

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26381205

研究課題名(和文) 数学教育学における協同的問題解決の学習に関する基礎的研究

研究課題名(英文) A Research on Cooperative Problem Solving in Mathematics Education

研究代表者

矢部 敏昭 (YABE, TOSHIAKI)

鳥取大学・地域学部・教授

研究者番号：50230298

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、算数・数学教育学における新しい学習様式を提案したものである。学習者の主体性を前面に打ち出し、かつ、一人ひとりのわかり方の多様性を保証する集団を基本とした学びの様式である。21世紀の知識構成観に立ち、行為する知識・態度に着目しつつ人と人との関わりの中で思考し行動する人間の育成を目的としたものである。

集団を基本とした学びの様式の転換、協同的な学びの対話の様相の分析と考察、課題の発見と活用を導く蓋然的推論の位置づけ、及び新しい授業評価としてのプロセス評価を提案し、学習過程の人間化を志向するとともにその学習理論と方法論の基礎的研究を行ったものである。

研究成果の概要(英文)：In this Thesis, I address new learning form, which is Cooperative Problem Solving in Mathematics Education. This Cooperative Problem Solving is the learning which comes up with the learner's independence strongly and guaranteeing the variety of the way of knowing.

I made the aspects of interaction dialog and cleared the object of the evaluation which calls "The Process Evaluation". And then, I located the Plausible Reasoning in learning processes and intended to humanization the learning processes.

研究分野：教科教育学 数学教育学

キーワード：Constructive interaction Process Evaluation Cooperative learning Plausible Reasoning New learning Form

1. 研究開始当初の背景

新しい学問領域として注目を集めつつある学習科学(learning Sciences)においては、学習を社会的な営みととらえ直すことによって、「学習者の内発的動機づけが社会的に誘発される」ことが指摘され、また、個人の知識構成は少なくとも一定の条件を満たせば「個人が一人で学ぶより効率よくしかも質の高い結果を生むことができる」と指摘されており、21世紀の知識構成観とともに世界的にも広く認められつつある。

本研究の学術的背景は、第一に2005年東京開催のAPEC筑波国際会議における授業研究と、2010年東アジア国際会議・東京開催(ERCOME5,2010)における「新時代の問題解決学習の学習過程の創造」- 知の技法への着目 - の研究成果に依拠する。

第二に、平成23年から25年にかけての「数学教育学における問題解決の学習過程の構築に関する実証的研究」(矢部、課題番号23531196)において、全国25か所の実践協力校(高知県内、広島県内、京都市内、福岡県内、愛知県内、及び鳥取県内)との授業研究会により、集団を基本とした協同的な学習の研究成果と授業構成原理10の視点を、実証的根拠として持つものである。

さらに、その第三は日々の授業を改善しつつ授業の「質」を高める協同的な問題解決の学習過程の構築である。この研究成果は、一方で数学教育学の目標・評価論の再構築を意図し、その実証的根拠は学習者の実際の数学的活動と自己評価の諸様相である。他方では、問題解決学習の学習理論及び指導方法から導かれた5つの学習過程の導出である。算数・数学の学習がただ単に算数・数学的真理のみを学び取るものであるならば、そこには学び手の人間性は存在しにくく、かつ、主体性を持った学習者とは呼び難い。

言い換えれば、算数・数学教育は人と人との関わりの中で思考し行動する人間形成に

寄与し、算数・数学の学び手の主体性と学習過程の人間化を志向する展開を目指すと言えるからである。ここに、集団を基本とした協同的な学習に着目する所以である。

2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、集団を基本とした協同的な学習を積極的に奨励した協同的問題解決の学習に転化するとともに、課題の発見を導く蓋然的推論を学習過程に位置づけるものである。

第二の目的は、協同的な学習の対話の様相を分析する視点を設定し考察するとともに、新しい授業評価としての“プロセス評価”を提出し、実践的研究に向けての基礎を築き上げるものである。

3. 研究の方法

本研究の第一の方法は、認知心理学と教科教育学が作り出しつつある「学習科学」の新たな学習として、協調的な学習の知見を援用し、算数・数学の学習において世界的に広がっている問題解決の学習とを統合した新たな学習スタイルを確立するところにある。そして、我が国の新学習指導要領にみられるように、活用型の知識の養成は必要であり、新たな集団を基本とした学習の様式の転換を図るものである。

