

ICT活用と具体物によるアクティブ・ラーニングに関する研究

～図形領域に焦点を当てICT活用の意味を鮮明に～

神奈川県立横浜平沼高等学校 石谷優行

0. 発表のコンセプト

先生方、いつもの数学の授業からちょっとだけ脱却し、おおいに「数学的活動」を取り入れ、生徒たちに、数学そのものの持つ「面白さ」「美しさ」「不思議さ」を味わわせてみませんか。

1. これまでの発表

2009年は京都大会にて、「重心 その面白さ 美しさ～特に凹四角形の具体物(ブーメラン)を用いて～」

2010年は新潟大会にて、「コンピュータ等(iPad, iPod touchも含め)を活用した図形領域授業の実践～数学Bベクトルに焦点をあてて～」

2011年は地元神奈川にて、「コンピュータ等(iPad, iPod touchも含め)を活用した図形領域授業の実践～数学Bベクトルや、数学A平面図形に焦点をあてて～」

2012年は福岡大会にて、「コンピュータ等(iPad, iPod touchも含め)を活用した図形領域授業の実践～平面図形やベクトルに「おりがみ」を導入して～」

2013年は山梨大会にて、「コンピュータ等を活用した図形領域授業の実践～平面図形やベクトルに「折り紙」を導入して～」

2014年は鳥取大会にて、「ICTだけでなくアナログ要素を加えた実践～「具体物」を加えることでICT活用の意味を鮮明に～」

2015年は北海道大会にて、「図形領域のICT活用授業にアナログ要素を加えて～「具体物」を加えることでICT活用の意味を鮮明に～」と、ここ何年か、図形領域に関する実践発表を連続して行っている。

(これまでの「当日配付資料」は

「<http://www.ishitani.com/>」のトップページから
たどってください。全て読むことができます。)

2. 研究の目的と方法

本研究は、高等学校図形領域授業の実践を通して、ICT活用と共に具体物を用いた場合の授業効果を計り、生徒たちの声や感想、そして授業観察などから、その活用意義(アクティブ・ラーニング成し得る)を、明らかにしていくものである。

3. 「数学的活動」と「アクティブ・ラーニング」

学習指導要領にある「数学的活動」という言葉と、最近よく聞く「アクティブ・ラーニング」という言葉。まず「アクティブ・ラーニング」という言葉について整理してみたい。まずその出所であるが、中央教育審議会が、平成24(2012)年8月28日の第82回総会において、「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)」を取りまとめ、その本文の中に6ヶ所、この言葉を用いている。また、「用語集」にこの言葉の説明が出ているが、「アクティブ・ラーニング」とは「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。」と書かれている。「アクティブ・ラーニング」は、元々大学の授業改革に向けて使われた言葉であった。しかし、平成26(2014)年11月20日、文部科学大臣は、中央教育審議会に対して「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について(諮問)」を発表したが、この中に「アクティブ・ラーニング」という言葉が4ヶ所も、用いられている。よって、次期学習指導要領は、「アクティブ・ラーニング」が色濃く反映されるものと考えられ、「何を教えるか」とい

うことのみならず、「どのように生徒たちに学ばせるか」という部分が強く重視されるものと考えられるのである。

さてここで、「アクティブ・ラーニング」と「数学教育」、特に、これまで「数学的活動」として生徒たちに様々な実践を行ってきた立場から考えてみたい。そのために、ここでは「数学的活動」という言葉について、学習指導要領から振り返ってみたい。

前々回、平成元年3月のときの高等学校数学科目標は「数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高めるとともに数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。」であり、ここに「数学的活動」という言葉は出てきていない。

また、前回、平成11年3月のときの高等学校数学科目標は「数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。」とあり、ここで初めて文中に「数学的活動」という言葉が出てきている。

そして、現行、平成21年3月のときの高等学校数学科目標は「数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。」とあり、「数学的活動」が先頭に来ている。まさに「数学的活動」の重視がここで感じられる。

ここで「数学的活動」と「アクティブ・ラーニング」を現場の教員として、どのようにとらえるべきかということになる。これまで筆者は、「数学的活動」を重視しながら様々な実践を行ってきた。そこで先述の「アクティブ・ラーニング」を熟読すると、「発見学習、問題解決学習、体験学習」のところは、筆者自身、いろいろとやってきたと思う。また、ディベートは別として、「教室内でのグループ・ディスカッション」や「グループ・ワーク」についてもやってきたと感じるところである。そしてここで考えるのは、「何のためのアクティブ・ラーニング」か、である。その「アクティブ・ラーニング」を何のために行うのか、また究極の目標は何なのか、を考えたとき、文部科学省の方

針としては、やはり画一的な授業(いわゆる教え込み型)からの脱却であり、それにより、生徒たちの「能動的な授業参加」があるのではないかと考える。

生徒にとっての「能動的な授業参加」となれば、まさに筆者がこれまで実践してきたこと、そのものであると考える。さらに今後も、生徒にとっての「能動的な授業参加」を通して、数学そのものの持つ「面白さ」「美しさ」「不思議さ」を味わってもらいたいと考えている。

さて、数学科教員が教科「情報」の担当者となり、数学を十分に持てないケースが多くあるが筆者もそのひとりである。一昨年度、筆者は新課程では初となる数学Aを担当する機会を得た。その発表を、昨年度の「北海道大会」にて行った。そして昨年度もまた連続して、数学Aを担当する機会を得た。

4. 実践授業

(平成27年10月より平成28年3月)

今回は、平成27年度の実践授業の発表であるが、その多くは、前年度の実践授業とほぼ同じものである。前年度の詳細は、「北海道大会」の当日配付資料を参照していただきたい。尚、文中、北海道大会の時の文章をそのまま用いている部分もあるが、生徒の写真や感想はすべて平成27年度のものである。

