

高校数学の授業における「深い学び」の具体化

中島牧子・澤田麻衣子・高橋智美

群馬大学教育実践研究 別刷

第38号 41～54頁 2021

群馬大学共同教育学部 附属教育実践センター

高校数学の授業における「深い学び」の具体化

中島牧子¹⁾・澤田麻衣子²⁾・高橋智美³⁾

1) 群馬県立渋川高等学校／群馬大学大学院教育学研究科

2) 群馬大学共同教育学部数学教育講座

3) 群馬大学共同教育学部附属教育実践センター

Realization of "Authentic Learning" in High School Math Class

Makiko NAKAJIMA¹⁾, Maiko SAWADA²⁾, Tomomi TAKAHASHI³⁾

1) Shibukawa High School / Graduate School of Education, Gunma University

2) Department of Mathematics, Cooperative Faculty of Education, Gunma University

3) Center for Educational Research and Practice, Cooperative Faculty of Education, Gunma University

キーワード：深い学び，問題解決の過程，数学的な見方・考え方，高等学校

Keywords : Authentic Learning, Problem Solving Process, Mathematical Thinking, High School

(2020年10月30日受理)

1 はじめに

学校教育では、子どもたちが、様々な変化に積極的に向かい、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようになることが求められている。殊に高等学校の数学教育では、数学的な知識や技能をどれだけ多く習得したかという「量」だけでなく、どのようにしてそれらの知識や技能を身に付けたのかなどの学習の「質」が問われ、「主体的・対話的で深い学び」の視点から、学習の質を高める授業改善の取組みの活性化が求められている。またその留意点として、授業の方法や技術の改善のみを意図しないことや、各教科において通常行われている学習活動の質を向上させることが求められている（文部科学省, 2019）。これは、単にグループ活動を入れたり、ICT機器を利用したりするだけでは学習活動の質は高まらず、深い学びには

至らないという指摘であると捉えられる。このような状況下において、現場で働く教員たちは、「深い学び」とは具体的にどのような学びであるのかを明確にできないまま、授業改善に苦慮しているのが実際である。そこで本稿は、高等学校の数学における「深い学び」の実現を目指した授業づくりのために、授業改善につながる「深い学び」の捉えを提示し、実際に実施した過去の授業に対して具体的に授業改善を試みることを目的である。

2 「深い学び」と「真正の学び」

2.1 高等学校の数学教育における「真正の学び」

中央教育審議会答申（2016）によると、「深い学び」は、「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科の特質に応じた「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、問題を見出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

に向かう深い学び」と定義されている。

「深い学び」は、平成29年度改訂小学校学習指導要領英訳版（仮訳）では、「authentic learning」と訳されている。すなわち「真正の学び」である。奈須（2017）は、「真正の学び」について、単に知識を記憶する学びではなく、学習で得た知識が現実社会の問題解決に生きて働く本物の知識となるよう、現実的な文脈の中で、活用場面や理由とセットで知識を習得していくことであるとしている。その例として算数の学習場面を取り上げ、子どもたちの日常生活における問いから、子どもたちが数量関係に着目し、その理由を述べる活動を通して、算数の知識が生きて働く知識になり得ることを述べている。算数の学習場面は、日常生活の中における問いを活用できるものが多く、実際に知識を活用する生活場面と結びつけて学習することで、子どもたちが算数の学習場面と日常生活の場面とを分けることなく自然に概念を形成しながら知識を習得していく。

一方、高等学校の数学の学習場面においては、内容が高度になり、改めて日常を数学の知識により見る、ことを意識的に行うことを要する。そのため、学習段階にある生徒には、数学の学習で得た知識を日常生活で活用する場面は見えにくいことが多い。例えば、虚数は2乗して-1となる数であるが、まずは、虚数を知ることによって数の体系が拡張されることを理解することが求められる。そして、高次の方程式を解くなど数学の世界での活用を通してさらに虚数についての理解を深めるとともに、これまで実数の範囲でしか求めることができなかつた方程式が、虚数にまで広げて方程式を解くことができるようになる。その後、日常生活での虚数を用いた見方が取り入れられていく。このように、現実の活用場面と結びつける前に、新しい概念を取り入れることが求められる。つまり、高等学校の数学の学習内容は日常生活での活用を生徒が行えるようになるまでの道のりは少し遠い。しかし、数学の学習場面における問題を考察する過程に注目すると、問題の条件を変更したり、新しい概念を用いた別の見方で物事を見たり、という発展的な考え方は、日常生活の場面においても必要とされ、活用されているものである。

奈須（2017）は、教科ならではの「見方・考え方」を基盤とすることで、教科の範疇を踏み越えて「社会

生活を支える様々な重要な資質・能力育成の可能性」が現れてくると述べている。数学の資質・能力に関しては、推論の妥当性を論証すること、的確に表現する思考力や判断力、批判的に吟味しようとする態度を取り上げ、それらの資質・能力が合理的・論理的に議論を進める際に発揮されることを例として挙げている。

そして文部科学省（2019）は、「深い学び」を実現させる鍵として「見方・考え方」を働かせることを重視し、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」という教科ならではの物事を考える視点や考え方が、その教科を学ぶ本質的な意義の中核をなすと述べている。つまり、高等学校の数学教育における「真正の学び」は、「数学特有の学習過程の中で、見方・考え方を働かせながら、現実世界で生きて働く数学的に考える資質・能力を養う学び」であると捉えられる。そこで、高校数学における「数学特有の学習過程」とはどのような過程であるのか、「見方・考え方」はどのように働かせていくものであるのか、その具体的な様相を次に述べる。

2.2 数学特有の学習過程

先に述べたように、数学的に思考する力は、将来多様な問題を解決する際に働く力となるが、当然のことながら「数学的な見方・考え方」は数学特有の学習過程の中で発揮される。つまり、真正の学びを実現するためには、「見方・考え方」が発揮できる教科特有の学習過程を授業に組み込む必要がある。高等学校における数学の授業においては内容が高度になり、生徒はまずそこで学習する新しい概念を取り入れることが求められるために、教科書に記載された問題を解決する活動が中心とならざるを得ないという特徴がある。

片桐（2004）は、問題解決の過程に沿って、どのように数学的な考え方が使われることが大切かを具体的な事例とともに示した。G.Polya, J.Dewey, G.Wallas, F.Fehrの説を取り上げ、それらの違いは、問題解決のどこで段階を区切るか、どこを強調するかによる相違であるとした上で、問題を強く認識する段階や、演繹的な考え方が強調される段階を含んでいるFehrの段階が、算数・数学の学習にとって適切であるとした。その過程を片桐の解説をもとに要約したものを表1に示す。

