

# 数学教育におけるアクティブ・ラーニング

—数学教育の不易を踏まえて—

二宮裕之 埼玉大学教育学部自然科学講座 (算数・数学分野)  
飛田明彦 埼玉大学教育学部自然科学講座 (算数・数学分野)  
百名亮介 早稲田大学理工学術院総合研究所

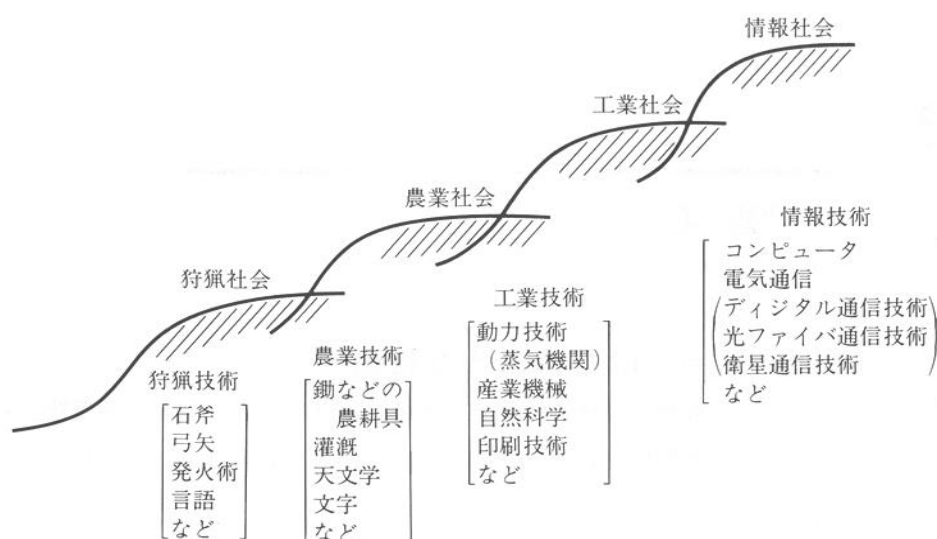
キーワード：数学教育、アクティブ・ラーニング、問題解決、方法的能力

## 1. はじめに

新しい時代に必要となる資質・能力の育成を具現化する方法として、「アクティブ・ラーニング」に注目が集まっている。一方で、新しい時代をきちんと見据えた議論が必要であるが、他方で、これまでの実践研究にまったく価値が無くなるわけではないことにも留意したい。これまでになされてきた素晴らしい教育実践の中には、教育における「不易」がきちんと押さえられているが故に、新しい時代にも十分通用するものがたくさんある。本稿では、「アクティブ・ラーニング」をキーワードとし、これまでの数学教育における成果を踏まえた上で、これからの数学教育について論を進めていきたい。

## 2. 数学教育における流行と不易

高度情報化と言われる新たな時代を迎え、教育のあり方も大きく変わろうとしている。アルビン・トフラーの著書『第三の波』(Toffler A. *The Third Wave*, William Morrow, 1980) では、人類の歴史における大きな技術革新の「波」の概念に基づいて、第一の波(農業革命)、第二の波(産業革命)に続く第三の波(情報革命)が、現代社会を席捲しつつあるとした。規格化・専門化・

