

# デジタルデータ長期保存における記録メディアの選択

高瀬史則（ソニーストレージメディアソリューションズ株式会社）

The Appropriate Choice of Storage Media for Long-term Digital Archiving

Takase Fuminori (Sony Storage Media Solutions Corp.)

・デジタルアーカイブ／Digital archive ・デジタルデータ／Digital data  
・長期保存／Long-term archive ・記録媒体／Storage media ・光ディスク／Optical disc

## 1. はじめに

昨今の AI やビッグデータ解析、クラウドサービスの普及に代表されるように、デジタル技術は急速に進化しており、あらゆる分野においてデジタルデータの保存・活用が検討され始めている。

2017年、文化庁は「埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について」という報告書を発表し、発掘作業の効率化や埋蔵文化財公開による地域活性化・研究発展を目的としたデジタル技術導入方針を提示した。デジタル技術を導入するにあたっては、高解像度カメラや三次元計測機のような機材・人員の確保だけでなく、地方公共団体の責任のもと発掘調査報告書や図面・写真といった一次資料の管理体制構築、大容量デジタルデータを長期保存する為のストレージシステムの検討が必要となる。発掘調査自体は不可逆的行為であり、発掘調査によって得られた情報は再度取得する事ができない為、特にストレージシステムの検討には慎重さが求められる。

本稿では、デジタルデータの「長期保存」について着目し、適切なストレージシステムを検討する上で有効な選択肢の1つとして、光ディスクの堅牢性と運用メリットについて解説する。

## 2. 長期保存における課題

### (1) 大容量化

デジタル技術を導入する上で、付加価値の高い情報を収集しようとした場合、データの大容量化という課題は避けられない。例えば、フルサイズデジタル一眼レフカメラを使用して RAW 画像を保存する際、JPEG 画像に比べて1ファイルあたりの容量が約2.5倍異なる。加えて、編集前の素材と編集後の画像を両方保存する場合、更に2倍以上のストレージが必要となる。また、近年のデータストレージ業界においては、記録メディアの正副コピー作成やオンプレミスとクラウドの併用といった、1つのデータに対して複数のメディアや物件に分散させることでデータ損失リスクの最小化を目的とした「3-2-1バックアップルール」という考え方が理想とされている。貴重なデータの損失リスクを最小化する為にはデータバックアップを取る必要があり、これによって総容量は益々肥大化し、ストレージコストが膨れ上がってしまう。データ管理・運用ポリシーを整備する上で、各データの保存期間や利用頻度によって格納先メディアを使い分ける階層管理が必要である。

### (2) 堅牢性

記録メディア自体の堅牢性によって、環境変化や経年劣化によるデータ損失リスクは大きく異なる。例えば、夏季に災害が発生して電力供給が停止した

場合、大規模なデータセンターでは潤沢な予備電源を確保しているが通常のオフィス環境では十分に確保されておらず、空調設備が止まりストレージ設備や記録メディアは極度の高温・多湿環境に晒される事となる。また、東日本大震災以降は地震発生時の災害対策検討項目の一つとして津波被害が挙げられるようになり、近年は地球温暖化による気象変化で、局地的な大雨が洪水に発展するケースが多く、沿岸部のみならず内陸部においても水災害に遭うリスクがある。こういった高温多湿環境や浸水状態が発生した場合、テープの場合は張り付き、ハードディスクの場合は電子回路の破損が生じてしまい、再生だけでなくデータ復旧すら困難になる可能性が高まる懸念がある。記録可能データ量が大容量である事に加えて、長期間の保管に耐えうる堅牢な記録メディアを選ぶことが重要である。

### (3) 運用コスト

データを長期保存する為には、ストレージシステムコスト、記録メディアコスト、空調設備および記録メディアを管理・維持するための人件費、電力費などの莫大なランニングコストがかかる。特に、長期運用において肥大化しやすいのは、ストレージシステムが性能向上により世代が切り替わる際に発生する「メディアマイグレーションコスト」（新しい世代のメディアへのデータ引っ越し費用）である。例えば、最新の第8世代LTOテープドライブは、1世代前の第7世代LTOテープカートリッジに対してしか互換性を有しておらず、大容量化・高速化が実現する代わりに世代間互換性が失われてしまった。これによって、世代が切り替わる度に新規メディア購入費用やデータ移行に関わる人件費、電力費が発生することとなる。万が一の備えに対する限られた予算のなかで、ストレージシステムの採用メリットと周辺コストを含む総所有費用とのバランスを検討する必要がある。

