

〈実践論文〉

算数科「表」に対する学習者の意識に基づく授業の検討

Examination of the class based on the learner's consciousness of “table” of mathematics

高知県香南市立佐古小学校 矢田 敦之*¹

要約：算数科「表」は、規則性を見出す手掛りとなったり、学習内容のまとめになったり、バラバラに存在する情報の整理に役立ったり、といった学習ツールである。新学習指導要領においては、「数学的な見方・考え方」の涵養が指向されることから、今後、この学習ツールである「表」の活用が一層求められる。そこで、「表」の活用のための実践にあたり、小学校高学年児童 273 名を対象に、学習者が、①どういった「表」に対する印象をもっているか、②どのように「表」のよさを感じているのか、を目的とする意識調査を行った。この結果、①において、学習者は、「表」を「楽しい」ものとしてみていないことがわかった。②において、「表」から規則を見出すこと、「表」を式化することや「表」の空欄に数を入れることは、算数を不得意と考えている学習者には困難性を伴う数学的活動であることがわかった。この課題を受け、「表」を解決の道具として活用できる教材として、5 年生対象に、長方形の周長が一定であるときの面積を考える「準等周問題」の授業(実践①)と「操作的原理」を背景とする「アリスモゴン」を用いた授業(実践②)を行った。実践①においては、「表」を計算方法として用いながら、縦、横の長さの差が少ないほど長方形の面積が大きくなり、縦、横の長さが等しいとき、長方形の面積が最大になることがわかったが、空欄を数で埋める過程での発見が不十分であったため実践②を考えた。この実践では、学習者は、「表」と図のアリスモゴンを関連付けるとともに、質問紙調査から「表」の活用に関して課題となった、規則性の発見、式化、空欄の充足に対して、学習者は、好反応を示した。とりわけ、「表」の空欄の充足の過程に喜びを感じてきた学習者が多くみられた。2 つの実践から、学習者は、「表」を問題解決するための学習ツールとして有効であることを認識した。

Key words：表，学習ツール，算数科，操作的原理

1. はじめに

現代は知識基盤社会、生涯学習社会、ポスト近代社会である。この社会において諸外国との競争の中で生きていくためには、自ら考え、判断し、表現する力が、これからの日本には求められるだろう。また、国内においても産業空洞化や生産年齢人口の現象の深刻な問題を抱える

状況では、同様に個々が活躍できる「働き方」を考慮するうえで、新しい価値やアイデアを創造する資質・能力の涵養が要求されると推断できる。こうした社会の要請や時代の潮流に呼応するように、同様の趣旨は、中教審答申(2008)には「変化の激しい社会を担う子どもたちに必要な力は、基礎・基本を確実に身に付け、いかに社会が変化しようと、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力、自分を律

*¹ Atsuyuki YADA

Kochi Pref. Konan City Sako Elementary School

しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心などの豊かな人間性、たくましく生きるための健康や体力などの『生きる力』である、と記されている¹⁾。これらを受け、新学習指導要領(2017)は、教育の枢要を「資質・能力」の涵養としている²⁾。それは、豊かな心や健やかな体の充実とともに、思考力、判断力、表現力をもとに、知識の理解の質をさらに高め、確かな学力を涵養するところにあると明示している。この知識の理解の質を高め資質・能力を涵養するためには、「深い学び」、「対話的な学び」とともに、学習者の「主体的な学び」の漸進が求められている。このため、授業者は、学習者が主体的に学ぶための手立てを、学習者の特性と照らして、学習場面や方法などから施す必要がある。

2. 研究の背景

算数科授業における、学習者の主体的な学びを促進する手立ての「場の設定」として「考える足場」(石田ら, 2007)の研究がある³⁾。授業の導入場面で「足場づくり」の段階を設定し、本時の学習に関連する既習事項を引き出し、これを黒板の左端に残し、足場で想起させた確認した知識・考え方を生かして本時問題に取り組みさせている。また、同様の手立ての一つとして「学習ツール」がある。「学習ツール」に関しては、線分図に関する研究(松原, 2006, 師, 2007, 石田・神田, 2008, 石田・村上, 2010)、テープ図に関する研究(石田・土田・岡本, 2007, 坂井, 2008)、数直線に関する研究(青山, 2012, 矢島, 2014)などがみられる⁴⁾⁻¹¹⁾。この「学習ツール」は、子どものアイデアや表現を支援し、学習の「振り返り」にも活用される道具であり、学習者の立場でみれば、自らの思いや考えを練り上げたり、表出したり、といったことが難しいときに役立つものといえるだろう。

