

数学Aの課題学習の事例研究：  
RLAによる課題学習:「正多面体」

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 青木, 慎恵, 伊禮, 三之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/8272">http://hdl.handle.net/10098/8272</a>

## 数学Aの課題学習の事例研究 ～ RLAによる課題学習：「正多面体」～

福井県立武生高等学校 青木 慎 恵  
福井大学教育地域科学部 伊 禮 三 之

高等学校新学習指導要領において、数学IとAの内容に課題学習が位置づけられた。「実生活と関連付けたり、学習した内容を発展させたりして、生徒の関心や意欲を高める課題を設け、数学的活動を特に重視して行う課題学習を内容に位置付ける。」と明記された。そこで、数学Aの課題学習として「正多面体」を題材にし、Researcher-Like Activity (RLA) を適用した授業実践を行った。

本稿では、その授業の概要を紹介し、授業後の感想文などから授業の分析を行い、学習者の数学に対する態度の変容など、生徒に対する教育効果を考察した。その結果、RLAという教育実践が、生徒の主体的な学習を促し、生徒同士のコミュニケーション活動を充実させ、生徒に数学のよさを認識させることができることが明らかになった。

キーワード：正多面体, RLA, 課題学習, 数学A

### 1. はじめに

新学習指導要領において、数学IとAの内容に課題学習が位置づけられた。そこで、Researcher-Like Activity (RLA) を課題学習へ適用し、どのような教育効果が得られるか調べた。RLAとは、研究者のような活動という意味であり、研究者の縮図的活動をその基本的概念とする。市川伸一により提起され(市川, 1996)、狩俣智によって中学数学に導入された教育実践法である(狩俣, 1996)。

RLAという教育実践が、「正多面体」を題材にした課題学習の中で、生徒にとってどのような教育効果があるかを探るのが本研究の目的である。ここでは生徒が「1つの題材から課題を設定し、探究し、その探求活動の成果を発表し、相互評価する」ことを実践する。この活動が、生徒の主体的な学習を促し、生徒同士のコミュニケーション活動を充実させ、生徒に数学のよさを認識させることができると考え、授業実践を行った。

### 2. 実践の概要

『数学A』の「場合の数」の学習後に、この課題学習を行った。「正多面体について調べる」ことから、「いろいろな場合についての数を調べる」「表面積や体積について調べる」など以後の学習内容との関連や発展性があると考えた。正多面体の辺や頂点、面の数に着目したり、体積・表面積について調べたり、さらには正多面体からデルタ多面体や準正多面体へ発展したりと1つの題材から生徒が自ら多くの課題を見つけることができるであろうというねらいもある。また、ポリドロンという教具を用いて、実際に「正多面体」の模型を造る活動を導入した。物を造りながらの試行錯誤の中には、必ずい

ろな洞察や推論の要素があり、そういった経験が、多くの課題の発見につながっていくものであると期待して用いた。

授業は、RLAオリエンテーションおよび正多面体についての学習：1時間、正多面体の特徴をつかみ、自ら課題を見つける：1時間、探究活動：2時間、ポスターセッション：1時間の計5時間で行った。第1時では、RLAとはどのような活動であるか、『課題設定→探究活動→ポスターセッション』の活動の流れを説明した。その後、ワークシートを用いて正多面体について学習した。第2時では、実際にポリドロンを用いて正多面体を作り、オイラーの多面体定理を発見する探究活動を行った。その後、グループごとに課題を設定し、探究活動に入った。最後に、ポスターにまとめた探究活動の成果を教室内で発表した。前半と後半に分けてセッションを行い、相互評価した。探究活動のテーマには、「サッカーボールと正二十面体のなぞ」「どんな立体でもオイラーの多面体定理が成り立つか」「展開図」などがあつた。

### 3. 授業の内容

授業は、武生高等学校：普通科1年6組(男子19名、女子19名、計38名)において、平成24年9月25日より5時間配当で行った。5時間目のポスターセッションは、10月23日に実施した。このクラスの授業態度は真面目であり、家庭での学習の取り組みもきちんとできているクラスで、生徒の様子としては、数学を得意とし意欲的に学ぶ生徒、数学に関して苦手意識の強い生徒、理解するのに時間がかかる生徒など様々であり、そのため学力の幅は広い。

このクラスでは、入学当初より、みんなの前で積極的

に自分の意見を発表したり、質問したりできる雰囲気作りに心がけて指導してきた。今回、もっと意欲的に学習に取り組むような集団作りをしたいと考え、この課題学習を設定した。他者とのコミュニケーションをとりながら学ぶ楽しさや発表して人に伝えることの楽しさを感じ、一人一人にとって、そしてクラス全体にとって、今後の学習によい影響が出ることを期待して実践した。

次に、実際の授業の流れについて述べる。

### (1) RLAのオリエンテーションと正多面体についての学習(第1時)

これから行うRLAの活動内容について説明した。探究活動を行っていくこと、最後にポスターセッションを行うことを話し、以前担当したクラスで作成したポスターを見せ、ポスター作成のイメージをつかませた。