## 3. 光ディスクのメリット

### (1) 次世代大容量光ディスク

2014年3月、ソニー株式会社とパナソニック株式会社は共同開発として業務用次世代光ディスク規格「Archival Disc（アーカイバル・ディスク）」を策定した。従来のCompact Disc（CD）<sup>TM</sup>やDVD<sup>TM</sup>のような光ディスクは片面記録構造で記録可能領域が限定的であった。一方、「Archival Disc」は3層積層構造の両面化を実現し、両面を同時記録再生する事が可能となった。加えて、データ記録にはランド&グルーブ記録方式を採用し、狭トラックピッチでディスクの線記録密度を向上させることで、ディスク1枚あたり最大500GB（2020年現在）の大容量化を実現した。

### (2) メディア高堅牢性

光ディスクは、長期間のデータ保存に適した堅牢性を有している。データ記録層は、剛性の高いポリカーボネート基板とカバー層で覆われており、記録層への水分の直接的な接触を防いでいる。また、Blu-ray<sup>TM</sup>規格以降、記録層の材料に有機色素材料ではなく無機材料を採用することで紫外線に対してもより高い耐久性を有している。特に「Archival Disc」はISO/IEC16963標準に基づく加速試験において100年以上の保存寿命<sup>1)</sup>が期待できるという結果が出ており、データの長期保存性が高い記録メディアだと評価されている。

ソニー株式会社は、この「Archival Disc」を搭載した「Optical Disc Archive（オプティカルディスク・アーカイブ）」（図1）という商品を発売している。（第3世代カートリッジは1巻あたり5.5TBを実現した。）高耐熱・高強度ポリカーボネート樹脂



図1 Optical Disc Archiveロゴマークと製品

と高耐塵の帯電防止樹脂を使用したカートリッジに「Archival Disc」を格納することで、よりメディアの堅牢性を高めている。

同社は、水災害に対する配慮から「Optical Disc Archive」のメディアを海水に浸す社内実験<sup>2)</sup>を実施している(図2)。この実験では、実際に海から汲み上げた海水に対してメディアを水没させて、内蔵ディスクの取り出し・洗浄を行い、乾燥させたディスクを新しいカートリッジに入れ替えることで、水没前に書き込んだデータが読み出せるかを検証した。結果として、記録されていた全てのデータを読み出すことができた。

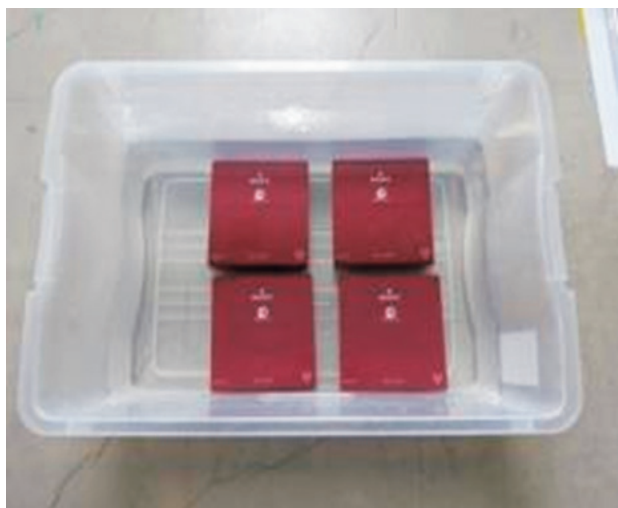


図2 Optical Disc Archiveメディア海水実験

### (3) 低運用コスト

光ディスクはメディアマイグレーションが不要で、低消費電力であるため、長期間の運用コストを抑える事ができる。1982年に発売したCompact Disc (CD)<sup>TM</sup>が現在もBlu-ray<sup>TM</sup>規格の光学ドライブ装置でデータ読み出しできるように、光ディスク技術は後方互換が実現されており、メディアマイグレーション頻度を大幅に削減する事ができる。パナソニック(2017)<sup>3)</sup>によると、20年間Archival Discでデータを保有した場合、高級なハードディスクの約三分の一、LTOテープの約半分の費用しかかからない。これは、光ディスクはハードディスクのようにメディアを常時通電する必要がなく、広範囲の温湿度環境に耐える特性から電力・空調設備コスト

