

問いの生成を軸とした探究型学習 ～統計分野における探究型学習の実現に向けて～

岡 孝治

鳥取大学附属中学校 数学科

E-mail: oka_kj@tottori-u.ac.jp

Koji OKA (Tottori University Junior High School): Inquiry-based learning centering on generating questions. -Toward the realization of inquiry-based learning in the field of statistics-

要旨 — 本研究では、新学習指導要領の中で重要視されている統計分野において、より自由度ある探究型学習を実現するために、SRP (Study and Research Paths) と呼ばれる学習過程を参考にして授業設計・実践を行い、その成果と課題を分析した。最初の問い Q_0 から生まれた問いの広がりや予測し図にまとめた QA マップを作り、 Q_0 の吟味や、授業後の生徒の活動の分析を行った。その結果、通常の授業では難しかった新たな知識・技能の獲得場面で生徒が論証活動を行う姿や、多面的にデータをとらえ結論を出そうとする姿がみられた。

キーワード — 探究型学習, 問いの生成, SRP, QA マップ

Abstract — In this study, lesson design is based on the learning process called SRP (Study and Research Paths) in order to realize more flexible inquiry-type learning in the statistical field, which is regarded as important in the new course of study. Practiced and analyzed the results and issues. We predicted the spread of the questions that were born from the first question Q_0 , created a QA map that was summarized in a diagram, examined Q_0 , and analyzed the activities of the students after class. As a result, it was observed that the students performed argumentation activities in the scene of acquiring new knowledge and skills, which was difficult in ordinary classes, and tried to capture data from multiple perspectives and draw conclusions.

Key words — Inquiry-based learning, generating questions, SRP, QA map

1. はじめに

1.1. これまでの研究について

近年、急速に発展しつつある情報化社会の中で、多くの人々が様々なデータを手にすることができるようになっており、そのデータを用いて問題解決する場面も多くみられている。平成29年度公示の新学習指導要領において、数学科では、統計教育のより一層の充実が求められ、統計的に問題解決する力を高めるために、各学年で統計的なデータや確率を学習するように学習内容が改訂されている。この力を育てていくためには、データの整理や用語を知るだけの授業で終わってしまうのではなく、生徒自身に問題解決しているという実感をもたせられるような授業が必要であると考えている。実験や場面設定の工夫もそのための一環であるが、何より、データを整理して傾向を読み取るだけでなく、その傾向を踏まえ自分としての結論は何かとい

うことを、根拠を明確にして説明する活動ができないかと考えた。

本校の数学科では、生徒自らが、問題の解決に向けて見通しを持ち、粘り強く取り組み、よりよく解決したり、新たな問いを見出したりするなどの「主体的な学び」の実現を目指し、従来行ってきた授業に比べ、生徒に自由度を与え、より多様で深い探究ができるような授業設計を行ってきた。先行研究より、教授人間学理論 ATD (Anthropological Theory of the Didactic) における世界探究パラダイムに基づいた SRP (Study and Research Paths) と呼ばれる探究活動を参考にし、授業設計・実践を行ってきた。この世界探究パラダイムとは、学習者が科学者の態度とされている探究の態度となることを目指すという考え方である。この教授・学習の過程を定式化したものが SRP であり、何を学ぶかは学習者による必然性によって決まっていくも

のであるとされている。問題やそれを解決する道具、学習すべき内容など、授業者がすべて設定した中で進められる探究活動ではなく、インターネットをはじめ使えるものは何でも使い、必要なものは必要に応じて学習するといった研究者の活動形態の探究活動のことである。このSRPの構造として、以下のような要素が挙げられる。数多くの問いを生み出し、より多くの知識に出会えるような生成的な強い力をもった一つの問い Q_0 （イニシャルクエスチョン）から始まる。この問いに答えるために、考察を繰り返す、いくつかの関連する問い Q_1, Q_2, \dots （サブクエスチョン）が生じる。これらのサブクエスチョンに答えるための回答も生じる。これを繰り返すことで、 Q_0 に対する最終的な自分なりの回答 A_0 を作り上げていく。

