

パッケージ系電子出版物の 長期的な再生可能性について

平成18年3月

国立国会図書館
National Diet Library

図書館調査研究レポート No.6

(NDL Research Report No.6)

パッケージ系電子出版物の
長期的な再生可能性について

平成 18 年 3 月

国立国会図書館

National Diet Library

本レポートは、国立国会図書館が外部調査研究機関に委託し実施した調査研究の成果をとりまとめたものです。成果を広く図書館界で共有することを目的として刊行しております。

は し が き

国立国会図書館では、電子図書館事業の一環として、電子図書館に関わる調査研究を実施しています。平成15年度・16年度には、CD-ROM等のパッケージ系電子出版物の長期的保存とアクセス手段の確保をテーマに、委託調査を行いました。

電子情報と呼ばれるものは、技術のめざましい進展に伴い次々に新しい形態が取って代わり、図書館等が蓄積した電子情報はほんの一時代前のものでも再生できなくなる恐れが顕在化しています。また、情報を記録した媒体自体の寿命についても諸説があり、その保存について対応を迫られています。今回の調査は、納本等により多くの電子出版物を収集し、これらを保存・提供する責務を持つ国立国会図書館にとって喫緊の課題であるという認識をもって実施したものです。

調査の対象は、国立国会図書館が所蔵するパッケージ系電子出版物としましたが、内容は、当館のみならず他の図書館や関連機関、図書館情報学の分野でも役立てていただけたと考えています。そこで、この調査報告を『図書館調査研究レポート』No.6として刊行し、広く成果の共有を図ることにいたしました。また、刊行に際し「パッケージ系電子出版物の長期的な再生可能性について」というタイトルを付しました。

国立国会図書館では、本年も引き続き『図書館調査研究レポート』の刊行を積極的に進めたいと考えています。今後ともご支援、ご協力をお願いいたします。

平成18年3月

関西館事業部図書館協力課長
豊 田 透

目次

1. はじめに.....	1
2. 平成 15 年度 調査報告.....	2
2. 1. パッケージ系電子出版物所蔵点数の調査.....	2
2. 2. 利用可能性調査.....	6
2. 3. 調査結果分析.....	10
2. 4. 利用不可原因の詳細分析.....	12
3. 平成 16 年度 調査報告.....	15
3. 1. 調査目的.....	15
3. 2. 調査概要.....	17
3. 3. ハードディスクへのマイグレーション.....	19
3. 3. 1. マイグレーションの試行.....	19
3. 3. 2. マイグレーション所要時間.....	22
3. 3. 3. 技術要素が所要時間に及ぼす影響.....	23
3. 3. 4. 考察.....	30
3. 4. 再生確認.....	31
3. 4. 1. エミュレーションおよびファイル形式変換の概要.....	31
3. 4. 2. エミュレーションによる再生確認.....	32
3. 4. 3. ファイル形式変換、マルチファイルビューワを使用した再生確認.....	42
3. 4. 4. 考察.....	52
3. 5. コピープロテクト、メタデータ.....	54
3. 5. 1. コピープロテクト.....	54
3. 5. 2. メタデータ.....	55
4. おわりに.....	57
付録 1 エミュレータの例.....	58
付録 2 変換プログラムの例.....	70

1. はじめに

この報告書は、国立国会図書館が実施した「電子情報の長期的な保存と利用」についての調査研究のうち、平成 15 年度と平成 16 年度に実施した CD-ROM に代表されるパッケージ系電子出版物の利用可能性調査の結果をまとめたものである。

電子情報の利用には、それを記録した媒体と媒体に対応した再生機器が必要である。しかし、媒体の寿命は適切な環境で保存しても 20～30 年程度ともいわれており、再生機器自体の寿命はさらに短い。また再生機器や媒体の規格も頻繁に変わるため、規格が旧式化したものを入手することは困難になる。パッケージ系電子出版物は電子情報を媒体に記録したものであり、再生にあたっては様々な課題を含んでいる¹。

国立国会図書館は、国の唯一の納本図書館・保存図書館として国内で刊行される出版物を広く収集し、貴重な文化遺産として保存し、後世に遺していくという役割を担っている。近年、紙媒体の出版物の付属物としてのフロッピーディスク（以下、「FD」）や CD-ROM などや、電子媒体を主とするパッケージ系電子出版物の増加にともない、平成 12 年に国立国会図書館法を改正²し、従来の紙媒体などの出版物のほかに国内で発行されたパッケージ形電子出版物についても、納本制度により網羅的に収集している。

国立国会図書館が所蔵するパッケージ系電子出版物の長期的な保存と利用を確実なものとするためには、その実態を把握し、長期保存対策を講じる必要がある。そこで平成 15 年度には最新パーソナルコンピュータ（以下、「PC」）環境における利用可能性調査を行い、その調査で明らかになった利用上の問題を解決するために、平成 16 年度には長期保存のための対策といわれているマイグレーションとエミュレーションを試行し、これら対策を評価した。

平成 15 年度の調査では、サンプル調査したパッケージ形電子出版物（200 点）の約 7 割（138 点）に利用上の問題があることが明らかになり、平成 16 年度の調査では、異種媒体への移行としてのマイグレーションは容易に実施できること、エミュレーションやファイル形式の変換としてのマイグレーションについては現時点では有効な技術的な解決手段とはいえないことが分かった。

それぞれの調査結果について、次章以降で詳述する。

¹ 電子情報の保存に伴う課題は欧米豪の国立図書館やその他の機関では早くから認識されており、1990 年代からさまざまな取り組みが行われている。いずれの国においても国立図書館が先導しており、国立国会図書館も平成 14 年度から調査研究を開始した。

² 国立国会図書館法の一部改正法（平成 12 年 10 月 1 日施行）。なお、これ以前からパッケージ系電子出版物を購入その他の方法で収集している。

2. 平成 15 年度 調査報告

平成 15 年 12 月より約 1 ヶ月の期間をかけて国立国会図書館所蔵のパッケージ系電子出版物の実態を調査した。調査では、これらパッケージ系電子出版物の動作環境や媒体ごとの所蔵点数を調査し、サンプルを実際に最新環境において再生させることにより利用可能性を調査した。

2. 1. パッケージ系電子出版物所蔵点数の調査

後に行う再生テストのために、内容種別や媒体、再生に必要な環境、年度などの組み合わせごとに資料点数を求め、表として整理した。

調査対象のパッケージ系電子出版物は次の 3 つの資料群で構成される。

- ・ 電子資料：映像資料、録音資料以外の資料。PC やゲーム専用機などで再生されることを前提に作成された資料。
- ・ 映像資料：ビデオテープ、ビデオディスク、DVD など映像を記録した資料。
- ・ 録音資料：CD、DVD-Audio、MD、レコードなど音声（主に音楽）を記録した資料。

これら資料のうち、平成 14 年度までに受け入れたものを調査対象とし、資料点数は、既存の目録や業務統計を元に調べた。

受入年度、再生環境、媒体種別などの関係を把握するために、調査結果は 3 つの表としてまとめた。電子資料についてはさまざまな再生環境について、媒体や傾向を知る必要があるため、再生環境と媒体種別ごとの所蔵資料点数の表、再生環境と年度ごとの受入点数の表を作成した。

(1) 表 2.1-1 受入年度と媒体種別

この表では、電子資料、映像資料、録音資料を構成する各種媒体ごとの年度ごとの受入点数を表している。

この表からは媒体の盛衰を読み取ることができる。

- ・ 磁気ディスクは平成 8（1996）年度をピークに受入点数が減少
- ・ LD は平成 8（1996）年度を境に受入点数が減少
- ・ DVD は平成 9（1997）年度から受入を開始し、平成 12（2000）年度から受入点数が急増

DVD は映像資料の年間受入点数の 8 割ほどを占めるようになった。所蔵資料のほとんどが DVD で占められるようになる時期はそう遠いことではないと思われる。

(2) 表 2.1-2 再生環境と媒体種別

この表では、電子資料の各種再生環境ごとの媒体点数を表している。

再生環境として、大きく PC、ゲーム機、電子書籍、DAISY³、その他、記載なしに区分し、PC においては PC/AT 互換機⁴、FM-TOWNS⁵、Macintosh、PC-98⁶、特定の A

³ Digital Accessible Information System。視覚障害者など普通の印刷物を読むことが困難な人向けのデジタル録音図書国際標準。ここでは、この標準に準拠した資料を指す。

⁴ DOS/V パソコン、IBM 互換機、Windows パソコンともいう。この調査では、この機種上で動作する OS を DOS と Windows 系 OS としているので、この名称とした。もともとは IBM 社が昭和 59（1984）年に発売した PC である「PC/AT」のことであるが、仕様が公開され互換機が多数製造された。PC 規格の業界標準として広く普及している。

⁵ 富士通（株）製の PC。平成元（1989）年発売。

⁶ 日本電気（株）が昭和 57（1982）年から 90 年代前半にかけて販売していた PC、または、PC-9801 シリーズとその後継の PC-9821 シリーズの総称。

アプリケーション・ソフトウェア上での稼動を前提にしているもの、その他に区分した。

統計的な便宜のため、複数の再生環境を前提として作成されている電子資料については、例えば、Windows、MacOS の双方の OS（基本ソフト）で稼動するハイブリッドの電子資料は Windows 系 OS に、再生環境として特定のアプリケーション・ソフトウェアを想定しているものは、特定アプリケーション（例えば、Acrobat）に区分した。（win となっているものは Windows のバージョンのいずれかであるが、目録上表記のないものである。）

この表からは、各種環境で使われる媒体を知ることができる。

(3) 表 2.1-3 再生環境と受入年度

この表では、電子資料の各種再生環境の区分に応じた年度ごとの資料受入点数を表している。

この表からは、再生環境の盛衰を読み取ることができる。

表2.1-1 受入年度と媒体種別

資料分類	媒体種別	受入年度																							総計
		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
電子資料	CD																								
	DVD																							103	
	その他*1																					6	66	83	
	3.5"																								
	5"																								
	記載なし																								
映像資料	その他*2																							36	
	光ディスク																								
	ビデオ																						9	19	
	LD																						14	122	
	ディスク	145	178	170	299	424	677	559	735	822	1,257	1,852	1,771	1,511	1,319	1,050	1,315	855	616	550	216	35	76		
	LDs																								
	ビデオ																								
磁気テープ	ビデオ																								
	カセット																								
	その他																								
	その他	43		32	22	1	20																		
録音資料	光ディスク																								
	CD																								
	DVD-AUDIO																								
	MD																								
	レコード	11,244	9,172	8,812	10,681	5,957	11,046	4,457	3,923	2,716	785	342	143	267	207	71	84	110	99	94	87	200	56		
その他																									
総計	11,244	9,360	9,010	11,176	7,606	13,896	9,001	9,839	9,898	8,284	11,441	18,565	15,902	15,328	16,025	13,800	15,444	15,076	13,455	11,743	18,160	18,392	20,377	303,042	

*1 「光ディスク」とのみ表記されているものも含む

*2 媒体の記載の無いものも含む

表2.1-2 再生環境と媒体種別

資料分類	媒体種別	PC windows											FM-		アプリケーション・ソフトウェア指定				ゲーム機		記載なし	総計						
		DOS											TOWNS		Acrobat Reader		電子ブック											
		win											winXP		Web ブラウザ		電子ブック											
		win	win3.x	win95	win98	winME	winNT	win2K	winXP	win98	win95	win3.x	win	Acrobat Reader	Web ブラウザ	EPWING	その他	ゲーム機	電子ブック									
電子資料	CD	39	699	134	693	133	88	269	295	295	295	295	282	3	135	32	179	59	47	39	453	522	51	2,629	59	4,538	11,368	
	DVD																					32				71	103	
	その他		11			1															1	132					11	156
電子資料	FD	1	28	6	7										21	7											172	242
	3.5"																										12	12
	5"	4	2		2										1	6				3						63	81	
電子資料	記載なし	2	5	1	2																					5	47	63
	その他																									12	7	269
総計		46	745	141	704	134	88	269	295	295	295	282	3	157	45	179	59	47	43	454	936	51	2,629	76	4,921	12,284		

表2.1-3 再生環境と受入年度

資料分類	受入年度	PC windows											FM-		アプリケーション・ソフトウェア指定				ゲーム機		記載なし	総計								
		DOS											TOWNS		Acrobat Reader		電子ブック													
		win											winXP		Web ブラウザ		電子ブック													
		win	win3.x	win95	win98	winME	winNT	win2K	winXP	win98	win95	win3.x	win	Acrobat Reader	Web ブラウザ	EPWING	その他	ゲーム機	電子ブック											
電子資料	1986																													
	1987	1																										1	1	
	1988	2																									1	2		
	1989																										3	7		
	1990																										7	7		
	1991	2													1	8											10	21		
	1992															3	1										23	30		
	1993	1	3													4	1										20	25		
	1994	3	6	7											2	4	27										111	152		
	1995	17	69	10	3										7	3											131	168		
	1996	3	81	13	16										23												71	193		
	1997	1	50	21	101										23	3											179	322		
	1998	1	2	17	47										9												84	293		
	1999	7	4	59	261	19																					34	135		
2000	2	42	8	156	41	6	47	36	1	39	1			6												9	46	494		
2001	3	235	4	62	53	63	114	179	11	6	47	36	4													7	1	87	2	
2002	3	253	2	58	21	19	28	79	251					28													9	22	379	2
総計		46	745	141	704	134	88	269	295	295	295	282	3	157	45	179	59	47	43	454	936	51	2,629	76	4,921	12,284				

*1 ゲーム機の種類： Dreamcast、PlayStation、PlayStation2、Sega Saturn、Xbox、ゲームギア、ゲームキューブ、ゲームボーイ。

2. 2. 利用可能性調査

(1) サンプルの抽出

3つの表としてまとめてみたものの、表のみからサンプル抽出対象を決定することは困難であった。そのため、次の推測および事実も併せて考慮した。

- ・ 古い資料ほど利用不可となっている可能性が高い。
- ・ 録音資料・映像資料（CD、DVD、LD など）のように媒体種と再生に必要な環境が変化しないものと、電子資料のように再生環境が多様で続々と新たな環境（OS、アプリケーション・ソフトウェア、フォーマット・・・）が生まれるものを同様に扱うことは不適切。
- ・ 録音資料・映像資料のように媒体種と再生に必要な環境が変化しないものについてサンプルを再生し利用可能性を調査することは、媒体の劣化の有無を調べることに等しい。
- ・ 電子資料のように再生環境が多様で続々と新たな環境が生まれるものについて、サンプルを再生し利用可能性を調査することは、媒体の劣化の有無も関係するが、技術進歩にともなって利用が困難となるものの有無を調べることに等しい。
- ・ 録音資料・映像資料だけでなく、電子資料も最近のものは殆んど問題なく再生可能であることが予想される。
- ・ 録音資料・映像資料の大半を音楽 CD が占める。
- ・ 電子資料にはゲーム専用機用ソフトなどが含まれているが、これらも録音資料・映像資料のように媒体種と再生に必要な環境が変化しないものといえる。「再生環境が多様で続々と新たな環境が生まれるもの」とは PC など再生される電子資料と捉えるべき。

これらを踏まえ、サンプルは次のように抽出した。

- ・ 録音資料・映像資料は音楽 CD を調査対象とし、受入初年度である昭和 57 年度から平成 3 年度まで毎年 5 点をサンプルとしランダムに選ぶ。（全 50 点）
- ・ 電子資料は、主に PC で再生されることを前提に作成されたものを対象とし、平成 2 年度以前受入のものを 29 点、平成 3 年度～平成 10 年度受入分から毎年 20 点、平成 11 年度受入分から 11 点をサンプルとし、ランダムに選ぶ。（全 200 点）

(2) 調査方法

調査方法は以下のものとした。

- ・ 電子資料は媒体内のファイル一覧情報の確認と最新環境（WindowsXP Professional または MacOSXv10.3）での起動と簡易な動作確認。
- ・ 録音資料（音楽 CD）は 1トラック目の初めの部分、中間トラックのいずれかの最初から最後まで、最終トラックの初めの部分の再生により確認。

しかしこの調査方法は十分な方法であるとは言いがたい。特に音楽 CD は媒体に記録されているデータに多少エラーがあったとしても、エラー訂正により問題なく再生される規格である。また、そのエラーが経年変化により生じたものなのか当初より存在していたのか知ることも不可能である。したがって十分な量のサンプルを抽出し、媒体に記録されている情報のエラー率などを測定する、または顕微鏡で記録面を確認するなどの方法により、ようやく経年変化による媒体の劣化が確認できるのだと思われる。したがって、ここで行う音楽CDの再生確認調査は、あくまで参考程度のものでしかない。

電子資料、特にプログラムを含むものについては特定操作を行った場合にのみ不具

合が発生する可能性もある。しかし、その不具合の有無を検証することはメーカーにおけるデバッグ作業と同等のものとなり、膨大な作業を必要とし、実施が不可能な規模の調査となる。そのため、ファイル一覧情報の表示により媒体自体の可読性を確認し、明らかな不都合を簡易な動作確認により調査することとした。

(3) 調査結果

<録音資料（音楽 CD）>

50 点すべての再生が可能であった。

表 2.2-1 録音資料の受入時期ごとの利用可能性

受入年度	調査資料点数	利用可能資料点数	利用可能資料の割合
昭和 57 年度 (1982. 4-1983. 3)	5	5	100%
昭和 58 年度 (1983. 4-1984. 3)	5	5	100%
昭和 59 年度 (1984. 4-1985. 3)	5	5	100%
昭和 60 年度 (1985. 4-1986. 3)	5	5	100%
昭和 61 年度 (1986. 4-1987. 3)	5	5	100%
昭和 62 年度 (1987. 4-1988. 3)	5	5	100%
昭和 63 年度 (1988. 4-1989. 3)	5	5	100%
平成元年度 (1989. 4-1990. 3)	5	5	100%
平成 2 年度 (1990. 4-1991. 3)	5	5	100%
平成 3 年度 (1991. 4-1992. 3)	5	5	100%
合計	50	50	100%

<電子資料>

全体の7割弱の資料の利用に問題があることが判明した。

予想通り古い資料ほど利用可能性が低く、読み取りできない媒体もあった。5インチFD（以下、「5”FD」）、3.5インチFD（以下、「3.5”FD」）だけでなく、CD-ROMも含まれている。平成6年度以前受入資料の利用可能性の低さが特徴的である。

表 2.2-2 電子資料の受入時期ごとの利用可能性

受入年度	調査資料点数	利用可能資料点数	利用可能資料の割合
平成2年度以前 (-1991.3)	29	1	3%
平成3年度 (1991.4-1992.3)	20	2	10%
平成4年度 (1992.4-1993.3)	20	2	10%
平成5年度 (1993.4-1994.3)	20	3	15%
平成6年度 (1994.4-1995.3)	20	3	15%
平成7年度 (1995.4-1996.3)	20	8	40%
平成8年度 (1996.4-1997.3)	20	8	40%
平成9年度 (1997.4-1998.3)	20	16	80%
平成10年度 (1998.4-1999.3)	20	13	65%
平成11年度 (1999.4-2000.3)	11	6	55%
合計	200	62	31%

(4) 利用不可原因の概略

利用可能性調査の結果、一定期間を経過した電子情報は最新環境で利用できないケースが多発することを確認した。その原因を以下に記す。

- ・ 原因：OS など、PC の基本ソフトウェア

アプリケーション・ソフトウェアは通常特定の OS の特定のバージョンでのみ動作する。古い OS を前提に開発されたアプリケーション・ソフトウェアは最新の OS で正しく動作するとは限らない。

最新 OS と、電子資料が必要としている旧式の再生用アプリケーション・ソフトウェアの不適合により、さまざまな不具合が発生した。

- ・ 原因：アプリケーション・ソフトウェア

電子情報を利用するために、PC に通常インストールされているアプリケーション・ソフトウェア以外に、特定の再生アプリケーション・ソフトウェアを必要とする場合がある。これらの再生アプリケーション・ソフトウェアがない、特定できない等々の理由で、利用できない場合が発生した。

また、アプリケーション・ソフトウェアに特定のプラグインをインストールしなくてはならないにもかかわらず、そのプラグインと最新のアプリケーション・ソフトウェアの不適合により正しく動作しないというものもあった。

- ・ 原因：記録媒体

5”FD であるために対応する FD ドライブが入手できず、利用できないものがあった。技術の旧式化にともない、8 インチ FD や 5”FD のように生産および流通が止まり、記録媒体およびその対応ドライブの利用は困難になってしまう。

