

# データの長期保存とアクセシビリティ

— 高齢化社会と情報 —

## Long-term Data Storage and Accessibility

— The Information Technology for Seniors —

高林 茂樹

TAKABAYASHI Shigeki

Information technology continues to advance rapidly, and the volume of data has increased accordingly. Preserving electronic documents, works of art, and other material in the form of digital data hundreds or thousands of years into the future will not be easy. Even if these can be preserved properly, documents preserved with older digital systems cannot be read or even opened with newer version software: appropriate equipment and software necessary to convert digital data to text or images must also be available. This paper considers such long-term data storage systems. In addition, we will examine accessibility issues that must be addressed—which will of course involve some cost—in order for more people, including the elderly, to be able to use such systems.

### 1. はじめに

現在、日本では早いスピードで情報化が進み、それともなってデータの量も飛躍的に増えている。個人でもデジタルカメラやデジタルビデオで撮影・記録したデータなどの保存で困ってしまうことがある。データを DVD などに保存しても保存状態が悪かったり、DVD そのものが欠陥品だったりしてデータを失うこともある。そのようなことがなくとも DVD そのものにも寿命があり、保管状態にもよるが、10 年くらいと考えた方がよさそうである。[1] CD や HDD、フラッシュメモリなどにも寿命があり、データの長期保存はできない。石や岩に彫ったり描いたりし

た絵や文字は数千年を経て今日我々は見ることができ、現在のデジタルデータを数千年後まで残すことはかなりの努力が必要となる。その上、データが残ったとしてデジタルデータのままで絵や文字として見ることはできないので、デジタルデータを絵や文字に変換するソフトウェアや機器が残っていないなければならない。

そこで、データの長期保存のシステムを作成して、多くの人が、費用負担はあっても利用できる方法はないか考察してみる。また、これからは情報化だけでなく高齢化も進み、高齢者も含む多くの人々が、データを入力したり、表示して見たりすることが多くなるので、アクセシビリティも考慮したシステムにしたい。これを利用すれば、古代エジプトのピラミッドを今日我々が見ることができるよう、後世の人々がデジタルデータでバーチャル化された私たちのことを見るのが可能になるのではないかと考える。

## 2. 高齢化社会への情報対応の現状

### 2. 1 データの長期保存

高齢化社会では、戸籍などの個人情報、カルテなどの医療情報をはじめとして多くの重要な情報を、80年から100年程度は保持しなければならない。また個人でも文書や写真など多くのデータを保持している。その多くはデジタルデータである。これらの情報を長期間保存するためにはしっかりとした管理が必要である。さらに、大切なデータは、数百年、そして数千年、あるいは半永久的に残したい場合も考えられる。

長期保存について JIS Z 6017「電子化文書の長期保存方法」では、「保存期間10年～30年程度において、真正性および見読性を保証できる状態で、電子化文書を保存すること。所定の期間を超えて保存する場合は、媒体移行を行うことで長期間保存年限を延ばすことができる。」となっている。そして保存する記録媒体は3年ごとに検査し、エラーレートの値が基準値を超えると新媒体に移行することで見読性を保持、また、正、副2重に保存し、1つは同一災害のおよばない地域での保存を奨励している。

#### (1) データ長期保存の問題点

##### ① 保存媒体の劣化

CDやDVD、HDDでは、長い間には物理的、化学的、あるいは磁氣的にビット情報が消滅してしまう。日本記録メディア工業会では、DVDに記録されたデータの寿命について「通常

の使用環境で 10 年以上持つといわれています。この年数は、通常の使用・保存環境よりも過酷な温度条件で、加速試験を行うことで導き出された推定寿命です。」としている。[1] HDD では、一般的に寿命に相当する指標とされる平均故障寿命 (MTTF : Mean Time To Failure) は、30 年から 100 年、フラッシュメモリでは、5 年から 10 年とされている。

②保存媒体に読み書きする技術 (ソフトウェアないしハードウェア) の消滅

物理的フォーマットあるいは論理的フォーマットの変化、必要な「ドライブ」ないし「コントローラ」の製造終了で保存データが読めなくなる。Windows 等の OS の変更でも読めなくなる場合がある。

