

製品長寿命化の戦略的要件

—ポータブル記録デバイスの事例—

1140462 濱島 理絵

高知工科大学マネジメント学部

1. 研究概要

本論文では、ポータブル記憶デバイス、特に、フロッピーディスクと USB フラッシュメモリに焦点をあて、これまでのデバイス開発の歴史、技術的課題等を調査することによってポータブル記録デバイスの長寿命化に関する要件を明らかにする。

2. 研究構成と背景

過去、多くのポータブル記憶デバイスが開発され、利用されてきたが、一方でインターネットの普及とデータストレージ・サービスの低価格化に起因してデータを所持せずインターネット上に預ける動きも活発化してきた。このような背景の中で、ポータブル記録デバイスの位置づけを明確化し、これらのデバイスの製品ライフサイクルを決定する要因の追求を行う。研究

全体の構成を図 2-1 に示す。

2. 1 記録デバイスと取り扱う主要データの変遷

記録デバイスや取り扱う主要データ変遷を図 2-2 に示した^[2]。主に扱われるデータの変遷やネット環境の変化と共に、記録デバイスも変化をしている。このように、記録デバイスが変遷していることにより、変遷の理由と要因を明らかにしていく。

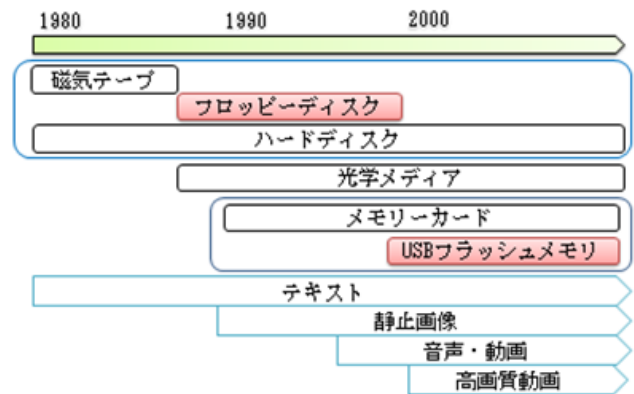


図 2-2 記録デバイスと取り扱う主要データの変遷

2. 2 クラウドサービス

「データを保存する」ということを考える時に、手元のメモリに保存する場合と、インターネット上のクラウドに保存するという方法がある。以前まではメモリに保存することが主流であったが、現在は高速通信網が普及したため、インターネット上に大容量のデータを保存し、利用することが可能になった。しかし、データを全てクラウドに預けることはできない。クラウドサービスの重要性、利便性、問題点に関して、西田宗千佳が著書「クラウドコンピューティング」^[3]で示している。

クラウドサービスは高速通信網が存在しなかった時代には実現できないものであったが、高速通信網が発展している現在は、データはクラウドに預ける動きが急速に進んでいる。ネットワークを利用することによって「壁のない世界」が作られていると述べている。このようなサービスが現在では定着し、ユーザーも増えている。ネットワークを使ったサービスは利用者

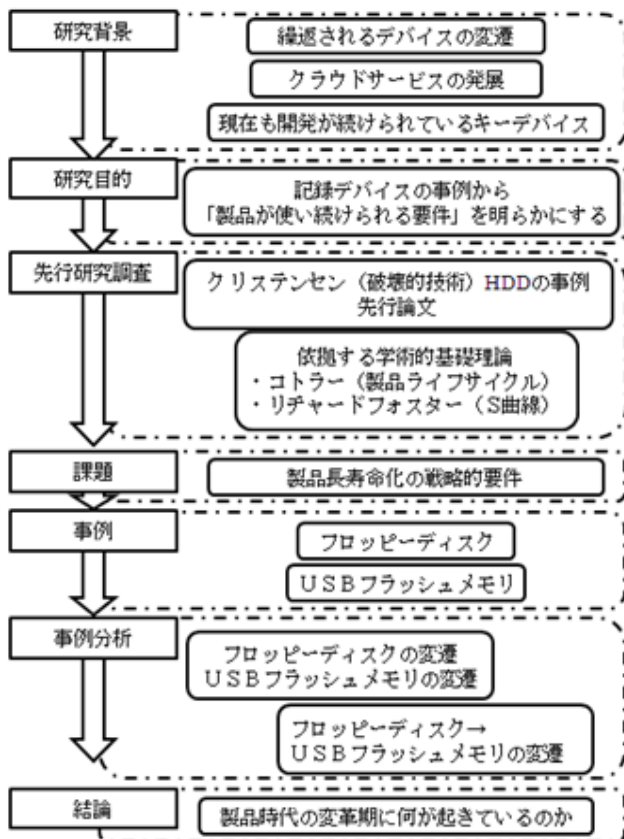


図 2-1 研究のフローチャート

が増えれば、利便性も増す。したがって、ますますメリットが多いアプリケーションとなっている。

そこで、クラウドのメリットとデメリットを挙げた。クラウドサービスと一言で言っても、様々なサービスがあるが、「安く利用できること」、「どの端末からも対応できるということ」がメリットである。一方デメリットは、「ネットワークが切れた環境では全く利用できなくなるということ」、「安全性」の問題である。「どこでも利用できる便利さ」と表裏一体で「ネットワークが切れれば全く利用できなくなる」ということである。しかし、この問題はクラウドサービスのみの問題ではなく、通信依存の抱える問題としてもとらえることができる。

