



Iomega® REVドライブの平均故障間隔 (MTBF) について

本資料は、2004年3月に Iomega Corporation により発行された「Mean Time Between Failure for the Iomega® REV™ Drive」の翻訳です。

推定 400,000 時間、驚異的な Iomega® REVドライブの 平均故障間隔 (MTBF)

- ▶ はじめに
- ▶ 平均故障間隔(MTBF)について
- ▶ REVドライブの利用可能期間と使用法
- ▶ REVドライブに関する平均故障間隔の推定
- ▶ 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封され、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。

平均故障間隔、もしくは英語の頭文字をとった MTBF はデータストレージ製品の信頼性を測る一般的な尺度としてしばしば使用されています。このホワイトペーパーにおいては、アイオメガ REV ドライブの平均故障間隔をアイオメガが推計した際に採用した方法の概略を説明します。アイオメガが推計した結果によると、新しいREVテクノロジーに基づいた製品の平均故障間隔は 400,000 時間にも及びます。この結果は REV ドライブが卓越した信頼性をもたらすこと、そして重要なバックアップソリューションが個人のお客様にも法人のお客様にも同様の安心感を与えることができることを示唆しています。

▶ 平均故障間隔(MTBF)について

平均故障間隔(Mean Time Between Failure、MTBF と略されます)は、故障がランダムに起こる場合について考えています。ある特定の種類のドライブについて、ランダムな故障が起こってから、次に故障が起こるまでの間に平均的にどの程度時間が経っているかを見た指標が平均故障間隔です。この指標は一般的に観察を行った時間数を故障の回数で割ったものとして定義されます。製品が「常に」使用されている、もしくは「常に」電源がオンになっている場合、平均故障間隔は一年に過ぎる時間数(8,760 時間)を一年間に製品が故障する比率(AFR)で割ったものと等しくなります。

$$\text{平均故障間隔} = \frac{\left(24 \cdot \frac{\text{時間}}{\text{日}}\right) \cdot \left(365 \frac{\text{日}}{\text{年}}\right)}{\text{年間故障比率}}$$

^{*}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。

アイオメガ REV 製品についての推計は実際の製品の完成に先立って行われたため、推計を行うに際してはいくつかの仮定と近似を使用しました。すなわち、ここで求めた平均故障間隔は「理論的」数値となっています。まず、この平均故障間隔の「理論的」数値を準備段階として求めるにあたっては、他の種類の製品についての過去のデータを使用することが推計を行うための一つの方法となります。その後、製品のライフサイクルの中で実際の返品率のデータを取り入れて分析を行うことで「実際に製品を運用する上での」平均故障間隔を求めていくことになります。

平均故障間隔の計算について正確な理解を得るためには、製品が有用となる性能を発揮できる期間と、製品の典型的な使用パターンを考慮に入れることが重要となります。一般的に、製品が性能を発揮できる期間とは、製品に含まれるコンポーネントの消耗によって故障が生じるようになるまでの時間の長さのことを示しています。典型的な使用方法に関しては通常、どの程度の頻度で、どのような方法で製品が使われているかについて推定するという方法が採られています。平均故障間隔はドライブが完全に減耗するまでの時間を測る尺度ではありません。平均故障間隔は、製品が性能を通常通りに発揮できる期間を通じて何らかの事情でランダムに起こる様々な故障に対する信頼性を示す指標なのです。

▶ アイオメガ REV ドライブの利用可能期間と使用法

アイオメガ REV ドライブの利用可能期間は 5 年であると想定されています (製品の保証期間と混同されないようお願いします)。これはアイオメガがこれまでに発売してきたデータストレージ製品に関する過去のデータをもとに推定されたものです。この製品の設計と工程は、この想定された利用可能期間をもとに考えられています。