最初に、マッチ棒6本で4つの三角形を作ってみようと投げかけた。生徒は、最初は平面図形に着目していたが、後に立体にすればよいことに気づき、正四面体を作成していった(図1)。

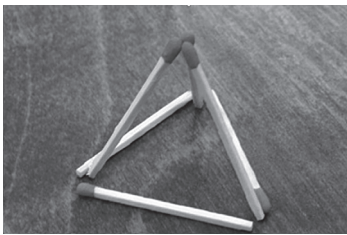


図1 マッチ棒6本による正四面体

この立体が正四面体であるということ、これからこのような正多面体について考えていくことを伝えた。さらに、折り紙を使って正六面体を作成する手順を紹介し、身近なものでマッチ棒や折り紙で正多面体を作成できるということを伝えた。

次に、正多面体の条件(どの面も全て合同な多角形でできており、どの頂点にも面が同じ数だけ集まっている)について説明した後、次のような【質問1】をした。

**質問1** 正多面体は何種類あると思いますか。

- 予想**
- ア. 無限にある
  - イ. 種類は有限だが、数え切れないほどある
  - ウ. せいぜい100種類程度
  - エ. 50種類程度
  - オ. 10種類程度
  - カ. その他(                      種類)

生徒の予想は、

- ア. 20人 (53%)
- イ. 13人 (34%)
- ウ. 2人 (5%)
- エ. 2人 (5%)
- オ. 1人 (3%)

であった。無限にあるとか数え切れないほどたくさんあると予想した生徒が半数以上であったのには、驚いた。

次に、その予想が正しいかどうかについて、正多面体は何種類あるか、プリントの表を完成させることで確認作業に入った(ワークシート①)。

5種類しかないことを確認した上で、さらに、次の【質問2】をした。

**質問2** 正多面体の1辺の長さを等しくとったとき、どの正多面体が一番大きいと思いますか。予想してから作成しましょう。

- 予想**
- ア. 正四面体が一番大きい。
  - イ. 正六面体(立方体)が一番大きい。
  - ウ. 正八面体が一番大きい。
  - エ. 正十二面体が一番大きい。
  - オ. 正二十面体が一番大きい。

生徒の予想は、

- ア. 0人 (0%)
- イ. 0人 (0%)
- ウ. 0人 (0%)
- エ. 15人 (39%)
- オ. 23人 (61%)

であった。やはり、正二十面体が大きいと答えた生徒が多かった。次に、この予想が正しいかどうか確認するためにグループになって、実際にポリドロンを使って正多面体を作成する活動を行った。出来上がった正多面体を見て、正十二面体が一番大きいことに驚いていた。

### (2) 正多面体の特徴をつかみ、自ら課題を見つける活動(第2時)

ポリドロンで作成した正多面体を利用して、頂点、辺、面について調べた(ワークシート②)。その表から気づいたことをグループごとに話し合い、発表した(図2)。

辺の求め方や頂点の求め方、オイラーの正多面体定理などを発見することができた。ここでの発表や議論は、大変盛り上がり、クラス全体でよい気づきを共有することができた。その後、グループごとに今後探究していく課題を考えた。正多面体について、他にどんなことを知りたいか、どんなことを調べていきたいかということに

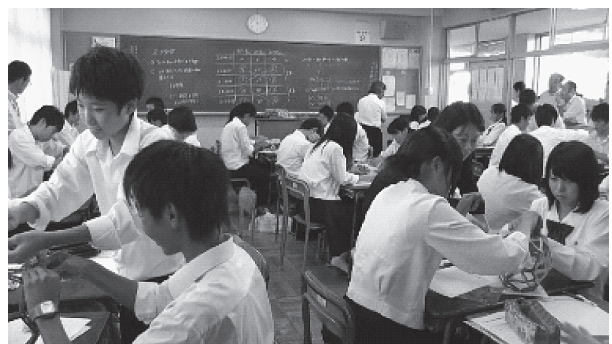


図2 教室での活動の様子



ついて話し合った。ただ、やはり、課題を見つけることは、どのグループも難しいようで、ここでの教師側の発問や提示の仕方に工夫が必要だと感じた。

### (3) 探究活動 (第3・4時)

3~4人のグループで探究活動を行った。探究活動しやすいように、大きなテーブルがある物理実験室で行った(図3)。

サッカーボールや準正多面体なども作成できるように、ポリドロンをたくさん用意し、実際に作成しながら探究活動をすすめていった。そして、グループごとのテーマを発表させ、3時間目を終えた。

各グループのテーマは、「サッカーボールと正二十面体のなぞ」「どんな立体でもオイラーの多面体定理が成り立つか」「展開図」「正三角形だけでできる多面体について」「二種類以上の正多角形を使ってできる多面体」などがあつた。



図3 探究活動の様子

4時間目も同様に探究活動を行い、同時にポスター作成にも取りかかるように指示した。作った作品をデジカメラで撮影したり、役割分担しながらポスターにまとめたり、それぞれのグループが生き生きと活動していた。

