

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650525

研究課題名(和文) 数学的な思考力・表現力の評価に関する研究

研究課題名(英文) Research on evaluation of mathematical thinking and expression

研究代表者

早川 健 (HAYAKAWA, Ken)

山梨大学・教育学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40585387

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：客観的な量的評価を行うための問題開発では、(1)授業で実際に行った問題解決を再現し、それに加えて授業で扱わなかった発展的な課題を問う問題、(2)授業で扱った問題とは異なる文脈・場面で、授業で焦点を当てた数学的な考え方を問う問題を作成した。実施した結果、友達の考えを解釈して自分なりに表現できた、授業で見出した考えを活用して解決できた等の成果を得た。授業中のノート記述と学習感想による質的評価では、学習感想に(1)「授業で一番大切だと思ったこと」、(2)「今の自分の考えとはじめの自分の考えをくらべて、気がついたこと」の2つを記述させ、自己評価を児童自身が自分の学習に生かすことを目指した。

研究成果の概要(英文)：Problem development for performing quantitative evaluation 1.The problem which asks the expansive subject which reproduced problem solving actually performed by the lesson, and was not treated by lesson in addition, 2.The problem which asks the mathematical view which the problem dealt with by the lesson is the different context, and focused by the lesson. The following result was obtained. The friend's idea was interpreted and it has expressed for itself. The idea found out by the lesson has been utilized and solved.

Qualitative evaluation by the note description in session, and study comment Study comments were made to describe the following thing.1.the most important by the lesson,2.notices compared first idea and present idea. It aimed at that the child itself employed self-valuation in study of him efficiently.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：数学的な思考力・表現力

1. 研究開始当初の背景

思考力・判断力・表現力は、新しい学習指導要領において学力の核となる力である。これらを育てる「指導」については、多くの研究者の理論研究や現場教員の実践研究が行われ、研究報告も多い。筆者も数学的な考え方を育てる指導について、小学校現場でこれまで多くの実践を行い実証してきた。思考力・判断力・表現力を育てる「指導」方法は、ある程度確立されたと考えてよい。

しかし、指導と表裏一体である「評価」については、数学的記述から思考をみとる質的な評価方法の研究は行われているが、量的で客観的な評価の実践研究は少ない。したがって、質的、量的両面における思考力・判断力・表現力の評価方法は未だ確立されていない。

これまで児童生徒の評価については、各教科とも主に4つの観点「関心・意欲・態度」「思考・判断・表現」「技能」「知識・理解」により評価してきた。このうち、「関心・意欲・態度」は授業中の発言や態度から、「技能」は習熟度合いをみる問題で、「知識・理解」は知識の量をみる問題を課して評価する。これらは現場からも納得を得て実施され、中教審教育課程部会児童生徒の学習評価の在り方に関するワーキンググループによると95%以上円滑に実施できているとしている。

これに比べ、「思考・判断・表現」については、円滑に実施できている割合が少なく、何よりも「思考・判断・表現」の観点で評価する方法が確立されておらず、学校現場の課題となっている。

中教審教育課程部会でも「思考力や判断力等を客観的かつ的確に評価する手段や方法論はまだ整備されていない。」「小学校の現場では、担任任せになっている現状を懸念している。」という意見が出ており、思考力・判断力・表現力を評価する方法の確立は急務の課題となっている。

2. 研究の目的

数学的な思考力・表現力を質的、量的両面で評価する方法を提案することにある。

質的方法是「(1) 授業中のノート記述と学習感想」によって、量的方法は「(2) 授業後の評価問題」によって評価する。

(1)は、数学的記述から思考をみとる方法であり、筆者の先行研究からも、数学的な考え方の変容をみとる評価の有効性が明らかにされている。

(2)については、全国学力・学習状況調査の結果等を基に評価問題を開発し、信頼性と妥当性を検証する。

これまでの研究成果である(1)質的な評価と(2)量的な評価問題による評価を相互に関連させて、算数・数学科における思考力・判断力・表現力を総合的に評価する方法を提案することを目指す。

3. 研究の方法

< 評価問題の開発 >

先行研究をもとに研究授業を経て評価問題を作成する。

問題作成には、これまでの全国学力・学習状況調査の結果を基にする。また、算数・数学科におけるミスコンセプションの研究やつまずきの研究の知見を取り入れる。

評価問題は、授業中の問題解決の過程で表れた、児童の素朴な発想や多様な考え、つまずきやミスコンセプションをもとにして、作成する。また、授業中に実際に表れた児童相互の議論の場面を再現する問題なども取り入れる。授業展開と関連させた思考の様相をみとるためである。

