

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02750

研究課題名（和文）AIリテラシーを重視した、AIロボット教育カリキュラムと教材の開発

研究課題名（英文）Development of AI robotics education curriculum and teaching materials with emphasis on AI literacy

研究代表者

岡田 浩之（OKADA, Hiroyuki）

玉川大学・工学部・教授

研究者番号：10349326

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：最先端のロボット研究の成果をK16（幼稚園・小学校・中学校・高校・大学）の教育現場に展開し、子どもたちの自主的な学習意欲を引き出し、高い教育効果を実現することを示した。さらに、これらの蓄積されてきたロボット教育の成果とAI技術の社会へ及ぼす可能性の理解とAIシステムをデザインするスキルを身に着けることを目標とする「AIリテラシー」を融合し、新たなAIロボット教育カリキュラムと教材開発を行った。

玉川大学工学部と教育学部の連携による人材育成を考慮した競技会参加、小学生等を対象としたロボット工作教室、中高生のクラブ活動におけるロボットプロジェクトなどで実践的評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能(AI)の技術は急速に発展し、ロボット・ドローン、医療や福祉、経済など、私たちの社会のなかで分野を問わず必要不可欠な技術となりつつある。しかしながら、現状の学校教育において、子どもたちがAIのしくみを理解し、AIが未来に与える影響を考える機会は、十分に与えられていない。

AI技術の社会へ及ぼす可能性の理解とAIシステムをデザインするスキルを身に着けることを目標とする「AIリテラシー」を融合し、新たなAIロボット教育カリキュラムと教材開発を行うことに大きな意義がある。

研究成果の概要（英文）：The results of cutting-edge robotics research were deployed to K16 (kindergarten, elementary school, middle school, high school, and university) educational settings to motivate children to learn independently and achieve high educational effects. Furthermore, we developed a new AI robotics education curriculum and teaching materials by integrating the accumulation of these robotics education results with “AI literacy” to understand the potential of AI technology for society and to acquire the ability to design AI systems.

Practical evaluations were conducted through participation in competitions considering human resource development through collaboration between the Tamagawa University Faculty of Engineering and the Faculty of Education, robot craft classes for elementary school students, and robot projects for junior and senior high school students in their club activities.

研究分野：ロボット教育

キーワード：AIリテラシー 社会におけるAI ロボット競技会

1. 研究開始当初の背景

現在、私たちの身近には多くの AI システムが存在し、医療や福祉などで人を助ける技術として期待される一方で、今後の社会や経済などに与える影響も懸念されつつある。しかしながら、現状の学校教育において、子どもたちが AI のしくみを理解し、AI が未来に与える影響を考える機会は、十分に与えられていない。特に、AI 技術には正と負の社会的影響があり、たとえば、身近なインターネットショッピング等では、便利な反面、AI による公告表示システムにより、私たちの個人情報や閲覧履歴などを用い、利益を目的として推奨広告が表示されるなどの経済的問題が関与する。すなわち、社会へ及ぼす可能性の理解に基づき、AI 技術の設計方法や使用方法を学ぶ機会は、今後教育として必要不可欠となりつつある。

これまで研究代表者らは、2006 年度から玉川ロボットチャレンジプロジェクト (TRCP) にて、玉川学園内の幼稚園・小学校・中学校・高校・大学の K16 を対象に、最先端のロボット研究の成果を教育現場に展開してきた [研究業績:1]。具体的には、各学年帯に適切なロボットの学習教材とカリキュラムを開発し、子どもたちの授業やクラブ活動で活用されてきた。その結果、最先端のロボット研究から展開されたレベルの高い教育を実践することにより、学生・生徒の理系科目への興味をかきたて、子どもたちの自主的な学習意欲を引き出すことで高い教育効果を実現することを示してきた。しかしながら、このようなロボット教育に着眼し、AI 教育が実践されている例は、国内・国外においても前例がない。

2. 研究の目的

これまで研究代表者らは、2006 年度から玉川ロボットチャレンジプロジェクト (TRCP) にて、幼稚園・小学校・中学校・高校・大学の K16 を対象に、最先端のロボット研究の成果を教育現場に展開してきた。たとえば、本学工学部の授業におけるロボット活用技術の教育法の開発と体系化、工学部と教育学部の連携による人材育成を考慮した競技会参加、小学生等を対象としたロボット工作教室、中高生のクラブ活動におけるロボットプロジェクト、RoboCup 世界大会への出場を通し人間力の育成などに力を入れてきた。さらに、近年では、生徒や学生が最先端の深層学習を用いたロボットの AI 画像認識技術を学び、ロボットを動かすなどの活動も行われているが、K16 のなかで AI 教育をどのように取り入れるか等、カリキュラムや具体的な教材についての開発には至っていない。

