標本調査

2015 年 2 月 25 日

目次

このテキストの使いかた

日頃の学習では・・・

- テキストをていねいに読んでいきましょう。

  このテキストは、きちんと言葉を使っててていねいな説明が書かれています。記号や数式が並んでいるだけの、意味不明のものではありません。ひとことひとこと言葉を大切にして、解き方ではなく考え方を学び取るようにしてください。そして、書いてあることに対して、「あーそういうことか」とか「えーよくわからない」とか「これ、ちがうんじゃないの？」といった反応をしてください。数学は自分の頭を使って考えていく科目ですから立ち止まって考えることがとても大切なのです。

- テスト直前に勉強を始めるのではなく、テストで力を発揮できるように前もって準備をしておきましょう。

  数学のように、自分の頭を使って「あーでもない、こーでもない」と考えながら学んでいく科目では、学習を始めてからしばらくの間はなかなか成果が出ない事があります。しかし少し我慢をして学習を続けていくうちに、あるとき、驚くような力が付いていることに気づくことがあります。 つまり、実力は初めのうちはゆっくり伸びていき、あとからぐんと伸びることが多いのです。

- 例題を学ぶときには、解答を読む前に、できればまず自分の力で解くことができるかどうか試してみましょう。

  数学の学習では、誰かから教わっただけのことよりも自分で悩んで考えたことの

ほうがよく身につきます。紙と筆記用具を使って実際に答案を書いてみてください。それができたらテキストの解答をていねいに読んで自分の考えと比べてみましょう。

- 例題の学習ができたら、この問題がテストに出ても自分の力だけで解けるかどうか想像してみましょう。そして心配なものには印を付けておきましょう。

  日頃から自分の実力をつかんでおくとテスト対策がしやすくなります。

- 問はもちろん、まず自分の力で解くことができるかどうか試してみてください。

  紙と筆記用具を使って実際に答案を書いてみてください。それができたらテキストの解答をていねいに読んで自分の考えと比べてみましょう。そうすれば理解が深まるでしょう。

- 問を解き終わって答え合わせをしたら、間違ったものには印を付けておきましょう。

  日頃から自分の実力をつかんでおくとテスト対策がしやすくなります。

- ひとつのひとつの節を読み終わったら、どんなことをその節で学んだのか思い出して「あらすじ」を言えるようにしておきましょう。紙と筆記用具を用意して、誰かにあらすじを伝えるにはどんなふうに説明すればよいか考え、文章を書いてみるととても効果があります。

  中学生に「今日は学校の数学の授業でどんなことを勉強したの？」と聞いてみると、「えーと、何だっけ、そうだ、傾きとか習った。」と断片的なことを言えたりすることはあるのですが、改めて、「へぇ、ところで傾きってなんなの？」と聞いてみると「えー、何だっけ、そうだ、なんか計算したり直線を描いてた。」ぐらいの答えしか返ってこないことが多いのです。専門用語を正しく言えるようになることも必要なことかもしれませんが、そんなことより大切なのは「どんなお話を学んだのか」ということです。数学は意味の無い記号操作を学ぶ科目ではなく、ちゃんとしたストーリーがあるものを学んでいるのです。ですから「お話のあらすじ」を理

解しておくことが大切なのです。

定期テスト対策では・・・

「日頃の学習」のところにも書いてありますが、数学のような科目は力がつくまでに時間のかかる科目です。テストに備えて十分な日数を確保しておきましょう。そして、「日頃の学習」で心配な例題や間違った問にちゃんと印を付けているとテスト対策が楽になります。

- テキストから試験範囲の例題や問を探して、印のついていないものがちゃんと解けるかどうか試してみましょう。
- 印を付けた例題や問を繰り返し復習して、テストに出ても大丈夫な問題を少しでも増やしておきましょう。

第1章

標本調査：集団の一部分を調べて全体の傾向を推定するには

1.1 現代社会では調査をすることがとても重要になっています

現代の社会では様々な人が様々なデータを分析し、「これまでうまくいっていたのかな？」とか「じゃぁ次はどうしたらよいのかなぁ」ということを考えています。

例えば、ある会社である素晴らしい商品を開発したとしましょう。いくら素晴らしい商品を作ったとしても、そういう商品があるということを多くの人に知ってもらわなければその商品を買ってもらうことはできません。そこで、この会社ではその商品を宣伝するためのコマーシャルをあるテレビ局のある番組で放送してきました。そうすると、この会社の宣伝部の人などは、「どのぐらい多く人がこの番組を見てくれているのかなぁ」ということがとても気になるわけです。もし、その番組を見ている人が少ないとしたら、コマーシャルの効果は小さいということになり、もしその番組を見ている人が多ければ、コマーシャルの効果は大きいということになるでしょう。一方、コマーシャルを放送するためにはとても多くのお金をテレビ局に支払う必要があります。もしその番組を見ている人が少ないとしたら、多くのお金を支払うのは損ということになり、その番組でコマーシャルを

放送するのはやめたほうが良いかもしれないということになりますね。ですからその番組をどのくらい多くの人が見ているのかというデータが重要になるのです。そのような目的のために良く使われているデータとして「視聴率」と呼ばれているものがあります。「視聴率」というのは、「テレビを持っている人のうち、どのぐらいの割合の人がその番組を見たのか」ということを調べて数値で表したものです。ところでテレビを持っている人ってとても多いですよね。関東地方だけに限っても、およそ 1815 万の世帯があり、およそ 4150 万人の人が暮らしています（平成 22 年)。たいていの家庭にはテレビがありますから、テレビを持っている人の数やテレビの数自体もとても多いわけです。そんなに多くの人たち全員に対して「ある番組を見たのか見なかったのか」ということを調査するのは大変ですよね。調査の手間や費用は膨大になってしまうかもしれません。すぐに調査結果を発表することもできないでしょう。ですから視聴率は何人かの人たちを選んで調査されています。ある調査専門の会社では、例えば関東地区に住んでいる人からは数百世帯を選んで調査しているようです。本当は全員に対して調査ができれば良いのかもしれませんが、全部を調査するのはかなり無理があるので仕方なく「選んで」調査するのです。

1.2　標本調査と全数調査

前に説明したテレビの視聴率の調査のように、調査したい集団から一部分を選んで調べる調査のことを**標本調査**と呼びます。

一方、例えばある中学校の生徒の身長を調査することを考えてみましょう。たいていの中学校では、生徒の数は数百人から千人ぐらいでしょうか。これぐらいのの人数ならわりと簡単に全員の身長を調べることができます。（実際、どの中学校でも年に一度、身体測定をして生徒全員の身長を測定していることでしょう。）このように、調査したい集団全部を調べる調査のことを**全数調査**と呼びます。

ではこれからいくつかの質問をあなたにすることにします。じっくり考えてください。

質問 1　自動車を作っている会社では、自動車がどれぐらい丈夫なのかを調べるために自動車を走らせて壁などにぶつける調査をしています。この場合、製造した自動車全

部に対して調査をする（つまり全数調査をする）べきですか。それとも製造した自動車から一部を選んで調べる（つまり標本調査をする）べきですか。

質問 2　高校の入学試験の合格者を決めるため採点をして得点を調べる場合、入学試験を受けた人全員に対して得点を調べる（つまり全数調査をする）べきですか。それとも入学試験を受けた人から一部分の人たちを選んで得点を調べる（つまり標本調査をする）べきですか。

質問 3　日本の中学生の健康状態を知るために睡眠時間の調査をすることにします。もしあなただったら、日本の中学生全員に対して調査（つまり全数調査）をしますか。それとも、日本の中学生から一部の生徒たちを選んで調査（つまり標本調査）をしますか。

ではじっくり考えてください。理由もちゃんと考えてくださいね。5 分待ちます。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・・・・

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・・・・・・・・

・・・・・・

はい 5 分たちました。理由もしっかり考えた人は次を読むことにしましょう。

質問 1 の答え　製造した自動車から一部を選んで調べる（つまり標本調査をする）べきですよね。だって、作った自動車を全部壁などにぶつけて調べてしまったら、売る自動車がなくなってしまいますよね。

質問 2 の答え　入学試験を受けた人全員に対して得点を調べる（つまり全数調査をする）べきですよね。だってある人の得点を調べないとしたら、その人を合格させて良いのかどうか決められないですよね。

質問 3 の答え　まぁたいていの人は、日本の中学生から一部の生徒たちを選んで調査（つまり標本調査）をしますよね。だって日本の中学生って相当いますよね。そんなの全部調査すると手間や費用が大変なことになりますよね。でももしあなたが、「手

間も費用も惜しまない。それに今は IT の時代だ。工夫すれば全部調査できるかもしれない。」というのだったら全数調査でも構わないわけです。

問 1. 以下の問に答えなさい。

(1) ある中学校では年に一度体力テストを行い、生徒の体力を調べています。この調査は標本調査と全数調査のどちらなのでしょうか。

(2) 日本には総務省統計局という国の機関があり、例えば 1 ヶ月あたりの 1 世帯あたりの消費支出（つまり 1 ヶ月 1 つの世帯がいくらお金を使ったのか）を調査しています。この調査は標本調査で行われていると思いますか。それとも全数調査で行われていると思いますか。（まぁ、もし全数調査だとしたら、あなたの家も必ず調査されているということになりますよね。）

(3) 電池を作っている会社では、電池の寿命がどれぐらいなのかを調べるために電池を実際に使用して調査をしています。この場合、製造した電池全部に対して調査をする（つまり全数調査をする）べきですか。それとも製造した電池から一部を選んで調べる（つまり標本調査をする）べきですか。

答えを見る

問 2. 次の調査をする場合、あなたなら標本調査と全数調査のどちらの調査を行いますか。

(1) 日本の中学生の 1 日あたりの学習時間を調査する。

(2) 現在の内閣の支持率を調査する。

(3) あなたの学級で人気のあるスポーツを調査する。

(4) ある農場で作った野菜にどれぐらい農薬が残っているかを調査する。

(5) あるバス会社が使っているバスに壊れているところがないか点検して調査する。

答えを見る

どんなに大変でもとにかく全部調べる有名な調査

全部調査すると手間や費用が大変なことになるような調査では普通、調査対象から一部を選んで標本調査が行われます。しかし、どんなに大変でもとにかく全部調べる調査とい

うものも行われています。そのような調査のなかで一番有名なのは国勢調査と呼ばれている調査です。

国勢調査は、その国に住んでいるすべての人に対して行う調査です。人口、性別、年齢、結婚しているかいないか、どんな仕事に就いているのか、世帯の構成などを調査しています。日本の人口はおよそ 1 億 3 千万人（平成 25 年）ですから、全員に対して調査を行う国勢調査では手間や費用がとてもかかるわけです。ではなぜそんな手間や費用を書けてまで全数調査をするのでしょうか。

例えば国会議員の選挙を思い浮かべてみてください。あなたは選挙区という言葉を聞いたことがありますか。国会議員を選挙で選ぶときには日本全体から代表を選ぶ方法の他に、日本をたくさんの地区に分けてからその地区の代表を選ぶ方法があります。日本をたくさんの地区に分けて代表を選ぶ場合、どの地区から何人の議員を選ぶのか決めなくてはなりません。その時に、地区の間に不公平があるといけないわけです。つまり、例えば、ある地区には他の地区よりたくさん有権者がいるけど選ばれる代表の数が少ないなどということがあるのは良くないわけです。できるだけ有権者の数と選ばれる代表の数が公平になるように日本全体をうまく分けて地区を決めないといけないのです。そのためにはどの地区にどれだけの人が住んでいるのか、特に有権者の数はどれだけなのかということを日本全体にわたって調べておく必要があるのです。

この他にも国勢調査の結果は、地方議会（つまり県議会など）の議員定数を決めたり、地方交付税（国から地方に分配される税金）をどの県にいくら分配するかを決めたりするための「法定人口」としてさまざまな場面で利用されています。

また例えば、国勢調査の結果は日本の現在の人口から将来の人口を推定するためにも利用されています。国勢調査は 5 年ごとに行われているのですが、調査結果が得られるごとに、これらの推定を見直し、将来の日本の人口をできるだけ正確に予測するようにしています。

このような決定や予測を行うためには、国全体に対して正確な調査をしておく必要があるのです。

1.3　母集団と標本

あなたにはここで専門用語を覚えてもらうことにしましょう。

標本調査では、知りたいと思っている集団全体のことを**母集団**と呼び、集団全体から選んだ一部分の集団を**標本**と呼んでいます。また知りたいと思っている集団全体に含まれているものの個数を母集団の大きさと呼び、集団全体から選んだ一部分の集団に含まれているものの個数を標本の大きさと呼んでいます。

