

小学校算数教育における測定データを活用した 構成主義教育方法の開発

増尾慶裕¹

Development of constructivist teaching method using measurement data in elementary school mathematics education

Yoshihiro MASUO

Abstract

By utilizing measured data in elementary school mathematics education, we develop constructivist educational methods that foster thinking, judgment, and expressive abilities, and develop scientific schemas that are linked to mathematics, science, home economics, and comprehensive learning time. It is something to build. The learning material was set as teaching materials for converting electrical energy into thermal energy in science and home economics education. This research is based on elementary school mathematics education, and is a joint research project that is linked to science education, home economics education, and comprehensive study time. An electric iron used in home economics education was set up as a teaching material that converts electrical energy into thermal energy. Based on the children's existing knowledge, it was activated to enable them to understand and acquire new knowledge. Based on the children's existing knowledge based on their daily lives, have them draw a graph to predict the temperature change of an electric iron over time, and utilize ICT teaching materials to use the measured data values obtained from the iron measurement experiment. The students were then able to instantly create a graph, compare their existing knowledge with the graph obtained from the measurement experiment, and have them think about the comparison. This educational method improved the children's desire to learn about experiments. In the measurement experiment, the children decided on roles within the group and cooperated, allowing each child to learn independently, obtain measurement data, and understand and acquire new knowledge. .

Through the above, we verified the effectiveness of an educational method that utilizes existing knowledge in elementary school mathematics education, science education, and home economics education, and the effectiveness of setting an electric iron that converts electrical energy into thermal energy as a learning subject.

¹ 静岡福祉大学前特任教授

はじめに

本研究は、小学校算数教育でのデータ活用により、児童の思考力・判断力・表現力を育て、理科・家庭科・総合的な学習の時間と連携して、科学的スキーマ(まとまりのある知識構造)を育成する教育方法を構築するものである。

測定データを活用するための学習題材の選定の観点から、まず理科教育について述べることにする。小学校理科教育は、学習指導要領¹⁾により、教科目標が以下に定められている。

「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」と示されている。小学校の教育課程では理科の履修学年は、3年生から6年生である。

理科「A エネルギー」に関する目標は、物の重さ、風やゴムの力並びに光、磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。と示されている。また、「A エネルギー」の「電気の通り道」の学習内容については、以下に示すものである。

乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする。

- ・ 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。
- ・ 電気を通す物と通さない物があること。

と示されている。更に、それらの学習内容の取扱いについては、「A 物質・エネルギー」の指導に当たっては、3種類以上のものづくりを行うものとする。と示されている。

そのため本研究では、電気が熱に変化した状態を可視化して、電気を働かせた時の現象を比較しながら調べ、それらの性質や働きについて学習出来ることとした。電気エネルギーを熱エネルギーへの変換に関しては、前教科書^{2)、3)}では、ニクロム線を巻いた実験装置が、掲載されていた。しかし、現行の教科書では、その簡易な実験装置は、掲載されれない。そのため、小学校現場では、ドライヤーやトースター等の日常生活で使用されている電気機器を学習

題材として、児童に探求学習として調査させることは多い。

本研究は、小学校算数科教育⁴⁾、理科教育、家庭科教育⁵⁾及び総合的な学習の時間⁶⁾とを連携させた共同研究を実施し、前述のように科学スキーマの育成を目指した研究を構想するものである。

そのため、現在多くの小学校で実施されている探求学習は、日常生活と関連させた探求であるため、本研究の構想に近いものであると考えられる。

研究方法

本研究では、家庭科教育と関連させてドライヤーやトースターよりも、更に日常生活に関連しており、科学的に活用できる電気機器としての、電気アイロンを学習題材とした。

本研究の実践は、2023年9月にA小学校6年生で実施した。

児童へのアイロンの設定提示について以下に述べる。

2台のアイロンを児童に提示し、どこが違うかを考えさせた。児童は、感覚的に「色が違う」等の意見を述べていた。この2台のアイロンは、外部から性能や機能の違いは、わかりにくい。1部の児童が、「温度を調べる実験をしてみたら」との意見を述べた。そこで教師の指導したい意図とも合致するため実験を実施し、調査することとした。どのように、実験方法を工夫すればわかりやすいかを児童にも考えさせ、児童の視覚に訴えて学習しやすい教育方法を考案した。

小学校算数教育では、学習指導要領⁴⁾により、算数(数学)的に表現することについては、算数の学習では、言葉による表現とともに、図、数、式、表、グラフといった算数(数学)的な表現の方法を用いることに特質がある。このような表現を問題解決に活かしたり、思考の過程や結果を表現して説明したりすることで学ぶ。

