

「CABRI の部屋」から ～ CABRI の活用事例の紹介～

上原永護（群馬県前橋市桂萱中学校）

E-MAIL: mow@mail.wind.ne.jp

1. はじめに

数学教育で様々なテクノロジーを活用した実践が行われている。その中でも作図ツールは、従来の指導では、静的な図形を対象として行うことが多かった図形の学習を、コンピュータの特徴を生かし、グラフィカルでインタラクティブで精緻な図形の学習を実現するものとして注目されている。

作図ツールでは、手軽に作図データを作成することができ、複雑なプログラミング言語を習得する必要もない。簡単な図形データならば、授業時間内で生徒自身が作成することも可能である。

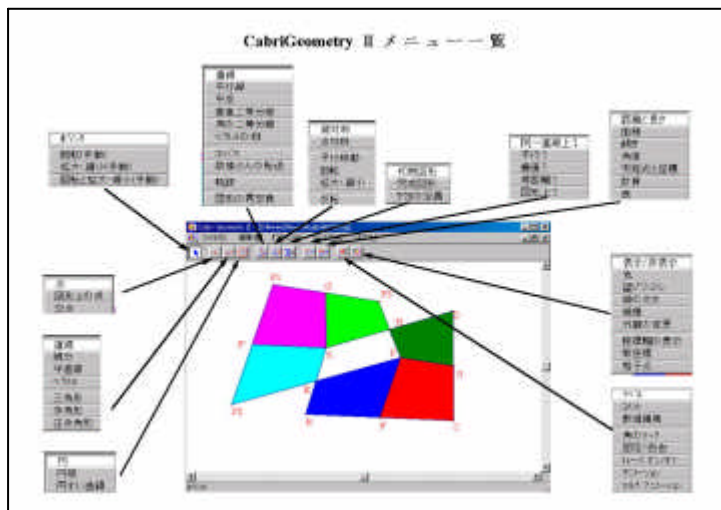
しかし、多様な利用方法を実現するためには授業時間内での作図が難しいものも必要となってくる。そこで、「C A B R I の部屋」(<http://www2.wind.ne.jp/mow/math/cabri/>)というWebページを開設し、C A B R Iで作成した図形の問題及びそのデータを公開している。

右の図のように数多くの作図データを作成しており、図形への関心を高めたり、コンピュータ利用の可能性を感じたりした等の感想をいただいたりしている。しかし、それを授業で実践するとなると、どのような扱い方をしたらよいのか、困惑してしまうという感想もある。

そこで、WebページでCabriGeometry（以下CABRI）の作図データや図形の問題だけでなく、授業展開例について紹介することとした。

2. 授業展開例

授業では、マウスやキーボードの扱い方などのコンピュータの基本操作の習得をしていることが望ましい。数時間、CABRI の操作に慣れ、親しむ時間が確保することができると、課題の数学的な内容により深く取り



組むことができるようになる。実際の授業では、そのような時間を確保することが難しいため、左のようなCABRI の機能を説明する資料を配付し、それを参照して授業を行った。



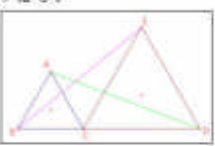
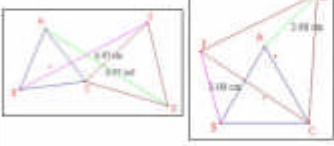

(1) 四角形の変形

四角形を分割し、それを移動させ、組み合わせることによってできる図形を図形の性質から弁別する学習課題である。

2種類の作図データを使用するが、いずれもポイントとなる点をドラッグして移動させることによって、図形が変形するため、視覚的に図形の特徴を捉えることができる。

図形の形状からの弁別だけでなく、四角形や三角形の性質に着目させることにより、筋道立てて図形の性質を説明するものである。三角形・四角形の性質のまとめの段階での学習に適した学習課題である。右の展開例では、1時間での展開例であるため、図形の美しさに関心を持たせることに主眼を置き、論証については正確な記述まで追求していない。