### (4) ポスターセッション (第5時)

探究活動から約2週間後に、ポスターセッションを設定した。2週間後に設定したのは、それぞれの探究活動やポスターセッションの準備の時間を確保したかったためである。生徒は、休み時間や放課後の時間を上手に使いながら準備をしていた。

ポスターセッションは、1年6組教室において、発表10分・質疑応答5分で行った(図4)。10班を3グループに分けて、教室内を3か所に分けて発表ブースを作り、

ポスターセッションを行った。また、ワークシートによる相互評価を行った。

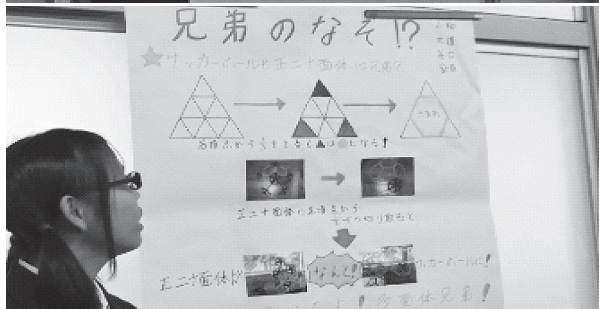


図4 ポスターセッションの様子

## 4. アンケートおよびSDによる授業の考察

正多面体を題材にしたRLAによる授業が、生徒による評価アンケートと授業後の感想、さらに授業の第1時の開始時と第5時の終了時に実施したSD調査の3つの資料によって、生徒たちにどのように受け止められているのか、その効果を検討する。

### (1) 評価アンケートによる考察

全授業終了後に授業および授業内容について、〈正多面体の授業について〉と〈RLAについて〉の2つの大項目(〈RLAについて〉は、さらに「探究活動について」と「ポスター作り、ポスターセッションについて」の中項目)に関するアンケートを行った。それぞれの質問小項目については、「あてはまらない」「あまりあてはまらない」「少しあてはまる」「あてはまる」の4段階で評価してもらい、集計の際には、それぞれ順に1点~4点を配し、平均値を算出した。平均値が高いほど、それぞれの項目について「あてはまる」に近い評価を下した生徒が多いと判断できる。質問項目の内容と生徒が評点の平均値は次の通りである(表1)。

まず、「正多面体の授業について」、平均値の高い小項目を挙げると、(1)正多面体の作成は面白かった(平均値3.7)、(7)正多面体の探究活動に一生懸命に取り組んだ(同3.6)、(3)ポリドロンをうまく利用し考えることができた(同3.4)、となっている。こうした高い評価は、ポリドロンという学習具を用いた正多面体の模型を造りながらの試行錯誤の中に、いろいろな洞察や推論の要素があるからであろう。そのことが、造ることのおもしろさを感じさせ、考えるための道具であるポリドロンの上手な利用を促し、探究活動に意欲的に取り組む経験を導

いたものといえるだろう。

表1 評価アンケート項目と平均値

<正多面体の授業について>		平均値
(1)	正多面体の作成はおもしろかった	3.7
(2)	正多面体について自分で考えようとした	3.3
(3)	ポリドロンをうまく利用して考えることができた	3.4
(4)	だんだんとどうすればうまくいくかが分かってきた	3.1
(5)	正多面体について探究する中で新たな発見があった	3.1
(6)	この学習を通して、やったという達成感が得られた	3.3
(7)	正多面体の探究活動に一生懸命取り組んだ	3.6
<RLAについて>		
【探究活動について】		
(1)	オイラーの定理について理解が深まった	3.1
(2)	気づいたことや疑問点などを友達に聞いたり、話し合ったりした	3.0
(3)	どのようにすればよいものができるか話し合うことができた	2.9
(4)	グループでの探究活動に積極的に参加した	3.4
(5)	役割など分担してできた	3.3
【ポスター作り、ポスターセッションについて】		
(1)	発表のための十分な準備ができた	2.9
(2)	自分のグループのポスターの構成は適切にできた	3.1
(3)	グループで協力して発表ができた	3.3
(4)	発表の時間配分は適切であった	2.3
(5)	分かりやすい発表ができた	2.8
(6)	他のグループの発表に創意・工夫が感じられた	3.4
(7)	他のグループの発表を聞いてさらに理解が深まった	3.3
(8)	RLAの活動は全体的に満足できるものだった	3.4

図形に関する知識は、本質的には何か物を作るために使われる。ポリドロンという教具を用いて、実際に「正多面体」の模型を作る活動 (activity) があったからこそ、他の項目の平均値でも、3.1～3.3と3.0以上の比較的高い評価が得られており、正多面体について主体的に自ら考えようとし、この学習を通して達成感が得られたと評価した生徒が多かったものと考えている。また、こういった活動の経験が、RLAに取り組む次時以降、多くの課題の発見につながっていくことを意図していた。

なお、7項目全体の平均値は、3.36であった (図5)。

次に、「RLAについて」分析する。まず、「探究活動について」は、(1) オイラーの多面体定理の理解について尋ねてみた。それは、RLAの活動を通して再学習され概念的な理解が深まるだろうと考えたからである。結果は、まずまずの平均値3.1であった。

