



NVMe-oFを使用したホストの設定 SAN hosts and cloud clients

NetApp
March 29, 2024

目次

NVMe-oFを使用したホストの設定	1
概要	1
ONTAPを使用したAIXのNVMe/FCホスト構成	1
ESXi	8
Oracle Linux の場合	22
RHEL	156
SLES	293
Ubuntu	367
Windows の場合	377
トラブルシューティングを行う	400

NVMe-oFを使用したホストの設定

概要

ONTAPをターゲットとして、NVMe over Fabrics (NVMe-oF) プロトコル (NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) およびNVMe over TCP (NVMe/TCP)) 用に特定のSANホストを設定できます。ホストオペレーティングシステムとONTAPのバージョンに応じて、ホストでNVMe/FCプロトコル、NVMe/TCPプロトコル、またはその両方を設定して検証します。

ONTAPを使用したAIXのNVMe/FCホスト構成

ONTAPストレージをターゲットとして使用するIBM AIXホストおよびVIOS/PowerVMホストで、NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) を有効にすることができます。サポートされる構成の詳細については、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

ONTAPを備えたAIXホストでは、NVMe/FCホスト構成が次のようにサポートされます。

- ONTAP 9.13.1以降では、IBM AIX 7.2 TL5 SP6、AIX 7.3 TL1 SP2、およびVIOS 3.1.4.21リリースでNVMe/FCのサポートが追加され、物理スタックと仮想スタックの両方でSANブートがサポートされるようになりました。SANブートサポートの設定の詳細については、IBMのドキュメントを参照してください。
- NVMe/FCは、POWER9およびPower10 IBMサーバでサポートされます。
- NVMeデバイスには、Host Utilities for AIX SCSI Multipath I/O (MPIO) のサポートなど、個別のPCM (Path Control Module) は必要ありません。
- VIOS 3.1.4.21では、NetApp (VIOS/PowerVM) による仮想化のサポートが導入されました。これは、Power10 IBMサーバを使用したNPIV (N_PortID Virtualization) ストレージ仮想化モードでのみサポートされます。

必要なもの

- アダプタファームウェア12.4.257.30以降のバージョンの32Gb FC Emulexアダプタ (EN1A、EN1B、EN1L、EN1M) または64Gb FCアダプタ (EN1N、EN1P) があることを確認します。
- MetroCluster構成を使用している場合は、AIXオペレーティングシステムによるI/Oタイムアウトの短縮を回避するために、MetroCluster計画外スイッチオーバーイベントがサポートされるように、AIX NVMe/FCのデフォルトのAPD (All Path Down) 時間を変更することを推奨します。追加情報および推奨されるデフォルト設定の変更については、パブリックレポート1553249を参照してください。
- デフォルトでは、AIXホストOSのAsymmetric Namespace Access Transition Timeout (ANATT) の値は30秒です。IBMは、ANATT値を60秒に制限するInterim Fix (IFIX) を提供しています。すべてのONTAPワークフローが無停止であることを確認するには、IBMのWebサイトからIFIXをインストールする必要があります。



NVMe/FC AIXをサポートするには、GAバージョンのAIX OSにIFIXをインストールする必要があります。これは、VIOS/PowerVM OSでは必要ありません。

IFIXの詳細は次のとおりです。

- AIXレベル72-TL5-SP6-2320の場合は、をインストールします IJ46710s6a.230509.epkg.z パッケージ。
- AIXレベル73-TL1-SP2-2320の場合は、をインストールします IJ46711s2a.230509.epkg.z パッケージ。

ifixの管理の詳細については、を参照してください ["AIXでの暫定修正の管理"](#)。



に関連する以前にインストールされたifixがないAIXバージョンにifixをインストールする必要があります devices.pciex.pciexclass.010802.rte システム上。これらのifixが存在する場合、新しいインストールと競合します。

次の表に、AIX LPAR（AIX論理パーティション）または物理スタックに割り当てられたHBAを示します。

ホストOS	パワーアーチ	電源FWバージョン	モード	コメント
AIX 7.2 TL5 SP6	POWER9	Fw 950以降	物理スタック	IFIX はTS012877410から入手できます。
	パワー10	Fw 1010以降	物理スタック	SANブーティング がサポートされています。IFIX はTS012877410から入手できます。
AIX 7.3 TL1 SP2	POWER9	Fw 950以降	物理スタック	IFIX はTS012877410から入手できます。
	パワー10	Fw 1010以降	物理スタックと仮想スタック	IFIX はTS012877410から入手できます。

次の表に、仮想化モードでNPV対応サポートを使用するVIOSに割り当てられたHBAを示します。

ホストOS	パワーアーチ	電源FWバージョン	モード	コメント
VIOS/PowerVM 3.1.4.21	パワー10	Fw 1010以降	仮想スタック	サポートはAIX 7.3 TL1 SP2 for VIOC から開始されます

既知の制限

ONTAPを使用したAIXでのNVMe/FCホスト構成には、次の既知の制限事項があります。

- AIXホスト上のQLogic / Marvel 32G FC HBAでは、NVMe/FCはサポートされません。
- POWER9 IBMサーバを使用するNVMe/FCデバイスでは、SANブートはサポートされません。

マルチパス

NVMeマルチパスに使用されるIBM MPIO（マルチパスI/O）は、AIX OSのインストール時にデフォルトで提供

されます。

を使用して、AIXホストでNVMeマルチパスが有効になっていることを確認できます `lsmpio` コマンドを実行します

```
#[root@aix_server /]: lsmpio -l hdisk1
```

出力例

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

NVMe/FC を設定

次の手順を使用して、Broadcom/Emulexアダプタ用にNVMe/FCを設定できます。

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。
2. NVMe/FCプロトコルのサポートは、物理FCではデフォルトで有効になっていますが、NVMe/FCプロトコルのサポートは、Virtual I/O Server (VIOS) のVirtual Fibre Channel (VFC；仮想ファイバチャネル) では無効になっています。

仮想アダプタのリストを取得します。

```
$ lsmap -all -npiv
```

出力例

Name	Physloc	ClntID	ClntName
ClntOS			
-----	-----	-----	-----
vfchost0	U9105.22A.785DB61-V2-C2	4	s1022-iop-mcc-AIX
Status:LOGGED_IN			
FC name:fcs4		FC loc code:U78DA.ND0.WZS01UY-P0-C7-T0	
Ports logged in:3			
Flags:0xea<LOGGED_IN,STRIP_MERGE,SCSI_CLIENT,NVME_CLIENT>			
VFC client name:fcs0		VFC client DRC:U9105.22A.785DB61-V4-C2	

3. を実行して、アダプタでNVMe/FCプロトコルのサポートを有効にします `ioscli vfcctrl VIOS`でのコマンド：

```
$ vfcctrl -enable -protocol nvme -vadapter vfchost0
```

出力例

```
The "nvme" protocol for "vfchost0" is enabled.
```

4. アダプタでサポートが有効になっていることを確認します。

```
# lsattr -El vfchost0
```

出力例

alt_site_wwpn		WWPN to use - Only set after migration	False
current_wwpn	0	WWPN to use - Only set after migration	False
enable_nvme	yes	Enable or disable NVME protocol for NPIV	True
label		User defined label	True
limit_intr	false	Limit NPIV Interrupt Sources	True
map_port	fcs4	Physical FC Port	False
num_per_nvme	0	Number of NPIV NVME queues per range	True
num_per_range	0	Number of NPIV SCSI queues per range	True

5. 現在のすべてのアダプタまたは選択したアダプタに対してNVMe/FCプロトコルを有効にします。

- a. すべてのアダプタに対してNVMe/FCプロトコルを有効にします。

- を変更します `dflt_enabl_nvme` の属性値 `viosnpiv0` 疑似デバイスをに送信します `yes`。
- を設定します `enable_nvme` 属性値をに設定します `yes` すべてのVFCホストデバイスに対して。

```
# chdev -l viosnpiv0 -a dflt_enabl_nvme=yes
```

```
# lsattr -El viosnpiv0
```

出力例

```

bufs_per_cmd      10  NPIV Number of local bufs per cmd
True
dflt_enabl_nvme   yes  Default NVME Protocol setting for a new NPIV adapter
True
num_local_cmds    5    NPIV Number of local cmds per channel
True
num_per_nvme      8    NPIV Number of NVME queues per range
True
num_per_range     8    NPIV Number of SCSI queues per range
True
secure_va_info    no   NPIV Secure Virtual Adapter Information
True

```

a. を変更して、選択したアダプタのNVMe/FCプロトコルを有効にします enable_nvme へのVFCホストデバイス属性の値 yes。

6. 確認します FC-NVMe Protocol Device がサーバに作成されました：

```
# [root@aix_server /]: lsdev |grep fcnvme
```

◦ exmaple output *

```
fcnvme0          Available 00-00-02      FC-NVMe Protocol Device
fcnvme1          Available 00-01-02      FC-NVMe Protocol Device
```

7. サーバからホストのNQNを記録します。

```
# [root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme0
```

出力例

```

attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State              True
host_nqn     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True

```

```
[root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme1
```

出力例

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State           True
host_nqn     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

8. ホストのNQNをチェックし、ONTAPアレイの対応するサブシステムのホストのNQN文字列と一致することを確認します。

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_s922-55-lpar2
```

出力例

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_s922-55-lpar2	subsystem_s922-55-lpar2	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-8a378dec31e8

9. イニシエータポートが動作しており、ターゲットLIFが表示されていることを確認します。

NVMe/FC を検証

ONTAPネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認する必要があります。これを行うには、次のコマンドを実行します。

```
# [root@aix_server /]: lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

出力例

```
hdisk1    Available 00-00-02 NVMe 4K Disk
```

マルチパスのステータスを確認できます。

```
# [root@aix_server /]: lsmPIO -l hdisk1
```

出力例

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

既知の問題

ONTAPを備えたAIXのNVMe/FCホスト設定には、次の既知の問題があります。

BURT ID	タイトル	説明
1553249	MCC計画外スイッチオーバーイベントをサポートするために変更されるAIX NVMe/FCのデフォルトAPD時間	AIXオペレーティングシステムでは、NVMe/FCにデフォルトで20秒のオールパスダウン（APD）タイムアウト値が使用されます。ただし、ONTAP MetroClusterの自動計画外スイッチオーバー（AUSO）とTiebreakerで開始されるスイッチオーバーのワークフローには、APDのタイムアウト時間よりも少し時間がかかり、I/Oエラーが発生することがあります。
1546017だ	AIX NVMe/FCではANATTの上限が60秒に設定されていますが、ONTAPでは120秒に設定されています	ONTAPは、120秒のコントローラ識別でANA（非対称ネームスペースアクセス）移行タイムアウトをアダプタサイズします。現在、IFIXでは、AIXはコントローラ識別からANA移行タイムアウトを読み取りますが、その制限を超えている場合は実質的に60秒にクランプします。
1541386年	AIX NVMe/FCがANATTの有効期限後にEIOにヒットしました	Storage Failover（SFO；ストレージフェイルオーバー）イベントが発生した場合、特定のパスでANA（非対称ネームスペースアクセス）移行がタイムアウトの上限を超えると、ネームスペースへの正常な代替パスがあるにもかかわらず、AIX NVMe/FCホストがI/Oエラーで失敗します。
1541380	AIX NVMe/FCは、ANATTのハーフ/フルの有効期限が切れるまで待機してから、ANA AENのあとにI/Oを再開します	IBM AIX NVMe/FCでは、ONTAPで公開されるAsynchronous Notification（AEN；非同期通知）の一部がサポートされません。このように最適化されていないANA処理は、SFO処理中に最適化されていません。

トラブルシューティングを行う

NVMe/FCの障害をトラブルシューティングする前に、実行している構成がInteroperability Matrix Tool（IMT）の仕様に準拠していることを確認してください。問題が解決しない場合は、["ネットアップサポート"](#) さらなるトリアージのために。

ESXi

ONTAP を搭載したESXi 8.x向けのNVMe-oFホスト構成

ESXi 8.xおよびONTAP を実行するイニシエータホストでは、NVMe over Fabrics (NVMe-oF) をターゲットとして設定できます。

サポート性

- ONTAP 9.10.1以降では、ONTAP でNVMe/TCPプロトコルがサポートされます。
- ONTAP 9.9.1 P3以降では、ESXi 8以降でNVMe/FCプロトコルがサポートされます。

の機能

- ESXiイニシエータホストでは、NVMe/FCトラフィックとFCPトラフィックの両方を、同じアダプタポート経由で実行できます。を参照してください "[Hardware Universe](#)" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされる構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください。
- ESXi 8.0以降のリリースでは、NVMeデバイスのデフォルトのプラグインはHPP（ハイパフォーマンスプラグイン）です。

既知の制限

- RDMマッピングはサポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

NVMe/FCはvSphereリリースでデフォルトで有効になります。

ホストNQNを確認

ESXiホストのNQN文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホストのNQN文字列と一致することを確認する必要があります。

```
# esxcli nvme info get
```

出力例：

```
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

```
# vserver nvme subsystem host show -vserver nvme_fc
```

出力例：

```
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
nvme_fc nvme_ss nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-
0000c9f1a436
```

ホストのNQN文字列が一致しない場合は、を使用してください `vserver nvme subsystem host add` コマンドを実行して、対応するONTAP NVMeサブシステムで正しいホストNQN文字列を更新します。

Broadcom/EmulexおよびMarvell/Qlogicを設定します

。lpfc ドライバおよび qlnativefc vSphere 8.xのドライバでは、NVMe/FC機能がデフォルトで有効になっています。

を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" 設定がドライバまたはファームウェアでサポートされているかどうかを確認します。

NVMe/FC を検証

NVMe/FCの検証には、次の手順 を使用できます。

手順

1. NVMe/FCアダプタがESXiホストに表示されていることを確認します。

```
# esxcli nvme adapter list
```

出力例：

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba64	aqn:lpfc:100000109b579f11	FC	lpfc
vmhba65	aqn:lpfc:100000109b579f12	FC	lpfc
vmhba66	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e286	FC	qlnativefc
vmhba67	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e287	FC	qlnativefc

2. NVMe/FCネームスペースが正しく作成されたことを確認します。

次の例の UUID は、NVMe / FC ネームスペースデバイスを表しています。

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d)
  vmhba64:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:05:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba64:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:07:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:08:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:06:d0:39:ea:3a:b2:1f
```

ONTAP 9.7では、NVMe/FCネームスペースのデフォルトのブロックサイズは4Kです。このデフォルトサイズはESXiに対応していません。そのため、ESXiのネームスペースを作成する場合は、ネームスペースのブロックサイズを* 512B *に設定する必要があります。これは、を使用して実行できます `vserver nvme namespace create` コマンドを実行します



例：

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path /vol/namespace1-size 100g -ostype
vmware-block-size 512B
```

を参照してください ["ONTAP 9 コマンドのマニュアルページ"](#) を参照してください。

3. それぞれの NVMe/FC ネームスペースデバイスの個々の ANA パスのステータスを確認します。

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}
```

NVMe/FC を設定

ESXi 8.xでは、必要なNVMe/TCPモジュールがデフォルトでロードされます。ネットワークとNVMe/TCPアダプタの設定については、VMware vSphereのドキュメントを参照してください。

NVMe/FCを検証

NVMe/TCPの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. NVMe/TCPアダプタのステータスを確認します。

```
esxcli nvme adapter list
```

出力例：

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba65	aqn:nvmetcp:ec-2a-72-0f-e2-30-T	TCP	nvmetcp
vmnic0			
vmhba66	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a0-T	TCP	nvmetcp
vmnic2			
vmhba67	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a1-T	TCP	nvmetcp
vmnic3			

2. NVMe/TCP接続のリストを取得します。

```
esxcli nvme controller list
```

出力例：

Name	Adapter	Transport	Type	Is Online	Is VVOL	Controller	Number

nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.166:8009	256						
vmhba64	TCP			true	false		
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.165:4420							
258	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.168:4420							
259	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.166:4420							
260	vmhba64	TCP	true	false			
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.165:8009	261						
vmhba64	TCP			true	false		
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba65#192.168.100.155:8009	262						
vmhba65	TCP			true	false		
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.167:4420							
264	vmhba64	TCP	true	false			

3. NVMeネームスペースへのパスの数のリストを取得します。

```
esxcli storage hpp path list -d uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
```

出力例：

```

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.165:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.168:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T3:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.166:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T2:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.167:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

```

既知の問題

ONTAPを使用したESXi 8.xのNVMe-oFホスト構成には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明
"1420654"	ONTAP バージョン9.9.1でNVMe/FCプロトコルが使用されている場合、ONTAP ノードが動作しなくなります	ONTAP 9.9.1では、nvmeの「abort」コマンドがサポートされるようになりました。パートナーコマンドを待機しているnvme fusedコマンドを中止する「abort」コマンドをONTAP が受信すると、ONTAP ノードが停止します。問題は、nvme fusedコマンド（ESXなど）とFibre Channel（FC）転送を使用するホストでのみ認識されます。
1543660	vNVMeアダプタを使用するLinux VMで[All Paths Down（APD；すべてのパスが停止）]ウィンドウが長くなると、I/Oエラーが発生します	vSphere 8.x以降を実行していて、仮想NVMe（vNVME）アダプタを使用しているLinux VMでは、vNVMeの再試行処理がデフォルトで無効になっているため、I/Oエラーが発生します。オールパスダウン（APD）時や大量のI/O負荷時に古いカーネルを実行しているLinux VMでの停止を回避するために、VMwareでは、vNVMeの再試行処理を無効にするための調整可能な「VSCSIDisableNvmeRetry」を導入しました。

関連情報

["TR-4597：『VMware vSphere with ONTAP』"](#)

["NetApp MetroCluster での VMware vSphere 5.x、6.x、および 7.x のサポート（2031038）"](#)

["NetApp® SnapMirror® ビジネス継続性（SM-BC）による VMware vSphere 6.x および 7.x のサポート"](#)

ONTAP を使用した ESXi 7.x の NVMe-oF ホストの設定

サポート性

- ONTAP 9.7以降では、VMware vSphereのリリースでNVMe over Fibre Channel（NVMe/FC）がサポートされるようになりました。
- 7.0U3c以降では、ESXiハイパーバイザーでNVMe/FC機能がサポートされます。
- ONTAP 9.10.1以降では、ONTAP でNVMe/FC機能がサポートされます。

の機能

- ESXi イニシエータホストは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを同じアダプタポートで実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされる構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください。
- ONTAP 9.9.1 P3 以降では、ESXi 7.0 Update 3 で NVMe/FC 機能がサポートされます。
- ESXi 7.0 以降のリリースでは、ハイパフォーマンスプラグイン（HPP）が NVMe デバイスのデフォルトプラグインです。

既知の制限

次の構成はサポートされません。

- RDM マッピング
- できません

NVMe/FC を有効にします

1. ESXi ホストの NQN 文字列を確認して、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列と一致していることを確認します。

```
# esxcli nvme info get
Host NQN: nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx

# vservers nvme subsystem host show -vservers vservers_nvme
Vserver Subsystem          Host NQN
-----
vservers_nvme ss_vservers_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

Broadcom / Emulex を設定します

1. を参照して、必要なドライバ / ファームウェアで構成がサポートされているかどうかを確認します
"[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。
2. lpfc ドライバ・パラメータ lpfc_enable_fc4_type=3 を設定して 'lpfc ドライバで NVMe/FC サポートを有効にし' ホストを再起動します



vSphere 7.0 アップデート 3 以降、「brcmnvme-fc」ドライバは使用できなくなりました。したがって 'lpfc' ドライバには 'brcmnvme-fc' ドライバとともに以前に提供された NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) 機能が含まれています



lpfc_enable_fc4_type=3` パラメータは、LPe35000 シリーズのアダプタに対してデフォルトで設定されています。LPe32000 シリーズおよび LPe31000 シリーズアダプタに手動で設定するには、次のコマンドを実行する必要があります。

```
# esxcli system module parameters set -m lpfc -p lpfc_enable_fc4_type=3

#esxcli system module parameters list -m lpfc | grep lpfc_enable_fc4_type
lpfc_enable_fc4_type          int      3          Defines what FC4 types
are supported

#esxcli storage core adapter list
HBA Name  Driver  Link State  UID
Capabilities  Description
-----  -
vmhba1    lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
Second Level Lun ID (0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba2    lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
Second Level Lun ID (0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba64   lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
(0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
vmhba65   lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
(0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
```

Marvell / QLogic を設定します

手順

1. を参照して、必要なドライバ / ファームウェアで構成がサポートされているかどうかを確認します
"[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。
2. qlnativefc ドライバ・パラメータ ql2xnvmetupport = 1 を設定して 'qlnativefc ドライバで NVMe/FC サポートを有効にし' ホストを再起動します

「#esxcfg-module -s」 ql2xnvmetupport = 1'qlnativefc



qLE 277x シリーズ・アダプタのデフォルトでは 'qlnativefc' ドライバ・パラメータが設定されています。QLE 277x シリーズ・アダプタに手動で設定するには、次のコマンドを実行する必要があります。

```
esxcfg-module -l | grep qlnativefc
qlnativefc          4      1912
```

3. アダプタで NVMe が有効になっているかどうかを確認します。