学習指導要領案	
本時の目標と展開	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 三つの正三角形の性質を用いて、四角形への分割を起すことにより、図形への理解を深める。 ○ 図形を動的にとらえることにより、図形の美しさに関心を持たせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ プラウザを起動し、画面を拡大・縮小して、図形を動的にとらえる。 ○ GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。
<p>① 本時の学習課題を読み、ブラウザを起動し、画面を開く。 http://www2.ondat.jp/maths/gabri/</p>	<p>指導上の留意点</p> <p>○ プラウザを起動し、画面を拡大・縮小して、図形を動的にとらえる。</p> <p>○ GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。</p>
<p>② 「四角形の変形上」のホームページを開き、図形の特徴を知る。</p> <p>図形を動的にとらえる。</p> <p>○ プラウザを起動し、画面を開く。 http://www2.ondat.jp/maths/gabri/</p> <p>○ GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。</p>	<p>指導上の留意点</p> <p>○ プラウザを起動し、画面を開く。 http://www2.ondat.jp/maths/gabri/</p> <p>○ GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。</p>
<p>③ 本時のまとめをする。</p>	<p>指導上の留意点</p> <p>○ プラウザを起動し、画面を開く。 http://www2.ondat.jp/maths/gabri/</p> <p>○ GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。</p>

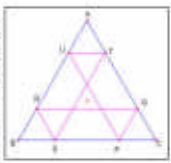


学習指導要領案	
本時の目標と展開	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 正三角形の性質と三角形の合同条件を使って図形の性質を証明する。 ○ 図形を動的にとらえることにより、図形の美しさに関心を持たせる。 	
<p>① 課題に取り組む。</p> 	<p>・ 2つの正三角形の頂点を結んだ線分AD、BEの性質を予想させ、実測により確認した後に証明させる。</p> <p>・ 証明を支援するために、合同な三角形に着目させる。</p>
<p>② ブラウザを起動し、画面を開く。 http://www2.ondat.jp/maths/gabri/</p> <p>「2つの正三角形P A B T 2」のページを開き、GABRI IIのデータをダウンロードし、コンピュータ上で図形を動かして、図形への理解を深める。</p> 	<p>・ 三角形を移動、拡大・縮小しても性質が保存されるか予想させ、実測により確認した後に証明させる。</p> <p>・ 証明した内容を実感した後に、証明のポイントとなった△A C Eを計測、着目させながら、再度動かす。</p> <p>・ △A C Eを○の頂から引く場合は、全く別であるか否かを考えさせることにより、その角の大きさを負の値を用いれば、同じものであることに気づかせる。</p>
<p>③ 学習のまとめをする。</p> 	<p>・ 図形を動的に、発展的にみることによって、様々な場合がひたひたの証明で説明できることに気づかせ、図形の美しさに関心を持たせる。</p> <p>・ 授業を通して、気づいたことを発表させる。</p>

(2) 2つの正三角形

1つの頂点を共有する2つの正三角形をその頂点を中心に回転させたときの図形の性質を追求する課題である。

作図ツールの計測機能や変形機能を使い、視覚的に計量的に性質を検証し、理解を深める。図形の性質による証明も回転角の大きさに負の数の概念を用いることによって、同様に証明できることに気づかせることができる。

図形を動的に、発展的にみることによって、統合的な見方で証明を行う態度を養うことができ、数学的な考え方の育てることができる。また、統合的な見方にたった図形の変形により、図形の美しさを体感することができ、数学的な考え方のよさを感じさせることもできる。

学習指導要領案	
<p>本時の目標と展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 作図ツールを使い、幾何を調べる図形として図形を観察し、特殊な場合から性質を調べる。また、様々な図形を調べることで、図形の性質を深める。 ○ 図形の数学的な美しさを感得したり、美学的に課題を追求することのおもしろさに気づかせる。 	
学習活動	指導上の留意点
<p>① 本時の学習課題を知り、ブラウザを起動し、HITを開く。 http://www2.waseda.jp/math/ohse/</p> <p>② 課題「正三角形と平行線」のホームページを開き、学習課題を知る。</p> <p>図形ABCの頂点Aから辺BCに平行な直線DEを引く。このとき、DEとBCとの交点をFとする。このとき、DEとBCとの交点をFとする。このとき、DEとBCとの交点をFとする。</p> 	<p>○ ブラウザの「お気に入り」やリンク集にホームページを登録しておく。</p> <p>○ 予想させられた図形に、その予想が正しいか確かめさせる。</p>
<p>③ 図形データをダウンロードし、図形を動かして、図形の性質を調べる。</p> <p>図形ABCの頂点Aから辺BCに平行な直線DEを引く。このとき、DEとBCとの交点をFとする。このとき、DEとBCとの交点をFとする。</p> 	<p>○ 点FがBCの中点であることを確かめさせる。</p> <p>○ 正三角形の性質と平行線の性質を調べる。</p>
<p>④ 課題「正三角形と平行線」のホームページを開き、学習課題を知る。</p> <p>図形ABCの頂点Aから辺BCに平行な直線DEを引く。このとき、DEとBCとの交点をFとする。このとき、DEとBCとの交点をFとする。</p> 	<p>○ 正三角形の性質と平行線の性質を調べる。</p> <p>○ 幾何的な美しさを感得させる。</p>
<p>⑤ 本時のまとめをする。</p>	

