

大規模な母集団を対象とした標本調査の指導

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-06-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 近藤, 正雄, 太田, 慎也, 松元, 新一郎, 熊倉, 啓之 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009431

大規模な母集団を対象とした標本調査の指導

近藤 正雄^{*}, 太田 慎也^{**}, 裕元 新一郎^{***}, 熊倉 啓之^{***}

Teaching Sample Survey with Large Population

Masao KONDO, Shinya OHTA, Shinichiro MATSUMOTO, Hiroyuki KUMAKURA

Abstract

The purpose of this study is to develop an effective material of sample survey with large population, to practice, and to gain some suggestions about the desirable teaching to understand usefulness of sample survey. First, we survey preceding studies and develop a material 'Gizajyu' of 10-yen coin. Second, we practiced lessons about 'Gizajyu' in cooperation with six junior high schools, and analyzed responses of students in two lessons. Third, we gained three suggestions as follows;

- 1) To experience studying sample survey with large population is effective for understanding usefulness of sample survey,
- 2) To observe the distribution of data visually is effective for relying the results of sample survey,
- 3) To cooperate with some schools is effective for motivation to students and for studying to teachers.

キーワード：標本調査，母集団，10円硬貨，ギザ十

1. はじめに

日頃メディアで我々が目にする標本調査は、母集団の数が万単位、億単位のもの扱うことが多い。こうした規模の母集団の標本調査において、その標本から得られる傾向が信頼できるものであることを、多くの人が疑うことなく受け入れている。

こうした大規模な母集団を対象にした標本調査は、母集団の性質が不明であり、妥当性の検証が困難であることから、中学校数学科では扱わないことが多い。実際、学習指導要領解説（文部科学省，2008）には、次のような記載がある。

標本調査であるから、ある程度大きな母集団を対象にすることは当然であるが、ここでは生徒が標本を取り出すことが困難とならないように注意する。また、標本調査による推定の結果を評価するために、推定しようとする母集団の性質が求められるか、知られていることも必要である。

また、現在使用されている7社の教科書を調査した結果、標本調査の母集団の数等は表1の通りであった。

表1 教科書の標本調査における母集団の数等

	母集団数(標本数 ¹⁾)	データ
A	50個(10個) 300個(y個)	みかんの重さ 基石の個数
B	100人(10人)	ハンドボール投げ記録
C	500個(25個)	製品(番号)

D	50人(10人) x頁(10頁)	通学時間 英和辞典見出し語数
E	100人(10人) 40人(10,20人)	縄跳び回数 ハンドボール投げ記録
F	80人(10人) 365日(50日)	通学時間 1日の最高気温
G	50人(5,10,20人) x頁(10頁) x人(y人)	ハンドボール投げ記録 国語辞典見出し語数 テレビ視聴時間

表1に記載したものは、生徒が標本調査を行うことを前提とした本文中にある問題を対象とした。また、表中のx(母集団数)、y(標本数)は、特に数の指定がない場合を示している。表1からわかるように、母集団の数は、明確に示されているものについては最大で500で、多くの教科書は50~100である。また標本数も10~50程度である。英和辞典や国語辞典のページ数は示されていないが、多くても数千ページであろう。以上から、現実に行われている標本調査のように、母集団の規模が万単位、億単位であるものを扱っている教科書はないことがわかる。

しかし、標本調査に関する理解を深め、その有用性を実感させるとともに、標本調査を実社会で活用する力を高めるためには、たとえ、母集団の性質が不明であるとしても、大規模な母集団を対象にした課題に直面することが重要ではないだろうか。

以上の課題意識のもと、本研究では大規模な母集団を対象とした標本調査の学習指導について検討する。

*静岡県教育委員会 **磐田市立城山中学校

***静岡大学学術院教育学領域

2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模な母集団を対象とした標本調査の効果的な教材を開発・実践し、標本調査の理解を深め有用性を実感させる望ましい学習指導について、示唆を得ることである。

3. 研究の方法

以下の手順にしたがって、研究を進める。

- (1) 標本調査の指導に関する先行研究を分析する。
- (2) (1)の分析結果を参考に、大規模な母集団として10円硬貨の流通枚数を取り上げ、「ギザ十」の流通割合を調べる標本調査の教材を開発する。
- (3) (2)で開発した教材を用いて実践を行い、生徒のあらわれを分析する。
- (4) (3)の分析結果を踏まえて、標本調査の理解を深め有用性を実感させる望ましい指導についての示唆を得る。

4. 標本調査の指導に関する先行研究

ここでは、標本調査の指導に関わる先行研究について、調査分析した結果を述べる。対象とした文献は、2000年以降のCINII掲載の論文（「数学教育」「標本調査」でヒットしたもの）、統計指導に関する書籍に掲載されている論文等のうち、標本調査の指導の留意点や教材開発・実践に関わるものとした。

(1) 標本調査の指導の留意点

岩城(2009)は、標本調査における抽出においては、標本数が十分であること、母集団が明確であること、無作為抽出であること、の3点が重要であることを指摘している。

松元(2011)は、標本調査の指導について、標本調査の必要性和意味を理解させる、無作為に取り出すことの必要性を実感させる、標本を取り出す方法を理解させる、母集団を推定する方法を理解させる、などを改善のポイントとして挙げている。さらに松元(2008)は、指導の重点として、無作為に取り出すことの難しさを実感させる、標本調査を体感する、標本調査の実例を紹介したり、実際の標本調査を調べる活動を取り入れる、の3点を挙げている。

塩澤(2010)は、標本抽出の概念形成を促進する上で、標本抽出の概念イメージを持たせること、標本抽出におけるvariationを認識させる必要があることを指摘している。

