

筋道を立てて考える力を育てる算数指導の工夫

- 量と測定領域「角」における授業構成 -

葛 貫 泰 代¹

算数科においては、知識・技能を習得するだけでなく、それらを活用し、筋道を立てて考える力の育成が必要と考える。本研究では、子ども同士のかかわりの中で、授業構成(教材開発・授業展開・評価)のあり方を工夫することで、筋道を立てて考える力が育つことを、量と測定領域「角」の授業実践を通して検証した。

はじめに

平成17年、小学校4年生から中学校3年生を対象に国立教育政策研究所が「特定の課題に関する調査」を実施した。この調査は、従来実施されてきた「教育課程実施状況調査」では把握が難しい内容について調査研究を行うという目的で実施された。その調査結果(国立教育政策研究所 2006)によると、算数では論理的に考えることやその考えを表現することに課題があることが指摘された。

また、平成19年4月には、国際学力調査の結果に見られる学力や学習意欲の低下傾向を受けて、「平成19年度全国学力・学習状況調査」が実施された。この調査結果(国立教育政策研究所 2007)においても、小学校6年生の算数では、学習内容はおおむね理解しているとされながらも、知識・技能を活用する力には課題があるという指摘がなされている。

教育現場では、計算練習を強化したり、少人数指導、習熟度別クラスなど指導形態を工夫したりと熱心な取組が行われ、子どもの知識・技能面での成果は上がってきている。しかし、上記の学力調査にも見られるように、子どもの筋道を立てて考える力の弱さは目立っている。また、日々の授業の中でも、子どもに考える力が育っていないことを感じている教師は少なくない。

研究の内容

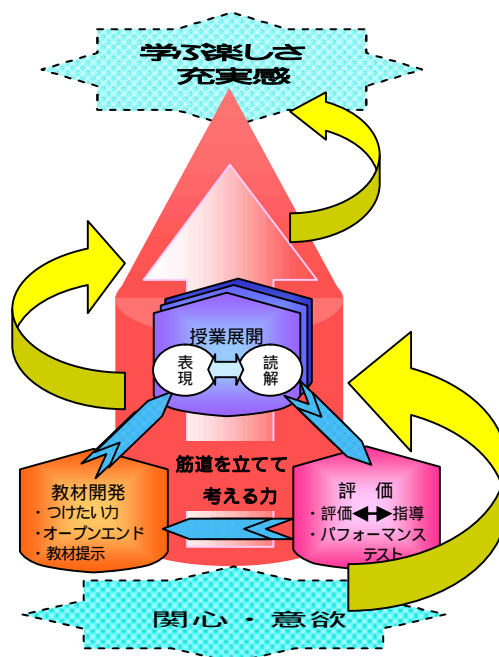
1 研究仮説

なぜ、考える力は育っていないのだろうか。それは、一人ひとりの子どもが獲得した知識・技能を活用して考える活動を十分に行っていないという、授業展開に問題の一因があるのではないと思われる。考える力を育てるためには、授業展開を工夫し、子ども同士のかかわりの中で、表現や読解の相互活動を行い、一人ひとりの子どもが考える活動を授業の中に仕組んでい

くことが考えられる。また、それだけでなく、授業を支える教材の開発や子どもの考える力を具体的に見とっていく評価方法の工夫を含めた、授業構成のあり方を見直していくことも必要である。そこで、次のような仮説を立て、研究を進めることにした。

《仮説》 子ども同士のかかわりの中で、授業構成(教材開発・授業展開・評価)のあり方を工夫していくことで、筋道を立てて考える力が育つだろう。

このような「筋道を立てて考える力」を育てる授業構成の工夫は、同時に子どもの関心・意欲を引き出し、やがて算数を学ぶ楽しさや充実感につながっていくであろう。第1図は研究の内容をまとめた構想図である。



第1図 研究構想図

2 筋道を立てて考える力を育てるために

(1) 全国学力・学習状況調査に見られる考える力

平成19年度全国学力・学習状況調査(小学校)では、数量や図形についての基礎的・基本的な知識・技能を活用することができるかどうかを見るために、算数Bというテストが行われた。活用するために必要となるのが、考える力である。

