

ICT活用と具体物によるアクティブ・ラーニングに関する実践研究

～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

自身、1999年秋田大会からであるが最近の物として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～」

2016年は岐阜大会にて、「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～」と、ここ何年か、図形領域に関した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(主体的・対話的で深い学び)成し得る)を、明らかにしていくものである。

3. 今回の発表に関して

通常であれば、ここから実践報告、そして考察へという流れではあるが、今回は「第99回大会特集号」の自身のページにも記したように、昨年度(本年の1月23日(月))、本校において「組織的な授業改善の推進 アクティブ・ラーニングの視点を取り入れた『数学』の公開研究授業、及び研究協議」を実施し、自身の授業に対し、横浜国立大学の先生方や神奈川県教育委員会の指導主事にご助言いただいた。今回の発表はそのときのことを中心に発表して行く。

4. 別紙資料(平成29年1月23日(月)付)に関して **ホチキス止めは同梱とした。**

まず本文の中に、(北海道大会)や(岐阜大会)という言葉が何ヶ所か出てくる。これは、日本数学教育学会全国大会での「当日配付資料」のことである。今回、さすがにその資料までの配付はページ数の増大から、断念せざるを得なかった。ぜひ、前述した筆者のホームページからご覧いただきたい。

5. 別紙資料(平成29年1月23日(月)付)の「当日の授業」に関して

まず、別紙資料(ホチキス止め同梱)のP. 8～P. 11をお読みいただいてから、本冊子の次ページからお読みください。

この日は、大きく2つの授業を行った。別紙資料P. 10にある「展開1」と、P. 11にある「展開2」である。

まず「展開1」であるが、授業そのものは順調に進んで行った。しかし、学習指導案にもあるように「中学校の数学の先生になったつもりでなるべくやさしい文章で」と言うとなれば、昨年度まで中学生だったこともあり、様々な教師を想像していたようであった。

筆者としては、なかなか話が盛り上がらない班には、「どう教えてもらえたらわかるかな？」などの声をかけて回った。



▲図1 話のヒントを与える筆者

しかし心配したほどではなく、各班ともみんな活発に意見交換をしていた。ポリドロンを使わないで考えようとする班、また早々に使おうとする班、それぞれ自由な考え方で班の中で意見交換してもらった。

そして9つの班から意見が出そろった。



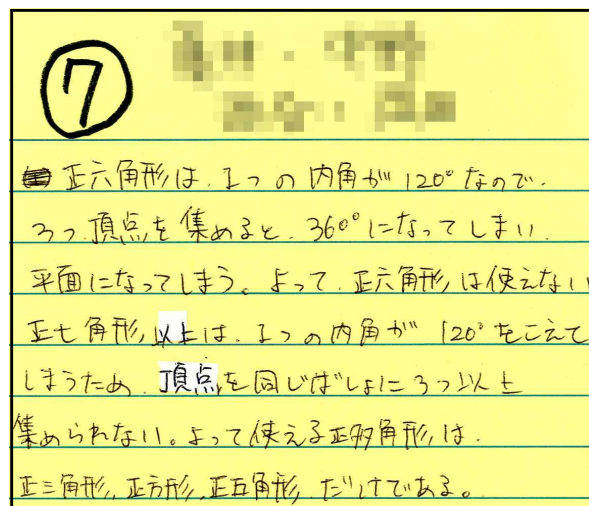
▲図2 9つの班の記述(生徒氏名はモザイク)

そしてこれら各班を一つひとつ、「教材提示装置」を用いて「中央モニター」に映し、「他の班の意見を聞き、学ぶ」として班の意見を発表してもらった。

(この様子は、別紙資料P. 3の図3と同じです。)

ぜひ、そのページをご覧ください。)

ここで「7班」が以下のような発表を行った。



▲図3 7班の記述(生徒氏名はモザイク)

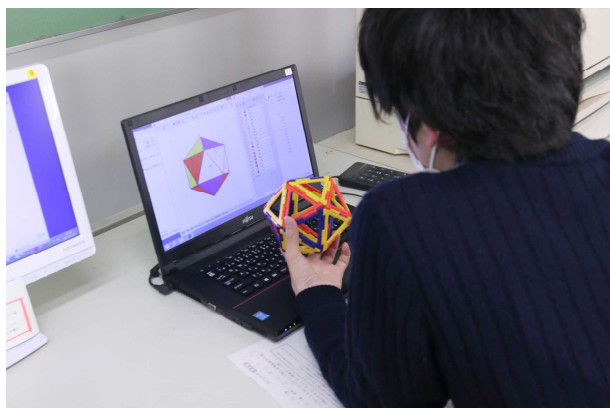
これまでも自身授業をしてきた中で、 360° 未満ということから正六角形のことについては話をしてきたが正直、正七角形という表現は一度もしなかった。

そして以下、この時点での「(各班の発表を聞き終わったあと)各班の発表を聞いて学んだことは？」の生徒たちの記述である。

- ・7班の「正七角形以上」という言葉はまさになるほどと思った。(多数)
- ・「正七角形」は平面の授業でも出てこなかったので考えたのはすごい。これなら中学生も納得すると思う。
- ・「正七角形」では絶対にできないということを実感した。ましてそれ以上はもちろん。
- ・一つの頂点に2つしか面が集まらない場合でも立体図形は無理なのができる。
- ・説明方法が自分の班と違っていてなるほどと思った。
- ・人に説明するには自分が理由とかまで全部理解できていないとだなどと思いました。
- ・人に教えるということの難しさがわかった。
- ・図形って奥深いと思いました。
- ・ポリドロンで実際の図形を作ることで、できたり、できなかったりがはっきりわかった。
- ・伝えたいことは同じでもその表現方法がいろいろと違っていて、おもしろかった。自分の説明より、人の方がすごい。
- ・自分より年下に説明するのは、ほんとたいへん！！

さて、このあと「展開2」に入るわけであるが、「展開1」で予想以上に、生徒たちの思考が加熱し、論議が盛り上がり、すでに残り時間が15分となっていました。（これは正直、想定外であった。）

別紙資料P. 11の学習指導案にあるように「展開2」では、5つの正多面体の色の塗り分けを考えてもらった。まずポリドロンのみで考えてもらったが、ポリドロンに直接色を塗ることはできない。しかし、ここでの思考が大切と考え、5分程度ポリドロンだけで考えてもらった。そして次に学習指導案にあるように、さっそく仲間での思考・論議を始めた。そしてそのあと、「3D-GRAPES」にて色付けをして考えてもらった。



