

琉球大学学術リポジトリ

パスカルの三角形を題材とした R L A

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2018-06-28 キーワード (Ja): 探究活動, 数学的活動, パスカルの三角形 キーワード (En): Researcher-like Activity(RLA) 作成者: 金城, 文子, 多和田, 実, 伊禮, 三之, Kinjo, Ayako, Tawata, Minoru, Irei, Mitsuyuki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/41571

【実践研究】

パスカルの三角形を題材としたRLA

金城文子¹・多和田実²・伊禮三之³

RLA as a Subject of the Pascal's Triangle

Ayako KINJIO¹, Minoru TAWADA², Mitsuyuki IREI³

要 約

高校数学の授業は、大学受験の影響のもとそれ自体が目的化する傾向にある。こうして学ばれた数学に対して、「なぜ、将来使うことのないようなことを学ばなくてはならないのか。数学の授業は楽しくない」と嘆き、数学に対する否定的な学習観や態度を持つ生徒は多い。本稿では、こうした課題解決の一方策として、数学学習における探究的な活動を促すResearcher-like Activity(RLA)に着目した。研究者の模擬的活動であるRLAを通して、数学的活動の楽しさや数学のよさに触れると同時に、数学的コミュニケーションの充実と、ポスターセッション等による数学的表現力の育成をはかり、理解の深化につなげたい。条件変更等の問題づくりのための基本問題として「パスカルの三角形」を取り上げ、それを題材としたRLAの授業の概要を報告し、その効果や意義を検討した。

キーワード：Researcher-like Activity(RLA) 探究活動 数学的活動 パスカルの三角形

1. はじめに

——これまでの数学は、全て受験のために、理論や公式を暗記する形で学習してきた。そのため、自分は数学に対して「なぜ、将来使うことのないようなことを学ばなくてはならないのか。数学の授業は楽しくない。」という印象を抱いていた。私は数学のテストも、形が決まっている解法を暗記して点数を伸ばしていたため、本質的な理解はなく、点数がよくても心から嬉しいと思うことができなかつた。それが、私が数学嫌いになったきっかけでもある。

これは、ある教員養成系大学に入学した1年生の、高校の数学授業を振り返って書いた文章である。また、ある学生は、次のようにも書いている。——高校に入ってから、進学校ということもあり、これまでの数学とは比べものにならないくらい難易度が高く、中学生のころは授業中に理解できていたのに、高校生になってから授業でさえも理解できなくなっていました。(中略)新しい分野を習ったりして、どんどん授業が理解できなくなっていました。そのときからは、どこから理解していないのかも自分でわからず、わからないものがわからない、という状況でした。そのため、数学はもはや何に取り組みばいいのかもわかりませんでした。気がつけば、目の前の課題をこなすことに必死で、理解するというよりも、暗記したり友達の課題を写本したりする自分がいました。長期休みに大量に出される課題も、解答をただノートに書き写すだけで、何の勉強にもなっていませんでした。初めのころは、単元テストなどもできないなりに、数学のできる友人や、先生に教えてもらったり、努力していましたが、授業に完璧についていけなくなったところから、勉強しても間に合わず、単元テストの合格点を超えられずに、追試を受けたり、補習授業を受ける日々でした。100%の努力をしていないのにも関わらず、だんだん勉

¹ 沖縄県立陽明高等学校

² 琉球大学教職センター

³ 琉球大学大学院教育学研究科教職実践講座

強しても無駄だし、どうせ追試になってしまうから“もういいや”と思うようになり、単元テストだけでなく定期テストの勉強もあまりしなくなりました。その結果、単元テストも定期テストも赤点のオンパレードで、私の数学は手の施しようがなくなっていました。授業は聞いても意味がわからないので、寝たり、他のことをしたりして、中学のころよりも数学が嫌いになっていました。定期テストもこなせないような私に当然模試ができるはずもなく、数学は学年で下から数えたほうが早いぐらい落ちこぼれていました。

こうした体験を記す学生は少なくない。高等学校学習指導要領（2009：3月公示）では、数学科の目標を、「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」としている。学生たちの感想にみられるように、実際の授業では、大学受験が主な目的と化し、暗黙のうちに「問題を解くこと」「公式は暗記するもの」という数学の学習観や、「数学は楽しくない」「数学が嫌い」という否定的な態度を形成している現状がある。数学の授業を通して「数学のよさ」を認識し、「活用する態度」を育てているとは、とても言い難い。

本稿では、このような課題を解決する一方策として、Researcher-Like Activity (RLA) に注目する。RLAは、数学的活動を促し、コミュニケーション活動を充実させ、数学的表現力を高め、理解の深化へつなげられると考えた。そして、「数学のよさ」を認識し「探究的な態度」を育むことを目標として、学校設定科目「数学探究A」^(注1)において「パスカルの三角形 (Pascal's triangle)」を題材に授業実践を行った。

