アクティブ・ラーニングをめぐる教育方法学的諸課題と可能性

— 教育目標論・教育課程論との関係に着目して —

高 橋 哲 男

1　はじめに

アクティブ・ラーニングは、現在の学校教育をめぐる重要ワードの一つであろう。教員は、学習指導要領改訂に向けた様々な議論を耳にしながら、自らの授業実践や教育活動全般をアクティブ・ラーニングの視点から問い直すことが求められている。

2016 年 10 月、日本教育方法学会は『アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討』[1)]を発行した。ここには、アクティブ・ラーニングに関わる教育改革の議論、理論的諸相、教育実践、研究動向について考察した 13 本の論文が収められている。小論では、これらの論文に学びながら、高校で数学を教えている一教員の立場からという制約のなか、アクティブ・ラーニングをめぐる教育方法学的論点を整理し、実践の開拓に向けた諸課題の一端を明らかにしてみたい。

1.1　アクティブ・ラーニング登場の背景

日本でアクティブ・ラーニングという言葉が登場したのは、まず大学教育改革の議論においてであった。2012 年 8 月の中央教育審議会答申[2)]のなかで、「従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修（アクティブ・ラーニング）への転換が必要である」と述べられている。このことが、大学入試や高大接続の議論、ひいては学習指導要領改訂に向けた議論へと広がり、初等・中等教育段階でもアクティブ・ラーニングの重要性が認識されるに至ったようである。

初等・中等教育段階、特に小学校・中学校ではこれまでもすでに、「知識の伝達・注入を中心とした」一方向的な授業が成立するわけもなく、教師たちは、「相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り」、児童・生徒が「主体的に問題を発見し解を見いだしていく」ような授業を、多様な工夫のなか展開してきたことだろう。そのような工夫が大学教育においてこれまで不足していたとすれば、大学教育が反省し、改めればよいだけのことではなかろうか。

アクティブ・ラーニングを初等・中等教育にも一斉に導入し、これまでの教育からの転換を図らなければならないという論調には、違和感とともに、学習指導要領改訂の歴史を思い起こして既視感も覚える。「主体的な学び、協同の学びを標榜してきた長年の小・中学校の授業研究の積み重ねを考慮すれば、アクティブ・ラーニングの導入に対して「何をいまさら」という違和感もある」[3)]と柴田好章は述べ、田中耕治は、「学習の能動性と協働性を一般的に強調するアクティブ・ラーニング論に、とくに戦後の教育方法学を学んできた者の 1 人として、取り立てて新味を感じなかったというのが率直な感想」[4)]と述べている。

---

1) 日本教育方法学会編『アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討』図書文化、2016 年。

2) 中央教育審議会「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）」2012 年 8 月 28 日。

3) 柴田好章「中学校におけるアクティブ・ラーニングの可能性と課題 — 問題解決学習の立場から — 」（前掲『アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討』157 頁）。

4) 田中耕治「教育評価論からみたアクティブ・ラーニング 」（前掲『アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討』113

教育現場ではすでに、もちろんすべての授業においてではないし様々な限界や不十分さはありつつも、アクティブ・ラーニングが想定する教育方法・学習方法の意義は認識され、多様な実践が生み出されてきたのである。にもかかわらずまさに「何をいまさら」、アクティブ・ラーニングがここまで注目されるのだろうか。

1.2　教育目標論・教育課程論としてのアクティブ・ラーニング

これまで各学校における教育内容編成の基準として、各教科・科目の目標や教えるべき項目が示されてきた学習指導要領に、おそらく次期改訂でアクティブ・ラーニングの理念が加わる。このことは、直接的には、学習指導要領で各教科・科目の目標や教える項目ばかりか、教育方法まで定めようとしているかに見える。しかし、アクティブ・ラーニングのインパクトは教育方法論上の問題にとどまらない。アクティブ・ラーニングを通して子どもをどのような大人に育てようとするのかという、教育目標論の視点からも分析しなければならない。

