



小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成

山本, 智一

(Degree)

博士 (教育学)

(Date of Degree)

2014-03-25

(Date of Publication)

2015-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6165号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006165>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏名 山本 智一
 専攻 教育・学習
 指導教員氏名 稲垣 成哲

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成

論文要旨

本研究では、小学校理科教育においてアーギュメント構成能力を育成するために、授業化のデザイン原則を導くとともに、これに基づいた実験授業を検証し、デザイン原則の有効性を明らかにする。アーギュメント(argument)は、近年の理科教育において注目されている。Toulmin(1958)によると、アーギュメントとは、主張、データ、論拠、限定詞、例外の条件や反駁といった、論証を構成するための一連の言葉の構成要素からなる形式を指す。McNeill & Krajcik(2011)は、学習者に理解しやすいようにToulminの構成要素を改良した枠組として、質問や問題に答える言明または結論である「主張」、主張を支える科学的データにあたる「証拠」、科学的原理を用いて証拠と主張を結びつける「理由付け」を提案している。本研究は、この枠組によるアーギュメントを構成するために、有効なデザイン原則を提案する。

アーギュメントの目的は、第1に、科学の方法を理解してその手法を駆使するリテラシーの育成という側面と、第2に、科学する文化の構築やそこに生きる市民資質の育成という側面を合わせ持つ。科学は、実証性、再現性を重視するものであり、これらの性質によって客観性を保っている社会的な構築物である。アーギュメントは、このプロセスに不可欠であり、これからの日本の科学教育や理科教育の分野でも、さらに重要視されると予想できる。このように、アーギュメントが重要であるにもかかわらず、これまでの実践に関する研究では、学習者がアーギュメントを行うことの困難さが指摘されている(e.g., Driver, Newton & Osborne, 2000; McNeill & Krajcik, 2011)。

戦後日本の小学校理科教育において、筋道だった論理的な思考と批判的な態度は、学習指導要領で一貫して大切にされ、現在も、思考力・判断力・表現力を育成するための言語活動(文部科学省, 2010)が提言されている。また、民間の教育団体等においても、これまでに、討論や科学的な論証を重視する実践研究がなされてきた(例えば、板倉・上廻, 1965; 中山・猿田, 2011)。しかし、いずれにおいても、論証そのものについて、構成要素を同定して、それらの有無や妥当性に着目した教授方略が確立されていないのが現状である。さらに論証の難易度・習熟度による教授方略や構成要素の評価法は、体系化されていない。論証の構造についての教授方略を体系的に確立し、児童の論証を評価することで、児童自らが論証を構成できるように必要がある。

第1章では、上述したような背景をふまえ、最近20年間の国内外の研究論文をレビューし、アーギュメントの教授方略に関する明確な記述がある実践研究から、共通する教授方略を抽出した。その上で、今後の実践研究の方向性を示す3つのデザイン原則を示した。デザイン原則とは、三宅・白水(2003)や大島・大島(2009)に基づくと「授業実践の中から引き出される、授業作りのベースとなる指針」と定義できる。このようなデザイン原則を明確にすることで、授業を構成する多様な学習環境を視野に入れながら、今後の授業実践にこれまでの知見を反映させ、具体的支援を明らかにすることができる。

1つ目に導いたデザイン原則は、「アーギュメントの意義を理解させる」である。科学特有の性質である実証性・再現性・客観性を学習者に持たせるためには、アーギュメントによる批評を促し、学習の場において説得による合意を得ることが必要不可欠である。このような科学の営みの

意義を学習者に説明することは、学習者が有用感を持ってアーギュメントを構成することを支援する。

2つ目に導いたデザイン原則は、「アーギュメントの構造を理解させ、その構造を利用できるように促す」である。そのための教授方略として、1)アーギュメントの構造を提示して用語を解説する、2)アーギュメントの構造を可視化する、3)学習者にアーギュメントの構造を評価させる、4)主張や意見の対立を際立たせる、の4つがある。

3つ目に導いたデザイン原則は、「アーギュメントを行う際に内容知識を利用できるように促す」である。学習者が使うための知識を用意し、ワークシート、インターフェイスのプロンプトや口頭での助言によって、知識の利用を促すように積極的にはたらきかけることが教授方略として重要になってくる。

本研究の目的は、アーギュメント構成能力を育成するために導いた、3つのデザイン原則に基づき、学習者のレベルに応じて、学習環境、具体的支援の全てを含めて、授業をデザインし、その効果を検証していくことである。授業のデザインにあたっては、Krajcik & McNeill(2009)が提案するアーギュメントの複雑さのバリエーションに準じて、小学校中学年を予備的な段階、高学年を本格的な導入段階として、学習者のレベルに応じたアーギュメントを設定する。また、アーギュメント構成能力の評価に際しては、児童が記述したアーギュメントに主張、証拠、理由付けといった要素が含まれているか、また、それらの内容は正しく記述されているかをルーブリックに従って得点化し、これを分析することによって、デザイン原則の有効性を検証する。

