

令和 5 年 9 月 14 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01070

研究課題名(和文)理科の見方・考え方が習得できる科学教育プログラム開発とICTを用いた評価指標構築

研究課題名(英文)Development of science education program and computer adaptive testing system on scientific method and viewpoint

研究代表者

加納 圭(Kano, Kei)

滋賀大学・教育学系・教授

研究者番号：30555636

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,100,000円

研究成果の概要(和文)：NHK「考えるカラス～科学の考え方～」 「カガクノミカタ」を活用した教育プログラムを多数開発した。特に「比較する」(小学校3年生の学年目標)といった理科の考え方や、仮説をたてる力や仮説通りだとしたらどのような結果になるのかを見通す力に注目した教育プログラムを開発し、実施した。また、主として平成30年度全国学力・学習状況調査の問題を用い、理科・国語・算数の学力を測定するコンピュータ適応型テスト「学力・学習チャレンジアプリ」を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
開発した教育プログラムを多数親子向けに実施することで、理科離れの防止に一定の貢献ができたと考えられる。また、開発したコンピュータ適応型テストの小中学校での実証実験を重ね、国語の学力が低い算数や理科の学力が高い児童がいることや、紙ベーステストには集中して取り組めなかったがコンピュータ適応型テストには集中して取り組めたという児童がいること、時間無制限で取り組むことで、教師が気付いていなかった実力が発揮された児童がいることが分かった。

研究成果の概要(英文)：We have developed a number of educational programs utilizing NHK's "Think Like a Crow: Scientific Method" and "Viewpoint Science". In particular, we developed and implemented educational programs focusing on the scientific viewpoint such as "comparing" (grade 3 elementary school goal), the ability to formulate hypotheses and foresee what the results would be if the hypotheses were true. In addition, we developed a computer-adaptive test, which assesses academic success in science, Japanese, and arithmetic, mainly using questions from the 2008 National Assessment.

研究分野：科学コミュニケーション

キーワード：理科の見方・考え方 コンピュータ適応型テスト アクティブラーニング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

研究開始当初に理科の見方・考え方やコンピュータ適応型テストに注目した背景と意義は以下の通りである(現在形で記す)。

次期学習指導要領(現在では現行学習指導要領)において各科目における見方・考え方がより重視されていく予定である。理科においては、量的・关系的、質的・実体的、多様性と共通性、時間的・空間的な視点で捉えていくことが「理科の見方」、児童生徒が問題解決の過程の中で用いる、比較、関係付け、条件制御、多面的に考えるなどが「理科の考え方」とされている。いずれも PISA でいうところの「科学についての考え方」に相当しており、国内カリキュラムが国際調査の流れに合流してきている。一方、我が国の学校教育にて「理科の見方・考え方」(OECD による PISA における「科学についての知識」に相当)より理科の知識(同「科学の知識」に相当)の教育に偏重している現状がある(加納(2010))

「科学の知識と科学についての知識の区別、及びトランスサイエンスを意識する重要性」、*生物教育*, 51, 124-129。

「理科の見方・考え方」の評価分野では、TIMSS(国際数学・理科教育動向調査)や我が国の全国学力・学習状況調査にも一部関連設問が含まれているが、OECD が実施する PISA による「科学についての知識」を問う設問、特に最新の PISA2015 におけるコンピュータ上でシミュレーションした結果を考察させる設問は新奇なものである。また、PISA の国際的な調査の実施・調整を担う機関の 1 つオーストラリア教育研究所が Big Science Competition という各 7 ~ 10 歳用テストを開発しており、その大問中には「理科の見方・考え方」に関する設問が含まれている。また、オーストラリア教育研究所は 2019 年からコンピュータ適応型テストを実施する予定である。本研究は、このような国際調査の流れに沿うかたちで「理科の見方・考え方」を評価するコンピュータ適応型テストの開発を試みるものである。また我が国の大学発のコンピュータ適応型テストの事例としては今井新悟らによる留学生向け日本語テスト(J-CAT)がある。

## 2. 研究の目的

下記 3 点が本研究の目的である。『プログラムの進化』と『評価指標の深化』が車の両輪のような関係となり、プログラム「プッシュ」によるプログラムベースの評価指標作成と評価指標「プル」による科学教育プログラム評価と深い学びの先導を同時に達成することを目指した。

