

# 総合的な統計的問題解決能力育成を目指す授業モデルの開発

## －階級の幅の設定と度数分布表の作成－

いまざわ こうた  
今澤 宏太

**抄録：**平成 29 年（2017 年）告示学習指導要領において、中学校数学科では、「D 資料の活用」領域が「D データの活用」領域と名称が改まり、内容の拡充が図られた。これにより、数学教育の中での統計教育の位置づけに注目が集まっている。そこで本研究では、教科書において重点的に取り扱われている「Analysis」・「Conclusion」の相のみならず、その前段に当たる「Problem」・「Plan」・「Data」の相に注目し、コンピテンシーベースの教材のもとで、総合的な統計的問題解決能力を育成することを目指した授業モデルの開発を行った。このうち、教育研究会では「データの分布を読みとるために、データを度数分布表にまとめる」を学習課題とし、階級の幅の設定と度数分布表の作成を行った。

**キーワード：**統計的探究、PPDAC サイクル、GRASPS、思考支援ツール、IoT センサー、批判的思考

### 1. はじめに

中央教育審議会答申（2016）では、新たな時代の到来に対応すべく「小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善」が明記された。この答申を受ける形で、平成 29 年（2017 年）の学習指導要領改訂では、「D 資料の活用」領域が「D データの活用」領域と名称が改まるとともに、小・中・高の統計に関する内容の系統性が高まり、全校種において統計的探究プロセスを通した問題解決能力の育成が重視されることとなった。また、学習内容については、統計的確率と数学的確率をそれぞれ第 1 学年、第 2 学年と異なる学年で指導することとなり、第 1 学年で累積度数の指導が復活するとともに、第 2 学年でこれまで学習指導要領上の学習内容に掲げられていなかった四分位数や箱ひげ図などの探索的データ分析を取り扱うなど、統計に関する学習内容が飛躍的に充実した。これらにより、数学教育の中での統計教育に注目が集まっている。

統計的探究プロセスのモデルは種々あるものの、学習指導要領解説（文部科学省、2017a）には「問題（Problem）－計画（Plan）－データ（Data）－分析（Analysis）－結論（Conclusion）」からなる Wild & Pfannkuch（1999）による PPDAC サイクルが取り上げられている。これら、PPDAC サイクルの各相が教科書紙面上でどのような扱いをされているのか、その実態を把握すべく今澤（2022）は、平成 29 年告示学習指導要領に基づく教科書検定を受けた 7 社が発行する中学校第 1 学年から第 3 学年の教科書、計 21 種の中学校数学科用教科書の分析を行った。教科書に掲載された問題（例・例題・問題・問 等）を統計的探究プロセスの相で分類したところ、その多くが Analysis の相・Conclusion の相に焦点化しており、他の相に関する取り扱いが限定的であることが明らかになった（今澤、2022）。一方、2007 年に統計教育に重点をおいた新たな国家カリキュラムを制定し、統計教育先進国と評されるニュージーランドでは、小学校段階から Problem の相に焦点化した実践が行われており、課題の設定からその解決にいたる一貫した学習が目指されている（関、2014）。

そこで、本研究では、PPDAC サイクルのうち、Analysis・Conclusion の相だけでなく、その前段に当たる Problem・Plan・Data の相にも注目し、学習者の総合的な統計的問題解決能力を育成するための教材の開発・授業実践ならびにその評価を行う。

### 2. 研究の方法

表 1 の単元構成に従って、筆者の勤務校の第 1 学年 4 学級（144 名）を対象とし、全 12 時間の授業実践を行う。学習課題としては、本校の中庭にある「学びのもり」と呼ばれるビオトープの環境に注目をする。学びのもりは、休み時間や放課後に、生徒が遊んだり、ベンチに腰を掛けて語り合ったりと、大都会の中のオアシスとして、生徒の憩いの場となっている。このように生徒の憩いの場として位置づけられた学びのもりであるが、竣工から約 15 年という月日が経過し、設備は老朽化し、学びのもりの中核として位置づけら