これらの指摘は、いずれも標本調査を指導する上で、留意すべき事項であるといえよう。

(2) 実践研究・実践事例

細矢(2011)は、学校で収集しているペットボトルのキャップの個数を、標本調査で推定する実践事例を紹介している。ペットボトルのキャップという身近な題材であり、生徒は興味・関心を持って取り組むこと

が期待できる。

石井ら(2009)は、パフォーマンス評価を生かした単元設計の事例として、広島市の軽自動車の台数を標本調査により調べる実践を行った。母集団の数は624587台と大きい。標本調査の計画を生徒に考えさせているが、具体的にどのような計画で行ったのかについての詳細な記述はない。

中本(2015)は、標本調査の指導は、標本比率の分布をもとに母集団の傾向を推定する力を育成することが大切であるという観点に立ち、球形の遊戯銃用弾丸(通称BB弾)の白玉と黒玉を合わせて10万個の玉の中の黒玉の比率を、300個の標本を抽出して調べる標本調査の実践を行った。標本調査を10回行い、標本分布の様子を調べるところに特色がある。母集団の数が大きいので、現実の標本調査に近いといえるが、準備や実験に時間がかかることが難点といえよう。

竹内洋平ら(2010)は、岐阜市1年間の1日の最高気温と1日の降水量を取り上げ、実践を行った。母集団の数はいずれも365であるが、標本の数は、最高気温の場合が20、降水量の場合が50と100で行っている。標本平均が母集団の平均に近くなる確率が高い最高気温と、確率が低い降水量の両方を示して、母集団の分布によって標本の信頼性が異なることを指導している点に特色がある。この実践を通して、少ない標本数で母集団の平均が推定できる場合とできない場合があることや、資料の平均の周りに値が多いときに少ない標本でよいことを理解することができたとしている。

竹内雅人ら(2010)は、ドーナツ店Aの全商品の値段の平均を、標本調査により推定する実践を行った。母集団の数は90で、標本の数を10として行っている。ドーナツとその他の商品に分けた層化抽出法を指導している点に特色がある。この実践を通して、標本調査の方法を工夫することで、精度が上がることを生徒は実感したとしている。

新井(2009)は、全数調査が事実上不可能で、標本調査が可能であるものとして、おみくじの大吉、吉、凶などの札の割合を、標本調査を通して調べる実践事例を紹介している。実践事例の紹介として記載されているため、標本調査の方法や標本の数についての記載はない。おみくじという身近な話題であり、生徒が興味・関心を持てる題材であるといえるが、実際に調査をするのは寺社への許可を含めて時間がかかることが難点といえよう。

中西(2012)は、ランダムにひらがな文字が1600文字書かれたプリントの中から「の」の字の個数を、全数調査と標本調査の両方を通して調べる実践を行った。全数調査は、数え間違い等、完全でないことを指導している点に特色がある。プリントを事前に準備しておくことで、調査自身は無理なく行うことができるといえよう。

佐藤 (2011) は、1 円硬貨の発行枚数の年ごとの変化を、標本調査により調べる実践を行った。標本は、1 人 15 枚×生徒数分であり、造幣局による発行枚数をグラフ化したものと比較する活動を通して、標本調査の信頼性について理解を深めている。1 円硬貨という身近な話題であり、生徒が興味・関心を持てる題材であるといえる。また母集団もかなり大きいので、現実の標本調査に近いといえよう。

西村 (2009) は、縁がギザギザになっている 10 円硬貨 (以下「ギザ十」) の流通の割合を、標本調査を通して調べる実践事例を紹介している。授業の流れが簡単に記載してあるのみのため、標本調査の方法や標本の数については特に記載はない。10 円硬貨という身近な話題であり、佐藤の実践と同様に、母集団の数が大きいので現実の標本調査に近く、生徒が興味・関心を持てる題材であるといえよう。

以上の先行研究から、生徒が興味・関心を持てる身近な話題を取り上げた実践、現実の標本調査に近い大規模の母集団を対象にした実践、標本調査が比較的容易に行うことができる実践などがあることが分かった。しかし、これら 3 つの条件すべてを満たすような実践はわずかしかないことも同時にわかった。

そこで、本研究では、先行研究の中で、10 円硬貨に占める「ギザ十」の割合を推定する標本調査に焦点を当てて、教材を開発して実践を行うこととした。ギザ十に焦点を当てた理由は、次の 3 点である。

- ア ギザ十は身近な題材であり、生徒が興味・関心を持てること。
- イ 10 円硬貨はどの家にもあり、容易に調査ができること。
- ウ 10 円硬貨の総枚数は億単位であり、母集団が大規模の標本調査ができること。

5. 「ギザ十」の教材開発

(1) 10 円硬貨とギザ十の製造枚数・流通枚数

日本国内で現在流通している 10 円硬貨は、昭和 26 年から製造され、平成 25 年度末までに約 333 億枚製造されている (造幣局, 2015)。この中で、ギザ十は昭和 26 年から昭和 33 年まで製造され、その製造枚数は合計で 17 億 7300 万枚である。ただし、昭和 31 年の 10 円硬貨は 1 枚も製造されていない。参考までに、造幣局のデータをもとに昭和 26 年から平成 25 年度末まで製造された 10 円硬貨の年別製造枚数の総枚数における相対度数を折れ線グラフに示すと、図 1 の通りである。したがって、製造枚数については、10 円硬貨に占めるギザ十の割合は、17 億 7300 ÷ 333 億 = 0.0532…より、約 5.3% であることがわかる。

しかし、実際には、古くなって変形・変色した硬貨は回収され再製造されるため、現在市場に出回っている 10 円硬貨の流通枚数は約 194 億枚しかない (日本

銀行, 2015)。そして、現在流通しているギザ十の枚数は、造幣局や日本銀行も把握していない²⁾。そのため、流通枚数について、10 円硬貨に占めるギザ十の割合は不明である。

