

群 教 セ	F12 - 01
	平25.251集
	中・数学

# 数学的な表現の向上と基礎的・基本的な知識、技能の定着を図る指導の工夫

—反射・視覚・記憶の三つの効果のフラッシュ的な教材「R・V・Mフラッシュ」の開発と活用を通して—

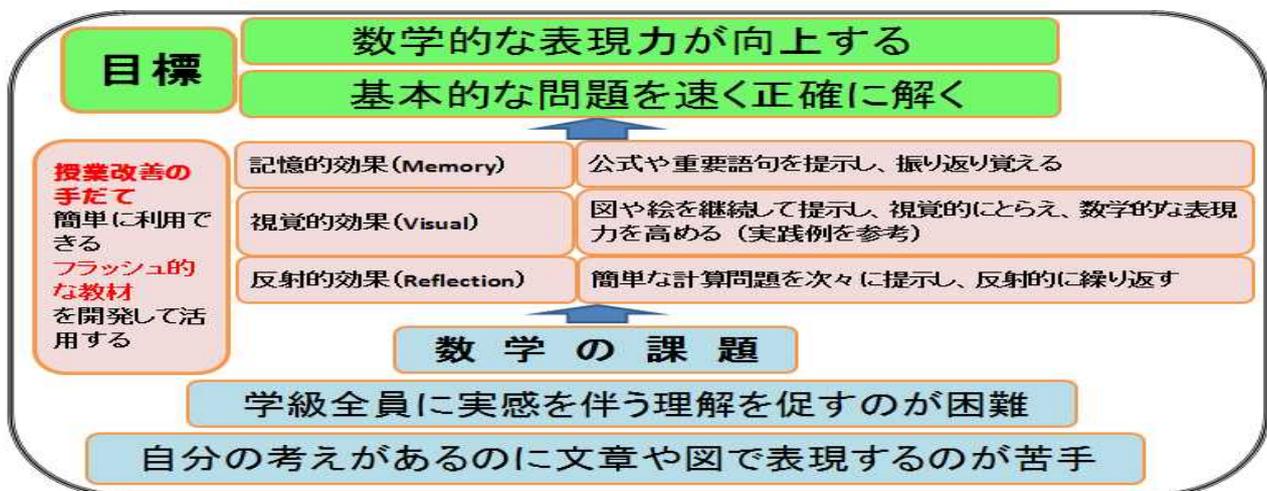
特別研修員 坂木 雅也

## I 主題設定の理由

現在の数学科の伸ばしたい資質・能力として、「実感を伴って理解すること」と「筋道を立てて考え、根拠を明らかにしながら説明すること」が示されている。実感を伴う指導方法として、具体物を操作したり、基本的な計算を繰り返したりする方法がある。効果的な方法であるが、学級全員に実感させることは困難である。根拠を明らかにして説明するには、自分の考えを文章でまとめる必要がある。有効な方法は、具体的に絵や図を表現してから文章化することであり、この手順を簡単に視覚化し、継続して提示することができれば、理解しやすくなる。又、算数・数学では、重要語句や公式を定義と関連付けることを繰り返し、正確に記憶することや「かけ算九九」や「百マス計算」のように短時間で反射的に答えを出せるような効率的な教材が求められている。そこで、反射 (Reflection)・視覚 (Visual)・記憶 (Memory) の三つの効果が期待できるフラッシュ的な教材を開発し活用することで、数学的な表現力の向上と基礎的・基本的な知識、技能の定着を図りたいと考え、本主題を設定した。

