

「統合的・発展的に考える力」を育成する算数科の授業 ～6年「立体の体積」の学びを通して～

杉 能 道 明*

研究の要約

VUCAの時代(※)を生き抜く子どもたちに必要な資質・能力の育成が喫緊の課題とされている。算数科では永年、「統合的・発展的に考える力」を育成すべき資質・能力の中核に置いてきた。この力はVUCAの時代にも通用する力であり、子どもが「自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考える」(確かな学力、1996)原動力になる力であると考え。しかしながら、未だそれを十分達成することはできていない。それは、「統合的・発展的に考える力」を育成するシステムが示されておらず、プロセスが確立されていないからであると考え。

3年後には新学習指導要領の告示が予想される今、改めて算数科で育成すべき資質・能力の中核である「統合的・発展的に考える力」の育成に焦点を当てる。6年「立体の体積」の学びを通して、「統合的・発展的に考える力」を育成するシステムを提案する。

※「VUCAの時代」…Volatility(変動性), Uncertainty(不確実性), Complexity(複雑性), Ambiguity(曖昧性)のある時代。

key-words : 数学的な見方・考え方, 統合的・発展的に考える力, 数学のよさ

1. 問題の所在

現代はVUCAの時代と言われ、今後ますます変動性、不確実性、複雑性、曖昧性が進むと考えられる。これからの時代を生き抜く子どもたちに必要な資質・能力の育成が喫緊の課題とされている。中央教育審議会答申(1996)では、「自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考える」(確かな学力)が提唱され、現在に至っている。昭和43年告示小学校学習指導要領の算数科目標は「日常の事象を数理的にとらえ、筋道を立てて考え、統合的、発展的に考察し、処理する能力と態度を育てる。」(下線:筆者)であった。それ以来、算数科では永年、「統合的・発展的に考える力」を育成すべき資質・能力の中核においてきた。しかしながら、未だそれを達成することはできていない。平成29年告示の小学校学習指導要領の算数科目標の具体目標(2)の中に再び「統

合的、発展的に考察」の言葉が入れられたが、「統合的・発展的に考える力」を育成するためのシステムは示されておらず、プロセスが確立されていない。このままではかけ声倒れになってしまう。

令和9年には新しい学習指導要領が告示されると予想される今、改めて算数科で育成すべき資質・能力の中核である、「統合的・発展的に考える力」の育成に焦点を当てる。6年「立体の体積」の学びを通して、「統合的・発展的に考える力」を育成するシステムを提案する。

2. 「統合的・発展的に考える力」とは

(1)「数学的な見方・考え方」と「統合的・発展的に考える力」

小学校学習指導要領(平成29年告示)算数の教科目標の総括目標は

*ノートルダム清心女子大学

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。

である。この文言は、中学校数学科、高等学校数学科も同一のものとなっており、このことから、小中学校一貫して算数・数学が目標としているものが同じであることが分かる。

この総括目標のキーワードは「数学的な見方・考え方」「数学的活動」「数学的に考える資質・能力」であり、「数学的な見方・考え方」を働かせ、「数学的活動」を通して、最終的には、「数学的に考える資質・能力」つまり、「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」「学びに向かう力、人間性」あるいは「主体的に学習に取り組む態度」を育成することを目指している。算数科・数学科の目標の冒頭は、「数学的な見方・考え方を働かせ」という言葉から始まっている。「数学的な見方・考え方」は「深い学び」の鍵（小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編，2017，以下「解説算数編」）と言われ，中央教育審議会答申（2016）において次のように定義されている。

事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え，論理的，統合的・発展的に考えること（下線：筆者）

算数の学習を通じて、「数学的な見方・考え方」を働かせるだけでなく，算数の学習を通して「数学的な見方・考え方」が更に豊かで確かなものになっていく（解説算数編）と考えられる。

（2）「数学のよさ」と「統合的・発展的に考える力」

算数科・数学科の目標で共通しているキーワードがもう1つある。それは、「数学のよさ」という言葉である。算数科・数学科の教科目標（具体目標の3つ目「学びに向かう力，人間性等」の文章）の中に，次のように位置付いている。

