



FlexCacheボリューム管理

ONTAP 9

NetApp
February 12, 2026

目次

FlexCacheボリューム管理	1
ONTAP FlexCacheボリュームについて学ぶ	1
ビデオ	1
ONTAP FlexCacheボリュームでサポートされている機能とサポートされていない機能	3
FlexCacheボリュームと元のボリューム間のONTAPバージョンのサポート	3
サポートされるプロトコル	3
サポートされる機能	4
ONTAP FlexCacheボリュームのサイズ設定に関するガイドライン	9
ONTAP FlexCacheボリュームを作成する	9
FlexCacheライトバック	15
ONTAP FlexCacheライトバックについて学ぶ	15
ONTAP FlexCacheライトバックガイドライン	16
ONTAP FlexCacheライトバック アーキテクチャ	18
ONTAP FlexCacheライトバックのユースケース	22
ONTAP FlexCacheライトバックの前提条件	24
ONTAP FlexCache ライトバックの相互運用性	25
ONTAP FlexCacheライトバックの有効化と管理	26
ONTAP FlexCache ライトバックに関するよくある質問	30
FlexCache の二重性	31
FlexCache の二重性に関するよくある質問	31
NAS FlexCache ボリュームへのS3アクセスを有効にする	32
FlexCacheボリュームの管理	39
ONTAP FlexCacheボリュームの監査について学ぶ	39
元のボリュームからONTAP FlexCacheボリュームのプロパティを同期する	40
ONTAP FlexCache関係の設定を更新する	40
ONTAP FlexCacheボリューム上のファイルアクセス時間の更新を有効にする	41
ONTAP FlexCacheボリュームでグローバルファイルロックを有効にする	43
ONTAP FlexCacheボリュームの事前設定	44
ONTAP FlexCache関係を削除する	46
ホットスポット修復用のFlexCache	46
ONTAP FlexCacheボリュームを使用したハイパフォーマンス コンピューティング	46
ワークロードにおけるホットスポットの修復	
ONTAP FlexCache ホットスポット修復ソリューションの設計	47
ONTAP FlexCache密度を決定する	50
ONTAP SVM 間または SVM 内の HDFA オプションを決定する	53
HDFAとONTAPデータLIFを設定する	54
ONTAP NAS接続を分散するようにクライアントを構成する	57

FlexCacheボリューム管理

ONTAP FlexCacheボリュームについて学ぶ

NetApp FlexCacheテクノロジーは、データ アクセスの高速化、WANレイテンシの低減、読み取り処理が大量に発生するワークロードのWAN帯域幅コストの削減を実現します。クライアントが同じデータに繰り返しアクセスする必要がある場合は、特に効果的です。FlexCacheボリュームを作成すると、既存の（元の）ボリュームのリモート キャッシュが作成され、そこには元のボリュームのアクセス頻度が高いデータ（ホット データ）のみが格納されます。

格納されているホット データに対する読み取り要求を受信したFlexCacheボリュームは、元のボリュームよりも高速に応答できます。データがクライアントに届くまでの移動距離が短くてすむからです。読み取り頻度が低いデータ（コールド データ）に対する読み取り要求を受信したFlexCacheボリュームは、元のボリュームから必要なデータを取得し、クライアント要求を処理する前にデータを格納します。以降、同じデータに対する読み取り要求はFlexCacheボリュームから直接提供されます。最初の要求の処理後は、データをネットワーク経由で転送したり、負荷の高いシステムから提供したりする必要がなくなります。たとえば、頻繁に要求されるデータに対する唯一のアクセス ポイントが、クラスタ内でボトルネックになっているとします。クラスタ内でFlexCacheを使用して、ホット データに複数のマウント ポイントを提供すれば、ボトルネックを軽減してパフォーマンスを向上できます。別の例として、複数のクラスタがアクセスするボリュームへのネットワークトラフィックを減らす必要があるとします。FlexCacheボリュームを使用すれば、ホット データを元のボリュームからネットワーク内のクラスタ全体に分散できます。これにより、よりユーザに近いアクセス ポイントが提供されるため、WANトラフィックが削減されます。

また、FlexCacheテクノロジーは、クラウド環境やハイブリッド クラウド環境のパフォーマンス向上のためにも利用できます。FlexCacheボリュームを使用すると、オンプレミスのデータセンターからクラウドにデータをキャッシュでき、ハイブリッド クラウドへのワークロードの移行に役立ちます。また、FlexCacheボリュームを使用すれば、あるクラウド プロバイダから別のクラウド プロバイダに、または同じクラウド プロバイダの2つのリージョン間でデータをキャッシュして、クラウド サイロを解消することもできます。

ONTAP 9.10.1以降では、すべてのFlexCacheボリュームにまたがって["グローバルファイルロックを有効にする"](#)を設定できます。グローバルファイルロックにより、他のユーザーが既に開いているファイルへのユーザーアクセスを防止できます。元のボリュームへの更新は、すべてのFlexCacheボリュームに同時に配信されます。

ONTAP 9.9.1以降では、見つからなかったファイルのリストがFlexCacheボリュームで維持されます。クライアントが存在しないファイルを検索する際に、元のボリュームに何度も呼び出しを送信する必要がなくなるため、ネットワークトラフィックの削減につながります。

ONTAPバージョン別にサポートされているプロトコルのリストを含む、追加の["FlexCacheボリュームとその元のボリュームでサポートされている機能"](#)のリストも利用できます。

ONTAP FlexCacheテクノロジーのアーキテクチャの詳細については、["TR-4743：FlexCache in ONTAP"](#)を参照してください。

ビデオ

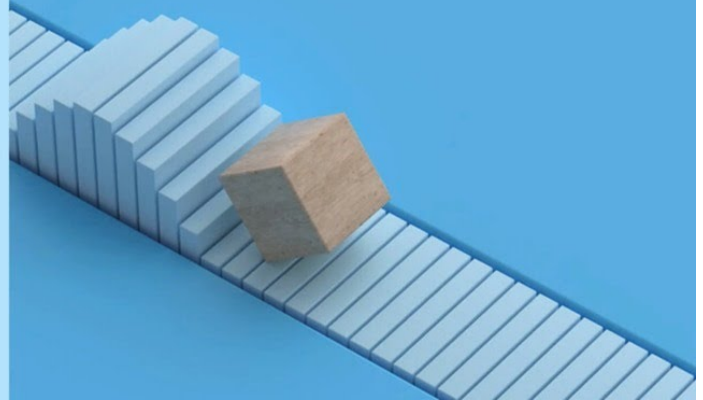
How FlexCache can reduce WAN latency and read times for global data

ONTAP FlexCache

Data Access Where You Need It

Use Case

© 2020 NetApp, Inc. All rights reserved.



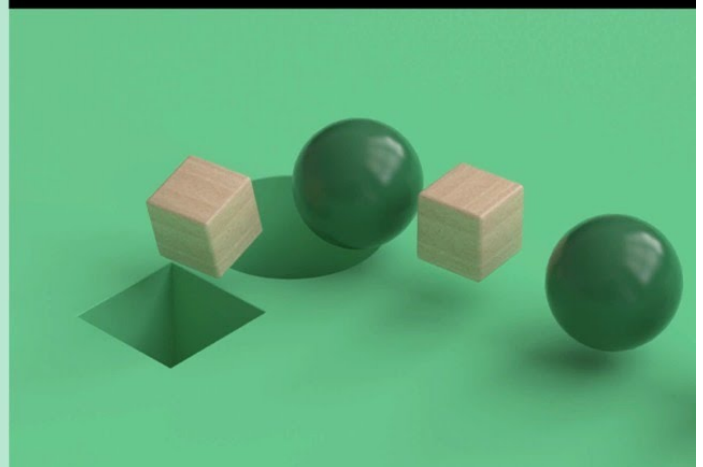
Learn about the performance benefits of ONTAP FlexCache!

ONTAP FlexCache

Data Access Where You Need It

Tech Clip

© 2020 NetApp, Inc. All rights reserved.



ONTAP FlexCacheボリュームでサポートされている機能とサポートされていない機能

ONTAP 9.5以降では、FlexCacheボリュームを設定できます。FlexVolボリュームは元のボリュームとして、FlexGroupボリュームはFlexCacheボリュームとしてサポートされます。ONTAP 9.7以降では、FlexVolボリュームとFlexGroupボリュームの両方が元のボリュームとしてサポートされます。元のボリュームとFlexCacheボリュームでサポートされる機能とプロトコルは異なります。



キャッシュ ボリュームと元のボリュームは、サポートされているバージョンのONTAPでその両方が実行されていれば、相互運用できます。サポートが導入されたONTAPバージョンまたはそれ以降のONTAPバージョンでキャッシュと元のボリュームの両方が実行されている場合にのみ機能がサポートされることに注意してください。

FlexCacheボリュームと元のボリューム間のONTAPバージョンのサポート

オリジンボリュームとキャッシュボリューム間でサポートされる推奨ONTAPバージョンは、4バージョン前または4バージョン後までです。例えば、キャッシュがONTAP 9.14.1を使用している場合、オリジンで使用できる最も古いバージョンはONTAP 9.10.1です。

サポートされるプロトコル

プロトコル	元のボリュームでのサポート	FlexCacheボリュームでのサポート
NFSv3	はい	はい
NFSv4	はい NFSv4.xプロトコルを使用してキャッシュボリュームにアクセスするには、オリジンクラスタとキャッシュクラスタの両方がONTAP 9.10.1以降を使用する必要があります。オリジンクラスタとFlexCacheクラスタのONTAPバージョンは異なっても構いませんが、両方ともONTAP 9.10.1以降のバージョンである必要があります。たとえば、オリジンクラスタにはONTAP 9.10.1、キャッシュクラスタにはONTAP 9.11.1を使用できます。	はい ONTAP 9.10.1以降でサポート。 NFSv4.xプロトコルを使用してキャッシュボリュームにアクセスするには、オリジンクラスタとキャッシュクラスタの両方がONTAP 9.10.1以降を使用する必要があります。オリジンクラスタとFlexCacheクラスタのONTAPバージョンは異なっても構いませんが、両方ともONTAP 9.10.1以降のバージョンである必要があります。たとえば、オリジンクラスタにはONTAP 9.10.1、キャッシュクラスタにはONTAP 9.11.1を使用できます。
NFSv4.2	はい	いいえ

SMB	はい	はい ONTAP 9.8以降でサポート
-----	----	----------------------------

サポートされる機能

機能	元のボリュームでのサポート	FlexCacheボリュームでのサポート
自律型ランサムウェア対策	はい ONTAP 9.10.1以降のFlexVol元のボリュームでサポートされ、ONTAP 9.13.1以降のFlexGroup元のボリュームでもサポートされます。 "自律型ランサムウェア対策のユースケースと考慮事項" を参照してください。	いいえ
ウイルス対策	はい ONTAP 9.7以降でサポート	該当なし オリジンでウイルススキャンを設定している場合、キャッシュでは不要です。オリジンのウイルススキャンは、書き込み元に関係なく、書き込みがコミットされる前にウイルスに感染したファイルを検出します。FlexCacheでのウイルススキャンの使用に関する詳細は、FlexCache "FlexCacheとONTAPのテクニカルレポート" を参照してください。
監査	はい ONTAP 9.7以降でサポートされます。ネイティブのONTAP監査を使用して、FlexCache関係におけるNFSファイル アクセス イベントを監査できます。詳細については、 FlexCacheボリュームの監査に関する考慮事項 を参照してください。	はい ONTAP 9.7以降でサポートされます。ネイティブのONTAP監査を使用して、FlexCache関係におけるNFSファイル アクセス イベントを監査できます。詳細については、 FlexCacheボリュームの監査に関する考慮事項 を参照してください。
Cloud Volumes ONTAP	はい ONTAP 9.6以降でサポート	はい ONTAP 9.6以降でサポート

コンパクション	はい ONTAP 9.6以降でサポート	はい ONTAP 9.7以降でサポート
圧縮	はい ONTAP 9.6以降でサポート	はい ONTAP 9.6以降でサポート
重複排除	はい	はい インライン重複排除はONTAP 9.6以降のFlexCacheボリュームでサポート。ボリューム間重複排除はONTAP 9.7以降のFlexCacheボリュームでサポート。
FabricPool	はい	はい ONTAP 9.7以降でサポート <div>  <p>FabricPool階層化が有効になっているオリジンボリュームのキャッシュとしてFlexCacheボリュームを作成できますが、FlexCacheボリューム自体は階層化できません。</p> </div>
FlexCache DR	はい	はい ONTAP 9.9.1以降でNFSv3プロトコルを使用する場合にのみサポート。FlexCacheボリュームは、別々のSVMまたはクラスタに配置する必要があります。
FlexGroupボリューム	はい ONTAP 9.7以降でサポート	はい
FlexVol	はい	いいえ

FPolicy	はい ONTAP 9.7以降でサポート	はい ONTAP 9.7以降でNFSの場合にサポートONTAP 9.14.1以降でSMBの場合にサポート
MetroCluster構成	はい ONTAP 9.7以降でサポート	はい ONTAP 9.7以降でサポート
Microsoftオフロード データ転送 (ODX)	はい	いいえ
NetApp Aggregate Encryption (NAE)	はい ONTAP 9.6以降でサポート	はい ONTAP 9.6以降でサポート
NetApp Volume Encryption (NVE)	はい ONTAP 9.6以降でサポート	はい ONTAP 9.6以降でサポート
ONTAP S3 NASバケット	はい ONTAP 9.12.1以降でサポート	はい ONTAP 9.18.1以降でサポート
QoS	はい	はい  ファイルレベルのQoSはFlexCacheボリュームでサポートされません。
qtree	はい ONTAP 9.6以降では、qtreeを作成、変更できます。ソース上に作成されたqtreeには、キャッシュ上でアクセスできます。	いいえ

クォータ	<p>はい</p> <p>ONTAP 9.6以降では、FlexCacheの元のボリュームでのクォータの適用がユーザ、グループ、およびqtreeについてサポートされます。</p>	<p>いいえ</p> <p>FlexCacheのライトアラウンド モード（デフォルト モード）では、キャッシュへの書き込みは元のボリュームに転送されます。クォータは元のボリュームで適用されます。</p> <div>  <p>ONTAP 9.6以降では、FlexCacheボリュームでリモート クォータ（rquota）がサポートされます。</p> </div>
SMB変更通知	<p>はい</p>	<p>はい</p> <p>ONTAP 9.14.1以降では、SMB変更通知がキャッシュでサポートされます。</p>
SnapLockボリューム	<p>いいえ</p>	<p>いいえ</p>
SnapMirror非同期関係*	<p>はい</p>	<p>いいえ</p>
	<p>*FlexCacheオリジン：</p> <ul style="list-style-type: none"> FlexVolをFlexCacheボリュームの元のボリュームとして使用できます。 FlexGroupボリュームをFlexCacheボリュームの元のボリュームとして使用できます。 SnapMirror関係のプライマリボリュームをFlexCacheボリュームの元のボリュームとして使用できます ONTAP 9.8以降では、SnapMirror関係のセカンダリ ボリュームをFlexCacheの元のボリュームとして使用できます。SnapMirrorセカンダリ ボリュームは、SnapMirrorのアクティブな更新のない、アイドル状態である必要があります。そうでないと、FlexCacheの作成は失敗します。 	<p>SnapMirror同期関係</p>

いいえ	いいえ	SnapRestore
はい	いいえ	Snapshot 数
はい	いいえ	SVM DR設定
<p>はい</p> <p>ONTAP 9.5以降でサポートされます。SVM DR関係のプライマリSVMは元のボリュームを持つことができます。ただし、ONTAP 9.18.1より前のONTAPリリースを実行している場合、SVM DR関係が解除されたときに、FlexCache関係を新しい元のボリュームを使用して再作成する必要があります。</p> <p>ONTAP 9.18.1以降では、オリジンSVMがフェイルオーバーすると、キャッシュはDRサイトのオリジンに自動的に切り替わります。手動によるリカバリ手順が不要になります。</p> <p>FlexCacheボリュームの作成について学習します。</p>	<p>いいえ</p> <p>プライマリSVMにはFlexCacheボリュームを配置できますが、セカンダリSVMには配置できません。プライマリSVM内のFlexCacheボリュームは、SVM DR関係の一部として複製されません。</p>	ストレージレベルのアクセス保護 (SLAG)
いいえ	いいえ	シンプロビジョニング
はい	<p>はい</p> <p>ONTAP 9.7以降でサポート</p>	ボリューム クローニング
<p>はい</p> <p>元のボリュームおよび元のボリューム内のファイルのクローニングは、ONTAP 9.6以降でサポートされます。</p>	いいえ	ボリューム移動
はい	<p>○ (ボリューム コンスティチュエントのみ)</p> <p>FlexCacheボリュームのボリューム コンスティチュエントの移動は、ONTAP 9.6以降でサポートされます。</p>	ボリュームのリホスト

いいえ	いいえ	vStorage API for Array Integration (VAAI)
-----	-----	---



ONTAP 9.9.5より前のリリースでは、元のFlexVolボリュームは、7-Modeで動作するData ONTAP 8.2.xを実行しているシステムで作成されたFlexCacheボリュームにのみデータを提供できます。ONTAP 9.5以降では、元のFlexVolボリュームは、ONTAP 9システム上のFlexCacheボリュームにもデータを提供できます。7-Mode FlexCacheからONTAP 9 FlexCacheへの移行については、"[NetAppテクニカルレポート4743：FlexCache in ONTAP](#)"を参照してください。

ONTAP FlexCacheボリュームのサイズ設定に関するガイドライン

ボリュームのプロビジョニングを開始する前に、FlexCacheボリュームの制限を確認しておく必要があります。

元のボリュームにはFlexVolのサイズ制限が適用されます。FlexCacheボリュームのサイズは、元のボリューム以下にする必要があります。FlexCacheボリュームのサイズは、元のボリュームのサイズの10%以上にすることを推奨します。

FlexCacheボリュームに関する次の制限も把握しておいてください。

制限	ONTAP 9.8以降	ONTAP 9.7	ONTAP 9.6～9.5
元のボリュームから作成できるFlexCacheボリュームの最大数	100	10	10
ノードあたりの元のボリュームの推奨最大数	100	100	10
ノードあたりのFlexCacheボリュームの推奨最大数	100	100	10
ノードあたりの1つのFlexCacheボリュームに含まれるFlexGroupコンスティチュエントの推奨最大数	800	800	40
ノードあたりの1つのFlexCacheボリュームに含まれるコンスティチュエントの最大数	32	32	32

関連情報

- "[NetApp Interoperability](#)"

ONTAP FlexCacheボリュームを作成する

同じONTAPクラスタ内にFlexCacheボリュームを作成することで、ホットオブジェクトへのアクセス時のパフォーマンスを向上させることができます。データセンターが複数の場所に分散している場合は、リモートのONTAPクラスタにFlexCacheボリュームを作成して、データアクセスを高速化できます。

タスク概要

- ONTAP 9.18.1以降では、ボリューム作成時に `is-s3-enabled` オプションを `true` に設定すること

で、FlexCacheボリューム上でNAS S3バケットへのアクセスを有効にできます。このオプションはデフォルトで無効になっています。

- ONTAP 9.18.1 以降では、FlexCache は SVM-DR 関係に属する SVM を持つ元のボリュームに対するキャッシュボリュームの作成をサポートします。