例題 1　ある工場で作っている製品がきちんと作らてているのかどうか調べるために、作った製品の中から一部分を選んで不良品ができてしまう割合を調査しました。作った製品の数は全部で 15300 個で、調査のために選んだ製品の数は 100 個でした。以下の問に答えなさい。

(1)　この調査は標本調査ですか。それとも全数調査ですか。

(2)　この調査の母集団はなんですか。

(3)　この調査の標本はなんですか。

(4)　この調査の母集団の大きさはいくつですか。

(5)　この調査の標本の大きさはいくつですか。

解答

(1) 作った製品すべてを調べたのではなく、作った製品の中から一部（たしか 100 個）の製品を選んでしらべたのでしたね。ですからこの調査は標本調査ですね。

(2) この調査では、作った製品全部、つまり 15300 個の製品が母集団ですね。

(3) この調査では、調査のために選んだ製品、つまり 100 個の製品が標本ですね。

(4) 母集団は作った製品全部、つまり 15300 個の製品ですから、母集団の大きさは 15300 ですね。

(5) 標本は調査のために選んだ製品、つまり 100 個の製品ですから、標本の大きさは 100 ですね。

問 3. ある市の有権者 67562 人から 1000 人を選んで世論調査を行いました。以下の問に答えなさい。

(1) この調査は標本調査ですか。それとも全数調査ですか。

(2) この調査の母集団はなんですか。

(3) この調査の標本はなんですか。

(4) この調査の母集団の大きさはいくつですか。

(5) この調査の標本の大きさはいくつですか。 答えを見る

1.4　標本の選び方

標本調査とは、調査の対象となっている集団から集団の一部分を選んで調査を行い、集団全体のことを推測する調査です。つまり、集団全体を調べるのが大変だから仕方なく集団一部に対して調査を行うというだけではなく、調査結果をもとに集団全体のことを知ろうとしているのです。

ここで問題になるのは、標本をどのように選べばよいのかということです。つまり、標本を公平に選べば元の集団全体のことをかなり正確に推定できると思われますが、標本をヘタに選ぶと元の集団のことを正確に推定できなくなるでしょう。このようなことを考えてもらうために、あなたにいくつか質問をすることにします。

質問 1　ある町ではどのスポーツが一番人気があるのか調べることにしました。この町の住民の数は多いので、全数調査ではなく、住民の中から 1000 人を選んで標本調査を行うことにします。どこでどのように調査をすれば良いのか考えていた調査担当者は、「ああ、そうだ、この町にはサッカースタジアムがあるから、試合が行われている日にサッカースタジアムに行って 1000 人の人にアンケートをすればいいじゃん。」と考えました。あなたはこの調査担当者の考えについてどう思いますか。

質問 2　ある市では来月市長選挙が行われることになっています。現在 3 人が立候補することを表明していて自分が当選したらどのようなことをするのか、つまり政策を発

表しています。この市のある新聞社はどの人の政策が今のところ支持されているのかを調査するため、この市にある 1 つの駅の前で、駅前を通行する人をデタラメに 1000 人選んで意見を聞いてみることにしました。あなたはこの新聞社の調査の仕方についてどう思いますか。

ではじっくり考えてください。10 分待ちます。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・・・

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

・・・

はい 10 分たちました。じっくり考えた人は次を読むことにしましょう。

質問 1 の答え　ある町ではどのスポーツが一番人気があるのか調べるのにサッカースタジアムで調査するわけにはいかないですよね。だって、そんなところで「好きなスポーツはなんですか？」って聞いたら「サッカーが一番好き」って答える人が多いことが予想されますよね。つまりサッカーの好きな人が多いところで意見を聞いても、この町全体の人の意見は推定できないですよね。

質問 2 の答え　この新聞社の標本の選び方は良いとは言えませんね。有権者の中には、駅を利用したり駅前に行く人もいますが、駅に行かない人もいるわけです。駅に行く人は、例えば通勤通学で駅を利用している人や駅前に職場がある人、駅前の商店街に買い物に行く人などです。駅に行かない人は、例えば自分の家で仕事をしている人、退職して家にいることが多い人、電車は使わずに車で移動することの多い人などがいます。仕事や生活スタイルによってその駅を使う人もいれば使わない人もいるわけです。ですから、駅前で意見を聞いてしまうと、駅を使っている人たちの仕事や生活スタイルにあった意見ばかりになってしまう恐れがあります。ですから、

この市の有権者全体の意見を推定するのは無理でしょう。

この調査方法には他にも色々と問題があります。

例えば、調査する時間帯です。朝や夕方に通勤のために駅を利用している人と昼間どこかへお出かけするためや病院へ通うために駅を利用している人では意見がすごく違うかもしれませんね。

また例えば、平日に調査するのか土曜や日曜に調査するのかによって、意見に偏りがでると思われます。

今考えてもらった 2 つの質問からもわかるとおり、標本調査では標本を偏りなく公平に選ぶことが重要になります。ではどのようにすれば標本を偏りなく公平に選ぶことができるのでしょうか。よく使われている方法をこれから紹介することにしましょう。

まず、簡単な例を紹介します。

例 1　ある食品工場ではある日ある缶詰を 653 個作りました。この缶詰の品質を調べるために 653 個の中から 30 個選んで実際に缶詰を開けて中身の品質を調べることにします。

次のような手順で 30 個の標本を選びます。

手順 1　まず、作った缶詰全部、つまり 653 個の缶詰に 1 から 653 までの番号をつけます。

手順 2　1 から 653 までの番号が付いている 653 本のくじを作り、その中から 30 本くじを引く。

手順 3　くじびきをして出てきた番号の缶詰を選びます。

このようにすれば偏りなく公平に 30 個の缶詰を選ぶことができますね。

この例でわかるように、例えば「くじ引き」の力を借りれば偏りなく公平に標本を選ぶことができるわけです。実際にはもう少し便利なものが使われています。「乱数表」、「乱数さい」、「コンピュータ」などが使われることが多いのです。これから 1 つづつ説明することにしましょう。

例 2　乱数表を使って標本を偏りなく公平に選ぶには

- まず乱数表について説明することにしましょう。次の表を見てください。

93	90	60	02	17	25	89	42	27	41	64	45	08	02	70	42	49	41	55	98
34	19	39	65	54	32	14	02	06	84	43	65	97	97	65	05	40	55	65	06
27	88	28	07	16	05	18	96	81	69	53	34	79	84	83	44	07	12	00	38
95	16	61	89	77	47	14	14	40	87	12	40	15	18	54	89	72	88	59	67
50	45	95	10	48	25	29	74	63	48	44	06	18	67	19	90	52	44	05	85
11	72	79	70	41	08	85	77	03	32	46	28	83	22	48	61	93	19	98	60
19	31	85	29	48	89	59	53	99	46	72	29	49	06	58	65	69	06	87	09
14	58	90	27	73	67	17	08	43	78	71	32	21	97	02	25	27	22	81	74
28	04	62	77	82	73	00	73	83	17	27	79	37	13	76	29	90	07	36	47
37	43	04	36	86	72	63	43	21	06	10	35	13	61	01	98	23	67	45	21
74	47	22	71	36	15	67	41	77	67	40	00	67	24	00	08	98	27	98	56
48	85	81	89	45	27	98	41	77	78	24	26	98	03	14	25	73	84	48	28
55	81	09	70	17	78	18	54	62	06	50	64	90	30	15	78	60	63	54	56
22	18	73	19	32	54	05	18	36	45	87	23	42	43	91	63	50	95	69	09
78	29	64	22	97	95	94	54	64	28	34	34	88	98	14	21	38	45	37	87
97	51	38	62	95	83	45	12	72	28	70	23	67	04	28	55	20	20	96	57
42	91	81	16	52	44	71	99	68	55	16	32	83	27	03	44	93	81	69	58
07	84	27	76	18	24	95	78	67	33	45	68	38	56	64	51	10	79	15	46
60	31	55	42	68	53	27	82	67	68	73	09	98	45	72	02	87	79	32	84
47	10	36	20	10	48	09	72	35	94	12	94	78	29	14	80	77	27	05	67
73	63	78	70	96	12	40	36	80	49	23	29	26	69	01	13	39	71	33	17
70	65	19	86	11	30	16	23	21	55	04	72	30	01	22	53	24	13	40	63
86	37	79	75	97	29	19	00	30	01	22	89	11	84	55	08	40	91	26	61
28	00	93	29	59	54	71	77	75	24	10	65	69	15	66	90	47	90	48	80
40	74	69	14	01	78	36	13	06	30	79	04	03	28	87	59	85	93	25	73
77	13	56	37	92	36	26	83	84	42	04	39	84	26	00	62	44	97	89	40
04	21	84	80	20	09	73	79	62	15	76	81	61	57	16	36	36	29	03	24
96	91	94	32	65	59	55	50	79	69	69	61	80	21	43	96	68	83	29	66
23	38	06	82	67	25	49	97	72	83	27	70	90	33	89	66	09	23	46	69
89	46	08	65	02	88	80	20	29	59	83	30	94	50	43	69	81	38	66	19
56	82	84	88	65	52	61	05	43	05	88	61	77	55	79	28	08	94	93	00
92	31	75	79	39	82	46	20	97	77	13	15	24	15	05	48	53	99	14	95
22	54	74	72	52	51	85	51	01	56	68	42	24	05	98	81	07	40	55	46
99	28	79	60	80	00	49	03	39	03	29	84	85	17	48	55	05	51	64	19
89	52	48	68	49	44	65	24	36	35	98	74	04	36	05	82	04	50	64	27
47	90	08	45	00	04	52	25	76	28	67	01	18	57	74	81	88	96	66	40
87	75	05	24	04	49	56	77	04	33	34	01	37	64	23	62	48	32	34	54
95	55	93	70	42	10	32	19	00	87	58	49	59	63	48	03	24	48	58	00
13	01	12	98	47	81	52	70	76	25	75	66	62	80	18	37	59	39	64	18
86	59	37	97	69	19	97	72	80	54	80	06	53	12	96	53	06	13	39	24
58	48	01	02	45	49	67	90	87	11	66	39	13	15	62	66	28	18	66	35
26	15	97	14	18	31	13	47	94	27	25	78	97	82	13	84	02	31	88	84
00	81	06	61	47	24	68	39	69	96	30	88	10	54	85	62	01	89	87	09
83	98	33	19	61	92	03	68	42	59	80	75	29	48	24	88	52	69	38	36
85	29	95	63	68	73	82	46	10	29	02	81	90	42	44	48	44	72	85	22
16	17	01	27	83	36	19	21	94	58	92	67	49	97	16	89	63	54	44	86
36	60	31	38	42	86	25	70	35	71	01	04	44	55	35	45	69	46	64	75
22	62	18	16	21	04	16	58	65	73	30	44	52	99	88	01	41	82	23	55
73	14	32	15	49	02	52	10	56	32	93	04	05	73	62	05	56	91	14	28
23	16	88	83	79	38	48	64	19	43	86	75	69	57	65	35	85	04	31	93

これは「乱数表」と呼ばれている表です。この表には 0 から 9 までの数字が不規則に並んでいます。この表の左上を見てください。1 行目を見ると 93、90、60、62、17··· というように 2 ケタの数が並んでいます。実は、これらの数字は 2 ケタの数字ではありません。本当は、

9、3、9、0、6、0、6、2、1、7···

というように 1 ケタの数が並んでいるのです。表を見やすくするために 2 つづつ数字をくっつけてあるだけなのです。このような表は「0 から 9 までの数が 1 つづつ書かれている 9 枚のカードから 1 枚カードを引く」という「くじ引き」を、次々に何度も行い、出たカードの数字を記録して作ることができます。（ただし引いたカードを戻してから次の「くじ引き」を行います。）ですからこの表の場合は、「くじ引き」をしていった結果、初めに 9 のカードが出て、次に 3 のカードが出て、その次に 9 カードが出て、さらにその次に 0 のカードが出て ··· ということを記録していったと考えて良いわけです。

乱数表には次のような特徴があります。

(1)　0 から 9 までの数が不規則に並んでいます。

(2)　この表の数字を順に横に見ていっても縦に見ていっても 0 から 9 までの数はどの数も同じ程度出てきます。つまりこの表に並んでいる数を横に見ていっても縦に見ていっても、0 から 9 の数のうちどれかが出やすくてどれかは出にくいということはありません。

