

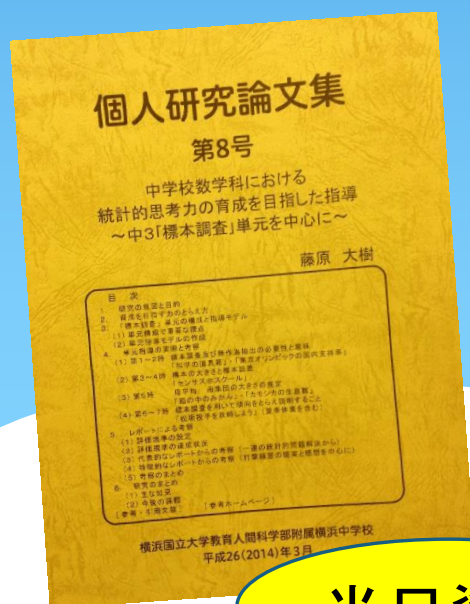
# 第96回全国算数・数学教育研究(鳥取)大会 (大会特集号p.277・個人研究論文第8号)

## 統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価(5) ～中学校3年間の「出口」としての 「標本調査」単元の在り方～

横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校

藤原 大樹

daiki-7@ynu.ac.jp



当日資料

※平成23～25年度 文部科学省「学びのイノベーション事業」実証校  
平成23～27年度 総務省「フューチャースクール推進事業」実証校  
平成26年度 文部科学省委託「ICTを活用した教育の推進に資する実証事業」実証校



# 研究の意図

- \* 中3「標本調査」単元

→中学校で統計的思考力を育成するための「出口」

- \* 現状では「指導と評価の在り方がわかりづらく、比の計算に終始している」という指摘も
- \* 次期学習指導要領改訂に向けて、3年間の統計・確率の学習の位置付けを再検討する必要性(例えば松壽, 2014).

# 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
- \* 統計的思考力  
「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」 (Dani Ben-Zvi and Joan Garfield, 2004)

# 単元構成の重要な視点

- ① 標本の**多様な抽出方法**の比較・検討 標本調査(個別)  
(無作為抽出とそれ以外の対比→無作為抽出のよさ)
- ② 関連内容との**系統性**の重視 統計(一般)  
(中1「散らばりと代表値」、中2「確率」を生かす場面)
- ③ **PPDAC**における**軽重**の置き方  
(「Plan」を重視しつつ、サイクルを広げる)
- ④ **ビッグデータの扱い**に向けた**ICT利用**  
(ExcelのRandbetween関数, statsmpl, stathistなど)

# 標本の多様な抽出方法

- \* **無作為抽出**: 確率的な偶然性をもとに抽出 (乱数)
- \* **系統抽出**: 等間隔に抽出 (10の倍数番号, 奇数)
- \* **便宜 (便利) 抽出**: 調査しやすい対象を抽出 (街角, Web)
- \* **有意抽出**: 詳しい人が対象を決めて抽出 (静岡県)
- \* **層化 (層別) 抽出**: 対象を層に分けて抽出 (年齢別, 性別)

# Are You a Data Detective?



Data detectives use PPDAC

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)

# 第1-2時 標本調査の必要性と意味





# 第1－2時 標本調査の必要性と意味

「立場によって  
「良い方法」って変  
わると思う・・・」

問題 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」とはどんな方法だろうか。

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）

- ・開催会場の半径1キロ以内に住んでいる住民(お店も含む)に調査する。  
→騒音や渋滞などの迷惑
- ・東京市民から100人をランダム(やり方問わず)に選ぶ。
- ・電話やネットで不特定多数の人に問う。  
→一人一票

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？（12班）

- ・①ランダムに抽出(電話などで調査)  
…条件にばらつきが出て結局は全体に占める割合と同じようになるかも。  
欠点 結局は偏るかもしれない
- ・②調査して抽出  
…母集団に占める男女や年齢などの条件の割合に従って同じ割合で標本を抽出する。  
欠点 どこまで細分化するかが難しい

