

群 教 セ	G03 - 03
	平 15.216 集

図形の性質を主体的に捉えることが できる教材の作成と活用

- 相似な図形の指導を通して -

特別研修員 今泉 昭治（笠懸町立笠懸中学校）

《研究の概要》

本研究は、相似な図形の学習において、証明活動の中で、情報を整理しながら、見通しをもって思考を組み立てていくために、主体的に試行錯誤しながら図形の性質を予想し、様々な視点から図形を捉えることを支援する教材を作成したものである。また、比較的操作が簡単で容量が小さく多様な利用法のあるフリーソフト GRAPES を活用し、図形の自動変形プログラムを作成することにより、視認性を高めた。

【キーワード：数学 - 中 図形 相似 中点連結定理 コンピュータ フリーソフト】

主題設定の理由

中学校の図形学習は小学校から比べると高度化して、図形の性質や定義、定理の系統化が図られ、それをもとに証明活動が導入される。第3学年では、「相似な図形」と「三平方の定理」を学習し、図形について見通しをもって論理的に考察し表現する能力を伸ばすことが求められている。特に、「相似な図形」の定着が重要であり、その中の中点連結定理は様々な場面で応用することができ、生徒に数学的な見方や考え方のよさを認識させることができる。そのため、「相似な図形」の理解を深める必要性があると考えられる。

本校では、きめ細かな取組として数学科第2・3学年において習熟度別少人数指導を実施している。第3学年では、ゆっくりコース1・2組14人、3・4組15人、じっくりコース1・2組24人、3・4組27人、がんばりコース1・2組29人、3・4組26人というコース編成のもとに生徒の実態にあった指導方法・指導形態を工夫している。4月に実施された教研式CRTの結果によると、図形の性質、三角形の合同・証明については、全国比で89/100であった。その原因は、図形の性質を視覚的に認識できないために、証明にまで結びつかないことや、論証の手順そのものが分からないことなどが考えられる。

そこで、図形を視覚的に認識し、様々な性質を予想したり発見したりすることにより、見通しをもった証明ができると考え、コンピュータの活用を試みることにした。黒板を使用した授業では、図形の変形や動きを示すのは難しく、OHPのシートを多数作成して変形や動きを示したり、補助プリントを配布したりすることが多かった。その場面では、図形を自由に繰り返して確認することができないために、生徒は受身の学習になりやすく、図形のもつ様々な性質を主体的に捉えられないため、予想したり発見したりできないことが多かった。

一方、コンピュータを活用することにより、正確に作図できるだけでなく、繰り返して作図や操作することが可能になる。また、図形を自分の意のままに変形させることによって、主体的な学習が図られ、ディスプレイ上で試行錯誤しながら図形の性質を予想し、様々な視点から確認することができ、新たな発見につながるであろう。これら一連の学習活動を通して、図形の証明に取り組むことは、生徒が情報を整理しながら、見通しをもって思考を組み立てていくこ

とに結びつくと考え。

本研究では、図形の性質を主体的に捉えさせるために、比較的操作简单で多様な利用法のあるフリーソフト GRAPES を活用して図形を任意に変形できる教材が有効であると考え、本主題を設定した。

研究のねらい

生徒一人一人に図形の性質を主体的に捉えさせるために、操作简单で多様な利用法のあるフリーソフトをもとに図形の自動変形プログラムを作成し、授業実践を通してその教材の有効性を検証する。

研究の見通し

中学校第3学年数学科相似な図形の指導において、次のような教材を作成し活用すれば、図形の性質を主体的に捉えることができるであろう。

- 1 定理を確認したり図形の性質を予想したりする場面で、図形を任意に変形できる教材を活用することにより、生徒自身が主体的に試行錯誤する中で、様々な視点から観察しながら定理や予想の妥当性を検討するであろう。
- 2 図形の証明活動の中で、コンピュータ画面を使い図形を任意に変形させながら主体的に捉えることにより、情報を整理しながら、見通しをもって思考を組み立てていくことができるであろう。
- 3 フリーソフト GRAPES は比較的操作简单で容量が小さいので、これをもとに教材を作成することにより、コンピュータ操作が苦手な生徒でも気軽に利用できるであろう。また、多様な利用法があるソフトなので少人数指導にも対応することができるであろう。

研究の内容

1 ソフトの概要

(1) 基本的な考え方

相似な図形の学習においては、証明活動の中で、情報を整理しながら、見通しをもって思考を組み立てていくことが重要である。そのために、生徒が主体的に試行錯誤しながら図形の性質を予想し、様々な視点から図形を捉えることができる教材が求められる。具体的には、その教材は次のような要件を満たす必要がある。

生徒が、図形を任意に変形することができる。

題意にそって図形を自動変形することができる。

画面の中に問題や操作方法やヒントを提示できる。

指導者が図形の形やプログラムを変更して生徒の実態にあった発問を作ることができる。

そこで、フリーソフト GRAPES を利用することにした。GRAPES は、関数によるグラフや軌跡をマウスによる簡単な操作で描くとともに、様々な視点から調べたり、変形したり動かしたりすることができるソフトである。また、インターネットからダウンロードすることができ、本体とサンプルが1枚のフロッピーに入る大きさで、手軽に扱えしかも高機能である。

GRAPES の特徴は、図1のデータパネルのパラメータを操作することにより、任意にグラフや図形を変形することができる点である。また、スクリプトというプログラム作成の言語を備え、それを用いてグラフや図形を自動的に連続変形・連続移動させることができる。さらに、

画面上にラベルを貼り付けておくことができる。テキスト、式、式の値を表示する機能を持ち、ファイルの解説や考え方のヒントを提示することができる。

(2) 教材の構成

相似な図形（全 14 時間計画）において、図形を自分の意のままに変形させることによって、主体的な学習を図り、ディスプレイ上で様々な視点から図形の性質や定理を確認するために「相似の位置」、「相似の位置」、「中点連結定理」を使う。

さらに、ディスプレイ上で試行錯誤しながら図形の性質を予想し、情報を整理しながら、見

通しをもって証明していくために「中点連結定理」、「中点連結定理」、「中点連結定理」を使う。ここでの学習活動が本研究の中心となり、「中点連結定理」の活用の前後で個々の生徒の証明活動がどのように変化するかを調べ、教材の有効性を検証する。

