

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26885008

研究課題名(和文) 理科学習促進のための言語活動を取り入れた授業構成 - アーギュメント概念に着目して -

研究課題名(英文) The study of teaching strategies to fostering science learning: focused on argument

研究代表者

泉 直志 (IZUMI, Naoshi)

筑波大学・人間系・研究員

研究者番号：50734894

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：理科授業の中でアーギュメントを促すための教授方略を創出することを視野に入れ、日本の生徒の実態把握、及び、諸外国での理科授業におけるアーギュメントの取り扱いについて分析を行った。日本の生徒の実態については、論拠が明示されず実験事実のみを主な理由として主張が行われる傾向があることが明らかとなった。諸外国での理科授業におけるアーギュメントの取り扱いについては、最終学年までに期待されるアーギュメントの到達目標がフレームワーク中に明記されており、学年の進行に伴いアーギュメントの能力が複雑化することがNGSSから見いだされた。授業の具体的展開については今後の課題としたい。

研究成果の概要(英文)：This study surveyed Japanese middle school students' argument skills and analyzed the texts handling arguments in A Framework for K-12 Science Education and Next Generation Science Standards. As to the students' argument skills condition, they do not tend to use warrants clearly and they mainly use only experimental data as reasons. As concerns handling arguments, the goals, students should be able to do by grade 12, are clearly written in the framework. In addition, required arguments skills to the students become complex with the grade progression in the NGSS.

研究分野：理科教育学

キーワード：アーギュメント 指導法 理科教育

## 1. 研究開始当初の背景

学習における言語の果たす役割の重要性について広く認識されてきている。例えば、社会言語学的見地からは、学問の学習にはその学問に属する言語の規範を身につけることが必要とされており (Newton et al., 1999)、この観点から見ると、理科を学習することは、科学文化／科学の行われているコミュニティに特有の言語を学習することを意味する。この言語とは、単に「科学の用語」という意味にとどまらず、科学の行われているコミュニティに属する言語とその使用のパターンや、そこに流れている価値規範を身につけることまでもが必要とされる。

また、言語が学習に与える影響という点からも、議論されることがある。例えば、清水らは、小学生を対象とし、小グループによる話し合いという言語活動が、概念変容を促したことを実証的に示している。海外においては、近年、特に「アーギュメント: argument」という用語によって学習者の言語活動に関する研究が盛んに行われるようになってきており、Nussbaum らが大学生を対象として、アーギュメントを取り入れたグループの方が、ミスコンセプションを減少させただけでなく、より正確に物理学の問題に対する回答を導き出したことを報告するなど、アーギュメントと科学の概念的理解との関連について研究が行われてきている。アーギュメントに関連した研究論文では、学習者の認知的側面以外にも、科学についての認識論的理解についても論じられることがあるなど、アーギュメントという活動の重要性に関心が向けられてきている。この点は、Scott らによって、理科教育における概念学習の今後の方向性として、科学的な考え方の有効な授業をどのように形作るのかについてはほとんど明らかとなっていない (Scott et al., 2007)、という指摘に答えるだけでなく、学習者を科学の全体的理解へと導くものでもある。

さらに、日本の教育課程のよりどころとなる学習指導要領においても、日本国内外の各種調査による結果を受け、児童生徒の課題を克服するために改訂が行われ、今次改訂学習指導要領において言語能力の育成を図ることが謳われることになった。

一方、これまでの国内外における種々の調査から、日本の生徒は、理科授業の中で言語的実践をほとんど行っていないことが示されている。OECD による PISA 調査では、義務教育終了段階の 15 歳児 (日本では高校 1 年生) を対象とし、読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの各分野について調査が行われている。科学的リテラシーが中心分野になった 2006 年調査では、理科の学習環境についても質問紙調査が行われており、そこで行われた「対話を重視した理科の授業」指標に対する生徒の認識が国際的に見て最低水準にあることが明らかとなっている。また、生徒の認識だけではなく、IEA によって

