

第99回全国算数・数学教育研究(和歌山)大会基調発表

日本数学教育学会 研究部 高等学校部会

高等学校部会

基調発表の趣旨

この基調発表は、前年の全国大会(岐阜大会)の高校部会における全体的な基調や各分科会の発表内容の概要及び研究の一部を先行研究として、次年度の全国大会(和歌山大会)の発表に向けて提案するものである。

和歌山大会高校部会の分科会は、下記のように分類できる。

目 標：教育課程

科目等：数学Ⅰ・数学A, 数学Ⅱ・数学B, 数学Ⅲ, 数学活用

方 法：問題解決・数学的な見方・考え方, 学習指導法・評価, ICTの活用

その他：大学入試, 基礎・自由研究, その他

これらの分科会をもとに、研究部高校部会では「教育課程」「数学活用」「数学Ⅰ・数学A」「数学Ⅱ・数学B」「数学Ⅲ」「学習指導法・評価」「問題解決・数学的な見方・考え方」「ICTの活用」の8編を基調発表としてまとめた。

基調発表の構成は、「1. はじめに」でその分科会の役割等を整理している。次に「2. これまでの研究経過」で主に岐阜大会の発表を先行研究として紹介している。その際、発表内容を個別に吟味し、発表された分科会に関わらず、基調発表の項目ごとに再分類を行った。発表の概要とともに、研究によって明らかにされた点等を整理して記してある。本論となる「3. 問題点と今後の課題」では、項目ごとに現状の課題や今後の研究の方向性を示している。特に、現行の学習指導要領に対して実践研究を深めるとともに、生徒の実態に応じた教育課程の編成や学習指導要領の検証に関する研究の推進が期待される。

さて2014年11月には、中央教育審議会に「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)」が出された。それを受けて、中央教育審議会初等中等教育分科会の教育課程企画特別部会では、学習指導要領の改訂に向けた審議が行われ、2015年8月には論点整理が、2016年8月には次期学習指導要領に向けた「これまでの審議のまとめについて(報告)」が公表された。

その中、「現行学習指導要領の成果と課題」、「課題を踏まえた算数科、数学科の目標の在り方」では、各学校段階を通じて、実社会との関わりを意識した数学的活動の充実等を図っていくことが求められる。「科目構成の見直し」では、「数学活用」は「理数探究(仮称)」及び「理数探究基礎(仮称)」が新設されることに伴い廃止する。「数学C(仮称)」を設けて高等学校数学科を「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」、「数学A」、「数学B」、「数学C(仮称)」に再編する。「学習・指導の改善充実や教育環境の充実等」では、「主体的・対話的で深い学び」の実現を求めている。

必要となる資質や能力に関して、中教審では「個別の知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」及び「学びに向かう力、人間性等」を挙げている。これらは、学校教育法に明記された学力の3要素を踏襲した形になっている。高等学校数学科では、1998年改訂の学習指導要領から目標に「創造性の基礎を培う」が明記された。1998年の教育課程審議会の答申では、「創造性の基礎」については「基礎的・基本的な知識・技能の習得を基にして、多面的にものみる力や論理的に考える力」と例示されている。今後、「必要とされる資質や能力」と関連づけた位置づけが求められるところである。

問題の発見・解決に向けた「主体的・対話的で深い学び(いわゆる「アクティブ・ラーニング(AL)」)は、数学科で言えば「数学的活動」における取組が該当する。数学的活動についても、1998年の改訂から強調されている。次期の改訂に向けて、生徒がいかに学ぶかという視点から数学的活動がますます重視されることについては、議論の余地がないところである。今後、高等学校の現場では生徒の学びの充実に向けて、各学習段階や生徒の実態に応じた「数学的活動」の実践を深めることが、今まで以上に重要となるであろう。

そのような背景の中、和歌山大会の研究主題は「生きる力をはぐくむ算数・数学教育の創造～主体性・多様性・協働性の育成を目指して～」である。

まさに今求められるテーマであると言える。全国大会では、テーマに基づいた各校の取組を共有するとともに、今後の数学教育に対する活発な議論が行われることを期待したい。

ところで、全国大会高校部会の分科会は、長い間上記の「教育課程」から「その他、基礎・自由研究」までの14分科会（かつては「数学C」も含めて15分科会）が設定されてきた。しかし、特に科目等の枠組みによる分科会の設定では、発表内容が当該科目等で扱う内容に限定される場合が多い。そのため、科目等を貫くように学習指導の中心に位置づく概念やそれらの豊かさに関わる討論が展開されにくい問題がある。実際、各科目間の系統性や関連性等の内容に関わる部分、数学的活動の実践的な取扱いやICTの活用、問題解決に特化されるような方法に関わる部分が精査されない実態もある。

学力の3要素や言語活動の充実が求められる中で、数学的活動の充実や今後一層求められるアクティブ・ラーニング（AL）等の「主体的・対話的で深い学び」も大きな課題となってくる。そのような今日の動向を踏まえるならば、「言語活動を重視した平面図形の学習指導」、「数学的活動を通じた微分の考えの扱い」、「中高の系統性を意識した統計の指導」など、内容と方法を組み合わせ、生徒たちに必要となる資質や能力の育成への取組が議論できる分科会構成についても、模索する必要がある。

全国大会の準備は、開催年の数年前から開催地となる都道府県において行われているが、開設分科会についての議論を深める機会がこれまでは殆どなかったように思われる。今後は開催を予定している都道府県と、日数教研究部とがお互いに働きかけ、全国大会の更なる充実を目指して、協働的に取り組んでいく必要もあろう。

なお岐阜大会では、他の基調発表に分類されない下記の発表もあった。

- ① 「大学生の考える実験数学教育～大学生による高校での模擬授業実践～」
- ② 「数学広報「えうれか」～数学への誘い～」
- ③ 「Entrance Exam to university in Japan and SAT in USA」

①は、大学生に自分が受けたかった授業はどんな授業か考えさせ、実践し、成果を上げた。教師を目指そうとする大学生に、コンピュータの利用や実験・工作を伴う授業を計画させる意義は大きい。

②は、中高一貫校の授業で数学通信を出し続けている実践である。この試みにより、教科書や問題集にある問題の数学的背景、社会的な位置づけ等も身につくことと思われる。

③は、集合、統計、オイラー関数等に関するの大学入試問題を日本国内の大学や米国のSATから選び、幅広く深く情報を得て、教材研究すべきであるという発表である。原稿も英文で書かれている。

（荻野 大吾）

1 教育課程

1. はじめに

現行学習指導要領が定着しつつある一方、文部科学省の中央教育審議会では、次期改訂に向けた各教科の審議をまとめ、新たな教育の方向性を示した。本分科会は、日頃から数学に取り組む生徒を間近に目にしているからこそ指摘・提案できる教育課程の評価を、意図・実施・達成の3つの段階で行い、次期改訂に向けた研究報告を全国規模で蓄積・共有していくことが期待されている。

本稿では、岐阜大会での研究発表を総括した上で、和歌山大会での「教育課程」分科会の方向性と今後の課題を提示する。

2. これまでの研究経過

はじめに、研究部で分類した岐阜大会までの「教

育課程」に関する発表件数の推移は以下の通りである。

年度	12	13	14	15	16
件数	24	10	4	5	16

岐阜大会では、SSH校や理数科での課題研究の取組だけでなく、工業科の特色を生かした取組や学校設定科目での学び直しの取組に関する報告があり、発表件数が増加した。和歌山大会では、次期改訂で新たに期待される科目や内容を念頭に置きつつ、現行教育課程の問題点を浮き彫りにし、その改善を促す研究発表を期待したい。

次に、岐阜大会での各発表が主として、教育課程を編成する上で、どの段階に着目したかで分類・整理し、各研究内容を紹介する。

・意図の段階：学校教育目標を設定するために、ど

のような教育課程を編成するか計画する段階。

- ・実施の段階：学校教育目標を達成するために、どのような内容をどのような教育課程編成で、生徒の実態に応じて扱うかを実施する段階。
- ・達成の段階：学校教育目標の達成状況を評価し、その評価を次の教育課程の改善・生徒の支援に生かす段階。

(1) 主として意図の段階に着目した研究

①「学校数学という数学の世界」

学校数学を「下位概念(学習指導要領,教科書),中位概念(加減乗除),上位概念(“かぞえる,はかる,くらべる,かえる”),最上位概念(数学の創造性)」として構造化し,内容項目にとらわれない,独自の中心概念から教育課程を編成する必要性を指摘した研究報告である。同一視・同値類の考えを“仲間”等,独自の中心概念を多分野に渡る内容を題材に例示している点が特徴的であった。

②「社会性が科学的思考力育成に与える影響に関する研究」

理科教育で重視される科学的思考力の内,「論理性」,「社会性」,「実証性」が,1年間の数学の授業を通してどのように変容するか,学期毎のアンケートを用いて分析した研究報告である。分析結果からは各性質の関連性は見えないが,それほどのようなことに起因した結果であるのか,さらなる研究報告を期待したい。

③「エンカレッジスクールにおける数学科の授業について」

都立高校の中のエンカレッジスクール5校(全日制課程普通科・工業科)の教育課程編成や授業体制について分析することで,新たな進学応援型エンカレッジスクールにおける数学科の授業の在り方について検討した研究報告である。30分授業や二人担任制等,都立高校独自の取組のねらいが詳細に報告されている点で示唆に富んでいた。

(2) 主として実施の段階に着目した研究

④「高等学校数学科における「課題研究」の位置づけに関する一考察」

SSH校での課題研究「統計解析入門」の実践事例を分析することで,新たに設置される新選択科目「理数探究(仮称)」の位置づけについて検討した研究報告である。研究の基礎段階と実践段階に

分けた教育課程編成の必要性や毎時間のポートフォリオ評価,中間発表会の実施など,論点整理で指摘された事柄を事例と照らして検証している点が特徴的であった。

⑤「課題研究を取り入れた授業について」

農業科SSH校での数学科課題研究の実践報告である。事前準備として「研究の進め方」や「プレゼン方法の習得」等,1年間の活動とともに生徒による活動の評価を紹介している点が特徴的であった。教師側で設定したテーマから生徒が研究に取組むことに留まらず,生徒自身がテーマ決定して課題研究に取り組み実践報告を期待したい。

⑥「SSH校におけるResearcher-Like Activityの試みⅡ」

研究者が実際に行っている活動について,学習者それぞれのレベルに合わせて模擬する活動を“RLA”という。本報告は,SSH校の課題研究において,RLAを取り入れた授業の実践報告である。和算家と数学者の活動の類似性から,題材を和算に限定しているが,代数や応用数学等,他分野も題材にさらにRLAの特質を明らかにして欲しい。

⑦「数学Bにおける他教科と関連させた教材の研究」

次期学習指導要領で重視される教科横断的な取組や新選択科目「理数探究(仮称)」を見据え,「数学B」の内容を題材に他教科・他科目との関連を図った教材及び授業の実践報告である。次期学習指導要領では「数学I」「数学A」以外でも課題学習が期待されつつあることを考慮し,「数学II」や「数学III」といった科目での取組も期待したい。

⑧「中・高等学校の系統性を意図した統計領域における数学的活動」

中高の統計領域における数学的活動の質的な深まりを目指した授業の実践報告である。「10cmセンス」を題材に中学の代表値・範囲の考え→偏差の考え→分散の導入と自然な発見から高校での新たな概念の導入といった展開が示唆に富んでいた。他領域についても中高で系統的に指導した際,どのような違いが明確化するのか,継続研究を期待したい。

⑨「中高の接続に関わる指導の工夫」

中高の円滑な接続を目指し,グループ学習やペア学習を取り入れながら,各科目での数学的活動

の充実を図った授業の実践報告である。単元全体での課題学習の位置付け方とともに、生徒の感想や評価を分析している点が特徴的であった。今後、教育課程にこれらの実践をどのように反映するか、継続研究が望まれる。

⑩「工業高校における数学教育のあり方について」

工業科の題材をテーマに数学科と工業科の教員がTTで実践した授業の実践報告である。クーロンの法則（磁気）の式変形と「数学Ⅰ」の式の計算を関連させる等の取組を通じて、生徒自身が工業と数学の関連性を実感している点が興味深い。次期指導要領を見据え、どのような工業の内容及と数学の内容を関連させることが可能か、さらなる分析を期待したい。

⑪「工業科目とのつながりを重視した数学の指導」

工業科目「電気基礎」の交流起電力の正弦波曲線を「数学Ⅱ」の三角関数で扱う等、工業科と数学科の内容の関連性を図った授業の実践報告である。物理現象の仕組みが、数学の学習プリントにも工夫して反映されており、さらなる教材の開発とともに、教育課程への位置づけ方についても検討して欲しい。

⑫「本校における学び直しの指導計画とその実践（数学Ⅰ）」

「数学Ⅰ」の各単元に応じて、中学校の計算の学び直しを取り入れた授業の実践報告である。課題考査で低かった内容について、小テストを実施し、その正答率の推移を分析している点が興味深い。今後、小テストの繰り返しだけでなく、具体的に単元の指導計画全体でどのような学び直しが必要になるか、さらに詳細な実践報告が望まれる。

(3) 主として達成の段階に着目した研究

⑬「本校理数科（課題研究）の取組と課題」

理数科「課題研究」の取組を総括し、所属校の課題研究の教育課程編成及び指導の課題を指摘した研究報告である。基礎知識の習得を重視し、2年次後期に「課題研究」を設定しているが、時間数の制限でPDCAのサイクルを十分に発揮できない等、課題研究の具体的な編成方法を検討する上で示唆に富んでいた。通年1単位への変更や新たな関連科目の設置等の改善を踏まえ、新たな研究報告を期待したい。

⑭「基礎学力の定着を目指して」

工業科高校で基礎学力の定着を目指し、「数学Ⅰ」の各単元で関連性の高い計算の学び直しを取り入れた授業の実践報告である。「週1回のテスト」、「教えあいの時間の確保」等の継続的な成果として、3年間で対象学科の基礎学力の伸びを報告している点が特徴的であった。今後、基礎学力とともに、どのように思考力・判断力・表現力の伸長を目指すか、さらなる実践報告が望まれる。