作成した 6 個のファイルの概要は以下のとおりである。

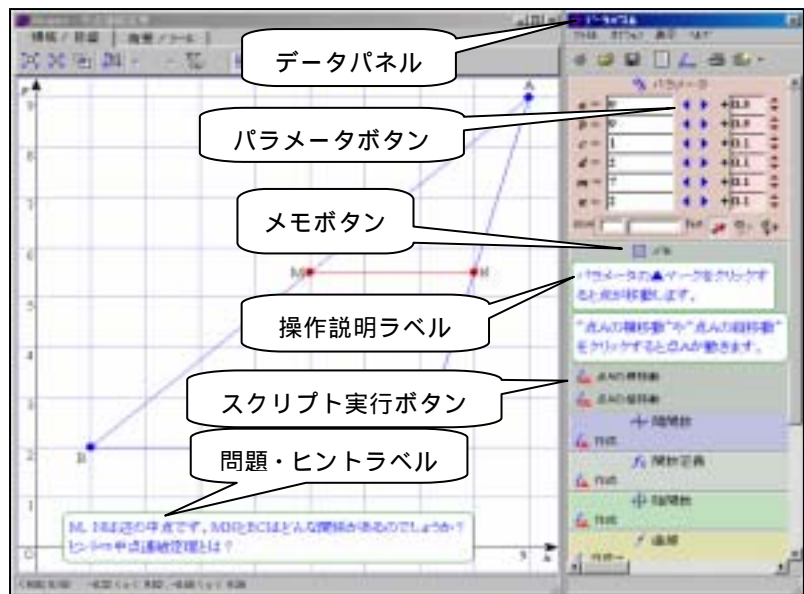


図1 GRAPES の基本的な画面

ファイル名	ファイルの概略
相似の位置	相似の中心からの距離が 1 : 2 になるように設定し、2 つの四角形を表示することにより、相似の中心や相似の位置にある 2 つの四角形を視覚的に確認する。
相似の位置	相似の中心からの距離が 1 : 2 になるように設定し、2 点を表示し、スクリプトにより動かしながら残像を残すことにより、点と点が対応し、辺と辺が対応することを視覚的に確認する。
中点連結定理	三角形の 2 辺の中点を結んだ図で、頂点を任意に動かしたり、スクリプトにより連続変形したりすることにより、中点連結定理がどんな三角形でも成り立つことを視覚的に確認する。
中点連結定理	四角形の 4 辺の中点を結び、頂点を任意に動かしたり、スクリプトにより連続変形したりすることにより、4 辺の中点を結んでできた四角形が平行四辺形になることを視覚的に予想し、証明につなげる。
中点連結定理	四角形の 2 辺の中点と 2 つの対角線の中点を結び、頂点を任意に動かしたり、スクリプトにより連続変形したりすることにより、中にできた四角形が平行四辺形になることを視覚的に予想し、証明につなげる。
中点連結定理	四角形の 2 辺の中点と 1 つの対角線の中点を結び、頂点を任意に動かしたり、スクリプトにより連続変形したりすることにより中にできた三角形はどんな三角形か視覚的に予想し、証明につなげる。

2 GRAPES を使った教材の内容

(1) 相似な図形の学習

相似な図形の3時間目において、図形を視覚的に認識する場面で、ファイル「相似の位置」(図2)とファイル「相似の位置」(図3)を使う。

「相似の位置」(図2)は、相似の中心からの距離が1:2になるように設定されている2つの四角形が表示される。パラメータのボタンをクリックすることにより値が増減し、点A、B、C、Dを自由に動かすことができる。すると相似の中心Oからの距離が1:2に設定してあるので点E、F、G、Hも連動して動く。辺の長さや角の大きさに注目させたりしながら、2倍に拡大した図形は元の図形と形は同じである(相似である)ことを視覚的に実感させることができる。

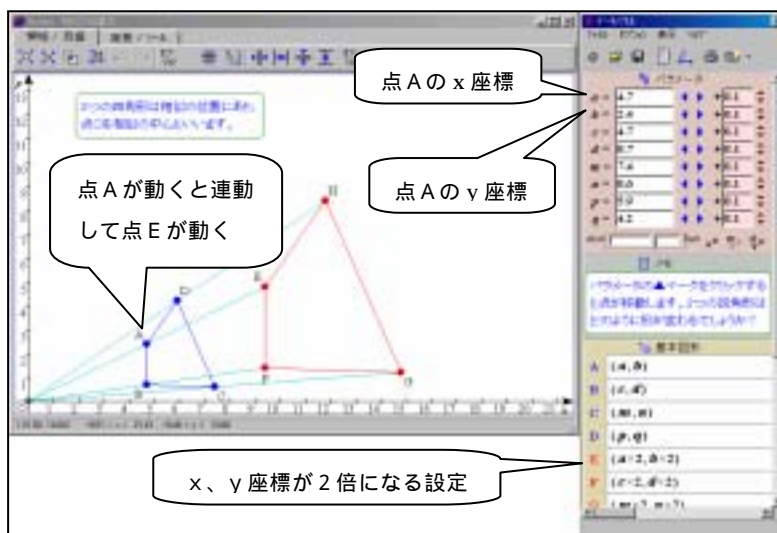


図2 「相似の位置」



図3 「相似の位置」

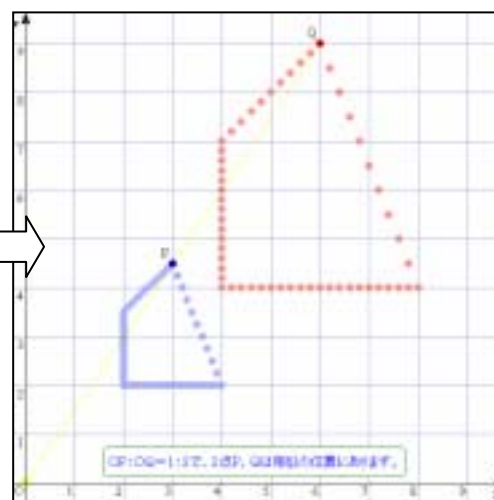


図4 スクリプトによる点の移動と残像

「相似の位置」(図3)は、 $OQ = 2OP$ となるように設定し、点と点の対応に注目させた上で相似の中心や相似の位置を視覚的に認識させるものである。「メモ」エリアのスクリプト実行ボタン「点Pの移動」をクリックすると、点Pと点Qが自動的に移動し、残像により図4のようになる。この動作により、点Oを相似の中心として「点と点の対応」から「頂点と頂点の対応」や「辺と辺の対応」に発展させることができる。

