



連載



情報の授業をしよう！

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな

内容について、他人にどうやって分かってもらうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)



高等学校におけるデータサイエンスを基盤とした問題解決実践— AI 時代を切り拓くための創造力の育成を目指す—

林 宏樹 | 兵庫県立姫路西高等学校

データサイエンス教育の概要

令和4年度から実施される高等学校学習指導要領において、データサイエンス（以下、DS）にかかわる内容の重要性が増している。数学では、数学I「データの分析」、数学B「統計的な推測」、情報Iでは「情報通信ネットワークとデータの活用」、情報IIでは「情報とデータサイエンス」として各分野を横断する構成となっている。

文部科学省では国際的に活躍し得る科学技術人材等の育成のために、理数系教育に関する教育課程等に関する研究開発を行う高等学校をスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定している。令和2年度、学校全体でDS教育に取り組むカリキュラム設計のモデル校として、兵庫県立姫路西高等学校（以下、本校）が採択された。これを受

けて、筆者はDSのカリキュラム開発や授業実践に取り組んでいる^{1)~3)}。本稿ではカリキュラム設計と令和2年度に実践した1年次の授業について紹介する。

カリキュラム開発

本校における3年間のDS教育は、1年次を「探究準備期間」、2年次を「探究実践期間」、3年次を「探究展開期間」と位置づけ、表-1のように単位数を設定した。なお、本校では理数に関する学科である「国際理学科」と、「普通科」が設置されている。

各学科において下記のように科目を代替し、3年間の教育課程を編成した。

(ア) 国際理学科1年【探究準備期間】

DS教育の基礎・基本を学ぶ学校設定科目「デー

タサイエンス研究 (4 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (2 単位)」の代替とする。

(イ) 国際理学科 2 年【探究実践期間】

DS を基盤とした研究実践を行う学校設定科目「データリサーチ研究 (3 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(ウ) 国際理学科 3 年【探究展開期間】

DS の学びを振り返るための学校設定科目「グローバル研究 (2 単位)」を実施し、それによって「コミュニケーション英語 III (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」の代替とする。

(エ) 普通科 1 年【探究準備期間】

DS 教育の基礎・基本を学ぶ学校設定科目「データサイエンス探究 (2 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(オ) 普通科 2 年【探究実践期間】

DS を基盤とした研究実践を行う学校設定科目「データリサーチ探究 (2 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(カ) 普通科 3 年【探究展開期間】

DS の学びを振り返るための学校設定科目「グローバル探究 (1 単位)」を実施し、それによって「総

合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

DS サイクルの定義

平成 30 年度告示高等学校学習指導要領解説理数編における第 1 節数学 I の「3 (4) データの分析」において、統計的探究プロセスが記載されている。統計的探究プロセスの 5 つの段階からなる「問題 (Problem) — 計画 (Plan) — データ (Data) — 分析 (Analysis) — 結論 (Conclusion)」に基づき、本校の DS 教育では、図-1 に示す 5 つのプロセスからなる DS サイクルを定義し、授業内容を組み立てた。なお、これは IDSSP (International Data Science in School Project) における The basic cycle of learning from data を参考にした⁴⁾。

図-1 では、PPDAC サイクルの D (データ) のプロセスをデータ収集とデータクレンジングに分けたため、D が 2 つ存在している。これら 5 つのプロセスの詳細は以下のとおりである。

PP：課題の定式化

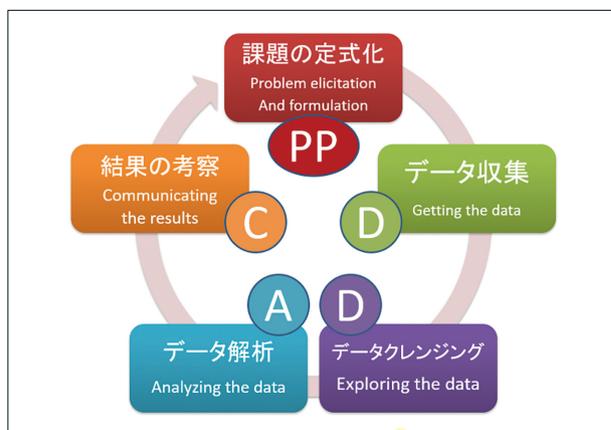
生徒が自分の興味関心のある研究テーマを決め、課題発見に向けて抽象的な内容から具体的な内容へと細分化・具体化していく。

