

統計処理の手法と調査研究の進め方

岸 学

(東京学芸大学名誉教授・教育インキュベーションセンター共同研究員)

manabu@u-gakugei.ac.jp

<https://kishilab.sakura.ne.jp/wb/>

研究の進め方

Manabu
KISHI

明らかにしたい
問題やテーマは？

- ・学習意欲は向上したか？
- ・学習意欲の様子はどうか？

データ・情報の集め
方を考える

定量的にとらえる(量的データ)
例: 学習意欲調査
学習意欲尺度 など

定性的にとらえる(質的データ)
例: 面接、発話プロトコル、
観察記録 など

集める手段や道具
は大丈夫か？

調査や尺度は信用できるか？
⇒信頼性の検討
⇒妥当性の検討

面接や観察は
きちんと行われているか？
⇒信憑性の確認

データを分析する

データの分析
記述統計、推測統計、
多変量解析 など

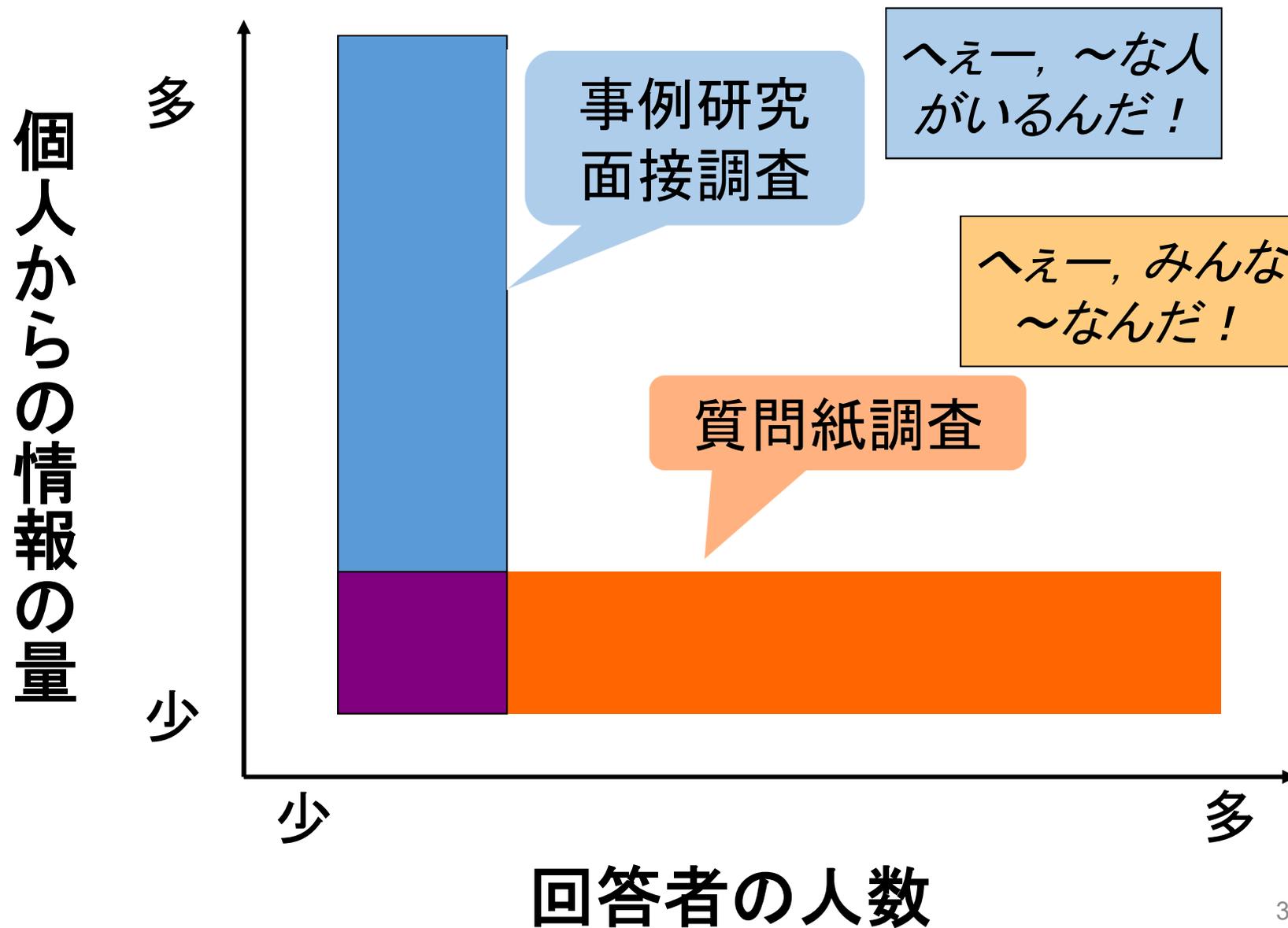
データの分析
行動のカテゴリー化 発話のプロトコ
ル分析 グランデッドセオリーアプ
ローチ(GTA) SCAT など

