Title	推測統計において必要となる見方・考え方を育成する教材開発に関する研究：「インフォーマルな統計的推測（Informal Inference）」に焦点を当てて(fulltext)
Author(s)	大島,知幸
Citation	学芸大数学教育研究(29): 85-94
Issue Date	2017-06-01
URL	http://hdl.handle.net/2309/147785
Publisher	東京学芸大学数学科教育学研究室
Rights	

修士論文要約

推測統計において必要となる見方・考え方を育成する教材開発に関する研究
―「インフォーマルな統計的推測（Informal Inference）」に焦点を当てて―

大島　知幸

要　約

本研究の目的は，推測統計において必要となる見方・考え方を明らかにし，初等・中等教育段階において，その見方・考え方を育てることができるような教材を開発することである。本研究では，推測統計において必要となる見方・考え方の構成要素を特定し，それを育てるために初等・中等教育で扱うことが望まれる内容や手法と指導順序を提案した。そして，推測統計において必要となる見方・考え方を育成できるような教材を開発した。

論文の構成

1．はじめに

統計学の活用範囲は推測統計を用いて不確実性の程度を評価することにまで及び，その基本的な手法が推定と仮説検定である。そこで，高等学校卒業時までに生徒に推定と仮説検定の手法を体験させ，中等教育を終える段階までに推測統計を実際に活用できるようにさせたいと考えている。この目標を達成するためには，推測統計において必要となる見方・考え方を育てる必要がある。なぜなら，推測統計は標本データに基づいて，標本データが取られた背景全体（母集団）を推測する手法であり，確率をベースにした推定誤差の評価や誤った判断を下す誤確率の評価が重要になる（熊原・渡辺，2012，p. 15)。そのため，推測統計を用いる際には，推定によって得られた推定値と実際の値との誤差を考えて推定量について確率的に結論を出したり，事象の有意差や傾向を検定によって確率的に考察したりすることが必要となるからである。また，日本学術会議（2015）は統計学の考え方や方法論は一度学んだからといってすぐに習得できることは期待できず，初等・中等教育において段階的に統計教育を行う必要性を主張している。このことを踏まえて，筆者は，推測統計において必要となる見方・考え方を初等・中等教育を通して段階的に育てる必要があると考えた。そのような見方・考え方を育てた上で，高等学校において推定や仮説検定といった統計的推測の手法を体験させることで，生徒が社会に出た時に，推測統計を活用できるようになることが期待できると考えるからである。そこで本研究の目的を，推測統計において必要となる見方・考え方を明らかにし，初等・中等教育段階において，その見方・考え方を育てることができるような教材を開発することとする。

以上の背景と目的を踏まえ，本研究では次のような研究の方法を設定する。まず，初等・中等教育で育てる必要がある見方・考え方を明らかにするための一つの視点として，推測統計を用いた推論の際に必要となる「インフォーマルな統計的推測」に焦点を当てる。最初にインフォーマルな統計的推測の概念規定を行い，推測統計における重要性を明らかにする（第1章)。そして，推測統計において必要となる見方・考え方の構成要素を明らかにし（第2章)，それらを育てるために初等・中等教育で扱うことが望まれる統計学の内容や手法を述べる（第3章)。そして，その内容や手法を扱い，推測統計において必要となる見方・考え方を育てることができるような教材を開発する（第4章)。

2．インフォーマルな統計的推測の概念規定とその重要性

Gal（2012）は，統計学の学習を通して「インフォーマルな推測（Informal Inference)」を常に高めることが必要であると主張している。このことを踏まえ，本研究ではInformal Inferenceに焦点を当てることにした。まず，インフォーマルな統計的推測が海外の先行研究においてどのように定義され，解釈されてきたのかを述べる。例えば Zieffler et al.（2008）は，インフォーマルな統計的推測における推論には以下の3点のプロセスが含まれると述べている。

- 標本データに基づいて，母集団のあり得る特徴（例えば形状や中心）について推論すること。

- 観察された 2 つの標本データ間の差異をもとに,2 つの母集団間のあり得る差異について推論すること（つまり，ただ偶然生じたものではなく，ある影響から生じる差異なのか？)。
- ある特定の標本データ（かつ要約統計量）に，可能性のある（あるいは驚くべき）特定の期待値や主張を与えるのかどうかについて推論すること。

フォーマルな統計的推測における推論については，有意性の検定や信頼区間が含まれると述べている。そして最終的に，以下の 3 つの要素を持つものをインフォーマルな推測における推論の枠組みとしている。

