

# 社会的文脈をいかし多変数を扱う 「データの分析」の指導に関する研究

<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 数学教育学領域  
214M043 増田 朋美

## 論文構成

序章 本研究の目的	3.2.3 「科学の道具箱」の機能の概要
第1章 実社会の現状と高等学校の統計指導における現状と課題	3.3 多変数を扱う指導におけるデータカードの利点
1.1 松元他(2014)「高等学校における統計指導に関する現状と課題」から	3.3.1 データカードとは
1.2 実社会のデータ分析の現状	3.3.2 多変数を扱う指導におけるデータカードの利点
1.3 教科書分析からみえる高等学校の統計指導の現状	3.3.3 データカード作成について
1.4 本研究の課題	3.4 「多変数のデータセット」を教材化するにあたっての7つの指針
第2章 社会的文脈における「データの分析」について—先行研究の分析を中心に—	第4章 テクノロジー活用を前提としない場合の教材について
2.1 社会的文脈とは・長崎研究を中心に	4.1 教材と授業構想
2.1.1 長崎(1997)による社会的文脈の定義と教育的意義	4.1.1 教材
2.1.2 関連する国内の授業実践や教材	4.1.2 指導計画
2.1.3 考察	4.1.3 分析の視点
2.2 海外の社会的文脈における教材	4.2 実践とその分析
2.2.1 イギリス「Bowland Maths」にみる「社会的文脈における教材」について	4.2.1 実践の中での生徒の反応から
2.2.2 ニュージーランド「iNZight and VIT」にみる「社会的文脈における教材」について	4.2.2 授業実践後の生徒のアンケート結果
2.2.3 2つの教材の考察	4.3 考察と課題
2.3 めざすべき教材の2つの方向性	第5章 テクノロジー活用を前提とした場合の教材について
第3章 「多変数のデータセット」について—教材化のための指針を中心に—	5.1 教材と授業構想
3.1 「多変数のデータセット」の意義	5.1.1 教材
3.1.1 多変数のデータセットによって育成したい統計的思考力	5.1.2 パラメータについて
3.1.2 統計的探究プロセスについて	5.1.3 指導計画
3.1.3 吉澤(1997)の「多変量解析の楽しみ方」	5.1.4 分析の視点
3.2 テクノロジーを使った多変数の分析	5.2 実践とその分析
3.2.1 テクノロジーを使った多変数の分析の意義と現状	5.2.1 実践の中での生徒の反応から
3.2.2 統計ソフトについての考察	5.2.2 授業実践後の生徒のアンケート結果
	5.2.3 協議会参加者のアンケート結果
	5.3 考察と課題
	終章 まとめと今後の課題
	引用・参考文献

## 序章 本研究の目的

オープンデータ・ビックデータを活用し、これらのデータ解析によって意思決定がなされる社会の現状がある。「データのサイズや適用する問題の規模が必ずしもビックでなくてもデータリテラシーを含むデータ活用能力自身がひろく一般の国民に涵養されるべき基礎コンピテンシーになったと考えるべき」(渡辺, 2013) であって、高等学校の統計教育に、「テクノロジー利用を前提とした、ビックデータや実データを扱う指導」(青山, 2013) が

提言されている。本研究の目的は、現代社会に求められる統計的思考力の育成をめざして、世界や日本の教材を考察し、導出した課題をもとに、めざす力をつけるべく教材を開発することである。

## 第1章 実社会の現状と高等学校の統計指導における現状と課題

松元他(2014)の調査結果から、「データの分析」の指導においては、授業時数は十分ではないという認識はあるものの、教員側もその実情から 8 時間

から10時間程度にコンパクトにまとめることを理想としており、内容は、教科書に示されている概念の説明から用語を理解し、統計量を求めることやグラフをかくことなど、技能や知識・理解を重視する傾向がみられたことや入試に困らない程度の最低限の学習内容を押さえておこうといった指導の現状を考察した。その上で、社会で行われている多変量解析が、解析によって明らかにしたい目的によって、基本となる手順をもってなされていることを明らかにした。それらの基本的な手順の多くが図1-1であげたように、高等学校の学習項目である。

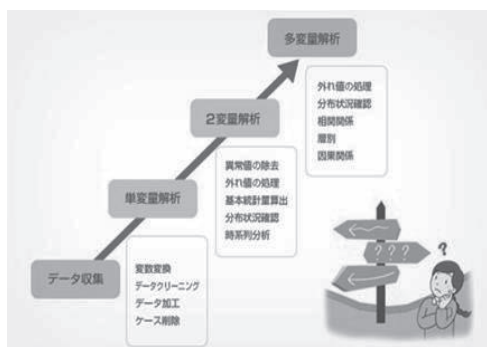


図1-1 多変量解析に至るまでの手順

つまり、高校の学習範囲で、多変数のデータセットを多面的に分析することを通して、データ分析の有用性を学ぶことは可能であると考えたが、現行の「数学I」の教科書分析からは、そのような学習活動が十分なされないことが課題としてあげられた。

