

日本とフランスの高校教科書の比較からみた統計教育

植野義明*

概要

本稿では、日本およびフランスの高等学校で使用されている教科書から、1変数の記述統計を内容とする部分を比較検討した。今回比較の対象とするのは、フランスの職業希望者のためのリセ第2学年で使用されている数学(Maths)の教科書(2010年発行)と、日本の高等学校第1学年で使用されている「数学I」の検定教科書(いわゆる平成23年度本)である。

両国の間では教育制度が異なっており、これらの教科書が対象としている生徒の素養や傾向も必ずしも一致していない。従って、どちらの教科書が内容的に「より進んでいる」か、あるいは「レベルが高い」かについての議論はここでは行わない。数学教育はそれぞれの国や地域の社会制度や文化、風土を基盤として行われており、その一つの現れが教科書であるという立場から内容を比較する。

高等学校の数学にはさまざまな分野がある。今回とくに統計分野において比較を行う大きな理由は、日本の高等学校で平成23年度から施行されている指導要領において、おそらくすべての高校生が学ぶことになると思われる科目「数学I」に新たに記述統計の分野が入ってきたことである。これまでの指導要領では、統計は「数学B」の中で選択できる単元の一つにとどまり、大学入試では「数学B」の中から「ベクトル」と「数列」の2単元を出題範囲として指定する大学が大多数であったため、教育現場では統計的分野があまり熱心に教えられていないと言われていた。その間に、世界の数学教育では21世紀型の市民の教養としての統計教育に重点が置かれ、イギリス、オーストラリアなどを中心として新しい教材の集積や利用技術の開発が進められている。

日本とフランスの教科書を比較してわかることの一つは、フランスの教科書は実用を重視し、統計が職業・生活の道具として使えるようになることに重点をおいているのに対し、日本の教科書はどちらかという理論を重視し、統計を純粋数学の一分野として扱っているように見えることである。

検索語：高校数学、記述統計、比較教育(フランスと日本)、教科書研究

1 フランスの職業リセにおける統計教育

1.1 フランスの教育制度

戦後日本の教育制度は鉄道路線に喩えて単線型であるとよく言われる。一方、フランス共和国^{*1}の教育制度が複線型であることは日本でもよく知られている。フランスの教育制度を図にまとめたものは、文部科学省のホームページ[5]や手近な辞書類(たとえば[6])の付録などに載っており、容易に見ることができる(図1)。

このような学校制度図にしたがってフランスの初等中等教育の制度を大まかに概観すると、5年間の小学校課程の上に4年間のコレッジ(中学校)の

課程がある。日本の場合と多少年数は異なるが、初等／前期中等教育期間の合計は9年間であり、ほぼ日本と同じと考えてよいだろう。

フランスの教育制度が日本のそれと大きく異なるのは、リセ(高等学校)^{*2}への入学時から複線型教育が始まる点である。すなわち、現行のフランスの公立・私立高等学校は、大学進学希望者を対象とする普通リセ(lycée générale)、将来の技術者を養成する技術リセ(lycée technique)、職業教育を行う職業リセ(lycée professionnelle)の3種類に分かれているのである。

