

## C、これからの数学授業の見方・考え方

大分県教育センター 指導主事 渡邊 誠

平成30年3月に学習指導要領が告示され、令和4年から年次進行で行われます。

これまで数度に渡る学習指導要領の改訂が行われてきました。そのたびに、中央教育審議会答申等で改訂の主旨が示されてきました。しかし、高等学校の教員、特に進学校では、生徒が入試を突破する力が優先され、改訂の主旨よりも教授する内容や内容の配列が注目され、改訂の主旨が授業とは繋がらないこともあったように思います。

しかし、今回の学習指導要領の改訂は、時代の変化に伴い、「よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創る」という目標を共有し、社会と連携・協働しながら、未来の創り手となるために必要な資質・能力を育む『社会に開かれた教育課程』の実現」を主旨として、社会で求められる力と授業で育てる力の繋がりを重視しています。この主旨を授業に浸透させるために、高大接続改革とセットとして行われたことも、授業で付ける力を見直すように求める強いメッセージだといえます。

これまでの高大接続に関して振り返ると、従来、特に進学校においては大学入試をゴールとした指導が中心になっている状況が見られました。つまり、“大学に入学するため(目的)に、点を取ることを目指した(目標)授業”です。ただ、この授業の弊害として、大学に入学するという目的を達成したその後の人生において、各教科で学んだことは価値を失い、せっかく培った知識・技能は剥落してしまうことが問題になっています。

今回の学習指導要領では、「未来の創り手となるため」という“終わりのない目的”を掲げて、その目的を叶えるために「資質・能力の育成」を“目標”にしています。高大接続改革、特に大学入学共通テストは、その目的を支え、目標の達成状況を測る試験となっています。同様にして、数学の教員がこれから行っていく授業も、これからの社会の動きや学習指導要領の主旨を踏まえて、“何のために(目的)”

“何を目指して(目標)”

“どんな授業(手立て)をするのか”

を正しく掴み、他の教科とも共有して資質・能力を育成していくことが大切になります。例えば、一時期「アクティブ・ラーニング」と言われた「主体的・対話的で深い学び」のような新しい言葉では、目的と目標を明確にしないと、授業の手立てだけに着目して「活動＝学び」という誤った捉え方を招きます。それによって、「活動あって学びなし」という付けたい力が付かない授業になってしまうこともあります。学習指導要領の主旨を踏まえて、目的と目標を正しく押さえた授業を構築することが求められます。

このシリーズは、標題を「これからの数学授業の見方・考え方」としました。現行の学習指導要領で、「数学的な見方や考え方」という観点がありますが、「見方・考え方」は、この概念を広げて、「見方・考え方」を働かせながら知識・技能を習得し、さらに生きて働く知識・技能を基に思考・判断・表現が育成される過程で「見方・考え方」が豊かで確かなものになるとして、新学習指導要領の各教科の目標に示されています。

授業にも「見方・考え方」があると考えます。このシリーズの授業の「見方・考え方」は、これからの数学授業を見直していくきっかけに過ぎません。このきっかけを基に、数学の先生方のこれまでの経験(知識・技能)がさらに生きて働くものになり、授業を考える思考・判断・表現が見直される過程で、さらに「見方・考え方」が豊かで確かなものになることを期待しています。

セクション順に、これからの社会や学習指導要領の主旨から授業まで流れや繋がりをイメージしやすいように書いていますが、1テーマ1ページですのでどこからでも見ることができます。

最後になりますが、拙筆のため、わかりにくい部分があるかと思いますが、今後の授業の方向性を定める一助となれば幸いです。

## § 1 「目的」と「目標」

「目的」と「目標」という言葉があります。似たような言葉のため、その違いがわからないという方も多いのではないのでしょうか。違いを簡単に表すならば、

- 「目的」は、「目標」に取り組む行為の“理由”や“意味”
- 「目標」は、「目的」を達成するために必要となる具体的な“目印”や“通過点”

また、別の言葉にそれぞれ言い換えるならば、

- 「目的」は、「何のために」
- 「目標」は、「何をを目指す」

とすることができます。

例として、「ある資格を取得するために(目的)、試験で〇〇点を取ることを目指す(目標)」を挙げるならば、「試験で〇〇点を取る」(目標)という行為の“理由”は、「資格を取得する」(目的)ためであり、「資格を取得する」(目的)から見ると、「試験で〇〇点を取る」(目標)の“目印”ということになります。

目標を明確化することは大切なことです。例えば、「大学に入学する」という漠然とした目標では、この目標の達成に向かうのに何から始めればよいかわかりません。より具体的な目標にたどり着くには、この目標を目的化して「そのためにどうすればいいか」を繰り返すといいでしょう。「どうすればできるようになるか」を繰り返して目印を掘り下げていけば、焦点化・明確化された目標が見つかります。

しかし、“明確な目標を立てば、行為につながる”とは限りません。例えば、大目標「大学に入学する」を達成するために、小目標「模試で〇点をとる」を立てても、生徒の学習(行為)が伴わないことはよくあることです。その原因の一つとして、行為に“理由づけ”や“意味づけ”となる目的が十分でないことが考えられます。目的を「大学に入学するため」としても、目的の価値が低ければ、主体的な行為には繋がりません。そこで、より本質的な理由や意味となる目的にたどり着くには、

「なぜ」や「何のために」を繰り返すといいでしょう。

教員「何のために、模試で〇点をとるのか」

生徒「大学に入学するためです」

教員「何のために、大学を目指すのか」

生徒「有名企業に入るためです」

教員「何のために、有名企業に入るのか」

生徒「安定した賃金と生活を得るためです」

教員「では、何のために、…」

この問答の先に、生徒は自分の経験を話しながら本質的な目的を見出していか、目的意識が不十分であるために、答えに詰まり目的を見失うかのどちらかです。

本質的な理由や意味となる目的を見いだしたとき、目標や行為は価値を持ちます。このように、目標は、目的と併せてこそ、行為が生きます。ところが、目的がない行為が多くありませんか。例えば、「何のために数学を学ぶのか」、「何のために数学の授業を受けるのか」、「何のためにこの問題を解くのか」など、生徒は目的を見いだせないまま授業が行われていませんか。“理由づけ”や“意味づけ”が不十分では、学習の動機付けも不十分となります。逆に、生徒にとって、目的が揺るぎのないものであれば、生徒は自発的に学習に取り組むでしょう。

教員が展開する授業でも同じことがいえます。まず、焦点化・明確化した目標が大切です。「解き方を考えることができる」では、どんな考える力を付けるのか不透明で、意思が乏しい指導になってしまいます。目的についても、「何のために生徒に数学を学ばせているのか」、「自分は何のために教えているのか」、「何のための授業改善なのか」など、本質的な理由や意味となる目的を見出すことが大切です。この目的によって、授業の目指す方向性が明らかになり、授業改善の価値が高まります。このシリーズでは、これからの授業の目的から目標へ、そして、これからの授業の見方・考え方に話をつなげていきます。

## § 2 学習指導要領改訂の「目的」

平成30年3月に次期高等学校学習指導要領が告示されました。今回の学習指導要領の改訂は、戦後最大の改訂とも言われる大きな教育改革となりました。

学習指導要領の改訂の内容は、別のセクションで書きたいと思いますが、ここでは、この大規模な改訂が、なぜこの時期に行われ、何のための改訂であるのか、つまり、学習指導要領が改訂された「目的」(主旨)を取り上げます。