⑮「高等学校数学科における学習支援の在り方について」

岐阜県の「第Ⅱ期ステップアップカリキュラム研究開発推進事業」として、1年生を対象に週2回、学力支援講座を実施した授業の実践報告である。全体平均及び上位層の伸びは見られるが、下位層に課題が残るといった成果を、勤務校の教育課程編成の実情と関連付けて分析している点が特徴的であった。

⑯「学校設定科目を活用した学び直しの研究」

昼夜間定時制高校での学び直しをねらいとした学校設定科目「マルチベーシック」（三修制：週30分）、「カルチベーション」（四修制：週30分）の取組の実践報告である。独自プリントの整備、週末課題・小テストの導入等による科目の確立に伴い、学校の実態に応じた成果の過程を報告している点で示唆に富んでいた。今後、「高等学校基礎学力テスト」を見据え、「数学Ⅰ」と具体的にどのように関連付けるか、継続研究を期待したい。

3. 問題点と今後の課題

(1) 次期学習指導要領改訂の動向

平成26年11月に次期学習指導要領の改訂に向け、中教審への諮問がなされた。そこでは、新しい時代に必要となる資質・能力を育成するために知識の質や量だけでなく、学びの質や深まりを重視する方向性が示された。同年12月には、「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的改革について（答申）」が公表され、センター試験を代替する「思考力・判断力・表現力」を中心に据えた“学力評価テスト”，教育の質の確保を図る“基礎学力テスト”の導入が発表された。特に、高等

学校では、指導内容だけでなく、指導方法や身に付ける能力の観点から現行学習指導要領を見直すことが強調された。

さらに、平成27年8月にまとめられた「論点整理」では、学校教育法第30条で定める学力の三要素（「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力」、「主体的に学習に取り組む態度」）を継承する形で、育成すべき資質・能力の三つの柱として「何を知っているか、何ができるか（個別の知識・技能）」、「知っていること・できることをどう使うか（思考力・判断力・表現力等）」、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びに向かう力、人間性等）」が提案された。具体的には、これらを実現する方向性として、①学習指導要領等の構造化、②指導方法の見直し（アクティブ・ラーニング等）、③学習指導の改善と評価の一体化が強調された。

そして、平成28年9月に各教科の専門部会の議論を総括する形で「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（以下、中央教育審議会（2016））が公表された。算数・数学科では、資質・能力を育成するため、次のように問題解決の過程が重視された

算数科・数学科においては、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」といった数学的に問題解決する過程が重要である。

また、高等学校数学科では、①「数学活用」の廃止に伴い、「理数探究（仮称）」、「理数探究基礎（仮称）」の新設、②「数学C（仮称）」の新設と当該科目における活用面を重視した「データの活用（仮称）」の位置づけ、③「数学活用」における内容の「数学A」、「数学B」、「数学C（仮称）」への移行等、科目構成の見直しに関する記載が目立った。

今後、いよいよ答申の形で、次期学習指導要領の姿が形作られるが、本分科会でもこれらの動向を睨みながら、教育課程に関する研究報告を蓄積・共有していく必要がある

(2) 今後期待される研究の方向性

① 達成段階に着目した研究の推進

本分科会の研究の方向性を探る上で極めて重要となるのが、現行学習指導要領に基づく教育課程によって、生徒のどんな能力がどの程度育成されたのかを明らかにすることである。各学校の実態に応じて、学習者たる生徒の立場から、その目標をどの程度達成できたかを明らかにすることは、教育課程の改善に向けて不可欠な作業である。岐阜大会では、課題研究や学び直しの科目の位置づけを検証する報告があった(13、15)。しかし、達成段階に着目することで、さらに次のような観点からも提言できる。

(ア) 「数学Ⅰ」が必修科目であることを考慮すると、日本の高校生全員が学ぶ科目である。そのため、その目標や内容、方法、授業時間数の妥当性などには、常に注意を払わなければならない。これらを鑑みたとき、現行のように「数と式」、「図形と計量」、「二次関数」、「データの分析」の内容構成でいいのか、実際に「課題学習」を通して数学的活動を充実するゆとりを確保できているのか。

(イ) 算数・数学科の立場から、小学校から高等学校の必修科目「数学Ⅰ」までの10年間を見渡した際、コア・オプション方式に基づく内容構成を継続すべきか、そうでないならば、各校の事例を踏まえてどのような取組が可能なのか。

(ウ) 次期学習指導要領でも一層重視される統計に関する内容の系統性をどのように、小・中・高の接続やスパイラルな教育課程を見据えて実現できるか。

その他、例えば、(ウ)に関わり、学習指導要領改訂の度にその位置づけが話題となる「行列」や「複素数平面」についても検討することができる。今回、「行列」が「数学活用」に移行された理由の一つは、「抽象性の高い内容を詰め込んでも生徒には理解しにくい」ため、「学ぶ意味が分かるような扱いにする方がよい」と判断されたことである。この判断は、線形変換など、「行列」の数学的意味や役割だけを単独で扱うのではなく、その概念が生み出された背景などとのつながりを意識する重要性を示唆している。同様に、「複素数平面」も「複素数が単に形式的に導入された数ではなく様々な

場面で重要な役割を果たす数であるとの理解が必要」との理由で導入された(長尾, 2009). 岐阜大会では, 中高の接続を見据えた発表もあった(⑧, ⑨)が, 小中高だけでなく, 大学との接続も見据えながら, もう一度これらの位置づけを検討することも必要である.

② 数学的活動に関わる研究の推進

数学的活動とは, 数学学習に関わる目的意識をもった主体的な活動のことであり, 高等学校学習指導要領解説数学編には, 「第3章各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」の中で, 数学的活動の図式が記載されている. 前節で指摘したように, 審議のまとめでは, 資質・能力を育成するために問題解決の過程が重視されており, 算数・数学の学習過程のイメージ図も記載された. これは, 今までの数学的活動の図式を, さらに具現化したものになっており(中央教育審議会(2016), p.163), 問題解決の過程も, 「類似・発展問題」→「他領域・他分野の問題」→「教科横断の問題」と深化・発展することが期待されている.

そのため, 各分科会において, ある程度定着した数学的活動に関わる研究は, 審議のまとめで指摘された, 一連の学習過程のイメージと関連付けながら, 次の観点から推進することが望まれる.

(ア) 課題学習の位置づけを模索する研究

日本数学教育学会(2015)では, 次期改訂に向け, 課題学習を「数学I」「数学A」以外の他科目にも位置づけることを要望した. その背景として, 他科目にも課題学習を位置づけることで, 高等学校数学科の中で一貫して数学的活動を充実する機会を保障すること及び全国的な「数学活用」の履修率低迷の問題があった. 中央教育審議会(2016)では, 「数学活用」は廃止され, その内容は趣旨に応じて「数学A」, 「数学B」, 「数学C(仮称)」に引き継がれ, 新科目「理数探究(仮称)」でも, 数学的活動が充実されることが期待されている.

一方, 平成27年12月に開催された第9回高大接続改革システム会議の配布資料では, イメージ例ではあるが, 「大学入学希望者評価テスト(仮称)」のイメージ問題【たたき台】が例示されている. 数学では, 「スーパームーン」を題材に三角比を用

いて, その現実場面の状況を数学化し, 解決する問題が紹介されているが, これは中央教育審議会(2016)で例示された算数・数学の学習過程のイメージ図の活動と重なる部分も大きい.

そのため, 課題学習については, 岐阜大会での「数学B」における実践(⑦)や教科の枠を超えた工業科目と連携した実践(⑩, ⑪)のように, 「数学I」「数学A」以外の他科目や教科の枠を超えた実践報告を蓄積し, 教育課程全体から課題学習の位置づけを模索する機会を大切にしたい.

(イ) 新科目「理数探究(仮称)」及び「理数探究基礎(仮称)」の位置づけに関する研究

中央教育審議会(2016)では, SSH等の取組で成果をあげている課題研究と同様の趣旨の「理数探究(仮称)」及び「理数探究基礎(仮称)」を新設することを公表した. 具体的には, 科目の概要について, 次のように記載されている.

「基礎を学ぶ段階」では, 探究の過程全体を自ら遂行するための進め方等に関する基礎的な知識・技能, 新たな価値の創造に向けて挑戦することについての意義の理解, 主体的に探究に取り組み態度等を育成する…〈中略〉. 「探究を進める段階」においては, 基礎で身に付けた資質・能力を活用して探究の過程全体を自ら遂行し, 結果を取りまとめ, 発表するものとする. その際, 探究の成果としての新たな知見の有無や価値よりむしろ, 探究の過程における生徒の思考や態度を重視し, 主体的に探究の過程全体をやり遂げることに指導の重点を置くべきである.

これらの文言から, 本科目が特に, 思考力・判断力・表現力の育成をねらいとしていることが窺える. また, 数学的活動の観点から言えば, これらの記載は, 数学的活動の図式の活動とも類似しており, 今後, 長期的な探究活動の中で, 理数科の特質を生かしながら数学的活動を具現化することが期待されている.

岐阜大会では, SSHの取組を紹介することに留まらず, 本科目を見据え, 「研究の基礎と実践の段階に分けた教育課程編成がなぜ必要か」, 「探究活動を活発にするためにはどのような指導計画が必要か」といった報告が見られた(④, ⑬). 今後,

SSH校や各校の探究活動に関わる科目での取組を参考にしながら、具体的な指導報告に留まらず、科目の位置づけ方や単位数も含めて、その科目の在り方を検討していく必要がある。

文部科学省では、次期改訂の理念や基本的な考え方を「審議のまとめ」を通して示し、いよいよ答申、改訂の作業へと移る。本分科会は、学校現場の実態を踏まえながら、高等学校数学科の教育課程全体を見据えた研究を推進する責務を担っており、上述した動向を踏まえたさらなる研究を期待したい。

引用・参考文献

高大接続システム改革会議（2015）. 第9回配布資料「[大学入学希望者学力評価テスト（仮称）]で評価すべき能力と記述式問題イメージ例【たたき台】」.

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/shiryou/1365554.htm

中央教育審議会（2016）. 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」.

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm

長尾篤志（2009）. 「高等学校数学科 新学習指導要領で目指すもの」. 日本数学教育学会誌. 91(3). pp. 10-17.

日本数学教育学会（2015）. 「小学校・中学校・高等学校学習指導要領 算数・数学科改訂についての要望」. 日本数学教育学会誌. 97(11). pp. 13-20.

（上記URLはすべて平成28年9月現在）

（塩澤 友樹）

2 数学 I ・ 数学 A

1. はじめに

「数学 I」は、必修科目として高等学校数学の基礎的・基本的な知識・技能を習得し、それらを積極的に活用する態度の育成をねらいとしている。また、多くの高校生が共通して学習する数学的素養としての特性を有する科目であり、具体的には次の3点に留意したい。

- (1) 中学校数学の学習内容を発展させ、「数学 II」「数学 B」以降の科目を履修するための基礎となる系統性を図りつつ、「生涯学習の基盤」となる数学的素養を習得させる。
- (2) 課題学習だけでなく、日頃の授業においても数学的活動を一層重視し、生徒の主体的な学習を促すことで「数学のよさ」を認識させ、既習事項を活用できる態度を育てる。
- (3) 高等学校数学の履修を終える生徒にも配慮し、高等学校数学としてまとまりをもたせ、内容の完結性を図る。

一方、「数学 A」は選択科目であるものの、多くの生徒が履修している。工夫して数えることのよさを味わうなど面白さなどがある。

指導の際には次の2点に留意したい。

- (1) 小学校以来まとめて扱われることがなかった

「整数の性質」や中学校の内容を深化させた「作図」をはじめ、移行、発展された内容を統合しつつ、「数学 I」の内容を補完する。

- (2) 「数学 I」と同様、新たに位置づけられた課題学習を中心に、数学的活動を一層重視し、生徒に「数学のよさ」を認識させる。

本稿では、岐阜大会での「数学 I」・「数学 A」分科会での研究発表を総括した上で、今後の課題を提案する。

2. これまでの研究経過

研究部で分類した岐阜大会までの過去5年間の「数学 I」・「数学 A」に関する発表件数の推移は、以下の通りである。

「数学 I」における発表件数の推移

項目	年度				
	12	13	14	15	16
数と式*	3	2	1	0	0
二次関数	1	2	1	0	2
図形と計量	5	0	0	2	1
データの分析	5	7	6	9	6
課題学習等	4	4	2	1	6
計	18	15	10	12	15

※集合と論理を含む

岐阜大会においても「数学Ⅰ」ではデータの分析に関する報告が目立った。

「数学A」における発表件数の推移

項目 \ 年度	12	13	14	15	16
場合の数と確率	0	1	2	0	2
図形の性質	3	2	5	1	4
整数の性質	3	3	2	3	2
課題学習等	0	5	5	0	0
計	12	11	14	4	8

「数学A」では図形の性質に関する件数が比較的多い。

以下、岐阜大会における「数学Ⅰ」・「数学A」分科会における発表の研究の内容と結果の概要と知見を示す。

(1) 「数学Ⅰ」の研究概要

① 「My teaching method for math I whose class is 2 hours a week」

「数学Ⅰ」を2単位で指導するとき、「データの分析」をいつ学ばせるかを考察した教材研究。「2次関数」と「三角比（図形と計量）」の間が望ましいと結論づけた。その他、定義の重要性を主張している。

② 「基礎学力の定着を目指して」

基礎学力の定着を目指し、計算練習などを3年間を通じ継続的に指導した実践研究。練習問題に取り組む時間を確保したり、生徒同士がコミュニケーションを取ることを意図した結果、習熟度の向上や学び合いの場が増えるなどよい効果がみられた。領域や問題による定着度の違いなどの分析を期待したい。

