

特別支援学校における視覚にたよらない2次関数のグラフの 平行移動の教材開発と授業実践

内藤 美江*，金児 正史**，岩野 雄太***，
高橋 眞琴**，藤野 稔寛****

(キーワード：教材開発，視覚障がい教育，数学教育，触察教材，2次関数)

1. 問題の所在

筆頭筆者は，学校現場を体感する大学院の「教育実践フィールド研究」の授業で，T 県立視覚支援学校（以下，T 校とする）を訪問した。この訪問時に，数学科や理療¹⁾科の教材・教具が不足していることを知った。また，各教科領域を担当されている先生方から，教材開発を求められた。その後，数学の集合の授業を参観する機会に恵まれた。この参観では，視覚障がい教育²⁾の教材として点訳された教科書が準備されていることを知った。またそれだけでなく，生徒が学習内容を理解するために，教師は児童生徒一人一人の障がいの状況に応じた教具や問題集を，事前に準備して，授業で活用していることも知った。図1は，筆頭筆者が参観した集合の学習のために，第3筆者が作成した教具である。この教具は，ベン図の3つの部分の素材を変えて作成しており，触察によってそれぞれの部分が認識できるように工夫されている。点訳教科書はベン図を点図で示しているが，第3筆者は触察で理解する生徒にとっては，点図のベン図では認識が深まらないと考えていた。筆頭筆者は，第3筆者が指導する生徒が集合の包摂関係について理解を深められるような教具を，事前に作成していることに，眼を奪われた。筆頭筆者は，T 校訪問によって，視覚障がいの生徒の学習には，触察によって領域や図形などの全体を認識できるように，触察教材がなければならないことを実感させられた。そこで筆頭筆者は，

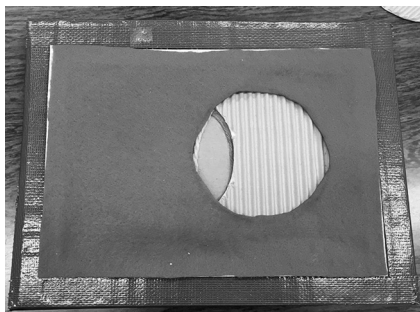


図1 第3筆者自作のベン図の教具

深められるような数学の触察教材の開発に取り組もうと考えた。

一方筆者らは，視覚障がいの教育に適した教材の条件について，特別支援教育の教材に関する先行研究を調査した。この調査を通して筆者らが着目したことは，触察教材が少ないことと，視覚障がい教育における数学教育の難しさである。視覚障がい教育で活用する教材・教具が少ないことについては，高橋ら（2016）や行富ら（2014）が述べている。高橋ら（2016）や行富ら（2014）は，いずれも視覚障がい児・生徒のための触察教材が不足していることを指摘している。さらに高等学校学習指導要領解説総則編（文部科学省，2017）は「障害のある生徒などについては，（中略）個々の生徒の障害の状態等に応じた指導内容や指導方法の工夫を組織的かつ計画的に行うものとする。」（p.157）と，カリキュラムの編成における配慮すべき点を示している。視覚障がい教育における数学教育の難しさを指摘しているのは，岡本ら（2012）や高村・鳥山（2017）である。岡本ら（2012）は，数学は視覚言語³⁾に頼っているという特徴が数学学習の困難性の一因であることを指摘し，視覚障がい教育の中でも特に数学の指導に困難性があることを主張している。鳥山（2017）は，視覚障がいがあることを承知した教材・教具を活用した指導の必要性を指摘している。

このように，先行研究の調査は，筆頭筆者のT校訪問での経験と直結していることを認識する機会になった。そこで本研究では，視覚障がい教育における数学教育の教材開発に焦点を当て，その教材を活用する学習指導案を作成し，授業実践を通して，開発した教材の有用性と課題を明らかにすることをめざした。なお，視覚障がい教育における数学教材についての先行研究を通して，視覚障がい教育における触察教材，言葉，核になる体験の重要性にも着目しなければいけないことが明らかになったが，このことについては5章で詳述する。

*徳島県北島町立北島小学校

**鳴門教育大学

***徳島県立鴨島支援学校

****元徳島県立学校教員

2. 本研究のねらい

本研究のねらいは、数学 I で学習する 2 次関数のグラフの平行移動の単元を取りあげ、視覚障がい教育で活用する教具を開発し、開発した教具を用いた授業実践を行い、授業実践やその後の授業検討会での議論を通して、開発教材の有用性や改善点を明らかにすることである。