なお、1960年代前半まで、リセ卒業者に交付されるバカロレアには、大学入学資格を認める学位としての普通バカロレアしかなかったが、1965年に技術

*1 以下ではフランスと記す。

*2 ギリシャ語のリュケイオンが語源となっている。

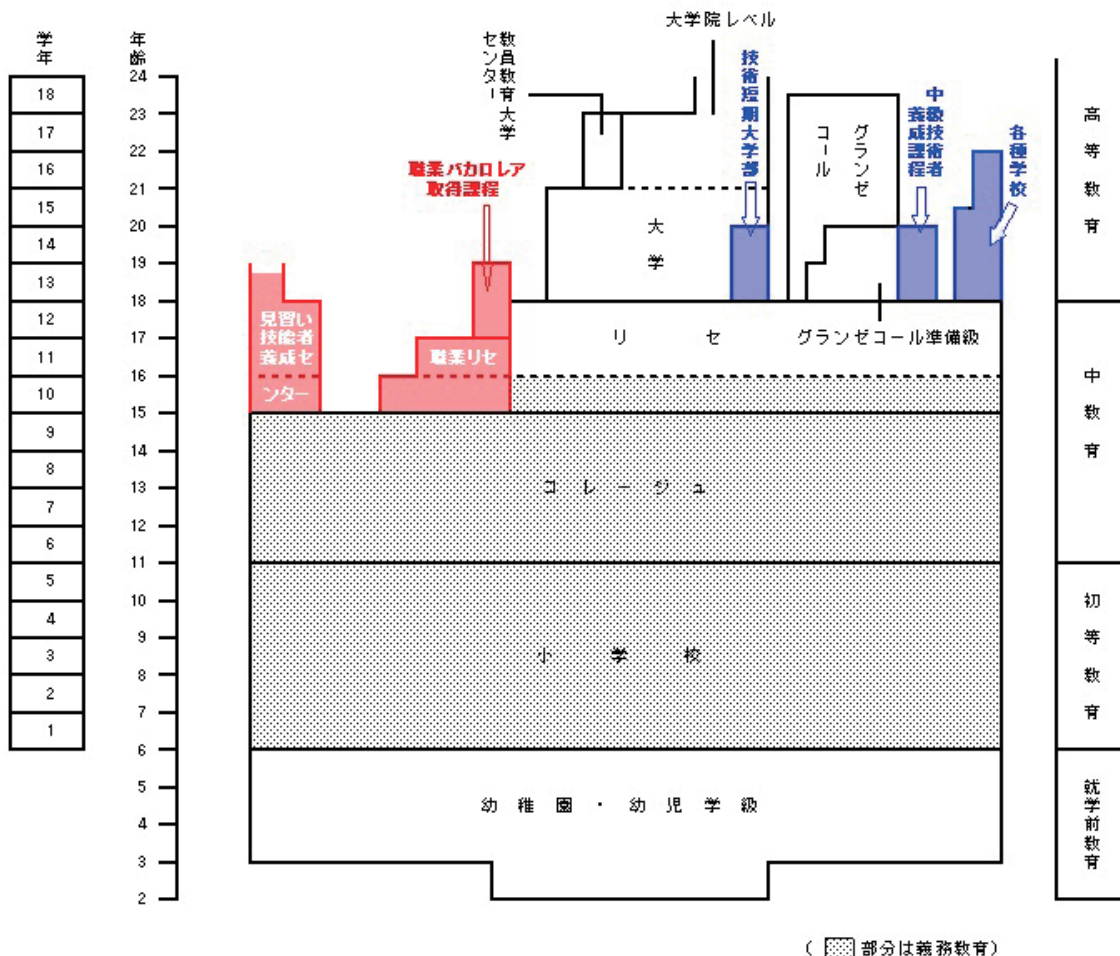


図1 フランスの学校系統図 (文部科学省 HP より)

バカロレア, 1985年に職業バカロレアがそれぞれ設けられた [4, p.7].

1.2 統計を重視するカリキュラム

職業リセでは, 数学の授業は統計から始まる。筆者は, 2013年11月12日から15日までの4日間, フランスで3番目の都市リヨンの職業リセを4校視察したが, どのリセでもほとんどすべてのクラスで数学の授業は統計を扱っていた。

その理由は, 秋は学年の初めであり, どの学年の教科書も統計から始まっているからであるとのことであった。

数学の教科書が統計から始まっている理由として, 現地の教師が挙げた2つの意見があった。まず, 統計は職場においても生活においても直接役に立

つ。そして, 2番目に, 統計に必要な計算は, 簡単な四則計算の範囲をはず, 複雑な式変形の必要がないので教え易いとのことであった。生徒にとっても簡単な計算の復習から入るほうが数学の学習に入り易いだろう。これら2つの理由から, 職業リセでは年度の始めに統計を学習する。

1.3 教育におけるテクノロジーの利用

本稿において, テクノロジーという用語は電卓, 関数電卓, グラフ電卓, コンピュータ (PC) をさす。

テクノロジー利用教育ということばには2通りの意味があるだろう。第1はテクノロジーを利用して教師が授業の準備や授業中のプレゼンテーションを行うという意味である。教師が電子黒板を利用して教材を提示するなどはこちらの意味である。

一方、生徒にどのようにしてテクノロジーを利用して問題を解決するかを教えるために、実際に教室で生徒にテクノロジーを使わせるという意味がある。

筆者が視察したりセではこのどちらも行われているが、本稿でテクノロジー利用教育を考える場合は、後者に重点を置いている。

今日、どのような職場であっても、コンピュータ(とくに、エクセル)を使わない状況は考えられない。このような現代社会においては、学校内でもコンピュータを用いた問題解決の方法を身に付けておくことは、生徒の将来の生活や職業に備える意味で必要なはずである。このことは、とくに職業希望者を対象としている職業リセでは重要である。

実際、職業リセの生徒は職場研修(インターンシップ)と学校教育(教養科目、基礎科目)を交互に2週間ずつ受け、さらに1ヶ月程度の長期の職場研修にも参加する。このような生徒たちの日常を考えると、教室でも例えば数学の授業の中でテクノロジーを使って問題解決を行うことは、むしろ自然であろう。

フランスの職業リセと日本の普通高校とでは教育の目標も生徒の志向、資質も異なるので単純に比較することはできないが、観察した限りでは、テクノロジー利用教育という面でフランスの教育現場の方がより「進んでいる」ように思われた。

教師も筆算で行うべき計算、電卓を用いるべき計算、コンピュータ(エクセル)で行うべき計算の違いをよく理解し、授業をスムーズに進めていたし、また、学校内において、そのようなテクノロジーを使用した授業を支援する制度的、環境的条件が十分に整っていることも、フランスにおける統計教育の推進に大変寄与しているように思われた。おそらく、学校内のPCの台数や、生徒が1日にPCに触れる回数を単純に比較した場合、台数も触れる機会もフランスの職業リセの方が圧倒的に多いだろう。

なお、学校にPCを導入し、維持管理するためにはフランスでも行政に提出する膨大な書類を作成しなければならず、この点は日本とあまり変わらない。

1.4 教科書の種類

職業リセで使われている教科書は数社から出版されている。職業リセは将来の職種ごとに細かくコース分けされている。教科書では、生徒のコース分けを大きくA, B, Cの3数種類に分類し、それぞれの生徒に応じたものが出版されている。この分類は第1次産業、第2次産業、第3次産業にほぼ対応するとのことである。このほかに技術リセ用の教科書もあり、そちらも電子機械系、化学系などのコース別となっている。

本稿では、職業リセの数学教科書のサンプルとして教科書[1]を取り上げる。その書名について説明すると、Groupements A et B(グループA, B)は、将来農業や工業などの生産業に従事しようとする生徒向けの教科書であることを示している。1^{er}は、フランスの学校制度において小学校入学から高校卒業までの修学期間のうち、最終学年の1つ前の学年を意味し、日本の高校2年生に相当する。Professionnelleは職業リセを意味し、BAC PROは職業バカロレアを意味している。これは国家試験であり、合格すると就職が保障される。したがって、この表示はこの教科書がBAC PROに合格するためのものであることを示している。最後にHachette Livreは出版社名である。

職業リセは1985年の改革以前は技術教育コレージュと呼ばれ、コレージュの延長としての2年間のコースであった[4, p.5]。現行制度下の職業リセでも、就学年限は基本的には2年間であるが、職種によって3年間~4年間のコースとなっている(図1)。