Fehrの問題解決の過程は、不適當、葛藤、混乱が

表1 F.Fehrの問題解決の過程

F-I. 問題のある場面	個人が混乱の場にある。必要感、目的探求行動が生じ、具体的問題場面の場から学習が始まる。
F-II. 場の診断	不満足な場の分析。問題を形成する。
F-III. 暫定的仮説	暫定的な仮説のもと、検討する。適当でないときは改めて仮説を立て、試行する。これを繰り返し、ゴールに到達する。既知のパターンと関連づける。
F-IV. 論理的組織化	次の方法により、具体的問題の解法から抽象的の一般的原理法則、解法の論理的骨組みを作成する。 (a) 特殊な解を一般化すること (b) 多くの類似例から解の同一性を抽象すること (c) 新しい結果へ既知の理論の論理的鎖を作ること (d) これらの混合
F-V. 創造的学習	検証、精確化。I~IVの段階を新しい経験に応用して、検証する創造的学習。

個人の中に生じ、それを解決すべき問題として形成してるところから始まる。中央教育審議会答申(2016)によると、数学の学習過程は、「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」とある。「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし」とあるように、始めに解決すべき問題として認識し、学習者が目的意識を抱く場の設定がある点でFehrと共通している。さらに、Fehrの「F-IV. 論理的組織化」の段階は、他の問題に応用する前の段階として、問題の解法から重要な原理や法則を見出し、一般化、統合化などを行い論理的な骨組みを作るといった、概念を構築し、体系化していく段階を明記している。これは中央教育審議会答申の「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」にあたる。また、最終段階の「F-V. 創造的学習」は、発展的に考え、問題解決で発揮した「数学的な見方・考え方」を活かし、その良さを認識する場となると考えられる。このように、数学の授業においてはFehrの定義する問題解決の過程をたどることが適当であることが分かる。

また、Fehrの問題解決の過程は、常にI~Vの過程を順にたどるのではなく、問題によって、順番が入れ替わり、ときには省略されることもあるという特徴をもっている。例えば、前時に学習した内容をさらに発展させた問題を扱う授業では、検証した結果(F-V)に対し、考えを統合化したり(F-IV)、再び発展的に考えて検証したり(F-V)するということもある。

以上のことを踏まえ、片桐の考えをもとにすると、数学の授業における問題解決の過程は下記の5つの段階に示すことができる。この【数学の問題解決過程の5つの段階】を、授業における学習活動の中に組み込んでいくことが重要である。実際、現在の高等学校の数学の授業では、「(III) 解決の実行」に重点が置かれがちである。しかし、生徒が「数学的な見方・考え方」を主体的に働かせるためには、生徒が問題に対する目的意識を抱き、数学の学習に取り組む場を提供することが重要である。そのためには「(I) 問題把握・形成」や「(IV) 論理的組織化」、「(V) 検証」の場を重要視していく必要がある。また、これらの段階もFehrの考えと同じく、必ずこの順番によるものでないことを注意しておく。

【数学の問題解決過程の5つの段階】

- (I) 問題把握・形成
不十分な理解を自覚し、問いを明確にする。
- (II) 見通しをもつ
既有知識や経験をもとに、予想をし、問題解決の方針を立てる。
- (III) 解決の実行
既有知識や技能を活用し、解決に向け実行する。
- (IV) 論理的組織化
(III)の結果の検証と解決過程の振り返りを通して、既有の知識や技能と関連付け、重要な原理や法則を見出し、統合化・体系化していく。
- (V) 検証
(IV)で得られた重要な考えや、原理・法則を用いて、新たな問題の解決に活用できるか、または条件を変えても成り立つのかなど発展的に考える。

2.3 「数学的な見方・考え方」の具体

次に、高等学校の数学の学習の場において、「見方・考え方」は具体的にどのように働かせ、養えばよ

いかについて考察する。中央教育審議会（2016）によると、「数学的な見方・考え方」はそれぞれ次のように定義されている。

・数学的な見方

事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目してその特徴や本質を捉えること。

・数学的な考え方

目的に応じて数、式、図、表、グラフ等を活用しつつ、論理的に考え、問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能を関連付けながら、統合的・発展的に考えたり、体系的に考えたりすること。

片桐（2004）は、「数学的な考え方」を、それぞれの問題解決に必要な知識や技能に気づかせ、知識や技能を導き出す力であるとともに、このような知識や技能を繰り出す原動力であると捉えた。さらに、その数学的な考え方を引き出す原動力を数学的な態度とし、「①数学的な態度」「②数学の方法に関係した数学的な考え方」「③数学の内容に関係した数学的な考え方」に分類している。「①数学的な態度」は、「数学的な考え方」を発揮させるために求められる状態である。例えば、筋道の通った考え方をしようとする態度がなけ

れば、仮説に基づいて考えたり、既有的知識や経験を基にして類推したりといった考え方は働かない。このように、「態度」は、「数学的な考え方」と一体となっており、数学の授業を通して「見方・考え方」とともに鍛えられていくものである。「②数学の方法に関係した数学的な考え方」には、数学の問題を解決する過程で発揮される考え方が記されている。また「③数学の内容に関係した数学的な考え方」には、「構成要素（単位）の大きさや関係に着目する」や「基本法則や性質に着目する」といった数理的な要素に着目し、本質を見出そうとする考え方が書かれている（松田・橋本・三上，2019）。

片桐（2004）の②と③の「～考え方」を「数学的な見方・考え方」の具体化の例（表2）とし、数学的な考え方について考察すると、【数学の問題解決過程の5つの段階】の各段階で中心となって働く考え方があることが分かる。例えば、「類推的な考え方」は「(II) 見通しをもつ」際に必要な、既有的知識や経験を結びつけて思考を進めようとする考え方である。また、「演繹的な考え方」は、「(III) 解決の実行」で、既有知識を基に論じていく際に必要であり、さらに、解決の過程を振り返ってどんなことが根拠となったか

表2 「数学的な考え方の具体化」（片桐，2004 一部抜粋）

②数学の方法に関係した数学的な考え方

1. 帰納的な考え方
2. 類推的な考え方
3. 演繹的な考え方
4. 統合的な考え方(拡張的も含む)
5. 発展的な考え方
6. 抽象化の考え方(抽象化, 具体化, 条件の明確化)
7. 単純化の考え方
8. 一般化の考え方
9. 特殊化の考え方
10. 記号化の考え方
11. 数量化, 図形化の考え方

③数学の内容に関係した数学的な考え方

1. 考察の対象の集まりや、それに入らないものを明確にしたり、その集まりに入るかどうかの条件を明確にする(集合の考え)
2. 構成要素(単位)の大きさや関係に着目する(単位の考え)
3. 表現の基本原理に基づいて考えようとする(表現の考え)
4. ものや操作の意味を明らかにしたり、広げたり、それに基づいて考えようとする(操作の考え)
5. 操作の仕方を形式化しようとする(アルゴリズムの考え)
6. ものや操作の方法を大づかみにとらえたり、その結果を用いようとする(概括的把握の考え)
7. 基本法則や性質に着目する(基本性質の考え)
8. 何を決めれば何が決まるかということに着目したり、変数間の対応のルールを見つけたり、用いたりしようとする(関数の考え)
9. 事柄や関係を式に表したり、式をよもうとする(式についての考え)

