

# コンピュータによる立方体の切断

西田尚由<sup>1</sup>、西山江美<sup>2</sup>、清田徹<sup>3</sup>、廣田悠二<sup>4</sup>、北村右一<sup>5</sup>

## 1 はじめに

一昨年、廣田から「数学の授業でコンピュータを使ってみたい」という要望が寄せられた。この一言が、本研究開始のきっかけとなった。

さっそく、卒業研究として取り組むことにした。「コンピュータの特性を生かせる授業にしたい」という希望から、平面による立方体の切断を題材に選んだ。廣田の助言を受けながら学生達がソフトウェアの開発を進め、昨年度の卒業研究の成果として、その第一版が完成した。

筆者にとっても学生達にとっても初めての開発環境であり、その過程は難渋を極めた。利用可能なソフトウェアが標準仕様のみだったため、デバッグ環境は劣悪である。例えば、変数名の総数がある限界を過ぎると、システムは見当違いなエラーメッセージを表示し、プログラムを終了させる。このエラーの原因究明は至難であった。やっとマニュアルの一個所に、変数名の総数に限りがあるという記述を見つけた。しかし、限界値については記載されていない（メモリ容量やプログラムの大きさに依るのだろう）。試しに変数を減らしてみると、プログラムが動き出す。そこで、単純変数を配列に置き換えることによって、エラーを回避することができた。

後の節で述べるように、本年度の教材を企画する段階では学生達も色々なアイデアを持っていた。しかし、全く新たなものを計画すると、プログラミングやデバッグに多大な時間を費やし、教材としての仕上がりを十分に吟味できないことが懸念された。そこで、昨年度の作品をベースに教材の完成度を高めることを目標として、今年度は教材の第二版を開発することに決めた。

本教材の主な目的は、立方体の切断を数多く体験することにある。これを実物で行うには、かなり困難を伴う。第一版でも、その基本機能は満たされていたが、表示される画像が一定方向から眺めたもののみで、立方体を回転させることもできなかった（というより、むしろ、ハードウェアとソフトウェアの性能上の制限から回転させなかった）。このことは、切り口の形状を直接観察できない、つまり、切り口を正面から見た形を確認できないことを意味する。この欠陥を補うことは、すでに昨年度の開発目標でもあったのだが、前述したような理由から仕上げるに十分な時間をかけることができなかったため見送られていた。

この正面図の追加が、第二版の主題となった。それを実現するためには、物体を定義している空間の座標系（ワールド座標系）から観察者の座標系（視点座標系）へと、適切な変換をする必要がある。

---

<sup>1</sup>長崎大学教育学部数学専攻・4年

<sup>2</sup>長崎大学教育学部数学選修・4年

<sup>3</sup>長崎大学大学院教育学研究科教科教育専攻数学教育専修・1年

<sup>4</sup>私立精道三川台中学校・教頭

<sup>5</sup>長崎大学教育学部数学・助教授

ところが、この変換は一意には定まらない。切り口が正面から見えるようにするためには、座標軸の一つを視線に選び、切断面の法線と一致させれば良いのだが、残り二つの座標軸については、法線を中心とする回転の自由度がある。この回転をうまく決定しなければ、切断面を指定する立方体の図と切り口の正面図の間に違和感が生ずる。

予断を抱かせないため、このことについては特にヒントを与えず、ソフトウェア開発を担当した学生に任せてみた。いかに解決するか興味を持って見ていたが、さほど困難を感じることもしなかったらしく、立方体を切断するための透視図におけるワールド座標系から視点座標系への変換のアルゴリズム（二つの座標軸を中心とする回転と、残った座標軸の反転の合成）をそのまま採用して、正面図を完成させた。同一のアルゴリズムを用いるという単純な方法で、自然な正面図が得られたことは驚きであった。

でき上がった作品は、実際に授業で使用する。今年度も、私立精道三川台中学校の1年生を本学に招き、研究授業を行った。昨年の授業者は廣田であったが、今年は授業を観察したいという意向を受け、大学院修士課程1年の清田が授業を担当した。