荻原（2018）は Q_0 に対する最終的な回答 A_0 までの経路を分析するために図にまとめている。この図を本研究ではQAマップとし、授業設計の際に生徒の探究の広がりや把握したり、授業後の分析などに用いた。以上をふまえ、統計分野における探究型学習の実現に向けて、このSRPを導入した授業設計を考えていく。

1.2. 今回の研究について

データに基づいて判断する統計的な問題解決とは、問題（Problem）- 計画（Plan）- データ収集（Data）- 分析（Analysis）- 結論（Conclusion）の過程を含む一連のサイクルとされている。

（以下PPDACサイクル）

統計的な知識・用語を教えて活用していく授業ではなく、データの傾向をふまえ、結論を出すために必要な知識は何なのかと生徒が探究していけるような授業設計を考えていきたい。また、思考の過程・結果について多面的に吟味し、データの収集は適切か、どの代表値が根拠としてふさわしいか、分布の形に注目しているか、傾向を読み取りやすいグラフで表しているか、分析した結果から得られる結論が妥当であるかなど検討し、よりよい解決や結論を見いだそうとするような批判的に考察し判断していく態度も大切にしていきたい。

今回の授業では、データの分析 - 結論の場面

にSRPを取り入れた活動を行う。

ATDでは、探究がどこに行くか事前に決めずに進めるSRPを“オープンなSRP”、何らかの教えるべき対象が存在し、それが探究の過程で生じるように設計したSRPを“目的づけられたSRP”としている。本研究では、後者の“目的づけられたSRP”を考え、その対象は「データを分析し、結論を出すために必要な知識・技能」である。

今回は、単元の導入場面でSRPの授業を行うため、小学校での既習内容に加え、問題を解決するために、自分が必要だと考える新たな知識・技能を獲得しようとし、その真偽を確かめるために、理由や根拠を求めていくような探究の姿勢が生まれることを期待している。

2. 授業の実際

2.1. 授業について

本時の授業は、統計に関わる教材「小指ギャップ」（藤原，2019）を扱い、3時間構成で実施する。TV番組で紹介された「人がタンスの角などで小指をよくぶつけるのはなぜか」という問いの答えとして紹介された「足部の外側の知覚誤差」（小林他，2007）を教材化したものである。「タンスに小指をぶつけるのは、自分が思っているより約1cm外側を歩いているから」という理論（以下1cm理論）について、この理論に関する論文の中の被験者が10人であるということに注目させ、この理論は本当に正しいのだろうか？という疑問から、この理論の真偽を問う場面を焦点化し、 Q_0 を「1cm理論が正しいのかをデータを根拠にして説明するにはどう考えればよいか。」という問いに設定した。この問いを統計的な問題解決の方法を用いて検証していくような授業を設計していく。

2.2. QAマップについて

図1に示すようなQAマップを授業設計の際につくり、探究の広がりや予想・把握し、授業後に実際の生徒の活動と照らし合わせ、 Q_0 の妥当性を検証するのに用いていく。

QAマップでは、表でデータを整理する Q_A のルート、グラフを用いてデータを整理する Q_B のルート、データの特徴を表す値を考える Q_C のルート、 Q_0 の生成の元になった「足部の外側の

