

# アジア・オセアニア諸国における 初等中等統計教育カリキュラムの比較研究<sup>†</sup>

深澤弘美\*, 竹内光悦\*\*, 二宮智子\*\*\*

Comparative research of statistical education curriculum for primary and  
secondary school in Asia and Oceania

Hiromi Fukasawa\*, Akinobu Takeuchi\*\* and Tomoko Ninomiya\*\*\*

今日の国際社会・情報化社会としての急激な変化の中で、教育も改革の時を迎えている。これからの21世紀社会の将来を見据え、数学教育も社会の要請に十分答えられる内容へ変化することは必然である。その中で統計教育に対する要請は企業やあらゆる分野の大学教育においてきわめて高い。一方、我が国の初等・中等教育の数学における統計の内容は、戦後最も乏しい状況となっている。本研究は、諸外国の統計基礎教育カリキュラムを比較研究することにより、国際的なカリキュラムのスタンダードを見出し、我が国の初等・中等教育における統計基礎教育の充実を図るための礎を築くことを目指している。調査の対象は、シンガポールをはじめとするアジア・オセアニアの7カ国である。調査の結果、アメリカやカナダ、イギリスなどのいわゆる先進諸国のみならずアジア・オセアニアにおいても、算数数学教育の中で「統計」あるいは「チャンスとデータ」といった領域を設けて統計基礎教育を充実させている国が多いことが分った。それらの国では、初等教育の初期段階からグラフを用いて「データの分布」、「データのばらつき」の概念を捉えるデータ中心の教育カリキュラムにより、身近な実データを活用し、データを読み、解き、捉え、そして説明するといった活動を繰り返しながら統計リテラシーを身に付けていく教育が行われている。

In today's ever changing globalized and information-based society, we must continually initiate and support reform in our education systems. We recognize the need for quality instruction and learning in statistical education in both corporations and universities. This report is a comparative research study of statistical education curricula in seven countries — Singapore, Taiwan, Malaysia, the Philippines, India, New Zealand and Australia. Based on these researches, we carefully evaluate the Japanese statistics curriculum and propose a standard curriculum for statistical education for primary and secondary schools in Japan. The U.S.A., Canada, and Germany provide substantial programs in statistics related education in their schools. There are also many countries in Asia and Oceania which emphasize statistics education in their schools. In these countries, statistics education and instruction on the idea of probability is undertaken using well known and real data. Basic statistical knowledge including "Distribution of Data" and "Variability" are also taught at an early stage in primary school.

<sup>†</sup> 本論文を作成するにあたり、国立教育政策研究所の瀬沼花子氏から多くの貴重なコメントおよび資料の提供を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表したい。なお、本研究の一部は日本統計学会研究部会（統計教育に関するカリキュラムと教育コンテンツの国際比較研究部会、主査：竹内光悦）の助成を受けている。

\* 東京医療保健大学医療保健学部、〒154-8568 東京都世田谷区世田谷 3-11-3

\*\* 実践女子大学人間社会学部、〒191-8510 東京都日野市大坂上 4-1-1

\*\*\* 玉川大学経営学部、〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1

## 1 はじめに

統計教育プロジェクト<sup>1)</sup>では、わが国が国際社会・情報化社会の中で競争していくために、国民の素養として必要な統計を身につける教育カリキュラムのスタンダードを早急に作成・提案し、しかるべき組織での検討を依頼する必要があるという共通認識に至っている。統計教育カリキュラムは教育対象と目的から、1) 初等・中等教育における統計教育、2) 大学基礎教育としての統計教育、3) 大学・大学院の各専門領域で活用するための統計教育、4) 統計の専門家を育てるための統計教育、5) 統計教育者のための統計教育、6) 社会人のための統計教育など、各領域に分けて考えなければならないが、それぞれは独立ではなく互いに結合され、全体として大きく一つにまとめられ矛盾のないことが必要である。最終的にはそれら全体のカリキュラムのスタンダードを作成・提案することを目標とするが、プロジェクトが複数の学会との連携の下で2005年8月に中央教育審議会会長宛てに提出した「21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進への要望書 ―21世紀の知識創造社会をリードする人材育成のための継続的な統計教育の推進への要望について―」（日本統計学会他（2005））を受け継ぎ、まず初等・中等教育における統計教育カリキュラムのスタンダードの提案を早急に実現しなければならないと考える。世界的視野に立って将来を見据えたカリキュラムの提案を実現するためには世界各国のカリキュラムを調査・比較研究し、その上でわが国の教育全体のシステムに合ったカリキュラムを再検討することが重要である。

これまでの先行研究において、アメリカ、カナダ・オンタリオ州やドイツの主要な州の統計教育のガイドラインやカリキュラムはインターネット（National Council of Teachers for Mathematics の Web ページ、Government of Ontario, Canada の Web ページ、Deutscher Bildungsserver の Web ページ）でも公開されており、既に調査・報告もされている（藤井（2005）、National Council of Teachers for Mathematics（2000））。今回我々はアジア・オセアニア地域に焦点を当て、各国の初等・中等教育の統計基礎教育として、特に算数・数学科における統計教育カリキュラムについて Web サイトや資料、文献を通して調査・研究を行った。本論文においてそれらの結果を報告する。論文の構成は、2章で統計教育カリキュラムの国際比較に至った背景を述べ、3章でわが国の初等・中等教育における統計教育カリキュラムの現状を述べた後、4章でアジア・オセアニア各国の教育制度、5章でアジア・オセアニア各国の統計教育カリキュラム、6章で各国の統計教育カリキュラムのまとめを行う。最後に今後の調査・研究の方向性について触れる。

## 2 背景

統計教育カリキュラムの国際比較に至った背景を、統計教育への期待、統計教育の現状、そしてアメリカ、カナダ、ドイツのいわゆる先進国との比較による3つの視点からまとめる。

### 2.1 統計教育への期待

これまでに実施・報告された幾つかのアンケート調査結果から、社会の統計教育への期待が大きいことが考察できる。

#### (1) 企業における数学の需要度調査

東証1部・2部上場全企業1935社を対象とする「企業から見た数学教育の需要度調査報告書」（武田（1995））によると、“大学で学んでほしい数学分野”については、文系出身者に対しては72.2%、理系出身者に対しては77.8%の企業が“統計学”を選択し、いずれも第

<sup>1)</sup> 日本統計学会統計教育委員会と数学教育学会統計分科会を総称し統計教育プロジェクトと呼ぶ。

1位である。特に文系出身者に対する“統計学”の選択率は、2位（プログラミング、49.4%）以降の内容の選択率を大きく引き離している。

同様の東証1部・2部上場企業2060社（有効回答399社）を対象に行われた「企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—」（瀬沼（2004a））によると、算数・数学教育の内容を28項目に分けた場合の選択率において、

- ◆ 仕事をするうえで大切な算数・数学：「データに基づく予測」第4位
- ◆ 特に大切な部課・部署がある算数・数学：「統計」第2位
- ◆ 「大切でない」と思わない算数・数学：「データに基づく予測」第2位、「統計」第5位という結果が得られている。この報告では企業が期待する人間像は、“数が分かり計算ができ、データに基づいて予測でき論理的に考えられ、判断力があり、統計ができ、簡潔に表現できる”人材であるとまとめられている。

## (2) 算数・数学教育の内容とその配列に関する調査

「算数・数学教育の内容とその配列に関する総合的研究」の報告書（長崎（2005））によると、「調査」は、2003年—2004年に実施され（回答者：研究者416名、小中学校の保護者1,828名、数学者333名、小中学校の教師1,901名、指導主事等160名、数学教育研究者53名、合計4,691名）、調査内容は、算数・数学科における指導内容の重要度を、内容、能力・技能、姿勢・態度の3点から調べている。報告書では、算数・数学科の内容（全部で26項目）の中で全ての分野の調査対象者がそれぞれに8割以上重要であると回答した項目は、整数とその計算、グラフや表、データの傾向であることが述べられている。「グラフや表（例えば、棒グラフ、円グラフをかいたり読み取ったりすること）」と「データの傾向（例えば、平均、散らばり方を求めることなど）」のそれぞれの選択率は、文科系、理学・農学、医学、複合領域の研究者全てが1位と2位、小学校保護者が3位と6位、中・高等学校保護者が4位と5位、工学の研究者が8位と9位である。特に文科系の研究者の選択率は、各項目の選択率平均が61%で、半数近くの内容が50%以下の選択率であるにもかかわらず、統計に関する2項目についてはそれぞれ88%と91%と群を抜いて高い数値を示している。また教師の2項目についての選択率は、小学校教師が99%と97%（各内容の選択率平均：82%）、中学教師が97%と89%（各内容の選択率平均：88%）、高等学校教師が96%と85%（各内容の選択率平均：91%）となっている。高等学校教師の各項目の選択率において、「データの傾向」は平均を下回り、下から10番目となっている。これは他の対象者の選択率が上位であったことと比較して特徴的である。

## (3) 卒業生の数学への意識調査（筑波大学附属駒場中・高等学校の場合）

スーパーサイエンス・ハイスクール研究開発指定校の筑波大学附属駒場中・高等学校の数学科が、「研究テーマ：～高等学校と大学をつなげるカリキュラム開発の基礎的研究～」において実施した過去5年間の卒業生220名（回答数74）への高等学校数学についての意識調査報告書（筑波大学附属駒場中・高等学校数学科（2004））から次のような結果が得られている。

### ① 専門（分野）と繋がりのある数学の内容

繋がりのある数学の内容として、法学、経済・政治、心理学・社会、情報、生物・薬学、医学の各分野で統計が選択され、選択数の合計は最も多い。

### ② 高等学校でさらに扱ったほうが良いと考えられる数学の内容

「確率・統計」は、法学（7/12）、経済・政治（5/14）、教育・文学・心理・社会（2/5）、理学（物理・化学・数学）（6/8）、情報（1/5）、生物・薬学（2/12）、医学（4/14）（カッコ内は、選択者数/全体数、を表す）の各専攻（分野）で選択され、全体の選択率30/74は第1位である（2位は微分積分・微分方程式23名）。

以上は少数の回答からまとめたものであるが、さらに具体的な自由記述においても高等学校で

の統計教育を望む意見が幾つかあげられている。以下はその一例である。

- ・確率・統計は文部科学省のカリキュラム以上の内容をやる意義が極めて強い。現在の生活でもしばしば活用することがある。
- ・統計はどんな分野の研究をやるにしても重要である。世の中には十分な統計的知識を持たない研究者が多すぎるように思う。統計の授業は必須にしても良い。
- ・確率・統計は高等学校と大学で最もギャップのある分野である。
- ・統計に関する講義は高等学校でも扱って欲しかった。統計学は高等学校時代に統計を学んでいない状態では少々難しい。
- ・統計はやった方がよい。ただ多くの分野をやるよりも、基礎を充実させるべき。

筑波大学附属駒場中・高等学校ではアンケート調査結果を踏まえ、統計教育を中・高のどの時期に実践すべきかを検討し、過去の実践経験から統計の基礎的事項は早めに学習した方が効果的であるという判断で、中学校での指導が開始されたことが報告されている(牧下(2005))。

以上の4つの調査結果から、企業の統計教育への需度が高いことと合わせ、研究者、教師、保護者などが統計としての「グラフや表」と「データの傾向」を重要な内容として選択しており、「計算」と同じく算数・数学の基本と考えていることが読み取れる。また、卒業生による調査結果から高等学校においての確率・統計に関する教育を望む声が強いのにもかかわらず、高等学校教師の意識は他の数学の内容に比較してやや低く、教師と卒業生では若干意識のずれがあることも明らかとなった。

## 2.2 統計教育の現状

### (1) 小中高の算数・数学における統計教育

小・中・高等学校のカリキュラムの現状についての詳細は次章に述べることとし、ここでは簡単に触れておく。平成10年(小学校)および平成11年(中学校)の新学習指導要領告示以降、算数・数学教育としての統計の内容は大幅に削減され、小学校の6年生では“平均の意味を知り、使う”の一項のみとなり、“資料の散らばり”は削除されている。中学校では資料の整理や標本調査などの統計に関わる内容が全て削除され、2年生の“基本的な確率”としての確率がわずかに残っている。高等学校の新学習指導要領では、中学校で削除された“資料の整理”が数学基礎と数学Bに移行し、“標本調査”が数学基礎と数学Cに移行した。数学基礎では「身近な統計」が1つの章として取り上げられているが、数学基礎を学習する高等学校は全国で2%であることが報告されている(依田(2003))。数学Bでは「統計とコンピュータ」は4つの学習内容の1つであるが選択制であり、実際に高等学校で教えているケースは少ない。新課程では、殆どの中学校・高等学校の生徒は「統計」を学習しないと言える。

