

マイクロコンテンツ教材のための 合成音声付き動画教材作成システム（PtM）の開発

古川 雅子¹⁾, 増井 誠生¹⁾, 長岡 千香子¹⁾, 山地 一禎¹⁾

1) 国立情報学研究所 オープンサイエンス基盤研究センター

furukawa@nii.ac.jp

Development of PtM: A Video Material Creation System with Synthetic Voice for Microcontent Teaching

Masako Furukawa¹⁾, Motoo Masui¹⁾, Chikako Nagaoka¹⁾, Kazutsuna Yamaji¹⁾,

1) Research Center for Open Science and Data Platform, National Institute of Informatics

概要

本研究では、合成音声付き動画教材作成システム「PtM (Presentation slides to Movie)」の開発について述べる。本システムは、Microsoft PowerPoint に記載したナレーション原稿をもとに合成音声を自動生成し、各スライドに同期した短い動画教材を簡便に作成できるものである。生成された動画は、マイクロコンテンツ教材として LTI-MC へ登録可能であるため LMS (Learning Management System) から容易に配信可能である。本システムを利用することで教育者は効率的に質の高い教材を作成し、デジタル教育の普及に貢献することが期待される。本稿では、PtM システムの機能や利用方法について紹介し、有用性と課題について議論する。

1 はじめに

近年、デジタル教育の重要性が急速に高まっており、教育者が効率的かつ質の高い教材を提供するためのツールが求められている[1]。従来、教育者が動画教材を作成する際、録音や編集のプロセスが複雑であり、特に技術的なハードルが高いとされてきた。著者らは、デジタル教材を容易に効率良く作成する支援ツールとして、合成音声付き動画教材作成システム「PtM (Presentation slides to Movie)」を開発した。

本システムは、Microsoft PowerPoint に記載されたナレーション原稿をもとに、合成音声を自動で生成し、各スライドに同期した動画教材を簡便に作成することができる。さらに、生成された動画はマイクロコンテンツ教材として学習管理システムから配信することができる。このシステムによって、短時間で効果的な学習を提供するマイクロコンテンツが多様な教育現場で活用されることが期待される。本章では、PtM システムの背景や開発の目的、そしてこのシステムがどのように教育の質の向上に寄与するかについて述べる。次章以降では、システムの機能や利用方法について詳細に紹介し、今後の課題について論じる。

1.1 学認 LMS

学認 LMS[2]は、国立情報学研究所 (NII) が提供する学習管理システムであり、2021 年 6 月から正式に運用が開始された。学認 LMS は、全国の教育・研究機関向けに設計されており、2024 年現在、100 を超える機関で導入され、幅広い利用が進んでいる。学認 LMS では、情報セキュリティや研究データ管理といった全国共通且つ重要なテーマに関する講座が開講されており、受講者は専門組織が作成・監修した教材から知識を学ぶことができる。学認 LMS は、学術認証フェデレーション (GakuNin) と連携した SP (サービスプロバイダ) であるため、利用機関の受講者は自身の機関で発行された学内共通 ID とパスワードを使って学認 LMS にログインする。このシングルサインオンの仕組みにより、受講者にとっては複数のアカウント管理の煩雑さから解放され学習の利便性が向上したといえる。さらに、機関管理者向けには、自機関受講者の受講状況を管理する機能や、独自の教材を自機関向けに限定公開する仕組みも提供している。これにより、全国的な教育資源の共有と管理効率の向上が図られ、教育コストの削減と効果的な人材育成が期待される。

1.2 研究データ管理の重要性

研究データ管理（Research Data Management, RDM）は、研究データの計画、収集、加工、分析、保存、共有、再利用に至るすべてのプロセスを指すものである。RDMの目的の一つに、データのライフサイクル全体にわたって、データの品質を維持し、研究の再現性を高めることがある[3]。

このプロセスには、データの保存だけでなく、データの収集時からドキュメント化、メタデータの作成、適切な保存方法の選択、共有の計画なども含まれる。これらすべてが適切に実施されることにより、データは将来的にも再利用可能となり、学術コミュニティ全体の発展に貢献できるものとなる[4]。

RDMの重要性は、近年のデータ量の急激な増加と、オープンサイエンスの推進により、ますます認識されるようになってきている。研究データが適切に管理されない場合、そのデータの共有や再利用が困難になり、研究成果の信頼性が低下する恐れがある[5]。

