数学科

教科領域別研究テーマ

【数学的な見方・考え方を働かせて
問題発見・解決する生徒が育つ授業の展開】



数学科

数学的な見方・考え方を働かせて問題発見・解決する生徒が育つ授業の展開

実践者　宇都宮憲二，冨永　剛志，山本　泰久
愛媛大学研究パートナー　河村　泰之，觀音　幸雄，吉村　直道

第１章　はじめに

数学は，問題を発見して解決し，それらを振り返りながら，更に考え続けることで発展していく学びである。こうした学びによって得られた知識そのものにも価値があるが，知識を獲得するまでのプロセスも重要である。この数学的な問題発見・解決のプロセスを生徒が目的意識を持って遂行できるようになることは，新たな問題解決の有効な手掛かりとなり，新たな問題の発見につながるとともに，新たな知識の獲得を促す源となる。本校数学科では，数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して，生徒が問題発見・解決するプロセスを自立的，協働的に遂行する生徒が育つ授業の在り方を検討することを研究テーマとし，実践研究を積み重ねてきた。このテーマを実現することが，生徒の数学的に考える資質・能力を育成するとともに，本校研究主題の具現化につながると考える。

研究最終年次である本年次は，これまでの研究成果に立脚しながら，数学科３名がそれぞれの視点で研究テーマを設定し，数学的な見方・考え方を働かせて問題発見・解決する生徒が育つ授業を構想し実践した。それぞれの取組の概要を以下に述べる。

その１「既習の知識や技能を活用し，課題解決ができる生徒の育成」　宇都宮　憲二

本研究では，身に付けた知識や技能を関連付けたり，発揮させたりしながら，日常や身の回りの事象を数学的に解釈して，問題解決のできる生徒を目指す。第１学年「方程式」において，ソーシャルディスタンスを意識した座席間隔を，方程式を用いて解決する授業を実践した。授業後には，さらに複雑に条件を変えたパフォーマンス課題を実施した。既習の知識や技能，経験を生かし，さらによりよい方法を見いだし，問題解決に活用していく生徒の育成を目指した。

その２「既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をつなぐ学習展開の工夫」　冨永　剛志

本研究では，多様な観点から事象を捉えて問題の本質を見抜き，数学的な見方・考え方をよりよく働かせて問題発見・解決する生徒の姿を目指した。第３学年「関数 $y=ax^2$」において，事象を既習の数学と「みなす」活動に視点を当て，題材，他者，自分自身を既有の知識や経験，数学的な見方・考え方でつなぐ学習展開の工夫を行った。また，パフォーマンス課題を設定し，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をもとに，問題をよりよく解決していく学びに迫った。

その３「生徒が主体的に『数学する』学びを実現する指導の工夫」　山本　泰久

本研究では，生徒が数学的に問題発見・解決するプロセスを主体的に遂行し，それらを振り返って評価・改善しながら新たな価値を創造していく姿を，「数学する」と捉えた。第３学年「関数 $y=ax^2$」において，振り子の長さと周期の関係を関数 $y=ax^2$ とみなし，それらの関係を基に問題解決する方法を検討する授業を実践した。情報活用能力を駆使することによりアップデートされた「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを通して，生徒が「数学する」学びの実現に迫った。

意味無保存

研究(その1)

既習の知識や技能を活用し，課題解決ができる生徒の育成
ー活用する力を見取るパフォーマンス課題を通してー

（実践者）宇都宮憲二

1　研究テーマ設定の理由

今年度より中学校で全面実施される学習指導要領は，生徒たちが学んだ知識や技能をどのように活用して，いかに発揮していくかが大きなポイントとなっている。生徒たちは，身に付けた知識（概念）を活用したり，身に付けた思考力を発揮させたりしながら，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ながら思いや考えを基に創造したりすることに向わなければならない。しかし，本校の生徒の実態を考えると，基礎的な知識・技能はある程度高い水準で身に付けられているが，日常や身の回りの事象を数学的に解釈して，学んだ知識や技能を関連付け，思考したり表現したりすることは十分でない状況だと言える。そこで，「既習事項をどのように適用すればよいか構想を立て実践する力」「解決した結果を振り返り，更に発展させて課題解決する力」「日常や身の回りの事象を数学と関連付けて考える力」「課題解決に向けて思考する過程で，自分の考えを記述したり説明したりする力」などの力を身に付けさせる必要があると考えた。これは，予測困難な将来を見通し，よりよい社会を創るために必要な力であり，こうした学びを通じて，持続可能な社会に貢献する実践者としての資質・能力が徐々に高まっていくと考える。また，「数学的な見方・考え方」を働かせながら，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，それらを統合することで，生徒の思考・態度が変容し，「深い学び」へと発展していく。以上の理由から本研究テーマを設定した。

2　研究の内容及び方法

(1) 活用問題に向けて必要となる知識・技能のまとめ

「利用」の学習に入る前に，これまで身に付けた知識・技能や大切だと判断する問題(解き方)をまとめさせたり，整理させたりした。「数学と日常を関連付けたり，数学で考えたことを日常に戻したりする場面」「数学的な根拠を基に筋道立てて考えを説明する場面」「その他の場面」の三つの場面に分けてまとめさせるよう，教師はフォーマットを作成した。そして，完成したフォーマットを活用させながら利用の学習を進めさせていった。

(2) 活用する力を高めるパフォーマンス課題の実施

全学年の全単元末，総括的評価として，活用する力を見取るパフォーマンス課題を位置付け，レポートを作成させた。課題の開発については，日常生活や社会の事象を取り入れ，これまでに習得した知識や技能を生かし，統合的・発展的に考えられるよう工夫した。評価については，生きて働く「知識及び技能」，未知の状況にも対応できる「思考力，判断力，表現力」，学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力，人間性」の三つの資質・能力を的確に見取るため，次の工夫を行った。

知識・技能	課題解決するために使った知識や技能，方法知などをかかせた。
思考・判断・表現	レポートの記述だけでなく，その説明をスピーチさせた。
主体的に学習に取り組む態度	自己調整の過程を【見通し】【調整】【振り返り】の三つ分類して自己評価させた。

3　研究の実際（単元名：１年生方程式）

(1) 活用問題に向けて必要となる知識・技能のまとめ

単元末の活用問題に入る前に，これまで学習した知識や技能などの既習事項をまとめさせるため，以下に示す「活用・パフォーマンス課題に向けて大切な知識・技能」（以下，「活用に向けたフォーマット」と表記する）をロイロノートを使って生徒に作成させた。あらかじめ，教師が単元の各授業の板書の写真を貼ったフォーマットを作成し，生徒はそのフォーマットに板書写真の必要な部分を自由に切り取り，カードにして関連付けたり，必要事項などを書き加えたりしながら，次の①～③の三つの場面でまとめさせた。（図１）

①「数学と日常を関連付けたり，数学で考えたことを日常に戻したりする場面」
②「数学的な根拠を基に筋道を立てて考えを説明する場面」
③「その他の場面」

活用の授業の始めには，２分程度の時間をとり，このフォーマットを確認する時間を設けるようにして，生徒に意識付けを行った。



図１　生徒が作成した「活用に向けたフォーマット」

(2) 授業の実際

本授業は，合唱コンクールの実行委員が運営を行うときに考えなければならない現実場面である。コロナ禍において，三密を防ぐために，学校生活のいろいろな場面でもソーシャルディスタンスが求められている。活用問題を苦手にしている生徒は，学習の成果や自身が身に付けた力を的確に捉えることができにくい。そのため，生徒が既習事項を活用して問題解決できるように，生徒に問題や式などの背景にある関係や構造を十分に理解させ，その関係や構造を基に何ができるか，他の見方や考え方はないかを授業の中に取り入れ，考えさせることにした。

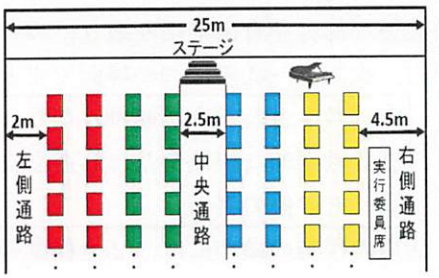
ア　主題

ソーシャルディスタンスを意識した座席配置にするには

イ　ねらい

事象の中の数量の関係に着目し，方程式を利用して課題解決ができたり，解を吟味できたりすることで，方程式を用いて解決することのよさを知り，今後の課題解決に生かそうとする。