### (2) 大学の統計教育

大学の統計教育は、各担当教員の力量に任されているのが現状である。講義中心にするか実践中心にするか、学習内容を数理統計にするか、データ分析にするか、どういったデータを用いるかなど全て担当教員が決めている。すなわち大学の統計教育は、教育内容も教育方法もさまざまであり、教育の標準化はなされていない。大学での統計教育を一定の水準以上に保つための指針が必要であると考えられる。

## 2.3 アメリカ、カナダ、ドイツの統計教育カリキュラム

アメリカ、カナダ、ドイツのいわゆる先進諸国のカリキュラムの中に本研究の大きな背景がある。本研究のカリキュラムの国際比較はそれらを継続したものである。アメリカやカナダ、ドイツの数学の中での統計教育カリキュラムについては既に文献等(藤井(2005)、National Council of Teachers for Mathematics(2000)、Government of Ontario, CanadaのWebページ、Deutscher BildungsserverのWebページ)で報告されている。アメリカでは、項目“データ分

析と確率”の領域の中で教育スタンダードが示されており、PREK～12（日本の小学校1年生～高等学校3年生）の毎学年に統計教育カリキュラムが配置されている。身の回りのものに関して問題を設定し、生徒自身がデータを集め、データを統計的に分析してまとめ、結果をまとめ、説明や議論を通して理解していくことを繰り返す。幾つかの統計的手法を学びながら、データの収集方法による結果への影響、標本の背後にある母集団、2つの母集団の比較などを学び、最終的にはデータに基づく推測と予測を立てて、それを統計的に評価できることを目標としている。カナダ・オンタリオ州教育委員会が公表している数学科の中の“データ処理と確率”（Ontario Ministry of Education（2005））においても、第1学年～第8学年まで毎年カリキュラムが組まれている。アメリカの場合と同様に、データ中心の教育が繰り返し行われ、徐々に内容が深まっている。ドイツでは州ごとに統計を含めて数学教育の内容が公表されている（Deutscher BildungsserverのWebページ）。ハンブルグ（自由ハンザ都市ハンブルク）の初等教育では、記述統計と基礎的な確率、中等教育レベルⅠではデータ解析（グラフ、データのグループ化、中央値、算術平均）と基礎確率論、そしてさらに中等教育レベルⅡでは基礎確率論と推測統計が含まれている。わが国の初等・中等教育統計カリキュラムは、これら先進諸国のカリキュラムのごく一部にとどまっている。

### 3 わが国の統計教育

本章では他の諸国と比較するに先立ち、日本におけるカリキュラムを紹介する。教育情報ナショナルセンターWebページに示されるように、学習指導要領は昭和22年より何度かの改訂を経て現在にいたっている。算数・数学における統計教育の内容は減少傾向にあり、現在は戦後最も乏しい内容となっている。

平成10年度より、文部科学省が発表する新学習指導要領（小学校、中学校は平成10年12月告示、15年12月一部改正。高等学校は平成11年3月告示、14年5月、15年4月に一部改正）に従い、授業を行っている。以下にわが国の統計教育の現状として、小・中・高それぞれの算数・数学科の学習指導要領における統計の扱いを述べる。

#### 3.1 小学校の算数における統計教育

日本における小学校の算数教育のカリキュラムは第6学年で、数量や図形についての基礎的な知識や技能を身につけ、数理的処理のよさに気づき、生活に生かす態度を育てることを目標としている。各学年はそれぞれ、数と計算、量と測定、図形、数量関係の4つ（第1、2学年は数量関係を含まない）の内容で構成されている。統計教育に関係する主な項目については表1を参照されたい。小学校における統計教育は、資料の効果的な処理として、表を用いた資料の整理や統計グラフを用いた資料の視覚的表現を扱っている。なお、指導計画の作成に関する留意事項として、コンピュータなどの有効活用を行い、表やグラフを用いた表現力を高めることが示されている。

#### 3.2 中学校の数学における統計教育

中学校では、小学校での内容を踏まえ、特に数理的な考察能力や数学的な見方や考え方の育成を目標とし、カリキュラムが組まれている。具体的には第3学年で、それぞれ、数と式、図形、数量関係の内容で、カリキュラムが提示されており、文字式を扱った数式処理や証明、平面図形や空間図形の概念などが挙げられる。

統計教育に関する項目は、直接的にはほとんど扱われず、第2学年の数量関係の項目で、確率のみである。この中では、樹形図を用いて、起こりえる全ての場合を調べたり、不確定な事象の起こりえる程度としての確率の概念を考え、簡単な場合の確率を求めることを紹介している。

表1 小学校算数教育における統計に関する主な項目

	数と計算	量と測定	図形	数量関係
第1学年	加法, 減法, 個数の処理, 数直線	長さの測定, 身近な単位	(該当項目なし)	(該当項目なし)
第2学年	乗法, 事柄の分類整理, 表やグラフによる表現	時刻	直線, 三角形, 四角形	(該当項目なし)
第3学年	除法, そろばん	単位や計器の選択, 時間	正方形, 長方形, 直角三角形, 直角	表やグラフを用いた資料の表現, 棒グラフ
第4学年	小数, 分数, 概数	面積, 角度	二等辺三角形, 正三角形, 円	折れ線グラフ, グラフの特徴や傾向把握, 公式理解
第5学年	偶数, 奇数, 記数法	平面図形の面積	平行, 垂直, 平行四辺形, 台形, ひし形, 円周率	百分率(%), 歩合, 円グラフ, 帯グラフ
第6学年	約数, 倍数	体積, 速さ	立体図形	比, 比例, 平均

注意: 同様の項目については特に断りがない場合, 初出を記した. いくつかの表内の項目で統計に直接関係しない項目について, 統計指標や統計グラフを習得するための時期を考える参考になるため, これらを掲載していることに注意されたい.

### 3.3 高等学校の数学における統計教育

高等学校では, 3年間で中学校までに学んだ数学の概念をさらに深く理解し, 活用することを目標としている. また, 中学校までの履修と異なり, 全ての生徒が同じような教科や内容で履修するのではなく, 学校の方針や生徒の大学入試科目に依存して, 履修する科目及び内容のばらつきが見られる.

高等学校における数学は, 数学基礎, 数学I, 数学II, 数学III, 数学A, 数学B, 数学Cの7科目が学習指導要領に記されている. 上述したようにこのうち, 数学IやAは多くの生徒が第1学年で履修するが, 数学IIやBは履修率が下がり, 数学IIIやCは理系のクラスや大学入試に必要な生徒のみの履修で, 文系クラスはほとんど履修していない. 数学基礎は主に商・工業系の高等学校で利用されているが, 高等学校全体での利用率は低い.

表2は各科目の内容と統計教育に関する項目の一覧である. この表で見るとは, 全体として統計教育を学ぶ機会は少なくないように思われるが, 直接「統計」の言葉が使われている数学B, 数学Cは4項目から2項目を選択すればよく, ごく一部を除き, ほとんどの高等学校では統計の内容を教えていない. また数学基礎も多くの高等学校において履修されていないため, 学習指導要領に明記はされているが, 実際には履修されていないのが現状である.

## 4 アジア・オセアニア各国の教育制度

本章ではアジア・オセアニア各国の初等中等教育制度を紹介する. 今回調査した国は, シンガポール, 台湾, マレーシア, フィリピン, インド, ニュージーランド, オーストラリアの7カ国である. 出典は文末の参考文献に示す通りであるが, 主に各国政府教育省のWebサイトを中心に情報を収集しまとめた. 本章で各国の教育制度を概観し, 次章では統計カリキュラムの内容を紹介する. 各国の教育制度の概要は表3に示す通りである. 文部省大臣官房調査統計企画課(1994)および各国教育省のWebサイト等に示されている通り, 今回調査対象とした7カ国はマレーシアを除きいずれも初等中等教育の6~10年間は義務教育で, マレーシアもほぼ100%近い児童が就学している.

表2 高等学校の各数学における内容と統計教育

科目名	内容	統計に関する項目
数学 I	方程式と不等式, 二次関数, 図形と計量	統計に関する項目は直接的には扱われていない。
数学 II	式と証明・高次方程式, 図形と方程式, いろいろな関数, 微分・積分の考え	統計に関する項目は直接的には扱われていない。
数学 III	極限, 微分法, 積分法	統計教育に関する項目は直接的には扱われていない。
数学 A	平面図形, 集合と論理, 場合の数と確率	場合の数と確率では, 事象の処理を考え, 順列や組合せ, 確率の基本的な法則, 独立な試行, 二項定理, 期待値に触れる。
数学 B	数列, ベクトル, 統計とコンピュータ, 数値計算とコンピュータ	統計とコンピュータでは, 資料の整理として, 度数分布表の扱いや統計グラフ, 相関図(散布図)を紹介し, また代表値や散らばりの指標として分散や標準偏差に触れている。加えて, 2変数の関係の数値表現として相関係数を紹介している。ただし, 「理論的な考察には深入りしないものとする」と内容の取り扱いを明記していることに注意されたい。
数学 C	行列とその応用, 式と曲線, 確率分布, 統計処理	確率分布では, 確率計算や確率変数とその分布の理解を目指す。確率の加法定理, 乗法定理や条件付き確率も紹介する。確率変数の平均値, 分散(標準偏差), 和と積も学ぶ。統計処理では, 二項分布や正規分布の平均, 標準偏差を学び, 標本調査や母集団の考え方も紹介し, 統計的推測の考え方の習得を目指す。また, 母平均の推定, 母比率の区間推定も述べる。また数学 B と同様, 統計処理においても「理論的な考察には深入りしないものとする」と明記されている。
数学基礎	数学と人間の活動, 社会生活における数理的な考察, 身近な統計	身近な統計では, 資料の整理や傾向を見ることを表やグラフを用いて考え, 代表値を用いて統計の考え方の理解, 活用を目指す。

表3 各国の初等中等教育制度

国名	初等教育	中等教育	義務教育
シンガポール	6年間(6歳~12歳)	6年間(12歳~18歳)	6年間(6歳~12歳)
台湾	6年間(6歳~12歳)	6年間(12歳~18歳)	9年間(6歳~15歳)
マレーシア	6年間(7歳~13歳)	5年間(13歳~18歳)	なし(ただし無償)
フィリピン	6年間(6歳~12歳)	4年間(12歳~16歳)	6年間(6歳~12歳)
インド	8年間(6歳~14歳)	4年間(14歳~18歳)	8年間(6歳~14歳)
ニュージーランド	6年間(5歳~11歳)	7年間(11歳~18歳)	10年間(6歳~16歳)
オーストラリア*	6年間(6歳~12歳)	6年間(12歳~18歳)	9年間(6歳~15歳)

\*州によって一部異なる

#### 4.1 シンガポールの教育制度

シンガポールの教育は教育省が教育行政を管理しており, その全体像は教育省の Web サイトで見ることができる。初等教育は, 小学校(Primary School)第1~4学年の4年間の基礎段階(foundation stage)と第5・6学年の2年間の適応段階(orientation stage)からなる無償の義務教育(2003年1月1日より)である。中等教育は中学校(Secondary School)の4~5年間であり, この期間も含め以降の教育は有償である。続いてジュニアカレッジ(Junior