確かめたりする際に働く考え方である。

澤井 (2017) は、「『見方』とは『視点』であり、『考え方』とは『思考』である。視点をもてるから思考することができる以上、この2つは一体不可分である。」と述べている。例えば、類推的に考える際には、問題で扱われる数量や図形などの構成要素に着目し、過去に似寄りの問題はないかと考えていく。また、既習の定理を用いて演繹的に論じていく際も、その定理が活用できるか確認するために、図形の特徴や性質、数量関係などに着目する必要がある。つまり、「数学的な見方・考え方」の「見方」と「考え方」は別々に働かせるものではなく、両者間にはある一つの視点のもとで思考するといった一連の流れがある。

次に「数学的な見方・考え方」が働くように方向づける手立てとしては、「発問」が考えられる。澤井 (2017) は、子どもにとっての「見方・考え方」は「問い」で残るとし、問いと合わせて解釈が生れ、既有知識を用いて思考することから、「問い」の重要性を指摘している。一方、片桐 (2004) は、「子供がまずいた時に、直接役立つ知識や技能についての助けをするのではなく、これを引き出すような考え方、さらに考え方を引き出すような数学的な態度についての助けを用意しておかなければならない」と述べ、数学的な考え方を引き出す発問をまとめている。

【数学の問題解決過程の5つの段階】の、各段階における中心となる考え方と、それらを引き出す発問の具体例を表3に示す。各段階の発問は片桐 (2004) の示したものを参考にした。まず (I) では、問題を明確にしようとする態度に導く発問を準備した。(II) と (III) には、中等教育審議会 (2016) の「数学的な考え方」の定義から、「目的に応じて数、式、図、表、グラフ等を活用しつつ、論理的に考える」を位置付け、(IV) と (V) に、「問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能を関連付けながら、統合的・発展的に考えたり、体系的に考えたりする」を位置付け、それぞれの発問例を示している。

片桐 (2004) と異なる点は、「統合的な考え方」の位置づけである。片桐は「検証」の段階で働く主な考え方としているが、既習の概念を再構築するという視点から、(IV) に位置付けた。その上で (IV) で得られた考えや原理・法則を新たな問題に適用していく段階を (V) と捉え、「発展的な考え方」をその中心と

表3 【数学の問題解決過程の5つの段階】と数学的な考え方に関する発問例

(I)問題把握・形成	<ul style="list-style-type: none"> ・どんなことが分かっているのか ・どこからが分からないのか
(II)見通しをもつ	[類推的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・分かっていることと同様にできないか
(III)解決の実行	[演繹的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・これが言えるには何が分かればよいか ・分かっていることを基にしているか [帰納的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・どんな規則がありそうか
(IV)論理的組織化	[演繹的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・何を根拠にして考えたか ・分かっていることを基にして説明できるか ・これが正しい(誤りだ)と説明できるか [統合的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・前に学習したことと同様のものはないか ・これらに共通しているところはないか ・まとめて言えないか
(V)検証	[発展的な考え方] <ul style="list-style-type: none"> ・違った見方はできないか ・条件を変えたらどうなるか

している。表3で挙げた発問例は、実際の授業場面で問いを考えるにあたっての軸となるものであり、さらに扱う問題によって適切な言葉を加えることになる。

このように、【数学の問題解決過程の5つの段階】の各段階で働かせる「数学的な見方・考え方」を明確にし、それに対する発問を授業に適切に組み込むことで、「真正の学び」の実現へ向かうことができると考える。

3 「深い学び」と「ディープラーニング」

3.1 「真正の学び」との関連性

2で述べた「真正の学び」は、各教科の資質・能力を基盤とし、現実世界でも活用できる質の高い知識を習得していくことに価値を置いている。質の高い知識というのは、単に暗記された知識ではなく、その知識の活用場面や活用のための理由なども含み、既有知識を相互に関連付けて、より深く理解した知識ということである。溝上 (2014) は、知識を実際に問題解決に活用することや、他者に伝えたり他者のもつ知識とす

り合わせて統合したりすること、関連付けることなどのいくつかの諸能力の基礎となるものとして、認知的な処理能力を挙げている。個人の知識世界の構築・再構築、それを促す認知プロセスが介在する学習を伴ってこそ、上記の諸能力はよく育つと述べている。そこで、認知心理学の分野において研究されている「深い学習」すなわち「ディープラーニング」の側面からも「深い学び」を見ていく。

溝上 (2014) は、ディープラーニングについて、学習へのアプローチという概念が素地にあり、その最初の例として、マルトンとセーリョによる、学習者の意図によって学習成果に差異が出るという分析結果を取り上げている。そして、「学習への深いアプローチ」とは意味を求めての学習であり、「学習への浅いアプローチ」とは、個別の用語や事実だけに着目して、課題に真剣に向き合うことなく仕上げようとする学習のことであると述べた。これらの学習は、それぞれ単純に「深い学習 (deep learning)」、「浅い学習 (surface learning)」と呼ばれる。さらに溝上は、授業の質を高めるためには、学習内容の深い理解を求めるディープラーニングとの重なりが大きくなるような教授学習を目指す必要性を指摘している。

一方表4は、Sawyer (2018) の「深い学習 (deep learning)」の特徴であり、「伝統的な教室の実践」と対比させることで、深い学習に必要な事柄が明確に見えるものである。またこの対比から、「伝統的な教室の実践」とは、概念や問題の解き方について教師が一方的に説明していく知識伝達型授業であると捉えることができる。さらにこの対比は、授業において、学習

内容にどのようにアプローチするかといった「学習への深いアプローチ」と「学習への浅いアプローチ」の違いを表しているものと言え、「深い学び」と「浅い学び」の対比として見ることができる。

「真正の学び」と「ディープラーニング」のどちらも、学習者がその問題を解決する意図や目的をもち、ある文脈の中で学習していくという点で共通している。さらに、数学の問題解決の場面では、既有知識や問題解決の経験をもとに類推したり、比較することで重要な原理・法則を見出したり、得られた解を批判的に吟味したり、統合・発展的に考えたりという「数学的な見方・考え方」が発揮される。つまり、問題解決の過程に沿い、「真正の学び」を実現していくことは、認知的にも深い理解をもたらす「ディープラーニング」の事柄を含んだ行程を踏んでいるといえる。

3.2 学習への深いアプローチ

溝上 (2014) は、「学習への深いアプローチ (深い学習)」を「意味を求めての学習」と結論づけたが、黒崎 (2016) は、「浅い学び」を「形式重視の学習活動」「How to重視の学習活動」とし、「深い学び」を「問いや疑問をもつ」「多様な考えがあることに気づく」「批判的に思考する」「さらなる探究を行う」と捉えた。

「疑問」については、前述した片桐 (2004) の「数学的な考え方」で示された「①数学的な態度」の中にも位置付けられている。片桐は、与えられたものを何の疑いもなく受け入れていたのでは、疑問をもつ態度は育たず、新しいことの発見は不可能であることを指

表4 「深い学習と伝統的な教室の対比」 Sawyer (2018)

