

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 4 日現在

機関番号：14503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00978

研究課題名(和文) 小学校教員を対象とした科学的な論証スキルを育成するプログラムの開発

研究課題名(英文) Development of a Program to Improving Scientific Argument Skills for Elementary School Teachers

研究代表者

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小学校教員を対象とした科学的な論証スキルを育成するプログラムを開発し、その有効性を評価した。現職教員を対象とした調査を行った結果、現職教員のアーギュメント構成能力は不十分であることが推察された。そこで、山本ら(2013)が小学校児童を対象として授業を行う際に導入した、12の教授方略によるプログラムを開発し、小学校の現職教師に適用した。その結果、アーギュメントの構成や評価で有意な向上が見られ、受講者はアーギュメントの理解や体験活動について、プログラムを高く評価していた。よって、開発したプログラムは、小学校教師のアーギュメント構成能力や評価能力育成に、有効であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this study, I developed a program aimed at improving elementary school teacher's scientific argument skills and evaluated the effectiveness. From the result of my investigation to in-service teachers, I guess that in-service teachers' argument skills were deemed insufficient. Then I developed a training program for elementary school teachers that will improve these skills. I integrated 12 pedagogical strategies that Yamamoto et al. (2013) administered for elementary children into the program. We applied these strategies to in-service elementary school teachers. As a result, within the construction and evaluation of arguments, significant improvement could be seen. Moreover, teachers gave high marks to the program's development of their understanding of arguments, as well as the experiential exercises. Therefore, we can conclude that this program is effective for elementary school teachers to improve their own argument construction and evaluation skills.

研究分野：科学教育

キーワード：アーギュメント 教師教育 論証スキル

### 1. 研究開始当初の背景

日本の理科教育では、学校教育法改正によって明示された学力観のもと、思考力、判断力、表現力等をはぐくむ観点から言語活動が重視されている。平成22年12月「言語活動の充実に関する指導事例集」では、「各教科で言語活動を充実する具体事例が示され、理科においては「学年や発達段階、指導内容に応じて、例えば観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする学習活動を充実する」ことが明記されている。

このような動向の背景には、PISA、TIMSSといった国際的な学力調査が反映している。PISA2015では、科学リテラシーの一つとして「様々な表現の中で、データ、主張、論(アーギュメント)を分析し、評価し、適切な科学的結論を導き出す」を挙げている。

しかし、児童を指導する教師自身の科学的な論証スキルは十分でないことが、国内外で報告されている。例えば、Zemal-Saul et al. (2002)は、教員志望の大学生が科学的な論証において証拠を利用できる一方で、反対の主張を考慮できないことや、証拠が主張を支持する理由を説明できないことを見出している。このため、教師を対象としたアーギュメント・スキルの教育プログラムの開発が求められている(Zohar, 2008)。日本においても、Yamamoto et al. (2014)は、小学校教員志望の大学生を対象に、地球温暖化問題をめぐる科学的な論証スキルを調査し、データを使って証拠を記述すること、証拠を用いる理由を述べるのが不十分であることを報告している。教師自身が科学的な論証スキルを獲得していなければ、授業において子どもたちに科学的な論証を教えることは極めて困難であると考えられるので、教師自身にとって、科学的な論証の理解と習熟が重要な課題となっている。

欧州や北米においては「アーギュメント・スキル」といった科学的な論証を教師教育に活用する先行研究が数多く見られる。学習者が協調して科学的な知識を構築する際、「主張」「証拠」「科学的法則を使った理由付け」「反駁」などによって論述を構成する枠組みが開発され、科学的な論証の意義や指導方法を習得できる教師向けの教材が開発されている(例えば、McNeill & Krajcik, 2011)。これらの研究による知見は、日本の小学校教師教育における科学的な論証スキル育成にも重要な示唆を与えると考えられる。

以上のことから、日本の小学校教師教育においても、先行研究を手がかりとして、科学的な論証スキルを育成するプログラムを開発することが喫緊の課題となっている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、小学校教員を対象とした科学的な論証スキルを育成するプログラムを開発することである。ここで、「科学的な