そのために、ビデオ機器や授業記録分析ソフトを活用して、授業を克明に記録し、個々の児童の理解の様相を明らかにする。

< 思考力・表現力の評価方法を提案 >

質的な評価と量的な評価問題による評価を相互に関連させた、算数・数学科における思考力・表現力の評価方法を提案する。

数学的な思考力・表現力の評価について、開発した評価問題を教材関連させた研究授業を計画する。

質的な評価：

授業記録の分析、ノート記述・学習感想を収集し、授業中のノート記述・学習感想の分析を行う。

量的な評価：

評価問題を行い、評価問題の結果の分析を行う。

研究協力者と小学校の教員との研究会を開催し、プロトコール分析とノート記述・学習感想の分析、評価問題の回答分析と考察を行う。ノート記述・学習感想、評価問題を連携した数学的な思考力・表現力の評価の総括と、その信頼性と妥当性を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 評価問題の作成 (量的評価)

との2つの観点から評価問題を作成した。

授業で実際に行った問題解決を再現し、それに加えて授業で扱わなかった発展的な課題を問う。【再現・発展問題】

問題解決授業の全体検討で行われた、友達の表現をよみ、友達の考えを解釈した授業場面を再現する。

< 問題の構造 >

実際の授業と同一条件：用いられる数学的思考方、授業展開、既習の問題場面
実際の授業と変える条件：数値、素材、発展的な問い

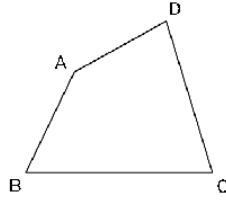
< 問題例 >

- ア) 5年 図形の角
- イ) 3年 あまりのあるわり算
- ウ) 6年 場合の数

実際の問題 ア) 5年 図形の角

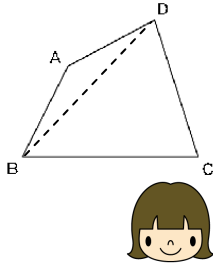
図形の角を調べよう

四角形 ABCD の 4 つの角の大きさの和を求める問題で、あやさん、まりさん、けんさんは、次のように考えました。



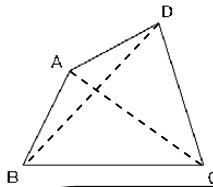
あやさんの考えの続きを、言葉や式で説明しましょう。

<あやさんの考え>



四角形 ABCD の頂点 B と頂点 D を結んで、2 つの三角形に分けました。三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° です。

<まりさんの考え>



四角形 ABCD の頂点 A と頂点 C、頂点 B と頂点 D を結ぶと、四角形 ABCD は 4 つの三角形に分けられます。三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° なので、4 つ分は $180 \times 4 = 720$ で、 720° になります。でも、O の周りの 360° はよぶんなので、 720° から引きます。だから、式は $720 - 360 = 360$ で、四角形 ABCD の 4 つの角の大きさの和は、 360° です。

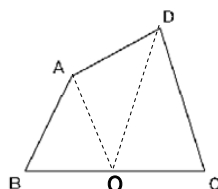


けんさんはまりさんの考えを聞いて、4 つの三角形ではなく、3 つの三角形に分けても、答えを出せるのではないかと考えました。そこで、次の図をかくて考えました。

下のけんさんの考えを読んで、あなたが一番よいと思うものを、1~5 から選んでください。5 を選んだ人は、言葉や式や図を使って説明しましょう。

<けんさんの考え>

四角形 ABCD の辺 BC 上に点 O をとって、頂点 A、D と O を結ぶと 3 つの三角形に分けられます。



1 三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° なので、三角形 3 つ分では、 $180 \times 3 = 540$ で、 540° になります。三角形 AOD はよぶんなので、 540° から引いて、 $540 - 180 = 360$
答え 360°

2 三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° なので、三角形 3 つ分では、 $180 \times 3 = 540$ で、 540° になります。O はよぶんなので、 540° から引いて、 $540 - 180 = 360$
答え 360°

3 三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° なので、三角形 3 つ分では、 $180 \times 3 = 540$ で、 540° になります。よぶんなところはないので、答え 540°

4 AO と DO を結んではいけないので、けんさんのやり方はまちがっている。

5 その他 1~4 以外の考え方

授業で扱った問題とは異なる文脈・場面で、授業で焦点を当てた数学的な考え方を問う。

【活用・発展問題】

<問題の構造>

実際の授業と同一条件：用いられる数学的思考方

実際の授業と変える条件：数値、素材、未習の問題場面

<問題例>

ア) 5 年 三角形の面積 (先行研究)

イ) 3 年 あまりのあるわり算

(2) 評価問題作成・実施の成果 (量的評価)

問題を実施した結果、再現・発展問題では友達の考えを解釈して自分なりに表現して解決する児童が多く見受けられた。活用・発展問題では、問題でねらった考えを活用して解決する児童が見受けられた。実際に評価問題を実施・分析する過程を経験して明らかになったことは、問題を実施後、再度、クラス全体で評価問題の問題解決方法について議論する時間が必要であることである。

再現・発展問題と活用・発展問題を実施して共通することは、思考力・表現力を育てる指導後に、本研究で実施した評価問題を行うことは、教師にとって児童の思考力をみとるだけではなく、児童にとって自身の学習に生かされることになることである。つまり、評価問題を実施することが思考力・表現力を育てることにつながる。この意味で、本研究で実施した評価問題を行うことは価値のあることだと考える。