この2つのファイルは、今後のGRAPESを使った学習においてコンピュータ操作の練習にするという意図もあり、単純な図で基本操作ができるように考慮した。

(2) 中点連結定理の学習

相似な図形の10時間目において、中点連結定理を証明した後で、図形を視覚的に認識する場面で、ファイル「中点連結定理」(図5)を使う。

まず、パラメータのボタンをクリックすることにより値が増減し、点A、B、Cを移動することができる。常に $MN \parallel BC$ 、 $MN = 1/2 BC$ となっていることを視覚的に確認させる。そのときに、座標平面上に引かれた縦横の補助線を目安として容易に読みとることができる。

また、「メモ」エリアのスクリプト実行ボタン「点Aの横移動」「点Aの縦移動」をクリックすると、図6、図7のように、点Aを横方向や縦方向に連続移動させることができ、どんな三角形でも中点連結定理が成り立つことを視覚的に理解することができる。

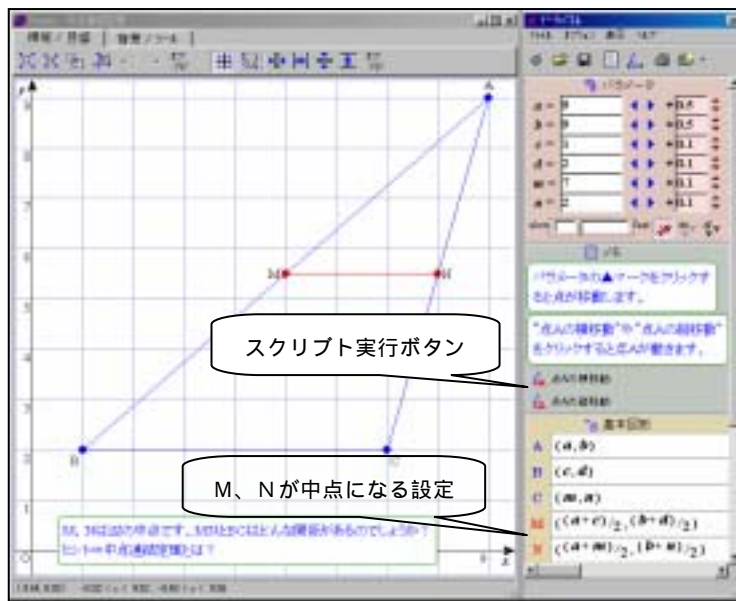


図5 「中点連結定理」

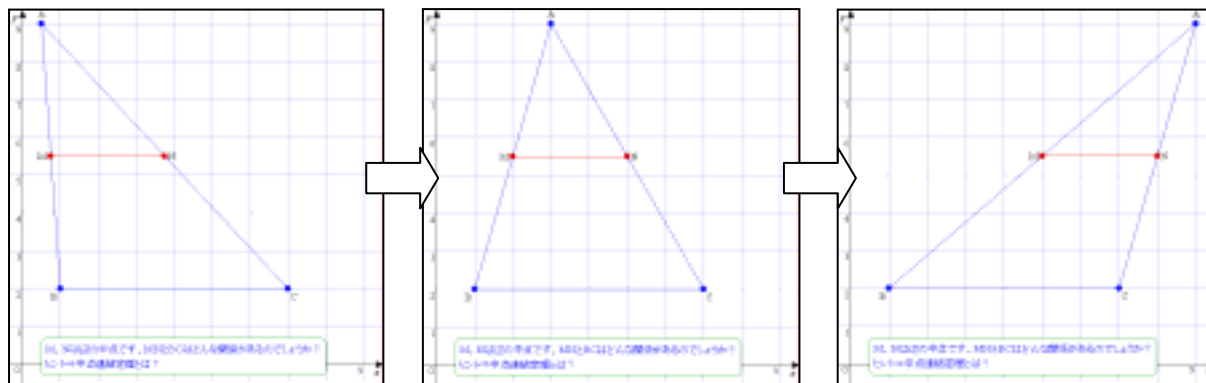


図6 スクリプトによる点Aの横方向連続移動

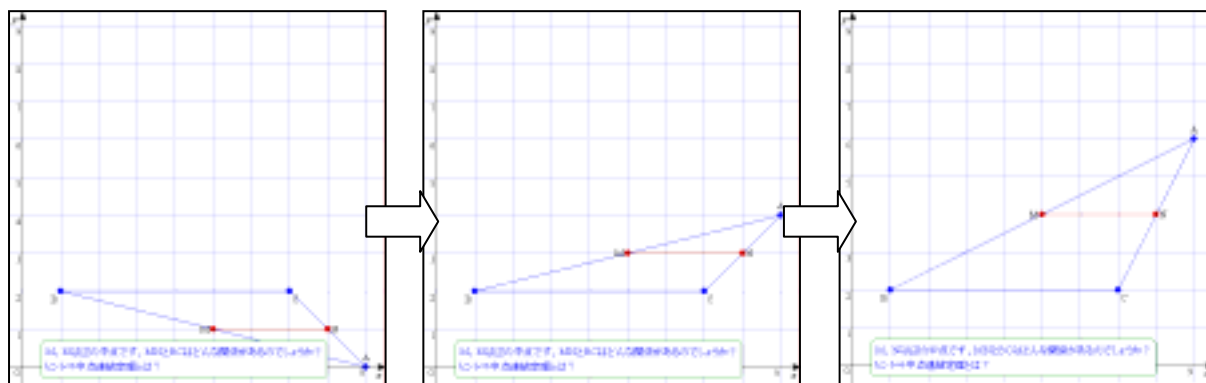


図7 スクリプトによる点Aの縦方向連続移動

(3) 中点連結定理の応用（本研究の中心）

相似な図形の11時間目において、図形を視覚的に認識した上で証明につなげる場面で、3つの発問をする。

まず、「四角形 $ABCD$ の辺 AB 、 BC 、 CD 、 DA の中点をそれぞれ P 、 Q 、 R 、 S とすると、四角形 $PQRS$ はどんな四角形になりますか。また、このことを証明しなさい。」という問いに対して、ファイル「中点連結定理」（図8）を使う。パラメータのボタンをクリックすることにより値が増減し、点 A 、 B 、 C 、 D を移動しながら、四角形 $PQRS$ がどんな四角形になるのかを視覚的に確認させる。