ウ　展開

学習活動(形態)	時間	○教師の働きかけ　・生徒の反応	○指導の工夫 ◎評価規準(評価方法)
1　既習事項の確認をした。 (個人)	2	○方程式の単元で学習した「活用に向けて大切な知識・技能」を振り返ろう。	○これまでの既習事項で大切な知識や技能を事前にまとめさせた。
2　問題をつかんだ。(全体)	2	合唱コンクール実行委員会では，合唱コンクールに向けて，体育館にいす(横幅50cm)を並べることにしソーシャルディスタンスを意識し，図のように，いすどうしの横の間隔をすべて同じにして並べるとき，その間隔はどれくらいにすればよいか。  	
3　解決の見通しを立てた。 (個人) ↓ (ペア)	6	○解決の見通しを立てよう。 ・全体の横幅から通路やいすの横幅をひいて考えればよい。 ・いすどうしの横の間隔をxmとして方程式をつくればよい。	○数量や図形の性質を見い　だし，効率的に解決させ　るため，ＩＣＴを活用し，　図形を操作させた。
4　課題を解決した。(個人) ↓ (全体)	8	(解)いすどうしの横の間隔をxmとする。 $6x+2+2.5+4.5+0.5\times 8=25$ $6x+13=25$ $6x=12$　$x=2$とすると，これは問題 $x=2$　に適している。(答え)　2m	◎方程式を立式して解決できたか。(知：ロイロ)
5　方程式の解を場面に戻して吟味した。 (全体)	2	○いすどうしの横の間隔を２mにして合唱コンクールを行った場合に，運営上，問題点はないだろうか。 ・２mの間隔はさすがに広すぎる。 ・縦に座席がどんどん伸びでしまい，ステージから遠くなり，合唱が聴きにくい。	○方程式の解が問題に適しているかを判断する力を高めるために，求めた解を現実の場面に戻して吟味させた。
6　学習課題をつかんだ。 (グループ)	20	ソーシャルディスタンスや合唱の聴きやすさ，見やすさを意識した座席間隔を考えよう。 ・列の数をもう少し増やしてみる。 ・中央通路や実行委員席をなくして，列をさらに増やしてみる。 ・いすを市松模様のように並べてみる。	○方程式を活用して問題解決するよさを味合わせるため，いろいろと座席配置を工夫させた。
7　グループの考えを共有した。　(全体)	5	○それぞれのグループで考えた座席配置をみんなで共有し合おう。	○自分たちの考えと他者の考えを比較させるため，全体共有した。
8　本時の振り返りを行った。 (ペア) ↓ (全体)	5	○今日の授業で，どんな発見があったか。今後に生かせそうなことはあったか。 ・方程式を使うと，未知数を簡単に，効率的に求めることができる。 ・日常生活の問題では，その場面をよく考えた上で，解を吟味しなければならない。	○論理的な表現力を高めるため，問答ゲームの手法を取り入れた。 ◎今後も問題課題の場面において，方程式を活用しようとしているか。 (態：ロイロ，発表)

エ　既有の知識や経験から数学的な見方・考え方を引き出し，生徒の活用する力の育成の実現に向けた指導の工夫

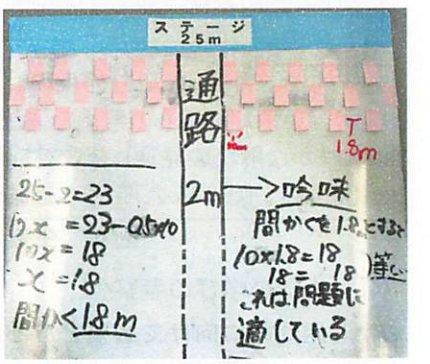
方程式を用いて課題解決に生かす【授業前半部分】



ICT機器を活用し，問題の場面を図形として捉えさせ，数量の関係をはっきりさせることで，すべての生徒が方程式を立式できることを目指した。また，方程式で考えることのよさを全体で確認することにより，今後も生活の中で未知数を求める場面では，方程式を使って問題解決しようとする態度を身に付けさせたいと考えた。さらに，導き出した解が本当に適切かどうかを批判的に考えさせることを授業の中では重要なポイントに位置付けた。方程式の解はあくまで数学的なモデルにおける数学的な処理の結果に過ぎず，これが必ず現実の問題の答えになるとは限らない。そのため，実際の解が問題にあわない場面にふれ，その必要性をしっかりと理解させることが大切であると考えた。

日常の事象の中で方程式を活用する【授業後半の場面】



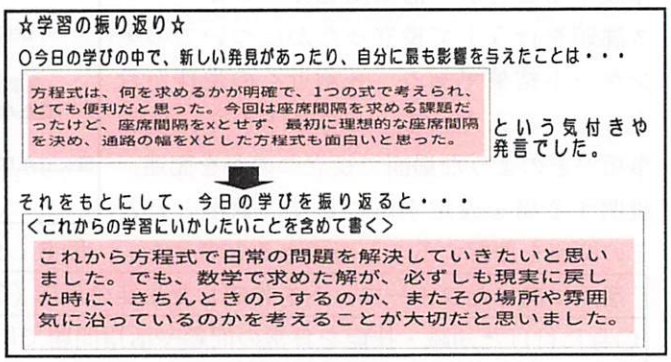


「ソーシャルディスタンスや合唱の聴きやすさ，見やすさを意識した座席間隔を考えよう」と学習課題を設定し，グループでの協働的な学習の中で，最適な座席配置を考えさせた（図２）。付箋紙を座席に見立て，操作活動を取り入れながら，座席配置の構想を行わせた。生徒たちは，方程式を活用して問題題解決するプロセスや解決に向けての見通しについて，既有の知識や経験と学んだことをつなげて考えていた。これらの学習の中で，身の回りの事象を多様な考え方で考察しようとする態度や方程式を利用して筋道を立てて考える数学的な問題解決能力を高めることを目指した。また，グループで作成した座席配置をロイロノートで全体に共有させることで，他者の考えのよさを受け入れたり，比較・検討させたりしながら，自分の考えを更によいものへと修正させ，単元末に行うパフォーマンス課題につなげていくことができた。

図２　座席配置図

学習の振り返り【授業終末】

授業の終末では，まず個人で振り返りシートを書かせ（図３），その後，全体で数名に発表をさせた。授業の中での発見を基に，学習の振り返りをさせた。生徒の感想の中には，方程式を活用して考えることのよさや今後も方程式を活用して問題解決していこうとする態度の変容が書かれてあった。


☆学習の振り返り☆

○今日の学びの中で、新しい発見があったり、自分に最も影響を与えたことは・・・

方程式は、何を求めるかが明確で、1つの式で考えられ、とても便利だと思った。今回は座席間隔を求める課題だったけど、座席間隔をxとせず、最初に理想的な座席間隔を決め、通路の幅をXとした方程式も面白いと思った。

という気付きや発言でした。

それをもとにして、今日の学びを振り返ると・・・

<これからの学習にいかしたいことを含めて書く>

これから方程式で日常の問題を解決していきたいと思いました。でも、数学で求めた解が、必ずしも現実に戻した時に、きちんときのうするのか、またその場所や雰囲気に沿っているのかを考えることが大切だと思いました。

図３　振り返りの記述

(3) 活用力を高めるパフォーマンス評価の実施

１年生方程式の単元終了時には，上記の授業の条件を更に詳しくしたパフォーマンス課題を課し，達成状況を見取ることにした。生徒は，授業で学んだ経験や既習した知識や技能を使いながら，まず各自の目的(コンセプト)を考え，その後レポートを作成していた（図４）。３観点を評

価できるよう工夫し，特に「主体的に学習に取り組む態度」の観点では，「自己調整」の過程を下記の①～③のように分類し，評価に生かしていくことにした。

①【見通し】解決の見通しを立てたり，手順を記述したりする。（レポートをかく前）
②【調整】①を調整しながら粘り強く取り組んだことを記述する。（レポートをかく途中）
③【振り返り】①②より，次につながるよう振り返りを記述する。（レポートをかいた後）

