

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 5 月 28 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02916

研究課題名(和文) 知識構築型アーギュメンテーションの指導と評価を可能にする教師教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of a science teacher education program enabling teaching and evaluation on argumentation for knowledge building

研究代表者

稲垣 成哲 (Inagaki, Shigenori)

神戸大学・人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：70176387

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、科学教育の専門家と学習科学等の研究者による総合的・学際的な共同研究によって科学教育におけるアーギュメンテーションの指導理論・指導方法・評価方法を体系化し、それらを踏まえた教師教育プログラムを開発、提案することであった。アーギュメンテーションとは、理由付けや反証例の想定など、科学的な主張を構成するプロセスとして定義されている。現在、科学教育におけるアーギュメンテーション研究は、教師教育への適用に向かっており、その指導理論・指導方法・評価方法の確立は急務の課題であった。本研究の結果、試作版教師教育プログラムを開発することができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to systemize the theory and method of teaching, and the method of assessing argumentation in science education based on comprehensive and interdisciplinary joint studies by experts in science education and researchers in fields such as learning science; by taking these studies into consideration, the research was intended to develop and propose education programs for teachers. Argumentation is defined as a process of composing a scientific claim, such as reasoning and producing cases of counter evidence. Given that argumentation studies in science education are being applied in teacher education today, establishing a theory and method of teaching, and a method of assessment were urgent tasks. As a result of this study, we were able to develop prototypes of a science teacher education program.

研究分野：科学教育

キーワード：アーギュメンテーション 科学教育 教師教育プログラム

### 1. 研究開始当初の背景

学習者におけるアーギュメンテーション能力の支援と促進は、科学教育の重要課題の一つである。21世紀初頭、Duschl, R. & Osborne, J. (2002), Driver, R. et al. (2000) が的確に論じたように、科学を学習することの本質は、従来のように知識、事実、法則を知ること、実験や観察をすること、科学的に説明できることだけではなく、むしろ、科学者及び科学者共同体が日常的に行っているように、科学的に主張したり、根拠を取り上げたり、反駁しながら建設的に、まさに知識を構築する方向の中で議論することであるとされた。こうした科学的議論は、アーギュメンテーションとして研究されてきている。

この分野の研究は、北米では精力的に展開されており、Erduranら (2008) や Khine (2012) などの著作が刊行され、その研究枠組の一端が整理されている。しかしながら、最も大きな課題は、アーギュメンテーションの理論と指導法が必ずしも体系的に示されていなかったことである (e.g., Duschle, R. 2008)。2010年の時点においても、Osborne, J. (2010) は科学教育におけるアーギュメンテーションの理論、指導法及び実践の欠如を指摘している。

このような学術的背景を踏まえて、申請者は、2012年度～2014年度基盤研究(B)(一般)「科学的言語能力育成のための知識構築型アーギュメンテーションの理論と指導法の確立」に取り組み、科学教育におけるアーギュメンテーションの諸理論を整理するとともに、それらから導出された教授方略を組織化し、実際に小学生を中心にした実験授業を展開する中で、その理論と指導法の確立を図ってきた。研究成果は、国内外に多数発表してきており、授業ベースにおけるアーギュメンテーション育成のための理論及び指導法については、一定の知見が蓄積されてきている。

### 2. 研究の目的

この研究動向において、克服すべき次なる課題は明白である。科学教育において、学習者の学びを支援するのは教師である。また、学習者のアーギュメンテーションの育成のためには、意図的な指導と評価が不可欠であることが指摘されている。よって、本研究で取り組む課題は、学習者のアーギュメンテーションを育成することのできる専門的な知識と技能を有する教師の養成である。そこで申請者らは、科学教育におけるアーギュメンテーションの理論と指導法に関する知見を得ていることから、それらを教師教育の観点から体系化することによって、効果的な理科の教師教育プログラムを新規に開発するという発展的計画を考案するに至った。