③保存されたデータのデコード情報の消滅

文書や画像・音声・動画などの圧縮技術で元に戻す情報が失われ、データはあっても元に戻すことができなくなる。

④データを作成したソフトウェアの消滅

データを作成したソフトウェアあるいはソフトウェアの稼働環境 (OS など) の大幅なバージョンアップや消滅で読めなくなる。

(2) データの長期保存への対応

①定期的なデータの移行

パソコンや HDD の故障に備えたバックアップだけでなく、長期保存したいデータは、1 年から 3 年の間には、別の媒体に保存し直す。その時点で長期保存にふさわしい媒体を選ぶ。

②新しい形式へのデータ変換

ソフトウェアあるいはソフトウェアの稼働環境 (OS など) の大幅なバージョンアップがあった時などは、新しい形式のデータに変換する。コードやソースがオープンになっているソフトウェアや OS の方が問題の発生した場合に対応しやすい。

③分散保存

データを 2 つ、またはそれ以上の媒体に保存する。それも異なる種類の媒体にする。さらに災害に備えて異なる場所に保管する。

長期保存では、1000 年以上の保存に耐えている紙の本、あるいは 100 年以上の保存に耐えている銀塩写真 (マイクロフィルムなど) として保存することも選択肢の 1 つである。

(3) 長期保存技術の開発状況

現在のデジタル技術では、4000 年ほど昔に石に刻まれた文字、パピルス文書、古代の壁画のように長期間の保存に耐え、読んだり見たりすることのできる記録媒体はない。

2008年に三菱化学メディア株式会社では、大切なデータを長期間保存するための、長期保存用DVD-Rを発売した。このARLEDIA(アルレディア)は、ディスクの反射膜に金と銀を使い、ディスクの耐久性を高め、従来品に比べ約2倍の長期保存性を実現したとされる。[2]

2009年カリフォルニア大学バークレー校の研究者は、10億年以上もデータを保持できるというカーボン・ナノチューブを用いた新しいデータ保存技術を考案した。[3][4] この記録装置は、中空のカーボン・ナノチューブ内部に鉄のナノ粒子を封入したものである。カーボン・ナノチューブは分子レベルの管状物質で、通常、炭素同素体でできている。データの保存には、ナノチューブに小さな電圧の信号を加えることで、鉄ナノ粒子のシャトルを動かし、チューブ内を行ったり来たりさせる。ナノ粒子がチューブの端から端へ移動することで、1と0の2進状態が作られる。また、小さなスペースに多くのデータを保存でき、この装置の記録密度は、1平方インチ当たり10の12乗ビットに達すると予想される。郵便切手1枚分のスペースに、DVDほぼ25枚分のデータを格納できる密度である。数ボルトの電圧による信号でデータを記録でき、電源が切れてもデータを保持できる。ただし、この技術の理論的可能性が示されただけで実現はまだ先である。

## 2. 2 高齢者とアクセシビリティ

### (1) 高齢者への配慮と指針

高齢者も含めてだれもが、データの保存がしやすく、保存したものを簡単に見たり聞いたりできることが大切である。情報機器を多くの人が使用するようになり、「見えない、見えにくい、聞こえない、聞こえにくい、理解しにくい、操作しにくい」などの問題が出てきた。そのため日本工業規格として「高齢者・障害者等配慮設計指針－情報通信における機器・ソフトウェア・サービス－」が2004年に制定された。これは次の5部から成り立っている。

第1部 共通指針 JIS X 8341-1:2004

第2部 情報処理機器 JIS X 8341-2:2004

第3部 ウェブコンテンツ JIS X 8341-3:2004

第4部 電気通信機器 JIS X 8341-4

第5部 事務機器 JIS X 8341-5

これらの中にあるウェブコンテンツ JIS X 8341-3:2004 は制定後5年経過した2009年1月に改正案が示され公開レビューがされた。この規格は、主に高齢者、障害のある人及び一時的

