

Title	IoT・AI利活用人材育成のためのプロトタイプ構築法と分野横断実装教育の研究
Sub Title	Research on prototype construction method and multi-disciplinary implementation education for developing human resources who can use IoT and AI
Author	井上, 雅裕(Inoue, Masahiro) 北上, 眞二(Kitagami, Shinji) 中島, 毅(Nakajima, Tsuyoshi) 清尾, 克彦(Seo, Katsuhiko) 海津, 裕(Kaizu, Yutaka)
Publisher	
Publication year	2024
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	すべての物がインターネットにつながるInternet of Things (IoT)は、製造業、農業、サービス業、交通、医療・福祉の分野に広がり、IoTを構築する人材、特に利活用する人材育成が求められている。本研究課題では、(1)情報系に限らず、異分野の学生に対するIoTプロトタイプ構築法を開発し、(2)プロジェクト学修によってイノベーション創出を可能にするIoT人材教育法を構築した。さらに、(3) 農業分野でのIoTの構築法開発、(4) オンライン大学教育でのIoTの構築法開発、(5) AI・機械学習を利活用するための教育法の開発と実践評価、(6) 大学間連携でのIoT教育法の開発を行った。 The Internet of Things (IoT) has spread to the fields of manufacturing, agriculture, services, transportation, and medical care and welfare, and has become the infrastructure of the information society, requiring the development of human resources to build and especially to utilize the IoT. In this research project, we (1) developed an IoT prototype construction method for students from different fields, not limited to information science, (2) developed an IoT human resource education method that enables innovation creation through project-based learning, (3) developed in-person and online IoT construction methods in the agricultural field, (4) developed IoT construction methods in online university education, (5) developed educational methods for utilizing AI and machine learning, practical evaluation and recurrent education, and (6) developed IoT educational methods in inter-university cooperation.
Notes	研究種目：基盤研究 (C) (一般) 研究期間：2019～2023 課題番号：19K03151 研究分野：工学教育
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_19K03151seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 6 年 5 月 2 9 日現在

機関番号：3 2 6 1 2

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019 ~ 2023

課題番号：1 9 K 0 3 1 5 1

研究課題名 (和文) I o T ・ A I 利活用人材育成のためのプロトタイプ構築法と分野横断実装教育の研究

研究課題名 (英文) Research on prototype construction method and multi-disciplinary implementation education for developing human resources who can use IoT and AI

研究代表者

井上 雅裕 (INOUE, Masahiro)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科 (日吉) ・特任教授

研究者番号：5 0 4 0 7 2 2 7

交付決定額 (研究期間全体) : (直接経費) 3,400,000 円

研究成果の概要 (和文) : すべての物がインターネットにつながる Internet of Things (IoT) は、製造業、農業、サービス業、交通、医療・福祉の分野に広がり、IoT を構築する人材、特に利活用する人材育成が求められている。本研究課題では、(1) 情報系に限らず、異分野の学生に対する IoT プロトタイプ構築法を開発し、(2) プロジェクト学修によってイノベーション創出を可能にする IoT 人材教育法を構築した。さらに、(3) 農業分野での IoT の構築法開発、(4) オンライン大学教育での IoT の構築法開発、(5) AI ・機械学習を利活用するための教育法の開発と実践評価、(6) 大学間連携での IoT 教育法の開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、情報系に限らず、異分野の学生に対する IoT・AI プロトタイプ構築法を開発し、プロジェクト学修によってイノベーション創出を可能にする IoT 人材教育法を確立することである。各分野の学生はプロトタイプ構築によって、自分の分野に応じた利活用のアイデアを創出し、その成果を社会の課題解決のために展開する社会実装を行う。それを通じて、社会的・経済的価値を創造し、我が国の再生を担う人材を育成する教育法を開発する。

研究成果の概要 (英文) : The Internet of Things (IoT) has spread to the fields of manufacturing, agriculture, services, transportation, and medical care and welfare, and has become the infrastructure of the information society, requiring the development of human resources to build and especially to utilize the IoT. In this research project, we (1) developed an IoT prototype construction method for students from different fields, not limited to information science, (2) developed an IoT human resource education method that enables innovation creation through project-based learning, (3) developed in-person and online IoT construction methods in the agricultural field, (4) developed IoT construction methods in online university education, (5) developed educational methods for utilizing AI and machine learning, practical evaluation and recurrent education, and (6) developed IoT educational methods in inter-university cooperation.