「表」に関する研究は、その活用や「よさ」

の感得を記載した実践報告は、散見されるが、学習ツールとしての算数科「表」そのものを中心的に扱った研究は少ない。そこで、まず、算数科「表」の「よさ」とは何かを次のとおり整理する。

- ・情報収集されたデータを整理・統合し、比較・検討できる。
- ・視覚的に内容を捉えやすく、図化、言語化などに転換できる。
- ・図、式、言葉などの他の表現様式と関連していることに気付ける。
- ・新しい考えの生成が可能である。

次に、算数科における学習ツールとしての「表」そのものを検討する。学習者が、問題解決に必要な情報をよみとるためのものであり、①規則性を見出す手掛りとなったり、②学習内容のまとめになったり、バラバラに存在する情報の整理に役立ったり、といった数学的活動に位置付いている。①での「表」は、学習者の思考を促進し、「関係付ける」あるいは「変化を捉える」うえで、極めて有効な「思考ツール」とみることができる(田村・黒上, 2013)¹²⁾。これは、規則性の発見に加え、算数科では、関数のよみとりに繋がる場面で用いられる。②での「表」は、自分の考えを統括し意図的に他者に示すことを可能にする「表現ツール」とみることができる。

3. 研究目的

これらの算数科「表」に関する知見では、「表」を活用した実践に、その意義を十分反映させることができない。そこで、まず、小学校高学年児童を対象にして、学習者が、算数科「表」に対してどういった印象をもっているのか、また、算数科「表」のよさを感じているのか、を意識調査によって探る。この結果を踏まえ、算数科における「表」を用いた授業を設計し、実践することで、学習者の算数科「表」に対する認

識を捉えることを目的とする。

4. 研究方法

高知県公立小学校 2 校 5・6 年と埼玉県公立小学校 2 校 6 年生を対象に質問紙調査を実施した。有効回答者 273 名（調査対象 294 名、有効回答率 92.9%）を調査対象者とした。

(1) 調査期間と場所

平成 29 年 9 月～11 月、対象者の学級の教室にて実施した。

(2) 使用した質問紙

因子 1「表に対する印象」（5 項目）と因子 2「表のよさの感得」（16 項目）を問う内容で構成されている。

(3) 不得意－得意

算数の不得意－得意を調べるために、「あなたは、算数が得意ですか。」という質問を行い、「1：苦手である」、「2：どちらかといえば苦手である」、「3：どちらかといえば得意である」、「4：得意である」、の 4 段階評定で回答を求めた。

(4) 「表」に対する印象(Semantic Differentia法)

「表」に対してどういった印象をもっているかについて SD 法を用いて調べた。

- ・整っている－ごちゃごちゃしている
- ・簡単－難しい
- ・わかりやすい－わかりにくい
- ・楽しい－つまらない
- ・役立つ－役立つたない

の 5 つの質問項目を「非常にあてはまる」、「ややあてはまる」、「どちらでもない」、で回答を求め、算数の得意－不得意の質問項目 1、2 を不得意群、3、4 を得意群として、「表」の印象に関する 5 項目に対して、記述統計を行った。なお、「表」に対するイメージは、個人によって異なるため、質問紙に「表」活用の具体的な場面を提示している（「資料」を参照）。また、5 項目については、筆者が所属する算数教育研

究会の小学校の教職経験 30 年以上の現職、OB あわせて 5 名の実践知から出された意見をもとに筆者が作成した。項目内容については、認知面に合わせて情意面も考慮し、「楽しい－つまらない」を入れている。

(5) 「表」のよさの感得

「表」のよさの感得に関する 16 の質問項目について、「1：苦手である」、「2：どちらかといえば苦手である」、「3：どちらかといえば得意である」、「4：得意である」、の 4 段階評定で回答を求めた。