③ 「数学的活動を軸にした数学Ⅰ『データの分析』指導－散らばりを数量化する活動を通して－」

「データの分析」の「相関」に関する指導において、統計的な知識を構成していく指導を考案した実践研究。共分散などの素地となる見方・考え方を確認できた。

④ 「数学クイズを用いて学習意欲を高める－全員が参加できる、学習意欲を高める教材開発－」

授業導入時の重要性について脳科学の観点を踏まえて検討。生徒が「数学は楽しい学問かも知れない」と思うようになることで生活指導の回数が増えるなどの効果も見られた。より多くの数学クイ

ズを期待したい。

⑤ 「数学ⅠAにおける課題学習について－本校の取組－」

課題学習の指導を数学科全員で取り組んだ実践研究。教員がテーマを設定、授業の他冬休みの宿題としてレポートを課した結果、生徒の積極的な姿勢や数学のよさを感じたことがわかるレポートが数多く見られた。課題学習を効果的に実施する際の参考となる。また、「課題研究」への橋渡しとしての「課題学習」という見方が興味深い。より充実した教材となることを望みたい。

⑥ 「わかる喜び、考える楽しさのある授業づくり－基調発表を踏まえて－」

批判的精神を働かせ、よりよい判断方法を創り上げようとする、根拠を明確にして判断すること、帰納的に考えわかりやすく説明しようとするを目標にした実践研究。導入課題などの工夫を示した。

⑦ 「数学科における統計指導のあり方に関する研究－標準偏差・相関係数からの探求－」

「分析したデータから結論付けられること」と「学習者の知識・経験から判断できること」を区別させる指導を目指した実践研究。グループで考察させることで根拠から判断しようとする姿勢を得やすいことなどを指摘した。「今後の課題」にも挙げられているようなグループでの活動・考察に着目した実践研究を期待したい。

⑧ 「分散・相関係数の直感的理解を目指して－グラフ電卓を活用し、関数の側面からも眺める－」

生徒にとって比較的理解が難しい分散ならびに相関係数をグラフ電卓・2次関数の平方完成・最小二乗法を用いて指導した。意欲的かつ長期にわたりデータの分析に関して研究されていることが伝わる。生徒の反応などを詳しく聞いてみたい。

⑨ 「本校における学び直しの指導計画とその実践（数学Ⅰ）」

学び直しについて、年間計画を定め実施した。その結果、授業の内容に合わせてその都度行うことで効果が出るのが明らかになるなどの成果を得た。より重点を置くべき問題の特定とその根拠が示されるとその利用が他校にも広まるかも知れない。

⑩「2次関数の指導－興味・関心を高めるために－」

ボールの斜方投射をストロボスコープで撮影した写真を用い、グループで2次関数を決定するなどの活動を指導した実践研究。興味関心が高かった一方、計算の工夫の指導が課題となった。

⑪「箱ひげ図を簡単に描く方法の開発－フリーソフトによるプログラムの作成－」

EXCELの四分位数の定義は教科書とは異なることから、統計解析向けフリーソフト「R」を用いて教科書の定義に準拠した箱ひげ図を描くプログラムを作成した。プログラムを活かした実践授業を期待したい。

⑫「判別式は見えるのか－動画教材の作成－」

2次方程式の判別式と2次関数のグラフとの関連を考察、グラフ上で判別式の「見える化」を試みた教材研究。生徒の反応の分析を期待したい。

⑬「『データの分析』の指導の工夫－箱ひげ図の利用を通じて－」

箱ひげ図を利用する課題学習において充実した数学的活動を目指した実践研究。多様な見方ができる題材を扱うなど工夫した結果、グループでの意見交換が活発に行われるなどの成果が見られた。

⑭「1辺両端角の三角形の面積公式と三角関数の加法定理－公式の表現とその間の関係式として－」

1辺の長さとその両端の角の大きさが与えられた三角形の面積公式を導き、その教育的価値を論じた教材研究である。

⑮「工業高校における数学指導の在り方」

工業高校における数学指導上の問題を解決するための方策として、ティームティーチング、小テストの活用、数学の内容と工業の各科における関連の紹介（例：建築工業科における三角比）などが示された。数学科と他教科との連携を今後も期待したい。

(2)「数学A」の研究概要

①「双心四角形の探究に関する授業実践－中高の接続を意識した図形教材の開発－」

双心四角形を用い、数学A「図形の性質」、数学I「図形の計量」を統合させた教材を開発。双心四角形となる条件・その面積等について考察した。その結果、中学校における別個の学習内容を統合し、高等学校での学習につなげていくうえで価値

ある実践となった。研究の進展を期待する。

②「商業高校における正多面体の指導の実践－サテライト校における書画カメラを使用した授業例－」

制限を加えて作図させたり、模型を用いて立体の性質について考察させる教材研究。課題学習・課題研究の題材としても有効と思われる。今後は実践研究を期待したい。

③「『整数の性質』の指導－生徒とかみ合う授業を探し求めて－」

素数や公約数等の指導において生徒の主体的な活動を引き出すため、スモールステップで教材を難化させるなど、生徒の認識に沿った教材を開発した。挙げられた今後の課題「子どもの現状に即した教材の選択」「教材の再構成」の解決を期待したい。

④「中国剰余定理の教材開発－RSA暗号理論の教材開発へ向けて－」

数学が身近な生活の一部に有効に用いられていることを示すことを目的に、暗号の理論に整数の性質が用いられていることを示すための中国剰余定理に関する教材開発を試みた。

⑤「数学Aの課題学習から数学Ⅱへの橋渡し－角の二等分線からアポロニウスの定理等を考える－」

数学Ⅱで学ぶアポロニウスの円の理解を深めることを目指し、単元「図形の性質」の課題学習において、三角形の内角の二等分線と外角の二等分線を同時に描くことを利用するなど、数学Aから数学Ⅱへの橋渡しを検討した。数学Ⅱを学ぶ際の導入としての活用も考えられる。

⑥「モンティ・ホール問題とGeoGebraの活用－探究活動の授業実践を通して－」

モンティ・ホール問題を実際に実験させ、GeoGebraを用いて統計的に処理、そのデータをもとに問題の答を導かせた実践。生徒は確率の計算が現実の問題解決に活かせることを実感できた。

⑦「球を箱に分配する問題を考える指導」

8個の球を3つの箱に分配する場合の数を求める問題について、球の色が同じ場合と異なる場合、箱が区別できる場合とできない場合、空となる箱がある場合とない場合を考え、8通りの問題を設定、グループでの活動を通して解決させた実践研

究。生徒は熱心に取り組み、班での議論も活発に行われた。

⑧『「図形の性質」の証明問題を通して感じたこと－図形領域の系統的な指導を目指して－』

単元「図形の性質」において証明問題を指導した実践から、生徒の感じた難しさ、気づきを挙げ、「仮定と結論をはっきりさせる」など指導上の留意点を整理した。今後は得られた留意点の一部に着目し、研究を深めることが考えられる。

3. 問題点と今後の課題

(1) 必履修科目「数学Ⅰ」の指導研究の積み重ね

「数学Ⅰ」は必履修であることから様々な生徒が学ぶ。したがって、他の科目と比較してその習熟の程度の幅は最も広いであろう。そのためか、研究概要では、科目に興味関心を持ちにくく理解度も低い生徒たちへの「学び直し」や基礎学力の習熟に関わる指導への示唆が多くある。一方、教科書を超えたり他教科または他科目との融合を意図した理解度の高い生徒への教材研究も見られる。いずれも意欲的に取り組んでおられることがわかるが、残念なことに、それらは各現場での研究にとどまり、先行研究を参考・引用にしたものは少なかった。これまでの研究を分析し、すでに検討された方法を改善したり、研究された未実践の教材を実践したり、といった研究を積み重ねることによりよい実践と研究が期待できる。

(2) 次期学習指導要領に対応した研究－課題学習の在り方

次期学習指導要領では「理数探究（仮称）」が科目として設置されるといわれる。その指導に向けて数学科ではどのように対応したらよいであろうか。

生徒は既習の内容を利用して探究するため、1・2年生が探究する際には「数学Ⅰ」・「数学A」の内容が有力な探究の内容、またはその際の武器となるといえる。我々は「数学Ⅰ」・「数学A」の内容

にこれまでとは違った教材観を求められることになる。

また、現場の数学科教員で生徒の研究を指導した経験は限られるであろう。「理数探究（仮称）」の基本原理は次のようにいわれる。

- ①さまざま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捉え、
- ②数学的な見方・考え方や理科の見方・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、
- ③探究的な学習を行うことを通じて、
- 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。

一方で、これまで「数学Ⅰ」・「数学A」では「課題学習」について「課題」は次のように説明された。

- ①生徒が興味を持って取り組もうとする課題
- ②どのような方法で解けばよいのか分からない課題
- ③多様な考えができ、次々と発展させることができる課題
- ④学習を通して生徒が何かを生み出したり獲得したりできる課題

これを見ると、課題学習における指導が「理数探究（仮称）」指導と重なりが多いと考えられる。目の前の生徒のためであると同時に、将来の「理数探究（仮称）」のためにも、課題学習を充実させることが求められているといえよう。

参考文献

- 文部科学省（2016）. 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」教育課程部会
文部科学省（2009）. 『高等学校学習指導要領；数学編 理数編』実教出版

（小林 徹也）

3 数学Ⅱ・数学B

1. はじめに

「数学Ⅱ」は、いろいろな式、図形と方程式、指数関数・対数関数、三角関数、微分・積分の考え、の5単元からなり、「数学Ⅰ」を学習した後に履修

させる科目であり、標準単位数は4単位である。学習の系統性に配慮し、高等学校数学の根幹をなす基礎的・基本的な知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し処理する能力を伸ばし、

それらを活用する態度を育てることをねらいとしている。また「数学Ⅰ」の内容を発展、拡充させるとともに「数学Ⅲ」への学習の系統性に配慮し、広い数学的な資質・能力の育成を目指している。

「数学B」は、確率分布と統計的な推測、数列、ベクトルの3項目からなる。「数学Ⅰ」を学習した後に履修させる科目であり、標準単位数は2単位である。科学技術が発展し情報化が進展する社会において求められる数学的な資質・能力に応えるため、「数学Ⅰ」より進んだ内容で数学を活用する基礎的な役割を果たすと考えられている。また生徒の実態に応じて、その内容を適宜選択履修させることになっているが、実際には普通科の多くの高等学校は、数列、ベクトルの2単元を選択している。

2. これまでの研究経過

研究部で分類した岐阜大会までの過去5年間の「数学Ⅱ」「数学B」に関する発表件数の推移は、以下の通りである。

「数学Ⅱ」

年度 項目	12	13	14	15	16
式と証明・方程式	0	0	1	3	1
いろいろな関数	3	2	3	2	2
図形と方程式	0	0	0	2	1
微分・積分	0	1	0	2	2
計	3	3	4	9	6

「数学B」

年度 項目	12	13	14	15	16
数列	4	2	3	3	2
ベクトル	2	2	1	1	2
確率分布と統計的な推測	1	0	0	1	0
計	7	4	4	4	4

以下、上の表の項目の順序に従って岐阜大会における発表内容の概要を示す。

(1) 「数学Ⅱ」について

①「提案「数学Ⅱでも課題学習を」－中津高スタンダードをチームで作りに上げる－」

数学の面白さをより強く伝えるために、生徒の実態にあう題材を研究し、課題学習を創り上げた。内容としては、日常の数値を式で表した線形計画

法や虚数 i の乗法に関するサイクル図やパスカルの三角形のパターンデザインなど、授業の導入やまとめといった場面で、AL型授業として適用できるものである。また数学科全員でチームとなって全単元の課題学習を提案し、意見交換を行うことで、完成度が高く説得力をもつ。

②「3次元空間に埋め込む－対数関数・三角関数－」

創造的な基礎を培う一つの方法として、次元を上げて、新しいモノを創り出す効果を狙う。その目的は、2次元平面で表現した対数関数を三角関数として位置づけ決定することで、円を螺旋として認識し、遊園地にある回転木馬の構造に通じることが報告された。有効な誘導やヒントを考案し、生徒の主体的な活動を通じて、新たな題材としての可能性が示された。

③「理解の定着と深化に焦点をあてた演習形式の授業展開について－数学Ⅱ・数学Bの基調発表を踏まえて－」

「数学Ⅱ」に絞り、別解や誤答例、思考や表現の系統性を通じて、熟考した演習形式の授業展開について紹介された。問題を通じて、定義・定理・公式を正しく理解しているかを問いつつ、考える楽しさを味わいながら知識を定着していく方法やいろいろなアプローチから解法を考えさせることで培う成功体験を取得する方法を表している。次年度以降、さらに題材を拡充した研究成果の報告が待たれる。

④「AL型授業のための教材づくり」

単元「図形と方程式」を一例として、指導していく際にあらゆる場面でAL型授業が活用できることを示し、より効果的に教材に取り組むための授業展開方法を提案した。グループワークとして教科書の練習問題・章末問題レベルの基本問題を精選した教材に取り組み、予め準備した振り返り用紙に記入させていくスタイルにより、生徒の理解度を把握しながら定着できる。グループを構成する生徒の学力への配慮が必要であり、教師の支援について課題が残った。

⑤「生徒の問いをもとにした微分の考え方の素地指導の研究－平均の速さと瞬間の速さの意味に焦点を当てて－」

微分指導の方針を探るものとして接線の傾きを

グラフ上で説明できるかについて、アンケート調査を行い、分析した。「速さが変化する」考え方や「ある区間で見ると」考え方などをどう関連づけていくか、似たような考え方がないかを示唆しており、考察を深めている点が特徴的であった。

⑥ 「図形を利用した定積分の計算Ⅱ」

原始関数を用いずに、立体の体積について図形的に定積分で求める教材例を紹介した。これより空間図形の感覚を養うことができる一方、機械的に覚えてしまうと計算結果はすぐに出せる。なぜ求められるのかという途中の過程に言及していくことが数学的な見方・考え方の育成に必要不可欠であることを認識してほしい。

