

# 数理データサイエンスを活用した「地学」の探求型学習教材の設計と検討

## 高大連携を見据えたDX教育への取り組み

松田 暁洋

公立千歳科学技術大学

matsuda35@hokkaido-c.ed.jp

小松川 浩

公立千歳科学技術大学

hiroshi@photon.chitose.ac.jp

高等学校では、「情報Ⅱ」のカリキュラムにおいて「数理データサイエンス」が重要なトピックであり、探求学習カリキュラムに橋渡しされる学際的テーマとしても扱われる。本研究では、数理データサイエンスを活用した地学分野の探求的学習教材の設計と教育的効果について検討し、高大連携に繋がるDX教育としての取り組みについて報告する。

### 1. はじめに

AI技術の一環である「機械学習」は、高等学校教育において、教科「情報Ⅰ・Ⅱ」の学習項目となっており、これを活用する教科横断型の学習カリキュラムが求められている。また、こうしたカリキュラムが接続する高等教育では、数理データサイエンスを活用した学際領域の展開としてのDX(Digital Transformation)や、GX(Green Transformation)が文理問わず非常に重要なテーマとなっている。

こうした背景に基づき、先行研究において、地学(GXテーマ)と情報(DXテーマ)を繋ぐことを想定した教材及び授業の設計を行い、利用の検証を行った<sup>(1)</sup>。本研究では、そこで得られた課題(地学の背景知識を踏まえたデータ分析の重要性)を解決する授業内容の改善を図り、実践を通じた検証を目的とする。

具体的には、「地学」に掲載の教科書の図をスキャナーで読み込みデジタルデータ化し、これを「情報Ⅰ・Ⅱ」で得られた機械学習の知識・スキルを活用して分析させる。この段階では、地学の背景知識が欠如した段階でのデータ分析となり、地学の教科書が示す意味づけとの齟齬が生じる。そこで、教科書の図表データには明示されていない他の地学の知識(背景知識)を自ら特徴量として機械学習に追加することで、意味のある結果に近づける取組を実施し、以て地学の背景知識の重要性に気づかせるアプローチを採る。

### 2. 教材について

#### 2.1 HR図における恒星分類の分析

地学基礎の宇宙分野では、恒星についてHR図を使って恒星分類を学習する。

先行研究では、探求型学習の課題として、「HR図における恒星分類は、クラスタリングされた分類と同じであろうか」と設定し、k-means法を用

いた分類分析を行い、比較検証した。分析の結果、同じ分類にはならなかったため、生徒たちは教科書に記載されている従来の分類に対して否定的な考察を行い、教育実践を終えた。

しかしこの実践における分類分析は、恒星の絶対等級とスペクトル型の2つ要素のみでしか検討されておらず、少ない要素だけで分類を決定づけたものと言える。つまり信憑性の薄い結果であったとも解釈できる。

これに対し本研究では、更なる地学的知識(背景知識)を踏まえた考察により、いくつかの特徴量を加え、再分析を行うことで、より信憑性の高い分類分析を実践することで、適切なデータ活用の重要性を確認する教育教材の開発を目標とする。

#### 2.2 方法

題材となるHR図は、教科書や図表に掲載されているものを利用する。フラットヘッドスキャナによりデジタル化し、Graphciel(グラフ画像自動数値化ソフト)により恒星のデータを数値化する。