```
#esxcli storage core adapter list
```

HBA Name	Driver	Link State	UID
Capabilities	Description		
-----	-----	-----	-----
vmhba3	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
Second Level Lun ID (0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba4	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
Second Level Lun ID (0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba64	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
(0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			
vmhba65	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
(0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			

NVMe/FC を検証

1. ESXi ホストに NVMe/FC アダプタが表示されていることを確認します。

```
# esxcli nvme adapter list
```

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba64	aqn:qlnativefc:21000024ff1817ae	FC	qlnativefc
vmhba65	aqn:qlnativefc:21000024ff1817af	FC	qlnativefc
vmhba66	aqn:lpfc:100000109b579d9c	FC	lpfc
vmhba67	aqn:lpfc:100000109b579d9d	FC	lpfc

2. NVMe/FC ネームスペースが適切に作成されたことを確認します。

次の例の UUID は、NVMe / FC ネームスペースデバイスを表しています。

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  vmhba65:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:2f:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba65:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:1a:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba64:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:18:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba64:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:19:00:a0:98:df:e3:d1
```



ONTAP 9.7 では、NVMe/FC ネームスペースのデフォルトのブロックサイズは 4K です。このデフォルトサイズは ESXi に対応していません。したがって、ESXi のネームスペースを作成する場合は、ネームスペースのブロックサイズを 512b に設定する必要があります。これを行うには、「vserver nvme namespace create」コマンドを使用します。

例

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path /vol/namespace1-size 100g -ostype vmware-block-size 512B
```

を参照してください ["ONTAP 9 コマンドのマニュアルページ"](#) を参照してください。

3. それぞれの NVMe/FC ネームスペースデバイスの個々の ANA パスのステータスを確認します。

```

esxcli storage hpp path list -d uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201800a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:201a00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:202f00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201900a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

```

NVMe/FC を設定

7.0U3c以降、必要なNVMe/FCモジュールがデフォルトでロードされます。ネットワークとNVMe/FCアダプタの設定については、VMware vSphereのドキュメントを参照してください。

NVMe/FCを検証

手順

1. NVMe/FCアダプタのステータスを確認します。

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme adapter list
Adapter      Adapter Qualified Name
-----
vmhba64      aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-ca-e0-T
vmhba65      aqn:nvmetc:34-80-13d-30-ca-e1-T
list
Transport Type  Driver  Associated Devices
-----
TCP              nvmetcp  vmnzc2
TCP              nvmetcp  vmnzc3
```

2. NVMe/FC接続を一覧表示するには、次のコマンドを使用します。

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme controller list
Name
-----
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.100.11:4420
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.101.11:4420
Controller Number  Adapter  Transport Type  IS Online
-----
1580                vmhba64  TCP              true
1588                vmhba65  TCP              true
```

3. NVMeネームスペースへのパスの数を表示するには、次のコマンドを使用します。

```
[root@R650-8-45:~] esxcli storage hpp path list -d
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
tcp.vmnic2:34:80:Od:30:ca:eo-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active unoptimized
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

tcp.vmnic3:34:80:Od:30:ca:el-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}
```

既知の問題

ONTAPを使用したESXi 7.xのNVMe-oFホストの設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	回避策
"1420654"	ONTAP バージョン9.9.1でNVMe/FCプロトコルが使用されている場合、ONTAP ノードが動作しなくなります	ホストファブリック内のネットワークの問題を確認して修正します。それでも問題が解決しない場合は、この問題を修正するパッチにアップグレードしてください。

関連情報

"TR-4597 : 『 VMware vSphere with ONTAP 』 "

"NetApp MetroCluster での VMware vSphere 5.x、 6.x、 および 7.x のサポート (2031038) "

"NetApp® SnapMirror® ビジネス継続性 (SM-BC) による VMware vSphere 6.x および 7.x のサポート"

Oracle Linux の場合

OL 9

NVMe-oFホスト構成 (Oracle Linux 9.2 (ONTAP))

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、Asymmetric Namespace Access (ANA) を使用するOracle Linux (OL) 9.2でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環

境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用するOL 9.2のNVMe-oFホスト構成では、次の機能がサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter (HBA ; ホストバスアダプタ) の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

の機能

- Oracle Linux 9.2では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされるOL 9.2ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. OL 9.2 GAをサーバにインストールします。インストールが完了したら、指定したOL 9.2 GAカーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-101.103.2.1.el9uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. をインストールします libnvme パッケージ：

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

出力例

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. Oracle Linux 9.2ホストで、を確認します `hostnqn` 文字列 `/etc/nvme/hostnqn` :

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例 :

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. を確認します `hostnqn` 文字列はに一致します `hostnqn` ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

出力例 :

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



状況に応じて `hostnqn` 文字列が一致しない場合はを使用できます `vserver modify` コマンドを使用してを更新します `hostnqn` 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します `hostnqn` から文字列 `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCは、Broadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.455.11, sli-4:2:c  
14.2.455.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. OL 9.2 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. OL 9.2ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```



```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
```


Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

出力例

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\  
+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

既知の問題

既知の問題はありません。

NVMe-oFホスト構成（Oracle Linux 9.1 with ONTAP）

NVMe over Fibre Channel（NVMe/FC）やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics（NVMe-oF）は、Asymmetric Namespace Access（ANA）対応のOracle Linux（OL）9.1でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境

のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用するOL 9.1のNVMe-oFホスト構成では、次のサポートが提供されます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter (HBA ; ホストバスアダプタ) の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

の機能

- Oracle Linux 9.1では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされるOL 9.1ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. サーバにOL 9.1 GAをインストールします。インストールが完了したら、指定したOL 9.1 GAカーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-3.60.5.1.el9uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

3. をインストールします libnvme パッケージ：

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

出力例

```
libnvme-1.0-5.el9.x86_64.rpm
```

4. Oracle Linux 9.1ホストで、を確認します `hostnqn` 文字列 `/etc/nvme/hostnqn` :

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例 :

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. を確認します `hostnqn` 文字列はに一致します `hostnqn` ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

出力例 :

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



状況に応じて `hostnqn` 文字列が一致しない場合はを使用できます `vserver modify` コマンドを使用してを更新します `hostnqn` 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します `hostnqn` から文字列 `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCは、Broadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。


```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. OL 9.1 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. OL 9.1ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage      Format                      FW                      Rev
-----
1                85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
2                85.90 GB / 85.90 GB    24 KiB + 0 B    FFFFFFFF
3                85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

3. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

出力例

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例


```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

既知の問題

ONTAPリリースを使用したOL 9.1のNVMe-oFホスト構成には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1536937	nvme list-subsys コマンドを実行すると、サブシステムについて繰り返しNVMeコントローラが出力されます	。 nvme list-subsys コマンドは、指定したサブシステムに関連付けられているNVMeコントローラの一覧のリストを返す必要があります。 Oracle Linux 9.1の場合は、 nvme list-subsys コマンドは、指定したサブシステムに属するすべてのネームスペースについて、それぞれのAsymmetric Namespace Access (ANA) 状態のNVMeコントローラを返します。ただし、ANAの状態はネームスペースごとの属性であるため、特定のネームスペースのサブシステムコマンド構文をリストすると、パスの状態を含む一意のNVMeコントローラエントリを表示すると便利です。	"17998年"
1539101	Oracle Linux 9.1 NVMe-oFホストで永続的検出コントローラを作成できない	Oracle Linux 9.1のNVMe-oFホストでは、を使用できます nvme discover -p 永続的検出コントローラ (PDC) を作成するコマンド。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとに1つのPDCを作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでOracle Linux 9.1を実行している場合は、の実行時にPDCの作成が失敗します nvme discover -p コマンドが実行されます。	"18196年"

NVMe/FCホスト構成 (Oracle Linux 9.0 with ONTAP)

NVMe/FCやその他の転送を含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、Oracle Linux (OL) 9.0とAsymmetric Namespace Access (ANA) でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認でき](#)

ます"。

の機能

- Oracle Linux 9.0では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

サポートされるOL 9.0ソフトウェアの最小バージョンは、次の手順 を使用して検証できます。

手順

1. サーバーにOL 9.0 GAをインストールします。インストールが完了したら、指定したOL 9.0 GAカーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-0.30.19.el9uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

3. Oracle Linux 9.0ホストで、を確認します hostnqn 文字列 /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

4. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合はを使用できます vserver modify コマンドを使用してを更新します hostnqn 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe / FC向けMarvell/QLLogic FCアダプタ

手順

1. OL 9.0 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバ

とファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 確認します `ql2xnvmeenable` は、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させるために設定されています。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります `lpfc` の値 `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「`racut-f`」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. `lpfc_sg_seg_cnt` が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
```



```
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. を実行します nvme connect-all ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. OL 9.0ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```

nvme-subsys0 - NQN=ngn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized

```

4. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPを使用したOracle Linux 9.0向けのNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 9.0 NVMe-oFホストでは、永続的検出コントローラが重複して作成されます	Oracle Linux 9.0のNVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、を使用できます <code>nvme discover -p</code> 永続的検出コントローラ (PDC) を作成するコマンド。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでONTAP 9.10.1およびOracle Linux 9.0を実行している場合は、毎回重複するPDCが作成されます <code>nvme discover -p</code> が実行されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	"18118年"

OL 8.

ONTAPを使用したOracle Linux 8.8向けのNVMe-oFホスト構成

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、Asymmetric Namespace Access (ANA) 対応のOracle Linux (OL) 8.8でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用したOL 8.8のNVMe-oFホスト構成では、次の機能がサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。NetAppプラグインをネイティブにインストールします `nvme-cli` [パッケージ]には、NVMe/FCとNVMe/TCPの両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- NVMe と SCSI の両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行することができます。そのため、SCSI LUNの場合はSCSI mpathデバイスにdm-multipathを設定できますが、NVMeマルチパスを使用してホスト上のNVMe-oFネームスペースデバイスを設定することができます。
- `sanlun` にも対応していません。そのため、OL 8.8ホストではNVMe-oFのホストユーティリティはサポートされません。標準のに含まれているNetAppプラグインを使用できます。 `nvme-cli` すべてのNVMe-oF転送用パッケージ。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

の機能

Oracle Linux 8.8では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされるOL 8.8ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. サーバーにOL 8.8 GAをインストールします。インストールが完了したら、指定したOL 8.8 GAカーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-101.103.2.1.el8uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.8ホストで、hostnqn 文字列 /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

4. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合は使用できます vserver modify コマンドを使用してを更新します hostnqn 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

5. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合は、NetApp ONTAPネームスペースと dm-multipath (ONTAP LUNの場合)。つまり、ONTAPネームスペースを dm-multipath 予防するために dm-multipath ネームスペースデバイスの要求から解放されます。次を追加できます： enable_foreign に設定します /etc/multipath.conf ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf

defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

次のコマンドを実行してmultipathdデーモンを再起動します。systemctl restart multipathd コマンドを実行しますこれにより、新しい設定が有効になります。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCは、Broadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。


```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. OL 8.8 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treql: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treql: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treql: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. NVMe-oFの適切な設定（など）を確認します model をに設定します NetApp ONTAP Controller 負荷分散 iopolicy をに設定します round-robin) それぞれのONTAPネームスペースがホストに正しく反映されるようになります。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

出力例

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例


```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

既知の問題

ONTAPリリースを使用したOL 8.8のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 8.8 NVMe-oFホストでPDCが重複して作成される	OL 8.8 NVMe-oFホストでは、 <code>-p</code> オプションをに設定します <code>nvme discover</code> コマンドを実行します特定のイニシエータとターゲットの組み合わせでは、の呼び出しごとにPDCが1つだけ作成される必要があります <code>nvme discover</code> コマンドを実行しますただし、OL 8.x以降では、NVMe-oFホストがを呼び出すたびにPDCが重複して作成されます <code>nvme discover</code> コマンドにを指定します <code>-p</code> オプションこれにより、ホストとターゲットの両方のリソースが無駄になります。	"18118年"

NVMe-oFホスト構成（Oracle Linux 8.7 with ONTAP

NVMe over Fibre Channel（NVMe/FC）やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics（NVMe-oF）は、Asymmetric Namespace Access（ANA）対応のOracle Linux（OL）8.7でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用したOL 8.7のNVMe/FCホスト構成では、次の機能がサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP（NVMe/TCP）もサポートされます。NetAppプラグインをネイティブにインストールします `nvme-cli` [パッケージ]には、NVMe/FCとNVMe/TCPの両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter（HBA；ホストバスアダプタ）の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

の機能

- OL 8.7では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされるOL 8.7ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. サーバーにOL 8.7 GAをインストールします。インストールが完了したら、指定したOL 8.7 GAカーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-3.60.5.1.el8uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.7ホストで、を確認します hostnqn 文字列 /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24
```

4. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24



状況に応じて `hostnqn` 文字列が一致しない場合は `vserver modify` コマンドを使用して `hostnqn` 対応する ONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します `hostnqn` から文字列 `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

5. ホストをリブートします。

NetAppでは、同じOracle Linux 8.7に共存するホストでNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行する場合、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨しています。つまり、dm-multipathがこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースはdm-multipathでブラックリストに登録する必要があります。これを行うには、`enable_foreign` に設定します `/etc/multipath.conf` ファイル：



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

を実行してmultipathdデーモンを再起動します `systemctl restart multipathd` コマンドを使用して新しい設定を適用します。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x060300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x061f0e
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2011d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06270f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a71 Cmpl 0000000a71 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000558611c6 Issue 000000005578bb69 OutIO
ffffffffffff2a9a3
abort 0000007a noxri 00000000 nondlp 00000447 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a8e Err 0000e2a8
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x060200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2015d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x062e0c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2014d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06290f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a69 Cmpl 0000000a69 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000055814701 Issue 0000000055744b1c OutIO
ffffffffffff3041b
abort 00000046 noxri 00000000 nondlp 0000043f qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a89 Err 0000e2f3
```

NVMe/FC向けMarvell/Qlogic FCアダプタ

手順

1. OL 8.7 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
```



```

08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....

```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17

```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800

```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. 次の項目をチェックして、カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. NVMe-oFの適切な設定（など）を確認します model をに設定します NetApp ONTAP Controller 負荷分散 iopolicy をに設定します round-robin) それぞれのONTAPネームスペースがホストに正しく反映されるようになります。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage      Format                      FW                      Rev
-----
1                85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
2                85.90 GB / 85.90 GB  24 KiB + 0 B FFFFFFFF
3                85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n40
```

出力例：

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
]
}

```

既知の問題

ONTAPリリースを使用したOL 8.7のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 8.7 NVMe-oFホストは重複する永続的検出コントローラを作成します	OL 8.7 NVMe-oFホストでは、を渡すことでPersistent Discovery Controller（PDC；永続的検出コントローラ）が作成されます <code>-p</code> オプションをに設定します <code>nvme discover</code> コマンドを実行します特定のイニシエータとターゲットの組み合わせでは、の呼び出しごとにPDCが1つだけ作成される必要があります <code>nvme discover</code> コマンドを実行しますただし、OL 8.x以降では、NVMe-oFホストが呼び出すたびにPDCが重複して作成されます <code>nvme discover</code> コマンドにを指定します <code>-p</code> オプションこれにより、ホストとターゲットの両方のリソースが無駄になります。	"18118年"

ONTAP を使用したOracle Linux 8.6でのNVMe/FCホスト構成

サポート性

NVMe over FabricsまたはNVMe-oF（NVMe/FCおよびNVMe/TCPを含む）は、ONTAP アレイで稼働しているストレージフェイルオーバー（SFO）に必要な非対称ネームスペースアクセス（ANA）を備えたOracle Linux 8.6でサポートされています。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access（ALUA；非対称論理ユニットアクセス）であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。このドキュメントでは、Oracle Linux 8.6およびONTAP でANAを使用して、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にする方法について詳しく説明します。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます "[Cloud Volumes ONTAP](#)" および "[ONTAP 対応の Amazon FSX](#)"。

の機能

- Oracle Linux 8.6では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっています。
- Oracle Linux 8.6では、`nvme-fc auto-connect` スクリプトはネイティブに含まれています `nvme-cli` パッケージ。外部ベンダーが提供するアウトボックス自動接続スクリプトをインストールする代わりに、これらのネイティブ自動接続スクリプトを使用できます。
- Oracle Linux 8.6（ネイティブ）を使用しています `udev` ルールはの一部として提供されます `nvme-cli` NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングを可能にするパッケージ。したがって、このルールを手動で作成する必要はありません。

- Oracle Linux 8.6を使用すると、NVMeとSCSIの両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行できます。実際、これは一般的に導入されるホスト構成であると想定されています。したがって、SCSI LUNでは通常どおりdm-multipathを設定できます。その結果、mpathデバイスが作成されますが、NVMeマルチパスを使用してNVMe-oFマルチパスデバイスを設定できます（例： /dev/nvmeXnY）を実行します。
- Oracle Linux 8.6では、ネットアッププラグインが標準搭載されています nvme-cli パッケージでは、ONTAP の詳細とONTAP ネームスペースを表示できます。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

設定要件

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされている構成の正確な情報については、を参照

Oracle Linux 8.6でNVMe/FCを有効にします

手順

1. サーバにOracle Linux 8.6 GAをインストールします。インストールが完了したら、指定したOracle Linux 8.6 GAカーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

```
# uname -r
5.4.17-2136.307.3.1.el8uek.x86_64
```

2. 「 nvme-cli 」 パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.6ホストで、を確認します hostnqn 文字列 /etc/nvme/hostnqn ONTAP アレイの対応するサブシステムのhostnqn文字列と一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme   nvme_ss_ol_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```




状況に応じて `hostnqn` 文字列が一致しない場合は `vserver modify` コマンドを使用してを更新します `hostnqn` に一致する、対応するONTAP アレイサブシステム上の文字列 `hostnqn` から文字列 `/etc/nvme/hostnqn` ホスト：

4. ホストをリブートします。

NVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を同じOracle Linux 8.6に共存するホストで実行する場合は、ONTAP ネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipathがこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースはdm-multipathでブラックリストに登録する必要があります。これを行うには、を追加します `enable_foreign` に設定します `/etc/multipath.conf` ファイル：



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

を実行してmultipathdデーモンを再起動します `systemctl restart multipathd` 新しい設定を有効にするコマンド。

Broadcom FCアダプタをNVMe/FC用に設定

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します `lpfc` ファームウェアと受信トレイドライバ。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.11
```

3. 確認します `lpfc_enable_fc4_type` がに設定されます 3 :

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

1MBのI/Oサイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

Marvell / QLogic FCアダプタをNVMe/FC用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。OL 8.6 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAP サポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable は、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させるために設定されています。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 同様に、NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 次に、を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFに対して実行するコマンド。もっと長くパスするようにしてください `ctrl_loss_tmo` ピリオド（30分など、を使用して設定できます `-l 1800`）をクリックします `connect-all` パスが失われた場合に、より長い期間再試行されるようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC を検証

手順

1. Oracle Linux 8.6ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB


```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPを使用したOL 8.6のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 8.6 NVMe-oFホストは重複する永続的検出コントローラを作成します	Oracle Linux 8.6 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、を使用できます <code>nvme discover -p</code> 永続的検出コントローラ (PDC) を作成するコマンド。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、ONTAP 9.10.1とOracle Linux 8.6をNVMe-oFホストで実行している場合は、毎回重複するPDCが作成されます <code>nvme discover -p</code> が実行されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	"18118年"

ONTAP を使用したOracle Linux 8.5向けのNVMe / FCホスト構成

サポート性

NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびNVMe/TCPを含む) は、ONTAP アレイで稼働しているストレージフェイルオーバー (SFO) に必要な非対称ネームスペースアクセス (ANA) を備えたOracle Linux 8.5でサポートされています。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。本ドキュメントでは、Oracle Linux 8.5およびONTAP 上のANAをターゲットとして使用し、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にする方法について詳しく説明します。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます "[Cloud Volumes ONTAP](#)" および "[ONTAP 対応の Amazon FSX](#)"。

の機能

- Oracle Linux 8.5では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっています。
- Oracle Linux 8.5では、`nvme-fc auto-connect` スクリプトはネイティブに含まれています `nvme-cli` パッケージ。外部ベンダーが提供するアウトボックス自動接続スクリプトをインストールする代わりに、これらのネイティブ自動接続スクリプトを使用できます。
- Oracle Linux 8.5 (ネイティブ) を使用しています `udev` ルールはの一部として提供されます `nvme-cli` NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングを可能にするパッケージ。したがって、このルールを手動で作成する必要はありません。
- Oracle Linux 8.5では、NVMeとSCSIの両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行できます。実際、これは一般的に導入されるホスト構成であると想定されています。したがって、SCSI LUNでは通常どおりdm-multipathを設定できます。その結果、mpathデバイスが作成されますが、NVMeマルチパスを使

用してNVMe-oFマルチパスデバイスを設定できます（例： /dev/nvmeXnY）を実行します。

- Oracle Linux 8.5では、ネットアップのプラグインがネイティブに含まれています nvme-cli パッケージでは、ONTAP の詳細とONTAP ネームスペースを表示できます。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

設定要件

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされている構成の正確な情報については、を参照

Oracle Linux 8.5でNVMe/FCを有効にします

手順

1. サーバにOracle Linux 8.5 General Availability (GA) をインストールします。インストールが完了したら、指定したOracle Linux 8.5 GAカーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