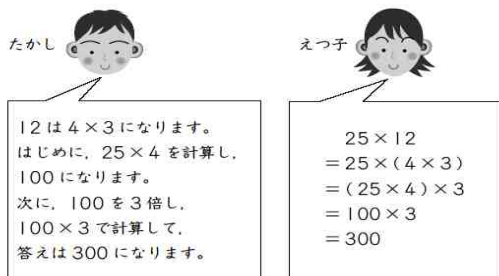
1 伊勢原市立高部屋小学校
研修分野(算数・数学)

小学校では、考える力を評価するために客観テストにある「数学的な考え方」の問題を使用することが多い。この「数学的な考え方」を評価する問題は文章題を読み、立式し答えを記述していく、短答式がほとんどであり、理由や方法、自分の考えを記述させることは少ない。しかし、この算数Bでは、評価の観点が第1表のように「数学的な考え方」「数量や図形についての表現・処理」「数量や図形についての知識・理解」とあり、問題形式も選択式、短答式、記述式と多様である。すなわち、様々な視点から考える力を測ろうとしていることがうかがえる。

第1表 算数B分類・区別集計結果(平成19年度全国学力・学習状況調査【小学校】調査結果概要 国立教育政策研究所 2007)

| 分類 | 区分 | 対象設問数(問) | 平均正答率(%) |
|-----------|-----------------|----------|----------|
| 学習指導要領の領域 | 数と計算 | 2 | 59.1 |
| | 量と測定 | 3 | 58.2 |
| | 図形 | 3 | 72.7 |
| | 数量関係 | 9 | 65.7 |
| 評価の観点 | 算数への関心・意欲・態度 | 0 | |
| | 数学的な考え方 | 8 | 59.8 |
| | 数量や図形についての表現・処理 | 4 | 65.6 |
| | 数量や図形についての知識・理解 | 2 | 73.3 |
| 問題形式 | 選択式 | 5 | 73.2 |
| | 短答式 | 4 | 73.8 |
| | 記述式 | 5 | 45.2 |

また、算数Bは、子どもに読み取らせていく設問も客観テストに比べると長文である。これは問題を複雑にするためのものではなく、日常場面をイメージした設定で問題文が作られているためである。



第2図 チョコレートの代金を求める問題(平成19年度全国学力・学習状況調査の調査問題について 小学校第6学年算数 国立教育政策研究所 2007)

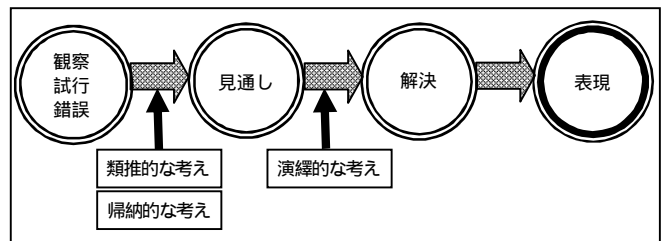
例えば「計算法則を用いた工夫(チョコレートの代金を求める問題)」では、筆算を使わずに工夫して答えを求めた二人の考えを読み取らせた上で(第2図)チョコレートの個数を置き換えた問題の解決方法を、言葉や式を使って記述させている。このように、言葉や式を読み取りながらイメージを作り、筋道を立てて考えていくことを要求した問題が算数Bの中にはいくつもある。このため、解き方のパターンを習得し、再生

するような問題解決の方法に慣れている子どもには、難しく感じられたかもしれない。

子どもが習得した知識や技能を取り出し、根拠に基づいて立論し、それを表現していくような考える力を育てていかなければならないことを、この全国学力テストから強く感じた。

(2)算数科で育てたい「筋道を立てて考える力」とは『小学校学習指導要領解説算数編』(文部省 1999)の中で、算数の目標にある「日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てる」を解説している部分がある。それを要約すると、「筋道を立てて考える力」とは、観察や試行錯誤も含め、類推的な考えや帰納的な考え、演繹的な考えを用いて解決を図ることのできる力ということになる。