平均値の高い項目を挙げると、(4) グループでの探究活動に積極的に参加した (平均値3.4)、(5) 役割など分担してできた (同3.3)、(2) 気づいたことや疑問点など

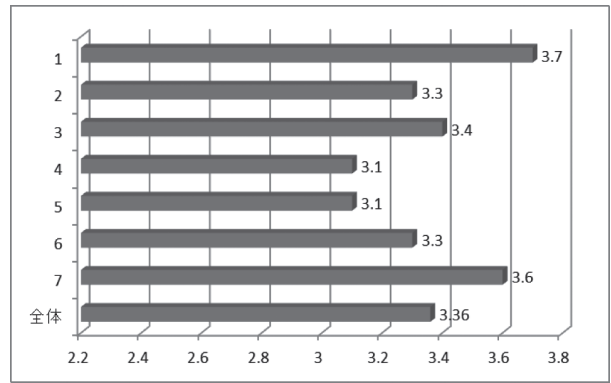


図5 正多面体の授業に関する平均値

を友達に聞いたり、話し合ったりした (同3.0)、であった。こうした評価は、グループ内の人から新たな情報を得ることや、逆に他者に説明することで思考を精緻化したり、知識を強化していること、さらに協同的に知識を構築していることが想像される。グループの協同的な探究活動に積極的に参加しながら、みんなで分担し、相互に数学的なコミュニケーションを行いながら、そうした活動が展開できていることが伺える (図6)。

ただ、項目 (3) どのようにすればよいものができるか話し合うことができた、は、平均値3.0を下回った (同2.9)。

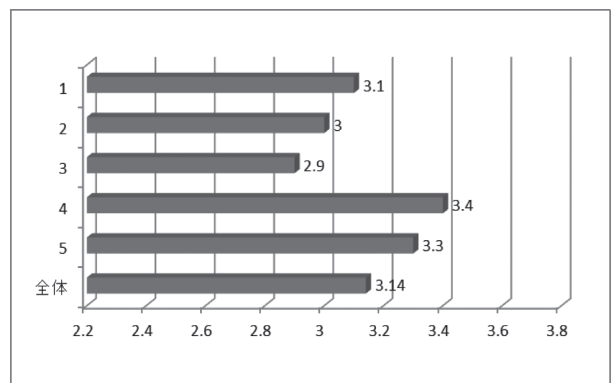


図6 RLAについて・探究活動に関する平均値

次の、「ポスター作り、ポスターセッションについて」の8項目全体の平均値は、3.06であった。詳細に見ていくと、生徒たちは、ポスターセッションの経験が初めてであり慣れていないためであろう、(1) 発表のための十分な準備ができた (平均値2.9) わけでも、(4) 発表の時間配分は適切だった (同2.3) わけでもなく、(5) 分かりやすい発表ができた (同2.8) とはいえないが、(2) 自分のグループのポスターの構成は適切にできた (同3.1) し、(3) グループで協力して発表ができた (同3.3)、また、(7) 他のグループでの発表を聞いてさらに理解が深まった (同3.3) と思い、(6) 他のグループの発表に創意・工夫が感じられた (同3.4) と捉えている。ここでも、他者から新たな情報を得ることによって多様な知識の結びつくとともに、他者への説明で知識や思考を整理して

いることが伺えるだろう。

こうしたことが、(8) RLAの活動は全体的に満足できるものだった(同3.4), という高い評価につながっているものと考えている(図7)。

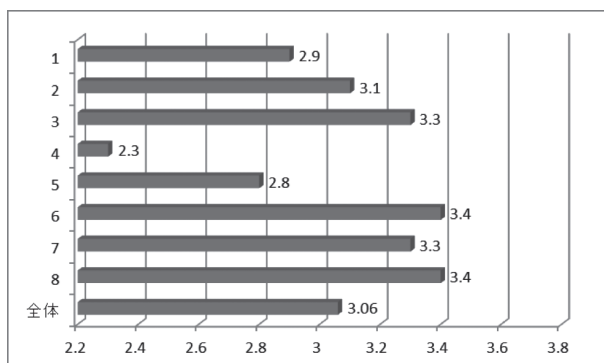


図7 RLAについて・ポスター作り等に関する平均値

## (2) 感想文による考察

今度は、RLAによる探究活動やポスターの作成、ポスターセッションなどがどのように受け止められているのかを、生徒による感想文を取り上げて考察する。

まず、探究活動については以下の通りであった(表2)。

表2 探究活動に関する感想

- 毎時間ごとに新しい発見ができたので、とてもいい時間だった。
- 自分で探究して何かを見つけるのは、思った以上に難しいことだと分かった。
- ブロックを使っての活動で実際に作って確かめることができるし、頭の中だけよりも分かりやすく楽しく、遊ぶ感覚で見つけることができた。
- ポリドロンを使って実際に多面体を作っていくことで、色々な多面体を考えて作ることができて楽しかった。
- 自分たちの作った多面体に名前があったり、性質を見つけられたりしたときは嬉しかった。
- 自分で疑問に思ったことについて、実際に図形を使って調べたり、友達と話し合ったりした。
- 最初は、キレイとかおもしろいとか数学とはあまり関係のない視点で楽しんでいて、調べていくうちに、今まで知らなかったことを知ることができたので、最初とは違う、より深い視点から多面体を楽しむことができた。
- 自分たちで探究していく内容を見つけていくのは難しかった。私は、立体は苦手な難しいものだと思っていたけど、今回は楽しく取り組むことができた。
- 多面体の性質が分かってくたびに、多面体の面白さや深さを感じた。
- ゼロから作っていくのは、とても難しいところがあった。しかし、出来た時の達成感があった。

