

《論文》

実践的な知識の構築と算数科の授業における活用方法

北岡隆行

要 旨

2007年度 全国学力・学習状況調査が実施された。その結果について調査した。ここでは、特に平行四辺形に関する二つの問題について言及する。これらの問題を解くのに必要な基本的な技術は似たようなものであるにもかかわらず、正解率には大きな隔たりが見られた。

要因は何か。

そこには何が隠されているのか。

その背景には何があるのか。

その後、その問題の背景、算数の一教科としての体系化と小学校の授業において求められる課題に焦点をあて調査した。

キーワード：活用可能な知識、授業の目的と方法は意図的に扱う

1 全国学力テスト問題から課題を探る

平成19年度（2007年度）、全国学力・学習状況テスト（以下全国学力テスト）が開始された。小学校6年生算数にある次の2問に着目した。

次頁の図の通り、平行四辺形の面積を問う問題である。

趣旨は同じであるにも拘わらず、正答率は極端に違っていた（96%と18.2%）。1小学校の問題ではなく、全国の小学校6年生の正答率の平均がこれほど違っていた。

その要因は何か。

教育課程か、授業過程か。それ以外に課題があるのか。さらに、学力の捉えと授業レベルでの知識の習得の仕方だろうか。

まず、教育課程に着目した。背景として小学校学習指導要領の内容の押さえ、指導要領を受けての教科書の扱いを検証した。

その上で実際の授業過程に迫るべく、小学校算数科の専門書における取り上げ方、現場の声、

実際の算数科の授業に触れながら、小学校算数科授業の課題について論じた。

全国学力テストの問題は次の2問である。

A問題 5
次の図形の面積を求める式と答えを書きましょう。

(1) 平行四辺形

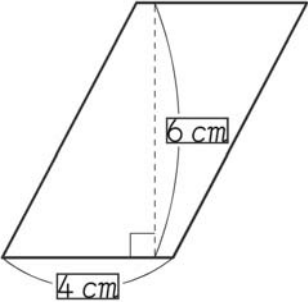
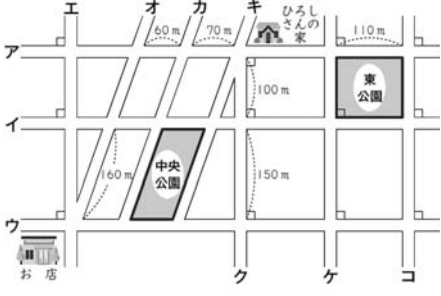


図1 (上図) A問題5 (1)

B問題 5
(3) ひろしさんの家の近くに東公園があります。東公園の面積と中央公園の面積では、どちらのほうが広いですか。答えを書きましょう。また、そのわけを、言葉や式などを使って書きましょう。



○ 道路ア、イ、ウは、それぞれ道路ケに垂直です。
○ 道路ア、イ、ウは、それぞれ道路コに垂直です。

図2 (右図) B問題5 (3)

平成19年度 (2007年度) 全国学力・学習状況調査 文部科学省

児童の目でA・B両問題の相違点をあげてみよう。

- ・ A問題 (以下A) は平行四辺形の面積のみを扱い、B問題 (以下B) は正方形と平行四辺形の面積を求めた上での差を問うている。
- ・ Aは求積のみ、Bは求積に加え、どちらが広いかわかる理由も求めている。
- ・ Aは図形のみ、Bは地図の中の1要素として図形が書かれている。
- ・ Aは必要な数値のみ明記されているのに対して、Bは複数の数値の中から必要な数値を選択しなければならない。
- ・ Aは数値が図形に直接書かれているのに対して、Bは離れたところに書かれている。
- ・ Bは底辺を道路ウ上の辺だとするならば、同じ方向に書かれた60m、70m、110mの数値から選択することになる。

