

## 二次関数の指導について ～教科専門担当教員の私見～

おおたけ ひろみ  
大竹 博巳

### 1. $y=x^2$ のグラフを描いてください

2009年に中学校・高等学校数学教諭対象の教員免許状更新講習の講師を担当した時のことです。教科書の記述の背後にある数学について、関数を例にとり講義しました<sup>(注1)</sup>。その講習の最初に、受講者に関数  $y=x^2$  のグラフを描いてもらったところ、中学校の先生と高校の先生とで異なるグラフの描き方をされたのを非常に興味深く感じました。中学校の先生方は  $x$  座標が整数であるような曲線上の点を取り、 $-1 < x < 1$ の間では間隔を細かくして更に点をとって、それらを通る曲線を描きました。一方、高校の先生方は、そのような点をとることなく(もちろん、頭の中にはあるのですが)、原点で  $x$  軸に接し、 $y$  軸対称で、上に開いているという特徴をもつ曲線を描きました。これは、普段の授業の進め方や二次関数に対する意識が反映した結果であろうと思います。

高等学校の数学では、二次関数は数学 I で取り上げられます。数研出版の教科書では、まず、 $y=ax^2$  のグラフについて中学校の内容を復習した後、 $y=2x^2$  と  $y=2x^2+3$  のような具体的な関数の組を例に挙げ、いくつかの  $x$  に対する値を比べた表を用いて、 $y=ax^2+q$  のグラフが  $y=ax^2$  のグラフを上下に平行移動したものであることを説明します。そして、 $y=a(x-p)^2$  のグラフに対して同様の説明を行い、 $y=a(x-p)^2+q$  の形まで進め、一般の二次関数  $y=ax^2+bx+c$  については平方完成を使ってグラフの形を説明しています。

一方、中学校の数学では、二次関数  $y=x^2$  について何も知識のない中学生に対する指導ですので、グラフ上の点を多くとることによってグラフを求めます。高校数学への接続を考えたとき、生徒が学ぶべき点は、このような点をとることによるグラフの描き方ではなく、描いたグラフがどのような特徴をもっているかということになるでしょう。中学校の教科書では、グラフを正確に描く必要がある所か、ある程度曖昧でも良い所かに応じて、グラフを方眼紙に描いた図と座標軸だけの図とを使い分けています。この使い分けを生徒に気付かせることも必要と思います。

(注1) 通常、関数の増減を調べるのに微分法を使いますが、多項式関数に関しては微分法を用いることなく、つまり極限操作をすることなく、増減を調べる方法があります。しかし、その方法は変数が多く、式も複雑になり、しかも多項式関数以外には適用できません。このことを知れば、微分法の便利さが前よりも実感できるようになるのではないのでしょうか。私の専門が解析学であるので、このようなことを始めとして、微分法の別の見方など教科書には書かれていない内容を講義しました。

## 2. 身の回りにある事象と数学

数研出版の中学校数学の教科書では、関数  $y=ax^2$  の章は斜面に沿って転がるボールの話から始め、いくつかの時点でのボールの位置を表にし、関係を見つけ出して式にします。そして、式からグラフを描くという道筋に沿って、つまり

実験 → データ(表) → 式(文字化) → グラフ(視覚化)

の流れで話を進めています。身の回りにある、中学生にも身近な事象が数学の言葉である表・式・グラフに表現できることを示すことにより実社会と数学との関連性を示し、数学を学ぶ動機付けをしています。次期学習指導要領について、「算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて(報告)」[1]に現行指導要領の成果と課題および次期学習指導要領で目指すものがまとめられています。これを私は、数学本来の見方・考え方を身に付け、その基礎の上に数学的活動により身の回りの事象への数学の適用方法を学び、数学的な考え方の良さを知ることであると解釈しています。

身の回りの事象は多くの要因に依存しています。通常、事象を考察するためには、実験を行って主となる要因とそれらの相互関係を調べ、そこから仮説を導き出し、事象の数学モデルを得ます。そして追試験を行い、数学モデルの適切さを検証します。中学生には数学モデルを作るための手段が限られていますが、実験データを表・グラフにし、これまでに習得している知識・技能を活用して、仮説を立て、そこから導き出される予想が正しいかどうかを再実験して検証する活動であれば可能でしょう。数学の世界内での厳密さと現実世界への適用の際の大まかさを明確に区別して使い分けた指導が必要であると思います。

このことを実際に行った実践があります。柳本哲先生を研究代表者とする科研費による研究「中高生の科学的分析思考力を育てる数学モデリングチャレンジプログラムの開発実施」において、2013年に中学生に対して台車が斜面を普通に転がるときと帆を張った台車が斜面を転がるときの時間と距離の対応を調べ、数学的モデルを作る数学的モデリング・チャレンジプログラムを実施しました[2]。この実践の特徴は、前者が二次関数、後者が一次関数を近似関数とした数学的モデル化を生徒に見い出させることまでを意図していたことです。グラフ電卓、データアナライザー、距離センサーを用いて実施したのでデータの精度と処理は十分なものが用意できました。しかしながら、教科書にある理想的なデータと違って実際の測定値では関数の係数がただ一つにきれいに決まるわけではないため、参加者はこれまでの数学体験との違いを感じて、戸惑っていたようでした。しかし、この戸惑いは、数学の世界と数学の応用の世界の「作法」の違いを気付かせられれば解消されるでしょう。