College) や教育学院 (Centralized Institute) などの大学前教育の 2～3 年間またはポリテクニク (Polytechnic) の 3 年間, そして大学 (University) の 3～4 年間がある. IEA (国際教育到達度評価学会) によって実施されている TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) と呼ばれる算数・数学及び理科の到達度に関する国際的な調査 (1995 年, 1997 年, 2003 年の 3 回実施) において, シンガポールは実施対象である第 4 学年 (小学校 4 年生) と第 8 学年 (中学校 2 年生) のいずれにおいても第 1 位の成績を続けている. 成績だけでなく算数・数学に対する好感度も高く, 勉強熱心な生徒の多いシンガポールは, 教育省の Web サイト内の初等教育カリキュラムの最初の記述において, “英語, 国語, 数学は生徒の能力に従って適切なレベルで教えられる” と書かれているように徹底した習熟度別学習制度を取り入れている. わが国においてもその教育制度は注目され, さまざまな調査・研究が行われてきた (財団法人自治体国際化協会 (2005), 長崎 (2003a, 2003b), 瀬沼 (2004b)). 小学校第 4 学年の終了時に各学校独自の試験が実施され, その成績により第 5・6 学年のクラスが決定し, ストリームと呼ばれる EM1・2, EM3 の 2 コースに別れ (2004 年度に EM1 と EM2 は統合された), EM1・2 と EM3 は別々の教育カリキュラムに基づいて教育が行われる. 例えば, EM3 の数学カリキュラムにおいては, 次の適応段階の内容を学ぶ前に基礎段階の幾つかの重要なテーマについて繰り返し学習し, 数学基礎の理解を確実なものにしている. 小学校卒業時には PSLE (Primary School Leaving Examination) と呼ばれる全国統一試験があり, その成績により中学校にはスペシャル (Special), エクスプレス (Express), ノーマル (普通) (Normal Academic), ノーマル (技術) (Normal Technical) の 4 つのコースに分かれて進学する (上位 10% がスペシャル, 中位 50% がエクスプレス, その他 40% がノーマルコース). 次の学年に進級する時にコースの入れ替えもある. スペシャル/エクスプレスコースの生徒は中学校第 4 学年の終了時に GCE-O レベル試験 (シンガポール・ケンブリッジ普通教育認定試験) を受けてジュニアカレッジなどの大学準備教育に進む. ノーマル (普通) とノーマル (技術) コースの生徒は中学校第 4 学年終了時に GCE-N レベル試験 (シンガポール・ケンブリッジ標準教育認定試験) を受け, 社会人になるか専門学校に進学するが, 成績優秀な場合にはもう 1 年勉強して GCE-O 試験を受けることもできる<sup>2)</sup>. さらに大学進学を目指す生徒は, ジュニアカレッジなどで大学受験のための専門的知識を習得した後に GCE-A (シンガポール・ケンブリッジ上級教育認定試験) を受ける. GCE-A カリキュラムは, 2006 年度から新しい GCE-A レベルカリキュラム (H1, H2, H3) に段階的に移行することになっている.

#### 4.2 台湾の教育制度

台湾では, 国民小学にて 6 年間の初等教育が行われ, 義務教育である. また, 中等教育は前期と後期に分かれ前期のみ義務教育 (国民中学) である. 1968 年に義務教育が 6 年から 9 年に延長され, 無償であり, 国民小学, 国民中学ともにほとんどが公立である. 教育課程の基準は中央政府の教育部が制定し, 国民小学の数学の授業は, 第 1・2 学年は週 1040 分のうち 120 分, 第 3・4 学年は週 1320 分のうち 160 分, 5・6 年生は週 1400 分のうち 240 分である (1995 年現在). 国民中学の数学の授業は, 第 1 学年は 32～34 時間中 3～4 時間, 第 2 学年は 32～36 時間中 2 時間, 第 3 学年は選択である.

中等教育後期は, 義務教育ではなく普通教育学校 (高級中学), 職業専門教育 (高級就業学校) などがあり, 1994 年の調査では対象児童の 88% が進学している. 中等教育後期の教育課程の基準についても中央政府教育部が制定している. 中等教育後期期間へ進学した児童の約 3 分の 1 が通う高級中学では, 数学は第 1 学年および第 2 学年で週 5 時間, 第 3 学年では週 4 時

<sup>2)</sup> その他中高一貫教育の英才教育コースや特別独立校がある.



間から6時間の数学の授業が行われている。

#### 4.3 マレーシアの教育制度

マレーシアは第2次世界大戦後、各種民族が国家として統合されたため、各民族の文化的・歴史的相違を乗り越えて統一を図ることを目的に、国民教育制度の確立に注力した。この成果が「1961教育法」として施行され、長くマレーシアの教育の骨格を形成した。その後新しい時代に適応するために見直しが行われ、現在の「1996教育法」が出来上がった。Ministry of Education Malaysia (2001) および財団法人自治体国際化協会 (2001) に示されるように、マレーシアの国民教育は、プレスクールと呼ばれる4歳からの就業前教育からスタートし、小学校6年、前期中等学校3年、後期中等学校2年、大学予備課程2年、大学3年の「6-3-2-2-3制」となっている。初等・中等教育は、日本のような義務教育ではないが、無償で受けることができ、ほとんどの対象児童が小学校および中等学校に在籍している。1995年の在籍率は、小学校96.7%、前期中等学校82.4%、後期中等学校55.8%である。

初等教育は、マレーシア語を教授言語とする国民学校 (National School) と、マレーシア語以外 (中国語やタミール語) を教授言語とする国民型学校 (National-type School) がある。初等教育カリキュラム (ICPS: Integrated Curriculum for Primary Schools) は、教育省に設置されたカリキュラム開発センター (CDC: Curriculum Developing Center) によって示される。算数は、基礎科目の1つとして位置付けられ、内容は足し算・引き算・掛け算・割り算である。週1350~1440分のうち210分が算数/商業実践の時間とされている。

中等教育の大半はマレーシア語を教授言語とする国民中学校で、中国語や英語で教える私立中等学校は数としては少ない。前期中等学校においても後期中等学校においても、数学は必須科目に指定されており、上級中等学校ではさらに上級数学の科目が選択できる。中等教育前期は、週1680分のうち200分、中等教育後期 (普通教育学校) では、週1280分のうち200分が数学の授業である。

#### 4.4 フィリピンの教育制度

フィリピンは、およそ7100の島々からなる島国で、70以上の地方言語が使用される、民族・文化・宗教における多様性の高い国であるが、教育制度は統一的なものになっている。義務教育は、1995年より6歳から12歳までの初等教育6年間で、教育課程の基準は初等教育・中等教育とも教育省の省令により定められている。中等教育は12歳からの4年間で、在籍者比率は67% (2003-2004年) である。現在では数学の授業は英語で行われる学校が多い。

初等教育は、道徳、フィリピン語、英語、算数、公民、文化、歴史・地理・公民、理科・保健、芸術・体育、家庭・生活の科目で構成され、算数の授業は一日300から380分のうち60分~80分 (1~3年生: 80分, 4~6年生: 60分) 行われている。中等教育は、フィリピン語、社会、保健・体育、音楽、価値教育、英語、理科・テクノロジー、数学、技術・家庭の科目で構成され、数学は、週1840~1920分のうち200分行われている。

#### 4.5 インドの教育制度

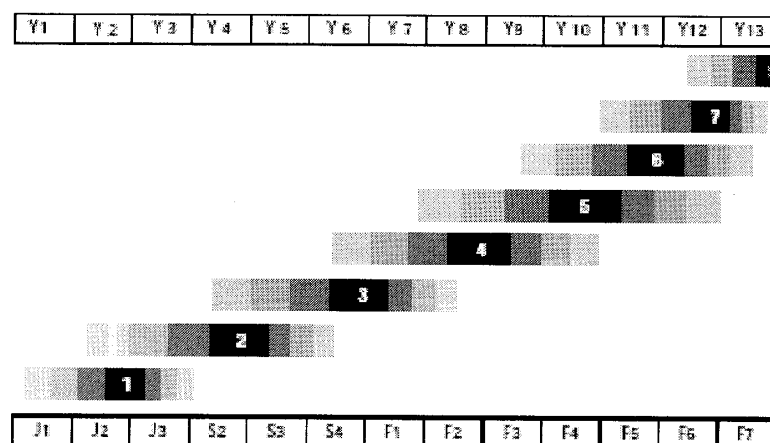
連邦制をとるインドでは、学校教育は伝統的に各州政府の所管となっている。以前は学校体系は州により異なっていたが、教育は連邦と州の共同管轄事項とされ、州間で異なる学校体系を初等学校5年、上級初等学校3年、中等学校2年、上級中等学校2年、高等学校3年の体系に統一する政策が進められている (Central Board of Secondary Education of India (2002); Department of Education, Government of India (2006a, b, c))。義務教育は、初等教育8年 (初等学校5年、上級初等学校3年) と定められている。しかし、宗教的問題や貧富の差、女子児童教育問題、教員問題などがあり (中村 (2006))、統一的な教育は今後の課題になっている。また、中等教育は、14歳から18歳の児童を対象に行われ、前期・後期各2年である。

#### 4.6 ニュージーランドの教育制度

ニュージーランドでは、1980年代後半以降大規模な教育改革に着手し、義務教育年限の延長、教育課程の弾力化など学校教育制度の改革を進めている。表3に示すように、ニュージーランドの初等中等教育の期間は5歳から18歳までの13年間で、初等教育が6年、中等教育が7年、義務教育は6歳から16歳までの10年間と定められている。学校体系は、日本の小学校に相当するプライマリースクールと中学校に相当するフォームスクールの8-5制が一般的であるが、6-2-5制や6-7制、初等・中等一貫型の学校もある。

教育課程の基準は国が全国共通のカリキュラムを定めており、教育省のWebサイト（New Zealand Ministry of EducationのWebページ）でシラバスを公開している。従来、ニュージーランドでは国が定めたカリキュラムに沿った教育が行われてきたが、1980年代後半より国が定めたカリキュラムの範囲内で、各学校が地域の要求や児童生徒の特性に応じた独自のカリキュラムを作成することも認められている。

また、ニュージーランドの教育は、1) コミュニケーション、2) 理数系能力、3) 情報、4) 問題解決、5) 自己管理と競争、6) 社会性と協調性、7) 身体能力、8) 研究と勉強の8つのスキルの習得を目指している。そして、図1に示す通り学年とは別にレベルという概念が導入され、たとえばレベル1は第1学年（Year1, 5歳：図中ではY1）から第3学年（Year3, 7歳：図中ではY3）までを対象とし、生徒の習熟にあわせて指導時期に幅をもたせている。各科目の教育目標、教育内容、評価方法等はレベル1からレベル8までの段階ごとに示されている。



出典：New Zealand Ministry of Education (1992)

図1 ニュージーランドの学年とレベル

初等教育の6年間では、英語、算数、社会、理科、図工、体育、保健および音楽が教えられている。中等教育では、1年生・2年生で英語、数学、社会、理科、図工、体育、保健、音楽、技術・家庭科、3・4年生ではさらに、経済、歴史、地理、フランス語、ドイツ語など幾つかの科目が選択できる。算数・数学の授業は、中等教育の最後の2年間は選択科目となるが、それまでは必修科目に指定されている。

#### 4.7 オーストラリアの教育制度

オーストラリアの教育は、憲法上州の責任事項とされている。しかしながら、学校制度には各州で共通する点も多く、連邦政府も連邦全体を視野に入れた教育政策を打ち出している。初等・中等教育はいずれの州においても12年間で、6-6制をとっている州（ニューサウスウェールズ州、ヴィクトリア州、タスマニア州および首都直轄区）と、7-5制をとっている州（南オー

ストラリア州, 北部準州, クイーンズランド州および西オーストラリア州) がある. 義務教育は6歳から16歳までの10年間とするタスマニア州を除き6歳から15歳までの9年間である.

教育課程の基準は, 連邦が決める全国共通カリキュラムに即しながら各州の教育局が独自のカリキュラム(ガイドライン)を作成し, さらに学校がそれに基づいて教育課程を編成している. 国全体が連携して教育を発展させる共通化の促進も行われ, 連邦政府は生徒が学校教育で身につけるべきものとして, 1) 読み書き計算の能力, 2) コンピュータ・情報処理能力, 3) 科学技術に関わる能力とその社会的な役割についての理解, 3) 英語以外の言語の理解, 4) 環境についての理解などを示している. 多くの州で初等中等教育において算数・数学は必修科目に指定されている.