さらに、小学5年生の「平行四辺形の面積」の学習において、

- ・ 平行四辺形の底辺に対応する高さはどの部分を指しているのか。その認識があまいと高さがイとウの道路に挟まれた斜辺か、垂直な辺なのかに惑うことが考えられる。

そのため、

- ・ B問題では中央公園 = 平行四辺形と認知しても、求積まで辿り着きづらいことが予想される。

ここから、児童が迷ったB問題の背景が見えてくる。

一つ目は、平行四辺形の定義を理解する。

二つ目は、底辺をどれにした時に高さがどこになるのかを理解する。

三つ目は、児童の実態。つまり、問題の難易ではなく、難しいと感じる問題は無答で済ませるといふ児童自身の資質が見えてくる。

2 背景としてある学習指導要領

まず、平行四辺形の定義について、小学校学習指導要領（以下学習指導要領）の押さえを見てみよう。下記は、全国学力テストが行われた平成19年度の学習指導要領（左）と現行のもの（右）である。※下線、中略は北岡

二組の対辺がそれぞれ平行な四角形であることが明確にとらえることができるようにする。このほかに、向かい合う辺の長さや向かい合う角の大きさがそれぞれ等しいことにも着目するなど、平行四辺形についての理解を深めることが必要である。

小学校学習指導要領解説算数編（以下解説編）

第5学年（以下解説）平成11年5月 P140

向かい合った二組の辺が平行な四角形を平行四辺形という。（中略）向かい合う辺の長さが等しい、向かい合う角の大きさが等しい等の性質がある。また、二本の対角線が互いに二等分されるという性質がある。こうした性質は、平行四辺形を対角線で切って、幾つかの三角形に分け、その三角形を重ね合わせるなどの活動によって確かめることができる。

解説編第4学年 平成20年8月 P131

記述内容に、大きな変更（下線の部分）が見られる。

目標を述べるにとどめていた平成11年度版に対して、平成20年度版は学習活動を明記し、方法を示している。平成11年度版の「平行四辺形について理解を深める」ために「明確にとらえる」「着目する」という記述にとどめてはおけない現実が、全国の小学校において行われていると判断したのだろう。平成20年度版では「切って」「分け」「重ね合わせ」ることによって「確かめる」と学習活動の内容にまで踏み込んで記している。

知識は教え込むものでなく、操作活動などによって学習者が身に着けるものだという認識は誰もが知っている。しかし、実際に行われているのか、という危惧がこの記述に見て取れる。だからこそ、作業という過程を経て、児童が意味合いを感じるにより、知識を身につけさせようという明確な方向性が示されている。

次のもう一つの問題である底辺と高さの捉えについて比較してみよう。

また、三角形、平行四辺形の底辺や高さの理解を確実にする必要がある。つまり、底辺をどこにとるかで高さが決まること、底辺をどこにとっても面積は同じであることを取り上げる必要がある。 解説編第5学年P138平成11年5月文部科学省

また、三角形、平行四辺形の底辺や高さの理解を確実にする必要もある。その際、①底辺をどこにとるかで高さが決まること、底辺をどこにとっても面積は同じであることを指導する。

さらに、この指導に当たっては、②面積を求めるのに必要な部分の長さを常に与えて公式を用いるだけでなく、求積のためにどの部分の長さを測る必要があるかを考える場面を与えることが、公式の理解を深めるために必要である。また、右のような、③多くの辺の長さが示されている場面において、平行四辺形の面積を求めようとするとき、必要な情報を選び出し面積を求めることも、面積の公式を活用するうえで重要である。

