

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04298

研究課題名（和文）公正で個別最適化された生涯学習を実現するデジタル・エコシステムの研究

研究課題名（英文）Study on the digital ecosystems for equitable and personalized lifelong learning

研究代表者

山田 恒夫（Yamada, Tsuneo）

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：70182540

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：高度情報通信社会・知識基盤社会において、生涯にわたり学習を継続するのに必要な「次世代電子生涯学習環境」の構成の解明をめざした。国際技術標準を含む技術動向やニーズの調査、電子書籍型学習プラットフォーム、カリキュラム標準・シラバスデータベース、電子履修証明などのサブシステムのプロトタイプの開発、それらのデジタルエコシステムへの統合を検討した。COVID-19パンデミックの影響は多大であったが、それ以上に計画の進捗に影響を及ぼしたのが生成系AI（人工知能）の出現であった。公正に個別最適化された学びを実現する「パーソナルAIチュータ」は申請時からの開発目標であったが、その設計について課題が残った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、教育関連ではビジネスモデルの扱いであったデジタルエコシステムについて、それを実体化するためのエンタープライズアーキテクチャーのプロトタイプを、部分的・小規模であるが開発し、1 EdTech Consortiumのいくつかの技術標準を題材に、そこでの国際技術標準のふるまいを検証したことである。

社会的意義としては、Covid-19パンデミックの前後から、日本でも始まった教育情報デジタルエコシステムの社会実装（文部科学省GIGAスクールプロジェクトなど）にあわせて、その相互運用性を保証する国際技術標準の仕様、品質保証システム、実践例に関する研究成果を公表したことがある。

研究成果の概要（英文）：From the viewpoint of Lifelong Learning in advanced information and knowledge-based society, a next-generation digital learning environment (A-NGDLE) was examined especially focusing on aged or marginalized community. In the study, survey on the related technologies and social needs, the prototype development of learning platform based on electronic multimedia textbook, curriculum/syllabus repository, digital credential framework and the integration of the developed tools into the digital ecosystem. In the research period, both Covid-19 Pandemic and the emergence of generative AI (Artificial Intelligence) gave the serious influences on the project goals and outcomes.

研究分野：情報学、教育工学

キーワード：学習デジタルエコシステム 相互運用性 個別最適化 次世代電子学習環境 生涯学習 教育デジタル  
トランスフォーメーション 国際技術標準 データ連携

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

人生 100 年時代の生涯学習には、初等中等教育、高等教育、リカレント教育や継続教育をこえて、後期高齢者を含む人生の全ライフステージを包含する視点が必要になっている。学習とは生物学的には個体発生における適応過程を意味し、死を迎えるまで何らかの学習は継続される。今後途上国においても、後期高齢者を含む生涯学習の在り方の検討や、新たな生涯学習理論の構成が必要となっている。

21 世紀の高度情報化社会や高度知識基盤社会（あるいは Society 5.0）では、人工知能（AI）やロボットによる職業の代替、知識やスキルの陳腐化の加速なども生じ、学び直しの機会の増加ばかりでなく、（機械にはない）人間としての本質的な役割の獲得、より高度な倫理性も含む自律性や創造性の涵養が必要となっている（OECD, 「学習者エージェンシー」など）。

情報通信技術（ICT）の普及とそのコストの低下によって、人は誕生から死までのパーソナルデータを記録しようと思えば記録できるのも現代である。個人にとって、こうした「生涯学習 e ポートフォリオ」はかけがえのない生きた証で、プライバシーの塊ともいえるが、それをビッグデータとして利用することで、「人間は何のために存在し人類はどこに向かうのか」といった、人類と人間の存在論的意義を問う新たな実証的な研究領域を発生させる。