れた池が土砂で埋まるなど、管理が行き届かない状態が続いていた。中学校情報科学部では、この学びのものを活動のフィールドとして位置づけ、池の掘削などの土木作業や、三角関数を用いた池の高低差の測量、ブルーベリーの栽培といった環境整備を行っており、学びのものの復活に取り組んでいる。また今後、池に注水を行うことで、大和川水系の動植物の飼育を目指している。そこで、この情報科学部の取り組みを支援することを目的とし、気温や湿度、池の水温などの各種データを収集、分析し、情報科学部に研究結果を提供することを課題として位置づけることとした。

表 1 授業実践単元構成（全 12 時間）

時	相	学習活動	用語	評価の方法
1	Pr	事前アンケートに回答する。 「学びのもり」の現状と課題について知る。		観察・発言・ポートフォリオ
2	Pl	仮説を生成し、その検証のためのデータの収集計画について、思考支援ツールを用いて策定する。		思考支援ツール・ノート・ポートフォリオ
3	D	IoT センサーを用いて、データを収集する。		観察・発言・ポートフォリオ
4	D	収集したデータの整理やデータクリーニングを行う。必要に応じて、追加でデータを収集する。収集したデータの整理やデータクリーニングを行う。		観察・発言・発表・ポートフォリオ
5	A	データの分布を読みとるために、データを度数分布表にまとめる。	階級の幅	観察・発表・ノート・ポートフォリオ
6	A	度数分布表をもとに、ヒストグラムを作成し、データの傾向を読みとる。	ヒストグラム（度数折れ線）	観察・発表・ノート・ポートフォリオ
7	A	大きさの異なる 2 つのデータの分布の傾向を比較するために、度数分布多角形を作成したり、相対度数や累積相対度数を求めたりする。	相対度数、度数分布多角形、累積相対度数	観察・ノート・ポートフォリオ
8・9	A	データの傾向を表すために、代表値などを求める。分析に活用すべき代表値について検討する。	範囲、最頻値、階級値	観察・発表・ノート・ポートフォリオ
10・11	C	図表や分析結果を基にして、仮説及び学習課題に対する結論をまとめ、資料を作成する。		スライド・ノート
12	C	資料を基に発表を行うとともに、導かれた結論について考察し合う。事後アンケートに回答する。		スライド・発表・相互評価・ポートフォリオ

表 2 単元観点別評価規準

知識・技能 （ <u>知</u> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒストグラムや相対度数などの必要性和意味を理解している。</li> <li>・表やグラフに整理したり、範囲や代表値などを求めたりすることができる。</li> </ul>
思考・判断・表現 （ <u>思</u> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し、判断することができる。</li> </ul>
主体的に学習に取り組む態度 （ <u>主</u> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒストグラムや相対度数などのよさに気づいて粘り強く考え、データの分布について学んだことを生活や学習に生かそうとしたり、それらを利用した問題解決の過程をふり返って検討しようとしたり、多面的にとらえ考えようとしたりしている。</li> </ul>

### 3. 実践の構成原理

実践にあたっては、各相において、以下の教育方法を採用し、本研究を構成する原理と位置づける。

#### 3.1 Problem の相「パフォーマンス課題の手法『GRASPS』」

パフォーマンス課題のつくり方として、GRASPS と呼ばれる手法がある（西岡・石井・田中、2015）。GRASPS とは、Goal（目的）-Role（役割）-Audience（相手）-Situation（状況）-Product（成果）-Standards（スタンダード）の略であり、リアルな文脈を設定し、知的好奇心を刺激し想像力を喚起することによって、学習者の知識や技能を發揮させることを目的としている。本実践は、この GRASPS の手法を採用し、学びのもりにおいて各種データを収集・分析し、情報科学部に研究結果を提供することを課題として位置づけることで、リアルな文脈のなかでの学習を展開することを志向している。



