

フラッシュメモリの信頼性評価方法の提案 Proposed reliability test method for flash memories

○小林祐介¹, 木原雅巳²Yusuke Kobayashi¹, Masami Kihara²

Abstract: Flash memory is superseding hard disks as the dominant storage media due to recent capacity increases and price reductions. Reports indicate that the writing life of flash memory is roughly one million times since wear leveling techniques achieve random memory cell selection. Our study is aimed at clarifying the actual longevity of flash memory cells as occurs when most of the cells are filled with actual data. This paper describes a new test method that can determine the single cell reliability of flash memory.

1. はじめに

アナログ媒体で保存されていた本、映像などを含む情報が急速にデジタル化されている。歴史的価値があるものから最新のデジタルコンテンツまで、全ての情報を一元的に恒久保存するアーカイブの重要性が高まっている。

アーカイブを、ローカルな場所に構築するか、クラウドサービスのように、インターネット上に構築するかに関わらず、どのようなメディアで保存するかが、アーカイブの構築では重要である。現状では、HDD が最も使用されているが、近年、SSD などのフラッシュメモリを使用した保存メディアが導入されつつある。

本論文では、フラッシュメモリである USB メモリを用いて、アーカイブを構成することを前提に、USB メモリの使用状況に依存しない、真のフラッシュメモリの信頼性を検証できる手法を提案する。

2. 研究背景

デジタルデータの保存は、主に HDD や SSD などが使用される。特に、近年の SSD 価格は大きく低下している。従来、主に使用されていたのは HDD である。ここで、HDD の交換頻度が高まる場合、SSD の価格が低下の関係から、HDD から SSD へ移り変わる可能性がある。図 1 に、近年の HDD の価格推移と SSD の価格推移を示す。図 1(a)より、HDD の価格は変化していない。HDD の交換頻度は約 5 年であり^[1]、書き込み速度が遅いデメリットがあるが、大容量である。これに対して、図 1(b)より、SSD は、近年に大きな価格低下が見られる。耐久性、省電力、書き込み速度が高速であるが、静電気や自然放電によるデータの消失が考えられるため、長期保存向けではない^[1]。しかし、今後の技術発展により、性能が向上する可能性がある。

アーカイブとして長期的に使用する場合、現状は HDD を用いているが、今後は、SSD をアーカイブとして使用することが可能になると考えられる。

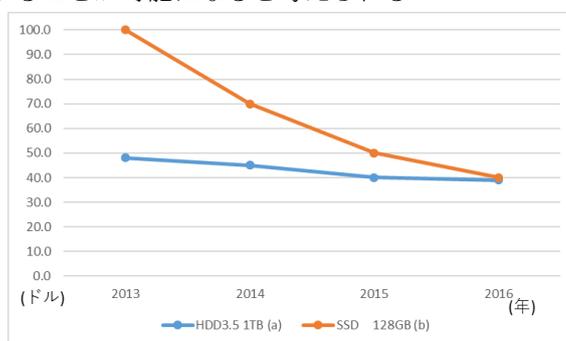


Figure 1. Price change of HDD and SSD

3. フラッシュメモリの現状

3. 1. USB メモリの特性

本論文では、フラッシュメモリである USB メモリに着目し、アーカイブとして使用可能であることを検証する。

アーカイブとして USB メモリを使用するにあたり、USB メモリの現状は、容量の少ないデータを保存し、持ち運ぶなどである。デジタルデータを USB メモリに保存するために、書き込みを行うが、書き込める上限は、30 万回から 100 万回の間であると言われている^[2]。しかし、実際に用いられている USB メモリに使用されているフラッシュメモリチップにおける、一つのセルに書き込める回数は、最大 10 万回と言われている。USB メモリに書き込める回数の管理ソフトウェアに搭載されているウェアレベリングによって実現されている。

3. 2. ウェアレベリングによる影響

USB メモリに書き込む際に、絶縁体が破壊されて、

1 : 日大理工・学部・情報 2 : 日大理工・教員・情報

書き込まれる問題がある^[3]。書き込みが集中すると、一つのセルが早く寿命に到達する。セル一点に集中して書き込みを回避する技術として、ウェアレベリング技術が用いられている。図 2 にウェアレベリング技術の有無による違いを示す。図 2(a)では、ウェアレベリング技術を使用しない場合を示す。書き込みを行う箇所がセルの上近辺に集中され、寿命に早く到達してしまうセルが発生する。対して、図 2(b)では、ウェアレベリング技術を使用した場合を示す。書き込みを行う箇所がセル全般に対し、処理を行うため、寿命を迎えるセルを遅らせることが実現できる。平準化して書き込むことで、最大書き込み回数が増加する。

