

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

—既存のデータを活用した問題解決活動におけるプロセスの相違に着目して—

青山 和裕[†]

(受付 2017 年 6 月 30 日；改訂 11 月 21 日；採択 11 月 27 日)

要 旨

新学習指導要領において小・中学校における統計教育は充実化され、特に、統計的な問題解決・意思決定活動が行われることとなった。学習指導要領解説には、統計的な問題解決プロセスとして PPDAC サイクルが提示されているが、「P：問題」「P：計画」「D：データ」を実際に行うのは時数的に、また授業運営の面からも負担が大きく容易ではない。それに比べて既存のデータを活用する実践は負担が軽減されるが、データ収集のプロセスがないため、PPDAC サイクルとしては本来の定義と異なっている。そこで本稿では、統計的問題解決に取り組んだ実践事例等を概観し、既存のデータを利用する際の PPDAC サイクルのプロセスの相違について分析し、今後の授業実践の在り方について示唆を導出することを目的とする。

キーワード：統計教育、データの活用領域、統計的探究、PPDAC サイクル。

1. はじめに

2017 年 3 月に新学習指導要領が公示され、小学校に「データの活用」領域が新設されるなど統計に関する指導内容は充実化された。今期の改訂に先立って中央教育審議会教育課程部会算数・数学ワーキンググループ(2016)により提案された事項の 1 つには、統計的な問題解決・意思決定活動の充実が提案されており、新学習指導要領での統計教育の充実はそれに応えた形となっている。

統計的な問題解決のプロセスとしては、日本の全国統計教育研究協議会が長年の取り組みで培ってきた「とらえる-あつめる-まとめる-よみとる-いかす」(全国統計教育研究協議会, 1999)や、ニュージーランドで用いられている「問題(Problem)-計画(Plan)-データ(Data)-分析(Analysis)-結論(Conclusion)」からなる PPDAC サイクルなどが代表的である。小・中・高等学校での今後の実践では、これらのプロセスを意識した授業が求められ、具体化に取り組んでいくことが必要となる。

一方で、統計的な問題解決を実際に行うことは、児童・生徒自身、あるいは教師にとっても難しく、また時間も要することが報告されている(青山・小野, 2016)。今後統計教育が現場に普及していくことが予想されるが、統計的な問題解決を授業化することの難しさや子どもの活動支援の難しさから授業が思うように機能しないこと、またその経験から全く手を付けなく

[†] 愛知教育大学 数学教育講座：〒448-8542 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢 1

表 1. PPDAC サイクルの各プロセス.

問題 (Problem)	・問題の把握 ・問題設定
計画 (Plan)	・データの想定 ・収集計画
データ (Data)	・データ収集 ・表への整理
分析 (Analysis)	・グラフの作成 ・特徴や傾向の把握
結論 (Conclusion)	・結論付け ・振り返り

なってしまう、従前通りの指導から脱却できなくなる事態も予想される。

今日のビッグデータ時代では、自らデータを収集するのではなく、システムを通じて集積されたデータなど既存のデータから価値ある情報を見出す力も必要とされている。既存のデータの利用は教員や時数に対する負担が少なく無理なく問題解決を実現できるという利点もある。既存のデータを用いる活動と児童・生徒らにデータ収集を行わせる活動とでは、学習においてどのような相違が生じるのかについての比較・検討や、それらの結果を踏まえての統計的な問題解決の授業の在り方について検討しておく必要がある。

そこで本稿では、PPDAC サイクルの全てのプロセスに対応した授業実践や既存のデータを活用する授業についてそれぞれ事例を通じて概観し、各授業における PPDAC サイクルの相違について分析する。またその分析を通じて、統計的な問題解決の授業実践の在り方について検討する。