また、量の把握とその測定の方法の理解については、身の回りにある2つのものを比較する場合、比較対象となるものの属性に着目し、その属性について数値化して表すことがある。算数で学ぶ量の把握における測定とは、幾つかのものを比較する必要から、ものの特徴を捉えてそれを測り取り、数値化して表すことである。この意味で、量の把握における

測定とは、ものの属性に着目し、単位を用いて量を捉え、その単位で測り取った数値に対応させることである。

即ち本研究におけるアイロンの温度は、「温度」という属性で単位とする大きさを決めて測定し数値化できる。

算数（数学）的には、量の測定とは、ものの集合から実数の集合への関数であるともみることができる。

このようなものの属性の数値化においては、ものの属性を直接比較することと、さらに、指導事項のそれぞれのまとまりについて、算数（数学）的な見方・考え方や育成を目指す資質・能力に基づき、算数教育においては、領域を「A数と計算」、「B図形」、「C測定」、「C変化と関係」及び「Dデータの活用」の五つの領域とされている。低学年は「A数と計算」、「B図形」、「C測定」及び「Dデータの活用」の四領域とされている。と示されている。

そこで、算数の学習内容として「C変化と関係」は、既に学習内容の領域であるため、本実験は、6年生での実施とした。

「C測定」の領域のねらいは、次の3つに整理することができる。

- ・身の回りの量について、その概念及び測定の原理と方法を理解するとともに、量についての感覚を豊かにし、量を実際に測定すること
- ・身の回りの事象の特徴を量に着目して捉え、量の単位を用いて的確に表現すること
- ・測定の方法や結果を振り返って数理的な処理のよさに気づき、量とその測定を生活や学習に活用しようとする態度を身に付けること

「C測定」の領域で働かせる算数（数学）的な見方・考え方に着目して内容を整理すると、以下の四つにまとめることができると示されている。

- ・ 量の概念を理解し、その大きさの比べ方を見いだすこと
- ・ 目的に応じた単位で量の大きさを的確に表現したり比べたりすること
- ・ 単位の関係を統合的に考察すること
- ・ 量とその測定の方法を日常生活に生かすこと

また、「C変化と関係」の領域のねらいは、次の3つに整理することが出来る。

- ・ 伴って変わる2つの数量の関係について理解し、変化や対応の様子を表や式、グラフに表したり読んだりするとともに、2つの数量の関係を比べる場合について割合や比の意味や表し方を理解し、これらを求めたりすること

そこで、「C変化と関係」の学習内容で示されているために、本実験では、時間と温度の変化の関係で実施した。

次に「C変化と関係」の領域で働かせる算数（数学）的な見方・考え方に着目して内容を整理すると、次の3つにまとめることができる。

- ① 伴って変わる二つの数量の変化や対応の特徴を考察すること
- ② ある二つの数量の関係と別の二つの数量の関係を比べること
- ③ 二つの数量の関係を日常生活に生かすこと

そこで、本研究では折れ線グラフという算数（数学）的な表現を用いて、考察することとした。

算数（数学）的な見方・考え方とは、

- ・ 2つの数量の関係などに着目して捉え
 - ・ 根拠を基に筋道を立てて考えたり、統合的・発展的に考えたりすること
 - ・ 伴って変わる2つの数量の変化や対応の特徴を考察すること
 - ・ ある2つの数量の関係と別の2つの数量の関係を比べること
- これらにより、2つの数量の関係を考察することである。

ここで本実験では、学習指導要領に基づき、児童が感覚だけでは無く、算数（数学）的な観点から児童の視覚に訴えて学習出来る発展的な教育方法を考案し設定した。それは、2台のアイロンの温度変化を測定して、その測定結果をグラフ化し、視覚教材として活用する方法である。そのために、アイロンの底面を専用の温度計で測定し、10秒毎に、温度を読み取れるように測定する実験を行うことが必要である。10秒毎に測定した温度値データをコンピュータに入力し、瞬時にグラフ化出来るようにした。コンピュータをICT教材として有効に活用するには、ソフトウェアが重要である。市販のソフトウェアでは、その機能を有するものはない。そこで

児童が簡単な操作で学習出来るソフトウェアが求められ、開発する必要性があるため学習専用のソフトウェアを開発した。本ソフトウェアは学習専用コンピュータプログラミング言語のC言語で開発したものである。本ソフトウェアの特徴は、児童が簡単に操作出来、測定値データを入力すると同時に、瞬時にグラフ化され表示されるように開発した学習専用ソフトウェアである。