「<http://www.ishitani.com/>」にて読めます。

今回の執筆部分は、その平成26年度の部分をふまえつつ、さらにグレードアップして展開したものを発表していく。

(1)平成27年10月より

ほぼ教科書どおりに授業を進めていったが、本校で使用している教科書の「図形の性質」の章では、「三角形の性質」「円の性質」「作図」そして「空間図形」の順になっている。これは、高等学校学習指導要領解説数学編(2009)「以下、＜数学編＞」で記載されている順番どおりである。筆者は、＜数学編＞での記載もあり、作図に重きを置いた授業展開をした。まず「三角形の性質」で概要を説明したあと、「とにかく描いて確かめてみよう。」を合い言葉に、「内角の2等分線と辺の比」、「外角の2等分線と辺の比」を始めとして、

教科書で「定理」として出ているものを、作図の手順で描かせた。そしてそのあと、定規を使って長さを計測し、比が本当にそうなっているのかを確かめた。ここでは、電卓の使用を可とした。生徒たち、自分のスマホの電卓機能を使って計算していた。また、計測したものを計算するので、当然のことながら、比がぴったりと同じ数値にはなり得ない。電卓では、ケタ表示のある分だけ数値は表示してしまう。そこで、有効数字の話をして、どこまでがいっしょなら同じと考えて良いということを教えていった。また、クラスメートどおしノートを覗かせてもらい、計測そのものは自分とは違う数値が出ていても、比は同じになっていることを確認した。あたりまえのこととはいえ、生徒たちはこのことだけでも結構喜んで作業し、納得していた。

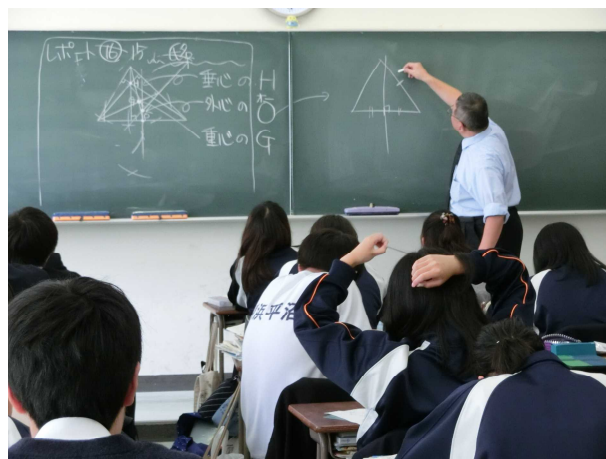
そしてこのあと、その定理の証明を行って演繹的な考えの重要性を認識させた。

尚、前述した「図形の性質」の教科書の配列順であるが、本校の数学科準備室にあった5社、11冊のものをみてみたが、9冊は本校のものと同じで、作図が3番目に来ている。ただ1冊だけ、作図を最初に持ってきている教科書があり、また1冊だけ、作図を最後に持ってきている教科書があった。いずれにしても、作図のところは、授業としての扱いにくさ(例えば、定規やコンパスを忘れた生徒が多い場合への対応)もあり、重要と分かってはいても、現場での時間はそれほどかけられていないのが現状ではないだろうか。尚、ある教科書会社の教授資料では、「図形の性質」の扱いは28時間としているが、作図の単元はわずか2時間であった。

(2)平成27年11月16日(月)<教室のみ>

この日から本年度のみ、本校で「電子黒板」を一時的に借りることとなり、それを用いて授業を行った。

ここで使用したソフトは「CABRI II Plus」(以下、<平面カブリ>)というソフトである。後述する「CABRI 3D」(以下、<立体カブリ>)は空間図形に関していろいろと操作できるものであるが<平面カブリ>の方は、平面図形に関していろいろと操作できるものである。行った授業内容は、オイラー線の確認である。レポートの形をとり、まず黒板に、内心・重心・垂心の3つを作図した。もちろん生徒たちも、それぞれのレポート用紙に、作図し、こちらから「何か気づくことはないかな」と発問した。



▲図1 黒板でのオイラー線の作図

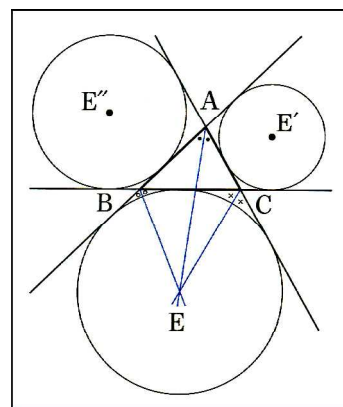


▲図2 電子黒板と平面カブリでのオイラー線の確認

紙面の都合もあり、生徒たちの感想をここでは省略するが、「 $2OG = GH$ 」の関係について「ほんとうにそうなっている。」や「最初に見つけたオイラーさんはすごい」の声が多くあがっていた。

(3)平成27年11月17日(火)<教室のみ>

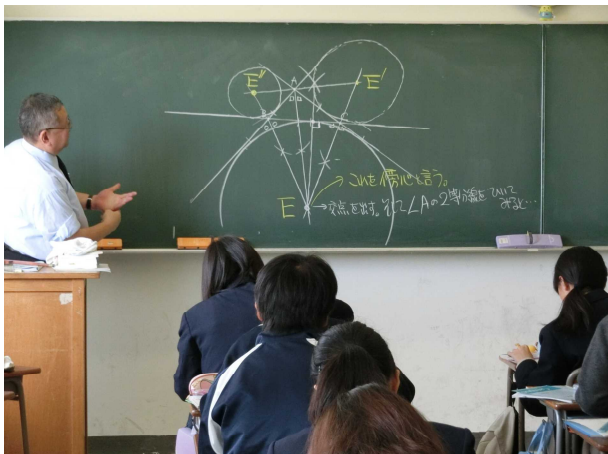
この日から、三角形の五心に入った。説明のあと、これまでやってきたようにまず描いてみようということで、ひとつひとつを生徒たちに描かせた。そして「傍心」に関しては、3つとも描かせた。



