QNAP

QuTS hero
ZFS

ホワイトペーパー

INDEX

ページ	タイトル
01	概要
02	ZFS の概要と構成
02	データの整合性と自己修復
02	共有フォルダー /LUN で推奨されるブロックサイズ
03	ZIL の同期 I/O (自動 / すべて / なし)
04	プールオーバープロビジョニング
06	データ量削減 (インライン圧縮 / インライン重複排除)
07	インライン圧縮
08	インライン重複排除
09	SnapSync バックアップ、データ保護、ディザスタリカバリ用のコスト効率のよい複製ソリューション
09	はじめに
09	SnapSync の動作
11	災害発生時の動作
12	リアルタイム SnapSync を設定するためのベストプラクティス
14	メリット
15	オールフラッシュアレイと SSD RAID 用 QSAL (QNAP 特許技術)
16	ライトコアレッシング オールフラッシュアレイのランダム書き込み性能を高めるライトコアレッシングアルゴリズム
17	読み取りキャッシュの推奨構成 (L2ARC)
19	メモリサイズとストレージプールの間の性能的依存関係

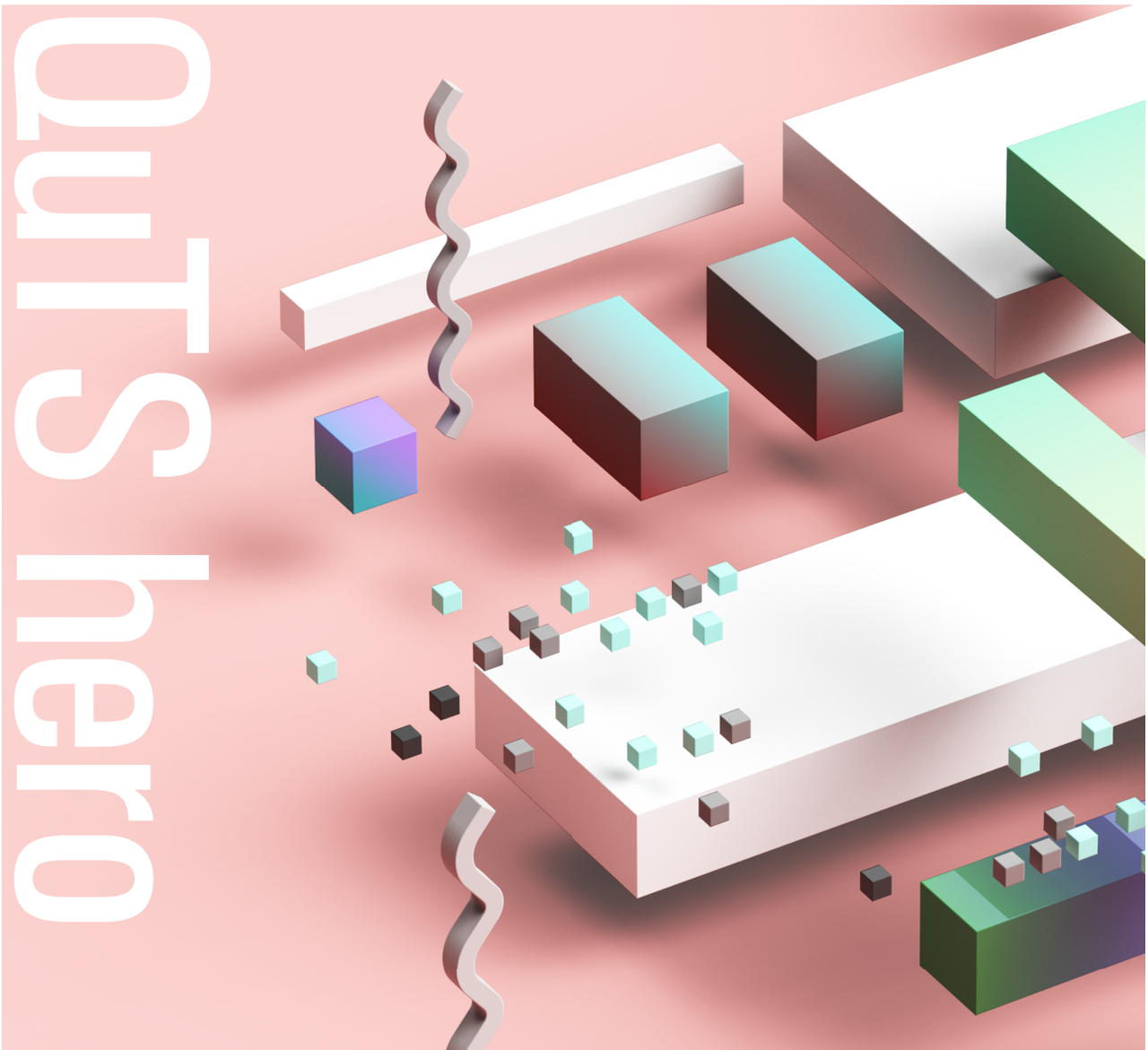
QuTS hero ZFS

ホワイトペーパー

概要

今日のIT集約型の世界では、企業組織やデータセンター業者にとって、急速に変化する要件が成否の鍵となっています。この環境では、予算が厳しく精査され、分或いは秒単位の潜在的なダウンタイムが深刻な問題を引き起こす可能性もあり、効率性や生産性の向上は、成功のための重要な基礎となります。

QuTS hero オペレーティングシステムは、データの整合性を優先するファイルシステムである ZFS を採用しており、高性能で高い安定性を持つデータバックアップニーズに応えます。QuTS hero は、高性能データ保護、データ量削減、仮想化アプリケーションを統合し、クラウド環境と QoS(Quality of Service) 管理機能をサポートすることにより、小規模企業や、大企業のデータセンター、および仮想化された業務ソリューションに対して、費用対効果の高いストレージを提供します。

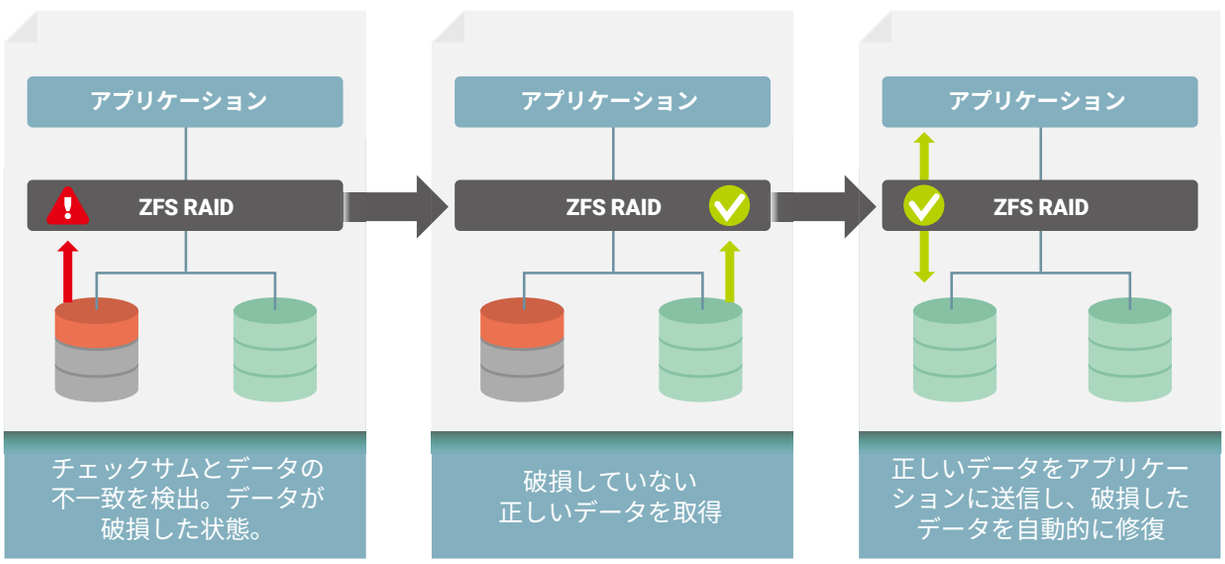


ZFS の概要と構成

データの整合性と自己修復

データの整合性と信頼性は、アプリケーションとデータベースの確実な動作のための鍵となります。ZFS には、ハードウェア障害、ケーブル不良、メタデータエラーによって引き起こされる、時に深刻で検出が難しいサイレントデータ破損を防止する機能があります。また、全てのデータブロックを検査して、不正なブロックを自動的に修復する機能を含む、データの自己修復機能があります。