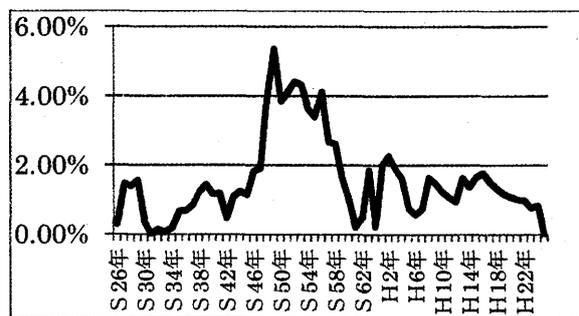


図 1 10 円硬貨の年別の製造の割合

(2) 標本調査の標本数

流通枚数について、10 円硬貨に占めるギザ十の割合を推定する標本調査を行う場合、標本数はどの程度必要であろうか。一般に、母集団の数 N のときに、精度 $e\%$ 、信頼度 $\alpha\%$ 、 α に対応する標準正規分布のパーセント点 $\mu(\alpha)$ 、母比率 p で考えて、必要な標本数 n は、次の式で表される。

$$n = N / \left[\left(\frac{e}{\mu(\alpha)} \right)^2 \times \left\{ \frac{N-1}{p(1-p)} \right\} + 1 \right]$$

例えば、精度 e が 5%、3%、1% の各場合に、 $\alpha = 95\%$ 、 $\mu(\alpha) = 1.96$ 、 $p = 0.5$ として、 $N = 194$ 億を代入して計算すると、表 2 の通りである。

表 2 必要な標本数

5%	384
3%	1067
1%	9604

したがって、精度を 1% とする場合、標本数は 1 万を超えれば、その調査で得られた標本比率であるギザ十の割合は、95% の確率で $\pm 1\%$ の誤差の範囲内に収まるといえる。また、表 2 は、 $p = 0.5$ としたときの値であるが、実際には、製造枚数における割合を考えると、こんなに高くはない。ギザ十が古いために、回収され再製造されたりするので、製造枚数の割合 5.3% よりも低くなる可能性が高いといえる。そこで、仮に $p = 0.05$ として同様に計算すると、表 3 を得る。

表 3 必要な標本数

5%	73
3%	203
1%	9604

精度が 5%、3% の場合は、必要な標本数は少なくなるが、精度が 1% のときは変わらないことがわかる。

(3) 標本を集める方法

10 円硬貨に占めるギザ十の割合を推定する授業実践の可能性を追究する意味で、平成 23 年度に試行的に実践を行った。このときは、4 クラスの生徒から合計 1391 枚の標本数を集めることができた。このときの標本比率、すなわちギザ十の割合は 3.95% と推定できた。精度 3% で考えれば標本数は十分であるので、95% の確率で±3% の誤差の範囲内に収まるといえる。試行的実践を終えて、ある程度効果的な指導が可能であることの感触がつかめたので、この精度をさらに上げて 1% とするために、標本数を増やす方策を検討した。その結果、1 つの学校ではなく、複数の学校で同じ調査を行い、標本データを共有することを考えた。具体的には、次の方法である。

- ① ギザ十の割合を推定する標本調査の実践について、近隣の中学校の数学科教員に紹介し、参加する学校・授業者を募る。
- ② 授業者に指導案を示し、指導案について共通理解を図る。
- ③ 各学校で同時期に授業実践を行い、生徒は 1 人 10 枚ずつ 10 円硬貨の製造年を調べて、授業者がデータを集約する。
- ④ 各授業者が集約したデータを 1 か所に集約し、学校毎のデータを合算した後、各授業者に戻す。
- ⑤ 各学校で、標本調査の結果から得られたギザ十の割合について検討し、標本調査の信頼性について議論する。

このように、複数の学校で共通の実践を行うことにより、多くの標本を集めることが可能となる。

6. ギザ十の実践

(1) 実践の概要

試行的実践を踏まえて、平成 25 年 2~3 月に実践を行った。参加した学校(担当教員)は次の通りである。

- ・磐田市立城山中学校(近藤正雄・太田慎也)
- ・袋井市立浅羽中学校(丸尾清孝)
- ・森町立泉陽中学校(速水慶輝)
- ・浜松市立北浜中学校(太田亮平)
- ・静岡市立中島中学校(永田泰信)
- ・静岡大学教育学部附属浜松中学校(岡田拓人)

標本調査の活用場面として、各学校で標本を集めるまでの実践 1 (1 時間) と、標本調査の結果を検討する実践 2 (1 時間) の 2 時間扱いで行った。授業のねらいは、次の通りである。

大規模な母集団の標本調査を実際に体験する活動を通して、標本調査を活用する力を育成するとともに、標本調査の信頼性について理解を深める。

以下では、実践 1、実践 2 について、それぞれの授業の展開と、主に城山中学校での生徒の様子を述べる。

(1) 実践 1 について (3 年 3 組の場合)

はじめに、本物のギザ十を生徒に示しながら、ギザ十がどのくらいの割合で存在するかを予想させた。生徒からは、30%、1%、5%、3%、10% などの反応があった。

次に、問題 1 を示して、ワークシートを配布して個人で考える時間を確保した。

(問題 1) ギザ十の流通の割合は、どのように調べたらよいただろうか。

その後、各自が考えたことを発表させたところ、次のような意見が出た。

- ・コンビニのレジの中の 10 円硬貨を調べる。
- ・家族の十円玉を調べてギザ十の枚数を数える。
- ・ギザ十に興味が無い人の、財布の中を調べる。
- ・銀行に問い合わせる。
- ・ギザ十の製造枚数を調べ、総枚数で割る。
- ・10 円硬貨を 1000 枚集める。

それぞれの意見について、生徒に発言を求めたところ、どの意見も「良さそう(妥当ではないか)」という生徒の反応であった。そこで、授業者から、それぞれの方法について、生徒とのやり取りを通して次のような問題点を確認していった。