小学校算数科：数学のよさに気付く

小学校学習指導要領（平成29年告示）より
中学校数学科：数学のよさを実感して

中学校学習指導要領（平成29年告示）より
高等学校数学科：数学のよさを認識し

高等学校学習指導要領（平成30年告示）より
（下線：筆者）

このことから，「数学のよさ」についても，小中学校一貫して目指していることであると分かる。では，「数学のよさ」とは何のことであろうか。解説算数編の中の説明を要約すると次のようになる。

①数学のよさに気付くということは，数学の価値や算数を学習する意義に気付くことであり，学習意欲の喚起や学習内容の深い理解につながり，また，算数に対して好意的な態度が育成されることになる。

②数学的な見方・考え方が数学のよさの根底にある。

③よさについては，これを狭く考えずに数量や図形の知識及び技能に含まれるよさもあるし，数学的な思考，判断，表現に含まれるよさもあり，有用性，簡潔性，一般性，正確性，能率性，発展性，美しさなどの様々な視点から算数の学習を捉えることが大切である。（下線：筆者）

①については，「数学のよさ」に気付くことにより，算数好きを増やしたいというねらいがあることが伺える。実際，毎年全国の小学校6年生を対象に行われる，全国学力・学習状況調査の質問紙調査において，「算数の勉強は好きですか」の問いに対して，肯定的反応（当てはまる・どちらかといえば当てはまるを選んだ割合）は，平成19年度の第1回調査以来，一度も70%台になったことがない。令和6年度においては，61%であった。

②については，「数学的な見方・考え方」を働かせることにより，「数学のよさ」に気付くことができることと捉えることができる。「数学的な見方・考え方」が「数学のよさ」の根底にあるとい

うことは、事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉えること、論理的、統合的・発展的に考えることが「数学のよさ」につながると解釈することができる。

③については、様々なよさがあることが書かれている。しかしながら、総花的であるので、何か核となる「数学のよさ」を考えるべきであるとする。私は、創造的数学力である「統合的・発展的に考える力」につながるよさが「数学のよさ」の本質であるとする。

本論文では特に、「数学的な見方・考え方」の中、「図形及び図形間の関係に着目して捉え、統合的・発展的に考えること」に焦点を当てて研究する。

(3)「思考力、判断力、表現力等」と「統合的・発展的に考える力」

算数科・数学科の教科目標（具体目標の2つ目「思考力、表現力、判断力等」の文章）は次の通りである。

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、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。（下線：筆者）

育成すべき資質・能力の中核となる「思考力、表現力、判断力等」の中に「統合的・発展的に考察する力」が明確に位置付けている。

(4)「統合的・発展的に考える力」の意味

「統合的・発展的に考える力」の意味について考える。新明解国語辞典第八版によると、「統合」「発展」の意味は次の通りである。

統合：二つ以上のものを合わせて一つのまとまりのあるものにすること。

発展：広い範囲に広がり、より進んだ段階に進

むこと。

解説算数編によると、「統合的に考察する」「発展的に考察する」意味について次のような記述がある。

「統合的に考察する」こと：異なる複数の事柄をある観点から捉え、それらに共通点を見い出して一つのものとして捉え直すこと

「発展的に考察する」こと：物事を固定的なものの、確定的なものと考えず、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する

数量や図形の性質を見い出して考察する際、既習の事項を適用すればすむ場合もあれば、新しい算数を創ることが必要な場合もある、と記述されている。

片桐（2014）は、「統合的な考え方」「発展的な考え方」について、次のように説明している。

統合的な考え方：多くの事柄を個々ばらばらにしておかないで、それらの本質的な共通性を抽象し、それによって、同じものとしてまとめているという考え方

発展的な考え方：1つのことが得られても、さらによりよい方法を求めたり、これを基にして、より一般的な、より新しいものを発見していくという考え方

「統合的・発展的な考察」について、中島（1982）は『『統合的』と『発展的』とを並列的によみとらないで、『統合といった観点による発展的な考察』というようによみとることが望ましい。』と述べている。

