

# 算数科における「関心・意欲・態度」の評価についての研究

高知大学大学院 指導教官 中野俊幸  
高知市立 鏡小学校 教諭 宮部龍一

## 1 はじめに

算数への「関心・意欲・態度」の評価については、ペーパーテストに馴染まないといった考えが支配的で、授業中の児童の発言や様子を観察したり、ノートに書かれた内容を読み取ったりすることで評価されてきた。ところが、授業中の児童の発言や様子の観察では、学習課題とは関係なく自分の興味のあることに挙手して発言する児童も高く評価することになる。また、ノートに書かれた内容による評価では、先生に褒めてもらえることがうれしくて毎日似たような計算練習ばかりしてくる児童が珍しくなく、それを高く評価してしまうことになる。このような評価では、指導目標や学習内容とはあまり関係のないことを評価することになり、児童の学習状況を正しく理解したことにはならないし、評価を次の学習に生かすこともできない。そこで、むしろペーパーテストによって、指導目標や学習内容と密接に関連した「関心・意欲・態度」を評価し、学習指導の改善に生かすことはできないかと考えた。

## 2 研究目的

本研究では、算数の情意面「関心・意欲・態度」を評価するために、ペーパーテストを用いる可能性と有効性を考察した。

## 3 研究内容

### (1) 情意の評価の今日的課題

第一章では、情意の評価の今日的課題について述べた。「関心・意欲・態度」の評価について、国立教育政策研究所の「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則（報告書5）」では、「認知と情意の関係については統合的に捉え、深い学習が成立した認知プロセスを通して、あるいは、その結果として情意形成が促され、態度が涵養されると考えることにしたい」として、各学年の学習内容と目標に準拠して評価することを求めている。教育課程審議会の「答申」は、「ペーパーテストによる調査については、知識・理解や技能の評価に偏ることなく、新しい学習指導要領の示す目標を踏まえ、関心・意欲・態度、思考・判断、表現などまでを視野に入れて、調査方法や出題方法について研究することが必要である」としており、認知と情意を統合的に捉える評価方法としてペーパーテストの可能性を探り、その具体的方法を開発することは今日的課題となっていることを明らかにした。

### (2) 認知と情意を評価する算数教育

第二章では、認知と情意を統合的に捉えた算数・数学教育について述べた。認知と情意を統合的に捉えた評価を行うためには、知識や技能を重視する算数・数学教育観のパラダイム転換が必要である。この点について、生命論的な取り組みに重点を置く算数・数学プロジェクト「mathe2000」に注目した。ここでは、「知識や技能は、感動を伴った場合に習得され、長期的に保存される」という認知と情意の結びつきを重視しており、ホリスティック（全関連的）な視点から教材（学習場）を開発する試みがなされている。その成果として算数・数学の教科書『数の本(Das Zahlenbuch)』が作成されている。この教科書では、生命論パラダイムに基づいたホリスティック（全関連的）な視点から、部分と全体とを常に関連付けながら、数学的に価値のあるオープンな問題が扱われ、子どもたちに本物の算数・数学的活動を体験させようとしている。第四章では、その中の教材「数の家」を活用した評価の実際を考案した。

### (3) オープンな問題を用いた指導と評価

第三章では、オープンな問題を用いた指導と評価について述べた。オープンな問題とは、正答がいく通りも可能となるように条件づけられた問題のことである。オープンな問題は多様な問いを生み出し、問題が相互に関連しあっていることから、正答の多様性を積極的に利用することで授業を展開し、その過程で既習の知識、技能、考え方をいろいろに組み合わせることで新しいことを発見していく経験を与えることができる。また、児童一人一人の学力、興味などによって学習を進めることができるため、それほど算数・数学に関心や意欲を示さない児童であっても、その子なりに満足感のある数学的活動ができる。オープンな問題を用いた指導と評価の在り方については様々な試みがなされてきており、それらを概観した後、有効な方法として島田(1977)、能田(1983)、青山(2003)らの研究を取り上げた。これは、オープンな問題に対する多様な反応(解答)をマトリクスに表して、流暢性、柔軟性、独創性の3つの観点から子どもの「関心・意欲・態度」を評価する方法である。この方法を活用することで、ペーパーテストによって認知と情意を統合的に評価するための方法を得ることができた。

