

小中学校段階における統計的問題設定に関する研究

<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 数学科教育学領域

論文構成

関 大介

序章 はじめに	第4章 統計的問題設定の実態調査
第1章 統計教育の現状と課題	第1節 調査の概要
第1節 統計教育が必要とされる背景	第2節 調査結果と分析
第2節 日本の統計指導に関する概観	第5章 統計的問題設定の指導への示唆
第3節 諸外国での統計指導とそこから見える日本の課題	第1節 実態に基づく統計的問題設定の特徴
第2章 統計的問題設定について	第2節 統計的問題設定に関する指導示唆
第1節 統計的探究プロセスについて	終章 まとめと今後の課題
第2節 統計的問題設定に関する先行研究の概観	参考文献
第3章 日本の統計的探究プロセスに関する取り組み	
第1節 統計的探究プロセス全体に関する取り組み	
第2節 統計的問題設定を分析するための視点	

第1章 統計教育の現状と課題

コンピュータの発達により様々なデータの管理が可能となり、それらのデータを基に新たな知識や情報を生み出せる人材の育成が求められている(渡辺, 2013)。このような社会変化という背景から統計教育の必要性が高まり、平成20年度改訂学習指導要領では「資料の活用」領域が新設されることとなった。また、平成24年度実施全国学力・学習状況調査において「不確実な事象についてデータを基にして予測すること」が問われる問題が出題されたことから、統計への必要性が高まっていることが窺える。

それでは次に、これまでに日本ではどのような統計指導が行われてきたのかを見ていく。学習指導要領の内容について概観すると、統計領域が新設されたのは昭和33年の改訂時からであり、それ以降内容的には昭和43年をピークに平成元年の改訂時まで統計は指導内容に位置づけられてきた。しかし、平成10年の改訂によって小中学校ともに統計指導は学習内容から削除された。その後、平成20年の改訂によって統計領域の内容が再び指導内容に位置づけられるようになったが、平成元年までの指導に立ち戻っただけというわけではない。具体的には、小学校算数科では「数量関係」が

小学校第1学年から位置づけられるようになり、中学校数学科では「資料の活用」領域の新設により資料の「整理」から「活用」が重視されるようになった。西仲(2010)、白井(2010)らの実践を見てみると、データの読み取りだけでなくそこから得た根拠を基に判断することに重点が置かれていることが分かる。

諸外国における統計指導に目を向けてみると、アメリカでは米国統計学会(ASA)が発表した「GAISE レポート」(ASA, 2005)によって統計教育の評価と指導の指針が示された。このレポートでは、統計的問題解決のプロセスの構成要素として「問題の定式化」「データ収集」「データ分析」「結果の解釈」の4つを示し、各要素に対してレベルAからCまでの3段階で学習内容を提示している。ここでは、特にばらつきについての認識を重要視していることが読み取れた。また、ニュージーランドでは2009年から教科名を「数学と統計」に変更するなど、世界的にも特に統計教育に力を入れている。カリキュラムにおける統計領域の内容は「統計的調査」「統計的リテラシー」「確率」の3つで構成されており、小学校低学年段階から3つとも位置づけられている。その中の統計的調査では、アメリカと同様にプロセスが示され、

それに沿った形で活動が行われている（図 1）。

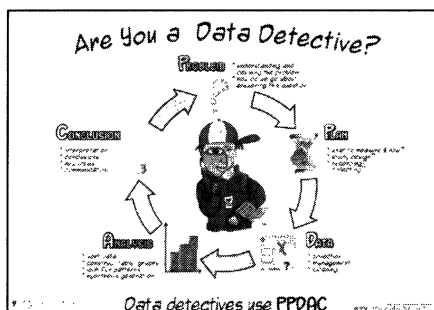


図 1 統計的調査のプロセスを示したポスター

アメリカやニュージーランドにおける統計指導の概観を通して、統計的問題解決のプロセス（統計的探究プロセス）に基づいた指導がされていることが分かった。先述したように、日本の統計指導では図 1 における「Analysis」や「Conclusion」のみに重点が置かれている。しかし、「Problem」のようなプロセスの入り口となる部分にあたる指導が日本では課題であることが明らかとなった。