一方、効果的にRDMが実践できればデータは容易にアクセス可能となり、異なる研究間での相互運用性が向上し、新たな知見の創出や研究成果の加速が期待されるものとなる[6]。特にFAIR原則は、データ管理の重要な指針として広く認識されている。この原則に基づき、データは容易に見つけられ（Findable）、アクセス可能で（Accessible）、異なるシステムや研究間で相互運用でき（Interoperable）、再利用可能（Reusable）であることが求められる。FAIR原則の遵守は、研究成果の透明性を高め、データの再利用を通じて科学的進歩を加速するための基本となる。

また、研究データ管理は、単に研究者自身の責任にとどまらず、組織において多様な専門家の協力によって支えられている。たとえば、図書館員はメタデータ作成やデータ保存に関するサポートを提供し、ITスタッフは信頼性の高いインフラを整備する。さらに、データ管理の専門家が研究者を支援し、データの公開や共有を促進する役割を果たす[7]。このように多様な専門家が連携して組織としてRDMを進めることで、データの質と持続可能性が向上し、研究全体の信頼性が高まる。つまり、適切なRDMは研究者個人だけでなく、組織全体の支援によって支えられ、研究成果を向上させる重要な基盤であるといえる。

1.3 マイクロコンテンツ教材

マイクロラーニングとは、一般的に数分以内で学習できる学習モジュールやコンテンツを提供する形式である。マイクロラーニングは、学習者にとって短期間で集中力を維持しやすいという利点があり、業務の合間に短時間で学習可能なことや、即座に実践に応用できる知識を提供できることから、継続的な専門能力開発において有効であることが指摘されている[8]。また、学習者が自主的に学習計画を立てやすく、教材には必要な時に迅速にアクセス可能であるため、現代のライフスタイルや業務環境に適しており、高等教育および企業内研修において学習効率を高める手法として注目されている[9]。また、短い学習セッションの方が従来の長時間のセッションよりも知識定着率が高いことが確認されている[10]。マイクロコンテンツ教材は、こうしたマイクロラーニングを支える重要な要素である。簡潔で焦点を絞った情報のまとまりとして設計されるため、学習者は必要な知識やスキルを的確に習得できる。

NIIは、マイクロコンテンツ教材提示ツールとして短時間の動画教材を共有・再利用するマイクロコンテンツ教材システム（以下、LTI-MC）を開発した[11]。学習者はLTI連携したLMSのコースから教材を視聴（図1）し、教育者はマイクロコンテンツ教材の登録・編成が可能である（図2）。LTI-MCのソースコードはGitHubで公開（MIT License）している[12]。



図1：マイクロコンテンツ教材提示画面

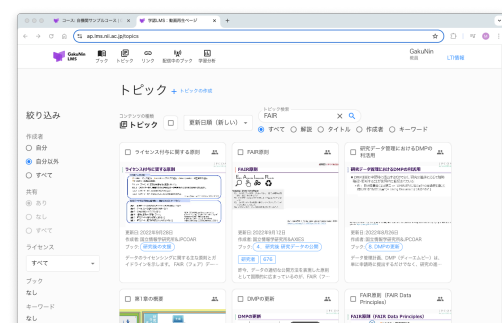


図2：マイクロコンテンツ教材編集画面

学認 LMS の研究データ管理講座は、研究データの適切な管理と活用に必要な知識を効率的に学ぶことを目的とした、RDM 支援者および研究者向けの学習コースである。オープンアクセスリポジトリ推進協会 (JPCOAR) [13]や大学 ICT 推進協議会 (AXIES) [14]との協働によって教材が提供されている点もこの講座の特長である。研究データ管理に関する様々な業務に従事する教職員や情報基盤スタッフを対象としており、短時間での学習が可能なマイクロコンテンツ形式の教材を提供している。各教材は、複数の短い動画で構成されており、研究データ管理講座は、学習者が効率良く学べるように設計されており、トピックごとに数分程度に区切られた合成音声による動画コンテンツを使用することで、忙しい教職員でも隙間時間に学習できるマイクロラーニング形式を採用している。合成音声を活用することで、視覚と聴覚の両方を通じて効果的に知識を習得できるよう工夫されている。また、速度変調を行った場合も比較的安定して音声聞き取れる。教材作成者にとっては動画教材の修正が容易となった。この教材形式により、学習者は必要な知識を短時間で効率的に取得できる。なお、学習の成果確認には、デジタルバッジの発行システムが導入されている。受講者は、各コースの修了後にデジタルバッジを取得することができ、学習内容を可視化することによって自己評価や成果の証明に役立てることができる。