## 5 アジア・オセアニア各国の統計教育カリキュラム

### 5.1 シンガポール

#### (1) 初等・中等教育における数学教育

教育省が定める初等教育と中等教育前期(第1・2学年)の数学教育カリキュラムは, 目的, 教育プログラムのフレームワーク, 評価のガイドライン, 達成目標と学習項目から構成されている. 初等数学教育カリキュラムは, 「数」「幾何」「代数」「統計」の4つの概念を基本とし, 第1~4学年は数全般, お金・量と測定, 統計, 幾何, 分数, 小数の6分類, 第5・6学年のEM1・EM2とEM3はさらに平均/割合/速さ, パーセンテージと代数の3分類を追加した9分類に分けて示されている. 学習内容は, 各学年・各分類の学習項目, 達成目標と注意点が記載されている. 中等教育前期(中学校第1~4学年)の数学教育カリキュラムは初等教育同様の4つの概念に「確率」と「解析」を加えた合計6つの概念を基本として, 1. 数と代数, 2. 幾何と測定, 3. 確率と統計の3分類(追加学習内容には4. 解析を加えた4分類)に分けて学習項目と内容が記載されている. スペシャル/エクスプレスコースでは算法, 測定, 代数, グラフ, 幾何, 統計, 三角比, 問題解決の8分類, ノーマル(普通)とノーマル(技術)は三角比を除く7分類に分けて初等教育と同様の形式で教育内容が示されている.

中等教育後期のジュニアカレッジにおける大学前教育カリキュラムは大学進学のために受験するGCE-Aのシラバスにより編成され, 3つのレベル(H1, H2, H3)で数学が設置されている. H1レベルは純粋数学(1. 関数とグラフ, 2. 微積分の2つのトピック)と統計(3. 確率, 4. 2項分布と正規分布, 5. サンプルングと仮説検定, 6. 相関と回帰の4つのトピック)の2分野, H2レベルは純粋数学(1. 関数とグラフ, 2. 数列と級数, 3. ベクトル, 4. 複素数, 5. 微積分の5つのトピック)と統計(6. 確率, 7. 2項分布と正規分布, 8. サンプルングと仮説検定, 9. 相関と回帰の4つのトピック)の2分野で構成され, H3レベルは, 1. 平面幾何, 2. グラフ理論, 3. 組合せ数学, 4. 微分方程式の4つのトピックで構成されている.

#### (2) 初等・中等数学教育における統計教育の内容

統計教育は初等・中等を通して数学教育の1領域に位置づけられ, 初期の段階からどのコースにおいても毎学年実施されている. 初等統計教育カリキュラム, 中等教育前期の統計教育カリキュラムとGCE-Aの統計と確率のシラバスの内容について表4~7にまとめる. シンガポールの統計教育の特徴としては次の点があげられる.

- ◆ 数学教育の達成目標の1つに“データ操作”があり, 初等と中等前期第1学年までの統計教育は, さまざまなグラフを題材にして, 統計グラフと表の作成, 読み取り, 解釈, 問題解決について学習するカリキュラムが組まれている.
- ◆ 中学校第1学年で幹葉図やヒストグラムを学習した後に, 中学校第2学年で初めて代表値(平均値・中央値・最頻値)を扱うが, 代表値については「目的に応じて使い分ける

こと」の注が記載されている。

- ◆ 2006年度カリキュラム改正により、中等教育前期の普通コース第2～4学年に確率に関する内容が追加され、大学に進学する生徒は中等教育後期の大学前教育において理論確率について学ぶ。
- ◆ GCE-Aの国家試験の数学では、“純粋数学”と“統計”という2つの枠組みで問題が出される。シラバスにおいて「統計と確率については、適切な統計技術を与えられた場面に応用する能力、統計の結果について意見を述べ、解釈する能力がテストされる」と書かれている。特に秀でた生徒が受ける数学の試験を除くと、2種類の数学の試験があり、それぞれ統計の配点は100点満点にすると60点と30点である。わが国の現状の大学入試（例えばセンター入試で統計は選択の一部である）と比較すると、数学の中で統計のウェイトは高い。

## 5.2 台湾

台湾の算数・数学科における統計教育は、初等中等教育いずれも算数・数学の4領域の1つとして行われ、必修である。初等教育では、表やグラフを用いた資料の分類や整理を中心とした教育が行われ、内容を読み取り説明することが初期から目標として明確に示されている。平均などの指標の計算や散らばりの理解、確率については13歳から15歳（わが国の中学校第2

表4 (a) シンガポールの初等教育の統計教育カリキュラム (PRIMARY1 to PRIMARY4)

内容	生徒の達成目標	注
P1 1. 絵グラフ ・作図, 読み取り, 解釈	a) 与えられたデータの絵グラフを作成できる  b) 絵グラフを読み解釈できる	a) ・データを集め構成することを含む ・縦型, 横型の両方の形を含む ・記号を用いた表現の使用を含む, 例: □は子供1人を表す ・“□は子供5人を表す”のようなスケールを伴う絵グラフは除く
P2 1. スケール付絵グラフ ・作図, 読み取り, 解釈 ・問題を解くこと	a) スケール表現を用いた絵グラフを作成できる b) スケールのある絵グラフを読み解釈できる c) 絵グラフで与えられた情報を用いて問題を解くことができる	a) 縦型, 横型両方の表現を含む  c) ・“各●は6個のかばんを表す”といったスケールを含む ・◆のような不完全な記号の使用を伴う場合は除く
P3 1. 棒グラフ ・作図, 読み取り, 解釈 ・問題を解くこと	a) 軸のスケールを読むことができる b) 棒グラフを読み解釈できる c) 棒グラフで与えられた情報を用いて問題を解くことができる	a) 縦型, 横型両方の表現を含む
P4 1. 表 ・作図, 読み取り, 解釈 ・問題を解くこと  2. 棒グラフ ・作図, 読み取り, 解釈 ・問題を解くこと 3. 文章問題	a) 与えられた情報から表を完成できる  b) 表を読み解釈できる  a) 与えられたデータから棒グラフを完成できる a) 棒グラフと表に表現したデータを用いて問題を解くことができる	a) データ収集とデータを表を用いて表現することを含む

出典：シンガポール教育省(2006)

表4 (b) シンガポールの初等教育の統計教育カリキュラム (PIMARY5 to PRIMARY6)

## EM1・2

内容	生徒の達成目標	注
P5 1.折れ線グラフ ・読み取り, 解釈 ・問題を解くこと	a)折れ線グラフを読み解釈できる b)折れ線グラフで与えられた情報を用いて問題を解くことができる	a.b) (距離, 時間) のグラフを除く
P6 1.円グラフ ・読み取り, 解釈 ・問題を解くこと	a)円グラフを読み解釈できる b)円グラフで与えられた情報を用いて第1ステップの問題を解くことができる	a.b) 角度を用いた計算は除く

## EM3

内容	生徒の達成目標	注
P5 1. 表 ・作図, 読み取り, 解釈  ・問題を解くこと 2.棒グラフ ・作図, 読み取り, 解釈 ・問題を解くこと 3.折れ線グラフ ・読み取り, 解釈 ・問題を解くこと	a)与えられた情報から表を完成できる b)表を読み解釈できる  c)棒グラフを読み解釈できる d)与えられたデータから棒グラフを完成できる  e)折れ線グラフを読み解釈できる f) 表, 棒グラフや折れ線グラフで与えられた情報を用いて問題を解くことができる	a)データ収集とデータを表を用いて表現することを含む  c)縦型, 横型両方の表現を含む  e)(距離, 時間) のグラフを除く
P6	EM1・2と同じ	

注意: EM1・2 との関係を明確にするために, “EM1・2 と同じ”という記載に網掛けを入れている。

出典: シンガポール教育省(2006)

学年から第3学年)で学ぶ。初等教育期間では, 徹底して簡単な表やグラフを用いてデータを整理し, その内容を説明することを繰り返し学ぶ。日常的な内容で, 多くのデータに親しませることにより統計リテラシーを6歳から9歳までの間にしっかり身につける。生徒自らがデータを集めることは教育目標や教育内容として明示されていないが, データを中心としたカリキュラムである。理論および応用的な内容は, わが国の高等学校にあたる中等教育後期以降に教えられ, 一部は選択式である。中等教育においても統計関連の授業は必修で, 条件付確率やベイズ理論などのより理論的な科目と, データを扱うより実際的な科目とに分かれる。

## (1) 初等教育および中等教育前期における統計教育

台湾教育部 (Ministry of Education, Republic of China (Taiwan) の Web ページ) に示されるように, 「数と量」「幾何」「代数」「統計と確率」の4領域それぞれに教育目標等が示されている。初等教育 (国民小学および国民中学) は, 6歳から16歳を対象に9学年に分かれて行われるが, 科目の内容は, 9学年を4段階に分類し定められている。

## (2) 中等教育後期における統計教育

長崎 (2003a) に示されているように, 台湾の中等教育後期における数学および統計関係の内容は, 以表9に示す項目である。中等教育後期機関である高級中学では, 第1学年および第2学年は週5時間, 第3学年は週4時間から6時間の数学の授業が行われている。

## 5.3 マレーシア

Ministry of Education Malaysia の Web ページおよび Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centr の Web ページに示されるように, マレーシアの算数数学における統計関

表5 シンガポールの中高等教育前期(中学校第1~4学年)の統計教育のカリキュラム

項目	内容
第1学年 データ操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次のようなデータ収集法 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 測定</li> <li>・ データの分類</li> <li>・ 事象の調査結果の読み取り</li> </ul> </li> <li>・ 構成と解釈 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表</li> <li>・ 棒グラフ</li> <li>・ 絵グラフ</li> <li>・ 折れ線グラフ</li> <li>・ 円グラフ</li> <li>・ ヒストグラム</li> </ul> </li> <li>・ 異なる統計表現の効用と利用, 利点と欠点</li> <li>・ 統計グラフから簡単な推測をする</li> </ul> <p>等間隔でないヒストグラムは除く</p>
第2学年 データ分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次の解釈と分析 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドットダイヤグラム</li> <li>・ 幹葉図 (注. 技術コースは除く)</li> </ul> </li> <li>・ 代表値としての平均値, 中央値, 最頻値</li> <li>・ 平均値, 中央値, 最頻値の効用と利用</li> <li>・ グループ化データの平均の計算</li> </ul> <hr/> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チャンスを測る確率</li> <li>・ 単事象の確率 (1つのチャンスを測る時, 確率を計算するために全ての可能性をリストすることを含む)</li> </ul>
普通コース 第3・4学年 データ分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 四分位点とパーセント点</li> <li>・ データの広がりを図る範囲, 四分位範囲, 標準偏差</li> <li>・ 解釈と分析 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 累積度数</li> <li>・ 箱ひげ図</li> </ul> </li> <li>・ データセットの標準偏差の計算</li> <li>・ 2種類のデータセットを平均値と標準偏差を用いて比較する</li> </ul> <hr/> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 簡単な結合事象の確率の計算 (適切な場での可能性ダイヤグラムと樹形図の利用を含む)</li> <li>・ 確率の加法と乗法</li> <li>・ 相互排他的事象と独立事象</li> </ul>
技術コース 第2~4学年	<p>複合分野(普通コース第2学年の内容にプラスして学習)の統計的内容 実生活の場から導かれる問題(内容は3年間(第2~4学年)を通して割り当てられるべきである)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次のような実際の場—毎日の統計(スポーツ/ゲーム統計, 所帯や市場の調査等)が含まれる</li> <li>・ 次のような内容を含む作業 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表や図の利用</li> <li>・ 実際の場でのグラフの解釈と利用</li> <li>・ 与えられたデータからグラフを描く</li> <li>・ 量的情報の解釈と利用 などの統計的内容が含まれる</li> </ul> </li> </ul>
技術コース 第3・4学年 データ分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パーセント点, 四分位点, 範囲, 四分位範囲</li> <li>・ 累積度数グラフの解釈と分析</li> </ul>

出典: シンガポール教育省(2006)

連の教育は, 小学校3年生からはじまる。データを集めることから学び, データを中心とした教育が初等教育の早期から行われている。中等教育前期終了時までの到達内容はそれほど多くないが, 新聞や雑誌などの情報をもとに, 実際のデータを用いて学ばせることが特徴である。これにより, 日常的な物事の判断に統計や確率の概念が活用されている, あるいは活用できることを体験的に学べる。幼少期に体験的に学ぶ内容の定着度は大きく, 特にこの時期に算数・数学を通して問題を解決する方法を学ぶ意義は大きい。