1.5 教科書の執筆者

教科書[1]は4名の現場教師が執筆している。すべてリセの教師である。他の教科書を調べたところ、2~3名という例もあった。これからわかるように、職業リセの教科書の執筆には大学教授は関与しておらず、教師が実際に自分の担当するリセの授業で使っている課題や必要なデータ、写真資料、BAC PROの過去問題などを編集して執筆している。

1.6 教科書のスタイル

まず理論を説明し、その後例題、問題演習へと進む日本の教科書とは異なり、まず具体的、日常的な課題を与え、十分な時間をかけて必要な計算などもしながらその課題を解決する「活動」(activité)と呼ばれる作業が中心となる。教科書のページ割りを見る限り、各章は導入課題から始まり、理論的な説明はある程度進んでから要点の整理のような形で与えられている。そして、実際の授業も「活動」が中心であった。したがって、教師は生徒と一緒に課題に取り組みながら、必要な概念を黒板(ホワイトボード)で説明することになるだろう。実際、筆者が視察した授業でも、問題解決活動が中心で、概念は必要に応じて登場するというスタイルで進んでいった。活動、要点の整理の後には、バカロレアに向けた実践的、実際的な多くの課題が並んでいる。

1.7 明確な目標提示

もうひとつ、日本の教科書と違い特徴的であると思われたのは、職業バカロレア(BAC PRO)に合格することが教科の目標であることが、教科書にはっきりと明示されている点である。まず教科書の書名そのものにBAC PROと表示され、各単元の後半には、バカロレアに備えた理解度チェックコーナー、明らかにバカロレアを意識した演習問題が並んでいる。そして、単元末には模擬試験問題が本番試験さながらの体裁で載っている。

日本の検定教科書では、節の終わりや章の終わりには大学入試問題やそれと同程度の問題が載っていることが多いが、それが試験問題であることを意識させるような形式上の演出はむしろ控えられているといえるだろう。

1.8 明確な目標提示からわかること

上記のことは、1985年の教育改革を契機としてフランスが資格社会の方向に大きく舵を切ったことに関係していると思われるが、この節ではこのこととそのような体裁をとる教科書の執筆者でもあるフランスの職業リセの教師の生徒観との関係について考察してみよう。

日本の教師は、「こんな問題が入試に出るよ」と

は教室で余りあらからさまに言わない。

筆者はある関西の教育大学の附属高校の教師がテクノロジーを使用した授業をするのを見学したことがあったが、その教師は「この問題は東京大学の入学試験に出たのですよ」と言って授業への関心を引こうとしていた。しかし、このような事例は例外的と言ってよいだろう。日本の高校生たちはそのようなことは声高に言わなくても、「空気を読んで」自主的に勉強するし、教科書の後ろに載っている問題が本当は大学入試の過去問題だということにうすうす気づいている。日本の教師の場合は、自ら進んで勉強する生徒を自分が担当するクラスの生徒像として想定しているといえるだろう^{*3}。

一方、フランスの職業リセの教師は、普通の授業においても学年のバカロレア認定試験までの期間の中で今がどういう時期に相当しているかを意識しているようだった。バカロレアは卒業資格試験と訳されることもあるが、実際には各学年の日程の中で段階的に実施される。資格試験のことを常に言い続けなければ自分からは勉強することのない生徒もいることを念頭に置いているといえるかもしれない。

実際、筆者が見学したあるクラスでは、教師が「このままの君たちの調子では受からない生徒が何人かは必ず出るだろう」と言って生徒たちの前で^{はっば}発破をかける場面が見られた。バカロレアに合格するにはかなり勉強しなければならず、またその予備試験での成績や普通の授業への出席回数も厳しく評価される。そのような厳しい状況が彼らにとっての現実であり、職場研修でどんなに忙しくても、授業中に寝ている生徒はひとりもいなかった。

総じて言えば、日本の教師は性善説に基づき、フランスの教師は性悪説に基づいて生徒を指導しているといえるだろう。

もちろん、今回比較の対象としている2群は学習の目的も文化的、社会制度的背景も異なっているので、どちらがより「良い」かの判断はここでは行わない。また、ここに書いた見解は筆者の乏しい経験

^{*3} 「空気を読む」は、2005年ごろから使われ出した日本語で、周囲の雰囲気から自らの行動を判断するの意である。

に基づいているので、個人的に性悪説に基づいて授業をしている日本の教師もいるだろう。ただ、社会の制度として資格試験という関門が生徒たちの前に存在し、そのような社会の一員として教育に携わっているフランスの教師と比較してみたのである。また、日本の教師の性善説が何を根拠にしているのかについても興味を持たれる。

2 統計の教育内容

具体的な教科書の教材の比較を行う前に、日本の高校とフランスの職業リセで教える記述統計の全体的な内容をまとめておこう。

2.1 フランスの職業リセにおける統計の教育内容

すでに述べたように、フランスでは統計は教科書のはじめの章に書かれているので、どの学年の数学も統計から始まる。

各学年への統計的分野の内容の配分は、次のようになる。

- 1 年次 … 頻度概念から確率概念へ
- 2 年次 … 1 変数の記述統計
- 3 年次 … 2 変数の記述統計

ここで、1 変数の記述統計とは、1 次元データの記述統計で、平均、分散、標準偏差を内容とする。また、最小値、最大値、メディアン、四分位数、箱ひげ図などのいわゆる順位統計量もここで教える。

2 変数の記述統計とは、散布図 (相関図)、相関、相関係数、回帰直線、最小 2 乗法などである。

相関係数については、厳密な定義式を理解することよりも、まずはグラフ電卓やエクセルにデフォルトで用意されている関数の使用法を習得し、出力された相関係数と散布図を比べてその意味がわかることに重点があるようだ。

2.2 回帰直線と統計データの解釈

回帰直線については、散布図における全データの重心の位置をプロットし、その点を通る直線を何本か引いて、その中から最も回帰直線にふさわしいものを目の子で選ぶというやり方を教えていた。

