

# 空間的思考力を高める算数授業の提案

—小学4年生を対象として—

## A Study of Math Class to Improve Fourth Grade Students' Spatial Thinking

牛 奥 祐太郎<sup>1)</sup>, 井 上 早 矢<sup>2)</sup>, 遠 藤 清 香

Yutaro USHIOKU, Saya INOUE, Sayaka ENDO

### 概 要

本実践報告では、小学校4年生を対象に「直方体と立方体」の授業を行った結果を報告する。立体を切り開く活動を含む授業の中で、児童は、頭の中で立体を切り開いたり展開図を組み立てたりする「念頭操作」を実際に行うかを観察・検討する。6名の児童を対象に観察を行った結果、2名の児童が念頭操作を正しく行っている様子が確認され、念頭操作が正しく出来る児童もいれば行えない児童もいるということがわかった。小学3～4年生の空間表象力の発達にはばらつきがあることが先行研究で報告されているが、授業実践においても立体・平面の念頭操作には個人差が多く見られることがわかった。

### 1. はじめに

算数の中で図形の単元は、低学年の児童は楽しんで取り組む単元だと感じる。しかし、中学年になり、図形が平面から立体に変わると、指導はとも難しくなる。特に、展開図を組み立てたときにつながる辺はどことどこかといった問題の指導は難しい。空間的思考力は小学校の算数の中で育てていかなければならないものであり、その指導法の研究も数多くなされている。

上月(2011)は空間的思考力を直感的思考力・空間的關係を捉える力、空間的位置をとらえる力の3つで定義し、その研究の中で「念頭操作で立体を回転させることが難しい」としている。この「念頭操作」は算数授業の中でこれまで多くの教師が児童に体験させようとしてきたものである。佐藤(2005)は「念頭操作」によって空間観念が養われ、概念化されるとし、「念頭操作」を行う授業を提案している。

本授業実践報告では、佐藤(2005)が提案した授業案を用い、小学校4年生を対象に「直方体と立方体」の授業を行った結果を報告する。立体を切り開く活動を含む授業で、児童に念頭操作を行わせることを狙った授業である。実際の授業の中で、児童は、頭の中で立体を切り開いたり展開図を組み立てたりする念頭操作を実際に行うかを観察・検討する。

### 2. 方法

#### (1) 参加者

A小学校4年生の1つのクラスで行われた授業を研究対象とした。対象クラスの在籍児は33名であった。授業は全児童を6つの班に分けて行われたが、そのうちの1つの班をランダムに選び、観察対象とした。班は6名の児童(男児3名、女児3名)で構成され、それぞれA男、B男、C男、D子、E子、F子とする。なお本研究の参加について、参加者に研究協力を依頼し、同意を得た<sup>3)</sup>。

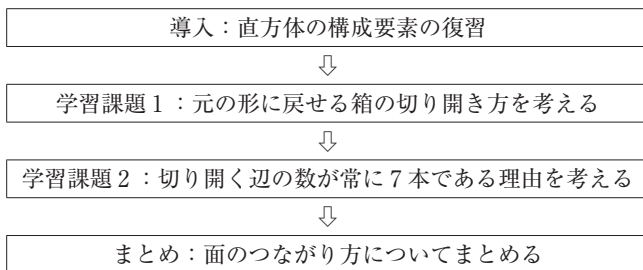


図1 授業の展開

## (2) 授業の構成

本研究では、「直方体と立方体」の単元より、佐藤（2005）によって提案された、児童に箱を切り開いて展開図を作らせ、なぜ切り開く辺はいつも7本なのかを考えさせる授業を行った。授業は12月上旬に2日に渡って行われた。授業のねらいは「立体図形の辺と頂点の数や面に着目し、箱を元の形に戻せる切り方を考える活動を通して、直方体の辺、頂点、面のつながりの関係を知ることができる」とした。児童はこれまで立体図形の構成要素については学習しており、本授業で展開図が導入された。展開図を通して、立体を切り開いたり展開図を組み立てたりという作業を具体的操作と念頭操作とで行うことが予想された。