## 第2章 社会的文脈における「データの分析」について—先行研究の分析を中心に—

### 2.1 社会的文脈とは - 長崎研究を中心に

「社会的文脈 (social context) における数学の学習」とは、実社会における問題を契機とするもので、数学的モデル化によって、数学世界の問題とし解決を図り、また、実社会に戻っていくものであり、ここでの教育目標は、数学の意味を理解し、実世界の問題を数学の言葉に直す手法や学んだ数学を問題に適用する手法を身につけ、そして数学の社会にお

ける役割を理解することにある (長崎, 1997)。長崎による社会的文脈の定義と教育的意義をまとめ、国内の先行研究を考察したが、現在の「多くの『問題解決的な学習』の主目的は、数学的な知識や技能の習得であり、問題解決という文脈をとりながらも、実際にはその文脈で展開される数学的活動は、あくまで「既成の数学」の追発見を強く志向するもので、現実世界の問題を数学的視座から真に考察させるには至っていない(西村ら, 2013)。」ことが明らかになった。

### 2.2 海外の社会的文脈における教材

イギリスとニュージーランドでは、国家カリキュラムの転換期に一大プロジェクトとして、社会的文脈における問題解決型の学習をさせている。イギリスの「Bowland Maths.」とニュージーランドの「iNZight and VIT」を考察し、海外の「社会的文脈における教材」から、実社会と教育の橋渡しの役割といった観点からも、社会で生きる生徒に必要な統計的思考力の育成のためにも、社会的文脈を大切にした問題解決型の学習が有用であると示唆を得た。同時に、社会的文脈による教材は、与えるデータ数が多く、考察した教材のような学習をさせるためには、テクノロジー活用が前提であることがわかった。

### 2.3 めざすべき教材の2つの方向性

「資料の活用」の単元を通じ、テクノロジーを1時間も使わなかったと回答した教員の割合は、73.9%にも及ぶ (栢元, 2012)。生徒自身がテクノロジーを活用して、データを考察する学習は、さらに少ないだろう。つまり、テクノロジーを活用した「データの分析」は一般的に行われておらず、それらの実情を加味して教材を検討する必要がある。生徒が日常の数学の授業でテクノロジーを使える場合と使えない場合では、適した教材が違ってくるため、テクノロジー活用を前提とする場合としない場合の2教材を開発したいと考えた。扱えるデータの規模が違えば、それに伴って、どんな問題を考えさせ、どんな学習活動がさせられるかが異なってくるか

らだ。本研究の課題として次の3点をあげた。

- ① 高校生に適当な社会的文脈と多変数のデータセットからなる教材を開発する上で必要な条件を明らかにすること
- ② ①を踏まえ、テクノロジー活用を前提とした場合の教材としない場合の2つの教材を開発すること
- ③ ②を実践して、生徒の取り組みの様相から開発した教材を評価すること

### 第3章 「多変数のデータセット」について一教材化のための指針を中心にー

#### 3.1 「多変数のデータセット」の意義

「統計的思考力」を「統計を用いた問題解決の過程で必要となる見方や考え方、判断力、表現力 (Ben-Zvi & Garfield, 2004)」と定義し、将来、データでものを語ったり、意思決定したり、問題解決したりする力を必要とする社会において、生徒には多変数のデータから課題を発見し、それを解決する要因を洗い出す統計的思考力が必要であることと Wild & Pfannkuch (1999) の提唱している統計的探究プロセスは、現実の問題を統計的な問題として解決するために必要な視点であることをまとめた。さらに、吉澤(1997)の「テクノロジー活用の時代における多変数解析の活用の楽しみ方」10項目

- ① グラフで事実をつかむ楽しみ (ヒストグラム・度数図・散布図・外れ値・立体グラフ・層別ヒストグラム)
- ② 事実を説明する楽しみ (ヒストグラム・平均・標準偏差・基本統計量・中央値・四分位値・外れ値)
- ③ 意外性を見つける楽しみ (外れ値)
- ④ 分けてわかる楽しみ (層別・グループ化・平行箱ひげ図・層別散布図)
- ⑤ 違いのわかる楽しみ (質的データのみ：クロス表、多変量連関図・散布図行列)
- ⑥ 説明のつく楽しみ (回帰分析)
- ⑦ 特徴を発見する楽しみ (主成分分析・数量化Ⅲ類)
- ⑧ 複雑さをひもとく楽しみ (多層別分析)