また、媒体寿命は 20~30 年といわれているが、比較的良好な環境⁷である国立国会図書館の書庫で媒体を保管していたにもかかわらず、読み取りができないものもあった。

- ・ その他原因

インストールやセットアップに必要な FD などが同梱されていない、再生環境を特定できないなどのために再生できなかったものがあった。

⁷ 国立国会図書館の書庫は紙媒体の資料の保管に都合の良い温度と湿度に維持されている。しかし、電子媒体の保存環境としては、これより低い温度と湿度が推奨されている。(MEMORY OF THE WORLD. Safeguarding the Documentary Heritage. A guide to Standards, Recommended Practices and Reference Literature Related to the Preservation of Documents of All Kinds / UNESCO (<http://www.unesco.org/webworld/mdm/administ/en/guide/guidetoc.htm>) など。)

2. 3. 調査結果分析

電子資料全体の利用不可原因を図 2.3-1、利用不可原因の変遷を図 2.3-2 に示す。

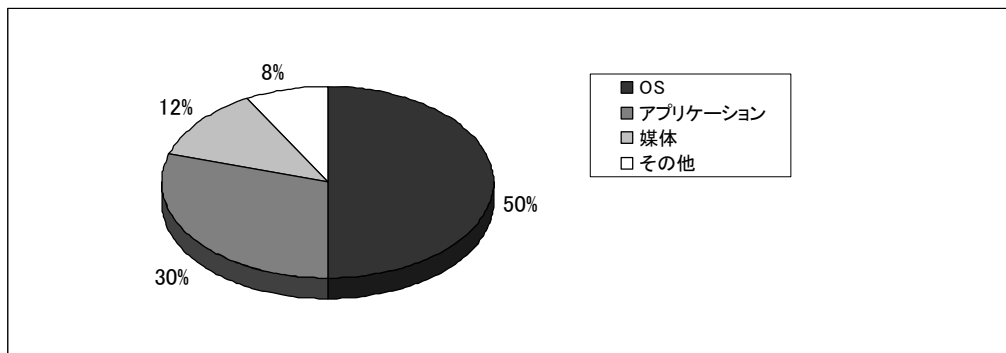


図 2.3-1 利用不可原因（全体）

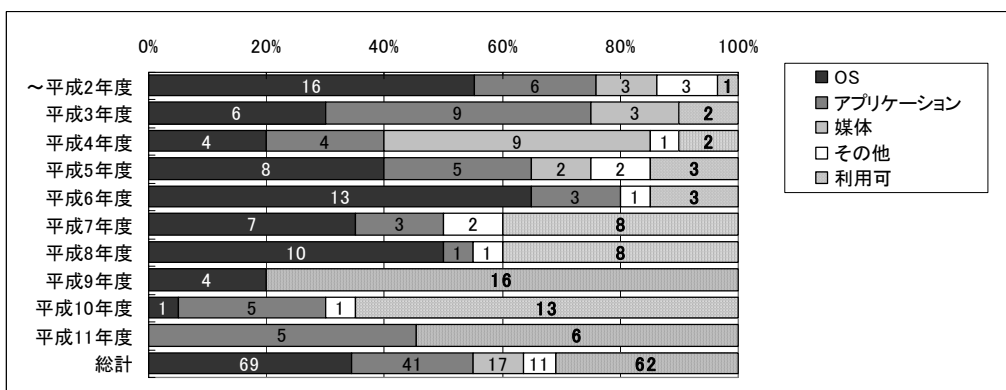


図 2.3-2 受入年度別利用不可原因および利用可資料の割合

電子資料全体の利用不可原因の半分は OS（OS とアプリケーション・ソフトウェアの不適合）に由来するものであり、3 割がアプリケーション・ソフトウェア（アプリケーション・ソフトウェア入手不可、アプリケーション・ソフトウェアとプラグインの不適合）に、1 割強が媒体（媒体の技術的旧式化、媒体の劣化）に由来することがわかる。

受入年度を過去に遡ると、利用不可原因の割合は変化し、ある程度の傾向を見て取ることができる。

- （1）最近のものほど OS が利用不可原因となる場合は少ないが、過去に遡るほど増えるとは言い切れない

当該電子資料が再生環境としている旧 OS と最新 OS との間の機能的継続性と類似性、OS のバージョンアップ時期、旧 OS 販売中止時期や、当該電子資料が使用している OS の機能などにより、利用の可および不可が決まる。かつて「国民機」とも呼ばれた PC-98 用に作成された電子資料を国立国会図書館でも所蔵しているが、最新 OS で利用可能なものと不可能なものに分かれるのはこのためである。

- （2）利用不可原因がアプリケーション・ソフトウェア関連となる場合は過去に遡るほど大きいとはいえない

利用不可原因がアプリケーション・ソフトウェア関連である割合は平成 9 年度まで

は減少しているが、それ以降は増加に転じている。しかし、決して多いとはいえない資料点数、調査対象としたサンプル数の少なさは十分考慮すべきであり、また、調査対象となったサンプル如何によって結果は大きく異なる可能性がある。

平成 11 年度の利用不可原因には、再生アプリケーション・ソフトウェアとして AcrobatReader を使用するものであるが、最新の AcrobatReader と媒体に同梱されたプラグインが不適合のため再生ができなかったというものが 4 件含まれている（利用不可原因がアプリケーション・ソフトウェア関連となるもの全 5 件中 4 件）。

この調査では、利用不可とはならなかったが、国立国会図書館は Web ブラウザを再生用アプリケーション・ソフトウェアとするものも数十点所蔵しており、今後も増えていくと思われる。AcrobatReader だけでなく、Web ブラウザもプラグインを使用するものであり、将来同様の不具合（アプリケーション・ソフトウェアとプラグインの不整合）が発生する可能性がある。

（3）利用不可原因が媒体である割合は過去に遡るほど大きい

調査対象となった媒体の受入時期は、調査期間（平成 15 年 12 月～平成 16 年 1 月）の 18 年程前～5 年前であり、媒体寿命を超えたために利用不可となったものはないように思われる⁸が、規格自体の変遷（衰退）のために利用が困難となる媒体は今後も増加すると思われる。すでに 3.5"FD については記録容量・媒体の安全性の点で現在流通中の他の媒体と比べて大きく劣っており、今後数十年にわたって、利用、生産と流通、対応機器と対応ドライバソフトウェアの生産と流通が継続することは考えられない。

ある時点を境に 3.5"FD を媒体とする電子資料は一斉に利用困難となることが想定される。現在の PC では 3.5"FD ドライブが標準で装備されているものが多いが、CD-ROM/R/RW ドライブの価格低廉化と、扱うデータ量の増大に伴い、FD 自体の使用頻度が低くなりつつある。FD ドライブを標準では装備していない PC も存在する。現在、記録媒体の大部分を占める CD や DVD についても数十年先には同じ状況を迎えると思われる。

⁸ 5" FD はドライブを入手できなかったためそのデータ記録状態は不明。

2. 4. 利用不可原因の詳細分析

(1) OS 不適合が利用不可原因であるもの

利用不可原因の最大部分を占めるのが OS 不適合であるが、これが原因と考えられるさまざまな現象が発生している。

- ・ インストール中に無応答
- ・ インストール失敗
- ・ 表示色の異常
- ・ アプリケーション・ソフトウェアの起動不可
- ・ アプリケーション・ソフトウェアの異常終了

電子資料を再生する場合、機器と再生用のアプリケーション・ソフトウェア（その電子資料自体が再生対象のアプリケーション・ソフトウェアであることも多い）を必要とするが、通常、アプリケーション・ソフトウェアは特定 OS でのみ動作する。OS はいくつもの種類があり、それぞれ多くのバージョンが開発され、衰退してしまった OS も少なからず存在する。新しいバージョンの OS の登場に伴い、新しいバージョンのアプリケーション・ソフトウェアも続々と登場する。

OS 不適合が原因で利用不可となる電子資料は、新規 OS や OS の最新バージョンの登場と共に急増することが予想される。

(2) アプリケーション・ソフトウェア関連が利用不可原因であるもの

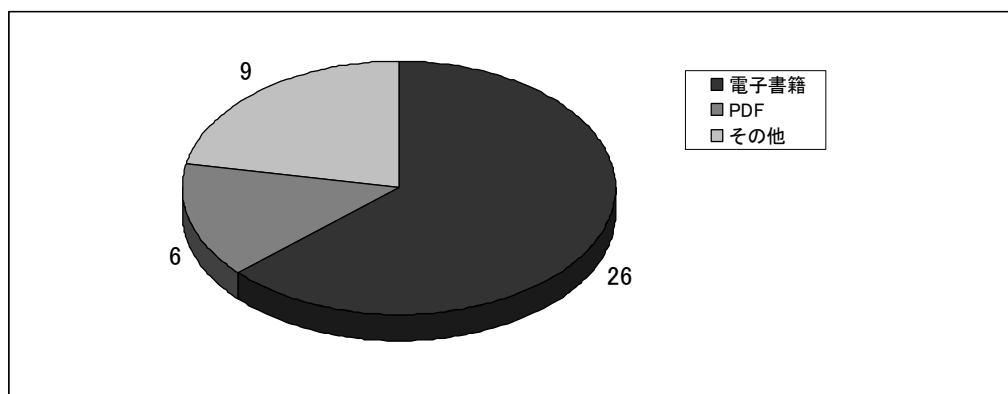


図 2.4-1 アプリケーション・ソフトウェア関連利用不可原因内訳（点数）

利用不可原因がアプリケーション・ソフトウェア関連であるものは全 41 件であるが、その大半は電子書籍⁹再生用のアプリケーション・ソフトウェアを必要とするもの（全 26 件）である。

電子書籍再生用アプリケーション・ソフトウェアは有償、無償のものがいくつか存在し、その入手も比較的容易（Web でダウンロード可能なものもある）であることを確認した。しかし、再生用アプリケーション・ソフトウェアによっては再生が可能となる場合、不可能となる場合があり、ここでは再生不可扱いとした。

PDF¹⁰は長期保存のための記録形式として推奨されることもあるが、利用不可となったものが 6 点あった。原因はすでに述べているように、最新の Acrobat Reader と媒体に同梱されたプラグインの不適合によるものである。

その他としたものは、特定の、ワープロソフト、データベースソフト、表計算ソフト、特殊なアプリケーション・ソフトウェア、かな漢字変換ソフトウェアを必要としている電子資料である。これら再生用アプリケーション・ソフトウェアは必ずしも入手困難なものではないが、現時点で主流のアプリケーション・ソフトウェアではなく、またそのアプリケーション・ソフトウェアの旧バージョンを前提に作成されていることから、利用不可扱いとしている。

⁹ 電子ブックや EPWING フォーマットで記録されている電子辞書。

¹⁰ Portable Document Format。電子文書のためのフォーマットであり、テキスト情報だけでなく、レイアウト情報、画像情報を含めることができる。Adobe Systems 社によって開発された。

(3) 記録媒体の利用不可原因内訳

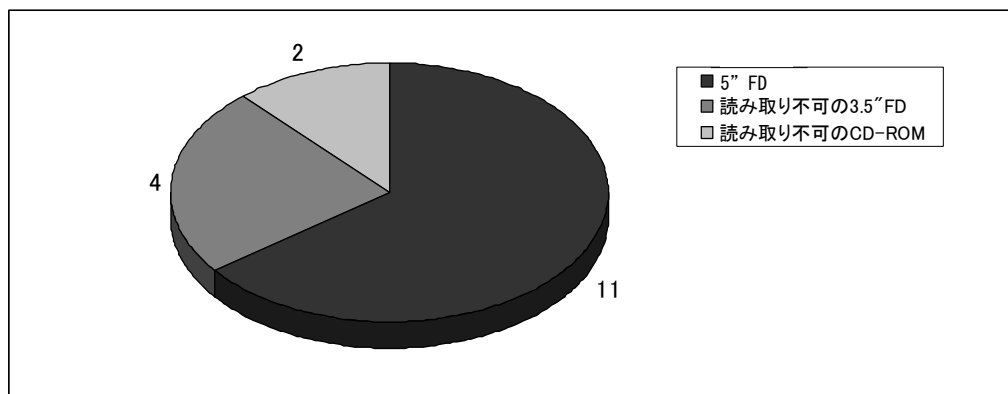


図 2.4-2 記録媒体の利用不可原因内訳 (点数)

記録媒体が利用不可原因となったものは調査対象資料中 17 点であった。その大半 (11 点) が 5"FD であり、対応ドライブを用意できないために読み取りができなかった。

ドライブが対応しているはずの 3.5"FD と CD-ROM についても読み取れないものが 6 点 (3.5"FD : 4 点、CD-ROM : 2 点) あった。3.5"FD の場合は、記録されている情報の一部 (または全部) が消失してしまったために読み取りができなかったと思われる。CD-ROM の場合は、平成 6 年度に受け入れた国内刊行の電子資料であり、媒体の劣化や特殊な記録形式が原因となったとは考え難い。同時期に同じ出版者により刊行された資料であるため、製造当初より媒体そのものに問題があった可能性を十分考慮する必要があり、したがって、資料受入時の動作確認が必要である。

(4) その他

すでに述べたように、インストールやセットアップに必要な FD などが同梱されていない、再生環境を特定できないなど、資料受入時に行うべき、必要媒体の確認や再生環境を詳細に記述するメタデータの作成が十分でなかったために再生できなかったものがある。これらは利用不可原因の約 1 割を占める。

最新の目録では、パッケージ記載の情報を元にほぼ十分な再生環境の記述がされているが、パッケージに十分な記述がない場合は目録の記述も不十分になってしまう。

また再生環境の記述は、その当時の技術についての常識をもとに作成される。したがって、大幅な技術変化 (例えば、内部メモリが KB のオーダーから、現在では GB のオーダーになり、今や FD を見る機会もまれである。) により常識が変わってしまうと、再生環境の記述が正しく理解されない可能性もある。

3. 平成16年度 調査報告

3. 1. 調査目的

平成15年度の調査結果は、特別な長期保存と長期アクセスのための対策をとらない場合には、相当数のものが利用不可能となることを示している。対策としては一般に、エミュレーションやマイグレーションが必要だと言われている。

(1) マイグレーション

プログラムやデータの移行および変換作業であって、同種の新しい媒体に移し替えること（FDからFDなど）、異種の媒体に移し替えること（CD-ROMからDVD-Rなど）、記録形式を最新のものにすること、再生用アプリケーション・ソフトウェア（電子資料それ自身が再生対象のアプリケーション・ソフトウェアであることもある）を他の環境で動作させるために作り直すことを意味する。

いくつかのマイグレーション方法があり、その分類法も一つではないが、ここでは以下のように分類する¹¹。

- ①同種の新規媒体に移し替えること
- ②異種媒体に移し変えること
- ③データ形式を変換すること
- ④プログラムやシステムを新規環境に移行すること

①の同種媒体への移行はすべての電子資料に適用可能である。短期的には、技術的にも作業的にも容易である。しかしコピープロテクトが施された媒体の移行は技術的に困難であることが多いと予想される。

長期的には、媒体規格の旧式化にともない、ドライブや媒体を入手することが困難となり、さまざまな技術的課題（ドライブの維持など）が生じる。

作業自体は単純であるが労働集約的にならざるを得ず、所蔵資料数に比例して増大する作業量は無視できない。さらに、媒体が劣化する前に新規媒体に移行する必要があり、媒体寿命の個体差を考えると、移行は媒体寿命といわれる年数より相当に短いサイクルで繰り返さざるを得ない。

媒体規格は変遷し旧式化するものであり、いずれは異種媒体への複写を行わざるを得ないことを考えれば短期的には有効であっても、長期的な有効性は疑問である。

②の異種媒体への移行は、①と同様に、技術的にも作業的にも容易であるが、コピープロテクトが施された媒体の移行は技術的に困難であると思われる。

移行先が十分な規模の単一のストレージでない限り、同種媒体への移行と同様に労働集約的なものとなり、長期的には作業上の負荷が大きい。

しかし同種媒体への移行とは異なって、中長期的に（期間を示すのは困難であるが）有望な媒体が移行先として選ばれるはずであり長期的に有効だといえる。

③のデータ形式変換は、JPEGをJPEG2000に変換する、RTFをPDFに変換するなどのデータ形式の変換作業である。変換先データ形式が標準的なものであって、今後も広く使われ続けられると思われる形式であれば、再生手段の維持は容易となる。この作業は、販売または無償配布されている変換プログラムを利用することにより容易に行うことができる場

¹¹OAIS（Open Archival Information System：開放型記録保管情報システム、電子情報の長期保存システムの抽象的な仕様を規定した技術標準、ISO14721:2003）のマイグレーション分類では、refreshing、replication、repackaging、transformationである。

合もある。

変換が可能なのはデータであり、プログラムを含む電子資料の変換は通常は不可能である。

④のプログラム移行は、仕様書や設計書、ソースプログラム一式を揃え、必要個所の修正を行いプログラムを再作成することである。商用ソフトウェアの必要物一式の入手は困難なので、適用対象は組織内部で作成したプログラムなどに限定されると思われる。マイグレーションというカテゴリーには含めているものの、他の方法と比べて、作業内容も複雑であり、必要とされる技術レベルも高い。

(2) エミュレーション

動作環境を他の環境上で擬似的に再現し、旧式環境用のソフトウェア（OS やアプリケーション・ソフトウェア）を動作させることである。

電子資料を再生するためには、そのための環境、つまり、特定のハードウェアとソフトウェアを必要とする。しかし、ハードウェアの寿命は短く¹²、動作可能な状態で保持しつづけていくことは現実的ではない。エミュレーションはハードウェアを擬似的に再現する。（OS まで擬似的に再現する場合もある。）

最新環境でエミュレーションを行うということは、最新のハードウェアと最新の OS 上で旧式のハードウェアや旧式の OS などと同等の働きをするアプリケーション・ソフトウェアであるエミュレータを動作させることである。

通常、アプリケーション・ソフトウェアは、OS を通じてハードウェアの機能や OS 自体の機能を使う。エミュレーションを行うエミュレータは、アプリケーション・ソフトウェアの位置にあって、擬似的に、旧式ソフトウェアが必要としている機能を再現している。

ハードウェアや OS が移り変わっても、エミュレータのみ作成すればそれまでのアプリケーション・ソフトウェアや OS を利用することができる。

このようなエミュレータは多数作成され、頒布されている¹³。しかし、独自に作成するためには技術力が必要であり、完全に旧式環境を再現するとは限らない。

これらの対策は、いわば机上の理論であり、その効果や課題は実践によってのみ明らかにすることができる。平成 16 年度の調査は、国立国会図書館が所蔵するパッケージ系電子出版物にマイグレーションとエミュレーションを実際に適用し、これら対策の効果と課題を明らかにすることを目的として実施した。

¹²ハードウェアを構成する電子部品には短寿命なものが多数使用されている。

¹³付録 1 参照。

3. 2. 調査概要

マイグレーションとエミュレーションを実際に適用し、その効果と課題を明らかにすることが調査の目的であるが、マイグレーションとエミュレーションの実際の適用形態は様々である。国立国会図書館における将来の実施を想定しつつ、現在における妥当な実施形態を考慮し、以下を実施した。

(1) マイグレーション（ハードディスクへの移行）

- ① 市販のマイグレーションプログラムを用いて電子資料をハードディスクへ移行する。
- ② 電子資料に付随する取扱説明書、マニュアルなどからメタデータを作成する。
- ③ マイグレーション所要時間を調査する。CD 読出し速度、CPU 能力などの違いによる影響も調査する。

(2) エミュレーション

- ① 市販のエミュレータにより旧式ハードウェア環境を擬似的に再現し、その環境に旧式 OS をインストールし、旧式の OS 環境を構築する。
- ② プログラムを含む電子資料を用いて、電子資料ごとに指定された旧式の OS 環境上で再生確認を行う。

(3) ファイル形式変換

- ① 市販のファイル形式変換プログラムを用いてデータのための電子資料のファイル形式変換を行い、変換後のファイルに対する再生確認を実施する。
- ② マルチファイルビューワを用いてデータのための電子資料の再生確認を行う。

(1) のマイグレーションは、いくつかの概念を含んでいるので、国立国会図書館における将来の実施を想定して、大規模なハードディスクへの移行、つまり、異種媒体への移行とした。(2) のエミュレーションは、市販のエミュレータを用いるという最も単純な方法を選んだ。(3) のファイル形式変換はマイグレーションに含まれる概念であるが、(2) と同様に長期的なアクセスを維持するための措置として(1) のマイグレーションとは別扱いとした。こちらも市販のアプリケーション・ソフトウェアを使うという単純な方法とした。