このような授業実践を数学的活動として授業に取り入れる際は、それなりの準備や工夫が必要となってきます。実測データから法則を見つけ出すには特別なノウハウを必要とすることが多いので、前号の「チャート.Info」No.10の大石裕千先生の報告[3]にあるように、法則の与えられた現実事象を扱い、法則の影響を考察することに重点を置くのも数学的活動の実践として一つの良い方法であると思います。この場合、法則の変化が結果に与える影響を調べることによって学習内容を深化させることもできます。

事象を表現する関数を見つけ出すために、よく使われるのは法則を表す(偏)微分方程式でしょう。例えば、ブラウン [4] の第 1 章の 1. 5 ～ 1. 8 には微分方程式を使ってモデル化することを解説していて参考になります。他に、小林 [5] と [6] も、著者独特の味があり、興味深く読める論文です。微分方程式は、中学校数学はもちろん高校数学でも範囲外ですが、差分方程式で法則を表現して、計算はエクセルなどのソフトにさせて関数(数列)を見つける授業実践もあります。

今の時代、インターネットには玉石混合の情報が溢れています。検索して、最初のほうにくる情報が正しいとは限りません。子供たちに情報の信頼性を判定できる能力を身に付けさせることも重要で、判定には数学的な考え方が有効です。どのようなことをしたら真偽が判定できるのかを考えさせることも、数学の授業実践として意味があるのではないのでしょうか。例えば、坂を転がる台車が二次関数によりモデル化できることを主張するための機材を準備することは大変ですが、一次関数ではモデル化できないことの説明であれば、身の回りにあるものだけでできそうです。どうしたらよいかを生徒に考えさせるのは、実際に活動するかどうかは別にして、面白い試みと思います。

## 参考文献

- [1] 中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会 算数・数学ワーキンググループ, 算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて(報告), 文部科学省ホームページ, 2016 年 8 月 26 日
- [2] 柳本哲, 研究成果報告書, 科研費データベース, 2015 年 6 月 27 日
- [3] 大石裕千, 関数の指導を考える ～視覚から数学的な見方や考え方を伸ばす～, チャート .Info, 数研出版, No.10, 4-6.
- [4] M. ブラウン, (一樂重雄, 河原正治, 河原雅子, 一樂祥子訳), 微分方程式(上) その数学と応用, 丸善出版, 2012 (シュプリンガー・ジャパン株式会社より出版された同名書籍を再出版したもの)
- [5] 小林亮, 粘菌の経路探索における最適化, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.6, 2014, pp.530-535.
- [6] 小林亮, 生物に学ぶ自律分散制御 ―粘菌からロボットへ―, 計測と制御, Vol.54, No.4, 2015, pp.236-241.

(京都教育大学 教授)

# 数学授業で子ども達のクリティカルシンキングを育もう！

はっとり 服部 ゆういちろう 裕一郎

## 1. クリティカルシンキングとは

次期学習指導要領の改訂に向けて、コンピテンシー（資質・能力）ベースのカリキュラム改革の必要性（例えば、石井，2015）が様々に議論されています。私達教師は、これからの21世紀を担う子ども達に、どのような資質・能力を育成すべきなのでしょう。国立教育政策研究所では、教科・領域横断的に学習することが求められる能力として「21世紀型能力」（勝野 他，2013）を提案しています。クリティカルシンキング（批判的思考力）は、この21世紀型能力の構成要素の1つでもあります。

OECD 国際教員指導環境調査（TALIS 2013）では日本の先生が世界で一番忙しいことが明らかになり話題になりましたが、この国際調査では次のような結果も公表されています（表1）。日本の先生方の多くが生徒の主体的な学びを重要と考えている一方で、主体的な学びを引き出すことに対しては自信がないという結果です。特に、事項「生徒の批判的思考を促す」については、参加国平均と比べ顕著にその割合が低いことが明らかとなりました。

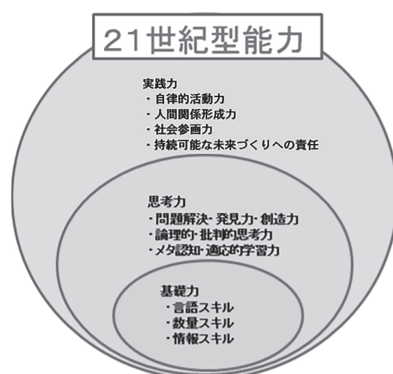


図1 21世紀型能力（勝野 他，2013）

表1 教員の指導・学習に関する信念と教員の自己効力感【生徒の主体的学習参加の促進について】  
（国立教育政策研究所，2014）

|       | 教員としての私の役割は、生徒自身の探求を促すことである | 生徒は、問題に対する解決策を自ら見いだすことで、最も効果的に学習する | 生徒に勉強ができる自信を持たせる | 生徒が学習の価値を見いだせるよう手助けする | 勉強にあまり関心を示さない生徒に動機付けをする | 生徒の批判的思考を促す |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| 日本    | 93.8 %                      | 94.0 %                             | 17.6 %           | 26.0 %                | 21.9 %                  | 15.6 %      |
| 参加国平均 | 94.3 %                      | 83.2 %                             | 85.8 %           | 80.7 %                | 70.0 %                  | 80.3 %      |

このような結果が出た理由としては、日本人の謙虚な国民性の影響もあると思いますが（国立教育政策研究所もそのような分析を行っています）、この結果を真摯に受け止めると「クリティカルシンキングを子ども達にいかにつく育むのか？」については、数学科に限らず全ての教科において、今日的で重要なテーマであると言えます。