今回の学習指導要領の改訂につながる中央教育審議会答申が、平成28年12月21日に出されました。この答申には、改訂の背景として、「知識・情報・技術をめぐる変化の早さが加速度的となり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するようになってきている」と、人工知能(AI)の進化とグローバル化の進展に関して多くの内容が記載されています。

AIの進化が与える影響について、

「“人工知能の急速な進化が、人間の職業を奪うのではないか” “今学校で教えていることは時代が変化したら通用しなくなるのではないか”」と、AIの進化による社会の変化と、現在の教育の社会への不適合が懸念されています。

また、グローバル化の進展については、

「多様な主体が速いスピードで相互に影響し合い、一つの出来事が広範囲かつ複雑に伝播し、先を見通すことがますます難しくなっている」と、加速度的に変化する社会が、予測困難となってきた現状が示されています。

さらに、これらの「変化が、どのような職業や人生を選択するかにかかわらず、全ての子供たちの生き方に影響」し、「社会の変化にいかに対処していくかという受け身の観点に立つのであれば、難しい時代」になると想定しています。

これからの学校教育の役割は、変化の激しい社会の中で人間がこれまでのように生きていくの

が厳しい状況になっても、生きていく力や社会で通用する力を発揮できるように、今、目の前にいる子どもたちにその力を付けることにあります。これが学習指導要領の改訂の「目的」です。

新学習指導要領の前文には、「これからの時代に求められる教育を実現していくためには、よりよい学校教育を通してよりよい社会を創るという理念を学校と社会とが共有」と、改訂の主旨が表されています。この主旨に基づいて、小・中・高校の全ての校種、そして全ての教科・科目で育成する力(「目標」)が、「資質・能力の3本柱」に整理されました。この資質・能力と教科・科目の目標や内容との繋がりまで示されるようになったのが、今回、改訂された学習指導要領です。そして、この流れは高大接続改革に伴う入試改革にもつながっています。

中教審の答申には、これからの時代を生きる子どもたちの姿が次のように示されています。

「解き方があらかじめ定まった問題を効率的に解いたり、定められた手順を効率的にこなしたりすることにとどまらず、直面する様々な変化を柔軟に受け止め、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかを考え、主体的に学び続けて自ら能力を引き出し、自分なりに試行錯誤したり、多様な他者と協働したりして、新たな価値を生み出していくために必要な力を身に付け、子供たち一人一人が、予測できない変化に受け身で対処するのではなく、主体的に向き合って関わり合い、その過程を通して、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となっていけるようにする」

今後、教員はこの子どもたちの姿を常に思い描き、授業の目的とすることが大切です。つまり、生徒に数学の問題を解く力を付けるだけでなく、数学を通して社会に通用する資質・能力(「目標」)を育成する授業が求められています。

### § 3 人工知能 (AI) の進化

「§ 2 学習指導要領改訂の『目的』」で、今後想定される変化の激しい社会と、これからの学校教育ではその変化に通用する資質・能力を育成することが求められていると述べました。

急激な社会の変化を招く要素として、科学技術、特に人工知能(以下「AI」)の進化が挙げられます。例えば、自動車の AI による自動運転化が目目され、「目的地まで運転をせずに到着するなんて、素晴らしい」と、その利点がクローズアップされます。ただ、その利点だけに目を向けるのではなく、自動車の自動運転化に伴う影響にまで想像力を働かせる必要があります。例えば、遠距離運転でも疲労しないわけですから、公共交通機関の利用者数が減少するかもしれません。また、タクシーの利用者が減少するかもしれません。さらに、公共交通機関の利用者が減れば、それに携わる人の職業が奪われたり、自動車の増加がエネルギー問題に波及したりと、2 次的、3 次的に影響が出る恐れもあります。

このように、1 つの分野への AI の進出だけでも、大きな影響を及ぼすのですから、多くの分野への AI の進出は、社会構造を劇的に変える可能性があります。

職業に関する予測として、

「近い将来、10 人中 9 人は今と違う仕事をしている」(米 ラリー・ページ)

「20 年以内に、今の仕事の 47%は機械が行う」(英 マイケル・オズボーン)

といった AI が及ぼす影響が述べられています。また、近年、その予測を表すような AI に関する情報が、新聞紙上に多いときで週に複数回という頻度で見かけられるようになりました。下の見出しは、その一例です。

「AI 導入、34 人削減へ 保険査定を代替」

2016 年 12 月 30 日

「AI 面接 大学も対策」 2018 年 4 月 3 日

「魚介類の選別、AI で自動化 個体ごと情報管理」  
2019 年 2 月 27 日

このように、AI は飛躍的な進化を遂げながら様々な領域に進出しています。

2019 年ビジネス書大賞を受賞した「AI vs. 教科書が読めない子どもたち」の作者である新井紀子氏(数学者)は、2011 年から東京大学合格を目指す AI「東ロボくん」の開発に携わりました。このプロジェクトの目的は、「AI にはどこまでできるようになって、どうしてもできないことは何かを解明すること」でした。それによって、AI 時代に生き残る人材や、これからの教育の在り方を探ろうとしました。内容は、書籍やホームページの動画 TED「ロボットは大学入試に合格できるか?」をご覧くださいと思います。

このプロジェクトで「東ロボくん」の偏差値は、2016 年の大学入試センター試験模試で 5 教科総合 57.1 でした。これは「大学進学希望者の上位 20%」であり、AI が人間の職業に置き換わっていくとき、「人間にしかできないタイプの知的労働に従事する能力を備えている人は、全体の 20%に満たない可能性」があると、前述の書籍の中で語られています。

さらに、東京大学 2 次試験模試(理系数学)では、6 問中 4 問完答、偏差値 76.2 という成績を残しました。この成績は、高校の数学の教員に、数学教育の在り方を深刻に考えさせるものだと思います。中教審答申にある「解き方があらかじめ定まった問題を効率的に解いたり、定められた手順を効率的にこなしたりすることにとどまらず、(後略)」を授業に反映することが求められているのではないのでしょうか?

