



オブジェクトの保存方法（レプリケーションまたは消失訂正符号） StorageGRID software

NetApp
December 03, 2025

目次

オブジェクトの保存方法（レプリケーションまたは消失訂正符号）	1
レプリケーションとは何ですか？	1
シングルコピーレプリケーションを使用しない理由	2
消失訂正符号とは何ですか？	4
消失訂正符号化方式とは何ですか？	6
データ保護	6
ストレージオーバーヘッド	7
ストレージプールのガイドライン	7
3つ以上のサイトを含むストレージプールの消失訂正符号化方式	7
ワンサイトストレージプールの消失訂正符号化方式	9
消失訂正符号化の利点、欠点、要件	9
消失訂正符号の利点	9
消失訂正符号の欠点	10
消失訂正符号を使用する場合	11

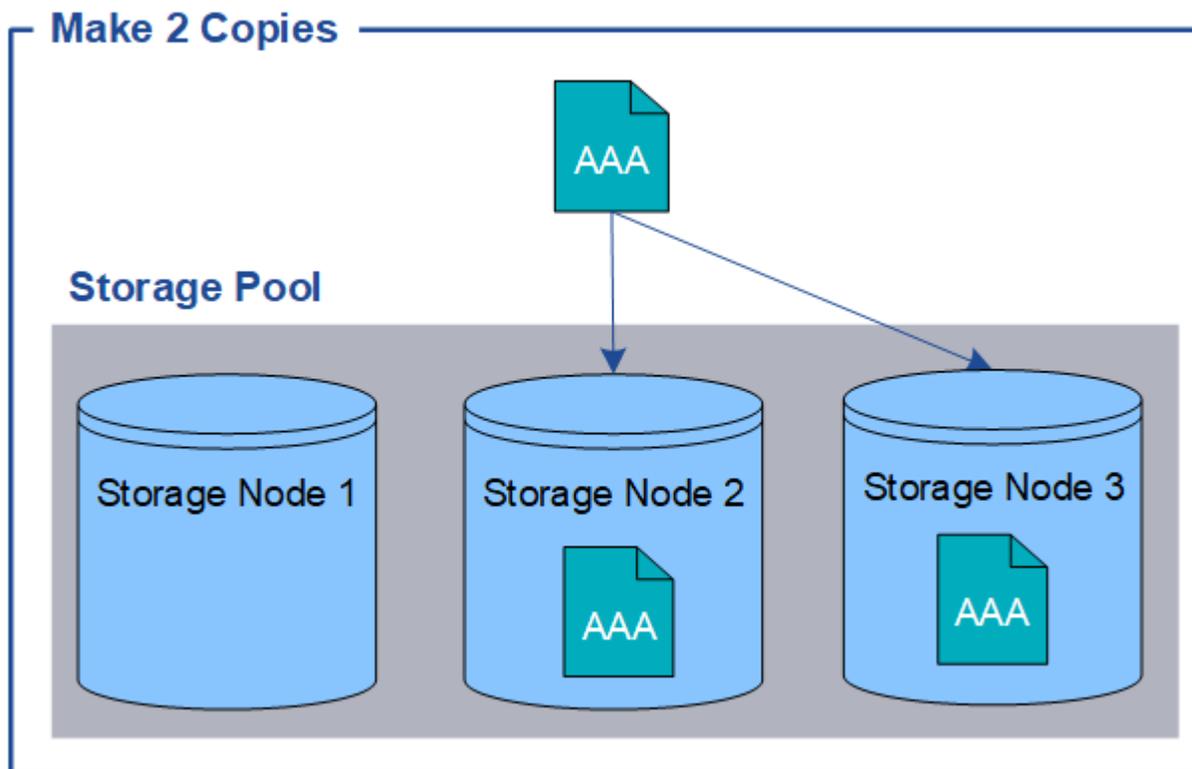
オブジェクトの保存方法（レプリケーションまたは消失訂正符号）

レプリケーションとは何ですか？

レプリケーションは、StorageGRIDがオブジェクトデータを保存するために使用する2つの方法のうちの1つです（もう1つの方法は消去コーディングです）。オブジェクトがレプリケーションを使用するILMルールに一致すると、システムはオブジェクトデータの正確なコピーを作成し、そのコピーをストレージノードに保存します。