期日の決まったソフトウェア開発では、そのスケジューリングが重要である。本研究では、年間の授業計画に沿って研究授業を設定するため、かなり早い段階でその日時を決定しなければならない。後の節で述べるように、アルゴリズムの解析に若干の不備があり、授業の間近で開発の遅れが予想された。そのため、仕上がりを犠牲にしても期日までの完成を目指すという事態に陥った。しかし、幸いなことに問題点が予想よりも早く解決され、当初の目標通りの作品を完成させることができた。

当研究室の卒業生にも、この研究授業への参観を呼びかけ、熱心な方々の参加を得ることができた。そして、授業後の討議では、現職教員としての立場から、実践上の批判や今後の課題、あるいは開発者への励ましなど、多くの有益な意見が寄せられた。筆者は、教育経験の乏しい学生と、日常業務に追われがちな現場教師を結ぶものとして、本研究を位置付けているが、これらの貴重な意見は、この研究をより一層充実させるための大きな糧となるであろう。

以下の節では、西田・西山が、主として第二版のソフトウェアとその開発過程について記述する。さらに清田と廣田が、それぞれ授業者および観察・指導者としての立場から、授業実践と今後の課題などについて述べる。

(北村右一)

## 2 「空間図形」学習における教材開発

### 2.1 教材の内容と操作法

この教材は、2ページで構成されている。まず、1ページ目で、生徒が自由に3点を指定し立方体の切り口を表示させ、正面図を見てその切り口の形を再確認する。次に2ページ目のシミュレーションで、立方体の切り口のまとめをする。

#### ・1ページ

ページの画面左側には、立方体の透視図を描くイメージフレームがあり、画面右側には立方体の切り口の正面図を描くイメージフレームがある。そして、[切り口]、[正面図]、[消しゴム]、次

のページへ移るためのボタンの合計4つの操作ボタンがある。

左側のイメージフレームには、切り口を表示するための立方体とその立方体の辺上を動く紫、青、緑の3点が描かれている。この3点はそれぞれ限定された3辺のみを移動し、立方体の辺上をマウスでクリックすることによってこれらの点が移る。このようにして点を指定した後、[切り口] ボタンをクリックすると、その3点を通る平面によって切り取られた切り口が表示される。そして、[正面図] ボタンをクリックすると、立方体の切り口を正面から見た図が右側のイメージフレームに表示される。この操作は何度でも繰り返すことができるが、画面を初期の状態に戻したいときには[消しゴム] ボタンを使用する。

ページをめくる絵が描かれているボタン（右下）をクリックすると、2ページに移る。

## ・ 2 ページ

このページには、基本的なパターンである[正六角形パターン]、[平行四辺形パターン]、[ひし形パターン] および[等脚台形パターン]を開始する4つのシミュレーションボタンと、画面中央にこのシミュレーションを表示するための立方体が描かれたイメージフレームがある。また、これらのシミュレーションを操作するための[STOP]、[再生]、[取消] ボタンの合計3つのボタンがある。

4つのシミュレーションパターンのうち、例えば[正六角形パターン] ボタンをマウスでクリックすると、立方体の奥の頂点から手前の頂点まで切断面が平行移動し、その途中で正六角形が現れる。他の3つのパターンも同じ形式である。このようにシミュレーションが作動しているときに[STOP] ボタンをクリックすると、画面が一時停止の状態になる。この状態を解除してシミュレーションを再び続けるには、[再生] ボタンをクリックする。[取消] ボタンは、シミュレーションを中止させるためのものである。

## 2. 2 教材の新機能と改善点

本教材は、昨年度の卒業研究で作成したものから開発を始めた。大きな変更として2つの新機能を追加し、使いやすくするために小さな4つの改良も加えた。

新機能とは、「正面図の表示」と「シミュレーションの操作」である。

切り口の透視図では、前述のように、立方体とそれを見る視線を固定し、切断面のみを動かす。そのため、切り口を斜めの方向から見ることになり、例えば、切り口の形が菱形であっても、その形が菱形なのか平行四辺形なのかを判別することは極めて難しかった。そこで、[切り口] と [正面図] ボタンを活用すれば、2方向から切り口を見られるので、切り口の形がより捉えやすくなるだろうという考えに至ったのである。実際、この正面図が表示されるようになって、例えば四角形の切り口は必ず1組の対辺が平行になることや五角形では正五角形はできないことなど、辺の長さや角度、面積に着目した学習が行ないやすくなった。