保存されたデータの不整合や、潜在的な問題が発生しないよう、定期的に「プール スクラビング」を実行することを強くお勧めします。毎週、毎月など、スケジュールに基づいてプールスクラビングを実行することができます。



実行中のシステムで、サイレントデータ破損が発生することを防ぎます。

共有フォルダー /LUN で推奨されるブロックサイズ :

128K - ビデオ編集 / 大容量ファイル / バックアップ
64K - 汎用 / Hyper-V
32K - VMware
8k - OLTP
4K - VDI / データベース / 小型サイズファイル

ZIL の同期 I/O (Standard / Always / None):

ZIL (ZFS Intent Log) は、ファイルシステムにコミットされていないファイル変更を追跡する書き込みジャーナル機構です。ZIL は、そうした変更の動きをジャーナルと呼ばれるログに記録します。システムクラッシュや停電などが発生した場合、QuTS hero がジャーナルログをチェックしてスケジュールされていた変更を適用することで、データ破壊を起こす可能性を下げながらファイルシステムが素早く復元されます。

共有フォルダー/LUN を作成する際に、データの整合性とパフォーマンスをどのように優先順位付けするか、ZIL の書込みログ I/O モードを設定する必要があります。

Standard (default)：I/O トランザクションは、アプリケーションと I/O 要求のタイプに応じて同期あるいは非同期となります。

Always：すべての I/O トランザクションは同期として扱われ、データ整合性は向上しますが、性能は下がります。

None：すべての I/O トランザクションは非同期として扱われます。このオプションは性能がもっとも高くなりますが、停電時のデータ損失のリスクが高まります。

専用の高速ストレージデバイス (NVMe SSD など) 上では SLOG として専用の ZIL を設定することをお勧めします。ZIL に対しては、遅延が非常に小さく、高耐久性のドライブ (MLC ドライブなど) をお使いになることをお勧めします。読み取りキャッシュに対しては、スループットを重視すべきです。ZIL の書き込み頻度が高いことによる SSD グループの早期破壊を防止するため、ZIL と読み取りキャッシュを分けることをお勧めします。

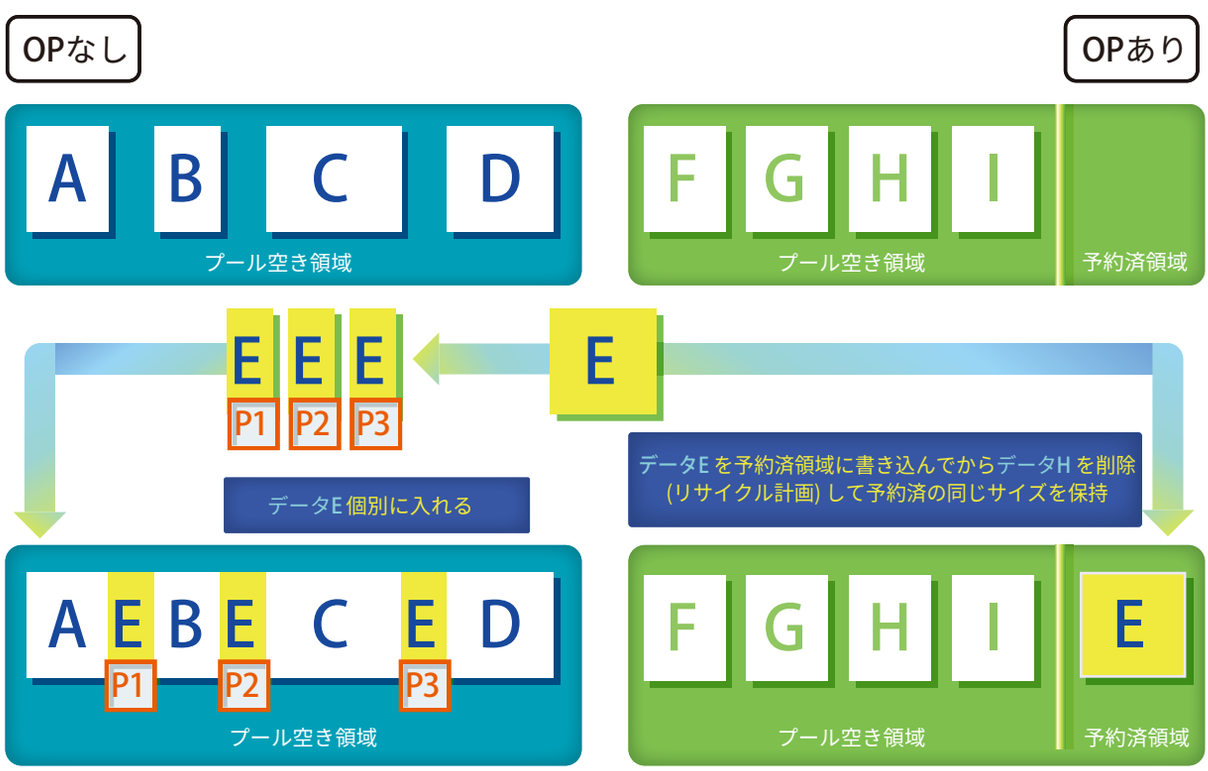
プールオーバープロビジョニング

ストレージプールがほぼいっぱい、あるいはフラグメントしていると、ZFS の性能に影響が出ます。これは、コピーオンライト動作によるものです。ZFS は常に、古いデータを上書きするのではなく、新しいデータを異なるブロックに書き込み、その新しい場所を指し示すようメタデータを更新した後、古いブロックを開放します。ストレージプールに何度も何度もデータを分散させて書込みを行っていると断片化が進み、新しいデータを書き込むことが困難になるとともに、時間を要するようになります。

QuTS hero は、プールがいっぱいに近づいた場合にもランダム書き込み性能が一定であるように、ストレージプール内の一定割合の領域を指定して予約できるプールオーバープロビジョニングをサポートします。以下の図は、プールオーバープロビジョニングを行った場合のデータ書き込みとそうでない場合を示しています。プールオーバープロビジョニングがない場合、ストレージプールがほぼいっぱいでフラグメント状態であると、新しい書き込みデータブロックが分割され、性能に影響が出ます。プールオーバープロビジョニングがあると、ZFS は新しいデータのために連続した大きなブロックを見つけることができます。