研究分野：工学教育

キーワード：IoT AI 教育システム プロトタイプ構築 イノベーション Project Based Learning 学習成果の Assessment ブレンド型学習

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。

1. 研究開始当初の背景

すべてのものがインターネットにつながる Internet of Things (IoT)の応用は、製造業、農業、サービス業、交通、医療・福祉の分野に広がり、情報化社会のインフラになりつつある。それとともに、IoT を構築する人材、特に利活用する人材育成が求められている。IoT の個別技術であるセンサ、ネットワーク、クラウド、ビッグデータ等の教育方法や組み込みシステムの教育方法は研究され実施されているが、それらの構築手法やユーザー側の IoT 教育方法は全く研究されていない。また、教育を支える人材も全く不足している。IoT の広い領域の統合能力構築教育をどのようにするのか、ユーザー側の IoT 応用に繋がる情報系以外の工学系、農学系、文系の学生への IoT 人材育成手法をどのように確立するかが問題である。さらに、IoT 人材育成の教育者が大幅に不足する中で、どのような効率的効果的な指導方法を作れるかが、教育上の研究課題として問われている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、情報系に限らず、異分野の学生に対する IoT プロトタイプ構築法を開発し、プロジェクト学修によってイノベーション創出を可能にする IoT 人材教育法を確立することである。各分野の学生はプロトタイプ構築によって、自分の分野に応じた利活用のアイデアを創出し、その成果を社会の課題解決のために展開する社会実装を行う。それを通じて、社会的・経済的価値を創造し、我が国の再生を担う人材を育成する教育法を開発する。

本研究では、異分野の学生に対する IoT プロトタイプ構築法とプロジェクト学修による IoT 人材教育法を確立する。IoT を応用する斬新なアイデアの創出を可能とする。さらに、異分野の課題に対するアイデアをグループ討議で連携し、実装によって深化させていくプロジェクト型学修 (PBL) 方法を取り入れる。海外を含むグローバルな PBL によって、イノベーションの創出を可能にする異分野連携実装力教育の研究を行う。

3. 研究の方法

IoT 分野別教育法では、各分野の学生のものづくりの役割分担の仕組みを構築する。情報系学生は構築法の改善と維持を行う。工学系、農学系の学生はデバイスの IoT モジュール対象を考案する。工学部電気系の学生は、IoT モジュール製作を担当する。文系は、人間生活や社会の動静の視点から、社会実装の対象を抽出し、工学系、農学系の学生へ課題提供を行う。

AI・機械学習を各分野で利活用するための教育法の開発を行う。収集されたデータの分析は、AI を活用することによって高度化されるが、各分野の多くの学生はAI を理解し活用することに困難を感じている。AI を利活用するためのデータ分析法、AI 機能の選択法、作成法の教育方法の開発によって各分野での AI 等の活用を可能にする。また、多くの人材を各地域にわたって育成するために、遠隔教育の手法を活用する。

多分野混成および国際プロジェクト型学修とアイデア創出実践を実施する。各分野の学生がプロトタイプ構築の体験をもとに、自分の専門分野での応用アイデアを創出し、それをプロジェクト型学修によって議論し、イノベーションに繋がる考えがどのように出てくるかを明らかにする。その評価をプロジェクト型学修法の充実に役立てる。海外の大学を含めたグローバル PBL を実現し、タイのキングモンクット工科大学トンプリ校と共同研究を実施する。海外の大学との PBL では、遠隔教育環境も活用する。短期集中の集合型のグローバル PBL と遠隔連携型のグローバル PBL の両者の長所を生かした活用を行う。

4. 研究成果

(1) IoT、AI のプロトタイピング教育環境の構築とオンラインを含めた対応

芝浦工業大学システム理工学部と工学部では、新型コロナウイルスの感染拡大に対して、オンラインでの IoT、AI のプロトタイピング教育環境の構築を推進した。サーバ、ゲートウェイ、デバイスを含め IoT システム全体をクラウドでプロトタイピングする環境を構築した。さらに、ハードウェアの映像をオンライン共有しデバッグするシステムを構築した。IoT 実習におけるピアティーチングを支援するため、手元映像の共有機能に加えて、講座資料と進捗を共有する機能を実装した i-ShareHandy を開発し[1]、学生実習での評価を行い、その有効性を確認した。その成果を含めジャーナル論文 3 件の成果をあげた。またソフトウェア分野へのデジタルツイン応用の品質デジタルツインシステムの試作を行い、査読付き国際学会 1 件の成果を挙げた。

デジタルツインの農業分野の試作として、ため池測深ボートの改良開発を行った。機械学習を用いた岸辺認識とそれに基づく経路変更を行うことで、底地図の精度改善と安全な運行が可能となった。本件では、電子情報通信学会総合大会及び情報処理学会全国大会にて 6 件の発表を实

施した。

(2) 対面とオンラインでの異分野、国際 PBL による IoT の構築とイノベーション創出

芝浦工業大学システム理工学部、慶應義塾大学では、オンライン PBL でのディスカッションの可視化システムを構築し[2]、国内外の PBL に導入した。国内外の多様な分野の学生の連携による国際 PBL を実施した、IoT プロトタイピングを 9 日間の国際 PBL に導入し、SDGs に関する問題解決を目的にアイデア創出と IoT プロトタイピングを実施した。さらに、プロトタイプ構築をドローンの研究と開発に適用して実装した。