▲図3 教科書(啓林館 数学A/307)P.136

啓林館の教科書は平成26年度使用

ここで教科書には載っていない発展的内容として、「 $\triangle EE'E''$ 」の□心と $\triangle ABC$ の□心は一致する。□には何が入るか。」について考えてもらった。



▲図4 傍心について考える



▲図5 <平面カブリ>で、動かしてしてみる

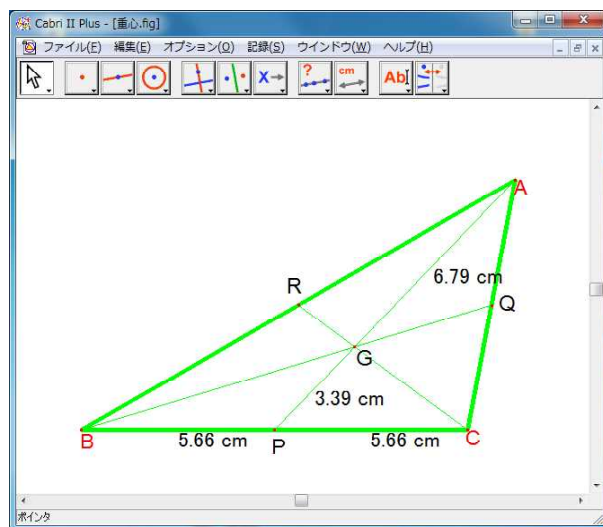
最初は、なかなか答を出すのは難しいようであったが、<平面カブリ>を用いて、「予想を立てて見てごらん」として動かして見せることで、「 $\triangle EE'E''$ 」の『垂』心と $\triangle ABC$ の『内』心は、一致する。」と、全員答えがわかってくれた。

もちろん、これは帰納的に考え、そして見ただけなので、その証明を考えるよう指示した。

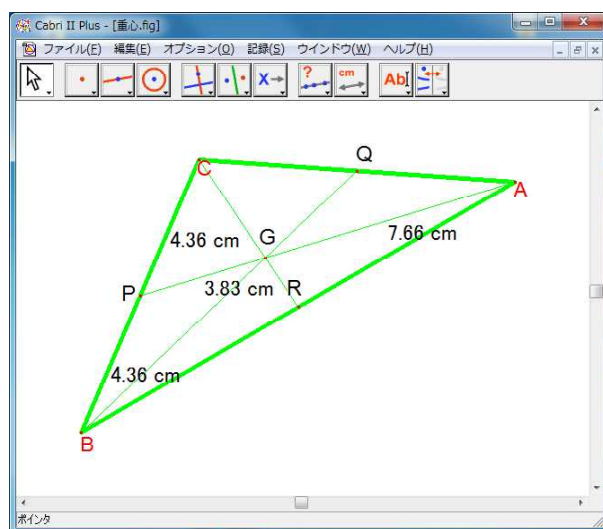
(4)平成27年11月24日(火)<PC教室にて>

この日は、前回の「五心」も含めて、生徒たちに、「全員操作」してもらおうべく、PC教室にて授業を行った。まず平易な「重心」から触ってもらった。本来であれば、生徒たちに、ひとつひとつ線分を描くところからこのソフトについて説明をしていきたいところであるが、時間的に、また教員ひとりで生徒40人ということから断念し、こちらで五心のそれぞれのファイルを作っておいてサーバーから全生徒のクライアント機に配付する形をとった。まず生徒たちに、「重心」

のファイルを開かせた。ここで筆者が昨年同様<平面カブリ>での作図を見せた。辺BCの中点が一瞬とれること。もちろん内部ではあの作図の操作をしていること。そして点Aと辺BCの中点を結ぶ。他の2本も作図し、重心が決まることを操作で見せた。生徒たちに配付したファイルはこのように作ったものだといいことを確認させた。そして生徒たちは、三角形ABCの各点をつまんで(マウスでドラッグして)いろいろと形を変化させた。ここで生徒たちの歓声があがった。彼らが発した言葉に「ひっくりかえっても成り立つ」があった。



▲図6 重心の説明で用いた<平面カブリ>



▲図7 彼ら曰く「ひっくり返しても成り立つ」

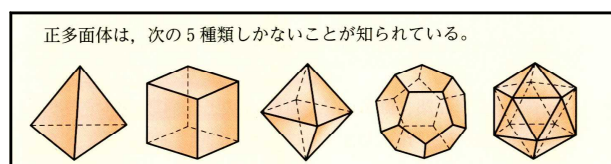
図6・7をご覧いただければ分かるが、定規とコンパスで描いた場合、図2と図3は別々のものとして生徒たちはとらえる。しかし、テクノロジーを用いることで図3は図2を変化させてできたという認識になり、彼らの言葉を借りれば「ひっくりかえった」感覚

が、三角形を「裏側から見ているような感覚がする。」と感想に書いた生徒がいた。「裏側から見る」というのはこのあとの空間図形につながる言葉として筆者は強く印象に残った。図形(空間図形も含めて)を様々な方向から見るのは重要である。なんとといっても具体物が一番ではあるが、なかなかすべては用意できない。そのときICT活用が効果的であると考える。

(5)平成28年1月25日(月)〈教室のみ〉

この日の授業の後半から、空間図形の多面体のところに入った。教科書で授業を進めたあと、最後の10分のところで次のクイズを出してみた。

「次の5つの図形のうち、一辺の長さが同じとすると一番体積が大きくなる(一番大きな形になる)のはどれだと思いますか?その理由は?そして答えに自信はありますか?さらに、過去にこの問題を見聞きしたことがありますか?」を書かせた。