目の前にいる生徒が社会に出て数年後の時代を想定した教育が、今求められています。そのためにも、教員自身が社会の変化を敏感に捉えるとともに、その変化と教育との繋がりを常に考えることが大切です。さらに、これを教育の目的として、授業を考え、変えるための動機付けにすることが求められます。

§ 4 “働きかける” 学習指導要領① ～ 社会に開かれた教育課程 ～

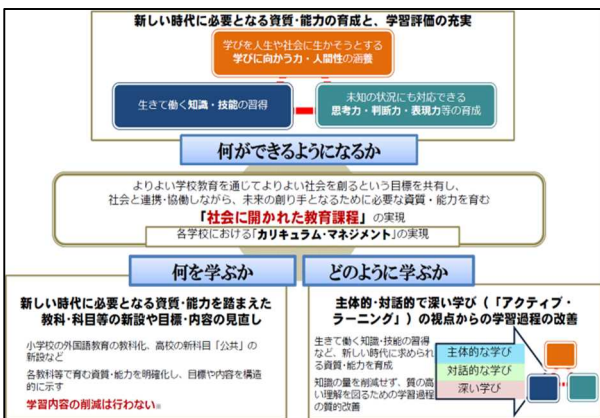
これから、戦後最大の改訂ともいわれている平成30年3月告示の「高等学校学習指導要領」について、ポイントを絞って少しずつお伝えしようと思います。

まず、改訂された学習指導要領を見て、その感想を述べるならば、今回の学習指導要領はこれまで以上に、非常にメッセージ性の高いものであると考えています。まさに、このセッションの標題に掲げている、教員に「“働きかける” 学習指導要領」といった印象です。その例を下記に挙げます。

- ・第1章総則の前に改訂の主旨を表した前文が示されたこと。
- ・今後の社会を背景として、「社会に開かれた教育課程」を前提としていること。
- ・総則に新設された「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」や、充実された「学習評価の充実」のように、教員への授業改善の視点が提示されたこと。
- ・全校種、全教科科目の目標と内容が、資質・能力で整理されたこと。
- ・学習指導要領解説には具体的な教材例が多く示され、質と量（ページ数は2倍以上増）が充実されたこと。

このセッションでは、「社会に開かれた教育課程」について、お伝えしようと思います。

下記は、学習指導要領の方向性やポイントを表した中教審答申（H28.12.21）の資料です。

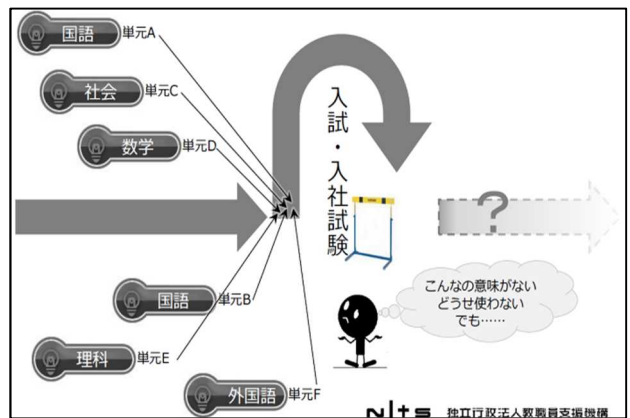


この図の中央に、「よりよい学校教育を通じて

よりよい社会を創るという目標を共有し、社会と連携・協働しながら、未来の創り手となるために必要な資質・能力を育む『社会に開かれた教育課程』の実現」とあります。

この言葉は、これまでのセッションで述べた今後の社会を背景としたものであり、今回の改訂の目的と目標を簡潔にまとめたものといえます。

これまでの学校教育は、学校だけで完結する印象がありました。例えば、下の図に示すキャリア教育に関する資料のように入試や入社試験のための教育であったり、教育は学校だけで行うものであったりするところがありました。



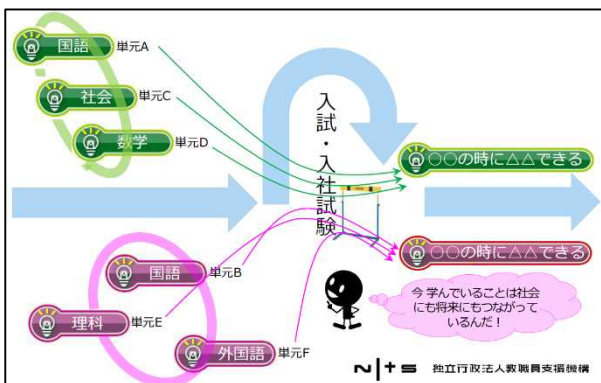
しかし、AIの進化等による社会で求められる力の変化によって、学校は「よりよい学校教育を通してよりよい社会を創るという理念を学校と社会とが共有」し、「必要な学習内容をどのように学び、どのような資質・能力を身に付けるのか」について考え、教育課程に明確にする必要があります。そして、教育課程の実施に当たっては、今後ますます、「社会との連携及び協働」が求められます。これが、今回の改訂の中心にある「社会に開かれた教育課程」の主旨です。

学習指導要領は、学校や教員に対して、これからの時代を見据えて、社会とのつながり重視した学校教育を働きかけています。この働きかけを具体化したものが、カリキュラム・マネジメントや、資質・能力を育成するための主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善へとつながっています。



§ 5 “働きかける” 学習指導要領② ～ 資質・能力の育成 ～

前セッションで「社会に開かれた教育課程」において、「連携・協働しながら、未来の創り手となるために必要な資質・能力を育む」ことが求められていると、お伝えしました。では、資質・能力とは何でしょうか？その概念が、次の図（キャリア教育資料）になります。



前セッションの図と比較して見てください。前セッションの図は、入試や入社試験を目指したそれぞれの教科によるこれまでの教育です。これまでは、試験を突破する力が求められ、知識・技能に偏った教科内容(コンテンツ)の授業が行われていました。

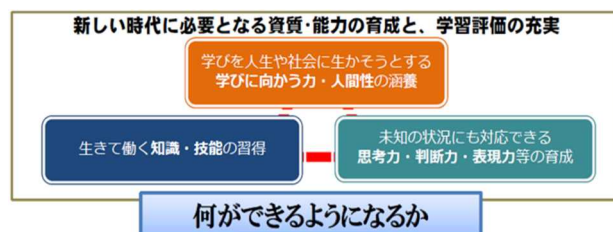
それに対して上の図では、学校教育の中で、社会で生きる力を教科横断的に育成し、入試・入社試験もその観点で測られ、社会につながる様子が表されています。ここで求められている力が、教科内容(コンテンツ)の知識・技能だけではない資質・能力(コンピテンシー)です。社会につながる資質・能力の具体的な例を挙げると、粘り強く取り組む力や、知識どうしを関連付けて生きて働かせる力、批判的に検討して体系的に組立てる力などになります。

これからの授業では、教科内容(コンテンツ)を通して、資質・能力(コンピテンシー)を育成することが求められます。数学で例えるならば、数学の問題を解決するのに、生徒自ら事象から問題を見出し、解決の見通しを立て、一定の手順に従って数学的に処理して結果を得ることや、さらに、解決過程を振り返って結果を批判的に検討し体系的に組立てるようなことが求められます。これは、

社会でも通用する問題解決の過程であり、社会で必要な資質・能力です。

このように、授業者は資質・能力を踏まえた授業づくりをする必要がありますが、一方で、大学入試がどうなるかが気になるのではないのでしょうか。大学入学共通テストのプレテストでは、従来の試験と教科内容に変化はないものの、問題の問われ方が変わり、資質・能力を測るものになりました。この変化に対して、従来の教科内容(コンテンツ)を解くことに重点を置いた指導では、上位の生徒は対応できて中位以下の生徒は対応が難しいのではないかと、個人的には考えるところです。

改訂された学習指導要領では、この資質・能力が下記の3本柱にまとめられました。



この資質・能力の3本柱は、学校教育法第30条にある「学力の3要素」と同じものです。ただ、前に付く言葉の「学びを人生や社会に生かそうとする」、「生きて働く」、「未知の状況にも対応できる」は、達成される生徒の姿として意識して資質・能力を育成する必要があります。