さらに、国際 PBL をメタバースを用いオンラインで実施した[3]。これに加え、オンライン国際 PBL の理工系大学での実施状況に関して調査研究を行い発表した。本件では国際会議に 3 件の論文が採択された。また、本件を含めて大学教育のデジタル変革を俯瞰した調査研究を行い図書を発行した[4]。

2022 年度より対面での国際 PBL を再開し、リスボン、国内、バンコクで実施し、学習成果のアセスメントを行った。学生が仮想空間(メタバース)を設計し提案をするプロジェクトを実施した。本件で、2 件の論説が掲載され、1 件の図書を出版し、国内外で 9 件の口頭発表(招待講演 6 件、国際会議 3 件)を実施した。タイと日本の大学間の国際 PBL において実課題をサイバー・フィジカルシステムで解決する活動を実施し、その学習プロセスと学習成果の評価を行った。

(3) 高校生向けに IoT プロトタイプ教育

芝浦工業大学工学部では、高校生向けに IoT プロトタイプ構築講座のオンライン版を開発し 2 校に対して実施し、その有効性を確認した。その成果は、情報処理学会の教育コンテストで優秀賞を受賞した。国際会議 3 件の発表を行い内 1 件がベストペーパー賞を受賞した[5]。高校生向け IoT 講座の改良と評価を、オンライン実施の方向に方針を変え準備を進めた。その過程で、オンデマンド教材、及び多種センサを利用可能なプロトタイピングボードを開発した。

(4) 対面とオンラインでの農業分野での IoT の構築法

東京大学では、大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻の大学院生を対象として、「生物物性工学特論」で、IoT に関する授業と実習を開発した。2 単位の授業で Arduino と Processing を使ったプログラミングを行い、クラウドでセンサデータを表示させた。受講者は 15 名である。さらに、農学部生物・環境工学専修 3 年次の授業として「農業 IoT 概論」を開講した。2 単位の授業で、講義と実習を行った。講義では農業における IoT の利用について、実習では、プログラミングを行い、クラウドでセンサデータを表示させた。

新型コロナウイルスの感染拡大に対しては、学部生 3 年生を対象として「農業 IoT 概論」の授業をオンラインで行った。講義では、農業における IoT 利用の実例について解説し、実習では学生にマイクロコンピュータ(ESP32-WROOM-32D)とブレッドボード、センサ、LED、抵抗などを郵送し、プログラミングとプロトタイプ作成を行った。農業における IoT 利用の実例について解説し、実習では学生にマイクロコンピュータとブレッドボード、センサ、LED、抵抗などを郵送し、プログラミングとプロトタイプ作成を行った。また学生が、農業農村工学会・農業農村情報研究部会で発表を行った。

(5) オンライン大学教育での IoT の構築法

サイバー大学では、IoT システムに必要な基盤技術と応用事例を中心とした講義形式の講座として e-ラーニングによる「IoT 入門講義」を実施した。さらに、「オープン環境による M2M/IoT プロトタイプ構築のゼミナール」を実施した。このゼミナールは、IoT システムの身近な例を対象に、各自がそれぞれプロトタイプを構築し評価する実習形式の講座である。プロトタイプの基本系を全員が作成し、発展系については各自の能力に応じて選択して作成することができるように構成した。

IoT 人材育成の実績として、IoT 入門(講義)、IoT ゼミ(演習)をそれぞれ 2 回(春、秋)ずつ通常通りオンライン(非同期型)で実施した。IoT 入門(講義)で 879 名、IoT ゼミナール(演習)で 37 名を、遠隔(非同期)授業形式で育成した。IoT ゼミナールの 7 年半に渡る基本系と発展系の取り組み成果と IoT 人材育成実績をまとめた論文「オープン環境による IoT プロトタイプ構築の取り組みと適用事例」が「サイバー大学 e-ラーニング研究第 10 号特別号」に掲載された[6]。

(6) AI・機械学習を利活用するための教育法の開発と実践評価とリカレント教育

M2M・IoT 研究会との連携で、AI・機械学習を利活用するための教育法の開発と実践として、事例に基づく教育法を開発し、中小企業技術者向けのオンライン教育を行った。また、UX デザイン手法に基づく AI ニーズ創出法を開発し、営業スタッフを対象に実践評価を行い、その効果を確認した。AI・機械学習を各分野に利活用するための教育法の開発と実践を行った。3 段階からなる AI 教育手法(事例に基づく AI 基礎、教材プロトタイプ、応用プロトタイプ構築の 3 段階)を開発し、中小企業技術者向けの実習教育を行った。また、UX デザイン手法に基づく AI ニーズ創出法を、2 つの大学にて実践した。成果の一部を研究会での発表や論文として投稿した。AI ニーズ創出法の開発と実践では、文系学生や企業の営業スタッフへの AI ニーズ創出法の開発・実

