

〈実践論文〉

算数科における論理的思考力を育成する指導のあり方 － 第5学年「順々に調べて」の授業展開を例に －

The Way of Guidance to Nurture Logical Thinking Ability in Mathematics Department

－ Lesson development of “Check in order” in 5th grade as an example －

服部 紗代子^{*1}

要約：算数科は、論理的な思考力を高めるのに適した教科である。学んだことを活用する際だけでなく、知識や技能を習得する際にも論理的な思考力を育成することができる教科である。

次期学習指導要領においては、「数学的な見方・考え方」を学ばせることが明記され、考え方を学ばせ、思考力を高めることが明記された。しかし、算数の授業において、いまだに技能を学ばせることが中心になっており、考え方を学ばせる授業は十分に行われていない。

そこで、児童が論理的に思考する姿をめざして、第5学年「順々に調べて」の単元における授業展開を提案した。表を使って機能的に思考するだけでなく、理由を考えることでさらに思考を促したものである。難しい課題に向かうためにグループ活動を取り入れると共に、子どもたちがさらに深く考えられるように、教師が踏み込んで発問をするべきである。その後の展開をいくつか予想しておいて、考えが浮かびやすくするための手立てや言葉掛けを用意しておきたい。このような課題を通して、児童の思考力を高める授業を行いたい。

Key Words：算数科 論理的思考力 数学的な見方・考え方 主体的・対話的 説明

1. 算数科における論理的思考力

算数科は論理を学ぶことを柱とする教科であると考えられる。知識・技能を活用する場面だけでなく、習得する過程においても論理的な思考力が必要とされ、それらの過程が論理的な思考力（＝「筋道を立てて考える」（中原 2000））を高める基礎となる。算数を学ぶことによって論理的な思考力が高まることで、算数科の大きな魅力のひとつである。

しかし、PISA 調査の数学的リテラシー問題を出題形式別に見ると、「自由記述」問題にお

いて、日本の生徒は、OECD 生徒の平均と比較すると正答率が高いのに無答率が高い。全国学力調査においても同様に、「記述式」問題の無解答率が高く、これらのことは、複雑な思考や論理的説明に苦手意識を持った子どもが多いことを示唆していると考えられる。

また、次期学習指導要領では、これまで各教科で個別に整理されていた教科目標が「資質・能力の三つの柱」に即して「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」という共通項目で整理された。これに伴って、算数科の目標も同様に整理して以下のように示されている。

2017 年 10 月 14 日受理

^{*1} Sayoko HATTORI
高砂市立高砂小学校

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに、日常の事象を数理的に処理する技能を身に付けるようにする。
- (2) 日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見いだし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。
- (3) 数学的活動の楽しさや数学のよさに気づき、学習を振り返ってよりよく問題解決しようとする態度、算数で学んだことを生活や学習に活用しようとする態度を養う。

(下線は引用者による)

今回の目標の変更で注目したのは、「数学的な見方・考え方を働かせ」、「数学的に考える資質・能力」を育成することである。ここでの「数学的な見方」とは、「数量や図形の性質などを見いだし」、「事象を数理的に捉え」ることであり、「数学的な考え方」とは、「筋道を立てて考察」したり「統合的・発展的に考察」したりすることだと考える。技能や知識・理解だけでなく、論理的な思考力を学ばせることを強調したものであろう。

2. 算数科における論理的思考力を高める指導をするにあたって

次期学習指導要領「第 3 指導計画の作成と内容の取扱い」に、児童の主体的・対話的で深い学びを図ることが明記された。

- 1 (1) 単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、数学的活動を通して、児童の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、数学的な見方・考え方を働かせながら、日常の事象を数理的に捉え、算数の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習の充実を図ること。

(下線は引用者による)

また、「算数的活動」を「数学的活動」と言い換えて数学的活動の取組において配慮する事項が新設され、(2)から(5)に詳しく記された。

- 3(2) 数学的活動を楽しめるようにする機会を設けること。
- (3) 算数の問題を解決する方法を理解するとともに、自ら問題を見だし、解決するための構想を立て、実践し、その結果を評価・改善する機会を設けること。
- (4) 具体物、図、数、式、表、グラフ相互の関連を図る機会を設けること。
- (5) 友達と考えを伝え合うことで学び合ったり、学習の過程と成果を振り返り、よりよく問題解決できたことを実感したりする機会を設けること。