クラウドサービスの問題点はわかっていることも多いが、改善できないということが問題である。データを保管する対策としては、やはりローカルメモリに保存し、同一のデータを保持するということである。よって、クラウドを最大限利用してもメモリは必要なものであるということが分かる。

そして、クラウドサービスが充実しているにも関わらず、フラッシュメモリは改良が進められ発展しているデバイスである。

3. 先行研究調査

製品の長寿命化を議論するために依拠する学術的基礎理論としてまずコトラーの製品ライフサイクル、リチャード・フォスターのS曲線概念、及びクリステンセンの破壊的技術のコンセプトの概要を示す。

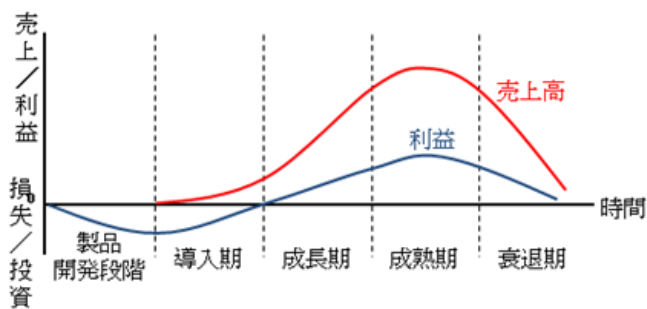


図 3-1 製品ライフサイクル

コトラーはマーケティングの視点から図 3-1 に示す製品ライフサイクルのコンセプトを提示している。まず、製品にはライフがあるというコトラーの理論を前提とする。これは、製品自体にはライフがあることを示す理論である。開発時期には利益が出ず、開発費用がかさむ時期がある。そして、発売開始にこぎつけるが、発売開始当初の導入期には、流通や販売促進に費用がかかり、利益が出ない。成長期には、売り上げが伸び新規購買者も増え、市場シェアが最大になる。成熟期には、利益が出てくる時期である。製品が多様化し、競合他社との戦略が増

加する。衰退期には、利益のあがらない販路を減少させ、利益も減少する^[4]。

続いて、リチャード・フォスターによれば、製品が成熟期に入るところに代替となる新製品が登場する。その新製品は様々な面で既存製品に劣っているものの、徐々に新製品に移り変わっていく。その際、技術の不連続期があり、その不連続期に何かが起こっていると提唱するものである。これを利用し、時期に何が起きているのかを調査する^[5]。それを調査することによって、衰退するものを後世に引き継がれているものなどの調査から、使い続けられる要因を明らかにしていく。

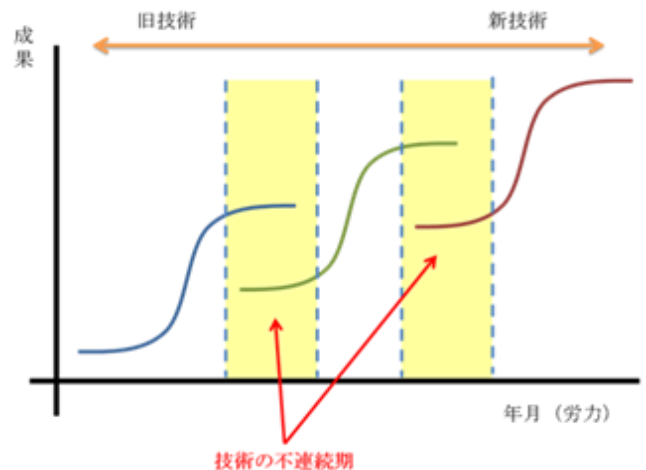


図 3-2 製品のライフにおける技術の不連続期

クリステンセンはハードディスクドライブ（以下 HDD）業界の技術革新は持続的イノベーションが多い。しかし実績ある企業が世代変化ごとに、破壊的技術を率先して開発しなかったために、トップの座を失っていくプロセスを明らかにした。HDD のヘッドの変遷にはフェライトヘッドから薄膜ヘッド、薄膜ヘッドから MR ヘッドといったような持続的イノベーションの以外にも、14 インチ形が 8 インチ形、8 インチ形が 5.25 インチといった破壊的イノベーションが存在する。この破壊的イノベーションは対象の市場が変化することで起きる。実績ある企業はこの市場を見誤ったことによって、トップの座を失っていくのである^[6]。

そして、既に議論されている文献として、電気情報通信学会に掲載されている岸田純一の『大容量ストレージメモリとしてのフラッシュメモリ』では大容量ストレージメモリとしての応用について議論を行っている^[7]。土屋憲司は『SSD の発展を支える技術』で MLC の SSD について議論を行っている^[8]。また大島成夫の『半導体不揮発性メモリの技術動向と展望』ではメモリの動向と今後のメモリについて議論されている^[9]。しかし、ここでは大容量のフラッシュメモリや、フラッシュメモリの活