- ・コンビニのレジのおつりは、銀行で両替したものを準備するので、新しいものであることも多く、偏りなく抽出できるか疑問である。
- ・銀行に問い合わせることについて、実際に授業者が 1 つの銀行に問い合わせたところ、「わからない」という返答であった。
- ・製造枚数について、造幣局のホームページで簡単に調べられるが、硬貨は古くなると作り直したりするので、製造枚数と流通枚数は必ずしも一致しない。
- ・10 円硬貨を 1000 枚集めるという意見に対して、実際には流通枚数は約 200 億枚もあるので、1000 枚は標本の数としては少ないのではないかと。

その後、調査方法として、家に帰って財布の中にある 10 円硬貨を、偏りがないように注意して、10 枚以上調べるように指示した。調査の際には、ギザ十であるかないかだけでなく、製造年も併せて調べられるようにワークシートを作成して、記入させた。

(2) 実践 2 について (3 年 8 組の場合)

6 つの学校から集まった標本数は、表 4 の通りである。

表 4 各学校の標本数

学校	標本数	ギザ十の枚数	割合 (%)
城山中	7683	140	1.82
浅羽中	667	36	5.40
泉陽中	888	16	1.80

北浜中	1409	34	2.41
中島中	841	26	3.09
附属浜松中	900	33	3.67
合計	12388	285	2.30

はじめに、この調査結果の表（巻末資料 2）を生徒に配布した。そして、次の問題 2 を提示した、

（問題 2）調査結果 2.30%は信頼できるのだろうか。

まず直感で挙手させたところ、信頼できると思う人が 5 人、信頼できないと思う人が 20 人、迷っている人が 2 人いた。

次に、信頼できないと思う人に理由を発表させた。

- S1：300 億枚（流通は 195 億枚）のうちの 1 万枚は標本としては小さすぎると思う。
 S2：造幣局の製造割合と、調査割合が大きく異なる場所があって信頼できないと思う。例えば H22,H20,H19,S48,S49 などがそうだ。
 S3：昭和 31 年の製造枚数は 0 枚のはずなのに、8 枚も見つかった。この調査はミスが多いと思う。
 S4：昭和と平成の製造枚数と調査割合が異なる。製造割合が 7:3 なのに対して、調査割合は 5:5 だ。
 S5：ギザ十マニアもいるはず。本来はギザ十マニアの 10 円硬貨も加味すべきだ。

その次に、信頼できると思う人に理由を発表させた。

- S6：これだけの調査をやったんだから信頼できると思う。少なくとも静岡県内の流通枚数は信頼できるのではないかな。
 S7：古くなった 10 円硬貨のうち、作り直されている 10 円硬貨のことを考えると、多少の違いは仕方ないと思う。

その後、授業者は、準備したグラフ（図 2）を生徒に配布した。図 2 は、造幣局のデータをもとに作成した製造年別の製造枚数の割合と、標本調査のデータをもとに製造年別の流通枚数の割合を一緒に表した折れ線グラフである。このグラフを示して生徒に再度考えさせたところ、「グラフの増減の仕方が似ているから」と考えて、信頼できると考えを変える生徒が出てきた。さらに、このグラフを観察して、次のような意見も出てきた。

- S8：グラフで昭和 26 年から昭和 30 年くらいは製造割合が多いけど、調査割合は少なく、逆に平成の最近の割合は逆のことがいえるのは、古くなった十円玉が作り直されているからだと思う。