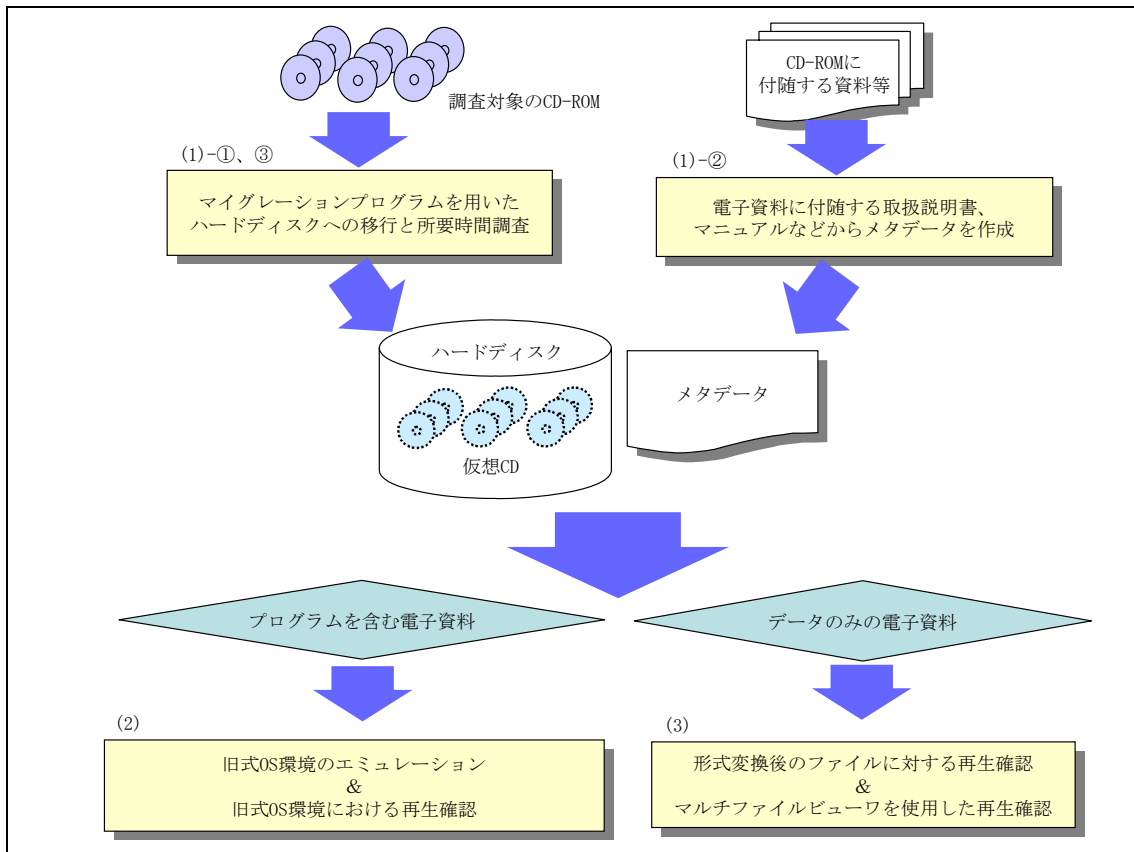


図 3.2-1 調査概要・全体イメージ図

上図の各ボックス左上の項番は、3.2.の各項番に対応している。

3. 3. ハードディスクへのマイグレーション

3. 3. 1. マイグレーションの試行

平成 15 年度の調査では主に PC で再生されることを前提に作成されたパッケージ系電子出版物を調査対象としたが、この中には、Macintosh 用、PC-98 用のソフトウェアや、5^{1/4}FD が含まれている。国立国会図書館のパッケージ系電子出版物において、PC 用の資料の大半は PC/AT 互換機用のソフトウェアであり、媒体の殆どは CD-ROM であることを考慮すれば、PC/AT 互換機用の CD-ROM に絞って調査することが適切であると思われる。したがって、調査対象は以下のものとした。

【調査対象】

Windows用またはDOS用のソフトウェアを収録したCD-ROM/R/RWで、平成 11 年度以前に受け入れた国内刊行の電子資料を対象としてサンプル 354 点¹⁴を選択した。

「平成 11 年度以前」としたのは平成 15 年度の調査と同一期間を対象とするためである。また、「国内刊行」としたのは、国内刊行のものを外国刊行のパッケージ系電子出版物より優先的に扱うべきであることと、外国刊行のものは文字コードなどの問題があるため必要以上に問題領域が広がる可能性があるためである。

(1) 結果

対象とした電子資料について市販のマイグレーションプログラム¹⁵を使用して CD-ROM からハードディスクへのマイグレーションを行った。その結果は以下の通り。

表 3.3-1 マイグレーション結果一覧

刊行年度	1991-1994	1995	1996	1997	1998	1999	合計
対象点数	16	23	31	48	143	93	354
失敗点数				1		1	2
成功点数	16	23	31	47	143	92	352

※ 失敗の 2 点は、マイグレーション処理時間が 1 時間経過しても終了しなかったため、処理を中断した。

¹⁴後に行うプログラムを含む電子資料の再生確認とデータのみ電子資料の再生確認のために、それぞれ 100 点ずつマイグレーションする必要がある。しかし、目録などから、「プログラムを含む電子資料」と「データのみ電子資料」を判断することは困難であり、実際に再生確認などを行わない限り判別はできないため、「プログラムを含むと思われる電子資料」と「データのみと思われる電子資料」を予備を含めて選んだ。

¹⁵「CD革命/Virtual Pro ver. 8」((株)アーク情報システム)を使用した。製品の評価ではなく一般論としての結果を導くことを目的とした。

(2) データ圧縮状況

マイグレーションプログラムにデータ圧縮機能¹⁶が付随している。圧縮を行った結果は以下の通り。平均すると6割程度に圧縮¹⁷されることがわかった。

表 3.3-2 マイグレーション圧縮状況

	値
マイグレーション前合計容量	123,575MB
マイグレーション前平均容量	351MB
マイグレーション後合計容量	84,358MB
マイグレーション後平均容量	240MB
平均圧縮率	65.8%

※平均圧縮率は各電子資料の圧縮率¹⁸を平均して求めた。

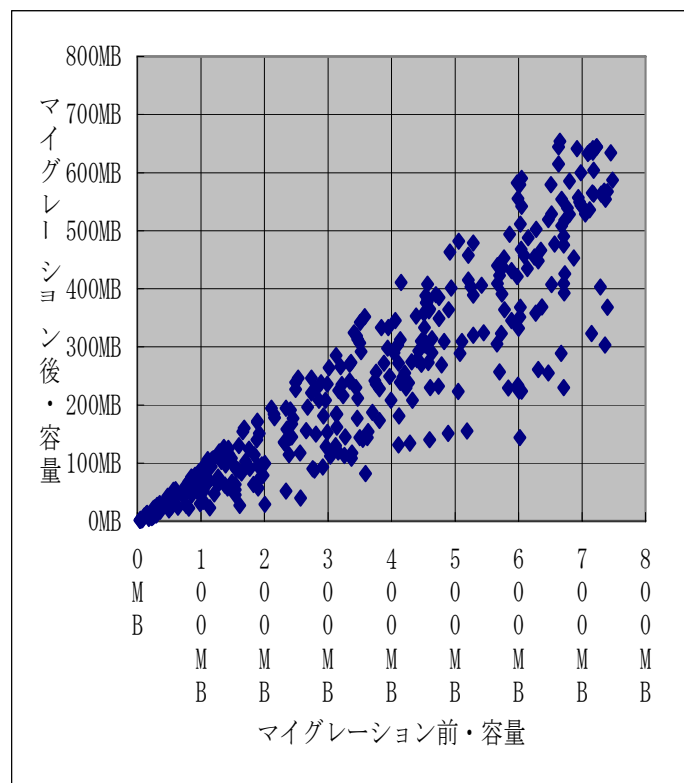


図 3.3-1 マイグレーション前後のデータ容量分布状況

¹⁶圧縮方式については公開されていない。メーカー固有の技術と推測される。

¹⁷この数値は、この調査におけるサンプル特有のものである可能性と、マイグレーションに使用したプログラム特有のものである可能性があることに注意すべきである。

¹⁸圧縮後容量÷圧縮前容量×100とした。

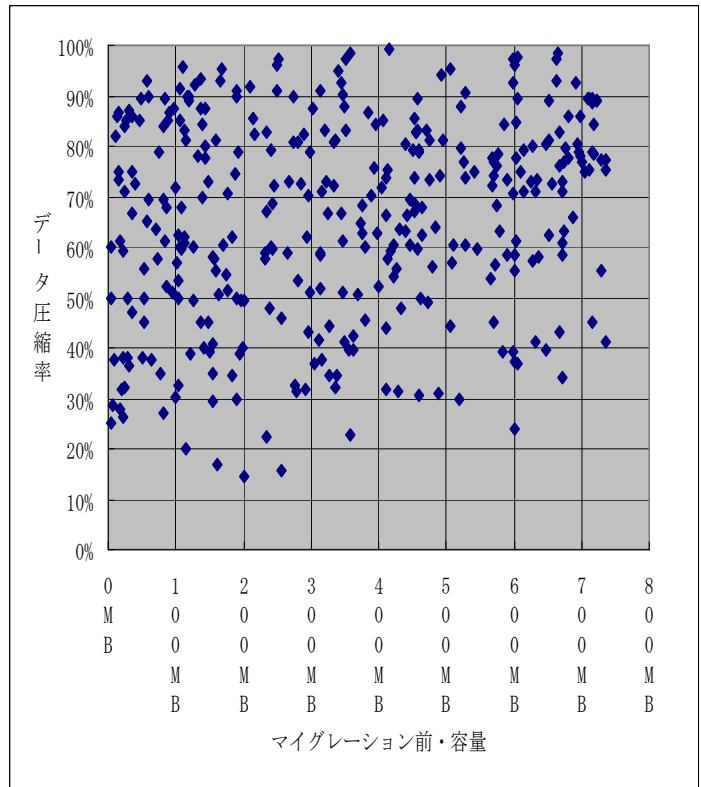


図 3.3-2 マイグレーションのデータ圧縮分布状況

3. 3. 2. マイグレーション所要時間

352 点の電子資料のマイグレーション作業に要した所要時間は、約 16 時間¹⁹である。平均すると、電子資料 1 点あたりのマイグレーション時間は、約 3 分弱であった。

表 3. 3-3 マイグレーション所要時間

	マイグレーション所要時間 (時分秒)
合計値	15:30:31
最大値	0:14:53
最小値	0:00:08
平均値	0:02:39

しかし、これはマイグレーション作業で使用した環境特有²⁰の結果でしかなく、将来の移行作業のためには、資料点数や、マイグレーション環境から所要時間が推測可能であることが望ましい。マイグレーション所要時間は、マイグレーションを行う資料の点数、データ量や、CD 読出し速度、メモリ容量、CPU 能力、ハードディスク速度、バス速度などにより求められると思われる。

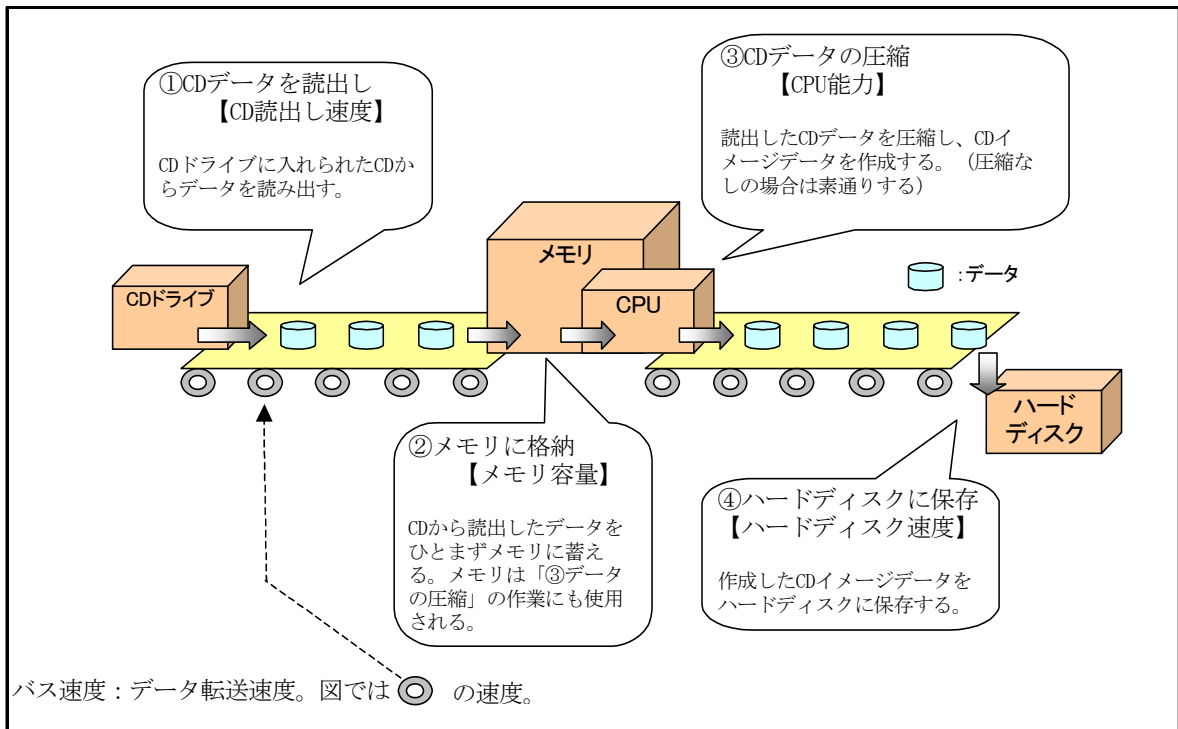


図 3. 3-3 マイグレーション処理イメージ

¹⁹マイグレーションプログラムの処理時間の合計。即ち、CDの付け替え時間などは含んでいない。

²⁰使用したハードウェアのCD読出し速度は 24 倍速である。

3. 3. 3. 技術要素が所要時間に及ぼす影響

マイグレーション所要時間に影響すると思われる技術要素のうち、転送速度によって比較できる要素としては、CD 読出し速度、ハードディスク（以下表中、「HDD」）速度、バス速度などが考えられる。これらの転送速度を比較すると CD 読出し速度が極端に遅いことがわかる。

表 3.3-4 転送速度の概算

装置別の速度比較名	一般的な性能指標	標準的な値	概算の転送速度
CD読出し速度	倍速	40倍速	6MB/s
HDD速度	rpm(回転数/分)	5,400rpm	50MB/s
バス速度	MB/s	533MB/s (PCI)	533MB/s

※標準的な概算値であり、メーカー及び機種で異なる。

このことから、転送速度という性能指標で比較可能な技術要素のうち、マイグレーション所要時間に最も影響する技術要素は CD 読出し速度であると推測できる。

また、バス速度は CD 読出し速度と比べて著しく高速であるため、マイグレーション所要時間には影響しないと推測した。ハードディスク速度についても影響しないと思われるが、転送速度の最も遅い技術要素が影響するというを確認するためにも調査対象とした。

また、転送速度以外でマイグレーション所要時間に影響すると思われるのは、CPU 能力、メモリ容量があるが、これらの技術要素は同一の基準では比較できないことと、更に、マイグレーションにとって、どちらかが常にボトルネックの技術要素になるとは考えにくい。よって、いずれかのみを調査対象として選別せずに双方を調査対象とした。

以上のことから、マイグレーション所要時間に影響する技術要素を以下の 4 点に絞って調査することにした。

- ① CD 読出し速度
- ② ハードディスク速度
- ③ CPU 能力
- ④ メモリ容量

(1) 調査方法

調査対象の技術要素の変更が所要時間に与える影響を把握するために、調査対象外の技術要素を固定し、調査対象の技術要素の性能のみを変えて、99MB、351MB、649MB²¹のCD-ROMをマイグレーションし、所要時間を計ることとする。マイグレーションプログラムではマイグレーション時にデータ圧縮の有無を指定できるため、調査では圧縮する場合、しない場合のそれぞれを調べた。

(2) CD 読出し速度の影響

CD 読出し速度を 24 倍速、40 倍速に切り替えて処理時間を調査した。

表 3.3-5 マイグレーション処理時間比較・CD 速度

CD速度	環境	CD速度	HDD	CPU	メモリ	圧縮	処理時間 (秒)		
							99MB	351MB	649MB
							環境1	24倍速	5400rpm
環境2	40倍速	あり	50	142	250				
		なし	31	85	150				
あり	31	86	180						

²¹マイグレーション作業において、実際のデータ容量の分布状況からサンプルとして小さめ、平均、大きめの 3 種類を選択した。

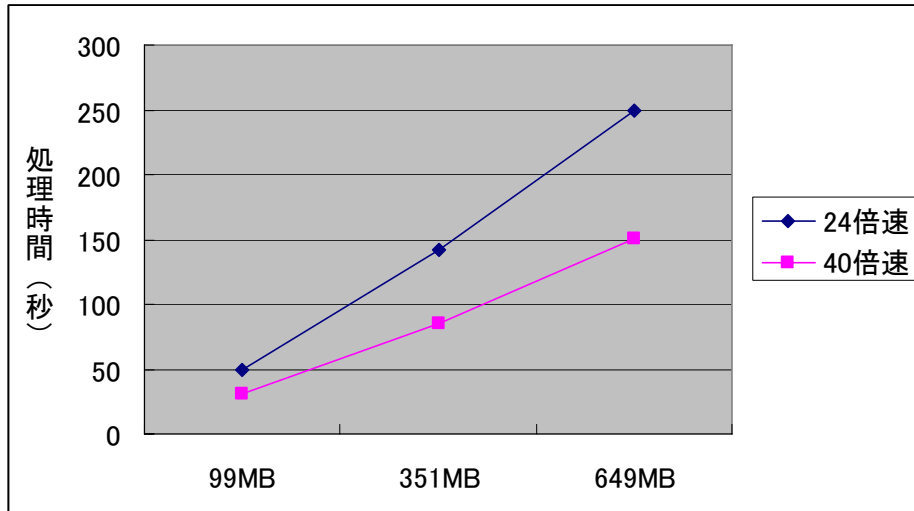


図 3.3-4 マイグレーション処理時間比較・CD 速度（圧縮なし）

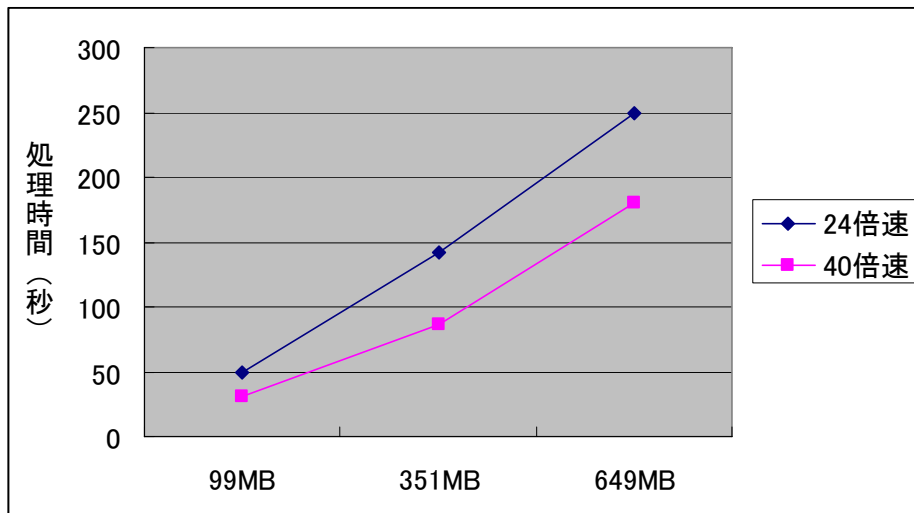


図 3.3-5 マイグレーション処理時間比較・CD 速度（圧縮あり）

測定の結果、CD 読出し速度が高速になると、マイグレーション処理時間は明らかに短縮された。

ある程度高速なCDドライブでは、角速度一定方式²²という方法で読出しが使われることが多い。角速度一定方式では、CD-ROMの内周ではデータ転送速度は遅く、外周に進むにつれて高速にデータが読み出されることになる。そのため、CD-ROMに記録されているデータの径によって、平均データ転送速度は変化する。