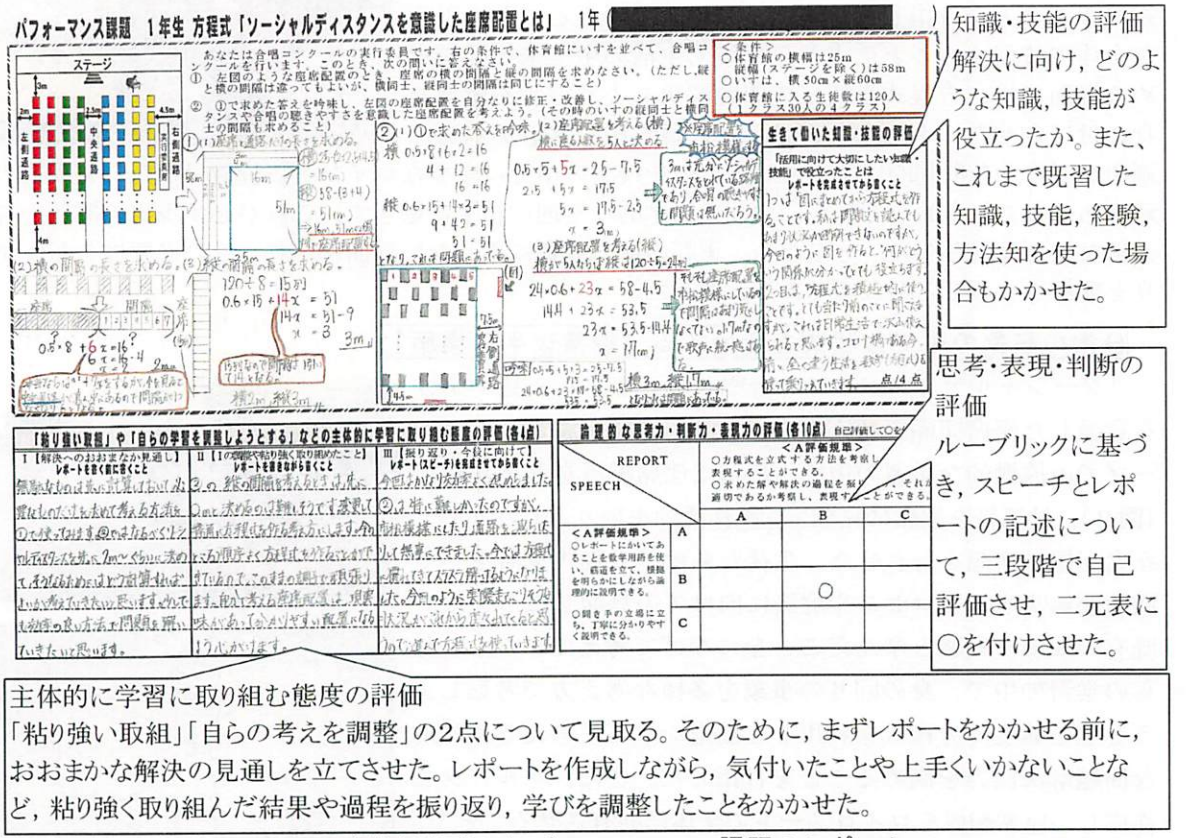


図４　生徒が作成したパフォーマンス課題のレポート

(4)　生徒の学びの考察

ア 活用問題に向けて必要となる知識・技能のまとめ

図５は，「活用に向けたフォーマット」を作成することが，活用問題やパフォーマンス課題を行う上で役立ったかについてのアンケート結果である。８割近くの生徒が役立ったと答えている。このことから，既習事項がどのような場面で役立つのかを記述，説明する場を設定することで，数学と日常との関連を理解することができると考えた。

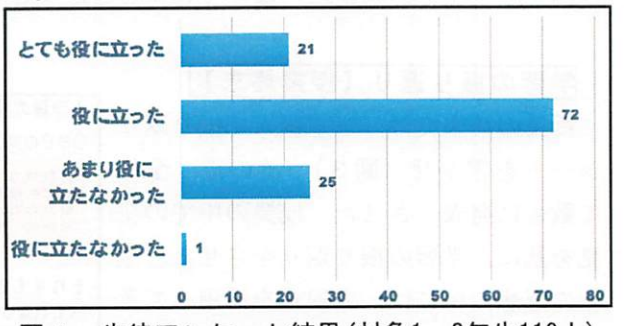


図５　生徒アンケート結果（対象1，2年生119人）

活用に向けたフォーマットを作成した生徒の反応（○役立った理由　●役立たなかった理由）

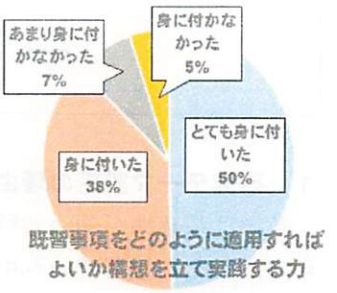
○身に付けた知識・技能を日常の問題や活用問題で使いこなしたい気持ちが高くなった。
○考えの根拠を示すときに，数学用語を使ってより説得力のある説明が書けるようになった。
○解決の構想を練っていくとき，どのように筋道を立てるとよいかが一目で分かった。
○自分に何が身に付いたかが確認できたし，まとめることで新しい発見もあった。
●ノートには大切な要点や問題の解き方がかいてあるので，ノートの方が分かりやすい。

イ　活用力を高めるパフォーマンス評価の実施

図６は，パフォーマンス課題を行うことでどのような力を身に付けることができたかについて生徒アンケートの結果（対象１，２年生119人）である。次の三つの項目で考察した。

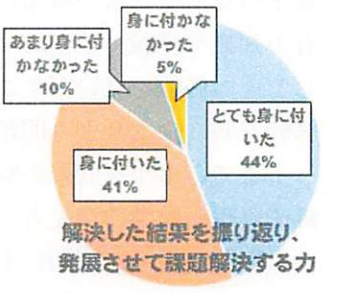
既習事項をどのように適用すればよいか構想を立て実践する力

レポートをかかせる前に，どのような構想でレポートを作成すればよいか，また，どのような知識・技能が使えそうかと見通しを立てさせた。生徒は「活用に向けたフォーマット」を使いながら，身に付けた知識・技能を新たな課題に活用し，構想を立て，評価改善しながら記述・説明したり，学んだことを生かしたりできた。



解決した結果を振り返り，更に発展させて課題解決する力

どの単元のパフォーマンス課題でも，前半では，日常の事象を解決する問題，後半では，解決したことを振り返り，新たな問いを生み出し，発展的に解決していくような問題構成にしている。前半で解決した考えを生かしたり，修正したりしながら，問題解決することで，活用することの有用性や必要性を実感できるようになった。しかし，前半と関連付けて，発展的に後半を考えていくことにつまずきが見られる生徒がいた。



課題解決に向けて思考する過程で，自分の考えを説明する力

パフォーマンス評価は，レポートとスピーチの両方で評価している。スピーチでは，レポートにかいてあることを数学用語を使い，筋道を立て，根拠を明らかにしながら論理的に説明したり，聞き手の立場に立ち，丁寧に分かりやすく説明したりすることができようになってきた。しかし，数学的表現が十分でない生徒がいるため，その手立てを考えていく必要がある。

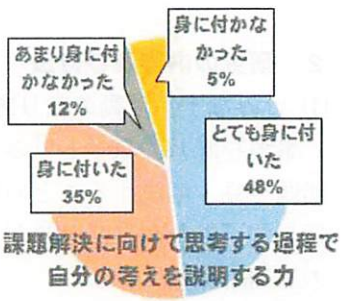


図６　生徒アンケート結果

４　成果と課題

研究の視点		成果と課題（○成果　●課題）
(1)	活用問題に向けて必要となる知識・技能のまとめ	○授業の中で身に付けた考えがどのような場面で役立つのかをまとめることで，数学と日常生活との関連を理解することができた。 ●身の回りの事象と数学との関連は理解できても，端的に表現し，まとめることが十分でない生徒がいた。
(2)	活用力を高めパフォーマンス課題の実施	○考えを発展させたり，条件を変えたりする課題を設定することで，身に付けた力を生かし，試行錯誤しながら課題解決する生徒の姿が見られた。 ○主体的に学習に取り組む態度（自己調整）を三つの過程に分類したことで，よりよい解決に向けた考えの変容を見取ることができた。 ●生徒の実態に応じた質の高いルーブリックの作成はどうあるべきか。

参考文献

・文部科学省（2018）「中学校学習指導要領解説(平成29年告示)数学編」日本文教出版大阪
・西岡加名恵（2016）「資質・能力を育てるパフォーマンス評価」明治図書出版

研究（その２）

既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をつなぐ学習展開の工夫
―「みなす」活動に視点を当てて―

（実践者）冨永　剛志

１　研究テーマ設定の理由

数学は系統性が強い教科である。各単元や授業における数学的に考える力や数学的な見方・考え方は，その学習でのみ用いられるのではなく，その領域や数学全体において統合・発展され，数学の事象や日常の事象における問題解決に活用されるものとなる。単元や授業においては，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方が新しい学習でつながることで確かで豊かになり，活用してその価値を見いだすことで，生徒は以降の学習や生活の場面においても，積み重ねた知識や経験を基に，よりよく問題を解決していくことができる。

そこで，事象を既習の数学と「みなす」活動に視点を当て，題材，他者，自分自身を既有の知識や経験，数学的な見方・考え方でつなぐ学習展開の工夫を積み重ねていくことで，多様な観点から事象を捉えて問題の本質を見抜き，数学的な見方・考え方を働かせて問題発見・解決する生徒が育つと考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1) 「みなす」活動の在り方の研究と展開の工夫

事象を既習の数学と「みなす」ことは，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方を生かして問題発見・解決することの中核をなす。そこで，新学習指導要領や各種文献を基に，教材研究を通して「みなす」活動の在り方について追究する。また，実践を通して効果的な「みなす」授業の展開を探る。