論証スキル」とは、科学的な法則を理由付け(論拠)として、証拠となるデータを主張に結びつけて論述を構成するスキルを指す。

本研究では、具体的に次のことに取り組む。

国内外での科学的な論証スキルを育成する教師教育に関する先行研究をもとに、プログラム編成に関する知見を得る。

国内の小学校現職教員及び小学校教員志望の学生の科学的な論証スキルの現状を明らかにする。

小学校理科において科学的な論証スキルを育成する教師教育プログラムのモデルをつくる。

プログラムの実践において収集したデータの分析を通して、開発したプログラムの有効性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

研究期間を7つのフェーズに分け、実態調査とプログラムの実践・評価を位置づけた。

(1) 科学的な論証スキルを育成するプログラム開発の条件整備(平成27年度)

第1フェーズとして、理論的検討と実態調査を行った。理科・科学教育関連の学会に参加したり、連携協力者や理科教育関連の研究者から研究に関する助言を受けたりして、アーギュメントに関する最新の研究から、論証スキル育成の課題を明らかにした。さらに、現職教員が科学的説明を構成する能力の実態を明らかにするために、現職教員76名を対象とした調査を実施した。

第2フェーズはプログラム試案の開発であった。小学校児童のために開発したカリキュラム(山本ら, 2013)をベースにプログラム試案を作成し、教職大学院の授業及び、現職小学校教員対象の研修会に導入する準備を進めた。また、理科における「ふりこの運動」の単元を題材として、プログラムコンテンツの教材開発を行った。

続いて第3フェーズとしては、第1フェーズの調査で収集したデータを分析・整理し、『理科教育学研究 57(1)』で公表した。さらに、調査において見出した研究の課題や方向性を具現化するために、ワークシートの作成や、受講者の学習前後において、論証スキルに有意な変容が見られるかどうかを検証する質問紙を作成し、プログラム試案を実践する準備を整えた。

(2) 科学的な論証スキルを育成するプログラム開発と評価(平成28・29年度)

第4フェーズとして、平成27年度のプログラム試案の評価と改善を行った。理科・科学教育関連の国際学会・国内学会に参加したり、連携協力者や理科教育関連の研究者から研究に関する助言を受けたりして、アーギュメントに関する最新の研究から、プログラムを補強するための情報収集を行った。ここで得た知見を活用して、海外の研究を援用したプログラムの活動を構成するとともに、山本ら(2013)が小学校児童を対象として授業を

行う際に導入した、12の教授方略によるプログラムを開発し、小学校の現職教師教育に適用した。

第5フェーズはプログラムの本格的な導入として、平成28年4月～7月にかけて3回の異なる場面（現職教師を対象とした大学院の授業、及び小学校理科授業の研修会）で改善プログラムを実施した。現職教員が科学的説明を構成する能力の実態を明らかにするために、プログラム前後において、論証スキルに有意な変容が見られたのかを調査した。

さらに第6フェーズとしては、導入したプログラムの評価・改善を行った。実践中に利用したワークシート等を分析し、論証スキルが向上したことを明らかにし、日本理科教育学会全国大会（長野）、日本科学教育学会年会（大分）で口頭発表を行うとともに、『理科教育学研究 57(4)』で公表した。加えて、プログラムの改善点を検討した。理科・科学教育に関する学会、公開研究会、現職教員の研修会や自然科学系博物館等を利用して、コンテンツに関する情報を収集した。

最終的な第7フェーズとして、平成28年度に実施したプログラムによる現職教員の意識変容に関して、European Science Education Research Association (ESERA) 2017で口頭発表するとともに、日本科学教育学会年会（香川）においては、H29年度に改善したプログラムの実践と評価をポスター発表した。さらに、プログラムの課題を明らかにして発展をめざすために、国内外の科学・自然史博物館にて、科学の論争的課題や環境問題等、科学的な論証を教材化するためのコンテンツ調査を重ねた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 現職教員が科学的説明を構成する能力の実態調査