▲上から図4・5 ポリドロンと

「3D-GRAPES」を用いて塗り分けを考える。

この段階にて、正四面体から正二十面体の5つに関して、正解にたどり着いている割合であるが、

5つとも正解・・・26名

4つ正解・・・12名(全員正二十面体をミス)

3つ正解・・・1名 計39名という結果だった。

またお気づきの先生もいらっしゃると思うが、「場合の数」の分野においてこの問題があり、演繹的な思考で解決をしていく。今回、帰納的な思考から演繹的な思考へと移行させたかったが時間がとれなかった。

そしてこの日の授業を終えるにあたって、授業前半

の内容を含めての感想が以下である。

・グループで意見を出し合うといろんな意見が出てきてみんなすごいなと思いました。

・正多面体のことがポリドロンを利用してほんとうによくわかり説明することができた。

・もっと理解を深めて、違う視点から考えてみたいと思いました。

・ペインティングの問題は、ポリドロンよりGRAPESの方がやりやすかった。規則性を家に帰ってから考えていたい。

・教科書とかの文で読むだけだと分からないけど、実際にポリドロンで作ってみたり、PCで色を塗ってみたりすると、頭で考えるとぐちゃぐちゃになるけど目で見るのですごくわかりやすいです。今日の授業は楽しかったです。

・何色で塗れるか、結果がわかったので、それを出す式を作りたいです。

・塗る数が正四面体から正八面体にかけてだんだん減っていくのがおもしろい。

・立体は頭だけでは想像できない部分があるから、ポリドロンやパソコンでやるとわかりやすい。

・自分では分かっていることも、説明するってなるとまた違うようで難しく考えてしまいます。でもそのような説明を考えることで自分自身もより詳しく理解していくのだと感じました。

・実際、自分でやるから楽しい。達成感があるので覚えやすい。

・けっこう頭、使った。普通の数学の授業とは違う頭。

・コンピュータもポリドロンも実際に目で見て考えられるので分かりやすいし楽しいです。(多数)

6. 本授業「以前」を振り返って

すでに別紙資料でもお気づきのように、1月23日(月)の授業のみ、このような授業を行ったわけではない。数学Aを本校では「場合の数と確率」と「図形の性質」の分野を選択している。このうち、特に「図形の性質」の分野においては積極的に、このような授業展開を行ってみた。しかし、すべての授業をこの形式にしたわけでは無い。生徒たちにきちんと定着させるべきところは定着させ、その上で論議が行える「環境作り」をしていくことが大切であると考える。

7. 考察(1月23日(月)を振り返って)

「展開1」で生徒たちの論議の活発さから生まれた「正七角形」は、まさに「コロンブスの卵」的な発想ではないかと考える。これはこの日の「研究協議」でもおおいに話題になった。そしてこの言葉が出てきたこと自体、何度もこういう形での授業を続けて来たからと考える。まさに生徒たちの「論議の慣れ」からの産物である。「展開2」は時間が少なくなってしまったが、次の授業では休み時間のうちに早々にPC教室に来て取り組む姿勢を見せてくれた。ここまでを振り返り、生徒たちの様子を総合的に判断して正にアクティブ・ラーニング(主体的・対話的で深い学び)成し得ると言える。

8. 生徒達の「一年間の授業を振り返って」

昨年度最後(H27.3)の授業での生徒達の感想(石谷の授業を一年間を振り返って)である。紙面の都合で5人分しかここには載せていないが、たいへん有り難いことに、ほぼ全員が同様の内容を記してくれた。

・他の先生とは違う授業内容で面白くあきることのない授業でした。ポリドロンを使った授業では実際に図形を作り触れることで問題を解くときに想像しながら解くことができました。ありがとうございました。

・今までの数学の授業とは一味も二味も違う新感覚授業で楽しかった。とにかく考えることが楽しくなった。

・パソコンを使うなど実際に手で動かして自分の目で確かめながら学ぶことができ、理解しやすい授業でした。またグループ活動などで自分の意見を言ったり、他人の意見を聞いたりすることで新たな発見ができた。知識を増やすことができました。数学Aの授業は憂鬱と感ずることがなく、楽しみながら学ぶことができました。数学が好きとまでは言えないけれど“面白いかも”と思うことは何度かありました。

・教科書だけだったら、こんなにやる気にならなかった。パソコンやポリドロンとか、それから放課後とかも先生はよく教えてくれて、とてもよくわかったし楽しく勉強でき、だんだんと教科書の言っていることがわかってきて点がとれるようになった。うれしかった。

・先生の授業はあきたり眠くなったりしない楽しい授業でした。内容も単元の深いところまで知ることができて良かったです。一年間、ありがとうございました。

9. さいごに・・・

毎年、「完全に偶然の出会いで授業をすることになる」生徒たちに、心に残るような授業を目指して日々精進している。生徒たちに「問題を解く力」を付けさせるのはもちろんであるが、さらに一歩進んで、数学の持つ「面白さ」「美しさ」「不思議さ」から生徒たちが自発的に思考を巡らせるようになってくればと考え実践して来た。「アクティブ・ラーニング」として「主体的・対話的で深い学び」という言葉が出てきてはいるが、すでに先生方ご存じのように、教師側の努力で生徒たちはおおいに変わる。またその変化に直接立ち会えるのが教師という仕事の面白みだとも思う。もっともっと教師側が数学を楽しむ、それは問題を解く楽しみということだけでなく、様々な機会(ICT機器操作・具体物作り・研究会等参加、など)に触れ、感動を味わい、それを生徒たちにも還元してあげようとする心から、自然と「主体的・対話的で深い学び」は生まれてくるのではないかと考える。そして自らの2年後の定年を前に「失敗を恐れず実践あるのみ。実践して考えましょう!」と、特に若い先生方に申し述べたい。

謝辞

実践で必要となる多くのポリドロンを毎年のように快く貸して下さる横浜国立大学 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た。

もったいなくも、3年前の平成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。

★補足資料はこちら→

★補足資料 平成 29 年 1 月 23 日 (月) 当日の授業の様子



★補足資料

過去に実践した授業の新聞掲載(左)、および掲載誌(右)です。

教室に行こう

⑦⑧ 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形をして互いに組み合わされるプラスチック製パーツの教員が用意され、「実際に立体を作ってみよう」と教師が呼びかけた。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ると、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らん」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よう。