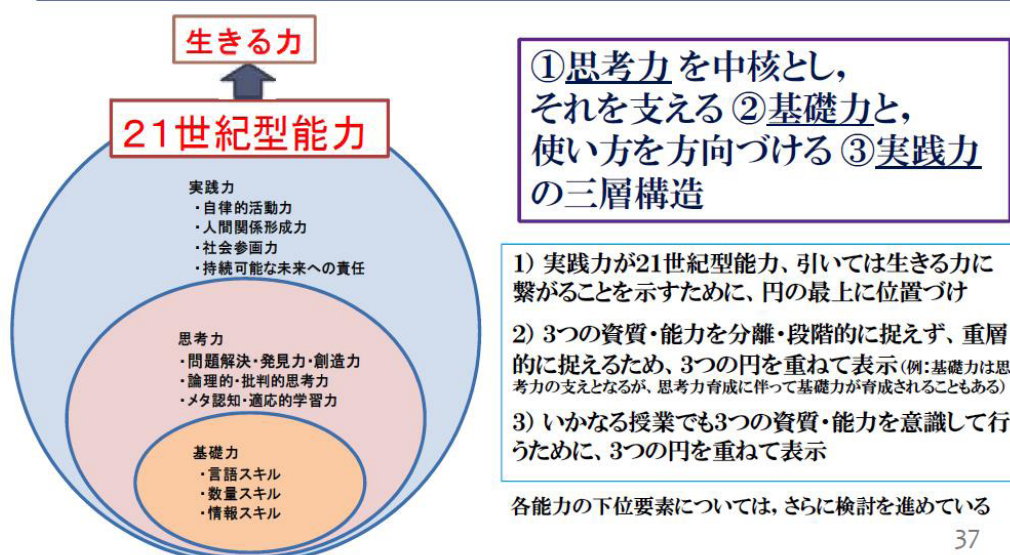


同時化・集中化・極大化・中央集権、といった工業化社会の特徴に対し、これらの観念を否定する「脱工業化（情報化）」を図る産業・職業は、既に社会に多く存在する。一説には、現在の公教育制度は産業革命に伴い確立されたものとされ、新しい社会（脱工業化社会）においては、新たにそれに相応しい教育のあり方を確立すべきといった意見もある。このような時代の変容には、私たち教育関係者も鈍感ではいられない。同様に、増田（1985）も同様の視点から、社会的技術と人類社会の変革について、上の図のように表している。（増田，1985，p.19）

社会の変容に対するこのような指摘を踏まえ、国立教育政策研究所は平成25年に、社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則をまとめ、その中で21世紀を生き抜く力を『21世紀型能力』として次のようなモデルを提案した。

### 3. (4) 求められる資質・能力の枠組み試案

21世紀型能力：「生きる力」としての知・徳・体を構成する資質・能力から、教科・領域横断的に学習することが求められる能力を**資質・能力として抽出し**、これまで日本の学校教育が培ってきた資質・能力を踏まえつつ、それらを「基礎」「思考」「実践」の観点で再構成した**日本型資質・能力の枠組み**である。



37

[http://www.nier.go.jp/05\\_kenkyu\\_seika/pf\\_pdf/20130627\\_4.pdf](http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pf_pdf/20130627_4.pdf)

そして、平成26年の中央教育審議会「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）」では、『アクティブ・ラーニング』という新たな概念が取り上げられた。ここでは次のような視点が示されている。

ある事柄に関する知識の伝達だけに偏らず、学ぶことと社会とのつながりをより意識した教育を行い、子供たちがそうした教育のプロセスを通じて、基礎的な知識・技能を習得するとともに、実社会や実生活の中でそれらを活用しながら、自ら課題を発見し、その解決に向けて主体的・協働的に探究し、学びの成果等を表現し、更に実践に生かしていけるようにすることが重要である。