まあ、乱数表はくじ引きの結果の記録と考えて良いのですからこのような特徴があるのは当然と言えますね。

- 乱数表を使って標本を選ぶ方法

乱数表は「くじ引きの結果を記録したもの」と考えられるのですから。乱数表を使えば本当にくじ引きをしなくてもくじ引きができることになります。それではこれから、乱数表の使いかたを例 1 で学んだ「缶詰の標本を選ぶ話」を使って説明していくことにします。

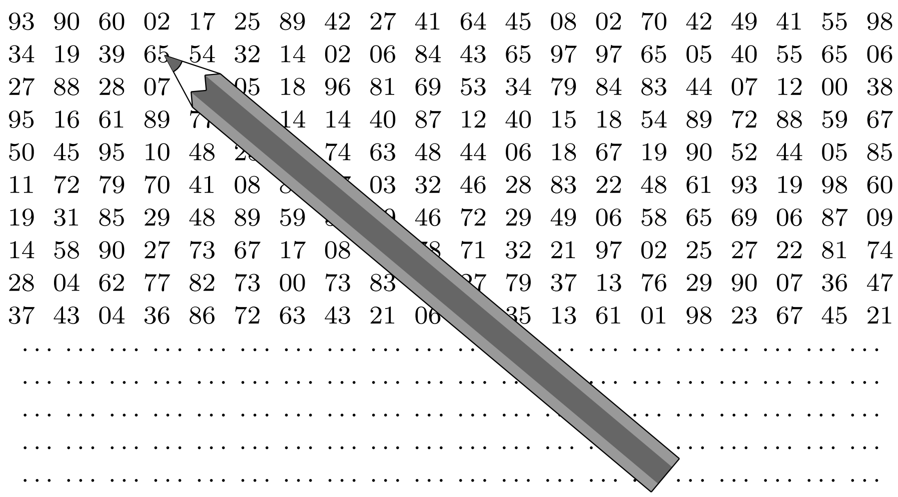
まず、例 1 を思い出してみましょう。確か、

> ある食品工場ではある日ある缶詰を 653 個作りました。この缶詰の品質を調べるために 653 個の中から 30 個選んで実際に缶詰を開けて中身の品質を調べることにします。

という話でしたね。それでは乱数表を使ってどのように標本を選ぶのか説明することにしましょう。次のような手順で 30 個の標本を選びます。

手順 1　まず、作った缶詰全部、つまり 653 個の缶詰に 1 から 653 までの番号をつけます。

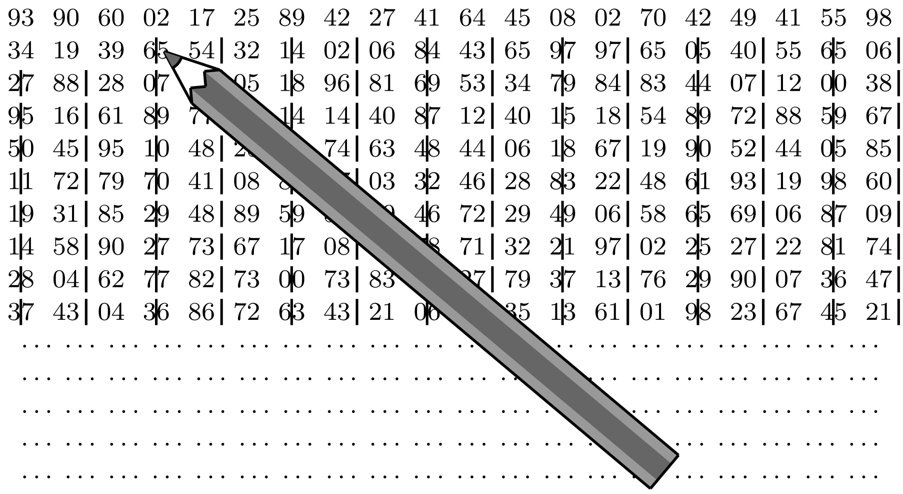
手順 2　いよいよ乱数表を使います。まず、鉛筆を持ち、目を閉じて、乱数表めがけて鉛筆の先を「えいやっ」と当て、乱数表の中から 1 つの数字を選びます。つまり、乱数表の中からデタラメに 1 つ数字（の場所）を選ぶわけです。次の図を見てください。



この図は、目をつぶって乱数表に鉛筆を当てたところ、たまたま 5 という数字（の書いてある場所）が選ばれたこと表しています。（左上の方にある 65 の右の数字 5 が選ばれているのです。）もし数字が何も書いていないところに鉛筆の先があたったらもう一度やりなおすか、鉛筆の先があたった所から一番近い

ところにある数字を選んでください。とにかくデタラメに数字の書いてある場所を 1 つ選べば良いのです。

手順 3　この缶詰の話では、母集団の大きさは 653 ですね。つまり、缶詰は全部で 653 個あるのでしたね。（653 というのは 3 ケタの数であることに注意してくださいね。）そこで、乱数表に書いてある数字を手順 2 で選ばれた場所にある数字からスタートして 3 つずつに区切り、3 ケタの数を次々に 30 個よりやや多く作ります。次の図を見てください。



鉛筆の先がある場所に書いてある数字 5 からスタートして、3 ケタの数を作るため 3 ケタごとに短い仕切りを入れていきました。この図では、

554、321、402、068、443、659、797、650、540、556、$\cdots$

というような 3 ケタづつに分けられた数ができていきますね。

手順 4　手順 3 で 3 ケタの数が次々に作られましたね。確か、

554、321、402、068、443、659、797、650、540、556、$\cdots$

というようになっていましたね。そこで、それらの番号のついてている缶詰を次々に選びます。ですから、今の場合、

554 番の缶詰、321 番の缶詰、402 番の缶詰、……

が選ばれていくわけです。

選んでいく途中、068 のように 0 から始まる数が出てくるときは 0 は無視して 68 であると考え 68 番の缶詰を選びます。

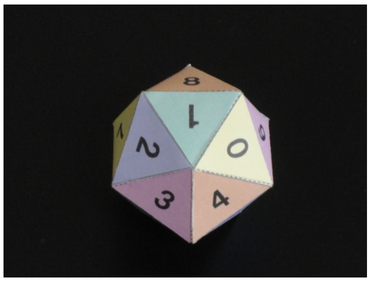
選んでいく途中、表の中から 653 を越えてしまう 3 ケタの数字が出てきたら（この話ではそんな番号のついている缶詰はないので）その数は却下します。ですから 659 や 797 は却下されます。

選んでいく途中、すでに出てきた 3 ケタの数字が再び出てきた時も（もうその番号のついている缶詰は選ばれているので）却下します。

このようにして 30 個の缶詰を次々に選んでいくのです。

例 3　乱数さいを使って標本を公平に選ぶには

- まず乱数さいについて説明することにしましょう。



右の写真を見てください。これが乱数さいと呼ばれているもの（の模型）です[*1]。乱数さいは、面が 20 ある「特殊なさいころ」で、各面に 0 から 9 までの数字が 2 回づつ書かれています。

普通のサイコロは面が 6 個なので 1 の目から 6 の目までしかありませんから 0 や 7 や 8 や 9 という数を扱うことはできません。また、面が 10 個ある「さいころ」があれば良いのですが，面が 10 個ある立体を作ると面の大きさや形は不揃いになってしまうのです。そこで何か良いものはないものかと考えてみると、「正 20 面体」があるわけです。この立体には 20 個の面があり、面の形や大きさはどれも同じです。面が 20 あるので 0 から 9 までの数字を 2 回づつ記入することができるわけです。

[*1] 科学体験クラブ府中 http://www.h7.dion.ne.jp/ kagaku/で配布している展開図より作成

乱数さいを振ると 0 から 9 までの数字がどれか 1 つ出ます。どの数字が出るのかは偶然決まるわけです。そして どの数字が出る度合いも同じ（つまりどの数字が出る確率も同じ）ですね。

- 乱数さいを使って標本を選ぶ方法

それではこれから、乱数さいの使いかたを例 1 で学んだ「缶詰の標本を選ぶ話」を使って説明していくことにします。

まず、例 1 を思い出してみましょう。確か、

> ある食品工場ではある日ある缶詰を 653 個作りました。この缶詰の品質を調べるために 653 個の中から 30 個選んで実際に缶詰を開けて中身の品質を調べることにします。

という話でしたね。それでは乱数表を使ってどのように標本を選ぶのか説明することにしましょう。次のような手順で 30 個の標本を選びます。

手順 1　まず、作った缶詰全部、つまり 653 個の缶詰に 1 から 653 までの番号をつけます。

手順 2　いよいよ乱数さいを使います。

この缶詰の話では、母集団の大きさは 653 ですね。つまり、缶詰は全部で 653 個あるのでしたね。（653 というのは 3 ケタの数であることに注意してくださいね。）そこで乱数さいを 3 回ふることにします。そして例えば、

初めに 4、次に 8、最後に 2

が出たとしましょう。そうしたら 482 番の缶詰を選びます。

このようにして乱数さいを 3 回振る操作を何度も繰り返していけば、次々に缶詰を選ぶことができますね。

乱数さいを 3 回振ってみて、例えば

初めに 0、次に 3、最後に 5

のように 0 から始まる番号ができてしまうときは 0 は無視して 35 番の缶詰を選びます。

乱数さいを 3 回振ってみて、

初めに 7、次に 9、最後に 1

のように 653 を越えてしまう 3 ケタの数字ができてしまうときは（この話ではそんな番号のついている缶詰はないので）その数は却下します。

乱数さいを 3 回振ってみて、すでに出てきた 3 ケタの数字が再び作られてしまったときも（もうその番号のついている缶詰は選ばれているので）却下します。

このようにして 30 個の缶詰を次々に選んでいくのです。

例 4　コンピュータを使って標本を公平に選ぶには

乱数表や乱数さいを使って標本を選ぶ方法は手作業で標本を選ぶ方法ですが、現代ではそのような作業をコンピュータという機械を使って自動的に高速で行わせることができます。不規則に並んでいてしかも偏りのない数字を自動的に発生させるためのソフトウェアが色々と開発されているのです。

ここでは表計算ソフトと呼ばれているものを使う方法を説明することにしましょう。

表計算ソフトと言っても様々なものがあるのですが、おそらく現在世の中で一番広く使われているのは Excel と呼ばれているものでしょう。Excel の他にも、Libre Office と呼ばれているソフトウェアの中に入っている Calc というものや Open Office と呼ばれているソフトウェアの中に入っている Calc というものなどいろいろな表計算ソフトがありますが、どれも使い方は大体おなじです。乱数を発生させるこの話の場合では、今名前を出したどの表計算ソフトを使っても全く同じ操作ですむでしょう。

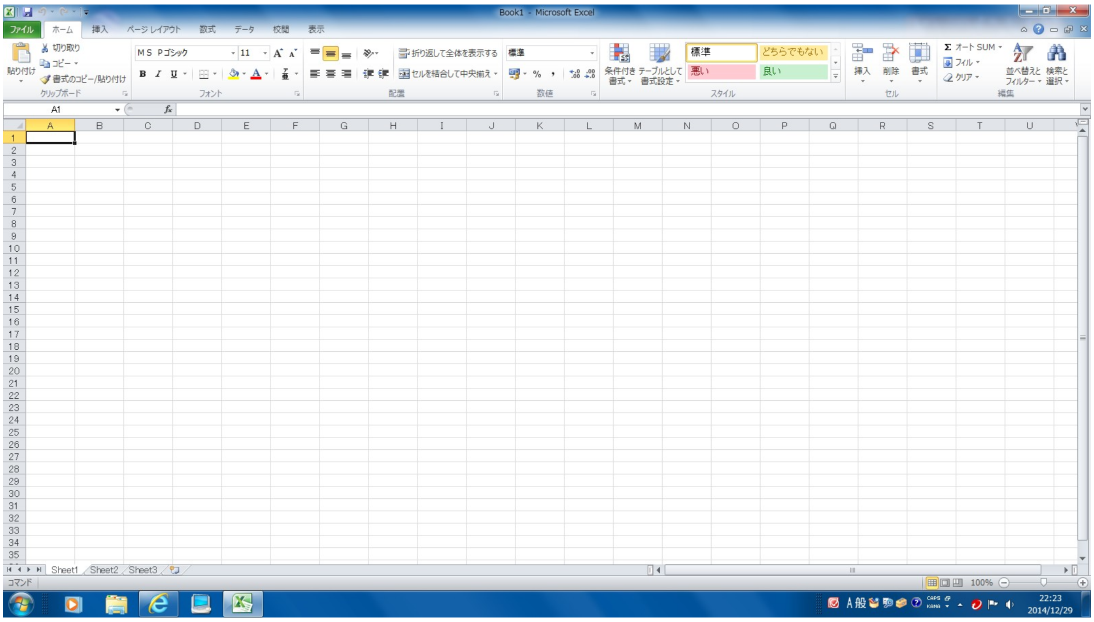
それではこれから、表計算ソフトの使いかたを例 1 で学んだ「缶詰の標本を選ぶ話」を使って説明していくことにします。