シミュレーションのページでは、新たに[STOP]、[再生]、[取消] の各ボタンを追加した。これは、前回までのシミュレーションが、「ただ見るだけしかできない」という反省があったことと、生

徒が学習のまとめとしてもっと自発的に活用できるものを作ろうというねらいからである。この機能がついたことにより、例えば「正六角形パターン」で、正六角形になったとき「STOP」ボタンをクリックしてみると、立方体の各辺の中点を通して正六角形ができていることが分かったりするなど、立方体の切り口に潜む規則性に生徒が自ら気づくことができ、その気づきを画面を見ながらノートにまとめることができるようになった。

教材を使いやすくするための工夫は以下の4つである。

- (1) 「点を取るときの基準点をおく」という目的から、立方体の各辺に中点をつけた。
- (2) 昨年度の反省に基づき、ボタンの名称をより適切なものへと変更した。
- (3) シミュレーションを見やすくするために、そのパターンの名称と同じ形になったとき、切り口の枠の色を黒から赤に変え、表示時間も長くした。
- (4) 各ページにおいて、マウスの操作性を良くし、移動範囲が少なくすむように、ボタンの大きさや配置を工夫した。また、色を与える心理的な影響を考え、生徒が興味を持て、かつ分かりやすい色づかいにも配慮した。

## 2. 3 研究授業を終えて

今回の授業は院生の清田が担当したが、精道中学校の生徒に対して授業を行なうのはもちろん初めてのことであった。また生徒自身もパソコンを用いた授業は初めてで、しかも長崎大学まで移動しての授業だったので、環境と授業者の違いに戸惑うことが予想されていた。しかし、生徒たちは質問をしながらパソコンを用いて思い思いに切り口を作り、自分の意見をきちんと発表していた。

授業の半ば、授業者が「なぜ、七角形以上の多角形はできないのか」と比較的難度が高いと思われる質問を生徒に対して投げかけたとき、生徒の反応が少しばかり途切れてしまった。そこで、立方体が平面で切り取られている模型（切り口の形が正三角形と菱形のもの）を生徒に見せて考える時間を与えると、生徒のほうから「立方体は六面体であるから」、「切り口は1つの面に1辺以上は出てこないから」などの発言が出てきた。授業の前の2度の模擬授業では、1年生からこの意見は出ないだろうと思っていたため、このことは非常に驚きであった。また、このことから、パソコンを用いた授業だからといってパソコンだけ使用して考えさせると限定するのではなく、場に応じてその教材の特性を活かしながら授業を進めていくことが大切であることを知った。

授業が終わった後、生徒の中には、「正八面体を切ると六角形以上の切り口ができるのだろうか」という疑問を持った者や「このようなパソコン教材を用いてほかの形の立体も切ってみたい」と思っている者もいた。全体的に見ると、生徒自身に新たな学習意欲が生じており、パソコンを用いた学習が大変意義のあるものであったことがアンケート調査により分かった。

今回、自分たちの作成した教材が実際の授業で使用され、期待していた結果が得られたことはとても価値あることであった。しかし、この教材について改めて考えてみると、生徒たちに考えさせる工夫が足りなかったと反省される。例えば、1ページの学習で、立方体の切り口を出すために3点を指定するが、生徒の中には切り口の形を予想しながら点の指定をする者もいれば、闇雲に点を指定して切り口を表示させる者もいた。また今回、正面図をこの教材の新機能として付け加えたが、昨年まで