ONTAP 9.18.1以降を実行している場合、ストレージ管理者は、SVM-DR関係の一部である元のボリュームのキャッシュボリュームを作成する前に、SVM-DR関係の一部であるプライマリおよびセカンダリの元のSVMの両方とキャッシュSVMをピアリングする必要があります。

- ONTAP 9.14.0以降では、暗号化されたソースから暗号化されていないFlexCacheボリュームを作成できます。
- ONTAP 9.7 以降では、FlexVol volume とFlexGroupボリュームの両方が元のボリュームとしてサポートされます。
- ONTAP 9.5以降では、FlexCacheで、FlexVolは元のボリュームとして、FlexGroupボリュームはFlexCacheボリュームとしてサポートされます。

開始する前に

- ONTAP 9.5以降が実行されている必要があります。
- ONTAP 9.6 以前を実行している場合は、"[FlexCacheライセンスを追加する](#)"する必要があります。

ONTAP 9.7以降では、FlexCacheライセンスは不要です。ONTAP 9.7以降では、FlexCacheの機能はONTAPに標準搭載されており、ライセンスやアクティブ化は不要になりました。



HAペアで"[SASまたはNVMeドライブの暗号化（SED、NSE、FIPS）](#)"を使用している場合は、システムを初期化する前に（ブートオプション4または9）、HAペア内のすべてのドライブについて、"[FIPSドライブまたはSEDを非保護モードに戻す](#)"トピックの指示に従う必要があります。これを行わないと、将来ドライブを再利用した場合にデータが失われる可能性があります。

例 1. 手順

System Manager

1. FlexCache ボリュームが元のボリュームとは異なる ONTAP クラスタ上にある場合は、クラスタ ピア関係を作成します：
 - a. ローカル クラスタで、*[保護] > [概要]*をクリックします。
 - b. **Intercluster Settings** を展開し、**Add Network Interfaces** をクリックして、クラスタ間のネットワークインターフェイスを追加します。同じ手順をリモート クラスタでも実行します。
 - c. リモートクラスタで、*Protection > Overview*をクリックします。Cluster Peersセクションで ⓘ をクリックし、*Generate Passphrase*をクリックします。
 - d. 生成されたパスフレーズをコピーし、ローカル クラスタで貼り付けます。
 - e. ローカル クラスタで、[クラスタ ピア]にある*[クラスタのピアリング]*をクリックし、ローカル クラスタとリモート クラスタをピアリングします。
2. SVMピア関係を作成します。

Storage VM Peersで、 ⓘ をクリックし、次に*Peer Storage VMs*をクリックしてストレージVMをピアリングします。

3. *ストレージ > ボリューム*を選択します。
4. *追加*を選択します。
5. *その他のオプション*を選択し、*リモートボリュームのキャッシュとして追加*を選択します。



ONTAP 9.8 以降を実行していて、QoS を無効にするか、カスタム QoS ポリシーを選択する場合は、[その他のオプション] をクリックし、[ストレージと最適化] の下で [パフォーマンス サービス レベル] を選択します。

CLI

1. FlexCacheボリュームを別のクラスタに作成する場合は、クラスタ ピア関係を作成します。
 - a. デスティネーション クラスタで、データ保護のソース クラスタとのピア関係を作成します。

```
cluster peer create -generate-passphrase -offer-expiration
MM/DD/YYYY HH:MM:SS|1...7days|1...168hours -peer-addr
s <peer_LIF_IPs> -initial-allowed-vserver-peers <svm_name>,...|*
-ipospace <ipospace_name>
```

ONTAP 9.6以降では、クラスタ ピア関係の作成時にTLS暗号化がデフォルトで有効になります。TLS暗号化は、元のボリュームとFlexCacheボリュームの間のクラスタ間通信でサポートされます。必要に応じて、クラスタ ピア関係のTLS暗号化を無効にすることもできます。

```
cluster02::> cluster peer create -generate-passphrase -offer
-expiration 2days -initial-allowed-vserver-peers *
```

Passphrase: UCa+6lRVICXeL/gq1WrK7ShR
Expiration Time: 6/7/2017 08:16:10 EST
Initial Allowed Vserver Peers: *
Intercluster LIF IP: 192.140.112.101
Peer Cluster Name: Clus_7ShR (temporary generated)

Warning: make a note of the passphrase - it cannot be displayed again.

- a. ソース クラスタで、ソース クラスタをデスティネーション クラスタに対して認証します。

```
cluster peer create -peer-addr <peer_LIF_IPs> -ipspace <ipspace>
```

```
cluster01::> cluster peer create -peer-addr
192.140.112.101,192.140.112.102
```

Notice: Use a generated passphrase or choose a passphrase of 8 or more characters.

To ensure the authenticity of the peering relationship, use a phrase or sequence of characters that would be hard to guess.

Enter the passphrase:
Confirm the passphrase:

Clusters cluster02 and cluster01 are peered.

2. FlexCacheボリュームが元のボリュームとは異なるSVMにある場合は、`flexcache`をアプリケーションとしてSVMピア関係を作成します。

- a. SVMが別のクラスタにある場合は、ピアリングするSVMのSVM権限を作成します。

```
vserver peer permission create -peer-cluster <cluster_name>
-vserver <svm-name> -applications flexcache
```

次の例は、すべてのローカルSVMに適用されるSVMピア権限を作成する方法を示しています。

```
cluster1::> vserver peer permission create -peer-cluster cluster2
-vserver "*" -applications flexcache
```

Warning: This Vserver peer permission applies to all local Vservers.
After that no explicit
"vserver peer accept" command required for Vserver peer relationship
creation request
from peer cluster "cluster2" with any of the local Vservers. Do you
want to continue? {y|n}: y

a. SVMピア関係を作成します。

```
vserver peer create -vserver <local_SVM> -peer-vserver
<remote_SVM> -peer-cluster <cluster_name> -applications flexcache
```

3. FlexCacheボリュームを作成します。

```
volume flexcache create -vserver <cache_svm> -volume
<cache_vol_name> -auto-provision-as flexgroup -size <vol_size>
-origin-vserver <origin_svm> -origin-volume <origin_vol_name> -is-s3
-enabled true|false
```

次の例は、FlexCacheボリュームを作成し、プロビジョニングする既存のアグリゲートを自動的に選択します。

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs_1 -volume fc1 -auto
-provision-as flexgroup -origin-volume vol_1 -size 160MB -origin
-vserver vs_1
[Job 443] Job succeeded: Successful
```

次の例は、FlexCacheボリュームを作成し、ジャンクションパスを設定します。

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs34 -volume fc4 -aggr
-list aggr34,aggr43 -origin-volume origin1 -size 400m -junction-path
/fc4
[Job 903] Job succeeded: Successful
```

次の例では、FlexCache ボリューム上の S3 アクセスを有効にします：

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs3 -volume
cache_vs3_vol33 -origin-volume vol33 -origin-vserver vs3 -junction
-path /cache_vs3_vol33 -is-s3-enabled true
```

4. FlexCacheボリュームと元のボリュームのFlexCache関係を確認します。

a. クラスタ内のFlexCache関係を表示します。

```
volume flexcache show
```

```
cluster1::> volume flexcache show
Vserver Volume      Size      Origin-Vserver Origin-Volume
Origin-Cluster
-----
vs_1      fc1        160MB     vs_1          vol_1
cluster1
```

b. 元のクラスター内のすべてのFlexCache関係を表示します：+ volume flexcache origin show-caches

