

第105回全国算数・数学教育研究(青森)大会基調発表

日本数学教育学会実践研究推進部 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、前回の全国大会（島根大会）の高等学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、次回の全国大会（青森大会）の発表に向けて提案するものである。

青森大会高等学校部会の分科会は、下記のように分類できる。

目 標：教育課程

科 目：数学Ⅰ、数学A、数学Ⅱ、数学B、数学Ⅲ、数学C

方 法：ICTの活用、学習指導法・評価、問題解決・数学的な見方・考え方、学習支援、教科横断的な指導

その他：数学の活用、大学入試・高大接続、専門学科・総合学科・その他、基礎・自由研究

これらの分科会をもとに、実践研究推進部高等学校部会では「1 教育課程」、「2 数学Ⅰ・数学A」、「3 数学Ⅱ・数学B」、「4 数学Ⅲ・数学C」、「5 学習指導法・評価」、「6 問題解決・数学的な見方や考え方」、「7 ICTの活用」の7編を基調発表としてまとめた。7編の基調発表の中の構成は、「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」で主に島根大会の発表を先行研究として紹介している。その際、今回もオンラインでの発表という形式であったが、当日発表された分科会にかかわらず、発表内容をあらたに吟味し、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。その中で、従来の「現行」学習指導要領の下での実践研究を深め、令和4（2022）年度入学生から新しく実施された「新」学習指導要領の改訂の趣旨に基づく実践を提起している。

社会は急速に変化しておりSociety5.0とも呼ばれる新たな時代の到来が、社会や生活を大きく変えていくと言われている。新学習指導要領では社会に開かれた教育課程を重視し、育成を目指す資質・能力の明確化および「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することが求められている。ここで、「主体的な学び」、「対話的な学び」、「深い学び」はそれぞれ方法や技術の改善のみを意図しているのではなく、授業改善全体の視点であることをいっておきたい。すなわち、授業の報告だけで終わるのでなく、授業改善をどのように実現するのかという視点での提案が求められる。また特に深い学びの鍵として、数学的な見方・考え方を働かせて数学的活動を伴う学習を展開することがより一層重視されている。このような背景の中、令和5（2023）年度の青森大会の研究主題は「学びを社会に生かす教育を目指して—子どもがつくる算数・数学授業の創造—」である。対話的・活動的な学びを通して、生徒が主体的に社会生活に数学を活用できる力、そして個性や創造力の育成につなげたい。青森大会の研究主題は新学習指導要領のねらいに即したものであり、令和4（2022）年度から年次進行で実施される学習指導要領での教育課程実施に合わせてさらに研究を深めたいテーマである。

ここまでで、学習指導要領の改訂を視点として研究主題との関連について言及したが状況は刻々と変化し、新たな教育課題が次々と生まれている。平成31（2019）年4月には「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」が通知され、令和3（2021）年8月には「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料が国立教育政策研究所教育課程研究センターから発行された。高等学校においても令和4（2022）年度入学生から観点別学習状況の評価を指導要録に記載している。高等学校においては小中学校に比べ観点別学習状況の評価の研究が遅れていたことは否めない。今後ますます研究が求められる領域である。

さらに、平成31（2019）年4月には中央教育審議会から「新しい時代の初等中等教育の在り方について」が諮問され、“新しい時代の高等学校教育の在り方ワーキンググループ”が発足している。特に教科教育に関わることとして、新時代に対応した学校教育の在り方としてSTEAM教育の推進が述べら

れている。理系教科・文系教科にとらわれない教科横断的な教育で実社会の課題解決をしようという取り組みに対し、数学科や新設された理数探究（理数科）を軸とした学習内容を考えることも喫緊の研究課題となる。このような先進的な研究もますます求められる。加えて令和元（2019）年12月にはGIGAスクール構想に関する文部科学大臣メッセージが出され、生徒1人1台端末環境も次第に整いつつある。

令和2（2020）年8月には日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会より、「新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言：統計教育の実効性の向上に焦点を当てて」が公表された。提言の内容は、(1)基礎教育の一環として数学教育を充実すること、(2)統計教育の実効性を高めること、(3)新科目編成の趣旨を活かした数学教育を実施することであり、これを受けて令和7（2025）年度以降の大学入学共通テストの出題科目においても「数学Ⅱ・数学B・数学C」を設けるべきとしている。そして令和3（2021）年3月には大学入試センターから、「数学B」の2項目（数列、統計的な推測）及び「数学C」の2項目（ベクトル、平面上の曲線と複素数平面）のうち3項目の問題を選択解答させることが発表され、出題教科に「情報」も含まれた。さらに9月には「数学ⅠA」、「数学Ⅰ」、「数学ⅡBC」ともに試験時間が70分間と発表された。令和7（2025）年度以降の大学入試個別試験の入試科目も令和4（2022）年夏ころから次第に発表されており、数学Bの「統計的な推測」を試験範囲としている大学も多い。

同じく令和2（2020）年8月には、文部科学省から授業改善のための参考資料（教職員向け）として「高等学校数学科教材（行列入門）」が公表された。過去の学習指導要領には行列を用いた図形の一次変換が入っていたが、ここでは新学習指導要領数学Cの「数学的な表現の工夫」の内容も踏まえ、AI人材育成の観点から、大学等におけるデータサイエンス教育と円滑に接続することが可能な教材として行列が示されている。

さて、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、開設される分科会についての議論を深める機会がこれまでほとん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実践研究推進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取り組んでいく必要もある。

なお島根大会では、他の基調発表に分類されない、下記の発表もあった。

- ① 専門科との連携について
- ② 工業・水産高校における教科横断的な指導
- ③ 数学で遊ぼう
- ④ 数検問題から見えてくる生徒の数学力
- ⑤ 他教科と関連した授業の実践について
- ⑥ 外国籍の生徒への数学科指導方法の工夫

まず、①は農林高校で割合や指数計算等の指導を専門学科の先生と連携して授業改善を進めている発表である。前年度からの実践なので、今後ぜひ継続・発展させていきたい。②は工業科、水産科で一次関数のグラフをかくことも苦手な生徒に身近な表計算ソフトを利用して、二次関数、三角・指数・対数関数等のグラフを学ばせるという発表である。専門学科の生徒が使い慣れている道具をさらに数学に活かしてほしい。③はコロナ禍でモチベーションが上がらない状態を打破するためにLHRや隙間時間等の中で、数学の教材としての塗り絵、折り紙等の実践をした発表である。日常生活や遊びの中にも数学があることを主体的に知ろうとする態度も養ってほしい。④は数学検定の選択問題3題のうち特有問題を選択する受験生がここ最近増加しているという発表である。数検では電卓使用可が前提のようである。特有問題の中身についての分析をもう少し見せてほしい。⑤は普通科の高校で国語、生物、化学科と連携して授業を行い、その結果を分析した発表である。今回の発表で連携の有効性は理解できたので他教科との連携等をさらに発展させてほしい。⑥は外国籍の生徒が約26%在籍している全日制普通科都立高校での授業の工夫についての発表である。入学の段階で在京枠を設けている。数学での工夫についてももう少し知りたい。国際化の実態や対応について現場から今後も発信してほしい。

なお、本趣旨以下の基調発表において参考・引用した新学習指導要領関連の文献は以下のとおりである。

- ・文部科学省（2018）。「高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編」
- ・文部科学省（2018）。「高等学校学習指導要領解説 理数編」

（荻野 大吾）

*実践研究推進部高等学校部会

実践研究推進部 部長：加々美勝久，同副部長・高等学校部会長：荻野 大吾，高城 彰吾
 常任幹事

相浦 敦，青木 弘，市村麻奈未，岡田 憲治，齋藤 教雄，菅原 幹雄，須田 学，
 中村 明，夏原 智史，西谷 咲子，毛利 哲，山田 研也

幹 事

小澤 真尚，神谷 隼基，古宇田大介，芝辻 正，田中 紀子，塚原 康介，西川 真吾，
 橋本 三嗣，平澤 陽子，藤田 祥一

1 教育課程

1. はじめに

平成30(2018)年3月に高等学校の新学習指導要領が告示された。本分科会は、日頃から数学に取り組む生徒と接しているからこそ提案できる教育課程編成や、その教育課程における指導の実際あるいはその評価について、教育課程論で一般的に用いられる意図・実施・達成の3つの段階で議論する。なお、教育課程の編成には、新学習指導要領についての各学校の実態を踏まえた議論が必要不可欠であり、本分科会で扱う研究テーマとして共有していくことが期待される。本稿では、島根大会での研究発表を総括した上で、青森大会での「教育課程」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

はじめに、実践研究推進部で分類した島根大会までの「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	18	19	20	21	22
件数	14	9	4	7	10

次に、島根大会での各発表が主として、どの段階の教育課程に着目したかで分類・整理し、各研究の概要を紹介する。

- ・意図の段階：学校現場が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調査・研究する段階。
- ・実施の段階：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研究する段階。
- ・達成の段階：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や生徒の支援に生

かす段階。

(1) 主として意図の段階に着目した研究

① 「生徒の学習調整につながる評価の研究」

生徒が自身の学習状況を理解し、目標の達成に向けて粘り強く学習したり、自らさらに高く設定したりして、その達成に向けて努力するための評価方法について考察した。振り返りシートの質問「何ができるようになったか」について、数学科で授業中にどのような仕掛けや工夫ができるかを継続的に考えてもらいたい。学校全体の取組であれば有意義な研究であり、大変興味深い。また分析資料では教師と生徒双方が保持できるようにシステム化するとよりよい。

② 「SSH校としての数学科の取組」

教科横断的なSSH校での数学科の取組や学校全体の取組である一斉小テスト指導「SS」(Stepping Stones)の効果について実践例について発表した。データサイエンスを数学科の教員が担当したため、データの分析の授業の後に生徒の数学的な力や既習事項を把握できた状態でスムーズに授業を展開できたことが非常に効果的だった。今後もさらに課題研究の分析や仮説検証につながることを期待できる。

③ 「数学的探究ポスター作成指導の「観点」の検討ー共有されたポスターへのコメント分析ー」

共有されたポスターへの教師による39件のコメントを分析し、評価を行う上でポスター独自の観点を設け、生徒にフィードバックすることまでの一連の流れを紹介した。ポスター作製時とその評価との着眼点は異なることやコメントの分類について注意を払う必要がある。

(2) 主として実施の段階に着目した研究

- ④ 「What-If-Not方略を用いた大学入試問題の発展的な指導(XV) - 2022年度大学入試問題を原題として -」

2022年度大学入試問題を原題とした発展的な指導法について紹介された。一つの問題を深掘りすることによって、俯瞰的に問題をみて考えることができ、生徒たちから様々な発想が生まれた。学習者(生徒)が変数リストを見ながら、どこを変えるのか考えているが、何をきっかけに変えたのかを大切にしてほしい。どのような視点で、どういうきっかけで解いたのかを考え、学習者(生徒)の振り返りを行う機会を設けてほしい。これにより数学的な活動が充実するであろう。

- ⑤ 「大学入学共通テスト問題の研究 - 新しい授業実践に向けて -」

大学入学共通テストの問題分析を通じて生徒に身につけさせたい力を具体化した。その内容を踏まえた「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、新しい授業の在り方について考察した。2つの関数を見て、「この関数でどのようなことを考えてみたくありませんか」という発問からの生徒の反応が教師の予想通りのものなのか、そうでないものであるのか検証していくと授業改善につながるであろう。結果が求められたときに生徒がどのように発展的に考えていくのか、グループ活動や教師の助言の工夫が求められる。ぜひとも生徒の学びたい、知りたいという気持ちを大切に、動機付けや仕掛け作りを工夫してほしい。

- ⑥ 「生徒の学びの過程に着目した仮説検証型の授業研究 - 知識構成型ジグソー法を軸とした授業実践をもとに -」

「生徒はどのように学んだのか」を根拠にした質の高い授業への改善が、教科の枠を超えて組織的に広まることを期待し、事前協議、授業観察、事後協議をセットにした仮説検証型の授業研究の実践例を提示した。教科横断型ということもあり、総合的な探究の時間や理数探究のような教科横断型のモデルとしてふさわしい取組である。チャット機能を利用したり、考えたことをジャムボードの付箋に貼って事前に張り付けたりしておくなどして、事前事後指導で教師のPC利用の

キルも活用していくとよりよいだろう。

- ⑦ 「理数に関わる探究活動の深化」

生徒が課題を見つけ、仮説を立てて、実験・分析を行い、まとめ・考察・発表に至る一連の探究活動に主体的に取り組ませるとともに、探究の深化のための指導の試みを紹介した。生徒が興味を持って進めていくことや教師がどこまで寄り添っていけるか、そして一緒に研究していくスタンスを持つことが大切である。引き続き、継続的な実践報告が強く望まれる。

(3) 主として達成の段階に着目した研究

- ⑧ 「「理数探究」と関連した統計カリキュラムの開発 - 6年間を貫く課題研究「富士未来学」の実践から -」

「理数探究」を含む6年間を貫く課題研究「富士未来学」の統計カリキュラムと数学科の統計カリキュラムの連関により、中学校段階での検証方法の習得が課題研究に与える効果を研究した。SSH校では学習指導要領の枠を超えた教育課程の編成が可能であるが、資料の検索と活用、データの収集と分析といったことをまずは学習する必要があることを確認されたい。生徒がどんな研究目標を求めているのかを明確に提示し、データの分析をさらに深化させていく必要がある。また独自の調査で仮説検定とか相関係数についての理解度が40%前後であることから、危機感をもって今後の授業で繰り返し復習する必要がある。