2014 年 11 月の文部科学省による中央教育審議会への諮問「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）」には、社会構造や雇用環境の大きな変化を見通して、「新しい時代を生きる上で必要な資質・能力を確実に育んでいくことを目指し、未来に向けて学習指導要領等の改善を図る必要があります」と書かれている。中央教育審議会はこの諮問を受けて、2016 年 12 月に答申[5]を行っている。そこでは、育成を目指す資質・能力の柱を、次の 3 点に整理している。

(1) 何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）
(2) 理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）
(3) どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養）

そして、アクティブ・ラーニングについては、「特定の指導の型を目指した技術の改善にとどまるものではなく」、「一人一人の個性に応じた多様で質の高い学びを引き出すことを意図するものであり」、「それを通してどのような資質・能力を育むかという観点から、学習の在り方そのものの問い直しを目指すものである」と述べている。

すなわちアクティブ・ラーニングは、育成すべき資質・能力が語られた上での、その獲得のための教育方法となっている。したがって、各教科・科目の目標や内容を伝える教育方法の次元を超えて、子どもたちにどのような資質・能力を育んでいくかという教育目標論に関わるインパクトをも、アクティブ・ラーニングはもっているのである。さらに、各教科・科目の目標や内容と同時にあるいはそれ以上に、不確実な将来を生きるための資質・能力の獲得を目指すことは、「学習の在り方そのものの問い直しを目指す」、教育課程編成に関わるインパクトともなっている。

長尾彰夫は、「「コンテンツ・ベースド・カリキュラム」から「コンピテンシー・ベースド・カリキュラム」への変化の潮流」のなか、「「アクティブ・ラーニング」は、「コンピテンシー・ベースド・カリキュラム」をカリキュラムの構成としてではなく、その展開上の課題としてそれを引き受け、担保しようとするものとなっている」[6]と述べている。すなわち、「「アクティブ・ラーニング」は、学習においては、子どもたちの活動的、能動的な参加、学習が望まれる、求められるといった一般的な要請ではなく、そうした外皮をまといつつも、その本質的な特徴は、変化しつつある学力政策の要請を、カリキュラムの改革における新たな方向性と課題として受け止めていこうとするものとなっているのである」[7]。

頁）。

5) 中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」2016 年 12 月 21 日。

6) 長尾彰夫「「アクティブ・ラーニング」のポリティックス分析 — 新たな学力政策の展開とカリキュラム改革 —」（前掲『アクティブ・ラーニングの教育方法学的検討』78 頁）。

7) 同上。

1.3　アクティブ・ラーニングが目指す資質・能力の再検討

先述の「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）」には、「今の子供たちやこれから誕生する子供たちが、成人して社会で活躍する頃には、我が国は、厳しい挑戦の時代を迎えていると予想され」るとあり、そうした「新しい時代を生きる上で必要な資質・能力を確実に育んでいくことを目指」すために、アクティブ・ラーニングが次期学習指導要領のキーコンセプトとなろうとしている。それに対応する先の答申では、「変化の激しい社会の中でも、感性を豊かに働かせながら、よりよい人生や社会の在り方を考え、試行錯誤しながら問題を発見・解決し、新たな価値を創造していくとともに、新たな問題の発見・解決につなげていくことができること」を、学校教育を通じて子どもたちに育てたい姿の一つとして掲げている。

「知識をたくさん詰め込んでいるだけでは駄目だ。大切なのは、」というような言説は、これまで至るところでまた様々な形で語られてきたことだろう。「大切なのは、」に続くのは、「それを活用することだ」や「他者と協力しながら問題を解決しようとする態度だ」や「自ら課題を発見する力だ」といったところだろうか。こうして、知識をたくさん詰め込んでいるだけの学力とは違う「新しい学力」の必要性はいつの時代にも言われ、現在では「生きる力」としてスローガン的に集約されているようにも見える。知識の量やそれを測定する筆記試験の得点だけを見る「能力主義」を超えて、新たな時代に必要とされる汎用的諸能力を加えた「超・能力主義」が必要だとの見解もあるだろう。

