特定プロジェクト研究 中間成果報告資料

先端デジタル技術を用いた地域教育資源のデジタルアーカイブ構築

黒田 淳哉・青木 陽子・足立 明信・池田 幹男・片山 清和・樋口 晶子・前川 督雄・柳澤 翔士
柳瀬 元志・後藤 雅史・馬渡 敦子・平田 陽色

１）概要

デジタル技術の飛躍的な進化とメディア視聴環境の変遷に伴い、カセットテープ、レコード、ビデオテープなどのアナログメディアはその役割を終えようとしている。かつて音楽や映像などの記録媒体として広く普及したカセットテープやフィルムなどは、現在では一部の愛好家の間で楽しまれるに留まり、一般的な利用はほとんどなくなった。この流れは以前から予測できていたものの、貴重な資料が適切に管理されないまま散逸し、文化的記録が失われるという課題は、メディアの劣化に加え、再生機器の製造終了や入手困難という状況により、いよいよ決定的な局面を迎えている。

本学のスタジオにも、過去の記録や学生制作の映像作品、地域社会との協働によるメディアコンテンツなど、多くのアナログメディア資料が残されている。しかし、これらの資料は再生機器の老朽化やメディア自体の劣化によって、近い将来、再生が困難となる可能性が高い。さらに、物理的な保管スペースの問題などから、多くの資料が廃棄の対象となることも避けられない。しかし、それらの中には、本学のみならず地域社会にとっても文化的価値のある記録が含まれている可能性があり、適切な保全を急ぎたい。

本研究は、本学スタジオに残されたアナログメディアのリマスタリングとデジタルアーカイブを目的とする。ただし、それは単純なデジタイズではない。AI や超解像技術など最先端技術を活用し、教育・研究・地域貢献に活用できる高品質なメディア資産へと再構築したい。また、本プロジェクトを学生と共に進めることで、実践的な学びの機会を創出し、デジタル技術に関する理解を深める場とする。さらに、地域に残された貴重なメディアの保存・活用にも技術応用し、デジタルアーカイブの新たな可能性を探りたい。

２）計画と目標

【目標１】アナログメディアの修繕（2024 年度中に完了予定　※完了）

磁気テープが使用されているアナログメディアの多くは、長年の保管環境の影響によりカビが繁殖し、テープが断裂しているものもあった（図 1 と図 2)。これらのメディアはそのままでは再生が不可能であり、データの抽出を行うには、まずメディアそのものの修繕作業が必要であった。そこで、本年度はアナログメディアの修繕を中心に進め、カビの除去やテープの繋ぎ合わせといった基本的なメンテナンスを実施した。

修繕作業では、テープの表面に付着したカビを無水エタノールとクリーニングクロスを使用して丁寧に拭き取り、再生機器への影響を最小限に抑えるよう配慮した。また、断裂しているテープについては、専用のテープを用いて接合した。この結果、すべてのアナログメディアが完全に修復できたわけではないものの、大部分のテープについてはデータの抽出が可能な状態へと回復させることができた。修繕後は、各メディアの状態を記録し、管理資料を作成することで情報の整理を行った。リスト化および修繕を行ったメディアを表 1 に示す。

図 1　カビが繁殖した VHS テープ

図 2　断裂したテープの補修

表 1　記録メディアの分類と数量

記録メディア	数量
Compact Cassette	55
MD（Mini Disc）	8
CD（Compact Disc）	45
DVD（Digital Versatile Disc）	48
VHS（Video Home System）	37

【目標２】デジタルリマスタリング（2025 年度 8 月までに完了目標　※現在テスト中）

アナログメディアからデータを抽出し、先端デジタル技術および AI 技術を駆使して、過去の音声や映像の高解像度デジタルリマスタリングに取り組む。修復が終わったメディアからデータを抽出し、そのデータに対してデジタイズと共に AI 技術を使った高品質化プロセスを実施する。この一連のプロセスにより、過去の記録を再生可能にするだけでなく、現代の視聴環境に適した形へと再構築することを目指す。