授業は図1のような流れで展開した。

導入。授業のはじめに立体の構成要素についての復習を行った。さまざまな立体を見せてそれぞれの辺・頂点・面に着目させながら、本授業で取り扱う直方体の構成要素を確認した。児童は前時まで、構成要素の学習は終えている。

学習課題1。続いて児童にティッシュ箱を実際に切り開かせながら、「元の箱の形に戻せる開き方」をできるだけ多く見つける活動を行った。これは実際に箱を切り開いてさまざまな展開図を作成させる活動であるが、授業開始の時点では「展開図」という言葉を知らせず「元の箱の形に戻せる開き方」という表現をした。切り開く際の留意

点として、(1)切り離してはいけない、(2)何回切って開いたか数えながら切る、(3)できるだけ違う切り開き方を探す、という3点を伝えた。活動時間は30分とした。教師は、児童が切り開いた形を黒板に順次貼っていき、クラス全体でさまざまな切り開き方が見つかるよう配慮した。

学習課題2。次の日、前日に見つけられたさまざまな切り開き方をされた図を確認しながら、教師はそれぞれ何回で切り開いたかを児童に発表させた。すべて7回で切り開かれたことが確認できた後、黒板に貼ってある展開図を児童に返却し、なぜすべて7回なのか考える活動を行った。考える時間を20分、発表の時間を10分とした。

まとめ。6つの面は5本の辺でつながっていないければ切り離されてしまうこと、直方体の12本の辺のうち5本を残すならば、7本を切り離す必要があることを確認した。

## (3) 観察の方法

二日に渡った授業をビデオ録画しながら観察を行った。また、筆者のうちの一人が本研究の対象となった班のそばにいき、児童の発言や動きを記録した。

## 3. 結果と考察

授業中に見られた場面から、児童の念頭操作にかかわると思われる部分を以下に示す。

### 【場面①】1つ目の箱を切り開く

D子がカッターを使い、箱を切る。箱に触っているのはD子のみで、他の児童は箱には触らない。

D子：図2の①②③を切る。

D子：「切ってはいけないね、ここは(図2☆)」<sup>a</sup>

A男：「マジック借りてきて、切らないところに色つけよう」(と発言するが、実際には色はつけなかった)

D子：図2の④⑤を切る。

A男：「あと2回で切れる。」<sup>b</sup>

D子：図2の⑥を切る。

B男：「あと、そこだけだね。」とD子に指示する。<sup>c</sup>

D子：言われたところを切る。

A男：「何回で切れた？」

D子：切ったところを触りながら「7回だね。」

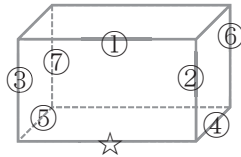


図2 1回目に切った部分

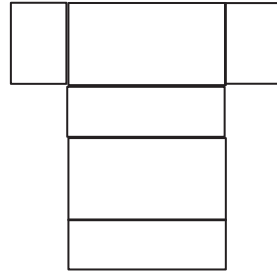


図3 1つ目の展開図

〈考察〉1つ目の箱を切り、展開図を作る場面である。間違えて切らないように慎重に作業を進めていた。この場面でD子は常に箱に触っている。aの「切ってはいけないね」という発言は3辺切れている面が目にあることから、切ってはい

けないことは自明であり、念頭操作は行われていないと思われる。一方A男とB男のb・cの発言は、頭の中で出来上がりの図が思い浮かんでいることを思わせる。この段階でA男とB男は念頭操作が行えていると思われる。

【場面②】2つ目の箱を切り開く

C男がカッターを使い、箱を切る。

C男：図4の①②③を切る。

B男：図4の⑥⑦を指差しながら「次、縦2本。」<sup>d</sup>

E子：「大丈夫？」<sup>e</sup>

D子：図4☆を指差しながら「これが残ってるから大丈夫だよ。」<sup>f</sup>

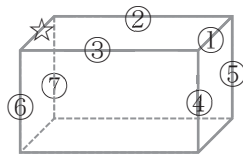


図4 2回目に切った部分

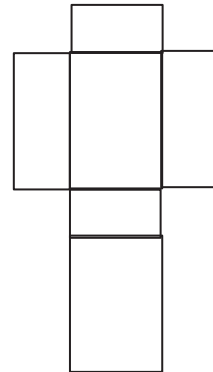


図5 2つ目の展開図

〈考察〉2つめの箱を切り開いている場面である。B男のdの発言は、切り開くと立体がどのようになるか正しく想像していることがわかるものである。それに対してE子が「大丈夫？」(e)と発言しているが、これは、先がどうなるのか見えてい