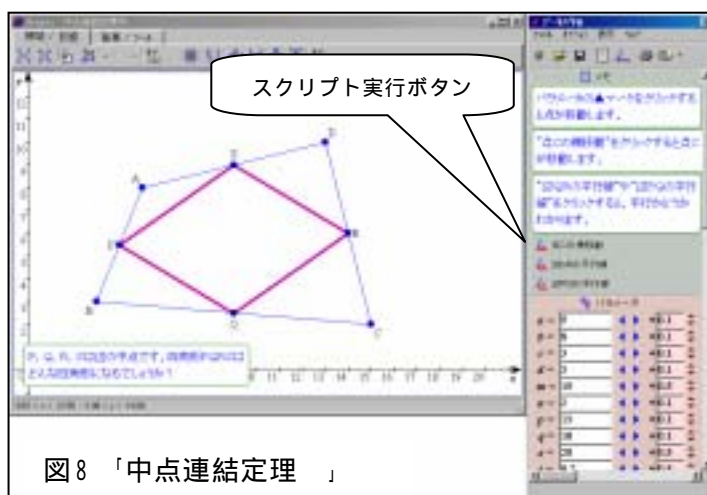


図8 「中点連結定理」

また、スクリプト実行ボタン「点 C の横移動」をクリックすることにより、図9のように、点 C を横方向に連続移動させることができ、変化の様子を確認することができる。さらに、スクリプト実行ボタン「辺 QR の平行線」「辺 PQ の平行線」をクリックすることにより、図10、図11のように、辺 QR の平行線や辺 PQ の平行線が自動的に現れ、四角形 $PQRS$ の対辺が平行であることを確認することができる。これらの操作で、平行四辺形の定義についてもふれながら、見通しをもった証明につなげていく。

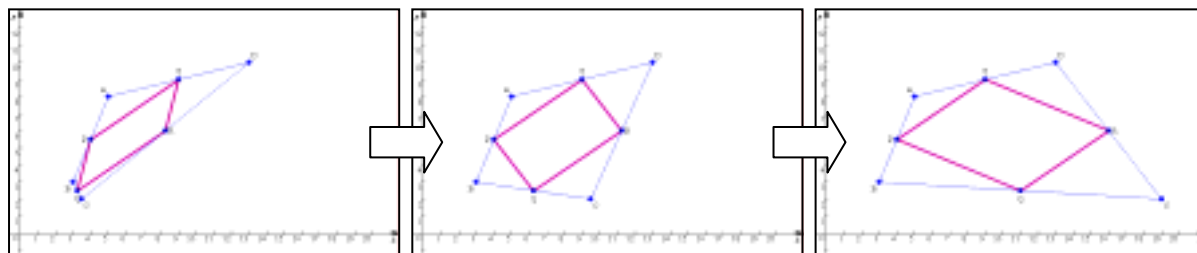


図9 スクリプトによる点 C の横移動

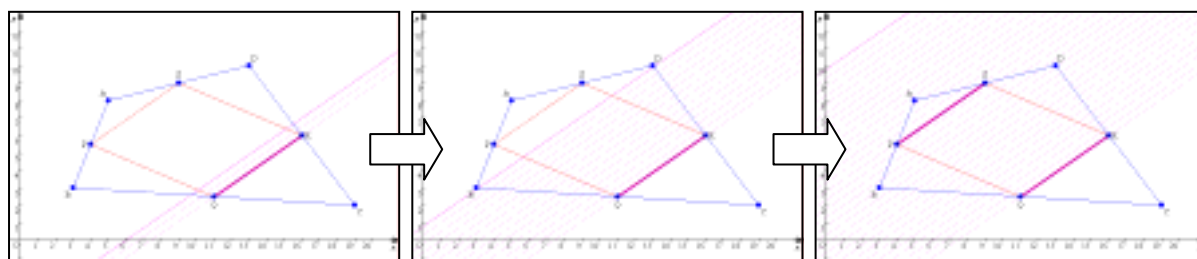


図10 スクリプトによる辺 QR の平行線

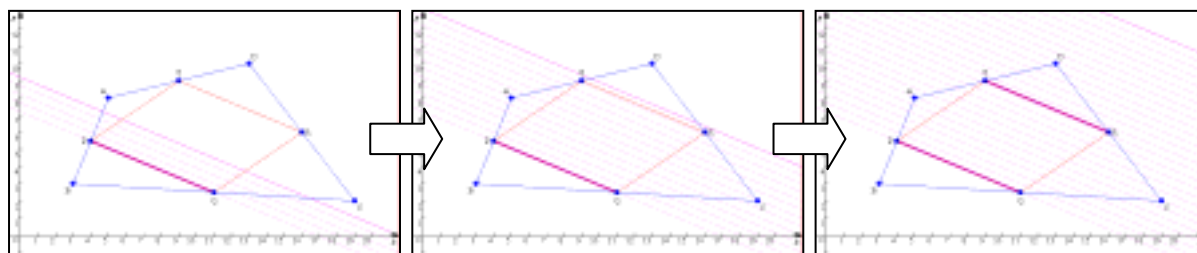


図11 スクリプトによる辺 PQ の平行線

次に、「四角形 $A B C D$ の対角線 $A C$ 、辺 $B C$ 、対角線 $B D$ 、辺 $A D$ の中点をそれぞれ P 、 Q 、 R 、 S とするとき、四角形 $P Q R S$ はどんな四角形になりますか。また、このことを証明しなさい。」という問に対して、ファイル「中点連結定理」(図 12)を使う。第 1 問と同様にパラメータ操作や図 13 のようなスクリプトの実行による連続変形から四角形 $P Q R S$ が平行四辺形になることを実感させてから、見通しをもった証明につなげる。

