

デジタルゲームの物理的保存に関する保存科学的アプローチ ——「介入レベル階層モデル」を用いた総合的戦略に向けて

尾鼻 崇 (立命館大学映像学部 特任准教授)

E-mail bana@fc.ritsumeai.ac.jp

小出 治都子 (ZEN 大学 コンテンツ産業史アーカイブ研究センター 准教授)

細井 浩一 (ZEN 大学 教授/コンテンツ産業史アーカイブ研究センター所長)

要旨

本論は、デジタルゲームという複合素材文化財の保存が抱える「静態保存」と「動態保存」のジレンマに対し、「ヴァリアブル・メディア・ネットワーク(VMN)」の理論を応用し、保存科学の知見に基づいた「介入レベル階層モデル」を提案する。このモデルは、目的に応じて予防保存からデータ移行に至る最適な手法を選択するための指標であり、科学的で統合的な保存戦略の確立を目指すものである。

Abstract

This paper examines the longstanding dilemma between static and dynamic preservation in the context of digital games, which constitute highly complex and composite cultural artifacts. To address this issue, it advances a conservation framework grounded in levels of intervention and informed by both conservation science and the principles of Variable Media Network (VMN) theory. By delineating intervention levels that range from preventive conservation to data migration, the framework provides a rigorous basis for determining the most appropriate preservation methodology in accordance with defined objectives. The overarching aim is to articulate a coherent and holistic strategy capable of supporting the long-term conservation of digital games.

0. はじめに

デジタルゲームの物理的媒体、すなわち家庭用ゲームや PC ゲームで用いられるカートリッジやディスク、フロッピーディスクや CD-ROM、大型のアーケードゲーム筐体やプリント基板は、単一の物質から成るのではなく、プラスチック、金属、紙、木材、シリコンなど多種多様な素材から構成される「複合素材オブジェクト」である。しかし、これらのオブジェクトの長期保存は、科学的根拠に基づいた専門的なアプローチを必要とする。

国内外の主要なゲーム保存機関として、国外では The Strong National Museum of Play¹⁾や Video Game History Foundation (VGHF)²⁾、Embracer Games Archive³⁾があり、国内でも NPO 法人ゲーム保存協会や立命館大学、国立国会図書館がある⁴⁾。各館は各々の事情にあわせて保存ポリシーを定めており⁵⁾、例えば国立国会図書館では、納本制度に基づき国内で頒布されたゲームソフトを収集し、国民共有の文化的資産として後世に継承するため、他の収蔵品と同等の環境で保存が行われている⁶⁾。このように、ゲームの保存は美術品や公文書の保存と同様の厳密さを要求される専門分野へと成熟しつつある

といつてよい。

しかし、デジタルゲームの保存実践は「物質的証拠としてのオリジナル保存(静態保存)」と「プレイ可能な状態の維持(動態保存)」というジレンマに常に直面しており、この根本的課題に対して一貫した判断基準が必要となる。

本論の目的は、近隣領域であるメディアアート保存の分野で用いられる理論的枠組みを応用し、デジタルゲームという文化資源に最適化された保存戦略を模索することにある。本論ではグッゲンハイム美術館の「ヴァリアブル・メディア・ネットワーク(VMN)」を継承しつつデジタルゲームに特化した「介入レベル階層モデル」を提案する⁷⁾。これは、一点制作のメディアアートとは異なるゲームの特性を考慮し、物質的真正性と機能的・体験的真正性の両立を目指す、保存の目的に応じた最適な介入度合いを判断するための分析ツールである。

そのために、まず第 1 章で、国際的な諸機関の用語体系を援用し、保存活動の基盤となる「予防保存」の原則と環境管理について整理する。次に第 2 章では、物質科学の観点から、ゲームを構成する材質の固有の劣化メカニズムを分析し、科学的介入の根拠を明らかにする。

そして第3章では「介入レベル階層モデル」を詳説する。以上の議論を通じ、学芸員、アーキビスト、レジストラ、研究者、そして個人収集家に、デジタルゲームという複雑な文化資源を次世代に継承するための明確な指針を提供することを目指す。

1. 予防保存の原則と環境管理

本論では、デジタルゲームの保存議論を広範な文化遺産保存の文脈に位置づけるため、国際博物館会議・保存委員会 (ICOM-CC) が定義する国際的な専門用語体系を準用する⁸⁾。

ICOM-CC によれば、「保存」とは有形文化遺産を保護し、現在および未来の世代がアクセスできるようにするための全ての措置と活動を指す包括的な用語である。この「保存」は、大きく「予防保存」「応急処置」「修復」の三つの概念に分類され、その中でも、現代の保存活動の中核をなすのが、将来の劣化や損失を回避・最小化することを目的とする「予防保存」である⁹⁾。一方、文化遺産に直接介入する活動として、現在進行中の損傷を停止させる「応急処置」や、安定した状態にある文化遺産の鑑賞や理解を容易にするための「修復」が定義されている。

本章は、「予防保存」の理念のもと、美術品や古文書の保存に関する国際基準をデジタルゲームに応用する際の基本原則、ならびに具体的な環境管理手法を詳述する。予防保存の核心は、ICOM-CC や文化財保存修復国際センター (ICCROM) が提唱するように、「オブジェクトの素材や外観に干渉しない間接的な活動を通じて、将来の劣化を回避・最小化する」という理念にある¹⁰⁾。これは、問題が発生するたびに直接的な修復処置を繰り返すのではなく、オブジェクトが置かれる環境そのものを安定させ、安全に保つことへと思考を転換するものである。The Strong National Museum of Play が 50 万点以上の収蔵品に対して体系的な予防措置を実施しているように、こうしたアプローチはすでにいくつかのゲームアーカイブ機関のコレクション管理の根幹となっている。

この理念を実践に移すための理論的支柱となるのが、カナダ保存研究所 (CCI) と ICCROM が主導するリスクマネジメントの枠組みである。そして、米国国立公園局 (NPS) の『Museum Handbook』や、東京文化財研究所の実践報告などは、具体的な環境基準や手順を示す上で重要な実践的指針となる¹¹⁾¹²⁾。本章では、これらの国際的な理念と実践的ガイドラインを横断的に参照し、デジタルゲーム保存に応用するための基本原則を詳述する。