### (1) 初等教育における統計教育の内容

マレーシアでは, 初等教育における数学は必修で「数」「測定」「図形」「統計」の4領域の内容を学ぶ。統計関連の教育は, 第3学年より行われる。具体的な内容は表12に示すとおりである。

表6 シンガポール GCE-A H1 レベルの統計のシラバス

主題/副主題	内容
3 確率	<p>3.1 確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>確率の加法と乗法</li> <li>排反事象と独立事象</li> <li>確率計算に結果の表、ベン図や樹形図を利用</li> <li>単純な場合の条件付確率の計算</li> <li>次の等式の利用</li> </ul> $P(A') = 1 - P(A)$ $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ $P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$
4 2項分布と正規分布	<p>4.1 2項分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>正の数 <math>n</math> に関する <math>(a+b)^n</math> の2項展開の知識</li> <li><math>n!</math> と <math>\binom{n}{r}</math> の利用</li> <li>確率モデルとしての2項分布 <math>B(n, p)</math></li> <li>2項分布の平均と分散の利用(証明なしで)</li> <li>2項変数を伴う問題を解く</li> </ul> <p>他の確率分布の平均や分散の計算は除く</p> <p>4.2 正規分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>正規分布と平均と分散の概念, 確率モデルとしての <math>N(\mu, \sigma^2)</math> の利用</li> <li>標準正規分布</li> <li>値 <math>x_1, \mu, \sigma</math> の値が与えられた場合の <math>P(X &lt; x_1)</math> の値を見出す</li> <li>正規分布の対称性の利用</li> <li><math>P(X &lt; x_1)</math> が与えられた時の <math>x_1, \mu, \sigma</math> の間の関係を見出す</li> <li>正規変数を伴う問題を解く</li> <li><math>E(aX+b)</math> と <math>VAR(aX+b)</math> の利用を伴う問題を解く</li> <li><math>X</math> と <math>Y</math> が独立の場合に <math>E(aX+bY)</math> と <math>VAR(aX+bY)</math> を使用した問題を解く</li> <li>2項分布への正規近似</li> </ul> <p>次の事項を除く</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>確率密度関数や分布関数を見出す</li> <li>他の確率密度関数から <math>E(X)</math> と <math>VAR(X)</math> を計算する</li> </ul>
5 標本抽出と仮説検定	<p>5.1 標本抽出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>母集団と標本の概念</li> <li>無作為標本, 層化無作為標本, 系統的標本, 割り当て標本</li> <li>様々な標本抽出の長所と短所</li> <li>標本サイズが十分大の場合, 標本平均が正規分布に従う中心極限定理の利用</li> <li>標本から母集団の平均と分散の偏りのない予測値の計算</li> <li>標本分布に関する問題を解くこと</li> </ul> <p>5.2 仮説検定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>帰無仮説と対立仮説, 検定統計量, 有意水準と <math>P</math> 値の概念</li> <li>以下の場合の母集団の平均に関する検定 <ul style="list-style-type: none"> <li>分散既知の正規母集団からの標本</li> <li>任意の母集団からの大標本</li> </ul> </li> <li>片側と両側の検定</li> <li>2つの母集団の平均の差の検定は除く</li> </ul>
6 相関と回帰	<p>6.1 相関係数と線形回帰</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>散布図, 相関係数と線形回帰の概念</li> <li>積率相関係数と最小二乗回帰式の計算と解釈</li> <li>内挿法と外挿法</li> </ul> <p>次の事項は除く</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公式の導出</li> <li>仮説検定</li> <li>線形にするための二乗, 逆数, または対数変換の利用</li> </ul>

注意: 上記シラバスを基に試験 (3 時間) が行われ, 純粋数学 (40 点) 統計 (60 点) が出題される

出典: シンガポール試験評価委員会(SEAB)(2006)

表7 シンガポール GCE-A H2 レベルの統計のシラバス

主題/副主題	内容
6 順列, 組合せ, 確率	6.1 順列と組合せ <ul style="list-style-type: none"> <li>・数え上げのための足し算と掛け算の原理</li> <li>・順列(<math>p!</math> または <math>{}^n P_p</math>)と組合せ(<math>{}^n C_p</math>)の概念</li> <li>・直線や円の上への配置</li> <li>・反復や制約を伴う場合</li> </ul>
	6.2 確率 <p>H1 レベルの内容と同じ</p>
7 2項分布, ポアソン分布, 正規分布	7.1 2項分布とポアソン分布 <ul style="list-style-type: none"> <li>・確率モデルとしての2項分布 <math>B(n, p)</math>とポアソン分布 <math>Po(\mu)</math></li> <li>・2項分布とポアソン分布の平均と分散の利用(証明なし)</li> <li>・2項変数とポアソン変数を伴う問題を解く</li> <li>・ポアソン分布の加法性質</li> <li>・2項へのポアソン近似</li> </ul> <p>除く内容は H1 レベルと同じ</p>
	7.2 正規分布 <p>H1 レベルの内容に次の内容を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポアソン分布への正規近似</li> </ul>
	8.1 標本抽出 <p>H1 レベルの内容と同じ</p>
	8.2 仮説検定 <p>H1 レベルの内容に次の内容を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分散未知の場合の正規母集団からの標本を基に母集団の平均を検定すること</li> </ul>
9 相関と回帰	9.1 相関係数と線形回帰 <p>H1 レベルで除いた内容のうち, 次の内容を学習内容に含める他は H1 レベルと同じ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・線形にするための二乗, 逆数, または対数変換の利用</li> </ul>

注意1: 上記シラバスを基に試験(3時間)が行われる。内容は純粋数学(100点)と純粋数学(40点)統計(60点)の2種類である。

注意2: H1 レベルとの関係を明確にするために, “H1 レベルと同じ”という記載に網掛けを入れている。

出典: シンガポール試験評価委員会(SEAB)(2006)

## (2) 中等教育における統計教育の内容

中等教育においては, 数学は必修科目に指定され5年間の中等教育のうち第2学年目から第4学年で統計関連の内容を学習する。中等教育後期においても数学は必修科目に指定され, さらに応用の授業も選択可能である。

### 5.4 フィリピンの統計教育カリキュラム

フィリピンでは, 中等教育において統計的内容が数学カリキュラムの中にはない。初等教育においては, 統計という枠組みは明示されていないが, わが国同様基礎的なグラフを通してその特徴や傾向の把握が指導されている。確率については, 予測のためのツールとして理解させ, 結果の可能性やチャンスについて生徒が話すことでその概念を習得させる。確率の学習が11歳で行われ, 内容的にも統計と連携されている。確率を統計あるいは数学的問題解決のツールとして, データに基づく日常的な判断や意思決定に活用する習慣を幼少期に身につけることは大変効果的である。

#### (1) 初等教育における統計教育

フィリピンでは「数」「有理数」「図形」「測定」「グラフ」の5領域について, 教育目標等が示されている。統計関連の領域が独立して設定されていないが, 内容的には第3学年から教育が行われている。

#### (2) 中等教育における統計教育

中等教育においては, 代数基礎(第1学年), 代数中級(第2学年), 幾何(第3学年)の科目が設置され, 統計関連の内容は教えられていない。

### 5.5 インドの統計教育

インドの算数数学領域における統計に関する教育は, 上級初等教育(Class VI から VIII)で統計グラフからデータの読み方や解釈を学ぶ。中等教育時期には, 代数, 幾何, 商業数学, な



表8 台湾の初等教育および中等教育前期における統計関係の主な内容

段階(年齢)	統計と確率の内容
第1段階 (6~9歳)	第1学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活に起きた出来事や活動に対して初歩的な分類と記録をすることができる</li> <li>統計表によって記録したことを提示し説明することができる</li> </ul> 第2学年 なし 第3学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活に使われている(一次元であるもの,例えばメニュー,各クラスの人数表,テレビ番組表など)数表が読める</li> <li>日常生活に使われている(二次元であるもの,例えば時間割や列車の時刻表など)数表が読める</li> </ul>
第2段階 (9~11歳)	第4学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活における統計図表(棒グラフ・折れ線グラフ・円グラフなど)が読める</li> <li>より複雑な棒グラフが読める</li> </ul> 第5学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活にあるデータの整理ができ,それらに基づいて棒グラフを作ることができる</li> <li>日常生活における順序によって整理されているデータ(例えば,多少の順序で整理された小学生の平均睡眠時間など)の統計図表が読める</li> <li>順序によってデータの整理ができ,それに基づいて折れ線グラフの作成ができる</li> </ul>
第3段階 (11~13歳)	第6学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活にあるデータの整理ができ,それらに基づいて円グラフを作ることができる</li> </ul> 第7学年 なし
第4段階 (13~15歳)	第8学年 なし 第9学年 <ul style="list-style-type: none"> <li>度数の観点で原始データを整理し,統計図表を作成することによって,データのもつ意味を示すことができる</li> <li>百分位数(四分位数に似ているもの)の概念を理解でき,第10,25,50,75と90百分位数が認識でき,ボックスチャートを作成できる.</li> <li>より理想化されたデータを用いて百分位数を説明でき,全データにおける1個または1組のデータの位置付けを認識できる</li> <li>平均値,中央値(メジアン)及び最頻値(モード)のいずれもデータの様子をある程度表すことができることを認識できる</li> <li>異なる状況の下で,平均値,中央値及び最頻地の使われて頻度に多少の差異があることを認識できる</li> <li>範囲を認識でき,範囲の大きさの意味を理解できる</li> <li>第1,第2と第3四分位数及び四分偏差を認識できる</li> <li>データがある程度集中しているとき,全データの散らばりを表すのに,範囲より四分偏差はより適していることを理解できる</li> <li>具体的な場面を用いて,確率の概念を説明できる</li> <li>簡単な実験を行うことによって標本抽出の不確定性など初歩的な概念について知ること</li> </ul>

出典：国立教育政策研究所（2005）

どと同様に表13の内容で学ぶ。

### 5.6 ニュージーランドの統計教育

ニュージーランドでは,初等教育のはじめから統計関連の教育を数学の1領域として実施している。6・7歳を中心としたレベル1では,身の回りの題材を用いてデータを集め,並べ,それについて話す,靴の色や服の形などといったテーマでクラス内のデータを集めるなどデータに親しむ学習が行われる。さらにこの時期から確率を教えることもニュージーランドの特徴

表9 台湾の中等教育後期における数学および統計関係の主な内容

学年(年齢)	内容
高等中学第1学年 (15~16歳)	×
高等中学第2学年 (16~17歳)	確率・統計 (I) 標本空間と事象, 確率の性質, 期待値, 標本抽出 度数分布表と累積度数分布曲線, 平均値, 偏差
高等中学第3学年 甲 (17~18歳) 甲か乙いずれか選択	確率・統計 (II) 条件付確率とベイズの定理 独立事象 変異係数 相関係数
高等中学 乙 (17~18歳) 甲か乙いずれか選択	確率・統計 (II) 確率と統計の応用実例 統計資料の読み方

出典:長崎(2003a)

表10 マレーシアの初等教育における統計教育の内容

学年(年齢)	統計関連の教育内容
第1学年 (6~7歳)	×
第2学年 (7~8歳)	×
第3学年 (8~9歳)	データの収集と整理 ・データを集める ・並べ替え・分類 ・表にまとめる
第4学年 (9~10歳)	×
第5学年 (10~11歳)	平均 データの表現 ・データを集める ・絵グラフを描く
第6学年 (11~12歳)	平均 データの表現 ・棒グラフ

出典:Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2001a,2002a,2003a,2003b)

といえる。8・9歳を中心とするレベル2に入ると、グラフを活用し結果を文章化する、調査のための質問を考えるなどのステップに進む。中心や幅などの指標の計算は10・11歳を中心とするレベル3でグラフなどを用いて視覚的に学び、値の計算を達成目標に明示しているのは14・15歳を中心とするレベル5である。各レベルの達成目標は、統計的調査、統計的解釈、確率の3項目ごとに示されているが、大半の内容が体験的あるいは視覚的学習を行った次のレベルで理論的計算方法などを習得することを目標としている。これらの学習を通して多くのデータに触れ、データの集め方により結果が異なるなどの体験を通じてデータの重要性を学ぶカリキュラムとなっている。確率についても、初等教育初期の段階から「できる・できない」など会話の中で確率に親しませ、すべての結果を洗い出すなど日常的なやり取りを通して、予測や目標設定に確率を使うことを学ばせている。理論的に確率を学ぶ時期はわが国と同じ学年（中学校第2学年頃）であるが、それまでに日常的な会話や議論の中で可能性やチャンスといった確率の基礎概念を繰り返し学び、わが国のカリキュラムとは大きく異なる。また、統計的調査、統計的解釈、確率の3項目ごとの達成目標に加えて数学的に問題を解決するプロセスの両面か

