

県立高等学校教育課程課題研究（数学）

—主体的・対話的で深い学びの実現のための指導と評価について—

令和3年度「県立高等学校教育課程課題研究（数学研究班）」では、新学習指導要領の趣旨を踏まえ、「授業改善を図るための授業研究の進め方」「身に付けさせたい資質・能力を育むための観点別学習状況の評価の進め方」「思考力、判断力、表現力の育成を目指したICTの活用方法」について、実践に基づいた研究を行った。ここでは、授業研究を進めていく中での研究員の変容、観点別学習状況の評価を行うための留意点、ICTの活用による成果をまとめた。

＜検索用キーワード＞ 授業研究会 問題解決型授業 思考力・判断力・表現力
観点別学習状況の評価 指導と評価の一体化 ICTの活用

運営委員長

愛知県立高浜高等学校長

山崎 博司（令和3年度）

運営副委員長

愛知県立豊橋南高等学校教頭

森田 恭弘（令和3年度）

運営委員

高等学校教育課主査

近藤 哲史（令和3年度）

高等学校教育課主査

前田 憲一（令和3年度）

総合教育センター研究部長

北河 洋一（令和3年度）

総合教育センター研究指導主事

伊藤 卓哉（令和3年度主務者）

研究員

愛知県立旭丘高等学校教諭

寺田 賢（令和3年度）

愛知県立緑丘高等学校教諭

酒井 智（令和3年度）

愛知県立松蔭高等学校教諭

伊藤 太亮（令和3年度）

愛知県立春日井東高等学校教諭

鈴木 信（令和3年度）

愛知県立高蔵寺高等学校教諭

中澤 統真（令和3年度）

愛知県立旭野高等学校教諭

近藤 和雅（令和3年度）

愛知県立豊明高等学校教諭

嘉賀 正泰（令和3年度）

愛知県立東郷高等学校教諭

金子 純（令和3年度）

愛知県立犬山南高等学校教諭

荒木 真己（令和3年度）

愛知県立小牧高等学校教諭

桑原 崇（令和3年度）

愛知県立稲沢東高等学校教諭

安井 奈歩（令和3年度）

愛知県立美和高等学校教諭

菱田 佳祐（令和3年度）

愛知県立横須賀高等学校教諭

柳田 一匡（令和3年度）

愛知県立大府東高等学校教諭

田中 伸一（令和3年度）

愛知県立豊野高等学校教諭

五反 彰（令和3年度）

愛知県立安城高等学校教諭
愛知県立西尾東高等学校教諭
愛知県立時習館高等学校教諭
愛知県立御津高等学校教諭
愛知県立小坂井高等学校教諭

日比野守孝（令和３年度）
中西 悦子（令和３年度）
安藤 卓巳（令和３年度）
山本 雄一（令和３年度）
河合謙二郎（令和３年度）

1 はじめに

平成 30 年 3 月に高等学校の学習指導要領が告示され、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されている。「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。

本研究では、新学習指導要領の趣旨を踏まえ、「生徒も先生も成長する授業のつくり方」「観点別学習状況の評価と授業改善」「思考力、判断力、表現力の育成を目指した ICT の活用方法」について、実践に基づいた研究を行い、その成果をまとめた。

2 研究の目的

新学習指導要領の趣旨を踏まえ、数学的活動を通した「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の方法と育成を目指す資質・能力に対応した観点別評価の手法、思考力・判断力・表現力の育成を目指した ICT の活用法について、効果的な手だてを探り、県内の高等学校に向けて発信することを目的とする。

3 研究の方法

(1) 授業研究会の実施

国立教育政策研究所の長尾篤志視学官が主催する「高等学校数学科における『授業研究コミュニティ』の形成に関する研究」と連携する形で実施した。研究員が所属校で行う授業を、研究員、運営委員に加え、助言者の大学関係者が参観し、研究協議と指導助言を受ける形で行い、その成果をまとめた。

(2) 観点別学習状況の評価に関する研究

先行研究として「目標・指導・評価を一体化した単元構想」の研究を行った。今年度は「単元構想シート」を基に、「指導と評価の計画」を作成し、各時における「学習活動」「評価の方法」「評価規準」「評価方法」について計画を立て、授業と評価の実践をし、その成果をまとめた。

(3) ICT を用いた主体的・対話的で深い学びの実践研究

予習をさせてから授業に臨ませる反転授業の方法やそのための工夫、ICT を用いた観点別評価の在り方についての研究を行った。ICT の活用により生徒の学びがどう深まるかについて、その研究成果をまとめた。

4 研究の内容

(1) 生徒も先生も成長する授業のつくり方

ア 問題解決型授業について

国立教育政策研究所の長尾篤志視学官が主催する「高等学校数学科における『授業研究コミュニティ』の形成に関する研究」と連携し、継続した授業研究会と、問題解決型授業に関する研究を行ってきた。

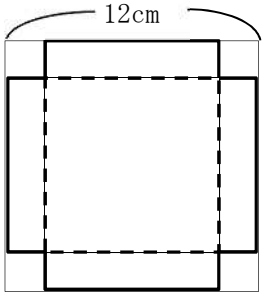
問題解決型授業（資料 1）とは未習の問題を、学級全体で解決することを通して、主体的・対話的で深い学びを実現するものである。授業の中心は「練り上げる活動」である。生徒が、どのように考えて問題に取り組み、どのように解決していくとよいのかが分かるような授業を展開することが必要である。また解決の過程で、どのような見方・考え方が大切なのか、生徒はどう考えるか、生徒の素朴な考え方は何かなど、数学を知っている

我々教師側の視点からでなく、生徒の視点に立って授業を組み立てることが必要であり、発問の仕方、考え方の共有の仕方などを工夫することが求められる。

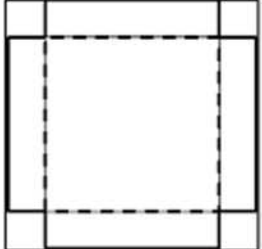
従来から行われている「教師による例題の解説から知識を獲得し、演習を繰り返すことで知識を定着させる授業」に対し、問題解決型授業は「活動を通して知識を獲得し、その過程において深い学びを志向する」ものである。そのために特別な課題を用意するのではなく、以下（資料 2）のように教科書の題材を少し変化させ、発問を工夫することで問題解決型授業とすることができる。

【資料 2 教科書の例題を変化させて問題解決型授業へ（数学Ⅱ微分法）】

1 辺の長さが 12cm の正方形の厚紙の四隅から、合同な正方形を図のように切り取った残りで、ふたのない直方体の箱を作る。箱の容積を最大にするには、切り取る正方形の 1 辺の長さを何 cm にすればよいか。



1 辺の長さが 12cm の正方形の厚紙の四隅から、合同な正方形を図のように切り取った残りで、ふたのない直方体の箱を作る。どのような形状のとき、箱の容積が最大となるでしょう。



数学Ⅱ（微分法の応用）では「箱の容積が最大となるときの切り取る 1 辺の長さを求める」のよう

な問題が、よく教科書に掲載されている。この問題では、切り取る1辺の長さを x とおき、式を立てた後にその式を微分し、増減表を書いて「2 cm 切り取ったときが最大となる」と解答する流れが一般的である。決まったパターンに当てはめて解いていくだけなので、文章を読み取ることができれば、解答は容易である。しかし、問い方を「どのような形状のときに箱の容積が最大となるでしょう」と変えてみるとどうだろうか。最初に予想させて、それぞれに根拠を述べさせた後に、個人解決あるいはグループ協議をするなど、違った展開が生まれてくる。生徒たちは自ら考え、微分の有用性（よさ）も実感することができ、前時やそれ以前に獲得した知識を活用する機会にもなる。また、問い方を変化させることにより、生徒の答え方に多様性が生まれる。例えば「立方体」と答えたり、「切り取る正方形の1辺の長さを元の正方形の $1/6$ にしたときにできる直方体」と答えたりすることも考えられる。生徒の実態によって、他の答え方も出てくることは想定できる。そして、次の課題へとつなげることができる。例えば「 $1/6$ という答え」が出てくれば、それに対して「本当にそうだろうか？ 何で $1/6$ なの？」と思う生徒もいるだろう。また、「紙の長さを変えても同じような比になるのだろうか」「規則性はあるのだろうか」「元の紙が長方形だったらどうか」など次への課題とつながる。それらの次の課題によって、練習問題を行ったり、問題づくりをしたり、一般化したりなど目の前の生徒の状況に応じて発展的に考えることができるようになる。

【資料3 発問に対するやり取り】

また、問題解決型授業では、発問に対しての生徒とのやり取りを簡単に終わらせるのではなく、「なぜ？」「どうして？」を追求することで、しっかりと思考させることが大事である。例えば、授業研究会において、線形計画法授業では、右（資料3）のようなやり取りをした。教師が「さっきの問題はどう解いた？」という問いかけをし、それに対して生徒が「円で解きました」と答えた。教師はそれを肯定も否定もせず、「今回は？」「どういう直線？」「理由は？」と掘り下げて聞いていくのである。生徒から引き出したい言葉が出てきたところで、教師が誘導してしまいがちであるが、「なぜ？」「どうして？」を大切にすることで、思考を深めていくことができる。