な障害のある人が、ウェブコンテンツを利用するときの情報アクセシビリティを確保し、向上させるために、ウェブコンテンツを企画、設計、制作・開発、検証、保守・運用するときに配慮すべき事項について規定したものである。

JIS X 8341-3 改正案の序文にあるように、情報社会の発展とともに、すべての人は、ますます情報通信機器、ソフトウェア及びインターネットに代表されるような情報通信技術によって実現されたサービスを利用するようになる。その中でウェブコンテンツ技術は、重要な技術の一つである。[5] この規格は、主に高齢者、障害のある人及び一時的な障害のある人がウェブコンテンツを知覚し、理解し、操作できるようにするために、ウェブコンテンツを企画、設計、制作・開発、検証、保守・運用するときに配慮すべき事項を指針として明示したものである。

本文の「一般的原則」では、ウェブコンテンツの情報アクセシビリティを確保し向上させるために配慮すべき一般的原則を規定している「ウェブアクセシビリティの確保・向上に関する要件」及び「ウェブコンテンツに関する要件」では、「一般的原則」で規定した一般的原則を守るために必要な要件を規定している。「ウェブアクセシビリティの確保・向上に関する要件」では、企画、設計、制作・開発、検証、保守・運用の各段階において配慮すべき個別的な要件を規定している。主としてウェブコンテンツの責任者が参照すべき内容となっている。「ウェブコンテンツに関する要件」では、制作及び開発において配慮すべき個別的な要件を規定している。主として制作者及び開発者が参照すべき内容となっている。WCAG 2.0 に合わせて、四つの原則（知覚可能、操作可能、理解可能、ロバスト性）、各原則の下に配置された12のガイドライン、各ガイドラインの下に配置された達成基準で構成されており、達成基準が、この規格が要求する個別要件である。ロバスト性とは、外乱や設計誤差などの不確定な変動に対して、システム特性が現状を維持できることをいう。達成基準はウェブコンテンツ技術に依存しない形で、検証可能な基準として記述されている。達成基準を満たす具体的な実装方法は、利用者が用いる支援技術や技術の発展などにより変わるので、この規格には記載していない。「試験方法」では、この規格を用いて適合試験を行うときの試験の方法を規定している。ウェブコンテンツの責任者は、ここで述べられた方法に従って、ウェブコンテンツのアクセシビリティ達成等級のどのレベルで、制作・開発したコンテンツがこの規格に適合しているか評価できる。

この「高齢者・障害者等配慮設計指針 — 情報通信における機器・ソフトウェア・サービス—」は、主にパソコンでウェブコンテンツを見ることを想定しているが、携帯電話でのウェブコンテンツを見る場合の指針もこれから必要になってくる。

## (2) アクセシビリティと企業の配慮

アクセシビリティに関しては、企業でも様々な取り組みがされている。

マイクロソフト社では、障害別ガイドで、視覚障害、四肢障害、聴覚障害、言語障害、学習障害だけでなく、「コンピュータの使用が難しくなった世代へのヒント」という項目を設けて、視力・聴力の衰えや、細かい操作がしにくくなるといった問題に対応している。[6]

- ・「画面の文字やアイコンが小さすぎる」場合の画面表示の設定や文字サイズの拡大方法
- ・「画面がぼやけてよく見えない」場合の画面の一部分を拡大する拡大鏡の利用方法
- ・「キーボードがうまく叩けない」場合の音声認識機能を使った文字を入力方法
- ・「操作音や通知音が聞こえにくい」場合の音声情報を視覚的な情報で表示するサウンド表示（システムが出す音を警告として表示する）方法
- ・「カーソルやマウスポインタがどこにあるか見つけにくい」場合のマウスポインタの大きさや形、カーソルの大きさ、太さ、速度や点滅速度の変更方法
- ・「マウスをきちんと握れない」場合のテンキーを使ったマウス機能の利用法
- ・「複数のキーを同時に押すのが難しい」場合の固定キー機能の利用法
- ・「指が震えてうまく操作できない」場合のごく短い瞬間的なキー操作や同じキーが何度も押された操作など、誤操作と思われるキー操作をパソコンが無視するようにしたフィルタキー機能の利用法