そこで、平均的な容量である 351MB の CD-ROM をマイグレーションした際の処理時間を基に、角速度一定方式でのおおよその処理時間を求めてみた。

$$351[\text{MB}] \div 85[\text{秒}] \doteq 4[\text{MB/s}] \quad : 40 \text{ 倍速時に、1 秒あたりに読出せるデータ量}$$

$$4[\text{MB/s}] \div 40[\text{倍速}] = 0.1[\text{MB/s}]^{23} \quad : 1 \text{ 倍速相当時に読出せるデータ量}$$

²²CDの回転速度を固定して読出す方式。

²³24 倍速でも、 $351\text{MB} \div 142 \text{ 秒} \doteq 2.47\text{MB/s}$ 、 $2.47\text{MB/s} \div 24 \text{ 倍速} \doteq 0.1 \text{ MB/s}$ となる。

$$\frac{\text{マイグレーション処理時間概算[秒]} \div}{\text{CD-ROMデータサイズ[MB]} \div (0.1[\text{MB/s}] \times \text{読出し速度[倍速])}$$

ただし、CD-ROMの容量が小さい場合は求めた概算時間より余分に処理時間²⁴がかかり、CD-ROMの容量が大きい場合は概算時間より若干短縮²⁵される。これは、小容量では平均転送速度が遅く、大容量では平均転送速度が速いためである。

40倍速時に649MBのCD-ROMを圧縮ありでマイグレーションした場合、処理時間が長くなっているが、これはCPUの処理が追いつかず、処理時間に遅れが発生したためである。「(4) CPU能力の影響」を参照)

²⁴平均的容量(351MB)より小さい99MBの場合、 $99\text{MB} \div 4\text{MB/s} \approx 25$ 秒となるが、実際は31秒であり概算時間より6秒長かかっている。

²⁵平均的容量(351MB)より大きい641MBの場合、 $641\text{MB} \div 4\text{MB/s} \approx 160$ 秒となるが、実際は150秒となり概算時間より10秒短くなっている。

(3) ハードディスク速度の影響

ハードディスクの能力が処理時間に与える影響を調査した。予想通り一般的なハードディスク速度では、ほとんど影響がないことが判明した。

表 3.3-6 マイグレーション処理時間比較・ハードディスク速度

HDD速度	環境	CD速度	HDD	CPU	メモリ	圧縮	処理時間 (秒)		
							99MB	351MB	649MB
HDD速度	環境2	40倍速	5400rpm	1.7GHz	1024MB	なし	31	86	150
						あり	30	86	179
	環境1		7200rpm			なし	30	86	150
						あり	31	86	181

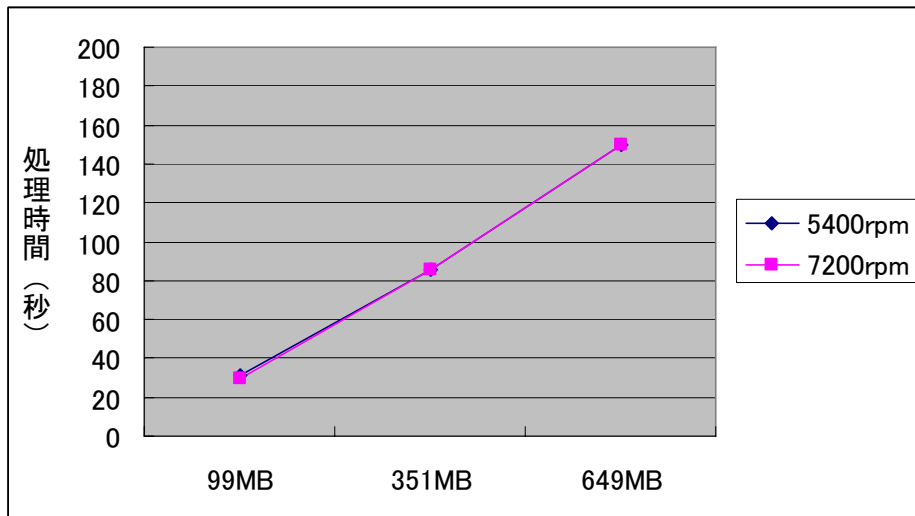


図 3.3-6 マイグレーション処理時間比較・ハードディスク速度 (圧縮なし)

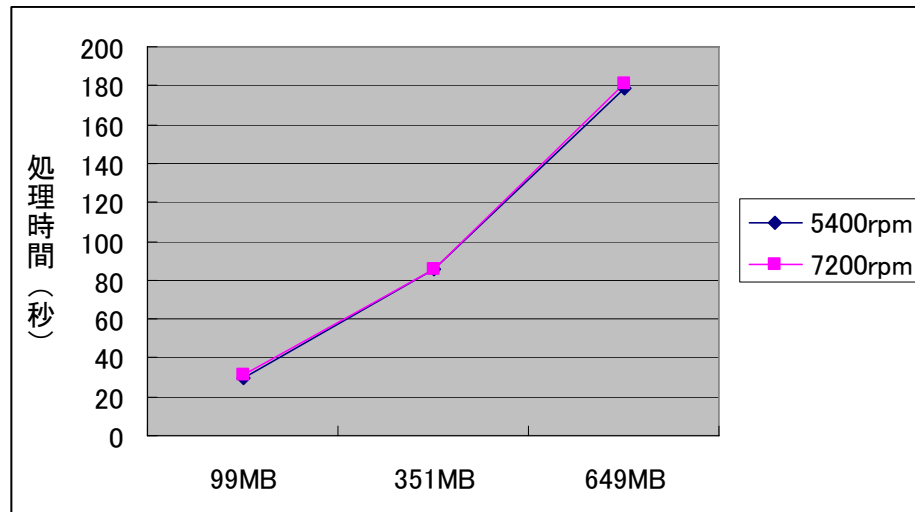


図 3.3-7 マイグレーション処理時間比較・ハードディスク速度 (圧縮あり)

(4) CPU 能力の影響

CPU 能力が処理時間に与える影響を調査した。

表 3.3-7 マイグレーション処理時間比較・CPU 能力 1

		CD速度	HDD	CPU	メモリ	圧縮	処理時間 (秒)		
							99MB	351MB	649MB
CPU	環境1	40倍速	5400rpm	1.3GHz	512MB	なし	31	86	150
				あり		31	95	217	
	環境2			1.7GHz		なし	30	87	150
				あり		31	86	179	

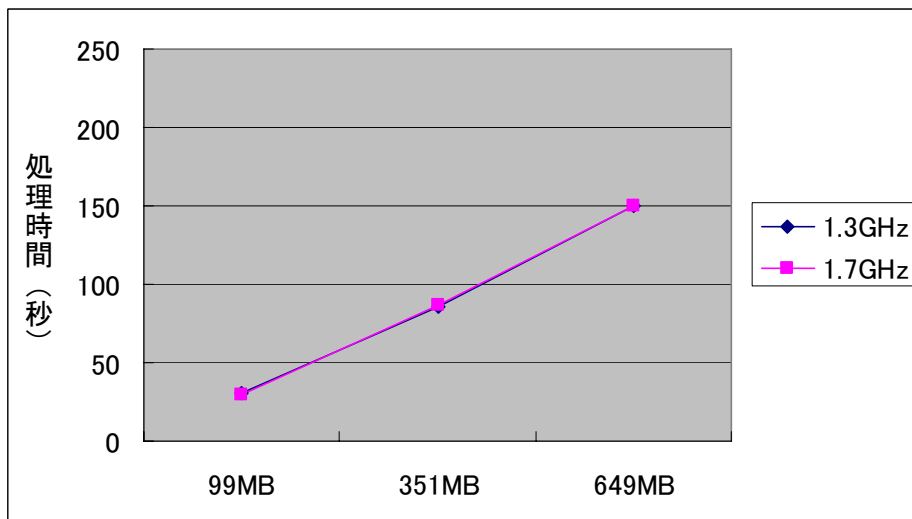


図 3.3-8 マイグレーション処理時間比較・CPU 能力 1 (圧縮なし)

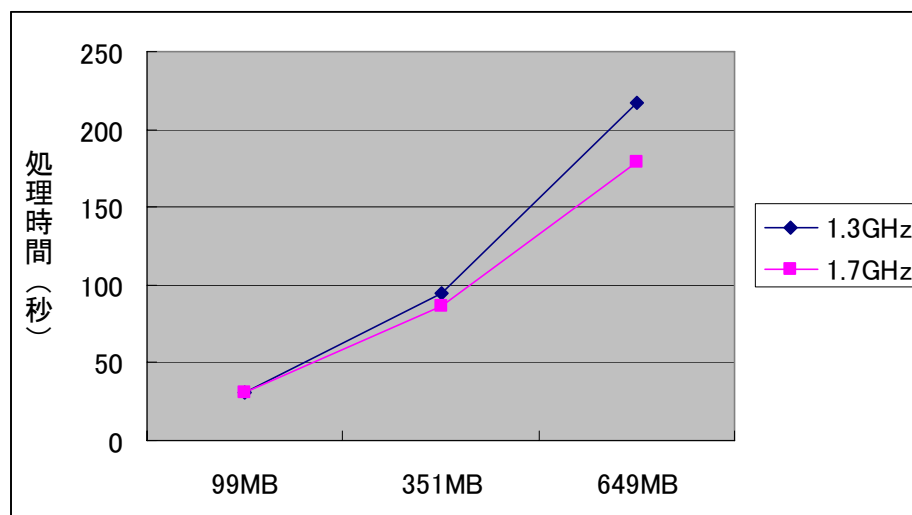


図 3.3-9 マイグレーション処理時間比較・CPU 能力 1 (圧縮あり)

CD イメージを圧縮しない場合、CPU 能力による処理時間の差は誤差の範囲である。これは、圧縮処理を行わない場合 CPU には殆ど負荷が掛かっておらず、CD-ROM から読み出したデータを滞りなくハードディスクに書き込むことができるためであると考えられる。

CD イメージの圧縮を行い、CD ドライブから送られる秒あたりのデータ量が増えた場合に

は、性能の低い CPU にとっては負荷となり、処理時間が長くなる傾向が読み取れる。

データは CD-ROM の内側から記録されるために、CD-ROM のデータ記録容量が少ない場合は、角速度一定方式の読み取りではデータ転送速度は低く、単位時間あたりのデータ読み出し量が圧縮処理可能なデータ量より少ないために、圧縮の有無はマイグレーション処理時間に影響しないと思われる。

しかし CD-ROM のデータ量が増加すると、データの記録領域が CD-ROM の外周に近づき、データ転送速度も増加して CD 読出し速度や CPU 性能によっては単位時間あたりのデータ読み出し量が圧縮処理可能なデータ量を上回るためにマイグレーション処理時間に影響すると考えられる。

これを確認するために、CD 読出し速度を 8 倍速と低速に設定し、単位時間あたりに CPU に供給されるデータ量を少なくした場合のマイグレーション処理時間（圧縮あり）を計測した。

表 3.3-8 マイグレーション処理時間比較・CPU 能力 2

CPU	環境	CD速度	HDD	CPU	メモリ	圧縮	処理時間 (秒)		
							99MB	351MB	649MB
CPU	環境1	8倍速	5400rpm	1.3GHz	512MB	あり	73	261	553
	環境2			1.7GHz		あり	73	260	554

このように、単位時間あたりの CPU に供給されるデータ量が、CPU の処理能力を超えない場合は、CPU 能力によるマイグレーション処理時間に差は現れない。

以上により、CPU 能力の差については、以下のように結論付けることができる。

- ① CD イメージの圧縮を行わない場合
CPU 能力はマイグレーション処理時間に影響しない。
- ② CD イメージの圧縮を行う場合
単位時間あたりの CPU に供給されるデータ量が CPU 処理能力を下回るときは、CPU 能力はマイグレーション処理時間に影響しない。しかし供給されるデータ量が CPU 処理能力を超えるときは、CPU 能力がマイグレーション処理時間に影響する。

(5) メモリ容量の影響

メモリ容量が処理時間に与える影響を調査した。一般的なメモリ容量ではほとんど影響がないことが判明した。

表 3.3-9 マイグレーション処理時間比較・メモリ容量

		CD速度	HDD	CPU	メモリ	圧縮	処理時間 (秒)		
							99MB	351MB	649MB
メモリ	環境1	40倍速	5400rpm	1.3GHz	256MB	なし	30	86	150
						あり	32	95	217
	環境2				512MB	なし	31	86	150
						あり	31	94	218

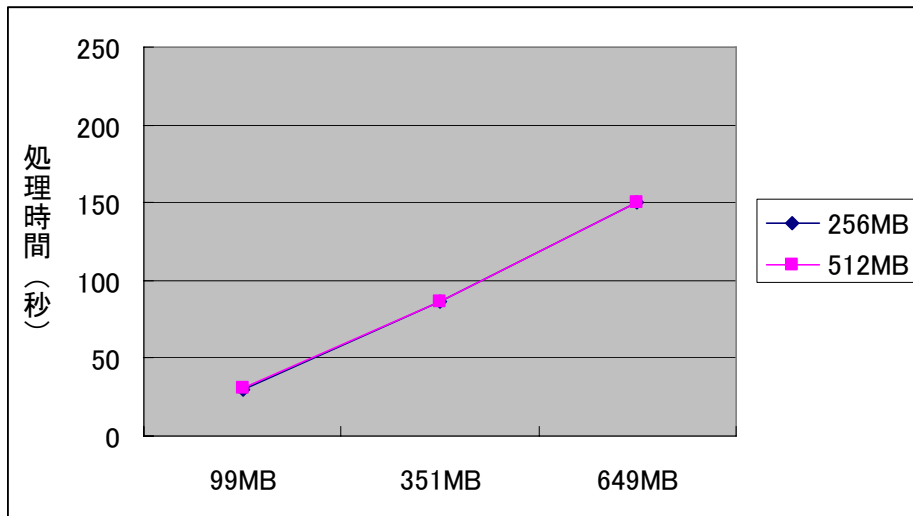


図 3.3-10 マイグレーション処理時間比較・メモリ容量 (圧縮なし)

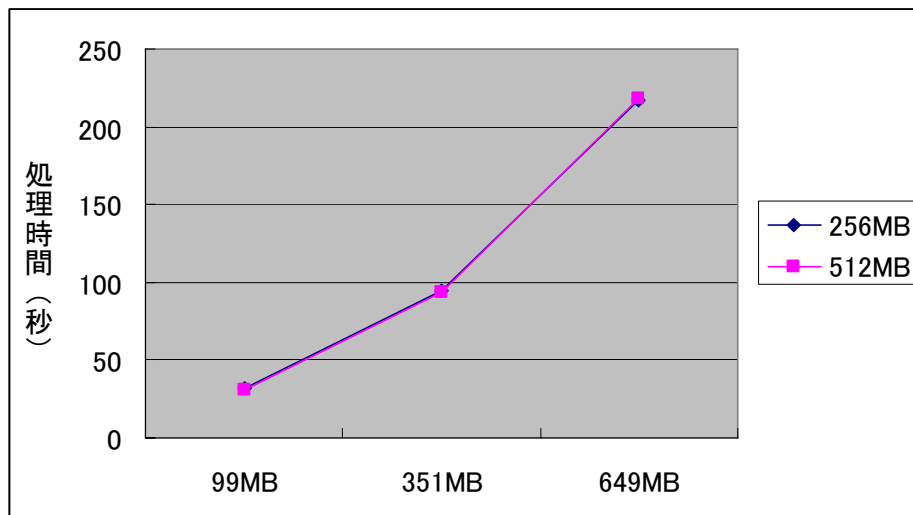


図 3.3-11 マイグレーション処理時間比較・メモリ容量 (圧縮あり)

3. 3. 4. 考察

① マイグレーションの実施

市販のマイグレーション用プログラムを使用したがる、殆どの電子資料をマイグレーションできたことを考慮すれば、マイグレーション自体は比較的容易に実施可能だと言える。

② マイグレーション後ファイル形式

マイグレーションによりハードディスクに作成されるファイル形式が、マイグレーションプログラムの固有の形式となってしまうために、マイグレーション後の電子資料の長期的な利用は困難となる。この形式のファイルを使い続けるためには、同じマイグレーションプログラムを使い続けなくてはならないが、OS のバージョンアップなどにより使用できなくなることが考えられる。バージョンアップしたマイグレーションプログラムが旧バージョンで作成されたファイルには対応しない可能性や、マイグレーションプログラムの販売が中止される可能性もある。

マイグレーションプログラムを使用しないでファイル単位でのコピーによるマイグレーションを実施するという方法も考えられるが、コピープロテクトを回避できない可能性や、CD ドライブから再生する前提で作成されているためにハードディスク上のファイルからでは実行できない可能性がある。

③ マイグレーション所要時間

1枚あたりのマイグレーション所要時間は、CD-ROM の容量と CD ドライブの読出し速度により決まる。マイグレーション時にデータ圧縮を行う場合には、CPU 能力が影響する可能性がある。CD ドライブはその他の技術要素と比べて読み出し速度は非常に遅く、その読出し技術もメディアを回転させることによる振動や空気抵抗などの物理的要因からすでに限界にあると言われており、今後の大きな進歩はないと思われる。このため将来においても CD 読出し速度がマイグレーションの所要時間を決める要因であることは変わらないと思われる。

④ その他の媒体のマイグレーション

この調査では CD-ROM を対象として調査したが、DVD も多数納本されている状況を鑑みれば、これについても同様の調査を実施する必要があると思われる。

⑤ マイグレーションプログラムの要件

電子資料の長期保存とアクセス手段確保という目的からするとマイグレーションプログラムは次のような要件を備えていなくてはならないと言える。

- ▶ プログラムの移行などにより長期間使用可能であること。
- ▶ マイグレーション後のファイル形式が長期間使用可能なものであること。マイグレーションプログラムのバージョンアップに伴い使用不可能とならないこと。
- ▶ マイグレーション後のファイルが CD-ROM 上に存在するものとして扱えること。
- ▶ コピープロテクトが施された CD-ROM もマイグレーションできること。

しかし、現時点ではこれら課題の解決策は見出されていない。引き続き検討すべき課題である。

3. 4. 再生確認

3. 4. 1. エミュレーションおよびファイル形式変換の概要

電子資料の長期的な再生手段を確保するための対策といわれているエミュレーションとファイル形式変換を実施し、その効果と問題点を調査した。

電子資料に含まれるプログラムは、特定の OS 上で動作することを前提で作成されている。この OS 自身も、特定のハードウェア上で動作することが前提となっている。ここで、電子資料の長期保存を考える際、ハードウェアの寿命を考えることが極めて重要である。仮に電子資料のプログラムを数十年から数百年の間保存することができるとしても、ハードウェアがなければ再生することが不可能だからである。このような問題を回避するためには、エミュレーションという作業を行うことが有効であると一般に考えられている。

エミュレーションとは、エミュレータと呼ばれるアプリケーション・ソフトウェアをハードウェアに搭載することによって、別のハードウェアと同等の環境を擬似的に再現することである。すなわち、エミュレータを搭載することによって、新しいハードウェアに古いハードウェアの真似をさせるということである。この調査では、最新のハードウェアにエミュレータを搭載し、その環境下でプログラムを含む電子資料を動作させ、正常な再生が可能であるかどうかを確認した。

一方、データのみ電子資料は、特定の OS 環境ではなく、特定のアプリケーション・ソフトウェアで再生されることを前提として作成されていることが多い。このアプリケーション・ソフトウェアが将来、販売やサポートの中止により、最新環境で稼動しなくなると、それに伴ってデータのみ電子資料も再生できなくなってしまう。この問題を回避するためには、別のアプリケーション・ソフトウェアでも再生ができるように、あらかじめファイル形式を変換しておくことが有効である。この調査では、データのみ電子資料には、ファイル形式の変換、およびこれと同等の技術であるマルチファイルビューワによる再生を試みた。

この調査では、プログラムを含む電子資料を、該当の電子資料を再生するためにその電子資料もしくは同一シリーズの電子資料に限定したアプリケーション・ソフトウェアが必要な電子資料とした。

一方、データのみ電子資料を、頒布されているもしくは頒布されていたアプリケーション・ソフトウェアを用いて再生する前提で作成された電子資料²⁶とした。

²⁶素材集などは、再生専用の固有のアプリケーション・ソフトウェアを収録しているものであっても、一般的なアプリケーション・ソフトウェアで問題なく再生可能であるため、データのみ電子資料に分類した。また、検索用プラグインなどの付随機能のプログラムが同梱されている電子資料も、付随的な機能を除けば一般的なアプリケーション・ソフトウェアで問題なく再生可能であるためデータのみ電子資料に分類した。