3. 本研究の方法

本研究は以下の手順で進めた。

- ① T 校訪問で、授業見学した数学 I の学習者（以下、生徒 A とする）の状況把握をする。
- ② T 校における数学の教材・教具の実際を知ることを通して、第 3 筆者の支援を受けて生徒 A にとって有用な教材・教具は何か、明らかにする。
- ③ 視覚障がい支援に関する先行研究を調査する。
- ④ 生徒 A が、2 次関数のグラフの平行移動について理解を深める触察教具の開発を行う。開発にあたっては、第 2, 3 筆者との議論を重ね、触察教具を改良する。
- ⑤ 改良した触察教具を活用して、第 3 筆者が授業実践する。
- ⑥ 授業後に生徒 A に、授業で活用した触察教具の感想をインタビューする。その上で、この触察教具の有用性や改善点を明らかにする。

4. 授業参観における生徒 A の活動

筆頭筆者は 2018 年 7 月に数学 I の授業を参観した。対象の生徒 A は、T 校高等部一年男子生徒である。生徒 A は授業者である第 3 筆者の説明を聞きながら、点字タイプライターを自由自在に扱ってノートを取り、生徒 A が重要だと考えた教科書の内容や、第 3 筆者が指示した箇所には、下線やマーカーで記す代わりに、点字の教科書や点字タイプライターで書いたノートにシールを貼っていた（図 2）。

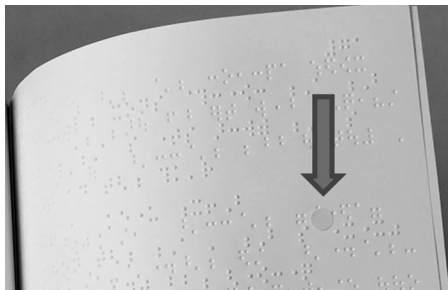


図 2 マーカー代わりにのシール

授業では、第 3 筆者が生徒 A に、集合の具体例として T 校の学校組織を取りあげていた。そして T 校の組織全体を全体集合とすれば、中学部や高等部はその部分集合になることなど、集合の包摂関係や集合の要素、要素を用いた集合の表現方法などについて説明した。生徒 A は、

言葉による説明に納得して、T 校の包摂関係を理解した様子だった。第 3 筆者はさらに続けて、生徒 A に対して「(集合の包摂関係が) イメージできていますか?」と言葉をかけていた。理解できているかどうか、幾度となく確認していた指導の様子はとても印象に残った。晴眼者であれば、授業で「これが〜」「あれが〜」などの指示代名詞を使いながら指示棒などで指し示し、板書したり修正したり、時にはジェスチャーなども使って、視覚に頼った説明ができるが、生徒 A の場合は、すべて口頭で説明しなければならない。常に言葉での確認が必要なことを強く意識した第 3 筆者の語りかけだったことを授業参観後に知り、視覚障がい支援における言葉の大切さを実感した。また第 3 筆者は、生徒 A が集合の包摂関係について学ぶために必要な教材を考え、事前に作成した触察できる教具も活用していた(図 1)。学習者の障がいの状況に応じた教材が必要なことも実感させられた。それと同時に、触察を通して数学的な概念を形成するために、イメージを作り上げていく必要があることも知ることができた。生徒 A にとっては、触察によって具体的にイメージできる教材が有用であり、教材教具の開発は必要不可欠であることがわかった。なお参観授業参観後に、第 3 筆者から、視覚障がい教育においては、記憶学習だけでは必ず限界がきてしまうこと、そしてこの限界を越えるために関連する学習の中で基礎的で応用可能な知識や経験が重要であること、特に他の場面でも汎用的に活用できる核になる経験が大切なことを指導していただいた。

生徒 A は、高等学校に準ずる教育を受けており、読み書きは点字を使用し、裏点も認識できる。点図においても触察により平面図形や空間図形の認識ができる生徒である。また生徒 A は、常々から数学の学習に意欲的に取り組んでいる生徒である。

5. 先行研究から得た知見

筆者らは、視覚障がい教育における触察教材の少なさが課題であることや、数学学習の難しさに焦点をあてて、先行研究を調査した。先行研究を調査していくうちに気づかされた、視覚障がい教育における触察教材の重要性、言葉かけの重要性、核になる体験の重要性にも着目して、先行研究を調査した。本章では、それぞれの調査から見いだしたことがらについて述べる。

5. 1 触察教材が少ないこと

国立特別支援教育総合研究所 (2014) が行った研究「特別支援学校 (視覚障害) における教材・教具の活用及び情報の共有化に関する研究— ICT の役割を重視しながら—【中期特定研究 (特別支援教育における ICT の活用に関する研究)】」では、教材・教具及び機器類が十