- 母集団について，標本に基づいて，ただしフォーマルな統計学の手続きや方法（例えば p 値や t 検定）を用いないで，判断，主張，予測すること。
- 既習の知識（例えば，分布や平均値のような，基本的な概念についてのフォーマルな知識；特定の主張が与えられた時にある 1 つの標本は驚くべきものであるかもしれないと認識するような，推測についてのインフォーマルな知識；統計学の用語の使用）を，利用可能な範囲で取り入れたり利用したり統合したりすること。
- 母集団について標本に基づいて判断，主張，予測するための，実証に基づいた論拠をはっきり述べること。

それに加えて「この IIR の定義は，先に述べたフォーマルな統計的推測の手法を利用せず，フォーマルな統計の考え方や用語の使用を含むかもしれないし含まないかもしれない推測のプロセスとして言及していることに注意せよ。」(Zieffler et al., 2008, p. 45) と述べている。このことから Zieffler et al.（2008）は，推測統計として確立された手続きや方法（例えば p 値や t 検定）を用いないものの考え方や用語はフォーマルな，つまり推測統計で求められるものを用いながら推測することをインフォーマルな統計的推測における推論と解釈している。

また，Makar & Rubin（2009）はインフォーマルな統計的推測について,「概略を述べると，統計学におけるインフォーマルな統計的推測における推論は,（証拠となる）収集したデータをこえて広げるという確率的な一般化のプロセスであると考えられる。」(p. 83）と述べている。そして，インフォーマルな統計的推測に不可欠になると思われる 3 つの原則として図 1 の「統計的推測の考え方に対する枠組み」を挙げ，以下の 3 点がインフォーマルな統計的推測に不可欠であると述べている。

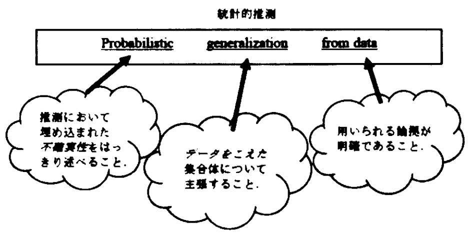

図 1 統計的推測の考え方に対する枠組み
(Makar & Rubin, 2009, p. 85)（筆者訳）

① 予測したりパラメータを推定したり結論を出したりすることを含めて一般化すること，つまり，記述されたデータをこえて広げること（「データをこえた」一般化)。
② このような一般化のためにデータを証拠として用いること（証拠としてのデータ)。
③ 得られた結論についての信頼度へインフォーマルに言及することを含めて，一般化を記述する中で確率の用語を用いること（確率の用語)。

これらのことを踏まえると，インフォーマルな統計的推測とは，確率的な一般化のプロセスを推測統計として確立された手続きや方法を用いないで行うことであると言える。そして川上（2015）は，インフォーマルな統計的推測における推論（Informal Inferential Reasoning ；IIR）を統計的推論力の育成に関する研究の今日的動向の一つとして位置づけ，「IIR とは，P 値や t 検定などのフォーマルな統計的仮説検定の手続きや方法を用いずに，不確実性を考慮しながらデータに基づいて，より広範囲な標本や母集団について一般化することを意味し，推測統計の素地的な学習活動や基礎的な能力概念として提起されている。」（p. 98）と述べている。この解釈は Zieffler et al. (2008) や Makar & Rubin (2009) の解釈と整合的で，推測統計の基礎的な能力概念として捉えるために適切であると考えられるため，本研究におけるインフォーマルな統計的推測の定義として援用する。すなわち，インフォーマルな統計的推測を「p 値や t 検定などのフォーマルな統計的仮説検定の手続きや方法を用いずに，不確実性を考慮しながらデータに基づいて，より広範囲な標本や母集団について一般化すること」と定義する。また，統計的推測においては推測したい母集団の傾向や特徴に対し，データを根拠とした文脈に依存した推論が必要であるといったことから，インフォーマルな統計的推測は推測統計を用いた推論の際にきわめて重要であると言える。

3．推測統計において必要となる見方・考え方

本研究では，Strayer & Matuszewski (2016) の事例を参考にする。なぜなら，Strayer & Matuszewski (2016) は統計的推測における仮説検定の概念的理解を育てるための 6 つのフェーズからなる方略を示し，児童生徒が統計的推測の手法として仮説検定を実際に活用することを想定している事例であると言えるからである。そして，この事例を高等学校の数学Ⅱ・B 以上である初等・中等教育の最終段階に扱うことによって，高等学校を卒業する段階までに生徒が統計的推測の手法を体験し，推測統計を実際に活用できるようになると筆者は考えた。そのため，この事例をもとに，推測統計を活用する際に求められるインフォーマルな統計的推測を特定し，推測統計において必要となる見方・考え方を明らかにする。