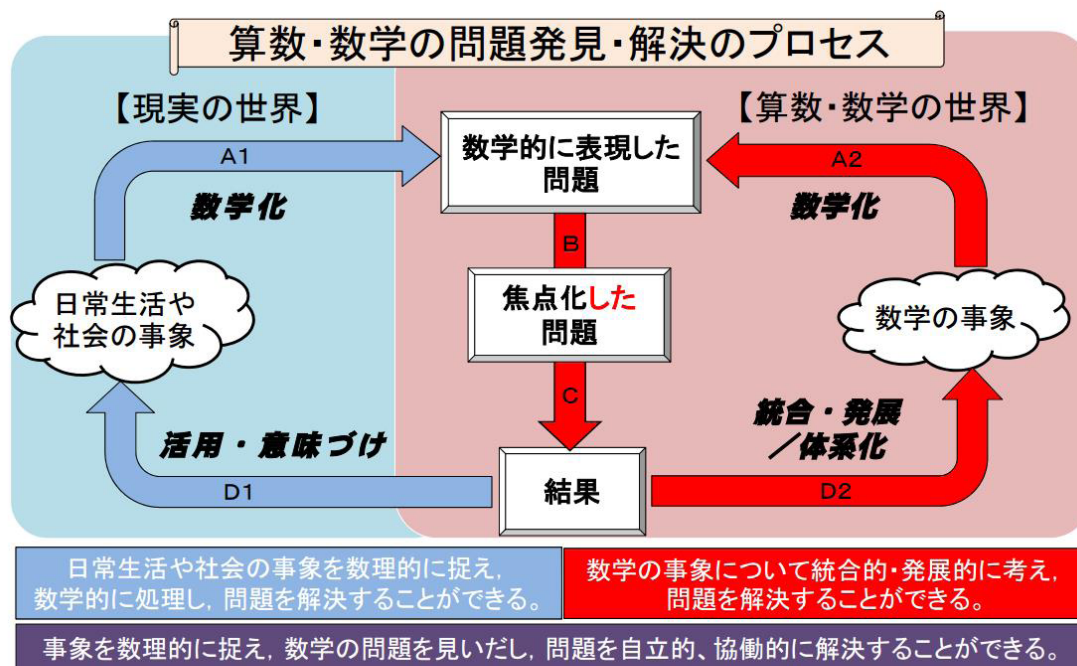
時代の変容に伴い、新たな教育のあり方が示されているものと理解できる。

さらに、中央教育審議会教育課程部会 算数・数学ワーキンググループ（2016）では、新たな

算数・数学の学習プロセスを提案している。ここでは「事象を数理的に捉え、数学の問題を見出し、持題を自律的、協働的に解決することができる」ことを目標とした上で

- ・日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に処理し、問題を解決する
- ・数学の事象について統合的・発展的に考え、問題を解決する

という2つの数学的活動を規定し、次のようにモデル化した。



※各場面で、言語活動を充実

※これらのプロセスは、自律的のときに協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにする。

※それぞれのプロセスを振り返り、評価・改善することができるようにする。

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/siryu/\\_icsFiles/afieldfile/2016/05/11/1370455\\_7\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/siryu/_icsFiles/afieldfile/2016/05/11/1370455_7_3.pdf)

一方で、日本の数学の授業では、伝統的に「問題解決」を重視してきた。これは、私たちの先人が長い時間をかけて確立させた、日本の数学教育が世界に誇るべきものの一つである。日本の問題解決の授業の特長として、「新たな知識や技能、数学的な見方や考え方を身につけていくこと」「問題や課題に対して生徒が自ら主体的に取り組むこと」「未習の問題を自分なりの方法で解くこと」などが指摘されている。実はこのような特長は、『アクティブ・ラーニング』の目指すところと同じと捉えることができ、日本の数学教育は従前からアクティブ・ラーニングを積極的に進めてきたと解釈することもできる。

今日の算数・数学教育において、例えば「生涯学び続け、主体的に考える力の育成」を新たな流行として捉えるなら、例えば「問題解決」は日本の算数・数学教育における不易として位置づけることができよう。そして、「数学的活動を通して、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」ことを目指すアクティブ・ラーニングは、一方で「生涯学び続け、主体的に考える力の育成」という新たな「流行」を具現化するものであるが、他方で「問題解決」という日本の算数・数学教育における「不易」を具現化したものとしても捉えられるのである。

私たち或いは私たちの先人が築いてきた数学教育には、「問題解決の授業」のように新しい時代

に通用するものが少なからずある。これからの数学教育を考えるにあたり、単に「新しいもの」だけに振り回されることなく、私たちの足元をもう一度見つめなおした上で、新しい時代に相応しい数学教育を考えていく必要がある。

### 3. アクティブ・ラーニングとは

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・学習法の総称のことである。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。(中央教育審議会, 2012)

平成24年の中央協議会答申は、大学教育の質的変換に向けての提言である。ここでは「生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学」がキーワードとなっている。そして、このような学習(学修)の必要性・重要性は、単に高等教育のみに留まらず、中央教育審議会(2014)では「新しい時代にふさわしい学習指導要領等の在り方」について諮問がなされた。ここでは、以下の3点の検討が求められている。

