

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01118

研究課題名（和文）コンピュータを利用した数学試験において証明問題を出題するための問題形式開発と評価

研究課題名（英文）Development and Evaluation of Forms for Providing Proof Problems in Computer-based Mathematics Testing

研究代表者

平井 佑樹（Hirai, Yuki）

信州大学・学術研究院総合人間科学系・准教授

研究者番号：80640945

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本事業では、中学校・高等学校の数学試験を対象とし、CBTにおいて証明問題を出題することを考えてその問題形式を開発し、生徒の思考力等を評価できるかという観点で評価する取組を行った。まず、CBTで提示する数学証明問題の要件を定義し、その定義に基づく問題形式の開発および実装を行った。その後、本学工学部学校推薦型選抜（旧、推薦入試）合格者および本学における質問紙調査入門講義の受講者を対象として、「選択式問題や数字のみを書かせる短答式問題」を出題したとしても、自由記述式と同じように論証能力を評価できるかどうかについて調査した。現時点で、本事業に関連する8件の学術論文にその成果をまとめて公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本事業の学術的な特色はCBTで実施可能かつ生徒の思考力等を評価できる証明問題形式を提案することである。

学習者の到達度や能力を適正に評価するには、いくつかの選択肢から

「選ぶ」だけでなく、「考える」ことを評価し育成できる問題を提供することが重要である。一人ひとりに電子教科書を配布することが現実になりつつあるいま、学習者が電子教科書で証明問題を解き、教師やコンピュータが学習者の解答に対して迅速に採点・評価し、その結果をフィードバックできる必要性がでてくる。CBTで提示可能な問題を本事業で提案することにより、電子教科書において、ある程度自動採点可能な演習問題を出題することも可能になる。

研究成果の概要（英文）：In this project, we developed a question format for mathematics examinations at junior high and high schools, considering the use of proof questions in CBT. We also conducted an evaluation from the viewpoint of whether it is possible to assess students' thinking ability and so on. First, we defined the requirements for mathematical proof questions to be presented in the CBT, and developed and implemented question formats based on this definition. Then, we investigated whether or not the "short-answer questions that require students to write only numbers or multiple-choice questions" can be used to evaluate argumentation ability in the same way as free-writing questions, targeting students who passed the school-recommended entrance examination of Shinshu University's Faculty of Engineering and students who attended the introductory lecture on questionnaire surveys in the university. At present, the results of this project have been summarized and published in eight academic papers.

研究分野：教育学

キーワード：CBT 数学証明問題 教育学 科学教育 中等教育

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

平成 28 年 8 月 31 日付で文部科学省は高大接続改革の進捗状況に関する情報を掲載し、大学入学希望者学力評価テスト(仮称。以下、大規模共通試験と呼ぶ)などの実施に向けた検討事項を掲載した[URL: [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/koutou/083/index.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/083/index.htm)(令和 5 年 6 月 12 日閲覧)]。そこでは、受験者の到達度や学力を評価する場合、学力の 3 要素の 1 つである「思考力・判断力・表現力等(以下、思考力等)」の評価がより重要になりつつあるものの、現状では課題が多くあると述べている。大規模共通試験については記述式問題の導入、マークシート式問題の改善、CBT(Computer-Based Testing)の導入などに関する意義や検討の経緯を記載している。

また、記述式問題で評価すべき能力や作問の構造(素案)についても述べている。数学では、選択式・記述式問題と、解答の際の思考プロセスが整理されており、(a)一定の手順にしたがって数学的に処理すること、(b)問題を焦点化して数式、図表、グラフなどで表現すること、(c)問題解決の方略を表現すること、(d)数学における問題解決のプロセス全体を表現することの 4 つとの関連が述べられている。それまでは上記(a)を問うことが多く、今後は上記(b)や(c)を問うことを想定している。つまり、証明問題が含まれる上記(d)は出題範囲から除外されていた。

CBTの利点については、Karayらの研究[Teach Learn Med. 27(1), 57-62]をはじめとして種々検討されており、出題者にとっては採点ミス・コストの低減、受験者にとっては採点結果がすぐにフィードバックされる等の利点がある。コンピュータを利用した数学の証明支援については、三角形合同証明に関するシステム[Matsudaら, AIED2005; Dimakos, The Teaching of Mathematics, 2007; Miyazakiら, ICTMT2011]をはじめとして種々研究されており、既存システムを用いて試験することもできる。しかし、これらは「生徒の思考力等を評価できるか」という観点での評価はなされていなかった。