践評価を行い、成果が学会論文誌に3件採択された[7]。

さらに、AI教育、デジタルツインに関するセミナーをハイブリッド型で実施し、外部専門者の講演、および研究会の活動報告を行った。AI教育研修法、デジタルツイン実習法に関し、電気学会論文誌、日本工学教育協会論文誌「工学教育」に採録された。また、国際会議 IEEE-GCCE2023 にも発表を行った[8]。リカレント教育については、分野の異なる複数企業の学習者を対象としたオンラインAI教育法について、その特徴および実践評価を電子情報通信学会ソフトウェアインタプライズモデリング研究会(SWIM)で発表し、その教育方式としてオンラインのみの環境で同期・非同期で活かせるようにしたブレンド型について電子情報通信学会教育工学研究会(ET)にて発表した。

リカレント教育の新しい仕組みであるマイクロクレデンシャルの質保証のフレームワークを検討し、その研究成果が日本工学教育協会論文誌「工学教育」に採録された[9]。また、本件で3件の国際会議で招待講演を行い、さらに、日本教育工学会秋季大会、日本工学教育協会年次大会、情報処理学会全国大会で成果を発表した。

(7) 大学間連携でのIoT教育法の開発

福井工業大学では、福井県立大学 生物資源学科と連携し、農業をテーマとしたIoTコラボ実習を実施した。福井工業大学の情報系学生が、イチゴ栽培観察のIoT植物育成監視装置を開発する過程で、IoTプロトタイプ開発実習の教育成果を確認した。これは、大学教育連携の取り組みとして、地方新聞の一面トップで紹介された。農業をテーマとしたIoTコラボ実習の成果をまとめて評価を実施し、2022年12月6日に令和4年度北陸信越工学教育協会福井県支部研究集会で発表した。また、この研究成果を、北陸信越工学教育協会会報71号に「IoT利活用人材育成を目的としたPBL取り組みの事例」として寄稿した。

本研究では、当初の計画のIoT・AI利活用人材育成のためのプロトタイプ構築法と分野横断実装教育を達成した。さらにこれに加えて、新型コロナウイルスの感染拡大に対して、これらの活動をオンラインで実施するための研究と環境開発と実施評価に至るまでを実施した。また、教育法を社会人のIoT・AI利活用人材育成にまで拡大して進めた。

本研究の実施段階で、リカレント教育の新しい仕組みであるマイクロクレデンシャルの重要性に注目し、その標準化のための研究を始めるに至った。さらに、IoTの研究の発展としてデジタルツインに注目し、その研究を始めるに至った。マイクロクレデンシャルとデジタルツインは本研究の成果を踏まえて、今後大きく発展が期待される。

このように、本研究課題では、当初の研究のスコープを達成し、さらに、範囲を拡大した項目に対しても多くの成果を得ることができた。

研究代表者は2019年度から2020年度は芝浦工業大学システム理工学部 に所属し、2021年度以降は慶應義塾大学に所属している。また、本研究課題の実施期間中に一部の研究テーマが芝浦工業大学システム理工学部から同工学部に移管されている。

引用文献

- [1] Sekiguchi, Shiryu; Nakajima, Tsuyoshi, A Peer-Teaching Support System for Online Exercises: Prototype and its Evolution, International Journal On Advances in Internet Technology, no 3&4, 2022.
- [2] Matsuhisa, Kana; Mu, Ying; Inoue, Masahiro; Yokemura, Taketoshi; Mano, Kazunori, Discussion Visualisation and Reflection System to Facilitate Team-Based Learning, Proceedings of the 49th SEFI 2021 Annual Conference, Sep. 13-16, 2021.
- [3] 井上雅裕, 大江信宏, 間野一則, グローバルPBLとサイバーフィジカル空間への拡大 - 理工系でのオンライン国際協働学習(COIL)の現状と今後 -, 工学教育(J.of JSEE), Vol.70, No.3, pp.3-8, 2022.
- [4] 井上雅裕, 角田和巳, 長原礼宗, 八重樫理人, 石崎浩之, 辻野克彦, 丸山智子他, 大学のデジタル変革—DXによる教育の未来 -, 東京電機大学出版局, 2022.
- [5] Ota, Koki, Tsuyoshi Nakajima, and Hiroki Suda., A Short-Term Course of STEAM Education through IoT Exercises for High School Students, IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC). IEEE pp. 153-157, 2020.
- [6] 清尾克彦, 大江信宏, オープン環境によるIoTプロトタイプ構築の取り組みと適用事例, サイバー大学eラーニング研究 第10号・特別号, pp1-62, 2022.
- [7] 藤田喜広, 堂坂辰, 秋山康智, 大江信宏, 吉井誠, 荻野正, 井上雅裕, 小泉寿男, UXデザインに基づくAIニーズ抽出法を活用したAI研修コースの提案と営業スタッフ向け実習評価, 電気学会論文誌C, 142(7), 719-728, 2022.
- [8] Kenji Ohtaka; Nobuhiro Ohe; Katsuhiko Seo; Tsuyoshi Nakajima; Masahiro Inoue; Hisao Koizumi, Online Deep Learning Education Method Based on Prototype Construction and Its