以上のことから、算数科の具体的な授業場面では、「これまでの学習と本時の学習をつなげて1つのまとまりのあるものにしようという観点をもちながら、これまでの学習を活用する範囲を広げていく」あるいは「本時の学習を振り返る際、これまでの学習と本時の学習をつなげて

1つのまとまりのあるものに創り上げていく」思考と考えることができる。

3. 「統合的・発展的に考える力」を育成する授業実践

(1) 単元名 6年「立体の体積」

(2) 単元の目標

○柱体の体積の求め方とその公式を理解し、公式を使って柱体の体積を求めたり、複合図形の体積を求めたりすることができる。(知識・技能)

○直方体の体積の求め方をもとに、角柱や円柱の体積の求め方やその公式、また、複合図形の体積の求め方を考え、説明することができる。

(思考・判断・表現)

○柱体の体積を求める活動に進んで取り組み、振り返りを通して体積の求め方や公式のよさに気づき、複合図形を柱体ととらえて体積を求める場面に適用するなど生活や学習に生かそうとしている。(主体的に学習に取り組む態度)

(3) 単元の計画(全5時間)

第1時 既習の立体図形の体積を振り返ることによる柱体の求積の動機付けと、四角柱(直方体)とその半分の三角柱の体積の求め方

第2時 角柱の体積の求め方とその公式

第3時 円柱の体積の求め方とその公式

第4時 複合図形の体積の求め方(本時)

第5時 学習内容の確認と自己評価

(4) 本時の学習の意義

本時で扱う「L字型の立体の体積」については、実は第5学年でも求積の仕方を学習している。しかし、第5学年の求積のねらいは、第6学年のそれとは異なっている。第5学年では、L字型の立体を、体積を求めることができる既習の直方体や立方体に直して、既習の直方体や立方体の求積公式「縦×横×高さ」「1辺×1辺×1辺」を活用して求めることができることをねらいとしている。一方、第6学年では、前時までに学習してきた柱体(角柱や円柱)の求積公式「底面積×高さ」の適用範囲を、L字型や中抜き円柱に拡張していくことが主なねらいとなる。既習事項を活用する点では共通であ

るが、図形の見方・考え方を豊かに働かせ、側面を底面とみることで、立体を分けたり付け足したりしなくても、そのままの形で体積を求めることができること、つまり、既習の「底面積×高さ」の求積公式を統合的・発展的に考え、「この立体もこれまでの角柱や円柱と同じように、底面積×高さで求められる」(下線:筆者)という数学のよさを実感させることをねらいとしている。

(5) 複合図形の求積(体積)の扱い

教科書会社6社の複合図形の求積(体積)の扱いについて調査した。結果は次の通りである。

K社:扱いあり

問題「下の図のような立体(L字型と中抜き円柱)の体積の求め方を考えましょう。」

めあて「体積が底面積×高さで求められるか調べよう。」

補助発問:なし

まとめ「(L字型や中抜き円柱)のような立体の体積も  や  を底面と考えると、底面積×高さで求めることができます。」(下線:筆者)

適用題:なし

D社:扱いあり

問題「右のような立体(L字型)の体積の求め方を考えましょう。」

めあて「角柱の体積の公式が使えるか考えよう。」

補助発問「この立体を1つの角柱とみるには、どの面を底面とみればよいでしょうか。」

まとめ「(L字型)のような立体の体積も、角柱とみると、角柱の体積の公式を使って求めることができます。」(下線:筆者)