研究データ管理に関するマイクロコンテンツ教材は、自機関限定の学習コースに登録しカスタマイズすることができる。既存の動画教材を組み替えたり、各機関のニーズに合わせた新たなマイクロコンテンツを加えたりすることで、自分の機関に最適な学習内容を提供できるようになっており、学内における研究データ管理体制を構築・強化するための効果的な学習環境を整えることを狙いとしている。これらの取り組みを通じて、国内の研究データ管理における教育基盤が一層強化され、より多くの支援者および研究者がその恩恵を享受できることが期待される。

2 合成音声付き動画教材作成システム PtM (<https://ptm.nii.ac.jp/>)

2.1 システム概要

合成音声付き動画教材作成システム (PtM : Presentation slides to Movie、ピーティーエム) は、スライド教材に合成音声をつけて動画を自動生成

するシステムである。Microsoft 製 PowerPoint ファイルのノート部分にナレーションを記述し、本システムにアップロードすることにより、Amazon Polly を通じて、スライドのタイトル単位でひとまとまりになった合成音声付き動画ファイルを生成する。ユーザは学認 LMS にマイクロコンテンツ教材として登録するための JSON 形式ファイルを含むこれらのファイル一式が入手できる。

ユーザが手元のスライドで Add-in を用いて合成音声を確認し、PtM で合成音声付き動画に変換した後 LMS にマイクロコンテンツ教材を登録する流れは、大きく以下の通りである (図 4)。

- ① ユーザ → Add-in: ユーザが手元のスライドでノート部分のテキスト (再生範囲) を選択する。
- ② Add-in → Amazon Polly: テキストを Amazon Polly に送信し、合成音声を生成する。
- ③ ユーザ → PtM: ユーザは PtM にログイン後、スライドを PtM へアップロードする。
- ④ PtM → Amazon Polly: PtM から Amazon Polly にテキスト情報を送信して合成音声を取得し、動画ファイルと JSON ファイルを生成する。
- ⑤ PtM → ユーザ: ユーザは動画ファイルと JSON ファイル (Zip ファイル) をダウンロードする。
- ⑥ ユーザ → 学認 LMS: 学認 LMS にログイン後、ユーザは Zip ファイルを LTI-MC に登録し、学認 LMS でコースを選択して教材を紐づける。
- ⑦ 学認 LMS → LTI-MC: 学認 LMS から LTI-MC の教材が表示され、学習者はその教材を視聴できるようになる。

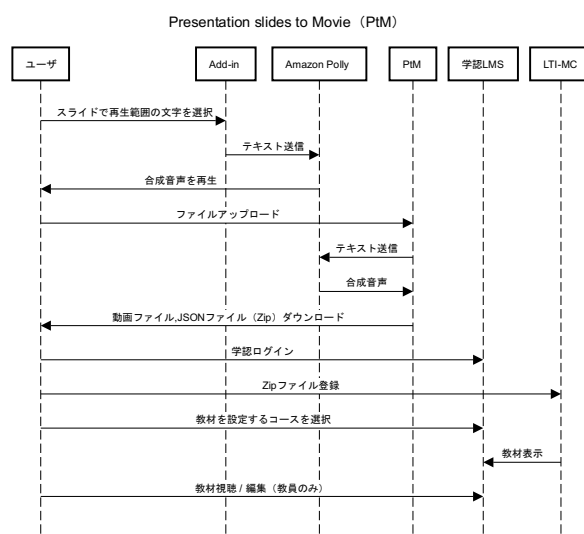


図 3 : PtM から LTI-MC に登録する流れ

当初は一連の仕組みを GitHub Action で実現していたが、GitHub リポジトリにユーザを個別登録したり権限を付与したりする必要があり、今後利用者規模を拡大するため、PtM を学認 SP とすることによって利用申請を機関単位で行うこととした。このため、現在利用可能なシステムは、学認ログインを前提とする WebAssembly(Wasm)版である。なお、GitHub Action 版と Wasm 版のソースコードは GitHub で公開 (MIT License) している[15]。