Practical Evaluation. IEEE 12th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) pp. 663-667, 2023.

[9] 井上雅裕, 角田和巳, 長原礼宗, 八重樫理人, 石崎浩之, 辻野克彦, 丸山智子, 芦沢真五, 工学教育のデジタル変革とマイクロレデンシャルの取組み, 工学教育 (J.of JSEE), Vol.71, No.4, p. 4_7-4_12, 2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 26件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 藤田喜広, 堂坂辰, 秋山康智, 大江信宏, 吉井誠, 荻野正, 井上雅裕, 小泉寿男	4. 巻 142(7)
2. 論文標題 UXデザインに基づくAIニーズ抽出法を活用したAI研修コースの提案と営業スタッフ向け実習評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 719-728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.142.719	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 -

1. 著者名 井上雅裕, 大江信宏, 間野一則	4. 巻 Vol.70, No.3
2. 論文標題 グローバルPBLとサイバーフィジカル空間への拡大 - 理工系でのオンライン国際協働学習 (COIL) の現状と今後 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 工学教育 (J.of JSEE)	6. 最初と最後の頁 3-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.70.3_9	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 -

1. 著者名 井上雅裕, 角田和巳, 長原礼宗, 八重樫理人, 石崎浩之, 丸山智子	4. 巻 Vol.70, No.3
2. 論文標題 大学教育のデジタルトランスフォーメーション	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 工学教育 (J.of JSEE)	6. 最初と最後の頁 9-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.70.3_3	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 -

1. 著者名 北上眞二	4. 巻 71号
2. 論文標題 IoT利活用人材育成を目的としたPBL取り組みの事例	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北陸信越工学教育協会会報	6. 最初と最後の頁 -
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 Nishizawa, Kensho; Nakajima, Tsuyoshi	4. 巻 no 3&4
2. 論文標題 A Method for Analyzing Improper Driving Using Passenger's Danger Perceptions and its Evaluation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal On Advances in Life Sciences	6. 最初と最後の頁 -
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 Sekiguchi, Shiryu; Nakajima, Tsuyoshi	4. 巻 no 3&4
2. 論文標題 A Peer-Teaching Support System for Online Exercises: Prototype and its Evolution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal On Advances in Internet Technology	6. 最初と最後の頁 -
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 清尾克彦, 大江信宏	4. 巻 第10号・特別号
2. 論文標題 オープン環境によるIoTプロトタイプ構築の取り組みと適用事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 サイバー大学eラーニング研究	6. 最初と最後の頁 1-62
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 Inoue, Masahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Student behaviour and learning outcomes in a flipped classroom with on-demand lectures and online peer teaching	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 49th SEFI 2021 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 -
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 -

1. 著者名 Aihara, Soichiro; Suzuki, Hiroshi; Tsunoda, Kazumi; Hoshi, Yuka; Inoue, Masahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Online Learning Practices in a Japanese University Based on the Questionnaire Surveys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 49th SEFI 2021 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 -
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 -

1. 著者名 Matsuhisa, Kana; Mu, Ying; Inoue, Masahiro; Yokemura, Taketoshi; Mano, Kazunori	4. 巻 -
2. 論文標題 Discussion Visualisation and Reflection System to Facilitate Team-Based Learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 49th SEFI 2021 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 -
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 -

1. 著者名 井上雅裕	4. 巻 No. 638, 2-3月号
2. 論文標題 国際PBL (プロジェクト型学習)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IDE現代の高等教育	6. 最初と最後の頁 44-48
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 井上雅裕	4. 巻 2021年度 No. 1
2. 論文標題 コロナ禍での大学教育の変革～対面とオンラインによる新たな大学教育の展開、DX時代の生涯教育～	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大学教育と情報 (JUICE Journal)	6. 最初と最後の頁 10月13日
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 井上雅裕	4. 巻 No.12
2. 論文標題 大学教育のデジタルトランスフォーメーションとプログラムマネジメント	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 P2M マガジン	6. 最初と最後の頁 90-100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20702/iaptwombulletin.12.0_90	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 清尾克彦、大江信宏	4. 巻 2022年3月
2. 論文標題 オープン環境によるIoTプロトタイプ構築の取り組みと適用事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 サイバー大学eラーニング研究	6. 最初と最後の頁 -
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 井上航輔，海津裕，芋生憲司	4. 巻 82(2)
2. 論文標題 画像認識を用いた草刈機の距離センサシステムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業食料工学会誌	6. 最初と最後の頁 162-168
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 -