現職小・中・高等学校教員76人を対象として、アーギュメント構成能力の実態を調査した。調査は、2015年6～8月にかけて行われた教職大学院の授業や現職教員の研修会において5回、それぞれ同条件で実施した。

調査課題は、小学生に対してアーギュメントの実態調査を行った坂本ら（2012）の調査課題を援用した。小学校第4学年「電流の働き」の単元内容について、回路と豆電球の明るさに関する実験結果を示し、2つの選択肢から質問に対する答えを選ばせてアーギュメントを記述させる課題であった。教職大学院の授業や教員の研修会において、それぞれの機会のはじめに、アーギュメントに関して特別な講義を受けていない状態で、所要時間は10分とし、各個人で課題に取り組みさせた。

評価に際しては、坂本ら（2012）のルーブリックを援用した。調査課題では、質問の答えが2つ求められており、それぞれの答え（主張）について、それを支えるデータ（証拠）と、両者の関連づけを正当化する科学的原理（理由付け）とを示したアーギュメント、

つまり、主張、証拠、理由づけの各構成要素に対応する内容について2つずつ記述したアーギュメントを、理想的なものを見なした。指標としては、それぞれの構成要素に対応する記述があるかどうか（以下、「記述の有無」）、それぞれの構成要素の内容は正しいか（以下、「内容の正しさ」）の2つを設定した。

以上の手続きで得点化したデータについて、各構成要素の得点分布、「記述の有無」「内容の正しさ」の合計点数の人数分布を算出した。さらに、「記述の有無」「内容の正しさ」の合計点数について、学校種、性別、理科免許の有無、教職経験年数、指導形態の5つのカテゴリーから、それぞれのカテゴリー内で差が生じているのかを探索的に検証した。

「記述の有無」「内容の正しさ」における各構成要素の得点別人数分布を図1に示す。主張については、「記述の有無」「内容の正しさ」とも、ほぼ95%以上が満点であり、回答を記述しなかったり、選択肢を逆に記述したりしている事例はわずかであった。証拠については、「記述の有無」「内容の正しさ」とも、0点が80%近くを占め、証拠にあたる記述が省略されていた。理由付けは、「記述の有無」では80%以上の回答が満点であったのに対して、「内容の正しさ」では、満点が約50%であった。

また、「記述の有無」「内容の正しさ」のそれぞれの合計点数に、学校種、性別、理科免許の有無、教職経験年数、指導形態の5つのカテゴリー内で有意な差はなかった（*ns*）。

さらに、現職教員が記述した要素の組み合わせを分類し、どのようなアーギュメントを構成していたのかに着目すると、図2に示すように、主張、証拠、理由付けの各要素に対応する記述をそれぞれ1つ以上含むアーギュメントを構成できたのは「記述の有無」で17人であり、そのうち「内容の正しさ」を満たしていたのは9人のみであった。

現職教員のアーギュメント構成能力について、主張の構成に関しては高い点数が得られており、質問に正確に答えることができているが、証拠や理由付けに関しては不十分であることを示した結果となっている。証拠に関しては、それぞれの豆電球の明るさについて、省略されることが多く、小学校児童が構成したアーギュメントにおいても、同様の傾向が見られた（坂本ら、2012；山本ら、2013）。

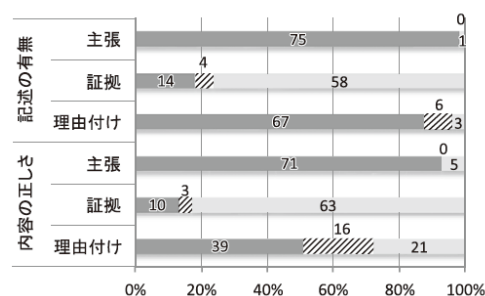


図1 各構成要素の得点別人数分布（人）

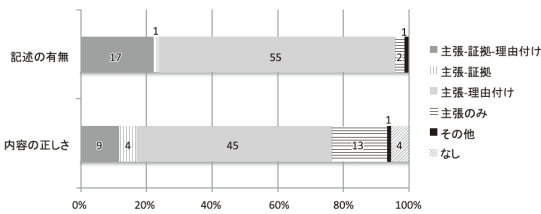


図2 アーギュメントの構成パターン(人)