2. Researcher-Like Activityとは

RLAとは、Researcher-Like Activityの略称で、市川(1996)によって提唱された「研究者の活動の縮図的活動を学習の基本形態とする」探究的な学習活動のことである。RLAにおける「縮図的活動」は、実際の研究者が行っている活動を、学習者それぞれのレベルに合わせて模擬したものであるが、「『社会的な本物の活動に末端的に参加する』ことではなく、研究者としての核心的な部分を含んだ縮図的活動」として捉えられている。もともと市川のRLAは、「学生が査読者となるゼミ」や「パネル討論式授業」、「学生が講演者になるゼミ」など、比較的研究者の活動を模擬することの意義が見えやすい大学(院)において実践されたものであるが、小・中・高校での有効性も示唆しており、次の3点をあげている。

- ① 研究者の行っているような探究活動は、子どもの本来的な興味・関心に根差していることが多いこと。
- ② RLAがよりどころとしている科学的探究活動というのは、文化的意義が広く認められていること。
- ③ 研究者の活動には、一般の市民生活を営む上での共通要素がかなりあること。

③については、たとえば、「物事の因果関係を的確に推論すること」、「自分の主張を論理的に述べること」、「他者の意見を批判的に吟味し議論すること」などを挙げており、今日求められている資質・能力(コンピテンシー)の育成につながる内容である。したがって、RLAは決して研究者の卵を育てるための教育ではないことを強調している。

さて、RLAの中学校数学教育への適用を最初に行った狩俣(1996)は、数学の研究者の活動を、

問題の構成→解の構成→成果の論文文化等→学会での相互評価・批判的検討→成果の共有

と捉え、これを模した形で、学習活動を構想している。この活動の難所は研究者同様「問題の構成」である。狩俣は、「問題の構成」を、課題の中に問題発見の方法が例示されるような課題を設定し、「条件変更

による問題作り」に対応させることで、数学者の活動を次のような学習者の活動に対応させている。

問題づくり→解決→作品化(ポスター)→模擬学会での相互評価・相互吟味→共有化

そして、RLAによる学習を「勉強」として行わせるのではなく、「探究活動」として行わせることによって目的的な学習を成立させようと考えている(表1)。

表1 数学者の活動と生徒の活動

数学者の活動	生徒の活動
問題を構成する活動	条件変更等による問題づくり
解を構成する活動	解の探究
成果を論文などに表現する活動	レポートやポスター作り
相互評価や批判的検討による共有活動	論文集や模擬学会による相互評価・吟味

具体的に狩俣の実践を概観しておこう。中学3年生の「1次関数」「2乗に比例する関数」についての学習のまとめにあたる「関数の利用」において、長方形の封筒に台形を折りたたんだ手紙が入っている場面から、手紙を抜き出していく状況を考え、亮平君という架空の生徒が考えた問題例を示し、「あなたも例にならって問題を発見して問題を解決しなさい」と条件変更課題を与えている。次のような全4時間の指導計画を(実際は5時間に変更)立てている(表2)。なお、狩俣の実践では、「問題の発見と作品化」の過程は個人探究としてデザインされている。

表2 パスカルの三角形を題材としたRLAの授業構想

第1時—オリエンテーション

- 1) Researcher-Like Activityについての説明
- 2) 4時間の活動のしかたの説明
- 3) 課題の把握
- 4) 次時の予告

第2～3時—問題の発見と作品化(実際は、第2～4時となった)

- 1) 課題への取り組み：問題の発見→解決→別の問題の発見→解決→……
- 2) 問題の解の作品化：生徒個々に発表する関数を決定し、ポスター形式に作品化

第4時—模擬学会(実際は、第5時)

- 1) ポスターセッション(発表と討論による吟味)
 - ア. 第1ステージ：13名が発表者(15分)になり、他の26名が聞き手
 - イ. 第2ステージ：役割を交替して13名が発表者(15分)、26名が聞き手
 - ウ. 第3ステージ：同上

3. 授業の概要

本研究では、高校数学でのRLAの実践を検討するにあたり「基本となる問題(元問題)」として「パスカルの三角形」を取り上げる。パスカルの三角形は、二項展開における係数を三角形状に並べたものである(図1)。

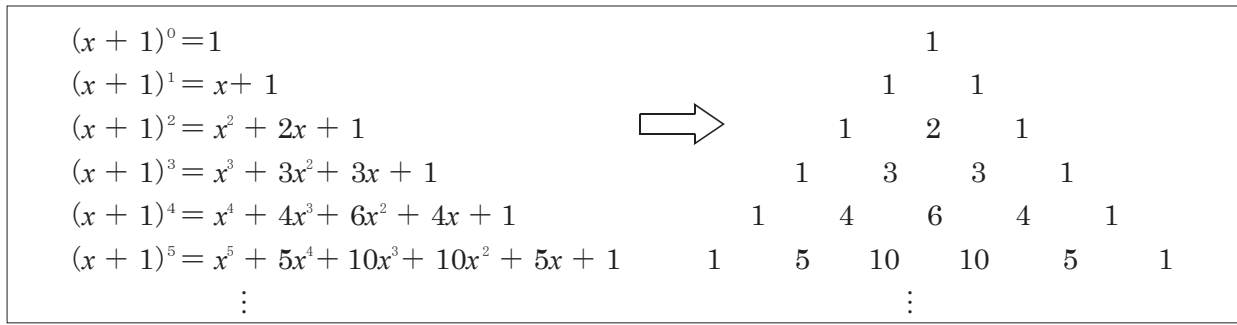


図1 2項展開とその係数(パスカルの三角形)