1. 著者名 木村匡臣，海津裕，安田花南，渡部哲史	4. 巻 88(2)
2. 論文標題 ラジコンボートと小型ソナーを活用した簡易ため池測深装置の試行	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業農村工学会論文集	6. 最初と最後の頁 IV_17-IV_19
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 -

1. 著者名 Nuttakarn Kitpo, Worawat Lawanont, Suphanut Kongwat, Takara Hirabayashi, Hiroshi Hasegawa, Masahiro Inoue, and Anak Khantachawana	4. 巻 Vol.68, No.5
2. 論文標題 Learning Outcomes of Global Project Based Learning Based on Activities Conducted by Teaching Assistants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J.of JSEE	6. 最初と最後の頁 5_39-5_44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.68.5_39	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 Ota Koki, Nakajima Tsuyoshi, Suda Hiroki	4. 巻 -
2. 論文標題 A Short-Term Course of STEAM Education through IoT Exercises for High School Students	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC).	6. 最初と最後の頁 153-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/COMPSAC48688.2020.00028	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 -

1. 著者名 Inoue Masahiro, Suhara Yoshito, Ichikawa Manabu, Chen Xinkai, Wagatsuma Takahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Planning and Implementation of Large-Scale Online Project-Based Learning and Flipped Classes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)	6. 最初と最後の頁 918-921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TALE48869.2020.9368494	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 -

1. 著者名 Inoue Masahiro, Oda Sayoko, Hasegawa Hiroshi, Mano Kazunori, Yamazaki Atsuko K., Khantachawana Anak, Anityasari Maria	4. 巻 -
2. 論文標題 Project Management of Global Project-based Learning Course for Innovation and Sustainable Development	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the World Engineering Education Forum and the Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/WEEF-GEDC49885.2020.9293690	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85件（うち招待講演 15件 / うち国際学会 11件）

1．発表者名 Masahiro Inoue
2．発表標題 Digital Transformation of Higher and Lifelong Education
3．学会等名 International Conference on Engineering Education and Innovation (ICEEI 2022) (招待講演) (国際学会)
4．発表年 2022年

1．発表者名 井上雅裕
2．発表標題 学修歴のデジタル化とマイクロレデンシャルが実現する多様で生涯にわたる学び
3．学会等名 AXIES2022年度年次大会（招待講演）
4．発表年 2022年

1．発表者名 秋山康智，石原正仁，大江信宏，井上雅裕，小泉寿男
2．発表標題 様々な分野へ適用可能なIoTプロトタイプ構築法の提案と評価
3．学会等名 電子情報通信学会、信学技報、SWIM2022-10 (KBSE2022-10)
4．発表年 2022年

1．発表者名 大江信宏、山崎貞彦、西村雄二、清尾克彦、井上雅裕、小泉寿男
2．発表標題 分野非依存の営業・スタッフ・企業技術者向けオンライン実習型AI教育法の提案と実践評価
3．学会等名 電子情報通信学会教育工学研究会発表
4．発表年 2022年

1. 発表者名 大高謙二, 中島毅, 大江信宏, 清尾克彦, 井上雅裕, 神戸英利, 小泉寿男
2. 発表標題 サイバーフィジカルシステムを基盤とするデジタルツインのプロトタイプ構築実習型教育法
3. 学会等名 令和4年 電気関係学会関西連合大会 GS11-3
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋山康智, 中島毅, 藤田喜広, 大江信宏, 清尾克彦, 井上雅裕, 小泉寿男
2. 発表標題 事例研究を活用したDXにおけるデジタルツインのモデル化とプロトタイプ構築
3. 学会等名 令和4年 電気関係学会関西連合大会 GS11-4
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤田喜広, 石原正仁, 荻野正, 大江信宏, 秋山康智, 清尾克彦, 神戸英利, 井上雅裕, 小泉寿男
2. 発表標題 UX デザインに基づくAI オンライン学習におけるメタバース活用の実習法
3. 学会等名 令和4年 電気関係学会関西連合大会 GS11-2
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北上眞二
2. 発表標題 IoT利活用人材育成を目的としたPBL取り組みの事例
3. 学会等名 令和4年度北陸信越工学教育協会福井県支部研究集会
4. 発表年 2022年

1．発表者名 北上真二
2．発表標題 IoTによる災害レジリエンス(Disaster Resilience)向上とIoT人材育成の取り組み
3．学会等名 NPO法人M2M・IoT研究会第17回 関西西部会講演会
4．発表年 2022年