回帰直線はエクセルでも、命令ひとつで自動的に

描いてくれる。手で描いた回帰直線とコンピュータが計算した回帰直線とは当然、食い違いが、筆者が教室で観察した限りでは、それについてはあまり神経質に考えない風情であった。各種の統計量は統計データの傾向を把握するための道具であり、正解はない。特に、エクセルが出力する回帰直線は最小自乗法のアルゴリズムで計算されたものなので、人間がある目的と意図をもって目の子で引いた直線とは食い違うのが当然である。

この「正解がない」ということが、日本の数学教師が統計を教えるのを嫌う一つの理由かもしれない。実際、日本の教員どうしの会話を分析すると、相対度数を計算するのに小数第何位で丸めるのが「正しい」かなどの、細かい規則についての議論を好む傾向があるようだ。

フランスの教科書では、あることを判断するのにどのようなデータが必要か、複数のデータを比べるときどこに着目すればよいかなどの問題が載っている。このような問題に対しては、解答者によって答が違うことも起こりうる。実際のバカロレアの問題には、「根拠とともに述べよ」という形式の出題が含まれている。

このような形式の問題は現在の日本の教科書では見られないが、近い将来、日本の入試問題などでも、記述式問題が出現することが予想される。

2.3 日本の高校における統計の内容

平成 23 年から施行されている日本のカリキュラムでは、統計は高校 1 年次に配分されている「数学 I」の中の 1 つの章として教えられている。日本で高校数学の検定教科書を出版している出版社は数社ある。筆者が見た限りでは、いずれの教科書でも統計は「数学 I」の第 5 章に割り振られている。

文部科学省の学習指導要領では、教科書の章の順序について特に指定はしていない。各社とも統計を最終章に置いているのは、どのような理由からだろうか。フランスの教師たちが口を揃えて、「統計は生徒にとって難しい計算がなく、日常生活にも職業生活にも役に立つので最初に教えるのだ」と言っていたことを思い出すと、この現象の背景には何らか

の日本的な事情があるだろうと考えられる。

次に、日本の現行指導要領の「数学 I」の統計の単元の内容であるが、例えば教科書 [2] の第 5 章「データの分析」は次のような構成になっている。

1 節 データの整理と分析

- 1 データの整理
- 2 データの代表値
- 3 データの散らばり

2 節 データの相関

- 1 相関
- 2 相関係数

したがって、1 節が 1 変数の記述統計、2 節が 2 変数の記述統計の内容となっている。

2.4 日仏の統計教育の内容の比較

日本の普通高校とフランスの職業リセを単純に比較することはできないが、フランスでは 2 年生と 3 年生の 2 学年に分けてゆっくり丁寧に教えている内容を日本では 1 年生で 1 章にまとめて教えていると言える。そのため、フランスの教科書を読んでから日本の教科書を読むと、日本の教科書は定義、公式、例題、問題の羅列であり、まるで京都の町を「景色を観ずに新幹線で走り抜けている」ように感じる。

教科書のページ数を比較してみよう。統計は日本の教科書 [2] においては 21 ページ、[3] においては 24 ページを占めている。また、章のタイトルは [2]、[3] とともに「データの分析」となっており、「統計」という分野名が表に出ないように和らげた単元名となっている。

一方、フランスの高校 2 年生で学ぶ教科書 [1] において統計は第 1 章にあてがわれており、モジュール名(分野名)としては「統計」、学年の個別名としては「中心的傾向と散らばり具合の指標」というタイトルが付けられている。ここで、指標という統計学の専門用語が使われていることにも注目しておきたい。ページ数は 16 ページである。単純に計算すると、高校で学ぶ統計分野の内容は 2 年間では 32 ページ、3 年間では 48 ページを占めることになる。

さらに、フランスの教科書のサイズは B4 判と A4

判の中間程度のサイズなので、日本の A5 判の教科書との内容の差はさらに 2 倍程度にまで広がることになるだろう。

以上は教科書の比較だけに基づいた議論であるが、結論的に述べると、フランスでは各学年の始めに統計を配分し、十分なページ数をかけて統計を教えようとしているのに対し、日本の普通高校では「数学 I」の最終章で統計であることが目立たない「データの分析」などの単元名のもとで、用語、公式などを知識として淡々と教えているような印象を受ける。

3 フランスの職業リセの教科書で見る記述統計の例題

前節では、主として扱われる内容の学年配分や教科書のページ数のような形式的な面だけについて比較を行った。では、実際に教科書に載せられている例題についてはどのような違いが見られるだろうか。

日本の教科書については、書店や近隣の高校に行けば容易に見ることができるので、次節で簡単に触れることにし、この節では主としてフランスの教科書の内容について詳しく見ていこう。

教科書 [1] の第 1 章は 1 変数の記述統計を扱っている。章の扉の後に続いてこの単元の導入課題として見開き 2 ページにわたって「課題 1」と「課題 2」が、続く 2 ページにわたって「課題 3」が展開されている。以下では、これらの 3 つの導入課題について紹介を試みよう。これらはすべて、課題解決型の活動であり、次のような内容となっている。

1. [温室の] 温度管理は適切か？
2. 知能テストの結果は標準的か？
3. [原付き四輪車の] 貸し出し記録の平均値のデータは、投資すべき機種を選ぶ基準として適切か？

なお、これらに先立つ章の扉では上記の「活動 3」に登場するクワッド (quad) と呼ばれる山岳地帯のレジャー用の乗り物である四輪駆動車が写真付きで

紹介されている (図 6)。

これらの導入課題の重要な特徴は、概念や用語の定義は後から説明されているということである。教科書そのものが、はじめに課題を与え、それに取り組みながら必要な概念は実際の教室でのやり取りの中で順次導入されるという教授法を想定している。