さらに、現代の予防保存は、CCI と ICCROM が主導するリスクマネジメントの手法に基づいている¹³⁾。これは、コレクションに影響を及ぼす可能性のある全てのリスクを特定し、文化遺産の価値や対策の費用対効果を考慮して、優先順位の高いものから対策を講じて

いく体系的なアプローチである。この手法により、保存活動は計画的で予防的なモデルへと移行することが可能である。リスクマネジメントを実践する上で有効なモデルが、CCI の提唱する「10 の劣化要因」である。これは文化遺産に対するリスクを包括的に評価する枠組みであり、物質にとって特に重要なのは、「物理的な力」「水」「生物」「汚染物質」「光」「温度」「相対湿度」などである。

中でも温度と相対湿度の管理は、あらゆる化学反応の速度を支配する最も重要な環境要因である。温度は、化学反応は温度が 10°C 上昇すると速度が約 2 倍になるという「アレニウスの法則」が目安となるため、低温環境を維持することは、紙の酸加水分解やプラスチックの化学的劣化など、あらゆる劣化反応を遅らせる最も効果的な手段となる¹⁴⁾。相対湿度は、水を介して進行する化学反応の触媒となり、高湿度はカビの発生や金属の腐食を誘発する一方で、過度の乾燥は紙や一部のプラスチックを脆化させる。

特定の理想値を維持すること以上に重要なのは環境の安定性であり、急激な変動は複合素材オブジェクトに応力を生じさせ、物理的な損傷を引き起こす。現在では ICOM-CC と国際保存修復学会 (IIC) による共同宣言に基づき、硬直的な「万能の」設定値を追求するのではなく、持続可能で達成可能な基準が推奨されている¹⁵⁾。一般的に、複合素材からなるコレクションに対しては、温度 16–25°C、相対湿度 40–60% の範囲で安定させることが許容範囲とされているが、より敏感な資料にはさらに厳密な管理が求められる。特に、化学反応の速度は温度に大きく依存するため、冷涼な環境は、劣化速度を劇的に遅らせることが可能である¹⁶⁾。

次に指摘されるのは、高エネルギーの紫外線 (UV) による損傷である。その損傷は蓄積性であり、一度失われた色や強度は二度と元に戻らないという不可逆的な性質を持つ。光化学反応は、紙のセルロース繊維を分解し、インクや染料を褪色させ、プラスチックのポリマー鎖を切断して黄変や脆化を促進する。最善の対策は保管庫の完全な遮光であり、展示の際も、高感度の資料には照度を 50 ルクス以下、紫外線を 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ 未満に厳しく制限し、UV を放出しない光源を使用する必要がある¹⁷⁾。

また、大気中の汚染物質も深刻な劣化要因である。これらは外部からの汚染物質と、内部からの汚染物質に大別される。後者は、収蔵棚や建材、そして文化財自体から放出される揮発性有機化合物 (VOCs) であり、隣接する他のオブジェクトを汚染し、損傷させる。Hatchfield (2002) が指摘するように、内部からの汚染を避けるために、化学的に不活性な保存用品の使用が重要となる¹⁸⁾。塵埃も研磨作用を持ち、湿気や害虫を引き寄せる原因ともなる。そのため保存用品の使用が不可欠であり、その品質は ISO 18902:2013 などの

国際規格によって標準化されている¹⁹⁾。具体的には、無酸・リグニンフリーの紙や、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリプロピレン(PP)のような不活性プラスチックがこれにあたる。

これら主要な環境要因に関する具体的な管理基準は、各国の主要な保存機関によってガイドラインとして示されている。表 1 は、その中でも代表的な機関が推奨する環境基準値をまとめたものである。

この原則に基づき、主要な保存機関は、資料の種類に応じた具体的な環境基準を推奨している。例えば、米国国立公文書館(NARA)は紙資料に対し、温度 18°C (65°F)、相対湿度 35~45%を最適値としている²⁰⁾。米国議会図書館も同様の基準を提示している。映画フィルムのような特にデリケートな資料は、国立映画アーカイブの事例に見られるように、5°C以下の冷蔵、あるいは氷点下の冷凍環境で保管されることもある²¹⁾。

表 1: 文化遺産コレクションのための推奨環境基準パラメータ

パラメータ	ICOM-CC/IIC (Bizot Group) ガイドライン	CCI 一般ガイドライン	ASHRAE Chapter 24	注記・背景
温度	16-25° C の範囲で安定	堅牢で断熱性の高い建物を推奨	クラス別制御(AA, A, B, C, D)を導入。季節変動を許容。	近年は、厳密な単一設定値よりも、持続可能性とエネルギー効率を重視し、変動の少ない安定した環境を優先する。
相対湿度 (RH)	40-60% の範囲で安定。24 時間で±10% 以内の変動。	堅牢で耐候性・気密性の高い建物を推奨	クラス別制御。例えばクラス B では±10%の短期変動と季節調整を許容。	吸湿性材料の物理的損傷を防ぐため、急激な変動回避が最重要。低湿度は多くの化学反応を抑制するが、過度の乾燥は脆化を招く。
光 (可視光)	高感度資料は 50 ルクス以下を推奨	暗所での保管を基本	累積露光量(lux hours)で管理するアプローチを導入。	光による損傷は累積的かつ不可逆的。総露光量を管理することが重要。
紫外線 (UV)	75 μW/lm 未満を推奨	紫外線を完全に遮断・除去。	可能な限りゼロに近づける。	最もエネルギーが高く有害。UV カットフィルムや LED 照明が有効。

物理的・化学的な環境制御に加え、生物被害への対策も不可欠である。昆虫やカビは、紙や繊維といった有機材料を食害・汚損する。これに対し、有害な化学薬品の使用を避け、予防とモニタリングに重点を置く「総合的有害生物管理 (Integrated Pest Management, IPM)」が現代の標準的なアプローチとなっている²²⁾。良好な清掃習慣の維持、粘着トラップによる継続的なモニタリング、そして新規収蔵品の隔離といった基本的な手順から構成される。

