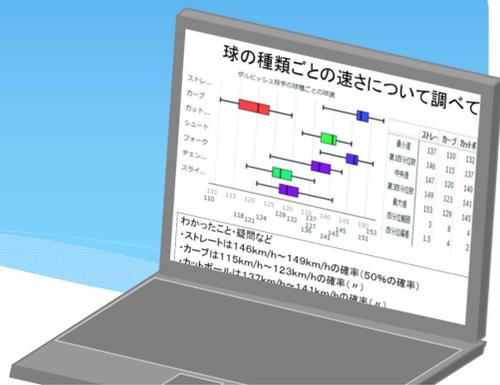


## 中学生の箱ひげ図等を用いた批判的思考

藤原 大樹

お茶の水女子大学附属中学校



## 研究の意図

### [新CSでの「Dデータの活用」の授業]

批判的思考

多面的に吟味し、よりよい  
解決や結論を見いだすこと

#### 小:統計

棒グラフ, 円グラフ, 代表値など



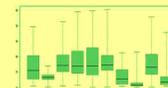
#### 中1:統計 + 確率

ヒストグラム, 相対度数など 統計的確率

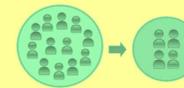


#### 中2:統計 + 確率

四分位範囲・箱ひげ図 数学的確率



#### 中3:標本調査



#### 高:推測統計



どんな活動が可能か?

## 研究の目的・方法

**目的** : 授業における箱ひげ図等を用いた生徒の批判的思考の様相を分析し, 指導への示唆を得ることとする。

- 方法** :
- ①実験授業を構想する。
  - ②実践し, 機器で記録する。
  - ③生徒の活動の記録から分析・考察する。

批判的思考

「多面的に吟味してよりよい解決や結論を見いだすこと」  
(文部科学省,2017b pp.91-92)

## PPDACサイクルの各相で期待される生徒の問い

各相	問い(▽:進める問い △:戻す問い)
Problem (問題)	▽:問題を統計的に解決するためには,どのように焦点化すればよいか? △:焦点化した問題は本当に統計的に解決できるか?
Plan (計画)	▽:どのようなデータをどのように集めればよいか? ▽:集めようとしているデータをどのように表したり,そのデータから何を求めたりすればよいか? △:集めようとしているデータで本当に問題を解決できるか?
Data (データ)	▽:データをどのように整理すればよいか? △:集めたデータで本当に問題を解決できるか? △:信頼できないデータは含まれてないか?
Analysis (分析)	▽:集めたデータをどのように表せばよいか? ▽:集めたデータから何を求めればよいか? △:分析により適切な表・グラフ・図や統計量はないか?
Conclusion (結論)	▽:どんな結論が得られるか? ▽:結論の根拠として何をいいるとよいか? ▽:結論とその根拠をどのように説明すればよいか? △:得られた結論とその根拠は妥当か? △:よりよい結論を得るためにはどうすればよいか?



## 生徒の問い(▽△)と批判的思考

各相	問い(▽:進める問い △:戻す問い)
Problem (問題)	▽:問題を統計的に解決するためには、どのように焦点化すればよいのか? △:焦点化した問題は本当に統計的に解決できるか?
Plan (計画)	▽:どのようなデータを集めるべきか? △:集めようとしているデータをどのように表したり、そのデータから何を求めたりすればよいのか? △:集めようとしているデータで本当に問題を解決できるか?
Data (データ)	▽:データをどのように整理すればよいのか? △:集めたデータで本当に問題を解決できるか? △:信頼できないデータは含まれていないか?
Analysis (分析)	▽:集めたデータをどのように表せばよいのか? △:集めたデータから何を求めればよいのか? △:分析により適切な表・グラフ・図や統計量はありますか?
Conclusion (結論)	▽:どんな結論が得られるか? ▽:結論の根拠として何を引用するとかいのか? ▽:結論とその根拠をどのように説明すればよいのか? △:得られた結論とその根拠は妥当か? △:よりよい結論を得るためにはどうすればよいのか?