現在私達は、様々な情報にあふれた複雑化した社会の中で生きています。そのような社会の中では、固定化した知識や決まりきった解釈のようなものは通用せず、もっと柔軟性に富んだ、広い視野で物事を分析できる能力が求められます。クリティカルシンキングはそのような特徴を持った能力の1つです。その定義については分野によっても研究者によっても様々ですが、共通して言えることとしては、「鵜呑みにしない」、「あらゆる可能性を考える」、「じっくり考える」といったところが重要な鍵となるでしょう。私は現在のところ、数学授業において育成するクリティカルシンキングを「与えられた事象について、数学的知識や数学的推論等を駆使してその妥当性や信頼性を正しく判断しようとする能力と積極的な態度」（服部，2016）と暫定的に捉えています<sup>1)</sup>。本稿では、この捉えのもとで実際に行った数学授業の具体例を1つご紹介できればと思います。

## 2. 中学校3年「相似の利用」単元でクリティカルシンキングを育成する

「相似の利用」単元では、直接測ることが困難な物の高さや距離をこれまでに学習した相似な図形の性質を利用して求めることを学習します（例えば、図2）。

**問2** 校舎から20 m <sup>はな</sup>離れた地点から、校舎の先端を見上げる角を測ったところ、その大きさは $40^\circ$ になりました。目の高さを1.6 mとして、校舎の高さを、縮図をかくて求めなさい。

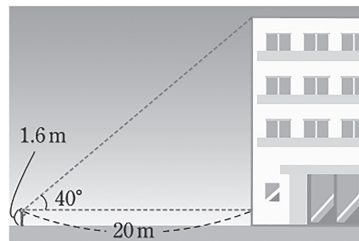


図2 数研出版 中学校数学3 より（岡部 他，2015，p.135）

中学校学習指導要領解説にも、この単元では「測定が可能な距離や角を作業によって求め、それをもとにして縮図を作成し、必要な高さや距離を求めるというような学習も取り扱うことができる」（文部科学省，2008）とありますので、実際に学校の運動場に出て、「校舎の高さを調べよう」といった課題で授業を行われる先生方も多いのではないのでしょうか。子ども達も普段教室で勉強している知識を実際に外で活用できるとあって、いつもより生き生きと授業に参加してくれます。この授業で子ども達のクリティカルシンキングを育むにあたっては、出された数学的結論の妥当性（結論は正しいかどうか）について検証する活動に重きを置くことがポイントとなります。出された数学的結論とはこの場合、「校舎の高さ」となりますが、子ども達自身でデータ（例えば水平距離や仰角など）を収集していますので、実際には誤差など様々な問題点が現れます。また、グループごとに校舎の高さを求めさせたとき、データの収集方法や求め方も異なりますので、その結論もまたグループによって異なってきます。「なぜ、グループによって校舎の高さが違うのだろうか？」という素朴な問いから出発し、数学的活動の成果を共有し反省することで子ども達のクリティカルシンキングを育成することを目指します。

1) この捉え方は、数学的な側面を重視した狭義のクリティカルシンキングと言え、広義のクリティカルシンキングでは、個人の価値観や社会性の側面が重視されます。広義のクリティカルシンキングについては機会がありましたらまた稿を改めてご紹介できればと思います。

実際の授業では、子ども達のクリティカルな議論が様々に展開されました（服部・井上，2015）。例えば，計算の結果，「校舎の高さは 325 m だ！」と結論付けた友達に対して，「それは cm と m を混同して計算しているのではないか？」とツッコミを入れる生徒や，グループによって校舎の高さの結果が違うことに対しては「数 cm の誤差が何十倍にもなって結構な差になるのでは？」と意見する生徒がいました。また，測量方法に対して，「物差しを本当に垂直に立てていたのか？」と指摘した生徒もいました。このように，明らかに計算ミスが疑われる場合はその計算過程を振り返り，計算が正しかった場合は，観察によって得られたデータやその収集方法について検討することになります。角度が 1 度でもずれると結果としては大きな誤差が生じることなどは，友達やグループの結果を比較検討することを通してこそ発見できた新たな数学的事実とも言えるでしょう。結論の合理性を高めるため（より正確に校舎の高さを求めるため），「平均をとればよいのではないか？」といった統計的な考え方を想起する生徒もいました。数学的により良い判断を行うために，問題解決過程を皆で振り返る場面を教師が意図的に設定することは，子ども達のクリティカルシンキングを育成する重要な場となると考えています。

### 3. おわりに

数学授業で通常に扱われる内容に対しても，常にクリティカルな姿勢を意識したいものです。例えば，中学校 2 年「平行四辺形になるための条件」では平行四辺形の定義を含めた 5 条件が有名ですが，この 5 条件で満足せず，「本当に，この 5 条件しかないのか？」といった探究活動も子ども達の数学的なクリティカルシンキングを育む授業になり得るでしょう。教師による天下りの知識提供の授業ではなく，教師と子どもが一緒になって数学的な探究を楽しむことが，数学授業でクリティカルシンキングを育成することにつながると思います。

### 引用・参考文献

- 石井英真 (2015)『今求められる学力と学びとは—コンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影—』，日本標準ブックレット。
- 岡部恒治 他 (2015)『改訂版 中学校数学 3』（平成 27 年検定），数研出版。
- 国立教育政策研究所 (2014)『教員環境の国際比較 OECD 国際教員指導環境調査 (TALIS) 2013 年調査結果報告書』，明石書店。
- 勝野頼彦 他 (2013)『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』（教育課程の編成に関する基礎的研究報告書 5）。
- 服部裕一郎 (2016)「クリティカルシンキングを育成する数学授業に関する一考察」，日本数学教育学会第 4 回春期研究大会論文集，pp.105–112。
- 服部裕一郎・井上優輝 (2015)「数学教育におけるクリティカルシンキングを育成する学習指導の在り方—中学校 3 年「相似の利用」の授業実践を通して—」，高知大学教育学部研究報告第 75 号，pp.83–96。
- 文部科学省 (2008)『中学校学習指導要領解説 数学編』，教育出版。