これを一般的なモデルで表すと第3図のようになる。まず課題が与えられると、観察、試行錯誤が行われ、類推的な考えや帰納的な考えなどを用い、解決への見通しを持つ。次に既習の知識や技能を活用し、明確な根拠を示しながら、その見通しが正しいことを立論していく。つまり、演繹的な考え方で立論を進め、解決を図っていくのである。そしてその考え方を相手にわかるように、図や式や言葉を用いて記述したり、図や式や言葉で説明したりしていく。本研究では、考え方が確立するところだけでなく、表現まで含めたプロセスを、「筋道を立てて考える」と、とらえていきたい。



第3図 筋道を立てて考えるプロセスの一例

(3)考える力の評価としてのパフォーマンステスト

考える力を育てるならば、考えるプロセスを大事にするような評価も必要である。その方法として有効と考えられるのが、パフォーマンステストである。

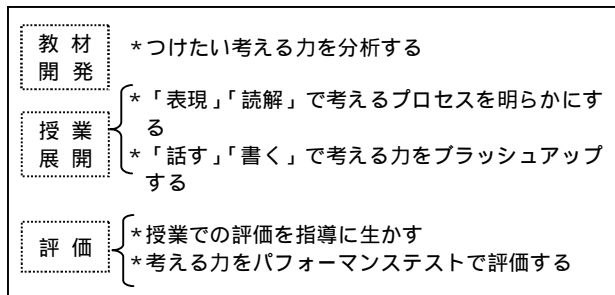
田中は『新しい教育評価の理論と方法』の中で表現をパフォーマンスととらえ(田中 2002 p.27) 様々な学力評価の方法を「筆記による評価」と「パフォーマンスにもとづく評価」とに分類している(田中 2002 p.37) パフォーマンステストは「パフォーマンスにもとづく評価」に位置づけられると言える。この評価はルーブリックを用いて行っていく。ルーブリックについて田中は「ルーブリックとはパフォーマンスにもとづく評価において用いられる、採点指針のことである。(途中略)ルーブリックは通常、成功の度合いを表す数段階程度の尺度と、それぞれの点数にみられるパフォーマンスの特徴を示した記述語から成る。」と述べて

いる(田中 2002p.88)

前述した客観テストにある「数学的な考え方」を問う問題では、立式からその子どもの考え方の一部を見とることはできるが、その根拠を読み取ることは難しい。その点、ルーブリックを使うパフォーマンステストは、客観テストでは測りきれない子どもの考える力を見とることが可能となる。

3 「筋道を立てて考える力」を育てる授業構成

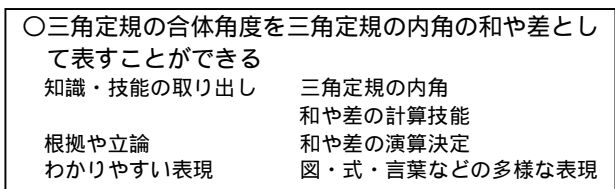
「筋道を立てて考える力」を育てるために、算数指導の工夫として視点をあてたのが教材開発、授業展開、評価である。そして、検証授業を通して授業構成に有効であったポイントを第4図のように5つにまとめた。



第4図 授業構成の工夫

(1)教材開発

「筋道を立てて考える力」を育てるために、単元「角」を取り上げたのは、最近の学力調査で「角」を含めた「量と測定領域」の平均正答率が低いことに加え、ここ数年、所属校においては、今回扱った「三角定規の合体角度」(一組の三角定規を組み合わせてできる角度)に関する問題の平均正答率が、思わしくなかったからである。また、この「三角定規の合体角度」は「筋道を立てて考える力」のプロセスの中で子どもが経験していく 知識・技能の取り出し、根拠や立論、わかりやすい表現の3つの要素が備わっているからである。そこで、「三角定規の合体角度」を教材化し、「筋道を立てて考える力」を育てていくことにした。教材化にあたり、この教材を通してどのような力をつけたのか分析した(第5図)。



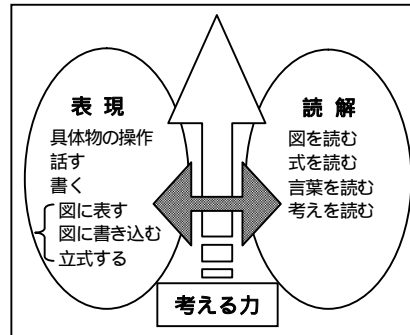
第5図 育てたい力(三角定規の合体角度)

