

光ディスクの状態検査の手法に係る 基礎的調査報告書

令和3年度
国立国会図書館
(電子情報部電子情報企画課次世代システム開発研究室)



本報告書は、特記がある部分を除き、[クリエイティブ・コモンズ
表示 4.0 国際ライセンス](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)の下に提供されています。

(はじめに)

国立国会図書館は、令和3年3月に策定した「国立国会図書館デジタル資料長期保存基本計画 2021-2025」(令和3年国図電 2102181 号)¹に基づき、所蔵するデジタル資料の長期保存に係る取組を進めている。

本報告書は、現時点で実施手段の確保が容易と思われる光ディスクの状態検査手法を中心に、その実施可能性と課題の概況について技術的見地から実施した調査・検討内容をまとめたものである。本報告書は、公益社団法人日本文書情報マネジメント協会(JIIMA)に委託して令和4年1月から3月にかけて実施した調査の結果に基づき、国立国会図書館が取りまとめた。

なお、本報告書では、調査の性質上、市販のソフトウェア及びハードウェアの具体名に言及しているが、国立国会図書館として特定製品の導入の推奨や性能保証を行うものではない。

¹ https://www.ndl.go.jp/jp/preservation/dlib/pdf/NDLdigitalpreservation_basicplan2021-2025.pdf

目次

1. 調査の目的と概要	4
2. 国立国会図書館の管理環境で実施可能な検査手法の調査	5
2.1. 光ディスクの劣化状況及び品質を定量的に評価できる指標	5
1) 光ディスクの信頼性指標	5
2) データエラーに関する主な用語及び定義, 略号	7
2.2. 光ディスクのデータエラーの取得及び評価方法	8
2.3. 光ディスクの検査方法, 及び検査・保存対策に要する作業時間	10
3. 国立国会図書館の光ディスク受入時点での媒体種別判別の調査	11
3.1. 目視での光ディスク媒体種別の判別	11
1) 目視で判別可能な光ディスクの特徴	11
2) 紫外光照射を用いた種別判別の検討	12
3.2. 市販ドライブを用いた光ディスク媒体種別の判別方法	14
1) 市販ドライブと Windows PC (エクスプローラ)	14
2) 市販ドライブと記録用アプリケーションソフトウェア	15
3) 光ディスクの記録情報を解析するソフトウェア	17
4. メタデータ項目に係る調査	22
5. 今後に向けて ー光ディスクの状態検査の手法に係る課題ー	23
6. 参考文献・引用資料	24

1. 調査の目的と概要

国立国会図書館（以下「NDL」）は、我が国唯一の納本図書館・保存図書館として国内で刊行された出版物を広く収集し、国民共有の文化的資産として保存することで、後世に残していく役割を担っている。紙媒体の出版物だけでなく、CD、DVD 及び Blu-ray Disc（以下「BD」）に代表される光ディスク等のパッケージ系電子出版物やインターネット上で発信される情報も収集しており、「国立国会図書館デジタル資料長期保存基本計画 2021-2025」（令和 3 年国図電 2102181 号）に基づき、これらの電子情報も長期的に保存し、その利用を保証していくための取組を行っている¹⁾²⁾³⁾。

NDL は令和 3 年度末現在、光ディスクを約 90 万枚近く所蔵しているが、これまで資料の受入時点において、個々の媒体種別（再生専用形、追記形、書換形等）の判別やデータエラー値取得等の体系的な検査が実施されていないことにより、各媒体種別に対応した形でのマイグレーション等の保存対策の実施検討や、エラー値比較等による経年劣化の有無といった状態確認ができない状況にある。そのため、NDL では、所蔵している光ディスクの大規模な状態確認や、資料受入時点での検査の実施を検討している。

本報告書は、このような光ディスクの状態検査の手法及び手順に関して、前提となる基本的な技術情報を整理するとともに、現時点で実施手段の確保が容易と思われる手法を中心に、その実施可能性と課題の概況について技術的見地から行った調査・検討の内容をまとめたものである。

また、特に重要性の高い媒体種別の判別については、現在知られている簡易な調査方法について、サンプルディスクを作成し判別作業を試行した。結果として、ディスクの外見、OS (Windows)、ドライブ付属のソフトウェアによる判別には限界があることが判明した。そのため、今後、現在流通しているアプリケーションについて詳細に調査し、有用性を確認する必要があることが分かった。

2. 国立国会図書館の管理環境で実施可能な検査手法の調査

2.1. 光ディスクの劣化状況及び品質を定量的に評価できる指標^{4,5)}

1) 光ディスクの信頼性指標⁶⁾

電子情報の保存は、「ビット列の保存」と「コンテンツの保存」に大別されるが、光ディスクの場合には、「ビット列の保存」を目的に、信頼性寿命（一般に、その製品が使用されてから動作しなくなるまでの時間）が光ディスクの期待寿命推定方法の国際標準規格（JIS 含む）⁷⁾⁸⁾で規定されている。これらの標準規格で規定されている光ディスクの期待寿命は、記録された情報（保存情報）が正しく再生できる（ビット列の保存）期間を規定するデータ再生寿命である。

光ディスクでは、デジタル情報（データ）は記録マーク（ピット）として形成されて記録されている。このため、記録されたデータの劣化は、家庭等の一般保存環境のもとで長期保存されている間に記録膜等の物理的特性が少しずつ劣化して記録マーク（ピット）の変形として生じるものであり、光ディスクの期待寿命は、ディスクの実耐用期間を決定するものと考えることができる。

この期待寿命の評価は、光ディスクから実際に再生される信号を用いて行う必要があり、例えば DVD に代表される高密度光ディスクでは、再生信号の性能指標として、再生デジタル信号の時間的ゆらぎ幅（ジッター値）、デジタルエラー訂正符号（DVD 規格では、エラー訂正符号としてリードソロン符号を付加する Error Correction Code（以下「ECC」）が採用されている）において検出されるエラー訂正前のエラー数、及びピンホールの大きさなどの物理的欠陥が定義されている。このうち寿命評価基準としては、再生信号で発生するエラー数がエラー訂正符号の訂正能力を越えて発生した時点をも寿命と見なすのが妥当である。その理由は、