確かに、「感性を豊かに働かせながら、よりよい人生や社会の在り方を考え、試行錯誤しながら問題を発見・解決し、新たな価値を創造していくとともに、新たな問題の発見・解決につなげていく」という目標設定は、理想的であり素晴らしいもののように映る。しかし、学校現場で日々悩みながら実践を積み重ねている側からすると、この目標達成の難しさを認識せざるを得ない。「超・能力主義」は、人智の及ばない超能力が必要だとする「超能力・主義」なのかと穿った見方までしたくなる。また現状で、このような「超能力」を感性豊かに日々発揮して問題を解決し、さらに新たな価値を創造してゆけるような働きがいのある職に就いて、生き生きと暮らしている人はどれほどいるのだろうか。アクティブ・ラーニングによって新しい資質・能力の育成を目指すことが、不確実で厳しい挑戦の時代にあっては「超能力」がなければ生きていけないかのような、脅迫的なメッセージになることを私たちは望まない。

厳しい社会だから、新しい資質・能力が必要であるという認識も確かにわかるし、その形成を目標として設定する意義も一面では理解できる。しかし、日々の 1 時間の授業でさえ、目標が達成できたと思えることはどれほどあるだろうか。教育の目標が達成されず、必要とされる新しい資質・能力を十分に育てられなかった子どもたちであっても、将来社会の中で生きていくことがそれほど困難でないような厳しくない社会、優しい社会を実現するという方向性はないのだろうか。

2　基調報告から

共同研究者の一人である吉田陽一さんは、分科会の基調報告で、日本の現代社会における格差の問題を取り上げた。2012 年の厚生労働省の調査によれば、日本では子どもの 6 人に 1 人が貧困家庭に属しているとされ、ひとり親世帯に限れば 5 割を超えるという。また 2014 年の短大を含む大学進学率は、全体で見れば 5 割強であるが、生活保護受給世帯に限ると 2 割に満たないというデータを紹介してくれた。

現代社会のこうした格差は、学歴主義や極端な競争主義によって一層拡大し、貧困世帯の子どもたちが負の連鎖から抜け出すことは、ますます困難になっている。吉田さんは、すべての子どもたちに学力を保証することが、未来ある子どもたちを負の連鎖から解き放つ一助になると述べた。こうした認識と決意をもって、格差拡大や学歴主義、競争主義といった現状を打破するべく、子どもたちに確かな学力を形成するための議論をしていこうと、基調報告を力強く結んだ。

3　数学教育の内容と方法の問題 — 分科会の報告レポートから —

3.1　但木功「小学校 5 年生多角形の面積「ありとスフィンクス」授業記録」

4 年生で学習した長方形の面積の求め方をもとに、平行四辺形、三角形、台形、ひし形、一般四角形の順に面積の求め方を考えさせる。確認テスト「みんな 100 点」を含め 11 時間にわたるひと単元まるごとの指導理論と授業記録をレポートしてくれた。面積を求める前に、いろいろな多角形の定義の再確認や、後に重要になる底辺に対する高さの概念の指導を丁寧に行ってから、平行四辺形を長方形に裁ち合わせることで面積の公式を導いている。

報告では、図形の授業を楽しく、そしてわかりやすくする数多くの手作り教具も紹介された。子どもたちが手で触って動かしながら考えることができ、お互いに問題を出し合ったりすることもできる。別の機会に但木さんの教室を見せていただいたことがあるが、後方にたくさんの教具やパズルが置かれており、休み時間にも遊びまた学べるようになっていた。

但木さんは、「子どもの計算力がなくて困る」といった場合に問題を簡単にしがちである傾向を疑問視し、「適切な困難さのある問題を出すことで子どもの意欲が高まり、困難さに立ち向かった結果としての深い納得や満足感が、計算力の向上にもつながる」と述べられた。

3.2　山田美彦「校舎 2 階の面積調べ」

学習に様々な困難を抱えた少人数の子どもたちと一緒に、体を張って取り組まれた実践の報告である。四則計算ができるようになってほしいという願いと、しかしただ計算練習の反復だけではいけないとの思いから、面積調べの活動を通した小数の乗法の指導を考えた。