### 2. 研究の目的

大規模共通試験、学内期末試験などの試験で、受験者の深い理解を問う記述式問題の提示は重要である。そのため文部科学省の関連会議では、上記のように、大規模共通試験における記述式問題の導入が検討され、CBTの実現可能性が検討された。しかし、数学では、証明の記述を含む「問題解決プロセス全体の表現」に関する作問は除外されていた。当時は、次期学習指導要領への改訂に向け、探究活動に関連する科目の導入が検討されていたことから、CBTでも、数学の証明問題を提示し、探究活動の成果を評価できることが望ましかった。

本研究では、中学校・高等学校内の数学試験を対象とし、CBTにおいて証明問題を出題することを考え、その問題形式を開発し、生徒の思考力等が評価できるかという観点で評価する取組を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 平成 29 年度：CBT で提示する中学校・高等学校の数学証明問題の要件定義

大規模共通試験において数学証明問題を出題するためには現状何が問題か、その問題を解決するためにはどのような研究・実践が必要かについて検討した。具体的には、証明問題について、現状「CBTでどう出題しているのか」あるいは「人間はどう採点しているのか」などについて文献調査、インタビュー、および保存されている採点答案を分析することで明らかにし、CBTで証明問題を提示する場合の課題を洗い出した。最終的には、本研究で対象とする証明問題(図示して回答する問題は除く)をいくつかに分類し、生徒の思考力等を評価するために必要な要件を定義することを目指した。

調査の結果、出題者側の問題として、(A) 選択式問題でも記述式と同様の評価(受験した生徒の学力評価)ができるのか、(B) 証明問題を選択式問題として出題できるのかについて問題を提起した。また、採点者側の問題として、(C) 解答及び採点に用いる媒体、(D) 解答のバリエーションへの対応について問題を提起した。

#### (2) 平成 30 年度：要件定義に基づく問題形式の開発および実装

上記(A)～(D)の問題提起、教育・学習用システムにおけるヒトの行動観察(下記4(1)参照)、および大学入試センターが実施した大学入学共通テスト試行調査(平成 29 年度および平成 30 年度)等の結果に基づき、CBTで証明問題を提示する場合の要件について検討した。

検討の結果、「数学に関わる知識等や思考力等を問うこと以外の認知的な負荷をできるだけ受験生に与えずに出題すること」を最低限の要件として定義した。このため、選択式問題や空欄穴埋め問題等のできるだけシンプルな問題を提示しつつ、生徒の思考力等を評価する方針で問題形式の開発や実装を進めることにした。

#### (3) 令和元年度～令和 4 年度：開発した問題形式の評価および改良

令和元年度以降は、本研究で開発した問題形式の実証実験を通じた評価および改良を行うこ

とを目的とした。研究代表者が所属する大学(以下, 本学)に在籍している学生の特徴を調査した結果(下記4(2)参照)に基づき, 大きく2つの被験者を対象として, 実証実験を実施した。

被験者1: 本学工学部学校推薦型選抜(旧, 推薦入試)合格者

本学工学部2020(令和2)年度推薦入試1合格者および2021(令和3)年度学校推薦型選抜1合格者を対象とし, その合格者が受講する入学前教育の一部として実施した。この入学前教育の目的は, 各合格者が, 本学入学前に感じる不安等を払拭し, 地理的・時間的な制約を超えて, 学習に対する自己肯定感を維持する/高めることである。

被験者2: 教養・基盤系科目における問題解決学習ベースの質問紙調査入門講義の受講者

本学共通教育科目「質問紙調査入門」の令和2年度~令和4年度受講者を対象とし, その科目の一部として実施した。この科目の目的は, 各受講者が, 質問紙調査を行うために必要な要素である「目的」「対象」「質問項目」「分析手法」「倫理」などを理解して質問紙を適切に設計し, 集められた回答を適切に分析・活用できるようになることである。