- 1) ECC の訂正能力を越えて発生したデジタル信号のエラーは、データ信号であれば再生不能となり、また、画像信号であればブロックノイズ等の画像ノイズの原因となるため、
- 2) デジタル信号のエラーは、記録膜の反射率や信号変調特性などの記録膜全体のマクロ要因からピンホールなど局所部分に生じるミクロ要因までを含んだ総合的な物理的要因に起因する記録膜劣化によって生じると考えられるため、

である。

また、機械特性に関しても寸法や変形（そり）等が媒体に生じた場合は、この影響は再生時のデジタル信号のエラーとなって反映されるため、これらのエラーを確認することで総合的に媒体の劣化を判別することも可能となる。

これらのことにより、光ディスクの期待寿命推定方法やデータ移行方法^{9) 10)}に関する

国際標準規格（JIS 含む。）においては、光ディスクの劣化状況及び品質を定量的に評価できる指標として、エラー訂正前の「再生信号のデータエラー（率）」が採用されている。表 1 に代表的な光ディスクの種類と品質指標を示す。

表 1 代表的な光ディスクの種類と品質指標

光ディスクの種類		記録層	記録層数	容量	データエラーの品質指標	
CD	CD-ROM	再生専用形	単層	640 MB / 700 MB	C1 エラー	
	CD-R	追記形				
	CD-RW	書換形				
DVD	DVD-ROM	再生専用形	単層 2 層	4.7 GBytes 8.5 GBytes	PI SUM 8	
	DVD-R	追記形				
	+R					
	DVD-RW	書換形	単層	4.7 GBytes		
	+RW					
	DVD-RAM					
BD	BD-ROM	再生専用形	単層 2 層 3 層	25 GBytes 50 GBytes / 66 GBytes 100 GBytes	RSER 及びバーストエラー	
	BD Recordable disk	追記形	単層 2 層 3 層 4 層 3 層, 両面	25 GBytes 50 Gbytes 100 GBytes 128 Gbytes 200 GBytes		
	BD Rewritable disk	書換形	単層 2 層 3 層	25 GBytes 50 Gbytes 100 GBytes		

2) データエラーに関する主な用語及び定義, 略号

- ・誤り訂正符号, ECC (Error Correction Code)

データの誤りを検出及び訂正できるようにするために付加される符号。

- ・エラーレート (error rate)

誤り訂正を適用する前の記録したデータに対する誤り率。

- ・長距離符号, LDC (Long Distance Code)

BD で採用されている誤り訂正符号。

- ・C1 エラー (C1 error)

CD で用いられる C1 デコーダで測定される 1 秒当たりのエラー数。

- ・PI SUM 8 (Parity Inner SUM 8)

DVD (DVD-RAM を除く。) で用いられる訂正前のデコーダの最初のパスで測定される, 光ディスク上の連続した 8 個の ECC ブロックでの内符号パリティのエラー数。

- ・バイトエラーレート, BER (Byte Error Rate)

DVD-RAM で用いられるエラー訂正前のデコーダ (復号器) の最初のパスで測定される, ディスク上の連続した 32 個の ECC ブロックでのバイト誤り率。

- ・ランダムシンボルエラーレート, RSER (Random Symbol Error Rate)

ディスク上の当該領域の一か所において, エラー訂正デコーダ (復号器) の入力信号で測定される, 40 バイト以上の長さのバーストエラーを除いたランダムシンボルエラーレート。

- ・バーストエラー (burst error)

ディスク上の当該領域の一か所において, 一つの記録ユニットブロック内の 40 バイト以上の連続エラーを合計したバイト数。

2.2. 光ディスクのデータエラーの取得及び評価方法

光ディスクのデータエラーを検査する再生評価ドライブは、その運用に当たっては、製品に付属するアプリケーションソフトウェアを使用し、光ディスクの取り扱いに関しては JIS X6257⁴⁾:8.5「光ディスクの取扱方法及び保存」に準拠して実施するのがよい。

JIS X6257: 8.4(a)においては、下記のように規定されている。

- a) データエラーを測定する検査用再生評価ドライブは、基準光ディスク ¹⁾ 又は製造業者が用意した基準光ディスクに準じた校正用光ディスクを使用して、基準光ディスク評価機との相関を確認したものを使用する。記録ドライブと検査ドライブとを兼ねる機器もこれに準じる。(JIS X6257:8.4(a)抜粋)

ここでは入手可能な検査用再生評価ドライブの国内外の市場状況を調査した。調査結果の一覧を表 2 に示す。調査の結果、下記のことが明らかになった。

- 1) 検査用再生評価ドライブは海外市場にはなく、国内も市場在庫製品(表 2, No.4, 5)を除いて継続的に入手可能な検査ドライブは 1 機種 4 モデル(表 2, No.1, 2)のみである。
- 2) 継続的に入手可能な検査ドライブにおいて検査が可能な光ディスクの媒体は記録形(追記形)のみであり、再生専用形媒体に適用できる検査ドライブは市場在庫モデルとなり、入手が困難である。

表2 検査用再生評価ドライブの一覧

No.	メーカー	型番	web page	測定ディスク	測定項目
1	パイオニア	BDX-PR1MC-P BDX-PR1MC-K BDX-PR1MC-L	https://jpn.pioneer/ja/bizdrive/product/bdx-pr1mc/	CD-R DVD-R (1/2 層) +R (1/2 層) BD-R (1/2/3/4 層)	JIS Z 6017 準拠 JIS X 6257 準拠
2	アルメディオ/ パイオニア	BDX-PR1MC-U	https://www.almedio.co.jp/enterprise/archive/	同上	同上
3	Verbatim/ KISCO	MICAR II PBK 検査専用バージョン	https://www.verbatim.jp/pro_drive.html	同上 (連続 100 枚測定可能)	同上
4	アルメディオ/ TEAC	DK-5000S-0A	https://www.almedio.co.jp/enterprise/storage-solution/s-products/dk-5000s/	CD-ROM/R/RW DVD-ROM DVD-R/+R(1/2 層) DVD-RW/+RW(1/2 層)	BLER/PIE Jitter SYM/ASYM
5	パルステック工業	(BD MASTER) SBP-02 SBP-02-RRE	https://www.pulstec.co.jp/product/opticaldisc/	BD-ROM(1/2 層) BD-R(1/2 層) BD-RE(1/2 層)	BD 規格に ほぼ準拠
		SER-1000		同上	SER(Vitabi)