Strayer & Matuszewski（2016）が取り上げている事例は，「イルカと一緒に泳ぐことは確かに楽しいが，それはまた，うつ病に苦しむ患者に対して治癒力のあるものなのか？」である。6 つのフェーズは以下の通りである。実際に 18 歳から 65 歳までの 30 人のうつ病患者のデータがあり，児童生徒はそのデータをもとに，以下のように 6 つのフェーズに従って解決することになる。

1. リッチな文脈において 1 つの立場を約束すること

イルカと一緒に泳ぐことによってうつ病を和らげることができるのか，また，30 人のうつ病患者のうち 13 人のうつ病レベルが改善したが，うつ病が改善した 13 人のうち，何人がイルカと一緒に泳ぐグループに属していたと考えられるかについて，予想し，考えを共有する。

2. 考えられる仮説を述べること

この研究に対して「イルカと一緒に泳ぐ

ことでうつ病レベルが下がる。」「イルカと一緒に泳ぐことでうつ病レベルが上がる。」「イルカと一緒に泳ぐことはうつ病レベルに影響しない。」という3つの仮説を立てる。

3. 帰無仮説が正しいと仮定した時に予想される結果を述べること

帰無仮説として「イルカと一緒に泳ぐことはうつ病レベルに影響しない。」を立て，帰無仮説が正しい時にどのような実験結果が得られるのかを考える。

4. 研究結果の新しい発見

実際に改善した13人のうち10人がイルカと一緒に泳ぐグループに属しているという研究結果を知り，仮定とした帰無仮説が正しいと言えるかどうかを考える。

5. 帰無仮説の下でのシミュレーション

帰無仮説が正しいと仮定した時のシミュレーションを作る。そして，シミュレーションを実行し，帰無仮説のもとで研究結果と同じ結果が得られる確率をp値として導出すると，p値は0.012であった。

6. 結論を下すこと

「帰無仮説が正しいと信じた時，偶然による結果が得られる確率は極端に小さい。p値がとても小さいので，その結果は統計学的に有意である。これが，帰無仮説がおそらく正しくないことを意味する。それゆえ，イルカの治療法は，うつ病に対する実用的な治療法である。」とする結論を得る。

この6つのフェーズに加えて，統計的問題解決のプロセスとして一般的に知られているPPDACサイクルを考慮すると，インフォーマルな統計的推測は，次の3点を含むプロセスであると特定できる。

A) 問題状況に即して母集団についての仮説を立てること

B) 問題状況に即してデータを収集すること

C) 結論を得るために結果を適切に解釈し表現すること

そして，推測統計において必要となる見方・考え方の構成要素を次のように特定できる。まずAからは,「分布の特徴に着目して考察すること」や，その前提として「適切なグラフを用いてデータの特徴を視覚的に表現すること」が挙げられる。Bからは,「分析に適したデータは何かを考えること」,「母集団から標本を偏りなく抽出すること」,「因果の方向を想定すること」，そして,「因果関係を反映できるようなデータとは何かを考えること」である。そしてCからは,「確率モデルを用いて，不確実な事象の起こりやすさを考えること」と，その前提として「不確実な事象の起こりやすさに一定の傾向があること」，また，Aに必要な見方・考え方である「分布の特徴に着目して考察すること」に加えて,「分布から平均的な傾向をつかんだり，集団の中に潜むきわめて少数個の異質性を探ったりすること」が特定された。

4. 見方・考え方を育成するために扱うべき内容や手法

次に，特定した見方・考え方を育てるために，初等・中等教育で扱うべき統計学に関する内容や手法を明らかにした。本研究ではMoore(2007)に焦点を当てる。なぜなら,Moore(2007)の対象は大学生であるが，推定や仮説検定を扱っている身近で一般的な統計学の入門書はある程度の基本的な予備知識が必要とされているのに対して，Moore(2007)は統計学に関する内容や手法の基本的なものから