図 1 情報科学部による課題提案のようす

#### 3.2 Plan の相「計画づくりのための『思考支援ツール』」

「計画を立てましょう」と指導者が学習者に呼び掛けたところで、先を見通すことができず、計画を立案することができない学習者は多い。また、計画を立てる上で、「何を考えればよいのかわからない」といったつまづきを抱える学習者もいる。計画を立てる上での基本は、問題を複数の要因に分割し、その上で 5W1H（When、Where、Who、What、Why、How）を考えることであり、それらを視覚的に見える形で検討を進めさせることが重要であると考えた。そこで、総務省政策統括官（統計基準担当）（2017）を参考に、図 1 の特性要因図で問題の要因を抽出したのち、桐山・英（2007）を参考に、具体的な計画を策定するために計画立案図を活用し、Plan の相において、計画を立てる際の思考を支援することとした。

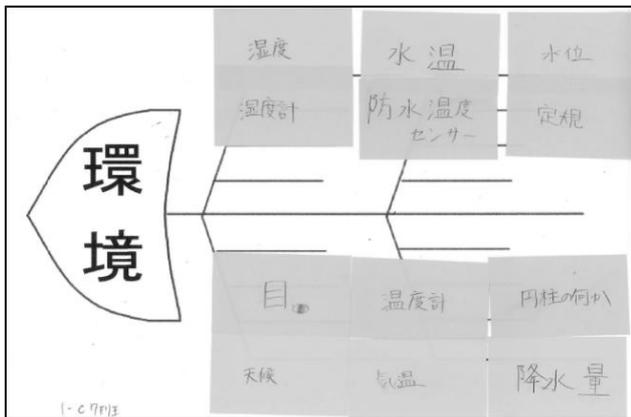


図 2 特性要因図（フィッシュボーン）

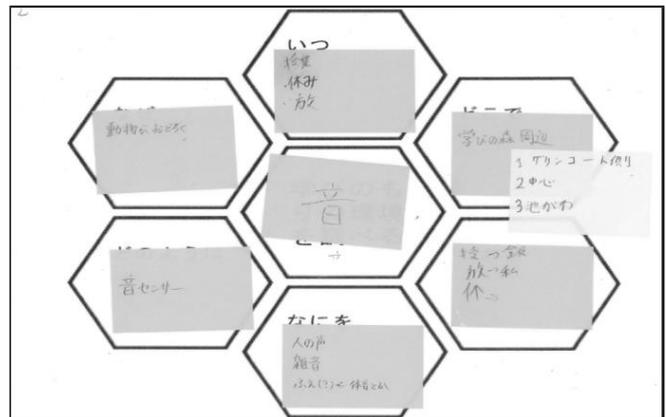


図 3 計画立案図（ハニカム構造）

特性要因図（図 2）は、特性（魚の頭、調査の対象）・大骨（特性に至る大きな要因）・小骨（大骨に影響する細かな要素）から構成され、物事の関連性や因果関係について整理をするものである。

計画立案図（図 3）は、中央の六角形に書かれた Problem（今回の実践では、「学びのもりの環境を調べる」）を囲む形で、5W1H それぞれの六角形のパーツが配置されており、この周囲のパーツにそれぞれの検討内容を記入し、それをグループで吟味することで、具体的な計画が策定されていく。このツールの特徴として、5W1H のそれぞれを焦点化させて、繰り返しグループ内で検討を重ねることが可能であることが挙げられる。

### 3.3 Data の相「『IoT センサー』によるデータ収集」

今日、英国の Raspberry Pi Foundation による Raspberry Pi や英国 BBC による micro:bit をはじめとする安価な IoT センサーが普及している。こうした IoT センサーのデータロガー機能を活用することで、問題設定に即したデータの収集がこれまでより容易なものとなり、計画の実現可能性を高める。

IoT センサーについて、経済産業省（2016）は、「ビッグデータや IoT、人工知能等の分野を担う先端 IT 人材や情報セキュリティ人材等を重点的に育成・確保することは、今後の重要な課題であるといえる」としている。このことから、IoT センサーを学校教育で積極的に活用することは、Society5.0 人材の育成に寄与できると考えられる。そこで、本実践では micro:bit をあらかじめ複数準備し、グループで自由に活用させることとした。



