



アイオメガ REV リムーバブルディスクの 耐落下性能について

本資料は、2004年3月に Iomega Corporation により発行された「Drop Resiliency of the Removable Iomega® REV™ Disk」の翻訳です。

アイオメガ REV カートリッジの設計は 48 インチ (約 122cm) の高さから繰り返し落としとしても安全であることを実験によって証明

- ▶ はじめに
- ▶ 関心のある話題
- ▶ リムーバブルリジッドディスクカートリッジの導入
- ▶ 検証と評価
- ▶ 結語

▶ 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。

このホワイトペーパーではアイオメガリムーバブルリジッドディスク(RRD)のカートリッジを地面など固い場所に落としてしまったときにどの程度原状の性能が保たれるかについて述べています。このホワイトペーパーには落下したカートリッジが持つ潜在的なダメージ、それらのダメージからカートリッジやデータの内容を保護するための設計についての考え方について説明がなされています。さらに実際に REV ディスクを落下させる実験の結果についても言及されています。革新的な技術と設計さらには厳格な検証を通じて、アイオメガは、通常の使用環境において REV ディスクは期待通り、ないしはそれ以上の期間にわたってディスクの機能が確実に動くように取りはかっています。

▶ 関心のある話題

カートリッジを何らかの事情で落下させてしまった場合、最も重要なことは「落下させたあとでもカートリッジは正常に動作するかどうか」ということでしょう。言い換えれば、落下させてしまったあとでもカートリッジをドライブから抜き差しできるのか、そしてカートリッジから情報は取り出せるのかということです。

以下に挙げる話題はカートリッジの落下に際して必ず考慮される話題です(重要だと考えられる順番に並べています)。

1. ディスクのスリップ
(落下時に起きるカートリッジへの物理的ダメージによってメディアがモーターハブからずれてしまう)
2. メディアへのダメージ
3. モーターもしくはベアリング部分へのダメージ
4. カートリッジシャッター、シャッターの開閉メカニズム、もしくはカートリッジの密閉メカニズムへのダメージ

*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。

5. カートリッジシェルまたはモーター基盤へのダメージ
6. カートリッジ外部からの汚れの侵入

以下ではそれぞれの話題について詳細に説明を行います。

1. ディスクのスリップ

ディスクのスリップとは円形のサーボトラックの中心線が、モーターが回転する中心軸からずれる現象を指しています。サーボトラックとは、情報が蓄積される特定のトラック上に集中してヘッドを位置づけるために使用する情報のことです。一般的にメディアとモーターそれぞれの中心点にはわずかなずれがありますが、このずれはメディアをモーターハブの上に組み込む際に生じます。カートリッジの落下はメディア内部に対して大きな衝撃を与えてしまうことになります。つまり、衝撃はディスクにも伝わり、本来ディスクをカートリッジの中心部に押さえ込んでいた力をはねのけ、ディスクの位置を変えてしまうのに十分なほどの力がかかってしまう可能性があるのです。このような事態が起こった場合、ディスクの位置がずれた形で回転する可能性があり、トラックに対する偏心を起こす原因となることがあります。

その他にも、この偏心はトラック追跡サーボの機能を妨害する原因となります。この妨害は、情報が蓄積されている特定のトラック上にヘッドを十分に位置づけるサーボシステムに影響を与えます。もし、ヘッドを十分にそのトラック上に位置づけることができない場合、情報を再生することができなくなる可能性が高くなります。ディスクのスリップ量はいくつかの要素によって変わってきます。たとえば、メディアとモーターハブの間に初めからあるずれ、ディスクを中心部に位置させるためにかかっている力の大きさ、そしてディスクの質量です。カートリッジの落下は様々な方向に衝撃を与える可能性があるため、落下による機械への衝撃は様々な、しかもメディアの面のうち一つだけではなく、異なる方向にも向かって与えられる可能性があります。したがって、落下したからといって必ずしもディスクのスリップにつながるというわけではありません。

2. メディアへのダメージ

メディアへのダメージは、カートリッジが落下している間にディスクの表面がカートリッジの内部と接触することから生じます。落下による衝撃によって、ディスクの表面とカートリッジ内部が接触した際にディスクに対して消去することのできないマークをつけるほどの圧力をかけてしまったり、またはディスクに傷を付けてしまうことがあるからです。メディアの一部に直すことのできない欠陥がある場合、ディスクのその部分に保存されていたデータが失われてしまう可能性があります。最も考えられるシナリオは、ディスクの平面部に対して垂直に立つ回転軸が衝撃によって凸型に曲がってしまうことです。ただし、落下に際しては様々な方向に衝撃がかかるため、落下したからといって必ずしもメディアへのダメージにつながるわけではありません。

