東京学芸大学リポジトリ
Tokyo Gakugei University Repository

標本調査実験用教具の制作とその利用

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-10-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 伊藤,一郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/131816

東京学芸大学紀要　自然科学系　64: 15 – 19, 2012.

標本調査実験用教具の制作とその利用

伊　藤　一　郎*

数学分野

（2012年5月25日受理）

ITO, I.: Production and its utilization of the counting tool used in the experiments of random sampling. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 64: 15–19. (2012)　ISSN 1880–4330

Abstract

The New Course of Study for junior high schools is implemented in FY2012, and one of main points of revision in educational content is enhancement of statistical education. Under the new area “ Making Use of Data” in contents for grade 3 in mathematics, we cultivate students’ ability to read trends in a population by selecting random samples out of the population and exploring its trends. In this paper, we introduce our counting tool used in the experiment of random sampling. Using the tool, teachers will be able to carry out the experiment very easily and efficiently in class, so it enables students to enjoy their statistical activities and to appreciate the value of statistics.

Key words: Statistical education, Random sampling, Development of teaching materials

Department of Mathematics, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨： 平成24年度から実施された中学校学習指導要領では，「資料の活用」という領域に「標本調査」が取り上げられるなど，統計教育の内容が大きく拡充された。本稿では，標本調査について生徒が楽しく実感をもって学習するために考案された実験を，授業で容易に実施することを可能にする教具としてのカウンターの制作について報告し，またそれを利用した授業について考察する。

＊　東京学芸大学（184-8501　小金井市貫井北町 4-1-1）

1．はじめに

現代の情報社会においては，複雑で高度な課題に対して，莫大な量の情報に基づいてその解決を図り，迅速に対応することが求められている。不確定な要素を含むような多くの現実的な課題についても，適切な取り扱いと判断する能力が必要である。そのためには，課題解決に必要な情報を収集・処理し，確率的な考え方や統計的な見方・考え方を使った推論を行う力を育成する教育，すなわち「統計教育」を行わなければならない。実際，先進的な多くの国においては，小学校初期の段階から「データ」を扱う教育として始められ，これまでの日本の学校教育では全く触れられていないような事項も学習している。

一方，日本の学校教育では，いわゆる「統計」は算数・数学科の内容として扱われてきたが，学習指導要領改訂の度に指導内容が後の学年に先送りされたり削減されるという状況が続いた。この分野の教育が世界的な趨勢から大きく後退してしまっていたと言うことができる。しかしながら，この度改訂実施された新学習指導要領では，初等中等教育段階での「統計教育」の扱いが大幅に改善されることになった。

「統計」に関わる内容が，小学校段階から「データを調べ，理解し，表現する」という一貫した流れの中で取り扱われることになった。また，母集団および標本という概念が中学校で扱われることや，高等学校数学科の必修科目「数学Ⅰ」の内容に「データの分析」という項目が置かれたことも大きな特徴であり，小学校・中学校・高等学校へと系統的な学習が意図されており，国民教育レベルとして統計教育が重視されている。

2．中学校での統計教育

平成24年度から実施された中学校学習指導要領においては，数学科に確率・統計に関する領域「資料の活用」が新設され，中学校における学習内容は以前より大きく拡充されることとなった。

「資料の活用」の領域では，従来からの指導内容である確率（第２学年）に加え，資料に基づいてヒストグラムや代表値を用いて集団の傾向や特徴をとらえたり（第１学年），標本を取り出して調べることで母集団の傾向をとらえたり（第３学年）するという学習指導が行われる。特に本稿で取り上げる第３学年については，学習指導要領の該当部分は以下のように記されている[1)]。

第３学年　内容　D　資料の活用

コンピュータを用いたりするなどして，母集団から標本を取り出し，標本の傾向を調べることで，母集団の傾向が読み取れることを理解できるようにする。

ア　標本調査の必要性と意味を理解すること。

イ　簡単な場合について標本調査を行い，母集団の傾向をとらえ説明すること。

実際に，平成24年度用の中学校３年数学の教科書[2)]では，標本調査についての説明本文の後に，

「白玉と黒玉があわせて10万個はいっている箱があります。この箱の中から，標本として300個の玉を無作為に取り出して，黒玉の数を数えると78個でした。この箱の中の黒玉の数は，およそ何個と推測されますか。」

というような問題が提示されている。

3．標本調査の実験

教科書の確率や統計の領域でよく扱われる例題において，例えば「赤玉２個と白玉３個がはいっている袋があります。・・・」という記述で始まる場合でも，そのような実際の袋を生徒が扱うことは殆ど無いのが実態である。生徒がこれらの課題を考える時には，現実の問題としての感覚を持たないままに，数字の操作を学ぶことになってしまっている。また，コンピュータを活用したシミュレーションを行っても，一部にブラックボックスでの扱いが残り，実感を伴うことは難しい。