第二の方法は、人間形成の2つの基本的形式(方向性)から協同的な問題解決の学習過程を人間化していき、授業構成と展開の具体化を図る点である。つまり、「人間の客観化」としての教育と、「人間の主体化」としての教育の実現を目指すものである。

第三の方法は、協同的な問題解決の学習過程の構築に当たって、「使える知識」を重視した活用型の授業構成とその展開を図るものである。全国の各実践協力校と授業研究会を積み重ね、実践的課題を導出するとともにその課題解決を図るものである。

4. 研究成果

(1) 集団を基本とした学びの様式の転換

本研究は、学習科学が主張する「学習者自ら知識を作り上げる」という知識構成観と、「知識は他人とのやりとりの中で獲得され、磨き上げられるもの」とする学習観を基本として、協同的学びを積極的に取り入れたものである。

つまり、ここで提案する学びの様式は、学習者の主体性を全面に打ち出し、他者との学びを積極的に促進するとともに保証するものである。言い換えれば、学習者一人ひとりの問題解決過程において、学習者が必要に応じて自ら集団を構成し、他者との学びを展開する。また、その集団の大きさとそこで展開される対話の内容は個々に異なるのである。集団を基本とした学び（以下「協同的学び」と呼ぶ）は、学習者の学びの主体性とわかり方の多様性を保証した学びである。

(2) 蓋然的推論の位置づけ

本研究は、「発見の論理」と呼ばれる蓋然的推論を問題解決の学習過程に位置づけるとともに、授業を構成し展開したものである。算数・数学の学習において重要視されてきたことは正しさを保証する論証の論理（論証的推論）であり、予測したり推測したりする発見の論理（蓋然的推論）は危険で暫定的なものとして、決して重視されるものではなかった。しかし、考えてみれば証明するためには証明する事柄の発見が不可欠であり、算数・数学の学習が学習者の小さな発見の積み重ねで展開されることを期待するならば、今後私たちは予測したり推測したりする論理を、また発見の仕方を学ぶ機会を学習過程に位置づけることが必要と考えるのである。

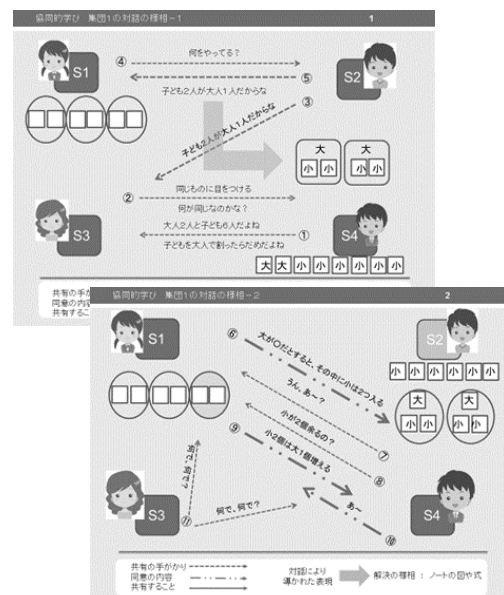
さらに、算数・数学の学習が何らかの数学的発見を反映する数学的活動となり、その数学的活動が学習者と教師の協同による創造的活動となり得ることを期待するならば、私たちは問題の解決の糸口を見出す行為や数

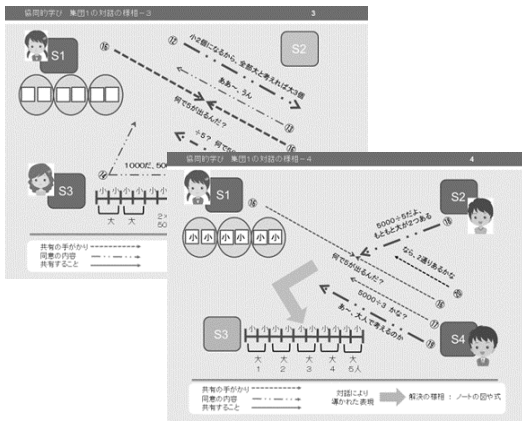
学的発見を導く推論を、将来を生きる学習者に学ばせたい。問題の構成や課題の発見は、算数・数学の学習ならではの教科固有の特性であり、未知なる問題状況に直面した際に既知の数量をもとに未知の数量に着目する態度によって導かれ構成され得ること。また、学習者の主体性は明確な課題意識や学習者自らによる課題の発見によって生まれ、期待できることを明確にしたものである。