「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、指を使っていろいろな角度で切り取り、グループ内で意見を出し合う。「正三角形や正方形、正五角形なら立体になるけど、正六角形では立体が作れない」という声。そして教科書に書かれていた定理と自分たちの活動が結び付いた瞬間。教室いっぱい笑顔が広がる。

「パソコンの3D画面や教員のおかけようやく理解できた」「想像では解りにくい部分が、はつきりした」

「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くて、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

なで、本当にそうなるんだと実感できた」

実際に物に触れ、ICT(情報通信技術)機器を活用して思考を助けることで、より実践的で深い学びを生み出すことができる。

「さまざまな教室から、県教育委員会や指導主事や先生らで構成する「学び守り隊」がレポート

●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『はにいに』」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、県内の進達校と比較すると充実しているとは思えない。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

・**オイラー線の確認** 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「三角形の重心(外心・内心・重心・垂心・傍心)」の位置をしっかりと行なう。生徒各自の「ひとつの三角形」に外心(O)・重心(G)・重心(H)をそれぞれ三箇所に印する(外心・重心・重心(H)をそれぞれ三箇所に印する)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。まさか三角形の重心と外心の位置が一致して行くのには美しさを感した生徒が多かった。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：個別指導
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つ多く用いる。1つの頂点に一つずつ合わせ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」と実感を持ってもらえた。

(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、相違ない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まで行ったり。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望まれるが、高等学校は多様であり、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しての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」が提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)日本美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



平成29年1月23日(月)

組織的な授業改善の推進

アクティブ・ラーニングの視点を取り入れた「数学」の 公開研究授業、及び研究協議

本日の授業の指導案はP. 8からです。

神奈川県立横浜平沼高等学校 教諭 いしたにまさゆき 石谷優行

1. はじめに

自身、昭和57(1982)年に中学校教諭としてスタートし、昭和60(1985)年より高等学校に異動した。

教諭35年目の今年度、振り返ると、すでに中学校教諭のころから、当時の「PC-8001」というパソコンを教室に持ち込み、今では考えられないほどの遅い画面スピードながら、様々な数学の教材をパソコンで表現してきた。その授業の原動力となったのが、中学でも高校でも生徒たちが見せる「へえー」という感激の笑顔である。また生徒たちは、次々と、「それなら、ここをこうしたら、次はどうなるんだろう」と、随所で探究心を見せてくれていた。さらに、現行の学習指導要領高等学校数学科の目標の先頭にある言葉「数学的活動」に促され、さらに研究は進み、そして最近よく聞く「アクティブ・ラーニング」という言葉に巡り会ったのである。が、しかし、自身としては、遠い昔より「アクティブ」な「ラーニング」の授業をしてきたのではと考えている。

とにかく生徒たちに、数学そのものの持つ「面白さ」「美しさ」「不思議さ」を味わってもらいたくて。

2. 本日の公開研究授業の「研究目標」

「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れる授業を行うことで、学習者が主体的・対話的な活動から深い学びにつながる探究心を持つことができるか。

その心的表象がどのようなものかを明らかにすることを試みる。

3. アクティブ・ラーニング「型」でなく

「アクティブ・ラーニング」という言葉について、自身の考察は、別紙、日本数学教育学会全国大会(岐阜大会)当日配付資料P. 1の「3.『数学的活動』と『アクティブ・ラーニング』」に記載した。さて自分自身、様々な研究会に参加したり、ネット検索などをすると、「アクティブ・ラーニング『型』授業」と

言う言葉に出会う。筆者は以前よりこの言葉には、違和感を感じてきた。「アクティブ・ラーニング」という言葉が浸透してくると、この言葉を聞いた多くの先生方は「ああ、クラスをグループ分けして、まず最初各自で考えさせ、そのあとグループで意見を持ち寄り、それをホワイトボードか何かでグループの意見を発表し、最後に全体で共有する形の授業でしょ。」という認識が強い。しかし、ここで、先々月に開催された平成28年度教科別教育課程説明会(数学)での「アクティブ・ラーニング」の説明では、あくまで「アクティブ・ラーニングの視点」ということが強調され、その目ざすものとして「主体的・対話的で深い学び」が挙げられている。そして「アクティブ・ラーニングの視点からの不断の授業改善」として「◆問題発見・解決を念頭に置いた深い学びの課程」「◆他者との協議や外界の情報との相互作用を通じて、自らの考えを広げ、深める対話的な学びの課程」「◆子どもたちが見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学びの課程」の3つが挙げられて、決して「型」を示したものではないところが肝心であると考え。すなわち、「アクティブ・ラーニング」として「型にはめる」のではなく、授業者が様々な自身のやり方において授業を模索していくことが肝心であると読み取れるのである。前述したように、筆者自身はPCを用いることで、遠い昔より、探求活動の授業を展開してきた。また、全国の研究会に参加すれば「具体物」を用いて探求活動を行ってきている先生方も多い。「アクティブ・ラーニング」はいずれにしても、「生徒が主役」となる形の授業である。「教え込み方」の授業の多い高等学校の授業では、「ここぞ!!」というときに、ちょっと「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を行うことで、クラスの雰囲気が、和やかになっていくと感じている。

◆右ページの「4. 先行実施の授業について」で使用したプリント(ワークシート)
 (授業では、「レポート」としている。実際には、A4版で両面印刷)

レポート23
 4ケタ番号() 氏名() 2016.12.22(木)

本日、12月最後の授業!! **平面図形、最終日**

「カブリ」の「トレース(軌跡)機能」で
 何かを見つけよう!!

まず、「from_ishitani_161222」の中の「1. ルート2・ルート3の作図」や
 「2. ルートaやルートabの作図」や「3. 円の外部からの接線の作図」を、
 石ちゃんがやるのを見ていて!!

 そして、「from_ishitani_161222」を開いて画面を右側に寄せておく。
 そして「4. 161222用オイラー線.fig」をダブルクリック。カブリの画面
 をやや上にあげて下を伸ばす。そして、「トレース オン/オフ」をクリ
 ック。(ここは、説明します。) そして、点H(垂心)をクリック。次に、
 一番左の矢印アイコンをクリック。これで点Aをつまんだまま、黒いバ
 ーに沿ってゆっゆっゆっゆっ動きかけてみて。おお!! 奇跡の軌跡!!