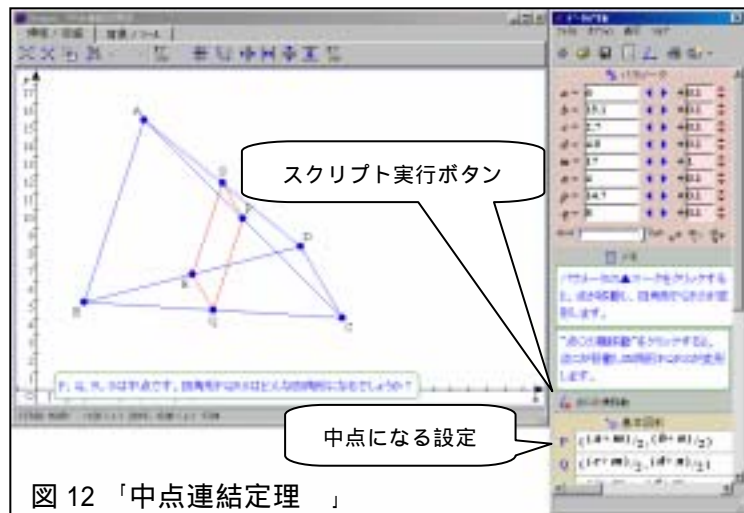


図 12 「中点連結定理」

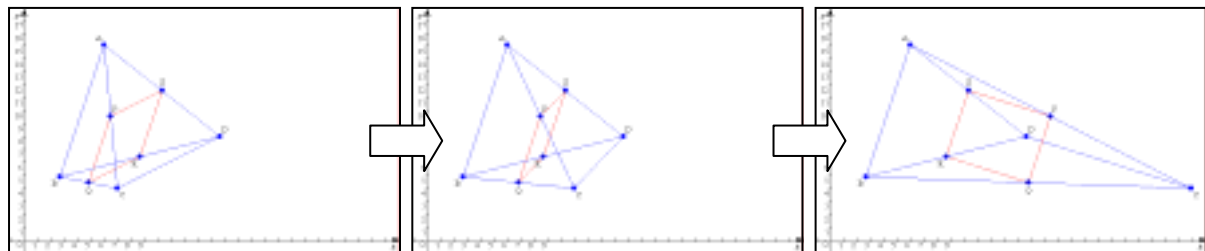


図 13 スクリプトによる点 C の横移動

さらに、「 $A B = C D$ の四角形 $A B C D$ の対角線 $A C$ 、辺 $B C$ 、辺 $A D$ の中点をそれぞれ P 、 Q 、 R とするとき、三角形 $P Q R$ はどんな三角形になりますか。また、このことを証明しなさい。」という問に対して、ファイル「中点連結定理」(図 14)を使う。これも、パラメータ操作や図 15 のようなスクリプトの実行により、 $A B = C D$ であればどんなときでも、三角形 $P Q R$ が二等辺三角形になることを視覚的に実感させてから、見通しをもった証明につなげる。



図 14 「中点連結定理」

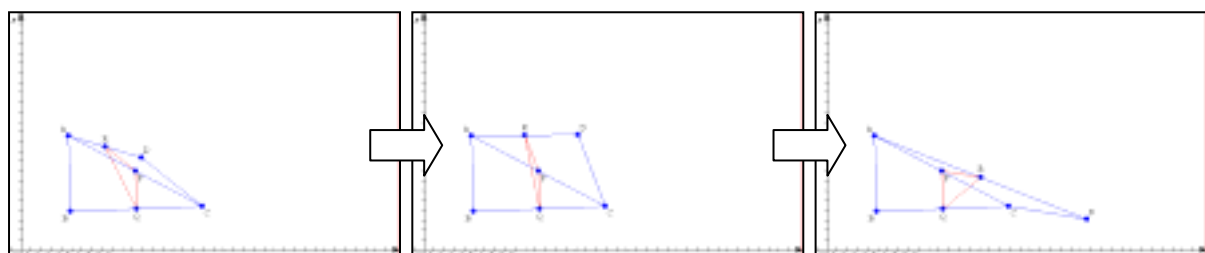


図 15 スクリプトによる $A B = C D$ の点 D の移動

(4) プログラムの内容

スクリプトにより図形を自動的に連続変形させるプログラムを作成した。データパネルのメモボタンをクリックすることにより、プログラム作成画面が現れる。最初の部分が、操作説明ラベルや問題・ヒントラベルの文章になる。次に、///から下の部分が自動変形のプログラムである。ただし、ファイル「相似の位置」では、パラメータ操作のみで図形の確認ができるので自動変形のプログラムは作成しなかった。

ファイル「相似の位置」

OP : OQ = 1 : 2で、	# b:=4.2	# ClrAimg(L1)	# b:=3.0	# a:=2.0
2点P,Qは相似の位置	# draw	# a:=2.1	# draw	# b:=2.3
にあります。	#SetAimg	# b:=3.6	#SetAimg	# draw
	# wait(100)	# draw	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
パラメータの マーク	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
をクリックすると、点P	# a:=2.6	# wait(100)	# b:=2.9	# a:=2.0
が移動し、それにつれて	# b:=4.1	# ClrAimg(L1)	# draw	# b:=2.2
点Qも移動します。	# draw	# a:=2.0	#SetAimg	# draw
	#SetAimg	# b:=3.5	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
”点Pの移動”をクリッ	# wait(100)	# draw	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
クすると点Pが移動し	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# b:=2.8	# a:=2.0
ながら図形ができます。	# a:=2.5	# wait(100)	# draw	# b:=2.1
2つの図形はどんな関	# b:=4.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw
係があるのでしょうか？	# draw	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
# //点Pの移動	#SetAimg	# b:=3.4	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
# a:=3	# wait(100)	# draw	# b:=2.7	# a:=2.0
# b:=4.5	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw	# b:=2.0
# draw	# a:=2.4	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw
#SetAimg	# b:=3.9	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
# wait(100)	# draw	# b:=3.3	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw	# b:=2.6	# a:=2.1
# a:=2.9	# wait(100)	#SetAimg	# draw	# b:=2.0
# b:=4.4	# ClrAimg(L1)	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw
# draw	# a:=2.3	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
#SetAimg	# b:=3.8	# b:=3.2	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
# wait(100)	# draw	# draw	# b:=2.5	# a:=2.2
# ClrAimg(L1)	#SetAimg	#SetAimg	# draw	# b:=2.0
# a:=2.8	# wait(100)	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw
# b:=4.3	# ClrAimg(L1)	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg
# draw	# a:=2.2	# b:=3.1	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)
#SetAimg	# b:=3.7	# draw	# b:=2.4	# a:=2.3
# wait(100)	# draw	#SetAimg	# draw	# b:=2.0
# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# ClrAimg(L1)	#SetAimg	# draw
# a:=2.7	# wait(100)	# a:=2.0	# ClrAimg(L1)	#SetAimg

a:= # b:=a や b に数値を代入する。 # draw.....図を描く。

#SetAimg.....画像を残す。(残像) # wait(100).....0.1秒間待つ。

ClrAimg(L1).....直線1の残像を消す。

M, Nは辺の中点です。MNとBCはどんな関係があるのでしょうか？

ヒント 中点連結定理とは？

パラメータの マークをクリックすると点が移動します。

”点Aの横移動”や”点Aの縦移動”をクリックすると点Aが動きます。

```
# //点Aの横移動
# for a :=0 to 9 step Step(a)
# draw
# wait(1000)
# next a
# ---
# //点Aの縦移動
# for b :=0 to 9 step Step(b)
# draw
# wait(1000)
# next b
```

for a :=0 to 9 step Step(a)..... aに0から9を代入し、nextまでくり返す。

HideObj.....図形を非表示にする。
ShowObj.....図形を表示する。
for s := ~ step Step(s) 数式sへの代入をnextまでくり返す。