- \* 「進める問い」と「戻す問い」を連動させながら、生徒は一連の批判的思考を発揮していくものと考えられる。
- \* 特に「戻す問い」とは、過程を安直に進めず、ときに躊躇しながら思慮深く多面的に検討することを促すものであり、批判的思考の特徴を色濃く表している。
- \* 本研究では、特に Conclusion(結論)の相に焦点を当てて、条件を付加して考察する批判的思考の様相を分析する。

「よりよい結論を得るために、〇〇に焦点を当てて再分析すればよいのでは・・・?」  
「よりよい提案をするために、△△の観点で層別して分析してみよう!」



## 授業で扱う問題



あなたたちはあるプロ野球チームの打撃コーチです。チームの選手たちが次の試合で相手の先発投手の投球を打てるように、実際の投球と同じような球で練習して、慣れておこうと考えています。どのような投球に対してどのように練習しておけばよいか、提案してください。

・Webサイト「科学の道具箱」(JST)

→現在は、Web版は閉鎖。DVD版からDLできる。

・藤原大樹(2014)「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年間のとしての『標本調査』単元の在り方~」, 日本数学教育学会誌第96巻(臨時増刊), p.277.

・藤原大樹(2018)「授業例12 箱ひげ図」, お茶の水女子大学附属学校園連携研究算数数学部会(編著), 『「データの活用」の授業~小中高の体系的指導で育てる統計的問題解決力』, 東洋館出版社, pp.122-127.

・藤原大樹(2018)『「単元を貫く数学的活動」でつくる中学校数学の新授業プラン』, 明治図書。(印刷中)

投球データはここから

類似の  
先行実践

教材の提案

単元の  
位置付け

配付したExcelデータ

ダルビッシュ有投手の2567球のデータ

投球番号	試合番号	選手イニング	投手投球数	打者投球数	S(ストライク)	B(ボール)	O(アウト)	球種	球速	一塁	二塁	三塁	打者左右
1	8120822	0	1	1	0	0	0	ストレート	146	0	0	0	左
2	8120822	0	2	2	0	1	0	ストレート	144	0	0	0	左
3	8120822	0	3	3	0	2	0	ストレート	143	0	0	0	左
4	8120822	0	4	4	1	2	0	ストレート	145	0	0	0	左
5	8120822	0	5	5	1	3	0	ストレート	146	0	0	0	左
6	8120822	0	7	2	0	1	1	ストレート	146	0	0	0	左
7	8120822	0	8	1	0	0	1	ストレート	148	1	0	0	左
8	8120822	0	9	1	0	0	2	シュート	147	0	1	0	左
9	8120822	0	10	2	0	1	2	ストレート	150	0	1	0	左
10	8120822	0	11	3	1	1	2	ストレート	148	0	1	0	左
11	8120822	0	12	4	2	1	2	フォーク	134	0	1	0	左
12	8120822	1	13	5	2	2	2	ストレート	149	0	1	0	左

投球番号 それぞれの投球の順に付けた番号  
試合番号 試合に付られた番号(詳しくは不明)  
選手イニング それまでに何イニング投げたか。(0~8)  
投手投球数 試合の中で何球の投球だったか。  
打者投球数 打っている打者に何球の投球だったか。  
S(ストライク) 打っている打者がそのときにいくつストライク  
B(ボール) 打っている打者がそのときにいくつボールか  
O(アウト) 打っている打者がそのときにいくつアウトか  
球種 どんな種類の投球だったか。  
球速 どんな速さ(時速)の球速だったか。  
一塁 一塁に走者が進んでいる状況だったか。  
二塁 二塁に走者が進んでいる状況だったか。  
三塁 三塁に走者が進んでいる状況だったか。  
打者左右 打者は左右のどちら利だったか。