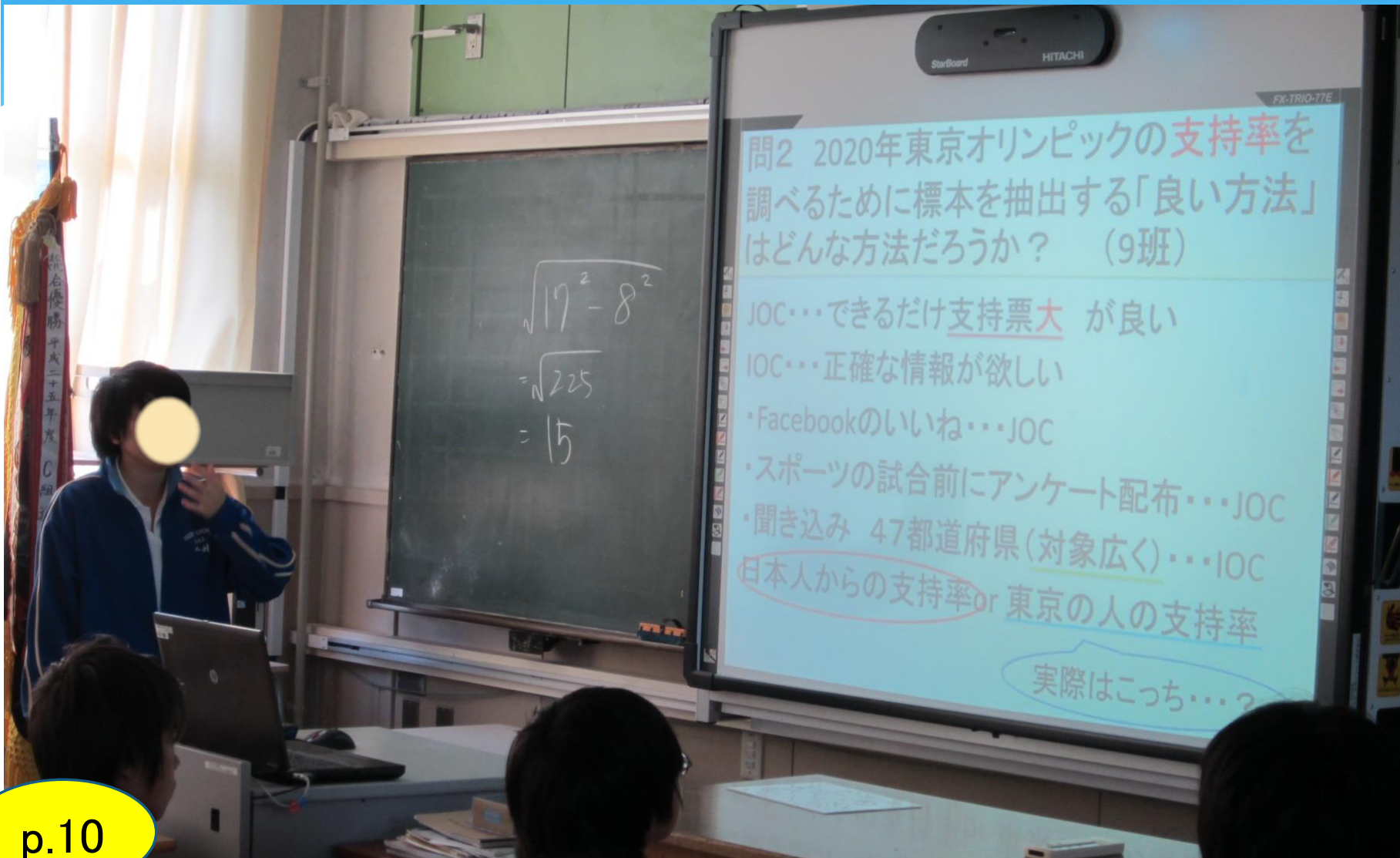
問2 2020年東京オリンピックの**支持率**を調べるために標本を抽出する「良い方法」はどんな方法だろうか？（3班）

- ・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

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）

- 署名活動・インターネット集票・街頭インタビュー・アンケートなど
- ～JOC(側)側～←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。
- ～IOC(国際)側～←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)

# 第1-2時 無作為抽出の必要性と意味



# 第1-2時 無作為抽出の必要性和意味

2020年東京五輪 標本を抽出する良い方法は?

