

バッテリーの寿命実験から

1988年6月にデンマークで開かれた第4回国際活動理論会議(The Fourth Congress of the International Society for Cultural Research and Activity Theory, ISCRAT 98)で、P.(ポール)コップ教授が座長のシンポジウム(“ Perspectives on designed artifacts and mathematical learning ”)で大変興味深い小学校7年生を対象にした授業実践のビデオ記録が紹介されたので、ここで紹介する。

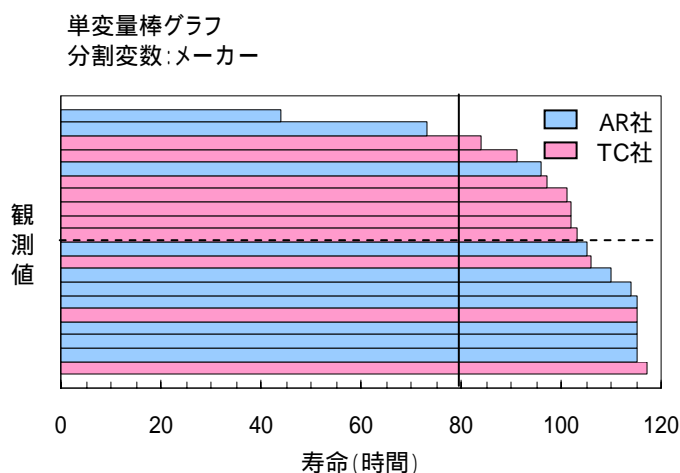


図1.10 Always-Ready社とTough-Cell社の乾電池の寿命時間の図

表 1.10 Always-Ready 社と Tough-Cell 社の乾電池の寿命時間の表

AR社製(時間)	44	73	96	105	110	114	115	115	115	115
TC社製(時間)	84	91	97	101	102	102	103	106	115	117

図1.10に示すように、Always-Ready社製とTough-Cell社製の2種類の乾電池それぞれ10本ずつ、計20本についての寿命実験(豆電球が消えるまでの連続時間)のデータが寿命の短いものから順に示され、「このデータをもとにして、あなたがこれから乾電池を買うとしたら、どちらの製品を買いますか」という問いが出された。

このような問題状況は、統計的な判断が求められる状況の典型だといえよう。すなわち、特定の有限な数のデータが与えられ、そのデータをもとにして、「そのようなデータを生み出す原因系」について何らかの判断や決定をしようというわけである。ここでの問題に即していえば、二つのメーカーのバッテリーそれぞれ10本の寿命実験のデータというのは、本来、それぞれのメーカーが無数に製造しているバッテリーのごく一部(サンプル、標本)だとみなし、その一部のデータをもとにして、まだ製造していないか、あるいはすでに製造してはいてもまだ購入されていないもともとのバッテリー全体(母集団)の特性を推定して、その「善し悪し」を判断しようというわけである。

子どもたちにはとりたてて「標本」とか「母集団」とかの概念も用語も説明されなかったが、子どもたちはごく自然にさまざまな意見を述べていた。そのいずれもが、「サンプルから母集団の特性を推察する」という統計学の基本的ロジックにかなったものばかりであった。ちなみに、図から読み取ったデータは、表1.10の通りである。

子どもたちの反応

子どもたちからはいろいろな意見が出た。(図1.10における上位10本について

の枠や 80.1 時間を示すラインは、議論の途中で子どもたちの要請にしたがって教師がパソコンを操作して入れたものである。)

a) 「最長のものから 10 本とると、7 本が AR 社製で 3 本が TC 社製だ。だから、AR 社製の乾電池の方が優れている。」

b) 「でも、AR 社製のものは最短寿命のものもある。」

c) 「でも、それはたった 1 本だけだ。AR 社製は 10 本中 7 本が 105 時間を超えているが、TC 社製は 3 本しか越えていない。」

d) 「TC 社のものは全部 80 時間以上もつから、TC 社のものの方が安心して使える。80 時間近くになったら交換すればいい。」

e) 「AR 社のものでも 80 時間以下のものはごく少数(わずか 2 本)だから問題ではない。そんなのにあたるのはたまたま運が悪かっただけだ。」

f) 「AR 社は 110 時間以上のものが 6 本もある。TC 社は 2 本しかないからだめだ。」

このような子どもたちの議論を検討する前に、一般の統計学の教科書ならばどう扱うかをちょっと考えてみよう。まず、機械的に、それぞれの会社の製品ごとに寿命の平均値と標準偏差が求められるだろう。ちなみに、AR 社の乾電池の平均寿命は 100.2 時間で、標準偏差は 23.81 時間であり、TC 社の乾電池の平均寿命は 101.8 時間であり、標準偏差 9.90 時間であった。