(2) 「数学B」について

⑦ 「数列の指導－数学的帰納法と漸化式について－」

生徒の習熟が難しいとされる数学的帰納法や漸化式について、指導上の配慮すべきこととして、数列の帰納的定義や系統的な指導について報告された。引き続き、理論の指導の体系化についてもさらなる研究成果の報告を期待したい。

⑧ 「生徒の活動を生み出す分数漸化式の授業案－漸化式を変形したくなる分数漸化式の例－」

生徒と教師が一体となって、定数数列を表す分数漸化式を作成し、そこから解を求めていく学習指導案が報告された。その際、漸化式の授業についての問題点を分析することを通じて、試行錯誤の場を創り、考えるための道具の存在に気づかせるように工夫されている。漸化式についての理解を深め、貴重な教材共有ができた。

⑨ 「 $S = \frac{1}{2}|a_2b_1 - a_1b_2|$ の図形的な意味－アクティブ・ラーニングを試みて－」

ベクトルの外積についての理解を深めるために、「 $a_2b_1 - a_1b_2$ は図形的に何を表すのか。」「なぜ

$S = \frac{1}{2}|a_2b_1 - a_1b_2|$ が三角形の面積を表すのか。」

について展開していく授業実践が発表された。公式の可視化は多角的な見方ができる数学の面白さを認識できる題材でありながら、AL型授業への実践が乏しいため、普段から直面している生徒にふさわしい授業展開をしていくことが望まれる。

⑩ 「ベクトルに関する考察－内積・外積を図形的

に捉える－」

ベクトルの内積・外積を図形的に捉える考え方を授業としてどのように実践できるかを追究し、実践方法を提案した。ベクトルの概念の理解を深めていく内容に仕上がっているが、生徒が主体的に考えていくような授業展開が望ましいため、発問や展開方法の工夫が求められる。

3. 問題点と今後の課題

「数学Ⅱ」「数学B」は、普通科の高等学校の多くで履修されている科目として、数学科の中で重要な位置を占めていることは言うまでもない。高校数学の根幹をなす内容について学習し、数学的な素養を育むこと、自然科学や社会科学などの分野に将来活用する数学的な資質や能力を高めること、の二つの方向性を想定している。

また数学のもつ簡潔さや美しさは裏腹に、「数学Ⅰ」「数学A」よりもまして、「数学Ⅱ」「数学B」を習熟するのに若干でも不安がある生徒が多く見受けられる。教師と生徒とのさまざまなずれの違いの実態や、授業評価や観点別評価に関する実践研究を注視することが求められている。また「数学Ⅰ」「数学A」にある課題学習についても、「数学Ⅱ」「数学B」で取り入れることも時には必要であろう。生徒の学習意欲を高めるものとして効果的に活用でき、数学的活動を誘発する研究へとつながることだろう。

それゆえに、「数学Ⅰ」「数学A」から始まる系統的な全体の流れを通じたカリキュラム研究は必要である。これと同時に、よりわかりやすい授業を目指した教材開発や授業実践の研究や言語活動の充実について、日頃から地道な工夫や実践研究を共有することで、和歌山大会にて活発な議論が行われることを期待したい。

(1) カリキュラム研究

これまで大学受験の動向に偏りがちな教育課程が編成されている傾向が強い。しかし生徒一人一人の能力を高め、創造性のある豊かな人材を育てることの大切さを踏まえてみれば、本来何が大事で何が必要なのかを改めて考え、身につけさせたい数学はどんな内容でどんな力なのかについて、明らかにする必要があるだろう。高等学校で扱う

数学全般に目を向け、「数学Ⅱ」「数学B」の内容を見つめ直すことも必要であろう。

具体的には、従前の問題点も含めて、次の点が挙げられる。

- ① 必履修科目「数学Ⅰ」を踏まえて、従前と相変わらず「数学Ⅱ」の内容は多いが、大枠は変わっていない。そこで各学校の実態として、どのような年間授業計画を立てているのだろうか。
- ② 微分・積分の考えを理解するには、図形と方程式、いろいろな関数とそのグラフ、そして数列の各単元を既習であることを前提としたい。またベクトルは図形と方程式を既習事項としたい。これにさからう内容の取り扱いはあるだろうか。
- ③ 「数学Ⅱ」「数学B」は「数学Ⅲ」への系統性を考えると理解の定着度に工夫が必要であるが、どのように授業展開しているのだろうか。
- ④ 「数学Ⅲ」を履修しない生徒にとっては、現在の「数学Ⅱ」の学習内容は適切に完結できているか。例えば、微分・積分の内容が整関数にとどまる一方、計算に終始し結果だけの理解に強いている傾向があるが、これで微分・積分の本質が伝わっているといえるだろうか。

上記のような諸問題に対し、各校での取り組みやカリキュラムの工夫等は非常に参考になる。ところで、中央教育審議会の答申を受けて、新学習指導要領の概要が公示される運びであるが、移行までの数年間は現行の教育課程が存続されることになる。そのため、次期の教育課程を見据えた現場からの発信が是非とも必要であろう。

(2) 教材開発や授業実践の研究

学校生活の中で、教師は生徒にさまざまな支援を働きかけるが、その中でも重要視されるものは、やはり授業であろう。日々の授業そのものに対し、多くの工夫の結集が求められている。「数学Ⅱ」「数学B」では「数学Ⅰ」「数学A」に続けて学ぶ生徒を対象に、多岐にわたった各項目の学習内容を扱い、いっそうすぐれた数学的な資質・能力を身につけさせることが必要である。指導に当たって、生徒がより広い数学的な視点のよさを納得できるようにし、いたずらに技巧的にならないようにすることができているだろうか。

他にも結果や成果を求めすぎて、問題の解法やその手順の説明に、あるいは概念理解のための表面的な説明に終始していないだろうか。そもそも現行の学習指導要領の数学科の目標には、「数学的活動を通して…」と明記されているため、生徒が主体的に考え、自ら見だし、生徒自身が説明し伝え合う授業が必要とされている。加えて試行錯誤しながら1つの問題を粘り強く考える思考力を育成する教材や社会生活への応用も含めて、幅広く活用できる教材の開発を期待したい。

具体的には、従前の問題点も含めて、次の点が挙げられる。

- ① 微分・積分やベクトルといった単元の導入過程や数列の授業展開をはじめ、単元のまとめなど基礎・基本を教授する上で、教材開発の工夫の余地はあるのではないか。
- ② コンピュータを用いた授業展開や教具を用いた授業実践など渴望している事例について出尽くされていないと考えられないか。
- ③ 「数学Ⅰ」のデータの分析を基盤とした資料の整理や分析を学ぶ確率分布と統計的な推測を扱う統計分野について、研究や実践の報告があまりなされていない。また確率分布と統計的な推測を積極的に取り組んでいる学校は少ないのが現状であり、この単元の指導方法を充実していく研究報告が待たれる。
- ④ 数列は具体例を対象にしていながらも難解であると感じている生徒が増えている。その要因の1つとして、 Σ をはじめ、使用している記号にあるとしたら、どのように克服していけばよいだろうか。そもそもその仕組みや解法についてまた他の要因があるならば、それを探ることも必要である。

(3) 充実した言語活動の育成

言語を「数式などを含む広い意味での言語」として広義にとらえ、言語としての役割が強く認識されている。そのため、言語力の程度が学びの質を左右するといっても過言ではない。

また基礎的・基本的な知識や技能の習得とともに生徒の言語活動の充実をはかり、思考力・判断力・表現力の育成が重視されることになった。実

際、全国学力・学習状況調査の結果をみると、調査「中学校数学B」（活用の問題）において、数と式、図形、関数、資料の活用とすべての分野において、数学的に事象を解釈し、数学的に説明することに課題があると指摘されている。

そもそも言語活動は「習得した知識・技能を活用して課題を解決すること」ができるようにするために、必要となる思考力・判断力・表現力等の育成と関連づけられている。中教審答申では、そのために不可欠な学習活動として「①体験から感じ取ったことを表現する。②事実を正確に理解し伝達する。③概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする。④情報を分析・評価し、論述する。⑤課題について、構想を立て実践し、評価・改善する。⑥お互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる。」が例示されている。

そして、言語力の育成には、計算や数量の意味を実際の場面と結びつけて理解させる指導の充実

を図ることや、日常の事象を数学的に捉えたり、学んだ数学を生活に生かしたりする指導の充実を図ることが強く求められている。具体的には、次の4項目について、いずれも言語力の育成と深く関わりとされていることを留意されたい。

- ① 筋道を立てて説明したり論理的に考えたりして、自ら納得したり他者を説得したりする指導を行うこと。
- ② 帰納的な考え方や類比の考え方、予測や推測を検証するための演繹的な考え方を育む必要があり、それらの考え方をよりよく用いるために必要な言語力を身に付けさせること。
- ③ 事実の説明あるいは理由や手順や説明の仕方を身に付けさせること。
- ④ 根拠をもとにして、ある事柄が「正しい」「正しくない」ということを明確に説明できるようにすること。

（青木 弘）

4 数学Ⅲ

1. はじめに

高等学校の学習指導要領の目標では「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扱う。このことは小学校・中学校の学習指導要領の目標での「数量や図形（など）」に関する基礎的な概念や原理・法則についての理解などが対象であることと大きく異なる点である。

高等学校学習指導要領解説にもある通り、「高等学校における考察の対象は、数量と図形に限定されるのではなく、それらを含んで体系化された「数学」であり、生徒自らの特性等に応じ選択して学習する「数学」の内容全体でもある。」ため、既習事項の総体としての数学を、いたずらに細分化・限定化することに腐心するのではなく、より高次の数学の学習へと導くことが重要である。高等学校で数学の本質が授業で生徒に体感できるよう、授業者にとって「数学Ⅲ」の指導内容と数学の他科目の指導内容をともに深く研究した、体系的な理解が必要である。

「数学Ⅲ」の目標は学習指導要領において「平

面上の曲線と複素数平面、極限、微分法及び積分法についての理解を深め、知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察し表現する能力を伸ばすとともに、それらを積極的に活用する態度を育てる」であり、同解説において「数学Ⅲ」を履修する生徒を「数学に強い興味や関心をもって更に深く学習しようとする生徒や、将来、数学が必要な専門分野に進もうとする生徒が履修する科目」と想定している。

さらに、「数学Ⅲ」の内容に関しては、(1)平面上の曲線と複素数平面、(2)極限、(3)微分法、(4)積分法の四つの内容で構成されている。極限、微分法、積分法での解析の内容や、平面上の曲線と複素数平面での代数的・幾何的内容も含まれている。したがって、「数学Ⅲ」で新たに学習する内容だけでも、与えられた座標系において既習事項を有機的に関連付けて指導する視点や、生徒の実態に応じた指導法の工夫、および教材開発が求められている。数学における広い視点を踏まえた研究報告が、今後より一層期待されている。

2. これまでの研究経過

数学Ⅲ分科会の内容に該当する発表の過去5年間の推移は次の表の通りである。

項目 \ 年 度	12	13	14	15	16
極限・級数	1	0	1	2	1
微分・積分	5	3	4	3	3
式と曲線	1	2	2	4	1
複素数平面	3	0	2	1	1
計	10	5	9	10	6

過去の発表は、基礎・基本である技能習熟のための学習内容の整理と指導法の研究、学習内容が成立する背景や根拠の教材研究、発展的・一般的な観点の研究、活用を目指して物理学や工学などの関連を考察する研究が多い。今年度も基礎から応用・活用の分野まで幅広い研究成果が発表された。

岐阜大会の発表の中で数学Ⅲ分科会の内容や趣旨に沿ったものを選ぶと以下の通りである：

① 図形を利用した定積分の計算Ⅱ

図形感覚を養うと「数学Ⅲ」で原始関数を使わなくても定積分が求められる場合があり、複雑な計算の回避とともに、微積分の基本定理がより深く理解できるという例を多く示している。計算に埋没しそうになるとき、カヴァリエリの原理などの自然な図形や数量の感覚も問題解決の方法の1つであることを示している。それらを明示的にすることで「数学Ⅲ」の授業実践と教材開発をより活発で自然なものにしていく範例になっている。

「数学Ⅲ」の教材での図形感覚を養うことの重要性を気付かせる教材研究を継続・累積させることは、教員間で共有することで授業の指導力の向上に資する。今後の更なる成果に期待する。

② 積分計算の効果的な指導法について

不定積分と定積分の両方をまとめて習熟させることで、積分の内容が多い「数学Ⅲ」学習に積極的に取り組み、より高次の理解への興味や関心を持たせるため、微分の逆演算としての積分、被積分関数の変形による積分、置換積分、部分積分の4つのタイプ別プリントを作成し習熟を図る実践をしている。実践の結果、授業中の計算における問題提起や発問等がしやすくなり、授業後では生徒の質問が増え、グループワークによる活発な姿

勢になっている。

「数学Ⅲ」の授業でつまずき、自信を無くさせることがない指導法の一つとして、継続的な生徒の積分に対する苦手意識を減らす授業等での取り組みが今後においても重要な研究・実践分野であることを示している。

③ 複素数平面におけるつまずきと指導法について

複素数平面の学習は、三角関数、平面ベクトルの学習到達度に関連するとの仮説の下に、習熟度別のグループごとに調査をしている。

結果、習熟度に限らず三角関数やベクトルの苦手意識は複素数平面の学習到達度に影響し、「数学Ⅱ」、「数学B」において不得意分野を作らないよう指導することが必要であることを得ている。

また、「数学A」の図形の性質の学習到達度が、複素数平面における平面図形への応用に影響し、二次関数や場合の数と確率および「数学B」の数列の分野は計算力に影響する結果を得ている。

