

アダプテックハイブリッドRAIDソリューション

パフォーマンスと信頼性の最大化するために SSD と HDD を組み合わせる

要旨

ユーザのスピードに対する要求の高まりとアプリケーション負荷が次々と増大することにより、データセンタでは、常にインフラのパフォーマンスを増加させなければならないという困難に直面しています。これに対し、CPUは継続的によりパワフルになっていますし、ネットワークスピードの増加やディスクドライブの容量が増え続けていることなど、コンポーネントによっては相対的にわかりやすいパフォーマンスアップグレード方法を提供しています。しかし、I/Oオペレーションのパフォーマンス向上が同様のペースで増加しなければ、これらコンポーネントの進化はあまり意味を成しません。

例えば、オンライントランザクションプロセッシングシステム（OLTP）では、しばしばデータベースのアップデートが発生する頻度によって制限されます。検索アルゴリズムのパフォーマンスは、様々なデータ構成をディスクからいかに速く読み出すか次第である可能性があります。ウェブサイトに問題なくアクセスできるユーザ数は、どのくらい速くウェブページを提供できるかにかかっています。

エンドユーザ数の増加は、反応時間が長くなったり、レイテンシが増加することで問題をより悪化させます。Equation Research^{*1}によると：

- ピーク時間帯におけるパフォーマンス（反応）の悪さにより、78%のサイト訪問者は競合サイトへ離脱。
- パフォーマンス（反応）の悪さを経験した人の88%は、再度そのサイトを訪れそうにない。
- 他へ移動した人の47%は、サイト運営企業に対してあまり好意的でないイメージを持って離脱。

システムパフォーマンスを上げるために、データセンタでは、15,000 RPMのシリアルアタッチドSCSI(SAS)ドライブのような、高速のハードディスクドライブ（HDD）を加えたり、ベストパフォーマンスを得るためにアプリケーションがディスクの最外周だけを使用する“ショートストローク”にすることがあります。また、例えば既存サーバ内にさらに多くのユーザに対応するだけの容量が余っていたとしても新規サーバを追加するかもしれません。

いずれの場合でも、ストレージ容量の利用効率が下がる結果となります。加えて、サーバの増設は、資本コストと、メンテナンス、電力、冷却コストのような運用コストの増大、物理的なスペースの必要性へとつながります。

半導体ディスク（SSD）の市場への浸透は、これら多くの問題を緩和し、データセンタのストレージアーキテクチャの考え方を変化させています。

SSD: フラッシュのパフォーマンス

SSDは、より高いリード帯域とIOPS、より良い機械的信頼性、耐衝撃性や対振動性の高さなど、HDDに対していくつかの優位性を持っています。しかし、これらの優位性を提供するフラッシュの特徴は、同時に、容量の小ささやストリーミングライト帯域の低さといった、HDDと比較した場合の短所も持ち合わせています。

SSDのもう一つの短所は、HDDのようにデータを直接オーバーライトできないことにあります。代わりに、新しいデータを書き込めるようにするには、例えばそれがわずか数バイトの変更だとしても、データブロックの目的地全体を最初に消去しなくてはなりません。

このプロセスはライトパフォーマンスに影響するだけでなく、フラッシュ媒体の表面の耐久性に不均等を発生させ、ドライブの早期不良へとつながります。耐久性の不均等に対処するために、多くのSSDでは、消去と再書き込みを媒体表面全体に平均して実施するウェアレベリング機能を搭載しています。ウェアレベリングはドライブの寿命を延長しますが、ライトパフォーマンスをさらに低下させることとなります。

SSDはまた、HDDと比較すると遥かに高価で、特に一般的な“容量におけるGBあたりのコスト”で考えた場合にその差が顕著です。その潜在的な長所にもかかわらず、ほとんどの環境において、すべてのHDDをSSDに置き換えることは現実的ではありません。

しかしながら、HDDとSSDを組み合わせるといふハイブリッドのアプローチであれば非常にコスト効率が高くなり、“I/Oオペレーションあたりのコスト”もしくはよりグリーン化を意識した“I/Oオペレーションあたりの電力消費”で比較した場合にはその効果はより顕著なものとなります。

ハイブリッドRAIDとは？

ハイブリッドRAIDは、高容量、低価格のSATAもしくはハイパフォーマンスのSAS HDDと、レイテンシが低く、高IOPSのSSD、SSDを認識するRAIDコントローラを組み合わせた冗長性を持ったストレージソリューションです（図1）。