また、この資質・能力の3本柱は、全校種、全教科科目で統一されました。学習指導要領の数学科の目標、科目の目標においても、3観点で標記されました。それだけでなく、従来教科科目の内容が記されていた部分も、資質・能力を軸に内容が整理され、資質・能力の育成を強く働きかけるものになりました。

この資質・能力の育成を図ることが、大学入試改革を伴った改訂された学習指導要領の根幹ともいえるものであり、今後の授業の方向性を考えることを促す根拠にもなっています。

今回の改訂の軸は、「何を学ぶか」に加えて、資質・能力を育成する「何ができるようになるか」、そして資質・能力を育成するための主体的・対話的で深い学びの視点からの学習過程の「どのように学ぶか」です。

なぜ、生徒の主体的・対話的で深い学びが求められるのでしょうか。それは、上記に記述しているように「資質・能力を育成する」には、生徒の学びの姿が欠かせないからです。具体的な例を挙げましょう。資質・能力の例として、粘り強く取り組む力、知識どうしを関連付けて生きて働かせる力、批判的に検討して体系的に組立てる力を考えるとき、これらは資質・能力であるとともに、生徒を主語とした学びの姿でもあります。当然、これらの力は、教科の内容のように教えて身に付く力ではありません。だから、資質・能力を育成するために、授業の中で“主体的な学び”、“対話的な学び”、“深い学び”の生徒の学びの姿を作り出す必要があるのです。

これまでの数度の学習指導要領の改訂では、改訂の主旨、教育課程に関すること、教科等の目標と内容、指導に関して留意することなどが示されていましたが、教員に授業改善を訴えることはありませんでした。今回の改訂では、総則の7つの章立ての一つ（「第3款 教育課程の実施と学習評価」）に、授業改善に関する視点として「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」と、後述する「学習評価の充実」が挙げられました。このことから、この2つを両輪として強く推進しようとする意図を伺うことができます。

学習指導要領解説数学編に示された「主体的・対話的で深い学び」の生徒の姿を確認します。

- 生徒自らが、問題の解決に向けて見通しを持ち、粘り強く取り組み、問題解決の過程を振り返り、よりよく解決したり、新たな問いを見いだしたりするなどの「主体的な学び」を実現すること

- 事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えや事柄の本質について話し合い、自身の考えをよりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにしたりするなどの「対話的な学び」を実現すること
- 数学に関わる事象や、日常生活や社会に関わる事象について、数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、新しい概念を形成したり、よりよい方法を見いだしたりするなど、新たな知識・技能を身に付けてそれらを統合し、思考、態度が変容する「深い学び」を実現すること

上記の「主体的な学び」や「対話的な学び」については、問題解決の過程を振り返る授業や、対話を通して自身の考えを高めさせ、本質に近づかせるという授業を実践する上での難しさはありますが、その生徒の姿を想像するのは難しくないのではないかと思います。ところが、「深い学び」については、「数学的な見方・考え方」や「数学的活動」という言葉を含んで生徒の姿が想像しにくいのではないのでしょうか。國學院大学の田村学教授は、この「深い学び」について、

「知識・技能が関連付いて構造化されたり身体化されたりして高度化し、駆動する状態に向かうこと」といっています。

この言葉に関連して、数学が抱える問題を考えるとき、知識・技能は身につけていても、高度な思考を要する問題、例えば大学入試問題では知識・技能が駆動しないという状況がよく見られます。そこで、生徒に多くの大学入試問題を演習させることで駆動させようとしたり、教員が問題の解説をすることで駆動する様子を見せたりしますが、なかなか知識・技能が駆動する状態になりません。これを駆動させるには、日頃の授業から「駆動させる」授業をするしかありません。つまり、後述する「算数・数学の学習過程のイメージ」のように資質・能力を意図した駆動させる授業、「深い学び」を実現させることが求められます。

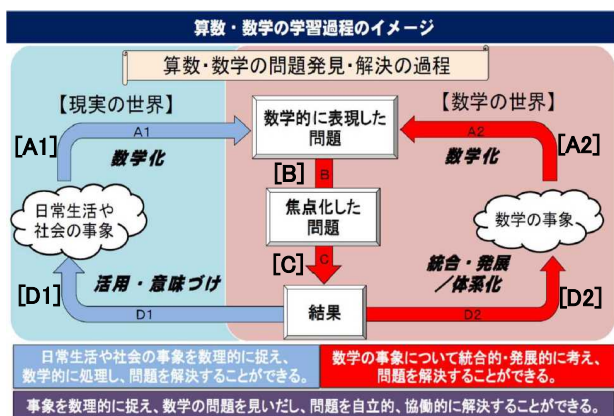
## § 7 数学的活動① ～ 算数・数学の学習過程 ～

「数学的活動」は、これまでの学習指導要領にも記載ありましたが、新学習指導要領では、「数学科の目標」の冒頭の「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、～」として記載されていたり、前セッションで示した「深い学び」を実現する手立てや、あとに示す「算数・数学の学習過程のイメージ」としても詳細に示されたりするようになりました。このように、資質・能力を育成する数学授業の学習過程として位置づけられた「数学的活動」について述べます。

「数学的活動」は、高等学校学習指導要領「第4節数学」の「第3款各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」の中に、次のように記述されています。

- (1) 日常の事象や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理して問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って考察する活動。
- (2) 数学の事象から自ら問題を見だし解決して、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する活動。
- (3) 自らの考えを数学的に表現して説明したり、議論したりする活動。

この(1)と(2)で示された問題発見・解決の二つの過程は、中教審答申(H28.12)で示された次の「算数・数学の学習過程のイメージ」(以下、「イメージI」)として見ることができます。



(1)の学習過程が「イメージI」の左側の【現実の世界】で、(2)の学習過程が右側の【数学の世界】です。そして、(3)はこの両方の学習過程を自立

的・協働的に学んでいく学習活動を表しています。

これまでの数学の授業では、【数学の世界】で、教科内容(コンテンツ)を解くことを重視した指導が行われていました。つまり、(2)の文中の「数学の事象から自ら問題を見だし解決」までの授業がほとんどでした。「イメージI」でいうと、[A2]と[C]の学習過程(特に[C])によって、“結果”を求めることがゴールでした。ところが、今後資質・能力の育成を考えると、[B]と[D2]の学習過程を踏まえた授業づくりを考える必要があります(ただし、教科内容によっては全ての過程をたどるのは難しいので、過程を省略することもある)。特に、(1)と(2)の双方の後半に示されている「解決の過程や結果を振り返って考察する活動、統合的・発展的に考察する活動」の「[D1]及び[D2]」の学習過程は、その記述量からいっても重要な学習過程です。また、前セッションで示した「深い学び」の「新しい概念を形成したり、よりよい方法を見いだしたりするなど、新たな知識・技能を身に付けてそれらを統合し、思考、態度が変容」においても果たす役割が大きい学習過程ともいえます。これまでの“結果”をゴールとした授業だけでなく、これからは解決過程を振り返る学習までを含んだ授業を考えることが求められます(詳細は§9参照)。