リマスタリングの過程では、超解像技術を用いて元データを解析しながらディテールを補完し、高解像度化を実現する。音声処理においても、先端デジタル処理を行い、劣化したオーディオデータのノイズを低減し、クリアな音へと改善しつつ、音のバランスやダイナミクスを最適化することで、映像との

一体感を高める。これらの技術を統合することで、メディアの品質を大幅に向上させると同時に、情報の永続的な保存を実現させる。

【目標３】情報共有システムの構築（2025 年度 1 月までに完了目標）

ユーザーが容易にアクセスでき、情報を効果的に共有できる環境を構築するため、試験的にサーバーを設計・運用する。試験運用では、実際の利用状況を検証しながら、システムの利便性やパフォーマンスを評価し、最適な環境の構築を目指す。また、セキュリティ面にも十分配慮し、厳格なアクセス制御を導入することを目指す。

３）デジタルリマスタリングの手法と手順（VHS の場合）

本研究で行うデジタルリマスタリングの方法は、大きく 3 つのフェーズに分類される。3-1）メディアの修繕、3-2）データの抽出、3-3）データに対する AI 及びデジタル技術の適用である。

３-1）メディアの修繕

VHS は全部で 37 本見つかった。そのほとんどにカビが繁殖しており、データの確認が困難な状態であった。これは、スタジオが山に隣接しているため湿気が溜まりやすい環境にあり、その中で長年放置されていたことが主な原因と考える。また、多くのテープがカビによって固着しており、内容のチェックの際にテープが切れてしまうケースも発生した。

そこで、まずはデータにアクセスできるよう VHS を分解する作業から始めた。次に、テープ表面に付着したカビを無水エタノールと専用のクリーニングクロスを用いて丁寧に除去した。また、カビの影響でテープがリール内部で絡まるリスクがあったため、慎重に巻き戻しながら状態を確認した。さらに、断裂している部分については、専用の補修テープを用いて慎重に接合し、再生時のスムーズな動作を確保できるよう調整を行った。この修繕作業により、多くの VHS テープが再生可能な状態へと回復し、データ抽出の準備が整った。

３-２）データの抽出

データにアクセスできるよう修繕を行ったテープから、情報を抽出した。情報の抽出には、ビデオキャプチャー専用の接続ケーブルとアプリケーション（Light Capture）を使用した。まず、データが保存されている VHS を再生機にセットし、再生機とパソコンを専用ケーブルで接続したうえで、パソコンにインストールした Light Capture を用いてデータを抽出した。このプロセスでは、VHS の再生時間と同じ時間をかけてデータをパソコンに取り込む必要がある。

パソコンに取り込んだ VHS のデータは、インターレース方式で保存されているため、デジタルディスプレイでの視聴に適したプログレッシブ方式への変換を行った。この作業には、動画の変換や編集、

録画などの機能を備えた動画処理ソフト（Video Proc Converter AI）を使用した。さらに、スキャン方式を調整しながら、解像度の向上作業を実施した。本年度の技術テストでは、闇雲に解像度を引き上げることは避け、処理時間の増大やデータ容量の膨張を抑えるため、オリジナル素材の 2 倍の解像度に設定した。オリジナルデータは SD サイズ（720 ピクセル×480 ピクセル）であるため、本テストでは 1,440 ピクセル×960 ピクセルとした。

最後に、テストで使用した映像のフレームレートは 29.97fps であったため、動画や音声を変換するためのコマンドラインツール FFmpeg を用いてフレームごとに PNG ファイルへ変換し、分割を行った。この処理により、映像の各フレームを個別の静止画として取得でき、後の画像解析や AI 技術を活用した品質向上作業に適したデータ形式へと変換することが可能となった。