行われた TIMSS ビデオ研究 (IEA, 1999) によっては、理科の授業において生徒が従事した学習活動についての報告がなされており、日本の理科授業は、参加した他国に比べ、少人数での討論及びクラス全体での討論といった言語的活動が行われていない傾向にあることが示された。

したがって、上述の背景、現状を踏まえると、各種調査から示唆される日本の児童生徒の現状を改善することは、学問的要求に加え、同時に学習指導要領という社会的要請にも応えるものである。

## 2. 研究の目的

本研究では、上記の問題意識の基、アーギュメントを理科授業の中に創出することを目的とし、この目的を解決するために次の 5 点を下位目標として設定した。

- (1) 日本理科授業における教授・学習活動の実際を明らかにする
- (2) 授業スタイルに影響を及ぼす要因を解明する
- (3) 諸外国におけるアーギュメント促進のための教授方略を横断的に分析する
- (4) 先行研究との比較により、アーギュメント促進のための授業構成を創出する
- (5) 教授方略を実施し、検証し、精緻化する

## 3. 研究の方法

上述した下位目標についてそれぞれ次の方法で調査研究を進めることにした。

- (1) 日本理科授業における教授・学習活動の実際を明らかにする

日本の理科授業の実態を把握するための調査として PISA 調査 (対象: 義務教育終了段階: 日本では高校 1 年生)、TIMSS 調査 (対象: 中学 2 年生) があるが、これら調査は、調査対象及び調査内容が異なっており、2 つの調査を組み合わせ、日本の生徒の理科学習活動の実態を詳細に描出することは困難である。そこで、独自に実態調査を実施した。理科授業を参与観察し、ビデオカメラと IC レコーダーを用いて記録し、また、学習者のアーギュメントをワークシートによって把握する。

- (2) 授業スタイルに影響を及ぼす要因を解明する

理科授業に影響を与える要因は多様であるが、理科という教科の特質上、科学に対する認識に着目し、授業スタイルとの関連で分析を行う。

- (3) 諸外国におけるアーギュメント促進のための教授方略を横断的に分析する

諸外国において蓄積のある、アーギュメント研究を踏まえ、アーギュメント促進のための教授方略を横断的に分析し明らかにする。

- (4) 先行研究との比較により、アーギュメント促進のための授業構成を創出する

目標 (1) (2) (3) を比較・検討することで、日本におけるアーギュメント促進のための授業構成を創出する。

(5) 教授方略を実施・検証し、精緻化する

(4) で提案したアーギュメント促進のための授業構成を実際に授業で実施・検証し、その有効性について検証する。また、結果を踏まえ、提案した授業構成を修正し、精緻化する。

#### 4. 研究成果

今回の調査期間において、下位目標の (1)、(3) について、まとまった成果があったため、この点について以下に報告する。

(1) 日本理科授業における教授・学習活動の実際

ここでは、(1) に関連して、生徒の論証能力に関する実態調査を行った。これまでの先行研究では、「妥当なアーギュメントの利用は自然にできるものではなく実践を通して獲得されるものである」という Osborne らの言明を踏まえてアーギュメントの意図的な教授が必要であるという前提に立って行われていた。そこで、まずは、この前提を確認する作業を行った。具体的な調査としては、坂本らによって小学生についての論の構成能力についての調査が行われているため、本調査で中学生について調査を行い、小学生のデータと比較検討し、アーギュメントの構成要素の使用についてその出現頻度を統計的に比較検討した。現れたアーギュメントの構成要素の組み合わせのパターンごとの出現率を表 1 に示す。ただし、C は主張、D はデータ、W は論拠を現す。

表 1 小学生と中学生の比較

本稿の表記	CDW	CD	CW	C	D	その他	無答
坂本ら (2012) の表記	主証理	主証	主理	主のみ		その他	記述なし
小 5	6.5%	13.7%	34.5%	33.1%	-	2.2%	10.1%
小 6	9.4%	8.6%	44.6%	24.5%	-	5.8%	7.2%
中 1	11.0%	65.8%	0.0%	0.0%	2.7%	5.5%	15.1%

