

## 高等学校教育課程課題研究（数学）

### —数学的活動を通じた思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価の工夫について—

平成30年度「県立高等学校教育課程課題研究（数学研究班）」で実践した、高等学校数学科の授業改善の研究について紹介する。新学習指導要領の趣旨を踏まえ、主体的・対話的で深い学びの実現のための方策として、一つ一つの授業において数学的活動を通じた学習活動を展開するために、単元構想や授業構想の際に、「算数・数学の学習過程」の位置付けを明確にした指導計画を作成した。さらに、思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価に焦点を置いた授業実践を行い、指導と評価の一体化に関する成果を上げることができた。

＜検索キーワード＞ 主体的・対話的で深い学び 数学的活動 思考力・判断力・表現力  
学習評価 高等学校数学科 指導と評価の一体化

#### 研究協議会顧問

県立惟信高等学校校長 戸倉 隆（平成30年度）

県立吉良高等学校教頭 山崎 博司（平成30年度）

#### 研究協議会委員

県立惟信高等学校教諭 加藤 大真（平成30年度）

県立瀬戸北総合高等学校教諭 藤村 亮（平成30年度）

県立春日井南高等学校教諭 伊藤 卓哉（平成30年度）

県立春日井工業高等学校教諭 藤森 雄介（平成30年度）

県立旭野高等学校教諭 近藤 和雅（平成30年度）

県立一宮南高等学校教諭 小坂 正紀（平成30年度）

県立木曾川高等学校教諭 長坂 稔（平成30年度）

県立阿久比高等学校教諭 池谷 正文（平成30年度）

県立豊田北高等学校教諭 益田 高寛（平成30年度）

県立岡崎東高等学校教諭 村澤 英佑（平成30年度）

県立安城東高等学校教諭 森下 勲（平成30年度）

県立西尾東高等学校教諭 中西 悦子（平成30年度）

県立吉良高等学校教諭 岡野 岳（平成30年度）

県立豊橋東高等学校教諭 宮崎 智之（平成30年度）

県立蒲郡東高等学校教諭 加藤 雄介（平成30年度）

県立新城東高等学校教諭 岩口 敏也（平成30年度）

高等学校教育課指導主事 前田 憲一（平成30年度）

高等学校教育課指導主事 尾崎 和由（平成30年度）

総合教育センター研究指導主事 山本 治（平成30年度）

総合教育センター研究指導主事 井戸田勝弘（平成30年度）

総合教育センター教科研究室長 近藤 哲史（平成30年度主務者）

# 1 はじめに

平成30年3月に高等学校の新学習指導要領が公示され、同年7月には学習指導要領解説が公開された。今回の高等学校学習指導要領改訂のポイントとして、「『何ができるようになるか』を明確化」、  
「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」が挙げられる。「『何ができるようになるか』を明確化」については、全ての教科において育成すべき資質・能力を、①知識及び技能、②思考力、判断力、表現力等、③学びに向かう力、人間性等の三つの柱で再整理している。「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」については、生徒が各教科・科目等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう過程を重視した学習の充実が必要であるとしている。

