

算数科における反比例の指導に関する一考察

—GeoGebra 導入の検討—

兵藤 史武*¹

要 旨

GeoGebra は中等教育や高等教育で多く用いられる数学のソフトウェアであり、小学校教育についても導入事例が見られる。ほぼ全ての公立学校で1人1台端末を使用できる環境が整備されている現在において、学習者自らが GeoGebra を活用することで、学びの質の向上が図れると考えられる。そこで本稿では、算数科における授業での GeoGebra の活用方法について検討した。特に、コンピューターが得意とする曲線の描画の單元である、算数科の反比例に関して焦点を当てた。

Keywords : 算数, GeoGebra, 反比例, ICT
arithmetic, GeoGebra, inverse proportion, ICT

1. はじめに

昨今の ICT 技術の目覚ましい進歩に伴い、その活用が教育にも求められている。文部科学省¹⁾によれば、令和4年度末の段階で全自治体のうち99.9%において、児童生徒の手元に情報端末が渡り、学校でのインターネット環境の整備が完了している。したがって、従来は ICT 教材の多くは教員が学習者に提示するものであったが、今後はそれらを学習者が学校で自由に操作可能となる。算数・数学においては、文房具を用いて描画するしかなかった図形や関数のグラフが情報端末を用いることで、より精緻に描画することが可能となる。これによって恩恵があるのは、曲線の描画であろう。円や扇形を除けば、曲線を文房具によって描画することは難しい。小学校の算数では反比例のグラフ、中学校の数学では2次関数のグラフが該当する。さらに高等学校では多項式関数や三角関数などのより複雑な関数を学習する。このような複雑な曲線を精密に描くことは学習の大きな助けになる。

本稿では小学校で学ぶ反比例に焦点をあて、情報端末を用いて学ぶ授業設計について検討する。グラフを描画するためのアプリケーションには GeoGebra²⁾を選んだ。GeoGebra は世界中で利用されており、フリーソフトウェアであり、プラットフォームを問わず利用可能である。さらに、小学校教育から高等教育までの必要な機能を網羅している。授業設計にあたっては児童が無理なく利用できると考えられる、点とグラフの描画の機能のみを用いるようにした。

*1 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科

2. 反比例について

小学校学習指導要領（平成 29 年告示）³⁾において、反比例は、第 6 学年の「変化と関係」の「比例」に割り当てられている。そこでは「算数科では、具体的な関数としては、比例を中心に扱い、比例の理解を促すために反比例についても学習する。」（P.35）と言及されており、さらに、「反比例のグラフについては、児童が反比例の関係を満足する幾つかの点をとったり、教師がグラフを示したりすることで、変化の様子を調べられるようにして、比例と反比例の違いに気付けるようにする。」（P.302）と書かれている。

中学校においても、反比例は第 1 学年で再び扱われる。高等学校以降の学習でも反比例は重要な役割を果たす。高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）⁴⁾によれば、高等学校では、数学 III で、対数関数の導関数を学ぶが、そこには反比例が現れる。また、数学 C の「平面上の曲線と複素数平面」で学ぶ双曲線は、反比例のグラフを回転移動させたものとなることが出来る。さらに、高等数学では、双曲線は二次曲線の標準形の一つであることを学ぶ。このように、比例だけではなく、反比例も数学において重要な概念であるといえる。

算数科では、反比例を学ぶ前に比例を学ぶ。比例のグラフを描画するには定規があればよいが、反比例のグラフは曲線であるため精密なグラフを描画することは、コンピューター無しには難しい。そのためか、学習指導要領においても、先に述べた通り、児童への要求は、反比例の関係を満足する幾つかの点をとる段階に留まっている。しかし、情報端末と GeoGebra を用いることで児童にも手軽に反比例の曲線を描画することが可能となる。

3. GeoGebra

GeoGebra は世界中の教育現場で利用されている数学の動的なソフトウェアであり、日本においても小学校教育から高等教育まで導入事例がある。幾何学、代数学、表計算、グラフ作成、統計学、微積分など広範な分野に対応可能であり、さらにフリーソフトウェアである。加えて、web ブラウザ上で動作し、プラットフォームを選ばないため、インターネット環境と情報端末があれば利用可能である。

小学校教育においては、谷⁵⁾による実践がある。そこでは GeoGebra の点と線の描画機能を用いて、角度の概念について指導を行っている。中等教育においては、日野⁶⁾の研究がある。ここでは中学校の比例に関して、GeoGebra を用いた実践が紹介されている。高等教育では、工学部における濱田⁷⁾の実践例がある。

4. GeoGebra を用いた指導手順

授業では反比例の学習に次のような活動を取り入れる。

- ① 60km 離れた場所に向かう場合に、速さと時間の関係を表にする（表 1）。表の二行目を空欄にして児童に解答させるとよい。ここでは情報端末を使う必要はない。

表 1 速さと時間

速さ (km 毎時)	1	2	3	4	5	10	20	30
かかる時間 (時間)	60	30	20	15	20	6	3	2

- ② GeoGebra を起動させ、表に従って、最初の 3 点を打点させる (図 1)。この段階で児童にグラフの形を予想させる。児童によっては直線をイメージするものもいると考えられる。
- ③ さらに残りの点を打点させる (図 2)。ここまで入力することで、グラフが直線ではないことに気づく。