３-３）AI 及びデジタル技術の適用

技術適用テストで使用した映像は約 10 分のもので、合計 17,700 枚の静止画に分割できた。これらの静止画に対して、GAN（Generative Adversarial Network）を用いた画像処理を行った [1]。GAN は AI アルゴリズムの一種であり、AI が画質の向上を推測し、新たな高画質な画像を生成する技術である。本研究では、超解像技術を実現するために Real-ESRGAN を使用した [2] [3]。このモデルは、入力された低解像度の画像に対し、AI がディテールを補完しながら高解像度に変換するものである。Real-ESRGAN のモデル概要を図 1 に示す。超解像とは、与えられた画像を基に、より高解像度の画像を生成する技術であり、ディテールの強調やノイズの低減が可能となる。

本研究では、この技術を用いることで、アナログ映像の品質向上を試みた。特に、VHS のような低解像度メディアに特有のぼやけやノイズ、エッジの不明瞭さを軽減し、視認性の向上を図ることを目的とした。処理の結果、解像度が向上しただけでなく、映像のディテールが鮮明になり、視認性の向上が確認できた。

図 2 および図 3 は、本学のロゴを使用したテスト画像であり、超解像処理の適用前後の変化を示している。これらの比較により、Real-ESRGAN が細部の補完とノイズ除去に効果を発揮していることが確認できる。今後、本技術を実際の映像データに適用し、より高品質なデジタルリマスタリングを実現することを目指す。

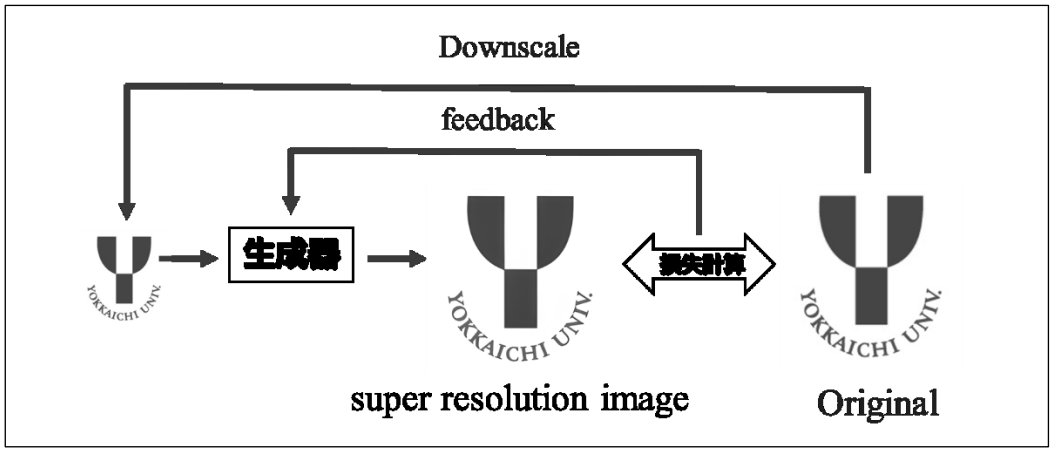

図 1 Real-ESRGAN のモデル概要

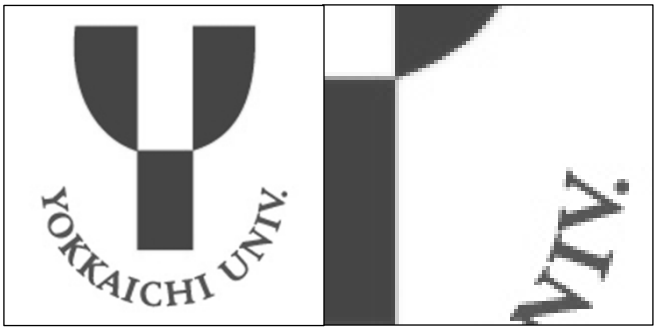

図 2 オリジナル画像（200×200 ピクセル）

図 3 技術適用後の画像（1000×1000 ピクセル）

３-４）音情報に対する先端デジタル技術の適用

本研究では、音情報の品質向上を目的とし、先端デジタル技術を適用する。iZotope RX 11 を使用して、アナログメディアに記録された劣化した音源の復元および最適化を行った（図 4）。iZotope RX 11 は、高度なオーディオ編集ソフトウェアであり、ノイズ除去、音源の分離、音質補正など、多岐にわたる音声処理機能を備えている。

