

# 問題解決能力を高める理科、数学、情報の教科横断的学習プログラムの開発

## － 数学自然表示関数電卓を使った探究スキル・トレーニング －



実施担当者 北海道室蘭栄高等学校  
校長 佐々木 淳

### 1 はじめに

本校は現在、文部科学省スーパーサイエンスハイスクール2期目の指定を受け、理数系人材育成に資する教育課程開発の研究に取り組んでいる。具体的には、探究活動のスキルを身に付ける科目として「SSH基礎」（1学年理数科）及び「SSHジオ科学」（2学年普通科）を実施し、2学年理数科「SSH探究」では課題研究を実施している。これらの科目の充実を図るため、理科、数学、情報の「親和性の高さ」に着目し、数学自然表示関数電卓を使った実習を問題解決に生かす学習プログラムの開発に取り組むこととした。

関数電卓は、工学系大学や高専、工業高校では必携のツールである。その主な特色は以下の6点にまとめられる。しかし、普通科において活用される場面はほとんどない。

- |  |
|--|
| <p>第1に、<math>\sqrt{\quad}</math>や分数、積分を使った計算が、見たまま＝直感的にできる。<br/>第2に、関数の使用、定数の呼び出し、単位換算ができる。<br/>第3に、方程式を解くモードがある。<br/>第4に、数値テーブル（表計算）モードがある。<br/>第5に、ソルブ（式変形＝ある文字について解く）機能がある。<br/>第6に、統計計算モードがあり、回帰直線、曲線を求められる。</p> |
|--|

では、工学系の学生たちがこれらを十分に使いこなしているかというと、決してそうではない。それは、スキルアップが各自の努力にまかされるからである。これでは意識して自分を追い込まない限り確かなスキルは身に付けられない。もちろん、説明書を読んで動作を確認する授業では「問題解決」に生かすことにはならない。

そこで本校では、関数電卓を活用して解決できる課題を開発し、それを授業に生かすこととした。課題の開発に当たっては、①理科、数学、情報の知識・技能を教科横断的に用いること、②課題をクリアすることで理数科目の楽しさや豊かさ、奥深さが実感できるよう工夫することを心がけた。

以下では、開発した学習プログラムとそれを生かした授業の概要を紹介する。

## 2 実践内容

### 2-1 数学自然表示関数電卓に親しもう

6月には下表のとおり、2学年普通科の学校設定科目「SSH ジオ科学」において、開発したワークシート「第1回：数学自然表示関数電卓に親しもう（その1）」、「第2回：同（その2）」を使った授業を実施した。この科目は、地学を素材にデータの扱い方や情報技術の基礎について学ぶことを目標として設置したもので、授業は50分2コマ続きで実施した。

月 日	実施内容(テーマ)	対 象	備 考
6月11日(月)	第1回 数学自然表示関数電卓に親しもう～第2回	2年1組 40名	
6月11日(月)	第1回 数学自然表示関数電卓に親しもう～第2回	2年2組 40名	
6月13日(水)	第1回 数学自然表示関数電卓に親しもう～第2回	2年3組 40名	
6月13日(水)	第1回 数学自然表示関数電卓に親しもう～第2回	2年4組 40名	

この授業では、① $\sqrt{\quad}$ や分数、積分を使った計算が見たまま＝直感的にできること、②関数の使用、定数の呼び出し、単位換算ができることを実感させることをねらいとした。課題例を示す。

次の□に入る数字を予想し、関数電卓を使って結果を確認しよう。

$$(\sqrt{2}+\sqrt{3})^2+\sqrt{54}=\square+\square\sqrt{\square}$$

太陽－地球間の距離は「1天文単位」と呼ばれており、「1AU」と書きます。

「1AU」の単位を「m」に換算しなさい。また、それはおよそ何kmか、答えなさい。

一般の電卓では「2」、「 $\sqrt{\quad}$ 」、「=」を順に入力すると結果は「1.4142135」となる。「 $\sqrt{\quad}$ 」、「2」、「=」の順にすると「2」となる。数学自然表示関数電卓では、「2」、「 $\sqrt{\quad}$ 」、「=」を順に入力すると結果は「エラー」となり、「 $\sqrt{\quad}$ 」、「2」、「=」の順にすると「 $\sqrt{2}$ 」が表示される。「1.414213562」を表示させるには、「S→D」という変換キーを使わなくてはならない。また、「 $\sqrt{2}+\sqrt{3}$ 」を表示させるには、「 $\sqrt{\quad}$ 」を入力した後でカーソルを右に動かし、根号を抜け出してから「 $+\sqrt{3}$ 」を入力する必要がある。

生徒は、上記の課題のうち上は比較的スムーズにできていたが、下は「天文単位」、「光速度」など単位や定数の理解不足や、10進法と60進法の換算でのつまずきなどがみられた。

自己評価から、多くの生徒たちが数学自然表示関数電卓に興味を持ったことがわかった。また、つまずきやすい点があることもわかった。今後は、FAQなど質問への対応の工夫や複数の教員の配置を検討するなど改善を図る必要がある。