- ⑨ 「数学的な探究活動で問題解決する授業 - 中高一貫校における授業力向上の取り組み -」

「主体的・対話的で深い学び」の実現のために授業研究を教科の取組として実践し、問題解決型授業を授業内で行いつつ、探究型学習へとつながる活動の実践報告と教師の変容について紹介した。

チームで改善をされている点、指導案を3回の校正を経て完成している点等が素晴らしい。また、「自分で発見、そして予想予測からの証明」を授業の中で見ていくことで個々の生徒の評価ができる。教科書に掲載されている内容は、生徒にとって学びの必要性があるとは限らない。課題を出して終わりではなくて課題と適切な問いをセットにすることを再確認していきたい。

- ⑩ 「新教育課程に対応した授業から考査へとつながる問題づくり(2) - 教育課程の基調発表を踏

まえてー」

授業の様子を映し出すものとして、思考力・判断力・表現力を問う考查問題に着目し、見出した事柄や事実を説明する問題、事柄を調べる方法や手段を説明する問題、事柄が成り立つ理由を説明する問題に分類し実践事例を紹介した。時間割編成上、授業を行うクラス数は限定され、授業内では学年全てのクラスを把握することはできない。ただし考查の問題は全てのクラスに対して出題しているため、生徒の実態や意欲を把握することはできるため、最低限、身につけさせたい能力を測ることができる。生徒の対話を大切に、双方向を意識した授業を実践しているからこそ、この問題が他とどのように結びついているのか、別の方法などのような方法があるのか、という観点もあると広がる。ぜひとも今後の研究がまたれる。

3. 問題点と今後の課題

(1) 学習指導要領の改訂までの経緯

学習指導要領の改訂に向け、平成26（2014）年11月に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（2015）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、すなわち「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（2016）年9月に各教科の専門部会の議論を総括する形で「新学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」が公表され、同年12月に「答申」の形にまとめられた。算数・数学科では、資質・能力を育成するため、次の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、課題研究と同様の趣旨の理数科の科目「理数探究」、「理数探究基礎」の新設、②「数学C」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」の位置づけ、③「数学活用」の内容の「数学A」、「数学B」、「数学C」への移行等、科目構成の見直しが目立った。さらに、すべての校種と全ての科目で統計データを含む情報活用能力の育成がうたわれ、統計的（仮説）検定、推定誤差、信頼区間など統計的な推測の内容などがこれまでに比べ、より重視されることとなった。数学科の統計の内容と他教科の内容との関連付けについてもはじめて明示されている。

平成30（2018）年3月には、高等学校でも新たな学習指導要領が公示されたが、これらの動向や今までの教育課程の変遷を踏まえながら、今後の研究報告を蓄積・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 各学校の達成段階に着目した現行教育課程の評価と新課程の実践報告

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、これまでの現行学習指導要領に基づく教育課程によって、生徒のどのよう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、学習者である生徒の立場から、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。また令和4(2022)年度より新学習指導要領が実施されていることから、実施の段階としての研究について言及されることを期待したい。とくに新科目「数学Ⅰ」における各学校での実践報告や新たな取組の紹介等がまたれる。

今後、さらに達成段階に着目し、現行の教育課程を評価することで、次のような観点からも提言できる。(ア)「数学Ⅰ」が履修科目であることを考慮すると、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。現行の教育課程のように「数と式」、「図形と計量」、「二次関数」、「データの分析」の内容構成で果たしてよいのか。実際に「課題学習」を通して数学的活動を充実させるゆとりを確保できているのか。また「数学Ⅰ」においては、この科目だけで高等学校数学の履修を終える生徒に一層配慮し、履修科目としての意義を改めて認識しながら、高校生に必要な数学的な素養を育む内容の再構成や精選がなされているであろうか。

(イ) 算数・数学科の立場から、小学校から高等学校の履修科目「数学Ⅰ」までの10年間を見渡した際、生徒の発達段階に応じた適切かつ効果的な学習が行われるよう配慮されているか。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、各学校の事例を踏まえてどのような取組が可能なのか。

(ウ) 新学習指導要領でも一層重視される統計に関する内容について、小・中・高の接続や系統性を重視したスパイラルな教育課程をいかにして実現できるか。

他にも例えば、学習指導要領改訂の時期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。

これまでの現行学習指導要領では「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。

② 今後期待される新学習指導要領を踏まえた各学校の教育課程の編成

新学習指導要領では「数学活用」は廃止され、その内容は「数学A」、「数学B」、「数学C」の各単元に引き継がれた。だからこそ、今までの歴史を振り返りながら、教育内容の変遷をたどることも重要な研究の一つである。

またそれに関連して、ベクトルは「数学B」から「数学C」に移行された。「数学B」と「数学C」の履修の順序は規定されていないものの、これまでの「数学C」は三年生で履修することが多く、二年生で履修することは少ないことが予想される。

日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会(令和2年・2020)によると、新科目編成の趣旨を活かした数学教育を実施するため、令和7年度以降の大学入学共通テストの科目の1つとして「数学Ⅱ・数学B・数学C」を設けるとしている。また独立行政法人大学入試センターによると、その出題範囲のうち、「数学B」の2項目の内容(数列、統計的な推測)及び「数学C」の2項目の内容(ベクトル、平面上の曲線と複素数平面)に対応した出題とし、このうち3項目の内容の問題を選択解答させることとしている。これらは基礎教育の一環として、数学教育をより充実させることへの強いあらわれといえるだろう。

そして対話的な学びを構成するための発問・投げかけをして、対話による気づきや深まりがあり、日常の授業において学ぶ意義や楽しさを味わえることが大切である。また授業を契機として、授業外で自ら進んで学んでいき、物事をより深く掘り下げていけるようになることを大切にしていきたい。これにより、生徒自身の中に一つの世界観が出来上がっていくだろう。

③ 教育課程全体における数学的活動の推進

これまでの現行学習指導要領において、数学的活動とは「数学学習に関わる目的意識を持った主体的な活動のこと」であり、同解説の中でも、数学的活動の図式が記載されている。

一方、新学習指導要領の解説では、数学的活動とは「事象を数理的に捉え、数学の問題を見いだし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」と記載され、算数・数学の学習過程の

イメージ図とともに例示された。これは、今までの数学的活動の図式を、さらに改訂の趣旨に合わせて具現化したものになっている。

近年、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、これらの変遷を踏まえ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」の位置づけを検証する研究

日本数学教育学会（2015）によると、「数学Ⅰ」、「数学A」以外の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、および、「数学活用」の履修率の全国的な低迷ということ等があげられた。

今回の学習指導要領改訂で「数学活用」は廃止され、その内容は「数学A」、「数学B」、「数学C」の単元に引き継がれている。また課題学習は「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」に位置づけられている。

そして課題学習は、生徒の「主体的・対話的で深い学び」として数学的活動を一層充実させていくことが求められており、さまざまな実践報告を蓄積し、共有することがまたれる。その際に配慮すべきこととして、実際の学習内容と関連する課題を設け、適切な時期や場面を考慮し、指導計画に適切に位置づける方法を検証する機会も大切にしたい。

(イ) 新科目「理数探究」及び「理数探究基礎」の位置づけ方を模索する研究

新学習指導要領で新設された『理数探究』及び『理数探究基礎』については、中央教育審議会（2016）において次のように記載している。

「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む態度等を育成する。…＜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う

かがえる。また数学的活動の観点からいえば、これらの記載は、算数・数学の学習過程のイメージ図とも類似しており、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。生徒が真理を探究するために、あるいは答えのない課題を見つけ、その解決策を模索していくために、「思考力・判断力・表現力」を培うことが求められている。

近年の全国大会では、科目を見据え、SSH指定校や各学校の学校設定科目を中心に、勤務校での実践を報告する研究発表が多く見られた。しかし、科目の位置づけ方や単位数といった、その科目の在り方まで言及する報告は未だ少ないのが現状である。そのため、具体的な実践報告に留まらず、各学校の教育課程の編成まで踏み込んだ研究発表にも期待したい。

青森大会は第105回全国大会であり、令和5（2023）年は新高等学校学習指導要領が施行されて2年目の年になる。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いる。だからこそ、教育課程の変遷と学校現場の実態の変化を踏まえながら、未来の数学教育の展望を見据えた研究発表を数多く推進してほしい。

引用・参考文献

中央教育審議会（2016）、「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）」、https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm

日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会（2020）、「新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言－統計教育の実効性の向上に焦点を当てて－」、日本数学教育学会誌.102(9). pp.19-35.

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2022年10月現在）

（青木 弘）

2 数学 I ・ 数学 A

1. はじめに

「数学 I」は、必修科目として、中学校との接続に配慮するとともに、この科目だけで高等学校数学の履修を終える生徒及び引き続き数学を履修する生徒の双方に配慮した内容で構成され、すべての生徒の数学的に考える資質・能力の基礎を培うこととしている。具体的には次の点に留意する。

中学校数学が「A数と式」、「B図形」、「C関数」、「Dデータの活用」の4領域で構成されていることを踏まえ、次の①から④までの内容で構成されている。

- ① 数と式 ② 図形と計量 ③ 二次関数
④ データの分析

また、数学的活動を一層重視し、生徒の主体的・対話的な学びを促し、数学のよさを認識できるようにするとともに、数学的に考える資質・能力を高めるよう課題学習が位置付けられている。

一方、「数学A」は、「数学I」の内容を補完するとともに、数学のよさを認識し、数学的に考える資質・能力を培う科目として、次の①から③までの内容で構成されている。

- ① 図形の性質 ② 場合の数と確率
③ 数学と人間の活動

従前の「数学活用」の「数学と人間の活動」と「整数の性質」は今回の「数学と人間の活動」のなかに位置付けられた

指導に当たっては、履修目的に沿って、履修内容や履修順序、単位数を適切に定めるとともに、各科目間の内容相互の関連と学習の系統性を十分に図り、生徒の多様な特性などに対応できるようにすることが大切である。

島根大会では、令和4年度から開始された新学習指導要領で新たに加わった内容において実践された発表が数多く見られた。本稿では、島根大会における「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

実践研究推進部で分類した島根大会までの過去5年間の「数学I・数学A」に関する発表件数の推

移は、表1表2の通りである。なお、表2において、「数学と人間の活動」は、従前の「課題学習等」の部分に位置付けて集計することとする。

表1 「数学I」における発表件数の推移

年度	18	19	20	21	22
数と式*	2	1	0	1	0
二次関数	5	2	1	1	3
図形と計量	1	6	2	2	3
データの分析	6	3	2	6	4
課題学習等	1	0	3	0	3
計	15	12	8	10	13

* 集合と論理を含む

表2 「数学A」における発表件数の推移

年度	18	19	20	21	22
場合の数と確率	2	1	2	1	1
図形の性質	2	3	3	1	3
整数の性質	3	2	1	0	0
課題学習等	0	0	1	0	0
数学と人間の活動					
計	7	6	7	2	4

以下、島根大会における「数学I・数学A」の内容に関する研究発表の概要を示す。

(1) 「数学I」の研究概要

- ① 「テレビ」を題材とした三角比の活用の学習指導
- 三角比と比例を関連付けることを意図して -

中央教育審議会(2016)において、「高等学校における教育が、小・中学校に比べ知識伝達の授業にとどまりがちであること」が指摘されたことを受け、生徒が主体的に創造的に三角比について学ぶことができるよう三角比と比例を関連付ける教材作成に関する実践報告。

画面の対角線の長さ(インチ)を用いて、その型を表す「テレビ」を題材とし、テレビの最適視聴距離を求めるといった問題を取り扱った。身近な題材を取り扱うことで、三角比の実用性を体験的に学ぶことができる。

授業の流れ中で生徒が比例関係に気づき考察するためには取り扱う数値にも配慮が必要である。更に有効な教材となるよう、今後も検討を進めていきたい。

② 三角比の意味理解の進展を意図した学習指導
－比の見方の変容に着目して－

三角比を辺の長さで導入し、比の見方の変容を促す学習を構成し展開した。

既に三角比の学習を終えている生徒に行った調査で、三角比を用いた計量には答えることができたが、三角比を辺の長さの比の関係として捉えられていないことが分かった。そこで、三角比の意味理解に基づく学習を行った。三角比を長さから導入し、対応比から形状比に見方を変えて考察したことで意味理解が適切になされた。

生徒が三角比の定義を理解するように何度も試行錯誤させたことは有効であった。一方で、サイン・コサインを他の辺の長さを求めるために活用する際、比の式を考えると高校生にはやや難しくなってしまう。比の式ではなく表で比例関係を考察するなどの工夫をするとよい。より効果的な教材となるようさらに研究を進めていただきたい。

③ 夜間定時制課程における 2 次関数の導入への
－考察－知識構成型ジグソー法と GeoGebra 使用の実践より－

学習指導要領の改訂により、「主体的・対話的で深い学び」への転換が求められ、更に教育の情報化の推進として ICT の活用が求められていることから、学習者・授業者が共に効果・効率・魅力のそれぞれが向上する授業のデザインについて考察した。

主体的な学びの導入に「グラフの式あてゲーム」を行い、生徒に興味関心を持たせた。さらに、対話的な深い学びを導くために知識構成型ジグソー法を取り入れ、生徒の協働を促した。関数グラフソフト GeoGebra を活用し、2 次関数の標準形の式からグラフの特徴について考えた。これらの学びにより、生徒は 2 次関数の標準形の良さを理解し、平方完成の学習にも積極的に取り組むなどの効果が見られた。しかし授業効率には差が見られなかった。