まず、例 1 を思い出してみましょう。確か、

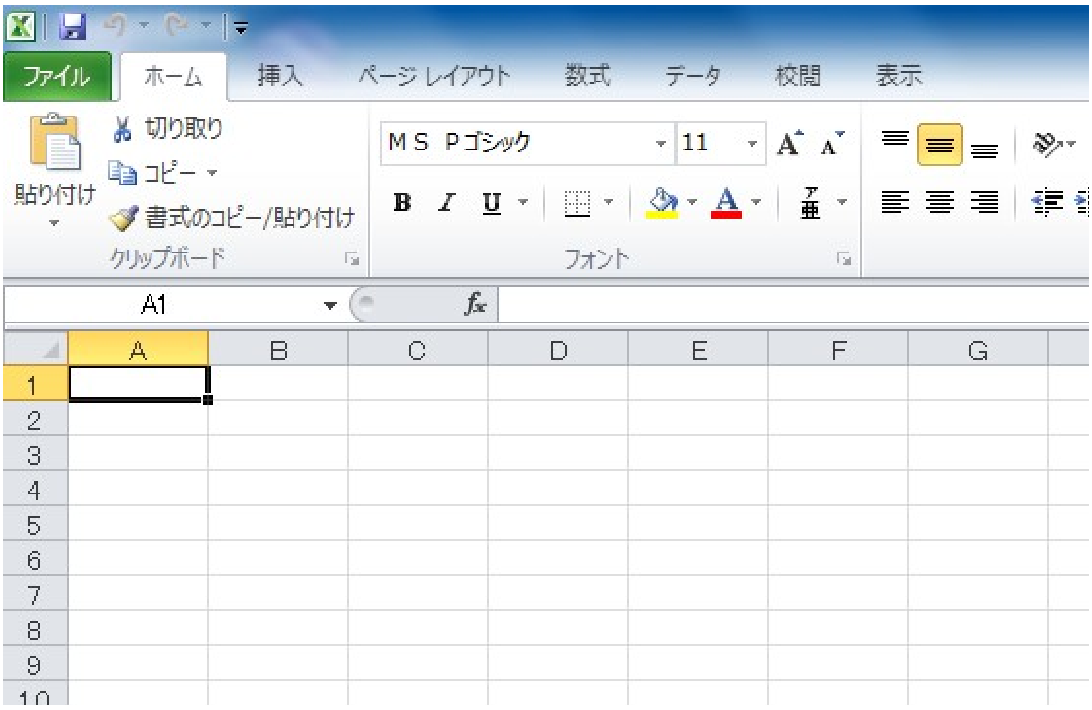
ある食品工場ではある日ある缶詰を 653 個作りました。この缶詰の品質を調べるために 653 個の中から 30 個選んで実際に缶詰を開けて中身の品質を調べることにします。

という話でしたね。それでは表計算ソフトを使ってどのように標本を選ぶのか説明することにしましょう。次のような手順で 30 個の標本を選びます。ここから先は、実際にコンピュータを使い、書いてあるとおりの操作をしてみてください。

手順 1　まず、コンピュータで表計算ソフトを起動します。すると次のような画面が現れます。



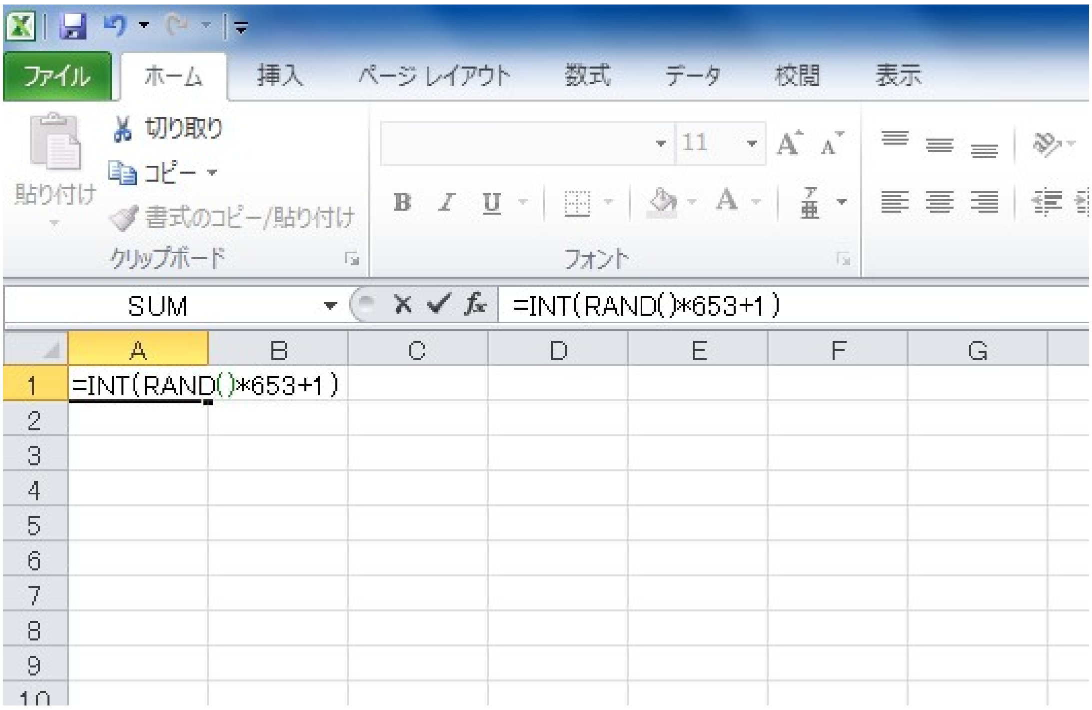
手順 2　どこでも良いのでどこか 1 つのセルを選択します。ここでは例えば、まあ一番普通に「A1」のセルを選んでみることにします。そのためにはマウスポインタ（矢印）を A1 の位置に動かし、マウスを左クリックします。すると A1 のセルが太い枠で囲まれますね。（まぁ、普通は、表計算ソフトを起動した直後は A1 のセルが太い枠で囲まれていると思います。その場合は何もしなくても構いません。どうしても「A1」以外のセルを使いたい人は自分の好きなセルを選んで左クリックしてください。）



手順 2　キーボードを使い、手順 1 で選んだセルに

```
=INT(RAND()*653+1)
```

と打ってみます。そうすると画面は次のようになっていることでしょう。

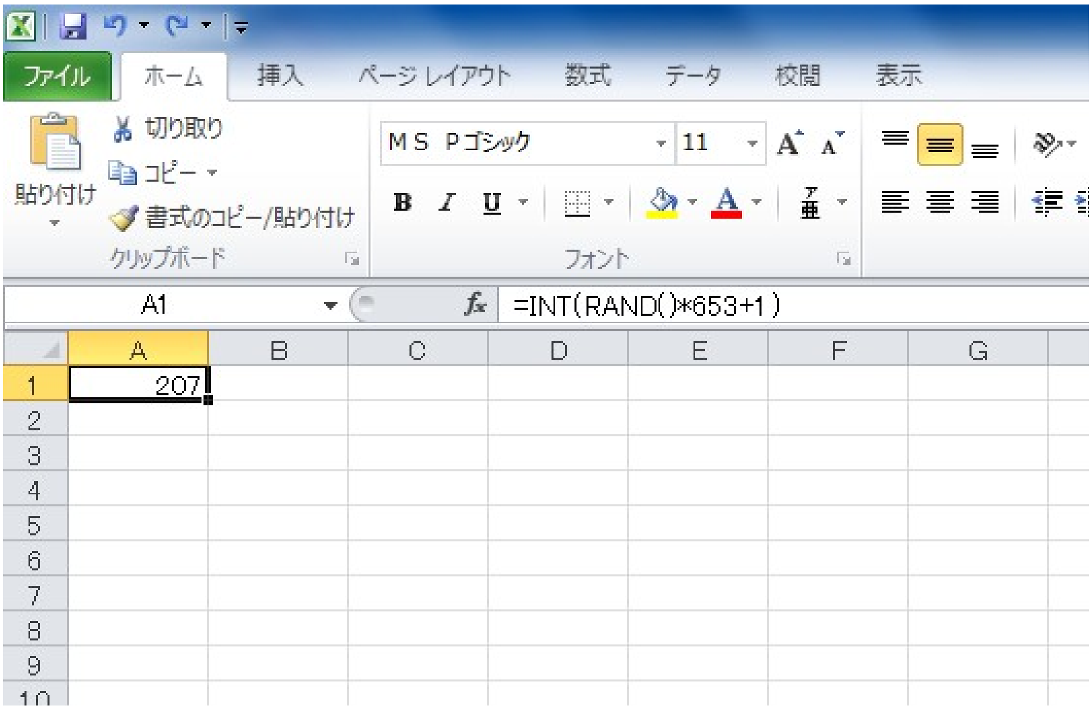


選んだセルのところと、画面の真ん中やや上の入力バーのところに

=INT(RAND()*653+1)

と記入されているはずです。この数式は、「1 から 653 までの整数の中から 1 つの整数をくじ引きをして選びなさい」という命令なのです。

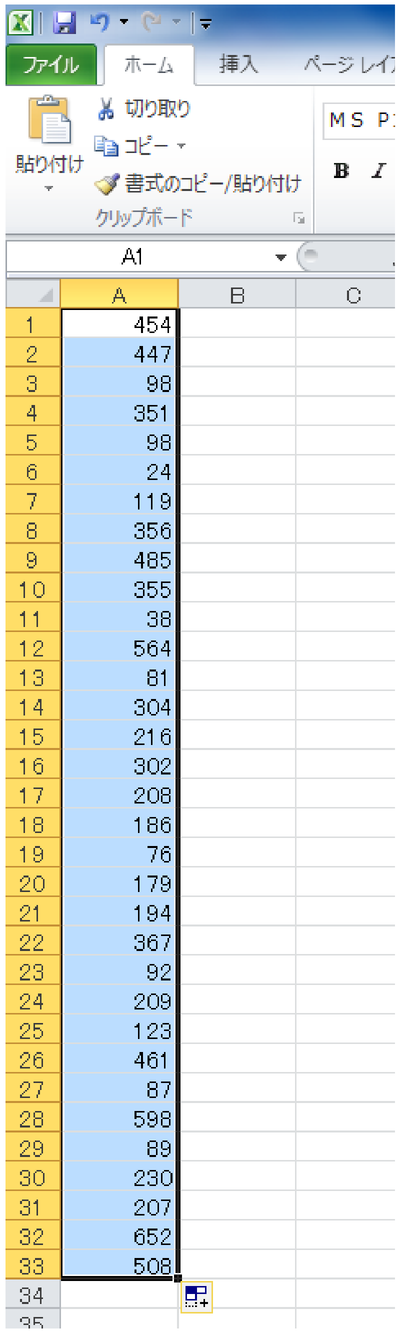
手順 3　Enter キーを押します。手順 2 で入力ミスがなければ、選んだセルに 1 から 653 までの整数のうちのどれか 1 つが現れるはずです。コンピュータがあなたの代わりにくじ引きをしてくれるのです。ですから、どの数字が現れるのかは偶然決まります。人によって違う整数が現れますし、やり直したり、別の日に行うと違う数字が出ます。次の図を見てください。今回は偶然 207 が出たようです。



手順 4　手順 3 でやっと 1 から 653 までの整数のうちの 1 つを、偶然に頼って出すことができました。この缶詰の話では 30 個の標本を選ぶのですからまだまだこの操作を繰り返さなくてはなりません。ですから例えば次は A2 のセルを選んでこれまでと同じことをし、また次に A3 のセルを選んでこれまでと同じことをし、さらに次は A3 のセルを選んでこれまでと同じことをし・・・としていけば良いわけです。で