しかしこの段階の子どもたちには、「平均値」とか「標準偏差」といった概念はまだ導入されていない。しかしそれだけに、「統計的手法」なるものにとらわれずに、「このデータから、何が読み取れるか」をきわめてナイーブな感覚で眺めている。2 社のデータをあえて分離せず、ともかく寿命の長いものから順に並べてみることで、「電池の寿命」という一つの軸(観点)で全体を見ているのである。

「なぜ、データを見るのか」 - データを読み取る必要性

ここで注意したいことは、子どもたちは「そのデータから何を知りたいか(どちらの乾電池の方が“よい”か)」ということだけでなく、「なぜ、どういうことのために、それを知りたいのか」について考え始めている。それが、80 時間以上と以下にわけてみたり、「最短時間」に焦点を当てたり、「最長時間」の近傍に焦点を当てたりしていることからわかる。

ここで、子どもたちの議論に即して、私たちも少し自由に、データを読み取る必要性についてのさまざまな可能性を考えてみよう。

そもそも、乾電池を買うのはどういうときだろうか。たとえば、テーブルコーダに入れて会議などに臨むというときは、途中で電池切れになることを恐れて、寿命ぎりぎりまで使うのではなく、「早目に交換する」だろう。その場合は、寿命が終るまで使うことはなく、むしろ「この電池は最低何時間もつか」という最短寿命の近傍に関心があり、最短寿命が比較的長いものを購入するだろう。あるいは、「この会社の乾電池は絶対に 70 時間はもつ」ということが保証できるだろう。「70 時間経てば、必ず交換する」というルールを決めることができるだろう。そういうルールが決められない、あるいはそういうルールで実行した場合にリスクを伴うというのは避けたいと思うだろう。

一方、子どもの玩具に使うときのように、電池が切れれば、そのときに交換すればよいというような場合は、寿命の平均値だけを比較し、それが長ければよいので、寿命時間に多少のばらつきがあってもほとんど関係ないだろう。

あるいは、こういうケースもあるだろう。「乾電池の寿命を延ばす」研究に従事していて、「寿命が通常のものより長い」乾電池をみつけ、それを徹底的に調べて、長い寿命の乾電池はどういう条件を満たすかを発見したい、という計画のもとに、特定の会社の乾電池を選ぼうという場合ならば、比較的長い寿命の乾電池を生産している会社の製品をたくさん集めるだろう。その場合は、寿命順位が上位 10 位以内に多くのもが入る製品が望ましいことになる。

さて、ここまで考えてきたケースでは、AR 社にしる TC 社にしる、いずれかの会社

の乾電池を買うときめたら、未来永劫、ずっとその会社の製品を使いつづけるということが前提になっている。しかし、もしも仮に、1本しか買えないとしたらどうだろうか、その場合の判断は、何十本も、否何百本も買う場合の判断と同じだろうか。

1本しか買えないというとき、しかもその1本が一定時間以上もつことが強く要求されている場合は、明らかに「リスク」が伴う、先のデータを見ても、AR社製のものは、110時間以上もつかもしいないが、50時間以下かもしれない。TC社製であれば、中程度の寿命のところ安定しているので「あたりはずれ」はあまりないだろう。私たちはそういう「リスク」をどの程度引き受けるかということによって、判断は大きく変わるだろう。この「リスク」という概念は、単純にデータの平均値や分散では評価できないことは明らかである。

このように考えると、図1.10に示すようなデータをどう見るか、これらのデータをどのように「まとめ直して」見るか、どう「表示」するか、など、私たちの目的や状況によって、さまざまに変わりうるということがわかるであろう。その場合に、それぞれの製品のデータに対して安易に平均値や標準偏差などを出してもほとんど意味がないかもしれないのである。(以上、「バッテリーの寿命実験『実践としての統計学』(東京大学出版会)」より。)

注目すべきは、このデータがサンプルであって、サンプルから母集団の特性を推察するという意識が子どもたちに確認されたこと。次に、子どもたちには「平均値」とか「標準偏差」といった概念はまだ導入されていない。しかしそれだけに、「統計的手法」なるものにとらわれなくて、「このデータから、何が読み取れるか」をきわめてナイーブな感覚で眺めていること。平均、分散、中央値、モード値といった数学的値だけではなく、図1.10に示すようなデータをどう見るか、これらのデータをどのように「まとめ直して」見るか、どう「表示」するかなど、利用の目的に応じて注目すべき基準が違ってくることがわかるであろう。こういう「データを読む」力を統計教育においては育成すべきである。

(青山学院大学文学部教授 佐伯 胖)