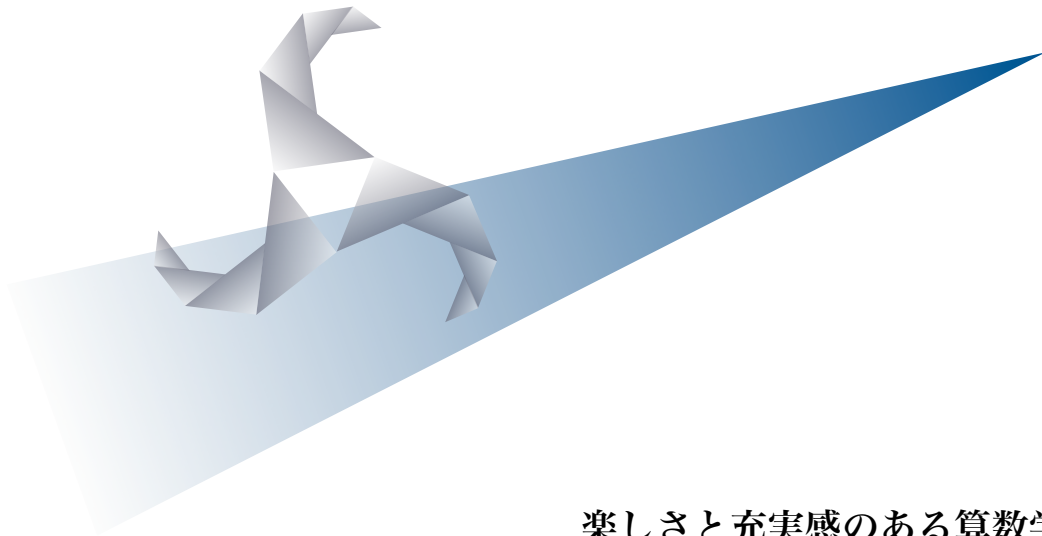




# 鳥取大学数学教育研究

*Tottori Journal for Research in Mathematics Education*

ISSN : 1881-6134



楽しさと充実感のある算数学習  
～実践から見る成果と課題～

久城達也

vol.10, no.10

Mar. 2008

Site URL : <http://www.rs.tottori-u.ac.jp/mathedu/journal.html>

鳥取大学 数学教育学研究室

## はじめに

メディアで学力の問題が語られるとき、よく「PISA調査結果」が引用されます。PISA2003調査結果によると、「我が国の学力は、全体として国際的に見て上位ではあるが、読解力など低下傾向にあり、世界トップレベルとはいえない状況にある。特に、学ぶ意欲や学習習慣に課題がある。」『『数学についての本を読むのが好きである』、『数学の授業が楽しみである』、『数学を勉強しているのは楽しいからである』、『数学で学ぶ内容に興味がある』』に対して、肯定的に回答した我が国の生徒の割合は、いずれもOECD平均より少ない。」と、「学ぶ意欲」に課題があるとしています。また鳥取県の課題としても、「学ぶことの楽しさや充実感を味わえる学習にする工夫が必要」「自ら学び、自ら考える力を育てる工夫が必要」「評価の工夫が必要」「個に応じた指導の工夫が必要」と、「学ぶ意欲」を高めることの重要性が挙げられています。

「学ぶ意欲」の視点から、今までの自分の算数授業を振り返ってみると「苦しみながら、何とかできるようになる算数」が多かったように思います。教科書通りに進み、やり方がわからない子どもにやり方を教え、練習によって定着を図っていました。しかし、せっかく苦労して身に付いたことも、時間がたつと忘れてしまうということがよくありました。子どもたちにとって「やらされている」学習という印象が、このような結果につながったのだと思います。

授業が子どもたちにとって「楽しい」ものに変われば、たいていの課題は克服されるのではないかと考えていました。学びに楽しさがあれば、自分で考えてみたり、友達の考えを聞いてみたりしたくなるでしょう。授業における楽しさを考えることは、「学ぶ意欲」を高めることと密接に関連しています。しかし、「楽しさ」のための具体的な手立てがはっきりしないまま、日々の授業に取り組んでいました。

長期研修生として教育センターで研修することになり、多くの算数授業を参観する機会を得ました。そこで、授業後の休憩時間にも問題を考え続けたり、自分で発展問題を作って先生に見せたりしている児童の姿を見て、「学ぶ意欲」が高まるとは、こういうことなのだろうと思いました。また、自分自身が「学ぶ意欲」に関する先行研究や授業実践にふれたり、教材研究をしたりする中で、「算数・数学っておもしろいな」とか「難しいけれど、考えてみたいな」という経験をすることもできて、「この楽しさやおもしろさを子どもたちにも味わってほしい」と願うようになりました。

他の教科では感じることはあっても、算数に関しては今まで「楽しさ・おもしろさを伝えたい」と感じたことは、なかったように思います。「〇〇をできるようにしなければならぬ」とか「先で困らないように」とばかり考え、日々の指導に取り組んでいました。もし、このような機会がなければ、それを感じることはないままだったかもしれません。そのような意味でも、貴重な研修の機会を与えていただいたことに感謝しています。

# 目次

## はじめに

<b>第1章 研究のねらいと方法</b> .....	<b>1</b>
(1) 児童の姿から見た問題点 .....	1
(2) 問題の分析と課題 .....	1
(3) 課題解決への試み .....	1
① 算数の楽しさと充実感について .....	1
② 授業構想 .....	2
(4) 目的と検証の方法 .....	3
<b>第2章 研究の内容</b> .....	<b>3</b>
(1) 問題からのアプローチ .....	3
(2) 考えの交流からのアプローチ .....	4
<b>第3章 実践事例</b> .....	<b>4</b>
(1) 三角じょうぎの角(4年生) .....	4
① 問題について .....	5
② 授業の様子 .....	5
③ 考察 .....	6
(2) 体積(6年生) .....	7
① 単元構成について .....	7
② 問題からのアプローチ .....	7
③ 考えの交流からのアプローチ .....	8
④ 授業の様子 .....	9
⑤ 考察 .....	11
<b>第4章 研究の成果と今後の課題</b> .....	<b>12</b>
(1) 児童による授業評価 .....	12
(2) 児童の算数に対する意識の変化 .....	13
(3) 授業構成の検討・修正 .....	15
(4) 成果と今後の課題 .....	15
<b>引用・参考文献</b> .....	<b>16</b>
<b>添付資料</b> .....	<b>16</b>

## おわりに

## 第1章 研究のねらいと方法

### (1) 児童の姿から見た問題点

算数の時間、どの子どももわかりたいと思って、一生懸命に授業に取り組んでいる。しかし、解決にかかる時間は子ども一人一人違いがある。作業や活動に時間がかかる子どもたちは早く終わらせなければという思いであせり、終わった子どもたちは早く先に進みたいという思いであせっていた。また、十分納得するための時間がなくて満足できない子どもがいる一方で、内容が物足りなくて満足できない子どももいて、どちらにもモヤモヤした感じが残ることがあった。

さらに、身に付いたはずのことが、時間がたったり、場面が変わったりすることで、あやふやになってしまうこともあった。

これらは、教師の作ってしまった問題である。

### (2) 問題の分析と課題

あせりを感じさせたり、もやもやとした気持ちを残してしまったりするのは、一人一人の違いがうまく対応できていないためである。わかり方にはいろいろなパターンがある。また、算数の何を楽しいと思ひ、どんなことに満足感を得るのかも、子どもによって異なる。その個人差に対応しきれていないためである。

学んだはずのことがあやふやになるのは、学んだことを意識して使う場面が少なかったためではないだろうか。授業の中でさえ、既習を意識的に使う活動を積み上げてきていなかったのではないかとも思う。何よりも、子どもたちが「なるほど！」といった感動をともなう場面が少なかった。「算数・数学のよさ」をうまく伝えられていないことが、学んだことがあやふやになる原因である。

これらから、「子どもたちの個人差に応じる」と「学んだことにつながりと広がりを持たせる」ことで、子どもたちみんなが「楽しさと充実感」を味わうことのできる授業に改善していくことが課題となる。

そこで、研究テーマを「**楽しさと充実感のある算数学習**」と設定し、サブテーマを「**実践からの成果と課題**」として、授業実践を通して成果と新たな課題を検証していくことにした。(図①)