(3) 三角形と平行線

正三角形という整った図形において、図のように平行線を結んでいくと最初の点を再び通るが、そのときのできる図形の性質を調べる課題である。

ここでは、最初の点を再び通ることの証明にはふれず、図形の性質を追求し、図形の美しさや不思議さに触れ、図形への興味・関心を高めることを主眼とした授業展開例を示した。

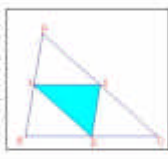

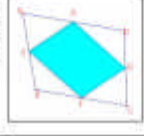
また、正三角形という特殊な図形から条件を拡大しても、その性質が保存されることに気づかせ、特殊から一般へと思考を拡大する数学的な見方・考え方をのばすことができる。さらに、三角形から四角形へと発展させ、同様の性質がないかを追求させ、「四角形と平行線」のデータを利用した授業展開につなげていく授業展開もできる。


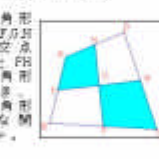
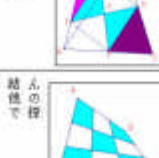
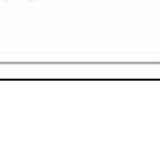
(4) 三角形の中の三角形

相似な図形の面積比から、図形の性質を調べ、外側の三角形と内側の図形の関係としてとらえる。そして、その図形が中点を結んでできた図形であることから、中点を結んでできた図形の性質を追求するという視点から、四角形の場合の図形の性質を考察する課題である。

作図ツールの計測機能・変形機能を用いて、面積の関係だけでなく、図形の形状にも着目させ、さらに図形の性質への理解を深めることができる。

また、より積極的に図形を変形し、外側の四角形を凹四角形の場合についても同様の性質があることに気づかせ、その理由を追及する授業展開も行うことができる。

学習指導要領案	
<p>本時の目標と展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 相似な図形の面積比を使い、様々な図形の性質を調べる。また、図形の性質への理解を深める。 ○ 図形の数学的な美しさを感得したり、美学的に課題を追求することのおもしろさに気づかせる。 	
学習活動	指導上の留意点
<p>① 本時の学習課題を知り、ブラウザを起動し、HITを開く。 http://www2.waseda.jp/math/ohse/</p> <p>② 課題「三角形の中点の三角形」のホームページを開き、学習課題に取り組む。</p> <p>三角形ABCの頂点Aから辺BCの中点Dを結ぶ。このとき、ADとBCとの交点をEとする。このとき、ADとBCとの交点をEとする。</p> 	<p>○ ブラウザの「お気に入り」やリンク集にホームページを登録しておく。</p> <p>○ 教師は、作図ツールを使わずに図に示された状態の図形の性質を考察させる。</p> <p>○ 相似な図形の面積比を使い、簡単に面積比を調べる。</p>
<p>③ 図形データをダウンロードし、図形を動かして、図形の性質を調べる。</p> <p>図形ABCの頂点Aから辺BCの中点Dを結ぶ。このとき、ADとBCとの交点をEとする。このとき、ADとBCとの交点をEとする。</p> 	<p>○ 作図ツールの計測機能、計算機などを利用して、面積の関係を調べさせる。</p> <p>○ 相似な図形の性質を調べる。また、幾何的な美しさを感得させる。</p>
<p>④ 三角形の場合と同様に、四角形の場合についても同様の性質があることに気づかせ、その理由を追及する授業展開も行うことができる。</p> 	<p>○ 四角形の場合と同様に、相似な図形の性質を調べる。また、幾何的な美しさを感得させる。</p> <p>○ 図形の中点を結んで考察することのおもしろさに気づかせる。</p>
<p>⑤ 本時のまとめをする。</p>	

学習指導要領	
<p>本時の目標と展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。 ○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。 	
学習活動	指導上の留意点
<p>① 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p> 	<p>○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p>
<p>② ブラウザを起動し、HPを開く。 http://www2.waseda.ac.jp/math/cabri/ 課題「四角形の分割」のホームページを開き、学習課題に取り組む。</p> 	<p>○ ブラウザを起動し、HPを開く。 課題「四角形の分割」のホームページを開き、学習課題に取り組む。</p>
<p>③ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p> 	<p>○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p>
<p>④ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p> 	<p>○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p>
<p>※ 本時のまとめをする。</p>	