3. モーターもしくはベアリング部分へのダメージ

RRD システムでは、モーターおよびスピンドルベアリングはカートリッジの中に入っています。カートリッジの落下による機械への衝撃が、モーターおよびスピンドルベアリングに対してダメージを与えた場合、ディスクは正常に回転しなくなる可能性があります。ディスクが正常に回転しない、という結果はより大きな故障につながる可能性があります。すなわち、サーボの動作が妨害される、ないしはモーターへのダメージに繋がって誤作動や回転の停

止という問題の原因となる場合があります。さらに、高いレベルのダメージによって情報の読み取りを困難にします。ただし、落下がダメージの原因となるのは衝撃が特定の方向に与えられた場合です。したがって、落下したからといって必ずしもモーターもしくはベアリングへのダメージにつながるわけではありません。

4. シャッターへのダメージ

カートリッジシャッターへのダメージ、およびそれに関連したカートリッジの開閉メカニズムへのダメージによって、ドライブへの挿入に支障を来す可能性があります。また、ドライブのシャッター開閉メカニズムの一部にさらなるダメージを与える場合があります。ダメージによってカートリッジのシャッターがカートリッジの前面を密閉できなくなります。このことで通気が確保され、空気中の微粒子がカートリッジのメディア領域に入ることができるようになります。微粒子はディスクの表面に落ちる、もしくは堆積されてしまう場合があります。これは回復不可能なデータのエラー、または堆積した部分をヘッドが通過する際のヘッドパフォーマンスの低下につながります。

5. 外装部へのダメージ

カートリッジシェルもしくはモーター基盤へのダメージはこれまでに述べてきたダメージに比べると深刻なものではありません。プラスチックのカートリッジやモーター基盤の変形は、あまりに変形がひどい場合はこれらの部品が空気中の微粒子の侵入を防ぐような形でカートリッジへの出し入れができなくなります。部品の位置が本来あるべきところから変わってしまうという可能性もあります。このときは最適なパフォーマンスの実現ができなくなり、データを扱う上での信頼性も低下します。中核となる部分において基盤の変形がひどい場合はカートリッジ内の部品の位置を変えてしまい、重要な問題になる場合があります。

6. 汚れの侵入

カートリッジの床、もしくは不潔な環境への落下が起こったあとには、ホコリや微粒子による汚れがカートリッジの外部に堆積することがあります。このホコリは次にカートリッジをドライブに挿入した際にドライブの中へと侵入していく可能性があります。これによってホコリがメディア領域に侵入する危険性が高まるのです。ホコリや汚れの侵入は回復不可能なデータのエラー、またはこれらによって汚れた部分をヘッドが通過する際のヘッドパフォーマンスの低下につながります。

▶ リムーバブルリジッドディスクカートリッジの導入

RRD ディスクの見事な設計では、落下が与える影響を防ぐために今までに述べてきたような問題への配慮もなされています。ここからの説明においては注意深く設計された RRD の技術設計を通じた問題の解消や緩和についてのいくつかの異なる方式について要約していくことにします。

ディスクのスリップはメディアの位置を保つためにあらかじめかかっている力とメディアとモーターハブの間にあるズレについて考慮することで問題の修正を図っています。ディスクを二枚使用したり、直径を大きくするのではなく、2.5 インチのディスクを一枚だけ使用することによってモーターハブにかかるディスクの質量を減らしています。このことでディスクのスリップが起こる可能性は減少しています。さらに、プラスチック製のカートリッジシェルは少々のゴムやプラスチックの変形が起こっても問題がないように設計されています。この設計によって落下以

外の原因によっても起こりうるディスクやハブへの機械的な衝撃の大きさを小さくすることができました。

メディアへのダメージはディスクの表面に触れてなんらかの影響を及ぼす可能性のある部分をディスクの表面から十分に離すことによって問題の修正を図っています。同様に、とがった先端部分や角の部分といったディスクに圧力をかける可能性のある部分は、影響を最小限にするために先を丸めるといった配慮を行っています。また、ディスクが何らかの衝撃によって凸型に歪んでしまった場合、ディスクの表面のうち最も接触が起こりやすくなる部分はメディアの先端部です。アイオメガはこのようリスクも減少されるように、ヘッド部をディスクの先端から十分に離れた状態で動作するように設計を行っています。