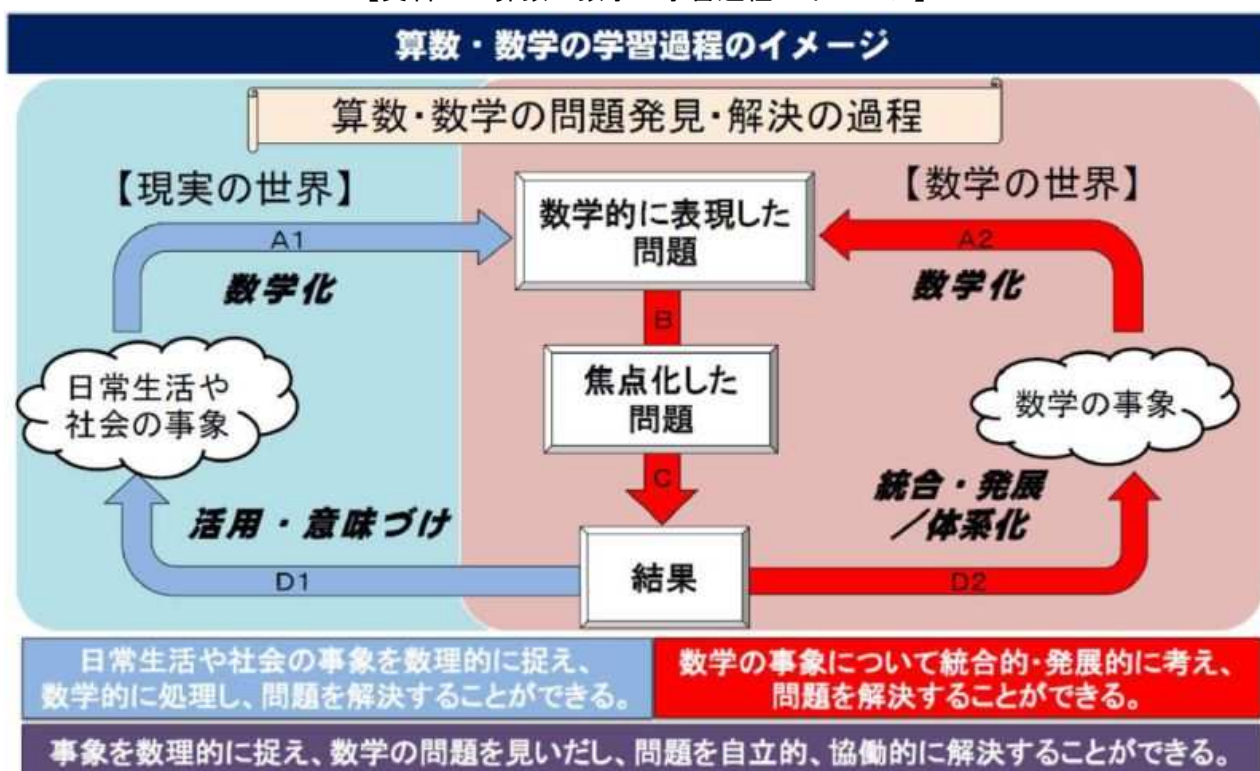
このことを踏まえて、高等学校数学科の目標は、以下のとおりとなっている。

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・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、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養う。
- (3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

高等学校学習指導要領解説数学編（平成30年7月）では、「数学的活動」については、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」（p26）とされており、（資料1）のようなイメージ図（p27）で説明されている。また、目標の項目立ての(1)、

【資料1 算数・数学の学習過程のイメージ】



(2), (3)が, それぞれ育成すべき資質・能力の, ①知識及び技能, ②思考力, 判断力, 表現力等, ③学びに向かう力, 人間性等に対応している。また, 「数学的な見方・考え方」については, 「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え, 論理的, 統合的・発展的, 体系的に考えること」(p10)と定義している。

本研究では, 一つ一つの授業において数学的活動を通じた学習活動を展開するために, 単元構想や授業構想の際に, 「算数・数学の学習過程(以後, 学習過程とする)」のどの位置付けになるかを明確にした指導計画を作成し, 思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価に焦点をおいた授業実践を行った。その成果と課題について報告する。

## 2 研究の目的

新学習指導要領の趣旨を踏まえ, 数学的活動を通じた主体的・対話的で深い学びの実現のための方策として, 特に思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価について, 効果的な手だてを探る。