(5) 四角形の分割


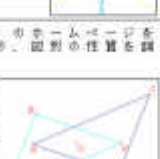

四角形の中点の結び、線分PR、QSによって4つに分割し、四角形ABCDを変形させても保たれる図形的な性質を追求する課題である。当初、特質すべきものがないように見えるが、CABRIで分割してできた4つの四角形の面積を測定し、計算機能を利用して調べると、四角形ABCDを変形させても、次の関係が成り立つことが分かる。

$$\begin{aligned} & \text{四角形} APOS + \text{四角形} CROQ \\ &= \text{四角形} BQOP + \text{四角形} DSOR \\ &= \text{四角形} ABCD \div 2 \end{aligned}$$

この性質に気づかせるには射影幾何の問題であることから、四角形が正方形の場合をしらべ、特殊から一般へ思考を拡大させる方法も有効である。さらにこのような分割方法を行った場合の四角形の性質について深く追求する展開例となっている。

(6) 図形の移動

線対称移動、回転移動の対応する線分の位置関係を追求する学習課題である。三角形の線対称移動の作図は比較的容易であるため、生徒に作図から始めさせることも可能である。図形の形状を様々に変化させながらも保たれる図形の性質を視覚的に表し、図形の移動に伴う、図形的性質を動的にとらえ、理解を深めるものである。作図ツールの機能を生かすことのできる課題であり、自由に図形を移動させながら、対応する線分が平行である場合を調べ、概念を拡張したり、回転移動の特殊な場合である点対称移動の性質に気づいたりすることができ、生徒が図形の性質を主体的に発見することができる。

学習指導要領	
<p>本時の目標と展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。 ○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。 	
学習活動	指導上の留意点
<p>① 本時の学習課題を知り、ブラウザを起動し、HPを開く。 http://www2.waseda.ac.jp/math/cabri/</p>	<p>○ ブラウザを起動し、HPを開く。 課題「四角形の分割」のホームページを開き、学習課題に取り組む。</p>
<p>② 「対称移動」のホームページを開き、課題を知る。</p> 	<p>○ 「対称移動」のホームページを開き、課題を知る。</p>
<p>③ CABRI上で、相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p> 	<p>○ CABRI上で、相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p>
<p>④ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p> 	<p>○ 相似な図形を構成し、相似な図形の性質を調べる。</p>
<p>※ 本時のまとめをする。</p>	

学習指導要綱案	
本時の目標と展開 ○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。 ○ グラフと比例定数の関係を調べ、比例・反比例への理解を深める。 ○ グラフの数学的美しさを理解したり、グラフを動的に変化させることの大切さを感じさせる。	
学習活動 ① 本時の学習課題を知り、ブラウザを起動し、HPを開く。 http://www2.tmd.ac.jp/nowat/learn/ ② 課題「平行線と中点」のホームページを開き、学習課題を知る。 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	指導上の留意点 ○ ブラウザの「お気に入り」やリンク集にホームページを登録しておく。 ○ 課題は、作図ツールを問わずに図形を変化させ、いくつかの証明方法を追求させる。 ○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
③ 課題「平行線と中点」のホームページを開き、学習課題を知る。 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
④ 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
⑤ 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
⑥ 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
⑦ 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
⑧ 図形を動的に変化させ、M、NはそれぞれBC、CDの中点になっていく。F、GはそれぞれAD、ABの中点になり、MNは平行線になる。AD、BCの長さの関係を調べる。	○ 作図ツールを使い、図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。
本時のまとめをする。	○ 図形を動的に変化させることによって、図形を統合的に理解し、其の数学的美しさを追求することの大切さを感じさせる。

(7) 平行線と中点

図のような位置関係にある3本の線分の長さの関係を追求する学習課題である。全く異なるようにみえる3つの場合を場合分けをして証明することが多いが、これらを作図ツールを使い、連続的に変化させることにより関連ある図形であることに気づかせることができる。線分の長さにベクトルの概念を用いたり、引き算を負の数を加えるという見方を用いることにより、3つの場合を1つのものとしてとらえ、統合的な見方を培うことができる学習課題である。また、ここでは、基本となる最初の図形の証明は論理的な記述は簡単に扱うが、補助線を入れ、測定機能や図形変形機能を使い、形式的な証明を実感の伴った証明とし、理解を深めることもできる。

(8) 比例と反比例

比例・反比例をグラフで表し、比例定数とグラフの特徴の関係を追求する学習課題である。

作図ツールをグラフツールとして利用しているが、作図ツールの特徴であるアニメーション機能を比例定数に用い、グラフを連続的に変化させたり、図形の軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。