メジャーに強い興味を示す子どもがいたことから、校舎 2 階にある大きさの異なる教室の縦横の長さを測定し、小数の計算によって面積を求めた。さらに、廊下の面積も導いている。そして、ある教室が新聞紙や A4 用紙で何枚分の広さかを調べるために、実際にそれらの紙を教室の縦横に並べて、全部で何枚分になるかを計算したそうである。

面積指導の一般的な指導順序としては、多角形が長方形に裁ち合わせられることを学んだあと、新聞紙や A4 用紙のような個別単位でいくつ分になるかを調べ、それから $1\mathrm{m}^2$ や $1\mathrm{cm}^2$ を普遍単位とし、最後に（縦）×（横）の公式を導くという流れが考えられる。討論のなかで、山田さんの実践はそうした流れと逆ではないかという意見もあったが、それでも、体を使った活動があったおかげで、面積が数値化可能なものであることは伝わったのではないかと思われる。

3.3　大竹宏周「「三人寄れば文殊の知恵か？」〜グループ学習を通して〜」

大竹さんはこれまでも、グループ学習を取り入れた授業実践を大切にし、本分科会で何度か報告してこられた。グループ学習では、表面的なグループ学習、すなわち、特定の生徒だけが活動し他の生徒が何もしない「お客さん」状態になることも少なくない。そこで大竹さんは、自分自身と他の学友たちの学びを最大にする協同学習の理論に基づき、研究と実践を積み重ねてきた。協同学習による学び合いでは、(1) お互いの協力、(2) 個々人に責任が存在、(3) アウトプット場面がある、の 3 点が重要であると指摘する。グループは生活班とは別で、格差がなく平均化するよう意図的に編成するとのことである。

報告ではそのような理論を背景とした、中学校 1 年生の比例と反比例、2 年生の三角形と四角形、3 年生の 2 次方程式の実践の概要も示された。このうち 2 次方程式では、解が平方根になる型から始めて次に平方完成してある型を提示し、最後に平方完成する型へと進む流れを意識して組み立てられている。いかに知恵を出し合っても意図する概念や方法が導かれないようでは、グループ学習の内実も上がらないであろう。教えるべき内容の選択と指導順序の構成は教師の仕事である。

このような学習を行ってもテストでの正答率は期待ほど伸びなかったといい、グループ学習による理解と定着は別物だと、大竹さんは悩ましげに述べた。議論では、その悩みに共感する一方で、そもそ

も定着が必要なのだろうかという発言もあり、数学教育の目標や評価のあり方をめぐって意見が交わされた。

3.4　渡邊勝「仏国高校教科書に見る複素数」

本分科会で毎年のように報告されている、渡邊さんによる仏国教科書の翻訳と分析である。その課題意識についてはこれまでの分科会報告でも述べられてきたが、日本の大学入試センター試験の弊害の認識がベースにある。大学などの高等教育機関に入学するための資格となるバカロレアの問題を検討するとともに、仏国の高校教科書を分析してその教育内容を探ることで、現在私たちが行っている教育を相対化しようとする壮大な意義をもつ研究に、渡邊さんは長年にわたり取り組んでこられた。

今回は、日本でいう高校 3 年生理系用の教科書から、複素数の分野を取り上げた。かの国では、バカロレアの合格率がかつて 6 割台であり、これに危機を抱いたことから、2012 年から改訂指導要領のもとで教育が行われているとのことである。その結果、指導内容の軽量化・平易化が図られた。例えば、何が何でも定理の証明を先にというわけではなく、具体例を先にするような柔軟性も見られる。その成果か、バカロレアの合格率は 8 割を超えるようになったが、渡邊さんから見て教科書における数学的厳密性は堅持されているという。

渡邊さんはさらに、バカロレアの哲学の試験問題も紹介してくれた。これは記述式であり、採点に手間がかかるだろうと想像できた。日本でも大学入試に関わる新テストで一部に記述式問題の導入が検討されているが、採点の公平性やコストの問題をどうクリアするかが論点の一つとなっている。大規模な記述式導入の実現可能性や是非についてはともかく、渡邊さんの、「教育は手間ひまかかるものであり、手間ひまかけなければいけないものである」という指摘は、改めて心に響くものであった。

