

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300270

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文) Knowledge-building Argumentation Theory and Teaching Method for the Cultivation of Scientific Language Skills

研究代表者

稲垣 成哲 (INAGAKI, SHIGENORI)

神戸大学・人間発達環境学研究所・教授

研究者番号：70176387

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、科学教育におけるアーギュメンテーション(argumentation)の理論と指導法を科学教育の専門家と学習科学の研究者による総合的・学際的な共同研究によって、世界に先駆けて構築することである。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。本研究では、(1)科学的アーギュメンテーションのメカニズムと機能を体系化した理論を構築し、(2)指導法及びICTを活用した学習支援環境を開発するとともに、(3)附属実験校における実証的な研究に基づいて、理論と指導法の両面からの先導的成果を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to pioneer a theory of argumentation in science education and to develop a teaching method for it through interdisciplinary joint research by science education experts and learning sciences researchers. Argumentation is defined as the process of constructing scientific arguments, including providing reasons and preparing for counterexamples. In this study, I was able to (1) establish a theory in which the mechanism and function of scientific argumentation is systematized, (2) develop a teaching method and learning-support environment utilizing ICT, and (3) obtain pioneering results both in terms of argumentation theory and teaching method based on empirical research conducted at an affiliated experimental school.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教育 アーギュメンテーション

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. [1], Driver, R. et al. [2]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、反駁しながら議論することであるとされた。こうした科学的議論は、広義に表現すれば、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、近年、精力的に展開されており、Erduran, S. et al. (2008) *Argumentation in Science Education*, Springer [3]の出版が一つの到達点として公刊され、その枠組の一端が整理されている。現在、アーギュメンテーションは、科学者の行為としては、トーキングとライティングに集約されている。しかしながら、これらの研究によって、一定の成果は挙げられているものの、課題は山積している。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いことである(e.g., Duschle, R. [4]; Shimpson, V., & Clark, D. [5])。例えば、トーキングとライティングのメカニズムと機能をどう策定すればよいのか、という問題も未解決のままである。2010年の時点においても、Osborne, J. は科学教育における科学的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 [6]。

国内においてもアーギュメンテーションへの着目がなされている。それは、PISAショックを背景とした「言語活動の充実」への傾倒である。この言語活動は、科学教育においてはアーギュメンテーションに対応している。さらに、最近では、21世紀型学力としてOECDのPISAに対して影響を与える位置づけにもなりつつあるATC21Sの活動も展開されてきており [7]、その中で本格的に定義されようとしている批判的思考・問題解決・意思決定や協調的学習環境などは、アーギュメンテーションと密接な関係にあるといえる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、科学教育におけるアーギュメンテーション(argumentation)の理論と指導法を科学教育の専門家と科学者を含む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世界に先駆けて構築することである。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の理論的整備とその指導法の確立は、世界的にも急務の課題である。それは当該の能力が、近未来の学習者に求められる学力ないしスキ

ルとして着目されてきていることに起因している。本研究では、まず科学的アーギュメンテーションのメカニズムと機能を体系化した理論を構築し、そこから導出される指導法について、附属実験校との緊密で継続的な連携のもとに実証的な研究を展開し、理論と指導法の両面からの先導的成果を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、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の開発を行った。研究方法の概要は、以下の通りであった。

- (1) 科学教育, 学習科学, 教育心理学, 教育工学, 科学者等の研究者が共同で着手した。
- (2) アーギュメンテーションの2側面としてのトーキングとライティングの理論構築に注力するとともに、仮説的な理論に対応した指導法を考案し、主に附属学校の小学生5/6年を対象にした実証実験を実施した。
- (3) ICTを活用した学習支援環境の開発を行った。

4. 研究成果

研究結果は次のようにまとめることができる。

(1) 科学的アーギュメンテーションの理論を構築し、指導法も提案することができた。ライティングについては、Krajcik, J. & McNeill, K. L. [8]の所論を手掛かりに、アーギュメントの5つのレベルについて検討できる可能性を示した。また、それぞれのレベルにおける具体的な指導法を提案することができた。トーキングについては、Osborne, J. [9]の研究からその教授方略モデルを導出することができた。とくに、根拠付き主張の促進が鍵となることを明らかにし、指導法を提案することができた。これらの指導法については、小学校5/6年の単元「電気」「振り子」「植物の養分」などで、実証実験が実施され、一定の有効性を示すことが明らかにされた。

(2) ICT を活用した学習支援環境を開発した。アーギュメンテーションを促進するためのデジタル運勢ラインシステムを提案できた。本システムは、学習者のアイデアに関するコミットメントの変化を可視化するものであり、それがアーギュメントに対して、有効に機能することが実証された。

