

中学校数学科における 統計的思考力の育成を目指した指導 ～中3「標本調査」単元を中心に～

藤原 大樹

目次

1. 研究の意図と目的
2. 育成を目指す力のとらえ方
3. 「標本調査」単元の構成と指導モデル
 - (1) 単元構成で重要な視点
 - (2) 単元指導モデルの作成
4. 単元指導の実際と考察
 - (1) 第1～2時 標本調査及び無作為抽出の必要性と意味
「科学の道具箱」・「東京オリンピックの国内支持率」
 - (2) 第3～4時 標本の大きさと標本誤差
「センサス@スクール」
 - (3) 第5時 母平均，母集団の大きさの推定
「箱の中のみかん」・「カモシカの生息数」
 - (4) 第6～7時 標本調査を用いて傾向をとらえ説明すること
「松坂投手を攻略しよう」(夏季休業を含む)
5. レポートによる考察
 - (1) 評価規準の設定
 - (2) 評価規準の達成状況
 - (3) 代表的なレポートからの考察(一連の統計的問題解決から)
 - (4) 特徴的なレポートからの考察(打撃練習の提案と感想を中心に)
 - (5) 考察のまとめ
6. 研究のまとめ
 - (1) 主な知見
 - (2) 今後の課題

[参考・引用文献]

[参考ホームページ]

1. 研究の意図と目的

統計学は「現実の様々な現象について、データに基づいて現象を理解し判断を下すための方法論」であり、数理科学の1つの主要分野である（日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会，2013）。どんな分野の議論においてもデータを収集・分析することで最善最速の正解を導き出せるということから、西内（2013）は「最強の学問」としている。ITの発展に伴って「ビッグデータ」の需要が拡大し、「統計リテラシーや統計倫理を重視した統計教育の拡充」の重要性は、日増しに強くなっている（総務省，2009；2013）。その目的は、「賢い統計情報の消費者」，「統計に基づく正負行政施策を正しく理解し，積になる政治参加ができる市民」，「ビジネスにおける合理的な意志決定をリードする職業人」，「イノベーションの種を発見できる自然および社会科学に従事する研究者・技術者・実務家」といった人材の育成である（渡辺，2008）。

我が国では理数教育の充実の波に後押しされた形で，統計教育が小中高等学校で拡充され，中学校数学科では資料の活用を視点として指導の充実が進められている（文部科学省，2008a；2008b）。しかし，全国学力・学習状況調査において習得及び活用の状況が不十分であるとともに，数学の授業でヒストグラムなどから分かることを説明したことがある生徒の割合が全体の25.5%しかいない（文部科学省・国立教育政策研究所，2013a；2013b）。これらのことから，学習指導要領の趣旨が浸透しているとは言い難い。

この改善に向けて，統計資料の活用を目的とした実践研究が，教材開発を中心に進んでいるものの，指導方法，単元構成，評価方法については不足している。また数学教育としての系統性について，十分に検討されているとは言い難い。またカリキュラム研究としては，次期学習指導要領における新しい教育課程編成に向けて，日本数学教育学会では平成24年度から「資料の活用」検討WGを立ち上げ，系統的な統計指導について提言をまとめているという動きもあり（日本数学教育学会「資料の活用」検討WG，2014），多方面からの研究の蓄積が今後も期待される。

筆者はこれまで，中1「資料の散らばりと代表値」単元に焦点を当て，統計的思考力（Dani Ben-Zvi and Joan Garfield，2004）を育成するための指導と評価のモデルを作成し，実践し報告してきた。例えば，単元における指導と評価の流れ（例えば，藤原，2012a），生徒の探究的な姿を引き出す授業（例えば藤原，2012d），さらにはレポートを通した学習評価（藤原，2013d）がある。しかしながら，中3「標本調査」単元については研究が不十分であるとともに，「指導と評価の在り方がわかりづらく，比の計算の学習に終始している」という指摘も聞かれる。現状では，中学校数学科における統計教育の出

口として、統計的思考力を身に付けた生徒を育てることは難しいと考える。そこで、本研究ではその目的を次のように設定する。

[研究の目的]

中学校数学科において統計的思考力を育成するための指導への示唆を、中3「標本調査」単元を中心に得ること。

この目的を達成するために、次の方法で研究を進めていくこととする。

[研究の方法]

- ① 育成を目指す統計的思考力の捉え方を明確にし、中3「標本調査」の単元構成に必要な視点を定める。
- ② 定めた視点から「標本調査」単元を構想し、単元全体と個々の授業について指導モデルを作成する。
- ③ これらを実践し、生徒の活動の成果から「標本調査」単元の指導の有効性を検証し、中1、中2を含めて指導への示唆を得る。

2. 育成を目指す力のとらえ方

藤原(2012a)では、Dani Ben-Zvi and Joan Garfield(2004)を参考に、「D資料の活用」領域で育成を目指す上位の力を図1の統計的思考力としてとらえた。Dani Ben-Zvi and Joan Garfield(2004)によると、生徒が統計的思考力を身に付けることで、既存の統計的な結果や主張を鵜呑みすることなく、批判的に解釈しながら生活することができるとされている。なお、関係する観点別評価の観点を[括弧]で略記する。

統計的思考力 (ST) : 文脈を踏まえて統計的問題解決を実行したり、既存の統計的問題解決とその背景を理解したりすることができる力

ST-1 統計的な調査の背景やそこに潜む重要なアイデアを見抜くことができる。[見]

ST-2 代表値を求めることやグラフ表示、標本調査などといった統計的手法の必要性和意味、及び方法を理解している。[知]

ST-3 文脈を踏まえて統計的問題解決を実行し、その全体を説明することができる。[見]

図1 統計的思考力とその3つの要素

藤原(2013a)では、本格的に統計に慣れ親しんでいない中1の生徒が対象であることから、統計的思考力の3つの要素のうち、特にST-2及びST-3の育成に力点を置いて研究を進めた。ST-1については、短期的に育成できるものではなく、中学校3年間など、中長期的に生徒の発達の進展や関心の広がりに応じて暫時的に育成していく力であると考えられるからである。

そこで本研究では、中学校の最終学年である3年生を対象とし、推測統計の入口ともいえる「標本調査」単元で、上記の統計的思考力を育成する指導について考えていくことにする。

3. 「標本調査」単元の構成と指導モデル

(1) 単元構成で重要な視点

先行研究から、中3「標本調査」単元の構成で重要と考えられる視点として次の①から④の4つに着目した。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① 標本の多様な抽出方法の比較・検討② 関連内容との系統性の重視③ PPDACにおける軽重の置き方④ ビッグデータの扱いに向けたICT利用 |
|--|

以下、詳細に述べる。

① 標本の多様な抽出方法の比較・検討

前述したが、社会における統計の重要性は日を重ねるごとに増すばかりである。生徒のまわりには全数調査の実施が不可能あるいは困難で、標本調査を行っている事象が数多くある。その標本の抽出方法は、無作為抽出を含めて多様にあり、これらは実施者の目的や立場、手間、経費などを考慮した上で実施されている。標本の抽出方法の呼び名や分類方法は調査分野などによって分類や読み方が少しずつ異なるようである。例えばWebサイト「科学の道具箱」(深澤他, 2010)では、標本の抽出方法として、大きく次の2つの抽出方法を紹介している(執筆者: 渡辺美智子氏)。

○有意抽出法 : 調査研究の設計者など母集団の性格を良く知る人の経験によって、母集団をよく代表する標本を選ぶ方法

○無作為抽出法 : 標本を選ぶ際に人による判断を全く排除し、母集団を構成する要素から確率的なルールで機械的に標本を選ぶ方法

後者については、「単純無作為抽出」、「系統無作為抽出法」、「層別無作為標本抽出」、「多段無作為標本抽出」について説明している。また井徳(2012)では科学の道具箱で紹介された抽出方法以外で「エリアサンプリング」、「タイムサンプリング」について紹介している。

現行の学習指導要領では、中3「標本調査」単元で無作為抽出について指導することになっているが、その必要性和意味を生徒に理解させるには、無作為抽出のみを扱うだけでは不十分であると考ええる。和田(1997)は「Aを理解するというのは、Aだけで理解できるものではなくて、そこに必ず nonAがある。nonAをよく見ると、実はそれは一つにまとめられる。そのときにA

についての理解ができる」と述べている。無作為抽出の必要性和意味を理解させるために、有意抽出など、無作為抽出以外の抽出方法を取り上げてこれと対比させ理解を深める指導が大切であると考えられる。なお、統計教育が充実しているオーストラリアの中3（9th Grades）の教科書（ビクトリア州版）で、一般的に使われている標本の抽出方法として、「Random sampling（無作為抽出）」、「Systematic sampling（系統抽出）」、「Convenience sampling（便利抽出）」、「Stratified sampling（層化抽出/層別抽出）」が取り上げられている（J.Vincent, 2006）。その中では、具体的な場面と各抽出方法の善し悪しを考えるための練習問題が用意されている。

このような多様な抽出方法は教師から一方的に紹介せずとも、生徒の生活経験や素朴な発想から引き出せるものとする。授業においては、生徒から引き出した後で教師から「無作為抽出」、「有意抽出」、「層化抽出」などの名称を紹介、補足説明して意味付けたり価値付けたりすることにより、「無作為抽出」とその他の方法との対比を進めていく指導が有効であると考えられる。そのために、生徒の生活経験や素朴な発想につながりやすい、身近な問題場面設定を工夫する必要がある。

② 関連内容との系統性の重視

日本数学教育学会「資料の活用」検討WG（2014）では、新教育課程編成に向けて系統的な統計指導について検討を重ねている。その系統案では「質的データと量的データの組み合わせなど多変量まで」を視野に入れつつ「現行の統計の学習内容の見直し」（統計的な知識・技能）と「PPDACサイクル（統計的探究プロセス）」を両輪として整合を図ろうと試みている。

「D資料の活用」領域についても他と同様に関連内容との系統性について考えておく必要がある。生徒に身に付けさせたい力を身に付けさせるには、単一の授業のみならず、中長期を見通した単元構成及びその指導が大切であるからである。ここでは、「標本調査」単元において2つの場面を設けることについて述べる。

第一に、中2「確率」単元での確率の学習が生きる場面を設けることである。このことについては既に学習指導要領解説（文部科学省 b, 2008, p. 52）でも述べられており、確率を用いて標本調査の学習を進めているという意識を生徒にもたせる指導が大切である。例えば、標本の大きさと標本誤差について学習する際、直観的に「標本の大きさが大きいほど、標本誤差は小さくなる」と理解する背景には、中2「確率」単元で画鋸やさいころを多数回投げなどの体験を通じた大数の法則の学習がある。このことを生徒に気付かせることが大切であると考えられる。また、確率と統計を結びつけるには、統計

データから確率を求めて判断する授業を位置付けることが重要であると考えられる（西仲・吉川，2011）がある。この点については稿を改めて論じたい。なお，松元（2014）では，「統計と確率の系統性が見える領域構成にする」ことが提言としてまとめられており，青山（2014）も統計と確率の関連付けや系統性が今後カリキュラムを考えていく上で重要な視点になると指摘している。以上のことは，仮説検定などについての素朴なアイデアをつかませるなど，高等学校数B「確率分布と統計的な推測」の学習の素地としても大切である。

第二に，中1「資料の散らばりの代表値」単元での記述統計の学習が生きる場面を設けることである。現行学習指導要領では，中2「確率」単元及び中3「標本調査」単元において，中1「資料の散らばりと代表値」単元の学習が生きる場面が，相対度数及び資料の傾向をとらえ説明すること以外にはほとんどない。そこで，「標本調査」単元では問題の解決のために標本調査を行った後，代表値やヒストグラムなどを用いて分析したり説明したりする場面を設けることが考えられる。このような場面設定は，扱う教材によっては十分可能である。日本数学教育学会「資料の活用」検討WG（2014）ではこのことを，中2を含めて授業時数の拡充要望の根拠としている。以上のことは，高等学校数学I「データの分析」で行う記述統計の学習の素地としても大切である。