(3) 協同的学びによる対話の様相

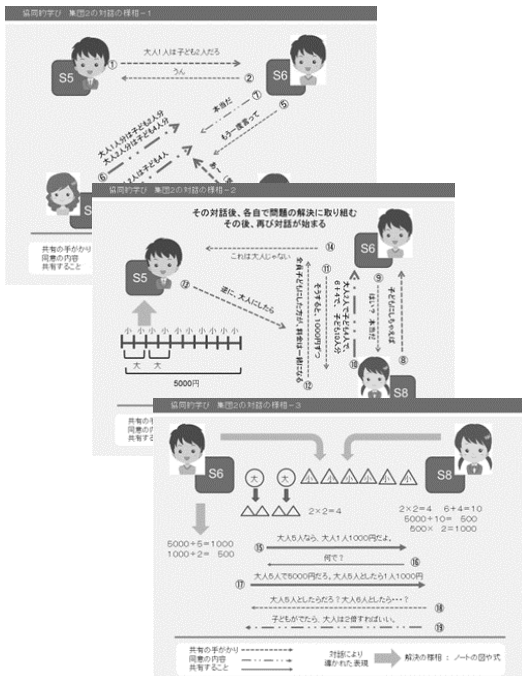
学習者が問題の解決に向けて他者と質問や疑問、確認や意見、説明や解釈等を交わす一連の活動は相互作用と呼ばれる。ある目的のもとに行われる生産的対話を建設的相互作用と呼ぶものである。そして、様相の考察に当たっては、「共有の手がかり」「同意の内容」「共有すること」の3つの要素を分類の観点として設定したものであり、本研究においては4つの集団を取り上げて考察したものである。

第1の集団は、学習者間の対話により主として2通りの考え方が生み出される過程である。第2及び第3の集団は、解決の糸口を見出し、解決の遂行へと結びつける過程である。そして、第4の集団は、共有の手がかりから同意の内容へと至る過程を取り上げたものである。





学習者の学ぶ意欲は学習活動の何に依存するのであるか。従来から教育学・心理学において言われてきた 教材固有の価値に依存し、学習者の発見感に依存し、そして学習者の活動に依存することは既に知るところである。今日、認知科学の1つの焦点となっている学習者の学ぶ意欲(内発的動機付け)は、他者の学びや集団によって生まれ育まれるということは強調したい点であり、まさに“学びに向かう力”としての1つの評価の観点となり得るものと思われるのである。



対話の様相を分析することによって、問題解決の糸口はただ単に相手の考えを聞くことによって得られるものではなく、学習者そ

れぞれが何らかの疑問、問いや意見に裏打ちされた上に、対話を通して自らの疑問、問いや意見を自らに問い直す過程、あるいは全く新しい視点へと問題の条件を見直したり表した図や式を読み返したりする過程で、気づきまたは気づかされ、得られる機会となり得るものと言えるのである。

また、協同的学びの対話は、私たち教師が思っている以上に厳密で明確な学び合いが展開され、意味や明確な根拠なしには容易に合意に至らないことがわかり、集団での合意に至る過程や共有される過程が読み取れる。

協同的問題解決の学習において、わからないと言えること、また質問し合い問い合える状況は、それぞれの学習者にとって少なからずある程度の知識や経験なくして行うことはできないと言えるのである。ここに、協同的学びは分かりかけた知識を対話によって確かな知識へと変容させると言われる所以がある。

(4) プロセス評価

協同的学びの様式の転換は、学習者の主体性とわかり方の多様性を保証し、人と人との関わりの中で思考し行動する人間(学習者)の育成を目指すとともに、学習者一人ひとりの学ぶ意欲が他者の学びや集団によって喚起されることは既に述べた通りである。また、協同的学びはその対話の様相から、私たち教師が思っている以上に厳密で明確な学び合いが展開され、意味や明確な根拠なしには容易に同意に至らず、集団での共有の過程がみてとれた。