```
# uname -r
5.4.17-2136.309.4.el8uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」 パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.5ホストで、を確認します hostnqn 文字列 /etc/nvme/hostnqn と一致することを確認します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme

Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme  nvme_ss_ol_1   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合は使用してください vserver modify コマンドを使用してを更新します hostnqn に一致する、対応するONTAP アレイサブシステム上の文字列 hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

4. ホストをリブートします。

NVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を同じOracle Linux 8.5に共存するホストで実行する場合は、ONTAP ネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipathがこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースはdm-multipathでブラックリストに登録する必要があります。これを行うには、を追加します enable_foreign に設定します /etc/multipath.conf ファイル：



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

を再起動します multipathd デーモンを実行します systemctl restart multipathd 新しい設定を有効にするコマンド。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type は3に設定されています。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
ffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

1MBのI/Oサイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

Marvell/QLogic FCアダプタをNVMe/FC用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。OL 8.5 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAP サポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable は、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させるために設定されています。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIF全体で検出ログページのデータを取得できるかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```


2. 同様に、NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 次に、を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエータターゲットLIFに対して実行するコマンド。あなたがより長いを提供することを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー期間（30分など、追加を設定できます `-l 1800`）をクリックします `connect-all` パスが失われた場合に、より長い期間再試行されるようにします。例

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC を検証

手順

1. Oracle Linux 8.5ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	

3. 各パスのコントローラの状態がliveで、ANAステータスが正しいことを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. ネットアッププラグインに表示される各ONTAP ネームスペースデバイスの値が正しいことを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB

```

3          264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4    85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

既知の問題

ONTAPを使用したOL 8.5のNVMe-oFホスト構成には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 8.5 NVMe-oFホストは重複する永続的検出コントローラを作成します	Oracle Linux 8.5 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、を使用できます <code>nvme discover -p</code> 永続的検出コントローラ (PDC) を作成するコマンド。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oF ホストでONTAP 9.10.1 とOracle Linux 8.5を実行している場合は、毎回重複するPDCが作成されます <code>nvme discover -p</code> が実行されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	"18118年"

ONTAP を使用したOracle Linux 8.4向けNVMe/FCホスト構成

サポート性

NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびNVMe/TCPを含む) は、Oracle Linux 8.4 with Asymmetric Namespace Access (ANA) でサポートされます。ANAは、ONTAP アレイで稼働しているストレージフェイルオーバー (SFO) に必要です。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。ここでは、ONTAP をターゲットとしてOracle Linux 8.4でANAを使用して、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にする方法について説明します。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

の機能

- Oracle Linux 8.4では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっています。
- Oracle Linux 8.4では、`nvme-fc auto-connect` スクリプトはネイティブに含まれています `nvme-cli` パッケージ。外部ベンダーが提供するアウトボックス自動接続スクリプトをインストールする代わりに、これらのネイティブ自動接続スクリプトを使用できます。
- Oracle Linux 8.4 (ネイティブ) を使用しています `udev` ルールはの一部として提供されます `nvme-cli` NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングを可能にするパッケージ。したがって、このルールを手動で作成する必要はありません。
- Oracle Linux 8.4では、NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行できます。実際、これは一般的に導入されるホスト構成であると想定されています。したがって、SCSI LUNでは通常どおり`dm-multipath`を設定できます。その結果、`mpath`デバイスが作成されますが、NVMeマルチパスを使用し

てNVMe-oFマルチパスデバイスを設定できます（例： /dev/nvmeXnY）を実行します。

- Oracle Linux 8.4では、ネットアップのプラグインがネイティブに含まれています nvme-cli パッケージでは、ONTAP の詳細とONTAP ネームスペースを表示できます。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

設定要件

を参照してください "[ネットアップのInteroperability Matrix（IMT）](#)" を参照してください。

NVMe/FC を有効にします

手順

1. Oracle Linux 8.4 GAをサーバにインストールします。インストールが完了したら、指定したOracle Linux 8.4 GAカーネルを実行していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

```
# uname -r
5.4.17-2102.206.1.el8uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.4ホストで、hostnqn文字列を確認します /etc/nvme/hostnqn ONTAP アレイの対応するサブシステムのhostnqn文字列と一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:8b43c7c6-e98d-4cc7-a699-d66a69aa714e
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2

Vserver                Subsystem Host NQN
-----
vs_coexistence_2 nvme_1  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:753881b6-3163-46f9-8145-0d1653d99389
```



hostnqn文字列が一致しない場合は、を使用する必要があります vserver modify 対応するONTAP アレイサブシステムのhostnqn文字列を、のhostnqn文字列と一致するように更新するコマンド /etc/nvme/hostnqn ホスト。

4. ホストをリブートします。

NVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を同じOracle Linux 8.4に共存するホストで実行する場合は、ONTAP ネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipathがこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースはdm-multipathでブラックリストに登録する必要があります。これを行うには、を追加します enable_foreign に設定します /etc/multipath.conf ファイル：



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

を実行してmultipathdデーモンを再起動します systemctl restart multipathd 新しい設定を有効にするコマンド。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type は3に設定されています。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
fffffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```


1MBのI/Oサイズを有効にしています

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

Marvell/QLogic FCアダプタをNVMe/FC用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。OL 8.4 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAP のサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
```

2. を確認します ql2xnvmeenable MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させるためのパラメータが設定されています。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートからサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを読み込めることを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 同様に、NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常

に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 次に、を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエータターゲットLIFに対して実行するコマンド。あなたがより長いを提供することを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー期間（30分以上）。追加を設定できます `-l 1800`）をクリックします `connect-all` パスが失われた場合に、より長い期間再試行されるようにします。例

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC を検証

手順

1. Oracle Linux 8.4ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
Node                      SN                      Model
Namespace
-----
-----
/dev/nvme0n1             814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1
/dev/nvme0n2             814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2
/dev/nvme0n3             814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3

Usage          Format          FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

3. 各パスのコントローラの状態がliveで、ANAステータスが正しいことを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. ネットアッププラグインに表示される各ONTAP ネームスペースデバイスの値が正しいことを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
--------	---------	----------------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns		

NSID	UUID	Size
------	------	------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPを使用したOL 8.4のNVMe-oFホスト構成には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1517321年	Oracle Linux 8.4 NVMe-oFホストは重複する永続的検出コントローラを作成します	Oracle Linux 8.4 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して永続的検出コントローラ (PDC) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでONTAP 9.10.1およびOracle Linux 8.4を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	"18118年"

ONTAP を使用したOracle Linux 8.3向けNVMe/FCホスト構成

サポート性

NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCを含む) は、Oracle Linux 8.3でサポートされます。ONTAP アレイで稼働しているストレージフェイルオーバー (SFO) には非対称ネームスペースアクセス (ANA) が必要です。ANAはNVMe-oF環境におけるALUAに相当し、現在はカーネル内NVMeマルチパスで実装されています。このドキュメントでは、OL 8.3でANAを使用し、ONTAP をターゲットとしてカーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にする方法について詳しく説明します。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

の機能

- Oracle Linux 8.3では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっています。
- Oracle Linux 8.3では、`nvme-fc auto-connect` スクリプトは標準のNVMe-CLIパッケージに含まれています。外部ベンダーが提供するアウトボックス自動接続スクリプトをインストールする代わりに、これらのネイティブ自動接続スクリプトを使用できます。
- Oracle Linux 8.3を標準搭載しています `udev` ルールはの一部として提供されます `nvme-cli` NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングを可能にするパッケージ。したがって、このルールを手動で作成する必要はありません。
- Oracle Linux 8.3では、NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行できます。実際、これは一般的に導入されるホスト構成であると想定されています。そのため、SCSIの場合は、SCSI LUNに対して通常どおり`dm-multipath`を設定できます。その結果、`mpath`デバイスが作成されますが、NVMeマルチパスを使用してNVMe-oFマルチパスデバイスを設定できます (例: `/dev/nvmeXnY`) を実行します。
- Oracle Linux 8.3では、ネットアップのプラグインがネイティブに含まれています `nvme-cli` パッケージでは、ONTAP の詳細とONTAP ネームスペースを表示できます。

既知の制限

NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

設定要件

を参照してください "[ネットアップの Interoperability Matrix Tool \(IMT\)](#)" を参照してください。

Oracle Linux 8.3 で NVMe/FC を有効にします

手順

1. Oracle Linux 8.3 GA をサーバにインストールします。インストールが完了したら、指定した Oracle Linux 8.3 GA カーネルを実行していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

```
# uname -r
5.4.17-2011.7.4.el8uek.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64_
```

3. Oracle Linux 8.3 ホストで、hostnqn 文字列を確認します /etc/nvme/hostnqn と一致することを確認します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_coexistence_2 nvme_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2
```



hostnqn 文字列が一致しない場合は、を使用する必要があります vserver modify 対応する ONTAP アレイサブシステムの hostnqn 文字列を、の hostnqn 文字列と一致するように更新するコマンド /etc/nvme/hostnqn ホスト。

4. ホストをリブートします。

NVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を同じOracle Linux 8.3に共存するホストで実行する場合は、ONTAP ネームスペースとにカーネル内のNVMeマルチパスを使用することを推奨します dm-multipath (ONTAP LUNの場合)。これは、ONTAP ネームスペースをブラックリストに登録する必要があることも意味します dm-multipath 予防するために dm-multipath ネームスペースデバイスの要求から解放されます。そのためには、`_enable_foreign_setting`を追加します `/etc/multipath.conf` ファイル：



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

`_systemctl restart multipathd` コマンドを実行してmultipathdデーモンを再起動し、新しい設定を有効にします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe36002-M2
LPe36002-M2
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。サポートされているアダプタドライバおよびファームウェアバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.49, sli-4:6:d
12.8.351.49, sli-4:6:d
```

```
#cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.3
```

3. を確認します `lpfc_enable_fc4_type` パラメータは3に設定されています。

```
#cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されることを確認してください。

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109bf0447b  
0x100000109bf0447c
```

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022400 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e1d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0314
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e4d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0713
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000003b6 Cmpl 00000003b6 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be1425e8 Issue 00000000be1425f2 OutIO
0000000000000000a
abort 00000251 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c5b Err 0000d176

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x021600 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e2d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0213
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e3d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0614
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000419 Cmpl 0000000419 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be37ff65 Issue 00000000be37ff84 OutIO
0000000000000001f
abort 0000025a noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c89 Err 0000cd87
```

1MBのI/Oサイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。

3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

Marvell/QLogic FCアダプタをNVMe/FC用に設定します

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。OL 8.3 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAP のサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
```

2. を確認します ql2xnvmeenable MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させるためのパラメータが設定されています。

```
#cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

NVMe/FC を検証

手順

1. Oracle Linux 8.3ホストで次のNVMe/FC設定を確認します。

```
#cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace Usage
Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n10 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 10     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n11 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 11     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n12 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 12     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n13 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 13     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n14 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 14     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n15 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 15     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n16 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 16     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n17 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 17     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n18 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 18     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n19 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 19     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n2 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 2      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n20 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 20     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n3 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 3      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n4 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 4      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n5 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 5      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n6 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 6      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n7 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 7      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n8 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 8      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n9 81Ec-JRm1kL9AAAAAAB NetApp ONTAP Controller 9      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. 各パスのコントローラの状態がliveで、ANAステータスが正しいことを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.b79f5c6e4d0911edb3a0d039ea243511:subsystem.nvme_1
\ +
+- nvme214 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e4d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live non-
optimized
+- nvme219 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e2d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live optimized
+- nvme223 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e1d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live optimized
+- nvme228 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e3d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live non-
optimized
```

4. ネットアッププラグインに表示される各ONTAP ネームスペースデバイスの値が正しいことを確認します。

```
#nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver      Namespace Path      NSID UUID
Size
-----
-----
/dev/nvme0n1 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns 1 ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1 37.58GB
/dev/nvme0n10 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns 10 2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd 37.58GB
/dev/nvme0n11 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns 11 fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95 37.58GB
/dev/nvme0n12 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns 12 0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864 37.58GB
/dev/nvme0n13 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns 13 31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991 37.58GB
/dev/nvme0n14 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_8/fcnvme_ns 14 bcf4627c-5bf9-4a51-a920-5da174ec9876 37.58GB
/dev/nvme0n15 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_7/fcnvme_ns 15 239fd09d-11db-46a3-8e94-b5ebe6eb2421 37.58GB
/dev/nvme0n16 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns 16 1d8004df-f2e8-48c8-8ccb-ce45f18a15ae 37.58GB
/dev/nvme0n17 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns 17 4f7afbcb-3ace-4e6c-9245-cbf5bd155ef4 37.58GB
/dev/nvme0n18 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_4/fcnvme_ns 18 b022c944-6ebf-4986-a28c-8d9e8ec130c9 37.58GB
/dev/nvme0n19 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_5/fcnvme_ns 19 c457d0c7-bfea-43aa-97ef-c749d8612a72 37.58GB
/dev/nvme0n2 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_1/fcnvme_ns 2 d2413d8b-e82e-4412-89d3-c9a751ed7716 37.58GB
/dev/nvme0n20 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_6/fcnvme_ns 20 650e0d93-967d-4415-874a-36bf9c93c952 37.58GB
/dev/nvme0n3 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_2/fcnvme_ns 3 09d89d9a-7835-423f-93e7-f6f3ece1dcbc 37.58GB
/dev/nvme0n4 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_3/fcnvme_ns 4 d8e99326-a67c-469f-b3e9-e0e4a38c8a76 37.58GB
/dev/nvme0n5 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_4/fcnvme_ns 5 c91c71f9-3e04-4844-b376-30acab6311f1 37.58GB
/dev/nvme0n6 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_5/fcnvme_ns 6 4e8b4345-e5b1-4aa4-ae1a-adf0de2879ea 37.58GB
/dev/nvme0n7 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_6/fcnvme_ns 7 ef715a16-a946-4bb8-8735-74f214785874 37.58GB
/dev/nvme0n8 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_7/fcnvme_ns 8 4b038502-966c-49fd-9631-a17f23478ae0 37.58GB
/dev/nvme0n9 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_8/fcnvme_ns 9 f565724c-992f-41f6-83b5-da1fe741c09b 37.58GB
```



```
#nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n10",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 10,
      "UUID" : "2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n11",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 11,
      "UUID" : "fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n12",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 12,
      "UUID" : "0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n13",
```

```

"Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
"Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
"NSID" : 13,
"UUID" : "31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991",
"Size" : "37.58GB",
"LBA_Data_Size" : 4096,
"Namespace_Size" : 9175040
},

```

既知の問題

ONTAPを使用したOL 8.3のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Oracle Bugzillaの略
1517321年	Oracle Linux 8.3 NVMe-oFホストは重複する永続的検出コントローラを作成します	Oracle Linux 8.3のNVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、を使用できます <code>nvme discover -p</code> 永続的検出コントローラ (PDC) を作成するコマンド。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでONTAP 9.10.1およびOracle Linux 8.3を実行している場合は、毎回重複するPDCが作成されます <code>nvme discover -p</code> が実行されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	"18118年"

ONTAP を使用した Oracle Linux 8.2 の NVMe/FC ホスト構成

サポート性

NVMe/FC は、ONTAP Linux 8.2 では 9.6 以降でサポートされます。Oracle Linux 8.2 ホストでは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを、同じ Fibre Channel (FC ; ファイバチャネル) イニシエータアダプタポート経由で実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされる構成の最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

既知の制限

NVMe-oF プロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

1. サーバに Oracle Linux 8.2 をインストールします。

2. インストールが完了したら、サポートされている Unbreakable Enterprise カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# uname -r
5.4.17-2011.1.2.el8uek.x86_64
```

3. nvme-CLI パッケージをアップグレードします。ネイティブの nvme-CLI パッケージには、NVMe/FC 自動接続スクリプト、ONTAP udev ルールが含まれています。このルールでは、NVMe マルチパスでのラウンドロビンロードバランシングや、ONTAP ネームスペース用のネットアッププラグインが有効になります。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9-5.el8.x86_64
```

4. Oracle Linux 8.2 ホストで、/etc/nvme/hostnqn にあるホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vsriver nvme subsystem host show -vsriver vs_ol_nvme
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_ol_nvme
          nvme_ss_ol_1
                                nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

+ hostnqn+ 文字列が一致しない場合は、vsriver modify コマンドを使用して、対応する ONTAP アレイサブシステムのホスト NQN 文字列を、ホストの /etc/nvme/hostnqn のホスト NQN 文字列に一致するように更新します。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc での NVMe のサポートはすでにデフォルトで有効になっています：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

新しい lpfc ドライバ（インボックスとアウトボックスの両方）では 'lpfc_enable_fc4_type' がデフォルトで 3 に設定されていますしたがって、/etc/modprobe.d/plpfc.conf で明示的に設定する必要はありません

3. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっていてターゲットポートを認識できること、およびすべてが動作していることを確認してください。

次の出力例に示すように、有効になっているイニシエータポートは 1 つだけで、2 つのターゲット LIF に接続されています。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe/FC を検証

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

上記の例では、2つのネームスペースが Oracle Linux 8.2 ANA ホストにマッピングされています。これらの LIF は、ローカルノード LIF 2つとパートナー / リモートノード LIF 2つの4つのターゲット LIF を通して認識されます。このセットアップでは、ホスト上の各ネームスペースについて、2つの ANA 最適化パスと2つの ANA アクセス不能パスが表示されます。

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace Usage
Format	FW Rev		

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device                Vserver                Namespace Path
NSID    UUID
Size
-----
-----
-----
-----
/dev/nvme0n1          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns                1          72b887b1-5fb6-
47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
/dev/nvme0n2          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns                2          04bf9f6e-9031-
40ea-99c7-a1a61b2d7d08    85.90GB
/dev/nvme0n3          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns                3          264823b1-8e03-
4155-80dd-e904237014a4    85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
```

```

    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
  {
    "Device" : "/dev/nvme0n2",
    "Vserver" : "vs_ol_nvme",
    "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
    "NSID" : 2,
    "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
  {
    "Device" : "/dev/nvme0n3",
    "Vserver" : "vs_ol_nvme",
    "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
    "NSID" : 3,
    "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  },
]
}

```

Broadcom NVMe/FC用に1MBのI/Oサイズを有効にする

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```

# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256

```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します


```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

ONTAP を使用した Oracle Linux 8.1 向け NVMe / FC ホスト構成

サポート性

NVMe/FC は、ONTAP Linux 8.1 向けの 9.6 以降でサポートされます。Oracle Linux 8.1 ホストでは、NVMe と SCSI の両方のトラフィックを同じ Fibre Channel (FC ; ファイバチャネル) イニシエータアダプタポートで実行できます。Broadcom イニシエータは、同じ FC アダプタポートを介して NVMe/FC トラフィックと FCP トラフィックの両方を処理できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされる構成の最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

既知の制限

- NVMe/FC 標準の自動接続スクリプトは、nvme-CLI パッケージでは使用できません。HBA ベンダーが提供する外部自動接続スクリプトを使用します。
- デフォルトでは、NVMe マルチパスでラウンドロビンロードバランシングは有効になっていません。この機能を有効にするには、udev ルールを記述する必要があります。手順については、Oracle Linux 8.1 での NVMe/FC の有効化に関するセクションを参照してください。
- sanlun をサポートしていないため、Oracle Linux 8.1 での NVMe / FC のサポートについては Linux Unified Host Utilities (Luhu) はサポートされていません。ネイティブの nvme-CLI に含まれているネットアッププラグインに含まれている ONTAP コマンド出力を使用します。
- NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

1. サーバに Oracle Linux 8.1 をインストールします。
2. インストールが完了したら、サポートされている Unbreakable Enterprise カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# uname -r
5.4.17-2011.0.7.el8uek.x86_64
```

3. nvme-CLI パッケージをアップグレードします。

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

4. 以下の文字列を `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` で別の udev ルールとして追加します。これにより、NVMe マルチパスでラウンドロビンによるロードバランシングが有効になります。

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Oracle Linux 8.1 ホストで、`/etc/nvme/hostnqn` にあるホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
Oracle Linux_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

+ `hostnqn`+ 文字列が一致しない場合は、`vserver modify` コマンドを使用して、対応する ONTAP アレイサブシステムのホスト NQN 文字列を、ホストの `/etc/nvme/hostnqn` のホスト NQN 文字列に一致するように更新します。

6. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc での NVMe のサポートはすでにデフォルトで有効になっています：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

新しい lpfc ドライバ（インボックスとアウトボックスの両方）では 'lpfc_enable_fc4_type' がデフォルトで 3 に設定されていますしたがって、/etc/modprobe.d/plpfc.conf で明示的に設定する必要はありません

3. 次に、推奨される lpfc 自動接続スクリプトをインストールします。

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch.rpm
```

4. 自動接続スクリプトがインストールされていることを確認します。

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

6. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっていてターゲットポートを認識できること、およびすべてが動作していることを確認してください。

次の出力例に示すように、有効になっているイニシエータポートは 1 つだけで、2 つのターゲット LIF に接続されています。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

NVMe/FC を検証

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

上記の例では、2つのネームスペースが Oracle Linux 8.1 ANA ホストにマッピングされています。これらの LIF は、ローカルノード LIF 2つとパートナー / リモートノード LIF 2つの4つのターゲット LIF を通して認識されます。このセットアップでは、ホスト上の各ネームスペースについて、2つの ANA 最適化パスと2つの ANA アクセス不能パスが表示されます。

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace Usage	Format	FW Rev
/dev/nvme0n1	814vWBNRwfBCAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwfBCAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5a32407351c711eaaa4800a098df41bd:subsystem.test
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Broadcom NVMe/FC用に1MBのI/Oサイズを有効にする

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

OL 7.

