



アイオメガ REV ドライブのデータ転送性能について

本資料は、2004 年 8 月に Iomega Corporation により発行された「Iomega® REV™ Drive Data Transfer Performance」の翻訳です。

スループットに影響を与えるデータ転送能力とその他の潜在的要素について

- ▶ はじめに
- ▶ 最大連続データ転送レート
- ▶ バースト転送レート
- ▶ パフォーマンスに影響を与える要素
- ▶ 結語
- ▶ 付録 A B

▶ はじめに

アイオメガによる革新的なリムーバブル・リジッド・ディスク(RRD)テクノロジーはスピード、信頼性、使いやすさなどのハードドライブの持つ利点と、持ち運びやすさや高い拡張性というテープメディアや光学メディアの利点の双方を同時に提供します。標準的なハードドライブのコンポーネントをベースに置きながらも、アイオメガの RRD リムーバブルディスクには磁気メディア、スピンドルハブ、そしてモーターが入っているのみであり、また、製品の使用可能期間をより長くするための構造になっています。精密な部品である、ドライブのヘッドおよび電子部品はドライブの中にそのまま残されています。ドライブとディスクはともにアイオメガ独自のシャッターメカニズムによって密閉され、ヘッドとメディアがつねにクリーンな環境に置かれるように設計されています。高度な空気のフィルタリング機能、自動ヘッドクリーニング機能、そして、データを確実に保護するために二段階のエラー訂正機能が搭載されており、アイオメガのハードディスクテクノロジーによって、より統合度の高い、より信頼性の高い環境が手に入ります。

アイオメガ REV35GB/90GB* ドライブシステムはアイオメガ初の RRD ベースによる製品シリーズです。高速、大容量とリムーバブルメディアを両立させたアイオメガ REV シリーズはデスクトップやサーバでのバックアップだけでなく、大容量のポータブルなストレージアプリケーションとしても理想的なソリューションといえるでしょう。

アイオメガは REV ドライブが最速のテクノロジーに基づく製品となるために多くの努力を注いできました。実際、REV ドライブを使用することでバックアップにかかる時間を減らすことができ、かつ全体の生産性を向上させることができます。このホワイトペーパーではアイオメガ REV ドライブが持つデータ転送性能とその他データ転送のスループットに影響を与える要素について述べています。

▶ 最大連続データ転送レート

最大連続データ転送レートは、ユーザが持つデータの大きなブロックを読み込んだり、書き込んだりする際のデータ転送レートの中で最も高い数値として定義されています。この転送レートの中にはシーク時間、回転待ち時間、さらにはデータが単一のトラックの容量を超えた場合には隣接したトラックにデータの転送を続けるといった作業が含まれています。この中ではホストのオペレーティングシステムによって生じた追加的な時間、もしくは転送を始める際に必要なアクセスに要する時間といったオーバーヘッドは考慮していません。

最大転送レートはディスクの外周部にアクセスしている際に達成されます。ディスクの外周部から内周部に向けてヘッドが動いて行くにつれて転送レートは小さくなります。この変化はそれぞれのトラックあたりの容量が違うことから生じています。外周部に近いトラックになるほど多くのデータセクタが一つのトラック内に収納されています。したがって、ディスクが一回転するごとのデータ転送量も多くなるのです。一つのデータ領域から隣の領域へヘッドが動くにつれて、転送レートは変化していきます。転送レートはディスクの外側から内側に近づいて行くにつれて階段状に減少していきます。

ほとんどのドライブが理論的な最大転送レートに達することはないと考えられますが、アイオメガは、ユーザの皆

*iomega Automatic Backup Pro ソフトウェアで "高圧縮" を選択し、高度圧縮によって 2.6:1 までデータを圧縮したときの最大容量。この最大容量は使用しているデータや圧縮に用いるソフトウェアによって異なる可能性があります。