D：データ収集

生徒の見出した課題が客観的であることを示したり、課題解決のためにデータ解析するために、必要

■表-1 DS 教育にかかわる科目名と単位数

| 学科 | 期間 | 科目名 | 単位数 |
|-------|----------|------------|-----|
| 国際理学科 | 準備 (1 年) | データサイエンス研究 | 4 |
| | 実践 (2 年) | データリサーチ研究 | 3 |
| | 展開 (3 年) | グローバル研究 | 2 |
| 普通科 | 準備 (1 年) | データサイエンス探究 | 2 |
| | 実践 (2 年) | データリサーチ探究 | 2 |
| | 展開 (3 年) | グローバル探究 | 1 |



■図-1 本校で実践している DS サイクル

なデータをオープンデータから収集したり、実験・観察によりデータ採取する。

D：データクレンジング

表計算ソフトやPythonなどのプログラミングの知識・技能を活かして、データを整理・整形する。

A：データ解析

データ解析に関する知識や技能を活かしてデータを解析し、その中から価値のある情報を見つけ出す。

C：結果の考察

データ解析によって得られた結果を先行研究やフィールドワークなどを通して考察する。

学校設定科目「データサイエンス研究」の授業内容

DS 研究の年間計画

令和2年度に実施した「データサイエンス研究」(1年)のカリキュラムと、従来の科目との対応について表-2に示す。なお、社会と情報は令和4年度からは情報Iとなる。

DS サイクルの指導内容

表-2に示した「データサイエンス研究」のカリキュラムでは、DS サイクルの各項目に対して次のように指導を行った。なお、指導回数を記載しているが、生徒の研究の様子を見ながら指導をいれているので回数は目安である。

■表-2 データサイエンス研究のカリキュラムと従来科目の対応表

| 時期 | 内容 | 従来の科目 |
|-----|-------------------------|-----------|
| 4月 | データの分析 | 数学I |
| 5月 | MS-Excelの知識・技能 | 社会と情報 |
| 6月 | 単回帰分析法の理解 | |
| 7月 | 探究活動 | 総合的な探究の時間 |
| 9月 | 情報モラル・研究モラル | 社会と情報 |
| 10月 | データを活用した問題解決 | |
| 11月 | プレゼンテーション | 総合的な探究の時間 |
| 12月 | 統計手法を用いた発表 評価アンケート解析 | 社会と情報 |
| 1月 | DS サイクルの振り返り | 総合的な探究の時間 |
| 2月 | 新価値創造講座 | |
| 3月 | | |

課題の定式化

データを活用した問題解決において、次のような指導を行った。

- 抽象的な言葉を具体化されているか
- 言葉の意味や定義は定まっているか
- 先行研究を調査したか

具体的には、生徒が興味あるテーマを設定し、課題を発見し、データ収集を行う際に、抽象的なテーマであれば研究が次のプロセスに進みにくい場合が多い。その際に、上記のような授業により、抽象的な課題を具体的な課題へと導く指導を行う。生徒の研究の様子を見て、タイミングを見計らって指導した。

データ収集

オープンデータの取得手段として、「高等学校データサイエンス教育研究会」のWebサイト⁵⁾にあるオープンデータを集約したページから、次のようなオープンデータの利用方法を指導する。

- e-Stat (政府統計の総合窓口)
- RESAS (地域経済分析システム)
- SSDSE (教育用標準データセット)

初期指導では50分×2回実施し、研究を進化させる際に、再度データ収集の重要性を説き、5回実施し、年間合計7回行った。

データ研磨

下記のような知識・技能に関する演習を行った。

- エクセルの基本操作
- 度数分布表、ピボットテーブルの作成
- データの視覚化 (ヒストグラム, 散布図, 箱ひげ図の描画)
- 代表値や標準偏差, 相関係数等の求値方法
- 絶対参照, 相対参照等のエクセル操作
- 外れ値, 異常値の読み取り
- 推定値と実値の差分によるデータ加工
- Pythonによるデータの整理・整形