また、理由付けについては、豆電球の明るさの原因となっている電流(電圧、電力、電流量)に言及する必要がある。しかしながら、理由付けに相当する記述があったとしても不十分であり、科学的な用語や概念を使用しない事例も見られた。

以上から、日常生活の会話においては、省略できることについても、理科の説明では、実験結果や科学の用語で証拠や理由付けを明記する必要があることを教師自らも意識することが必要である。また、学校種、性別、理科免許の有無、教職経験年数、指導の形態による有意な差は見られなかったことから、限定的な推測にとどまるが、アーギュメント構成能力が不十分であることは、教員全般に分け隔てなく当てはまることが推察される。

## (2) プログラムの開発と評価

山本ら(2013)が小学校児童を対象として授業を行う際に導入した、12の教授方略によるプログラムを開発し、小学校の現職教師に適用した。表1はプログラムのプロセスとそこに組み込んだ12の教授方略、及び、教授方略を授業に反映させるためのガイドであるデザイン要素である。本研究のプログラム開発にあたっては、そのプロセスの活動において、教師教育にアーギュメントの構成や評価を導入している海外の先行研究を援用した。これらの取り組みから、本研究のプログラム開発に有用な4つのActivityを抽出し、プログラムの活動を構成した。4つとは、(1)アーギュメントの定義と意義についてのレクチャー、(2)児童のアーギュメントの実態に関するレクチャーと演習、(3)アーギュメントの指導と評価について体験的に理解する演習、(4)小学校授業で実際に行われたアーギュメント指導の概観である。

本プログラムの有効性を明らかにするために、現職教師に対して、アーギュメントを構成させる課題、アーギュメントを評価させる課題、プログラムに関する質問紙調査の3つを設定し、アーギュメントの構成能力と評価能力の向上を分析した。具体的には、プログラムを初めて体験した小学校教師23名を対象に、プログラム中のワークシートに構成した、おもりの重さとふりこの周期に関するアーギュメントを得点化するとともに、プログラム前後において、ふりこの題材とは異なる内容で、アーギュメントの構成やアーギュメントの評価を得点化した。さらに、受講者によるプログラムの感想について、質問紙の回答から検討した。

