

観察できなかつた種数の推定： **想定外**を科学する1歩

島谷健一郎(統計数理研究所)

想定外に対して統計学が貢献できる一例



2011年3月



観察できなかった種数の推定： **想定外**を科学する1歩

島谷健一郎(統計数理研究所)

想定外に対して統計学が貢献できる一例



2011年3月、こんなことを思いませんでしたか？



1. 「想定外」でした：醜い言い訳
2. 想定外に対処できる人になりたい

観察できなかつた種数の推定： **想定外**を科学する1歩

島谷健一郎(統計数理研究所)

想定外に対して統計学が貢献できる一例



2011年3月、こんなことを思いませんでしたか？



1. 「想定外」でした：醜い言い訳
2. 想定外に対処できる人になりたい
3. 科学者は想定外に何ができる？

巨大防潮堤の設計や建設？



絶対安全な原発？

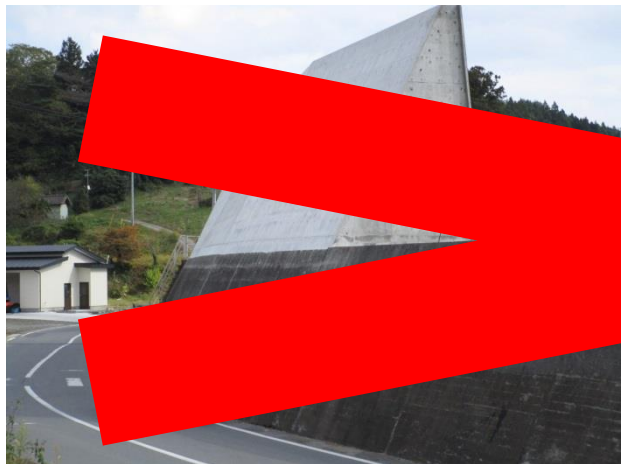


2011年3月、こんなことを思いませんでしたか？



1. 「想定外」でした: 醜い言い訳
2. 想定外に対処できる人になりたい
3. 科学者は想定外に何ができる？

巨大防潮堤の設計や建設?



絶対安全な原発?



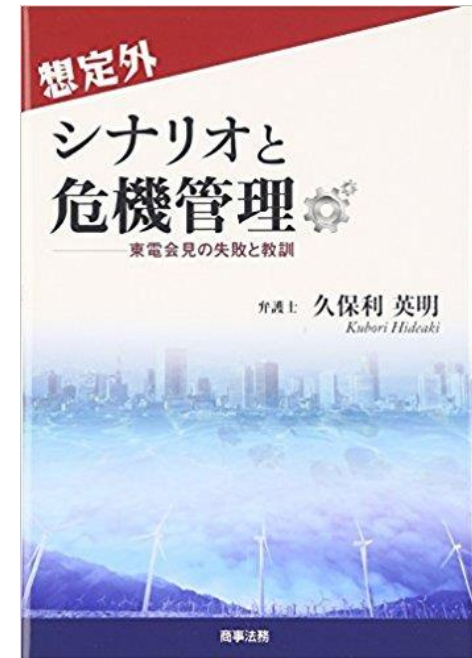
2011年3月、こんなことを思いませんでしたか？



1. 「想定外」でした: 醜い言い訳
2. 想定外に対処できる人になりたい
3. 科学者は想定外に何ができる？

想定外を科学したい

と思った人も多いはず



1. 「想定外」でした: 醜い言い訳
2. 想定外に対処できる人になりたい
3. 科学者は想定外に何ができる？

想定外＝過去にない（経験知なし、データなし）

理論作れない、統計できない

>> 予測不能... ? 科学は無力?

想定外＝過去にない（**経験知なし、データなし**）

理論作れない、統計できない

>> 予測不能...? 科学は無力?

もちろん想定外の中身はわからない

しかし、（仮定を設けることで）**予測可能な想定外**がある

例： **生物群集の調査**

絶対観察できなかつた（発見に失敗した）**種**がある

真の種数は？

想定外＝過去にない（**経験知なし、データなし**）

理論作れない、統計できない

>> 予測不能...? 科学は無力?

もちろん想定外の中身はわからない

しかし、（仮定を設けることで）**予測可能な想定外**がある

例： **生物群集の調査**

絶対観察できなかつた（発見に失敗した）**種**がある

真の種数は？

もう少し頑張ったらどのくらい観察種数は増やせる？

想定外＝過去にない（**経験知なし、データなし**）

理論作れない、統計できない

>> 予測不能...? 科学は無力?