科学教育におけるアーギュメンテーションの位置付けは、その重要性を増すものと考えられる。それは、すでに述べたように、PISA型学力や言語活動の充実という昨今の日本の教育の方向性に沿うものである。よって、今後は、本研究で得られたアーギュメンテーションを促進する指導法の知見を基にして、その指導法を授業デザインの中に具現化することのできる教師のための教育プログラムを開発することが期待される。

[引用文献]

- [1] Duschl, R. & Osborne, J. (2002). Argumentation and discourse processes in science education, *Studies in Science Education*, 38:39-72.
- [2] Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argument in classrooms, *Science Education*, 84(3):287-313.
- [3] Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, M., P. (2008). Augumentation in Science Education, Springer.
- [4] Duschl, R. (2008). Quality arguementaion and epistemic criteria, In Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, M., P. (2008) *Argumentation in Science Education*, Springer, 159-175.
- [5] Sampson, V., & Clark, D. (2006). Assessment of argument in science education: A critical review of the literature, In *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences 2006*, Bloomington, IN, 655-661.
- [6] Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse, *Science*, 328:463-466.
- [7] ATC21S, <http://atc21s.org/default.aspx> (10/10/2010アクセス)
- [8] Krajcik, J., & McNeill, K. L. (2009). Designing instructional materials to support students' in writing scientific explanations: Using evidence & reasoning across the middle school years. Paper presented at NARST2009 Annual International Conference., Garden Grove, CA.
- [9] Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

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 16件)

学術論文

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. [査読有]

doi:10.1016/j.sbspro.2014.12.648

山口悦司・舟生日出男・出口明子・稲垣成哲 (2014) 「デジタル運勢ラインシステムの実践的評価」『理科教育学研究』, 第55号, 第1巻, 81-93. [査読有]

村津啓太 (2014) 「口頭のアーギュメンテーションの評価フレームワーク」『理科教育学研究』, 第55号, 第1巻, 3-12. [査読有]

中新沙紀子・山口悦司・村山功・坂本美紀・山本智一・神山真一・村津啓太・稲垣成哲 (2014) 「科学的な問いの生成を支援する理科授業のデザイン: 科学的原理・法則のメタ理解に着目して」『科学教育研究』第38巻, 第2号. 75-83. [査読有]

坂本美紀・山口悦司・山本智一・村津啓太・稲垣成哲・神山真一・西垣順子 (2014) 「主張・証拠・理由づけから構成されるアーギュメントの教授方略のデザイン研究: 小学校第5学年理科「振り子」における単元の改善」『科学教育研究』第38巻, 第2号. 54-64. [査読有]

村津啓太・舟生日出男・山口悦司・神山真一・稲垣成哲 (2014) 「タブレットPCを利用したコミットメント可視化システム: ユーザビリティに着目した予備的評価」『教育システム情報学会研究報告』第29巻, 第3号, 35-36.

中新沙紀子・山口悦司・村山功・坂本美紀・山本智一・神山真一・村津啓太・稲垣成哲 (2013) 「科学的な問いの生成を支援する小学校の理科授業: 第6学年「燃焼の仕組み」の事例」『日本科学教育学会研究会研究報告』第28号, 第2巻. 45-48.

村津啓太・山本智一・山口悦司・稲垣成哲・中新沙紀子・中村有里 (2013) 「教師のアーギュメント・スキルを育成する教育プログラムのデザイン研究: 形成的評価と協調的アーギュメント改善を指針として」『日本科学教育学会研究会研究報告』第28号, 第2巻, 15-18.

Muratsu, K., Funaoi, H., Yamaguchi, E., & Inagaki, S. (2014). Multiple line system for visualizing and sharing students' commitment on the tablet PC. In S. Zvacek, M. T. Restivo, J. Uhomobhi, & M. Helfert (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education: Vol. 2* (pp.258-263). Barcelona, Spain: SCITEPRESS. [査読有]

Muratsu, K., Yamaguchi, E., Inagaki, S., Sakamoto, M., Yamamoto, T., & Kamiyama, S. (2013). Enhancing the quality of argumentation through question-focused teaching: A case

study of 6th-grade primary school students (11-12 years old) in science lesson on static electricity. Poster session presented at European Science Education Research Association 2013 Conference, Cyprus. [査読有]

Muratsu, K., Yamaguchi, E., Inagaki, S., Sakamoto, M., Yamamoto, T., & Kamiyama, S. (2014). Enhancing the quality of argumentation through question-focused teaching: A case study of 6th-grade primary school students (11-12 years old) in science lesson on static electricity. In C. P. Constantinou, N. Papadouris, & A. Hadjigeorgiou (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 7 (co-eds. M. Evagorou & K. Iordanou), (pp. 12-18). [査読有]