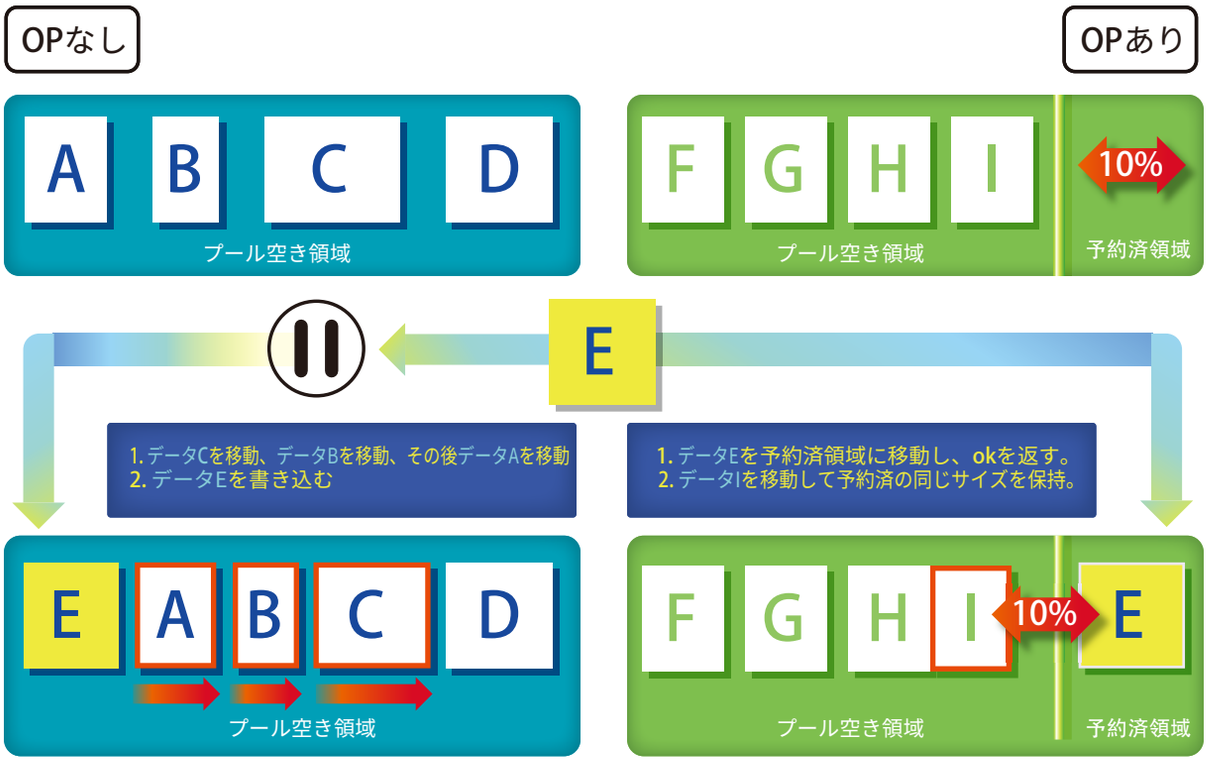
オーバープロビジョニング

フラグメント状態になったプールの性能を向上させます (ひとつのブロックを HDD に書き込む場合など)



オーバープロビジョニング

フラグメント状態になったプールの性能を向上させます（ひとつのブロックをSSDに書き込む場合など）



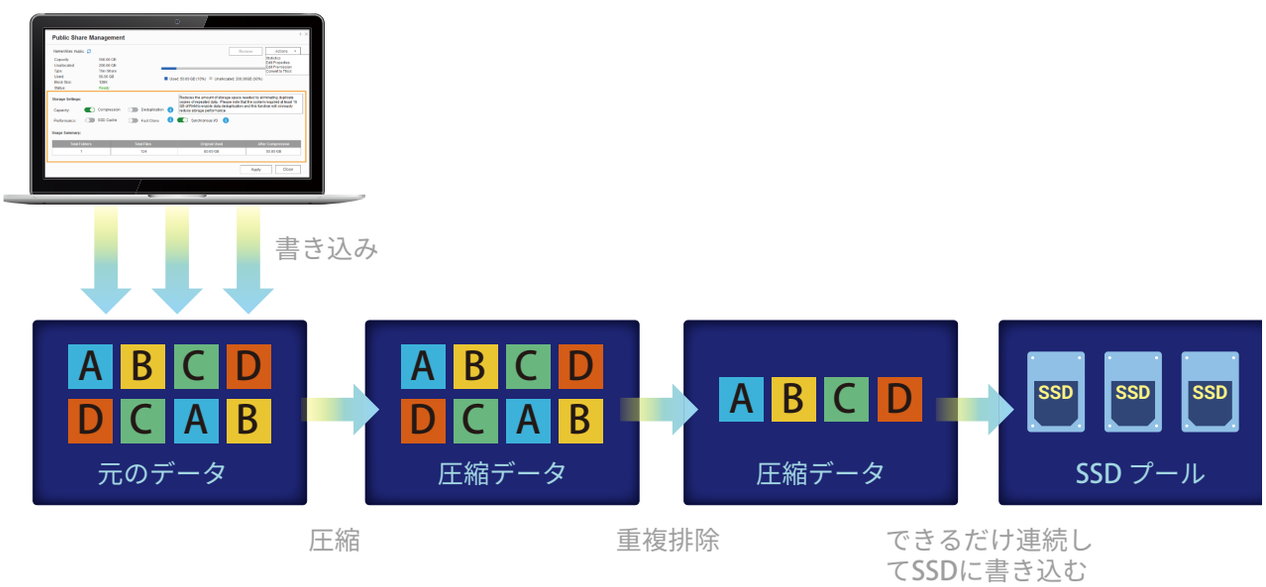
オーバープロビジョニングを有効にすることで、ストレージ容量に若干のハンディがあるものの、ランダム書き込み性能を維持します。予約済領域が多いほど、性能は向上します。このようなトレードオフが必要かどうかを判断するための鍵は、読み取り / 書き込み比率とアプリケーションの動作パターンを考慮することです。書き込みの比率が増えるほど、プールのオーバープロビジョニングが提供するパフォーマンスの向上が高まります。

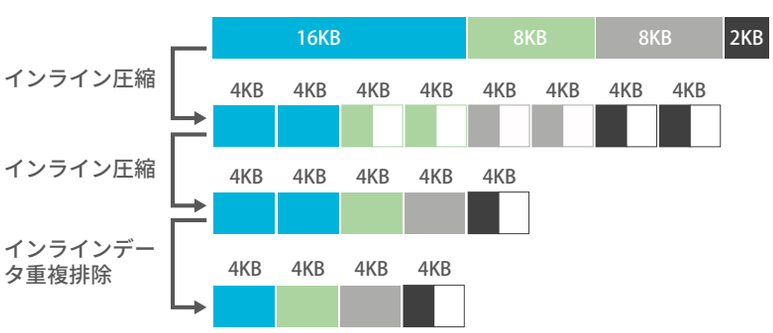
プールオーバープロビジョニングの値は 10% から 20% にすることが推奨されます。書き込みが多く、高い性能が求められるアプリケーション（SQL、ログ、バックアップ、監視、医療画像など）では、値を高めにすることをお勧めします。読取りが多いアプリケーション（Web サーバー、OLAP、メディアストリーミングなど）では、プールオーバープロビジョニングによる性能向上がストレージ領域の減少に見合わない場合があるため、低い値をお勧めします。

データ量削減 (インライン圧縮 / インライン重複排除)

インライン重複排除では、データを書き込む前に、繰り返し現れるデータパターンを削減できるため、ストレージ領域を大幅に節約できます。大きなファイルを保存する際の領域節約のために、インライン圧縮もサポートされます。これらの機能は、インライン圧縮技術と共にストレージの利用を大きく最適化することができます。オールフラッシュ構成において、繰り返しの多いデータや、大量の小さなファイルを保存する場合、必要となるストレージ容量を削減することができ大変有益です。これは、オールフラッシュ構成の書込み性能を大幅に向上させるだけでなく、SSD の寿命を延ばし、機材を展開する際の全般的なコスト効率を最大化します。

同じ OS を搭載した仮想マシンを多数使用するような仮想化環境では、圧縮率は 90% に達します。





インライン圧縮

QuTS hero はインライン圧縮をサポートします。これは、データを共有フォルダーまたは LUN に書き込む際に、元の表現よりも少ないビット数でエンコーディングすることで、ファイルおよびブロックサイズを減少させます。圧縮を有効にすることで、読み書きに必要なブロックが少なくなるため、読み書きのスループットも高まります。

QuTS hero では、ロスレスで圧縮されデータの一貫性が確保されます。ZFS はデフォルトで LZ4 圧縮を使用します。これは、LZ4 圧縮が一般的に最も高速であるためです。

この圧縮では、過大な CPU リソースは不要で、共有フォルダーや LUN での使用が推奨されます。既に圧縮されているファイル (MP3 ファイル、h.264 ビデオ、zip ファイル) は、再圧縮の効果がわずかしかないため、圧縮は適用されません。

LZ4 は、ロスレスデータ圧縮アルゴリズムであり、圧縮と解凍の速度が非常に高速です。伝送速度が 100 MB/ 秒より速い低遅延、高 I/O に最適です。インライン圧縮に特に適しています。