第 2 章 統計的問題設定について

ニュージーランド等で用いられている統計的探究プロセスとは、Wild&Pfannkuch (1999) が以下の 4 つの次元で提唱した統計的思考のための枠組みによるものである。

- 次元 1：調査のサイクル
- 次元 2：思考のタイプ
- 次元 3：疑問のサイクル
- 次元 4：気質（Dispositions）

この中の次元 1 では、調査のサイクルとして Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion という 5 つのプロセスが示されている（表 1）。

表 1 調査のサイクルの内容（Wild ら, 1999）

Problem	<ul style="list-style-type: none"> ・プロセス全体の流れを理解する ・問題を定める
Plan	<ul style="list-style-type: none"> ・測定のシステム ・“サンプリングのデザイン” ・データの管理

	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査と分析
Data	<ul style="list-style-type: none"> ・データの収集 ・データの管理 ・データのクリーニング
Analysis	<ul style="list-style-type: none"> ・データの探索 ・計画された分析 ・計画されていない分析 ・仮説の生成
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> ・解釈 ・結論 ・新たなアイデア ・コミュニケーション

Wild ら (1999) が「PPDAC サイクルは、より大きな“現実”の問題に基づいた統計的な問題を概念化し、解決することに関係している」と述べているように、これらの各プロセスは現実の問題を統計的な問題として解決するために必要不可欠なものである。そのため、ニュージーランドをはじめとする諸外国では、この PPDAC サイクルに沿った形式で授業における活動を展開している。また、日本においても PPDAC サイクルの各プロセスを基にした「統計的探究プロセス」が広く用いられているが、第 1 章でも述べたようにプロセスの後半部分に重点が置かれているという課題がある。表 1 の内容から、ただ問題を設定するだけでなく「プロセス全体の流れを把握した上で問題設定を行う」ことが必要であることが分かる。つまり、統計的探究プロセスにおける Problem の段階では統計的に解決できる問題を設定する上で、その後の「Plan」から「Conclusion」までのプロセスも想定して問題設定を行う必要があると言える。このように、統計的探究プロセスの Problem 段階で必要とされる「問題設定」と「プロセス全体の想定」という活動自体を「統計的問題設定」として考えていく。

Arnold (2008) や Allmond (2010) は、この統計的問題設定に焦点化した研究を行っている。これらの先行研究は、異なる場面下での統計的問題

設定と、設定された問題を分類するための枠組みを示していた。例えば Arnold では、多変量のデータセットを子どもたちに与え、そのデータに対する問題設定をさせた。それにより、「要約統計に関する問題」「比較問題」「関係性に関する問題」という3つの問題のタイプを挙げ、各タイプについてのカテゴリーを示していた。Allmond では、統計的でない一般的な課題が与えられたとき、統計的に解決できる形の問題を設定できるかどうかを、7段階のレベルで捉えていた。これらの先行研究の概観から、統計的問題設定の場面として以下の2つが挙げられる。

- 場面 1：データセットが与えられた上で問題設定をする
- 場面 2：統計的でない課題(テーマ)に対して問題設定をする

この2つの場面を踏まえ、日本の子どもたちの統計的問題設定を捉えるための視点を得るために、日本における取り組みについて見ていく。

第3章 日本の統計的探究プロセスに関する取り組み

「資料の活用」領域が新設された以降も、統計カリキュラムの改善に向けていくつもの提言がされている(杉元, 2008; 青山, 2013 など)。それらを受けて、日本数学教育学会「資料の活用」検討WGは、「新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提言」(松寄ら, 2014)をまとめ、以下の5つの提言を示した。