#### 4. 研究成果

(1) 業績[1]~[3]: 数学証明問題の要件定義に関わる教育・学習用システム上の行動観察

CBTを行うシステム上でヒトがどのような行動をとるかについて調査することを目的として, 教育・学習用システムにおけるヒトの行動を観察した。業績[1]は外国語の名詞を学習するためのシステム, 業績[2]は中学生を対象とした三角形合同証明問題の解決を学習するためのシステム(図1), 業績[3]はソフトウェア開発教育におけるモデリング演習の支援システムである。

観察の結果, どのシステムにおいても, システムを利用することによって一定の学習効果があることが認められたものの, 利用者がシステムの使い方を熟知しているか否かで問題解決までの時間が大きく異なることを観察した。

この結果はCBTでも同様にあてはまるものであり, 得られた結果等をもとに, 「数学に関わる知識・技能や思考力等を問うこと以外の認知的な負荷をできるだけ受験生に与えずに出題すること」をCBTで証明問題を提示する場合の最低要件として定義した。

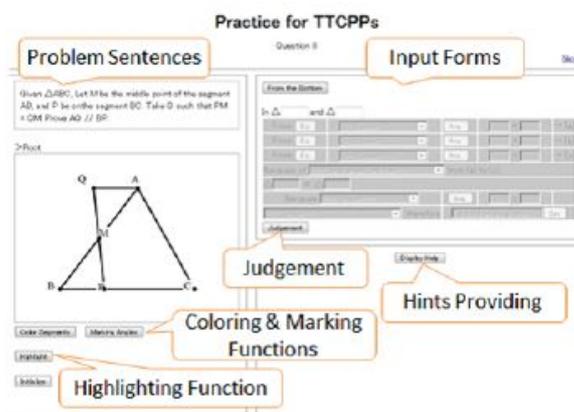


図1 三角形合同証明問題の解決を学習するためのシステムで提示される画面(業績[2])

(2) 業績[4]~[6]: 実証実験の被験者となる本学学生の特徴調査

本学では, 共通教育科目のうち基礎科学科目(数学, 物理学, 化学, 生物学, 地学)を履修要件として課している学部・学科等の新入生を対象として, 毎年4月にアンケート調査を実施している。そのアンケートは, 高等学校における数学および理科に関する科目の履修状況, また, 履修した科目については, その内容の自己評価理解度を質問する項目で構成されている。

図2は, 数学活用を除く数学各科目の自己評価理解度の分布を示したものである(N=1350~1475, 科目ごとに異なる)。図2に示すとおり, 科目によって分布が異なっており, 特に数学IIIにおいては, 約半数が段階1あるいは段階2を回答している状況であった。

この結果を受け, 本研究の実証実験で評価する問題形式の内容については, 全員が高等学校等で必ず履修している数学Iまでの範囲で行うこととした。

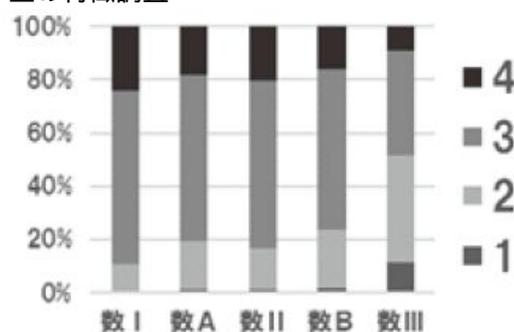


図2 平成30年度に実施した「高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケート」における数学各科目の自己評価理解度分布(業績[5])。段階4は「他者に説明することができる」, 3は「理解している」, 2は「やや不安がある」, 1は「理解しているとはいえない」である。

(3) 業績[7]: 上記の被験者1を対象とした実証実験

本学総合人間科学系では, 被験者1となる合格者に対し, 数学・統計に関する入学前教育を行うためのeラーニングシステムを導入した。入学前教育は大きく個別ワークとグループワークの2つで構成されており, 個別ワークの一部として実証実験を行った。個別ワークは入学前教育期間中に合格者が自由に取り組みものであり, 大学eラーニング協議会(<https://uel.a.jp/>)が提供する高等学校数学および統計的データ解析に係る教材を利用した。

