

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K13644

研究課題名（和文）問題変形作問における思考プロセスの解明と問題変形作問学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Research on understanding the thinking process and developing a learning support system in modified problem-posing

研究代表者

福井 昌則（FUKUI, Masanori）

徳島大学・高等教育研究センター・准教授

研究者番号：10599765

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、大学生を対象とした問題変形作問に関する実験を行い、問題変形が多くできる学生とそうではない学生の思考プロセスの差異を明らかにすることを試みた。その結果、問題変形が多くできる学生は、隠されたパラメータの発見とパラメータの組み合わせにおいて、有意に多く実施していることが明らかになった。また、それらの知見をもとに、テキストベースの対話式問題変形作問学習支援システムを試作し、それらの効果を検証している。その結果、問題変形がさほどできない学生でも、システムの支援により多くの問題変形ができることが示された。これらのことから、概ね研究目的は達成され、今後の研究につながる知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、これからの時代を生きていく若者に必要となるアイデアを生み出す力や創造性を高めるために実施している研究である。それらの力を育成する手法は多く開発されているが、多くの学生が根拠を持ってアイデアを生み出す力を育成できるか定かではない。その問題を解決するために、申請者は「問題変形作問」を提案し、その手法を用いた実践例を提示、簡易的な評価方法および学習支援システムの開発を行った。それらは、学校教育に実装可能なモデルとして提案しており、問題構造理解力を高め、従来の教科教育における力をより高めることを目指す方法でもある。本研究の提案手法は新規性、独創性が高く、社会的インパクトも大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted an experiment on modified problem-posing for university students and attempted to clarify the differences in the thinking processes of students who can change problems more frequently and those who cannot. The results showed that students who could transform problems more often performed significantly better at finding hidden parameters and combining parameters. Based on these findings, we have developed a text-based interactive modified problem-posing learning support system and verified the effectiveness of the system. The results show that even students who are not very good at modified problem-posing can perform many problem modifications with the system's assistance. These results show that the objectives of the study were generally achieved, and the findings will be useful for future research.

研究分野：教育工学

キーワード：学習工学 創造性教育 Computational Thinking

1. 研究開始当初の背景

急速に進展する情報化社会において、生成系 AI を含む発展的な技術も多く登場し、目まぐるしく世界は変化している。その中で、今後の社会を生きていく児童・生徒・学生(以下学生と表記)を育成することは、我が国のみならず、世界的に喫緊の課題である。今後、決まった答えがある問題を解決するための能力の育成のみならず、新たなアイデアを生み出す力、創造性、イノベーション力などを育成することが重要となる。

その状況において、文部科学省、経済産業省は、イノベーションの担い手となる科学技術人材を育成するために、理数系教育・STEAM 教育を推進している(内閣府,2021)。また現行の学習指導要領では「総合的な学習の時間」が「総合的な探究の時間」と名称変更され、探究活動の充実化が求められている(文部科学省,2011)。つまり、問題の正解をただ求める教育から脱却すること、そして未知なる問題に立ち向かう態度を育成し、社会問題から新しい課題を見出してそれを解決する力を身につけることが重要である。

学校教育では、多くの学生が実施可能な教育を提供することが求められる。しかし、イノベーションや創造性は「一部の人間だけのもの」「育成が困難」と捉えられやすく、またそれらの用語を明確にせず議論される場合も多い。これまでに、問題を解くための方法論は多く蓄積されているが、「アイデアを生み出す創造性」では、個人間でその質や量に大きな差異が生じてしまう。アイデアを生み出す創造性を学校教育の中で育成するためには、多くの学生が新しい問題を、根拠を持って生み出し、その経験を次の学習にも活かすこと、ならびに他の教科にも応用できる力の育成が求められている。しかしそのような研究は多くみられず、今後さらに検討することが求められている。

2. 研究の目的

申請者は、この課題に取り組むため、「問題変形作問」に関する研究を進めている。問題変形作問は、与えられた問題を、根拠を持って変形・改良することで、問題構造理解を促し、学生が自身で新しい問題を生み出すこと、そして創造性を高める枠組みである。

本研究では、学校教育において創造性を育成するために、従来の教育で用いられていた課題・問題を変形して新しい問題を作問する「問題変形作問」の思考プロセスを検討し、その評価方法を開発する。そして学習者一人一人が問題変形作問を行うことができる学習支援システムの開発を行う。

3. 研究の方法

本研究では、問題変形作問学習システムの開発に向けて、以下の研究を実施した。

- (1) 問題変形作問と創造性との関連性を把握する実験の実施
- (2) 問題変形作問と創造性の関連性に基づいた学習支援システムの試作
- (3) 実践事例の開発

(1)においては、大学生 50 名を対象に、問題変形作問と創造性の関連性を把握する実験を行った。その実験では、申請者の考案した問題変形作問に関する課題を 3 つ提示し、それについて取り組んでもらった。そして Guilford が考案した S-A 創造性検査も合わせて実施し、問題変形作問の思考プロセスを明らかにするとともに、どの問題変形が創造性と関連性が強いのかについて明らかにすることを目指した。

(2)においては、(1)の実験結果を踏まえた上で、問題変形作問学習支援システムを試作した。システムはテキストベースで行えるものとし、バックエンドに本実験で得られたプロセスを取り入れた生成系 AI のシステムを導入した。