3.5　黒田正弘「動画等を活用した 2 次不等式指導の取り組み」

黒田さんは、ノートが取れなかったり説明を集中して聞けなかったりする生徒が増えたと感じ、スタディスキルの調査を行った。この結果、言語の力は弱いものの音楽や身体運動の力は強いことがわかり、音楽や映像を活用した授業展開をしようと考えた。そして、2 次不等式の解き方を説明する動画を自作し、生徒に視聴させたそうである。

2 次方程式を、2 次関数のグラフを用いて解く場合、関数の値の変化を動画で見せることは有効であろう。しかし討論のなかで、例えば 2 次不等式 $(x-1)(x+1)>0$ は、1970 年代には右のような表を用いたグラフなしの指導だったという指摘があった。筆者は、その後グラフを用いるように指導方法が進化・改善したのかと考え、そうした理解に賛同して下さる立場の方もいた。一方、そもそも不等式とグラフは別物として考えるべきで、表を用いた解き方に戻る方がよいのではないかという意見もあった。

$x-1$	$x+1$
$+$	$+$
$+$	$-$
$-$	$+$
$-$	$-$

3.6　氏家英夫「落下運動と微分」「面積と積分」

「量に基づく数学教育」のスローガンを微積分において具体化した場合、どのような展開が可能であるかを提案した授業プランである。特に微分については「微分は接線の傾き」という報告も少なくないが、氏家さんは、それが微分の本質だろうかと疑問を投げかけ、運動の解析という視点から微分を捉えた授業を組み立てた。

また積分については、教科書では微分の逆、原始関数を求めることと定義されるが、積分は微分と独立に発展してきたものである。氏家さんのプランでは、微分とは無関係に、曲線図形の面積を求める区分求積法から入り定積分へとつなげている。定積分が先というのも、不定積分から始める普通の教科書の行き方とは異っている。

氏家さんはこれまでの本分科会で、指数関数・対数関数の授業プランなども報告されてきた。単元全体レベルの報告が少なくなっているなか、微積分をどう教えるか、あるいは関数指導全体をどう捉えるのかといった数学教育に対する思想を含み込んだこうした報告は、今後も分科会論議の一つの基点となる大変重要で貴重な財産である。大掛かりな道具がなくても実践可能な授業プランとなっており、様々

な学校での追試が望まれる。

3.7　津嶋雅顕「組立除法について（その 2)」

津嶋さんによれば、関孝和（1642〜1708）は、1685 年に出版した「解隠題之法」で、整式を $x-a$ で展開する方法として組立除法を考案したという。そしてこれは、1819 年にイギリスの数学者ホーナーが公式発表するより、1 世紀以上も早かったとのことである。

津嶋さんは、2016 年 7 月に行われた全道数学教育研究大会（北海道地区数学教育協議会主催）で「組立除法について（その 1)」を報告したそうである。筆者はその報告を聞いていないが、今回は、2 次式以上の組立除法の方法を示した。さらに、組立除法を用いて解く大学入試問題や、余りを求める場面以外で活用できる問題をいくつか紹介した。

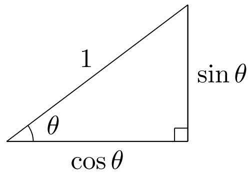
組立除法は、筆算で行う整式の除法の原理がわかった上で、係数部分のみを処理する簡便法として使う意味があるだろう。現在「数学 II」で扱われている剰余原理や因数定理との関係を含めて、どのようなひとまとまりの単元構成が可能なのかを考えさせられた。

3.8　高橋哲男「三角関数の導入としての学び直しの三角比」

高校 2 年生の「数学 II」で三角関数を教える場合、「数学 I」の三角比の内容がよく理解されていることは、ほとんど期待できないだろう。「数学 I」では直角三角形の相似から三角比が導入されるが、本実践では「数学 II」において、$\sin\theta$ を回転の中心角 θ に対する高さとしてイメージさせた。教える際に強調したかったのは、中心角と高さが比例しないことである。