これらの感想を読むと、「ブロックを使っての活動で実際に作って確かめることができるし、頭の中だけよりも分かりやすく楽しく、遊ぶ感覚で見つけることができた」ことや「ポリドロンを使って実際に多面体を作っ

ていくことで、色々な多面体を考えて作ることができて楽しかった」ことが述べられていて、ポリドロンという教具を用いた「正多面体」の模型を実際に造る活動(activity)の意義が改めて確認できる。また、探究活動を通して、「新しい発見ができた」ことや「今まで知らなかったことを知ることができた」こと、さらに「面白さや深さを感じた」ことや「達成感があった」と感じていることなど総じて肯定的に受け止められているがわかる。中には、「多面体の面白さや深さ」を感じた生徒や「より深い視点から多面体を楽しむことができた」生徒もいた。

その一方で、「自分で探究して何かを見つけることは、思った以上に難しい」と感じた生徒もいることが分かる。これら探究活動のおもしろさや難しさは、教師側が生徒に感じ取ってもらいたいと意図していたことでもあり、この授業の効果はあったと言える。

次に、ポスター・ポスターセッションについての感想は以下の通りである(表3)。

表3 ポスター・ポスターセッションに関する感想

- 分かりやすく人に伝えるのは、難しいと感じた。発表の後、面白かったと言ってくれる人がいて、とても嬉しかった。
- テーマをもっと工夫して、聞く人が関心を持ってくれるような発表にしてみたい。
- 質問されて改めて調べたいと思ったこともあったので、機会があれば調べてみたい。
- 実物を使って説明する方が、より説得力があったので、参考にしたい。
- 他の班の発表を聞いて、自分たちと同じテーマなのに、より詳しく書かれていたり、自分たちが気づかなかったことがたくさん書いてあったりしてすごいと思った。
- 自分と同じことを調べている班では、より理解して聞くことができ、楽しかった。
- 調べる過程で気づいたこととかをうまく発表できなかったのも、しっかりとメモをして発表に活用すればよかった。
- 自分たちは理解しているも、相手に伝えるのは難しかった。また、質問されることで、新たな発見もあった。
- 写真や実物を使ってうまく発表できた。まだ、追求できる部分もあったので、機会があればより深く考えてみたい。

「自分と同じことを調べている班では、より理解して聞くことができ、楽しかった」、「他の班の発表を聞いて、自分たちと同じテーマなのに、より詳しく書かれていたり、自分たちが気づかなかったことがたくさん書いてあったりしてすごいと思った」、「質問されることで、新たな発見もあった」と述べられているように、自分の考えたテーマが、他のグループでも同様な解法が発表されたり、より詳細な説明や自分の気づかなかった内容が表現されている場面への出会いは、自分の解法や他者の別のアプローチがどのようにつながるかなど、多様な知識



が関連づけられて、多面体に関する概念的な理解の深化に反映されているものと思われる。なによりも、こうした交流は、これまでの知識の暗記やその再生が学習だとの見方を、理解や思考プロセスを重視する学習観への変容の可能性を内包しているものと考えられる。

また、ポスターセッションを通して、「分かりやすく人に伝えるのは、難しいと感じた。発表の後、面白かったと言ってくれる人がいて、とても嬉しかった」、「テーマをもっと工夫して、聞く人が関心を持ってくれるような発表にしてみたい」など、他者への発表の難しさとおもしろさの経験を記しているが、これらも、生徒に感じ取ってもらいたいという教師側の意図でもあった。それだけではなく、ポスターセッションの経験は、これまでの問題演習時における解法の黒板への板書や簡略な説明で終わる従来のコミュニケーションと比べ、数学的コミュニケーションへの一歩となったと考えている。それは、ポスターセッションにより、数式だけでなく言葉による説明を加えた詳細な説明への移行が行われ、かつ生

徒同士の言語交流があったからである。今後展開される高等学校の課題学習においても、こうした思考の表現様式の変更も視野にいて、実践を展開していく必要があるだろう。

### (3) SDによる考察

「良い-悪い」「好き-嫌い」など情緒的な対となる修飾語を両極に配置した25の尺度を準備し、概念の内包的意味を測定するSD (Semantic Differential) によって、この授業の前後において数学や授業に対する情緒的なイメージや態度がどのように変化したのかを分析する。その際、前川公一の作成したSD (授業評価観点表, (10) (19) は入れ替えて調査) を用いた (藤井, 1982)。なお、調査後の数的処理のため左の肯定的な修飾語から否定的なそれへ1~4点を配した。その平均値が2.5未満であれば肯定的なイメージを、2.5以上であれば否定的なイメージを表象していることになる (表4)。