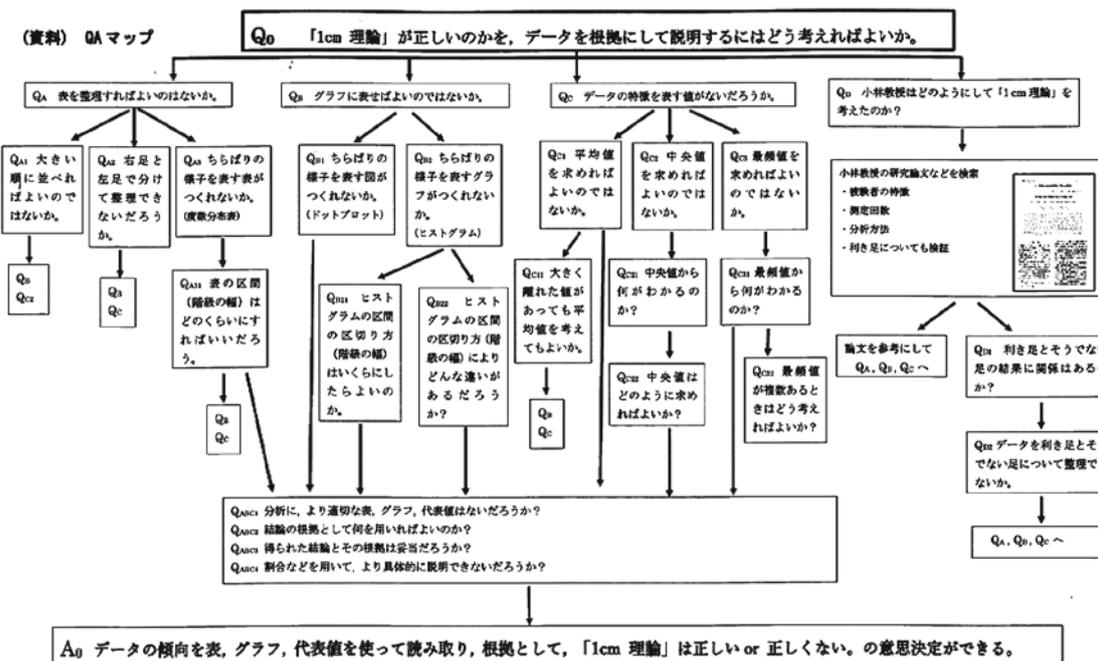


図 1. QA マップ

知覚誤差」の研究に注目する Q_D のルートを予測した。Q_D では 1cm 理論はどのように出されたものなのか、実際に論文などで知識・技能を得ていくと予想される。それぞれのルートには互いに関連があり、ルート間での往還も予想される。

生徒の探究が進み、結論を出す前の Q_{ABC} では、自分が出そうとしている結論を振り返り、この結論は正しいのか? よりよい結論はないか? というような探究を振り返るような問いが生まれることを期待している。例えば、階級の幅の設定の仕方や、データの中の大きく離れた値の扱いについての議論が予想される。探究全体の中で、その方法や結論は本当に妥当なのかという問いを常に持ちながら、よりよい方法や結論を考えていくような探究が生まれるような活動を目指したい。

3. 授業実践とその分析

3.1. 授業実践について

令和 3 年の 2 月に、1 年生 35 人クラスを対象にして、3 時間構成で実践した。

第 1 時 問題発見→計画→データ収集

第 1 時の授業では、TV 番組で紹介された「人がタンスの角などで小指をよくぶつけるのはなぜか」という問いについて考えた。TV 番組では、「タンスに小指をぶつけるのは、自分が思っ



図 2. 足部認知誤差の方法



図 3. 足部認知誤差の実験の様子

ているより約 1cm 外側を歩いているから」(小林他, 2007) という理論 (以下 1 cm 理論) が答えとされていたが、論文では被験者が 10 人であることにも注目させることで、この理論は正

しいのだろうかという問いが生徒の中から出てきた。実験のデータを増やしてみたら確かめられるのではという生徒の考えから、実際に足部認知誤差(図2)の実験データを生徒自身が収集した(図3)。足元を見ないで基準線に沿って足を置く実験で、基準線よりも外側のずれを正の数、内側のずれを負の数で表記してデータとする。データ収集の後は、 Q_0 である「1cm理論が正しいのかをデータを根拠にして説明するにはどう考えればよいか。」という問いを提示した。

第2時 分析 (グループ探究)

第2時では、第1時で収集したデータをもとに、「1cm理論」が正しいのかを分析していく。データを自分なりの結論へとつなげる根拠を示すための方法を探究させていくために、SRPを取り入れた活動をさせる。生徒には、「インターネットをはじめ使えるものは何でも使って、結論を出していこう」と説明した。各班にはタブレットを1台準備し、探究を行わせた。



