

# 統計教育を取り巻く環境の変化と今後の推進に向けて

愛知教育大学 青山和裕

## 1. はじめに

2008年から2009年にかけて行われた小・中・高等学校学習指導要領改訂を受け、算数数学科における統計関連領域の指導内容は大きく様変わりした。小学校では従来のグラフ指導に加え、第6学年で度数分布表や代表値としての平均が扱われることとなり、中学校数学科では「資料の活用」領域が新設され、さらに高等学校数学Iに「データの分析」が新設される運びとなった。これにより、中学校段階で分断されていた日本の統計教育が、小・中・高等学校を通して一貫して行える環境が一応は整ったこととなる。内容、系統、指導方法等まだまだ解決すべき問題は山積しているが、今回の改訂は日本の統計教育改善に向けて大きな一歩を踏み出したと評価できる。

2009年度は移行措置期間であり、中学校数学科「資料の活用」の指導もすでに始められている。補助教材などを手掛かりに進められていることと思われるが、中学校、高等学校の多くの数学科教員にとって、「資料の活用」、「データの分析」を指導することは相当の負担になることが想定される。これまでに教員として指導した経験がない、あるいは学習者としても学んだことがないなど、未知の内容を指導するとなれば戸惑って当然である。高等学校の数学科教員の中で今回取り入れられた「四分位範囲」、「箱ひげ図」について知っている方はそれほど多くないだろう。

本稿では、今回の学習指導要領改訂により定められた確率・統計に関わる内容について概観するとともに、今後実践を進めて行く上でポイントとなるキーワードや課題点についてまとめることで、これからの統計教育推進のための足がかりとしたい。

## 2. 統計関連領域の指導内容について

### 2.1 小学校の指導内容

学校段階ごとに今回の改訂の特徴を概観してみよう。まず小学校段階では学習指導要領の記載上はそれほど大きな変化はない。基本的にはこれまで通り、グラフの指導が中心となる。学習指導要領解説には、第1学年で一番初歩的なグラフである絵グラフに関する記載もあり、第2学年では考察の対象をそのまま絵で表すのではなく「○」などに代替することが記載されているため、ドットプロットなどの扱いも可能である。さらに第3学年の棒グラフ、第4学年の折れ線グラフ、第5学年の円グラフ、帯グラフとグラフの指導はつながっていく。第6学年の内容は変更点が多く、代表値の観点からの「平均」の扱いや、それと合わせて資料の散らばり具合にも注目するように指示が出されている。加えて度数分布が盛り込まれたことも大きい。が、「度数分布を表すグラフ」という記載もあるので、ヒストグラムを合わせて指導することも十分に可能である。また確率の初歩についてこの学年で扱われるようにもなった。

平成20年1月に出された中央教育審議会答申によれば、今回の学習指導要領改訂のポイントとして「思考力・判断力・表現力等の育成」が挙げられており、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能を活用する学習活動を充実させるとある。このような改訂趣旨を踏まえると、内容上の記載がそれほど変わってはいなくとも、これまでよりもかなり実践的な指導が進められることも想定できる。グラフの書き方、読み方の指導だけにとどまらず、子ども達が自分たちの興味や問題意識に沿ってデータを集め、それを表やグラフを用いて分析し、その結果を報告させるような実践的な指導が意図されているように解釈することもできよう。

## 2.2 中学校の指導内容

現行の学習指導要領では、中学校で確率の内容しか扱われておらず、統計に関する内容が皆無であったことが大きな問題点であった。それが今回の改訂で「資料の活用」領域として新設され、特に第1学年と第3学年で統計の指導が行われることとなった。第1学年では、代表値の指導として小学校で扱った平均値に加えて、中央値、最頻値も扱う。分布が対称でなかったり、データの中に極端な値がある際には、平均値を代表値として採用するのは適切でない場合があるといった平均値の頑健性の低さなどが扱われるようになったことは注目に値する。資料の散らばりについては分散、標準偏差、四分位範囲などではなく、「範囲」として最大値と最小値の差を扱うだけであるが、これも資料の分布の様子をとらえる上では大切な概念である。ヒストグラムの扱いに関しては、実質的には小学校第6学年で指導される可能性が高いとはいえ、この段階できちんとおさえることとなる。学習指導要領解説には、小学校の繰り返しになるのではなく、取り扱う資料の範囲が社会一般的なものに広がったり、扱う資料も大量になったりするとある。まさに「活用」ということが意識されているコメントだと思われるが、そういったことからコンピュータの利用についても明記されているのだろう。第3学年では、標本・母集団の扱いや標本調査などが設定されている。旧来の「資料の整理」でも扱われていた内容であるが、今回の指導要領の改訂趣旨や数学的活動が強調されていることから考えても表面的な扱いではなく、実際に標本調査の計画を立てて母集団について推測を行うような内容、あるいはインターネット経由でのデータ収集、標本抽出に関するシミュレーションなども指導が進められることが期待される。