- (1) x^2+y^2 の値が最大・最小になるのは、 x, y がいくつの場合か。また最大値・最小値を求めよ。
 (2) $x+y$ の値が最大・最小になるのは、 x, y がいくつの場合か。また最大値・最小値を求めよ。

(1)を解決した後のやり取り

生徒A：代入したら値が出ました。

T：さっきの問題はどう解いた？

生徒B：円で解きました。

T：今回は？

生徒C：直線です。

T：どういう直線？

生徒C： $x+y=0$ として・・・

T：どうして0にした？

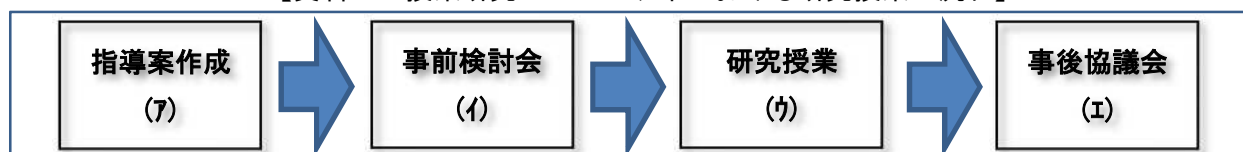
生徒A：代入したら値が出ました。

このように、答えにたどり着くまでの過程を重視して授業を展開し、生徒の思考の深まりを大切にするため、その時間中に完結しないことがある。そのため、本時の学びが次時へとつながるような工夫や、次時以降に「学んだことを振り返る」時間を確保するなどの工夫も必要である。

イ 授業研究会の流れについて

本研究では授業研究会を以下の資料4のように構成し、全ての研究員が事前協議会、研究授業、事後協議会に参加するという手法をとった。

【資料4 授業研究コミュニティにおける研究授業の流れ】



これらの留意点については、次の通りである。

(ア) 指導案作成について

ここで重要なことは、生徒観、単元観を明確にしてから授業の構想を練ることである。単元全体を通して、生徒に何を学ばせたいのか、何ができるようになってほしいのかを明確にし、授業ごとのつながりを意識しながら1時間の授業計画を立てていく。そして、生徒観に合わせて教材の扱い方を考えていくことが大事である。目の前にいる生徒たちが主体的に取り組み、問題を解く必然性を感じ取った上で、自分事として捉えることができるような教材の扱い方をすることが重要である。

漸化式を扱った授業研究会では、資料5のように前時や次時との繋がりを意識して授業を計画した。前時の仕込みが本時に生きるように、また次時ではどのように発展させていきたいか、そのためにどの問題を扱うべきか目的をもって慎重に教材を吟味した。評価に関しては、どの観点に着目するのか、評価が適切に行える方法であるかなど、指導と評価の一体化を意識した。

【資料5 前時・本時・次時の関連の具体例】

前時	花粉症のAさんは、有効成分が100mg含まれている薬を、朝晩の2回、12時間ごとに服用している。有効成分は一定の割合で減少し、12時間後の体内には60%が残る。薬を2週間服用し続けたとき、体内にある有効成分量を求めよう。
本時	この薬は、有効成分が体内に50mg以上あれば効果があるが、300mg以上残っていると副作用が現れるおそれがある。Aさんは、6回目の薬を飲み忘れてしまった。次の服用時には、いつもの2倍の量の薬を飲んでもよい。副作用が起こるかどうか数学的に判断して、Aさんにアドバイスしよう。
次時	Aさんの症状が改善されるまで何か月もこの薬を飲み続けてもよいのだろうか。副作用が起こるかどうか数学的に判断して、Aさんにアドバイスしよう。 また、薬の服用をテーマに、作問してみよう。

生徒の学習活動を考える際には、鍵となる発問を一つか二つ入れ、ねらいや課題に結びつき、生徒が自ら考えたいくなるような発問計画を立てるようにした(資料6)。発問を受けて予想される生徒の反応を考えられるだけ書き出し、それらに対する具体的な手だてを考えた。授業では、教師が完璧にまとめあげることを目標とはせず、振り返りシートを書かせたり、次時に向け発問したり課題を出したりするなど、授業後に余韻が残るようにした。

【資料6 発問計画】

《問》

薬を2週間服用し続けたときの体内に残っている有効成分量を求めよう。

《予想される生徒の反応》

- S1: どのようなことから考え始めてよいかわからない。または、類推せず直接一般項を求めようとしている。
- S2: 1回目、2回目、3回目に体内にある有効成分の量を具体的に求めることはできたが、その後でつまづいている。
- S3: a_1 と a_2 , a_2 と a_3 の関係式は表すことができたが、漸化式で表すということに気が付かない。
- S4: 漸化式に表すことはできたが、その後でつまづいている。
- S5: 一般項が求められない。
- S6: 項をすべて書き出している。



《生徒の反応に対する教師の手だて》

- T1: 「1回目、2回目、3回目に体内にある有効成分の量を具体的に求めてみよう」
- T2: 「 n 回目に服用した直後の有効成分の量を a_n として、 a_1 と a_2 , a_2 と a_3 の関係式はどのように表せるのでしょうか」
- T3: 「 a_n と a_{n+1} の関係式はどのように表せるのでしょうか」
- T4: 「 n 回目の服用後に体内にある有効成分の量を n の式で表そう」
- T5: 「この漸化式は四つの解法パターンのどれに当たるのか考えよう」
- T6: 「2週間分全て求めるのは大変なので、 n を用いて一般化できないか考えよう」

(イ) 事前検討会について

授業者は作成した指導案を参観者へ配付し、参観者は受け取った指導案を「自身が授業者であったらどのように授業を行うか」という視点で検討し、改善案を授業者へ返送した。それらを受け、授業者は指導案の第2案を作成し、参観者へ再送した。その後、授業者と参観者が一堂に会した事前検討会を実施した。「授業は参加者全員で授業をつくり上げる」という意識をもちながら、扱う問題は適切か、予想される生徒の反応は妥当か、育てたい生徒像と授業の手だては結びついているか、などの議論を行った。

事前検討会を経て、授業者は指導案を再修正し授業に臨んだ。事前検討会を行うことで、授業者だけでなく、参観者も自分事として研究授業に臨むことができた。事前の協議を念入りに行うことで、授業を観る視点や生徒の学びが深まるポイントを明確にすることができた。

事前検討会を経て、どのように指導案が修正されていったのかを資料7で示す。取り上げる問題を厳選し、問題にどのように取り組ませるかを検討することで、指導案が洗練されていった。第1案から第2案への変更で、生徒の学びが深まるように問題が工夫され、多くの学びが起きるようになっていくことが分かる。第1案では教師が多くのことを教えようとしているのに対して、第2案では生徒が多くのことを発見し学べるようになっている。このように、問題を数多く扱うのではなく、問題の設定を少し変えてみることで、生徒が深く考えられるようになる。

【資料7 指導案の修正について】

第1案	第2案
方程式 $x^3 - 3x^2 - 9x - a = 0$ が異なる3個の実数解をもつように、 定数 a の値の範囲を定めよ。	方程式 $x^3 - 3x^2 - 9x - a = 0$ が異なる3個の実数解をもつように、 定数 a の値の範囲を定めよ。
応用例題5改題 a を定数とする。次の方程式の異なる実数解の個数を求めよ。ただし x は $x \neq 0$ とする。 $e^x = ax$	a を定数とする。次の方程式の異なる実数解の個数を求めよ。ただし x は $x \neq 0$ とする。 $e^x - ax = 0$
次の問いに答えよ (1) 不等式 $2\sqrt{x} > \log x$ を示せ (2) (1)を利用して $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\log x}{x}$ を求めよ (3) 関数 $f(x) = \frac{\log x}{x}$ のグラフを書け (4) k を定数とすると、 x についての方程式 $\log x = kx$ の異なる実数解の個数を求めよ 以下は(3)のグラフを利用して考えて見よう (ア) e^π , π^e はどちらが大きいのか (イ) 100^{99} , 99^{100} はどちらが大きいのか さらに応用問題 (ウ) 自然数 a, b で $a < b$ かつ $a^b = b^a$ となるものをすべて求めよ。	上の問題の解法をできるだけ探して、それぞれの解法のメリット、デメリットを上げて順位付けをしてみよう。

(ウ) 研究授業について

授業当日は、研究授業を実践する直前に時間を設け、事前検討会を受けての授業案の変更点やその意図について再確認を行った。そして、本時の目標と評価規準を確認し、生徒に考えさせたいことや身に付けさせたいこと、そしてそれが授業展開のどこに当たるかなど、授業の見方と見所についても確認した。

研究授業では、参観者は事前に分担を決めた観察生徒（複数）を中心に、生徒の学びの深まりについて観察を行った。それにより、授業者の発問に対してどのタイミングでアクションを起こしたのか