図 4 学びのもりに設置した micro:bit

### 3.4 「批判的思考」を促す授業展開

平成 29 年告示中学校学習指導要領では、「批判的に考察し判断すること」とあるように、批判的に思考することに関わる内容が新たに位置づけられている。このことについて、杉本（2017）は、代数・解析・幾何の思考が演繹的推論であるのに対して、統計の思考は多数の経験から一般的な結論を導く帰納的推論であって、帰納的推論は予想や予測することは適しているが、必ずしも真であるとは限らないことから、学習にあたっては「本当に正しいのか」と批判的に検討することが必要であるとしている。

そこで、本研究では Plan・Data・Analysis・Conclusion の各相において、自らの探究に対して、批判的思考を働かせるべく、教師が生徒に対し批判的に問いかけたり、グループ間での協議の時間を設けたりすることとした。その際、批判的思考の働きについて杉本（2017）を参考にした（表 3）。

表 3 批判的思考の働き（杉本（2017））

相	批判的思考の働き	
	「妥当かどうか」「誤りはないか」 探す・解釈する・指摘する	代案を提案する
Problem	・課題の設定方法は正しいか。	・課題の設定方法を見直す。
Plan	・収集する方法は妥当であり、信頼性があるか。	・収集する方法を見直す。
Data	・データの収集は的確に行われたか。 ・課題に照らして除いた方がよいデータはないか。	・測定方法を修正する。 ・無意味だったり、誤ったりしたデータを取り除く。
Analysis	・選択した図表やグラフの軸の設定は、各グラフの特徴や課題解決に照らして妥当か。 ・代表値の選択や計算は妥当か。	・図表を修正する。 ・代表値を選択しなおす。 ・計算を修正する。
Conclusion	・グラフや代表値などから導かれた結論は妥当か。	・結論を修正する。

#### 4. 授業実践

単元構成（表 1）及び単元観点別評価規準（表 2）に基づいて、全 12 回の授業実践を行う。このうち、教育研究会では第 5 時について授業公開を行った。本時では、前時まで不適切なデータの削除や欠損したデータの修復に関するデータクリーニングを行い、クリーニングされたデータを度数分布表にまとめることを課題に設定した。その際、階級の幅については、取得したデータの種類や数に即して、データの傾向が読み取りやすくするように、各グループで任意に決めさせることとした。さらに、度数分布表を作成する上で、データを数え上げる際には、表計算ソフトの COUNTIFS 関数を使い、度数を求めさせた。