圧縮速度	複合速度
740 MB/S	4530 MB/S

*Izbenchでテスト済

インライン重複排除

QuTS hero は、ターゲットベースのブロックレベル、インライン重複排除を使用します。ターゲットベースとは、ソースサイトがデータをターゲットサイトにまず転送してから、ターゲットサイトで重複排除処理が行われるものです。ブロックレベルとは、ファイル内あるいは異なるファイル間で重複する小さなかたまりのデータを検出し、それを削除します。インラインとは、書き込み前ではなくストレージデバイスに転送される際に重複排除処理が即座に行われるものです。この圧縮 (ターゲットベース、ブロックレベル、インライン) は、クライアントサイトで必要になる CPU リソースを削減でき、他の重複排除機構に比べてドライブアクセスの必要性が下がることが特長です。

重複排除処理は 3 段階で行われます。データを複数のブロックに分けるスライシング、フィンガープリントの計算、重複排除テーブルの検索です。ZFS はまず、ファイルを小さなデータブロックにスライスします。データブロックが書かれる際、システムは暗号チェックサムを使用して各データブロックのフィンガープリントを計算し、それは既存のデータ中に同一のブロックがあることを見つけるために使われます。ZFS は、すべてのフィンガープリントと場所、参照カウントを含むマッピングテーブル (重複排除テーブル) を使います。データブロックが既存のデータブロックと同じフィンガープリントで NAS に書き込まれようとすると、新しい場所にそれを書き込む代わりに ZFS は重複排除テーブルをチェックしてそのデータブロックを同じ場所に割り当て、参照カウントをひとつ増やします。

インライン重複排除は、余分のストレージ領域が使われる頻度を減らしますが、データ書き込みの際の計算リソースが増加するため、システム性能に影響を与えます。この性能への影響は、テーブルの検索が難しくなってくるため、重複排除テーブルのサイズが増えるにつれて増えてきます。インライン重複排除時の性能低下を回避するために、QNAP では、性能変化や重複排除テーブルのサイズを監視して同テーブルが大きくなるのを抑制する SmartDDT (Smart DeDuplication Table) アルゴリズムを使用しています。いくつかの条件が満たされる場合、QuTS hero は重複排除のサービスを停止します。これが起きた場合、データがそれほど連続していおらずアプリケーションの動作パターンがインライン重複排除に適していないか、あるいは NAS により多くのメモリが必要なことを示します。

重複排除が必要な環境では、できるだけ多くのメモリを、最低でも 16GB メモリを、推奨値としては 64GB 以上のメモリをインストールすることをお勧めします。

SnapSync:

バックアップ、データ保護、ディザスタリカバリ用のコスト効率のよい複製ソリューション

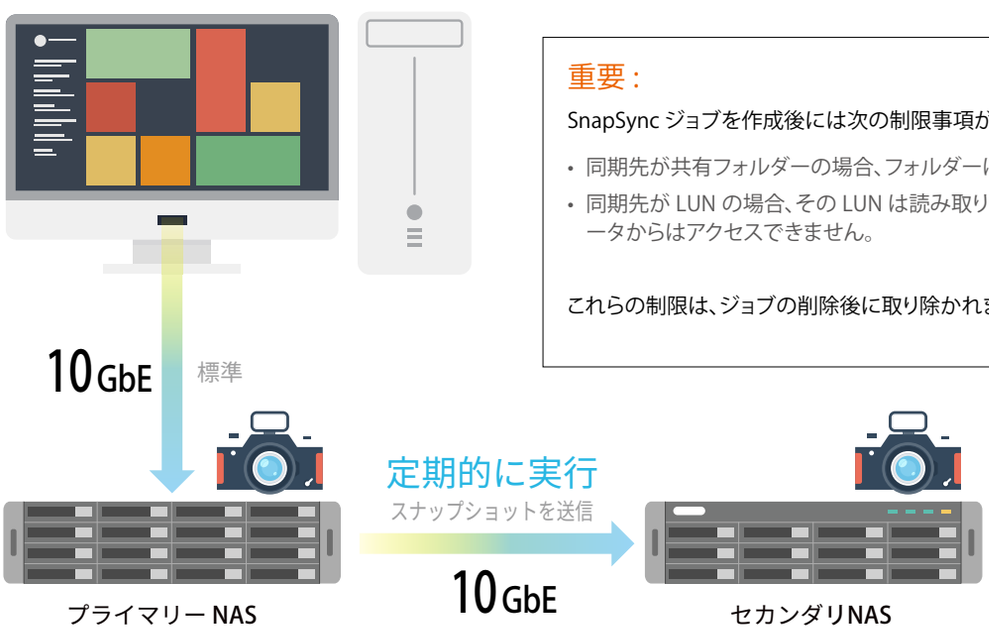
はじめに：

SnapSync は、バックアップ、データ保護、ディザスタリカバリを目的として QuTS hero に組み込まれているコスト効率のよい、使いやすい統一的複製ソリューションです。

SnapSync は、プライマリとセカンダリのストレージシステム上にある共有フォルダ /LUN の間をミラーリングするよう設定されています。これは、プライマリに加えられた変更を速やかに反映し続けるよう、周期的に複製を同期します。このミラーリングされたデータは、セカンダリストレージシステムに作成されます。プライマリサイトに事故があった際には、データをセカンダリからフェイルオーバーできます。SnapSync により、ディザスタリカバリソリューションの総コストが減少し、ディザスタリカバリサイトを通常のビジネス利用することで投資の妥当性を得やすくなります。

SnapSync の動作：

ブロックレベルの SnapSync 機能は、スナップショットで可変ブロックをバックアップできますが、これは軽量で帯域をあまり使わないため、重要なファイルを離れた場所に効率よくバックアップできます。増分レプリケーションにより、同じデータが 2 度送られることはありません。SnapSync の複製に必要なのはフルバックアップと最後の差分バックアップだけなので、復元時間も他の手法よりも高速です。