複製されたコピーを作成するようにILMルールを構成するときは、作成するコピーの数、それらのコピーを配置する場所、および各場所にコピーを保存する期間を指定します。

次の例では、ILMルールは、各オブジェクトの複製された2つのコピーを、3つのストレージノードを含むストレージプールに配置するように指定しています。



StorageGRIDはオブジェクトをこのルールに一致させると、オブジェクトのコピーを2つ作成し、各コピーをストレージプール内の異なるストレージノードに配置します。2つのコピーは、利用可能な3つのストレージノードのうち任意の2つに配置できます。この場合、ルールによってオブジェクトのコピーがストレージノード2と3に配置されました。コピーが2つあるため、ストレージプール内のいずれかのノードに障害が発生した場合でも、オブジェクトを取得できます。



StorageGRID は、特定のストレージ ノードにオブジェクトの複製されたコピーを 1 つだけ保存できます。グリッドに 3 つのストレージ ノードが含まれており、4 コピーの ILM ルールを作成した場合、ストレージ ノードごとに 1 つのコピー、つまり 3 つのコピーのみが作成されます。ILM 配置不可能 アラートは、ILM ルールを完全に適用できなかったことを示すためにトリガーされます。

関連情報

- ["消失訂正符号とは何か"](#)
- ["ストレージプールとは"](#)
- ["レプリケーションと消失訂正コードを使用してサイト損失保護を有効にする"](#)