## 授業の構想

・国立大附属中2年生、「確率」学習→導入1時間+3時間扱い

【手立て①:ICT活用】

・Excelの投球データを配付し、必要に応じて  
statist (ヒストグラムや代表値等を表示:経験済み),  
statbox (箱ひげ図や四分位数等を表示:経験無し),  
Excel (相対度数や円グラフ等:事前に教師がSheet作成)  
で分析させる。

・PowerPointのスライドを教師が準備して配付して問題を提示し、計画や分析、練習の提案をタイピングして提出させる。(グラフ貼付)



箱ひげ図等を用いた批判的思考



# 授業の構想

・国立大附属中2年生, 「確率」学習→導入1時間+3時間扱い

## 【手立て③: 授業展開】

活動1 全投球データをヒストグラム, 代表値で分析する。

第1時

教師主導

! 平均値の球速を練習しても意味がないよ。 最頻値だけでいいの? 最頻値の球速を練習すればよさそうだ。 なぜふたこぶ? 球種?

活動2 観点を決めて再分析し, 練習の提案を考える。

第2時

生徒主体

球種ごとに球速を調べよう。 多く投げる球種は? 疲れ具合で球種は変わる?

・多くの集団(量的データ)の比較→箱ひげ図

・2つの集団(質的データ)の比較→円グラフ

活動3 ペアを変えて説明, 共有する。

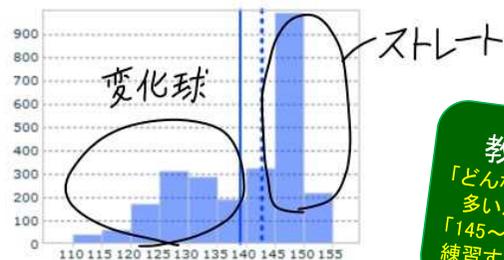
箱ひげ図等を用いた批判的思考

ペアを変えて説明, 共有する様子



## 生徒の活動(第1時) stathistのヒストグラムを貼り付け&記入

どんな球速の球を多く投げるのか?



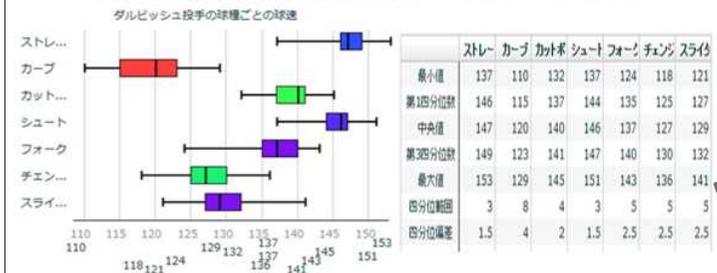
教師主導  
「どんな球速が多いんだろうね?」「145~150km/時を練習すればいい?」

わかったこと・疑問

秒速145kmから150kmの球が多い。二つの大きい山がある。ストレートの方が回数的には多い中央値、平均値はともに2つのこぶの間にある。どんな球種が多いのか?