(2) 既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をつなぐ対話や振り返りの工夫

事象にひそむ問題やその解決を数学を通して「みなす」ために，題材，他者，自分自身を既有の知識や経験でつなぐ授業展開を工夫する。また，問題発見や解決を通して「みなした」ことを振り返り，学びを題材・他者・自分自身とつなぎ直す。そのために，これまで積み重ねてきた言語技術を生かした対話と振り返りを工夫する。

３　研究の実際

(1) 指導の工夫

ア「みなす」活動の在り方の研究と展開の工夫

みなすことには二つの意味があると考える。一つ目は，事象の要素や条件に着目して，既習の数学の内容や解決方法に当てはめてみることである。これは，学習指導要領にも示されているとおり，数学的な見方・考え方を働かせて問題を解決する中核をなす。二つ目は，学習者（生徒）の意思決定である。現実の問題解決の場面では，値が正確でなかったり，要素や条件が一つでなかったりするなど，数学の厳密性を当てはめると解決が難しい場合がある。しかし，その状況の中で，自分が「そう考えると問題が解決できる」と判断し，問題を解決したり，状況を解釈したりすることは，数学の学習のみならずこれからの社会を生きていくための重要な力となる。

では，この二つの「みなす」ことを可能にする課題は何か。それは，リアルな状況の中で自らが持っている知識や経験を使いこなすような課題「パフォーマンス課題」である。今回の研究で

は，単元ごとにパフォーマンス課題を設定し，生徒が既有の知識や経験，数学的な見方・考え方を働かせて問題解決に迫ることをねらった。

イ　既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をつなぐ対話や振り返りの工夫

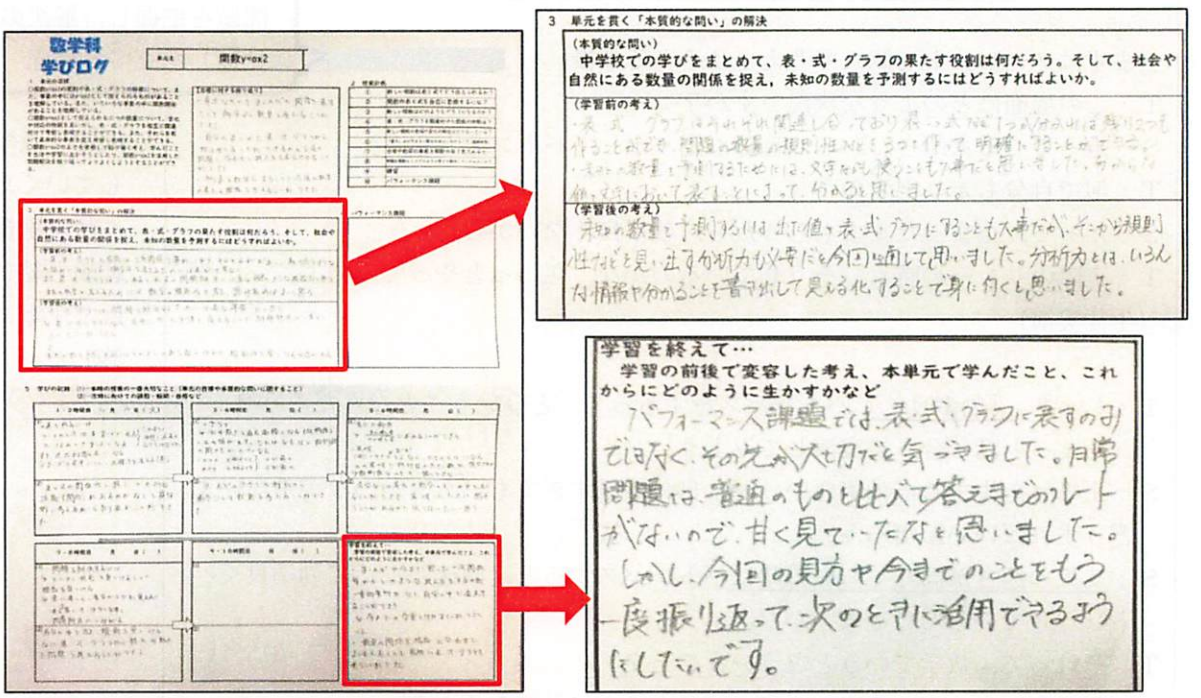
みなすことを，問題解決の過程の視点から捉えると，二つの場面が考えられる。一つ目は，事象を数学化する場面である。二つ目は，数学の解を事象に照らし合わせる場面である。

本校では，自分の主張を論理的に思考し表現することをねらって，言語技術教育を進めている。数学科の学習においても，要素や条件を明確にして問題解決に迫るために，問答を行っていくことが重要であると考える。

そこで，それぞれの場面において，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をつなぎ，生徒の意思決定を促す展開を，生徒との問答を軸にして次のように構成した。

事象を数学の舞台に上げる場面	数学の解を事象に照らし合わせる場面
○この場面はどういう状況なのですか？ ※６Ｗ１Ｈに基づく問答を行う （５Ｗ１Ｈ＋目的） ○今までにこんな経験はありましたか？ ○何が問題なのですか？何を（解決）すればいいのですか？ ○どうすればそれを解決できますか？ ○数学でいうと，どういうことなのですか？	○この解は，問題のどういう状況を表しているのですか？ ○本当にそういえるのですか？ 実際に行ってみると，どうなるのですか？ ○この解から，問題を解決するために（実際の状況では）どうすればよいですか。

また，授業の振り返りにおいては，単元を通して自らの学習を振り返ることができるように，OPP シート「**学びログ**」（**資料１**）を作成し，記録させた。学びログの構成では，教科の本質に迫る問い「**本質的な問い**」について，学習前と学習後にそれぞれ答えること，時間のまとまりごとの振り返りにおいて，どのように問題を捉えたり解決したりすることで，よりよく問題解決することができたかという視点で振り返り，単元終了後にそれらをまとめて振り返らせることを重視した。そうすることで生徒の既有の知識や経験，数学的な見方・考え方がつながり，統合されていくとともに，解決のよさを実感しながら，自ら問題解決していくことをねらった。



資料１　生徒の「学びログ」

⑵ 指導の実際

ア　単元名

関数 $y=ax^2$（第３学年）

イ　重点目標

＜本質的な問い＞

中学校での学びをまとめて，表・式・グラフの果たす役割は何だろう。そして，社会や自然にある数量の関係を捉え，未知の数量を予測するにはどうすればよいか。

＜永続的な理解＞

表・式・グラフの果たす役割は，二つの数量関係について，具体的な値を求めたり，そのしくみを表し処理したり，一目で変化や対応が分かるように「見える化」したりすることであり，その中から定数（変わらないしくみ）を見いだすことである。そして，社会や自然にある数量の関係を捉え，未知の数量を予測するには，表・式・グラフを関連付けて二つの数量から関数関係を見いだしてしくみを解き明かしていくことが重要である。

⑶ 授業の実際

ア　主題

リレーのバトンパスを成功させよう【パフォーマンス課題】

イ　展開（問題を把握し解決の見通しを立てる場面と，解を状況に照らし合わせる場面を抜粋）

T 教師の働きかけ　S 生徒の反応	○指導の工夫◇評価
パフォーマンス課題「リレーのバトンパスを成功させよう！」 あなたはリレーの選手です。第１走の太郎さんからバトンをもらって走ります。できるだけ効率良くバトンパスをするために，あなたはどのようなタイミングで走り出せばよいですか。グラフや式，表，図などを活用して説明しましょう。 下の表はあなたがスタートしてから３秒後までに進んだ距離を，0.5 秒ごとに測定したものです。また，太郎さんは秒速６mの一定の速さで走ってきます。	
【表】 x（秒）｜0｜0.5｜1｜1.5｜2｜2.5｜3 y（m）｜0｜0.5｜2.0｜4.5｜8.0｜12.5｜18.0	
（まずはノーヒントで個人で考えさせる。その後） T：この場面はどのような状況ですか？ S：走ってくる太郎さんから，自分も走り出してバトンをもらう。 T：何で自分も走り出すの？ S：だって，止まったままもらったら，効率良くないから。 T：実際のリレーの時も，そうしているのかな。ちょっとやってみてよ。 （生徒実演） T：じゃあ，「効率良く」バトンパスをするって，どういうことなんだろう？ ちょっと話し合って実演してみよう。 S：止まったままじゃ効率悪いけど，自分が早すぎてもバトンがつながらないよ。どうすればいいんだろう。 S：二人の速さが同じくらいの時にバトンパスすると，減速しなくて効率良くバトンパスできるんじゃないかな。 T：それって，数学でいうとどういうこと？ S：わたしの走っている表の中で，速さが６m／秒になるとき S：グラフで，傾きが６になるときで，ちょうど二人のグラフが交わるとき	問題を把握し，解決の見通しを立てる場面 ○問題を数学化していくために状況把握を経験と結び付けて丁寧に問答した。