用に関しての記述は多く見受けられるが、インタフェースを含めた議論の展開、比較的小型の持ち運びを念頭に入れたデバイスに関しての議論が行われていない。そのため、本論文では小型のポータブル記録デバイスに限定して議論を行う。

4. 事例研究

ポータブル記憶デバイスとして非常に広く普及したフロッピーディスクと USB フラッシュメモリを事例として分析を行った。フロッピーディスクは、製品のライフが明確であり、90年代に持ち運び可能な記録デバイスとして、最も利用されたデバイスである。そして、USB フラッシュメモリは、現在使われている持ち運びができるメモリとして最も利用されているものであり、USB 端子もメモリに限らず利用され、パソコンなどに接続するだけで利用可能なデバイスとして普及していると言える。以上の理由から2つの事例を挙げ、各デバイスの遷移とデバイスからデバイスの遷移を分析する。

4.1 フロッピーディスク

4.1.1 フロッピーディスクの歴史

フロッピーディスクは1970年にIBM社が8インチフロッピーディスクとして発売したのが始まりである^[10]。発売当初は片面単密度での記録であったが、1976年には両面の記録が可能となり、倍の記録容量を確保することができた。その後、5.25インチフロッピーディスクをシュガート社が発売し、フロッピーディスク全盛期の火付け役となった。

そして、1981年にソニーが3.5インチフロッピーディスクを開発し、小型フロッピーディスクへの移行が始まった。今までのソフトジャケットから硬質ケースに収められ、頑丈になり、埃や指紋の対策が施された。その後、更に小さい3インチフロッピーディスクが松下電器、日立によって発表され、標準化の争いが始まった。しかし、ヒューレット・パッカード社が3.5インチ形のドライブの開発を行い、記録の物理的特性の欠点を改善する動きがあったため、3.5インチ形が標準化となった^[11]。

4.1.2 フロッピーディスクの記録原理

フロッピーディスクは磁気記録であり、「N極」と「S極」を、二進数の0と1に見立てることでビット情報を表現し、保存している。データを記録する場合は、記録用ヘッド内部のコイルに電流を流すことで磁力を生じさせ、磁性体の極性をコントロールしている。読み出す場合は媒体が動くことによってコイルに生じる電流のパターンを読みとっている。磁気材料を円形に成形したフロッピーディスクで、円の表面を「セクタ」という単位で区切りっており、それぞれのデータはどのセクタに記録されているかをまとめた住所録のようなものを持っているため、その時に必要な情報のありかへ瞬時にアクセスできる仕組み

となっている^[12]。

4.1.3 記録方式とインタフェースの変遷

フロッピーディスクの変遷を分析するにあたり、各ディスクサイズの特徴とその特徴が次世代ではどのようになっているのかについて分析を行った。まず、磁気テープの次世代という位置づけで8インチ形を分析する。磁気テープとは異なりランダムアクセスが可能であり、持ち運びが容易になったことが、8インチ形の当時としては画期的な要素である。しかし、問題点として、持ち運び時に壊れやすいソフトカバーであることや、小容量であることがユーザーにとって使いにくい点であった。

5.25インチ形は、物理的に壊れやすい8インチ形のカバーを頑丈にしたため、持ち運ぶ際も比較的便利になった。しかし、記録面がむき出しとなっていたため、持ち運び時の問題は完全に解消しなかった。そして、3.5インチ形は5.25インチ形までのものとは大きくことなり、不便な点であった壊れやすさや、記録面の傷つきやすさは解消され、ハードカバーにディスクが収納された。そうすることによって、インタフェース自体の問題は概ね解消された。そのため、3.5インチ形は大きく発展を遂げ、5.25インチ形までのものと比べると長く使い続けられたデバイスと言える。

そして、フロッピーディスクの技術発展を通じて、改良が進め続けられている点を分析すると、デバイスが小型化しており、その反面、記録容量は増加している。つまり、記録密度を増加させることも、フロッピーディスクの改良の中で注力されていた点であるとわかる。

このように、フロッピーディスクの各世代の特徴を挙げていくと記録方式とインタフェースの2種類に分類することができる。よって、記録デバイスのコアである磁気ディスク部分そのものと、システムや人間とのインタフェース部分に分けて検討を行う。フロッピーディスクの特徴と遷移を図4-1で示した。

図4-1ではフロッピーディスクを通じて持続的な技術発展と、各ディスクサイズにおける記録方式とインタフェースの視点でまとめた。「デバイスの小型化」「記録密度増加」「記録容量増加」は持続的な変遷である。フロッピーディスクの技術が進化する上で、進化し続けていた部分である。よって、ユーザーの欲求の中にはこの3つの視点は含まれていたと考えられる。

そして記録方式の観点であるが、前の規格と比べて画期的な技術革新はなかった。磁気テープから8インチ形を比べた時のランダムアクセスが可能になり、持ち運びに便利になったという出来事は非常に画期的であった。しかし、記録方式に関しては、方式を改善するものの、容量が足りていなかったという弱点は保持したままであったことがわかる。

