

統計領域の学習におけるパフォーマンスの相違に関する研究 —数学科他領域でのパフォーマンスと比較して—

<修士論文要旨>

愛知教育大学大学院 教育学研究科
数学教育専攻
216M052 内田 啓太

論文構成

序章 はじめに

第1節 本研究の目的

第2節 本研究の方法

第1章 日本の統計教育の現状と課題

第1節 日本の統計教育充実の背景

第2節 日本の統計教育の概観

第3節 子供の統計的問題解決におけるパフォーマンスの特異性

第2章 統計の学習と数学科他領域の学習の比較検討

第1節 統計と数学科他領域の学問的相違

第2節 統計と数学科他領域の問題解決プロセスの相違

第3節 統計的思考と数学的思考の相違

2-3-1 統計的思考

2-3-2 数学的思考

2-3-3 数学的思考と比較した統計的思考の特異性

第4節 統計と数学科他領域の学習における態度の相違

第3章 統計と数学科他領域の学習におけるパフォーマンスの比較調査

第1節 調査の概要・方法

3-1-1 調査目的と研究課題

3-1-2 調査対象と調査方法

3-1-3 授業と課題の概要

第2節 評価指標

第4章 調査結果に基づく分析と指導への提言

第1節 調査結果及び分析

第2節 調査のまとめと統計指導への提言

終章 まとめと今後の課題

参考引用文献

序章 はじめに

平成 29 年度に公示された小学校・中学校の次期学習指導要領において統計の問題解決が重視されることとなった。その一方で、現場の教員からは「統計の授業では数学が苦手な子が活躍している」「数学が得意な子が活躍できてない子がいる」という話が出ている。統計の問題解決が重視される今、統計固有の資質・能力の育成、評価をする上で、数学科他領域と比較して子供のパフォーマンスに違いがあるのか、どのような活動でそれが表出するかを明らかにしておくことは重要であると考え、本研究の着想に至った。

以上を踏まえて本研究では以下の章構成で議論を進める。第 1 章では統計充実の社会的背景から小学校・中学校の次期学習指導要領へ繋がる流れを述べ、Watson & Nathan(2010)から得られた示唆と本研究への着想を述べる。第 2 章では統計と数学の学問としての成り立ちの比較から、プロセス、思考、学習態度の比較へと考察を進める。第 3 章では第 2 章で得た示唆を基に指標を設定し、調査計画を立案する。第 4 章では調査結果の分析から統計教育への提言を述べる。終章では今後の研究課題を述べる。

第 1 章 日本の統計教育の現状と課題

21 世紀は「知識基盤社会」と呼ばれ、新しい知識、情報、技術が政治・経済をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増してきている。こうした知識基盤社会では大量のデータが年々蓄積されていき、行政や企業に限らず全ての国民がデータを利活用する場面が増えていく。渡辺(2011)は「大規模な電子化データが遍在する現在、データからの知識発見は科学技術推進と産業発展におけるイノベーションとも直結することから、データに基づく探究力と問題解決力、それを踏まえた意思決定力に至る統計思考力の育成は、科学教育と数学教育の双方で重要な位置付けとなっている」と述べ、統計指導の重要性を挙

げている。

こうした現状を踏まえ、「算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて(報告)」(文部科学省, 2016)では「社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、高等学校情報科等との関連も図りつつ、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である。」と述べられた。

また、これらの報告を受けて改正された平成 29 年度公示の次期学習指導要領では統計指導充実の方向性が打ち出された。平成 29 年度と平成 20 年度の小学校・中学校学習指導要領解説を統計教育に着目して比較してみると小学校、中学校、高校を跨いでの前倒しが多く、学習事項の面から見ても明らかに統計充実に向かっている様子が確認できる。

- ・「平均値、中央値、最頻値、階級」が中学校 1 年生から小学校第 6 学年へ
- ・「累積度数」高校 1 年生から中学校 1 年生へ
- ・「多数の観察や多数回の試行によって得られる確率」が中学校 2 学年から 1 学年へ
- ・「四分位範囲、箱ひげ図」が高校 1 年生から中学校 2 年生へ
- ・「確率の必要性と意味」の一部を中学校 2 年生から 1 年生へ

