

図形ソフト Cabri を活用した図形教材「回転体」

— 特別支援学校での授業実践を通して —

埼玉学園大学 中込雄治
東京都立村山特別支援学校 新野順子
元上越教育大学 黒木伸明

概要: SPP(サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト)の一環として行った特別支援学校における数学の授業において、図形ソフト Cabri を活用した図形教材の開発を試みた。「敷き詰め模様」や「回転体」の学習を通して、どのような図形教材と指導法が効果的であるかを探求した。

1. はじめに

SPP の一環として肢体不自由特別支援学校において数学の講座(授業)を行った(SPP とは、科学技術振興機構が理数教育の充実に関する施策の一環として行っているものである)。

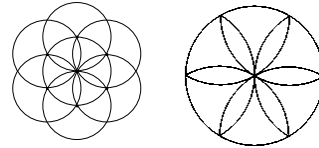
東京都立村山特別支援学校の中学部では、平成 20 年度から平成 22 年度において「研究者を講師とする講座型の学習活動」として SPP を実施している(平成 20 年度・平成 21 年度の講師は黒木伸明、平成 22 年度の講師は黒木伸明・中込雄治)。村山特別支援学校は肢体不自由校であり、生徒の障害の種類は多様であるが学習に対して意欲的な生徒が多く在籍している。平成 20 年度の SPP では「コンパスで模様を描く」という講座(授業)が行われ、生徒達は実際に「コンパスでいろいろな大きさの円を描き、模様を作り、色を塗る」などの作業活動を体験した(コンパスで円を描くときは、介助の教員が作図する用紙の方を動かすなどして、生徒達が達成感を持てるように工夫した)。こうした作業活動を通して生徒達の作図に対する興味関心が高まったことを受けて、平成 21 年度の SPP では「図形ソフトで模様を描く」という講座(授業)を行い、マウスを操作しながらパソコンのディスプレイ上に「円をもとにして模様を描いたり、点対称図形の作図をもとにして敷き詰め模様を作成したりする」などの体験をした。さらに平成 22 年度の SPP では図形ソフトを活用して「線対称図形をもとにして回転体を作製する」という体験をした。

2. Cabri を活用した「敷き詰め模様」

「円による模様」の講座においては、図形ソ

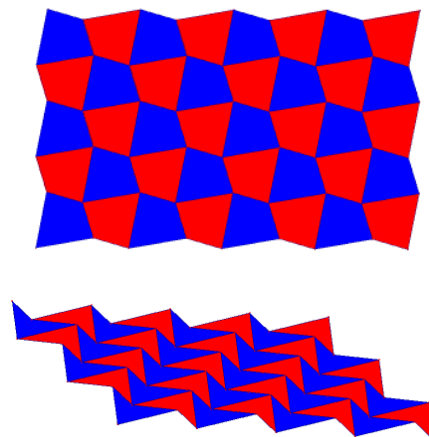
フトでの円・円弧・線分などの描き方を解説しながらパソコンの基本的な操作方法を押さえた。その後に生徒各自が円をもとにして模様を作っていた(マウス操作が困難な生徒は専用のスティック型ポインティングデバイスを使用して図形を描画した)。「生徒 A の作品」は生徒が作成した円模様の 1 つである。

■生徒 A の作品



「四角形による敷き詰め模様」の講座では、まず任意の四角形を描かせ、その四角形の辺の中点を対称の中心として点対称の図形を作図し、そうした作業の繰り返しにより敷き詰め模様を作っていた。作図パターンを獲得すると、繰り返し作業を根気よく続け、短い時間であったにもかかわらず、それぞれがそれなりに個性的な作品を仕上げた。「生徒 B の作品」は生徒が作成した敷き詰め模様の 1 つである。

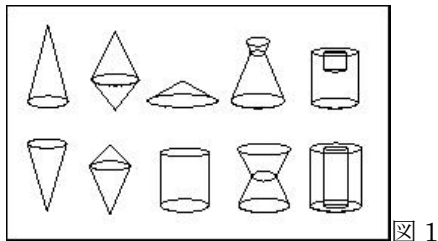
■生徒 B の作品



「四角形による敷き詰め模様」は任意の四角形をもとにして敷き詰め模様を作成させているが、そのもとの四角形の形をいろいろな形に変化させても敷き詰め模様になっていることが確認できる(「生徒 B の作品」参照)。したがってもとの四角形を特殊な場合ととらえると、ここに「特殊と一般の関係」が見出されることになる。また作品を作成する過程で、生徒達が多くのこと(例えば円の性質や点対称の構造など)を学んでいる様子が見ええた。