2.2 事前の設定

学認 LMS にマイクロコンテンツ教材を登録する場合、PtM を利用する前に以下の手続きと設定が必要である。

- (1) 学認加盟、学認 LMS 利用申請
- (2) 学認 LMS オプション機能
(自機関限定コース) の利用申請
- (3) Microsoft PowerPoint にアドイン登録

上記①は PtM が学認 SP となったためである。上記②は利用者が学認 LMS に自機関限定コースを作成できる権限を付与されることによって、学認 LMS に登録したマイクロコンテンツ教材や既存の教材を組み合わせることで自機関限定コースを作成できるためである。上記③で必要となるマニフェストファイルは、PtM のヘルプサイトから取得可能である。マニフェストファイルは、利用者のデスクトップ環境あるいは Web 版 PowerPoint の環境に保存する。また、PowerPoint では、入力オートフォーマット機能によりアポストロフィー「'」が自動的に左シングル引用符「'」に変換されることがある。音声合成でエラーになることを回避するために入力オートフォーマットを解除する必要がある。

2.3 ナレーションの作成

PtM では基本的にスライドごとに動画教材が分割される。分割された動画を「トピック」、動画教材全体を「ブック」と称する (図 4)。

ナレーション原稿はスライドのノート部分に入力する。以下の 3 つの要素で構成される。

(1) 設定項目では、トピックのタイトルや話者の種類など 13 種類あるトピックの設定を行う。トピックタイトル「Topic:」のみ必須項目である。複数のスライドを一つのトピック (動画) にまとめる

場合は、Topic に同じ値を設定する。

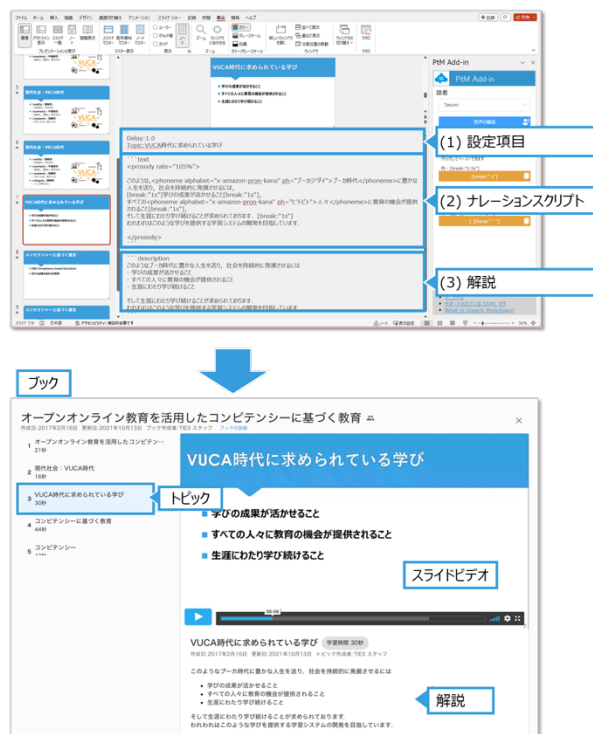


図 4 : PtM のためのスライド構成

(2) ナレーションスクリプトでは、合成音声で読み上げるスクリプトを、バッククオート「`」を使い ``text`` のように囲んで記述する。スクリプトを合成音声を読み上げる時の単語の読み方や間の調整などは、SSML や SpeechMarkdown を使用して行う。たとえば、調整が難しい日本語の高低アクセントは、該当する文字の後ろに、

このような(ブーカ時代)[kana:"ブーカジダイ"]のように「」を挿入すると、「ダ」のところから音が低く変わる。また、Add-in にログインした状態で文字列を選択し「音声の確認」ボタンをクリックすると、選択した部分の合成音声再生され確認を行うことができる。

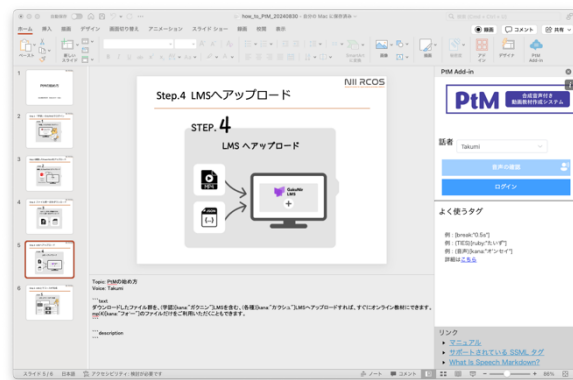


図 5 : PtM Add-in による音声確認

(3)解説には、マイクロコンテンツ教材として表示された時に動画の下側に表示される解説文を記述する。バッククオート「」を使い``description``のように囲んで記述する。解説は、GitHub Flavored Markdownに対応しているため、動画とは別にURLのハイパーリンクを表示することも可能である。