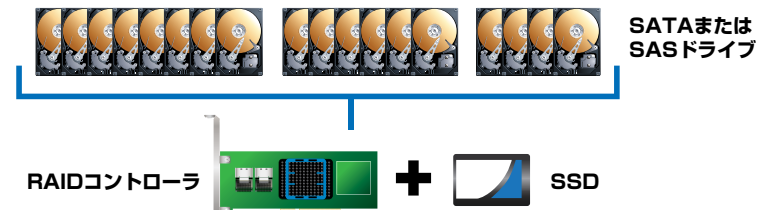


図1. ハイブリッドRAIDの構成

ハイブリッドRAIDでは、リードオペレーションはより高速なSSDから実行され、ライトオペレーションは冗長性確保のために、SSDとHDDの両方に行われます。

ハイブリッドRAIDは、インターネットゲートウェイやファイルサーバ、仮想化用マシンといったローレベルデータを使用するアプリケーションに理想的です。

ハイブリッドRAIDの利点とは？

ハイブリッドRAIDは、SSDのみのRAIDアレイよりも遥かに低いコストで、標準的なHDDのみのRAIDアレイより著しく高いパフォーマンスを発揮します。HDDのみのアレイと比較して、ハイブリッドアレイはIOPSを加速させて、レイテンシを低減し、データセンタやクラウドコンピューティング環境においてサーバ1台あたりでより多くのユーザをホスティングし、秒あたりのトランザクションをより多く実行します。これにより、決められた負荷を処理するために必要となるサーバ台数を低減することが可能となります。

¹ "When more Website visitors hurt your business: Are you ready for peak traffic?," Equation Research 2010

ハイブリッドRAID

サーバを削減することは、データセンタ内におけるサーバの必要数を削減するだけに留まらず、増設サーバ購入のための資本コストの削減や、電力、冷却、メンテナンスといった運用コストの削減といった更なる経済的なメリットがあります。

ハイブリッドRAIDの例

ハイブリッドRAIDをストレージソリューションに組み入れることにより、以下の例で示すような、容量の最大化やブート時間、全体的なパフォーマンスなど幅広い可能性が広がります。

シナリオ1：大容量サーバ

このシナリオは、お客様が8ベイのサーバが持つ大容量のスペースを最大限に利用し、かつブートが高速なサーバにしたい場合です。お客様は保守的で、OSとデータを別にしたいと考えています（OSはミラーリングし、データは最大容量のためにRAID 5の中に入れる）。

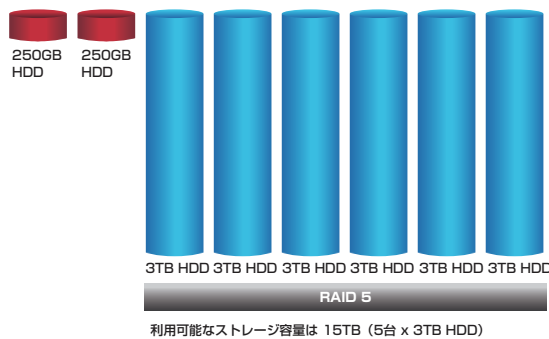


図2. 大容量サーバ、従来と同じHDDのみの構成

HDDのみの構成(図2)での問題は、OSブートドライブ用にサーバ内の2ベイが無駄になってしまうことです。そのため、容量はRAID 5構成の6ドライブ分となります。更に、ブートは別段高速なRAIDではない、ミラーリングされた標準的HDDから実行されるため、サーバのブート時間が早くなることはありません。

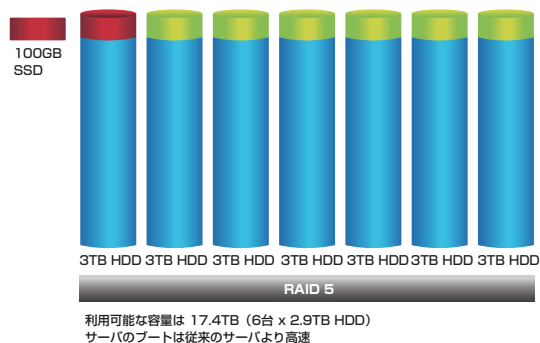


図3. 大容量サーバ、ハイブリッドRAIDソリューション

ハイブリッドソリューション(図3)はいくつかの利点を提供します：

1. サーバ容量は、RAID 5構成の各ドライブで利用可能な容量の6倍。
2. ブート時は、SSDから読み出すためサーバのブートが高速に。

3. 各ドライブ上の未使用のディスクスペースは必要に応じて、もう一つのアレイとして使用可能。
4. 上記シナリオの場合は、6台の未使用のディスクスペースを使用して、500GBのRAID 5ディスクを追加で作成可能。