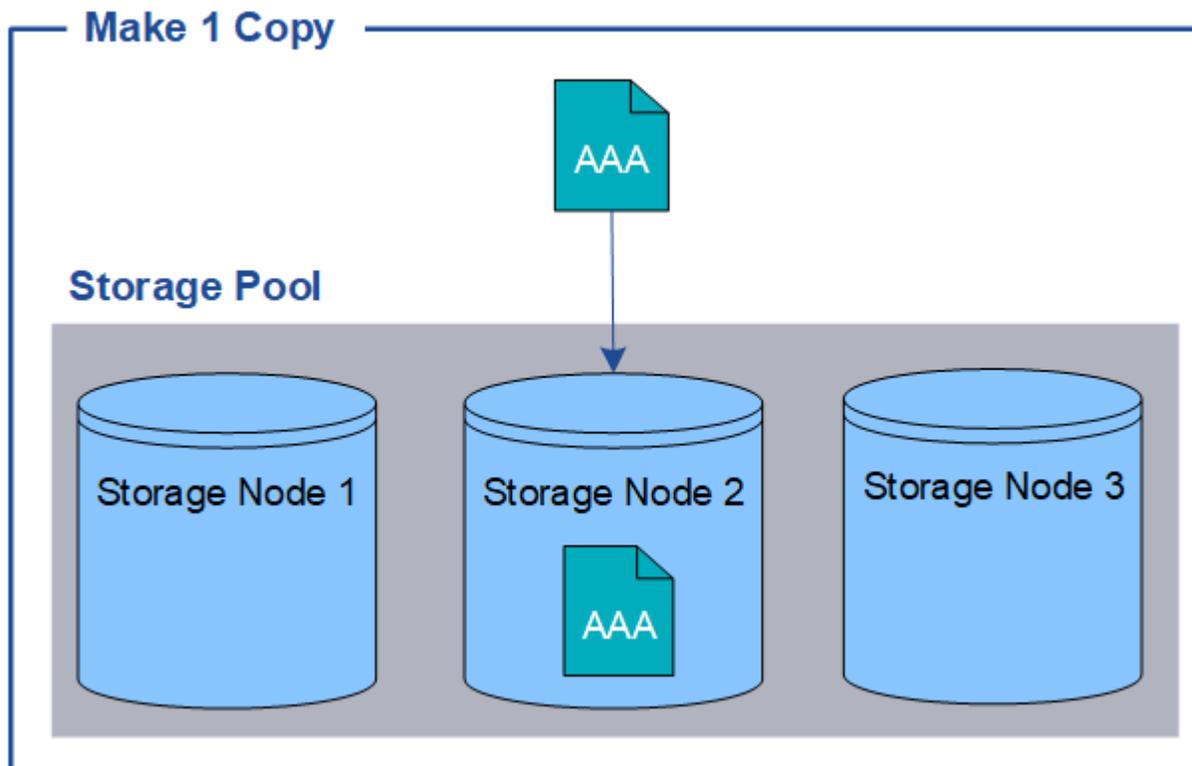
シングルコピーレプリケーションを使用しない理由

複製されたコピーを作成するための ILM ルールを作成するときは、配置指示で、どの期間に対しても少なくとも 2 つのコピーを常に指定する必要があります。



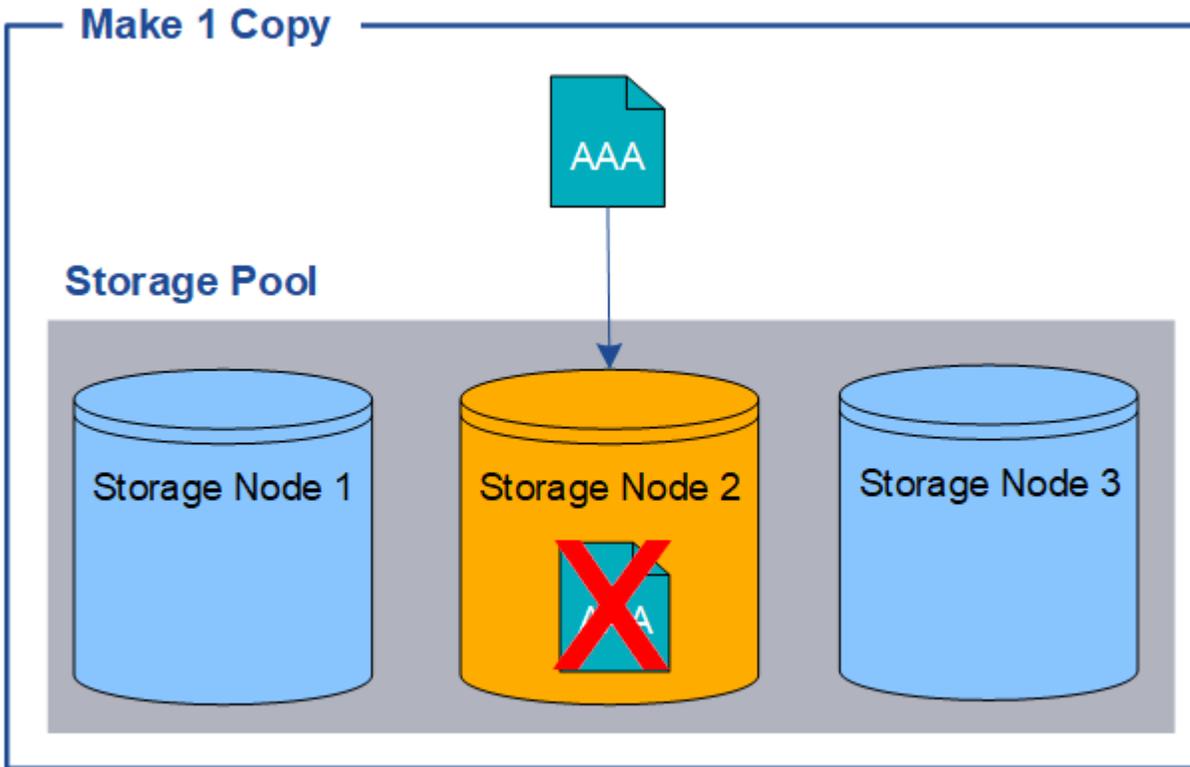
任意の期間に複製されたコピーを 1 つだけ作成する ILM ルールは使用しないでください。オブジェクトの複製されたコピーが 1 つしか存在しない場合、ストレージ ノードに障害が発生したり重大なエラーが発生すると、そのオブジェクトは失われます。また、アップグレードなどのメンテナンス手順中は、オブジェクトへのアクセス権が一時的に失われます。

次の例では、「Make 1 Copy」ILM ルールは、オブジェクトの複製されたコピーを 1 つ、3 つのストレージ ノードを含むストレージ プールに配置するように指定します。このルールに一致するオブジェクトが取り込まれると、StorageGRID は 1 つのコピーを 1 つのストレージ ノードにのみ配置します。