両方の情報を統合し
て評価する

考察と結論
⇒学習意欲は向上した
⇒ 学年差が大きかった など

研究の方向づけ

Manabu
KISHI



データのとりかたが大事です

Manabu
KISHI

- ・自然科学 vs. 社会・人間科学 ⇒ 測定する概念と測定方法・単位 (cm,kg など) とが対応するかどうか, の違い
- ・量的データ=分析・説明のしやすさ vs. 質的データ=情報のreality
どちらを重視するか?? の問題

例：学習意欲の変化を知るためにその様相をとらえるには？

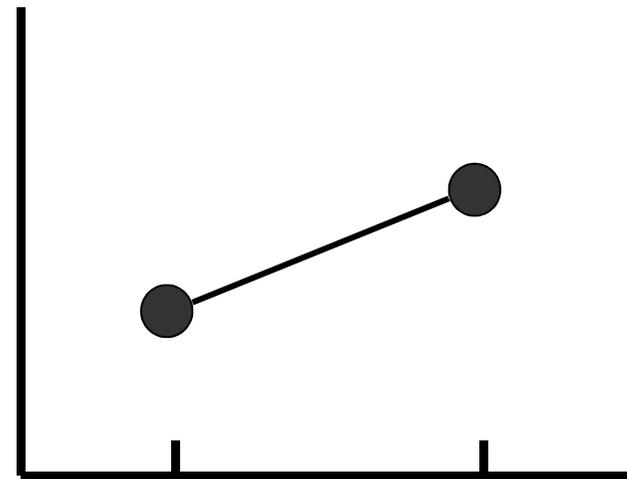
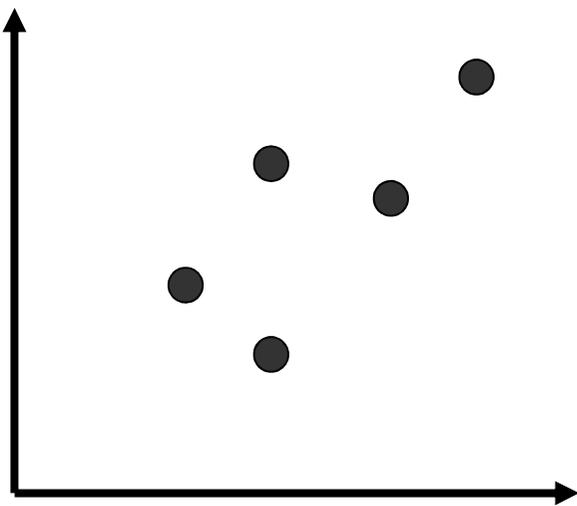
方法	実際のとらえ方	データのタイプは？
Q. 「意欲が変化しましたか？」	直接聞く, interview	質的データ, プロトコル分析, GTA, SCAT など
意欲がありそうな顔かどうかをしてみる	観察	観察結果の自由記述, カテゴリー分析
やる気ができましたか？	質問と回答 (yes or no)	比率で表現 名義尺度
やる気ができましたか？	Yes --- ? --- No	比率と順位で表現 順序尺度
やる気ができましたか？	Yes --- やや--- ? --- やや--- No	順位や得点で表現 間隔尺度
学習意欲尺度を実施	尺度得点 (100点満点)	得点で表現 間隔尺度
「目の光が重要だ！」 (?)	目の光の反射度を測定(?)	反射率(%) 比尺度