具体的には、研究期間の3年間で次の点に取り組むことであった。

- (1) 科学教育における知識構築型アーギュメンテーションに基づいた教師教育のための専門的知識群を確定する。

- (2) アーギュメンテーションの指導理論に対応したアーギュメンテーション能力の段階的かつ組織的な指導法及び評価法の体系を構築する。
- (3) 開発した指導理論・指導法・評価法の体系をベースとして教師教育プログラムを開発し、神戸大学、兵庫教育大学等で実施する実験的・実践的な教師教育研究を通して、その有効性を検証する。
- (4) 開発した教師教育プログラムを各地域の附属学校等における現職研修でも試行するとともに、その内容をオープンアクセス化して有効性のさらなる検証を行う。
- (5) 研究成果を国際的にも発信し、知識構築型アーギュメンテーションを実現可能とする教師教育プログラムを実践的に提案する。

### 3. 研究の方法

本研究では、科学教育における知識構築型アーギュメンテーションを可能とする教師教育プログラムの開発を行う。研究計画・方法の概要は、以下の通りである。(1) 科学教育、学習科学、教育心理学、教育工学、情報デザイン等の研究者が共同でプログラム開発に着手する。(2) 神戸大学、兵庫教育大学、静岡大学、附属学校等において継続的な実証実験を実施する。(3) 平成27年度では、アーギュメンテーションの理論に基づいた教師教育のための専門的知識群を確定するとともに、段階的かつ組織的な指導法の体系を構築する。(4) 平成28年以降には、仮説的な教師教育プログラムを開発し、各大学、大学院、附属学校等で継続的な実証実験を実施し、その有効性を検討しつつ改善を図る。(5) 最終年度には、教師教育プログラムを完成させるとともに、研究成果を総括し、国際的に発信する。

年度別では、平成27年には、アーギュメンテーションに関する理論に基づいた教師教育のための専門的知識群を確定するとともに、段階的かつ組織的な指導法の体系を構築した。平成28年には、仮説的な教師教育プログラムを開発し、各大学、大学院、附属学校等で継続的な実証実験を実施し、その有効性を検討しつつ改善を図った。その中間的な成果は、国内外の学会で発表した(例えば、IOSTE2016)。平成29年度には、教師教育プログラムを完成させるとともに、国際学会ESERA2017等において成果を発表した。

### 4. 研究成果

研究成果の概要は、概ね次の3点にまとめることができる。

- (1) 知識構築型アーギュメンテーションに関する理論と指導法の体系化を行うことができた。

これらは主に発表論文等の雑誌論文、学会発表などで取り込まれ

た。ライティングは雑誌論文 , トーキングは雑誌論文 に刊行され、それら両面からの検討がなされた結果、理論と指導法の体系化のための基礎的な知見を得ることができた。また、これらの知見は、雑誌論文 で発表したように、実験校以外の学校においても検証することができた。また、雑誌論文 では、同時にアーギュメンテーションを支援するデジタルコンテンツ等の開発にも成功している。

- (2) 知識構築型アーギュメンテーションを指導するための教師教育プログラムを提案するとともに、それらを実証実験で検討することができた。

これらは主に雑誌論文 , 学会発表などで取り組まれ、主に小学校における教師教育プログラムの形で提案することができた。また、プログラムの有効性についても、附属学校等で検討されており、前述の雑誌論文等でその知見が公表されている。

- (3) 知識構築型アーギュメンテーションを指導・評価するための教師教育プログラムを国際的に提案した。

この件に関しては、ヨーロッパの科学教育学会である ESERA2015, 2017 を中心に報告をすることができた。雑誌論文 , 学会発表 などである。なお、これらのうちの一部には、プログラムの前段階の理論的・実証的な研究も含まれている。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 12 件)