図 1 3 点の打点

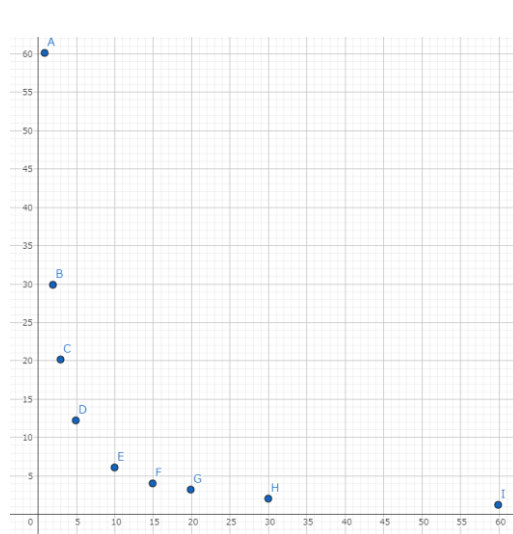


図 2 すべての点の打点

- ④ 次に、最後にグラフを描画することで、点がグラフ上にあることがわかり、この曲線は反比例の関係を表すグラフであることが実感できる (図 3)。これらの活動を通して、学習指導要領にある「反比例のグラフについては、児童が反比例の関係を満足する幾つかの点をとったり、教師がグラフを示したりすることで、変化の様子を調べられるようにして、比例と反比例の違いに気付けるようにする。」を満たす内容になる。
- ⑤ 発展的な活動として、120km 離れた場所の場合と 40km 離れた場所の場合のグラフを描画させる (図 4)。ここまで児童に取り組みさせた後に、グラフの特徴について述べさせる。「横軸の値が増えると縦軸の値は減る」、「横軸の値が大きくなると縦軸の値はほぼ 0 である」、「横軸の値が小さい部分ではグラフが縦軸にくっついている」、また、グラフ同士を比較して「120 のグラフの方がふくらみが大きく、常に上側にある」のような回答があり得るだろう。このような過程で児童は比例との違いを実感するだけでなく、定数の変化による反比例のグラフの変化に対しても学びが得られる。

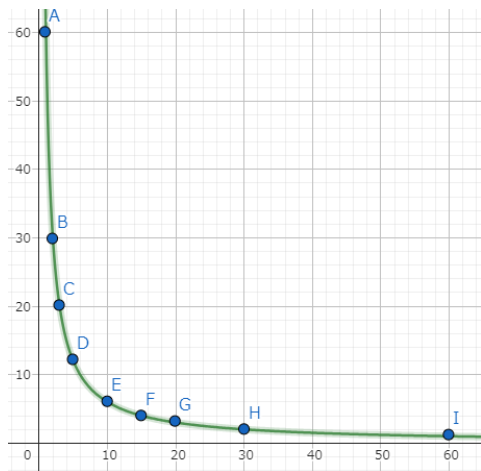


図 3 グラフの描画

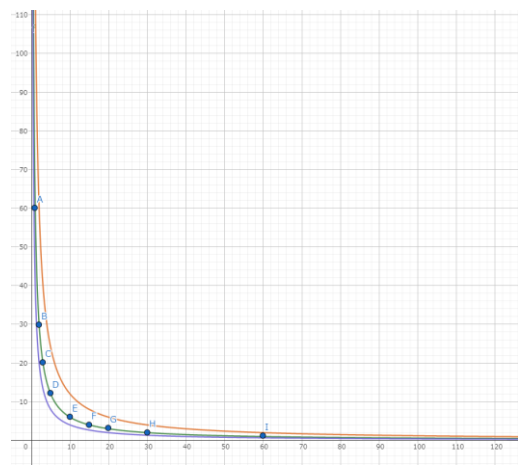


図 4 複数のグラフの描画

5. まとめ

GeoGebra の機能のほんの一部の機能を用いることで学習者自らが正確なグラフを描画することでより深い学びが可能であることが示唆された。「横軸の値が大きくなると縦軸の値はほぼ 0 である」という事実に気づくことで、高校で学ぶ極限や、高等数学で学ぶアルキメデスの原理の発想の端緒を、感覚的に理解することができるようになるだろう。また、「横軸の値が小さい部分ではグラフが縦軸にくっついている」は高校数学で学ぶ漸近線の問題である。場合によっては、小学校のうちからこのような高度な概念につながる発想にいたる児童もあらわれよう。これらは、正確な図を示すことで、感覚的なイメージを体得できるからと考えられる。ICT の活用により、学びが困難な児童のサポートができる反面、今回示した例のように高度な内容について学びたい児童が自ら探究する機会を増やすことが可能となる。

GeoGebra は高等教育まで利用可能なアプリケーションであるため、小学校のうちから触れておくことは今後の学習に資することと考えられる。なお、GeoGebra は高度な機能を持つが、児童には高度すぎる機能が多いため、算数科の授業で使用する場合は、使用する機能を限定的にするなどの工夫が求められる。

文 献

- 1) 文部科学省初等中等教育局修学支援・教材課、「義務教育段階における 1 人 1 台端末の整備状況 (令和 4 年度末時点)」, https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt_shuukyo01-000009827_01.pdf, (2023/9/26 確認)。
- 2) GeoGebra, <https://www.geogebra.org/>, (2023/9/26 確認)。
- 3) 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 算数編, 日本文教出版, 2018。
- 4) 文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 数学編 理数編,

https://www.mext.go.jp/content/20230217-mxt_kyoiku02-100002620_05.pdf, (2023/9/26 確認).

- 5) 谷竜太, 動的ソフトウェアによる概念形成の試行, 情報教育ジャーナル, 2 巻, 1 号, p.18-24, 2019.
- 6) 日野恵子, 比例の授業における数学的談話の構成—GeoGebra を通して教師が語ったこと—, 宇都宮大学教育学部教育実践紀要, 2 号, p.145-154, 2016.
- 7) 濱田龍義, 大学初年級における GeoGebra の教育利用 (数式処理と教育), 数理解析研究所講究録 1674 巻, p.112-119, 2010.