T：それは，どういうふうに捉えたり考えたり表現すると，自分も相手も納得するかな。工夫して調べてみよう。 ～～【解(1.5 秒後で 4.5mの地点がわたしの速さ 6 m／秒)が出た後】～～ T：その値が出たら，問題解決できたかな。 S：だから，太郎さんが来る 1.5 秒前に走り出せばいい。 T：実際に，そのタイミングでできる？ S：(実演して) できない。1.5 秒前なんて，分からない。 T：じゃあ，いい「タイミング」って，何によって決まるのだろう？ S：(話し合って) 自分のいるところから何m手前に来たらスタートする。 T：それって，自分たちが表現したものの中の，どこに示されているの？ S：太郎さんのグラフの切片だ。→切片の－4.5 より「4.5m 手前」が出る。	◇問題解決に重要な要素を見いだし解決の見通しを立てることができたか。 (観察・ワークシート)

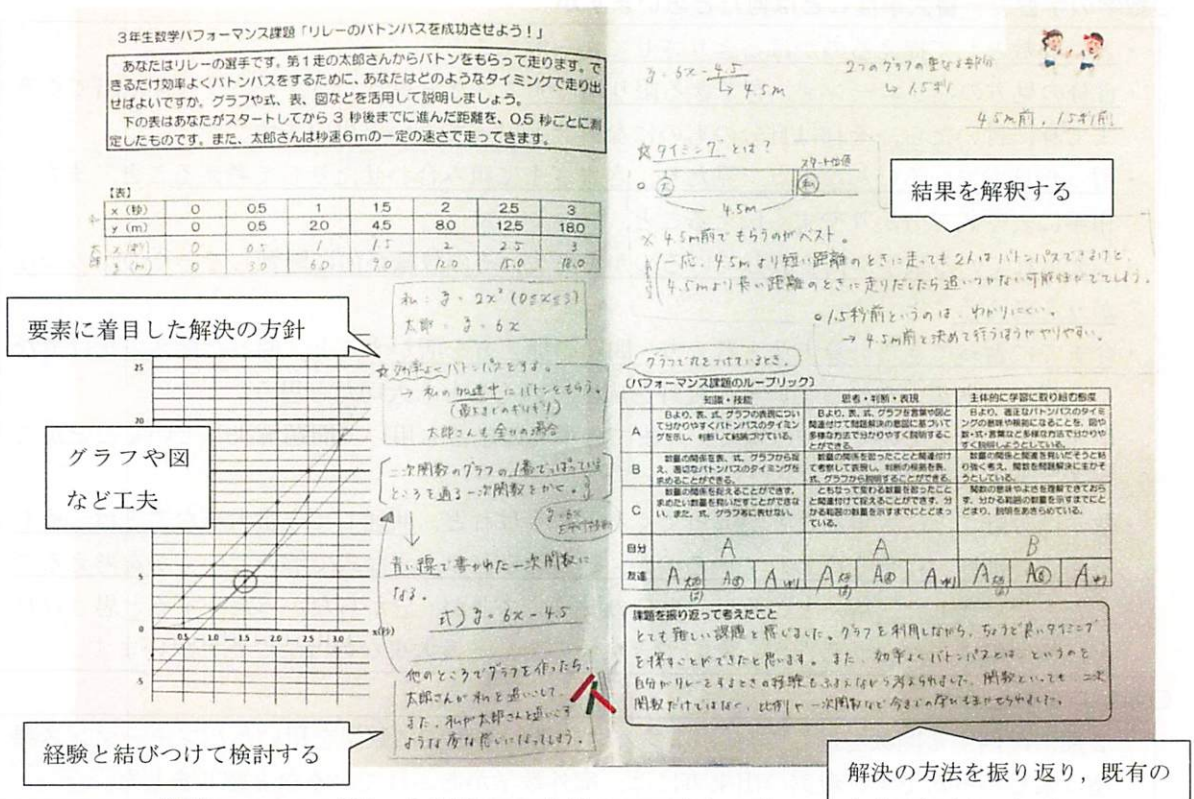
解を状況に照らし合わせる場面

※＿＿＿は，みなすことを促す発問，＿＿＿は，数学とみなしている生徒の反応

(4) 生徒の学びの実際

ア　ルーブリックによる評価（第３学年 64 人対象）と該当人数

評価	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
A	Bより，表，式，グラフを言葉や図と関連付けて問題解決の意図に基づいて多様な方法で分かりやすく説明することができる。　42 人	Bより，適正なバトンパスのタイミングの意味や根拠になることを，図や数・式・言葉など多様な方法で分かりやすく説明しようとしている。　50 人
B	数量の関係を習ったことと関連付けて考察して表現し，判断の根拠を表，式，グラフから説明することができる。　20 人	数量の関係と関連を見いだそうと粘り強く考え，関数を問題解決に生かそうとしている。　12 人
C	ともなって変わる数量を習ったことと関連付けて捉えることができず，分かる範囲の数量を示すまでにとどまっている。　2 人	関数の意味やよさを理解できておらず，分かる範囲の数量を示すまでにとどまり，説明をあきらめている。　2 人



資料２　ルーブリック評価Ａの生徒のワークシート

イ　アンケートや学びログにおける生徒の反応

下の表は，第３学年 64 人に対して，昨年度の５月と今年度の 10 月に実施したアンケートについて比較したものである。（上段は昨年度５月，下段は今年度 10 月　対象集団は同じ）

質問項目	はい	少しはい	少しいいえ	いいえ
ア　問題を解決していくときに，問題の状況や解決の要素を，いろいろな見方で捉えようとしている。	43	21	0	0
	42	22	0	0
イ　問題を解決していくときに，これまでの自分の知識や経験，数学の見方・考え方を用いて問題を捉えようとしている。	52	12	0	0
	47	17	0	0
ウ　問題を解決していくときに，これまでの自分の知識や経験，数学の見方・考え方を用いて他の生徒に伝えようとしている。	31	27	6	0
	32	24	8	0
エ　問題解決から，これまでの自分の知識や経験，数学の見方・考え方を振り返ってこれからの学び方をよりよくしようとしている。	31	27	6	0
	39	22	2	1
オ　問題を解決していくときに，問題がどのような数学として捉えられるか考えようとしている。	30	31	3	0
	42	20	2	0
カ　問題を解決していくときに，これまでの自分の知識や経験，数学の見方・考え方を用いて解決の判断をしていこうとする。	45	18	1	0
	42	21	1	0

アンケートの結果からは，大幅な変容は見られなかった。ア，イ，カについては，肯定的な評価のうち「はい」の割合が減少した分，「少しはい」が増加した。理由記述では，３年生になって学習内容自体が難しくなり，２年生で捉えられていた捉え方だけでは難しくなったという意見が多かった。ウについては，否定的な評価が微増した。事象自体の捉えが難しく，どう説明したらよいか分からないという意見があった。肯定的な評価が増加した項目はオで，事象自体の状況の捉え方や，数学として見るときの見方が分かってきたという意見が多かった。パフォーマンス課題におけるルーブリックの評価においても，９割以上の生徒が要素や根拠を基に説明できていた。

また，アンケートにおける次の項目の内容と学びログの記述から，みなす活動に有効であったと考えられる問題解決の要素を抽出する。

○数学の学習で一番大事なことは何だと思いますか。

・どんな数として捉えるのかはっきりさせてから解くこと。
・自分の見方のバリエーションをできる限り増やすことだと思う。いざというときに出てくるまで身に付いたら，それは自分のものになったといってよいと思います。
・習った見方でいろいろな視点で見たり，さまざまに組み合わせたりして考えること。また，相手に表や式で分かりやすく伝えること。
・与えられている数字が何を表しているのかを考え，その数量が何に影響していくのかのつながりを考えること。
・今までに習ってきた計算方法・考え方・問題の捉え方を活かすこと。偏った捉え方だけでなく，様々な考え方を知っていき，視野を広げていくことも大切だと思う。
・単元ごとに考えていくのではなく，今までの単元の学習も用いて問題解決していくことができることが大切。
・数学は分野ごとに大事なことが違ってくると思うけれど，共通して一番大事なことは，そもそもこの問題では何を問われているのか，そこからどのような式で解いていくかを考えることだと思いました。解くところは，自分の計算ミスとか，分からなかったりすると思うけれど，まず解き方が分からなかったらできないので，一番大事なのはここだと思います。

○学びログの記述から

・２乗に比例する関数を通して，「バトンパス」という現実に数学を用いたパフォーマンス課題は楽しかったです。現実の出来事には，案外数学があふれているなと感じました。

・この単元でまた関数の幅が広がりました。数学は，普段数が基本なので，日常でどこに数学があるか，また，それを活用するにはどの教科と結びつきがあるのか等を調べるのも活用だと思うので，もっと数学が生きてくるところを探したいです。
・今まで習った関数から，どのような捉え方をするのが一番効果的かなど，自分の中で追究することができた。数量の関係を，場面にあわせて良く考えることで，有効に表，式，グラフを使うことができた。