- 提言 1: ドットプロットを小学校第6学年で行い、柱状グラフ(ヒストグラム)を中学校第1学年で扱う
- 提言 2: 箱ひげ図に係わるグラフ表現を複数学年に位置づける
- 提言 3: テクノロジー利用を前提とした、ビッグデータや実データを扱う指導
- 提言 4: 架空のデータを扱う指導
- 提言 5: 数学的判断力を育成する統計指導

提言の文言にはないが、「現行の統計の学習内容の見直しと PPDAC サイクル(統計的探究プロセス)を両輪として整合を図る」(p.3)というように、新教育課程の編成に向けて統計的探究プロセスが重要視されていることが見て取れる。

また、青山(2014)は統計的探究プロセスを学習段階等によって取り入れることを視野に、各プロセスの段階を示している。例えば、Problem 段階は以下になっている(表2)。

表2 Problem のレベル(青山, 2014)

Problem I	取り組む問題は、始めから統計的な問題となっており、対象とするデータも定まっている
Problem II	統計的でない一般的な問題から始まり、統計的な問題へと設定していく
Problem III	一般的な問題から始まり、統計的な仮説検定ができる形での問題を設定する

青山(2014)は、このような各プロセスのレベルを学年段階や指導の目的と照らし合わせながら活動に取り入れることを提案している。

これらの提言の基となっているのが、統計カリキュラムの改訂に向けて提案された青山(2013)の統計教育系統案である(図2)。

		統計教育系統案				
学校段階	学年	<視点1> 質的データ 量的データ	<視点2> 質的データと量的データの組み合わせ 統計グラフ	<視点3> 統計的探究プロセス PPDAC	<視点4> 推論・結果 変数の区別	<視点5> 変数の数
小学校	1		棒グラフ			
	2		質的			
	3		棒グラフ	Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion		1つ
	4	箱ひげ図(データ)	2変数(棒グラフ)			
	5	質的×質的	棒グラフ・円グラフ			2つ
	6		変数分布表・柱状図			
中学校	1	質的データ	変数分布表・ヒストグラム	Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion		
	2	質的×量的				複数
	3		箱ひげ図	Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion		
高等学校	1		箱ひげ図			
	2	量的×量的				多数
	3					

図2 統計教育系統案(青山, 2013)

この系統案では、統計カリキュラム改善を検討する上での以下の5つの視点が示されている。

- 視点1：質的データ・量的データ
- 視点2：質的データと量的データの組み合わせ
- 視点3：統計的探究プロセス（PPDAC）
- 視点4：原因・結果変数
- 視点5：扱う変数の数

この5つの視点について考察することで、日本の子どもたちの統計的問題設定の実態を捉え、分析するための視点を得た。

第4章 統計的問題設定の実態調査

第3章で述べた日本における統計カリキュラムの改善に対する提言から得た視点を基に、本章では以下のことを目的とした実態調査を行った。

- ・統計的問題設定をする際、異なる種類のデータをどのように組み合わせて問題を構成するのか
- ・統計的問題設定を行う際、変数間の関係をどのように捉えるのか
- ・一般的な課題が与えられたときにどのような問題を設定するのか

前章までを踏まえると統計的問題設定の指導は必要とされているが、子どもたちの統計的問題設定に関する実態は現時点ではまだ十分に明らかになっていない。そのため、適切な指導を構成するための手がかりが不足している。以上のことより、本調査によって子どもの考え方を明らかにすることは統計的問題設定の指導示唆を得るために有効であると考えられる。

以上のことを踏まえ、本調査では先述した場面1と場面2それぞれにおける統計的問題設定を行わせる。場面1としては、17項目に渡るデータ表を提示し、それに対して問題設定を行わせるというものである。ここでの問題設定を分析するための視点として、以下の3点を用いた。

- ・質的データ、量的データをどのように組み合わせるのか
- ・データの種類に応じた表やグラフの選択ができるか

- ・変数間の関係性についてどう捉えているのか

場面2については、「図書館の貸し出し冊数を増やしたい」という課題を与え、その課題に対する統計的問題設定についての分析を行った。そこでは、「統計的な問題を設定しているか」「必要となる変数は想定できるか」という視点をを用いて分析した。

