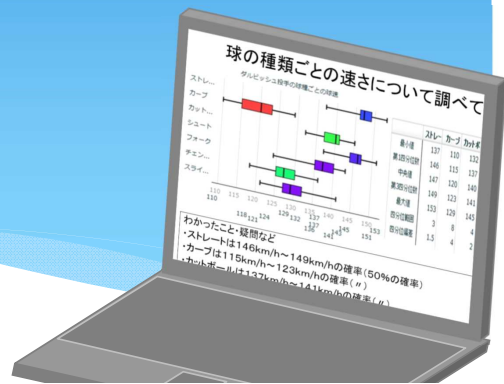


統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価(8) 一箱ひげ図などを用いて批判的に考察し 確率的に判断する授業一



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+割合

棒グラフ, 円グラフ, 代表値など



中1: 統計+確率

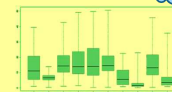
ヒストグラム, 相対度数など 統計的確率



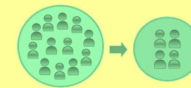
どんな活動が可能か…??

中2: 統計+確率

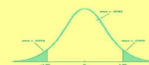
四分位範囲・箱ひげ図 数学的確率



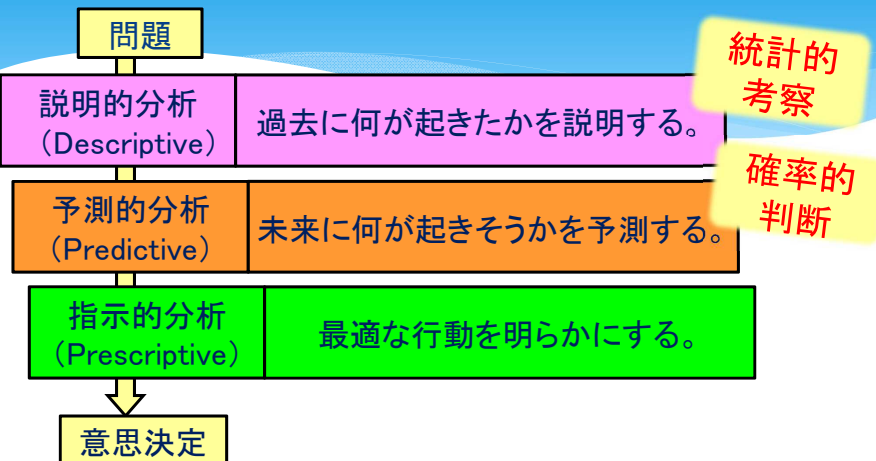
中3: 標本調査



高: 推測統計



ビジネスにおけるデータ分析の3つの局面



・丸山宏(2013)「適切なデータ分析アプローチを選択せよ」, DIAMOND「Harvard Business Review」.
http://www.dhbr.net/articles/-/1578 (平成29年8月3日最終確認) ※二次資料

・James R. Evans, (2012) "Business Analytics, The Next Frontier for Decision Sciences," Decision Science, Vol. 43, No. 2. ※一次資料

研究の目的・方法

目的 : 箱ひげ図などを用いて批判的に考察し確率的に判断する統計的問題解決の授業を構想・実践し, その成果と課題を明らかにすること

方法 : ①授業を構想して実践する。②生徒の活動をビデオカメラ, デジタルカメラで記録する。③生徒の成果物や感想への記述から成果と課題を評価する。

* 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)

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.

授業で扱う問題

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の打撃練習をピッチングマシンでし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すればよいかを監督に提案してください。

・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

授業の構想

・中2の確率の学習後(3月)に「箱ひげ図」の導入授業(1時間)

・ヒストグラム, 代表値による分析を批判的に考察→層別

・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

相対度数を
確率とみなす

・Excelの投球データを配付し, 統計ソフトで作成したグラフ等を貼り付け, PowerPointのスライドで提案する。

・批判的思考を促すため, ペアで協働的な解決(PC操作係と記録用紙記入係を分担)

※2時間扱い……

箱ひげ図等を用いた批判的な考察/確率的な判断

投球番号	試合番号	投手イニング	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	右

配付したExcelデータ

ダルビッシュ有投手
(2567球)