扱っている。そのため，推定や仮説検定を取り上げる段階までに学習すべき見方・考え方がどのような内容や手法によって育てられるべきかを検討する際に参考にできると考えたからである。そして，Moore (2007) をもとに，推測統計において必要となる見方・考え方を育てる際に扱うことがふさわしい内容や手法を特定した。その上で，統計学に関する内容や手法の指導順序を検討することで，推測統計において必要となる見方・考え方を段階的に育てることができると考えられる。本研究で特定した初等・中等教育において扱うべき内容や手法と指導順序は以下の通りである。各学年段階において，学習の目標となるインフォーマルな統計的推測を設定し，当該学年において，その目標を達成するために求められる推測統計に必要となる見方・考え方を育てるための統計学に関する内容や手法を扱うように設定した。

＜小学校＞

A) データを適切な表やグラフで表現し，仮説を立てることができるようにする。
- 棒グラフ
- 折れ線グラフ
- 円グラフ
- 帯グラフ
- 幹葉図
- ヒストグラム

B) 既存のデータから問題状況に適したデータを選択し収集することができるようにする。
- 問題状況に適したデータ
- 問題状況に適さないデータ

C) ヒストグラムや幹葉図を用いて外れ値を解釈し，結果を適切に表現することができるようにする。
- 幹葉図
- ヒストグラム

＜中学校第１学年＞

A) 分布の特徴に着目して仮説を立てることができるようにする。

B) ２つの事象の関係について，潜伏変数の存在の可能性を理解し，適切な因果の方向を想定してデータを収集することができるようにする。
- 潜伏変数
- 交絡

C) 四分位範囲を用いて外れ値を解釈し，結果を適切に表現することができるようにする。
- 四分位範囲を用いた外れ値の定義

＜中学校第２学年＞

A) 離散型確率モデルを用いて仮説を立てることができるようにする。
- 離散型確率モデル

B) 問題状況に即して実験を計画し，データを収集することができるようにする。

C) 確率を用いて不確実な事象を解釈し表現することができるようにする。
- 大数の法則
- 離散型確率モデル

＜中学校第３学年＞

A) 標本調査が必要な状況に対して，母集団についての仮説を立てることができるようにする。

B) 母集団から標本を偏りなく抽出することで，データを収集することができるようにする。
- 偏りがある標本
- 自発的回答による標本

- 単純無作為標本

C) 標本調査によって得られた結果から，母集団の傾向や特徴を適切に解釈し表現することができるようにする。

＜高等学校数学Ⅰ・数学A＞

A) 連続型確率モデルを用いて仮説を立てることができるようにする。

- 連続型確率モデル

B) 無作為化比較実験を用いて，適切にデータを収集することができるようにする。

- 交絡を避けていない実験
- 無作為化比較実験
- マッチドペア法

C) 連続型確率モデルを用いて，結果を適切に解釈し表現できるようにする。

- 68-95-99.7の法則
- 正規比率の導出
- 連続型確率モデル

5. 具体的な教材の開発と教材の価値

本研究で開発した教材は次の通りである。カッコは，各教材を扱う学年段階として想定される段階を記した。

- 「熱中症対策」(小①)
- 「高速道路での燃料切れ」(小②)
- 「除雪機械の配置」(中1①)
- 「カフェインと心臓病の関係」(中1②)
- 「スタンプラリー」(中2)
- 「電球の寿命」(中3)
- 「身長制限」(数学Ⅰ①)
- 「大阪は東京より暑い」(数学Ⅰ②)
- 「ジュースの製造」(数学A)

本稿では「熱中症対策」「ジュースの製造」の2つの教材について取り上げる。まず,「熱中症対策」の問題は以下の通りである。

次の表は，大阪府における2016年4月25日から9月11日までの期間における週ごとの熱中症による搬送人員数をまとめたものである（大阪府，2016)。

熱中症による搬送人員数	人数
4/25～5/1	9
5/2～5/8	20
…（省略）…	
9/4～9/11	83

熱中症による搬送人員はどのような時に多くなるか。また，このデータをもとに，身の回りの人に熱中症への注意を呼びかけるには，どのようなことを呼びかけたらよいか。

表1　各学年段階で扱うことが望まれる教材とその位置づけ

	小学校	中学校1学年	中学校2学年	中学校3学年	高校数学Ⅰ・A
A	●熱中症対策	●除雪機械の配置	●スタンプラリー	●電球の寿命	●ジュースの製造
B	●熱中症対策 ●高速道路での燃料切れ	●カフェインと心臓病の関係	●スタンプラリー	●電球の寿命	●大阪は東京より暑い
C	●高速道路での燃料切れ	●除雪機械の配置	●スタンプラリー	●電球の寿命	●身長制限 ●ジュースの製造