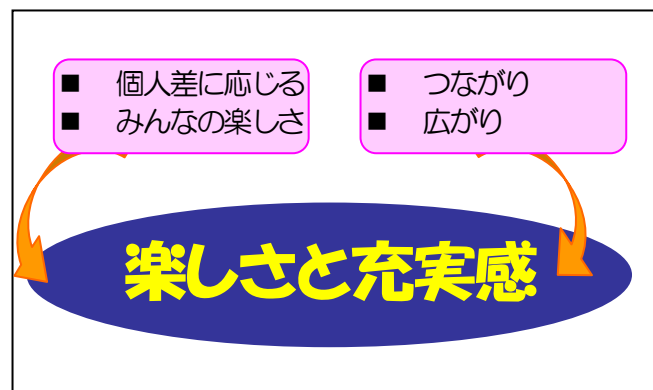


図 ① 研究テーマ

### (3) 課題解決への試み

#### ① 算数の楽しさと充実感について

学習指導要領解説には、「算数科改訂の要点」の中で、「② 楽しさと充実感」に関して、以下のときに感じられると例示してある。

- 自らの主体的な活動によって、数量や図形についての意味が本当によくわかったとき
- 自分で実際に作業をしたり、体験をしたりして算数を学習するとき

- 数量や図形についての知識や技能を確実に身に付けたとき
- 数学的な考えを生かした工夫をして算数の問題を解決できたとき

(小学校学習指導要領解説算数編 平成11年5月)

また、鳥取市立日進小学校では、「学ぶことの楽しさを追求し、確かな学力を身に付ける算数科学習」をテーマとして、研究に取り組んでいる。その研究の具体的内容で「(2)「学びの楽しさ」の質の変容をめざして」として、次のように楽しさを捉えている。

#### <算数学習を通して深める楽しさ>

- すぐに、たくさん、ぜんぶ、じぶんで「わかる・できる」楽しさ
- じっくり考えて「わかる・できる」楽しさ
- 試行錯誤する楽しさ
- 解決しようと挑戦する楽しさ
- 学習したことを生活の中で生かせる楽しさ
- ものの見方や考え方が変わる楽しさ
- 算数の本質的な「よさ・美しさ」にふれる楽しさ

#### <友達との関わりを通して深める楽しさ>

- 自分の考えを表現できる楽しさ【ノートにかける】
- 自分の考えを友達に表現できる楽しさ【発表できる】
- 自分の考えを友達に認めてもらえる楽しさ【受け入れられる】
- 友達の考えに学んだり、解決の糸口をみいだしたりする楽しさ【学び合う】
- 「みんなで作り上げる」学習の楽しさ【みんなで作る】

(第39回中国・四国算数・数学研究(鳥取)大会 算数科・数学科学習指導集 2006年10月27日)

算数の楽しさをこのように捉え、授業においてこれらを味わうことができるように授業を構成していく。

## ② 授業構想

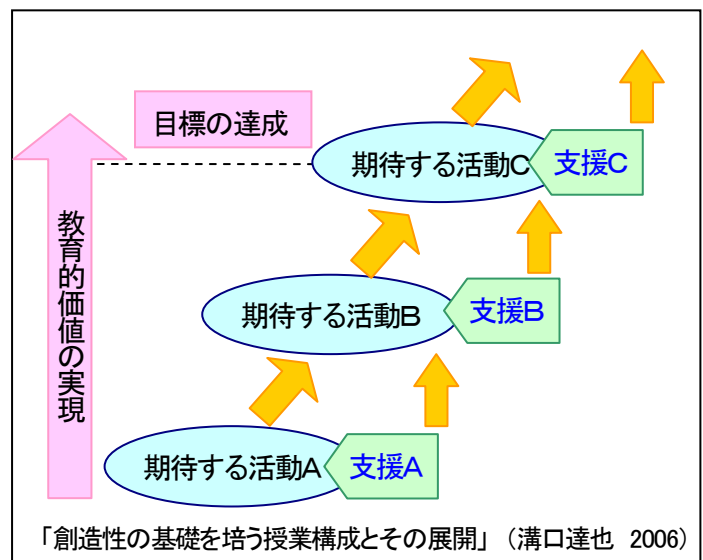
「楽しさと充実感」を味わうことのできる授業構想として、問題解決学習の授業構想に着目した。

(図②)

この構成であれば、それぞれの子ども達の段階に応じた支援を行うことで、どの子どもも「楽しさと充実感」を味わうことができるのではないかと考えた。

この授業構想においては支援が重要なことは言うまでもない。

しかし、活動全体を支えているのは「よい問題」である。よい問題がなければ児童の算数的活動を引き出せないし、「期待する活動」の多様性やそれぞれの価値付けも期待できない。「よい問題」



図② 問題解決学習の授業構想

の検討から授業改善を考えていく。

そして、個人個人のアイデアや考え方を集団のものとし、全体を高めるためには練り上げでの「考えの交流」も重要である。また、＜友達との関わりを通して深める楽しさ＞にとっても「考えの交流」は重要である。

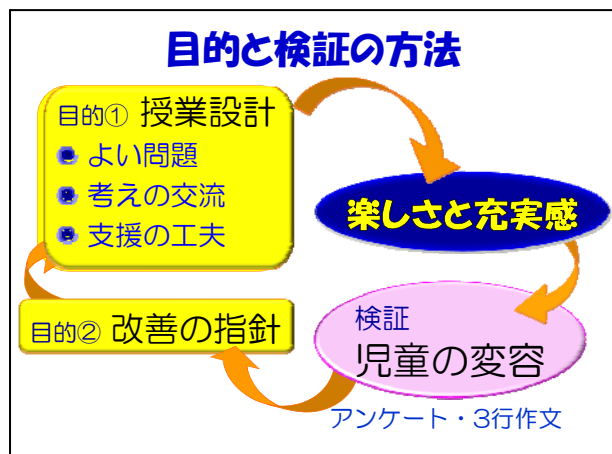
#### (4) 目的と検証の方法

子どもたちに、楽しさと充実感のある授業を提供するための授業改善を行うことが課題である。本研究では、そのための

1. 「よい問題」の検討と「考えの交流」のための支援の工夫を中心とした授業設計を行う。
2. 授業を通じた児童の変容により、授業の検証を行い、さらなる授業改善を行うための指針を得る。

ことを目的とする。また、授業改善の指針を得るために過去の授業実践の記録や実際の授業も「楽しさと充実感」の視点で見直す。授業の振り返りは、児童の反応やアンケート、ノートからの考察、授業研究会によって行う。(図③)

そして、授業改善の指針から最初の授業構想を見直し、授業構想を改善するとともに、授業運営についてまとめていく。



図③ 目的と検証の方法

## 第2章 研究の内容

### (1) 問題からのアプローチ

問題解決学習において学ぶ楽しさと充実感を味わわせ、学ぶ意欲を高めるためには、「よい問題」と「考えの交流」が特に重要になると考える。

よい問題とは

- ・ その問題に対する解決が明瞭な数学的概念や技能を含んでいる
- ・ その問題は、様々な場面へ一般化したり、拡張したりすることができる
- ・ 問題そのものが多様な解決に適している

という3条件のうち、なるべく多くを備えていることが必要である。

(『問題解決と評価 算数・数学教育論』 溝口達也 西日本法規出版)

問題作成にあたっては、上記を配慮した。また、児童にとって考える必然性や値打ちがあり、イメージしやすいように、問題場面を身近なものに設定したり数値を工夫したりした。

授業では、どの児童にも何が解決しなければならない課題なのかが見えてから、自力解決に向かうようにする。それでも、問題理解が不鮮明であったり、既習の何に着目していけばよいか見当がつかなくなったりして、自力で解決することが困難であるような子どももいる。その場合には、自力解決場面で教師が必要な支援を個別に行うことで対応する。小規模学級の場合、このような支援も可能である。

## (2) 考えの交流からのアプローチ

ここでの「考えの交流」とは、自力解決において個々の児童が考えたことを、練り上げ場面で出し合って検討し、お互いの考えから学び合うことを意味している。鳥取県の「算数・数学科における思考力・表現力、学ぶ意欲を高める指導」においては、「集団で学ぶ意義への着目」の部分にあたる。また、鳥取市立日進小学校の〈友達との関わりを通して深める楽しさ〉により具体的に挙がっている部分である。(前出)

これは、小規模の学級・学校でこそ意識的に指導・体験されるべき内容である。少人数の学級では、行動や発想のパターンにバリエーションがなくなって、みんなが同じ解決方法になってしまうことが多い。そのために意見の差異がなく、話し合いが成立しないことも多い。課題が簡単に解決されてしまうことがある一方で、行き詰まると子どもたちの力だけでは乗り越えられないでいることも多い。

お互いの考えを活発に交流し、認め合える活動を通して、多様で柔軟なものの考え方を身に付けさせる必要がある。また、様々な「考え方」の関係を比較したり統合したりすることで、表面上の「できる」や「わかる」ではない「生きる力」につながる深い理解ができると考える。