## 生徒の活動(第2時) statboxのグラフ等を貼り付け&記入

球の種類ごとの速さについて調べてみよう

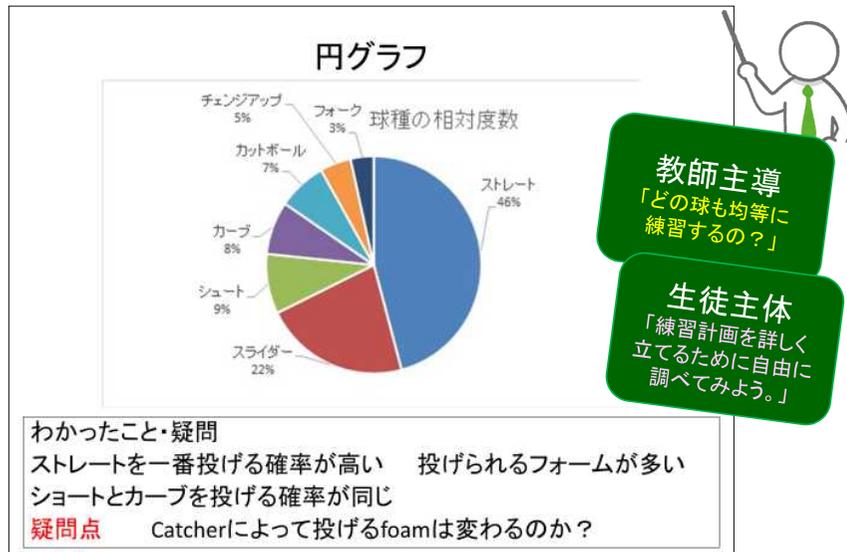


わかったこと・疑問など

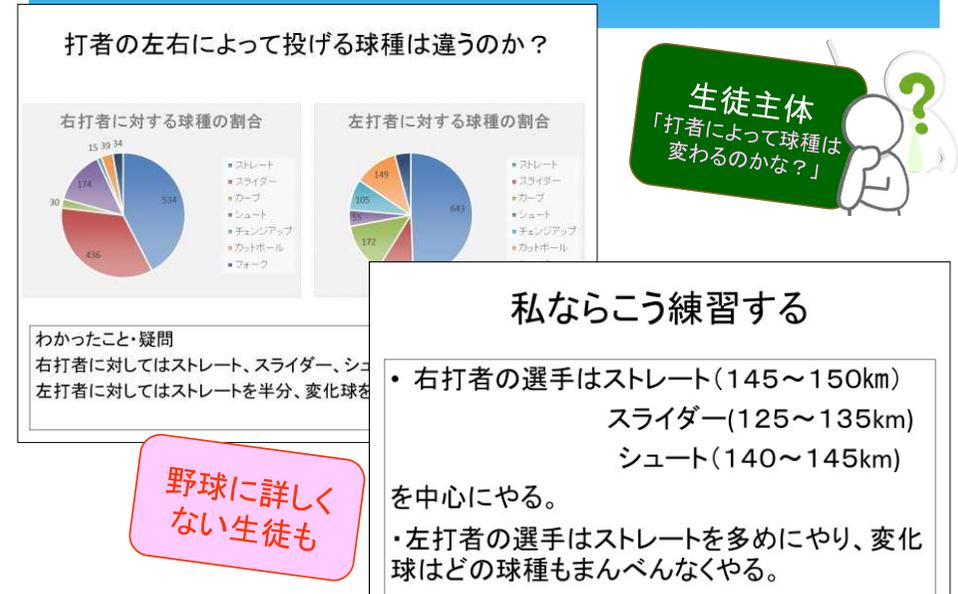
- ・ストレートは146km/h~149km/hの確率(50%の確率)
- ・カーブは115km/h~123km/hの確率(//)
- ・カットボールは137km/h~141km/hの確率(//)
- ・シュートは144km/h~147km/hの確率(//)
- ・フォークは135km/h~140km/hの確率(//)
- ・チェンジアップは125km/h~130km/hの確率(//)
- ・スライダは127km/h~132km/hの確率(//)