図1 「数学自然表示関数電卓に親しもう」に取り組む生徒たち

## 2-2 データを“楽しく”読み解こう

12月と1月には下表のとおり、1学年理数科の学校設定科目「SSH 基礎」において、開発したワークシート「第3回：データを“楽しく”読み解こう（連立方程式マスターへの道）」を使った授業を実施した。この科目は、課題研究に必要なスキルを身につけることを目標として設置したもので、授業は50分2コマ続きで実施した。

月 日	実施内容(テーマ)	対 象	備 考
12月13日(木)	第3回 データを“楽しく”読み解こう	1年5組 40名	
1月31日(水)	第3回 データを“楽しく”読み解こう	1年6組 40名	

この授業では、①数学で学んだ「連立方程式」がデータ間の規則性を明らかにするために使えること、②方程式を解くにあたって関数電卓を利用できることを実感させることをねらいとした。以下に、太陽系の惑星に関する、理科年表のデータを使った課題の例を示す。

- 例題1** 「軌道長半径」を100倍し、四捨五入して整数としたものを  $x$  座標とします。同じく「対恒星公転周期」を100倍し整数としたものを  $y$  座標とします。
- ① 方眼紙を用意し、水星、金星、地球に関する点をプロットしなさい。  
ただし、縦軸、横軸には数値を書き、タイトルと単位も必ず添えること。
  - ② 水星、金星、地球に関する点は一直線上に並ぶように見えます。  
水星と金星を通る直線の式を作りなさい。
  - ③ 直線を延長した先に地球があるか（式に地球の値が当てはまるか）を調べなさい。  
もし当てはまらない場合は、ずれの大きさを報告しなさい。

ここではまず、数学分野として水星（39, 24）と金星（72, 61）を通る直線を連立方程式を使って見いだす課題を設定した<sup>1)</sup>。次に情報分野として、電卓にデータを入力し、計算させて結果を得る課題を設定した。最後に理科分野として、この直線によって惑星運動の規則性が明らかになったか考察する課題を設定した。さらにこの後には自分が考察した結果を、他の惑星のデータを使い同様の手続きにより検証する課題が続く。これらの課題は、歴史的には今から400年前の1619年にケプラーの法則（後にニュートンが宇宙の全ての天体の運動に拡張できることを数学的に証明）として公表されたもので、タイムリーなテーマと言える<sup>2)</sup>。

自己評価から、白紙の方眼紙にデータをプロットすることや解答を「報告文」として仕上げることに生徒たちが思いのほか苦戦したこと、レポートを仕上げたことで達成感を感じたことなどをうかがい知ることができる。なお、関数電卓や理科年表を教室に移動させる際に、助成金で購入したバッグやキャスターを利用したことを付記する。



図2 データ分析に挑戦する生徒たち



図3 キャスターを使ってツールを持ち運ぶ

## 2-3 その他、演習や実験

10月と11月には、2学年理数科の「理数物理」及び普通科の学校設定科目「SS化学」において、下表のとおり演習と実験を行った。「理数物理」では「人工衛星の高度計算」の課題に、「SS化学」ではヒマラヤ岩塩の結晶を用いたNaClの結晶格子定数の測定に生徒たちはそれぞれ取り組んだ。これら2つの授業では、電卓の使用法説明の場面は無かったが、互いに情報交換しながらサクサク計算する様子がみられた。

月 日	実施内容(テーマ)	対 象	備 考
10月22日(月)	演習：人工衛星の高度計算	選択者 30名	2年「理数物理」
11月27日(火)	実験：NaClの格子定数計算	選択者 36名	2年「SS化学」



図4 グループワークの様子



図5 ヒマラヤ岩塩の結晶を用いた実験

## 3 まとめ

昨今、教科横断的な学習活動が求められているが、教科の垣根等の問題から、実現しにくい現状がある。そこで、本研究では親和性の高い理科、数学、情報を組み合わせ、関数電卓を使って解決する課題の開発を試みた。実際に行ってわかったことは、ツールに抵抗感を示す生徒が少なく、多くが楽しみながら学んでいたことである。

今回は、教科指導計画の中に無理なく入れられる課題のみの実施としたが、関数電卓にはさらに多くの機能があるので、それらを用いた課題は別冊に所収した。例えば、式をある文字について解くソルブ機能、20行までの表(テーブル)計算機能、統計計算機能などである。本助成により、これらの機能をマスターするのにふさわしい課題を複数開発することができた。

研究の過程で、いくつか留意点があったので紹介する。①計算過程がブラックボックス化するリスクがあること、②電卓の結果を疑わずに信じる傾向があること、などである。こうしたことを避けるため、生徒には筆算による検証を奨励した。また、単位が付くリアルな物理量として妥当か見極めるよう指導した。リスクを避けるようにすれば、電卓を使って計算時間を短縮し、浮いた時間を考察にあてることができる。これを思考力育成の方策のひとつとしてさらに深めていきたい。

## 謝 辞

本研究は、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の助成を受けて実施しました。また、多くの方々にご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1)統計入門 第2版 松下嘉米男 岩波全書
- 2)物理学とは何だろうか 上 朝永振一郎 岩波新書