ONTAP を使用した Oracle Linux 7.9 用の NVMe/FC ホスト構成

サポート性

ONTAP 9.6 以降では、Oracle Linux 7.9 に対して NVMe/FC がサポートされます。Oracle Linux 7.9 ホストでは、NVMe トラフィックと SCSI トラフィックの両方を、同じ Fibre Channel（FC；ファイバチャネル）イニシエータアダプタポートで実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされる構成の最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

既知の制限

- ネイティブ NVMe/FC 自動接続スクリプトは 'nvme-cli' パッケージでは使用できませんHBA ベンダーが提供する外部自動接続スクリプトを使用します。
- デフォルトでは、NVMe マルチパスでラウンドロビンロードバランシングは有効になっていません。この機能を有効にするには、udev ルールを記述する必要があります。手順は、Oracle Linux 7.9 での NVMe/FC の有効化に関するセクションに記載されています。
- sanlun に対してもサポートされていません。そのため、Oracle Linux 7.9 では、Linux Unified Host Utilities（Luhu）で NVMe/FC がサポートされていません。ネイティブの nvme-CLI に含まれているネットアッププラグインに含まれている ONTAP コマンド出力を使用します。
- NVMe-oF プロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

1. サーバに Oracle Linux 7.9 をインストールします。
2. インストールが完了したら、サポートされている Unbreakable Enterprise カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# uname -r
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをアップグレードします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 以下の文字列を個別の udev ルールとして '/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules' に追加しますこれにより、NVMe マルチパスでラウンドロビンによるロードバランシングが有効になります。

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Oracle Linux L 7.9 ホストで、「/etc/nvme/hostnqn」にあるホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

「+ hostnqn+`string」文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、ホスト上の「etc/nvme/hostnqn」のホスト NQN 文字列と一致するように、対応する ONTAP アレイサブシステム上のホスト NQN 文字列を更新します。

6. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc での NVMe のサポートはすでにデフォルトで有効になっています：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```


新しい lpfc ドライバ（インボックスとアウトボックスの両方）では 'lpfc_enable_fc4_type がデフォルトで 3 に設定されていますしたがって '/etc/modprobe.d/plpfc.conf で明示的に設定する必要はありません

- 次に、推奨される lpfc 自動接続スクリプトをインストールします。

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
. 自動接続スクリプトがインストールされていることを確認します。
```

```
# rpm -qa | grep nvme-fc
nvme-fc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

- イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

- NVMe/FC イニシエータポートが有効になっていてターゲットポートを認識できること、およびすべてが動作していることを確認してください。

次の出力例に示すように、有効になっているイニシエータポートは 1 つだけで、2 つのターゲット LIF に接続されています。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

NVMe/FC を検証

- 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

上記の例では、2つのネームスペースが Oracle Linux 7.9 ANA ホストにマッピングされます。これらの LIF は、ローカルノード LIF 2つとパートナー/リモートノード LIF 2つの4つのターゲット LIF を通して認識されます。このセットアップでは、ホスト上の各ネームスペースについて、2つの ANA 最適化パスと2つの ANA アクセス不能パスが表示されます。

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKkB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                      NSID    UUID                      Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10 /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Broadcom NVMe/FC用に1MBのI/Oサイズを有効にする

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

ONTAP で Oracle Linux 7.8 に対応した NVMe/FC ホスト構成

サポート性

NVMe/FC は、ONTAP Linux 7.8 に対して、9.6 以降でサポートされています。Oracle Linux 7.8 ホストは、NVMe と SCSI の両方のトラフィックを、同じ Fibre Channel (FC) イニシエータアダプタポート経由で行えます。Broadcom イニシエータは、同じ FC アダプタポートを介して NVMe/FC トラフィックと FCP トラフィックの両方を処理できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされる構成の最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

既知の制限

- NVMe/FC 標準の自動接続スクリプトは、nvme-CLI パッケージでは使用できません。HBA ベンダーが提供する外部自動接続スクリプトを使用します。
- デフォルトでは、NVMe マルチパスでラウンドロビンロードバランシングは有効になっていません。この機能を有効にするには、udev ルールを記述する必要があります。手順については、Oracle Linux 7.8 で NVMe / FC を有効にするセクションを参照してください。
- sanlun に対してもサポートされていません。そのため、Oracle Linux 7.8 では、Linux Unified Host Utilities (Luhu) の NVMe/FC がサポートされていません。ネイティブの nvme-CLI に含まれているネットアッププラグインに含まれている ONTAP コマンド出力を使用します。
- NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC の有効化

1. Oracle Linux 7.8 をサーバーにインストールします。
2. インストールが完了したら、サポートされている Unbreakable Enterprise カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. nvme-CLI パッケージをアップグレードします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 以下の文字列を `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` で別の udev ルールとして追加します。これにより、NVMe マルチパスでラウンドロビンによるロードバランシングが有効になります。

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Oracle Linux L 7.8 ホストで、`/etc/nvme/hostnqn` にあるホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認してください。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

+ `hostnqn`+ 文字列が一致しない場合は、`vserver modify` コマンドを使用して、対応する ONTAP アレイサブシステムのホスト NQN 文字列を、ホストの `/etc/nvme/hostnqn` のホスト NQN 文字列に一致するように更新します。

6. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. `lpfc` での NVMe のサポートはすでにデフォルトで有効になっています：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

新しい lpfc ドライバ（インボックスとアウトボックスの両方）では 'lpfc_enable_fc4_type がデフォルトで 3 に設定されていますしたがって、 /etc/modprobe.d/plpfc.conf で明示的に設定する必要はありません

- 次に、推奨される lpfc 自動接続スクリプトをインストールします。

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
. 自動接続スクリプトがインストールされていることを確認します。
```

```
# rpm -qa | grep nvme-fc
nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

- イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

- NVMe/FC イニシエータポートが有効になっていてターゲットポートを認識できること、およびすべてが動作していることを確認してください。

次の出力例に示すように、有効になっているイニシエータポートは 1 つだけで、2 つのターゲット LIF に接続されています。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

NVMe/FC を検証しています

- 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

上記の例では、2つのネームスペースが Oracle Linux 7.8 ANA ホストにマッピングされています。これらの LIF は、ローカルノード LIF 2つとパートナー / リモートノード LIF 2つの4つのターゲット LIF を通して認識されます。このセットアップでは、ホスト上の各ネームスペースについて、2つの ANA 最適化パスと2つの ANA アクセス不能パスが表示されます。

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                      NSID    UUID                      Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10 /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Broadcom NVMe/FC テノ1MBノI/Oサイズノユウコウカ

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

ONTAP を使用した Oracle Linux 7.7 の NVMe/FC ホスト構成

サポート性

ONTAP 9.6 以降では、次のバージョンの Oracle Linux で NVMe/FC がサポートされます

- OL 7.7

OL 7.7 ホストは、同じファイバチャネルイニシエータアダプタポートを介して NVMe と SCSI の両方のトラフィックを実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

サポートされる構成の最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

既知の制限

- NVMe/FC 標準の自動接続スクリプトは、nvme-CLI パッケージでは使用できません。HBA ベンダーが提供する外部自動接続スクリプトを使用できます。
- デフォルトでは、ラウンドロビンによるロードバランシングは有効になっていません。この機能を有効にするには、udev ルールを記述する必要があります。ステップは、OL 7.7 での NVMe/FC の有効化のセクションに記載されています。
- NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

OL 7.7 で NVMe を有効にする

1. デフォルトの Oracle Linux 7.7 カーネルがインストールされていることを確認します。
2. ホストを再起動し、指定した OL 7.7 カーネルで起動することを確認します。

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. nvme-cli-1.8.1-3.el7 パッケージにアップグレードします。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 以下の文字列を個別の udev ルールとして `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` に追加しますこれにより、NVMe マルチパスでラウンドロビンによるロードバランシングが有効になります。

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

5. OL 7.7 ホストで、`/etc/nvme/hostnqn` でホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、`vserver modify` コマンドを使用して、対応する ONTAP アレイサブシステム上のホストの NQN 文字列を、ホストの `/etc/nvme/hostnqn` のホスト NQN 文字列に一致するように更新します。

1. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Broadcom outbox 自動接続スクリプトパッケージをコピーしてインストールします。

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
```

3. ホストをリブートします。

4. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェア、ネイティブインボックスドライバ、および outbox 自動接続パッケージバージョンを使用していることを確認します。サポートされているバージョンの一覧については、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.0.0.10

# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

5. lpfc_enable_fc4_type が 3 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっており、実行中で、ターゲット LIF を認識できることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

NVMe/FC を検証しています

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKkB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver      Namespace Path                      NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10    /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Broadcom NVMe/FC テノ 1MB ノ I/O サイズ ノ ユウ コウ カ

ONTAP は、Identify Controller データ で MDT (MAX Data 転送 サイズ) を 8 と 報告 します。つまり、I/O 要求 の 最 大 サイズ は 1MB ま で です。た だ し、Broadcom NVMe/FC ホ ス ト に 対 す る 1MB の 問 題 I/O 要 求 に は、を 増 や す 必 要 が あ り ま す lpfc の 値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に 設 定 し ま す (デ フ ォ ル ト 値 の 64 か ら)。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

lpfc詳細ログ

NVMe/FC用のLPFCドライバを設定します。

手順

1. を設定します lpfc_log_verbose NVMe/FCイベントをログに記録するためのドライバ設定は次のいずれかです。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 値を設定したら、を実行します dracut-f コマンドを実行し、ホストをリブートします。
3. 設定を確認します。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

RHEL

RHEL 9

ONTAPラシヨウシタRHEL 9.3ノNVMe-oFホストノセツテイ

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 9.3とAsymmetric Namespace Access (ANA) でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用するRHEL 9.3では、NVMe-oFホスト構成が次のようにサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter (HBA；ホストバスアダプタ) 上の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

の機能

RHEL 9.3では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされているRHEL 9.3ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. サーバにRHEL 9.3をインストールします。インストールが完了したら、指定したRHEL 9.3カーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.14.0-362.8.1.el9_3.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-2.4-10.el9.x86_64
```

3. をインストールします libnvme パッケージ：

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

出力例

```
libnvme-1.4-7.el9.x86_64
```

4. RHEL 9.3ホストで、hostnqnという文字列を /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf
```

5. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme147
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme147	rhel_147_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合は、を使用してください vservers modify コマンドを使用してを更新します hostnqn 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.12
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
fffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000629 Err 0001bd3d
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. RHEL 9.3 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.166.17
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.167.17
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
```

```

portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.166.16
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 3====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.16
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
...

```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```

#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23

```

3. を実行します nvme connect-all ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.17
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.17
-l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 該当するONTAPネームスペースの適切なNVMe-oF設定（modelをNetApp ONTAPコントローラに設定し、load balancing iopolicyをラウンドロビンに設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme5n21	81CYrNQlis3WAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme5n21
```

出力例：

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.e80cc121ca6911ed8cbdd039ea165590:subsystem.rhel_  
147_LPE32002  
\  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2144d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2145d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live non-optimized  
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2146d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live non-optimized  
+- nvme6 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2143d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

出力例：

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:sn.
bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp	/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_95",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPリリースを使用するRHEL 9.3のNVMe-oFホスト構成に関する既知の問題はありません。

ONTAPラシヨウシタRHEL 9.2テノNVMe-oFホストノセツテイ

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、非対称ネームスペースアクセス (ANA) を備えたRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 9.2でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用するRHEL 9.2では、NVMe-oFホスト構成が次のようにサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter (HBA；ホストバスアダプタ) の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

の機能

- RHEL 9.2では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっているため、明示的に設定する必要はありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされるRHEL 9.2ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. サーバにRHEL 9.2をインストールします。インストールが完了したら、指定したRHEL 9.2カーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.14.0-284.11.1.el9_2.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

出力例：

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. をインストールします libnvme パッケージ：

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

出力例

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. RHEL 9.2ホストで、hostnqnの文字列を確認します /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

5. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vsriver nvme subsystem host show -vsriver vs_ol_nvme
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	rhel_207_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合は、を使用してください vsriver modify コマンドを使用してを更新します hostnqn 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアと受信トレイドライバ。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```


NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. RHEL 9.2 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
-l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 該当するONTAPネームスペースの適切なNVMe-oF設定（modelをNetApp ONTAPコントローラに設定し、load balancing iopolicyをラウンドロビンに設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.rhel_207  
_LB \  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live non-optimized  
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

出力例：

```
nvme-subsys1 - NQN=ngn.1992-  
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:subsystem.rhel_tcp  
97 \  
+- nvme1 tcp  
traddr=192.168.167.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.167.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.166.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
optimized  
+- nvme4 tcp  
traddr=192.168.166.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
optimized
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp	/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```


既知の問題

既知の問題はありません。

ONTAPを使用したRHEL 9.1のNVMe-oFホストの設定

NVMe over FabricsまたはNVMe-oF（NVMe/FCとNVMe/TCPを含む）は、ONTAP アレイでAsymmetric Namespace Access（ANA）を使用するRHEL 9.1でサポートされます。このANAは、SF（ストレージフェイルオーバー）が稼働しているために必要です。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access（ALUA；非対称論理ユニットアクセス）であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。このドキュメントには、RHEL 9.1のANAを使用し、ターゲットとしてONTAP を使用してカーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効化するための詳細が記載されています。

ONTAPを使用したRHEL 9.1のNVMe-oFホスト構成では、次のサポートが提供されます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP（NVMe/TCP）もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter（HBA；ホストバスアダプタ）の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、[を参照](#)

の機能

RHEL 9.1では、NVMeネームスペース用のカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっており、明示的な設定は必要ありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内の**NVMe**マルチパスを有効にします

カーネル内NVMeマルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバにRHEL 9.1をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 9.1カーネルが実行されていることを確認します。[を参照してください](#) ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、[を参照してください](#)。

例

```
# uname -r
5.14.0-162.6.1.el9_1.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

4. ホストで、/etc/nvme/hostnqn に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme207
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme207   rhel_207_LPe32002   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、ホストのホスト NQN 文字列「/etc/nvme/hostnqn」に一致するように、対応する ONTAP サブシステムでホストの NQN 文字列を更新する必要があります。

5. ホストをリブートします。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2

# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc

Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.2.0.5
```

3. lpfc_enable_fc4_typeが3に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されることを確認してください。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1b95ef
0x100000109b1b95f0
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1b95ef WWNN x200000109b1b95ef DID
x061700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2035d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062f05 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2083d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062407 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001df6c Issue 000000000001df6e OutIO
0000000000000002
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1b95f0 WWNN x200000109b1b95f0 DID
x061400 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2036d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x061605 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2037d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062007 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001dd28 Issue 000000000001dd29 OutIO
0000000000000001
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

NVMe/FC用Marvell/QLogic FCアダプタ

ネイティブ受信ボックス qla2xxx RHEL 9.1カーネルに含まれるドライバには、ONTAPのサポートに不

可欠な最新の修正が含まれています。

手順

1. 次のコマンドを使用して、サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 確認します `ql2xnvmeenable` は、次のコマンドでMarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能できるように設定します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります `lpfc` の値 `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「`racut-f`」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. `lpfc_sg_seg_cnt` が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出ログページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. もう一方のNVMe/FCイニシエータターゲットLIFのコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエータターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`）を実行しているとき `connect-all` コマンドの実行時に、パス障害が発生した場合に再試行を長時間化するようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. 次のチェックボックスをオンにして、カーネル内の NVMe マルチパスが実際に有効になっていることを確認

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各ONTAP ネームスペースの適切なNVMe-oF設定（「model」を「NetApp ONTAP Controller」に設定し、ロードバランシング「iopolicy」を「ラウンドロビン」に設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

例 (A)：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys10 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.82e7f9edc72311ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_131_QLe
2742
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x2039d039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203cd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203bd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203ad039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live non-optimized
```

例 (b)：


```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bf0691a7c74411ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_tcp_133
\
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.166.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live non-
optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.167.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。

例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme1n1	vs_tcp_133	/vol/vol1/ns1

```

NSID UUID
-----
1 1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657 21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"vs_tcp_133",
      "Namespace_Path":"/vol/vol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ],
}
```

既知の問題

ONTAPを使用したRHEL 9.1のNVMe-oFホスト構成には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
1503468	nvme list-subsys コマンドは、指定したサブシステムに対して繰り返し実行されているNVMeコントローラのリストを返します	。 nvme list-subsys コマンドは、特定のサブシステムに関連付けられているNVMeコントローラの一意のリストを返す必要があります。RHEL 9.1では、 nvme list-subsys コマンドは、特定のサブシステムに属するすべてのネームスペースについて、NVMeコントローラのANA状態をそれぞれ返します。ただし、ANA状態はネームスペース単位の属性であるため、特定のネームスペースについてsubsystemコマンドの構文を表示すると、パスの状態にある一意のNVMeコントローラエントリを表示するのが理想的です。	2130106.

RHEL 9.0およびONTAP向けのNVMe-oFホストの設定

NVMe-oF（NVMe/FCとNVMe/TCPを含む）は、ONTAP アレイでのストレージフェイlover（SFO）の実行にANA（Asymmetric Namespace Access）が必要なRHEL 9.0でサポートされます。ANAは、NVM環境でも同じです。現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。このドキュメントには、RHEL 9.0およびONTAP でANAをターゲットとして使用し、カーネル内でNVMeマルチパスを有効にするための詳細が記載されています。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

の機能

- RHEL 9.0以降では、NVMe/TCPはテクノロジープレビュー機能ではなく（RHEL 8とは異なり）、エンタープライズ機能自体が完全にサポートされます。
- RHEL 9.0以降では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になり、明示的に設定する必要はありません（RHEL 8とは異なり）。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

カーネル内NVMeマルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバにRHEL 9.0をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 9.0カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. ホストで、`/etc/nvme/hostnqn` に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



ホストのNQN文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、対応するONTAP サブシステム上のホストのNQN文字列を、ホストの「`/etc/nvme/hostnqn`」のホストNQN文字列と一致するように更新します。

5. ホストをリブートします。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの詳細については、を参照してください。 ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. lpfc_enable_fc4_type'が'3'に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが起動して実行中であること、およびターゲット LIF が表示されていることを確認してください。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

RHEL 9.0カーネルに含まれている標準の受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

1. Marvell アダプタが NVMe/FC イニシエータとして機能できるように、「ql2xnvmeenable」が設定されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートが、サポートされているNVMe/FC LIF経由で検出ログページデータを読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 同様に、もう一方のNVMe/FCイニシエータターゲットLIFのコンボファイルが検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエータターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800` `connect-all`中に、パス損失が発生した場合に長期間再試行されるようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. 次のチェックボックスをオンにして、カーネル内の NVMe マルチパスが実際に有効になっていることを確認

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各ONTAP ネームスペースの適切なNVMe設定（たとえば、「NetApp ONTAP Controller」に設定されたモデルとロードバランシング「iopolicy」を「ラウンドロビン」に設定）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。

例 (A) :

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller   1
85.90 GB / 85.90 GB

Format        FW Rev
-----
4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

例 (b) :

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  81CZ5BQuUNfGAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller   1
85.90 GB / 85.90 GB

Format        FW Rev
-----
4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

4. 各パスのコントローラの状態がライブであり、適切なANAステータスであることを確認します。

例 (A) :

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

例 (b) :

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。

例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

UUID                                                    Size
-----
72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID    UUID                                                    Size
-----
1        4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
```

既知の問題

ONTAPを使用したRHEL 9.0のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 9.0 NVMe-oFホストは、重複するPersistent Discovery Controllerを作成します	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して、Persistent Discovery Controller (PDC; 永続的検出コントローラ) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストを使用してONTAP 9.10.1とRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 9.0を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	2087000

RHEL 8

ONTAPを搭載したRHEL 8.9向けのNVMe-oFホストの設定

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9 (Asymmetric Namespace Access (ANA) 対応) では、NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) がサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境

およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用したRHEL 8.9のNVMe-oFホスト構成では、次の機能がサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

既知の制限

- RHEL 8.9 NVMe-oFホストでは、カーネル内NVMeマルチパスはデフォルトで無効になっています。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.9ホストでは、未解決の問題によりNVMe/TCPがテクノロジープレビュー機能になります。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内マルチパスを有効にします