表1 プログラムのプロセスと組み込んだ12の教授方略とデザイン要素

「教授方略」とデザイン要素	
■準備段階	「カリキュラムの目標」 主張・証拠・理由付けからなるアーギュメントと、知識・理解を組み合わせて、単元の目標を設定する。 「達成すべきアーギュメントの設定」 主張は、単元で扱う自然事象と結び付ける。証拠は、単元で扱う実験結果を対応付ける。理由付けは、単元で扱う知識を対応付ける。 「アーギュメント構造の提示」 理由付けが、主張と証拠を結びつけるということを、視覚的に表現した板書や掲示物を作成する。 「ワークシート上の足場かけ」 理由付けが、主張と証拠を結びつけるということを、視覚的に表現したワークシートを作成する。
■実施段階	Activity1 (20分) アーギュメントの定義と意義についてレクチャー 「アーギュメント構造の説明」 主張の内容を支えるための証拠に対して、科学的なまきをを用いた理由付けが必要であることを説明する。 「日常生活との関連づけ」 質問への回答や他者への説得といった日常生活のうち、主張・証拠・理由付けのいずれかが欠けている事例を抽出する。抽出した日常生活事例について、主張・証拠・理由付けを同定し、アーギュメントの構成要素と抽出した日常生活事例との対応づけを説明する。 「アーギュメントの必要性の説明」 科学の条件としての実証性・再現性・客観性を説明し、説得によって合意を得るプロセスにアーギュメントが不可欠であることを解説する。 「他教科との関連づけ」 他教科の事例を抽出し、主張・証拠・理由付けを同定する。構成要素と抽出した他教科の事例との対応づけを説明する。
Activity2 (20分) 児童のアーギュメントの実態に関するレクチャーと演習	「アーギュメントの例示と批評」 主張・証拠・理由付けからなる適切なアーギュメントと不適切なアーギュメントを例示する。理由付けが証拠と主張を適切に結びつけているか否かという観点から、例示したアーギュメントの適切性についての受講者の批評を促進する。
Activity3 (40分) アーギュメントの指導と評価について体験的に理解する演習	「個人へのフィードバック」 主張・証拠・理由付けがあるか、理由付けが証拠と主張を適切に結びつけているかという観点から、受講者一人ひとりが記述したアーギュメントの良い点や悪い点をフィードバックする。 「相互評価」 主張・証拠・理由付けがあるか、理由付けが証拠と主張を適切に結びつけているかという観点から、少数の受講者同士でお互いの記述したアーギュメントの良い点や悪い点を評価させ合う。 「クラス全体での評価」 クラス全体の受講者同士で、主張・証拠・理由付けからなるアーギュメントを例示する。主張・証拠・理由付けがあるか、理由付けが証拠と主張を適切に結びつけているかという観点から、アーギュメントの良い点や悪い点を評価させ合う。
Activity4 (10分) 小学校授業で実際に行われたアーギュメント指導を概観	

## プログラム中のアーギュメント

Activity3でプログラム中に、小学校教師がワークシートに構成したアーギュメントを分析した。主張(質問の答え)には「おもりを重くしても周期は遅くならない」こと、証拠(実験結果)として「10g, 20gのおもりについて各班で測定した周期の平均値」、理由付け(科学的原理)である「おもりの重さは周期に関係ない」という仮説(科学的まきまり)が解答となる。各構成要素について、対応する記述があるかどうか(以下、「記述の有無」)、記述の内容は正しいか(以下、「内容の科学的正しさ」)の2つを設定し、それぞれ1点満点で得点化した。

3つの構成要素について、「記述の有無」「内容の科学的正しさ」とも、「主張」「証拠」についてはすべての小学校教師が正しく記載できており、「理由付け」に関しても満点が90%以上であった。

## プログラム前後のアーギュメント

アーギュメントプログラムの前後に2つの課題を実施した。1つは、教師自身がアーギュメントを記述して構成する課題として、上述の4(1)の実態調査で用いた、回路と豆電球の明るさに関する課題(以下、アーギュメント構成課題)を採用した。もう1つは、児童が構成したアーギュメントを評価する課

題として、磁石の極に関する課題（以下、アーギュメント評価課題）であった。所要時間は、各 10 分程度であった。

表 2 は、アーギュメント構成課題の得点分布である。プレ・ポスト間で得点分布の向上が有意であった構成要素を太字で示している。「主張」については、プレテストの内容の科学的正しさにおいて、満点が 22 人であったものの、ポストテストでは記述の有無、内容の科学的正しさとも全員が満点であった。「証拠」では、記述の有無・内容の科学的正しさとも、ポストテストで有意な向上が見られた（記述の有無  $p < .05$ 、内容の科学的正しさ  $p < .01$ ）。「理由付け」に関しては、記述の有無では概ねプレ・ポストテストともに 80% 以上が満点であったのに対して、内容の科学的正しさでは、ポストテストでも満点が半数程度であり、11 人は正確に記述できていなかった。このうち 9 人は「理由付け」において、記述の有無では 2 点を付与したものの、内容の科学的正しさでは得点を付与されなかった。利用する科学的原理に、乾電池のつなぎ方と豆電球の明るさのみを記して、電流の大きさに言及できない事例が、9 人中 7 人であった。この他に、科学の用語を用いなかったり、直列つなぎ・並列つなぎの区別を正確に示していなかったりして、得点が付与されなかった事例が 2 人であった。