\* 小学生のデータは坂本ら (2012) による

\* D の「-」は元データに記載無しを表す

表 1 を基に各学年間でのアーギュメントの構成要素の出現率を検討した。まず、何か自分の考えを表明する際に、その主張を支持するデータと論拠をともなったアーギュメントがどの程度できているのかを比較するため、CDW とそれ以外について Fisher の正確確率検定を行った。その結果、各学年におい

て有意差を認めることはできなかった。次に、小学生と中学生のデータの組み合わせのある「CD」、「CW」、「C」についても各学年間での出現率について Fisher の正確確率検定を行った。その結果、「CD」、「CW」、「C」のそれぞれで小学校 5 年生と中学校 1 年生の間において、小学校 6 年生と中学校 1 年生の間において有意な差があることが明らかとなった。なお、第 1 種の過誤を防ぐため、Bonferroni の方法を用いて有意水準の調整を行っている。

表 1 及び各学年間の比較を踏まえて、調査対象とした中学生の論の構成に関する実態として次の 3 点を指摘した。

まず、第一に、論拠は明示されない傾向にあるということである。生徒が自信の考えを主張する際に、多くの生徒は実験事実を根拠として主張の正当化を行っている。この点については、生徒が理由を踏まえて自分の意見を述べる際に、生徒にとって事実が理由として利用しやすい反面、事実と結論とを結ぶ論拠については、生徒の立てる論の理由としては利用しにくい、または、意識されていないといえる。第二に、実験事実のみを理由として主張を行う傾向があることである。第一の論拠が明示されない傾向があるものの、生徒はただ自身の意見を表明するのではなく、その理由として実験事実であるデータを用いて主張を行っているのである。第三に、主張、データ、論拠といった一連のアーギュメントの構成要素を一揃いとした論構成の出現率については、小学生・中学生間で有意さがないということである。この点は、「妥当なアーギュメントの利用は自然にできるものではなく実践を通して獲得されるものである」という Osborne らの指摘とも一致する結果となった。

(3) 諸外国におけるアーギュメント促進のための教授方略を横断的に分析する

① A Framework for K-12 Science Education 及び Next Generation Science Standards

ここでは、アメリカで作成された A Framework for K-12 Science Education (以下、フレームワークと表記) と Next Generation Science Standards (以下、NGSS と表記) についてアーギュメントの取り扱いについて分析を行った。分析にあたっては、フレームワーク、NGSS におけるアーギュメントの記述を「学年段階」という視点で整理し、学年毎にどのように求められる内容が変化していくのかを描出した。

結果を述べる前に簡単にフレームワークと NGSS について説明を行っておきたい。

(i) フレームワーク

フレームワークは次元の異なる 3 領域から構成されている。それらの次元とは、「プラクティス : Practices」、「横断概念 : Crosscutting Concepts」、「学問的コア・アイディア : Disciplinary Core Ideas」である。

アーギュメントは、上記 3 領域のうちプラ

クティスに含まれており、科学者が探究しモデルや理論を作り上げていくときに行われる主要なプラクティスの一つとして位置づけられている。

(ii) NGSS

フレームワークを受け、フレームワークと同様NGSSも科学学習を3領域から捉えている。フレームワークでは、各学年段階においてどのようなアーギュメントの能力、内容が学習者に必要とされるのかについて捉えることができないため、NGSSを分析の対象として選定した。