## 3 研究の方法

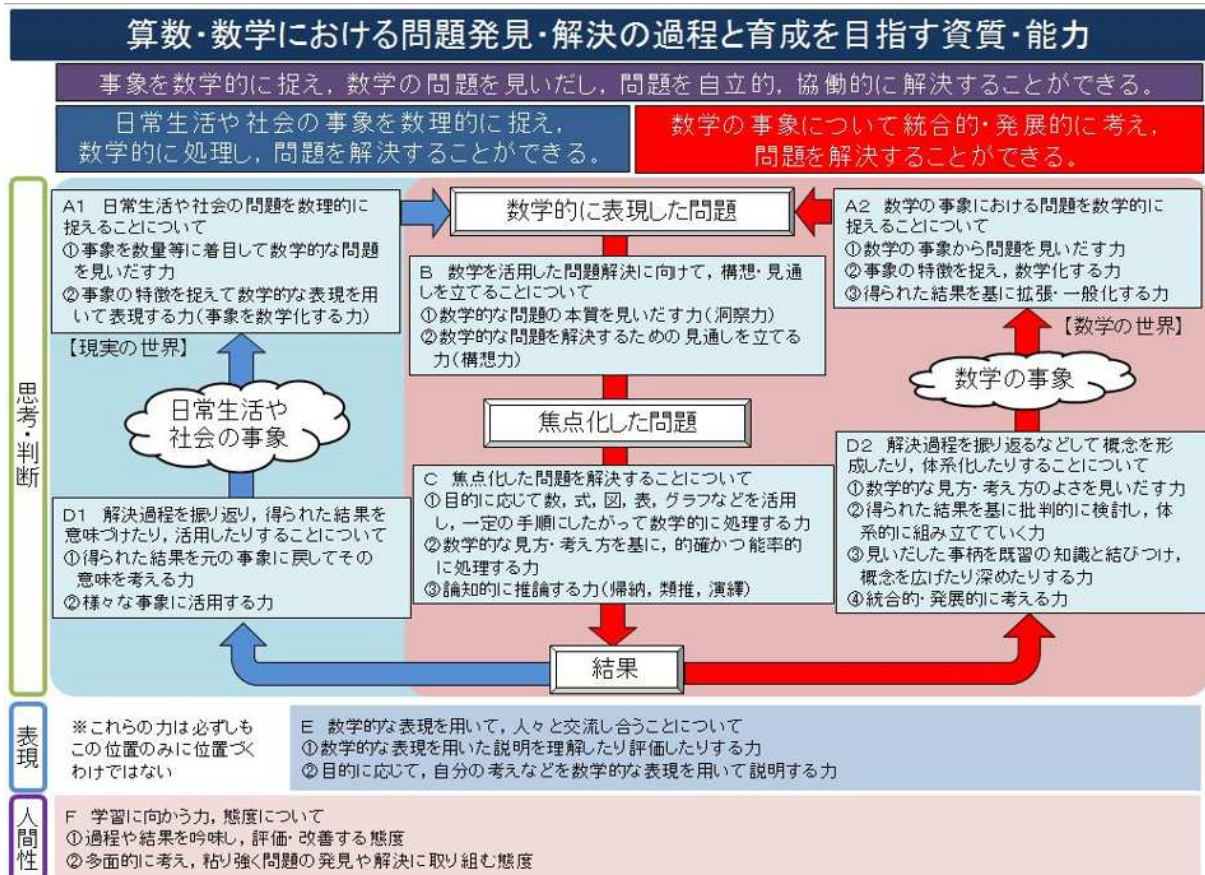
### (1) 各学校に応じた効果的な数学科学習指導に関する協議

研究員が, 指導校長, 指導教頭, 指導主事, 研究指導主事の指導の下, 各学校の状況について情報交換を行い, それぞれの学校における効果的な指導と評価の在り方について協議する。

### (2) 研究員による授業実践と検証

各研究員が所属校において, 思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価について授業実践し, 効果的な手だてについて検証する。授業実践については, 次の二通りの方法のどちらかで行う。

### 【資料2 算数・数学における問題発見・解決の過程と育成を目指す資質・能力(一部改)】



平成28年12月21日 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)一部改

ア 単元を見通した指導計画を作成し、実践する

イ 日々の授業に「思考力・判断力・表現力」を育成する場面を設定し、継続的に実践する

「どのような思考力・判断力・表現力を身に付けさせるか」ということについては、(資料2)を参考にした。ア、イのどちらの実践においても、まず(資料1)により授業ごとの学習過程の位置付け(A1, A2, B, C, D1, D2)を明確にし、次にその位置付けに対してどのような思考力・判断力・表現力が身に付くかを(資料2)により設定する。学習評価については、「数学的な見方や考え方(新学習指導要領では「思考力・判断力・表現力」)」を主たる観点として評価規準を設定する。また、「主体的・対話的で深い学び」の実現については、学習活動のどの部分が主体的な学び、対話的な学び、深い学びとなっているか、指導計画を立てる際に明確にする。

検証は、実践の様子、学習評価の結果、生徒アンケートなどにより、「数学的活動(授業ごとに学習過程を位置付けたこと)が有効であったか」「思考力・判断力・表現力を育成する活動であったか」

「学習評価は生徒の学習状況の把握ができ、教員の授業改善に役立ったか」「主体的・対話的で深い学びが実現できたか」について行う。

## 4 研究の内容

### (1) 各学校に応じた効果的な数学科学習指導に関する協議

ア 第1回研究協議会(平成30年6月26日(火))

新学習指導要領の概要を説明し、昨年度までに総合教育センターで行った高等学校数学科の指導と評価の在り方についての研究成果を紹介し、授業実践の方法について説明した。その後、各学校の状況について情報交換を行い、それぞれ実践を行う科目・分野を決めて、分野別のグループ協議を行った。

イ 第2回研究協議会(平成30年8月21日(火))

各研究員の研究計画について協議した。分野別(数学Ⅰ・A, 数学Ⅱ・B, 数学Ⅲ・学校設定科目)に三つのグループに分かれて、グループ協議を行った。内容は、計画の中で設定した学習過程の位置付け、思考力・判断力・表現力を育成する学習活動及びその評価の方法などである。

ウ 第3回研究協議会(平成30年9月26日(水))