この教材のねらいは，以下の通りである。

- データを適切な表やグラフで表現し，仮説を立てることができるようにする。
- 既存のデータから問題状況に適したデータを選択し収集できるようにする。

これらのねらいに対して，具体的に次のような解決過程が想定される。

まず，この問題で提示されたデータから，熱中症による搬送人員を分かりやすく表現するために搬送人員のデータのグラフを作ることを考える。搬送人員のデータは時系列データであることから，折れ線グラフで搬送人員のデータを表現することを考える。図 2 は，大阪府における 2016 年の週ごとの熱中症による搬送人員数を折れ線グラフにしたものである。図 2から分かるように，熱中症による搬送人員数は，6 月下旬から急上昇し，7 月 4 日～10 日の期間で最大(564 人)を記録した。一般的に暑さが厳しくなる印象が強いのは 7 月下旬～8 月であるため，暑さが厳しいと熱中症になりやすくなると感じている児童は，このグラフを実感に合わないと感じることが想定される。

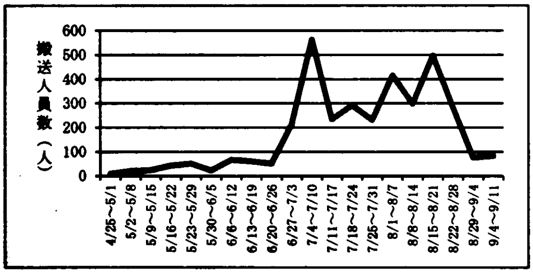

図 2　熱中症による搬送人員数の推移

また，児童にとって暑さを評価する指標として，最もなじみのある指標が気温であると考えられる。そのため，「実際には気温も搬送人員と同様に，7 月上旬にピークを迎えるように変化しているのではないか」「季節の変わり目などで，気温が急激に高くなる時に多くなるのではないか」というような仮説を立てることが想定される。

次に，実際にデータを収集する段階に入る。直前に立てた仮説から児童が日ごとの最高気温のデータの必要性を考え，データを気象庁の Web ページから収集する。そして児童は，傾向や特徴をよみとりやすくするために，日ごとの最高気温のデータが時系列データであることを考慮して折れ線グラフにしようとすることが想定される。図 3は大阪府の日ごとの最高気温を折れ線グラフにしたものである。

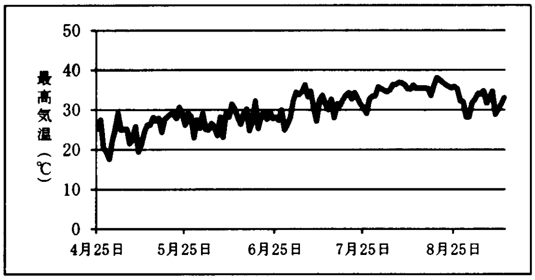

図 3　大阪府の日ごとの最高気温の推移

図 3から分かるように，7 月上旬での最高気温の変化の様子は，30℃未満から 35℃付近に急激に高くなったことがよみとれる。そのため，この時期には最高気温の変化が最も大きかったことに加えて，身体が夏の暑さに順応していない季節の変わり目であったことも考えられ，このことが搬送人員の増加の理由の 1 つとして考えられる。そして，熱中症への注意を呼びかけるには，「最高気温が前日よりも大幅に高くなる時に熱中症患者が急増すること」や「夏の暑さに身体が順応していない季節の変わり目に熱中症患者が急増すること」を呼びかけるのが良いと児童が結果を解釈し結論を出すことが想定される。

2 つ目に「ジュースの製造」の教材を取り上げる。問題は以下の通りである。

> 500mL のオレンジジュースを作る製造工場がある。しかし，稼働中のジュースの製造機械は実際にジュースをちょうど 500mL で製造することはできず，製造されるジュースは $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されている。また，499mL 未満あるいは 501mL 超のジュースを不良品として処分しなければならない。
>
> 今，499mL 未満となる不良品が，連続して 3 個出てしまった。あなたが工場長だったら，この製造機械を稼働させ続けるか，それとも，機械の故障を疑って稼働を停止させるか。