16 の質問項目は表 1 のとおりである。

表1 「表」のよさの感得に関する質問項目 ※資料あり

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 「表」からかかっている情報をよみとる。 2. グラフを「表」にかきかえる。 ※ 3. 「表」のわくに空らんがあった場合、あてはまる数を考えてかきこむ。 ※ 4. 「表」から見つけたきまりを式に表す。 ※ 5. 「表」を使って、バラバラな情報をわかりやすく整理する。 ※ 6. 「表」からきまりを見つける。 ※ 7. 「表」をよみといて、そこからいえることを説明する。 8. 与えられた「表」が、いくつかあるグラフのどれになるのかを説明する。 9. 「表」をみて、何がかかっているかをよみとる。 10. 調べたものを「表」にかいてまとめる。 ※ 11. 「表」にかかれた 2 つの量の関係を説明する。 ※ 12. 与えられた式をもとに、「表」の空らんに入る数を求める。 13. 学習したことを「表」に表して、その内容を友達に伝える。 14. 学習したことを「表」によってまとめる。 15. 先生に指示されなくても「表」を使って考える。 16. 「表」にかかっていることをことばで表現したり、式に書き直したりする。 |
|---|

これらの「表」のよさの感得の要素は、筆者の実践知と黒上ら（2012）の思考ツールの 7 つの活用意図（「アイデアや問題を視覚化する」（2,10,12）、「考えや情報を整理する」（1,5,9）、「考えをすぐにフィードバックする」（4,16）、「学んだこと同士のつながりを明確にする」（8,11）

「意見を共有する」(7,13),「知識を新しくつくりあげる」(3,6),「考えを評価すること」(14,15)をもとに作成した(()内の番号は質問項目に対応)。しかしながら、算数科「表」に関する先行研究が見当たらないため、筆者の実践知や前述の近接する概念を援用している。よって、因子配慮や質問項目の妥当性の吟味が不十分といえる。このことから、ここで得た知見は、実践に繋げる参考として捉えている。

(6) 手続き

調査にあたっては、調査対象学級の担任の指導で20分程度かけて行った。また、本調査の目的と成績とは関係がないことを説明した。さらに、無記名とし、個人が特定できないようにした。高知県公立小学校の回答分は、筆者が直接回収し、埼玉県公立小学校の回答分は、該当校の協力を得て、郵送にて回収した。分析にあたっては、Excel2016 (Microsoft 社 office16) 及び SPSS (IBM 社 Statistics24) を使用した。

5. 意識調査の結果

(1) 「表」に対する印象について

① 記述統計

全体 (N=273) の平均値と標準偏差を表 2 のとおり示す。この結果から、5 項目のうち、「つまらない-楽しい」のみが中間値の「3」を下回った。

表2 「表」の印象の記述統計

「表」の印象 N=273	平均値	標準偏差
ごちゃごちゃしている-整っている	3.73	1.03
難しい-簡単	3.67	1.15
わかりにくい-わかりやすい	3.88	1.16
つまらない-楽しい	2.93	1.01
役立つたない-役立つ	3.97	1.01

② 不得意群と得意群の差

「表」の印象に関する質問に対する回答を、算数の不得意群 (1,2), 得意群 (3,4) 別に分析し、対応のない t 検定を行った (表 3)。

表3 「表」の印象の算数の不得意群-得意群間の t 検定の結果

印象に差のある質問項目	不得意群 N=127 平均値 (SD)	得意群 N=146 平均値 (SD)	検定結果
ごちゃごちゃしている-整っている	3.97 (1.09)	3.66 (0.92)	**
難しい-簡単	3.75 (1.20)	3.57 (0.90)	**
わかりにくい-わかりやすい	3.91 (1.20)	4.27 (0.90)	**
つまらない-楽しい	2.76 (1.01)	3.68 (1.00)	**
役立つたない-役立つ	3.87 (1.03)	4.64 (1.00)	**

(2) 「表」のよさの感得

① 記述統計

算数の得意・不得意の質問項目 1,2 の不得意群, 3, 4 を得意群として、「表」のよさの感得に関する 16 項目に対して、全体 (N=273) の平均値と標準偏差を表 4 のとおり示す。この結果から 16 項目のうち、「7. 表をよみといて、そこからいえることを説明する」(2.23), 「13. 学習したことを表に表して、その内容を友達に伝える」(2.36), 「15. 先生に指示されなくても表を使って考える」(2.31) で、中間値の 2.5 を下回った。一方、「3. 表のわくに空らんがあった場合、あてはまる数を考えてかきこむ」(2.98), 「9. 表をみて、何がかけられているかをよみとる」(2.93) は、比較的高い平均値であった。