パスカルの三角形をみると、最上段を0段、以下、第1段、第2段、…として、上の段の隣り合った2数をたして次の段になっていることがわかる。その他にも、一番左側と右側はすべて1であることや一番左側から2番目と右側から2番目を斜めにみていくと、1, 2, 3, 4, …という自然数が並んでいることなどがわかる。また、3番目を斜めにみていくと三角数の列が現れ、4番目には四面体数の列になり、フィボナッチ数が現れたりもする。

図形的にも、おもしろい性質があり、パスカルの三角形の奇数の部分(2で割った余りが1の部分)塗りつぶすとシェルピンスキー・ギャスケットになったり、2以外の数で割った余りで塗り分けると同様な別のフラクタル模様になったりする。

2項係数は組合せの数でもあるので、パスカルの三角形は、 n 個のものから異なる k 個を選ぶ組合せ ${}_n C_k$ の値とも関係が深く、組合せの数に関する性質も現れてくる。

このように、パスカルの三角形には、さまざまな性質が隠れていて、高校生には興味が尽きないRLAの恰好の題材だと思われる。

さて、パスカルの三角形を題材としたRLAの授業は、2015年度、筆者(金城)の前任校である沖縄県立普天間高等学校(以下、普天間高校)の普通科文型クラス(注2)3年4組(25名)において、2016年1月13日より計5時間の構成で行った。第3時以降の解の探究活動からポスターの作成、及び最後のポスターセッションまで、土日を挟むなど時間が取れるよう配慮し、最終的な模擬学会(ポスターセッション)は1月27日に実施した。

この文系クラスは、数学に苦手意識を持っている生徒が多く、理解に時間がかかる生徒や、数学に対して心を閉ざしているように見える生徒など、さまざまな生徒が存在する。そのため、授業者(金城)主導で、日頃はあまりコミュニケーションをとらないメンバーも含めて学習班を編成(4~5人)し、各班のリーダーは生徒同士で決めてもらった。また、事前に、折り紙によるくす玉作り(12月2時間)と、卒業テストの予想問題作成(12月3時間)を行い、生徒同士のコミュニケーションをはかった(図2)。

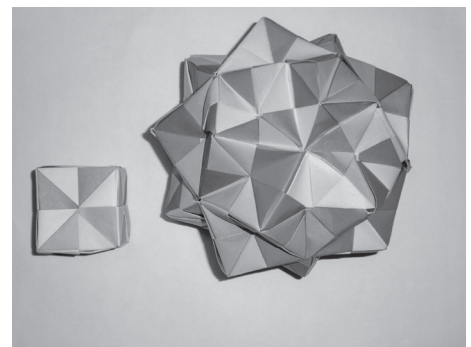


図2 折り紙によるくす玉の例

授業計画は、この実践の前年度(2015年3月)に行われた筆者(伊禮)の普天間高校での「フィボナッチ数列の周期性を題材としたRLA」に倣い、次のように構想した(表3)。

なお、セカンドステージの解の探究は、数学的コミュニケーション活動の充実を目指して、個人でなく班による協働探究として行った。

表3 パスカルの三角形を題材としたRLAの授業構想

ファーストステージ (基本問題の性質の発見)

第1時 (2016年1月13日) —基本問題の「パスカルの三角形」を提示し、さまざまな性質を発見させる。

第2時 (2016年1月15日) —発見した性質を、整理し式化した。また、二項係数の復習も行う。

セカンドステージ (解の協働探究と発表会)

第3時 (2016年1月18日) —RLAのオリエンテーションとパスカルの三角形の性質を探究(証明)する。
(新たな性質について取り組む班が2つあった。)

第4時 (2016年1月22日) —各班で解の協働探究活動を行う。ポスターの作成をする。
(ポスター作成や発表についての役割分担も行う。)

第5時 (2016年1月27日) —6班を3つにグルーピングし、ポスターセッション(8分間×3サイクル)による発表会(模擬学会)を行う。

(1) 第1時: 「パスカルの三角形」について

冒頭に、これから各自で課題を設定し探究活動を行うことと簡単にRLAの説明を行い、最後はポスターセッションによる発表会を行うことを伝えた。

既習内容の復習としてワークシートを配布し、 $(a+b)^2$, $(a+b)^3$, $(a+b)^4$ を分配法則、または公式を使って展開し、係数を抜き出しパスカルの三角形を導いた。教科書での扱いは1ページ程度なので、教師が意識しなければ数分で終わってしまうかもしれない。パスカルの三角形を10段ほど書いて(図3中央)、規則性をまずは個人で考えて、次に班のみんなで交流した。そして、それをA3の用紙に記載し黒板に貼りだしてクラスで共有した(図3)。