場面1の調査結果について、まずデータの組み合わせ方は以下のような結果となった（図3）。

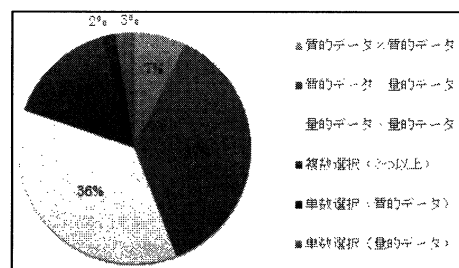


図3 データの組み合わせ方

今回の調査結果からは、自由に質的データと量的データを組み合わせるとき、「質的データ」よりも「量的データ」を選択する傾向が強いことが分かる。

次に、データの種類に応じた表やグラフの選択については、以下のような結果となった（図4）。

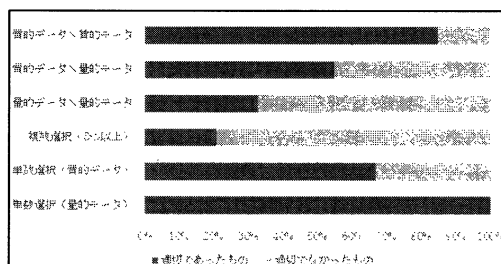


図4 データの種類に応じた分析手法

回答結果から、データの種類に応じた適切な分析手法が十分に選択できていないことが窺える。特に、選択傾向の強かった量的データに関しては、ヒストグラムではなく質的データと同様に棒グラフを用いていたものなどが見られた。これは、質

的データと量的データがそれぞれどのようなことを表しているのかについての理解が不十分であるためだと言える。

最後に、変数間の関係性についての結果は以下のようになった（表 3）。

表 3 変数間の関係性の捉え方

変数間の関係性の捉え方	人数
①変数間の関係性を予測（仮説の生成）して選択している	39
②ただ関係性について見ようとしている	45
③興味本位で選択している（面白そう、とにかく見てみる）	70

①の回答では、選択した変数の関係性について、テレビ等で聞いたことがある、自分自身の予測などといった根拠を基にして何かしらの仮説を立てて問題設定を行っていた。それに対して②の回答では、「関係がありそう」のように関係性についての根拠がなく、予想のみで問題設定をしていた。また、分類とは別に層別の考えをしているものも見られた。

次に、場面 2 での「統計的な問題を設定しているか」という視点における分析結果については以下のようになった（表 4）。

表 4 場面 2 に対する結果

子どもの回答	人数
①統計的な問題を設定している	29
②ただ調査項目のみを書いている	106
③調査の方法について書いている	8
④課題に対して無関係なことを書いている	10

①は、統計的な問題を設定できているものであり、②は調査によって調べてみたい項目のみが書かれているもの、③は調べてみたい項目ではなく調査の方法について書かれているもの、④は、調査や与えられた課題に対して無関係なことについて

て書かれているものである。①では、「どのくらいの頻度で図書館で本を借りるか」というような、一定期間の利用回数を聞くことでデータの収集、分析、結論までの活動を想定できる問題を設定していた。それに対して②では、データの収集を行うときの質問項目のみを並べており、問題設定はしていなかった。また③では、「学校に人でランダムに 10 人に調査を行う」といったように、標本調査等の調査の方法について書かれており、同様に問題設定をしていなかった。

また、この①～④で分類した問題に対してデータの想定に関する結果は以下の通りである（表 5）。

表 5 設定した問題に対するデータの想定

(4)の結果	想定したデータ数			計
	複数	1種類	できていない	
①	16 (55.2%)	9 (31.0%)	4 (13.8%)	29
②	56 (52.8%)	33 (31.1%)	17 (16.0%)	106
③	5 (62.5%)	2 (25%)	1 (12.5%)	8
④	3 (30.0%)	2 (20.0%)	5 (50.0%)	10
計	80	46	27	153