```
cluster::> volume flexcache origin show-caches
Origin-Vserver Origin-Volume  Cache-Vserver  Cache-Volume
Cache-Cluster
-----
vs0            ovol1         vs1            cfg1
clusA
vs0            ovol1         vs2            cfg2
clusB
vs_1           vol_1         vs_1           fc1
cluster1
```

結果

FlexCacheボリュームが作成されました。クライアントは、FlexCacheボリュームのジャンクションパスを使用してボリュームをマウントできます。

関連情報

["クラスタとSVMのピアリング"](#)

FlexCacheライトバック

ONTAP FlexCacheライトバックについて学ぶ

ONTAP 9.15.1で導入されたFlexCacheライトバックは、キャッシュへの書き込みに代わる動作モードです。ライトバックにより、書き込みはキャッシュの安定したストレージにコミットされ、データがオリジンに到達するのを待たずにクライアントに確認応答されます。データは非同期的にオリジンにフラッシュバックされます。その結果、特定のワークロードや環境において、ローカルに近い速度で書き込みを実行できるグローバル分散ファイルシステムが実現し、パフォーマンスの大幅な向上が期待できます。



ONTAP 9.12.1では、ライトバック機能がパブリック プレビューとして導入されました。これはライトバック バージョン1 (wbv1) と呼ばれるもので、ライトバック バージョン2 (wbv2) と呼ばれるONTAP 9.15.1のライトバックと同じものと考えないでください。

ライトバックとライトアラウンド

FlexCacheは、ONTAP 9.5での導入以降、読み取り / 書き込み可能なキャッシュですが、ライトアラウンド モードで動作していました。キャッシュでの書き込みは、安定したストレージにコミットするためにキャッシュ元に転送されました。キャッシュ元は、安定したストレージへの書き込みを正常にコミットしたあと、キャッシュへの書き込みに対する確認応答を返しました。その後、キャッシュはクライアントへの書き込みの確認応答を返しました。このため、書き込みが行われるたびに、キャッシュとキャッシュ元の間のネットワークを行き来するペナルティが発生しました。FlexCacheライトバックではこれが変更されています。



ONTAP 9.15.1にアップグレードしたあと、従来のライトアラウンド キャッシュをライトバック キャッシュに変換できます。また、必要であれば、これをライトアラウンドに戻すこともできます。ただし、これにより、問題が発生した場合に診断ログの読み取りが困難になる可能性があります。

	ライトアラウンド	ライトバック
ONTAPバージョン	9.6+	9.15.1以上
ユースケース	読み取り中心のワークロード	書き込みが多いワークロード
データのコミット時刻	キャッシュ元	Cache
クライアント エクスペリエンス	WAN のような	LAN のような
制限	原産地ごとに100	原産地ごとに10
"CAP定理"	利用可能でパーティションに対する耐性がある	利用可能で一貫性がある

FlexCacheライトバックに関する用語

FlexCacheライトバックに関する主な概念と用語を理解しておきましょう。

期間	定義
ダーティデータ	キャッシュの安定したストレージにコミットされているが、オリジンにフラッシュされていないダーティ データ。

期間	定義
Exclusive Lock Delegation (XLD)	キャッシュにファイルごとに付与されるプロトコル レベルのロック権限。この権限により、キャッシュはオリジンにアクセスすることなく、クライアントに排他書き込みロックを付与できます。
Shared Lock Delegation (SLD)	キャッシュにファイルごとに付与されるプロトコル レベルのロック権限。この権限により、キャッシュはオリジンにアクセスすることなく、クライアントに共有読み取りロックを配布できます。
ライトバック	FlexCacheの動作モードの1つで、キャッシュへの書き込みがそのキャッシュの安定したストレージにコミットされ、即座にクライアントに確認応答されます。データは非同期的にオリジンに書き戻されます。
ライトアラウンド	FlexCacheの動作モードの1つで、キャッシュへの書き込みがオリジンに転送され、安定したストレージにコミットされます。コミットされると、オリジンはキャッシュへの書き込みを確認し、キャッシュはクライアントへの書き込みを確認します。
ダーティーデータ レコード システム (DDRS)	ライトバック対応キャッシュ内のダーティー データをファイルごとに追跡する独自のメカニズム。
起源	すべてのFlexCacheキャッシュボリュームのソースデータを含むFlexGroupまたはFlexVol。これは唯一の信頼できるソースであり、ロックの管理を行い、100%のデータ整合性、新しさ、一貫性を保証します。
キャッシュ	FlexCache オリジンのスパース キャッシュ ボリュームである FlexGroup。

整合性、最新性、一貫性

FlexCacheは、場所や時間を問わず適切なデータを確保するためのNetAppのソリューションです。FlexCacheは、常に100%の整合性、最新性、一貫性を備えています。

- 一貫性： どこからアクセスしても同じデータです。
- **Current:** データは常に最新です。
- **Coherent:** データは正確/破損していません。

ONTAP FlexCache ライトバックガイドライン

FlexCache ライトバックには、オリジンとキャッシュ間の複雑な相互作用が多数発生します。最適なパフォーマンスを得るには、環境が以下のガイドラインに準拠していることを確認してください。これらのガイドラインは、コンテンツ作成時点で利用可能な最新のメジャーONTAPバージョン（ONTAP 9.17.1）に基づいています。

ベストプラクティスとして、本番環境のワークロードを非本番環境でテストすることをお勧めします。これらのガイドラインに従わずにFlexCacheライトバックを実装する場合は、特に重要です。

以下のガイドラインはNetApp社内で十分にテストされています。これらのガイドラインに従うことを*強く*推奨します。従わない場合、予期しない動作が発生する可能性があります。

- ONTAP 9.17.1P1では、FlexCacheライトバック機能が大幅に強化されました。オリジンクラスタとキャッシュクラスタの両方で、9.17.1P1の適用後は最新の推奨リリースを実行することを*強く*推奨します。9.17.1コードラインを実行できない場合は、9.16.1の最新のPリリースを次の推奨リリースとしてご利用ください。ONTAP 9.15.1にはFlexCacheライトバック機能に必要な修正と改善がすべて含まれていないため、本番環境のワークロードには推奨されません。
- 現在のバージョンでは、FlexCache の書き戻しキャッシュは、FlexCache ボリューム全体に対して単一のコンスティチュエントで構成する必要があります。複数コンスティチュエントの FlexCache を使用すると、キャッシュから不要なデータのエキクシオンが発生する可能性があります。
- テストは100GB未満のファイルと、キャッシュとオリジン間のWANラウンドトリップタイムが200ミリ秒を超えない条件で実施されています。これらの制限を超えるワークロードでは、予期しないパフォーマンス特性が発生する可能性があります。
- SMB代替データストリームへの書き込みは、メインファイルをキャッシュから削除します。メインファイルに対して他の処理を実行する前に、メインファイルのすべてのダーティー データをオリジンにフラッシュする必要があります。代替データストリームもオリジンに転送されます。
- ファイル名を変更すると、そのファイルはキャッシュから削除されます。そのファイルに対して他の操作を実行する前に、そのファイルのすべてのダーティー データをオリジンにフラッシュする必要があります。
- 現時点では、ライトバック対応FlexCacheボリューム上のファイルで変更または設定できる属性は次のとおりです：
 - タイムスタンプ
 - モードビット
 - NT ACL
 - 所有者
 - グループ
 - サイズ

その他の属性の変更または設定はオリジンに転送され、その結果、ファイルがキャッシュから削除される可能性があります。キャッシュでその他の属性の変更または設定が必要な場合は、アカウント チームにPVRの開設を依頼してください。
- オリジンでスナップショットを作成すると、そのオリジンボリュームに関連付けられたライトバック対応キャッシュから、未処理のダーティー データがすべて呼び出されます。大量のライトバック処理が進行中の場合、ダーティファイルの削除に時間がかかるため、この操作を複数回再試行する必要がある可能性があります。
- 書き込み用の SMB 便宜的ロック（Oplock）は、ライトバック対応FlexCacheボリュームではサポートされません。
- オリジンの使用量は常に80%未満である必要があります。オリジンボリュームの空き容量が20%未満の場合、キャッシュボリュームへの排他ロック委任は許可されません。この場合、ライトバック対応キャッシュへの呼び出しはオリジンに転送されます。これにより、オリジンの空き容量が不足し、ライトバック対応キャッシュにダーティー データが孤立してしまうのを防ぐことができます。
- 低帯域幅やロスの多いクラスタ間ネットワークは、FlexCacheライトバックのパフォーマンスに重大な悪影響を及ぼす可能性があります。帯域幅に関する具体的な要件はありませんが、ワークロードに大きく依存するため、キャッシュとオリジン間のクラスタ間リンクの健全性を確保することを*強く*推奨します。

ONTAP FlexCache ライトバック アーキテクチャ

FlexCacheは、ライトバックとライトアラウンドの両方の書き込み動作モードを含め、高い整合性を考慮して設計されています。ONTAP 9.15.1で導入された従来のライトアラウンド動作モードと新しいライトバック動作モードのどちらにおいても、アクセスされるデータの整合性、最新性、一貫性が常に100%保証されます。

次の概念は、FlexCacheライトバックの動作について詳しく説明しています。

委譲

ロック委譲とデータ委譲により、FlexCacheは、ライトバック キャッシュとライトアラウンド キャッシュの両方のデータの整合性、一貫性、最新性を維持できます。どちらの委譲もキャッシュ元によってオーケストレーションされます。

ロック委譲

ロック委任とは、オリジンがファイルごとにキャッシュに付与するプロトコルレベルのロック権限であり、必要に応じてクライアントにプロトコルロックを発行します。これには、**排他ロック委任 (XLD)** および **共有ロック委任 (SLD)** が含まれます。

XLDおよびライトバック

排他ロック委任 (XLD) は、ONTAPが競合する書き込みを調整する必要があるようにするために、クライアントがファイルへの書き込みを要求するキャッシュに付与されます。重要なことは、1つのファイルに対して一度に1つのXLDしか存在できないことです。つまり、1つのファイルに対して複数の書き込み手が存在することはありません。

ライトバックが有効なキャッシュにファイルへの書き込み要求が入ると、次の手順が実行されます。

1. キャッシュが、要求されたファイルのXLDをすでに取得しているかどうかをチェックします。取得している場合、キャッシュは、別のクライアントがキャッシュにあるファイルに書き込んでいないかぎり、書き込みロックをクライアントに付与します。要求されたファイルのXLDを取得していない場合、キャッシュは、キャッシュ元に対してXLDを要求します。これは、クラスタ間ネットワークを経由する独自のコールです。
2. キャッシュからXLDリクエストを受信すると、オリジンは別のキャッシュにそのファイルのXLDが未処理のまま残っているかどうかを確認します。もし残っている場合は、そのファイルのXLDを呼び出し、**ダーティー データ** そのキャッシュからオリジンにフラッシュします。
3. そのキャッシュからダーティー データがフラッシュバックされ、キャッシュ元の安定したストレージにコミットされると、キャッシュ元は、ファイルのXLDを要求元のキャッシュに付与します。
4. ファイルのXLDを受信すると、キャッシュはクライアントにロックを付与します。その後、書き込みが開始されます。

これらのステップの一部を網羅した概要シーケンス図は、[\[write-back-sequence-diagram\]](#)シーケンス図に記載されています。

クライアント側から見ると、すべてのロックは標準のFlexVolまたはFlexGroupに書き込みを行っているかのように機能し、書き込みロックが要求されたときにわずかな遅延が発生する可能性があります。

現在の反復では、ライトバックが有効になっているキャッシュがファイルの XLD を保持している場合、ONTAP は `READ` 操作を含む他のキャッシュでのそのファイルへの*すべての*アクセスをブロックしま

す。



キャッシュ元コンスチチュエントあたりのXLDは170個に制限されています。

データ委譲

データ委譲は、キャッシュ元がキャッシュに付与するファイル単位の保証で、そのファイル用にキャッシュされたデータが最新であることを保証します。キャッシュは、ファイルのデータ委譲を取得しているかぎり、キャッシュ元に接続する必要なく、そのファイルのキャッシュ データをクライアントに提供できます。ファイルのデータ委譲を取得していない場合は、キャッシュは、クライアントから要求されたデータを受信するためにキャッシュ元に接続する必要があります。

ライトバック モードでは、ファイルのデータ委譲は、そのファイルのXLDが別のキャッシュまたはキャッシュ元で取得されると取り消されます。これにより、ファイルは、読み取り時も含め、他のすべてのキャッシュとキャッシュ元でクライアントから実質的にフェンシングされます。これは、古いデータへのアクセスを回避するために必要なトレードオフです。

ライトバック対応キャッシュでの読み取りは、ライトアラウンド キャッシュでの読み取りと同様に動作します。ライトアラウンド キャッシュとライトバック対応キャッシュの両方において、要求されたファイルが、読み取りが発行されたキャッシュとは別のライトバック対応キャッシュで排他書き込みロックを取得している場合、初期の `READ` パフォーマンス低下が発生する可能性があります。XLDを無効化し、ダーティー データを元のキャッシュにコミットしてから、他のキャッシュでの読み取りを処理する必要があります。

ダーティー データの追跡

キャッシュからオリジンへのライトバックは非同期で行われます。つまり、ダーティー データはオリジンに即座に書き戻されるわけではありません。ONTAPはダーティー データ レコード システムを使用して、ファイルごとのダーティー データを追跡します。各ダーティー データ レコード (DDR) は、特定のファイルの約20MBのダーティー データを表します。ファイルへの書き込みがアクティブになっている場合、ONTAPは2つのDDRがいっぱいになり、3つ目のDDRへの書き込みが行われた後に、ダーティー データのフラッシュバックを開始します。その結果、書き込み中にキャッシュに約40MBのダーティー データが残ることになります。ステートフル プロトコル (NFSv4.x、SMB) の場合、残りの40MBのデータは、ファイルが閉じられたときにオリジンにフラッシュバックされます。ステートレス プロトコル (NFSv3) の場合、40MBのデータは、別のキャッシュでファイルへのアクセスが要求されたとき、またはファイルが2分以上 (最大5分) アイドル状態になったときにフラッシュバックされます。タイマー トリガーまたはスペース トリガーによるダーティー データ フラッシュの詳細については、[キャッシュ スクラバ](#)を参照してください。

DDRとスクラバに加えて、一部のフロントエンドNAS操作では、ファイルのすべてのダーティー データのフラッシュもトリガーされます。

- SETATTR
 - mtime、atime、ctime のみを変更する `SETATTR` はキャッシュで処理できるため、WANのパナルティを回避できます。
- CLOSE
- `OPEN` 別のキャッシュで
- `READ` 別のキャッシュで
- `READDIR` 別のキャッシュで
- `READDIRPLUS` 別のキャッシュで
- `WRITE` 別のキャッシュで

切断モード

ファイルのXLDがライトアラウンド キャッシュに保持され、そのキャッシュがキャッシュ元から切断された場合でも、そのファイルの読み取りは他のキャッシュおよびキャッシュ元で引き続き許可されます。この動作は、XLDがライトバックが有効なキャッシュに保持されている場合とは異なります。その場合では、キャッシュが切断されると、ファイルの読み取りはどこであってもハングします。これによって、100%の整合性、最新性、一貫性が維持されます。読み取りはライトアラウンド モードで許可されます。なぜなら、クライアントに書き込みの確認応答が送信されたすべてのデータをキャッシュ元が使用できることが保証されるためです。切断中のライトバック モードでは、切断前にライトバックが有効なキャッシュに書き込まれて確認応答が返されたすべてのデータがキャッシュ元に到達することは保証されません。

ファイルのXLDを保持するキャッシュが長時間切断された場合、システム管理者はキャッシュ元でXLDを手動で取り消すことができます。これにより、ファイルへのIOが残っているキャッシュとキャッシュ元で再開されます。



XLDを手動で取り消すと、切断されたキャッシュにあるファイルのダーティー データが失われます。XLDの手動取り消しは、キャッシュとキャッシュ元の間で壊滅的な中断が発生した場合にのみ実行してください。

キャッシュ スクラバ

ONTAPには、タイマーの期限切れやスペースのしきい値超過など、特定のイベントに応じて実行されるスクラバがあります。スクラバは、スクラビング（キャッシュの削除）の対象のファイルに対して排他ロックを取得し、スクラビングが完了するまで、そのファイルへのIOを事実上凍結します。

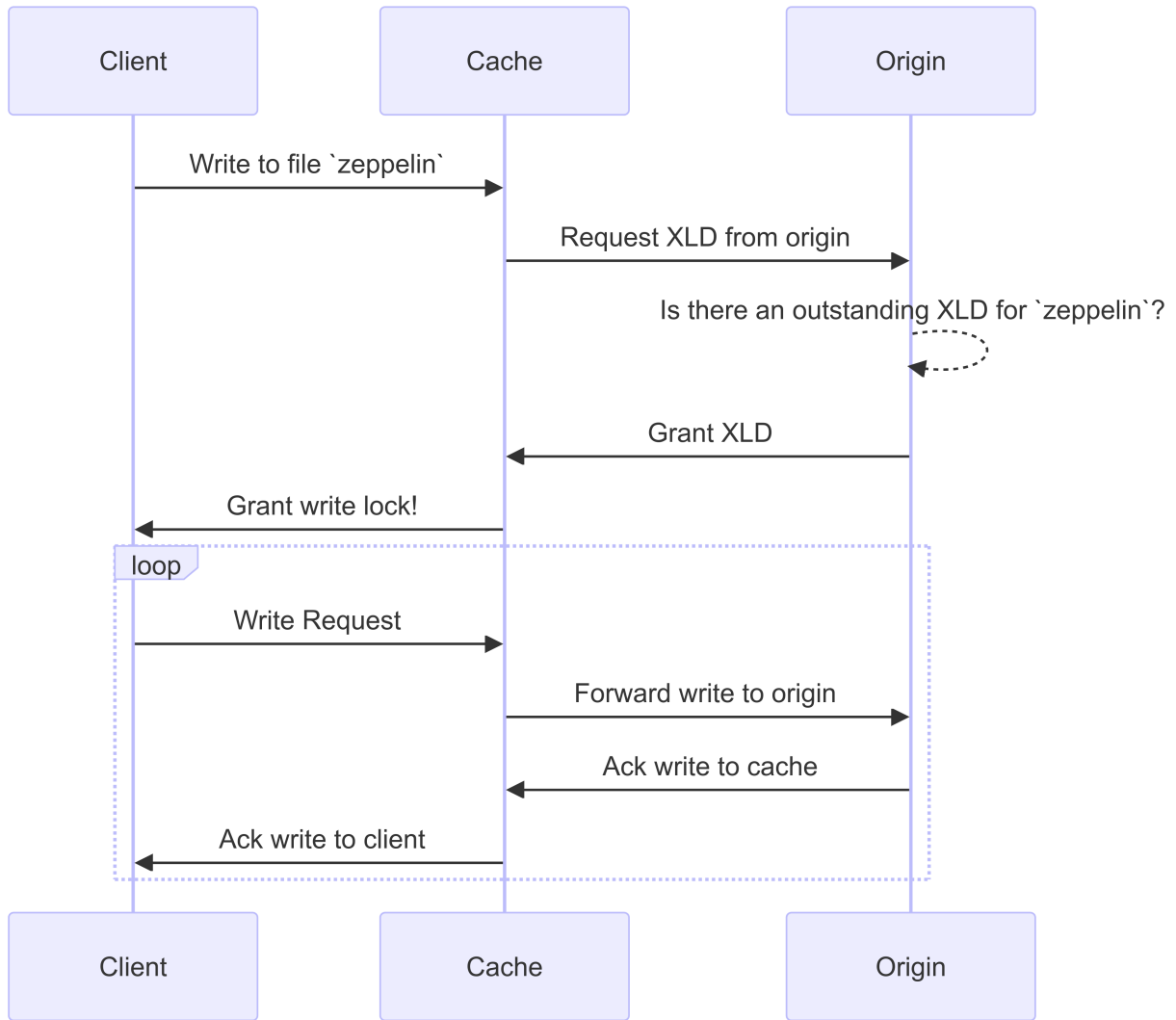
スクラバには以下が含まれます。

- キャッシュ上の**mtime**ベースのスクラバー：このスクラバーは5分ごとに起動し、2分間変更されていないファイルをスクラビングします。ファイルのダーティー データがキャッシュ内にまだ残っている場合、そのファイルへのIOは停止され、ライトバックがトリガーされます。ライトバックが完了すると、IOは再開されます。
- *オリジン上の**mtime**ベースのスクラバー：*キャッシュ上の**mtime**ベースのスクラバーと同様に、これも5分ごとに実行されます。ただし、15分間変更されていないファイルをスクラビングし、inodeの委任を呼び出します。このスクラバーはライトバック処理を開始しません。
- オリジンにおける**RW**制限ベースのスクラバー：ONTAPは、オリジン構成要素ごとに付与されたRWロック委任の数を監視します。この数が170を超えると、ONTAPはLRU（Least-Recently Used）ベースで書き込みロック委任のスクラビングを開始します。
- キャッシュ上のスペースベースのスクラバー：FlexCacheボリュームの使用率が90%に達すると、キャッシュがスクラブされ、LRUベースで削除されます。
- *オリジン上のスペースベースのスクラバー：*FlexCache オリジン ボリュームの使用率が 90% に達すると、キャッシュがスクラブされ、LRU ベースで削除されます。

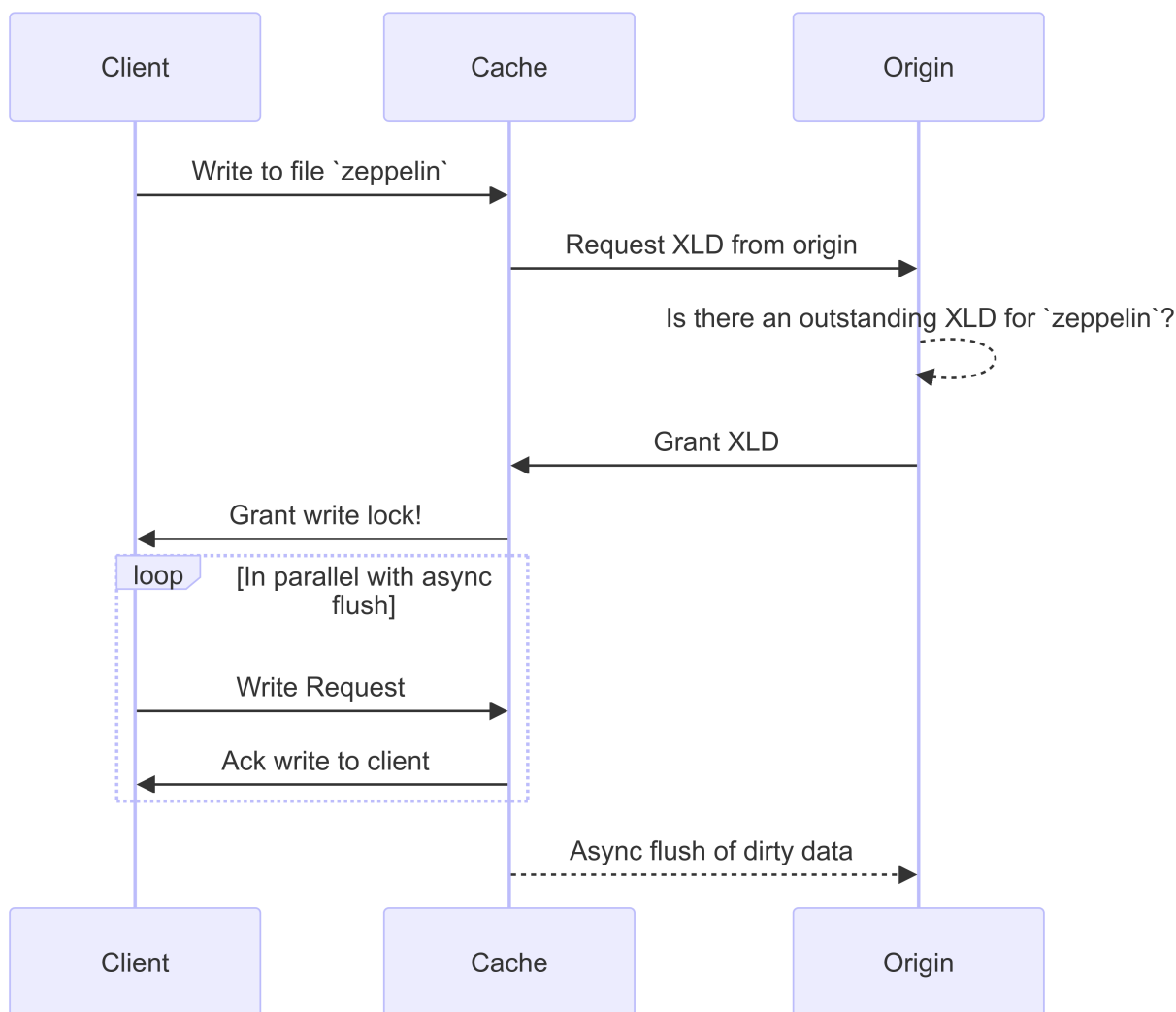
シーケンス図

これらのシーケンス図は、ライトアラウンド モードとライトバック モードの間の書き込みの確認応答の違いを示しています。

ライトアラウンド



ライトバック



ONTAP FlexCache ライトバックのユースケース

以下に示すユースケースは、ライトバックが有効なFlexCacheに最適な書き込みプロファイルです。ワークロードをテストして、ライトバックまたはライトアラウンドによって最大限のパフォーマンスが得られるかどうかを確認する必要があります。



ライトバックはライトアラウンドの代わりとなるものではありません。ライトバックは書き込み負荷の高いワークロード向けに設計されていますが、多くのワークロードにはライトアラウンドが適しています。

ターゲットとなるワークロード

ファイル サイズ

ファイルサイズよりも、ファイルに対する `OPEN` 呼び出しと `CLOSE` 呼び出しの間に発行される書き込み回数の方が重要です。小さなファイルは本質的に `WRITE` 呼び出し回数が少ないため、ライトバックには適していません。大きなファイルでは `OPEN` 呼び出しと `CLOSE` 呼び出しの間に書き込み回数が増える可能性があります。必ずしもそうとは限りません。

最大ファイル サイズに関する最新の推奨事項については、"[FlexCache 書き戻しガイドライン](#)"ページを参照してください。

書き込みサイズ

クライアントからの書き込み時には、書き込み呼び出し以外にも、NASの変更を伴う呼び出しが行われます。これには以下が含まれますが、これらに限定されるものではありません：

- CREATE
- OPEN
- CLOSE
- SETATTR
- SET_INFO

SETATTR`および`SET_INFO`で`mtime`、`atime`、`ctime`、`owner`、`group`、または`size`を設定する呼び出しは、キャッシュで処理されます。これらの呼び出しの残りはオリジンで処理する必要があり、操作対象のファイルについてライトバック対応キャッシュに蓄積されたダーティーデータのライトバックをトリガーします。ライトバックが完了するまで、ファイルへのIOは休止されます。

これらの呼び出しがWANを経由する必要があることを理解しておく、ライトバックに適したワークロードを特定するのに役立ちます。一般的に、上記の他の呼び出しが発行されることなく、`OPEN`と`CLOSE`の呼び出しの間で書き込みを多く実行できるほど、ライトバックによるパフォーマンスの向上は大きくなります。

リードアフターライト

従来、リードアフターライトのワークロードはFlexCacheではパフォーマンスが低下していました。これは、9.15.1より前の動作モードがライトアラウンドモードであったためです。ファイルへの`WRITE`呼び出しは元の場所でコミットする必要があり、後続の`READ`呼び出しではデータをキャッシュにプルバックする必要がありました。その結果、両方の操作でWANのペナルティが発生していました。そのため、ライトアラウンドモードのFlexCacheでは、リードアフターライトのワークロードは推奨されません。9.15.1でライトバックが導入されたことで、データはキャッシュでコミットされ、キャッシュからすぐに読み取ることができるようになり、WANのペナルティが解消されました。ワークロードにFlexCacheボリュームでのリードアフターライトが含まれる場合は、キャッシュをライトバックモードで動作するように構成する必要があります。



リードアフターライトがワークロードの重要な部分である場合は、ライトバック モードで動作するようにキャッシュを設定する必要があります。

ライトアフターライト

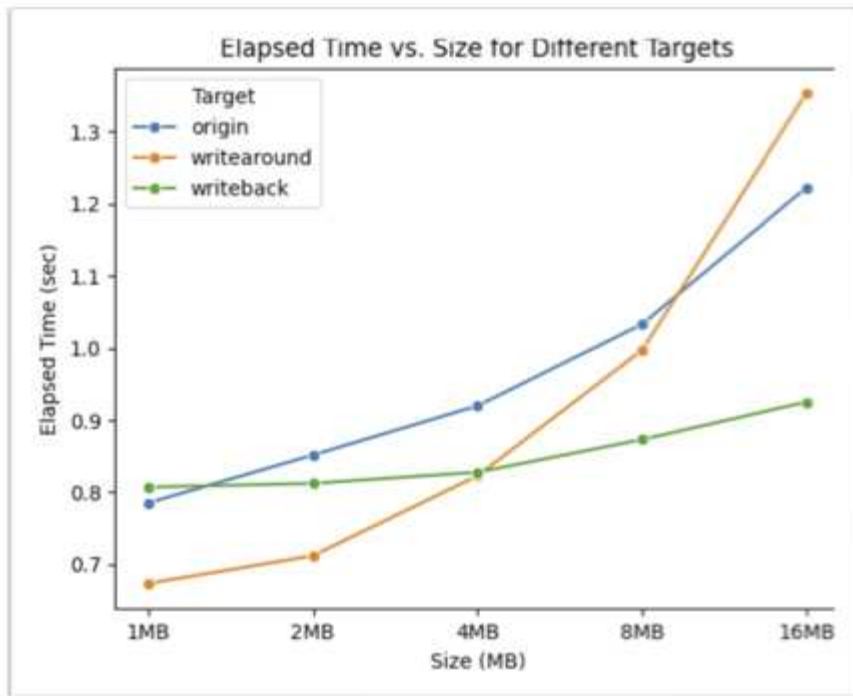
ファイルのダーティー データがキャッシュに蓄積されると、キャッシュはデータを非同期的にキャッシュ元へ書き込みます。この場合、当然のことながら、キャッシュ元へのフラッシュバックを待機しているダーティー データがあるファイルをクライアントが閉じるときに時間がかかります。閉じられたばかりでまだダーティー データが残っているファイルに対して別のオープンまたは書き込み命令が発行された場合、書き込みは、すべてのダーティー データがキャッシュ元へフラッシュされるまで中断されます。

レイテンシに関する考慮事項

FlexCacheがライトバック モードで動作する場合、レイテンシが増加するほどNASクライアントにとってメリットが大きくなります。しかし、ライトバックのオーバーヘッドが低レイテンシ環境で得られるメリットを上回ってしまうポイントがあります。一部のNetAppテストでは、キャッシュとオリジン間の最小レイテンシが8ms付近でライトバックのメリットが現れ始めました。このレイテンシはワークロードによって異なるため、ワークロードのリターン ポイントを必ずテストして把握してください。

次のグラフは、NetApp のラボテストにおける書き戻しのリターンポイントを示しています。x 軸はファイル

サイズ、y 軸は経過時間です。このテストでは、NFSv3 を使用し、256KB の `rsiz` および `wsiz` でマウントし、WAN レイテンシは 64ms でした。このテストは、キャッシュとオリジンの両方に小規模な ONTAP Select インスタンスを使用し、シングルスレッドの書き込み操作で実施されました。結果は異なる場合があります。



ライトバックはクラスタ内キャッシングには使用しないでください。クラスタ内キャッシングは、キャッシュ元とキャッシュが同じクラスタ内にある場合に発生します。

ONTAP FlexCache ライトバックの前提条件

FlexCache をライトバック モードで展開する前に、パフォーマンス、ソフトウェア、ライセンス、およびシステム構成の要件を満たしていることを確認してください。

CPU およびメモリ

ライトバック対応キャッシュによって開始されるライトバック メッセージを処理するために、各オリジン クラスタ ノードには少なくとも 128GB の RAM と 20 個の CPU を搭載することを強く推奨します。これは A400 以上に相当します。オリジン クラスタが複数のライトバック対応 FlexCaches のオリジンとして機能する場合は、より多くの CPU と RAM が必要になります。



ワークロードに小さすぎるオリジンを使用すると、ライトバック対応キャッシュまたはオリジンのパフォーマンスに大きな影響を与える可能性があります。

ONTAP のバージョン

- オリジンでは ONTAP 9.15.1 以降が実行されている必要があります。
- ライトバック モードで動作する必要があるキャッシュ クラスタは、ONTAP 9.15.1 以降を実行している必要があります。

- ・ライトバック モードで動作する必要がないキャッシュ クラスタでは、一般的にサポートされている任意の ONTAP バージョンを実行できます。

ライセンス

ライトバック動作モードを含むFlexCacheは、ONTAPの購入に含まれています。追加のライセンスは必要ありません。

ピアリング

- ・オリジン クラスタとキャッシュ クラスタは"[クラスタピアリング済み](#)"
- ・オリジン クラスタとキャッシュ クラスタ上のサーバー仮想マシン（SVM）には"[vserver のピア関係](#)"、FlexCacheオプションが必要です。



キャッシュ クラスタを別のキャッシュ クラスタにピアリングする必要はありません。また、キャッシュSVMを別のキャッシュSVMとピアリングする必要もありません。

ONTAP FlexCache ライトバックの相互運用性

FlexCacheをライトバック モードで導入する際の相互運用性に関する考慮事項を理解しておきましょう。

ONTAPのバージョン

ライトバック動作モードを使用するには、キャッシュとオリジンの両方でONTAP 9.15.1以降が実行されている必要があります。



ライトバックが有効なキャッシュが不要なクラスタでは、以前のバージョンのONTAPを実行できますが、そのクラスタはライトアラウンド モードでしか動作しません。

環境内で異なるバージョンのONTAPを混在させることができます。

クラスタ	ONTAPのバージョン	ライトバックのサポート
起源	ONTAP 9.15.1	該当なし†
クラスタ 1	ONTAP 9.15.1	はい
クラスタ 2	ONTAP 9.14.1	いいえ

クラスタ	ONTAPのバージョン	ライトバックのサポート
起源	ONTAP 9.14.1	該当なし†
クラスタ 1	ONTAP 9.15.1	いいえ
クラスタ 2	ONTAP 9.15.1	いいえ

† オリジンはキャッシュではないため、ライトバックもライトアラウンドもサポートされません。



[example2-table]では、オリジンが厳密な要件である ONTAP 9.15.1 以降を実行していないため、どちらのクラスタもライトバック モードを有効にできません。

クライアントの相互運用性

ONTAPで一般的にサポートされているクライアントは、ライトアラウンドモードまたはライトバックモードのどちらで動作しているかに関係なく、FlexCacheボリュームにアクセスできます。サポートされているクライアントの最新リストについては、NetAppの "[相互運用性マトリックス](#)"を参照してください。

クライアントのバージョンは特に重要ではありませんが、NFSv3、NFSv4.0、NFSv4.1、SMB2.x、またはSMB3.xをサポートできる新しいクライアントが必要です。SMB1とNFSv2は廃止されたプロトコルであり、サポートされていません。

ライトバックとライトアラウンド

[example1-table]に示すように、ライトバック モードで動作するFlexCacheは、ライトアラウンド モードで動作するキャッシュと共存できます。具体的なワークロードでライトアラウンドとライトバックを比較することをお勧めします。



ライトバックとライトアラウンドでワークロードのパフォーマンスが同じ場合は、ライトアラウンドを使用します。

ONTAP機能の相互運用性

FlexCache機能の相互運用性の最新リストについては、"[FlexCacheボリュームでサポートされている機能とサポートされていない機能](#)"を参照してください。

ONTAP FlexCacheライトバックの有効化と管理

ONTAP 9.15.1以降では、FlexCacheボリュームでFlexCacheライトバック モードを有効にして、エッジ コンピューティング環境や書き込み負荷の高いワークロードがあるキャッシュのパフォーマンスを向上できます。また、必要に応じてFlexCacheボリュームでライトバックを有効にするか無効にするかを決定できます。

キャッシュ ボリュームでライトバックを有効にすると、書き込み要求は元のボリュームではなくローカル キャッシュに送信されます。

開始する前に

advanced権限モードにする必要があります。

ライトバックが有効な新しいFlexCacheボリュームの作成


手順

ONTAP System ManagerかONTAP CLIを使用して、ライトバックが有効な新しいFlexCacheボリュームを作成できます。

System Manager

1. FlexCacheボリュームが元のボリュームとは別のクラスタにある場合は、クラスタ ピア関係を作成します。
 - a. ローカル クラスタで、* 保護 > 概要 * をクリックします。
 - b. **Intercluster Settings** を展開し、**Add Network Interfaces** をクリックして、クラスタ間インターフェイスをクラスタに追加します。

同じ手順をリモート クラスタで繰り返します。

- c. リモート クラスタで、* Protection > Overview * をクリックします。Cluster Peers セクションで  をクリックし、* Generate Passphrase * をクリックします。
 - d. 生成されたパスフレーズをコピーし、ローカル クラスタで貼り付けます。
 - e. ローカル クラスターの [Cluster Peers] で **[Peer Clusters]** をクリックし、ローカル クラスターとリモート クラスターをピアリングします。
2. FlexCacheボリュームが元のボリュームとは別のクラスタにある場合は、SVMピア関係を作成します。

*Storage VM Peers*で、 をクリックし、次に*Peer Storage VMs*をクリックしてStorage VMをピアリングします。

FlexCacheボリュームが同じクラスタにある場合、System Managerを使用してSVMピア関係を作成することはできません。

3. *ストレージ > ボリューム*を選択します。
4. *追加*を選択します。
5. *その他のオプション*を選択し、*リモートボリュームのキャッシュとして追加*を選択します。
6. *FlexCache 書き戻しを有効にする*を選択します。

CLI

1. FlexCacheボリュームを別のクラスタに作成する場合は、クラスタ ピア関係を作成します。
 - a. デスティネーション クラスタで、データ保護のソース クラスタとのピア関係を作成します。