(1)の【現実の世界】の学習過程は、これからの時代を踏まえた育成する資質・能力を考えると、重要性は大きくなると考えます。特に、日常生活や社会の事象を数学化できる力や、数学で処理した結果を活用したり意味づけしたりすることは、【数学の世界】の学習過程にはない資質・能力です。一方で、【現実の世界】の指導は、教員の悩み所かもしれません。個人的な考えとしては、抽象化された高校数学では【現実の世界】の問題が大きく幅をきかせることはないのではないかと想像します。ただ素材の少ない【現実の世界】の問題だからこそ、この問題を授業で扱う際には、より資質・能力の育成に重きを置いた授業展開や指導を意識することが重要です。



このセッションでは、前セッションで示した「数学的活動」の(3)の学習を“自立的・協働的な学習”として、この学習への教員の関わりについて考えてみたいと思います。

自立的・協働的な学習活動というと、ペア学習やグループ学習のような授業をイメージされると思います。最近、授業にこれらの学習形態が取り入れられることが多くなり、生徒が積極的に授業に参加する様子が見られるようになりました。ただ、「活動あって学びなし」では授業の意味がありません。授業の目的がペア学習やグループ学習をすることにあるのではなく、資質・能力を育成することを踏まえて、教員は自立的・協働的な学習においても、目標の達成に向けて意図的に関わることが求められます。

また、ペア学習やグループ学習の中で、すべての生徒が「数学的に表現して説明したり、議論したりする活動」を行うことに難しさを感じている方も多いのではないのでしょうか。例えば、一部の生徒だけの活動になっていたり、生徒の説明や議論がうまくいかずに解決に向けて進捗しなかったりということがあられるのではないかと思います。

これらの状況を変えるには、教員には、効果的な発問や授業展開に加えて、生徒の自立的・協働的な学習を“支援”することが求められます。この学習の支援の在り方について、子どもに自転車の乗り方を指導することを例に考えてみます。

#### ①指導者が自転車に乗り、乗り方を説明する

これだけでは子どもは自転車に乗れません。これを学習に例えるならば、教員が問題の解き方を解説するだけの授業です。あとは、生徒の理解とその後の演習に任されているわけですが、授業内で生徒に資質・能力を育成するのは難しい。

#### ②自転車に補助輪を付けて練習をさせる

自転車の後輪の両側に補助輪つけて練習すると、補助輪を外したとき子どもが自転車を自立させるのはかなり難しい。これを学習に例えるならば、丁寧な発問や誘導、ヒントが過ぎると、生徒

は自立的・協働的な学習をしているつもりでも、実際は付けた力は付いていないということです。その理由は、発問、ヒント自体の多くが問題を考える重要なポイントだからです。発問で生徒に考えさせることは大切ですが、生徒が自力で解くとき、解法のポイントとなる“問題発見”ができないことがあります。教員の出す“補助輪”は、その効果や影響をよく考えなければなりません。

#### ③ひたすら練習をさせる

子どもにただひたすら自転車に乗る練習をさせるとき、乗れるまでには個人差があります。これを学習に例えるならば、ペア学習やグループ学習を主体に自立的・協働的な学習をさせるとき、前述のように一部の生徒だけの活動になったり、生徒の説明や議論がうまくいかず進捗しなかったりと、能力差、個人差等が生じます。また、動機付けが不十分であれば途中で頓挫し、教員の解答を待つケースもあるのではないかと思います。

では、教員はどのように生徒の自立的・協働的な学習に関わるのか。その一つが、下の④です。

#### ④自転車に乗れない現状を引出し整理させ、原因を顕在化して改善策を考えさせる

自転車の乗り方の指導でここまですることはないかもしれませんが、スポーツでは「コーチング」としてこのような指導をします。教員の生徒の自立的・協働的な学習への関わりは、スポーツの指導におけるコーチングが最適だと思います。つまり、教員が、生徒から現状を引出し整理させたり、生徒が課題を顕在化できるようにさせたり、生徒に必要なリソースを引き出させたり、見通しを持たせたりするなどの“常に答えは生徒の中にある”を前提として生徒が自らその答えを引き出すことができる支援をすることです。

②で話した“問題発見”は、「イメージⅠ」に「算数・数学の問題発見・解決の過程」として示されています。自立的・協働的な学習の中で、生徒が自ら（教員の発問に代わる）“問題発見”をする際にも、コーチングによる支援は有効です。



## § 10 解決過程を振り返る学習

前セッションで示したように、「算数・数学の学習過程のイメージ」(「イメージⅡ」)の資質・能力を表した「○」印は、大学入学共通テストのプレテストの作問のねらいに大きく関わっています。プレテストが、問題を解いて答えるだけの形式でないのは、「イメージⅡ」における資質・能力を見るテストだからです。

大学入試センターのホームページには、プレテストの問題と併せて、前セッションで示した「イメージⅡ」と「素案」、それに各設問と資質・能力を関連付けた「問題のねらい、主に問いたい資質・能力、小問の概要及び設問ごとの正答率等」(以後「概要」)が提示されています。この「概要」から、今後の授業の在り方を考えてみます。

「イメージⅡ」の学習過程は、「A：数学的に捉える」、「B：構想・見通し」、「C：解決・処理」、「D：(解決過程を)振り返る学習」の4つの段階に分かれています。なお、この名称は私が付けたものですが、「D：振り返る学習」は、従来の授業における“振り返り”を指すものではないことをお断りしておきます。「概要」から、この各段階の全体に対する配点の割合を記したのが下の表です。なお、プレテストには選択問題がありますが、下の表はすべての問題から集計したものです。

段階	数学Ⅰ・A		数学Ⅱ・B	
	配点割合	点/1問	配点割合	点/1問
A	16.9%	2.8点	10.0%	2.0点
B	10.2%	2.0点	8.3%	2.5点
C	37.3%	2.1点	50.0%	1.9点
D	<b>33.1%</b>	<b>3.3点</b>	<b>31.7%</b>	<b>2.9点</b>
その他	4.2%	5点		

※数学ⅠAの「その他」は記述問題1問で配点5点

これまでのセンター試験の問題は、“問題を解いて答えるだけの形式”が多いことから、「C：解決・処理」のウエイトが多いと考えます。しかし、上記の表では、「C」4～5割程度であり、かなり少ないことが分かります。

「C」に次いで多くの割合を示しているのが、

「D：振り返る学習」の学習過程からの出題です。しかも、1問あたりの得点が高いことがわかります。その理由は、この「D」の資質・能力である“見方・考え方のよさを見出す”、“批判的に検討する”、“体系的に組み立てる”、“概念を広げ深める”、“統合的・発展的に考える”のように、生徒にとって単なる解法処理に収まらない思考・判断・表現が試される応用問題であるからです。また、これらの資質・能力は、これからの社会において特に重視されるべき力だと思われます。

現在、多くの授業は、「焦点化した問題」から「結果」を得る過程が重視された授業、つまり、「C：解決・処理」にウエイトが置かれ、問題を解いて答えを得ることがゴールではないかと思います。これからの授業は、「D」に当たる得た結果や解決過程を基に考察をするような授業を単元の中に組み込んで考える必要があります。その授業の割合は、「D」が全体の配点に占める割合が3割を超えていることから、教材観、生徒観を踏まえて、ある程度は考えていく必要があるでしょう。