3.1 温度管理は適切か

第 1 章の扉を捲くと、2 ページ見開きで 2 つの活動がある。

始めに、本文左側の欄外に「活動 1」という見出しの下に「位置の指標を決定する」という副題が添えられている。ここで、「位置」とは標本の中心的な位置 (ここでは平均値をさす) を意味する。その下に「調査の進め方」と書かれており、ノートと鉛筆のアイコンとマウスのアイコンが並んで描かれている (図 2)。ノートと鉛筆のアイコンは「ノートに計算しなさい」という意味であり、マウスのアイコンは「コンピュータのソフト (ここではエクセルなどの表計算ソフト) を用いなさい」という指示である。



図 2 ノートと鉛筆のアイコンとマウスのアイコン

本文に戻ると、始めに「活動 1」の学習課題が次のように与えられる。^{*4}

◇ 野菜栽培用ビニールハウス内の温度が均一であるかどうかはどのようにして知ることができるか？

この後に、写真 (図 3) と具体的な問題文が続く。

◇ 野菜農家のブレドールさんは、イチゴの栽培のために 1 棟のビニールハウスを所有しています。夜は、温度を 17°C に維持しなければなりません。ビニールハウスの 4 つの区域での空調の効果を管理するために、異なる地点で温度の読み取りを実施することにしました。

^{*4} 以下では、教科書からの引用であることを明示したい部分に◇印をつけて区別することにする。



図 3 イチゴ栽培用ビニールハウス

表 1 ビニールハウス内の温度データ

| Zone 1 | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 18,1 | 17,9 | 16 | 16,3 | 17,5 | 17 | 17,1 | 16,3 | 18 | 16,1 | |
| 17 | 17 | 17 | 17,3 | 17,5 | 17,4 | 16,1 | 17,2 | 17,6 | 16,1 | |
| Zone 2 | | | | | | | | | | |
| 16,9 | 16,4 | 16,9 | 16,2 | 16,9 | 16,9 | 16,2 | 16,3 | 16,9 | 17,8 | |
| 17,6 | 17,6 | 17,8 | 16,9 | 16,9 | 17 | 17,6 | 16,7 | 16,7 | 16,8 | |
| Zone 3 | | | | | | | | | | |
| 16,9 | 16,9 | 17 | 17 | 17,2 | 17,1 | 17,4 | 17,5 | 17,4 | 16,7 | |
| 17 | 17 | 17,1 | 17,1 | 16,4 | 16,7 | 17,1 | 17 | 17 | 17,1 | |
| Zone 4 | | | | | | | | | | |
| 16,5 | 16,6 | 16,6 | 16,4 | 16,4 | 16,2 | 16,6 | 16,6 | 16,1 | 16,8 | |
| 16,3 | 16,3 | 16,6 | 16,3 | 16,5 | 16,7 | 16,3 | 16,7 | 16,6 | 16,7 | |

(Ces données sont regroupées dans le fichier serre.xls.)

問題文が次のように続く。

◇ ビニールハウスの温度が適切に調節されているかどうかを知るためには、この結果をどのように分析すればよいでしょうか？

80 個の温度データの表 (表 1) が提示され、

◇ 先生にヒントを求めなさい。

と書かれている。また、表 1 の下には小さい字で

◇ このデータはファイル `serre.xls` の中に収録されている。

と書かれている。

教科書 [1] における「活動 1」についての記述はここまでである。平均値などの概念は、教科書の少し先のページにまとめて説明されている。

3.2 IQ テストの結果は標準的か？

次に、同じページの「活動 2」という標題の下には、「位置と散らばりのパラメーターを決定すること」という副題が添えられており、「活動 2」でも

「活動 1」に続いて平均値、標準偏差について学ばらしいことがわかる。

その下に、「進め方：誘導問題」と書かれている。また、ここにもマウスの図があり、「コンピュータのソフト（ここではエクセルなどの表計算ソフト）を用いなさい」と指示されていることがわかる。これらは本文の左欄外に配置されている。

本文に戻ると、「IQ テストの結果は標準的か？」という課題文がある。その下の図 4 では右端のマス目を除いて図形が描かれている 6 つのマス目が 1 列に並んでおり、「どの図が当てはまりますか？」と書かれている。その下の A~D が選択肢であろう。

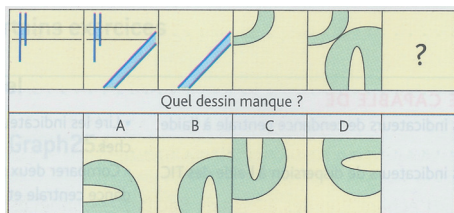


図 4 知能テストの問題例

図の下に次のような課題文が続く。

◇ 職業バカロレアの生徒 80 人の知能テストの結果が次の表に与えられています (表 2)。(このデータはファイル testQI.xls にも収録されています。)

表 2 得点分布表

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Total obtenu | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |
| Nombre d'élèves | 4 | 5 | 10 | 9 | 10 | 13 | 10 | 7 | 5 | 5 | 1 | 1 |

「進め方」にも書かれていたように、「課題 2」は誘導問題のスタイルで進められる。この後には以下のような問題が続いている。

1. (a) ファイル testQI.xls を用いて、80 人の生徒の平均の成績 \bar{x} を計算すること。整数になるように丸めること。

(b) 標準偏差は σ と表され、平均値を中心とする結果の散らばり具合を表す。これを計算するには、

空いているセルの中に下記の数式をタイプする。整数となるように四捨五入すること。

$$f_x = \text{ECARTYPEP}(A2:A81)$$

(c) $\bar{x} - \sigma$ と $\bar{x} + \sigma$ を計算する。

$\bar{x} - \sigma$ よりも小さく、 $\bar{x} + \sigma$ よりも大きい結果の個数を決定するには、空いているセルの中に下記の数式をタイプする。

$$f_x = \text{NB.SI}(A2:A81;"<72") + \text{NB.SI}(A2:A81;">122")$$

これから、区間 $[\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma]$ に含まれる結果の個数を導き出すこと。結果は成績全体の数に対するパーセンテージの形で表すこと。