第2章は、日本の小学生におけるアーギュメント構成能力の実態調査であった。公立小学校の高学年児童を対象に、主張—証拠—理由付けを含むアーギュメントの能力を評価するテストを行い、児童のアーギュメント構成能力の実態を検証した。M県下の公立小学校5年生139名、6年生139名を対象に調査を実施した。既習単元の内容についての観察・実験データを示し、2つの選択肢から2つの課題に対する答えをそれぞれ選ばせ、科学的原理を用いて主張と証拠を結びつけるアーギュメントを記述させる課題を2問実施した。2問の内訳は、1日の気温変化に関するもの(以下天気課題)及び、回路と豆電球の明るさに関するもの(以下電気課題)であった。評価の際は、要素に対応する「記述の有無」と「内容の科学的正しさ」とをそれぞれ2点満点で得点化した。

まず、「記述の有無」について、主張は、記述が1つの児童も含めると、8割の児童が記述できていた。しかし、証拠や理由は、半数ないしそれ以上の児童が、対応する記述を1つも構成できていなかった。また、課題間で差が認められ、証拠は天気課題、理由付けは電気課題が高得点だった。次に、内容の正しさに関しては、正しい科学的原理に立脚して、主張や証拠の内容を記述できない児童がほとんどであった。これらの結果から、アーギュメント構成能力の実態は、高学年の児童であっても十分ではないことが明らかになり、小学校の段階から、児童のレベルに応じて、アーギュメントを導入した授業を実施していく必要があることが示唆された。

第3章は、アーギュメントをはじめ経験する小学校中学年児童への予備的な段階として、主張—証拠のみを含むアーギュメント構成能力の育成を目標に実験授業を実施した。国立大学法人附属小学校の3年生1クラス(35名)を対象に、総合的な学習の時間「イノシシとわたしたちはいっしょにくらせるの?」の単元(全25時間)において実験授業を行った。

実験授業は、デザイン原則に基づき、「基礎知識の学習」「情報の共有・整理」「証拠利用の意識化」という3つの教授方略によってデザインされた。児童のアーギュメントを調べるために、「イノシシとわたしたちはいっしょにくらせるか」という質問に対して、「くらせる」「くらせない」「わからない」の3つの選択肢から自分の立場を選ばせ、その理由を質問紙に自由記述させた。ここで記述されたアーギュメントの証拠について、タイプを「イメージ」「標準なし」「証拠」に分類し、授業の進行に対応させて、タイプの遷移、証拠の個数と種類数を分析した。

その結果、授業の進行に従って、証拠を利用する児童が有意に増加したことが示された。また、児童が利用した証拠の種類数も、有意に増加した。これより、証拠に基づいて主張を構成するアーギュメント構成能力が育成されたことが示され、デザイン原則の有効性が明らかになった。

第4章は、主張—証拠—理由付けを含むアーギュメントを目標として、中学年でアーギュメントを経験した小学校高学年児童への実験授業を実施した。国立大学法人附属小学校の5年生3クラス(112人)を対象とし、第5学年理科「ふりこの運動」の単元(全10時間)において、実験授業を行った。3つのデザイン原則に基づき、McNeill & Krajcik (2011)の研究から得た詳細な12の教授方略によって授業をデザインした。教授方略は、授業の準備段階で「カリキュラムの目標の設定」「達成すべきアーギュメントの設定」「アーギュメント構造の揭示物の作成」「足場かけ用のワークシートの作成」の4つを設定した。また、実施段階では、「アーギュメント構造の説明」「日常事例との関連づけ」「アーギュメントの必要性の説明」「他教科との関連づけ」「アーギュメントの例示と批評」「個人へのフィードバック」「相互評価」「クラス全体での評価」の8つを設定した。授業の進行に応じて、児童は単元の中で計4回、アーギュメントを記述した。

児童のアーギュメントを調べるために、児童の単元内容に関する知識・理解を評価するとともに、単元内容に関するアーギュメント課題を評価した。さらに、既習内容に関するアーギュメント課題として、単元前後において、第2章で行った調査課題を実施・分析した。