なお，「標本調査」単元は中学校数学科における統計学習の出口であり，「生徒自身が自力でする営みの機会」を最終的に設けることが考えられる（文部科学省，2008a p. 53）。その1つの方策が「母集団の傾向をとらえ説明する」（文部科学省，2008b）レポート作成であると考えられる（松元，2013）。

③ PPDAC における軽重の置き方

前述したが，日本数学教育学会「資料の活用」検討WG（2014）の系統案では，「現行の統計の学習内容の見直し」と「PPDAC サイクル（統計的探究プロセス）」を両輪として整合を図ろうと試みている。

PPDAC サイクル（図2）とは，統計的な問題解決の過程を「Problem（問題の設定）→Plan（実験や調査の計画）→Data（データの収集）→Analysis（分析）→Conclusion（文脈に即した解釈と問題に対する結論）→Problem→…」で表現したモデルである（Wild & Pfannkuch, 1999；松元，2013）。必ずしも同じ方向に進むとは限らないし，

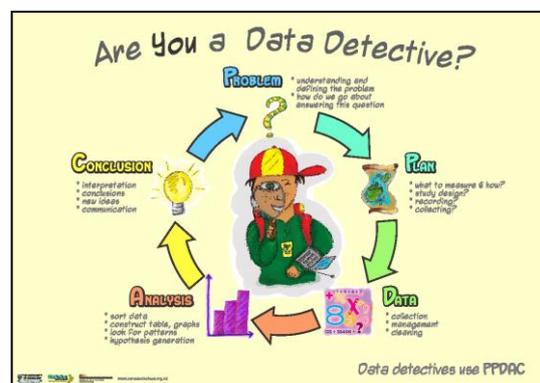


図2 PPDAC サイクル

どこかの相に軽重がつくこともある。

現実的に考えて、単元のはじめから新しい学習内容を活用しながら独力で PPDAC を遂行していくことは、あまりに難しいと容易に推測できる。そこで、単元の中ではじめ、なか、おわりで PPDAC の重点を変えたり広げたりして軽重をつけていくことが大切であると考えられる。例えば、図 3 のような展開が考えられる。

| | |
|--------|---|
| 単元のはじめ | (Problem) – Plan – (Data) – (Analysis) – (Conclusion) |
| 単元のなか | (Problem) – Plan – Data – Analysis – (Conclusion) |
| 単元のおわり | Problem – Plan – Data – Analysis – Conclusion |

図 3 中 3 「標本調査」単元における PPDAC の軽重の流れ

なお、図 3 における括弧 () の活動は、教師の手の上で教師が一定程度与えたり導いたりした中で行うものである(例えば、図 3 の (Problem) は青山(2014)の「Problem I」)。また、括弧 () が無い活動は教師の手を意図的に離して自立的に取り組むものである(例えば、図 3 の Problem は青山(2014)の「Problem II」)。標本調査は統計的問題解決の中で Plan と関連が深いので、単元を通して Plan を強調した重点の置き方になっている(青山(2014)の「Plan III」)。日本数学教育学会「資料の活用」検討 WG (2014) では小 1 から高 3 までの長期的な期間の中で PPDAC の重点の置き方や質の違いを変えているのに対し、本研究では同一単元の流れの中で PPDAC の重点の置き方や質の違いを意図的に変えている点に筆者の独自性がある。

④ ビッグデータの扱いに向けた ICT 利用

社会では「ビッグデータ」の需要拡大がマスコミ等でもしばしば取り上げられている。ビッグデータとは、「3V (Volume/Variety/Velocity) の面で管理が困難なデータおよび、それらの蓄積・処理・分析するための技術、さらに、それらのデータを分析し、有用な意味や洞察を引き出せる人材や組織を含む包括的な概念」である(城田, 2012)。教育においても重視すべきで、日本数学教育学会「資料の活用」検討 WG (2014) では、「テクノロジー利用を前提とした、ビッグデータや実データを扱う指導」を提言の 1 つとしている。この中で、目標はすべての生徒をデータ・サイエンティストにすることではなく、統計的リテラシーを身に付けさせることである。また、手作業で学習することの重要性や、描画機能を単に頼りきってグラフを表示するのではなく、度数分布表と連動させることで考えながらグラフを表示することの重要性についても述べている点が興味深い。

では単元のすべての学習場面でビッグデータを扱えるかというと、難しい。学習指導要領解説(文部科学省, 2008b, p. 127)では、「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」、「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」と述べられている。ビッグデータ時代をよりよく生き抜くという視点においても、量的に「ある程度大きな母集団」は必要であるが、手作業で標本調査を行い、母平均や母比率を求めるなど、標本調査の手順を理解する学習場面においてはそれほど大きな母集団あるいは実データでなくてもよいと考えられる（日本数学教育学会「資料の活用」検討WG, 2014）。

したがって、単元の学習を通して「ある程度大きな母集団」を扱うことができるようになればよいので、その学習過程においては、学習の目的を達成しやすいような、それほど大きくない母集団のデータや教師がつくった意図的なデータを手作業で扱っていくこととする。そして単元のさいごなどで標本調査や分析の処理が大変である資料を扱う場合には、Excelの乱数発生機能（RAND関数）やstathistなどの統計ソフトを適宜使用させるようにする。

ただ、標本調査のよさを生徒に感得させることは、母集団が生徒の目の前にあることから、難しいと考えられる。標本調査のよさとは、全数調査の実施が不可能あるいは困難である場面で、母集団の傾向がほぼ正確に読み取れることである。単元のはじめあるいはなかで、標本調査と全数調査からそれぞれ読み取った母集団の傾向を比較してその類似性を実感することにより、標本調査のよさは一定程度生徒に感得させられることができると考えられる。しかし、単元のおわりで、実際に生徒が標本調査を活用して身近な問題等を解決し説明する場面においては、母集団のデータが生徒の手元や目の前にあることになり、全数調査の実施が可能あるいは容易である場面で標本調査を行うことになる。つまり、標本調査の必要性はなく、生徒にとって学習したこととこれから行おうとする活動に矛盾が生まれるわけである。したがって、「標本調査」単元では、標本調査から母集団の大きさを求める場面（例えば、池の中の鯉の個体数を求める場面）以外は、基本的に母集団の標本調査のよさを感得させづらい。

（２）単元指導モデルの作成

上記（１）における４つの視点からの検討から、統計的思考力を育成するための「標本調査」単元の指導モデルを表１のように定める。

表 1 「標本調査」単元の指導モデル

| 時 | 学習内容 | ①標本の抽出方法 | ②関連内容 ③PPDACの軽重 | ④ICT利用 |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 2 | 標本調査の必要性と意味 無作為抽出の必要性と意味 | 無作為抽出，有意抽出，便利抽出，層化抽出など | 統計的確率 大数の法則 (P)P(DAC) | |
| 3 4 | 母平均 標本の大きさと標本誤差 | 無作為抽出 | 平均値 (PPDAC) | Excel（無作為抽出） |
| 5 | 母平均の推定 母集団の大きさの推定 | 無作為抽出 無作為抽出と仮定する（みなす） | 平均値 比例式 方程式 (P)PDA(C) | 電卓利用（計算） |
| 6 夏 季 休 業 7 | 母比率 母集団の傾向をとらえ説明すること（レポートの作成・発表） | 無作為抽出，有意抽出，多段階抽出，層化抽出など | 統計的確率 円グラフ 棒グラフ ヒストグラム 代表値 レポート作成 PPDAC | Excel（無作為抽出） Stathist(代表値やグラフでの分析) |

この表1の単元指導モデルを基に中3「標本調査」単元の各授業を構想し、以下の要領で実施する。授業者は筆者である。

- ・日時 平成25年7～8月（夏季休業を含む）
- ・対象 国立大学附属中学校3年生1クラス45名

なお、対象生徒は中1「資料の散らばりと代表値」単元において、レポートの作成・発表・改善（藤原，2012a）及び仮説・検証型の統計的探究（藤原，2012d）を授業で経験している。また、「フューチャースクール推進事業」（総務省）及び「学びのイノベーション事業」（文科省）により、1年次2月からタブレット型PC（以下，TPC）を1人1台使用したり，TPC画面などを電子黒板（以下，IWB）で共有したり，無線LANとクラウド・コンピューティング・システムでデータを自由に送受信したりすることを経験している。

4. 単元指導の実際と考察

(1) 第1～2時 標本調査及び無作為抽出の必要性と意味

「科学の道具箱」・「東京オリンピックの国内支持率」

①授業の実際

導入では、生徒に馴染みの多いアンケートの話題から、全数調査と標本調査について学ぶ必要性を説明した。次いで1人1台のTPCでWebサイト「科学の道具箱」を見せて全数調査と標本調査、無作為抽出と有意抽出、標本誤差について概説した(図4)。筆者が必要に応じて映像を止めて補助説明を加え、重要用語などをワークシートにまとめさせた。次いで、教科書の練習問題で全数調査と標本調査の必要性と意味の理解を深めた。



図4 「科学の道具箱」で学ぶ様子

その後、「2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか」と問いかけ、まず個人で考えさせた。その際、生徒からの質問をきっかけとして次のやりとりがあった。

S:「立場によって「良い方法」って変わるとは思うんですけど、どうすればいいですか」

T:「同じようなことを考えていた人はいますか。」

S:(10名ほど挙手)

T:「立場ってどういうことですか。」

S:「例えば、国際オリンピックなんかの人たちは純粋に支持率を知りたいはずだけど、国内の招致委員会は支持率をできるだけ上げたいはずだから…。」

T:「なるほど。では、どちらか立場を決めて考えてみてください。もちろん両方の立場で考えてもらっても構いませんよ。」



図5 グループで考える様子

個人での活動を受けて、第2時からはグループで考えさせた(図5)。その際、TPCを各グループ1台使用し、PowerPointのスライド1枚程度に箇条書きでまとめさせた(図6)。