2. 統計的探究プロセスについて

統計的探究プロセスについては、学習指導要領解説(文部科学省, 2017)においては、ニュージーランド流の PPDAC サイクルが取り上げられている(表 1)。

問題、計画、データについては次のように解説されている。

元々の問題意識や解決すべき事柄に対して、統計的に解決可能な問題を設定し、設定した問題に対して集めるべきデータと集め方を考え、その計画に従って実際にデータを集め、表などに整理した上で、…。(文部科学省, 2017, p.68)

現行の教科書ベースの統計指導においては、問題設定やデータ収集などのプロセスは省略され、提示されたデータを目的も不明確に分析せざるを得ない状況となっている。そのような現状から統計的な問題解決活動へと進める上で、これらプロセスは重要となるが、上記解説文を厳密に受け止め授業を展開すると、問題設定から調査計画、データ収集についても取り入れざるを得なくなる。多くの教員はこれまでに統計的な問題解決の経験もなければ、統計学の指導すらほとんど受けたことがない。また、統計に関する指導時数の増加がそれほど見込めない状況において、一連のプロセスを授業化するのは大変困難である。

3. 日本の実践事例及びニュージーランド教材からの考察

ここでは、統計的探究プロセスについて取り組んだ実践例を2つ、ニュージーランドの既存のデータを用いる教材例を1つ取り上げ、それらにおける統計的探究プロセスの相違について検討する。

3.1 丹波市立鴨庄小学校：松田亜矢先生の実践

2017年1月～2月にかけて、第4学年の算数科「調べ方と整理のしかた」単元と国語科「報告します みんなの生活」単元をつないで延べ18時間で行われた実践である。

単元タイトルは「調べて発見！わたしたちの生活」である。学級の児童16人を4つのグループに分け、各グループで調べたいテーマを設定し、それについてアンケート調査を実施し、結果を報告している。

各グループが設定したテーマとアンケートの質問項目は次の通りである。

1班：「生活について」

- ・ゲームを一日どれくらいするか
- ・お菓子、ジュースをよく食べるか
- ・忘れ物をよくするかしないか
- ・一番楽しいと感じるときはいつか

2班：「学習について」

- ・家庭学習の時間
- ・何の学習に時間をかけているか
- ・お手伝いをよくするかしないか
- ・何のために勉強しているか

3班：「食生活について」

- ・嫌いな食べ物の数
- ・食事で気をつけていること
- ・生活の中でいやなことを努力するか
- ・友だちと仲良くするために気をつけていること

4班：「将来について」

- ・将来の夢(やりたい仕事)
- ・習い事は何をしているか
- ・今、がんばっていること
- ・どんな大人になりたいか

図1は1班と2班の発表内容の一部である。

1班は毎日ゲームをする時間の長さとお忘れ物をするかどうかという項目に注目して分析をし、ゲームを長くする人の方が忘れ物が多い傾向にあることを発表していた。2班は毎日の勉強時間とお手伝いをどの程度しているかについて注目し、「勉強時間が長い人は毎日ほとんど手伝いをしていない」「勉強を長い時間するのはいいけどお手伝いができず、お母さんのためにならないので気をつけたいです」とまとめた。

ゲームの時間と 忘れ物の関係						
忘れ物	ゲーム	持っている けどしない	1時間以内	1～2時間	2時間以上	合計
よくする		1	1	0	1	3
時々する		1	2	2	0	5
ほとんどしない		0	4	3	0	7
合計		2	7	5	1	15

学習時間とお手伝い					
学習時間	手伝い	毎日する	時々する	ほとんどしない	合計
30分以内	3	3	2	8	
30～40分以内	1	1	0	2	
40～50分以内	1	0	1	2	
1時間以上	0	2	1	3	
合計	2	6	4	15	

図1. 1班と2班の発表の一部.

