

高校情報科における STEM に関する研究

－ 統計的内容の Interdisciplinary な問題解決の授業提案 －

荒蒔 桜俊
教科領域コース

1. 背景と目的

現代では多くの問題が数学的に整理されコンピュータの活用によって解決され始めている¹⁾。
Society5.0 に見られる次世代社会には、自ら課題を発見し解決手法を模索する、探究的な活動を通じて身につく能力・資質が重要となり、世界に新たな価値を生み出す人材の輩出と、それを実現する教育・人材育成システムの実現が求められている²⁾。

教育再生実行会議は「第十一次提言」にて、国は幅広い分野で新しい価値を提供できる人材を養成することができるよう、初等中等教育段階においては、STEAM 教育を推進するため「総合的な探究の時間」等における問題発見・解決的な学習活動の充実を図ることとした³⁾。予測が困難な時代を生き抜く力が求められている今、数学科・情報科で育成する資質・能力が重要視され、実社会での問題解決能力の育成を目的とした STEAM 教育においても重要な役割が求められている。平成 30 年高等学校学習指導要領改訂で、教科の基礎的な内容が幅広く位置付けられており科目の連携が重視された。中教審は、「STEAM 教育は、高等学校における教科等横断的な学習の中で重点的に取り組むべきである」と示し、高等学校数学科・情報科の基礎的な内容等を幅広く位置付けた新指導要領の下、「教科等横断的な視点で教育課程を編成」及び「探究学習の充実」が求められている⁴⁾。令和 4 年度、高校 1 年生は新指導要領の下で授業が展開された。「高校教育改革に関する調査 2022」⁵⁾によると全国の全日制高校を対象とした新指導要領への対応の進捗度を調査した結果、「授業」「教材」「評価」の項目で「計画通りに進んだ」と回答した学校の割合はいずれの項目も 7 割を超えている。「課題感のある教科」の調査では、「情報科」と回答する学校が最も多かった。背景として、大学入学共通テストの出題科目に加わったことや問題解決型の授業展開など求められるものが増えたことが考えられる。そこで本研究では、「情報 I」「数学 I」の統計的内容の体系的な指導に着目し、両科目の知識とスキルを定着及び実社会での問題解決能力の育成を目指した授業を提案する。

2. 統計的内容

平成 29 年学習指導要領改訂で小・中学の統計的内容の充実が図られた。小学校算数科では、指導内容に「統計的な問題解決の方法を知ること」^{6) 7)}が追加され、PPDAC サイクルの流れに倣った統計的な問題解決の方法を、中学校数学科は「統計的に問題解決する力」を育成することが示された⁸⁾。翌年、高校数学科も同様に充実が図れ、「数学 I」(4)「データの分析」では、分散、標準偏差、散布図、相関係数を理解すること。情報機器を用いたデータの散らばり具合や傾向を考察すること。仮説検定の考え方を理解し、批判的に考察する力を培うこと⁹⁾。また、この学習活動を通して事象をデータの分析の考えを用いて考察するよさを認識し、問題解決にそれらを活用しようとしたり、粘り強く考え数学的論拠に基づき判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深め

たり、評価・改善したりする態度を養うことが求められている。指導においては、小・中学で、統計的な問題を解決する方法を知り、技能を習得した生徒に対して指導を行うため、より実社会での問題を想定した問題解決能力の育成が求められている。

共通教科情報科は、共通必修科目「情報Ⅰ」と、選択科目「情報Ⅱ」に設定し内容の整理が行われた。特に統計的内容の充実が図られ、「情報Ⅰ」(4)「情報通信ネットワークとデータの活用」では、データを問題の発見・解決に活かせるよう、基礎的な分析及び可視化の方法の理解、必要なデータの収集、整理、分析、処理する方法、結果について多面的な可視化を行うことによりデータに含まれる傾向を見いだす力を養うこと。また学習活動を通して、データを多面的に精査しようとする態度を養うことが求められている¹⁰⁾。統計的内容は「数学科で理論を学び情報科で実践力を育成する」授業が求められている。

3. 統計的内容の理論部の授業展開と定着度の測定

本単元で扱う統計的内容を、「数学Ⅰ」は(4)「データの分析」の仮説検定を除く範囲、「情報Ⅰ」は“データを収集、整理、分析、結果の表現の方法”の範囲と定め、指導計画を立案した。

指導計画(表1)を元に、M高校第1学年79名の生徒を対象に実践を行った。授業は、考え方や求め方を説明し、練習問題に取り組みさせる流れとした。授業終了後、同生徒に指導計画(表2)を元に実践を行った。単元前半でソフトの操作に慣れさせ、後半はソフトで関数を用いた四分位数、相関係数の出し方、散布図の描き方等の演習を行った。授業では、ソフトの操作説明、習得に時間を要し、ソフトを用いたデータの分析で「数学Ⅰ」からのスムーズな移行に課題が出た。