| | | |
|---|--|--|
| <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (1班)</p> <p>職業別に調査する</p> <ul style="list-style-type: none"> 企業なら、オリンピックに合わせた商品を出すことが可能となる 庶民なら交通の問題や治安の悪化 若者(学生)の支持率が高ければ支出が大きくなる⇒流行が起きる JOC側にとって⇒標本調査かつ、全体調査を行う。オリンピック協賛スポンサー会社などの社員に対する調査を行う⇒支持率の上昇が見込める JOCが協賛スポンサー会社の社員や、その家族などに対する調査を行う。 JOCはしっかりとデータを得るので広い世代に対し、調査を行う。 オリンピック協賛ピンバッジを付けている人を賛成者としてみなす。 | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (2班)</p> <p>・JOC側</p> <ul style="list-style-type: none"> * 何かのイベントに集まった人から抽出する。 * 何かのアンケートの隅に一緒に書いておく。 * JOC社員に聞く。 * JOCの sponsor に聞く。 * 裏金を渡す。(八百長、賄賂)←結構使える!! | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (3班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RDD方式(無作為に発生させた電話番号に電話をかける方式)でのアンケート ・ ネット投票・スポンサー会社の投票 ・ 選手間での投票 ・ 様々な年代の人にアンケート ・ コンビニのレジで購入時にアンケート |
| <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (4班)</p> <p>匿名活動・インターネット集票・街頭インタビュー・アンケート</p> <ul style="list-style-type: none"> ～JOC(側)日本へ←支持率を上げたい ・スポンサー企業にアンケートする。 ・都内じゃない人にアンケートする。 ・ニュースやCMなどでオリンピックをする良さを伝えて、浸透してから調査を行う。 ～JOC(国際)側へ←正確な支持率を調べたい ・子供・大人・老人に調査する。→学校や会社、老人ホームなどで ・地域別で調査→都内・田舎(田舎は電話する) | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (5班)</p> <p>JOC(オリンピックやりたい!!)</p> <ul style="list-style-type: none"> スポーツショップに来ている客 スポンサー企業 若者にアンケート(東京の駅前など) スポーツバー アンケートを取る前に説明する <p>IOC</p> <ul style="list-style-type: none"> 様々な世代、地域の人に聞く 街頭インタビュー 手紙を送る(往復はがき) | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (6班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・JOC側 東京都民に聞いてみる ⇒年代で区切る。子供は判断力がないから。 ⇒他の県民にも聞いてみる。 ・IOC側 日本全国から東京より遠い県の人に調査をする ・JOC側 スポンサーの方の企業の社員に聞く ⇒有利な情報が得られるから ・IOC側 開催予定地の周辺に住んでいる人に聞く ⇒一番関係のある住民に調査した方がより詳しい情報が得られる ・全国の人口比率に合わせてアンケートをそれぞれの地域でとる。(中立性) ・客観的な意見を得るために3都市以外の国に調査する 【まとめ】 自分の利権を優先する場合には、スポンサー企業や、アジアオリンピック評議会に調査する。 中立な結果を出すには、全国の人口比率に合わせてアンケートをとり、3都市以外の国に調査する。 |
| <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (7班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・IOC側 電話調査 大学、企業でアンケートをとる ・JOC側 オリンピックのホームページでアンケートをとる 学校でアンケートをとる | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (8班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・標本調査→集計する側の意思が反映できる(調査する人を選ぶ)ため結果をある程度操作可能。 ・全数調査→公平になるので実態を把握できるが大変。 <p>支持率を実際より高めたい(低くしたい)なら標本調査。</p> | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (9班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全国47都道府県の人たちの10代、20代、30代、、80代以上100人(男50人、女50人)にアンケート |
| <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (10班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全国の人に電話やアンケートで聞く(そのとき男女比、年代比、地域比が等しくなるようにする)→より正確なデータ ・東京の人にアンケート→楽。そしてJOCに有利なデータ ・えき前でアンケート | <p>問2 2020年東京オリンピックの支持率を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？ (11班)</p> <p>〈IOC〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 各都道府県、年代から同じ数データを得るため、電話でアンケートを取る。(住んでいる都道府県、年齢を聞く) <p>↓</p> <p>より正確なデータを得る</p> | <p>〈JOC〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スポンサー企業にアンケート ・駅前にアンケート用紙を設置 (反対、興味のない人はアンケートを書かないのでは?) <p>↓</p> <p>はいと答える人を増やす</p> |

図6 生徒がグループで作成したスライド 11班分 (各班1枚程度)

その後、スライドをIWBで表示させて、代表者に全体で発表させた(図7)。筆者は生徒の発表を聞きながら、並行して黒板の右端に要点を簡潔にまとめていった(図8)。そして授業の最後には、筆者から「有意抽出」、「無作為抽出」、「層化抽出」などの専門用語を紹介して板書するとともに、偏りが出そうな抽出方法と偏りが出なさそうな抽出方法について考えさせ、生徒の発言を基に用語の隣に「◎」、「○」、「△」をつけていった(図8)。



図7 第2時に発表する様子

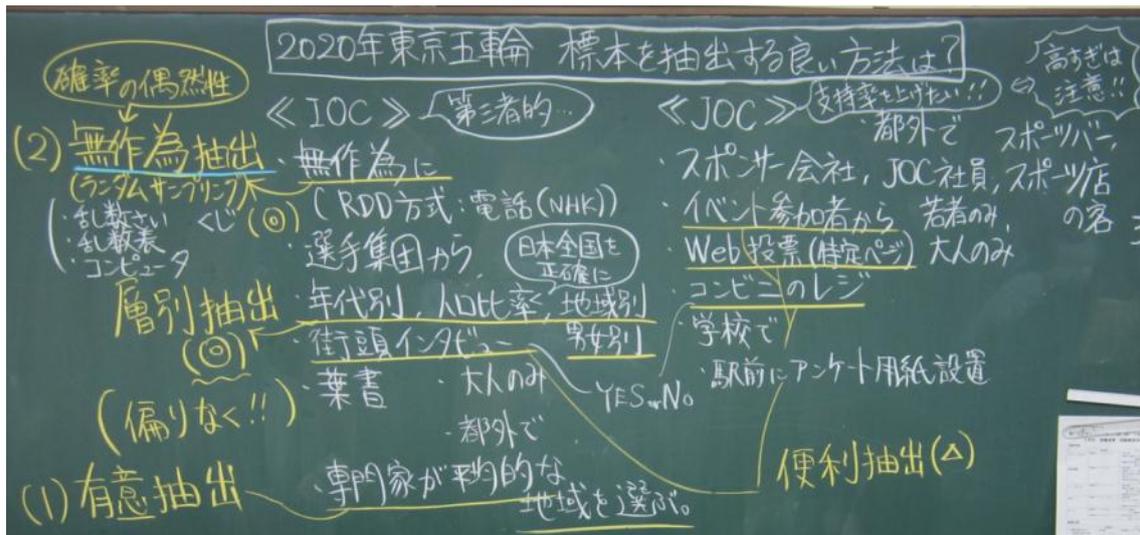


図 8 第 2 時の板書

② 授業の考察

目標は「標本調査及び無作為抽出の必要性和意味を理解している」であった。授業者の予想以上に、標本の多様な抽出方法が引き出された。個人での活動中のやりとりでの「立場による「良い方法」の違い」への生徒の発言は、授業者のねらい通りになった。東京オリンピックの国内支持率はテレビ等でたびたび取り上げられている話題だけに、生徒たちにとって関心の高い身近な教材として受け止められたようであった。生徒から引き出された具体例から一般的な用語につなげる授業であったので、代表生徒の発言にうなずいたり声を上げたりする場面もあり、学習意欲や理解度の高まりが全体的に感じられ、目標は達成できたと思われる。ただ、引き出された抽出方法について「◎」や「△」などをつけていく授業の最後の場面では、実際に実験などをやってないので、生徒には実感が伴っていない可能性がある。

なお、実際には国際オリンピック委員会 (IOC) と日本オリンピック委員会 (JOC) とでは、それぞれで公表している国内支持率に差が大きい (図 9 日本オリンピック委員会ホームページより (平成

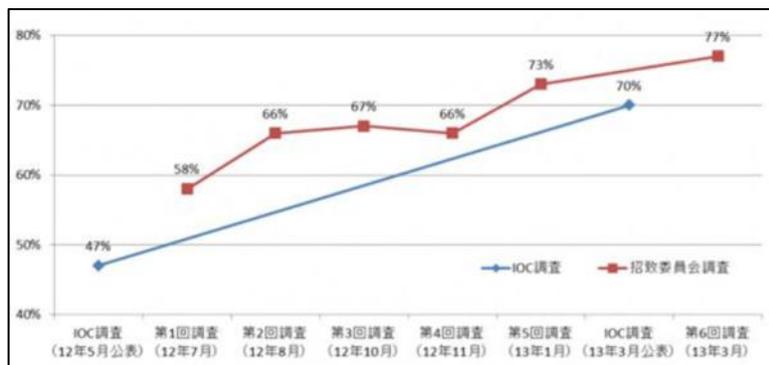


図 9 IOC と JOC による国内支持率

25年7月15日 最終検索))。IOC, JOCともに抽出方法は公開していない。

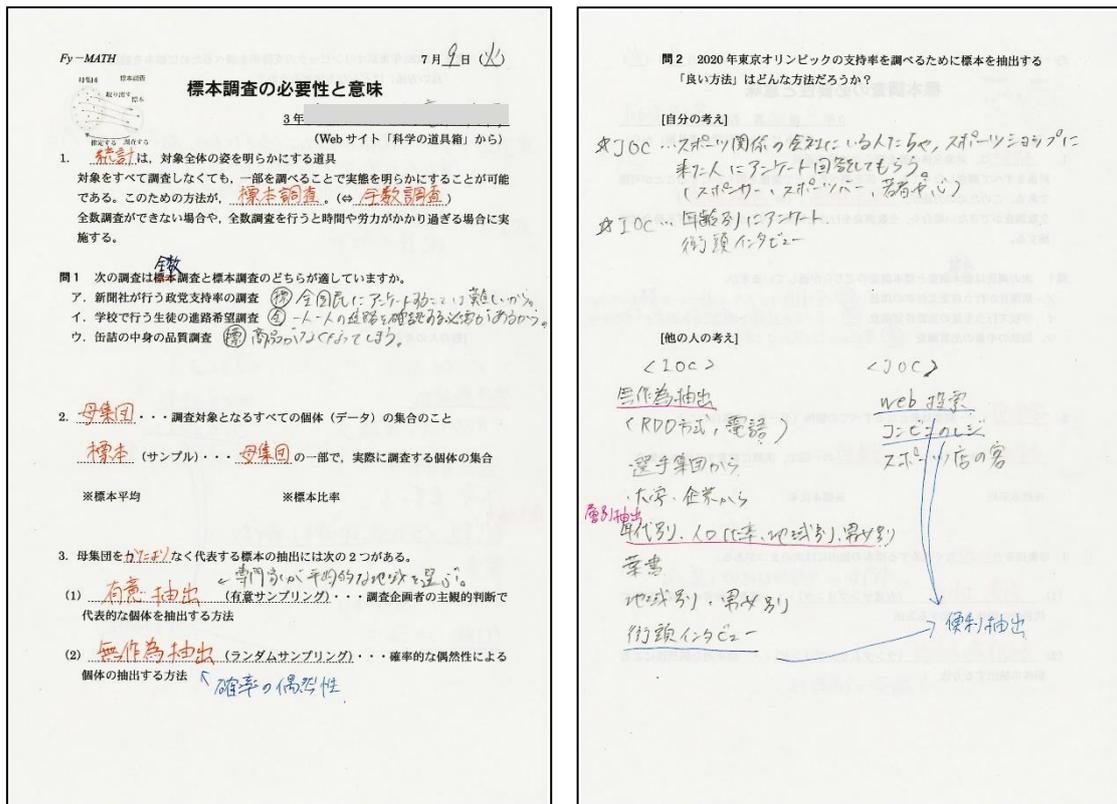


図 10 第 1～2 時のワークシート（表面と裏面）

(2) 第 3～4 時 標本の大きさや標本誤差

「センサス@スクール」

① 授業の実際

第 2 時までには生徒から引き出した抽出方法の 1 つである「無作為抽出」の方法を実際に経験する時間とした。乱数表や乱数さいなどを用いて無作為抽出を行う方法もあるが、これらを紹介しつつも、今後 ICT を用いて効率的に無作為抽出ができるようにするために、Excel の RAND 関数を使って進めることにした。乱数が次々と表示されるので、乱数表を使って無作為抽出をするのと実際にはそれほど変わらないが、手間は省くことができる。

授業の導入では、「標本の大きさを変えると、標本平均はどのように変わるとでしょうか。」と投げかけ、予想させた。その上で、Web サイト「センサス@スクール」(青山, 2008) の「センサス@スクール 2013 オンライン調査ページ」における「25. 神経衰弱」で個人のデータを作成した(図 11)。これは、5×4 の 20 個の灰色の正方形を 1 つずつクリック(また



図 11 神経衰弱をしている画面

はタッチ)していった絵(イラスト)に反転させ、連続で同じ絵が出ればOKで反転したままになる。同じ絵にならないければ灰色の正方形に戻る。すべて絵になればクリアとなり、クリアした時間が個人のデータになる。楽しんでデータを取ることができた。

次に、そのデータを1人ずつ全体で言わせ、授業者がExcelファイルに入力していった。そのデータを生徒1人1台のTPCにデータ送信し、各TPCでExcelを開かせた。生徒のデータを入力したこのファイルには、予め授業者がRAND関数を入れておいた。45人分のデータを母集団として、標本の大きさを5, 10, 15, ...と変えて無作為抽出をさせ、それぞれの場について標本平均を求めて、比較させるようにした(図12)。授業のまとめでは、生徒に気付いたことを発表させ、「一般に、標本の大きさを大きくすると、標本誤差は小さくなる」こと、及びその背景には中2の確率で学習した大数の法則があることを付け加えた。

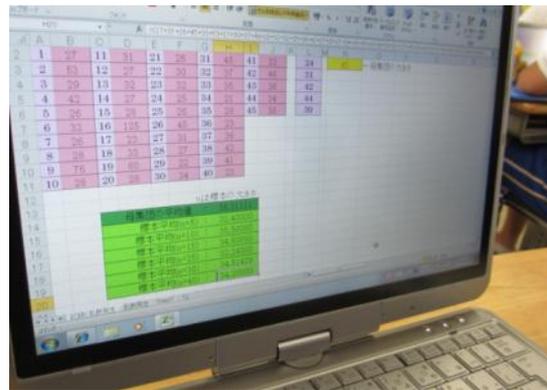


図12 Excelファイルの画面

Fy-MATH 7月11日(木)

無作為抽出の方法

3年

母集団から標本を無作為に抽出する方法にはどのようなものがあるのだろうか。

例:
たとえば乱数さいを使つて、38個の資料から5個の資料を標本として取り出すには、次のようにすればよい。

- 38個の資料に1から38の番号をつける。
- 2つの乱数さいのそれぞれの目を、十の位の数字、一の位の数字とする。
- 乱数さいをふり、たとえば、60, 31, 12, 00, 03, 38, 89, 83, 12, 57, 27, ...のように出続ける。38より大きい数字や00, また、同じ数字は除いて、5つの番号を決める。
- このように決めた5つの番号の資料を標本とする。

やってみよう!