そこで本研究では、これらの蓄積されてきたロボット教育の成果と AI 技術の社会へ及ぼす可能性の理解と AI システムをデザインするスキルを身に付けることを目標とする「AI リテラシー」を融合し、新たな AI ロボット教育カリキュラムと教材開発を目的とする。方針として、国内外の AI 教育の状況とカリキュラムを調査し、日本の子ども達に適する形を検討しつつ、AI リテラシーのフレームワークと AI を学ぶ要素を定める。さらに、K16 までの連続的な AI リテラシー教育を目指し、各対象学年に応じた到達目標を設定し、カリキュラムを提案する。なお、大学生については、文系理系問わず、教養として AI リテラシーを取り入れ、社会で活躍するための基礎とすることを目標とする。本学は最先端の人工知能の学識と教育の両観点から研究が可能な環境である。このような環境は、日本国内において他にないことから、研究の実施の意義があると言える。

3. 研究の方法

【令和 3 年度】

1. 教育手法の開発および 2. 予備実験

【カリキュラムと教材の作成】 K16 の学年を 5 つに分類し (K-2(幼稚園) K3-K5 (小 1-4 年) K6-K8 (小 5-6 年, 中 1-2 年) K9-K12 (中学 3 年-高校 3 年) K13-16(大学生)), 各学年帯に到達目標を定める。カリキュラムは、米国の AI4K12 プロジェクト [Touretzky et. al, 2019] と連携し、米国の教育カリキュラムを用いて、日本版の第 1 歩として土台を作成する。教材は、各学年帯に対して 6 時間分を基本教材とし作成し、追加が可能なように最大 10 時間分を作成し、第 1 版とする。教材の作成は、MIT メディアラボと連携し、サマースクール(小学校高学年-中学生)で使用された教材 [Payne, 2019] を同意のもと参考にし、日本で導入できるように編集を行う。特に、米国の場合はグループワークが多いため、日本では情報教育の指導要領に合わせて「個別学習」と「協調学習」の両方を視野に入れ、オンラインでも実施可能なような柔軟性を取り入れる。

【ロボット教材の開発】 ユネスコのデザイナーと Google, 米国 UCSD 江口准教授と連携し、ロボットを準備中である (Fig.4)。スマートフォン、サーボモーター×2(車輪)、マイコンボード、モバイルバッテリーで安価に構成される予定である。ロボット制御は、Google の Scratch の拡張ブロックで機械学習などが可能であり、プログラミングに興味がある場合は、創造的に幅広く応用可能である。ロボットパーツは、オープンソースでダウンロード可能とし、3D プリンタで印刷可能とする。

【予備実験の実施】 小5~大学生を対象に1時間半のAIロボットリテラシー教育の体験教室を実施する。評価は、体験教室の前と後にアンケート形式で行う。質問紙法を用いて、質問項目は、有効性の確認とAIへの印象変化を目的として構成される。

【令和4年度】 3. 実験 : 玉川学園 4. 実験 : 公立学校 の実施 (教材の評価と改善)

令和3年度に作成した教育カリキュラム・テキスト教材(案)を用いて、実験を行う。AIリテラシー教育を広く活用できるカリキュラムを作成することを目的とするため、実験の対象者は、すでにロボット教育を継続してきた玉川学園と公立学校で行い、必要があれば基礎教材と応用教材に分類していく作業を行う。

【令和5年度】 5. 教育手法の確立 (カリキュラム・教材の完成) 6. 教員サポート体制の確立

令和4年度の実験結果に基づき、教育手法の確立を目指す。教育カリキュラムと教材を完成させ、本学の教育学部と連携し、教員サポート体制を確立する。教員の講習講座としての導入等を具体的に本学の「教師教育リサーチセンター」と連携し実施する。

4. 研究成果

本研究では、これまで蓄積されてきたロボット教育の成果を基に、AI技術が社会へ及ぼす影響を理解するとともに、AI技術をロボットを動かすことで身をもって学ぶ、AIリテラシーを考慮した、AIロボット教育カリキュラムと教材の開発を行った。

【カリキュラムと教材の作成】

K16の学年を5つに分類し(K-2(幼稚園) K3-K5(小1-4年) K6-K8(小5-6年, 中1-2年) K9-K12(中学3年-高校3年) K13-16(大学生))、各学年帯に到達目標を定める。

令和3年度は、米国のAI4K12プロジェクトと連携し、米国の教育カリキュラムを用いて、日本版の第1歩として土台を作成した。

さらに、令和4年度は米国のAI4K12プロジェクトに加え中国南開大学、タイマヒドン大学と連携し各国の教育カリキュラムを用いてアレンジした。

【ロボット教材の開発】

令和3年度はユネスコのデザイナーとGoogle、米国UCSD Eguchi准教授と連携し、ロボットを開発した。スマートフォン、サーボモーター×2(車輪)、マイコンボード、モバイルバッテリーで安価に構成され、ロボット制御はGoogleのScratchの拡張ブロックで機械学習などが可能であり、プログラミングに興味がある場合は創造的に幅広く応用可能である。ロボットパーツはオープンソースでダウンロード可能とし3Dプリンタで印刷可能とした。