教師主導  
「多くの球種を比較するにはどうすればよいか?」

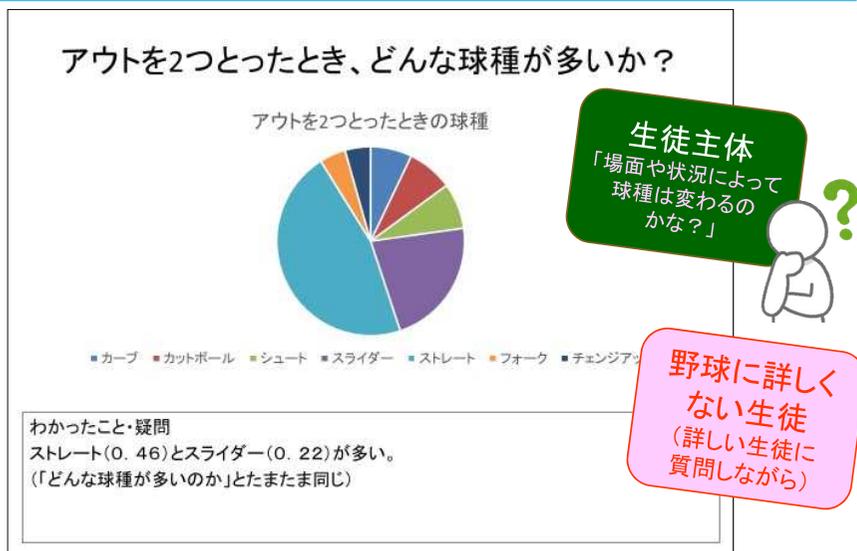
## 生徒の活動(第2時) Excelの円グラフを貼り付け&記入



## 生徒の活動(第3時) Excelの円グラフを貼り付け&記入



## 生徒の活動(第3時) Excelの円グラフ貼り付け&記入



## 「よりよい練習方法に向けてさらに必要なことは?」 (授業後「もしあれば」アンケート…83.5%記入) [ ]内:人数

- ・投球後の結果(ストライク,ヒットになったか等) [6]
- ・投球時の詳しい場面・状況 [5]
- ・打者左右による球種の割合 [3]
- ・選球パターンや特徴,好不調の波 [3]
- ・投げたコース [2] ・前の年度のデータ [2]
- ・相手の球団,相手の打者のタイプ [2]
- ・それぞれの球種の球速の最頻値[2]
- ・変化球の曲がる角度[1] ・過去の練習方法[1]

データの項目を層別したり、無いデータの項目を加えたりすれば、条件を付加した批判的思考による分析が可能であるもの。

## 生徒の感想(授業後)



「今回のテーマは箱ひげ図などのグラフのよさを一度に知ることができるとても良い機会でした。また、こんなときにはどんなグラフが必要かと言うことを考えるとき、頭の中を整理しなくてはならないので、それが苦手な私にとっては良い練習になったと思います。」

箱ひげ図のよさ、  
グラフ選択の重要性

「調べたことからまた疑問が出てくるので研究し始めたらずっとできるのだろうなと思った。〇〇さんと協力して活動できた。今まで野球の選手がどうしているかなどはわからなかったけど、今回のよくわかった。」

批判的思考による問いの連続  
(=PPDACの進展)

価値観の表出

「『記録用紙』を振り返ってみると、ボールの速さや回数などが書いてあったりメモに練習を優先するものなどを書いてあったので、練習を決めるまでの過程が一目でわかってよかったです。」

記録用紙の有効性

## 知見①: 批判的思考の様相1

実験授業から、野球に詳しくない生徒を含め、よりよい結論に向けて、条件を付加して批判的に考察する姿が多様に確認された。

- 第1, 2時 : 教師が主導し、「どんな球種が速いのか/遅いのか」「どんな球種が多いのか」という問いを誘発して、
  - ・球種ごとの球速を箱ひげ図で分析する
  - ・球種の相対度数を円グラフで分析する
 といった活動を全ての生徒が共通して行った。
- 第2, 3時 : その上で、各ペアの主体性に基づき、
  - ・打者左右による球種の相対度数を比較する
  - ・2アウト後の球種を全体と比較する
 といった活動を行っていた。
- 授業後 : 投球時の詳しい場面・状況や投球後の結果など、新たな条件を付加して分析したい旨を8割以上の生徒が記述した。



## 知見②: 批判的思考の様相2

上記の批判的思考に基づいた活動の多くに、**確率的に判断し意思決定するもの**が確認された。

現実世界の不確実な事象における意思決定で、我々は統計的考察と確率的判断を一体的に行うことが多い。実際に社会で行われる意思決定と同様のプロセスを、野球に詳しくない生徒を含めて経験させることができた。