- コンピュータを使って、クラスメイトのゲームのデータから無作為に標本を抽出してみよう。
- 標本調査をする際、標本の大きさを少ないと、標本誤差は大きくなるでしょうか、小さくなるでしょうか。母集団と標本とでそれぞれの平均値で確かめてみましょう。

母集団の平均値 = $\frac{39,532,899}{45} = 878,509$

標本平均 (n=5) = $\frac{41,20000}{5} = 82400$

標本平均 (n=10) = $\frac{31,40000}{10} = 314000$

標本平均 (n=15) = $\frac{32,60000}{15} = 217333$

Web「センサス@スクール」

25. 神様調査をやってみよう。

「スタートボタンをクリックして開始してください。」

大数の法則

乱数表 (例)

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 28 80 65 87 06 | 13 50 62 08 23 | 26 47 37 01 33 | 02 02 24 10 94 | 61 87 48 57 10 |
| 30 20 43 65 42 | 78 50 28 53 80 | 77 46 41 30 08 | 55 88 78 10 70 | 19 20 12 10 |
| 35 74 02 10 33 | 31 57 48 22 27 | 12 72 22 77 | 44 97 32 21 14 | 97 20 07 78 28 |
| 01 85 51 05 72 | 09 96 65 61 60 | 56 36 75 26 75 | 40 44 33 83 71 | 94 06 08 44 78 |
| 10 91 46 98 85 | 19 83 24 47 35 | 61 00 51 39 51 | 30 80 05 19 79 | 66 22 27 10 68 |
| 05 03 18 08 51 | 31 78 57 26 17 | 24 87 95 23 95 | 89 99 88 89 79 | 21 28 94 15 76 |
| 61 13 13 37 89 | 78 68 30 26 80 | 73 78 53 04 25 | 80 05 55 86 37 | 77 53 32 02 |
| 63 83 40 25 21 | 72 52 93 79 36 | 48 21 47 74 50 | 17 27 37 31 26 | 26 35 20 00 45 |
| 84 80 80 05 77 | 83 59 28 68 02 | 03 04 30 20 78 | 10 75 95 07 21 | 02 34 43 81 87 |
| 12 85 23 06 48 | 86 28 59 42 31 | 71 09 32 06 47 | 83 74 21 86 43 | 48 86 21 68 74 |
| 88 85 40 68 86 | 97 90 47 39 67 | 36 33 74 61 38 | 17 18 16 90 46 | 75 27 28 27 7 |
| 72 20 26 38 68 | 67 41 68 66 07 | 97 30 41 19 26 | 32 37 13 87 83 | 62 42 58 04 76 |
| 10 88 07 78 21 | 40 24 74 35 42 | 40 33 04 46 21 | 33 62 07 31 61 | 24 20 42 38 96 |
| 91 50 27 78 37 | 06 06 10 33 86 | 17 78 80 58 85 | 20 41 77 83 37 | 71 60 94 84 30 |
| 03 15 11 66 88 | 97 81 28 05 89 | 39 46 67 21 17 | 88 19 28 13 15 | 61 03 00 15 92 |
| 68 41 38 01 65 | 65 98 26 97 84 | 39 14 15 21 32 | 50 18 88 41 68 | 38 33 88 67 13 |
| 15 43 00 87 33 | 18 21 21 32 11 | 60 29 86 71 7 | 31 82 83 69 67 | 88 48 20 43 28 |
| 71 71 00 31 72 | 82 83 88 56 32 | 35 27 59 18 25 | 78 12 03 09 10 | 53 83 19 35 95 |
| 19 28 15 09 41 | 32 27 71 30 38 | 37 11 35 71 36 | 86 81 39 37 39 | 92 20 22 89 67 |
| 30 38 39 52 30 | 43 21 94 89 04 | 06 36 21 39 37 | 93 60 26 01 09 | 27 08 20 89 15 |
| 38 27 32 69 11 | 08 81 28 68 18 | 41 08 45 71 20 | 63 32 63 65 77 | 13 81 00 67 58 |
| 78 13 28 38 01 | 65 06 12 24 07 | 60 90 29 85 82 | 72 92 78 08 36 | 25 76 01 54 03 |
| 81 60 64 31 57 | 12 28 23 55 86 | 60 06 71 81 89 | 73 81 20 65 84 | 83 78 28 20 66 |
| 08 32 58 37 85 | 07 72 58 69 01 | 67 88 71 27 13 | 85 75 79 48 50 | 61 28 87 08 05 |
| 03 97 19 29 18 | 23 74 23 23 26 | 61 86 86 65 38 | 30 25 31 03 26 | 48 81 08 37 83 |
| 31 13 63 21 68 | 16 01 32 56 21 | 84 79 71 71 72 | 08 61 80 31 26 | 07 29 66 61 59 |
| 97 28 20 24 19 | 89 81 03 34 47 | 88 78 71 31 33 | 37 96 86 01 69 | 49 13 83 65 46 |
| 32 11 78 33 82 | 51 99 88 41 38 | 12 15 01 01 86 | 86 48 39 84 87 | 42 36 31 19 39 |
| 81 89 19 37 35 | 08 12 60 39 33 | 57 71 11 83 18 | 36 02 04 07 56 | 66 18 69 69 26 |
| 35 71 06 03 35 | 98 88 47 28 02 | 48 09 39 81 16 | 02 30 29 53 34 | 63 37 71 44 05 |
| 11 84 13 69 01 | 38 21 28 79 70 | 11 22 11 36 55 | 98 50 05 01 39 | 88 77 90 45 26 |
| 14 66 12 87 22 | 28 45 27 38 51 | 85 66 23 85 41 | 64 77 08 39 44 | 07 68 96 93 06 |
| 40 33 87 87 82 | 84 27 17 34 37 | 18 89 18 02 28 | 98 02 39 38 11 | 83 28 05 30 65 |
| 44 48 97 38 12 | 65 65 30 41 07 | 44 56 46 74 17 | 73 65 69 00 08 | 88 31 03 65 84 |
| 11 54 34 08 57 | 48 28 07 83 64 | 09 11 21 13 78 | 37 38 41 74 08 | 23 30 88 66 72 |
| 67 12 13 38 84 | 53 18 31 63 45 | 51 82 62 80 31 | 32 56 51 36 65 | 47 19 81 62 76 |
| 84 27 80 43 22 | 18 28 62 88 85 | 30 28 45 27 37 | 14 36 30 84 85 | 73 36 76 76 25 |
| 80 71 89 11 65 | 43 67 87 47 38 | 55 20 24 04 84 | 32 22 32 04 74 | 69 32 21 33 41 |
| 27 06 98 08 92 | 32 22 26 75 37 | 38 22 21 14 19 | 24 22 12 28 42 | 33 56 90 92 07 |
| 54 68 87 30 51 | 33 28 74 05 70 | 74 22 19 13 48 | 30 28 01 02 49 | 88 61 52 27 08 |
| 09 92 65 68 69 | 26 23 14 25 70 | 04 69 27 61 67 | 64 72 25 74 82 | 78 25 22 21 88 |
| 85 22 37 78 32 | 68 20 11 53 22 | 08 30 41 30 73 | 42 74 32 09 68 | 35 70 61 02 07 |
| 82 87 78 31 33 | 85 13 41 38 10 | 16 47 81 40 77 | 83 21 15 70 41 | 83 78 12 86 25 |
| 38 24 24 06 49 | 04 41 69 04 76 | 20 36 73 10 93 | 31 77 83 73 20 | 47 42 81 61 03 |
| 01 21 11 88 28 | 13 10 43 82 24 | 29 58 20 12 89 | 32 77 62 18 88 | 23 11 49 15 15 |
| 21 66 11 38 28 | 34 08 24 07 63 | 72 14 62 36 75 | 37 14 11 11 78 | 87 20 62 83 38 |
| 37 28 03 88 29 | 68 20 31 01 47 | 13 84 86 19 27 | 61 51 11 32 89 | 68 62 80 69 71 |
| 64 59 21 83 47 | 39 85 89 36 77 | 38 84 86 88 80 | 20 06 12 21 81 | 24 80 67 78 05 |
| 10 84 30 07 55 | 30 20 13 94 23 | 48 28 48 20 01 | 60 73 73 08 87 | 08 47 37 10 11 |
| 48 38 30 53 53 | 20 77 64 28 90 | 58 82 82 30 18 | 87 08 18 89 06 | 53 25 28 85 29 |

図13 第3~4時のワークシート(表面と裏面)

② 授業の考察

目標は「無作為に標本を抽出し、整理することができる。」であった。慣れない Excel の操作に困惑しながらも、意欲的に活動に取り組んだ。ただ、様々な標本平均を比較する際、数値として比較するだけでは「一般に、標本の大きさを大きくすると、標本誤差は小さくなる」ことに気づきづらかったのも事実である。生徒が記述した図 13 のワークシートを見てもわかりづらい。中 2 「確率」単元の授業でさいころを多数回振った経験を想起させることは有効だったものの、標本の大きさと標本平均の関係を折れ線グラフに表したり、標本の大きさに応じてヒストグラムがどのような形状に変わるのかを比較したりするなど、視覚化の工夫が必要であった。また、標本の散らばりの大小によって母集団の傾向を読み取るのに必要な標本の大きさが異なることについて触れておけば、高等学校での学習の素地になったと考えられる。

(3) 第 5 時 母平均，母集団の大きさの推定

「箱の中のみかん」・「カモシカの生息数」

① 授業の実際

教科書の問題を扱って、基礎的な用語の意味を確認した上で、母平均の推定と母集団の大きさの推定を行う授業とした。

授業の最初には、用語についての問題として、具体的な標本調査の場面において、母集団、標本、標本の大きさを答えさせる問題に取り組ませ、基礎的な知識の定着を図った。

次に、問 1 として図 14 (相馬他, 2011, p. 242) の問題を取り上げた。(1)では選ばれた乱数から標本調査を行うこと,(2)では標本平均を求めることが要求されている。第 3～4 時で TPC の Excel を使って行った標本作業を、今度は手作業で行うのである。生徒たちは過去の経験を基に、比較的容易に標本平均を求めることができていた。

| 番号 | 重さ(g) | 番号 | 重さ(g) |
|----|-------|----|-------|
| 1 | 96 | 21 | 96 |
| 2 | 85 | 22 | 96 |
| 3 | 93 | 23 | 93 |
| 4 | 90 | 24 | 91 |
| 5 | 94 | 25 | 84 |
| 6 | 89 | 26 | 80 |
| 7 | 91 | 27 | 87 |
| 8 | 87 | 28 | 87 |
| 9 | 100 | 29 | 84 |
| 10 | 80 | 30 | 93 |
| 11 | 81 | 31 | 89 |
| 12 | 85 | 32 | 96 |
| 13 | 87 | 33 | 93 |
| 14 | 93 | 34 | 88 |
| 15 | 94 | 35 | 87 |
| 16 | 83 | 36 | 100 |
| 17 | 91 | 37 | 94 |
| 18 | 84 | 38 | 96 |
| 19 | 96 | 39 | 88 |
| 20 | 88 | 40 | 88 |