分にそろっていないことを課題として挙げた回答が多くみられている。高橋ら(2016)も「触察に関連する教材については、実際の教育現場では既存の教材は決して多いとはいえ、担当教員が児童・生徒の学習状況に応じて作成している現状がある」(p.95)と指摘している。また行富ら(2014)は「盲学校では視覚障害児・生徒のための触察教材が不足しており、学習効果を上げるためには、触図(平面)のみならず、触察立体教材が求められている」(p.274)と具体的な教材例を明示している。このように、視覚障がいに対応した触察教材の開発が不十分で、触察教材の開発が喫緊の課題であることが明らかになった。

5. 2 触察教材の重要性

牟田口(2016)は「盲児の指導では、点字のみならず、地図や図形・グラフ等の触察教材、実物や模型、標本等を豊富に準備して、具体的な活動を通して理解を深めるような指導を展開しなければなりません。」(p.134)と述べている。視覚障がいを補って学ぶには、個に応じた教材を準備し、具体的な活動を通して理解を深めることができる学習を進めていく必要があることがわかった。森

(2016)は「視覚障害による困難を一口に言えば、全体像の把握の困難である。」(p.39)と述べ、高村(2017)は「触察では、一度に指先で触られる部分が非常に限られた狭い範囲であるために、次々と手に触れた部分的な情報を頭の中で組み合わせることで、全体を理解していく。」(p.100)と述べていて、触察による全体像の把握の難しさを指摘している。視覚障がい児は指先で点字等を認識しているが、指先では一部しか認識できず、全体を認知することが難しい。触覚の特性⁴⁾を理解した上で、形状や素材等を工夫して全体を理解することができる触察教材を作成することが大切であることが明らかになった。

5. 3 数学学習の難しさ

視覚障がい児の数学学習について、岡本ら(2012)は「点字は分数などの縦の表記ができなため、点字で数式を表記すると横に長くなってしまい、墨字で数式を表記するときと比べて理解しづらい。さらに表やグラフは視覚的にわかりやすいように工夫された表記方法であり視覚障害児にとっては扱いにくいいため、ド・モルガンの性質のように図を用いると直感的に理解しやすい概念も理解するのに時間がかかり複雑である。このように数学は視覚言語に頼っているという特徴があり、この特徴が視覚障害児の数学学習の困難性の原因となっている。」(pp.1-2)と述べている。高村(2017)は、盲学校における数学の授業について、「黒板を使わない授業では、全てを言葉による表現で伝えなければならない。言葉の

表現だけで内容を正確に伝えるためには、教師と生徒、生徒と生徒の間に正確に伝わる言葉の約束が必要になる。

(中略) 図形をみんなで触りながら言葉の指示と一緒に手を動かしたり、みんなが同じ立方体を持って言葉で確認しながら観察したりすることを通して、約束事は徐々に構築されていく。」(pp.103-104)と言葉の重要性を述べている。さらにまた高村(2017)は、「基本的な事柄に十分時間をかけることである。そうすることによって、その応用については時間を短縮することが可能になる。」(p.104)と述べている。基本的な概念や考え方の定着に時間をかける大切さを述べていることがわかった。文部科学省(2010)も「視覚障害に起因する体験の不足を補うことが、視覚障害児の教育では大切なこととされています。(中略)できるだけありふれたものの中から本質的なものを選んで、じっくり触察することが重要で、それを私達は、核になる体験と呼んでいます。」(p.4)と述べている。視覚言語に頼っている数学学習の難しさを考慮し、教材を作成する必要がある。そして教材を使いながら、適切な言葉かけを通して、基本的な概念を活用しながら授業を展開する必要があることがわかった。

5. 4 関数分野の教材の実際

本研究で開発することにした2次関数のグラフの教材・教具についても調査した。関数分野の教材について、岡本ら(2012)は「晴眼児は方眼紙にグラフを描くが、視覚障害児にとってはイメージを紙媒体で表現することが容易でない。そのため関数のグラフ全体の概要を理解するときは、ホワイトボードに棒状で柔軟性のある磁石を貼り付けることで、グラフを表現している。またグラフの詳細は、分厚いシリコンマットの上に発泡インクを用いて作成されたグラフ用紙を重ね、その上に待ち針をさす方法や、インクの入っていないボールペンなどでグラフ用紙に傷をつける方法でグラフを表現している。」

(p.3)と、作図の困難性と作図における様々な工夫が述べられている。しかし、棒状の磁石を使ったり、グラフ用紙に傷をつけたりしてグラフをかく方法は、放物線を正確に表すことが難しく、幅や厚さのある曲がった物体を曲線として認識する難しさもある。また、放物線上の点をグラフ用紙上に待ち針をさす方法では、座標は正確に把握することはできるが、放物線の全体を正確にとらえることは難しい。このように考えてみた結果、関数分野の学習には、グラフを正確に認識することのできる別の触察教材が必要であると考えられるようになった。