様が REV ドライブを通常に想定される形で使用している場合、ドライブの性能は理論的な最大値にかなり近いところまで発揮されるものと確信しています。

35GB REV ドライブのトラックフォーマット詳細

- 864 セクタ/トラック(ディスク外周部)
- 432 セクタ/トラック(ディスク内周部)
- 512 バイト/セクタ
- ユーザデータが 128 セクタを消費することにエラー訂正コード(ECC)として 6 セクタを使用 (ユーザデータが占める比率=128/134)
- 回転数 4,200rpm
- トラック間のスキュー: 2.38 ミリ秒

外周部における理論的連続データ転送レート

$$\frac{\left(864 \frac{\text{秒}}{\text{トラック}}\right) \cdot \left(\frac{128 \text{セクタ}}{134 \text{セクタ}}\right) \cdot \left(512 \frac{\text{バイト}}{\text{セクタ}}\right)}{\left(60 \frac{\text{秒}}{\text{分}}\right) \cdot \left(\frac{1}{4200 \text{rpm}}\right) + 0.00238 \text{秒}} = 25.4 \times 10^6 \text{バイト/秒}$$

内周部における理論的連続データ転送レート

$$\frac{\left(432 \frac{\text{秒}}{\text{トラック}}\right) \cdot \left(\frac{128 \text{セクタ}}{134 \text{セクタ}}\right) \cdot \left(512 \frac{\text{バイト}}{\text{セクタ}}\right)}{\left(60 \frac{\text{秒}}{\text{分}}\right) \cdot \left(\frac{1}{4200 \text{rpm}}\right) + 0.00238 \text{秒}} = 12.7 \times 10^6 \text{バイト/秒}$$

これらの転送レートは理論的な最大値であり、オペレーティングシステム(OS)やアプリケーションソフトを使用することから追加的に生じる転送レートの遅れ(オーバーヘッド)は計算に含めていません。また、これらの転送レートにはフラグの立ったセクタやフラグの立ったトラックの処理や、ソフトのエラーが起こった際にリトライを行うといった欠陥に対する処理にかかる時間も含めていません。しかしながら、欠陥の処理をも含めて全体にかかる時間は、通常のドライブもしくはディスクシステムにおいてはかなり小さいものとなります。

▶ バースト転送レート

ドライブのバースト転送レートはサポートするホストインターフェイスを通じた場合の最速の転送レートという形で定義されます。ATAPI(AT Attachment Packet Interface)ドライブは UDMA(Ultra Direct Memory Access) モード 5 をサポートし、インターフェイス間を通じたデータ転送を 100MB/秒という転送レートで行うことができます。USB(Universal Serial Bus)インターフェイスのドライブは USB2.0 をサポートし、インターフェイス間を通じたデータ転送を 60MB/秒という転送レートで行うことができます。バーストレートはドライブのバッファの中へ、もしくはバッファからデータを転送することのできる速度のことを指しています。

▶ パフォーマンスに影響を与える要素

実際のシステムレベルでのパフォーマンスに対しては多くの要素が同時に影響を与えます。一般的に、これらの要素は最大連続データ転送レートの実現を阻み、実際のスループットを低下させることとなります。理論的な最大転送レートとの格差が生じるのは、様々な要素がデータ転送に対するボトルネックの役割を果たすためです。これらの要素は主に 3 つのカテゴリーに分類することができます。ホストに関連した問題、ドライブに関連した問題、およびアプリケーションソフトウェアに関連した問題です。ただし、ホストおよびアプリケーションソフトウェアに関する問題はドライブによって制御できる問題ではありません。

ホストに関連した問題

1. 64KB の境界

ディスク上のデータは 64KB のブロックの中に書き込まれます。このほか、再びデータを読み込む際のエラー発生時にユーザのデータを保護するために 3.5KB のエラー訂正コード(ECC)データが書き込まれています。64KB のブロックの中にデータが書き込まれている場合はいつでも、エラー訂正コードデータは再び計算がなされ、再書き込みがなされます。ホストからのデータが 64KB のアドレス境界上で開始され、境界上で終わる場合、ディスクへのデータ転送はかなり効率的になります。ブロックの境界に沿っていないデータの転送を行う場合、ドライブがエラー訂正コードデータを計算して、その結果をディスク上に書き込む必要が生じます。したがって、ブロックの境界に沿っていないデータ転送の際にはディスク外の情報をドライブが読み込むための追加的な時間が必要となります。