### (4) 指導と評価の実際

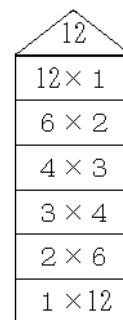
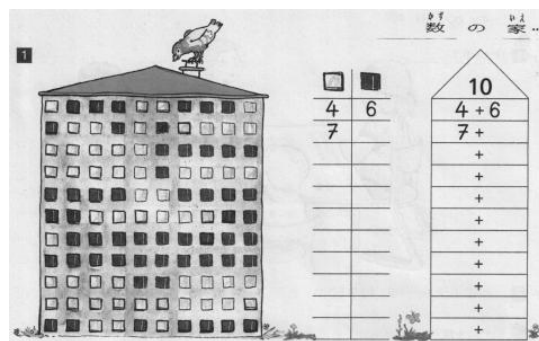
第四章では、オープンな問題を用いた指導と評価の実際について述べた。ここでは、第5・6学年の児童12人を対象に、『数の本』に掲載されている「数の家」を教材として授業を行い、授業後に児童の作った問題を分析・分類してマトリクスに表し、流暢性、柔軟性、独創性の観点から数値化することで「関心・意欲・態度」の評価を行った。そして、この方法が学習感想文による評価よりも有効であることを実証した。さらに、児童一人一人の反応をマトリクスにあてはめて評価することは実際の現場では労力が大きく実用的でないことから、流暢性、柔軟性、独創性の中から観点を1つに絞って、教科書に掲載されているオープンな問題を用いてペーパーテストを作る簡便な方法を考案した。それを、第2学年～第6学年の児童47人を対象に実施し、「関心・意欲・態度」の評価が可能であることを検証した。さらに、評価を伝えるためには得点(符号)よりも記述の方が望ましいという立場から、高知市で使用されている通知表の改善案を示した。

本研究の第四章は、本研究において特にオリジナルな内容となっている。以下では第四章での考察と成果について概説する。

#### ア 教材について

「数の家」は、『数の本(Das Zahlenbuch)』に掲載されている教材である。「数の家」では、家の形をした絵の屋根に示された数を式で表して家の部屋(階)へ記入し、そこから数の性質を学ぶことができる。例えば、第1学年では10階建てのビルの絵と対応させながら10の「数の家」を作る場面が掲載されている。ここでは10を多様な加法の式で表すことによって、数の分解や合成について学ぶことができる。また、数を式で表して家の階数へ視覚化することで、数の性質に気付くこともできる。『数の本』では、このような「数の家」について第2学年で減法、第3学年で乗法を扱っている。

「数の家」を乗法の式で表した場合、12を例にすれば右の絵のように6階建ての家となる。この「数の家」で表現される数の主な性質は次のようなものである。まず、家の階数は約数の個数に相当する。1、4、9、16、…のような平方数では、「数の家」の階数は奇数になる。例えば、屋根の数が16であれば自然数の積として $4 \times 4$ を中心として数を入れ替えた式が対称的に並ぶので奇数階となる。一方、平方数以外では、 $4 \times 4$ のような中心となる式がないので偶数階となる。また、素数の場合は2階建てとなる。なぜなら、素数の場合は1とその数以外を使っ



て自然数の積として表すことができないからである。

「数の家」の階数は上記のとおり約数の個数に関係しており、それにかかわる性質(平方数-非平方数、素数など)に気付かせるには教師の積極的な指導が必要であると考えられる。しかし、本実践研究では授業後に児童がどのような課題を思いつくかを評価することがねらいであるので、子どもの自由な発想や推論を妨げることをしないよう、教師の積極的介入をできるだけ行わないようにした。

## イ 授業の目標

整数(自然数)の性質や関係などに着目して考察処理したり、論理的に考えたりすることの楽しさやよさに気づき、進んで学習に活用しようとする。

## ウ 授業の実際

本授業実践では、事前に1～50までの数を書いた「数の家」カードを黒板に貼っておいた。初めに12の「数の家」を示して、家の中に「答えが12になるかけ算の式」を記入し、このような家を「数の家」とよぶことを知らせた。そして「数の家」の仕組みを理解させるために、子どもたちと25の「数の家」を作り、「25は何階建てになるか」と発問した。すると子どもたちから、「3階建て」という答えが容易に返ってきた。