表 11 マレーシアの中等教育における統計教育の内容

学年 (年齢)	統計関連の目標および内容
前期中等学校第 1 学年 (12~13 歳)	×
前期中等学校第 2 学年 (13~14 歳)	データの概念を理解する <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報や事実を集める</li> <li>・データの集め方を考える</li> <li>・データの件数を数える</li> <li>・観測する</li> <li>・測る</li> <li>・アンケートする</li> <li>・インタビューする</li> </ul> 頻度の概念を理解する <ul style="list-style-type: none"> <li>・タリーチャートを使ってデータを数える</li> <li>・度数分布表にまとめる</li> <li>・情報を読みとる</li> </ul> データを絵グラフ・棒グラフ・折れ線グラフに表し、内容を説明する <ul style="list-style-type: none"> <li>・グラフにタイトル、ラベルなどを適切に指定する</li> <li>・適切なグラフを選択する</li> </ul>
前期中等学校第 3 学年 (14~15 歳)	問題を解決するために、データを円グラフに表し内容を理解する <ul style="list-style-type: none"> <li>・新聞や雑誌から日常的な内容の例をグラフ化する</li> <li>・電卓・コンピュータを使う</li> </ul> 中央値・最頻値・平均を理解し、問題解決のために使う <ul style="list-style-type: none"> <li>・データそのものや度数分布表から中央値・最頻値・平均を求める</li> <li>・棒グラフや折れ線グラフなどのグラフから中央値・最頻値・平均、相対頻度を求める</li> </ul>
前期中等学校第 4 学年 (15~16 歳)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・度数分布表の階級の幅</li> <li>・度数分布表から最頻値・平均を求める</li> <li>・ヒストグラム</li> <li>・度数多角形</li> <li>・四分位点</li> </ul>
前期中等学校第 5 学年 (16~17 歳)	×

出典：Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2001b,2001c,2002b,2002c,2003c)

ら学習を進め評価している。

### (1) 初等中等教育における統計教育

国が定める数学カリキュラムは、「数」「測定」「図形」「代数」「統計」の 5 領域の内容を、それぞれ「問題解決」「論理と推論」「数学的思考によるコミュニケーション」の過程で学ぶものである。1991 年に教育省では数学のカリキュラムを見直し、各レベルの教育目標を設定し、1995 年より中等教育最終学年以前を対象とした全レベルの数学プログラムに、このカリキュラムに示される内容を含めるよう示した。ただし、レベル 7・8 の内容については全生徒が学習することを期待するものではない。また、数学の授業では適宜電卓・グラフ電卓・コンピュータを使用することなどが明記されている。

New Zealand Ministry of Education (1992) に示されるように、初等中等教育における算数・数学領域での統計教育は、レベルごとに示された内容を学習することにより、以下の機会を生

表12 フィリピンの初等教育における統計教育の内容

学年	内容
第1学年 (6~7歳)	なし
第2学年 (7~8歳)	なし
第3学年 (8~9歳)	絵グラフ (グラフ)
第4学年 (9~10歳)	棒グラフ (グラフ)
第5学年 (10~11歳)	折れ線グラフ (グラフ)
第6学年 (11~12歳)	確率 (有理数) ・簡単な予測 ・結果の可能性・チャンスについて話す 円グラフ (グラフ)

出典：Department of Education of the Philippines の Web ページ

表13 インドの中等教育における統計教育

学年 (年齢)	内容
Class IX (14 ~ 15 歳)	データの種類の説明や度数分布表 (累積度数を含む) を学び、データの視覚表現として、ヒストグラムの描き方や各種グラフの読み方、真ん中の傾向を測る指標として、データの平均値やメジアン、最頻値を習得する。
Class X (15 ~ 16 歳)	分類されたデータの平均値、確からしさ測度としての確率の概念を学ぶ。また、円グラフについてもこのとき履修する。
Class XI (16 ~ 17 歳)	数学的内容も深くなり項目も増え、基盤 (Part A) では、平均偏差、分散、標準偏差を習得する。選択の科目 (Part C) では、各種平均値、モード、中央値、分割の個数、四分位、パーセンタイルを学び、分割の個数の違いによる利点と欠点にも触れる。
Class XII (17 ~ 18 歳)	内容が実社会に近い内容も現れ、基盤 (Part A) の確率の分野では、乱数を使った実験や標本空間に触れ、確率変数、確率分布も学ぶ。その他 (Part C) の確率の分野では、条件付き確率、ベイズの定理を学び、また、確率変数の平均値、分散、二項分布やポアソン分布の平均値や分散も履修する。

出典：National Council of Educational Research and Training (India) (2000),  
Department of Education, Government of India (2006b, 2006c)

徒に与えることを目指すものである。

- ①収集すべき適切な統計的データとは何かを理解し、そのうえでデータを集め、まとめ、分析し、レポートや概要をまとめるスキルを身につける
- ②様々なチャート・表・グラフを使ってデータを解釈する
- ③確率を推定する力、予測のために確率を使う力を身につける

各レベルでは、「統計的調査：Statistical Investigations」「統計的解釈：Interpreting Statistical Reports」「確率：Exploring Probability」の3つの領域について、達成目標や講義内容および評価項目などが示されている。表14 (a)(b) にレベルごとの達成目標を示す<sup>3)</sup>。

### 5.7 オーストラリア

オーストラリアの教育は、憲法上州の責任とされているため学校制度にも差異がある。州ごとに差異はあるものの7-5制であるクイーンズランド州 (Queensland Studies Authority (2001a, 2001b, 2001c, 2004)) など多くの州において以下に示す首都管轄区同様に統計関連 (チャンスとデータ) の教育が充実している。国が定めるカリキュラムを基に各州独自のカリキュラムを策定しているので、首都管轄区はバンドという単位で学年を超えた分類をしている

<sup>3)</sup> ニュージーランドの数学カリキュラムは1992年初版が現在も最新版として公開され、一部の内容については1995年に追記されている。

表 14 (a) ニュージーランドの初等中等教育における統計教育の主な内容

レベル(年齢)	達成目標
レベル 1 (6・7 歳)	統計的調査 ・毎日の生活の中からデータを集め、カテゴリーごとに並べ替え、分類し、数を数えることができる ・結果を表示し、議論できる 確率 ・これまでの経験をもとに物事を「可能」か「不可能」に分類できる
レベル 2 (8・9 歳)	統計的調査 ・適切にデータを集め、カテゴリーデータや数値データを絵グラフ・タリーチャート・棒グラフ・幹葉図などの適切な図表で表現することができる 統計的解釈 ・表示したデータの特徴を説明できる ・他人が作成したグラフ等の内容を文章化できる 確率 ・よく知っている事柄や架空の関連した事象を比較し、「起こりそうにない」から「きっと起こるであろう」という尺度で整理できる
レベル 3 (10・11 歳)	統計的調査 ・ある状況についての主張を裏付けるために統計的調査を企画できる ・離散的数値データを集め、表示できる ・幹葉図・ドットプロット・帯グラフを活用できる 統計的解釈 ・自分のデータや他の人のデータの特徴を説明できる ・統計的調査の根拠のもととなる主張を文章化できる 確率 ・可能な結果の組み合わせをカウントするためにシステムティックなアプローチを活用することができる ・観測値の組ごとに結果の見込みや可能性を予測できる
レベル 4 (12・13 歳)	統計的調査 ・統計的調査を計画し必要なデータを収集できる ・結果の重要な特徴を伝えるために、質的データを適切に表示する方法を選択し、度数分布表・棒グラフ・ヒストグラムなどのグラフで表現できる ・時系列データを収集し、表示できる 統計的解釈 ・外れ値・クラスター・分布の型などをもとにデータの特徴をまとめることができる ・他の人の報告を評価できる ・調査結果をもとに、可能な行動や影響について文章にまとめることができる 確率 ・事象の相対頻度を推定し、スケール上に印をつけることができる ・樹形図を描いて事象の順序を捉え可能なすべての結果をさがすことができる

が、クイーンズランド州ではニュージーランドと同じレベルの概念を導入するなど様々である。しかしながら、各州ともニュージーランド同様に初等教育の開始時よりチャンス（確率）を学習する。データについても身近な情報を集め、整理し、話す、説明するといった学習が繰り返し行われ、その対象や範囲を広げることにより実際的な課題である予測、サンプリングなどの理論的な学習を行う。データを集めること、データを自ら扱うことを中心とした学習および、データの集め方によって結果が異なることを知る体験を通して、日常生活における統計の必要性や予測への活用の有用性を理解させるものである。

以下に、6-6 制の首都直轄区（ACT Department of Education and Training の Web ページ）を取り上げてカリキュラムの概要をまとめる。

表 14 (b) ニュージーランドの初等中等教育における統計教育の主な内容

レベル5 (14・15歳)	<p>統計的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>異なるカテゴリーに関連した変数や、時間に関連した変数などさまざまな変数に関する統計的調査を計画し運営できる</li> <li>対象となる変数を考えて研究すべき1つの変数を見極め、サンプルを選択し正当化できる</li> <li>適切なグラフとの関連により、平均・中央値・四分位偏差・範囲などの指標を確認できる</li> <li>離散データと連続データについて話し合うことができる</li> <li>比較のためのサンプルを集めて表示できる</li> <li>背中合わせの幹葉図・箱ひげ図・積み重ね棒グラフを活用できる</li> </ul> <p>統計的解釈</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>異なるカテゴリーのデータを比較できる</li> <li>時間での変化を文章にまとめることができる</li> <li>誤差の原因と調査の限界を報告できる</li> </ul> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>相対頻度をもとに事象の確率を測定できる</li> <li>さいころを転がす、カードを引くなどの事象の理論的確率を測定できる</li> <li>結果を予測したうえで実験を行い、その結果を報告できる</li> <li>樹形図を使って、一連の事象の確率を計算できる</li> </ul>
レベル6 (15・16歳)	<p>統計的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>変数間の関係を含めて、統計的な疑問を明確に述べることができる</li> <li>連続過程の時間に関連した疑問を明確に述べることができる</li> <li>データ収集の方法を見極めることができる</li> <li>離散データ・2値データを集め、散布図を描くなど特徴を明確に伝えることができる</li> </ul> <p>統計的解釈</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルの変数間の関係を文章にまとめることができる</li> <li>時系列データの長期間と短期間の特徴をまとめることができる</li> <li>結果が決定的ではない場合に、調査方法・データの集め方・まとめかたについて改善案を提示できる</li> </ul> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>社会的な文脈から多変量データを表にまとめ、日常的な事象の確率やあるカテゴリーにおける結果の割合を計算できる</li> <li>排他的で独立な事象(さいころ・トランプ)の理論的確率を算出できる</li> <li>条件付確率を計算するために樹形図を活用できる</li> </ul>
レベル7 (16・17歳)	<p>統計的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>予測のための調査を企画できる</li> <li>サンプルの選択とデータの集め方を検討できる</li> <li>データの集め方・視覚化・重要な特徴について議論できる</li> <li>分布を調べることにより、平均・標準偏差を含むサンプルの統計量を検討できる</li> <li>時系列グラフの特徴をまとめることができる</li> </ul> <p>統計的解釈</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>母集団や実験について、統計学に基づいた予測と分析の議論ができる</li> <li>時系列データの長期と短期のトレンドの原因を見極めることができる</li> </ul> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験結果の確率を計算するために、さいころや乱数を使ってシミュレーションできる</li> <li>正規分布が適切な数学的モデルであることを理解し、正規分布を使って問題を解く場合の条件を理解できる</li> <li>正規分布を標準正規型に変換し、正規分布表を活用できる</li> </ul>