記録用紙

2年数学科「相手投手を攻略しよう!」

2年

記録係用ワークシート(メモ用)

自分たちのペアの思考過程がわかりやすくなるように, 何のためにどのような活動を行ったか, 記録しておきましょう。実際にやってみてうまくいかなかったことも必ず書くようにして, 「新たな疑問」や「新たな気づき」を積極的に書くようにしましょう。

時間	考えたこと, やってしたこと	時間	考えたこと, やってしたこと
	どんな球種が多いかを調べるために全投球の球速のデータをexcelにコピーして, 代表値やヒストグラムを出してみよう。		考えたこと, やってしたこと どんな球種が多いかを調べるために全投球の球速のデータをexcelにコピーして, 代表値やヒストグラムを出してみよう。
	平均値 139.2 中央値 143 最速値 147.5		1. カートボール: 139 ~ 123 km/h 2. カートボール: 137 ~ 141 km/h 3. シュート = 144 ~ 147 km/h 4. ストレート = 146 ~ 149 km/h 5. スライダ = 127 ~ 132 km/h 6. シュート = 140 ~ 129 ~ 130 km/h 7. シュート = 134.5 ~ 140 km/h
	どのくらいの速さの球が 多く投げられるかが ポイント		ヒストグラムから 相対度数 149 ~ 150 km/h の階級が最も多く 大きい。 → 149 ~ 150 km/h の 球を練習することが多い らしい。
	・双曲線 → 125 ~ 130 km/h = 最も速い → 149 ~ 150 km/h = 最も遅い		相対度数の箱ひげ図 の平均値は 149 km/h のストライク 円グラフ → スライダ カーブ = 最も多く投げられた

時間	考えたこと, やってしたこと	時間	考えたこと, やってしたこと
	円グラフから最も多い球種はスライダ → スライダ		考えたこと, やってしたこと 円グラフから最も多い球種はスライダ → スライダ
	相対度数の箱ひげ図 ・最も速い球種はスライダ ・ストライクとカーブの割合はほぼ同じ		相対度数の箱ひげ図 ・最も速い球種はスライダ ・ストライクとカーブの割合はほぼ同じ
	打者左右による球種の多さ		打者左右による球種の多さ
	どのくらいの速さの球が 多く投げられるかが ポイント		打者左右による球種の多さ
	・最も速い球種はスライダ ・ストライクとカーブの割合はほぼ同じ		打者左右による球種の多さ
	・最も速い球種はスライダ ・ストライクとカーブの割合はほぼ同じ		打者左右による球種の多さ
	・最も速い球種はスライダ ・ストライクとカーブの割合はほぼ同じ		打者左右による球種の多さ



相手投手を攻略しよう！



問題

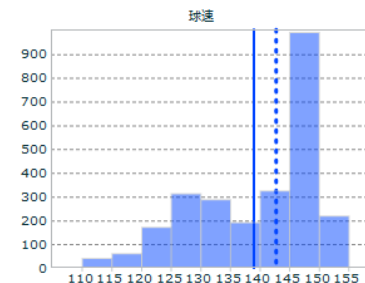
あなたたちはあるプロ野球チームの打撃コーチです。チームの選手たちが次の試合で相手の先発投手の投球を打てるように、実際の投球と同じような球の打撃練習をピッチングマシンでおこなうと考えています。

どのような投球に対してどのように練習すればよいかを監督に提案してください。

コーチ名 : 2年 組 [] & []

どんな球速の球を多く投げるのか？(赤字:提案)

階級	度数
110-115	37
115-120	57
120-125	168
125-130	309
130-135	284
135-140	188
140-145	321
145-150	988
150-155	215
計	2567
平均値	139.1
中央値	143
最頻値	147.5



平均表示 (実線)
 中央値表示 (点線)

本当にこれでよいか？

わかったこと・疑問など

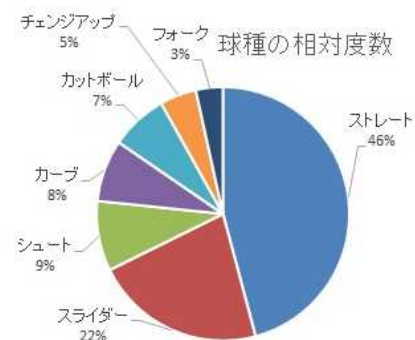
- ・時速145~150kmの投球がずば抜けて多いので、投げる確率が高い。(最頻値147.5) よって、時速145~150kmの投球ばかりを練習すればよい。
- ・平均値が139.1なので、時速139kmの球も練習した方がよい。