図 14 標本平均を推定する問題

| | |
|---|---|
| <p>ある地域でカモシカの生息数を推定するのに、いろいろな場所で 30 頭のカモシカを捕獲し、その全部に目印をつけて戻した。1 か月後に再び同じ場所で 30 頭のカモシカを捕獲したら、目印のついたカモシカが 8 頭いた。この地域のカモシカの数を推定し、十の位までの概数で答えなさい。</p> |  <p>カモシカ</p> |
|---|---|

図 15 母集団の大きさを推定する問題

さらに問2として図15(相馬他, 2011, p.243)の問題を取り上げた。この問題はどの教科書にも掲載されているような、無作為に標本を抽出していることとみなして比例式や方程式を立て、母集団の大きさを推定する一般的なものである。しかし一方で、生徒にとっては構造が見えにくいものである。生徒たちは筆者から「全体の個体数と印がついた個体数に着目しよう」などと全体に助言することで、生徒たちは少しずつ手がかりをつかみ、比例式を立てていった。その後、指名した生徒に発表させ、比例式や方程式、その解、問題の答えを板書した。その後で、黒板(図16)に注目させ、問1が無作為抽出をしていたこと、及び問2は無作為抽出をしているとみなすことで比例式を立てることができることについて強調して板書した。

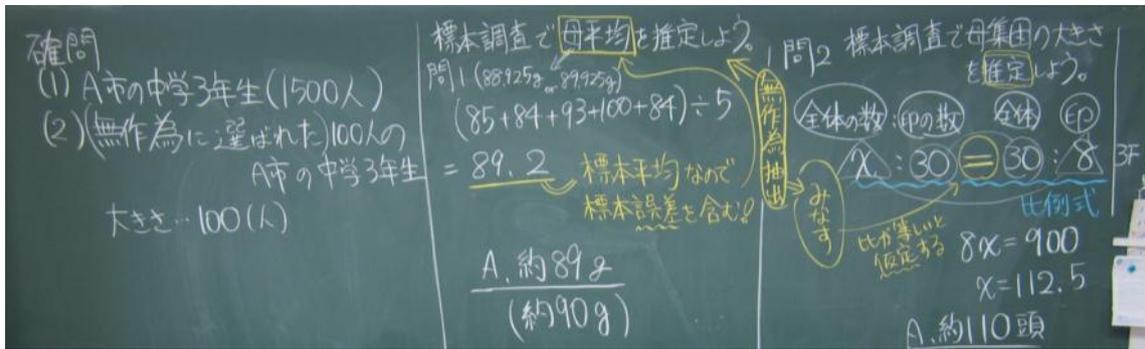


図16 第5時の板書

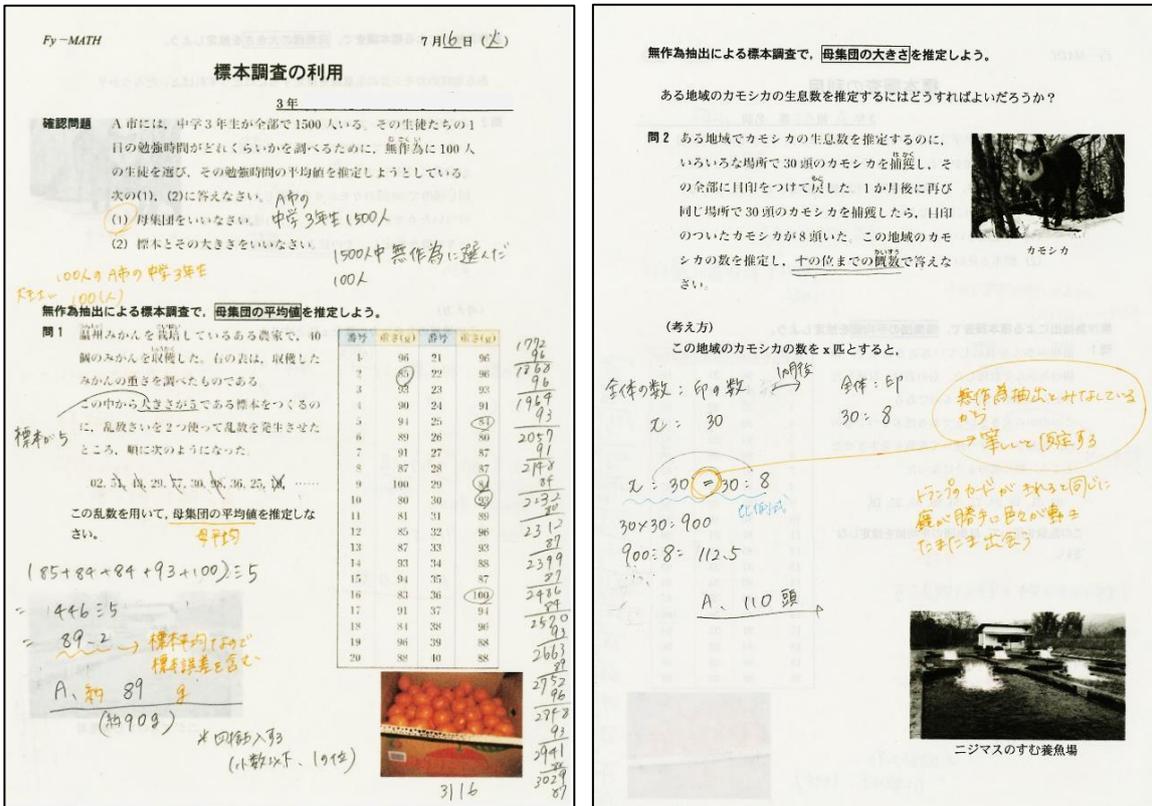


図17 第5時のワークシート(表面と裏面)

② 授業の考察

目標は「無作為抽出を行うことで標本平均を推定することができる。」、及び「母集団から無作為に標本を抽出しているとみなすことで母集団の大きさを推定することができる。」であった。

問1については手順通りに進めることで生徒たちは円滑に標本平均が求められていたので、目標1の達成は十分にできていたと感じられる。一方、問2については先述したように、生徒が手こずる様子が多く見られた。「全体の個体数と印がついた個体数に着目しよう」という筆者の助言がなかったら多くの生徒が前に進めなかった。第1～2時「東京オリンピックの国内支持率」で母比率と標本比率に触れているものの、生徒の中に十分に定着してはいない。第4時あるいは第5時で、2種類のビー玉が入った袋の中からいくつか選んでいって母比率を求めるなど、体験を通して母比率の理解を深める場面を設け、「同じ割合」や「無作為抽出とみなす」といった言葉を生徒から引き出し自覚させる指導が必要であると考ええる。

(4) 第6～7時 標本調査を用いて傾向をとらえ説明すること

「松坂投手を攻略しよう」(夏季休業を含む)

① 授業の実際

標本調査を用いて傾向をとらえ、レポートを作成する夏季休業の課題について理解し、標本調査の計画を考えて活動の見通しを立てる授業にした。

導入では、母集団と標本の意味について再確認した後で、野球部に所属する0i生を例に出して、次のやりとりをした。

T:「例えば、(0i生)くんが野球選手だったとします。Aくんは次の試合で松坂大輔投手と対戦することが決まっております、その投球を打ち込まなくてははいけません。(0i生)くんはどうすればよいですか。」

S:「決め球を狙うため、どういうタイミングで決め球を投げてくるか調べる。」

S:「練習をして打ちまくる。」

T:「どのような球を練習した方がよいですか。」

S:「投げる確率が高い球。」

T:「なるほど。投げる確率が高い球を練習すればよいということですね。」

このやりとりを受けて、投げる確率が高い球を探し、チームがどのような打撃練習をすればよいかを提案して欲しい旨を伝えた。そして図18を配付し、レポート課題について理解させた。

Fy-MATH
月 日 () に提出

標本調査レポート



次のレポート課題に取り組みましょう。

レポート課題
 あなたはプロ野球チームの一員です。あなたのチームが次の試合で勝つためには、松坂大輔選手の投球を打つ必要があり、似た投球に慣れるための打撃練習が大切です。このとき、どのような球種と球速にしばって打撃練習をすればよいでしょうか。松坂投手の過去の投球データ (3321 球分) から標本調査を行い、提案しなさい。

【留意点】
 ○この用紙(表紙)とルーズリーフとをホチキスで綴じましょう。

●はじめに、どのように標本調査をするのか(計画)、また、なぜそのような標本調査を計画するのか(理由)を明記しましょう。その計画は必要に応じて、途中で変更しても構いません。
 ●最後に活動を振り返り、「打撃練習の提案」と「感想」を書きましょう。
 ○野球についての専門的な知識を問うレポートではありません。

○評価については以下の通りです。 ※Aの中で極めて良いものはA+

| 評価の観点 | Bの評価規準 (◎: 具体的なAの姿の例) | 評価 |
|----------------|--|----|
| 関心・意欲・態度 | 標本調査を行い、母集団の傾向をとらえ説明することに関心をもち、問題の解決に生かそうとしている。 ◎標本から母集団の傾向をとらえる際、その根拠を明らかにしようとしている。 ◎よりよい解決のために、さらに必要なことについて関心をもっている。 ◎レポートの内容を他の場面に広げようとしている。 | |
| 見方や考え方 (リテラシー) | 問題を解決するために、標本調査を行い、母集団の傾向をとらえ説明することができる。 ◎母集団から標本を抽出する方法を、問題の解決に向けて工夫している。 ◎標本から母集団の傾向をとらえる際、その根拠を明らかにしている。 | |

3年 組 番 名前 _____

【参考】
 統計を学ぶためのサイトには、以下のものがあります。
 ・「科学の道具箱」(理科ねっとわーく)
 ・「センサス@スクール」(CensusAtSchool Japan)
 ・「中学生のための統計学習 学ぼう統計」(東京都総務局)
 ・「なるほど統計学園」(総務省統計局)

以下の統計処理ソフトで、平均値・中央値・最頻値といった代表値を求めたり、ヒストグラムや度数折れ線などのグラフを表示したりすることができます。
 ・stathist ・SimpleHist

松坂投手が投げる球種

| 球種 | 特徴 |
|---------|--|
| ストレート | 直球。野球において基本になる球種。 |
| カーブ | 変化球。山なりの軌道から打者の手前で急激に減速する。ストレートに比べて球速が遅く、緩急をつける目的でよく使われる。 |
| スライダー | 変化球。変化の方向はカーブに似ているが、カーブより球速があり、カーブのように滑らかな弧を描くのではなく、ストレートに近い軌道から打者の手前でクイッと曲がる。 |
| カットボール | 変化球。カットボールはスライダーより球速を重視した、スライダーより速く、変化が少ない。 |
| チェンジアップ | 変化球。球速を変えてタイミングを外す球。球は若干山なりの軌道を描き、緩やかに落下します。変化させることも多い。 |
| フォーク | 変化球。ストレートの様な軌道からバッターの手前で急激に減速し落下する。 |

