

## 立方体と展開図で育てる創造的思考力

磯野 嵩\*

情報速度の加速化や人工知能などの技術革新が進む世の中で、児童の創造的思考力を育てることが必要であると考えられる。しかし、児童の実態として柔軟な発想や見方の転換が難しいといった課題がある。また、「直方体・立方体」の展開図を描くだけでは、立体と展開図のつながりが希薄であるといった課題がある。

そこで、本稿では、「立方体と展開図による思考実験」の授業実践から、展開図を念頭操作によって立方体を組み立てさせる中で、創造的思考力を育てていくことを目的とした実践研究を行った。その結果、「底面につながるように側面の位置や塗り方を考えること」から「側面同士につながるように側面の位置や塗り方を考えること」に新しく価値のある着想をもって、図形の見方・考え方をするような児童の姿があった。そのため、「立方体と展開図による思考実験」の授業実践によって、創造的な思考力を育てることができるといった示唆が得られた。

Key Words 思考実験 創造的思考力 立方体と展開図

### 1 はじめに

情報速度の加速化や人工知能が普及する社会の中で、「計算する・調べる・推測する」などの役割が人間からコンピュータに徐々に変化してきている。実際に、AI(人工知能)によってインターネットを使って適格に情報を調べて提案したり、ビックデータから予測したりすることが一部導入され始めている。今ある仕事が減少し、雇用形態も変化すると予想されているが、AIやビックデータを使って、新たなサービスや仕事が生まれつつあるとも考える。そのため、技術革新が確実に日々進む中で、これからを担う子ども達には、技術やAIをいかにして使うか、新しく価値のあるものを生み出す創造的に思考する力(創造的思考力)が必要になると考える。

そこで、本研究では、「立方体と展開図による思考実験」の授業実践を通して、児童が課題に対して仮説を立てて念頭操作する中で、新しい考えを生み出そうと創造的思考力が働くか質的に研究することを目的とする。

### 2 問題の所在

#### (1) 児童の思考の固定化

算数科の授業では、問題の解決方法を考え、筋道や根拠を明らかにする授業展開が一般的である。その中で、一つの解決方法に満足し、自ら数や図形を変化させて正しいかどうか検証しようとする姿が少ない。

そのため、児童が自ら柔軟に発想したり、見方・考え方を転換したりすることは難しいという課題があると考えられる。

#### (2) 念頭操作による展開図の組み立て

第4学年「直方体・立方体」では直方体・立方体を観察して展開図を描く授業がある。展開図を描くことで、面と面、頂点や辺の重なりを意識させようとしている。しかし、念頭操作によって展開図から立体を組み立て、頂点・辺の重なりや面と面の位置関係を考えさせると難しい。つまり、展開図を描く授業だけでは、立体と展開図のつながりが薄いという課題がある。

\*倉敷市立琴浦西小学校 教諭

### 3 思考実験と創造的思考力

#### (1) 思考実験

思考実験は、アイザック・ニュートンの重力発見やガリレオ・ガリレイの重い物と落下速度の関係などが代表的な例とされ、以前より物理学・哲学・数学などで用いられてきた。

船越(1994)は、思考実験の歴史について以下のように考察している。

○ 思考実験(Gedankenexperiment)という言葉は初めて用いたのは、エルンスト・マッハであり、思考実験の方法として、「頭の中で要因を連続的に変化させて観察することで、その関連や新しい性質を知る。」としている。  
○ G. ポリアは、数学の研究においても実験的な態度が必要であり、数学教育の場に「擬実験(qnasi-experiment)」という言葉を導入している。

また、小山(1988)は、思考実験について以下のように述べている。

○ 「思考実験」とは理想的・抽象的狀況を考え、観察によって得られたデータに基づいて仮説を設定・検証・修正する実験の過程を経るもので、思想上だけで成立すべき実験。  
○ 算数・数学教育の「思考実験」は図的表現や記号的表現によっても思考可能なものを含めた「数学的な原理の発見、あるいは仮説の設定とその検証及び修正という過程」を経る思考。