この実践では、児童なりに自分たちの生活について考え、テーマとアンケート調査で調べる項目について考えている。テーマを設定する活動が「問題」、アンケート調査で調べる項目を考える活動が「計画」にあたる。アンケート調査を行うことが「データ」にあたり、集めたデータを「分析」して「結論」までをまとめている。以上のように統計的探究プロセスについて児童自身に取り組ませたよい事例である。

合科にするという指導上の工夫も経て、18時間もの時数を確保しているが、これは容易なことではない。また、児童はとてもよい分析結果を報告しているが、実際には1回目の調査では全く意味ある結果を見出すことができず、その反省を踏まえて再度調査を実施している。1回目の調査では各自の思い付きや興味でアンケートをしてみたが、分析に向けた見通しを持っておらず、どのように整理しても特に特徴となることを見出すことができなかった。そのようなアンケート調査や分析の難しさを1回目で体験し、2回目では質問項目を考える段階である程度仮説を立てて取り組むことや、分析の仕方に関する見通しを持つことについても学んでいる。「問題」や「計画」を児童が行うことの難しさや時間を要するということがよくわかる。

3.2 横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校：藤原大樹先生の実践

藤原(2013)は第1学年を対象に、「単純作業を能率的に行うにはどのようにすればいいか」というテーマで実践を行っている。単純作業の能率を捉える指標として「のの字テスト」を導入している。授業における取り組みとしては、能率に影響を与えると思われる要因や仮説を立て、実際に実験しデータ収集をして効果を分析している。

図2はアップテンポな曲を流しながら作業をしたら能率が上がるのではないかとという仮説に取り組んだ1年A組と運動直後であれば能率が上がるのではという仮説に取り組んだ1年B組の例である。

この実践では、「単純作業を能率的に行うにはどのようにすればいいか」というテーマから、「のの字テスト」の結果に影響を及ぼす方法を明らかにするということで問題を置き換えており、これが「問題」にあたる。この部分は教師が主導的に導入している。その上で「のの字テスト」に影響を及ぼすことについて要因や仮説、実験の仕方を考える活動が「計画」にあたる。実際に実験をして「データ」を収集し、「分析」を経て「結論」をまとめている。

この実践での「問題」「計画」は松田実践のものとは異なっている。「単純作業の能率」というテーマから始まっているものの、「のの字テスト」の結果に問題を置き換えることで、必然的に向き合うデータが固定されている。「計画」においても、「のの字テスト」という結果変数に対する原因変数として何が考えられるかを考えている点で負担が軽減されている。

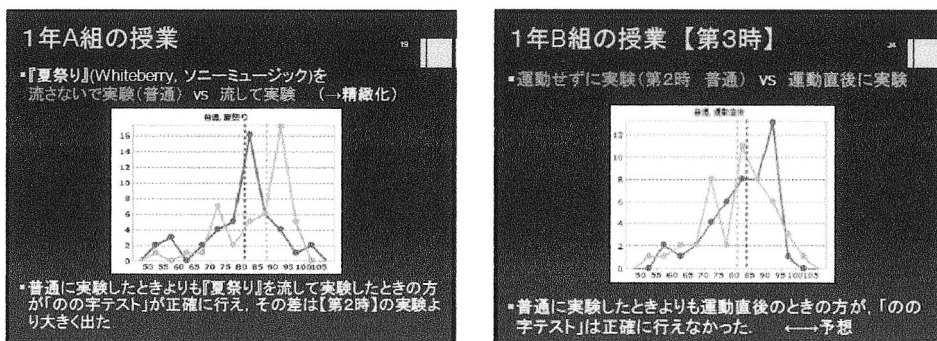


図2. 実験結果の分析例。

3.3 ニュージーランドで用いられていた教材

統計教育先進国といわれるニュージーランドへの視察調査を数度行ったが(青山・裕元, 2016), 観察した多くの授業で既存のデータを配布する形の授業が展開されていた。配布されたデータを用いての分析活動に対しても PPDAC サイクルというラベルが当てられ, 生徒たちのレポートは各プロセスに対応する形でまとめられていた。