ICT を効果的に活用しており、生徒の主体的・対話的な学びを育む好事例である。今後も継続して効果・効率・魅力ある授業デザインに取り組んでほしい。

④ 平方完成式についての一考察－平方完成式と
2 次方程式の解の公式の計算手順を公式化することについて－

2 次方程式の解の公式の導出過程の計算手順の公式化の検討を行った。

平方完成の過程で 2 次の項の係数を利用した公式化により計算の複雑さを解消した。2 次方程式の解を導出する過程で方程式の形によって解き方をアルゴリズム化し、それらを統合するという数学的体験をすることに大きな価値がある。本研究をどのように授業で実践するか、またその効果の検証を期待する。

⑤ Google Workspace を利用した授業－ループ
リック評価を用いての指導－

日常生活で起こり得る状況で数学的な見方を取り入れ、既習の知識を活用することで数学への興味関心を持たせ、問題を解決する力を身につけることを狙いとした授業研究である。研究授業では、Google Workspace の Classroom を活用して 2 次不等式に関するパフォーマンス課題（パンを販売するときの値段の付け方）とループリックを提示し、授業者と生徒が到達目標を共有した。個人での活動、グループでの活動を行い、活動後にはループリック評価をまとめて、グループ内で相互評価を行った。

ループリックによる評価は生徒によっては過大評価、過小評価となることもあるため、その差を少なくするための取り組みを更に検討していただきたい。

⑥ 中・高数学の接続をうながす指導法の研究－

中学校教員が実践した 2 次関数グラフの授業－2 次関数のグラフに関する中・高数学の接続を促す授業実践である。中学校では 2 次関数のグラフを「上に開く、下に開く」としたが、高校では「上に凸、下に凸」に代わるがその理由は明らかにされていない。また、教科書では原点以外の点を頂点とする 2 次関数を式からグラフをかくことで展開している。しかし、この取り扱いが唐突に思えるため、グラフから式を求めることで平行移動を理解させた。

中・高の接続をしないまま学習を展開すると、生徒は受け身の姿勢になってしまう。また、知識の詰め込みでは、理解につながらないと著者は主張している。

授業者は中・高の教科指導における目標の差を理解、整理したうえで、その接続を考える必要がある。今回は 2 次関数に関する発表であったが、

他分野についても中・高の接続を意識した授業研究を期待する。

⑦ 生徒が主体的に取り組む正弦定理の指導の一例
生徒が三角比の有用性を実感することができる教材を研究、実践した。本研究は三角比の正弦定理において、「倶多楽湖（北海道白老郡白老町）の面積を考える問題を通して正弦定理に円の直径を関連付けること」を目的とした。実際の授業では5つのステップを順に取り組んだが、「円周角が直角のとき、弦は直径になる」という知識が定着していない生徒が64.7%と多かったため、解説をして生徒の理解を得ることができた。本授業を通して多くの生徒が「正弦定理と外接円の直径との関係性」が理解できた。

アンケートの結果からも中学校で学習した内容と関連付けたことで新しい発見があることを生徒が実感できたことは評価できる。今後の課題について研究を進め、更なる報告を期待したい。

⑧ 「仮説検定の考え方」の素地の育成に関する研究
著者は、小中学校の教科書を分析し、割合を用いて起こりやすさを判断する経験が多いことが分かったため、割合だけで判断することに批判的思考力を働かせる機会を設定することが、事象の偶然性への着目につながると考えた。

人の意思が入らない、コイントスによる判断を行う「お菓子の問題」（1枚の硬貨を投げ80%以上表が出たらお菓子が貰えるというゲームを行う。Aコースは5回、Bコースは30回投げると、どちらがお菓子を貰いやすいかを考えさせる設定）を教材として開発した。このことで、事象の偶然性に着目するための素地を育成できると考えている。ただ、授業展開では同様に確からしいことを用いて思考した生徒はいなかったようである。

割合や確率などの考えに基づいて数学的に捉えて判断することに対して、仮説検定を用いて統計的に捉えてその考えが妥当かどうかを判断することができる。今後もこのような実践に意欲的に取り組んでいただきたい。

⑨ 「仮説検定の考え方」の指導に関する考察－本質の抽出と内容の精選－

仮説検定について、著者は「(1)『仮説検定』は統計学の中でも、様々な準備を整えた上で論じら

れるものである(2)『仮説検定』は統計学の学会等で問題が山積している分野である。」という問題意識をもっている。そして「検定のための標本採取の際にそのサンプルサイズを調整することによって、棄却するも棄却しないもコントロールできてしまうのである」と述べている。その上で、指導のポイントは、仮説の立て方、確率による背理法的思考で棄却の可否を判断に加え、さらに有意水準設定の恣意性と過誤の危険性に触れられるとよいと述べている。

興味深い内容である。仮説検定は、少ないデータで考察している題材と、現実の世界での膨大なデータを考察するような教材がある。発展的に学べるような学校では、数学全体をとらえながら、教科横断的な取り扱いも考えることで、質の高い学びにつながると考えられる。

⑩ 高校生による数学の問題作り(XX)－蓮とさくらの対話的な例作りからの相関係数の関係の理解－

数学の問題作りに関する著者の日本数学教育学会全国大会における発表は20年目となり、一般化や拡張、多様な見方が創造性の基礎につながることで、個人での問題作りより協同（協働）学習の方が効果的であること、創造性の定量的評価についてはその限界と現実的な対応に触れるなど、これまで多くの実践から、様々な示唆を与えている。

今回は、蓮とさくら（2004年生まれに最も多い名前）の対話的な例作りからの相関係数の関係の理解を副題とし、2018年11月に実施された共通テスト第2回試行調査を取り上げている。対話を通して相関係数の値を求め、考察する事例である。

このような対話的な学びの重要性を感じられる題材の提供やその実践報告を、今後も続けていきたい。

⑪ 「データの分析」で鳥根の問題を考える

研究内容としては、まず、文化・生活・スポーツなど、どのジャンルでもよいので全国と比べて鳥根の立ち位置（順位）を調査し、2種類のデータ間の関連性（相関関係）を求め、鳥根県の問題点を見つけて改善点を考察し、鳥根県への提言として各クラスから代表3作品を選出、その後提言に向けての準備を行い、政策企画課へ提出（予定）という授業構成である。

学習指導要領では、目的を設定したり必要な情報を見出したりする力を伸ばしていかなければならない。今回の松江商業の取組はまさにこれに該当したものであろう。

学びに向かう力という部分が今回の研究の中で非常に評価できる場所であり、今後もこのような実践を続けていってほしい。

⑫ 「理数系高校生の数学力」数学ⅠA編－2021理数系高校生のための基礎学力調査より－

東京理科大学数学教育研究所が実施している「高校生の基礎学力調査」の結果報告とその分析である。（正答率）－（教師評価）の分析で、（正答率）＜（教師評価）であった問題が「『2つの事象が互いに排反である』とは何か、具体例を用いて説明しなさい」であり、事象の独立や余事象と誤解している解答がみられたことが報告された。データの分析については、2020年を境に正答率・自信率が上がり、無答率が下がったという報告があった。

貴重なデータである。結果に対し、その原因がわからない部分もあると思われるので、今後も原因の分析を続けてほしい。また、知識・技能と、思考・判断・表現で分類した分析を行っても興味深いデータが得られるのではないだろうか。

⑬ 生徒の主体的な学びを実現する授業改善－数学Ⅰ・数学Aの基調発表を踏まえて－

観点別評価の「主体的に学習に取り組む態度」における評価の実践報告である。学習を始める前に具体的な学習活動と目標を、「学びのデザインシート」によって教員と生徒が共有する。学習後に生徒はルーブリックにより個人内評価を行う。このシートの活用により生徒は到達目標が明確になり、学習の調整に活用することができる。

評価シートを作成するときは、形式的な振り返りとならないようにするためにしっかりとした目標・問いを持たせ振り返らせることが大切である。また個人内評価を観点別評価にどのように生かすのかは課題である。よりよい評価に向けて継続研究を進めてもらいたい。

(2) 「数学A」の研究概要

① 算数・数学の学習過程のイメージによる授業改善－仙台三高との協働実践～確率を題材として－

授業改善の必要性を意識した意欲的な取組であ

る。以下の2つの仮説を設定している。(1)数学的に面白いと思える素材を教材化する際に、算数・数学の学習過程のイメージ図を意識することで、授業が改善される。(2)(1)を行うことで、教員が算数・数学の学習過程をより深く理解し、その後の授業改善に繋げることができる。

題材としては、「数学A」の「確率」の学習後に行う課題学習として、巴戦を素材とした。活動の実際として、巴戦が一番最後に出る人が優勝する確率が低いはずだが、実際にはそうはなっていない。生徒からも疲労係数というワードが聞かれたという報告があった。

学習過程のイメージ図を用いて振り返ることの重要性を感じた。また、数学的モデリングは単純なモデル化から、もっと現実場面に合わせた複雑なモデル化を行なっていくものであり、数値実験などが理論上の統計と合ってくるとワクワクするし、自由研究のように becoming ののではないだろうか。

今後もこのような実践を継続してほしい。

② 正十二面体の持つ性質について

正十二面体の性質について、 $1:\sqrt{2}$ の長方形が x, y, z 方向に直交するように3つ入っていること、J91（ジョンソンの立体の91番目）を間に入れることで空間充填することなどをはじめとする興味深い立体の性質についての紹介があった。

今回の発表にあった正二十面体の空間充填から正十二面体に行きつくというような思考の流れ・プロセスは、学習指導要領でも大切にされている。このプロセスと見方・考え方、どこに着目してどのような思考をしたかが有益な教材になるだろう。

大学の授業では学生は面白くやっているという報告もあった。生徒の学びに向かうモチベーションも大事で、心の動きも含めて提示していくことが、高等学校が求めている新しい教材になるであろう。

今後もこのような実践を行っていただき、高等学校の教員に参考になるような事例研究とその発表を続けていただきたい。

③ メネラウスの定理・チェバの定理の指導－数学的活動を通した自立的・協働的探究－

チェバ・メネラウスの定理について、定理の紹介→証明→活用法→演習という流れで指導がなさ

れていることが多いだろうという点に問題意識をもち、帰納的な推論を手がかりとし、両定理の連関を明らかにしながら、自立的・協動的に両定理を獲得する指導法を提案することとしている。

課題1a「 $\triangle ABC$ において、辺 AB を $\frac{m}{n}$ に(内分, 外分)する点を R , 辺 AC を $\frac{p}{q}$ に(内分, 外分)する点を Q とする。直線 QR と辺 BC (またはその延長)の交点を P とするとき、 P は辺 BC を $\frac{r}{s}$: $\frac{t}{u}$ に(内分, 外分)する。」(内分, 外分)は一方を選択)に班ごとに取り組み、シートにまとめ、気づきを上げさせる。その後、課題1aの下線部を $s:t, u:v$ とした課題1bや課題1aの波線部を「 CR と直線 BQ の交点を O , 直線 AO と辺 BC 」に置き換えた課題2a, また課題2b(文字による一般化)に取り組みさせることで「チェバの定理」を獲得させている。

非常に興味深い取組である。それぞれの学校で生徒の実情にあわせて楽しめるものではないだろうか。生徒の発言を引き出しながら、授業を作っていくことが大切であろう。今後も引き続きこのような実践を積み重ねてほしい。

④ 統合的・発展的に考察する力の育成に関する一考察—単元「三角形の性質」の学習過程の検討を通して—

統合的・発展的に考察する力の育成へつなげるための学習過程として、「図形の性質」における「三角形の性質」の指導計画(10時間)を試みている。

その上で意識したいこととして「ある問題を解決し結果を振り返り発展させていく方向は様々で、統合的・発展的に考察する過程をどのように位置付けていくかを十分にイメージすること」「具体的な問題から一般的な考察へとつなげていくことや、幾何に関するソフトウェアなどを用いて予想していくことなど、帰納的な過程で命題を発見できるような学習場面を意図的に設定すること」の2点を挙げている。

今後もこのような取組を積極的に続けてほしい。

3. 問題点と今後の課題

前回の第104回鳥根大会の研究主題は「数学的に考える資質・能力を育成するための学びの実現」である。学習指導要領では、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うことが謳われており、主題に則した研究が多かったように思われる。

「数学I」は、新学習指導要領の目標でもある「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を育成する」授業実践が多く報告された。数学的な見方・考え方を働かせるには、「知識および技能」や「思考力・判断力・表現力等」が必要になる。データの分析では、身近なデータを活用した実践報告があり、ICTを効果的に活用し、生徒の思考力・判断力・表現力を引き出しながら「数学のよさ」を実感させる体験的な活動の工夫が見られた。データの分析は新学習指導要領の「数学I」の中でも特に強調されている項目である。今後も多くの発表がなされ、活発な議論が展開されることを望む。

「数学A」は、選択科目であるものの多くの生徒が履修しており、生徒の多様な特性などに対応することが大切である。前回の鳥根大会の発表でも、生徒や学校の実態に合わせた主体的・対話的な活動を意図した実践報告が見られた。

主体的・対話的な学びの手法の研究も必要であるが、学びの過程として捉えて、資質・能力の活用とその育成が繰り返される視点をもつことも大切である。今後も、生徒の変容や資質・能力の育成に結び付く研究や実践の発表も望みたい。

先生方の研究を拝見して、生徒が主体的・対話的に参加できるように色々と工夫されているのがよくわかる。このことはこれまでできてきたことであろうと同時に、今後も続けていくべきことであろう。

(西谷 咲子, 田中 紀子)