2.4 ファイルの保存と画像書き出し

PtM で動画教材を作成し LTI-MC に登録すると「ブック」として登録されるため、まずブックタイトルの設定を行う。そして、PowerPoint ファイルの保存と、スライド画像 (PNG, JPEG) の書き出しを行う。なお、PowerPoint のファイル名はスペースなし半角英数として、PowerPoint ファイル名と画像およびフォルダ名は一致させる。

2.5 動画教材の作成

PtM にアクセス後、トップページ (図 6) から「PtM システムを利用する」リンクをクリックして学認でログインを行う。ログイン後は、PtM の UI 画面から動画を生成したい PowerPoint ファイルを含むディレクトリを指定し、ファイルの中で動画に変換したいトピックを選択し、合成音声付き動画教材を取得する。ダウンロードした Zip ファイルには mp4 形式の動画ファイルと JSON ファイルが含まれている (図 7)。

なお、動画変換時には、フレームレート(FPS)とビットレート(bps)を選択できるため、画質の調整を行うことが可能である。



図 6 : PtM トップページ

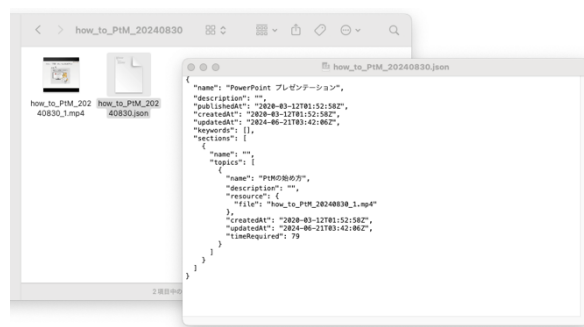


図 7 : 生成された動画と JSON ファイル

2.6 動画教材の登録

マイクロコンテンツ教材を LTI-MC に登録し、LMS で視聴するためには、まず、前節の Zip ファイルを LTI-MC にインポートし、教材を配信可能な形に変換する必要がある。教材は「ブック」から一括登録を行う。インポート結果に登録対象が表示される (図 8)。LTI-MC 画面左上に並んでいる「ブック」からも登録されたブックの存在を確認できる。また「トピック」では、ブックの中に含まれていた各トピック (個々の動画ファイルに相当)を確認することができる。

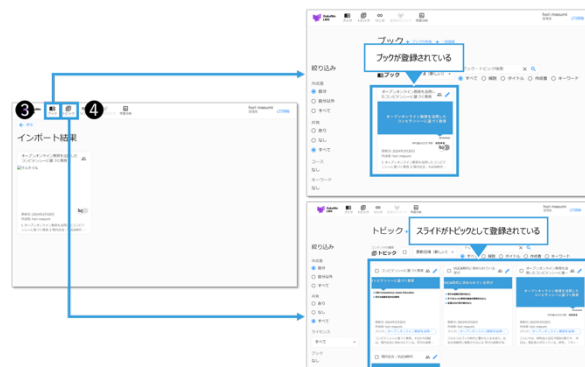


図 8 : LTI-MC へのインポート結果

なお、教材のブックタイトルは、適宜変更が可能である。タイトル変更時には、教材内容や構成を反映した名称にすることが推奨される。

最後に、LMS からの配信設定を行う。作成した教材を LMS に登録し、学習者がアクセスできるように配信設定を行うことで、オンライン学習環境での教材利用が可能になる。

さらに、教材の内容に修正が必要な場合、上書きインポート機能を使用して、教材データを再度インポートすることができる。これにより、既存の教材に変更を加え、再配信する際も、新たに教材を作り直す手間を省くことが可能である。