も、30 個番号ができるまでこれを繰り返すのは面倒ですよね。そこでもっと楽をすることにしましょう。

コンピュータは同じ操作を繰り返すのはとても得意です。ここではコピーアンドペーストと呼ばれている方法を使えばよいのです。つまり、A1 のセルに入力した計算式を A2 のセル、A3 のセル、A4 のセル . . . に次々にコピーしてくじ引きを繰り返させるのです。もしあなたがコピーアンドペーストと呼ばれている方法を知っているのなら、あなたの知っている方法で、A1 のセルに入力した計算式を A2 のセル、A3 のセル、A4 のセル . . . に次々にコピーアンドペーストしてみてください。もしコピーアンドペーストと呼ばれている方法を知らないのなら次のようにしてみてください。



まず、マウスポインタを初めに選択したセル（たしか A1 のセルでしたね）に合わせそのセルを選択します。すると選択したセル（ここでは A1 のセル）が太い枠で囲まれます。次にマウスポインタを選択したセル（ここでは A1 のセル）の右下に正確に合わせます。するとマウスポインタは矢印から十字に変わるでしょう。そうしたら、マウスを左クリックし、クリックしたままマウスを下へ移動させていきます。そして 30 段よりやや多くなったらマウスのクリックをやめます。そうすると右のように、あなたがクリックをやめたところまで不規則な数字が並んでいるはずです。

注意：A1 のセルの数字が手順 3 で出た数字と違っていますが気にする必要はありません。この手順 4 を実行すると、A1 のセルでも改めてくじ引きが行われるのです。

手順 5　ここまでで、30 個よりやや多くの数が不規則に並んでいる表ができましたね。この表を見ながら標本を選ぶことにしましょう。

ここに並んでいる数字はどれも 1 から 653 までの整数のうちのどれかです。つまり、

```
=INT(RAND()*653+1)
```

という数式は「1 から 653 までの整数の中から 1 つの整数をくじ引きをして選びなさい」という命令なのですから 653 より大きい数は出てこないのです。ですからこの表を上から順に見ながら、その番号のついている缶詰を次々に選んでいけばよいのです。

選んでいく途中、すでに出てきた 3 ケタの数字が再び出てきた時は（もうその番号のついている缶詰は選ばれているので）却下します。

このようにして 30 個の缶詰を次々に選んでいけばよいのです。

ここまで「0 から 9 までのカードから 1 枚のカードを引くというくじ引き」、「乱数表」、「乱数さい」、「表計算ソフトで乱数を発生させる方法」を使って標本を選ぶ方法を説明してきました。どの方法を使っても全く不規則に 0 から 9 までの数字が偏りなく出てくるのですから標本は偶然によって選ばれることになります。ではここで、専門的な言いまわしをあなたに覚えてもらうことにしましょう。「不規則に偏りなく全体から一部分を選ぶこと」を**無作為に抽出する**といいます。（「無作為」とは「作為がない」ということですよね。そして「作為」とは「人が自分の意思で手を加え手直しをすること」です。ですから「無作為」とは「人の意思によらず全く偶然によって決めること」ということになりますよね。）

例題 2　ある中学校には全部で 1105 人の生徒がいます。この中学校ではこの中学校の生徒が（他の中学校の生徒や日本全体の中学生とと比べて）どれぐらい家庭で学習しているのか傾向をつかむため、この中学の生徒の家庭学習の時間を調査をすることになりました。生徒全員に対して調査をするのは大変なので、90 人の生徒を選んで調査することにします。

A さん、B さん、C さんの 3 人の人に、どのようなやり方で 90 人の生徒を選べばよいのか意見を聞いてみたところ、3 人の人はそれぞれ次のように答えました。

A さんの考え　この中学校の生徒全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 90 人の生徒を選んで調査すると良いと思います。

B さんの考え　多分 1 年生や 2 年生より 3 年生のほうが家でもたくさん勉強しているので、3 年生全員に通し番号をつけ、その中からくじ引きで 90 人の生徒を選んで調査すると良いと思います。

C さんの考え　この中学校の生徒全員に通し番号をつけてから乱数さいを使って 90 人の生徒を選んで調査すると良いと思います。

この 3 人の意見について、以下の問に答えなさい。

(1) A さん、B さん、C さんの考えた方法のうち、無作為抽出であるものはどれですか。

(2) A さんはこの中学校の生徒全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 90 人の生徒を選ぶことにしたのですよね。そして確か、乱数表を使うときは、まず目を閉じて鉛筆の先を乱数表に当てるなどしてデタラメにスタートの場所を決めるのでしたね。そして次に、そのスタート地点から乱数表に書いてある数字に仕切りを入れ、数字を何ケタかごとに区切るのでしたね。ところで、この調査では、乱数表に書いてある数字を何ケタごとに区切ればよいですか。

(3) C さんはこの中学校の生徒全員に通し番号をつけてから乱数さいを使って 90 人の生徒を選ぶことにしたのでしたね。では、1 人の標本を選ぶためには乱数さいを何回ふる必要がありますか。

解答

(1) この場合、 A さんと C さんの方法は無作為抽出ですが B さんの方法は無作為抽出ではありませんね。

この調査の目的は、「この中学校の生徒が（他の中学校の生徒や日本全体の中学生とと比べて）どれぐらい家庭で学習しているのか傾向をつかむ」ことです。この中学校の 3 年生がどれくらい家庭学習をしているのか知りたいわけではなく、この中学校の生徒全体の家庭学習の時間はどうなっているのかということを知りたいのです。ですから B さんの考えた方法のように 3 年生だけから標本を選ぶわけにはいかないのです。いくらくじ引きで偏りなく公平に選んだつもりでも、3 年生だけから選んだら偏っていることになりますよね。

(2) この中学には生徒は全部で 1105 人いるわけです。ですから生徒全員に通し番号をつけると 1 番から 1105 番までになるわけです。1105 は 4 ケタの数ですから、乱数表に並んでいる数字も 4 けたごとに区切っておかないとなりませんね。

(3) この中学には生徒は全部で 1105 人いるわけです。ですから生徒全員に通し番号をつけると 1 番から 1105 番までになるわけです。1105 は 4 ケタの数ですから、一人の標本を選ぶために乱数さいを 4 回振らないといけませんね。

問 4. ある町には全部で 25856 人の有権者がいます。この町で来月町長選挙が行われます。現在 3 人の人が立候補を予定しています。どの候補が現在有力なのかを調べるため、3 つの新聞社がそれぞれ独自に調査をすることになりました。有権者の数が結構多いので、有権者の中から、500 人を選んで調査することにします。

A 新聞、B 新聞、C 新聞の 3 社はそれぞれ次のような方法で 500 人を選ぶことにしたようです。

A 新聞　この町の有権者全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 500 人の有権者を選ぶ。

B 新聞　インターネットのホームページにどの候補を支持しているのかを答えてもらう

アンケートを載せておき、答えてくれた人が 500 人になったらアンケートを終了する。

C 新聞　この町で一番大きい商店街にいき、デタラメに 500 人の人に声をかける。

この 3 つの新聞社の方法について、以下の問に答えなさい。

(1) A 新聞、B 新聞、C 新聞の方法のうち、無作為に抽出しているとは言えないものはどれですか。どうして無作為に抽出しているとは言えないのか理由も答えなさい。

(2) A 新聞はこの町の有権者全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 500 人の有権者を選ぶことにしたのですよね。そして確か、乱数表を使うときは、まず目を閉じて鉛筆の先を乱数表に当てるなどしてデタラメにスタートの場所を決めるのでしたね。そして次に、そのスタート地点から乱数表に書いてある数字に仕切りを入れ、数字を何ケタかごとに区切るのでしたね。ところで、この調査では、乱数表に書いてある数字を何ケタごとに区切ればよいですか。

答えを見る

1.5　標本調査の利用

1.5.1　全体のうちの一部しか調べなくても大丈夫？

これまで説明してきたように、標本調査は、「調査したい集団から一部分を選んで調査を行い、集団全体のことを推測する調査で、「集団全体のことをできるだけ正確に推測するためには標本を偏りなく公平に選ぶ（つまり無作為に抽出する）ことが重要」なのでしたね。つまり、本当は調査したい集団全部を調査したいのだけれど、いろいろな理由で全部を調査するのは無理なので仕方なく一部分だけ調査するわけです。そして、できるだけ正確に全体のことを推定したいので、標本を偏りのないように公平に選ぶわけです。それでは、このやり方で本当に全体のことを正確に知ることができるのでしょうか。一部分しか調査しないのに全体のことなんか正確にわかるのでしょうか。

この話は深入りすると難しい数学の話になってしまうので、ここでは大まかな話だけをしておきます。

- 標本をくじ引き、乱数表、乱数さい、コンピュータなどを使って無作為に抽出したとしても、偶然運悪く、選ばれた集団には偏りがあることもあります。その場合、その標本を使って導きだされた結論は、元の集団の持っている特徴とはかなりズレがあることになります。
- 標本の数を多くすると、「偶然運悪く偏った標本が選ばれる可能性」は減ります。ですから調査の信頼性も高まるわけです。
- 標本の数をどのぐらいにすると、どのぐらい正確に元の集団の特徴が推定できるのかということが数学の研究で突き止められています。

1.5.2　標本調査は確率の考えにもとづいて信頼性を保っているということについて

一部しか調べないのに全体のことがわかるのはどうして？

標本調査では元の集団の一部しか調べないくせに元の集団の性質を知ることができると考えているのはどうしてなのでしょうか。それは、標本調査は「確率」の考えにもとづいているからなのです。どういうことなのか、例題を使って少し説明しておきましょう。

例題 3　袋の中に赤玉が 600 個、青玉が 400 個、合計 1000 個の玉が入っています。この袋の中の玉をよく混ぜてから目を閉じて何個か玉を取り出します。以下の問に答えなさい。

(1) 袋の中から 1 個玉をとり出すとき、赤玉が出る確率はどれだけですか。
(2) 袋の中から 1000 個取り出すと、取り出した玉のうち赤玉は何個ぐらい含まれていそうですか。
(3) 袋の中から 200 個取り出すと、取り出した玉のうち赤玉は何個ぐらい含まれていそうですか。
(4) 袋の中から 500 個取り出すと、取り出した玉のうち赤玉は何個ぐらい含まれていそうですか。

解答

(1) 「こんなの簡単じゃん、1000 個のうち 600 個が赤玉なんでしょ。だったら答えは $\dfrac{600}{1000}$、つまり $\dfrac{3}{5}$ だよ。」ってすぐに答えを出した人も多いと思います。それはそれで良いのですが、いろいろ思い出してほしいことや、いろいろ考えてほしいことがあるので少しゆっくりていねいに説明します。

今私たちは数学を学んでいるのですから、ここでは数学として真面目に確率を求めることにします。

そもそも「赤ある実験をした時にある注目している出来事がおきる確率」とは、

$$\frac{\text{今注目している出来事が何通りあるのか}}{\text{全部で起こり得ることが何通りあるのか}}$$

という分数のことでしたね。今の場合、1000 個の玉が入っている袋の中から 1 個の玉をとり出す実験を考えていることになりますから、

全部で起こりうることは 1000 通り

であり、赤玉は袋の中に 600 個あるのですから、

注目している出来事、つまり赤玉が出るという出来事は 600 通り

ということになります。よって、

$$\begin{aligned}\text{袋の中から 1 個玉を取り出して赤玉が出る確率} &= \frac{600}{1000}\\ &= \frac{3}{5}\end{aligned}$$

ということになりますね。

ここで念のための大切な補足もしておきましょう。今求めた確率の値である $\dfrac{3}{5}$ という数値ですが、この数値には「全体（つまり 1000 個の玉）のうちの $\dfrac{3}{5}$ は赤玉である」という意味があると考えることができますよね。つまり、この確率の値には「全体に対する赤玉の割合」という意味があるのです。

(2) 答えはもちろんきっかり 600 個ですよね（600 個ぐらいではありませんよ)。だって、袋の中には 1000 この玉が入っていてそのうちの 600 個は赤玉なのですから、袋の中から 1000 個全部取り出せば、そのうちきっかり 600 個は赤玉ですよね。