どんな線が出てきました? -----> ()

- (1)自分ひとり
 (なぜその線と言えるのだと思いますか?)
 その線と言える、気づいた小さなことでもあればぜひ。
 (図とかで示しても、もちろんOKです。)

※しばらくして、グループで発見を持ち寄ってもらいます。
 ※今日はこのタイミングで、グループとして発表してもらいます。
 ウラへ

(2)クラス全体の発見を聞いて、
 気づいた事、なるほどと思ったこと、感心したことなど。

(3)ここで石ちゃんが指示を2つ出します。
 それを見て、どうでしょう。

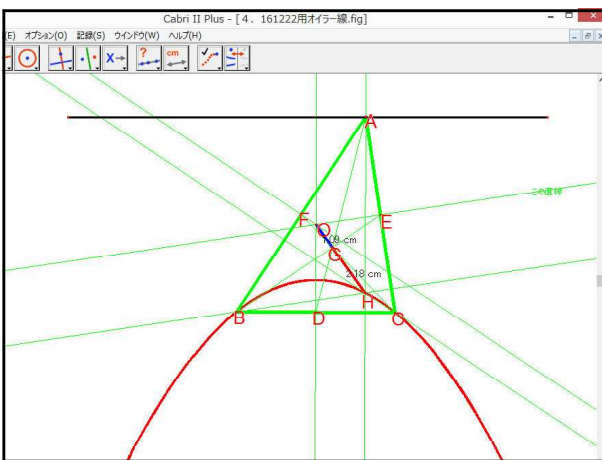
☆はい、ぜひ今日の感想というか、ここまでやってきた「平面図形」
 の感想を。1月から、いよいよ「立体図形」です。

4. 先行実施の授業について

本年度「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を何度か行ってきているが、その中のひとつを紹介したい。(公開研究授業後の研究協議のために)

平成28年12月22日(木) <PC教室にて>

この日は、「平面図形」の最後の授業である。すでに三角形の「五心(外心・内心・重心・垂心・傍心)」を定規とコンパスで作図したあと、PCのDGSソフト(Dynamic Geometry Software)の「カブリ」を使って作図し、その性質を探索するという活動を行ってきた。そして、本時は、「垂心」に注目し、三角形の頂点Aを左右に動かした場合の「垂心」の軌跡がどのように出てくるかを「トレース機能」でやってもらった。



▲図1 「カブリ」を用いて「垂心」の軌跡

この「軌跡」は、何の形をしているのか、まず自分で思考し、プリントに記述してもらった。多くの生徒が「放物線」であると記述していたが中には「弧」「円の一部」とする生徒もいた。しばらくして、いつもの班分けによるグループで討議してもらい、その結果を用紙に記入してもらった。



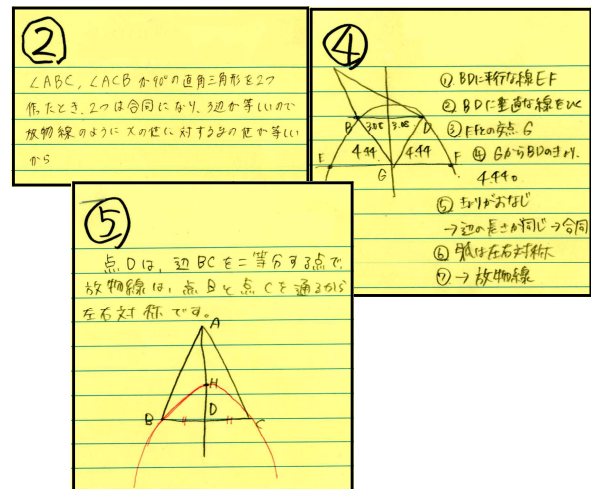
▲図2 班での協議中

そしてその結果を並べ、PC教室の「中央モニター」に提示して全員で見た。



▲図3 「中央モニター」で他の班の意見を確認

上記の写真(画面左側が「中央モニター」)は9つの班、全体を表示しているが、これでは細かい文字を読むことができない。そこで、各班ごとに何秒間かアップで表示することになっている。多くの班が、その形から単に「放物線」としている中、理論的に考察している班もあった。おそらく放物線であろうと予想し、彼らの中学で学んだ知識、そして高校入学後の数学Iで学んだ知識を総動員して考えてくれた。

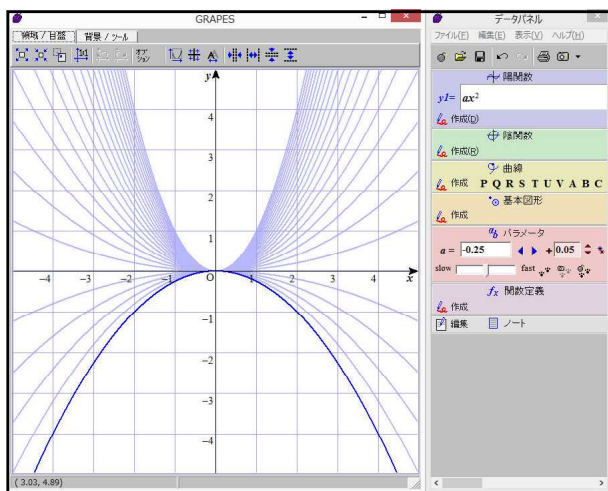


▲図4 いくつかの班の意見

ここで、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業のポイントのひとつがあると考える。それは、班で発表したことの内容が不完全であっても、教師側は否定せず、「よく考えた。」という内容の言葉を与えることである。そして、生徒自らが「あ、不完全だったな。」ということは、仲間の発表などから感じ取っていく。ここに、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業のすばらしさがあると感じる。「教え込み」の授業で生徒たちは、教えられたことを「忘れてはならない」と感じ「忘れないように」努力する。しかし、「アクティブ・ラーニングの視点」を

取り入れた授業では、「ああ、そうか。」と、言うなれば「感じて学んでいく」のである。「感じて学んだこと」は、忘れないであろう。ここに、この授業のすばらしさがあると考える。

さて、各班の発表を経て、「どこかに本当の放物線はないだろうか」と投げかけた。そして、グラフシミュレーションソフト「GRAPES(グレイプス)」を使って、2次関数を表示し「 $y = ax^2$ 」を全員に表示するよう指示した。



▲図5 「GRAPES(グレイプス)」によるaの値の変化の様子

「a」の値を変化させると、グラフの開き具合が変化していく。aの値を変化させればこのようになることはあたりまえのこととはいえ、生徒たちからは、大きな歓声があがった。やはり自分自身の手の操作によってグラフが変化する様子に感激がある。ここで、生徒たちに、「さっきの『カブリ』の画面と、今の『GRAPES』の画面を左右にならべてごらん。」と指示を出してから、「aの値がいくつになったときに、ふたつのグラフが同じに見えるかな。立体視ができる？」と指示を出してみた。