は正面図がなかったので、生徒が切り口を見てその形を正面から見たらどうなるかを考えなければならなかったが、今年はその必要がなくなった。これに対して私たちは、正面図の機能をつけただけで満足してしまい、これまで生徒に考えさせていたことを奪ってしまったことに対するフォローを特に行なわなかったのである。この教材の主目的は、実物では困難な「任意の平面による立方体の切断」の試行錯誤にあったが、生徒が考える前にボタン一つで答えを出してしまうという短所を補えていなかった。学習を進めていく上では、問題から解答にいたるまでの考えるプロセスが大切である。したがって、教材開発に取り組む際に、パソコンが出してくれた答えをあたかも自分で考えたもののように錯覚してしまう生徒がいることへの配慮が、やや欠けていたかもしれないと思う。

研究授業の反省会の中では、「市販のソフトのように、パソコンのなかにマスコットが出てきて、音声を通して出題してくれたり、説明してくれたりといった機能がこの教材にはないので、教師は授業の中でパソコンの使い方を教えるインストラクターとしてではなく、授業者としてこの教材を用いることができる」また、「ソフト自体にストーリー性がないので、1年生では立方体の切り口、2年生では図形の証明、3年生では三平方の定理や求積の問題など幅広く活用できる」という意見が、現場で活躍されている先生方から出された。したがって、反省点は残るけれども、授業者の使用法によっては、現在の機能だけでも十分に生徒のなかで“活きる”教材になると、筆者は確信する。

(西山江美)

### 3 正面図の作図

#### 3.1 開発の過程

3次元図形を2次元で表現した図形を、この3次元図形の透視図という。「正面図」とは、立方体の切り口を真正面から見たときの、立体の透視図のことである。この「正面図を作図する」という部分は、最も力を入れた部分であり、作成日数の約6割を費やした。

本教材では、切り口を表示する立方体の透視図（以下、「切り口」という）と「正面図」の2つの画像を表示している。教材の企画段階では、画面上で立体を回転させることや、立体の展開図を表示することも考えた。しかし、開発に使用したコンピュータでは、実行速度や変数の数などに限界があるために、無理であると判断した。

「正面図」も、「切り口」と同様に透視図を用いて3次元の立体として表示するのが目標であったが、まず切り口の形を平面の図として表示することから取り掛かった。それは、この教材を用いた研究授業の日程が決定しており、当日までにソフトウェアが完成できないことを懸念したからである。しかし、思いの外開発が順調に進み、立体表示された「正面図」を持つ教材で研究授業に臨むことができた。

#### 3.2 正面図を描くための理論

3次元図形の透視図を画面に表示するには、“どこ（視点）からどこ（目標点）を見るか”を定める必要がある。この視点から目標点へ方向を視線という。視点を基準として適当なスクリーンに立体を投影することにより、近いものは大きく、遠いものは小さくなり、立体感のある透視図が描ける。

「切り口」では、定まった視界の中で切断面のみを変化させるために、立方体と視線を固定している。一方「正面図」では、切断面を真正面から見られるように視線を変化させる必要がある。つまり、切断面を決めるたびに視点と目標点を定めなくてはならない。その選び方を以下に述べる。

まず、目標点である。昨年作成された「切り口」では、目標点が立方体の奥の頂点にあり、その表示位置もフレームの特定の点に固定されていた。「正面図」においても、最初は同じ方式を採用していたが、切断面の選び方により、図がフレームからはみ出すことが判明した。そして、フレーム内に納めようとする、図を小さく描かなくてはならない。そこで、目標点を“立方体の中心”に選び、表示位置をフレームの中央に固定することにより、視線に対する立方体の動きが最小限となるように改善した。

次に、視点の設定方法について述べる。切断面を真正面から見るためには、視線を切断面と垂直にすると良い。既に、目標点を“立方体の中心”と定めているため、後はこの点を通り切断面と垂直な直線上に視点を定めることになるのだが、ここで注意しなくてはならないのが、視点と目標点の距離である。なぜなら、この距離が小さすぎると、切断面と目標点の間に視点がきてしまい、一番大切な切断面に背を向けたまま立方体を見てしまうことにもなりかねない。この不都合は、「切り口」における視点と目標点の距離をそのまま使うことで避けることができた。「切り口」では、立方体の辺の長さ1に対してこの距離が約100と、十分な大きさだったからである。さらに、「切り口」と「正面図」において同じ距離を保つことは、立体の見え方が同じ、つまり、同じ焦点距離を持つレンズを通して見ていることも意味する。