具体的には、原点を中心とする半径 10cm の円周上に、$(10, 0)$ を始まりとして中心角 10° ごとに点をとったプリントを配布し、各点の y 座標を測らせた。このときプリントの幅の制約で、円の弧は中心角 120° で切れてしまっているのだが、y 座標を記録する表には 130° 以降、さらに 180° を超える部分まで記入欄がある。多くの生徒は対称性に気づき、130° 以降 180° まで表を埋めることができた。さらに生徒は、180° を超える部分も周期性に気づき正の数を用いて記録したが、距離ではなく高さを測ると考えてこの部分は負の数で表すと教える。

そして、斜辺 1 の直角三角形の「高さ — サイン」「よこ — コサイン」と語呂合わせも含めて $\sin\theta$ と $\cos\theta$ を定義するとともに、



教科書巻末の三角関数表を紹介する。この定義によれば、三角関数の基本公式 $\sin^2\theta+\cos^2\theta=1$ をピタゴラスの定理との関係で理解しやすいし、「数学 I」で $\frac{\text{高さ}}{\text{底辺}}$ と学んだ $\tan\theta$ が $\frac{\sin\theta}{\cos\theta}$ であることもわかりやすい。また、$-1 \leqq \sin\theta \leqq 1, -1 \leqq \cos\theta \leqq 1$ も、単位円をイメージすれば明らかだろう。

三角関数になってから回転角を入れるのではなく、90° 未満の三角比の段階から回転角で教えようという提案は、これまでの本分科会でもなされてきた。本報告は、そうした先輩たちの実践に学んだものである。

3.9　成田收「簡単な分数を小さい順に並べる方法」

3.10　真鍋和弘「Farey 数列と Ford の円」

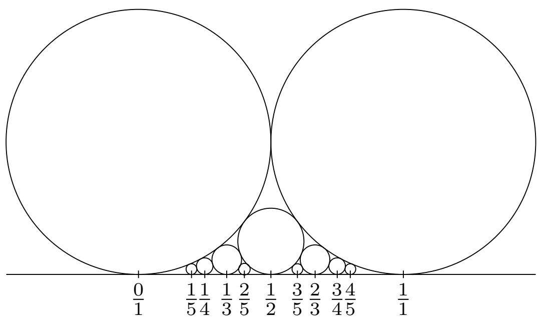
両者の報告は Farey 数列に関するものであった。別の研究会（北海道地区数学教育協議会高校サークル例会）において、今回の分科会にも参加されていた関口隆さんの報告を聞いて刺激を受けたといい、両者がそれぞれ掘り下げた結果を、共同研究の分担のようにして発表された。

Farey 数列の定義を確認しておこう。0 から 1 までの既約分数で、分母が n 以下のものを小さい順に並べてできる数列を n 番目の Farey 数列といい F_n で表す。例えば F_4 は、$\frac{0}{1}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{1}{1}$ である。

真鍋さんは、Farey 数列の性質として 2 つのこと、(1) 隣り合う 2 数の差が単位分数となる（例えば $\frac{2}{3}-\frac{1}{2}=\frac{1}{6}$)、(2)$F_n$ において $\frac{a}{b}, \frac{c}{d}$ を隣り合う分数として $b+d=n+1$ が成り立つとき、両分数の間に $\frac{a+c}{b+d}$ を挿入すると F_{n+1} が得られることを紹介した。後者の意味理解はやや難しいが、これを成田さんは、「F_4 のなかに分母が 5 の分数を、大きさの順序が守られるように埋め込むにはどうすればよいか」という問題として提示した。