5. 5 言葉かけの重要性

鳥山(2017)は、視覚障がい児の特性を考慮した授業実践の全体像の把握について「授業展開においては、できるだけ体験を通して、自分の感覚で実際の事物に基づ

くイメージをつかむことが基本になる。」(p.85)と述べている。また、「教師の言葉によるフィードバックによって、不確かな感覚を確実なイメージにつなげることができる。」(p.86)と述べ、「タイミングよく教師が言葉でフィードバックすることが必要である。このフィードバックがないと、確実な経験の積み上げは難しい。」

(pp.86-87)と指摘している。教師がタイミングよく、言葉によって学習者にフィードバックすることによって、学習者が事物のイメージを確かなものにしていくことを主張している。文部科学省(2010)も、「触覚による観察とイメージ形成においては、対話が必要です。自分の得たイメージを言語化し、対話によって深めることでイメージの定着を図り、さらに観察を深めることは視覚障害児の観察指導には不可欠なプロセスです。」(p.4)と同様の指摘をしている。触覚によって継次的に指先に入ってくる情報をつなげて全体をイメージするには、全体を意識できるような教師からの言葉かけがタイミングよく行われ、確認しながら学習することが必要であることがわかった。学習者が、学習内容を理解できるようになるためには、言葉かけが重要であることから、適切な指示や発問などを意識して、授業を行わなければならないと考えた。

5. 6 核になる体験の重要性

文部科学省(2010)は「視覚障害に起因する体験の不足を補うことが、視覚障害児の教育では大切なこととされています。しかし、触ることが出来るものは限られ、触るのには時間がかかるので、何もかも触って体験するわけにはいきません。」(p.4)と体験の重要性とその限界を述べている。森(2016)も「視覚の欠如を補うのは体験ですが、視覚に障害のない子どもが見ているすべてのものを体験することは現実的に困難です。優先順位をつけて体験しなくてはなりません。(中略)体験したことを基にして、その体験の枠組みから新たな情報を理解することができるような基本となる体験が、核になる体験です。」(p.36)と述べている。視覚障がい教育では、体験の不足や制限を補うためにも、核になる体験が重要であることを主張している。また牟田口(2016)は「最も大切なことは、概念の枠組みを作るための「核になる観察や経験」をどのように組織するかです。」(p.131)と述べている。このように、視覚障がい児の体験には制限があることから、核になる体験が学習の重要なきっかけとなることを示唆している。

5. 7 生徒 A のための教材・教具と学習指導案の方針

第3筆者と筆頭筆者との議論を通して、生徒 A は点字の理解に熟練していて、表点だけでなく裏点も認識することができることがわかった。そこで、生徒 A の触察能

力の高さを活用した、教材・教具作りをめざすことにした。生徒 A の触察能力の高さから判断して、2次関数のグラフと式の関係をつかえる学習で、座標平面全体を認識する力量があるのではないかと考えた。また、2次関数のグラフは軸に沿って平行移動する学習のための教材・教具であるから、できるだけ大きな放物線をイメージできる教具を作り、放物線を平行移動していることを実感できるようにしようとした。また、このような方針で作成する教材・教具を利用した学習指導では、授業者が生徒 A との言葉でのコミュニケーションを大切に、生徒 A の認識の程度も常に確認していくように配慮することを意識化した。また、この授業を通して、生徒 A にとって、開発する教具が2次関数の式とグラフをつなぐ、核になる体験となるようにしたいと考えた。

6. 生徒 A のための教材開発と学習指導計画

6. 1 2次関数の式とグラフの関係をとらえる教具

生徒 A の点図の読み取り能力を考慮し、第5筆者が開発した点字・点図編集ソフト「エーデル」⁵⁾を活用して座標平面の教具を作成した。座標平面の座標軸は最も大きな表点で表現し、格子点は中くらいの裏点でとるようにして作成し、それぞれを区別できるようにした。また、座標のマス目の間隔は第3筆者と相談して、生徒 A の触察能力を勘案して2 cmに決めた。そして、点図1枚が1つの象限を表すようにして、点字印刷した4枚を、表点が重なるように切り、貼り合わせて、触察で理解できる座標平面を構成した(図3)。筆者らが作成した座標平面を、実際に生徒 A に触察してもらったところ、容易に座標平面を認識していた。表点と裏点を区別して読み取れる生徒には、座標平面の教具として有用であることがわかった。