図4. 班での探究の時間

第3時 分析→結論

第3時では、前時で探究したことをもとにして、班の中で議論して結論を出していく。班ごとにホワイトボードにまとめ、タブレットなど



図5. 班で出した結論を発表

を活用しながら発表を行う。発表の後は質疑応答を行い、自分のわからないことや疑問に思ったことを聞く機会をつくった。発表後は、ワークシートに自分の探究の振り返りや自他の結論や用いた根拠を比較させ、記述させた。

3.2. 授業の分析について

表1. 足部外側の知覚誤差の実験データ

| | | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 2.3 | 4.3 | -0.3 | -0.5 | 5 | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 0 | 0.5 | 3 | -0.2 | 1 | 1 | 2.2 | 0.3 |
| 1.4 | 0.3 | -0.8 | 0.3 | 2.5 | 3.2 | 2.8 | 0.2 |
| 1.6 | 4.3 | 2.3 | 1 | 3 | 2 | 1.9 | 1.4 |
| -0.5 | 0.5 | 2 | 1.1 | -7 | -1.6 | 2.2 | 4.1 |
| 5.7 | 4 | 4 | 0.7 | 1.5 | 4 | 2.3 | 3.9 |
| 0.7 | 0.7 | -1 | 2 | -1.5 | 12.5 | 4.5 | 4.9 |
| 3.6 | 0.8 | -2.9 | 0.5 | 2.9 | -2.5 | -2.2 | 0.7 |
| | | | | -0.4 | 0.5 | 5.8 | 4.8 |

単位(cm)

表1は、第1時で行った生徒が実際に足部外側知覚誤差の実験を行い、両足分(1クラス35人×2)のデータを集めたものである。

生徒は、インターネットや班での議論を通して、実験より得たデータを表やグラフに整理して表す活動や、代表値を用いてデータの傾向を考えている活動を主に行っていた。

表2は、第3時で、各班(全8班)が発表した結論の記述の要約したものである。

分析によると、7つの班が平均値、3つの班が中央値を求めて、結論を出す上での根拠としていた。そのうち、3班は基準線からのずれの絶対値を考え、ヒストグラムを作成し割合を使って結論を出していた。6班は、データの平均値で一旦結論を得た後、色々な方法を用いて検証し直し、どちらともいえないという結論を出していた。8班のみがデータの中の外れ値(12.5 cm)に注目し、その値のあるなしでの平均値の違いに注目していた。また、すべての班で、ワークシートに度数分布表やヒストグラムをつくり、それらを使ってデータの傾向をつかもうとする活動がみられた。それらは、授業者が教えたものではなく、生徒が探究によって、探究を進める中で必要だと考え、自ら得た知識である。それぞれの班の中で、約1cmをどのようにとらえるのか、ヒストグラムの階級の幅をどのように設定すればよいかなどの議論がみられていた。

3.3. QA マップによる分析について

活動全体を通して、生徒が自分なりに考えて、結論を出すために主体的に活動を進めることができていたと思う。生徒の探究については、事前に QA マップで考えていたように、データを表に整理していくルート、データをグラフに表していくルート、代表値を用いてデータの傾向を表すルートで主に探究している様子が見られた。探究の中でそれぞれのルート間を往還している様子も見られた。しかし、自分なりの結論を出したあとに、それを批判的に考察し、よりよい結論を見いだそうとするような議論は少なかったと感じる。データの分布から大きく離れた外れ値について平均値を求める際にその値を含めるべきかどうかなど、その値の影響を受けないような分析方法の検証などの議論も見られなかった。