同様に、適切な収蔵方法と取り扱い手順の遵守は、予防保存の根幹をなす。これには、資料の化学的安定性を損なわない高品質な保存容器を使用すること、物理的圧迫を避けるために過密な収蔵をしないこと、そして水害リスクを避けるためにオブジェクトを床に直接置かないことが含まれる²³⁾。資料へのアクセス性も重要であり、一つの文化財を取り出すために他の二つ以上の文化財を動かす必要がないように整理するという原則は、効率的で安全な管理の指針となる²⁴⁾。

さらに、徹底したドキュメンテーションもまた、予防保存の一形態と見なされる。何をどこに所蔵しているかを正確に把握する目録情報は、日常的な管理やセキュリティ、そして災害時の迅速な救出・復旧活動に不可欠である²⁵⁾。NPS のハンドブックが示すように、正確な目録と個々の資料の状態記録は、責任あるコレクション管理の基礎をなす。

これら個別のアプローチを統合する上で、「コレクション生態系」という視点が重要となる。文化遺産コレクションの保存は、単にオブジェクトを「良い箱」に入れて「良い部屋」に置けば安全だという静的なものではない。保存科学の研究は、収蔵環境がはるかに動的な相互作用の場であることを明らかにしている。例えば、劣化しつつある特定のプラスチックは、塩化水素などの揮発性有機化合物を放出し、同じ容器や室内に保管されている他の金属や紙資料の腐食・劣化を加速させる可能性がある²⁶⁾。また、酸性紙が接触している中性紙に酸を移行させる「酸のマイグレーション」もよく知られた現象である。これは、環境がオブジェクトに作用するだけでなく、オブジェクトが環境に、そしてオブジェクト同士が相互に作用し合っていることを意味する。

結論として、コレクション全体を、容器や建物も含めた相互接続された「生態系」と捉え、部材間の相互作用リスクを考慮する必要がある。この「コレクション生態系」という視点は、効果的で持続可能な保存計画を立案する知的基盤となる。

2. デジタルゲームの構成物質

前章で提示した「コレクション生態系」という視点は、デジタルゲームという複合素材の集合体を保存する上で重要となる。すなわち、単一の素材の劣化を考えるだけでは不十分であり、異なる素材が互いにどのよう

に影響を及ぼし合うかを理解しなければならない。本章では、この相互作用の観点から、デジタルゲームを構成する主要な物質を取り上げ、それぞれの物質科学的性質と固有の劣化メカニズムを深く掘り下げる。この理解こそが、科学的根拠に基づいた保存戦略の基盤となる。

ゲームはパッケージ、取扱説明書、付属のカードやチラシなど、紙を基材とする資料が多い。万が一「酸性紙」を用いた資料が含まれる場合は注意が必要である。酸性紙は内部に残存する酸性物質が、大気中の水分と反応して硫酸を生成し、紙の主成分であるセルロース繊維を化学的に分解する「酸加水分解」を引き起こす²⁷⁾。結果として、紙は柔軟性を失い、硬化・脆化し、やがては茶色く変色する。これに対し、長期保存を目的として製造されるのが「無酸性紙」である²⁸⁾。これは製造工程で酸性物質を使用せず、pH 値を中性から弱アルカリ性に調整した、いわゆる中性紙とよばれるものがその代表例である。さらに、炭酸カルシウムなどのアルカリ性物質を意図的に添加した「緩衝化紙」は、大気中の酸性汚染物質や、隣接する酸性資料から移行してくる酸を中和する能力を持ち、より長期的な保護を提供する。紙製付属品の保存においても、これらの原則は同様に適用される。したがって、紙資料の予防保存においては、安定した環境制御に加え、資料自体やそれを収納する箱、封筒、間紙といった接触するすべての資料を、無酸性かつリグニンを含まないものにすることが重要となる。

ゲーム機本体、カートリッジのシェル、ディスクケースなど、プラスチックもデジタルゲームの主要な構成要素である。プラスチックは、その種類によって安定性は大きく異なる。Oosten (2022)は、プラスチックの多様性とそれぞれの特性を理解することが、適切な保存戦略を立てる上で不可欠であると強調している。

例えば、ゲーム機本体に多用されるABS樹脂の「黄変」は、単一の原因ではなく複合的な化学反応の結果である。紫外線曝露や臭素系難燃剤の存在は黄斑変性を促進する要因ではあるが、それだけが根本的なメカニズムではない。近年の研究では、黄変の主因はポリブタジエン成分が熱や UV 光で酸化され、発色団を生成するためとされる。難燃剤の臭素化合物は、この酸化を加速させるが、直接変色の原因ではない。したがって、黄変防止の最も効果的な戦略は光と熱の遮断となる。一方、電源ケーブルの被覆などに用いられる PVC (ポリ塩化ビニル) は、本質的に不安定なプラスチックである。経年により塩化水素ガスを放出し、周囲の金属を腐食させたり、紙資料を酸性化させたりする。また、柔軟性を与える可塑剤が表面に染み出してベタつきを引き起こすため、CCI や NARA などは、PVC を「悪性プラスチック」の一つとみなしている。これらとは対照的に、PET、PP、PE (ポリエチレン) は比較的安定したプラスチックであり、ディスクケースや保存用スリ

ーブなどに広く利用される。中でも PET は透明度と化学的安定性に優れ長期保存に最も適しているが、コストが高い。PP は PET に次ぐ安定性を持ち、PE は安価で柔軟だが強度や耐熱性では劣る。

上記の知見は、ゲーム保存が内包する化学的リスクを浮き彫りにする。例えば、PVC 製のケーブルから放出される塩化水素ガスが、同じ箱に収められた説明書の紙を酸性化させる可能性がある。これは「生態系」における負の相互作用の典型例である。ゲームソフトをオリジナルの箱に入れたまま保管することが、必ずしも最良の予防保存とは限らない。Hatchfield が論じるように、素材間の相互汚染を防ぐための「化学的隔離」が要請される場合がありうる。