1．発表者名 関口知生，中島毅
2．発表標題 IoTプロトタイプ演習における オンラインピアティーチング支援システムShareHandyの改善と拡張機能提案
3．学会等名 令和5年 電気学会全国大会
4．発表年 2023年

1．発表者名 加藤健太，中島毅
2．発表標題 機械学習を利用した影響分析とOSS適用可能性への評価
3．学会等名 令和5年 電気学会全国大会
4．発表年 2023年

1．発表者名 井上 雅裕
2．発表標題 芝浦工大のコロナ禍での変革の事例及びポストコロナの工学教育の展望
3．学会等名 関東工学教育協会2021年度関東地区工学部長会議（招待講演）
4．発表年 2021年

1．発表者名 Masahiro Inoue
2．発表標題 Digital Transformation of Engineering Education in COVID-19 Pandemic and Future Prospects
3．学会等名 RCEE & RHed 2021（招待講演）（国際学会）
4．発表年 2021年

1．発表者名 Masahiro Inoue
2．発表標題 Digital Transformation of Engineering Education in COVID-19 Pandemic and Future Prospects
3．学会等名 KSEE 2021 Annual Conference（招待講演）（国際学会）
4．発表年 2021年

1．発表者名 井上雅裕
2．発表標題 理工系のCOIL(Collaborative Online International Learning)型の授業設計・基礎技術と実施事例
3．学会等名 オンライン授業に関するJMOOC ワークショップ「海外大学と連携した授業実施とその基礎技術」（招待講演）
4．発表年 2021年

1．発表者名 井上 雅裕，角田和巳，長原 礼宗，八重樫理人，石崎浩之，丸山 智子
2．発表標題 工学教育のデジタルイゼーションとデジタルトランスフォーメーション - 工学教育DX調査研究委員会中間報告 -
3．学会等名 工学教育協会 第69回年次大会・工学教育研究講演会
4．発表年 2021年

1．発表者名 北上眞二，笠井利治
2．発表標題 IoT技術を活用したクラウド型雨水タンク管理システムの開発
3．学会等名 令和3年度(第29回)日本雨水資源化システム学会大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 藤田 喜広，堂坂 辰，秋山 康智，吉井 誠，荻野 正，柏崎 尚也，井上 雅裕，小泉 寿男
2．発表標題 UX デザインにおけるペルソナ手法を用いたAI ニーズ創出法
3．学会等名 2021年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 大高 謙二，清尾 克彦，大江 信宏，澤本 潤，井上 雅裕，小泉 寿男
2．発表標題 応用プロトタイプ構築による実習型 オンライン ディープラーニング教育方式とその実践評価
3．学会等名 2021年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 五十嵐翔，海津裕，古橋賢一，芋生憲司，堤俊雄
2．発表標題 SLAMとRTK-GNSSによるロボット草刈機の自律走行制御
3．学会等名 2021年度関東農業食料工学会年次大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 岡本 涼佑，海津裕，五十嵐翔，古橋賢一，芋生 憲司
2．発表標題 3D-LiDARを用いた農用車両自律走行システムの開発
3．学会等名 2021年度関東農業食料工学会年次大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 胡鶴鳴，海津裕，古橋賢一，芋生憲司
2．発表標題 A novel spray system used for plant protection UAV
3．学会等名 2021年度関東農業食料工学会年次大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 岡本 涼佑，海津裕，五十嵐翔，古橋賢一，芋生 憲司
2．発表標題 3D-LiDARを用いた農用車両自律走行システムの開発
3．学会等名 第79 回農業食料工学会年次大会講演要旨
4．発表年 2021年

1．発表者名 秋山康智，石原正仁，大江信宏，井上雅裕，小泉寿男
2．発表標題 プロトタイプ構築法を基にした分野別応用アイデア創出のIoT教育法の提案と実践評価
3．学会等名 電子情報通信学会、信学技報、SWIM2021-24、SC202122
4．発表年 2021年

1．発表者名 Phongsin Jirapipattanaporn, Worawat Lawanont, Sarunya Kanjanawattana, Chitapong Wechtaisong, Masahiro Inoue
2．発表標題 GLOBAL PROJECT BASED LEARNING IN IOT SYSTEM DEVELOPMENT BASED ON ONLINE PLATFORM
3．学会等名 The 15th SEATUC Symposium, February 25-26, 2021. (国際学会)
4．発表年 2021年

1．発表者名 Kakeru Ehara, Maher Aljehani, Taketoshi Yokemura and Masahiro Inoue
2．発表標題 INDIVIDUAL STATUS RECOGNITION USING UAV AND MACHINE LEARNING IN POST-DISASTER SCENARIO
3．学会等名 The 15th SEATUC Symposium, February 25-26, 2021. (国際学会)
4．発表年 2021年