知識の深い学習(認知科学の知見から)	伝統的な教室の実践
深い学習に必要なのは、学習者が新しいアイデアや概念を既有知識や先行経験と関連付けることである。	学習者は、教材を自分たちがすでに知っているものとは無関係なものとして扱う。
深い学習に必要なのは、学習者が自らの知識を、相互に関係する概念システムに統合することである。	学習者は、教材を相互に切り離された知識の断片として扱う。
深い学習に必要なのは、学習者がパターンや基礎となる原理を探ることである。	学習者は、事実を記憶し、手続きを実行するのみで、理由について理解することがない。
深い学習に必要なのは、学習者が新しいアイデアを評価し、それらを結論と結びつけることである。	学習者は、教科書で出会ったものと異なる新しいアイデアを理解することを困難に感じる。
深い学習に必要なのは、学習者が対話を通して知識が創造される過程を理解し、議論の論理を批判的に吟味することである。	学習者は事実と手続きを、全知全能の権威的存在から伝えられた静的知識として扱う。
深い学習に必要なのは、学習者自身の理解と学習過程を振り返ることである。	学習者は記憶するのみで、目的や自身の学習方略を振り返ることがない。

摘し、「それはなぜだろう」「本当に正しいのだろうか」といった疑問をもつことが問題発見につながると述べている。

2.2でも述べたように、高等学校の授業では、教科書に掲載された問題の解決例を再現すること、また解決例に即して他の問題を解決することが中心となっている。生徒が問題や問題解決過程に疑問を抱いたり、批判的に思考したりする機会が少なくなっている可能性があり、形式重視の学びとなってしまう。また、生徒が数学の問題を解決する過程を形式重視に学んでいる場合、生徒自ら深い学びに向かうことは難しい。学びの場をディープラーニングの場にするには、形式重視ではなく、問題の意味を求めるような学習に向かわせることが大切である。そのためには、問題を解決させることだけを目的にするのではなく、その問題に含まれる数学的な本質を問う疑問を持つことができる場を授業で作る必要がある。例えば、「もし、〇〇だったらどうか」「なぜ、 $\triangle\triangle$ として良いのか」などの疑問は、既存の知識や経験をもとにして、条件を変更し普遍性を確かめたり、数学的な原理や法則を批判的に捉え、数学的な本質に迫ろうとするものである。生徒はこれらの疑問をはじめから数学の言葉を用いた「問い」として捉えられる訳ではない。生徒は、授業を通して数学的な態度を養うとともに、教師が発問という形で具体的に示す過程を見ることで、先のような疑問を「問い」として表現する方法を知る。そして、「問い」として疑問が表現される機会を繰り返し得ることで、既存の知識や経験をもとにして、疑問を数学的な「問い」へと変換する力を養っていく。

3.3 対話の意義

佐伯（1975）は、学びの広がりが高まりには6つの段階があるとし、「他人の目」がもたらす学びの深さを整理した。筆者が要約したものを表5に示す。第1段階から第3段階を具体的に言うならば、「教科書の内容を断片的に理解する」、「教科書や黒板に書かれた事実を覚える」、「計算の手続きを理解し、実行する」など、目的もなく、授業中に与えられた課題の解答を得ることに向かう学びである。つまり、その過程で疑問に思ったことがあっても手続き上問題がなければそのままにしてしまうといった学習活動への関わりである。これは黒崎（2016）の述べた「浅い学び」と一致する学びの状態である。

それに対し、第4段階は、自分の考えに納得したとしても、「別の見方をすればどうなるか」といった吟味が行われ、別の視点でみても矛盾のない形でものごとを納得する学び方である。従って、この段階は、単に解を求めるだけでなく、新たな課題に向かうものであり、「深い学び」の入り口に立っているといえる。

そして、第5段階、第6段階においては、自分の中だけの学びではなく、他者にも納得してもらえるプロセスの中で「矛盾」が解消されていくことや、対話を通して、自分の考えを確認・修正し、再構成してより深く納得する学びへと変化する段階であり、「深い学び」の状態である。この「深い学び」の状態である第5、6段階では他者の存在や対話の重要性がみてとれる。

また、藤村・橋（2018）らも、学びが深まるメカニズムの段階のひとつとして、「他者とともに多様な知識を関連付けること」を述べており、方法として協同

表5 「学びのひろがりが高まりの諸段階」（佐伯，1975） 筆者要約

第6段階	あらゆる可能な他人の目を自分で「想定」できるようになる。世の中の現象や問題、または自分自身の内側から新たな視点を発見する。対話しつつ考えが深まる、考えを深めつつ対話する、対話を超えるものへひろがる。
第5段階	「疑問」を自ら「新しい一貫性」を生み出すことで「解消」しようと努めるが、他人にも納得してもらえない過程でそれを行う。対話の中で、自分の考えを確認したり修正したりして、再構成した「新しい一貫性」を生み出すことで納得する。
第4段階	「自分なりに納得がいく」だけでなく、別の視点から見ても正しいことを選択的に吸収する。別の視点から見ても「つじつま」が合わないことは放置せずに、疑問として投げかける。「より深くものごとを納得すること」が目標。
第3段階	知的好奇心の芽が生まれるが、目標は外から採り入れられる。「つじつま」は合わせようとするが、矛盾はそのまま放置する。
第2段階	目標に直接関係のあるものだけ学ぶ。いわゆる「試験のためだけの勉強」。達成されると終わる。
第1段階	「丸暗記」する。覚えたことに関連などに無頓着。

学習を取り入れ、授業の実践例も挙げている。そして、個人の学習に対する他者の意義として、「①聞き手としての他者（他者がいることで自分の説明が精緻化する）、②話し手としての他者（他者から自分の有していない情報を得る）、③知識の協同構築の相手としての他者（自分と他者が知識を提供し、互いに関連づけることで新たな知識の枠組みが創出される）」の3点を述べている。

数学の問題は、目的をもって自力で解き、自らその解の妥当性を検証することも可能である。しかし、このような他者の存在や対話を意識することで、数学の学習においても、「対話」が有効的に働き、学びが深まる場面が想定できる。例えば、ある程度の数学の知識・技能を習得した後では、教科書に載っている解決例とは別の視点により事象を考察していくことが可能になる。または、解決の過程において、そこに表現されている数式を、グラフや図などを巧みに活用して解決しようとするかもしれない。

一つの問題に対する多様な考え方や解決方法は、一人の思考だけでは表出できない可能性がある。他者と協同することで、「表現に違いはあるが同じことを意味している」とそれらの考えを統合したり、より目的に応じた表現の良さに気づいたりできる。さらに、議論を通して「〇〇ならば、△△も言える」と演繹的な考えで議論を構築したり、「つまりは、〇〇だ」とより簡潔に結果を表現したりする活動は、自分の知識と他者の知識、さらには教科書の内容や教師の問いと関連付けて知識を深めていくことに繋がる。新たな考えを得たり、不明瞭だった部分をより明確にしたり、考えを修正・改善したり、「それはなぜだろう」「本当に正しいのだろうか」と疑問をもつには、自分の考えと他者の考えを比較する機会が必要である。日々の授業にこのような「対話」を取り入れることが「深い学び」の実現に向けた具体の一つである。