こうした背景から、高度情報通信社会・知識基盤社会において、万民が生活や生涯の目的を精査しその質を高めるため、生涯にわたり学習を継続するのに必要な「次世代電子生涯学習環境（Next Generation Digital Lifelong Learning Environments）」の実現に向けて、未解決の要素技術と社会的に未合意の課題について研究開発を実施した。多様な目的と属性を有する生涯学習者（特に成人）が、生涯にわたり、パーソナルな学習環境と学習過程（あわせて「パーソナル学習」という）を実現するための研究を、「持続可能な開発目標（SDGs、国連）」や国際標準化を視野に入れた国際共同研究として構想した。本研究では、情報格差によって特に不利益を被る、後期高齢者や周縁化した（Marginalized）地域や人々でもパーソナル学習を実現させるため、柔軟かつ持続可能なプロトタイプを開発するとともに、多文化文脈のモバイル環境で実証実験を行う。また、グローバルな視点からパーソナルデータの新たな記録と保全に関する社会的合意やポリシーに必要な条件を明らかにする。

### 2. 研究の目的

申請および交付決定（2020 年春まで）の時点で、本研究課題の核心をなす学術的「問い」として、

「高度情報化・知識基盤化、国際化・グローバル化、多文化共生、超高齢化などの特性を有する 21 世紀社会において、今世紀半ばには技術的特異点（シンギュラリティ：機械の知的機能がヒトのそれを上回る時点）に達するという予測もあるなか、人間性と創造性（独創性）の豊かな、質の高い生活（人生）を送るために、公正でひとりひとりに最適で快適な学び（「パーソナル学習」）を生涯にわたって実現するための「次世代電子生涯学習環境」の要件とは何かを明らかにし、持続可能なデジタルエコシステムとして、そのプロトタイプを開発する。」

をあげ、本研究の目的として、

学習オブジェクト（素材型コンテンツ）を蓄積する素材リポジトリ（データベース）の設計と機械による自動検索方法の解明、国際標準化（LOM2.0 など）に向けた意見集約

後期高齢者や周縁化地域の人々にも適用可能な学習活動とその記録方法の解明、いわゆる「センサー」の開発と IMS Caliper Analytics/experience API など国際技術標準での定義

生涯学習者の学習活動（学習ログデータ）と過去の学修履歴（生涯学習 e ポートフォリオおよびその構成要素である、検証手段をもった「デジタルバッジ」や「包括的学習者記録（Comprehensive Learner Record, CLR）」）から最適な学習プロセスを予測する教育情報データ解析の解明、学習パスウェイに関する国際標準化に向けた意見集約

素材メタデータと学習解析データから最適なパーソナル学習過程を実現する自律型学習管理システム（「人工知能型パーソナルチュータ（AI チュータ）」）のプロトタイプの開発と多文化文脈のモバイル環境での実証実験

をあげた。2019 年秋に始まった Covid-19 パンデミックの影響により、海外における各種調査や国際技術標準に向けた意見調整、国内でのニーズ調査等が 1 - 2 年間遅延し、後年度に集中することになった。

### 3. 研究の方法

本研究の研究期間は 4 年間とした。研究方法の特色、独自性については、

高齢者や周縁化地域住民を含む、多様な生涯学習者が、生涯にわたり、パーソナルな学習環境と学習過程（あわせて「パーソナル学習」という）を実現するための「次世代電子生涯学習環境」のパイロットシステムを構築し検証した。

個別最適化と持続可能性を両立する観点から、「次世代電子生涯学習環境」では国際技術標準にもとづく相互運用性を保証し、ツール・サービス等リソースを共有再利用する生涯学習デジタルエコシステムとして構築した。開発するパイロットシステムでは、既存のツールや

サービスを利用するマッシュアップ型開発を行った。

「次世代電子生涯学習環境」では、AI・深層学習など分析系ばかりでなく、学習関連データを取得する「センサー」部や分析結果から学習内容を再構成する生成系など、学習者との間に介在するサブシステムやツールの質向上にも注目した。