など、生徒の気付きの瞬間を見逃さないようにすることができた。また、発言をしなくても個人で思考を深められている生徒がいることにも気付くことができた。数学が得意な生徒以外にも目が届き、生徒一人一人に隔てなく着目することができるため、有意義な手法であったと実感している。

参観者は事前に予想しておいた生徒の反応や疑問に対して、実際の反応や疑問を観察し、授業記録用紙（資料8）に記録した。また、授業者による問いかけやグループワークにおける生徒同士の話し合いの過程において、生徒個人の思考や取り組みの変容や、生徒の気付きや発言から生徒の学びが深まったと思われる場面も記録した。

【資料8 授業記録用紙】

授業記録		
年 月 日 (校時) 年 組 (人, 欠席:)		
授業者 () 記録者 ()		
時間	主な発問	生徒の反応

また、参観者は事前に確認したルーブリックに沿って、授業の振り返りシート（資料9）に授業の評価を記入した。これを基に、授業後の研究協議会を行った。

【資料9 授業の振り返りシート】

授業の振り返りシート	
ルーブリックを参照し、観点ごとに授業全体を通したスコアを1～5の5段階でつけてください。また、スコアの理由や根拠を具体的に記述してください。 ①数学的な見方・考え方 教師は、授業で扱っている内容に内在する、もしくは、授業で顕在化し得る数学的な見方・考え方を認識し、それらを生徒に意識させることができているか。	
【スコア】 ⑤	実際に手を動かして視覚的に捉えさせている良かった。 ただし、数学的な見方・考え方にまで迫り着けているかは不明です。

(エ) 事後協議会について

授業後の研究協議会では、発言者（参観者）と授業者が一对一のやり取りを繰り返し、授業者だけが大変な思いをするということがないように、以下の2点について特に注意して事後協議会を行い、参加者が自校での取り組みにつなげられるようにした。

- ① 授業者対参観者ではなく、参加者同士による協議を行い、目標の達成状況を基に、参加者全員で授業の改善点について協議する。
- ② 授業者の指導方法に対してではなく、授業記録を基に、生徒の学びが深まったと思われる場면을協議するなど、生徒の変容に対しての協議をする。

また協議会では、大学教員や高等学校教育課主査、センター所員が最後に講評を行った。授業に関

する提案や、観点別学習状況の評価の在り方についての指導・助言があった。授業のよしあしではなく、生徒の学びに関する協議や、これからの時代に求められる授業や評価の在り方に関する協議が中心であったため、授業者だけでなくのことを学ぶ機会ではなく、参観者も含めた全員が多くのことを学ぶ機会となり、有意義な授業研究会となった。

ウ 授業研究会を通しての研究員の変容

授業研究会を通して、研究員がどのように変容したかを以下に示す。

(ア) 教材の見方について

- ・ 例題に取りかかる前に、なぜ新しい知識が必要なのかを生徒に考えさせるようになった。
- ・ 発問を工夫し、できる限り生徒の解答から解決に導くようになった。
- ・ 多様な解法や学びの深まりが生まれるような教材を意識して選定するようになった。
- ・ 教科書に記載されていることをよく吟味するようになった。
- ・ 問題を解く必然性について常に意識をするようになった。
- ・ 生徒がその単元に親近感をもつことができるように工夫をするようになった。
- ・ 教科書の題材を少し変化させ、発問を工夫することで、生徒に問題解決を促すようになった。
- ・ 生徒にとっての学ぶ必要性や、学びのつながりが見える授業計画、教材を考えるようになった。

(イ) 発問の仕方について

- ・ 発問に対する生徒の解答が、周りの生徒が思わず笑ってしまうようなものであっても、なぜそのように考えたのかを掘り下げて聞き、できる限りその考え方で問題を解いてみるようになった。
- ・ 「教える」のではなく、「誘導する」ことを意識するようになった。
- ・ 「What?」よりも「Why?」を使うことを心がけるようになった。
- ・ 生徒の発言に対して、指導者側の評価を入れずに共有して、学びに深まりが生まれるように心掛けるようになった。また、こちらの想定外であった生徒の解答を大事にして、学びが深まるように発問を続けて行うようになった。
- ・ 教科書の例題を解く際に、文章問題に変えて「日常生活のこんな場面で問われそうだよね」「こんな場面で使えそうだよね」と、なるべく具体的で身近な事象で例えるようになった。発問については以前からも意識していたが、より言葉を選ぶようになった。
- ・ これまで自分は、どうしても多く喋りすぎてしまい、誘導してしまう場面も多かった。また、入試を意識するあまり「この問題はこのように変形すると上手くいく」というパターンに落とし込み、生徒が解けるようになったことで満足している側面が強かった。今では、「問い方は適切であったか」「生徒に思考させることができたか」「教師が話すぎていないか」「生徒が板書を写す作業が多すぎなかったか」など、自分自身に問いかけるようになった。

(ウ) 生徒の見方について

- ・ 生徒の学びに着目するようになった。発問に対してどのタイミングで生徒がアクションを起こすのか、生徒の気づき「の瞬間を見逃さないように心がけるようになった。
- ・ 成績のよしあしや理解の速さで生徒を評価しがちであったが、積極的に考える生徒に注目するようになった。発言をしていなくても、個人で思考を深められている生徒もいることを理解した。
- ・ 生徒の可能性を信じて、生徒が持つ力を発揮しやすいように授業をすることを意識するようになった。生徒から引き出すことを心掛け、対話を大切に、褒めることを意識するようになった。
- ・ 机間指導の際に、生徒がどうノートに記述しているか、どこで間違えているかなど、細かいところまで読み取るように丁寧に見るようになった。同じ間違いを複数見つけたら、そこに気付か

せるように少し遠回しに投げかけるような発問をするようになった。また、他の先生方の授業を参観する際に、授業者の発問とそれに対する生徒の反応に注目するようになった。

- ・ 授業を参観するとき、「困っている生徒にはこう伝えれば理解しやすかったのでは」「このように考えさせると理解しやすかったのでは」という教師側の手法の面に目が向きやすかった。しかし、継続した授業研究を通して、「生徒がどのように変容したか」「その生徒に何が身について何が残ったのか」という点を議論するようになった。教師の力量向上のための授業ではなく、生徒のための授業であるという当たり前のことを再認識した。

継続して授業研究会を行うことで、研究員の授業に対する考え方が根本的に変わってきた。本研究が始まった当初、問題解決型の授業を参観したときに「現場とはかけ離れている」という発言をされた研究員が、今では生徒の学びに着目し、分かりやすく教えるだけの授業からの脱却を図り、生徒観や身に付けさせたい資質・能力を意識して授業を展開するようになった。また「分担して事前に決めた観察生徒（複数）を中心に授業中の生徒の様子を観察する」手法が、研究員の生徒の学びを見取る力を向上させた大きな要因でもある。さらには「生徒にとっての学びの必然性」「授業や単元のストーリー」を大切に、「問題を精選して」「本当にやりたい問題以外は思い切って捨てる」「育成したい資質・能力を意識する」など、事前検討会を通して学んだことも大きかったと思われる。

(2) 観点別学習状況の評価と授業改善について

学習評価については、日々の学習の中で生徒の学習状況を適宜把握して指導の改善に生かすことに重点を置くことが重要である。今年度の研究では、数学Ⅰ「二次関数」の単元を例として、3観点の評価の方法について研究を行い、学習活動と評価する場面の計画を立て、それを基にした授業と評価の実践を行うとともに課題学習や考查問題での評価の実践を行った。なお、研究を行う際には、「現在実施していることに少し工夫を加えることで、評価を行うことができないか」という視点で取り組んだ。

ア 指導と評価の一体化の計画について

指導と評価の一体化のために、「単元構想シート」と「内容のまとめりごとの評価規準」を作成し、これらを参考にして、「指導と評価の計画（ループリック）」を作成した。それらを基にした授業と評価の実践を行った。観点別の学習状況の評価の記録については、毎回の授業ではなく内容や時間のまとめりごとに行うなど、場面を精選することが重要である。

計画等の立て方については、以下のとおりである。

(ア) 単元構想シートの活用

授業改善において単元構想シートを活用することで、目標・指導・評価を一体化した単元構想を具現化し、指導と評価の一体化の実践をより効果的に行うことを目指した。

単元構想シートの内容構成は、「単元の目標」「期待する生徒の姿」「単元の内容と目標・評価の計画」「課題学習での観点別評価」「定期考查での観点別評価」である。単元構想シートの一部例は、以下のとおりである。（資料10）

単元構想シートの計画・作成の主な留意点については次の三点が挙げられる。

一点目は、生徒に目指す資質・能力を育むために「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の視点で授業改善を進めることに主眼をおくことである。

二点目は、評価に関しては、1回の授業で全ての観点を評価しようとするのではなく、単元や題材などの内容や時間のまとめりの中で、学習の見通しと振り返りを行う場面や、グループなどでの対話や生徒と教師が考える場面等の組み立てを考え、観点を評価していくことである。