これらのことから，問題の状況を要素や条件で整理し，どのような数学として捉え，問題解決に活かしていくのかを考えることが大切であるという意識や，その学習にとどまらず，以降の学習につなげていくことが大切であるという意識が高まりつつあると考える。

4　成果と課題（○成果 ●課題）

○事象を数学とみなす場面において，生徒の意思決定を促す展開を，生徒との問答を軸にして構成したことは，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方をもとに事象の要素や条件に着目して事象を数理的に捉える上で効果的な方法であるという示唆を得た。
○現実の場面を取り上げ，数学化させるパフォーマンス課題は，既有の知識や経験・数学的な見方・考え方をつないで問題解決する力の育成に有効であった。
○学びログを用いた振り返りは，単元を通して既有の知識や経験・数学的な見方・考え方を結びつけ，確かで豊かにすることに有効であった。
●アンケートでの力の高まりが大きく変容がなかったことや，上位の評価が減少したことについて，生徒の感想等を分析し，より効果のある研究の手立てを開発する。

今後の研究において，課題に挙げた事項や，考察で得たことが本当に効果があるのかについて明らかにしていくことで，生徒がこれから出合うであろう様々な問題について，要素や数学的な見方や考え方を見いだし，解決の方法を修正・改善しながら，身に付けた問題解決の方法を活用して解決していけるようにしたい。

参考文献

・西岡加名恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書
・西岡加名恵（2016）「資質・能力を育てるパフォーマンス評価」明治図書

研究（その３）

生徒が主体的に「数学する」学びを実現する指導の工夫

― 第３学年「関数 $y=ax^2$ 」の学習を通して ―

（実践者）山本　泰久

１　研究テーマ設定の理由

数学的に問題発見・解決する力は，未知の課題や状況に対応するための有効な手掛かりとなるとともに，新たな価値を創造する源となる。数学的に問題発見・解決するプロセスを主体的に遂行し，それらを振り返って評価・改善しながら新たな価値を創造していく姿，即ち「数学する」姿は，本校が目指す実践者の姿でもある。そこで本研究では，生徒が主体的に「数学する」学びを実現するための指導の在り方を，「(1)学習者と題材・他者・内なる自分自身とのつながりを保証する学び」「(2)実践や価値の実感につなげる評価」の二つの視点から検討した。

２　研究の内容及び方法

(1)　「きょうどう（共同・協同・協働）」の精神を発揮する学び合い

本校では2010年よりESD（持続可能な開発のための教育）を軸とした研究を行ってきた。持続可能な社会を支える資質・能力である「自立と共生の力」を育成する有効な手立てが「きょうどう」の精神を発揮する学び合いである（愛媛大学教育学部附属中学校，2015)。「きょうどう」の精神を発揮する学び合いは，主体である学習者と題材・他者・内なる自分自身とをよりよくつなぐとともに，生徒が「数学する」学びの基盤になると考える。しかし，この10年の間に，社会はICT化やグローバル化，AIの普及等により急速に変化してきた。これら社会的変化に応じて，学び合いをアップデートする必要がある。そこで本研究では，三つの「きょうどう」の内，「協同」（目的を果たすために，他者とともに皆で力を合わせながら自分を活かす）に重点的に取り組むこととし，様々な教育活動の中で培ってきた言語技術と情報活用能力を駆使した質の高い学び合いを通して，生徒の「数学する」姿に迫った。

(2)　学びを深めるLOPP（LoiLoNote One Page Portfolio）シートを用いた評価

OPPA（One Page Portfolio Assessment）とは，「教師のねらいとする授業の成果を，学習者が一枚の用紙の中に学習前・中・後の学習履歴を記録し，その全体を学習者自身に自己評価させる方法」（堀，2013）である。本研究では，OPPシートを紙媒体ではなく，**ロイロノート**で作成させた。ロイロノートを活用することの利点は二つある。一つ目は，学校の学びと家庭の学びをシームレスにつなぐことである。ロイロノートは家庭で使用する端末からも使用可能であり，いつでもどこでも学びを振り返ることが可能となる。二つ目は，全ての学習履歴を同期できるところである。授業では，紙のノートとロイロノートを併用するが，ロイロノートに全ての学習履歴を同期させることで，生徒は適宜自分の学習状況を把握したり，単元末に学習全体を振り返って自己評価したりすることができる。また，教師は生徒の学習の成果を的確に捉えて指導の改善に生かすことができる。このように，指導と評価の一体化を図りながら，生徒が自身の学びを振り返り次の学びへ向かっていけるようにすることが，生徒の「数学する」学びを促し支えていくと考える。本実践で用いたLOPPシートは「単元を貫く問い」「単元目標」「学びの記録」「理解確認課題」「Key Concept」「自己評価」から構成されている。「Key Concept」には，その日の授業で学んだことで一番大切だと思うことを簡潔にまとめさせた。

3　研究の実際

(1)　指導の実際（第３学年「関数 $y=ax^2$ 」）

ア　単元目標

○関数 $y=ax^2$ についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに，事象を数学化したり，数学的に解釈したり，数学的に表現・処理したりすることができる。

○関数関係に着目し，その特徴を表，式，グラフを相互に関連付けて考察することができる。

○関数 $y=ax^2$ について，数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え，数学を生活や学習に生かそうとしたり，問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしたり，多様な考えを認め，よりよく問題解決しようとしたりする。

イ　重点目標

＜本質的な問い＞

日常生活や社会の事象などの具体的な場面で関数を活用するにはどうすれば良いか。

＜永続的な理解＞

自然現象や社会現象などの考察においては，具体的な事象の中から二つの数量を取り出し，その変化や対応を表，式，グラフを相互に関連付けながら調べることを通して，関数関係を見いだし考察し表現することが大切である。また，具体的な事象に関する観察や実験などの結果を理想化したり単純化したりして，事象の中にある数量の関係を既習の関数とみなすことによって，未知の状況を予測することができるようになる。

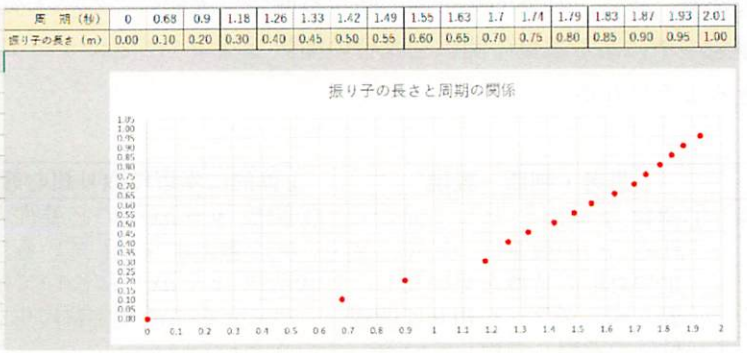
ウ　単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①関数 $y=ax^2$ について理解している。 ②事象の中には関数 $y=ax^2$ として捉えられるものがあることを知っている。 ③いろいろな事象の中に，関数関係があることを理解している。	①関数 $y=ax^2$ として捉えられる二つの数量について，変化や対応の特徴を見いだし，表，式，グラフを相互に関連付けて考察し表現している。 ②関数 $y=ax^2$ を用いて具体的な事象を捉え考察し表現している。	①関数 $y=ax^2$ の必要性と意味を考えようとしている。 ②関数 $y=ax^2$ について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。 ③関数 $y=ax^2$ を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。

エ　学習計画（全 13 時間）※一部抜粋

時間	ねらい・学習活動	重点	記録	評価規準（評価方法）
7	・図形の移動による面積の変化を考察することを通して，事象から二つの数量を取り出し，その関係を表，式，グラフを用いて表現することができるようにする。	知 思		知②（行動観察） 思②（行動観察，Key Concept）
8 9 本時	・振り子の長さと周期の関係を考察することを通して，具体的な事象から二つの数量関係を，理想化したり単純化したりして関数 $y=ax^2$ とみなし，変化や対応の様子を調べたり，予測したりできるようにする。	知 思	 ○	知②（行動観察） 思③（行動観察，Key Concept）
10	・具体的な事象の中から見いだした関数関係を表やグラフを用いて調べることを通して，既習の関数とは異なるものがあることを理解できるようにする。	知		知③：理解確認課題
11	**（パフォーマンス課題）**自動車の速度と制動距離の関係を考察することを通して，関数 $y=ax^2$ について学んだことを生活や学習に生かすことができるようにする。	知 思 態	○ ○ ○	知①②（行動観察，ﾜｰｸｼｰﾄ） 思①②（行動観察，Key Concept） 態①②（行動観察）
12	・学んだことコンセプトマップにまとめることを通して，知識及び技能を構造化して理解できるようにする。 ・単元目標の達成状況を振り返り，自己評価カードに成長した点や今後の課題などを記述することを通して，その後の学習を見通すことができるようにする。	知 態	○ ○	知①～③（コンセプトマップ） 態①～③（自己評価カード）