ビジネスにおけるデータ分析の3つの局面



統計的な考察

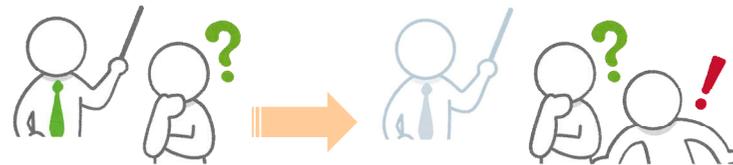
確率的な判断

James (2012) を基に  
筆者が図を作成



## 知見③: 指導への示唆1

統計的問題解決における批判的思考を促すには、**前後半で教師主導と生徒主体とに活動を分けた展開**が有効である。



- 箱ひげ図は多くの集団の簡便な比較に適していることから、**問題解決の前半**に位置付けることが適しており、その結果、後の活動の進展につなげやすい。
- なお、実験授業で確認された、箱ひげ図を確率的な判断に用いる姿は、高等学校数学科数学Ⅰの「仮説検定の考え方」(文部科学省,2018)の学習につながると推測される。

## 知見④: 指導への示唆2

統計的問題解決における批判的思考を促す授業に、**PC操作役と用紙記録役のペア学習**が有効である。

- 対話を促すとともに、それぞれの役割があり、記録用紙が一連の過程の振り返りに有効に働くことも生徒の感想から伺える。
- また、問題の文脈に詳しい生徒は、より現実的に即した批判的思考を発揮する場合と、統計的分析を必要としない「結論ありき」の活動となる場合もある。
- 一方、文脈に詳しくない生徒が得た結論がプロ野球コーチのようなものになっていなくても、授業の目標は達成できる。生徒の結論の現実性を高めるには、**詳しくない生徒が詳しい生徒に質問しやすい状況をつくる必要がある。**



## 知見⑤: 指導への示唆3

批判的思考を誘発し実現する統計の授業では**高度なICT活用能力と授業時数**が必要である。



- 実験授業では生徒の多様な問いや活動が期待され、様々なソフトを活用することが必要である。その分、生徒の作業負担が大きくなり、3時間でもスライド作成に時間が足りない姿や感想が多々確認された。
- とはいえ、グラフ作成は問題解決に重要かつ不可欠な視覚化のプロセスであるため、省くわけにはいかない。授業時数の確保が一層必要である。

**今後の課題** : 示唆を活かした実践, 学習評価

## 参考資料1

- \* 授業で配付したダルビッシュ有投手の投球データ(2567球)を筆者はWeb「科学の工具箱」からDL ※Web版は一旦閉鎖 → 現在一部公開

著作:「科学の工具箱」製作チーム

製作:国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST)

企画:「科学の工具箱」製作チーム

- \* 授業で生徒が扱った投球データは、

**DVD版**からのみDLできる。

(Web版からはDLできない。)



「理科ねっとわーく学校教育版の提供及びオンラインメディア等の郵送については今後、再開の予定はございません。」



rika-net.com/search.php?id=2#sm-1&keyword=

の無料サー IE ブックマーク

## 理科ねっぴわーく

TOPページへ

すべて

デジタル教材タイトル

画像

実験・観察動画

アニメーション

音

シミュレーション 他

すべて  
制作年度  
プラグイン  
選択してください

デジタル教材No.順  
今月の人気順

キーワード 科学の道具箱 検索

教科タイトル検索結果: 1件

### 算数・数学の資料の活用やデータの分析のための科学の道具箱

本デジタル教材は、初等中等教育における統計能力の育成を目的としたもので、身近なデータ活用・統計分析の実例紹介、実際のデータ集、データを分析・処理するためのソフトウェア、統計グラフや統計概念の学習教材等で構成される。