表 3 は、アーギュメント評価課題の得点分布である。プレ・ポストテスト間で得点分布の向上が有意であった構成要素を太字で示している。ポストテストでは、理由付けが不足している事例 a の「理由」において、誤って証拠の不足を指摘した 1 人の他は、すべての観点で満点であった。特に、理由付けが不足している事例 a の「判定」及び、証拠が不足している事例 c の「判定」「理由」においては、プレテストからポストテストにかけて有意な向上が見られた（事例 a「判定」 $p < .05$ 、事例 c の「判定」「理由」 $p < .001$ ）。

表 2 アーギュメント構成課題の得点分布（人）

	点数	プレ			ポスト			z 値
		2	1	0	2	1	0	
記述の有無	主張	23	0	0	23	0	0	.000
	証拠	9	1	13	18	0	5	-2.168*
	理由付け	19	0	4	21	0	2	-.816
内容の科学的正しさ	主張	22	0	1	23	0	0	-1.000
	証拠	7	2	14	18	0	5	-2.668**
	理由付け	8	6	9	12	0	11	-.453

表 3 アーギュメント評価課題の得点分布（人）

	点数	プレ		ポスト		
		1	0	1	0	
判定	事例 a	16	7	23	0	*
	事例 b	20	3	23	0	
	事例 c	3	20	23	0	***
理由	事例 a	16	7	22	1	
	事例 b	18	5	23	0	
	事例 c	2	21	23	0	***

#### プログラムに関する質問紙調査

プログラムに関する 6 項目の質問紙調査を実施した。アーギュメントやその指導への興味関心（設問 1）のほか、意義・構造・指導法の理解（設問 2）、指導法導入への意欲（設問 3）について設問を設定した。それぞれの質問項目に関して、「とてもそう思う・そう思う・そう思わない・全くそう思わない」の 4 段階の評定尺度による回答人数を集計し、「とてもそう思う・そう思う」の肯定的評価と「そう思わない・全くそう思わない」否定的評価に二分した。また、「この講義・演習について、よかった点について自由にご記入ください（以下、良かった点）」「この講義・演習について、改善したほうがよい点についてご自由に記入ください（以下、改善点）」の 2 つの設問に対する自由記述から、内容別にコード化して回答人数を数えた。

プログラムに対する受講者の感想について、4 段階の評定尺度による回答では、6 つの設問に関して、すべて肯定的な評価のみを得ることができ、否定的な評価は見られなかった。アーギュメントの指導法の理解（設問 2）の他は、肯定的評価のうちの過半数が「とてもそう思う」であった。

自由記述においては、体験活動への評価が高く、Activity2 で児童が記述したアーギュメントを評価したり、Activity3 で実際にふりこの実験を行いながら自自身でアーギュメントを記述したりする経験を通して、アーギュメントやその指導について具体的なイメージを持てたという感想が 15 人と最も多かった。プログラムの改善点に関する自由記述では、具体的に他教科への活用に関する情報を求める意見が 4 人と最も多かった。

#### 総合考察

本プログラムを通して小学校教師は、証拠を省略せずにアーギュメントに明記することに関して、特に意識できるようになった。これらの成果が得られた理由として、まずはプログラムの準備段階において、「カリキュラムの目標」や「達成すべきアーギュメントの設定」のレベルは、初心者である受講者にとって適切であったと判断することができる。これらに加え、「アーギュメント構造の掲示」や「ワークシート上の足場かけ」も、アーギュメント構成の視覚的な支援として、有効に機能していたと推察できる。さらに、受講者への質問紙調査において、アーギュメントの意義・構造・指導法の理解について高い自己評価を得られていることを考慮すると、プログラム中の Activity1 で「アーギュメント構造の説明」や「アーギュメントの必要性の説明」を行ったり、Activity4 で、アーギュメントやその実践事例を紹介したりしたことは、受講者のアーギュメントに対する理解を促進したと考えられる。