カーネル内マルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. ホストサーバにRHEL 8.9をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 8.9カーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例

```
4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

3. NVMe-CLIパッケージをインストールします。

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

出力例

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

4. カーネル内NVMeマルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

5. ホストで、でホストのNQN文字列を確認します /etc/nvme/hostnqn :

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

出力例

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme101	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132



ホストのNQN文字列が一致しない場合は、を使用できます vservers modify コマンドを実行して、対応するONTAP NVMeサブシステムのホストのNQN文字列をホストのNQN文字列と一致するように更新します /etc/nvme/hostnqn ホスト。

7. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合NetAppは、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。これにより、ONTAPネームスペースがdm-multipathから除外され、dm-multipathがこれらのネームスペースデバイスを要求しないようにする必要があります。これを行うには、enable_foreign に設定します /etc/multipath.conf ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```


NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.21
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001aa Issue 00000000000001ab OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001ac Issue 00000000000001ad OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. RHEL 8.9 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバ

とファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. 確認します `ql2xnvmeenable` が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります `lpfc` の値 `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「`racut-f`」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. `lpfc_sg_seg_cnt` が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.111.15
sectype: none .....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. NVMe-oFの適切な設定（など）を確認します。 `model` をに設定します NetApp ONTAP Controller 負荷分散 `iopolicy` をに設定します `round-robin`）それぞれのONTAPネームスペースがホストに正しく反映されるようになります。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81Gx7NSiKSQqAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8e501f8ebaf11ec9b99d039ea359e4b:subsystem.rhel_163_Qle2742
+- nvme0 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204fd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4995:pn-0x21000024ff7f4995 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204ed039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live optimized
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp79	/vol/vol1/ns

NSID	UUID	Size
1	aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_tcp79",
      "Namespace Path": "/vol/vol1/ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPリリースを使用したRHEL 8.9のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.9 NVMe-oFホストで重複する永続的検出コントローラが作成される	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して、Persistent Discovery Controller (PDC; 永続的検出コントローラ) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	2087000

ONTAPを搭載したRHEL 8.8向けのNVMe-oFホストの設定

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8およびAsymmetric Namespace Access (ANA) でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを使用したRHEL 8.8では、NVMe-oFホスト構成が次のようにサポートされます。

- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

既知の制限

- RHEL 8.8 NVMe-oFホストでは、カーネル内NVMeマルチパスはデフォルトで無効になっています。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.8ホストでは、未解決の問題によりNVMe/TCPがテクノロジープレビュー機能になります。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内マルチパスを有効にします

次の手順を使用して、インカーネルマルチパスを有効にできます。

手順

1. ホストサーバにRHEL 8.8をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 8.8カーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例

```
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

3. NVMe-CLIパッケージをインストールします。

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

出力例

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

4. カーネル内NVMeマルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-  
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

5. ホストで、でホストのNQN文字列を確認します /etc/nvme/hostnqn :

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

6. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

出力例

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme161	rhel_161_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f



ホストのNQN文字列が一致しない場合は、を使用できます `vserver modify` コマンドを実行して、対応するONTAP NVMeサブシステムのホストのNQN文字列をホストのNQN文字列と一致するように更新します `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

7. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合NetAppは、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipath がこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースを dm-multipath から除外する必要があります。これを行うには、を追加します `enable_foreign` に設定します `/etc/multipath.conf` ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアおよび受信トレイドライバ：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.18
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000825e567 Issue 000000000825d7ed OutIO
ffffffffffffffff286
abort 0000027c noxri 00000000 nondlp 00000a02 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000782 Err 000130fa
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000826ced5 Issue 000000000826c226 OutIO
ffffffffffffffff351
      abort 0000029d noxri 00000000 nondlp 000008df qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000821 Err 00012fcd
```

NVMe / FC向けMarvell/QLogic FCアダプタ

手順

1. RHEL 8.8 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
```

2. 確認します `ql2xnvmeenable` が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります `lpfc` の値 `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. `lpfc_sg_seg_cnt` パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「`racut-f`」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. `lpfc_sg_seg_cnt` が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：


```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
.....
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象にコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上に設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. NVMe-oFの適切な設定（など）を確認します。 `model` をに設定します NetApp ONTAP Controller 負荷分散 `iopolicy` をに設定します `round-robin`）それぞれのONTAPネームスペースがホストに正しく反映されるようになります。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model	

/dev/nvme3n1	81Gx7NSiKSQeAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
Namespace Usage	Format	FW	Rev

1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

出力例：

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.ab4fa6a5ba8b11ecbe3dd039ea359e4b:subsystem.rhel_161_Lpe32002
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204cd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204ad039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204bd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x2049d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live
optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPリリースを搭載したRHEL 8.8のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.8 NVMe-oFホストは、重複する永続的検出コントローラを作成します	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して、Persistent Discovery Controller (PDC; 永続的検出コントローラ) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	2087000

ONTAPを搭載したRHEL 8.7向けのNVMe-oFホストの設定

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7とANA (非対称ネームスペースアクセス) では、NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびその他のトランスポートを含む) がサポートされます。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。この手順では、RHEL 8.7のANAとONTAPをターゲットとして使用し、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にします。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、を参照

の機能

RHEL 8.7では、NVMe/FCに加えて、(テクノロジープレビュー機能としての) NVMe/FCがサポートされます。ネイティブのnvme-CLIパッケージに含まれているネットアッププラグインで、NVMe/FCネームスペースとNVMe/FCネームスペースの両方のONTAPの詳細を表示できます。

既知の制限

- RHEL 8.7では、カーネル内のNVMeマルチパスはデフォルトで無効なままになります。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.7のNVMe/FCは、未解決の問題が原因で引き続きテクノロジープレビュー機能です。を参照してください ["RHEL 8.7リリースノート"](#) を参照してください。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

カーネル内NVMeマルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバにRHEL 8.7をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 8.7カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

例

```
# uname -r
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

4. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

5. ホストで、/etc/nvme/hostnqn に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn

nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:a7f7a1d4-311a-11e8-b634-
7ed30aef10b7

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme167
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme167   rhel_167_LPe35002  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid: a7f7a1d4-
311a-11e8-b634-7ed30aef10b7
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、「vservers modify」コマンドを使用して、ホストのホスト NQN 文字列「/etc/nvme/hostnqn」に一致するように、対応する ONTAP サブシステムでホストの NQN 文字列を更新する必要があります。

6. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合はNetApp、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipath がこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースを dm-multipath から除外する必要があります。これを行うには、enable_foreign設定を /etc/multipath.conf ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

multipathd デーモンを再起動します。新しい設定が有効になるように、「systemctl restart multipathd」コマンドを実行します。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe35002-M2
LPe35002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.12, sli-4:6:d
14.0.505.12, sli-4:6:d
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.15
```

3. lpfc_enable_fc4_typeが3に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されることを確認してください。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b95467c
0x100000109b95467b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b95467c WWNN x200000109b95467c DID
x0a1500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2071d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0907 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909837 Issue 0000000004908cfc OutIO
ffffffffffff4c5
abort 0000004a noxri 00000000 nondlp 00000458 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000061 Err 00017f43

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b95467b WWNN x200000109b95467b DID
x0a1100 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2070d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a1007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909464 Issue 0000000004908531 OutIO
ffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000006b Err 00017f99

```

NVMe/FC用Marvell/QLogic FCアダプタ

ネイティブ受信ボックス qla2xxx RHEL 8.7カーネルに含まれるドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。

手順

1. 次のコマンドを使用して、サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されている場合、次のコマンドを使用して、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出ログページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10

=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn:
nqn.199208.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
```

```

portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.14
sectype: none

=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified

```

```

portid: 3

trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
[root@R650-13-79 ~]#

```

2. 他のNVMe/FCイニシエータターゲットLIFのコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できることを確認します。例：

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15

```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエータターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`）`connect-all`中に、パス損失が発生した場合に長期間再試行されるようにします。例：

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15 -l 1800

```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. 次のチェックボックスをオンにして、カーネル内の NVMe マルチパスが実際に有効になっていることを確認

```

# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

```

2. 各ONTAP ネームスペースの適切なNVMe-oF設定（「model」を「NetApp ONTAP Controller」に設定し、ロードバランシング「iopolicy」を「ラウンドロビン」に設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：

```
# nvme list
Node                      SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1             81Gx7NSiKSRNAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

Usage                      Format                      FW Rev
-----
21.47 GB / 21.47 GB  4 KiB + 0 B          FFFFFFFF
```

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1

nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\

+- nvme0 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live non-optimized

+- nvme1 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live optimized

+- nvme2 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live non-optimized

+- nvme3 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPを搭載したRHEL 8.7のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.7 NVMe-oFホストでは、重複する永続的検出コントローラが作成されます	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して、Persistent Discovery Controller (PDC; 永続的検出コントローラ) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでONTAP 9.10.1とRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	2087000

ONTAPを使用したRHEL 8.6向けのNVMe-oFホストの設定

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6 (Asymmetric Namespace Access) では、NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびその他のトランスポートを含む) がサポートされます。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。この手順では、RHEL 8.6上のANAをONTAPターゲットとして使用し、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にします。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、を参照

の機能

- RHEL 8.6では、NVMe/FCに加え、(テクノロジープレビュー機能としての) NVMe/FCがサポートされます。ネイティブのnvme-CLIパッケージに含まれているネットアッププラグインで、NVMe/FCネームスペースとNVMe/FCネームスペースの両方のONTAPの詳細を表示できます。

既知の制限

- RHEL 8.6では、カーネル内のNVMeマルチパスはデフォルトで無効なままです。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.6のNVMe/FCは、未解決の問題が原因でテクノロジープレビュー機能のままです。を参照してください ["RHEL 8.6リリースノート"](#) を参照してください。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

カーネル内NVMeマルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバにRHEL 8.6をインストールします。インストールが完了したら、指定したRHEL 8.6カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。
2. インストールが完了したら、指定したRHEL 8.6カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

例

```
# uname -r
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el8.x86_64
```

4. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

5. ホストで、/etc/nvme/hostnqn に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、ホストのホスト NQN 文字列「/etc/nvme/hostnqn」に一致するように、対応する ONTAP サブシステムでホストの NQN 文字列を更新する必要があります。

6. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合はNetApp、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipath がこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースを dm-multipath から除外する必要があります。これを行うには、enable_foreign設定をに追加します /etc/multipath.conf ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

multipathd デモンを再起動します。新しい設定が有効になるように、「systemctl restart multipathd」コマンドを実行します。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. lpfc_enable_fc4_typeが3に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されることを確認してください。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

RHEL 8.6カーネルに含まれているネイティブインボックスのqla2xxxドライバには、ONTAP サポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

2. 次のコマンドを使用して、Marvell アダプタを NVMe/FC イニシエータとして機能できるように、「ql2xnvmeenable」が設定されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出ログページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 他のNVMe/FCイニシエータターゲットLIFのコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できる

ことを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`） `connect-all`中に、パス損失が発生した場合に長期間再試行されるようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各ONTAP ネームスペースの適切なNVMe-oF設定（「model」を「NetApp ONTAP Controller」に設定し、ロードバランシング「iopolicy」を「ラウンドロビン」に設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：


```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fc_nvme_141 /vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fc_nvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPを搭載したRHEL 8.6のNVMe-oFホスト設定には、次の既知の問題があります。

NetApp バグ ID	タイトル	説明	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.6 NVMe-oFホストは、重複するPersistent Discovery Controllerを作成します	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) ホストでは、「nvme discover -p」コマンドを使用して、Persistent Discovery Controller (PDC; 永続的検出コントローラ) を作成できます。このコマンドを使用する場合は、イニシエータとターゲットの組み合わせごとにPDCを1つだけ作成する必要があります。ただし、NVMe-oFホストでONTAP 9.10.1とRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6を実行している場合は、「nvme discover -p」を実行するたびに重複するPDCが作成されます。これにより、ホストとターゲットの両方で不要なリソースの使用が発生します。	2087000

ONTAPを搭載したRHEL 8.5向けのNVMe-oFホストの設定

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.5とANA (非対称ネームスペースアクセス) では、NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびその他のトランスポートを含む) がサポートされます。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。この手順では、RHEL 8.5のANAとONTAPをターゲットとして使用し、カーネル内NVMeマルチパスでNVMe-oFを有効にします。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、[を参照](#)

の機能

RHEL 8.5では、NVMe / FCに加え、NVMe / TCP (テクノロジープレビュー機能) もサポートされています。ネイティブのnvme-CLIパッケージに含まれているネットアッププラグインでは、NVMe/FCネームスペースとNVMe/FCネームスペースの両方のONTAPの詳細を表示できます。

既知の制限

- RHEL 8.5では、カーネル内のNVMeマルチパスはデフォルトで無効なままです。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.5のNVMe/FCは、未解決の問題が原因でテクノロジープレビュー機能のままです。を参照してください ["RHEL 8.5リリースノート"](#) を参照してください。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

カーネル内NVMeマルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. RHEL 8.5 GAをサーバにインストールします。インストールが完了したら、指定したRHEL 8.5 GAカーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

例

```
# uname -r
4.18.0-348.el8.x86_64
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-348.el8.x86_64
```

4. ホストで、/etc/nvme/hostnqn に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
:> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、ホストのホスト NQN 文字列「/etc/nvme/hostnqn」に一致するように、対応する ONTAP サブシステムでホストの NQN 文字列を更新する必要があります。

5. ホストをリブートします。

NVMeとSCSIの両方のトラフィックを同じホストで実行する場合はNetApp、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。つまり、dm-multipath がこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースを dm-multipath から除外する必要があります。これを行うには、enable_foreign設定を /etc/multipath.conf ファイル：



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

multipathd デモンを再起動します。新しい設定が有効になるように、「systemctl restart multipathd」コマンドを実行します。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix を参照してください](#)" サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

3. lpfc_enable_fc4_typeが3に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されることを確認してください。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

Marvell/QLogic

ネイティブ受信ボックス qla2xxx RHEL 8.5 GAカーネルに含まれるドライバには、ONTAPのサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。

手順

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Marvell アダプタが NVMe/FC イニシエータとして機能できるように、「ql2xnvmeeenable」が設定されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分

）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出ログページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 他のNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFのコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`） `connect-all`の実行中に、パス損失が発生した場合に、長時間にわたって再試行されます。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各 ONTAP ネームスペースの適切な NVMe-oF 設定（「NetApp ONTAP Controller」に設定された「model」や「loadbalancing iopolicy」が「ラウンドロビン」に設定されているなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fc_nvme_141 vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fc_nvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

既知の問題はありません。

ONTAP を使用した RHEL 8.4 用 NVMe-oF ホスト構成

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.4 with ANA (Asymmetric Namespace Access) では、NVMe over FabricsまたはNVMe-oF (NVMe/FCおよびその他のトランスポートを含む) がサポートされます。ANAは、NVMe-oF環境で同等のAsymmetric Logical Unit Access (ALUA；非対称論理ユニットアクセス) であり、現在はカーネル内のNVMeマルチパスで実装されています。RHEL 8.4およびONTAPのANAをターゲットとして使用して、NVMe-oFをカーネル内NVMeマルチパスで有効にすることができます。

の機能

このリリースの新機能はありません。

既知の制限

- RHEL 8.4では、カーネル内NVMeマルチパスはデフォルトで無効になっています。そのため、手動で有効にする必要があります。
- RHEL 8.4 の NVMe/FC は、未解決の問題が原因で引き続きテクノロジープレビュー機能です。を参照してください ["RHEL 8.4 リリースノート"](#) を参照してください。
- NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

カーネル内 NVMe マルチパスを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバに RHEL 8.4 GA をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定した RHEL 8.4 カーネルを実行していることを確認します。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

例

```
# uname -r
4.18.0-305.el8.x86_64
```

3. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

例

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

4. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-305.el8.x86_64
```

5. ホストで、/etc/nvme/hostnqn に示されたホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



ホストの NQN 文字列が一致しない場合は、「vserver modify」コマンドを使用して、ホストのホスト NQN 文字列「/etc/nvme/hostnqn」に一致するように、対応する ONTAP サブシステムでホストの NQN 文字列を更新する必要があります。

6. ホストをリポートします。

NVMe と SCSI の両方のトラフィックを同じホストで同時に実行する場合は、ONTAP ネームスペースにはカーネル内の NVMe マルチパスを、ONTAP LUN にはそれぞれ dm-multipath を使用することを推奨します。つまり、dm-multipath がこれらのネームスペースデバイスを要求しないように、ONTAP ネームスペースを dm-multipath から除外する必要があります。これを行うには 'enable_foreign' 設定を /etc/multipath.conf ファイルに追加します



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

multipathd デーモンを再起動します。新しい設定が有効になるように、「systemctl restart multipathd」コマンドを実行します。

NVMe/FC を設定

NVMe/FC は Broadcom/Emulex アダプタまたは Marvell/Qlogic アダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとインボックスドライバを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type は3に設定されています。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが起動して実行中であること、およびターゲット LIF が表示されていることを確認してください。


```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe/FC用Marvell/QLogic FCアダプタ

ネイティブ受信ボックス qla2xxx RHEL 8.4 GAカーネルに含まれるドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。

手順

1. 次のコマンドを使用して、サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンを実行していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
```

2. 次のコマンドを使用して、Marvell アダプタを NVMe/FC イニシエータとして機能できるように、「ql2xnvmeenable」が設定されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出口グページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうか

を確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 他の NVMe/FC イニシエータターゲット LIF のコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できることを確認します。例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`）`connect-all`中に、パス損失が発生した場合に長期間再試行されるようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各ONTAP ネームスペースの適切なNVMe-oF設定（「model」を「NetApp ONTAP Controller」に設定し、ロードバランシング「iopolicy」を「ラウンドロビン」に設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：

例（A）：

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

例 (b) :

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CYrBQuTHQFAAAAAAAC  NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

例 (A) :

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

例 (b) :

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。例：

例 (A) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

例 (b) :

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

既知の問題

既知の問題はありません。

ONTAPラシヨウシタRHEL 8.3ノNVMe/FCホストノセツテイ

NVMe/FCは、Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3でONTAP 9.6以降でサポートされます。RHEL 8.3ホストは、同じFCイニシエータアダプタポートを介してNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行します。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) を参照してください。

の機能

このリリースの新機能はありません。

既知の制限

- RHEL 8.3では、カーネル内NVMeマルチパスはデフォルトで無効になっています。手動で有効にすることができます。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

RHEL 8.3 で NVMe/FC を有効にします

NVMe/FCを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. Red Hat Enterprise Linux 8.3 GA をサーバにインストールします。
2. を使用してRHEL 8.2からRHEL 8.3にアップグレードする場合 `yum update/upgrade` コマンド、`/etc/nvme/host*` ファイルが失われる可能性があります。ファイルが失われないようにするには、次の手順を使用します。

手順

- a. `/etc/nvme/host *` ファイルをバックアップします
- b. 手動で「`udev`」ルールを編集した場合は、削除します。

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. アップグレードを実行する。
- d. アップグレードが完了したら、次のコマンドを実行します。

```
yum remove nvme-cli
```

- e. ホスト・ファイルを `/etc/nvme/` にリストアします

```
yum install nvmecli
```

- f. オリジナルの `/etc/nvme/host *` の内容をバックアップから `/etc/nvme/` にある実際のホスト・ファイルにコピーします

3. インストールが完了したら、指定したRHELカーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r  
4.18.0-240.el8.x86_64
```

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

4. NVMe-CLIパッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

5. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-240.el8.x86_64
```

6. RHEL 8.3ホストで、次の場所でホストのNQN文字列を確認します。 /etc/nvme/hostnqn ONTAPアレイの対応するサブシステムのホストNQN文字列と一致していることを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

7. を確認します hostnqn stringは、ONTAPアレイ上の対応するサブシステムのhostnqn文字列と一致します。

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

出力例

```
::> vsystem nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem      Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141   nvme_141_1     nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



ホストのNQN文字列が一致しない場合は、`vserver modify` 対応するONTAPアレイサブシステムのホストNQN文字列をホストNQN文字列と一致するように更新するコマンド `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

8. ホストをリブートします。

9. 必要に応じて、`enable_foreign` 設定：

NetAppでは、同じRHEL 8.3に共存するホストでNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行する場合、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨します。dm-multipathでONTAPネームスペースをブラックリストに登録して、これらのネームスペースデバイスがdm-multipathで要求されないようにする必要があります。これを行うには、enable_foreign 次のように/etc/multipath.confに設定します。



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

multipathd デモンを再起動するには、'systemctl restart multipathd' を実行します。

NVMe/FC を検証

NVMe/FCの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. 次のNVMe/FC設定を確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成され、ホストで適切に検出されていることを確認します。

```
/dev/nvme0n1      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. ONTAPデバイス用のNetAppプラグインを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例

Device NSID	Vserver UUID	Namespace	Path Size
-----	-----		
-----	-----		-----
/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns		1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2 85.90GB
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns		2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08 85.90GB
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns		3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4 85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
```

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

Broadcom FCアダプタを設定するには、次の手順を使用します。

サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 'lpfc_enable_fc4_type' が **3** に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