そして特に注目したいのは統計の問題解決が学習指導要領に記されていることである。平成 29 年度公示の中学校学習指導要領には「身につけるべき思考力・判断力・表現力」の中に「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。」と明記されており、統計の問題解決の全面的な実施が打ち出された。

その一方、現場の教員からは「統計の学習では数学が得意な子が必ずしも活躍出来ていない」「教

学が苦手な生徒が統計の授業で大活躍している」という声が挙がっている。統計と数学科他領域の学習について Watson & Nathan(2010)のインタビュー調査では「(統計の問題解決において)一般的に数学の成績のよくない学生が積極的に貢献する大きな機会を得ている」という教員の意見が複数挙げられている。ここでは統計と数学科他領域の学習において子供のパフォーマンスに違いが生まれていることが述べられ、統計のリテラシーの階層レベル(Watson, 2003)が統計の問題解決に必要な能力と繋がりがあり、その要因である可能性が述べられている。

しかし、それらの示唆は根拠が示されておらず、子供の数学と統計のパフォーマンスの違いについても教師の主観としてパフォーマンスの違いがあることが述べられているのみである。ここでは客観的な指標を用いて数学と統計のパフォーマンスの比較を行ってはならず、他にこの観点からの先行研究はなかった。統計の問題解決が重視される今、統計固有の資質・能力の育成、評価をする上で数学科他領域と比較して統計の学習の中で子供のパフォーマンスに違いがあるのか、どのような活動でそれが表出するかを明らかにしておくことは重要であると考え。以上を踏まえた本研究の目的は大きく分けて以下の2点である。

研究課題 1 統計と数学科他領域の学習において子供のパフォーマンスの違いを客観的な指標を用いて表出させる。

研究課題 2 どのような活動においてその違いが表出するかを分析し、今後の指導への示唆を得る。

第2章 統計の学習と数学科他領域の学習の比較検討

統計と数学科他領域の学習におけるパフォーマンスの違いへの示唆を得るため、統計と数学科他領域を比較していきたい。渡辺(2011)が「統計学は

もともと、「科学の文法(Grammar of Science)」として体系化された方法論」だと述べている通り、統計学は方法論として発展してきた学問であり、演繹的に発展してきた数学とは成り立ち自体が違っている。実際に数学は、公理があり定理があり一義的に決まる解答がある場合がほとんどで、演繹的論理だといえる。一方、統計学はバラツキのあるデータから意思決定したり母集団の本質を見抜く帰納的な推論であるなど、数学と同質のものとは言えない。

そこで、まずは統計と数学科他領域の問題解決プロセスを比較していきたい。統計の問題解決プロセスには様々な定義があるが、平成29年度の小学校学習指導要領解説の中で「統計的な問題解決活動においては、『問題—計画—データ—分析—結論』の5つの段階からなる統計的探究プロセスと呼ばれるものがある。」と述べられており、これは明らかに PPDAC プロセスがベースとなっている。よって本研究では統計の問題解決プロセスを PPDAC プロセスとしてとらえる。

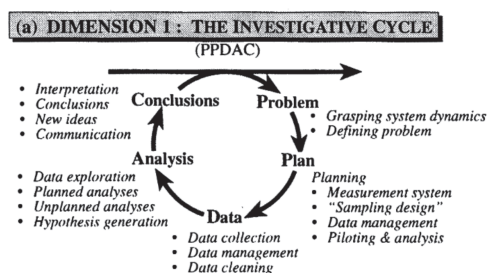


図 2-2-1 PPDAC サイクル(Wild and Pfannkuch, 1999)

数学科他領域の問題解決プロセスにも様々な定義があるが、Polya G(1945)の「How To Solve It」が基礎となっており、これを数学の問題解決プロセスとして本論文ではとらえ、PPDAC プロセスと比較する。実際に比較してみると、統計と数学科他領域の問題解決プロセスに大きな違いはないことが分かる。実際に Wild and Pfannkuch(1999)も統計