4 「深い学び」の具体化による授業改善

4.1 過去に実施した授業の考察

これまでの議論から、高校数学の授業における「深い学び」を実現させるためには、次の3つの観点を授業に取り入れる必要があることがわかった。

第一に、数学の問題解決の場面で【数学の問題解決

過程の5つの段階】に従った学習の場を授業で作ることである。高等学校の授業ではこれまで「(III) 解決の実行」に重きが置かれがちであった。そこで、「(I) 問題把握・形成」、「(IV) 論理的組織化」、「(V) 検証」の場を教師が意識的に作ることが重要である。

第二に、【発問】である。先の5つの各段階における場で「数学的な見方・考え方」を引き出すためには、生徒に投げかける教師からの「問い」が重要となる。そのため教師は、問題解決の5つの各段階で働く「数学的な見方・考え方」(表3)を明確にした上で、生徒の考えを引き出す場面を予め計画し、発問を準備する必要がある。

第三は、【対話】である。授業の形態として、生徒間の対話の場面を作ることが重要である。複数の考えがあることを認めるとき、またそれらを統合化していくとき、そして方針を検討したいときに、対話的な活動が有効である。

これら3つの観点をもとに、実際に授業改善を次に行う。群馬県内の公立高校1年生(40名)を対象に、過去(H29年度)に実施した「2次関数」の授業の改善である。

単元：数学 I 「2次関数」

題材：「最大値・最小値の応用」

【問題】

a は定数とする。次の関数の(1)最小値および(2)最大値を求めよ。

$$y = x^2 - 4x \quad (a \leq x \leq a + 2)$$

尚、授業で扱った上記の問題は、教科書の内容に応じて筆者が準備したものである。

[1] 本題材を学習する意義

当該授業について、前時までの学習内容は、2次関数に対し、 $-1 \leq x \leq 1$ など定義域に具体的な制限がある場合の最大値・最小値を求める基本的な問題練習までを行っている。その学習の後に、本題材を学習する意義は、「定義域の変化に伴って変わる関数の値域や最大・最小の値を求めるために、グラフを活用し、思考を進めていく力」を養うことに在る。現実の事象を、関数を用いて考察する際には、変数のとり得る値の範囲は限定されることが多い。そのため、中学校で

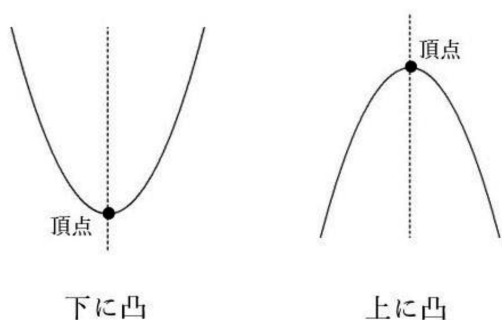


図1 2次関数のグラフの概形

扱う比例・反比例，1次関数，関数 $y=ax^2$ ，そしてこれら関数に限らず，定義域に制限がある場合を扱い，関数を考察することが学習内容として取り入れられている。

本単元で扱う2次関数 $y=ax^2+bx+c$ は，そのグラフの概形が図1に示すような放物線となり，グラフの頂点を境に y の値が減少から増加へ，または増加から減少へと変化する特徴をもつ。定義域に制限がない場合， y の値は頂点において最大または最小となる。そのため，グラフの概形がわかれば y の値が最大または最小となる位置を視覚的に捉え，容易に求めることができる。しかし，定義域に制限がある2次関数を，グラフを用いて考察する場合には，定義域の両端の値を通る y 軸に平行な2本の直線を引き，これら直線の間における関数の値域を捉え，値域に最大・最小となる値があるか判断し，最大値・最小値を求める必要がある。図2は2次関数のグラフ，頂点，そして定義域と

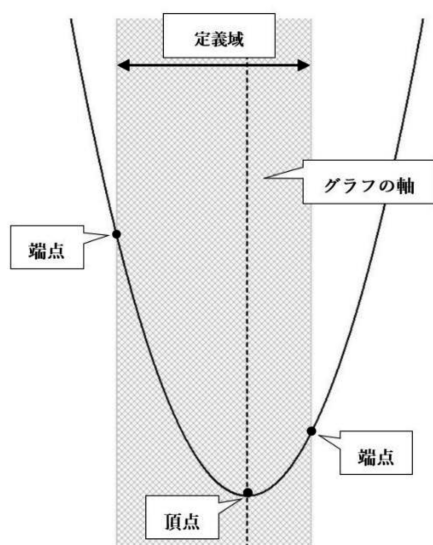


図2 定義域・グラフ・端点・頂点の位置関係の一例

端点（定義域の両端を通る y 軸に平行な直線と関数のグラフの交点）の位置関係の一例である。図2の例では，端点と頂点の位置関係から，視覚的に頂点で最小値をとることが容易にわかる。また，グラフで視覚的にわかった事柄を，数式をもとに正確に変化の様子を考察したり，端点と頂点における y の値を求めたりすることで，論理的に考察する力を養うことができる。

さらに，本題材の[問題]のように，定義域が a の値により連続的に変化する場合，最大値・最小値も連続的に変化する。その変化は，右の端点，頂点，左の端点の3つの場合にまとめることができる。これら3つの場合があり，3つの場合に集約できることについて，グラフが活用できること，そして明確に伝えることができることがわかり，その後の表現力として養うことができる。さらに，求めた最小値を新たに関数として捉えたり，グラフを用いた説明の有効性から問題を発展させて考察したりすることもでき，より深い学びへと向かう態度を養うこともできる。

[2] 中心となる「数学的な見方・考え方」

本題材の中心となる数学的な見方は，「定義域とグラフの位置関係やグラフ上の最大値・最小値をとり得る位置に着目し，変化を捉える」ことである。

図3は，[問題]（1）において， a のとり得る値の範囲と最小値をとり得る位置を考察した結果である。状況は3つの場合に集約される。3つの場合に集約するためには，これまでの学習を振り返り定義域が定数の場合の考察経験を引き出す必要がある。例えば関数 $y=x^2-4x$ において，定義域 $-1 \leq x \leq 1$ が与えられた場合（図3の（i））は， y の値が右の端点で最小となるのに対し，定義域 $1 \leq x \leq 3$ が与えられた場合（図3の（ii））には，頂点の位置で最小になる。さらに，このような定義域による y の値の変化がグラフの点の位置の違いとして視覚的に表れることへの気づきも必要となる。これらから，定義域が変化することにより，最小値をとり得る位置は3つの場合に分類されるという統合的な考え方ができるようになる。[問題]（2）では，改めて定義域の変化による最大値をとり得る位置の変化を考察する必要がある。図4に示すように（1）で最小値を求める場合とは異なる a の値の場合分けが必要であり，また，最大値をとる位置が同時に2つ得られることを見出さなければならない。