## II 研究内容

### 1 研究構想図



### 2 授業改善に向けた手だて

—研究上の手だて1 反射的效果 (Reflection) のあるフラッシュ的な教材—

- 「計算問題、計算の結果、解くための手順」をフラッシュ的な教材で効率的に提示し、答えさせることで、基礎的・基本的な問題を、速く正確に解く技能を定着させる。

計算問題や方程式を速く正確に解くには、反復が最も有効である。計算分野において、「反射的效果のあるフラッシュ的な教材」を授業の導入で利用し、定期的に復習をした (図1)。「1問10秒で計10問」を提示し、解答をノートに記入させる。最後のスライドで10問一斉に答え合わせをして、約3分で終了する (図2)。計算方法を忘れてしまう生徒もいるので、解き方についてもフラッシュ的な教材を利用した (図3)。数を簡単に変え、繰り返し継続することで、正解率の向上が見られた。

⑥ - 1 2 - 3 8

図1 フラッシュ的な教材（反射）

① - 1    ② 1 3  
 ③ - 16   ④ - 4  
 ⑤ - 17   ⑥ - 50  
 ⑦ 16    ⑧ - 20  
 ⑨ - 56   ⑩ 42

図2 解答を一斉に提示

$9x - 5 = 2x + 23$   
 ~~$9x - 2x = 23 + 5$~~   
 $7x = 28$   
 ☆ 移項は符号が変わる

図3 問題から解き方を提示

— 研究上の手だて2 視覚的効果 (Visual) のあるフラッシュ的な教材  
 ○ 考え方や表現が伝わりにくい「式の意味・グラフ・文章問題・図形の移動」で、フラッシュ的な教材を提示し、視覚的にとらえさせる場面を設けることで、数学的な表現を向上させる。

「視覚的効果のあるフラッシュ的な教材」を提示することで、イメージが膨らみ、問題に対する意欲が高まった。考え方を図式化し、自分の言葉で説明する生徒が多く見られた（図4、5）。グラフをかく問題では、授業中、継続して提示することで、学級全員が比例のグラフをかけるようになった（図6）。

20個の正方形なら？  
 Q. 図と式をノートにここう  
 20個  
  
 式  $1 + 3 \times 20 = 61$ 本

図4 1本ずつの増加を表現

式から図と考え方をここう。  
 式  $4x - (x - 1)$   


図5 式から図をイメージ

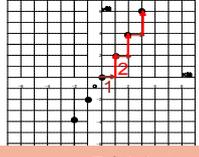
②  $y = 2x$   
  
 $2 = \frac{2}{1}$  だから 原点から 右に1、上に2

図6 かく手順を継続して提示

— 研究上の手だて3 記憶的効果 (Memory) のあるフラッシュ的な教材  
 ○ 「公式や重要語句」で、フラッシュ的な教材を提示し記憶させ、基礎的・基本的な知識を定着させる。

「記憶的効果のあるフラッシュ的な教材」でかかせる活動を行うことにより、定期テストの正解率が向上した（図7、8）。意味を結び付けることで、根拠の説明に重要語句が含まれるようになった（図9）。

数直線である数  
 と原点との距離  
 を \_\_\_\_\_ ④  
 という。

図7 重要語句を10問提示

時速 = 道のり ÷ 時間  
 $x$  kmの道のりを3時間で歩いたときの時速は？

図8 公式を確認して課題へ

図形を  
 「一定の方向に一定の距離だけ移動だけ動かす移動」は何ですか？  
**平行移動**

図9 重要語句を説明に利用

### Ⅲ 研究のまとめ

#### 1 成果

- フラッシュ的な教材は生徒一人一人に興味をもたせ、板書して教師が説明する指導よりも多くの情報を取り入れることが可能である。
- フラッシュ的な教材を与えることで、生徒の思考を深めることができ、工夫した図や数学的な表現など多くの発想を引き出すことができた。

#### 2 課題

- 図形の授業では、問題を解決するために提示したフラッシュ的な教材が、やや教師主導になる場面があった。生徒の実態を確認しながら、適切なタイミングで提示するとよかった。