高ぶぎは注意!!

確率の偶然性

<< IOC >> 第三者的

<< JOC >> 支持率を上げたい!!

(2) 無作為抽出

(ランダムサンプリング)  
 ・乱数サイコロ (◎)  
 ・乱数表  
 ・コンピュータ

層別抽出 (◎)

(偏りなく!!)

(1) 有意抽出

無作為に  
 (RDD方式: 電話(NHK))  
 選手集団から (日本全国を正確に)

年代別, 人口比率, 地域別

街頭インタビュー 男女別

葉書 大人のみ  
 都外で  
 専門家が平均的な地域を選ぶ

都外で  
 スポンサー会社, JOC社員, スポーツ店の客  
 イベント参加者から 若者のみ  
 Web投票(特定ページ) 大人のみ

コンビニのレジ  
 学校で

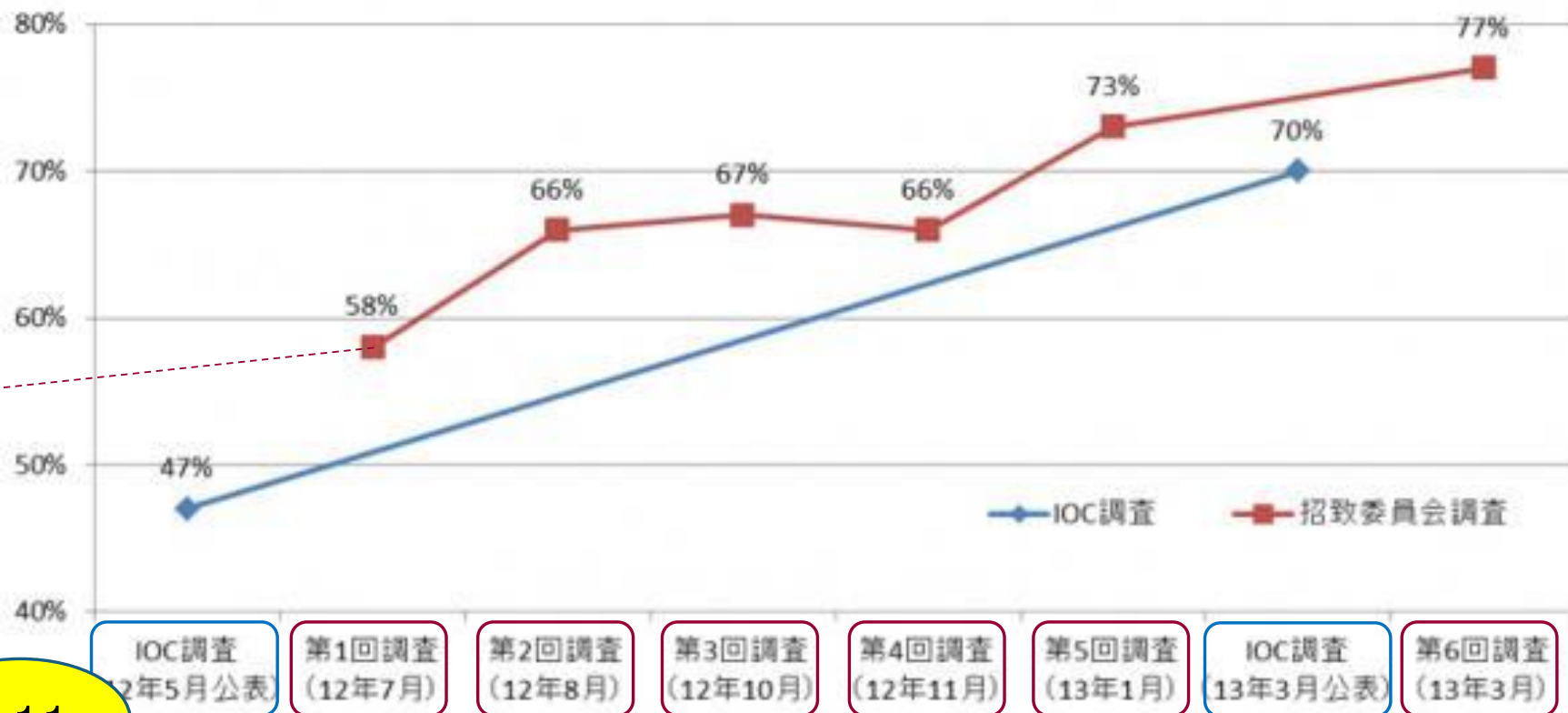
駅前アンケート用紙設置

便利抽出(△)

YES or No



# 第1-2時 無作為抽出の必要性と意味



# 第3-4時 標本の大きさと母平均



「センサス@スクール」  
神経衰弱

# 第3-4時 乱数発生→無作為抽出

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table of random numbers and a summary of sample means. The table has 11 rows and 12 columns (A-L). The first column contains numbers 1 to 10, and the second column contains numbers 1 to 10. The remaining columns contain random numbers. The summary table is located in the bottom right of the spreadsheet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
2	1	27	11	31	21	26	31	45	41	33			24	45	←母集団の大きさ			
3	2	53	12	27	22	30	32	37	42	46			31					
4	3	29	13	32	23	32	33	35	43	36			42					
5	4	42	14	27	24	25	34	21	44	34			44					
6	5	26	15	28	25	26	35	28	45	30			39					
7	6	32	16	125	26	45	36	23										
8	7	26	17	23	27	31	37	36										
9	8	28	18	33	28	27	38	42										
10	9	76	19	60	29	22	39	41										
11	10	28	20	28	30	34	40	23										