どのような球速の球を練習する？

- ・時速145~150kmの投球を比較的多く練習した方がよい
- ・平均はあまり関係ないので時速139kmの球はそこまで重要ではない
- ・時速145~150kmの球の次に多い140~145km, 125~130kmの球も練習した方がよい(双方型)

球種も関係するのでは？

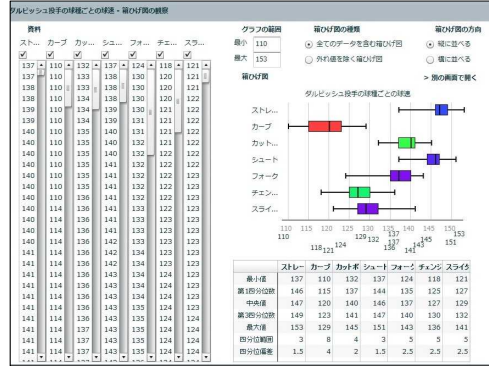
どの球種が一番多いのか調べてみよう



わかったこと・疑問など

- ・ストレートが圧倒的に多い(46%)
- ・ストレートの次にスライダーが多いが、相対度数はストレートの約半分(22%)
- ・その他の球種はどれもすごく少ない
- 主にストレートとスライダーの練習をすればいい(他のも練習するが)

各球種はどの速さが多いか調べてみよう



わかったこと・疑問など

どれも50%の確率で.....

ストレート: 146~149km/h

カーブ: 115~123km/h

カット: 137~141km/h

シュート: 144~147km/h

の球種が来る

スライダーは速さの四分位範囲が大きい!

ストレート, シュート, カットは速さの四分位範囲が小さい

フォーク: 135~140km/h

チェンジアップ: 125~130km/h

スライダー: 127~137km/h

私たちの提案

~どのような投球に対してどのように練習すればよいか~

- スライド4からストレートとスライダー圧倒的に多いことがわかったので主にストレートの練習をする

しかし.....

ストレート・スライダー以外の球種で相手が投げってくる可能性も十分あるので回数は少なくてもいいが練習する



私たちの提案

~どのような投球に対してどのように練習すればよいか~

ストレート, スライダー, シュートとカーブの練習をしたほうが良い。

ストレートは50%の確率で投げられる。また145~150kmほどで練習する。

スライダーは25%の確率で投げられる。また127~132kmほどで練習する。

シュートとカーブは12.5%の確率で投げられる。またシュートは115~123kmの速度でカーブは144~147kmで練習したらよい。



- スライド5から一番投げられてる回数の多いストレートは50%の確率で146km/h~

149km/hの投球が来るので主にそのスピードの球で練習する

- 2番目に多いスライダーは50%の確率で

127~137km/hの投球が来るので主にそのスピードの球で練習する

しかし.....

他の速さの投球が来る可能性はある!!

→約7:3で四分位範囲の速さと他の速さの練習をする

↑かんです。効率的に練習を行う時, ちょうどいい

500球練習するとすると、

200球がストレート

そのうち半分は特に多い146～149km

100球がスライダー

そのうち半分は特に多い127～132km

残り200球はその他の変化球

(特に遅いカーブなど)

私たちの提案

～どのような投球に対してどのように練習すればよいか～

スライド2～4でわかったことから...