※どれを使いますか？

研究の目的をはっきりさせよう！

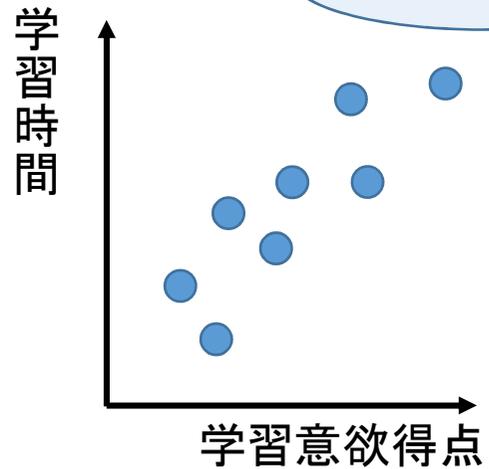
Manabu
KISHI

- 「こんな結果が出たらうれしいな！」を図に表してみる
⇒ 難しく言えば**仮説**
- 図は2種類



量的データ分析で知りたいことは2種類です

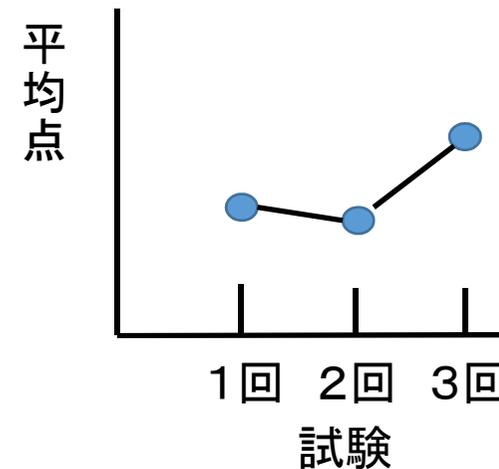
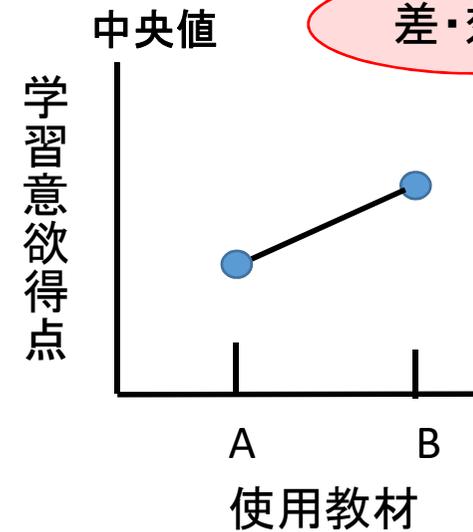
関係・関連