この教材のねらいは，以下の通りである。

- 連続型確率モデルを用いて仮説を立てることができるようになる。
- 連続型確率モデルを用いて確率的に推論し，結論を適切に解釈し表現することができるようになる。

これらのねらいに対して，具体的に次のような解決過程が想定される。

この問題は最終的に，ジュースの製造機械を稼働させ続けても良いか，それとも稼働を停止させるべきなのかを判断しなければならない。そして，その判断基準は，ジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されているかどうかである。なぜなら，もしジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されていれば，機械は正常であると判断して稼働させ続け，$N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されていないようであれば，機械が故障していると判断して稼働を停止させることになるからである。そこで，製造機械が正常に稼働している，すなわち，ジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されている時に 499mL 未満となる不良品が連続して 3 個出てしまうのが，どれくらいの確率で起こり得るのかを考える必要がある。そしてその確率を求めるためには，この工場でオレンジジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されており，この製造機械が故障していないことが前提となる。そのため生徒は，連続型確率モデルを用いて，オレンジジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されており，製造機械が故障していないという仮説を立てることになる。

この仮説のもとで，499mL 未満である不良品が 3 個連続して製造される確率を求める。先に提案した指導順序に基づいて，生徒は正規比率の導出方法について既に学んでいることを想定し，499mL 未満の不良品が製造される確率を求めると，1 個あたり 0.0228 であることが分かる。このような不良品が 3 回連続して製造される確率なので，独立な試行の確率を求める場合と考えて，確率は $0.0228^3 \fallingdotseq 0.00001185$ となる。すなわち，オレンジジュースが $N(500,\ 0.5^2)$ の正規分布に従うように製造されているという仮説が正しいと仮定した時に，499mL 未満の不良品が 3 個連続して製造される確率は 0.00001185 であるという結果になった。

このように，0.00001185 という非常に小さい確率で起こる事象が起きたことになる。そのため生徒は，製造機械が故障していなければ不良品が 3 個連続して製造されることはめったに起きることではないと解釈することが想定される。そのため，機械の故障を疑って稼働を停止させた方が良いという表現によって結論が導き出されると想定される。

6．研究のまとめと今後の課題

本研究の目的は，推測統計において必要となる見方・考え方を明らかにし，初等・中等教育段階において，その見方・考え方を育てることができるような教材を開発することであった。本研究ではインフォーマルな統計的推測を「p 値や t 検定などのフォーマルな統計的仮説検定の手続きや方法を用いずに，不確実性を考慮しながらデータに基づいて，より広範囲な標本や母集団について一般化すること」と定義し，そのプロセスとして「問題状況に即して母集団についての仮説を立てること」「問題状況に即してデータを収集すること」「結論を得るために結果を適切に表現し解釈すること」の3点を特定した。また，この3点をもとに，推測統計において必要となる見方・考え方の構成要素と，その育成段階を明らかにした。そして，その見方・考え方を育成するために各学年段階で扱うことが望まれる統計学に関する内容や手法を特定し，その指導順序について述べた。最後に，その指導順序に従って，初等・中等教育段階を通して推測統計に必要となる見方・考え方を育てることができるような教材を開発した。

今後の課題は以下の3点である。1点目は，統計学に関する内容や手法を扱う算数科・数学科のカリキュラムを，より精緻化して提案することである。2点目は，児童生徒が本研究で開発した教材を通して見方・考え方を育成することに対する，評価方法を検討することである。3点目は，本研究で開発した教材をもとに，授業を実践することである。

引用・参考文献

Gal, I.，青山和裕訳(2012)，「統計リテラシーのこれから―その教育と評価への挑戦―」，『日本数学教育学会誌』第94巻第5号，pp. 2-10.

Makar, K. & Rubin, A. (2009), "A Framework for Thinking about Informal Statistical Inference", *Statistics Education Research Journal*, Vol. 8(No. 1), pp. 82-105.

Moore, D. S. (2007), *The Basic Practice of Statistics Fourth Edition*, W. H. Freeman and Company.

Strayer, J. & Matuszewski, A. (2016), "Statistical Literacy : Simulations with Dolphins", *Mathematics Teacher*, Vol. 109(No. 8), pp. 606-611.

Zieffler, A., et al. (2008), "A Framework to Support Research on Informal Inferential Reasoning", *Statistics Education Research Journal*, Vol. 7(No. 2), pp. 40-58.

川上貴(2015)，「統計的推論力の育成に関する世界的な研究動向の一考察―ICOTS9の発表論文から―」，『統計教育実践研究』第7巻（統計数理研究所共同研究リポート355)，pp. 97-100.

熊原啓作・渡辺美智子(2012)，『身近な統計』，放送大学教育振興会.

日本学術会議数理科学委員会統計学分野の参照基準検討分科会(2015)，報告『大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準　統計学分野』.

（おおしま　ともゆき
東京農業大学第二高等学校
〒370-0864 群馬県高崎市石原町3430番地）