表 2. 各班が出した結論の要約 (ホワイトボード)

| | |
|----|--|
| 1班 | 正しくない。すべてのデータの平均値を求めると、1.64 cm になり、約 1 cm を 0.5 ~ 1.5cm と考えると、超えてしまうから。グラフを提示 (図 6) |
| 2班 | 正しい。平均値は約 1.6 cm, 中央値は約 1.5 cm, 最頻値は約 0.5, 0.7 cm となり、すべての値が 1 cm と大きく離れている値ではないから。 |
| 3班 | どちらともいえない。0cm 以上 2 cm 未満の人は全体の約 51.4% である。2 cm 以上は全体の約 48.5% である。半分の人には当てはまっている。グラフを提示 (図 7) |
| 4班 | 正しい。中央値は 1.5 cm となり、平均値も 1 に近い値と言えるから。グラフを提示 (図 8) |
| 5班 | 正しくない。約 1 cm を 0.5 ~ 1.4cm と考えると、平均値は 1.6 cm, 中央値は 1.5 cm となるから。 |
| 6班 | どちらともいえない。平均値は 1.6 cm。見方次第で変わる。グラフ、ドットプロットなどいくつかの方法で考えている。グラフを提示 (図 9) |
| 7班 | 正しくない。約 1 cm を 0.5 ~ 1.4cm と考えると、平均値は 1.6 cm, 中央値は 1.5 cm となるから。 |
| 8班 | 正しい。12.5cm という値を入れたときの平均値は 1.6cm, 12.5 cm をアクシデントによるものと考え、例外として考えると平均値は 1.4 cm になった。約 1 cm の範囲を 0.5cm 以上 1.5cm 未満とすると、平均値 1.4 cm は、この範囲に入るため。グラフを提示 (図 10) |

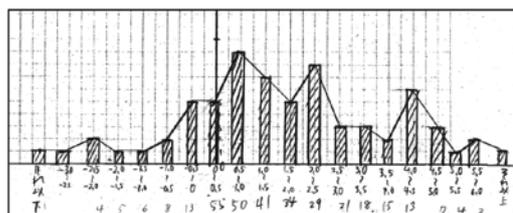


図 6. 1 班のグラフ (階級の幅 0.5 cm)

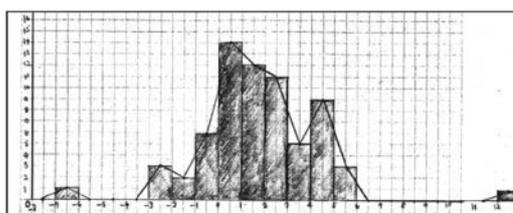


図 7. 3 班のグラフ (階級の幅 1 cm)

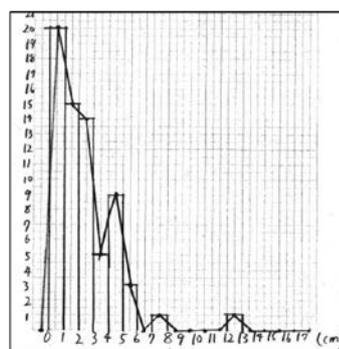


図 8. 4 班のグラフ (階級の幅 1 cm)

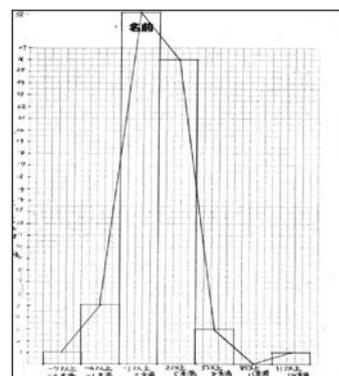


図 9. 6 班のグラフ (階級の幅 3 cm)

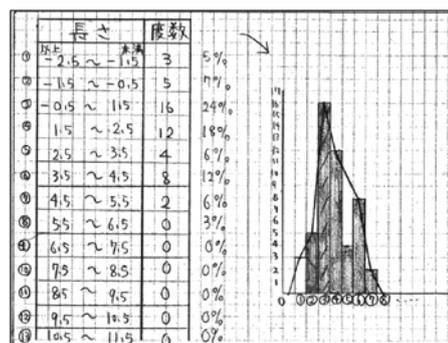


図 10. 8 班のグラフ (階級の幅 3 cm)