(d) $\bar{x} - 2\sigma$ と $\bar{x} + 2\sigma$ を計算する。

$\bar{x} - 2\sigma$ よりも小さく、 $\bar{x} + 2\sigma$ よりも大きい結果の個数を決定するには、空いているセルの中に下記の数式をタイプする。

$$f_x = \text{NB.SI}(A2:A81;"<46") + \text{NB.SI}(A2:A81;">147")$$

ここから、区間 $[\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + 2\sigma]$ に含まれる結果の個数を導き出すこと。結果は、成績全体の数に対するパーセンテージの形で表すこと。

2. 今回の標本検査の結果を棒グラフで示すと図 5 のようになるだろう。

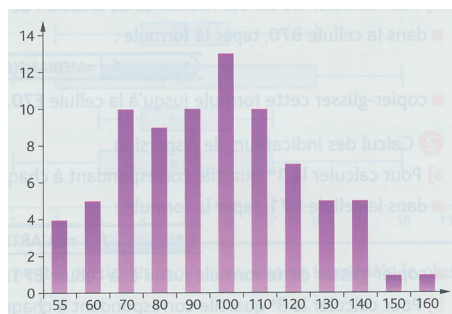


図 5 得点分布の棒グラフ

◇ 生徒たちの標本が《標準的》であるとは、IQ テストの結果の約 68 % が区間 $[\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma]$ の内部にあり、約 5 % が区間 $[\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + 2\sigma]$ の外部にあるときを言う。

この職業バカロレアコースの生徒たちのサンプルは《標準的》か？

教科書 [1] における「活動 2」についての記述はここまでである。これでわかるように、たとえば標準偏差という用語は登場するが、その定義はなく、エクセルで計算するときに必要な関数の入力方法が示されているだけである。

続いて見開き 2 ページにわたって展開されている「活動 3」について紹介しておこう。

3.3 貸し出し記録の平均値のデータは、投資すべき機種を選ぶ基準として適当か？

まず、活動の狙いと進め方が左欄外に次のように示されている。

◇ いくつかのデータ群を位置と散らばりのパラメーターを用いて比較しなさい。

◇ 進め方：テクノロジーを利用する (マウスのアイコン)。

課題への導入は章の扉に書かれている。

◇ デニス は 7 月と 8 月の間だけ観光客向けの原付き四輪車のレンタル会社を経営しています。彼は新しい機種 [の四輪車] に投資しようと思っている。毎日のレンタル時間の平均は、[その機種に] 投資する選択基準として適切でしょうか。「活動 3」を見なさい。

すでに章の扉でこの導入に触れている生徒はスムーズに課題に取り組むことができるだろう。本文に戻り、課題を見よう。

◇ ファイル `quad.xls` は最近の 7 月、8 月の 2 か月間における原付き四輪車 (図 6) の 4 機種の貸付け時間を、時間単位で、集計したものです*5。

1. 位置の指標の計算

(a) 各機種の貸し出しの 平均時間 を計算するには:

■ セル B69 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{MOYENNE}(B5:B66)$$

■ この式をセル E69 までコピーする。



図 6 原付き四輪車

(b) 各機種の貸し出しのメディアンを計算するには

■ セル B70 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{MEDIANE}(B5:B66)$$

■ この式をセル E70 までコピーする。

2. 散らばりの指標の計算

(a) 各四輪車に対して 第 1 四分位数 を計算するには:

■ セル B71 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{QUARTILE}(B5:B66; 1)$$

■ この式をセル E71 までコピーする。

(b) 各四輪車に対して 第 3 四分位数 を計算するには:

■ セル B72 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{QUARTILE}(B5:B66; 3)$$

■ この式をセル E72 までコピーする。

3. 最大値と最小値の計算

各四輪車の貸し出しの 最小および最大 時間を計算するには:

■ セル B73 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{MIN}(B5:B66)$$

■ この式をセル E73 までコピーする。

■ セル B74 の中に次の式をタイプする:

$$f_x = \text{MAX}(B5:B66)$$

■ この式をセル E74 までコピーする。

4. 箱ひげ図の構成

ソフトウェア GeoGebra を開きなさい。

*5 ファイル `quad.xls` を開くと、各機種について 62 個のデータが見つかる。

各四輪車に対して、次のような形の式をタイプする。

BoiteMoustaches[1,1/4,min,Q1,Me,Q3,max]

ここで、min, Q1, Me, Q3, max は前の問題で求めた値である*6。

1番目の値は、箱を描きたい高さに対応し、第1の四輪車に対しては1, 第2の四輪車に対しては2である(以下同様)。

例えば、第1の四輪車に対しては次のようにタイプすればよい:

BoiteMoustaches[1,1/4,1,3,5,7,10].

また、第2の四輪車に対しては次のようにする:

BoiteMoustaches[2,1/4,3,4,5,6,7].

その他についても同様。

すると、図7のグラフが得られる。

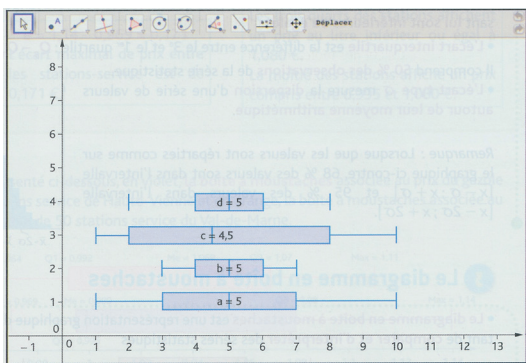


図7 GeoGebra で描いた箱ひげ図

教科書[1]における「活動3」についての記述はここまでである。このように、エクセルやGeoGebraを使って計算する方法が課題の中で示されていることが特徴的である。