切断面に垂直な直線上で、目標点から一定の距離にある点は2点あるため、どちらか一方を視点として選択しなくてはならない。この2点のどちらを選ぶかは、切断面を表から見るのか、裏から見るのかという違いとなって現れる。本教材では、切り口を見ている「方向」を保つことにした。つまり、「切り口」における視点と「正面図」における視点が、切断面の同じ側に位置するように選んだのである。

### 3. 3 正面図における工夫

最後に「正面図」を理解しやすくするための、若干の工夫について述べる。

正面図を立体として表現する方法として、次の2通りを考えた。1つは、完全な立方体のフレームを表示するもの。もう1つは、立方体を切断面で切り取った残りの立体を表示するものである。ここでは、後者を採用した。前者では、切り口の形が小さいときに、立方体のフレームが邪魔になり、切り口の形がわかりにくかったからである。

さらに、六角形など、切り口の頂点の数が多いう形では、「切り口」で指定した3点を「正面図」で確認することが困難であるため、これらの点を「正面図」でも追加表示した。

(西田尚由)

## 4 コンピュータを用いた授業実践

平成8年12月13日(金)午後1時40分から約1時間、長崎大学教育学部のコンピュータ室に於いて、

精道中学校1年生を対象に「空間図形」のまとめの時間に「立方体を平面で切るとどういう形ができるだろうか」という主題でパソコンを用いた授業を行った。

#### 4. 1 パソコンを使った理由

本時のように「立方体の切り口」を題材とした授業で、できる切り口の形だけでなく、できない形やできる理由・できない理由を考えるとときには、「立方体を平面で切る」数多くの試行が必要であろう。指導実践例として、

- 1) 野菜や寒天を実際に切るもの
- 2) 立方体の模型に輪ゴムをかけるもの
- 3) 透明な模型に液体を入れ、立体を傾けるもの

などがあげられるが、それぞれ次のような欠点があると思われる。

- 1) 正確な立方体を作ることが難しい。また、その立方体を思い通りに切ることが困難である。
- 2) ゴムのかけ方によっては切り口が平面にならなかったり、頂点にうまくゴムがかからなかったりする。
- 3) 液体の量を簡単に変えられない。また、注目したい切断面を動かすのではなく、立方体を動かさなくてはならない。

それに対しパソコンは、立方体を思い通りに、平面で、何度も容易に切ることができる。つまり、パソコンは立方体を平面で切ったときにできる図形・できない図形の理由をみつけるための絶好の試行錯誤の道具となる。これが、パソコンを使った主な理由である。

#### 4. 2 単元「空間図形」の位置づけ

中学校の図形の領域では、第1学年で操作や実験的な活動を通し、図形に対する直観的な見方や考え方を伸ばし、第2学年以降でいわゆる論証的な方法によって図形の性質を調べることを取り扱う。

この授業は「空間図形」のまとめの時間（全18時間中18時間目）に位置し、生徒はこれまでに、直線・平面の位置関係や立体の構成・表し方、正多面体など、一通り空間図形の学習を終え、立体の切り口についても簡単な立方体の模型を作り、輪ゴムをかけることによってその形を考察している。

ここでは、パソコンを使うことによって、その時にはできなかった切り方などを試し、考え、確かめる。また本時の目標は、「パソコンを使って、立体の切断面を意欲的に調べていくことを通して、切り口の辺の数は切断する平面と立方体の面との交わる数によって決まることなど、様々な規則性に気づくことができる」とし、数学への関心・意欲・態度を評価の対象とした。