表4 「表」のよさの感得の記述統計

表の有用性についての項目 (4件法)	平均	SD
1. 「表」からかけられている情報をよみとる	2.63	0.85
2. グラフを「表」にかきかえる	2.57	0.91
3. 「表」の枠に空らんがあった場合、あてはまる数を考えてかきこむ	2.98	0.95
4. 「表」から見つけたきまりを式に表す	2.72	0.94
5. 「表」を使って、バラバラな情報をわかりやすく整理する	2.64	0.97
6. 「表」からきまりを見つける	2.74	0.90
7. 「表」をよみといて、そこからいえることを説明する	2.23	0.94
8. 与えられた「表」が、いくつかあるグラフのどれになるのかを説明する	2.37	0.90
9. 「表」をみて、何がかけられているかをよみとる	2.93	0.89
10. 調べたものを「表」にかいてまとめる	2.75	0.85
11. 「表」にかかれた2つの量の関係を説明する	2.49	0.94
12. 与えられた式をもとに、「表」の空らんに入る数を求める	2.84	0.93
13. 学習したことを「表」に表して、その内容を友達に伝える	2.36	0.89
14. 学習したことを「表」によってまとめる	2.52	0.90
15. 先生に指示されなくても「表」を使って考える	2.31	0.89
16. 「表」にかけられていることを言葉で表現したり、式にかきなおしたりする	2.62	0.97

② 不得意群と得意群の差

「表」のよさの感得に関する質問に対する回答を、算数の不得意群 (1,2), 得意群 (3,4) 別に分析し、対応のないt検定を行ったところ、表 5 の結果を得た。

6. 意識調査に対する考察

(1) 「表」に対する印象

学習者は、「表」そのものを「楽しい」ものとしてみていない傾向にあることがわかった。また、「表」に対する理解は、「表」に対する難易の印象に関係していることがわかった。換言すれば、「表」に対する難易の印象は、「表」に対する理解に関係しているといえる。さらに、「表」が整っている、という印象は、「表」が楽しいものという印象や「表」の難易の印象に関係しないことがわかった。

(2) 「表」のよさの感得

表5 「『表』のよさの感得」の算数の不得意群-得意群間のt検定の結果

表の有用性に関する質問項目(4件法)	不得意群 n=128 平均値 (SD)	得意群 n=144 平均値 (SD)	独立のt検定
1. 「表」からわかれている情報をよみとる。	2.73 ^a (0.57)	2.87 ^a (0.58)	ns
2. グラフを「表」にかきかえる。	2.51 ^a (0.61)	2.83 ^a (0.64)	**
3. 「表」を神に空欄があった場合、あてはまる数を入れて書き込む。	2.62 ^a (0.67)	2.84 ^a (0.62)	ns
4. 「表」から気づけたままりを式に換す。	2.38 ^a (0.58)	2.82 ^a (0.61)	**
5. 「表」を使って、バラバラな情報をわかりやすく整理する。	2.64 ^a (0.67)	2.84 ^a (0.61)	ns
6. 「表」をかきまわりを見つける。	2.38 ^a (0.61)	2.68 ^a (0.64)	*
7. 「表」をよみといて、そこからいえることを説明する。	2.54 ^a (0.61)	2.84 ^a (0.61)	*
8. 考えられた「表」が、いくつかあるグラフのどれになるかを説明する。	2.62 ^a (0.67)	2.84 ^a (0.63)	ns
9. 「表」をみて、何がわかれているかをよみとる。	2.80 ^a (0.67)	2.72 ^a (0.71)	ns
10. 調べたものを「表」にかいてまとめる。	2.48 ^a (0.61)	2.72 ^a (0.67)	ns
11. 「表」にかけられた2つの量の関係を説明する。	2.14 ^a (0.61)	2.81 ^a (0.71)	**
12. 考えられた式をもとに、「表」の空欄に入る数を求める。	2.48 ^a (0.61)	2.81 ^a (0.64)	**
13. 学習したことを「表」に換して、その内容を友達に伝える。	2.68 ^a (0.61)	2.80 ^a (0.61)	ns
14. 学習したことを「表」によってまとめる。	2.68 ^a (0.67)	2.72 ^a (0.68)	ns
15. 先生に説明されなくても「表」を使って考える。	2.02 ^a (0.61)	2.58 ^a (0.68)	**
16. 「表」にかけられていることを空欄で換したり、式にかきかえたりする。	2.22 ^a (0.61)	2.69 ^a (0.64)	**