3 数学Ⅱ・数学B

1. はじめに

「数学Ⅱ」は、「数学I」を学習した後に履修される科目であり、標準単位数は4単位である。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項目で構成されているとともに、課題学習が内容に位置付けられ

ている。「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た内容構成となっている。高等学校数学の根幹をなす内容を通して、数学的に考える資質・能力の育成を目指している。さらに、この資質・能力を高めるよう課題学習を位置付けている。

「数学B」は、「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。旧課程では、確率分布と統計的な推測、数列、ベクトルの3項目で、新課程では、数列、統計的な推測、数学と社会生活の3項目で構成されている。

「数学Ⅰ」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学の知識や技能などを活用し問題解決や意思決定をすることにより、数学的に考える資質・能力の育成を目指している。なお、履修に当たっては、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応じて適宜、適切な内容を選択させることとなっている。しかしながら、令和7年度大学入学共通テストの出題教科・科目に関して、「数学B」の数列、統計的な推測の2項目と「数学C」の2項目の中から3項目を選択解答することから、「数学B」について、普通科の多くの高等学校では、数列、統計的な推測の2項目を選択することが予想される。

2. これまでの研究経過

日教数実践研究推進部で分類した島根大会までの過去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」「数学B」を合せた発表件数は、昨年度の埼玉大会と同程度である。項目にまたがった発表もあり、その他として扱った。

「数学Ⅱ」

年度	18	19	20	21	22
いろいろな式	1	1	2	2	2
図形と方程式	2	1	0	2	0
指数関数・対数関数	0	0	1	1	0
三角関数	1	0	0	1	1
微分・積分の考え	0	3	1	1	0
その他	-	3	2	-	1
計	4	8	6	7	4

「数学B」

年度	18	19	20	21	22
確率分布と統計的な推測	2	4	0	3	2
数列	7	4	1	0	1
ベクトル	0	0	2	1	1
数学と社会生活					0
その他	-	-	-	-	1
計	9	8	3	4	5

以下、上表の項目の順序に従って島根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 「因数定理・剰余の定理－『賢古考新』の指導順序－」

因数定理と剰余の定理は、余りが0か0でないかの違いであることから、従来の剰余の定理から因数定理という指導順序を、逆の流れで指導するという提案である。多項式の商と余りの関係は、次数が上がると生徒にとって困難になるところがある。商の関数を順番に決定しながら進めることにより解決が図れたとのことである。これは、平均値の定理とロルの定理の指導順序にも当てはまるとのことである。

差をとることから新たな関数を創るという視点は、指導方法を見直す際に有効な一つの方法であろう。今後も様々な実践報告を期待したい。

② 「ICTを用いたからこそ気付きがある数学的活動」

ICTの活用により、生徒が気付く授業の提案である。 $a^n - b^n$ と $a^n + b^n$ の因数分解を、アプリを利用して生徒に法則性を見つけさせ、一般化を気付かせるものであった。また、縦ベクトルのメリットについて、ICTを活用し検索により調べる活動から生徒の気付きを導出している。ICTで気付かせる授業は、比較、検討、探究活動に向いていると結んでいる。

試行錯誤したり法則を見つけさせたりするには有効と思われる。紙での提示や実際に計算することから気付かせることとの違いや既習事項との関連付けが気になる。更なる授業実践報告を期待したい。

③ 「移動した波をたててみるとどうなるか－三角関数の導入－」

三角関数の導入における授業で、正弦曲線を x 軸の正の方向と負の方向にそれぞれ同じ数だけ移動させた2つのグラフをたし合わせたグラフをかく。この作業をさらに10回繰り返し、作成した用紙をバラバラ漫画にして気付くことを引き出し、その後の単元の授業展開でこれを解決している。弧度法、グラフの平行移動、加法定理などの三角関数に関する興味関心を引き出す導入課題として有効としている。

課題解決の中で、代数的に考えるなどの工夫もあり、理解を深めている。他の単元でも課題を引き出す効果的な導入の授業における実践報告も望まれる。

④ 「発見・解決学習と数学的な見方・考え方の育成－三角関数、微分・積分の考えにおける授業実践－」

新しい授業手法を増やしたいという思いから、課題発見・解決学習に取り組んだ授業実践報告である。「問題を解決するためには何がわかればいいのか」という問いかけから生徒の主体的活動として、課題を見つけ、明確に表現させようとしている。三角関数では、式から正しいグラフを選択する課題、微分・積分の考えでは、与えた三次関数のグラフとその導関数のグラフをかくことから疑問を引き出している。

生徒の表現力の育成について、潜在的な生徒の学びをどう顕在化させるかが今後の課題ということでもあったので、更なる授業実践報告が望まれる。

(2) 「数学B」について

① 「『確率分布と統計的な推測』の授業をする前に確認したいこと－基調発表をふまえて－」

学校全体として、授業は予習が前提となっている。効果を上げるためにここ数年発問集として、予習の着眼点を示すことを継続的に行なっている。これは、定理や公式が成立する理由や背景そして教科書にある考え方や既習事項との関連を考えることなどを目的としている。母平均の推定公式の導出に関して、抽象的なところでの理解を図った授業実践であった。

深い学びを引き起こす教材を研究したいとのことであるので、抽象的な議論にとどまらずに、わかりやすい具体例からのアプローチについての研

究も期待したい。

② 「確率分布と統計的な推測の授業をしてみよう」

Teamsを用いて、問題演習の時間や質問する時間を最大限とれるような状況をつくっている。正規分布の確率密度関数の複雑さや母平均 m の母集団から大きさ n の標本を抽出したときの標本の期待値が母平均と同じになることに戸惑いを感じていたとのことである。また、定義の仕方にも違和感を持っていたとのことである。具体的な例に触れながら進めるところと抽象的に考えなければならぬところを考慮した上での指導の必要性があったようである。

今回得られた知見をもとに、表出した課題解決に向けた授業実践の報告を期待したい。

③ 「RLAによる生徒主体で進める数学探究活動の実践」

探究の基本となる問題を準備し、その条件変更という形で小規模な探究活動をさせるRLAを用いて行った授業実践報告である。ここでは、フィボナッチ数列における剰余の周期性を題材として、基本問題を提示・性質の発見、証明をしたのち、グループで条件変更等による問題づくりと探究活動を行なっている。実践から、小規模な探究活動を実践したあとに、本格的な探究活動をするとうまいのではないかと結んでいる。

数学的に考える資質・能力の育成や主体的・対話的で深い学びの実現につながる実践である。最初の段階にも生徒が考える探究活動を入れるなど、今後も実践研究を続けていくことを期待したい。

④ 「空間ベクトルのおもちゃ箱」

空間ベクトルで、なす角が60度で成分が1桁の整数となる問題を作ろうというきっかけから、様々な探究した研究成果報告である。具体的に解いていく中で、ペル方程式、無限降下法、ピタゴラス数、アインシュタイン三角形といろいろな話題が出てきたり、立体の名前を調べるとさまざまな名称が出てきたりし、数学は奥深いと結んでいる。

先行研究からさらに条件を加えながら拡張していく研究は、生徒が探究活動をする上でも参考になる。このような探究活動を生徒が体験する授業づくりや教材研究にも発展させていくことも期待したい。

⑤ 「『理数系高校生の数学力』数学ⅡB編－2021
理数系高校生のための基礎学力調査より－」

生徒の問題に対する自信の度合いを自信率という形で示しており、発問が少し変わったものについては、SIMSの結果は悪くはないが、自信が低いという結果であった。また、次のような結果も見られた。2つの直線の方程式を足した方程式のグラフをICTで扱うことの必要性や条件から図示するよりも図から条件を求める方の出来がよかった。指数関数と変数変換や大小関係の出来が例年同様によくない。得た知識を活用する場面を日々の授業で設定できると良いと結んでいる。

このように経年的に行なっている分析は、生徒に対してよりよい指導法を考える上で参考になる。

3. 問題点と今後の課題

ほとんどの高等学校普通科で履修する「数学Ⅱ」とこれより履修率が下がる「数学B」は、ともに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。高等学校数学の根幹をなす内容について、これまで培ったことを活用して問題解決や意思決定を学習することを通して、数学的に考える資質や能力を高めることにより、数学的な素養をさらに育んだり、自然科学や社会科学、人文科学などの分野で将来役立てたりすることにつながる。

平成25年度の日数教意識調査委員会による意識調査では、数学を初めて難しく感じた時期として、高校1年生、高校2年生としている生徒が多い。このことから、数学のもつ簡潔さや美しさに相反して、「数学Ⅰ」や「数学A」以上に難しく感じる生徒が多くいると考えられる。指導と評価の一体化の視点から、教師と生徒の意識の差異の実態を踏まえて、授業評価や観点別評価に関する実践動向を注視することが求められている。

また、新学習指導要領に示された資質・能力を育むための「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善に向けて、「深い学びの姿」に焦点を当てた授業づくりが求められている。「数学Ⅱ」「数学B」の指導にあたり、全体を通じて以下に提言を記す。よりわかりやすい授業、そして生徒を育む授業を目指した教材開発や授業実践の研究、言語能力の育成について、日頃から地道な工

夫や実践研究を共有することで、青森大会にて活発な議論が行われることを期待したい。

(1) 教材開発や授業実践の研究

学習指導と学習評価は学校教育活動の根幹である。生徒が自ら学ぶ意欲や自ら考え自ら判断し行動する力を育成するために、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」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、一層すぐれた数学的な資質・能力を身に付けさせることが必要である。

問題を解くにあたり、公式に習熟したり、問題の解法のテクニックに習熟したりといった技法のみにとらわれずに、気付きや考え方、出た解答が正しいか判断する力やデータを読み解く力を養成することがこれからの社会を生き抜く上で大切である。

学習指導要領数学科の目標からも、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。数学科として「何を学ぶのか」という学習内容とともに、「どのように学ぶのか」という学びの過程の中期的・長期的なビジョンが重要である。加えて試行錯誤しながら一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。併せて、島根大会の研究発表でも見られたように、概念や式の意味付けなどのきちんとした理由付けを考えさせることも大事である。また、数学活用から移行された内容において、数・量・図形やそれらの関係に着目し、理想化したり単純化したりして、問題を数学的に表現するような教材開発も望まれる。

教材開発をする上で、学習評価についても意識することで、教材がより確かなものになってくると考える。目標と指導を明確にし、つながりを持った上で、評価をすることにより、生徒の学習状況を的確に捉え指導の改善を図るとともに、生徒が学びを振り返って次の学びにつなげられるような評価に関する取組も重要になってくる。

併せて、生徒が、わかる、できるようになりたいとの思いに寄り添う教材開発も必要である。

(2) 充実した言語能力の育成

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付けられている。主体的・対話的で深い学びを実現していく上でも、重要となってくる。

課題学習や探究的な活動を促す教材のみならず、日頃の授業の中で計画的にグループ学習や振り返りの場面を入れるなど、自己や他者、先人などとの対話をどのように展開していくかといった授業展開に関する研究発表も望まれるところである。鳥根大会でもいくつかの発表が見られた。お互いの授業実践を情報交換することにより、生徒の実態に即したものにすることで授業改善に繋げていけると良いと考える。

また、言語能力の育成には、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。その意味では、統計的な推測等、様々な場面で言語能力を育成する場面を、高等学校数学の中で、計画的に設定して行くことが肝要である。

(3) 教科横断的な視点を持ったカリキュラム研究

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。数学をわかりたいと願っている多くの生徒に対して、単に受験に合格するための知識や技術を教えることに終始している数学の授業は、受験のためだけの訓練を行うものと勘違いを生む状況がある。

全国学力・学習状況調査の分析等から、探究のプロセスを意識した学習活動は、学力向上にも結びついている。このことを踏まえ、課題学習において、多様な考え方、単元に捉われない解法や他教科の活用等幅広い視点で考えることも必要であろう。

また、新教科「理数」における新科目「理数探究基礎」「理数探究」とつながりを持たせることにより、生徒の深い学びにもつながっていくと考える。その際、「情報Ⅰ」や「情報Ⅱ」といった情報科との連携などといったカリキュラムマネジメント

も必要であると思われる。「理数探究基礎」「理数探究」は、「数学活用」の内容も踏まえて発展的に新設されたものにもなっている。

併せて、「数学B」に「数学活用」から移行された内容において、必要なデータを収集し、コンピュータなどの情報機器を活用することも触れられていることも念頭におく必要がある。データを処理する際、または解析した結果をグラフなどで表現する際に、表計算ソフトや統計ソフト、タブレット端末などをどのように活用していくかを先の活動と合わせて考えていく必要もある。

Society5.0に向けた新時代の学びとして、文部科学省は学校Ver3.0を示している。ここでは、学習の時代から学びの時代へと移行し、個別最適化された学びが求められている。生徒への支援の仕方について考えていくことが肝要である。

(4) 統計的な内容の充実

これまでの「数学B」における、確率分布と統計的な推測の分野を履修内容に入れている学校は非常に少ない状況にあった。このような中、今後の「数学B」においては、内容項目と標準単位数や平成7年度大学入学共通テストの出題方法から統計的な推測を扱うことが予想される。また、「数学Ⅰ」に仮説検定の考えが入ることによって、「数学B」の区間推定や仮説検定をどう教えるべきかということもこれからの課題である。これらのことから、「数学Ⅰ」から系統立てた計画的なカリキュラム構成が必要である。

その意味では、統計教育の重要性が増す中、統計教育の現場を改善していくことが急務である。統計に関する内容について、昭和25年から昭和27年に使用されていた一般数学など、過去の教科書を振り返ることも有用であろう。併せて、教材研究や事例発表等により指導の方法等について考える機会になればと考える。鳥根大会では、2件の研究発表があったが、今後ますます増えることを期待したい。