シナリオ2：ワークステーション

このシナリオは、ワークステーションのユーザがブートが高速で、アプリケーションのローディングも高速で、ドライブが1台フェイルした場合でも、ワークステーションを再構築しなくて済む構成にしたい場合です。



図4. ワークステーション、ハイブリッドRAIDソリューション

ハイブリッドソリューション(図4)の利点は：

1. 全てのリードはSSDから実行されるため、ワークステーションのリードスピードは標準的HDD単体の場合と比較して劇的に改善される。
2. ライトスピードは標準的なワークステーションと同等。しかし、コントローラカード上のキャッシュを使用した場合はマザーボード上のオンボードディスクコントローラに接続された標準的HDDより高速に。
3. ドライブがフェイルしてもデータを失うことはない。フェイルしたドライブが交換されると、アレイが交換したドライブ上にリビルドを実行し、フェイルする前と同じように、システムを元に戻す。

このシナリオの500GB HDD上の未使用の200GB部分については、データに冗長性がなく、HDDのフェイル時にこの部分のデータ消失してしまうことから、使用することは推奨しません。

シナリオ3：スモールビジネス用サーバ

スモールビジネス用サーバの多くは、会計ソフトや業界特有の小さなデータベースを使用したり、メールサーバと使用したりするために、少なくともいくつかのハイパフォーマンスなストレージコンポーネントを必要とします。このパフォーマンス要求に合わせて容量も必要とされています。スモールビジネスであっても、書類や写真、ビデオデータといった形で、簡単に数TBのデータが作製されます。

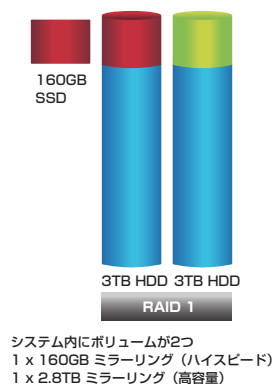


図5. スモールビジネス用サーバ、ハイブリッドRAIDソリューション

ハイブリッドRAID

ハイブリッドソリューション(図5)の利点は：

1. 160GBディスクはOS用のブートボリュームを作製しても容量が余るので、データベース機能用に100GBのボリュームを割り当てるスペースがまだある。
2. 160GBハイブリッドミラーリングのリードは直接SSDから実行されるため、OSのブート時間やデータベース機能は標準的HDDでのミラーリングと比較して劇的に高速。

データ用ミラーリングセットから160GBは失われますが、3TBのドライブから見るとそれは非常に小さく、サーバ容量の利用効率の対する影響は小さいものです。

シナリオ4：スモールビジネス用サーバ

前述のシナリオの構成では、少なくとも4ポートのRAIDカードが必要でした。しかし、4つ目のポートは使われていません。サーバで4ポート全てを使用するには前述例では使用されていなかったスペース使用の為に2台目の160GB SSDを購入することが重要です。

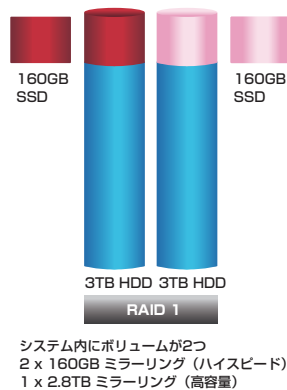


図6. スモールビジネス用サーバ、ハイブリッドRAIDソリューション

2台のSSD同士、2台のHDD同士でミラーリング構成にするのがより一般的なサーバになるようにも思えますが、上記のようにした方が良い理由は以下のようなものです：

1. ライトスピードの仕様が低いSSDは、HDDと比較してあまり高速でないため、2台のSSDのミラーリングではパフォーマンスの増加はあまり期待できない。
2. SSDのリードスピードは非常に高速なので、SSD単体の場合と比較してSSD 2台でミラーリングしてもパフォーマンスはあまり改善しない。
3. リード時のスピードにフォーカスしているため、2つのハイブリッドRAIDアレイを持つことにより、各SSD内のデータをミラーリングで保護しながら、320GBでSSDのリードスピードをサーバへ提供できる。
4. 前の例と比較しても、サーバのHDD容量は犠牲になっていない。

シナリオ5：高速で容量の小さいスモールビジネス用サーバ

もし容量よりもパフォーマンスの方が重要で、ユーザが600GBのSSDを2台使用できてHDDとミラーリングができるならば、1.2TBのSSD容量を得ることができます(図7)。