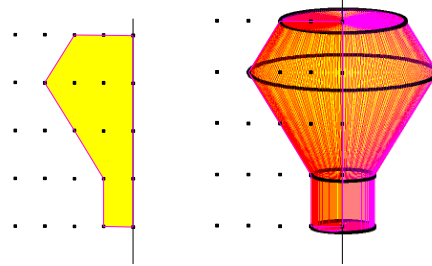
3. Cabri を活用した「回転体」

「回転体」の講座では、実際に三角形や長方形などを回転させてその像を確認させ、図 1 のような立体(回転体)のもとなる図形を考えさ

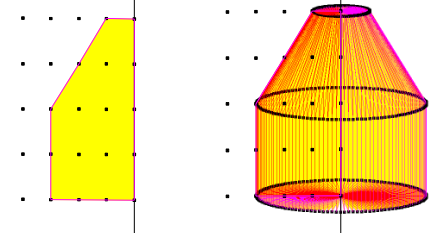


せ、回転体の特徴をつかませた。実際に回転体を演示で見せる際には、小型モータを利用して軸を回すなど工夫を凝らした。続いて生徒各自に回転体のもとなる図形を作成させ、その図形を紙から切り抜いて軸(竹ひご)に貼り付け、回転体を実際に作製していった。軸に貼り付ける作業は講師の方で行ったが、もとなる図形を作成する箇所では、生徒自身がいろいろなシミュレーションを行えるように図形ソフトを活用した。パソコンの画面上に表示された点をマウスでクリックしながら結んでいくことにより、生徒は自由に図形をつくることができ、その図形が回転したときの様子をパソコンの画面上で確認できるようにした(図形ソフトのアニメーション機能を利用)。表示される点の数は 25 個のパターンと 45 個のパターンの 2 通りを用意し、簡単な図形からはじめて複雑な図形も描けるように工夫した。「生徒 C の作品」「生徒 D の作品」「生徒 E の作品 1」は 25 個の点をもとにした回転体である。これ以降に示した生徒作品は 45 個の点をもとにした回転体である。