フレームワーク、NGSSの分析を通じて、アーギュメントの位置づけ及びアーギュメントの配列に関して次の点が明らかとなった。

- 成果としての科学の内容と同様に、科学が行われてきた実践 (practices) を構成する要素としてアーギュメントが捉えられている。
- フレームワークにおいて、第12学年修了段階までに修得してほしいアーギュメントの到達目標が明示されており、大きく「アーギュメントの構成」、「アーギュメントの評価」、「アーギュメントについてのメタ理解」が目指されている。
- NGSSにおける科学・工学の実践には、「聞く→意見と証拠を区別、理由を踏まえたアーギュメントとそうではないアーギュメントを比較・区別する→関連のある証拠を用いて批評する→もっともらしいアーギュメントを構成する→適切で十分な証拠、科学的理由付けを用いる」と学年が進行するにつれて、アーギュメントをする際に求められる能力が複雑になる。

②Argument-Driven Inquiry in Chemistry: Lab investigations for Grades 9-12 (NSTA Press)

Argument-Driven Inquiry (以下、ADIと表記)は「科学を行う」ことによって科学を学ぶ機会を生徒に提供する方法として開発されたものである。ADIは下にあげる5点が含まれるように開発されたもので、図1に示すような教授モデルを採用している

(Argument-Driven Inquiry in Chemistry: Lab investigations for Grades 9-12より抜粋)。教授の具体的な展開やアーギュメントの方法については今後の課題としたい。

- 自然現象について説明を行ったりモデルをつくったりするために科学のコア・アイデアと横断領域を用いる機会を生徒に提供する。
- 生徒自身のデザインした方法を用いて意味のある探究を行い、また、より生産性のある方法でそれ[探究]を行う方法を学ぶように生徒を促す。
- 探究のプロセスの結果として説明やモデ

ルを明確化し正当化するアーギュメントを生み出す方法を学ぶように促す。

- ディスカッションや文書を通してアイデアを提案したり、サポートしたり、評価したり、修正したりする方法を生徒が学ぶ機会を提供する。
- 生徒に証拠の価値や、クリティカル・シンキング、懐疑的態度、新しいアイデア、思考の方法を生徒に教えるクラスルーム・コミュニティを創造する。

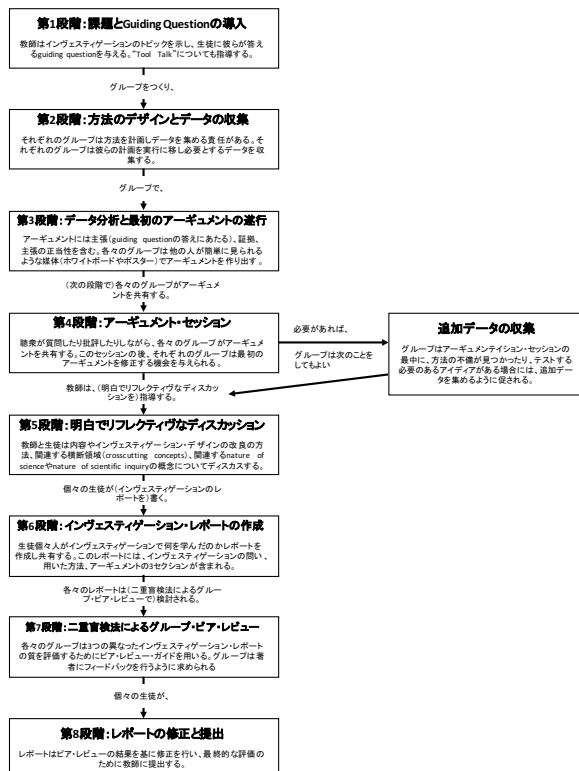


図 1

(出典: Victor Spampson et al., *Argument-Driven Inquiry in Chemistry: Lab Investigations for Grades 9-12*, NSTA Press, 2014, p.4)

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)

[学会発表] (計1件)

- ① 泉直志、米国科学教育におけるアーギュメンテーションの位置づけとその内容: A framework for K-12 Science Education と Next Generation Science Standards に焦点を当てて、日本理科教育学会第53回東北支部大会、2014年11月8日、秋田大学(秋田県秋田市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

泉 直志 (IZUMI, Naoshi)  
筑波大学・人間系・研究員  
研究者番号: 50734894