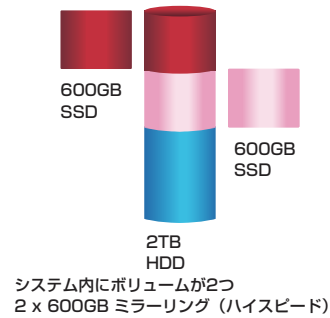


図7. 高速で容量の小さいスモールビジネス用サーバ、ハイブリッドRAIDソリューション

この構成の場合、合計で3台のSSDと1台のHDDを使用して3つのハイブリッドミラーリングにするために、RAIDカードの4つ目のポートを利用して3台目のSSDを追加することも可能です。

ハイブリッドソリューションを構成する

どの容量のSSDやHDDでも使用できるので、ハードウェアの観点からは、ハイブリッドRAIDソリューションを構成するのは非常に簡単です(但し、同数のSSDとHDDを使用する必要があります)。もし異なるサイズのドライブでRAIDアレイが構築された場合、ドライブセグメントサイズは、容量の小さいほうのディスクドライブの容量になります。例えば、1台の128GB SSDと1台の2TB HDDでRAID 1を構築した場合は、128GBの論理デバイスとなります。2台の128GB SSDと2台の2TB HDDでRAID 10を構築した場合は、256GBの論理デバイスとなります。残りのHDD容量はストレージとして使用することができます。

ほとんどのソフトウェアは特徴の異なる2種類のストレージを使用することを意識して作られていないため、アプリケーションの観点からは、それほど簡単ではありません。

ハイブリッドRAID構成の優位性を最大限に生かすためには、インテリジェントなストレージ処理機能を持ち、SSDの接続を認識するRAIDコントローラを使用する必要があります。

アダプテックハイブリッドRAIDソリューション

ハイブリッドRAIDテクノロジーの長所を利用するには、Adaptec 6シリーズ、5Zシリーズ、5シリーズ、2シリーズ、Qシリーズのどれかにアップデートされたファームウェアをインストールするだけでいいので、非常に簡単です。コントローラは、RAID 1やRAID 10アレイ内に1台以上のSSDと同数のHDDがあるときには、自動的にハイブリッドRAIDアレイを構築するのでユーザは何もする必要はありません。ハイブリッドRAIDはOSや稼動するアプリケーションに対して完全にトランスペアレントです。

加えて、アダプテックのコントローラは、HDDとSSDの両方にライトし、リードは100% SSDから実行する(図8)ことにより、最高のハイブリッドアレイパフォーマンスを提供します。対照的に、他のコントローラでは、ライトもリードもHDDとSSDの両方から実行されます(図9)。HDDのI/OはSSDよりも最大で100倍も低速なため、他社のハイブリッドRAIDソリューションでは、低速なI/Oパフォーマンスしか提供できません。

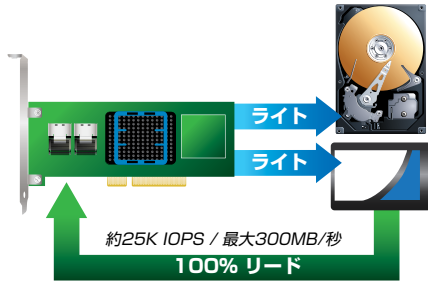


図8. アダプテックハイブリッドRAIDソリューション

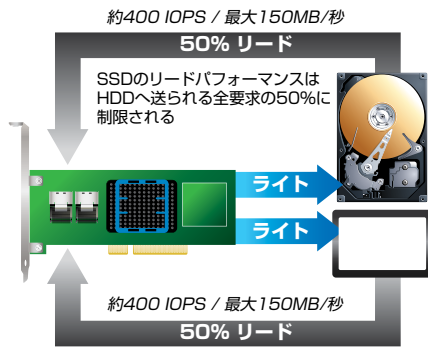


図9. 他社のハイブリッドRAIDソリューション

アダプテックのハイブリッドRAIDアレイは、標準的HDDのみのアレイと比較して、ライトI/Oパフォーマンスを低下させることなく、1秒あたりのリードオペレーションにおいて、より高いパフォーマンスを発揮します(図10)。