2. ホストのコンフィギュレーション

ホストコンピュータの中の ATA インターフェイスが高速の UDMA 転送をサポートしないようにコンフィギュレーションがなされている場合、このインターフェイスを通じて接続されている ATAPI ドライブの速度は確実に遅くなります。お客様が REV システムソフトウェアをインストールした時点では、アイオメガのツールがホストのコンフィギュレーションの最適化を行っています。しかしながら、このコンフィギュレーションはインストールを行った後にお客様自身、オペレーティングシステム、または他のアプリケーションによって変更することが可能になっています。

3. USB プラグインカードの問題

ほとんどの USB2.0 プラグインカードはマザーボード上に組み込まれた USB2.0 インターフェイスに比べると速度が低下します。ほとんどの場合、各データブロック間での遅れを伴った 512 バイトのブロック転送に分割されます。アイオメガは、プラグインカードを製造したメーカーが完全に問題を解決するものと考えています。

4. ホストによる追加的な処理時間(オーバーヘッド)の発生

バックアップアプリケーションを実行の際、時としてオペレーティングシステムやソフトウェアが、書き込みコマンド間でドライブのバッファのリソースが枯渇した状態で放置してしまい、動作の遅れを引き起こすことがあります。このような問題が起こった場合、最速でのデータ転送は行うことができなくなります。同様の問題は読

み込みの操作のときにも起こります。ホストがドライブのバッファを空にするのが遅れ、バッファの中に内容が残ったままである場合です。

ドライブに関連した問題

1. エラー発生率が高い場合

通常では考えにくいほどにソフトのエラー発生率が高い場合、ドライブへの書き込みやドライブからの読み込みが遅れる原因になることがあります。ディスクからデータを読み込む際、ドライブ上のエラー訂正コードはパフォーマンスに影響を与えることなくそれぞれのセクタの中にある 24 バイトのデータをそのまま修正することができます。それぞれのエラー訂正コード、64KB のブロックの中にセクタ 7 個分までの欠陥であれば修正は行うことができますが、パフォーマンスへの影響なしに修正を行うことはできません。これ以上の大きさの欠陥がある場合はさらにディスクを回転させてデータの取得を再び試みる必要があります。したがって全体のデータ転送レートは遅くなります。

2. ライトビハインドキャッシュがオフになっている場合

ライトビハインドキャッシュとはドライブがホストに対して、ドライブがすべてのデータをバッファの内部に受け取った時点でデータの転送が終了したことを伝えることを指しています。ディスク上にデータが書き込まれる前にデータの転送が終了した、と伝えることによってドライブのデータバッファの中にデータが入っている状態を保ち、ホストからデータを待っている間の余分なディスクの回転を避けることができます。データが確実にディスクに転送されることを保証する唯一の方法は通常データ領域に問題が起こった場合にデータを移すことのできる予備領域を確保しておくことです。通常はこのようなドライブによるデータキャッシュを行うようにデフォルトでの設定がなされています。しかし、データがディスクに対して確実に書き込まれることを保証できるだけの十分な予備領域が確保できない場合、このキャッシュ機能がオフにされることがあります。アイオメガ REV ディスクではこのような事態をできる限り回避するために十分な数の予備領域を取っておけるように設計されています。

3. 衝撃および振動

定期的に衝撃がやってくるような場所、もしくは継続的に振動が起こる場所にドライブが設置されている場合、データを探したりデータのある場所を確定させたりするためには余分な時間がかかることになります。データのある場所を確定するのに時間がかかり、データを探すたびにディスクを余分に回転させることになっている場合、容量の大きい順次的なデータの転送が終了するまでには、通常で想定されている場合に比べて 2 倍近い時間がかかることがあります。