(下線は引用者による)

論理的思考力の育成には、言葉で表現させることが有効である（日本数学教育学会 1992）。よって、具体物や図、表など相互の関連を図る機会を設けたり、それらを友だちと学びあったりする算数的活動を取り入れ、児童が主体的・対話的に深い学びを実現できる授業が求められるのである。

また、日本数学教育学会によると、直観と論理の関係について次のように述べられている。

直観が全体を統一的に把握することにあるのに対し、論理的思考は一つ一つのアイデア、思考の鎖を確実につなげていくプロセスである。(中略) 直観による全体的な把握と大きな流れを意識できることによって、初めて正しい論理を適切に導くことができる。逆に直観が見抜いたことを論理的な思考であとづけすることによって、直感的な把握が確かなものになる。直観と論理はこのように互いに補い合い助け合う関係にある。(下線・中略は引用者による)

つまり、論理的な思考力は、直観でわかったことをふりかえて考え、その思考の筋道をつなげていくことであるといえる。

藪田(2007)は、論理的思考力を見取るためには、「その内容(思考のプロセス)を把握する必要がある」として、次のように述べている。

自己の表現が論理的であるどうか確かめるには、繰り返しこの筋道でよいか、この表現でよいかと問い続けることが必要である。内なる批判的思考である。(中略) 他者の共感を得る前に自己を俯瞰的、客観的にとらえ、自分の筋道をなぞり、確認し、自分が納得できることが必要なのではなからうか。

(下線・中略は引用者による)

以上のことより、論理的な思考力を高めるためには、自分の思考の筋道をなぞって確認し続ける必要があるといえる。

日本数学教育学会によると、「推論には主として帰納、演繹、類推の三つがあるといわれ」、「その中で最も論理的なものは演繹である」。演繹的な考え方は、「すでに分かっていることを基にして、その正しいことを説明しようとする考え方」である(片桐 2004)。

また、山本(2010)は、「理由を『教える』場合は演繹的な考え方をを用いている」として、以

下のように述べている。

理由を教えるために目をつけた「事実」をもとに「論理」を構築しているのである。だから、理由を教える場面では、「論理」自体が相手に理解されなければならない。さらに言えば、理由を教えるということは、「論理」を構築する「思考の仕方」や「対象の見方・とらえ方」それ自体が「教える」モノになっていると見ることもできる。

つまり、理由を説明することにより、論理的に思考することができるようになるということができる。

論理的思考力の育成には、言葉で表現させることが有効である(日本数学教育学会)。論理的に表現しようとすれば、論理的に思考せざるを得ないと考える。

論理的な説明ができるということは、自分の中に考えた筋道を確認することができ、相手にわかりやすく伝え説得することができるということである。自分の考えとその根拠を、筋道立てて他者に伝え、説得しようと説明することを繰り返せば、論理的な思考力が高まるのではないだろうか。

また、算数科は正解があるからこそ、筋道立てて説明しやすく(細水 2010)、自分の言葉での説明が論理的な説明に移行しやすい教科であるといえる。

3. 授業の提案

－第5学年「順々に調べて」を例に－

3-1. 系統的カリキュラム上の配慮

「順々に調べて」は、啓林館の教科用図書「わくわく算数5」のイルカマーク「思考法単元」として設定されている。思考法単元は、「図や表を手がかりにして合理的に問題解決にあたることで」思考力を伸ばそうと、「いつの時代に

も必要とされる論理的な思考力を養うことができるコーナーとして」系統的に設定されている。

本単元は、伴って変わる数量の関係を帰納的に考えて問題を解決する学習として設定されている。子どもたちは第4学年「変わり方」で変化の様子を表に書いて数量関係を調べる学習をしている。そして、第6学年「場合をあげて調べて」や「変わり方を調べて」、そして「場合を順序良く整理して」の単元で、表に数量の変化を整理して調べることにつながる。

また、表を使うことによって見えてきた数量の変化を図の意味と結びつけたい。これが演繹的推論につながり本単元の論理的思考の育成につながる考え方ではないだろうか。これは第5学年「人文字」で学んだ植木算の学習と関連する。演繹的な考え方が、数学的な考え方（次期学習指導要領における数学的な見方・考え方）につながると考える。