・200球練習する場合

ストレート:100球 スライダー:40球

シュート:20球 カーブ:10球

カットボール:10球 チェンジアップ:10球

フォーク:10球

(※カーブの球数を増やして、フォークを減らしてもよい)

で、それぞれの球種ではスライド3でわかった速さの傾向から、

・50パーセントの範囲の中に入っているものを半分くらい練習

・最大値や最小値のものも練習



私ならこう練習する

- ・ ストレートが一番投げる球の速さにばらつきが少ないためストレートを徹底的に練習してストレートを確実に打てるようにする
- ・ カーブとストレートが50%の確率で137～142 km/hの速さの球を打つことができるので重点的に練習する
- ・ Catcherや天候などの色々な場合を考えて練習する
- ・ フォークなどの得意でないものより得意なストレートなどを優先的に練習する

「よりよい練習方法に向けてさらに必要なことは？」(授業後のアンケート)

・「イニングによる球種や球速の違い」

・「打者の左右による違い」

・「天気などのコンディションによる球種の違い」

・「投げる球種の順序のパターン」

・「時期による投球の傾向(特に最近)」

・「どういう球種が一番打ちづらいのか(野球についてよくわからないため)」

データの層別が可能

など

さらなる批判的思考へ...

生徒の感想

- * …一番どの速さの球を多く投げたのか、そしてどの速さからどの速さまでの球を投げたのか、箱ひげ図をひと目見ただけでわかるのでとても便利だなと思い、今後も活用していきたいと思いました。
- * 箱ひげ図はひと目ですべての種類の値を比較できるので、とても便利だと思った。

箱ひげ図のよさ

- * 球種ごとの速度の割合、1試合でそれぞれの球種が投げられる割合の2つの資料を照らし合わせながら相手投手を攻略する練習方法を考えることができ、複数の情報を比較して考えることが大切だと思った。時間が限られている中、複数の視点から考えることができたので良かった。隣の人とも上手く分担しながら協力できたからだと思う。他のグループはどのような練習方法を考えたのか気になるので、共有してみたいと思った。

批判的思考, 価値観

生徒の感想

- * 自分一人で考えるのではなくとなりの人と話し合いながら進めることで、お互いの意見の疑問点などを指摘し合いやすくて意見がより深まるなと思った。個人的にはパソコン係でずっとパソコンをしていて疲れたけど、箱ひげ図を自分たちで実際に作れたのは楽しかった。

協働 → 批判的思考

- * みんな同じデータがある中で、1つからいろいろなことを読み取って、出た疑問をまた次につなげて…とどんどん情報が増えていって、練習の計画をつくるのにとっても役立った。みんな同じデータから練習を計画をしているが、全員同じ計画になっているわけではないと思うので、みんながどのデータをどのように読み取ったのか、そしてそれを計画にどのようにつなげたのか、とても気になります！！

PPDACサイクル, 価値基準

生徒の感想

- * 箱ひげ図の“箱”部分は確率だと50%にあたると思って驚いた。また、「投球前イニング」から疲労度が変わるというのは面白かった。もし自分が左利きだったら打者左右のデータは重要だと思う。

確率的な判断, 箱ひげ図のよさ, データの層別

- * ヒストグラムで大きく飛び出していた値が箱ひげ図や円グラフを使うことで「ストレート」であったことがわかったので、グラフや図を組み合わせることで値をひも解くことができるとよくわかった。また、箱ひげ図を使うと多くのものが一度に比較できるうえ、箱部分が全体の50%で確率が同じ中での幅が違うということでも比較できると知って驚いた。ぜひグラフなどにまとめるときに使っていきたいと思います。

批判的思考, 確率的な判断, 箱ひげ図のよさ

生徒の感想

- * 野球は詳しくないのですが、球種によって色々スピードが違うのが面白かったです。…〇〇くん役割分担してしっかり取り組めたと思います。グラフの読み取りは考え方によって違いますが、客観的に言えることも数値でよくわかりました。これからは自主研やレポートづくりにも生かしたい。

文脈の理解, 価値基準, 活動の汎用性

- * 今回の授業では、数学だけではなくグラフや表を色々な視点からみたり仲間と相談したりしてCD科の力もついたと思いました。また、「箱ひげ図」という新しいグラフについて学べたのでとても勉強になりました。