実際に生徒がデータ収集を行う授業もいくつかあったが, 紙飛行機を題材に, 飛距離を調べるか滞空時間を調べるかを選択するなどであった。生徒自らの問題意識から始まり, その問題意識を「統計的に取り組む問題」として設定する活動や, 収集するデータについて想定したり集め方を考えるなどの「計画」を立てる授業は見ることができなかった。

現地では CensusAtSchool New Zealand (2017) という統計教育に関するプロジェクトのデータが教科書にも掲載されているなどよく使われており, これはすでに集められたデータを扱う代表的な教材である。CensusAtSchool New Zealand では, 教育利用という目的のもとでデータが集められているが, 生徒が「問題」を設定し, 「計画」を立てて収集しているデータではない。

CensusAtSchool New Zealand では, 性別, 年齢, 身長, 睡眠時間, クリック時間(反射神経), 神経衰弱をクリアするまでの時間, 足のサイズ, 床からへそまでの高さ, 環境問題に対する意識など多様なデータが集められている。生徒はこれらのデータを概観し, 「性別により反射神経に違いはあるか」, 「年齢と睡眠時間は関係しているか」, 「へそまでの高さと身長との関係と男女差」など自分なりの問題を設定して分析を進めるなどしている。図 3 は CensusAtSchool New Zealand の 2017 年調査で用いられた質問紙の一部である。

CensusAtSchool New Zealand のデータを用いる場合の問題解決では, データの項目を見て関連付けることが「問題」にあたり, 多様なデータの中から分析に用いるものを選択することが「計画」となる。PPDAC サイクルの各プロセスの定義と比べると, 「問題」「計画」については大きく異なっている。

あらかじめ取り組むデータが決まっていることで, 生徒が行う問題解決の範囲がある程度定

CensusAtSchool
NEW ZEALAND

Information from CensusAtSchool helps you understand and explore data on young people. CensusAtSchool is run in New Zealand and other countries around the world. The information you provide can be used by students for educational purposes. Thank you for your time and effort.

Questions about you

1. Are you:
 male
 female

2. What is your age in years?
 years

3. Which country were you born in?
 New Zealand
 Australia
 England
 China (People's Republic of)
 India
 South Africa
 Samoa
 Cook Islands
 Other: Please type the name of the country:

4. Which ethnic group or groups do you belong to? Mark the space or spaces which apply to you.
 New Zealand European
 Māori
 Samoan
 Cook Island Māori
 Tongan
 Niuean
 Chinese
 Indian

Other such as DUTCH, JAPANESE, TOKELAUAN: Please state:

5. In how many languages can you hold a conversation about a lot of everyday things?
 languages

6. Are you right-handed, left-handed or ambidextrous? (An ambidextrous person is able to use their right and left hands equally well.)
 Right-handed
 Left-handed
 Ambidextrous

7. What is your height, without shoes on? Answer to the nearest centimetre.
 cm

8. What is the length of your right foot, without a shoe? Answer to the nearest centimetre.
 cm

9. What is your arm span? Answer to the nearest centimetre. (Open arms wide, measure distance from tip of right hand middle finger to tip of left hand middle finger.)
 cm

10. What is the circumference of your left wrist? Answer to the nearest centimetre.
 cm

11. What is the circumference of your neck? Answer to the nearest centimetre.
 cm

図 3. CensusAtSchool の 2017 年調査の質問紙の一部。

まり、授業時間内で収めやすくなっている。

松田実践では、1 回目の調査では思うような結果が出ず、やり直したことを考えると、データを配布するニュージーランド流の授業は教員・生徒ともに負担が少なくなっている。

4. 取り上げた実践及び教材における PPDAC サイクルのプロセスにおける相違

松田実践、藤原実践においては PPDAC サイクルが授業に取り入れられていることが明確であるが、ニュージーランドの実践においては、「問題」「計画」「データ」に該当する活動について、定義とは異なり簡略化されている。ニュージーランド流の教材や授業は PPDAC とは異なるものであると狭く解釈するよりも、既存のデータから価値ある情報を見出す力の育成に通じるものがあることから、このような簡略化した PPDAC サイクルもあると受け止め、授業設計の幅を広げる方が現実的である。