適用題「五角柱」「円柱の半分」

G社:扱いあり

問題「右の図のような立体(L字型)があります。体積を求めましょう。」

めあて「上のような立体の体積も、公式を使って求めることができるのかな。」

補助発問「ゆかりさんの考え（「L字型の底面積を求めてから体積を求めました。」）で体積を求めましょう。」

まとめ「上のような立体の体積も，角柱とみれば，（底面積）×（高さ）の式で求めることができます。」（下線：筆者）

適用題：「3／4円柱」「中抜き円柱」「3段階階段型」

K y 社：複合図形の扱いなし

角柱や円柱の基本図形のみ 三角柱や円柱の側面を下にした図形は見られる

N b 社：扱いあり

問題「右の図のような立体（L字型）の体積を求めましょう。」

めあて「角柱の体積の公式を使って体積が求められるか考えよう。」

補助発問「立体力を角柱とみるには、どの面を底面とすればよいですか。」

まとめ「（L字型）のような立体も（L字型の側面）を底面と考えれば角柱の体積の公式を使って求めることができます。」（下線：筆者）

適用題：「コの字型立体」

T 社：扱いあり

問題「右の図のような立体（L字型）の体積の求め方を考えましょう。」

めあて「底面積×高さの式が使えないか考えよう。」

補助発問「底面積×高さの式にあてはめるには、どの面を底面と見るとよいでしょうか。」

まとめ「（L字型）のような立体の体積も，角柱とみれば，底面積×高さの式で求めることができる。」

適用題：「コの字型立体」「半円柱（切断面が下）」

6 社中 5 社の教科書で複合図形の求積（体積）の扱いがあった。「統合的・発展的に考える力」の育成をねらいとしていると考える。扱いのある 5 社中 5 社が複合図形として L 字型を採用し

ていた。まとめの言葉の共通点に着目すると、まず、「（L字型）のような立体の体積『も』」のように助詞の「も」が使われていることである。これまで学習してきた角柱や円柱に加えて L 字型「も」と統合的・発展的に考える意味が込められていると考える。次に、「～を底面と考えて」「角柱とみると」等の言葉は図形の見方・考え方を働かせることを示している。最後に、「底面積×高さの式で」「角柱の体積の公式を使って」「求めることができる」等の言葉は既習事項を活用する「数学のよさ」が示されていると考える。

（6）「統合的・発展的に考える」ことを大切にしたいシステムの提案

①「統合的・発展的に考える」ための単元構想
本単元では、次のように単元を通して「統合的・発展的に考える」展開となっている（図1）。

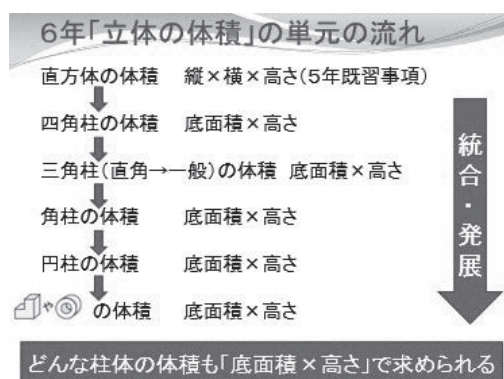


図1 6年「立体の体積」の単元構想（K社）

②「統合的・発展的に考える」システム

本単元で「学びの足場をつくる」→「学び方を学ぶ」→「学び方を活用する」というシステムを提案する。

【学びの足場をつくる】

まず、単元導入で、5年生で学習した直方体の体積を「縦×横×高さ」で求める考えを見直し、直方体を四角柱とみて体積は「底面積×高さ」で求められると捉え直す。これは、「統合的・発展的に考える力」を発揮するための足場をつくることになると思う。ただ、この見直し

には課題がある。底面積には高さがないため、本来なら体積は0である点である。これを、底面積を表す「縦×横」の数と、高さが1のときの体積を表す「縦×横×1」の数が等しいことをもとにして、「縦×横×高さ」を「底面積×高さ」へ転換してとくところがポイントになる。

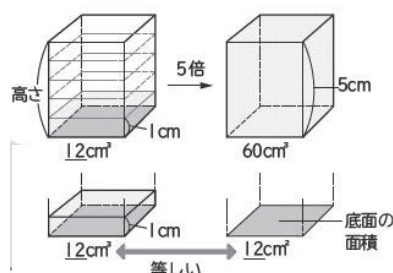


図2 底面積と高さが1の体積の表す数が等しいことを示す図（6年p.99・啓林館）

「統合的・発展的に考える力」を育成するための学びの足場をつくるために、ここで、「柱体」という見方も育てておく必要がある。柱体は、小学校算数科で扱う角柱や円柱などのように、底面が合同かつ平行な立体のことである。底面が多角形や円柱である柱体を、角柱、円柱という。中学校数学では、「角柱や円柱は、1つの多角形や円を、その面に垂直な方向に、一定の距離だけ平行に動かしてできる立体とみることができます。」（数学1・啓林館，2020）と記述されている。