令和4年度はユネスコのデザイナーとGoogleに加え米国UCSD Eguchi教授、タイマヒドン大学Jackrit教授と連携しロボカップ世界大会@ホームEducationリーグに出場可能なロボットとして試作した。

【検証実験】

令和3年度は中学校から大学生を対象に1時間半のAIロボットリテラシー教育の体験教室を実施した。評価は、体験教室の前と後にアンケート形式で行った。質問紙法を用いて、質問項目は有効性の確認とAIへの印象変化を目的として構成された。

令和4年度はワークショップ形式の実験を実施した。令和4年7月に開催されたロボカップ世界大会@ホームEducationリーグワークショップで実際に使用した。評価は、体験教室の前と後にアンケート形式で行い、質問紙法を用いて質問項目は有効性の確認とAIへの印象変化を目的として構成された。

令和5年度は前年度までの実験結果に基づき、教育手法の確立を目指した。教育カリキュラムと教材を完成させ玉川大学教育学部と連携し教員サポート体制を構築した。教員の講習講座としての導入等を具体的に玉川大学の「教師教育リサーチセンター」と連携し実施した。

教育カリキュラム・テキスト教材を用いて玉川学園および近隣の公立学校で実証を行った。AIリテラシー教育を広く活用できるカリキュラムを評価することを目的とするため、実験の対象者をロボット競技会の経験者と未経験者に分け比較し、基礎教材と応用教材に分類して評価実験を実施した。

新学習指導要領によりプログラミング教育が正式に導入され、AI画像認識プログラミング授業が小学校高学年を対象に体験的に行われている。しかし、これらはプログラミング教育を土台とし、AIを活用する技術習得に主眼が置かれているのが現状であった。また、米国等ではAIの社会的影響を考慮したK12のAI教育は行われつつあるが、パソコンでのアプリケーション等を用いた教育に留まり、蓄積されたロボット教育実績の成果に基づくAIリテラシー教育カリキュラムや教材の開発は国内外においても前例がなかった。本研究では玉川大学の「教職サポートセン

ター」との連携により、教員サポート体制の観点も含め包括的な研究となる点において本研究の独創性を示せた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 大村 清、岡田 浩之、武藤 ゆみ子	4. 巻 2022
2. 論文標題 AI骨格検出を活用した書字姿勢の評価手法の提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本教育工学会研究報告集	6. 最初と最後の頁 60～63
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15077/jsetstudy.2022.1_60	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 Matsusaka Yosuke, Contreras Luis, Okada Hiroyuki, Iwanaga Yuka, Yamamoto Takashi	4. 巻 1
2. 論文標題 A Continuous Integration Based Simulation Environment for Home Support Robot and its Application to RoboCup Competition	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	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/SII55687.2023.10039207	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 Oyama Eimei, Yodowatari Motoki, Nakamura Sousuke, Tokoi Kohei, Agah Arvin, Okada Hiroyuki, Omori Takashi	4. 巻 35
2. 論文標題 Integrating AR/MR/DR technology in remote seal to maintain confidentiality of information	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 704～714
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/01691864.2021.1929472	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 該当する

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Luis Contreras, Yosuke Matsusaka, Takashi Yamamoto, Hiroyuki Okada,
2. 発表標題 sDSPL - Towards a benchmark for general-purpose task evaluation in domestic service robots
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松坂要佐、コントララス・ルイス、岡田浩之、岩永ゆか、山本貴司
2. 発表標題 公平性と民主性を両立させた RoboCup 用競技シミュレーションシステムの開発
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂巻新, Luis Contreras, 武藤ゆみ子, 水地良明, 岡田浩之
2. 発表標題 ホームサービスロボットによる物体認識のためのアクティブセンシング戦略 - アクティブセンシング戦略のためのデータセット構築
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三浦玲和, 武藤ゆみ子, コントララス・ルイス, 水地良明, 岡田浩之
2. 発表標題 パーソナルモビリティを活用した人とロボットの協調
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jesus Savage, Diego Cordero, Luis Contreras, Marco Negrete, Oscar Fuentes, Hiroyuki Okada
2. 発表標題 Learning tools for mobile robot localization using visual landmarks and the extended Kalman filter
3. 学会等名 the 24th RoboCup International Symposium, 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eguchi, A., Okada, H. and Muto, Y.
2. 発表標題 Contextualizing AI Education for K-12 Students to Enhance Their Learning of AI Literacy Through Culturally Responsive Approaches.
3. 学会等名 Knstl Intell
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤ゆみ子, 江口愛美, 岡田浩之
2. 発表標題 社会と関わる人工知能AIを知る: AIリテラシーを学ぶオンラインワークショップ開催事例
3. 学会等名 日本教育工学会 春全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 武藤 ゆみ子、岡田 浩之	4. 発行年 2021年
2. 出版社 玉川大学出版部	5. 総ページ数 152
3. 書名 AIとうまくつきあう方法	

〔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	武藤 ゆみ子 (MUTO Yumiko) (30614614)	玉川大学・脳科学研究所・准教授 (32639)	

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
---------	---------