「次世代電子生涯学習環境」パイロットシステムにおける教育実践を通じて、安全（セキュア）な方法で学習活動データを収集・保持し、データプライバシーの在り方も検討した。

「次世代電子生涯学習環境」は先進国ばかりでなく、周縁化地域でも持続的に活用でき、「持続可能な開発目標（SDGs、国連）」のSDG4の実現をめざした。

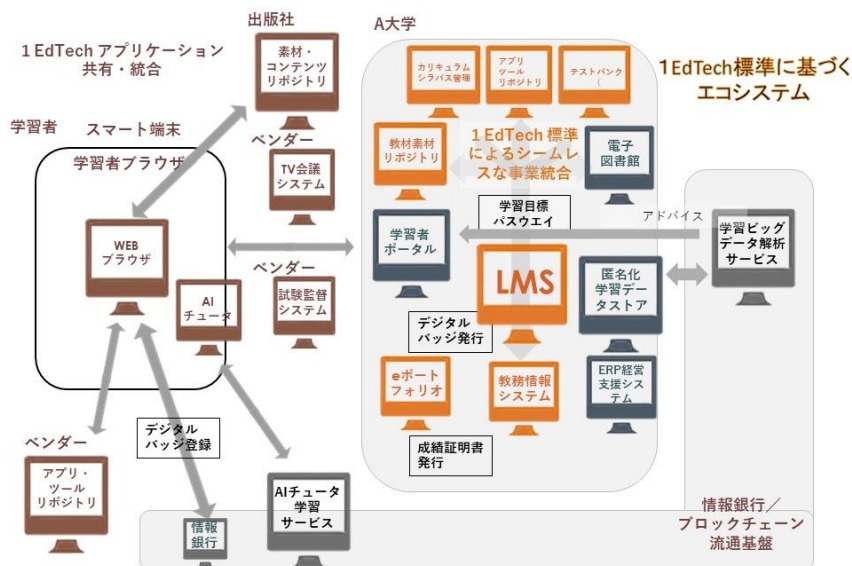


図 想定した完成形教育デジタルエコシステム

#### 4. 研究成果

開発項目ごとの研究成果は以下の通りである。

##### (1) 教育デジタルエコシステムの現状に関する調査

研究時点において、教育デジタルエコシステムがどのように理解されているか、訪問によるインタビュー、Webを活用した文献調査を行った。海外では、1EdTech Consortiumが開発した技術標準をもとに、デジタルエコシステムを社会実装することが多い。そのなかでも先進的な事例といえるプロジェクトを分析した。高等教育においては学内サービスにとどまるものが多く、初中等教育においても適用範囲は限定的であるが、例えば米国ジョージア州のように、全体的な教育デジタルエコシステムといってもいいようなものもでてきた（2024年時点）。国内では、政府によるGIGAスクールプロジェクトが代表的であり、学習eポータル事業や国立テストバンクともいえるMEXCBTにおける連携など、規模の点では世界屈指の実装も存在する。

教育デジタルエコシステムの構成ツールの調査も併せて実施した。情報化の過程において、すでにサービスの始まっていた、主にオープンソースの、学習管理システム（LMS）、教務情報システム、電子履修証明（デジタルクレデンシャル）システム、CASEリポジトリなどを対象とした。

AIに関しては、2022年11月ChatGPTの出現など、生成系AIの発展で、様相は劇的に変化した。ガートナーの2023年度版AIに関するHype Cycleモデルでは、生成系AI(Generative AI)は「Peak of Inflated expectation（過度の期待のピーク）」、エッジAIは「Trough of Disillusionment（幻滅期）」の初期にあり、「Plateau of Productivity（生産性の安定期）」まで、それぞれ2-5年、2年はかかるとの予測である。1EdTech ConsortiumのChief Architect, Colin Smythe氏によればAIに関する技術標準はその時点を目標にするとのことである。この結果、AI デジタルエコシステムの出現はそれ以降になり、現在は意見集約が始まった段階といえる。

