

令和 2 年 5 月 16 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K04775

研究課題名(和文) アーギュメンテーション構造を視点とした数学の単元構成と授業過程に関する実証的研究

研究課題名(英文) An empirical study on mathematics classroom processes in terms of argumentation structures

研究代表者

真野 祐輔 (Shinno, Yusuke)

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：10585433

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)：本研究の目的は、アーギュメンテーション構造という視点から、数学の単元構成と授業過程の間にある一貫性を明らかにするための分析手法を確立することであった。本研究では、数学教育学におけるアーギュメンテーションと証明に関する研究動向をレビューし、近年の証明の学習・指導の研究におけるアーギュメンテーション概念の多様な捉え方をまとめた。また、アーギュメンテーション分析の手法を用いて、一つの授業内にみられる学習活動だけでなく、一連の授業過程にみられる様々な学習活動の構造的特徴を実証的に明らかにした。さらに、アーギュメンテーション分析の専門家を海外から招聘し、研国際研究集会およびワークショップを開催した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果の学術的意義は、数学授業の一つの研究手法として「アーギュメンテーション分析」という方法論およびその手法を用いた日本の数学授業分析のあり方を示したことである。また、本研究の成果の社会的意義は、そうした研究成果を国際研究集会及びワークショップを通して、日本の数学教育研究コミュニティへの発信を行ったこと、さらには招聘した海外研究者と協力して「アーギュメンテーション分析」の方法論的改善に着手し、研究手法のさらなる発展の可能性を示すことができたことである。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to establish a research method for analyzing a coherence of mathematics classroom processes in terms of argumentation structures. There are two main findings. One is about the literature reviews of different conceptions of argumentation in mathematics education. Another is about the argumentation method as a research methodology to reveal different mathematical activities not only within a lesson but also in a set of the lessons. To develop and share this research method with the research community in Japan, international research seminar and workshop with an invited expert have been held.

研究分野：数学教育学

キーワード：アーギュメンテーション 授業分析 研究方法論

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の教科教育の研究や実践では、学習活動における「言語」や「対話」の果たす役割が再認識されている。実践的には、言語活動や対話的な学びをめざした授業研究が多く報告されているが、そうした実践的な営みが各教科の本質に根差したものになっているかについての研究はますます重要となってきたと考える。

海外の数学教育研究の動向をみると、証明や説明の学習に関する研究の中で、数学的な議論活動 (argumentation) という学習活動が注目されている。近年の国際学会等では、「議論活動と証明」という名称の分科会が設けられ、多くの研究発表があるし、同じ名称は研究ハンドブックなどの文献にもみられる。その中では、議論活動と証明との関わりについて様々な立場があり、研究方法も様々である (Reid & Knipping, 2010)。一方、国内の数学教育研究では、議論活動に関する研究はまだ緒に就いたばかりである。例えば、図形領域における証明学習のプロセスとして議論活動を位置付け、命題を推測したり、証明を構想したりする過程に焦点をあてた研究がみられる (辻山, 2012)。しかし、議論活動の概念は、図形領域や厳密な証明の学習に限定されるものではなく、様々な領域の様々な指導・学習を分析する研究の視点となるものであり、この点において、この分野の研究をさらに発展させるために、その基盤となる理論や方法論の検討、その実証的研究を行う意義は大きいと考える。

このような背景の中で、本研究では、トゥールミン (Toulmin, 1958/2003) が理論化したアーギュメンテーション構造という視点から、特に中学校数学科の単元構成と授業過程に焦点を当てた実証的研究を通して研究手法の確立をめざすこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、アーギュメンテーション構造という視点から、数学の単元構成と授業過程の間にある一貫性を明らかにするための分析方法を確立することである。

3. 研究の方法

上述した研究目的を達成するために、本研究では、主として「アーギュメンテーション分析 (以下、AA と略す)」という質的研究法を用いることにした。AA は、授業過程の研究手法の一つであり、数学教育研究では証明の指導・学習過程の分析に用いられることが多い (Knipping, 2008; Knipping & Reid, 2013, 2015, 2019)。AA のねらいは、授業過程における議論活動を局所的なレベルと大局的なレベルの両方から理解し、その議論活動の根拠を比較したり推測したりすることである。そのためにトゥールミン・モデルと呼ばれる枠組みが用いられる (図 1)。表 1 は、AA の方法をまとめたものである。

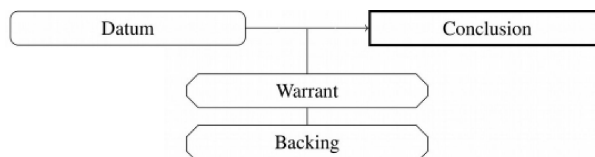


図 1：トゥールミン・モデル¹

表 1：アーギュメンテーション分析の方法²

1. 授業中の発話の系列と意味を再構成すること	
1a	エピソードを特定すること
1b	言明を解釈すること
1c	ステップを再構成すること
2. アーギュメントとアーギュメンテーション構造を分析すること	
2a	ステップの短い系列を再構成しストーリーを作る
2b	大局的な構造を再構成する
3. 大局的アーギュメンテーション構造を再構成する	
3a	大局的アーギュメンテーションを全体構造の観点から比較する
3b	大局的アーギュメンテーション構造の特徴を探す

