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 ていった(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 作っていった.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 学んでいる様子がうかがえた.

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)のもとになる図形を考えさ



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 に回転体のもとに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、もとになる図形 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.





「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うか がえた. 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、もとになる図形 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「イチョウとギンナン」などは、回 転する前の形がイチョウの葉で、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.



(4) 楕円上に任意の点 Pを取り, 点 Pを通り直線 BB'

な位置に取る.

Q

в

に平行な直線を引き、その直線上に点 Q を適当

(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.

^Q .	x.	v.	w	U
т•	•	•	•	+
R•	·	•	•	ł
\mathbf{s} .	•	·	·	ł
Р.	N	L	M	C

(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.

	•	•	·	ł
•	•	•	·	ł
•	•	•	·	+
•	·	•	·	ł
·	•	•	·	ł

(Cabriの販売元は株式会社ナオコ Tm042-521-1830)

【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.