Yamaguchi, E. (2017). Epistemic artifacts for supporting students' constructing arguments on socio-scientific issues. *Conexão Ciência*, 12(esp.2), 115-119. 査読有  
山本智一・神山真一(2017)「アーギュメントの構成能力と評価能力を育成する小学校教師教育プログラムの開発」『理科教育学研究』, 第 58 巻, 第 1 号, 2017, 387-401. 査読有  
神山真一・俣野源晃・山本智一(2017)「アーギュメント指導の教師教育プログラムによって影響を受けた教師の信念」『日本科学教育学会研究会研究報告』, 第 32 巻, 第 5 号, 45-50. 査読なし  
村津啓太・稲垣成哲・山口悦司・山本智一・坂本美紀・神山真一(2017)「アーギュメンテーションにおける根拠付き主張を促進する教授方略とデザイン要素の有効性の検証」『理科教育学研究』, 第 57 号, 第 3 巻, 261-271. 査読有  
出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣

成哲(2016)「コンセプトマップのノード圧縮を支援するソフトウェアの開発と実践的評価」『理科教育学研究』第 57 巻, 第 1 号, pp.35-44. 査読有

神山真一・大黒仁裕・江草遼平・鳩野逸夫・稲垣成哲(2016)「小学校理科における反転授業プログラムの開発:小学校第 5 学年電流の働きの事例」『日本科学教育学会研究会研究報告』第 31 巻, 第 4 号, 21-24. 査読なし

Kamiyama, S., Yamamoto, T., Yamaguchi, E., Sakamoto, M., Muratsu, K., & Inagaki, S. (2016, April). Instructional strategies for teaching primary students to construct arguments with rebuttals. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), In M. Andrée & M. P. Jiménez-Aleixandre, ESERA 2015 eBook, Part7 Strand 7 Discoures and argumentation in science education, 997-1003, Helsinki, Finland: University of Helsinki. 査読有

Daikoku, M., Kamiyama, S., Yamamoto, T., Egusa, R., Hatono, I., Kusunoki, F., & Inagaki, S. (2016). Improvement of science class using flipped classroom: A case study of EIPACA. In E.A. Kyza, and C.Malmberg, (Eds.) ESERA 2015 eBook, Part 4 Strand 4 Digital resources for science teaching and learning, 564-569. Helsinki, Finland: University of Helsinki. 査読有

神山真一・山本智一・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲(2015)「反論を含むアーギュメント構成能力の育成を目指した教授方略のデザイン要素:小学校第 6 学年「水溶液の性質」の事例」『理科教育学研究』第 56 巻, 第 3 号, 309-324. 査読有

神山真一・山本智一・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲(2015)「複数理由付けを利用するアーギュメント構成能力の育成を目指した教授方略のデザイン要素:小学校第 6 学年「植物の養分」の事例」『理科教育学研究』第 56 巻, 第 1 号, 3-16. 査読有

Muratsu, K., Inagaki, S., Yamaguchi, E., Yamamoto, T., Sakamoto, M., & Kamiyama, S. (2015). An evaluation of Japanese elementary students' understanding of the criteria for rebuttals in argumentation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, 91-95. doi:10.1016/j.sbspro.2014.12.648.

査読有

大黒仁裕・神山真一・山本智一・江草遼平・鳩野逸夫・楠房子・稲垣成哲(2015)「複式学級における反転授業を用いた理科の授業改善:PACA 国際学校を事例として」『日本科学教育学会研究会研究報告』第30巻,第3号,89-94. 査読なし

〔学会発表〕(計 12 件)

山口悦司(2017)「科学技術の社会問題に関するアーギュメント・スキルの育成を目指したデザイン研究」『日本科学教育学会第41回年会論文集』pp.1-2. (招待講演)

山本智一, 神山真一(2017)「アーギュメント指導の自信を向上させる教師教育プログラムの改善」, 日本科学教育学会第41回年会, 平成29年8月30日, 香川大学

神山真一, 山本智一(2017)「アーギュメントを小学校理科授業に導入するための授業実践を伴う教師教育プログラムの開発」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』第15号, p.467.

俣野源晃・神山真一(2017. 8)「証拠-主張-理由付けを含むアーギュメント構成能力の育成を目指した授業デザイン: 小学校第4学年「電気の働き」の事例」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』第15号, p.468.