(3) 袋に 1000 個玉が入っていてそのうちの 600 個が赤玉なのですよね。

(1) の解答では、

1 個の玉をとり出すときに赤玉がでる確率は $\dfrac{600}{1000}$、つまり $\dfrac{3}{5}$ である

ということと、

$\dfrac{3}{5}$ という数値には「全体、つまり 1000 個の玉のうちの $\dfrac{3}{5}$ は赤玉である」という意味がある

ということを学びました。

(2) の解答では、

1000 個全部の玉をとり出すとき、赤玉はもちろん 600 個出る

ということを学びました。

それでは袋の中から 200 個の玉をとり出すときはどうなのでしょう。200 個のうちのきっかり $\dfrac{3}{5}$ が赤玉になるのでしょうか。そうではないですよね。200 個のうちのだいたい $\dfrac{3}{5}$ が赤玉になるわけです。200 個のうちの $\dfrac{3}{5}$ が何個なのか計算してみると、

$$200 \times \frac{3}{5} = 120$$

ですよね。ですから袋の中から 200 個の玉をとり出すとき、

赤玉はだいたい 120 個ぐらい出ることが期待できる

わけですが、

赤玉がきっかり 120 個出るというわけではない

ということです。例えば、200 個全部が赤玉になることも起こりえるのです。このようなことは極めて起こりにくいことですが、絶対に起こらないわけではありません。ごくまれに起こっても不思議ではないのです。つまり、200 個の玉をとり出すという実験を何度も繰り返してみると、

赤玉がだいたい 120 個ぐらい出るということがとても多く起こり、

200 個全部が赤玉とか、190 個が赤玉とか $\cdots$ 1 個も赤玉が出ないとか、10 個しか赤玉が出ないとか $\cdots$ いうことはめったに起こらない

ということなのです。というわけで、この問題の答えは、

赤玉はだいたい 120 個ぐらい含まれていることが期待できる

としておけばよいでしょう。

(4) (1) の解答と (2) の解答と (3) の解答をしっかり理解できた人にはもうくどい説明は必要ないでしょう。あっさり説明します。

袋の中から 500 個とり出すのでしたね。一方、袋の中から 1 個玉をとり出すとき、赤玉の出る確率は $\dfrac{3}{5}$ なのでしたね。ということは、500 個のうちのだいたい $\dfrac{3}{5}$ が赤玉であると期待できるわけです。

$$500 \times \frac{3}{5} = 300$$

となるので、

赤玉はだいたい 300 個ぐらい含まれていることが期待できる

ということになりますね。

問 5. 袋の中に白い碁石が 200 個、黒い碁石が 120 個入っています。この袋の中の碁石をよく混ぜてから目を閉じて何個か玉を取り出します。以下の問に答えなさい。

(1) 袋の中から 1 個碁石をとり出すとき、白い碁石が出る確率はどれだけですか。

(2) 袋の中から 320 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。

(3) 袋の中から 72 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。

(4) 袋の中から 240 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。

答えを見る

例題 4 袋の中に赤玉と青玉合わせて 800 個の玉が入っています。赤玉の数と青玉の数がそれぞれいくつなのかはわかっていません。この袋の中の玉をよく混ぜてから目を閉じて 160 個の玉を取り出したところ、赤玉が 48 個含まれていました。以下の問に答えなさい。

(1) 取り出した 160 個の玉の中には赤玉が 48 個含まれていたのでしたね。この 160 個の玉の中に含まれている赤玉の割合を求めなさい。

(2) もし仮に袋の中から全部の玉を取り出したら、取り出した玉のうち赤玉の割合はどのぐらいになると考えるのが良さそうですか。

(3) もともと袋の中にはだいたい何個赤玉が入っていたと推定できますか。

解答

(1) 160 個の玉を取り出したところ、赤玉が 48 個含まれてたのですから、

$$\begin{aligned}\text{取り出した 160 個の玉に含まれる赤玉の割合} &= \frac{48}{160} \\ &= \frac{3}{10}\end{aligned}$$

ですね。

(2) 例題 3 が理解できた人はもうお分かりだと思いますが、取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」が激しく違うと

いうことはめったに起こりません。ですから、「全部の玉を取り出したとき、その中に含まれている赤玉の割合」と「160 個の玉を取り出したとき、その中に含まれる赤玉の割合」はだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 全部の玉を取り出したとき、その中に含まれている赤玉の割合は $\dfrac{3}{10}$ ぐらいであると考えるのが良い

ということになります。

(3) (2) で、

> 全部の玉を取り出したとき、その中に含まれている赤玉の割合は $\dfrac{3}{10}$ ぐらいであると考えるのが良い

ということがわかりました。そうすると、もともと袋の中には全部で 800 個の玉があったのですから、その中に含まれていた赤玉の数は、

$$800 \times \frac{3}{10} = 240 \text{ 個ぐらい}$$

であると考えるのが良いということになりますね。

問 6. 袋の中に白い碁石と黒い碁石が合わせて 640 個入っています。黒い碁石と白い碁石がそれぞれいくつなのかはわかっていません。この袋の中の碁石をよく混ぜてから目を閉じて 100 個の碁石を取り出したところ、白い碁石が 70 個含まれていました。以下の問に答えなさい。

(1) 取り出した 100 個の碁石の中には白い碁石が 70 個含まれていたのでしたね。この 100 個の碁石の中に含まれている白い碁石の割合を求めなさい。

(2) もし仮に袋の中から全部の碁石を取り出したら、取り出した碁石のうち白い碁石の割合はどのぐらいになると考えるのが良さそうですか。

(3) もともと袋の中にはだいたい何個白い碁石が入っていたと推定できますか。

答えを見る

ここまで例題 3 や例題 4 の解答をしっかり読んで理解した人は気づいているかもしれませんが、もともと袋の中に入っていた「玉全部」や「碁石全部」は標本調査の母集団に当たるものとなっているわけです。そして、「袋の中からとり出された 200 個の玉」とか「袋の中からとり出された 160 個の碁石」などは母集団の特徴を推定するための標本になっているわけです。また、これらの標本をとり出すとき。「袋の中の玉をよく混ぜて目を閉じてとり出す」とか「袋の中の碁石をよく混ぜて目を閉じてとり出す」とかしましたよね。これは、母集団の中から標本を「無作為に抽出している」ことになるわけです。乱数表や乱数さい、コンピュータを使うことはしていませんが、偶然に頼って偏りなく公平に標本を取り出しているので「無作為抽出」になっているのです。

例題 5　赤玉だけがとてもたくさん入っている大きな袋があります。今のところ、この袋の中にいくつ赤玉が入っているのかわかりません。袋の中にいくつ赤玉が入っているのか知りたいのですが、袋の中の赤玉はとても多いので赤玉を全部袋から出して数えるのは嫌です。そこで、赤玉と同じ大きさの青玉を 200 個袋の中にいれ、袋の中の玉をよく混ぜ、目を閉じて 100 個の玉を取り出してみました。そうすると、取り出した 100 個の玉のうち 15 個は青玉でした。以下の問に答えなさい。

(1) 取り出した 100 個の玉の中には青玉が 15 個含まれていたのでしたね。この 100 個の玉の中にある赤玉の数はこの 100 個の玉の中にある青玉の数の何倍ですか。

(2) この例題では、「とても多くの赤玉と 200 個の青玉を混ぜた袋から 100 個とり出す」ということをしたわけですが、もし仮に、「 とても多くの赤玉と 200 個の青玉を混ぜた袋」から全部の玉を取り出したら、赤玉の数は青玉の数の何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。

(3) この大きな袋には、もともといくつぐらいの赤玉が入っていたと考えるのが良さそうですか。

解答

(1) 100 個の玉を取り出したところ青玉が 15 個含まれてたのですから、この 100 個の

玉には赤玉は

$$100 - 15 = 85 \text{ 個}$$

含まれているわけです。ということは

$$\begin{aligned}\text{取り出した 100 個の玉では赤玉は青玉の何倍なのか} &= \frac{85}{15} \\ &= \frac{17}{3}\text{倍}\end{aligned}$$

となりますね。

(2) もう何度か説明したことなのでお分かりだと思いますが、取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」が激しく違うということはめったに起こりません。ですから、「全部の玉を取り出したとき、その中に含まれる赤玉は青玉の何倍なのかということ」と「100 個の玉を取り出したとき、その中に含まれる赤玉は青玉の何倍なのか」ということはだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 全部の玉を取り出したとしたら、その中に含まれている赤玉は青玉の $\dfrac{17}{3}$ 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということになります。

(3) (2) で、

> 全部の玉を取り出したとしたら、その中に含まれている赤玉は青玉の $\dfrac{17}{3}$ 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということがわかりました。ところで、全部取り出した玉の中には 200 個の青玉が

あるにきまっていますから、この大きな袋にもともと入っていた赤玉の数は

$$\begin{aligned} 200 \times \frac{17}{3} &= 1133.333\cdots \\ &= 1133\text{ 個ぐらい} \end{aligned}$$

であると考えるのが良いということになりますね。

問 7. 白い碁石だけがとてもたくさん入っている大きな袋があります。今のところ、この袋の中にいくつ白い碁石が入っているのかわかりません。袋の中にいくつ白い碁石が入っているのか知りたいのですが、袋の中の白い碁石はとても多いので白い碁石を全部袋から出して数えるのは嫌です。そこで、黒い碁石を 120 個袋の中にいれ、袋の中の碁石をよく混ぜ、目を閉じて 40 個の玉を取り出してみました。そうすると、取り出した 40 個の玉のうち 24 個は黒い碁石でした。以下の問に答えなさい。

(1) 取り出した 40 個の碁石の中には黒い碁石が 24 個含まれていたのでしたね。この 40 個の碁石の中にある白い碁石の数はこの 40 個の碁石の中にある黒い碁石の数の何倍ですか。

(2) この問では、「とても多くの白い碁石と 120 個の黒い碁石を混ぜた袋から 40 個とり出す」ということをしたわけですが、もし仮に、「とても多くの白い碁石と 120 個の黒い碁石を混ぜた袋」から全部の碁石を取り出したら、白い碁石の数は黒い碁石の数の何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。

(3) この大きな袋には、もともといくつぐらいの白い碁石が入っていたと考えるのが良さそうですか。

答えを見る

1.5.3　母集団の特徴を標本から推定してみよう

それではこれから、もっと調査らしい調査の話で母集団の推定をする話を学ぶことにしましょう。推定を行うときに基本となっているのは、31 ページから始まる「1.5.2 標本調

査は確率の考えにもとづいて信頼性を保っているということについて」で学んだ考え方です。

標本から求めた割合を使って推定する

例題 6　ある工場である日ある製品を 9600 個製造しました。この 9600 個の製品から 200 個を無作為に抽出して品質検査をしたところ、5 個が不良品でした。以下の問に答えなさい。

(1) この日この工場で作った 9600 個の製品のうち、どのぐらいの割合の製品が不良品であると考えるのが良さそうですか。

(2) この日この工場で作った 9600 個の製品のうち、何個の製品が不良品であると考えるのが良さそうですか。

解答

(1) 200 個を無作為に抽出して品質検査をしたところ、5 個が不良品だったのですよね。
そうすると、この 200 個の標本では、不良品の割合は、

$$\frac{5}{200} = \frac{1}{40}$$

ということになりますね。
一方確率の考えによると、「標本の中に含まれている不良品の割合」と「母集団、つまりもとの集団に含まれている不良品の割合」はだいたい同じと考えて良いのでしたね。
ですから、

9600 個の製品に含まれている不良品の割合もだいたい $\frac{1}{40}$

と考えることができます。

(2) (1) で、

9600 個の製品に含まれている不良品の割合もだいたい $\frac{1}{40}$

と考えることができるということになったのでしたね。

9600 個のうちの $\dfrac{1}{40}$ は何個であるのか計算すると、

$$9600 \times \frac{1}{40} = 240 \text{ 個}$$

となるわけですから、

9600 個の製品に含まれている不良品の数はだいたい 240 個

であると推定できます。

問 8. ある市では近年交通量が増え、道路の渋滞が問題になっています。そこで市長は、渋滞を減らすため、市の中心部を通らないでも他の市へ抜けていける新しい道路を作ることを計画しました。しかし、その計画を知った市民から「新しい道路を作っても渋滞は減らない。道路が増えるのだから逆に交通量が増えることもあるかもしれない。そうしたら排気ガスも増え、公害が発生するかもしれない。また、新しい道路は現在森林のある場所を通って行く計画になっているので、森林を伐採する必要がある。そのような自然の破壊はするべきではない。」という意見が出ました。そこで、この市の市民の考えを知ろうと思ったある新聞社は、この市の有権者から無作為に 200 人の人を選んで市長の道路計画に賛成か反対かアンケートをして調べてみました。その結果、賛成と回答した人が 75 人、反対と解答した人が 72 人、どちらとも言えないと回答した人が 53 人という結果になりました。また、この市の有権者数は 52685 人です。以下の問に答えなさい。