- ① 教育目標・内容と学習・指導方法、学習評価の在り方を一体として捉えた、新しい時代にふさわしい学習指導要領等の基本的な考え方
- ② 育成すべき資質・能力を踏まえた、新たな教科・科目等の在り方や、既存の教科・科目等の目標・内容の見直し
- ③ 学習指導要領等の理念を実現するための、各学校におけるカリキュラム・マネジメントや、学習・指導方法及び評価方法の改善を支援する方策

特に、①における「育成すべき資質・能力を確実に育むための学習・指導方法」の具体例として、また③における「新たな学習・指導方法」として、『アクティブ・ラーニング』は取り上げられている。

ところで、Activeという英語には、「活動的」という意味と「能動的」という意味がある。中央教育審議会(2012)による定義では、アクティブ・ラーニングの「アクティブ」は『能動的』という意味合いが強い。しかしながら、数学教育における文脈では、「アクティブ」を『能動的』『活動的』という両方の意味で捉えていきたい。そして、『活動的』という意味合いについては、従来から強調されている「数学的活動」の理念をそのまま援用するのが適切であると考えられる。即ち、数学教育におけるアクティブ・ラーニングを、「数学的活動を通して、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」ものとして捉えたい。

### 4. 方法的能力の育成

アクティブ・ラーニングは「汎用的能力の育成を図る」ものとされる。(中央教育審議会, 2012) ここで言う『汎用的能力』は、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験、などを

含むが、これらは「学習の内容」に対する「学習の方法」に係る諸能力としてまとめることができる。言い換えるなら、学習を進めていくために必要となる能力であり、例えば「思考力・判断力・表現力」などはその典型である。

2010年6月、アメリカの州教育長協議会州教育長協議会 (Council of Chief State School Officers) と全米州知事会 (National Governors Association Center for Best Practices) により、『各州共通基礎スタンダード (Common Core State Standards : CCSS)』が発表された。このスタンダードには大きく国語 (英語) と数学に関するものがあり、数学については「数学的実践のためのスタンダード」(Standards for Mathematical Practice) と「数学的内容のためのスタンダード」(Standards for Mathematical Content) とに分けられる。「数学的実践のためのスタンダード」には、次の8つが示されている。

- 1 問題の意味を実感し粘り強く解決すること
- 2 抽象的・量的な推論をすること
- 3 活発に議論を行い、他者の推論を評すること
- 4 数学を用いてモデル化すること
- 5 適切な道具を戦略的に用いること
- 6 正確・的確に学習を進めること
- 7 数学的な構造を見つけ、有効に用いること
- 8 繰り返しの推論を見つけ、規則を見出すこと

一方、全米数学教師協議会 (National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) は、各州共通基礎スタンダードの刊行をうけ、2014年2月に『行動のための原則 (Principles to Action)』を刊行した。『行動のための原則』では、効果的な学習指導の例として、次の8つの数学教育の実践をあげている。

- 1 学習に焦点化した数学のゴールを設定する
- 2 推論や問題解決を促す課題の実行
- 3 数学的表現を使い、関連づけること
- 4 意味ある数学的ディスコースの促進
- 5 目的ある問いを生成すること
- 6 概念の理解を伴う手続き的流暢さの構築
- 7 数学学習における生産的な困難を支える
- 8 生徒の考えを引き出し、用いること

これら2つのスタンダード・原則は、若干「数学色」が強く出ているものの、『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』と同様の趣旨のものがとても多いと捉えることができよう。

NCTMは、1989年に『学校数学におけるカリキュラムと評価のスタンダード』を刊行した後、2000年には『学校数学のための原則とスタンダード』を刊行している。これらのスタンダードは、「数と演算、代数、幾何、測定、データ解析と確率」といった算数・数学の内容に関わる『内容スタンダード』と、算数・数学の内容領域を横断する「問題解決、推論と証明、コミュニケーション、内容のつながり、表現」といった『プロセス・スタンダード』と呼ばれるものに大別される。プロ