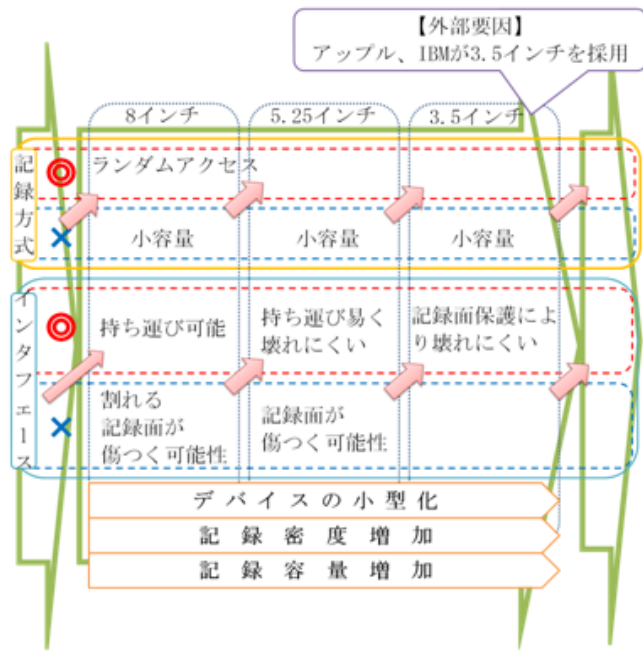


図 4-1 記録方式とインタフェースの変遷

続いてインタフェースの視点であるが、この視点では大きな変化が起こったことがわかる。8インチ形は、磁気テープに比べ、持ち運びしやすくなったものの、壊れ易いといった弱点が、8インチ形が普及しなかった1つの大きな要因であると考えられる。持ち運び可能なデバイスであるに関わらず、データが壊れやすいデバイスでは、持ち運びのメリットを十分に生かし切れておらず、大勢のユーザーに普及するほど便利なデバイスでなかった。

5.25インチ形は、8インチ形の問題点とされた、壊れやすいデバイスという問題点は解消されつつある。しかし、5.25インチ形がすぐに衰退した理由は、5.25インチ形が発売された後すぐに、3.5インチ形が発売されたためである。つまり、5.25インチ形よりも壊れにくく、小さく持ち運びやすいデバイスがユーザーに利用されるデバイスとなった。その後、3.5インチ形がユーザーに受け入れられた。なぜなら、8インチ形のマイナーチェンジをした5.25インチよりも、ハードカバーに入れてあるという点で3.5インチ形は画期的であったからである。さらに、3.5インチ形を普及させた追い風として、アップル社とIBM社が3.5インチ形を採用したという外部要因も挙げられる。パソコンメーカーの大手2社が3.5インチ形を採用することによって、ユーザーは必然と3.5インチ形を使う環境に置かれ、普及したと考えられる。

8インチ形、5.25インチ形、3インチ形のどれをとってもフロッピーディスクと呼ばれるが、それぞれを利用するためには異なったドライブが必要になる。ユーザーから見ると、デバイ

スが増えることによって、別のドライブを用意する必要があり、非常に設備投資が必要となる。したがって、8インチ形と5.25インチ形が3.5インチ形普及しなかった原因は、フロッピーディスクを利用する価値とドライブ設置のコストを比較した際、多くのユーザーは、高いコストを支払ってまでもフロッピーディスクを利用したいと思わなかったと考えられる。

よって、ユーザーのニーズを踏まえた技術開発と大容量化、大手企業による規格の採用が長寿命化要件の要素となると考えられる。

4.2 フラッシュメモリ

4.2.1 研究対象の位置づけ

半導体メモリとは、半導体の回路を電氣的に制御し、データの読み書きを行う装置である。これは、データの読み書きが高速で、記録密度が高く、消費電力が少なく、振動に強いが、ビット当たりの単価が高価である。そして、電源を切ると記録内容が消える揮発性メモリ、消えない不揮発性メモリがある。揮発性メモリの例としては、コンピュータのメインメモリとして使われる。不揮発性メモリはフラッシュメモリやROMに利用される。

4.2.2.1 NAND型フラッシュメモリの特徴

フラッシュメモリにはNOR型フラッシュメモリとNAND型フラッシュメモリの2種類がある。NOR型は高集積化には不向きである。しかし、1バイト単位のランダム読み出しが早いので、プログラムの保存に多く用いられる。NAND型はブロック単位での読み出しに限定され、ランダム読み出しが遅いが、高集積化に向いているためデータ保存に利用されるものである。

4.2.2.2 NAND型フラッシュメモリの動作原理

NAND型フラッシュメモリはトンネル酸化膜と通じて浮遊ゲートに電子を出し入れすることによって記録の書き込みや消去を行っている。ソースとドレインの間に流れる電流は、トンネル酸化膜の電圧によってコントロールしている。

トンネル酸化膜に高い電圧をかけることによって、電子がトンネル酸化膜を越えて浮遊ゲートに電子が蓄えられる(図4-2)。これが書き込みの原理である。一方、消去の原理は浮遊ゲートから電子を放出することによって、消去を行う(図4-3) [13]。