#### 4. 3 模擬授業による準備

この授業に先立って模擬授業を2度行った。その中で2つの問題点が浮かび上がってきた。1つは授業の中心にすえる焦点に関して、もう1つは教材に関してであった。

焦点については次のどちらに絞るかであった。一方は、切り口として七角形以上の多角形ができない理由を考えさせることであり、他方は、六角形以下の多角形のなかで、切り口としてできる図形・

できない図形とその理由を考えさせることであった。

実際の授業では前者を主として扱い、後者は実際にできる図形の確認にとどめた。その理由は、「立体の切り口」の試行錯誤に明確な問題を与えることが学習意欲を高めることと、後者が三、四、五、六角形の全てについて扱うことが1時間内には納まりきらないことである。例えば、三角形1つとっても、「直角三角形ができない」ことを明確に説明するのは難しく、それだけで時間をとることになると模擬授業から判断したからである。

教材に関する問題点は、パソコンだけで十分かということであった。これは模擬授業の反省会で、「このソフトでは、『七角形以上の多角形ができない』理由としての『1つの面に1つの辺しか現れない』事実はみつけにくい」との指摘がなされたからである。そこで、立方体の面と切断面の位置関係を確認するために、模型を用いることにした。そのため、切り口が三角形（正三角形）、四角形（ひし形）となる模型を準備した。

#### 4. 4 授業の展開

実際の研究授業は以下のように展開された。

##### 1) 平面を決める条件の確認（1分）

平面が3点で決まることを確認し、このソフトで3点を指定する理由を説明した。

##### 2) ソフトの操作の説明・注意（10分）

このソフトをどういう手順で扱えばよいのか、切り口がひし形になる例を用いて、実際にパソコンを操作させながら説明を行った。

##### 3) 課題「立方体を平面で切るとどういう形ができるか」の提示（2分）

「立方体を平面で切る」試行に先立ち、どういう切り口ができるのかを予想させた。

##### 4) パソコンを用いて「実際にできる切り口」を調べる（25分）

正三角形を例にあげ、3辺の長さがすべて等しいから正三角形といえるなど、なぜその図形がそう呼べるのかという理由も考えるように指導した。

##### 5) 実際にできた切り口の確認（7分）

実際にできた図形を紙に描かせて黒板に貼り、切断してできる図形（二等辺三角形、正三角形、長方形、正方形、台形、等脚台形、平行四辺形、ひし形、五角形、六角形、正六角形）の確認をした。

##### 6) 「七角形以上の多角形はなぜできないのか」の提示（1分）

5) で確認した六角形よりも頂点の多い七角形以上はできなかったかを問い、なぜできないのかを考えさせた。

##### 7) 七角形以上の多角形ができない理由についての話し合い（8分）

生徒から「立方体の1つの面に切断面の1つの辺しか現れないから」、「立方体は六面体だから」といった発言がなされた。

##### 8) まとめ（15分）

シミュレーション画面を用いて、切断面を平行移動させたときの切り口の変化をみせた。また、



授業を振り返る意味で、アンケートを行った。

#### 4. 5 授業の反省

生徒はいつもと違う環境にもかかわらず、積極的にパソコンを使って、様々な切断を試し、その過程で、その切り口が平行四辺形なのかひし形なのかを考えるなど理由を探したり、「七角形以上はなぜできないのか」という発問にも「立方体は六面しかないから」など気づきを発表していたことから、目標はほぼ達成できたと考える。

教材として、模型も使用したことは有効であった。その理由は、実際「七角形以上はなぜできないのか」という発問をした時点では、すぐには生徒から解答がかえってこなかったが、模型を見せることによって、「立方体の1つの面には切断面の辺が1つしか現れない」など気づいたことを発言する生徒がでてきたからである。

とかくパソコンは定理や現象を、ただ見せる・教えるために用いられることが多い。しかし、今回の授業のように考えるための試行錯誤の道具として用いることによって、考えをより深め、興味・関心を高めるための強力な補助教材となり得ることが実感された。また、ソフトウェアにすべてを任せるのではなく、目的に応じた教材を併用することの重要性も認識できた。

(清田徹)