このように、PVC ケーブルが説明書の紙を酸性化させるリスクを考慮すれば、コンポーネントの「分離保管」が科学的には合理的である。分離保管の目的は、化学的相互汚染のリスクの回避にあり、各構成要素を物理的に分離し、それぞれに適した不活性な保存容器へ個別に収納することである。しかしそれは、製品が流通した状態を知るための「パッケージ」としての文脈的価値を損なう。この物質的安定性の追求と文脈的完全性の維持のどちらを優先するかは、保存戦略における根源的な課題である。この問いに答えるためには、次章で詳述する、保存の目的と介入レベルを体系的に判断するための枠組みが不可欠となる。

他方で、ソフトウェアが記録された媒体と、それを読み出すための電子部品もまた、固有の劣化要因を抱えている。光学ディスクの場合、工場でプレスされた読み取り専用光メディアは、ポリカーボネート基板の物理的なピットでデータを記録するため比較的安定している。しかし、データを読み取るための金属反射層が、湿気や汚染物質により酸化・剥離することは避けられない²⁹⁾。

ROM カートリッジにおいては、データが焼き付けられた ROM チップ自体は半導体であるため安定しており、数十年から百年単位での保持が可能とされる。ここでの主なリスクは、ROM チップそのものではなく、それを搭載する周辺コンポーネントにある。第一に、ゲーム機本体と接続する端子部分の腐食が接触不良を引き起こす。第二に、セーブ機能を持つカートリッジに内蔵されたバッテリーの液漏れがある。その寿命が尽きたバッテリーから漏れ出す電解液は、プリント基板を腐食させる³⁰⁾。これは特に緊急性が高く、計画的なバッテリー交換は、動態保存における重要な介入となる。また、特定のゲームのために製造された「カスタムチップ」の存在も深刻な課題である。CPU や汎用ロジック IC とは異なり、これらのチップは市販されておらず、一度故障すると代替品は存在しない。これは、動態保存における大きな課題であり、チップそのものの物理的保存に加え、その機能や論理をいかにして未来に伝えるかという、より高度な介入の判断が必要である。



図1 「ファミリーコンピュータ」コンソール (C) 1983
Nintendo



図2 「ドラゴンクエスト III そして伝説へ…」ROM カセット (C) 1988 ARMOR PROJECT/BIRD STUDIO/SPIKE
CHUNSOFT/SQUARE ENIX.

表 2: ゲームコレクションのための包括的環境基準

素材の種類	理想温度 範囲	理想 RH 範囲	最大照度 (Lux)	UV 制限 (μ W/lumen)	主要なリスク	特記事項
紙/段ボール	18-20°C	40-50%	50	< 75	酸加水分解、リグニンによる黄変、褪色、カビ	安定した温湿度が最重要。無酸性容器に収納。
ABS 樹脂	18-22°C	40-50%	50	< 75	難燃剤の酸化による黄変、熱による変形	完全な暗所保管が黄変防止に最も効果的。
PET/PP 樹脂	18-22°C	40-50%	150	< 75	物理的な傷、静電気による埃の吸着	化学的に安定しているが、静電気対策が望ましい。
PVC 樹脂	< 18°C (低温推奨)	30-40%	50	< 75	アウトガス(酸性ガス)、可塑剤の滲出、硬化	他の資料から厳密に隔離。換気の良い低温環境が必須。
光学メディア (プレス)	15-20°C	40-50%	(暗所)	-	反射層の酸化、ポリカーボネートの劣化	垂直に立てて保管。ケースのハブで支持する。
磁気メディア	< 18°C (低温推奨)	30-40%	(暗所)	-	バインダーの加水分解 (スティッキーシールド症候群)	低温・低湿環境が寿命を大幅に延長する。
バッテリー内蔵 ゲームカートリッジ	18-22°C	40-50%	(暗所)	-	バッテリー液漏れによる基板腐食	定期的な点検が必須。長期保管では電池の除去を検討。

表 3: デジタルゲームの長期保存に推奨される代表的な保存資材

資材名	用途	推奨材質/仕様	備考
保存箱	パッケージ、説明書、カートリッジ等の外装保管	無酸性・リグニンフリーの厚紙。緩衝化 (buffered, pH 7.5-9.5) されているものが望ましい。	金属の留め具がない構造のものが良い。段ボールは酸性紙が多いため避ける。
フォルダー/封筒	説明書、チラシ、マップ等の個別保管	無酸性・リグニンフリーの紙。緩衝化または非緩衝化 (unbuffered, pH 7.0) を選択。	カラー写真は非緩衝化紙が推奨される場合がある。
プラスチックスリーブ/エンクロージャー	ディスク、カートリッジ、カード、説明書等の保護	ポリエステル (PET, Mylar D®), ポリプロピレン (PP), ポリエチレン (PE) のいずれか。コーティングや可塑剤を含まないもの。	PVC は絶対に避ける。強い化学臭がするものは PVC の可能性が高い。
不織布スリーブ	光学ディスクの一次保護	高密度ポリエチレン (HDPE) 製など、ディスクに傷をつけにくい柔らかい素材。	ディスクを裸で保管するよりは良いが、ポリエステルスリーブの方がより保護性が高い。

デジタルゲームの物理的保存に関する保存科学的アプローチ
——「介入レベル階層モデル」を用いた総合的戦略に向けて

静電気防止袋	基板、ROM カートリッジ、電子部品の保管	導電性または静電気散逸性のあるポリエチレン製。	電子部品を静電気放電(ESD)による破壊から保護する。
チャック付き保存袋	小物部品の整理、二重包装の外袋	ポリプロピレン(PP)またはポリエチレン(PE)製。	資料に直接触れる一次包装には使わず、整理や防塵目的の二次包装として使用する。
緩衝材/支持材	箱内の隙間埋め、脆弱なオブジェクトの支持	架橋ポリエチレンフォーム(エサフォーム、プラスタゾートなど)、無酸性の波形ボード。	ポリウレタンフォームは経年で崩壊・液化するため使用しない。
調湿剤/吸着剤	密閉容器内の環境制御	シリカゲル(調湿)、脱酸素剤(RP 剤など)、活性炭シート(汚染ガス吸着)。	使用には知識を要する。密閉性が不完全な容器での使用は逆効果になる場合がある。