打撃練習には、味方投手に投げてもらったりピッチングマシンを使用したりします。

ピッチングマシンの使い方

メモリ付きダイヤルで一球ごとにボールのモーター回転速度を調整します。マジックリマンをお望みの高さや方向に固定できます。マンを本体を支える回転自在軸受けを使用し、フライボールとゴロの練習に360度の動かせます。






速球を投げる時は、マンを軸心に設定。最速167km/h。
 右投手の実化球の投球は、ボールを水平に投げる時は、ボールを水平に投げる。右投手のカーブやスライダーの投球は、ボールが右側になるように傾ける。
 左投手のカーブやスライダーの投球は、ボールが左側になるように傾ける。

図 18 第 6 時のレポートの表紙 (表面と裏面)

レポート課題

あなたはプロ野球チームの一員です。あなたのチームが次の試合で勝つためには、松坂大輔選手の投球を打つ必要があり、似た投球に慣れるための打撃練習が大切です。このとき、どのような球種と球速にしばって打撃練習をすればよいでしょうか。松坂投手の過去の投球データ (3321 球分) から標本調査を行い、提案しなさい。

実際の場面では、松坂投手の全投球データから標本を抽出して分析する。その場合は松坂投手の全投球データが母集団になるのであるが、ここでは学習活動であるため、渡辺・神田 (2008) のサンプルデータ 3321 球を母集団とみなして取り組ませた。先述したが、母集団が生徒の手元にあることから標本調査の必要性を感じにくい場面ではある。実際の場面で標本調査を活用して問題解決する練習として本学習を行うという旨を念入りに説明した。

また、野球に詳しくない生徒も安心して活動に取り組めるように、野球についての専門的な知識を問うものではないこと、及びデータを基に論理的に打撃練習を提案できていればよいことを、図 18 の表紙を用いて伝えた。また、活動の手がかりになるように、松坂投手が投げる球種やピッチングマシンの説明も加えた。さらには、中 1 で学習した記述統計の知識・技能が不安な生徒が自宅等で復習できるように、「科学の道具箱」などの Web サイトや stathist などのフリーソフト (生徒は USB メモリで所有) を紹介した。

次に母集団とする投球データ（3321 球分）の Excel ファイルを教師用 PC から生徒用 TPC に送信し，USB に保存させた上で開かせ，データを概観させた。この元のファイルは渡辺・神田（2008）のサンプルファイルで，専用の Web サイトからダウンロードができる。類似のもの（ダルビッシュ投手，岩隈投手など）は Web サイト「科学の工具箱」でもダウンロード可能である。授業で配付したデータは，「球種」と「球速」と「対戦打者」といった 3 変量の一覧表である。授業及びレポート作成のねらいを達成するには「球種」と「球速」があればよかったが，「対戦打者」については現実味を増すことで生徒の意欲をいっそう喚起するねらいで，データには残すことにした。また，元のファイルには「出塁状況」や「カウント」もあったが，要素が複雑になることで生徒の活動の質が下がることを避け，今回は削除してから配付した。

生徒たちはデータを眺めたり近くの生徒と話し合ったりしながら，活動の見通しを立てていった。授業の最後には計画をレポートに書かせ，数名に発表させた。「球種ごとに分けてそれぞれで無作為抽出をする」「平均値や最頻値を探す」「どの球が多いか，比率を調べる」などの考えが出され，板書した（図 20）。



図 19 計画を話し合う様子

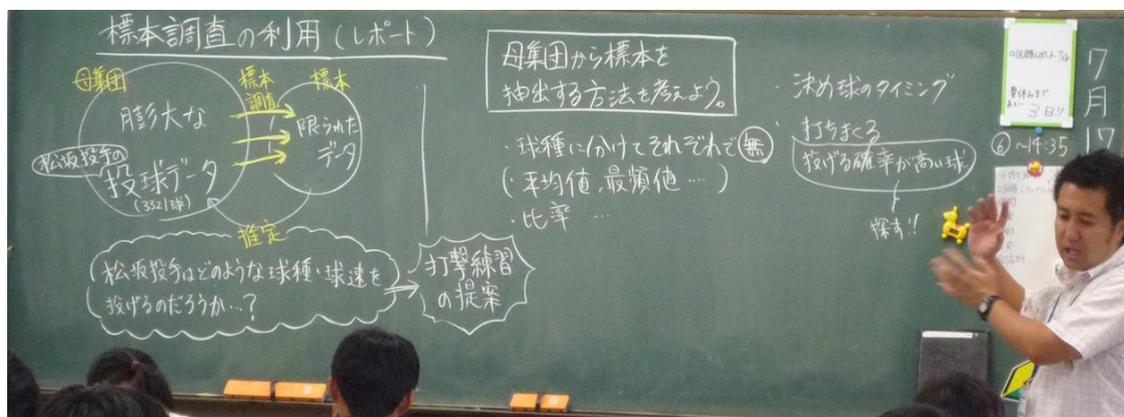


図 20 第 6 時の板書

② 授業の考察

目標は，「問題を解決するために，母集団の傾向をとらえ説明するレポート作成に向けて，標本調査の計画を考えることができる。」であった。

Nm 生は母集団から第 1～2 時の「東京オリンピックの国内支持率」の学習を生かして，母集団から無作為に抽出し，球種や球速の傾向を出そうと計画している（図 21）。偏りなく投球データを分析しようとしていることが窺える。

また、Sg 生は母集団を各球種に分けた上で、標本の大きさを 15 にして無作為抽出しようと計画している (図 22)。標本平均を出すだけでなく、ヒストグラムの観点からも検討しようとしていること、標本誤差が大きくなならない程度に標本の大きさを小さくすることを検討しようとしていることが窺える。

授業中、代表値として何を用いればよいかについて話合う様子が 3 箇所で見られた。筆者は机間指導においてプリントの端にヒストグラムを書いて、平均値と中央値と最頻値の意味を確認させた。また、授業ではまだ計画が書けていない生徒が 3 名いたが、机間指導で計画を尋ねると、口頭では答えられていたのでそのことを書くように伝えた。生徒が提出したレポートにはどれも自分なりの計画が記述されていたことから、目標は達成できたと解釈できる。

5. レポートによる考察

生徒に統計的思考力が身に付いているかどうか、「標本調査」単元の最後に夏季休業の宿題として作成したレポートから考察する。

(1) 評価規準の設定

レポートの評価は、図 18 の表紙の評価規準表 (表 2) に沿って行った。ここでは、統計的思考力に主として関連のある観点「数学的な見方や考え方」に絞って述べる。

評価は、まずレポートを読んで「B の評価規準」に沿って「B」か「C」かを判定した後、「◎：具体的な A の姿の例」のうちの 1 つを満たしていると判断されれば、「A」、2 つ以上満たしていると判断されれば「A+」とした。そして評価結果を右の欄に記入するとともに、その理由が生徒に伝わりやす

図 21 Nm 生が立てた計画

図 22 Sg 生が立てた計画

表 2 レポートの評価規準表

| ◎評価については以下の通りです。 | | ※Aの中で極めて良いものはA+ |
|------------------|--|-----------------|
| 評価の観点 | Bの評価規準 (◎:具体的なAの姿の例) | 評価 |
| 関心・意欲・態度 | 標本調査を行い、母集団の傾向をとらえ説明することに関心をもち、問題の解決に生かそうとしている。 ◎標本から母集団の傾向をとらえる際、その根拠を明らかにしようとしている。 ◎よりよい解決のために、さらに必要なことについて関心をもっている。 ◎レポートの内容を他の場面に広げようとしている。 | |
| 見方や考え方 (リテラシーb) | 問題を解決するために、標本調査を行い、母集団の傾向をとらえ説明することができる。 ◎母集団から標本を抽出する方法を、問題の解決に向けて工夫している。 ◎標本から母集団の傾向をとらえる際、その根拠を明らかにしている。 | |

いように、赤ペンで「◎」に丸をつけた。掲載した「◎」の項目以外でその観点において極めて秀でている点がもしあれば、手書きで「◎」とAの姿の文を空いたスペースに手書きした上で、その「◎」に丸をつけるようにした。

なお、定義してあった統計的思考力と評価規準との対応を以下に述べる。

| | |
|--|--|
| 統計的思考力 (ST) : 文脈を踏まえて統計的問題解決を実行したり, 既存の統計的問題解決とその背景を理解したりすることができる力 | |
| ST-1 | 統計的な調査の背景やそこに潜む重要なアイデアを見抜くことができる。[見] |
| ST-2 | 代表値を求めることやグラフ表示, 標本調査などといった統計的手法の必要性和意味, 及び方法を理解している。[知] |
| ST-3 | 文脈を踏まえて統計的問題解決を実行し, その全体を説明することができる。[見] |

「ST-1」は、文脈に沿って統計的な調査を行ったりそのアイデアを見抜いたりすることであることから、表2の「◎母集団から標本を抽出する方法を、問題の解決に向けて工夫している」(以下、「A1」とする)と対応している。また「ST-2」は、統計的問題解決を実行し説明することであることから、表2の「◎標本から母集団の傾向をとらえる際、その根拠を明らかにしている」(以下、「A2」とする)と対応している。

(2) 評価規準の達成状況

生徒が作成したレポートについて、観点「数学的な見方や考え方」の評価規準の達成状況(45人分)は以下の通りである。

表3 観点「数学的な見方や考え方」の達成状況の全体像

| 達成状況 (評価) | 人数 (割合) |
|------------------|-------------|
| A1, A2の両方達成 (A+) | 12人 (26.7%) |
| A1のみ達成 (A) | 18人 (40.0%) |
| A2のみ達成 (A) | 6人 (13.3%) |
| Bのみ達成 (B) | 7人 (15.6%) |
| Bを達成せず (C) | 2人 (4.4%) |

A1については主に、層化無作為抽出など抽出方法の工夫についての記述や標本の大きさを検討している記述などから判定した。A2については主に、標本におけるふさわしい代表値について検討している記述や標本のヒストグラムにも着目している記述などから判定した。対象生徒の実態によるところも大きいですが、Aの評価とA+の評価の合計人数は36人(80.0%)となった。なお、詳細は後述するが、棒グラフとヒストグラムの混同や代表値の誤用が

生徒の記述からしばしば見られた。この点については、中1「資料の散らばりと代表値」単元に主に関わる評価項目であるため、改善を促す助言を記述するにとどめ、今回のレポートの評価で減点するなどの反映はしなかった。

(3) 代表的なレポートからの考察（一連の統計的問題解決から）

Nm生のレポートは、球種で層別し、それぞれの代表値やヒストグラムから特定の球速にしばって打撃練習の提案をしており、他の生徒にも多かった代表的な考えで進めている。

Nm生はまず、最初の計画（図21）から「改善版」（図23 ヒストグラムを「棒グラフ」と誤表現している）の計画を立て、球種による層化無作為抽出を行っている。標本の大きさは球種ごとに比例配分せず、母集団の大きさに関係なく20球としている。その上で図24、25のように平均値、中央値、最頻値を出している。その際、標本と全数調査（「全体」と記述）とでヒストグラムの形の違いを比較・検討している。

予定図(改善版)

①球種ごとに球速を求め

無作為に球種の中から20個ずつデータを取出す。
そのデータをもとに棒グラフを作成し、球速をたす。
全データから無作為に20個データと取出す。→その中からも棒グラフを作成し、球速をたす。

→比較の基から練習メニューを度考える。

②相対度数を見て球種も調べる

→①での結果、練習メニューも含めて最終的なメニューを考える

・変更した理由
大幅に変更した理由として、まず全体縮小版をフックして母集団から抽出したのと差程変化が大きい思ったから、また球種について相対度数で割りだせると思ったから。でも第三者的に見たら変わりないので、乱数でそのまま。

図23 Nm生の計画の改善版

実際にやってみる!