児童が本実験を行い、測定データを得るには、児童1人では、実施することは出来ず不可能である。そこで、児童5名程度の人数でグループ(班)を編成し、そのグループ(班)で役割分担を決めて、協同学習することにより、実験が成立して測定データを得ることが出来るようにした。また本実験ではアイロンの温度変化により、火傷の危険性を伴う。そのために、児童の安全を第一考え注意して実験させるように指導した。次に、児童それぞれの役割分担を示す。役割分担の係は、①アイロンを持つ係、火傷等の安全のため、手袋を装着させる。②温度計を持つ係、同様に手袋を装着させる。温度を読む係、温度計に表示される測定温度のデジタルデータを声を出して読む。④コンピュータ入力係、温度を読む係が、声を出して読んだ測定データを、コンピュータに入力する。⑤時計係、10秒毎に、ストップウォッチ等の時計を見て「10秒」「10秒」又は、「測って」「測って」と言い、③の温度を読む係に測定指示を出す。⑥記録係、温度を読む係が読んだ測定値データを紙に記録する。これは、④のコンピュータ入力係が入力に失敗した時のために、紙に記録して、実験終了後でも、測定値データを④のコンピュータ入力係をバックアップするためである。以上の係を分担して、協同学習で測定実験が出来るように工夫した。本ソフトウェアの開発は、児童の算数・理科教育を適切に支援出来る教材開発であると考えられた。

結果

小学校教育現場では、ICT機器を授業に導入することが求められている。その観点からも本研究は、ICT機器を効果的に学習指導に活用して視覚的に学習が出来る教材開発である。これらの実験方法により、児童の学習意欲を高め、理解を促進させることが出来た。

本実験方法は、児童が役割分担を決め協力しあって協同学習を行うもので、小学校での実験として、有効性が高いと考えられた。本実験は、児童から「わかりやすかった」との回答が多かった。

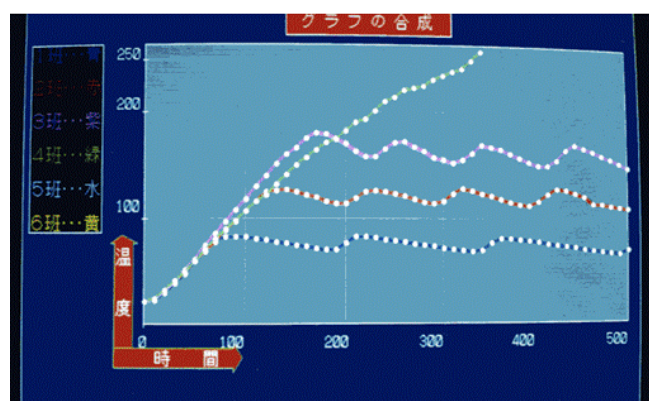
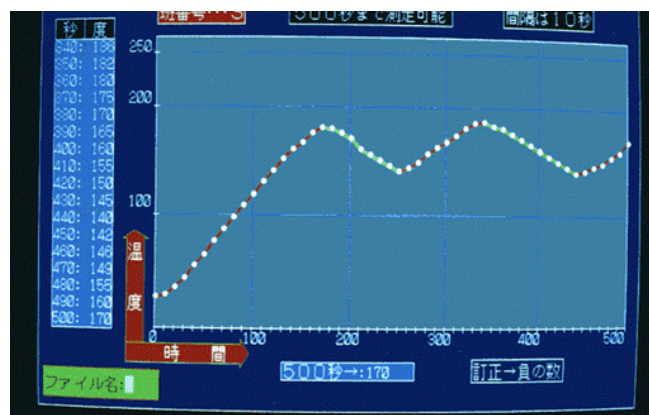


図1 (上) 測定したデータをグラフ化した画面

図2 (下) 条件が異なる測定データを合成したグラフの画面

本学習指導は、教育方法の側面から児童の既有知識を日常生活の経験から活性化させて予想グラフを考えさせ、児童がその予想と実験結果の比較を行い、児童の理解を促進させ、新しい知識を獲得させる有効な教育方法である。

以上により、児童の主体的な学習を支援することにより、アクティブ・ラーニングを実践することが出来、構成主義学習を構築することが出来たと考えられる。

理科教育「A エネルギー」における電気エネルギーを熱エネルギーに変換する学習指導を小学校で実施したものであり、本授業は算数教育・理科教育と家庭科教育及び総合的な学習の時間との共同学習と位置づけた。そのため学習題材は、家庭科教育において、日常生活で身近に使用される電気アイ