(1) この市の有権者全体のうち、どのぐらいの割合の人が市長の道路計画に賛成であると考えるのが良さそうですか。

(2) この市の有権者全体のうち、どのぐらいの人数の人が市長の道路計画に賛成であると推定できますか。

答えを見る

標本を分析して母集団の数を推定する

例題 7　ある湖にいるワカサギと呼ばれている魚の数を調べることになりました。もちろん、この湖にいるワカサギの数を直接数えるわけにはいきません。ワカサギをすべて捕まえるのは無理ですから。そこで、次のような方法で調べることにしました。

手順 1　湖のあちこちにわなを仕掛けておき適当な数のワカサギを捕まえる。

手順 2　捕まえたワカサギの数を数え、捕まえたワカサギすべてに印をつけ、捕まえたワカサギをすべて湖に戻す。

手順 3　2 週間後にあちこちに仕掛けられているわなで再びワカサギを捕まえる。

手順 4　捕まえたワカサギの数を数える。またつかまえたワカサギの中に含まれている印のついたワカサギの数を数える。

このようにして調査したところ、次のような結果になりました。

- 手順 1 で捕まえたワカサギは 1760 匹であった。
- 手順 3 で再び捕まえたワカサギを手順 4 に従い数えてみたところ、捕まえたワカサギは 1434 匹で、そのうち印のついているワカサギは 202 匹であった。

以下の問に答えなさい。

(1)　手順 3 で再びワカサギを捕まえるとき、2 週間待ってから捕まえたのはなぜですか。

(2)　再び捕まえた 1434 匹のワカサギの中には、印のついたワカサギが 202 匹含まれていたのですよね。この、1434 匹のワカサギでは、ワカサギの数は印のついたワカサギの数の何倍になっていますか。

(3)　この例題では、手順 3 で「湖にいるすべてのワカサギの中から再び 1434 のワカサギを捕まえる」ということをしたわけですが、もし仮に、「湖にいるすべてのワカサギを捕まえる」ということができたとしたら、その場合、ワカサギの数は印のついているワカサギの何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。

(4)　この湖にはワカサギが何匹ぐらいいると推定できますか。

解答

(1) 2 週間待ったのは、 印をつけたワカサギが印をつけていないワカサギとよく混ざるのを待つためですね。印をつけたワカサギを湖に戻してから時間があまりたっていない時は、印をつけたワカサギはある場所にが固まって多くいたり、ある場所にはほとんどいないということが考えられます。そのようなときに 2 回目のワカサギを捕まえても、それは偏りのある標本である可能性が高いのです。ですから標本として役に立たない恐れがあります。湖にいるすべてのワカサギの集団の特徴を反映していないのです。

(2) 1434 匹のワカサギの中には印のついたワカサギが 202 匹含まれていたのですから、2 回目に標本として取り出した 1434 匹のワカサギではワカサギの数は印のついたワカサギの何倍なのかを計算してみると、

$$\frac{1434}{202} = 7.099\cdots \text{倍}$$

となりますね。

(3) もう何度も説明したことなのでお分かりだと思いますが、取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」が激しく違うということはめったに起こりません。ですから、「湖にいる全部のワカサギを取り出したとき、その中に含まれるワカサギは印のついたワカサギの何倍なのかということ」と「1434 匹ワカサギを取り出したとき、その中に含まれるワカサギは印のついているワカサギのの何倍なのか」ということはだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 湖にいるワカサギを全部取り出したとしたら、その中に含まれているワカサギは印のついているワカサギの 7.099 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということになります。

(4) (3) で、

> 湖にいるワカサギを全部取り出したとしたら、その中に含まれているワカサギは印のついているワカサギの 7.099 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということがわかりました。ところで、全部ワカサギを取り出したとしたらその中には印のついたワカサギは 1760 匹いるにきまっていますから、この湖にいるワカサギの数はだいたい

$$1760 \times 7.099 = 12494.24 \text{ 匹ぐらい}$$

であると考えるのが良いということになりますね。まぁ、魚の数が小数であるのは変ですし、一のくらいや十の位まで正確にわかるとも思えないので、この問題の答えとしては十の位を四捨五入して、

湖にいるワカサギの数は全部で 12500 ぐらいと推定できる

としておけばよいでしょう。

問 9. ある湖にいるコイの数を調べることになりました。もちろん、この湖にいるコイの数を直接数えるわけにはいきません。コイをすべて捕まえるのは無理ですから。そこで、次のような方法で調べることにしました。

手順 1　湖のあちこちにわなを仕掛けておき適当な数のコイを捕まえる。

手順 2　捕まえたコイの数を数え、捕まえたコイにすべてに印をつけ、捕まえたコイをすべて湖に戻す。

手順 3　10 日後にあちこちに仕掛けられているわなで再びコイを捕まえる。

手順 4　捕まえたコイの数を数える。またつかまえたコイの中に含まれている印のついたコイの数を数える。

このようにして調査したところ、次のような結果になりました。

- 手順 1 で捕まえたコイは 1536 匹であった。
- 手順 3 で再び捕まえたコイを手順 4 に従い数えてみたところ、捕まえたコイは 1364 匹で、そのうち印のついているコイは 122 匹であった。

以下の問に答えなさい。

(1) 手順 3 で再びコイを捕まえるとき、10 日待ってから捕まえたのはなぜですか。

(2) 再び捕まえた 1364 匹のコイの中には、印のついたコイが 122 匹含まれていたのですよね。この、1364 匹のコイでは、コイの数は印のついたコイの数の何倍になっていますか。

(3) この問では、手順 3 で「湖にいるすべてのコイの中から再び 1364 のコイを捕まえる」ということをしたわけですが、もし仮に、「湖にいるすべてのコイを捕まえる」ということができたとしたら、その場合、コイの数は印のついているコイの何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。

(4) この湖にはコイが何匹ぐらいいると推定できますか。十の位を四捨五入して答えなさい。

答えを見る

問の解答

問 1. 標本調査と全数調査のどちらが良さそうなのか考える問題でしたね。

(1) 『ある中学校では年に一度体力テストを行い、生徒の体力を調べています。この調査は標本調査と全数調査のどちらなのでしょうか。』ということでした。

まぁ、普通は、学校の体力テストって生徒全員が受けることになっていますよね。ですから全数調査ですね。

(2) 『日本には総務省統計局という国の機関があり、例えば 1 ヶ月あたりの 1 世帯あたりの消費支出（つまり 1 ヶ月 1 つの世帯がいくらお金を使ったのか）を調査しています。この調査は標本調査で行われていると思いますか。それとも全数調査で行われていると思いますか。（まぁ、もし全数調査だとしたら、あなたの家も必ず調査されているということになりますよね。）』ということでした。

日本の世帯数は、約 5600 万世帯もある（平成 25 年）ため、全部調査するわけにはいきません。そのうちの約 9000 世帯に対して消費支出の調査をしています。ですからこれは標本調査です。

(3) 『電池を作っている会社では、電池の寿命がどれぐらいなのかを調べるために電池を実際に使用して調査をしています。この場合、製造した電池全部に対して調査をする（つまり全数調査をする）べきですか。それとも製造した電池から一部を選んで調べる（つまり標本調査をする）べきですか。』ということでした。

製造した電池全部に対して調査をすると、売る商品がなくなってしまいます。です

から製造した電池から一部を選んで調べるわけです。つまりこの調査は標本調査です。

本文へ戻る

問 2. 『次の調査をする場合、あなたなら標本調査と全数調査のどちらの調査を行いますか。』ということでした。

(1) 日本の中学生の 1 日あたりの学習時間を調査する。

まぁたいていの人は、日本の中学生から一部の生徒たちを選んで調査（つまり標本調査）をしますよね。だって日本の中学生って相当いますよね。そんなの全部調査すると手間や費用が大変なことになりますよね。でももしあなたが、「手間も費用も惜しまない。それに今は IT の時代だ。工夫すれば全部調査できるかもしれない。」というのだったら全数調査でも構わないわけです。

(2) 現在の内閣の支持率を調査する。

まぁたいていの場合、有権者（選挙権を持っている人）の中から一部の人たちを選んで調査（つまり標本調査）をしますよね。だって有権者って相当いますよね。そんなの全部調査すると手間や費用が大変なことになりますよね。でももしあなたが、「手間も費用も惜しまない。それに今は IT の時代だ。工夫すれば全部調査できるかもしれない。」というのだったら全数調査でも構わないわけです。

(3) あなたの学級で人気のあるスポーツを調査する。

大した人数ではないので全数調査ができますね。

(4) ある農場で作った野菜にどれぐらい農薬が残っているかを調査する。

作った野菜全部に対して調査をすると、売る商品がなくなってしまいます。ですから作った野菜から一部を選んで調べるべきでしょう。つまり標本調査にするべきです。

(5) あるバス会社が使っているバスに壊れているところがないか点検して調査する。

壊れているバスを走らせるわけにはいきません。ですから、全部のバスをきちんと調べなくてはいけませんね。つまり、全数調査をすべきです。

本文へ戻る

問 3. 『ある市の有権者 67562 人から 1000 人を選んで世論調査を行いました。以下の問に答えなさい。』ということでした。

(1) 『この調査は標本調査ですか。それとも全数調査ですか。』という問題でしたね。

有権者 67562 人から 1000 人を選んで調べたわけですから標本調査です。

(2) 『この調査の母集団はなんですか。』という問題でしたね。

この調査では、有権者 67562 人が母集団ですね。

(3) 『この調査の標本はなんですか。』という問題でしたね。

この調査では、調査のために選んだ人たち、つまり 1000 人 の人たちが標本ですね。

(4) 『この調査の母集団の大きさはいくつですか。』という問題でしたね。

母集団は有権者 67562 人ですから、母集団の大きさは 67562 ですね。

(5) 『この調査の標本の大きさはいくつですか。』という問題でしたね。

標本は調査のために選んだ人たち、つまり 1000 人人たちですから、標本の大きさは 1000 ですね。

本文へ戻る

問 4. 『ある町には全部で 25856 人の有権者がいます。この町で来月町長選挙が行われます。現在 3 人の人が立候補を予定しています。どの候補が現在有力なのかを調べるため、3 つの新聞社がそれぞれ独自に調査をすることになりました。有権者の数が結構多いので、有権者の中から、500 人を選んで調査することにします。

A 新聞、B 新聞、C 新聞の 3 社はそれぞれ次のような方法で 500 人を選ぶことにしたようです。

A 新聞　この町の有権者全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 500 人の有権者を

選ぶ。

B 新聞　インターネットのホームページにどの候補を支持しているのかを答えてもらうアンケートを載せておき、答えてくれた人が 500 人になったらアンケートを終了する。

C 新聞　この町で一番大きい商店街にいき、デタラメに 500 人の人に声をかける。

この 3 つの新聞社の方法について、以下の問に答えなさい。』ということでした。

(1) 『A 新聞、B 新聞、C 新聞の方法のうち、無作為に抽出しているとは言えないものはどれですか。どうして無作為に抽出しているとは言えないのか理由も答えなさい。』という問題でしたね。

無作為に抽出しているとは言えないのは B 新聞、C 新聞の方法です。

- B 新聞の方法では無作為に抽出しているとは言えない理由
年齢層によってインターネットを利用する人の割合が違っています。どうも、インターネットを利用するのは若い人に多く、高齢者は少ないという傾向があるようです。ですからインターネットでアンケートをすると、高齢者の意見はあまり反映されないかもしれません。また、B 新聞が好きな人たちはこの新聞のホームページを見るかもしれませんが B 新聞が嫌いな人たちはこの新聞ホームページを見ないかもしれません。そうすると、B 新聞が好きな人たちの考えばかりが反映されたアンケートになってしまうかもしれません。
- C 新聞の方法では無作為に抽出しているとは言えない理由
もしこの商店街が若者向けの商店街だったら若い人の考えばかりが反映されたアンケートになってしまいますし、もしこの商店街が高齢者向けの商店街だったら高齢者の考えばかりが反映されたアンケートになってしまいます。また、この商店街に来るお客さんの年齢層に偏りがなかったとしても、平日にアンケートをした場合と土曜、日曜にアンケートをした場合では結果が大きく違ってしまうかもしれません。会社づとめのサラリーマンは平日にはなかなかこの商店街に来れないかもしれません。また土曜、日曜には小さな子供のいる家族

のお客さんが多いかもしれません。このようなことを考えると、この調査は偏った調査になってしまうことでしょう。

(2) 『A 新聞はこの町の有権者全員に通し番号をつけてから乱数表を使って 500 人の有権者を選ぶことにしたのですよね。そして確か、乱数表を使うときは、まず目を閉じて鉛筆の先を乱数表に当てるなどしてデタラメにスタートの場所を決めるのでしたね。そして次に、そのスタート地点から乱数表に書いてある数字に仕切りを入れ、数字を何ケタかごとに区切るのでしたね。ところで、この調査では、乱数表に書いてある数字を何ケタごとに区切ればよいですか。』という問題でしたね。