(2)授業展開

ア 「表現」「読解」で考えるプロセスを明らかにする
授業展開では、第6図のように図や式や言葉で表現したり、表現された図や式や言葉を読み取ったりする

活動を相互に取り入れていく。その相互活動の中で、子どもの考え方が明らかになる。例えば正答に至るまでのプロセスを、所々で立ち止まり、既習事項に立ち返りながら考えさせ確かめていく。そのことで子どもの考え方の見直しや補充、深化がおこなわれる。

また、授業の中ではしばしば、誤答や曖昧な考えも



第6図 表現と読解の相互活動

表れてくる。そして、それに対し、修正や建設的な批判がなされる。これも高い思考力が要求される大切な活動と考える。

「話す」「書く」で考える力をブラッシュアップする
話すことは、考えたことを表現する手段としては簡便なものである。しかし、相手によくわかるように話す力を高めていくことは容易ではない。ここでは、そのために、つばやく、答える、隣の人に話す、クラスのみんに話すなどの、話す活動を取り入れた。

授業中はワークシートを使った書く活動を取り入れた。子どもは書くことによって自分の考えを作り、書くことによって考えを整理していく。

授業の最後には、本時の課題と類似した問題が予め印刷されている「かんがえマスシート」に取り組みせ



第7図 かんがえマスシート

た(第7図)もう一度、学習のねらいに戻り、頭の中に断片的にしまい込まれた学習内容を、整理させるためである。

このように、表現として、話す、書く活動を意図的に取り入れることによって、考える力を育てたいと考えた。

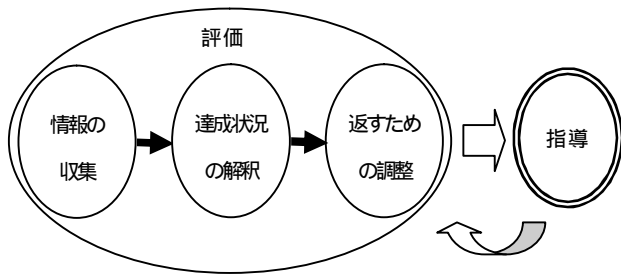
(3)評価

ここでは、「次の指導につなげる評価」と「考える力を見とる評価」の2つについて考えた。

ア 授業での評価を指導に生かす

黒澤の、評価と指導のあり方を参考にすると、第8図にあるように、「子どもの情報を収集し、達成状況を解釈し、返すための調整を行うことが評価であり、そ

の調整を実行することが指導」ということになる（黒澤 2004）。



第8図 評価と指導の流れ（黒澤 2004 p95 をもとに作成）

これをもとに授業中は、子どもの様子や発言から評価と指導を行い、授業後は「ワークシート」や「かんがえマスシート」で達成状況を解釈し、子どもに返すための計画を立て、翌日の指導につなげていった。

イ 考える力をパフォーマンステストで評価する

考える力を評価する方法として、単元の終了時にパフォーマンステストを行った。パフォーマンステストを作成するにあたっては、お茶の水女子大学で実施している算数・数学の学力調査で取り入れられている評価法(パフォーマンス・アセスメント)を参考にして、独自に作成していった。

4 検証授業の概要

単元「角」の全8時間の中で第7時は「筋道を立てて考える力」を育てるのに特に大切な時間である。そこで、この第7時を取り上げて検証を行った。

伊勢原市立高部屋小学校 第4学年2組(37名)

教材名「三角定規の合体角度」単元名「角」より

本時のねらい

- ・三角定規を組み合わせることができる角の大きさを角の和や差として求めることができる。

単元の指導計画(8時間扱い)

| 時間 | 学習活動 |
|----|--|
| 1 | ○2枚の厚紙を重ねて回転させ、いろいろな大きさの角を作る。 |
| 2 | ○角の大きさを任意単位で比べる。 |
| 3 | ○角の大きさを表す単位「度」を知る。 ○分度器の仕組み、直角=90°の関係を知る。 ○三角定規の角の大きさを調べる。 |
| 4 | ○分度器を用いて角の大きさを測定する。(180°以下) ○分度器を用いて角をかく。 |
| 5 | ○180°より大きな角の読み方がわかる。 |
| 6 | ○180°より大きな角をかく。 |
| 7 | ○2枚の三角定規を組み合わせることができる角を作ったり、角の大きさを求めたりする。 |
| 8 | ○色板を使ってできる形の角を調べる。 ○角の練習 |