## 2.3 高等学校の指導内容

これまで内容としては設置されながらも、実質的な指導はほとんど行われていなかったと言われる高等学校数学科において、必修科目である数学Ⅰに「データの分析」が設置された意味は非常に大きい。すべての高校1年生が「データの分析」を履修するということはもちろんのこと、それ以上に影響力があると思われるのは、大学入試センター試験において必修問題として出題されることである。このことが高等学校の数学科教員の意識に大きく働きかけることは疑いようがない。合わせて、高等学校の入試問題も「データの分析」と「資料の活用」とのつながりを踏まえて出題されるようになるであろう。

「データの分析」の内容としては、中学校で扱いきれなかったデータの散らばりの指標として、分散、標準偏差、四分位範囲、四分位偏差を扱う。また散布図や相関についても扱うこととなっている。分散、標準偏差、散布図、相関についてはこれまでも指導内容として扱われたことがあるため内容について理解のある教員も多いだろう。特筆すべきは、「四分位範囲、四分位偏差」である。どちらも前提として四分位数の指導が必要になるが、高等学校数学科教員の中にはこれまで聞いたことがないという方もいるだろう。また、最小値、第1四分位数、中央値、第3四分位数、最大値の5つを合わせて5数要約というが、これも指導可能となったし、5数要約をもとにグラフ表示した「箱ひげ図」の扱いについても学習指導要領解説には明記されている。箱ひげ図はデータの分布を概観するための有益なツールとしてヒストグラムと合わせて大変よく用いられており、諸外国のカリキュラムにも取り入れられている。

数学Ⅰだけに限らず、「数学活用」の中には「社会生活における数理的な考察」として、データの分析が扱われることとなっている。ここではコンピュータを積極的に活用することや移動平均、社会の中で用いられている統計グラフ等の批判的な検討などが盛り込まれている。

### 3. 今後の実践を進めて行く上で

#### 3.1 統計解析プロセスの採用

学習した内容を活用するというを視野に指導を進めるならば、始めからデータを与えて分析を行わせるだけではなく、児童・生徒が自分たちで問題を設定し、調査計画を立て、実際にデータ収集を行い、そのデータを分析し、設定された問題に対する結論をまとめるような活動も取り入れる必要がある。実際、諸外国で進められている統計教育の教材事例をみると、専門家が行う統計解析のプロセスに基づいて、生徒にも同じプロセスを踏襲させるように質問項目が設置されていることが多い。このような指導は「文化化 (enculturation)」(Ben-Zvi, D., & Arcavi, A., 2001)と表現されることもあるが、授業の中に取り入れていくことでより実践的な指導を進めることができよう。例えばニュージーランドでは、「Problem—Plan—Data—Analysis—Conclusion (頭文字をとって PPDAC サイクルと呼ばれる)」(Frankcom, 2009)という統計解析プロセスに基づき、統計の授業を進める上でのガイドラインとして、授業で扱うワークシートもこのプロセスに沿う形で設計されている(青山, 2008)。

表1：ニュージーランドの統計解析プロセス

Problem	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題について理解し、定める</li> <li>・その問題に答えるためにどうすべきか考える</li> </ul>
Plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>・何をどう測るべきか?</li> <li>・研究計画や記録の仕方、データの集め方について考える</li> </ul>
Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データを集める</li> <li>・データの扱い方に注意する</li> <li>・データのクリーニングを行う</li> </ul>
Analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データを分類する</li> <li>・表やグラフを作る</li> <li>・パターンを探す</li> <li>・仮説を立てる</li> </ul>
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>・解釈する</li> <li>・結論付ける</li> <li>・別のアイデアを浮かべる</li> <li>・コミュニケーションをとる</li> </ul>