3. 4. 2. エミュレーションによる再生確認

3. 4. 2. 1. 再生確認方法

市販のエミュレータ²⁷を使用して旧式OSが稼働するためのゲストOS環境²⁸をOSの種類ごとに用意した。ここに旧式OSをインストールし、電子資料の再生に必要な旧式のOS環境を構築した。

再生確認を行うサンプルとして、マイグレーションによりハードディスク上に作成された電子資料から、プログラムを含むものを100点²⁹選んだ。

再生確認の方法は、電子資料毎に実際に起動させることで、以下のような機能種類の有無を調査し、それぞれの機能ごとに再生結果を確認³⁰した。

表 3. 4-1 エミュレーション再生確認内容

No.	機能種類	機能の有無調査	再生確認内容
1	インストール	当該資料の再生にはインストールが必要か否か	インストール処理が正常に終了するか
2	起動画面	起動直後に表示される画面の有無	正常に起動して起動画面が表示されるか
3	指示に対する動作	各ボタン、エンターキーなどのオペレーションの有無	左記の各動作に対して正しく作動するか
4	静止画像	写真、テキスト、スライドなどの静止画像の有無	文字化け、画像の乱れなどの有無
5	動画	アニメーション、ムービーなどの動画の有無	文字化け、画像の乱れなどの有無
6	音声	音声の有無	雑音などの有無
7	計算、判定	計算、判定などのロジック有無	正常に計算されるかなど
8	検索抽出	検索、抽出機能の有無	検索、抽出結果がユーザの指示どおりか
9	データ記録	次回起動時までのデータ記録機能の有無	データが記録されるか
10	その他	上記以外の機能があれば、その機能概要を調査	左記の機能が正しく動作するか

※ No.1 のインストールが正常に終了できなかった電子資料については、No.2 の起動画面の確認は実施していない。また、No.3～No.10 に関する機能の有無調査は、No.1 のインストールならびにNo.2 の起動画面が再生確認できなかった電子資料については実施していない。

²⁷ 「VMware Workstation 4.5.2」(米国ヴァイムウェア社)を使用した。製品の評価ではなく一般論としての結果を導くことを目的とした。

²⁸ エミュレータによって再現された各OSが稼働する擬似的なハードウェア環境のこと。

²⁹ マイグレーション時にサンプルと予備を含めて126点を無作為に選択済である。その中からプログラムを含む電子資料(後出「P」で始まるサンプルIDのもの)を対象として選択した。

³⁰ 正しい再生のされ方は非エミュレーション環境で確認可能であるが、この調査ではエミュレーション環境でのみ確認した。

3.4.2.2. 再生確認結果

対象の電子資料 100 点での再生確認結果を以下に記述する。一部不完全とは、音声に雑音が混ざるなど、再生はできるものの一部の機能に問題がある資料である。また、再生不能とはインストールが失敗する、または起動画面も表示されない資料である。

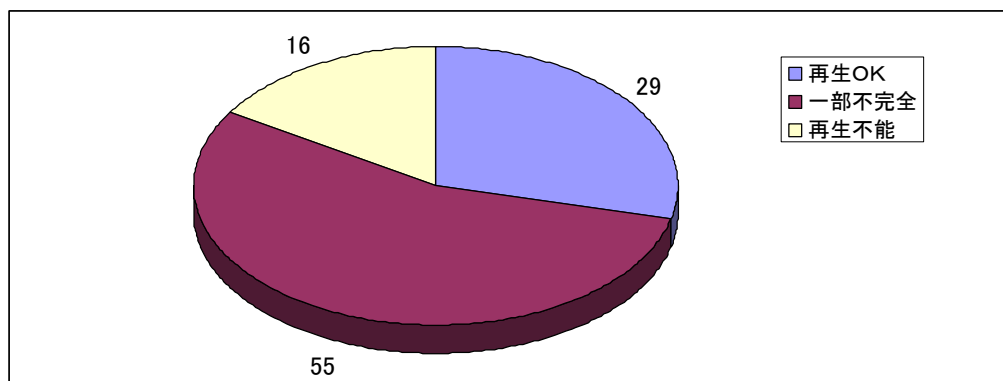


図 3.4-1 エミュレーションによる再生結果

3.4.2.3. OS 別の再生結果

各電子資料の稼働 OS は、対象の電子資料の取扱説明書などに記載された情報から決定した。複数の OS が稼働 OS として記されている場合は、以下の基準で稼働 OS を選択した。

- ① より新しい OS を選ぶ
たとえば、Windows95、Windows98 という記述があるときは Windows98 とする。
- ② より一般的なものを選ぶ
たとえば、Windows9x 系と NT 系の双方の記載があるときは、Windows9x 系とする。

この結果、調査においてプログラムを含む電子資料が動作する OS の分布状況は以下の通りとなった。

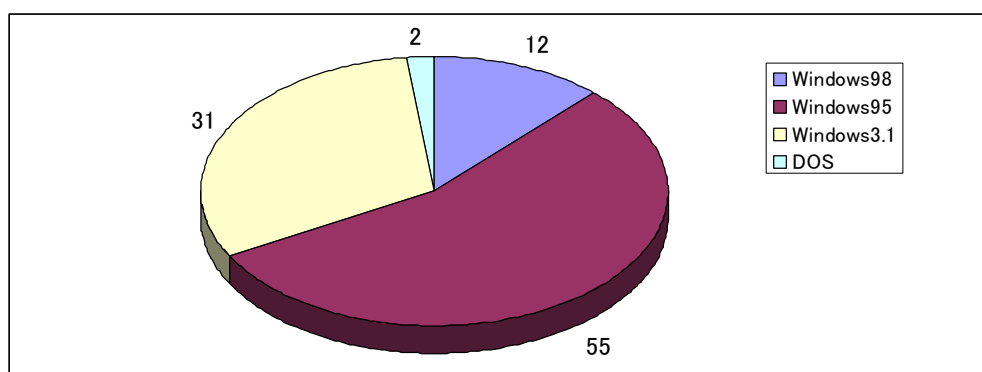


図 3.4-2 エミュレーション対象 OS 分布状況

次に稼働 OS 別の再生結果を記述する。

(1) Windows98

ゲスト OS 環境に Windows98 をインストールして再生環境を構築し再生確認を行った。Windows98 は、比較的新しい OS であることもあり、再生不能なものは 1 点もなかったが、一部不完全なものが 1 点あった。

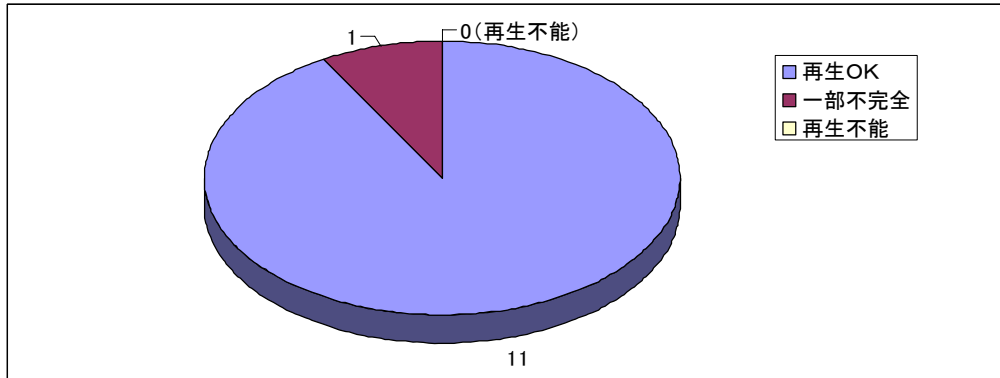


図 3.4-3 Windows98 の再生結果

表 3.4-2 Windows98 ・ 電子資料毎の再生結果

ID サンプル	インストール	起動画面	指示に対する動作	静止画像	動画	音声	計算、判定	検索抽出	データ記録	その他	再生結果
P01	○	○	○	○							○
P02	○	○	○	○				○			○
P03	○	○	○	○	○	○		○			○
P04	○	○	○	○							○
P05	○	○	○	○		○	○		○		○
P06	○	○	○	○	○	○	○				○
P07	○	○	○	○	○	○					○
P08		○	○	○	○	△					△
P09	○	○	○	○		○		○		○	○
P10	○	○	○	○				○			○
P11	○	○	○	○				○			○
P12	○	○	○	○							○

○：再生 OK、△：一部不完全、×：再生 NG、－：機能有無未確認、空白：機能なし

表 3. 4-3 Windows98 の不具合状況

機能種類	当該機能を持つ資料点数	不具合発生 の資料点数	不具合発生率
インストール	11	0	
起動画面	12	0	
指示に対する動作	12	0	
静止画像	12	0	
動画	4	0	
音声	6	1	17%
計算、判定	2	0	
検索抽出	5	0	
データ記録	1	0	
その他	1	0	

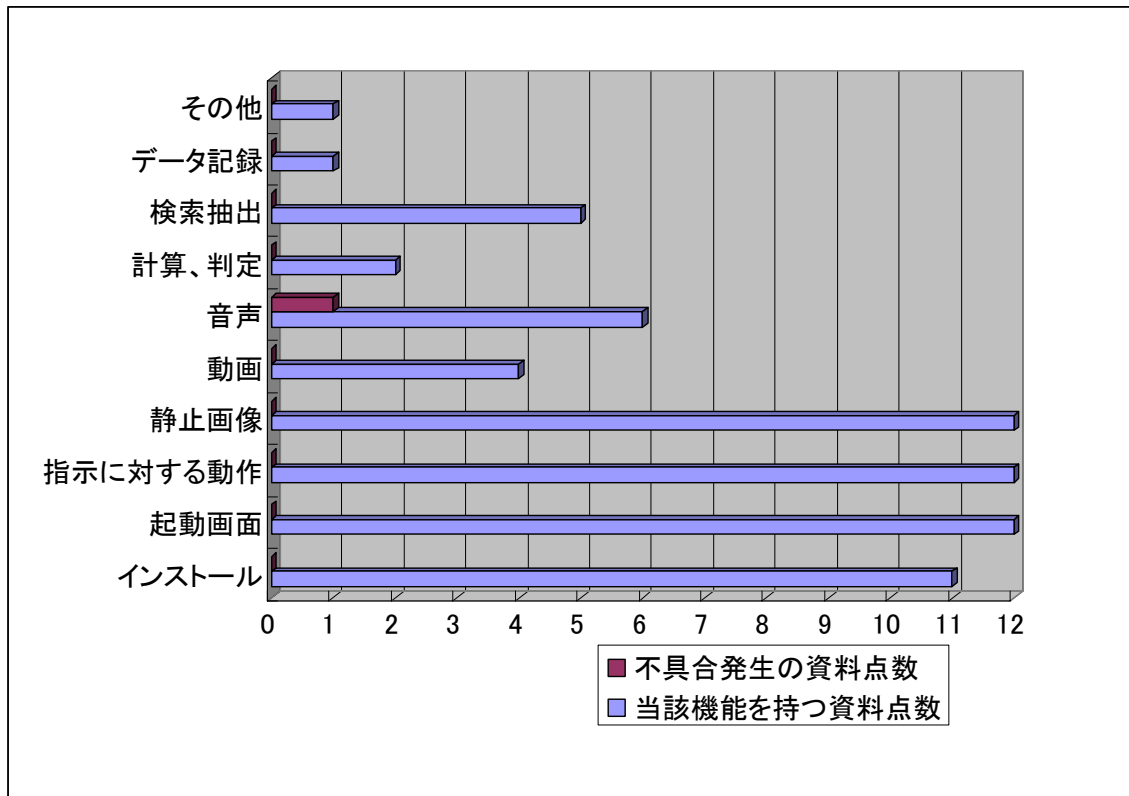


図 3. 4-4 Windows98 の不具合状況

(2) Windows95

ゲスト OS 環境に Windows95 をインストールして再生環境を構築し再生確認を行った。Windows95 では音声の問題が最も顕著であった。再生不能の資料は、すべてオープニング画面表示のタイミングでエラーが発生した。一部不完全なものはほとんどが音声の問題（雑音、再生速度の乱れ）であった。

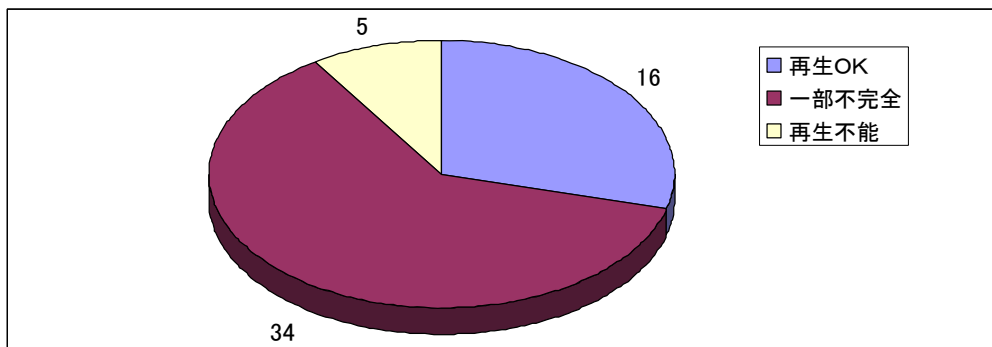


図 3.4-5 Windows95 の再生結果

表 3.4-4 Windows95・電子資料毎の再生結果

ID サンプル	インストール	起動画面	指示に対する動作	静止画像	動画	音声	計算、判定	検索抽出	データ記録	その他	再生結果
P13	○	○	○	○	○	△					△
P14	○	○	○	○		△					△
P15		○	○	○	○	△					△
P16	○	○	△	○	○	○		○			△
P17	○	○	○	○		△					△
P18		○	○	○	○	△					△
P19		○	○	○	○	△					△
P20		○	○	○	○	△					△
P21		○	○	○				○			○
P22		○	○	○		△					△
P23	○	○	○	○		△					△
P24	○	○	○	△				○			△
P25		○	○	○		△	○				△
P26	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P27		○	○	○	○	△					△
P28	○	○	○	○				○			○
P29		○	○	○		△					△
P30		○	○	○	○	△			×	×	△
P31	○	○	○	○	○	△					△
P32	○	○	○	○	○	△				○	△
P33	○	○	○	○	○	○		○	○		○
P34	○	○	○	○		○					○
P35	○	○	○	○		△		○			△
P36	○	○	○	○				○			○
P37	○	○	○	○	○	○					○
P38	○	○	○	○						○	○
P39		○	○	○		△	○	○			△
P40	○	○	○	○		△					△
P41	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×

I D サ ン プ ル	ル イ ン ス ト ー	起 動 画 面	指 示 に 対 す る 動 作	静 止 画 像	動 画	音 声	計 算 、 判 定	検 索 抽 出	デ ー タ 記 録	そ の 他	再 生 結 果
P42	○	○	○	○	○	△					△
P43		○	○	○	○	△					△
P44	○	○	○	○		○					○
P45	○	○	○	○		○					○
P46	○	○	○	○			○				○
P47	○	○	○	○				○			○
P48	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P49		○	○	○	○	△					△
P50	○	○	○	○		△	○		○		△
P51	○	○	○	○		○		○			○
P52	○	○	○	○		△	○		○		△
P53		○	○	○		△					△
P54	○	○	○	○	○	△					△
P55	○	○	○	○		○					○
P56	○	○	○	○				○			○
P57	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P58		○	○	○		△					△
P59	○	○	○	○	○	△			×		△
P60	○	○	△	○		△					△
P61	○	○	○	○	○						○
P62		○	○	○	○	△					△
P63		○	○	○	○	△		○			△
P64		○	○	○	○	△					△
P65	○	○	○	○	○	○					○
P66	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P67	○	○	○	○		△		○			△

○：再生OK、△：一部不完全、×：再生NG、—：機能有無未確認、空白：機能なし

表 3.4-5 Windows95 の不具合状況

機能種類	当該機能を持つ資料点数	不具合発生時の資料点数	不具合発生率
インストール	37	0	
起動画面	55	5	9%
指示に対する動作	50	2	4%
静止画像	50	1	2%
動画	22	0	
音声	41	32	78%
計算、判定	5	0	
検索抽出	13	0	
データ記録	5	2	40%
その他	3	1	33%

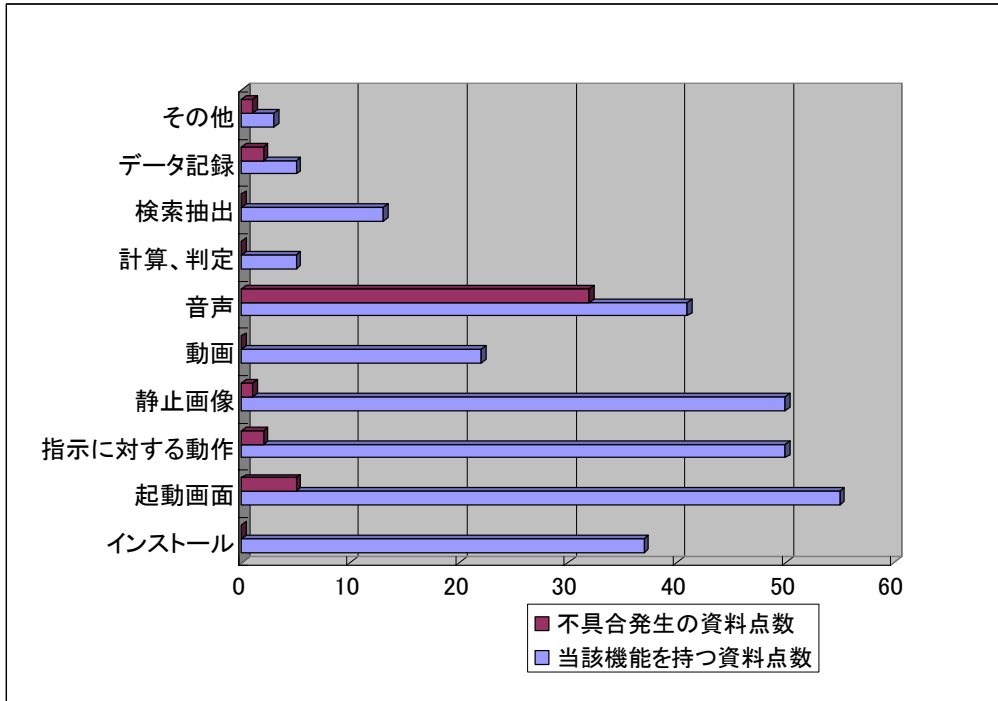


図 3.4-6 Windows95 の不具合状況

(3) Windows3.1 および DOS

ゲスト OS 環境に DOS (J6.1/V) と Windows3.1 をインストールして再生環境を構築し再生確認を行った。Windows3.1 および DOS では再生環境を構築するときに以下の問題が発生したため、完全に再生できた電子資料が極端に少ない結果となった。

① 画面の問題

Windows3.1 および DOS 用のゲスト OS 環境ではエミュレータが VGA (640×480 ドット、16 色) のみをサポートしている。そのため、正常に再生させることはできなかった。

② 音声の問題

ゲスト OS 環境のサウンドボードに対応した Windows3.1 および DOS 用のドライバーが入手できなかった。そのため、音声を再生することはできなかった。