```
cluster peer create -generate-passphrase -offer-expiration
MM/DD/YYYY HH:MM:SS|1...7days|1...168hours -peer-addr
<peer_LIF_IPs> -initial-allowed-vserver-peers <svm_name>,...|*
-ipospace <ipospace_name>
```

ONTAP 9.6以降では、クラスタ ピア関係の作成時にTLS暗号化がデフォルトで有効になります。TLS暗号化は、元のボリュームとFlexCacheボリュームの間のクラスタ間通信でサポートされます。必要に応じて、クラスタ ピア関係のTLS暗号化を無効にすることもできます。

```
cluster02::> cluster peer create -generate-passphrase -offer
-expiration 2days -initial-allowed-vserver-peers *
```

Passphrase: UCa+6lRVICXeL/gq1WrK7ShR
Expiration Time: 6/7/2017 08:16:10 EST
Initial Allowed Vserver Peers: *
Intercluster LIF IP: 192.140.112.101
Peer Cluster Name: Clus_7ShR (temporary generated)

Warning: make a note of the passphrase - it cannot be displayed again.

- a. ソース クラスタで、ソース クラスタをデスティネーション クラスタに対して認証します。

```
cluster peer create -peer-addr <peer_LIF_IPs> -ip-space <ip-space>
```

```
cluster01::> cluster peer create -peer-addr
192.140.112.101,192.140.112.102
```

Notice: Use a generated passphrase or choose a passphrase of 8 or more characters.

To ensure the authenticity of the peering relationship, use a phrase or sequence of characters that would be hard to guess.

Enter the passphrase:
Confirm the passphrase:

Clusters cluster02 and cluster01 are peered.

2. FlexCacheボリュームが元のボリュームとは異なるSVMにある場合は、`flexcache`をアプリケーションとしてSVMピア関係を作成します。

- a. SVMが別のクラスタにある場合は、ピアリングするSVMのSVM権限を作成します。

```
vserver peer permission create -peer-cluster <cluster_name>
-vserver <svm-name> -applications flexcache
```

次の例は、すべてのローカルSVMに適用されるSVMピア権限を作成する方法を示しています。

```
cluster1::> vserver peer permission create -peer-cluster cluster2  
-vserver "*" -applications flexcache
```

Warning: This Vserver peer permission applies to all local Vservers.
After that no explicit
"vserver peer accept" command required for Vserver peer relationship
creation request
from peer cluster "cluster2" with any of the local Vservers. Do you
want to continue? {y|n}: y

a. SVMピア関係を作成します。

```
vserver peer create -vserver <local_SVM> -peer-vserver  
<remote_SVM> -peer-cluster <cluster_name> -applications flexcache
```

3. ライトバックが有効なFlexCacheボリュームを作成します。

```
volume flexcache create -vserver <cache_vserver_name> -volume  
<cache_flexgroup_name> -aggr-list <list_of_aggregates> -origin  
-volume <origin_flexgroup> -origin-vserver <origin_vserver name>  
-junction-path <junction_path> -is-writeback-enabled true
```

既存のFlexCacheボリュームでのFlexCacheライトバックの有効化

ONTAP System ManagerまたはONTAP CLIを使用して、既存のFlexCacheボリュームでFlexCacheライトバックを有効にできます。

System Manager

1. *ストレージ > ボリューム*を選択し、既存のFlexCacheボリュームを選択します。
2. ボリュームの概要ページで、右上隅の*編集*をクリックします。
3. *ボリュームの編集*ウィンドウで、*FlexCache ライトバックを有効にする*を選択します。

CLI

1. 既存のFlexCacheボリュームでライトバックを有効にします。

```
volume flexcache config modify -volume <cache_flexgroup_name> -is  
-writeback-enabled true
```

FlexCache書き戻しが有効になっているか確認する

手順

System ManagerかONTAP CLIを使用して、FlexCacheライトバックが有効になっているかどうかを確認できます。

System Manager

1. ストレージ > ボリューム を選択し、ボリュームを選択します。
2. ボリュームの*概要*で*FlexCache詳細*を見つけて、FlexCacheボリュームでFlexCache書き戻しが*有効*に設定されているかどうかを確認します。

CLI

1. FlexCacheライトバックが有効になっているかどうかを確認します。

```
volume flexcache config show -volume <cache_flexgroup_name> -fields  
is-writeback-enabled
```

FlexCacheボリュームでのライトバックの無効化

FlexCacheボリュームを削除する前に、FlexCacheライトバックを無効にする必要があります。

手順

System ManagerまたはONTAP CLIを使用して、FlexCacheライトバックを無効にできます。

System Manager

1. ストレージ > ボリューム を選択し、FlexCache ライトバックが有効になっている既存の FlexCache ボリュームを選択します。
2. ボリュームの概要ページで、右上隅の*編集*をクリックします。
3. *ボリュームの編集*ウィンドウで、*FlexCache 書き戻しを有効にする*の選択を解除します。

CLI

1. ライトバックを無効にします。

```
volume flexcache config modify -volume <cache_vol_name> -is  
-writeback-enabled false
```

ONTAP FlexCache ライトバックに関するよくある質問

質問に対する迅速な回答を探している場合は、この FAQ が役立ちます。

ライトバック機能を使いたいのですが、どのバージョンの **ONTAP** を実行する必要がありますか？

キャッシュとオリジンの両方が ONTAP 9.15.1 以降を実行している必要があります。最新の P リリースを実行することを*強く*推奨します。エンジニアリング チームは、ライトバック対応キャッシュのパフォーマンスと機能を継続的に改善しています。

オリジンにアクセスするクライアントは、ライトバック対応キャッシュにアクセスするクライアントに影響を与える可能性がありますか？

はい。オリジンは、他のキャッシュと同様にデータに対する権限を持ちます。ファイルに対して、キャッシュからのファイルの削除、またはロック／データ委任の取り消しを必要とする操作が実行された場合、キャッシュ側のクライアントではファイルへのアクセスに遅延が発生する可能性があります。

書き戻しが有効な**FlexCaches**に**QoS**を適用できますか？

はい。各キャッシュとオリジンにはそれぞれ独立したQoSポリシーを適用できます。これは、ライトバックによって開始されるクラスタ間トラフィックに直接的な影響を与えることはありません。間接的には、ライトバックが有効なキャッシュでフロントエンドトラフィックのQoSを制限することで、クラスタ間ライトバックトラフィックの速度を低下させることができます。

書き戻しが有効な**FlexCaches**でマルチプロトコル**NAS**はサポートされていますか？

はい。マルチプロトコルは、書き戻し有効なFlexCachesで完全にサポートされています。現在、NFSv4.2およびS3は、書き回しまたは書き戻しモードで動作するFlexCacheではサポートされていません。

ライトバック対応の**FlexCaches**では、**SMB** 代替データ ストリームはサポートされますか？

SMB代替データストリーム（ADS）はサポートされていますが、ライトバックによる高速化は行われません。ADSへの書き込みはオリジンに転送されるため、WANレイテンシのペナルティが発生します。また、この書き込みにより、ADSを含むメインファイルがキャッシュから削除されます。

キャッシュを作成した後、ライトアラウンド動作モードとライトバック動作モードを切り替えることはできますか？

はい。`is-writeback-enabled`フラグを`flexcache modify` [コマンド](#)で切り替えるだけです。

キャッシュとオリジン間のクラスタ間リンクに関して注意すべき帯域幅の考慮事項はありますか？

はい。FlexCacheライトバックは、キャッシュとオリジン間のクラスタ間リンクに大きく依存します。帯域幅が狭い場合やネットワークのロスが多い場合、パフォーマンスに重大な悪影響を与える可能性があります。特定の帯域幅要件はなく、ワークロードに大きく依存します。

FlexCache の二重性

FlexCache の二重性に関するよくある質問

このFAQでは、ONTAP 9.18.1で導入されたFlexCacheデュアリティに関するよくある質問にお答えします。

よくある質問

「二重性」とは何でしょうか？

Duality により、ファイル（NAS）プロトコルとオブジェクト（S3）プロトコルの両方を使用して同じデータへの統合アクセスが可能になります。ONTAP 9.12.1でFlexCacheサポートなしで導入されたdualityは、ONTAP 9.18.1でFlexCacheボリュームを含むように拡張され、FlexCacheボリュームにキャッシュされたNASファイルへのS3プロトコル アクセスが可能になりました。

FlexCache S3 バケットでサポートされている **S3** 操作は何ですか？

標準S3 NASバケットでサポートされているS3操作は、FlexCache S3 NASバケットでサポートされていますが、`COPY`操作は除きます。標準S3 NASバケットでサポートされていない操作の最新リストについては、"[相互運用性ドキュメント](#)"を参照してください。

FlexCache デュアリティで **FlexCache** をライトバック モードで使用できますか。

いいえ。FlexCache S3 NASバケットがFlexCacheボリュームに作成される場合、FlexCacheボリュームはライトアラウンドモードになっている*必要があります*。FlexCache S3 NASバケットをライトバックモードのFlexCacheボリュームに作成しようとすると、操作は失敗します。

ハードウェアの制限により、クラスターの 1 つを **ONTAP 9.18.1** にアップグレードできません。キャッシュクラスターのみが **ONTAP 9.18.1** を実行している場合でも、クラスター内で二重性は機能しますか？

いいえ。キャッシュ クラスタとオリジン クラスタの両方で、最低有効クラスタ バージョンは 9.18.1 である必要があります。9.18.1 より前の ONTAP バージョンを実行しているオリジンとピア接続されたキャッシュ クラスタで FlexCache S3 NAS バケットを作成しようとすると、操作は失敗します。

私は**MetroCluster**構成を持っています。 **FlexCache**デュアリティを使用できますか？

いいえ。FlexCache の二重性は MetroCluster 構成ではサポートされていません。

FlexCache S3 NAS バケット内のファイルへの **S3** アクセスを監査できますか？

S3監査は、FlexCacheボリュームが使用するNAS監査機能によって提供されます。FlexCacheボリュームのNAS監査の詳細については、"[FlexCache 監査の詳細](#)"を参照してください。

キャッシュ クラスタが元のクラスターから切断された場合、何が起こるでしょうか？

FlexCache S3 NASバケットへのS3リクエストは、キャッシュ クラスタが元のクラスターから切断されている場合、`503 Service Unavailable`エラーで失敗します。

マルチパート **S3** オペレーションを **FlexCache** デュアリティで使用できますか？

マルチパートS3オペレーションが機能するには、基盤となるFlexCacheボリュームのgranular-dataフィールドを「advanced」に設定する必要があります。このフィールドは、元のボリュームに設定されている値に設定されます。

FlexCache の二重性は **HTTP** および **HTTPS** アクセスをサポートしますか？

はい。デフォルトでは、HTTPS が必須です。必要に応じて、HTTP アクセスを許可するように S3 サービスを設定できます。

NAS FlexCache ボリュームへのS3アクセスを有効にする

ONTAP 9.18.1以降では、NAS FlexCacheボリュームへのS3アクセスを有効にすることができます。これは「デュアリティ」とも呼ばれます。これにより、クライアントは、NFSやSMBなどの従来のNASプロトコルに加えて、S3プロトコルを使用してFlexCacheボリュームに格納されたデータにアクセスできます。以下の情報を使用して、FlexCacheデュアリティを設定できます。

前提条件

開始する前に、次の前提条件を満たしていることを確認する必要があります：

- S3 プロトコルと必要な NAS プロトコル（NFS、SMB、またはその両方）が SVM でライセンスされ、設定されていることを確認します。

- DNS およびその他の必要なサービスが設定されていることを確認します。
- クラスタと SVM のピア関係を確立
- FlexCache ボリュームの作成
- データ LIF が作成されました



FlexCache の二重性に関するより詳細なドキュメントについては、"[ONTAP S3 マルチプロトコル サポート](#)"を参照してください。

ステップ1：証明書を作成して署名する

S3アクセスをFlexCacheボリュームに対して有効にするには、FlexCacheボリュームをホストするSVMの証明書をインストールする必要があります。この例では自己署名証明書を使用していますが、本番環境では、信頼できる証明機関（CA）によって署名された証明書を使用する必要があります。

1. SVM ルート CA を作成します：