こうして、最終的に授業者は、この標本調査が信頼できるものであることを確認して、授業を終えた。

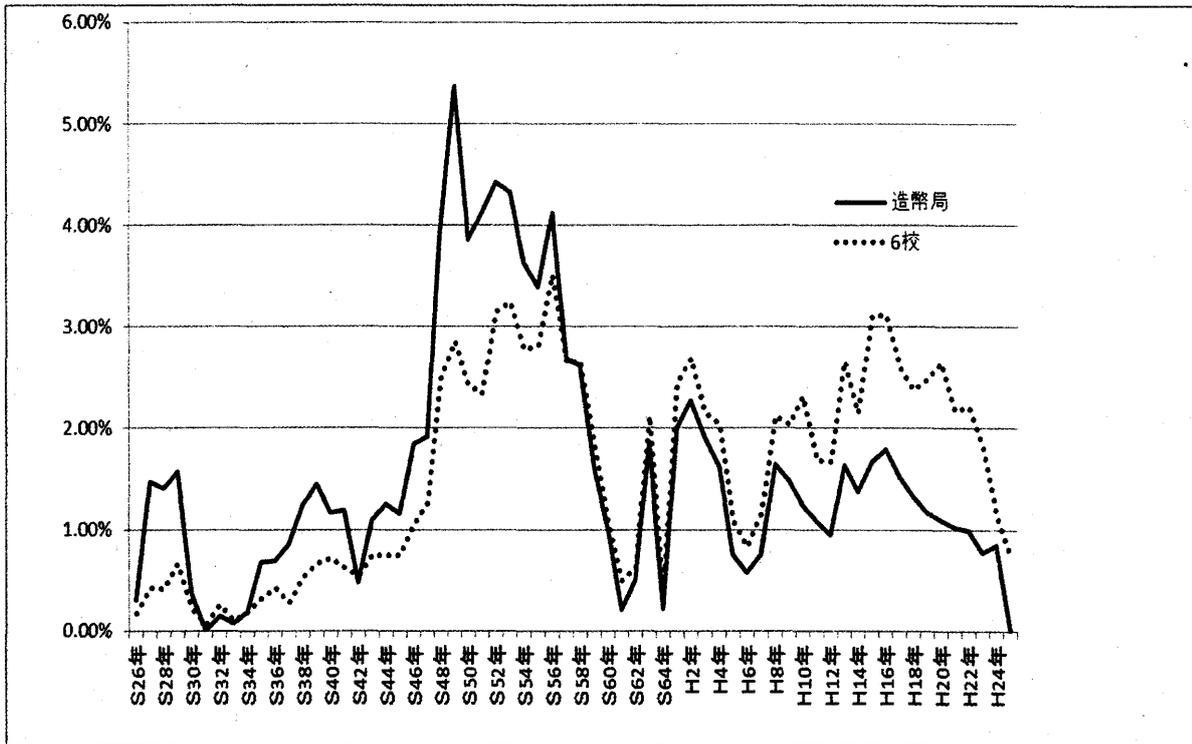


図 2 10 円硬貨の製造割合と標本調査の割合

7. 実践の考察

ここでは、(1)授業中の生徒のあらわれ、(2)ワークシートと事後アンケート(巻末資料 1)の記述、の 2 点をもとに考察する。

(1) 授業中の生徒のあらわれから

① 標本調査の方法について

実践1において、生徒からは「銀行や造幣局に問い合わせる」「商店などの十円硬貨を自分たちで調べる」などのアイデアが次々と出された。試行実践においても同様な反応が見られたことから、生徒は実生活に関わる標本調査の方法について、多様に考えることができたといえる。

② 標本数について

本実践では、6つの学校で協力して、標本数を12388とすることができた。この数は、5(2)で述べたように、精度1%、信頼度95%で、標本数として十分であると判断できる。しかし、実践2において、S1は「標本数1万枚は少ない」と感じ、一方でS6は「これだけの調査(1万枚)は信頼できる数値」と主張している。この2人の意見を支持する意見も積極的に出されていないことから、生徒は標本数の1万枚が妥当かどうか、少なくとも図2を示すまでは、確信がもてなかったといえよう³⁾。

③ 調査結果の信頼性について

実践2において、最初に調査結果の表を示した段階では、S2, S3, S4の発言に見られるように、母集団と標本の数値の傾向の違いに注目していたことがわかる。特に、昭和31年は本来1枚も製造されていないはずなのに、調査結果では8枚になっている点を理由に、調査が信頼できないと考えた生徒は、S3以外にも少なくなかった。

ところが次に、造幣局のデータと合わせて、年別のグラフ(図2)を示した段階では、調査結果を信頼できると考えが変わった生徒が少なくなかった。特に、S8の発言を聞いて、グラフがずれている理由を理解したことが大きな要因であったといえよう。

表では、数値の違いのみしか見えなかったものが、グラフを示すことにより、年別の数値の変化を比べることができるようになって、信頼性が増したものと考えられる。

(2) ワークシートと事後アンケートの記述の分析

城山中学校生徒116人について、ワークシートの記述と事後アンケートの記述を分析した。

① 調査結果の信頼性に対する変化

実践2の最初の段階で、表による調査結果を提示した直後、調査結果について「信頼できる(o)」、「信頼できない(x)」、「迷っている(Δ)」のいずれかをワークシートに記述させた。また、授業後の事後アンケートでは、調査結果について「とても信頼できる(4)」、「信頼できる(3)」、「あまり信頼でき

ない(2)」、「信頼できない(1)」のいずれかを選ばせた。これらの結果を、クロス集計した結果は表5の通りである。

表5 生徒の調査結果の信頼性に対する変化

アンケート ワークシート	3, 4 信頼 できる	1, 2 信頼で きない	計
○	14	0	14
×	70	17	87
Δ	9	6	15
計	93	23	116

表5から、実践2の最初の段階で「信頼できない」「迷っている」と回答した生徒は102人(88%)いたことがわかる。この段階で「信頼できる」と回答した14人(12%)も、その理由の記述を分析すると、表6に示す通り、直感的なものであることがわかる。

表6 「信頼できる」と回答した生徒の理由

理由	人数
12,000枚も調査したのだから信頼できるだろう等	9
理由なし	4
調査は既に真実を述べている	1

ところが、事後アンケートで「信頼できる」と肯定的な回答をした生徒は、93人(80%)と大幅に増加した。特に、最初の段階で「信頼できない」「迷っている」と回答した102人のうち、79人(77%)が、授業後に「信頼できる」に変容したことがわかる。これらの結果から、実践2を通して、標本調査の信頼性について、多くの生徒が理解を深めることができたといえよう。

② 調査結果の信頼性の肯定的な理由

実践2の最初の段階で、「信頼できない」「迷っている」と回答した生徒102人の理由の記述を分析すると、表7の通りであった。(複数回答あり)

表7 「信頼できない」「迷っている」生徒の理由

理由	人数
標本が12,000枚ではまだ少ない	32
昭和31年の数え間違いやの10円硬貨が見つかったので信頼できない	31
製造割合と調査割合の数値の異なるところが気になる	18
理由なし	12
静岡県の一部地域のみ調査である	11
その他	8

本来0枚であるはずの昭和31年の調査結果が8枚になっているという「数え間違い」に言及しているも

の、標本数の少なさに言及しているものが、他に比べて多いことがわかる。

次に、事後アンケートで「信頼できる (3, 4)」に考えが変化した生徒 79 人について、考えが変化した授業場面を回答(複数回答)させたところ、表 8 の通りであった。

表 8 授業後に考えが変化した生徒の授業場面

授業場面	人数
個人で 10 円硬貨の枚数の調査活動を行っているとき	2
自分の学校の調査結果が分かったとき	1
6つの学校の調査結果が分かったとき	17
授業で話し合っているとき	12
先生の説明を聞いたとき	59
折れ線グラフを見たとき	50

表 8 の人数の合計は 141 人であるが、これは 2 つ以上の項目に〇をつけた生徒が 46 人いたからであり、複合的な理由で考えを変化させたととらえることができる。授業場面の中で多かったのは、「先生の説明を聞いたとき」「折れ線グラフを見たとき」の 2 つである。「教師の説明」についても、折れ線グラフを示した後であることを考慮すると、「信頼できる」と考えが変化したのは、折れ線グラフを示したことが大きな影響を与えているといえよう。