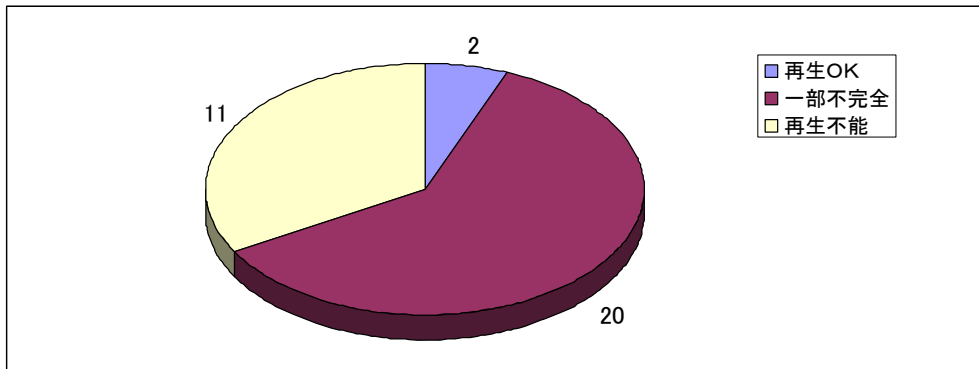


図 3.4-7 Windows3.1 & DOS の再生結果

表 3.4-6 Windows3.1 & DOS・電子資料毎の再生結果

I D	サ ン プ ル	イ ン ス ト ー	起 動 画 面	指 示 に 対 す る 動 作	静 止 画 像	動 画	音 声	計 算 、 判 定	検 索 抽 出	デ ー タ 記 録	そ の 他	再 生 結 果
P68	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P69	○	○	○	○	○				○			○
P70	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P71	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P72	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P73	○	○	○	△			×					△
P74	○	○	○	△			×					△
P75	○	○	○	△			×		○			△
P76	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P77	○	○	○	△	△		×					△
P78	○	○	○	△	△		×					△
P79	○	○	○	△	△		×					△
P80	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P81	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P82	○	○	○	△	△		×		○			△
P83	○	○	△	△	△		×					△
P84	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P85	○	○	○	△					○			△
P86	○	○	○	△	△		×					△
P87	○	○	○	△	△		×		○			△
P88	○	○	○	△	△		×					△
P89	○	○	○	△	△		×					△
P90	○	○	○	△	△		×					△
P91	○	○	○	△	△		×					△
P92	○	○	○	△	△		×					△
P93	○	○	○	△	△		×					△
P94	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P95	○	○	○	○	○		×	○		○		△
P96	○	○	○	△	△		×	○		○		△
P97	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
P98		○	○	△	△		×					△
P99	○	○	○	○	○				○	○		○
P100	○	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×

○：再生 OK、△：一部不完全、×：再生 NG、—：機能有無未確認、空白：機能なし

表 3.4-7 Windows3.1 & DOS の不具合状況

機能種類	当該機能を持つ資料点数	不具合発生時の資料点数	不具合発生率
インストール	32	2	6%
起動画面	31	9	29%
指示に対する動作	22	1	5%
静止画像	22	19	86%
動画	17	15	88%
音声	19	19	100%
計算、判定	2	0	0%
検索抽出	6	0	0%
データ記録	3	0	0%
その他	0	0	0%

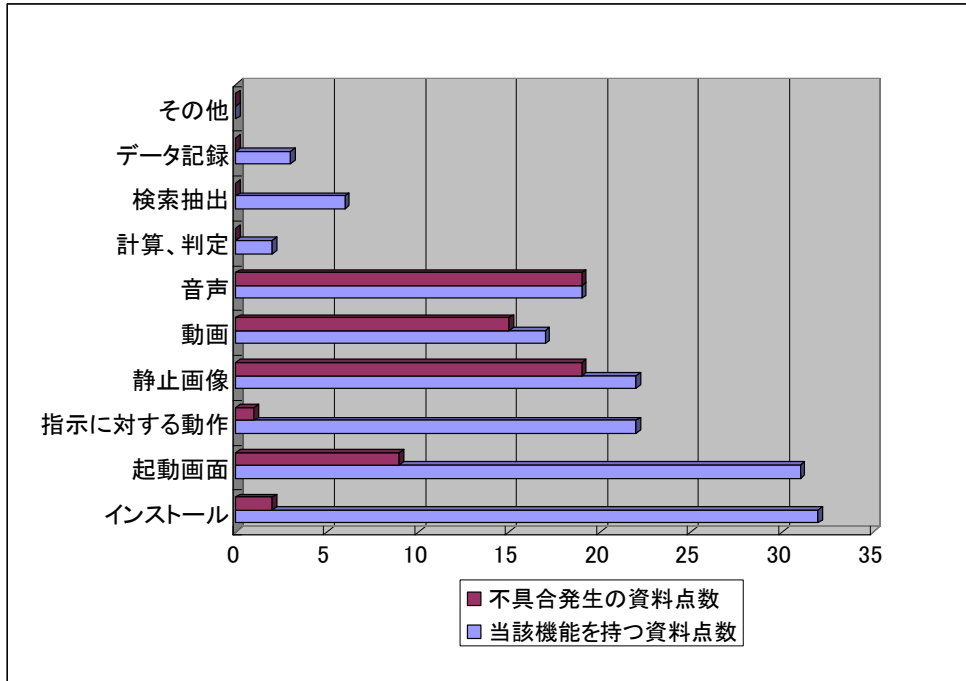


図 3.4-8 Windows3.1 & DOS の不具合状況

3. 4. 3. ファイル形式変換、マルチファイルビューワを使用した再生確認

ハードディスクへマイグレーションを実施した電子資料からデータのみ電子資料をサンプルとして 100 点³¹を選択し、ファイル形式変換プログラムを用いた変換と再生確認およびマルチファイルビューワを用いた再生確認を行った³²。

3. 4. 3. 1. 再生確認

(1) 電子資料の種類

サンプルとしたデータのみ電子資料 100 点の内容を調査すると、以下の 4 つに大別されることが判明した。

① 素材集など

多種多様なファイル形式を含むが、それぞれのファイルの関連性がなく、個別に再生するもの。電子資料に含まれる多数のファイルから、利用したい 1 ファイルを取り出して使用する。

② ブラウザで再生する HTML 文書

HTML 形式のファイルは、HTML ファイル単独ではなく、様々な形式のデータファイルを組み合わせ、関連付けて再生される。HTML 形式ファイル同士のハイパーリンクによる関連付けのほか、画像・動画・音声・その他アプリケーション・ソフトウェアのデータも組み合わせ使用するのが少なくない。

③ 電子書籍・辞書

電子書籍類は、データ本体とその制御情報によって構成されている。付随する制御情報によって、データの内容に合わせた表現が行われたり、データの検索を行えるようになっている。EPWING (JIS-X4081「日本語電子出版検索データ構造」) や、J-BISC (国立国会図書館蔵書目録) が該当する。

④ その他

上記いずれにも当てはまらないもの。たとえば、PDF データに動画ファイルが付随しているものなどがあつた。

³¹マイグレーションした 352 点の電子資料のうち、データのみ電子資料は 110 点存在した。この中から無作為に 100 点 (後出「D」で始まるサンプルIDのもの) を選択した。

³²ファイル形式変換には「リッチ・テキスト・コンバータ 2004 for Windows」(アンテナハウス(株)) を使用した。また、マルチファイルビューワには「Multi File Viewer自在眼 8」(アンテナハウス(株)) を使用した。製品の評価ではなく一般論としての結果を導くことを目的とした。

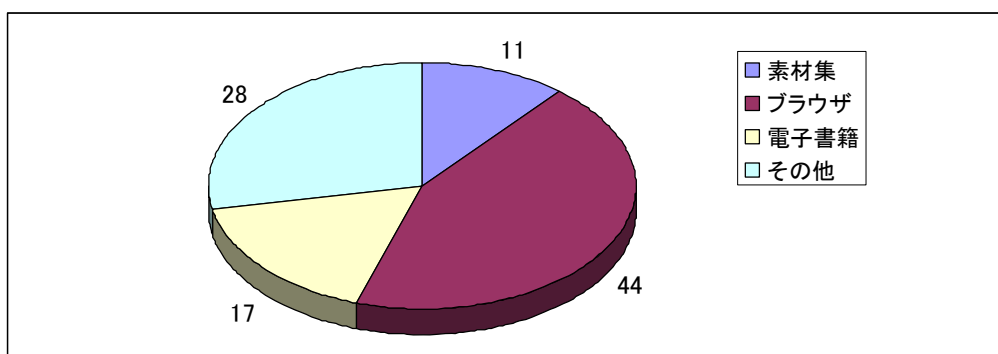


図 3.4-9 データのみの電子資料の分類

ファイル形式変換プログラムによるファイル形式変換は1ファイルごとに行われる。そのため、「②ブラウザで再生する HTML 文書」は、ファイル形式変換すると連携している他ファイルとの関連が失われ、1ファイルごとに変換することはできても、元のコンテンツの形で再生することはできなくなる。また、「③電子書籍」は、制御情報を参照しながらデータ本体を再生するという、密接なデータの連携があるため、いずれかのファイルを取り出して利用することができない。つまり、「②ブラウザで再生する HTML 文書」と「③電子書籍」についてはファイル形式変換を行うことは困難である。

マルチファイルビューワも1ファイルごとに表示が行われる。そのため、ファイル形式変換と同様の理由で「②ブラウザで再生する HTML 文書」と「③電子書籍」は再生することができない。

(2) 電子資料に含まれるファイル形式の種類

ファイル形式には様々なものがあるが、規格化された形式と規格化されていない形式とに分けることができる。規格化され、仕様が公開されているファイル形式のものであれば、これに対応するアプリケーション・ソフトウェアが複数存在し長期的な再生も比較的容易に達成できると思われる。したがって規格化された形式のものであればファイル形式変換を行う必要性は低い。ファイル形式変換を行うことが相応しいファイルが含まれている電子資料を特定するために、全ての電子資料について、それが含むファイル形式を調べた。

電子資料に含まれる全てのファイル形式を列挙することは困難であるために、下表ではファイル形式を HTML、画像、動画、音声、マイクロソフト・オフィス文書（以下、オフィス）、テキスト、電子書籍、その他に分類し、さらに分類毎に規格のあるファイル形式と規格のないファイル形式に分けている。規格の有無については、データの形式や書式が公開され、データを作成するための規格が存在するものとした。

表 3.4-8 電子資料に含まれるファイル形式の種類

サンプルID	分類	HTML		画像		動画		音声		オフィス	テキスト		電子書籍		その他	
		規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし
D01	電子書籍													○		
D02	素材集			○												
D03	素材集			○							○					
D04	電子書籍												○			
D05	素材集			○							○					
D06	素材集			○							○					
D07	素材集			○		○										
D08	素材集			○							○					
D09	電子書籍										○		○			
D10	素材集			○							○					
D11	電子書籍										○		○		○	
D12	ブラウザ	○		○				○								
D13	ブラウザ	○														
D14	ブラウザ	○							○						○	
D15	電子書籍												○		○	
D16	ブラウザ	○														
D17	電子書籍			○							○		○			
D18	電子書籍										○		○		○	
D19	素材集			○				○			○				○	
D20	その他										○					
D21	ブラウザ	○									○					
D22	ブラウザ	○							○							○
D23	ブラウザ	○									○					○
D24	その他			○							○					○
D25	その他			○							○					
D26	その他										○					○
D27	ブラウザ	○				○										

サンプルID	分類	HTML		画像		動画		音声		オフィス	テキスト		電子書籍		その他	
		規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし
		D28	その他										○			
D29	ブラウザ	○		○	○					○	○				○	○
D30	その他			○			○				○					○
D31	その他									○	○				○	
D32	ブラウザ	○	○								○					○
D33	ブラウザ	○	○	○		○	○	○			○				○	○
D34	ブラウザ	○	○								○					
D35	ブラウザ	○		○		○	○			○	○				○	○
D36	ブラウザ	○									○					○
D37	その他									○	○				○	
D38	ブラウザ	○	○	○			○	○			○				○	○
D39	電子書籍										○		○		○	
D40	電子書籍												○			
D41	ブラウザ	○	○													
D42	その他										○					○
D43	ブラウザ	○								○	○					
D44	その他			○		○					○				○	○
D45	ブラウザ	○		○							○	○				
D46	ブラウザ	○									○					○
D47	素材集									○	○					
D48	電子書籍					○	○	○			○		○		○	
D49	その他						○				○				○	○
D50	電子書籍												○		○	
D51	ブラウザ	○									○					
D52	ブラウザ	○	○													
D53	ブラウザ	○		○	○					○	○	○			○	○
D54	電子書籍			○		○	○				○			○		
D55	その他															○
D56	ブラウザ	○	○								○				○	
D57	その他					○					○				○	○
D58	電子書籍												○		○	
D59	ブラウザ	○														
D60	その他										○				○	
D61	ブラウザ	○		○							○					
D62	その他							○		○	○					
D63	電子書籍												○		○	
D64	素材集			○				○			○				○	
D65	ブラウザ	○														○
D66	ブラウザ	○								○	○				○	○
D67	その他										○				○	
D68	その他					○					○				○	○

サンプルID	分類	HTML		画像		動画		音声		オフィス	テキスト		電子書籍		その他	
		規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし	規格あり	規格なし
D69	電子書籍										○		○		○	
D70	その他			○			○			○	○				○	○
D71	ブラウザ	○	○	○			○	○	○	○	○				○	
D72	ブラウザ	○		○						○	○	○			○	○
D73	ブラウザ	○														
D74	その他			○							○					○
D75	ブラウザ	○		○	○	○	○			○	○	○			○	○
D76	ブラウザ	○								○	○				○	○
D77	その他										○				○	○
D78	その他										○					○
D79	ブラウザ	○								○	○					○
D80	ブラウザ	○									○					
D81	その他			○	○		○									
D82	その他						○				○					○
D83	ブラウザ	○		○		○										
D84	ブラウザ	○														○
D85	その他															○
D86	ブラウザ	○								○	○					
D87	ブラウザ	○													○	
D88	電子書籍	○									○		○		○	
D89	ブラウザ	○		○				○			○				○	
D90	電子書籍			○										○		
D91	ブラウザ	○														
D92	ブラウザ	○	○				○				○				○	○
D93	その他						○				○					○
D94	ブラウザ	○					○			○						
D95	ブラウザ	○				○				○					○	
D96	ブラウザ	○						○			○					
D97	その他										○					○
D98	その他									○						
D99	素材集			○				○			○				○	
D100	その他										○					○

○：対象ファイル形式が含まれることを表している。

表 3.4-8 における、ファイル形式と分類の対応を下表に示す。

表 3.4-9 ファイル形式の分類

分類	規格の有無	ファイル形式の種類	左記形式を含む電子資料の点数
HTML	規格あり	HTML ³³ , CSS, VRML, JavaScript, MIDI ³⁴ など	45
	規格なし	Director ³⁵ , Flash, QuickTime ³⁶ など	9
画像	規格あり	BMP, GIF, JPEG, WMF, アイコン, PhotoCD, PostScript など	33
	規格なし	AI ³⁷ , PCX, sgi	4
動画	規格あり	AVI, MPEG	7
	規格なし	QuickTime, Director ³⁸ , ScreenCamなど	18
音声	規格あり	WAVE, AU, MIDI など	13
	規格なし	EUP, FMB, PMB	1
オフィス	規格なし	DOC, XLS, PPT, PPS, MDB ³⁹	21
テキスト	規格あり	TEXT, C, CSV, SQL, TeX など	69
	規格なし	VBP, FRM	4
電子書籍	規格あり	電子ブック ⁴⁰ , EPWING	12
	規格なし	エキスパンドブック ⁴¹ , DTONIC, J-BISC	5
その他	規格あり	FONT ⁴² , CAB, HELP, ZIP, Rich Text Format, GZ, BinHex, 航海用電子海図 ⁴³ など	41
	規格なし	PDF, AutoCAD, 一太郎, 花子, Lotus123 など	36

³³リンクしているGIF, JPEGを含む。

³⁴ブラウザ上で再生するもののみを含む。Windows Media Playerなどで再生するものは、音声の分類とした。

³⁵Directorの動画のうち、プラグインを使用してブラウザ上で再生するDCR形式のみを含む。

³⁶QuickTimeの動画(MOV形式)のうち、Webブラウザ上でQuickTimeプラグインを使用して再生するもののみを含む。QuickTimeプレイヤーなどで再生するものは、動画の分類とした。

³⁷AI形式の画像は、内部はEncapsulated PostScriptと同じものであるが、拡張子が異なり、Adobe Illustratorで使用することを前提としているため、別形式とした。

³⁸Directorの動画のうち、Director本体やShockwaveプレイヤーなどで再生するDIR, DXR形式のみを含む。

³⁹MDBファイルは、読取専用だと使用できないため、ハードディスクなど書き込み可能な場所にコピーし、ファイルのプロパティより読取専用の設定を外す必要がある。

⁴⁰一般的に「電子ブック」と言われるが、この名称はソニーの商標である。規格名は、EB, EBXAとなる。

⁴¹エキスパンドブックは、ボイジャー社独自の規格だが、青空文庫で使われるなど、広く普及している形式である。

⁴²Windowsフォントは、Windowsシステムフォルダ内にコピーして、他のアプリケーションなどから使用するもので、通常はフォントデータファイルのみを再生することはない。しかし、素材集などには含まれることが多い。

⁴³国際水路機関(IHO)が規定したS-57フォーマット。

(3) 変換・再生対象の検討

PDF形式のデータについては、電子文書のデータ形式として一般に広く普及しており、再生が容易で中長期的には問題が出にくいと考えられるために、規格化されたファイル形式と同様に扱うことが適切であると思われる。以上を踏まえ、ファイル形式変換を行う対象は、素材集とその他の電子資料のうち、規格化されていない形式のファイル（PDF形式を除く）で構成される電子資料とした。マルチファイルビューワでの再生対象も同様のものとした。

表 3.4-10 電子資料の点数およびファイル形式変換対象

分類	点数	規格ありまたはPDF形式の点数	変換・再生の対象点数
素材集など	11	9	2
その他の電子資料	28	15	13

以上により、ファイル形式変換プログラムおよびマルチファイルビューワを適用する対象の資料点数は、15点となった。

(4) 再生確認結果

対象となった電子資料についてファイル形式変換プログラムおよびマルチファイルビューワを適用した結果は以下の通りである。

表 3.4-11 ファイル形式変換・マルチファイルビューワによる再生結果

分類	変換・再生の対象点数	形式変換およびマルチファイルビューワ再生成功点数	いずれも失敗した点数
素材集など	2	1	1
その他の電子資料	13	1	12

ファイル形式変換およびマルチファイルビューワによる再生に成功した電子資料はいずれも同じ電子資料で、含まれていたファイル形式はDOC (Microsoft Word 文書) 形式およびXLS (Microsoft Excel ブック) 形式であった。ファイル形式変換プログラムで変換した形式はPDF形式で、問題なく再生することができた⁴⁴。

⁴⁴今回変換を行ったファイルには、マクロなどは含まれていなかった。もし、マクロなどが含まれたデータファイルであれば、データ変換を行った場合には、マクロは動作しなくなると考えられる。

3.4.3.2. アプリケーション・ソフトウェアの入手可能性

ファイル形式変換、マルチファイルビューワを使用した再生確認では適用できる電子資料自体が少ないことが判明した。デジタルコンテンツの再生は前提としている環境で再生することが、最も作成側の意図した結果を得られる方法である。そこで、サンプルとして選定したデータのみ電子資料 100 点について、再生に必要なアプリケーション・ソフトウェアを調査し、その入手可能性を調査した。再生アプリケーション・ソフトウェアが指定されていない、あるいは不足している電子資料も存在したが、電子資料の内容を確認することでアプリケーション・ソフトウェアを特定した。

(1) 調査方法

データのみ電子資料 100 点について、再生に必要なアプリケーション・ソフトウェアを電子資料に付随する取扱説明書などの情報、および電子資料の内容から確認し、入手可能性を調査した。再生アプリケーション・ソフトウェアが指定されていない、またはその情報が記されていない電子資料も存在したが、電子資料の内容を確認することでアプリケーション・ソフトウェアを特定した。

アプリケーション・ソフトウェアの入手可能性は、メーカーのホームページの情報を元に判断した。メーカーのホームページ上にて販売・配布が確認できたアプリケーション・ソフトウェアは、入手可能とした。メーカーのホームページ上に情報がない、または販売終了となったものは、入手不可とした⁴⁵。フリーウェアや汎用的なファイル形式を使用したものについては、オンラインソフト配布サイト⁴⁶にて再生アプリケーション・ソフトウェアを検索し、入手可能性を調査した。