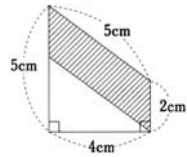


図3

※番号・下線、共に北岡

解説編第5学年P150平成20年5月文部科学省

両者を比較すると、

- ・(後者には) 指導の多様性を認めると同時に、指導の徹底を図る意図が見える。前者の「必要がある」が後者の「必要もある」に。前者の「取り上げる必要がある」が後者の「指導する」に変更されている。
- ・(後者には) 必要な部分の長さを考え、選択する場の設定を求め、公式という知識の活用を求めている。さらに、後者では「常に与えて公式を用いるだけでなく」必要な部分を「考える」場を与えたり、「必要な情報を選び出す」ことを求めている。前頁の変更と共に、この解説は指導の多様性と徹底を求めている。A問題の知識がB問題に活用できない理由を学校現場の教え込み教育に求めていると同時に、教科書の扱いを教師が「教える」だけでなく、児童に「考えさせる」・自ら「必要なものを選ばせる」ものに変更することを求めている。

3 B問題が解けるための前提

算数は系統的な学習の上に成り立つ。B問題が解けるためには、前の学年まで平行四辺形が、どのように取り扱われ、そこで得る知識は何かを振り返りたい。

4年生における「平行四辺形の面積」の学習内容は次の3点である。

- ① 定義1（向かい合う辺が平行）がわかる。
- ② 定義2（向かい合う辺の長さが同じ）がわかる。
- ③ 定義3（向かい合う角の大きさが同じ）がわかる。

それを受けて、現行5年生の学習内容は、4点である。

- ① 平行四辺形の底辺がどれかわかる。
- ② 底辺に対する高さがどれかわかる。

これには2つの条件がある。高さは底辺に対して垂直であり、図の外に示されることもある。

- ③ 平行四辺形の求積の式がわかる。
- これらを活用する場として、
- ④ 平行四辺形の底辺の長さが図形の外にあり、そこから類推することができる。

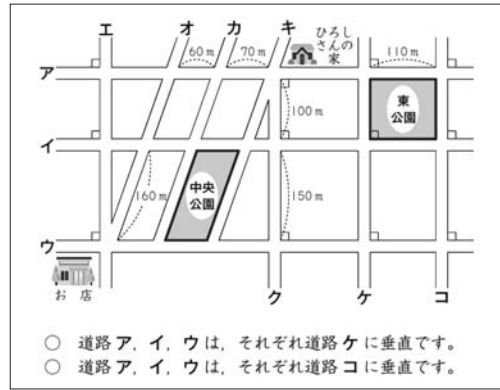


図2

4 教科書の取り扱いの変化

学習指導要領解説編平成20年度に記された内容は、現行の教科書でどのように扱われているのだろうか。2社の教科書で検討した。

まず、解説編に記された学習方法3点をおさらいしよう。

- ① 底辺をどこにとるかで高さが決まること。
- ② 求積のためにどの部分の長さを測る必要があるかを考える。
- ③ 必要な情報を選び出し面積を求める。

①について、斜辺を底辺とした場合も提示しているのは両社共通である。

②について、両社とも右図のように提示し、「必要なところの長さをはかって」、面積を求めさせている。さらに、T社では練習問題として9問中7問提示しているのに対して、K社では4問中3問となっている。

注目すべき点は、K社には下の部分に二人の子どもを登場させ、ふきだしの形で考えを提示していること

	①	②	③
T社	○	◎	○
K社	○	○	◎

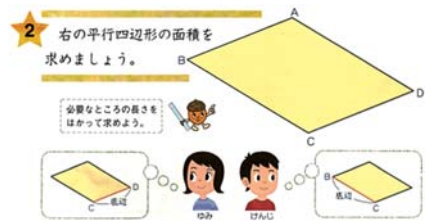


図4（上図）小学算数5下 教育出版
図5（下図）新しい算数5下 東京書籍

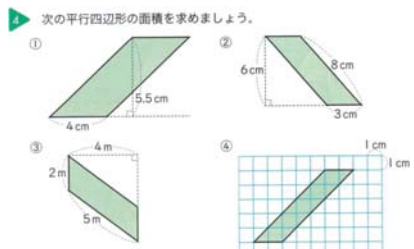
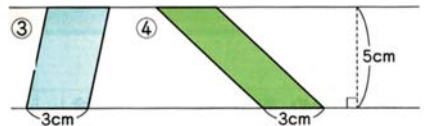