- (1) 「理科の見方・考え方」が習得できるアクティブラーニング(AL)型教育プログラムの開発
- (2) 「理科の見方・考え方」熟達度評価指標(コンピュータ適応型テスト)の開発
- (3) 開発テストによるプログラム評価と学びの先導、開発プログラム・評価の普及展開

## 3. 研究の方法

上記研究を達成するため、下記 2 つの方法を用いた。

- (1) NHK「考えるカラス～科学の考え方～」 「カガクノミカタ」活用プログラム開発
- (2) 既存調査設問と独自設問を組み合わせたコンピュータ適応型テスト開発

## 4. 研究成果

まず NHK「考えるカラス～科学の考え方～」 「カガクノミカタ」を活用した教育プログラムを多数開発した。特に「比較する」(小学校 3 年生の学年目標) 「数えてみる」 「分解してみる」 「仲間分けしてみる」 「つくってみる」 「集めてみる」 「ならべてみる」といった理科の考え方や、仮説をたてる力や仮説通りだとしたらどのような結果になるのかを見通す力に注目した教育プログラムを開発し、実施した。

次に、平成 30 年度の全国学力・学習状況調査「理科」に注目し、悉皆データを用いた分析を行った。「理科の学力」を「国語の学力」や「算数の学力」からなるべく独立するかたちで捉える目的で、理科問題だけでなく、国語や算数の問題も含めた教科横断的な分析を行った。その結果、「国語の学力」因子、「算数の学力」因子、「理科の学力」因子の 3 因子構造が妥当だと示唆された。個々で、因子名としての「学力」という語は、「全国学力・学習状況調査で測定されている能力」という意味で用いており、学習指導要領や一般的な言説の中での「学力」や、他の教育学・心理学的な概念と対応するとは限らない。例えば「国語の学力」因子は平成 30 年度全国学力・学習状況調査「国語」における 5 つの評価の観点(国語への関心・意欲・態度、話す・聞く能力、書く能力、読む能力、言語についての知識・理解・技能)で測られる学力と関係していると考えられる。また、「理科の学力」因子については、理科の問題の一部にしか高い負荷量を示していないものの、国語の問題や算数の問題などに全体的に高い負荷量を示しているわけではないという理由から理科の学力を反映した因子であると解釈した。国語の問題は 3 因子の中で「国語の学力」因子負荷量が高い問題で構成されていることが分かる。一方で、「国語の学力」因子負荷量が高い問題は算数の問題や理科の問題の中にもみられることが分かった。さらに、理科の問題の中には「理科の学力」因子負荷量に加え「国語の学力」因子負荷量の高い問題があることが示唆された(図 1)。「理科の学力」因子の因子得点が高い問題は、予想から結果を見通す力を問う

問題であった。このことから「理科の学力」は「理科の見方・考え方」に類似した力であると考えた。これら因子分析結果を踏まえ、項目反応理論を適用したパラメータも取得した（後藤ら，2022）。