また、他分野同様に、ゲームにおいても製品に同梱されるカード、ポスター、ステッカーなどの付属品は文化的位置づけを理解するための重要な関連資料である³¹⁾。写真など他分野の知見が生きる素材も多い³²⁾。

付属物を適切に保存する際など、デジタルゲームの関連資料を長期保存する際に推奨される代表的な資料は表3の通りである。

紙製挿入物の保存は先述の通りであるが、カード類はスリーブに収納した後に、さらに無酸性紙製の保存箱に収めることで、物理的・化学的保護をより堅固なものにできる。ポスターのような大型の紙資料も同様の配慮が必要で、可能であれば大きな無酸性フォルダーに挟んで平らに保管するか、丸めて無酸性のチューブに保管することが望ましい。

特に問題となるのが、パッケージを包んでいるシュリンクラップや、発泡スチロール、ウレタン製の緩衝材である。これらは化学的に非常に不安定な場合が多く、形状と存在を記録したのち、速やかに除去し、化学的に安定した発泡ポリエチレンで代替したほうがよいとされている。

3. 介入レベル階層モデルによるゲーム保存の戦略

これまで述べてきたゲーム保存の課題に応えるため、本章では新たな分析ツールとして「介入レベル階層モデル」を提案する。その理論的基盤として、メディアアート保存の分野で確立された「VMN」に着眼する。

VMNは、物理媒体が陳腐化しても作品の本質的な「振る舞い」を維持することを目指す理論であり、そのための具体的な戦略として、オリジナルの媒体と機器をそのまま保存する「保管」、古い記録媒体から新しい媒体へデータを移行する「マイグレーション」、古いハードウェアの動作をソフトウェアで模倣する「エミュレーション」、そしてオリジナルの仕様に基き新しい技術で作品を再制作する「再解釈」という4つを提示している。

特定のハードウェアに依存するデジタルゲームの保存において、物理的な「モノ」だけでなく、プレイという「体験」を重視するVMNの考え方は非

常に有効である。しかし、VMNが主に対象とするメディアアートと、大量生産されたゲームとでは、文化資源としての文脈が異なる。

本論の「介入レベル階層モデル」は、このVMNの意図を継承しつつ、ゲームという複合素材オブジェクトの特性に合わせて、より診断的・実践的なツールとして精緻化したものである。本論のモデルでは、ゲーム保存特有の二つの方向性、すなわち「静態保存」と「動態保存」を両極として位置づける。静態保存とは、ゲームソフトやハードウェアを物質的な文化財として捉え、パッケージ、媒体、筐体といった物理的な構成要素をオリジナルの状態で維持することに主眼を置くアプローチである。一方、動態保存とは、ゲームが本来持つ「プレイできる」という機能性や、それによってもたらされる体験そのものを保存の核とし、必要に応じて部品交換や修理、エミュレーションといった介入を行い、動作可能な状態を維持・復元するアプローチを指す。これは、保存対象を「物質的証拠」として捉えるか「体験的機能」として捉えるかを意味している。

本論で提案するモデルの意義は、保存対象の状態と保存目的に対し、どのような介入が適切かを判断するための分析的枠組みとして機能する点にある。介入レベルは目的達成のための手段であり、レベルの高さが保存の質の高さを直接意味するものではない。

この階層モデルは、理論的基盤であるVMNに加え、第1章で整理したICOM-CCの保存科学概念(予防保存・応急処置・修復)を、第2章で論じたデジタルゲームの物質的課題に適用し、介入の度合いで階層化したものとなる。介入のない予防保存をレベル0とし、応急処置(レベル1)、修復(レベル2,3)、データ移行(レベル4,5)へと段階的に設定している。これは「静態保存(物質的真正性の維持)」から「動態保存(体験的機能性の維持)」への連続的なスペクトラムを具体化したものであり、多様な保存現場での実践的な指針として機能する。以下に介入レベルごとの定義を示す。

レベル0: 純粋な静態保存

ユネスコの「オーセンティシティに関する奈良ドキュメ

ント」が定義する「物質的真正性」の概念にその理論的根拠を置く。ここでの最高の価値は、オブジェクトを構成する素材、その形態、そして経年変化さえも含めた物理的状态そのものが、一切改変されることなく維持されることにある。したがって、介入は第 1 章で述べた予防保存の範囲に厳密に限定される³³⁾。

レベル 1: 最小限の介入による安定化

現在進行中の劣化を食い止め、物質を安定させるための軽微で可逆性の高い処置を行う。例えば、酸性紙マニュアルの脱酸性化処理は、これ以上劣化が進まないようにするための予防的な応急処置である。PVC ケーブルから滲出した可塑剤のクリーニングもこのレベルに含まれる。このレベルの介入は、物質的真正性をほとんど損なうことなく寿命を延ばすことを目的とする。

レベル 2: オリジナル準拠の修復

機能回復を目的とした動態保存の段階となる。故障した部品を、製造当時と同じ仕様の部品や、それに準ずる現代の同等品と交換する。液漏れした電解コンデンサを同容量・同耐圧のものに交換する行為や、故障した基板の汎用ロジック IC を同等品に交換する作業が典型例である。このレベルでは、設計思想やオリジナルの体験を可能な限り忠実に再現することが目指され、機能的真正性の回復が図られる³⁴⁾。

レベル 3: 機能維持のための互換的修復

オリジナル部品が入手不可能な場合に、機能性を維持するために互換部品で代替する段階である。例えば、故障したアーケードゲームのカスタムチップを、その機能を模倣するようプログラムされた FPGA で置き換えるといった修復がこれにあたる³⁵⁾。これは、第 2 章