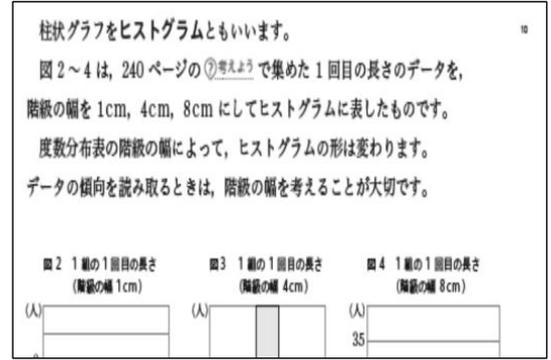


図 5 教科書での扱い（大日本図書（2021）「数学の世界 1」p. 242）

表 4 第 5 時学習指導案

	学習活動（・）	指導上の留意点（○）と評価規準（□）
導入	・整理したデータについて、Google ドライブ上で確認をする。	
展開	<b>課題</b> 小学生の時に学習したデータの分布の傾向を表す方法についてふりかえりましょう。 ・度数分布表・ヒストグラムについて、その表現方法と特徴についてふりかえる。	○小学校時の既習の知識を引き出すようにする。 ○度数分布表とヒストグラムの特徴について考えさせる。
	<b>課題</b> 整理したデータをもとに、仮説に即して度数分布表を作成し、その分布の傾向を表しましょう。 ・階級の幅を考える。 ・スプレッドシート上で、度数を求める。 （例）A1 から A10 の a 以上 b 未満の階級の度数を求める場合。 「=COUNTIFS(A1:A10, ">=a", A1:A10, "<b")」 ・求めた度数を度数分布表にまとめる。	○傾向を明らかにするために、階級の幅はどうすべきかを考えさせる。 ○図表やグラフの軸の設定は、各グラフの特徴や課題解決に照らして妥当か、問い返す。 <b>知</b> データをもとにして、度数分布表に表すことができる。（観察・ノート）
	<b>課題</b> 階級の幅をどのように設定したのか、発表しましょう。 ・データを扱う上で、どのような理由から、階級の幅を設定したのかについて説明する。	○図表やグラフの軸の設定は、各グラフの特徴や課題解決に照らして妥当か、問い返す。 <b>思</b> 階級の幅によりヒストグラムの形が変わることを理解し、どのような整理の方法をとればよいかを考えることができる。（発表）
	・ポートフォリオに本時の授業のふりかえりをかく。	<b>主</b> データの傾向をとらえることに関心を持ち、度数分布表を使って、データの分布の傾向を読み取ろうとしている。（ポートフォリオ）
	終末	

## 5. 生徒の反応

階級の幅については、「概ね、階級の幅を・・・とすれば、ちらばりのようすが分かりそうだ」といったデータの質的な観察から取り組んでいるグループや、「階級の数を10程度にするため、範囲（最大値と最小値の差）÷10を計算して階級の幅を求める」といった、量的な考えから設定しているグループもあり、多様な考えが見られた。また、階級の幅を検討している際に授業者が繰り返し、設定の方法がデータの特徴や課題解決に照らして妥当かどうかを問いかけることで、生徒自らが批判的に自分たちのグループの意見を考察し、階級の幅の設定方法を修正しているグループも見られた。このような学習が展開できたのは、画一的なデータを用いるのではなく、IoTセンサーを活用し、生徒自らがさまざまなデータを収集しているからならでの成果であると考えられる。

一方で、前時までの学習のうち、データの整理が未完成であったり、データクリーニングに誤りや不足があったりしたため、教育研究会当日に階級の幅や度数分布表の作成まで至らないグループが複数見られた。IoTセンサーを使うことで、毎秒ごとや毎分ごとといった設定により、容易に大量のデータを収集することができるが、生徒によっては膨大なためにデータを十分に整理しきれない場合があり、計測頻度・期間について、計画段階で整理やデータクリーニングの観点からも指導する必要性が見出された。

このように階級の幅の設定や度数分布表の作成に至らないグループのある一方で、第6時で行う予定のヒストグラムの作成や第8時で行う予定の代表値の求値についても、自ら取り組んでいるグループもあるなど、青山（2018）が指摘するように、探究的な学習の起点とする相を前にするほど、問題解決活動の自由度が高まる一方で、それに応じて必要時間数の管理や生徒の活動の取りまとめに難しさが見られる。