の問題解決プロセスである PPDAC プロセスの考え方は新しいものではなく、Polya G(1945, 1973)の「How To Solve It」の中にその考え方が既にあることを述べている。

しかし Moore(1992)が「20 世紀後半から統計学は、特定の方法や数学の理論より根本的な固有の思考モードを伴い、確かに固有の領域として出現した。」と述べている様に、プロセスに違いは無くとも、各プロセスの段階において働く思考には違いがあると考えられる。そこで本研究では引用数の多い Wild & Pfannkuch(1999)の「統計的思考」と片桐(2004)の「数学的思考」を基に比較検討していく。Wild & Pfannkuch(1999)では統計的思考の基本的なタイプとして以下が挙げられている。

- データの必要性の認識
- トランスニューメレーション
- ばらつきの考慮
- 統計モデルによる推論
- 統計と文脈の統合

統計的思考(Wild & Pfannkuch, 1999)と数学的思考(片桐, 2004)を比較してみると、統計的思考は数学的思考に包括されない別の思考であることが分かる。ただし、密接に関わる部分も存在していると言える。

統計的思考と数学的思考として特に違いが現れそうな思考として Gary(2013)では、「ばらつきの理解と記述」「実践における文脈」が挙げられている。ばらつきは統計が不確実性領域である根本的な要素であり、数学的思考と大きく違っていることは予想できる。また、「文脈」に関しては、渡辺(2011)が言うように統計は方法論であり、文脈によって結論は変わるため、統計固有の要素であることがわかる。そこで、本研究では特に Wild & Pfannkuch(1999)の「ばらつきの考慮」「統計と文脈の統合」の2つの思考タイプに着目したい。

ここまでプロセス、思考について比較してきたが、次に学習における子供の態度面について比較

したい。Watson & Nathan(2010)は統計教育プログラムに参加した複数の教員へ、問題解決を取り入れた統計教育の授業と普通の数学の授業の違いに関するインタビュー調査を行っている。ここでは子供が活発な教室の動態が20人中15人の教師によって確認され、大多数の子供が積極的にグループでの議論に取り組む様子、通常は数学が苦手な子供が統計の議論に大きな役割を果たしている様子が複数報告されている。同時に、数学の成績のよい子供が普段よりグループでの議論で活躍出来ていない様子が挙げられている。ここでは子供の統計と数学科他領域の態度面の違いとして活動的な面と協調的な面が示唆された。

第3章 統計と数学科他領域の学習におけるパフォーマンスの比較調査

第2章からは統計と数学科他領域における子供の学習のパフォーマンスの違いを生む要因としていくつかの視点を得られた。第3章ではこれらの視点を基に研究課題を達成するための調査を行うこととする。

調査対象は附属高校2年生の1学級とする。生徒達は数学Ⅱで「データの活用」を既習済みであり、本調査は数学Bの「確率分布と統計的な推測」の授業での生徒の活動の様子を分析する。本授業では生徒達は「本校のロータリーに咲く青い花はアヤメか、カキツバタか、どちらともいえないか」という課題が与えられる。アヤメ科の *Setosa*, *Versicolor*, *Virginica* の3種をそれぞれ50本ずつ採取し、それぞれの「がく片長」「がく片幅」「花びら長」「花びら幅」を測定したデータと、附属高校で教員が採取した青い花1本の同様の4項目のデータが生徒達に与えられる。まず生徒はコンピューターを使って *Setosa*, *Versicolor*, *Virginica* の3種と、3種を混ぜた「全体」についてそれぞれ「がく片長」「がく片幅」「花びら長」「花びら幅」4項目の平均値・標準偏差・信頼区間を求める。この段階までは教師の指導の下、教室全体で行う。こ

統計領域の学習におけるパフォーマンスの相違に関する研究

—数学科他領域でのパフォーマンスと比較して—

これらのデータをグループで話し合いながら分析し、授業プリント 7 ページ目に結論をまとめる。その際に「アヤメ・カキツバタ・どちらともいえない」の 3 つから 1 つを選択し、その理由を数学的な指標を用い、他者を納得させる表現を工夫して記述するように指示されている。本授業は PPDAC プロセスの Analysis と Conclusion に位置している。