▲図8 教科書(数研出版 数学A/311)P.94より

教科書では、5つの正多面体が同じ大きさで表示されておりこの図を見て考えるよう指示をした。生徒たちは、いろいろと考えていた。

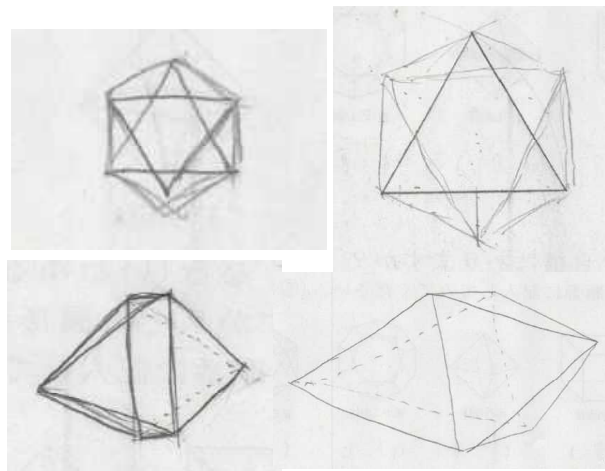
まず「過去にこの問題を見聞きしたことがあるか」については昨年度もそうであったが、全員が初めてと答えた。そして一番大きくなると予想の彼らの解答は、正四面体(0名)、正六面体(3名)、正八面体(1名)正十二面体(23名)、正二十面体(12名)であった。

(6-1)平成28年1月26日(火)の授業の「前半」

この日の授業は最初からPC教室で行った。しかし、最初はず教科書P.94を開いて「同じ大きさに描かれている正多面体5つ」を見てもらい、教科書を閉じさせてから次のクイズ「正八面体の1つの面を下にして水平な台の上に置く。この正八面体を真上から見た図(平面図)を描いてください。その理由は?そして答えに自信はありますか?さらに、過去にこの問題を見聞きしたことがありますか?」をやってもらった。

この問題は2008年度の東京大学(理系)の入試問題のひとつである。もちろんこの段階で生徒たちには入試問題のことは言わない。約15分後に回収したが、生

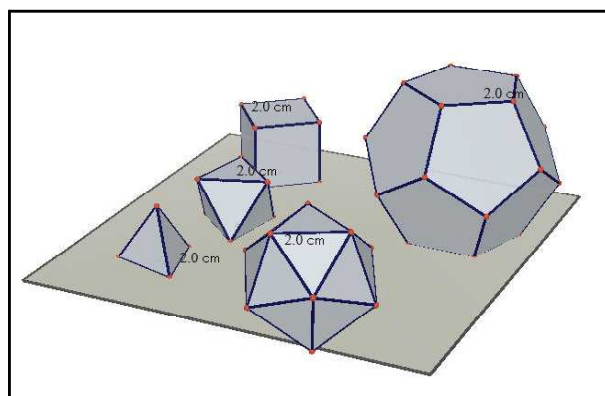
徒たちは全員初めて見たと回答した。そして正しい解答をした生徒が二人いた。これは昨年にはなかったことである。そして、ほぼ全員の生徒が1つの面を下にした状態の立体図を描いてそれをベースに考えていた。



▲図9 生徒たちの考えた過程(上2つが正答)

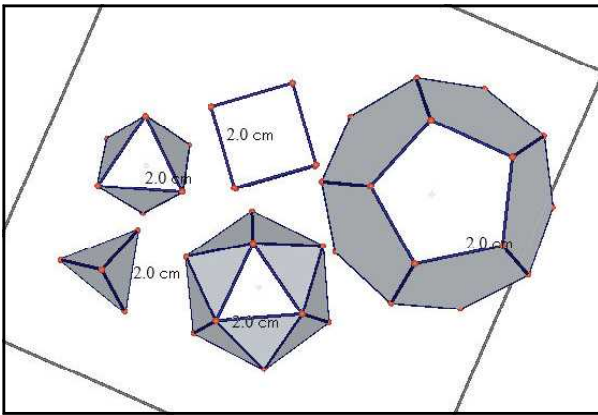
そして最終的な解答は、8割の生徒たちが「ひし形」の図を示していて、皆、自信なしと書いてあった。

このあと、生徒たちに〈立体カブリ〉を初めて触らせた。筆者が正多面体5つを一辺が同じ長さにして作図し、それを開いてもらった。(下記、図10)

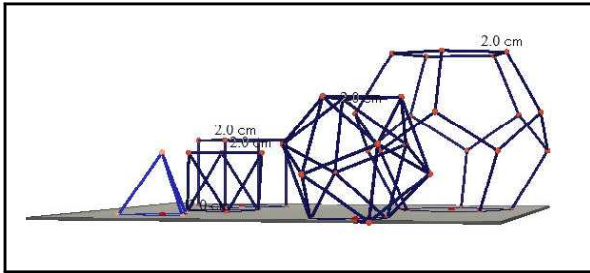


▲図10 最初に生徒たちに見せたもの

そしてマウスの「右ドラッグ」を使用することで、この図全体を上から見たり、下(底)から見たり左右からも見たりできることを確認した。ここで大きな歓声があがった。「すごいすごい!!」「マジすごい!!」という声にまじって「へえー」「ああっそうか」という納得したような声も聞かれた。ここで生徒たちに自由に〈立体カブリ〉を触らせた。生徒たちは、例えば辺のところを右クリックすると、その辺の色や形状を変化させられることを自由操作から知り、さらに面も同様に変化させられることを知り、いろいろ自由に操作していた。そして見る角度を調節して正多面体の5つの大きさを感じ取っていた。