正解は、$\frac{0}{1},\boxed{\frac{1}{5}},\frac{1}{4},\frac{1}{3},\boxed{\frac{2}{5}},\frac{1}{2},\boxed{\frac{3}{5}},\frac{2}{3},\frac{3}{4},\boxed{\frac{4}{5}},\frac{1}{1}$ である。例えば $\frac{3}{5}$ は、分母どうしの和が 5 で分子どうしの和が 3 になるような連続する 2 つの分数、すなわち $\frac{1}{2}$ と $\frac{2}{3}$ の間に埋め込めばよい。分数の計算 $\frac{1}{2}+\frac{2}{3}=\frac{3}{5}$ は誤りだが、ベクトルの計算 $\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}2\\3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3\\5\end{pmatrix}$ は正しい。真鍋さんが示した性質 (1)(2) の証明でもベクトルが活躍する。成田さんは、通分したり小数にしたりして分数の大小を比較できる小学校高学年の子どもとならば、Farey 数列の性質をめぐって楽しむことができるのではないかと考えている。

また Ford の円とは、数直線上の有理点 $\frac{p}{q}$ の上に、半径が $\frac{1}{2q^2}$ の円を数直線に接するように描いたもので、各円は重なることなく互いに外接する。下に示すのは、0 から 1 までの、分母が 5 までの有理点をとって描いた Ford の円である。Farey 数列 F_5 が表現する図の美しさと不思議さに引きつけられる。



3.11　成田收「倍数判定法で遊ぶ」

成田さんの学校で用いている「数学 A」の教科書の「整数」の部分には、$2,3,4,5,8,9$ の倍数判定法は載っていても 7 の倍数の判定法はなかった。これを生徒とともに考えたという実践が報告された。例えば 658 が 7 の倍数かどうかを判定するには、

$$\begin{aligned}658 &= 6\cdot 100+5\cdot 10+8\cdot 1\\ &= 6(7\cdot 14+2)+5(7\cdot 1+3)+8(7\cdot 0+1)\\ &= 7(6\cdot 14+5\cdot 1+8\cdot 0)+(6\cdot 2+5\cdot 3+8\cdot 1)\end{aligned}$$

であるから、$6\cdot 2+5\cdot 3+8\cdot 1$ が 7 の倍数かどうかを判定すればよい。

一の位、十の位、百の位の数それぞれにかける $1,3,2$ を「キーナンバー」と呼ぶことにする。10^n を 7 で割った余りを求めればわかるように、キーナンバーはこの後 $6,4,5$ と続き、そこから $1,3,2,6,4,5$ と循環する。余りの絶対値を小さくするためには $1,3,2,-1,-3,-2$ をキーナンバーとする方が便利な場合もあり、このことは、整数を一の位から 3 桁ごとに分けて足し引きを繰り返す 7 の倍数判定法、すなわち、例えば 839118 は $839-118=721$ が 7 の倍数ならば 7 の倍数、という判定法となる。また、任意の 3 桁の整数 ABC を 2 つつなげてできる 6 桁の整数 ABCABC が、必ず 7 の倍数であることの証明ともなる。

倍数判定法の授業は、「11 や 13 の倍数判定法を考えてみて下さい」と投げかけて終わった。ところがしばらくして、エラトステネスのふるいで 300 までの素数を見つける授業のあと、ある生徒が 13 の倍数判定法を調べ、見つけたキーナンバー $1,-3,-4,-1,3,4$ を報告しに来たそうである。筆者も素数の授業でエラトステネスのふるいを扱っているが、100 以下の整数しか考えさせずしたがって 7 の倍数までしか必要がなかった。成田さんの授業では、キーナンバーの発見による 7 の倍数判定法を教えたことと、13 の倍数判定法が欲しくなるような場面設定があったことの 2 点により、自ら課題を設定し主体的な学びに取り組む生徒に出会えたのだろう。この生徒にとっては、これもアクティブ・ラーニングと言えるのではないだろうか。

4　おわりに

「はじめに」で見たように、アクティブ・ラーニングは、生徒の主体的な活動を中心とする教育方法論上の授業形態の一つとして理解されるばかりでなく、コンピテンシー・ベースド・カリキュラムへの潮流や移行を意識しつつ、これからの厳しい時代を生き抜くために必要な新しい資質・能力を育てるという教育目標を、コンテンツ・ベースド・カリキュラムのなかで達成させようとする教育目標論・教育課程論上の課題としても意識される必要がある。