当初は、この教材に含まれている中学校・高等学校数学の証明問題に本研究で開発した問題を加え、合格者と議論しながら開発した問題形式について評価することを予定していた。しかし、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、本研究で開発した問題形式の評価を十分に行うまでには至らなかった。そのため、上記の被験者 2 を対象とした実証実験を行うことに切り替えた。なお、本入学前教育については合格者に好印象を与えることができ、完全オンデマンド環境において合格者間の交流も可能な入学前教育を実施できたことなど、一定の良い効果が得られたため、別の科研費補助事業に活かされている（下記(5)参照）。

(4) 業績[8]：上記の被験者 2 を対象とした実証実験

本学学部 1 年次生が主に履修する共通教育科目「質問紙調査入門」の受講者を対象とした質問紙調査を実施した。受験者が CBT で解答した内容をコンピュータが自動採点することを考え、CBT で「出題できる」もしくは「なんとか出題できる」問題を本調査でいくつか提供し、それに基づいて被験者から意見をを得ることを目的として実施した。その結果、『選択式問題や数字のみを書かせる短答式問題を出題したとしても、「他者が作成した証明過程の正誤を判断する問題」であれば、受験者の論証能力を十分に評価できる』かどうかを確認することを目指した。

本調査時点では、次の 3 つを CBT で数学証明問題を出題するための要件とし、調査では大きく次の ~ の 3 つを問うた。

- ・ コンピュータが確実に自動採点できるようにする（例：大学入学共通テスト試行調査のような簡単な式や文章を書かせる問題であったとしても、現状ではコンピュータが確実に採点できるとは言えない。そのため、選択式問題や数字のみを書かせる短答式問題を中心に検討する）。
- ・ 数学証明問題を「選択式問題や数字のみを書かせる短答式問題」として出題したとしても、自由記述式と同じように、受験者の論証能力を評価できるようにする。
- ・ 数学に関わる知識や思考力等を問うこと以外の認知的負荷をできるだけ与えないようにする（例：解答するためにコンピュータ操作が複雑にならないようにする）。

被験者の属性

上記の高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケート項目に加えて、他者の証明過程を読むこと・批評することの経験や、CBT の受験経験を問うている。

本研究で開発した問題形式を含む数学証明問題の解答

下記 に回答する前段階として、標記問題の解答を依頼した。図 3 はその問題の例であり。他にも、会話文中の下線部の正誤を問う問題、証明する内容を回答者自身が定義して証明する問題、直前に選んだ選択肢に応じてその後の正答が変わる問題などを出題した。

高校のあるクラスでは、命題の真偽や反例の学習として、様々な命題を出してその真偽を判定する活動を行った。ここでは、以下の表に示す 10 種の命題について真偽を判定した。クラスの意見をまとめた結果、表の右側にあるとおりの真偽となった。

	命題	真偽
①	$\triangle ABC$ で $AB=BC$ , $BC=CA$ ならば、二等辺三角形である	偽 ( $\triangle ABC$ は正三角形)
②	三角形で、1 つの辺の長さとその両端の角度がそれぞれ決まれば、それらを満たす三角形はただ 1 つに決まる	真
③	実数 $a, b$ について、 $a^2 > b^2$ ならば、 $a > b$ である	偽 (反例: $a = -2, b = 1$ )
④	実数 $a$ について、 $\sqrt{a^2} = a$ である	真
⑤	$x+y$ が有理数ならば、 $x, y$ のどちらかは有理数である	偽 (反例: $a = \sqrt{2}, b = -\sqrt{2}$ )
⑥	$x+y$ が無理数ならば、 $x, y$ のどちらかは無理数である	真
⑦	$x^2 + y^2 \leq 1$ ならば $ x  +  y  \leq 1$	真
⑧	$ x + y  \leq 1$ ならば $ x  +  y  \leq 1$	偽 (反例: $a = -2, b = 2$ )
⑨	$n^2$ を 7 で割ると 1 余るならば、 $n$ を 7 で割ると 1 余る	偽 (反例: $n = 6$ )
⑩	$n^2$ を 4 で割ると 1 余るならば、 $n$ を 2 で割ると 1 余る	真

<問題>  
上記①~⑩について、クラスの意見が正しいか否かを判定せよ。正しくない場合は、正しい真偽とその理由を答えよ。

図 3 被験者 2 を対象とした実証実験で提示した問題の例。被験者は、このような例をいくつか解いた上で「生徒の思考力等が評価できるかどうか」について回答している。