また、2次関数のグラフである放物線は、厚さ0.5mmのPET板を放物線に沿って切り取り、放物線の曲線を触察で理解で

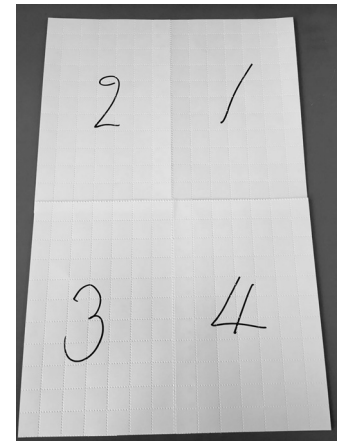


図3 作成した座標平面



図4 放物線の教具①

きるようにした。放物線の教具は教科書に出てくる3種類の放物線を作成し、 $y = ax^2$ のグラフの頂点を通る x 軸と y 軸に該当するところに溝をつけ、放物線を平行移動するときに生徒Aが平行かどうか確かめられるようにすることにした(図4)。なお、放物線を表すPET板の教具の図5のような下敷き状の部分と、切り取った残りの放物線の部分のどちらがよいか、第3筆者との議論からは検討しきれなかったため、座標平面の時と同じように、生徒Aにどちらが使いやすいか、授業中に質問したところ、生徒Aは、図4の教具を使うことに決めた。また、第3筆者から、生徒Aが放物線を安心して触察できるように、紙やすりなどで切り口をなめら

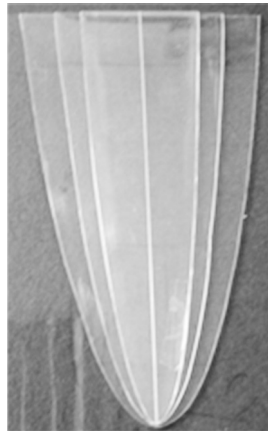


図5 放物線の教具②

かにしておくことを指摘され、その改善を施した。

6. 2 学習指導案の概要

作成した教具を活用し、点図の座標平面上で放物線の教具を操作することを通して、座標平面全体の中で2次関数のグラフがどのように位置づくのかを考えられるようにしようとした。 $y = 2x^2$ のグラフを表している教具を平行移動させて $y = 2x^2 + 4$ のグラフになるように操作する活動を、様々な2次関数の平行移動の基となる、核になる体験と位置づけ、2次関数の平行移動の理解を深めることができる学習をめざした。授業においては、教師がタイミングよく言葉によって生徒Aにフィードバックすることで、生徒Aの触察から得られた情報の確認をするとともに、頭の中で2次関数のグラフを自由に平行移動できるイメージを育て、式とグラフの関連が正しく確かなものになるような学習指導案を作成した。

学習指導案

学習活動	指導・支援
① $y = 2x^2 + 4$ のグラフがどのようなグラフであるか $y = 2x^2$ のグラフをもとに予想する。	・「 $y = 2x^2 + 4$ のグラフは原点を通るか、 $y = 2x^2$ と $y = 2x^2 + 4$ のグラフの形は同じであるか」と発問し、生徒Aの発言を聞いて正しく理解しているかどうか、直ちに評価する。必要に応じて復習を行う。
② $y = 2x^2$ と $y = 2x^2 + 4$ の2次関数の表から、同じ x の値に対する $y = 2x^2 + 4$ の y の値が、 $y = 2x^2$ の y の値よりも常に4大きいことを発見する。	・ $y = 2x^2 + 4$ のグラフで、 x の値が0, 1, -1の時の y の値はどうか一つ一つ言葉で確認する。 ・同じ x の値に対する $y = 2x^2$ と $y = 2x^2 + 4$ の y の値の関係を意識できるように発問する。
③ $y = 2x^2$ のグラフを表している板で作った教具を、どのように移動したら $y = 2x^2 + 4$ のグラフになるか考え、実際に教具の放物線を平行移動させる。	・ $y = 2x^2$ のグラフの教具を移動して $y = 2x^2 + 4$ のグラフを示す、触察による活動を核になる体験とするため、じっくりと時間をかけて取り組み、操作後には、どのようにして平行移動したのか、なぜそのように平行移動したのか問いかけて、言葉での説明を求める。そして、 $y = 2x^2$ のグラフである、放物線上の全ての点が4だけ y 軸の正方向に動いた図形が、 $y = 2x^2 + 4$ の放物線であることを、言葉で確認する。
④ $y = 2x^2$ と $y = 2x^2 + 4$ の2次関数のグラフの、軸と頂点を求める。	・教具を操作して平行移動した過程のイメージを活用して、考えるように促す。2つの放物線は上下に動いただけなので軸は同じであること、 y 軸方向に+4だけ移動しているため、頂点の y 座標が+4されて(0, 4)が頂点になることを言葉で確認する。
⑤ $y = ax^2$ と $y = ax^2 + q$ のグラフの軸と頂点に注目し、 $y = ax^2$ と $y = ax^2 + q$ の式とグラフの関係を確認する。	・今まで学習してきたことを基に、一般化して考えることを、言葉がけする。 $y = ax^2 + q$ のグラフは $y = ax^2$ のグラフを y 軸方向に q だけ平行移動した放物線のグラフであり、軸は y 軸、頂点は(0, q)であることを言葉で確認する。
⑥ 練習問題に取り組む。 ・教具を使って、練習問題のグラフを示す。 ・2次関数の式から軸と頂点を求める。 ・点図のグラフでも確認する。 ・グラフの実際のかき方も確認する。	・核になる体験を基に、教具を使って練習問題のグラフを示すように言葉がける。何のグラフをどのように平行移動させたグラフであるか言葉での説明を求め、理解できているか確認する。平行移動を頭の中でイメージし、2次関数の式から軸と頂点を求めるように発問する。さらに点図のグラフを提示し、触察により確認できるようにする。グラフのかき方についても、グラフの点を決めて座標を求めて、そこに点を何カ所かうって、放物線らしくグラフをかくことを言葉で確認する。