クロス集計表

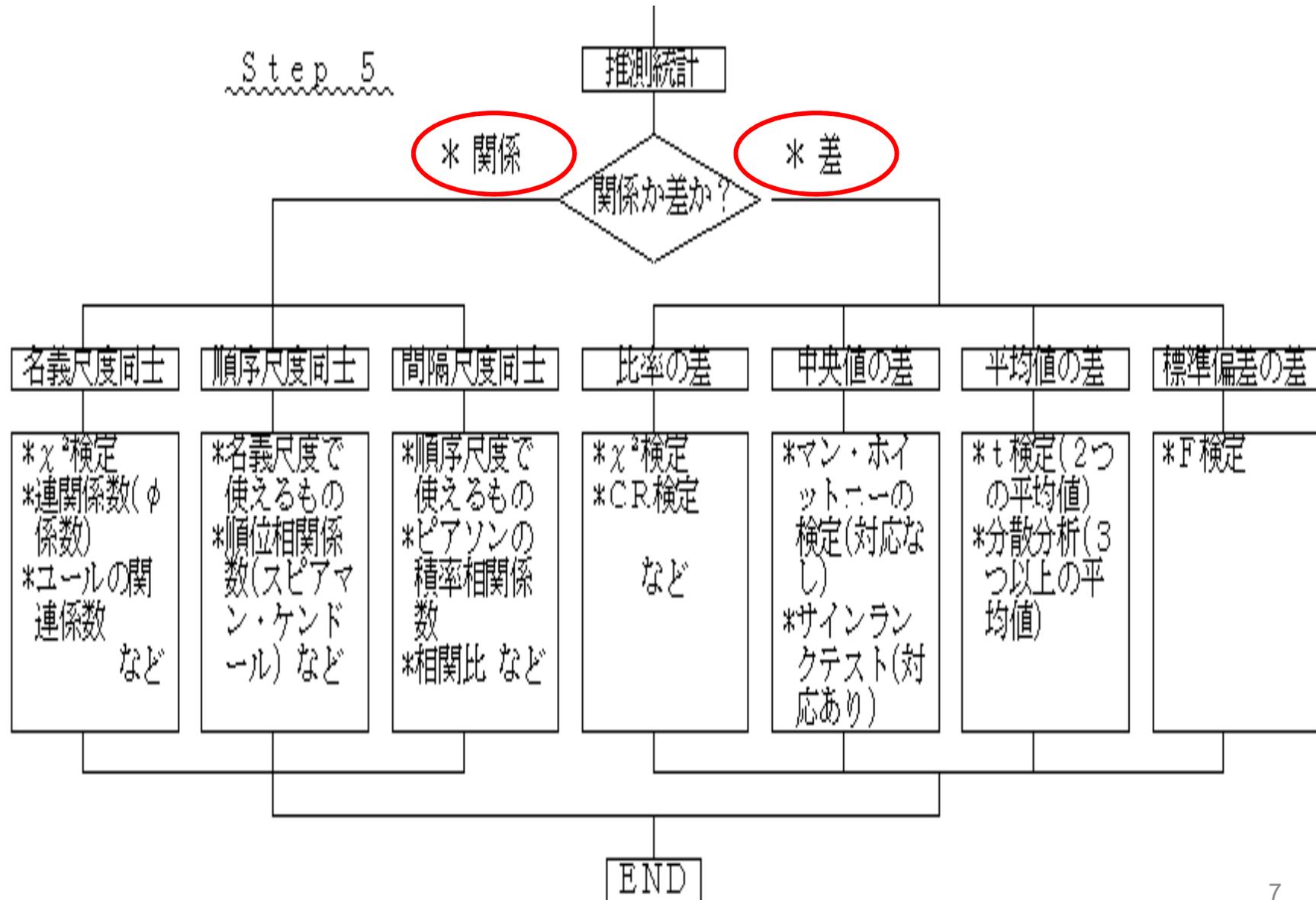
		読書行動		
		読む	読まない	
数学の意識	得意	13	4	17
	苦手	5	8	13
		18	12	30

差・効果



縦軸は従属変数：4種：比率(%)、平均、中央値、SD

分析法の選び方



さまざまな分析法を分類すると

- **記述統計（要約統計）**
 - データの様子をわかりやすく表現する
- **推測統計**
 - 研究の目的や仮説に答える → 推定や検定の使用
- **多変量解析**
 - 多数の変数の間の関係を同時に分析する

1変量・記述統計	関係か差か	2変数または2群	2変数または2群以上
<ul style="list-style-type: none"> • 分布, ヒストグラム, 箱ひげ図 etc. • 代表値 (平均値, 中央値 etc.) • 散布度 (標準偏差 (SD), 四分位偏差 • %ile順位, %ile得点 • 標準得点(z得点), 偏差値 etc. 	関係	名義: χ^2 検定, Φ 係数 etc 順序: 順位相関係数 間隔: 単回帰, r , 相関比	多変量解析
	差	<ul style="list-style-type: none"> • 比率: χ^2検定 • 平均値: t検定, 分散分析 • 中央値: マン・ホイットニーの検定, etc. • SD : F検定 	<ul style="list-style-type: none"> • 比率: χ^2検定, 対数線型モデル, コクランのQ検定 • 平均値: 分散分析 • 中央値: クラスカルウォリスの検定, フリードマンの検定 • SD: Leveneの検定 etc.