4. セクタの再割り当ての問題

時々、セクタが読み込みも書き込みもできない状態に陥ることがあります。このような事態が起こった場合、ドライブはセクタを物理的に離れた場所(たいていの場合、異なるトラックとなります)へと自動的に再割り当てを行います。その後、割り当てが行われたセクタへのアクセスが行われるとき、わずかながら処理速度の

遅れが生じます。この遅れはまず再割り当てがなされた予備領域にデータを探しに向かいますが、その後で残りのデータへアクセスするために別の領域を探す必要があるからです。ドライブによって初期化命令が行われた場合、すべてのセクタは再び割り当てが行われ、順番に並んだ形へと修復されます。

アプリケーションソフトウェアに関連した問題

アプリケーションのレベルで測定されるデータ転送レートはまず、どの程度の速さでアプリケーションがデータを取得し、どの程度の速さでそのデータをドライブへ書き込むかに影響を受けます。アプリケーションを使用している際にドライブの最大転送レートを達成したい場合、アプリケーションが、REV ドライブの最大転送レートと同じかそれ以上の速度でドライブに対してデータの転送を行えなくてはなりません。さらに、データは 64KB のデータブロックの形で送られる必要があります。ファイル構造に関連した処理速度の遅れ(オーバーヘッド)があるため、大容量のファイルの書き込みは小さなファイルへの書き込みよりも効率的です。

1. Microsoft Explorer を使用した場合のドラッグアンドドロップ操作

ドラッグアンドドロップのパフォーマンスはまず転送されるファイルの数と容量によって変わってきます。小さなファイル(64KB 未満)のドラッグアンドドロップはファイルもしくはディレクトリ構造に関連した処理速度の遅れ(オーバーヘッド)があるため、データ転送レートを低くします。付録 A ではアイオメガ REV ドライブ、UDF ファイルシステムを使用した 4 倍速 DVD+RW ドライブ、それぞれ NTFS および FAT32 を使用した 2.5 インチ、4,200rpm の ATA 外部ハードディスクドライブ、これら 4 つについて転送するファイルサイズごとのドラッグアンドドロップ動作のパフォーマンス比較を行っています。

2. バックアップアプリケーションの問題

バックアップアプリケーションのパフォーマンスは、そのアプリケーションがデータ元のドライブからどのくらい速くデータを読み込めるか、さらに REV ドライブに書き込むための準備をどれだけ速く行えるかにまず影響を受けます。アプリケーションは書き込み命令の間にドライブバッファのリソースが枯渇しないようにデータを迅速に読み込み、準備し、転送することができなくてはなりません。64KB のデータブロックの形でデータを書き込み、その後に大容量ファイルに関してのバックアップデータを書き込むバックアップアプリケーションであれば最速のデータ転送レートを得ることができるようでしょう。バックアップアプリケーションにある、ソフトウェア圧縮オプションはたいいていの場合、アプリケーションの最大連続データ転送レートよりも処理速度を遅くすることになります。付録 B ではバックアップアプリケーションによる REV ドライブまたは他のハードディスクドライブへの転送レートの比較に焦点を当てています。

▶ 結語

これまで述べてきたように、REV ドライブの理論的な最大データ転送レートは 25.4MB/秒です。しかし、この転送レートはヘッドがディスクの外側から内側へと移って行くにしたがって変わっていきます。理論的な最大転送レートはディスクの外周部での 24.5MB/秒から内周部の 12.7MB/秒までの幅があります。データを扱う際、ディス