各研究員の研究計画及び研究実践について協議した。実践前の研究員は、第2回の協議から修正した計画に基づき、第2回と同様に計画の検討を行った。実践後の研究員は、実践報告を行った。特に、授業実践後の生徒の学習評価について検証し、今後の改善点について協議した。

エ 第4回研究協議会(平成30年11月9日(金))

各研究員の研究実践について協議した。実践報告を行い、成果と課題について協議した。特に、取組内容の学習過程の位置付けを明確にしたことが、主体的・対話的で深い学びの実現、思考力・判断力・表現力の育成につながったかどうかを検証した。

オ 第5回研究協議会(平成31年1月30日(水))

各研究員の研究報告について協議する。実践についての成果と課題についてまとめた。

### (2) 研究員による授業実践と検証

ア 単元を見通した指導計画を作成し、実践する

研究員が現在指導している科目の一つの単元に着目し、単元指導計画を立てた。その際に、1時間ごとの内容が、学習過程(資料1)のどこに位置付けられるかを考えて計画した。また、1時間ごとに最も重視する評価の観点を決めて評価計画を立てた。単元計画の中で、「数学的な見方や考え方(新



学習指導要領では「思考力・判断力・表現力」の観点を重視する授業に注目して、詳細な授業計画を立てた。その授業計画に基づいて授業実践し、生徒の学習活動を評価した。評価結果等を基に、授業改善の視点で検証した。

研究報告については、以下のとおりである。

- (ア) 軌跡と領域における単元を見通した指導について
- (イ) 指数関数・対数関数における単元を見通した指導について
- (ウ) 微分法における単元を見通した指導について
- (エ) 数列における単元を見通した指導について
- (オ) 数学Ⅲ「不定積分」における単元を見通した指導について
- (カ) 整数の性質における単元を見通した指導について
- (キ) 微分法の応用（速度と加速度）における単元を見通した指導について

イ 日々の授業に「思考力・判断力・表現力」を育成する場面を設定し、継続的に実践する科目を問わず、1時間の授業（場合によっては2時間以上）の構成を考え、「思考力・判断力・表現力」を育成する場面を設定した。その場が、学習過程（資料1）のどこに位置付けられるかを考えて計画した。その際に、（資料2）を参考にして「数学的な見方や考え方」の観点についての評価計画を立てた。その授業計画に基づいて授業実践し、生徒の学習活動の評価をした。評価結果等を基に、授業改善の視点で検証した。検証結果を基に授業を改善しながら継続的に実践した。

研究報告については、以下のとおりである。

- (ア) 仮説を用いた授業での指導と評価について
- (イ) 解法のプロセス中の考え方を重視する授業での指導と評価について
- (ウ) 作問を用いた授業での指導と評価について
- (エ) お互いを意識した解答を用いた授業での指導と評価について
- (オ) 小テストの相互作用・採点を用いた授業での指導と評価について
- (カ) キーワード確認を用いた授業での指導と評価について
- (キ) 生徒のスマートフォンを活用した授業での指導と評価について
- (ク) チームによる問題解決を用いた授業での指導と評価について
- (ケ) グループワークやルーブリックによる自己評価、ICTを利用して

## 5 研究の成果

研究員の報告を基に、以下の四つのことについて成果をまとめる。

### (1) 数学的活動（授業ごとに学習過程を位置付けたこと）について

- ・現実の世界の事象を扱う（A1）ことによって、生徒に興味・関心を持たせることができた。
- ・学習過程を位置付けたことで、育成を目指す資質・能力が明確になり、どのような学習活動を行うかも明確になる。
- ・解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化したりすること（D2）を意識し、実践したことにより、生徒が思考を広げ深める姿を見ることができた。
- ・数学の事象における問題を数学的に捉えること（A2）を意識して実践したことにより、生徒自ら発見した性質について、本当に成り立つのか、証明はどうやるのかという疑問が生徒から自然に生まれた。
- ・概念を形成したり、体系化したりすること（D2）を意識して実践した。個人では概念を広げられ

たとは言えなかったが、グループで話し合いをすることで一人では思いつかなかった概念を見出すことができていた。

- ・学習過程と授業の流れを整理できたので、思考力・判断力を育成する授業の実践方法を考えやすくなり、評価もしやすくなった。
- ・数学的に表現した問題から焦点化した問題へ、さらに結果への過程（B，C）という一般的な問題解決の授業でも、育成を目指す資質・能力（見通しを立てる力，的確かつ能率的に処理する力）を明確にすることで、生徒が試行錯誤したり，新たな発見をしたりする活動を行うことができた。