縦の集計・横の集計・関係の集計

No.	職種	年齢	健康	睡眠	偏食	stress	横の集計
1	1	24	1	1	1	6	111
2	1	24	1	1	1	10	111
3	1	28	1	1	2	13	112
4	1	31	1	2	1	15	121
5	1	22	2	1	2	14	212
6	2	26	1	1	2	13	112
7	2	25	1	1	1	9	111
8	2	34	2	1	3	16	213
9	2	28	2	2	3	15	223
10	2	24	2	2	2	13	222

・縦の集計

・分布、%、平均、SDなど

・クロス集計

・相関や χ^2 検定
・2つの項目の関係を知る

・縦の集計

・職種の2つの群の間で、%、平均、SDなどを比較

・横の集計

・健康・睡眠・偏食がいずれも1。
・回答パターンを求め、ここでは10人で111が3人居た。
・Excelで=と&を使って数字を結合。あとはフィルハンドルを使う
・年齢やストレスをHighとLowに分けて文字でも結合可能
・表全体をこの列でソートすればどういうパターンの人が何人いたかがわかる

4つの尺度とは？ その特徴

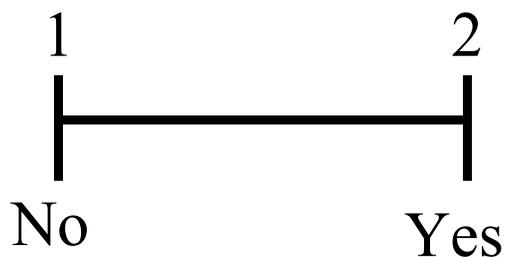
Manabu
KISHI

⇒ データを集計・分析する際の基準(目安)

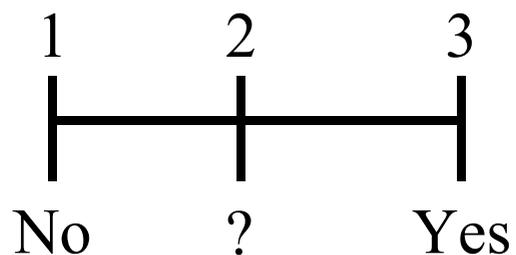
尺度名	特徴	順序・ 大小関係	加算 or 平均	項目の例 (資料参照)
名義尺度	カテゴリーを 表現するのみ	×	×	部署・職種・ 健康・睡眠
順序尺度	順序関係は 表現できる	○	△ or ×	偏食傾向
間隔・ 比尺度	加算、平均 などの計算が できる	○	○	年齢・ ストレス・ 対人不安