第 2 章までで得られた示唆を基に、統計と数学科他領域の学習におけるパフォーマンスを比較するため、それぞれ指標を設定する。数学科他領域の指標に関しては、数学 B の平素の成績を用いる。本調査では数学 B において 5 がついている生徒を「数学優秀者」として分析していく。ただし、教員ヘインタビュー調査を行い、平素の数学の能力がより反映されるよう補正をかけ、調査対象を「数学優秀者」と「数学が得意でない生徒」の 2 群に分類する。学級人数 41 人に対して数学優秀者が 13 人、数学が得意でない生徒が 28 人の構成である。

統計の指標は統計の問題解決の授業におけるパフォーマンス評価を用いる。第 1 章、第 2 章の視点からループリックを作成し、ループリックを基に授業の活動の様子、授業レポートを評価する。数学科他領域の指標と統計の指標を基に、実際にパフォーマンスの違いが表れるのか、どの様な観点において違いが表れるのかを分析する。次期学習指導要領で重要視される資質・能力の 3 つの柱「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」を軸とし、これまで示唆を得られた統計的思考(Wild & Pfannkuch, 1999)は「思考力・判断力・表現力等」の中でとらえ、Watson & Nathan(2010)から得られた態度面は「学びに向かう力・人間性等」の観点としてとらえた。

まず初めに知識・技能の観点である。本授業において身につける知識・技能としては「信頼区間」が挙げられる。そこで、知識・技能の側面でのレベルを以下の様に定める。

表 3-2-1 信頼区間の理解レベル

	レベル 1	レベル 2
信頼区間の理解	信頼区間を計算して求めることができる。	信頼区間を理解することができる。

次に「思考力・判断力・表現力等」であるが、中央教育審議会(2015)では問題解決プロセスの中で働く力であると述べられている。そこで、Analysis と Conclusion のプロセスに沿った思考力・判断力としてそれぞれ統計的思考(Wild & Pfannkuch, 1999)である「ばらつきの考慮」と「統計と文脈の統合」を設定する。

まず「ばらつきの考慮」であるが、大枠として青山(2014)の Analysis の段階を用いる。レベル 1 は統計量を計算できる段階、レベル 2 は統計量を適切に用いて分析ができる段階、レベル 3 は背景情報、特にばらつきが考慮できる段階である。青山(2014)の Analysis のレベル分けは青山(2011)の統計的リテラシーがベースとして作られているが、知の創造を含めた文脈に関わる要素はここからは除外し、「統計と文脈の統合」の中でとらえる。

表 3-2-7 「ばらつきの考慮」のレベル

	レベル 1	レベル 2	レベル 3
ばらつきの考慮	平均値、標準偏差、信頼区間を計算して求めることができる。	適切に複数の項目の統計量や信頼区間を用いて分析することができる。	標本にばらつきがあることや、信頼区間は確率的誤差を伴うことを分析の視点としている。

「統計と文脈の統合」であるが青山(2014)の Conclusion に「結論付け」「振り返り」が考慮されていないことから、「結論付け」「振り返り」のプロセスに沿った形でレベル段階を設定したい。藤原ら(2016)も述べている様に、Analysis には一部 Conclusion が含まれ、密接に関係していると言えるため、Analysis のレベル分けに用いられた統計的リテラシーの水準(青山, 2011)をベースに段階を設定する。

表 3-2-8 「統計と文脈の統合」のレベル

	レベル1	レベル2	レベル3
統計と文脈の統合	現実世界の課題と統計情報を関連付けて考え、結論付けることができる。	現実世界の課題と統計情報を関連付け、その信頼性を批判的に考察し、適切に結論付けることができる。	現実世界の課題と統計情報を関連付け、その信頼性を批判的に考察し、適切に結論付けることができる。また、よりよい結論付けのために必要な新しい視点を提案できる。