解決過程を振り返る学習とは、例えば、条件の一般化による結果を検証したり、解決過程の数式処理を図形的に検証したり、既習事項と比較して共通点や相違点を検討したり、解決過程を遡り同値性を検証したりするような活動が考えられます。このような視点を含んだ授業が、これまで全く行われてこなかったわけではありません。問題を考える視点として、教員の解説の中で示されたり、発問を通して生徒の活動の中でも一部行われたりしていました。ただ、それは“問題を考えるため”の視点、つまり教科内容の視点です。今後、「解決過程を振り返る学習」の重要性や頻度を踏まえると、資質・能力を軸として教科内容を分析する授業研究や、学習過程を考える必要があると考えます。これは容易ではないと思います。ですから、授業研究の成果は一教員の成果で留めるのではなく、数学の教員間で共有しながら、一層発展させていくことが必要だと考えます。

## § 11 資質・能力を踏まえた目標と「めあて」

資質・能力は、1時間の授業で付くものではありません。例えば、数学的な根拠に基づいた表現力を付けようとするとき、教員はそれを意図的に継続的に指導して生徒に実践させなければ容易に付く力ではありません。ですから、生徒の学習状況を評価しながら、長期間またはひとまとまりで区切られた単元の中でバランスよく、計画的に育成することを考えなければなりません。つまり、資質・能力を育成する上で、これまで以上に単元計画が重要になります。

その単元計画の中に位置付けられる数学の資質・能力を具体化したものとして、§ 9の「イメージⅡ」に示されている「思考力・判断力・表現力等」の○印があります。単元の中で育成する○印の「事象の特徴を捉え、数学化する力」や、「得られた結果を基に批判的に検討し、体系的に組み立てていく力」などは、1時間の授業の中でも“本時の目標”として明確に位置付けられ、意図的に指導される必要があります。

例えば、定義域における2次関数の軸の位置によって定まる最小値を求める教材において、授業の目標を考えてみます。従来、「2次関数の軸の位置によって定まる最小値の場合分けをして解くことができる。」のような授業の目標がよく見られました。評価の観点は「解くことができる」だから、「技能」です。解けるかどうかの評価規準ですから、生徒にとってコンテンツ重視の授業になります。しかし、この問題は「思考・判断・表現」として考えさせたい問題です。特に試行を基に論理的に考察して導き出す“場合分け”がこの教材の肝です。そこで、「イメージⅡ」の中から「事象の特徴を捉え、数学化する力」と「目的に応じて、自分の考えなどを数学的な表現を用いて説明する力」を、この“教材の肝”とした資質・能力として、本時の目標を下のように考えます。

「2次関数の軸の位置によって定まる最小値の場合分けを、事象の変化の試行をもとに論理的に考察することによって、数学的な表現を用いて説

明することができる。」

このように資質・能力を踏まえて目標を明確化することによって、授業展開の方向性も定まります。例えば、生徒は試行錯誤しながら軸の位置によって最小値の変化を確認し、着目点を見いだします。その過程を言語化することによって論理的に再構成し、納得感を持って場合分けをできるようにする授業が考えられます。

しかし、教員が指導目標を明確化して授業を展開する一方で、生徒が「解き方を理解しよう」という「知識・技能」で学ぶ姿勢では、教員と生徒の目指すものは違うものになり、生徒は目標を達成できません。その双方の目標を揃える効果があるのが、「めあて」（又は生徒の「目標」）です。前述の例で言えば、授業の目標に準じてめあてを、「2次関数の軸の位置によって定まる最小値を、具体的な試行を繰り返し、それを整理することによって、説明しよう」

とすることによって、教員と生徒の目指すものが揃い、生徒は目標に向けて努力ができます。

また、めあてには、生徒が学習の見通しを持ち、主体的に学習に取り組む効果もあります。遠足に例えるならば、めあてを提示しない場合は、教員が生徒に行き先を告げずに出発し、生徒はどこに連れて行かれるのか分からない不安を抱えて歩かされる状態に例えられ、めあてを提示する場合は、生徒は示された行き先や留意点に沿って目標に向かって自発的に進む状態に例えられます。

一点、留意したいのが、めあてを提示するタイミングです。何の脈絡もなく提示すると、生徒が迷うことがあります。例えば、前述のめあてが授業の最初に脈絡なく提示されると、「具体的に試す?」、「整理する?」、「説明する?」と「?」ばかりで、生徒は不安になってしまいます。大切なのは生徒の学びに沿うことです。問題を確認したり、学習課題を見出したりした上で、生徒が納得感をもってめあてが確認できると、学習の方向性が定まり、主体的な学びに繋がります。

## § 12 学習評価の充実

新学習指導要領には、これまで示したように授業に携わる教員に対して、資質・能力で構成された数学科の目標や、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善などの視点が提示されています。これらの視点に加えて、もう一つの授業改善の大きな視点が、標題に掲げた「学習評価の充実」です。ここでは、記録に残す学習評価ではなく、日常的な授業改善に向かう学習評価（見取り）について述べます。

学習評価については、現行学習指導要領の中にも述べられていますが、項の重要性は低く、記述量も非常に少ないものでした。しかし、新学習指導要領における「学習評価」は、「主体的・対話的で深い学び」と併せて1つの大きな項を形成しており、重要性が高まっています。

高等学校学習指導要領 第1章総則  
第3款 教育課程の実施と学習評価  
1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善（略）  
2 学習評価の充実  
学習評価の実施に当たっては、次の事項に配慮するものとする。  
(1) 生徒のよい点や進歩の状況などを積極的に評価し、学習したことの意義や価値を実感できるようにすること。また、各教科・科目等の目標の実現に向けた学習状況を把握する観点から、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通しながら評価の場面や方法を工夫して、学習の過程や成果を評価し、指導の改善や学習意欲の向上を図り、資質・能力の育成に生かすようにすること。  
(2) 創意工夫の中で学習評価の妥当性や信頼性が高められるよう、組織的かつ計画的な取組を推進するとともに、学年や学校段階を越えて生徒の学習の成果が円滑に接続されるように工夫すること。

國學院大學の田村学教授は、

『「主体的・対話的で深い学び」、つまり「学び」と言っているわけですから、教師に求められるのは「教える力」ではなく、むしろ子どもの学びを「見取る力」です。』（教職研修 2018.1）  
とっており、「見取る力」、つまり学習評価の力を高めることの重要性を訴えています。

では、どうして学習評価の重要性が高まっているのでしょうか。これまでのセッションで述べたように、生徒の資質・能力の育成には学びが重要です。その学びを考えた授業の構築するためには、授業展開や生徒の学びの「想定」が重要です。この「想定」の根拠となるのが、日頃の生徒の学習の見取りとなるわけです。また、新学習指導要領には、学習評価（見取り）によって、「指導の改善や学習意欲の向上を図り、資質・能力の育成に生かすようにすること」と示されており、生徒が学んでいる様子や、思考・判断、情意等の見取りが、よりよい学びの展開には欠かせません。

一般に、「PDCA サイクル」と言われていますが、生徒の学びを想定した授業構築を図る今後の授業においては、「CAP Do」サイクルでの授業構築及び授業改善が望ましいと考えます。つまり、日頃の生徒の学習の見取りを基に資質・能力の観点から評価（C）して、その改善（A）を図る単元設定・目標設定・授業構築（P）を行い、授業（Do）を行う、そしてまた、資質・能力の観点で立てられた目標に対してその達成状況を評価（C）するというように繰り返して、授業改善を進めます。その授業改善の始まりが学習評価です。根拠となる学習評価が詳細で正確でなければ、よりよい学びを構築することはできません。教員には、「見取る力」が要求されます。