##### (2) 教育デジタルエコシステムに関する技術標準に関する調査

デジタルエコシステムには、技術的基盤（インフラストラクチャー）の協調・連携も含まれ、さまざまなシステムやデバイスが組織の垣根をこえて簡単にしかし安全にデータをやりとりすることも含む。そのためには、システムやツールの相互運用性（Interoperability）を保証することが必要で、データの構造や通信の方式など関係者で合意の形成された仕様については技術標準（できれば国際技術標準）として共有される。グローバル化した社会では、それらはオープンな（公開された）国際技術標準であることがのぞまれる。

そこで、現在のほとんどの教育情報システムに関し国際技術標準を定め、なにより教育DXを教育デジタルエコシステムで実現すると標榜している、1EdTech Consortiumの技術標準について調査を実施した。

1 EdTech 技術標準	Version	
Learning Tools Interoperability (LTI) ®	1.3/Advantage	システム、アプリケーション、ツール（ツールと総称する）間の安全なデータ連携を規定する 1 EdTech 技術標準の基礎となる標準
OneRoster ®	1.2	学籍簿、成績簿、教材リソースなど、校務/教務システム連携のための技術標準
Question & Test Interoperability® (QTI®)	2.2/3.0	テストやそのテスト問題(項目)、テストバンクのための技術標準
Open Badges 2	2.0/2.1	電子履修証明書(デジタルバッジ)およびバッジレポジトリ/ウォレットのための技術標準
Open Badgee 3	3.0	Open Badges の W3C Verifiable Credential 対応版、OBv2 とは互換性が保証されない、
The Comprehensive Learner Record Standard™ (CLR Standard™)	1.0	もともとは成績証明書のような、内容を秘匿できる電子履修証明が典型とされてきたが、就業記録や生涯学習における「生きた証」など、様々な可能性を秘めている。
CLR Standard™ 2		CLR の W3C Verifiable Credential 対応版、CLR1.0 とは互換性が保証されない可能性、
Competencies and Academic Standards Exchange® (CASE®)	1.0	カリキュラム標準やスキル標準、シラバスなどに記載される学習目標と評価ルーブリックのための技術標準
Caliper Analytics ®	1.2	さまざまな学習活動を記録するための技術標準
Common Cartridge v1.3	1.2/1.3 [1.4] CFP	システム間でコンテンツを交換するための技術標準
Frameworks フレームワークは、複数の 1EdTech 技術標準で共通に用いられる仕様		
Security Framework		セキュリティに関する共通仕様。コアは、OAuth 2.0 - RFCs 6749 and 6750 ( IETF JSON Web Tokens - RFCs 7515, 7516, 7517, 7518, 7519 and 7523 と Open ID Connect Core ( OpenID Foundation ) )
Data Privacy		技術標準としての合意はできておらず、認定の枠組の共通化段階

あわせて、国際標準の地域対応に関して、1 EdTech Consortium における OneRoster CSV Japan Profile (OneRoster 技術標準の日本市場のニーズに応じた補綴版) の成立について分析した。わが国では GIGA スクールプロジェクトにおいて顕在化した地域対応へのニーズは、国際標準化団体側でも緊急に対応する課題としてとらえられていること、ノルウェーと日本でそれぞれの文化社会的状況を背景に顕在化した、両国間で共有する課題も少なくないこと (Caliper Analytics と ADLxAPI の取り扱い、Identity (WEB 空間上の識別子) の合意など) も明らかになっている。

また、この過程で、国際技術標準実装の品質保証や人材養成に関するさまざまな取り組みについても整理した。

研究成果 ( 1 ) と ( 2 ) については、現在わが国で社会実装が進められており関心が高く必要な情報でもあるので、最終成果を待たず発表することになった ( 文献一覧参照 )