⑨ 技をみがく楽しみ

⑩ データ解析をアートする楽しみ

(下線部は、高等学校学習指導要領で明記されている学習項目と教科書に記載のあった項目) から、それが基本ののつとつた単純な過程であれ、現実問題の本質につながる見識が得られれば、データ分析の有用性や面白さを感じることができるといった示唆を得た。

#### 3.2 テクノロジーを使った多変数の分析

テクノロジーを使った多変数の分析の有用性は明らかになったが、前述したとおり、現状では、テクノロジーを活用した授業が活発に行われていない。その要因として、教室に持ち込める教育用コンピュータの不在と高等学校の教育用の統計ソフトの不在をあげ、統計ソフトやグラフ作成ソフトなどのコンテンツやアプリケーションを考察した。高等学校の統計教育で活用すべきデファクトスタンダードは「Excel」であると考えられるものの、授業の中で活用するには課題が多い。そのため、本研究では、「Excel」のマクロソフトである教育用コンテンツ「科学の道具箱」を利用することとした。

#### 3.3 多変数を扱う指導におけるデータカードの利点

テクノロジー活用を前提としない教材のためのツールとして、ニュージーランドの教具「データカード」を検討した。多変数を扱う指導におけるデータカードの利点とデータカード作成について整理した。

#### 3.4 「多変数のデータセット」を教材化するにあたっての7つの指針

データの規模の差異やテクノロジー活用の有無によって、扱う問題の性質や行える学習活動が異なるといっても、学習によって、構築させたい数学的概念や育みたい統計的思考力は共通である。そのため、教材化のための核となる視点を、社会で行われているデータ分析と吉澤(1997)の見解から導出し、「多変数を扱う教材の7条件」に集約した(研究課題①)。

「多変数を扱う教材の7条件」

1. 流れのある適切なコンテキストの中でデータを理解できること
2. 単変数・2変数・多変数を縦断し、それぞれの分析段階でグラフを比較し、分布を判断できること
3. それぞれの統計量を理解し、それらを活用してデータを比較し、表現できること
4. 外れ値について考察することで意外な事実を発見できること
5. 層別化して変数を増やすことによって違いを比較できること
6. テクノロジー（ツール）を活用し、その有用性を感じられること
7. データの分析を通して、問題解決の一端を表現できること

これらの7条件を満たした教材の詳細と実践について、第4章に「テクノロジーを前提としない場合の教材」を、第5章には「テクノロジーを前提とした場合の教材」をそれぞれまとめた(研究課題②)。

#### 第4章 テクノロジー活用を前提としない場合の教材について

##### 4.1 教材と授業構想

本教材は、7条件を踏まえ、日本経済研究所の大橋(2013)の「地域別にみる少子化と未婚の関係」で、分析されている実データからなる多変数のデータセットに6地方のカテゴリデータを加えたものである。項目は、都道府県別の「合計特殊出生率:%」と、それに纏わる「就業率:%」「三世帯同居率:%」「1000人あたりの保育所数:ヶ所」である。

今回実践した研究授業(全6時間、2014年11月愛知教育大学附属高等学校)では、「田舎と都会の違いとは何か」を話題の発端として、これら4項目について1変数

⑤-23 愛知県	
出生率	1.48
就業率	61.4
同居率	9.3
保育所	2.71

図4-1 データカード

および2変数の分析を行った。さらにデータを地方

ごとに層別化し、それぞれの地域特性を考察した。なお、生徒は、散布図作成や相関係数の求め方等々、教科書の内容を一通り既習している。

##### 4.2 実践とその分析

###### (1) 3時間目の実践

「田舎と都会を強調したい!どんなヒストグラムが正解?」をテーマにデータカードで簡易的なヒストグラムを作り、各変数の分布をグループで考察した。就業率のヒストグラムでは、階級を51から幅2.5にする場合と51から幅1にする場合とで、単峰性・多峰性の変化がある。生徒たちは、データカードを使ってその階級幅を自在に変化させ、就業率の多峰性のヒストグラムから、都会と田舎の境界を得た。