この答えに続いて「どれが一番上ながやろう(上になるかな)」「どれが一番高いろう(高いかな)」「50が一番高いろう(高いだろう)」といった反応が返ってきた。子どもたちにとって、数を式で表して家の中に記入したとき、数によって高さが異なることは興味深い事実である。子どもたちの発言にあるように「一番高くなる数の家は何かな」と関心をもち、「みんなで一緒に調べてみたい」といった学習への関心や、主体的にカードを選んで「数の家」を仕上げようとする意欲をもたせることができた。

この後、児童に黒板に貼ってあるカードを1枚選ばせて「数の家」を作らせた。ここでは、12名の児童が2、3、4、10、11、14、16、20、24、30、40、50の「数の家」を選んだ。それぞれの「数の家」が正しく作られていることを確認し、「思ったこと」を自由に発表させた。

T1 途中でですが、ここまでを見て思ったことや気の付いたことの言える人。

C1 40とか30とか一の位が0の数字はけっこう高い。

C2 C1君が言ったことは、例えば、30とか40やったら、家の高さが高い。

T2 なるほど、30や40はけっこう高いよね。

12個の「数の家」を調べた段階で、数が大きいほど「数の家」が高いわけではないことに気づいた子どもたちは、C1の発言に見られるように「数の家」の高さに関係している数の特徴を探ろうとしていた。そこで、「一番高い数の家はどれかな」と本時の問題を提示した後、残りの「数の家」カードに式を記入して調べることを指示した。

1～50までのカードを全て黒板に貼り終えたら、式に誤りのないことを全員で確認して、一番高い「数の家」はどれか確かめさせた。

C3 1から50までで一番高いのは48です。

C4 えーと、C17ちゃんと同じで、1から50までで一番高いのは48。

C5 全体的に見たら2階建ての数の家が多い。

T3 今、C19ちゃんが2階建ての数の家が多いと言ったよね。一番小さいのから言ってくれる。…今、言ってくれた2階建ての数のことを、これらの数を素数と言います。

C3とC4で一番高い「数の家」が48であることを確認した後、C5のように「一番高いのはどれか」という課題ではなく、特徴的な階数に着目しようとする発想が示されるようになった。上記のとおりC5の発言を素数に関連させたことで、児童はそのような観点で数の家の性質を探るようになった。そこで、一連の「数の家」を見て他に「思ったこと」を児童に尋ねたところ、児童から以下のような様々な観点で階

数の特徴を捉えようとする発想が返ってきた。

- C6 1から50まで1階建ての数の家は屋根が1のとき1の家だけ。
- C7 (一の位と十の位が) 偶数どうしは(家が)高い。
- C8 偶数(48のような家)の中には3のような奇数が入っている。
- C9 2階建ての次は全体的に4階建てが多い。
- C10 同じ数をかけているのは3階建て。
- C11 全部がばらばらに並んでいる。



授業ではこれらの発想を教師が精査することはあえてしなかった。その理由は、授業後に多様な考えを思いつくことを妨げないためである。さらに1~80までの完成された「数の家」を掲載したプリントを児童に与えて学習感想文を書かせ、授業を終了した。

## エ 評価の実際

一般に情意の評価は学習感想文を用いて評価されている。しかし、認知と情意を統合的に捉えて評価するためには、オープンな問題を使った授業の後で児童に発展問題を作らせるペーパーテストを与え、その問題を評価することが有効であると考えた。そのことを実証するために、上記の授業直後の学習感想文と児童が作った問題の2つを評価の対象にして比較考察した。

学習感想文は、㊦「数の家」を学習しておもしろかったことはどんなことですか、㊧「数の家」で次に調べてみたいことはどんなことですか、㊨「数の家」を学習して思ったことを書きましようといった3つの設問について記述で答えさせた。

一方、ペーパーテストは、この授業を受けて解いてみたい問題を作ってくることを課題としたものである。児童が作った問題については複数の多様な問題が見られ、それを能田(1983)の研究をもとに右のようなマトリクスを作成して数量化を行った。