#### 3 提言

- 生徒に自分で表現した文章を発表させるだけでなく、フラッシュ的な教材を使い、思考や過程についても根拠を明らかにして表現できると学級全体の理解が深まる。

## IV 実践及び改善の実際

### 実践 1

#### 1 単元名 「方程式～1次方程式の利用～」(中学1年・2学期)

#### 2 本単元及び本時について

本単元は、「等式の性質を理解して方程式を解く」「文章問題を通して、題意にあった方程式をつくり、それを解き、答えを求める」ことをねらいとしている。本時は全15時間計画の第9時に当たる。通常の指導では、文章問題を読み、必要な情報に線を引き整理する。本時は、具体物から問題をつくり、生徒同士による説明を行う。本時の研究上の手だてとして「視覚的効果のあるフラッシュ的な教材」を開発し、次のように具現化した。

#### 3 授業の実際

文章問題を解くことができない原因として、「A 文章の中から必要な情報を抜き出すことができない」「B 等しい数量関係が見付けられない」ことが考えられるため、次の問題を用意した。

[問題①] 実物の紙と5枚の写真を見て、きれいに貼るためには、どうすれば良いかを考える。

実物を示して、「目の前にある写真の間隔を求める」ことを問題とし、文章問題を解かなくてはならない抵抗を減らすようにした。並べ方は何種類かの方法が生徒から出され、実物を移動しながら全体の場で発表させた(図10)。

この後に問題を与え、解くだけでも正答率の向上は考えられるが、次の手順で段階を追って、生徒を支援した。

#### 教師の発問と指示・生徒の活動・成果

教師：この75cmの紙に写真5枚を貼った図をかきましょう。

生徒：ワークシートに実物を参考に図をかく。

**成果**：図の正確さに個人差がみられたが、全員が図をワークシートに記入する。

教師：等しい間隔を求めるための問題をこれからつくりますが、まずは、実物を図にしたものを映します。

→視覚的効果のあるフラッシュ的な教材(図11)

生徒：自分の図とフラッシュ的な教材を参考に最初は個人で問題をつくる。

**成果**：積極的に問題をつくり、必要な情報を問題に全て入れることができなかった生徒は二人のみであった。

教師：グループをつくり、自分のつくった問題を理由と一緒に説明してみましょう。

生徒：各グループで、一人一人が図を使いながら問題と理由を説明をする。

**成果**：自分でつくった問題は、自信をもって発表することができた。

教師： $x$ を使った方程式をつくり、写真の間隔を求めよう。

生徒：求める数量を $x$ として、方程式をつくり、間隔を求める。

**成果**：非常に意欲的に取り組み、学級全員が写真の間隔を求めることができた。



図10 実際の写真を並べてみる

#### 問題づくり



長さ75cmの紙

図11 図にしたフラッシュ的な教材

#### [生徒が作成した問題]

- 長さ75cmの紙に、幅9cmの写真5枚を並べて貼ります。それぞれの間隔を何cmにしますか。
- 写真が5枚あります。幅は9cmです。貼る紙の横の長さは75cmで、間の長さは同じです。写真の間の長さは何cmですか。

フラッシュ的な教材を提示したことで、必要最小限の情報となり、原因Aを解消することができた。原因Bについても自分の図とフラッシュ的な教材を使うことで、等しい長さを直感で決めることができた。等しい数量関係を正しく見だし、求める値をイメージすることができれば、思考を深めることにも効果がある。

フラッシュ的な教材は、方程式をつくるための補助となるだけでなく、映像を利用して発表することで、数学的な表現を用いて分かりやすく伝えることにも有効であった（図12）。

この章の最終的な目標は文章問題に対して、自ら図や絵で表現して自力解決することである。問題①では写真の間隔を求めるのに対し、問題②では、写真の幅を求める問題に変更した。