2.3. 光ディスクの検査方法、及び検査・保存対策に要する作業時間

光ディスクのデータエラーを検査する方法は、JIS X6257：8.4 において下記のように規定されている。

初期品質検査及び定期品質検査は、次の付随事項に従って実施する。

- ・ユーザデータを記録した全領域を検査する。多層光ディスクの場合は、記録した全層を検査する。
- ・検査値は、検査領域内の最大値とする。
- ・全ての検査結果（光ディスク上のエラー分布など）並びに記録速度及び検査速度は、管理台帳に記録を残し、保存期間中のデータ移行に対する判断材料とする。
(JIS X6257:8.4 抜粋)

メディア種別毎の検査作業時間の評価を実施した。光ディスク検査用ドライブ（パイオニア製 BDX-PR1MC）による検査とアーカイブ記録用光ディスクドライブ（パイオニア製 BDX-PR1MA）による記録に要した時間を表3に示す。

表3 光ディスク検査用ドライブの検査と記録の作業時間

媒体種別	検査		保存（記録）	
	速度	時間（分）	速度	時間（分）
CD-R	10倍速	8	－（注）	－（注）
DVD-R 1層	6倍速	10	6倍速	10
DVD-R 2層	6倍速	18	－（注）	－（注）
BD-R 1層	4倍速	24	－（注）	－（注）
BD-R 2層	4倍速	47	4倍速	47
BD-R 3層	4倍速	93	4倍速	93
BD-R 4層	4倍速	119	4倍速	119

(注) 評価に用いたアーカイブ記録用光ディスクドライブ（パイオニア製 BDX-PR1MA）は JIS Z6017 に準拠（JIIMA 認証）したアーカイブ用記録ドライブのため、記録するディスクも JIIMA 認証されたディスクが必要となる。現在、JIIMA 認証された CD-R、2 層 DVD-R 及び 1 層 BD-R ディスクがないため、これらの記録評価は行っていない。

3. 国立国会図書館の光ディスク受入時点での媒体種別判別の調査

NDL の資料受入時における短時間かつ簡易に実施可能な光ディスクの媒体種別の判別方法に関し、目視検査と光ディスクドライブを用いる場合について調査検討を行った。

3.1. 目視での光ディスク媒体種別の判別

1) 目視で判別可能な光ディスクの特徴

光ディスクは再生専用形と記録形に大別され、再生専用形は反射面にアルミ材料が使用されることから銀色に、一方、記録形は記録層の材料によって銀色とは異なった色相になる。これにより再生専用形と記録形の大別は目視で行うことが可能と思われる。

また、追記・書換形の光ディスクの記録面には目視判別可能な指標（CAPA, BCA）があること、記録層の材料によって記録面の色が異なる等の特徴がある。ここでは、これらの目視判別の指標を用いて記録形光ディスクの目視での媒体種別判別の確認を行った。結果を表4に示す。表4からは、記録形光ディスクの全ての種別を目視判別指標のみで行うことは困難であることが確認できる。

さらには、「CD-ROM や DVD-ROM にしか見えない CD-R」¹²⁾のような媒体も市場には存在するため、目視のみによる判別には注意が必要である。

以上の調査により、目視において確実に種別判別が可能なのは、下記の4項目に該当する場合に限られると言える。その他の媒体に関しては、光ディスクドライブを用いて判別する必要がある。

- ① 印刷面等にディスク種別が確認できる記載がある。
- ② DVD-R は記録層材料に色素系材質が用いられており、紫色等の特有の着色がある（表4参照）。
- ③ 記録形 DVD, BD ディスクには BCA（Burst Cutting Area）コードが記録されている（BCA とは、光ディスクの最内周部にディスク1枚毎に記録されたバーコード情報である。右図参照）。
- ④ DVD-RAM ディスクには CAPA（Complementary Allocated Pit Address）が記録されている（CAPA とは DVD-RAM ディスクの記録面に設けられたアドレス情報である。図1(f)参照）。

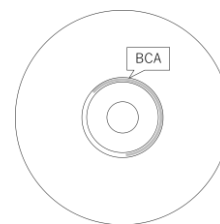


表 4 記録形光ディスクの目視での媒体種別判別結果

ディスク種別			ディスク外観の特徴	目視した時の記録面の色
CD	R		・記録面での判別は難しい ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	薄い青色 薄い緑色 銀色
	RW		・記録面はCD-Rより暗い ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	銀色
DVD	-R	SL	・記録面：録画用はBCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	紫色
		DL	・記録面：録画用はBCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	紫色
	-RW		・記録面：録画用はBCAがある ・記録面はDVD-Rより暗い ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	銀色
	RAM		・カートリッジに入っているディスクもある ・CAPAが目視できる	黒
BD	R	SL	・記録面：BCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色 茶色が強い黒色
		DL	・記録面：BCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色
		XL(TL,QL)	・記録面：BCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色
		XL(TL,QL)	・記録面：BCAがあり目視できる ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色
	RE	SL	・記録面：BCAがあり目視できる ・記録面はBD-Rより暗い ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色 黒色
		DL	・記録面：BCAがあり目視できる ・記録面はBD-Rより暗い ・印刷面にディスク種別が記載されている物がある	黒色

2) 紫外光照射を用いた種別判別の検討

目視判別の手法として光ディスクの記録面に紫外線照射を行い反射光の差異での光ディスクの種別判別の可能性を調査した。

調査は紫外線光源として 395nm の Black light を使用し、外光が入らない部屋で実施した。光源はディスク面から高さ方向で約 20cm、水平方向でディスクの端から数 cm 離し

て、Black light を設置し、光ディスクからの反射が無い角度で観察（撮影）を行った。

調査結果を図 1 に示す。BD-R には斜め方向の反射光、DVD-R には半分のエリアのみに反射光、CD-R にはディスクの端から端まで斜めに反射光が確認された。この反射光の差異はそれぞれの光ディスクのトラックピッチ等の物理構造や記録層による吸収波長によって生じているものと推測されるが、この反射光パターンを目視判別して媒体種別を行うことは困難であると判断した。