主体的に考えること、表現することに課題が認められるが、「表」をよみとることや「表」にかきこむことには一定の学習効果や今後の期待がうかがえる。また、「表」のよみとりや書き込み、主体的に「表」を使うことと説明することは関係しているといえる。さらに、「表」から規則を見出すこと、これを式化することや「表」の空欄に数を入れることは、算数を不得

意とする学習者には困難性を伴う数学的活動であることがわかった。

7. 質問紙調査に基づく展望と課題

本調査では、アンケートの学年 (5年33名, 6年240名), 居住地 (高知県78名, 埼玉県195名), に偏りがあることや因子配慮や質問項目の妥当性の吟味に課題が残るが, 一定数 (N=273) の回答を確保できた。これにより, 主体性・思考性 (「先生に指示されなくても表を使って考える」) に課題がみられるが, 「表」に対する書き込みや読み取りには成果があることが明らかになった。今後, 自ら考えて「表」を完成させることができれば, 説明の機会が増し, 不得意とする「表をよみといて, そこからいえることを説明する」ことが期待できる。このため, 授業者には, 学習者の主体的な学びを漸進させるために, 「表に数を書き込む」教材による数学的活動を授業過程に取り入れることが, 一層求められる。

8. 研究授業 I

(1) 事前調査

平成30年1月, 研究授業の実施前, 32名の5年児童を対象に, 意識調査の結果をもとに, 「表のよさの感得に関する調査」の4つの項目 (「表からきまりを見つける」, 「表をよみといて, そこからいえることを説明する」, 「学習したことを表に表して, その内容を友達に伝える」, 「先生に指示されなくても表を使って考える」) について調査した結果, 次の表6のとおりになった。

表6 事前調査の結果

表のよさの感得についての項目(4件法)	平均	SD
6. 「表」からきまりを見つける。	2.75	.95
7. 「表」をよみといて, そこからいえることを説明する。	2.28	.93
13. 学習したことを「表」に表して, その内容を友達に伝える。	2.38	.75
15. 先生に指示されなくても「表」を使って考える。	2.34	.99

273名を対象にした第1回の「表」の意識調査の結果と大きな違いはなかった。

(2) 「表に数を書き込む」教材(「準等周問題」)

本授業は、「表に数を書き込む」教材による数学的活動を授業過程に取り入れ、学習者の主体的な学びを漸進させることで、問題を解決し、きまりを見出すことを目的に、平成30年2月、高知県公立小学校第5学年児童を対象にトピック教材を用いて行われた。この教材は、質問紙調査の「資料」に示したものであるが、授業対象者は、第1回「表」の意識調査対象者とは別であるが、事前調査を受けている。

① 問題設定

長方形のまわりの長さが、8cm、12cm、20cmのとき、面積が最大になる辺の長さを考える問題を提示する。その際、1辺の長さは整数値とする。

② 指導にあたって

本時の目標は、質問紙調査の結果をもとに、主体的に「表」に数を書き込むことによって、きまりを見出すことである。

まず、長方形のまわりの長さが8cmのとき、縦の辺の長さが1cm、横の辺の長さは3cmになり、この長方形の面積は 3cm^2 になることを、授業者主導で学習者に理解させることで、問題の主旨を捉えさせる(表7)。

表7 縦の長さ、横の長さ、面積を示す「表」

縦 (cm)	1	2	3
横 (cm)	3	2	1
面積 (cm ²)	3	4	3

この後、長方形のまわりの長さが12cm(表8)、20cm(表9)、の場合を考える。

表8 縦の長さ、横の長さ、面積を示す「表」

縦 (cm)	1	2	3	4	5
横 (cm)	5	4	3	2	1
面積 (cm ²)	5	8	9	8	5

自分で、縦の長さ、横の長さ(いずれも整数値)、長方形の面積を「表」に書き込む(表8,9)。完成された「表」を見て、「気付く」ことを求める。

表9 縦の長さ、横の長さ、面積を示す「表」

縦 (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
横 (cm)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
面積 (cm ²)	9	16	21	24	25	24	21	16	9

これによって、縦の辺の長ささと横の辺の長さの差が小さいほど、長方形の面積は大きくなる。また、縦の辺の長ささと横の辺の長さの差がない、つまり等しい長さであるとき、長方形の面積は最大になることがわかる。換言すれば、正方形のとき面積は最大になることがわかる。授業の展開が次のとおりである(表10)。