セス・スタンダードとは、学習の過程（プロセス）において必要とされる能力であり、別の言い方をすれば、学習の方法に関わる諸能力の育成について述べたものである。内容領域を横断するという点において、上述した「数学的実践のためのスタンダード」や「8つの数学教育の実践」は、「プロセス・スタンダード」の発展型として捉えることができる。ここで述べられているプロセス・スタンダードを達成していくことは、アクティブ・ラーニングで言うところの「汎用的能力の育成」へとつながるものと考えられる。

方法的能力は、それを直接習得ことはできない。必ず、適切な内容の学習を伴い、内容の学習を通して習得されるべきものである。それは望ましい問題解決を進める数学的活動を通して習得されるものであり、また逆に、習得された方法的能力を有効に用いることで望ましい問題解決は進められる。数学的活動の充実を考える際に強調しておきたいことは、『方法的能力の育成』である。問題解決の授業の充実が方法的能力の育成へとつながるとともに、方法的能力の育成が問題解決の授業の充実へとつながる。

## 5. 日本の「問題解決の授業」

これまでの日本の数学教育の実践・研究において、我々の先人並びに我々は多くの成果を残してきた。そのことは、従前から日本の数学教育が高く評価されてきたことに加えて、近年では日本の「授業研究」に世界の研究者が注目するなど、様々な形で顕在化している。例えばアメリカで注目されている日本式の授業について、高橋（2000）はその顕著な特徴を「問題解決型の授業」とした。そしてその特徴を次のようにまとめている。

まず子供たちにこれまで学習したことのない問題を与え、子供たち一人ひとりが既習事項をもとに自ら解決をはかり、その解決をもとに学級で話し合い、よりよい解決方法、新しい考え方などを獲得していく授業の流れにある。（高橋，2000，p.18）

相馬・早瀬（2011）は「問題解決の授業」を『問題の解決過程を重視する学習指導』とし、算数の授業における学習指導法として位置づけた上で、具体的には次のように述べている。

問題を提示することから授業を始め、その問題の解決過程で新たな知識や技能、数学的な見方や考え方などを身につけていく学習指導（相馬・早瀬，2011，p.13）

さらに相馬（2012）では、問題解決の授業を次のように規定した。

問題の解決過程で、新たな知識や技能、数学的な見方や考え方に気づいていくように、教師が意図的・計画的に指導していく学習指導。一方的にやらされている学習ではなく、問題や課題に対して生徒が自ら主体的に取り組むことこそが重要（相馬，2012，p.14）

高橋（2000）によると、日本の問題解決型の授業、或いは問題解決の授業は、アメリカで一般的にいわれる問題解決学習(Problem Solving)とは異なるものとされ、構造的問題解決(Structured Problem Solving)と呼ばれている。構造的問題解決は、「未習の問題を自分なりの方法で解く」という点において特徴的であるとされる。それは、概念的アプローチ (Conceptual Approach) と探究的アプローチ (Investigative Approach) の両者をもその場その場で使い分けられていると考えられる。（高橋，2000，p.18）また相馬（2012）が述べているように、問題解決の授業は「問題や

課題に対して生徒が自ら主体的に取り組む」ものである。これらの点に鑑みると、日本の問題解決の授業は「探究的アプローチ」、「新たな知識や技能、数学的な見方や考え方などを身につけていく」、「生徒が自ら主体的に取り組む」といった特長から、「数学的活動を通して、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」という目的に適う学習であることが分かる。

## 6. 主体的に問題解決を行うために

アクティブ・ラーニングの目指すところは「汎用的能力の育成」を図るところにある。しかし一方で思考力・判断力・表現力に代表される「汎用的能力」は、子どもたちが主体的（アクティブ）に学習を進めていくための方略でもある。「主体的に」学ぶことを通して子どもたちに獲得させた能力は、「主体的に」学ぶことを実現させるために必要な能力でもある点に留意したい。