また、想定されている製品の操作方法を考えるにあたっては、アイオメガ REV ドライブが一日当たりに使用される時間の長さが一般的なものであったと仮定することから始めます。ここでは、日常の使用法として一日当たり、三枚分のディスクに相当するだけの容量を書き込むと仮定しています。また、持続可能な転送レートとしては一秒当たり 14MB を想定しています。このシナリオでは一回当たり八時間のバックアップを一日に三回交代で行うという状況や、一日八時間の一般的な勤務時間の間に三本のバックアップを取るという状況も想定することができます。このようなシナリオのもとでは、アイオメガ REV ドライブは一日当たりで 2.08 時間稼働していると考えられます。

$$\frac{(3 \cdot 35 \cdot 10^9 \text{ バイト (一日に書き込むデータの容量)})}{14 \cdot 10^6 \frac{\text{バイト}}{\text{秒}} (\text{持続的な転送レート})} = 2.08 \frac{\text{時間}}{\text{日}}$$

一年のうち 260 日を勤務日数と見なして、それぞれの勤務日に一日当たり三枚分のディスクへの書き込みを行うと考えます。すると、一年当たりのドライブの機械使用率 (一年間のうち、ドライブが実際にデータを転送している時間の割合) は 6.18% になっています。

$$\frac{\left(2.08 \frac{\text{時間}}{\text{日}}\right) \cdot \left(260 \frac{\text{勤務日数}}{\text{年}}\right)}{\left(24 \frac{\text{時間}}{\text{日}}\right) \cdot \left(365 \frac{\text{日}}{\text{年}}\right)} = 6.18\%$$

今後は、慎重を期す意味でも、ここではドライブ機械使用率を収まりの良い 10%であると考えことにします。

次に、一年の間、ドライブの電源が常に「オン」になっている状態、すなわち電気使用率が 100%である状況を考えます。この利用期間の間にディスクが二枚しか使われていなかった場合、カートリッジの使用は機械使用率の半分、もしくは5%になります。このシナリオでは、一週間あたり7回から8回にわたってディスクの挿入を行うケースが含まれています。すなわち、一日当たり一枚のディスク交換が行われ、それに加えて小さなファイル情報を修復するために一週間のうちに2回から3回のディスクの挿入が行われる状況が想定されています。この状況では、5年という想定された利用期間の間に、1,820回から2,080回のディスクの挿入が行われることになります。

$$\left(7 \frac{\text{回}}{\text{週}}\right) \cdot \left(52 \frac{\text{週}}{\text{年}}\right) \cdot 5 \text{年} = 1,820 \text{回}$$

$$\left(8 \frac{\text{回}}{\text{週}}\right) \cdot \left(52 \frac{\text{週}}{\text{年}}\right) \cdot 5 \text{年} = 2,080 \text{回}$$

したがって、ドライブ一台当たりの挿入回数としては、2,000回(それぞれのカートリッジあたりはその半分になります)を仮定するのは理にかなっているといえるでしょう。ただし、この仮定のもとでは利用期間中に二つのカートリッジしか使わないと考えられていることに注意してください。

▶ アイオメガ REV ドライブの平均故障間隔の推定

アイオメガ REV ドライブの平均故障間隔を求める方法の一つは同様の製品の情報を推定の基礎情報として利用することです。ハードディスクドライブ(HDD)の製造企業はそれぞれの平均故障間隔を 300,000 時間から 120 万時間の間であると発表しており、そのうち多くの製品がこの範囲の上の方に集中しています。現にアイオメガ REV ドライブは HDD の種類に含まれる製品であるために、この機器の平均故障間隔がこの範囲に含まれると仮定するいくつかの根拠が存在しています。

しかしながら、ハードディスクドライブの平均故障間隔をアイオメガ REV ドライブに直接当てはめることは正当化しがたいものであります。アイオメガ REV ドライブはディスクがリムーバブルであるため、通常のハードディスクに比べると機構面での複雑さが増しているからです。したがって、ここでは他の類似したアイオメガ製品についての過去の返品率や故障率のデータを採用してアイオメガ REV ドライブの平均故障間隔を求めています。なお、他のアイオメガ製品のデータを扱うにあたっては一つ注意しておかなければならないことがあります。典型的なパソコン製造企業の返品率は小売を行った製品の 3 分の 1 以下の返品率であり、この返品率に含まれる製品のうち、実際に欠陥のあった製品は 3 分の 1 以下に過ぎないということです。返品が行われた製品の多くは全く欠陥