マトリクスの縦Ⅰ~Ⅲは異質性を表し、Ⅰ(1つの「数の家」を作ることで解ける問題)、Ⅱ(複数の「数の家」を作ることで解ける問題)、Ⅲ(すべての「数の家」を作ることで解ける問題)の3つに分類した。マトリクスの横1~3は一般性を表し、1(50以下の「数の家」を作る問題)、2(80以下の「数の家」を作る問題)、3(80よりも大きな「数の家」を作る問題)の3つに分類した。これらの反応について、流暢性、柔軟性、独創性の観点から「関心・意欲・態度」を評価した。

	← 1	一般性 2	→ 3
Ⅰ	1 $a_{11}$ (50以下の数の家 を1つ作って 解く問題)	2 $a_{12}$ (80以下の数の家 を1つ作って 解く問題)	3 $a_{13}$ (80を超える数 の家を1つ作っ て解く問題)
異質性 Ⅱ	4 $a_{21}$ (50以下の数の家 をいくつか作 って解く問題)	5 $a_{22}$ (80以下の数の家 をいくつか作 って解く問題)	6 $a_{23}$ (80を超える数 の家をいくつか 作って解く問題)
Ⅲ	7 $a_{31}$ (50以下ですべ ての数の家を作 って解く問題)	8 $a_{32}$ (80以下ですべ ての数の家を作 って解く問題)	9 $a_{33}$ (80を超えるす べての数の家作 って解く問題)

流暢性とは「数の家」の問題をどれだけたくさん作ることができるかということである。問題をたくさん作る児童は、数学的思考に立ち向かうやる気を示しており、学習意欲があるといえる。ここでは、児童が作った問題について正誤・重複を問わず全ての個数をとり上げ、これを反応総数（A）と呼び、反応総数の多少によって問題（課題）に対する児童の意欲や関心、あるいは熱心さの度合いを評価した。

柔軟性とは「数の家」の問題をどれだけ多様にするかということである。表の縦Ⅰ～Ⅲのタイプの問題をつくる児童は、いろいろな角度から異なる数学的アイデアを思いつくことができている、数学的思考の広がりや富んだ子であるといえる（異質性の評価）。反応総数（A）の中から、間違っているものと重複しているものを排除することによって、柔軟性の観点から異なる正しい反応数だけを取り上げた。これを正反応数（C）と呼び、これによって児童の正確で多様な数学的観点を評価した。

独創性とは他人の思いつかない「数の家」の問題を作ることができるかということである。授業で学習したことは50以下の「数の家」であるが、50をこえる数にまで発展させて問題を作ったり、80をこえる「数の家」について問題を作ったりする児童は、数学的思考の斬新さと創造性を示している。

このように、正反応数のうち数学的に価値のあるもの、さらには集団の中で頻度の少ないアイデアには高い価値があるものとして、マトリクスの2つの方向から5段階に分けた得点を与えた。そして、それを総得点（S）と呼び、数学的考え方の力が高いか低いかを評価した。この総得点（S）は、マトリクスの「 $a_{ij}$ 」について以下の式によって求めた。

$$S = a_{11} + 2(a_{12} + a_{21}) + 3(a_{13} + a_{22} + a_{31} + b) + 4(a_{23} + a_{32}) + 5a_{33} \quad \text{ただし } b \text{ はその他の項目の数}$$

本研究では、A児からL児まで12名の児童について、作った問題を分析・分類してマトリクスにあてはめ、数値化して一人一人の「関心・意欲・態度」を評価した。

#### オ 2つの評価対象の分析とその比較から得られた課題

ここではH児とJ児について、学習感想文と児童の作った問題の分析と、その比較から明らかになった「関心・意欲・態度」の評価に関わる課題について考察した。ここでH児とJ児を取り上げた理由は、学習感想文では明確な差異がなかったにも関わらず、授業後に作った問題では大きな差異を認めることができたからである。

##### 【児童の学習感想文】

	学習しておもしろかったこと	次に調べたいこと	学習して思ったこと
H児	そ数や一番高い家などが分かっただけおもしろかった。	100の家の高さを調べてみたい。その1～100の中で一番高い数を知りたい。	そ数が見てすぐ分かるからいいと思う。他にも、パッと見てどんなかけ方があるかがすぐ分かるからいいと思う。
J児	次から次へと調べたくなる。	1万まで調べたい。	多そうなのがちがって、あまり意見がないのが一番多かった。