#### **(2) 思考力・判断力・表現力の育成について**

- ・思考力・判断力を育成することを目的としたので，関数電卓を利用した（育成を目指す資質・能力を明確にすると，どのような学習活動を行うかも明確になる）。
- ・問題の正答か否かではなく，思考の過程を評価することを生徒に使えることによって，思考力について意識させることができた。
- ・ICTを活用して生徒が操作することにより，生徒自らが性質を発見する活動ができ，さらに発見した性質が正しいかどうかを主体的に思考・判断することができた。
- ・基となる問題をさらに発展させる問題を作問するという活動を行うことで，出題者の立場に立ち，問題を深く捉え，考察しようとする様子が見られた。
- ・問題を解く前に仮説（見通し，構想，計画）させることにより，ふだん答案には書かない思考や判断について意識させることができた。
- ・ペアで問題解決をするという学習活動の中で，ペアが解答を読むことを意識して解答をつくらせることで，より分かりやすい説明をすることに心がける姿勢が生まれ，表現力の育成につながった。

#### **(3) 学習評価（生徒の学習状況の把握ができ，教員の授業改善に役立ったか）について**

- ・授業の最初に生徒にループリックを提示した。実施後にワークシートに評価結果を記入し返却した。その結果を踏まえて振り返りアンケートを行い，生徒自身に学習状況の把握をさせることができた。
- ・個人，ペア，グループとステップを踏んで活動させ，それぞれについて自己評価，他者評価を行った。それにより，不足している点やつまづいた箇所を確認させることができた。
- ・ICTを活用して生徒の振り返りを行うことで，短時間で学習状況を把握でき，一人一人へのアドバイスなども効果的に行うことができた。
- ・ループリックの評価基準について，最初に設定した基準からより明確に区別できるように具体的な基準に改めた。それにより，客観的な評価を行うことができた。
- ・仮説（見通し，構想，計画）について，記入率と正答率と分けて評価したことにより，生徒自身の考えを引き出すことと，その考えが正しいかどうかという二つを確認できた。
- ・同じ評価規準で自己評価を継続的に行うことで，教員としても生徒の学習状況の把握ができ，生徒自身も自分の成長を感じることができた。

#### **(4) 主体的・対話的で深い学びの実現について**

- ・グループ学習を行うことで，指導役の生徒が現れたり，グループのワークシートの作成で協力する姿が見られたりして，授業が活性化した。
- ・現実の世界の事象を，既習内容を活用して問題解決することによって，深い学びが実現できた。
- ・ワークシートを生徒自身の思考の流れが分かるように工夫したことで，今までの学びから次はどのような学びにつながるかを各自で判断させることができ，主体的な学びにつながった。

- ・生徒一人一人に対して理解度や到達度に応じたコメントを返すことで、今後の学びへのヒントを与えることができた。
- ・教科書をひととおり学習した3年生に対しては、既習事項を結び付けて深く思考させることが可能であることが分かった。また、グループ学習なども活発に行うことができる。
- ・三つの学びを事前に設定したことで、実践中ではどのような学習活動を行っているかのチェックポイントとなるとともに、実施後に達成できたかを振り返ることができた。
- ・数学に対する苦手意識のある生徒に対して、自分の解答に自信のない生徒も多いため、ペアでの活動により、自分の考えをまず表現すること、他の生徒の解答を踏まえ自分の考えを深めることができるように配慮した。

## 6 研究のまとめと今後の課題

昨年度まで総合教育センターが行っていた「教科指導の充実に関する研究」と高等学校教育課が行っていた「県立高等学校教育課程課題研究」が、今年度より統合され新しい形で研究を進めている。そのため、研究員の実践が本年度の実践のみの報告となり、研究の蓄積という点では、やや不十分な研究であった。しかし、昨年度までの研究成果を参考に実践する中で、単元や授業の構想を立てる際に、学習過程の位置付けを明確にすることが、効果的な指導と評価につながることを検証できた。特に、思考力・判断力・表現力の育成に重点をおくことが、より深い知識及び技能を獲得することにつながり、学びに向かう力、人間性等をより高めることが分かった。そのためには、育成すべき資質・能力を明確にした課題設定や発問の工夫も必要であり、今後は、研究員の実践を踏まえた、それぞれの科目の各分野の効果的な課題例や発問例及びその評価方法を蓄積していきたい。

### 参考文献等

- ・文部科学省，高等学校学習指導要領解説 数学編，2018
- ・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，文部科学省，2016
- ・愛知県総合教育センター，高等学校における多様な学習成果の評価手法に関する調査研究，2016，
- ・愛知県総合教育センター，高等学校数学科における主体的・対話的で深い学びと評価に関する研究，2016
- ・愛知県総合教育センター，授業の手引（高等学校数学 平成29年度版），2018，