を抑える効果があるからである。

このように、昨今の技術革新によって、光ディスクは大容量・高堅牢で低コスト運用が可能な記録メディアへと進化している。利用頻度は低いが長期保存する必要がある(もしくは消去することができない)データを光ディスクに保存することで、安全かつ低予算の管理運用を実現することが可能である。

## 4. 採用事例：奈良文化財研究所

これまで述べてきた光ディスクのメリットを生かし、デジタルデータの長期保存を目的として光ディスクを導入した事例がある<sup>4)</sup>。

奈良文化財研究所は、現在「Optical Disc Archive」を使って発掘調査に関わるデータを保管している。埋蔵文化財は国や地域の歴史及び文化を知る為のかけがえのない国民共有の財産であり、考古学や歴史学は情報が多いほど学術対象の広がりを実現できる蓄積型の学問である。日本国内の埋蔵文化財調査においては、年間8,000件の発掘調査と年間約1,500件の調査報告書が刊行されており(平成28年度文化庁埋蔵文化財関係統計資料より)、膨大なデータが生み出されている。奈良文化財研究所においても、研究所の研究成果である膨大なデジタルデータを超長期的かつ確実に残すことが課題であった。加えて、定期的に運用スタッフが入れ替わるためPC操作と同じ感覚で使用することができ、ファイルサーバーを拡張して冗長構成を組むよりもコストが低いシステムを導入したいと考えていた。「Optical Disc Archive」を採用したことで、高い堅牢性による長期保存に加えて、PC操作と同じ感覚で使うことが出来るため誰でもアーカイブ作業ができるようになった。また、利用頻度の高いデータはサーバーへ格納し、利用頻度の低いデータは「Optical Disc Archive」へ記録する仕組みを構築することで運用コストを抑えることができたのである。

## 5. おわりに

デジタルデータの長期的な運用と記録メディアの

検討は、データ活用の促進と産業の発展を下支えする、重要な役割を担っている。貴重なデジタルデータを長期間安全に保存する為には、目的や運用に合わせて適切な記録メディアを選択し、管理体制を整える必要がある。光ディスクは、その長期保存性、堅牢性と世代間互換性から、より安全で低コストなデジタルデータ長期運用に対する選択肢の一つとなるだろう。

#### 【補註および参考文献】

- 1) ソニー株式会社・パナソニック株式会社（2018）  
「Archival Disc White Paper 2<sup>nd</sup> Edition」,  
<[https://www.sony.jp/oda/about/J\\_White\\_Paper\\_Archival\\_Disc\\_Technology\\_Ver200\\_20180731.pdf](https://www.sony.jp/oda/about/J_White_Paper_Archival_Disc_Technology_Ver200_20180731.pdf)>,  
2019年12月4日アクセス
- 2) 使用カートリッジ：ODC3300R、使用ドライブ：ODS-D280U#1000097（F/W version 1.160）、水没期間：3週間、乾燥期間：1週間、検証カートリッジ数：計4巻（Archival Disc 44枚）。当実験は、ソニー株式会社独自で検証の為に実施したものであり、水没後の製品やデータの復旧が保証されるものではありません。専門エンジニア立会いのもと社内の特別な環境下で実施されています。
- 3) パナソニック株式会社（2017）「パナソニックの新たな挑戦とは？」  
<[https://panasonic.biz/cns/archiver/pdf/magazine\\_nikkeicomputer\\_20170831.pdf](https://panasonic.biz/cns/archiver/pdf/magazine_nikkeicomputer_20170831.pdf)>, 2019年12月4日アクセス
- 4) Optical Disc Archive 事例紹介,  
<<https://www.sony.jp/oda/casestudy/nabunken.html>>, 2019年12月4日アクセス