次に表現力の観点を考えたい。先述した通り、青山(2014)の Conclusion のレベル分けは「表現」に焦点化しているため、このレベル分けを利用したい。

表 3-2-9 表現のレベル

	レベル1	レベル2	レベル3
表現	作成したグラフに見られた特徴や統計量などをまとめる。	設定した問題に対して適切な結果をまとめる。	より自分の主張が伝わりやすい表現手法を工夫しまとめる。

「学びに向かう力・人間性等」の観点では、第2章において Watson & Nathan(2010)から子供の統計と数学科他領域のパフォーマンスの違いとして活動的な面と協調的な面が示唆されたことを受け、ここでの観点到に定めたい。まず協調的な面であるが、レベル1を自己限定的、レベル2を他者意識、レベル3を集団意識として以下の様に定めた。

表 3-2-11 グループ活動に取り組む姿勢・態度のレベル

	レベル1	レベル2	レベル3
グループ活動に取り組む姿勢・態度	自らの考えを他者に伝えることができる。	自らの考えを基に他者の意見を自らの考えに取り入れたり議論することができる。	他者の考えを引き出した議論を円滑に進めるための発言ができる。

また、活動的な面を課題への取り組みの姿勢・態度として以下の様に設定する。

表 3-2-12 課題に取り組む姿勢・態度のレベル

	レベル1	レベル2	レベル3
課題に取り組む姿勢・態度	答えに不確実性のある課題を理解し自ら取り組むが、困難にぶつかると諦めてしまう。	答えに不確実性のある課題に対して粘り強く取り組み、むことができるが、一定の成果が出るとそこで終わってしまう。	答えに不確実性のある課題に対して粘り強く取り組み、一定の成果が出て、より質の高い結果を求めて取り組むことができる。

これらのレベル段階をルーブリックとし、本授業の活動、レポートを評価し、統計の指標とする。

4章 調査結果に基づく分析と指導への提言

実際に生徒の至った結論として多かったのは図4-1-1の生徒のレポートの様に Virginia に着目し、花びら長が信頼区間に入らない点から「どちらともいえない」と結論付ける結果であった。

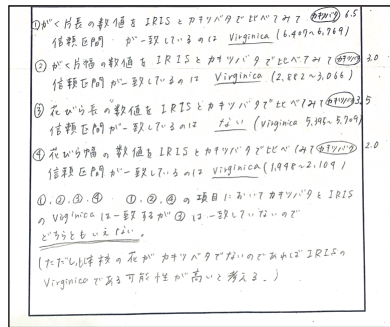


図 4-1-1 生徒のレポート 1

「信頼区間の理解」の視点からの分析

前日の授業において信頼区間を学習済みであり、計算過程をクラス全体で行ったため、ほとんどの生徒がレベル2に達する結果となった。レベル1の生徒は41人中2人で、数学が得意でない生徒であった。「知識・技能」の理解においてはパフォーマンスの違いは確認できなかった。

統計領域の学習におけるパフォーマンスの相違に関する研究

—数学科他領域でのパフォーマンスと比較して—

「ばらつきの考慮」の視点からの分析

表 4-1-3 「ばらつきの考慮」レベルの分布

	レベル1	レベル2	レベル3	合計
数学優秀者	1人 (8%)	9人 (69%)	3人 (23%)	13人
数学が得意でない生徒	6人 (21%)	20人 (72%)	2人 (7%)	28人
合計	7人 (17%)	29人 (71%)	5人 (12%)	41人

次に、「思考力・判断力・表現力等」の中に設定した「ばらつきの考慮」の項目である。統計量の計算は学級全体で行ったため、全員がレベル1には達していた。しかし発話記録やレポートを見ていくと、信頼区間の計算や意味は理解出来ているが、分析に用いることが出来ない生徒が見られた。実際にレポートにおいても信頼区間を用いない分析を行っていた。比較するとやはり数学優秀者の方が平均してパフォーマンスが高い結果となった。

しかし信頼区間の意味を理解しているものの、ばらつきを分析の視点として扱えずレベル1であった数学優秀者の生徒 B の姿が確認でき、逆に標本数に着目し、ばらつきを制御するための提案までできた数学が得意でない生徒 F の姿を確認できた。