**STEP 4 Analysis 分析**

**課題** 整理したデータをもとに、仮説に即して度数分布表とヒストグラムを作成し、その分布の傾向を表しましょう。

**度数分布表** 階級の幅 ( )

( )	次回		次回	次回
単位:( )				
計				

**[CT]** (例) A1 から A10 の a 以上 b 未満の階級の度数を求める場合。  
 =COUNTIFS(A1:A10,">=a",A1:A10,"<b") すべて半角入力

階級の幅を ( ) に決めた理由を説明しましょう。



図6 授業プリント（第5時）

図7 研究会当日のようす

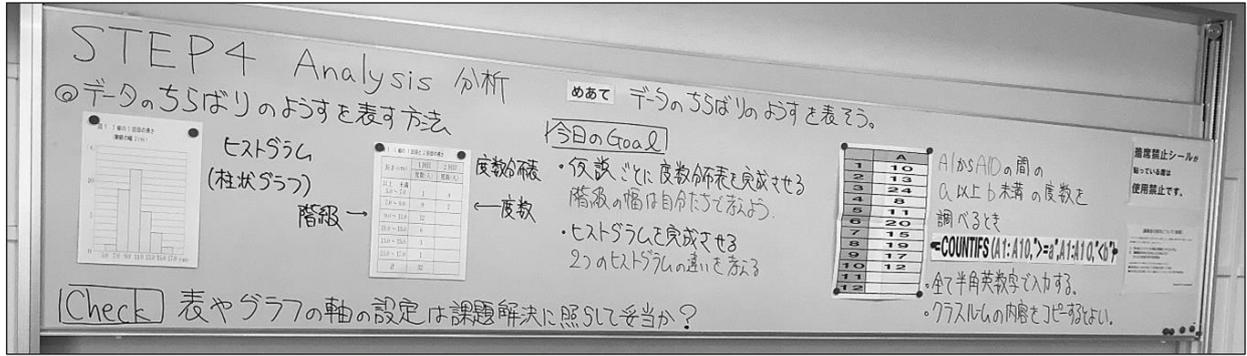


図 8 板書内容（第 5 時）

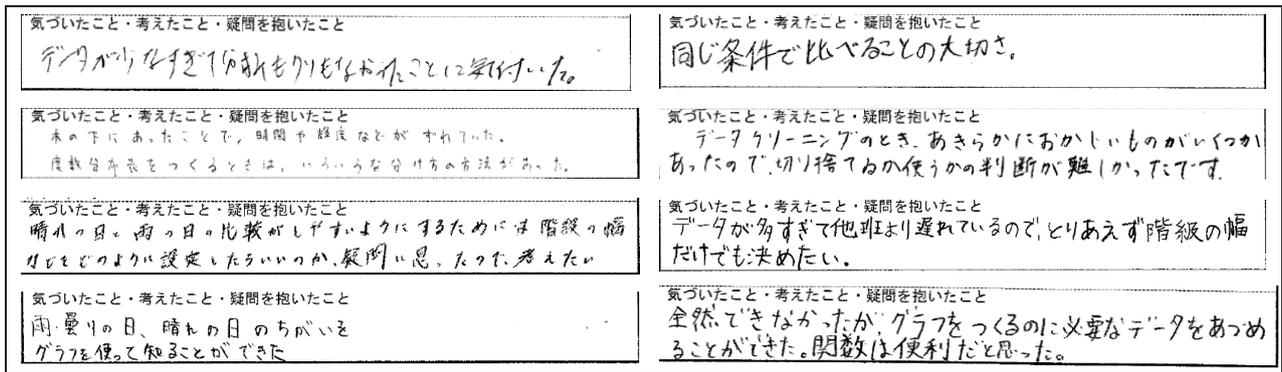


図 9 生徒によるポートフォリオへの記述

## 6. 研究のまとめ

本研究では、学びのもりにおいて各種データを収集・分析し、環境の現状を把握することを学習課題として、PPDAC サイクルのうち、探究の前段に当たる Problem・Plan・Data の相の学習について、GRASPS・思考支援ツール・IoT センサー・批判的思考の 4 つの構成原理から充実させることを意図し、授業モデルの開発を行った。その結果、IoT センサーで生のデータを収集することにより、データクリーニングの必要性が生じ、教科書にある与えられたデータやインターネット上のデータベース等に収録されている整理されたデータでは学べないプロセスを経験することができた。また、大量のデータを整理するために、表計算ソフトを活用する必然性が生じ、GIGA スクール構想にある生徒 1 人 1 台端末を有効活用することができた。一方で、問題解決活動の自由度が高まることにより、グループごとで活動の進捗に差異が生じ、授業時間数の管理や生徒の活動の取りまとめに難しさが見られた。

本研究を発展させるための今後の展望として、以下の 3 点が挙げられる。

### ①学校の特徴に応じた課題設定

今回の実践では、本校情報科学部活動での課題をきっかけとして問題解決能力を図ることとしたが、SDGs や地域の課題など、各校の総合的な学習の時間の取り組み内容に即して応用が可能である。