まず、単元内容の知識・理解課題の結果より、児童は実験授業を通して振り子に関する知識を理解し、自信を持って回答できたことが明らかになった。これと合わせて、単元内容のアーギュメントについて、主張、証拠、理由付けの「記述の有無」や「内容の科学的正しさ」が、ほぼ80%以上の得点率であったという結果から考察すると、科学的原理を理由付けとして、主張と証拠を結びつけて書くというアーギュメントの達成が明らかになった。次に、単元前後の既習内容に関するアーギュメント課題に着目すると、主張は、授業前から記述できていたものの、その主張を支える証拠や理由付けは、いずれも満点が60%以下であり、これらの要素をすべて記述できる児童は少なかった。しかし、授業後のポストテストでは、天気課題における理由付けや電気課題での証拠において、児童のアーギュメントに有意な向上がみられた。アーギュメント課題の結果から、児童は、もともと主張の記述ができていたことに加え、主張を支える証拠や理由付けにも言及できるようになってきたと考えられる。さらに、単元の終盤で3つの要素を含むアーギュメントを記述できた児童では、既習内容に関するアーギュメント課題の得点が、一部の要素を除いて、そうでない児童よりも高くなっていった。このことから、本章の実験授業が、児童のアーギュメントの向上に寄与したことが推察でき、デザイン原則の有効性が明らかになった。

第5章は、証拠に適切さと十分さを含むアーギュメントを目標として、主張—証拠—理由付けを含むアーギュメントを達成できた小学校高学年児童への実験授業を実施した。国立大学法人附属小学校の5年生3クラス(115人)を対象とし、第5学年理科「ものの溶け方」の単元(全13時間)で実験授業を行った。この単元は、3つのデザイン原則に基づき、第4章と同様に12の教授方略によって授業をデザインした。授業の進行に応じて、児童は単元の中で計4回、アーギュメントを記述した。

児童のアーギュメントを調べるために、児童の単元内容に関する知識・理解を評価するとともに、単元内容に関するアーギュメント課題を分析した。さらに、既習内容に関するアーギュメント課題として、単元の内容(溶解)とは異なる内容で、かつ、児童が既習の内容について、示された証拠をもとにアーギュメントを記述する2つの課題を行った。2つの課題の内訳は、水の凝固と体積膨張に関する課題(以下水課題)と、植物の発芽条件に関する課題(以下発芽課題)である。証拠の中から適切なものを複数選択し、科学的原理で理由付けを行いながら主張するというアーギュメントを得点化して、単元前後で評価した。

まず、単元内容の知識・理解課題の結果より、平均点がほぼ満点に近いことや課題を返却する際、理解が不十分な点について児童は補足説明を受けていることから、本単元の内容理解は達成できていると考えられた。単元内容のアーギュメントについて、満点の児童が多くを占めていた結果から考察すると、適切性と十分性を備えた証拠を利用して、主張、証拠、理由付けを結びつけて書くという児童のアーギュメントが達成された。次に、単元前後のアーギュメントの向上に着目すると、単元前後の既習内容に関するアーギュメント課題における2つの課題で、共に証拠の十分性には有意な向上が見られた。児童は特に、多くの証拠を利用してアーギュメ

ントを記述できるようになったと言える。また、適切な証拠を利用することについては、水課題では天井効果が生じていたことから、児童はアーギュメントを記述する際、関連性がなく主張を支えることができない証拠を不用意に利用しないことが示された。単元前後のアーギュメントの向上は、単元におけるアーギュメントを達成できた児童のほうが、そうでない児童より有意に多く見られることから、本単元での実験授業が、適切性と十分性を備えた証拠を利用して、主張、証拠、理由付けを結びつけて書くアーギュメントの向上に寄与したことが推察でき、デザイン原則の有効性が明らかになった。

第6章では、論文全体をまとめ、デザイン原則の有効性を結論づけるとともに、一連の考察をもとに、今後の研究に求められる課題について論じた。本研究では、日本の小学校理科においてアーギュメント構成能力を育成する授業をデザインするには、「アーギュメントの意義を理解させる」「アーギュメントの構造を理解させ、その構造を利用できるように促す」「アーギュメントを行う際に内容知識を利用できるように促す」の3つのデザイン原則が有効であることが明らかになった。

この結論は、児童生徒の科学的な説明能力が不十分であることが課題となっている日本の理科教育に、アーギュメントの教授という具体的な方略を示し、課題の解決に資するものである。今後は、児童が記述の省略を克服できるように、教授方略の適用の仕方について具体的に改善を試みたり、足場かけを徐々に外した状態でアーギュメントを構成させたりすることが求められる。これらの授業のデータを本研究と比較することで、改善の効果に焦点を当てた検証を行う必要がある。さらに本研究で有効性が明らかになった教授方略をもとにして、バージョン4や5のアーギュメントに対応できるように、各教授方略の適用の仕方を新しく検討していくことも課題として残されている。

(注) 3,000~6,000字(1,000~2,000語)でまとめること。

論文審査の結果の要旨

氏名	山本 智一		
論文題目	小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成		
判定	合格・不合格		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	稲垣 成哲
	副査	教授	船寄 俊雄
	副査	准教授	吉永 潤
	副査	准教授	山口 悦司
	副査	静岡大学・教授	村山 功