「統計と文脈の統合」の視点からの分析

表 4-1-9 「統計と文脈の統合」レベルの分布

	レベル1	レベル2	レベル3	合計
数学優秀者	7人 (54%)	4人 (31%)	2人 (15%)	13人
数学が得意でない生徒	13人 (46%)	14人 (50%)	1人 (7%)	28人
合計	20人 (49%)	18人 (44%)	3人 (7%)	41人

「統計と文脈の統合」の評価は PPDAC プロセスの Conclusion のプロセスに位置付けている。本

授業中にレポートが完成せず、宿題として後日提出した生徒が大半のため、結論付けの評価は特にレポートに対して行うこととなった。

レベル3獲得者は数学優秀者の割合が多いが、レベル1の割合は数学優秀者も、数学が得意でない生徒も有意な差がなかった。また、数学優秀者は分析までは同じでも、結論のプロセスで飛躍的な解釈をする傾向が見られた。

逆に数学が得意でないが、「統計と文脈の統合」の観点においてレベル3の生徒 I はグループでの議論の中で結論を出すためのデータが足りないことに言及し、資料にある季節の情報が必要であることを述べている。実際にレポートにも考察として記しており、よりよい結論のための新しい視点を提案している。

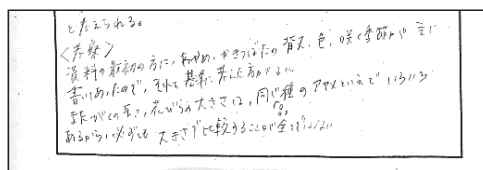


図 4-1-13 生徒のレポート 8

「表現」の視点からの分析

表 4-1-14 「表現」のレベル分布

	レベル1	レベル2	レベル3	合計
数学優秀者	0人 (0%)	12人 (92%)	1人 (8%)	13人
数学が得意でない生徒	5人 (18%)	21人 (75%)	2人 (7%)	28人
合計	5人 (13%)	33人 (80%)	3人 (7%)	41人

図 4-1-14 はレベル2の段階にある数学優秀者のレポートであり、図 4-1-15 はレベル3の数学が得意でない生徒のレポートである。データを用いて表現するという点ではパフォーマンスの違いはあまり見られなかったが、レベル3に位置する他者に伝わりやすい表現という点でパフォーマンスの

違いが見られた。

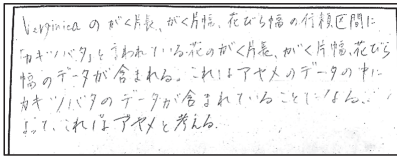


図 4-1-14 生徒のレポート 9

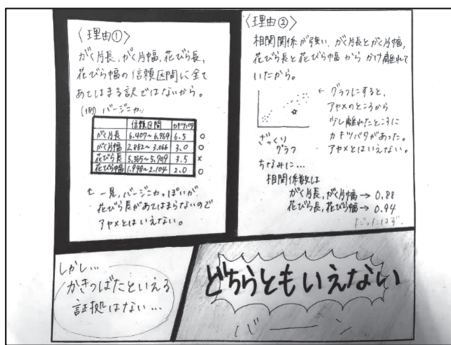


図 4-1-15 生徒のレポート 10

「課題に取り組む姿勢・態度」の視点からの分析

表 4-1-17 「課題に取り組む姿勢・態度」のレベル分布

	レベル1	レベル2	レベル3	合計
数学優秀者	0人 (0%)	13人 (100%)	0人 (0%)	13人
数学が得意でない生徒	2人 (7%)	22人 (79%)	4人 (14%)	28人
合計	2人 (5%)	35人 (85%)	4人 (10%)	41人

ここでは数学優秀者でレベル3を達成した生徒はいなかった。数学優秀者の授業の活動の様子を観察していると、ある程度の答えが出たところで満足してしまい、より質の高い結論を求めようとする姿は確認できなかった。しかし、4人の数が得意でない生徒がある程度の結論が出た後も粘り強く取り組んでいる様子が確認できた。