表10 研究授業Ⅰの授業展開

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。	・長方形のまわりの長さが8cmのときの長方形の面積を求める。 ・表に縦の長さ、横の長さ、面積を表す。
2. 一人で考える。 ・表に書き込む。	・長方形のまわりの長さが12cm、20cm、のときの面積を考える。
3. グループで話し合いながら考える。	・3つの完成された表をもとに気付いたことを出し合う。
4. 考えたことを全体で話し合う。	・気付いたことを全体に出し、意見の交流を図る。
5. 表で見つけた「きまり」について考える。	・縦、横の長さが同じときに面積は最大になる。 ・縦、横の長さの差が小さいほど面積は大きくなる。
6. 本時のまとめをする。	・ 19×11 15×15 21×9 のうち、どれが最も積が大きいかを考える。

この授業を通して、真に得られる数学的な知見は、「 x,y の和が一定のとき、 x,y の差が小さいほど、 xy の積は大きい」ということである。この授業を通して、質問紙調査の「資料」に明示したような、和一定のかけ算の問題(次のうち、答えが一番大きいのはどれですか。① 22×28 , ② 23×27 , ③ 24×26 , ④ 25×25)が、解決できる汎用的な能力が求められる。

9. 研究授業Ⅰの成果と課題

本授業の成果と課題を、授業中の学習者の発言と授業後の感想から分析する。まず、授業中の発言については、3つの「表」が揃った段階で、「表の真ん中に近づくほど大きい。」という声が聞かれた。また、「どの表も真ん中が一番大きい。」という、縦、横の差とその積の関係を示す声が聞かれた。つまり、学習者は、「表」を自分たちで完成させることによって、そこにある規則性に気付くことができたといえる。

さらに、授業後の感想には、「表をつかうことで学習したことがよくわかった。」「表にまとめるときまりがみつかった。」といった表の有用性や機能性を認めることばをみつけることができた。

10. 研究授業Ⅱ

(1) 事前調査

平成30年3月、研究授業の実施前、32名の5年児童を対象に、研究授業Ⅰの課題をもとに、「表のよさの感得に関する調査」の「表からきまりを見つける」について調査した結果、表11のとおりになった。273名を対象とした第1回の「表の意識調査の結果と平均値に大きな違いはなかった。

表11 事前調査の結果

表のよさの感得についての項目(4件法)	平均	SD
6.「表」からきまりを見つける。	2.75	.87
7.「表」をよみといて、そこからいえることを説明する。	2.28	.67
13.学習したことを「表」に表して、その内容を友達に伝える。	2.38	.78
15.先生に指示されなくても「表」を使って考える。	2.31	.68

(2) 「表に数を書き込む」教材（「アリスモゴン」を用いた授業）

本授業は、操作的原理^[1]を背景とする「アリスモゴン」(図1)を用いて「表」によって問題を解決する授業である。本授業は、研究授業Ⅰ同様、「表に数を書き込む」教材による数学的活動を授業過程に取り入れ、学習者の主体的な学びを漸進させることで、問題を解決し、きまりを見出すことを目的に、平成30年3月、高知

県公立小学校第5学年児童を対象に行われた。

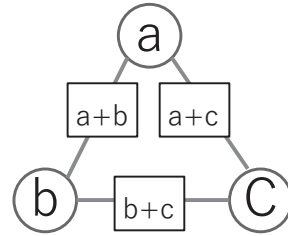


図1 アリスモゴン

① 問題設定

「○に入る数を見つけましょう。」という問題を提示する。その際、□には、 $a+b$ 、 $b+c$ 、 $a+c$ 、が入るという計算ルールを確認したうえで、逆に□のみ数を残し、○に入る数について表を用いて考える場面を設定する。