▲図11 見る角度を調整して真上から見たもの



▲図12 面を透明にしてそれぞれの大きさを実感

さらに、正八面体を真上から見た図(平面図)も確認していた。このあと生徒たちに、しばらく授業でこのソフト使い続けることを連絡し、自由に操作してもらった。生徒たちの作業は筆者の想像をはるかに超え、透明にするだけでなく面の色を変えてみたり、カラフルな色にしてみたりと自由に操作していた。また、＜立体カブリ＞の持つ他の機能(例えば展開図の自動作成)などを見つけては、友人に話して歓声をあげていた。以下、ここまでの「PC操作だけによる授業の感想」をいくつか示す。

- ・教科書と黒板を使った授業だと空間をイメージするのが難しいけど、PCを使うといろいろな角度から簡単に見ることができるのでイメージしやすい。中身が透明で見えるのも良い。(昨年同様、この意見が多数)
- ・予想と違う立体の大きさで少し驚いた。辺が多くても体積が小さかったりして単純ではなかった。
- ・ぜひとも脳内にこのソフトを入れ図形を組み立てられるようになりたいと思った。3Dはスゴイ！！

(6-2)平成28年1月26日(火)の授業の「後半」

「PC操作だけによる授業の感想」を書いてもらったあと、3~4人でグループを作ってもらい、具体物として「ポリドロン」を配付した。



▲図13 ポリドロン正多面体セット(東京書籍)

上記の写真は正多面体セットであるが、実際に生徒たちに配付したのは、ポリドロンの「標準セット」である。標準セットは正多面体の5つの作成はもちろんのこと、三角形80ピースを始め全部で226ピースある。この標準セットを13箱用意し、3~4人のグループで1箱とし、自由に作成させた。授業としては残り20分くらい。ここではあまり数学的なことは言わず、自由にさせた。しかし生徒たちは私に気を遣ってか、まずは正多面体から作りはじめた。



▲図14 ポリドロンで、まず正多面体を作成

PC教室中が歓声に包まれた。あちらこちらで感激の声があがった。高校生がこんなにも夢中になるのかと思うほど彼らは夢中になって取り組み始めた。やがて彼らから「デカイなあ」とか「こんなに大きい！！」という声が聞こえてきた。正十二面体の大きさである。彼らの言い方で「この大きさヤバイ！！」である。ポリドロンは一辺の長さが同じである。彼らとしてはPCで既に確認はしているもの手で触った実感はまた別のものではあった。このあとポリドロンを自由にさわってもらった。以下、「初めてポリドロンに触れての感想」をいくつか示す。

- ・とにかく楽しい. おもしろい. (昨年同様, 多数)
- ・PCと違い, 直接触れ, どれとどれをつなげたらどうなるかを考えて立体を作ったので結構考えた.
- ・適当につなげて図形になるときとならないときがある. 正六角形はなぜかならない. (昨年もあった)
- ・ポリドロンは直接触れ, PCは大きさを変化させることができる. 両方いい.

(7)平成28年2月23日(火)の授業

この日の授業もこれまでと同様の形でPC教室で行った. この日の授業は教科書の「正多面体の存在条件」である. 「(1)1つの頂点に集まる面の数は3以上. (2)頂点のまわりの多角形の和は360度未満. (1)かつ(2)」というものであるが, これを「実感を伴って感じてもらえるかどうか」に焦点を当てた. プリントを使用し, 1つの頂点に集まる面を正三角形とし, 3つなら正四面体の一部と考えられることをポリドロンで確認した. では4つなら正八面体, 5つなら正二十面体, そして6つなら正六角形を6つつなげると生徒たちから「内側に曲げられない」の声があがった. これが「360度未満」となっていることを確認した. 同様に正方形も3つなら折り曲げようとして立方体の一部になるが4つではそれで360度になってしまう. 正五角形も同様で, さらに正六角形では(1)の最低条件の3つをつなげただけで360度になってしまうことを確認した.



▲図15 「正多面体の存在条件」を確認

以下, このときの感想である.

-
- ・形となって目で見えるとはっきりとわかった.
 - ・実際に触れているのでイメージしやすく, わかりやすかったです.
 - ・正六角形から多面体は作れるか?と言われ頭の中で

は考えて「それは無理」と言えるけどポリドロンを使ってみたら本当に平面になることが手でわかった.

- ・いろんな立体をどんどん組み立てていったのがよかった. ほんとうにわかる.

- ・正六角形の1つの各は 120° で平面にしかならないことが再確認できました. 1つの頂点に集まる面は3以上というのも納得できます.

- ・「(2)頂点のまわりの多角形の和は360度未満」は改めてそうだなと実感しました.

- ・(1)はなんとなく想像でわかったが, (2)は角の大きさの和が 360° だと平面にしかならないことを実感をもって感じ取ることができた.

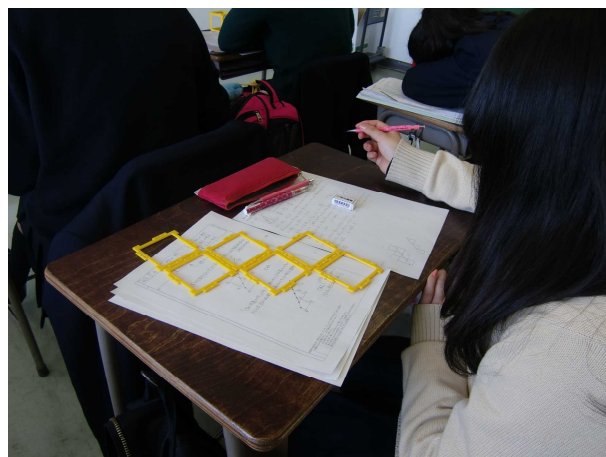
- ・触っていてよくわかった. ポリドロン最強です.

- ・ポリドロンを使って授業したほうが何倍もわかる.