1．発表者名 長曽我部 渉, 中島 毅
2．発表標題 野菜廃棄を減らすための画像認識・感圧センサを用いた IoT 冷蔵庫 の提案
3．学会等名 情報処理学会第83回全国大会, 7W-03
4．発表年 2021年

1．発表者名 シャフィク ロスリ, 長曽我部 渉, 中島 毅
2．発表標題 野菜廃棄を減らすための画像認識・感圧センサを用いた IoT冷蔵庫 の提案
3．学会等名 情報処理学会第83回全国大会, 7W-04
4．発表年 2021年

1．発表者名 牧田和樹，井上雅裕，除村健俊
2．発表標題 スマートフォンのセンサを利用したIoTオンライン教育支援システム
3．学会等名 情報処理学会第83回全国大会，1ZG-08，March 18-20，2021．
4．発表年 2021年

1．発表者名 関口知生，井上雅裕，除村健俊
2．発表標題 オンラインIoTプロトタイプ製作実験における回路画像の共有システム
3．学会等名 情報処理学会第83回全国大会，1ZG-07，March 18-20，2021．
4．発表年 2021年

1．発表者名 松久佳菜，井上雅裕，除村健俊
2．発表標題 発言状況の可視化とリフレクションによるチーム型学習促進システム
3．学会等名 情報処理学会第83回全国大会，4ZG-04，March 18-20，2021．
4．発表年 2021年

1．発表者名 北上 眞二，長谷川恵大，小泉 寿男，井上 雅裕
2．発表標題 IoT プロトタイプ開発実習のオンライン化に向けた取り組み
3．学会等名 情報教育シンポジウム論文集，pp. 240 - 243，2020-12-12．
4．発表年 2020年

1．発表者名 Kazuki Makita, Taketoshi Yokemura, Masahiro Inoue
2．発表標題 IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF PROBLEM BASED LEARNING IN INTERNET OF THINGS EDUCATION
3．学会等名 The 14th SEATUC Symposium, February 27-28, 2020. (国際学会)
4．発表年 2020年

1．発表者名 Tsuyoshi Nakajima, Toshihiro Komiyama
2．発表標題 Applying Quality Requirements Framework to an IoT System and its Evaluation
3．学会等名 International Journal on Advances in Internet Technology Volume 12, Number 1 & 2, 2019. (国際学会)
4．発表年 2019年

1．発表者名 井上雅裕, 中島毅, 海津裕, 清尾克彦, 大江信宏, 小泉寿男
2．発表標題 IoT / AIを各分野で使える人材育成の取り組み - プロトタイプ構築法と分野横断型PBL -
3．学会等名 令和元年度 工学教育研究講演会, 2019.
4．発表年 2019年

1．発表者名 小泉寿男, 大江信宏, 秋山康智, 虎渡昌史, 澤本 潤, 清尾克彦, 辻 秀一, 荻野 正, 井上雅裕, 中島 毅
2．発表標題 AI への新規参加者に対するAI 教育法の開発 - 非IT 技術者および営業担当者へのAI 教育はどうあるべきか -
3．学会等名 信学技報, 2019.
4．発表年 2019年

1．発表者名 渡辺隆太，中島毅
2．発表標題 IoTシステムに対するAI応用のための 問題設定・構築・評価の体系化とその支援に関する研究
3．学会等名 情報処理学会第82回全国大会，2019年
4．発表年 2019年

1．発表者名 趙紫嫣，中島毅
2．発表標題 IoT-based infant monitoring system
3．学会等名 情報処理学会第82回全国大会，2019年
4．発表年 2019年

1．発表者名 太田康貴，中島毅
2．発表標題 STEAM人材不足を解消するための簡易的IoTプロトタイプ構築を通した高校生向け講座の開発
3．学会等名 情報処理学会第82回全国大会，2019年
4．発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1．著者名 井上雅裕，角田和巳，長原礼宗，八重樫理人，石崎浩之，辻野克彦，丸山智子他	4．発行年 2022年
2．出版社 東京電機大学出版局	5．総ページ数 231
3．書名 大学のデジタル変革—DXによる教育の未来 -	

〔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
研究 分担者	北上 眞二 (KITAGAMI Shinji) (10585871)	福井工業大学・環境情報学部・教授 (33401)	
研究 分担者	中島 毅 (NAKAJIMA Tsuyoshi) (20758304)	芝浦工業大学・工学部・教授 (32619)	
研究 分担者	清尾 克彦 (SEO Katsuhiko) (40572300)	サイバー大学・IT総合学部・名誉教授 (32817)	
研究 分担者	海津 裕 (KAIZU Yutaka) (70313070)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授 (12601)	

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			
タイ	キングモンクット工科大学トンブリ校			
ポルトガル	リスボン新大学			
インドネシア	ITS			