（高知大学 講師）

# 深い理解に繋がる学び：「負の数の乗法」を例として

よしい たかとし  
吉井 貴寿

## 1. 理解の質

「理解」は、「知識」や「技能」などと並ぶ、学習成果（学力）を捉える主要な観点である。ただし、理解とは「知識（宣言的知識）や技能（手続き的知識）について正しく知ること」であるため、その役割は必ずしも並列ではない。また、ある事柄を理解できているか否かということ把握するのは、たとえ自分自身のことであっても難しい。当時は良く理解していたつもりであったが、見識を深めて後から振り返ってみると、実は良く理解できていなかったということは往々にしてある。そのため、学習者の「わかった」や「理解した」という言葉は必ずしもあてにならない。これに関連して、Skemp (1976) は理解という言葉が利用される場面を分析し、理解には質を異にする少なくとも2種類のものが存在すると指摘している。そして、それらを以下のように名付け区別している。

Relational Understanding（関係的理解）：規則と理由がともにわかっている状態

Instrumental Understanding（道具的理解）：規則は利用できるが理由がわからない状態

ここで重要なことは、「理解」がしているか否かの二分律に従うのではないことである。学び方によって、得られる理解の質は異なるし、その内容（理解の度合い）にも差異が生じる。本稿では理解をより詳細に捉え、どのような学習が理解を深めることに繋がるかを考察する。

## 2. 負の数の乗法

学習指導の方法によって理解の質が変化することを、今回は「負の数の乗法」を例にみていく。今回、特に焦点を当てて論じるのは、本内容の1つの大きなPointである「乗数・被乗数が共に負の場合」である。これに関しては、多数の研究も行われており、様々な学習指導方法が知られている。以下、代表的な4つの方法を取り上げ整理・考察する。

### (1) 結果暗記型の学習指導

教科書には負の数の乗法を整理し、「符号の同じ（異なる）2つの数の乗法」や「負の数が奇数個（偶数個）のときの積の符号」などについて論じる箇所がある。この点を偏重した学習指導が行われた場合、「 $(-) \times (-) \rightarrow (+)$ 」といった記述を丸暗記して、これを理解したと考えることがある。このような理解でも、練習をすることで計算はできるようになる。しかし、何故そうするのかという理由はわかっていないため、これは道具的理解である。また、このような計算技能はコンピュータでも代替可能である。「最低限計算はできるように」と直近の到達目標ばかりを意識すると、子どもの未来に繋がらない指導となりかねないため注意が必要である。

## (2) モデルを用いた学習指導

抽象的な数の計算をより具体的なモデルを用いて説明する方法がある。特に、東西移動モデル（東西移動速度と時間の関係から到達位置を求める）は広く用いられている代表的なモデルである。このような学習指導は広く行われているものの、大別して2つの問題点が存在する。1つは数学における整数の乗法（二項演算）とは異なるモデル（異種量間の演算）になっているという点であり、もう1つは必ずしも全ての具体的モデルで説明ができるわけではない（一般性に欠ける）という点である。特に、後者は問題となることが多い。負の数の導入場面では、気温や標高、収支やゴルフスコアなどの身近な具体例が扱われることが多いが、そういったモデルに対して乗法の意味解釈をすることは容易くない。この問題からもわかるように、東西移動モデルは負の数の乗法を説明するのに都合が良い特殊なモデルである。また、そもそも東西移動モデルが負の数の乗法に適合する根拠は明らかではない。そのため、この学習指導方法では負の数同士の積が正の数になる（数学的な）理由が示されない。負の数の乗法を暗記するのに都合が良い具体的場面を与えているに過ぎないのである。故に、こうしてなされる理解もまた道具的理解である。ただし、(1)の場合に比べれば、そう考えることが有用である適用例を知っているという点で、深い理解であると言える。

## (3) 規則性の推測による学習指導

既知の乗法を整理し、そこから規則を推測することで乗法を負の数まで拡張していく方法がある。例えば、「(負の数)×(非負整数)」を学習した後に「 $(-1) \times 2 = -2$ 」, 「 $(-1) \times 1 = -1$ 」, 「 $(-1) \times 0 = 0$ 」と順に考え、「乗数が1減るたびに、積が1ずつ増えている」という規則を見出し、「 $(-1) \times (-1) = 1$ 」であると考えする方法（外挿法）がこれである（厳密には整数値以外も考察することが望ましい）。その他、「被乗数が $a$ の場合」と「被乗数が $(-a)$ の場合」を比較し、規則を推測する方法も存在する。このような方法では、既知の数学的な規則・性質が根拠となって、負の数同士の乗法が考えられている。故に、この場合「負の数同士の積が正の数になること」に数学的な理由が存在する。よって、これは関係的理解である。