5. 定期試験に具体物を用いて

3月に実施された年度最後の「後期期末試験」に, 今回も以下のような問題を出題した. 「(1)立方体の辺上にある6つの点を結んでできる平面で, この立方体切り取ると, その切り口は, 正六角形になるという. その6つの点を答えよ. (2)切り取って残った立体の展開図を描け.」(細かい解答方法については略)

そして, 人数分の正六面体のポリドロンを用意し, 「分解・展開不可」という条件でこの問題を考えさせた. 立方体の切断は, 中学1年の段階での既習であるが, 正答者は(1)が39名中21名, (2)は(1)で正解した21名中10名という結果だった. 出題を最後の問題としたため, 時間がなく手をつけられなかったのかもしれないが, 無回答は9名だった.



▲図16 テスト返却でポリドロンを展開して確認

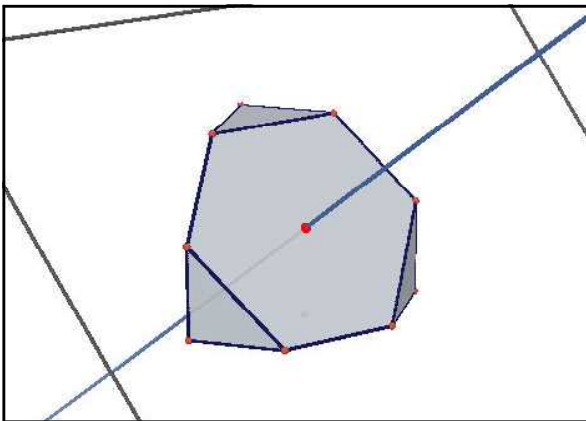
数日後の試験返却は教室でこの問題を含めた試験の各問題を解説した. 特にこの問題は各自にポリドロン

を配付し、自由に展開してもらって確認した。しかしこの段階でのアンケートでも5名の生徒がイメージがわからないと回答していた。

6. 年度最後の授業にて

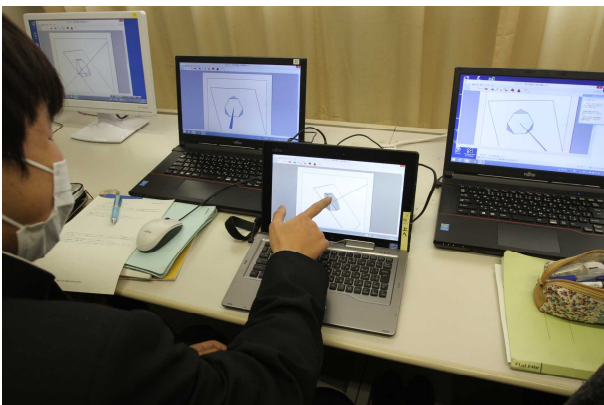
平成28年3月15日(火)の授業

この日が年度最後の授業であり最初からPC教室で行った。まず用意していた<立体カブリ>のファイルを筆者がひとりで操作し、中央モニターに映して生徒たちに見せた。立方体に対角線を通し、その対角線に垂直な平面で立方体を切断して切断面が表示される形とした。



▲図17 <立体カブリ>での立方体の切断。対角線と垂直な平面を動かすことで、様々な切断面を見ることができる。

たちまち、生徒たちから「俺もやりてえ!!」などの声があがった。さっそくファイルを生徒たちに配付し操作してもらった。またこのとき、タッチパネル式のPCを用いて、<立体カブリ>を指で動かしてもらうことも行った。



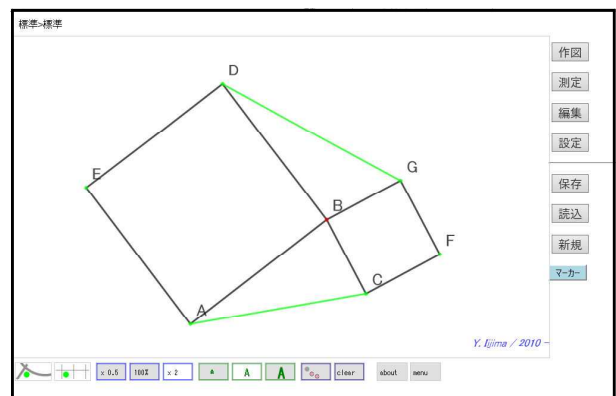
▲図18 <立体カブリ>を指で操作して

この段階での感想である。

- ・正六角形が出来るのが良くわかった。(多数)
- ・自分で動かし、方向を変えて見れるからいい。

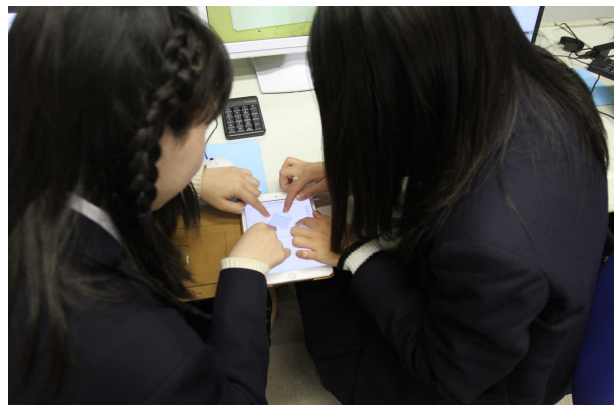
- ・想像していたことが画面でそうなって感激!!
- ・頭の中で考えることはできていたがもよもよしていたので実際に見てとてもはっきりしてすっきりした。
- ・とても実感をもってわかりました!!点の変化や面を回転が指でできるのがすごく楽しかったです。
- ・おもしろかった。ちゃんと正六角形になった。
- ・頭の中ではよくわからなかったがPCだと素早く動かせるので一瞬でわかる漢字がした。
- ・わかりました。本物を切ってみたくくなりました。
- ・おおっ——！って思った!!