まず、授業前について、高校1年のここまでの数学や

表4 授業前後の平均値の差の検定

調査項目	授業前		授業後		t値	*
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
(1) 明るい-暗い	2.37	0.6747	1.75	0.5000	4.460	**
(2) 柔らかい-硬い	2.87	0.7771	2.19	0.7863	3.708	**
(3) 温かい-冷たい	2.74	0.6011	2.19	0.6684	3.674	**
(4) おもしろい-つまらない	2.13	0.7041	1.69	0.6684	2.736	**
(5) 活発な-おとなしい	2.08	0.6731	1.78	0.7601	1.807	
(6) 真面目な-不真面目な	1.82	0.8336	2.00	0.5855	-1.094	*
(7) 親切な-不親切な	2.55	0.6857	2.44	0.5578	0.742	
(8) のびのび-こせこせ	2.32	0.9036	2.08	0.8409	1.144	
(9) まとまりのある-ばらばらな	2.13	0.8111	1.83	0.6547	1.735	
(10) ゆるんだ-緊張した	3.08	0.7491	2.75	0.6036	2.073	*
(11) 愉快な-不愉快な	2.53	0.7255	2.06	0.5828	3.067	**
(12) やさしい-難しい	3.39	0.7181	2.86	0.8669	2.890	**
(13) 自由な-きゅうくつな	2.63	0.8194	1.89	0.7082	4.161	**
(14) 好きな-嫌いな	2.42	0.8263	2.11	0.6223	1.815	*
(15) 簡単な-複雑な	3.29	0.7318	2.86	0.7232	2.531	*
(16) 良い-悪い	2.29	0.7679	1.97	0.5063	2.086	*
(17) 楽しい-苦しい	2.47	0.8297	1.78	0.5909	4.135	**
(18) 目のさめる-眠くなる	2.21	0.7410	2.00	0.6761	1.275	
(19) 軽い-重い	2.92	0.7491	2.56	0.8087	2.018	*
(20) わかりやすい-わかりにくい	2.71	0.7679	2.25	0.6918	2.705	**
(21) 満足な-不満足な	2.34	0.7453	2.00	0.5345	2.258	*
(22) 積極的な-消極的な	2.18	0.6516	1.86	0.5426	2.311	*
(23) 短い-長い	2.95	0.8036	2.69	0.8886	1.285	
(24) とけこめる-とけこめない	2.55	0.8605	2.22	0.7216	1.785	
(25) らくな-きつい	2.97	0.6773	2.47	0.8447	2.825	**

被験者は授業前38名、授業後36名  
 \*\*は1%水準で有意、\*は5%水準で有意。  
 \*は等分散仮説の棄却項目

授業に対する情緒的なイメージや態度を概観すると、否定的なイメージを表象していると考えられる平均値2.5以上の尺度は、13項目と半数を超える。特に、「(12) やさしい-難しい」, 「(15) 簡単な-複雑な」, 「(10) ゆるんだ-緊張した」といった項目が際立っている。もう少し詳細に平均値の高い尺度から順にみていくと、生徒たちにとっての数学や数学の授業は、(12) 難しく、(15) 複雑で、(10) 常に緊張した状態を強いられ、(25) きつく、(23) 時間も長く、(19) 重いもので、(2) 硬いものだと捉えられていることがわかる。これは1学期後半から、高校数学の学習も本格的になり、内容の高度化とともに難しさや複雑さを感じている生徒が増え、緊張を強い授業展開になってきたからだと考えられる。

一方で、肯定的なイメージを表象している尺度も半数近くの12項目ある。そうした平均値2.5未満の項目は、低い順に「(6) 真面目な-不真面目な」, 「(5) 活発な-おとなしい」, 「(4) おもしろい-つまらない」, 「(9) まとまりのある-ばらばらな」などで、「(18) 目のさめる-眠くなる」「(22) 積極的な-消極的な」がそれに続いている。つまり、生徒たちにとって、数学や数学の授業は、(6) 真面目で、(5) 活発、(4) おもしろいもので、(18)

目がさめるほど、(22) 積極的になれるものだという一面も覗かせている。

以上から、生徒たちは、数学や数学の授業に対して、難しさや複雑さを感じる反面で、おもしろさやまとまりも感じていることがわかる。SDプロフィールも、平均値2.5を中心にジグザグな折れ線を描いていて、そのことを示している(図8)。

今度は、正多面体を題材にしたRLAによる授業後の変化を調べてみる。SDプロフィールは、(6)「真面目な-不真面目な」の尺度を除いて、すべて肯定的な方向である左へ移動している。これはこの授業以前に表象していたイメージが、RLAによる授業によって、肯定的なイメージへ変化したことを示している(図5)。