考えの交流をするためには、お互いの考えに差異があることが望ましい。できれば、対立する意見で、どちらも同じくらい確からしいものがよいのだが、そのような問題を開発するのは容易ではない。また、間違った意見を主張した子どもが自信を失うようなことになって困る。そこで、同じ結論に到達するための方法が複数ある問題を用意することで、お互いの考えに差異を生み出すことが、算数の学習では妥当であると考え。問題からのアプローチで述べた、「多様な解決方法」である。

少人数でも、自力解決において一人ひとりが何通りもの解決をし、表現し、発表すれば、普通規模の学級と同じだけの効果が期待できる。そのためには、「解決方法は一つではない」といつも考えられ、友達の考えと自分の考えの共通点・相違点を考えながら話し合いができるような子どもを育てなければならない。何よりも、「みんなで作り上げる」学習の楽しさを味わう経験が必要である。

「考えの交流」を活発にするために、次のような手立てを考えて授業を構成した。

- ・ 「予想される反応」から練り上げの計画を立てておく
- ・ 机間指導中に児童の様相をチェックし、練り上げの構想を修正する
- ・ 実物投影機を使って児童のノートを直接提示し、時間を確保する
- ・ 同じ考え方を複数の児童に分担して説明させたり、違う考えの児童に友達の考えを想像して説明しなおさせたりして、考えを共有させる
- ・ 自力解決の時間中に、他の方法での解決を促す
- ・ 聞く姿勢や態度を指導し、「聞くこと」に集中させる

## 第3章 実践事例

### (1) 三角じょうぎの角 (4年生)

(資料① 「角とその大きさ」指導案1)

「よい問題」と「予想される活動と支援」の視点から授業を構想し、1回目の実践を行った。

## ① 問題について

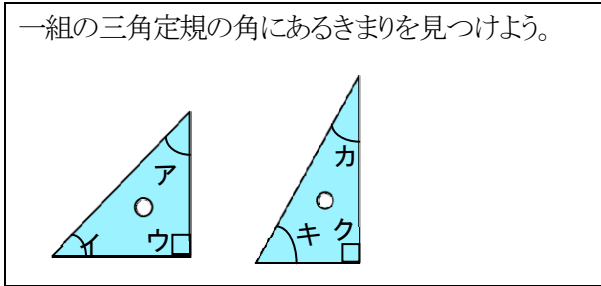


図 ④ 「三角じょうぎの角」第1時の問題

(問題作成の意図)

定規を操作する活動やできた角度を分度器で測る活動を通して、三角定規の角の大きさを調べ、それぞれの大きさが  $15^\circ$  を単位とした大きさになっていることに気づかせる。

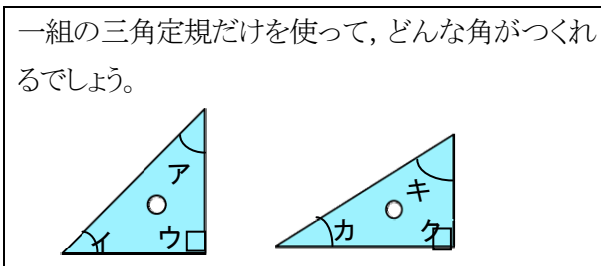


図 ⑤ 「三角じょうぎの角」第2時の問題

(問題作成の意図)

2種類の三角定規を組み合わせていろいろな大きさの角を作る活動を通して、角度はたしたりひいたりできる「量」であるという認識を深め、計算上の角度が実際の図形の角度と一致するおもしろさ・不思議さを味わわせる。また、作ることでできる角度を検証する際に2次元表を利用し、表の本当の便利さに気づかせる。

## ② 授業の様子

### 1時間目

#### 問題把握

三角定規の角の大きさを確認したときに、すぐに、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  と  $30^\circ$  ずつ増えていることに、次いで  $45^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$  と  $45^\circ$  ずつ増えていることに気づいた。これを式と三角定規の操作で表して(図⑥)板書した。そして、他の関係を探してみることに、その関係を式と定規で表すことを自力解決での具体的な作業とした。

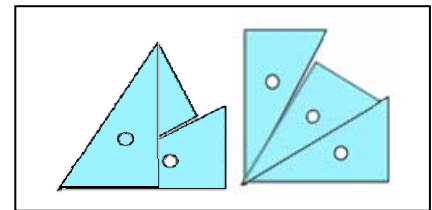


図 ⑥ 第1時の問題把握

#### 自力解決

同じ種類の定規を組み合わせる児童が多いので、2種類を組み合わせで考えるよう促した。また、たし算だけでなくかけ算で表すことができることを補足した。

#### c練り上げ

自力解決で出てきた  $45^\circ \times 2 = 90^\circ$ 、 $30^\circ + 60^\circ + 90^\circ = 180^\circ$  をもとに、話し合いを行った。

おたがいの発見を出し合っている中で、 $45^\circ + 45^\circ + 90^\circ = 180^\circ$  というものも出てきた。たし算による組み合わせは出てくるものの、ひき算による組み合わせは出なかった。

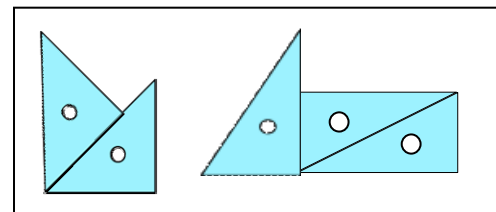


図 ⑦ 第1時の自力解決

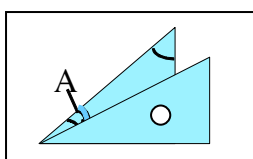


図 ⑧ 角の差を考える

そこで、2種類の定規を組み合わせで提示し、Aの角について考えた。

$45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$  となることから、 $15^\circ$  であるという児童もいたが、計算だけでは納得できない児童が多かったため、分度器で測定して確かめた。これにより、

2種類の定規の角が、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、( $75^\circ$ )、 $90^\circ$  と  $15^\circ$  ずつ増えていることに気



づくことができた。また、どの角も  $15^\circ$  を単位としてその何個分と表すことができることを確かめた。

## 2時間目

### 自力解決

ランダムに2種類の定規を組み合わせている児童がいた。一方の角を固定することで、重なりを防ぐよう支援した。

また、操作を式に表すことで違って見えていたもの(図⑨)が、実は同じものであることに気づくこともできた。

一方を固定してもう一方の角を変えた組み合わせをノートに記録する際、樹形図(図⑩)として記録した児童もいた。

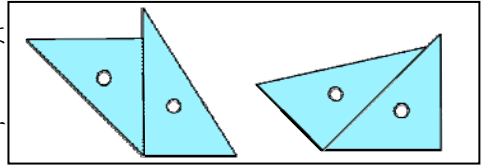


図 ⑨ 違って見えていた角

多くの児童が支援によってひき算による角作りも行っていた。しかし、式は理解できても操作と結びつきにくい児童もいた。

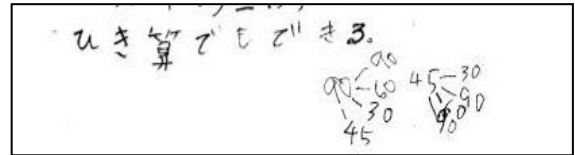


図 ⑩ 樹形図で記録する

### 練り上げ

実際に定規を操作して角を作り、式と対応させた。特に、 $180^\circ$  からひく操作は、 $180^\circ$  を角とみることに十分に慣れていないため、定規のどの部分を使えばよいのかに迷い、難しかった。

その後、作ることでできる角を順番にならべて整理し、 $165^\circ$  がないことに気づくことができた。児童は  $165^\circ$  を作ろうと試行錯誤で式を操作していたが、なかなかできない。そこで、たし算の2次元表を使ってできないことを、次いでひき算によってもできないことを説明した。 $165^\circ$  ができないことには納得したが、2次元表の便利さ、有用性を感じさせるには至らなかった。

### ③ 考察

児童は、「定規を組み合わせていろいろな角を作る」という活動自体は楽しんでいた。操作→式から、式→操作と活動のしかたを自ら変えていくことで、能率よく新しい角を見つけることができるようになっていった。

1時間目に提示した問題が「～きまりを見つけよう」という表現で、児童にとってどう行動すればよいのかがわかりにくい問題であった。また、どこまでやれば「解決できた」といえるのかがわからない。児童にとって見通しをもちにくい授業構成であり、解決すべき課題があいまいで、満足が得られにくい問題であった。

「楽しかった」という感想もあったが、「考えの交流」が不十分で、せっかく出してくれた樹形図の考え方を全体のものにできなかった。

この実践から、以下の点に留意する必要があることを感じた。

- ・ 単元全体での授業構想が必要
- ・ 児童の実態に応じた柔軟な練り上げ構想が必要

単元におけるこの小単元の位置づけや児童の思考の流れをもう一度見直し、児童にとって課題となることが見えやすいような問題を設定し、再度授業構成をしてみた。(資料②「角とその大きさ」指導案2)