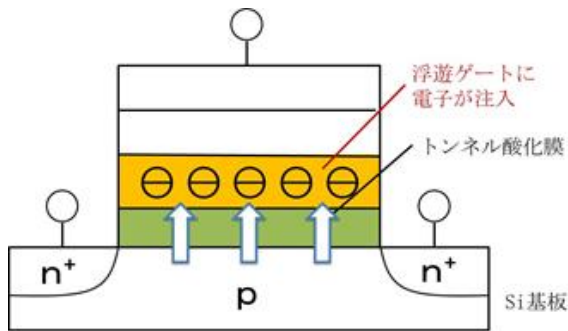


図 4-2 フラッシュメモリ素子の構造(書き込み)

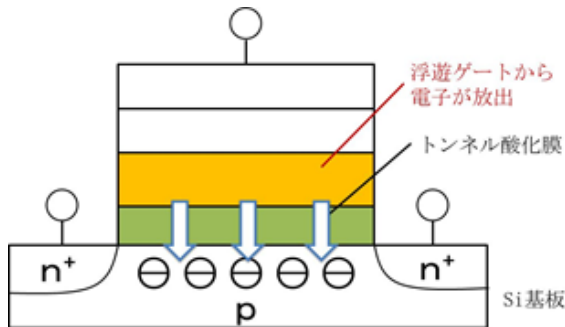


図 4-3 フラッシュメモリ素子の構造(消去)

4. 2. 3 SLC と MLC

NAND 型フラッシュメモリには、SLC (Single Level Cell) と MLC (Multi Level Cell) の 2 つのタイプがある。SLC は、1 セル当たりの識別が「0」又は「1」の 1 ビットであるため、非常に簡単な構造である。書き込みの際のプログラミングも簡単であり、読み取り際も「0」と「1」の区別さえ判断できれば良いので簡単で高速である。一方 MLC は、1 セル当たりの識別が 2 ビットのため SLC に比べて複雑になる。書き込みの際には 4 段階を分けるプログラミングが必要となり、読み取りの際も同様に 4 段階を識別する必要があり信頼性が低い。しかし、価格が安いとのことから、携帯電話や音楽プレーヤーなどに多様され、現在多く使われているのは MLC である。

4. 2. 4 USB フラッシュメモリ

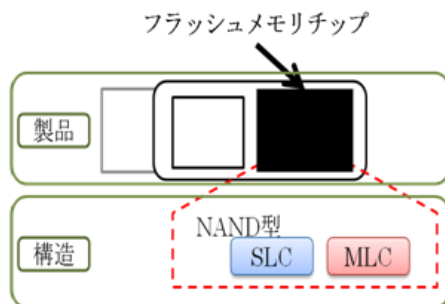


図 4-4 USB フラッシュメモリ内部構造

USB フラッシュメモリについても図 4-4 に示すように USB インタフェースを持ったフラッシュメモリ本体と、内蔵されているフラッシュメモリチップ部分の 2 つの階層に分けて議論を行った。

4. 2. 4. 1 USB インタフェースの変遷

図 4-6 は USB インタフェースのデータ転送速度の推移を対数グラフで表現した図である。これより、徐々に転送速度の早いインタフェースを開発することが難しくなっていることがわかる。しかし、技術の不連続期に相当する技術革新はなかった。

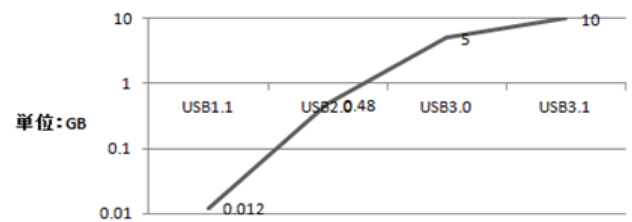


図 4-5 転送速度推移

4. 2. 4. 2 SLC と MLC の遷移

非常に単純な記録で高信頼性の SLC が開発され、次に SLC を元にした MLC は登場し、普及しているという事実より、リチャード・フォスターの S 曲線にて表現することができる (図 4-6)。NAND 型の SLC タイプが開発された当初は、こぞって開発を進めるため、非常に発展する。しかし、SLC は集積化の限界が近づく。つまり、SLC がコトラーの製品ライフサイクルでいう成熟期に入る。よって、技術開発の限界が近づいてきたと言える。しかし、技術や市場が衰退したわけではなく、SLC が必要な市場は消えないため、コアなユーザーに利用され続ける。一方で、多値化の技術が進み、かつ低価格な MLC が成長を始める。多値化、つまり高集積化が可能であり、更なる小型化や低価格が可能で画期的な MLC が登場する。MLC は、電圧を制御するプログラミングが困難であったため、記録の信頼性が低かった。そして、書き換え回数も SLC と比べ非常に少なかった。しかし、コストや単位量当たりの記録容量においては、SLC より勝っている。よって、高価であった SLC よりも MLC は大勢の人の手に渡りやすくなり、SLC 以上に普及した。

更に、技術の不連続期に注目する。SLC から MLC に移り変わる時には①SLC の開発が限界に近付いてきたこと、②MLC は単位量当たりの記録容量が SLC の 2 倍であるという点である。この技術の不連続期には、決して SLC が衰退しているわけではなく、以前ほど開発をすることによって成果が得られなくなっている時期である。一方で、MLC は信頼性が低いというデメリットを抱えつつも、2 分の 1 で済むコストが市場にと