評定法と尺度との関係

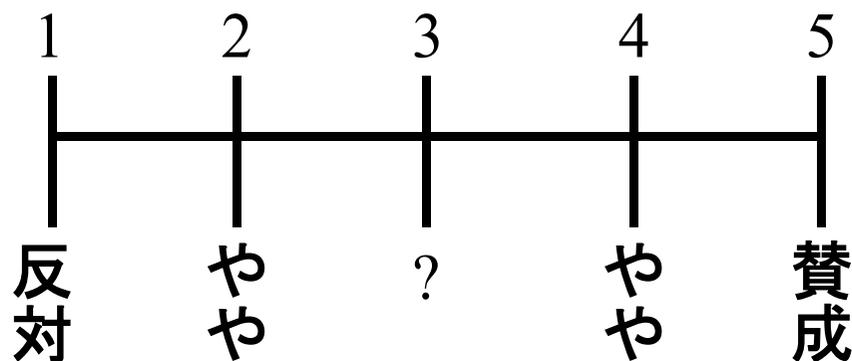
Manabu
KISHI



2 件法 (諾否法) ⇒ **名義尺度**



3 件法 ⇒ **順序尺度**

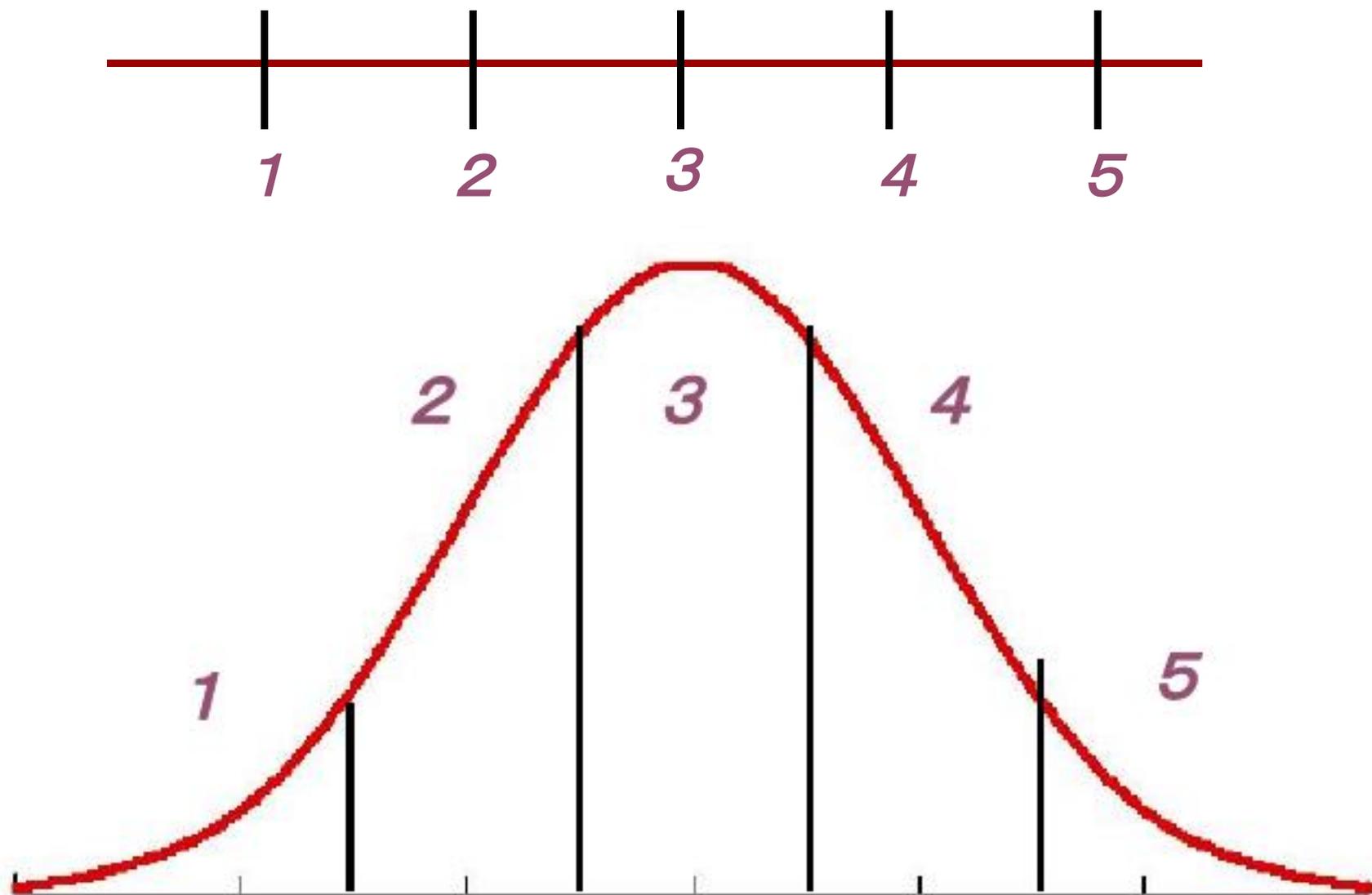


5 件法
⇒ **間隔尺度とみなす
ことが多い**

- 教育心理学研究 第18巻3号 p.38-48
- 小4, 6, 中2, 大学生 合計8668名対象
- 日本語の程度量表現の印象を評定
- たとえば,
 - 「すごく・非常に・とても・やや」など
 - 「たびたび・しばしば・たまに」など
 - 「たいてい・たぶん・おそらく」など
- 鎌原雅彦(他) 心理学マニュアル 質問紙法
(北大路書房) 他 にも紹介

たし算ができるとは？

Manabu
KISHI



標本の大きさ (sample size) と 誤差の割合を知る

Manabu
KISHI

精度(誤差の割合)

母集団の比率(%)	1%	5%	10%	20%	30%
10,90	3457	138	36	9	4
20,80	6147	246	61	15	7
30,70	8067	323	81	20	9
40,60	9220	369	92	23	10
50	9604	384	96	24	11

質問：県民を対象に「現在住んでいる埼玉県は住みやすいか？」

標本の大きさ	Yesの回答割合	精度	誤差の大きさ	予想される回答率
9604	60	1%	60%の1/100	59.4~60.6%
384	60	5%	60%の5/100	57~63%
96	60	10%	60%の1/10	54~66%
11	60	30%	60%の3/10	42~78% <small>14</small>

質問のタイプ分類

Manabu
KISHI

事実・行動の質問 vs. 意識・意見の質問

- あなたのご様子について伺います
- この1週間でビールを何本飲みましたか？

- あなたのお考えについて伺います