三点目は、「単元構想シート自体を作成することが目的ではない」ということである。単元構想シートに記入する過程を通して、教師自身がどのような意図をもって今日の授業を行っているのか、どのような学習活動を設定するのか、生徒にどのような学びの姿を促すのか、そのためにどのような教材研究が必要なのか等を明確にすることが重要である。

【資料 10 単元構想シート（一部例）】

数学科単元構想シート			
数学Ⅰ 「二次関数」	学校		
	指導教諭		
	対象生徒	第1学年 2学期	
(1) 単元の目標			
二次関数について理解し、関数を用いて数量の変化を表現することの有用性を認識するとともに、それを具体的な事象の考察や二次不等式を解くことなどに活用できるようにする。			
(2) 期待する生徒の姿			
知っている、できる 〈レベル1：知識の獲得と定着〉	わかる 〈レベル2：知識の意味理解〉	使える 〈レベル3：知識の活用〔課題学習〕〉	
① $ax^2+bx+c=a(x-p)^2+q$ の形に変形できる。	①平方完成を利用して、二次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフの軸と頂点を調べ、グラフをかくことができる。	①放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して、考察することができ、x軸方向、y軸方向の用紙を用いて表現できる。	
② $y=a(x-p)^2+q$ の形に変形し、最大値、最小値を求めることができる。	②二次関数の定義域に制限がある場合に、最大値、最小値を求めることができる。	②最大・最小の応用問題に二次関数を利用できる。また、計算を容易にするような変数設定ができる。	
③二次方程式を因数分解や解の公式を利用して解くことができる。	③二次方程式の解の考察において、判別式 $D=b^2-4ac$ の符号と実数解	③二次関数のグラフとx軸の共有点の個数や位置関係を、 $D=b^2-4ac$ の符	

(3) 単元の内容と目標・評価の計画			
学習内容	学習目標	学習活動	【評価の観点】 評価規準 【評価方法】
二次関数の グラフ	・二次関数の性質を理解し、グラフの軸と頂点を調べ、グラフをかくことができる。	・二次関数 $y=ax^2$ 、 $y=ax^2+q$ 、 $y=a(x-p)^2$ 、それぞれのグラフの関係を理解する。 ・平方完成を利用して、二次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフのグラフをかく。 (主①③④、対①②⑤)	【知識・技能】 放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して考察することができる。 【行動観察、ワークシート】 【思考・判断・表現】 平方完成を利用して、二次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフの軸と頂点を調べ、グラフをかくことができる。 【小テスト】
	二次関数の 最大・最小	・二次関数の値の変化を考察することを通して、関数の最大値・最小値を求めることができる。	・二次関数の最大値、最小値を求める。 ・場合分けが必要になるときの最大値、最小値を求める。 (主①⑤、対①③⑤⑥、深②)

(イ) 内容のまとまりごとの評価規準の作成

内容のまとまりごとの評価規準の作成は、学習指導要領解説の各単元の「内容」の記述を参考にし、作成することができる。「知識・技能」では、学習指導要領解説の内容を基に、文末を「～している」「～することができる」などとする。「思考・判断・表現」では、文末を「～することができる」などとする。「主体的に学習に取り組む態度」では、「知識・技能」「思考・判断・表現」の指導事項を踏まえ、その文末を「～しようとしている」として評価規準を作成する。二次関数における内容のまとまりごとの評価規準の例については、以下のとおりである（資料 11）。

【資料 11 二次関数における内容のまとまりごとの評価規準の例】

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
① 二次関数の値の変化やグラフの特徴について理解している。	① 二次関数の式とグラフとの関係について、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかくなどして多面的に考察することができる。	① 二次関数やそれに関わる定理・公式のよさを認識し、事象の考察や問題の解決に活用しようとしている。
② 二次関数の最大値や最小値を求めることができる。	② 二つの数量の関係に注目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすることができる。	② 二次関数やそれに関わる定理や公式を導くことやそれらを活用した問題解決において、粘り強く考え、そ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している。
③ 二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係について理解している。		
④ 二次不等式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、二次関数のグラフを用いて二次不等式の解を求めることができる。		

(ウ) 指導と評価の計画（ルーブリック）について

「単元構想シート」を基に、「指導と評価の計画（ルーブリック）」を作成し、各時限における「学習活動」と「評価規準」と「評価方法」について計画を立て、授業と評価の実践をすることとした。指導と評価の計画（ルーブリック）については、以下のとおりである（資料12）。

【資料12 二次関数 指導と評価の計画（ルーブリック）抜粋】

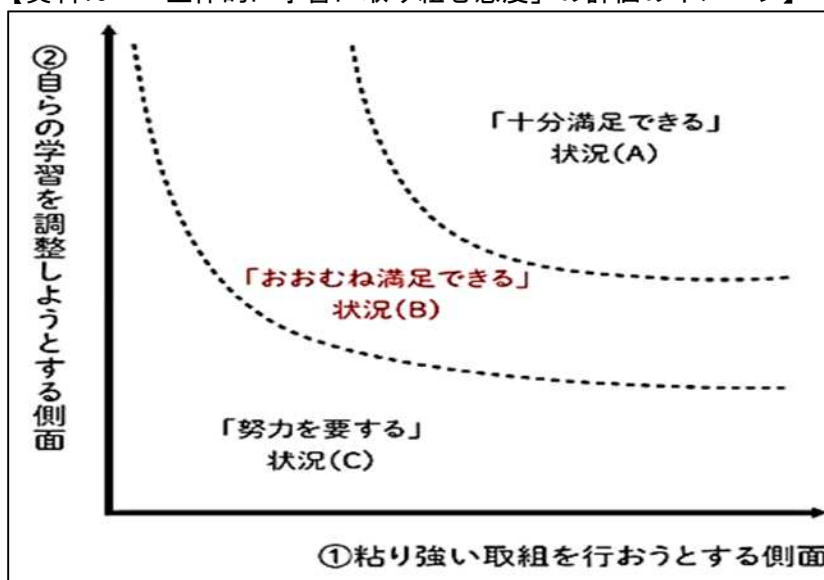
二次関数 指導と評価の計画（ルーブリック）									
	学習活動	評価の観点			評価規準			評価方法	記録
		知	思	主	A（十分満足できる）	B（おおむね満足できる）	C（努力を要する）		
1	関数について理解し、関数を式で表せるようになる		○		・関数は二つの変数 x 、 y について、 x の値を定めるとそれに対応して y の値がただ一つに定まることを理解している。	・二つの数量 x 、 y について関係を式で表現できる。	・二つの数量 x 、 y について関係を式で表現することが十分ではない。	・行動観察 ・ワークシート	
2	一次関数の最大値・最小値が求められるようになる	○		○	・文字係数を含む一次関数の最大値、最小値を求めることができる。	・一次関数のグラフをかくことができ、値域、関数の最大値、最小値を求めることができる。	・一次関数のグラフをかこうとしている。 ・値域、関数の最大値、最小値を求めることが十分ではない。	・行動観察 ・ワークシート	
3	二次関数 $y=ax^2$ のグラフがかけられるようになる		○		・放物線 $y=ax^2$ の形や軸、頂点について理解し、さらにその特徴について詳しく理解し、説明できる。	・放物線 $y=ax^2$ の形や軸、頂点について理解している。	・放物線 $y=ax^2$ の形や軸、頂点について理解が十分ではない。	・行動観察 ・ワークシート	
4	二次関数 $y=ax^2+q$ のグラフと $y=ax^2$ のグラフの関係を理解しよう		○		・放物線 $y=ax^2$ の形や軸、頂点について理解し、さらにその特徴について詳しく理解し、説明できる。	・放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して考察することができる。	・放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して考察することが十分ではない。	・行動観察 ・ワークシート	
5	二次関数 $y=a(x-p)^2$ のグラフと $y=ax^2$ のグラフの関係を理解しよう		○		・放物線 $y=ax^2$ の形や軸、頂点について理解し、さらにその特徴について詳しく理解し、説明できる。	・放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して考察することができる。	・放物線の平行移動を、頂点の移動に着目して考察することが十分ではない。	・行動観察 ・ワークシート	

イ「主体的に学習に取り組む態度」の評価について

「主体的に学習に取り組む態度」の評価を適切に行うためには、「①粘り強い取組を行おうとする側面」と「②自らの学習を調整しようとする側面」から見取ることが必要になる（資料13）。

この観点については「知識・技能」「思考・判断・表現」の2観点よりも、より主観的な部分を見取る必要があるため、定期テストなどのペーパーテストよりも、授業内での見取りが向いていると考えられる。以下に今年度行った実践を挙げる。

【資料13 「主体的に学習に取り組む態度」の評価のイメージ】



令和元年6月 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター作成「学習評価の在り方ハンドブック（高等学校編）」