これらのことを踏まえると、算数・数学教育における「思考実験」とは、「数量や図形に関して得られた仮説(着想)を、図や記号上、もしくは思想上で変化させたり操作したりすることにより検証・修正する思考」だと考える。

#### (2) 想像と創造的思考力

小山(1998)は、創造的思考(creative thinking)について「新しく価値のある着想を生み出すような思考」として捉え、想像との関連を以下のように述べている。

創造は想像(imagination)と密接に関係しており、過去の経験で得たイメージを再構成して自由にイメージすることで新しい着想を見いだす。

このことから、以前に児童が得たイメージを変化・再構成することができるように、思考実験の授業を行うことで創造的思考力を育むことができるのではないかと考える。

#### (3) 学習指導要領の思考力との関連性

平成 29 年度改訂の学習指導要領解説では、算数科の思考力について以下のように記述している。

○ 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

前者は主に「論理的な思考力」について、後者は「統合的・発展的な思考力」について述べている。

特に、後者の中の「発展的に考察する」とは、「絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ようと新しい算数(の見方・考え方)を創る」という意味で、創造的思考力と深く関係していると考えられる。

次期学習指導要領が求める思考力の観点からしても、「創造的思考力」を育む授業を研究することは今後必要になってくる。

#### 4 立方体と展開図の思考実験による授業構想と工夫

##### (1) 創造的思考力を育む授業構想

プログラミング言語スクラッチを発表した研究グループの一人であるミッチェル・レズニック(2018)は幼稚園のブロックを使ったアクティビティをもとに、創造的なスパイラル(クリエイティブ・ラーニング・スパイラル)を以下のように考えた。

発想 (Imagine)	→ 創作 (Create)
→ 遊び (Play)	→ 共有 (Share)
→ 振り返り (Reflect)	
→ 発想 (Imagine)	

この観点から幼児の学ぶ姿を捉えると、「自分のアイデアを掘り起し、それを試し、代替案で実験し、他の人から意見を得て、自分の経験に基づいて新しいアイデアを生み出すことを学ぶ。そして、彼らはこの過程を何度も繰り返す。」としている。

この学習スパイラルの大きな特徴は、実験的な遊び(仮説⇒検証)や発想を変化できる(修正⇒新仮説)環境があることである。

また、小山(1998)は、創造的思考を促進する技法として以下のようにまとめている。

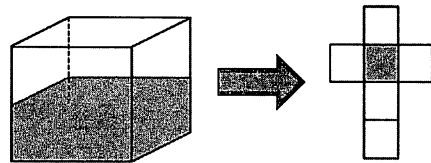
- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) イメージを喚起して流暢さを増大させる。</li> <li>2) 連想や比喻や類推を用いて発想を変換させる。</li> <li>3) 隠れた類似性を発見させる。</li> <li>4) 集団で自由に発想を出し合わせる(ブレインストーミング法)</li> </ol> |
|---|

これらのことから、立体と展開図による思考実験の授業では、同じ課題の中で複数の問題を段階的に考えさせることで、自分の着想(仮説)をもとに考えたり、検証・修正したりすることで、問題の類似性から新しい着想に至ることができるようにしていきたい。

##### (2) 創造的思考力を育む授業の工夫

「立方体と展開図による思考実験」の授業を、第4学年「直方体・立方体」の最後に発展的な内容として位置づけ、以下のように工夫した。

##### ① 思考実験を促す導入

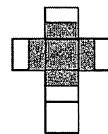


立体㊸

上のように色を付けた立方体㊸(側面は半分に赤、底面部は一面が赤)をもとにして、展開図のどこに色が塗られているかを考えさせた。ここでは、児童に思考実験を促すために、理由を問うことで仮説を持たせ、展開図から念頭操作によって立方体を組み立てさせる。