(a) CD-R



(b) CD-RW



(c) DVD-R 単層



(d) DVD-R 2 層



(e) DVD-RW



(f) DVD-RAM

図 1 光ディスク記録面の紫外線照射時の反射光パターン（続く）

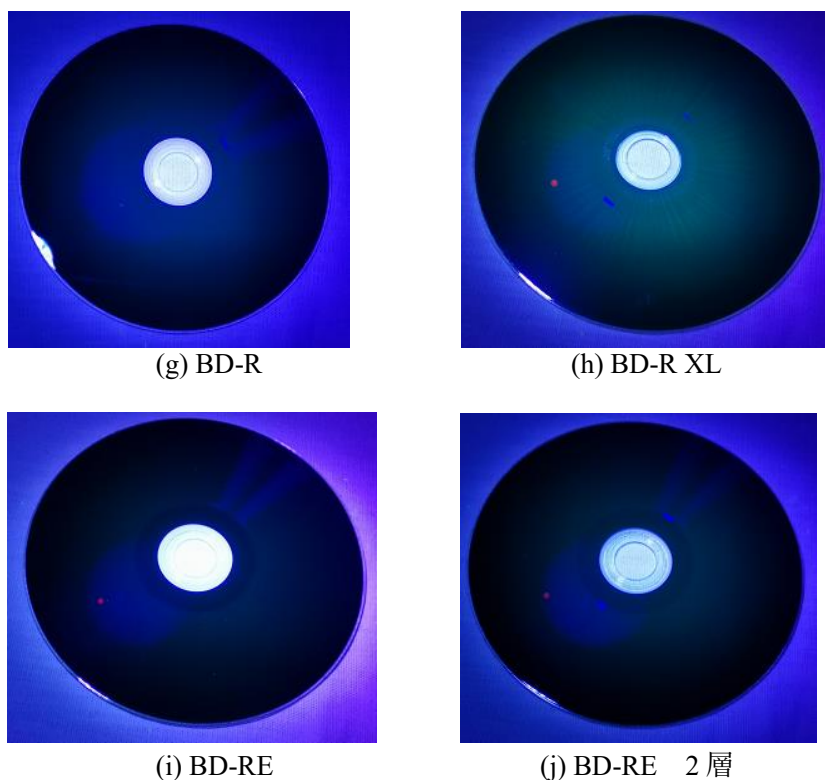


図1 光ディスク記録面の紫外線照射時の反射光パターン（続き）

3.2. 市販ドライブを用いた光ディスク媒体種別の判別方法

ここでは、市販の記録型光ディスクドライブを用いた場合の光ディスク種別判別の可能性を調査した。

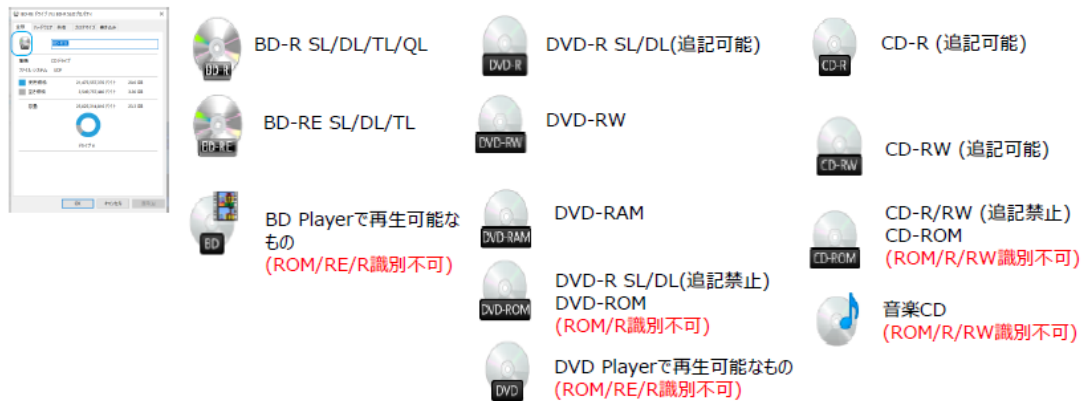
1) 市販ドライブと Windows PC(エクスプローラ)

Windows PC に内蔵された市販ドライブと Windows OS（エクスプローラ）を用いた基本システムを用いた場合の光ディスク種別判別の状況を調査した。記録形光ディスクにおいて記録方式（パケット記録）や記録終了処理（ファイナライズ処理）の異なるサンプルディスクを作成し、実機を用いて判別状況を確認した結果を図2に示す。

なお、ファイナライズとは、書き込み可能な CD や DVD 等を論理的に ROM 形にデータを変換し再生互換性を高める処理（BD はファイナライズ処理は不要）のことであり、パケット記録とは、データをパケットという単位で記録し、USB メモリのように使用できる記録方式のことである。

PCドライブ+Windows(エクスプローラ)での見え方

Confident



追記禁止やPlayerで再生可能なものは、ROMと記録形の識別ができない
別途アプリで確認が必要

図2 市販ドライブと Windows PC（エクスプローラ）での見え方

図2から、記録形光ディスクにおいて記録時の終了処理（ファイナライズ処理）として追記禁止やプレイヤーでの再生可能処理が行われている光ディスクは、元のディスクの種別に関わらず再生専用形光ディスクとして認識されることが確認できる。

これにより Windows PC に内蔵された市販ドライブ及び Windows OS（エクスプローラ）では記録形光ディスクと再生専用形光ディスクの識別はできないと判断した。

2) 市販ドライブと記録用アプリケーションソフトウェア

Windows PC に内蔵された市販ドライブ及びドライブに付属している記録用アプリケーションソフトウェアを用いた場合の光ディスク種別判別の状況を調査した。評価には前述の 1)で用いた記録形光ディスクを用いた。記録用アプリケーションソフトウェア Power 2 GO¹³⁾を用いて確認した結果を図3に示す。

アプリでの確認(Power2Go)