さらに生徒たちに、愛知教育大学の飯島康之先生の開発された作図ツールGC (Geometric Constructor) のページを生徒たちに触ってもらった。GCの特徴は何と言っても、「複数点をつまんで動かすこと」ができるところにある。生徒たちには問題番号29にチャレンジしてもらった。

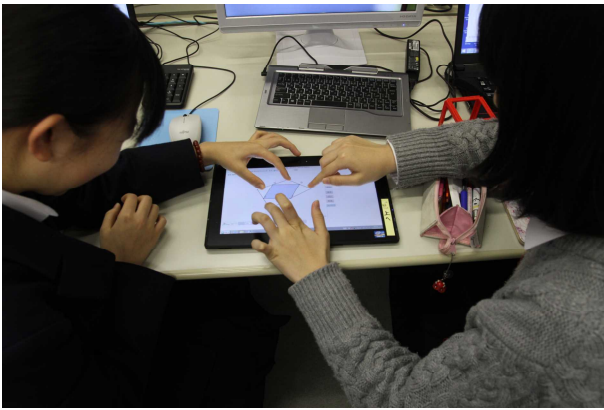


▲図19 GCによる問題番号29番

問題番号29は、「点Bを共有する2つの正方形がある。いつも成り立っている関係を見つけよ。」というものである。生徒たちには、科学研究費補助金で購入したiPadをはじめ、教育委員会から本校に配付されたタブレットPCを複数人に一台の形で配付した。



▲図20 4ヶ所を友人と共に同時に動かす面白さ



▲図21 自然と会話が生まれ意見交換が

この『複数箇所』をつまんで動かす」という形は、これまでにはなかったものであり、『一点』をつまんで動かす」場合とは、図形が考えられないような変化を示す。そして何と言ってもひとつの画面を複数人で触ることにより言語活動が生まれるのは必至であり、意見交換を通しての「アクティブ・ラーニング」が生まれてくる。教室は当初静かであったが、それはまさに『複数箇所』をつまんで動かす」場合の図形の「変化の不思議さ」に生徒たちが魅了されていたからである。「いつも成り立っている関係」を見つけるべく器用に面積を表示させたりしていた。そしてプリントに見つけたことを書いていた。プリントには見つけたことだけを書けばよかったのだが、生徒の中には「その理由は」として自ら証明を考えるものも始まった。彼ら曰く「証明しないとキモイ(気持ち悪い)」そうで無理矢理やらされるのではなく、自ら見つけたことに関しては「ほんとうにそうなんだよ」のお墨付きを自ら与えたいという感覚が湧くとのことである。筆者としてもこれはほんとうに意外な「発見」であった。

7. 今回の発表(研究)のまとめとして

昨年度の冊子の最後のところに、一年間最後の授業の感想があり、その中のひとつに「教科書だけでは絶対無理なことをたくさん学べた。」があった。そして今回、やはり同様に「教科書だけでなく、触るものでいろいろわかった。ありがとうございました。」があった。すべてはこれらの言葉に完結すると考える。「アクティブ・ラーニング」に関してこれからいろいろな方がいろいろなことを発表していくと思う。しかし、「目の前の生徒たちをなんとかしなければならぬ。」とほぼ全員の教師たちが考えているはずである。ICT機器と具体物、まずそれにより、「数学的活動」

を充実させ、さらに言語活動の充実を通して「アクティブ・ラーニング」が「自然となされる」と考える。お読みいただいたように、ICT機器と具体物がお互いを「補充」するような働きをしているのがわかる。また昨年度の北海道大会の資料に示した「特筆したい二人の生徒」についても、ICT機器と具体物が両方あってこそ、教師側が予想もしないことに彼らは気づくことができたわけである。その活用意義は大きく、アクティブ・ラーニング成し得ると言える。

参考文献

◆文部科学省(2009),「高等学校学習指導要領解説 数学編」, 文部科学省ホームページでのPDFファイル 他

多くは昨年度の北海道大会の資料と同じです。

謝辞

本授業実践には多くのポリドロンを必要とし、その多くのポリドロンを一昨年度に引き続き昨年度も快く貸して下さった横浜国立大学 両角達男先生に心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

本研究は、平成13・22・23・24・27・28年度 独立行政法人日本学術振興会(JSPS)による科学研究費補助金(奨励研究), 課題研究番号(順に) 13913012・22909005・23909003・24909003・15H00152・16H00151の研究助成を受けて進められている。

もったいなくも、昨年、平成26年7月31日(木)、(公益社団法人)日本数学教育学会より「全国大会優秀研究賞」を受賞させていただきました。横浜国立大学の先生方をはじめ、お世話になったすべての皆様にこの場を借りて暑く御礼申し上げます。また、私のつたない発表をご清聴いただいた多くの皆様に心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

(これまでの「当日配付資料」は

<http://www.ishitani.com/>のトップページから

たどってください。全て読むことができます。)

E-Mail masayuki@ishitani.com

★補足資料はこちら→

★補足資料

本実践の新聞掲載(左)、および掲載誌(右)です。

教室に行こう

⑦ 県立 横浜平沼高校
(横浜市西区)

1年生の数学A「空間図形」の単元。立体図形の性質を探るべく、生徒40人は「C教室へ」。

目標は、教科書にある「同じ正多角形同士で囲まれた立体図形である正多面体は、5種類しかない」という記述の理由を確かめること。単元の後半の部分であり、踏ん張りどころだ。パソコンの3D(立体投影)機能を使うのはもちろんだが、今回はもうひとつ、秘密兵器がある。4人ごとのグループに、正三角形や正方形の教員が用意された、実際に立体を作ったうえで「実際に立体を作ったうえで、正四面体や正八面体、正十二面体などを次々と作り出す生徒たち。至手な図形の授業とは思えない。実際に手にするイメージが膨らむと声が上がった。さらに「立体ひとつひとつの頂点や辺、面の数を観察して教科書に書いてあることを確認して、ここへ」との指示が出た。