- もっと飲みたいですか？

一般的質問 vs. 個人的質問

- あなたからみて多くの人とは～だと思えますか？

- あなた自身はどうですか？

手元のデータは どこまで集計・分析できるか？

Case 1 素(raw)dataを すべて見ることができる

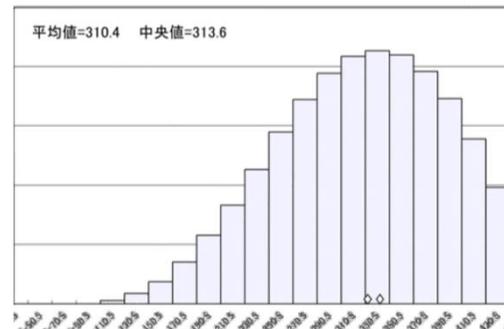
No.	部署	職種	年齢	ストレス 尺度	テスト 1回目	テスト 2回目
1	1	1	24	6	52	51
2	1	1	24	10	55	42
3	1	1	28	13	64	50
4	1	1	31	15	69	48
5	1	1	22	14	61	61
6	1	2	26	13	63	50
7	1	2	25	9	57	47
8	1	2	34	16	57	39
9	1	2	28	15	63	51

◎自力でとったdata

◎全部のdataをすべて
見ることができる

◎すべての分析が自力
で可能⇒記述統計・推
測統計・多変量解析

Case 2 度数分布表や図 表の形で表現されている場合



※ 平成16年度 センター試験(文系3教科) 得点分布

階級	階級の中心	度数	相対度数(%)	累積度数	累積相対度数(%)
-10.5	0.5	4	0.0	4	0.0
10.5-30.5	20.5	1	0.0	5	0.0
30.5-50.5	40.5	3	0.0	8	0.0
50.5-70.5	60.5	11	0.0	19	0.0
70.5-90.5	80.5	75	0.0	94	0.0
90.5-110.5	100.5	292	0.1	386	0.2
110.5-130.5	120.5	854	0.4	1240	0.6
130.5-150.5	140.5	1,851	0.9	3091	1.4
150.5-170.5	160.5	3,538	1.6	6629	3.1
170.5-190.5	180.5	5,779	2.7	12408	5.8
190.5-210.5	200.5	8,322	3.9	20730	9.6