4. 研究成果

(1) AA に基づく単元を通じた授業過程の分析

表 1 に示したように AA では、下記の 3 つの概念を区別することが重要である。本研究では、これらの概念をベースとして単元を通じた授業過程の分析を行った。

- 局所的アーギュメンテーション (LA)
- 大局的アーギュメンテーション (GA)

■ アーギュメンテーション・ストリーム (AS)

LA とは議論活動がいくつかの要素から成る単一のアーギュメントとして再構成されたものである。GA とはアーギュメントの全体構造を記述するために再構成されたものである (図 2)。図 2 のグレー部分は AS と呼ばれ, GA はいくつかの AS から成ることが多い。特に単元を通じた複数の授業過程の分析においては様々な AS が構成される。本研究では, 複数の AS 間のつながりを分析することで GA の特徴を明らかにすることができた。

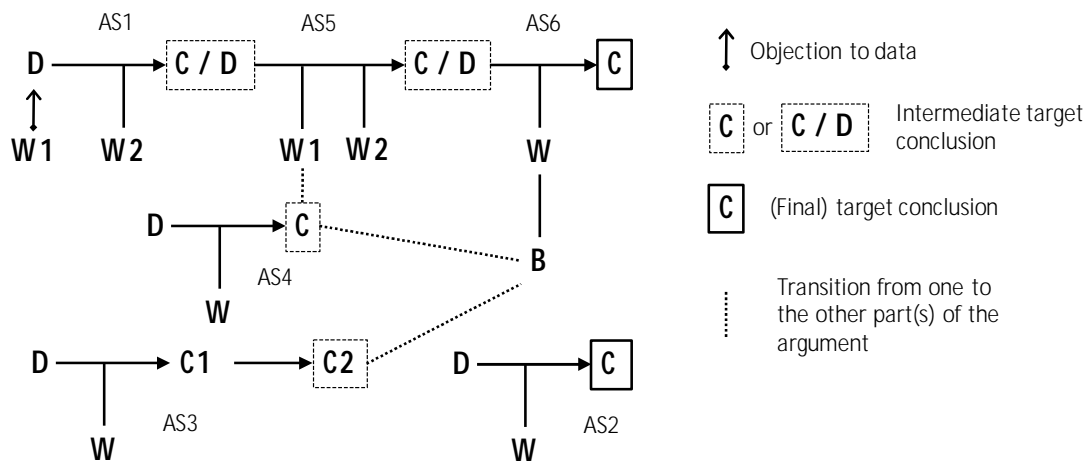


図 2 : GA の例 (Shinno, 2017, p. 199)

これまでの AA は, 主に証明の指導・学習を対象として用いらることが多かったが, 本研究では, それを新しい数学的概念の学習過程の分析に援用した。こうした研究成果は, Knipping & Reid (2019)の中で約 1 ページを割いて紹介されている。

(2) AA に基づく研究手法の改良の試み

本研究では AA を用いた数学授業の実証的研究を通して研究手法の改良にも取り組んだ。この改良により, 純粋に数学的な議論活動の構造だけでなく, その議論活動の妥当性判断それ自身についての議論活動も記述できるようにした。こうした試みは, 本研究の発展形として現在進行中であるが, それは, 次に述べる国際連携により可能となった本研究の新たな展開である。

(3) 国際連携による研究成果の発展

本研究では, 2019 年 3 月に David Reid 教授を招聘し「証明の指導と学習に関する国際研究集会」ならびに「AA に関するワークショップ」を開催した。ワークショップは 2019 年 3 月 18 日に東京で開催され, 参加者は 22 名 (大学教員, 大学院生, 現職教員)であった。このワークショップでは, Reid 教授による AA に関する講義と, 日本とカナダの授業の発話記録を実際に分析する演習で構成された。図 3 は実際のワークショップの様子である。なお, ワークショップの概要は真野ほか (2019) で報告している。



図 3 : ワークショップの様子

この国際研究集会を契機として, 国内学会で課題研究が企画されたり (日本科学教育学会第 43 回年会), ワークショップの参加者により AA を用いた論文 (早田ほか, 2019) が発表されたりしたことから, 日本の数学教育学の研究コミュニティの中で一定のインパクトを与えたものと思われる。また, 本研究では, Reid 教授との国際連携を推進し, 国内の研究者とともに, (2) で述べた研究手法の改良に取り組むことができた。それは本研究の成果を大きく発展させるものであり, 新たな研究課題の発掘にもつながっている。

(4) 今後の展望

今後は, 研究活動の国際化をさらに推進し, 数学授業における数学的な議論活動に関する国際比較研究を行うことが課題である。

注

- 1) 図 1 は Knipping & Reid (2019)から抜粋した。
- 2) 表 1 は 4 節の (3) で述べたワークショップで Reid 教授が提示したものを和訳した (真野ほか, 2019)。