カーブ
無作為に20個(かこ内は球速)
2~173の間で、

| | |
|-----------|-----------|
| 47 (127) | 124 (116) |
| 173 (112) | 43 (115) |
| 152 (116) | 38 (121) |
| 8 (113) | 158 (119) |
| 70 (117) | 125 (117) |
| 57 (116) | 81 (118) |
| 15 (114) | 102 (117) |
| 77 (117) | 82 (115) |
| 88 (116) | 34 (117) |
| 45 (119) | 71 (117) |

平均値: 116.95
中央値: 117
最頻値: 117.5

○は平均値が少なくなるもの基本は山型で117~118の間がもっとも多かった。後の球速は1球、2球しかいれものが多かった。
→常に117km/h台を占める安定的な球種。(他よりも若干ゆくり)(後見を付けるため)

[全体]
平均値: 117.6
中央値: 117
最頻値: 118

図24 Nm生のレポートのp.3

スライダ
無作為に20個
2073~2886の間で

| | |
|------------|------------|
| 2297 (127) | 2578 (130) |
| 2105 (124) | 2778 (134) |
| 2639 (131) | 2790 (134) |
| 2657 (131) | 2591 (130) |
| 2835 (136) | 2144 (124) |
| 2857 (137) | 2150 (125) |
| 2603 (130) | 2485 (129) |
| 2437 (128) | 2334 (127) |
| 2818 (135) | 2589 (130) |
| 2829 (135) | 2085 (122) |

平均値: 129.9
中央値: 130
最頻値: 130.5

○3ボールに分かっている。中でも127~132の間の場合が多い。
→7割とか/分からはいっかがあえてばらばらさせている??

[全体]
平均値: 129.1
中央値: 129
最頻値: 128

図25 Nm生のレポートのp.7

これらのことから、図28では「全ての球速で(それぞれ)1つの傾向をだすことができない」としながらも、全数調査と標本調査とで「グラフの形こ

そ違うものの平均値と中央値はほぼ同じだった」ことから「理想化」して標本の大きさ 20 を正当化し、打撃練習を考えている。また、図 27 の分析から図 26 では、スライダーについては球速の「バラケ」が大きいいため「球速を決めての練習は難しいかもしれない」とするなど、分布の様子についても考慮している。さらに、図 27 で球種の割合の検討を加え、打撃練習を提案している。相対度数に着目しているものの、用語「確率」は用いていない。

球速を見て分かったこと。
球速だけに注目したところ全ての球種で1つの傾向を
出すことができておもしろいことが分かった。ただ松坂はそのボール
に合わせて投げていたことが分かった。また母集団とのク
ラフや数値を見比べるとグラフの形もそちらが平均値
や中央値とほぼ同じだった。(今回は傾向をたいて練習
メニューも考えるだけなので理想化してもよいと考える)
なのでこれ以上データをとる必要があまりないことが分かった。

さらに松坂のボールは速い遅いが極端についていること
も分かった。特にスライダは無作為でつくったグラフでバラ
けがあり、色々な速度で投げることができると。そのため球
速を決めての練習は難しいかもしれない。

↓ これを受けて練習メニュー(仮)をつくる

① ストレートを打つ練習 (147km/h 前後)
→ 1番厄介であり、スライダを1番とてくる可能性(困)のため

② 合間をくぐるであろうカーブ (117km/h 前後)
→ 松坂の極端な緩急対策に、速いボールを連続し
たら少し練習

③ スライダ (球速色々)
→ 予想のつかないものへの対策。カットボールまでと自身
がつかないもので球種は絞って。

①②③を 5:2:3くらいでやらせ打てる??

図 26 Nm 生のレポートの p. 9

球種について
カーブ 171球
カットボール 338球
ストレート 1559球
スライダ 813球
チェンジアップ 280球
フォーブ 154球

→ ストレートが一番多い。緩急を付けるのにチェンジアップが
多いことが分かる。急速に減速するボールは少ない。逆
に軌道が変わるボールは多い。

↓ 今まで全てをふまえて

練習メニュー - 決定版 (提案)

① ストレート (147km/h 前後)
→ やり球速も球数もトップクラス! 平均、最頻値、
中央値で共通の147km/h で練習したい

② チェンジアップ (125km/h 前後)
→ ほぼ同じ速度でくぐるので速度は125km/h で固定
緩急ボールとしておもしろい?!

③ スライダ (球速色々) ^{だけ}
→ ストレートとの見分けがボールの動きでと分からず
無作為抽出だけでおもしろい傾向がわかればバラ
け具合を考えて速度は決めたい

これを6:1:3くらいで行う

図 27 Nm 生のレポートの p. 10

図 28 の感想では、「とっても楽しかった」一方で「傾向を根拠を明確にして考えるなどの技術的に関して少し不安」としている。不確定な事象において自分なりの結論を出す場面のため、やむを得ない部分もある。

Nm 生のレポートを評価規準に即して評価すると、球種ごとの層化無作為抽出をしつつ、標本の大きさの妥当性を検討している点から、A1 を達成していると判断できる。また、最頻値への着目がやや足りないと感じられるものの、代表値やヒストグラムなど複数の視点で根拠を明確に示しながら説明している点から、A2 を達成していると判断できる。したがって、評価の観点「数学的な見方や考え方は「A+」とし、中学校数学科としての統計的思考力が身に付いていると判断した。

感想
作業全体はしても楽しかったです。でも傾向を根拠を
明確にして考えるなどの技術的に関して少し不安です...

今回は疑問がたくさんでたりました。Tで標本調
査で、球種で行うと球速の平均値は同じで差程かわ
らぬのに、全体で行うとかわるのか? ヤバチャル
試合をしたが意味があるか? という疑問にかかわる疑
問はもちろん、他の人より条件(走者について、打者について)
を足して行うか? という結果はどのくらいか? もとに抽
出数を変えたらどうなるか? という素朴な疑問もたくさん
ありました。どの疑問も自分の予想があるので、ぜひ夏休
明けに疑問の共有と意見交換をしたいと思います。また、
その時に他の人がやった面白いデータの抽出方法や統計
研究をするついで、同じようなことをやった人を探して自分の
今後の参考にしてほしいです。

後、今回は野球という分野に絞っての研究だったので
すが、これからはもっと広がる場面が増えると思います。
例えば、終ってしまっていますが、TOPYのアシートの傾向を考
えるとき、理科の考察と考える前+。また、グラフの作りか
たは部分的に使うよりも幅が広がると思います。

→ 今後機会があれば調べてみたいこと
① 一番最適は抽出数は?
② 今回は100でも20抽出、1000でも20抽出というかんじ
だが、それではいいのか?
③ いまの抽出したデータはどのくらい
④ 球数の割合をどう?

図 28 Nm 生のレポートの p. 12

なお、図 31 の感想からは、走者や打者など現実的な条件を加味すると結果がどう変わるか、他教科等でこの学習がどう生かせるか、適切な標本の大きさはどれくらいかなど、新たなサイクルに向けた意欲が解釈できる。

(4) 特徴的なレポートからの考察 (打撃練習の提案と感想を中心に)

Ed 生は、各球種の標本比率から母比率を推定し、図 29 の円グラフで表した後、Nm 生と同様に層化無作為抽出

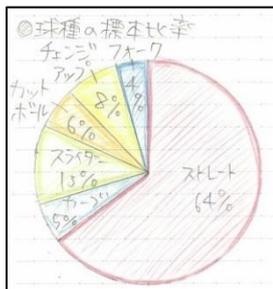


図 29 円グラフ

し、標本比率から打撃練習の 100 本を比例配分して球速の最頻値を基に提案している (図 30)。

最頻値→最も投げやすい速度だと考える。

→最も投げやすい速度で多少の球の投げられた割合分だけ練習すれば良い。

◎打撃練習の提案
全部で100球練習するとして、
147km/hのストレートを64球!
121km/hのカーブを5球!
129km/hのスライダーを13球!
139km/hのカットボールを6球!
123km/hのフェニックスを8球!
135km/hのフォークを4球!
練習すれば良い。

◎感想
標本の大きさが100だから、少なからずと思う。
→スライダーはより母集団の傾向が正確にとりこめたいと思う。
計画に書いた、左打ちか右打ちかまで考えて標本を抽出するのでもってみたい。

図 30 Ed 生のレポート p. 4

Ss 生は図 31 のように、根拠とする代表値を検討し「最頻値を使ってピッチャーが投げる確率の高い球速」を調べて打撃練習を考えた。Ed 生や Ss 生のように最頻値のみを代表値として採用した生徒は 20 人 (44.4%) で、他は平均値のみ、あるいは明確な理由の記述はないが Nm 生と同様に複数の代表値を用いていた。なお、Ss 生は各球種の相対度数に着目しているが、用語「確率」は用いていない。

まとめ
ストレート、カットボール、スライダー、フォーク、フェニックス、カーブの球速を比べると、最頻値はストレートが 150km/h、カットボールが 138km/h、フォークが 134km/h、スライダーが 126km/h、フェニックスが 126km/h、カーブは 119km/h だった。

打撃練習の提案
投球投手がどの球種を投げた割合からその球種の練習するの割合を決めたい。それは割合は決まらなくても、なるべく練習する。か、全ての球種同じ割合で練習するのは効率が悪し。そこで、球種ごとに相対度数を調べる。相対度数は求められていたので、そのまま使用する。すると、ストレート:スライダー:カットボール:フェニックス:カーブ:フォーク = 47:25:10:8.5:4 (これは小数第一位を四捨五入して比計算した) の結果より、各球種をこの比で練習すれば、投球投手が、投げる比率がコンパリートな感じのイメージがある。この裏で求めた、球速で練習すれば、より勝ちに近づくだろう。

感想
今回の、最頻値の計算をしたのが、正解をいつか、と思った。今回のデータをみてみると、最大値と最小値の差 (7km/h) がフォークでは 11km/h、カーブでは、13km/h 差がある。13km/h 差だと、打者の、困るから 13 という数字は、野球の世界に於いては、とても大きな数字になる。この大きな差を平均で計算をしてしまうと、この場合は、よくわからない。私は、最頻値を使えば、投手の投げた割合が、多少なりとも、球速を考慮して考えた。

図 31 Ss 生のレポート p. 4

本当は、最頻値のみを使うつもりだが、より正確にデータを求めるために、平均値、中央値、最頻値を視野に入れた上で、取りたい (28にすることを)。

これと同じように手戻り、あと 2回、乱数 (100回) をもとに、数値をとり出して調べた。

→理由は、一気に 1500 のデータを乱数でとり出して傾向を見るよりも、1回 500 × 3 のデータにした方が、より正確さが増して、本当の母集団のデータに近づけるのでは... と思っただけ。

図にあると...
母集団 データ

| | | |
|-----|-----------|-------|
| 1回目 | → 128 m/秒 | と平均 = |
| 2回目 | → 130 m/秒 | |
| 3回目 | → 129 m/秒 | |

本当は、もっと回数を増やせば良い。 (○・○・○・○) = 4

出た数値 ÷ 回数 = 正確な平均の速さ 1 = なるべし!!

→ 最頻値はいいぞ!!
なぜなら、外れ値があることはほとんどないから。
逆に言うと、最頻値でもよい。
中央値は、あまりよくない!!
Ed 127 128 128 128 129 129 130 130 131

あと、今回は... **打撃練習の提案**

スライダーで 128 m/秒 を練習 する!!