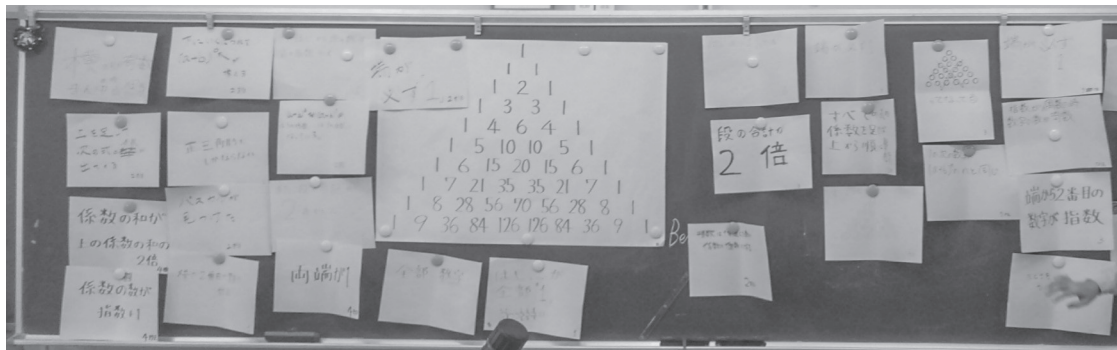


図3 パスカルの三角形と発見されたその諸性質の共有化

(2) 第2時: パスカルの三角形の規則性をもとめよう

前時にクラス全体で共有した規則性を整理し、式化を行った。わかりにくいものは、出した班で説明をしてもらい、みんなが納得するまで質問もした。また、二項係数について教科書を使用し復習も行った。

パスカルの三角形は、数列の宝庫であり、2段目以降の3番目は、三角数の数列{1, 3, 6, 10, ……}になっていることや、3段以降の4番目は、四面体数の数列{1, 4, 10, 20, ……}になっていること、また、フィボナッチ数列が隠れていること、各段の数字を並べてみると、1, 11, 121, 1331, ……と 11^n の計算になっていることなども紹介した(表4)。

どのような内容について探究活動を行うのか各班で話し合い、テーマを決定していった。その際、授業者(金城)の紹介した内容に興味を示し、それをテーマにしたいとの要望があり、これも承認した。

表4 生徒とシェアしていったパスカルの三角形の諸性質等

- パスカルの三角形の上の段から0段, 1段・・・とした。つまり, $n=0, 1, 2, 3, \dots$ 各段は左から1番目, 2番目, 3番目, ..., r 番目, ..., n 番目とする。
- 数字が回文みたい。⇒ 左右対称になっている。

$${}_nC_r = {}_nC_{n-r}$$
- 上の段の隣り合う数を足すと下の段になる。

$${}_{n-1}C_{r-1} + {}_{n-1}C_r = {}_nC_r$$
- 各段の合計が上の段の合計の2倍。⇒ 各段の合計は2の倍数。

$${}_nC_0 + {}_nC_1 + {}_nC_2 + \dots + {}_nC_n = 2^n$$
- 5段は5の倍数, 7段は7の倍数になっている。
- 係数の個数=指数+1 (指数が偶数のとき, 係数の個数は奇数)
- 端から2番目の数が指数と同じになる (2番目を上から見ていくと自然数になっている)。
- 両端が1になっている。
- 段が下に行くほど, 指数が大きくなる。
- ななめにみると数列になっている。(三角数)

(3) 第3・4時：RLAのオリエンテーション及び探究活動、ポスター作成
 RLAのオリエンテーションとしてその活動内容について説明し、1月27日にはポスターセッションを行うことも伝えた。また、筆者の一人(伊禮)の前年度のRLAの授業で生徒が作成したポスターを見せてイメージをつかませた。その後、班ごとの探究活動に移ったが、時間内にポスター作成まで辿り着いたのは約半分の班で、時間内に完成した班はなかった(図4)。



図4 探究活動とポスター作成の様子

(4) 第5時：ポスターセッション

探究活動から、4日後にポスターセッションを行った。少なくとも1週間は確保したかったが、3年生の進路準備期間前でもあり、登校日も限られ、学年行事が直前で入ってきたために4日後となった。準備時間が少ない中、すべての班がポスターを完成することができた。各班のタイトルは以下の通りである(表5)。

表5 各班のポスタータイトルと発表順

班	ポスタータイトル	発表順
1	回文の謎を解く	①
2	お前らパスカルの限界知らんやろ!!	③
3	11のn乗の計算	③
4	各段の合計が上の段の合計の2倍になる	②
5	上の段の隣り合う数をたすと下の数になる	②
6	数字であそぼ	①