図6 新しい算数5下 東京書籍

である。(図4)

二人の子どもの考えに沿って、考える場を設定し、児童が自ら考えることを意識づけている。

つまり、受動的な教授による知識ではなく、能動的な学びを促し、どのように解くことができるのか、方法を導いている点が注目される。

もう一点、「高さ」が図形の外にある場合を意図的にT社が扱っているのが注目できる。

つまり、図5の通り「高さ」の押さえは2通りである。図形の中にある場合は平行線の間に垂線を書き込み、見つけることができるが、図形外にある場合は別であることを示している。

T社は図6の通り後者の場合を様々に用意し、とらえた高さが活用できるよう意図している。

③については、T社は方眼紙の上に平行に置き、四年生で扱った 1cm^2 の正方形を基に丁寧に考えさせているのに対し、K社は練習問題として、図7の問題を提示している。様々な傾き、数値の場所の中で児童が既習の知識をもとに選択し、活用する場として問題を提示している。同時に、③の捉えをも含んだ問題となっている。

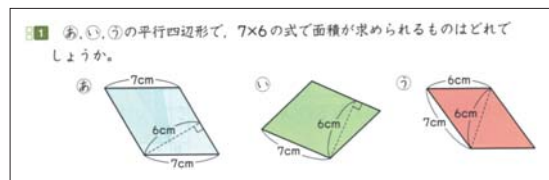


図7 小学算数5下 教育出版

ここで注目したいのは、教科書が様々な学習活動を促す場となるよう教材を提示していることである。

今見てきたように学習指導要領が変わり、教科書が変わり、教育課程が変わってきた。

しかし、現実の小学校現場における授業は変わっただろうか。教師に学習指導要領や教科書の意図が伝わっているだろうか。

授業の実際を見ていこう。

5 小学校現場の声

さて、最初にあげた全国学力テストの問題について、札幌市の研究組織(札幌教研)で算数科の指導的立場の教師(教職30年)にA問題とB問題の解答率の差になった原因を尋ねた。

その教師は以下のように分析した。

- ・2年生からの系統性を大切にしたい。ということは2年生で学習する操作活動(ずらす、まわす、かさねる)を活かして、問題をななめに見たり、回したりして見ることができれば、児童が単純に平行四辺形の面積を求めようと式だけを覚えることはなくなる。
- ・B問題では地図の中に様々な数値が入っているため、どれが必要なのか、さらに求積の仕方を思い出させることが足りないのだろう。であるなら、地図に線を書き込むとか、数値を入れることで、高さの定義や必要な数値を認識する学習活動が必要になるだろう。

その知識を得る過程で、斜めに見たり、回して見たり、線を書き込んだり、数値を入れたりす

る作業過程が必要である。

ただ与えられた知識ではなく、知識を得る過程を大切にすべきだというのだ。

6 小学校算数授業の現実

さて、算数を専門としている教師は学習指導要領を読み解き、教科書を読み込み、さらには前の学年の教科書を見るし、時には児童が使っていない教科書会社の押さえの違いを検討する。もちろん、専門書も検討の視野に入る。