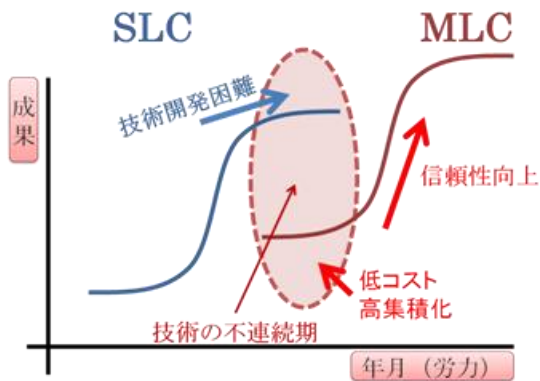


図 4-6 SLC と MLC の遷移 (技術的視点)

って魅力的であったと考えられる。この魅力が MLC の技術革新を飛躍させた要因である。

このような、技術の成長スピードの差異によって、現在 MLC が主流となっている。そして、それをユーザーの視点から分析を行ったものが図 4-7 である。開発当初に利用されていたものは SLC であるが、MLC が開発されると、多くのユーザーが MLC を利用するようになる。MLC が多く利用されるようになった要因としては、①ユーザー自身が自ら価格の安い MLC を選択する場合と、②NAND 型を利用する企業等が MLC を採用しているという 2 つの要因がある。多くのユーザーが MLC に移行する中で、SLC の高信頼性を必要とする分野は SLC を使い続けている。一方、MLC は多くのユーザーが利用する環境にあるため、開発も進み、信頼性の問題を改善していく。したがって、SLC と MLC の大きな違いの 1 つであった信頼性のギャップが埋まっていき、MLC を疎遠する理由がなくなっていく。つまり、MLC の普及に拍車をかけ、MLC が主流となっていると言える。そして、高価な SLC に依存することなく、フラッシュメモリが利用できるようになっている。

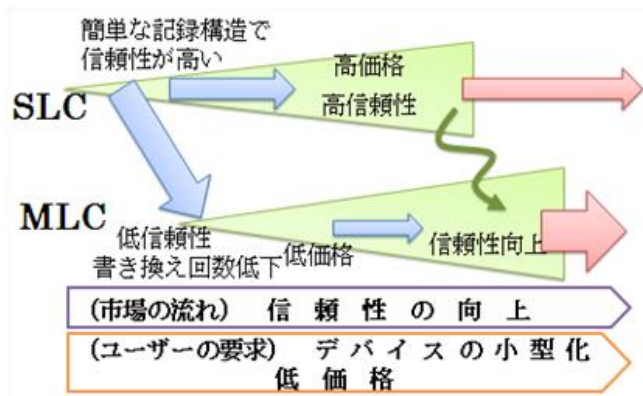


図 4-7 SLC と MLC の変遷 (ユーザー視点)

SLC から MLC への変遷の中で、市場はユーザーの要求に応えることを目指して開発を行っている。ユーザーの要求は SLC と MLC 関係なく、「デバイスの小型化」と「低価格」であり、この中に信頼性は含まれない。MLC の現状から、ユーザーは SLC のような最高ランクの信頼性を手に入れることよりも、ある程度の信頼性で低価格を望んでいると考えられる。市場は、ユーザーの求める適度な信頼性を確保しながら、小型化、高集積化、低価格なデバイスを作り出すことが、製品の長寿命化要件の要素となると考えられる。

4.3 フロッピーディスクから USB フラッシュメモリへの変遷

フロッピーディスクから USB フラッシュメモリへの変遷を検討する際に、まず各デバイスの特徴をおさえた上で、変遷を検討していく必要がある。

まず、フロッピーディスク全体を通じての特徴は、磁気記録に関する特徴である。磁気記録であることから、書き込みや読み取りの際にディスクを回転させる必要があり、加えて物理的に記録を行うため、小型化に限界がある。しかし、当時のユーザーの要求として小型化の要求があった。よって、ここには技術とユーザーニーズのギャップがあり、フロッピーディスクの衰退の要因の 1 つであると考えられる。そして、各サイズで専用のドライブが必要であった。これは、USB フラッシュメモリの変遷と大きく異なる部分である。同名称のデバイスであり互換性がある USB フラッシュメモリとは異なり、フロッピーディスクという名称であるのに、異なったドライブが必要となる。そのため、ユーザーにとっては、互換性がないことが障壁であり、フロッピーディスクの問題になったと考えられる。

USB フラッシュメモリの特徴は USB というインターフェースの変化はほとんどなく、ユーザーの気づきにくいところで技術革新が行われていることである。NAND 型フラッシュメモリの SLC と MLC のように、内部の記録技術で変化が起こっている。そして、電気的な記録であるため、データは壊れにくい書き換え回数に限度があるという特徴がある。インターフェースの観点から見ると、フロッピーディスクと異なり、USB1.0 から USB3.0 の規格まで同じ USB ポートでつなぐことができる。これは、フロッピーディスクのときに問題であったドライブの取り換えをする必要がなくなったことを示す。よってユーザーは、より性能の良い新しい規格の USB フラッシュメモリをより簡単に扱うことができるようになっている。