村津啓太・山口悦司・稲垣成哲・山本智二・坂本美紀・神山真一(2013)「反論を含むアーギュメンテーションを促進するための教授方略: 静電気を題材とした小学校6年生の理科授業を通して」『理科教育学研究』第54巻, 第1号, 93-104. [査読有]

村津啓太・稲垣成哲・山口悦司・山本智二・坂本美紀・西垣順子・神山真一(2012)「主張・証拠・理由付けから構成されるアーギュメントの教授方略のデザイン研究: 小学校第5学年理科「振り子」を事例として」『日本科学教育学会研究会研究報告』第27巻, 第1号, 129-132. Nakashin, S., Yamaguchi, E., Funaoi, H., Murakami, M., & Inagaki, S. (2012). Enhancement and evaluation of the counting function of the digital fortune line system toward supporting science learning. Proceedings of E-Learn2012 (pp. 2044-2049). Montreal, Canada. [査読有]

Muratsu, K., Inagaki, S., Kamiyama, S. (2012). Developing argumentation skills in Japanese elementary schools: A case study of 6th-grade elementary school students (11-12 years old) in science lessons on 'static Electricity'. Poster session presented at 2012 Annual Conference of Australasian Science Education Research Association, QLD, Australia. [査読有]

Nakashin, S., Yamaguchi, E., & Inagaki, S. (2012). Fostering pre-service teacher's argument skills through making sense of tradeoffs in genetically modified food. Paper

session presented at 2012 Annual Conference of Australasian Science Education Research Association, QLD, Australia. [査読有]

[学会発表](計 9件)

西垣順子・坂本美紀・山口悦司・稲垣成哲 (2014) 「議論力育成を組み込んだ理科授業に対する大学生の評価 - 質問紙調査による分析1 -」教育心理学会第56回大会発表論文集p.392 (神戸大学: 神戸国際会議場)

神山真一・山本智二・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲 (2014) 「複数の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授業の評価: 小学校第6学年「植物の養分」の事例」『日本科学教育学会年会論文集』第38号, 409-410. (JSSE2014・埼玉大学・9月13日発表)

村津啓太・稲垣成哲・山口悦司・山本智二・坂本美紀・神山真一(2014)「口頭のアーギュメンテーションにおける反論を促進する教授方略の改善と評価: 反論の基準に関する理解に着目して」『日本科学教育学会年会論文集』第38号, 413-414. (JSSE2014・埼玉大学・9月13日発表,)

神山真一・山本智二・山口悦司・坂本美紀・村津啓太・稲垣成哲 (2014) 「複数の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授業デザイン: 小学校第6学年「植物の養分」の事例」『日本理科教育学会全国大会論文集』第12号, 368. (SJST2014・愛媛大学・8月24日発表)

村津啓太・稲垣成哲・山口悦司・山本智二・坂本美紀・神山真一(2013)「反論を含むアーギュメンテーションを促進するための教授方略の改善」『平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』111. (和歌山大学教育学部附属中学校・2013/11/30・)

中新沙紀子・山口悦司・村山功・坂本美紀・山本智二・神山真一・村津啓太・稲垣成哲 (2013) 「科学的な問いの生成を支援する理科授業デザインの改善」『平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集』112. (和歌山大学教育学部附属中学校・2013/11/30・)

中新沙紀子・山口悦司・村山功・坂本美紀・山本智二・神山真一・村津啓太・稲垣成哲 (2013) 「科学的な問いの生成を支援する授業のデザイン研究: 科学的原理・法則のメタ理解に着目して」『日本理科教育学会第63回全国大会発表論文集』第11号, 316. (北海道大学・2013/8/11・日本理科教育学会第63回全国大会)

村津啓太・稲垣成哲・山口悦司(2013)
「アーギュメンテーションの評価フレームワーク」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』第11号, 324。(北海道大学・2013/8/11・日本理科教育学会第63回全国大会)
村津啓太・山口悦司・神山真一・山本智二・坂本美紀・稲垣成哲(2012)「アーギュメンテーション・スキルの育成を目指した小学校理科授業のデザイン研究:「質問」に着目したエピソード分析」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』第10号, 272。(鹿児島大学・2012/8/11・日本理科教育学会第62回全国大会)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

なし。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲垣 成哲 (INAAGAKI, Shigenori)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教授
研究者番号: 70176587

(2) 研究分担者

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

大島 律子 (OSHIMA, Ritsuko)
静岡大学・大学院情報学研究科・教授

研究者番号: 70377729

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

山本 智一 (YAMAMOTO, Tomokazu)
兵庫教育大学・大学院学校教育研究科・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

(3) 連携研究者

中山 迅 (NAKAYAMA, Hayashi)
宮崎大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 90237470

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

(4) 研究協力者

神山真一 (KAMIYAMA, Shinnichi)
神戸大学附属小学校・教諭