T この立方体と同じように色を塗るとしたら、展開図のどこに色が塗れると思いますか。

C1 最初から塗ってあった面の左右と上下になると思います。



T みんなは頷いているけど、どうしてこのように塗れると思ったの。

C2 立方体㊸の底面と横の面は直接つながっているから。

C3 立方体にしたとき、半分塗った面はこうやって起き上がるとすると、横の面になるから。

② 仮説を他者と共有し、振り返らせる。

塗った展開図を班で実際に組み立てて観察させることにより、仮説の検証を意図的に行わせる。

T それじゃあ、本当にそうなるか、実際に組み立ててみましょう。

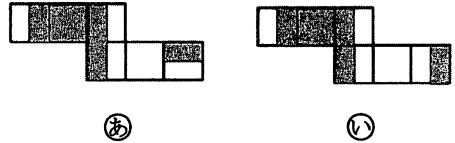
C4 やっぱり、(立方体④)になった。

C5 考えた通りになる。

C6 これじゃあ、簡単すぎる。楽勝。

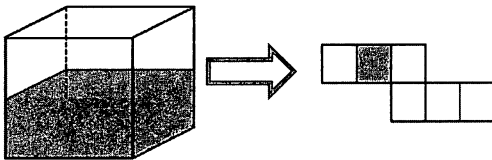
塗った部分の向きが異なる児童もいたため、二つの考えを取り上げて話し合わせた。

T みんなの中で2通りの塗り方が多かったけど、次のうちどちらが正しいですか。



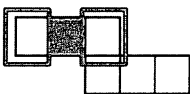
③ 2つ目の問題による仮説の検証

2つ目の問題の展開図では、底面部分と直接つながっている部分が2か所になり、離れた部分の側面を思考実験によって念頭操作する必要はある。

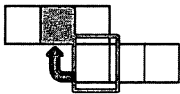


T この展開図だと、どこに塗りますか。

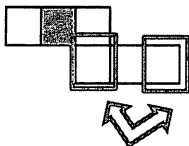
C7 んー。ここの2か所はさっきと同じで簡単だけど。後は、離れてるから…。



C8 ここの面を折って動かすとこの面とくっつくから。こども塗られるよ。

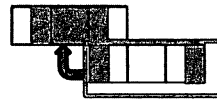


C9 ここの反対の面がここにくるからこどもくっつくはず



C10 自分は⑩と同じです。

C11 自分も⑩です。だって、折ったときに、ここの向きが縦に変わって、底面とつながると、この向きじゃないとつながらないから。



C12 折って離れた部分をくっつけると向きも変わってくるから、塗る向きも底面とのつながりを考えて⑩になります。

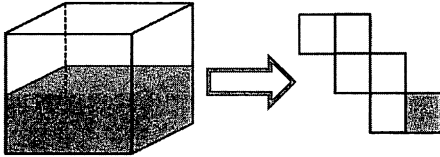
T 図形のつながりをよく考えてるね。では、展開図を組み立ててみましょう。何か気付いたことはありますか。

C13 さっきの展開図は、底面と横の面とがつながっていたから、簡単だったけど、今回は、離れていたからつなげて考えないといけなかった。

C14 離れた部分をつなげたときには、面の向きが変わるから、どんな風につながるか気をつけないといけない。

④ 3つ目の問題による仮説の検証・修正

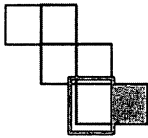
3つ目の問題の展開図では、底面と直接つながっているのは、1箇所のみであり、底面をもとにして離れた部分を念頭操作で組み立てると、複雑になってくる。



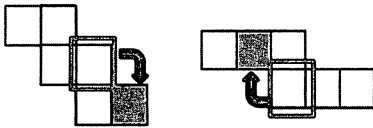
T この展開図だと、どうですか。

C15 なんか難しそう。

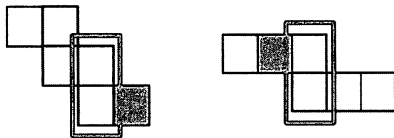
C16 1か所はすぐに塗れるよ。



C17 さっきの展開図と同じで、離れた場所を底面とつなげるからもう1か所も簡単だよ。



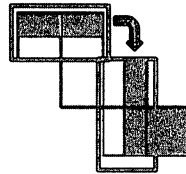
C18 それって、こっちの展開図もこの展開図も側面は横通しつながるってことじゃないかな。