(3) 学習感想による自己評価 (質的評価)

授業中のノート記述と学習感想によって、思考力・表現力を質的に評価する。

児童自身が 1 時間の変容をみとることができる自己評価を行う。自己評価を児童自身が

自分の学習に生かすことが重要である。そのために学習感想では、「授業で一番大切だと思ったこと」、「今の自分の考えとはじめの自分の考えをくらべて、気がついたこと」の2つを記述させる。これが本研究の思考力・表現力の評価方法の新たな提案である。

このことについて以下で具体的に述べる。

「授業で一番大切だと思ったこと」をかく自己評価は学習目標に照らし合わせて行うものである。学習者である児童は、問題解決型の授業過程、問題把握、自力解決、全体検討、まとめ・振り返りの中で、学習目標を形成していく。まとめでは、「授業で一番大切なこと」を問い、児童に学習目標を意識させて、自己評価させていくことをねらう。

「今の自分の考えとはじめの自分の考えをくらべて、気がついたこと」をかく

1時間の自己評価は、本時の1時間に、自分の考えがいかに高まったか、変容したかをみとることである。その際、はじめの自分の理解の状態と1時間後の自分の理解の状態とを比較する必要がある。変容の規準は、はじめの自分の考えである。

児童はノートに問題をかいたあと、自力解決の段階で、自分の考えをかいていく。本時で新しく学習する内容が未習の状態での自分の考えをかくのである。新たな問題に直面し、既習事項を生かして解決する自分の姿が映し出される。既習の知識・技能・考え方とともに、本時の問題を解決するときの自分の考えがノート上に表出される。はじめの考えの内容は、必ずしも精練された思考ではない。これまでの既習経験をもとにした素朴概念が現れる。本研究では、この自力解決で表現される思考を「はじめの自分の考え」とし、授業のはじめの理解の状態とする。

自力解決の後、問題解決の経過や結果を全体で検討する。ここでは、友達の考えが発表される。一人一人の表現をよみ、考えを解釈していく。友達の考えには、自分の考えと同じものも出てくる。考えが同じで表現も同じものもあるし、考えは同じだが表現が異なる場合もある。数学的な考え方は様々な数学的な表現で表される。例えば、自分は式と言葉で表現するが、友達は同じ考えを図で表現することがある。友達の図と自分の式を比較して、新たな表現方法を知る場面である。また、自分の考えと友達の考えが異なる場合には、その違いを吟味して、新たな考えを知ることになる。新たな表現や考えを知る場面では、教師の教育的な価値付けが行われる。児童の表現に対して、他の表現との関連について問われ、言葉、式、図等の数学的表現を行き来して、児童は自分の考えを深めていく。教師はこの過程を板書する。はじめの考えから一段高まった思考や表現が黒板上に現れるのである。児童の考えに対して、その根拠の正しさ、着想のよさ、適切さ、簡潔さ、他の考えとの類似点や相違点、その考えの一般性や発展性が明確にされる。全体検討の過程で、

このような教師の指導により、児童の思考が深まり広がるのである。

全体検討の後のまとめでは、1時間の授業を振り返る。

「授業で一番大切だと思ったこと」をかかせることで、新しく見出した学習内容や考え方を見直し、再確認する。教師とともに板書を見ながら1時間を振り返り、新たな考えや数学的な内容を確認めるのである。また、「今の自分の考えとはじめの自分の考えをくらべて、気がついたこと」をかかせることで、はじめの考えとの変容を意識しながら、自分の考えを省察し、深めていく。

このようにして、児童は、1時間の学習の過程で新たに獲得した知識・技能・考え方を、振り返り見直す場面で、既習の知識・技能・考え方につなげたり結びつけたりして、自己の知識体系に組み入れていく。

(4) 授業中のノート記述と学習感想による評価の特徴(質的評価)

学習目標となる新たに学んだ内容の理解を深めるために「授業で一番大切だと思ったこと」をノートに記述させる。また、自己の変容過程を、自分自身が把握できるようにさせるために、「今の自分の考えとはじめの自分の考えをくらべて、気がついたこと」をノートに記述させる。

このように振り返る段階では、はじめの自分との違いを明確にさせることで、学習の高まりや思考の変容を自身で認識できるのである。

との記述をとおして、児童が本時の評価を次の自分の学習に生かしていくことができる。この自己評価は、本研究で取り組んできた数学的な思考力・表現力の質的な評価で目指すことである。

5. 主な発表論文等

〔その他〕

ホームページ等

「つくる」算数、「使える」算数をめざして
<http://ten.tokyo-shoseki.co.jp/download/fr1/htm/emd94348.htm>

(算数・数学科における思考力・表現力を育成するための実践資料を掲載している。)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

早川 健 (HAYAKAWA, Ken)

山梨大学・教育学研究科(研究院)・准教授

研究者番号: 40585387

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連署研究者

該当なし