図4-2 多峰性のヒストグラムをもとに層別化

###### (2) 5時間目の実践

「田舎と都会を表す2変数の指標をつかまえよう」をテーマに、出生率と就業率のデータカードで出生率と就業率の散布図を作成し、都会をイメージする関東地方に負の相関、田舎をイメージする北海道・東北地方に正の相関を得た。このことから、「都会はバリバリ働く女性が多い地域だから、(就業率が高いほど)出生率が低くなる傾向があるのではないか。」非正規採用や社会の二極化などの社会的要因や経済的要因のキーワードをあげると、「就職が安定しないと、安心して子どもが産めないからかな。」など、このデータセットの分析結果と社会的文脈を結び付け、自分たちなりに理解した。

##### 4.3 考察と課題

1つめのテクノロジー活用を前提としない場合の教材では、データカードをツールとして使い、47都道府県の地方特性について考察させた。ヒストグラムや散布図の作成時には、互いのアイデアを持

ち寄り、グラフを変化させる様子も見られ、データカードがグループ活動に適している教具であると評価できた。さらにデータを多面的に考察することができる教具であったとも評価できた。データカードでの学習活動は、グラフの分布や基本統計量の考察など、数学的な概念形成の一助といった学習に重きを置いた学習が見込まれた。結果を共有しながら田舎と都会の地域特性を考察し、生徒の感想からもデータの分析による問題解決の一連の流れは実感することはできたと評価した。つまり、テクノロジー活用が前提でない場合の今回の教材では、数学的な概念形成と高校生が将来参画する社会的事象の考察がさせたい学びであり数学的活動であった。

## 第5章 テクノロジー活用を前提とした場合の教材について

### 5.1 教材と授業構想

本教材は、7条件の1を踏まえ、「データでスポーツをしよう」をテーマとして、PlayStationのサッカーゲーム「ウイニングイレブン 2013」に格納されている選手データを分析し、2012年のワールドカップ優勝チーム「スペイン」に勝つオリジナルチームを作ることを最終目的としている。分析する選手は、2012年のワールドカップで上位であった5か国（イタリア・アルゼンチン・ブラジル・スペイン・ドイツ）と日本の合計6か国138名とした。

これらの選手がもつパラメータはオフENSEス力、ディフェンス力、ヘディング精度、ドリブル精度など量的データ23項目と攻撃意識、守備意識、コンディション安定度などの質的データ6項目の計29項目である。これらを国および4つのポジション（フォワード・ディフェンス・ミッドフィルダー・ゴールキーパー）のカテゴリー別に分析し、国別のチームの特徴やそれぞれのポジションの特性、各パラメータの関係性について考察する。つまり、第4章の教材同様、7条件の2・3・4の学習を単変数や2変数で行うとともに、段階を踏みながら、さらに7条件の5の学習をする。オリジナルチームのう

ち、ミッドフィルダー5人以外の6人はすでに確定しているものとし、チームのトータルバランスやポジションごとの選手の特性などそれまでに分析した結果を活かし、最も望ましいと考えられる選手5人を選出し、チームを編成する。編成したチームの良さや選手選定の根拠などをデータに基づいて説得力のある形で主張するのが課題の趣旨である（7条件の7）が、PlayStationのゲームであることも活かし、オリジナルチームとスペインチームとのシミュレーションゲームも実施し、その結果について生徒たちに伝える。今回、扱うデータは138人の31項目とかなりデータ量が多い。学習の形態は「グループ活動による協働学習」を基本とし、実施場所は、コンピュータ室と普通教室を併用した。なお、普通教室で授業を行う際には、2in1PCをグループに1台配布した。

### 5.2 実践とその分析

#### (1)7時間目と8時間目の実践から

2変数の分析結果を選手決定にどう生かすか、生徒の提示の仕方は、主に次の4通りがあった。

①「強い相関関係があるから、2項目の能力が高い選手を選出した」



図5-1 4組5班スライド

②「相関関係や2変数の層別化をし、散布図上の位置を利用して、選手選出を表現した」

選んだ2選手が、ポジションごとに色分けした散布図上のどの位置にいるか丸で囲い、説明をしている。

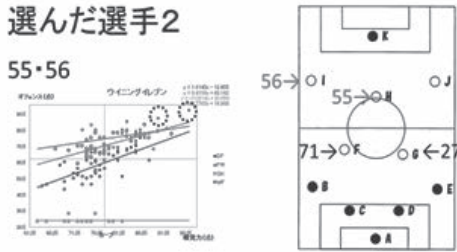


図5-2 4組6班スライド

③「相関関係を利用して、関連が強い項目群をあげた。」

オフェンス⇄ドリブル精度⇄トラップ精度⇄シュートパス精度にそれぞれ強い正の相関があるため、これら4項目は「オフェンス能力について深く関連性がある項目群だ」としている。