ニュージーランドのような既存のデータを配布する実践における「問題」は、データの項目などを概観し、複数のデータ項目を関連付けて問題設定を行うことである。例えば、「性別」と「反射神経」の項目を関連付け「性別によって反射神経に違いはあるか」と問題設定するようにである。「計画」については、関連付けたデータ項目を選択するのは当然のことであるが、他のデータ項目についても分析に用いるかなどを検討することも含まれる。「性別」「反射神経」だけでなく、「年齢」も交えて分析しようか検討するようにである。既存のデータの配布から授業が展開されることから図 4 のように PPDAC の「D：データ」を起点に問題解決を行っていることもできる。

児童・生徒が自分たちでデータ収集などを行わないため問題解決活動としては簡略化されている部分が多いが、それでも現行の統計指導よりも充実しており、また児童・生徒の作業の範囲も制限されるため、教員としては目が届きやすく、授業運営の負担が少なくなる。

藤原実践においては実質的には、「問題」は教師によって誘導され、結果変数として「のの字テスト」のデータは固定されている。「のの字テスト」の結果に影響を与え得る要因を考える「計画」の部分の方が強く顕在化されている。PPDAC の「P：計画」を起点とした実践と捉えることもできる(図 5)。

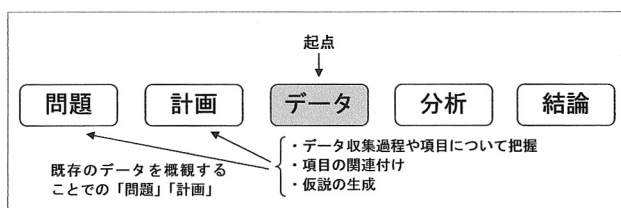


図 4. 既存のデータを利用した場合の PPDAC サイクル。



図 5. 結果変数を固定した場合の PPDAC サイクル。

児童・生徒が収集するデータを想定する活動や実際にデータ収集する活動があることで問題解決活動としては充実しているが、すでに結果変数が固定されていることで児童・生徒の発想や活動の範囲がある程度制限され、授業運営の負担が若干少なく済む。

松田実践はPPDACの「P：問題」を起点とした真正な問題解決と捉えることができる。

起点とするプロセスを前にするほど、問題解決活動の自由度や幅は広がり、それに応じて必要時数の管理や児童・生徒の活動の取りまとめなど教員の負担についても増すこととなる。

5. 今後の統計教育普及のための方策として

松田実践のように真正な問題解決に取り組み、児童・生徒に「問題」や「計画」を行わせるとなると、各自の活動の方向性や集めるデータなど収集が付かなくなってしまうリスクや、授業時間内では処理しきれなくなってしまう懸念が生じる。そのようなリスクを回避し、児童・生徒の意見を生かしつつうまく舵取りをして作業を行わせるには、教員側に統計に対する深い理解や相当の配慮を要求することとなる。ごく一般の教員が通常の授業の範疇で行うことを考慮すると、それほど難しくない統計的問題解決の授業化の仕方について選択肢が必要である。

その点で、藤原実践やニュージーランド教材は示唆に富んでいる。藤原実践のように問題解決の起点を「計画」にシフトし、結果変数を固定してしまえば、始めから統計の舞台に載せられた上での活動が展開されるし、データ収集の活動についても経験・学習させることが可能となる。データ収集や集計・整理の仕方によっては時数もある程度必要になるかもしれないが、真正な問題解決よりも想定範囲に収めやすいという利点がある。