それぞれの問題に対し、解答にかかった時間、問題の難易度（自己評価）、解答の自信度、数学以外の知識・技能等も必要か否かを問うた。数学以外の知識・技能等も必要か否かについては、主に状況判断力や読解力を要するか否かに注目した問いである。

#### 調査目的に関する項目

上記 ・ を踏まえ、次の3点への回答を依頼した。

- ・ 選択式問題や短答記述式問題でも、記述式問題と同様の論証能力評価を行うことは可能かどうか（可能だと思う～どちらでもない～不可能だと思う、の5段階評価）どうかと、そのように回答した理由（自由記述）
- ・ マークシート形式の試験で、数学証明問題を出題するとしたらどのような形式が良いと思うか（自由記述）
- ・ CBTを実施するとして、証明問題を出題するとしたらどのような形式が良いと思うか（自由記述）

#### (5) 今後の展望

上記の被験者2に対する調査を令和4年12月に終了し、現在はその結果を分析しているところである。CBTではないものの、これまで実施された大学入学共通テストにおいても、本研究に関連する結果が得られていることから、今後はそれらの検証結果も踏まえつつ、本実証実験で得られた結果を論文等にまとめて広く公表していく予定である。

一方、上記の被験者1に対する調査については、新型コロナウイルスの影響で当初の計画どおり進まなかったものの、この入学前教育で得られた知見は、別の科研費補助事業（基盤研究(C):21K02797、例を作る活動と作問学習活動を取り入れた大学基礎レベルの数学学習環境開発とその評価、研究代表者：平井佑樹）に活かされており、これも本事業の実施によって得られた成果であると考えている。

#### 謝辞

本事業の概要が学術雑誌（業績[9]）で取り上げられ、また、本事業では国際共同研究（業績[2]）を実施することができた。また、アンケートへの回答など、実証実験では多くの被験者の協力を得たことで、学術雑誌への論文投稿が可能となり、その結果、多くの論文が学術雑誌に採択された。本報告書にて、改めて本事業に協力いただいた方々に厚く御礼を申し上げる。