図12 フラッシュ的な教材を使い  
数学的な表現で発表

[問題②] 94cmの紙に、写真4枚を貼りたい。間隔を等しく10cmになるようにするには、写真の幅を何cmにすればよいか。

**教師の発問と指示・生徒の活動・成果**

教師：次は、最初から文章問題を考えます。自分で図をかいて、方程式をつくり、答えを求めましょう。

生徒：ワークシートに図をかき、方程式をつくる。

**成果**：多くの生徒が正確な図をかき、正しい方程式をつくることができた。

教師：図をかけない数人の生徒に、タブレットパソコンで直接ヒントを与える。

➡視覚的効果のあるフラッシュ的な教材（図13）

生徒：教師から個別に丸をもらった後、自分でオリジナルの問題づくりを行う。（チームティーチング体制）

**成果**：授業の最後には、全員が自力で図をかき、式をつくり、写真の幅を求めることができた。

※方程式を立式（31名）減法と除法を利用（2名）

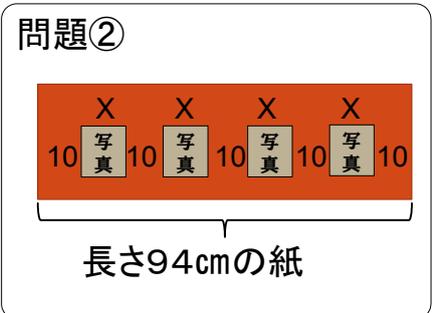


図13 ヒント用フラッシュ的な教材

[生徒が解いた式 問題②]

○写真の幅を  $x$  cm とする。  
 $4x + 10 \times 5 = 94$

○写真の？を  $x$  cm とする。  
 $(94 - 10 \times 5) \div 4 = x$

「通常の授業：□」（3年前に実施）と「フラッシュ的な教材を提示した授業：○」（本時）の比較

- 図に「分かっている数量」と「求める数量」を記入できない生徒が半数見られた。
- 自分でかいた図とフラッシュ的な教材により、二つの数量を学級全員が迷わずに記入した。
- 文章問題から不必要な情報まで読み取り、途中であきらめる生徒が多く見られた。
- 問題づくりにより、文章が長くなっても、学級全員が必要な情報を正しくかいた。
- 半数程の生徒が数量関係が異なる方程式をつくった。
- フラッシュ的な教材と問題づくりにより、学級全員が等しい数量関係の方程式をつくった。
- 人数を求める類題で、半数が自力解決したが、半数は数量関係の異なる式や無回答であった。
- 本時後、同じ類題で、7割は方程式をつくって解き、3割は数量関係の異なる式をつくった。

#### 4 考察

実物やフラッシュ的な教材を利用することで、関心意欲が高まり、「自ら問題をつくり解きたい」という気持ちにさせることができた。同じ課題に対する問題づくりでも、グループ交流で、多くの違った表現を知ることができ、グループ活動のよさを実感させる場面を設けたのは有効であった。「できそうなら、解きたくなる」と思うのが数学である。フラッシュ的な教材を補助として、全員が文章問題に取り組み、最終目標である「文章問題を自分で解く」ことを実践することができた。

## 実践2

### 1 単元名 「平面図形～図を移動して最短ルートを求める～」(中学1年・3学期)

#### 2 本単元及び本時について

本単元は、「図形の移動と作図の作業を通して図形の性質に気付かせること」ことをねらいとしている。本時は、全16時間計画の第4時に当たる。最短ルートを求める日常生活に結び付く問題であり、平行移動の考えを利用する。既習内容のように、決められた図形を移動するのではなく、自ら線分を結んで必要な線分のみを移動させるなど、試行錯誤する作業が必要になる。研究上の手だてとして「視覚的効果のある動くフラッシュ的な教材」を開発し、次のように具現化した。