## (2) 体積（6年生）

### ① 単元構成について

1単元通して授業実践を行った。単元構想においては、それぞれの時間が、単元の中でどのような位置づけになるのかを考えた。単元全体を通して、算数のよさが感じられるよう、それぞれの時間の算数的活動を構成していった。また、作業的な学習や体験的な学習も含まれるように配慮した。

そのため、従来の指導計画を少し組み替え、「体積」9時間、「およその形と大きさ」3時間の計12時間をまとめて1単元、11時間とした。教科書にはない内容も扱うが、これまでの学習を生かした課題解決ができるように配列してある。

単元の最終で「概形を直方体と捉え体積を求める」活動を行う。児童の中には「こんな大ざっぱな方法では役に立たない」と思う者もいるであろう。そこで、その方法にどの程度の精度があるのかを「水に置き換えて体積を求める」活動で確かめれば、そのような児童も納得ができるのではないかと考え、このような単元構成にした。  
(資料③ 単元指導計画比較)

### ② 問題からのアプローチ

具体的な単元指導計画を資料④(単元指導計画1)に示す。問題に関しては、よい問題の条件

- ・ 問題の解決が、明瞭な数学的な概念や技能を含んでいる。
- ・ 問題自体が多様な解決に適している。
- ・ 様々な場面に一般化したり、拡張したりできる。

をなるべく多く満たすよう配慮した。また、児童にとって解決する必然性があるように、身近なものを取り上げるよう心がけた。

第6時「体積の求め方の工夫」を例に問題の工夫について説明する。教科書では、このような問題である(図⑪)。

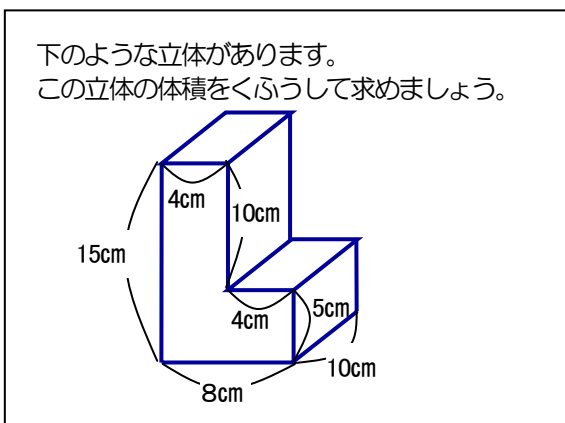


図 ⑪ 教科書の問題

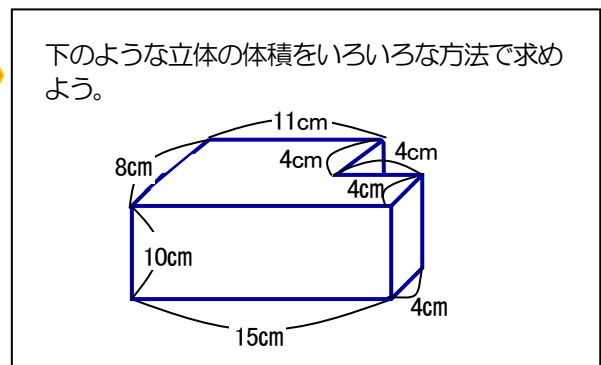


図 ⑫ 作成した問題

これを、置き方を横倒しにして長さを少し変えた。考え方・求め方の種類は同じだが、へこんだ部分が小さいため、「ない部分をひいて求める」という発想が出やすいのではないかと考えた。また、高さが一定であることが一見してわかるようにした。これによって、高さをまとめてかけることができると気づきやすくなると考えたからである。

### ③ 考えの交流からのアプローチ

「中心となる考え方」を、単元指導計画に位置づけた。本時目標からみた「獲得させたい見方・考え方」として考えたものもあれば、子どもたちに期待する活動から考えて「練り上げの視点」として考えたものもある。中心となる考えに連続性をもたせて、1時間ごとに積み上げていき、単元目標に到達できるように計画した。

本時の中心となる考えは、まず「複合図形の体積を部分に分けて考えることができる」である。この考えを、「いちばん下の段を先に求めておき、まとめて高さをかけることもできる」という見方に高めることを考えた。そのためには、分配法則を使って式を一つにまとめる、できあがった式と立体を対応させながら式の意味を考える、という活動が必要になる。(図⑬)

練り上げには、児童全員が参加できなければならない。そのため、自力解決がどの段階までできていれば、練り上げに参加できるのかを明確にしておき、支援と練り上げを構想する。したがって「主たる算数的活動」には、期待する活動として、

A: 既習を使って何とか問題を解決しようとする段階

(図⑭)

B: 既習を使いながら、より洗練された方法を考えようとする段階(図⑮)

C: 問題の解決から新しい見方や考え方をしようとする段階(図⑯)

を設定し、それぞれの段階に対する支援を考えた。

練り上げでは、次のことに留意した。

- ・ 練り上げの時間を確保する
  - 実物投影機などのICTの活用
- ・ アイディアを学級で共有する
  - 同じ考えの児童 → 分担して説明
  - 他の考えの児童 → 友達の考えを想像して説明しなおす

そのためには、机間指導中に児童の考えを把握・記録することや、言葉や図だけでわかりにくい部分をアニメーションで補足説明することが必要になる。また、自力解決での児童の様相によって、練り上げ計画を柔軟に変更できるようにしておくことも必要である。

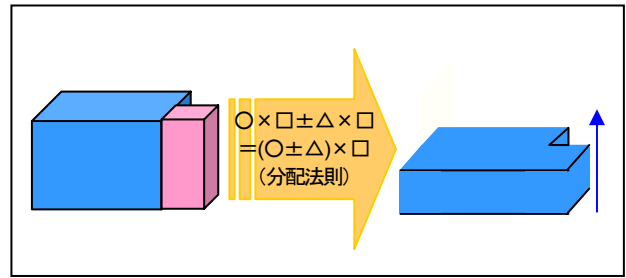

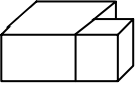


図 ⑬ 中心となる考え方(第6時)

**A 全体をいくつかの直方体に分け、別々に体積を求め、後でたして全体の体積を求める。**



$4 \times 11 \times 10 = 440$   
 $4 \times 15 \times 10 = 600$   
 $440 + 600 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$



$8 \times 11 \times 10 = 880$   
 $4 \times 4 \times 10 = 160$   
 $880 + 160 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$

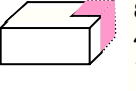
■ 切り方は他にもあるよ。

■ 面積では、無い部分をひくという方法も...

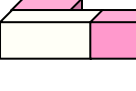
図 ⑭ A段階の期待する活動

**B 次の2つの方法で体積を求めようとする。**

- ・ 大きな直方体から、無い部分をひいて求める。
- ・ 全体をいくつかの直方体に分けてたし合わせる。



$8 \times 15 \times 10 = 1200$   
 $4 \times 4 \times 10 = 160$   
 $1200 - 160 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$



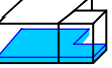
$15 + 11 = 26$   
 $4 \times 26 \times 10 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$

■ 切った部分を動かすと...


■ 違う切り方で動かしたら...

図 ⑮ B段階の期待する活動

**C 部分の体積の合計や差から、全体を求めることと、最下段の合計個数に一度に高さをかけること、が同じであることに気づき、能率よく求めようとする。**



$(8 \times 11 + 4 \times 4) \times 10 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$



$4 \times (15 + 11) \times 10 = 1040$   
 $1040 \text{cm}^3$

■ 1つの式にしてみよう。

■ 式と図を見比べて、意味を考えてみよう。

図 ⑯ C段階の期待する活動

本時では、図⑱のような考え方を取り上げ、これらを( )を使って1つの式に表し、式と立体を対応させて意味を考えることから、新しい見方に高めていく構成とした。

#### ④ 授業の様子

自力解決場面ではワークシート(写真①)を使い、複雑な図を何個も描く手間を省いた。計算が苦手な児童のためには、電卓を準備した(写真②)。これで、計算間違いによって練り上げでの論点がずれることを防ぐことができた。さらに、全員がこの立体の体積を求める見通しが立ったころ、体積がいくらになるかを確認した。このことによって、自分の考え方が正しいかどうか、を算出した体積の値によって、自分で判断できるようになった。