(2) 調査結果

① 指定バージョンの入手可能性

指定されているバージョンのアプリケーション・ソフトウェアの入手可能性は次の通りである。

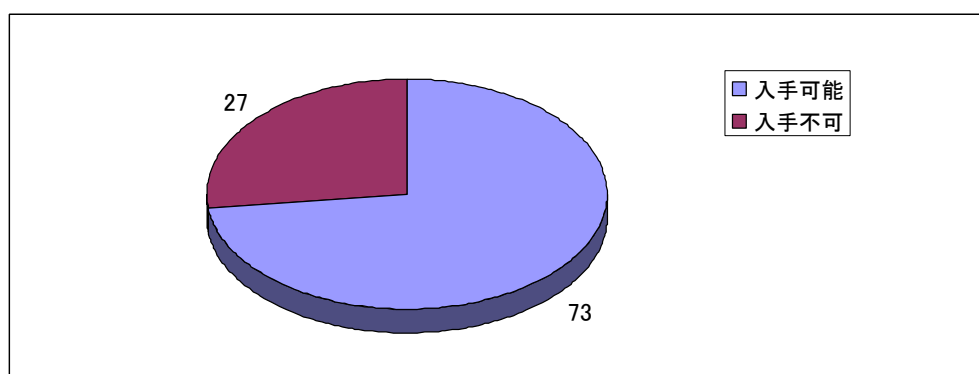


図 3.4-10 指定バージョンの入手可能性

およそ 3/4 のアプリケーション・ソフトウェアが入手可能であった。この内には、CD-ROM に該当アプリケーション・ソフトウェアを収録している物も含まれる。

⁴⁵流通在庫および中古市場は考慮していない。

⁴⁶Vector (<http://www.vector.co.jp/>) を使用した。

② 最新バージョンの入手可能性

指定されているアプリケーション・ソフトウェアの最新バージョンの入手可能性についても調査した。アプリケーション・ソフトウェアの場合は上位互換性が保たれることが多いためである。結果を下図に示す。最新バージョンであれば、ほとんど全てのアプリケーション・ソフトウェアが入手可能であった。

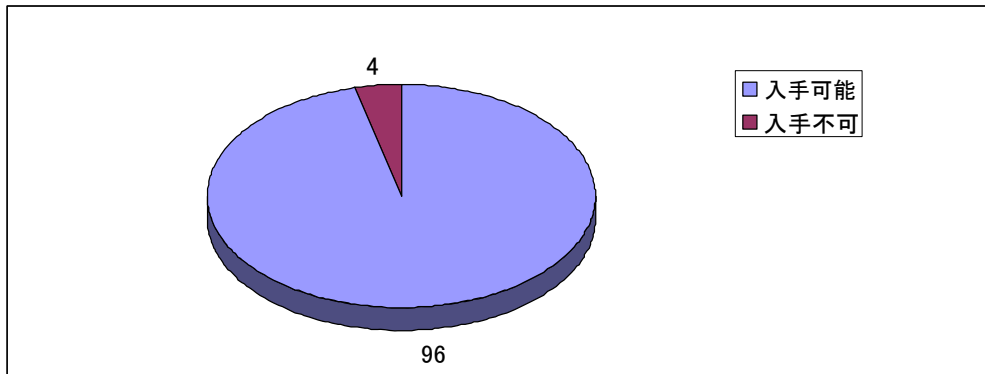


図 3.4-11 最新バージョンの入手可能性

③ 入手可能性が低いもの

最新バージョンのアプリケーション・ソフトウェアであっても入手が困難であり、再生もできなかったファイル形式を含む電子資料は4点あった。

表 3.4-12 アプリケーション・ソフトウェアの入手が困難なファイル形式

ファイル形式	名称	アプリケーション・ソフトウェア	説明	サンプル ID
Bamba Video	Bamba インターネット・ビデオ	Bamba Player	IBM 社が開発した、インターネット上でビデオ配信をするための動画ファイル。Bamba Player や Plug-In 等で再生する。	D33
PAN	Panoram File	PanoramIX Plug-In	IBM 社が開発した、360 度パノラマ画像を作成・表示するソフト PanoramIX のパノラマデータファイル。PanoramIX Plug-In を使用することで、Web 上でパノラマ画像を表示することができる。	D33
sgi	Silicon Graphics Image	不明	米 Silicon Graphics 社が開発した、同社製ワークステーション用画像形式。	D75
FMB ⁴⁷	不明	不明	FM-TOWNS で使われる音声形式。FM 音源用。	D71
PMB ⁴⁸	不明	不明	FM-TOWNS で使われる音声形式。PCM 音源用。	D71
C4	CANDY4ファイル	CANDY4	(株)アイフォーの CAD ソフト「CANDY4」で作成された図面データ。	D53
CWJ	クラリスワークス文書	クラリスワークス	ワープロソフトのクラリスワークスで作成された文書ファイル。	D53

⁴⁷FM-TOWNS用のファイル形式であるが、サンプルD71 は平成 11（1999）年に刊行されたWindows95/98 用の電子資料である。

⁴⁸同上。

3. 4. 4. 考察

(1) エミュレーション

① エミュレーションの効果

長期的にはエミュレーションは必須だと思われるが、調査により、現時点ではエミュレーションが特効薬とはならないことが明らかになった。

② エミュレータのエミュレーション能力

調査では Windows98、Windows95 では音声に雑音が混ざるなどの問題が顕著であり、更に、Windows3.1 および DOS では音声に加えて画像の問題が発生し、結果として完全に再生された割合は約 3 割となった。これは調査で使用したエミュレータ特有の結果であるかもしれないが、音声などを完全に再現することの難しさを表しているといえる。現時点では、完璧なエミュレーションは困難だと考えざるを得ない。

また、市販のエミュレータは、より需要の高い環境を再現するように開発される傾向があり、同じエミュレータでもバージョンが上がると旧式 OS 用のエミュレーション能力が下がる可能性がある。今回の再生結果でも、より古い世代の OS の方が再生できた割合が少ないことにその傾向が現れている。

③ 長期的アクセス維持手段としてのエミュレータの要件

電子資料への長期的アクセスを確保するためには、エミュレータは、以下の要件を備えていることが必要である。

- ▶ ハードウェア環境や OS 環境に依存しないで旧式ハードウェア環境を再現できること
- ▶ 各ゲスト OS に対応した各種デバイスドライバが入手可能で、旧式ハードウェア環境を再現できること
- ▶ エミュレータがバージョンアップされても、旧バージョンがサポートしていた旧式 OS 環境が新バージョンにおいてもサポートされ続けること

しかし、通常はエミュレータ自体も特定の OS で動作するために、そのままでは長期的に使いつづけることはできない。このため、エミュレータ上で旧式のエミュレータを動作させることや、多くのハードウェア上で比較的容易に実装可能な仮想マシン上で動作するエミュレータを開発することなどが必要と思われる。

④ 旧式環境維持の必要性

長期的にはエミュレーションは避けられないが、ハードウェアや OS など再生に必要なもの一式を維持しつづけることが、はるかに容易であり、完璧なエミュレータの登場までは必要だと言える。

(2) ファイル形式変換、マルチファイルビューワ

① ファイル形式変換の対象

データのみ電子資料のサンプル 100 点について調査したところ、ファイル形式変換およびマルチファイルビューワの適用対象となった電子資料は 15 点と予想外に少なかった。更に変換および再生確認ができた資料は 2 点と少なかった。対象外となった電子資料の大多数が HTML などの複数のファイルが関連性を持ちながらコンテンツとして再生する資料であった。

② 電子資料単位の変換

HTML などの複数ファイルが関連性をもつ電子資料に対しては、ファイル単位の変換ではなく電子資料単位で、複数ファイルの関連性が維持されるように変換を行う必要がある。この場合、例えば始点となるファイルを指定するなど、電子資料単位での判断が必要となる。

③ ファイル形式変換によらないアクセス維持の方法

現時点では、コンテンツの再生に必要なアプリケーション・ソフトウェアの入手は容易であり、調査では最新バージョンを使用するならばサンプル 100 点中 96 点までがそのアプリケーション・ソフトウェアを入手可能であることが分かった。再生に必要なアプリケーション・ソフトウェアは、そのファイル形式の仕様を所有しているメーカーから販売されている場合がほとんどであり、より完全な再生を行うことができると予想される。しかし、上位互換が保たれることが多いと思われるが、最新バージョンのアプリケーション・ソフトウェアで旧バージョンのデータが正しく再生されるかどうかは不明である。また、アプリケーション・ソフトウェアはそれが動作するための環境を必要とするが、この環境を維持しつづけることも課題となる。

④ 長期的アクセス維持手段としてのファイル形式変換

データのみを電子資料を再生するためには、必要なアプリケーション・ソフトウェアを入手することが、最も多くのコンテンツの再生を行え、更に完全な再生を行う有効な手段である。ファイル形式変換プログラムやマルチファイルビューワは、今回調査の長期保存の観点では適用可能な対象が非常に限定的であり、長期的なアクセス維持のための手段としては有効性が低いと考えざるを得ない。

3. 5. コピープロテクト、メタデータ

調査を通して判明したコピープロテクトの使用状況とメタデータの作成について報告する。

3. 5. 1. コピープロテクト

平成 16 年度の調査においては、コピープロテクトの調査自体は主な目的ではないが、コピープロテクトが問題となったこともあった。

① コピーそのものを防止するタイプ

コピー自体を防止するタイプのコピープロテクトのためにマイグレーション作業が終了しないものが 2 件⁴⁹あった。

【概要】

- ・種類名 : SafeDisc V1
- ・手法 : 意図的にエラーデータを記録し、読み取り時にエラーを発生させることでコピーを困難にする技術⁵⁰

【対処法】

本技術の導入当初に比べてドライブの読み取り精度が向上しているため、現在では流通しているCD-R/RW対応のドライブのほぼ全てで読み出しが可能であるといわれている⁵¹。

しかし、その所要時間は使用するドライブによって差が大きく、長時間に及ぶ場合もあるという。

② ユーザの認証を行うもの

正当なユーザであることを示す情報を入力しない限り利用できないものがあつた。

【概要】

インストール時にシリアル番号を入力しなくてはならないものと、実行時にユーザ ID を入力しなくてはならないものがあつた。

【対処法】

電子資料に付随する取扱説明書から該当する情報を入手することによって、インストールおよび再生が可能となつた。

調査でコピープロテクトが判明した資料はわずか 4 点であつたが、実際にはより多くの電子資料にコピープロテクトが施されていた可能性がある。国立国会図書館が将来大規模なマイグレーションを行う場合に起こる可能性のある問題を知るためには、コピープロテクトについても十分に調査を行う必要があるといえる。

この調査では平成 11 年度以前に受け入れた電子資料を対象として調査したが、コピープロテクトが長期保存に及ぼす影響を調査するためには、コピープロテクト技術の進歩と多様化を踏まえ、平成 11 年度以降に受け入れた電子資料も対象としたコピープロテクトについての調査が必要であると思われる。

⁴⁹状況としては 1 時間たつても終了せず、更にマイグレーションプログラムの予測終了時間が 10 時間近い表示となつたため処理を中断した。その CD についてコピープロテクトの種類を調べるプログラムを用いて調査したところコピープロテクトが施されていることが判明した。

⁵⁰同様なコピー自体を防止する手法に、SecuRom: 特殊なデータ領域を使用する方式、RingPROTECH: 年輪のようなエラーセクタ埋め込む方式、alpha-ROM: 順読みではコピー不可能な重複セクタ方式 などがある。

⁵¹CD革命/Virtual Ver. 8.0~Ver. 8.5 特殊プロテクト調査報告
(<http://www1.ark-info-sys.co.jp/protectrepo/index.html>) を参考にした。

3. 5. 2. メタデータ

国立国会図書館における現在の電子資料の管理方法では、媒体と取扱説明書、マニュアルは、パッケージに同梱されており再生するために必要な OS、CPU 能力、メモリサイズなどの情報は容易に取得できる。しかし、長期的な保存のためにハードディスクへマイグレーションすると、これらの情報から切り離されてしまうことになる。したがって、マイグレーションする場合は、再生するために必要なメタデータもともに記録し、保存対象の情報との関連も維持する必要がある。

(1) メタデータの作成

マイグレーション時に作成したメタデータ項目は次のものである。

表 3.5-1 メタデータ項目一覧

分類	再生条件項目	内容
動作環境 (ハード)	CPU	CPU種類、クロック数などの条件
	メモリ	メモリの最低必要サイズ、推奨サイズ
	ディスプレイ	解像度、色数
	CD-ROMドライブ	CD読出しスピードの条件など
	音声	有無、サウンドボードの種類
	その他	上記以外のハードウェアの条件
動作環境 (ソフト)	OS	動作可能なOS
	アプリケーション・ソフトウェア	再生するために必要なソフトウェア
	その他	上記以外のソフトウェアの条件

メタデータを作成するために掛かった時間は電子資料 1 点あたり約 7 分⁵²であった。

(2) 再生確認時に必要な情報

上記メタデータが再生確認作業に必要な情報の全てと考えていたが、シリアル番号やユーザ ID が必要な電子資料や、追補版であったために本体版を必要とする電子資料があった。

① シリアル番号

インストール時にシリアル番号の入力が必須である電子資料が存在した。

② ユーザ ID

インストールはできたが、起動時にユーザ ID を入力しないと起動できない電子資料が存在した。

③ 追補版電子資料

インストールは正常に終了するが、起動時に本体版が必要である旨のエラーメッセージが表示された。

(3) 長期保存と利用のためのメタデータ

メタデータは、電子資料に付随する取扱説明書、マニュアルなどから作成したが、そこに記されている情報の内容、記述形式は多様であった。

シリアル番号やユーザ ID なども利用のためには必要な情報であるが、あくまでサンプル調査で判明したにすぎない。調査では、同梱されている紙媒体の資料を参照しつつ電子媒体を再生するように作成されている電子資料もあった。実際にインストールを行い、起動し、利用しない限り、必要性が判明しない情報も存在すると思われる。パッケージや、そこに同梱されてい

⁵²メタデータの作成作業はマイグレーション作業と並行して実施した。よって、総作業時間=3,960 分 から ①CD付替えなどに要した時間=1,068 分 ②コピープロテクトによる待ち時間=120 分 ③マイグレーション終了待ち時間=60 分 ④その他(資料返却など)=400 分 を減算して求めた。

るものに記載されている情報全てをメタデータとして扱い、記述することは難しい⁵³。

ハードウェアの動作環境に関する記述には、ハードウェア環境の飛躍的な能力向上によって現在では意味をなさない記述⁵⁴も多数あった。電子資料の取扱説明書に記載されているのは電子資料が作成された時点での動作環境にすぎないため、長期的な利用を可能にするためのメタデータとしてそのまま使うことは適切ではない。動作環境についての記述は、必要不可欠の技術要素（OS、CPU、アプリケーション・ソフトウェアなど）とその最低基準（CDドライブ速度、必要メモリサイズなど）を記すものがあるが、所属する技術の系統（例えば、x86系のCPUであることなど）などの情報も扱う必要があると思われる。

長期保存と利用のためには、パッケージなどに記されている動作環境などの記述の多様性を踏まえ、利用のために必要なその他の情報の扱いを検討し、必要なメタデータ要素とその記述内容、さらにはパッケージ系電子出版物の何を元にそれらを記述するのかといった記述規則についても定める必要がある。

⁵³したがって電子媒体に記録されたビット列とメタデータだけで利用提供を行うことは困難である。パッケージおよび同梱されている紙媒体の資料と一緒に利用提供する必要がある。

⁵⁴CD-ROMドライブ速度が2倍速以上であることなど。

4. おわりに

これまで各章ごとにパッケージ系電子出版物に関する平成 15 年度調査、平成 16 年度調査について、それぞれ述べてきた。平成 15 年度の利用可能性調査では相当数の電子資料の利用に問題があることが明らかになった。その結果を受けた平成 16 年度の調査では、長期保存のための手法といわれるマイグレーションとエミュレーションが必ずしも現時点での実際的な対策ではないことも明らかになった。しかしこれらの手法は調査環境に大きく依存するため、パッケージ系電子出版物の長期的な保存と利用に有効ではないと結論付けることは早急であり、更なる調査研究が必要である。

電子情報にはパッケージ系電子出版物のほか、ウェブ情報に代表されるインターネット情報などもあり、長期的な保存や利用にあたっては同様の問題や課題を抱えている。

これらの電子情報を長期的に保存し将来的な利用を保証するためには、データそのものを保存するとともに、再生環境（再生用アプリケーション・ソフトウェア、OS、再生機器など）もセットで長期的に維持管理していく必要がある。それぞれの電子情報に最適な再生環境を包括的に収集し維持していくことも考えられるが、媒体や再生機器が短寿命であることから、これでは短期的な対策と言わざるを得ない。また再生環境が多種、多様で、媒体などの規格の移り変わりが激しい電子情報の長期保存の手法としては、やはりマイグレーション・エミュレーションは不可欠のものである。

加えて、再生環境（あるいはエミュレーションされた環境）を維持していくためには、電子情報の属性情報、すなわち電子情報のファイル形式やその再生環境に関するメタデータの付与・維持管理が必須となる。

一方で電子情報の長期保存の問題は、保存機関だけで対応できない問題でもある。先に述べたメタデータの維持管理・標準化やファイル形式の標準化・規格化などの課題は、国・学術機関、情報通信技術関連企業、アーカイブ機関などの関係機関や、製作者などの関係者や関係団体と連携・協力して取り組まなければ解決できない。さらにこれらの問題以外にも、著作権の問題など制度の整備も重要である。

国立国会図書館ではこれまでの調査研究を踏まえ、平成 17 年度から電子情報の長期的な保存と利用のために、NDL デジタルアーカイブシステムの開発に着手した。これは国際標準である OAIS に準拠した長期保存システムを構築し、利用に不可欠な各種メタデータスキーマの設計を行い、永続的なストレージに電子情報を保存していこうというものである。

電子情報の長期的な保存と利用を実現していくためには、この NDL デジタルアーカイブシステムの開発とともに、関係機関との連携・協力体制の構築など喫緊の対応が求められている。

付録1 エミュレータの例

エミュレータは多数開発され、頒布されている。販売されているものもあるが、多くは個人が作成したものである。オープンソースとなっているものもある。参考までにエミュレータの例を以下に記す。下表は網羅的なものではない。また、表で記したエミュレータの使用や入手を推奨するものでもない。

表 A-1 エミュレータの例

エミュレーションにより再現する環境	エミュレータ名称	エミュレータ動作環境
任天堂ファミリーコンピュータ	Aphrodite	DOS
	basicNES 2000	Win、DOS
	BioNES	Win、DOS
	CMNES	Win
	DarcNES	Win、DOS、Unix/Linux
	DNE	Win
	DreamNES	Win、DOS
	DRR-NES	DOS
	EmilNES	Unix/Linux
	EmuSchool	Win
	FakeNES	Win、DOS、Mac、Unix/Linux
	FakeNES WIP	Win、DOS
	Fantasia	Win、DOS
	FCE Ultra	Win、DOS、Mac、Unix/Linux
	FCFAN98	Win
	FE	Win、DOS
	fwNES	Win、DOS、Unix/Linux
	fwNES98	DOS
	G-NES	Win、DOS
	GrayBox	Mac
	GrayBox Classic	Mac
	HyNES	Win、DOS
	iNES	Mac、Unix/Linux
	InfoNES	Win、DOS、Unix/Linux
	Jnes	Win、DOS
	LazyNES	Win
	LissNES	Win、DOS
	Little John	Win
	Little John New Generation	Unix/Linux
	loopynes	Win、DOS
	macFC	Mac
	madNES	DOS
	MarioNES	Win、DOS
MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux	
mIRCNES	Win、DOS	
NE	Win、DOS	

NES 9x	DOS
NES496	Win
NES4PC	Win
NesEmu8	Win
NESMac	Mac
Nessie	Win, DOS
NESten	Win, DOS
nester	Win, DOS
nesterJ	Win, DOS
NESticle	Win, DOS
Nestopia	Win, DOS, Mac
Nestra	Unix/Linux
NEStron	Win, DOS
NextFCE	Unix/Linux
Nintendulator	Win, DOS
NinthStar NES	Win, DOS
NNNesterJ	Win, DOS
Nofrendo	Win, DOS, Unix/Linux
Pasofami	Win
PCNES	DOS
pNesX	Win
Pretendo	Win
Reminesce	Win, DOS
rew	Win
RockNES	Win, DOS, Mac, Unix/Linux
RockNES X	Win
Shatbox	Win, DOS
SleepNES	DOS
SMYNES	Win
SMYNES	Win, DOS
Squeem	Win, DOS
SwNES	Win
SwNES	Win, DOS
TextNES	Win, DOS
Turbo Nes	Win
TuxNES	Unix/Linux
UberNES	Win, DOS
Ultee	Win
Ultimate Nes	DOS
unofficial nester	Win
VirtuaNES	Win, DOS
Vortendo	Win
WinNES	Win
XNes	DOS, Mac, Unix/Linux
YAME	Win