数学が得意でない生徒 K は数学優秀者の生徒 J と議論をしていたが、授業中の早い段階で表 4-1-8 の会話の様にある程度の結論を出していた。その後は議論の様子はなく、個々に取り組んだ。

表 4-1-18 4 班の発話記録

発言者	発言内容
J	このカキツバタのそれぞれの特定の値と信頼区間を比較して 3 つの項目が一致してたんですけど、花びらの長さだけずれてたから
K	だいが違うから
J&K	どちらともいえないかな
J	可能性としてはバージニカの可能性が高いかもしれないけど
Teacher	じゃあアヤマなの？
J	アヤマの中のバージニカかもしれないけど、これが一致しないからどちらともいえないかな

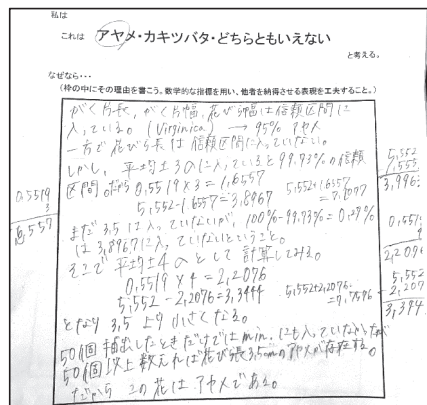


図 4-1-19 生徒のレポート 12

図 4-1-19 は生徒 K のレポートである。表 4-1-8 の発話記録の段階ではレポートの 3 行目のところまで、ある程度結論を出していた。しかしその後よりよい結論を求めて、間違っではいるものの 99%信頼区間等を考えるなど、粘り強く取り組んだ。他にも図 4-1-15 の生徒は 1 つの結論が出た後にも相関を調べ、よりよい結論のために粘り強く

取り組んだ。この様に、数学が得意でない生徒が、不確実性のある問題に対してよりよい根拠や結論を求めて粘り強く取り組む姿が確認できた。

「グループ活動に取り組む姿勢・態度」の視点からの分析

表 4-1-20 「グループ活動に取り組む姿勢・態度」のレベル分布

	レベル1	レベル2	レベル3	合計
数学優秀者	7人 (54%)	5人 (38%)	1人 (8%)	13人
数学が得意でない生徒	14人 (50%)	14人 (50%)	0人 (0%)	28人
合計	21人 (51%)	19人 (46%)	1人 (2%)	41人

本授業はグループ活動であったが、他者と意見を交えず、1人で取り組んでしまう生徒も多かったため、全体的に低いレベルとなった。設定したレベル3に達した生徒はおらず、グループ活動に不慣れな高校生の実態が明らかになった。

4班はグループで議論が活発に行われており、その中で数学優秀者の生徒Hは与えられた青い花のデータについて「変わり者かもしれない」「日当たりのいいところにいたのかもしれない」といった発言をしている。しかしこのばらつきに関する議論の時にはすでにレポートを書き終えており、この議論を自分のレポートに反映することはなかった。議論の中で他者の意見を自分の意見に取り入れることができなかつたためレベル1であった。また、別の数学優秀者で普段は真面目に取り組む生徒が、授業冒頭からやる気をなくし、グループで議論を始めようとしないう姿も確認できた。

以上の点からも統計の問題解決におけるグループ活動では、やる気になれない、他者の意見を自分の考えに取り入れることが出来ない数学優秀者の存在が明らかになった。

調査のまとめと統計指導への提言

一部の数学科他領域が得意な生徒が統計の問題解決において低いパフォーマンスを示し、逆に一部の数学科他領域が得意でない生徒が高いパフォーマンスを示した。これら一部の生徒において明らかに統計と数学科他領域の学習におけるパフォーマンスに相違があることが分かった。「ばらつきの考慮」の観点では、母集団と標本を同一視して考えてしまう数学優秀者がいたことなどからも、統計の問題解決にあたってばらつきを意識できていない生徒がいることが分かった。「統計と文脈の統合」では分析から結論に至る過程で飛躍的な解釈で、強引に結論を出してしまう数学優秀者の姿が見られた。また、態度面では普段の数学科他領域の授業と比較して消極的な数学優秀者や、結論が出た後も粘り強く取り組む数学が得意でない生徒の姿が確認できた。