本研究では、このソフトウェアの機能を活用し、録音時のバックグラウンドノイズやテープヒスを除去するノイズリダクション、レコードや磁気テープの劣化によるクリック音や歪みを修正する。また、不要な残響成分を抑制し、クリアな音質へと改善する。さらに、音源の分離・再バランス調整を行い、各音要素の明瞭化を図る。これにより、映像アーカイブに含まれる音情報の精度が向上し、より高品質なデジタルデータとして保存・活用を目指す。音情報の処理は、録音音源そのものの品質に大きく左右されるため、理想的な音響状態の実現を追求することが今後の課題である。

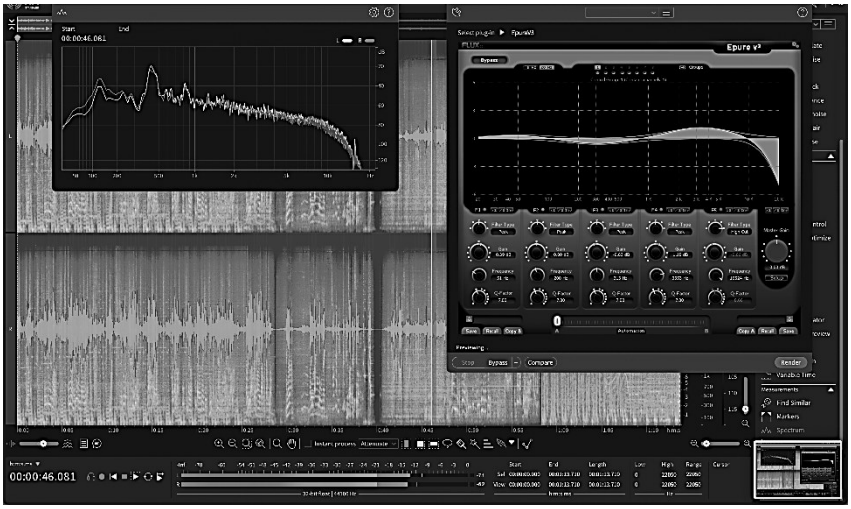

図 4　iZotope RX 11 を用いた整音作業

４）今後の予定

来年度も引き続き技術に対する検討・研鑽を継続し、デジタルリマスタリング技術のさらなる発展を目指す。具体的には、AI を活用した超解像技術やノイズ除去手法の最適化を進め、新たな映像や音声処理アルゴリズムの検証を行うことで、より高精度なデータ復元を実現させたい。

次に、地域の貴重なメディアに対して技術を適用し、映像や音声資料のデジタルアーカイブ化を推進する。これにより、過去の記録を適切なフォーマットで保存し、文化遺産としての価値を高めることを目指す。また、地域企業や団体との連携を強化し、地域のデジタルアーカイブ化プロジェクトの実施に向けた取り組みを進める。

さらに、モノクロ画像のカラー化に取り組み、AI 技術を活用して過去の白黒映像や写真の色再現を検討する。実験的な適用を行いながら色再現性や精度の向上を図ることで、歴史資料や記録映像の視認性を高め、情報価値を向上させることを目的とする。これらの取り組みを通じて、技術の精度向上と地域貢献の両立を図り、研究のさらなる発展を目指していく。

参考文献

[1] I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, and Y. Bengio, "Generative adversarial networks," in Advances in Neural Information Processing Systems 27 (NeurIPS 2014), 2014. Available: https://arxiv.org/abs/1406.2661

[2] Wang, Xintao, Ke Yu, Shixiang Wu, Jinjin Gu, Yihao Liu, Chao Dong, Chen Change Loy, Yu Qiao, and Xiaoou Tang. 2018. "ESRGAN: Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks." Nanyang Technological University. https://arxiv.org/abs/1809.00219.

[3] Wang, Xintao, Liangbin Xie, Chao Dong, and Ying Shan. 2021. "Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data." Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences; University of Chinese Academy of Sciences; Shanghai AI Laboratory. https://arxiv.org/abs/2107.10833.