▲図6 ふたつの放物線を「立体視」で合わせ見る

生徒たちから「すごいすごい！！」という声と共に、「 $a = -0.25$ で重なる。」という声や「 $a = -0.26$ だよ。」という声などがあがる。さらに「立体視ができたよ。」という声もあれば、「立体視ができない。」という声もあがった。ここで、授業の残り時間も少なくなり、「さあ、レポート23の裏側を書こう」と指示した。しばらくしてチャイムが鳴り、レポート23を書いた者から提出して授業終了となった。

◆レポート23の生徒の記述に関して

教え込みの授業と違い、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を実践すると、とにかく授業中、「生徒がしゃべっている」という時間が続くことがある。生徒たちが、「こちらが考えて欲しい内容」を話し合っていればほっとするが、関係のない話をしている生徒を見ると、つい注意したくなる。

「授業中は、黙って教師の言うことを聞くこと。」というこれまでの授業のあり方があるが、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業では、教師側も意識改革が必要だと感じる。それは、結果として、生徒たちが記述したプリントを見てみると、けっこう無駄話をしていた生徒も、深い思考をしていることが見受けられるのである。

●プリント裏面の、

■「(2)クラス全体の発表を聞いて」の生徒の記述 (抜粋)

- ・4班の発表が長さまでしっかり計測していて納得できた。(多数)
- ・長さが等しいという発見がすごい。
- ・みんなすごい。
- ・自分の説明はあいまいだったのでもっと詳しく説明できるようになりたい。
- ・思いつかなかったことを聞けてうれしい。
- ・長さを計ったり、データにすることが大切だと思った。
- ・いろいろな意見があっっておもしろい。(多数)
- ・説明の仕方にいろいろな方法があっすごいなおもった。
- ・自分たちは「見た目放物線」としていただけ他の班の人はしっかり計算とかしていて、すごいと思った。・放物線で数学Iでは何度も出てきているけど、いざ説明となると難しかった。多くを学んだ。

■ 「(3)ここで石ちゃんが指示を2つ」の生徒の記述

(抜粋)

- ・ GRAPESの本物の放物線と並べてみると確かに放物線になっているなーと思った。めっちゃ分かりやすかったです。
- ・ わかりました。比べるものがあったってわかりやすい。
- ・ 本当に放物線なんだと思いました。
- ・ 放物線、少し好きになった。
- ・ 立体視、最初はできなかつたけど慣れたらできました。おもしろい。
- ・ 垂心の軌跡がほんとうにきれいな放物線になるんだと分かりました。
- ・ 放物線の a の値を変えるとグラフの開き方が変わるのが見えることがすごい。
- ・ 立体視で GRAPES の放物線と見事に一致してよかったです！！
- ・ グラフがびったり重なったとき、感動！！

■ 「ここまでやってきた『平面図形』の授業の感想を。」の生徒の記述 (抜粋)

- ・ パソコンで図形を描くと色々な点を動かすことができるので、様々な発見ができてよいと思います。
- ・ 班で意見を出し合うことで自分たちには気づけなかったことも気づけたのがとても良い点だと思う。自分ももっと気づけるようになりたい。
- ・ 疑問を解決することができるのがとても良かったです。数学は色々な発見があって面白いと思いました。
- ・ 図形を動かすことができ、分かりやすかった。
- ・ 平面図形の授業では驚きがいっぱいでした！！分からないことやあやふやなことが他の班の人の考えでわかっていくのが面白かったです。
- ・ きれいな放物線を描けたのでうれしかった。次は下に凸の放物線も描いてみたいと思いました。
- ・ ただ教科書を見て勉強するよりも実際に自分で図形を動かす方がずっと頭に入りやすく、楽しく学ぶことができました。
- ・ 中学の時は平面図形はあまり好きではなかったけどパソコンを使ってやる授業は面白かった。
- ・ 平面図形は苦手意識が強かったけど、コンピュータを使って面白くなってきた。
- ・ 班で発見したことを話し合うのがとても楽しいです。クラスでの意見を聞くのも納得することが多く、

ためになります。

- ・ みんな頭いい。考え方にびっくり！！よく考えつくと思う。
- ・ いろいろな点や線分を動かしたらいろんな発見があって「なるほど」と思えて気持ちよいことがあった。
- ・ まわりと相談できたり、いろんな人の意見がみえたりしてよかったです。
- ・ 教科書だと図形は動かないけど PC は動かせるので、想像しやすくなって良かったです。
- ・ まさか垂心 H が放物線を描くなんて想像もつかなくて驚いた。
- ・ 頭で考えるだけでは限界があるけど、カブリを使うことで頭より明確に考えやすくなりました！
- ・ 放物線サイコウ！！
- ・ 夢中になれて楽しかった。
- ・ 自分で見て動かせるのが楽しい。
- ・ 「平面図形」、発見がたくさんあって楽しかった。
- ・ 今回、カブリで放物線が出てきて、グレイプスで比べたり 1 時間でとても深く理解できたし、色々知れた。とても内容の濃い授業で勉強になりました。ありがとうございました。

5. 「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業の考察

P. 1にて前述したように「アクティブ・ラーニングの視点からの不断の授業改善」として「◆問題発見・解決を念頭に置いた深い学びの課程」「◆他者との協議や外界の情報との相互作用を通じて、自らの考えを広げ、深める対話的な学びの課程」「◆子どもたちが見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学びの課程」の3つが挙げられたが、これらをさらにポイントを絞って表現したものが「主体的・対話的で深い学び」となる。ここでそれらを「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の観点から考察してみたい。

まず、「主体的な学び」・「対話的な学び」に関して述べるが、先行実施として示した**平成28年12月22日(木)の授業**の生徒たちの感想から、随所で、それぞれの「良さ」が示されていると読み取れる。まず自ら考えることでの「主体的な学び」、そしてそれを班で討議することでの「対話的な学び」、それらを通してクラス全体で発表する。すると発表を見ることで、

今度は「個にフィードバックされる」という現象がおきる。ここで「なるほど、あいつ、よく考えたな。」と、クラスの仲間を賞賛する気持ちも生まれるであろう。そして、そこからさらに、「自分ももっと考えられるようになりたい」という心も生まれてきている。

「個にフィードバックされる」ことで、ますます大きな効果を生み出していくと考える。

そして肝心の「深い学び」に関してであるが、これは「『深い学び』ができ理論的考察まで完了した」という形なら、ベストではあるが、そこまで行かなくても「『深い学び』に進もうとする心が芽生えた」というだけでも大きな成果ではないかと考える。