ない、つまり、念頭操作は行っていないと推測される場面である。それに続くD子のfの発言は、差異がどうなるか考えての発言と捉えられ、念頭操作が行われていることがわかる。

【場面③】3つ目の箱を切り開く

黒板に4つの異なった展開図が貼られている。

A男：黒板の前に立ち展開図を眺めている。1分ほど黙っている。

A男：「新作、できた!」<sup>g</sup>

A男：班に戻ってきて、「E子、これからいうところ切って。新作思いついた。」

E子：図6の①～⑦を切り、広げて、黒板に貼ってある図と見比べる。

E子：「新作だ、新作だ!」<sup>h</sup>

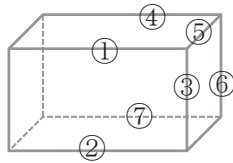


図6 3回目に切った部分

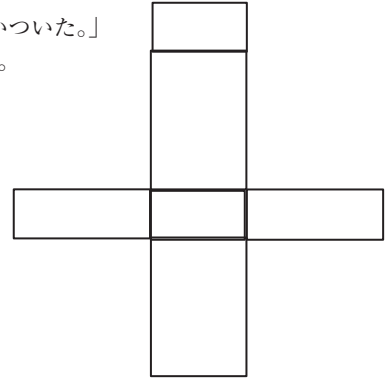


図7 3つ目の展開図

〈考察〉この場面でA男は、何も触らず、展開図だけを眺めながら、まだ誰も行ってない切り方をした展開図を見つけている (g)。A男の頭の中では、箱を切り開くという立体→平面という作業と、掲示されている展開図を箱に組み立て直

すという平面→立体という念頭操作が行われている。一方E子は、具体的に箱を切り開き平面にしてみても初めて、それが他にない形だとわかる。E子の頭の中では立体を組み立てたり切り開いたりする念頭操作は行われていないように思われた。

#### 【場面④】4つ目の箱を切り開く

図8の①～⑤まで切られた箱を触りながら、A男・B男・C男が考え込んでいる。

B男：「こっちとつながるから・・・」

A男：黒板に貼ってあるさまざまな展開図と途中まで切られた手元の箱を見比べる。

D子：「ここ切ったらどう?」<sup>i</sup>

A男：黒板の展開図のうち一つを指差しながら「そしたら、あれになっちゃう。」

C男：「解剖、解剖」といいながら⑥を切ろうとする。<sup>j</sup>

B男：展開図をじっと見ている。

A男：C男にむかって「そこ切ったら、あれになるよ」<sup>k</sup>と黒板の展開図の一つを指差す。

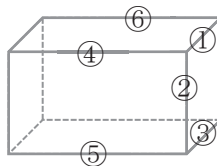


図8 4回目に切った部分

〈考察〉場面④は4つ目の展開図に挑戦している場面である。D子のiの発言は、念頭操作をしようと試みているものの、あまりうまく行えず助けを求めている発言と考える。そしてC男のjの様子は、念頭操作を行っていないかまたは正しい念

頭操作ができていないことがうかがわれる。一方A男の「そこ切ったら、あれになるよ」(k)の発言は、立体を平面化する念頭操作がスムーズに行われていることを示すものである。

## 【場面⑤】展開図を作るためには必ず7回切る理由を考える

学習課題2で、なぜ切った部分がどれも7つなのか考える場面

C男：切った展開図を組み立てて箱の形に戻す。

B男：「切っていないところが5。」

A男：「6部分あって・・・あ、6面だね。」

E子：「12辺あって5辺くつついてる。」

C男：くつついている部分を鉛筆で黒くする。

(別の班の大きな声①：「辺が12本あるから」)

(別の班の大きな声②：「折り目の数が5こないとつながらない、だから絶対7を切る」)