これらの調査結果が示すことは様々な科目の授業をする上で、共通して常に前提条件として意識を持つことが必要であることを示している。

④ 現実事象の探究を通した数学の学習に関する一考察－微分方程式と「感染症の流行予防」問題－

数学的モデルとしての微分方程式の創出を試み、数学的活動を踏まえた現象の探究を通して、授業で数学的モデルを創り出している。感染症の数理モデルを題材として、具体的な人数から関係式を立て、漸化式、差分方程式、微分方程式へと理解が深まる毎に、感染者数の差分を通して増加量が比例の関係にあることと同時に平均変化率になっていることに気付かせている。漸化式に定式化する中で分析する活動や、関係の記述、離散量から連続量への扱いについて授業で実践している。

微分方程式は、広く様々な分野で利用されている。離散量の変化を立式することで、連続量の変化の一部分としてとらえ解析して扱うことは、数学を研究する上で必要な見方・考え方である。今後も研究・実践を続けることで、特定の現象の構造の解明で終わることなく、生徒がより高次の数学的な構造が分かり数学のよさが体感できたこと

が示されることが期待されている。

⑤ 数学の面白さが分かる発展的教材の研究(Ⅶ)
-面積(積分)を使った自然数の累乗の和-

平方数の和を積分で求めることについての教材研究を通して、立方数の和、4乗数の和を積分で求める方法にまで一般化している。

一方で連続量の結果から離散量を得る教材であることがユニークである。一般化を通して数学の面白さを示すことができる教材の研究は、生徒へ数学のよさを体感させることにつながる。今後継続して研究成果を教員間で共有することが必要である。

⑥ 高校数学における極限概念に関する実証的研究

極限概念を形成するための教材を、「数学第一類」の教材から提案し、その有効性を検証している。また、区分求積法も土地の面積をできるだけ精度を高く測定することや、二次関数のグラフの面積を上極限と下極限で考えさせている。極限值が存在することについて、限りなく近づくと一致しないことを直観的に理解させるため、不等式と背理法を用いて生徒に理解をさせている。

高等学校学習指導要領解説の「数学Ⅱ」(5)微分・積分の考えの内容の取扱いについて「極限については、直観的に理解させるよう扱うものとする」とある。実数が連続であることと、上(下)に有界な単調増加(減少)数列が収束することは同値である。この直観に反しない事実を証明するためには、大学においてより深く学ぶ必要がある。

しかし、実数の連続性の直観的な理解は、生徒の実態や理解の度合いに応じて連続であることを感覚的に理解させたり、本実践のような不等式と背理法を利用した理解など、様々な方法を教員間で共有し、大学との接続をも加味した累積的な研究が今後も必要である。

3. 問題点と今後の課題

(1) 教材の開発

「数学Ⅲ」を授業で担当しているか否かに関わらず、「数学Ⅲ」の教材の研究と開発を通して、教科・科目に対する認識を深め、教科の専門性を高めることは重要である。さらに、教材の研究や開発を通して数学的活動を授業で意識することにもつながる。それゆえ、数学の各科目の系統性を深

め、数学的活動を活発にさせることができる、大学など進学後の研究内容との接続について考える、などの教材の開発が今後も必要である。

さらに、SSHの指定校や工業科や商業科など専門学科のある学校の「課題研究」などで「数学Ⅲ」の枠組みにある内容についても様々な取組がなされている。教科横断的な教材の開発や課題学習のテーマとなり得る教材が本分科会を通して広く共有され続け、研究の累積性のもとにより一層研究が深まることを期待する。

(2) 指導法の研究

「数学Ⅲ」の学習内容を理解するために、関数、三角関数、指数・対数関数など様々な関数の計算やグラフなどの特徴に習熟できるような基礎基本の定着をおこなう指導の提案や、実践共有も望まれていることである。さらに、学習内容を既習事項などと関連させる指導の工夫や、系統性を整理し、より深い内容を考えることで学習内容が整理できる指導の工夫などが望まれている。

例えば、「数学Ⅲ」で初めて学習する複素数平面を既習内容と関連させながら、代数・幾何・解析などの内容を有機的に関連させる指導の工夫が今後の課題である。

また、微分・積分の教材自体に生徒のものの見方や考え方を成長させる力が存在している。さらに図形との関連、発想力、息の長い計算を遂行する能力も必要になってくる。

授業では学問の関連する背景や応用されている背景を踏まえて、生徒が主体的な学習活動が展開できるための「仕掛け」を授業の中に周到に埋め込む工夫が必要である。問題の傾向対策や解き方の指導だけに終始することが無いよう、数学の本質を認識させることを通して生徒の自然な探究心がより一層養われていく指導法が期待される。

(3) 教育課程における「数学Ⅲ」の考察

「数学Ⅲ」は解析的領域だけでなく、平面上の曲線と複素数平面や極座標を加えた代数的・幾何的領域と融合した科目である。旧学習指導要領の「数学C」で二次曲線を「数学Ⅲ」と別々に指導していたことと現行学習指導要領での指導の比較検証や、「数学Ⅲ」での複素数平面と旧学習指導要領の「数学C」の行列についても、教育課程の検

証につながる。

また、大学進学後の学習のための「数学Ⅲ」の指導内容の研究は重要である。そのためにも、学問としての真理の探究とその活動を、数学のよさの一つとして体感させる必要がある。

さらに「数学Ⅲ」の指導内容と他科目や、他教科との関連性を考えることも重要である。高校での「数学Ⅲ」における指導内容を考えることは、従来の基調発表で述べられている、今後求められる数学的な素養や、数学を応用し活用することのよさをどう体感させるかなどの考察にもつながってくる。それゆえ大学との接続を強く意識した学習内容の研究やその実践も本分科会では必要に

なっている。

以上のように、「数学Ⅲ」の指導内容は単元ごとに限定してより深く探究するだけでなく、既習事項などを含んで体系化された「数学」としての広く大きな知見を見出すことができる可能性の余地がまだまだある。今後も研究成果が本分科会を通して共有し続けることが期待されている。

引用・参考文献

文部科学省（2009）.『高等学校学習指導要領解説 数学編理数編』. 実教出版株式会社.

（中村 明）

5 数学活用

1. はじめに

現行の学習指導要領（平成21年改訂）では、従前の科目「数学基礎」を継承し、発展させた科目として、「数学活用」が新たに設けられた。高等学校における教育課程の編成・実施調査の結果を踏まえると、この科目が各学校の教育課程に組み込まれることが少なく、その履修率は極めて低いことがわかる（文部科学省、2016）。「数学活用」の履修率が上昇し、その理念に基づく授業実践が学校現場で行われていくことを期待したい。

本稿では、岐阜大会での「数学活用」に関する研究発表を総括した上で、和歌山大会における本分科会の方向性と今後の課題を提案する。

2. これまでの研究経過

過去5年間において、「数学活用」に関連する研究発表件数（「数学基礎」に関連する研究発表も含む）を下記に示す。

年度	12	13	14	15	16
件数	15	7	7	8	12

発表件数の推移に着目すると、ここ4年間で発表件数が増加傾向にある。今後は、発表件数が増加していくとともに、「数学活用」の履修率が増加することを切に願いたい。

以下、岐阜大会における各発表内容の概要を示す。

① 「高1「総合講座」における数学セミナーにつ

いて」

大学数学で扱われる「数学基礎論」に関する書籍を、少人数のセミナー形式で読み進める講座について、その3年間の活動実績の総括を報告している。集合論や論理学を高等学校段階で学習することは、生徒の数学観を変容させる上で有効であった。ただ、学習内容の十分な理解を図るには、手立てのさらなる工夫が望まれる。

② 「漸化式を活用する教材の開発－エボラ出血熱感染者数の推移を予測する数理モデルとして－」

エボラ出血熱の感染者数の推移を予測するために、漸化式を扱う教材を開発した。数式で表わされた漸化式をグラフに表わして考察することで、 n 日後の感染者数 a_n の概数を導き出すことができた。顧客数の推移など、漸化式を用いて考察することが有益な他の現象についても、教材開発を進めてほしい。

③ 「算数・数学科と理科の連携教材の開発－重心の方法の幾何への応用を中心として－」

数学と理科という教科間の接続に重点を置いた教材開発に関する留意点を整理した。留意点は大きく2つあり、1つは、数学の授業の中で理科の実験を扱う場合に、誤差が生じたときの対処方法である。もう1つは、両教科の教員間の連携を図ることである。これらの留意点を踏まえた上での授業開発を期待したい。

④ 「「数学活用」などアクティブラーニング12年

の実践報告」

従前の科目「数学基礎」も含めて、12年間の「数学活用」に関連した授業実践を報告している。「Mathematics for All」という理念のもと、数学に関連した様々な題材の実践事例が紹介されており、長期休暇には自由研究レポートにも取り組んでいた。長期に渡って継続的な研究を進め、数多くの実践事例を蓄積したことは、「数学活用」の隆盛に大きく貢献した。

⑤ 「RSA暗号の授業実践」

インターネット上での電子商取引に用いられるRSA暗号を題材とした授業実践の報告である。まず、RSA暗号が発明された経緯やその仕組みを学習した後に、RSA暗号による暗号化と復号化を取り入れたメッセージの送受信を実際に行った。本実践を通して、生徒はRSA暗号に関する理解を深めることができた。

⑥ 「「数学活用」における病院の待ち時間を題材とした統計授業の開発－基調発表を踏まえて－」

「病院の待ち時間が短い日時はいつか？」という、生徒が普段の日常生活で遭遇する問題に焦点を当てた統計授業の開発を行っている。平均値を用いた病院の待ち時間データの分析を通して、待ち時間が短い日時を導き出すまでに至った。単に、身近な事柄に基づく問題を提示するだけでなく、生徒が日常生活で遭遇する問題を取り上げることは、授業開発の1つの着眼点として注目すべきである。

⑦ 「ゲーム理論の指導に関する研究－数学活用におけるゲーム理論－」

数学に対する興味・関心の高揚を意図して、経済学の一分野であるゲーム理論を題材とした実践事例を複数報告している。例えば、3つの会社が合併した場合のシナジー効果を踏まえて、利益の分配方法を吟味し、各社の経営戦略を策定している。ゲーム理論を題材とした授業実践は、数学の実用的な価値を顕在化させるのに有効であった。

⑧ 「竹内武信編「二・三乗方算類術」－信州和算家の3次・4次方程式の公式的解法－」

3次、4次方程式の解法に関する教材研究を行っている。その方法は特徴的で、江戸時代後期

における和算家の竹内武信が編集した「二・三乗方算類術」を解説し、3次、4次方程式の公式的解法の理解を試みるものであった。3次方程式の公式的解法は、カルダノの公式と類似する部分が多いと結論付けた。

⑨ 「生活に結びつけた数学」

身近な事柄を数学的に考察することを通して、数学の学習意欲の向上を意図した実践事例が複数報告されている。その中の1つには、相似な関係にあるペットボトルの高さと容積を実測することで、3乗根を見いだす事例が紹介されていた。身近な事柄を教材化することで、数学の学習意欲が向上する契機を生み出した。

⑩ 「福井県の 算額を題材とした高等学校数学科授業づくり－中野神社の算額を原問題としたRLAの試行－」

地域の神社に奉納されている算額を教材化し、その実践授業の結果を報告している。本実践では、算額に記された連立方程式の問題を条件変更し、生徒の独自問題を解き合うという流れで展開された。地域の歴史的な財産とも言える算額を教材化することは、数学の文化的な価値を顕在化し、算額に対する興味・関心の高揚が図られた。

⑪ 「意欲を引き出す授業への試み」

家庭・福祉に関する専門教科を中心に学ぶ生徒を対象として、数学と家庭科という教科間の接続に重点を置いた実践事例を複数報告している。例えば、家庭科の授業の中でファッション雑誌のスクラップを作成し、そのスクラップを数学の授業の中で扱い、黄金比を見いだすという事例が紹介されていた。生徒の学習意欲の向上という点で、本実践は有効であった。

⑫ 「インターネット望遠鏡を利用した月の継続的観測と解析」

インターネット望遠鏡を利用して、地球の中心から月の中心までの距離と月の近点月、朔望月を観測し、この観測方法を数学的に考察することで、教材研究を行っている。インターネット望遠鏡は観測精度が高く、数学学習で扱うことが可能である。今後は、インターネット望遠鏡を扱った授業の開発に期待が寄せられる。

3. 問題点と今後の課題

現行の学習指導要領において、「数学活用」が新たに設けられた科目であることを踏まえると、授業実践を報告し、それを実践事例として蓄積すること自体に価値がある。岐阜大会の研究発表は、大半が授業実践の結果報告であり、その点において、これらの研究発表は「数学活用」の隆盛、さらには発展に大きく貢献している。

以下では、今後に期待される研究の方向性と課題を示す。

(1) 他科目や他教科との関連付けの重視

現行の学習指導要領における数学科の科目編成によれば、「数学活用」は他科目との履修順序を定めておらず、その内容も大綱的に示されている。そのため、他科目や他教科の学習内容と関連付けることを重視した教育課程の編成が可能となる。ただし、各学校における生徒の実態や教育課程編成上の制約を十分に考慮して、「数学活用」の指導計画を作成することが望まれる。

例えば、「数学活用」と「数学B」を並行して履修する場合には、その指導方法として、「数学活用」と「数学B」それぞれの利点を生かしながらも、両科目を随時に関連づける履修方法が考えられる。その一例として、「数学活用」の教科書の中で扱われる複利法と、その題材と関連性が高い「数学B」の等比数列を関連付けながら学習する場合であれば、金銭の貸し借りという日常生活の話題を導入とした複利法の仕組みを学習する中で、等比数列を学習する契機となる課題を見出し、その課題を取り上げて等比数列の学習を始めていく。さらに、その学習を踏まえて複利法の仕組みを振り返れば、等比数列の実用的な価値が顕在化され、等比数列を学習する意義を明確にして授業に臨める可能性が高い。「数学活用」と他科目が相互に関連し合った体系的な理解を促すことが期待できる。