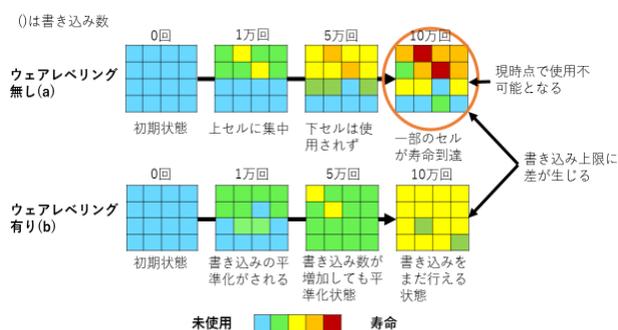


Figure 2. Wear leveling technology

4. アーカイブにおける USB メモリの信頼性評価

信頼性を評価するにあたり、フラッシュメモリの使用量が高い場合で、ウェアレベリングが十分に機能しない状況を想定する。ウェアレベリングが無い、真のフラッシュメモリの信頼性を検証する。

4.1. ウェアレベリングの回避法の提案

本論では、ウェアレベリングが動作している場合、一つのセルに対する寿命が解らず、正しい測定できない。よって、ウェアレベリングを回避するための提案として、パーティションを分割し、書き込む箇所以外を使用状態とする。書き込む位置を限定することにより、セル一つに書き込みができる状況を生じさせる。パーティションの分割方式を図 3 に示す。

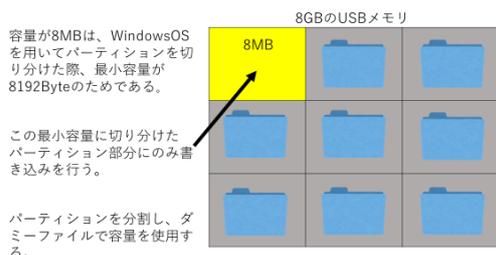


Figure 3. Partition division system

4.2. 実験方法

実験方法として、ウェアレベリング技術による平準化を抑止するため、USB メモリ内全体をパーティショニングし、切り分けられたパーティションの限界値のダミーファイルを書き込んでおく。図 4(a)では、書き込み部以外のパーティションが空である場合の状態である。空の状態である場合、書き込み先がウェアレベリング技術により、平準化されてしまうため、USB メモリ内が空である状態は、書き込み回数が前後してしまい、正しい測定が出来なくなるため、望ましくない。対して、図 4(b)では、書き込みとは別のパーティション内を一杯としておく。書き込みを行うセル以外を一杯にすることにより、書き込み箇所を一点に絞ることが出来ると考え、一点に集中して書き込みを行うことが出来る。この手法により、一つのセルの寿命が判断可能となり、信頼性を検証することが出来る。

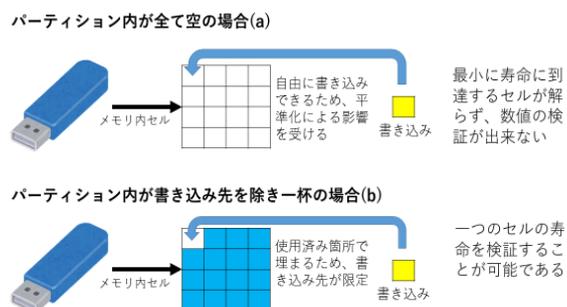


Figure 4. Proposal reliability test method

5. まとめ

アーカイブを保存する媒体として、USB メモリが適正であるかを判断する。USB メモリへの書き込み、保存の現状とウェアレベリング技術による影響、また、USB メモリに対する信頼性評価の方法を検討した。今後は、実際に検証を行い、USB メモリの種類による信頼性を評価し、USB メモリがアーカイブに適しているか、評価していくことを目指す。

6. 参考文献

[1]”PC Watch HDD vs SSD 価格動向”
http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/744084.html#photo007_s.jpg
 [2] “これが日本のデジタルデータリカバリーだ”,
http://www.go-on-pledge.org/usbmemory_point.html
 [3] “メモリセルの寿命を延ばすウェアレベリング”,
http://www.logitec.co.jp/data_recovery/column/vol_003/