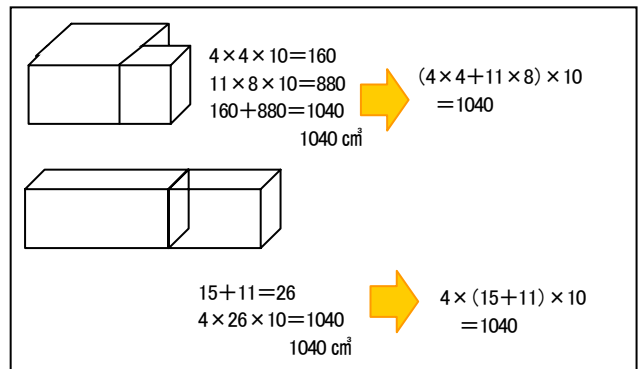
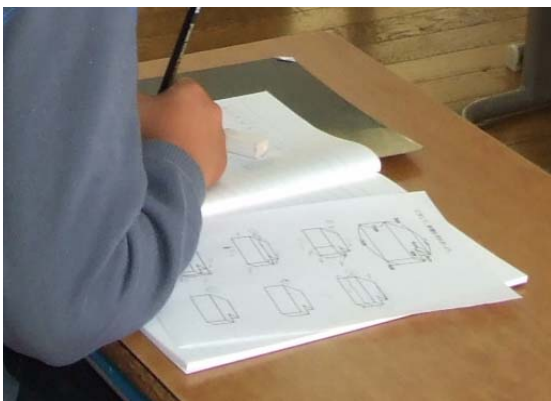


図 ⑱ 練り上げで取り上げる考え方



写真① ワークシート



写真② 電卓の使用

自力解決においては、図⑲のような考え方が出てきた。

これに対して、切り方(分け方)が他にもあることをアドバイスした。両方を考えていた児童には面積のときのことを想起させ、ひくという考えもあることをアドバイスし、Bの考え(図⑳)につないだ。

これに対して、「きのうのK君みたいな方法もないかな。」という一言で、図㉑のような方法に思い至った。組み合わせは1通りだけではないと感じ、ほとんどの児童は他の方法も考え続けていた。

最終的に、図 21 のようなアイデアまで考えた児童もいた。まだ他の方法を探すことに熱中していたが、探すのを中止して式を一つにしてみるよう指示した。

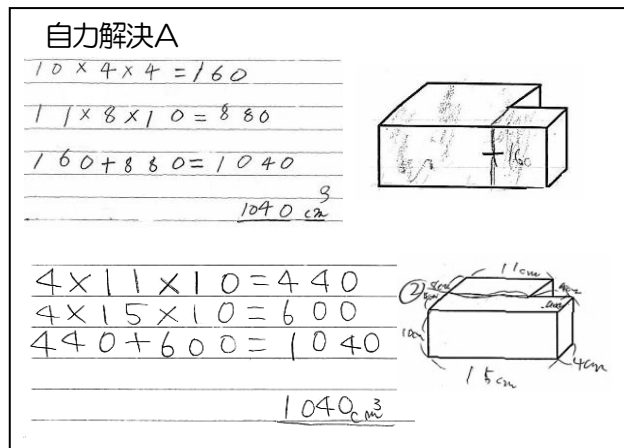


図 ⑲ 自力解決A

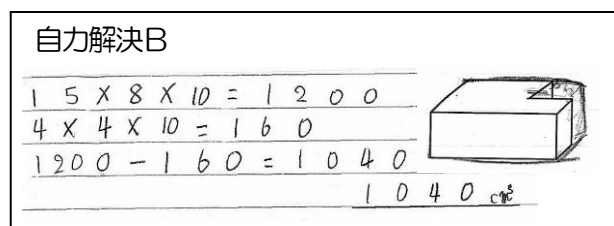


図 ⑳ 自力解決B

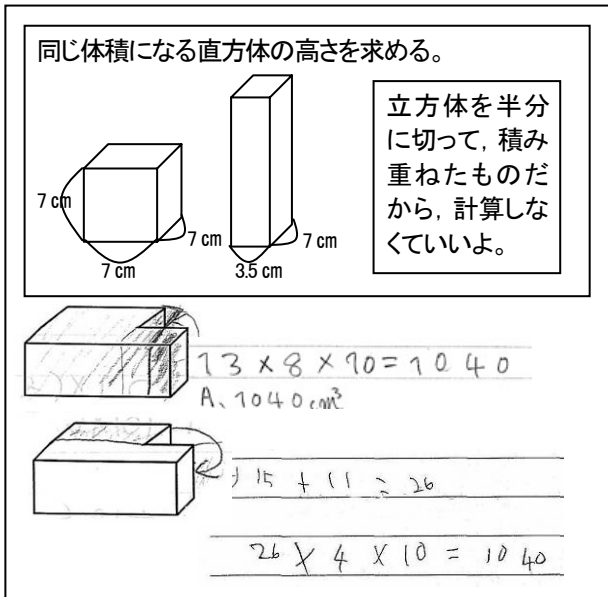


図 20 K君の方法

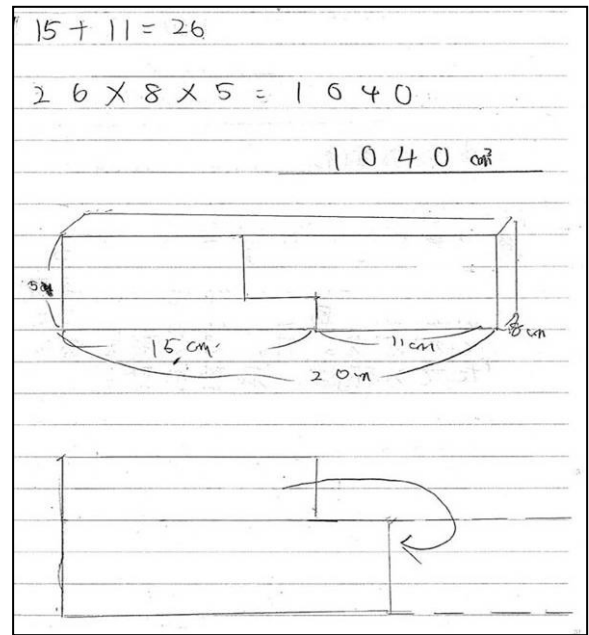


図 21 A君の方法

練り上げは、計画したようにプロジェクター(写真③)やアニメーション(図22)を使った。



写真 ③ プロジェクターによる発表

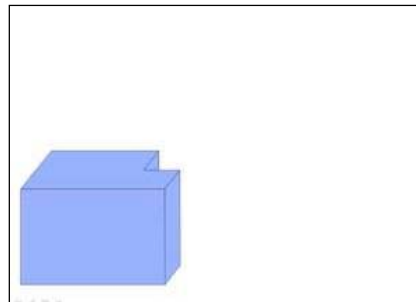


図 22 PCIによるアニメーション画面

自力解決の方法を出し合い、それぞれの考え方がつかめた後、図 23 の求め方を取り上げ、式を一つにしていった。

児童は最初、 $4 \times 4 \times 10 + 11 \times 8 \times 10$  としていたが、やがて( ) を使って、 $(4 \times 4 + 11 \times 8) \times 10$  のように表した。

次に、( )の中は何を表しているのかと問うと、「紙の部分」「ペラペラのとこ」「底」「面積」「底面」という言葉で表現した。

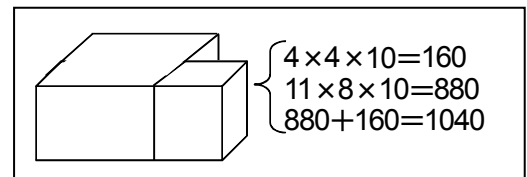


図 23 練り上げで取り上げた考え方①

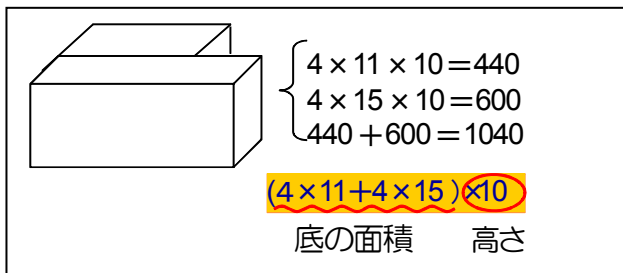


図 24 練り上げで取り上げた考え方②

次に図 24 の方法を取り上げ、同様に式を一つにしなが、その意味するものを立体と対応させながら考えていった。

( )の中は、「底」とか「底の面積」というふうに捉えていたので、式に底の面積と書き入れた。次に「 $\times 10$ 」の意味を問うと、児童はすぐに高さであることに気が付いた。これによって、今までの「体積 = たて  $\times$  横  $\times$  高さ」という見方から、「体積 = 底面の面積  $\times$  高さ」という見方も