(3)においては、(1)の実験結果および先行研究を踏まえた上で、問題変形作問を取り入れた指導方法を、プログラミング教育および数学教育の題材として提案した。

4. 研究成果

(1)では、問題変形作問において「隠れたパラメータ」を発見し変形した被験者は、創造性が高かった。隠れたパラメータとは、例えば課題で用いた「サイコロ」であれば、一般的に 6 面サイ

コロが想定されるが、そのサイコロを「6面のサイコロ」のように読み取り、「12面サイコロ」と変形するなどが隠れたパラメータを発見し変形することに相当する。また、ゲームが終了するまでループされるような課題において、終了回数を設定した被験者も合わせて創造性が高かった。つまり、問題変形作問の活動においては、隠れたパラメータを発見させることが重要であるということが示唆された。

(2)では、(1)の結果から隠れたパラメータを発見させることを支援するような学習支援システムの開発が有効であると想定されることを踏まえ、バックエンドに生成系 AI (ChatGPT3.5) を用いたテキストベースの学習支援システムを試作した。そのシステムでは、学習者の入力したテキストを変更するコンバータを実装し、このコンバータから得られたテキストを生成系 AI に読み込ませて学習者にフィードバックを返す。コンバータを通すことにより、フィードバックが安定することが示された。

(3)では、数学教育とプログラミング教育において、問題変形作問を取り入れた実践事例を開発した。特に、問題の差分に着目した実践となっており、これまで実施されてきた教科教育に導入可能なモジュールであると想定される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11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 0件）

1. 著者名 Masanori Fukui, Masakatsu Kuroda, Peter Chew, Yuji Sasaki	4. 巻 14
2. 論文標題 Proposal for Developing Learning Materials Focusing on Modified Problem-Posing Using a Probability Game to Promote Understanding of the Problem Structure in Basic Engineering Mathematics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Journal of Applied Physics and Mathematics	6. 最初と最後の頁 35-44
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.17706/ijapm.2024.14.1.35-44	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11件（うち招待講演 2件/うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Masanori Fukui, Yuji Sasaki
2. 発表標題 Understanding the Problem Structure Using Modified Problem-Posing in Mathematics Classrooms
3. 学会等名 The 27th Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Yuji Sasaki
2. 発表標題 Proposal of a Small-c Creativity Cultivation Method with Modified Problem-Posing for Use in Computer Studies Education
3. 学会等名 11th DATTArc-ICTE-TENZ-ITEEA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Yuji Sasaki, Tsukasa Hirashima
2. 発表標題 An Exploratory Study of the Relationship between Computational Thinking and Creative Attitudes among University Students
3. 学会等名 The 6th APSCE International Conference on Computational Thinking and STEM Education 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Yuji Sasaki, Masakatsu Kuroda, Jun Moriyama
2. 発表標題 Developing Programming Education Using Mathematical Puzzles and Games to Enhance Students' Creative Attitudes
3. 学会等名 7th SRD International Conference on Research Innovations (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Fukui
2. 発表標題 A Proposal of a Method to Promote Creativity Based on Computational Thinking in a Classroom
3. 学会等名 The 2021 European Alliance for Innovation-International Conference on Social Sciences (EAI-ICONESS 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井 昌則
2. 発表標題 学校教育で創造性を育成するには？ -問題変形作問を用いた方法の提案とその事例-
3. 学会等名 徳島科学史研究会 2021年 第3回例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masanori Fukui
2. 発表標題 Understanding the Differences among Oneself and Others as Important Basic Skills in Global Citizenship Education through Development of Ability to Grasp Problems in Mathematics Education
3. 学会等名 LearnT-SMArET with Integration of Thinking, Life Skills and Moral Values in Line with Global Citizenship Education (GCED) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Masakatsu Kuroda, Peter Chew, Yuji Sasaki
2. 発表標題 Proposal for Developing a Learning Material Focusing on Modified Problem-posing Using a Probability Game to Promote Understanding of the Problem Structure in Basic Engineering Mathematics
3. 学会等名 The 12th International Conference on Engineering Mathematics and Physics (ICEMP 2023) ((国際学会))
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Li Xiang, Yudai Sano, Wanda Nugroho Yanuarto, Subuh Anggoro, Peter Chew, Eng Tek Ong, Khar Thoe Ng
2. 発表標題 An Exploratory Study of the Relationship between Fixed/Growth Mindset and Computational Thinking among University Students
3. 学会等名 The 8th APSCE International Conference on Computational Thinking and STEM Education 2024 (CTE-STEM 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Masakatsu Kuroda, Yuji Sasaki, Tsukasa Hirashima
2. 発表標題 An Exploratory Study on the Relationship between Computational Thinking and Motives for Gaming among University Students in Japan
3. 学会等名 The 7th APSCE International Conference on Computational Thinking and STEM Education 2023 (CTE-STEM 2023) ((国際学会))
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masanori Fukui, Khar Thoe Ng, Xing Zhi Guan, Eng Tek Ong, Kamolrat Intaratat, Subuh Anggoro
2. 発表標題 An Exploratory Study of the Relationship Between Students' Positive Attitudes Toward Artificial Intelligence and Computational Thinking Needed in the 6G Communications Era
3. 学会等名 7th International Conference on Innovative Computing and Communication (ICICC 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://researchmap.jp/mafukui>

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			
マレーシア	SEAMEO RECSAM	UCSI University	Wawasan Open University	
インドネシア	Universitas Muhammadiyah Purwokerto			