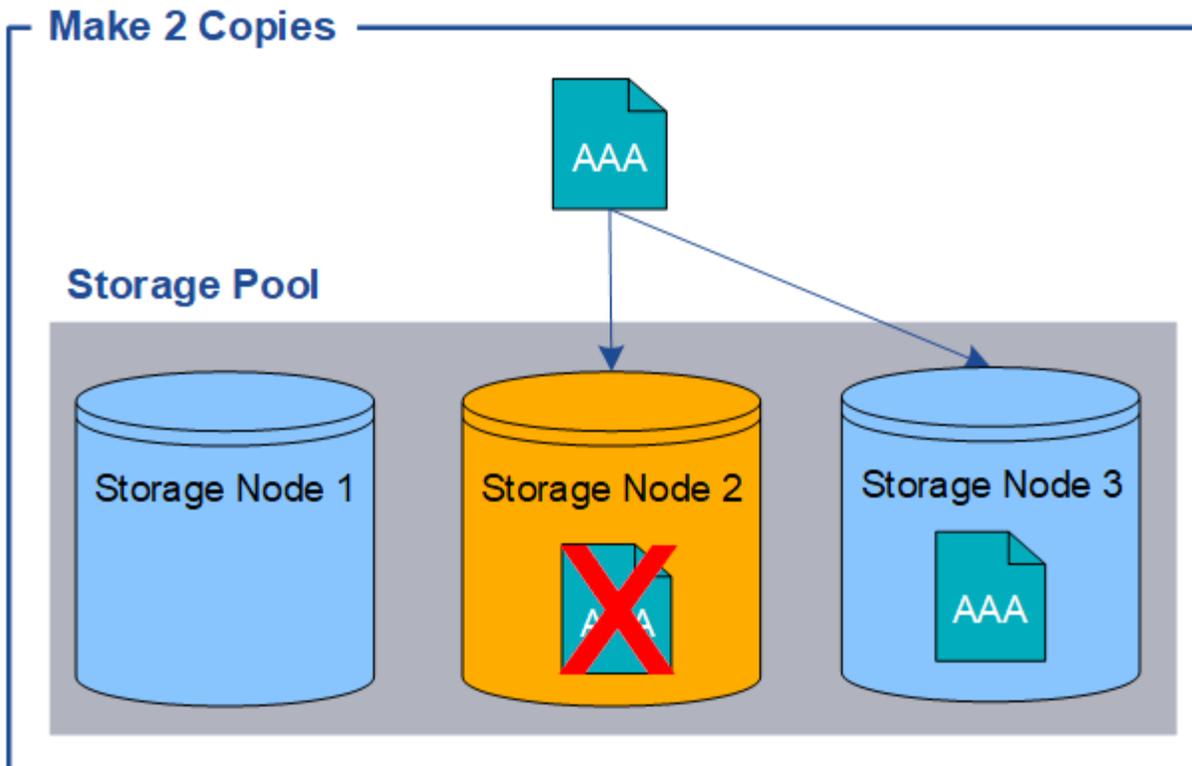


ILM ルールによってオブジェクトの複製コピーが 1 つだけ作成される場合、ストレージ ノードが使用できな

い場合、オブジェクトにアクセスできなくなります。この例では、アップグレードやその他のメンテナンス手順中など、ストレージ ノード 2 がオフラインのときは常に、オブジェクト AAA へのアクセス権が一時的に失われます。ストレージ ノード 2 に障害が発生すると、オブジェクト AAA は完全に失われます。



オブジェクト データの損失を回避するには、レプリケーションで保護するすべてのオブジェクトの少なくとも 2 つのコピーを常に作成する必要があります。2 つ以上のコピーが存在する場合、1 つのストレージ ノードに障害が発生したりオフラインになったりしても、オブジェクトにアクセスできます。



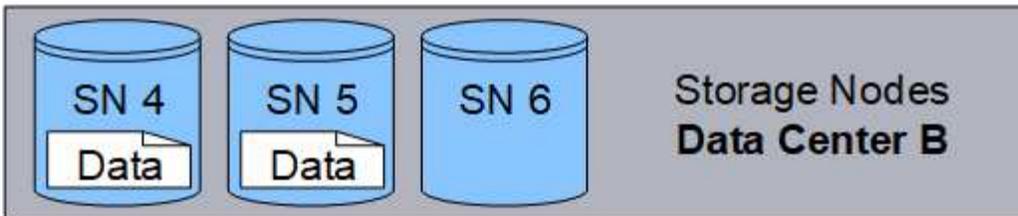
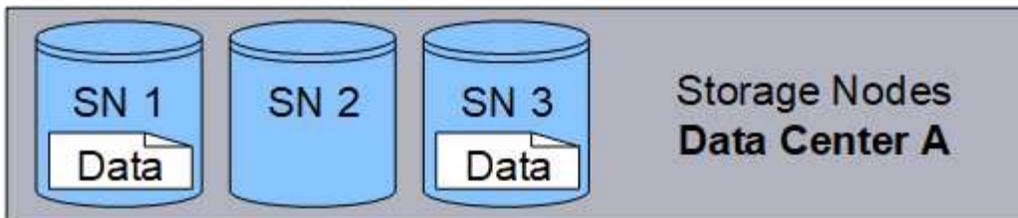
消失訂正符号とは何ですか？