比例・反比例という単純なグラフではあるが、今後、より高次の関数を学習する際、それを数式処理ソフトを使って表現しようとする意欲を育てることができる。

学習指導要綱案	
本時の目標と展開 ○ グラフと比例定数の関係を調べ、比例・反比例への理解を深める。 ○ グラフの数学的美しさを理解したり、グラフを動的に変化させることの大切さを感じさせる。	
学習活動 ① 本時の学習課題を知り、ブラウザを起動し、HPを開く。 http://www2.tmd.ac.jp/nowat/learn/ ② 課題「比例のグラフ」のホームページを開き、学習課題を知り、数値を変化させて、グラフ 図形を動的に変化させ、数値を変化させて、グラフの軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。	指導上の留意点 ○ ブラウザの「お気に入り」やリンク集にホームページを登録しておく。 ○ CABRI IIのメニューから「グラフ」を選択し、数値を変化させて、グラフの軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。
③ CABRI IIのメニューから「グラフ」を選択し、数値を変化させて、グラフの軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。	○ アニメーション機能を用い、グラフを動的に変化させる。
④ 「グラフ」のメニューから「グラフ」を選択し、数値を変化させて、グラフの軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。	○ 数値を変化させて、グラフの軌跡を表示する機能を用い、グラフの変化の様子を複数、同時に表現するとともにグラフによって描かれる図形のデザイン性に気づかせ、数学の視覚的な美しさにも気づかせることが手軽にできる。
本時のまとめをする。	○ グラフと比例定数の関係を調べ、比例・反比例への理解を深める。 ○ グラフの数学的美しさを理解したり、グラフを動的に変化させることの大切さを感じさせる。

3. 終わりに

学習スタイルの変化

従来のコンパスと定規での作図による図形の性質の探求では、作図の難しさ（時間・労力・精度）等のため、効率が悪く、アイデアが浮かんでも、作図することによって、その有効性を確かめることが難しかった。そのため、いくつかの作図をした程度で、図形の性質から論理的に証明していくこととなり、長い時間をかけて追求した結果、成立するか否かも見いだせずに終わってしまうことも少なくなく、図形の学習への意欲を減衰させる結果になることもあった。

作図ツールでは、図形の変形機能により、発見した性質が作図条件によるものであるか、偶然作図した特殊なものであるかを容易に判断できるため、様々なアイデアの検討が短時間に行うことができるようになった。そのため、論理的に成立することへの確信を持って、論証に取り組めるため、図形の性質の探求をより積極的に行うことができた。

また、測定機能・計算機能と変形機能により、論理的に考え、複雑な図形の特徴も測定値を使った式を作成し、その有効性を確かめることもできた。

教材の多様化

これまでも複数の図形を関連付け、統合的な見方で図形の性質を追求する学習も行われてきたが、それを単に念頭操作でイメージするだけでなく、作図ツールで視覚的に表現し、自由に何度も自分のペースで連続的に表現したり、数値で表現し、量的に把握したりし、理解を深めることもできた。また、作図ツールによって、グラフ表現することによって、グラフを図形的に特徴を調べたり、図形とグラフの関係を調べることもできた。作図ツールによって、数量領域の教材と図形領域の教材をクロスして扱うこともでき、数学への興味関心を高めたり、数学的な理解をより深めることができた。

手軽な学習ツール

生徒が自分でコンピュータを操作する授業展開だけでなく、普通教室でTVや液晶プロジェクターを使って教師用PC1台を使って行う授業展開でも、十分な成果を得ることができだけの表現力が作図ツールにはある。また、複雑なプログラミングも不要で、グラフィックソフトで線を引いたり、四角形を描いたりするのと同様の操作方法で作図データを作成することもできる。国内だけでなく、世界的にも多くの地域で作図ツールは利用されており、インターネットの普及に伴い、急速に作図データの公開を行うWebページも多くなってきている。そこでは、有名な数学的な性質を持った図形データを始め、多様な作図データが公開されているため、ダウンロードするだけで可能で、選択教科において幅の広い学習も行うこともできる。

今後の課題

コンピュータの活用が各教科、総合的な学習などで盛んになり、より身近な学習ツールとしてコンピュータが使われるようになってきている。また、かつて高価であった電卓も普及し、正確さと速度を要求された計算能力に対する概念も変わりつつあるように、コンピュータの普及により、数学科における指導内容を変革していくことが必要になりつつある。そのため、作図ツールの機能を生かした教材の開発や選択教科の時間を使った生徒による図形の性質の探求など多様な学習活動を行っていかなければならない。