フロッピーディスクから USB フラッシュメモリまでの全体の流れをみると、小型化や記録容量が増加しており、よって記録密度も増加している。アクセス速度は USB フラッシュメモ

りに遷移後から顕著になっている。背景として、大型のデータを扱うようになり、フロッピーディスクの時代よりもユーザーが気になるようになったためである。以上をまとめた図が図4-8になる。

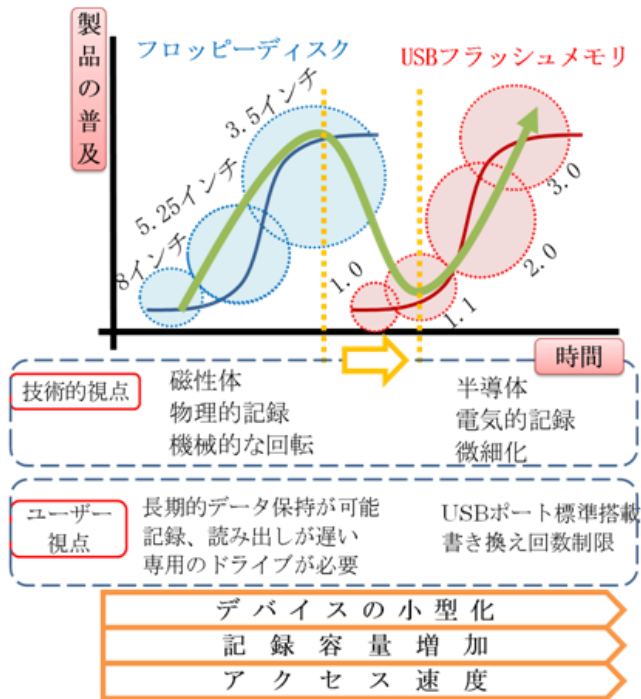


図 4-8 記録技術特徴と変遷

図 4-8 はフロッピーディスクと USB フラッシュメモリを技術的視点とユーザーの視点で特徴をまとめた。それぞれのデバイスは S 曲線を描きながら発展をしていることを示し、各規格の丸の大きさが各々の普及具合を示している。この図からわかるように、まずフロッピーディスクから USB フラッシュメモリに遷移をしているということは、磁気の記録から電氣的な記録へ遷移をしている。その中で、1990 年代から現代まで変わらないユーザーの欲求として「小型化」、「記録容量増加」、「アクセス速度」がある。これらを満足するために、デバイスは変遷してきたと考えられる。くわえて、フロッピーディスクの技術的限界により遷移をしたことがわかる。技術的限界とは、技術開発に投資を行っても成果が得られないことではなく、技術開発を行ってもユーザーニーズに応えられなくなる状態を示す。フロッピーディスクでは、小型化にも限界が見えており、もし小型化に成功したとしても、ドライブの問題が再浮上する。そのような理由から、USB フラッシュメモリに変遷したと考えられる。そして、フロッピーディスクでは、磁気記録による弱点が目立っていた。USB フラッシュメモリでは電氣的記録になったことによって、磁気記録のデメリットは解消されたものの、電氣的記録ならではの問題点が出ている。よって、USB フラッ

シュメモリも使われ続けることなく、これから衰退していきだろうということがわかる。そして事実として既に、次世代メモリが開発されている。

ユーザーの視点から見て注目すべき点は、フロッピーディスクの場合、「記録、読み出しが遅い」ということである。これは、上記で述べた「アクセス速度」を満足していないということである。加えて、「小容量」ということである。小容量という問題点をフロッピーディスクは抱え続けた問題点となっており、技術的に記録密度を向上させることに限界があった。そのため、3.5 インチ形になっても、記録容量を大きく増やすことができなかった。

そして、USB フラッシュメモリで注目すべき点は、USB というインタフェースであれば、USB1.0 から USB3.0 までどの規格でも同じポートを利用できる点である。ユーザーニーズを満足するように技術開発が行われている上に、ユーザーが導入する敷居が低い。一方で、USB フラッシュメモリもフロッピーディスク同様に問題点がある。電氣的記録の弱点である書き換え回数の制限と多値化による信頼性である。

よって、長寿命化の要因として、長期的なライフサイクルで見るとインタフェースを統一することによる導入時の敷居の低さが要素となると考えられる。

4. 4 製品の長寿命化要件

フロッピーディスクの遷移はユーザーの「使いにくい」というインタフェースへの不満、そして記録容量の不満から遷移が起きている。ユーザーニーズを基にした技術開発による大容量化、インタフェースの改良による持ち運びやすさ、外部要因となる大企業による規格の採用が製品の長寿命化の要因になることを明らかにした。

USB フラッシュメモリの遷移により注目すべきは、インタフェースではなく、内部のフラッシュメモリの遷移である。多くのユーザーが気付きにくいフラッシュメモリの構造を変化させている。つまり、高集積化、信頼性の向上が行われている。小型化、高集積化、低価格がキーワードになり、長寿命化の要因になることを明らかにした。