イレージャー コーディングは、StorageGRID がオブジェクト データを保存するために使用する 2 つの方法のうちの一つです (もう一つの方法はレプリケーションです)。オブジェクトが、消失訂正符号を使用する ILM ルールに一致すると、それらのオブジェクトはデータ フラグメントに分割され、追加のパリティ フラグメントが計算され、各フラグメントは異なるストレージ ノードに保存されます。

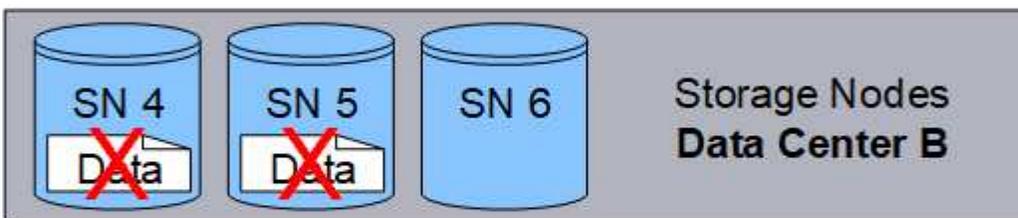
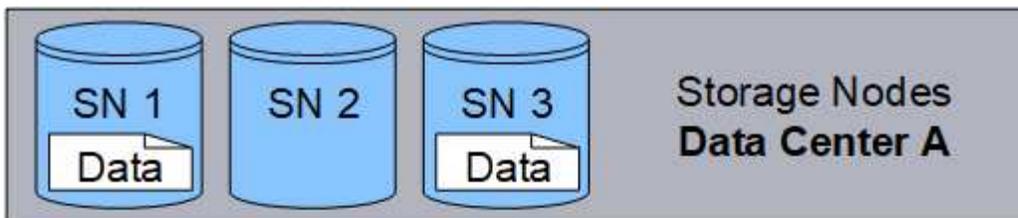
オブジェクトがアクセスされた場合、格納されたフラグメントを使用してそのオブジェクトが再アセンブルされます。データまたはパリティ フラグメントが破損または失われた場合、消失訂正符号化アルゴリズムにより、残りのデータおよびパリティ フラグメントのサブセットを使用してそのフラグメントを再作成できます。

ILM ルールを作成すると、StorageGRID それらのルールをサポートする消去コーディング プロファイルが作成されます。消去コーディングプロファイルのリストを表示できます。"消去符号化プロファイルの名前を変更する"、または"現在どのILMルールでも使用されていない場合は、消去符号化プロファイルを非アクティブ化します。"。

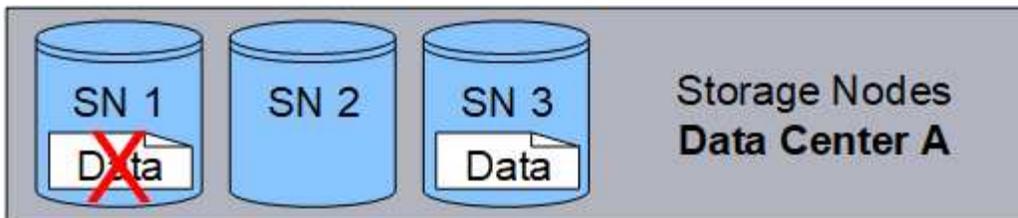
次の例は、オブジェクトのデータに対する消去符号化アルゴリズムの使用を示しています。この例では、ILM ルールは 4+2 消去符号化方式を使用します。各オブジェクトは 4 つの等しいデータ フラグメントに分割され、オブジェクト データから 2 つのパリティ フラグメントが計算されます。6 つのフラグメントはそれぞれ、3 つのデータ センター サイトにまたがる異なるノードに保存され、ノード障害やサイト損失に対するデータ保護を提供します。