- ・「画面が薄暗くて見えにくい」場合のハイコントラスト表示への変更方法

アップルの Mac OS X には、視覚に障害のある人を支援するために、標準装備の画面読み上げ機能、音声コマンド、画面の拡大表示、ハイコントラスト設定などがある。また聴覚に障害のある人を支援するために、システムやアプリケーションで警告やエラーが発生すると、警告音を鳴らす代わりに、Mac OS X Leopard が画面全体を点滅させて知らせる機能がある。そして身体機能に障害のある人を支援するために、キーボードの代わりに音声でコンピュータをコントロールできる機能がある。音声により、メニューの切り替えとキーボードショートカットの入力のほか、チェックボックスの名前、ラジオボタンの名前、リスト項目とボタンの読み上げ操作、アプリケーションを開始・終了する操作、開いているアプリケーションのコントロールと切り替えができる。[7]

NTTドコモでは、「らくらくホン」で、「通話」「メール」「iモード」の使いやすさを考えた「しんせつ」「かんたん」「見やすい」「あんしん」の各種機能を持っている。[8]

「見やすさ」では、大画面液晶で明るく見やすくし、さらに光センサーが周囲の明るさを自動的に感知し、周囲に合わせて液晶を見やすい輝度に自動調整している。

「聞きやすさ」では、周囲の騒音を感知した場合に、低音から高音までを同じように音量アップさせるだけでなく、音域ごとに細かく最適な強調と音量に調節することで、より自然に聞こえるようになっている。相手の声が小さければ自動的に音量レベルをアップする機能や、相手の声の速度を落として通話ができる機能もある。相手に自分の声をより伝えやすくするために自分の周囲の騒音レベルを感知し、騒がしければ自動的に周囲の雑音を抑え、自分の声が小さいときは自動的に送話音量レベルをアップする機能もある。

「しんせつ」では、携帯電話本体を持ち上げて傾けるだけで自動的に背面液晶のバックライトが点灯するようにしている。騒音や歩行状態を感知すると自動で着信音量をアップさせ、さらに着信が一定時間続くと自動的にバイブレーターが ON になり、音色が変わって着信に気づきやすくしている。

「かんたん」では、簡単にきれいな写真が撮影できるオートフォーカス、明るさ補正、逆光補正、手ぶれ補正等の機能、キー操作による文字入力が苦手でも、声でメールが作成できる「音声入力メール」がある。音声読み上げボタンで操作説明やメールの内容を音声で確認することもできる。

「あんしん」では、卓上ホルダまたは AC アダプタに携帯電話を接続し充電開始を検知すると、家族など指定の携帯電話にメッセージを送信することができる見守り通知機能、そして歩数計や脈拍計の付いたものがある。携帯電話からの緊急通報（110 番、118 番、119 番）を発信した際、通話が接続された緊急通報受理機関に対して、発信された場所に関する情報を自動的に通知する緊急通報位置通知もできるようになっている。

このようなアクセシビリティを考慮した情報機器は、高齢者がデータを保存したり、見たり聞いたりするときに役に立つ。

### 3. データの長期保存システム

ピラミッドのように数千年も情報を保存できるデータの長期保存システムについて考察してみる。数千年前のピラミッドの古代の文字や絵を見るように、数千年後、バーチャル化された現在の世界を見ることのできるようデータを保存管理したい。そしてそれぞれの時代のバーチャルなピラミッド（あるいは正倉院）として後世に残すことができるようにしたい。だれでも希望すれば費用はかかるとしてもデジタルデータとして長期間保存できるデータ長期保存システム「バー

チャルピラミッド」(仮称)が必要ではないかと考える。

(1) 現状の媒体での長期保存

① 長期間のデータ保存と更新

データを保存する媒体が劣化するので、媒体の耐久度に応じて他の媒体にデータをコピーする。ソフトウェアの変更がある場合はデータを変換してコピーする。磁気ディスクなどの媒体使用では少なくとも 10 年ごとに更新が必要である。