ポスターセッションは、3年4組HR教室において、発表8分、質疑3分、相互評価表の記入2分で行った。6班を3グループに分けて、教室の前後2ヶ所に発表ブースを作り、ポスターセッションを行った。同僚職員へのポスターセッションの案内もあって、3年4組のHR担任や教科担当の先生方など多数の授業参観者がいて、生徒は少し緊張ぎみだった様子であったが、発表に熱が入り、

声も普段より大きくなる生徒もいた(図5)。また、ポスター発表終了後に、筆者の一人(伊禮)が総評を行い(図6)、最後に自己評価を記入して授業を締めくくった。2班と3班の作成したポスターを紹介しておく(図7・8)。



図5 ポスター発表の様子



図6 筆者による総評

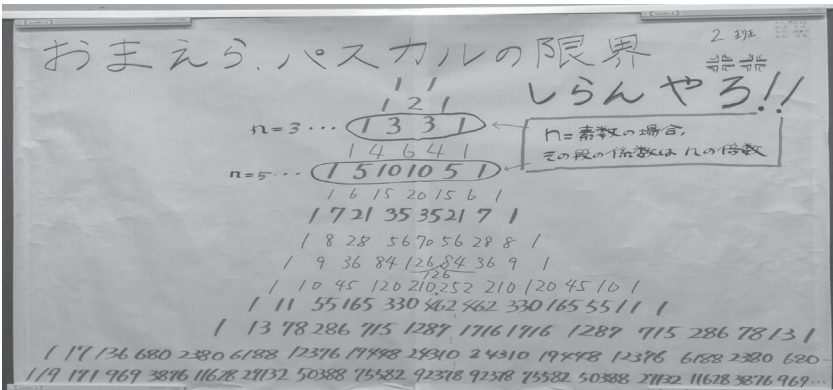


図7 2班のポスター

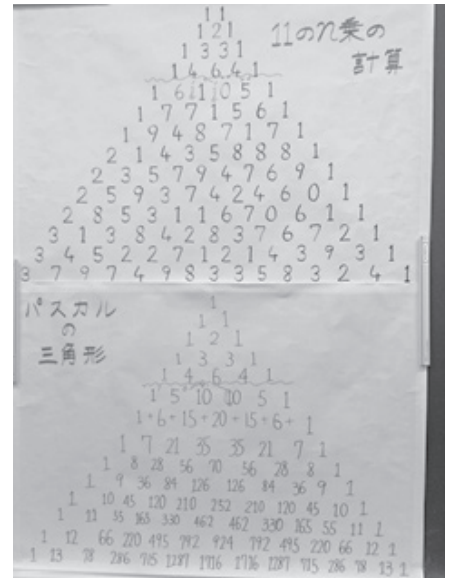


図8 3班のポスター

4. アンケートによる考察

ポスターセッション後の生徒によるアンケートと感想をもとに、生徒の学びの成果を検討しよう。

(1) ポスターセッション後の自己評価アンケートによる考察

ポスターセッション後に書いてもらった自己評価として、以下の4項目を3段階で評価してもらい、Aを3点、Bを2点、Cを1点として集計し、その平均値をとった(表6)。

表6 評価項目とその平均値

評価項目	平均値
① 班での探究活動(問題作りなど)で協力できた。	2.5
② ポスター作りに積極的に取り組むことができた。	2.5
③ パスカルの三角形について理解が深まった。	2.7
④ 発表で自分の役割をきちんと果たすことができた。	2.3

平均値は4項目とも2.0を超え、全体的は意欲的に活動できたと思われる。最も評価が高かったのは、「③パスカルの三角形について理解が深まった」であった。受動的に学んでいたパスカルの三角形について、自分たちの設定したパスカルの三角形に関連する内容の探究の過程で、その学び直し(知識の再構成)をするとともに、ポスターに表現することでその知識が精緻化され、さらにポスターセッションを通して他者に説明し、批評されることで他の班の内容の共有化がはかれ、さら

にそれが精緻化されたものと考えられる。また、1, 4, 5 班のように既習内容の探究活動であっても、自ら考え、表現（証明）したことは、彼らなりの再発見となって達成感が高かったのであろう。自由記述欄には、「楽しかった」、「良かった」、「面白かった」という言葉が多く記入されていたことから、そのことが推量され、数学のよさの認識に繋がっているものと考えられる。

「①班での探究活動（問題作りなど）で協力できた」、「②ポスター作りに積極的に取り組むことができた」も次いで高く、協働的に探究活動を進めていたことがわかる。項目④がやや低いのは、時期的な問題（進路準備期間）もあるものと思われる。

(2) 「パスカルの三角形」によるRLA全体に関するアンケートと感想文による考察

ポスターセッションの自己評価と重なる項目もあるが、それぞれの質問項目について以下の4段階で評価し、平均値をまとめた。平均値が4に近いほど「そう思う」と評価した生徒が多いことになる。