できることに気づくことができた。

$$\boxed{\text{体積}=\text{縦}\times\text{横}\times\text{高さ}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{体積}=\text{底面の面積}\times\text{高さ}}$$

今までの「 $1\text{cm}^3$ の立方体が並んでいる」という体積のイメージが、ぺらぺらの平面が積み重なった、高さをもったというイメージになってきていることが子どもたちの発言からも推測される(図 25)。

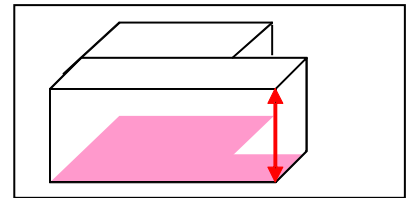


図 25 子どもたちのイメージ

時間が不足したため、一人学びは次の時間に行った。体積＝底面の面積×高さの考え方をうい、底面の面積を求めるための能率のよい方法を選ぶという意図での問題を設定した。しかし、児童は「切って移動する方法をうまく使うことで、どうにかして1つの直方体として求めることはできないか。」と必死になって考えたため、結局まるまる1時間を費やしてしまった。

授業直後の感想の中から「多様な考え方を楽しむ」ことができたと思われるものを挙げる、

- ・私は2つしかやり方がわからなかったけど、友達に切り取って考えるやり方をして、発表を聞いて、やり方を思い出した。
- ・いろいろな式や考え方がありました。一つの式にまとめると楽で、3つの式でも1つにまとめました。組み合わせる考えの方が私は簡単でした。
- ・先生がよい方法といていたものの中に私がやったやり方と同じものがあった、(私にもできた!)と思いました。でも、A君やKさんのやり方はすごかったです。
- ・体積の公式が工夫してわかったのでよかったです。五つまではいかなかったけどいろいろな求め方がわかったのでちゃんとした立方体や直方体でなくても使えるので使いたいです。

新しい見方・考え方に関係する感想を次に挙げる。

- ・今日はすごくだめだったです。だけど、最後はよかったです。
- ・初めてこんな式を知って簡単だったし、とても分かりやすく、よかったですと思いました。
- ・底面の面積×高さ＝体積という公式を考えられてよかったです。
- ・とても簡単でよかったです。
- ・最初は何をするかわからなかったけど、結果で、底面の面積×高さ＝体積ということがわかった。よく考えると、「縦×横」は、底面の面積の公式だったので分かりやすくなりました。

## ⑤ 考察

### 問題について

この時間のねらいからみて、適切な問題であった。各辺の長さについては検討の余地があるが、電卓を使用するという前提なら数値にこだわる必要はない。

### 自力解決での支援について

自力解決において児童は、予想していた方法のほとんど全部を考え出した。たいていの児童は予想していたとおり、別々に求めて後で合わせる方法 → 全体から部分をひいて求める方法 → 切って移動させて直方体に変形する方法という順序で思考を進めていったため、問題の設定と支援の計画は妥当であったといえる。

自力解決の途中で、求める体積が  $1040\text{cm}^3$  になることを確認したことで、児童は自信を持って自力解決を進めることができた。なぜならば、他の方法で求めても  $1040\text{cm}^3$  になれば、方法として間違っていないと考えられるからである。そのため、求め方の工夫に集中できるようになった。

#### ・電卓

電卓を使用することで計算に気をとられることなく、求め方の工夫に集中することができた。ただし、式は

ノートに残しておく必要がある。

#### ・ワークシート

ワークシートには、寸法の入らない見取り図をたくさんコピーしたものを使ったが、計算式を書くスペースがなかったため、ノートと別々に提示しなければならなくなった。一度に見取り図も計算式も記入できる形式に改善する必要がある。

#### 練り上げの構成について

児童にとって目的は明確ではなかったが、ばらばらになっている式を1つの式にする過程は重要だった。できあがった式の意味を検証していくことで、より一般的な柱体の体積を求める公式を作ることができた。意味の捉え方は一人一人異なっているが、体積の公式をより深く理解することができたように思う。

ただ、一人学びでの問題が、せっかくだとどり着いた結論を生かすような設定になっていなかった。ここでの問題を検討する必要がある。

#### ・実物投影機

練り上げ場面での実物投影機の利用は、大変有効であった。児童の感想でも「書き写す手間がかからない」「多くの考え方をすぐに見ることができる」などの理由で支持されていた。実物投影機による説明は時間がかからないが、残すことができない。残すためには黒板に書き写さなければならない。

自力解決において既に体積を求めている児童にとって、興味の中心は式やそれによって出てきた体積ではなく、分け方や動かし方である。だから、黒板には図だけを残せばいいと考え、実物投影機による児童の発表後、拡大した図に教師が分け方を書き入れて黒板に掲示した。

#### ・PC利用

立体を切った後で移動する考え方は、図と言葉による説明だけではわかりにくい。そこで、アニメーションで視覚的に捉えられるようにした。非常にわかりやすく、児童の興味をひくこともできた。動きや時間の経過にともなう変化が必要なものには、PCによるアニメーションが効果的である。

他の時間も、単元指導計画をより具体的にこした、各時間の授業構想を立てた。(資料⑤「体積」授業構想1)

## 第4章 研究の成果と今後の課題

### (1) 児童による授業評価

6年生「体積」指導後の児童アンケートの結果を以下に示す。アンケートの内容は、「楽しさ」と「かしこさ」についての5段階評価と、その理由についてである。

8割の子どもたちが「楽しかった」と回答している(図 26)。「充実感」については、「かしこさ」として質問した。8割の子どもたちが「ためになった」と回答した(図 27)。それぞれの理由として、多様な考え方に关わるもの、考えの交流に关わるもの、ICTの利用に关わったものが多く挙げられていた。

#### たのしさ度

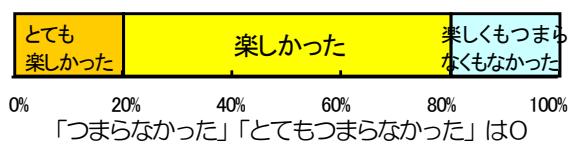


図 26 たのしさ

#### かしこさ度

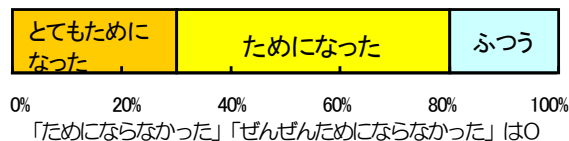


図 27 充実感

理由

- ・みんなが何を考えているかがわかったし、いろんなやり方があったし、パソコンを使って映像を見てやったのでよく分かりました。
- ・グラフとかを見るのにみんなのノートを、画面に映していたので、手間がかからなくて、とてもいいと思いました。
- ・パソコンの図を見て移動させたりして分かりやすかったです。
- ・楽しかった理由は、前に出ている映像が動いてとても分かりやすくて楽しかったです。その動く映像があったからとてもためになりました。他にも、おもしろいやり方で教えてくれるときがあったから楽しかったです。体積の公式がわかれば、すぐとけるということが、わかった。でも、途中で、(無い部分を考える)わからないときもあった。でも、パソコンを使っていて、よくわかった面もある。
- ・パソコンで図を動かして教えてくださったので最初は不安だったけど覚えることができました。これからも教わったことを活用していきたいです。
- ・立方体や直方体の体積の求め方や、だいたい体積がわかったのでよかったです。また使ってみたいと思いました。
- ・けっこうむずかしかったけど、でもだいたいとけてよかったです。答えを出すのに苦労したけど、いい経験ができてよかったです。
- ・私は、算数がきらいだったけど、スクリーンやパソコンなどを使って、これまで黒板に書いていたのをノートに写して時間がむだにならなかったし、そのまま見れてよかった。
- ・紙やパソコンを使った授業はまたやりたい、ためになるかもしれないというあいまいな感じ。
- ・体積の公式がわかってよかったです。パソコンで紙に映したり、実際にやってみたりしてよく分かりました。人の考えがノートのまま見られたりして、いろんな考えがあるんだなあと思いました。でこぼこしているものは水につければいいということも分かりました。

(2) 児童の算数に対する意識の変化

6年生の授業実践の前後での「児童の算数に対する意識」の変化をアンケート調査した。

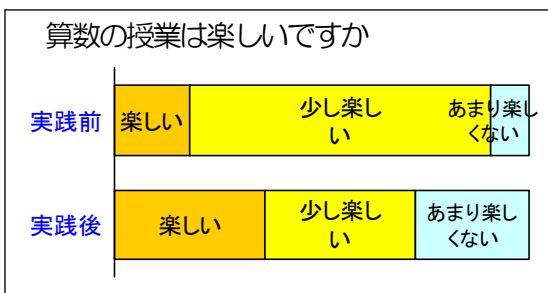


図 28 算数の授業は楽しい

「楽しい」が増えたが、「あまり楽しくない」も増えている(図 28)。算数の授業全体を考えれば、あまり楽しくないと感じる授業もあったということであろうか。また、「とても楽しい」体験をすると、そのときと比較するため、要求レベルが上がっていくということもある。