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

nは標本の大きさ	
母集団の平均値	: 35.31111
標本平均(n=5)	: 32.40000
標本平均(n=10)	: 35.50000
標本平均(n=15)	: 34.60000
標本平均(n=25)	: 32.24000
標本平均(n=35)	: 34.51
標本平均(n=45)	: 34.20

一般に

標本調査の標本の大きさが小さいと、  
標本誤差は大きくなる。

根拠

大数の法則に基づく。

# 第5時 母平均・母集団の大きさの推定

確認

- (1) A市の中学3年生(1500人)
- (2) (無作為に選ばれた)100人の  
A市の中学3年生  
大きさ…100(人)

標本調査で母平均を推定しよう。

問1 (88.925g or 89.925g)

$$(85+84+93+100+84) \div 5$$

$$= 89.2$$

標本平均なので  
標本誤差を含む!

A. 約89g  
—————  
(約90g)

問2 標本調査で母集団の大きさを推定しよう。

全体の数 : 印の数    全体    印

$$\chi : 30 = 30 : 8$$

比例式  
8χ = 900  
χ = 112.5

A. 約110頭

無作為抽出

みならず  
比が等しいと仮定する

用語の再確認

「箱の中のみかん」

「カモシカの生息数」



# 第6時 傾向をとらえ説明すること

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ッ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、なぜそのように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。	

3年 組 番 名 前 \_\_\_\_\_

### 【参考】

統計を学ぶためのサイトには、以下のものなどがあります。

- ・「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

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ホイールのモーター回転速度を調整します。フジによりマシンをお望みの高さや方向に固定できます。マシ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、マシンを垂直に設定。最速167km/h。  
 右投手の変化球の投球は、ホイールを水平にし、サイドは軸を中心にやや右へ設定。  
 右投手のカーブの投球は、右側になるよう

pp.16-18

# 第6時 傾向をとらえ説明すること

標本調査の利用 (レポート)

母集団 (膨大な松坂投手の投球データ (3321球))

標本調査 → 標本 (限られたデータ)

推定

松坂投手はどのような球種・球速を投げるのだろうか...?