で述べたような、入手不可能なカスタムチップの機能を維持するための手段であり、物質的構成はオリジナルから離れるが、機能的完全性の維持が優先される。

レベル 4: アクセシビリティ向上のための改修

上記の修復を超え、現代の利用環境への適合を目的とした意図的な「改変」を含む。「アーケード筐体のブラウン管モニタを液晶モニタに換装する」というケースが代表例である。ブラウン管モニタは入手が困難で、安全性、設置性、メンテナンス性に課題がある。しかしこの換装は、ブラウン管特有の発色やピクセルの滲み、走査線、優秀な表示速度が失われる。LCD ではこれらの特性を完全に再現することは困難で、体験の質は変化する。このレベルの介入を行うか否かは、保存目的が問われる局面といえる。

レベル 5: ソフトウェアの完全な移行

最も介入度が高いこのレベルでは、保存の対象が物理的な「モノ」から、その中に含まれる「データ」へと移行する。カートリッジから ROM データを吸い出し、エミュレータで実行する行為がその典型である。PC ゲームにおいては、コピープロテクトが施されたフロッピーディスクから、特殊なハードウェアを用いて磁気情報を直接読み出し、イメージファイルとして保存する作業がこれに該当する。これにより、劣化し、いずれは失われる物理ハードウェアはその制約から解放され、理論上は永続的なアクセスが可能となる。

これは動態保存の究極的な形態の一つである一方、完璧なエミュレーションは困難であるという技術的境界、オリジナルの物理媒体との関係性が断絶されるという本質的な問題、さらには著作権をはじめとする法的な課題といった、深刻な問題を内包している。

表 4: 保存フレームワークの比較: VMN と介入レベル階層モデルの関係性

VMN の保存戦略	本論の介入レベル階層モデル	適用と拡張のポイント
保管	レベル 0: 純粋な静態保存	物質的真正性を最優先。予防保存に限定。
	レベル 1: 最小限の介入による安定化	応急処置に相当。劣化の進行を停止させる。
(広義の)マイグレーション / エミュレーション	レベル 2: オリジナル準拠の修復	機能的真正性の回復を目指す。同等部品への交換。
	レベル 3: 機能維持のための互換的修復	オリジナル部品が入手不能な場合の代替。FPGA によるカスタムチップの再現など。
	レベル 5: ソフトウェアの完全な移行	データ (ROM データ) を抽出し、エミュレータで実行。ハードウェアからの解放。
再解釈 (Reinterpretation)	レベル 4: アクセシビリティ向上のための改修	現代環境への適合を目的とした「改変」。オリジナル体験とのトレードオフが顕在化。

表 5: デジタルゲーム構成要素の劣化要因と介入レベル別保存対応

要素	主要な劣化メカニズム	主要な劣化要因	主な予防保存策 (レベル 0)	潜在的な応急処置/修復 (レベル 1-4)	データ移行 (レベル 5)
紙/ボール紙	酸加水分解、光酸化、インク腐食	高湿度、大気汚染物質、光 (特に UV)、内在する酸	安定した温湿度管理 (低 RH 推奨)、UV カット、無酸・中性の保存容器、汚染物質の遮断	レベル 1: 脱酸性化処理、専門家によるインク腐食処置 (高リスク)	(該当せず)
ABS 樹脂	光酸化 (ブタジエン成分の劣化)	光 (特に UV)、熱	暗所保管、UV 光源の回避	レベル 4: 過酸化水素による漂白	(該当せず)
PVC 樹脂	可塑剤の移行・揮発	熱、時間経過	低温保管、換気、不活性なバリア材 (PET フィルム等) による他素材との隔離	レベル 1: 専門家による表面の滲出物の清掃	(該当せず)
光学/磁気メディア	反射層の酸化、色素層の分解、磁性体の劣化	酸素、湿気、光、熱、物理的損傷	縦置き保管、適切な温湿度管理、コピープロテクトの物理的保護	レベル 1: 表面の研磨 (軽微な傷の場合のみ、リスクあり)	必須: データ抽出が唯一の長期保存策
電子部品 (コンデンサ、電池、カスタムチップ)	電解液の劣化、電池の消耗、電荷の自然放電、機能喪失	熱、時間経過、製造上の欠陥	低温保管、定期的な通電	レベル 2/3: 劣化したコンデンサや電池の交換 (専門技術要)、FPGA による代替	必須: ROM データの吸い出し、チップのリバースエンジニアリング
アーケードゲーム筐体	カスタムチップの故障、木材や CRT の劣化	湿気、物理的衝撃、経年、高電圧	環境制御、安定した電源供給	レベル 1-4: キャビネット修復、PCB 修理、CRT 再活性化	必須: ROM データの吸い出し
特定のハードウェアに依存するゲーム	特定ハードウェアの陳腐化・入手困難	技術革新、ドライバ非対応	(該当せず)	(該当せず)	必須: ハードウェアエミュレーションとソフトウェアのアーカイブ

表 6: ゲームにおける戦略的保存の方針

保存目標	対応戦略	主要介入レベル	主要な活動	利点	欠点	理想的な対象例
物質的真正性の保持	静態保存	0-2	環境制御、非侵襲的クリーニング、安定した筐体への収納	オリジナル素材の完全な維持、歴史的証拠の保全	機能性の喪失、内部劣化の不可視性	開発者サイン入りソフト、特定の製造ロットを示す個体
体験的・機能的完全性の維持	動態保存	3-5	定期的な動作確認、部品の修理・交換、エミュレーション環境の構築	プレイ体験の維持、教育・展示への活用性	オリジナル部品の喪失、物質的真正性の低下、高コスト	展示用アーケード筐体、教育プログラムで使用するコンソール
ソフトウェアデータの救出	デジタル代理物化	2-3	ROM/ディスクイメージの吸出し、バッテリー交換、端子清掃	ソフトウェアの永続的保存、アクセシビリティの向上	ハードウェア固有の体験の喪失、エミュレーションの不完全性	バッテリーバックアップ付き RPG カートリッジ、磁気媒体ソフト
文化的・経済的証拠の保存	未開封品アーカイブ	0-1	紫外線遮断、温湿度管理、物理的保護	商品文化・流通形態の完璧な証拠、コレクション価値	内容物へのアクセス不可、動作確認不可、内部劣化の確認不能	初回生産限定版、販売時の包装が重要な製品