(ア) 授業内における評価について

①「粘り強い取組を行おうとする側面」の見取りについて

この側面の見取りについては、授業の前半の問題の提示時に、解法の検討をさせ、解法のアイデアを

ノートに記述させる。その記述の内容により、評価を行った。

・問題

関数 $y = x^2 - 4x + c$ ($1 \leq x \leq 5$)の最大値が8となるような定数 c の値を定めたい。

【問1】解法や考え方・アイデアを記入せよ。

・評価基準及び実際の生徒の記述

評価	評価基準	生徒の実際の記述
A	はっきりとしたイメージ。根拠も記述できる。	・定義域内の任意の x について検討する必要があるため、グラフをかく。 ・二次関数なので、端点のみを調べるだけでは十分ではないため、グラフをかく。
B	イメージがぼんやりしており、使えそうなパーツのみの記述である。	・定義域の端点を代入する。 ・頂点を求める。 ・平方完成する。 ・図をかく。 など

導入時に解法の検討をさせる。生徒全員が粘り強く学びに向かうことが達成できるように、表のように評価基準を設定した。解法に向けてのアイデアが思い浮かべば主体的に粘り強く取り組もうしていると評価し、Bを設定した。それ以上の、根拠のある解法のイメージの記述に対してはAとした。しかし、何も記述ができないような生徒がいたら、質問の仕方を工夫することや発問を付け加えるなどの授業者自身の工夫や改善が必要になると考えられ、授業改善のきっかけとなる。習熟度に合わせ、問題文を作り変えるなどして、前向きに取り組める問題設定を準備しておくなどの工夫ができるだろう。

評価基準は生徒の実態に合わせて、学校・学年ごとに授業者が判断して設定することが望まれる。

②「自らの学習を調整しようとする側面」の見取りについて

この側面の見取りについては、授業終盤に授業の振り返りを記述させて、その内容により、評価を行った。

・問題

関数 $y = x^2 - 4x + c$ ($1 \leq x \leq 5$)の最大値が8となるような定数 c の値を定めたい。

【問2】グループで共有し、分かったこと、深まったことを記入せよ。（振り返りシート）

・評価基準及び実際の生徒の記述

評価	評価基準	生徒の実際の記述
A	協働解決により理解が深まった。	・皆と考えることによって、さまざまな考え方に触れ、グラフの全体像をつかむことができ、考えが深まった。
B	協働解決が問題解決を促した。協働解決のよさを感じた。	・クラスメイトと考えると楽しい。 ・クラスメイトの説明を聞いて、問題が解けた。 ・クラスメイトと相談して、進めることによって、問題が解けた。

クラスメイトと協働することにより、当初もっていた考え方が深まることや、考え方が軌道修正されたことがうかがえる記述に対して、自らの学習を調整しようとしていることが見取れると評価した。

ウ 「知識・技能」「思考・判断・表現」の評価について

(ア) 「知識・技能」の評価の方法について

「知識・技能」の評価の考え方は、従前の評価の観点である「知識・理解」「技能」においても重視されてきた。具体的な評価方法としては、例えばペーパーテストにおいて、事実的な知識の習得を問う問題と、知識の概念的な理解を問う問題とのバランスに配慮するなどの工夫改善を図るなどが考えられる。また、生徒が文章による説明をしたり、各教科等の内容の特質に応じて、観察・実験をしたり、式やグラフで表現したりするなど実際に知識や技能を用いる場面を設けるなど、多様な方法を適

切に取り入れていくこと等も考えられる。

(イ) 「思考・判断・表現」の評価の方法について

「思考・判断・表現」の評価の考え方は、従前の評価の観点である「思考・判断・表現」においても重視されてきた。具体的な評価方法としては、ペーパーテストのみならず、論述やレポートの作成、発表、グループ内での話し合い、作品の制作や表現等の多様な活動を取り入れることや、それらを集めたポートフォリオを活用するなど評価方法の工夫をすることが考えられる。

(ウ) 授業内における「知識・技能」を評価する問題と評価基準の例

・問題

関数 $y = x^2 + 2x - 1$ ($-3 \leq x \leq 2$) の最大値を求めなさい。

また、求めた際の考え方を言葉で説明しなさい。

・評価基準の例

評価	評価基準
A 十分満足できる	「B」の記載に加えて、「軸からの距離（離れている、遠いなど）」についての記載ができています。
B おおむね満足できる	- 平方完成をし、$y = (x + 1)^2 - 2$ と記載ができています。 $y = (x + 1)^2 - 2$ のグラフがかけている。 - 定義域を考慮して、グラフより最大値が求められている。

事実に断片的な知識の暗記や再生だけでなく、概念理解を問うことが目的である。

評価方法としては、平方完成をして、グラフがかけており、最大値を求められていれば「おおむね満足できる」評価となる。この場合では、両端 ($x = -3$ と $x = 2$) の値を比較して最大値を求めることも考えられるので、記述の中で「軸からの距離」に注目して、 $x = 2$ で最大値をとることが記載できていると「十分満足できる」評価となる。

(エ) 「知識・技能」「思考・判断・表現」を評価する考查問題・テーマ例

考查問題の作成に当たっては、指導と評価の計画で示した評価基準に基づき、作成することになる。特に、「知識・技能」「思考・判断・表現」については、現段階で出題している問題について少し見方を変えることにより、適切な問題になると考える。

① 二次関数の最大・最小に関する問題

< 太郎君の解答 > という形式を用いて、一つの題材から多面的に問う問題を作成した。

【問】 a は 0 でない定数とする。二次関数 $y = ax^2 - 6ax + 3$ ($1 \leq x \leq 4$) の最小値を求めたい。太郎君は、次のように答えを求めた。

< 太郎君の解答 >

$$\begin{aligned} \text{まず、平方完成して、} y &= a(x^2 - 6x) + 3 \\ &= a(x - 3)^2 - 9a + 3 \\ &= a(x - 3)^2 - 6 \end{aligned}$$

よって、 $x = 3$ のときに、最小値 -6 をとる。

この解答は正しいと言えるか。 【知・技】

間違いだと思う場合は、その理由を説明しなさい。 【思・判・表】

②二次関数の決定に関する問題

グラフから二次関数を求める問題について、出題方法を3パターン作成した。

【問】 次のグラフの二次関数を求めよ。

パターン1 【知・技】

3通りの方法で求めよ。

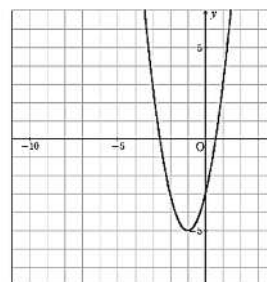
パターン2 【知・技】 【思・判・表】

可能な限り多くの解法を示せ。

パターン3 【知・技】 【思・判・表】

太郎くんと花子さん、は出題された宿題について話している。

二人の会話を読んで、下の問いに答えよ。



花子：グラフを平行移動することから考えてみようよ。

頂点の座標は（（ア）,（イ））だから、この放物線を x 軸方向に（ウ）, y 軸方向に（エ）だけ平行移動すると、その頂点は原点となるね。

太郎：そうすると、原点を頂点とする放物線なので、 $y = ax^2$ として考えていこう。

(1) （ア）～（エ）に当てはまる数を求めよ。

(2) 二人の考えに従って、二次関数を求めよ。

パターン1では、授業で学習した方法が身についているかを判断できる。パターン2では、パターン1のように何通りとは提示せずに問うことで、「思考・判断・表現」についても評価できる。パターン3では、平行移動の考えをもとに、会話に従って二次関数を求めさせることで、2観点の評価を行うことができる。同じ題材でも問い方を変えることで、観点別に問う問題を作成できると考えられる。

③「数学活動」のテーマ例

高等学校学習指導要領解説に挙げられている思考力、判断力、表現力等を身に付けるために、次のような題材を扱うことが考えられる。

【日常の事象や社会の事象との関わりの例】	【コンピュータなどの情報機器を用いた例】
(1) 花壇の面積 (2) 斜面を転がる物体の運動 (3) 自由落下 (4) 振り子 (5) 制動距離 (6) パラボラアンテナ (7) 圧力 (8) 売り上げ	(1) グラフの描画 (2) $y = ax^2 + bx + c$ における変数の変化による グラフ移動の考察

④課題学習とリンクした問題例

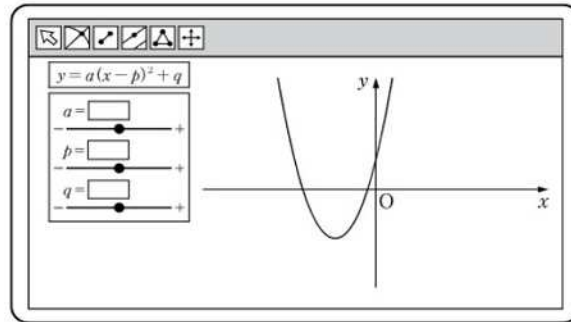
大学入学共通テストの試行調査において、次の問題（資料14）が出題されている。

【資料 14 大学入学共通テスト試行調査（抜粋）】

〔2〕 関数 $f(x) = a(x - p)^2 + q$ について、 $y = f(x)$ のグラフをコンピュータのグラフ表示ソフトを用いて表示させる。

このソフトでは、 a 、 p 、 q の値を入力すると、その値に応じたグラフが表示される。さらに、それぞれの の下にある $\bullet$ を左に動かすと値が減少し、右に動かすと値が増加するようになっており、値の変化に応じて関数のグラフが画面上で変化する仕組みになっている。