7. 開発教具を利用した授業での生徒 A の学習活動

$y=2x^2+4$ のグラフがどのようなグラフであるか $y=2x^2$ のグラフをもとに予想する場面では、生徒 A は $y=2x^2+4$ のグラフは「原点を通らないと思う。」と答えたが、グラフの形については想像しにくいようであった。その後、 $y=2x^2+4$ のグラフで、 x の値が0, 1, -1の時の y の値はどうなるか一つ一つ言葉により教師とともに確認した。第3筆者の言葉かけによって、同じ x の値に対する $y=2x^2$ と $y=2x^2+4$ の y の値の関係を意識できるように言葉をかけることを通して、生徒 A は同じ x の値に対する $y=2x^2+4$ の y の値が、 $y=2x^2$ の y の値よりも常に4大きいことを発見することができた。

$y=2x^2$ のグラフを表している PET 板で作った教具を、どのように移動したら $y=2x^2+4$ のグラフになるか考える学習は、開発教具を使う場面である。作成した座標平面を提示し、 x 軸と y 軸、第1象限から第4象限を確認した後、生徒 A が触察により座標を読み取ることができると確認した。生徒 A は、触察により容易に座標を読み取ることができていた。PET 板から切り出した放物線についても、触察により曲線部をグラフとして認識できるか確認したところ、面の切り口が放物線を表しているということで、短時間で認識していた。

$y=2x^2$ のグラフを表している教具を、 $y=2x^2+4$ のグラフになるように移動させる場面では、 y 軸の正の方向を意識して、4マス数えて、放物線の教具の溝と、 x 軸と y 軸が平行かどうか確かめながら、平行移動させていた(図6)。操作後に、どのようにして平行移動させたか言葉での説明を求めると、「 $y=2x^2$ のグラフを、 y 軸上をプラスの方に4つ動かしました。」と答えていた。生徒 A は教具を平行移動させる操作を通して、 $y=2x^2$ のグラフと $y=2x^2+4$ のグラフの形が同じこと、グラフの平行移動は放物線上のすべての点を y 軸方向に平行移動したものと理解していた。 $y=2x^2+4$ のグラフの軸と頂点を求める場面では、教具を操作して平行移動させたことをイメージし、正しく答えることができていた。この学習場面で、生徒 A が「軸は変わってない。」と言ったことに対して、教師は「上下に動いただけだから、中心の軸は変わってないですね。」と

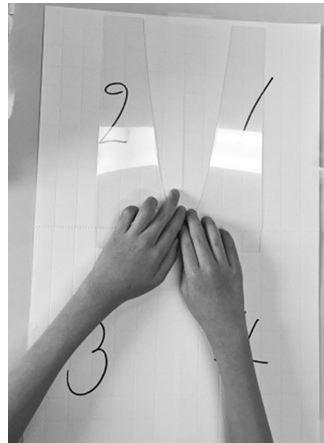


図6 生徒Aによる教具の使用場面

上下移動していることがイメージしやすい言葉を、生徒 A にかけていた。一般的な『 $y=ax^2+q$ のグラフは $y=ax^2$ のグラフを y 軸方向に q だけ平行移動した放物線のグラフであり、軸は y 軸、頂点は $(0, q)$ である。』を確認する場面では、教師が「横の動きですか。どうですか。」と言葉をかけていた。グラフがどの方向に移動しているか頭の中でイメージできているか確認する言葉かけであった。生徒 A はすかさず「縦」と答えていた。 $y=ax^2$ に $+q$ が付いているときは縦の動きになることが理解できていることがよくわかる反応だった。この学習場面が、核になる体験になったのではないかと感じた。