(相浦 敦)

4 数学Ⅲ・数学C

1. はじめに

「数学C」を履修する生徒については、数学的な

素養を広げようとしたり、将来自然科学や社会科学、人文科学など様々な分野に進もうとすること

を想定しており、その指導内容は(1) ベクトル、(2) 平面上の曲線と複素数平面、(3) 数学的な表現の工夫となっている。特に「(3) 数学的な表現の工夫では、工夫された統計グラフや離散グラフ、行列などを取り扱う」となっている。

「数学C」は「数学I」を履修させた後で「数学B」と並行履修することが可能である。大学共通テスト「数学Ⅱ・数学B・数学C」では選択問題でも出題される。さらに、文系・理系大学進学希望者だけでなく、様々な進路希望の生徒が学習することを想定している。

「数学Ⅲ」は、履修する生徒を、数学に強い興味や関心をもってさらに深く学習しようとする生徒や、将来、数学が必要な分野に進もうとする生徒と想定しており、その指導内容は(1) 極限、(2) 微分法、(3) 積分法、および課題学習である。

授業では体系的な知識と理解を基に、数学的な活動を通して、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた課題解決とともに、教員は、教科の専門性を高めることが一層求められている。

2. これまでの研究経過

例年の発表は、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研究、一般的・発展的な観点を踏まえた大学との接続に関する内容の研究、活用を目指して理科や工学などとの関連を考察する研究が多くを占める。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。

「数学Ⅲ」「数学C」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	18	19	20	21	22
極限・級数	3	1	0	1	1
微分・積分	5	3	2	2	1
式と曲線	3	2	1	1	2
複素数平面	1	3	0	0	2
ベクトル	1	1	1	1	1
計	13	10	4	5	7

鳥根大会の発表の中で分科会の内容や趣旨に沿ったものを挙げると以下の通りである。

① 「メルカトール図法の秘密－メルカトール図法と積分の意外な関係－」

メルカトール図法は、球面の距離を平面上に表現するとき、航海で目的地までの距離が、出発点と目的地を直線で結ぶと、最短距離のように作られている。実際の東西の距離は $\frac{1}{\cos\theta}$ (θ は地球の中心

と赤道を結ぶ半径とのなす角) 倍拡大の図示となっている。 θ を0から ϕ まで積分し、地球の半径Rをかけると南北の経線方向で赤道から ϕ の位置が求められる。球面を平面上に起こす地図から、「数学Ⅲ」の三角関数の微積分や空間座標の具体例となる見方・考え方を深める教材が共有できた。

② 「重み付きボロノイ図の構成を意識した教材の開発－高校生の興味・関心を抱かせる数学の教材集づくり－」

異なる2点から等距離(垂直二等分線)、一定の比(アポロニウスの円)、距離の和・差が一定(楕円・双曲線)になっている点の軌跡を領域の境界線に持つ図形を、図形描画ソフトや、数学の定義から生徒に予め予想させ、条件を考えさせる活動を通して、数学の実社会での有用性と、数学の知識・理解を体系的に関連付ける教材と実践事例を共有できた。各単元でこのような教材を随時増やしていくことで、生徒に興味・関心を抱かせ、見方・考え方を深める教材となりえる。

③ 「『理数系高校生の数学力』数学Ⅲ編－2021理数系高校生のための基礎学力調査より－」

東京理科大学数学教育研究所が2021年に実施した理数系高校生のための基礎学力調査について、2005年度からの経年変化とともに考察を行っている。

調査参加生徒が2021年度は5,001名で、「典型問題」、「定義問題」、「思考問題」、「論述問題」の4種類の問題分類ごとの正答率等について、特に、直近4年間について、20・21年度と18・19年度の2グループの成績比較では「典型問題」より「思考問題」の成績の向上傾向が見られた。また、「数学Ⅲ」に該当する問題の識別力と困難度に関して両問とも弱い正の相関がみられた。問題を4種類に分け、経年変化を調査分析することを通して、「主体的な学び」、「深い学び」についての知見を得ることができる貴重な調査実施報告となっている。

④ 「『2次曲線』の指導と作図題を用いた評価の提案」

「数学C」の2次曲線について、思考力、判断力、表現力を伸ばすことに焦点を当てた単元指導計画を実践した。評価問題についても検証がなされており、指導と評価の一体化を実践する指導実践の範例となっている。異なる2つの対象(2点, 2直線, 点と直線, 点と円, 点と放物線など)から等距離, 和が一定, 差が一定, 積が一定, 商が一定である点の軌跡を、様々な指導方法(折り紙, 作図, 図形ソフト, 計算, 論証)を織り交ぜることで体系的な知識の定着と、深い学びが実践されている。評価ルーブリックも実践し検証がなされている。授業と評価の一体化をより効果的に実践し、よりよい授業・評価の改善へ向けたよい循環が指導実践として示されている。

⑤ 「『課題研究』の指導に関する実証研究」

教員の「課題研究」の指導力を向上させるため、実践指導例を通して、どのような学習が求められるかを具体的に提案し、研究を深めている。課題の設定が最も重要であるとの提案がなされ、具体的に地面の落ち葉の画像から円周率 π を近似できるかを提示することで、生徒に興味を持たせることを実践している。Buffonの針の実験と関連付けさせることの指導実践から、教員は生徒に答ではなく視点を与え、一緒に取り組んでいく姿勢が「課題学習」をより効果的に学ぶことにつながるとの知見が得られた。

⑥ 「方程式 $x^n=a$ の解の見える化-1の重要性-」

条件 $f(1)=x$ となる変換 f を、 n 回合成した結果が a とする。この変換 f は、相似拡大、回転移動、漸化式(一意でない)となりうる。この様々な解釈を通して、図形的な考察、座標平面(複素数平面)上の考察、漸化式を立てて図形描画ソフトで考察させるなどが一意でなくオープンエンドな教材とする見方・考え方が提案されている。生徒の問題解決に向けた様々な方法を駆使する中で、体系的な理解を整理し、深めることの可能性を秘めた教材が提案されている。オープンエンドな問題である中にも、写像としての共通の数学表現による問題把握ができる、意欲的な教材が示されることを通して、数を写像ととらえる数学の問題の本

質を示す一つの指標となっている。

⑦ 「数学Ⅲの教材研究を通じた授業改善(5)-基調発表を踏まえて-」

他教科・科目の学習単元を「数学Ⅲ」「数学C」と関連付けることで、より教科の専門性が高まる可能性を具体的に例示し、基調発表を踏まえて具体的な実践例と教材例を示した。例題を解説し解かせるだけに終始することなく、その数学的な構造を意識した説明を日常の授業(「数学Ⅲ」「数学C」だけでなく全科目)で行う必要性を示している。生徒と教員の双方が、数学のよさを体感し、体系的な知識・理解を深めることを通してより一層の数学への興味・関心が高められることを実践を通して示し続けることが必要である。

3. 今後の課題

教員が「数学Ⅲ」「数学C」の授業を担当しているか否かにかかわらず、生徒の個別最適学習へ対応できる教育の諸課題を解決すべく、教科の専門性を高めることが一層求められている。

まずは、高等学校における「数学」の学習内容について、教員は学習項目を整理し体系化していることが必要である。生徒が数学の学習を通して人間性を高められるように指導実践を教員間で共有し研修・研鑽の場を広げて実践を積み重ねる必要がある。

生徒の個性に応じて、数学的思考力を高めるためには、生徒が問題に果敢に挑戦し、主体的に取り組む、自らの頭で粘り強く考えて様々な手段を駆使した問題解決方法を解答として表現できるように、既習事項と「数学Ⅲ」「数学C」の各単元の学習内容の体系的な理解を最大限に利用して、演習などを通して涵養させることが必要である。

本分科会を通して、継続的に教員間で指導実践や教材研究、問題点を共有することは、先行研究との累積性を高め、今後の研究の改善に資する。以下に今後の課題として(1)~(3)の3点を挙げる。

(1) 教材の研究・開発

教科の専門性を高めるためには「数学Ⅲ」に至る一連の学習内容の体系化や、「数学Ⅰ」を履修した後の「数学C」の学習活動との関連などを、大学等で進学後に必要な内容との接続について考

え、他教科との接続について教材の研究・開発も必要である。

既習事項の個々の単元において、数学的論拠に基づいて判断し、表現する能力を養いつつ、数学的思考力の一層の強化を図り、体系的な理解を促進する教材や学習項目を多く学ぶことになる。このような特質を踏まえた教材の研究・開発も期待される。

(2) 指導法の研究・実践

指導と評価の一体化は必要であるが、教員の指導や評価の意図が強すぎることで、かえって生徒の主体的な学びを阻害することの無い、生徒の実態に合わせた適正な距離感を保つ指導法も必要である。

また、授業実践における生徒の反応を示す様々な統計量を比較検証することは、指導法が向上したか否かの実験・実践として十分かの検証も必要である。適正な研究方法と手続きを踏まえて知見を導き出すことの難しさがある。

さらに、「なぜ数学を学ぶのか？」という生徒の間に応えられる指導も必要である。生徒が履修した科目の単元の問題解決で簡便な処理のみに終始すると生徒の「数学観」が矮小化してしまう。日常事象や他教科・科目での問題解決、様々な進路先で「数学」が体系的に豊かで有用であることを示すことが必要である。学習内容を既習事項などに関連させる指導の工夫、系統性について吟味し、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、生徒が自ら考えて表現する活動の工夫なども望まれている。

さらに「数学Ⅲ」「数学C」だけでなく「数学」を履修する生徒には、粘り強く考え抜くなどの数学的思考力の強化を行う指導や、基礎・基本の確実な定着をおこなう指導の実践・提案も望まれている。

授業は学問の発展や応用での背景を踏まえて、生徒が主体的な学習活動が展開できるための様々な工夫が必要である。問題の傾向対策や解き方の指導だけに終始することがないよう、「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も期待される。

(3) 教育課程での「数学Ⅲ」「数学C」の考察

令和4年度から実施の新学習指導要領の「数学C」で、ベクトルや複素数平面と行列の指導の扱い等の比較検証も、教育課程の検証につながる。

また、卒業後の進路先で有用となるため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、および日常事象の問題解決に活用するなどを、「数学のよさ」の一つとして体感させる必要がある。

例えば、日常生活に潜む数学的な法則を数学で表現することで明示化すること。高等学校で学習した様々な学習内容を体系的に関連付けさせる活動を行うこと。大学と高等学校の関連として、 n 次元ベクトルの線形代数と n 個からなるデータを扱う数理統計との関連、線形変換の表現行列と複素数の積、代数構造におけるグレブナ基底と多変数の連立方程式、リーマン型積分の積分可能性と実数の連続性などが挙げられる。

高等学校での「数学」全般に亘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る。

「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」、「数学A」、「数学B」、および「数学C」の体系的理解。さらに文系理系を問わず実社会や大学で学習する内容との接続を考慮するなどの、より広い見方・考え方を許容した、教科の専門性を高めることがより一層求められる。

いかなる進路希望の生徒であれ、主体的に生きていく中で「数学」はこの世に共通して実在している。

「数学」は各国の言語や生活の違いにかかわらず、主体的な意識を持つ者同士であれば共通して定理や結論を理解・共有できる。

教員が「数学」を主体的に認識し、矮小化することなく生徒にそのありのままの存在を示すことを通して、生徒は体系化されている「数学」としての広く大きな「数学のよさ」を見出すことができる。

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

・日本数学教育学会（1997）. 「20世紀数学教育思想の流れ」. 産業図書株式会社.