3-2. 指導計画

本単元は、全2時間の小さな単元である。単元目標と単元計画は、表1のようにする。

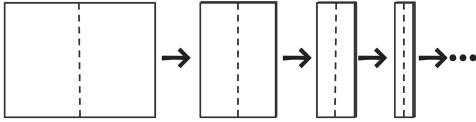
表1. 単元目標と単元計画

| 単元目標： 伴って変わる2つの数量について、表に表して規則性を見つけたり、その図の意味を考えたりして、問題を解決する。 | |
|--|--|
| 時 | 学習内容 |
| 1 | 長方形の紙を半分ずつに折っていく場合の折った回数と折り目で分けられた長方形の数の関係を表に整理して考えたり、その図の意味を考えたりする。 |
| 2 | ひごを階段状に並べていく場合の段の数とひごの数の関係を表に整理して考えたり、その図の意味を考えたりする。 |

第1時の課題は図1のとおりである。ここで、表を使うと便利であることを実感させ、理由についても考える授業にする。

図1. 第1時の課題

長方形の紙を下図のように2つに折り、それをまた2つに折り、さらに2つにおっ
ておきます。

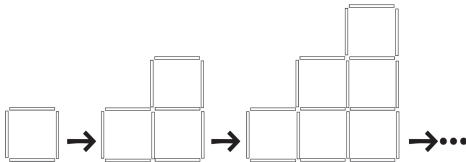


6回折って広げると、折り目で分けられた
長方形の数は何個になりますか。

第2時の課題は図2のとおりである。課題が難しいものとなっているが、第2時についても授業構成は第1時と大きく変わらない。授業展開は後で詳しく述べる。

図2. 第2時の課題

同じ長さのひごを使って、下のような階段
をつくっていきます。



1だん 2だん 3だん

㊦ 5だんの階だんをつくるには、ひごが何
本必要ですか。

㊧ ひごが70本あるとき、何だんの階だんを
つくることができますか。

3-3. 観点別学習状況の評価規準における他の観点との関連

数学的な考え方を中心に、単元目標を表2のように設定する。

表を使って変化の規則性に着目する（技能）ことで、変化の規則性を見つける（数学的な考え方）ことができる。変化の規則性の図の意味を考える（数学的な考え方）ことで、その数量の図の意味を理解する（知識・理解）ことができる。このように、思考力の育成は、学習評価規準の他の観点とも密接に関わり合っている。

表2. 観点別の単元目標

| | |
|----------|---|
| 関心・意欲・態度 | 伴って変わる 2 つの数量の関係を、表を使って調べたり、図的意味を考えたりしようとする。 |
| 数学的な考え方 | 表から 2 つの数量の間の規則性を見つけたり、変化の規則性の図的意味を考えたりすることができる。また、順々に調べるよさがわかり、これを活用して問題を解くことができる。 |
| 技能 | 図や表から 2 つの数量の変わり方の規則性に着目できる。 |
| 知識・理解 | 表を用いた 2 つの数量の関係の捉え方と、数量の変化の図的意味がわかる。 |

3-4. 指導にあたって

以上のような数学的な見方・考え方を身につけさせるために、第 2 時の授業展開例（表 3）を考えた。本時の目標は、「表から 2 つの数量の間の規則性を見つけたり、変化の規則性の図的意味を考えたりすることができる。」とする。

まず、課題を把握し、その課題と前時の学習内容との関連で、本時のめあてを確認する。「表を使って、数の少ない場合から順にひごの数を調べよう。」といっためあてになるだろう。

第 1 時では、「紙を折ることはせいぜい 5 回ぐらいしかできないな」、「表に書いて調べるときまりを見つけやすいな」、などと感じさせる授業を行っておく。表を用いて順々に調べるよさを児童がすでに実感していることで、一人で考える段階で、具体物であるひごよりも表を印刷した紙を取りにくる児童が多くなるはずである。これは、前時の学習でしっかりと学んだかどうかがあらわれる場面であるといえる。