3. イニシエータポートが動作しており、ターゲット LIF を認識できることを確認してください。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 1MB の I/O サイズを有効にします (オプション) _。

lpfc ドライバから問題 I/O 要求へのサイズが最大 1 MB になるように 'lpfc_sg_seg_cnt' パラメータを 256 に設定する必要があります

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. 「racut-f」 コマンドを実行してからホストを再起動します。

6. ホストの起動後 'lpfc_sg_seg_cnt' が 256 に設定されていることを確認します


```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 推奨されるBroadcom LPFCファームウェアと受信トレイドライバを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

ONTAPヲシヨウシタRHEL 8.2ノNVMe/FCホストノセツテイ

NVMe/FCはRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.2でONTAP 9.6以降でサポートされます。RHEL 8.2 ホストは、NVMe と SCSI の両方のトラフィックを同じ Fibre Channel (FC ; ファイバチャネル) イニシエータアダプタポートで実行します。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#) を参照してください。

の機能

- RHEL 8.2以降では、nvme-fc auto-connect スクリプトはネイティブに含まれています nvme-cli パッケージ。外部ベンダーが提供する outbox 自動接続スクリプトをインストールする代わりに、これらのネイティブ自動接続スクリプトを使用できます。
- RHEL 8.2以降の標準 udev ルールは、nvme-cli NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングを可能にするパッケージ。（RHEL 8.1 の場合と同様に）これ以上このルールを手動で作成する必要はありません。
- RHEL 8.2以降では、同じホストでNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行できます。実際、これは想定される導入済みホスト構成です。したがって、SCSIの場合は、dm-multipath 通常のSCSI LUNの場合と同様に実行される mpath デバイス。NVMeマルチパスを使用してホストにNVMe-oF マルチパスデバイスを設定できます。
- RHEL 8.2以降の標準のNetAppプラグイン nvme-cli パッケージでは、ONTAPネームスペースのONTAPの詳細を表示できます。

既知の制限

- RHEL 8.2では、カーネル内NVMeマルチパスはデフォルトで無効になっています。そのため、手動で有効にする必要があります。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

NVMe/FCを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. Red Hat Enterprise Linux 8.2 GA をサーバにインストールします。
2. を使用してRHEL 8.1からRHEL 8.2にアップグレードする場合 `yum update/upgrade`、あなたの `/etc/nvme/host*` ファイルが失われる可能性があります。ファイルが失われないようにするには、次の手順を実行します。
 - a. `/etc/nvme/host *` ファイルをバックアップします
 - b. 手動で「udev」ルールを編集した場合は、削除します。

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. アップグレードを実行する。
- d. アップグレードが完了したら、次のコマンドを実行します。

```
yum remove nvme-cli
```

- e. ホスト・ファイルを `/etc/nvme/` にリストアします

```
yum install nvmecli
```

- f. オリジナルの `/etc/nvme/host *` の内容をバックアップから `/etc/nvme/` にある実際のホスト・ファイルにコピーします
3. インストールが完了したら、指定した Red Hat Enterprise Linux カーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r  
4.18.0-193.el8.x86_64
```

を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

4. nvme-CLI パッケージをインストールします。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli  
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

5. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-193.el8.x86_64
```

6. RHEL 8.2ホストで、次の場所でホストのNQN文字列を確認します。 /etc/nvme/hostnqn と、ONTAPアレイの対応するサブシステムのホストNQN文字列が一致していることを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

ホストのNQN文字列が一致しない場合は、`vserver modify` 対応するONTAPアレイサブシステムのホストNQN文字列をホストNQN文字列と一致するように更新するコマンド `/etc/nvme/hostnqn` ホスト。

7. ホストをリブートします。
8. 'enable_foreign' Setting_(オプション)_ を更新します

NetAppでは、同じRHEL 8.2に共存したホストでNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行する場合、ONTAPネームスペースにはカーネル内NVMeマルチパスを、ONTAP LUNにはdm-multipathをそれぞれ使用することを推奨しています。dm-multipath で ONTAP ネームスペースをブラックリストに登録して、これらのネームスペースデバイスが dm-multipath で要求されないようにする必要があります。これを行うには、`enable_foreign` に設定します `/etc/multipath.conf` を参照してください。

```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

9. multipathd デーモンを再起動するには、`'systemctl restart multipathd` を実行します。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

Broadcom FCアダプタを設定するには、次の手順を使用します。

サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 'lpfc_enable_fc4_type' が **3** に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

3. イニシエータポートが動作しており、ターゲット LIF を認識できることを確認してください。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 1MB の I/O サイズを有効にします (オプション) _。

lpfc ドライバから問題 I/O 要求へのサイズが最大 1 MB になるように 'lpfc_sg_seg_cnt' パラメータを 256 に設定する必要があります

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. 「racut-f」 コマンドを実行してからホストを再起動します。

6. ホストの起動後 'lpfc_sg_seg_cnt' が 256 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアと受信トレイドライバを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.182.8, sli-4:2:c
12.6.182.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.2
```

8. lpfc_enable_fc4_type' が 3 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

9. イニシエータポートが動作しており、ターゲット LIF を認識できることを確認してください。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

10. 1MB の I/O サイズを有効にします（オプション） _。

lpfc ドライバから問題 I/O 要求へのサイズが最大 1 MB になるように 'lpfc_sg_seg_cnt' パラメータを 256 に設定する必要があります

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

11. 「racut-f」 コマンドを実行してからホストを再起動します。

12. ホストの起動後 'lpfc_sg_seg_cnt' が 256 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

NVMe/FC を検証

NVMe/FCの検証には、次の手順 を使用できます。

手順

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。


```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                               NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1 vs_nvme_10 /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

ONTAPラシヨウシタRHEL 8.1テノNVMe/FCホストノセツテイ

NVMe/FCはRed Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.1でONTAP 9.6以降でサポートされます。RHEL 8.1ホストでは、同じFCイニシエータアダプタポートを介してNVMeトラフィックとSCSIトラフィックの両方を実行できます。を参照してください ["Hardware](#)

Universe" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

を参照してください **"NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"** を参照してください。

既知の制限

- ネイティブのNVMe/FC自動接続スクリプトはでは使用できません。 `nvme-cli` パッケージ。ホストバスアダプタ (HBA) ベンダーが提供する外部自動接続スクリプトを使用できます。
- NVMeマルチパスはデフォルトでは無効になっています。そのため、手動で有効にする必要があります。
- デフォルトでは、ラウンドロビンによるロードバランシングは有効になっていません。この機能を有効にするには、 `udev` ルール。
- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

NVMe/FC を有効にします

NVMe/FCを有効にするには、次の手順を使用します。

手順

1. サーバに Red Hat Enterprise Linux 8.1 をインストールします。
2. インストールが完了したら、指定したRHELカーネルが実行されていることを確認します。

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

を参照してください **"NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"** サポートされるバージョンの最新のリストについては、を参照してください。

3. をインストールします `nvme-cli-1.8.1-3.el8` パッケージ：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el8.x86_64
```

4. カーネル内の NVMe マルチパスを有効にします。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-147.el8.x86_64
```

5. 次の文字列を別のudevルールとして `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`。これにより、NVMeマルチパスのラウンドロビンによるロードバランシングが可能になります。

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

6. RHEL 8.1ホストで、次の場所でホストのNQN文字列を確認します。 /etc/nvme/hostnqn ONTAPアレイの対応するサブシステムのホストNQN文字列と一致していることを確認します。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



ホストのNQN文字列が一致しない場合は、`vserver modify` 対応するONTAPアレイサブシステムのホストNQN文字列を次のホストNQN文字列と一致するように更新するコマンド /etc/nvme/hostnqn ホスト。

7. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

Broadcom FCアダプタを設定するには、次の手順を使用します。

手順

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)" サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Broadcom lpfc送信トレイドライバと自動接続スクリプトをコピーしてインストールします。

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install-sh -i -n
```



OSにバンドルされているネイティブドライバは、受信トレイドライバと呼ばれます。送信トレイドライバ(OSリリースに含まれていないドライバ)をダウンロードすると、自動接続スクリプトがダウンロードに含まれ、ドライバのインストールプロセスの一部としてインストールされます。

3. ホストをリブートします。
4. 推奨バージョンのBroadcom LPFCファームウェア、送信トレイドライバ、および自動接続パッケージを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.20, sil-4.2.c
12.4.243.20, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.4.243.20
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 確認します `lpfc_enable_fc4_type` が3に設定されている場合：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. NVMe/FCイニシエータポートが有効になっていて実行されていること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

Broadcom NVMe/FC の 1MB I/O サイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を検証

NVMe/FCの検証には、次の手順 を使用できます。

手順

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID                               Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

SLES

SLES 15

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 with ONTAP向けのNVMe-oFホスト構成

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、非対称ネームスペースアクセス (ANA) を備えたSUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 SP5でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSIおよびFCP環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを備えたSLES 15 SP5のNVMe-oFホスト構成では、次のサポートが提供されます。

- NVMe と SCSI の両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行することができます。そのため、SCSI LUNの場合はSCSI mpathデバイスにdm-multipathを設定できますが、NVMeマルチパスを使用してホスト上のNVMe-oFネームスペースデバイスを設定することができます。
- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。NetAppプラグインをネイティブにインストールします `nvme-cli` [パッケージ]には、NVMe/FCとNVMe/TCPの両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます"](#)。

の機能

- NVMeセキュア、インバンド認証のサポート
- 一意の検出NQNを使用した永続的検出コントローラ（PDC）のサポート

既知の制限

- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。
- ありません `sanlun` NVMe-oFのサポート。そのため、SLES 15 SP5ホストのNVMe-oFではホストユーティリティはサポートされません。すべてのNVMe-oF転送では、標準のNVMe-CLIパッケージに含まれているNetAppプラグインを利用できます。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCは、Broadcom/Emulex FCアダプタまたはMarvell/Qlogic FCアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. 推奨されるアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. アダプタモデル概要を確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. 推奨されるバージョンのEmulex Host Bus Adapter (HBA；ホストバスアダプタ) ファームウェアを使用していることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

出力例：

```
14.0.639.20, sli-4:2:c  
14.0.639.20, sli-4:2:c
```

4. 推奨バージョンのlpfcドライバを使用していることを確認します。

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

出力例：

```
0:14.2.0.13
```

5. イニシエータポートを表示できることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

出力例：

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. イニシエータポートがオンラインであることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

出力例：

```
Online  
Online
```

7. NVMe/FCイニシエータポートが有効になっており、ターゲットポートが認識されることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

出力例：

この例では、1つのイニシエータポートが有効になっており、2つのターゲットLIFで接続されています。

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV *ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. ホストをリブートします。

Marvell/QLogic

手順

1. SLES 15 SP5カーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例：

```
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k  
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
```

2. を確認します ql2xnvmeenable パラメータは1に設定されています。

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMeサービスを有効にする

には2つのNVMe/FCブートサービスが含まれています。 nvme-cli パッケージ (only) nvme-fc-boot-connections.service システム起動中に起動できるようになっています。 nvmmf-autoconnect.service が有効になっていません。そのため、手動で有効にする必要があります。 nvmmf-autoconnect.service システム起動中に起動します。

手順

1. 有効にします `nvmf-autoconnect.service` :

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. ホストをリブートします。
3. 確認します `nvmf-autoconnect.service` および `nvmefc-boot-connections.service` システムの起動後に実行されています。

出力例 :

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPの設定には、次の手順を使用できます。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```

```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他のすべての組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象としたコマンド：

```

nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>

```

出力例：


```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetAppでは、`ctrl-loss-tmo` オプションをに設定します `-1` これにより、パスが失われた場合にNVMe/TCPイニシエータが無期限に再接続を試行できるようになります。

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. ホストのコントローラモデルがONTAP NVMeネームスペースに対応していることを確認します。

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

出力例：

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

3. それぞれのONTAP NVMe I/OコントローラのNVMe I/Oポリシーを確認します。

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

出力例：

```
round-robin
round-robin
```

4. ONTAPネームスペースがホストから認識されることを確認します。

```
nvme list -v
```

出力例：

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p    nvme0, nvme1, nvme2, nvme3

Device    SN                      MN
FR        TxPort Address      Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1

Device    Generic    NSID    Usage          Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1     1.07 GB /    1.07 GB    4 KiB + 0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe/FC

出力例

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe/FC

出力例

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	

/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33
		1.07GB	

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例：

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

永続的検出コントローラの作成

ONTAP 9.11.1以降では、次の手順を使用してSLES 15 SP5ホスト用の永続的検出コントローラ（PDC）を作成できます。NVMeサブシステムの追加や削除のシナリオや検出口グページのデータに対する変更を自動的に検出するには、PDCが必要です。

手順

1. 検出口グページのデータが使用可能で、イニシエータポートとターゲットLIFの組み合わせから取得できることを確認します。

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
```

```

portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none

```

====Discovery Log Entry 7=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 8=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 9=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 10=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420


```
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
```

```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

```

2. 検出サブシステムのPDCを作成します。

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

出力例：

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. ONTAPコントローラから、PDCが作成されたことを確認します。

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

出力例：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

セキュアなインバンド認証のセットアップ

ONTAP 9.12.1以降では、SLES 15 SP5ホストとONTAPコントローラの間でNVMe/TCPおよびNVMe/FC経由でセキュアなインバンド認証がサポートされます。

セキュアな認証を設定するには、各ホストまたはコントローラを DH-HMAC-CHAP キー。NVMeホストまたはコントローラのNQNと管理者が設定した認証シークレットを組み合わせたものです。ピアを認証するには、NVMeホストまたはコントローラがピアに関連付けられたキーを認識する必要があります。

CLIまたは設定JSONファイルを使用して、セキュアなインバンド認証を設定できます。サブシステムごとに異なるDHCHAPキーを指定する必要がある場合は、config JSONファイルを使用する必要があります。

CLI の使用

手順

1. ホストNQNを取得します。

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. SLES15 SP5ホストのDHCHAPキーを生成します。

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

次の例では、HMACが3に設定されたランダムDHCHAPキー（SHA-512）が生成されます。

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n  
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. ONTAPコントローラで、ホストを追加し、両方のDHCHAPキーを指定します。

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

4. ホストは、単方向と双方向の2種類の認証方式をサポートします。ホストで、ONTAPコントローラに接続し、選択した認証方式に基づいてDHCHAPキーを指定します。

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. 検証する nvme connect authentication ホストとコントローラのDHCHAPキーを確認してコマンドを実行します。

- a. ホストDHCHAPキーを確認します。

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

単方向設定の出力例：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

- b. コントローラのDHCHAPキーを確認します。

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

双方向コンフィグレーションの出力例：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

JSON ファイル

を使用できます /etc/nvme/config.json を含むファイル nvme connect-all ONTAPコントローラ構成で複数のNVMeサブシステムを使用できる場合のコマンド。

JSONファイルは次のコマンドを使用して生成できます。 -o オプション構文オプションの詳細については、nvme connect-allのマニュアルページを参照してください。

手順

1. JSON ファイルを設定します。

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZzFiZ1Wm1qZFmCmqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxprXh9m41w=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```

```

    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.117",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.116",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.117",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.116",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    }
]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to `dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to `dhchap_ctrl_secret`.

2. config json ファイルを使用してONTAPコントローラに接続します。

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

出力例：

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 各サブシステムの各コントローラでDHCHAPシークレットが有効になっていることを確認します。

a. ホストDHCHAPキーを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

出力例：

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

b. コントローラのDHCHAPキーを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

出力例：

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV  
YxN6S5fOAtaU3DNi12rierMfdbg3704=:
```


既知の問題

ONTAPリリースのSLES 15 SP5に既知の問題はありません。

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 with ONTAP向けのNVMe-oFホスト構成

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics (NVMe-oF) は、非対称ネームスペースアクセス (ANA) を備えたSUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 SP4でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSIおよびFCP環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを備えたSLES 15 SP4のNVMe-oFホスト構成では、次のサポートが提供されます。

- NVMe と SCSI の両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行することができます。そのため、SCSI LUNの場合はSCSI mpathデバイスにdm-multipathを設定できますが、NVMeマルチパスを使用してホスト上のNVMe-oFネームスペースデバイスを設定することができます。
- NVMe/FCに加えて、NVMe over TCP (NVMe/TCP) もサポートされます。標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCとNVMe/TCP両方のネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます](#)"。

の機能

- NVMeセキュア、インバンド認証のサポート
- 一意の検出NQNを使用した永続的検出コントローラ (PDC) のサポート

既知の制限

- NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。
- NVMe-oFはsanlunではサポートされていません。そのため、SLES15 SP5ホストのNVMe-oFではホストユーティリティはサポートされません。すべてのNVMe-oF転送では、標準のNVMe-CLIパッケージに含まれているNetAppプラグインを利用できます。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCは、Broadcom/Emulex FCアダプタまたはMarvell/Qlogic FCアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. 推奨されるアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. アダプタモデル概要を確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. 推奨されるバージョンのEmulex Host Bus Adapter (HBA；ホストバスアダプタ) ファームウェアを使用していることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

出力例：

```
12.8.351.47, sli-4:2:c  
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

4. 推奨バージョンのlpfcドライバを使用していることを確認します。

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

出力例：

```
0:14.2.0.6
```

5. イニシエータポートを表示できることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

出力例：

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. イニシエータポートがオンラインであることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

出力例：

```
Online  
Online
```

7. NVMe/FCイニシエータポートが有効になっており、ターゲットポートが認識されることを確認します。

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

出力例：

この例では、1つのイニシエータポートが有効になっており、2つのターゲットLIFで接続されています。

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. ホストをリブートします。

Marvell/QLogic

手順

1. SLES 15 SP4カーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新の修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例：

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.800-k QLE2742 FW:v9.08.02  
DVR:v10.02.07.800-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable パラメータは1に設定されています。

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1MB の I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMeサービスを有効にする

には2つのNVMe/FCブートサービスが含まれています。nvme-cli パッケージ (*only*) nvme-fc-boot-connections.service システム起動中に起動できるようになっています。nvmmf-autoconnect.service が有効になっていません。そのため、手動で有効にする必要があります。nvmmf-autoconnect.service システム起動中に起動します。

手順

1. 有効にします `nvmf-autoconnect.service` :

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. ホストをリブートします。
3. 確認します `nvmf-autoconnect.service` および `nvmefc-boot-connections.service` システムの起動後に実行されています。

出力例：

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
     Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
     Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
    Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
    Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPの設定には、次の手順を使用できます。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```



```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他のすべての組み合わせで、検出ログページのデータを正常に取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータ/ターゲットLIFを対象としたコマンド：

```

nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>

```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetAppでは、`ctrl-loss-tmo` オプションをに設定します `-1` これにより、パスが失われた場合にNVMe/TCPイニシエータが無期限に再接続を試行できるようになります。

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内の NVMe マルチパスが有効になっていることを確認します。

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. ホストのコントローラモデルがONTAP NVMeネームスペースに対応していることを確認します。

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

出力例：

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

3. それぞれのONTAP NVMe I/OコントローラのNVMe I/Oポリシーを確認します。

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

出力例：

```
round-robin
round-robin
```

4. ONTAPネームスペースがホストから認識されることを確認します。

```
nvme list -v
```

出力例：

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p      nvme0, nvme1, nvme2, nvme3


Device    SN                      MN
FR        TxPort Address      Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1


Device    Generic    NSID    Usage          Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1     1.07 GB /    1.07 GB    4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	

/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33
		1.07GB	

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例：

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path":"/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID":1,
      "UUID":"c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size":"1.07GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":262144
    }
  ]
}
```

永続的検出コントローラの作成

ONTAP 9.11.1以降では、次の手順を使用してSLES 15 SP4ホスト用の永続的検出コントローラ（PDC）を作成できます。NVMeサブシステムの追加や削除のシナリオや検出口グページのデータに対する変更を自動的に検出するには、PDCが必要です。

手順

1. 検出口グページのデータが使用可能で、イニシエータポートとターゲットLIFの組み合わせから取得できることを確認します。

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

出力例：

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
```

```

portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none

```


====Discovery Log Entry 7=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 8=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 9=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none

====Discovery Log Entry 10=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420

```
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
```

```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

```

2. 検出サブシステムのPDCを作成します。

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

出力例：

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. ONTAPコントローラから、PDCが作成されたことを確認します。

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vservice_name
```

出力例：

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

セキュアなインバンド認証のセットアップ

ONTAP 9.12.1以降では、SLES 15 SP4ホストとONTAPコントローラの間でNVMe/TCPおよびNVMe/FC経由でセキュアなインバンド認証がサポートされます。

セキュアな認証を設定するには、各ホストまたはコントローラを DH-HMAC-CHAP キー。NVMeホストまたはコントローラのNQNと管理者が設定した認証シークレットを組み合わせたものです。ピアを認証するには、NVMeホストまたはコントローラがピアに関連付けられたキーを認識する必要があります。

CLIまたは設定JSONファイルを使用して、セキュアなインバンド認証を設定できます。サブシステムごとに異なるDHCHAPキーを指定する必要がある場合は、config JSONファイルを使用する必要があります。

CLI の使用

手順

1. ホストNQNを取得します。

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. SLES15 SP4ホストのDHCHAPキーを生成します。

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

[+]

次の例では、HMACが3に設定されたランダムDHCHAPキー（SHA-512）が生成されます。

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-  
ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnP/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fG15VSjbeDF1n1DE  
h3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

1. ONTAPコントローラで、ホストを追加し、両方のDHCHAPキーを指定します。

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

2. ホストは、単方向と双方向の2種類の認証方式をサポートします。ホストで、ONTAPコントローラに接続し、選択した認証方式に基づいてDHCHAPキーを指定します。

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

3. 検証する nvme connect authentication ホストとコントローラのDHCHAPキーを確認してコマンドを実行します。

- a. ホストDHCHAPキーを確認します。

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

単方向設定の出力例：

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

- b. コントローラのDHCHAPキーを確認します。

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

双方向コンフィグレーションの出力例：

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

JSON ファイル

を使用できます /etc/nvme/config.json を含むファイル nvme connect-all ONTAPコントローラ構成で複数のNVMeサブシステムを使用できる場合のコマンド。

JSONファイルは次のコマンドを使用して生成できます。-o オプション構文オプションの詳細については、nvme connect-allのマニュアルページを参照してください。

手順

1. JSON ファイルを設定します。

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZzfIz1Wm1qZFncMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpgW5CndpOgxpRxh9m41w=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```

```

        {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.1.117",
            "host_traddr": "192.168.1.16",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
        },
        {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.1.116",
            "host_traddr": "192.168.1.16",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
        },
        {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.2.117",
            "host_traddr": "192.168.2.16",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
        },
        {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.2.116",
            "host_traddr": "192.168.2.16",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
        }
    ]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to `dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to `dhchap_ctrl_secret`.