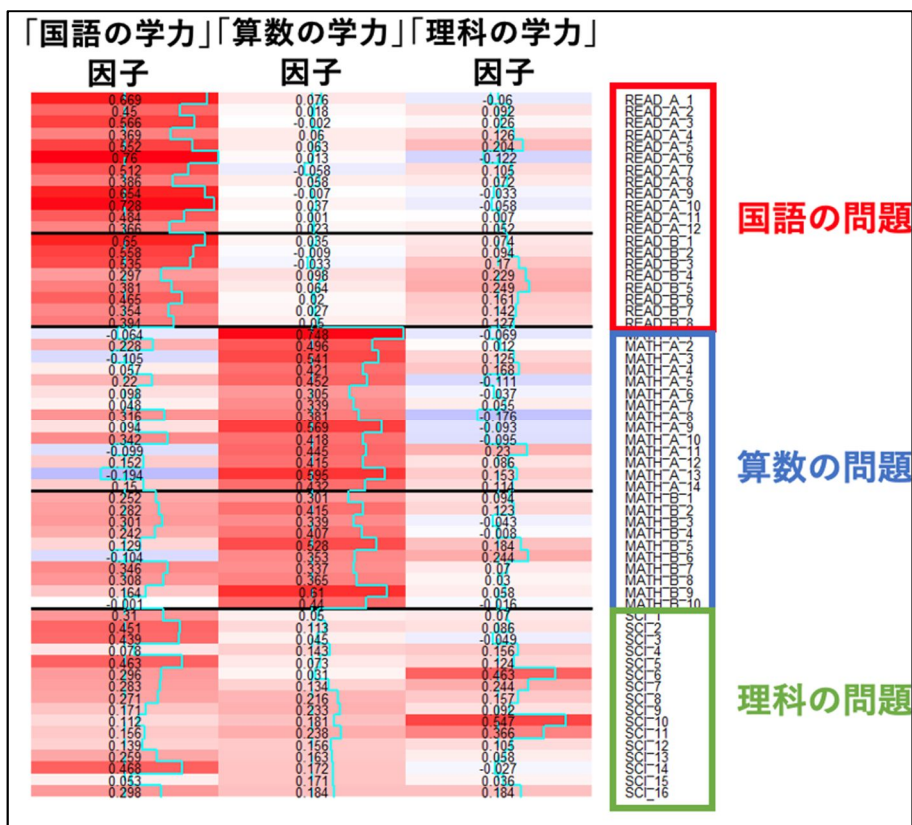


図 1：平成 30 年度全国学力・学習状況調査における教科横断的因子分析結果

『加納圭，後藤崇志，塩瀬隆之(2020 年)「全国学力・学習状況調査」小学校理科」の教科横断的分析』，科学教育研究，44(2)，77-85』をもとに作成。

最後に、主として平成 30 年度全国学力・学習状況調査の問題を用い、理科・国語・算数の学力を測定するコンピュータ適応型テスト「学力・学習チャレンジアプリ」を開発した（図 2）。

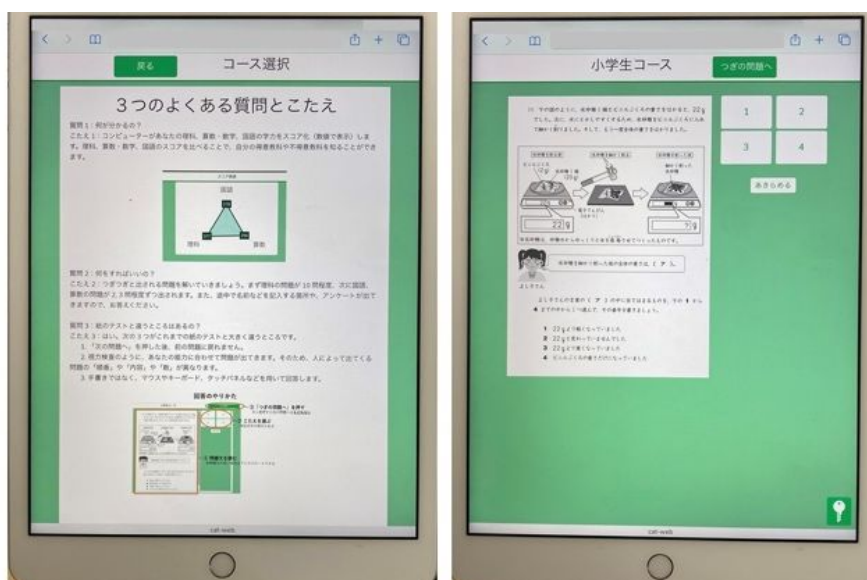


図 2：学力・学習チャレンジアプリの操作画面

小中学校での実証実験を重ね、国語の学力が低い算数や理科の学力が高い児童がいることや、紙ベーステストには集中して取り組めなかったがコンピュータ適応型テストには集中して取り組めたという児童がいること、時間無制限で取り組むことで、教師が気付いていなかった実力が発揮された児童がいることが分かった。