モーターないしはベアリングへのダメージは標準的な 2.5 インチのハードディスクドライブ(HDD)モーターおよびスピンドルベアリングを使用することで問題の修正を図っています。これらのハードディスクドライブはノート型パソコン向けに設計されたものであり、耐衝撃性能についてはもともと大きな配慮がなされています。結果として、RRDドライブおよび流体軸受(FDB)を使用した 2.5 インチハードディスクドライブはベアリングにかかる潜在的なダメージを減少させています。現時点ではボール形のベアリングを持つスピンドルベアリングはボールから駆動するインターフェイス部において流体軸受に比べるとより大きな接触圧力がかかることになり、機械の耐衝撃性能を落とす結果につながっています。

アイオメガにとってはシャッターへのダメージは設計上着目した点の中でも特別な部分となりました。設計は何度も練り直されました。この練り直しがシャッターの耐衝撃性能を大幅に改善させることにつながりました。シャッターの屈曲した角の部分における、三角状の刻み目やシャッターの旋回軸を取り込むといった改良によって、重要な部分における問題を十分に修正できました。繰り返して行われた検証もこれらの改良の有効性を実証しています。

シェルや基盤へのダメージは衝撃に対してもろくない原材料を使用することで問題の修正を図っています。さらに、落下が起こったとき、まずは地面との接触でシェルが衝撃を吸収できるように基盤の上までプラスチックシェルがカバーする領域を広げています。

ホコリや汚れを取り込んでしまう問題については挿入に際してドライブとカートリッジの間を、シールを使って閉じこめるメカニズムを採用することで修正を図っています。シャッターの下にあるカートリッジの前面部はドライブの中のシールと貼り合わされます。これによってドライブ内部のホコリが混入していないクリーンな領域から、カートリッジ内部のクリーンな領域の間をつなげる空間ができあがることとなります。シェルの外側にあるホコリや汚れはこの空間の外側から中に入ってこられなくなる仕組みです。この空間にすき間ができたり、シャッターが開くことによってドライブとカートリッジの中に入ったホコリや汚れも、ディスクが回転するのに合わせてカートリッジ内部にある二枚の循環フィルタによって除去されます。

▶ 検証と評価

カートリッジの耐衝撃性能に対する評価はいくつかのレベルの検証に基づいて行われています。一般的なカート

リッジの落下は机から床へ落ちるというケースであること、さらにほとんどの場合、机から床までの高さは 30 インチ (約 76cm) 程度であることからアイオメガはこの高さから落下実験を始めることにしました。また、落下した先にある床の表面としては業務用のカーペットを選びました。カーペットが多くのオフィスで実際に採用されていることとホコリや汚れのある表面としても代表的な素材でもあるからです。したがって、30 インチの高さから業務用のカーペットに落下させるという実験を REV ディスクの耐落下性能の指標として用いることにしました。

実際の検証は 30 インチの高さから業務用カーペットに落とすだけでなく、48 インチ (約 122cm)、および 24 インチ (約 61cm) の高さから落下させることも行いました。また、実験に使用した REV カートリッジはストレージケースから取り出したものを使用しました。60 個のカートリッジについて検証を行い、それぞれのカートリッジについて 3 回ずつカーペットへ落下させました。さらに、少なくとも一回はカートリッジシャッターがカーペットの面に接するように落下させました。検証においては、落下させた高さごとに、また落下前、落下後のカートリッジの特徴をそれぞれ調べました。検証結果はアイオメガ REV ドライブが望ましい耐落下性能を持つということを証明するものでした。データを扱う際の信頼性についての明らかな変化も、モーターやベアリング、シャッター、シェル、基盤へのダメージも見られず、カートリッジのドライブへの着脱も問題なく行うことができました。これらの結果は落下させる高さが違う場合でも変わりませんでした。

ただし、少数ながら、特定のシャッターの角が床と垂直に接する形で落下した際に、ある程度のダメージが残ったという結果も残っています。しかしながら、100 回以上の落下テストを行った結果、垂直に落下する可能性はだいたい 100 回に 1 回起こる程度の少ないものでした。

▶ 結語

REV 製品の設計を検証した結果、カートリッジは地上 48 インチからカーペットの上に繰り返し落下させてもなんの問題もなく使用できるという結論が確認されました。しかしながら、カートリッジを運ぶとき、もしくは保管するときは必ずストレージケースを使用した方がよいのはいうまでもありません。ケースと使用するという処置によってカートリッジを何らかの不注意で落としてしまった場合でも、衝撃や汚れに対してさらなる保護を行うことができるからです。アイオメガは REV ドライブが通常想定されているよりも遥かに高い耐落下性能を持っていることを確信していますし、さらには REV ドライブがたいいていの落下に関してはディスクの性能を損なうことなくそのまま利用できると信じています。

#####

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もご了承ください。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。