## (4) 形式不易の原理に基づく学習指導

教科書では言及されることが少ないが、「形式不易の原理」に基づく学習指導の方法が存在する。この方法では、既知の加法・乗法で成り立っていた結合・分配・交換法則が成り立ち、かつ自然数を内包する全順序集合となるように数と演算を拡張する。この場合、「(負の数)×(非負整数)」は既知とすると、「 $(-1) \times 0 = 0$ 」より「 $(-1) \times (1-1) = 0$ 」, 分配法則から「 $(-1) \times 1 + (-1) \times (-1) = 0$ 」とできるので「 $-1 + (-1) \times (-1) = 0$ 」が言え、両辺に1を加えることで、「 $(-1) \times (-1) = 1$ 」が示される。この場合、先に保存する性質を定めているので、「 $(-1) \times (-1) = 1$ 」の成立理由が強く意識される。故に、(3)よりも深い関係的理解が得られると考えられる。

以上、4つの方法を示したが、これらは必ずしも単独で扱われるわけではなく、複合的に用いられることも多い。また、今回言及した4つ以外にも学習指導方法は存在する。

### 3. 余計なことまで考えてみる

数学は無駄を嫌う学問だが、時にはその無駄が人間の理解においては有意義であったりする。例えば、命題 A とその対偶命題 A' は真偽が一致する。故に、その両方を証明することは数学において無駄なことではない。しかし、我々は必ずしも命題 A と対偶命題 A' を同時に認識しないことが知られている。故に、人間の認知を考えた場合、A と A' の両方を考察することで理解が深まることがある。また、数学において特定の内容 X を論じる際は、X の定義（必要十分条件）を明確にした上で、純粹に X のみを論じることが多い。しかし、我々が X についてより正しく知るためには、X でないものの存在まで知ることが有用である。こういった所に、整理された数学の美しさと、愚直な人間の認知のギャップ（数学教育学の必要性）が存在する。

先の例に戻り、このことをふまえて余計なことまで考えてみよう。「 $(-1)$  に  $(-1)$  を乗ずるならば、その解は 1 となる」の結論を否定したらどうなるかを考えてみるのである（可能性として考えられる解は  $\{-2, -1, 0, 2\}$  の高々 4 通りであろう）。例えば、「形式不易の原理と同様の前提のもと、 $(-1) \times (-1) = -1$  と考えるとどのような不都合が生じるのか？」といった問題が考えられる（紙数の関係から解答は省略。解答中で負の数同士の乗除法を用いないよう注意）。そして、このような考察は  $(-1) \times (-1) = 1$  とすることの理由と妥当性に対する理解を深める。なお、無矛盾に定められた規則を否定したからといって、必ずしも矛盾が生じるとは限らないので注意（例えば、非ユークリッド幾何学はそうして発見された）。

このような探究は他にもいたる所で可能であり、指導の幅を広げることに繋がる。例えば、放物線の理解を深めるために、他の似て非なるグラフ  $(y = \cosh x \text{ や } y = \tan^2 x \left( x < \left| \frac{\pi}{2} \right| \right))$  を考えてみると良い。是非、これらの関数のグラフを描画し、「座標が与えられていない状況で、どうすればこれらのグラフと放物線を判別できるか？」を考えてみて欲しい（ただし、提示した数式は曲線を生成するためのだけのものであり、それらの性質等に関する知識は一切必要ない）。放物線だけを考察し、放物線を学ぶというのは一見無駄のない優れた方法のように思われる。しかし、深い理解を求めるのであれば、余計なことまで考える、急がば回れの精神が大切なのである。

### 4. 深い理解を追い求めて

当然のことだが、余計なことまで考えていると時間が掛かる。授業時間内に全てを扱い、既存のカリキュラムをこなすのは困難かもしれない。しかし、それでも「Ⅰ：教師自身が教材研究において探究を行う」、「Ⅱ：生徒の誤答を契機として学びを深める」、「Ⅲ：発展的な探究課題として生徒が自主的に取り組む」といったいくつかの場面では十分に利用可能かと思う。特に、Ⅲは一朝一夕では実現しない。日々の授業を通して、主体的に考えたり気になったことを探究したりする態度を養う必要がある。授業時間外にも数学のことを考え、探究を行うような生徒を育てられれば、その生徒の学力は飛躍的に向上する。短い授業時間でいかに基礎的な態度や思考方法を養い、魅力的な課題や問いと出会わせてあげるかということが重要になってくる。そういった意味で、深い理解を促すためには「授業でどう指導するか？」だけでなく、「授業時間外に何をどう探究させるか？」ということまで意識すると良いであろう。

（奈良教育大学 准教授）

# 特集 Studyaid<sub>DB</sub> で ICT 教育を実践！

## デジタル教科書 徹底活用術



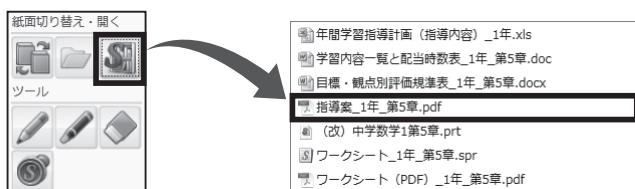
中学校数学のデジタル教科書が、改訂版になってパワーアップしました。そこで今回は、Studyaid D.B. のデジタル教科書を活用した効果的な指導を、機能の紹介と併せてご提案したいと思います。

### 準備

### デジタルの活用ポイントを決めよう

まずは、学習指導案を見て、授業の中でデジタルの強みが生かせるポイントを定めます。今回は、中学 1 年第 5 章「図形の移動」をテーマに、「展開」「整理」の 2 つの場面における Studyaid D.B. の活用例を取り上げます。