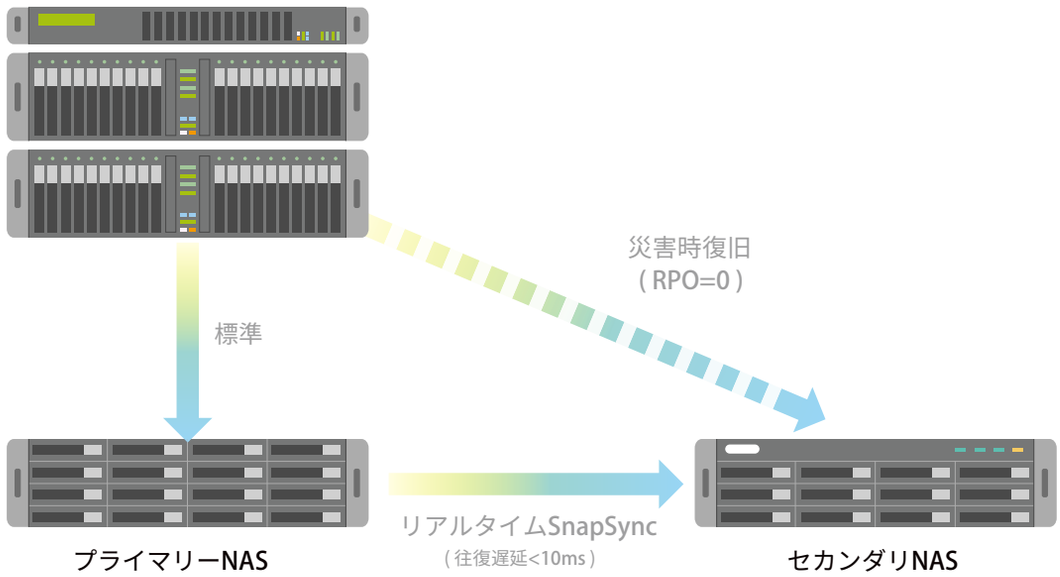
重要：

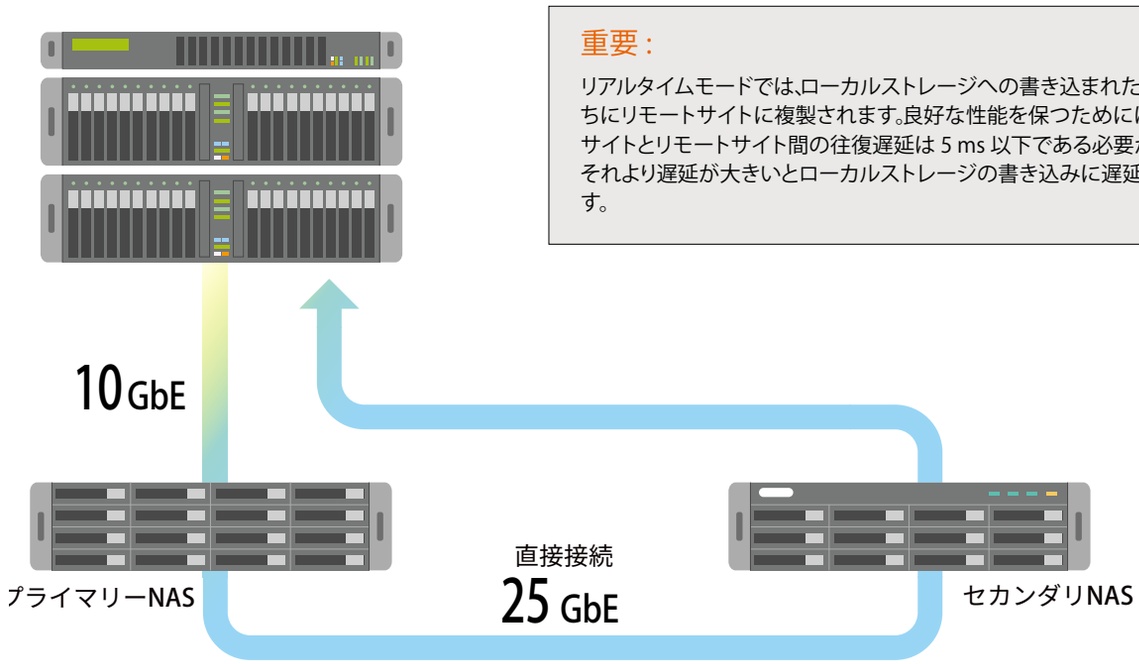
SnapSync ジョブを作成後には次の制限事項が適用されます。

- 同期先が共有フォルダーの場合、フォルダーは読み取り専用になります。
- 同期先が LUN の場合、その LUN は読み取り専用になり、iSCSI イニシエータからはアクセスできません。

これらの制限は、ジョブの削除後に取り除かれます。

より高度なリアルタイム SnapSync 機能では、プライマリとセカンダリの NAS が常時同期されるようになります。





重要 :

リアルタイムモードでは、ローカルストレージへの書き込まれたデータが直ちにリモートサイトに複製されます。良好な性能を保つためには、ローカルサイトとリモートサイト間の往復遅延は 5 ms 以下である必要があります。それより遅延が大きいとローカルストレージの書き込みに遅延が発生します。

リアルタイム SnapSync では、ホストサーバーへ応答を返す前に、プライマリとセカンダリの NAS 上のデータが完全に書き込まれることを保証します。これは、RPO=0 (Recovery Point Objective) を保証し、セカンダリ NAS のデータがプライマリ NAS と整合するようになります。災害発生時には、ホストサーバーはフェイルオーバー時にマウントターゲットを即座にセカンダリ NAS に変更します。

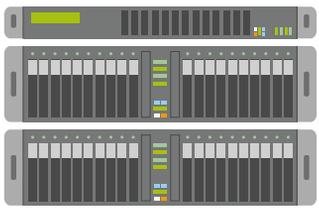
大型のストレージシステムを構築する場合は、SnapSync を用いてセカンダリ NAS を設定し、Snapshot Replica と HBS3 を使用してセカンダリ NAS から別のバックアップ NAS に対して定期的なマルチバージョンバックアップを実施することをお勧めします。

QES NAS(QES 2.1.1 v11 以降) は、QuTShero への SnapSync をサポートします。

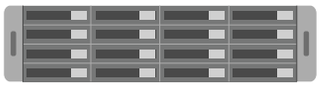
災害発生時の動作

災害発生時...

本番サーバー

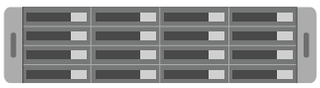


NAS (共有ストレージ)

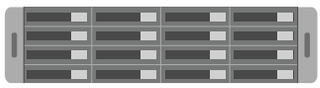


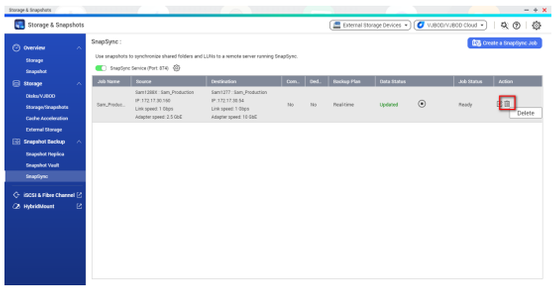
まず、SnapSyncタスクを削除します 1

プライマリーNAS
192.168.100.100



セカンダリNAS
192.168.100.200





SnapSyncタスクを削除した際に、
フォルダの読み取り専用設定が解除されます。

A セカンダリNAS IPに再マウント

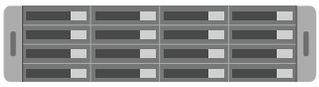
または

B セカンダリNAS IPを元のプライマリNAS IPに変更

本番サーバー

マウントターゲット = 192.168.100.200

セカンダリNAS



192.168.100.200 => 192.168.100.100

リアルタイム SnapSync を設定するためのベストプラクティス

リアルタイムモードでは、ローカルストレージへの全書き込み動作が直ちにリモートサイトに複製されます。良好な性能を保つためには、ローカルサイトとリモートサイト間の往復遅延は 5 ms 以下である必要があります。遅延が大きいと、ローカルストレージで書き込み遅延が発生します。そのため、設定時には以下の事項にご注意ください。

- ネットワーク環境の遅延は極力 10ms 以下になるようにしてください (5ms 以下が理想的です)
- セカンダリ NAS の I/O 性能はプライマリ NAS のそれと同じでなければなりません。
- プライマリとセカンダリの NAS を 25GbE で直結することをお勧めします。

構成のベストプラクティス

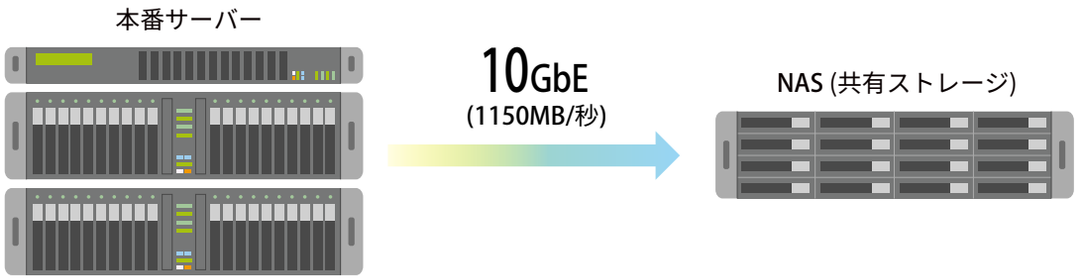
QNAP Labs からのリアルタイム SnapSync の性能ベンチマーク :

- iSCSI プロトコルによる試験:ユーザーが 10GbE で QuTS hero NAS に接続する場合、SnapSync を有効にする前には 10GbE のファイル転送は 1127 MB/ 秒に達し、リアルタイム SnapSync 実施時には効率は 1005MB/ 秒となります。これは 10% ～ 15% の落ち込みとなります。