その後、2次関数の式からグラフを決定する練習問題に取り組んだ。練習問題も、教具を使って平行移動させることができた。 $y=2x^2$ のグラフを表している教具を、 $y=2x^2+4$ のグラフになるように平行移動させるという、核になる体験をじっくり行ったことで、2次関数のグラフの平行移動について理解を深めることができたと考えられる。平行移動を頭の中でイメージし、2次関数の式から軸と頂点を求めることもできていた。さらに、生徒 A はグラフのかき方について、「 x 軸、 y 軸をかいて、グラフの点を決めて、そこに点をうって、何力所かうって、あとは放物線らしくかく。」と的確に発表していた。教師は「大事なものは、その決まっている点を通っているかどうかです。」と言葉をかけ、点図のグラフを提示した。生徒 A に決まっている点を通っているかどうか触察により座標を読み取って確かめるように、さらに言葉をかけ、点図のグラフでも平行移動が認識できるようにしていた。

今回作成した座標平面と放物線の教材は、生徒 A が2次関数のグラフの平行移動を理解するには有効であると判断した。しかし、グラフ上の座標を読み取る場合には、放物線の板状の部分が邪魔になって、読み取るのが難しいこともわかった。この点を踏まえて、この開発教具をさらに改善する必要がある。

8. 成果と課題

本研究を通して、教材・教具の開発については2つの成果が、そして学習指導案の作成については1つの成果が見い出せた。座標平面を表した4枚の点図の方眼で構成した教具は、生徒 A の触察能力を十分把握し、点図の点の大きさ、表点・裏点の違いを利用して作成した。触察能力に長けている生徒 A にとっては、容易に座標平面を認識することができた。表点と裏点を区別して読み取れる生徒には有効な座標平面の教具になることがわかった。この成果から、視覚障がい教育で活用する教材・教具の作成において、学習者の実態把握を行うこと、学習者の触察能力に応じた教材・教具を作成することの重要性を実感した。また、放物線の教具においては、触察に

よる全体把握の困難に対する配慮として、座標平面の素材とは明らかに違うPET板で作成した。PET板から切り出した放物線の教具は座標平面と手触りが全く違い、さらに面の切り口が放物線を表しているということで、触察でも短時間で、放物線を認識できていた。教材・教具を作成する上で、素材や形状の工夫をすることは有効であることもわかった。図4の放物線の教具は、 $y = ax^2$ のグラフの頂点を通る x 軸と y 軸に該当するところに溝をつけた。生徒Aはその溝を手がかりに、放物線の教具が点図の座標平面上で平行かどうか確かめながら一人で放物線の教具を平行移動させることができていた。平行移動の手掛かりとなる放物線の教具の x 軸と y 軸の溝は有用であった。生徒Aは「具体的に触れて動かせるものがあったのでイメージしやすかったです。」と、この教具を活用して学習した感想を述べていた。座標平面と放物線の教具を使用して平行移動を理解する学習が、生徒Aにとって核になる体験となり、2次関数の平行移動についてイメージできたのではないかと考えている。

次に学習指導案の成果である。核になる体験でイメージできた平行移動を確実なものとするため、第3筆者による様々な言葉かけがあった。第3筆者は、生徒Aが2次関数のグラフを平行移動した後に、どのようにして平行移動したのか、言葉での説明を生徒Aに求めて、正確に理解できているか確認していた。また生徒Aから、軸に沿って平行移動しているとの発言を受けて、第3筆者はタイミングよく、2次関数が平行移動している方向をイメージしやすくなるような言葉をかけていた。教師の言葉かけにより、生徒Aは2次関数のグラフが平行移動する方向を意識し、2次関数の式とグラフの関連について理解することができていた。教師による、タイミングを適切に考えた言葉かけによって、生徒自身が自分の考えやその根拠を言葉で表現し、教師との言葉でのやり取りにより、2次関数の平行移動についての理解を深めることができたと考える。

一方、実践授業を通して、教具の課題も見えてきた。グラフ上の座標を読み取る場合には、作成した放物線の教具では板状の部分があるため読み取るのが難しいことがわかった。そこで、グラフが決まっている点を通っているかどうか生徒Aが座標を読み取って確かめるときには、点図のグラフを提示し、触察により認識できるようにした。また、次の学習の $y = 2x^2$ のグラフを $y = 2(x-3)^2$ のグラフに平行移動させる場面では、生徒Aは図5の放物線の教具の方を使って平行移動させていた。図5の教具を使うことで、 x 軸が隠れることなく x 軸上の座標を触察することができていた。視覚障がい教育では、それぞれの目的に合った複数の教材を準備しなければならないことも明らかになった。