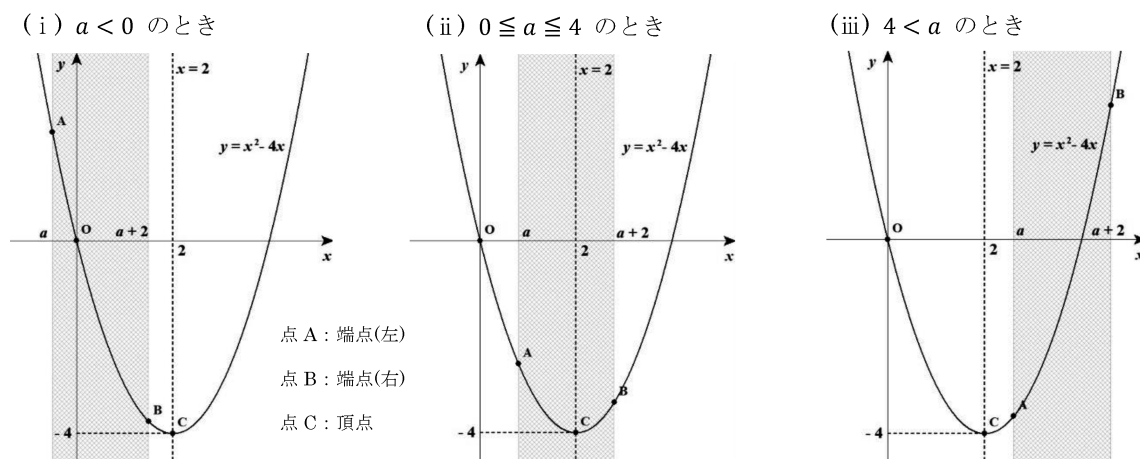


図3 [問題] (1) の問題解決につながる3つの場合分け

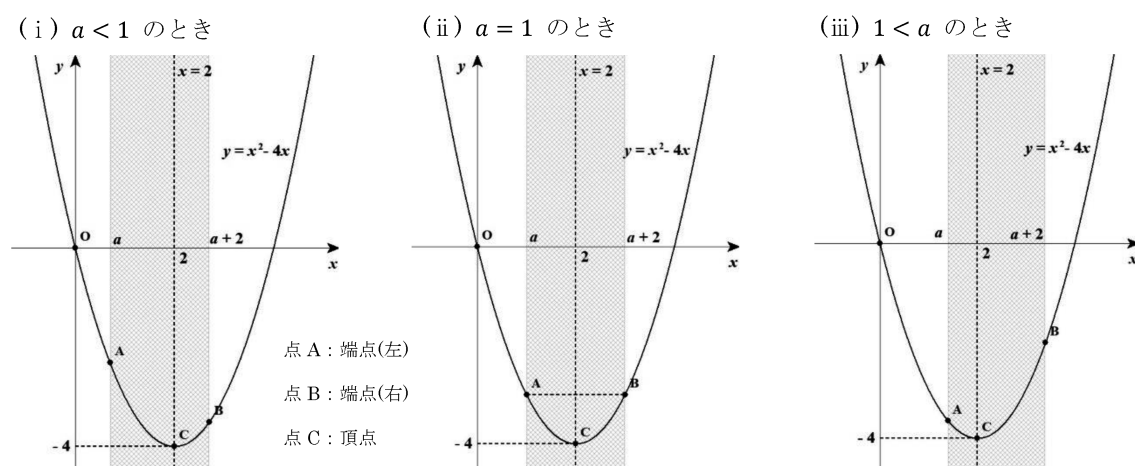


図4 [問題] (2) の問題解決につながる3つの場合分け

このような、既存の知識を統合化し、付加された条件を明確にしながら論理的に考えるといった数学的な考え方を主体的に働かせることが、この問題の解決過程には求められる。さらに、これらの数学的な見方・考え方は、以降に学習する3次関数や指数・対数関数、三角関数といった様々な関数の問題を考察する際にも必要とされる。このように、2次関数の学習で養われる見方や考え方は、既習の関数学習における内容の統合・発展であり、かつ今後の関数の学習場面において働く重要な見方と考え方となる。

[3] 改善前の授業の流れ

実際に過去に実践した授業の流れを、「①導入」「②展開」「③まとめ」に分けて、概略を以下に示す。「①導入」は本時の学習内容をつかむ場面、「②展開」は主に問題を解決する場面、「③まとめ」は学習内容を振り返る場面としている。

①導入：[問題] の提示（プリント配布）

・「定義域に文字が含まれる場合、最大値・最小値をどのように求めたらよいだろうか。 a の値が変わると何が変化するだろうか。」という教師からの問いかけにより、本日の扱う問題の解決に必要な事柄、 a の値の変化による、定義域の変化、グラフにおける最小値をとる点の位置の変化への付きを促す。

②展開：[問題] (1) の解決

②-1：個人での [問題] (1) の解決

・「最小値をとる点の位置が変わる場合に分けて考えてみよう。」という問題解決につながる思考を引き出すためのヒントを与え、個々に最小値を求めさせる。

②-2：グループで [問題] (1) の解決方法を共有

・「(1) の答えをグループで確認しよう。」という教師からの指示により、生徒間における問題解決の場をつくる。

- ②-3：クラス全体で [問題] (1) の解決方法を共有
 - ・グループで共有した解決方法を生徒の発表により共有する。(生徒の発表内容をもとに解答を板書)
 - ・「場合分けの条件は何か。」という教師からの問いかけを行うことで、「頂点が定義域の内と外にある場合で分けた。」という、生徒の発言を引き出す。そして、その生徒の発言をもとに、定義域とグラフの軸の位置関係により場合分けができることをクラス全体で確認する。
- ②-4：グループ活動での [問題] (2) の解決
 - ・「最大値も同じように考えられるだろうか。」という教師からの問いかけにより、グループ内での意見交換により、最大値をとる点の位置で場合に分けることが、解決につながることを見つけさせる。
- ②-5：クラス全体で [問題] (2) の解決方法を共有
 - ・机間支援により確認された、多くの生徒の躓きが見られた a の条件による最大値を取る位置の変化について、定義域の中央にある値を通り y 軸に平行な直線と放物線の軸の位置関係を捉えることで解決できることを説明し、条件式を板書する。
 - ・場合分けを行う a の値の条件を確認し、解答を完成させる。

- ③まとめ：授業内容の振り返り
 - ・定義域に制限のある2次関数の最小値・最大値を求める際には、定義域と放物線の軸との位置関係に着目し、それに伴う a の値によって場合に分けて考えていくことを確認する。

[4] 問題点と改善策

[3] で紹介した過去に実施した授業を【数学の問題解決過程の5つの段階】・【発問】・【対話】の3つの観点から考察する。

【数学の問題解決過程の5つの段階】については、発展的な問題であるにも関わらず、前時までに学習してきたことを基にして、重要な考えを統合的に見出す段階が十分に設定されていない。本時では、生徒は、これまでの学習経験から、定義域とグラフの位置関係や、頂点や定義域の端点における y の値を比較し、最小値をとり得る位置が3つの場合に集約されることを見出すことで、既有知識と関連付けながら理解を深めることができる。しかし、②-1に見られるように、教師が3つの場合に分ける視点を与えてしまった。そのため生徒が場合分けの必要性を理解しないまま問題を解決していた可能性が考えられる。