まず前者の「『深い学び』ができ理論的考察まで完了した」の例を示せば、それは、日本数学教育学会全国大会(北海道大会)当日配付資料P. 9にある「5. 特筆したい二人の生徒」の<ふたりめ>である。この生徒は授業後も探求活動を続け、演繹的考察をもって、正八面体の「正六角形」部分が、正十二面体のひとつの面を通過することを示すところまで考察ができています。実際、ここまでは授業の中ではできない。そして内容は、確実に高等学校の範囲を超える。当然時間もかかるわけであるが、生徒はそのおもしろさをつかんでいるため、無理矢理やらされているのとは違い、非常に楽しく考察を進めていた。確かにここまでできれば「充分」というレベルではあるが、我々授業担当者として、筆者が考えたのが、「『深い学び』に進もうとする心が芽生えた」という状態である。こちらの例としては、同じ冊子の、「5. 特筆したい二人の生徒」の<ひとりめ>であるところの、立方体の切断の問題を実際に自分で模型を作って切断して持ってきた生徒である。本人としては何気なくやっことであろうが、それを作ったところから、さらなる考察を始められると考える。まさに、「『深い学び』に進もうとする心が芽生えた」と言ってよいと考える。また、別紙、日本数学教育学会全国大会(岐阜大会)当日配付資料P. 9の左側のほぼ中央にある「証明しないとキモイ(気持ち悪い)」という言葉である。ここのところにも記述したが、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。まさに、「自ら証明しようとする心」が芽生え、すなわち、まさに、「『深い学び』に進もうとする心が芽生えた」と言ってよい

と考える。

そして、今回の、平成28年12月22日(木)の授業での「深い学び」を考察してみると、それは生徒たちが、授業である数学Aを超えて、中学や数学Iで学んだ「放物線」に関して、「何が言えれば放物線と言えるのか」を一生懸命考えたことである。それだけでも、「すばらしい」と感じるが、さらにこのようなことがあった。それは、この日の授業は2校時で授業終了時にこのプリントを回収したわけであるが、「先生、もう少し考えたいから、あとで出していい？放課後までには持ってくるから。」と言ってその場で提出せず、昼休みや放課後などにも考えて下校ギリギリに私のところに提出しに来た。これなども、「『深い学び』に進もうとする心が芽生えた」と言ってよいと考えるものである。

以上、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の観点から考察してみたが、やはり、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業は、生徒が深い学びにつながる探究心を持つことができうると考える。しかしながら、ただやみくもに実施すれば良いというものではないと考える。以下、私見ではあるが、実施の際のポイントを記す。

6. 「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業、実施の際のポイント

P. 1に「自身としては、遠い昔より『アクティブ』な『ラーニング』の授業をしてきたのではと考えている。」と記述した。教員生活も、残り少なくなってしまっているが、現時点において、自身の気づきから、上記タイトルに関して思いつくままに記述する。

◆前述したこと(本紙P. 3 図4の下)

班で発表したことの内容が不完全であっても、教師側は否定せず、「よく考えた。」という内容の言葉をかけることである。(以下、略)

◆教師側が「ここぞ」と考える時に実施を

自身が担当する全クラス、全授業、すべてにおいて「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を実施するというのは、現実、不可能であろう。「教え込み」の授業、そして「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を、うまく織り交ぜながら実施すると効果的であると考え。とくに教師側が、次回はこういう話題の内容だから、ぜひやってみよう

感じたときがチャンスである。

◆その際、教師側が「感動」したかどうか

ぜひやってみようと感じた際、教科書に書いてある内容のことに気づいてもらう場合と、教科書の内容から一步踏み込んだ内容のことに気づいてもらう場合がある。例えば、平成28年12月22日(木)の授業は後者である。その内容としては、ぜひとも授業者自身がそれを知ったときに「(大きな)感動」を覚えたかどうか、(生徒の感動にとっても)大きな差になって出てくる。例にあげれば、「この本、おもしろいよ。読んでごらんよ。」と人に勧めるのは、自分が面白く感動したからである。平成28年12月22日(木)の授業の内容は、日本数学教育学会全国大会で、他校の先生、というか、ある大学教授が発表していた内容であった。その先生は、もっとむつかしい傍心のことを説明していたが、垂心に関しては、放物線となり内容が易しくできると知り、自身、その発表を聞いているときに、大きな感動を覚えた。そのため、今回の授業に用いてみたというわけである。

◆生徒が考えるのを止めてしまわぬよう

その、「教科書の内容から一步踏み込んだ内容」を行う場合は、ぜひとも、生徒が(難しすぎると感じて)考えるのを止めてしまわぬような内容が求められる。と、言ってもそれは生徒のレベルをはじめ、むつかしい問題であるが。

◆その一環として手の操作を織り交ぜながら

自身の研究として、6~7年前より、ICT活用を折り紙はじめ、「具体物」を加えることをやってきている。ICT機器もそうであるが、手を使った操作をしていて、そのことから気づく形がとれると、生徒たちが、「ICTのみでは全くわからず放り出してしまう現象」がなんとか食い止められると考える。また生徒たちが手の操作をしていると、集中することが多い。不思議とうるさいクラスが熱心に探求活動を行うこともある。ここらへんは、教師側の工夫しだいと考える。

◆あまりうまく行くことを期待しないで

初めて「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業を実施するというのは、一種の冒険にもなりうる。授業時間数の制約もあり、定期試験のために、教科書何ページまで進まねばならない。という中、上記のように、「ここぞ」という場合、あまりうまくいくことを期待せずに実施すると、教師側が思いもしな

い形の、「やってよかった」が現れることがある。が、しかし、うまく行かなかったということもある。いずれにしても、失敗を恐れず、何度かやってみることが必要と考える。

◆ワークシートは必須

筆者は、「アクティブ・ラーニングの視点」を取り入れた授業の際は、必ず、「ワークシート」(筆者はレポートと呼んでいる)を用意している。授業一回分で、それに書き込みながら、生徒自身の意見を通して班の意見まとめに利用してもらっている。授業の終わりには提出してもらう。そして次回の授業では、必ず、赤ペンでコメントを記入して返却する。ここでのポイントは、生徒の記述(特に、生徒が見つけたこと・発見したことなど)に褒めることを見つけ、ひたすら褒めることである。

◆生徒との人間関係を良好に

プリントで生徒自身の意見を書いてもらったり、それを班として発表してもらったりする。教師側からの呼びかけに、全く生徒が反応しないようなことにならないよう、前述の「褒める」もその一環である。