```
security certificate create -vserver <svm> -type root-ca -common-name
<arbitrary_name>
```

2. 証明書署名要求を生成する：

```
security certificate generate-csr -common-name <dns_name_of_data_lif>
-dns-name <dns_name_of_data_lif> -ipaddr <data_lif_ip>
```

出力例：

```
-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
MIICZjCCAbYCAQAwHzEdMBsGA1UEAxMUy2FjaGUxZy1kYXRhLm5hcy5sYWlwggEi
MA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4IBDwAwggEKAoIBAQCusJk075O8Uh329cHI6x+BaRS2
w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK1CI2VEkrXGUg
...
vMIGN351+FgzLQ4X5lKfoMXCV70NqIakxzEmkTIUDKv7n9EVZ4b5DTTlrL03X/nK
+Bim2y2y180PaFB3NauZHTnIIzIc8zCp2IEqmFWyMDcdBjP9KS0+jNm4QhuXiM8F
D7gm3g/O70qa50xbAEa15o4NbOl95U0T0rwqTaSzFG0XQnK2PmA1OIwS5ET35p3Z
dLU=
-----END CERTIFICATE REQUEST-----
```

秘密鍵の例：

```

-----BEGIN PRIVATE KEY-----
MIIEvAIBADANBgkqhkiG9w0BAQEFAASCbKYYwggSiAgEAAoIBAQCusJk07508Uh32
9cHI6x+BaRS2w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK
1CI2VEkrXGUgWbtx1K4IlrCTB829Q1aLGAQXVyWnzhQc4tS5PW/DsQ8t7olZ9zEI
...
rXGEddaqp7jQGNXUGlxbO3zcBil1/A9Hc6oalNECgYBKwe3PeZamiwhIHLY9ph7w
dJfFCshsPalMuAp2OuKIANa9l6fT9y5kf9tIbskT+t5Dth8bmV9pwe8UZaK5eC4
Svxm19jHT5QqloDaZVUmMXFKyKoqPDdfvcDk2Eb5gMfIIb0a3TPC/jqqpDn9BzuH
TO02fuRvRR/G/HUz2yRd+A==
-----END PRIVATE KEY-----

```



将来の参照用に証明書要求と秘密キーのコピーを保管してください。

3. 証明書に署名します：

`root-ca`は、<<anchor1-step, SVMルートCAを作成する>>で作成したものです。

```

certificate sign -ca <svm_root_ca> -ca-serial <svm_root_ca_sn> -expire
-days 364 -format PEM -vserver <svm>

```

4. 証明書署名要求を生成するで生成された証明書署名要求（CSR）を貼り付けます。

例：

```

-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
MIICzjCCAbYCAQAwHzEdMBsGA1UEAxMUy2FjaGUxZy1kYXRhLm5hcy5sYWwgEi
MA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4IBDwAwggEKAoIBAQCusJk07508Uh329cHI6x+BaRS2
w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK1CI2VEkrXGUg
...
vMIGN351+FgzLQ4X5lKfoMXCV70NqIakxzEmkTIUDKv7n9EVZ4b5DTTlrL03X/nK
+Bim2y2y180PaFB3NauZHTnIIzIc8zCp2IEqmFWyMDcdBjP9KS0+jNm4QhuXiM8F
D7gm3g/O70qa5OxbAEa15o4NbO195U0T0rwqTaSzFG0XQnK2PmA1OIwS5ET35p3Z
dLU=
-----END CERTIFICATE REQUEST-----

```

これにより、次の例のように、署名された証明書がコンソールに出力されます。

署名された証明書の例：

```

-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDdzCCA1+gAwIBAgIIGHolbgv5DPowDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMwY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjIxNTU4WhcNMjYxMTIwMjIxNTU4WjAfMR0wGwYDVQQDEXRjYWNoZTFnLWRhdGEu
...
qS7zhj3ikWE3Gp9s+QijKWXx/0HDd1UuGqy0QZNqNm/M0mqVnokJNk5F4fBFxMiR
1o63BxL8xGIRdtTCjjb2Gq2Wj7EC1Uw6CykEkxAcVk+XrRtArGkNtcYdtHfUsKVE
wswvv0rNydrNnWhJLhSl8TW5Tex+OMyTXgk9/3K8kB0mAMrtxxYjt8tm+gztkivf
J0eoluDJhaNxqwEZRzFyGaa4k1+56oFzRfTc
-----END CERTIFICATE-----

```

5. 次のステップのために証明書をコピーします。
6. SVM にサーバー証明書をインストールします：

```

certificate install -type server -vserver <svm> -cert-name flexcache-
duality

```

7. [証明書に署名する](#)から署名された証明書を貼り付けます。

例：

```

Please enter Certificate: Press <Enter> [twice] when done
-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDdzCCA1+gAwIBAgIIGHolbgv5DPowDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMwY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjIxNTU4WhcNMjYxMTIwMjIxNTU4WjAfMR0wGwYDVQQDEXRjYWNoZTFnLWRhdGEu
bmFzLmxhYjCCASIwDQYJKoZIhvcNAQEBBQADggEPADCCAQoCggEBAK6wmTTvk7xS
...
qS7zhj3ikWE3Gp9s+QijKWXx/0HDd1UuGqy0QZNqNm/M0mqVnokJNk5F4fBFxMiR
1o63BxL8xGIRdtTCjjb2Gq2Wj7EC1Uw6CykEkxAcVk+XrRtArGkNtcYdtHfUsKVE
wswvv0rNydrNnWhJLhSl8TW5Tex+OMyTXgk9/3K8kB0mAMrtxxYjt8tm+gztkivf
J0eoluDJhaNxqwEZRzFyGaa4k1+56oFzRfTc
-----END CERTIFICATE-----

```

8. [証明書署名要求を生成する](#)で生成された秘密鍵を貼り付けます。

例：

```

Please enter Private Key: Press <Enter> [twice] when done
-----BEGIN PRIVATE KEY-----
MIIEvAIBADANBgkqhkiG9w0BAQEFAASCbKYYwggSiAgEAAoIBAQCusJk07508Uh32
9cHI6x+BaRS2w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK
1CI2VEkrXGUgwBtx1K4IlrCTB829Q1aLGAQXVyWnzhQc4tS5PW/DsQ8t7olZ9zEI
W/gaEIajgpXIwGNWZ+weKQK+yoolxC+gy4IUE7WvnEUiezaIdoqzyPhYq5GC4XWf
0johpQugOPe0/w2nVFRWJoFQp3ZP3NZAXc8H0qkRB6SjaM243XV2jnuEzX2joXvT
wHHH+IBAQ2JDs7s1TY0I20e49J2Fx2+HvUxDx4BHao7CCHA1+MnmEl+9E38wTaEk
NLsU724ZAgMBAAECggEABHUy06wxcIk5h03S9Ik1FDZV3JWzsu5gGdLSQOHRd5W+
...
rXGEEdDaqp7jQGNXUGlxb03zcBil1/A9Hc6oalNECgYBKwe3PeZamiwhIHly9ph7w
dJfFCshsPalMuAp2OuKIANa9l6ft9y5kf9tIbskT+t5Dth8bmV9pwe8UZaK5eC4
Svxm19jHT5QqloDaZVUmMXFKyKoqPDdfvcDk2Eb5gMfIIb0a3TPC/jqqpDn9BzuH
TO02fuRvRR/G/HUz2yRd+A==
-----END PRIVATE KEY-----

```

9. サーバー証明書の証明書チェーンを形成する認証局（CA）の証明書を入力します。

これは、サーバー証明書の発行 CA 証明書から始まり、ルート CA 証明書までの範囲になります。

```

Do you want to continue entering root and/or intermediate certificates
{y|n}: n

You should keep a copy of the private key and the CA-signed digital
certificate for future reference.

The installed certificate's CA and serial number for reference:
CA: cache-164g-svm-root-ca
serial: 187A256E0BF90CFA

```

10. SVM ルート CA の公開キーを取得します：

```
security certificate show -vserver <svm> -common-name <root_ca_cn> -ca
<root_ca_cn> -type root-ca -instance
```

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
```

```
MIIDgTCCAmmgAwIBAgIIGHokTnbsHKEwDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMwY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjE1NTIzWhcNMjYxMTIxMjE1NTIzWjAuMR8wHQYDVQDEExjYWN0ZS0xNjRnLXN2
bS1yb290LWNhMQswCQYDVQGEwJVUzCCASIwDQYJKoZIhvcNAQEBBQADggEPADCC
```

```
...
```

```
DoOL7vZFFt44xd+rp0DwafhSnLH5HNhdIAfa2JvZW+eJ7rgevH9wmOzyc1vaihl3
Ewtb6cz1a/mtESSYRNBmGkIGM/SFCy5v1ROZXCzF96XPbYQN4cW0AYI3AHYBZP0A
HlNzDR8iml4k9IuKf6BHLFA+VwLTJJZKrdf5Jvjgh0trGAbQGI/Hp2Bjuiopkui+
n4aa5Rz0JFQopqQddAYnMuvqc10CyNn7S0vF/XLd3fJaprH8kQ==
```

```
-----END CERTIFICATE-----
```



これは、SVM ルート CA によって署名された証明書をクライアントが信頼するように設定するために必要です。公開鍵はコンソールに表示されます。公開鍵をコピーして保存します。このコマンドの値は、[SVMルートCAを作成する](#)で入力したものと同じです。

ステップ2：S3サーバーを構成する

1. S3 プロトコル アクセスを有効にする：

```
vserver show -vserver <svm> -fields allowed-protocols
```



デフォルトでは、S3 は SVM レベルで許可されます。

2. 既存のポリシーを複製します：

```
network interface service-policy clone -vserver <svm> -policy default-
data-files -target-vserver <svm> -target-policy <any_name>
```

3. クローンされたポリシーに S3 を追加します：

```
network interface service-policy add-service -vserver <svm> -policy
<any_name> -service data-s3-server
```

4. 新しいポリシーをデータ LIF に追加します：

```
network interface modify -vserver <svm> -lif <data_lif> -service-policy  
duality
```



既存の LIF のサービス ポリシーを変更すると、混乱が生じる可能性があります。LIF を停止し、新しいサービスのリスナーを使用して再起動する必要があります。TCP はすぐに回復するはずですが、潜在的な影響に注意してください。

5. SVM 上に S3 オブジェクト ストア サーバーを作成します：

```
vserver object-store-server create -vserver <svm> -object-store-server  
<dns_name_of_data_lif> -certificate-name flexcache-duality
```

6. FlexCacheボリュームでS3機能を有効にする：

`flexcache config` オプション ` -is-s3-enabled` を
`true` に設定してから、バケットを作成する必要があります。また、 ` -is-writeback-
enabled` オプションを `false` に設定する必要があります。

次のコマンドは、既存のFlexCacheを変更します：

```
flexcache config modify -vserver <svm> -volume <fcache_vol> -is  
-writeback-enabled false -is-s3-enabled true
```

7. S3 バケットを作成します：

```
vserver object-store-server bucket create -vserver <svm> -bucket  
<bucket_name> -type nas -nas-path <flexcache_junction_path>
```

8. バケットポリシーを作成します：

```
vserver object-store-server bucket policy add-statement -vserver <svm>  
-bucket <bucket_name> -effect allow
```

9. S3ユーザを作成します。

```
vserver object-store-server user create -user <user> -comment ""
```

出力例：


```
Vserver: <svm>>
  User: <user>>
Access Key: WCOT7...Y7D6U
Secret Key: 6l43s...pd__P
  Warning: The secret key won't be displayed again. Save this key for
future use.
```

10. ルートユーザーのキーを再生成します：

```
vserver object-store-server user regenerate-keys -vserver <svm> -user
root
```

出力例：

```
Vserver: <svm>>
  User: root
Access Key: US791...2F1RB
Secret Key: tgYmn...8_3o2
  Warning: The secret key won't be displayed again. Save this key for
future use.
```

ステップ3：クライアントを設定する

利用可能な S3 クライアントは多数あります。始めるには AWS CLI が適しています。詳細については、["AWS CLI のインストール"](#)を参照してください。

FlexCacheボリュームの管理

ONTAP FlexCacheボリュームの監査について学ぶ

ONTAP 9.7以降では、ONTAPの標準の監査とFPolicyを使用したファイル ポリシー管理を使用して、FlexCache関係におけるNFSのファイル アクセス イベントを監査できます。

ONTAP 9.14.1以降では、NFSまたはSMBを使用するFlexCacheボリュームでFPolicyがサポートされます。以前は、SMBを使用するFlexCacheボリュームではFPolicyはサポートされていませんでした。

標準の監査とFPolicyは、FlexVolと同じCLIコマンドを使用して設定および管理されます。ただし、FlexCacheボリュームでは一部の動作が異なります。

- ネイティブ監査
 - 監査ログのデスティネーションとしてFlexCacheボリュームを使用することはできません。
 - FlexCacheボリュームの読み取りと書き込みを監査する場合は、キャッシュSVMと元のSVMの両方で

監査を設定する必要があります。

ファイルシステムの操作は処理された場所で監査されるためです。つまり、読み取りはキャッシュSVMで監査され、書き込みは元のSVMで監査されます。

- 書き込み処理の発生元を追跡するために、書き込み元のFlexCacheボリュームを識別する情報としてSVMのUUIDとMSIDが監査ログに追加されます。

• FPolicy

- FlexCacheボリュームへの書き込みは元のボリュームでコミットされますが、FPolicy設定はキャッシュボリュームの書き込みを監視します。この点は、書き込みが元のボリュームで監査される標準の監査と異なります。
- キャッシュと元のSVMでFPolicy設定が同じである必要はありませんが、同様の設定を使用することを推奨します。そのためには、元のSVMと同様の設定でキャッシュ用に新しいFPolicyポリシーを作成したうえで、新しいポリシーの範囲をキャッシュSVMに限定します。
- FPolicy設定における拡張機能のサイズは20KB（20480バイト）に制限されています。FlexCacheボリューム上のFPolicy設定で使用される拡張機能のサイズが20KBを超えると、EMSメッセージ`nblade.fpolicy.extn.failed`がトリガーされます。

元のボリュームからONTAP FlexCacheボリュームのプロパティを同期する

FlexCacheボリュームの一部のボリューム プロパティは、常に元のボリュームのプロパティと同期する必要があります。元のボリュームでプロパティを変更した後、FlexCacheボリュームのボリューム プロパティが自動的に同期されない場合は、手動でプロパティを同期できます。

タスク概要

FlexCacheボリュームの次のボリューム プロパティは、常に元のボリュームのボリューム プロパティと同期する必要があります：

- セキュリティ形式(-security-style)
- ボリューム名(-volume-name)
- 最大ディレクトリサイズ(-maxdir-size)
- 最小先読み(-min-readahead)

手順

1. FlexCacheボリュームからボリューム プロパティを同期します。

```
volume flexcache sync-properties -vserver svm_name -volume flexcache_volume
```

```
cluster1::> volume flexcache sync-properties -vserver vs1 -volume fc1
```

ONTAP FlexCache関係の設定を更新する

ボリュームの移動、アグリゲートの再配置、ストレージ フェイルオーバーなどのイベン

トが発生すると、元のボリュームとFlexCacheボリュームのボリューム構成情報が自動的に更新されます。自動更新が失敗した場合は、EMSメッセージが生成されるため、FlexCache関係の構成を手動で更新する必要があります。

元のボリュームとFlexCacheボリュームが切断モードになっている場合は、FlexCache関係を手動で更新するために追加の操作を実行する必要がある場合があります。

タスク概要

FlexCacheボリュームの構成を更新する場合は、元のボリュームからコマンドを実行する必要があります。元のボリュームの構成を更新する場合は、FlexCacheボリュームからコマンドを実行する必要があります。

手順

1. FlexCache関係の設定を更新します。

```
volume flexcache config-refresh -peer-vserver peer_svm -peer-volume  
peer_volume_to_update -peer-endpoint-type [origin | cache]
```

ONTAP FlexCacheボリューム上のファイルアクセス時間の更新を有効にする

ONTAP 9.11.1以降では、FlexCacheボリューム上の`-atime-update`フィールドを有効にして、ファイルアクセス時刻の更新を許可できます。また、`-atime-update-period`属性を使用してアクセス時刻の更新間隔を設定することもできます。`-atime-update-period`属性は、アクセス時刻の更新頻度と、更新が元のボリュームに反映されるタイミングを制御します。

概要

ONTAPは、READ、READLINK、REaddirを使用して読み取られるファイルとディレクトリのアクセス時刻の更新を管理するための`-atime-update`と呼ばれるボリュームレベルのフィールドを提供します。Atimeは、アクセス頻度の低いファイルとディレクトリのデータのライフサイクルの決定に使用されます。アクセス頻度の低いファイルは最終的にアーカイブストレージに移行され、その後テープに移動されることがよくあります。

既存および新規に作成されたFlexCacheボリュームでは、atime-updateフィールドはデフォルトで無効になっています。ONTAP 9.11.1より前のリリースでFlexCacheボリュームを使用している場合は、元のボリュームで読み取り処理が実行されたときにキャッシュが不必要に削除されないように、atime-updateフィールドを無効のままにしておく必要があります。ただし、FlexCacheキャッシュが大きい場合、管理者は特別なツールを使用してデータを管理し、ホットデータがキャッシュに保持され、コールドデータが消去されるようにする必要があります。atime-updateが無効になっていると、これは不可能です。しかし、ONTAP 9.11.1以降では、`-atime-update`と`-atime-update-period`を有効にして、キャッシュされたデータの管理に必要なツールを使用できるようになりました。

開始する前に

- すべてのFlexCacheボリュームでONTAP 9.11.1以降が実行されている必要があります。
- `advanced`特権モードを使用する必要があります。

タスク概要

`-atime-update-period`を

86400秒に設定すると、ファイルに対して実行される読み取りのような操作の数に関係なく、24時間あたり1回以下のアクセス時間の更新が許可されます。

`-atime-update-period`を

0に設定すると、読み取りアクセスごとにオリジンにメッセージが送信されます。オリジンは各FlexCacheボリュームにatimeが古いことを通知し、パフォーマンスに影響を与えます。

手順

1. 特権モードを `advanced` に設定します：

```
set -privilege advanced
```

2. ファイル アクセス時間の更新を有効にし、更新頻度を設定します。

```
volume modify -volume vol_name -vserver <SVM name> -atime-update true -atime-update-period <seconds>
```

次の例では、`-atime-update`を有効にし、`-atime-update-period`を86400秒（24時間）に設定します：

```
c1: volume modify -volume origin1 vs1_c1 -atime-update true -atime-update-period 86400
```

3. `atime-update`が有効になっていることを確認します：

```
volume show -volume vol_name -fields atime-update,atime-update-period
```

```
c1::*> volume show -volume cache1_origin1 -fields atime-update,atime-update-period
vserver volume          atime-update atime-update-period
-----
vs2_c1   cache1_origin1 true          86400
```

4. `atime-update`を有効にすると、FlexCacheボリューム上のファイルを自動的にスクラブできるかどうかと、スクラブ間隔を指定できます：

```
volume flexcache config modify -vserver <SVM name> -volume <volume_name> -is-atime-scrub-enabled <true|false> -atime-scrub-period <integer>
```

```
`-is-atime-scrub-enabled`
```