子どもにとってのめあては、「表をつかって順々に調べ、2 つの数量の間の規則性を見つけること」でよいが、教師はもうひとつのねらいを心に持っておきたい。それは、変化の規則性の図的意味を考えることである。この学習活動は授業の後半で行われると考えるので、授業のはじめで示される子どものめあてには表わされ

なくてよいが、教師が心に持っておき、全体交流の後に発問することになる。

一人で考える段階では、まず、児童一人ひとりの必要に応じて、ひごを用いて具体的操作を行ったり、図に書き込ませたり、表を使ったりして、2 つの数量の間の規則性に気づかせたい。児童が書いて考える表としては表 4 が考えられる。

表3. 第2時の展開

| 学習活動 | 指導上の留意点 |
|--|---|
| 1 課題を把握し、めあてを確認する。 | ○課題を全員で把握させる。 ○課題と前時の学習内容からめあてを考え、見通しを持って学習に取り組めるようにする。 |
| 2 一人で考える。 ・具体物を使う。 ・表に書きこむ。 ・図に書き加える。 | ○どのように求めてもよいことを伝え、具体物や表を取りに来るよう伝える。 ○話し合いによる解決を中心にするため、一人で考える時間は短く設定することをあらかじめ伝えておく。 |
| 3 グループで話し合いながら考える。 | ○グループで自分の考えを伝えたり相談したりしながら、問題解決させる。 ○見通しを持ってない児童には、表にまとめて規則性を見つけたり、グループで声を掛け合ったりするよう伝え、どの子も活躍できるようにする。 ○他の考え方も探せるよう、具体物や図と表を意識させる。 |
| 4 考えたことを全体で話し合う。 | ○考えを発表する際には、比較させることで発表をよく聞くようにする。 |
| 5 表で見つけた変わり方の規則性を、図を使って考える。 | ○再び図に戻って考えることで、表の規則性の図的意味に気づかせる。 |
| 6 本時のまとめをする。 | ○表をつかって順々に調べると変わり方の規則性がわかること、変化の規則性は図的意味をもつことをまとめる。 |

| | |
|------------|--|
| 6 適応題を解く。 | ○一問目でわかったことを用いて問題解決できるよう、自力解決したら困っている児童に声をかけさせる。 |
| 7 振り返りをする。 | ○一人ひとりの学びや感想をノートに書かせることで、授業を振り返らせる。 |

第 1 時では、規則性の気づきをもとに児童が立式できるようへとつなげたいが、第 2 時は立式する児童がいなければ必要無い。

表 4. だんの数とひごの数の関係を調べる表

| | | | | | |
|------|---|----|----|----|--|
| だんの数 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ひごの数 | 4 | 10 | 18 | 28 | |

+6 +8 +10

ひごの増える数が
2 ずつ増えている！

難しい課題であるため、個人で考える時間よりもグループで考えを出し合い一緒に考える時間を長く設定する。学級の児童の状況によっては個人で考える時間を長く設定することも考えられる。いずれにせよ、グループで考えさせたり友達の考えを聞いて考えたりすることを大切にし、より深い理解へつなげたい。このように友だちと考えを伝え合うことで学び合って問題解決する数学的活動は、次期指導要領に明記されているとおり、児童の主体的・対話的で深い学びの実現を図る手段であるといえる。

児童は表を使って帰納的に考え、全体で発表すると考えられる。教師は児童のグループ活動に任せきりにせず、ここで踏み込んで、「なぜ増える数が 2 ずつ増えるのだろう」、「段の数が増えても、増える数は 2 ずつ増え続けるのかな」などと発問し、表で見つけた規則性が図や具体物のどの部分であるのかを訪ねたい。児童はすぐに答えることができないかもしれない。そこで、図 3 のように図の増えた部分に色を塗らせるな