## (1) 首都直轄区の初等教育および中等教育前期における統計教育

首都直轄区 (ACT: Australian Capital Territory) では、初等教育において以下に示す過程

レベル8 (17・18 歳)	<p>統計的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・信頼区間 <math>2\sigma</math> を推定するために統計的調査を企画することができる</li> <li>・連続過程においてサンプルに矛盾が無いかを調査するための実験について報告できる</li> </ul> <p>統計的解釈</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプル平均と母集団平均の違いを説明できる</li> <li>・サンプリングの状況におけるバイアスの原因と信頼性について理解している</li> <li>・母集団のパラメータを推定する際、信頼区間について評価し説明できる</li> <li>・サンプルが明確に定義された母集団ではない場合の状況を見極め、その妥当性を議論できる</li> </ul> <p>確率</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・確率の状態をシミュレーションすることによって問題を解決できる</li> <li>・確率の基本用語と基本概念の定義を理解し利用できる</li> <li>・与えられた状態をモデル化し、確率と予測値の計算のために、適切な分布（2項分布・ポアソン分布・正規分布）を選択して予測できる</li> <li>・現実の状況から予測値を計算し報告できる</li> </ul> <p>追加的内容</p> <p>レベル8には、「実験企画の統計的な視点」「時系列」「変数の組み合わせにおける関係の調査」の3領域をさらに発展させるための達成目標が示されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験を企画する際の原則を用いて実験を企画、運営できる</li> <li>・実験の分析と報告のために統計理論を用いることができる</li> <li>・時系列データが滑らかかこぼこかを移動平均のグラフを用いて区別できる</li> <li>・金融時系列を引き下げるために指標を用いたり、インフレ率を探すために指標を活用できる</li> <li>・表やグラフを使って2つのカテゴリー変数の関係を調べることができる</li> <li>・2つの連続変数の関係をグラフと回帰分析を含むモデルフィッティング手法を用いて調べることができる</li> <li>・線形的関係を見極めるためにグラフと相関係数を使い、回帰直線や相関係数のあてはめを議論できる</li> </ul>
-------------------	---

注意:表中の年齢は、各レベルの主な対象年齢であり詳細は図1に示す通りである。

出典：New Zealand Ministry of Education (1992)

および内容のスタンダードが示され、教育が行われている。「空間」「数」「測定」「チャンスとデータ」「パターン・関係・代数」の5領域の内容を、それぞれ「心構えと真価」「数学的探求」「数学を選択し活用する」の過程で学ぶものである。また、教育内容については学年とは別にバンドという概念が導入され目標および教育内容が定められている。中等教育の後半については、別途カリキュラムが指定されている。

## (2) 中等教育後期における統計教育

首都管轄区 (ACT) の中等教育後期については、ACTBSSS (The ACT Board of Senior Secondary Studies) が科目ガイドラインを提示している。また、教育はいくつかのコースに分かれて実施され、Aコースは一般的内容、Tコースは高度教育的内容となっている。この他に、障害者対象のMコース、職業訓練のVコース、余暇・地域サービスなどのRといったコースも設置されている。各コースとも必修ではない。対象は中学校後期の16歳から18歳である。

## 6 アジア・オセアニア各国の統計教育カリキュラムのまとめ

初等・中等統計教育について、7カ国のカリキュラムとアメリカやカナダのカリキュラム、そしてわが国のカリキュラムをあわせて考察した結果、幾つかの点が明らかとなった。それらは今後のわが国のカリキュラムを考えるうえで重要な指針となると考える。

表15 首都管轄区の初等教育および中等教育前期における統計関係の主な内容

バンド(年齢)	目標および内容
バンド1 (～6歳)	<p>チャンス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 起こりそうな事象に関連して話す</li> <li>・ よく知っているランダム事象の起こりうる結果を書きだす</li> </ul> <p>データ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分や家族、友人に関する簡単な質問を作り、それらに回答するために必要な情報を集め、並べ替え、まとめる</li> <li>・ 自分や家族、友人に関する簡単な質問に答えるために情報をわかりやすく表示し説明する</li> </ul>
バンド2 (6～10歳)	<p>チャンス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 起こりそうな事象に関連して明確に話す</li> <li>・ よく知っているランダム事象の起こりうる結果と実験を書きだす</li> <li>・ 起こりうる結果と実験の結果を、「最も起こりそうにない結果」から「最も起こりそうな結果」の順に並べる</li> </ul> <p>データ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分や家族、友人に関する簡単な質問を作り、それらに回答するために必要な情報を集め、並べ替え、まとめる</li> <li>・ 自分や家族、友人に関する簡単な質問に答えるために情報をわかりやすく表示し説明する</li> </ul>
バンド3 (9～13歳)	<p>チャンス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常の出来事がどのくらい起こりやすいか、について文章でまとめる。チャンスや確率といった用語の理解を含む</li> <li>・ ランダム事象について、系統的に可能な結果をリストアップし、各事象の確率の順序を推測し、実験的予測を行ってみる</li> <li>・ 簡単な状況の確率の実験的推定を行い、結果を説明する</li> </ul> <p>データ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 問題の解答を得るためにデータを系統立てて集め、まとめ、記録する</li> <li>・ 自分自身もしくは他人が問題に答えるために、データをわかりやすく表現し、その内容を説明、あるいは報告する</li> </ul>
バンド4 (12～16歳)	<p>チャンス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チャンスの過程の用途、効用を理解し説明する</li> <li>・ 簡単な実験の起こりうる結果を分析、説明するために、サンプル空間を構築する。そして、等しく起こりそうな事象を分析して確率を計算する</li> <li>・ 長く続く相対頻度を用いて確率を推定する</li> <li>・ 状況をモデル化し、シミュレーションを企画、実行する</li> </ul> <p>データ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ もととは異なる形式で表された情報を探し、評価、判断する</li> <li>・ 実際的な目的のために、系統立ててデータを集めまとめる</li> <li>・ 視覚表現や位置を示す指標、幅を示す指標を用いてデータを要約し解釈する</li> <li>・ 日常生活における統計の必要性を理解する</li> </ul> <p>予測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ サンプルとは何かを理解し、ランダムサンプルとサンプルサイズの重要性を認識する</li> <li>・ 予測を導き出し、サンプルデータをもとにした議論を構築、評価する</li> </ul>

出典：Australian Capital Territory Department of Education and Training(1992)

### 6.1 数学教育の1つの領域としての位置づけ

表17に示す、全米数学教師協議会のスタンダード2000(National Council of Teachers for Mathematics(2000))やカナダ・オンタリオ州教育委員会、英国教員免許カリキュラム局のWebページが公表している数学教育の指導ガイドラインにおいて、統計が数学の中の1領域「データ処理と確率」としてはっきり位置づけられているように、インドとフィリッピンを除



表 16 首都管轄区の中等教育後期における数学および統計関係の主な内容

科目名	統計関連の内容
貿易とビジネス数 (A コース)	統計 (一変量, 二変量, 中心と散らばり, グラフ表現) チャンスの理解 (理論的確率, 意思決定)
応用数学 (T コース)	一変量データ (データの収集・解釈, 中心と散らばり, 正規分布, 意思決定, 標準スコア) 二変量データ (データの収集・まとめ・解釈, 相関と回帰, 予測, 時系列) 関係のモデル化 (線形・非線形の関係, 定常と比率変化の関連, 成長・衰退モデル) 確率 (実験確率と理論確率, シミュレーション, 条件付確率)
数学的手法 (T コース)	確率と統計 (組み合わせ, 順列, 2 項分布, 正規分布, 中心と散らばりを示す 指標, 中心極限定理, 回帰と相関)
数学特講 (T コース)	反復モデル (ロジスティック成長, カオス) 指数関数や三角関数によるモデル化 (ウェーブモデル, ロジスティックモデル)

出典 : Australian Capital Territory Board of Senior Secondary Studies(2002)

く国においても, それぞれ「統計」(シンガポール, マレーシア, ニュージーランド), 「統計と確率」(台湾) あるいは「チャンスとデータ」(オーストラリア) といった名称で, 数学の 4 ないし 5 つの領域の 1 つが統計関連の内容である。

特に, シンガポール, ニュージーランドとオーストラリアでは 6 歳~16 歳までの継続的なカリキュラムにより, 全ての生徒が統計について学習することになっている。台湾もほぼ同様であり, 初等教育においてはわが国と差のないマレーシアにおいても中等の統計教育カリキュラムは充実している。さらに数学教育全体として, シンガポールのコース分け試験による徹底した習熟度別学習や, ニュージーランド, オーストラリア, 台湾のそれぞれレベル, バンド, 段階といった学習期間の柔軟性を取り入れた学習など, 学習目標への達成度を高めるための制度を導入している。

## 6.2 データ中心の統計教育

シンガポール, ニュージーランドとオーストラリアの初等・中等教育前期の統計教育カリキュラムは, データを中心とした学習内容となっている。データ収集, データの分類・まとめ, 表やグラフによる表現などの他, 結果の解釈, 特徴の説明や議論を通しての評価, 文章によるまとめ, といった統計リテラシーを毎学年繰り返し学習する。データ中心のカリキュラムは, 全米数学教師協議会のスタンダード 2000 に含まれる「データ分析と確率」の指針に極めて近い。特にニュージーランド・オーストラリアでは, データを扱う学習が早期から行われ, 「データを生徒自ら集めることができる」「集めるために必要な質問を考えることができる」などが達成目標にあげられデータの重要性が初等教育の初期の段階で繰り返し指導されている。以上の 3 カ国では, いわゆる理論的な統計学については中等教育後期以降に学習するが, それまでにデータを活用する方法や意義を十分に身につけているため, 理論的学習も容易に理解できると考える。生徒が, 問題解決や意思決定について学んでいくためには, 算数数学の領域だけでは不十分である。しかしながら, 統計を活用した数学的問題解決の手順や手法, 意義を理解することは他の分野においても日常生活においても大変重要であり, 数学教育において統計教育を充実させ, 幼少期からデータを中心とした学習を繰り返し行うことの意義は大変大きい。

表17 算数数学教育の分類

国	分類				
アメリカ	数と演算	代数	測定	幾何	データ分析と確率
カナダ <sup>**</sup>	数と計算	パターンと代数	測定	図形と空間	データ処理と確率
イギリス	数と代数		形, 空間と計測	数学の使用と応用	データ処理
シンガポール	数		代数	幾何	統計
台湾 <sup>*</sup>	数と量		代数	幾何	統計と確率
マレーシア <sup>*</sup>	数		測定	図形	統計
フィリピン <sup>*</sup>	数	有理数	測定	図形	グラフ
インド	分類なし				
ニュージーランド	数	代数	測定	図形	統計
オーストラリア <sup>****</sup>	数	パターン・関数・代数	空間	測定	チャンスとデータ
日本 <sup>*</sup>	数と計算		量と測定	図形	数量関係

<sup>\*</sup>初等教育のみのカリキュラム <sup>\*\*</sup>オンタリオ州 <sup>\*\*\*\*</sup>首都管轄区他 出典:各国教育省のWebサイト

注意:統計関係の内容が独立している場合にのみ網掛けとした

### 6.3 分布関連の内容と扱い

カリキュラム内容としては、データの分布、データの中心と散らばりについての扱いがわが国と他の各国では大きく異なる。表18の通り、他の多くの国では平均値だけを独立で学習することは無く、データの分布（ヒストグラム、幹葉図、箱ひげ図の幾つか）、データの中心を表す指標（代表値：平均値、中央値、最頻値の全て）、データの散らばりを表す指標（四分位点・四分位範囲、レンジ、分散や標準偏差の幾つか）について順に学習する。これらの学習の過程は、自らデータを集めることで可能となる。日本では初等教育の最後（小学校6年生）で平均値だけを学習し、分布や散らばりについては高等学校の選択科目において学習する。現実のデータを扱う場合には、データの分布の形によっては平均値が必ずしも中心とならないことが多く、平均値だけの学習ではデータの特徴の捉え方を誤る可能性がある。分布の形を見、中心がどこか、散らばりの大きさはどうかといった一連の見方でデータの特徴を捉え、解釈し、問題解決に繋げる教育が必要であると考えられる。

### 6.4 確率

わが国の確率に関する指導要領上の扱いとしては、小学校では全く無く、中学校で簡単な確率を学習することになっているが、統計とは独立している。高等学校では数学Cで、統計理論と一緒に確率理論を学習する。しかし、ニュージーランドやオーストラリアでは現実の事象の起こりやすさと起こりにくさといった不確実性を表す確率と統計は常に連携した形でカリキュラムが考えられている。また、表19に示すように、確率を学習する時期も早い。これらの国の確率のカリキュラムは、「統計教育の未来型の位置付けと期待—数学教育の視点から—」（藤田（2005））の中で提案されている確率の新学習法と連携した新時代型の統計教育カリキュラ