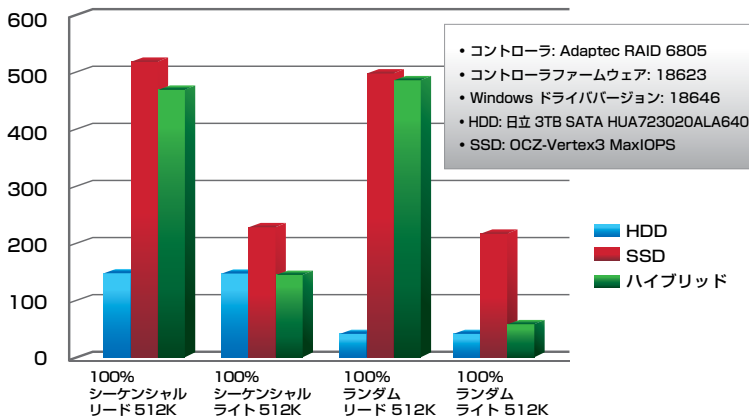


図10. IOMeterによるパフォーマンス測定

adaptec
by PMC

ピーエムシー・シエラ・ジャパン株式会社
チャンネルストレージ事業部
〒164-0003 東京都中野区東中野5-5-5
徳母ビル4階

お問い合わせ先: www.adaptec.co.jp/contact

Copyright PMC-Sierra, Inc. 2012. All rights reserved. PMC, PMC-SIERRA, Adaptec は、PMC-Sierra, Inc. の登録商標です。「Adaptec by PMC」は PMC-Sierra, Inc. の商標です。その他、使われているすべての製品や会社名は、各権利所有者による商標の可能性がります。情報は印刷された時点において、正確であると確信していますが、本書中の誤記や情報の抜けに起因する結果に関して何ら責任を負うものではありません。また、記載された製品の仕様や情報等は予告無しに変更される可能性があります。

アプリケーションによっては、ハイブリッドRAID 1のパフォーマンスはSSD単体よりも高速で、アダプテックハイブリッドRAIDによるパフォーマンスのメリットが見られます(図11)。

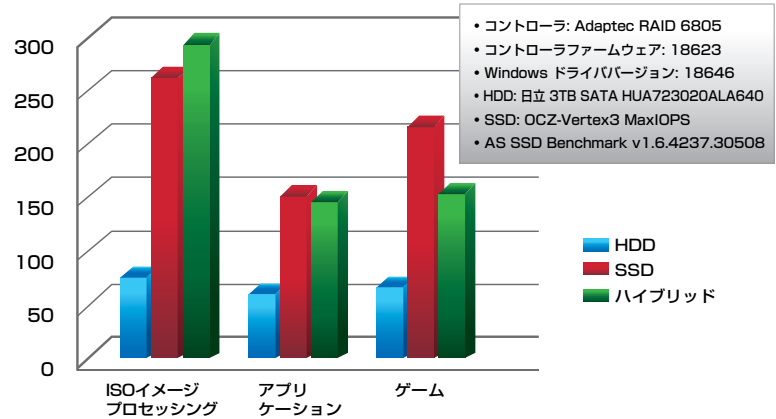


図11. AS SSDによるアプリケーションパフォーマンス測定

アダプテックハイブリッドRAIDはそれ自体で、より高いパフォーマンスとより低いGBあたりコストを提供し、競合するハイブリッドRAIDソリューションと比較しても、より低いI/OあたりコストとI/Oあたり消費電力を提供します。

結論

データセンタは、より多くのユーザとトラフィックに対応しなくてはならないという、尽きることのないプレッシャーに直面しています。より厳しくなる予算の中、単純により多くのサーバを追加し続けるという日々は終わりを告げようとしています。

SSDとHDDのハイブリッドRAIDアレイは、SSDのみのアレイよりも低いコストで、標準的HDDのRAIDアレイよりも著しく高いパフォーマンスを提供します。

最新のファームウェアにアップデートされたAdaptec 6シリーズ、5Zシリーズ、5シリーズ、2シリーズ、Qシリーズは、RAID 1やRAID 10アレイ内に1台以上のSSDと同数のHDDがあるときには、シームレスなハイブリッドRAIDアレイを自動的に構築します。時間の50%はHDDからリードする他社のRAIDコントローラとは異なり、アダプテックのカードはSSDからのみリードすることで最大のシステムパフォーマンスを提供します。

アダプテックのハイブリッドアレイは、HDDのみのアレイと比較してライトI/Oパフォーマンスを低下させることなく、1秒あたりのリードオペレーションにおいて、より高いパフォーマンスを発揮します。また、OSや稼動するアプリケーションに対しては完全にトランスペアレントです。SSDのみのアレイと比較して、アダプテックのハイブリッドアレイは最も低いGBあたりコスト、最も低いI/OあたりコストとI/Oあたり消費電力を提供します。