批判的思考, 価値基準, 活動の汎用性

研究の成果

現実の世界の問題に対して取り組む中で、箱ひげ図等を用いて批判的に考察し確率的に判断する主体的な姿が確認されたこと。

- * 野球に詳しくない生徒を含めて、中学生なりにデータを基にして、提案をする汎用的な活動が(辛うじて)2時間の授業でできた。
- * 箱ひげ図のよさ(多くの集団の簡便比較, 50%の確率)や用い方を理解できた。箱ひげ図の箱, 四分位数, 四分位範囲に着目し, 相対度数を確率とみなして判断することは, 生徒にとって自然である。
- * 統計ソフトでのグラフ作成は生徒に驚きや楽しさを生みやすいが, 操作が苦手な生徒にはグラフの画像配付で負担軽減できる。
- * 記録用紙を用いたペアの学習は批判的思考を促す上で有効。
- * 多様な価値観に基づく批判的思考による分析, 提案があり, 共有する価値が高い。
- * 授業時数がさらに確保できれば, データをさらに層別して批判的に考察し, より深い提案ができたことと推察される。

今後の課題

- * 授業展開を改善し, 検証すること。

[視点]・バッティングの場面の映像を見せて状況の理解を助ける。

- ・批判的思考を形にするには, 3時間以上の授業時数が必要。
- ・複数のソフトを利用するため高度なICT活用能力を要する。
- ・一連の活動の途中で, ペアの役割の途中交代も検討する。
- ・さらなる批判的思考に向けて, ペア同士の交流の機会を設ける。
- ・実際のコーチの価値観とデータに基づいた分析・提案の例を知らせる。

→3時間扱い: 日本科学教育学会年会(信州大 8/17)で発表予定

藤原大樹(2018)「中学生の箱ひげ図等を用いた批判的思考」,
日本科学教育学会年会論文集42。(印刷中)

- * 本研究での検討を基に, 導入の授業を検討すること。
- * 本研究で身に付けた資質・能力の評価方法を検討すること。

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「科学の道具箱」からDL ※Web版は一旦閉鎖 → 現在一部公開

著作:「科学の道具箱」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:「科学の道具箱」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フ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。」



Excel 2016 スプレッドシート画面。タイトル「ダルビッシュ投手の投球データ (活動用)」。タブ「球種の相対度数」がアクティブ。

2行: 球種の相対度数

4行: 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	0	#DIV/0!	スライダ	0	#DIV/0!	スライダ	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!

18行: ↓球種のデータを貼り付ける

20行: ↓球種のデータを貼り付ける

22行: ↓球種のデータを貼り付ける

Excel 2016 スプレッドシート画面。タイトル「ダルビッシュ投手の投球データ (活動用)」。タブ「投手や球種の説明」がアクティブ。

2行: 【ダルビッシュ 投手】

5行: 日本人(父はイラン人)、大阪出身、右利き、31歳
所属チーム

6行: 東北高等学校

7行: 北海道日本ハムファイターズ(2005 - 2011)

8行: (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。)

9行: ・テキサス・レンジャーズ(2012 - 2017)

10行: ・ロサンゼルス・ドジャース(2017)

11行: ・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)

14行: 【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	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

参考資料2

- * 授業で使用した統計ソフト
- * stathist (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。)



統計的思考力の育成に関わる筆者の主な研究

日本数学教育学会誌 全国大会特集号

- * 2011: 神奈川 中1, 授業公開「Ruler Catch」
- * 2012: 福岡(1) 中1, 単元構成, レポート, 学習評価
- * 2013: 山梨(2) 中1, 生徒の問い, 単元構成 ※連名
- * (3) 中1, PPDACサイクル, 総合的な学習の時間への接続
- * 2014: 鳥取(4) 中1, 生徒の問いの進展, 単元構成 ※連名
- * (5) 中3, 標本調査, ICT有, 単元構成, 評価
- * 2016: 岐阜(6) 中3, 標本調査, ICT無, 簡易実験, 単元構成
- * 2017: 和歌山(7) 中1, 統計と確率, 数学的モデリング
- * 2018: 東京(8) 中2, 箱ひげ図, 確率, 批判的思考

日本科学教育学会 年会論文集

- * 2013: 三重 中1, データの層別, レポート, 学習評価
- * 2014: 埼玉 中3, 標本調査, 標本の抽出方法, レポート
- * 2018: 長野 中2, 箱ひげ図, 批判的思考(印刷中)

日本数学教育学会誌

- * 2015: (論説) PPDAC, 「計画」の相, 調査 ※連名(筆頭者)
- * 2016: (論説) PPDAC, 「分析」の相, 調査 ※連名