どして、視覚的に考えさせる手助けとしたい。

図3. 増えるひごに色を付けた図

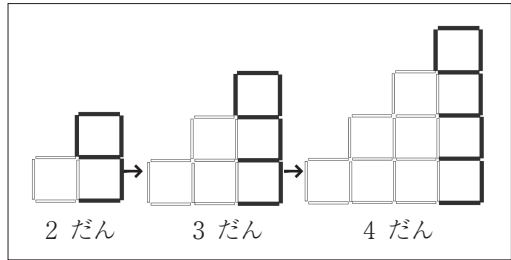
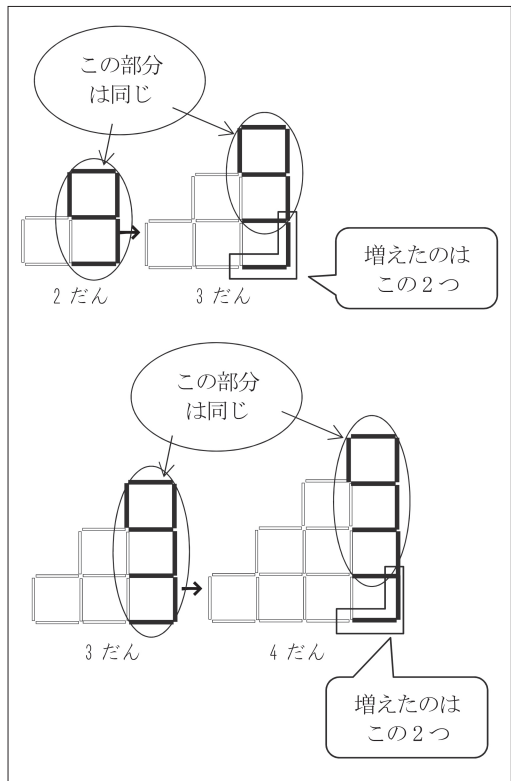
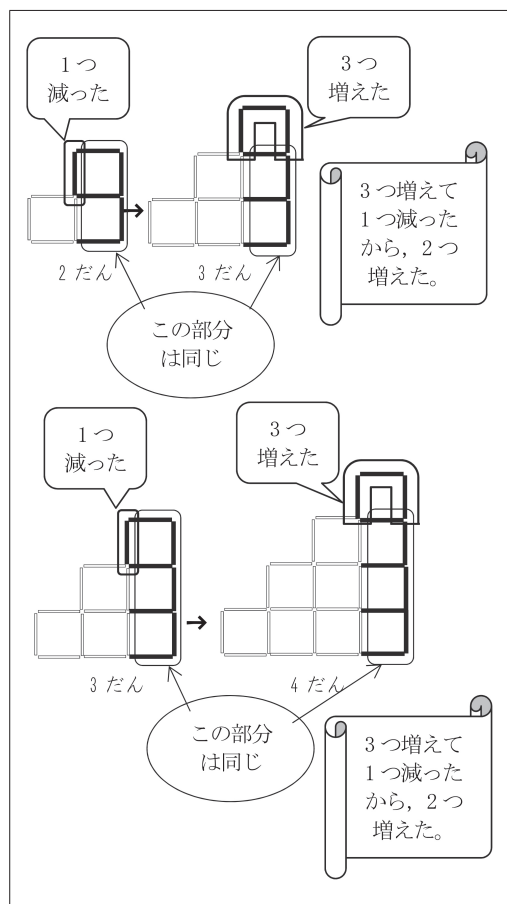


図4. 増えるひごを下に付け足していく図



このように色を塗ることで、増えた部分に着目しやすくなる。例えば図 4 のように、増えるひごを下に付け足していくイメージで考えることができる。考えさせる手立てとして、「このこと同じ部分はどこかな。」などと問いかける。子どもが「この部分は前の段の増えるときと同じで、下の 2 つが増えたひごです。」そして、「どの段でも同じように上の部分は同じで、下の 2 つが増えるから、いつでも増える数は 2 ずつ

図5. 増えるひごを上につけ足していく図



増えます。」などと説明できることを期待したい。教師は、わかりにくい児童のために「増える部分を上に持ち上げたと思ったんだね。」などと補足してあげたい。

また、図5のように、増えるひごを上につけ足していくイメージで考えることもできる。この場合は、先程の図4とは違い、3つ増えることと1つ増えることの両方から2つ増えることを導かなければならない。児童には図を指しながら、「この部分は同じです。この1本は無くなるけど上に3つ増えているから、2つ増えたことになります。」などと説明させたい。他の段でも増える形は同じ事から、いつでも増える数は2ずつ増えると認識させたい。