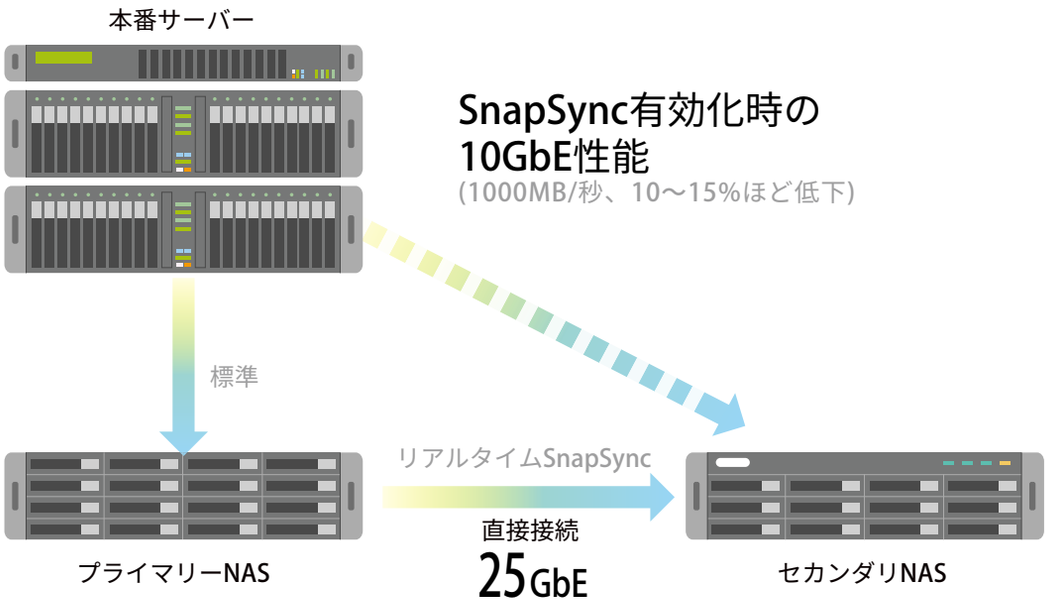
- SMB プロトコルによる試験:ユーザーが 10GbE で QuTS hero NAS に接続する場合、SnapSync を有効にする前には 10GbE のファイル転送は 1025 MB/ 秒に達し、リアルタイム SnapSync 実施時には効率は 930MB/ 秒となります。これは 10% ～ 15% の落ち込みとなります。

- NFS プロトコルによる試験:ユーザーが 10GbE で QuTS hero NAS に接続する場合、SnapSync を有効にする前には 10GbE のファイル転送は 961 MB/ 秒に達し、リアルタイム SnapSync 実施時には効率は 897MB/ 秒となります。これは 7% ～ 15% の落ち込みとなります。

SnapSync保護の前



リアルタイムSnapSyncを有効化した後



テスト環境 :

- IO モード : sync = 標準 および sync = なし
- ブロックサイズ = 128K
- ジャンボフレーム (MTU) = 9000
- 同じ環境において同じ試験を 10GbE で接続した場合、ネットワーク接続と遅延の影響のためにリアルタイム SnapSync 後の落ち込みは約 20% まで増えます。

メリット：

ダウンタイムの減少とデータ損失に対する保護

SnapSync は、スケジュールに応じたリアルタイムの複製が可能です。これにより、Recovery Point Objectives (RPO) を数秒にすることができます。もっとも厳しい書き込み集中型ワークロードに対しても厳格な RPO を達成できます。

利用するネットワーク帯域の減少 :

SnapSync は、圧縮 / 重複排除を使いながらネットワークに増分ブロックを送出することで、ストレージの効率性を活用し、データ転送を高速化し、利用するネットワーク帯域を減少させます。SnapSync を使うことで、ひとつのシン・レプリケーションを活用してアクティブなミラーとなる単一のリポジトリを作成します。

大きなデータを簡単に分配 :

大量のデータを送信したり、サーバールームのアレイの移行、リモートオフィスの統合、新しい支店の開設などが必要になることがあります。SnapSync は、データ移動用の高速、高効率、柔軟な手法を提供します。地理的に分散していてあらゆる場所が同じデータセット (トレーニングビデオや販売資料など) にアクセスする必要がある場合、SnapSync を使用して同じデータをすべての場所に素早く分配できます。

CDM (Copy Data Management) とデータ分析 :

広範に及ぶ分析を実施することはビジネスにとって重要ですが、本番環境には性能上の影響が出かねません。SnapSync とスナップショットにより、セカンダリのデータコピー上で複製されたデータを活用して複雑な分析を実行できます。

データ保管、コンプライアンス、マルチバージョン要件 :

多くのユースケースでは、長いデータ保管期間が求められます。SnapSyncとスナップショットを組み合わせることで、データ保護のためのコンプライアンス要件を満足させることができます。スナップショットバックアップは、ランサムウェアの影響を緩和することに役立ち、リアルタイム SnapSync により可用性とディザスタリカバリが優れたものになります。

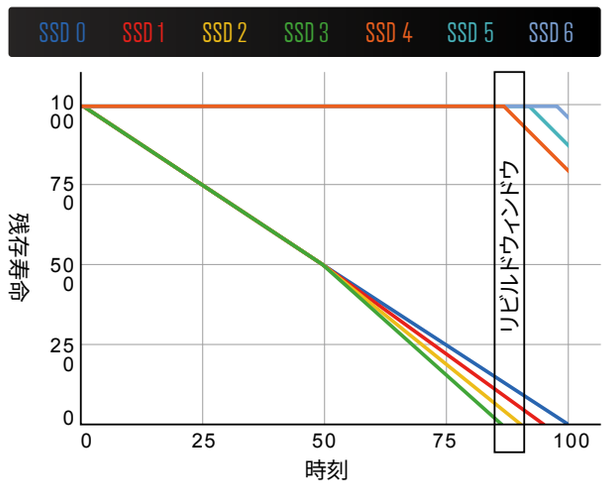
オールフラッシュアレイと SSD RAID 用 QSAL (QNAP 特許技術)

特許取得済のQSAL (QNAP SSD Anti-wear Leveling) アルゴリズムは、自動的に有効化され、複数の SSD が誤動作するのを防止します。

対応するSSD RAID 5 / 6 / 50 / 60 / TP (Triple Parity) ではデフォルトで有効化されます。

M0 OP = 0

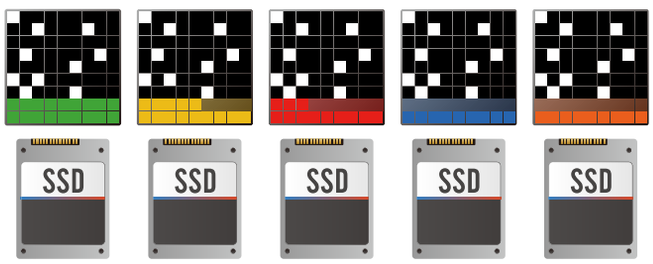
Mi OP = i x W / Mi-1、(Mi-1 - Mi) > W の場合



競合他社の製品で使用されている SSD RAID (特にもっとも古い SSD の負荷だけを増加させるもの) では、半数の SSD の寿命がリビルド時に近接してしまうため、後でデータ損失が発生しやすくなります。加えて、このアルゴリズムは多数の大きなファイルの書き込みには効果がなく、サポートするのが RAID 5 だけのために別のリスクもあります。

QSAL は定期的に SSD の寿命と耐久性を検出し、SSD の寿命が 50% を下回る場合に、動的にサイズをオーバープロビジョニングすることで、それぞれの SSD が寿命がくる前にリビルド時間までに十分な時間があることを保証します。これにより、利用効率とオーバープロビジョニングの間の最良なバランスが可能になります。QSAL が動き始めても領域の利用効率には影響はなく、性能低下がありますが無視できるほどわずかなものです。全体として、オールフラッシュアレイにおけるデータ保護は大きく改善されます。

QSAL はいつでも開始させることができ、既に構築済みの SSD パリティ RAID でも使用できます。QSAL は SSD の寿命が 50% に達する前に有効にすることをお勧めします。有効化が遅すぎると、リビルド時間が不足する問題を招くことがあり、これは SSD RAID 障害のリスクとなります。