表1 「数学Ⅰ」統計的内容の授業計画

科目	時	学習内容・活動
数学Ⅰ	1	○データの分析導入 ・データの整理、代表値、四分位数など
	2・3	○データの散らばり ・偏差、分散、標準偏差など
	4-6	○データの相関 ・散布図、相関係数、相関関係など

表2 「情報Ⅰ」統計的内容の授業計画

科目	時	学習内容・活動
情報Ⅰ	1-3	○表計算ソフトの基本的な説明・操作 ・四則演算、平均値、関数、グラフなど
	4-7	○表計算ソフトを用いたデータの分析 ・分散、相関係数、散布図、回帰分析など

統計的内容の理論部学習後に、現段階での知識とスキルの定着度を測定するため、質問紙調査を行った。調査対象は、生徒79名のうち実施日に欠席をした生徒及びデータに欠損のある生徒を除く72名(有効回答数91%)とし、質問は4件法で実施した。項目と肯定的な回答をした生徒の割合を表3に示す。計算方法が複雑となるものに関しては肯定の割合が低い結果となった。また、「統計学への意欲」に関しては質問した項目の中で最も低い割合となった。

表3 理論部の学習後の知識とスキル

No.	項目	n=72	肯定数(割合)
知・技	1 分散の意味やその用い方を理解することができたか。	36	(50%)
	2 標準偏差の意味やその用い方を理解することができたか。	37	(51%)
	3 散布図の意味やその用い方を理解することができたか。	56	(78%)
	4 相関係数の意味やその用い方を理解することができたか。	31	(43%)
	5 データの収集、整理、分析する方法について理解することができたか。	47	(65%)
思判表	6 データを適切な方法を用いて分析し、傾向を把握する能力が身についたか。	46	(64%)
	7 統計が人や社会に果たしている役割を理解することができたか。	53	(74%)
態度	8 統計をもっと深く学びたいと思うか。	25	(35%)

統計教育に関して光永は、統計教育は数学のみで行うものではなく他教科においても指導する内容であるとし、平成30年改訂高等学校数学科において、PPDACサイクルの流れを踏襲しているも

の、単科の枠組みで解説されており、より有機的な接続までには至っていないことを指摘している。さらに統計教育を単科で完成させることは難しく、各科目で扱う統計的内容を有機的に接続することで統計教育の目的を達成できることを示している¹¹⁾。

4. 統計的な問題解決を取り入れた STEM

質問紙調査の結果を踏まえ、統計的内容を有機的に接続させることで、知識・技能のより一層の定着を図ると共に、統計を学ぶ意欲が増進することを実践部の授業をねらいとする。そこで、近年求められている STEM/STEM の考え方を取り入れた統計的な問題解決の授業を構想する。本研究では、STEAM を含めた広義の STEM とする。

Vasquez らは、STEM を統合の度合いで 4 つアプローチに分類している^{12), 13)}(表 4)。

Interdisciplinary は知識とスキルを深める目的で、密接に関連した概念とスキルを 2 つ以上の学問分野で学ぶアプローチ。統合の度合いは中程度。複数の学問が統合し、学問領域を超えた教科横断的な展開が行われる。本研究では、情報科、数学科の授業内で

STEM を展開することを目的としている。相互の科目の知識とスキルを深めることを目的とする Interdisciplinary アプローチが本研究の目的としているところに適しているため、構想する授業は Interdisciplinary アプローチの STEM で構想する。

統計的な問題解決を取り入れた課題探究型の授業を構想する。STEM 教育に関して大谷は、社会的な課題を取り上げ、その課題解決への実装を目的とした学習が望まれる¹⁴⁾と示している。そこで授業の展開を問題解決のプロセスである「問題→計画→データ→分析→結論」で計画する。プロセスとそれに関わる学問分野を図 1 に示す。

「情報I」「数学I」の統計的内容を統合した授業を立案した。「情報I」の内容を 7 時間、「数学I」の内容を 6 時間、統合的な内容を 3 時間の計 16 時間で構想した(表 5)。

理論部は今回の授業で生じた反省点を踏まえ修正を行った。生徒がソフトの操作に慣れる時間を確保するため、1-3 時間目で「情報I」の他の内容と絡めながら、ソフトの操作方法を指導することとした。4-9 時間目では、「数学I」で分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその使い方を説明、練習問題で計算によるデータの分析を行うこととした。10-13 時間目では「数学I」で少量のデータを計算した学習を振り返らせ、オープンデータをを用いた分析では多量のデータを扱うため、ソフトを用いた分析を行う技能を学習する。14 時間目では、オープンデータの重要性、問題発見・解決にデータを活用する方法を説明し、近似曲線を用いて予測する活動をさせる。その後茨城県の過去の出生数から近似曲線を利用して 2050 年の出生数を予測する活動を行い、「茨城県の少子化」を問題として生徒

表 4. 統合の水準

統合の形	特徴
Disciplinary (分野別)	概念とスキルを各分野で別々に学ぶ
Multidisciplinary (他分野的)	共通テーマに関する概念とスキルを各分野で別々に学ぶ
Interdisciplinary (分野連携的)	知識とスキルを深める目的で、密接に関連した概念とスキルを 2 つ以上の学問分野で学ぶ
Transdisciplinary (分野包含的)	2 つ以上の学問分野で学んだ知識とスキルを実世界の課題解決とプロジェクトに応用し、学習経験の形成を助ける