パラメータの詳細については、[link:https://docs.netapp.com/us-en/ontap-cli/volume-flexcache-config-modify.html#parameters\[\"ONTAPコマンドリファレンス\"\]](https://docs.netapp.com/us-en/ontap-cli/volume-flexcache-config-modify.html#parameters[\)を参照してください。

ONTAP FlexCacheボリュームでグローバルファイルロックを有効にする

ONTAP 9.10.1以降では、グローバル ファイル ロックを適用して、関連するすべてのキャッシュ ファイルの読み取りを防止できます。

グローバル ファイル ロックが有効な場合、すべてのFlexCacheボリュームがオンラインになるまで元のボリュームに対する変更は保留になります。FlexCacheボリュームがオフラインの場合は変更が保留になってタイムアウトする可能性があるため、グローバル ファイル ロックを有効にするのは、キャッシュと元のボリュームの間の接続の信頼性が確立されている場合だけにしてください。

開始する前に

- グローバル ファイル ロックを使用するには、元のボリュームとすべての関連するキャッシュを含むクラスタでONTAP 9.9.1以降が実行されている必要があります。グローバル ファイル ロックは、新規または既存のFlexCacheボリュームに対して有効にできます。いずれかのボリュームでコマンドを実行すると、関連付けられているすべてのFlexCacheボリュームに適用されます。
- グローバル ファイル ロックを有効にするにはadvanced権限レベルが必要です。
- ONTAP 9.9.1より前のバージョンにリバートする場合は、まず元のボリュームと関連キャッシュでグローバルファイルロックを無効にする必要があります。無効にするには、元のボリュームから次のコマンドを実行します：`volume flexcache prepare-to-downgrade -disable-feature-set 9.10.0`
- グローバル ファイル ロックを有効にするプロセスは、元のボリュームに既存のキャッシュがあるかどうかによって異なります。
 - [\[enable-gfl-new\]](#)
 - [\[enable-gfl-existing\]](#)

新しいFlexCacheボリュームに対するグローバル ファイル ロックの有効化

手順

1. ``-is-global-file-locking`true` に設定してFlexCacheボリュームを作成します：

```
volume flexcache create volume volume_name -is-global-file-locking-enabled true
```



`-is-global-file-locking``のデフォルト値は「`false`」です。ボリューム上で後続の `volume flexcache create`` コマンドを実行する場合は、必ず ``-is-global-file-locking enabled`` を「`true`」に設定して渡す必要があります。

既存のFlexCacheボリュームに対するグローバル ファイル ロックの有効化

手順

1. グローバル ファイル ロックは元のボリュームから設定する必要があります。
2. 元のボリュームに他の既存の関係（SnapMirrorなど）があってはなりません。既存の関係がある場合は関連付けを解除する必要があります。コマンドの実行時に、すべてのキャッシュとボリュームが接続されている必要があります。接続ステータスを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
volume flexcache connection-status show
```

リストされているすべてのボリュームのステータスは`connected.`と表示されます。詳細については、["FlexCache関係のステータスを表示する"](#)または["元のFlexCacheボリュームのプロパティを同期する"](#)を参照してください。

3. キャッシュに対してグローバル ファイル ロックを有効にします。

```
volume flexcache origin config show/modify -volume volume_name -is-global-file  
-locking-enabled true
```

関連情報

- ["ONTAPコマンド リファレンス"](#)

ONTAP FlexCacheボリュームの事前設定

FlexCacheボリュームにデータを事前に取り込むことで、キャッシュ データにアクセスする時間を短縮できます。

開始する前に

- advanced権限レベルのクラスタ管理者であることが必要です。
- 指定した事前取り込み用のパスが存在している必要があります。存在しない場合、処理は失敗します。

タスク概要

- ディレクトリがクロールされて、ファイルだけが読み取られます。
- `isRecursion`フラグは、事前入力に渡されるディレクトリのリスト全体に適用されます

手順

1. FlexCacheボリュームへデータの事前取り込みを実行します。

```
volume flexcache prepopulate -cache-vserver vs_server_name -cache-volume -path  
-list path_list -isRecursion true|false
```

- `-path-list``パラメータは、オリジンルートディレクトリを起点として事前入力する相対ディレクトリパスを示します。たとえば、オリジンルートディレクトリの名前が `/origin`` で、`/origin/dir1`` と `/origin/dir2`` というディレクトリが含まれている場合、パスリストを次のように指定できます：
`-path-list dir1, dir2`または `-path-list /dir1, /dir2``。
- `-isRecursion``パラメータのデフォルト値はTrueです。

次の例は、1つのディレクトリ パスで事前取り込みを実行します。

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1
(volume flexcache prepopulate start)
[JobId 207]: FlexCache prepopulate job queued.
```

次の例は、複数のディレクトリのファイルに事前取り込みを実行します。

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1,/dir2,/dir3,/dir4
(volume flexcache prepopulate start)
[JobId 208]: FlexCache prepopulate job queued.
```

次の例は、単一のファイルに事前取り込みを実行します。

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1/file1.txt
(volume flexcache prepopulate start)
[JobId 209]: FlexCache prepopulate job queued.
```

次の例は、元のルート ディレクトリにあるすべてのファイルに事前取り込みを実行します。

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list / -isRecursion true
(volume flexcache prepopulate start)
[JobId 210]: FlexCache prepopulate job queued.
```

次の例では、事前取り込み用に無効なパスを指定しています。

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-volume
vol_cache2_vs3_c2_vol_origin1_vs1_c1 -cache-vserver vs3_c2 -path-list
/dir1, dir5, dir6
(volume flexcache prepopulate start)

Error: command failed: Path(s) "dir5, dir6" does not exist in origin
volume
      "vol_origin1_vs1_c1" in Vserver "vs1_c1".
```

2. 読み取られたファイルの数を表示します。

```
job show -id job_ID -ins
```

ONTAP FlexCache関係を削除する

FlexCacheボリュームが不要になった場合は、FlexCache関係とFlexCacheボリュームを削除できます。

開始する前に

FlexCacheライトバックが有効になっている場合は、FlexCacheボリュームを削除する前に無効にする必要があります。"[FlexCacheボリュームでのライトバックの無効化](#)"を参照してください。

手順

1. FlexCacheボリュームが配置されているクラスターで、FlexCacheボリュームをオフラインにします。

```
volume offline -vserver svm_name -volume volume_name
```

2. FlexCacheボリュームを削除します。

```
volume flexcache delete -vserver svm_name -volume volume_name
```

元のボリュームとFlexCacheボリュームからFlexCache関係の詳細が削除されます。

ホットスポット修復用のFlexCache

ONTAP FlexCacheボリュームを使用したハイパフォーマンス コンピューティング ワークロードにおけるホットスポットの修復

アニメーションレンダリングやEDAなど、多くのハイパフォーマンス コンピューティング ワークロードに共通する問題は、ホットスポットです。ホットスポットとは、クラスターまたはネットワークの特定の部分が他の領域と比較して著しく高い負荷を受ける状況であり、その場所に過剰なデータ トラフィックが集中することで、パフォーマンスのボトルネックが発生し、全体的な効率が低下します。たとえば、実行中のジョブで1つまたは複数のファイルへの需要が高まると、そのファイルへのリクエスト（ボリューム アフィニティ経由）を処理するために使用されるCPUでボトルネックが発生します。FlexCacheは、このボトルネックの軽減に役立ちますが、適切に設定する必要があります。

このドキュメントでは、FlexCacheを設定してホットスポットを修正する方法について説明します。



2024年7月より、これまでPDF形式で公開されていたテクニカルレポートの内容がONTAP製品ドキュメントに統合されました。このONTAPホットスポット修復テクニカルレポートの内容は、発行日時点で最新のものであり、以前の形式で作成されたものではありません。

主要な概念

ホットスポット修復を計画する際には、これらの基本的な概念を理解することが重要です。

- 高密度FlexCache (HDF) : キャッシュ容量の要件が許す限り少ないノードにまたがるように凝縮されたFlexCache
- HDF アレイ (HDFA) : 同じオリジンのキャッシュである HDF のグループで、クラスター全体に分散されています。
- SVM 間 HDFA : サーバー仮想マシン (SVM) ごとに HDFA からの 1 つの HDF
- SVM内HDFA : 1つのSVM内のHDFA内のすべてのHDF
- 東西トラフィック : 間接的なデータアクセスから生成されるクラスタ バックエンド トラフィック

次の手順

- "高密度FlexCacheを使用してホットスポットの修正に役立つアーキテクチャの構築方法を理解する"
- "FlexCacheアレイ密度を決定する"
- "HDF の密度を決定し、SVM 間 HDFA と SVM 内 HDFA を使用した NFS で HDF にアクセスするかどうかを決定します。"
- "ONTAP 構成でクラスタ内キャッシュを使用するメリットを実現するために、HDFA とデータ LIF を構成する"
- "クライアント構成を使用して ONTAP NAS 接続を分散するようにクライアントを構成する方法を学びます"

ONTAP FlexCache ホットスポット修復ソリューションの設計

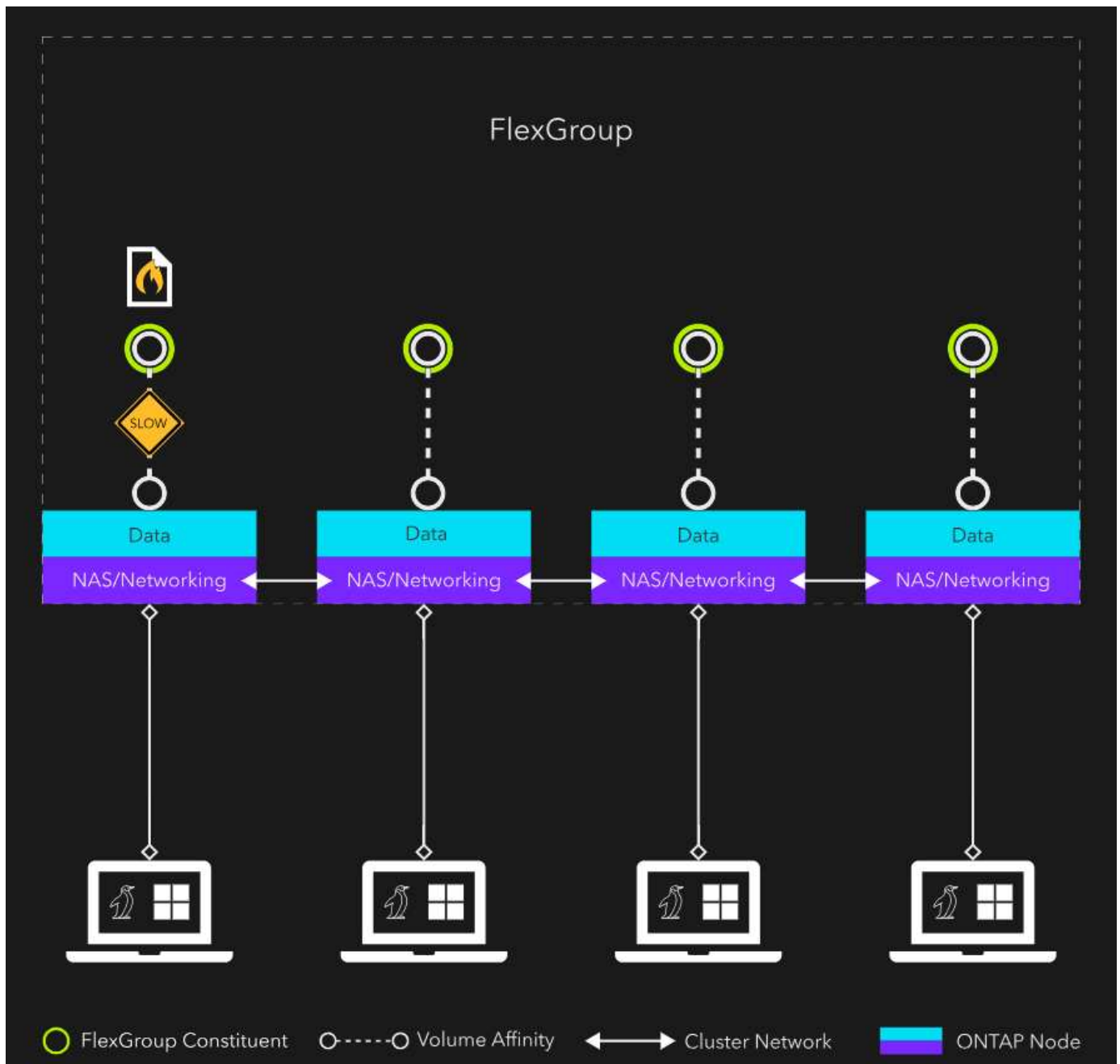
ホットスポットを改善するには、ボトルネックの根本的な原因、自動プロビジョニングされたFlexCacheが不十分な理由、そして効果的なFlexCacheソリューションを設計するために必要な技術的な詳細を探求する必要があります。高密度FlexCacheアレイ (HDFA) を理解して実装することで、高負荷ワークロードにおけるパフォーマンスを最適化し、ボトルネックを解消できます。

ボトルネックを理解する

次の画像は、典型的な単一ファイルのホットスポット シナリオを示しています。ボリュームは、ノードごとに1つのコンスティチュエントを持つFlexGroupであり、ファイルはノード1に存在します。

NASクライアントのネットワーク接続をすべてクラスター内の異なるノードに分散させた場合でも、ホットファイルが存在するボリュームアフィニティを処理するCPUでボトルネックが発生します。また、ファイルが存在するノード以外のノードに接続しているクライアントからの呼び出しによって、クラスター ネットワーク トラフィック (East-Westトラフィック) が発生します。East-Westトラフィックのオーバーヘッドは通常は小さいですが、ハイパフォーマンス コンピューティングのワークロードでは、わずかな影響も無視できません。

図1 : FlexGroup単一ファイルホットスポットシナリオ

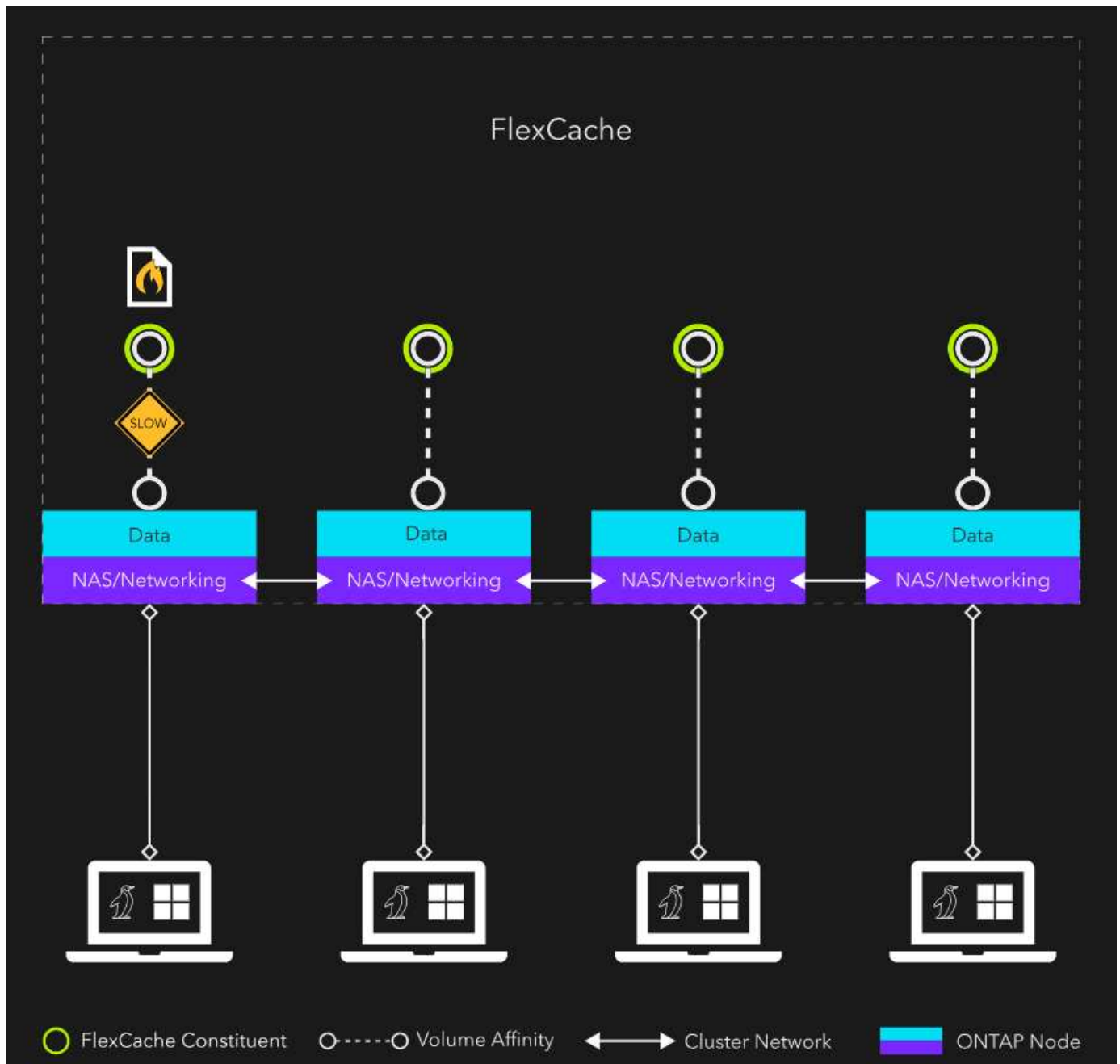


自動プロビジョニングされたFlexCacheが解決策ではない理由

ホットスポットを解決するには、CPUボトルネックを排除し、可能であれば東西トラフィックも排除します。FlexCacheは、適切に設定すれば役立ちます。

以下の例では、FlexCacheはSystem Manager、NetApp Console、またはデフォルトのCLI引数を使用して自動プロビジョニングされています。図1と図2は一見同じように見えます。どちらも4ノードの単一構成NASコンテナです。唯一の違いは、図1のNASコンテナがFlexGroupであり、図2のNASコンテナがFlexCacheであることです。どちらの図も同じボトルネックを示しています：ホットファイルへのアクセスを提供するボリュームアフィニティに使用されるノード1のCPU、およびレイテンシに影響を与えるEast-Westトラフィックです。自動プロビジョニングされたFlexCacheでは、このボトルネックは解消されていません。

図2：自動プロビジョニングのFlexCacheシナリオ



FlexCacheの構造

ホットスポット修復のためのFlexCacheを効果的に設計するには、FlexCacheに関する技術的な詳細を理解する必要があります。

FlexCacheは常にスパースなFlexGroupです。FlexGroupは複数のFlexVolsで構成されています。これらのFlexVolsはFlexGroup構成要素と呼ばれます。デフォルトのFlexGroupレイアウトでは、クラスター内のノードごとに1つ以上の構成要素が存在します。構成要素は抽象化レイヤの下で「縫い合わされ」、単一の大きなNASコンテナとしてクライアントに提示されます。FlexGroupにファイルが書き込まれると、取り込みヒューリスティックによって、ファイルがどの構成要素に保存されるかが決定されます。クライアントのNAS接続を含む構成要素の場合もあれば、別のノードの場合もあります。すべてが抽象化レイヤの下で動作し、クライアントからは見えないため、場所はありません。