スーパーファミコン	CHAMPI SNES	Win
	ESNES	Win、DOS
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	NLKE	Win、DOS
	NLKSNES	Win、DOS
	Peer's SNES 9X Tracer	Win、DOS
	Silhouette	Mac
	SNEeSe	Win、DOS
	SNem	Win、DOS
	SNEmul	Win、DOS
	SNEqr	Win、DOS
	SNES Professional	DOS
	SNES97	Mac
	SNES9x	Win、DOS、Mac
	Snes9xGL	Win、DOS
	SNESGT	Win、DOS
	SNEShout	Win、DOS
	Super Pasofami	Win、DOS
	TheSE	Win、DOS
	Unofficial Snes9x	Win
	USNES	Win、DOS
	Virtual Super Wild Card	Mac
	VSMC	Win、DOS、Mac
ZSNES	Win、DOS	
NINTENDO64	1964	Win、DOS
	Apollo	Win、DOS
	Blade64	Win、DOS
	Corn	Win、DOS
	Daedalus	Win、DOS
	Daedalus-Lkb	Win、DOS
	Dream64	Win、DOS
	Fake64	Unix/Linux
	Mac TrueReality	Mac
	Mupen64	Win、DOS、Mac、Unix/Linux
	N64 VM	Win、DOS
	NEmu	Win、DOS
	Nemu64	Win
	NIN64	Win、DOS
	NINCEST 64	Win、DOS
	NSFE	Win、DOS
	Pagan	Win、DOS
	PC64	Win、DOS
	Project 64	Win、DOS
	Project Unreality	Win、DOS
	Project64	Win

	Project64k	Win、DOS
	SixtyForce	Mac
	Sunset	Win、DOS
	SupraHLE	Win、DOS
	TR64	Win、DOS
	TrueReality	Mac、Unix/Linux
	TRwin	Win、DOS
	Ultra 64	Win、DOS
	UltraHLE	Win、DOS
	UltraHLE 2064	Win、DOS
GameCube	Dolphin	Win、DOS
	Dolwin	Win、DOS
	gcube	Win、DOS、Unix/Linux
	WhineCube	Win、DOS
ゲームボーイ	Boycott	Mac、Unix/Linux
	cingb	Unix/Linux
	DBOY	DOS
	FondleGB	DOS
	GameBoy98	Win
	GameLad	Win
	GBE	DOS、Unix/Linux
	GBEmu	Win
	GBfanPlus	Win
	GBMac	Mac
	GBSIM	DOS
	Gngb	Unix/Linux
	gnuboy	Mac、Unix/Linux
	GooBer	Unix/Linux
	Hash	Win
	HeboWin	Win
	HelloGB	Win
	HyperBoy	Win
	K.G.B.	Win
	KiGB	Mac、Unix/Linux
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	NO\$GMB	DOS、Win
	PlayBoy	Mac
	prototype-D	Win
	rew.	Win
	SMYGB	Win
	TGB	Win
	TGB Dual	Win
	TKGBC	Win
	VenGaboyTK	Unix/Linux
	VGB	Win、DOS、Unix/Linux

	VGBMac	Mac
	Victoly Boy	Mac
	Virtual Gameboy	Mac
	VirtualGameBoyColor	Win
	VisualBoy	Win
	WINBOYCOTT	Win
	XGB	Win
	Yage	Win
	YAME	Win
ゲームボーイアドバンス	BoyCott Advance	Win、 Mac、 Unix/Linux
	DreamGBA	Win
	iGBA	Win
	PlayBoy Advance	Mac
	VGBA	Unix/Linux
	VirtualGameBoyAdvance	Win
	VisualBoy Advance	Win、 Mac、 Unix/Linux
セガマスターシステム	BRSMS	Win、 DOS
	Calypso	Win、 DOS
	CHASMS	Win、 DOS
	Dega	Win、 DOS、 Unix/Linux
	eSMS	Win、 DOS
	FoolsSMS	Win、 DOS
	FreezeSMS	Win、 DOS
	GGBoy	Win、 DOS
	Message	Win、 DOS
	MasterGear	Win、 DOS、 Mac、 Unix/Linux
	Masterlator	Win、 DOS
	MEKA	Win、 DOS
	MEKANIX	Unix/Linux
	MEKAW	Win、 DOS
	MesaDX	Win、 DOS
	MESS	Win、 Mac、 DOS、 Unix/Linux
	MGX	Win、 DOS
	NeoSMS	Win、 DOS
	Past-O-Rama	Win、 DOS
	Saya RX-SMS	Win、 DOS
	SegaG3	Win、 DOS
	SMaSher	Win、 DOS
	SMS Plus	Win、 DOS、 Mac
	Wakalabis	Win、 DOS
メガドライブ	DGen	Win
	Genecyst	DOS
	GenEm95	Win
	Generator32	Win
	GENS	Win

	KGen98	DOS
	Megasis	Win
	MESS	Win、 Mac、 DOS、 Unix/Linux
	SGE	DOS
	VEGAS	Win
	VGen	DOS
	WinAGES	Win
	Xega	Win
セガサターン	A-SATURN	Win、 DOS
	Cassini	Win、 DOS
	GiriGiri Debugger	Win、 DOS
	Hyperion	Win、 DOS
	PC-Saturn	Win、 DOS
	Project Titan	Win、 DOS
	Satan	Win、 DOS
	Sat'On'Em	Win、 DOS
	Satourne	Win、 DOS
	Saturnin	Win、 DOS
	Semu	Unix/Linux
	SSE	Win、 DOS
	SSEmu	Win、 DOS
	SSF	Win、 DOS
	UltraSat	Win、 DOS
	Yabause	Win、 DOS、 Mac、 Unix/Linux
Dreamcast	Chankast	Win、 DOS
	DreamEMU	Win、 DOS
	Dreamer	Win、 DOS
	Nightmare	Win
	Swirly	Unix/Linux
Game Gear	BRSMS	Win、 DOS
	Calypso	Win、 DOS
	CHASMS	Win、 DOS
	Dega	Win、 DOS、 Unix/Linux
	eSMS	Win、 DOS
	FoolsSMS	Win、 DOS
	FreezeSMS	Win、 DOS
	GGBoy	Win、 DOS
	Massage	Win、 DOS
	MasterGear	Win、 DOS、 Mac、 Unix/Linux
	Masterlator	Win、 DOS
	MEKA	Win、 DOS
	MEKANIX	Unix/Linux
	MEKAW	Win、 DOS
	MesaDX	Win、 DOS
	MESS	Win、 Mac、 DOS、 Unix/Linux

	MGX	Win、DOS
	NeoSMS	Win、DOS
	Past-O-Rama	Win、DOS
	Saya RX-SMS	Win、DOS
	SegaEMU	Win
	SegaG3	Win、DOS
	SMAsher	Win、DOS
	SMS Plus	Win、DOS、Mac
	Wakalabis	Win、DOS
ワンダースワン	Cygne	Win、DOS
	Oswan	Mac
	WSCamp	Win
ネオジオ	Danji	DOS
	Gekko	Win、DOS
	Gngeo	Unix/Linux
	Kawaks	Win、DOS
	KBMAME	Win、DOS
	NeoCD	Win、DOS
	NeoCD/SDL	Win、DOS、Unix/Linux
	NeoDanji	Win、DOS
	NEOGem	Win、DOS
	NeoGeo CD Emulator	Win、DOS
	NeoRage	DOS
	NeoRageX	Win
	Neo-RAGEx	Win、DOS
	NMAME	DOS
ネオジオポケット	Koyote	Win
	LAME?	Win
	NeoPocott	Win、Mac、Unix/Linux
	NEOPOP	Win
	NeoPop-SDL	Unix/Linux
	NGPOCKET	Win
3DO	FreeDO	Win、DOS
プレイステーション	4EverPSX	Win、DOS
	AdriPSX ILE	Win、DOS
	Bleem!	Win、DOS
	ConnectixVirtualGameStation	Win
	ePSXe	Win、DOS、Unix/Linux
	FlareStorm	Mac
	FPSE	Win、DOS
	Jackal	Win、DOS
	PCSX	Win、DOS、Unix/Linux
	pkemu	Win
	PSEmu	Win
	PSEmu/PSEmu Pro	Win、DOS

	PSInex	Win、DOS
	PSMac	Mac
	PSXeven	Win、DOS
	Psyke	Win、DOS
	Sope	Unix/Linux
	The Pi	Mac
	Virtual Game Station	Win、DOS、Mac
プレイステーション2	EMUtion Engine	Win、DOS
	neutrinoSX2	Win、DOS
	PCSX 2	Win、DOS、Unix/Linux
	PS2Emu	Win、DOS
XBOX	Cxbx	Win、DOS
	Xeon	Win、DOS
アーケード	Callus	DOS
	Callus95	Win
	CPS2Burn-JK	Win
	CPS2mame	DOS
	CPS2MAME32j	Win
	EmeraldMAME32jk	Win
	FinalBurn	Win
	FinalBurnHack	Win
	HauMAME	DOS
	HauMAME32	Win
	impactemu	Win
	Kaillera	Win
	Kawaks	Win
	MAME	DOS
	MAME32	Win
	MAME32j	Win
	MAME32jn	Win
	MAME32jp	Win
	NEBULA	Win
	RAINE	DOS
	RAINE32	Win
	StretchMame32	Win
PC エンジン	DeePCE	Win
	HU6280-DirectX Beta Test...	Win
	Hu-GO	DOS
	MagicEngine	Win、DOS
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	npce	Win
	pce	Win
	rew.	Win
	VPCE	Win
	xpce	Win

	YAME	Win
PC-6001	iP6 Plus	Win
	P6001V	Win
PC-8801	M88	Win, DOS
	MESS	Win, Mac, DOS, Unix/Linux
	PC88Win	Win, DOS
	Quasi88	Unix/Linux
	X88000	Win, DOS, Unix/Linux
PC-9801	ANEX86	Win, DOS
	Neko Project II	Win, DOS, Mac
	PC98E	Win, DOS, Unix/Linux
	T98	Win, DOS
	T98-Next	Win, DOS
	T98vmm	Win, DOS
	Virtual 98	Win, DOS
MSX	blueMSX	Win, DOS
	BRMSX	Win, DOS
	CJS MSX Emulator	Win, DOS
	fMSX	Win, DOS, Mac, Unix/Linux
	fMSX FAN	Win, DOS, Unix/Linux
	fMSX for Win95	Win
	fMSX SO	Win, DOS
	fMSX/MacOS	Mac
	fMSX98/AT(AT)	DOS
	fMSXMS-DOS	DOS
	fMSX-SDL	Win, DOS
	freeM	Mac
	FreeMSX	Mac
	MESS	Win, Mac, DOS, Unix/Linux
	MSKISS	Win, DOS
	MSX Emulator	Win, DOS
	MSXPLAYer	Win, DOS
	NLMSX	Win, DOS
	NO\$MSX	Win, DOS
	openMSX	Win, DOS
	P ParaMSX	Win
	ParaMSX	Win, DOS
	Power MSX	Win, DOS
	RedMSX	Win, DOS
	RuMSX	Win, DOS
	SVGAMSX	Unix/Linux
	Virtual MSX	Win, DOS
WOOM!	Win, DOS	
Zodiac	Win, DOS, Mac	
X68000	AX68K	Win, DOS

	EX68	Win、DOS
	Keropi (WinX68K)	Win、DOS
	Libvm68k	Unix/Linux
	Virtual X68000	Unix/Linux
	Win68K	Win
	WinX68k High-Speed	Win、DOS
	X68000	Mac
	X68000 Emulator PPC	Mac
	XM6	Win、DOS
	けろびー	Win
Sharp MZ	EmuZ-2000	Win
	EmuZ-2500	Win
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	MZ700Win	Win
	MZ800emu	Win
	Z80x	Win
Sharp X1	X1 EMU	DOS
	X1 Millenium	Win
	X1WIN	Win
FM 7	XM7	Win
FM TOWNS	うんづ(UNZ)	Win
Apple I	Cocoa Pom I	Mac
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	Sim6502	Mac
Apple II][In A Mac	Mac
	Apple //e Emulator	Win、DOS
	Apple II Oasis	Win、DOS
	ApplePC	Win、DOS
	Appler	Win、DOS
	AppleWin	Win、DOS
	Bernie][The Rescue	Mac
	Catakig	Mac
	Dapple	Win、DOS
	Dapple][Win、DOS
	Gus	Mac
	iGS	Mac
	iGS-Mac	Mac
	Ile	Mac
	KEGS	Unix/Linux
	Kegs32	Win、DOS
	KEGS-OSX	Mac
	MacE	Mac
	MESS	Win、Mac、DOS、Unix/Linux
	OpenPhoenix	Mac
	OSXII	Mac

	Stop the Madness	Mac
	Virtual][Mac
	XGS DOS	Win, DOS
	XGS/32	Win, DOS
Apple III	Sara	Mac
Macintosh	Basilisk II	Win, DOS, Unix/Linux
	Basilisk II/JIT	Unix/Linux
	EmMac	Win, DOS
	Executor	Win, DOS, Unix/Linux
	Fusion	DOS
	MESS	Win, Mac, DOS, Unix/Linux
	MOL	Unix/Linux
	PearPC	Win, DOS
	SheepShaver	Unix/Linux
	SoftMac XP	Win, DOS
	vMac	Win, DOS
Atari ST	Echo	Win, DOS
	FAST	Win, DOS
	Gemulator 2000	Win, DOS
	Gemulator Classic	Win, DOS
	Hatari	Mac, Unix/Linux
	NoSTalgia	Mac
	PaCifiST	Win, DOS
	PowerST	Mac
	SainT	Win, DOS
	Steem Engine	Win, DOS
	STew	Win, DOS
	STonX	Win, DOS, Unix/Linux
	TOSBOX	Win, DOS
	WinSTon	Win, DOS
	XSteem	Unix/Linux
Commodore Amiga	Akiko	Win, DOS
	Experimental UAE	Mac
	Fellow	Win, DOS
	MacUAE	Mac
	UAE	Win, DOS, Unix/Linux
	xFellow	Unix/Linux
Commodore 64	C64S	Win, DOS
	CCS64	Win, DOS
	Come Back 64	Win, DOS, Unix/Linux
	ec64	Unix/Linux
	Emu64	Win, DOS
	Free64	Win, DOS
	Frodo	Win, DOS, Mac, Unix/Linux
	GameBase 64	Mac

	Hoxs64	Win、DOS
	Mac64	Mac
	PC64	Win、DOS
	Pfau Zeh	Unix/Linux
	Power64	Mac
	SIDekick	Mac
	SIDPlay	Mac
	VB64	Win、DOS
	VICE	Win、DOS、Mac、Unix/Linux
	Win64	Win、DOS
TRS-80	TRS-80	Mac
	TRS-80 Colour Computer Emulator	Win、DOS
	CoCo 3	Win、DOS
	Virtual MC-10	Win、DOS
	xtrs	Unix/Linux
日立ベーシックマスターレベル 3	ベーシックマスターレベル 3 エミュレータ	Win
PC/AT 互換機	Microsoft Virtual PC 2004	Win
	VMWare	Win、Linux

付録2 変換プログラムの例

変換プログラムも多数開発され頒布されている。エミュレータとは異なり、販売されているものが多い。参考までにその例を以下に記す。

下表は網羅的なものではない。また、使用を推奨するものでもない。

表 A-2 変換プログラムの例

名前	発売	動作環境	対応ファイル形式
GraphicConverter Carbon	Lemke Software GmbH	Mac	175種以上のファイル形式に対応 PICT, Startup-Screen, PDF, MacPaint, TIFF, RIFF, PICS, 8BIM, 8BPS/PSD, JPEG/JFIF, GIF, PCX/SCR, GEM-IMG/-XIMG, BMP, ICO/ICN, PIC (16 bit), FLI/FLC, TGA, MSP, PIC (PC Paint), SCX (ColorIX), SHP, WPG, PBM/PGM/PPM, CGM (only binary), SUN, RLE, XBM, PM, IFF/LBM, PAC, Degas, TINY, NeoChrome, PIC (ATARI), SPU/SPC, GEM-Metafile, Animated NeoChrome, Imagic, ImageLab/Print Technic, HP-GL/2, FITS, SGI, DL, XWD, WMF, Scitex-CT, DCX, KONTRON, Lotus-PIC, Dr. Halo, GRP, VFF, Apple IIgs, AMBER, TRS-80, VB HB600, ppat, QDV, CLP, IPLab, SOFTIMAGE, GATAN, CVG, MSX, PNG, ART, RAW, PSION, SIXEL, PCD, ST-X, ALIAS pix, MAG, VITRONIC, CAM, PORST, NIF, TIM, AFP, BLD, GFX, FAX, SFW, PSION 5, BioRad, JBI, QNT, DICOM, KDC, FAXstf, CALs, Sketch, qtif, ElectricImage, X-Face, DJ1000, NASA Raster Metafile, Acorn Sprite, HSI-BUF, FlashPix等
VINC	レコソフト(株)	Win, Mac	60種類以上のファイル形式に対応 Text, Recowrite, Egword, Clarisworks, AppleWorks, MacWrite II, MSWord, RTF, HTML, GIF, JPEG, TIFF, PNG, TGA, Photoshop, QuickTime Image, MacPaint, Silicon Graphics 等

自在眼8	アンテナハウス(株)	Win	BMP, FlashPix, JPEG, MacPaint, Kodak PhotoCD, Mac QuickDraw, PNG, Adobe PhotoShop5.0, PaintShopPro5.x, TIFF, CCITT Fax3(G3:B/W), WordPerfect Graphics V1.0, 2.0, PICT, Excel, MIDI, Video for Windows, QuickTime Movie, MPEG 1 Video, MPEG 1 Audio, MPEG 4Video, Windows Media Audio, Windows Media Video, Access, Paradox, dBASE, 桐, BinHex, LHA, PKZip, TAR, Z-compression, GZ-compression, UUencode, 一太郎, MS Word for Windows, MS Word for Macintosh, RTF, オーロラエース, 新松, 松, Lotus AmiPro, LANWORD for Windows(95/NT), 文豪, HTML, EGWORD, MacWrite II, クラリスワークス 4, AppleWorks, OASYS, OASYS5000, 文豪JX, RUPO, 文豪 HYPER 7, TOSWORD, 文豪ミニ5, 書院, 文豪ミニ7, U1PRO, LANWORD(PTOS), パナワード, キヤノワード, U1B, リポート, サンワード, ワードパル, ワープロエース, カシオワード, Lotus 1-2-3, MS Excel for Windows, MS Excel for Macintosh, OASYS 1-2-3, FileMaker PRO, MS PowerPoint, MS PowerPoint98 Macintosh Edition 等
リッチテキストコンバータ	アンテナハウス(株)	Win	ワープロ専用機(OASYS, TOSWORD, 書院, LANWORD, 文豪, U1PRO, パナワード, U1B, サンワード, ワープロエース, リポート, ワードパル, カシオワード)のファイル形式, ワードプロソフトのファイル形式(jxw, atr, ctl, jsj, jaw, jtw, jbw, juw, jfw, jvw, jtd, jtt, bun, doc, sod, aad, jtx, wps, rtf, sam, fmt, oas, dwd, cwj, txt, html, pdf, クラリスワークス, Apple Works, MacWrite II, EGWORD), その他のファイル形式(xls, wj2, wj3, wk4, 123, fmj, fp5, jad)

*Win : Windows 上で動作するもの。Mac : Macintosh 上で動作するもの。

視覚障害その他の理由でこの本を活字のままでは読むことができない人の利用に供するために、この本をもとに録音図書（音声訳）、拡大写本又は電子図書（パソコン等を利用して読む図書）の作成を希望される場合には、国立国会図書館まで御連絡ください。

【連絡先】 国立国会図書館総務部総務課
〒100-8924 東京都千代田区永田町 1-10-1 電話 03-3506-3306

図書館調査研究リポート No.6 (NDL Research Report No.6)

パッケージ系電子出版物の長期的な再生可能性について

平成 18 年 3 月 10 日 発行

編集・発行 国立国会図書館関西館事業部図書館協力課
〒619-0287 京都府相楽郡精華町精華台 8-1-3
電話 0774-98-1448 FAX 0774-94-9117

印刷・製本 株式会社明新社
〒630-8141 奈良県奈良市南京終町 3 丁目 464 番地
電話 0742-63-0661 (代表) FAX 0742-63-0660

ISBN 4-87582-633-8

http://www.ndl.go.jp/jp/library/lib_research.html

©2006 National Diet Library All rights reserved.

本文用紙は中性の再生紙を使用しています。