### 3.2 実データの活用

より実践的な内容で指導するために架空のデータではなく実際のデータを扱うことも考えなくてはならない。国勢図会等の書籍はもちろんのこと、インターネット経由でもかなりの実データを手に入れることは容易であるが、授業で扱いやすいデータを手に入れるのはなかなか難しい。統計教育用にデータを提供しているサイトをここではいくつか紹介する。

・総務省統計局の統計学習サイト (<http://www.stat.go.jp/edu/index.htm>)

小中学生向けの「なるほどデータ for きっず」や高校生向けの「How to 統計」などのサイトが設置されている。「なるほどデータ for きっず」では統計の基本用語に関する説明から統計局の持つ各種データなど提供されている。「How to 統計」では高校生や指導に当たる教員向けに統計の基本的な内容に関する説明から実際のデータを分析した事例集などが提供されている。

また現在、統計局のデータを授業で活用しやすくするために、指導案形式で提供すべく開発と準備が進められている。対象学年と扱う概念が明記される形で指導案とともに実データが提供されるため、教員にとって使いやすいものになると期待される。

・データで学ぶ 統計活用授業のための教材サイト (<http://stat.sci.kagoshima-u.ac.jp/~data/>)

統計関連学会連合統計教育推進委員会によって開設されたサイトで、「地理と人口」、「環境と自然」などのジャンルごとに分類され実データが提供されている。また「工具箱」として、エクセルの基本機能にはないヒストグラムや箱ひげ図を容易に作成できるマクロファイルや、フリーのヒストグラム作成プログラムなども提供されている。

・センサス@スクールプロジェクト (<http://random.ism.ac.jp/cas/>)

国際的な生徒参加型データとそれを活用した教材ワークシートなどを入手できる(青山, 2008)。サイト内に設置されているアンケート項目に児童・生徒が回答することでプロジェクトのサーバデータが集積されるようになっていく。授業で活用できるように実データとして集積されたデータの一部をダウンロードすることができる。同様のプロジェクトがイギリス、ニュージーランド、カナダ、オーストラリア、南アフリカ、米カリフォルニア州でも実施されており、他国のデータをダウンロードして国際比較など分析の幅を広げた扱いも可能となっている。

実データを扱うことは児童・生徒に統計が実社会でどのように活用されているかを伝え、有関感を持たせるのに適しているとともに、実践力を養うことへもつながるので今後充実していくものと思われる。ただし、実験・計測によりデータ収集を行う際の誤差・近似値の扱いや、観察対象の数値化、アンケート調査での記入漏れ、記入ミス等の扱い方など注意を要する点も多く生じてくる。例えば植物の葉の枚数を調べるにしても、他と比べて小さな葉や大部分が欠けている葉を1枚とカウントするかどうかなど、データを収集するにあたって細かく定める必要がある場合もある。収集したデータを分析するにあたって、はずれ値の扱いはもちろんのこと、アンケート用紙への記入漏れや、明らかに虚偽の内容を記載している被験者の他の項目への回答内容を分析に含めるかどうかなど検討すべき事項が想定外に膨れ上がることがあり、授業者への負担と

なることがある。

### 3.3 コンピュータの利用

先に述べた授業で扱えるデータや教材をインターネット経由で手に入れることや、大量のデータの分析のためにもコンピュータを活用せざるを得なくなる。分析で用いる際には、多くの学校で Microsoft Office Excel を使うことになるだろう。これについてもいくつか問題点がある。

まず、ヒストグラムを表示する基本機能がないことが挙げられるだろう。度数分布表を作るにあたって、各階級にあてはまるデータの個数を数えさせる「countif 関数」や「frequency 関数」を使わなくてはならず、これらを使っても「～以上、～未満」という設定ができずに苦勞する。そのやり方を生徒に教えて分析にあたらせるには相当の根気が必要だろう。

他にも、高等学校数学 I 「データの分析」で扱う四分位数についても扱いが難しい。「quartile 関数」を使えば四分位数を算出してくれるのだが、エクセルの中での演算設定は学習指導要領の定義とは異なっているため、この定義に基づいて手計算で求めた値とエクセルで表示される値は異なってしまうことが多いのである。わずかなずれなので、大量のデータを分析する際には特に問題にならないのであるが、このような曖昧さに抵抗感を抱く教員や生徒がいてもおかしくない。