◆アクティブ・ラーニング「型」ではないので

前述したように、自身としてはアクティブ・ラーニング「型」ではないと考えるので、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」のどれかひとつでも生徒のためになればと考える。

◆とにかく気軽に気軽に実践を

自身、「気軽にPCを教室に」(正確には「もっと気軽にGRAPES」)ということをかなり以前より学会発表してきた。とにかく、ちょっとでもよいから生徒の喜ぶ顔が見たくての実践であった。当時、まだまだPC(ICT機器)を教室にというのは敷居が高かったと考えるが、現時点においては、それが低くなっているのが現状である。そして「具体物」による実践も加えている。自身はあくまで、教育の世界は「アナログ」であり、「白・黒つかない濃さの違うグレー」であると考える。「勉強」と「非勉強」は分けられず、何かの知識が突如別の知識とつながって「ああ、わかったよ。」「そうか、そういうことだったのか。」という瞬間が現れることがある。数学は「問題が提示され、それを短時間で解く訓練である。」と認識している生徒たちになんとか、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る。

アクティブ・ラーニングの視点を取り入れた「数学」の公開研究授業 学習指導案

神奈川県立横浜平沼高等学校 教諭 いしたにまさゆき 石谷 優行

0. 本日の公開研究授業の「研究目標」

「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れる授業を行うことで、学習者が主体的・対話的な活動から深い学びにつながる探究心を持つことができるか。その心的表象がどのようなものかを明らかにすることを試みる。

1. 日時・場所 平成29年1月23日(月) 7校時(14:55~15:40) 7階C A I 教室
2. 学級名 第1学年4組(男子9名 女子30名 計39名)
3. 班編成 好きな者どうし3名~5名。PCが近くなるように固定席として座る。9班ある。
4. 学級所見 快活でメリハリのあるクラスである。なかには数学に強い苦手意識を持つ生徒もいるが、後期になり「図形の性質」の章となつてから、数学的活動をより多く取り入れた授業展開を行うことでクラス全体が、より一層、積極的に授業に取り組む姿勢を見せている。引き続き、机間指導を丁寧に行い、生徒一人ひとりに注意深い指導を継続していく。
5. 使用教科書 高等学校 数学A(311) (数研出版(104))
6. 単元名 第2章図形の性質 第2節空間図形
7. 単元の考察 この章に入ってから積極的に、数学的活動・「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れる授業を行ってきている。教科書のみではイメージしづらいものをICT機器、そして「具体物」を取り入れた授業を展開することが重要と考える。
8. 単元の目標 平面図形や空間図形の性質についての理解を深め、それらを事象の考察に活用できるようにする。特に、空間における直線や平面についての基礎的な内容や多面体などに関する基本的な性質を理解し、それらを身近な事象の考察に活用できるようにする。
9. 単元の評価基準

評価の観点	ア 関心・意欲・態度	イ 数学的な見方や考え方	ウ 数学的な技能	エ 知識・理解
単元の評価基準	オイラーの多面体定理がどんな凸多面体でも成り立つかどうか調べてみようとする。	正多面体の満たす条件を理解し、正多面体から切り取った立体がまた正多面体であることに気付きその理由を考察できる。	正多面体どうしの関係を利用して、正多面体の体積を求めることができる。	オイラーの多面体定理を利用すると、正多面体の面の形から面の数が限定されることに興味を持つ。
評価する具体的な内容	・発言(表情) ・プリント ・定期試験	・発言(表情) ・プリント ・定期試験	・発言(表情) ・プリント ・定期試験	・プリント ・定期試験

10. 単元の指導計画

時	学習活動	ア	イ	ウ	エ	評価基準・評価方法等
1~3	直線と平面	○	○		○	ア 空間の位置関係を理解・処理できる。 イ 位置関係を演繹的に考察できる。 等
4~6	空間図形と多面体	○	○	○		ウ オイラーの多面体定理について数値処理により、目的の数値を求められる 等
7(本時)	(研究)正多面体の種類	○	○	○	○	ア 「正多面体の存在」を理解・処理できる。 エ 面の色分けについて考察できる。 等

※毎回の授業でなんらかの気づいた事や感想を書いてもらい、メッセージを入れ次回に返却している。

◆本日の授業で使用するプリント(ワークシート)

(授業では、「レポート」としている。実際にはA4版。2枚別々に印刷)

レポート 2 7
 1 年 4 組 () 番 氏名 () 班

2017.1.23 (月) 授業前半

◆前回の「レポート26」の「どういう時に正多面体ができ、どういう時にできないの？」での素晴らしい答。

1つの頂点に集まる面の数が3以上のとき、そして1つの頂点に集まる角の大ききの和が360°未満のときに正多面体ができる。
 そして面の形が正六角形だと1つの頂点に3面集めようとすると立体にならず平面になってしまうから、正多面体はつくれない。

そして正多面体とは・・・

(1)各(面)は、すべて(合同)な(正多角形)である。
 (2)各(頂点)に(集)まる(面)の(数)は、すべて等しい。

を書いてもらいました。

「どういう時に正多面体ができ、どういう時にできないの？」を、立体図形を学んだ()に、説明してみてください。ポリドロンを用いた説明でもOKです。なお、「彼ら」は、初めてポリドロンを見るものとなります。

- 今回は、前回みんなが「レポート26」に書いた文章をもとにして、すぐに「班別協議」に入ってください。
- (各班の発表を聞き終わったあと) 各班の発表を聞いて学んだことは？

レポート 2 8
 1 年 4 組 () 番 氏名 () 班

2017.1.23 (月) 授業後半

「正多面体」をペインティング!!

「ルール」・・・面が隣りどおし同じ色はダメ!!
 色数は、極力少なく!!

正四面体・・・最低()色あれば塗れる。
色のポリドロンがあれば良い。

正六面体・・・最低()色あれば塗れる。
色のポリドロンがあれば良い。

正八面体・・・最低()色あれば塗れる。
色のポリドロンがあれば良い。

正十二面体・・・最低()色あれば塗れる。
色のポリドロンがあれば良い。

正二十面体・・・最低()色あれば塗れる。
色のポリドロンがあれば良い。

みんなの好きなサッカーボール(切頂十二面体)までチャレンジできるかな？

◆規則性から、実際に塗らなくても考えられる方法があるかな？
 いろいろな意味での規則性や法則性に気付いたかな？この下にどんどん書いて!!