次に、アーギュメント評価課題について、現職教師は、プログラムを通して、理由付けや証拠の不足を正しく認識して評価できる

ようになった。この原因は次のように考えられる。本プログラムでは、Activity2 で児童の事例から具体的にアーギュメントの評価観点を共有したり、それらと結びつける形で Activity3 において、実際にふりこの重さを変えて周期を調べる実験を行ったりした。質問紙調査の自由記述において、体験活動が最も高く評価されていることから、受講者は、実際の授業場面でのアーギュメント構成と評価について、連動して体験的にイメージできるようになったと推察できる。これは、「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」といった一連の教授方略を通して、教師が主張・証拠・理由付けの評価観点を意識したアーギュメントを構成するだけでなく、その評価基準に従って、アーギュメントを適切に評価できるようになったと考えられる。

以上より、本プログラムは、アーギュメントを指導する小学校教師にとって、アーギュメントの構成能力や評価能力を育成する上で、有効であることが示された。今後は、プログラムを受講した教師のアーギュメントに対する信念 (Beliefs) から、プログラムをより充実させていくことが課題として明らかになっている。

#### <引用文献>

- McNeill, K.L., & Krajcik, J. (2011). *Supporting grade 5-8 student in constructing explanation in science*. Boston, MA.: Pearson.
- 坂本美紀・山本智一・山口悦司・西垣順子・村津啓太・稲垣成哲 (2012)「アーギュメント・スキルに関する基礎調査：小学校高学年を対象としたスキルの獲得状況」『科学教育研究』第 36 巻, 第 3 号, 252-261.
- 山本智一・坂本美紀・山口悦司・西垣順子・稲垣成哲・村津啓太・稲垣成哲・神山真一 (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」『理科教育学研究』第 53 巻, 第 3 号, 471-484.
- Yamamoto, T., Yamaguchi, E., Muratsu, K., Nakashin, S., & Inagaki, S. (2014). Evaluation of Japanese pre-service teachers' arguments on global warming. In Constantinou, C.P., Papadouris, N., & Hadjigeorgiou, A. (Eds.), *E-book proceedings of the ESERA 2013 conference*, Nicosia, Cyprus: ESERA, 2284-2289.
- Zemal-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P., & Land, S. (2002). Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*, 32(4), 437-463.
- Zohar, A. (2007). Science teacher education and professional development in argumentation. In Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M.P., (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Netherlands: Springer, 245-268.
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 2 件)  
山本智一, 神山真一, 現職教員におけるアーギュメント構成能力の実態調査, 理科教育学研究, 査読有, 第 57 巻, 第 1 号, 2016, 53-61.  
<https://doi.org/10.11639/sjst.15076>  
山本智一, 神山真一, 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, 査読有, 第 57 巻, 第 4 号, 2017, 387-401.  
<https://doi.org/10.11639/sjst.sp16009>  
〔学会発表〕(計 4 件)  
山本智一, 神山真一, 現職教員を対象としたアーギュメント構成能力育成プログラムの開発, 日本理科教育学会第 66 回全国大会, 平成 28 年 8 月 6 日, 信州大学  
山本智一, 神山真一, 現職教員のアーギュメント構成能力向上に関する実践的研究, 日本科学教育学会第 40 回年会, 平成 28 年 8 月 21 日, 大分大学  
Tomokazu Yamamoto, Shinichi Kamiyama, *Teacher beliefs about argumentation in Japanese in-service teachers*, Poster presented at The 12<sup>th</sup> Conference of the European Science Education Research Association (Dublin City University・2017/8/23・ESERA2017)  
山本智一, 神山真一, 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
6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
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  
(2) 研究分担者  
なし  
(3) 連携研究者  
稲垣 成哲 (INAGAKI Shigenori)  
神戸大学大学院人間発達環境学研究科  
研究者番号: 70176387  
山口 悦司 (YAMAGUCHI Etsuji)  
神戸大学大学院人間発達環境学研究科  
研究者番号: 00324898  
(4) 研究協力者  
なし