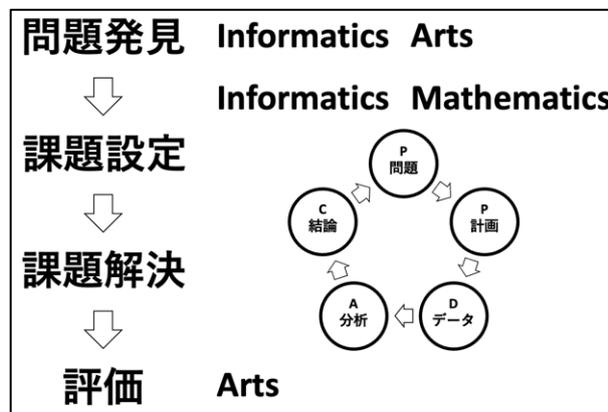


図 1. 統計的な問題解決を取り入れた STEM

へ投げかけ、問題解決の導入として、問題解決の意欲を持たせることとした。15 時間目では、複数のデータを分析することで傾向を見いだす授業を計画した。データの検索、収集に時間がかかることが予想されるため、あらかじめいくつかデータを表計算ソフトのシートにまとめ、ワークシートとして使う「分析シート」とともに生徒へ配布した。生徒は、分析するデータを項目ごとに分けられたソフトのシートから分析シートにコピーし、分析を行う。必要に応じて分析シートは複製して分析を行うこととした。

表 5. 授業計画

科目	時	学習内容・活動
情報 I	1-3	○表計算ソフトの基本的な説明・操作 ・四則演算, 平均値, 最大値, 最小値, 関数, グラフなど
数学 I	4	○データの分析導入 ・データの整理, 代表値, 四分位数など
	5・6	○データの散らばり ・偏差, 分散, 標準偏差など
	7-9	○データの相関 ・散布図, 相関係数, 相関関係など
情報 I	10-13	○表計算ソフトを用いたデータの分析 ・四分位数, 偏差, 分散, 相関係数, 散布図, 回帰分析など
統合	14-16	○オープンデータを活用した問題解決 ・統計的探究プロセスなど

分析シートは、PPDAC サイクルを意識できるように「問題→計画→データ→分析→結論」の順に記入するつくりとした。16 時間目では、前時の分析で示唆される結論をまとめ、グループ内で発表を行う展開とした。ソフトで分析した際に使用したグラフや求めた数値、そこから示唆される内容を元に少子化対策に必要なことをプレゼンテーションソフトに各自まとめさせる。その後、グループ内発表、分析方法及び結果の評価、また新たな発見や気付きについても発言させる。その後、単元のまとめに入る展開とした。

5. まとめ

構想した授業計画は来年度以降に実施していく。指導計画は両教科の普通免許を有す教員が統計的内容の授業を一貫して行い、生じた反省点を生かして構想したものである。より学校現場で汎用性の高い指導案にしていくため、カリキュラムマネジメントの視点を取り入れることやそれぞれの科目を別々の担当教員が指導する場合の授業のしやすさ等の評価、改善も必要となると考えられる。

参考文献・引用文献

- 1) 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 数理編)』(学校図書,2019),8.
- 2) 内閣府『(第 6 期)科学技術・イノベーション基本計画』(<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>, 最終閲覧 2023.1.31)
- 3) 教育再生実行会議『技術の進展に応じた教育の革新, 新時代に対応した高等学校改革について(第十一次提言)』(https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/giji/_icsFiles/fieldfile/2019/08/30/1420732_009.pdf, 最終閲覧 2023.1.31)
- 4) 中央教育審議会『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～(答申)』(https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf, 最終閲覧 2023.1.31)
- 5) リクルート進学総研『「高校教育改革に関する調査 2022」報告書』(https://souken.shingakunet.com/research/pdf/2022_kaikaku_houkoku.pdf, 最終閲覧 2023.1.31)
- 6) 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),271.
- 7) 同書,306.
- 8) 文部科学省『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説(数学編)』(日本文教出版,2018),54.
- 9) 前掲書 1).
- 10) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説(情報編)』(開隆堂,2019),38.
- 11) 光永文彦「高等学校における育成すべき統計スキルの教科横断的な分類」『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol.34, No.3, (2019).
- 12) Vasquez・J.Anne・Sneider Cary・Comer Michael『STEM lesson essentials, grade 3-8: integrating science, technology, engineering, and mathematics』(Heineman,2013)
- 13) 胸組虎胤「STEM 教育と STEAM 教育 -歴史, 定義, 学問分野統合-」『鳴門教育大学研究紀要』,第 34 卷,(2019),63.
- 14) 大谷忠「STEM/STEAM 教育をどう考えればよいかー諸外国の動向と日本現状を通してー」『科学教育研究』,Vol.45,No.2,(2021),98.