初期指導で50分3回の講義・演習を行い、前期で研究をいったん完成させた後、その研究を進化させる際に、研究実践をしながら50分の講座を3回実施した。

データ解析

「データ解析」では、可視化されたデータから特徴的な部分を見抜いたり、数値の意味を理解したり、数値から結論を導く演習を行った。具体的には、次のような内容を取り扱っている。

- グラフの読み取り
- 標準偏差、相関係数の理解
- 統計的仮説検定の理解
- 回帰分析法の理解（回帰・決定係数の理解等）
- 重回帰分析法を利用したモデル構築の理解
- クラスタリング（k-means 法）の理解
- 連携企業によるデータ分析教材を利用したデータ解析（時系列分析データ、季節要因分析の見方等）

初期指導で 50 分×4 回の講座・演習を行い、前期での研究実践後、研究を進化させる技能向上として 100 分×3 回の講座・演習を実施した。

結果の考察

「結果の考察」では、先行研究の結果と自分の研究結果の比較や、生徒が参加する外部発表会の過去の受賞例の文例ストーリーにおける分析と自分の研究の比較を行う。また、優れた研究成果の考察部分にある複数のデータの組合せ方などを参考に研究成果を振り返る。

初期指導で 50 分×2 回の講座を行い、研究発表ごとに生徒の研究成果を振り返りながら、他者の研究や先行研究と比較する講座を 50 分 4 回実施した。

DS 教育による成果

DS 教育への意識調査の結果

本取り組みにおける DS 教育の成果として、DS サイクルにおけるプロセスごとの生徒の意識調査から、DS サイクルの指導に対する振り返りを行う。

意識調査は 1 年生のみ 12 月に実施した。自分の能力に対する質問として、DS サイクルのプロセスごとに身に付く力を、「5. 十分ある」～「1. 不足している」の 5 件法で調査（サンプルサイズ探究

230、研究 39）した結果が図-2 である。

なお、図-2 では「3. DS サイクルの定義」における課題の定式化を「課題定式力」、データ収集を「データ収集力」、データ研磨を「データ研磨力」、データ解析を「データ解析力」、結果の考察を「考察力」としている。また、図-2 において（研究）は国際理学科の生徒、（探究）は普通科の生徒の意識調査の結果を示している。

まず、DS サイクルのプロセスごとを比較すると、探究（普通科）・研究（国際理学科）ともに、4 または 5 を選択した生徒の割合が、データ収集力（探究 47%・研究 56%）、データ研磨力（探究 21%・研究 46%）、データ解析力（探究 30%・研究 54%）、データ研磨力（探究 34%・研究 57%）と比べ、課題定式力が探究 11%・研究 31%と最も低い。

DS サイクルを基盤とした探究活動では、「課題の定式化」のレベルが低いと、次のプロセスのデータ収集がまったく進まない傾向がある。さまざまな思考手法の活用やグループ討議、参考文献の調査などを通して、課題の定式力を身に付けさせると、高度な探究活動へとつながる。

次に、「データ収集力」に関して普通科（2 単位）の生徒は自己評価 5 の生徒が存在するが、国際理学科（4 単位）の生徒は自己評価 5 を選択した生徒がいないという意識の違いが見られた。