もちろん**想定外の中身はわからない**

しかし、（仮定を設けることで）**予測可能な想定外**がある

例：生物群集の調査

絶対**観察できなかつた**（発見に失敗した）種がある

真の種数は？

もう少し頑張ったらどのくらい**観察種数は増やせる？**

注：問題を取り違えないでください

観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

もしこれが可能だったら

観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

もしこれが可能だったら



ニホンカワウソの生息がわかる?!

観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

もしこれが可能だったら



ニホンカワウソの生息がわかる?!

マンモスの生残もわかる...かも?!



観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

もしこれが可能だったら

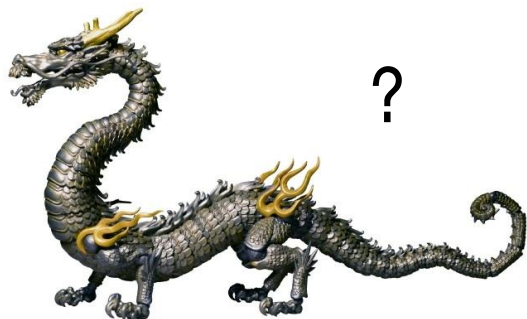


ニホンカワウソの生息がわかる?!

マンモスの生残もわかる...かも?!



こんな動物の可能性もわかってしまう?!



?



?



?

観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

しかし、**仮定**を設けることで**今取れるデータ**から

推定可能なものがある

例：**真の種数**

観察されなかった種のリスト作成は無理(アタリマエ)

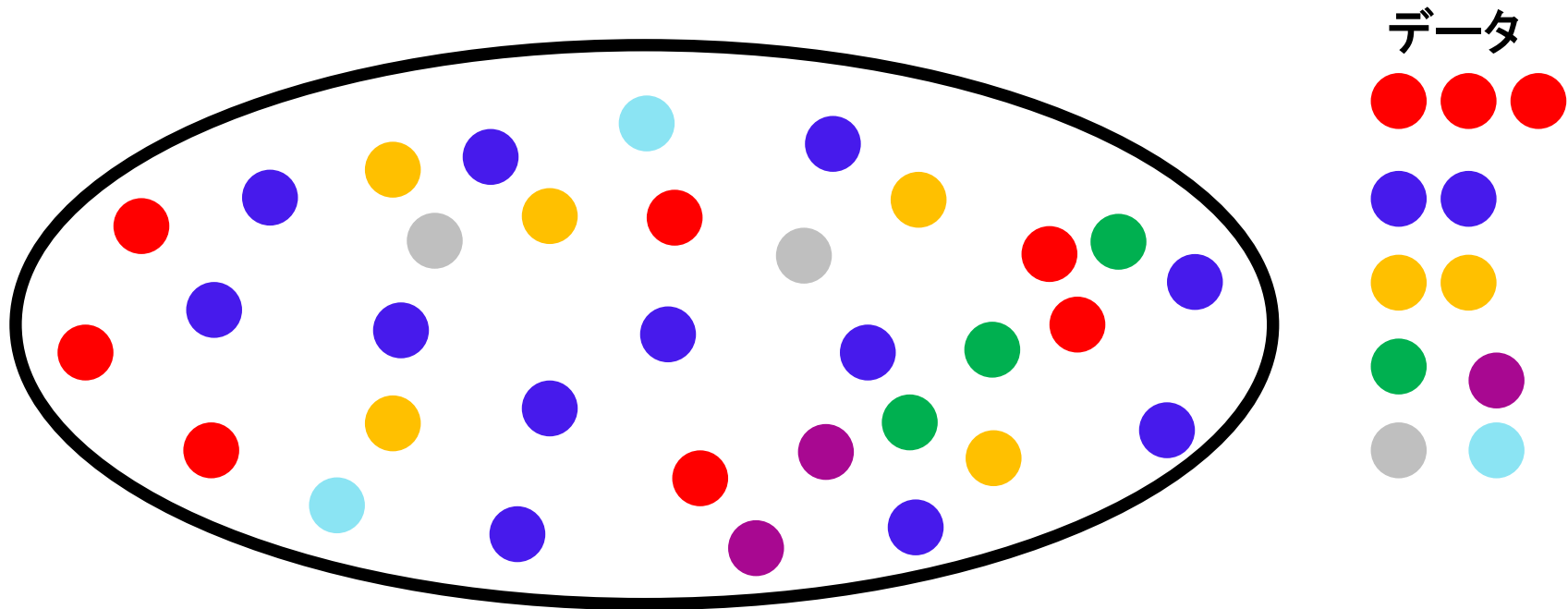
しかし、**仮定**を設けることで**今取れるデータ**から

推定可能なものがある

例：**真の種数**

どうやって推定するか？

仮定：個体の観察：袋の中からランダムに玉を取る
のと同じ仕組み



仮定:袋の中からランダムに玉を取るのと同じ仕組み

.....