要 旨

本課程博士論文は、小学校理科教育において学習者のアーギュメント構成能力を育成するための授業のデザイン原則及び教授方略を体系化しようとした理科教育学研究の成果である。研究方法論は、デザイン研究のアプローチを採用し、内外の関連論文を丹念かつ適切に読み解くことで、アーギュメント構成能力育成を志向した授業のデザイン原則及び教授方略を導くとともに、その原則及び教授方略に基づいた実験授業の効果について、統計的手法を駆使しながら検証し、提案するデザイン原則及び教授方略の有効性を実証的に明らかにしたものである。理科教育学の領域においては、アーギュメント構成能力の育成は、国際的にも重要な課題であり、そこに3つの実験授業からのエビデンスに基づいて、重要な学術的知見を提供した本論文の意義は高いものとして評価される。

本論文は、全6章から構成されている。まず第1章では、理科教育におけるアーギュメントの意義について、近年における国内外の諸研究を概観するとともに、戦後日本の小学校理科教育史に立ち返って、その位置づけについて丁寧に議論され、本論文の新規性が宣言されている。その上で、アーギュメント構成能力を育成するための教授方略に着目した3つのデザイン原則を提案している。さらに、本論文では、これらの原則に即した12の教授方略が検討され、その効果を詳細に検討することで、デザイン原則の有効性を考察するという目的とそのための研究方法論が明示されている。

第2章は、日本の小学生におけるアーギュメント構成能力の現状分析がなされて

いる。高学年児童278名を対象に、主張-証拠-理由付けを含むアーギュメント構成能力を評価するテストを行った結果、証拠や理由については、半数ないしそれ以上の児童が対応する記述を1つも構成できていなかったこと等を明らかにし、これらの結果を踏まえて、小学校段階におけるアーギュメント構成能力の育成が重要な課題であることを示している。

第3章は、アーギュメント構成能力を育成するための探索的な実験授業の成果を検討している。そこでは、主張-証拠のみを含むアーギュメントについて児童35名を対象に25時間の実験授業が実施されている。その結果、証拠を利用する児童が有意に増加したこと等が示されており、証拠に基づいて主張を構成するアーギュメント構成能力の育成可能性が検証されている。

第4章では、主張-証拠-理由付けを含むアーギュメント構成能力の育成を目標として、3クラス112名の児童を対象とした10時間におたる実験授業の成果を分析している。実験授業は、先行研究から得た12の教授方略によってデザインされ、その組織的適用の有効性が多様な観点から根拠を持って示されている。

第5章は、第4章のアーギュメントよりも高度なものとして、証拠に適切さと十分さを含むアーギュメント構成能力の育成を検討するために、3クラス115名の児童を対象にした13時間の実験授業の成果を分析している。第4章と同様に、実験授業は12の教授方略によってデザインされ、児童のアーギュメント構成能力の動態を多様な観点から検証することを通して、教授方略の組織的適用の有効性が確認されている。

第6章では、論文全体をまとめ、デザイン原則及び教授方略の有効性を結論づけるとともに、今後の研究に求められる課題について論じられている。

以上のように、本課程博士論文は、小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成におけるデザイン原則及び教授方略を体系化するという重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認められる。

本課程博士論文に直接関係する主要な審査付き学術論文は、以下の5編であり、本論文の内容が学術研究として一定の新規性と独創性を有していることを示している。

山本智一ら (2011) 「小学生におけるアーギュメント・スキルの育成：野生動物との共生問題を扱った総合的な学習の授業デザインと分析」日本科学教育学会『科学教育研究』、第35巻、第3号、245-255.

山本智一ら (2012) 「アーギュメントの教授方略の研究動向」日本理科教育学会『理科教育学研究』、第53巻、第1号、1-12.

Yamamoto, T. et al. (2012). A study of classroom lessons in Japan designed to nurture argument skills: 5th-grade science module on pendulum movement case, Paper session presented at 2012 Annual Conference of Australasian Science Education Research Association, QLD, Australia. (Sunshine Coast University · 2012/6/28 · ASERA2012)

山本智一ら (2013) 「小学生におけるアーギュメントの教授方略：「振り子の運動」の実践を通して」日本理科教育学会『理科教育学研究』、第53巻、第3号、471-484.

山本智一ら (2013) 「適切かつ十分な証拠を利用するアーギュメント構成能力の育成：小学校第5学年「物の溶け方」の事例」日本科学教育学会『科学教育研究』、第37巻、第4号、317-330.

よって、本審査委員会では、学位申請者の山本智一氏は、博士(教育学)の学位を得る資格があると認める。