ディスク種別	アプリ表示 タイプ
BD-ROM SL/DL	BD-ROM
BD-R SL	BD-R
BD-R DL	BD-R DL
BD-R TL	BD-R XL
BD-R QL	BD-R XL
BD-RE SL	BD-RE
BD-RE DL	BD-RE DL
BD-RE TL	BD-RE XL
DVD-ROM SL	DVD-ROM
DVD-ROM DL	DVD-ROM DL
DVD-R SL(バケット記録)	DVD-R
DVD-R SL	DVD-R
DVD-R SL(追記禁止)	DVD-R
DVD-R DL	DVD-R DL
DVD-R DL(追記禁止)	DVD-R DL
DVD-RW(バケット記録)	DVD-RW
DVD-RW	DVD-RW
DVD-RW(ディスクアットワンス)	DVD-RW
DVD-RAM	DVD-RAM
CD-DA	CD-ROM[オーディオCD]
CD-ROM	CD-ROM
CD-RW	CD-RW
CD-RW(記録禁止)	CD-RW
CD-R	CD-R
CD-R(追記禁止)	CD-ROM

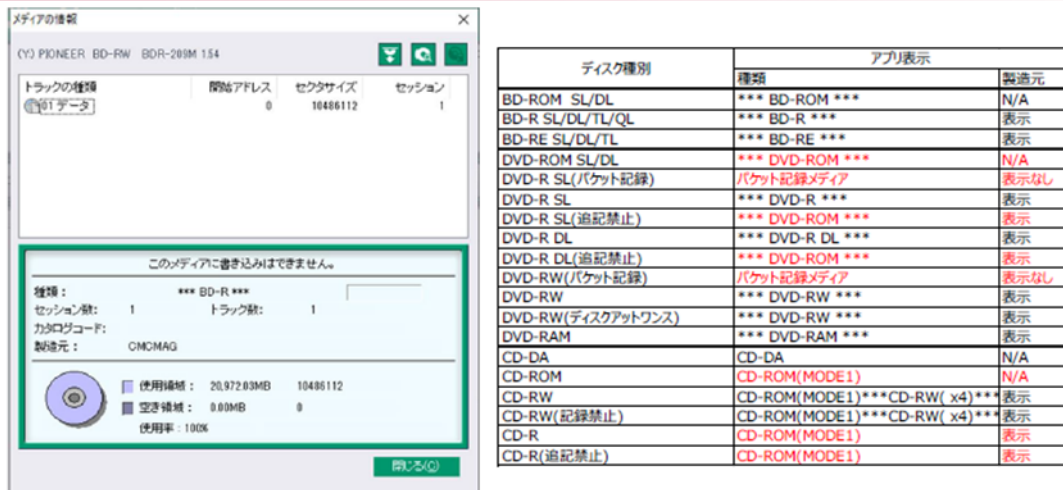
追記禁止のCD-RとCD-ROMの識別は不可能

図3 市販ドライブと記録用アプリケーションソフトウェア (Power2Go)

図3より、CDの追記形光ディスクの一部(追記禁止の処理)を除き、ソフトウェアの種別表示で光ディスクの種別判別が可能であることが判明した。追記禁止の処理が行われたCD-RはCD-ROMと判別されるが、盤面の形態(色)を目視で判別することができれば判別できる可能性がある。

次に、別の記録用アプリケーションソフトウェア B's Recorder¹⁴⁾を用いて確認した結果を図4に示す。

アプリでの確認(B's Recorder)



追記禁止のDVD-R SL/DLは、製造元情報にてROMとの識別が可能
 CD-RとCD-ROMは製造元情報有無にて識別可能
パケット記録されたDVD-RWとDVD-Rは区別不可能

図4 市販ドライブと記録用アプリケーションソフトウェア (B's Recorder)

このアプリケーションソフトウェアは、光ディスクの読取り情報として光ディスクの種類と製造元の情報を表示することに特徴がある。図4より、パケット記録されたDVD-RW及びDVD-R(共に「パケット記録メディア」と表示)を除き、ソフトウェアの種別表示と製造元情報を組み合わせることで光ディスクの種別判別が可能であること、また、パケット記録されたDVD-RWとDVD-Rは盤面の形態(色)を目視で判別することが可能であることにより、全ての光ディスクの種別判別が可能であることを確認した。

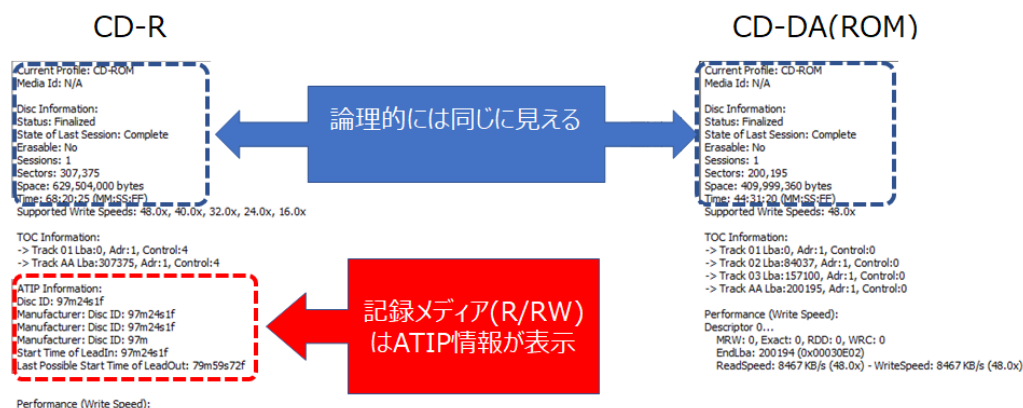
また、このような記録用アプリケーションソフトウェアを用いた場合の光ディスクの種別判別に必要な時間を2社の市販ドライブを用いて評価した結果、全ての光ディスクの種類で1枚当たり30秒以下と実用的な範囲で認識が可能であることを確認した。

以上、市販ドライブ及びドライブに添付されている記録用アプリケーションソフトウェアを用いることにより、光ディスクの種別判別は可能であり、種別判別のための専用の評価ドライブは不要であると判断した。