ロンを設定したものである。算数教育における教育方法として、児童の日常生活での既有知識を活用した。人間が新たな知識を理解することは、古い既有知識を基に理解出来るというスキーマ理論を適用した。そのために、児童に日常生活の既有知識からアイロンは、時間経過すると温度は、どのように変化すると考えられるかを予想させ、予想グラフを考えさせた。これは理科教育における電気エネルギーがどのように熱エネルギーに変化していくのかの過程である。各児童が予想し、グループ内で意見交流した後、各グループでの予想をクラス内で意見発表し実験した。

実験は、グループ・班内で主体的に役割分担を行い、児童が積極的に取り組んだ。実験は、ICT機器を活用して児童が主体的にグループで協力した。その測定温度をICTで瞬時にグラフ化し視覚的に学習できるように開発した。既有知識との比較により、児童が主体的に学習に取り組み、新しい理解の獲得が促進され、既有知識を基にした新しい知識を構成することが出来た。児童の既有知識との比較により、主体的に学習に取り組み、理解が促進され、アイロンの内部には、布が焦げないように、温度を一定にする自動温度制御装置が組み込まれていることが理解出来た。これは児童が既有知識を基にした新しい知識を構成することが出来たものと考えられた。

考察

小学校算数、理科教育において、家庭科教育及び総合的な学習の時間を連携を図った教育方法の開発を行った。算数教育におけるデータの活用の観点から、それらのデータを分析し、グラフの形状を考察して、アイロンの仕組みや働きを考察できた。これにより思考力や判断力の育成に繋げることが出来た。これらの教育方法が有効であった要因は、以下の4点であろう。

- 1) 児童の既有知識を活性化した学習指導。
- 2) 児童が役割分担を行い、協力して主体的に実験を行い、測定データを得られたこと。
- 3) 学習目標に対応したソフトウェアを開発して、児童が簡単な操作で使うことが出来るソフトウェアを開発し、ICT機器を有効に活用したこと。
- 4) 児童はデータを活用して考察が出来たこと。

以上により児童が、構成主義学習指導として協同

で対話的な学習が出来た。

ソフトウェアを開発によりICT教材を効果的に活用して、測定データをグラフ化し、教師が教え込む教育でなく、児童同士が対話的に学習して考えることが出来るアクティブ・ラーニングとしての構成主義的な学習指導を設定出来た。

児童同士がグループや班内で対話しての学習をどのように設定するのか、また教師が教える指導をどのように設定するのが重要である。算数教育のデータ活用、グラフ化が理科教育での実験学習活動の質を向上させることが出来たものと考えられる。本学習指導では、効果的に教科を連携した教育方法を展開することが出来たと考えられるであろう。

おわりに

今後、算数教育は、理科教育、家庭科教育及び総合的な学習の時間と連携を図り、日常生活でのデータを活用して、確かな算数教育の学力育成を行い、よい日常生活に活かす事が出来る科学スキーマの育成を充実させ発展を図りたいと考える。本研究における児童の学力育成については、続報において発表する予定である。

引用文献 参考文献

- 1) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 理科編 2017
- 2) わくわく理科5 啓林館
- 3) わくわく理科6 啓林館
- 4) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 算数科編 2017
- 5) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 家庭科編 2017
- 6) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編 2018
- 7) 増尾慶裕 生徒の学力形成を支援する構成主義的学習指導モデルの開発 風間書房 2008
- 8) 中原忠男 算数・数学教育における構成的アプローチの研究 聖文社 1995
- 9) 増尾慶裕 既有スキーマを活用した構成主義学習指導 蒼空出版 2020
- 10) 増尾慶裕 児童・生徒の学力を育成する教育方法 栄文堂 2015
- 11) Lawler, E. E. III, Motivation in work orga

nizations. Brooks/Cole. (1973)

12) Bloom, B.S. Hastings, J.T. & Madaus, G.F. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. McGraw-Hill. (1971)

13) Baldwin, T.S. Evaluation of Learning in Industrial Education. McGraw-Hill. pp.870-874. (1971)

14) 梶田 叡一. 教育における評価の理論Ⅱ 学校学習とブルーム理論. 金子書房. pp.153-84. (1994)

15) Rumelhart, D.E. & Ortony, A. The representation of knowledge in memory. In Anderson, R.C. Spiro, R. J. & Montague, W. E. (Eds.), Schooling and the acquisition of knowledge. Lawrence Erlbaum Associates. (1977)

16) Rumelhart, D.E. Schemata : The building blocks of cognition. In R.J. Spiro, B.C. Bruce, & W. F. Brewer (Eds.), Theoretical issues in reading comprehension. Lawrence Erlbaum Associates. (1980)