(2) 生徒が自ら見出す課題の教材化

「数学活用」では身近な現象を多く取り上げ、それらを数学的に考察することに重点を置いている。数学を用いて身近な現象に基づく問題を解決することで、数学の実用的な価値が顕在化される。ただ、生徒はその問題を解決することが本当に必要だと思っているのだろうか。指導する側は、単

に馴染みのある事柄を教材として提示するだけでなく、生徒が自ら見出す課題に基づいた題材を選定し、その教材化を図ることが重要である。さらに、授業の最後には、新たな課題を生徒自らが見出し、次の授業において、その課題に基づいた問題設定とその解決がなされるべきである。数学科の教育課程全体が、生徒が自ら見出す課題に基づいた問題設定と問題解決の連鎖で構成され、途切れることのない連続的な活動が展開されることが望まれる。

例えば、サッカーの県大会で優勝するための作戦を練るために、地区大会と県大会の総試合数を題材として、それを教材化した一例を取り上げる。まず、地区大会はトーナメント戦で行われるとして、生徒自らが「トーナメント戦の総試合数は？」という課題を見出し、総試合数＝参加チーム数－1であることに気付く。さらに、地区大会を突破した後の県大会はリーグ戦で行われるとして、「リーグ戦だったら？」という課題を見出し、次の授業でその解決に取り組む。ここでの留意点の1つとして、生徒の日常生活を注意深く観察し、生徒の疑問や関心事を把握しておくことで、生徒が不意に見出す課題にも柔軟に対応することである。

(3) 数学史的な話題の指導方法

「数学活用」において、数学史的な話題が取り上げられているが、そのような内容の学習は、数学の文化的な側面を顕在化させるとともに、数学への興味・関心を高め、数学に対する理解を深める上でも有効に機能する。また、数学文化を継承し、さらには発展させるためにも、これまでに活躍した数学者たちの思想や精神に触れられるような指導が期待される。

例えば、記数法を一例に取り上げても、紀元前3000年頃にはエジプトで物の形をかたどった象形文字が発明され、長い年月を経て、現在の10進位取り記数法が誕生した。これは、合理的な数の表現方法を経験的に捉える中で、様々な試行錯誤を通して知恵を出し合いながら生み出された所産と言える。このような数学史的な話題を扱うことで、数学が発展してきた経緯やその意味合い、日常生活の諸課題に関する問題提起とその解決方法などに接近する授業実践が望まれる。「数学活用」

において数学史的な話題の指導方法は、議論を繰り返すべき今後の課題として位置付けてくる。また、指導者自身も数学史に関する知識を兼ね備える必要があるため、教師教育という視点からも数学史的な話題の指導方法を考察する必要がある。

(4) 次期学習指導要領における改訂の動向

高等学校では、平成34年度の入学生から年次進行により次期学習指導要領に基づく教育課程が施行される。次期学習指導要領改訂の議論の中では、「アクティブ・ラーニング」という文言が強調され、平成27年8月にまとめられた論点整理において、深い学び、対話的な学び、主体的な学びが実現できるかを提言している。

数学科の科目構成は、「数学活用」の理念が継承される科目として「理数探究（仮称）」が創設される。「数学活用」は、事象を数理的に考察する能力や数学を積極的に活用する態度の育成を目標とするのに対し、「理数探究（仮称）」は、急速に変化する社会の中で、生徒が自らの生涯を生き抜くためのより高度な思考力、判断力、表現力の育成を意図して、数学と理科の知識や技能を総合的に活用した主体的な探究活動に重点を置く。「数学活

用」の内容は、「理数探究（仮称）」だけでなく、「数学A」、「数学B」、新たに設置される「数学C（仮称）」に移行されることが検討されている。次期学習指導要領の中で、「数学活用」がどのように位置付くのか、今後の動向に注目したい。

参考文献

文部科学省（2016）。「平成27年度公立高等学校における教育課程の編成・実施状況調査の結果について」

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2016/03/11/1368209_02.pdf

根上生也ほか（2013）.『数学活用』啓林館。

岡本和夫ほか（2014）.『数学活用』実教出版。

中央教育審議会（2016）。「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ」

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm

（三輪 直也）

6 問題解決・数学的な見方・考え方

1. はじめに

問題解決という言葉は、時代背景と数学学習に求められる内容が変化するに伴い、異なる意味合いで使われてきている。今日における問題解決を取り入れた授業とは、見いだされたあるいは提示された問題について生徒が試行錯誤し、仮説・考察（検証）に取り組む授業と考えられる。生徒の主体的な取り組みを促すための学習指導法の1つと考えられ、問題の中に課題を見だし、解決する過程を重視するものである。

数学的な見方・考え方には、大きく数学の内容に関わるものと方法に関わるものがある。前者には、基本法則や性質に着目することや、操作の仕方を形式化しようとするなどが含まれる。後者には、帰納・演繹、統合的・発展的な考え方、一般化、特殊化、抽象化、図形化などの考え方などが含まれる。これにさらに事象の捉え方・態度までを含めて、数学的な見方・考え方と表現され

ている（片桐 2004）。

また、必ずしも1つの授業の中でのことにとどまらず、少人数から学年単位まで、取り組みのスタイルは幅がある。いずれにせよ生徒が問題解決に取り組む中で興味・関心をかき立て、知識や技能とともに数学的な見方・考え方を育もうとする学習活動が求められている。これまでさまざまな研究がなされているが、とくに高等学校段階での問題解決の授業のあり方についての共通認識を深めていくことが望まれている。

2. これまでの研究経過

当分科会を設けた当初より研究テーマとして提案されてきたものは次の5つである。

- (1) 問題解決の意味とその数学教育における意義
- (2) 問題解決を取り込んだ授業の実践例
- (3) 数学的な見方・考え方の意味と内容
- (4) 数学的な見方・考え方を育成する授業の実践例

(5) 数学的な見方・考え方の評価

過去5年間の全国大会で問題解決・数学的な見方・考え方を扱ったと見なされた発表の件数は下の表のように推移している。

年度	12	13	14	15	16
件数	13	8	10	18	12

岐阜大会での12件の発表の概要を述べる。

①「問題解決を取り入れた授業を目指して—アクティブ・ラーニング型授業の実践より—」

高等学校において、アクティブ・ラーニングの手法を積極的に取り入れた授業実践の報告である。教師の説明部分である導入を15分以内にまとめた点に特徴がある。そのため、板書のプリントを準備し、生徒が教師の説明の内容に集中できるように工夫している。生徒の振り返りでは、「知識・理解」の目標達成度が低かったため、15分以内の導入にこだわらないことも考えられる。長期に渡る実践であり、今後も、生徒の実態を踏まえた課題を設定して、授業実践を継続して欲しい。

②「2次元セルオートマトンに関する探究型授業」

SSH指定校において、2次元セルオートマトンを題材とした特別講座を実践した報告である。4人グループに1台のノートパソコンを与え、アプリケーションを操作させることで、周期的挙動や特徴的なパターンの発見を体験させた。教科書や問題集の問題だけにとどまらない授業の実施という目的が達成され、現象から仮説を立て、それを机上で検証する態度も育まれた。アプリケーションの使い勝手には改良の余地があるので、今後の開発とさらなる実践に期待したい。

③「問題作りの学びの形態のよさとそのアセスメント」

高等学校において、各単元の終わりに4人のグループで問題作りの授業を実施した報告である。生徒は答えを綺麗な数値にするために、問題を修正する工夫をして、創造性の育成に繋がった。また、ポスター発表、生徒同士の相互評価を取り入れることにより、他人の興味を引くポスター作りの工夫も引き出した。教える立場の体験は生徒にとって貴重であり、数学の楽しさも実感できる。このような授業の実践が広まることを期待したい。

④「高校生による数学の問題作り (XIV) —判別

式とその関係的理解—」

センター試験の二次関数の問題において、設問の流れに反して、機械的に公式を使う高校生、大学生が多いことを確認し、理由がわかった上で公式を使える状態を目指し、「数学I」の判別式を題材として、問題作りの活動を高校生に実践した。生徒のワークシートの記述、他者への説明の様子から、概念的知識と手続き的知識の結びつきが強くなることが確認された。パターン学習を教えることに終始している指導者にも意識して欲しい見がある。

⑤「ひらめき☆ときめきサイエンスキャンプにおけるRLA—フィボナッチ数列の周期性を題材に—」

「17段目の不思議」という名称で知られるフィボナッチ数列と合同式に関する計算を題材に、中学2年から高校2年までの生徒8名を対象としてRLA (Researcher-Like Activity) をサイエンスキャンプで実践した報告である。探究活動の時間を多くとり、大学院生のサポートがあったことにより、数学的な深化、学習者のレベルに応じた探究がなされることが確認された。代数的な題材のため、異なる学年でも同じ課題に取り組めた点が興味深い。

⑥「高等学校数学における問題解決の研究(21)

—SSHにおける数学科課題研究の指導について—」

自校のSSHの取り組みを分析することにより、生徒が課題研究するときの指導の枠組みを、生徒の活動、教師の役割・能力、授業で関連付けて、3つのレベルにまとめた。研究成果があった生徒へのインタビューから、数学的リテラシー、リベラルアーツを意識した授業が生徒の態度に繋がること、指導の枠組みが妥当であることを確認した。教師に必要な能力の発揮も重要であるとしているので、今後、能力の育成と、それを発揮するための方法の研究も待たれる。

⑦「問題解決のための課題作成の手法—基調発表を踏まえて—」

北海道大会における18件の発表を分析し、問題解決のための課題作成の手法として、オープンエンドな問題、有名問題の一般化、RLA、ゲームの必勝法、実社会での数学の活用事例、英語での授

業などがあることを示した。また、SSH指定校における課題作成の例として、速算術、検算法、不等式の証明、領域、実数の公理を挙げ、課題設定の段階から実際の授業での流れまで報告した。授業実践の結果だけでなく、課題作成の段階から、その手法を共有する重要性が示された。

⑧「高等学校数学科における「批判的思考」の具体例(2)-空間ベクトルに焦点をあてて-」

「批判的思考」に関する文献研究と、「空間ベクトル」に関する教材開発と授業における生徒の反応を分析する事例的研究がなされた。授業実践では、四面体に関する求積において、2つの方法で得られた値が異なる理由を考え、方法以外のところに誤りがあることに気付かせたが、問題文を批判的にみる意見は出されなかった。今回の出題のような「～を求めよ」ではなく、「～を求めることはできるだろうか?」といった問かけが重要であり、その具体化が待たれる。

⑨「What-If-Not方略を用いた大学入試問題の発展的な指導-2016年度大学入試問題を原題として-」

東京大学、名古屋大学の入試問題を題材として、What-If-Not方略を用いた問題設定を行う発展的な指導、すなわち、問題の構成要素から作成したりストをもとに構成要素を変えて作った新しい問題をさらに発展させていく指導について考察している。自分の興味のある分野に作り変えたり、きれいに解ける数値の設定に試行錯誤したりする生徒の活動があり、このプロセスが構造を見抜く力を養う。大学入試問題の演習と絡めてこのような授業を実施する意義は大きく、今後も継続した実践研究が期待される。

⑩「考える力を鍛える-包絡線と方程式の解-」

数学の問題を解く力に必要な要素を、(ア)作問と解説の作成、(イ)教える、(ウ)考え抜く、の3つと考え、通常授業における大学入試問題の演習で(ウ)を重視した指導を行った実践報告である。包絡線と方程式の解を題材として、既習事項とつなげながら徐々に難易度を上げ、視覚的な情報も取り入れより深く考察する課題を提示した。整理されていない大学入試の良問も多くあるので、共有化を目指して欲しい。

⑪「自動生成プリントによる定時制における学び直しの指導」

小学校の先生が開発した計算プリント作成ソフト「F9II」を参考に、定時制高校での使用に適するように改変して、生徒に自動生成プリントを繰り返し撮り組ませた実践報告である。入学直後と1年の年度末で全く同じ確認テストを実施することで、全体的な点数の向上、自動生成プリントで学習した内容の正答率の大きな向上が認められた。基礎計算力の向上のために貴重な取り組みであり、1年生だけでなく、2年生以降にどう繋げるかも検討して欲しい。

⑫「記述式の答案から見られる傾向-数学検定2級や準2級の問題を通して-」

実用数学技能検定において、記述式の答案の誤答から、なぜ多くの受験生が共通したミスに陥るのかを分析し、考察した。例えば、 $88 \div 44 = 22$ のような誤答率が19.3%であるのに対して、 $63 \div 21$ 正答率は96.0%なので、正解を導き出す技術・能力は持ち合わせていても、早く解かなくてははいけないという焦燥感が、間違いを引き起こす原因の1つになっている。また、同じ内容でも、出題に仕方によって正答率が大きく異なる例も提示された。制約された環境で受験者の学力をより正当に評価する出題方法を目指して、研究を継続して欲しい。

3. 問題点と今後の課題

問題解決を取り入れて数学的な見方・考え方を育てようとする取り組みにあたり、課題とされている事柄を挙げる。

(1) 高等学校の状況を踏まえた形態

大学進学率の上昇を背景とする受験志向のニーズを意識するとしても、進学先での学習・研究活動に対応するための力を育てる意味で、数学的な見方・考え方が十分に育まれる指導を考えたい。望ましい指導がどのようにあるべきかを、個々の高等学校の状況を踏まえて考える必要がある。受験志向のニーズ、例題・解法という形式に慣らされた生徒たちの思考へのモチベーションの低下傾向など、高校現場の抱える状況への危機感が強まっている中、少しでも改善の方向性を探る手がかりが、問題解決を取り入れた取り組みによって

得られるのではないだろうか。現行の学習指導要領において、「数学Ⅰ」と「数学A」に「課題学習」が位置付けられた。生活と関連付けたり発展させたりするなどして、「生徒の関心や意欲を高める課題を設け」と学習指導要領に示されている。「課題学習」に対する教材開発とともに、その評価のあり方も検討する必要がある。