表6 【数学の問題解決過程の5つの段階】・【発問】・【対話】の視点による過去に実施した授業の問題点とそれに対する改善策

	問題点	改善策
【数学の問題解決過程の5つの段階】	導入時に、これまでの学習の振り返りがなく、既有知識をもとに統合的に考え、明確な見通しを立てることができていなかった。	これまでに解決してきた問題を振り返り、[(IV) 論理的組織化]の段階を最初に位置付け、そこで得た考えを[(II)見通しをもつ]段階で活かすことができるようにする。
	まとめの場が、授業内容の確認にとどまり、より深く理解したり、さらに統合的・発展的に考えたりするに至らなかった。	授業最後に再度[(IV) 論理的組織化]の段階を位置付け、本時の内容をまとめるとともに、上に凸の2次関数のグラフの場合や、定義域の幅が変化する場合などが考えられることについて取り上げることで、深い学びへと方向づける。
【発問】	「定義域に制限のある2次関数のグラフ」や「定義域の端における関数の値と頂点における関数の値」などに着目させる発問がなく、思考が進まず解答を書くことができない生徒が見受けられた。	導入時の[(IV) 論理的組織化]の段階で、「定義域に制限のある2次関数のグラフ」や「定義域の端における関数の値と頂点における関数の値」など、本時の問題解決の中心となる見方・考え方を引き出す発問を取り入れ、見通しをもって解答できるようにする。
	計画された発問でなかったため、生徒の躓きに左右され、生徒の活動途中で教師が説明する場面に転じてしまった。	生徒が問題解決に対する見方や考え方を自覚した上で思考できるよう、発問は計画的に取り入れる。躓きがみられた場合は、さらに着目すべき見方や考え方が明確になるような問いを投げかける。
【対話】	議論の目的が明確でなかったため、解答を確認し合うなどの教え合いにとどまり、知識を関連付け、重要な考えを見出す対話になっていなかった。	複数の考えが表出する最大値の問題について、議論のテーマを与える質問項目を新設することで、対話を通して新たな考えを得たり、考えの修正・改善をしたりできるようにする。

【発問】については、計画的に「見方・考え方」を働かせる発問が準備されていなかった。②-3では、「場合分けの条件」を生徒に問うているが、それだけでは、頂点と軸の位置関係しか見出せない可能性がある。本時の学習内容には、頂点や定義域の両端の値の変化にも気付くことが求められる。そのために「何に着目すればわかるのか」といった具体的な見方を生徒から引き出す発問が必要である。さらに②-5において、生徒が躓いた際に、教師の解説へと移行し、教師が知識を一方的に伝達する形態となってしまう、発問により生徒の考えを引き出す場を作り、生徒自身の見方や考え方を整理させる機会を与える場を作ることができなかった。

そして、【対話】については、自力解決できた生徒が同じ方法を他の生徒に伝授し、教えられた通りの解決方法に従う場になっていた。故に、自分の考えを説明したり、別の見方や考え方を共有することはできず、自分の知識と他者の知識を結び付けたり、統合的に考えたりするに至らなかった。

これらの事を踏まえ、[3]の授業について、3つの観点から問題点を捉え、それぞれの改善策についてまとめると、表6の内容が挙げられる。この内容を基にすると、まず、【数学の問題解決過程の5つの段階】の改善策から、問題解決過程を[(IV) 論理的組織化] → [(I) 問題把握・形成] → [(II) 見通しをもつ] → [(III) 解決の実行] → [(V) 検証] → [(IV) 論理的組織化]の6つに再構成する。そして、問題解決過程の最初の[(IV) 論理的組織化]で、これまでの学習を振り返り知識を整理するために、2次関数の最小値が定義域に取り方によって変わり、その最小をとるグラフの点の位置が3つの場合に分類できるよう問題を複数提示することとした。また本時で扱う題材は教科書でも発展的な問題として位置づけられている。そこで、見出した考えを[(IV) 検証]する場が中心となるよう構成し、対象とする問題を「課題」として提示することとした。この「課題」に取り組むことを通して、既有知識や問題解決に至るまでの考え方を活用する力を養うことができる。

問題解決の過程における一連の思考の流れを左右するのは「発問」である。そこで【発問】の改善については、設定した問題解決過程の各段階で、中心となって働かせる見方や考え方を明確にし、表3をもとにし

た発問を適切に授業に取り入れることとした。問題解決の過程とともに、適切に発問を設定することで、既有的知識を引き出しながら思考を促し、深い学びに方向づけることが可能となる。

【対話】については、議論の目的の不明瞭さが問題であったことから、タイミングについては変えず、過去に実施したときと同様に、授業前半で取り組んだ問題解決過程の経験を基に、授業後半で取り組む問題を考察するタイミングで取り入れることとした。一方、議論の目的を明確にし、生徒たちにも意識させるために、対話のテーマとして、「①何に着目して場合分けの条件式を求めればよいか。」「②最小値を求める問題と比較し、場合分けの方法にどのような違いがあるか。」「③最大値・最小値を求める問題を解く際の注意点は何か。」の質問項目を新たに設けることとした。これは、「対話」することの意義に係る。

「対話」を取り入れる目的は、3.3で示したように、自分の考えと他者の考えを比較することを通して、新たな考えを獲得し、自分の考えを修正・改善したり、疑問を表出したりすることにある。それ故、生徒間において多様な考えが表出される問題が「課題」として適切であると考え、最大値の問題を対話の「課題」とした。また、「対話」の場面を成立させるためには、議論の目的が明確でないと、重要な考えに焦点化することは難しく、単に解を披露する場になり、逆に個々の思考の機会を奪ってしまう可能性がある。[課題]のような最大値を求める場合、場合の分け方で意見が分かれる可能性がある。例えば、図4の(ii)の状況を検討していない場合が考えられる。また、場合分けに至る過程も、定義域の両端の y の値に着目したものと、定義域の中央を通る y 軸に平行な直線と軸の位置関係に着目したものなど、複数考えられる。このような違いについて議論することで、生徒たちの数学的な見方・考え方が養われる。

4.2 改善した授業の流れ

4.1 [4]を踏まえ、改善した授業の流れを以下に示す。各段階で中心となる数学的な見方・考え方を引き出す発問については下線で強調し、「見方」に関する発問には「(見)」を、考え方に関する発問には、「(類推)」「(演繹)」など具体的に働く考え方がわかるよう記した。

①導入

〔IV〕論理的組織化

- ・2次関数の最小値を求める問題として、定義域に制限のある下に凸の2次関数のグラフを複数提示し、最小値をとる点の位置の違いを3つの場合に分類できることを確認させる。
- ・「分類されたグラフの共通点は何か。」(統合)という教師の発問により、生徒に最小値をとる点の位置の違いをグラフ上で確認させる。
- ・「最小値をとる点の位置の違いは、何に注目するとわかるのか。」(見)という教師の発問により、生徒に、2次関数のグラフの軸(頂点)と定義域の範囲との関係によって、最小値が変わり、その様子がグラフ上で視覚的に捉えられることを確認させる。