3.4 「まとめ」のページ

次のページは「まとめ」で3つの「活動」を通して学んだ平均(算術的平均)、散らばり具合の指標(標準偏差, 四分位数), 箱ひげ図の概念がまとめて説明されている。

平均の定義式は「まとめ」のページで与えられて

*6 min, Q1, Me, Q3, max の説明がないが、フランス語での綴りからそれぞれ最大値, 第1四分位数, メディアン, 第3四分位数, 最大値を表していることが類推できる。

いる。しかし、他の用語、例えば標準偏差 σ の定義式は与えられていない。

標準偏差の定義を式で与える代わりに、「まとめ」のページに載っているのは次のような説明である。

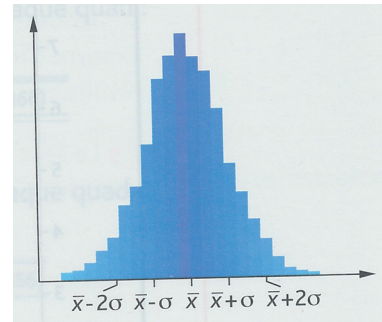


図8 正規分布のグラフ

◇ 標準偏差 σ はある値の系列のその算術平均を中心とする散らばり具合を測っている。

◇ もし、値が図8のように表されるなら、値の68%は区間 $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ の中にあり、値の95%は区間 $[\bar{x} - 2\sigma; \bar{x} + 2\sigma]$ の中にある。

図8についての説明は正規分布という言葉も含めて何もない。メディアンや四分位数などの説明も同様であり、例えばメディアンについては、「それ以下の値のデータが全データの50%を占めている」のような説明のしかたである。

このように、フランスの教科書では用語の数学的な定義は必要最小限に抑えられている。標準偏差の数学的な定義式は与えられておらず、エクセルで計算するのに必要な関数名が与えられているだけである。データの値を x_i で表すということも、導入課題では触れられていない。このことは、今回の調査の対象となったのが職業リセの教科書であることも関係しているかもしれない。

3.5 用語の揺れ

用語についての分析をもう少し続けよう。フランスの職業リセの数学の教科書を日本の教科書と比べた場合、用語が定義されているかどうかだけでなく、用語の使い方にも特徴が見られる。

日本の数学の教科書では、平均と平均値などのように1つの概念に複数の言い方がある場合、どちら

かに統一するのが普通である。

一方、今回調査した職業リセの教科書では、たとえば、「平均」という用語について、初出のページでは定義していないし、ページを繰っていくといろいろな言い方が併用されていることに気づく。

例えば、「課題2」の問題1(a)において、le résultat moyen \bar{x} des 80 élèves ということばが出てくるが、これを日本語に直訳すると「80名の生徒の平均的な成績 \bar{x} 」となる。もし、日本の教科書であれば、「成績の平均」と書かなくてはならず、「平均的な成績」と書けば文法上の間違いとみなされるだろう。なぜなら、数学の教科書で定義されているのはあくまでも「平均値」という名詞なのであって、「平均的な」という形容詞は数学の教科書のどのページでも定義されていないからである。

フランスの教科書では、導入課題で平均という概念が出てきても、その場では定義せずに使用する。その後、「活動3」までの導入課題が終わった時点で、「まとめ」のページに平均の定義が載っているが、そこでは何故か「平均」ではなく「算術的平均」(la moyenne arithmétique) という用語が使われている。同じようなことは他の用語にも見られる。

日本の検定教科書が「成績データの平均」という言い方にこだわるのにはそれなりの理由がある。たとえば、教科書[2]では、「データの代表値」という項があり、

1. n 個の値からなるデータがあるとき、このデータの個々の値を x_1, x_2, \dots, x_n のように表す。
2. これらの総和を n で割った値をデータの平均値といい、記号 \bar{x} で表す。

のような説明の後に

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

のような式が書かれている。このように用語の意味が言い回しまでも含めてきっちりと定義された環境、いわば数学的な環境では、「平均」ということばは数値化され、数学化された「データ」という概念に対してしか厳密な意味では適用することができない。「成績の平均」という言い方は「成績のデータ

の平均」という正しい表現が短縮された形としてまだ許容範囲内であるが、逆の語順である「平均の成績」という言い方は日本の教科書ではおそらく全く許されないだろう。

一方、フランスの教科書では、「活動2」で「平均の成績」、「活動3」で「平均の貸し出し時間」のような言い回しが用いられている。これは、現実には実社会で使われている「平均」という言葉の用例により即した言い方を取り入れた結果であると思われる。狭い意味の「成績」が現実の生データであるのに対して、それに演算処理を施して、現実には存在しないけれどもデータ全体を代表する性格を帯びたものとして考案された一つの仮想的な成績が「平均的な成績」なのである。

4 日本の高等学校「数学I」における記述統計の例題

前節では、フランスの職業リセの教科書に重点を置いてやや詳しく見てきたが、ここで比較のために、日本で使用されている検定教科書についても少し形式的な面から見ておこう。

教科書[2]の第5章「データの分析」の構成についてはすでに節2.3で述べたが、始めに章の扉において、

♡ 今年の花粉の飛ぶ量は？*7

と題して、見開き2ページを使い、1992年から2009年までの各年について、前年7月～8月の日照時間とスギ花粉飛散量のデータの表、両者の間の散布図を載せている。そこでの「課題」には、次のように書かれている。

♡ 上の図から、前年の夏の日照時間とスギ花粉飛散量との間にどのような関係があると考えられるだろうか。

章の扉で生徒が興味を持ちそうな現実の問題が紹介されている点は、フランスの教科書と共通している。すなわち、[1]の第1章の章の扉で紹介している

*7 日本の教科書からの引用には♡印を付して明示することにする。

クワッドの話題が、前述のように、本文 8 ページの「課題 3」の内容に直結している。一方、日本の教科書の章の扉にあるスギ花粉の問題は教科書の本文ではそれ以上触れられることがなく、巻末付録の「課題解答+探求課題」のコーナーで解答とともに解説されている。