他に大きく変わったものを挙げておく。(図 29・図 30)

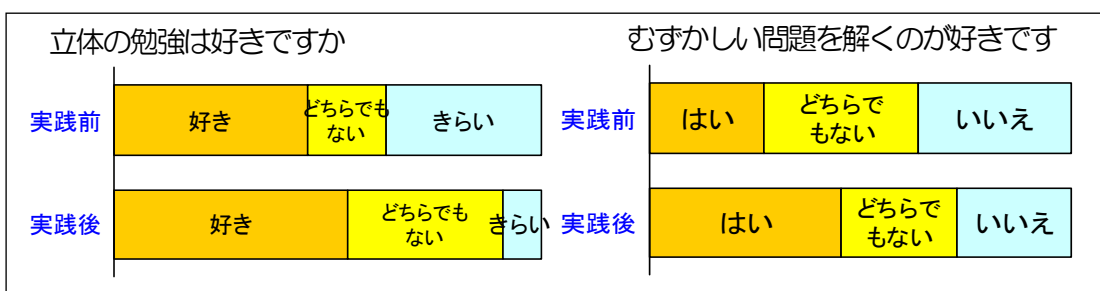


図 29 立体の勉強は好きです

図 30 むずかしい問題を解くのが好きです



「どんなときに算数を楽しみますか」を自由記述でたずねた。(図 31)

最初は、「すぐにわかる」「自分でわかる」「問題を解くとき」「文章題を考えるとき」だったが、実践後は同じ「わかる」でも「すぐに」「簡単にわかる」の他に、「難しい問題がわかる」「説明を聞いてわかる」「思っていなかった答えが出たとき」、「考える」では、「友達と異なる方法」「いろいろな考え方ができたとき」「工夫した解き方ができたとき」に楽しさを感じるようになり、バリエーションが広がった。

これらは「考えの交流」によって意識できるようになったものといえる。小規模校において、「人と違うことに喜びを感じる」場面は大変重要だと思う。

また、「ICT活用」によって、「動画で実際の様子が見える」「実物投影機で書き写す手間がかからなく、多くの友達の考えに触れたり、ノート上の思考をそのまま見たりすることができる。また、話し合いの時間を多くとれる。」ことによる楽しさも挙げている。

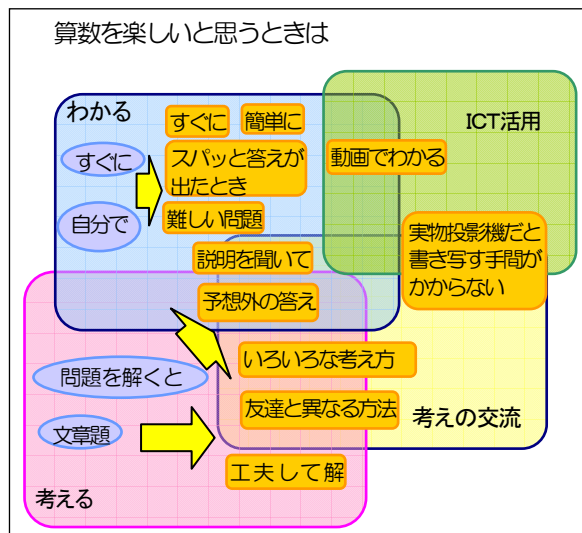


図 31 どんなときに算数を楽しみますか

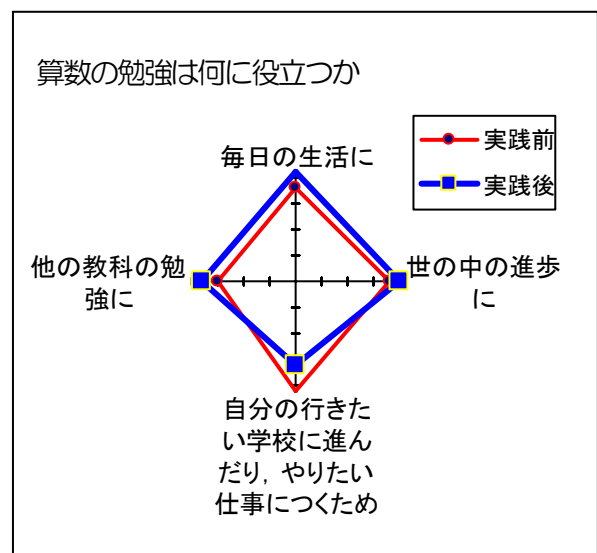


図 32 どんなときに算数を楽しみますか

算数の勉強は何に役立つかという意識は、「自分の行きたい学校ややりたい仕事のために」というものから、「他の教科」や「毎日の生活」「世の中の進歩」に役立つという、より広い意識に変わってきた。(図 32)

算数で大切なことは、どんなことかについての変化は、「計算」重視から変化して、わずかながら「順序良く考えればわかる」という意識になってきているように思われる。(図 33)

自ら学ぶ態度に関わっての意識変化は、「とちゅうでつまずくと、先に進めなくなる」が少し減り、「新しい問題でも教科書などを見て、自分ひとりでできる」が増えている。これは、「もしつまずいても、人に頼らず自分で何とかできそう

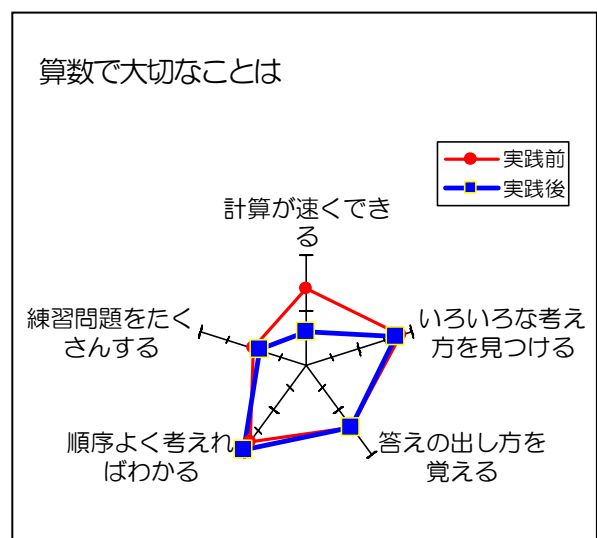


図 33 算数で大切なことは何ですか

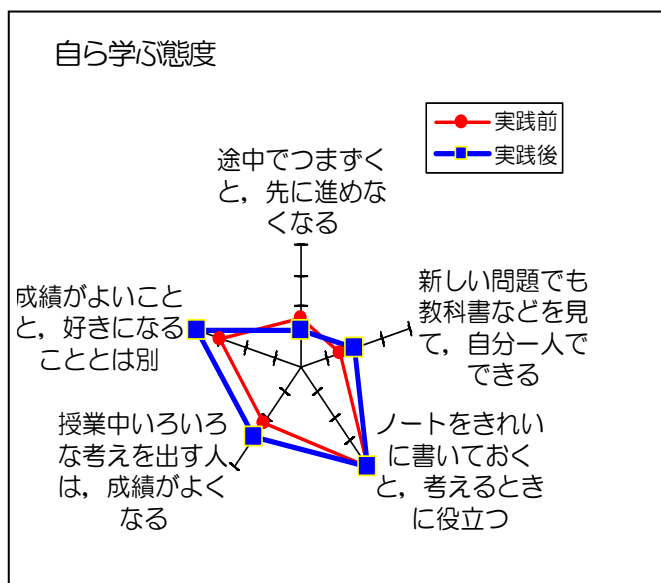


図 34 自ら学ぶ態度にかかわった項目

だ」という意識であり、自ら学ぶ態度の表れと考えることはできないだろうか。

「成績がよいことと、算数が好きになることは別」。また、「授業中いろいろな考えを出す人は成績がよくなる」が増えている。いろいろな捉え方ができるが、「成績に関わらず算数を好きになるかもしれない。」「授業中に、いろいろな考えを出していきたい。」という意識の表れであるという前向きな捉え方ができると思う。(図 34)

### (3) 授業構成の検討・修正

4年生「三角じょうぎの角」については前述したように、単元におけるこの小単元の位置づけや児童の思考の流れをもう一度見直し、児童にとって課題となることが見えやすいような問題を設定し、再度授業構成をした。(資料②「角とその大きさ」指導案2)