【提言1】統計固有の思考や活動を評価する必要がある。

これらの観点を踏まえてルーブリックを作成し、普段のパフォーマンスと異なる生徒の様子を評価していくことが今後の統計指導に必要であると考えられる。「ばらつきの考慮」では、ばらつきを認識できない生徒から、ばらつきを制御するための調査の提案ができる生徒まで幅広く存在した。この点は統計の問題解決の授業に限らず統計教育全体を通して評価指標に加えていきたい。「統計と文脈の統合」では分析から結論に至る過程で飛躍的な解釈で、強引に結論を出してしまう数学優秀者の姿が見られた。また、文脈との統合の中で知の創造に至る生徒がいるため、積極的に評価できる体制を整えておくべきである。態度面では明らかに普段の数学科他領域の授業と比較して粘り強く取り組む生徒の姿が確認できた。これは数学に苦手意識を持つ生徒を取り込むチャンスであると同時に、次期学習指導要領で求められる「学びに向かう力・人間性等」の重要な観点である。今後の教育

現場では積極的に評価していくべきである。

【提言2】統計的思考を育む教育が必要である。

本研究では Wild & Pfannkuch(1999)の統計的思考のうち「ばらつきの考慮」「統計と文脈の統合」に着目して調査を行った。「ばらつきの考慮」の観点では、母集団と標本を同一視して考えてしまう数学優秀者が存在し、学級全体でもばらつきが議論の対象になることは少なかった。統計の問題解決にあたって、「ばらつきの考慮」が定着していない可能性が考えられる。「統計と文脈の統合」では両者に優位な差がなく、飛躍的な結論を出してしまう数学優秀者が多く存在したことなどからも、「統計と文脈の統合」が身に付いていない可能性がある。このように学校現場で統計的思考の定着が行き届いていない現状が確認できた。統計の問題解決に必要な思考であるため、統計の問題解決充実に向けて統計的思考を育む教育を行っていく必要がある。

終章 まとめと今後の課題

本研究では特に Wild & Pfannkuch(1999)の統計的思考の中で数学的思考と違いが大きいと考えられる「ばらつきの考慮」「統計と文脈の統合」に焦点化して調査をした。そのため、その他の要素において調査を行うことが今後の課題の1つである。また、「ばらつきの考慮」の観点から調査はしたものの、ばらつきには種類があり、細分化した調査を行うことができなかつたため、この点も今後の課題と言える。

また、本研究では数学の指標を平素の数学の成績として調査を行ったが、数学の問題解決における子供のパフォーマンスを指標として調査することが理想的であった。特に「学びに向かう力・人間性等」の観点においては問題解決的な学習故に現れたパフォーマンスであるととらえることも出来るため、これを今後の課題としたい。

最後に、本研究をする中で、統計の問題解決に

おけるパフォーマンスを評価するルーブリックが整備されていないと感じた。統計充実に向けて現場教員向けにルーブリックを提案していくことが必要であると考ええる。

主要参考引用文献

- 青山和裕(2014). 「資料の活用」領域における指導の充実に向けて, *日本数学教育学会誌*, 第96巻第1号, pp43-46.
- 片桐重男(2004). *数学的な考え方の具体化と指導*, 明治図書.
- 渡辺美智子(2011). 科学的探究・問題解決・意思決定のプロセスを通して育成する統計的思考力, *科学教育研究*第35巻2号, Vol.35 No.2, pp.71-83.
- Wild & Pfannkuch(1999). Statistical thinking in empirical enquiry, *International Statistical Review*, 67, pp.223-265.
- Watson J & Nathan E(2010). Approaching the borderlands of statistics and mathematics in the classroom: Qualitative Analysis engendering an unexpected journey, *Statistics Education Research Journal*, 9(2), pp.69-87.