

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：54401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02918

研究課題名（和文）カレッジ級数学におけるAI・データサイエンスリテラシー習得のための教材開発

研究課題名（英文）Development of Educational Materials for Acquiring AI and Data Science Literacy in College-Level Mathematics

研究代表者

榑崎 亮（Narasaki, Ryo）

大阪公立大学工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20567929

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 600,000円

研究成果の概要（和文）：数学は様々な分野で活用できるため、授業では数学としての応用だけでなく、所属学科や専門の内容に合わせてその応用例を紹介することが必要とされる。最新の技術に関連する応用例があれば学生の興味関心をより惹きつけることができるため、教材は常に更新していくことが望ましい。本研究では、大学2年次または高専5年次までの全学科・全コースの学生対象の共通科目として、数学を応用しながらニューラルネットワークを用いたAI理論を理解し、応用実装に繋がるカリキュラムおよびその教材を作ることが達成された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高校で学ぶ微分積分学や線形代数学の基礎から接続する大学での数学教育、または5年一貫教育の高専での数学教育に適したディープラーニングのテキストや教育カリキュラムを作成することは、数学の教材としての側面だけでなく、数学と専門を繋ぐ最新の応用例を提示するという点で重要である。データ解析の良い実践例となる教材を提示しつつ、学生自らが既習の数学知識を組み合わせながら活用する応用例について、所属学科や専門によらず利用していくことが求められているAIの理論を実感できる体験的な数学教育カリキュラムを提示した。

研究成果の概要（英文）：Since mathematics can be used in a variety of fields, it is necessary to introduce not only mathematical applications but also examples of its applications that are in line with the department and specialization of the student's field. It is advisable to constantly update teaching materials, as examples of applications related to the latest technology will attract students' interest more. This research project aimed to create a curriculum and teaching materials that would enable students of all departments and courses up to their second year at university or fifth year at a technical college to understand AI theory using neural networks while applying mathematics, leading to practical implementation.

研究分野：代数学

キーワード：データサイエンスリテラシー 数学 AI カレッジ級数学

## 1. 研究開始当初の背景

高等教育機関における数学は理工学や経済学等の専門教育科目の基礎として必須であり、数学を活用しながら問題を解決できる能力は重要である。一方でその活用範囲があまりにも幅広いいため、数学教育の中で全ての応用例をあげることはもちろんできず、一部の具体例に触れる程度に留まっている。しかし、「AI 戦略 2019」が主張しているように、全ての大学生・高専生に対する AI・データサイエンスリテラシー教育の重要性が高まっていることを認識したこともあり、現状別々の科目で授業されている数学的な内容と簡単なプログラミングの知識を統合し、学生達に実践的にディープラーニングの仕組みを学ばせるカリキュラムができれば、数学の知識を組み合わせた身近で最先端の応用例を知り、数学に対する学習意欲を高められると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、現状の大学や高専で行われている数学カリキュラムを見直し、数学カリキュラムの中に現代における数学の応用例を体験的に実感できる AI・データサイエンス教育を組み込むことである。具体的には、ディープラーニングに必要な線形代数学、微分積分学、最小二乗法、勾配降下法、ベイズ統計学などの数学的内容は大学や高専の数学カリキュラムの中で、別々の科目で教育されている。これら別々に学ぶ事項を組み合わせることで、絶大な応用効果を得ることを学生に体験させることができる。数学の応用例として現在最も注目されている分野の一つである AI を学ばせることで、学生の数学に対する学習意欲を高めながら数学教育を実施することができ、「実践的に数学を活用する力」と「AI・データサイエンスリテラシー」を備えた技術者を社会に輩出することを目的としている。

## 3. 研究の方法

既存の数学カリキュラムを踏まえて、大学 2 年次または高専 5 年次までの全学科・全コースの学生対象の共通科目として、数学を応用しながらニューラルネットワークを用いた AI 理論を理解し、さらにこれを応用実装させるカリキュラムおよびその教材を作る。