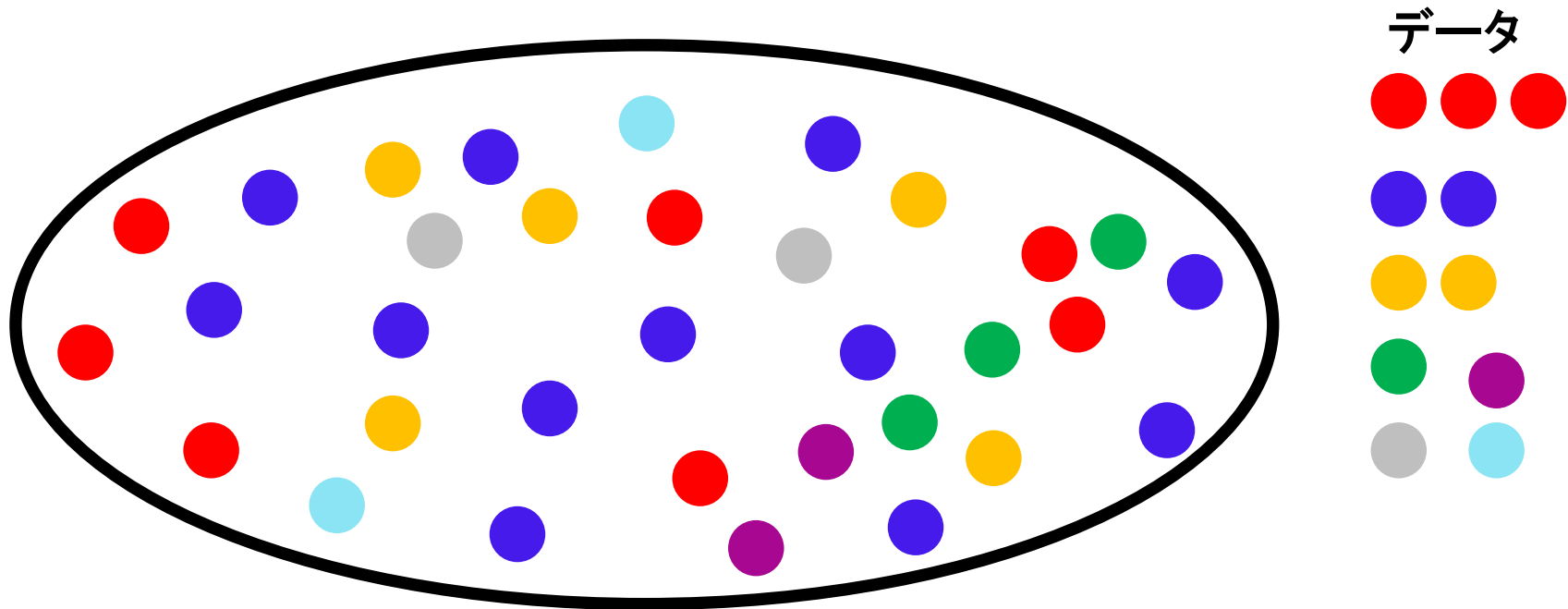
10個体観察できた種の数: 0

.....

3個体観察できた種の数: 1

2個体観察できた種の数: 2

1個体観察できた種の数: 4



仮定:袋の中からランダムに玉を取るのと同じ仕組み

.....