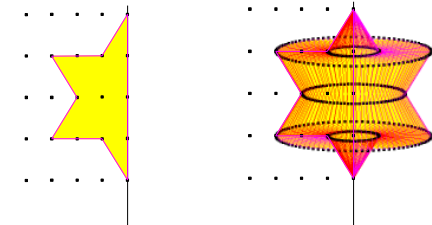
■生徒 C の作品「気球」



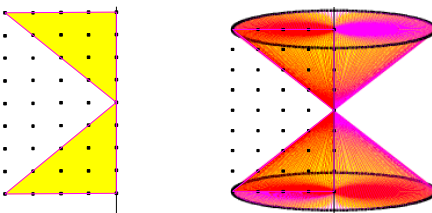
■生徒 D の作品「ペットボトル」



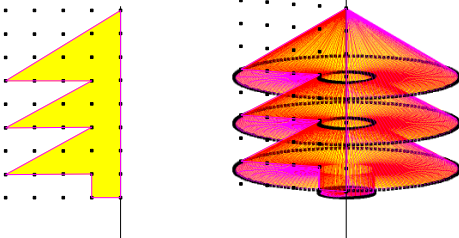
■生徒 E の作品 1「太鼓」



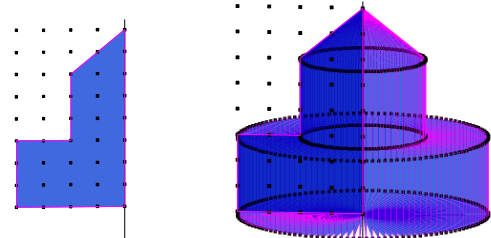
■生徒 E の作品 2「砂時計」



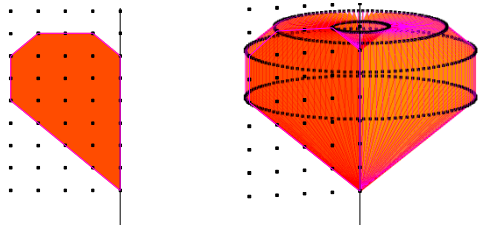
■生徒 E の作品 3「クリスマスツリー」



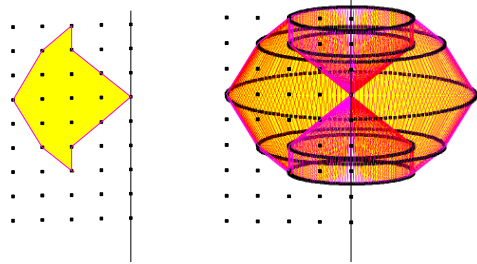
■生徒 F の作品 1「積み木の城」



■生徒 F の作品 2 「ハートゴマ」



■生徒 G の作品 「イチヨウとギンナン」



「回転体」では、生徒が自分の作品を作る過程で、もとの図形をどのように作ればどのような結果(回転体)が現れるかをパソコン上で確認することができ、そうしたシミュレーションを通して作品の質を向上させていった様子が見えてきた。例えば、生徒 C の作品「気球」、生徒 D の作品「ペットボトル」、生徒 E の作品 1 「太鼓」のそれぞれの作品名は、もとの図形を作った後、その回転の様子をパソコンで確認してから付けた作品名であったが、それ以降の作品は、はじめに作品名を考えてから自らのイメージに合った作品を作り上げており、もともとなる図形はそれぞれ計画的に作られたものであった。生徒 G の作品「イチヨウとギンナン」などは、回転する前の形がイチヨウの葉で、回転したときにできる形がギンナンであるという意味が込められた作品名であり、生徒の豊かな発想力に驚かされる作品である。図形ソフトの活用で空間図形の内容も学習内容として取り込みやすくなったことが確認できた。

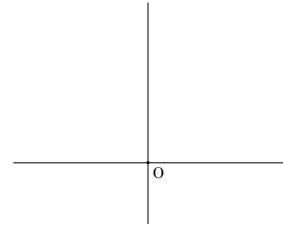
ここに示した「生徒作品」は図形ソフトならではの作品と言える。そうした点から図形ソフトを活用した教材は、特別支援学校における図形教育の可能性を広げていくと考えられる。

4. Cabri による教材作り

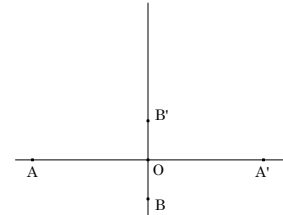
Cabri で回転体を表示させる方法としては、様々な方法が考えられるが、ここではその一例を示す。

【表示される点の個数が 25 個の場合】

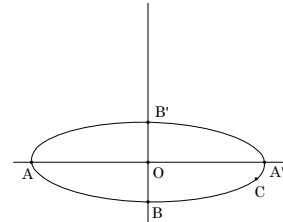
- (1) 点 O を決め、点 O において直交するに直線を引く。



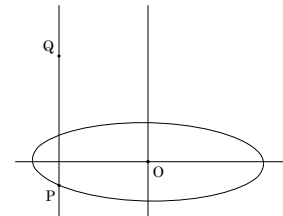
- (2) 直線上に点 A,B を取り、点 A,B と点 O に関して対称な点 A',B' をとる。



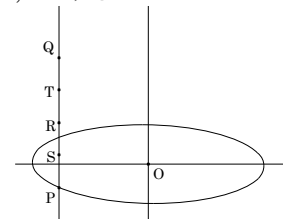
- (3) 点 C を適当にとり、5 点 A,B,A',B',C を通る楕円を描く。



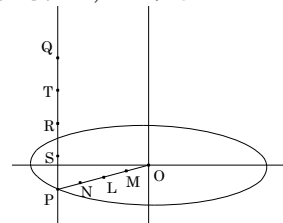
- (4) 楕円上に任意の点 P を取り、点 P を通り直線 BB' に平行な直線を引き、その直線上に点 Q を適当な位置に取る。