今後は生徒の触察能力を把握して個に応じた教具を作

成することの重要性、素材や形状の工夫、教具を操作するときに必要な溝を切り込むような工夫を意識して、触察教材を作成する必要がある。視覚障がい教育では、それぞれの目的に合った複数の教材・教具を活用することが必要であることを意識したい。特に、核になる体験をもくろむ学習内容を指導する場面では、じっくり丁寧に活動を促し、タイミングのよい適切な声かけを大切にしたい授業をめざし、今後も生徒の深い学びにつながる教材開発等について検討していきたい。

註

- 1) 兵庫県立視覚特別支援学校のホームページには、理療について簡潔でわかりやすい説明があるのでそれを示す。『「理療」とは、東洋医学的治療のうち、あん摩マッサージ指圧、鍼（はり）、灸（きゅう）を総称したものです。「理療科」は視覚特別支援学校高等部に設けられている職業課程であり、あん摩マッサージ指圧師、はり師、きゅう師を養成するコースです。』
- 2) 文部科学省は「特別支援教育について」で視覚支援教育との表記をしているが、本研究では同じ内容を視覚障がい教育と表記した。
(Retrieved from http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/004/001.htm (2019. 01. 07))
- 3) 視覚言語とは、広辞苑 第七版 (2018) によれば「視覚言語の意味として、見ることで意味を伝達する手段。手話・標識・絵文字など」と書かれている (p.1251)。
- 4) 「触覚の特性」は、森 (2016) p.39. より引用した。
- 5) 「エーデル」は、第5筆者が徳島県立盲学校 (現徳島県立徳島視覚支援学校) に勤務していたときに担当した、たった一人の生徒のために、教材や問題を作成するために開発したソフトで、パソコンで作図したデータを点字プリンターで印刷できる無料ソフトである。点字の文章を図に添えることもできる。図やグラフが多い教科書などの点訳に、全国的にも使われている。「エーデル」を使って放物線も簡単にかくことができる。ホームページ (<http://www7a.biglobe.ne.jp/~EDEL-plus/EdelDownload2.html> (2020. 01. 01)) からダウンロードできる。

参考・引用文献

- 国立特別支援教育総合研究所 (2014) 「特別支援学校 (視覚障害) における教材・教具の活用及び情報の共有化に関する研究 — ICT の役割を重視しながら —」平成24年度～25年度 研究報告書 特教研B-291 専門研究B, pp.1-312.

- 文部科学省 (2010) 「すべての視覚障害児の学びを支える視覚障害教育の在り方に関する提言—視覚障害固有の教育ニーズと低発生障害に応じた新しい教育システムの創造に向けて—」 pp.1 - 14.
- 文部科学省 (2017) 高等学校学習指導要領解説総則編, p.157.
- 森まゆ (2016) 「第4章 盲児の指導」青柳まゆみ・鳥山由子編著『視覚障害入門 一改訂版一』株式会社ジアース教育新社, pp.36 - 43.
- 牟田口辰己 (2016) 「第5章 教育課程と指導法 2 盲児に対する指導内容・方法等」香川邦生編著, 共同執筆 猪平眞理・大内進・牟田口辰己『五訂版 視覚障害教育に携わる方のために』慶應義塾大学出版会株式会社, pp.131 - 135.
- 新村出編著 (2018) 『広辞苑 第七版』株式会社岩波書店, p.1251.
- 岡本愛弓・福島祐介・矢入郁子 (2012) 「音と触覚を用いた視覚障害児向け中学数学学習コンテンツの開発」『情報処理学会研究報告』vol.2012-CE-117 No.3, pp.1 - 8.
- 大島利雄ほか (2014) 『数学 I』, 数研出版, pp.72 - 74.
- 高橋眞琴・植村要・佐藤貴宣 (2016) 「視覚障害児のインクルーシブ教育における支援の組織化—視覚障害教育の教材供給における論点整理のために—」『教育実践学論集』第17号, pp.93 - 105.
- 高村明良 (2017) 「第三章 視覚障害児に対する教科教育②『イメージ・言語・道具』に着目した算数・数学の指導」鳥山由子編著『視覚障害指導法の理論と実際—特別支援教育における視覚障害教育の専門性—』ジアース教育新社, pp.92 - 105.
- 鳥山由子 (2017) 「第三章 視覚障害児に対する教科教育①視覚障害児に対する教科教育の専門性」鳥山由子編著『視覚障害指導法の理論と実際—特別支援教育における視覚障害教育の専門性—』ジアース教育新社, pp.80 - 91.
- 行富誠一・小針智雄・春日亀美智雄・金子秀聡 (2014) 「視覚障害児のための触察立体教材の開発」『日本デザイン学会研究発表大会概要集』61(0), 126, pp.274 - 275.