前述のとおり、アメリカ・NCTMは、1989年に『学校数学におけるカリキュラムと評価のスタンダード』を刊行した後、2000年には『学校数学のための原則とスタンダード』を刊行した。これらのスタンダードは、「数と演算、代数、幾何、測定、データ解析と確率」といった算数・数学の内容に関わる『内容スタンダード』と、算数・数学の内容領域を横断する「問題解決、推論と証明、コミュニケーション、内容のつながり、表現」といった『プロセス・スタンダード』と呼ばれるものに大別されている。アクティブ・ラーニングにおいて目的とされる「汎用的能力」は、例えばNCTMの言う「プロセス・スタンダード」と同じものとして捉えられる。

このように、様々に指摘されてきている「汎用的能力」の中で、本稿では「自分の学習を振り返り、自分の学習の成果を自覚的に認識する力」を取り上げたい。二宮（2006）は「学習活動と自己評価の一体化」という概念を提起した。ここで言う「一体化」とは、単に有機的なつながりを見出すことに止まらない。「学習をふり返りそれを評価した上でまとめる」という一連の評価活動そのものが、同時に学習活動の一環にもなっていることを指摘している。すなわち、学習活動と評価とは不可分なものであり、表裏一体の活動として相互構成的に構築されていくものと捉えられる。

更に二宮（2006）は、「学習のふり返りやまとめ」は、学習活動の終末においてのみ行われるものではないとした。学習活動を進める際に、実は常にそこには不断の評価活動が、意識的に／無意識的に必ず介在していると捉えるべきである。それは例えばメタ認知のように、自分自身の学習活動をモニター・コントロールする働きである。つまり我々は、「学習のふり返りやまとめ」を、学習の進展に合わせて絶えず行っていると言えよう。そして学習活動をこのように捉えると、学習とは『不断の自己評価活動の集成』として捉えることが適当と考えられる。

このような観点に立ったとき、学習の成果はもはや「知識や技能を獲得すること、或いは獲得された知識・技能そのもの」といった形で単純に捉えることはできなくなる。知識や技能の獲得（＝学習活動）は、自己評価活動と常に相互構成的になされている。そしてその自己評価の結果は、学習活動の成果として更なる学習のための礎となる。さらにその成果はメタ的に捉えられることで、更なる自己評価の対象とされる。このようにメタ的に再評価された自己評価（＝学習活動）は、学習者に客観的に捉えられた学習の成果であり、このような評価結果は学習活動と相互構成的に生成されている。このような意味において学習の成果とは、主観的に獲得された知識・技能に自己評価活動を介させ、客観的に捉え直したものと考えらるべきである。そこで二宮（2006）では、本

当の意味での学習の成果を、『知識・技能を獲得した自分を認識していること』としている。

数学教育において主体的に問題を解決していくこと、即ちアクティブ・ラーニングを十全に進めていくために、学習者は「自分は何が分かっているのか、何が分からないか」を自覚的に認識する必要がある。またそのような現状を踏まえ、教師は指導すべきことを明確にし、学習者に問うべきである。学習者は「学ぶべきこと」を自覚した上で、自分の学習を客観的に意識してそれを学ぶべきである。教師もまた「子どもが学ぶべきこと」「教師が教えるべきこと」をきちんと区別し、教えるべきことを漏れなく教えた上で、学習者の主体的な学習を促したい。

## 7. 学部教育における具体的事例

以上のような理念を念頭に置き、埼玉大学教育学部自然科学講座（算数・数学分野）の専門数学の授業において、次のような実践を進めてきた。

解析学においては、最初の極限の概念について全体の 1/3 を費やして説明した。特に多くの学生がつまずくとされる厳密な極限の概念（ $\epsilon$ - $\delta$ 論法、 $\epsilon$ - $N$ 論法）の学習においては独自の練習問題を課し、抽象的な諸概念をなるべくスムーズに理解できるよう努めた。問題は学生のノートをもとにして書かれた『飯高茂編、微積分と集合 そのまま使える答えの書き方、講談社サイエンティフィック』を参考にした。