上記の介入レベルモデルを、実際のデジタルゲームを構成する多様な物質的・技術的要素に適用することで、より具体的な保存戦略を立てることが可能となる。表 5 は、主要な構成要素ごとに劣化の要因を整理し、各々の介入レベルがどのような保存活動に対応するかをマッピングしたものである。

先述した老朽化した電池の交換は、液漏れによる物理的破壊を防ぐ応急処置(レベル 1)の側面と、機能を回復させる修復(レベル 2)の側面を併せ持つ。本論では、機能回復を主目的とする動態保存として分類している。また、ABS 樹脂の過酸化水素による漂白は、黄変の原因である酸化したポリマーだけでなく、難燃剤を含む樹脂全体の化学構造を不可逆的に変化させ、物理的強度を低下させるリスクを伴う。外観を回復させる一方で、オリジナルの物質的真正性を恒久的に損なうため、修復ではなく「改変」に分類している。

加えて、動態保存における最大の課題は、機器を修理・維持できる専門技術者の減少である。物質的な劣化だけでなく「人間知」の消失は深刻で、これらの知識は、引退した技術者、修理コミュニティなどに分散して存在する「無形文化財」といえるだろう。したがって、真に包括的な動態保存戦略は、物理的な物質の保存に留まらず、こうした専門知識を積極的に記録・継承するプログラムを含まなければならない。修理手順の映像記録、口述歴史の採録、新たなメンテナンスマニュアルの作成などを保存対象とすることが、動態保存を未来に繋ぐための手段となる。

例えば、ファミリーコンピュータにおけるバッテリーバックアップ付きカートリッジという保存対象を例に挙げる。所有者が「未開封品」の物質的証拠としての価値を最優先する場合、介入はレベル 0 の予防保存に限定される。一方で博物館が教育目的で「プレイ可能な状態」を維持したい場合、内蔵電池の液漏れリスクを回避し機能を維持するため、レベル 2 の「オリジナル準拠の修復」として計画的なバッテリー交換が選択される。さらに、そのゲームの文化的価値から永続的保存が必要となれば、レベル 5 の「ソフトウェアの完全な移行」としてデータの吸い出しとデジタル保存を検討する必要がある。このように、本モデルは単一の対象に対しても、保存目的によって最適な介入レベルがいかにより異なるかを明確化する実践的ツールとして機能する。

4. むすびにかえて

本論では、デジタルゲームの保存に対し、国際的な保存科学の用語体系と物質科学的知見を導入することで、意図的かつ科学的な専門分野へと昇華させるための統合的枠組みを提示してきた。その核心は、保存活動が目的主導であるべきという点にある。本論が提案した「介入レベル階層モデル」は、物質的真正性と体験的機能性のいずれを優先するかのために応じ、最適な手法を選択する診断ツールである。その実践は、

各素材の劣化メカニズムに関する物質科学的知見に立脚する必要がある。

ゲーム保存が学ぶべき教訓は、映画のアーカイブが確立した二層構造戦略にある³⁶⁾³⁷⁾。オリジナルフィルムを「保存マスター」として厳密に保管し、鑑賞には複製された「アクセスコピー」を用いる手法である³⁸⁾。これを応用し、物理的なゲームパッケージを「保存マスター」としてレベル 0~1 の静態保存の対象とし、ROM イメージ等のデジタル代理物を「アクセスコピー」としてレベル 5 の動態保存とアクセスのために活用する。このハイブリッドな戦略こそ、物質的真正性と体験的機能性という二つの要請を両立させる、効果的な解決策の一つといえる。同様に、公文書館が培ってきた「原秩序の尊重」や厳格な取り扱いプロトコル、そしてアーカイバル品質の資材選定といった原則は、デジタルゲームという複合資料の管理にそのまま応用可能である。さらに、彼らが著作権法と交渉を重ねてきた歴史は、技術的な課題と同様に、活動を支える法的・倫理的な枠組みの構築がいかに重要であることを示唆している。

その意味では、ゲーム保存の未来は、物理的オリジナルを保護する伝統的な保存科学と、アクセスとデータの永続性を保証するデジタル技術を戦略的に融合させるアプローチが理想ということになる。しかし、オリジナルの物理的オブジェクトは、現在の技術では捉えきれない情報を内包し、固有の体験の真正性を保持し、それ自体が歴史を物語る「究極の典拠」として、常に尊重されることを忘れてはならない。

したがって、「物理的保存」「デジタル保存」、そしてそれを支える「制度的・法的枠組み」という三本の柱が相互に連携する戦略が望ましい。特に、ROM データの吸い出し(レベル 5)やエミュレーションの提供は、国内の著作権法に鑑みれば現状では非現実的であり、技術的にも「完全なエミュレーション」への道は険しい。権利者と協力し、文化遺産保護のための法的例外規定を模索するなど、技術的課題の解決と並行して、保存活動を社会的に支えるための基盤構築が大きな課題である。効果的なゲーム保存は、保存対象の物質的、技術的、文化的な特性を理解し、明確に定義された目的に基づいて、多様な選択肢の中から最適な戦略を組み立てていくという継続的な試行の過程の先にあるといえるだろう。

本論で提示した介入レベル階層モデルは、現段階では理論的な枠組みの提案に留まるものであり、その実践的な有効性の評価・検証は今後の重要な課題である。筆者らは今後、国内外のゲーム所蔵館や個人の収集家と連携し、具体的な保存対象を対象としたケーススタディを実施する計画である。それらのケーススタディを通じ、本モデルが実際の意思決定プロセスにおいて、いかに有効な判断指標として機能するかを実証的に明らかにし、フィードバックをモデルに反映させていくことを想定している。

[注]