全部で 25856 人の有権者がいるのでした。ですからまず、この人たち全員に通し番号をつける必要があります。つまり、00001 から 25856 までの番号が必要なのです。ということは乱数表を 5 ケタづつ区切ればよいですね。

本文へ戻る

問 5. 『袋の中に白い碁石が 200 個、黒い碁石が 120 個入っています。この袋の中の碁石をよく混ぜてから目を閉じて何個か玉を取り出します。以下の問に答えなさい。』ということでした。例題 3 の解答がきちんと理解出来た人のため、あっさり説明します。

(1) 『袋の中から 1 個碁石をとり出すとき、白い碁石が出る確率はどれだけですか。』という問題でした。

合計 320 個の碁石が入っている袋の中から 1 個の碁石をとり出す実験を考えていることになりますから、

全部で起こりうることは 320 通り

であり、白い碁石は袋の中に 200 個あるのですから、

注目している出来事、つまり白い碁石が出るという出来事は 200 通り

ということになります。よって、

$$\begin{aligned}\text{袋の中から 1 碁石を取り出して白い碁石が出る確率} &= \frac{200}{320} \\ &= \frac{5}{8}\end{aligned}$$

ということになりますね。

(2) 『袋の中から 320 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。』という問題でした。

答えはもちろんきっかり 200 個ですよね（200 個ぐらいではありませんよ）。だって、袋の中には 320 個の碁石が入っていてそのうちの 200 個は白い碁石なのですから、袋の中から 320 個全部取り出せば、そのうちきっかり 200 個は白い碁石ですよね。

(3) 『袋の中から 72 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。』という問題でした。

袋の中の碁石の $\frac{5}{8}$ が白い碁石なわけです。そうすると、72 個取り出してもだいたいそのうちの $\frac{5}{8}$ が白い碁石であると期待できます。

$$72 \times \frac{5}{8} = 45$$

となりますから

白い碁石はだいたい 45 個ぐらい出ることが期待できる

わけです。

(4) 『袋の中から 240 個取り出すと、取り出した碁石のうち白い碁石は何個ぐらい含まれていそうですか。』という問題でした。

袋の中の碁石の $\frac{5}{8}$ が白い碁石なわけです。そうすると、240 個取り出して

もだいたいそのうちの $\dfrac{5}{8}$ が白い碁石であると期待できます。

$$240 \times \frac{5}{8} = 150$$

となりますから

白い碁石はだいたい 150 個ぐらい出ることが期待できる

わけです。

本文へ戻る

問 6. 『袋の中に白い碁石と黒い碁石が合わせて 640 個入っています。黒い碁石と白い碁石がそれぞれいくつなのかはわかっていません。この袋の中の碁石をよく混ぜてから目を閉じて 100 個の碁石を取り出したところ、白い碁石が 70 個含まれていました。以下の問に答えなさい。』ということでした。

(1) 『取り出した 100 個の碁石の中には白い碁石が 70 個含まれていたのでしたね。この 100 個の碁石の中に含まれている白い碁石の割合を求めなさい。』という問題でしたね。

100 個の碁石を取り出したところ、白い碁石が 70 個含まれてたのですから、

$$\begin{aligned}\text{取り出した 100 個の碁石に含まれる白い碁石の割合} &= \frac{70}{100} \\ &= \frac{7}{10}\end{aligned}$$

ですね。

(2) 『もし仮に袋の中から全部の碁石を取り出したら、取り出した碁石のうち白い碁石の割合はどのぐらいになると考えるのが良さそうですか。』という問題でしたね。

例題 3 が理解できた人はもうお分かりだと思いますが、取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「も

との集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」が激しく違うということはめったに起こりません。ですから、「全部の碁石を取り出したとき、その中に含まれている白い碁石の割合」と「100 個の碁石を取り出したとき、その中に含まれる白い碁石の割合」はだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 全部の碁石を取り出したとき、その中に含まれている白い碁石の割合は $\dfrac{7}{10}$ ぐらいであると考えるのが良い

ということになります。

(3) 『もともと袋の中にはだいたい何個白い碁石が入っていたと推定できますか。』という問題でしたね。

(2) で、

> 全部の碁石を取り出したとき、その中に含まれている白い碁石の割合は $\dfrac{7}{10}$ ぐらいであると考えるのが良い

ということがわかりました。そうすると、もともと袋の中には全部で 640 個の碁石があったのですから、その中に含まれていた白い碁石の数は、

$$640 \times \frac{7}{100} = 448 \text{ 個ぐらい}$$

であると考えるのが良いということになりますね。

本文へ戻る

問 7. 『白い碁石だけがとてもたくさん入っている大きな袋があります。今のところ、この袋の中にいくつ白い碁石が入っているのかわかりません。袋の中にいくつ白い碁石が入っているのか知りたいのですが、袋の中の白い碁石はとても多いので白い碁石を全部袋から出して数えるのは嫌です。そこで、黒い碁石を 120 個袋の中にいれ、袋の中の碁石をよく混ぜ、目を閉じて 40 個の玉を取り出してみました。そうすると、取り出した 40 個の

玉のうち 24 個は黒い碁石でした。以下の問に答えなさい。』ということでした。例題 5 の解答がしっかり理解できた人のため、あっさり説明します。

(1) 『取り出した 40 個の碁石の中には黒い碁石が 24 個含まれていたのでしたね。この 40 個の碁石の中にある白い碁石の数はこの 40 個の碁石の中にある黒い碁石の数の何倍ですか。』という問題でしたね。

40 個の碁石を取り出したところ黒い碁石が 24 個含まれてたのですから、この 40 個の碁石には白い碁石は

$$40 - 24 = 16 \text{ 個}$$

含まれているわけです。ということは

$$\begin{aligned}\text{取り出した 40 個の玉では白い碁石は黒い碁石の何倍なのか} &= \frac{16}{24} \\ &= \frac{2}{3}\text{倍}\end{aligned}$$

となりますね。

(2) 『この問では、「とても多くの白い碁石と 120 個の黒い碁石を混ぜた袋から 40 個とり出す」ということをしたわけですが、もし仮に、「 とても多くの白い碁石と 120 個の黒い碁石を混ぜた袋」から全部の碁石を取り出したら、白い碁石の数は黒い碁石の数の何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。』という問題でしたね。

取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」が激しく違うということはめったに起こりません。ですから、「全部の碁石を取り出したとき、その中に含まれる白い碁石は黒い碁石の何倍なのかということ」と「取り出した 40 個の玉では白い碁石は黒い碁石の何倍なのか」とい

うことはだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 全部の碁石を取り出したら、白い碁石の数は黒い碁石の数の $\dfrac{2}{3}$ 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということになります。

(3) 『この大きな袋には、もともといくつぐらいの白い碁石が入っていたと考えるのが良さそうですか。』

> 全部の碁石を取り出したら、白い碁石の数は黒い碁石の数の $\dfrac{2}{3}$ 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということでした。

$$120 \times \frac{2}{3} = 80$$

となりますから、大きな袋の中に白い碁石はもともと 80 個ぐらい入っていたと考えられます。

本文へ戻る

問 8. 『ある市では近年交通量が増え、道路の渋滞が問題になっています。そこで市長は、渋滞を減らすため、市の中心部を通らないでも他の市へ抜けていける新しい道路を作ることを計画しました。しかし、その計画を知った市民から「新しい道路を作っても渋滞は減らない。道路が増えるのだから逆に交通量が増えることもあるかもしれない。そうしたら排気ガスも増え、公害が発生するかもしれない。また、新しい道路は現在森林のある場所を通って行く計画になっているので、森林を伐採する必要がある。そのような自然の破壊はするべきではない。」という意見が出ました。そこで、この市の市民の考えを知ろうと思ったある新聞社は、この市の有権者から無作為に 200 人の人を選んで市長の道路計画に賛成か反対かアンケートをして調べてみました。その結果、賛成と回答した人が 75 人、反対と解答した人が 72 人、どちらとも言えないと回答した人が 53 人という結果になりました。また、この市の有権者数は 52685 人です。以下の問に答えなさい。』というこ

とでした。

(1) 『この市の有権者全体のうち、どのぐらいの割合の人が市長の道路計画に賛成であると考えるのが良さそうですか。』という問題でした。

200 人の人を選んでアンケートをした結果、賛成と回答した人が 75 人だったわけですね。

$$\frac{75}{200} = \frac{3}{4} = 0.75$$

となりますから、きっと有権者全体でもだいたい 0.75 の割合の人（つまり 75% の人）が賛成であると考えられます。

(2) 『この市の有権者全体のうち、どのぐらいの人数の人が市長の道路計画に賛成であると推定できますか。』という問題でした。

この市の有権者数は 52685 人でした。そしてだいたい 0.75 の割合の人（つまり 75% の人）が賛成であると考えられるのですよね。

$$52685 \times 0.75 = 39513.75$$

となりますから、

賛成している人の数は 39500 人ぐらい

と考えられます。

本文へ戻る

問 9. 『ある湖にいるコイの数を調べることになりました。もちろん、この湖にいるコイの数を直接数えるわけにはいきません。コイをすべて捕まえるのは無理ですから。そこで、次のような方法で調べることにしました。

手順 1　湖のあちこちにわなを仕掛けておき適当な数のコイを捕まえる。

手順 2　捕まえたコイの数を数え、捕まえたコイにすべてに印をつけ、捕まえたコイをすべて湖に戻す。

手順 3　10 日後にあちこちに仕掛けられているわなで再びコイを捕まえる。

手順 4　捕まえたコイの数を数える。またつかまえたコイの中に含まれている印のついたコイの数を数える。

このようにして調査したところ、次のような結果になりました。

- 手順 1 で捕まえたコイは 1536 匹であった。
- 手順 3 で再び捕まえたコイを手順 4 に従い数えてみたところ、捕まえたコイは 1364 匹で、そのうち印のついているコイは 122 匹であった。

以下の問に答えなさい。』ということでした。

(1) 『手順 3 で再びコイを捕まえるとき、10 日待ってから捕まえたのはなぜですか。』という問題でした。

印をつけたコイが印をつけていないコイとよく混ざるのを待つためですね。

(2) 『再び捕まえた 1364 匹のコイの中には、印のついたコイが 122 匹含まれていたのですよね。この、1364 匹のコイでは、コイの数は印のついたコイの数の何倍になっていますか。』という問題でした。

$$1364 \div 122 = 11.1803 \cdots \text{ 倍}$$

となりますね。

(3) 『この問では、手順 3 で「湖にいるすべてのコイの中から再び 1364 のコイを捕まえる」ということをしたわけですが、もし仮に、「湖にいるすべてのコイを捕まえる」ということができたとしたら、その場合、コイの数は印のついているコイの何倍ぐらいになっていると考えるのが良さそうですか。』という問題でした。

取り出した集団の数がそれなりに多ければ、「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあるものの割合」はだいたい同じになっていることが多いわけです。「もとの集団に含まれているあるものの割合」と「もとの集団から取り出した一部分の集団に含まれているあ

るものの割合」が激しく違うということはめったに起こりません。ですから、「湖にいる全部のコイを取り出したとき、その中に含まれるコイは印のついたコイの何倍なのかということ」と「1364 匹コイを取り出したとき、その中に含まれるコイは印のついているコイの何倍なのか」ということはだいたい同じであると考えるのが良いのです。ですから答えは、

> 湖にいるコイを全部取り出したとしたら、その中に含まれているコイは印のついているワカサギの 11.1803 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということになります。

(4) 『この湖にはコイが何匹ぐらいいると推定できますか。十の位を四捨五入して答えなさい。』という問題でした。

> 湖にいるコイを全部取り出したとしたら、その中に含まれているコイは印のついているワカサギの 11.1803 倍ぐらいになっていると考えるのが良い

ということになったのでした。

ところで、全部コイを取り出したとしたらその中には印のついたコイは 1536 匹いるにきまっていますから、この湖にいるコイの数はだいたい

$$1536 \times 11.1803 = 17172.94 \text{ 匹ぐらい}$$

であると考えるのが良いということになりますね。まぁ、魚の数が小数であるのは変ですし、一のくらいや十の位まで正確にわかるとも思えないので、この問題の答えとしては十の位を四捨五入して、

湖にいるコイの数は全部で 17200 ぐらいと推定できる

としておけばよいでしょう。

本文へ戻る