（中村 明）

5 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」及びそれを具体化した「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」3つの力の育成を目指し、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、教師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

鳥根大会までの過去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、日本数学教育学会実践研究推進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。

項目 \ 年度	18	19	20	21	22
効果的な学習指導法の実践研究	19	23	7	12	4
評価方法の実践研究	1	2	1	1	2
調査・分析の実践研究	4	1	3	1	2

以下、鳥根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 「「そもそもを問う指導」－批判的思考を高めるために、正解主義からの脱却を目指して－」
誤答に対して、どのように考えてその解答にしたか推し量る姿勢を身に付けさせることで批判的思考を高める取組が紹介された。「そもそもなぜそのような解答をするのか」ということを考えることで、自然と定義や定理への深い理解が促される点が強調された。どのレベルの「そもそも」

を問うのかは、問題・題材の設定によって変わってくるため、授業者の深い教材観・指導観が重要になるだろう。

② 「数学的な見方・考え方を働かせる授業設計－「反転学習」を取り入れた授業設計を通して－」
「反転授業」により、数学的な見方・考え方を働かせることに重点を置いた授業づくりを目指した取組である。5～10分程度の解説動画を視聴し、確認問題を解くことを家庭で行い、授業時間では応用的な問題について生徒同士の問題検討や教員によるまとめを行った。反転授業により、生徒が授業中に自分で考える時間を確保できるようになったことは大きな成果と言える。今後、出題する問題の問題発見・解決の過程の設定を工夫することにより、より深い学びを引き起こす授業になっていくことが期待できる。

③ 「解説をしない学びあいの授業」

普通科ではない学校における数学の授業で、生徒の積極的な授業参加を促すための方策として、生徒同士の学び合いを中心に授業をする実践が報告された。新しい概念や知識の獲得の場面では、具体的な数値実験からの予想をもとに生徒がいくらかでも実感を伴って数学に触れてほしいという授業者の思いが感じられた。一方で研究協議では、数学的な確かさがおろそかになっている点が指摘されたところもあった。数学的な考え方のよさに生徒が価値や楽しさを見出せるような題材の研究も必要である。

④ 「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業実践」

知識構成型ジグソー法（2012三宅）により行った2つの題材を複数年にわたり改善を施して繰り返し実践したことが報告された。その評価方法として、振り返りシートを利用したことも併せて報告された。ジグソー法が一時的特別なものになってしまうと、生徒は何をしたらよいかわからなくなったり、教師がどのようなことを期待しているのか空気を読んで正解を探すようになってしまったりしてしまう問題点が指摘された。今後、ジグソー法に合う教材観の模索に加え、「建設的な相互作用」や

そうした中での一人一人の「理解の精緻化」について、知識構成型ジグソー法の型に拘らずとも実現することはできない日々の授業に落とし込む方法についての検討を期待したい。

(2) 評価方法の実践研究

① 「主体的な学びを促す指導法による生徒の意識の変化－ふりかえりシートを活用して－」

授業の最後に、その授業で学んだ内容の要点を自分の言葉で振り返りシートにまとめ、1週間ごとに提出させることで、自己評価による生徒の学習観の変容を狙った取組である。継続的に取り組むことで、生徒が自分の言葉でまとめることの有用性を感じていく様子が報告された。自分が学んだと感じたことが、知識の習得なのか、他の知識との統合なのか、一般化や特殊化などの探究的な視点なのかといった分類をすることで、自身の学びの深さの価値付けを行うことができ、振り返りという行為が生徒自身の学び方の改善につながることを期待できる。

② 「『主体的に学習に取り組む態度』の評価について－生徒の事例をもとに－」

観点別評価のうち、特に「主体的に学習に取り組む態度」について生徒が書いた振り返りシートをもとに、生徒のどのような状況をどのように評価すべきか検証した研究である。生徒の振り返りをどのようにA～Cで評価したか多くの具体的な事例が報告された。また、生徒がどのような振り返りを書けばAをもらえるかに終始してしまうことを避けるため、評価の基準などは取って明文化していないことも付け加えられた。生徒が自身のためになる質の高い自己評価を出すためにどのような価値観をどうやって共有していくかは今後の課題となる。

(3) 調査・分析の実践研究

① 「主体的・対話的な授業が受験学力に与える影響－アクティブ・ラーニングは大学受験に対応できるのか－」

アクティブ・ラーニングで受験学力に与える影響について検証した調査報告である。3年間にわたる6回の模試及びセンター試験の点数データを分析することで、学力上位層での点数の伸びは限定的であったが、学力下位層に対して有効性が高

いことがまとめられた。

アクティブ・ラーニングの成果として、数学のテストができるようになることはもちろんよい。一方で、その授業で理解が質的にどのように変化したかという視点で何ができるようになったかを見取ることができるという点も主体的・対話的で深い学びを継続的に実践していくことの意義といえるのではないだろうか。この調査の結果が上位層生徒への授業内容の質的な変化の方向に向かうよう利用されることを願う。

② 「算数・数学の学習過程のイメージに即した定期試験の開発」

定期試験の作問方法を工夫することによって、生徒の思考力の伸長を図ることを試みる調査研究。良い試験の定義を「①思考力の測定を主目的にしている、②生徒が取り組もうとする問題である、③得点の分散が小さくなりすぎない」として、それぞれの項目を達成した問題が作成できているか、アンケート調査による質的な分析、正答率による量的な分析により評価を行った。この研究では、作った定期テスト問題が良問であるかを評価することに焦点が当たっていたが、今後、よい定期テスト問題の定義の妥当性について検証することで、多くの先生のテスト改善への指針となると考えられる。

3. 問題点と今後の課題

(1) 学習指導法について

近年20件あった発表も、令和3年の埼玉大会以降新型コロナウイルス感染拡大防止のためZoomによるオンライン開催となったことが影響してか、発表件数は減少している（実際部会で発表されたものは13件あるが、実践研究推進部でそのほかの分科会の内容に整理したため、ここでは8件を扱っている）。令和5年青森大会では対面実施が実現でき発表数増加に期待したい。

「主体的・対話的で深い学び」に関する授業実践の報告がその多くを占めており、生徒の主体的な学びを意識した発表が多いが、その中で令和4年度からの観点別評価の実施を見据え、特に思考力・判断力・表現力を評価する授業や演習問題、テストに関する研究にスポットが当たっている。

様々な学力や学習状況の生徒たちに対する充実した知見が本学会高等学校部会全体に蓄積されていくことは、大変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おかなければ、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、自ら問い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。またそうしたリーダー的な役割ではなくとも、生徒が社会で求められる資質・能力を育み、生涯にわたって学び続ける未来の作り手となるために「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業改善・教材改善が必要である。そうした意味で、教師の意識の変化が急がれる。

新型コロナウイルス感染拡大によって、すべての学校が2～3か月にわたる休校を経験した。現在も断続的に様々な制約の中で、従前とは異なる体制で授業を行わなければいけない状況もある。グループワークやペアワークなど活動形態は実施しづらい状況も生まれている。しかし、これらの状況の副産物としてオンラインを利用した取組が充実したのではないだろうか。オンラインで何ができるかはICT部会に任せるとして、本分科会では、これまで蓄積してきた題材・手法がオンラインによってより実現しやすくなったり、強化されたりしたものがあれば、次年度以降の大会で共有したい。

青森大会では、生徒がどのように学びを深めたか、授業の前後で何ができるようになったか、理解がどのように変容したかという視点で「深い学び」を実現する教材・指導法・評価法が研究されることを期待する。一方で、数学へより主体的に向き合うように工夫した手段である協働的学びの「型」や評価のためのルーブリック等は、場合によっては数学のよさや楽し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。方法を意識しすぎて活動あって学びなしの状態になる

ことは数学をする場面が置き去りになる。また、ルーブリックにより到達点を明示しすぎれば、その目標を達成することの技術が磨かれるばかりで、数学を発見する楽しみから生徒を遠ざけてしまうかもしれない。「指導法」は、自然と数学的な考え方のよさを体験できたり、個人がすでに持っている知識と関連させ深い学びにつながったりするような「題材や教材」と両輪になって初めて充実した“数学”の学びとなることを意識したい。

定時制・通信制の学校や進路多様校での授業実践や学力の状況調査についての研究は、学習のサポートや個の能力に応じた学習内容の提供の実践例が多い。その中には、習熟度の低い生徒も前向きに楽しく数学に向き合えるような工夫であふれており、現場の先生方の努力が伝わる発表ばかりであった。しかし、「できる」という段階へ達することに主眼が置かれ「わかる」という段階や生徒の学ぶ動機に関する指導にはまだまだ研究の余地がある。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」では、数学における育成すべき資質・能力と、それを身に付ける学習プロセスについて図で表現されている。授業のすべてがこのプロセスを意識して行われる必要はないが、現実の世界との結びつきを意識させ数学を学ぶ動機や数学のよさを生徒が感じるといった授業をどのような学校でも実施していくことが求められている。

(2) 評価について

中央教育審議会(2016)の「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」では、数学科の評価の観点は、下記のように示されている。

知識や技能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事象を数学化したり、数学的に解釈したり表現したりする技能を身に付けている。 ・ 数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則などを理解している。
思考力・判断力・表現力等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数学を活用して、論理的に考察する力を身に付けている。 ・ 数量や図形などの性質を見いだし統合的・発展的に考察する力を身に付けている。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を身に付けている。
主体的に学習に取り組む態度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数学のよさを実感し、数学を活用して粘り強く考え、生活や学習に生かそうとする。 ・ 問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする。

令和 4 年度からの学習指導要領では、高等学校でも上記 3 観点での観点別評価が実施され、その質を高めることを目的に、指導要録の参考様式に変更が施された。これをふまえて、次年度以降のように評価を行うか研究件数の増加が見込まれる。評価を重視することの大きな意味は、評価は「生徒にとっては自らの学習状況に気付き、その後のよりよい学び方を模索する契機となるものであり、教師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。」ことにある。この視点なく、観点別評価 ABC を付けるための評価や成績になっただけという課題意識を共有してスタートしたい。

教師が何を教えるかというコンテンツベースのカリキュラムマネジメントはもちろん大切しながら、生徒がどのように学び、何ができるようになったかというコンピテンシーベースの指導法が求められる。そしてそれらの資質・能力が確かに育成できたのかを示すために教師による評価や、生徒自身の自己評価の重要性が増してくる。生徒自身の学びの改善につながるよう、まず教師が、その授業で何ができるようにしたいか、目標やねらいを明確にし、それらがどのようなレベルで実現されたか（教師が、または生徒自身が）評価することが重要である。「指導と評価の一体化」の前に、「目標と評価の一体化」の追求がなされることを期待したい。

次に評価のタイミングについても検討したい。学習評価には、学習前に既存の知識・技能や学習に対する主体性等を診断する「診断的評価」、学習活動の逐次修正につながるフィードバックにより、学習プロセスの改善を目的にする「形成的評価」、達成された学習成果の程度の把握を目的とする「総括的評価」など複数のタイミングで継続

的に行われることが望ましい。近年の大会の発表では、

- ・ 義務教育段階の内容の習熟度をチェックする小テスト。
- ・ 生徒の予習段階の意味理解度の診断をするような問いを集めた教材。
- ・ 学習過程の振り返りや自己変容の把握をするための振り返りシート。
- ・ 授業毎・単元毎の（小）テスト
- ・ これまで行われてきた定期考査などのペーパーテストの問い方の見直し。
- ・ 「思考・判断・表現」の観点を意識したパフォーマンス課題等、ペーパーテスト以外の思考を問う課題。

により、粘り強く考える意欲や根拠に基づいて考えようとする知的態度などを醸成しようとする発表があった。すでにそれぞれの先生方の研究の中に存在しているこれらの活動を、生徒にどのような力を身に付けさせたいかという「目標と評価の一体化」という視点で整理することで、すべての発表が評価についても言及するものとなる。青森大会では、以上のような観点で生徒の学びや成長をサポートする学習評価についての活発な議論がなされることを期待したい。

(3) 調査・分析について

教師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をいつでもできているとは必ずしも言えない。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こともある。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。

調査・分析を実践するにあたり、各都道府県数学教育研究会の事業としての取組も報告されている。この場合、十分大きなデータをもとに客観的な事実を示すことができ、他の都道府県でも参考になる知見が得られる。しかし、勤務校のみの調査であっても、その学校や生徒の実情を踏まえた中で分析し、それに対する指導実践や考察であれ

ば大いに価値のある知見として本分科会の蓄積となるだろう。身近な集団を徹底的に調べるという量的でなくとも質的に高められた調査を改めて見直したい。

指導法や評価方法は、継続して実践・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。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 (2018) 「高等学校学習指導要領 数学 編 理数編」

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-学びと評価の新たなカタチ-』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」

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/

[chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm)

中央教育審議会 (2017) 「児童生徒の学習評価に關するワーキンググループ (第1回) 石井英真委員資料」

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/siryo/attach/1397586.htm

文部科学省 (2019) 「各教科等の評価の観点及びその趣旨 (高等学校及び特別支援学校高等部)」, 「児童生徒の学習評価の在り方について (報告)」別紙資料 5

https://www.mext.go.jp/component/b_menu/nc/_icsFiles/fieldfile/2019/04/09/1415196_5.pdf

文部科学省 (2021) 「新学習指導要領の全面実施と学習評価の改善について」

https://www.mext.go.jp/content/20211013-mxt_sigakugy-000018271_55.pdf

(齋藤 教雄)

6 問題解決・数学的な見方や考え方

1. はじめに

問題解決を取り入れた授業とは、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。生徒の主体的な取組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出し、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が含まれる。これを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、取組のスタイルには幅がある。いずれにせよ生徒が問題解決に取り組む中で興味・関心をかきたてられ、知識や技術とともに数学的な見方・考え方が育まれる学

習活動が求められている。これまで様々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。

情報化社会となり、多くの情報が溢れるようになったが、その中から正確な情報を精選し、活用する生徒の態度を、問題解決によって育むことがもとめられている。また、このような生徒を指導する教員としては、時代に即した研究、さらには、時代を先取りする研究が求められる。

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) 問題解決を取り入れた授業の実践例
- (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
- (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・考え方を扱った発表の件数は次の表のように

推移している。

年度	18	19	20	21	22
件数	24	20	8	11	14

次に島根大会での14件の発表の概要を述べる。

- ① 「 $\frac{f(x \pm y) = f(x) \pm f(y)}{1 \mp f(x)f(y)}$ を満たす $x=0$ で微分可

能な関数 $f(x)$ - 正接の加法定理の逆 -」

正接の加法定理の逆について論じた報告である。筆者は過去にも正弦・余弦定理の逆についても論じており、今回はその続きにあたるものである。逆からみることは、数学を新たな視点で考える力を育むのに有用である。今回の研究を生徒の探究力に繋げてほしい。

- ② 「英語で学ぶ『数学的な表現力』の一考察 - お得に買い物をするためには税が先? 割引が先? -」

数学的な表現力の向上を目指し、英語で書かれた教材を使って生徒に取り組みさせた実践報告である。なぜ英語で扱うのか? というところまでは今回の実践では踏みこめていなかったが、思考・判断・表現を意識しながら生徒の育成を目指している点は高く評価できる。今後の実践を期待したい。

- ③ 「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動 - 新学習指導要領における教科書の変更点 -」