言い換えれば、協同的問題解決の学習評価はこのプロセス(過程)を評価の対象として、学習者の進歩の状況や学びの改善に向けた示唆を得る学びの方法である。

新しい評価として、算数・数学の学習の成果は学習者が“何を発見し問題が解けたか”ではなく、その何を“いかに発見しどのように解決したか”への着目であり、何を学んだ

かではなく、その何をどのように学んだかなのである。新時代に向けたこのプロセス評価は、その対象を“結果”から“過程”へと移すことであり、“人はいかに学ぶか”の評価になり得るものとする。

(5) 全国実践協力校の一覧とその成果

平成 26 年度

実践協力校は、高知県 9 校、鳥取県 8 校、京都市 4 校、及び兵庫県 4 校の計 25 校であり、小学校 20 校と中学校 5 校である。

高知県香美市立大宮小学校、鏡野中学校、舟入小学校、山田小学校、香北中学校、安芸市立安芸中学校、安芸第一小学校、井ノ口小学校、清水ヶ丘中学校、鳥取県北条町立大栄小学校、鳥取市立面影小学校、伯耆町立岸本小学校、米子市立箕蚊屋小学校、鳥取市立遷喬小学校、境港市立渡小学校、南中学校、日南町立日南小学校、京都市立室町小学校、大塚小学校、西陣中央小学校、御所南小学校、兵庫県川西市立北条小学校、赤穂市立原小学校、篠山市立篠山小学校、川西市立明峰小学校。

平成 27 年度

実践協力校は、高知県 9 校、鳥取県 10 校、京都市 5 校、及び兵庫県 5 校の計 29 校であり、小学校 24 校と中学校 5 校である。

高知県香美市立大宮小学校、鏡野中学校、舟入小学校、山田小学校、香北中学校、安芸市立安芸中学校、安芸第一小学校、井ノ口小学校、清水ヶ丘中学校、鳥取県北条町立大栄小学校、鳥取市立面影小学校、伯耆町立岸本小学校、米子市立箕蚊屋小学校、取市立遷喬小学校、境港市立渡小学校、鳥取市立南中学校、日南町立日南小学校、東郷小学校、鳥取県泊小学校、京都市立室町小学校、大塚小学校、西陣中央小学校、御所南小学校、京都府向日市第 2 向陽小学校、兵庫県川西市立北条小学校、赤穂市立原小学校、篠山市立篠山小学校、川西市立明峰小学校、綾部市物部小学校。

平成 28 年度

実践協力校は、高知県 11 校、鳥取県 10 校、

京都市 7 校、及び兵庫県 5 校の計 33 校であり、小学校 28 校と中学校 5 校である。

高知県香美市立大宮小学校、鏡野中学校、舟入小学校、山田小学校、香北中学校、安芸市立安芸中学校、安芸第一小学校、井ノ口小学校、清水ヶ丘中学校、高知市介良潮見台小学校、香美市香長小学校、鳥取県北条町立大栄小学校、鳥取市立面影小学校、伯耆町立岸本小学校、米子市立箕蚊屋小学校、鳥取市立遷喬小学校、境港市立渡小学校、鳥取市立南中学校、日南町立日南小学校、東郷小学校、泊小学校、京都市立室町小学校、大塚小学校、西陣中央小学校、御所南小学校、北白川小学校、砂川小学校、京都府向日市第 2 向陽小学校、兵庫県川西市立北条小学校、赤穂市立原小学校、篠山市立篠山小学校、川西市立明峰小学校、綾部市物部小学校。

全国実践協力校の学習成果

全国実践協力校の学習成果として特筆すべき事柄は、例えば T 県において県平均あるいは全国平均とほぼ同じであった S 学校は、1 年後右のグラフに示す通り、A 問題及び B 問題の両方において、全国平均を大きく上回っていることがわかる。

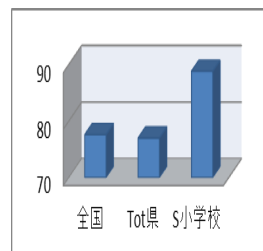
私たちはテストの点数を上げることを目的としたのではない。授業研究の目的は授業の質の向上であり、教員一人ひとりの指導力の向上を目的に授業改善を試みた結果である。