「見取る力」について、生徒の学んでいる外面的な様子だけでなく、思考・判断、情意などの内面的な学びまで見取ることができると、授業改善のための詳細な根拠を得ることができます。しかし、内面的な学びの様子は分かりません。ただ、少しでも内面に迫ろうとする試みが大切です。生徒の内面に迫る判断材料を得るためには、生徒の姿勢、表情、そして生徒の目を伺うことが必要です。さらには、授業中の生徒、特に数学が苦手な生徒の思考や情意に思いを巡らせて生徒の内面を慮る、それを「見取る力」をつけることが生徒の学びを変える授業改善に繋がります。



## § 13 情意を揺さぶる

「情意」の意味は、“感情と意志”です。

授業中の生徒の情意は大切だけれど、どちらかというと授業内容や展開と切り離して考えていたことはありませんか。これまでのセッションで述べてきた生徒の学びを考えると、生徒の情意は、生徒の学びの根幹になります。つまり、具体的にいうと、どんなに主体的・対話的で深い学びを想定した授業を構築しても、どんなに教材の要を突いた発問をしても、どんなに解決過程を振り返る学習で資質・能力の育成を図ろうと試みても、生徒の情意を揺さぶるものでなければ、よい学びにはなりません。逆に、多少、教員の学びの想定が甘くても、情意を揺さぶられ、生徒が解決したいと強く思えば、よい学びになります。

新学習指導要領解説の中の「学びに向かう力・人間性の涵養に関すること」の資質・能力の項に、次のように記述されています。

『生徒が「どのように社会や世界と関わり、よりよい人生を送るか」に関わる「学びに向かう力、人間性等」は、他の二つの柱（※注：「知識・技能」と「思考力・判断力・表現力等」を指す）をどのような方向性で働かせていくかを決定付ける重要な要素である。生徒の情意や態度等に関わるものであることから、他の二つの柱以上に、生徒や学校、地域の実態を踏まえて指導のねらいを設定していくことが重要となる。』

このことから、情意（や態度）が他の二つの柱の方向性を決定づける重要な要素であることがわかります。今後、授業構築や授業想定をする際には、手立てや展開を考えるだけでなく、日頃の見取りを根拠として、授業中の生徒の情意の推移も含めて想定することが大切です。

では、授業における生徒の情意として、どんなものがあるでしょうか？

例えば、

- 期待「ワクワク！ドキドキ！」「気になる！」
- 疑問「なぜかな？」「どうしてかな？」
- 意欲「やってみたい！」「できそうだ！」

○納得「なるほどね！」「そういうことか！」

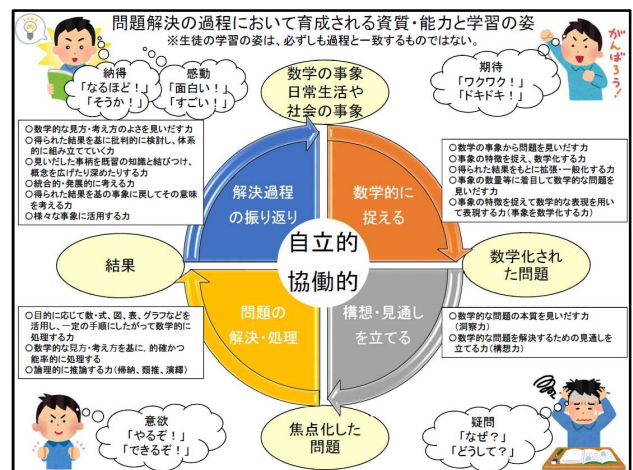
○感動「面白い！」「すごい！」

大切なのは、授業の中で、これらの「！」や「？」で生徒の情意を激しく揺さぶる手立てを授業構築の観点として組み込むことです。

授業構築をする際に、主発問を考えます。発問自体が情意を揺さぶる手立てであるとともに、逆に情意が揺さぶられていないと発問が機能しないということもあります。つまり、発問はそれ自体だけを考えるのではなく、授業の流れ、生徒の情意の動きの中で考えることが大切です。

また、生徒のつまずきは、情意を揺さぶるチャンスと言えます。生徒がつまずくことが想定される場面では、しっかりつまずかせたあとで、「なぜうまくいかないのか」、「どうすればつまずきが解消できるか」など、情意に揺さぶりをかけて、探究に向かう原動力にする展開が考えられます。

下の図は、§ 9の「イメージⅡ」をもとにして、問題解決の過程（授業展開）だけに着目するのではなく、育成される資質・能力と、生徒の学習の姿（情意）を併せた授業構築することを意図して作成したものです。



生徒の情意が伴う問題解決の過程を行うことによって、自ら解決の計画を立てて見通しを立てたり、自分の学習状況をモニタリングすることで学習改善が図られたり、学習を自己省察したりするような生徒が自らの学習を調整する力を育成することにつながることも期待されます。

## § 14 数学授業の3つの転換

これまでの13個のセッションを通して、新学習指導要領の背景にあるこれからの社会や、それを踏まえた学習指導要領の主旨、その主旨を授業に生かしていく方向性等について、書いてきました。特に、後半の§ 6からは、これからの授業について書いてきましたが、これらの内容について、これからの授業を考える上での留意点をキーワードにまとめて整理したものが、下の「数学授業の3つの転換」です。

数学授業の3つの転換	未知のことにも、学び得た知識・技能を働かせ、思考力・判断力・表現力等を駆使し、主体的に解決を図ろうとする力の育成
<b>1 「問題解決の過程を通した資質・能力の育成」への転換</b>	
◇ 「算数・数学の学習過程のイメージ」の資質・能力を位置づけた授業構築	
<b>2 「すべての生徒の問題解決の過程を支え、解決を促す指導」への転換</b>	
◇ 生徒の情意「？」と「！」への働きかけ	
◇ 生徒とともに目標(資質・能力)の達成を目指すための意図的な指導	
◇ 生徒が学習の見通しをもち、学習の調整を図るためのめあてや目標、振り返り	
◇ 生徒の思考の流れにおけるつまずき等を生かす展開	
◇ 生徒の思考や態度の変容を促す発問	
◇ 生徒の思考や態度の想定と想定に対する手当て	
◇ 資質・能力と、問題解決の過程の視点からの教材の見直し	
◇ 生徒が学習の深化や、意欲の向上を図る解決過程を振り返る学習の充実	
<b>3 「資質・能力を育成するための授業マネジメント」への転換</b>	
◇ 資質・能力を育成する単元計画	
◇ 学習評価(見取り)の充実	

3つの転換とは、

1つ目が、“問題の解法を理解し解くことができる力(コンテンツ・ベース)”から、“問題解決の過程を通した資質・能力の育成(コンピテンシー・ベース)”への育成する「目標の転換」

2つ目が、“問題の解き方を誘導したり身に付けさせたりする指導”から、“生徒の問題解決の過程を支え、解決を促す指導”への授業の見方を変える「指導の転換」

3つ目が、資質・能力を育成するために、“1時間限りのコンテンツ・ベース”から、“単元を通したコンピテンシー・ベース”への「授業マネジメントの転換」の以上3つです。上記の転換についてこれまでのセッションとの繋がりを以下に示します。