授業の流れ(7/8時)

3枚のカードに書かれた式(90+30、90+60、90+90)の意味を考える。

和の式になるように、三角定規を組み合わせる。

友達の作った図を読む。(和の式)

差の式(90-30)が表す意味を考える。

差の式になるように、三角定規を組み合わせる。

友達の作った図を読む。(差の式)

三角定規を組み合わせた角の大きさを求める問題(解答)作りをする。

5 検証授業の結果と考察

授業構成の有効性を授業中の子どもの様子、ふりかえりアンケート、授業後の感想、2回のパフォーマンステストの結果から考察した。

(1)教材開発



第9図 書きながら考える

教材を通してどのような力をつけたいのかを明らかにした上で、子どもが考えなくなるような教材提示の仕方を工夫した。授業では、一つの答えを求めていくのではなく、和や差

になる式を提示し、答えがいくつか表せるようにしていった(オープンエンドの課題)。子ども達の書いたワークシートには、たし算やひき算になる三角定規の組み合わせが、いくつも書かれていた。また、オープンエンドの課題だったことで、個に応じた取組ができた。

授業後のふりかえりアンケートでは、100%の子どもがこの教材を扱った授業を「考えた授業だった。」と答えている。授業中の子どもの様子(第9図)や授業後の感想(第10図)からは、難しさを感じながらも意欲を持続させて取り組んでいる姿、発見したことやできたことに、楽しさや充実感を感じている姿があった。これらのことから、この教材は適切であったと考える。

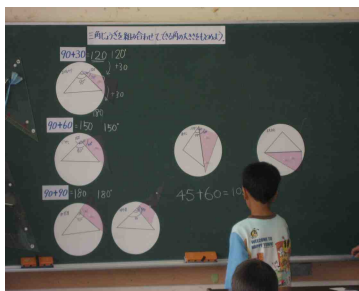
・三角定規で、たし算、ひき算ができると思っていなかったのびっくりした。いろいろな問題が作れるから楽しかった。
・今日、いい説明の仕方を思いついたから、すごく説明がしやすくなりました。
・最初ひき算はむずかしいと思ったけど、やってみたら簡単でした。できたときはうれしかったです。
・先生とやる算数はむずかしいのがいくつかあったけど、できたらうれしかったです。むずかしいから楽しいのかもしれない。

第10図 授業後の感想より抜粋

(2)授業展開

授業中は、子どもの達成状況を把握し、指導していった。最初は、図と計算を結びつけることに戸惑いを感じていた子ども達であったが、和の式から図を作り、友達の作図から式を読み取っていくことがスムーズにできるようになってきた(第11図)。和の式に対し、差の式になるように三角定規を組み合わせる活動は、

子どもにとっては難しかったようだ。そこで、実態に合わせ少しずつ学習を進めていった。



第 11 図 友達の考えを読み取る

三角定規で操作する活動や書く活動を確保しようとすると、思ったより時間がかかった。話す活動については、みんなの前で意見を言おうとする子どもが増えてきたようだが、わ

かりやすく説明するところまでは到達できなかった。

しかし、話すことや書くことによって、真剣にそして自主的に考えようとする姿が見られるようになった。それは、ただ何となく考えているのではなく、話すことや書くことという目的を持って考えていたためであろう。また、表現と読解を相互に行っていくということは、授業の中で考えるプロセスを、段階的に進めていくことになるので、算数が苦手な子どもにとっても有効であった。

6つの円を下のように組み合わせました。あの長さは何cmですか。1つの円は直径14cmです。理由を式や図や言葉などを使って書きましょう。

第 12 図 パフォーマンステスト(円)

三角定規を下のように組み合わせました。あの角は何度ですか。理由を式や図や言葉などを使って書きましょう。

第 13 図 パフォーマンステスト(三角定規を組み合わせた角)