しかし、問題は算数を専門としない教師の授業はどうなっているか、である。

何を教えているか、意識していない教師。

何を教えられているか意識しない児童。

というのが、授業の実態である。

勿論、教科書で教えているのだが、その単元の目的、背景、指導事項について捉えた上で、知識を学習活動と結びつけて習得させ、習得できた方法を振り返る。

これらを意識して授業しているとは言えない。時には、教科書を順になぞり、こなすことで精一杯なのである。

当然、児童は教科書に書いてある条件の中でのみの知識を得るが、その方法について意識しているわけではないし、それ以外の条件では活用されることも少ない。

つまり、平成20年度の学習指導要領の内容で示された授業で児童に「考えさせる」場や「必要なものを選ばせる」場が活かさせていない。

7 授業を変える その1

指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項を見てみよう。

算数的活動とは、児童が目的意識をもって主体的に取り組む算数にかかわりのある様々な活動を意味している。

ここで「目的意識をもって主体的に取り組む」とは、新たな性質や考え方を見いだそうとしたり、具体的な課題を解決しようとしたりすることである。算数的活動を通して、数量や図形の意味を実感をもってとらえたり、思考力、判断力、表現力等を高めたりできるようにするとともに、算数を学ぶことの楽しさや意義を実感できるようにするためには、児童が目的意識をもって主体的に取り組む活動となるように指導する必要がある。その意味で、例えば、教師の説明を一方向的に聞くだけの学習や、単なる計算練習を行うだけの学習は、算数的活動には含まれない。

解説編 P184・185 平成20年5月文部科学省

「目的意識をもって主体的に取り組む」とは「……見出そう」「……解決しよう」という意味であると定義されている。しかし、ここに辿りつくには、その前提が必要である。その一つの方法が「可視化」である。

授業を変える一つ目として、特別支援学級では常識となっている「可視化」をあげたい。

学習活動の目的と見通しを示すことが可視化である。板書でもよし、画用紙に書いて貼っても良い。可視化を取り入れることで、授業が大きく変わる。

講義型の授業に見られるような教師だけが見通しをもち、教師だけが目的地を知り、教師だけが学習活動の内容を知っている。そのため、何の構えもなく、何の準備もなく、児童は授業に突入する。そんな授業から、児童にも見通しと目的と学習活動を知らせる授業へと変える。最後の振り返りにも使う。これだけで、児童は目的意識をもち、主体的に学習に取り組むことができる。

例えて言うなら、講義型の授業はまさに「ミストリートレイン」乗った旅行である。どこに行くのか。何があるのか。教師しかわからない授業に児童は乗せられてしまうことになる。

一方、可視化することで、児童にパンフレットを持ち、旅をする事につながる。目的地と行く方法、楽しみ方が児童にもわかることは、授業を能動的に変える。

授業の可視化をより有効にするためには、教科書の記述にも工夫がほしい。

教科書の中に「学習のてびき」と「学習のまとめ」の項目を設けることにより、1時間の学習内容と方法、さらには知識を得る方法が明確になり、授業中に振り替えることにつながる。

「平行四辺形の高さを見つけよう」と1時間の学習目標が書かれることで見通しをもち、学習方法がななめに置いてある平行四辺形の高さを書き込もう、書き込んだら切り取り、方眼紙に乗せて確かめようと方法が明示してあったなら、学習活動に意味を感じると同時に学習方法にも意味を感じるに違いない。さらに、今日学んだことを「学習のまとめ」として書かれているなら、学びが蓄積されるに違いない。

これらの記述があるなら、児童は目的意識をもち、主体的に授業に取り組みに違いない。

8 授業を変える その2

授業で得られた知識が限られた条件の中でしか使えない要因は、授業そのものも限られた条件の中で行われていると言える。

正しい答えのみを取り上げるのではなく、あえて、誤答を大胆に取り入れることで、学びを確かにしてはどうだろう。

下記の実践はあえて誤答を取り上げた実践である。

平行四辺形の求積を斜辺×底辺とする児童の考えを授業に取り入れるため、「斜辺×底辺は正しいか」を課題として提示することで、学びを導き出している。

○斜めの辺と下の辺をかけると面積が
求められます。

・どうしてそうしたのですか。

○長方形の面積は、たて×横だからです。

・本当に正しいのですか。

○前はマスで考えたんだけど、たて×横はこのマスの数をかけ算で出していて、このマスが
正方形だった。たての部分は直角でなきゃいけない。

・下の辺に対して直角になっていないとたてと言えないから、ななめの辺はたてじゃない。

・ 4.5×6 （斜辺×底辺）は、平行四辺形が起きて長方形になった形になってしまう。そう
すると、右の部分は左の開いているところに入れると上の部分が大きいから、もとの平行
四辺形より大きくなっちゃう。