この結果を見ると、①と③のように調べようとしていることは 1 つだけ書いている場合でも、関連するデータの想定が複数できているものの割合が高かった。このことから、与えられた課題に対してどんなデータが必要となりそうであるのかを、子どもたち自身が考えようとしていることが窺い知れる。

第 5 章 統計的問題設定に関する指導示唆

第 4 章で明らかとなった子どもたちの実態を基に、統計的問題設定の特徴についてまとめると以下になる。

- ・与えられた多変量データに対して問題を設定するとき、量的データを用いて問題を構成する傾向が強い
- ・選択した変数同士の関係性についての予測まではせず、興味本位で選択している
- ・データの性質に関する理解や、データの性質に応じた分析手法の想定が不十分である

- ・一般的な課題に対して、問題設定をせずに、調べてみたい項目だけを挙げる傾向が強い
- ・目的がはっきりしないまま調査の方法について考えている
- ・テーマに関連するデータを、複数考えることができる生徒もいる

これらの特徴を踏まえると、今後の統計的問題設定の指導に関する指導示唆として以下の3点が得られる。

- 1 質的データ・量的データそれぞれの性質について理解し、子どもに伝えること
- 2 与えられたデータセットからデータを選択し、そこから問題設定を行わせること
- 3 発達段階に応じて、段階的に一般的な課題に対する問題設定を行う経験をさせること

まず必要であると考えられるのは、データの種類の異なる性質について正しい理解をすることである。データの性質について知ること、統計的問題設定を行う際に層別の考え方など問題を設定するための視点が持てるようになって考えられる。また、データの種類の違いで適切な分析手法も異なってくるため、グラフや表と合わせてどのようなデータを用いることが適切であるか考えさせる指導も必要である。

次に、データセットを与えた場面において統計的問題設定を行わせることである。この場面での問題設定は、データの選択から始まるため早期段階から統計的問題設定に慣れさせることを目的として行うことが期待できる。さらに、発達段階に応じて選択するデータの関係性について考えさせていくことも必要である。

最後に、一般的な課題に対する統計的問題設定を小学校高学年から中学校段階にかけて段階的にを行い、一般的な課題から統計的に解決していく経験をさせていくことが必要である。例えば調べてみたい項目のみを挙げていた場合に、それぞれの項目ではどのようなことが調べられるのかを考えさせ、問題設定を意識させるといった指導が必要

である。

現在の統計指導はデータの分析やそこから得られる結論に重点を置いた指導がほとんどである。しかし、平成20年度改訂学習指導要領で重要視されている「知識の活用」について考えると、日常の文脈から統計的問題設定を行うことは今後重要視されるであろうことが予想される。その際には、小学校段階から継続して活動をさせ、何度も経験を重ねていくことが大切である。

まとめと今後の課題

本論文では、日本の統計指導における課題点を諸外国との比較や先行研究の概観によって明らかにした。そして、課題の1つである日本の子どもたちの統計的問題設定の実態を調査によって明らかにし、そこから3点の指導示唆を得ることができた。しかし、具体的な指導内容や教材の提案までには至らなかったという点が今後の課題として挙げられる。これからの現場における経験を踏まえながら、今後は具体的な指導や教材について検討をしていく。

【主要参考・引用文献】

- ・Wild & Pfannkuch(1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry . *International Statistical Review*, Vol.67, No.3, pp.223-265.
- ・Arnold, P. (2008). What about the P in the PPDAC cycle? An initial look at posing questions for statistical investigation. *Proceedings of the 11th International Congress of Mathematics Education* , Monterrey, Mexico, pp.6-13.
- ・渡辺美智子 (2013). 知識基盤社会における統計教育の新しい枠組み～科学探究・問題解決・意思決定に至る統計思考力～. *日本統計学会誌第42巻第2号*, pp.253-271.
- ・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－探究プロセスに関するスパイラル指導と確率との関連付け－. *日本教育学会誌第96巻第1号*, pp.43-46.