授業研究会に関わ

った 3 年間を通した変容でもわかるように、本研究は我が国の学習様式の転換を図るた

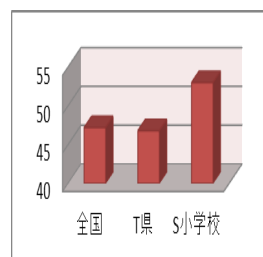
算数 A 問題

S 小学校



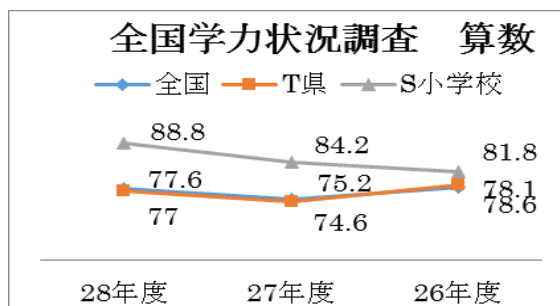
算数 B 問題

S 小学校



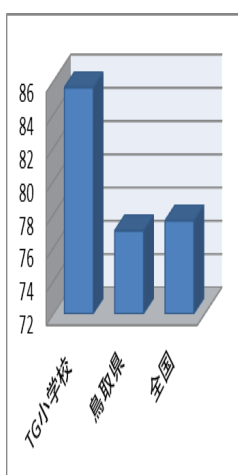
めの基礎的研究であった。

S 小学校の 3 年間の推移



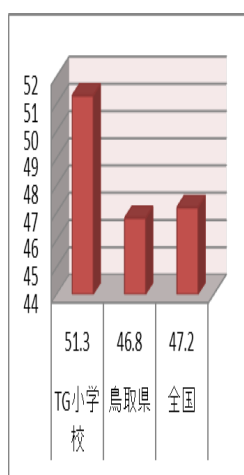
算数 A 問題

TG 小学校



算数 B 問題

TG 小学校



学習者一人ひとりには皆「分きたい」と望んでいるのであり、その学びに向かう姿勢は、協同的学びの対話の過程によく表れている。私たち教師が思う以上に学習者一人一人は安易に他者の考えを受け入れるものではなく、納得がいくまで問い合い、明確な根拠を求めて学び合うのである。

問題解決の学習は、人間の思考様式を重んじながらも、“人はいかに問題を解くか”という良き問題解決者の育成を目指したものであった。本研究で提案した協同的問題解決の学習は、“行為する知”としての知識構成観とわかり方の多様性を保証する学習観に基づきながら、“人はいかに学ぶか”という未来に生きる人間の育成を目指したものとえよう。

そして、学習過程そのものを人間化し、人と人との関わりの中で思考する人間の育成であり、かつ、行為に移すことのできる人間の育成を目的とした学びの様式の転換と考えるものである。プロセス評価を提案したように、何を学んだかではなく、その何をどのように学んだかが、学習においては重要であり、学習の過程を対象とした評価への転換もまた提案するものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

- 1) 矢部敏昭 他「数学教育学における協同的問題解決の学習(第5次研究)-協同的学びの対話に焦点を当てた授業評価の試み-」.鳥取大学 教育研究論集 査読有 第7号.2017.2, Pp;1-11.
- 2) 矢部敏昭 他「数学教育学における協同的問題解決の学習(第4次研究)-授業評価の対象とその実践的試行-」.鳥取大学 教育研究論集 査読有 第6号.2016.2, Pp;1-11.
- 3) 矢部敏昭 他「数学教育学における協同的問題解決の学習(第3次研究)-学習過程の構築と評価の対象の転換」.鳥取大学 地域学論集 査読有 第12巻第1号.2015.8 Pp; 101-112.
- 4) 矢部敏昭 他「数学教育学における協同的問題解決の学習(第2次研究)-協同的な学びの「対話の様相」に焦点を当てて-」.鳥取大学 地域学論集 査読有 第11巻第3号.2015.3 Pp; 171-179.

6. 研究組織

(1)研究代表者

矢部 敏昭 (YABE, Toshiaki)

鳥取大学・地域学部・教授

研究者番号：50230298