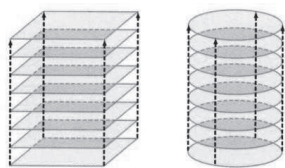


図3 角柱や円柱を校正するイメージ図（数学1・啓林館，2020より引用）

小学校算数科では柱体の明確な定義はせず、暗黙知として扱っているが、底面が合同でない立体や底面が平行でない立体を例示して、それとの違いを意識させておいてもよいと考える。

柱体の見方が本時の学習につながる。

【学び方を学ぶ】

「統合的・発展的に考える力」の足場づくりをもとに、学び方を学ぶのは、図1単元構想中の三角柱の体積→角柱の体積→円柱の体積の求め方を考える学びのプロセスである。三角柱はまず、四角柱（直方体）を底面の対角線で2等分した立体（底面が直角二等辺三角形の三角柱）の体積の求め方を考える。四角柱の半分と考え求めた考えと、三角柱を「底面積×高さ」で求めた考えを比べ、どちらも体積は等しくなることから、「底面が直角三角形の角柱の体積は、底面が正方形の角柱の体積と同じように底面積×高さで求められる」とまとめる。次に、角柱の体積の求め方は、「どんな角柱の体積も三角柱に分けて考えると、底面積×高さで求められる」とまとめる。更に、円柱の体積の求め方は、円柱の中にきちんと入る角柱の底面の辺の数を増やしていくと、円柱になると考えられることから、「円柱の体積も、底面積×高さで求められる」とまとめる。このように対象となる立体図形が変わるたびに、「～『も』底面積×高さで求められる」とまとめていく。この丁寧なプロセスが「統合的・発展的に考える力」の育成に不可欠だと考える（下線：筆者）。

【学び方を活用する】

学び方を活用する場面は、図1単元構想中のL字型や中抜き円柱の体積の求め方を考える場面である。次に、この場面の授業の実例を示す。

（7）授業の実例

①本時（第4時）の目標

複合図形の立体（L字型等）の体積の求め方を考え話し合う活動を通して、統合的・発展的に考え複合図形を柱体ととらえて、角柱や円柱のときと同じように「底面積×高さ」で求めることができることに気付くことができる。

②授業の展開

課題把握の場面

○問題「この立体の体積は何 cm^3 でしょう。」を提示し、まず、あらかじめL字型の立体にかぶせておいた箱を、上にゆっくりと上げていきなが

ら下部から徐々に見せていき、角柱が見えてきたところで一度止め、体積は求めることはできそうかと問いかけることにより、角柱の体積は「底面積×高さ」の公式を使って求められることを想起しやすくした。

○次に、L字型の立体の全体を提示し、困ったことを話し合う活動を取り入れることにより、すぐには「底面積×高さ」の公式が使えないことを自覚しやすくした。

○立体の形や見方を工夫すれば体積を求めることができそうだと気付いてきたところで、本時のめあてを次のように決めた。

めあて 体積の求め方を考え、説明しよう。

自力解決の場面

○L字型の立体の体積を求め方を考える際には、L字型の立体の見取図をかいたワークシートを使って考える活動にすることにより、底面や高さに色をぬったり、線を引いたりして求積の式を求めやすくした。

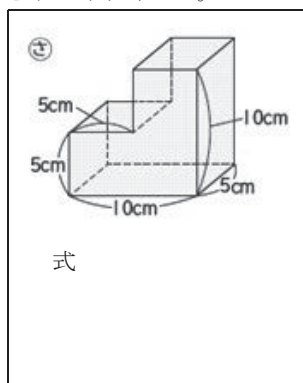
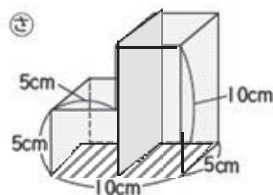