次に、[2]の本文で扱われている練習問題などの問題を調べてみると、生データの大きさは 10~30 の範囲に留まっており、電卓(四則電卓、関数電卓、グラフ電卓)やエクセルを使うことはほとんど想定されていない。電卓や PC ソフトの使用法の解説も全くと言ってよいほどに掲載されていない。

以下に、第 1 節「データの整理と分析」の書き出しの部分を引用してみよう。

♡ 1 データの整理

資料を集め、それを整理して、いろいろなことを調べることはよく行われる。次の資料(表 3)は、平成 21 年 9 月の大阪の最高気温を日付順に横に並べたものである。

表 3 平成 21 年 9 月の大阪の最高気温(単位 °C)

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 31.5 | 33.4 | 31.2 | 32.9 | 34.0 | 34.5 | 33.2 | 31.3 | 27.8 | 28.0 |
| 30.8 | 25.3 | 28.1 | 27.6 | 22.6 | 28.2 | 29.5 | 27.6 | 28.5 | 28.4 |
| 30.0 | 27.7 | 29.1 | 31.5 | 31.1 | 30.8 | 31.5 | 27.7 | 26.0 | 22.0 |

このような資料をデータという。また、気温、湿度、降水量のように、ある特性を数値的に表すものを変量という。—

このような例で、データと変量という用語を導入した後、このページでは度数分布表の説明、次のページでは「度数分布のグラフ」と題してヒストグラムについての解説、および相対度数という用語とその定義式が述べられている。

その後の 2 ページでは、「データの代表値」という項で平均値、中央値(メジアン)、最頻値(モード)が解説され、その次の 4 ページでは、「データの散らばり」という項で、四分位数、箱ひげ図、範囲が解説され、その次の 2 ページは「分散と標準偏差」という項で、偏差、分散、標準偏差が説明されている。

データの例としては本文の最初で扱った大阪の気温のデータが何度も使われ、また、テストの成績データ、あるゲームの得点データ、あるクラスの 1 ヶ月の読書時間のデータが使われている。第 1 節の節末にある 3 題の問題では、あるテストの 50 人の結果、仙台市の気温のデータ、10 点満点の小テストを 2 人の人物が 5 回受けた結果が使われている。当然かもしれないが、これらのデータの中には職業に関係するものはない。

教科書 [1] と比べると、日本の教科書 [2, 3] は概念の説明から始まり、例、問という順に進んでいる。概念の説明はかなり一般的な概念として厳密に定義しようとしているようすが窺われ、

$$\text{相対度数} = \frac{\text{度数}}{\text{度数の合計}}$$

のように数式を多用し、また、新しい概念は必ず太い活字で書かれている。本文中には、章の扉を除いてイラストや写真などのヴィジュアルな資料はほとんど見当たらない。

5 結語

本稿では、日本とフランスの高校教科書における記述統計の分野の記述内容や記述スタイル、教授法などについて比較して考察した。

5.1 日本とフランスの教科書の特徴の対照

日本の教科書は数学的であり、統計を数学の 1 分野として扱っている。

フランスの教科書は、統計を生活や職業で生かされる道具として扱っている。

日本の教科書は定義から始まり、例題、問題と続く。扱われている例題や問題の数値は筆算でも扱えるように単純化されており、データのサイズも小さい。

フランスの教科書は具体的な生活上の問題や経営上の問題がまず提示され、データ資料が紙でもコンピュータのファイルでも与えられ、生徒はそれを解きながら概念の意味を習得する。

日本の教科書では電卓を使用することを前提とする問題はごくわずかであり、電卓を使いなさいとい

う指示はほとんど記載されていない。

フランスの教科書では、問題の性格や理解の質に応じて、筆算、電卓、関数電卓、グラフ電卓、PC(エクセル)を使うように自然に誘導されており、問題のデータが入ったエクセルのファイルが提供されている。また、それぞれの機器の使い方が本文中、付録で丁寧に解説されている。

日本の教科書は、具体的な観察や実験の結果として得られたデータを数値の列として捉え直し、数学的な数値列に対して平均や分散を定義している。

フランスの教科書は、具体的な観察や実験の結果として得られたデータをあくまでも単位のついた量として扱い、平均や分散は数学的に定義するのではなく、その量の中心的位置や散らばり具合の指標として単位がついたままの形で扱っている。

5.2 今後に向けて

日本は平成 23 年の指導要領において記述統計を必修科目である「数学 I」の中に位置づけ、箱ひげ図を新たに導入することによって、世界の統計教育の内容を取り入れた形になったといえる。

しかし、高校の教師の間には統計を軽視する傾向がまだ根強く残っており、過渡期の状態にあるといえるだろう。統計が国民にとって興味深く、学びやすく、役に立つ数学であるという評価を得るまでには、今後、教育関係者による多くの努力が必要であると思われる。

日本における教科書の記述スタイル、教授法、テクノロジー利用教育の普及などの動向に対し、今後も引き続いて注目する必要があるだろう。

参考文献

- [1] P. Couture, C. Chabroux, E. Faucon, J-P. Léopoldie “Maths, Groupements A et B, 1^{re} Professionnelle BAC PRO”, Hachette Livre, 2010.
- [2] 東京書籍「新編 数学 I」平成 23 年 3 月 9 日検
定済
- [3] 数研出版「新編 数学 I」平成 23 年 3 月 9 日検
定済

- [4] 大桃敏行, 上杉孝實, 井ノ口淳三, 植田健男 編
「教育改革の国際比較」ミネルヴァ書房, 2007 年
- [5] フランスの学校系統図—文部科学省 (HP)
www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/015/siryo/08052807/002/003.htm
- [6] 天羽均, 佐々木康之, 西川長夫, 大槻鉄男, 多田道太郎 (編集) 「クラウン仏和辞典 第 6 版」三省堂, 2005