具体的には、現状の大学や高専における一般的なカリキュラムでは、AI の学習に必要な数学の基礎的事項は、以下に示す通り別々の科目で学んでいる。

- ・ジグモイド関数の微分など微分の計算は、「数学 1、II」(高校 2、3 年生)、「微分積分学」(大学 1 年生、高専 2、3 年生)で学習する。

- ・ジグモイド関数の満たす微分方程式などの微分方程式は、「微分方程式」(大学 1 年生、高専 3 年生)で学習する。

- ・誤差逆伝播法に用いる行列の計算は、「線形代数学」(大学 1 年生、高専 2、3 年生)で学習する。

- ・コスト関数の最適化のための勾配降下法に用いる勾配については「ベクトル解析」(大学 2 年生、高専 4 年生)で学習する。

- ・最小二乗法は「統計学」(大学 1、2 年生、高専 4、5 年生)で学習する。

本研究では、上記の既存の数学カリキュラムを踏まえて、数学を応用しながらニューラルネットワークを用いた AI 理論を理解し、さらにこれを応用実装させるカリキュラムおよびその教材を作る。AI の仕組みを学ばせる授業を実施する際に適切なデータを学生たちに与え、実際にニューラルネットワークを用いて簡単なデータ処理の作業をさせる演習を取り入れる。数字の読み込みや、顔認証等の教材や市販のテキストはあるが、数学を応用する上で、より良い例を作成する。そのために、学生たちが興味をひきやすい事象を選択しデータを収集し、Excel や Python を用いて AI 教材を作成する。

机上で授業実施案を作成しただけでは、各單元ごとに必要な時間や、難易度の調整は難しいので、授業を展開する速さ、難易度の調整を図るため、模擬授業を実施する必要がある。授業内に取り入れる Excel や Python を用いた演習についても、模擬授業を実施しながら演習課題の難易度を検討する。模擬授業は勤務校で実施している実践的課題探求科目の授業内容の一部として実施することも検討している。また、模擬授業を実施する際には、研究代表者、研究分担者が協力し模擬授業用のテキストを作成する。

## 4. 研究成果

本研究全体を通じて、大学 2 年次または高専 5 年次までの全学科・全コースの学生対象の共通

科目として、数学を応用しながらニューラルネットワークを用いた AI 理論を理解させると共に、学生が授業内で活用するためのプログラムを Excel および Python を用いて作成し、応用実装に繋がるカリキュラムおよびその教材を作ることが達成された。

具体的には、Python で簡単なプログラムを作成し、勾配降下法を用いてデータ解析を実行する教材例と、変数分離形の 1 階微分方程式(ロジスティック方程式)の解で個体数を予測する数理モデルについて、エクセルを用いた簡単な非線形回帰分析の手法で予測解を求める教材例を作成し、本研究の担当者が所属する機関において、学生を対象に授業で実践した。

また、研究計画時において AI・データサイエンスの重要性が高まっていることは認識していたが、2022 年 11 月に ChatGPT-3.5 が無料で公開され、2023 年 3 月には GPT-4 が有料版として公開されたことにより、高等教育機関で学ぶ学生にとって AI の利活用は将来的な話ではなく、まさに今学んですぐ使う必要があるくらいに、学生生活と密接に関わる状況となった。それを受けて本研究では、ChatGPT を構成する AI の理論である誤差逆伝播法を数学的に学びながら、ChatGPT を活用しそれを学んでいく教材を作成し、本研究の担当者が所属する機関において、学生を対象に授業で実践した。

今後も ChatGPT のような生成 AI がますます発展して、仕事や研究だけでなく実生活で身近に活用する機会が増えていく。特にスマホなどに生成 AI が標準で搭載される時代になるため、AI を使いこなすことは学生にとって必須となる。そのような状況でも、単に AI を使うのではなく、ブラックボックスと言われる AI の仕組みや理論を少しでも数学を活用して理解し、より有意義な AI の利活用につながる教材として、本研究は重要な役目を担うことを確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 梶 真理香、鬼頭 秀行、榎崎 亮、稗田 吉成、松野 高典、室谷 文祥	4. 巻 5
2. 論文標題 統計処理ソフトを用いた演習	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 城西大学数学科数学教育紀要	6. 最初と最後の頁 31～37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20566/sugakukyoiku-5_31	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 梶真理香、鬼頭秀行、榎崎亮、稗田吉成、松野高典、室谷文祥
2. 発表標題 標題 数理モデルを構築する能力とAIリテラシーを涵養する教材例
3. 学会等名 第29回日本高専学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梶真理香、鬼頭秀行、榎崎亮、稗田吉成、松野高典、室谷文祥
2. 発表標題 統計処理ソフトを用いた演習
3. 学会等名 第105回全国算数・数学教育研究大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松野 高典
2. 発表標題 AI・データサイエンスリテラシー習得のための教材例
3. 学会等名 高専数学教育研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 榎崎 亮
2. 発表標題 大阪公立大高専におけるICTを活用した数学教育
3. 学会等名 第5回 数学教育セミナー オンラインを利用した数学教育の現状とこれから
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔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	松野 高典 (Matsuno Takanori)  (30311046)	大阪公立大学工業高等専門学校・その他部局等・教授  (54401)	
研究分担者	稗田 吉成 (Hleda Yoshimasa)  (80321454)	大阪公立大学工業高等専門学校・その他部局等・教授  (54401)	
研究分担者	鬼頭 秀行 (Kito Hideyuki)  (40866951)	大阪公立大学工業高等専門学校・その他部局等・准教授  (54401)	

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