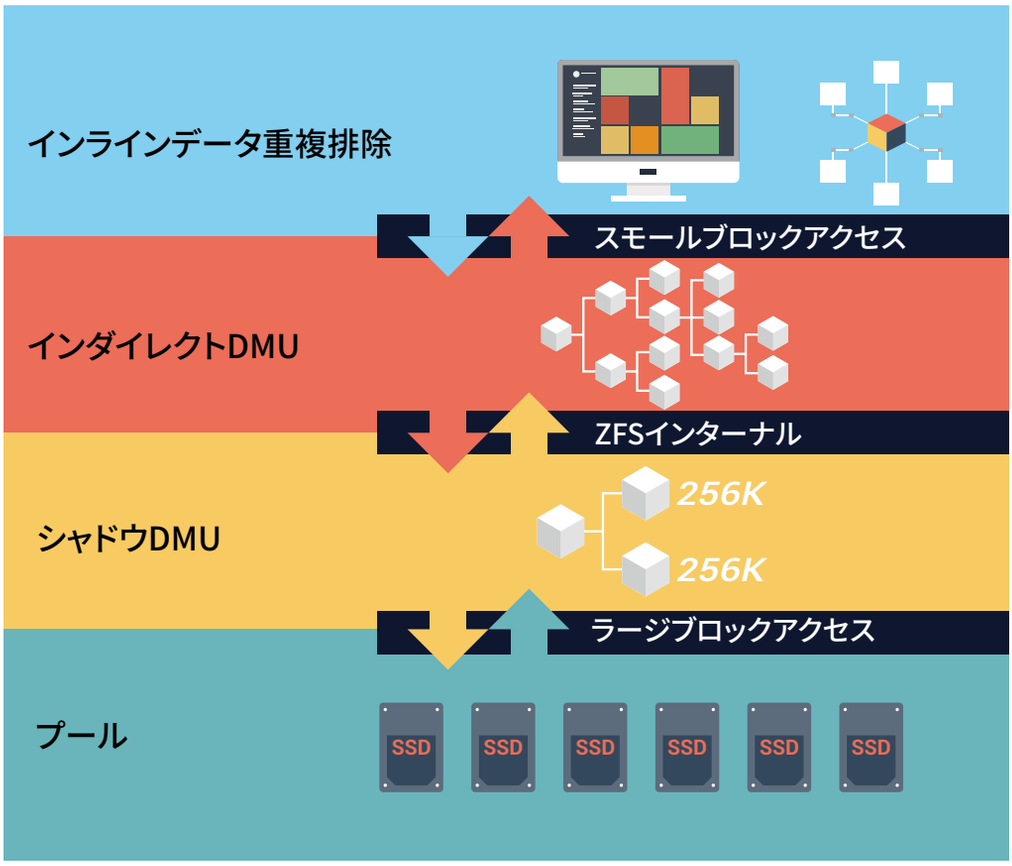


特許番号：US10705744B2 / US20200333959A1. それ以外にも複数の未公開特許があります。

ライトコアレッシング

オールフラッシュアレイのランダム書き込み性能を高めるライトコアレッシングアルゴリズム

ライトアンプリフィケーションはSSDにとって望ましくない現象で、フラッシュメモリの性能と耐久性に問題を生じさせます。QuTS heroは、QNAP独自のライトコアレッシングアルゴリズムを採用しています。これはランダム書き込みすべてを順次書き込みに変換してI/Oを減少させてフラッシュを最適化するものです。これはオールフラッシュ環境でのランダム書き込み性能を効果的に高めるだけでなく、SSDの寿命を延ばします。



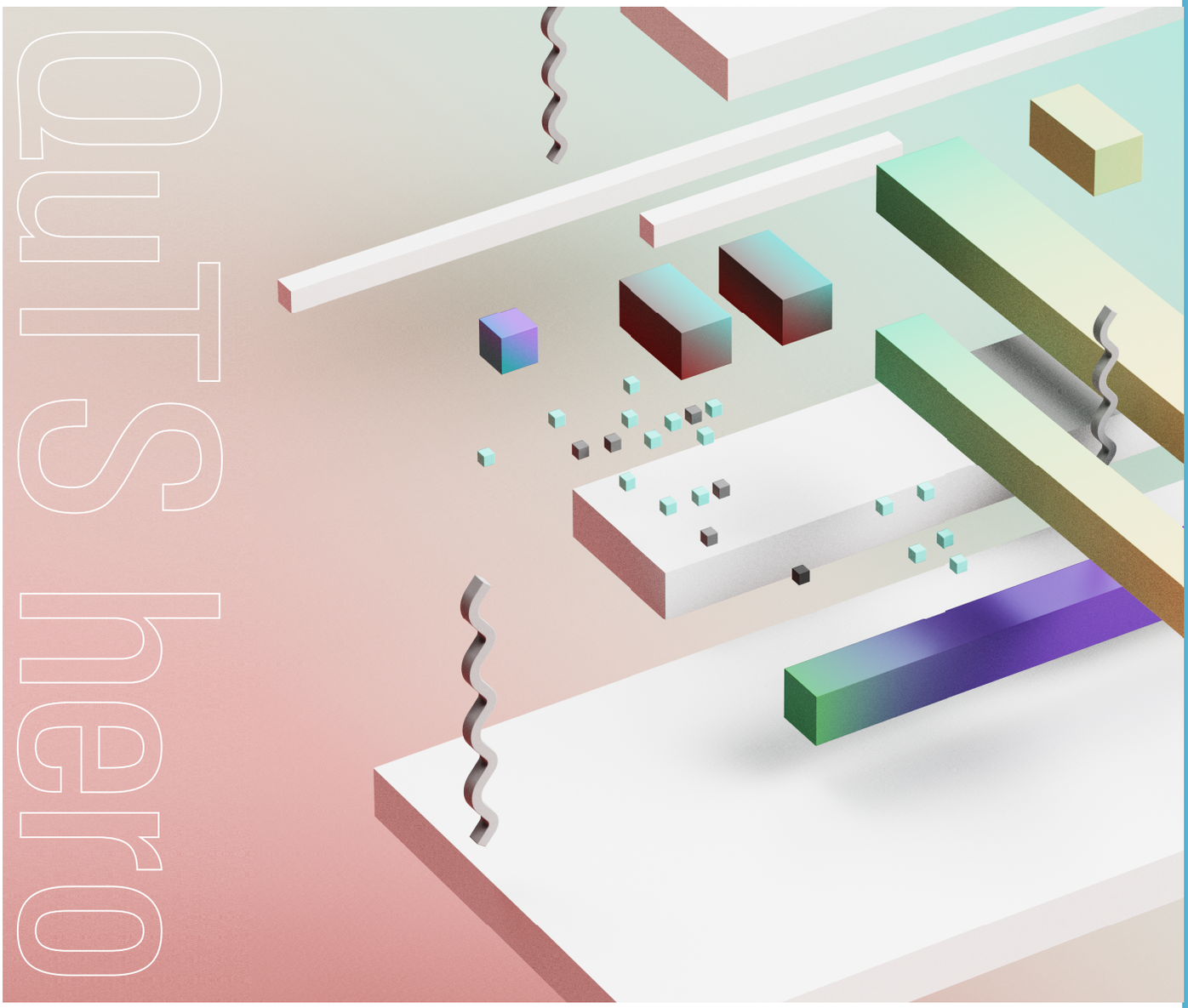
読み取りキャッシュの推奨構成 (L2ARC)

ZFS の性能にとってメモリは重要な役割を担っています。特に高速データ転送、データ重複排除、ARC、キャッシングにおいて、ZFS の性能への貢献およびビジネスワークロードの最適化のためには、できるだけ多くのメモリをインストールすることが推奨されます。

QuTS hero NAS にインストールされたメモリ量、および読み取りキャッシュに使用される割合に基づき、推奨する読み取りキャッシュのサイズは以下のようになります。

- 32GB RAM は読み取りキャッシュに 1TB SSD をサポート
- 64GB RAM は読み取りキャッシュに 2TB SSD をサポート
- 128GB RAM は読み取りキャッシュに 4TB SSD をサポート
- 256GB RAM は読み取りキャッシュに 8TB SSD をサポート

- 1TB RAM は読み取りキャッシュに約 30TB SSD をサポート
- 4TB RAM は読み取りキャッシュに約 120TB SSD をサポート


QuTS hero

メモリサイズとストレージプールの間の性能的依存関係

重要 : この章では、RAM とストレージプールの間の基本的な依存関係を説明します。システムが Virtualization Station など他の専用サービスを実行している場合、それは分離して使用し、仮想マシンにメモリを割り当てることをお勧めします。

NAS メモリ - VM に割り当てられたメモリ = ZFS 使用メモリ

これは、メモリとストレージの性能を分析するための一般的考えで、高性能ストレージに対するメモリサイズのベストプラクティスの判断方法となります。その次に、最適な性能を得るために十分なメモリを選択するための方法を説明します。