「データ集」に、学習指導案が収録されています。



#### 5 【展開案】 プリント教材「対称な図形と図形の移動」本書 p.171

| 展開 | 学習事項         | 学習活動                           | 指導内容ならびに指導上の留意事項                                                     |
|----|--------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 導入 | 既習事項の確認      | ・小学校で学習した線対称、点対称な図形を思い出す。      | ・線対称な図形、点対称な図形をそれぞれ提示し、それらの対称性を思い出させる。(プリント教材①、②)                    |
| 展開 | 用語の定義<br>例 1 | ・「移動」の意味を知る。<br>・「平行移動」の意味を知る。 | ・教科書 p.145 の平行移動している図を用いて、平行移動は一定の方向に一定の距離だけずらしていることを押さえる。           |
|    | 問 1          | ・A' の読み方を知る。<br>・問 1 を解く。      | ・気づいたことを自由に発言させる。                                                    |
|    | 平行移動の性質      | ・対応する点の意味を知る。<br>・平行移動の性質を知る。  | ・問 1 をうけて、平行移動の性質をまとめさせる。その際、平行記号や等                                  |
|    | 用語の定義        | ・「点対称移動」の意味を知る。                | ・点対称移動が、回転移動の特別な場合であることを理解させる。                                       |
| 整理 | まとめ          | ・平行移動と回転移動について理解し、その性質を確認する。   | ・小学校で学習した点対称についても再確認しておく。<br>・移動の方法にはほかにもまだあることを伝え、次の時間に学習することを予告する。 |

問題板書  
用語辞書

(→ P.11)

コンテンツの活用

(→ P.12)

オリジナル板書

(→ P.13)

# 展開①

# 課題を共有しよう

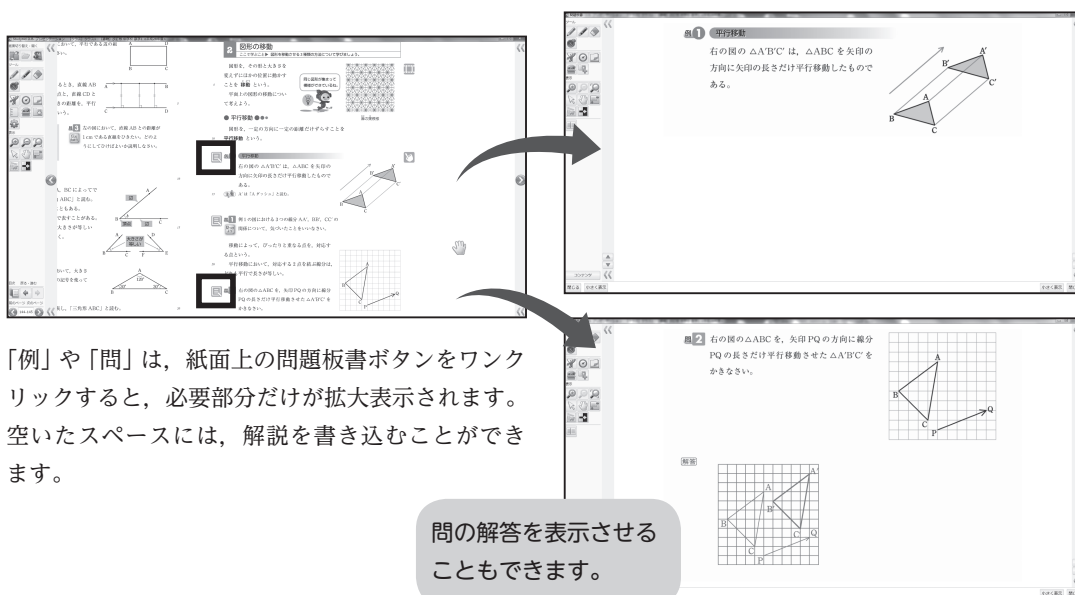
## どんな場面？

教科書で平行移動の例を説明し、基本的な問いを与える場面です。

## ●デジタル活用のポイント

紙面を大きく映し出すことで情報を共有しやすくなり、生徒への指示が明確に伝わります。教科書の「例」や「問」などを表示して板書の時間短縮ができるほか、既習の重要語句や公式を確認させることもできます。

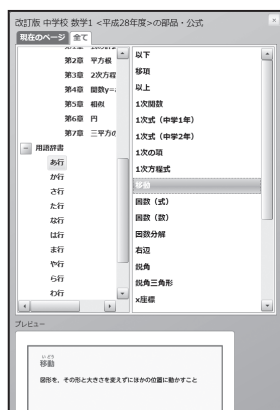
## 問題をワンクリックで拡大表示 | 問題板書



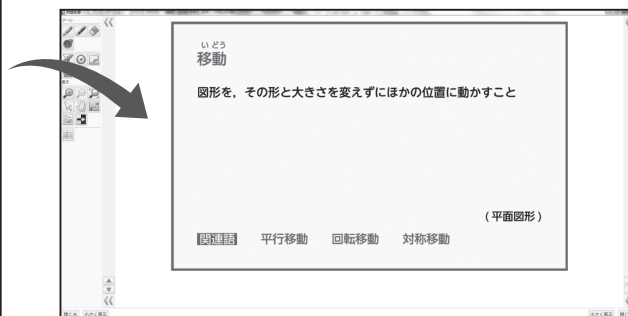
「例」や「問」は、紙面上の問題板書ボタンをワンクリックすると、必要部分だけが拡大表示されます。空いたスペースには、解説を書き込むことができます。