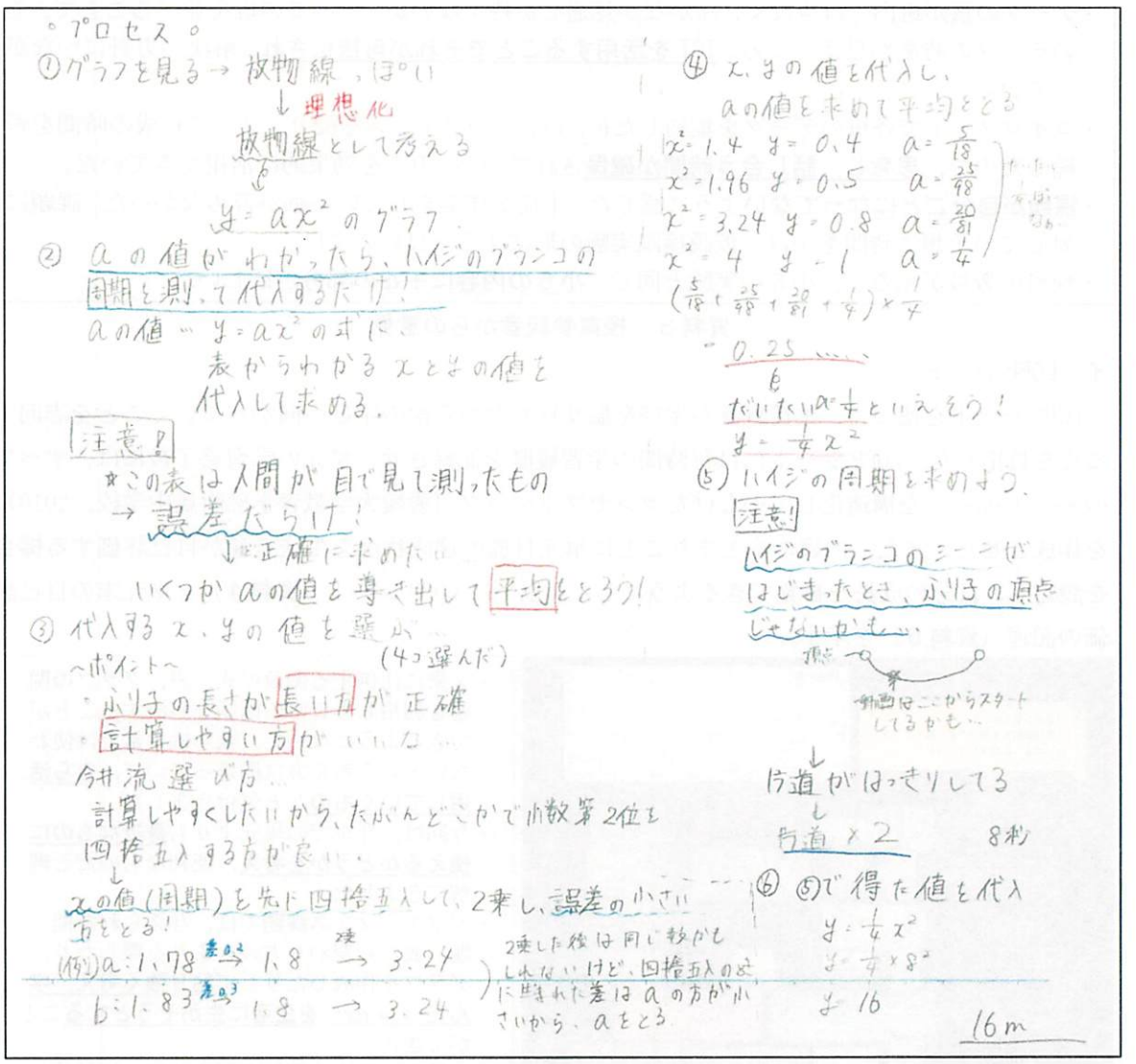
(2) 授業の実際（主題:アルプス少女ハイジを数学する）

T：教師の働きかけ　S：生徒の反応	○指導の意図　◎評価
（第１次） T：(動画「アルプスの少女ハイジ」を視聴した後) あのブランコの長さは何mだと思いますか？今日はこの疑問をみんなで解決しましょう。小学校５年生のときに「振り子」について学習したのを覚えていますか？振り子にはどんな性質がありましたか？ S：振り子の長さと重りが行って返ってくるまでの時間（周期）に関係があります。 T：そうでしたね。そこで今日は振り子の長さと周期の関係を調べ，問題を解決してほしいと思います。まず，班に分かれていろいろな長さの振り子の周期を測り，データを集めましょう。 T：実験結果をロイロノートの提出箱に提出してください。提出箱を共有するので，それを見てどんな関数になるか調べてください。 S：周期は規則的に増えているように見えるけど…？ S：データを小さい順に並び替え，グラフをかいてみるといいです。 T：集計用ファイル（Excel）を送るので調べてみよう。 S：グラフは直線にはならないね。 S：グラフが他の班とずれているので実験をやり直そう。 T：グラフを見て，どんな関数だと思いますか？ S：放物線に見えるので，２乗に比例する関数だと思います。  周期（秒）　0　0.68　0.9　1.18　1.26　1.33　1.42　1.49　1.55　1.63　1.7　1.77　1.79　1.83　1.87　1.93　2.01 振り子の長さ（m）　0.00　0.10　0.20　0.30　0.40　0.45　0.50　0.55　0.60　0.65　0.70　0.75　0.80　0.85　0.90　0.95　1.00 振り子の長さと周期の関係 T：では，これらの関係を２乗に比例する関数とみなしたとき，ブランコの長さはどのような方法で求められますか？ S：式で表せば，周期を代入すれば長さが分かります。 T：なるほど！では周期がx秒のときの振り子の長さをymとしたとき，xとyの関係を式で表してみよう。 S：$y=ax^2$ になるので，この式にxとyの値を代入してaを求めます。 T：式を求めるには，xとyの値が１組あればよかったんだね。では，みんなはどうしてその値を選んだのですか？ S：計算がしやすい値を選びました。 S：振り子が長い方が，誤差が小さいと思ったので。 S：放物線上にありそうな点からaを求め，その平均を求めました。 T：どの値が適切かを考えると，より正確な式ができそうですね。	○生徒の知的好奇心を喚起するため，動画の一場面を問題として扱った。  ○理想化することの必要性に気付かせるため，あえて未整理のデータを共有することでその必要感を実感させた。 ○「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを活性化させるため，一人一人が役割を果たし，実験・考察するよう支援した。 ○関数とみなすことで未知の状況を予測できることを理解させるため，全体で意見交流しながら関数$y=ax^2$とみなして考えていくという方針を立てさせた。 ◎関数$y=ax^2$とみなすことができているか。 （行動観察） ◎振り子の長さと周期の関係を利用して，ブランコの長さを求める方法を説明することができているか。 （行動観察，ﾜｰｸｼｰﾄ） 
（第２次） T：振り子の長さと周期の関係を利用して，実際にブランコの長さを求めてみよう。もう一度動画を視聴して調べてみましょう。 S：動画では片道が 4.61 秒だから周期は２倍して 9.22 秒としよう。 S：$y=0.25x^2$に$x=9.22$を式に代入するとブランコは約 21mだ！ T：今日の授業では，どんな考えが大切だと思いましたか？ S：身近なところにも関数があることが分かりました。 S：実験結果には誤差があるけど，理想化することで関数とみなすことが大切だと分かりました。 T：そのような考え方は，これからどんな場面で活用できそうですか？自分なりに考えたことを，「Key Concept」に書きましょう。	 班　式　周期(秒)　ブランコの長さ(m) 6　$y=\frac{1}{4}x^2$　8　16 7　$y=0.23x^2$　8.9　18.2 8　$y=x^2$　9.22　約21.2 ◎関数$y=ax^2$を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしているか。 （行動観察，Key Concept）

⑶　生徒の学びの実際

ア　生徒の取組の様子

行動観察からは，生徒がデータを理想化して関数$y = ax^2$ とみなすことのよさを実感する姿を見取ることができた。また，ほとんどの生徒が式を求めれば良いことに気付き，解決の方針を立てることができていた。以下に生徒のワークシート（**資料１**）と Key Concept の記述（**資料２**）を示す。