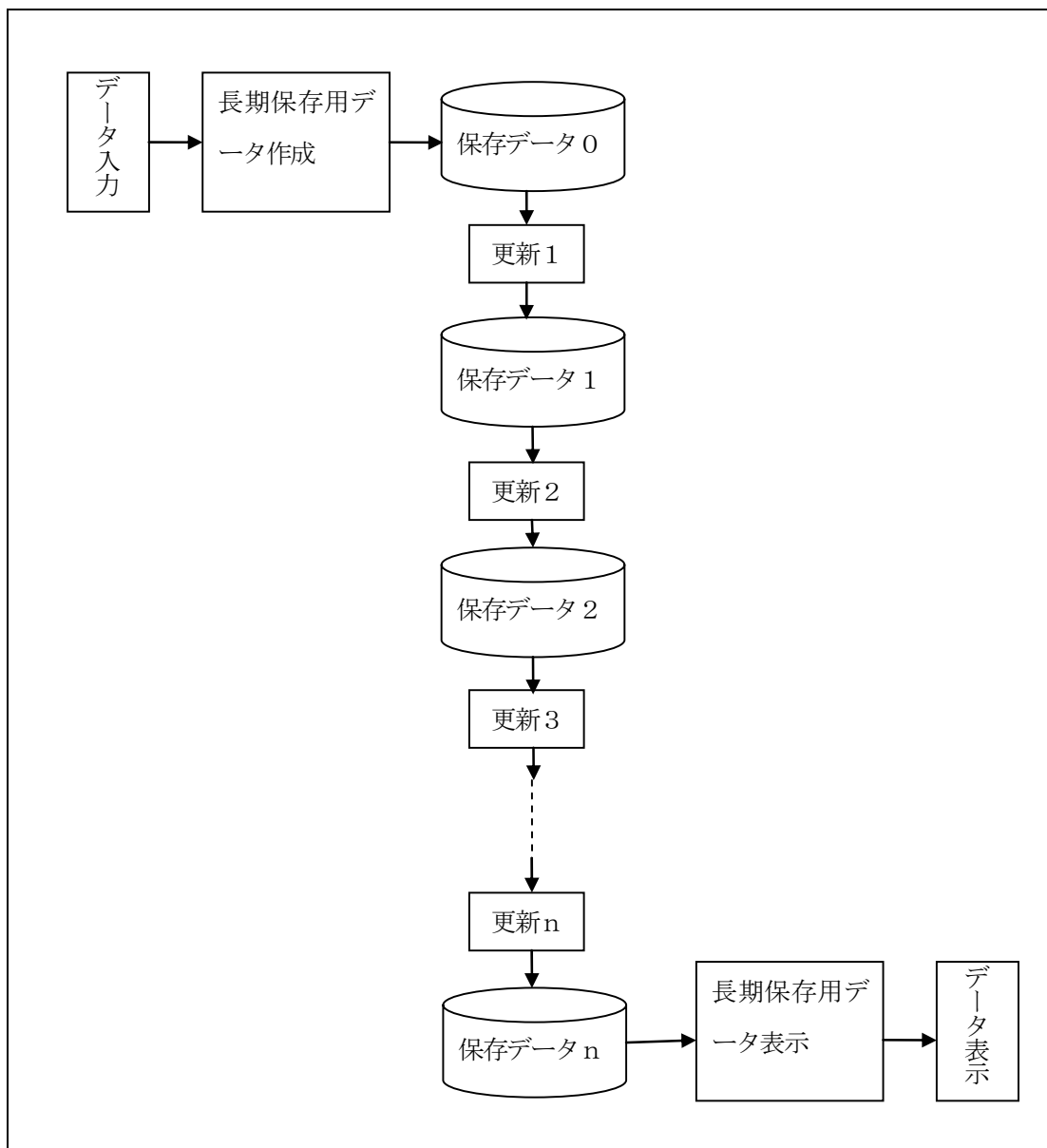


図-1 データの長期保存と更新



## ②データ再現技術の長期保存と更新

ソフトウェアの廃止等でデータ変換が不可能となる場合、あるいはデータに大きな変更が生じる場合は、そのデータの再現技術（ソースやコード）を保存する。

## ③アクセシビリティの確保

高齢者も含めできるだけ多くの人が利用できるよう入力しやすく、簡単に見たり聞いたりできるようにする。

## ④データの保存と更新の必要性

長期なのでデータごとの保存と更新の必要性がわかる情報を作成しておく。10年後まして100年後の技術動向はわからないので、更新を自動化することは困難である。更新時点で不要と判断されたデータは更新されない可能性がある。したがって不要と判断されないよう必要性を十分説明した情報を添付しておく必要がある。