4+2 消失訂正符号化方式はさまざまな方法で構成できます。たとえば、6つのストレージ ノードを含む単一サイトのストレージ プールを構成できます。のために"サイト損失保護"各サイトに3つのストレージ ノードがある3つのサイトを含むストレージ プールを使用できます。6つのフラグメント(データまたはパリティ)のうち4つが使用可能である限り、オブジェクトを取得できます。オブジェクト データが失われることなく、最大2つのフラグメントが失われる場合があります。サイト全体が失われた場合でも、他のすべてのフラグメントにアクセスできる限り、オブジェクトを取得または修復できます。



2つ以上のストレージ ノードが失われた場合、オブジェクトを取得することはできません。



関連情報

- "レプリケーションとは何か"
- "ストレージプールとは"
- "消失訂正符号化方式とは何か"
- "消去コーディングプロファイルの名前を変更する"
- "消去コーディングプロファイルを非アクティブ化する"

消失訂正符号化方式とは何ですか？

消失訂正符号化方式は、各オブジェクトに対して作成されるデータ フラグメントの数とパリティ フラグメントの数を制御します。

ILM ルールを作成または編集するときに、使用可能な消去コーディング スキームを選択します。StorageGRID は、使用する予定のストレージ プールを構成するストレージ ノードとサイトの数に基づいて、自動的に消去コーディング スキームを作成します。

データ保護

StorageGRIDシステムは、リード・ソロモン消去符号化アルゴリズムを使用します。このアルゴリズムはオブジェクトを `k` データの断片化と計算 `m` パリティフラグメント。

その `k + m = n` 破片が広がっている `n` ストレージ ノードは次のようにデータ保護を提供します。

- オブジェクトを回収または修復するには、`k` 断片が必要です。
- 物体は最大 `m` 失われた、または破損したフラグメント。値が高いほど `m`、障害許容度が高くなります。

最高のデータ保護は、ストレージ プール内で最も高いノードまたはボリューム障害許容度を備えた消去コーディング スキームによって提供されます。

ストレージオーバーヘッド

消失訂正符号化方式のストレージオーバーヘッドは、パリティフラグメントの数を(m) データフラグメントの数(k)。ストレージ オーバーヘッドを使用して、各消去コード化オブジェクトに必要なディスク容量を計算できます。

$$\text{disk space} = \text{object size} + (\text{object size} * \text{storage overhead})$$

たとえば、4+2 スキーム (ストレージ オーバーヘッドが 50%) を使用して 10 MB のオブジェクトを保存する場合、オブジェクトは 15 MB のグリッド ストレージを消費します。同じ 10 MB のオブジェクトを 6+2 スキーム (ストレージ オーバーヘッドが 33%) を使用して保存すると、オブジェクトは約 13.3 MB を消費します。

合計値が最小となる消失訂正符号化方式を選択する。`k+m`あなたのニーズを満たすもの。フラグメントの数が少ない消失訂正符号化方式は、次の理由により計算効率が高くなります。

- オブジェクトごとに作成および配布 (または取得) されるフラグメントの数が少なくなります
- フラグメントサイズが大きいため、パフォーマンスが向上します
- より少ないノードを追加する必要がある"**より多くのストレージが必要な場合の拡張**"

ストレージプールのガイドライン

消去コード化されたコピーを作成するルールに使用するストレージ プールを選択するときは、ストレージ プールに関する次のガイドラインに従います。

- ストレージ プールには、3 つ以上のサイト、または 1 つのサイトが含まれている必要があります。



ストレージ プールに 2 つのサイトが含まれている場合、消去コーディングは使用できません。

- [3つ以上のサイトを含むストレージプールの消失訂正符号化方式](#)
- [ワンサイトストレージプールの消失訂正符号化方式](#)

- すべてのサイト サイトを含むストレージ プールを使用しないでください。
- ストレージプールには少なくとも `k+m+1` オブジェクト データを保存できるストレージ ノード。



ストレージ ノードは、インストール時に、オブジェクト データではなくオブジェクト メタデータのみが含まれるように構成できます。詳細については、以下を参照してください。 "[ストレージノードの種類](#)"。