#### 3 授業の実際

川に橋をかけ、最短ルートを求める問題が本時の中心内容であるが、最初からこの問題を解くことは難しいので、高原学校で見た榛名富士の登山問題で最短ルートを考えさせた。

[問題①] 山を登るとき、スタート地点から頂上までの最短ルートを方眼紙を利用して求め、説明する。  
※1マス分は、休みながら横に移動するものとする。

ルートをかきやすくするために、ワークシートの中に方眼紙を設け、黑板には拡大した方眼紙を提示した。

##### 教師の発問と指示・生徒の活動・成果

教師：スタートから頂上までの最短ルートをかきましょう。  
一気に登るのは大変なので、1マス横に休みます。  
生徒：各自がワークシートに最短ルートをかき、代表者が拡大した方眼紙にルートにかき、発表する。  
**成果**：正解のルートをかいた生徒は半数であったが、全員が一つ以上のルートをかくことができた。  
自分でつくったルートの説明については、方眼紙のマス目があったので、具体的で分かりやすい表現が多く見られた。  
教師：正解のルートと理由を図にしたものを映します。  
➡視覚的効果のある動くフラッシュ的な教材(図14・15)  
**成果**：各ルートが最短であることを確かめることができた。

[問題②] 川に橋をかけてA地点からB地点までいくとき、どこに橋をかければ、ルートが最も短くなるかを、方眼紙を利用して求め、説明をする(図16)。  
※川は平行で橋は川に対して垂直とする。

##### 教師の発問と指示・生徒の活動・成果

教師：まずは、自分で最短ルートを記入し、合計の長さを測り、隣同士で説明してみましょう。  
生徒：各自がワークシートに最短ルートをかき、長さを測り、ペア学習でお互いに説明し合う。  
**成果**：正解を求めた生徒は1名のみであった。ペア学習のため、聞く側が根拠についても質問し、自分なりに答え

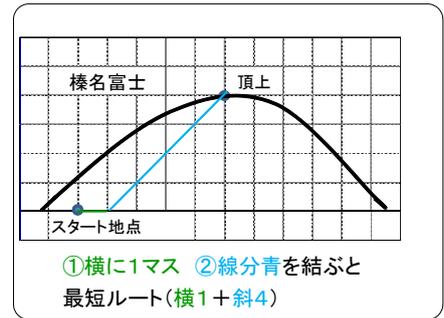


図14 最短ルートの根拠を提示

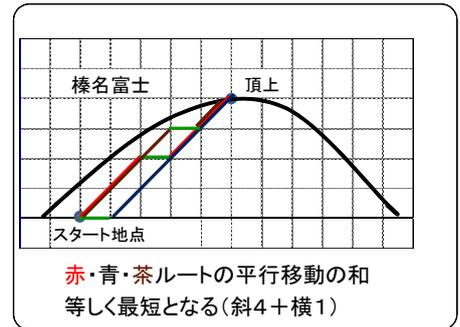


図15 それぞれのルートを色分け

[生徒のルート説明 問題①]  
○スタートから斜め2マスに登り、1マス休み、頂上を結べば最短になる。  
○最初に1マス休み、頂点まで直接結べば、最短となる。

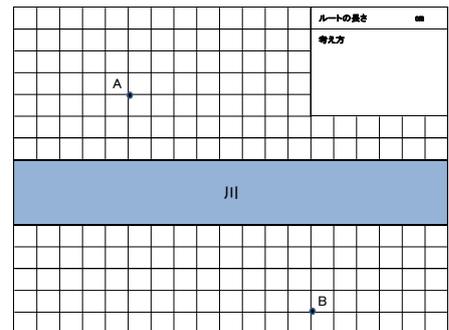


図16 問題②のワークシート

ることができていた。多かったルートは、「登山問題のように、方眼の目の角に沿って斜めに進み、橋をかけてからBまで結ぶ」ルートであった。誤答ではあるが、「自分のルートが最短になる根拠を自分なりに表現する目標」を達成できた生徒が多くみられた。