そこを改善するため，統計数理研究所元所長の清水良一氏と著者は共同で，2000年頃から統計的な考え方を子どもが楽しく実感できる実験教材の開発と試行に取り組んだ[3)]。これこそ，新学習指導要領において数学的活動の楽しさや数学のよさを実感するための「数学的活動」と称するものを意図していた。

大規模母集団における「標本調査」は，統計学における非常に重要な概念であり，義務教育段階の中学校での学習内容となった意義は大きいが，大規模ということから学校の授業で実際に実施することの難しさが想定される。しかし他方で，もし生徒が実際に体感できる教材を利用することができれば，統計的な考え方への学習意欲が高まり理解が深まる。そこで教材開発されたのがBB弾を用いた「標本調査」の実験である。色の異なる２種類の非常に多数の玉（母集団）が入った容器の中から，実際に標本抽出した何個かの玉

における２種の比率をもとに，容器全体の玉の比率を推測することが課題である。統計数理研究所では「BB弾によるサンプリング実験，トースター＆スタッツ」としてイベント等で実施している。

教材としては取り扱いが容易なことが重要であるので，直径６㎜，重さ0.2gのBB弾を利用する。BB弾は，相当大量に使用しても費用面でも品質的にも妥当な物であり，また，たとえ10万個という数量でも何とか取り扱える重量に収まるものである。10万個の玉を目の前にしてその中から無作為に標本抽出された玉を自分で実際に数えるという活動を通して，統計的な考え方への動機付けから始めるという教材である。

前述した教科書の問題は，まさにこの実験で考察すべき内容であるが，果たしてこの「箱」を生徒は実体としてどのように想像することができるのだろうか？また，課題解決の意欲が湧くのだろうか？

「標本調査」の部分として別の教科書[4]では，「次のような実験をしてみよう。」とこの実験を本文で取り上げて，その手順を写真入りで紹介している。この場合でも，どのような状態になっている「箱」であるかは写真から理解することはできるが，実験してみると実際にどのようになるのかということには触れられていない。

４．実験用カウンターの制作

学校の授業では，実験に使う用具が多く，またその手順の説明が複雑だったり，実施する際に手間や時間を要する場合には，授業中に実験を行うことは難しい。実際，著者らが当初標本調査実験に使用した教材[4]は，単に抽出して数えるだけでの作業であるにも拘らず，幾つもの用具が必要であった。小さく軽い玉を慎重に扱うために，これで実施した授業運営においては，手順や注意事項について十分な説明や作業時間なども必要であった。

そこで，玉の数を数えることが重要な作業なので，その点に焦点を当てたものを計画した。基本的には300個の玉を容易に無作為抽出して数えることができ，取り扱いには特段の説明・注意も不要で，使用法が簡単なものという要件である。東京学芸大学美術講座のデザイン専門の鉄矢悦朗氏に協力を得て，機能的にもデザイン的にも優れたものを制作した。このカウンターにある300個の玉が入る穴の配置は，図１のような，各10個の穴の集まりが30ある形とした。

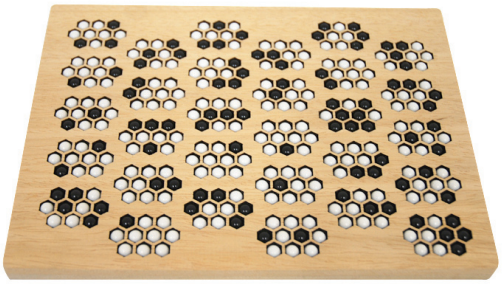

図１　制作されたカウンター

制作されたカウンターは，木製にすることで適当な強度と重量を持たせた結果，図２のように，母集団である10万個の玉が良く混ざった容器の中を１回潜らすだけで300個の玉を無作為に取り出すことが可能であり，また，穴の中に玉が安定して収まった状態のカウンターは，持って場所を移動することもでき，生徒用の用具としてはそれだけで済むようになった。

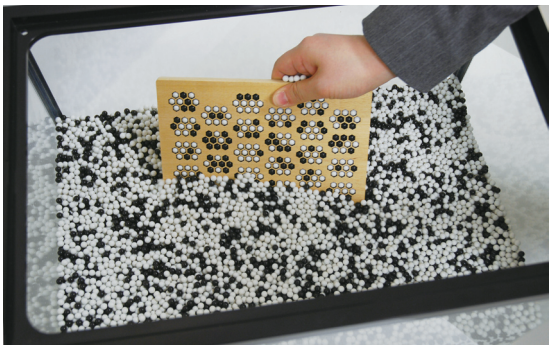

図２　300個の玉の無作為抽出

また，計数後の玉の復元も，カウンターを容器の上で裏返すだけで玉が穴から出るので，手間がほとんどかからない。

授業で容易に利用可能にするために，今回制作した用具で改善された特徴は，以下のようにまとめられる。

- 用具が１つなので，準備が容易である。
- 用具使用法の説明はほとんど不要である。
- 標本抽出作業が簡単なので時間がかからない。
- 玉が入ったカウンターを持って場所を移動できる。
- 計数後の玉の復元，片付けが極めて容易である。