P, Q, R, Sは辺の中点です。四角形PQRSはどんな四角形になるのでしょうか？

パラメータの マークをクリックすると点が移動します。

”点Cの横移動”をクリックすると点Cが移動します。

”辺QRの平行線”や”辺PQの平行線”をクリックすると、平行かどうかわかります。

```
# //点Cの横移動
# for m :=3 to 19 step Step(m)
# draw
# wait(1000)
# next m
# ---
# //辺QRの平行線
# HideObj(y2,L9,L10,L12)
# ShowObj(L11)
# ClrAImg
# ShowObj(y1)
# for t :=(-dp+nc-np-dm+cq+mq)/(2c-2p) to 10 step Step(t)
# draw
# SetAImg
# wait(100)
# next t
# ShowObj(L12)
# ---
```

```
# //辺PQの平行線
# HideObj(y1,L11,L12,L10)
# ShowObj(L9)
# ClrAImg
# ShowObj(y2)
# for s :=(-bm+ad-dm+an-bc+cn)/(2a-2m) to 20 step Step(s)
# draw
# SetAImg
# wait(100)
# next s
# ShowObj(L10)
```

P, Q, R, Sは中点です。四角形PQRSはどんな四角形になるのでしょうか？

パラメータの マークをクリックすると、点が移動し、四角形PQRSが変形します。

”点Cの横移動”をクリックすると、点Cが移動し四角形PQRSが変形します。

```
# //点Cの横移動
# for m :=6 to 27 step Step(m)
# draw
# wait(1000)
# next m
```

for m :=6 to 27 step Step(m)..... mに6から27を代入し、nextまでくり返す。

ファイル「中点連結定理」

P, Q, Rが中点でAB=CD のとき, PQRはどんな三 角形になるでしょうか?	# draw # wait(1000) # p:=12.9 # q:=10.3 # draw	# draw # wait(1000) # p:=22.9 # q:=10.5 # draw
パラメータの マークをクリ ックして, AB=CDになるよ うに変形してみよう。	# wait(1000) # p:=14 # q:=11.1 # draw # wait(1000)	# wait(1000) # p:=23.8 # q:=9.5 # draw # wait(1000)
"AB=CDの点Dの移動"を クリックすると, 図形が変 形します。	# p:=15.2 # q:=11.7 # draw # wait(1000)	# p:=24.6 # q:=8.3 # draw # wait(1000)
# //AB=CDの点Dの移動 # p:=10.1 # q:=4.5 # draw # wait(1000)	# p:=16.5 # q:=12 # draw # wait(1000)	# p:=25.2 # q:=7.1 # draw # wait(1000)
# p:=10.3 # q:=5.8 # draw # wait(1000)	# p:=17.9 # q:=12.2 # draw # wait(1000)	# p:=25.6 # q:=5.8 # draw # wait(1000)
# p:=10.6 # q:=7.1 # draw # wait(1000)	# p:=19.2 # q:=12.1 # draw # wait(1000)	# p:=25.7 # q:=4.5 # draw # wait(1000)
# p:=11.1 # q:=8.2 # draw # wait(1000)	# p:=20.5 # q:=11.7 # draw # wait(1000)	# p:=25.6 # q:=3.1 # draw # ---
# p:=11.9 # q:=9.4	# p:=21.8 # q:=11.2	

p:= # q:=p や q に数値を代入する。 # draw.....図を描く。

wait(1000)..... 1秒待つ。

3 実践の結果と考察

(1) 授業実践

夏休み中に中学校第3学年「相似な図形」のGRAPESを使った教材として6個のファイルを作り、校内の数学部会で指導案を検討する中で共通理解を図り、校内の数学担当3名でコンピュータの操作方法の研修を行った。その中で、GRAPESの操作性のよさや多目的な使い方を実感し、習熟度別少人数指導に適していることを確認した。

そして、本ソフトを活用した授業実践を数学担当3名が行い、授業中の観察・授業記録・アンケートにより、検証を実施した。

授業実践では、単元の3時間目にファイル「相似の位置」と「相似の位置」を使用し、相似な図形や相似の位置の概念の定着を図るとともに、GRAPESの扱いに慣れるように練習の時間をとった。また、単元の10時間目に、三平方の定理を証明した後に、ファイル「中点連結定理」を使って、中点連結定理がどんな三角形でも成り立つことを視覚的に確認した。さらに、単元の11時間目にファイル「中点連結定理」「中点連結定理」「中点連結定理」を使って、中点連結定理の応用問題で視覚的に予想してから見通しをもった証明につながるように試みた。この11時間目の学習活動が本研究の中心となる。生徒自身が主体的に試行錯誤する中で、様々な視点から観察しながら予想の妥当性を検討する場面と、コンピュータ画面を使い図形を任意に変形させながら主体的に捉えることにより、情報を整理しながら、見通しをもって証明していく場面を設定する。

検証については、ファイル「中点連結定理」の有効性に限定して、それを使う前後で検証用プリント、を実施し、コンピュータ操作により生徒一人一人の証明の様子がどの程度変化するか調べ、コンピュータを使った学習の感想を分析した。また、「ゆっくりコース」の授業が授業参観であったため、保護者に対するアンケートも実施した。

ア 単元の指導計画 相似な図形(中学3年)全14時間予定

時間	学 習 活 動	学習活動における評価規準	ファイル、検証
1	拡大図・縮図を使って実際の長さを求める。	拡大図・縮図によって図形の性質を調べようとする。	
2	相似な2つの図形を記号を使って表すとともに、相似な図形の性質を活用する。	相似の意味や相似な図形の性質を理解している。	
3	相似の中心を使って相似な図形を作図する。	正しい方法で相似な図形をかくことができる。	「相似の位置」 「相似の位置」
4	相似比を使って、相似な図形の未知の辺の長さを求める。	相似を使って線分の長さや角の大きさを求めることができる。	
5	三角形の相似条件を証明する。	三角形の相似に着眼することにより、図形の性質を調べようとする。 三角形を考察し、相似条件を見いだすことができる。 三角形の相似条件を理解している。	
6	三角形の相似条件を使って、図形のいろいろな性質を証明する。	図形の性質を考察し、それを証明することができる。 相似な図形を見だし、定理を的確に利用することができる。	
7	三角形の相似を利用して直接に求められない距離や高さを求める。	相似の考えを活用しようとする。 定理を的確に利用して様々な場面で相似を使うことができる。	
8	三角形の1辺に平行な直線と他の2辺に関する性質を導く。	相似の考えを平行線の中で活用しようとする。 実験や観察によって図形の性質を考察し、証明することができる。	