FlexGroupに関するこの理解をFlexCacheに適用してみましょう。FlexCacheはFlexGroup上に構築されているため、デフォルトでは図1に示すように、クラスター内のすべてのノードに構成要素を持つ単一のFlexCacheが

存在します。ほとんどの場合、これは素晴らしいことです。クラスタ内のすべてのリソースを活用していることになります。

しかし、ホットファイルの修復には、2つのボトルネック（単一ファイルのCPUと東西トラフィック）があるため、この方法は理想的ではありません。ホットファイル用に各ノードに構成要素を持つFlexCacheを作成した場合、そのファイルは構成要素の1つにのみ保存されます。つまり、ホットファイルへのすべてのアクセスを処理するCPUは1つということになります。また、ホットファイルに到達するために必要な東西トラフィック量を制限することも重要です。

このソリューションは、高密度のFlexCachesのアレイです。

高密度FlexCacheの構造

高密度FlexCache（HDF）では、キャッシュされたデータの容量要件で許容される限り、できるだけ少ないノードに構成要素を配置します。目標は、キャッシュを単一のノードに配置することです。容量要件によってそれが不可能な場合は、代わりに少数のノードにのみ構成要素を配置できます。

例えば、24ノードクラスタには、3つの高密度FlexCachesを持つことができます：

- ノード1～8にまたがるもの
- ノード9～16にまたがる2つ目
- 3番目はノード17～24にまたがる

これら3つのHDFは、1つの高密度FlexCacheアレイ（HDFA）を構成します。ファイルが各HDF内に均等に分散されている場合、クライアントから要求されたファイルがフロントエンドNAS接続のローカルに存在する確率は8分の1です。もし、それぞれ2つのノードにまたがるHDFが12個ある場合、ファイルがローカルに存在する確率は50%です。HDFを1つのノードに縮小し、24個作成すれば、ファイルがローカルに存在することが保証されます。

この構成により、東西トラフィックがすべて排除され、最も重要な点として、ホットファイルにアクセスするための24個のCPU/ボリュームアフィニティが提供されます。

次の手順

["FlexCacheアレイ密度を決定する"](#)

関連情報

["FlexGroupおよびTRに関するドキュメント"](#)

ONTAP FlexCache密度を決定する

ホットスポット修復の設計において最初に行うべきことは、FlexCacheの密度を把握することです。以下の例は4ノードのクラスターです。ファイル数は各HDF内のすべての構成要素に均等に分散されていると仮定します。また、フロントエンドNAS接続もすべてのノードに均等に分散されていると仮定します。

これらの例は使用できる唯一の構成ではありませんが、スペース要件と使用可能なリソースが許す限り多くのHDFを作成するための設計原則を理解する必要があります。

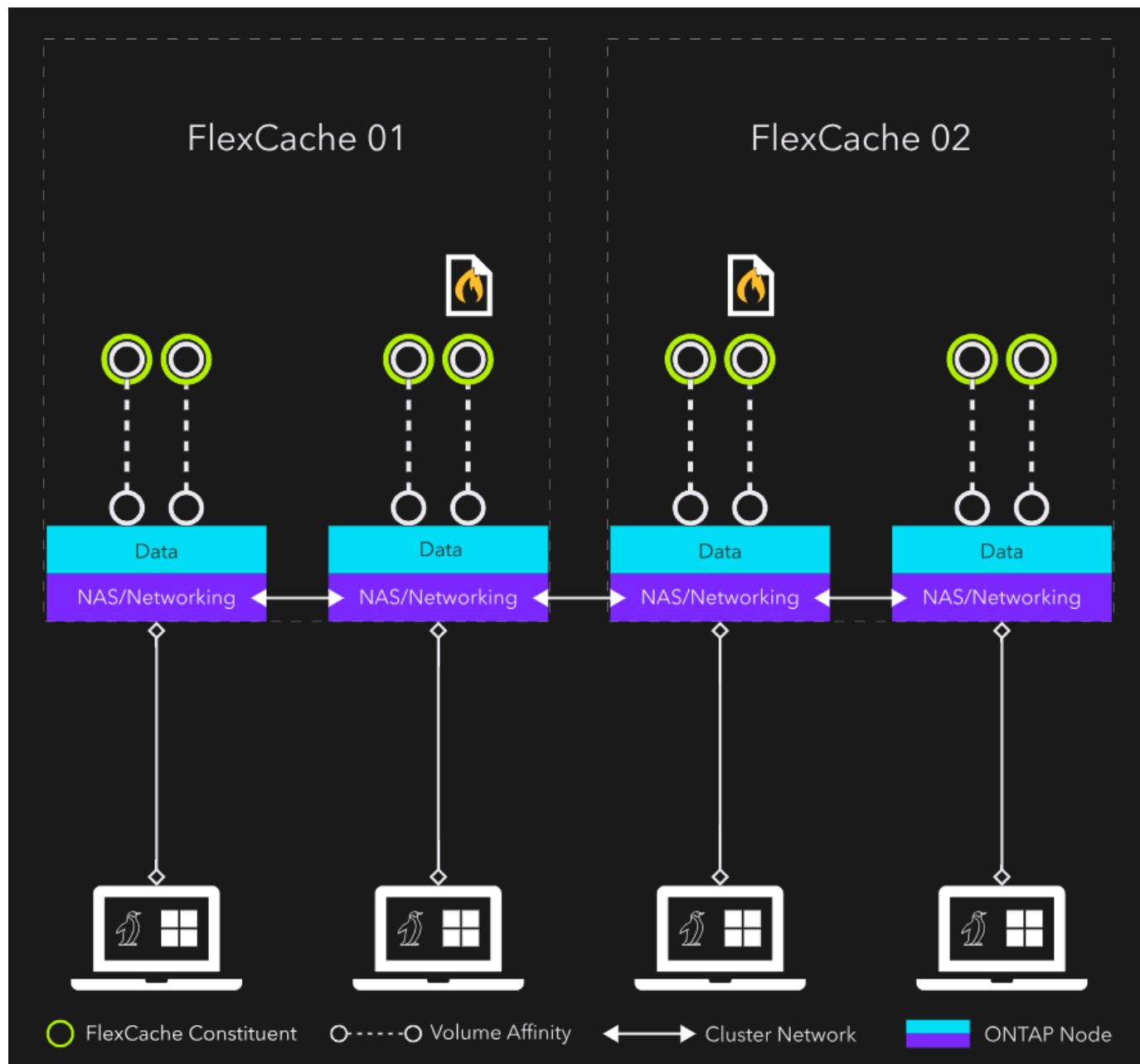


HDFS は次の構文を使用して表されます：HDFSs per HDFA x nodes per HDF x constituents per node per HDF

2x2x2 HDFA 構成

図1これは2x2x2 HDFA構成の例です：2つのHDFがそれぞれ2つのノードにまたがり、各ノードには2つの構成ボリュームが含まれています。この例では、各クライアントがホットファイルに直接アクセスできる可能性は50%です。4つのクライアントのうち2つは東西方向のトラフィックを持っています。重要なのは、HDFが2つあることです。つまり、ホットファイルのキャッシュが2つあるということです。ホットファイルへのアクセスを処理するCPU/ボリュームアフィニティが2つあります。

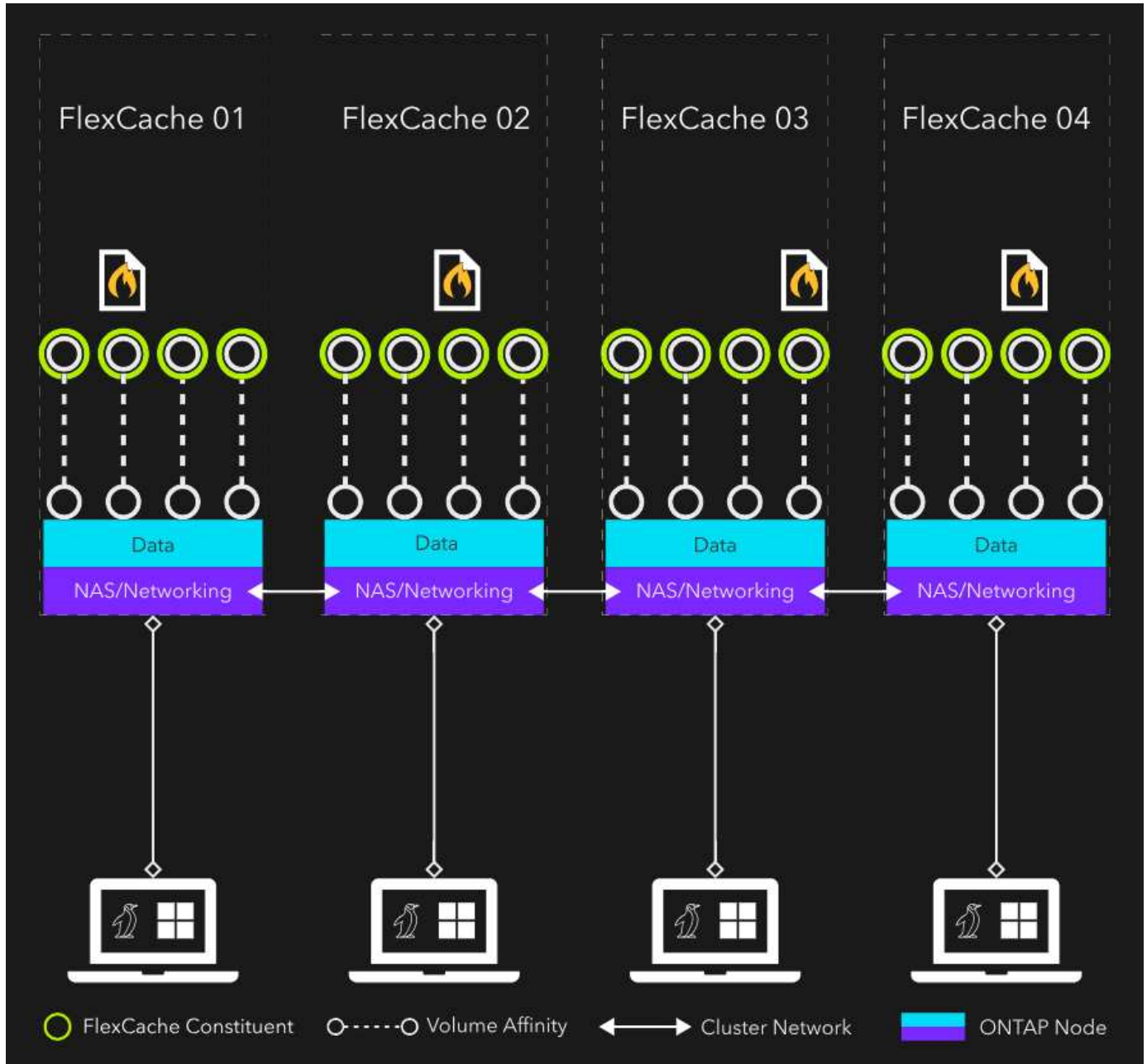
図1：2x2x2 HDFA構成



4x1x4 HDFA構成

図2は最適な構成を表しています。これは4x1x4 HDFA構成の例です：4つのHDFがそれぞれ単一のノードに保持され、各ノードには4つの構成要素が含まれています。この例では、各クライアントはホットファイルのキャッシュに直接アクセスできることが保証されています。4つの異なるノードに4つのキャッシュファイルが存在するため、4つの異なるCPU/ボリュームアフィニティがホットファイルへのアクセスをサービス提供します。さらに、East-Westトラフィックは生成されません。

図2：4x1x4 HDFA構成



次の手順

HDF の密度を決定した後、**"SVM間HDFAおよびSVM内HDFA"** を使用して NFS で HDF にアクセスする場合は、別の設計上の決定を行う必要があります。

ONTAP SVM 間または SVM 内の HDFA オプションを決定する

HDF の密度を決定したら、NFS を使用して HDF にアクセスするかどうかを決定し、SVM 間 HDFA と SVM 内 HDFA のオプションについて学習します。



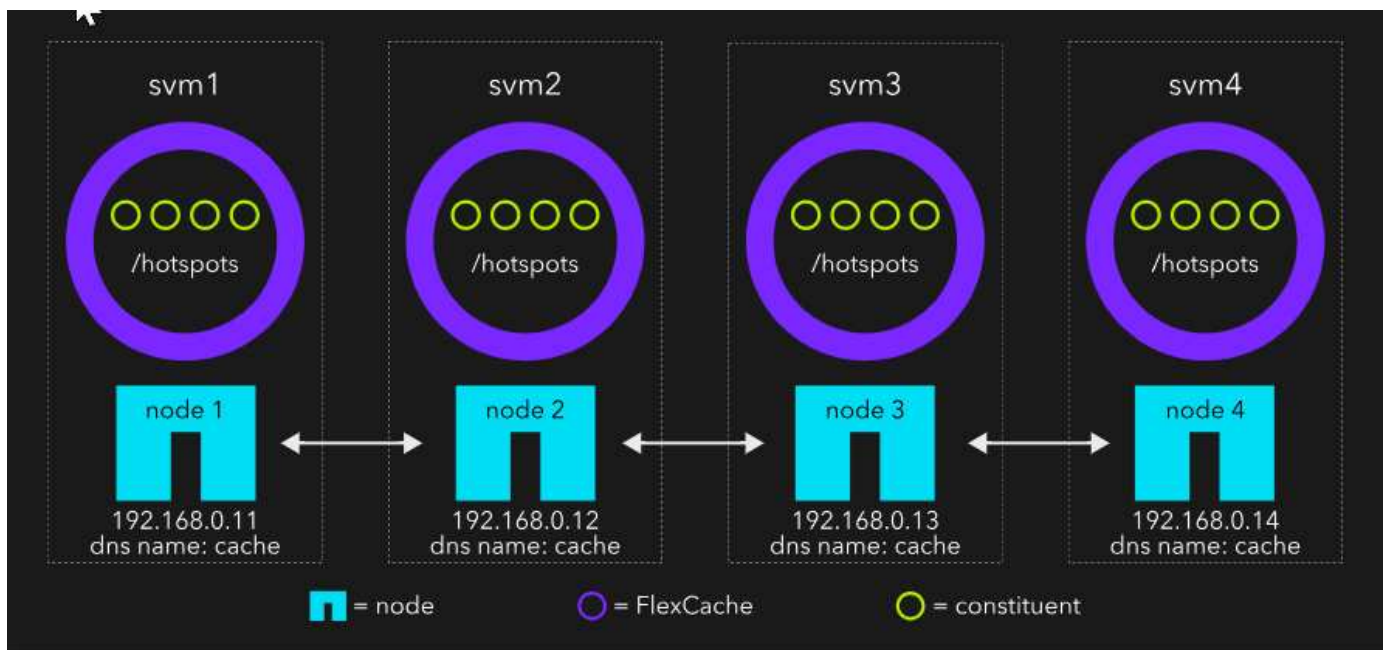
SMBクライアントのみがHDFにアクセスする場合は、すべてのHDFを単一のSVMに作成する必要があります。ロード バランシングにDFSターゲットを使用する方法については、Windowsクライアント構成を参照してください。

SVM間HDFA導入

SVM間HDFAでは、HDFA内の各HDFごとにSVMを作成する必要があります。これにより、HDFA内のすべてのHDFが同じジャンクションパスを持つようになり、クライアント側での設定が容易になります。

この図1例では、各HDFはそれぞれ独自のSVMに存在します。これはSVM間HDFAデプロイメントです。各HDFには/hotspotsのジャンクションパスがあります。また、すべてのIPアドレスにはホスト名キャッシュのDNS Aレコードがあります。この構成では、DNSラウンド ロビンを利用して、異なるHDF間でマウントのロード バランシングを行っています。

図1：4x1x4インター-SVM HDFA構成

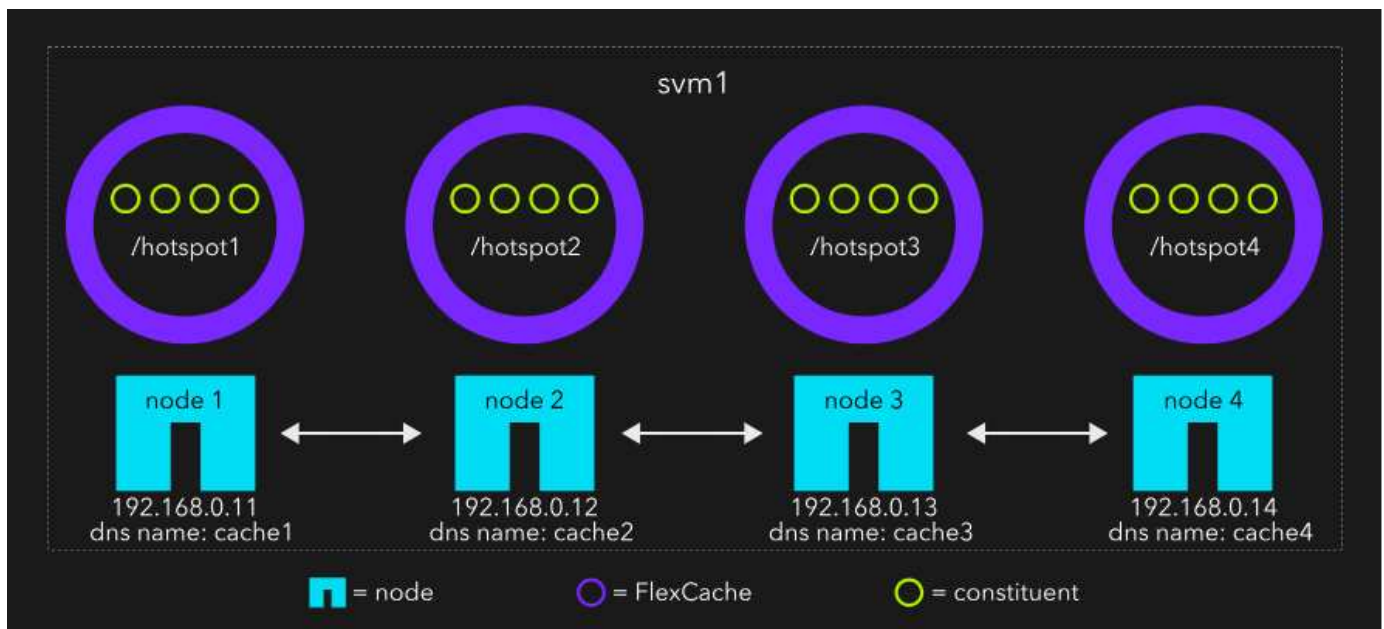


SVM 内 HDFA 展開

SVM内構成では、各HDFに固有のジャンクションパスが必要ですが、すべてのHDFは1つのSVMに存在します。ONTAPではSVMが1つしか必要ないため、この設定は簡単ですが、Linux側では`autofs`とONTAPでのデータLIF配置により、より高度な構成が必要になります。