② 指導にあたって

まず、「アリスモゴン」について、辺上の数は、両側の頂点の数の和であることを説明する。このため、例題として、辺上の□に入る数を考える(図2)。

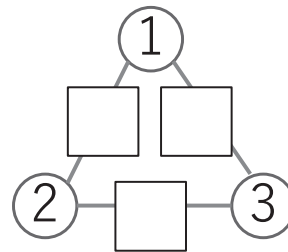


図2 □の数を求めるアリスモゴン

次に、ア、イ、ウ、の順に当てはまる数を入れていく。

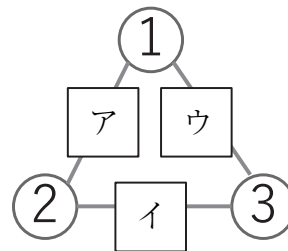


図3 □の数を求めるアリスモゴン

アには、3、イには5、ウには4が入る、という計算のルールを確認する。このうえで、次の図4の辺上の□の数はいずれも明らかで、頂点の○の数を求める問題を出す。教師が例示として、仮に○の1番に「1」を入れたとき、どうなるか反時計回りに○の2番、○の3番に数を入れ、○の1番に戻ってくると、仮に入れた「1」とは異なることを確認する。このように、○の1番には「仮の数」と「もどってきた数」が生まれる。このように、○に仮の数を順に入れていく過程で、「仮の数」と「もどってきた数」を表に整理する(表12)。はじめのうちはわからなかった子どもたちも表の空欄に数を入れる作業を通して、「仮の数」+「もどってきた数」=10であることに気付く。(C:「たすと10になる。」)この結果、「(仮の数+もどってきた数)÷2」で○の1番に入る数を求めることができることがわかる。

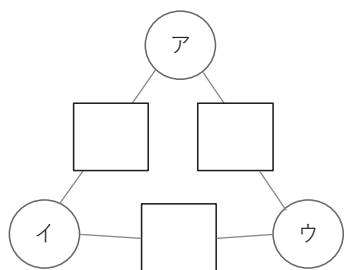


図4 ○を求めるアリスモゴン

表12 「仮の数」と「もどってきた数」の表

かりの数	1	2	3	4	5
もどってきた数	9	8	7	6	5
合計	10	10	10	10	10

表13 研究授業Ⅱの授業展開

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。	<ul style="list-style-type: none"> 隣り合う頂点の数が辺上の数になるという、アリスモゴンの計算ルールについて理解させる。 本時は辺上の数を求めるが、仮の数ともどってきた数について考えることをおさえる。

学習活動	指導上の留意点
2. 一人で考える。 ・表に書き込む。	・完成された表をもとに気付いたことを出し合う。
3. グループで話し合いながら考える。	・気付いたことを全体に出し、意見の交流を図る。
4. 考えたことを全体で話し合う。	・仮の数+もどってきた数の合計はいつも同じ
5. 表で見つけた「きまり」について考える。	・仮の数ともどってきた数をたして2でわるとはじめての頂点の数がわかる。
6. 本時のまとめをする。	

11. 研究授業Ⅱの成果と課題

アリスモゴンを用いて、仮の数を入れて、もどってきた数と比較し、この結果を「表」に整理することで、頂点の数を見出すこと、ひいては規則性の発見することに繋げることができた。小学校で扱うことがない「仮の数」を入れるという作業に戸惑いをみせた学習者がいたが、多くの学習者は、規則性の発見とともに、式化、空欄の充足に対して、好反応を示した。とりわけ、「表」の空欄の充足の過程に喜びを感得できた学習者が多くみられた。

12. 総合考察

実践の基底になった「表」に関する質問紙調査には、地域性に偏りがみられること、筆者が直接回答者に説明できていないこと等が課題としてあげられるが、得られたデータを参考にして、2つの実践を行った。これらの質問紙調査の結果に基づく2つの実践から、学習者は、「表」の有用性や機能性を感得するとともに、そこに規則性を見出すことで、より一層「表」の価値を考えることができた。これらから、学習者は、「表」を問題解決するための学習ツールとして有効であることを認識した。一方、授業対象は

いずれも 5 年生であった。6 年生を対象にした実施によって、確かな実証を得る機会は今後の課題となった。

13. 展望

「表」は、小学校算数では、グラフと一体的に扱われ、その意味や意義を丁寧に扱うことはほとんどみられない。このため、「表」に整理することによって「みえる」ものも見過ごされがちになる。

「表」には、表現ツールとともに、学習ツールとしての機能がある。この有用性を感得させるためには、今回取り上げた実践のような、空欄に数を入れることで、規則性を見出す教材を開発し、「表」を用いた実践を重ねることが肝要となる。

謝辞

研究授業Ⅱにあたっては、高知大学 中野俊幸教授に、ご指導いただきました。また、質問紙調査にあたっては、埼玉県所沢市立所沢小学校、三ヶ島小学校、高知県芸西村立芸西小学校、室戸市立吉良川小学校の校長先生、担任の先生、子どもたちにお世話になりました。