↑スライダーがなぜこれには、全体の球速からしても、スライダーの球速を求め、スライダーのときはこの速さで「こう打つ」として、かなり効果的。

さらに感想ありませう

図 32 lw 生のレポート p. 3

Iw 生は、投げる確率が比較的高いスライダーに球種を絞り、図 32 のようにその投球データを母集団として無作為抽出を 3 回行い、各最頻値の平均を基に打撃練習を提案している。

なお、Ed 生、Ss 生、Iw 生のレポートは A 1、A 2 とともに達成できていると判定し、評価は「A+」と判定した。

(5) 考察のまとめ

上記(1)～(4)からわかるように、第 6 時から夏季休業にかけてレポートに取り組む中で、多くの生徒が自分なりに工夫して標本調査を行い、根拠を明らかにするなどして母集団の傾向をとらえて説明することができた。これは、単元を通して「①標本の多様な抽出方法の比較・検討、②関連内容との系統性の重視、③PPDAC における軽重の置き方、④ビッグデータの扱いに向けた ICT 利用」の 4 つを重視し、意図的に指導した成果である。

一方で、中 1、中 2 の既習内容に関して、次のような記述が多数見られた。

- ・棒グラフとヒストグラムを混同する。
- ・球速の分布を確認しないで代表値のみで判断する。
- ・投げる確率が高い球速を、最頻値でなく平均値から得ている。
- ・統計的確率を用いるが、説明に用語「確率」を用いない。

これらは中 1、中 2 の学習に課題があることを示唆している。このことから、中 1、中 2 の「D 資料の活用」領域で、次の学習活動の充実が必要であると考える。

- ・質的データと量的データ、棒グラフとヒストグラムを区別する学習活動
- ・分布を確認した上で代表値を選択する必要性を実感する学習活動
- ・代表値の意味や役割、長所と短所を整理する学習活動
- ・資料から統計的確率を実際に求めたり、総度数が等しい 2 変量の度数をそれぞれ統計的確率とみなしたりして判断・説明する学習活動
- ・中 2 で中 1 の記述統計の学習をいっそう深める学習活動

また、単元全体を振り返ってみると、ICT の利用を念頭に置いたことで、逆に手作業による標本調査を通して母比率を推定する機会を設けられなかった。その結果、第 5 時で母集団の大きさの推定を行う場面で、活動が円滑に進まなかった。このことから、「標本調査」単元において、手作業による標本調査と ICT を用いた標本調査の両方を経験するための授業時間の確保が必要である。

さらに、本研究では夏季休業にレポート作成を行わせたが、授業中に作成することを想定するならば、授業時間のいっそうの確保が必要である。

6. 研究のまとめ

(1) 主な知見

本研究では、その目的を次のように設定した。

[研究の目的]

中学校数学科において統計的思考力を育成するための指導への示唆を、中3「標本調査」単元を中心に得ること。

この目的を達成するために、次の方法で研究を進めていった。

[研究の方法]

- ① 育成を目指す統計的思考力の捉え方を明確にし、中3「標本調査」単元の構成に必要な視点を定める。
- ② 定めた視点から「標本調査」単元を構想し、単元全体と個々の授業について指導モデルを作成する。
- ③ これらを実践し、生徒の活動から「標本調査」単元の指導の有効性を検証し、中1、中2を含めて指導への示唆を得る。

その結果、中学校数学科において統計的思考力を育成するための指導への示唆として、「D資料の活用」領域における中3「標本調査」単元について、次の指導が有効であることが事例的にわかった。

- ① 単元を通して標本調査と社会との関連性を重視し、生徒の経験や発想から標本の多様な抽出方法を引き出し、それらを比較したり検討したりすることでそれぞれの意味や価値について考えさせること。
- ② 既習の学習内容との系統性を重視し、中1の記述統計、及び中2の統計的確率を用いて解決したり表現したりする機会を設けること。
- ③ 生徒の実態と授業の目標とを照らし合わせて、PPDACの軽重を意識するとともに、中学校の統計学習の出口として、レポート作成など自立的に一連の統計的問題解決に取り組む機会を単元の最後に設けること。
- ④ ビッグデータを扱うことに向けて、ICTを用いて大量のデータから標本調査を行って母集団の傾向を読み取る経験をさせること。

また、「D資料の活用」領域における中1，中2の今後の指導改善や新しい教育課程編成に向けて，次のことがわかった。

- ⑤ 質的データと量的データ，棒グラフとヒストグラムを区別する学習活動を充実させる必要性があること。
- ⑥ 分布を確認した上で代表値を選択する必要性を実感する学習活動を充実させる必要性があること。
- ⑦ 代表値の意味や役割，長所と短所を整理する学習活動を充実させる必要性があること。
- ⑧ 資料から統計的確率を実際に求めたり，総度数が等しい2変量の度数をそれぞれ統計的確率とみなしたりして判断・説明する学習活動を充実させる必要性があること。
- ⑨ 中1のみならず，中2でも記述統計についての学習活動を充実させる必要性があること。

(2) 今後の課題

上記(1)などを踏まえ，今後の課題として次の4つを挙げておく。

- ① 資料から統計的確率を実際に求めたり，総度数が等しい2変量の度数をそれぞれ統計的確率とみなしたりして判断・説明する学習活動を充実させる方策を検討すること。
- ② 中1のみならず，中2でも記述統計についての学習活動を充実させる方策を検討すること。
- ③ 手作業による無作為抽出とICTを用いる無作為抽出の両方を実施する授業時間を確保するための方策を検討すること。
- ④ 統計学習の出口としてのレポート作成を行うことを含めた「標本調査」単元を指導するために必要な授業時間数を検討すること。

[参考・引用文献]

- 青山和裕 (2008)「国際的な生徒参加型データの活用による新たな統計授業 : センサス@スクールプロジェクト」, 第 41 回数学教育論文発表会論文集, pp. 465-470.
- 青山和裕 (2014)「「資料の活用」領域における指導の充実に向けてー探究プロセスに関するスパイラル指導と確率との関連付けー」, 日本数学教育学会誌数学教育第 96 巻第 1 号, pp. 43-46.
- 井徳正吾 (2012)『マーケティングリサーチ 顧客のニーズを知る最も有力な手法』. すばる舎, pp. 132-134.
- 城田真琴 (2012)『ビッグデータの衝撃』, 東洋経済新聞社, pp. 27-28.
- 相馬一彦ほか 17 名 (2011)『数学の世界 3 年』, 大日本図書.
- 総務省 (2009)「公的統計の整備に関する基本的な計画」.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000011360.pdf
- 総務省 (2013)「諮問第 58 号 公的統計の整備に関する基本的な計画の変更について 「公的統計の整備に関する基本的な計画 (案)」」.
http://www5.cao.go.jp/statistics/meetings/iinkai_69/siryuu_3.pdf
- 西内啓 (2013)『統計学が最強の学問である』, ダイヤモンド社.
- 西仲則博・吉川厚 (2011)「資料の活用領域における確率判断を行う授業に関する研究」, 日本科学教育学会年会論文集 Vol. 35, pp. 103-106.
- 日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会 (2013)「大学教育の分野別室保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野」 p. 5 .
- 日本数学教育学会「資料の活用」検討 WG (2014)「新教育課程編成に向けて系統的な統計指導の提言ー義務教育段階から高等学校第 1 学年までを対象としてー」, 日本数学教育学会誌第 96 巻第 1 号, pp. 2-12.
- 深澤弘美・酒折文武・西村圭一・竹内光悦・田村義保・渡辺美智子・長崎栄三 (2010)「統計的に考える力・説明する力を育てる『科学の道具箱』」, 日本数学教育学会誌第 92 巻第 2 号, pp. 10-18.
- 藤原大樹 (2011)「第 93 回算数・数学教育研究 (神奈川) 大会公開授業 Ruler Catch～反応時間～」, 日本数学教育学会誌第 93 巻 (臨時増刊), pp. 252-253.
- 藤原大樹 (2012a)「統計的思考力の育成を目指した中 1 「資料の散らばりと代表値」の単元指導と評価に関する事例的研究」, 横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校個人研究論文集第 6 号, pp. 1-39.
- 藤原大樹 (2012b)「中 1 「資料の散らばりと代表値」における「活用」に向けた「習得」の授業の在り方」, 統計数理研究所 (2012)「統計数理研究

- 所共同研究レポート 272 統計教育実践研究第 4 巻」, pp. 98-103.
- 藤原大樹 (2012c) 「統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価」, 日本数学教育学会誌第 94 巻(臨時増刊), p. 348.
- 藤原大樹 (2012d) 「統計的問題解決過程の主體的な進展を目指した「のの字テスト」の授業の試み」, 第 45 回数学教育論文発表会論文集, pp. 311-316.
- 藤原大樹 (2013a) 「統計的思考力の育成を目指した中 1 「資料の散らばりと代表値」における生徒の探究的な姿を引き出す授業」, 横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校個人研究論文集第 7 号.
- 藤原大樹 (2013b) 「統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価(3) ～ PPDAC を意識した「のの字テスト」の実践～」, 日本数学教育学会誌第 95 巻(臨時増刊), p. 254.
- 藤原大樹 (2013c) 「中 1 「資料の散らばりと代表値」における生徒の探究的な姿を引き出す授業」, 統計数理研究所 (2013) 「統計数理研究所共同研究レポート 293 統計教育実践研究第 5 巻」, pp. 107-112.
- 藤原大樹 (2013d) 「層別によるレポートの改善を通じた「資料の傾向をとらえ説明すること」の学習評価」, 日本科学教育学会年会論文集 Vol. 37, pp. 124-127.
- 藤原大樹 (2014) 「標本調査を用いて母集団の傾向をとらえ説明する事例・3 年生」, 横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校『思考力・判断力・表現力等を育成する指導と評価Ⅳ 言語活動を通して学習意欲を高める授業事例集』, 学事出版, pp. 66-67.
- 松元新一郎 (2013) 『中学校数学科 統計指導を極める』, 明治図書.
- 松元新一郎 (2014) 「教育課程の改訂に向けた統計と確率に関わる提言」, 日本数学教育学会誌第 96 巻第 1 号, pp. 38-42.
- 文部科学省 (2008a) 『中学校学習指導要領』.
- 文部科学省 (2008b) 『中学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編』.
- 文部科学省・国立教育政策研究所 (2013a) 「平成 25 年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校数学」.
- 文部科学省・国立教育政策研究所 (2013b) 「平成 25 年度全国学力・学習状況調査報告書 質問紙調査」.
- 渡辺美智子 (2007) 「知的創造社会を支える統計的思考力の育成」, 日本数学教育学会誌第 89 巻第 7 号, pp. 29-38.
- 渡辺美智子・神田智弘 (2008) 『実践ワークショップ Excel 徹底活用 統計データ分析 改訂新版』, 秀和システム.
- サンプルファイルのダウンロードページ
<http://www.shuwasystem.co.jp/support/7980html/1932.html>

(平成 25 年 7 月 16 日 最終検索)

渡辺美智子 (2011)「科学的探究・問題解決・意思決定のプロセスを通して育成する統計的思考力」, 科学教育研究 Vol.35 No.2, pp.1-13.

渡辺美智子 (2014)「不確実性の数理と統計的問題解決力の育成一次期学習指導要領の改訂に向けてー」, 日本数学教育学会誌第 96 巻第 1 号, pp.33-37.

和田義信 (1997)『和田義信著作・講演集 4 講演集(2)考えることの教育』, 東洋館出版社, p.261.

Dani Ben-Zvi and Joan Garfield (2004) , Statistical Literacy, Reasoning and Thinking: Goals, Definitions, and Challenges. In Dani Ben-Zvi and Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*, Kluwer Academic Publishers.

Jill Vincent, Beth Price, David, Tynan, Natalie Caruso, Glenda Romeril, Gloraa Stillman and Jill Brown (2005) , *Maths World, Analysing data 10*, MACMILLAN EDUCATION AUSTRALIA PTY LTD, pp.563-572.

Wild, C. J. & Pfannkuch, M. (1999) , *Statistical Thinking in Empirical Enquiry. in International Statistical Review*, 67(3).

[参考ホームページ]

理科ねっとわーく「科学の工具箱」

<http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0530/start.html>

(平成 25 年 7 月 16 日 最終検索)

CensusAtSchool Japan「センサス@スクール」

<http://census.ism.ac.jp/cas/>

(平成 25 年 7 月 16 日 最終検索)

日本オリンピック委員会ホームページ

<http://www.joc.or.jp/>

(平成 25 年 7 月 15 日 最終検索)