さらに、ひごの数で考える方法もある。2段

になる時は、横のひごが3本、縦向きのひごが3本増える。3段になる時は、横のひごが4本、縦のひごも4本増える。このことに着目して図を見ると、「この部分が増えているひごだな。」と考えることができる。児童は、「どんどん高くなっていくから、横のひごは上に1本ずつ増えていきます。縦のひごは、左側にはいつも1本あって、右側にあるひごは横のひごと同じようにいつも上に1本増えます。横のひごと縦の右側のひごが1本ずつ増えるので、増えるひごの数はいつも2ずつ増えていきます。」などと説明できればよい。「一段増えると、横のひごが1本増え、縦のひごが1本増える。合わせて2本増える。」などの簡潔な言葉でもよい。

このような活動は、次期指導要領に記されたように、具体物や図、表の関連を図るということでもある。そうすることで、帰納的推論だけでなく演繹的に、より深く考えさせることができ、論理的思考力の育成につながると考える。すべての児童がこの時間に説明することはできないかもしれない。それでも、このような活動を繰り返し取り入れることによって、自分の直観で見抜いたことを論理的な思考で整理して筋道立てる児童もいるだろうし、発言する前に、繰り返し自分の考えが本当によいのか、自分の言葉で説明できるか、筋道をおって自分に問い直す児童も増えてくるだろう。また、発表しながら再び思考のプロセスを確認するだろう。こうした経験の積み重ねが児童の論理的思考力の育成に関わることであり、機会を与えることも教師にとって算数の技能を教えることと同じく必要なのではないだろうか。表は、整理したり順序立てたりでき、思考にも説明にも便利な道具であるから、この単元で学習する際には、表と図を結び付けて考えることで児童が自分の言葉で論理的に説明する機会にしたい。このような学習活動が、「数量や図形の性質などを見い

だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う」ことになるのではないだろうか。

4. まとめ

新指導要領における「主体的・対話的」というのは、教師主導の授業から児童に学習を進行する権利を譲るというものだと考えている。児童が主体的に授業に参加し、教師だけではなく児童の対話が授業を進めることに、おおいに賛成である。しかし、授業というのは必ず教師の指示や発問が必要なものである。

グループで話し合っている、子どもだけの考えでは表で考えることに終始しがちである。図に戻って考えさせるには、教師の問いかけが欠かせない。大切なのは、「問題が解ける」ことではなく、その1時間の授業において、「子どもたちが何を学んだか」である。授業を児童の主体的な対話で進めることはすばらしいことだが、以前に言われた「活動あって学び無し」になってはならない。授業の進むべき方向に、学びの方向に、児童を導くのが教師の役割である。そのために、例えば、「2つの数量の関係を、表を使って調べる。」そして、「図の意味を考えようとする。」といった、その授業の学びの方向を教師がしっかりと持っておくことが大切である。そうすることで、児童が「できる」だけではなく「論理的に考える」ことができるようになるのではないだろうか。このような理由を考えて明らかにする指導を日常化することによって考えることが苦にならない学びに向かう力を育成するとともに、論理的思考力を、系統的に見通しを持って育てるための教材の単元化、カリキュラム化と、そこで育つ思考力の確かめ及び成果を取り上げて子どもに返すための評価のあり方についても今後の大切な課題である。

参考文献・引用文献

- 細水保宏「なぜ表現させなければならないのか」全国算数授業研究会「教えるって何?」『東洋館出版社』P.176
- 片桐重男(2004)「数学的な考え方の具体化と指導」『明治図書』P.45
- 文部科学省(2017)「小学校学習指導要領」PP.46-47.
- 文部科学省(2017)「幼稚園教育要領、小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント」2017, Retrieved from http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662_2.pdf
- 中原忠男(2000)「算数・数学科重要用語 300 の基礎知識」『明治図書』P.89 P.106
- 日本数学教育学会(1992)「算数教育指導用語辞典 第四版」『教育出版』PP.58-59.
- 清水静海他(2016)「わくわく算数 5」『啓林館』PP.164-165.
- 藪田智子(2007)「思考力を育てる」『金子書房』PP.56-73.
- 山本良和(2010)「『消えない学力』の習得を通じた感動体験の保障」全国算数授業研究会「教えるって何?」『東洋館出版社』PP.125-136.