C男：「辺を数えてみよう」と展開図の辺を数えようとするが、うまく数えられない。

D子：「元の形に戻す時、5回で直せる。」<sup>1)</sup>

C男：「あ、ほんとだ！面が5こ？6こか・・・」

〈考察〉この場面からは念頭操作の様子は見えづらかった。しかし、D子の1の発言からD子が頭の中で平面を立体に組み立てているであろうこと

が想像出来る。またC男は手元にある展開図を触りながらではあるが、面のつながり方について考えていることがわかる。

## 【場面⑥】教師のまとめ

まとめの時間。教師が、なぜ7回切るのか、考えを発表するよう言う。

児童①：「戻す折り目は必ず5で、辺は12本あるから、 $12 - 5 = 7$ 。」

児童②：「面が6こ。辺は12。7回切るから残りの辺は5で、それ以上切ると、面が1こ取れる。」

児童③：「よく意味がわからないな。」

教師：図9のような板書をして「6面つなげるのに5辺必要だから、7本切るんだよ。」

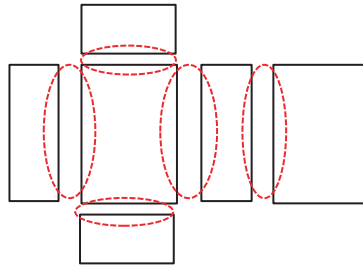


図9 教師が書いた板書

児童③：「なんとなくわかった。」

〈考察〉この場面は対象となった班の児童の様子ではなく、クラス全体でまとめを行っている場面である。児童①②は「なぜ7回切るのか」という課題に対して自分なりの答えを見つけている。一方児童③は自身の発言にもあるように、明確な答えにはたどり着けていない。

## 4. まとめ

本研究では、佐藤(2005)が提案した、立体を何回切れば切り離すことなく平面に切り開けるか

を考える授業を、小学校4年生のクラスで実際に行い、児童が念頭操作を行いながら授業に参加するかどうかを観察した。

観察の対象とした児童はA男、B男、C男、D子、E子、F子の6名である。A男とB男については、念頭操作を行っていることが推測される発言が授業の中で繰り返しみられた。C男については、具体的な操作を行いながらの発言が多く、念頭操作を行っているにしても正しくは行えていないと思われた。D子についても、念頭操作を試み

ているが、正しく行えている自信が持てていない様子であった。E子については、念頭操作を行っての発言はほとんどなく、具体的な操作を行ってはじめて理解するという場面が多く見られた。F子については、授業中、発言がほとんどなく、班のメンバーが箱を切り開いたりしているのを眺めてはいるものの、積極的な関わりはなかった。なおF子については、授業終了後教師が個別に復習の時間をとった。

本研究では、立体図形の念頭操作をねらった授業において、小学校4年生では念頭操作が正しく出来る児童もいれば行えない児童もいるということがわかった。児童にとって立体図形の念頭操作は簡単なものではない。小学3～4年生の空間表象能力は、その発達の個人差が大きいという報告もある(上月 2011, 山本 2013)。先行研究で示唆されている通り、本研究でも、4年生を対象とした授業での立体・平面の念頭操作には個人差が多く見られた。

空間表象の力は教育によって育てることができるのか、今回の授業観察からは明らかにはならなかった。しかし、本授業で行われた活動は、念頭操作を行う機会を児童に提供するものである。機会を提供されることによって念頭操作が出来るようになるのか、一人一人の児童の思考の変化を詳細に追っていくことが今後の課題である。

#### <注>

- 1) 山梨学院大学附属小学校教諭
- 2) 山梨学院短期大学専攻科保育専攻学生
- 3) 本研究は山梨学院短期大学「人の研究に関する倫理審査」において審議され承認された(承認番号: 2016002)

#### <引用文献>

- 上月幸代 2011 「小学校算数における『空間的思考力』に関する研究」 兵庫教育大学大学院学校教育研究科修士論文
- 佐藤裕二 2005 「切り開く辺の数は？」 全国算数授業研究会(編)「算数授業研究シリーズ XIV 考える力が伸びる教材開発—こうすれば教科書も楽しい—」 東洋館出版社 pp. 246-248
- 山本博和 2013 「空間表象能力の発達に基づく算数

教育のあり方」 関西福祉大学社会福祉学部研究紀要, 16(2), pp. 98-102