2. config json ファイルを使用してONTAPコントローラに接続します。


```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

出力例：

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 各サブシステムの各コントローラでDHCHAPシークレットが有効になっていることを確認します。

a. ホストDHCHAPキーを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

出力例：

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

b. コントローラのDHCHAPキーを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

出力例：

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pVYxN  
6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

既知の問題

ONTAPリリースのSLES 15 SP4に既知の問題はありません。

ONTAP を搭載した SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 用 NVMe-oF ホスト構成

NVMe over Fabrics または NVMe-oF（NVMe/FC およびその他の転送を含む）は、ANA（非対称ネームスペースアクセス）を使用した SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3（SLES15 SP3）でサポートされています。ANA は、NVMe-oF 環境では ALUA に相当し、現在インカーネル NVMe マルチパスで実装されています。SLES15 SP3 および ONTAP で ANA を使用してカーネル内 NVMe マルチパスで NVMe-oF を有効にする方法について、ここで詳しく説明します。

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、[を参照](#)

の機能

- SLES15 SP3 は、NVMe/FC およびその他の転送をサポートしています。
- sanlun にも対応していません。そのため、SLES15 SP3 では、NVMe-oF はサポートされていません。代わりに、ネイティブの nvme-CLI に含まれているネットアッププラグインを使用してもかまいません。これはすべての NVMe-oF 転送で機能します。
- NVMe と SCSI の両方のトラフィックを、同じ新規のホストで実行することができます。実際、これは、お客様に一般的に導入されるホスト構成であると想定されています。したがって、SCSI の場合、SCSI LUN では「d-multipath」を通常どおりに設定しても mpath デバイスになることがありますが、NVMe マルチパスを使用してホスト上で NVMe-oF マルチパスデバイスを設定することもできます。

既知の制限

NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

カーネル内の **NVMe** マルチパスを有効にします

SLES15 SP3 などの SLES ホストでは、カーネル内 NVMe マルチパスはデフォルトで有効になっています。そのため、ここでは追加の設定は必要ありません。を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、[を参照](#)

NVMe-oF イニシエータパッケージ

を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#) サポートされている構成に関する正確な情報については、[を参照](#)

1. 必要なカーネルおよび nvme-cli MU パッケージが SLES15 SP3 MU ホストにインストールされていることを確認します。

例

```
# uname -r
5.3.18-59.5-default

# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

上記の nvme-cli MU パッケージには、次のものが含まれています。

- * NVMe/FC 自動接続スクリプト * - ネームスペースへの基盤となるパスがリストアされた場合やホストのリブート中に NVMe/FC 自動接続（再接続）が必要：

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect@.service
...
```

- * 環境 udev ルール * - 新しい udev ルールで、NVMe マルチパスラウンドロビンロードバランサのデフォルト ONTAP All ONTAP ネームスペースを確保する。

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvmf-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- * ONTAP デバイス用ネットアッププラグイン * - ONTAP ネームスペースも処理できるように、既存のネットアッププラグインが変更されました。

2. ホストの /etc/nvme/hostnqn' で hostnqn 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムの hostnqn 文字列と適切に一致していることを確認します。例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme_145  nvme_145_1  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_2  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_3  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_4  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_5  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

ホストで使用している FC アダプタに応じて、次の手順を実行します。

NVMe/FC を設定

Broadcom / Emulex

1. 推奨されるアダプタとファームウェアのバージョンが揃っていることを確認します。例：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.840.8, sli-4:2:c
```

- ° 新しい lpfc ドライバ（インボックスとアウトボックスの両方）には 'lpfc_enable_fc4_type' デフォルトが 3 に設定されていますが、'etc/modprobe.d/lpfc.conf' でこれを明示的に設定しなくても 'initrd' を再作成できます。lpfc nvme のサポートは 'デフォルト' ですでに有効になっています。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

- 。既存のネイティブインボックス lpfc ドライバは、NVMe / FC に対応した最新のバージョンです。そのため、lpfc OOB ドライバをインストールする必要はありません。

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.10
```

2. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f  
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

3. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっていることと、ターゲットポートが認識され、すべて稼働していることを確認してください。次の例では、の出力からわかるように、有効になっているイニシエータポートが 1 つだけあり、2 つのターゲット LIF で接続されています。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

4. ホストをリブートします。

1MB I/O サイズを有効にする（オプション）

ONTAP は Identify コントローラデータに MDT（MAX Data 転送サイズ）8 を報告します。つまり、最大 I/O 要求サイズは最大 1 MB でなければなりません。ただし 'Broadcom NVMe/FC ホストのサイズが 1 MB の問題 I/O 要求の場合 'lpfc パラメータ 'lpfc_sg_seg_cnt' もデフォルト値の 64 から 256 までバンピングする必要があります。次の手順を使用して実行します。

1. それぞれの「m odprobe lpfc.conf」ファイルに値 256 を追加します。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. 再起動後、対応する sysfs 値を確認して、上記の設定が適用されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

これで、Broadcom NVMe/FC ホストは ONTAP ネームスペースデバイスに 1MB の I/O 要求を送信できるようになります。

Marvell/QLogic

新しい SLES15 SP3 MU カーネルに含まれているネイティブインボックス qla2xxx ドライバには、ONTAP サポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。

1. サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。次に例を示します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Marvell アダプタが NVMe/FC イニシエータとして機能できるように、「ql2xnvmeenable」が設定されていることを確認します。

```
# cat /sys/module/qla2xxx /parameters/ql2xnvmeenable 1
```

NVMe/FC を設定

NVMe/FC とは異なり、NVMe/FC は自動接続機能を備えていません。これにより、Linux NVMe/FC ホストには次の 2 つの大きな制限があります。

- * パスが復活した後の自動再接続は行われない * NVMe/TCP は、パスダウン後 10 分間のデフォルトの「Ctrl-loss -TTMO」タイマーを超えて復活したパスに自動的に再接続することはできません。
- * ホストの起動時に自動接続が行われない * ホストの起動時に NVMe/FC が自動的に接続されることもありません。

タイムアウトを防ぐには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。Ctrl_loss_TMOタイマーの値を大きくすると、再試行期間を延長できます。詳細は次のとおりです。

手順

1. サポートされている NVMe/FC LIF の検出ログページデータをイニシエータポートが読み込めたかどうかを確認します。

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 他の NVMe/FC イニシエータターゲット LIF のコンボファイルが検出ログページデータを正常に取得できることを確認します。例：


```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. を実行します `nvme connect-all` ノード間でサポートされるすべてのNVMe/FCイニシエーターターゲットLIFに対して実行するコマンド。設定時間が長いことを確認してください `ctrl_loss_tmo` タイマー再試行期間（30分など、から設定できます） `-l 1800`）`connect-all`中に、パス損失が発生した場合に長期間再試行されるようにします。例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

1. 次のチェックボックスをオンにして、カーネル内の NVMe マルチパスが実際に有効になっていることを確認

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 各 ONTAP ネームスペースの適切な NVMe-oF 設定（「NetApp ONTAP Controller」に設定された「model」や「loadbalancing iopolicy」が「ラウンドロビン」に設定されているなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP ネームスペースがホストに正しく反映されていることを確認します。例：

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

別の例：

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CYrBQuTHQFAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

4. 各パスのコントローラの状態がライブで、適切な ANA ステータスであることを確認します。例：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

別の例：

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. ネットアッププラグインに ONTAP ネームスペースデバイスごとに適切な値が表示されていることを確認します。例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fc_nvme_145 /vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fc_nvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

別の例：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

==既知の問題

既知の問題はありません。

ONTAP を搭載した SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 用 NVMe/FC ホスト構成

SLES15 SP2 では、ONTAP 9.6 以降で NVMe/FC がサポートされます。SLES15 SP2 ホストでは、同じファイバチャネルイニシエータアダプタポートを介して NVMe/FC および FCP の両方のトラフィックを実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます ["Cloud Volumes ONTAP"](#) および ["ONTAP 対応の Amazon FSX"](#)。

NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

SLES15 SP2 で NVMe/FC を有効にします

1. 推奨される SLES15 SP2 MU カーネルバージョンにアップグレードします。
2. ネイティブの nvme-CLI パッケージをアップグレードします。

このネイティブの nvme-CLI パッケージには、NVMe/FC 自動接続スクリプト、ONTAP udev ルールが含まれています。このルールでは、NVMe マルチパスでのラウンドロビンロードバランシングや、ONTAP ネームスペース用のネットアッププラグインが有効になります。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
```

3. SLES15 SP2 ホストでは、`/etc/nvme/hostnqn` でホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列に一致することを確認します。例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
vs_fc_nvme_145
nvme_145_1
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_2
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_3
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_4
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_5
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

4. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとネイティブインボックスドライバのバージョンを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.240.40, sli-4:2:c
12.6.240.40, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.2
```

3. lpfc_enable_fc4_type が 3 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっており、実行中で、ターゲット LIF を認識できることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

NVMe/FC を検証

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```



```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
```

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 814vWBNRwfBGAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live
inaccessible
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live
inaccessible
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fc_nvme_145 /vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns
1 23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fc_nvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}
```

==既知の問題

既知の問題はありません。

Broadcom NVMe/FC の 1MB I/O サイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

lpfc 詳細ログ

NVMe/FC用のLPFCドライバを設定します。

手順

1. を設定します lpfc_log_verbose NVMe/FCイベントをログに記録するためのドライバ設定は次のいずれかです。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 値を設定したら、を実行します dracut-f コマンドを実行し、ホストをリブートします。
3. 設定を確認します。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 と ONTAP の NVMe/FC ホスト構成

NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) は、SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1およびONTAPを実行するホストにターゲットとして設定できます。

ONTAP 9.6 以降では、次のバージョンの SLES で NVMe/FC がサポートされます。

- SLES15 SP1

SLES15 SP1 ホストは、NVMe/FC トラフィックと FCP トラフィックの両方を、同じファイバチャネルイニシエータアダプタポートを介して実行できます。を参照してください ["Hardware Universe"](#) サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。

サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください ["NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

- NVMe/FC 標準の自動接続スクリプトは、nvme-CLI パッケージに含まれています。SLES15 SP1 では、ネイティブの inbox lpfc ドライバを使用できます。

NVMe-oF プロトコルを使用した SAN ブートは現在サポートされていません。

SLES15 SP1 で NVMe/FC を有効にします

1. 推奨される SLES15 SP2 MU カーネルにアップグレードします
2. 推奨される nvme-CLI MU バージョンにアップグレードします。

この nvme-cli パッケージには、ネイティブの NVMe/FC 自動接続スクリプトが含まれているため、SLES15 SP1 ホストに Broadcom から提供された外部 NVMe/FC 自動接続スクリプトをインストールする必要はありません。このパッケージには、ONTAP の udev ルールも含まれています。このルールでは、NVMe マルチパスでのラウンドロビンロードバランシングや、ONTAP デバイス用ネットアッププラグインが有効になります。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
```

3. SLES15 SP1 ホストで、/etc/nvme/hostnqn にあるホスト NQN 文字列を確認し、ONTAP アレイの対応するサブシステムのホスト NQN 文字列と一致していることを確認します。例：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
sles_117_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

4. ホストをリブートします。

Broadcom FC アダプタを NVMe/FC 用に設定します

1. サポートされているアダプタを使用していることを確認します。サポートされているアダプタの最新のリストについては、[を参照してください "NetApp Interoperability Matrix を参照してください"](#)。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨される Broadcom lpfc ファームウェアとネイティブインボックスドライバのバージョンを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.0
```

3. lpfc_enable_fc4_type が 3 に設定されていることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. イニシエータポートが動作していることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC イニシエータポートが有効になっており、実行中で、ターゲット LIF を認識できることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

NVMe/FC を検証

1. 以下の NVMe/FC 設定を確認してください。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. ネームスペースが作成されたことを確認します。

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA パスのステータスを確認します。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.sles_117_nvm
e_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. ONTAP デバイス用ネットアッププラグインを確認します。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad   53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

==既知の問題

既知の問題はありません。

Broadcom NVMe/FC の 1MB I/O サイズを有効にします

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

lpfc 詳細ログ

NVMe/FC用のLPFCドライバを設定します。

手順

1. を設定します lpfc_log_verbose NVMe/FCイベントをログに記録するためのドライバ設定は次のいずれかです。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 値を設定したら、を実行します dracut-f コマンドを実行し、ホストをリブートします。
3. 設定を確認します。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```


Ubuntu

Ubuntu 22.04（ONTAP）向けのNVMe-oFホストの設定

NVMe over Fibre Channel（NVMe/FC）やその他のトランスポートを含むNVMe over Fabrics（NVMe-oF）は、Ubuntu 22.04とAsymmetric Namespace Access（ANA）でサポートされます。NVMe-oF環境では、ANAはiSCSI環境およびFC環境のALUAマルチパスに相当し、カーネル内NVMeマルチパスで実装されます。

ONTAPを搭載したUbuntu 22.04では、NVMe-oFホスト構成が次のようにサポートされます。

- 標準のNVMe-CLIパッケージに含まれるNetAppプラグインには、NVMe/FCネームスペースのONTAPの詳細が表示されます。
- 特定のHost Bus Adapter（HBA；ホストバスアダプタ）の同じホストでNVMeとSCSIのトラフィックが共存し、明示的なdm-multipath設定を使用せずにNVMeネームスペースが要求されないようにする。

サポートされる構成の詳細については、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

の機能

Ubuntu 22.04では、NVMeネームスペースに対してカーネル内NVMeマルチパスがデフォルトで有効になっています。したがって、明示的な設定は必要ありません。

既知の制限

NVMe-oFプロトコルを使用したSANブートは現在サポートされていません。

ソフトウェアのバージョンを確認します

次の手順を使用して、サポートされているUbuntu 22.04ソフトウェアの最小バージョンを検証できます。

手順

1. Ubuntu 22.04をサーバにインストールします。インストールが完了したら、指定したUbuntu 22.04カーネルを実行していることを確認します。

```
# uname -r
```

出力例：

```
5.15.0-101-generic
```

2. 「nvme-cli」パッケージをインストールします。

```
# apt list | grep nvme
```

出力例：

```
nvme-cli/jammy-updates,now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. Ubuntu 22.04ホストで、hostnqn文字列を /etc/nvme/hostnqn：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

出力例

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. を確認します hostnqn 文字列はに一致します hostnqn ONTAP アレイ上の対応するサブシステムの文字列。

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_106_fc_nvme
```

出力例：

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631



状況に応じて hostnqn 文字列が一致しない場合は、を使用してください vservers modify コマンドを使用してを更新します hostnqn 対応するONTAP アレイサブシステムで、に一致する文字列を指定します hostnqn から文字列 /etc/nvme/hostnqn ホスト。

NVMe/FC を設定

NVMe/FCはBroadcom/EmulexアダプタまたはMarvell/Qlogicアダプタに設定できます。

Broadcom / Emulex

手順

1. サポートされているアダプタモデルを使用していることを確認します。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

出力例：

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

出力例：

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 推奨されるBroadcomを使用していることを確認します lpfc ファームウェアと受信トレイドライバ。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0: 14.0.0.4
```

サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンの最新リストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix Tool](#) で確認できます"。

3. 確認します lpfc_enable_fc4_type がに設定されます 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. イニシエータポートが動作していること、およびターゲットLIFが表示されていることを確認します。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
    NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000005238 Issue 000000000000523a OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000000523c Issue 000000000000523e OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

```

NVMe / FC向けMarvell/QLLogic FCアダプタ

手順

1. Ubuntu 22.04 GAカーネルに含まれているネイティブの受信トレイqla2xxxドライバには、ONTAPサポートに不可欠な最新のアップストリーム修正が含まれています。サポートされているアダプタドライバとファームウェアのバージョンが実行されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

出力例

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k  
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

2. 確認します ql2xnvmeenable が設定されます。これにより、MarvellアダプタをNVMe/FCイニシエータとして機能させることができます。

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1MB I/Oを有効にする（オプション）

ONTAPは、Identify ControllerデータでMDT（MAX Data転送サイズ）を8と報告します。つまり、I/O要求の最大サイズは1MBまでです。ただし、Broadcom NVMe/FCホストに対する1MBの問題I/O要求には、を増やす必要があります lpfc の値 lpfc_sg_seg_cnt パラメータを256に設定します（デフォルト値の64から）。

手順

1. lpfc_sg_seg_cnt パラメータを 256 に設定します

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 「racut-f」 コマンドを実行し、ホストを再起動します。
3. lpfc_sg_seg_cnt' が 256 であることを確認します

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



これはQlogic NVMe/FCホストには該当しません。

NVMe/FC を設定

NVMe/TCPには自動接続機能はありません。そのため、パスがダウンしてデフォルトのタイムアウト（10分）内に復元されないと、NVMe/TCPは自動的に再接続できません。タイムアウトを回避するには、フェイルオーバーイベントの再試行期間を30分以上に設定する必要があります。

手順

1. イニシエータポートがサポートされているNVMe/TCP LIFの検出ログページのデータを取得できることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
# nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treql:   not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.122
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treql:   not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.124
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
```

2. NVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFの他の組み合わせで検出ログページのデータを正常に取得でき

ることを確認します。

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

出力例：

```
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.
```

3. ノード全体でサポートされているすべてのNVMe/TCPイニシエータとターゲットLIFでnvme connect-allコマンドを実行し、コントローラ損失のタイムアウト時間を30分または1、800秒以上設定します。

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

出力例：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.124 -l 1800
```

NVMe-oF を検証します

NVMe-oFの検証には、次の手順を使用できます。

手順

1. カーネル内NVMeマルチパスが有効になっていることを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 該当するONTAPネームスペースの適切なNVMe-oF設定（modelをNetApp ONTAPコントローラに設定し、load balancing iopolicyをラウンドロビンに設定するなど）がホストに正しく反映されていることを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ネームスペースが作成され、ホストで正しく検出されたことを確認します。

```
# nvme list
```

出力例：

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 各パスのコントローラの状態がliveであり、正しいANAステータスが設定されていることを確認します。

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

出力例：

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe / TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

出力例：

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
```

5. ネットアッププラグインで、ONTAP ネームスペースデバイスごとに正しい値が表示されていることを確認します。

列 (Column)

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

出力例：

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	co_iscsi_tcp_ubuntu	/vol/vol1/ns1	

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

出力例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "co_iscsi_tcp_ubuntu",
      "Namespace_Path" : "/vol/nvmevol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

既知の問題

ONTAPリリースを使用するUbuntu 22.04でのNVMe-oFホスト構成に関する既知の問題はありません。

Windows の場合

Windows Server 2022 with ONTAP のNVMe/FCホスト構成

ONTAPをターゲットとして使用して、Windows Server 2022を実行しているホストにNVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) を設定できます。

NVMe/FCはWindows Server 2022のONTAP 9.7以降でサポートされます。

Broadcom イニシエータは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを同じ 32G FC アダプタポートで処理できます。FCP および FC/NVMe の場合は、Microsoft Multipath I/O (MPIO ; マルチパス I/O) オプションとして MSDSM を使用してください。

を参照してください "[Hardware Universe](#)" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。

既知の制限

ONTAP NVMe/FC では、ONTAP は現在 NVMe/FC での永続的予約をサポートしていないため、Windows Failover Cluster (WFC ; Windows フェイルオーバークラスター) はサポートされません。



