

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01741

研究課題名(和文) 高大連携による探究的・教科横断的な課題学習を通じた数理コンピテンシーの育成

研究課題名(英文) Developing mathematical competency through inquiry-based and cross-curricular problem-based learning through high school-university collaboration

研究代表者

大谷 実 (OTANI, MINORU)

金沢大学・学校教育系・教授

研究者番号：50241758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,220,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、探究の過程を通して課題を解決するために必要な数理コンピテンシーを、高校と大学の教員が連携して育成する「課題学習システム」を構築した。具体的には、附属高等学校数学科およびオランダの専門家と連携し、高等学校の教科及び総合的な探究の時間で研究授業を実施し、「感染症の拡大」の授業実践を国際会議で発表し、著書として発行した。開発した課題を「日常世界や社会の事象に数学を活用する力の育成」(高等学校教授資料)を作成し、希望する学校に頒布した。金沢大学が主幹となり日本数学A-lympiadコンテストを実施し72チームから最優秀及び優秀2チームを国際本選に派遣し、世界1位と4位に入賞した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

グローバル化の進展や人工知能などの技術革新のもとで、社会が急速に変化し予測困難な時代が到来する中で、一人ひとりが持続可能な社会の担い手として、新たな価値を生み出していく資質・能力の育成が喫緊の課題である。高等学校でも探究的な活動や教科横断的な視点で教育内容を組み立てることは、各学校に委ねられている。本研究は、今日の喫緊の課題である、探究の過程を通して課題を解決するために必要な数理コンピテンシーを、高校と大学の教員が連携して育成する「課題学習システム」を構築することで、授業モデルを示し、課題集を作成し、全国の高校生に新しい高大連携コンテストを実施する点で、学術的かつ社会的な意義を有する。

研究成果の概要(英文)：This study established a “problem-based learning system” in which high school and university teachers collaborate to develop the mathematical competencies necessary to solve problems through the process of inquiry. Specifically, 1) Lesson Study were conducted in high school subjects and in general inquiry hours, and the lesson practice of “Spread of Infectious Diseases” was presented at an international conference and published as a book. (2) We prepared “Developing the Ability to Use Mathematics in the Everyday World and Social Events” (upper secondary school) and distributed it to schools that requested it, and (3) Kanazawa University led the Japan Mathematics A-lympiad Contest, sending the best and two excellent teams from 72 teams to the international finals, where they won first and fourth places in the world. The teams won the first and fourth prizes in the world.

研究分野：数学教育学

キーワード：高大連携 探究 教科横断 課題学習 数理コンピテンシー

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会が急速に変化し予測困難な時代が到来する中で、一人ひとりが持続可能な社会の担い手として、主体的に課題を発見したり、問題に対して最適解を見いだしたり、解決過程や結果を振り返って評価・改善したりして、新たな価値を生み出していく資質・能力の育成が喫緊の課題である。

(2) 学習指導要領が改訂され、高等学校でも、課題を発見し解決していくために必要な資質・能力を育成することを目的とし、教科横断的で探究的な学びのプロセスが重視されているが、その具体化は各学校に委ねられており、明確な原理と模範的な事例の開発と実践が喫緊の課題である。

2. 研究の目的

(1) 本研究のは、高等学校数学科において教科横断的で探究的な学びのプロセスを通して課題を解決するために必要な数理コンピテンシーを、高校と大学の教員が連携して育成する「課題学習システム」を構築することを目的とする。

(2) 「課題学習システム」を3つの構成部分から構成し、具現化する：①研究授業を通した模範授業の例示、②高等学校数学科で利用可能な課題事例集の作成と頒布、③数理コンピテンシーを育成する高大接続コンテストの実施。

3. 研究の方法

(1) 「課題学習システム」の基礎モデルとして、オランダのユトレヒト大学フロイデンタール研究所の「現実的数学教育論」に基づく数学科教科書、全国最終試験問題、教科横断的教科であるNLT, Mascilの教材を、金沢大学附属高校の数学科及び大学の数学教育研究者のチームで分析し、日本の高等学校の数学科ならびに総合的な探究の時間で実施可能なものに翻案する。