必要なストレージノードの最小数は $k+m$ 。ただし、少なくとも 1 つの追加のストレージ ノードがあれば、必要なストレージ ノードが一時的に利用できなくなった場合に、取り込みの失敗や ILM バックログを防ぐことができます。

3つ以上のサイトを含むストレージプールの消失訂正符号化方式

次の表は、3 つ以上のサイトを含むストレージ プールに対してStorageGRIDが現在サポートしている消去コ

コーディング スキームを示しています。これらのスキームはすべて、サイト損失保護を提供します。1つのサイトが失われても、オブジェクトには引き続きアクセスできます。

サイトロス保護を提供する消失訂正符号化方式の場合、ストレージプール内のストレージノードの推奨数は $k+m+1$ 各サイトには少なくとも3つのストレージノードが必要であるためです。

消失訂正符号化方式 ($k+m$)	展開サイトの最小数	各サイトのストレージノードの推奨数	推奨されるストレージノードの合計数	サイト損失保護?	ストレージオーバーヘッド
4+2	3	3	9	はい	50%
6+2	4	3	12	はい	33%
8+2	5	3	15	はい	25%
6+3	3	4	12	はい	50%
9+3	4	4	16	はい	33%
2+1	3	3	9	はい	50%
4+1	5	3	15	はい	25%
6+1	7	3	21	はい	17%
7+5	3	5	15	はい	71%



StorageGRID、サイトごとに少なくとも3つのストレージノードが必要です。7+5 スキームを使用するには、各サイトに少なくとも4つのストレージノードが必要です。サイトごとに5つのストレージノードを使用することをお勧めします。

サイト保護を提供する消去コーディング方式を選択するときは、次の要素の相対的な重要性のバランスをとってください。

- フラグメントの数: フラグメントの合計数が少ないほど、パフォーマンスと拡張の柔軟性は一般的に向上します。
- フォールトトレランス: フォールトトレランスはパリティセグメントを増やすことで向上します（つまり、 m 値が高くなります）。
- ネットワークトラフィック: 障害からの回復時に、フラグメント数が多い（つまり、 $k+m$ ）は、より多くのネットワークトラフィックを生成します。
- ストレージオーバーヘッド: オーバーヘッドが大きいスキームでは、オブジェクトごとにより多くのストレージスペースが必要になります。

たとえば、4+2 方式と 6+3 方式（どちらもストレージオーバーヘッドが 50%）のどちらかを選択する場合、追加のフォールトトレランスが必要な場合は 6+3 方式を選択します。ネットワークリソースが制限されている場合は、4+2 スキームを選択します。他のすべての要因が等しい場合は、フラグメントの合計数が少ない 4+2

を選択します。



どちらの方式を使用するか不明な場合は、4+2 または 6+3 を選択するか、テクニカル サポート にお問い合わせください。

ワンサイトストレージプールの消失訂正符号化方式

1 サイトのストレージ プールは、サイトに十分なストレージ ノードがある場合、3 つ以上のサイトに対して 定義されているすべての消去コーディング スキームをサポートします。

必要なストレージノードの最小数は $k+m$ 、しかし、ストレージプールは $k+m+1$ ストレージノードが推奨されます。たとえば、2+1 イレイジャー コーディング スキームでは、少なくとも 3 つのストレージ ノードを持つストレージ プールが必要ですが、4 つのストレージ ノードが推奨されます。

消失訂正符号化方式 ($k+m$)	ストレージノードの最小数	推奨ストレージノード数	ストレージオーバーヘッド
4+2	6	7	50%
6+2	8	9	33%
8+2	10	11	25%
6+3	9	10	50%
9+3	12	13	33%
2+1	3	4	50%
4+1	5	6	25%
6+1	7	8	17%
7+5	12	13	71%

消失訂正符号化の利点、欠点、要件

オブジェクト データの損失を防ぐためにレプリケーションを使用するか、消失訂正コーディングを使用するかを決定する前に、消失訂正コーディングの利点、欠点、および要件を理解しておく必要があります。

消失訂正符号の利点

レプリケーションと比較すると、消去コーディングにより信頼性、可用性、およびストレージ効率が向上します。

- 信頼性: 信頼性はフォールト トレランス、つまりデータの損失なしに耐えられる同時障害の数という観点

から評価されます。レプリケーションでは、複数の同一コピーが異なるノードおよびサイト間に保存されます。消失訂正符号化では、オブジェクトはデータとパリティのフラグメントにエンコードされ、多数のノードとサイトに分散されます。この分散により、サイトとノードの両方の障害からの保護が提供されます。レプリケーションと比較すると、消去コーディングは同等のストレージ コストで信頼性を向上させます。