##### 【児童の作った問題】

	作った問題
H児	<ul style="list-style-type: none"> <li>1～80までで1番高い家は？ 答え 60、72</li> <li>48の4階は何×何？ 答え 4×12</li> <li>1～80までで、そ数は何家？ 答え 23家</li> <li>61～70までで、階が奇数なのは何家？ 答え 1家</li> <li>1～80の中で4階の1番大きい数の家は？ 答え 77</li> <li>9の入っている中で3階なのは何家（A 1家、B 2家、C 3家） 答え Bの2家</li> </ul>
J児	<ul style="list-style-type: none"> <li>1～10の中で一番高い「数の家」。 答え 10、8、6</li> <li>1～50の中で36が一番高いです。では、1～50の中で一番高いのは。 答え 48</li> </ul>

学習感想文には「1～100の中で一番高い数を知りたい」（H児）、「調べたくなる」「調べたい」（J児）

といった言葉が記述されており、2人とも学習への関心・意欲は同程度であると判断できた。一方、児童の作った問題では、H児は1～80まで数の範囲を広げて多様な問題を作っていたのに対して、J児は授業で学習した1～50の数の範囲で2つの問題を作っていたにすぎなかった。H児とJ児の作った問題を分析・分類してマトリクスにあてはめ、先に示した式を用いて総得点(S)を求めると結果はそれぞれ以下のようになった。

【H児のマトリクス】

【J児のマトリクス】

・ 48の4階は何×何？					
	・ 61～70までで、階が奇数なのは何家？ ・ 9の入っている中で3階なのは何家？				
	・ 1～80までで1番高い家は？ ・ 1～80までで、その数は何家？ ・ 1～80の中で4階の1番大きい数の家は？		・ 1～10の中で一番高い「数の家」 ・ 1～50の中で36が一番高いです。では、1～80の中で一番高いのは、		

・ H児… $1+3\times 2+4\times 3=19$  (点)

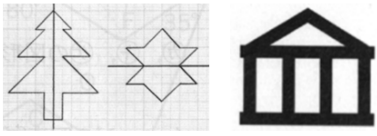
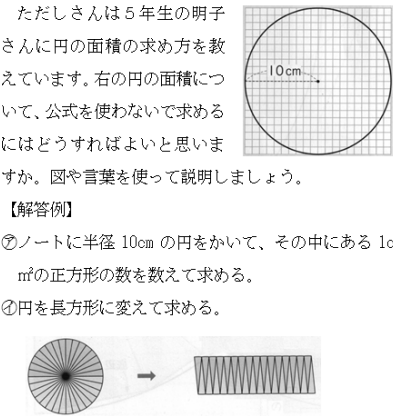
・ J児… $3\times 2=6$  (点)

このように学習感想文では差異はないが、児童の問題から数値化すると明らかな差異となって現れることが分かった。このことから、学習感想文を分析するよりも、オープンな教材を扱う授業を行った後でペーパーテストを課し、児童の作った問題を流暢性、柔軟性、独創性の観点から分析することの方が、「関心・意欲・態度」を認知と情意を統合的に捉えて評価する方法としてより有効であることが実証できた。

カ 評価方法の教育現場への適用について

児童一人一人の反応をマトリクスにあてはめて評価することは少人数の学級であれば可能であるが、児童数が30人を超えるような学級の担任には労力が大きく実際のでない。認知と情意を統合的に捉えた評価を小学校の教育現場で実際に行うためには、教科書の題材・内容を活用し、学習指導要領に示された目標に沿った評価方法を考案する必要がある。そこで、流暢性、柔軟性、独創性の中から観点を1つに絞って評価する簡便な方法を考えた。

ここでは、算数への「関心・意欲・態度」を評価するため、第2学年～第6学年の児童47人を対象に、オープンな問題をペーパーテストに用いた評価を実施した(実施時期を1学期としたため、ペーパーテストへの記述が困難な1年生は除いた)。テストを実施するにあたっては、事前に評価計画を作成した。評価計画には、各学年の単元・