「目標の転換」とは、“問題を解くことができる”の「知識・技能」に偏った授業の目標から、次のような観点で転換させることです。

◇資質・能力を教科横断的な視点で育成(§ 5)するとともに、「イメージⅡ」○印の資質・能力を踏まえた目標の設定した授業(§ 9、10、11)

「指導の転換」とは、「目標の転換」に応じて、授業スタイルを次のような観点で転換させることです。

◇生徒の情意「！」「？」を含む授業づくり(§ 13)

◇「イメージⅡ」○印の資質・能力を育成する意図的な授業(§ 9、10、11)

◇目指す資質・能力を生徒と共有して学習の見通しを持たせ、生徒が自ら学習の調整を図るための、めあて(目標)と振り返り(§ 11、13)

◇生徒の情意を揺さぶり、探究に向かう原動力にする“つまずき”を生かした展開(§ 13)

◇生徒の思考や情意を揺さぶり、態度の変容を促す発問(§ 13)

◇“CAP Do”サイクルによる生徒の学びを想定した授業の構築(§ 12)

◇資質・能力を育成するために、問題解決過程の観点から教材の見直しと、授業研究の成果の共有(§ 10)

◇解決過程を振り返って、学習の意味づけや思考を深める“解決過程を振り返る学習”(§ 10)

「授業マネジメントの転換」とは、「目標の転換」による資質・能力の育成と、「指導の転換」による授業改善を促進するために、次のような観点で転換させることです。

◇単元を通して、バランスのよい資質・能力の育成と、その育成段階を踏まえた計画(§ 11)

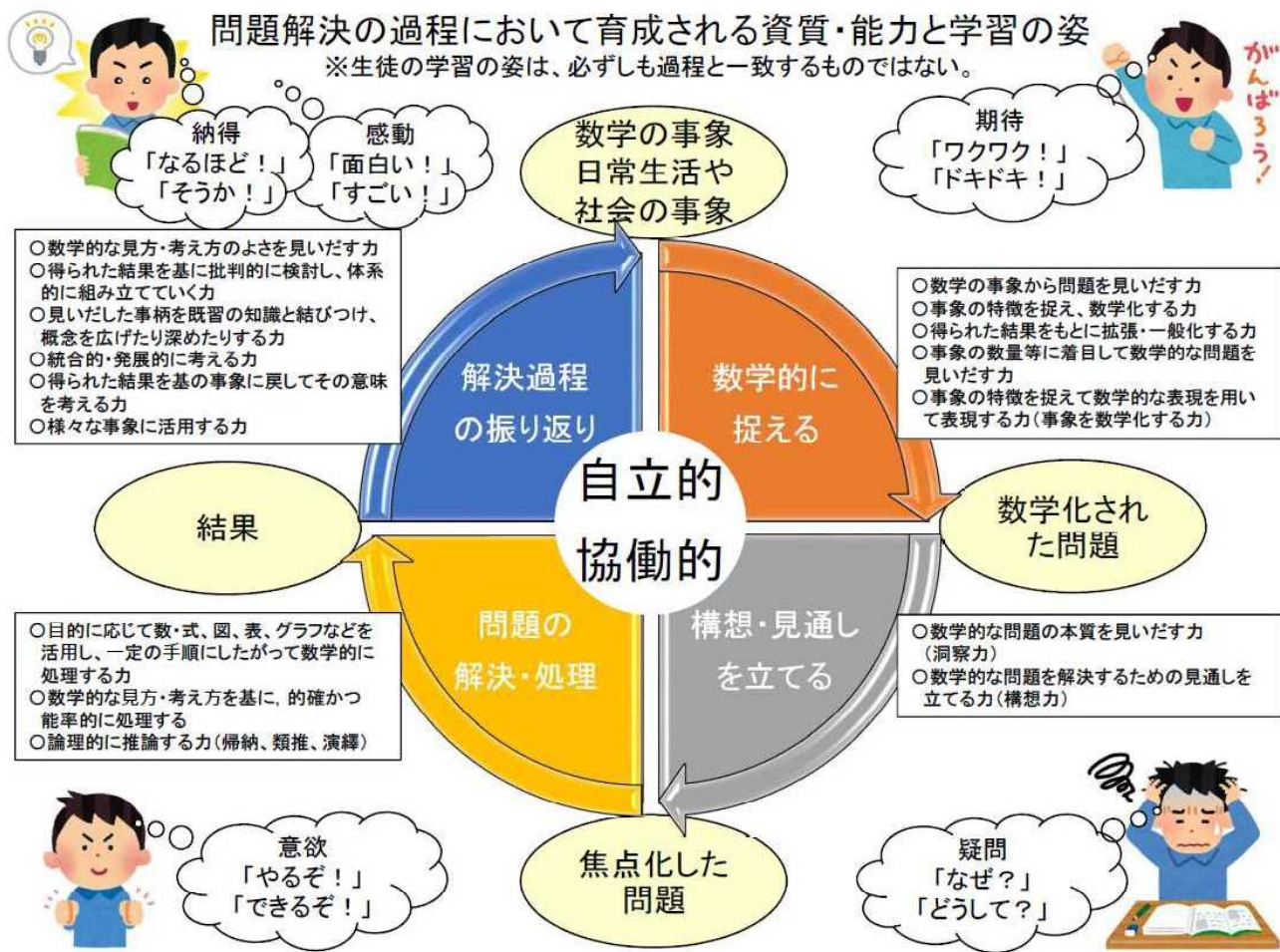
◇教員の授業改善と生徒の学習改善を図るための学習評価と、学習評価の根拠となる生徒を見取る力の向上(§ 12)

これまでのセッションを踏まえて、「数学授業の3つの転換」を、授業改善のキーワードとしていただければ幸いです。



## 問題解決の過程において育成される資質・能力と学習の姿

※生徒の学習の姿は、必ずしも過程と一致するものではない。



## 数学授業の3つの転換

未知のことにも、学び得た知識・技能を働かせ、思考力・判断力・表現力等を駆使し、主体的に解決を図ろうとする力の育成

### 1 「問題解決の過程を通じた資質・能力の育成」への転換

- ◇ 「算数・数学の学習過程のイメージ」の資質・能力を位置づけた授業構築

### 2 「すべての生徒の問題解決の過程を支え、解決を促す指導」への転換

- ◇ 生徒の情意「？」と「！」への働きかけ
- ◇ 生徒とともに目標(資質・能力)の達成を目指すための意図的な指導
- ◇ 生徒が学習の見通しをもち、学習の調整を図るためのめあてや目標、振り返り
- ◇ 生徒の思考の流れにおけるつまづき等を生かす展開
- ◇ 生徒の思考や態度の変容を促す発問
- ◇ 生徒の思考や態度の想定と想定に対する手当て
- ◇ 資質・能力と、問題解決の過程の視点からの教材の見直し
- ◇ 生徒が学習の深化や、意欲の向上を図る解決過程を振り返る学習の充実

### 3 「資質・能力を育成するための授業マネジメント」への転換

- ◇ 資質・能力を育成する単元計画
- ◇ 学習評価(見取り)の充実