メモリは ZFS で重要な役割を担っており、QuTS hero のストレージプールの性能に大きな影響を与えます。ZFS がデータ縮減機能 (コンパクションや高速クローン、重複排除など) を実行している場合、システムではそれらのデータブロックの参照カウントを記録するテーブル類を必要とします。そのため、データ量が大きくなってくると、ZFS はメモリ中に多くの参照テーブルを保持しなければならず、IO 要求をさらに効率的に取り扱わなければなりません。

2 つ目として、ZFS はデータ保護のためにトランザクショングループ機能をサポートします。あらゆるファイル変更 (書き込み) には、特定のトランザクショングループ (TXG) が対応します。通常の間隔では、各 TXG はシャットダウンされ、プールはそのグループに対し同期命令を発します。TXG は、現在キャッシュされている中の「ダーティ」メモリが多すぎることを ARC が示した場合にもシャットダウンされます。ひとつの TXG が閉じると、別のものが直ちに開き、変更がファイルに保存されたのち、新しいアクティブ TXG と対応づけられます。

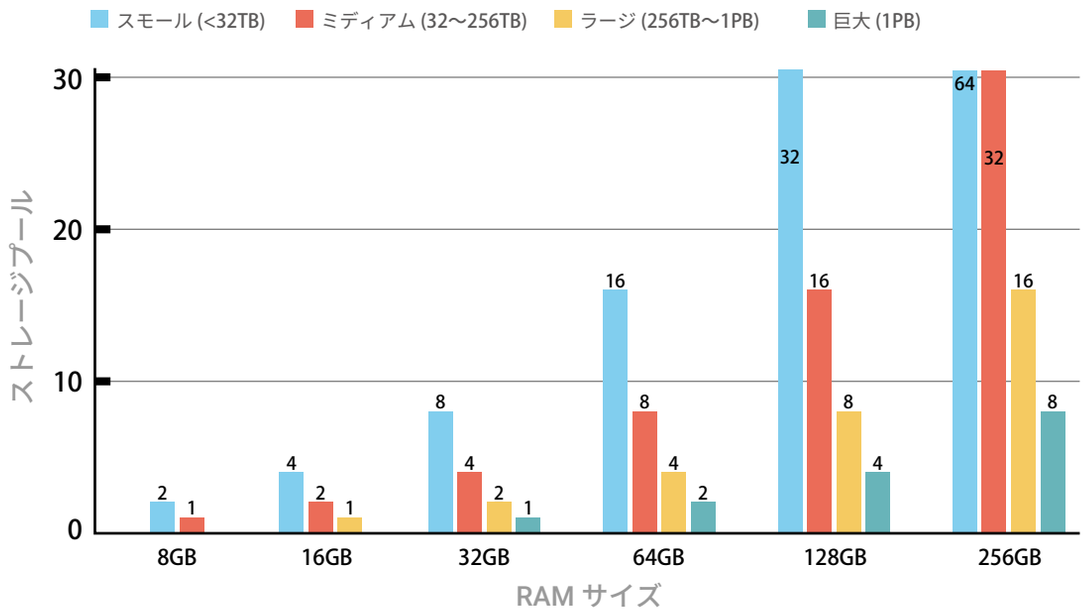
以前のものがまだストレージにデータを同期させている最中にアクティブな TXG がシャットダウンされると、アプリケーションは同期が完了するまで速度が落とされます。TXG が同期しているこの状況において、メモリ制限のために TXG +1 が閉じられ、同期を待っている間にアプリケーションは TXG +2 への書き込みを待ち合わせて速度が落とされます。速度低下したアプリケーションで、ストレージの持続的な飽和あるいはメモリ制限が必要になります。

ストレージプールの同期には、すべてのレベル 0 ブロックのディスクへの送信が伴います。終了した時点で、すべてのレベル 1 間接ブロック (など) はファイルシステムがコミットされた新しい状態を表すまで送信されます。その時点で、uberblock はストレージプールの新しい整合性が取れている状態を指し示すように更新されます。

そのため、ZFS はそれぞれのトランザクションの完了後に uberblock を更新しなければなりませんが、これは大きな負担となります。システムが可能な限り多くのメモリを提供できるのであれば、トランザクショングループはより大きくでき、uberblock を更新するオーバーヘッドは相対的に小さくなります。そのため、より多くのメモリが、ZFS による書き込み IO 要求の改善に効果があることになります。

以下の推奨をご参照いただき、それぞれのストレージ構成のために十分なメモリを選択してください。

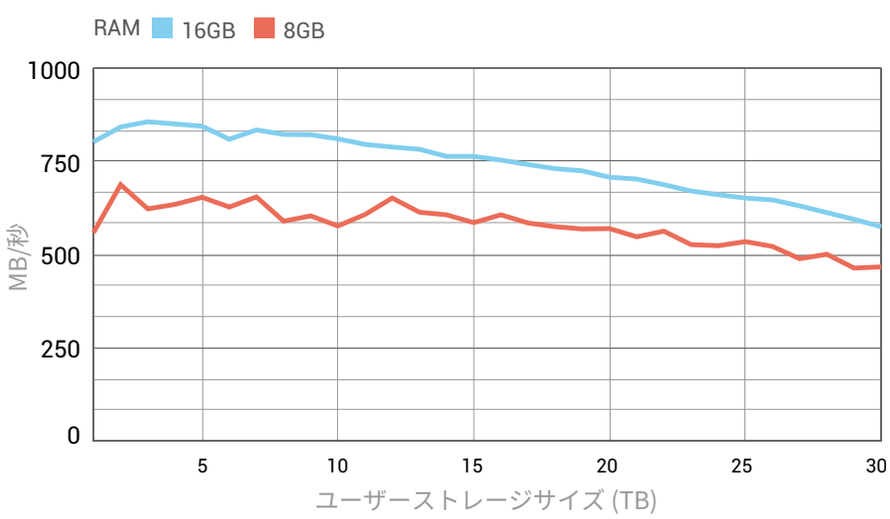
RAM サイズとプール構成の間の性能に関するベストプラクティス



たとえば、お使いの ZFS NAS が 16GB メモリをもっているとすると、ストレージプールの推奨構成は、1 つの大きなプール (256TB ～ 1PB) あるいは中間サイズの 2 つのプール、もしくは小さな 4 つのプールとなります。この種のプール構成であれば、システムはよい性能が出せるでしょう。これらの推奨を超えるプールを作成すると、NAS はそれでも動作するものの、性能が低下する可能性があります。ここでは、8GB (最小要件) と 16GB での性能の違いを明らかにするための参考として、エントリレベルの ZFS モデル TS-973AX を使用しています

(約 35TB の 1 つの SSD プールと 1 つの HDD プールを作成しています。HDD プールの性能差が表示されています)。

TS-h973AX-16GB 対 8GB - IO 性能 (5xHDD-R0)



QuTS hero

ZFS

whitepaper

QNAP SYSTEMS, INC.

TEL : +886-2-2641-2000 FAX: +886-2-2641-0555 電子メール: qnapsales@qnap.com

住所: 3F, No.22, Zhongxing Rd., Xizhi Dist., New Taipei City, 221, Taiwan

QNAP はいつでも、事前の通知なしに仕様と製品説明を変更することができます。

Copyright © 2021 QNAP Systems, Inc. All rights reserved.

QNAP® およびその他 QNAP 製品の名称は、QNAP Systems, Inc. の所有者標識または登録商標です。
ここに触れたその他の製品と会社名は、それぞれの所有者の商標です。

オランダ (倉庫サービス)
電子メール: nlsales@qnap.com
電話: +31(0)107600830

中国
メール: cnsales@qnap.com
電話: +86-400-028-0079

タイ
メール:thsales@qnap.com
電話: +66-2-5415988

日本
メール: jpsales@qnap.com
FAX: 03-6435-9686

米国
メール: usasales@qnap.com
電話: +1-909-595-2782

インド
電子メール: indiasales@qnap.com

ドイツ
電子メール: desales@qnap.com

フランス
メール: Frsales@qnap.com