③ 調査結果の信頼性の否定的な理由

事後アンケートでも、引き続いて「信頼できない (1 または 2)」と回答した 17 人の理由の記述を分析すると、表 9 の通りである。

表 9 「信頼できない」生徒の理由

理由	人数
昭和 31 年の 10 円硬貨が見つかったので信頼できない	6
製造割合と調査割合の数値の異なるところが気になる	3
標本が 12,000 枚ではまだ少ない	6
静岡県の一部地域だけの調査である	1
理由なし	1

この 17 人については、本実践で標本調査の信頼性を理解するまでには至らなかったことがわかる。「信頼できない」と考える理由で多かったのは、昭和 31 年の枚数の数え間違いに言及したものと、標本数の少なさに言及したものである。数え間違いについては、他の年でもその可能性は十分に考えられるはずだが、そのことには言及せずに、明らかに数え間違いとわかる部分だけで判断しているといえる。

④ 事後アンケートにおける自由記述

自由記述をみると、以下のように、標本調査の有用

性に触れている記述が目立った。

- ・ 標本調査は大規模で実際やってみたことがなかったので身近に感じることができました。授業の最初では世論調査や視聴率はあまり信頼できないな、と感じていましたが、終えてみて信頼できると思いました。
- ・ 私はギザ十の標本調査をしたことで、とても数が多いものであってもその一部分を調べることで自分が、そのものが流通している割合をある程度つかむことができるということに感動しました。普段身近にあるものでも、じっくりと見て調べることで、数学のおもしろみを実感できたように思います。
- ・ 今までテレビの視聴率など自分たちの知らないところで標本調査が行われていたので、今回自分たちの手で実際にやってけっこう正しいものが出るんだなと思いました。

116 人全員の自由記述を分析すると、有用性に触れた同様な記述は 90 人 (73%) であった。事後アンケートで「信頼できる」と肯定的な回答をした 93 人の生徒のほとんどが、標本調査の有用性を感じたことがわかる。

8. 実践から得られた示唆

今回の実践を通して、大規模な母集団を対象とした標本調査の望ましい学習指導の在り方について、次の 3 点の示唆を得ることができた。

(1) 大規模な母集団を対象とした標本調査を経験することで、その有用性を実感できる

本実践で行った「10 円硬貨に占めるギザ十の割合」の標本調査は、母集団の数が約 195 億枚、標本数が 12388 枚と、現実に行われている標本調査に近い大規模なものであったといえる。そのような大規模な標本調査を実際に経験することができ、ギザ十の占める割合を推定できたことは、生徒に少なからず驚きと感動を与えたといえるであろう。実際、授業開始時には標本調査を「信頼できない」「迷っている」と否定的にとらえていた生徒の 77% が、「信頼できる」と肯定的にとらえ直しており、この結果は特筆すべき変化といえる。さらには、事後アンケートの自由記述の中にも、「とても数が多いものであってもその一部分を調べることで自分が、そのものが流通している割合をある程度つかむことができるということに感動しました。」という記述をはじめとして、標本調査の有用性に触れた記述が 8 割近くあったことは、本実践の有効性を示しているといえよう。

標本調査の有用性を実感できたのは、生徒に限った話ではない。授業者にとっても、机上の理論ではなく、

このような規模の標本調査を現実に経験することを通して、標本調査の有用性を実感できたものと考えられる。

これらの結果が得られたのは、本教材が生徒にとって身近で興味・関心の持てるものであると同時に、大規模な母集団を対象とした現実に近い標本調査であることが大きな要因であるといえよう。

以上のことから、大規模な母集団を対象とした標本調査を体験することは、標本調査の有用性を実感させる上で、大変有効であると考えられる。

(2) 標本調査の信頼性を理解させるには、データのちらばりを視覚的にみることが有効である

実践2で、最初に調査結果の表を配布した段階では、わずか12%の生徒しか「信頼できる」と回答していなかった。つまり、表から数値を読み取っただけでは、調査結果は半信半疑であったといえる。それが、折れ線グラフを示した後に、「信頼できる」と考えを変えた生徒が続出した。グラフを示すことで、生徒は、年別の数値の変化にも着目することができ、その結果、多くの生徒が調査の信頼性を理解することができたといえる。これらのことを考えると、標本調査の信頼性を理解させるには、データを1つの数値だけでみるのではなく、データのちらばりを視覚的にみることが有効であると考えられる。

(3) 他校との共同実践により、生徒の学習意欲を高め、教員の研修につなげることが期待できる

本実践は、多くの標本を集めるために、6つの学校の教員が協力して同じ実践を行った。標本を集めるといふ目的での共同実践であったが、このことは他のことにも好影響を与えた。例えば、生徒には、自分の学校だけいい加減な調査にしてはいけない、という意識が芽生え、丁寧な調査に心がけるなど、学習意欲の向上につながった。中3の2月という受験前の慌ただしい時期に、こうした授業展開はなかなか実施しにくいにもかかわらず、生徒は最後まで授業に意欲的に取り組んだ。実践に参加したW教諭は、「当初こんな面倒くさいことに授業が成り立つか疑問に思っていたが、子どもたちがとても意欲的に取り組み、意外だった。」と語っている。さらに、事後アンケートの自由記述の中には、次のように、他者と関わる学びの価値に触れたものが30%あった。

・他中の生徒と協力することはあんまり無かったので、いい授業になりました。
 ・とても多くの人で協力して調査ができ、より真の値に近い流通割合を出すことができて面白かったです。知らなかったことをこの調査で知ることができ知覚的になった気がします。