(2) 「課題学習システム」の具現化の方法として、①の研究授業を通した模範授業の例示に関しては、「WWLコンソーシアム事業」に位置付け、教科横断的で探究的な授業の研究授業を実施し、②の課題事例集に関してはCitoの全国共通試験から課題を選択し資料集を作成し、③の高大接続コンテストでは、金沢大学で日本数学A-lympiadを実施し、国際本選に優秀チームを派遣する。

4. 研究成果

(1) 研究授業を通した模範授業に関しては、附属高等学校でのWWL研究大会において他教科と協働して、公開授業を行った。具体的には、「交通渋滞の解消」（総合的な探究の時間）、「適切な心拍数等の指標に基づくスポーツ運動の計画」、「薬の適切な服用」、「Covid-19の感染拡大の分析」の研究授業を行った。いずれの授業でも高校数学で今後重要性が増すICT機器を積極的に、数学的モデルを用いてシミュレーションを行う活動を取り入れた。模範授業として「SIRモデルによるCovid-19の感染拡大の分析」（数列と漸化式）の研究授業を模範授業とし、ISDDE及びETE-IVの国際会議で研究発表を行い、その成果を「Stem & Open Schooling for Sustainability Education」（会議録）で公開することができた(図1)。

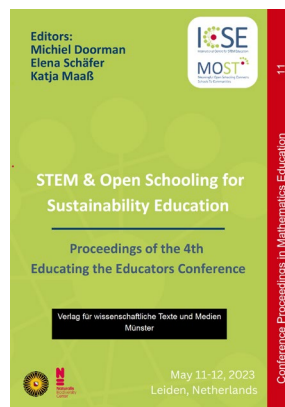


図1 ETE-IV会議録

(2) 課題事例集に関してはCitoの全国共通試験をオランダの3種類の学校段階での科目3種類の科目数学A, B, Cの計9種類の試験問題を全訳し、それらの中から、日本の高等学校数学科における数理コンピテンシー育成の観点から有望であると思われる課題を選択し、解答や配点基準を付し、「日常生活や社会の事象に数学を活用する力の育成：オランダの「全国共通試験」問題」として公刊し、全国の希望する高等学校等に無償配布した(図2)。この資料が、全国の高等学校数学科を通じた教科横断的で探究的な学習課題を提供するとともに、生徒が実生活や社会における様々な事象に関心をもち、数学的な見方・考え方を柔軟に働かせながら、事象を数学化することにより自ら問題を定式化し、得られた解について多面的・多角的に解釈したり、批判的に吟味したり、賢明に判断したりする数学的な探究プロセスを通して、数理コンピテンシーを育成することに寄与することが期待される。



図2 教授資料

(3) 高大接続コンテストの数学A-lympiadは、本研究の期間中毎年金沢大学で日本数学A-lympiadの国内予選を実施し、コロナにより海外渡航が禁止された令和2-3年度を除き、国際本選に優秀チームを派遣した。表3は、令和2年度から令和5年度における実施状況をまとめたものである。本コンテストは、現在、日本で一般に普及している数学オリンピックのように純粋で抽象的な数学の知識・技能の高さを個人単位で競い合うものではなく、同じ学校に在籍する3~4人がチームを組み、現在の世界的課題を背景として作成された実社会に起こりうる問題(英文)を読み解き、数学の力を利用して社会にとってより良い解決案を提案するもので、グローバルな課題を発見する力、主体性や活発なコミュニケーションに基づく協働性、レポートを論理的に構成する力、英語力等が総合的に試される数理コンピテンシーに焦点を当てたものである。本研究により、数理コンピテンシーの育成をめざす本コンテストに全国から多数の高校生が参加し、世界トップレベルの成果を収めている。コロナにより研究期間の延長が認められ、令和5年度には、国際大会に