10個体観察できた種の数: 0

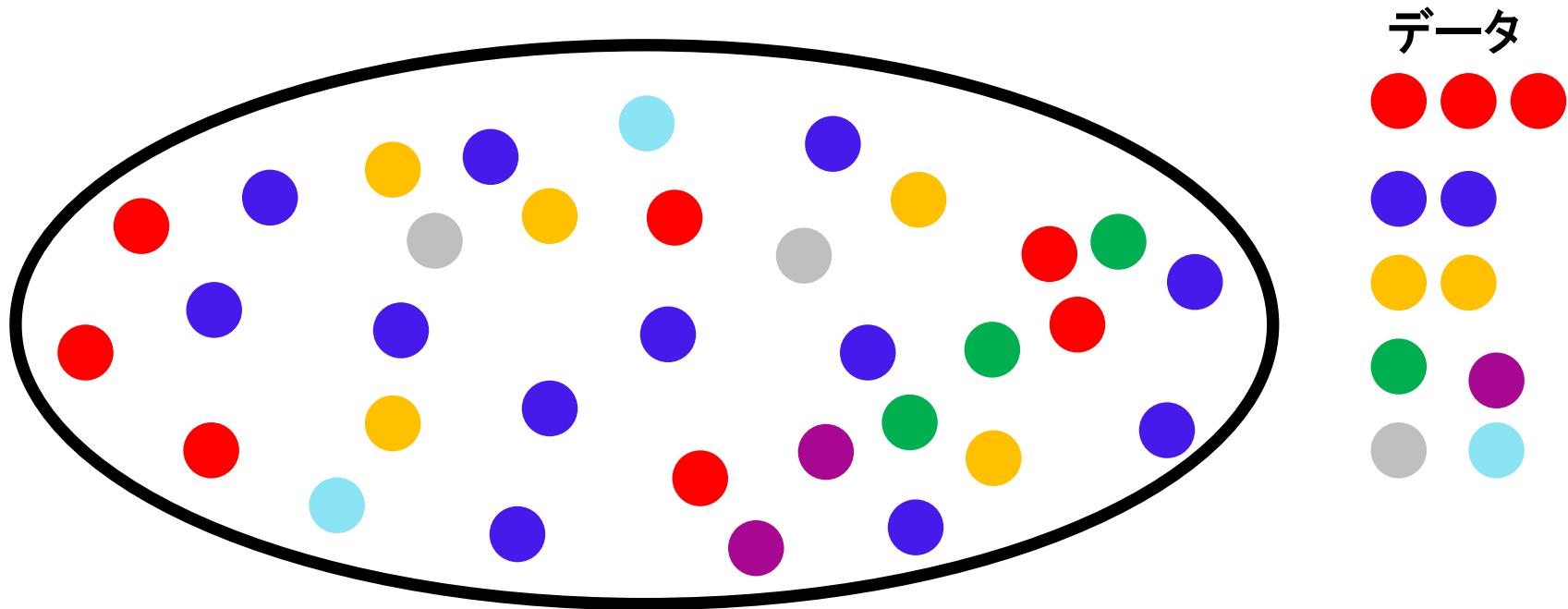
.....