DS を学ぶ授業時間数が多い国際理学科の方が自己評価 5 をつけないのは探究活動の質が向上した

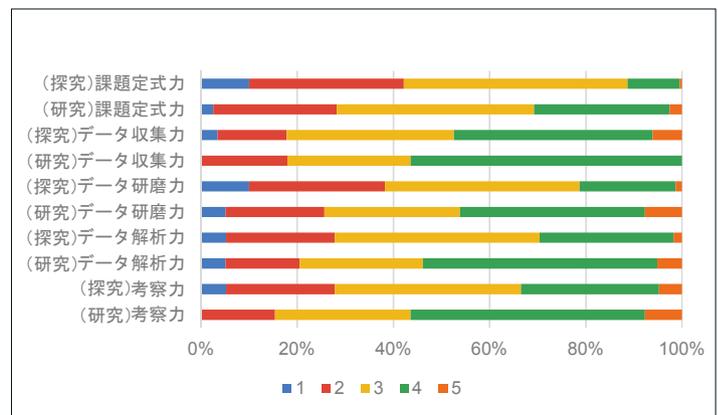


図-2 DS サイクルに対する生徒の自己評価

ことを示している。探究活動では、DS サイクルを1回だけ行うのではなく、サイクルをスパイラルに繰り返すことで内容が深化していく。そのため、サイクルを何回かまわしていくことで、内容の質の向上とともに、自己評価が下がっていく。ただ、これは段階としては生徒が成長する過程の1つであるため、継続した取り組みにより内容の質の向上とともに、自己評価も高まってくるであろう。

探究作品からみる創造力

DS 教育で目指すべき点として、無機質なビッグデータから新たな価値を見出すことが挙げられる。本校では、大阪大学の松波晴人特任教授によるフォーサイトクリエーション⁶⁾での「新たな価値を生む方法論」に基づいて、創造力に関する授業を行った。フォーサイトクリエーションに必要な能力を8つの理論に集約されており、本校ではそのうち、異分野の知見を「リフレーム」すること、異質なものを結び付けて、新たな軸を創る「統合」の2つの理解と実践を促し、創造力の育成を行っている。

令和2年度の生徒の探究作品において、DS サイクルに基づいて教員が高評価であると判断した点を述べる。また、創造力の向上に関する統合とリフレームに着目した部分を説明する。

探究作品の概要

本校では、「データサイエンス研究」(国際理学科)での探究作品を「統計データ分析コンペティション」に応募している。本コンペティションは、統計リテラシーの向上と公的統計の利活用の推進を目的に、一般に提供されている教育用標準データセットに基づいた統計分析のアイデアと技術を競うもので、総務省統計局、独立行政法人統計センター、大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所および一般財団法人日本統計協会が共催している。探究作品のうち、「統計データ分析コンペティション」で優秀賞を受賞した作品(図-3)を題材として、DS サイクルの各プロセスにおける生徒の変容を考察する。

本作品は統計データ分析コンペティションのサイト^{☆1}からダウンロード可能である。

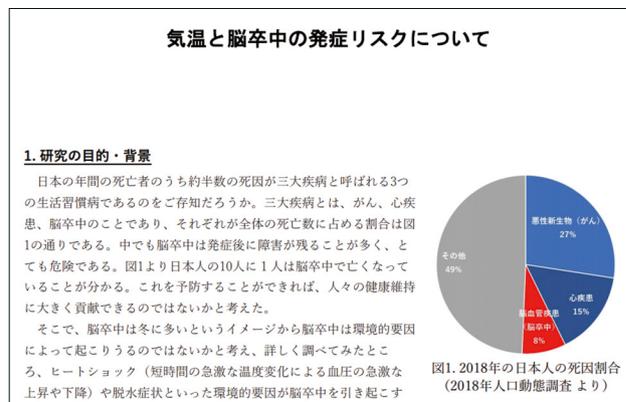
探究内容は「脳卒中が寒いところで起こる」について、政令指定都市ごとに気温データと脳卒中の死亡率データの相関を調べたり、散布図により傾向を分析している。「札幌市は寒いのに死亡率が想定より高くない」という結果を考察し、脳卒中の原因から、気温データに注目し、気温には外気温と内気温がある点とヒートショック現象を結び付けている。しかし、オープンデータでは内気温のデータを収集することができなかった。そこで、床暖房の普及率に着目し、床暖房の普及率と内気温を結び付けてデータ分析している。

探究事例の良い点のまとめ

PPDAC サイクルに基づき、教員による高評価と判断したよい点を説明する。

- ①結論が一般的に常識と考えられることを、客観的に気温データと脳卒中データで示している。
- ②「政令指定都市ごと」に分析するように課題を細分化した。(課題の定式化)
- ③データを散布図で示している。(データ研磨)
- ④相関係数を活用し、データの関係を示している。(データ解析)
- ⑤複数の結果を組合せ、比較、検討し、結論を導いている。(結果の考察)