### (3) 構成要素の開発

教育デジタルエコシステムの観点から、基本的な構成要素である教育情報システム ( ツール ) およびそのコンテンツを再検討した。

CASE 技術仕様カリキュラム標準作成・管理システム ( OpenSALT ) の開発と放送大学カリキュラム・シラバス等の実装

CASE ( Competency and Academic Standards Exchange ) は、カリキュラム標準、スキル標準やルーブリック ( 評価・採点の基準 )、シラバスの記載内容を、機械が可読な形式で処理するための 1EdTech 技術標準である。学習目標や評価基準に関する情報は、教材にも、学習履歴データにも、修了証明書などデジタルバッジに記載され、機械 ( AI ) による自動処理の際必要となる。CASE 技術仕様カリキュラム標準作成・管理システムについては、オープンソフトウェアの「OpenSALT」をベースにクラウド環境 ( AWS ) 上にパイロットシステムを構築し、数理・データサイエンス・AI モデルカリキュラム ( cf. 文部科学省、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度」, MDASH, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/suuri\\_datascience\\_ai/00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm)) などのカリキュラム標準やそれに関連する大学科目のシラバスを搭載し、記載事項間の関係をどう記



述するか検討した。パイロットシステムの限界として、Identity (同定) の表現方法の制約の問題があり、社会実装する場合には、どのような UUID をどの機関が管理するか社会的合意を図る必要がある。



開発した CASE 技術仕様カリキュラム標準作成・管理システムの 1 画面

### 電子書籍型学習者用プラットフォームのプロトタイプの開発

情報リテラシーが必ずしも高くない高齢者を念頭に、学習プラットフォームとしてマルチメディア電子書籍リーダーの可能性を検証するため、所属大学放送授業科目の印刷教材・放送教材を電子書籍化するとともに、マイクロコンテンツ化し、他の教育情報システム(シラバスデータベース「CASE リポジトリ」)との連携を検証した。社会実装する場合には、クラウド上の電子出版サービスとの連携がまず第 1 に考えられるが、パイロットシステムとして、学習オブジェクト(コンテンツ)リポジトリは学習管理システム(LMS、今回は Moodle)の機能を使用した。また、学習活動として、キーワード検索、マーカー機能の記録は図ったが、その学習履歴データについては、学習記録ストア(LRS)の仕様いくつか課題が残る(xAPI と Caliper Analytics の互換性、および前者の質保証の問題)。



開発した電子書籍型コンテンツの画面

### そのほか

周縁化地域を対象にした実証実験については、コロナ禍により海外協力者が交代したが、新たなカウンターパートを見出し、協力関係を構築中である(タイおよびカンボジア)。その際、各国におけるプライバシー保護の現状について再度調査の必要性があり、システムのセキュリティ、プライバシー対応を再検討する必要がある。

学修履修証明(デジタルクレデンシャル)については、2013年放送大学MOOCに始まり、エクステンション講座でのオープンバッジ発行の経験があるが、最近の Verifiable Credential 技術標準(W3C)への対応については、1EdTechのOpen Badge V3の公開が2024年6月になり、今後の課題となる。