図2の例では、すべてのHDFが同じSVM内にあります。これはSVM内HDFAデプロイメントであり、ジャンクションパスは一意である必要があります。ロード バランシングを適切に機能させるには、各IPに一意のDNS名を作成し、ホスト名が解決するデータLIFをHDFが存在するノードにのみ配置する必要があります。また、"Linuxクライアントの設定"で説明されているように、`autofs`で複数のエントリを設定する必要があります。

図2：4x1x4 SVM内HDFA構成



次の手順

HDFA をどのように展開するかが決まったので、**"HDFAを展開し、分散形式でアクセスできるようにクライアントを構成する"**。

HDFAとONTAPデータLIFを設定する

このホットスポット修復ソリューションのメリットを享受するには、HDFAとデータLIFを適切に設定する必要があります。このソリューションでは、オリジンとHDFAを同一クラスタに配置し、クラスタ内キャッシュを使用します。

次に、2つのHDFAサンプル構成を示します：

- 2x2x2 インター SVM HDFA
- 4x1x4 イントラ SVM HDFA

タスク概要

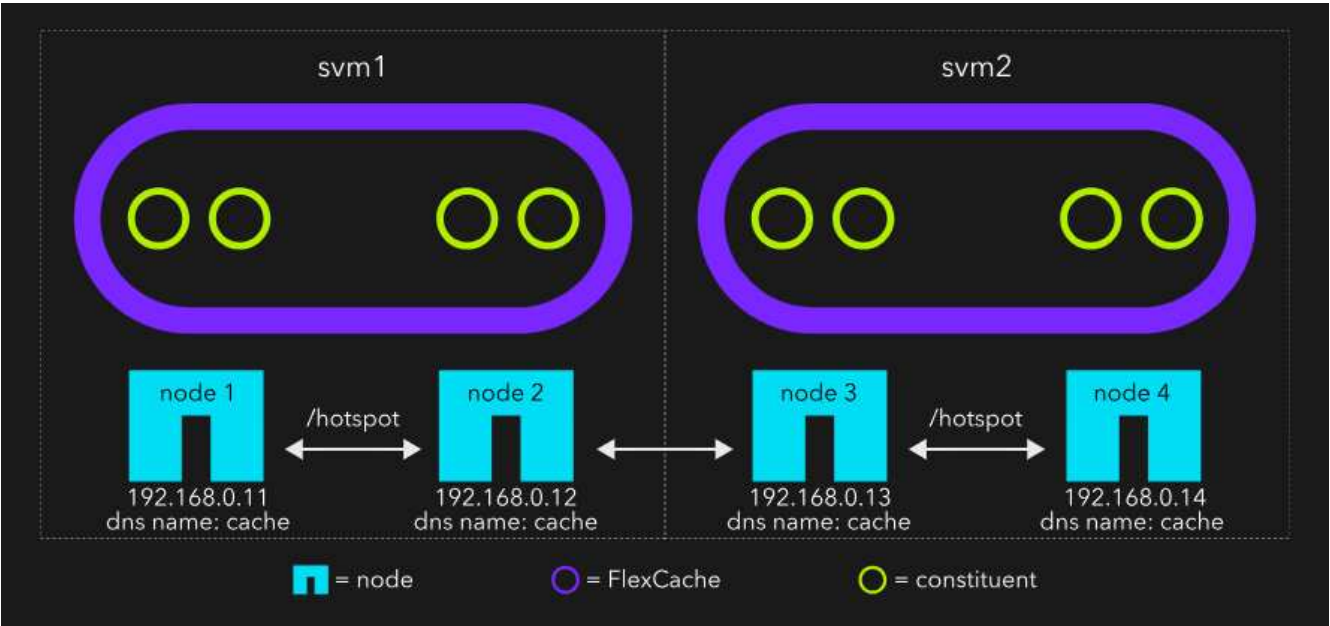
ONTAP CLIを使用して、この高度な設定を実行します。`flexcache create`コマンドで使用する必要がある設定が2つあり、設定されていないことを確認する必要がある設定が1つあります：

- `-aggr-list`：HDF を制限するノードまたはノードのサブセットに存在するアグリゲート、またはアグリゲートのリストを指定します。
- `-aggr-list-multiplier`：`aggr-list`オプションにリストされているアグリゲートごとに作成されるコンスティチュエントの数を決定します。2つのアグリゲートがリストされていて、この値を`2`に設定した場合、4つのコンスティチュエントが作成されます。NetAppでは、アグリゲートごとに最大8つのコンスティチュエントを推奨していますが、16でも十分です。
- `-auto-provision-as`：タブキーで移動した場合、CLIは自動入力を試みて値を`flexgroup`に設定します。これが設定されていないことを確認してください。設定されている場合は削除してください。

2x2x2インターSVM HDFA構成を作成する

1. 図 1 に示すように 2x2x2 インター SVM HDFA を構成するには、準備シートに記入します。

図1：2x2x2 Inter-SVM HDFAレイアウト



SVM	HDF あたりのノード 数	アグリゲート	ノードあたりの 構成要素	ジャンクション パス	データ LIF IP
svm1	node1、node2	aggr1、aggr2	2	/ホットスポット	192.168.0.11,192.168.0.12
svm2	node3、node4	aggr3、aggr4	2	/ホットスポット	192.168.0.13,192.168.0.14

2. HDFを作成します。以下のコマンドを準備シートの各行ごとに1回ずつ、計2回実行します。2回目の実行では、必ず `vserver` と `aggr-list` の値を調整してください。

```
cache::> flexcache create -vserver svm1 -volume hotspot -aggr-list  
aggr1,aggr2 -aggr-list-multiplier 2 -origin-volume <origin_vol> -origin  
-vserver <origin_svm> -size <size> -junction-path /hotspot
```

3. データ LIF を作成します。コマンドを 4 回実行し、準備シートに記載されているノード上の SVM ごとに 2 つのデータ LIF を作成します。各反復で値を適切に調整してください。

```
cache::> net int create -vserver svm1 -home-port e0a -home-node node1  
-address 192.168.0.11 -netmask-length 24
```

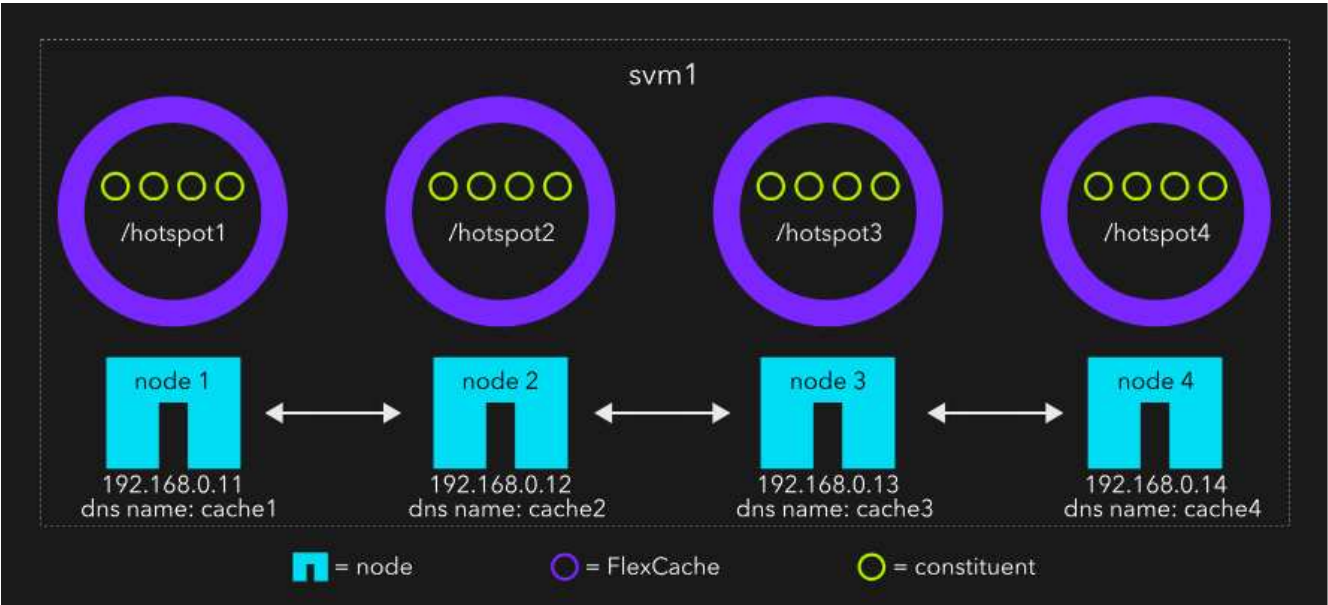
次の手順

次に、HDFAを適切に利用できるようにクライアントを設定する必要があります。"クライアント構成"を参照してください。

4x1x4のSVM内HDFを作成する

1. 図 2 に示すように 4x1x4 インター SVM HDFA を構成するには、準備シートに記入します。

図2：4x1x4 SVM内HDFレイアウト



SVM	HDF あたりのノード 数	アグリゲート	ノードあたりの 構成要素	ジャンクション パス	データ LIF IP
svm1	ノード1	aggr1	4	/ホットスポッ ト1	192.168.0.11
svm1	ノード2	aggr2	4	/hotspot2	192.168.0.12
svm1	ノード3	aggr3	4	/hotspot3	192.168.0.13
svm1	ノード4	aggr4	4	/hotspot4	192.168.0.14

2. HDFを作成します。以下のコマンドを準備シートの各行ごとに1回ずつ、計4回実行します。各反復ごとに `aggr-list` と `junction-path` の値を調整してください。

```
cache::> flexcache create -vserver svm1 -volume hotspot1 -aggr-list  
aggr1 -aggr-list-multiplier 4 -origin-volume <origin_vol> -origin  
-vserver <origin_svm> -size <size> -junction-path /hotspot1
```

3. データLIFを作成します。コマンドを4回実行し、SVMに合計4つのデータLIFを作成します。ノードごとに1つのデータLIFが必要です。各反復で値を適切に調整してください。

```
cache::> net int create -vserver svm1 -home-port e0a -home-node node1  
-address 192.168.0.11 -netmask-length 24
```

次の手順

次に、HDFAを適切に利用できるようにクライアントを設定する必要があります。["クライアント構成"](#)を参照してください。

ONTAP NAS接続を分散するようにクライアントを構成する

ホットスポットを解決するには、CPUボトルネックを防ぐ役割を果たすようにクライアントを適切に設定します。

Linuxクライアントの設定

SVM内またはSVM間のHDFAデプロイメントを選択した場合でも、Linuxで`autofs`を使用して、クライアントが異なるHDF間で負荷分散されていることを確認する必要があります。`autofs`の設定は、SVM間とSVM内で異なります。

開始する前に

`autofs`と適切な依存関係をインストールする必要があります。詳細については、Linuxのドキュメントを参照してください。

タスク概要

説明する手順では、次のエントリを含むサンプルの`/etc/auto_master`ファイルを使用します：

```
/flexcache auto_hotspot
```

この設定により、プロセスが`/flexcache`ディレクトリにアクセスしようとするたびに、`autofs`が`/etc`ディレクトリ内の`auto_hotspot`というファイルを検索します。`auto_hotspot`ファイルの内容により、`/flexcache`ディレクトリ内にマウントするNFSサーバとジャンクションパスが指定されます。ここで説明する例は、`auto_hotspot`ファイルのさまざまな設定です。

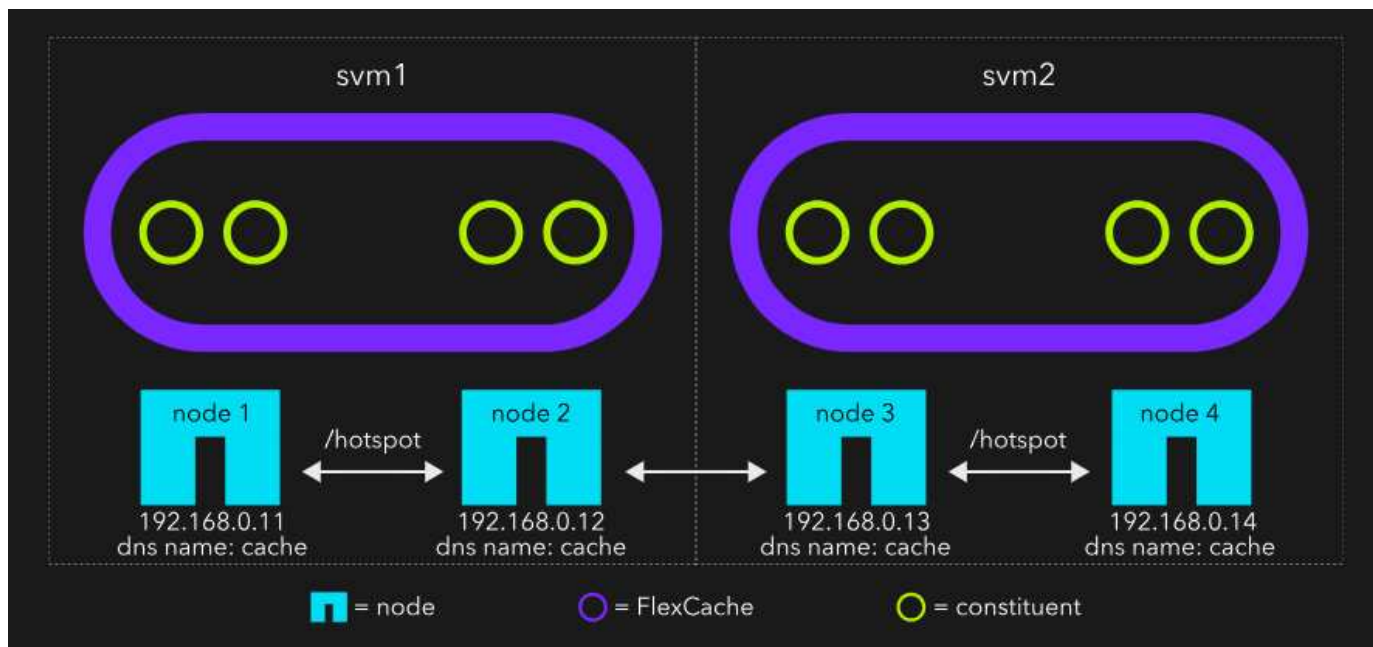
SVM内HDFA autofs設定

以下の例では、[図1](#)の図の`autofs`マップを作成します。各キャッシュは同じジャンクションパスを持ち、ホスト名`cache`には4つのDNS Aレコードがあるため、必要な行は1行だけです：

```
hotspot cache:/hotspot
```

このシンプルな1行で、NFSクライアントはホスト名`cache`のDNSルックアップを実行します。DNSはラウンドロビン方式でIPアドレスを返すように設定されています。これによりフロントエンドNAS接続が均等に分散されます。クライアントはIPアドレスを受信すると、ジャンクションパス`/hotspot`を`/flexcache/hotspot`にマウントします。接続先のSVMはSVM1、SVM2、SVM3、またはSVM4ですが、どのSVMに接続しても構いません。

図1：2x2x2インターSVM HDFA



SVM内HDFA autofs設定

以下の例では、図2の図の `autofs` マップを作成します。NFSクライアントがHDFジャンクションパス デプロイメントに含まれるIPをマウントする必要がある場合があります。つまり、`/hotspot1` をIPアドレス192.168.0.11以外でマウントしないようにする必要があります。そのためには、`auto_hotspot` マップ内の1つのローカル マウント場所に対して、4つのIP/ジャンクションパスのペアをすべてリストします。



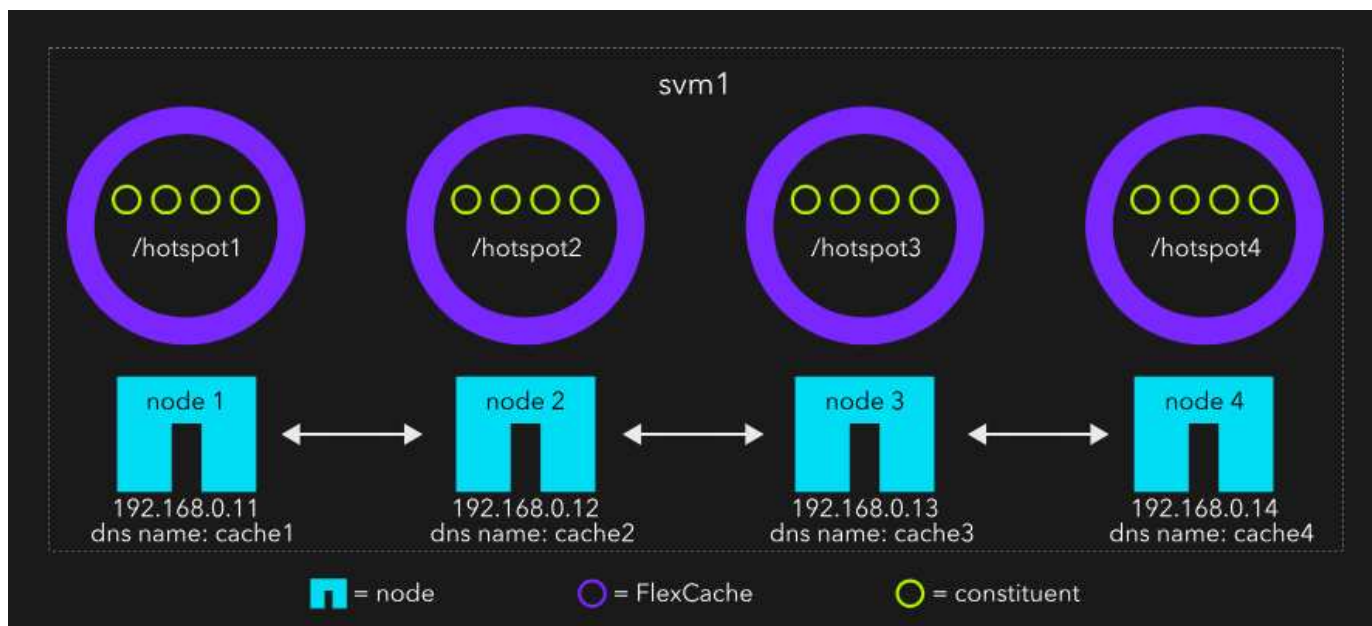
次の例のバックスラッシュ（\）はエントリを次の行に継続し、読みやすくします。

```
hotspot    cache1:/hostspot1 \
           cache2:/hostspot2 \
           cache3:/hostspot3 \
           cache4:/hostspot4
```

クライアントが `/flexcache/hotspot` にアクセスしようとする、`autofs` は4つのホスト名すべてに対して前方参照を実行します。4つのIPアドレスすべてがクライアントと同じサブネット内にあるか、異なるサブネット内にあると仮定すると、`autofs` は各IPアドレスに対してNFS NULL pingを発行します。

このNULL pingでは、ONTAPのNFSサービスによるパケット処理が必要ですが、ディスクアクセスは必要ありません。最初に返されるpingが、`autofs` がマウントに選択するIPアドレスとジャンクションパスになります。

図2：4x1x4 SVM内HDFA



Windowsクライアントの設定

Windowsクライアントでは、SVM内HDFAを使用する必要があります。SVM内の異なるHDF間で負荷分散を行うには、各HDFに一意の共有名を追加する必要があります。その後、"[Microsoftのドキュメント](#)"の手順に従って、同じフォルダに複数のDFSターゲットを実装してください。

著作権に関する情報

Copyright © 2026 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。