また、本実践の準備段階においては、学校や年齢の

異なる複数の教員が、数回にわたり、顔を合わせて意見を交換したり、互いの実践を紹介したりする場を設けた⁴⁾。このような機会は、教員の研修の場としても有効に機能したといえよう。

以上から、他校との共同実践は、生徒にとっても、教員にとっても、良い影響を与えることができると考えられる。

9. 今後の課題

今後の課題として、次の2点を挙げるができる。

(1) 測定誤差の扱いについて

本実践では、事後アンケートから80%もの生徒が標本調査の結果を「信頼できる」と回答した一方で、20%の生徒は「信頼できない」と回答している。「信頼できない理由」のうち、「昭和31年の数え間違い」は、いわゆる測定誤差に関する指摘である。測定誤差は昭和31年に限った話ではないが、それらの誤差を含めて、標本数が十分で、ランダム性が保証されていれば、調査結果がある程度信頼できるものであることを理解することが重要である。その意味では、4(2)で述べた中西の実践のように、全数調査における数え間違い等の誤差について意図的に扱うことも、意義ある活動であるといえよう。そのことも含めて、20%の生徒を「信頼できる」と回答できるような手立ての工夫が、今後の課題である。

(2) 無作為抽出の扱いについて

本実践では、必ずしも無作為抽出について強調して指導しなかった。10円硬貨の調査方法について、「偏りがないように」という指示は出したものの、具体的にどのように偏りなく調査するかについて何も指示しなかったため、実際には偏った調査を行った可能性もある。無作為抽出の難しさについて、本教材の中で生徒に理解させるような手立てを検討するとともに、現実に行われている標本調査ではどのような無作為抽出が行われているかを調べる等、指導の工夫が今後の課題である。

(3) 大規模な母集団の標本調査の教材開発について

本実践は、大規模な母集団の標本調査として、「ギザ十の占める割合」を取り上げ、学習指導について一定の有効性を示すことができた。しかし、他にもさまざまな題材の標本調査が考えられるであろう。中学生にとって、興味・関心が持て、調査が比較的容易にできるような教材を開発して、その有効性について実践を通して明らかにすることが、今後の課題である。

<注>

- 1) 厳密には「標本の大きさ」と表現するが、本稿では誤解がないと判断し「標本(の)数」で統一した。
- 2) 2013.3.21に造幣局へ聞き、不明との回答であった。
- 3) 標本数に対する評価は、高校の数学Bで扱う。

4) 静岡県磐周地区にある磐周サークルで議論した。

<http://www.mint.go.jp/coin/data/nenmeibetsu26.html>

平成 23 年検定中学校数学 3 年生用教科書 (全 7 社)

<引用・参考文献>

- 新井仁 (2009) 「標本調査 おみくじ」新井仁著『「資料の活用」の授業プラン』明治図書, pp.97-103
- 細矢和博 (2011) 「母集団の数量の推定」相馬一彦・國宗進・熊倉啓之編著『略案で創る中学校新数学科の授業 第3巻関数・資料の活用編』明治図書, pp.115-116
- 石井英真・神原一之 (2009) 「「活用する力」を育てる数学授業の創造」第 42 回数学教育論文発表会論文集, pp.25-30
- 岩城聡 (2009) 「中学生を対象にした「標本調査」の指導についての研究」第 42 回数学教育論文発表会論文集, pp.415-420
- 松元新一郎 (2008) 「「資料の活用」の趣旨を生かした指導のあり方と今後の課題」日本数学教育学会誌, 90 巻 9 号, pp.46-55
- 松元新一郎 (2011) 「「資料の活用」の指導の改善のポイント」相馬一彦・國宗進・熊倉啓之編著『略案で創る中学校新数学科の授業 第3巻関数・資料の活用編』明治図書, pp.73-78
- 文部科学省 (2008) 「中学校学習指導要領解説数学編」教育出版, p.127
- 中本信子 (2015) 「標本比率の分布の把握を重視した標本調査の指導」日本数学教育学会誌, 第 97 巻 1 号, pp.2-9
- 中西寛子 (2012) 「「全数調査と標本調査」に関する体験型学習の提案」数学教育学会誌, Vol.52, No.3・4, pp.93-102
- 西村圭一 (2009) 「母集団の傾向と標本調査」國宗進／相馬一彦編著『中学校新数学科数学的活動の実践プラン集』明治図書, pp.90-93
- 日本銀行 (2015) 日本銀行統計公表データ, http://www.boj.or.jp/statistics/pub/boj_st/index.htm/
- 佐藤寿仁 (2011) 「資料の活用「標本調査」における単元のデザインと実践について」統計教育実践研究, 第 3 巻, 統計数理研究所, pp.129-132
- 塩澤友樹 (2010) 「中学校数学科における標本抽出の概念形成に関する調査研究－variation の認識に着目して－」第 43 回数学教育論文発表会論文集, pp.229-234
- 竹内雅人・愛木豊彦 (2010) 「標本調査を題材にした授業の開発と実践」岐阜数学教育研究, Vol.9, pp.41-48
- 竹内洋平・愛木豊彦 (2010) 「「資料の活用」分野における標本調査の教材開発と実践」岐阜数学教育研究, Vol.9, pp.54-61
- 造幣局 (2015) 造幣局年銘別貨幣製造枚数,

<巻末資料 1> 事後アンケート

※授業「ギザ十の割合調査」について、みなさんの感想を聞きたいです。

「標本調査」とは、母集団の一部を取り出して調査し、そこから母集団の傾向を推察するものです。身近な例としては、世論調査、テレビの視聴率調査などがあります。各質問に対し、当てはまるものについて、数字のどれかに○を付けて下さい。