AI パーソナルチュータについては、エッジ AI と AI デジタルエコシステムの発展を見極める必要性があり、既存のツールを再利用するというマッシュアップ型開発の観点からは、今しばらくの開発期間を必要とする。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 常盤祐司・山田恒夫	4. 巻 63 (6)
2. 論文標題 べた語義：学習基盤を拡張する国際技術標準 IMS LTI 1.3: 第 1 回 LTI 1.3 の機能と意義	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理	6. 最初と最後の頁 293-297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 山田 恒夫	4. 巻 64
2. 論文標題 ITと教育：招待論文：2. 教育デジタルトランスフォーメーション (DX) とデジタルエコシステム：国際技術標準，相互運用性，教育IoT	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 情報処理	6. 最初と最後の頁 d25 ~ d47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20729/00225528	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yamada, T., Fushimi, K., Terada, S., Fujimoto, Y. & Hata, T.	4. 巻 2
2. 論文標題 Implementation of a digital credential ecosystem for informal education at the Open University of Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of AAOU Annual Conference 2022 Vol.2 Innovative Edutech in Distance Education	6. 最初と最後の頁 276-283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 山田恒夫	4. 巻 9
2. 論文標題 Covid-19パンデミックの先に見えてきたSociety 5.0 におけるICT 教育利用：個別最適化された学びと学習デジタルエコシステム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大学職員論叢 (大学基準協会)	6. 最初と最後の頁 43-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山田恒夫	4. 巻 12
2. 論文標題 デジタル・エコシステムが拓く人生100年時代の生涯学習	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊先端教育	6. 最初と最後の頁 34-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山田恒夫	4. 巻 62 (10)
2. 論文標題 べた語義：学習目標と評価ルーブリックのための技術標準：デジタルエコシステムをトップダウンでイメージする	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理	6. 最初と最後の頁 549-549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamada, T., Fushimi, K., Saitoh, S., Higuchi, T. & Okada, M	4. 巻 2
2. 論文標題 Digital Badge as an e-Certificate of Informal Education Program: A Case Study at Open University of Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Full Papers of the 34th ANNUAL CONFERENCE OF THE ASIAN ASSOCIATION OF OPEN UNIVERSITIES (AAOU 2021)	6. 最初と最後の頁 347-358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 山田恒夫・富田育磨・野村悠司
2. 発表標題 デジタルバッジを利用したボランティア活動参加電子証明書の設計と運用
3. 学会等名 国際ボランティア学会第23回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田恒夫
2. 発表標題 大学ICT推進協議会の国際性（国際連携企画セッション「EDUCAUSE 年次カンファレンス 2022 参加報告」）.
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田恒夫
2. 発表標題 OERとは何か：日本における現状.（学術・教育コンテンツ共有流通部会（CSD）企画セッション「教育コンテンツ共有の課題と将来：OERと授業目的公衆送信補償金制度」）
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田恒夫・林薫・中村安秀
2. 発表標題 国際ボランティア学会のデジタルバッジについての討論会 ボランティア学習やボランティア活動の品質保証のためにー
3. 学会等名 国際ボランティア学会第24回学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Morimoto, Y., Fujimoto, Y., Kudo, H., & Yamada, T.
2. 発表標題 AAOU-Japan: The Learning Analytics Needs of the Open University of Japan
3. 学会等名 MoodleMoot Japan 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 山田恒夫・重田勝介・深澤良彰
2. 発表標題 Covid-19パンデミックによって復活したMOOCの将来
3. 学会等名 大学ICT推進協議会 (AXIES) 2020年度年次大会(2020/12/9-11、オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田恒夫・富田育磨・野村悠司・川嶋辰彦
2. 発表標題 ボランティア活動におけるデジタルバッジ技術の利用に関する考察
3. 学会等名 国際ボランティア学会第22回大会 (2021/2/27-28、名桜大学)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田恒夫・重田勝介・深澤良彰
2. 発表標題 オープン教育資源 (OER) の最新動向と課題
3. 学会等名 大学ICT推進協議会 (AXIES) 2021年度年次大会(2021/12/15-17、幕張・オンライン)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 山田恒夫	4. 発行年 2022年
2. 出版社 明治図書出版	5. 総ページ数 4
3. 書名 教育の未来を研究する会 (編)、最新教育動向 2023 必ず押さえておきたい時事ワード60 & 視点120	

1. 著者名 Iwanaga, M. & Yamada, T.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Indonesia: Universitas Terbuka	5. 総ページ数 21
3. 書名 In Tian Belawati (Ed.), OPEN AND DISTANCE EDUCATION IN ASIA: Good Practices from AAOU Members.	

1. 著者名 山田恒夫	4. 発行年 2020年
2. 出版社 インプレス	5. 総ページ数 57
3. 書名 デジタルバッジ 能力を認定するための画期的システム	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------