3) 光ディスクの記録情報を解析するソフトウェア

なお、本調査の対象外としたアプリケーションソフトウェアの中には、光ディスクの記録情報を解析するソフトウェアもあり、このようなソフトウェアを用いることにより光ディスクの種別判別を行うことができる可能性がある。このため、ディスクの記録情報を解析するソフトウェアの1例についても確認を行った。ディスクの記録情報を解析

するソフトウェアとしてインターネット上で公開されているソフトウェア（以下「解析ソフト」）を用いて光ディスクの種別判別を実施した結果を図5～10に示す。

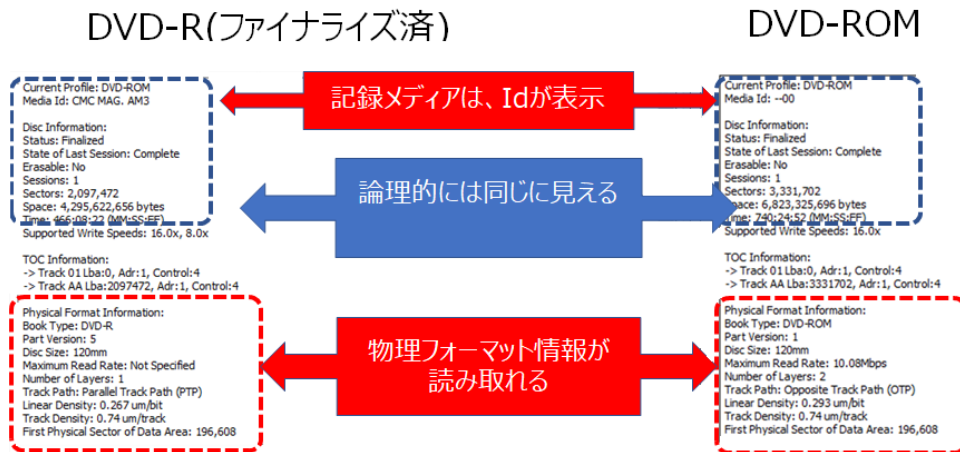


ファイナライズ後のディスクの状態はRとROMで同じだが、ATIP情報の有無でROMが記録形の判別が可能と思われる

図5 解析ソフトを用いた CD-ROM と CD-R の判別結果



図6 解析ソフトを用いた CD-R と CD-RW の判別結果



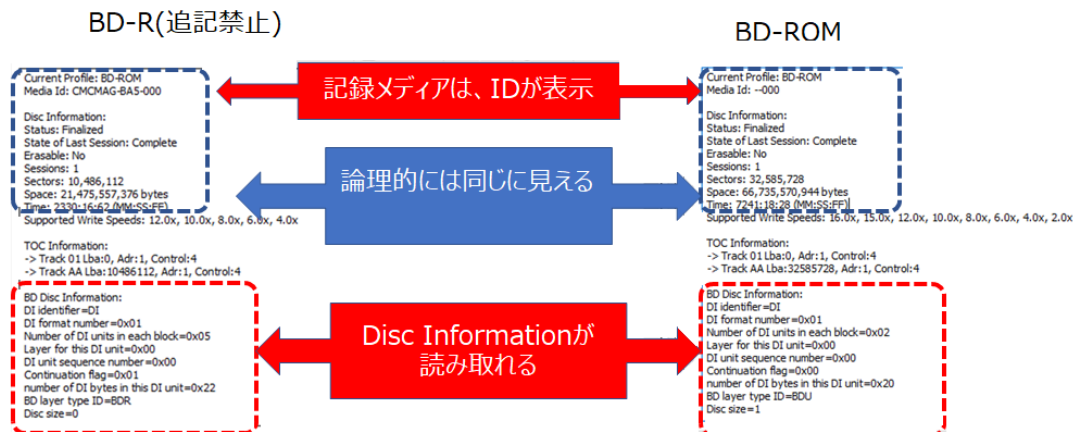
Media Idと製造業者ディスク種別の割当てでは一般には非公開
 Media IDにて、製造業者が推測可能
 Physical Format Informationは各種DVDで確認

図7 解析ソフトを用いたDVD-ROMとDVD-Rの判別結果

DVD-R SL	DVD-R DL	DVD-RW
Physical Format Information: Book Type: DVD-R Part Version: 5 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: Not Specified Number of Layers: 1 Track Path: Parallel Track Path (PTP) Linear Density: 0.267 um/bit Track Density: 0.74 um/track First Physical Sector of Data Area: 196,608 Last Physical Sector of Data Area: 2,294,079 Last Physical Sector in Layer 0: 0	Physical Format Information: Book Type: DVD-R Part Version: 15 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: Not Specified Number of Layers: 2 Track Path: Opposite Track Path (OTP) Linear Density: 0.293 um/bit Track Density: 0.74 um/track First Physical Sector of Data Area: 196,608 Last Physical Sector of Data Area: 16,566,527 Last Physical Sector in Layer 0: 2,289,503	Physical Format Information: Book Type: DVD-RW Part Version: 3 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: Not Specified Number of Layers: 1 Track Path: Parallel Track Path (PTP) Linear Density: 0.267 um/bit Track Density: 0.74 um/track First Physical Sector of Data Area: 196,608 Last Physical Sector of Data Area: 1,245,455 Last Physical Sector in Layer 0: 0
DVD-RAM	DVD-ROM SL	DVD-ROM DL
Physical Format Information: Book Type: DVD-RAM Part Version: 6 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: Not Specified Number of Layers: 1 Track Path: Parallel Track Path (PTP) Linear Density: 0.280 to 0.291 um/bit Track Density: 0.615 um/track First Physical Sector of Data Area: 200,704 Last Physical Sector of Data Area: 2,514,783 Last Physical Sector in Layer 0: 0	Physical Format Information: Book Type: DVD-ROM Part Version: 1 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: 10.08Mbps Number of Layers: 1 Track Path: Parallel Track Path (PTP) Linear Density: 0.267 um/bit Track Density: 0.74 um/track First Physical Sector of Data Area: 196,608 Last Physical Sector of Data Area: 2,069,575 Last Physical Sector in Layer 0: 0	Physical Format Information: Book Type: DVD-ROM Part Version: 1 Disc Size: 120mm Maximum Read Rate: 10.08Mbps Number of Layers: 2 Track Path: Opposite Track Path (OTP) Linear Density: 0.293 um/bit Track Density: 0.74 um/track First Physical Sector of Data Area: 196,608 Last Physical Sector of Data Area: 16,580,597 Last Physical Sector in Layer 0: 1,862,463