Tでは、ななめの辺を長方形の面積で考えた「たて」としてはいけないのですね。

※○は間違えた考えをした児童、・は児童、Tは教師。

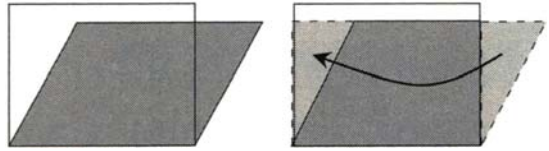


図8 算数の力を育てる授業 長崎栄二編

東洋館出版 P120

上記の実践記録を見ると、間違えた子は既習事項と結びつけて考えようとしていることがわかる。子どもたちの学習の積み重ねがうかがえる。「斜辺×底辺」と考えるのはごく自然な流れである。このクラスの素晴らしいのは「正しいのか」「なぜ、そうなのか」自力追求をしている点である。

安易に機械的に覚えこませるのではなく、あえて誤答を取り上げ、「正しいのか」「なぜ、そうなのか」と筋道だった考えを求め、さらに「どうしてそうしたのか」問わせることで、既習との関連を求める学習にすることが授業を変える2つ目である。

9 授業を変える その3

「何を教えるか」という知識の質や量の改善はもちろんのこと、「どのように学ぶか」という、学びの質や深まりを重視することが必要（中略）こうした学習・指導方法は、知識・技能を定着させる上でも、また、子供たちの学習意欲を高める上でも効果的である（中略）。学びの成果として「どのような力が身に付いたか」に関する学習評価の在り方についても（中略）改善を図る必要がある。（中略 北岡）

2014年11月下村文科大臣は中教審の諮問の中でこう述べている。

以下、この諮問に対する回答の意味を込めて、算数授業について考えたい。

小学校の算数の授業はその時間で捉える内容を典型的な問題で理解させ、それに付随する問題をグループや個別に解決し、その後、学級全体で話し合っ理解を深める方法が一般的である。

しかし、大切なことは児童が知識を知ることで終わるのではない。知識を得た方法を意識的に習得し、違う条件の中でも活用できることである。これが授業を変える3つ目である。

児童が学習を通して「先生、わかったよ」で終わるのではなく、「こうやったからできたんだね」と言い出すような活動で組み込み、付随する学習では、「ああ、あの方法を使ったらできるよ」とし始める学習にしなければならない。その状態があってこそ、活用可能な知識となりうるのだ。

例えば、平行四辺形の面積を求める際に、図9のように等積変形で考えさせる。

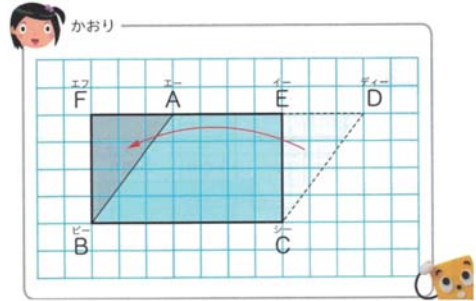


図9 新しい算数5下 東京書籍

頭で概念操作ができる子は、教科書の図を見ただけでわかる。しかし、あえて実際にはさみを持たせて、「たちあわせ」し、様々な長方形に変形させる。この作業の中から、変形させると既存の長方形に当てはめて求積ができるという知識が生まれる。その際、児童に方法を意識できるようにすることにより、次の三角形の学習でも、「あの方法でやってみよう」と考え、様々な等積変形を理解することができるようになる。