最初に、 a 、 p 、 q をある値に定めたところ、図 1 のように、 x 軸の負の部分と 2 点で交わる下に凸の放物線が表示された。



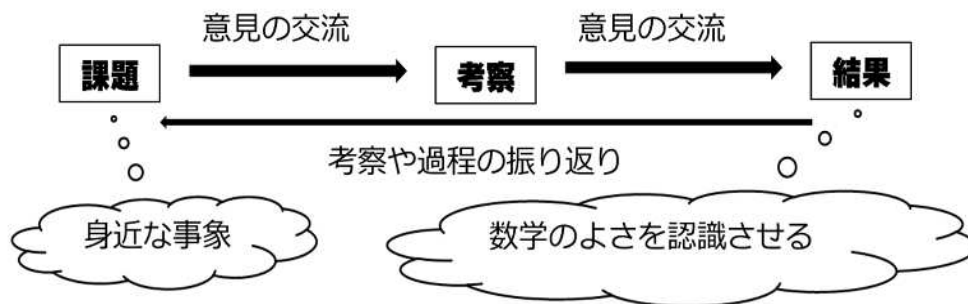
エ 課題学習における評価について

(7) 課題学習の定義と学習モデル

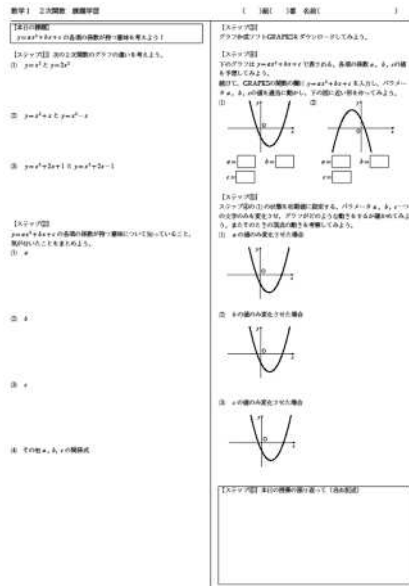
課題学習とは、これから学習する内容と生活と関連付けた課題を設けたり、既に学習した内容を発展させたりした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高める学習である（資料 15）。

【資料 15 課題学習の学習モデル】

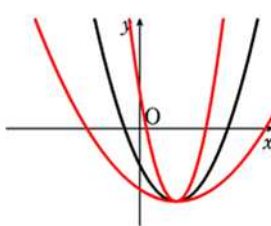
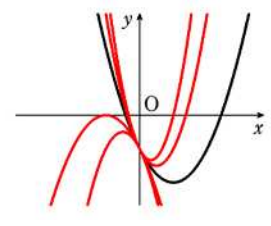
課題学習の学習モデル



(イ) 課題学習とその評価の実践例

【課題】 グラフ作成ソフトを利用して、関数 $y = ax^2 + bx + c$ の各項の係数がもつ意味を考えよう。 【授業展開】 (1) $y = x^2 + x$ と $y = x^2 - x$ などの例を出し、グラフの違いなどを考える。 (2) 関数 $y = ax^2 + bx + c$ の各項の係数がもつ意味について知っていることを発表する。 (3) コンピュータのグラフ作成ソフトを利用して関数 $y = ax^2 + bx + c$ のグラフをかく。 (4) パラメータ a , b , c の値を変化させることにより、グラフがどのように変化するか実験し、考察する。 (5) 授業の振り返り（自己評価）を行う。	【生徒に配付したワークシート】 
【評価の方法】 授業内での観察、ワークシートの提出により評価する。	
【評価のポイント】 ① ワークシートを工夫することで、3 観点の評価が可能である。 ② 課題学習を普通の授業とは別に実施し、ティームティーチングが実施できれば、授業内で評価することも可能である。 ③ 生徒の自己評価（振り返り）を観点別評価につなげることも必要である。	
【評価に利用した問題】 次の二次関数のグラフの違いを考えよう。 (1) $y = x^2$ と $y = 2x^2$ (2) $y = x^2 + x$ と $y = x^2 - x$ (3) $y = x^2 + 2x + 1$ と $y = x^2 - 2x + 1$	
【評価のポイント】 A・・・適切な言葉で正しく表現できている。 B・・・最低限必要なことは表現できている。 C・・・未提出または未記入箇所が複数ある。	
【実際の生徒の記述】 (1) グラフの開き具合が違う。 $y = 2x^2$ の開き具合の方が小さい。頂点の座標は同じ。 (2) 軸が y 軸より右側にあるかどうか。グラフの開き具合は同じで位置が違う。 y 切片でグラフが減少しているか増加しているか。 (3) y 切片がプラスかマイナスか。頂点の座標が違う。 など	
【実際の評価】 グラフの開き具合が違う等、最低限必要なことが一つ表現できているものは＜評価B＞を与える。 自分の言葉で適切な言葉で複数の表現ができているものには＜評価A＞を与える。	

(ウ)「知識・技能」,「思考・判断・表現」の評価

【評価に利用した問題】 パラメータ a, b, c のうち a の値のみを変化させたときのグラフの変化と頂点の動きを考察してみよう。	
【評価のポイント】 A・・・グラフを言葉で複数の表現ができています。 B・・・グラフを言葉で一つ表現ができています。 C・・・未提出または未記入箇所が複数ある。	
【実際の生徒の記述①】  ・グラフの開き具合が変化している。	【実際の生徒の記述②】  ・グラフの開き具合が変化しており、頂点は左上に移動している。
【上記の記述の実際の評価】 ・a の値以外も変化させている誤答であり、頂点の動きも考察できていない。ただし、グラフの開き具合が違う事は記述できている。このようなケースは生徒の理解度等を把握して適切に評価する必要がある。＜評価BまたはC＞	【上記の記述の実際の評価】 ・$y = ax^2 + bx + c$ の各係数をアプリで考察し、値の意味を正確に理解・表現でき、グラフの特徴や頂点の軌跡が言葉で説明できているなど、複数の記述がある。＜評価A＞

(エ)「主体的に学習に取り組む態度」の評価

【評価に利用した問題】 本日の授業を振り返って（自由記述）	
【評価のポイント】 A・・・複数の観点で本時の振り返りができている。 B・・・本時の振り返りが一つできている。 C・・・本時の振り返りができていない。	
【実際の生徒の記述】 ・積極的に授業に参加できた。 ・係数 b の意味が少し分かった。 ・グラフ作成ソフトを自分のスマホでも使ってみたい。 ・使い方が分からない人に教えることができた。 など	
【実際の評価】 今回はワークシートの授業の振り返りが適切に記入できているかどうかで評価した。公式の分析やグラフの検証など、複数の観点で正解を見つけた経験を今後の探究活動に活用したいと表現できている場合は＜評価A＞とした。今後の課題としては授業内で評価する体制が取ることである。コンピュータを利用してグラフを動かす作業などの解く過程を観察することでも評価ができるだろう。実際の授業では、グループ内で十分理解できない生徒に対して、解法を導いたり、話し合ったりすることができている生徒がいた。	

(オ) 課題学習における評価のまとめ

課題学習でも通常の授業と同じように3観点で評価することが可能である。まずは、課題学習としてどのような場面や問題を用いることが生徒の理解を深めることに有効かを考えたい。その上で、適切に3観点で評価することが、課題学習をより充実した学びの場とするだろう。

オ 評価の総括について

学習評価の単元における総括は、授業内での学習活動やレポート、小テスト、定期テストなどで記録した評価を基に実施することになる。実際の評価は、例えば、「評価結果のA、B、Cの数を基に総括する場合」や「評価結果のA、B、Cを数値に置き換えて総括する場合」などが考えられるが、各学校においてあらかじめ決めておくといよい。

(3) 思考力・判断力・表現力の育成を目指したICTの活用について

ア 動画配信を用いた反転授業（愛知県立時習館高等学校での実践）

新型コロナウイルス蔓延防止の措置で臨時休業になった時期に、多くの学校と同様に動画・教材配信システムが整えられた。各学年・各教科で休業中の学習支援としてほぼ全ての教科で利用され、一定の効果があつた。しかし臨時休業が明けると、ほとんど利用がなくなった。

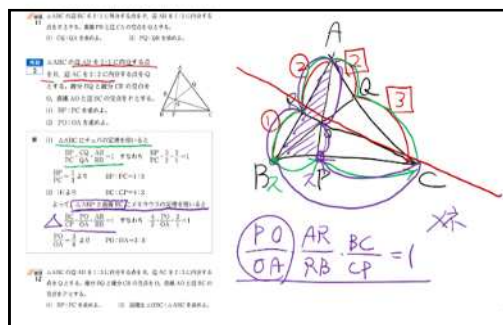
せっかく整備されたシステムを有効活用できないかと思い、令和2年度から予習動画の配信を始め、現在も日常的に上記システムを利用している。「生徒の学習の効率化」「ICT機器の効果的な利用の模索」「主体的、対話的で深い学びの実現」「本質的な理解の実現」などを達成するための取組の一つとして、動画配信を利用した反転授業を実践した。