### 3.4 入試問題

大学入試センター試験で出題されることで高等学校での指導に大きく影響するだろうということは先に述べたが、現実には出題される問題の内容に大きく依存する。選択式の問題という制約の中、生徒の実践的な統計活用力を測ることは本当に可能なのだろうか。

例えばオーストラリアのビクトリア州の教育制度では大学入学の際に、日本の大学入試センター試験のように選択式の問題で構成される試験が実施されているが、その結果は入学に関わる点数配分の中の 50% を占めている。残りの 50% は、大学ごとに実施される二次試験などではなく、高等学校（正確には 6 年一貫の中等学校の最後の 2 年間）の成績評価によるものとなっている(青山, 2007)。中等学校における統計の指導では、かなり実践的な内容が扱われ、生徒たちは自分たちでデータ分析やレポートの作成などを行っている。大学入学試験で課される問題は選択式でごく基本的な内容に限られているが、実践的な統計活用力は中等学校での成績評価に基づいているため教育目標と評価方法との乖離が少なくおさえられている。

日本ではこのような制度をいきなり導入することはできないであろうが、大学入試センター試験の問題でも数学 I 「データの分析」の内容を踏まえた活用力を問うような問題が出題されることを期待したい。

### 3.5 教科間の連携について

算数数学科で実践的な統計の内容を扱っていくと、社会科や理科など他教科の指導内容と重複するケースなどが生じてくる。実際、理科では実験からデータを計測し、グラフ表示なども活用

しながら分析し、対象の性質や法則性など理科に関わる内容の学習が進められている。社会科でも気温や降水量、輸出入の金額や品目などに関して、当たり前のように各種グラフが活用されている。これらの指導はそれぞれの教科の枠内での教育目標に沿って行われるため、統計教育という観点からすれば不十分な点もある。例えば、理科で扱われるグラフの内容は算数科で扱われるグラフの指導との対応が十分に取れておらず、統計的な系統と理科の教科書での扱いの順序に食い違いが生じているなどである。

一方で、算数科で行われているグラフ指導に関しては、棒グラフ、折れ線グラフなど基本的な内容は扱われるものの、それらを複合させたグラフやイラスト混じりのグラフなど、実際に新聞、雑誌等のメディアで目にするような複雑なグラフはなかなか扱われない。その点、社会科では統計地図なども含めて、広範なグラフが活用されている。

このように統計教育という観点から算数数学科と他教科での指導内容を見渡してみると、それぞれに足りない点を補い合って教育効果を高める余地が十分にあるように思われる。日本に統計教育が導入された当初からこのような視点はあったのだが(全国統計教育振興協議会, 1967), うまく機能してこなかった。少なくともクラス担任制でほとんどの教科の指導に当たる小学校においては、教員個人の配慮でもって教科間の連携を図ることが可能になるため取り組んでもらいたい。

#### 4. まとめ

学習指導要領が改訂され、統計教育に関する内容の整備が進んだとはいえ、どのような教育が実施されていくのか具体像はまだ見えてこない。ただでさえ新規の内容で教員への負担が大きい中、教科間の連携などという視点まで加味すれば、これまでの算数数学科の内容とあまりにもかけ離れてしまうため、うまく機能しないかもしれない。とはいえ不確実性を扱う唯一の単元としての意義も大きいため、各方面からの支援と合わせていい形で根付かせていきたい。

#### 参考・引用文献

- 文部科学省 (2008). *小学校学習指導要領解説 算数編*, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2008). *中学校学習指導要領解説 数学編*, 教育出版.
- 文部科学省 (2009). *高等学校学習指導要領解説 数学編*,  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm) (2009年10月30日現在)
- Ben-Zvi, D., & Arcavi, A. (2001). Junior High School Students' Construction of Global Views of Data and Data Representations. *Educational Studies in Mathematics*, 45, 35-65.
- Frankcom G. (2009). Statistics Teaching and Learning: The New Zealand Experience, *統計教育実践研究 No.1*, pp.18-27, 統計数理研究所.
- 青山和裕 (2008). 新領域「資料の活用」に向けた統計学習環境の構築, *愛知教育大学数学教育学会誌 イブシロン*, 第50号, pp.31-37, 愛知教育大学数学教育講座
- 青山和裕 (2007). 日本の統計教育改善の方向性についての検討, *日本統計学会和文誌 Vol.36, No.2*, pp. 263-277, 日本統計学会.
- 全国統計教育振興協議会(1967). *統計教育の手びき*, 全国統計教育振興協議会.