授業後の生徒のふりかえり(図 11)では、他の班の発表を聞いて、自分達の班の発表を振り返り、もっとこうすればよかったのではないかという内容もみられた。

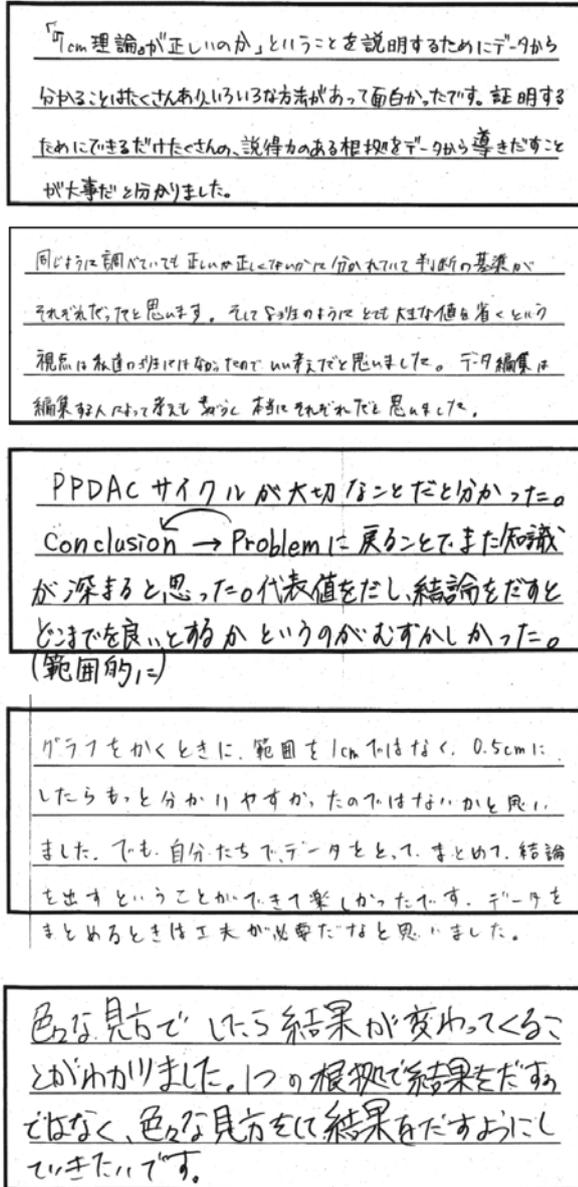


図 11. 生徒のふりかえり

探究の中で、期待していたようなよりよい結論を出すために、自らの活動を振り返り、問い返していくような問いの往還があまり見られなかった原因を以下のように分析した。

1) Q_0 (イニシャルクエスション) について

今回の Q_0 は、「1cm 理論が正しいのかをデータを根拠にして説明するにはどう考えればよいか。」であり、探究を通して、新たな知識・技

能を取得していく場面では、代表値の意味や度数分布表やヒストグラムなどを用いたデータ整理・分析の方法の探究が主であった。普段の生活で馴染みのある平均値などは使いやすく、値も求めやすいため、計算した値を疑うことなく使っていることが多かった。さらに探究を進めたり、議論を生み出すためには、生徒が知っている世界の枠を超えた新たな知識・技能が必要であり、それらの真偽を議論することが必要であるような問いの設定が必要であったと思われる。

2) ミリューについて

世界探究パラダイムに基づく SRP では、授業者はミリュー(学習者が何らかの働きかけをすればそれに対し何らかの情報や反発を与えるもの)のひとつとされており、生徒の問いが繋がらない場合に支援が必要であると考えている。授業の中では、「よりよい方法はないだろうか?」、「その結論は妥当だといえるだろうか?」という問いを生ませるような支援は出していたが、上手くこちらの支援の意図が学習者に伝わっていなかったと思われる。例えば、平均値を求める場面で「大きく離れた値は、平均値にどれくらい影響があるだろうか?」や、「外れ値に影響を受けにくいデータの分析方法はないだろうか?」というようにもう少し具体的な支援をすることで、四分位範囲や箱ひげ図などの更に新しい知識にも繋げられたのではないかと考えている。