高さについても、同様である。「底辺に垂直な直線などの長さを高さと言います。」と定義づけられ、図を示されたとしても、概念操作が苦手な子はなかなか理解できない。高さを日常的に使う高さと同様にしてしまうからだ。「こまったときの算数の教え方」ではそれを解決する方法が示されている。定義にたどり着くまでに次のクッションを入れることで、高さを底辺に平行な線までの距離と理解し、作図に際しても生かしている。

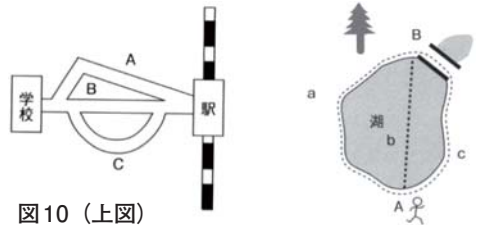


図10 (上図)
図11 (下図)

図12 (上図)
図13 (下図)

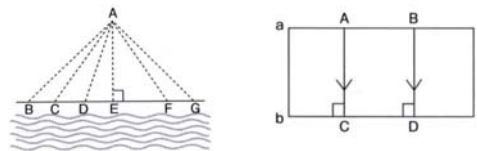


図10～13

こまったときの算数の教え方5年生
沼里喜代三著 大月書店

- ・ 駅まで一番近いのはBです。2つの点がどれくらい離れているのかを距離と言ひ、2つの点を結ぶ直線です。図10
- ・ 点から直線に引いた垂直な線の長さを点と直線の距離と言ひます。図11
- ・ bの長さを距離と言ひます。aとcを道のりと言ひます。図12
- ・ 平行線で一方の直線状の点から他の直線に引いた垂線の長さはどれも同じです。これを平行線間の距離と言ひます。図13

スモールステップで方法を積み重ね、方法を意識させることで、距離の概念から図形の高さを活用可能な形で教えている。

10 まとめにかえて

全国学力テストの問題を通して考えたことは、現場の授業の課題を浮き彫りにすることにつながった。同時に、今盛んに言われているコンピテンシーベースの授業に触れることともなった。

今回の論考を通して、決められたパターンの中でのみ再生される道具としての知識ではなく、様々な場面で活用可能な知識とはどのような授業から生み出されるのか考える機会を得たことに感謝したい。

引用文献

- ・小学校学習指導要領解説 平成11年5月 文部省
- ・小学校学習指導要領解説 平成20年8月 文部科学省
- ・小学算数 5下 平成16年1月 教育出版
- ・小学算数 5下 平成24年6月 教育出版
- ・新しい算数5下 平成23年7月 東京書籍
- ・算数の力を育てる授業 平成20年7月 長崎栄三・滝井章編著 東洋館出版
- ・こまったときの算数の教え方 5年生 平成22年1月 沼里喜代三 大月書店

参考文献

- ・知識基盤社会を生き抜く子どもを育てる 平成27年11月 奈須正裕編著 ぎょうせい
- ・しっかり教える授業・本気で任せる授業 平成26年8月 奈須正裕編著 ぎょうせい
- ・カリキュラムと学習過程 平成28年3月 浅沼茂・奈須正裕編著 NHK出版
- ・学力低下論争 平成23年1月 市川伸一著 筑摩書房
- ・教科の本質から迫るコンピテンシー・ベースの授業づくり 奈須正裕・江間史明編著 図書文化

Establishment of practical knowledge and its utilization method in arithmetic class

KITAOKA Takayuki

Abstract

The national assessment of academic ability was conducted in fiscal 2007. The investigation of its results was made. Here, we will specifically look at the two questions on parallelogram. The basic required task to solve the questions appeared to be similar. However, the correct answer rates were significantly different.

What is the cause ?

What hides behind it ?

What does it show in the background ?

The investigation was launched subsequently by focusing on the background of the problem, systematics of arithmetic as a subject and required task to apply in tutorial at elementary school.

Key words : practical knowledge, tutorial purpose and method should be introduced intentionally

(きたおか たかゆき 札幌学院大学人文学部教授 こども発達学科)