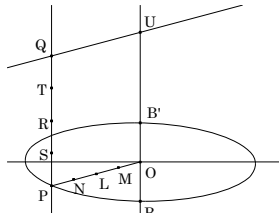
- (5) 線分 PQ の中点 R を取り、線分 PR,QR の中点をそれぞれ S,T とする。



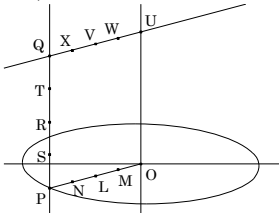
- (6) 線分 PO を引き、中点 L を取り、線分 OL,PL の中点をそれぞれ M,N とする。



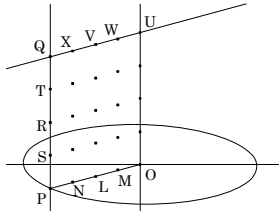
- (7) 点 Q を通り、直線 PO に平行な直線を引き、直線 BB' との交点を U とする。



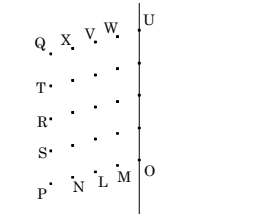
- (8) 線分 QU の中点 V を取り、線分 UV, QV の中点をそれぞれ W, X とする。



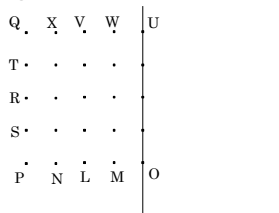
- (9) 線分 PQ に対して 3 点 R, S, T を取ったのと同様にして、線分 OU, MW, LV, NX のそれぞれに対しても 3 点をとる。



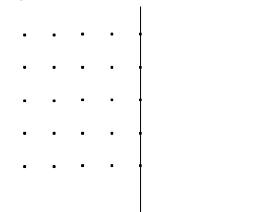
- (10) 直線 OU 以外の直線・線分・楕円を非表示にする。



- (11) 点 P を動かして、点 P, N, L, M, O が一直線上に並ぶようにする。



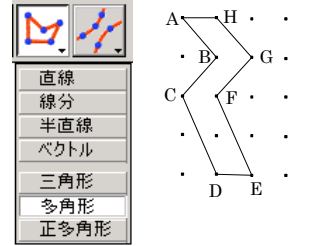
- (12) 記号は便宜上付けていたので、実際は一本の直線と点が 25 個(直線上の点も含む)表示されていることになる。



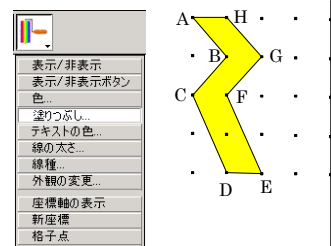
(Cabri の販売元は株式会社ナオコ ℡042-521-1830)

【回転体を描く方法】

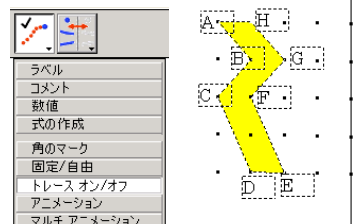
- (1) 25 個の点からいくつかを選び多角形を描く。例えば、「多角形」を選択し、次のように点 A, B, C, D, E, F, G, H を結ぶ。



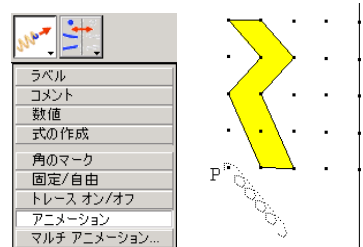
- (2) 「塗りつぶし」を選択し、多角形 ABCDEFGH を塗りつぶす。



- (3) 「トレース オン/オフ」を選択し、多角形 ABCDEFGH と点 A, B, C, D, E, F, G, H を選ぶ。



- (4) 「アニメーション」を選択し、左下端の点 P をアニメーション機能で動かす。



- (5) 多角形 ABCDEFGH が直線(軸)の回りを回転し、その軌跡が回転体として表示される。回転を止めるには ESC キーを押す。