Yamamoto, T. and Kamiyama, S. (2017). Teacher beliefs about argumentation in Japanese in-service teachers, Poster presented at The 12th Conference of the European Science Education Research Association (Dublin City University · 2017/8/23/ · ESERA2017) 査読有

Yamaguchi, E. (2016). Epistemic artifacts for supporting students' constructing arguments on socio-scientific issues. Paper session presented at the XVII IOSTE Symposium 2016, Braga, Portugal. 査読有

Kamiyama, S., Yamamoto, T., Yamaguchi, E., Sakamoto, S., Muratsu, K., & Inagaki, S. (2015). Instructional strategies for teaching primary students to construct arguments with rebuttals. Poster presented at The 11th Conference of the European Science Education Research Association. (ESERA2015 HELSINKI CONFERENCE · Messukeskus Helsinki, 査読有

Daikoku, M., Kamiyama, S., Yamamoto, T., Egusa, R., Hatono, I., Kusunoki, F., & Inagaki, S. (2015). Improvement

of science class using flipped classroom: A case study of EIPACA. Poster presented at The 11th Conference of the European Science Education Research Association. (ESERA2015 HELSINKI CONFERENCE · Messukeskus Helsinki. 査読有

神山真一・山本智一・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲(2015)「反論を含むアーギュメント構成能力の育成を目指した授業の評価: 小学校第6学年「水溶液の性質」の事例」『日本理科教育学会第65回全国大会論文集』第13号, p280. (SJST2015 · 京都教育大学 · 8月1日発表)

大黒仁裕・神山真一・山本智一・江草遼平・鳩野逸夫・楠房子・稲垣成哲(2015)「理科における反転授業用教材の課題: PACA 国際学校を事例として」『日本理科教育学会第65回全国大会論文集』第13号, p525. (SJST2015 · 京都教育大学 · 8月2日発表)

大黒仁裕・神山真一・山本智一・江草遼平・鳩野逸夫・楠房子・稲垣成哲(2015)「PACA 国際学校における反転授業を用いた理科の授業改善: 「物の溶け方」単元の実践から」『日本科学教育学会年会論文集』第39号, 432 - 433. (JSSE2015 · 山形大学 · 8月23日発表)

神山真一・山本智一・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲(2015)「反論を含むアーギュメントの達成を阻害する要因の探索的検討: 反論理由付けに着目して」『日本科学教育学会年会論文集』第39号, 434-435.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

稲垣 成哲 (INAGAKI, Shigenori)  
神戸大学・人間発達環境学研究科・教授  
研究者番号: 70176387

### (2) 研究分担者

山口 悦司 (YAMAGUCHI, Etsuji)  
神戸大学・人間発達環境学研究科・准教授  
研究者番号: 00324898

大島 律子 (OSHIMA, Ritsuko)  
静岡大学・情報学研究科・教授  
研究者番号: 70377729

西垣 順子 (NISHIGAKI, Junko)  
大阪市立大学・大学教育研究センター・准教授  
研究者番号: 80345769

益川 弘如 (MASUKAWA, Hiroyuki)  
聖心女子大学・現代教養学部・教授  
研究者番号: 50367661

山本 智一 (YAMAMOTO, Tomokazu)  
兵庫教育大学・学校教育研究科・准教授  
研究者番号：70584572

楠 房子 (KUSUNOKI, Fusako)  
多摩美術大学・美術学部・教授  
研究者番号：40192025

舟生 日出男 (FUNAOI, Hideo)  
創価大学・教育学部・教授  
研究者番号：20344830

(3)研究協力者

村津 啓太 (MURATSU, Keita)  
神戸大学大学院・人間発達環境学研究科・  
博士課程後期課程

神山 真一 (KAMIYAMA, Shinicchi)  
神戸市立星和台小学校・教諭

大黒 仁裕 (DAIKOKU, Masahiro)  
神戸大学大学院・人間発達環境学研究科・  
博士課程前期課程

鳩野 逸夫 (HATONO, Itsuo)  
神戸大学・情報基盤センター・教授