平均値の差が大きい尺度を順にみると、RLAによる数学の授業によって、(1) 明るく、(13) 自由で、(17) 楽しく、いままで硬く冷たいものと思っていたものが、(2) 柔らかく、(3) 温かいものを感じられ、(11) 愉快で、(12) やさしく、(25) らくな面もあり、(4) おもしろく、(20) わかりやすいものであることなどが表象されている。これは、グループでの探究活動で実際にポリドロンを使って多面体を作成したり、調べたことを発表したりすることで、今までの教室での学びとは違ったイメージを多くの生徒が持ったためだと思われる。また、緊張した(授業後も2.75)、難しい(授業後も2.86)、複雑な(授業後も2.86)、重い(授業後も2.56)、長い(授業後も2.69)は、授業後も平均値2.5以上であるが以前と比べれば肯定的になっており、著しい変化を引き起こしていることが分かる。

ただ、(6)「真面目な-不真面目な」の尺度についてはマイナスの方向への変化をみせているが、これは、生徒の数学の授業に対するイメージが一斉指導型であり、今回はグループ活動型であったため、そのイメージとは違っていただけではないかと推察される。つまり、作業を伴った授業に対して肯定的なイメージを表象しているのであり、教師側と生徒側でイメージが逆転しているものと考えられる。

次に、この変化が有意なものかどうかについて検定してみた。授業前と授業後で等分散仮説を棄却される尺度が6項目あった。これらについては分散が等しくないと仮定した2標本によるt検定を行い、他の尺度については通常のt検定を行った。その結果、1%水準で有意な尺度が10項目、5%では6項目、合わせて16項目が有意な変化であった(表4)。

以上より、「正多面体」を題材にしたRLAによる課題学習によって、「きゅうくつな」「苦しい」イメージの数学やその授業が「自由な」「明るい」雰囲気学べることができ、「重い」「硬い」と感じる気持ちが「楽しい」「明るい」「柔らかい」気持ちに変化した、ということが分かる。

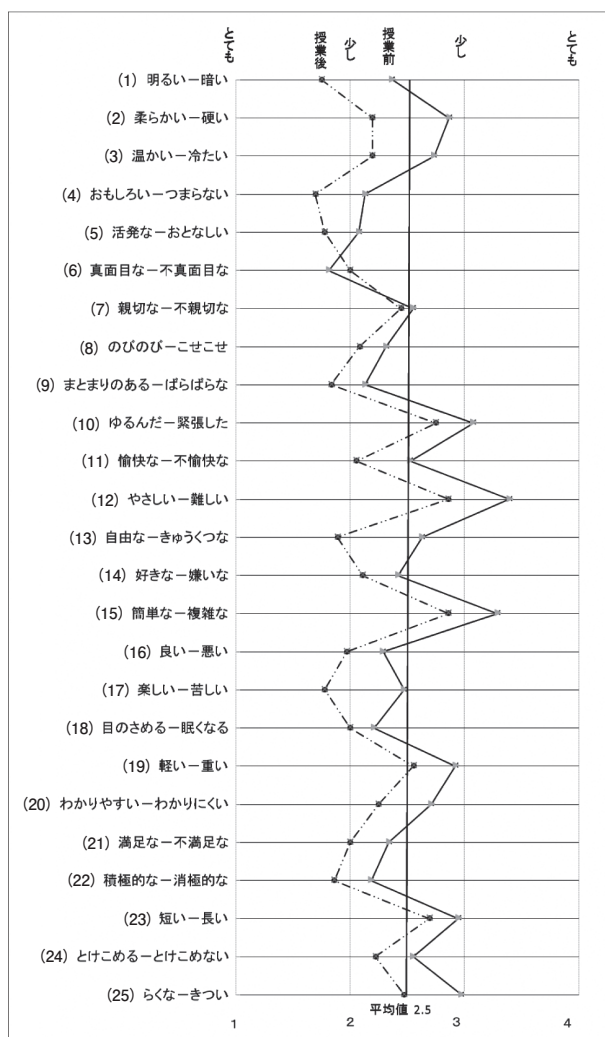


図8 授業前後のSDプロフィール



## 5. まとめと課題

今回の実践を通して、課題学習に「正多面体」の題材を扱うことや、RLAによる課題学習は生徒の主体的な数学的活動を促し、コミュニケーション活動を充実させるという点で有効であると言える。さらに生徒の感想から、意欲的に活動に参加し、生徒のコミュニケーション活動も活発に行われ、新たな気づきも生まれたことが分かる。さらに、SD調査から、生徒の情意面の肯定的な変化があったことも分かる。

以上のことから、RLAを適用することで生まれる学習活動、すなわち、一人一人の生徒が課題を見つけて探究活動を行ったり、また、ポスターセッションで説明したり、質問をしたりする活動は、生徒の主体的な学習を促し、生徒同士の言語活動を活性化させ、生徒に数学のよさを認識させることに有効であると言える。

課題としては、十分な課題設定と探究活動の時間の確保、課題選定段階や探究活動での教師の助言のあり方、発表形式のフォーマル化および相互評価の時間の確保が挙げられる。

課題設定については、今回は生徒が自由に考える設定であったが、正多角形を1種類から2種類にするなど、ある条件だけを変更するという観点から課題を考える設定でもいいのではないかと感じた。