また、SRP では、学習者が探究を行う際には、インターネットや本などの使えるものは何でも使ってよいとされている。今回は、学校の設備の状況により、班に1台のタブレットを準備したが、生徒1人1人の自由な探究を保障するためには、1人1台のタブレットを準備するなどが必要であったと考えている。個人での探究の時間を十分にとった上で、班での探究をすることで、より議論が活発になったのではないかと考えている。

3) 学習者の態度の育成

他者の出した結論と比較し、自分の出した結論を振り返ったり、多面的に考えたりするような学習者の態度は、日々の授業の中でも継続して育成していかないといけないと感じた。そのため、授業者もそのような活動が生まれるよ

うな教材や発問を常に研究していかなければならないと考えている。特に、生徒に投げかける発問については、SRPではない授業でも生徒の問いや探究の広がりを考えて設定していくことが大切だと感じた。

4. おわりに

今回、研究したSRPを従来の数学授業の中で導入していくためには、授業時間数や評価など、現在の学校現場や環境での制約があり、完全な形でのSRPの実現は難しいのが現状である。そのため、探究の一部を切り取り、授業で取り扱うことが、今の教育現場でできるSRPだと考えられている。近年では、GIGAスクール構想に伴い、各学校でICT環境が整い、1人1台の端末の使用が可能となり、生徒の自由な探究を保障しやすくなっている。年間の学習計画を組み立て、どこにSRPの授業を設定するのかを考えていけば、現在の学校現場でも実現は可能ではないかと思われる。

本稿は、統計に関わる教材「小指ギャップ」(藤原, 2019)を扱って、SRPの理論をもとにした探究型学習の授業設計・実践を行った。通常の授業では、統計的な知識・技能を取得した後、実際にデータを分析したり、結論を出していく場面で探究していくことが多いが、SRPの理論を取り入れて授業設計をすることで、新しい知識・技能を獲得していく場面についても、自ら主体的に探究していく場面をつくることができた。しかし、生徒のより深い探究を実現していくためには、 Q_0 についての研究が引き続き必要であり、生徒が批判的な考察を行い、よりよいものを生み出そうとする態度を育てていくために、日々の授業の教材や発問について見直し、実践していきたいと考えている。

参考文献

- 宮川健, 濱中裕明, 大滝孝治 (2016) 「世界探究パラダイムに基づくSRPにおける論証活動(1) —理論的考察を通して—」, 全国数学教育学会誌『数学教育研究』, 22 (2), 25-36.
- 濱中裕明, 大滝孝治, 宮川健 (2016) 「世界探究パラダイムに基づくSRPにおける論証活動(2) —電卓を用いた実践を通して—」, 全国数学教育学会誌『数学教育研究』, 22 (2), 59-72.
- 荻原友裕, (2018) 『「重心」の知の構成に関する研究—教授人間学理論を視座として—』, 鳥取大学数学教育研究, 第20巻, Vol. 20, No. 2
- 岡本光司, 土屋史人 (2014) 「生徒の問いを軸とした数学授業 人間形成のための数学教育をめざして」, 明治図書
- お茶の水女子大学附属学校園. 「教材・論文データベース」 <https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/>
- 藤原大樹 (2019) 生徒の活動を通じた統計的問題解決に関する方法知の特定, 日本科学教育学会第43回年会論文集, 227-230
- 藤原大樹, (2018) 「単元を貫く数学的活動」でつくる中学校数学の新授業プラン, 明治図書
- 松元新一朗, (2019) 小学校算数・中学校数学「データの活用」の授業づくり, 明治図書
- 小林吉之, 嶺也守寛, 藤本浩志, (2007) ヒト足部の身体位置覚に関する研究, 日本機械学会論文集C編73巻725号, 274-275
- 文部科学省 (2018) 「中学校学習指導要領 数学編」, 日本文教出版