3個体観察できた種の数: 1

2個体観察できた種の数: 2

1個体観察できた種の数: 4

0個体観察できた種の数 = 観察できなかった種数



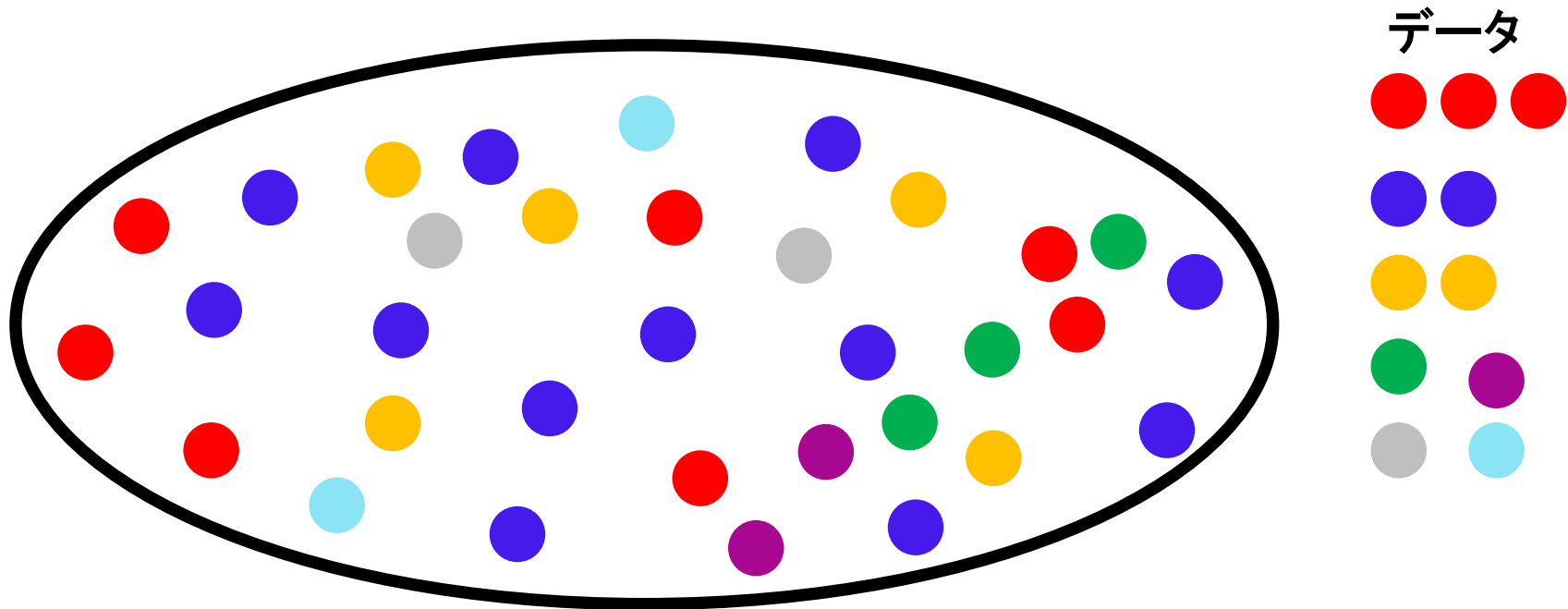
仮定: 袋の中からランダムに玉を取るのと同じ仕組み

.....
 10個体観察できた種の数: 0

3個体観察できた種の数: 1
 2個体観察できた種の数: 2
 1個体観察できた種の数: 4

0個体観察できた種の数 = **観察できなかつた種数**

1. 仮定から関係式(理論)を作る
 2. 理論値を観察値(データ)で代用
- >> 0個体観察できた種の数、1個体、2個体から推定できる



仮定: 袋の中からランダムに玉を取るのと同じ仕組み

.....
 10個体観察できた種の数: 0

3個体観察できた種の数: 1
 2個体観察できた種の数: 2
 1個体観察できた種の数: 4

観察できなかった種数 \geq

1. 仮定から関係式(理論)を作る
2. 理論値を観察値(データ)で代用
 >> 0個体観察できた種の数、1個体、2個体から推定できる

$$\frac{(1\text{個体観察できた種の数})^2}{2 \times (2\text{個体観察できた種の数})}$$

同じようにして、例えば

観察された種で全体の何%を把握できているのか?

わからない... 不安...

あと何個体調べたら全体の90%に達するか?

等々も推定できる

仮定: 袋の中からランダムに玉を取るのと同じ仕組み

.....

10個体観察できた種の数: 0

.....

3個体観察できた種の数: 1

2個体観察できた種の数: 2

1個体観察できた種の数: 4

1. 仮定から関係式(理論)を作る

2. 理論値を観察値(データ)で代用

>> 0個体観察できた種の数、1
個体、2個体から推定できる

$(1\text{個体観察できた種の数})^2$

観察できなかつた種数 \geq

$\frac{\quad}{2 \times (2\text{個体観察できた種の数})}$

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が
統計学にはある

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が
統計学にはある

問題がありました！

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が
統計学にはある

問題がありました！

これは夢でなく現実です

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が
統計学にはある

問題がありました！

これは夢でなく現実です

もう一つの問題:

今日の話は台湾の Chao さん(や古く第2次大戦中のTuring)らの業績です(私の研究成果ではありません)

様々な分野へ応用可能

一例: 事故

1回しか起こっていない事故、2回しか起こっていない事故から、まだ起こっていない事故がどのくらいあるか予測

肝心なところ

1. どんな**仮定**が適切か？
2. どんな**データ**が収集可能か？



(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が **統計学**にはある

想定外を統計学で科学するために必要な知識:

2. 高校までの数学、受験数学

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が **統計学**にはある

想定外を統計学で科学するために必要な知識:

2. 高校までの数学、受験数学

1. **現場**: 対象を知る

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が **統計学**にはある

想定外を統計学で科学するために必要な知識:

2. 高校までの数学、受験数学

1. **現場**: 対象を知る

3. **統計的思考**

3.1 **集団**的思考 (集団の中の個体は多様)

3.2 **帰納推論** (原因>結果 でなく、結果(データ)から原因)

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が **統計学**にはある

想定外を統計学で科学するために必要な知識:

2. 高校までの数学、受験数学

1. **現場**: 対象を知る

3. **統計的思考**

3.1 **集団**的思考 (集団の中の個体は多様)

3.2 **帰納推論** (原因>結果 でなく、結果(データ)から原因)

∞. (若いときに無理して学ぶ必要ない)

▪ 「平均が等しい検定」のような**用途の限られた**統計

▪ **パソコン**ソフトの使い方(年とってからでも学べる)

▪ **計算**力、計算技術

(**仮定**を置くことで**データ**から)推定可能な想定外が
統計学にはある

これは夢でなく現実です

必要なもの

1. 現場
2. 高校数学、受験数学
3. 統計的思考（集团的思考、帰納推論）



2011年3月

- ・想定外に冷静に対処する
- ・科学者にできることがある