教師：登山の「1マス休みながら移動する条件」を「川の幅」と考えます。図の向きを変え、ワークシートを裏返し、もう一度、最短ルートと根拠をかき、説明しましょう。

➡視覚的効果のある動くフラッシュ的な教材（図17）

生徒：点を移動させる方法をペア学習で考え、最短ルートの図をかき、根拠を説明しあう。代表者が発表する。

**成果**：ほとんどのペアが平行移動を利用した正しいルートを探し、ルートと根拠を全体場で発表して確認できた。「説明者」と「拡大図への記入者」に分けることにより、多くの生徒の活動が見られた（図18）。

教師：先ほど説明してくれた内容を図にしたものを映します。「図形が移動する様子と根拠」を示す。

➡視覚的効果のある動くフラッシュ的な教材（図19）

**成果**：黒板と生徒や教師の説明では、伝えにくかった最短ルートを視覚的にとらえさせ、納得させることができた。

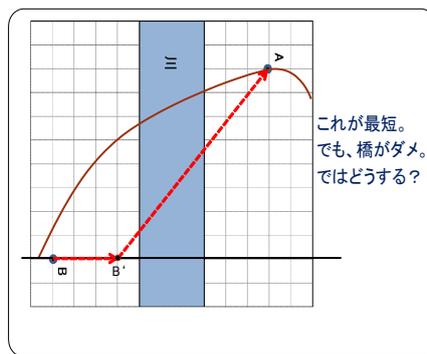


図17 図の向きを変えて発想を転換



図18 拡大紙に最短ルートを表現

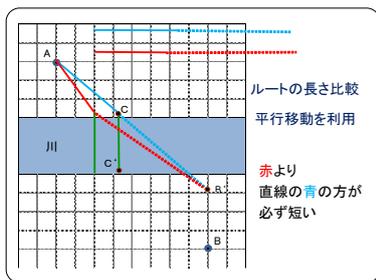
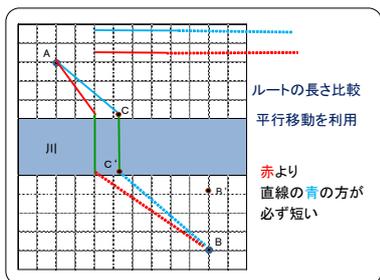


図19 図が移動する前

図が移動した後

「通常の授業：□」（3年前に実施）と「フラッシュ的な教材を提示した授業：○」（本時）の比較

- 誤ったルートを求めた後、解決へのヒントを与えたが、正解に至る生徒は少数であった。
- フラッシュ的な教材で動く図形を見せることで、素早く最短ルートへの訂正ができた。
- 図のルート説明は、適切な表現を使うことができず、模範解答を教師が示した。
- 方眼紙とフラッシュ的な教材の提示により、分かりやすい表現の説明が多く見られた。
- 根拠の生徒説明は、聞く側に伝わりにくい内容であったので、模範解答を教師が示した。
- 根拠のなかに、記号や重要語句を使い、適切に表現できた生徒が数人見られた。
- 発表者の説明と教師の解説でも、疑問を残す生徒がたくさんいた。
- 発表者の説明と動くフラッシュ的な教材で、うなずく生徒が多く見られた。

[生徒のルートと根拠 問題②]

○B'Cを3マス下に平行移動させるとBC'となる。BB'を平行移動させるとCC'となる。  
 $AC + CC' + C'B = AC + CB' + BB'$  となり最短となる。  
 ○B'Cを橋の終わりの位置まで平行移動してBC'をつくる。3つの線分を結ぶとAB' + BB'と等しくなり最短となる。

#### 4 考察

これまで、中学1年の図形指導は、操作的・直感的な扱いを中心に基本的概念の一般化を行ってきた。さらに、図形を機能的にとらえ、発展的に考察する能力を養うために、「視覚的効果のある動くフラッシュ的な教材」を開発し活用した。本時の最短ルートを求め、根拠を説明する学習活動を通し、重要語句を利用した数学的な表現の向上を見ることができた。次の段階として、図形に対するものの見方を変えるために、柔軟な発想を引き出すフラッシュ的な教材の開発と明確な指示・発問をすることができれば、より一層効果が出ると考える。