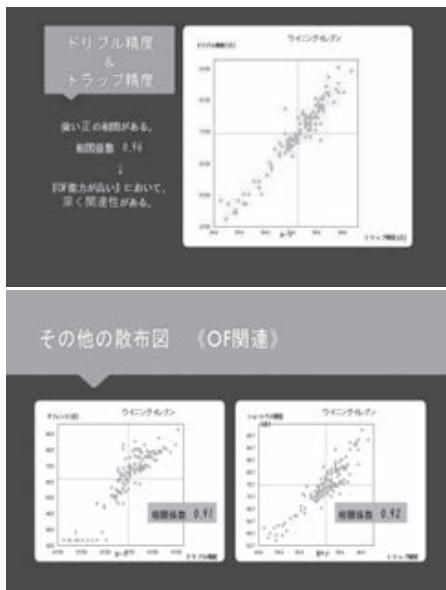


図5-3 1班スライド

④「相関関係がないことで、使う項目を確定した。」  
「キック力とドリブルスピードには相関関係がない」から「この2つの項目の能力が高い選手は強い（チーム作りの目的にあっている）」としている。



図5-4 6班スライド

### 5.3 考察と課題

2つめのテクノロジーが使用できる場合の教材では、ボリュームの大きなデータを扱うことができ、ソフトを使ってグラフ表示し、分布を考察することができ、指標となる基本統計量も自動的に表記されるため、それらを使ってどういった問題解決をさせるかが教材開発の基本の指針となった。解決のための道筋も解決した結果も多岐に渡る自由度の高い問題設定の中で、どういった数学的手法を使い、問題可決に至った経緯を説得ある説明のできるかが、させたい学びや数学的活動の軸であった。また多様な解をシミュレーションによって、フィードバックさせたことも今回開発した教材の特長である。

### 終章 まとめと今後の課題

選択するツールによって、適切な教材が違うため、異なった教材を開発したわけだが、それらの教材での実践でみせた生徒の学習の様相や感想は、今後の統計教育において示唆的であった。

7条件を網羅した2つの教材は、PPDACサイクルの各プロセスで観点をあげ、評価したが、7つの項目の学習を通して、それぞれのツールによる異なった教材でも、概ね目的としていた生徒の学習を引き出すことができ、データ分析を通してなされる問題解決の一端を経験し、「統計的思考力の育成」

を図ることができたと判断した。(研究課題③)

今後の課題として、次の3点をあげる。

- ①さらなる教材の開発で、「7つの条件」を検証すること
- ②学習の評価規準や観点の枠組み作り
- ③統計でICT活用するための環境整備

#### 主要引用・参考文献

- 青山和裕(2013a).「日本の統計教育における系統性構築に向けた検討と提案」.日本数学教育学会.数学教育学論究.95.Ex.pp.1-8
- 大橋知佳(2013).「地域別にみる少子化と未婚の関係」日本経済研究所
- (株)Albert  
<http://www.albert2005.co.jp/technology/multivariate/basis.html>
- 長崎栄三他(1997).『数学と社会的文脈との関係に関する研究 - 数学と子どもや社会とのつながり -』.平成6年～平成8年度文部省科学研究費補助金(基盤研究B)研究成果報告書
- 西村圭一他(2013).「社会的文脈における数学的判断力の育成に関する総合的研究」.平成22年度～平成24年度科学研究費補助金基盤研究(B)研究報告書
- 松元新一郎他(2014).「高等学校における統計指導に関する現状と課題-数学I『データの分析』に関する教師調査の分析に基づいて-」.第47

回秋季大会発表集録日本数学教育学会.pp.307-310

吉澤正他(1997).『多変量解析事例集第2集』.日科技連

渡辺美智子(2011a).「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.35-2.pp.71-83

渡辺美智子(2011b).「Math in Daily Life - データを見てチームを強くする戦略を立てられるのか? -」進研ゼミ高校講座『高1エンカレッジ数学』6月号

Ben-Zvi.D.&Garfield.J.(2004).Statistical literacy. reasoning and thinking:Goals,definitions.and challenges.In D. Ben-Zvi. & .Garfield(Eds.).The Challenge of Developing Statistical literacy. Reasoning and Thinking.Dordrecht:Kluwer Academic Publishers.pp.3-15

Bowland maths. <http://www.bowlandmaths.org.uk/iNZight> and VIT  
<https://www.stat.auckland.ac.nz/~wild/iNZight/dl.html>

Moore.D.S.et al.麻生一枝(訳)(2008).『実データで学ぶ.使うための統計入門』.日本評論社

Wild&Pfannkuch(1999).Statistical Thinking in Empirical Enquiry. International Statistical Review. Vol.67.No3.p223-265.