(2) 問題提示の工夫

広く知られているように、問題解決型授業はどのような問題をどのような形で提示するか、に鍵がある。単元の指導目標を見定めて、問題の解決過程の中に課題を工夫し、無理なく課題の解決に入っていけるように提示したい。現実世界の問題場面を数学の問題に捉え直す段階から課題とすることもあれば、純粋に数学の中の問題を考えさせる場合もある。数学的な見方・考え方を身につけさせるのにふさわしい問題が多く単元で実践されることが望ましい。

(3) 解決の方策

解決過程において、生徒がどのように考えるかをあらかじめある程度想定しておき、どのような発問が生徒の探究心を引き出すかを意識したい。また、問題解決を手ぎわよくやるための手がかりに気づくような方策を豊富に持っておきたい。

(4) 実践と評価

問題は解けるが、なぜそう解くのか分からない、といった状況を避けるためには、直面する問題について自ら考え、解決するための知識・技能を自ら求めていけることが大切である。このことが、個人の豊かな人生を拓くと同時に、社会の円滑な発展に寄与すると考えられる。小学校・中学校での実践を参考にしつつ、高校の特殊性を踏まえて実践と評価のあり方を検討する必要がある。

例えば、授業改善を見据えた評価を意識することが、指導計画の修正や変更につながる。また、その評価に基づく生徒への働きかけにより、関心や意欲の向上を促すことにつながる。さらに、今

後の授業のための教材研究につながる。

また、数学のよさを認識できる生徒の育成に向け、評定算出のための評価だけでなく、観点別評価や形成的評価など本来の意味での評価も必要である。その上で、問題解決の手法を日々の授業に生かすことと同時に、問題を生徒と共に見つけ、探究する腰を据えた活動を検討すべき時である。

現行の学習指導要領では、基礎・基本を重視した確かな学力が求められていると同時に、言語活動を充実させ、思考力や判断力、数式を含む広い意味の言語による表現力を育成することが求められている。生徒自身が数学的な見方・考え方のよさを認識することが、自ら数学を積極的に活用して思考・判断する態度に結びつき、学習活動の成果を高めることにもつながるであろう。そのための方法の1つとして数学的活動を通じた学習指導が、現行の学習指導要領でも重視されている。知識や技能と並んで、問題解決の経験と数学的な見方・考え方の重要性に対する認識を社会・生徒・教師が共有できる環境に近づいてきていると考えられる。その意味で、この分科会の趣旨が広く正しく理解され、教員の豊かな発想による多くの研究がなされ、その成果が実践されることを期待したい。生徒自身の将来を考える上でも、数学と社会の関わりを考える上でも、問題解決を取り入れた学習を多く経験し、数学的な見方・考え方を身につけておくことの意義は大きい。特定の科目・教材を扱う授業でも、科目に限定されない普遍性のある内容を含む実践報告であれば大いに望ましい。

参考文献

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.

片桐重男(2004).『数学的な考え方の具体化と指導』, 明治図書.

(須田 学)

7 学習指導法・評価

1. はじめに

高等学校では、学習指導要領で求められている「生きる力」「確かな学力」の育成を目指し、生徒

の実情を踏まえつつ、効果的な学習指導を行う必要がある。本分科会は、そのような学習指導について議論するために設けられている。また、評価

は、生徒にとっては、自らの学習状況に気付き、その後の学習や発達・成長が促される契機となるものであり、教員にとっては、学習指導の在り方を見直すことや個に応じた指導の充実を図ることに役立てられる。そのため、指導法と併せて、どのような評価が授業改善につながるのかという「指導と評価の一体化」に関する研究も本分科会で扱う研究テーマとなる。

2. これまでの研究経過

岐阜大会までの過去5年間について、「学習指導法・評価」に関する発表件数の推移は以下の通りである。なお、日本数学教育学会研究部が高等学校部会での発表全体を見通して、本分科会の内容に該当する発表を抽出した。

年度	12	13	14	15	16
効果的な学習指導法の実践研究	22	6	16	14	17
評価方法の実践研究	1	1	1	1	3
調査・分析の実践研究	7	6	6	2	1

以下、岐阜大会における各発表を上記の項目に分類・整理し、内容の概要を述べる。

(1) 効果的な学習指導法の実践研究

①「認知心理学的な観点を意識した教科指導法について－数学的な思考力を高めるために－」

授業指導経験に認知心理学的な観点を加味した教科指導の試みが報告された。(ア)知識の原型習得(イ)典型問題による思考の道筋の体験(ウ)真に思考力を必要とする問題に対する試行錯誤、という3段階を経ながら、学習者が各自の「知識体系」を精緻化できる流れを作った好例である。

②「問題解決を取り入れた授業を目指して－アクティブ・ラーニング型授業の実践より－」

アクティブ・ラーニングを意識した授業実践をし、生徒の振り返りシートから観点別に達成度と満足度をまとめた上で考察が行われた。アクティブ・ラーニング型の授業は「数学的な技能」の定着に効果が期待できるとまとめられた。今後、「数学的見方や考え方」にも生徒が価値を見出せるような課題・ワークの設定の研究に注力することで、確かな学力の育成が期待できる。

③「高校生に興味・関心を抱かせる数学の教材集づくり－小テストによる指導の工夫と生徒の変容－」

小テスト実施の有無と生徒による板書解説の有無でクラスごとに指導法を分け、その効果を検証した研究である。小テスト実施クラスでは定期考査に対して弱い正の相関を見ることができたが、そうでない集団のデータが示されていないかった。今後指導効果の検証法の見直しや、それぞれの指導法の良さを引き出すより一層の研究を待ちたい。

④「フィボナッチ数列の一般項の求め方を考えさせる指導－知識構成型ジグソー法による協調学習を通して－」

「課題提示」と「生徒観察」の方法を工夫することで、ジグソー法が高校数学指導により効果を発揮することを狙った研究である。観察の中で適切な発問をすることで生徒の活動が活性化し、異なる思考を促すことにつながっていた。アクティブ・ラーニング型の授業における教師のあり方を考えることは今後も重要な視点となる。

⑤「数学Aにおける「数学のよさ」を認識できる授業のあり方」

確率を用いて3つのゲームの損得を考察することで、事象を数学的に考察することの大切さや数学を活用する態度を育てることを狙った研究である。教師が数学的に考えさせようとしなくても、予想をしたり人を説得させる術を考えたりする中で自然と数学をする姿勢が出てくる。こうした視点も「指導法」であるということが示唆された。

⑥「「数学的に考える力」や「数学を楽しむ姿勢」を育む授業－基調発表をふまえて－」

教科書の記述に対する疑問・課題点を切り口に生徒中心のディスカッションにつなげる授業法が提案された。アクティブ・ラーニングに向けて様々な授業の「型」や、その「型」の授業内容への向き不向きに関する研究報告が蓄積することで、現場での授業実践者への大きな道しるべになっていくことが期待される。

⑦「数学のよさを強調した指導－学生レポートの記述を中心に－」

数学の「よさ」を強調し、生徒の数学に対する学習観の変化や学習意欲の向上を目指した研究で

ある。複数年にわたる継続した粘り強い取り組みに頭が下がる。意識的によさを伝えることで、「よさ」を生徒が徐々に感じるようになっていく様子が報告された。もう一方では、自然と数学を使う題材で数学のよさや価値を感じさせることも重要であろう。

⑧「講義型授業から参加型授業への転換－授業をアクティブ・ラーニング化する方法－」

毎時間グループで問題演習をする時間を確保し生徒が授業に主体的に参加するように促す実践報告である。学び合いではなく、基本的には個人で考えたり調べたりして解き、それで解決できない時初めて他者に質問するというシステムが特徴であった。今後、気づきや理解の精緻化が引き起こされることと、他者との関わりの方に着眼することでより深い学びに発展していくことが見込まれる。

⑨「協同的探究学習を用いた授業実践」

テーマの本質に迫る多様な解法をもつ問題を題材に、生徒が出す複数の解法を比較し関連付けて分析して理解を深める授業方法が提案された。生徒の深い学びが引き起こされるよう要所に細やかな工夫がされている。授業前後でテーマに対する考え方がどう変わったかを調べるなど、この取り組みへの振り返りを密にすることで更なる質の向上が期待される。

⑩「記述力を高める小テストのあり方－記述式の問題に対する言語活動を意識した指導－」

生徒の論理的記述力の向上を目指し、小テストを答えのみの合否を見る形式から、論理記述まで採点する形式に変更して実施した。生徒の記述への意識の高まりが見られたことは大きな収穫ではあるが、授業で注意して書くように言われた記述を暗記して書いている可能性も十分にある。今後生徒の内的動機から記述していくよう促す研究に発展していくことが望まれる。

⑪「ジグソー法を用いた高校数学における授業実践」

知識構成型ジグソー法による授業実践とそれが生徒の理解にどのような効果をもたらすか検証する研究である。生徒はこの授業によって他者とのかかわりの中で理解がより深まることに対して面

白さを感じるようになったようだが、効果の検証が十分とは言い難い。今後も粘り強い取組で生徒の理解の変容および活動の質的分析を待ちたい。

⑫「数学Ⅱにおける反転授業－授業で応用問題に取り組むために－」

YouTubeへ授業の予習動画をアップロードし予習させることで授業では他の知識との関連付け等、数学的な思考力を高める話題を扱えるようにした取り組みである。生徒の予習動画視聴の有無には差があり、授業時に再度講義をせざるを得ないなど課題があるが、生徒から予習以外の内容に関しても動画の配信を望む声があがるなど今後さらに発展する余地は多い。

⑬「AI型授業のための教材づくり」

生徒の活動が自然に引き出せるように、各単元の項目を導入（最終目標を知る）→要点整理→基礎チェック→演習問題→振り返りという流れを並び替えて授業実践をする方法が提案された。協働的な学びを引き起こすための型としてグループやペアといった形態をとることが多い中、教材の中に生徒の協働的な学びを引き起こす仕掛けを潜ませる視点は大変貴重なものである。

⑭「問題作成学習を通じた高校数学におけるアクティブ・ラーニングの実践研究」

個人・グループでの問題作成学習法とその時の生徒の活動・評価の様子が細かく詳細に報告された。作成した問題を相互評価する中で、自己の内部では知識の再結合が行われ、理解の精緻化が行われている点から、問題作成学習が数学におけるアクティブ・ラーニングの型の一つとして大きく貢献しうることが明らかになったと言える。

⑮「工業高校における数学指導の在り方」

工業科の生徒にとって消極的になりがちな普通教科への意識を変えさせるために実施したTT・小テスト・数学的活動を取り入れた授業の実践報告である。工業化の授業では正しく値を求めることが優先されるが、その原理を扱うことで工業と数学の繋がりを認識させ数学の良さを感じさせることができていた。普通科の学校でも物理や化学など授業を見学することで数学の活用に関するコラボレーション教材ができるだろう。

⑯「低学力層に対する“発表力”の育成－数学の題

材を通して能動的な学習を身に付けるー」

生徒が「主体的に考えるようになる」「説明する能力やコミュニケーション能力を伸ばす」ことを目標にアクティブ・ラーニング型の授業を実践した。実施回数が少ないため、今後継続して取り組みのような工夫が生徒の発表力の向上に有効であるか明らかにされることを待ちたい。

⑩「アクティブ・ラーニング型の授業の研究」

生徒の実態や扱う内容に応じて様々なタイプのアクティブ・ラーニングの手法の実践し、それらの活動の所見が報告された。最後には現行の大学入試問題を解くことに対して効果を上げているに過ぎない点が指摘されており、今後本部会が、高大接続を見据えた「確かな学力」を育成するためのアクティブ・ラーニングについて研究が求められていることが示唆された。

(2) 評価方法の実践研究

①「高校数学での深い学びの要素と生徒の活動評価」

「深い学び」を促すための学習モデルが提案され、それを基にした授業実践の報告である。命題間のつながりや既有知識との関連付けを生徒がどの程度行っているか、授業の生徒記述を丁寧に評価・分析されており、指導と評価の一体化に大きな示唆を与える研究であった。教員からの評価だけでなく、生徒同士が自分たちの記述から自己の学びを評価・反省し次の学びにつながることを期待したい。

②「アクティブ・ラーニング型授業の評価方法について」

アクティブ・ラーニング型の授業を行う際に評価ルーブリックを作成し、それを生徒に提示しつつ教員が評価することで授業効果や学力向上を目指した取組である。今後このようなルーブリックにより生徒が自身の学びの評価ができ、次の学習へつなげることでできるように促していく研究に期待したい。

③「考える力を伸ばす数学的活動を取り入れた授業ー指導と評価の一体化を目指してー」

「なぜ」を強調して原理を考えさせたり、多面的に考え単元間の結びつきを意識させたりする授業を実践し、担当教員間で授業内容を評価し合い

ながら生徒の考える力を伸ばす授業改善を行った研究報告である。授業に対して教員同士の相互評価をしている点が素晴らしい。生徒にも自分たちの学び方について振り返るような機会を与えることでさらなる授業改善が期待できる。

(3) 調査・分析の実践研究

①「反転授業における指導効果の研究ー動機付理論とJiTTに着目して」

反転授業における生徒の事前学習に関する研究である。事前学習率の向上に、内的・外的・内容関係の・内容分離的それぞれどのような動機が結びつくかを明らかにするための調査がなされ、内発的動機が事前学習へのメリットを感じさせやすいという結果を得た。今回対象生徒の事前学習率が100%だったため図ることができなかった関係性について引き続き調査され、その報告がなされることを待ちたい。

3. 問題点と今後の課題

(1) 学習指導法について

岐阜大会は昨年につづき指導法に関する発表件数が17件と多く、指導法の活発な研究が行われていることに現場での問題意識が感じられる。中でもアクティブ・ラーニングに関する授業実践の報告がその多くを占めており、来る次期学習指導要領改訂に向け、先行して本分科会に着実に研究成果が蓄積していることは喜ばしいことである。大学での本質的な学びに向けては、高校生の段階から自発的で深い学びが必要であり、今学びの方法を変えていかなければ、大学での学びの質の低下や、ますますグローバル化する世界の流れにおいていかれるという危機感も大きい。日本は環境問題や少子化、高齢化、地域の過疎化、エネルギー供給問題などといった、他の国がまだ直面していないレベルの問題をいくつも持つ課題先進国といわれている。こうした問題に日本が先頭を切って対応していくためには、自ら問を立てその解決に論理的に立ち向かう人材の育成が求められている。そうした意味で、教員の意識の変化・授業方法の変化が急がれる。