## (2) 長期保存用の新素材媒体での長期保存

カーボン・ナノチューブを用いた新しいデータ保存技術も発表されているので、データの長期保存そして再現技術の保存もデジタルデータに関しては、今後この技術が実用化されれば、それほど困難ではなくなる可能性がある。

### ①データの保存と安全性

10億年もの保存が可能と言われているので、データの更新はほぼ不要となる。したがって、安全な場所、たとえば地下数百メートルの岩盤中に埋め込んでおくこともできる。

### ②データの再現技術の継承

デジタルデータを文字や画像に変換する方法とその機器の情報もデータといっしょに保存できる。しかし、技術の継承は、数百年の空白期間があるとかかなりの困難が予想される。したがって、伊勢神宮の式年遷宮のように、少なくとも20年ごとに技術の継承ができてきているかの検証が必要である。またその時、新技術に置き換え可能であれば、置き換えるべきである。

## 4. おわりに

新技術が次々に出現して変化の激しい情報化社会でデータ特にデジタル形式のデータを長期間保存することは努力のいることである。すでにレコードの音楽を聴いたり、8ミリフィルムに記録された映像を見たりしようとしても、再生機器が手にはいりにくく、再生が困難になっている。

情報関連技術は変化し、進歩し、人々の生活を便利にしている。しかし、芸術作品や電子帳票など現在の状態を維持したまま、変化することなく保管することが必要なものもある。このようなものが、きちんと後世に伝えられるシステムの 1 つとしてデータ長期保存システム「バーチャルピラミッド」を考えてみた。個人でも墓石を建てる代わりにこの「バーチャルピラミッド」の一部を使用して個々のデータを保存することも考えられる。

カーボン・ナノチューブを用いた新しいデータ保存技術が実用化されれば、デジタルデータの長期保存に関しては、それほど困難ではなくなる可能性もあるが、再現方法や再生機器の継承については今後も研究の必要がある。

#### 参考文献

- [1] 日本記録メディア工業会 「消費者の皆様へ」 (2009 参照)  
<http://www.jria.org/personal/dvd/index.html#dvd9>
- [2] 三菱化学メディア株式会社 「長期保存 DVD-R 『ARLEDIA (アルレディア)』」 2008  
<http://www.mcmedia.co.jp/japanese/news/press/0074.html>
- [3] G. E. Begtrup, W. Gannett, T. D. Yuzvinsky, V. H. Crespi and A. Zettl 「Nanoscale Reversible Mass Transport for Archival Memory」 NANO Letters 2009  
<http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/nl803800c>
- [4] WIRED VISION 「データを 10 億年保持可能：カーボン・ナノチューブ利用」 2009  
<http://wiredvision.jp/news/200906/2009060323.html>
- [5] JIS X 8341-3 原案作成委員会 「JIS X 8341-3 改正原案公開レビュー版」 2009  
[http://www.jsa.or.jp/stdz/instac/committee-acc/WG2/review2009/JIS\\_X\\_8341\\_3\\_2009\\_PublicReview.pdf](http://www.jsa.or.jp/stdz/instac/committee-acc/WG2/review2009/JIS_X_8341_3_2009_PublicReview.pdf)
- [6] Microsoft 「障害別ガイド」 2008  
<http://www.microsoft.com/japan/enable/guides/default.mspx>
- [7] Apple 「アクセシビリティへの取り組み」 2009  
<http://www.apple.com/jp/accessibility/>
- [8] NTT ドコモ 「らくらくホン シリーズ」 2009  
[http://www.nttdocomo.co.jp/product/foma/easy\\_phone/](http://www.nttdocomo.co.jp/product/foma/easy_phone/)