- 1 「ギザ十」の調査において、自分たちで調べた「ギザ十」の割合は信頼できると思いますか？
 - 4 信頼できる 3 どちらかという信頼できる
 - 2 どちらかという信頼できない 1 信頼できない
- 2 1 の質問で、4, 3 と答えた人に質問です。
 - (1) 自分たちで調べた「ギザ十」の割合が信頼できると感じたのは、どの場面ですか？（複数回答可）
 - 1 個人で十円玉の調査活動を行っているとき
 - 2 皆の調査結果が分かったとき(自分たちの学校)
 - 3 皆の調査結果が分かったとき(数校での調査結果の合計)
 - 4 授業で話し合っているとき
 - 5 先生の説明を聞いたとき,
 - 6 折れ線グラフを見たとき
 - 7 その他
 - (2) 標本調査のよさとは何だと思いますか？（複数回答可）
 - 1 全体の一部を調査しただけで、全体の傾向がつかめること
 - 2 調査したり、集計したりして、その答えを自分で考えること
 - 3 はっきりした答えが分からない事象を扱うことができること
 - 4 実際に行動する「試行」を通して考えることができること
 - 5 その他
- 3 2 の質問で、2, 1 と答えた人に質問です。自分たちで調べた「ギザ十」の割合が信頼できないと感じるのはなぜですか？（複数回答可）
 - 1 200 億枚の十円玉のうち、(12000)枚程度の調査だから
 - 2 正しく調査していない人が(1 人でも)いるから
 - 3 造幣局の製造枚数に対し、調査枚数の傾向が異なるところがあるから
 - 4 造幣局や日本銀行が知らないことを、自分たちが分かわけがないから
 - 5 その他
- 4 「ギザ十」の標本調査の授業の感想を書いてください。

<巻末資料2> 標本調査の結果と造幣局のデータ

第3学年数学科 標本調査の活用

年銘別貨幣枚数 平成26年2月

製造年	造幣局HPより		生徒調査	
	製造枚数(千枚)	割合	調査枚数(枚)	割合
1 S26年	101,068	0.31%	21	0.17%
2 S27年	486,632	1.46%	52	0.42%
3 S28年	466,300	1.42%	51	0.41%
4 S29年	520,900	1.58%	82	0.66%
5 S30年	123,100	0.37%	27	0.22%
6 S31年	0	0.00%	8	0.06%
7 S32年	50,000	0.15%	32	0.26%
8 S33年	25,000	0.08%	12	0.10%
9 S34年	62,400	0.19%	23	0.19%
10 S35年	225,900	0.69%	39	0.31%
11 S36年	229,900	0.70%	53	0.43%
12 S37年	284,200	0.86%	34	0.27%
13 S38年	411,300	1.25%	65	0.52%
14 S39年	479,200	1.46%	82	0.66%
15 S40年	387,600	1.18%	89	0.72%
16 S41年	395,900	1.20%	77	0.62%
17 S42年	158,900	0.48%	67	0.54%
18 S43年	363,600	1.10%	92	0.74%
19 S44年	414,800	1.26%	92	0.74%
20 S45年	382,700	1.16%	93	0.75%
21 S46年	610,050	1.85%	130	1.05%
22 S47年	634,950	1.93%	155	1.25%
23 S48年	1,345,000	4.09%	309	2.49%
24 S49年	1,780,000	5.41%	354	2.88%
25 S50年	1,280,260	3.89%	301	2.43%
26 S51年	1,369,740	4.16%	290	2.34%
27 S52年	1,467,000	4.46%	390	3.15%
28 S53年	1,435,000	4.36%	401	3.24%
29 S54年	1,207,000	3.67%	343	2.77%
30 S55年	1,127,000	3.42%	349	2.82%
31 S56年	1,369,000	4.16%	435	3.51%
32 S57年	890,000	2.70%	328	2.65%
33 S58年	870,000	2.64%	330	2.66%
34 S59年	533,850	1.62%	228	1.84%
35 S60年	335,150	1.02%	133	1.07%
36 S61年	68,960	0.21%	62	0.50%
37 S62年	165,775	0.50%	77	0.62%
38 S63年	618,112	1.88%	262	2.11%
39 S64年	74,692	0.23%	45	0.36%

組番氏名

年銘別貨幣枚数 平成26年2月

製造年	造幣局HPより		生徒調査	
	製造枚数(千枚)	割合	調査枚数(枚)	割合
40 H元年	666,308	2.02%	303	2.45%
41 H2年	754,953	2.29%	333	2.69%
42 H3年	632,120	1.92%	266	2.15%
43 H4年	538,130	1.63%	253	2.04%
44 H5年	249,240	0.76%	135	1.09%
45 H6年	190,767	0.58%	103	0.83%
46 H7年	248,874	0.76%	143	1.15%
47 H8年	546,213	1.66%	263	2.12%
48 H9年	491,086	1.49%	252	2.03%
49 H10年	410,612	1.25%	287	2.32%
50 H11年	359,120	1.09%	208	1.68%
51 H12年	315,026	0.96%	207	1.67%
52 H13年	542,024	1.65%	330	2.66%
53 H14年	455,667	1.38%	266	2.15%
54 H15年	551,406	1.68%	385	3.11%
55 H16年	592,903	1.80%	386	3.12%
56 H17年	504,029	1.53%	323	2.61%
57 H18年	440,594	1.34%	295	2.38%
58 H19年	388,904	1.18%	307	2.48%
59 H20年	362,811	1.10%	328	2.65%
60 H21年	338,003	1.03%	269	2.17%
61 H22年	328,905	1.00%	274	2.21%
62 H23年	255,936	0.78%	225	1.82%
63 H24年	279,211	0.00%	141	1.14%
64 H25年		0.00%	93	0.75%
総合計	33,193,781	100.00%	12388	100.00%
ギザ十	1,773,000	5.34%	285	2.30%
昭和製造	22,750,939	68.54%	6,013	48.54%
平成製造	10,442,842	31.46%	6,375	51.46%