打撃練習の提案

母集団から標本を抽出する方法を考えよう。

- 球種に分けてそれぞれで無 (無)
- (平均値, 最頻値...)
- 比率...

決め球のタイミング

打ちまくる

投げる確率が高い球

探す!!

7月17日

⑥ ~19:35

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ

MS Pゴシック 10 A A

B I U

フォント



**絶版**

T31

	A	B	C	D	E	H	I	J	K	L	M
1	球種名	球速	打者走者名	投手名							
2	カーブ	111	赤星 憲広	松坂 大輔							
3	カーブ	111	石本 努	松坂 大輔							
4	カーブ	112	北川 博敏	松坂 大輔							
5	カーブ	112	セギノール	松坂 大輔							
6	カーブ	112	ウッズ	松坂 大輔							
7	カーブ	112	アレックス	松坂 大輔							
8	カーブ	113	柴原 洋	松坂 大輔							
9	カーブ	113	カブレラ	松坂 大輔							
10	カーブ	113	荒木 雅博	松坂 大輔							
11	カーブ	113	坪井 智哉	松坂 大輔							
12	カーブ	114	川口 憲史	松坂 大輔							
13	カーブ	114	大村 直之	松坂 大輔							
14	カーブ	114	本間 満	松坂 大輔							
15	カーブ	114	大村 直之	松坂 大輔							
16	カーブ	114	カブレラ	松坂 大輔							
17	カーブ	114	川口 憲史	松坂 大輔							
18	カーブ	114	藤井 彰人	松坂 大輔							
19	カーブ	114	高須 洋介	松坂 大輔							
20	カーブ	114	セギノール	松坂 大輔							
21	カーブ	114	小笠原 道大	松坂 大輔							
22	カーブ	114	関本 健太郎	松坂 大輔							
23	カーブ	114	桧山 進次郎	松坂 大輔							
24	カーブ	114	福留 孝介	松坂 大輔							
25	カーブ	114	シーツ	松坂 大輔							
26	カーブ	114	フランコ	松坂 大輔							
27	カーブ	114	里崎 智也	松坂 大輔							
28	カーブ	114	李 承燁	松坂 大輔							
29	カーブ	114	ズレータ	松坂 大輔							

rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0530/contents/08.html

科学の  
道  
具  
箱

分析ストーリー ミニレクチャー トースター&スタッツと学ぶ統計 データライブラリー 統計グラフソフトを使おう

科学の道具箱とは

教材『科学の道具箱』で  
統計とデータ活用の基本を  
楽しく学んでいきましょう

統計関連用語集 確率・統計実験室

コンテンツ一覧へ テーマ一覧へ ウィンドウを閉じる ×

# 生徒が立てた計画

## ○ 活動の見通しを立てよう！

### ・母集団から標本を抽出する方法（計画）

① 母集団から無作為に抽出

↳ / 球種から同じ数ずつたいていく。(イメージとして、±全体の縮小版をつくる)

② ①から分かった球種で無作為に抽出し球速の傾向をたずぬ。

③ ①から分かった球種から無作為に抽出し球種の傾向をたずぬ。

(④ ②の球速で無作為に抽出)

### ・その方法を考えた理由

・今までの標本調査で無作為に乱数をつかって傾向をつかむというのをやっていたので今回でもつかえるのか気にするから。また、オリンピックの時の授業で「母集団の縮小版をつくる」というのがあったので