付記

本研究は、平成 29 年度科学教育研究費奨励研究（研究課題／領域番号 17H00163）「算数科『表』の有用性の感得を促進する教材に関する実証的研究」の一環として行われた。

註

〔1〕1985 年ヴィットマンが、数学の学習指導の原理として提唱したものであり、これは「与えられた対象に対して、児童・生徒自らに働きかけ、それによって生じるいろいろな現象を観察させ、そこにある性質を発見させることによって、その対象を認識させよ。」と述べている。

ヴィットマンの「操作的原理」に関する論文は、

- ・ E. Ch. Wittmann, Teaching Units as the Integrating Core of Mathematics Education, *Educational Studies in Mathematics*, 15, 1984, 25-26.
- ・ E. Ch., Wittmann, Objekte-Operation-Wirkung.: das rezeptive Prinzip in der Mathematikdidaktik, *Mathematiklehren*, 11, 1985, 7-11.

参考・引用文献

- 1) 文部科学省「小学校学習指導要領」, 2008 年.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/index.htm (2019.6.28 最終確認)
- 2) 文部科学省「小学校学習指導要領」, 日本文教出版株式会社, 2018 年
- 3) 石田淳一・土田圭子・岡本彩希「算数文章解決における『まとめて考える』考えの指導に関する研究～「考える足場」をつくる授業設計による授業実践～」, *科学教育研究* 31 (2), 2007 年, pp.137-144.
- 4) 松原敏治「線分図を用いた互除法の可能性」, *日本数学教育学会誌* 89 (11), 2006 年, pp.19-26.
- 5) 師澄江「数直線・線分図指導の小単元作成の為の研究」, *日本数学教育学会誌* 89 (10), 2007 年, pp.12-19.
- 6) 石田淳一, 神田恵子「5 学年『割合』単元における関係図や線分図をかいたり, よんだりする指導に関する研究」, *科学教育研究* 32 (3), 2008 年, pp.153-163.
- 7) 石田淳一, 村上希久子「3 学年の逆思考文章題解決における線分図指導に関する研究」, *日本数学教育学会誌* 92 (2), 2010 年, pp.2-9.
- 8) 石田淳一, 土田圭子, 岡本彩希「2 学年の逆思考文章題単元におけるテープ図指導に関する研究」, *日本数学教育学会誌* 89 (6), 2007 年, pp.2-11.
- 9) 坂井武司「色テープ図を活用した割合の指導に

関する研究」, 日本数学教育学会誌 90(8), 2008年, pp.13-21.

- 10) 青山尚司「割合の学習への素地指導となる倍の学習：表現ツール、インターフェイスとしての数直線図(算数科)」, 東京学芸大学教育学部附属小金井小学校研究紀要 34, 2012年, pp.57-60, 2012.
- 11) 矢島未知子「算数文章題において絵と数直線を用いる有効性」, 数学教育研究, 2014年, pp.85-94.
- 12) 田村学・黒上晴夫『考えるってこういうことか! 「思考ツール」の授業』, 小学館, 2013年.

資料

(例) ※番号は、質問の番号

※8.6

水を入れる時間と水の深さ

水を入れ 時間(分)	1	2	3	4	5		7
水の深さ (cm)	4	8	12		20	24	28

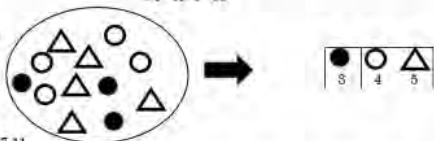
※4.6.11.12

Aさん(O)とBさん(Y)にじゃんけんゲームでカードを取り合ったときのカード枚数の変化

Aさんのカード 枚数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bさんのカード 枚数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

式 $X+Y=10$

※5



※6.7.11

たて (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
横 (cm)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
四角形 の面積 (cm ²)	9	16	21	24	25	24	21	16	9

たて×横=10(cm²) のように、和が同じとき、差が小さいほど面積は大きくなる。
この考えをいっしょして、次の縦横を計算せずに一番大きい積になるのはどれかを考える。

2 2	7 3	2 6	2 5
×2 8	×3 7	×2 6	×2 5

(令和 2 (2020) 年 1 月 22 日受理)