はい、今日の感想(前半の内容も含めて)を、ウラにどうぞ!!

11. 指導にあたっての工夫

本単元は教科書のみではイメージしづらいものが多い。そこでICT機器、さらには「具体物」を取り入れ、より一層「数学的活動」を重視した授業を展開することが重要と考える。そして、高等学校学習指導要領解説数学編に記述されている「数学のよさ」を認識させる大きな機会ととらえ、その指導にあっている。

12. 本時

(1)小単元名 正多面体の種類 7時間扱い7時間目

(2)本時の指導目標

- ・「正多面体が存在するためには、次のことが必要である。」という教科書の内容を理解し、それを中学一年生に説明する文章を作成することを通して、自らのコミュニケーション能力を養い、また他者から学ぶ。
- ・定められたルールのもと正多面体に色塗りをすることを通して様々な規則性や法則性に気付く能力を養う。

(3)本時の展開のために用意したもの

- ・ポリドロン標準セット (東京書籍) 13箱
- ・PCソフト Cabri(カブリ) 3D V2(サイトライセンス) ファイルそのものは自身で作成。
- ・PCソフト 3D-GRAPE(フリーソフト) ファイルそのものは自身で作成。
- ・班別発表のための、やや大きな付箋やボールペンなど。

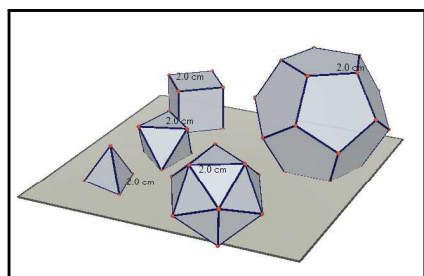
(4)本時の展開

「アクティブ・ラーニング」の視点を以下の記号で示す。

「主体的な学び」・・・(★AL(S)) 「対話的な学び」・・・(★AL(T)) 「深い学び」・・・(★AL(F))

時間	○生徒の学習内容と学習活動	○授業者の指示や指導上の留意点(☆評価方法)
導入 (5分)	○配付されたものを確認する。 ○自分のPCを立ち上げ、返却された「レポート26」のメッセージを確認する。	○今回の授業はふたつのことを示す。 ○前回の授業の「レポート26」を返却し「レポート27」を配付する。「ポリドロン」を各班に配付する。 ○「レポート26」のメッセージを確認させる。 (机間指導：☆関心・意欲・態度)
展開1 (15分)	○「レポート27」の()の中に「中学1年生」と記入する。 ○各自の意見を出しながら、班別協議を開始する。(★AL(S)) ○班別に意見をまとめる。 (★AL(T)) ○他の班の意見を聞き、学ぶ。 (★AL(T)) ○発表してくれた班へ拍手	○「レポート27」の内容を解説する。 ○立体図形を中学1年生のときのみであることを思い出させる。 ○中学1年生の教科書を提示して興味を持たせる。その際、東京書籍の教科書を用いる。(ポリドロンが載っているため) ○班別協議を開始させる。 (机間指導：☆数学的な見方や考え方) 「中学校の数学の先生になったつもりでなるべくやさしい文章で」と指示するが、難しく考えてしまい議論が盛り上がりすぎるところには、ポリドロンを用いて説明して良いことを示す。 ○班別意見を教材提示装置で見せる。 ○いくつかの班に発表してもらう。 (発表：☆知識・理解) ＜発表してくれた班への拍手を忘れない。＞

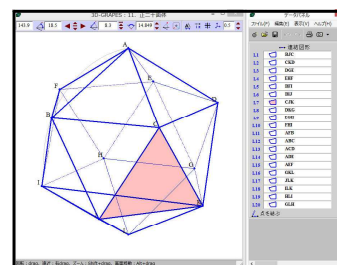
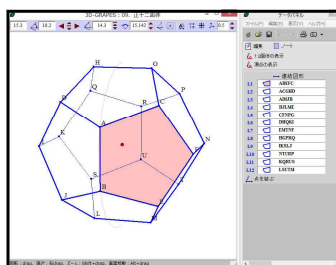
	○他の班から学んだことを文字に起こす。(★AL(F))	○他の班から学んだことを「レポート27」の下側に記入させる。(記入：☆数学的な見方や考え方)
展開2 (20分)	○PCの画面を見てどんな地図でも最低四色あれば塗り分けられることを確認する。 ○知っていたら手を挙げる。 ○「レポート28」の内容を確認する。 ○正四面体・正六面体をまずポリドロンで考え始める。(★AL(S)) ○すぐに仲間で見えを出し合うようになる。(★AL(T)) ○正十二面体のポリドロンが、ここには、黄色しかないことに気付く。 ○「3D-GRAPES」の色付けのやり方を学ぶ。 ○規則性・法則性について考え、文字に起こす。(★AL(F)) (★AL(S))	○「地図はどんな地図でも最低四色あれば塗り分けられる。」という話をする。事前にPCの画面を用意しておく。 ○知っていたかを手を挙げさせる。 (挙手：☆関心・意欲・態度) しかし、数学の「四色定理」は、わざと話をしない。「平面がそうなら立体はどうなるかな？」と話を展開させるため。 ○「レポート28」を配付し内容を解説する。実は初めてポリドロンを触った時の感想にこれを書いてきた人がいて、非常に驚いたことを話す。 ○正四面体・正六面体をまずポリドロンで考えさせる。(作業：☆関心・意欲・態度) (思考：☆数学的な見方や考え方・☆知識・理解) ○正十二面体の色分けとして、「3D-GRAPES」を用いることを指示する。 ○「3D-GRAPES」の色付けのやり方を教える。(PCの生徒各自のフォルダに事前に配付済み) ○しばらく作業をさせてから「何か規則性・法則性に気付いたかな？気付いた事をどんどん書いて」と指示する。(作業：☆関心・意欲・態度) (思考：☆数学的な見方や考え方・☆知識・理解)
まとめ (5分)	○このプリントの裏に今日の授業の感想(授業前半の「レポート27」も含めて)を書く。	○次回の授業で、みんなが書いてくれたことを考えて検討してみようと指示する。 書き終わったら、各班で各自の2枚をすべて集めて提出するよう指示する。



←左側 PCソフト(カブリ)で正多面体を表示

←右側 具体物(ポリドロン)で正多面体を表示

左側→
3D-GRAPESによる
正十二面体の面への色付け
右側→
同じく正二十面体の面への色付け



◆先生方、このページは、どうぞメモとしてご利用ください。