#### 研究業績

- [1] M.N. Hasnine, M. Ishikawa, Y. Hirai, H. Miyakoda, and K. Kaneko, An Algorithm to Evaluate Appropriateness of Still Images for Learning Concrete Nouns of a New Foreign Language, IEICE Transactions on Information and Systems, E100-D(9), 2156-2164, 2017.
- [2] R. Onda, Y. Hirai, K. Penny, B. Indurkha, K. Kaneko, A Support System for Solving Problems of Two-Triangle Congruence Using 'Backward Chaining', IEICE Transactions on Information and Systems, E100-D(10), 2567-2577, 2017.
- [3] T. Tanaka, H. Hashiura, A. Hazeyama, S. Komiya, Y. Hirai, and K. Kaneko, Learners' Self Checking and Its Effectiveness in Conceptual Data Modeling Exercises, IEICE Transactions on Information and Systems, E101-D(7), 1790-1800, 2018.
- [4] 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析, 大学入試研究ジャーナル, 29, 48-54, 2019.
- [5] 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析(2) 個人単位による分析結果の考察, 大学入試研究ジャーナル, 30, 98-104, 2020.
- [6] 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 平野吉直, 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析(3) 学部初年次の学業成績との関係, 大学入試研究ジャーナル, 31, 91-96, 2021.
- [7] Y. Hirai, M. Tokita, K. Takano, S. Koyama, A. Katsuki, M. Niimura, and N. Matsumura, University-level Mathematics Pre-enrollment Education Combining Individual and Group Works in a Perfectly Distributed Asynchronous Environment, Journal of Information Processing, 30, 15-20, 2022.
- [8] 平井佑樹, 教養・基盤系科目におけるPBLベースの質問紙調査入門講義の分析：対面環境および遠隔環境での実践比較, 情報処理学会論文誌：教育とコンピュータ, 8(1), 56-69, 2022.
- [9] 平井佑樹, コミュニティプラザ（研究プロジェクト紹介）：コンピュータを利用した数学試験において証明問題を出題するための問題形式開発と評価, 教育システム情報学会誌, 37(2), 176-177, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Hirai Yuki, Tokita Mamino, Takano Kazuhiko, Koyama Shigeki, Katsuki Akio, Niimura Masaaki, Matsumura Noriaki	4. 巻 30
2. 論文標題 University-level Mathematics Pre-enrollment Education Combining Individual and Group Works in a Perfectly Distributed Asynchronous Environment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 15～20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2197/ipsjip.30.15	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 平井佑樹	4. 巻 8(1)
2. 論文標題 教養・基盤系科目におけるPBLベースの質問紙調査入門講義の分析：対面環境および遠隔環境での実践比較	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌：教育とコンピュータ	6. 最初と最後の頁 56～69
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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 平野吉直	4. 巻 31
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析（3） 学部初年次の学業成績との関係	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大学入試研究ジャーナル	6. 最初と最後の頁 91～96
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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜	4. 巻 15
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケート 2020年度実施報告	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 信州大学総合人間科学研究	6. 最初と最後の頁 34～48
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 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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜	4. 巻 30
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析(2) 個人単位による分析結果の考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大学入試研究ジャーナル	6. 最初と最後の頁 98~104
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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜	4. 巻 14
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケート 2019年度実施報告	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信州大学総合人間科学研究	6. 最初と最後の頁 17~32
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 平井佑樹	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 コミュニティプラザ(研究プロジェクト紹介): コンピュータを利用した数学試験において証明問題を出題するための問題形式開発と評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 176~177
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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜	4. 巻 29
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大学入試研究ジャーナル	6. 最初と最後の頁 48~54
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 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜	4. 巻 13
2. 論文標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケート 10年間の調査を終えて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信州大学総合人間科学研究	6. 最初と最後の頁 17~32
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 HASNINE Mohammad Nehal, ISHIKAWA Masatoshi, HIRAI Yuki, MIYAKODA Haruko, KANEKO Keiichi	4. 巻 E100.D
2. 論文標題 An Algorithm to Evaluate Appropriateness of Still Images for Learning Concrete Nouns of a New Foreign Language	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2156~2164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016EDP7463	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 ONDA Ryosuke, HIRAI Yuki, PENNY Kay, INDURKHYA Bipin, KANEKO Keiichi	4. 巻 E100.D
2. 論文標題 A Support System for Solving Problems of Two-Triangle Congruence Using 'Backward Chaining'	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2567~2577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016EDP7363	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

1. 著者名 TANAKA Takafumi, HASHIURA Hiroaki, HAZEYAMA Atsuo, KOMIYA Seiichi, HIRAI Yuki, KANEKO Keiichi	4. 巻 E101.D
2. 論文標題 Learners' Self Checking and Its Effectiveness in Conceptual Data Modeling Exercises	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1801~1810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2017KBP0001	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 -

〔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 時田真美乃, 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕
2. 発表標題 非同期分散型の入学前教育における効果的なグループワークの特徴分析
3. 学会等名 教育システム情報学会2020年度特集論文研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平井佑樹, 時田真美乃, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕
2. 発表標題 2020年度工学部推薦入試合格者に対する入学前教育の実施
3. 学会等名 UeLA & JADE合同フォーラム2019
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 平野吉直
2. 発表標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析(3) 学部初年次の学業成績との関係
3. 学会等名 令和2年度全国大学入学者選抜研究連絡協議会(入研協)大会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井佑樹, 時田真美乃, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕
2. 発表標題 2020年度工学部推薦入試合格者に対する入学前教育の結果報告
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 時田真美乃, 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕
2. 発表標題 入学前教育におけるMoodleを使用したグループワーク実践
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜
2. 発表標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析(2) 個人単位による分析結果の考察
3. 学会等名 2019年度全国大学入学者選抜研究連絡協議会(入研協)大会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜
2. 発表標題 高等学校における数学および理科の履修状況に関するアンケートの分析
3. 学会等名 平成30年度全国大学入学者選抜研究連絡協議会(入研協)大会研究会
4. 発表年 2018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
---------------------------	-----------------------	----

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			
英国	Edinburgh Napier Univ.			
ポーランド	Jagiellonian Univ.			