また、数学が日常生活にどのように現れるか、どのように応用されているかを可能な範囲で説明するよう心がけ、例えば下記のようなことを行っている。

- ・距離と平均速度、瞬間の速度と極限・微分を結びつけて説明し、日常生活においてごく自然に微分の概念が使われていることを伝える。
- ・微分と関数の最大最小を求める問題への応用
- ・テイラーの定理の指導においては、関数を「(値を簡単に計算することのできる) 多項式で近似する」という考え方から、数値計算等に応用する。具体的には、テイラーの定理を用いて「ルート2」や「ネイピア数e」など、なじみ深い数値の近似値を学生に計算させる。
- ・「図形の面積を求めたい」というモチベーションからスタートし、そのために計算しやすい長方形の和で近似し、さらにその長方形を細かく・多くすると求めたい面積に近づくことを考え、長方形を細かく多くする極限とは何かという疑問から、極限の厳密な定義が必要であることを説く。
- ・条件付き極値・最大最小を、現実の問題と関連づけて説明した。また重積分を応用した面積・体積の計算等を実際に学生に計算させた。

演習の機会をなるべくもうけるようにしている。実際の授業では、証明を読んだり板書を理解しようとするよりも、実際の計算問題を解かせるほうが、少なくとも学生本人は理解が深まると感じるようであった。このため時間的余裕がある場合はなるべく演習の機会を設けるようにしている。十分な演習時間が取れない場合は簡単なレポート問題を課すことで補っている。

更に、証明を自力で一から構成させる試みも行っている。思い切って定理の証明の板書を（一部を除き）省くことにした。代わりに定理の証明をプリントで配布し、レポート問題として証明を答案に書かせた。具体的には第一段階で証明を理解しながら書き写させ、さらにその後何も見ずに自力で証明を答案に再現させるようにした。また、ディスカッションを介して学生に積極的に授業に参加させる試みも行った。あらかじめいくつかの問題を提示しておき、学生に問題の解答を



板書させる。その後、板書の解答について他の学生からの質問やツッコミなどを募り、それをもとに問題について議論させる。板書した学生、議論に参加した学生には平常点を与えた。

このような実践を通して、次のような課題が見出された。

1. 大学の解析学の最初の関門である極限の概念については、少なくとも感覚的には理解しているようであったが、感覚的な理解を実際の自分の言葉で証明や答案として再現するのは難しいようであった。
2. 演習問題をとらせる「習うより慣れろ」方式はある程度効果があったと考えるが、その一方で機械的に問題を解くことに終始する学生も多く見られた。実際、定義は言えないのに問題は解ける——例えば微分の計算が出来るのに微分の定義が書けない、など理解しているとは言えない答えが少なからず見られた。
3. 演習の答案、特に証明問題について、添削してほしいという要望が少なからずあった。答案添削は1で述べた感覚的な理解を自分の言葉で表現できるようになるためには大いに有用であると考えますが、現状では時間的な都合でほぼ不可能であった。答案数が少ない時、時間があるときは簡単なコメントをつけたことはあった。
4. ディスカッションは学生の間違いやすいポイントや理解しにくい箇所を明確にできるので、適切に行われれば非常に有益であると考えているが、現状では積極的に議論に参加する学生はそれほど多くない。これは教員の進行の仕方にも問題があると思われるので、より学生が積極的に議論に参加できるように改善点を模索していきたい。