〔I〕問題把握・形成

- ・本時で最初に取り組む〔問題〕を提示(プリント配布)し、「これまでの学習からわかることは何か。どこからわからないのか。」という教師の発問により、先の問題との違いを生徒に明確に捉えさせる。

【問題】

a は定数とする。次の関数の最小値を求めよ。
 $y = x^2 - 4x \quad (a \leq x \leq a + 2)$

〔II〕見通しをもつ

- ・「どのような状況であれば、最小値を求められそうか。」(類推)という教師の発問により、生徒たちから、2次関数のグラフの軸(頂点)と定義域の範囲との関係による最小値について考察する状況は、3つの場合を考えればよいということを引き出し、問題解決の見通しを立てさせる。

②展開

〔III〕解決の実行

- ・生徒個人で、3つに分類された各状況における最小値を求めさせる。
- ・「何に注目して3つに分類し、最小値を求めることができたか。」(演繹)という教師の発問により、最小値を求めるための場合分けについて、グラフや言葉により説明させ、解答を完成させる。

〔IV〕検証

- ・次の〔課題〕を提示(プリント配布)し、「最小値の場合と同様に最大値を求めることはできるか。」(発展・類推)と教師により前の問題に着目した見通しが立てられるよう促す。

〔課題〕

- (1) a は定数とする。次の関数の最大値を求めよ。
 $y = x^2 - 4x \quad (a \leq x \leq a + 2)$
- (2) 次の項目について、考えを書いてください。
 - ①何に着目して場合分けの条件を求めれば良いか。
 - ②最小値を求める問題と比較し、場合分けの方法にどのような違いがあるか。
 - ③最大値・最小値を求める問題を解く際の注意点は何か。

- ・〔課題〕に対する解決方法を、まずは個人で考えさせる。その後、グループにより、〔課題〕(2)に対する個々の考えを共有させる。
- ・「自分とは異なる考えについて、どのような点に違いがあるのだろうか。または、表現が違って同じ考えとなっていないだろうか。」(見)という教師の発問により、グループ内でその違いについて考察する。

③まとめ

〔V〕論理的組織化

- ・3つの状況の場合分けの求め方の違いについて、グループでの考察結果を発表させ、クラス全体でその内容を共有する。
- ・「最小値を求めた先の問題と同じ考え方で解決できないか。」(統合)、「定義域の条件の設定の仕方により2次関数の最大や最小の変化が起こるような問題を作ることはできるか。」(発展)という教師からの発問により、固定された定義域で2次関数のグラフが移動していく場合や、上に凸の2次関数に対する場合の問題も、本時で共有した見方や考え方により同様に解決できることに気づかせる。

5 まとめ

本研究は、高等学校の数学における「深い学び」の実現を目指した授業づくりのために、「深い学び」の捉えを提示し、具体的に授業改善を試みることを目的とした。「深い学び」には、「真正の学び」と「ディープラーニング」の側面があることがわかり、それらの側面から考察していくことによって、「深い学び」の実現には、【数学の問題解決過程の5つの段階】・【発問】・【対話】の3つの観点が必要であると結論付けた。

「真正の学び」は、単に知識を記憶する学びではなく、学習で得た知識が現実的な文脈の中で生きて働く

本物の知識を習得していくことである。そして、教科ならでの「見方・考え方」を働かせることが、真正の学びの中核となる。【数学の問題解決過程の5つの段階】は、各段階で中心となって働く「見方・考え方」を明確にするものである。一方、「ディープラーニング」とは、意味を求める学習であり、学習者が新しい考えを既存の知識と関連付けたり、対話の過程を理解し、論理を批判的に吟味したりと、学習へ深くアプローチしていくことである。この点から、教師の示す【発問】を授業に組み込むことが必要であることが示された。教師が疑問を「問い」の形に表現する過程を【発問】として示す機会を繰り返し取り入れることで、生徒が既存の知識を基に、自身で疑問を数学の言葉を用いた「問い」へと表現する力を養うことができる。

また、数学の問題解決過程に沿い、見方・考え方を働かせていくことは、学習過程を振り返り、既存の知識や経験と関連付けながら、統合・発展的に考えることにつながる。これらの行程は「ディープラーニング」の事柄も含んでいる。知識の深い理解のためには、生徒間で互いに知識を関連付け、考えを修正・改善したり、疑問を表出することができるような【対話】の場面が有効であり、適切に【対話】を授業に取り入れることが求められる。

そして本稿では、これら3つの観点から過去に実施した授業の問題点を見出し、改善策を講じた。授業で扱う問題内容に応じて、適切な問題解決過程を組み込むことで、問題解決の各段階で中心となって働く見方や考え方を明確にするだけでなく、生徒の既存知識を引き出しながら思考を促す発問を計画的に組むことが可能となった。また、多様な考えが表出される課題設定や、議論の目的を生徒に意識させるための設問の工夫を行うことで、より深い理解をもたらす対話の場へと改善することができた。以上の結果、生徒が数学的な見方・考え方を主体的に働かせ、既存の知識や経験と結びつけながら、統合・発展的に考える「深い学び」を実現する授業を構想することができた。

本稿では、過去に高等学校1年生に実施した「2次関数」の授業を考察し、授業の問題点とそれに対する改善策を講じることで具体的な授業改善を試みた。しかし、改善した授業は実践には至っていない。実際に授業を実践し検証を行うとともに、他の領域の授業にも考察を広げ、今回の具体化を生徒の学ぶ姿の変容や学習内容の理解度などを態度として捉えることが今後の課題である。

参考文献

- ・中央教育審議会答申(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」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf
- ・文部科学省(2017)「小学校学習指導要領英訳版(仮訳)第1章総則」
https://www.mext.go.jp/content/20201008-mxt_kyoiku02-000005241_1.pdf
- ・文部科学省(2019)『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 数学編 理数編』, 学校図書
- ・奈須正裕(2017)『「資質・能力」と学びのメカニズム』, 東洋館出版社
- ・片桐重男(2004)『数学的な考え方の具体化と指導—算数・数学科の真の学力向上を目指して—』, 明治図書
- ・松田航, 橋本忠和, 三上清和(2019)「「数学的な見方・考え方」を育む発問を視覚化する発問評価シートについての一考察—米国NCTMの数学的モデル化を活用して—」, 『北海道大学紀要(教育科学編)』, 第69巻, 第2号
- ・澤井陽介(2017)『授業の見方』, 東洋館出版社
- ・溝上慎一(2014)『アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換』, 東信堂
- ・R.K.Sawyer編, 森敏明・秋田喜代美・大島純・白水始監訳, 望月俊男・益川弘如編訳(2018)『学習科学ハンドブック(第2版)基礎/方法論 第1巻』, 北大路書房
- ・藤村宜之, 橋春菜, 名古屋大学附属中・高等学校編著(2018)『協同的探求学習で育む「わかる学力」豊かな学びと育ちを支えるために』, ミネルヴァ書房
- ・黒崎東洋郎(2016)「アクティブラーニングからディープラーニングへのパラダイムの転換」, 『パピルス』第23号, 73頁~80頁
- ・佐伯胖(1975)『「学び」の構造』, 東洋館出版社