6年生「体積」についても、課題の配列や設定のしかたを考えた上で問題を設定し、予想される算数的活動と支援を考えた。(資料⑥ 体積単元計画2)

さらに、そこでの練り上げ構想も加えて授業構想を行った。(資料⑦「体積」授業構想2)

### (4) 成果と今後の課題

授業を設計するときのアプローチとして「よい問題」の検討をすることで、

- ・ 体積や立体の勉強が好きになった
- ・ 難しい問題にも興味をもつようになった

「考えの交流」に配慮することで、

- ・ 算数を楽しいと思うバリエーションが増えた

という児童の変容があった。

また、両面から授業を構想することで、

- ・ 詳細な指導計画や練り上げ構想の作成
- ・ ICTの効果的利用

	児童の変容	授業に関わって
よい問題	体積や立体の勉強が好きに 難しい問題にも興味	詳細な指導計画・練り上げ構想 授業設計改善の指針
考えの交流	楽しさにバリエーション	ICTの効果的な利用

図 35 研究の成果

を行うことができた。さらに、児童の反応や変容から授業設計改善の指針を得ることができ、それに沿って新しい単元指導計画と授業構想を作成することができた。(図 35)

自分自身の変化も成果として挙げたい。

当初は、「算数で楽しい授業をしたい」と思って始めたのが、算数・数学はおもしろいと思うようになり、「この楽しさを子どもに伝えたい」と思うようになった。

そのために、教科書とは直接関係のない数学の知識も勉強した。大学での講義は、中学校の教材も含めて大変興味深いものだった。教材研究の講義では、何度かのレポート再提出を経験することで、教材研究を広く深く行うことが、大変有用であることが体験できた。

多くの研究大会に参加し、たくさんの授業を参観する機会を得たことで、授業研究の有効性と重要性を再認識した。そのことで、自分の授業も公開し、多くの違った目で授業を見てもらい、様々な角度からの意見がほしいと思うようになった。

今回作成した指導計画が、そのままどこでも使えるわけではない。児童の実態によっては、支援が有効でない場合もあると思われる。指導する児童の実態を把握し、実態に合わせた変更が必要となる。

その上で授業を実施し、さらなる改善を目指したい。そのためには授業公開や参観を含めた授業研究を行う必要がある。

また、他教材での単元計画の作成も行いたい。今回の研究を通して、教科書の内容とは直接関係ないように思われる算数・数学の知識が、必要なこともわかった。さらに、それらがどのように関連しながら児童の概念を形成していくのかを考える機会ともなった。各学年間だけではなく、中学校での指導内容も見通した系統性を考えなければならない。広く深い教材研究がまだまだ必要である。

さらに、今回研究に取り組んだ内容はもとより、研究の方法や考え方を日々の実践や、校内研究に生かすことで、成果を現場に返していきたい。

## 引用・参考文献

- 第39回 中国・四国算数・数学教育研究(鳥取)大会  
大会主題解題 「創造性の基礎を培う授業構成とその展開」 溝口達也
- 日進小学校授業研究の概要 鳥取市立日進小学校
- 「算数・数学学習指導論」 溝口達也 鳥取大学数学教育学研究室
- 「問題解決と評価 算数・数学教育論」 溝口達也 西日本法規出版
- 「小学校学習指導要領解説算数編」 文部省 東洋館出版社
- 平成17年度学力向上推進研究調査事業実践事例集Ⅰ 鳥取県教育委員会
- 平成18年度学力向上推進研究調査事業実践事例集Ⅱ 鳥取県教育委員会
- 児童の算数に対する意識 日本数学教育学会 算数・数学意識調査委員会
- 『思考力をはぐくむ学びの創造』 香川大学教育学部附属坂出小学校
- 2003PISA 調査とTIMSS 調査の結果について 文部科学省
- 新しい学力観と問題解決 矢部敏昭 明治図書

## 添付資料

- 資料① 「角とその大きさ」指導案1
- 資料② 「角とその大きさ」指導案2
- 資料③ 単元指導計画比較
- 資料④ 単元指導計画1
- 資料⑤ 「体積」授業構想1
- 資料⑥ 単元指導計画2
- 資料⑦ 「体積」授業構想2
- 資料⑧ 「体積」指導用アニメーション(CD-ROMのみ)

## おわりに

今回、長期研修生として教育センターにお世話になったことで、自分自身のものの見方・考え方がだいぶ変わったと思います。「成果と今後の課題」の部分でも述べたように、4月当初に期待していた以上の自分自身の変化がありました。

単に「楽しい算数の授業を子どもたちに提供したい」という動機で始めた研究です。最初は、多くの先行研究や論文・書籍にあたり、楽しさが「学ぶ意欲」と大きく関わっていることがはっきりしました。それではと、「学ぶ意欲を高める…」と大風呂敷なテーマを掲げ、多様な角度からのアプローチを考え始めました。これらをすべて授業の中で実現させようと、授業構成を考えるうちに、子どもの姿を見失い、何を研究しているのかわからなくなっていました。本当に自分がやりたかったことは何か？ 譲れないことは何なのか？ を考え直すことで、「子どもたちに楽しい算数の授業を提供したい」という動機を思い出すことができました。

「学ぶ意欲を高める」ために多様なアプローチが考えられています。授業を楽しいものに変えることは多様なアプローチの中の一つにすぎませんが、一人で全てのアプローチをすることはできませんし、する必要もないと思います。だから、アプローチの一つとして「楽しい算数の授業を提供する」ことを研究の目的とすることは、学ぶ意欲を高める視点での意味があると考えています。「楽しさと充実感」を客観的に数値化し、評価・検証することはとても困難です。そのため、検証に主観性が入りやすいといえます。しかし、誰のための「楽しさと充実感」かを考えれば、次のように考え解決するのがいちばん妥当ではないでしょうか。

「子どもたちに提供する授業が仮説であり、その授業の『楽しさと充実感』を子どもたち自身の感覚で評価してもらおう。」

「楽しさと充実感のある算数学習」を具体的な授業の形にするとすると、いろいろな困難があります。それに対し、「よい問題」と「考えの交流」からのアプローチは、人に勧めることのできる具体的な方法だと思っています。

このように考えることができるようになったのは、多くの先行研究のおかげです。また、大学では「算数・数学っておもしろい」と思うようになるきっかけを講義や附属小・中学校での授業参観で与えて頂きました。数学教室の学生達には、彼らの勉強熱心さと授業に対するセンスの良さから、「自分もがんばらなくては」という刺激を受けました。大学で本当に多くのことを学ぶことができました。数学教室の先生方、学生達に感謝したいと思います。特に、溝口先生には授業構成に関する貴重なアドバイスをいただいたり、質問に的確に答えていただいたりしました。感謝申し上げます。授業実践では、山の上小学校の校長先生をはじめ、先生方にご協力いただき授業を行うことができました。ありがとうございました。

最後になりましたが、この研究にあたり、教育センターの岡田研修主事には大変お世話になりました。また、この1年間鳥取県教育センターの後藤所長をはじめとする所内の先生方に支えていただき、研究を進めることができました。そして何よりも、このような機会を与えていただいた教育委員会の方々、山の上小学校の校長先生に感謝申し上げます。

2008年3月

久城達也

## 鳥取大学数学教育研究 ISSN 1881-6134

Site URL : <http://www.rs.tottori-u.ac.jp/mathedu/journal.html>

### 編集委員

矢部敏昭 鳥取大学数学教育学研究室 [tsyabe@rstu.jp](mailto:tsyabe@rstu.jp)

溝口達也 鳥取大学数学教育学研究室 [mizoguci@rstu.jp](mailto:mizoguci@rstu.jp)

(投稿原稿の内容に応じて、外部編集委員を招聘することがあります)

### 投稿規定

- ❖ 本誌は、次の稿を対象とします。
  - 鳥取大学数学教育学研究室において作成された卒業論文・修士論文、またはその抜粋・要約・抄録
  - 算数・数学教育に係わる、理論的、実践的研究論文／報告
  - 鳥取大学、および鳥取県内で行われた算数・数学教育に係わる各種講演の記録
  - その他、算数・数学教育に係わる各種の情報提供
- ❖ 投稿は、どなたでもできます。投稿された原稿は、編集委員による審査を経て、採択が決定された後、随時オンライン上に公開されます。
- ❖ 投稿は、編集委員まで、e-mailの添付書類として下さい。その際、ファイル形式は、PDFとします。
- ❖ 投稿書式は、バックナンバー（vol.9以降）を参照して下さい。

### 鳥取大学数学教育学研究室

〒 680-8551 鳥取市湖山町南 4-101

TEI & FAX 0857-31-5101 (溝口)

<http://www.rs.tottori-u.ac.jp/mathedu/>