表 18 分布関連の教育の内容と時期

国	年齢													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17歳	
シンガポール		絵	スケール 付絵	棒	度数表・ 折れ線		円	ヒストグラム	ドットダイヤグラム・幹葉図	箱ひげ図・累積度数表・積み重ね棒グラフ			標本と仮説 検定	
									平均値・中央 値・最頻値	箱ひげ図・四分位点・パーセント 点・標準偏差		相関と回帰		
台湾				棒・線・円							四分位点・平均・ 最頻値・中央値・ 範囲・四分偏差		度数表	相関
マレーシア						絵	棒		タリ・度数 表・線			ヒストグラム・ 度数多角形		
							平均			最頻値・中央 値・平均・相対 頻度		四分位点		
フィリピン			絵	棒	線	円								
インド										度数分布表・ヒ ストグラム	円			
										平均・中央値・ 最頻値			平均偏差・分 散・標準偏差	
ニュージーランド			絵・棒・幹葉図			ドットプロット		度数分布表・ヒスト グラム	箱ひげ図・積み重ね棒グラフ			時系列グラフ		
										範囲・平均値・中央値		散布図	標準偏差	相関(国庫 直線)
オーストラリア		絵・棒・幹葉図												
									位置・幅					
日本				棒	線	円・帯								
							平均							

網掛け 必修

注意：同様の内容については初出のみを記し、表中のオーストラリアは首都管轄区を示す。

ムの要請への1つの方向性を示唆するものとする。

なお特別な例として、シンガポールでは初等・中等教育前期までの数学教育では統計を毎学年学習するにもかかわらず、確率については中学校第1学年までは独立したカリキュラムがなく、中学校第2学年以降に学習することになっている。

7 考察と今後の計画

本論文では、日本の初等中等数学教育における統計に関するカリキュラムを紹介し、アジア・オセアニア諸国における教育制度の概要及び統計教育カリキュラムを調査した。その結果、多くの諸国において、統計基礎教育は数学教育の枠組み内に位置づけられ、グラフや表を用いたデータ表現や平均値などの基本統計量によりデータの分布を捉え、解釈するといった基礎的な統計リテラシーの習得を目指していることがわかった。これらの教育は、生活に密着した実データをもとに、早期より繰り返し行うことが重要とされ、特に難しい手法の習得を目指すものではない。各国は、文部科学省(2005)に示されるとおり、TIMMSやPISAの調査において結

表19 確率関連の教育の内容と時期

国	年齢														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17 $\leq$	
シンガポール									可能性を図る 単事象の確率	組合せ事象の確率(可能性 ダイアグラム, 樹形図) 確率の加法と乗法 排反事象と独立事象			理論確率 2項分布 正規分布		
台湾									確率			期待値	条件付確率 ベイズの定理		
マレーシア															
フィリピン									確率						
インド											確率		確率変数 確率分布		
ニュージーランド	可能・不可能		チャンス(可能性) 結果の洗い出し			樹形図		単事象の確率			事象の割合と確率 理論的確率 条件付確率(樹形 図)		正規分布	期待値	
オーストラリア		可能/不可能・結果の洗い 出し		チャンス(可能性)・確率			相対頻度と確率					条件付確 率			
日本									確率						

網掛け: 必修

注意: 同様の内容については初出のみを記し, 表中のオーストラリアは首都管轄区を示す。

果を伸ばしてきており, 特に, シンガポールは2003年のTIMSS調査で数学総合第1位, ニュージーランドは2003年PISA数学調査の不確実性の領域で第1位(上位5%の得点)であるといった教育の成果は注目できる。わが国は両調査とも成績が後退し, 算数数学の勉強を楽しんでいる子供が他国と比較して非常に少ないという結果である。

また一方で, 日本では, 統計教育の項目の減少や関連科目の選択化により, 多くの生徒が統計を学ばずに高等教育に進む, あるいは社会に出ることになり, 他の国と比較して最低限の知識の習得も危ぶまれている。国際化を目指すわが国においては諸外国のカリキュラムを参考にし, 将来に向けた広い視点で, データを読み, 分析する力を養う教育を再検討することが必要である。

なお, 今回は国が定めるカリキュラムを中心に調査を行ったが, 実際の現場で行われている内容と必ずしも一致しているとは限らず, これらは現地調査が必要であろう。今後, 各国の関連分野の研究者等との情報交換を含め, より詳細なる調査を行う予定である。調査する教科についても対象を広げ, 理科, 社会など算数・数学科以外の教科で統計がどのように扱われ, 教育されているのかについても調べていきたい。

## 参考文献および Web サイト

ACT Department of Education and Training の Web ページ (2006), <http://www.decs.act.gov.au/>  
 Australian Capital Territory Department of Education and Training (1992). Mathematics Curriculum Framework.  
 Australian Capital Territory Board of Senior Secondary Studies (2002). Mathematics Course Framework.

- Central Board of Secondary Education of India (2002). Secondary School Curriculum 2002-2004 Vol1. Main Subjects. Department of Education, Government of India (2006a). The National Policy on Education, <http://education.nic.in/htmlweb/natpol.htm>.
- Department of Education, Government of India (2006b). Secondary School Curriculum 2003-2005, vol1. Main Subjects, 52-63, [http://education.nic.in/htmlweb/cbse\\_curri\\_05/cbsecurri\\_x\\_05.htm](http://education.nic.in/htmlweb/cbse_curri_05/cbsecurri_x_05.htm).
- Department of Education, Government of India (2006c). CBSE Class XII Curriculum 2003-2005, 31-43, [http://education.nic.in/htmlweb/cbse\\_curri\\_05/cbsecurri\\_xii\\_05.htm](http://education.nic.in/htmlweb/cbse_curri_05/cbsecurri_xii_05.htm).
- Department of Education of the Philippines の Web ページ (2006), <http://www.deped.gov.ph/>
- Deutscher Bildungsserver の Web ページ (2006), <http://www.bildungsserver.de/>
- 英国教員免許カリキュラム局の Web ページ (2006), <http://www.qca.org.uk/>
- 藤井良宜 (2005). 全米数学教師協議会による数学教育指針の中の確率・統計教育～K-1 から K-12, そして K-16 を通しての統計教育の接続性～, 日本統計学会・統計教育分科会日本統計学会・統計教育委員会第 1 回統計教育ワークショップ講演資料.
- 藤田宏 (2005). 統計教育の未来型の位置づけと期待—数学教育の視点から—, 第 21 回統計教育委員会 (2005 年 6 月 25 日) 講演資料.
- Government of Ontario, Canada の Web ページ (2006), <http://www.gov.on.ca/>
- 教育情報ナショナルセンター Web ページ (2006), <http://www.nicer.go.jp/guideline/old/>
- 国立教育政策研究所 (2005). 算数・数学のカリキュラムの改善に関する研究—諸外国の動向 (2) —, 「教科等の構成と開発に関する調査研究」研究成果報告書 (23).
- 牧下英世 (2005). 高校と大学をつなげるカリキュラム開発の基礎的研究～データに潜む特徴をつかむ/微小な変化をとらえる, 第 23 回統計教育委員会 (2005 年 10 月 15 日) 講演資料.
- Ministry of Education Malaysia (2001). Education in Malaysia A Journey to Excellence.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2001a). Kurikulum Bersepadu Sekolah Rendah Huraian Sukatan Pelajaran MATEMATIK TAHUN4.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2001b). Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah Huraian Sukatan Pelajaran MATEMATIK TINGKATAN4.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2001c). Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah Huraian Sukatan Pelajaran MATEMATIK TINGKATAN5.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2002a). Integrated Curriculum for Primary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS YEAR1.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2002b). Integrated Curriculum for Secondary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS Form1.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2002c). Integrated Curriculum for Secondary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS Form2.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2003a). Integrated Curriculum for Primary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS YEAR2.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2003b). Integrated Curriculum for Primary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS YEAR3.
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centre (2003c). Integrated Curriculum for Secondary Schools Curriculum Specifications MATHEMATICS Form3.
- Ministry of Education Malaysia の Web ページ (2006), <http://www.moe.gov.my/>
- Ministry of Education Malaysia Curriculum Development Centr の Web ページ (2006), <http://myschoolnet.ppk.kpm.my/>
- Ministry of Education, Republic of China (Taiwan) の Web ページ (2006), <http://www.edu.tw/>
- 文部科学省 (2005), 小学校算数・中学校数学・高等学校数学指導資料—PISA2003 (数学的リテラシー) 及び TIMSS2003 (算数・数学) 結果の分析と指導改善の方向—, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/gakuryoku/siryo/05071101.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/siryo/05071101.htm)
- 文部省大臣官房調査統計企画課 (1994). 諸外国の学校教育—アジア・オセアニア・アフリカ編, 財務省印刷局.
- 長崎栄三 (2003a). 台湾の高等学校の数学教育課程, 世界の高等学校の数学教育 I, 日本学術会議科学研究費補助金基盤研究 A (1) 高等学校の科学教育改革に関する総合的研究課題番号 11308006, 178-186.
- 長崎栄三 (2003b). 世界の高等学校の数学教育 II, 平成 11-14 年度日本学術会議科学研究費補助金基盤研究 A (1) 高等学校の科学教育改革に関する総合的研究課題番号 11308006.
- 長崎栄三 (2005). 算数・数学では何をいつ教えるのか—算数・数学教育の内容とその配列に関する調査報告

書一.

- 中村修三 (2006). インドの初等教育の発展と今後の課題, 立命館国際地域研究, 24, 11-33.
- National Council of Educational Research and Training (India) (2000). National Curriculum Framework for School Education, National Council of Educational Research and Training.
- National Council of Teachers for Mathematics (2000). Principles and Standard for School Mathematics, National Council of Teachers for Mathematics.
- National Council of Teachers for Mathematics の Web ページ (2006), <http://www.nctm.org/>
- New Zealand Ministry of Education (1992). MATHEMATICS in the New Zealand CURRICULUM.
- New Zealand Ministry of Education の Web ページ (2006), <http://www.minedu.govt.nz/>
- 日本統計学会他 (2005). 21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進への要望書—21世紀の知識創造社会をリードする人材育成のための継続的な統計教育の推進への要望について—, <http://stat.sci.kagoshima-u.ac.jp/~cse/statedu/>.
- Ontario Ministry of Education (2005). The Ontario Curriculum Grades 1-8: Mathematics.
- Queensland Studies Authority (2001a). Mathematics A Senior Syllabus.
- Queensland Studies Authority (2001b). Mathematics B Senior Syllabus.
- Queensland Studies Authority (2001c). Mathematics C Senior Syllabus.
- Queensland Studies Authority (2004). MATHEMATICS Years 1 to 10 Syllabus.
- 瀬沼花子 (2004a). 企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—, 日本科学教育学会科学教育研究, 28 (1), 36-39.
- 瀬沼花子 (2004b). 算数・数学における創造性の育成に関する政策とその実情の国際比較研究 (中間報告書), 平成 15-16 年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究 (2) 新世紀型理数科教育の展開研究課題番号 15020271.
- シンガポール教育省 (Ministry of Education, Singapore) の Web ページ (2006), <http://www.moe.gov.sg/>
- シンガポール試験評価委員会 (SEAB: Singapore Examinations and Assessment Board) の Web ページ (2006), <http://www.seab.gov.sg/>
- 武田和昭 (1995). 企業から見た数学教育の重要度, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌, 2 (1), 81-94.
- 筑波大学附属駒場中学校, 筑波大学附属駒場高等学校 (2004). スーパーサイエンス・ハイスクール研究開発指定研究高校と大学をつなげるカリキュラム開発の基礎研究: 卒業生アンケート調査 2 年間のまとめ, 筑波大学附属駒場中・高等学校数学科.
- 依田源 (2003). 高校における統計教育の現状と問題点, 2003 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 180-181.
- 財団法人自治体国際化協会 (2001). マレーシアの教育, 財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所.
- 財団法人自治体国際化協会 (2005). シンガポールの教育, 財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所.