表7 評価項目とその平均値

4：そう思う 3：ややそう思う 2：あまり思わない 1：思わない

アンケート内容	平均値
① パスカルの三角形の授業はおもしろかった。	3.5
② パスカルの三角形からできるだけ法則を見つけようとした。	3.2
③ パスカルの三角形の性質を自ら発見し証明することができた。	2.6
④ グループでの探究活動に積極的に参加した。	3.2
⑤ 気づいた点や疑問点を友達に聞いたり話し合ったりした。	3.2
⑥ 満足できる探究活動であった。	3.4
⑦ パスカルの三角形の理解が深まった。	3.5
⑧ 他のグループの発表を聞いてさらに理解が深まった。	3.5

全5時間の授業を振り返ったアンケートでは、平均値が3.0を超えた比較的高い評価は、8項目中7項目もあり、探究的なRLAの活動が全体的には歓迎されていたことがわかる。評価項目が高かったのは、ポスターセッション直後とほぼ同様の「①パスカルの三角形の授業はおもしろかった」「⑦パスカルの三角形の理解が深まった」「⑧他のグループの発表を聞いてさらに理解が深まった」である。パーセントで表すと95%の生徒が授業は面白かった、と答えている。次に高かったのは、「⑥満足できる探究活動であった」で、生徒はRLAの活動におおむね満足していることがわかる。続いて、「②パスカルの三角形からできるだけ法則を見つけようとした」、「④グループでの探究活動に積極的に参加した」、「⑤気づいた点や疑問点を友達に聞いたり話し合ったりした」項目である。

これらの項目の評価から、生徒たちは、パスカルの三角形から、できるだけ法則を見つけようとし、気づいた点や疑問点を友達に聞いたり話し合ったりして、満足できる探究活動であったと感じて、パスカルの三角形についての理解が深まり、他の班の発表を聞いてさらに理解が深化し、パスカルの三角形の授業はおもしろかったと考えているのである。つまり、ここには、既習のパスカルの三角形の結果から、協働で問題をさらに発展させて新たな数学の事象を探し出し、数学化し、数学的に表現した問題として探究している生徒の姿が浮かんでくる。生徒たちは、RLAによって数学的活動の楽しさや数学のよさに触れると同時に、ポスターへの数学的な表現とポスターセッションを通じた他者との数学的コミュニケーションを十分に堪能し、パスカルの三角形に対する理解の深化につなげていることがわかる。「理解の深まった状態とは、自分の言葉で他者に説明できること、意味内容に関する質問に答えられること、類似問題に転移できること」(市川2015)なのだから…。

このことは、次のような生徒の感想を読んでも明らかであろう(表8)。

表8 生徒の授業後の感想(下線は授業者・金城による)

-
- パスカルの三角形1つにここまで楽しさがつまっているとは思わなかった。計算機で法則を見つけるとき、素数とパスカルの三角形の関係が思っているより深そうなのに気づいて、もう少し調べてみたかったけど時間が無かったのが本当に残念。
 - パスカルの三角形は理解するとどんどん深くなっていってそういう考え方もあるんだと新しい視点から見つけることができました。
 - 自分では法則は見つけられなかったけど、友達とかと話し合って理解は深まったのかなと思いました。
 - 何度もうらぎられて法則なんかないんじゃないかと思ったけど、あきらめずにやってだんだん楽しくなってやってよかったなと思えるようになりました。
 - 通常の数学は計算を解くことや問題を読んでの証明などが多かった。けどパスカルの三角形は形から法則を見つけたり、まだ未知の部分もあるというところが面白かった。
 - ただ分かりやすくしたものだと思ってたけど、法則がたくさんあって式より全然楽しくて、全部の定理にこんなふうに分かりやすくなればいいなと思った。
 - 図形にたくさんの秘密がつまっていて面白かった。パスカルの三角形って深い。最後の数学でグループで活動できてよかった。たくさんの性質があると初めて知っておどろいた。
 - いままでパスカルの三角形について深く考えたことはありませんでした。でも授業でパスカルの三角形についてみんなで意見を交換してたくさんの規則性を見つけてパスカルの三角形は面白いと思いました。ただ問題を解くだけの数学ではなく、こういう自分達で考え合う数学の楽しさを知ることができました。
-

一方で、最も評価の低かった項目は、「③パスカルの三角形の性質を自ら発見し証明することができた」である。低い評価をつけた生徒らは、特定の班のメンバーであり、授業者(金城)の観察でも探究活動がうまくいっていない様子が見られた。もう少しアドバイスが必要だったかもしれない。また、第1時の個人で考える時間ももう少しとる必要があったかとも思う。

とはいえ、そうしたある特定の班の状況はあるにしても、数学においては、なんらかの性質や法則に気づいたとしても、すぐに証明できないことはしばしば起こることも確かである。法則の発見はあるが、証明に困難を抱えているグループへのアプローチは、RLAなどの探究活動では常に課題になるだろう。ただ、数学の歴史をみればわかるように、証明はできずとも法則の発見だけでもそれは十分に価値があることである。フェルマーの最終定理の解決のされ方を持ち出すまでもなく、数学者はそのことの意義を十分承知しているので、生徒にもそう伝えることは重要であろう。また、「見るのは楽しいけど、やるのはきつかった」という感想にみられるように、研究者の困難さを記した感想もあった。こうした感想も生徒に返しながらか、数学が形成されるプロセスにおける数学者や研究者(ひいては人間)の役割について伝えることもRLAの意義の一つであろう。