反転授業の流れは、準備として「①動画の作成→②動画のアップロード」があり、その後「③生徒による視聴→④授業」である。各プロセスについて説明・補足と、実践の中で気付いたことを説明する。

①動画の作成

動画の内容は教科書の解説である。1回の動画で1コマの授業分の教科書内容を説明する。資料16のようにプレゼンテーションソフト上で、書き込みをしながら教科書の解説をする様子を録画した。教科書の画像や、タブレットペンでの書き込みは鮮明で見やすい。細かな文字や美しい図を書くことは難しいが、色分けが可能であり、レーザーポインター機能も便利である。生徒の多くはスマートフォンで視聴するため、文字の鮮明さや見やすさは重要である。

【資料16 教科書解説動画の様子】



動画作成者については数学I、数学Aで一人ずつ担当を決めた。どの授業においても動画視聴を予習として指示するので、動画には別解や補足などは盛り込まず、本文や例の解説のみとし、動画作成者以外でも授業がやりやすいようにした。

動画が長くなると生徒の視聴率が低くなるという生徒アンケートの結果を踏まえて、予習動画は10分～15分程度を目安に作成した。今年度作成した動画は現在100本以上になっているが、動画本編の時間の平均は約13分となっている。最近では進度が進み内容も難しくなり、本編（教科書の予習）以外にも、前回の復習や動画のまとめコーナーなどを収録するようになった。理解の追い付いている者はそれらの部分は飛ばすよう指示している。

また、予習動画以外の動画も配信している。資料 17 のように「オリエンテーション」や「考査過去問の解説」「数学の学習の仕方」など多種多様な動画を用意している。

②動画のアップロード

動画は YouTube に限定公開でアップロードし、ウェブ上の教材配信ページにタイトルを載せ、リンクを貼る（資料 18）。教材配信ページにパスワードを設けることでセキュリティを確保している。

③生徒による視聴

生徒にはあらかじめ各授業で進む範囲を提示しておく、該当範囲の動画の視聴を指示する。アンケートによると再生速度を速くして視聴する生徒が多く、1回の予習にかかる時間は、短い生徒で10分程度である。視聴数は生徒約320名に対して毎回300～400回程度で、視聴率は95%程度であった。難しい内容の動画は2～3回見る者も多く、500回を超える動画もあった。内容の難易度や生徒の理解度、確保可能な学習時間によって、個々に最適な予習状況をつくり出すことができるのは、予習動画の大きなメリットだと感じている。

④授業

対面の授業では、「予習動画を視聴し、教科書の説明を一通り受けている状態」を前提とした授業を行っている。問題演習、教科書の内容の確認や補足、生徒同士の知識の共有・練り上げなどの活動が主となる。以下は、実際に行った授業の流れである（資料 19）。

【資料 19 数学Ⅱ三角関数（一般角と弧度法）の授業】

授業展開	発問	注意点
教科書の練習問題を抜粋した演習 (15分)	・ 300° の動径を図示せよ。 ・ 次のうち 60° と動径が一致するものはどれか。 ・ 315° を弧度法で表せ。 ・ $\frac{5}{4}\pi$ を度数法で表せ。 ・ 半径 4, 中心角 $\frac{1}{5}\pi$ の扇形の弧の長さや面積を求めよ。	練習問題を幾つか解答させ、基本問題が解ける状態まで予習できているか確認する。
教科書の補足 (15分)	・ 「一般角」の定義を述べよ。 ・ 「度数法」と「弧度法」の定義を述べよ。 ・ 扇形の弧の長さが $r\theta$ で表せることを証明せよ。	定義や公式の証明など、予習動画にて強調した説明が再現できるか確認する。
グループワークによる練り上げ (20分)	・ $\sin 1$ は 0.5 より大きいのか。 ・ $\sin 1$ になるべく近い値を見つけよう。	教科書には説明が載っていない題材にて、対話的な学びを促す。

今年度、反転授業を実施した5クラスの生徒にアンケートを実施したところ、資料 20 のような回答

【資料 17 教材配信ページ】

- ・ [数学科オリエンテーション](#) (4/6動画公開)
- ・ [数学オリエンテーションプリント](#) (4/7PDF掲載)

【New】昨年度の2学期期末試験等の解説動画です。

- ・ [2020年度数学G2学期期末考査など](#) (11/26PDF掲載)
- ・ [2020年度数学F2学期期末考査](#) (11/27PDF掲載)
- ・ [2020年度 2学期期末考査 数学G 解説](#) (11/26公開)
- ・ [2020年度 2学期期末考査 数学F 解説①](#) (11/27公開)
- ・ [2020年度 2学期期末考査 数学F 解説②](#) (11/27公開)
- ・ [数学 予習復習のやり方再確認!](#) (5/26動画公開)
- ・ [数学 青チャートの取り組み方の極意](#) (5/26動画公開)

【資料 18 教材配信ページ】

数学F

過去の動画をまとめました。

- ・ [教科書解説 I 過去の動画](#) (10/13更新)
- 1. [教科書解説 I p149と153](#) (10/13動画公開)
- 2. [教科書解説 I p150-152](#) (10/13動画公開)
- 3. [教科書解説 I p154-156](#) (10/13動画公開)
- 4. 中間考査復習(予習は不要です)
- 5. [教科書解説 I p157-158](#) (10/13動画公開)
- 6. [教科書解説 I p159-161](#) (10/20動画公開)
- 7. [教科書解説 I p162-164](#) (10/20動画公開)

が得られた。

【資料 20 予習動画に関するアンケート結果】

1 予習動画の視聴状況	4 予習動画のメリット（複数選択可）
・ 毎回視聴する 68%	・ 理解度が上がる 85%
・ 視聴することが多い 26%	・ 時間短縮になる 47%
・ 視聴しないことが多い 6%	・ さぼらなくなる 41%
2 動画の視聴機器	5 動画の再生速度
・ パソコン 7%	・ そのままの速度 22%
・ スマホ(タブレット) 93%	・ 1.25 倍速 18%
3 動画の視聴場所	・ 1.5 倍速 37%
・ 自宅 87%	・ 1.75 倍以上速 23%
・ 電車の中など 13%	

多くの生徒が予習に取り組んだ上で授業に参加しているという実感があったため、9割以上の生徒が予習動画を視聴してから授業に臨んでいるのは妥当な結果であると感じた。動画視聴のメリットについては、「さぼらなくなる」を選んだ生徒が多いことから、生徒にとっては「YouTube の動画を見るだけ」でよいということが、予習の敷居を低くしていることが分かる。

I C Tを活用するメリットの一つとして「学習環境の個別最適化」も挙げられる。動画を用いた反転授業を実施することによって、予習でも授業でも、個々の理解度に応じたさまざまな活動につなげやすいと感じた。実施していく中で少しずつ改良を重ねているが、さらなる可能性を探り続けたいと考えている。

イ 取り組みやすい I C Tを活用した授業実践（愛知県立豊野高等学校での実践）

Society5.0 時代を生きていく子どもたちにとって、自ら未来をたくましく切り開いていく主体性や豊かな想像力を身に付けることが求められている。そのために、これまでの教育実践の蓄積に加え、I C Tをうまく活用しながら、学習活動の一層の充実と主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善が求められている。そこで、取り組みやすい I C Tを活用した授業実践を二つ報告する。

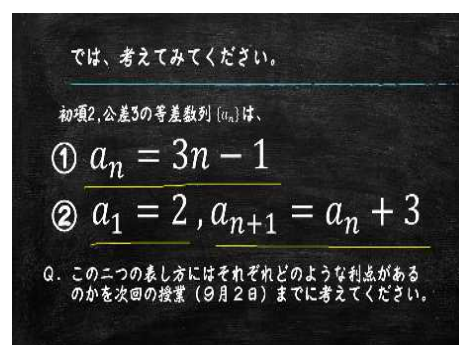
(ア)「生徒の考察活動の促進のための短い動画利用」による反転授業

授業前に各自 3～5 分程度の予習動画を視聴し、動画の最後で提示させた課題について自らの考えをまとめて授業に参加し、授業のはじめの 10 分間で隣の生徒とペアワークを行い、自らまとめた内容を共有する。ペアワークでまとめた内容を教員が指名した数名が発表し、クラス全体で意見を共有する方法で実施した。

使用する予習動画は、毎回少しずつ編集方法を変え、生徒の理解度、その後のグループワークの状況等を調査した。初回の動画はプレゼンテーションソフトを活用し、アニメーションを組み合わせて動画を作成した(資料 21)。生徒アンケートの結果では、ほとんどの生徒が「とても見やすく声も聞き取りやすくて分かりやすかった」と回答したが、この方法では 5 分程度の動画を作成するのに、構成を練るところから実際に編集をするまで全てで 2～3 時間ほどの時間がかかるというのが課題であった。