- 1) The Strong National Museum of Play. 「Preservation」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://www.museumofplay.org/collections/preservation/>.
- 2) Video Game History Foundation. 「Home」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://gamehistory.org/>.
- 3) Embracer Games Archive. 「About」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://embracergamesarchive.com/about/>.
- 4) 「ゲーム保存協会」や「立命館大学」の保存活動については下記をご参照いただきたい。ルドンジョゼフ・ルドン絢子「ゲーム保存協会の取り組み—アーキビストから見た日本のゲーム保存の問題点」(pp. 127-144)、および細井浩一「研究資源としてのゲームアーカイブ—立命館大学の取り組みを通じて」(pp. 87-108). とともに中沢新一・中川大地編『ゲーム学の新時代: 遊戯の原理 AI の野生 拡張するリアリティ』, 2019. 所収.
- 5) 毛利仁美「ビデオゲームの保存活動における対象と方法—国内外の実践事例および研究の批判的検討」. 『アート・リサーチ』20, 2020, pp. 21-36.
- 6) 齋藤朋子(2012)「国立国会図書館におけるゲームソフトの収集と保存 : ナショナルな協力体制確立の必要性」『デジタルゲーム学研究』6(1), pp. 37-41.
- 7) Depocas, Alain, Jon Ippolito, and Caitlin Jones, eds. 『Permanence Through Change: The Variable Media Approach』. New York: Guggenheim Museum Publications, 2003
- 8) ICOM-CC. 「Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage」. Resolution adopted at the ICOM-CC 15th Triennial Conference, New Delhi, 22-26 September 2008. <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation>.
- 9) Library of Congress. 「General Preservation - FAQ」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://www.loc.gov/preservation/about/faqs/general.html>.
- 10) National Park Service. 『Museum Handbook, Part I: Museum Collections』. Washington, D.C.: National Park Service, 1998.
- 11) 独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所編『文化財の保存環境』. 中央公論美術出版, 2011.
- 12) 佐野千絵. 「書庫・収蔵庫の温度湿度管理」. 国立国会図書館 第 24 回保存フォーラム講演資料.
<https://www.ndl.go.jp/jp/preservation/cooperation/forum24.html> (最終アクセス日 2025 年 7 月 12 日).
- 13) Waller, R. R., and S. Michalski. 『A Guide to Risk Management of Cultural Heritage』. ICCROM; Canadian Conservation Institute, 2016.
- 14) Library of Congress. 「Care, Handling, and Storage of Audio Visual Materials」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://www.loc.gov/preservation/care/record.html>.
- 15) IIC & ICOM-CC. 「Environmental Guidelines IIC and ICOM-CC Declaration」. International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. 最終閲覧日 2025 年 7 月 12 日.
<https://www.iiconservation.org/archives/about/policy-statements/environmental-guidelines>.
- 16) ASHRAE. 「Chapter 24: Museums, Galleries, Archives, and Libraries」. 『ASHRAE Handbook—HVAC Applications』所収, 2019.
- 17) Museums & Galleries Commission. 『Standards in the Museum Care of Collections』. 1992.
- 18) Hatchfield, P. 『Pollutants in the Museum Environment: Practical Strategies for Problem Solving in Design, Exhibition, and Storage』. Archetype Publications, 2002.
- 19) ISO 18902:2013. 「Imaging materials — Processed imaging materials Albums, framing and storage materials」.
- 20) National Archives and Records Administration (NARA). 「1571, Archival Storage Standards」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://www.archives.gov/files/preservation/1571-archival-storage-standards-full-version.pdf>.
- 21) デジタルスケープ. 「ミッション: フィルムを後世に残せ! 『国立映画アーカイブ』見学体験記」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://www.dsp.co.jp/tocreator/movie/report-movie/nfaj>.
- 22) Pinniger, D. 『Integrated Pest Management for Cultural Heritage』. Archetype Publications, 2015.

- 23) Gaylord Archival. 「Archival Storage of Paper, Guide to Collections Care」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 4 日.
<https://info.gaylord.com/resources/guide-archival-storage-of-paper>.
- 24) Buck, R. A., and J. A. Gilmore, eds. 『MRM5: Museum Registration Methods, 5th Edition』. The AAM Press, 2010.
- 25) Lord, B., and G. D. Lord. 『The Manual of Museum Management』(第 2 版). AltaMira Press, 2009.
- 26) Shashoua, Yvonne. Conservation of Plastics: Materials Science, Degradation and Preservation. Butterworth-Heinemann, 2008.
- 27) Ritzenthaler, Mary Lynn. Preserving Archives and Manuscripts. 2nd ed. Chicago: Society of American Archivists, 2010.
- 28) 米国議会図書館. 「Preservation Supply Specifications」. 最終閲覧日 2025 年 7 月 12 日.
<https://www.loc.gov/preservation/resources/specifications/>.
- 29) Byers, Fred R. 『Care and Handling of CDs and DVDs: A Guide for Librarians and Archivists』. Council on Library and Information Resources and National Institute of Standards and Technology, 2003.
<https://www.clir.org/pubs/reports/pub121/pub121.pdf>.
- 30) Audio Engineering Society. 「AES Standard for Audio-Digital Audio-Storage and Retrieval of Audio Files on Hard Disk and Other Computer Storage Systems」. AES-2id-2012, 2018.
- 31) Duranti, Luciana. 「The Archival Bond」. 『Archives and Museum Informatics』11 巻 3/4 号(1997 年): 213-18.
- 32) Ritzenthaler, Mary Lynn, and Diane Vogt-O'Connor. 『Photographs: Archival Care and Management』. Chicago: Society of American Archivists, 2006.
- 33) Nakonieczna, Elżbieta, and Jakub Szczepański. 「Authenticity of Cultural Heritage Vis-à-vis Heritage Reproducibility and Intangibility: From Conservation Philosophy to Practice」. 『International Journal of Cultural Policy』30 巻 2 号(2024): 221.
- 34) Laurenson, Pip. 「Authenticity, Change and Loss in the Conservation of Time-Based Media Installations」. 『Tate Papers』vol.6.
- 35) Stovel, Herb. 「Origins and influence of the Nara document on authenticity」. 『APT Bulletin』39 巻 2/3 号(2008): 9-17.
- 36) Cherchi Usai, Paolo. 『The Death of Cinema: History, Cultural Memory and the Digital Dark Age』. 2001.
- 37) Cherchi Usai, Paolo. 『A Philosophy of Audiovisual Archiving』. 2019.
- 38) National Film Preservation Foundation. 『The Film Preservation Guide: The Basics for Archives, Libraries, and Museums』. 2004.