以上のように、生徒はRLAによる協働探究を通して、数学的活動の楽しさや数学のよさに触れると同時に、他者やポスターセッションにおける数学的コミュニケーションからパスカルの三角形への理解も深まったと言えるだろう。

5. まとめと今後の課題

今回の実践を通して、RLAによる探究活動は、数学的活動を促し、数学的な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ことが確認された。また、生徒のアンケートから、理解の深化へつながらることも明らかであろう。そして生徒の感想文から、積極的に活動に参加し、「数学のよさ」を認識

できたとも言えるだろう。こうしたことからRLAを単元全体の中に組み込み、年間を通して継続的に行うことで、数学科の目標により近づけるものとする。前節の考察と重複する部分もあるが、以下に、授業者が感じた課題について記しておく。

① 課題設定について

今回、パスカルの三角形という大きな題材を扱ったため、RLAの数学者の「問題を構成する活動」を生徒の活動に置き換えた「条件変更による問題作り」とは少しずれることになってしまった。それでも、2つの班の、探究活動もかなり素晴らしく、本人たちの自己評価も相互評価も高かった。3つの班が教科書での既習事項の証明であった。1つの班はパスカルの三角形から外れ、しかも証明ができなかったことで、低い自己評価となってしまった。やはり、内容をしばらく「条件変更による問題作り」の方向で進めた方がよかったのか、検討が必要であろう。

② 探究活動の指導とカリキュラムの位置づけについて

生徒の活動が深まるように適切なアドバイスができるか、生徒の発見・アイデアを数学的表現へと導いていけるか、探究活動においては授業者の力量が問われることになる。今回は、6班に対してうまくアドバイスができなかった。また、授業時間の確保等、単元全体ひいては年間のカリキュラム全体の授業計画の再考が必要であろう。

③ ポスターの指導やポスターセッションについて

発表の仕方に工夫がみられる班があった。ポスターの書き方については丁寧に指示すべきであった。また、1時間のみの発表会であったため、質問や相互評価の時間が十分に取れなかった。さらに、生徒から残りの班の発表も聞きたかったとの声も複数上がった。各班の発表について事前に調整し、ポスターセッションの持ち方についても工夫・検討が必要であろう。

なお、小・中学校は2017年3月に次期学習指導要領が告示されたが、算数・数学科の目標の冒頭にあった「算数的活動」と「数学的活動」は、小・中学校とも「数学的活動」に統一されている。おそらくまもなく告示予定の高等学校でも、「数学的活動」の捉え方は踏襲されるものと思われる。

文部科学省（教育課程編成のポイント／中学校数学）によると、数学的活動として捉えられる「算数・数学の問題発見・解決の過程」には、主として2つの過程を考えることができる、として以下のように述べられている（表9・図9）。

表9 算数・数学の問題発見・解決の過程

一つは、

「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程」（※図9左側の【現実の世界】の部分を含む過程）

であり、もう一つは、

「数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する過程」（※図9右側の【数学の世界】の部分を含む過程）

である。

RLAによる探究活動は、「算数・数学の問題発見・解決の過程」における2つ目の「数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する過程」に相当し、「算数・数学の学習過程のイメージ」（図9）の右側の【数学の世界】における活動に位置づけられるであろう。