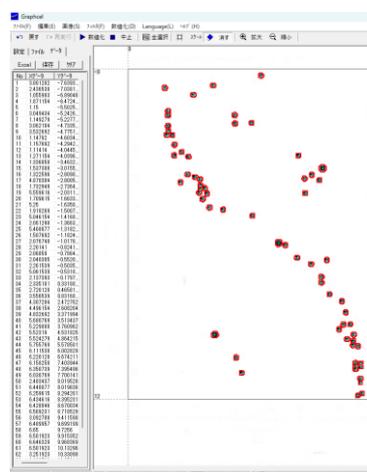


図1 Graphcielに入力されたHR図

抽出された数値データは Python プログラミングにより k-means 法で分類分析を行う。

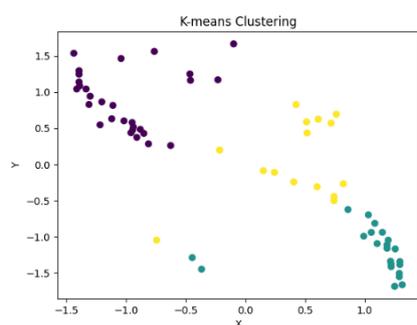


図2 クラスタリング処理を施した HR 図

ここでの結果は、教科書で学習した恒星分類とは異なる分析結果となる。

探求型学習の課題として、「教科書で学習した恒星分類に類似する結果を得るためには、更にどのような分析を行う必要があるか」と設定し、他の地学的知識(背景知識)を踏まえた考察を促し、それをもとに再分析を行うことで、適正なデータの活用の重要性を確認する。

恒星の分類を特徴づける要素として、「絶対等級」と「スペクトル型」の違いのほかに、「体積」および「質量」の違いに着目させる。これらの要素を加え、重回帰分析を含めた数理データサイエンスの分析により、教科書で学習する恒星分類とデータ分析による分類の類似性を考察する教育教材の開発について本発表で議論する。

### 3. 教育的効果の検討について

本教材の実践により、3つの教育的効果について検討する。

- ① 高等学校「情報」で学習する数理データサイエンス分析の実践機会の創出
- ② 高等学校「情報」で学習する情報スキルの活用による「地学」の深い学習理解への寄与
- ③ ドメインを踏まえたデータ活用の重要性

#### 3.1 高等学校「情報」で学習する数理データサイエンス分析の実践機会の創出について

高等学校「情報 I・II」において、機械学習をはじめとした数理データサイエンスの学習に割り当てられる授業数は、多くてもわずか5～6時間であり、実践的活用の機会は限定的である。

これに対し学習指導要領では、情報科の学習を通して情報活用能力を高めるとともに、他教科の学習において情報活用能力を積極的に活かすよう進言している<sup>(2)</sup>。

本教材では、地学と横断的に連携した学習教

材であり、地学の学習内容に対してデータサイエンスによる分析を実践するものである。本研究で題材にしたHR図のほかにも、地学的事象を説明するグラフは多くあり、数理データサイエンスの分析を実践できる機会は豊富にある。

#### 3.2 高等学校「情報」で学習する情報スキルの活用による「地学」の深い学習理解への寄与

本教材の実践に当たり、生徒による評価アンケートを、授業前、授業後、実習後の3段階に分けて実施した。

大半の生徒は、「恒星」についての理解が乏しく、「HR」に関しては知識にない状況であった。

授業後アンケートで知識理解はなされていたが、実習を通して知識を活用することで、深い理解に繋がる結果となった。知識理解の推移に関しては、教育的効果の分析を交え本発表で報告する。

#### 3.3 ドメインを踏まえたデータ活用の重要性

本教材の実践を通して、教科書に掲載されているデータを一意的に捉えた分析だけでは、真の結果に結びつかないことが明らかになり、知識背景を加えた多面的な分析の重要性が確認された。

今後は、他の地学分野のグラフを活用した探求型学習の教材を進めていくが、背景知識を踏まえて様々な角度から分析を重ねていくことに注視した教材の開発に行っていく。

### 4. DX 教育の高大連携

本研究における教材は、高等学校情報で学習する内容を理解にとどめるのではなく、具体的な分析とその結果の評価までが実践できる。社会で要請されているDXの基本的プロセスが学習プログラムとして盛り込まれている。

今後は、大学におけるDX教育プログラムに繋がる前段階の学習として必要な要素を精錬し、スムーズな連結が可能となるようなシステムの強化を図りたい。

### 5. 参考文献

- (1) 松田, 小松川, 機械学習を利用した地学分野の探求的学習用教材の開発, 教育システム情報学会第6回研究会 (2024年3月 山口)
- (2) 高等学校学習指導要領解説 情報編(2018年)