- 可用性: 可用性は、ストレージ ノードに障害が発生したりアクセスできなくなった場合にオブジェクトを取得できる能力として定義できます。レプリケーションと比較すると、消去コーディングでは同等のストレージ コストで可用性が向上します。
- ストレージ効率: 同様のレベルの可用性と信頼性を実現するために、消失訂正コーディングによって保護されたオブジェクトは、レプリケーションによって保護された同じオブジェクトよりもディスク容量を少なく消費します。たとえば、2つのサイトに複製された 10 MB のオブジェクトは 20 MB のディスク領域 (2つのコピー) を消費しますが、6+3 消失訂正符号化スキームを使用して3つのサイト間で消失訂正符号化されたオブジェクトは 15 MB のディスク領域しか消費しません。



消去コード化されたオブジェクトのディスク容量は、オブジェクト サイズとストレージ オーバーヘッドの合計として計算されます。ストレージ オーバーヘッドのパーセンテージは、パリティ フラグメントの数をデータ フラグメントの数で割った値です。

消失訂正符号の欠点

レプリケーションと比較すると、消失訂正符号化には次のような欠点があります。

- 消去コーディング方式に応じて、ストレージ ノードとサイトの数を増やすことが推奨されます。対照的に、オブジェクト データを複製する場合は、コピーごとに1つのストレージ ノードのみが必要になります。見る["3つ以上のサイトを含むストレージプールの消失訂正符号化方式"](#)そして["ワンサイトストレージプールの消失訂正符号化方式"](#)。
- ストレージ拡張のコストと複雑さが増大します。レプリケーションを使用するデプロイメントを拡張するには、オブジェクトのコピーが作成されるすべての場所にストレージ容量を追加します。消去コーディングを使用する展開を拡張するには、使用中の消去コーディング スキームと既存のストレージ ノードの使用状況の両方を考慮する必要があります。たとえば、既存のノードが100%いっぱいになるまで待つ場合は、少なくとも `k+m` ストレージ ノードですが、既存のノードが 70% 使用されているときに拡張すると、サイトごとに2つのノードを追加して、使用可能なストレージ容量を最大化できます。詳細については、以下を参照してください。 ["消失訂正コード付きオブジェクト用のストレージ容量を追加する"](#)。
- 地理的に分散したサイト間で消去コーディングを使用すると、取得の待ち時間が長くなります。消失訂正符号化され、リモート サイト間に分散されているオブジェクトのオブジェクト フラグメントは、複製されてローカル (クライアントが接続するのと同じサイト) で使用できるオブジェクトよりも、WAN 接続経由で取得するのに時間がかかります。
- 地理的に分散したサイト間で消去コーディングを使用する場合、特に頻繁に取得されるオブジェクトや WAN ネットワーク接続を介したオブジェクトの修復の場合、取得と修復のための WAN ネットワークトラフィックの使用量が増加します。
- サイト間で消去コーディングを使用すると、サイト間のネットワーク遅延が増加するため、オブジェクトの最大スループットが大幅に低下します。この減少は、TCP ネットワーク スループットの対応する減少によるもので、StorageGRIDシステムがオブジェクト フラグメントを保存および取得できる速度に影響します。
- コンピューティング リソースの使用率が高くなります。

消失訂正符号を使用する場合

消失訂正符号化は、次の要件に最適です。

- サイズが 1 MB を超えるオブジェクト。



消失訂正符号化は、1 MB を超えるオブジェクトに最適です。非常に小さな消去符号化フラグメントを管理するオーバーヘッドを回避するために、200 KB 未満のオブジェクトには消去符号化を使用しないでください。

- 頻繁に取得されないコンテンツの長期保存またはコールド ストレージ。
- 高いデータ可用性と信頼性。
- サイト全体およびノードの障害に対する保護。
- ストレージ効率。
- 複数の複製されたコピーではなく、単一の消去コード化されたコピーのみによる効率的なデータ保護を必要とする単一サイトの展開。
- サイト間の遅延が 100 ミリ秒未満の複数サイトの展開。

著作権に関する情報

Copyright © 2025 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。