### ②他教科との連携

本研究では、学びのもりの環境を扱ったことから理科・社会科との連携や micro:bit のプログラミングを技術・家庭科、さらには本校の総合的な学習の時間で取り組んでいる「自由研究」と関連させることで、より深い学びが展開できると期待されることから、数学科の授業にとどまらない教科横断的なカリキュラム・マネジメントの視点をもって編成していくことが有用である。

### ③他校との連携

今回の実践でも、グループによっては出身小学校の池の水温を計測している生徒がいるなど、同じ課題をもった学校同士が連携して、対照実験を行い、データを共有して学習をすすめることが可能である。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 22H04056 および一般財団法人青松会の助成を受けたものである。

本研究の実践にあたっては、NTT ラーニングシステムズ株式会社・株式会社 ii104 の皆様にご協力いただきました。

## 引用・参考文献

- 青山和裕、統計的問題解決を取り入れた授業実践の在り方に関する一考察、統計数理、Vol. 66、No. 1、2018
- 今澤宏太、統計的探究プロセス Plan の相に関する実態調査、大阪教育大学数学教育研究、Vol. 51、2022
- 大谷洋貴、統計的探究能力の育成に向けた基礎的考察、日本女子大学紀要、Vol. 30、2019
- 桐山聡・英崇夫、思考支援ツールを使った学生自身によるプロジェクト活動の自己評価、工学教育、Vol. 55、No. 4、2007
- 経済産業省、IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果、2016
- 関大介、データカードの活用による問題設定に焦点化した授業提案、日本科学教育学会年会論文集、Vol. 38、2014
- 総務省政策統括官（統計基準担当）、大学での学びにつながる高校からの統計・データサイエンス活用上級編、2017
- 大日本図書、数学の世界 1、2021
- 中央教育審議会、幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）、2016
- 筑波大学附属学校教育局・筑波大学附属高等学校、次世代を担う高校生のグローバル意識と行動に関するアンケート調査、2015
- 西岡加名恵・石井英真・田中耕治、新しい教育評価入門、有斐閣、2015
- 藤原大樹・杉本新一郎・川上貴・細矢和博・塩澤友樹、中等教育段階における生徒の統計的思考力の現状と課題、日本数学教育学会誌、Vol. 97、No. 5、2015
- 藤原大樹・杉本新一郎・川上貴・細矢和博・塩澤友樹、中等教育段階における生徒の統計的思考力の現状と課題（2）、日本数学教育学会誌、Vol. 98、No. 9、2016
- 杉本新一郎、数学教育の統計指導における批判的思考、日本科学教育学会年会論文集、Vol. 41、2017
- 峰野宏祐、小・中・高等学校教科書における批判的思考を促す問題の分析、日本科学教育学会年会論文集、Vol. 42、2018
- 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、2017a
- 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、2017b
- 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・理数編、2018
- Wild. C. J & Pfannkuch. M, Statistical thinking in empirical enquiry, International Statistical Review, Vol. 67, No. 3, 1999

## Development of a Teaching Model Aimed at Fostering Comprehensive Statistics Problem-Solving Skills

— Setting Class Ranges and Creating Frequency Distribution Tables —

IMAZAWA Kota

**Abstract:** In the courses of study published in 2017, the area of "D Materials Handling" in the development of secondary school mathematics was renamed "D Data Handling", and the content was expanded. As a result, the place of statistics education in mathematics education has attracted attention. In this study, we focus not only on the "analysis" and "conclusion" phases, which are intensively treated in textbooks, but also on the preceding "problem", "plan", and "data" phases, and develop a teaching model that aims to foster comprehensive statistical problem-solving skills under competency-based teaching materials. The development of a teaching model aimed at fostering comprehensive statistical problem-solving skills under competency-based teaching materials has been carried out. Among them, the teaching workshop set "summarizing data into a frequency distribution table to read the distribution of data" as the learning task, and set the class range and created a frequency distribution table.

**Key Words:** Statistical inquiry, PPDAC cycle, GRASPS, Thinking support tools, IoT sensors, Critical thinking