#### 付記

本稿は、二宮（2016）をもとに、教科専門の視点から加除修正を行ったものである。

#### 引用参考文献

- 国立教育政策研究所（2013）『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』  
[http://www.nier.go.jp/05\\_kenkyu\\_seika/pf\\_pdf/20130627\\_4.pdf](http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pf_pdf/20130627_4.pdf)
- 重松敬一（1990）「メタ認知と算数・数学教育—「内なる教師」の役割—」『数学教育学のパースペクティブ』聖文社，pp.76-105
- 嶋野道弘・鈴木功一（2011）「多様な考えを尊重した学び合いが子どもの思考を促す」『VIEW21（小学校）』2011 Vol.2，ベネッセ教育総合研究所，pp.4-9
- 嶋野道弘（2013）「学び合う授業づくり・その本質と方法」『初等教育資料』2013年5月号，No.899，東洋館出版社，pp.6-11
- 相馬一彦・早瀬裕明（2011），『算数科「問題解決の授業」に生きる「問題」集』明治図書
- 相馬一彦（2012），『中学校 数学Q&A—授業づくりのスキルアップ』大日本図書
- 高橋昭彦（2000），「日米授業研究の現状と課題：アメリカで注目されている日本の授業研究」『日本数学教育学会誌』第82巻第12号，pp.15-21
- 中央教育審議会（2012），「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）」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm)
- 中央教育審議会（2014），「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）」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm)
- 中央教育審議会（2015）教育課程企画特別部会：論点整理  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/siryu/attach/1365624.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/siryu/attach/1365624.htm)

- トフラー (1980) 『第三の波』(徳山・鈴木・桜井訳) 日本放送出版協会 (原著: Toffler A. (1980), *The Third Wave*, William Morrow)
- 中原忠男 (1999) 『構成的アプローチによる算数の新しい授業づくり』 東洋館出版社
- 二宮裕之 (2005) 『数学教育における内省的記述表現活動に関する研究』 風間書房
- 二宮裕之 (2006) 「算数・数学学習における評価とその成果に関する一考察」『日本数学教育学会誌』 第88巻第10号, pp.12-21
- 二宮裕之 (2010) 「算数・数学教育における学習の所産に関する研究—自分の考えを表現する算数的／数学的活動の必然性について—」『全国数学教育学会誌』 第16巻第1号, pp.15-25
- 二宮裕之 (2016) 「数学教育の不易を捉え直す—数学教育におけるアクティブ・ラーニングとは—」『主体的に問題解決する力を育む数学学習指導—図形 全国学力・学習状況調査を基にした授業アイデア例—』 埼玉県算数数学教育研究会中学校部会編, pp.8-27
- 飛田明彦・町田彰一郎 (2016) 「教育学部数学・教科専門における教材事例研究」『数学教育学会誌』 Vol.57, No.3・4, pp.227-231
- 増田米二 (1980) 『原典 情報社会—機会開発者の時代へ—』 TBSブリタニカ
- 町田彰一郎・飛田明彦 (2016) 「教育学部数学における教科教育と教科専門との役割」『数学教育学会誌』 Vol.57, No.3・4, pp.181-185
- Council of Chief State School Officers & National Governors Association Center for Best Practices (2010), *Common Core State Standards*
- NCTM (1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics
- NCTM (2000) *Principles and Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics
- NCTM (2014) *Principles to Action*, National Council of Teachers of Mathematics

(2017年3月31日提出)

(2017年4月17日受理)

# **Active Learning in Mathematics Classes:**

## Based on Immutable Factors in Mathematics Education

**NINOMIYA, Hiroyuki**

Faculty of Education, Saitama University

**HIDA, Akihiko**

Faculty of Education, Saitama University

**HYAKUNA, Ryosuke**

Research Institute for Science and Engineering, Waseda University

### **Abstract**

In order to meet alternative skills and capabilities for new-coming society, whose keywords are computerization/informatization and internationalization, “Active Learning” is recently focused on strongly in Japanese education in general. We need to pay attention to have proper discussion for new technology era, but also we should pay more attention to our tremendous results and outcomes through what we have done in our history of Japanese mathematics education. Many teachers have been done marvelous mathematics classes, in which there are a lot of immutable and important factors. In this paper, proper and desirable mathematics education in near future is discussed by the keyword of “Active Learning”, with our LEGACY in Japanese mathematics education.

First of all, general view for new era, such as “*The Third Wave*” by A. Toffler, is examined. Several documents, which are discussed from such point of view, from Japanese Ministry of Education are also examined, and “Process Skills”, which is one of the Key concepts, is discussed. Considering such new trends, however, traditional Japanese “Problem Solving type lesson” is also examined as immutable factor in Japanese mathematics education. Finally, implications are pointed out from our daily practices.

**Keywords:** mathematics education, Active Learning, Problem Solving, process skills