ニュージーランド教材のように起点を「データ」にシフトし、既存のデータを配布する場合にはさらにリスクが軽減されることとなる。データ収集や集計・整理に時間がかかることもなく、また分析に失敗し再度データを集め直すなどのリスクを負わなくてよくなる。自分たちで集めていないデータであることや、問題意識がない中でデータに向き合うことから、主体性に関しては懸念があるが、現地での実践の様子からは十分に意欲的に取り組んでいることが感じられた。現状の教科書教材では、ハンドボール投げなど特定のデータについて2グループを比較するだけというようなものが多く、項目がごく少ないために分析の広げようもない状況である。項目が多岐に渡っていればそれらの組み合わせにより仮説を立てることもできるため、現状よりも大きく前進できることとなる。

一方で藤原実践やニュージーランド教材のような既存のデータを用いた実践では、統計的な問題設定やデータ収集など大事なプロセスに関する指導が浅くなってしまいうことも懸念される。真正な問題解決を通じてしか学べないことについても注意を払い、適宜実践に取り入れていく必要もあるだろう。

教員の力量や各学校の事情も異なることから、授業に取り組む教員が児童・生徒の実態や年間の指導計画等の実情に応じて、上記3種類の授業展開を選択できることが重要である。学習指導要領解説と紹介されている事例は、真正な問題解決に近いものや、保健室のケガの記録など既存のデータを扱う事例など混在しているが、授業化する際の使い分けに関することまでは読み取りにくいので、教員研修の機会などを通じて伝達していくことも必要であろう。

6. まとめ

本稿においては、統計的問題解決に関する実践例や教材を元に、PPDACサイクルの質的相違について分類し、起点のシフトという観点で分析した。起点を「計画」や「データ」など後ろにシフトすることで、児童・生徒及び教員、授業時数等への負担を減らせることが明らかとなった。

新学習指導要領に基づく今後の統計教育は問題解決重視で展開されるものの、現実的にPPDACサイクルの全てを日々の授業において展開することは容易ではない。現状ほとんどの教員が統計的問題解決について知らず、また経験も持たないため、即座に授業化することには無理がある。

本稿における統計的問題解決の分類を生かし、教員に対して選択の幅を提供し、無理のない範囲で授業実践に取り組んでもらうことが可能となる。今後の課題としては、統計的問題解決に取り組む際の教員及び児童・生徒の困難点などについて追究を進めることが挙げられる。

付記

本研究は、JSPS 科研費 17K00969 の助成を受けて行われた。

参 考 文 献

- 青山和裕, 小野浩紀 (2016). 多変数を扱う小学校算数での統計授業について, 日本数学教育学会誌, **98**(8), 3-10.
- 青山和裕, 裕元新一郎 (2016). ニュージーランドの教科「数学と統計」について III, 愛知教育大学数学教育学会誌イブシロン, 第 58 号, 35-44.
- CensusAtSchool New Zealand (2017). *CensusAtSchool New Zealand*, Retrieved from <http://new.censusatschool.org.nz/>.
- 中央教育審議会教育課程部会算数・数学ワーキンググループ (2016). 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).
- 藤原大樹 (2013). 中 1「資料の散らばりと代表値」における生徒の探究的な姿を引き出す授業, 第 9 回統計教育の方法論ワークショップ.
- 文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説算数編, 文部科学省.
- 全国統計教育研究協議会 (1999). 『統計情報教育の理論と授業実践の展開』, 筑波出版会, 筑波.

Consideration of Realization of Lessons with Statistical Problem Solving —Focusing on the Differences between Processes Using Existing Data—

Kazuhiro Aoyama

Department of Mathematics Education, Aichi University of Education

Statistical education has been fulfilled in next national course of study for elementary and junior high schools, especially focused on statistical problem solving. Although in the guidebook of course of study “PPDAC Cycle” has been presented, it is very difficult for teachers to realize that in their lessons. On the other hand, it is easier for them to do lessons with existing data. But it is different with PPDAC process between lessons using existing data and not using those, because there is not the process of gathering data with lessons using existing data. The aim of this article is to analyze the differences of PPDAC Cycle through lesson examples, and derive suggestions for realization of statistical lessons with problem solving.