ここには、いわば「超能力」的であり、それがなければ生き抜くことが困難であると責め立てるかのような能力の形成を目標とすること自体の是非や、学習指導要領による教育目標の全体的規制と、教師

による教科・単元・1時間の授業づくりにおける目標設定の権利や責任の関連性など、いくつかの論点が指摘できる。また、アクティブ・ラーニングによる授業の画一化、パッケージ化が過度に進めば、教師による教材研究が非アクティブ化して教育内容の質はもちろん、アクティブ・ラーニングが目指す教育目標の獲得チャンスまで低下する懸念もあろう。さらに、子どもたち自身がアクティブ・ラーニングを相対化しそれを通して獲得が期待される資質・能力とは何かを考えたり、それらを獲得する意義を見出したりすることなく、漫然と活動に参加したり参加しているふりをしたりするだけといったことも、あるかもしれない。

しかしながら、教科教育におけるアクティブ・ラーニングには、教育政策や学習指導要領改訂の議論の意図とは外れあるいは逆行するかもしれない、次のような可能性を見出すことができる。すなわち、コンピテンシー・ベースド・カリキュラムの展開を意識したアクティブ・ラーニングが、かえって、コンテンツの重要性に気づかせてくれるという可能性である。

私たち合同教育研究全道集会の数学教育分科会は、

(1) 「数学は本当におもしろいんだなあ」という気持ちにさせるにはどうしたらよいか
(2) 楽しみながら、数学の世界が見える教材にはどんなものがあるか
(3) 子どもの学習意欲をもり上げる数学教育とはどんなものがあるか

を研究課題として、授業実践の交流を中心とした数学教育研究を進めてきた。そこでは様々な数学観・教育観に基づき、様々なアプローチによる数学教育研究の成果が報告され、議論され、蓄積されてきた。まさに私たち自身が、アクティブ・ラーニングの手法により数学教育とその研究について学んできたのではなかったかと気づかされる。「子どもたちには、数学教育を通してこのような大人になってほしい」という願いが込められた授業を、教育内容を選択するところから創造し、実践し、結果について議論する。そうすることで、また新たな数学教育上の課題に直面してきた。課題の解決は困難であり、解決したものなどほとんどないに等しいといえる状況かもしれないが、皆の協力で立ち向かい、解決に向けた最善の一手を探ろうと諦めることなく進んできた。

しかもこのようなアクティブ・ラーニングを行う私たちの集団は、どんな研究報告に対しても、「そこではいかなる数学的概念を教えようとしているか」という問いを立ててきた。多様な課題意識、研究手法、理論と実践を尊重しつつ、教育内容としての数学という点こそが共有する議論の出発点であった。すなわち、徹底したコンテンツ・ベースドな集団なのである。教育改革の議論のなか、教科教育におけるコンテンツは後景となりつつあるように映る。しかし、私たちは、遠山啓の「数学教育は数学を教える教科である」[8]という命題に賛同し、教科教育において教育内容をどうするかという議論を避けるわけにはいかないし、避けられるはずもないと考える。

子どもたちが、今まさに獲得したいと考えるような価値ある教育内容が楽しく教えられ学ばれ、教室内で新しい認識が発見され共有されるとき、その授業は必然的にアクティブ・ラーニングである。これは仮説である。先の分科会報告では、この仮説を実証するような授業実践や、そこに迫ろうとする研究成果を紹介してきた。コンテンツを後景に追いやるかのようなアクティブ・ラーニングは、これまで学習指導要領に記載されてきた教える価値に乏しい項目を消し去ってくれるとともに、私たちが価値のある新たな教育内容を発掘しそれに基づく授業を創造することで、後光の如くなったコンテンツによって包み込まれることだろう。

2017 年 1 月

（海星学院高等学校）

【付記】小論は、2016 年 11 月 5 日〜6 日に行われた「2016 合同教育研究全道集会」における、数学教育分科会の報告である。

[8] 遠山啓「数学教育の基礎」(『岩波講座現代教育学』第 9 巻、1960 年) 7 頁。