Broadcom for Windows NVMe/FC によって出荷された外部ドライバは、真の NVMe/FC ドライバではなく、トランスレーショナル SCSI の一時的な NVMe ドライバです。このトランスレーショナルのオーバーヘッドは必ずしもパフォーマンスに影響するわけではありませんが、NVMe/FC のパフォーマンス上の利点には影響しません。したがって、Windows サーバでは、NVMe/FC と FCP のパフォーマンスは同じです。Linux などの他のオペレーティングシステムでは、FCP よりも NVMe/FC のパフォーマンスが大幅に向上します。

Windows イニシエータホストで NVMe/FC を有効にします

Windows イニシエータホストで FC / NVMe を有効にするには、次の手順を実行します。

手順

1. Windows ホストに OneCommand Manager ユーティリティをインストールします。
2. 各 HBA イニシエータポートで、次の HBA ドライバパラメータを設定します。
 - EnableNVMe = 1
 - NVMeMode = 0
 - 転送サイズ = 1
3. ホストをリブートします。

Windows で NVMe/FC 用に Broadcom FC アダプタを設定します

Windows 環境の FC/NVMe 用 Broadcom アダプタでは 'hostnqn' が各 HBA ポートに関連付けられます「+ hostnqn+」は次のようにフォーマットされます。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Windows ホストで NVMe デバイスの MPIO を有効にします

1. をインストールします ["Windows Host Utility Kit 7.1"](#) を使用して、FCとNVMeの両方に共通のドライバパラメータを設定します。
2. MPIO のプロパティを開きます。
3. [* マルチパスの検出 *] タブで、NVMe 用にリストされたデバイス ID を追加します。

MPIO は NVMe デバイスを認識し、NVMe デバイスはディスク管理の下に表示されます。

4. 「* ディスクの管理」を開き、「* ディスクのプロパティ *」に移動します。
5. [MPIO] タブで、[Details] をクリックします。
6. 次の MSDSM 設定を設定します。
 - PathVerifiedPeriod : * 10 *
 - PathVerifyEnabled : * Enable *
 - RetryCount : * 6 *
 - 再試行間隔 : * 1 *
 - PDORemovedPeriod : * 130*
7. MPIO ポリシー * サブセット付きラウンドロビン * を選択します。
8. レジストリ値を変更します。

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. ホストをリブートします。

これで、Windows ホストで NVMe の設定が完了しました。

NVMe/FC を検証

1. ポートタイプが FC + NVMe であることを確認します。

NVMe が有効になったので '次のように '+ Port Type+' が FC+NVMe' として表示されます

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC サブシステムが検出されたことを確認してください。

「nvme-list」コマンドは、NVMe/FC によって検出されたサブシステムを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. ネームスペースが作成されていることを確認します。

「nvme-list-ns」コマンドは、ホストに接続されているネームスペースを一覧表示する、指定された NVMe ターゲットのネームスペースを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	

0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

ONTAP 搭載の Windows Server 2019 向け NVMe/FC ホスト構成

ONTAPをターゲットとして使用して、Windows Server 2019を実行しているホストにNVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) を設定できます。

NVMe/FC は ONTAP 9.7 以降の Windows Server 2019 でサポートされます。

Broadcom イニシエータは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを同じ 32G FC アダプタポートで処理できます。FCP および FC/NVMe の場合は、Microsoft Multipath I/O (MPIO ; マルチパス I/O) オプションとして MSDSM を使用してください。

を参照してください "[Hardware Universe](#)" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます "[Cloud Volumes ONTAP](#)" および "[ONTAP 対応の Amazon FSX](#)"。

既知の制限

ONTAP NVMe/FC では、ONTAP は現在 NVMe/FC での永続的予約をサポートしていないため、Windows Failover Cluster (WFC ; Windows フェイルオーバークラスタ) はサポートされません。



Broadcom for Windows NVMe/FC によって出荷された外部ドライバは、真の NVMe/FC ドライバではなく、トランスレーショナル SCSI の一時的な NVMe ドライバです。このトランスレーショナルのオーバーヘッドは必ずしもパフォーマンスに影響するわけではありませんが、NVMe/FC のパフォーマンス上の利点には影響しません。したがって、Windows サーバでは、NVMe/FC と FCP のパフォーマンスは同じです。Linux などの他のオペレーティングシステムでは、FCP よりも NVMe/FC のパフォーマンスが大幅に向上します。

Windows イニシエータホストで NVMe/FC を有効にします

Windows イニシエータホストで FC / NVMe を有効にするには、次の手順を実行します。

手順

1. Windows ホストに OneCommand Manager ユーティリティをインストールします。
2. 各 HBA イニシエータポートで、次の HBA ドライバパラメータを設定します。
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - 転送サイズ = 1
3. ホストをリブートします。

Windows で NVMe/FC 用に Broadcom FC アダプタを設定します

Windows 環境の FC/NVMe 用 Broadcom アダプタでは 'hostnqn' が各 HBA ポートに関連付けられます「+ hostnqn+」は次のようにフォーマットされます。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Windows ホストで NVMe デバイスの MPIO を有効にします

1. をインストールします ["Windows Host Utility Kit 7.1"](#) を使用して、FCとNVMeの両方に共通のドライバパラメータを設定します。
2. MPIO のプロパティを開きます。
3. [* マルチパスの検出 *] タブで、NVMe 用にリストされたデバイス ID を追加します。

MPIO は NVMe デバイスを認識し、NVMe デバイスはディスク管理の下に表示されます。

4. 「* ディスクの管理」を開き、「* ディスクのプロパティ *」に移動します。
5. [MPIO] タブで、[Details] をクリックします。
6. 次の MSDSM 設定を設定します。
 - PathVerifiedPeriod : * 10 *
 - PathVerifyEnabled : * Enable *
 - RetryCount : * 6 *
 - 再試行間隔 : * 1 *

◦ PDORemovedPeriod : * 130*

7. MPIO ポリシー * サブセット付きラウンドロビン * を選択します。
8. レジストリ値を変更します。

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. ホストをリブートします。

これで、Windows ホストで NVMe の設定が完了しました。

NVMe/FC を検証

1. ポートタイプが FC + NVMe であることを確認します。

NVMe が有効になったので '次のように '+ Port Type+' が FC+NVMe' として表示されます

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC サブシステムが検出されたことを確認してください。

「nvme-list」コマンドは、NVMe/FC によって検出されたサブシステムを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. ネームスペースが作成されていることを確認します。

「nvme-list-ns」コマンドは、ホストに接続されているネームスペースを一覧表示する、指定された NVMe ターゲットのネームスペースを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

ONTAP を使用した Windows Server 2016 の NVMe/FC ホスト構成

ONTAPをターゲットとして使用して、Windows Server 2016を実行しているホストでNVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) を設定できます。

NVMe/FC は Windows Server 2016 の ONTAP 9.7 以降でサポートされます。

Broadcom イニシエータは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを同じ 32G FC アダプタポートで処理できます。FCP および FC/NVMe の場合は、Microsoft Multipath I/O (MPIO ; マルチパス I/O) オプションとして MSDSM を使用してください。

を参照してください "[Hardware Universe](#)" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます "[Cloud Volumes ONTAP](#)" および "[ONTAP 対応の Amazon FSX](#)"。

既知の制限

ONTAP NVMe/FC では、ONTAP は現在 NVMe/FC での永続的予約をサポートしていないため、Windows Failover Cluster (WFC ; Windows フェイルオーバークラスタ) はサポートされません。



Broadcom for Windows NVMe/FC によって出荷された外部ドライバは、真の NVMe/FC ドライバではなく、トランスレーショナル SCSI の一時的な NVMe ドライバです。このトランスレーショナルのオーバーヘッドは必ずしもパフォーマンスに影響するわけではありませんが、NVMe/FC のパフォーマンス上の利点には影響しません。したがって、Windows サーバでは、NVMe/FC と FCP のパフォーマンスは同じです。Linux などの他のオペレーティングシステムでは、FCP よりも NVMe/FC のパフォーマンスが大幅に向上します。

Windows イニシエータホストで NVMe/FC を有効にします

Windows イニシエータホストで FC / NVMe を有効にするには、次の手順を実行します。

手順

1. Windows ホストに OneCommand Manager ユーティリティをインストールします。
2. 各 HBA イニシエータポートで、次の HBA ドライバパラメータを設定します。
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - 転送サイズ = 1
3. ホストをリブートします。

Windows で NVMe/FC 用に Broadcom FC アダプタを設定します

Windows 環境の FC/NVMe 用 Broadcom アダプタでは 'hostnqn' が各 HBA ポートに関連付けられます「+ hostnqn+」は次のようにフォーマットされます。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Windows ホストで NVMe デバイスの MPIO を有効にします

1. をインストールします ["Windows Host Utility Kit 7.1"](#) を使用して、FCとNVMeの両方に共通のドライバパラメータを設定します。
2. MPIO のプロパティを開きます。
3. [* マルチパスの検出 *] タブで、NVMe 用にリストされたデバイス ID を追加します。

MPIO は NVMe デバイスを認識し、NVMe デバイスはディスク管理の下に表示されます。

4. 「* ディスクの管理」を開き、「* ディスクのプロパティ *」に移動します。
5. [MPIO] タブで、[Details] をクリックします。
6. 次の MSDSM 設定を設定します。
 - PathVerifiedPeriod : * 10 *
 - PathVerifyEnabled : * Enable *
 - RetryCount : * 6 *
 - 再試行間隔 : * 1 *

◦ PDORemovedPeriod : * 130*

7. MPIO ポリシー * サブセット付きラウンドロビン * を選択します。
8. レジストリ値を変更します。

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. ホストをリブートします。

これで、Windows ホストで NVMe の設定が完了しました。

NVMe/FC を検証

1. ポートタイプが FC + NVMe であることを確認します。

NVMe が有効になったので ' 次のように '+ Port Type+' が FC+NVMe' として表示されます


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC サブシステムが検出されたことを確認してください。

「nvme-list」コマンドは、NVMe/FC によって検出されたサブシステムを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0180
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0181
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. ネームスペースが作成されていることを確認します。

「nvme-list-ns」コマンドは、ホストに接続されているネームスペースを一覧表示する、指定された NVMe ターゲットのネームスペースを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	

0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

ONTAP を使用した Windows Server 2012 R2 の NVMe/FC ホスト構成

ONTAPをターゲットとして使用し、Windows Server 2012 R2を実行しているホストにNVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) を設定できます。

ONTAP 9.7 以降では、Windows Server 2012 の NVMe/FC がサポートされます。

Broadcom イニシエータは、NVMe/FC と FCP の両方のトラフィックを同じ 32G FC アダプタポートで処理できます。FCP および FC/NVMe の場合は、Microsoft Multipath I/O (MPIO ; マルチパス I/O) オプションとして MSDSM を使用してください。

を参照してください "[Hardware Universe](#)" サポートされる FC アダプタおよびコントローラの一覧を表示するには、を参照してください。サポートされている構成およびバージョンの最新のリストについては、を参照してください "[NetApp Interoperability Matrix](#) を参照してください"。



このドキュメントの設定を使用して、に接続するクラウドクライアントを設定できます "[Cloud Volumes ONTAP](#)" および "[ONTAP 対応の Amazon FSX](#)"。

既知の制限

ONTAP NVMe/FC では、ONTAP は現在 NVMe/FC での永続的予約をサポートしていないため、Windows Failover Cluster (WFC ; Windows フェイルオーバークラスタ) はサポートされません。



Broadcom for Windows NVMe/FC によって出荷された外部ドライバは、真の NVMe/FC ドライバではなく、トランスレーショナル SCSI の一時的な NVMe ドライバです。このトランスレーショナルのオーバーヘッドは必ずしもパフォーマンスに影響するわけではありませんが、NVMe/FC のパフォーマンス上の利点には影響しません。したがって、Windows サーバでは、NVMe/FC と FCP のパフォーマンスは同じです。Linux などの他のオペレーティングシステムでは、FCP よりも NVMe/FC のパフォーマンスが大幅に向上します。

Windows イニシエータホストで NVMe/FC を有効にします

Windows イニシエータホストで FC / NVMe を有効にするには、次の手順を実行します。

手順

1. Windows ホストに OneCommand Manager ユーティリティをインストールします。
2. 各 HBA イニシエータポートで、次の HBA ドライバパラメータを設定します。
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - 転送サイズ = 1
3. ホストをリブートします。

Windows で NVMe/FC 用に Broadcom FC アダプタを設定します

Windows 環境の FC/NVMe 用 Broadcom アダプタでは 'hostnqn' が各 HBA ポートに関連付けられます「+ hostnqn+」は次のようにフォーマットされます。

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Windows ホストで NVMe デバイスの MPIO を有効にします

1. をインストールします ["Windows Host Utility Kit 7.1"](#) を使用して、FCとNVMeの両方に共通のドライバパラメータを設定します。
2. MPIO のプロパティを開きます。
3. [* マルチパスの検出 *] タブで、NVMe 用にリストされたデバイス ID を追加します。

MPIO は NVMe デバイスを認識し、NVMe デバイスはディスク管理の下に表示されます。

4. 「* ディスクの管理」を開き、「* ディスクのプロパティ *」に移動します。
5. [MPIO] タブで、[Details] をクリックします。
6. 次の MSDSM 設定を設定します。
 - PathVerifiedPeriod : * 10 *
 - PathVerifyEnabled : * Enable *
 - RetryCount : * 6 *
 - 再試行間隔 : * 1 *

◦ PDORemovedPeriod : * 130*

7. MPIO ポリシー * サブセット付きラウンドロビン * を選択します。
8. レジストリ値を変更します。

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. ホストをリブートします。

これで、Windows ホストで NVMe の設定が完了しました。

NVMe/FC を検証

1. ポートタイプが FC + NVMe であることを確認します。

NVMe が有効になったので ' 次のように '+ Port Type+' が FC+NVMe' として表示されます

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC サブシステムが検出されたことを確認してください。

「nvme-list」コマンドは、NVMe/FC によって検出されたサブシステムを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0180
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0181
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. ネームスペースが作成されていることを確認します。

「nvme-list-ns」コマンドは、ホストに接続されているネームスペースを一覧表示する、指定された NVMe ターゲットのネームスペースを一覧表示します。

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

トラブルシューティングを行う

RHEL、OL、およびSLESホストのNVMe-oF障害をトラブルシューティングする前に、実行している構成がInteroperability Matrix Tool (IMT) の仕様に準拠していることを確認してから、次の手順に進み、ホスト側の問題をデバッグします。



AIX、Windows、ESXiホストにはトラブルシューティング手順は適用されません。

詳細ログを有効にします

構成に問題が含まれている場合は、詳細なロギングを使用してトラブルシューティングに必要な情報を得ることができます。

Qlogicの詳細ロギングを設定する手順 (qla2xxx) は、lpfc詳細ロギングを設定する手順とは異なります。

LPFC

NVMe/FC用のLPFCドライバを設定します。

手順

1. を設定します lpfc_log_verbose NVMe/FCイベントをログに記録するためのドライバ設定は次のいずれかです。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events.
*/
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 値を設定したら、を実行します dracut-f コマンドを実行し、ホストをリブートします。
3. 設定を確認します。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc
lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

qla2xxx

NVMe/FCについては、のようなqla2xxxのロギングはありません。 lpfc ドライバ。代わりに、一般的なqla2xxxログレベルを設定します。

手順

1. 対応する「m odprobe qla2xxx conf」ファイルに「ql2xextended_error_logging=0x1e400000」の値を追加します。
2. を実行します dracut -f コマンドを実行してホストをリブートします。
3. リブート後、詳細ログが有効になっていることを確認します。

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

出力例：

```
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

一般的なnvme-CLIエラーとその回避策があります

によって表示されるエラーです nvme-cli 実行中 nvme discover、nvme connect、または nvme connect-all 処理とその対処方法を次の表に示します。

エラーメッセージです	原因と考えられます	回避策
'/dev/nvme-Fabrics' への書き込みに失敗しました: 引数が無効です	構文が正しくありません	の正しい構文を使用していることを確認します nvme discover、nvme connect、および nvme connect-all コマンド

エラーメッセージです	原因と考えられます	回避策
'/dev/nvme-Fabrics への書き込みに失敗しました：このようなファイルまたはディレクトリはありません	NVMeコマンドに誤った引数を指定した場合など、複数の問題が原因でこのエラーがトリガーされることがあります。	<div> <ul style="list-style-type: none"> • コマンドに正しい引数（正しいWWNN文字列、WWPN文字列など）が渡されたことを確認します。 • 引数が正しいにもかかわらず、このエラーが引き続き表示される場合は、を確認してください /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info コマンドの出力は正しいですが、NVMeイニシエータはと表示されます Enabled、およびNVMe/FCターゲットLIFがリモートポートのセクションに正しく表示されます。 例 <div data-bbox="792 520 1490 1785" data-label="Text"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000071 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a6 Outstanding 00000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000073 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a8 Outstanding 00000000000000001</pre> </div> • ターゲットLIFがに表示されない場合は、で上記のように表示されます nvme_info コマンドの出力で、を確認します /var/log/messages および dmesg 疑わしいNVMe/FCエラーがないかどうかをコマンドで出力し、状況に応じて報告または修正 </div>

エラーメッセージです	原因と考えられます	回避策
'取得する検出ログエントリがありません	一般的には、が観察されます /etc/nvme/hostnqn 文字列がネットアップアレイの対応するサブシステムに追加されていないか、正しくありません hostnqn 文字列がそれぞれのサブシステムに追加されています。	が正確であることを確認します /etc/nvme/hostnqn 文字列がネットアップアレイの対応するサブシステムに追加されます（を使用して確認してください） vserver nvme subsystem host show コマンド）。
'/dev/nvme-Fabrics への書き込みに失敗しました：オペレーションはすでに進行中です	コントローラの関連付けまたは指定された操作がすでに作成されている場合、または作成中に発生した場合に表示されます。これは、上記にインストールされている自動接続スクリプトの一部として発生する可能性があります。	なしを実行してみてください nvme discover しばらくしてからもう一度コマンドを実行してください。の場合 nvme connect および connect-all`を実行します `nvme list コマンドを使用して、ネームスペースデバイスが作成済みで、ホストに表示されていることを確認します。

テクニカルサポートへの連絡のタイミング

問題が解決しない場合は、次のファイルとコマンド出力を収集し、["ネットアップサポート"](#) さらなるトリアージ：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

著作権に関する情報

Copyright © 2024 NetApp, Inc. All Rights Reserved. Printed in the U.S. このドキュメントは著作権によって保護されています。著作権所有者の書面による事前承諾がある場合を除き、画像媒体、電子媒体、および写真複写、記録媒体、テープ媒体、電子検索システムへの組み込みを含む機械媒体など、いかなる形式および方法による複製も禁止します。

ネットアップの著作物から派生したソフトウェアは、次に示す使用許諾条項および免責条項の対象となります。

このソフトウェアは、ネットアップによって「現状のまま」提供されています。ネットアップは明示的な保証、または商品性および特定目的に対する適合性の暗示的保証を含み、かつこれに限定されないいかなる暗示的な保証も行いません。ネットアップは、代替品または代替サービスの調達、使用不能、データ損失、利益損失、業務中断を含み、かつこれに限定されない、このソフトウェアの使用により生じたすべての直接的損害、間接的損害、偶発的損害、特別損害、懲罰的損害、必然的損害の発生に対して、損失の発生の可能性が通知されていたとしても、その発生理由、根拠とする責任論、契約の有無、厳格責任、不法行為（過失またはそうでない場合を含む）にかかわらず、一切の責任を負いません。

ネットアップは、ここに記載されているすべての製品に対する変更を随時、予告なく行う権利を保有します。ネットアップによる明示的な書面による合意がある場合を除き、ここに記載されている製品の使用により生じる責任および義務に対して、ネットアップは責任を負いません。この製品の使用または購入は、ネットアップの特許権、商標権、または他の知的所有権に基づくライセンスの供与とはみなされません。

このマニュアルに記載されている製品は、1つ以上の米国特許、その他の国の特許、および出願中の特許によって保護されている場合があります。

権利の制限について：政府による使用、複製、開示は、DFARS 252.227-7013（2014年2月）およびFAR 5252.227-19（2007年12月）のRights in Technical Data -Noncommercial Items（技術データ - 非商用品目に関する諸権利）条項の(b)(3)項、に規定された制限が適用されます。

本書に含まれるデータは商用製品および / または商用サービス（FAR 2.101の定義に基づく）に関係し、データの所有権はNetApp, Inc.にあります。本契約に基づき提供されるすべてのネットアップの技術データおよびコンピュータ ソフトウェアは、商用目的であり、私費のみで開発されたものです。米国政府は本データに対し、非独占的かつ移転およびサブライセンス不可で、全世界を対象とする取り消し不能の制限付き使用权を有し、本データの提供の根拠となった米国政府契約に関連し、当該契約の裏付けとする場合にのみ本データを使用できます。前述の場合を除き、NetApp, Inc.の書面による許可を事前に得ることなく、本データを使用、開示、転載、改変するほか、上演または展示することはできません。国防総省にかかる米国政府のデータ使用权については、DFARS 252.227-7015(b)項（2014年2月）で定められた権利のみが認められます。

商標に関する情報

NetApp、NetAppのロゴ、<http://www.netapp.com/TM>に記載されているマークは、NetApp, Inc.の商標です。その他の会社名と製品名は、それを所有する各社の商標である場合があります。