開催年度	チーム数	参加者数	都道府県数	国際本選
令和2年	68	259	14	不開催
令和3年	86	327	17	不開催*
令和4年	84	313	20	
令和5年	72	278	17	優勝, 4位

*国内予選レポートにより国際本選の審査が行われ、優勝、準優勝

参加したチームが優勝と4位の成績を収めた。 表3 日本数学A-lympiadの実績

(4) 本研究の全体を通じて、高等学校数学科において教科横断的で探究的な学びのプロセスを通して課題を解決するために必要な数理コンピテンシーを、高校と大学の教員が連携して育成する「課題学習システム」の構築は、概ね、達成することができた。今後は、本研究を継続するとともに、これまでに得られた研究成果を全国に発信をし続け、我が国の高等学校における数理コンピテンシーの育成に一層邁進していくことが課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7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 1件）

1. 著者名 戸水吉信, 北村悟朗, 原田祥平, 伊藤伸也	4. 巻 64
2. 論文標題 数学科	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 金沢大学附属中学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 57-66
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 川谷内哲二・戸田偉・酒井祐士・外山康平・大谷実・伊藤伸也	4. 巻 102
2. 論文標題 高校数学における探究的・協働的で教科横断的な学び - RMEアプローチへの金沢大学附属高校の取り組み -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本数学教育学会誌数学教育	6. 最初と最後の頁 12-23
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 中村雅恵・大谷 実	4. 巻 14
2. 論文標題 小学校算数科における割合指導 - 「変化と関係領域」における「単体量当たりの大きさ」の新しい位置づけ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 金沢大学学校教育系紀要	6. 最初と最後の頁 21-30
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 大谷実	4. 巻 777
2. 論文標題 「自らの学習を調整しようとする側面」の評価のポイント	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教育科学数学教育	6. 最初と最後の頁 29-37
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 大谷実・酒井祐士	4. 巻 15
2. 論文標題 高等学校数学科における課題探究的な授業のデザイン：感染症課題を事例として	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 金沢大学学校教育系紀要	6. 最初と最後の頁 29-37
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 川谷内哲二・大谷実・端崎圭一	4. 巻 15
2. 論文標題 SDGsに協働的に取り組むコンテストの教材化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 金沢大学学校教育系紀要	6. 最初と最後の頁 21-27
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 原田祥平・戸水吉信・北村悟朗・伊藤伸也	4. 巻 65
2. 論文標題 数学科	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 金沢大学附属中学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 65-75
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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Ohtani Minoru
2. 発表標題 Task design and analysis
3. 学会等名 14th Internatuonal Conference of Mathematics Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大谷 実
2. 発表標題 高等学校数学科における課題探究的な授業のデザイン：感染症課題を事例として
3. 学会等名 日本数学教育学会第54回秋期研究大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minoru Ohtani
2. 発表標題 Collaborative Design of Learning Environment that Fosters Reification of a Mathematical Object: The Case of Function
3. 学会等名 ICME Study 25: Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minoru Ohtani
2. 発表標題 Task design and analysis
3. 学会等名 14th International Conference of Mathematics Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大谷 実
2. 発表標題 高等学校数学科における課題探究的な授業のデザイン：感染症課題を事例として
3. 学会等名 日本数学教育学会第54回秋期研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minoru Ohtani
2. 発表標題 Development of STEAM education at KUSH
3. 学会等名 International Sociaty for Design and Development of Education (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 磯田正美, 影山和也	4. 発行年 2021年
2. 出版社 共同出版	5. 総ページ数 201
3. 書名 中等数学科教育	

〔産業財産権〕

〔その他〕

日本数学A-lympiad https://www.kanazawa-u.ac.jp/admission/teacher/a_lympiad
--

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	伊藤 伸也 (ITOH SHINYA) (10570434)	金沢大学・学校教育系・准教授 (13301)	

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