が見つからないのです。さらに、REV ドライブと類似した製品についてはこの返品率は初期生産に比べるとそれ以降の生産では約 2 分の 1 程度に減少しています(約三年の間に返品率は 5.51%から 2.28%に減少しています)。

この分析を行うにあたって、小売を行ったアイオメガ REV ドライブの返品率が初めの時点で 9%であると仮定します。この仮定は最近発表された同様の製品の返品率に比べると約二倍に達しており、十分慎重に返品率を見積もっています。しかしながら、アイオメガ REV の機器は機械の面からも電気の面からも新しいプラットフォームを採用しており、このように返品率を高めに見積もることはアイオメガが製品を発売する上で慎重かつ責任を持って対応していることを考慮した仮定といえるでしょう。また、先に述べた例と同様に、初期生産段階から時間が経つにつれて返品率が減少していく、すなわち返品率が 3 年の間に 5.51%から 2.28%にまで低下するような状況をアイオメガ REV ドライブについても仮定します。したがって、小売段階での返品率の減少は 3 年間で 58.6%に達することになります。

$$\frac{(2.28\% - 5.51\%)}{5.51\%} = -58.6\%$$

返品率が時間ごとに一定の値で減少していくと仮定すると、18 か月(3 年の半分)の間では 3 年間での返品率減少のちょうど半分、すなわち 29.3%の減少が見られることとなります。この減少傾向を初期時点のアイオメガ REV ドライブの小売段階返品率として慎重を期して見積もった 9%という数字に当てはめた場合、18 か月後には返品率が 6.37%にまで減少することとなります。

$$9\% \times (1 - 29.3\%) = 6.37\%$$

また、もし小売段階で返品された製品のうち、実際に欠陥のある製品の比率がこの 6.37%という数字の 3 分の 1 であった場合、小売製品に関する年間故障比率は 2.12%になります。年間故障比率として 2.12%を採用すると、小売製品に関する平均故障間隔はだいたい 413,000 時間ということになります。

$$\text{平均故障間隔 (小売)} = \frac{\left(24 \frac{\text{時間}}{\text{日}}\right) \cdot \left(365 \frac{\text{日}}{\text{年}}\right)}{\text{年間故障比率 (小売)}} = \frac{8,760 \frac{\text{時間}}{\text{年}}}{2.12 \frac{\%}{\text{年}}} = 413,208 \text{ 時間}$$

パソコン製造企業の返品率としては 6.37%の 3 分の 1、すなわち約 2.12%を採用することができます。パソコン製造企業が返品を行った製品の中に含まれる実際の欠陥品の比率が、小売を行った製品についての比率に比べて高いと仮定すると(ここでは小売製品と同じ 33%ではなく 60%であると考えています)、OEM 製品についての平均故障間隔は約 690,000 時間となります。

$$\text{平均故障間隔 (} OEM \text{)} = \frac{\left(24 \frac{\text{時間}}{\text{日}}\right) \cdot \left(365 \frac{\text{日}}{\text{年}}\right)}{\text{年間故障比率 (} OEM \text{)} \times 60\%} = \frac{8,760 \frac{\text{時間}}{\text{年}}}{\left(2.12 \frac{\%}{\text{年}}\right) \times 60\%} = 688,679 \text{時間}$$

したがって、慎重を期すために短い方の数値を採用した場合、アイオメガ REV ドライブについて推定された、製品発売後 18 か月経った時点での平均故障間隔は約 400,000 時間となります。

▶ 結語

アイオメガ RRD テクノロジは信頼性、データの可用性、およびシステムの回復という視点から見て最適な製品であることを目指して設計が行われてきました。このホワイトペーパーでも示されているように REV ドライブの平均故障間隔は推定で 400,000 時間にもなります。信頼性に関するこのようなすばらしい結果は、アイオメガの RRD テクノロジを初めて搭載した製品である REV ドライブが情報という資産を保護し、企業などの活動にとって重要なデータをバックアップする上で理想的なソリューションであることを証明したといえるでしょう。

#####

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。