フロッピーディスクから USB フラッシュメモリへの遷移はフロッピーディスクの技術的限界により遷移をした。この遷移からわかることは、フロッピーディスクの技術は限界に達するものの、ユーザーが満足していなかったことである。そして、インタフェースを統一することによるユーザーにとっての導入の敷居の低さが USB フラッシュメモリへの移行を加速させたことが明らかである。

そしてクラウドサービスを始めとして、記録デバイスは多様

化しているためユーザーが記録デバイスを選択する動きが加速している。

以上のことからデバイス単体での長寿命化は不可能である。技術開発をするに当たって必要となるユーザーニーズに応える必要がある。しかし、デバイスの改良を進めても、デバイス自体に限界が来る。その時が技術やデバイスの転換期である。それは、フロッピーディスクのようなインタフェースの転換であり、USB フラッシュメモリのように記録方式の転換である。そのように、マイナーチェンジを繰り返すことが長く使ってもらふ要因である。よって、提示できる長寿命化要件は、多く利用されているインタフェースを利用することによって、多くのユーザーが利用しやすい環境をつくるためにマイナーチェンジを繰り返すことである (図 5)。

5. 結論

フロッピーディスクの遷移の分析の結果、まず記録方式の観点から見ると、記録方式を改善しているものの、小容量というデメリットは改善されていないことを明らかにした。インタフェースの観点からは、物理的に壊れやすいデメリットを改善された。そして、アップル社と IBM 社が 3.5 インチ形を標準搭載した外部要因により遷移していることが明らかになった。

SLC が開発された後に MLC が開発され、現在 MLC が多く利用されている。その遷移について分析を行い、MLC の信頼性向上により、MLC を利用しやすくなったことが明らかになった。背景として、投資をして完璧な信頼性を得ることよりも、用途に沿った価格で利用する傾向がある。

フロッピーディスクから USB フラッシュメモリへの遷移の原因を分析すると、ユーザーがフロッピーディスクに満足していなかった、かつ技術的な進歩として、「高集積化」と「アクセ

スタイムの高速化」が中心に行われているが、フロッピーディスクでは、それらの進歩が困難になったことがわかる。

製品の長寿命化要件は、図 5 に示すように、様々な要素が要件を形作っている。ユーザーが利用しやすい環境の中で、技術のマイナーチェンジを繰り返すことによって、長寿命化が可能である。加えて、その条件を達成するためには、特定のインタフェースの利用が欠かせないものとなる。その条件を兼ね備えることが、製品の長寿命化要件を達成するものである。

参考文献

- [1] 勝田有一朗『I/O (アイオー) 2012 年 8 月号』工学社、2012 年。
- [2] 金子峻『Zip の挑戦：次世代大容量フロッピー』オーム社、1999 年。
- [3] 西田宗千佳『クラウド・コンピューティング ウェブ 2.0 の先にくるもの』朝日新聞出版、2009 年。
- [4] フィリップ・コトラー『コトラーのマーケティング入門』ピアソンエデュケーション、2000 年。
- [5] クレイトン・クリステンセン『イノベーションのジレンマ—技術革新が巨大企業を滅ぼすとき』翔泳社、2001 年。
- [6] リチャード・フォスター『イノベーション—限界突破の経営戦略—』阪急コミュニケーションズ、1987 年。
- [7] 岸田純一「大容量ストレージメモリとしてのフラッシュメモリ」『電子情報通信学会「知識ベース」』2011 年。
http://www.ieice-hbkb.org/fileS/08/08guN_02heN_04.pdf
- [8] 土屋憲司「SSD の発展を支える技術」『東芝レビュー』Vol.66、2011 年。
- [9] 大島成夫「半導体不揮発性メモリの技術動向と展望」『東芝レビュー』Vol.66、2011 年。
- [10] 『コンピューターの歴史』IBM。
<http://www-06.IBM.com/IBM/jp/muGeNdai/No115/pdf/115m.pdf> (参照 2014-01-13)
- [11] ソニー広報センター『ソニー自叙伝』ワック、1999 年。
- [12] 大石完一『フロッピーディスクのおはなし』日本規格協会、1989 年。
- [13] 日経エレクトロニクス『半導体ストレージ 2012』日経 BP 社、2011 年。

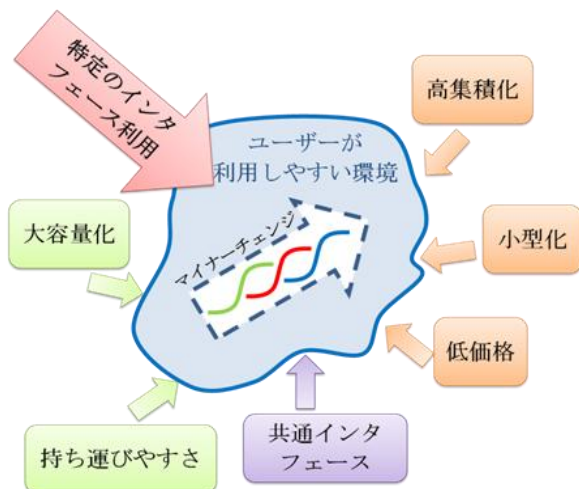


図 5 製品の長寿命化要件