### 5 教師の立場から

もっと深く考える力を育てたい。なぜそうなるのかお互いに意見を出しあい深めあっていく授業をしたい。そのために、コンピューターならどんなことができるのだろうか、こういう時にコンピューターならこんな風にできるんじゃないか。こんな思いで北村研究室の卒業研究に、昨年来関わってきた。

昨年度は授業者であったが、今年度は参観者である。また新たな視点で、授業を考えることができた。

#### 5. 1 ソフトについて

本校にはコンピューターの設備がない。だから、もう長崎大学に来てコンピューターを目の前にするだけで生徒たちは喜んでいる。一体、今から何が始まるのかちょっとした興奮と緊張感に満ちている。こうした十分な動機づけを持って始まる授業は稀である。しかし逆に言うと、この期待感を裏切らないだけの優れた授業、優れたソフトが要求される。まず最初、切り口の正面図を見て、生徒たちは思わず叫んだ。「おー、すげえな」と。何がすごいのか。まず、動くこと。次に、速いこと。そして、何よりも実際はできそうもないことができることがすごいと感じている。それまでの授業で、生徒たちは厚紙で側面だけの立方体を作り、その辺上に小さなV字の切り口をつけ、そこに輪ゴムを掛けて立方体の切り口の形を考えていた。いろいろ苦勞していただけにすばやく切り口がでてくことを喜んでいる。しかし、それだけでは優れたソフトとはいえない。このソフトの一番の特徴は、生徒たちの思考を助ける道具となっているということ。いろいろな所に3点を取り、切り口を見る。数回

の試行錯誤の後、生徒たちは自然に今度はある程度切り口を予想しながら3点を取っていく。1回の試行にかかる時間が少ないので、素早く数多くできる。今回のように多数回の試行によって帰納的に、ある規則性を発見していこうという課題ならばなおさらそのよさが実感できる。また、たとえ立方体の切り口は七角形以上にならないということが自力で発見できなくても数多くの切り口を体験できたことは蓄積されるだろう。(このソフトは、1年の本単元だけでなく2年「合同」3年「三平方の定理」でも使用できる。)

## 5. 2 今後の課題

生徒たちは1コマの授業の中でさえ、コンピューターの操作に慣れてくる。すると、最初は速いと思っていた処理速度が遅く感じられてくる。思考を切らさないようにさらに速さが必要だと思う。もちろん、これはソフトの面だけでなくハードの問題かもしれない。シミュレーションソフトは当然のごとく、より現実に近いことが要求される。具体的にどの点をどこまで改良できるのかは私には言えないが、改良の余地はあるだろう。

## 5. 3 授業者について

今回の授業は毎日教壇に立っている現場の先生ではなく、院生の清田であった。彼には非常に大きなハンディがあった。操作の説明にせよ、話し合い活動をさせるにせよ、生徒一人ひとりの実態がわかっていなくてはなかなかうまくいかないものである。しかし、事前に何度も本校に足を運び、授業を参観するなど生徒理解に努められていた。このことがとてもいい影響となって今回の授業に現われていたと思う。生徒がパソコンを操作しながらどんなつぶやきをしているのか。また、どういう試みをしているのかを教師ができるだけ早く、正確に知るとはとても重要なことであると改めて感じた。パソコンを一見熱心に操作しているものの方向性が間違っているものや些細な疑問に捕らわれてオロオロしているものなど、一人で取り組んでいるからこそ一人ひとりへの配慮がもっと大切だと言えるし、またそうすることによってパソコンを使った授業のよさがでてくると感じた。今回の授業では、昨年同様生徒の周りに大学生が待機しており、気軽に質問できる態勢ができていたことが授業者の大きな助けになっていた。

## 5. 4 その他

話し合い活動を通して思考を深めていく際に、机の配置もまた重要であると痛感した。本授業では、教卓に向かって縦方向に机が数列隙間なく並び、コンピュータが背中合わせに配置されていた。そのため、どうしても生徒同士による話し合いが難しく、教師と生徒との一对一のやりとりになってしまいう傾向が高いように感じられた。

(廣田悠二)