事前に、子ども達の実態を把握するために行った「円のパフォーマンステスト」(第 12 図)と検証授業後に行った「三角定規を組み合わせた角のパフォーマンステスト」(第 13 図)を比較したところ、次のような成果がそこから読み取れた。

円のパフォーマンステストでは、正答がクラスの半数ほどにしか達しなかったことに加え、諦めてしまって何も書かない無答が5人もいた。それが、三角定規のパフォーマンステストでは、誤答の数が減り、正答の数が増えている。また、無答が0人だったことも特筆すべきことである(第 2 表)。ループリックを使った評価では、根拠や立論で十分達成あるいはおおむね達

成と判断される3や2のランクの子どもの数が増えている(第 3 表)。

子ども達は、課題に対し、知識・技能や和と差の考え方を活用させて、正答を導き出していったと考える。これらのことから、授業展開の工夫は、「筋道を立てて考える力」を育てるために有効であったと言える。

第 2 表 パフォーマンステスト(正答・誤答・無答)比較

| | 円 7月(36人) | 三角定規 10月(35人) |
|----|--------------|------------------|
| 正答 | 50%(18人) | 77%(27人) |
| 誤答 | 36%(13人) | 23%(8人) |
| 無答 | 14%(5人) | 0%(0人) |

第 3 表 ループリックによる集計(円/三角定規)

| 尺度 | 筋道を立てた考え方(人) | | | | | |
|----|--------------|------|-------|------|----------|------|
| | 知識・技能の取り出し | | 根拠や立論 | | わかりやすい表現 | |
| | 円 | 三角定規 | 円 | 三角定規 | 円 | 三角定規 |
| 3 | 20 | 26 | 18 | 19 | 6 | 6 |
| 2 | 1 | 4 | 3 | 9 | 11 | 19 |
| 1 | 11 | 1 | 10 | 7 | 14 | 10 |
| 0 | 4 | 4 | 5 | 0 | 5 | 0 |

(円...平成19年7月実施 4年2組(36人))

(三角定規...平成19年10月実施 4年2組(35人))

(3)評価

「かんがえマスシート」は、授業での一人ひとりの達成状況を見とるために使用したものである。教師は、子どもの記述にコメントを加えて返却し、毎回、参考にさせたい表現のものをを選び、教室の壁面の算数コーナーに掲示していった。このため、第7時では、習熟が十分でなかった、差の意味と演算決定のしかたについて、次の時間に指導することができた。パフォーマンステストの結果からも根拠や立論、わかりやすい表現の、できばえを表す尺度が高い子どもが増えている。これらのことは、この評価によるところが大きい。

また、「筋道を立てて考える力」を見とるため、単元終了時に、パフォーマンステストを実施した。

ア パフォーマンステストの問題

パフォーマンステストの問題は、授業で扱わなかったものにしてある。初めての問題に対して、子どもが身につけた知識・技能、考え方を活用できるかどうかで、「筋道を立てて考える力」を見とることができると思ったからである。解答は、立式と答えだけでなく、図や言葉で表現させる記述式とした。

イ ループリックの作成

ループリックは、「筋道を立てて考える力」のプロセスに従って、知識・技能の取り出し 根拠や立論 わかりやすい表現の3つの観点を立て、各観点を0~

3の4段階で評価した。

まず、所属校の5年生にパフォーマンステストを実施し、その解答の事例をもとにループリックの素案を作った。その後、複数の採点者により数度の修正を加えて、客観性のあるものにしていった。第4表は、この時作成したループリックである。

事前に円のパフォーマンステストを行ったが、このテストを行うことで、つきたい力に関して、子どもがどこまで達成できているか、どこに弱さを持っているかを把握することができた。そのため「角」の単元では無答を減らすこと、「筋道を立てて考える力」と同時に表現力を高めていくことを課題にすえ、評価を生かした指導ができた。