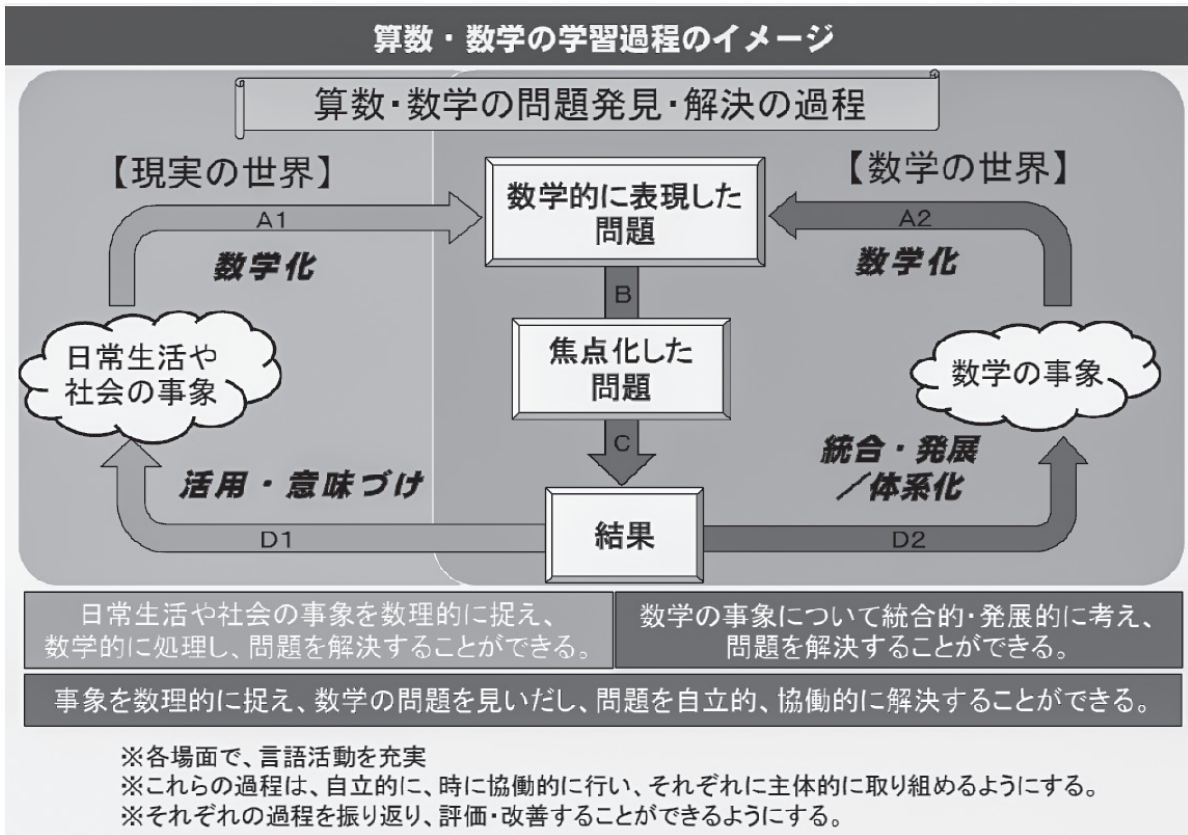


図9 算数・数学の学習過程のイメージ

また、次期高等学校学習指導要領において、新設予定科目の『理数探究』の基本原則をみると、

- ① 様々な事象に対して知的好奇心を持つとともに、教科・科目の枠にとらわれない多角的、複合的な視点で事象をとらえ（総合性）、
- ② 科学的な見方・考え方や数学的な見方・考え方を豊かな発想で活用したり、組み合わせたりしながら（融合性）、
- ③ 探究的な学習を行うことを通じて（手立て）、
- ④ 新たな価値の創造に向けて粘り強く挑戦する力の基礎を培う（挑戦性、アイデアの創発）

となっている。まさにRLAがそれらを組み込んだ活動になっており、『理数探究』の指導における有効な手法の一つである事は間違いないし、その授業モデルになるに違いない。

本研究は次のように分担した。研究の企画は、金城、伊禮が行った。授業全般の実践は金城が行い、最後のポスターセッションにおける講評を伊禮が担当した。これにもとづき、実践を中心とした第1稿を金城が執筆し、第1稿読み合わせ後、第1節と第2節及び第3節のパスカルの三角形の解説まで多和田が、第3節(1)以降を金城が、第4節のアンケート等の分析を金城・伊禮が、第5節のまとめを金城・多和田が執筆して第2稿とした。さらに、第2稿に3人で検討を加え、それに伊禮が最終修正を施し本論文とした。また、本論文の実践の部分は、数学教育協議会第64回全国研究(千葉)大会(2016年8月千葉工業大学津田沼キャンパス)及び第3回RLA研究会(2016年10月福井大学文京キャンパス)で発表した。

なお、本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号26381188「探究的な学びを促すResearcher-Like Activityによる事例研究」の一環として取り組まれたものである。

(注1) 普天間高等学校「学校設定科目」『数学探究A』(3単位)、3年生文型必修科目

(注2) 普天間高等学校では、実践当時、2年生から類型選択制をとっており、文理型か理型へ進み、3年生で文理型、文理型、理型の3類型に分かれている。その「型」としての「文理型」である。

[引用・参考文献]

- 青木慎恵, 2014, 「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』—」『福井大学教育実践研究第38号』, 福井大学教育地域科学部附属教育実践総合センター, 91-100
- 市川伸一, 1996, 「学びの理論と学校教育実践—Researcher-Like Activityを取り入れた授業づくり—」『学習評価研究No26』みくに出版, 42-51
- 市川伸一, 1998, 『開かれた学びへの出発—21世紀の学校の役割』金子書房
- 市川伸一, 2004, 『学ぶ意欲とスキルを育てる—いま求められる学力向上策』小学館
- 市川伸一, 2015, 「RLAの趣旨と今後への期待—その充実・発展への道のり—」, 第2回RLA研究会講演資料(於東京女子学園中学校・高等学校, 10月17日)
- 伊禮三之, 2008, 「Researcher-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』, 日本数学教育学会, 93-98
- 狩俣智, 1996, 「Researcher-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第4号』, 琉球大学教育学部附属教育実践研究指導センター, 1-9
- 文部科学省, 2009, 『高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編』実教出版
- 文部科学省, 2016, 中央教育審議会・初等中等教育分科会・教育課程部会算数・数学ワーキンググループ「算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて(報告)」(2017年10月31日得,
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376993.pdf)