青字部分(Book Type, Number of Layers)で、メディアの識別が可能と思われる(黒字の内容は未確認項目)

図8 解析ソフトによって得られたディスクの識別情報 (DVD の場合)



Media IDと製造業者・ディスク種別は、BDAライセンスオフィスにて公開されている
[License List - Disc Manufacturer ID & Media Type ID Licensee List \(blu-raydisc.info\)](http://blu-raydisc.info)

BD Disc Informationは各種BDで確認

図9 解析ソフトを用いたBD-ROMとBD-Rの判別結果

BD-R SL	BD-RE SL	BD-ROM SL	BD-ROM(UHD) TL
BD Disc Information: DI identifier=DI DI format number=0x01 Number of DI units in each block=0x05 Layer for this DI unit=0x00 DI unit sequence number=0x00 Continuation flag=0x01 number of DI bytes in this DI unit=0x22 BD layer type ID=BD-R Disc size=0 Class number=0 Version=1 Number of layers=1 Layer type=2 Presence of DVD layer=0 Presence of CD layer=0 Channel bit length=1 Push-Pull polarity flag=0 BCA present=1 Maximum transfer rate=0 First Address Unit Number of the Data Zone=131072 Last Address Unit Number of the Data Zone=1658494 Disc ID=CMCMAG-BA5-000	BD Disc Information: DI identifier=DI DI format number=0x01 Number of DI units in each block=0x02 Layer for this DI unit=0x00 DI unit sequence number=0x00 Continuation flag=0x01 number of DI bytes in this DI unit=0x23 BD layer type ID=BDW Disc size=0 Class number=0 Version=2 Number of layers=1 Layer type=4 Presence of DVD layer=0 Presence of CD layer=0 Channel bit length=1 Push-Pull polarity flag=0 BCA present=1 Maximum transfer rate=0 First Address Unit Number of the Data Zone=131072 Last Address Unit Number of the Data Zone=1658494 Disc ID=RITEK-BW1-001	BD Disc Information: DI identifier=DI DI format number=0x01 Number of DI units in each block=0x01 Layer for this DI unit=0x00 DI unit sequence number=0x00 Continuation flag=0x00 number of DI bytes in this DI unit=0x20 BD layer type ID=BD0 Disc size=0 Class number=0 Version=1 Number of layers=1 Layer type=1 Presence of DVD layer=0 Presence of CD layer=0 Channel bit length=1 Push-Pull polarity flag=1 BCA present=0 Maximum transfer rate=0 First Address Unit Number of the Data Zone=1048576 Last Address Unit Number of the Data Zone=10737822 Disc ID=--000	BD Disc Information: DI identifier=DI DI format number=0x01 Number of DI units in each block=0x03 Layer for this DI unit=0x00 DI unit sequence number=0x00 Continuation flag=0x00 number of DI bytes in this DI unit=0x20 BD layer type ID=BDU Disc size=1 Class number=2 Version=2 Number of layers=3 Layer type=9 Presence of DVD layer=0 Presence of CD layer=0 Channel bit length=5 Push-Pull polarity flag=7 BCA present=1 Maximum transfer rate=0 First Address Unit Number of the Data Zone=1048576 Last Address Unit Number of the Data Zone=17341438 Disc ID=--000

試した範囲内では、青字部分(layer type, Number of layers, Disc ID)は正しく読み取れている模様(黒字部分は未確認項目)
 (確認したメディア BD-R:SL/DL/TL/QL, BD-RE:SL/DL/TL, BD-ROM:SL/DL, BD-ROM(UHD):DL66GB/TL)

図10 解析ソフトによって得られたディスクの識別情報(BDの場合)

解析ソフトを用いて光ディスクの媒体種別判別を実施した結果、インターネット上でフリーウェアとして公開されているアプリケーションソフトウェアを用いても、媒体種別判別を行うことができる可能性があることが明らかになった。

なお、今回は調査期間の制約上、限定した確認作業となっているため、記録や解析のアプリケーションソフトウェアの利用可能性に関しては、さらに現状の流通状況等を調査する必要があると考える。

4. メタデータ項目に係る調査

長期保存の観点から必要なメタデータ項目及びその適切な管理・運用方法等については、これまで NDL における調査¹⁵⁾で検討が進められているが、本調査では、光ディスクが有する既存の属性情報を調査することにより、今後の長期保存用メタデータの策定に係る調査を行った。

光ディスクの記録情報を解析するソフトウェアにて確認を行った結果、個々のディスクについて、光ディスクを特定する ID 情報の取得は可能と思われる。しかしながら、CD/DVD は、各メーカーへの ID 情報の割当てが公式に公開されておらず、現時点で公式に ID とメーカーの対応が公開されているのは BD だけである¹⁶⁾ため、ID 情報をメタデータとして活用することは困難であると言える。ディスク自体から取得できる情報を長期保存用メタデータとして活用するためには、今後の継続した調査が必要であると考ええる。

5. 今後に向けて ―光ディスクの状態検査の手法に係る課題―

本調査では、NDLの所蔵する光ディスク全数を視野に入れた大規模な状態確認や、資料受入時点での同様の検査の実施に向け、現状で実施可能な検査・評価の手法等について調査した。

明らかとなった課題や継続調査が必要な項目を、今後の検討課題として提示する。

- 1) 「2.2. 光ディスクのデータエラーの取得及び評価方法」において検査用ドライブの市場調査を行った結果、再生専用形光ディスクの検査用ドライブの入手が困難であることが確認された。

再生専用形光ディスクの検査用ドライブとしては他に、光ディスクメーカー向けに開発された事業用途の製品があることが確認されている。今後、再生専用形光ディスクの検査を実現するためには継続調査が必要である。