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 1件）

1. 著者名 加納 圭、後藤 崇志、塩瀬 隆之	4. 巻 44
2. 論文標題 全国学力・学習状況調査「小学校理科」の教科横断的分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 77～85
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssej.44.77	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21件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 後藤崇志, 加納圭
2. 発表標題 児童・生徒の学びの個別最適化に向けたEdTech 利用の社会受容
3. 学会等名 日本科学教育学会第46回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩瀬隆之, 後藤崇志, 加納圭
2. 発表標題 CBT による学力評価への期待と認識のギャップ
3. 学会等名 日本科学教育学会第46回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩瀬隆之, 後藤崇志, 加納圭
2. 発表標題 インクルーシブ STEM 教育における読解リテラシーに注目した包括性の検討
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年回
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 後藤崇志, 加納圭, 塩瀬隆之
2. 発表標題 全国学力・学習状況調査における小学校「理科」調査は PISA と同じ学力を測定しているのか?
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年回
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加納圭, 後藤崇志, 塩瀬隆之
2. 発表標題 全国学力・学習状況調査「小学校理科」の教科横断的分析及びCATの開発
3. 学会等名 第18回統計教育方法論WS・理数系教員授業力向上研修オンライン「CBT を活用した数理・情報・データサイエンス基礎力評価」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 後藤崇志, 塩瀬隆之, 加納圭
2. 発表標題 成人におけるテスト観の構造と機能の検討
3. 学会等名 日本教育工学会 2021年春季全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kano K
2. 発表標題 Computer Adaptive Test assessment of scientific, mathematical and reading skills in Japan
3. 学会等名 Australian Council for Educational Research (ACER) Learning Over Lunch (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kano K
2. 発表標題 Inclusive Public Engagement and STEAM Education
3. 学会等名 ANU CPAS Seminar
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kano K.
2. 発表標題 Inclusive Public Engagement and STEM Education
3. 学会等名 UN-ESCAP Expert Meeting: STI for SDGs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 保護者・子ども向け科学ワークショップの参加者層
3. 学会等名 平成30年度日本科学教育学会第3回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 科学教育の観点から「細胞を創る」を教える
3. 学会等名 細胞を創る研究会11.0
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kano K., Mizumachi E., Shiose T., Takeuchi S., Goto T.
2. 発表標題 Science communication practices and research on scientific mindset and learning motivation, using TV programs broadcasted by NHK
3. 学会等名 Science and You (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 科学コミュニケーションの守備範囲は思ったよりも広がった
3. 学会等名 科学コミュニケーション研究会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川?文資、加納圭
2. 発表標題 科学技術イノベーション政策への意見公募手続の分析
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内慎一、加納圭、水町衣里、塩瀬隆之、後藤崇志
2. 発表標題 理科教育番組と連動した科学イベントやワークショップの課題と今後の構想
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤崇志、塩瀬隆之、加納圭
2. 発表標題 科学的推論テストの心理測定的特徴
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塩瀬隆之、後藤崇志、加納圭
2. 発表標題 科学的リテラシーに必要な認識に関する知識をどのように評価するか
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納圭、水町衣里、塩瀬隆之、後藤崇志、竹内慎一
2. 発表標題 「理科の見方・考え方」に着目した教育プログラムの開発とコンピュータ適応型テスト開発構想
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 「カガクノミカタ」を使ったアクティブ・ラーニング
3. 学会等名 EDIX (招待講演)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 加納圭
2. 発表標題 子どもの創造性や科学的思考力の育み方
3. 学会等名 ナレッジキャピタル大学校（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kano K., Mizumachi E., Shiose T., Takeuchi S.
2. 発表標題 Public engagement-oriented science education practices and research using TV programs broadcasted by NHK in Japan
3. 学会等名 PCST-2018（国際学会）
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
研究分担者	塩瀬 隆之  (Shiose Takayuki)  (90332759)	京都大学・総合博物館・准教授   (14301)	
研究分担者	後藤 崇志  (Takayuki Goto)  (70758424)	大阪大学・大学院人間科学研究科・講師   (14401)	
研究分担者	水町 衣里  (Mizumachi Eri)  (30534424)	大阪大学・社会技術共創研究センター・准教授   (14401)	

6. 研究組織（つづき）

	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	長沼 祥太郎  (Shotaro Naganuma)  (40826096)	九州大学・教育改革推進本部・講師     (17102)	

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