【第6学年】		
単元名・評価規準	問題と解答例	評価の観点
1.対称な図形 ・対称な図形を作図したり、構成したりしようとしている。	対称な形を3つかきましょう。 【解答例】 	<柔軟性> ・線対称と点対象の2種類…A ・線対称か点対象の1種類…B ・かけない…C
2.円の面積 ・円の中に1cm <sup>2</sup> の正方形が幾つあるか数えたり、円を分割して平行四辺形のように変形したりする活動の楽しさに気付いている。	ただしさんは5年生の明子さんに円の面積の求め方を教えています。右の円の面積についてはどうすればよいと思いますか。図や言葉を使って説明しましょう。 【解答例】 ①ノットに半径10cmの円をかいて、その中にある1cm <sup>2</sup> の正方形の数を数えて求める。 ②円を長方形に変えて求める。 	<独創性> ・説明している(正答)…A ・説明しようとしている(誤答)…B ・説明できない(無答)…C

内容の目標に準拠した評価とするため、「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校算数）」を参考にして評価規準を設けた。そして、評価のための問題と予想される解答例を準備した。テストに用いる問題は、指導との一体化を図るため、教科書に掲載されているオープンな問題に類似した問題とした。評価の観点、流暢性、柔軟性、独創性のうち1つの観点に絞って示した。それぞれの単元を指導した後にペーパーテストを実施して、児童の学習状況を評価した。

#### キ 通知表「のびゆく記録」の改善案

情意面の評価について、通知表を用いて児童や保護者に知らせる場合には、ABCといった評定を用いるよりも記述で知らせたほうが適切である。例えば、6年生の1学期に学習する「分数のかけ算」であれば、以下のような記述が考えられる。

3.分数のかけ算 ・分数の計算を生活や学習に活用しようとしている。	A	分数を用いて意欲的にかけ算の問題を作りました。
	B	分数を使ってかけ算の問題を作るときは、分数を整数に変えて考えてみましょう。
	C	分数を使ってかけ算の問題を作るときは、分数をかんな数に変えて考えるとよいですよ。

各学期に作成する通知表へは、複数の単元の評価を組み合わせて記述することで、「関心・意欲・態度」の学習状況について児童や保護者に知らせることができる。このように記述式の通知表へ改善するためには、「関心・意欲・態度」の評価計画と同様に、「数学的な考え方」「技能」「知識・理解」についても「評価規準」「問題と解答例」「評価の観点」を示した評価計画を作成することが必要である。

#### 4 まとめ

本研究では、算数の情意面「関心・意欲・態度」を評価するために、ペーパーテストを用いる可能性と有効性を考察した。そして、認知と情意を統合的に捉えて評価するためには、感想文よりもオープンな問題を用いたペーパーテストで児童に問題を作らせ、その問題を流暢性、柔軟性、独創性の観点から評価することの方がより有効であることが分かった。これまで「関心・意欲・態度」の評価は、観察やノートの記述を手がかりにすることが当然のように考えられてきたが、子どもの感想文や行動観察から「関心・意欲・態度」を評価することは思っているほど容易なことではない。今後はこのようなペーパーテストを用いる手法を活用することも必要である。また、資質や能力の育成を重視する新しい学習指導要領では、ポートフォリオ評価やパフォーマンス評価が一層重視されているが、本研究のペーパーテストを用いる手法は、ポートフォリオ評価やパフォーマンス評価にも活用できると考える。

本研究では、算数の「関心・意欲・態度」を評価する方法としてペーパーテストが有効であり、その具体的な方法について考案したが、そこから得られたさらなる研究課題としては、以下の4点を挙げる事ができる。

- ① 単元の目標に準じたオープンな問題を開発すること。
- ② 児童の多様な反応と「関心・意欲・態度」との関連性をさらに精緻に分析すること。
- ③ 評価における生命論と要素還元主義との補完性をどのように捉えるかについての考察。
- ④ 「関心・意欲・態度」の評価や評定をいかにして児童にとって意義あるものにするかの考察。

#### 【引用・参考文献】

- (1) 能田伸彦 (1983) 『算数・数学科オープンアプローチによる指導の研究』 東洋館出版社
- (2) ビットマン／ミュラー／シュタインブリグ著 国本景亀・山本信也 訳(2004) 『算数・数学 授業改善から教育改革へ PISA を乗り越えて：生命論的観点からの改革プログラム』 東洋館出版社