愛知県高等学校教育研究会数学会で筆者が取り組んでいる教科書の変更箇所を対比する研究をもとに、数学的な見方・考え方を働かせる指導の実践報告である。ICT機器を効果的に使い、問題の本質に注目させる取り組みであった。今後は、教科書の変更点との繋がりをさらに意識し、新学習指導要領における指導法の研究としてさらに進めてほしい。

- ④ 「行列でピタゴラス数を求めてみよう」

文部科学省が2020年に発表した高等学校数学科教材「行列入門」を基礎として、 3×3 行列によりピタゴラス数を次々と求める高等学校向けの教材を作成している。グラフによる視覚化、表計算ソフトの利用に特徴がある。探究活動に興味を持つ生徒に実践したときの反応が分かる、さらにより研究となる。

- ⑤ 「鋭角の三角比における生徒の理解の実態 - 数学的概念の二面性を視点として -」

Sfardの操作的・構造的な概念を視点として、授業

実践により鋭角の三角比における生徒の理解の実態を考察し、辺の長さを求めてからその比を計算する操作的な概念に固執することを明らかにしている。定義活動のタイミングを含め、構造的な概念への移行をどのように実現するかが課題であり、今後の研究が待たれる。

- ⑥ 「課題学習における授業実践に向けた研究」

「数学Ⅲ」の課題学習の実践に向けて、極限の単元において、ニュートン法を単元の実施前と実施後のレポート課題（調べ学習）として扱う具体例が提案された。特に単元実施前のレポートについては、その後の授業でレポート内容がどのように生かされるかが重要であり、その具体化が今後の研究課題となる。

- ⑦ 「基本対称式で表された領域変換 - 基調発表を踏まえて -」

基本対称式で定義される座標平面上の領域変換を題材として、順像法、逆像法、不等式の利用など、様々な解き方を生徒自身が考察する問題解決の授業実践報告である。特に順像法では、対称性に着目して、計算量を減らす工夫が生徒から出てきている。この題材で、解き方の詳細な解釈、授業後の生徒の作問、なども扱うことが可能である。

- ⑧ 「PPDACサイクルを活用した統計のリテラシーの育成の効果について - PPDACサイクルを2度回すことを重視した授業展開を通して -」

教職課程の大学生に対して統計分野でPPDACサイクルを2度回す授業を実践し、1回目の結論を批判的に捉え、2回目のサイクルで新たな仮説のもと意欲的に検証することを確認している。データを取りやすく、興味・関心を持ちやすい身近な題材が提案された。2回目をどのようなときにするべきかの議論、統計的リテラシーの評価基準も必要であろう。

- ⑨ 「高等学校数学における問題解決の研究⑦ - 数学A『数学と人間の活動』についての考察 -」

「数学A」の「数学と人間の活動」について、「数学基礎」、「数学活用」からの経緯や目標、内容について調べ、教科書比較により扱っている教材や授業の方法を考察している。数学への興味・関心を高め、課題学習、「理数探究」でも活用できる内容なので、多くの学校で授業実践がなされる

ように学習指導案の作成にも期待したい。

- ⑩ 「思考力・判断力・表現力の向上を働きかける実践－授業・定期考査・レポート課題の場面に応じて－」

生徒の活動を授業・定期考査・レポート課題の3つの場面に整理し、それぞれの特徴を生かした教材を開発したことは高く評価できる。思考力の評価では、与えられた問題でどのような思考力をつけさせたいか明確な目標をもつことがその評価へ繋がる。その点も意識しながら引き続き研究を進めてほしい。

- ⑪ 「数学を楽しむ授業実践に関する一考察」

「数学のよさ」を認識するための「楽しさ」に注目し、「三平方の定理の証明」と「高さの計測」の授業を行った。本研究はその実践報告である。地元の題材や、作業をしながら考えられる教材を用いたことが生徒の興味関心を引き出すことに効果的であったと思われる。さらに実践を進めてほしい。

- ⑫ 「確率や期待値に基づいて判断する力の育成」

ルーレットを題材に、確率や期待値に基づいて判断する力の育成を目指した教材を開発し、授業を实践した報告である。直観をもとに、確率や期待値に基づいて判断することを自然に促している点について高く評価できる。今後の実践を期待したい。

- ⑬ 「DAViNCh-Gsを意識した授業づくり－ジグソー法を用いた授業実践－」

筆者の勤務校のグラデュエーションポリシーのD(多様性)、A(主体性)、Vi(先見性)、N(協働性)、Ch(挑戦)-Gsの各要素を高めることを意識し、ジグソー法を用いて行った授業実践報告である。間違いを修正する活動により、粘り強さを育て挑戦することに繋がったのではないだろうか。さらなる実践で各要素を高める指導工夫を期待したい。

- ⑭ 「対話的な学びを実現するグループ学習の『教材』－基調発表をふまえて－」

通常授業で部分的にグループ学習を取り入れ、グループ学習にふさわしい深く学べる教材の開発とその実践報告がなされた。良い教材として、対話が活性化される、答えが一つに定まらない、多

様な考え方があ、などが提案された。いつも聞き役の生徒が出てしまう、授業の進度に影響することがある、などの課題があり、これを解決する研究が期待される。

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・考え方を育む学習に取り組む際の課題とされている事柄を4点あげる。

(1) 高等学校の状況を踏まえた指導形態

大学進学率の上昇を背景とした受験志向があるにしても、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。入試問題をいかに効率よく解けるようになるかということや、例題・解法という形式に慣らされた生徒達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組によって得られるのではないだろうか。

例えば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」が位置付けられている。「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…」と示されている。課題学習に関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。また、新学習指導要領において、「課題学習」は「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学Ⅲ」に位置付けられているので、より多くの分野に関連させた実践がなされていくことになり、指導計画を作りなおす必要もある。

(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ることができ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のかを意識したい。また、効率的に問題解決す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切り拓くと同時に、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、高等学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で、指導計画の修正や変更が可能となる。また、その評価に続く生徒への働きかけにより、関心や意欲の向上を促し、さらに、今後の授業のための教材研究に繋がる。

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と同時に、問題を生徒とともに見つけ、探究する活動を検討すべき時である。また、新学習指導要領の理念を実現するためにも、青森大会の主題である「学びを社会に生かす教育を目指して一子どもがつくる算数・数学教育の創造」を意識することも大切である。

現行学習指導要領では、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、数式を含めた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繋がるであろう。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、教師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。

新学習指導要領では、「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」を学習過程に反映させることが重視され、また、新たに共通教科「理数」も設定された。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、その科目に限定されない普遍性のある内容を含む実践報告があれば大いに望ましい。

参考文献

片桐重男 (2004). 『数学的な考え方の具体化と指導』, 明治図書.

(岡田 憲治, 須田 学)

7 ICTの活用

1. はじめに

令和3年1月26日、文部科学省から『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)』が示された。そこでは、急激に変化する時代を背景として、子供たちに育

むべき資質・能力を「一人一人の児童生徒が、自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となることができるようにすること」であるとして

いる。そして、これらの資質・能力を育むためには、新学習指導要領の着実な実施が重要であるとともに、これからの学校教育を支える基盤的なツールとして、ICTの活用が必要不可欠であるとしている。より具体的に「令和の日本型学校教育」の構築に向けたICTの活用に関する基本的な考え方が示されており、そこではGIGAスクール構想の実現を前提として、「これまでの実践とICTとを最適に組み合わせる」ことで、これからの学校教育を大きく変化させ、様々な課題を解決し、教育の質の向上につなげていくことが必要と述べられている。また、「ICTを活用すること自体が目的化してしまわないように留意」し、PDCAサイクルを意識し、効果検証・分析を適切に行うことが重要であるとともに、健康面を含め、ICTが児童生徒に与える影響にも留意することが必要だと述べられている。なお、現在の高等学校における学習者用コンピュータの整備状況については、令和4年度中に、すべての都道府県において、令和4年度1年生の1人1台環境整備が完了する予定だとされている。そして、令和6年度までに、全学年の1人1台環境整備が完了予定とされている。

先述した答申で述べられている2020年代を通じて実現すべき「令和の日本型学校教育」の姿は「個別最適な学び」と「協働的な学び」であり、特に高等学校においては「多様な関係機関との連携・協働による地域・社会の課題解決に向けた学び」と「多様な生徒一人一人に応じた探究的な学び」、「STEAM教育など実社会での課題解決に生かしていくための教科等横断的な学び」が求められている。本部会での議論が、このような学びの実践に向けたものになっていくことを強く期待したい。その一方、先述した答申にある『これまでの実践とICTとを最適に組み合わせることで様々な課題を解決し、教育の質の向上につなげる』という方向性は、まさしく本部会の目指すべきところであると考えられる。本部会の趣旨は、ICTの活用によって現在の数学教育における課題を解決することにある。したがって、本部会での議論や実践の積み重ねは、令和の日本型学校教育の構築に大きく貢献し得るものになるだろう。

2. これまでの研究経過

はじめに鳥根大会までの過去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次表に示す。

年度	18	19	20	21	22
件数	19	12	14	18	20

上記の表からは、鳥根大会の発表数は引き続き増加傾向を維持していることが見て取れる。鳥根大会は、新型コロナウイルス感染症の拡大防止対策のため埼玉大会に引き続きのオンライン開催となった。本分科会は例年並み以上の発表数を維持していることから、オンライン開催であるによって活性化しているとも考えられる。GIGAスクール構想推進によりICT環境が整備され、今後は新学習指導要領の実施に伴って、個別最適化された学習や協働的な学習の実施において、ICT機器の積極的な活用がなされるかどうかが焦点となっていくだろう。今後は発表数の推移のみならず、その内容にも注視していく必要がある。

次に、鳥根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、この分科会の発表において重要な4つの視点

㉗ 授業で活用する意図や利点は何か

授業でICTの活用をすることが、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。

㉘ 授業展開の工夫や取組の提案はあるか

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。

㉙ 言語活動・数学的活動の充実を図られたか

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「主体的・対話的で深い学び」の視点に立った実践例が共有できる。

㉚ 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行うことで、次の実践を行うときに成果の向上が期待できる。

のうち、それを含んでいると判断できる4つの視点を記載した。ただし、⑰～⑳の発表はICTの活用分科会での発表ではないため、4つの視点の記

載は行っていない。

① 「「仮説検定の考え方」を感得するゲーム教材の開発と実践」

仮説検定の方法ではなく「考え方」を感得させるために開発したゲーム教材の報告である。計算などの部分はボタンを押すと自動で生成することができるため、生徒の思考を促すことを目的に開発したゲーム教材である。生徒が自学自習をすることも可能な教材と考えられる。実践の時期がずれてしまったため実践報告はされていない。この教材を用いて授業実践を行い、ゲーム教材によって生徒の思考がどのように促されたか、また授業の中で考察させるべきことは何かといったことを分析し、継続的な報告を期待したい。《㉗㉘㉙㉚》

② 「教科指導におけるオンデマンド型授業の導入」

主に2年前の実践をまとめた報告である。臨時休校期間には数列のテキストや授業配信計画を作成し動画を撮影したが、持続可能性からnu boardというホワイトボードを用いて問題解説などを行う様子をiPad Proや編集ソフトで撮影する方法に変更したことが報告された。発表の中でも触れられていたように対面授業の代替にはならないため、何を目的としてオンデマンド型の授業を導入するかは検討すべき点であろう。《㉛》

③ 「反転授業による効果的な授業実践」

データの分析の知識・技能の育成に焦点を当てて、反転授業と講義及び問題演習の従来型授業を対照群に分けて実施した実践報告である。反転授業でも一定の効果が見られたが、事前の動画視聴（内化）から授業でのグループ活動など（外化）を経て、授業内で教師が解説する（再内化）とより一層効果的となることが指摘された。生徒アンケートにもあったように反転授業が合う生徒、合わない生徒がいるため、思考・判断・表現の育成という観点も含めて多様な方法を検討し、研究を進めてもらいたい。《㉜㉝》

④ 「新学習指導要領と評価について－ICTを活用した評価の仕方－」

新学習指導要領の3つの柱のひとつである「主体的に学習に取り組む態度」を育成・評価するために、ICT教材Libryを活用した研究を行い、その報告が行われた。「粘り強い取組を行おうとする

側面」は、課題として提示した問題に取り組んだ問題数と自主的に学習した問題を解いた問題数を評価することとし、「自らの学習を調整しようとする側面」については、復習している回数や間違えていた問題を正解まで解答した割合を評価した。このように仮定のもとで行った評価と、定期考査の得点の間に相関がみられる結果となった。主体性の評価を、結果的に問題を解いた数で評価することになりかねないため、より丁寧な評価の必要があることが指摘された。研究の継続と、その報告を期待したい。《㉞㉟㊱》

⑤ 「個と集団の数学的理解過程の一考察 ～1人1台端末の活用に向けて～」

「数学A」の図形の性質において1人1台端末を活用させた実践の報告である。1人1台端末の可能性として、動的に図形を操作しながら考察する場面で有用であること、生徒に計量・計算結果を表示できること、個人の思考を具体的に集団へと伝達できることが挙げられた。その一方で、内容に依存することや実践的に活用はできないことも指摘されていた。今回の提案はICTの活用が効果的となりやすい単元であったが、単元によっては部分的に活用させることで有効となる学習場面もあるはずである。この点も含めて研究を継続し、次の発表を期待したい。《㊲㊳》

⑥ 「ICT環境を活用した授業の効率化について－Google Classroomの活用事例－」

生徒の理解度を把握しきれずに進めがちな演習を、ICT環境を活用して生徒の理解度を把握してから演習の授業に臨んだ実践報告である。生徒に解説が必要かをアンケートで調査してから演習の授業に臨むことで、大幅に時間が短縮されたことが報告された。生徒の理解度の把握にICTを用いる点がこの研究の独自性と考えられる。今回は章末問題を解くという意味での理解度であったが、その知識・技能を獲得する過程での理解度はどうか、どんな点に課題があり解説が必要となったかといった点も加えて研究を進めてもらいたい。《㊴㊵》