岐阜大会の発表では複数大会にわたり継続して協働的な学びの手法の研究・報告も見られ、その

中で生徒の学力状況や授業内容に応じてどのような手法のワークをさせると効果的か細かく整理されつつある。東京大学大学発教育支援コンソーシアムによる「知識構成型ジグソー法」など、生徒の協調的な学びの中で内容の精緻化や深化を図ったり、生徒自身が新たな問いを立て解決したりするような様々な学びの「型」が生み出されている。本部会において、引き続き講義中心の受動的な学びの「型」からの転換を目指すさまざまな「型」の提案がなされることを期待したい。

一方で、協働的学びの「型」や評価ルーブリック等、教員が生徒へ数学により主体的に向き合うように工夫した手段は、時として数学の楽しさや良さを阻害してしまう危険性も併せ持っていることには注意したい。数学に自然に入り、数学で満足を得ることができるためには、自然と数学的な考え方や既有知識との関連が見出せるような題材や教材の設定にも力を注がなければならないであろう。そうした意味では次大会以降本分科会での発表者が各科目の分科会で指導的な観点を持ちながらも、その学びを引き起こす要因として題材に込めた仕掛けや工夫について研究発表していくことも必要な動きではなかろうか。

その他岐阜大会の発表で特筆すべきことの一つに「反転授業」がある。講義による知識伝達の要素を映像コンテンツなどで自宅学習し、教室では協働的な学びや習熟度に合わせた個別の対応をとるものであり、アクティブ・ラーニングへの手段としても注目されている。授業の予習という観点で見れば今まで行われてきたことではあるが、「反転」部分を、単に教員による説明部分が授業の外に出たに過ぎなければ、教員にとっては授業時間の確保ができ満足であろうが、各教科での生徒の学習時間の奪い合いになっていくことが懸念される。本分科会ではここまで蓄積した研究成果を振り返り、「反転」した分を、より高次のレベルの授業展開に繋げたり授業内容に対する疑問や課題意識をもって臨む姿勢づくりをすることにつなげたりとより効果的で数学のよさを実感させる手法に止揚させる研究が望まれる。

(2) 評価について

文部科学省の「小学校、中学校、高等学校及び

特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について（通知）」では、数学科の評価の観点は、下記のように示されている。

関心・意欲・態度	数学の論理や体系に関心をもつとともに、数学のよさを認識し、それらを事象の考察に積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとする。
数学的な見方や考え方	事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、数学的な見方や考え方を身に付けている。
数学的な技能	事象を数学的に表現・処理する仕方や推論の方法などの技能を身に付けている。
知識・理解	数学における基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し、知識を身に付けている。

発表件数を見ても、高等学校では、評価に関する研究がまだ少ない。グループ活動や協働学習を取り入れた授業実践に関する研究発表の多くで生徒の学習意欲の高まりやそうした授業法の前向きに受け入れている様子が報告されているが、最終的な個人の内容理解がどのようになったか掴むなど、その効果を振り返ることが難しい。評価といっても1回1回の協働学習のプロセスの評価を通知表の評定に直接つなげなくとも、生徒に自身の活動や内容の理解度を振り返らせ自己評価をさせることは、次の学びの質の向上へつなげる取り組みになり有効であろう。岐阜大会ではこうした観点での指導の評価を実践する研究がいくつかあり、それぞれの指導法の改善をしていく上で成果を上げている。評価を、教師の授業改善や個に応じた指導の充実や指導計画等の改善に役立てるとともに、生徒が自身の授業改善につなげる実践が求められる。今後、本分科会で効果的な学習評価の在り方についての活発な議論がなされ、より一層の発展が見られることを期待したい。

(3) 調査・分析について

教員は生徒の数学への理解や主体的に学ぶ姿勢を育成するために様々な指導法を研究・実践しているが、それを振り返ったり、その効果を調査・分析し指導にフィードバックしたりすることは少

ない。部活動指導や膨大な事務処理で教材研究をすることもままならない現実がある。そうした中で、調査・分析の発表があったことは本分科会にとっては喜ばしいことであった。様々な指導法を実践していくにあたり、生徒の実態の把握は不可欠である。さらに、指導法や評価方法を、継続して実践し、分析することで短期間では見えなかった新たな成果も見えてくるであろう。生徒の実態調査や、実践分析から見えた指導法と評価方法の成果を今後も各学校の実情とともに共有できることを願う。

参考文献

文部科学省 (2009) 「小学校、中学校、高等学校及

び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について (通知)」

http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/attach/1293807.htm

P.グリフィン, B.マクゴー, E.ケア (三宅なほみ 監訳) (2014) 『21世紀型スキルー学びと評価の新たなかたちー』 北大路書房

中央教育審議会 (2016) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm

(齋藤 教雄)

8 ICTの活用

1. はじめに

平成28年7月28日に、2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会より「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめが提出された。その趣旨は、「国、地方公共団体、学校が連携し、それぞれの責任を果たしながら教育の情報化に取り組めるよう、平成28年7月にとりまとめられた『2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会』における議論をもとに、『教育の情報化加速化プラン』を策定する」であった。具体的な取り組み施策は順に、①2020年代の「次世代の学校・地域」におけるICT活用のビジョン等の提示、②授業・学習面でのICTの活用、③校務面でのICTの活用、④授業・学習面と校務面の両面でのICTの活用、⑤教員の指導力の向上や地方公共団体・学校における推進体制、⑥ICTによる学校・地域連携、のように定められており、これを骨格として2030年頃までの取り組みが行われていくようだ。このように、ICTの活用は授業・学習面での活用のうち、校務面においても積極的に活用し、さらにその両面で活用することが言われている。特に授業・学習面においては効果的なICT活用の在り方とは、「探究的な学習を深めさせること」、「学びの質の抜本的な改革につながっていくこと」とされている。本分科会における発表が、『教育の情報化加速化プラン』を見据えた議論の場と

なることを期待したい。

2. これまでの研究経過

はじめに岐阜大会までの5年間の「ICTの活用」に関連する分科会での研究発表件数の推移を項目別に次表に示す。

年度	12	13	14	15	16
件数	9	5	7	14	8

上記の表からは、昨年度に比べると減少し、この部会が盛り下がっているかのような印象だが、どの部会も発表件数が8本から10本なので、運営側の配慮がなされたと考えるのが適当だろう。そこで、開催地であった岐阜県以外からの発表件数をみると、8本中7本が岐阜県以外からの発表であった。継続発表も散見され、まさしく全国大会という状況といえるので、発表本数の減少は問題ではないだろう。

次に、岐阜大会での研究発表の概要を述べる。また、それぞれの発表が、後述することになるが、この分科会の発表において重要な4つの視点

- ①授業で活用する意図や利点は何か
- ②授業展開の工夫や取組の提案はあるか
- ③言語活動・数学的活動の充実は図られたか
- ④研究に累積性があるか

のうち、それを含んでいると思われる番号を記載した。

(1) 「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の活用の意味を鮮明に－」

数学A「図形の性質」において、「CABRI II Plus」, 「CABRI 3D」, 「GC (Geometric Constructor)」というソフトと、「ポリドロン」という具体物を用いた半年間の授業実践報告である。定期試験に具体物を用いた問題を出題した報告もなされた。多様な教材を通じた探求的な授業を通じて、生徒が証明の必要性に至った様子などが報告された。《①②③④》

(2) 「2次元セルオートマトンに関する探求型実験」

SSH特別講座として、Mathmaticaで作成したアプリケーションとCDF Playerで表示させることにより、2次元セルオートマトンの振る舞いを実験、観察させ、そのルールや特徴的なパターンを考えさせた。《①②③》

(3) 「ICTを効果的に活用した高等学校数学の授業」

2015年度より、全校生徒・教職員・講師・事務員に1台ずつiPadを無料配布し、Classi, Apple TVの導入と黒板からホワイトボードへの変更など、ハード面の報告があった。また授業においては蠟色ノート、Geogebra, My Graphといったアプリケーションを有効に活用することで、受身の授業からアクティブラーニングへ移行できることが報告された。《①②③》

(4) 「反転授業における指導効果の研究－動機づけ論とJiTTTに着目して－」

反転授業の実施において、生徒の事前学習実施率をより高めることを目的として、授業内の指導を「JiTTT (Just in Time Teaching)」と「小テスト実施」の2つの方法を比較した研究報告である《①②④》

(5) 「ICTを活用したアクティブラーニング型の授業の実践」

その日に学ぶ例題をスライドで提示、解説する。生徒は、演習プリントに周りの生徒と相談しながら取り組む、という授業形式を継続実施し、その成果の報告がなされた。生徒アンケートからは、理解度が上がった、という回答が多かった。《③④》

(6) 「問題解決の補助としてのTechnology」

iPadのアプリケーションWolframAlphaを用いて、最短距離の問題($AP+BP$)を、徐々に拡張(AP^2+BP^2 , AP^3+BP^3)していく様子を実際行いながら、Technologyを用いる前提として、学習者がその問題に対して疑問を持っていることが大切だということを報告した。《①②》

(7) 「コンピュータやタブレットを用いた指導法を探る」

ICTを用いた効果的な指導方を模索するため、その使い方について比較検討を行った報告である。GRAPESをプロジェクターで投影したり、パワーポイントを用いて授業を行ったり、iPadminiの画面をApple TVを介してスクリーンに投影したりしている。《①②》

(8) 「ICTを活用した授業実践－基調発表を踏まえて－」

数学Ⅱ「図形と方程式」において、GeoGebraを用いて幾何的に考察することで、根軸の存在を生徒が自ら発見的に学習することができるのではないか、という仮説に基づいて行われた授業の実験報告であった。Apple TVを用いて、複数台のMacBookの画面を同一のプロジェクターに投影している。《①②③》

3. 問題点と今後の課題

当たり前のことだが、ICTを用いた授業形態はその整備状況によって決まり、それに応じて発表内容も変わってくる。このことをネガティブに捉えれば、様々な予算措置の結果等により、より充実した環境が整っている学校でこそ、先進的な研究が可能だ、ということになるのではないだろうか。今回の岐阜大会においても、発表された授業実践は、生徒一人一台の端末が容易されている学校から、教室に一台しかない学校までさまざまであった。しかし、生徒一人一人の学びに目を向けてより効果的なICTの活用を模索しようとするれば、環境の差があったとしても、普遍的な結論にたどりつけることもあるのではないだろうか。そのような議論の場であろうとすることが本分科会の意義であると考え、ここに改めて今後の研究へ向けて次の4つの視点を強調する。

① 授業で活用する意図や利点はなにか。

授業でICTの活用することが、どのような資質や能力の育成に役立つのかがわかり、そのメリットやデメリットも整理できる。

② 授業展開の工夫や取り組みの提案があるか。

ICTを用いた効果的な授業方法や、デジタル教材の適切な活用など、授業展開の様々な取組が整理できる。

③ 言語活動・数学的活動の充実が図られたか。

授業がICTの活用によりどのように充実するようになったか、特にアクティブ・ラーニングの視点に立ち、新しい学びの形の実践例が共有できる。

④ 研究に累積性があるか。

自らの実践の累積と、他者の先行研究の比較検討をおこなうことで、次の実践をおこなうときに成果の向上が期待できる。

「平成27年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査」によると、学校におけるICT環境の整備は順調に進んでいるようだ。近年では、タブレット型コンピュータの整備と、100Mbps以上の高速インターネット接続の整備が本格化してきたようだ。この背景には、次期学習指導要領の実施において必要とされるICT環境が、「電子黒板」、「学びのスタイルにより1人1台の可動式PC」、「無線LAN」、「個人フォルダ」とされていることがあるのだろう。そのような環境の整備は、「スマートスクール構想」(仮称)と呼ばれる計画の一部であり、それはデータの蓄積や個に応じた学びを可能にするような授業・学習支援システムと、個人情報管理を可能とした総合型校務支援システムの運用がイメージされているらしい。それにより、学校と家庭と教育委員会と企業とが、インターネットを通じて連携をとれるようになるらしい。2030年を目指してそのような教育環境の整備が計画されていることを踏まえたうえで、本分科会ではどのような研究発表を蓄積していくべ

きであろうか？

繰り返しになるが、やはり上記の①～④しっかりと踏まえた発表が望ましいと考える。各校の現状に合わせつつも、①～④の観点を踏まえた研究、授業実践の蓄積により、生徒一人一人にとって充実した学びがある教育実践が行われるのではないかと考えるからだ。ゆえに、是非、過去の発表などにも目を通して欲しい。似たようなICTの整備環境における授業実践が、すでに当時の先進的な学校において取り組まれている事例は少なくないと思う。しかし、急激な環境の変化に、実際の教育研究や授業実践が追いついていないとは限らない。ICTを有効に活用するためには、それ相応に習熟するための時間が、教員にも生徒にも必要だからだ。ゆえに、過去の発表において課題をされていたことは、依然として課題として残っているのではないだろうか？だとすると、仮にICT環境の整備が計画のとおりに進んだ10年後であったとしても、未だに今年度の分科会で課題としたことが、依然として解決すべき課題として残っている可能性がある。その解決を、新たなICT機器の登場まで解決を待つ、ということでは、今学ぶ生徒が取りこのされる結果となる。とりわけ④の累積性を重要視した発表本数が増えることを強く望む。

参考文献等

- 文部科学省 (2009). 『高等学校学習指導要領解説 数学編』
- 2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会 (2016). 「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめ
- 文部科学省 (2016). 「平成27年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査 (概要)」
- 文部科学省 (2016). 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」

(菅原 幹雄)