立体図形を理解する



正五角形や正三角形、正方形の体の部品を使って、実際に正多面体を作ってみる。

「本当にそうなるんだと実感できた」

前回の授業で、定規やコンパスを使って作業板を用いて正多面体のさまざまな性質を説明したことが生きてくる。さらにタッチパネル式パソコンの画面上の正多面体を、指を使っている。さままま教室から、県教育委員会委員の指導チームや先生らで構成する「学び守り隊」がレポート。

「立体問題を解くときの考え方が分かった。受験に使えるように無理に憶えて納得するんじゃない」

「想像では解りにくい部分が、はつきりした」

「立体問題に解くときの考え方が分かった。受験に使えるように無理に憶えて納得するんじゃない」

「想像では解りにくい部分が、はつきりした」



実際に触れた後は、タッチパネル式パソコンで立体を切り取って「観察」

◆神奈川県教育委員会では、他にも各校の取り組みを「元気な学校づくり通信『はいいい』」で紹介。http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f420082/

▲神奈川新聞

平成28(2016)年1月18日(月)朝刊14面

グーグル等で、

「カナロコ(スペース)教室へ行こう」で検索してください。

一番上に出てくるページ「カナロコ FEATURE 教室に行こう | 神奈川新聞の企画・連載」を

クリックし、その中の「2016.1.18」をクリックしてください。

もしくは直接「http://www.kanaloco.jp/article/146741」にて。

検索、そしてお読みいただきまして感謝申し上げます。ありがとうございます。石谷優行

デジタルポスターセッション前半 (3F 多目的ホール 13:00~13:45) 45

④ 神奈川県立横浜平沼高等学校における実践

1. 学校のプロフィール

本校は、明治33(1900)年に、神奈川県立高等女学校として設立。その後、大正時代の関東大震災や太平洋戦争を経て、昭和25(1950)年に、神奈川県立横浜平沼高等学校と改称。男女共学が実施され現在に至る。女性を中心に多くの卒業生が社会で活躍している。そしてその経緯から女子生徒の入学希望者が多く、現在の男女比は、ほぼ3:7である。ICT機器については、一般的な学年制の普通科高校のため、県から配付された物の中で、県内の進学校と比較すると充実しているとは言い難い。しかし20年以上たった授業の授業にコンピュータを活用してきた筆者が8年前に着任し、授業実践に取り組んでいる。

2. 実践内容

・イオラ一線の確認 1年生 数学A「平面図形」
ICT機器：電子黒板とPC 形式：一斉授業での提示
使用ソフトウェア：動的シミュレーション
コンパス、定規で「三角形の五心(外心・内心・重心・垂心・傍心)」の形をしっかりと行ったあと、生徒各自の「ひとつの三角形」に外心(O)・重心(G)・垂心(H)を字で書き添って三辺に関する向かいの「予想」を発表させた。そしてICT機器を用い、動的シミュレーションにて三角形をいろいろと変化させた。「一直線に並ぶらぬ」と予想した生徒が多かったが、まさか一直線になるだけでなく、OG:GH=1:2を確認できて驚く生徒が多かった。まさか三角形の形を正三角形に近づけていくと三点が一致して行くのは美しさを感じた生徒が多かった。そして、このように帰納的に見たあと、証明で論理的に考察させた。

・正多面体の存在条件の確認 1年生 数学A「立体図形」
ICT機器：タブレットPC 形式：個別操作
使用ソフトウェア：動的シミュレーション 使用具体物：ポリドロン
正多面体が5つしかない理由(1)1つの頂点に集まる面の数は3以上。(2)頂点のまわりの多角形の角の和は360度未満。(1)かつ(2)について考察した。まずポリドロンを用いて「正三角形」の面を5つ多く用意し、1つの頂点につなげただけでは立体そのものができないことを感じ、3つ集める(つなげる)と正四面体の一部として曲げられ、4つなら正四面体、5つなら正四面体として曲げられるが6つでは計360度となってしまい、曲げること自体が不可能となることを実感していた。このあと、タブレット端末にて、ソフトウェアを個別操作させた。生徒たちは、最初のポリドロンでの操作で、それこそ小学生のように楽しんでいただけるとは思わなかった。正多面体が5つしかない理由について、「なるほど、そういうことなのか」とか「教科書に書いてある意味が手とPCでようやくわかった」と実感を持ってとらえてくれた。
(筆者の他の実践は、「http://www.ishtani.com/」参照)

3. ICT活用のための校内研修について

校務としてのICT機器活用については、説明会やマニュアル等が作られているものの、授業としては、相違なかった形はなされていない。しかし、筆者の実践(数学・情報科)を見た同僚教員がそれを参考にしたり使用を提案はあっていたり、PC教室で、情報科の授業が無い空き時間に、教科としての調べ学習を行う同僚教員もいる。またタブレット端末を体育の授業に用いている保健体育科教員もいる。

4. 課題・展開、ICT活用を進めるために必要だと考えること

本実践の課題としては、まず教科全体での取り組み、そしてさらなる機器の充実が挙げられるが、高等学校は多様多岐であり、活用促進の方法について一概に言うことはできない。しかし、黒板とチョークのみの「従来型の授業」が非常に多い高校現場では、教師が教える、生徒たちが理解するための補助的ツールという活用が無理なく受け入れられると考える。また数学の特に図形領域に関しては、積極的に「作図」や「具体物」を用いることで「ICT機器」が表示する意図を生徒たちが実感を持ってとらえることができた。(雑誌)日本学術振興会による科学研究費補助金(奨励研究)平成13・22・23・24・27年度受領)

▲eスクール ステップアップ・キャンプ

東日本大会 in東海 (会場：愛知教育大学)

平成27(2015)年12月5日(土)開催