第4表 ループリック(一部)(三角定規)

| | 筋道を立てた考え方 | | |
|--------|--|---|---|
| | 知識・技能の取り出し | 根拠や立論 | わかりやすい表現 |
| 観 点 | ・問題に即した知識を取り出している。 ・正しい知識・技能を習得している。 | ・習得した知識を活用し、立式している。 ・根拠を明確にして、筋道を立てて立論している。 | ・筋道を立てて立論するために言葉、図、式など多様な表現方法を工夫している。 ・相手を意識して、わかりやすく表現しようとしている。 |
| 3 | ・2つの三角定規の内角を正しく理解し、活用している。 | ・立式ができ、その根拠を図や言葉を使いながら表現している。 60 - 45 = 15 15 + 30 = 45 60 + 30 = 90 90 - 45 = 45 60 + 30 - 45 = 45 | ・正しく立論、立式している。しかも、言葉や図を用いて、相手を意識した工夫のある表現をしている。 |
| 2 | ・計算技能に誤りはあるが、三角定規の内角を活用しようとしている。 60 - 45 = 25 25 + 30 = 55 ・立式に不備はあるが三角定規の内角を活用しようとしている。 30 + 30 = 60 60 - 45 = 15 ・式表記に誤りはあるが三角定規の内角を活用しようとしている。 60 - 45 = 15 + 30 = 45 ・転記ミス | ・立論のための立式ができている。 60 - 45 = 15 15 + 30 = 45 60 + 30 = 90 90 - 45 = 45 60 + 30 - 45 = 45 60 - 45 + 30 = 45 ・式が不足 15 + 30 = 45 ・立式に不備はあるが、立論に誤りはない。 30 + 30 = 60 60 - 45 = 15 | ・言葉や図、式に不備はあるが、正しい立論に向けた表現をしている。 |

6 研究のまとめ

指導計画に、考える力にねらいをおいた学習活動を位置づけ、授業構成(教材開発・授業展開・評価)を工夫して授業することによって、課題に興味を持ち、粘り強く取り組む子どもが増えた。そして、考える力を評価するパフォーマンステストでは、無答が減るとともに、正しい根拠にもとづいて解答する子の姿が多く見られるようになった。これらのことから、子どもに「筋道を立てて考える力」が育ったと言える。

今後は、表現力としての話す力を高めていく方法、そして、より良いパフォーマンステストの問題とそのループリックのあり方についても探していきたい。

おわりに

子どもに考える力をつけたいという願いから始まった研究は、「筋道を立てて考える力」とともに、学ぶ楽しさや充実感をもたらした。それは、子ども同士のかかわりの中で、今持っているものを互いに出し合いながら、考えを読み取ったり、修正したりしていく中で培われたものである。

また、これまでの評価法に加え、結果に至るプロセスや表現を見とる評価を取り入れることで、教師に新しい授業観が芽生え、教材の見方や授業展開が変わった。そして、授業の中で、魅力的な教材と子どもを会わせたり、子どもの考えの中に価値を見出したりしていくことが教師の役割のように感じられるようになった。

子ども同士のかかわりの中で培った、学ぶ意欲と「筋道を立てて考える力」を日々の実践の中でより大きく育てていきたい。

引用文献

- 国立教育政策研究所 2006 「特定の課題に関する調査(算数・数学)調査結果」
(<http://www.nier.go.jp/kaihatu/tokutei/index.htm> (2007.12.10取得))
- 国立教育政策研究所 2007 「平成19年度全国学力・学習状況調査 調査結果について」
(<http://www.nier.go.jp/homepage/kyoutsuu/tyousakekka/tyousakekka.htm> (2007.12.10取得))
- 国立教育政策研究所 2007 「平成19年度全国学力・学習状況調査(小学校)調査結果概要 教科に関する調査の結果」
(http://www.nier.go.jp/homepage/kyoutsuu/tyousakekka/1hp_tyousakekka_gaiyou_shou.htm (2007.12.10取得))
- 国立教育政策研究所 2007 「平成19年度全国学力・学習状況調査の調査問題について 小学校算数」
(<http://www.nier.go.jp/homepage/kyoutsuu/tyousa/mondai.htm> (2007.5.15取得))
- 文部省 1999 『小学校学習指導要領解説算数編』東洋館出版社 p.13
- 田中耕治 2002 『新しい教育評価の理論と方法()』日本標準

参考文献

- 黒澤俊二 2004 『本当の教育評価とは何か』学陽書房 pp.89-95
- 松下佳代 2005 「学力・学習・評価 - PISAとPA - 」『教育5月号 712』国土社 pp.60-67