☆1 <https://www.nstac.go.jp/statcompe/award.html>



■図-3 統計データ分析コンペティション優秀作品

⑥脳卒中の原因の1つとなるヒートショック現象と、気温には外気温と内気温があることを結び付けた。気温を細分化したことで課題の定式化のレベルが高度になった。(結果の考察)

⑦内気温のオープンデータはないため、床暖房の普及率に代替してデータ収集した。(結果の考察)

本作品では、気温を外気温と内気温に細分化し、内気温のオープンデータが見つからないため、床暖房の普及率へとリフレームし、脳卒中の死亡率と統合して結論を導いている。リフレームし統合することで結論を導くことができているため、研究した生徒の創造力は向上していると判断した。

今後、このような事例からほかの生徒への創造力について理解させ、自らの研究に活かしてくれることを期待している。

今後の展望

本稿ではSSHとしてDS教育カリキュラム開発の1年目の取り組みについて述べた。なお、令和3年度におけるDS教育の2年目となる2年次向けの授業は、情報科から、回帰分析法、標準化、統計的仮説検定、クラスタリング(k-means法)、主成分分析の理解・活用、Pythonの理解・活用、数学科から統計的な推測を取り上げて授業を構成する予定である。統計手法においては、探究活動に活用できる程度の内容にとどめた指導である。Pythonの指導は、一からプログラミングするのではなく、サンプルコードをもとに加工してPythonを扱えることを目指した指導である。高等学校でどの程度まで授業で実施すればよいのか、生徒の理解度を見ながら今後の授業計画を立てていく。

令和2年度にDS教育を実施するにあたって、情報科、数学科の教員でさえ、「データサイエンス」という言葉に抵抗感のある教員が多かった。しかしながら、令和2年度の取り組みから、それぞれの教科の特性を活かして連携すると、それほど難しい内容ではないという感触を得た。

本校ではSSH採択によりカリキュラムマネジメントを行ったので単位数が多いが、この1年間での取り組みを2年計画で実践すれば、通常の高等学校でも取り入れることができると考えられる。

参考文献

- 1) 林 宏樹, 笹嶋宗彦, 大里隆也: 高等学校におけるデータサイエンス教育のカリキュラム開発と実践, 評価基準の作成, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2020) 論文集, pp.146-150 (2020).
- 2) 林 宏樹: 高等学校データサイエンスにおける導入教材の教育効果と有効性, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2021-CE-160, No.7, pp.1-5 (2021).
- 3) 林 宏樹: 高等学校における全校生対象データサイエンス教育の実践報告, 日本情報教育学会第3回研究発表論文集, pp.35-37 (2021).
- 4) Introductory Data Science, IDSSP Curriculum Team September 2019, http://www.idssp.org/files/IDSSP_Data_Science_Curriculum_Frameworks_for_Schools_Edition_1.0.pdf (2021.6.21 閲覧).
- 5) JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会, <https://ds-education.com/> (2021.6.21 閲覧).
- 6) フォーサイトクリエーションの概要, 松波晴人, 平田智彦: 新価値創造に行動観察を活かす, 2018年度第10回 vol.250 物学研究会レポート, 2019年1月30日, http://www.k-system.net/butsugaku/image_cont01/pdf/250_report.pdf (2021.7.1 閲覧).

(2021年6月21日受付)



林 宏樹 (正会員)
civic_15z@yahoo.co.jp

2003年数学科教員として兵庫県に採用。2013年に県立姫路西高校に赴任し、SGH(スーパーグローバルハイスクール)に携わり、2020年にSSH(スーパーサイエンスハイスクール)に採択され、SSH主担当として、学校設定科目「データサイエンス」「データリサーチ」の教材開発・実践を行っている。兵庫県高等学校教育研究会数学科部会、情報部会に所属し、研究活動を行っている。2020年度より、全国の高等学校でデータサイエンス教育を実践している教員が集い、「JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会」の設立に携わり、データサイエンス教育の普及に努めている。