問の解答を表示させることもできます。

## 重要語句を拡大表示して焦点化 | 用語辞書



教科書に出てくる重要語句は、「部品・公式」機能の〈用語辞書〉にまとめてあります。一覧から用語を選ぶだけで大きく表示できます。



## 展開 ②

## 問いを深めよう

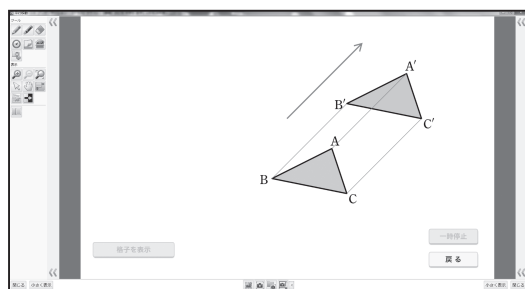
### どんな場面？

平行移動について気づいたことを自由に発言させる場面です。

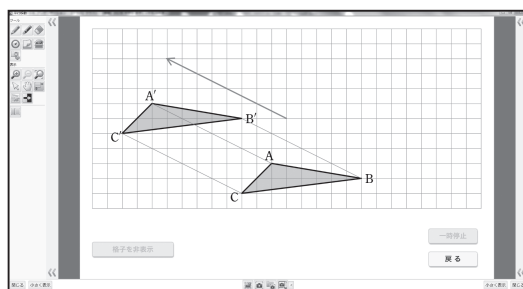
### ●デジタル活用のポイント

ICT 活用のメリットのひとつは、何度も試すことができる点です。解説用のアニメーションは、繰り返し見せて定着を図ることができ、試行（思考）用のコンテンツは、条件を少しずつ変化させることで、問いを深める活動に役立てることができます。

### 教科書の理解を進め、生徒の活動を深める | 解説・試行用コンテンツ



▲ 動きをつけることで、教科書の内容をわかりやすく見せることができます。



▲ 条件を変えていくことで、平行移動に伴う性質を見いだす活動がスムーズに行えます。

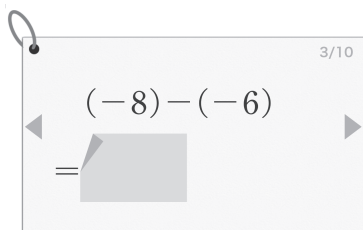
生徒ひとりひとりの  
思考ツールにも。



## 中 Guide

他にも様々なコンテンツを収録しています。

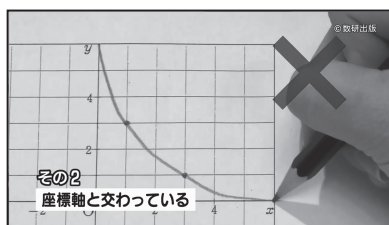
### ● 演習用コンテンツ



#### ▲ 計算カード

基礎の習得を目的としたコンテンツ。  
生徒に発問しながら何度も取り組ませることができます。

### ● 画像・映像コンテンツ



#### ▲ 反比例のグラフの書き方

教科書の内容に関する画像・映像コンテンツ。  
実験や具体物などを、写真や動画で見せることができます。

## 整 理

## 要点を整理して知識を定着させよう

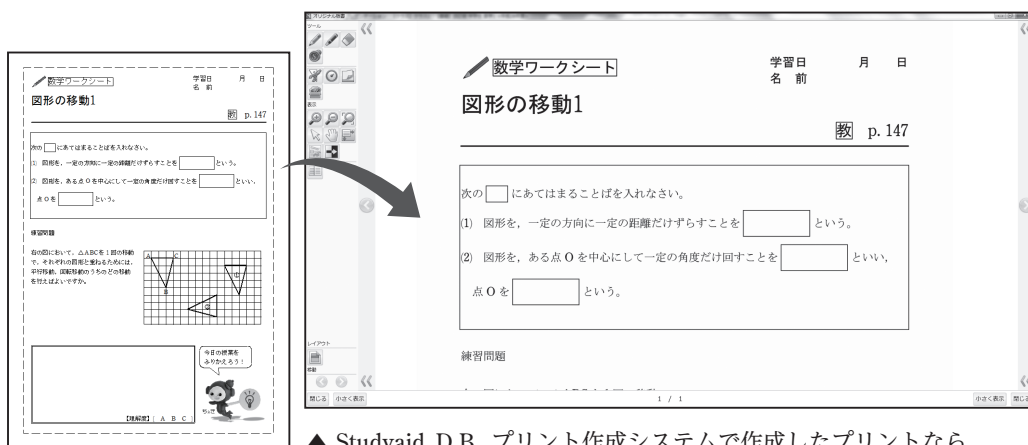
### どんな場面？

授業の終わりに、本時で学習した内容を整理する場面です。

### ●デジタル活用のポイント

Studyaid D.B. のプリント作成システムで作成したプリントや、先生オリジナルの Word ファイルや PDF ファイルを、デジタル教科書で開くことができます（オリジナル板書）。生徒に配布したプリントとまったく同じものに、デジタル教科書のペン機能で書き込んで解説することができます。

### 配布プリントを表示して解説 | オリジナル板書



▲ Studyaid D.B. プリント作成システムで作成したプリントなら、  
解答や解説の表示／非表示なども切り替えて見せることができます。

## 中Guide

### プリント作成システムについて

#### ▶プリント作成システムの機能概要

プリント作成システムでは、豊富なデータベースから問題を選ぶだけでプリントを作成することができます。

また、数式や図形、自動作問機能など、オリジナルの問題を作成するためのエディタ機能も充実しています。

基本的な使い方の流れは弊社ホームページでも確認することができます。

( <http://www.chart.co.jp/stdb> )