それを行うことで偏りが大きく第三者的に松坂のボールを分析できる

と思ったから。

① 球種ごとに球速を求め

- 無作為に球種の中から20個づつデータを<sup>同じ</sup>取り出す。  
そのデータをもとに棒グラフを作成し、球速をたず。
- 全データから無作為に20個データを取りだす。→その中からも棒グラフを作成し、速度をたず。

→ 比較しやすいから練習メニューも一度考える。

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

大幅に変更をした理由としては、まず全体縮小版をつくっても母集団から抽出したのと差程変化が小さいと思ったから。また球種については総対度数で割りだせると思ったから。でも第三者的に見たい気持ちは変わらないので乱数はそのまま。

# 生徒が考えた練習メニュー

練習メニュー - 決定版 (提案)

① ストレート (147 km/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147 km/h で練習したい

② チェンジアップ (125 km/h 前後)

→ ほぼ同じ速度でくるので速度は125 km/h で固定  
緩急ボールとして出やすい?!

③ スライダー (球速色々)

→ ストレートとの見分けがボールの動き<sup>だけ</sup>と分からずい??  
無作為抽出<sup>だけ</sup>で見ると傾向がつかみづらく様々な  
場合を考えて速度は決めずい

これを6:1:3くらいで行う

感想

作業全体はと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もしました。例えば標本調査で、球種で行うと球速の平均値などが差程かわらぬのに、全体で行うとかわるのか？やバーチャル試合をしたか意味があるかなどの数学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）を足して行うかただの結果は違うのか？もっと抽出数を変えたらどうなるかなど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み明けに疑問の共有&意見交換にしたいです。また、その時に他の人がやったようなサンプルの抽出方法やよく研究をするコト、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たの研究だったので  
すが、これからはもっとつかえ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TOFYのアンケートの傾向を考  
るとまや、理科の考察も考える前+は。またグラフをフックだけ  
は部分的に使うより幅が広がると思いました。

- 今後機会があれば調べてみたいこと
- 1番最適+抽出数とは?
  - 今回は100でも20抽出 1000でも20抽出というかんじ  
だったが、それでもいいのか?
  - ・いいものを抽出したらどうなるのか
  - ・球数の割合をたず



# 生徒のレポート(全体の傾向)

- \* 球種による層化無作為抽出を行う生徒が最も多い。  
(第1-2時で紹介した用語「層化抽出」を用いて記述も)
- \* 投げる確率の高い球種を1, 2種類決めた上で単純無作為抽出を行う生徒も。
- \* 球種を考慮せず全投球から単純無作為抽出を行う生徒も。
- \* 便宜抽出, 系統抽出を行う生徒はいない。
- \* 代表値としては最頻値を選ぶ生徒が最も多い。
- \* 分布の形を見ないで安易に代表値で判断する生徒も。

# 生徒のレポート(課題)

- \* 棒グラフとヒストグラムを混同する。
- \* 球速の分布を見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。

→ 中1, 中2の「D資料の活用」領域の  
指導上 & 教育課程編成上の課題

# 生徒のレポート(更なる発展)

- \* (野球に詳しい生徒) 対戦打者を右打ち/左打ちで層別したりホームランバッターかどうかで層別したりしてから球種や球速の傾向を読み取り, 練習を提案した生徒も。
- \* (詳しくない生徒) 各投球時の進塁状況のデータもあるといっそう深く分析できる, と記述した生徒も。

→PPDACの2サイクル目への可能性

# 標本調査におけるレポートの難点

- \* 標本調査の必要性  
(母集団が手元にあるため)
- \* 問題の文脈に関わる経験による有利・不利
- \* 時間がかかる。  
(無作為抽出を実施する)

# 指導の有効性

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。

# 指導改善/教育課程編成上の課題

「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。

# 今後の課題

- 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の検討
- 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の検討
- 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の検討
- 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の検討
- ⑤ 標本調査とそれ以外の方法(例えば便宜抽出)を実際に実施して、どちらが母集団の傾向をよりの確にとらえられるかを比較する授業の検討