3 まとめと今後の課題

本研究では、マイクロコンテンツ教材のための合成音声付き動画教材作成システム「PtM (Presentation slides to Movie)」の開発と、その機能や利用方法について述べた。本システムは、Microsoft PowerPoint のナレーション原稿をもとに、各スライドに同期した合成音声付き動画を簡便に生成し、教育者が効率的に教材作成できる環境を提供するものである。生成された動画一式は、マイクロコンテンツ教材として LMS へ容易に登録・配信可能であり、デジタル教育の普及に貢献することが期待される。なお、PtM は 2024 年 3 月から学認加盟機関を対象として実証実験を開始し、現在も利用申請を受付けている。実証実験を通じて、利用機関による PtM の活用可能性を探るとともに、今後さらに改善が必要な課題を明らかにする予定である。これまでにユーザ機関からいただいている要望は、音声合成の自然性向上、多言語対応の強化、ユーザーインターフェースの改善、アニメーション作成機能、データセキュリティとプライバシーの確保などが重要な課題として挙げられている。また、PtM や LTI-MC の利用拡大によって今後マイクロコンテンツ教材の数が増えていくことを想定する上では、教材作成者や教材利用者による版管理や利用状況の詳細な分析も喫緊の課題である。これらの課題に対する継続的な研究と開発を進めることで、PtM がより多くの教育者や学習者にとって有益なツールとなり、デジタル教育のさらなる発展に寄与することが期待される。

謝辞 本研究は文部科学省「AI 等の活用を推進する研究データエコシステム構築事業」の支援を受けたものです。本研究の一部は JSPS 科研費 JP24H00164, JP24K06300 の助成を受けたものです。本システムの開発についてご協力いただいた特定非営利活動法人コンソーシアム TIES に謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 青木浩幸、デジタル教材の技術的動向とユーザー制作教材への期待、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.11、pp.15-16、2022。
- [2] 学認 LMS、<https://lms.nii.ac.jp/> (2024 年 10 月 21 日参照)
- [3] Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Aydinoglu, A. U., Wu, L., Read, E., Manoff, M., & Frame, M., “Data sharing by scientists: Practices and perceptions”. PLOS ONE, Vol.6, No.6: e21101, 2011. doi.org/10.1371/journal.pone.0021101 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [4] Heidorn, P. B., “The emerging role of libraries in data curation and e-science”. Journal of Library Administration, Vol.51, No.7-8, pp.662-672, 2011. doi.org/10.1080/01930826.2011.601269 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [5] Borgman, C. L., “The conundrum of sharing research data. Journal of the American Society for Information Science and Technology”, Vol.63, No.6, pp.1059-1078, 2012. doi.org/10.1002/asi.22634 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [6] Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., & Mons, B., “The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship”. Scientific Data, Vol.3, pp.160018, 2016. doi.org/10.1038/sdata.2016.18 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [7] Cox, A. M., Pinfield, S., & Smith, J., “Moving a brick building: UK libraries coping with research data management as a 'wicked' problem”. Journal of Librarianship and Information Science, Vol.46, No.4, pp.299-316, 2014. doi.org/10.1177/0961000613492542 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [8] Buchem, Ilona, and Henrike Hamelmann., “Microlearning: a strategy for ongoing professional development”. eLearning Papers, Vol.21, No.7, pp.1-15, 2010.
- [9] Stolińska, A., Baran, W., Kapusta, J., Wójcik, K., “Micro-learning in Improving Professional Competences of Programmers: Pilot Studies”. Microlearning. Springer, pp.79-89, 2022. doi.org/10.1007/978-3-031-13359-6_5 (2024 年 10 月 21 日参照)
- [10] R. E. Mayer and L. Fiorella, Eds., The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [11] 古川雅子・白井詩沙香・竹村治雄・喜多敏博・長岡千香子・山地一禎、LTI 連携による再利用可能なマイクロコンテンツ教材システムの構築、第 48 回教育システム情報学会全国大会、Vol.48、pp.309-310、2023。
- [12] LTI-MC、<https://github.com/RCOSDP/GakuNinLMS-LTI-MC> (2024 年 10 月 21 日参照)
- [13] オープンアクセスリポジトリ推進協会 (JPCOAR)、<https://jpcoar.repo.nii.ac.jp/> (2024 年 10 月 21 日参照)
- [14] 元木正和・古川雅子・青木学聡、情報基盤系教職員向け研究データ管理 (RDM) 教材の検討・制作、インターネットと運用技術 (IOT)、Vol.2022-IOT-56、No.15、pp.1-8、2022。
- [15] PtM-Suite、<https://github.com/RCOSDP/PtM-Suite> (2024 年 10 月 21 日参照)