〈QRコード〉

#### ▶収録内容について

デジタル教科書中学校数学シリーズのプリント作成システムには下記のデータを収録しています。

- ・教科書「改訂版 中学校数学」
- ・準拠ワーク「中学数学 スタンダード」「中学数学 スタンダードプラス」「STEP 演習 中学数学」
- ・レディメイドの実用 PrinT 例集
- ・資料（年間指導計画、学習内容一覧と配当数表、目標・観点別評価規準表、指導案、本文データ、ワークシート）

Studyaid D.B. の最新システム (Ver.18) に搭載された新機能のうち、デジタル教科書に関係が深い機能に絞ってご案内します。

その他の新機能については、弊社ホームページをご覧ください。

( <http://www.chart.co.jp/stdb/v18newfunction.html> )



〈QRコード〉

## ワークシート

- ワークシート用のテンプレートからプリントを作成することができます。
- デジタル教科書のコンテンツは、お好みのタイミングで画像化し、プリント作成に使えるようになっていきます。コンテンツに対応したオリジナルのワークシートの作成に活用できます。
- 教科書の内容に対応したレディメイドのワークシートも収録しています。



## PDF 書き出し

- 作成したプリントは PDF ファイルとして書き出すことができます。
- 印刷と同様に答や解説を空欄にしたパターンや、1 ページに 1 問ずつ配置しなおしたパターンなど、用途に応じた書き出しが可能です。



## ストップウォッチ / タイマー

- プレゼンテーションシステムに搭載した機能です。制限時間を設けて話し合わせたり、課題に取り組ませたりするときに便利です。



▲ ストップウォッチ



▲ タイマー

## 商品ラインナップ

最後に、中学校数学のデジタル教科書シリーズの商品をご紹介します。

弊社では Studyaid D.B. 以外に CoNETS 版デジタル教科書も発行しています。

※ CoNETS とは、デジタル教科書の共通プラットフォームを推進する団体で、数研出版を含む教科書会社 13 社とシステム会社 1 社で構成されています。

CoNETS 版デジタル教科書は、会社・教科を問わず同じアプリケーション上で動作する点が特徴で、先生・生徒間の端末間連携や、他学年や他教科との学習連携が可能です。

### Studyaid D.B. 指導者用デジタル教科書 | Windows 対応

- Studyaid D.B. 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 1
- Studyaid D.B. 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 2
- Studyaid D.B. 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 3

### CoNETS 指導者用デジタル教科書 | Windows 対応

- CoNETS 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 1
- CoNETS 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 2
- CoNETS 指導者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 3

### CoNETS 学習者用デジタル教科書 | iOS / Windows 対応

- CoNETS 学習者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 1
- CoNETS 学習者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 2
- CoNETS 学習者用デジタル教科書 改訂版 中学校数学 3

詳しくは弊社ホームページをご覧ください。

( <http://www.chart.co.jp/goods/kyokasho/28chugaku/digital.html> )



〈QRコード〉



## おかげさまで *Studyaid D.B.* 20周年

1996 年 12 月 1 日に誕生した *Studyaid D.B.* は

多くの先生方にご支持いただきながら進化し続けてまいりました。

これからも変わらぬご愛顧を賜りますようよろしくお願いいたします。

( Studyaid D.B. 20 周年特設サイト <http://www.chart.co.jp/stdb/20th> )



〈QRコード〉

## 原稿の募集について

本誌は、数学教育に携わる先生方への情報提供または先生方どうしの情報交換の場となることをねらいとした小冊子です。

以下の要領で、皆様からの原稿を広く募集しております。

### ① 募集原稿の内容

原稿は、オリジナルかつ未発表のものに限ります。

数学教育に関する内容であれば、テーマの選択は自由です。

### ② 執筆要領

(1) Word 用のひな形を、弊社ホームページよりダウンロードしていただけます。

(2) 原則、1 人の方に 3 ページを配当いたします。

1 ページ目はタイトルを除いて 左右 42 字× 29 行

2, 3 ページ目はそれぞれ 左右 42 字× 36 行

分数は 2 行分と数えてください。

(3) 図版は、弊社で作成するための情報をお書き添えください。

写真は、元データを一緒にお送りください。

(4) 他書からの引用がある場合は、原文の該当部分のコピーを原稿と一緒にお送りください。

本誌ページ数の関係から、掲載量には限りがありますので、原稿選択および掲載時期の決定は弊社で行わせていただきますことをご了承ください。

掲載が決定した時点で連絡させていただきます。

詳しくは、弊社ホームページをご覧ください。

トップページ右上の

▶ 編集部より

### 原稿送り先

〒 604-0861

京都市中京区烏丸通竹屋町上る

大倉町 205 番地

数研出版株式会社 関西本社

第一編集部 中学通信誌係

## 編集後記

9 月末からの約 2 か月間で、北は青森から南は高知まで 15 を超える都府県を訪問し、たくさんの先生にお会いしました。お会いしたすべての方にこの冊子をお読みいただけるかわかりませんが、この場を借りて、貴重なお時間をいただけたことへのお礼を述べさせていただきます。

新学習指導要領については「次代を担う人材にふさわしい資質・能力」がポイントとなるようですが、そこで数学という教科に期待される役割はいったいどのようなものなのでしょうか。今回の訪問で得たものをつなぎ合わせながら、頭の中を整理しているところです。

今号は、各記事の執筆者の方に新学習指導要領を意識したテーマ選択をしていただきました。新しい数学教育の実践材料としてご活用いただければ幸いです。

(C)