資料１　生徒のワークシート

○人の手で行うことは誤差があるかもしれないけど，**理想化をして考えることが大切**。
○日常生活でも理想化することが必要になるかもしれない。何でもかんでも完璧にいくことはないから，**おおまかに捉えてみたり**，グラフの点がずれていても**頭の中で正しい位置を推測したり**することも大切。
○今回の計測では振り子の長さが長い方が，**誤差が少ないと考えられる**ため，グラフの原点よりも離れている点を使った方が，誤差が少なく求められた。
○普段から疑問に思っていることも，多様な実験により**規則性を見いだし，どんな式の関係になっているかを考える**ことも大切。

資料２　Key Concept の記述

また，授業参観者からの意見を**資料３**に示す。

・生活の中の事象を，実験し数学的に分析する学習は**既有の知識や経験を活用して考えることを促し**，数学のよさや他教科との関連を実感するとともに，学ぶ意義を感じていたと思う。
・視点が**理科との教科横断的**なもので，「日常を数学する」というテーマが感じられた。
・どのグループもやるべきことが共有できていて本時のゴールに向かって活動している姿が印象的でであった。問題を解決するのは一人では難しく，**クラスやグループで「きょうどう」することの必要感をつくり出せていた**と思う。
・データの量が班内では少なく，なかなか見通しが持てないが，すべての班を並べることで，そのデータの特徴が見えてくる。**ICT を活用することでそれが可視化され**，解決の方針につながっていた。
・ロイロノートで各班のデータを集約した後，Excel のフォームを配り，グラフ作成の時間を短縮したので，**思考し，話し合う時間が確保**されていた。ICT を効果的に活用できていた。
・**課題が自分ごとになってない**ように感じた。生徒が作業をしている感が否めなかった。課題に対しての予想に時間をかけ，仮説検証実験の形にすると良いのでは。
・理科の教員が見ると，小５の実験と同じ。**小５の内容に＋α**の部分が欲しい。

資料３　授業参観者からの意見

イ　LOPP シート

LOPP シートを使って，生徒自身が学びを振り返りながら次の学びへ向かっていくことを志向する姿を目指した。LOPP シートには毎時間の学習履歴を記録させ，単元の学習終了後には，すべての Key Concept を構造化してつなげたコンセプトマップ（愛媛大学教育学部附属中学校，2018）を作成させた。また，内容のまとまりごとに単元目標の達成状況を生徒自身が自己評価する機会を設定し，自分の成長を自覚できるようにした。以下に LOPP シート（**資料４**）と単元末の自己評価の記述（**資料５**）を示す。



資料４　LOPP シート

・２乗に比例する関数の式，表，グラフの関連を利用して日常の問題を解決することができるようになった。数学は日常では使わないという考え方は間違っていて，**自ら活用していくもの**だと気付きました。
・今回は，今までの単元よりも**身近なものに使えるかどうかを考え**，便利なものだと理解できました。
・パフォーマンス課題では，与えられた問題，表から変わり方のきまりを探したり，グラフを作成したりして**粘り強く考え，学んだ $y=ax^2$ を生活に生かそうとする**ことができた。
・２乗に比例する関数を習う前は，原始的な，あるいは規則を見付けて解く方法を多く使っていました。しかし，今回習ったことで，**仮定したり理想化したり**することで，今までよりも簡単に難しい問題を解くことができると思いました。
・パフォーマンス課題では，**課題を解決するために，どのような手順でどのようなことを調べれば良いのか，自分で考え自分で解決する**ことができたため，問題に対して粘り強く取り組めたと思います。関数$y=ax^2$は自分が気付かないだけで，身の回りにたくさん存在していて，世の中の発展のために尽力していることがわかりました。

資料５　単元末の自己評価の記述

また，LOPP シートについてのアンケート調査を実施したところ，「学習履歴を LOPP シートにまとめることで，自分の学習状況を把握することができている」という質問に 90%の生徒が肯定的な回答であった。また，「LOPP シートに書いた学習面の課題を改善しようとしている」という質問には 92%の生徒が肯定的な回答であった。その反面，「ポートフォリオをつくるのは大変だ」と回答した生徒の割合は 88%であった。本校には，OPPA を取り入れている教科が他にもあり，生徒が負担に感じている実情が明らかとなった。

4　成果と課題（○成果　●課題）

ア　「きょうどう（協同）」の精神を発揮する学び合いについて

○生活の中の事象を数学的に分析する課題を扱うことで，自他が「きょうどう」しながら既有の知識や経験を活用して追究しようとする態度を引き出すことができた。

○ICT の活用は作業時間を短縮するだけでなく，データの特徴を可視化して，それらを即座に共有化することができ，解決の方針を立てる話合いを活性化させることに有効であった。

○「式をつくるにはどの値を用いるのが適切か？」について追究する場面では，一人では解決策を思いつかなかった生徒も，他と「きょうどう」しながら練り合う過程で新たな気付きが得られていた。

●本実践は小学校５年生で学習した「振り子の法則」を素材にしており，生徒にとって新しさはなかった。しかし，具体的な事象の中から二つの数量を取り出し，その関係を既習の関数とみなすことのよさを実感させるとともに，最適解を求めるために「きょうどう」することを促すのには有効な題材であったと考える。教科横断的な視点で教材を開発することで，「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを充実させることができ，生徒が「数学する」学びが多様に構成できる可能性があると感じた。

イ　学びを深める LOPP シートを用いた評価について

○単元末の自己評価には「自ら活用していくものだと気付いた」「学んだことを生活に生かそうとした」などの記述があり，次の学びに向かおうとする姿を見取ることができた。

○「課題を解決するために，どのような手順でどのようなことを調べれば良いのか，自分で考え自分で解決することができた」という記述のように，自らの問題発見・解決プロセスを振り返って評価・改善しようとする姿を見取ることができた。

○教師がコメントを記入して返却することは形成的評価の役割を果たした。また，時には Key Concept に教師が意図したことが書かれてないこともあり，教師自身にとっても授業を振り返って評価・改善することにも役立った。

●今後は評価活動が生徒の負担過重にならないよう，指導と評価の一体化を図りながら，生徒にとっても，教師にとっても良い方策を検討していく必要がある。

引用・参考文献

・堀哲夫（2013）「教育評価の本質を問う　一枚ポートフォリオ評価 OPPA」東洋館出版社

・柳田理科雄（2013）「ジュニア空想科学読本」株式会社 KADOKAWA

・愛媛大学教育学部附属中学校（2015，2018）「研究紀要」

・文部科学省（2017）「中学校学習指導要領解説数学編」

・国立教育政策研究所（2020）「『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　中学校数学」東洋館出版社

第３章　おわりに

本年次は，生徒が数学的な見方・考え方を働かせて問題発見・解決する力を育てる指導を通じて，持続可能な社会の実現に貢献する実践者としての資質・能力である「自立と共生の力」の育成を目指した。研究の総括として，本年次の研究成果を，生徒の姿を通して振り返る。

○物事を多様な観点から捉え，問題の本質を見抜く力

・授業の中で身に付けた考えがどのような場面で役立つのかをまとめることで，数学と日常生活との関連を理解することができた。

・生活の中の事象を数学的に分析する課題を追究することで，他と「きょうどう」しながら既有の知識や経験を活用して追究しようとすることができた。

○問題の解決に向け，自ら考え，見通しをもって行動する力

・考えを発展させたり，条件を変えたりする課題に取り組むことで，身に付けた力を生かし，試行錯誤しながら課題を解決することができた。

・パフォーマンス評価の観点にスピーチを取り入れることで，数学用語を使って論理的に説明したり，聞き手の立場に立って分かりやすく説明したりすることができるようになった。

・現実の場面を数学化するパフォーマンス課題を追究することを通して，既有の知識や経験，数学的な見方・考え方を基に主体である自分と題材・他者・内なる自分とを相互につないで問題解決する力を身に付けることができた。

・ICT の共有機能を活用することで，即座に学級全体でデータを共有することができ，解決の方針を立てる話合いを活性化することができた。

○解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力

・主体的に学習に取り組む態度（自己調整）を三つの過程に分類したことで，よりよい解決に向けた考えの変容を見取ることができた。

・学びログを用いた振り返りは，単元を通して資質・能力と既有の知識や経験，数学的な見方・考え方を結び付けたり，把握したりすることに有効であった。

・LOPP シートを使って生徒自身が自己の学びを振り返りながら学習を進めることで，次の学びに向かおうとする態度を引き出すことができた。更に，自分の問題発見・解決のプロセスを振り返って評価・改善しようとする態度を発揮することができた。

○多様な価値観を認める力

・生徒が意思決定する場面で，生徒と教師との問答を軸にして構成したことで，事象の要素や条件に着目して事象を数理的に捉えたり，根拠を基に筋道立てて説明したりすることができた。

・不確かな事象を理想化し，既習の関数とみなして考察する場面で，一人では解決策を思いつかなかった生徒も，他と「きょうどう」しながら練り合う過程で新たな気付きを得ることができた。