⑦ 「Maximaによる授業前の数学的活用」

Maximaスクリプトを利用して生徒に授業前に学習をさせた実践である。実際のMaximaスクリ

プトやそれを用いた生徒の記述や課題に取り組む様子が報告された。4月からICTを積極的に活用し、Maximaスクリプトの活用に到達したのは本発表の1か月前ということで、生徒全体がねらいを理解するまでには時間がかかるように感じられた。何をねらいとして生徒にMaximaを利用させ、その結果生徒がどう変容したかを分析してもらいたい。 《㉠》

⑧ 「学びの質を高めることをねらったICT活用－問題提示の方法と協働の学びの工夫－」

学習意欲の向上、内容理解の促進、言語活動の充実をねらいとしてICTを活用した実践である。具体的には、生徒に問題解説の動画をつくらせること、ノート共有クラウドサービスClonoなどを用いて意見を共有させることなどが報告された。Clonoを用いて生徒同士が互いにノートを見ることができ工夫は、互いに気付きを得ることもできる上に、議論の契機ともなり得る。今後実践を重ねて、どの単元のどんな内容で生徒がつまずき、議論となり、最終的にどんな理解に至ったのか報告をしてもらいたい。 《㉡㉢㉣》

⑨ 「大田高校におけるICTの活用について」

スタディサプリの取組状況と定期試験結果との相関やQubenaの有効性について検証した報告である。Qubenaを利用した実践では、「数学B」のベクトル方程式を生徒が初見で取り組む様子も動画で報告された。今回の発表は学校が導入していたスタディサプリとQubenaの検証であったが、今後は数学科として何を意図してアプリを授業内に導入するか、それを導入した効果は何であったかという点で検討していくとよいであろう。

《㉤》

⑩ 「櫛原高校におけるICTの活用と実践－GoogleWorkspaceとGeogebraの利用－」

三角関数の加法定理の公式を復習する場面でJamboardを利用したり、三角比と単位円との関連性を身に付けさせるために三角比の表を用いてグラフをかかせた後にGeoGebraを用いて考察させた実践の様子が報告された。特に三角比の実践では、 180° や 360° の先といったことにも生徒が疑問をもち、教師が一般角・弧度法の導入になることを学んだという報告が印象的であった。今後もICTを

利用する中で生徒の面白い気付きやそこから得られた新たな授業展開などの報告を期待したい。

《㉥㉦㉧》

⑪ 「二次関数のグラフの視覚的・直感的理解－ICT（グラフ電卓）は自分で使うもの－」

2次関数のグラフの平行移動を視覚的・直感的に理解させるために、グラフ電卓を活用しようとする研究である。グラフ電卓のリスト機能を活用して2次関数のグラフを平行移動する様子が連続して表示できることや、円を媒介変数表示しその円周上の点を表示することで度数法と弧度法が対応させられることが紹介された。グラフ電卓の機能紹介が中心であったが、どの段階でどの機能を使うとよいかという具体的な提案が望まれる。 《㉨》

⑫ 「ICTを活用した授業実践－受験問題演習における指導実践－」

高校3年生の演習の授業と「数学Ⅲ」の実践報告である。演習における1つの共通解をもつ2次方程式の定数の条件を求める問題では、代数的な解決にとどまらず、生徒の疑問からGeoGebraを用いて幾何的に意味を確認し、代数的な解決に至った様子が報告された。また、「数学Ⅲ」指数関数 $y=2^x$ の導関数では、GeoGebraで微分係数を調べて導関数を生徒に予想させ、そのグラフにおける定数をeと定義していた。さらに、対数関数の導関数においてもその定義が生かされていた。生徒の疑問を解決したり、生徒に発見させたりするためにICTを利用している実践例と言えよう。

《㉩㉪㉫》

⑬ 「「オンラインによる遠隔授業」の可能性－授業実践の分析に焦点を当てて～」

2年前の実践を生徒の反応等から再度分析した研究である。実践の工夫として、Zoomで時間を共有している利点を活用してグループ活動を行ったこと、YouTubeで生徒役と先生役の2名の教師で撮影した動画を配信したことが報告された。生徒のアンケートからは、Zoomでは他者との関わりが内容の理解を促すことや対面授業に参加しているような臨場感を味わえることなどが、YouTubeでは各自の最適な学習進度を選択できることなどが挙げられていた。「数学特有の」オンライン授業とは何かという点を踏まえて研究を

継続してもらいたい。《㊥》

⑭ 「フランスの教科書におけるICTを用いた「母比率の推定」の扱い」

21世紀初頭より統計重視の傾向であったフランスの教科書が紹介された。フランスの教科書では、母比率の式を緩めた公式が高校1年生で扱われていることや、Pythonを用いてその公式を実験的に確認させていること、さらにその教科書がオンライン上で公開されていることも報告された。今後、フランスの教科書にあったように実験的・操作的活動を含めて具体的に授業の構想を練り、何をどのように取り入れながら実践するかを報告してもらいたい。《㊥》

⑮ 「数学を活用しようとする態度の育成に向けた授業の実践」

数学を活用しようとする態度の育成のため、クラウド環境で利用可能な学習支援ツール「SKYMENU」を活用して、現実事象の課題について取り組んだ実践報告である。課題に対しては3人で事前に予想を立ててから取り組むことを指導している。事後アンケートの結果から、予想を立てて課題に取り組むだけでは、数学を活用しようとする態度の育成にはつながらないことが見出されたことが報告された。課題の設定から生徒に考えさせる必要性が協議会で指摘されており、さらなる継続研究を期待したい。《㊦㊧㊨》

⑯ 「国際バカロレアにおける数学教育の実践報告－ICTの活用と新学習指導要領の視点から－」

日常生活の文脈での問いが数多く見られる「IB数学」の教科書に掲載されている問題をアレンジして、富士山の体積を測る問題を少人数のクラスを対象に実践した研究である。地形図を確認したり、記録をOneNoteで残したりしながら、身近な題材に対して熱心に取り組んだ様子が報告された。富士山の体積を測る問題を解くためにまず生徒はどうするか、どんな数学を活用して取り組むか、予想される生徒の考えに対してどのようにICTを活用させると効果的かなども今後検討し、研究を進めてもらいたい。《㊩㊪》

⑰ 「授業動画で全生徒に個別最適な学びを提供する」

公式などの紹介、例題解説、練習問題、答え合

わせといった一斉授業に課題を感じ、授業動画を用意して個別最適な学びを実現しようとした実践である。プリント配付、GoogleClassroomの動画視聴、練習問題、答え合わせという授業構成により、教師と対話する個別指導の時間が多く確保できること、個別最適な学びが実現できること、生徒が自学自習をすることなどが紹介された。ICTの活用という面に関して言えば、個別最適な学びと同時に、学校として協働的な学びをどう実現するかという視点などを加えて実践を進められるとよいであろう。

【第13分科会 学習指導法②】

⑱ 「学びに向かう力を高める学習指導とその取り組み」

1人1台端末を効果的に活用することで、生徒の主體的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善につなげることを狙いとして、MetaMoji ClassRoomとClassiを活用した授業実践報告である。個別質問対応と定期試験対策でMeta Moji Class Roomを活用しており、参考になる取組である。分散登校や休校などのために授業実践の機会が減ってしまい、現在も継続して取組が行われている。継続したICT活用の報告がなされることを期待している。

【16分科会 学習指導法③】

⑲ 「ICT機器を補助とし具体物に重きをおいた実践研究－新「数学A」・旧「数学B」の座標空間にて－」

空間の点などの指導において、3D-GRAPESとともに組立可能な座標空間の立体模型を生徒に作成・活用させた実践報告である。手で触ることによってコンピュータによる表示に対する生徒の裏付けとなったことや、ICTに具体物を加えることで数学的活動や言語活動の機会が増えると同時に、ICTと具体物の相互作用により効果的に指導できたことが報告された。本実践は、具体物を通して、ICTや教科書等の2次元表示に対する実感を伴わせながら数学的活動を実現した実践と言える。

【第20分科会 基礎研究・自由研究③】

⑳ 「自作学習アプリを活用した授業展開の試み－「手順を覚えて解く」から「理解して解く」

へー」

自作学習アプリを用いて生徒に指導を行った報告である。アプリを利用させることで生徒が解く時間を短縮でき、解けるようになった後に解く過程を説明させることで、学力に課題のある生徒が不等式の解の意味などを説明することができた様子などが報告された。実践の課題にも挙げられているように指導事例が少ないため、どのような生徒に対してどのような時期にアプリを利用させることが効果的か、一斉授業にどのように取り入れるか、その中で協働的な学びをどのように実現するかなどについても検討するとよいであろう。

【第20分科会 基礎研究・自由研究④】

3. 問題点と今後の課題

ICTの活用を考えると、その前提にあるのは教員自身による授業についての振り返りではないだろうか。振り返ったときに見出した課題の解決方法として、ICTを活用することが有用であるだろう、という仮説が設定され、実践し、その考察を行うのだろう。これは本分科会に限ったことではないのだが、その一連のプロセスを本分科会として整理するために、次の4つの視点を強調してきた。

- ㊦ 授業で活用する意図や利点はなにか。
- ㊧ 授業展開の工夫や取組の提案があるか。
- ㊨ 言語活動・数学的活動の充実が図られたか。
- ㊩ 研究に累積性があるか。

鳥根大会での研究発表では、㊦～㊩の視点が全く確認できないような発表はなかった。

さて、令和4年9月20日に文部科学省において中央教育審議会教育振興基本計画部会が行われ、「次期教育振興基本計画の策定に向けた基本的な考え方(素案)」がその資料として出された。令和5年度以降を見通した教育の目指すべき方向性が示されることになるので、この素案は今後の動向を見据えるうえでは重要な内容が含まれていると考えることができる。次期教育振興基本計画のコンセプトに挙げられていることがらには、①日本型ウェルビーイングの向上・共生社会の実現に向けた教育の推進、②社会の持続的な発展を生み出す人材の育成、③地域や家庭で共に学び支え合う

社会の実現に向けた教育の推進、④教育デジタルトランスフォーメーション(DX)の推進、⑤計画の実効性確保のための基盤整備・対話、の5つがある。本部会に直接的に関係しそうなのは④の教育デジタルトランスフォーメーションの推進だ。GIGAスクール構想により1人1台端末整備が進み、これにより教育現場における様々な情報のデジタル化が可能になっている。例えば、紙のプリントをデジタル化して配信することはオンライン授業などでも頻繁に行われていることだろう。この次の段階として目指すのは、サービスや業務プロセスをデジタル化すること、例えば紙の教材の組み合わせからデジタル教材のリコメンドを参考に最適な選択を行うことができるようになることだ。そして第3段階として、デジタル化でサービスや業務、組織を変革することを、つまり教育データに基づく教育内容の重点化と教育リソースの配分の最適化を目指す。また、第2段階が達成されなければ第3段階への到達は起り得ないとされていることから、当面は第2段階の実現を目指した取組が行われる。まずデジタル教科書・教材・学習支援ソフトの活用に向けた取組が推進されることになるだろう。そして、そのような方法によって実現されることは、次期教育振興基本計画のコンセプトで①に挙げられている日本型ウェルビーイングの向上・共生社会の実現に向けた教育の推進となる。その教育の方向性として、「個別最適な学びと協働的な学びの一体的充実」が示されており、整備されたICT環境を効果的に活用する必要性に言及されている。

以上のような状況を踏まえ、先述の4つの視点についても改める必要があるだろう。青森大会に向けて、以下の4つの視点に留意した研究を期待したい。

- ㊰ 個別最適な学びの実現が図られたか
ICTを活用することによって、指導の個別化と学習の個別化における工夫や改善がなされ、生徒にとって個別最適な学びの実現がなされた実践を共有できる
- ㊱ 協働的な学びの実現が図られたか
ICTを活用することによって、探究的な学習

や体験活動などを通じ、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善の事例が共有できる。

- ⑧ 教育の質の向上の実現が図られたか
日々の教育活動で見出された課題を解決する数学教育を実現するためのツールとして、ICTをこれまでの実践と組み合わせて有効に活用する手立てを共有できる。なお、ICTを活用すること自体が目的化してしまわないよう留意する必要がある。
- ⑨ 効果検証・分析が適切に行われたか
PDCAサイクルを意識し、効果検証・分析を適切に行うことが重要。また、健康面を含め、ICTが生徒に与える影響にも留意することが必要である。

これまでの本部会での議論の中心は⑧の「教育の質の向上が図られたか」にあったと考えられる。それに対して、⑨「個別最適な学びの実現が図られたか」や⑩「協働的な学びの実現が図られたか」

のどちらも教育の質の向上に含まれているとも考えられるが、ここでは特に「課題を解決する」という点に重点が置かれていることを注意してほしい。学校現場のICT環境は急速に整備された。それを活用して実現したい教育の方向性も示されつつある。ICTの効果的な活用に向けて、実践事例や研究を共有する場として、本部会が機能することを望む。

参考文献等

- 文部科学省 中央教育審議会（2021年）。「令和の日本型学校教育」の構築を目指して－全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現－」
- 文部科学省 中央教育審議会（2022年）。「次期教育振興基本計画の策定に向けた基本的な考え方（素案）」

（菅原 幹雄，夏原 智史）