５．カウンターの機能とその利用

黒あるいは白の玉300個が安定して整然と収まったカウンターでは，所期の目的である黒あるいは白の玉の数をそれぞれ数えることは容易である。しかし，このカウンターは単にそれだけでなく，統計的な学習内

容に関わる事項を指導できるような工夫がしてある。

穴の配置が10個単位としてあることで，「10個中の黒（白）玉の個数」という視点で大きさ30のデータの度数分布を作ることができる。10個中の黒（白）玉の個数は一目で分かるものであり，データを分類して度数分布表やグラフを作成することは小学校での既習事項の復習となり，またそのようにすることで組織的な計数の方法も修得することができる。例えば，図1のカウンターの状態について，黒玉の個数の分布は図3のように容易に作成でき，これを考察することができる。

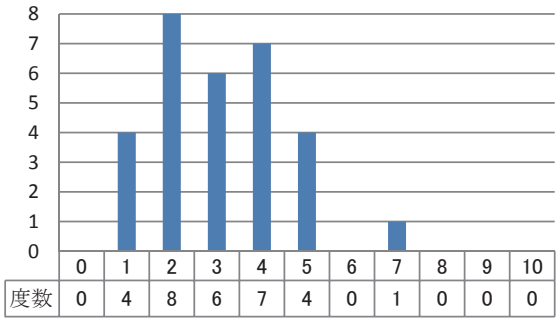

図３　図１の状態の黒玉の個数の分布

さらに，度数分布を考えることは，統計学における標本分布の概念や２項分布の話（高等学校数学科「数学B」で扱う）とも関連するので，指導者の教員には理論的に理解しておくべき事項でもあるが，実験者の生徒にとっては自ら「ちらばり」を実感する絶好の機会になる。

今回の学習指導要領改訂で，統計の学習内容で復活した事項に「散らばり」あるいは「ばらつき」の概念がある。統計教育においては，その認識こそが「標本調査」を始めとするあらゆる学習内容の理解に必須のものだから，このような簡単な分布でも実験で自ら体験することには大きな意義がある。

さらに，「標本調査」の問題として教科書で扱われているもう１つの有名な問題に「捕獲－再捕獲の問題」がある。具体的には，以下のような問題である[2)]。

「ある池のこいの総数を調べるために，次の実験をしました。網ですくうと30匹とれ，その全部に印をつけて池に戻しました。数日後，再び同じ網ですくうと28匹とれ，印のついたこいが６匹いました。

この池にいるこいの総数を推測しなさい。」

統計学としては超幾何分布に関するこの課題に対しても，このカウンターを利用すれば作業が簡単なために，繰り返し実験が容易に行えるので，「標本調査」を実感として捉えて理解を一層深めることが可能である。

具体的な実験の手順は，以下のように行えばよい。

1. 小さな容器に白玉を適当な数だけ入れる。（この数が推測すべき数である。）
2. 容器からカウンターで白玉300個を取り出す。
3. 黒玉300個をカウンターで数え容器に入れる。
4. 容器内の玉をよく混ぜ，カウンターで再び玉を300個無作為に取り出す。
5. この300個の玉のうち白玉，黒玉の数を数える。
6. 数えた結果をもとに，容器の中の玉の個数を推測する。

６．まとめ

新学習指導要領では，世界的にも重視されてきている統計教育が大きく改善される。それに則って，中学校数学科の教科書に「標本調査」についての内容が記述され，説明やそのための練習問題が掲載されているが，計算方法を教えて計算結果を求めるだけの授業展開がなされるとしたら，統計的な考え方に対する生徒の積極的な関心や理解は望むことが難しい。同様な状況は高等学校の「データの分析」においても生じるおそれがある。その結果，新学習指導要領が目指した学校教育における系統的な統計教育の実現を阻害し，情報社会において必要な教育が世界から遅れる可能性が大きい。

今回制作された教具としてのカウンターは，課題設定の意味を実感させ単なる計算に陥らないような授業をできるだけ容易に実現するために考案したものである。教材・教具などを活用することによって，統計に関わる活動を子どもたちが楽しめるようにするとともに，統計や数学を学習することの意義やその必要性などを実感する機会を設けることが，教員や統計に関わる者に強く求められており，それに応えることは重要な教育課題である。

謝辞

本カウンター制作に当たって，デザインと機能の面で何回もの試作にご協力頂いた鉄矢悦朗氏，および，実物を作成していただいた㈱チクモク内Cuckooに深く感謝いたします。

参考文献

1）文部科学省：中学校学習指導要領，2008.

2）岡本和夫，小関熙純，森杉馨，佐々木武 ほか：未来へひろがる 数学３（平成23年文部科学省検定済教科書），新興出版社啓林館，2012.

3）清水良一：統計で何を教えるか，統計数理，第50巻第１号，pp. 87-89，2002.

4）藤井斉亮，俣野博 ほか：新しい数学３（平成23年文部科学省検定済教科書），東京書籍，2012.