図3 L字型の体積の求め方を考えるためのワークシート

<子どもが見いだした考え>

考え⑦ 2つの四角柱に分けて



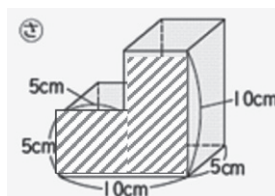
2つの四角柱に分けて、

左の四角柱の体積は、 $5 \times 5 \times 5 = 125$

右の四角柱の体積は、 $5 \times 10 \times 5 = 250$

合わせて、 $125 + 250 = 375$ 375cm^3

考え⑧ 側面を底面とみて



を底面とみて、

底面積は、 $5 \times 5 + 5 \times 10 = 75$

底面積×高さなので、 $75 \times 5 = 375$ 375cm^3

集団解決の場面

○考え⑦、考え⑧の順に取り上げ、式と図と言葉を結び付けて話し合う活動にした。それぞれの考えが分かったところで、考えに名前「2つの四角柱に分けて」「側面を底面とみて」をつけた。

○2つの考えの共通点や相違点について話し合った。共通点では、答えが同じこと、どちらも、底面積×高さの公式を使っていることが出てきた。相違点では、考え⑦は立体を分けているが、考え⑧は分けていないことが出てきた。

○どちらがおすすめの考えかを話し合うと、次のような発言があった。

「2つの四角柱に分けても、答えは 375cm^3 になるけど、側面を底面とみて計算する方が、分けなくていいので簡単です。」

○更に、適用題で、中抜き円柱の体積を求める活動を取り入れた。多くの子どもが、 を底面とみて求める姿が見られた。

○本時の学習をまとめる際には、2つの複合図形の体積を求めたことを板書を手がかりに振り返り、次のようにまとめた。

まとめ L字型などの立体の体積も、四角柱や円柱と同じように、底面積×高さの公式を使って求めることができる。

4. 終わりに

「統合的・発展的に考える力」について考察し、この力を育成するため、6年「立体の体積」の単元の学びを通して、「統合的・発展的に考える力」を育成するシステムを提案した。

本時第4時の授業で、子どもたちは、L字型の立体の体積の求め方を考える際、何とか底面積×高さの公式が使えるようにと試行錯誤する姿が見られた。5年生で学習した2つの直方体に分ける考えが多かったが、一部の子どもが考えた側面を底面として考える考え方に触れた子どもは、適用題として取り組んだ中抜き円柱の体積を求める際には、を底面とみて体積を求める子どもが多かった。これは、単元を通して「統合的・発展的に考える力」の育成を意識してシステムを考えた成果と考える。

本時の学習をまとめる場面では、時間が足りず、教師がまとめる形になってしまったが、まとめの「も」の助詞を意識できるようにしたい。まず、子どもから引き出したい。そのために、子どもから出てきた場合は、「は」と「も」の違いについて話し合う活動にしたい。子どもから出てこない場合は、「は」と「も」を子どもが選ぶ活動を取り入れ、そのわけを話し合うようにしたい。これにより、「これまで学んだことと同じように考えるとできた」という統合的・発展的な考え方を自覚しやすくしたい。

今後も算数科で育成すべき資質・能力の中核と考える「統合的・発展的に考える力」の育成に向けて授業を構想していきたい。

【参考・引用文献】

- 岡本和夫ほか（2020），未来へひろがる数学1，啓林館
- 片桐重男（2014），算数教育学概論，東洋館出版社
- 中央教育審議会（1996），幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について
- 寺垣内ほか（2024），わくわく算数（1～6），啓林館
- 中島健三（2015），算数・数学教育と数学的な考え方，東洋館出版社
- 日本数学教育学会（2018），算数教育指導用語辞典第五版，教育出版
- 文部科学省（2017），小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編，日本文教出版
- 山田忠雄ほか（2020），新明解国語辞典第八版，三省堂

（令和7年1月14日 受理）