時間	学 習 活 動	学習活動における評価規準	ファイル、検証
9	三角形の1辺に平行な直線と他の2辺に関する性質を応用する。	三角形と比の性質を理解している。	
10	中点連結定理を証明し、簡単な問題で利用する。	定理を使って線分の長さや角の大きさを求めることができる。 中点連結定理を理解している。	「中点連結定理」 検証プリント
11 本 時	中点連結定理を使っているいろいろな図形の性質を考察し、それを証明する。	図形の性質を考察し、証明することができる。	「中点連結定理」 「中点連結定理」 「中点連結定理」 検証プリント
12	平行線と線分の比を証明し、簡単な問題で利用する。	図形の性質を考察し、証明することができる。 平行線と比の性質を理解している。	
13	平行線と線分の比の性質をいろいろな図形で利用する。	定理を相互に関連づけて捉えることができる。	
14	章のまとめをする。		

イ 本時の展開

学習目標

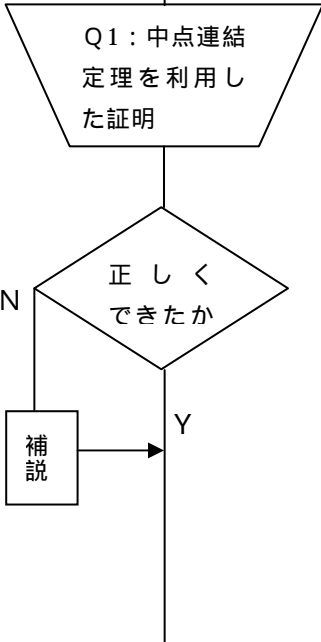
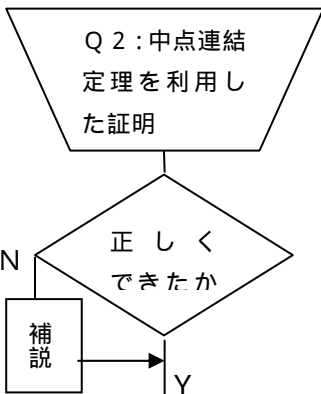
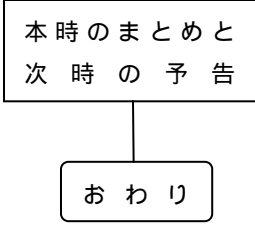
ディスプレイ上で試行錯誤しながら図形の性質を予想し、様々な視点から確認し、図形の性質を主体的に捉えることができる。

コンピュータの図形変形により、図形の証明活動の中で、情報を整理しながら、見通しをもって思考を組み立てることができる。

準備・資料 GRAPESを生徒用コンピュータのマインドキュメントへ入れておく
教科書『新しい数学3』東京書籍
検証プリント(ファイル「中点連結定理」を扱う前後で実施し、教材の効果を検証する)
学習プリント、答え合せ用パワーポイント

展 開 (ゆっくりコース)

学 習 活 動	時 間	指導上の留意点及び支援の工夫	学習活動における評価規準及び評価方法
導入 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: fit-content;">はじめ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: fit-content;">学習目標の把握 「中点連結定理の応用」</div>	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・検証プリント は前時に実施しておく。 ・ファイル「中点連結定理」を見せることにより、前時の復習をして、本時の学習目標を把握させる。 	

学 習 活 動	時 間	指導上の留意点及び支援の工夫	学習活動における 評価規準及び評価方法
<p>展開</p> 	25分	<ul style="list-style-type: none"> ・ Q1「四角形 $A B C D$ の4 辺の中点を P、Q、R、S とすると、四角形 $P Q R S$ はどんな四角形になりますか。」 ・ ファイル「中点連結定理」 ・ ひし形、長方形、正方形になる場合もあるが、それらは平行四辺形の仲間であることを押さえる。 ・ 四角形 $P Q R S$ が平行四辺形になることを証明するためには、どんな定理を使えばよいのか考えさせる。 ・ 検証プリント を配布し記入させる。(教材の効果の検証) ・ プリントに証明を記入させ、パワーポイントにより証明方法をまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中点連結定理を使って図形の性質を考察し、それを証明することができる。(発表、コンピュータ操作) ・ 充分満足できると判断されている状況 ・ 試行錯誤しながら図形の性質を予想し、数学的に考察するとともに中点連結定理を使って証明することができる。 ・ 努力を要する状況の生徒への手立て ・ ファイル「中点連結定理」により図形を細かく変化させたり、ファイル「中点連結定理」を見せ、思い出させたりする。
<p>展開</p> 	15分	<ul style="list-style-type: none"> ・ Q2「四角形 $A B C D$ の対角線を引き、$A C$、$B C$、$B D$、$A D$ の中点を P、Q、R、S とすると、四角形 $P Q R S$ はどんな四角形になりますか。」 ・ ファイル「中点連結定理」 ・ Q1 と同様に考えられることに気づかせる。 ・ 数人に発表させながら、パワーポイントにより証明する。 	
<p>終末</p> 	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ Q3「$A B = C D$ の四角形 $A B C D$ で、対角線 $A C$ の中点を P、辺 $A D$、$B C$ の中点をそれぞれ Q、R としたとき、$P Q R$ はどんな三角形になりますか。」について、予想させる。 ・ ファイル「中点連結定理」 ・ 証明方法について考えさせ、パワーポイントで確認する。 	

「じっくりコース」では、Q3 についても Q1、2 と同様に証明させる。

「がんばりコース」では、Q1 で、四角形 $P Q R S$ が、ひし形、長方形、正方形になるためには、四角形 $A B C D$ はどんな四角形であればよいのかについて考えさせ、Q3 についても Q1、2 と同様に証明させる。

(2) 結果と考察

ア 見通し1 (図形を任意に変形することにより、様々な視点から観察しながら定理や予想の妥当性を検討することができる) について

パソコン室へ移動してコンピュータを使えるというだけで生徒の目は輝き、やる気が出てきたように見える。さらに、図形を自分の意志で変形していくということで主体的に考えることができたようだ。ある条件のもとで図形をいろいろな形に変えたとしてもその中にある一定の性質が存在する。それを探っていくだけの作業でも図形のような見方が身についてくると思われた。《表1》は、ファイル「中点連結定理」を使った学習の前後で、四角形PQRSが平行四辺形になることが予想できたかどうかを検証用プリントに記入させ集計したものである。がんばりコース(数学が得意な生徒)は、前後ともに予想できているが、ゆっくりコース(数学が苦手な生徒)は、効果なし17%に対し、効果ありは35%であったため、教材は有効であったと考えられる。