参考文献

- 早田透・上ヶ谷友佑・袴田綾斗 (2019). 間接的アーギュメンテーションの構造に関する研究：中学校2年生と高等学校1年生のペアトークの比較から. 日本数学教育学会第52回秋期研究大会発表収録 (pp. 97-104).
- Knipping, C. (2008): A method for revealing structures of argumentation in classroom proving processes. *ZDM Mathematics Education*, 40, 427-441.
- Knipping, C., & Reid, D. (2013): Revealing structures of argumentations in classroom proving processes. In A. Aberdein, & J. Dove (Eds.). *The Argument of Mathematics* (pp. 119- 146). Dordrecht: Springer.
- Knipping, C., & Reid, D. (2015): Reconstructing Argumentation Structures: A Perspective on Proving Processes in Secondary Mathematics Classroom Interactions. In A. Bikner-Ahsbabs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.) *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education*. (pp. 75-101). Springer.
- Knipping, C., & Reid, D. (2019): Argumentation analyses for early career researchers. In G. Kaiser, & N. Presmeg (Eds.) *Compendium for Early Career Researchers in Mathematics Education*. (to appear) Springer.
- Toulmin, S. (1958/2003). The use of argument. Cambridge(戸田山和久 他訳『議論の技法』2011年).
- Shinno, Y. (2017). Reconstructing a lesson sequence introducing an irrational number as a global argumentation structure, In Kaur, B., Ho, W.K., Toh, T.L., & Choy, B.H. (Eds.). *Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 4*, pp. 193-200. Singapore: PME.
- 真野祐輔・David Reid・小松孝太郎・辻山洋介 (2019). 授業過程の研究手法としてのアーギュメンテーション分析, 日本科学教育学会第43回年会論文集 (pp. 293-296).
- 辻山洋介 (2012). 学校数学の証明の構成における蓋然的な論の検討の方法：argumentation を視点として. 科学教育研究, 34(4), 340-355.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 國宗進・藤田太郎・真野祐輔	4. 巻 -
2. 論文標題 数学教育における証明研究の今日的動向：国際的な研究動向と日本の証明研究への示唆	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本数学教育学会『第5回春期研究大会論文集』	6. 最初と最後の頁 125-132
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 真野祐輔，溝口達也，濱中裕明，國宗進	4. 巻 -
2. 論文標題 論証指導における日常言語の影響：AE/EA statementsの定式化に伴う困難性に 焦点をあてて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会「第6 回春期研究大会論文集」	6. 最初と最後の頁 61-68
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 Shinno, Y., Miyakawa, T., Iwasaki, H., Kunimune, S., Mizoguchi, T., Ishii, T., & Abe, Y.	4. 巻 38(1)
2. 論文標題 Challenges in curriculum development for mathematical proof in secondary school: cultural dimensions to be considered	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 For the Learning of Mathematics	6. 最初と最後の頁 26-30
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 有
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 Shinno Yusuke, Yanagimoto Tomoko, Uno Katsuhiko	4. 巻 -
2. 論文標題 An Investigation of Prospective Elementary Teachers' Argumentation from the Perspective of Mathematical Knowledge for Teaching and Evaluating	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Research advances in the mathematical education of pre-service elementary teachers, ICME-13 Monograph	6. 最初と最後の頁 155 ~ 169
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-319-68342-3_11	査読の有無 有
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 Shinno, Y.	4. 巻 4
2. 論文標題 Reconstructing a lesson sequence introducing an irrational number as a global argumentation structure	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 193-200
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 Takeuchi, H. & Shinno, Y	4. 巻 18
2. 論文標題 Comparing the Lower Secondary Textbooks of Japan and England: a Praxeological Analysis of Symmetry and Transformations in Geometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Science and Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 791-810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10763-019-09982-3	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 Shinno, Y., Miyakawa, T., Mizoguchi, T., Hamanaka, H., & Kunimune, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Some linguistic issues on the teaching of mathematical proof	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 318-325
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 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Shinno, Y., Mizoguchi, T., Hamanaka, H., Miyakawa, T., & Kunimune, S.
2. 発表標題 How ordinary language influences the formulation of statements with quantifications
3. 学会等名 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 真野祐輔・溝口達也
2. 発表標題 数学教育学における理論のネットワーク化に関する研究：リサーチ・プラクセオロジーの視点から
3. 学会等名 日本数学教育学会第50回秋期研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石井雅也, 真野祐輔
2. 発表標題 論証活動における発見と説明の統一に関する研究 ピックの定理の説明を読む活動に焦点を当てて
3. 学会等名 第66回近畿数学教育学会例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真野祐輔・David A. Reid・小松孝太郎・辻山洋介
2. 発表標題 授業過程の研究手法としてのアーギュメンテーション分析
3. 学会等名 日本科学教育学会第43回年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2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