そこで、第 2 回からは白紙にサインペンで書きながら説明を進

【資料 21 初回の動画】



める方法へ変えた（資料 22）。第 2 回以降は作成時間も 1 時間以内で作ることができた。生徒アンケートの結果も第 1 回と変わらない評価であり，黒，赤，青のサインペンを使うことで見やすかったという意見が多かった。

授業内で内容理解が難しい生徒が何度も動画を視聴できることや，一斉指導ではなかなか質問できない生徒がペアワークで質問することができ理解を深めることができるなど，個に応じた深い学びにつなげることができた。また，動画を作成する際にも時間をかけ手の込んだものを作成しなくても，白紙にサインペンで書きながら説明をするという簡単な方法でも効果的であることが分かった。

（イ）ICTを活用した「ノート指導」による思考力・表現力の育成

問題演習の際，机間指導をしながら検討に使えるような考え方をしている生徒のノートをタブレットで撮影し，黒板に投影した。その考え方や解答，途中式の書き方について皆で話し合い理解を深めていく活動をした（資料 23）。

問題集の解説や普通の授業では扱わない別解，途中式には欠かせない条件などを自分たちで見つけていくことで，主体的かつ対話的に問題解決が行えており，ふだんの解説を聞くだけの授業と比較して，生徒たちが深く思考する姿が印象的であった。

この取組に対し，「3 年生の演習型の授業では使いやすい方法ではあるものの，公式の証明や例題の説明から練習問題を解いていく授業方法では使いにくいのではないか」という他の先生からの指摘もあった。

今回の実践を数学科会で報告したことで，一部の教員が ICT を活用した授業を計画し始めたことは，大きな成果だと感じている。

今回の二つの実践を通して，授業に ICT を取り入れることが効果的であったことを強く実感した。しかし，教員によっては，授業内で日常的に ICT を活用していくことに大きな負担を感じており，足並みを揃えて始めることが難しいということも，今回浮き彫りとなった。今後も，引き続き ICT の活用方法や，主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業研究を進めていくとともに，数学科会等でも継続して授業実践の報告をし，先生方の意識を少しずつ変えていけるようにしていきたいと思っている。

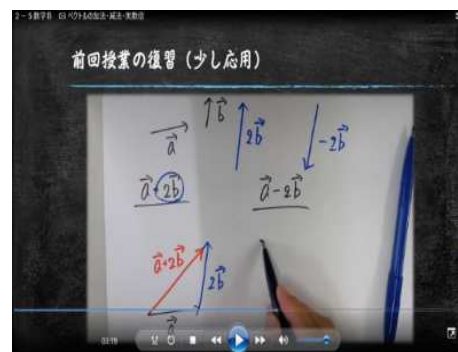
ウ さまざまな ICT 利用のヒントについて

ここでは，ICT を活用するためのヒントについてまとめた。

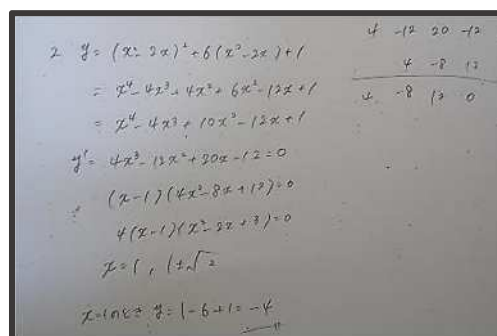
（ア）予習動画の作成方法について

予習動画については，パワーポイントのスライドショーの記録や，画面録画機能を利用することで容易に作成ができる。また，Xbox Game Bar の画面録画機能を利用して作成することもできる（Windows キー＋G で開くことができる）。画面録画機能を用いた動画作成の利点として，スケッチパッド等に直接書き込みながら音声を入れることができるため，それほど手間がかからないことが挙げられる。ま

【資料 22 2 回目以降の動画】



【資料 23 活動の様子】



た、画面録画機能を用いて、GRAPES 等の操作をすることで、生徒が何度も条件に合わせた動きを確認することができることも利点である。

(イ) ICTを活用した学習支援の方法について

Google Classroom を用いて、生徒へ学習課題を提示することを行うと同時に、収集も行うことができる。問題付きの動画では、生徒がノートに取り組んだ解答の画像を Google Classroom 上にアップさせて、解答の点検を行い、必要に応じてコメント付きで返却する。このことで、双方向の学習を実現することができた(資料 24)。

【資料 24 Google Classroom を用いた解答収集の様子】

本校では、休校中GoogleClassroom上にYouTubeの動画をアップして課題として配信した。

問題付の動画では、生徒がノートに取り組んだ解答の画像を、Google Classroom上にUPさせる。

解法のまとめをする際に、生徒の答案画像を用いて説明を行う。その際、記述の仕方についてもフィードバックを行い、普段のノート作りに活かせるよう指導を行う。

(ウ) ジグソー法と反転授業の実践例について

反転授業とジグソー法を組み合わせた事例を紹介する。反転授業と組み合わせることにより、授業時間内でより生徒が考え、自らの意見を表現する時間を作ることができる。

<予習動画による説明>

(例題) 点 (3, 1) を通り、円 $x^2 + y^2 = 2$ に接する直線の方程式と、そのときの接点の座標を求めよ。

上記の問題について、以下の解き方で問題を解いてみよう (動画にて解き方の要点を確認)。

【解法 1】円の接線の公式を利用

【解法 2】接線の傾きを m として式を作り、判別式を利用

【解法 3】接線の傾きを m として式を作り、点と直線の距離の公式を利用

<導入> 解法 1～3 に分かれて班をつくり、解法の確認を行う。1 班 5 人～6 人が目安。

<展開> 班のメンバー二人が別の解法で解いた班の場所に行き、その解法の説明を受ける。

※残ったメンバーが、自分の班に来た生徒に教える。

解法の説明を受けた生徒が、自分の班に持ち帰り共有する。

(エ) ロイロノートの活用について

ロイロノートでできることは様々あるが、その中でも操作が簡単で、授業でも利用しやすい機能が

以下の3つである。

- | | | |
|-----------------|--------|-------------|
| 1 マルチメディアカードの作成 | 2 共有機能 | 3 テストカードの作成 |
|-----------------|--------|-------------|

1 マルチメディアカード



- | | |
|--------|---|
| ① テキスト | 自由に文章を作成できるカード |
| ② カメラ | 写真や動画を撮って、使用することができるカード |
| ③ ファイル | 「PDF」や「JPEG」をそのままカードにすることができる。
パワーポイントなどはPDFに変換してから、生徒に送ることもできる。 |

2 解答共有 提出箱に入れたものは、クラス間共有が可能

ノートをカメラで撮影し共有

ある問題を2パターンの解法で解き、意見を共有

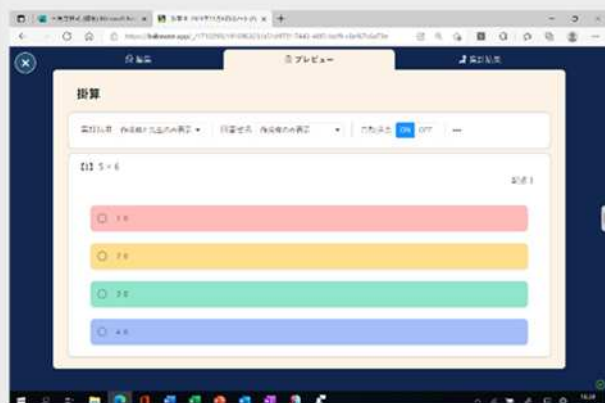
The image shows a handwritten math problem and solution on a notebook page. The problem involves finding the range of x for a quadratic equation. The solution shows two different methods: one using the discriminant and another using the vertex formula. The final answer is $-5 < x < 5$.

終了	編集	共有	随時配信
dとr 計算がしやすい	r=dの方が少ない式で答えを求められるから。	判別式の方 理由 手順多いけどやりやすい し頭が混んがらない	

各々の意見を一人ずつ発表したり、解いた問題をわざわざ黒板に書いたりしなくても、提出箱に入れたものは共有が可能。

3 テストカード

自動採点付テスト



即時集計可能



確認テストなどに利用すると便利。回答終了次第、自動採点だけでなく、誰がどの答えを選んだのかも即時に集計するので、アンケートとしても利用できる。しかし、分数や記号が入力できないので、そのような場合は Forms と連携してもよい。

学習の効果を上げる機能は、他にも多くあるが、内容に応じて精選しないと、授業のポイントがずれてしまい、逆に効果が下がることもあるので注意が必要である。しかし、使ってみないと分からないことが多いというのも事実であり、使うタイミングを状況に応じて考えながら、積極的に利用したい。

5 研究のまとめと今後の課題

今回は、「主体的・対話的で深い学び」の実現のための方策として、授業改善のための授業研究の進め方やICTの活用方法、さらには観点別学習状況の評価の進め方について研究した。この研究成果をどのように周知徹底していくかが今後の課題であると感じている。また、授業研究会については今後も継続して行い、授業の見方や生徒の見取り方について広く共有し、先生方が授業力を磨いていけるよう取組を進めていきたいと思っている。