クのどの部分にアクセスしているか、およびこれまでに述べてきた様々な要因が理由で、ユーザの皆様が実際に経験される転送レートも変わってきます。

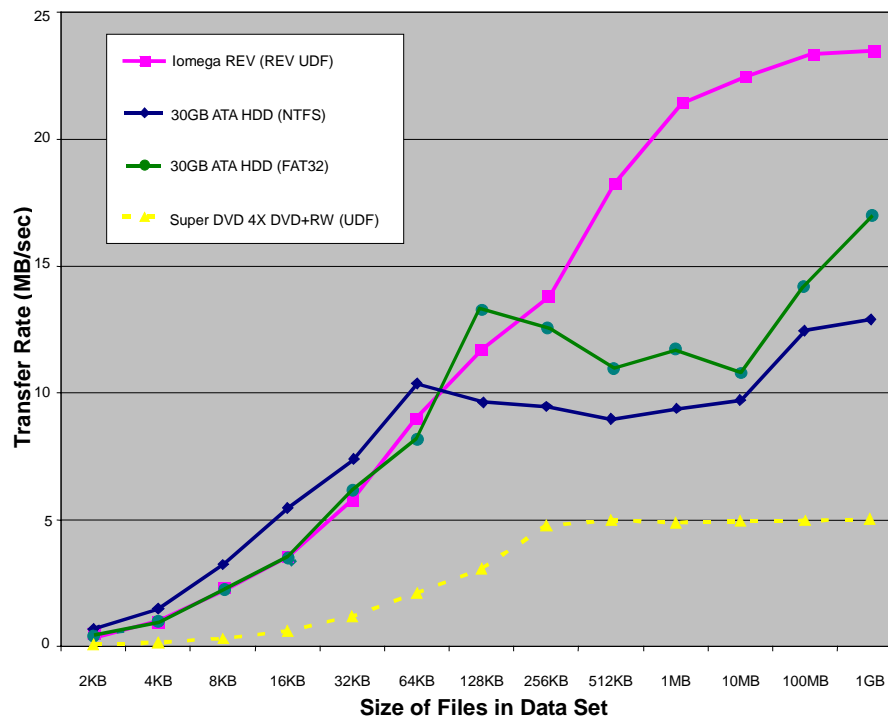
バックアップおよび修復にかかる時間はバックアップアプリケーションの効率性やドライブへの書き込みや読み込みを行ったときにどのようにしてデータが破壊されたかということによって大きく異なってきます。ドラッグアンドドロップやコピーアンドペーストといった作業でのパフォーマンスはコピーされるファイルの数、および容量により大きく影響を受けます。アイオメガREVドライブは64KBの境界上で開始および停止がなされるアドレスの書き込みが最適になされるように配慮されています。アイオメガのREVシステムソフトウェアを使用することで、システムの転送能力は最大限に発揮され、かつ最適なドライブのパフォーマンスが達成されるはずですが、

#####

このホワイトペーパーで示されている情報はあくまでも予備調査の結果であると考えており、今後変更が行われる可能性があります。アイオメガが今後この文書に書かれている情報の更新、もしくは改訂を行う義務はなく、情報の更新や改訂を行うかどうかは確定していないことをご承知を願います。また、この文書を根拠としてアイオメガが製品の性能やその他の事項について保証を行うということでもない点をご了承ください。この文書はいかなる契約上の権利をも生み出すものではありません。

付録 A

アイオメガ REV ドライブ、DVD+RW ドライブ、2.5 インチ 4,200RPM ATA HDD におけるドラッグアンドドロップ時のファイル容量別転送レート



付録 B バックアップアプリケーションのパフォーマンス

ベンチマークシステム環境

マザーボード: Intel
 CPU: Intel Pentium 4 3.06GHz
 ファイルセット: カルガリー・コーパスを複製したファイルセット
 ファイル数: 4788
 容量: 1,075,335,124 バイト

NT Backup for Windows XP Professional

ファイルセット容量	読込元ドライブ	書込先ドライブ	経過時間	転送量(MB/秒)
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	WD 10,000rpm SATA	1 分 43 秒	10.44
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	外部 USB HDD	1 分 41 秒	10.66
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	アイオメガ USB REV	1 分 47 秒	10.05
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	アイオメガ ATAPI REV	1 分 48 秒	9.96

Dantz Retrospect 9.0

ファイルセット容量	読込元ドライブ	書込先ドライブ	経過時間	転送量(MB/秒)
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	WD 10,000rpm SATA	0 分 31 秒	34.69



1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	外部 USB HDD	0 分 59 秒	18.23
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	アイオメガ USB REV	1 分 09 秒	15.59
1,075,335,124	Hitachi 160GB 7200rpm	アイオメガ USB REV	0 分 51 秒	21.09