探究活動については、生徒の活動がより深まるように、いかに的確なアドバイスができるか、また生徒の表現をいかに数学的な表現へと導いていくかといった、教師のアドバイスのあり方が重要であると感じた。教師は想定される内容についてきちんと理解しておく必要がある。

ポスターセッションに関しては、発表スタイルやポスターの書き方などについて、ある程度指示をすると生徒は活動しやすかったと思われる。また、発表終了後に相互評価の時間を確保すると、より学びが深まったと思われる。

今後、それらの点について改良していきたい。

付記：本研究は科学研究費補助金基盤研究(c)(課題番号:23501034)を受け入れて行われたものである。

## 【引用・参考文献】

- 市川伸一(1996)「学びの理論と学校教育実践－Resercher-Like Activvivityをとりいれた授業づくり－」『学習評価研究 No.26』pp42-51
- 伊禮三之(2008)『Resercher-Like Activityによる授業の試み－「ハノイの塔」の条件変更による問題作りを通して－』『第41回数学教育論文発表会論文集』pp93-98
- 狩俣 智(1996)「Resercher-Like Activityによる授業の工夫－RLAの中学校の数学教育への適用」『琉球大学教育学部教育実践研究指導センター紀要(4)』pp1-9
- 遠山 啓(1979)『数学の広場 4 3次元の世界』ほるぷ出版, pp11-144
- 藤井悦雄監修・前川公一他(1982),『授業研究法マニュアル』教育出版, pp100-121

**Case study of problem situation learning in mathematics A ~problem situation learning by Resecher-Like Activity:“Regular polyhedron”~**

Norie AOKI, Mitsuyuki IREI

**Key words** : mathematic education, mathematics A, problem situation learning, Resercher-Like-Activity, reguler polyhedron

<ワークシート①>

# 正多面体は何種類？

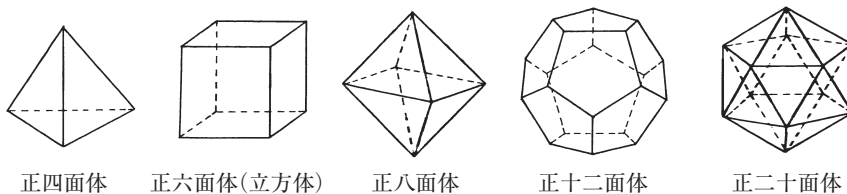
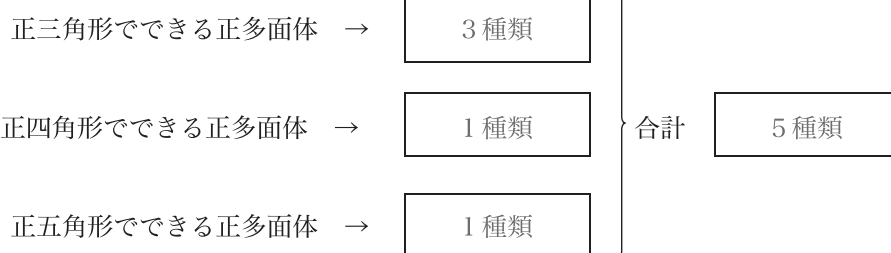
それでは、正多面体は何種類あるのか確かめてみましょう。

- ① 1つの頂点に集まる面は 3つ 以上である。
- ② 1つの頂点に集まる角度は 360°未満 である。

合同な面の形を、正三角形、正四角形（正方形）、正五角形、…、1つの頂点に集まる面の数を、3、4、5、…とそれぞれ順次、次の表で調べていくと…。

合同な面の形	角 度	1つの頂点に集まる面の数	1つの頂点での角度の合計	正多面体可能？
正三角形	60°	3	$60^\circ \times 3 = 180^\circ$	○
正三角形	60°	4	$60^\circ \times 4 = 240^\circ$	○
正三角形	60°	5	$60^\circ \times 5 = 300^\circ$	○
正三角形	60°	6	$60^\circ \times 6 = 360^\circ$	×
正四角形	90°	3	$90^\circ \times 3 = 270^\circ$	○
正四角形	90°	4	$90^\circ \times 4 = 360^\circ$	×
正五角形	108°	3	$108^\circ \times 3 = 324^\circ$	○
正五角形	108°	4	$108^\circ \times 4 = 432^\circ$	×
正六角形	120°	3	$120^\circ \times 3 = 360^\circ$	×

この表から、次のことが分かります。



<ワークシート②>

## 頂点・辺・面に隠された秘密とは？

ポリドロンで作った正多面体をみながら、まず、頂点と辺と面の数を調べて、その数に隠されている秘密を探り当ててみましょう。

質問3 それぞれの正多面体について、頂点と辺と面の数を調べて表にして下さい。  
また、その表を見ながら、気づいたことを書きだしてみましょう。

項目 正多面体	頂点の数 ( $v$ )	辺の数 ( $e$ )	面の数 ( $f$ )	?
正四面体	4	6	4	
正六面体	8	12	6	
正八面体	6	12	8	
正十二面体	20	30	12	
正二十面体	12	30	20	

## どんなことを発見しましたか？