(表1) ファイル「中点連結定理」の学習前後で、四角形PQRSが平行四辺形になることが予想できたか			
	ゆっくりコース 人数(%)	がんばりコース 人数(%)	合計 人数(%)
できない できない(効果なし)	4(17)	0(0)	4(8)
できない できた(効果あり)	8(35)	0(0)	8(15)
できた できた	11(48)	29(100)	40(77)

イ 見通し2 (図形を任意に変形させながら主体的に捉えることにより、情報を整理しながら、見通しをもって証明することができる) について

四角形PQRSが平行四辺形になることを検証用プリントにより証明させた。ファイル「中点連結定理」だけではなく、ファイル「中点連結定理」もヒントとして使った。

《表2》では、証明が完成されているかどうかではなく中点連結定理が使えているかどうかで集計した。がんばりコース(数学が得意な生徒)は、効果なし14%に対し、効果ありは52%で有効性が認められる。一方、ゆっくりコース(数学が苦手な生徒)は、効果なしは87%に対し、効果ありは13%であった。全体では、効果なし46%に対し、効果ありは35%であった。特に、ゆっくりコースは教材の有効性が低かったため、改善の余地があるものと思われる。

(表2) ファイル「中点連結定理」の学習前後で、四角形PQRSが平行四辺形になることの証明で中点連結定理が使えたか			
	ゆっくりコース 人数(%)	がんばりコース 人数(%)	合計 人数(%)
使えない 使えない(効果なし)	20(87)	4(14)	24(46)
使えない 使えた(効果あり)	3(13)	15(52)	18(35)
使えた 使えた	0(0)	10(34)	10(19)

ウ 見通し3 (GRAPES を活用することにより、コンピュータ操作が苦手な生徒でも気軽に利用でき、多様な利用法があるソフトなので少人数指導にも対応することができる) について

検証用プリントの最後の感想記入欄を集計すると、《表3》のようになった。全体の67%の生徒が肯定的な回答である。中でも、図形が動くのでよくわかったと回答した生徒は、42%に上り、自分で操作できたのでよくわかったと回答した生徒10%とあわせると半数以上の生徒がコンピュータの画面により主体的に図形の性質を捉えることができた。また、がんばりコースは記入時間が短かったため半数近くの生徒が感想を記入できなかった。

	ゆっくりコース (複数回答)回答数	がんばりコース (複数回答)回答数	合計
肯定的	<ul style="list-style-type: none"> ・中点連結定理がよくわかった 7 ・図が動くのでよくわかった 10 ・自分で操作できたのでよくわかった 4 ・教室より疲れない 1 	<ul style="list-style-type: none"> ・中点連結定理がよくわかった 1 ・図が動くのでよくわかった 12 ・自分で操作できたのでよくわかった 1 	36
否定的	<ul style="list-style-type: none"> ・普段の授業より楽しかったけど、コンピュータは苦手 1 ・コンピュータのほうが見やすいけどいつもの授業のほうわかりやすい 1 	<ul style="list-style-type: none"> ・図形の性質などはわかりやすいけどパソコンでは証明はできない 1 	3
無回答	0	14	14

問 い	回答内容・回答数
答えたり、発表したりしているか	まあまあしている 2
先生に質問しようとしているか	なるべくしている 1 少しだけしている 1
理解度はどうか	まあまあ理解している 1 理解できないところもけっこうある 1
授業の進む速さはどうか	ちょうどよい 2
少人数指導の感想	先生がていねいに教えてくれる 1 先生が個人的に教えてくれる 1
授業全体を通しての感想や意見	パソコンを使用しているのでびっくりしました。 黒板と違い一人一人がよく見えることがよいと思います。 人数が少ないわからない点を質問しやすいと思いました。

ゆっくりコースでの検証授業が授業参観だったので、回答数が少ないが参考までに保護者の感想をまとめてみた《表4》。おおむねコンピュータによる図形の学習に理解を示すとともに歓迎しているものと考えられる。

また、このソフトをがんばりコースとじっくりコースにも活用し、教師の感想を聞いた。生徒がたいへん主体的に取り組み、学習プリントとその答え合わせ用パワーポイントによりスムーズに答え合わせまでできたようである。また、がんばりコース(数学が得意な生徒)に対しては、より高度な発問へもつなげられたようである。

全体を通じて、本教材は、図形を任意に変形し、様々な視点から観察しながら定理や予想の妥当性を検討する場面では、数学が苦手な生徒に対して有効であった。また、図形を任意に変形させながら主体的に捉え、情報を整理しながら、見通しをもって証明する場面では、数学が得意な生徒に対して有効であった。全般的に、パソコンを活用しての学習は、多くの生徒に好評だったといえる。

研究のまとめと今後の課題

1 研究の成果

本研究において、中学校第3学年数学における相似な図形の学習の中で本ソフトを活用し、授業実践した結果、次のようなことがわかった。

図形を任意に変形することにより、様々な視点から観察しながら定理や予想の妥当性を生徒自身が主体的に検討することができた。このことは、特に、図形学習が苦手な生徒に対して有効であった。

図形を任意に変形させながら主体的に捉えることにより、情報を整理しながら、見通しをもって証明することができた。このことは、特に、図形学習が得意な生徒に対して有効であった。

コンピュータ操作が苦手な生徒でも簡単に GRAPES を利用することができた。また、このソフトは多様な利用法があるので、類似問題や発展問題につなげることことができ、個別指導や主体的な学習に役立つものと考えられる。

2 今後の課題

図形学習が苦手な生徒にとっては、図形を視覚的に認識できても証明できないことが多かった。苦手な生徒がどうして証明できないのかをさらに詳しく分析し、それを補えるような工夫や支援をソフトの中に組み込みたい。

本研究で活用した GRAPES は関数描画ソフトであるので、関数の指導にも取り入れていきたい。また、見やすくわかりやすいソフトを数多く準備しておきたい。

このような本研究における課題をもとに、「コンピュータは便利だと思った。」「実際に難しいことでもコンピュータでやるとできる。」という生徒の声を生かし、これからの授業においてコンピュータを有効に活用していきたい。そのために、コンピュータ操作が苦手な生徒でも気軽に利用できるようなソフトを作成し、多くの教員で共有していきたいと思う。

< 参考・引用文献 >

・群馬県教育研究所連盟 編著 『改訂新版 実践的研究のすすめ方』 東洋館出版社

< 使用したソフト >

・GRAPES 6.21b 著作権者 友田勝久