デジタル教材No.120

必要なプラグイン

※がついている教材は暫定的に公開しているため、正常に表示・動かない素材も含まれています。誠に申し訳ありませんが、予めご了承ください。

デジタル教材をご利用いただく際には、プラグインがインストールされている必要があります。「プラグインのダウンロード」から必要なプラグインをダウンロードし、インストールを行ってください。

Adobe Reader  
Microsoft Windows Media Player  
Adobe Flash Player  
Adobe Shockwave Player  
Java  
Viepoint Media Player  
Apple QuickTime  
XVL vXL Player  
Cortona3D Viewer(旧名:Cortona VFM4 Client)

Copyright © 2017 National Institute for Educational Policy Research All Rights Reserved.

タリビッシュ投手の投球データ (活動用) [互換モード] - Excel

球種の相対度数

水色のセルに球種のデータを貼り付けると、それぞれの相対度数を求めることができます。(グラフを作る場合は「挿入」タブの中央から選ぶ。)

球種	球種ごとの投球数	相対度数	球種	球種ごとの投球数	相対度数	球種	球種ごとの投球数	相対度数
ストレート	0	#DIV/0!	ストレート	0	#DIV/0!	ストレート	0	#DIV/0!
スライダー	0	#DIV/0!	スライダー	0	#DIV/0!	スライダー	0	#DIV/0!
カーブ	0	#DIV/0!	カーブ	0	#DIV/0!	カーブ	0	#DIV/0!
シュート	0	#DIV/0!	シュート	0	#DIV/0!	シュート	0	#DIV/0!
チェンジアップ	0	#DIV/0!	チェンジアップ	0	#DIV/0!	チェンジアップ	0	#DIV/0!
カットボール	0	#DIV/0!	カットボール	0	#DIV/0!	カットボール	0	#DIV/0!
フォーク	0	#DIV/0!	フォーク	0	#DIV/0!	フォーク	0	#DIV/0!
合計	0	#DIV/0!	合計	0	#DIV/0!	合計	0	#DIV/0!

↓球種のデータを貼り付ける

↓球種のデータを貼り付ける

↓球種のデータを貼り付ける

相手投手の投球データ 球種の相対度数 ○○の相対度数 項目の説明 投手や球種の説明

タリビッシュ投手の投球データ (活動用) [互換モード] - Excel

【タリビッシュ 投手】

日本人(父はイラン人)、大阪出身、右利き、31歳  
所属チーム  
・東北高等学校  
・北海道日本ハムファイターズ(2005 - 2011)  
(投球データはこの時期のものであるが、問題場面の直近のものである想定で扱う。)  
・テキサス・レンジャーズ(2012 - 2017)  
・ロサンゼルス・ドジャース(2017)  
・シカゴ・カブズ(2018) ※2月に6年間契約(年俸1億2600万ドル契約)

【投球(右利きの投手の場合)】

・ストレート	バックスピンをかけた速い直球
・スライダー	左に曲がる変化球
・カーブ	左に曲がって落ちる変化球
・シュート	右に曲がる変化球
・チェンジアップ	バックスピンを少しかける速い直球(変化球ともいえる)
・カットボール	ストレートの軌道から打者の手前で右に少し曲がる変化球
・フォーク	打者の手前でストンと落ちる変化球

相手投手の投球データ 球種の相対度数 ○○の相対度数 項目の説明 投手や球種の説明

## 参考資料2

- \* 授業で使用した統計ソフト
- \* statist (ヒストグラム, 代表値)
- \* statbox (箱ひげ図)  
(静岡大学松元研究室HPより  
フリーでDL可能)
- \* statsmpl (標本調査)
- \* statlook (多様な統計グラフ等)



- \* お茶の水女子大学附属学校園連携研究算数・数学部会HP
- \* ■研究成果, ■授業で役立つ統計データやワークシートなど, ■リンク集
- \* (Web「データで学ぶ 統計活用授業のための教材サイト」に松坂投手の投球データがあり。)