- 2) 「3.2. 市販ドライブを用いた光ディスク媒体種別の判別方法」においてドライブとアプリケーションソフトウェアを用いて媒体種別判別の可能性を明らかにしたが、記録や解析のアプリケーションソフトウェアに関しては代表的なソフトウェアの調査に留まったため、現状の市場状況を調査し、アプリケーションソフトウェアの有用性を確認する必要があると考える。

- 3) 「4. メタデータ項目及びその管理・運用方法等の調査」においては、光ディスクが有する既存の属性情報の提示に留まったため、長期保存の観点から必要なメタデータ項目のさらなる検討が必要である。

加えて、今後、大規模なデジタルアーカイブはクラウド化が進んでいくと考えられるが、クラウドシステムの運用を検討する上では、持続可能性、特に脱炭素化（省エネルギー）の観点からの評価も重要な課題となりうる。ディスクや磁気テープといった消費電力の少ない保存媒体を導入し、使用頻度によって HDD との保存を切り分けるなど、持続可能な未来を見据えた大規模デジタルアーカイブの在り方に関しても、種々の業界の知見を踏まえた検討が必要であると考ええる。

6. 参考文献・引用資料

- 1) 国立国会図書館: 電子情報の長期保存対策に係る調査報告書 (令和元年度)
<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11529765> (Accessed 2022/6/24)
- 2) 国立国会図書館: 光ディスクを対象とした媒体劣化状況分析調査報告書【概要】
<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11529752> (Accessed 2022/6/24)
- 3) 国立国会図書館: 国立国会図書館パッケージ系電子出版物を対象とした長期保存対策調査報告書【概要】
<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11133855> (Accessed 2022/6/24)
- 4) JIS X 6257:2017 長期データ保存用光ディスクの品質判別方法及び長期保存システムの運用方法
- 5) 日本文書情報マネジメント協会: 電子化文書長期保存のための Blu-ray Disc™ 検査基準及び取扱いに関するガイドライン
https://www.jiima.or.jp/pdf/7_JIIMA_guideline.pdf (Accessed 2022/6/24)
- 6) 最先端 電子デバイス・部品における信頼性試験・評価 事例集, pp.484-494, 技術情報協会, 2006.
- 7) ISO/IEC 16963, Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — Test method for the estimation of lifetime of optical media for long-term data storage
- 8) JIS X 6256 情報交換及び保存用のデジタル記録媒体—長期データ保存用光ディスク媒体の寿命推定のための試験方法
- 9) ISO/IEC 29121, Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — Data migration method for optical disks for long-term data storage
- 10) JIS X 6255 長期データ保存用光ディスクのためのデータ移行方法
- 11) 例えば <https://www.almedio.co.jp/enterprise/tmsection/t-products/#anchor02> (Accessed 2022/6/24)
- 12) 「今度は DVD-ROM にしか見えない CD-R メディアが現わる」
<https://ascii.jp/elem/000/000/319/319179/> (Accessed 2022/6/24)
- 13) CyberLink 社, Power2GO (2022 年 6 月時点の最新バージョンは 13)
https://jp.cyberlink.com/products/power2go-platinum/features_ja_JP.html (Accessed 2022/6/23)
- 14) SOURCENEXT 社, B's Recorder (2022 年 6 月時点の最新バージョンは 18)
<https://www.sourcenext.com/product/bs/bs-recorder/> (Accessed 2022/6/24)
- 15) 3)調査報告書「4. 保存メタデータに関する調査結果」など
- 16) Blu-ray Disc Association, Disc Manufacturer ID & Media Type ID Licensee List
<https://blu-raydisc.info/licensee-list/discmanuid-licenseelist.php> (Accessed 2022/6/24)

引用資料

- JIS X 6230 情報の交換及び蓄積用のデジタル記録媒体—120 mm 単層 (25 ギガバイト／ディスク) 及び 2 層 (50 ギガバイト／ディスク) BD レコーダブルディスク
- JIS X 6231 情報の交換及び蓄積用のデジタル記録媒体—120 mm 3 層片面 (100 ギガバイト／ディスク), 3 層両面 (200 ギガバイト／ディスク) 及び 4 層片面 (128 ギガバイト／ディスク) BD レコーダブルディスク
- JIS X 6232 情報の交換及び蓄積用のデジタル記録媒体—120 mm 単層 (25 ギガバイト／ディスク) 及び 2 層 (50 ギガバイト／ディスク) BD 書換形ディスク
- JIS X 6233 情報の交換及び蓄積用のデジタル記録媒体—120 mm 3 層 (100 ギガバイト／ディスク) BD 書換形ディスク
- JIS X 6241 120 mm DVD—再生専用ディスク
- JIS X 6242 80 mm DVD—再生専用ディスク
- JIS X 6245 80 mm (1.23 GB/面) 及び 120 mm (3.95 GB/面) DVD-レコーダブルディスク (DVD-R)
- JIS X 6246 120 mm (4.7 GB/面) 及び 80 mm (1.46 GB/面) DVD—書換形ディスク (DVD-RAM)
- JIS X 6249 80 mm (1.46 GB/面) 及び 120 mm (4.70 GB/面) DVD レコーダブルディスク (DVD-R)
- JIS X 6251 120 mm (4.7 GB/面) 及び 80 mm (1.46 GB/面) +R フォーマット光ディスク (16 倍速まで)
- JIS X 6252 120 mm (8.54 Gbytes/面) 及び 80 mm (2.66 Gbytes/面) 2 層 DVD レコーダブルディスク (DVD-R for DL)
- JIS X 6281 120 mm 再生専用形光ディスク (CD-ROM)
- JIS X 6282 情報交換用 120 mm 追記形光ディスク (CD-R)
- JIS X 6283 情報交換用 120 mm リライタブル光ディスク (CD-RW)
- JIS Z 6017 電子化文書の長期保存方法
- ISO/IEC 25434, Information technology—Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +R DL format—Capacity: 8,55 Gbytes and 2,66 Gbytes per side (recording speed up to 16X)
- White Paper Blu-ray Disc™ Format 1. B Physical Format Specifications for BD-R 7th Edition August, 2015
- White Paper Blu-ray Disc™ Format 1.C Physical Format Specifications for BD-ROM 9th Edition August, 2015