C19 あっ、分かった。これって、底面とどうつながるか考えるよりも、側面を一直線につなげるように考えたらいいと思う。

T ○○さんの考えってどういうことかな。

C20 底面へのつなげ方を考えて何回も折って考えると難しくって。ここだけ、折って側面がつながればいい。



T では、実際に展開図を組み立ててみましょう。今日の学習でどんな学びがありましたか。

C21 最初は、底面とどうやってつなげようか考えていたけど、問題によっては難しかった。

C22 ○○さんの側面をつなげる考えが、あまり図形を動かさずに考えることができるからすごいと思いました。

## 5 省察

### (1) 児童の思考実験の姿

#### ① 展開図の組み立て方の仮説

児童が1つ目の問題を解くにあたっては、直観的に答えている姿の方が多かった。この段階では、展開図を念頭操作によって組み立てている児童は少なかったと考える。

しかし、児童に理由を求める中で、C2の「立方体④の底面と横の面は直接つながっているから。」やC3の「立方体にしたとき、半分塗った面はこうやって起き上がるとすると、横の面になるから。」といったように、展開図の組み立て方に仮説をもって念頭操作して見るができるようになってきた。

## ② 仮説の検証・修正

今回の授業では、問題を段階的に位置付けることにより、1つ目の問題でもった仮説を検証することができるようにした。

C7の「この2か所はさっきと同じで簡単だけど。後は、離れてるから。」の発言のように、前問題で解いた仮説を適応しようとしている。しかし、展開図②では、底面と側面に離れた部分があるので、念頭操作によって「もし展開図を組み立てたとしたら。」で思考実験的に考える必要感が出てきたと考える。

## (2) 創造的な思考力

新しく価値のある着想を生み出すような思考をしているかは、新しい価値のある着想を生み出そうとしているかどうかである。

C9の「この反対の面がここにくるからここもくっつくはず。」やC18の「側面は横通しもつながるってことじゃないかな。」の意見は、側面同士の面のつながりを意識した新しい考えであった。しかし、2つ目の問題では、念頭操作によってイメージでき、着想の転換の必要性は感じられず、依然として多くの児童は底面とのつながりから捉えていたと考える。

3つ目の問題では、底面とのつながりから考えようとすると、念頭操作による展開図の組み立ては複雑になる。そのため、C19のような「あっ、分かった。これって、底面とどうつながるか考えるよりも、側面を一直線につなげるように考えたらいいと思う。」という発言や、C20の「底面へのつなげ方を考えて何回も折って考えると難しくって。ここだけ、折って側面がつながればいい。」といった新しい着想の良さを発見した発言になったと考える。これは、念頭操作による展開図の組み立てが複雑になり、イメージを再構成する中で、新しい価値がある着想へ転換したのだと考える。

## 6 さいごに

今回の研究では、児童が立体と展開図を思考実験的に「おそらく～」「もし～なら」という仮説を生かそうと問題解決に取り組んでいることで、新しい着想が生まれた。

これは思考錯誤的ではなく、同じ課題の中で複数の問題を段階的に考えさせることで仮説が検証・修正され、生み出された。

そのため、「立方体と展開図の思考実験」による授業実践から、思考実験的に考えさせることで、創造的思考力を育むことができるといった示唆が与えられたと考える。

## 参考文献

- (1) 船越俊介「数理認識の根幹をなす方法としての思考実験について」、神戸大学発達科学部研究紀要、第1巻第2号、1994、
- (2) 小山正孝「数学教育における操作的活動と思考実験」、中国四国教育学会、教育学研究紀要、第34巻 pp255-260、1988
- (3) 小山正孝「創造性を培う数学的問題のタイプに関する研究」、全国数学教育学会、数学教育学研究、第4巻 pp45-51、1998
- (4) 文部科学省「小学校学習指導要領解説算数編」、日本文教出版、2017
- (5) ミッチェルレズニック・村井裕美子ほか「ライフロング・キンダーガーテン創造的思考力を育む4つの原則」、日経BP社、2018
- (6) 清水静海・船越俊介ほか「わくわく算数4」、啓林館、2015

(令和元年9月30日受理)