◎報告書、公的文書などに分布が
示されているdataで、個々のdata
の様子はわからない

◎ヒストグラムからの平均値・中
央値・標準偏差と、その検定

Case 3 記述統計や推測統計 の結果のみの場合

表4 3つの課題の得点集計と平均値の差の検定(t検定)結果

課題	説明意識因子					書き手意識因子			
	群	N	平均	SD	p	N	平均	SD	p
課題1 (7点)	上位	12	2.9	0.8	p<.01	21	2.4	1.6	n.s.
	下位	23	1.8	0.7		19	2.1	1.0	
課題2 (6点)	上位	12	2.5	1.1	p<.10	21	2.3	1.2	n.s.
	下位	23	1.9	0.7		19	2.5	1.3	
課題3 (20点)	上位	12	11.6	4.4	p<.05	21	10.8	5.2	n.s.
	下位	23	7.5	4.3		19	12.2	6.0	
合計 (30点)	上位	12	17.0	4.4	p<.01	21	15.5	7.1	n.s.
	下位	23	11.2	5.1		19	16.8	7.1	

◎論文などに統計処理結果(検
定など)で記載されている

◎個々のdataや分布の様子は
わからない

◎分布の形をおおまかに予測

◎平均と標準偏差を利用して
他の検定を実施

データの様子をわかりやすく表現する

分布を書く

- 名義尺度, 順序尺度⇒棒グラフ など
- 間隔尺度, 比尺度 ⇒ヒストグラム

代表値を求める：データの真ん中

- 平均値(mean) ⇒データを合計してデータ個数で割った値 (算術平均)
ヒストグラムの重心の値
- 中央値(median)⇒データを大小順に並べたときの真ん中の値
ヒストグラムの面積の2等分するところの値

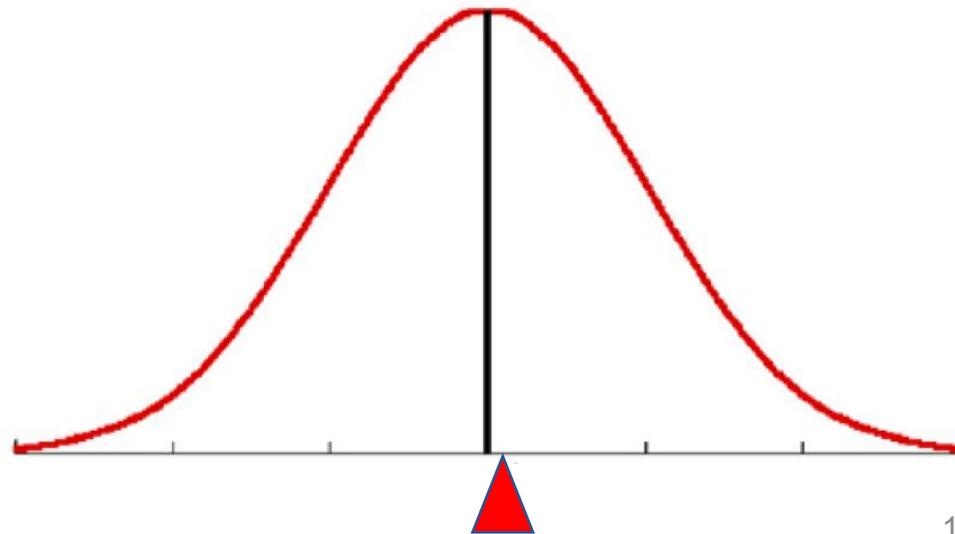
散布度を求める：分布の広がり具合

- データの散らばり具合を表す指標
 - 値が大きいほど散らばっている
 - 散らばっている とは, 高得点から低得点までバラバラである, いろいろな人がいる
- 標準偏差(standard deviation:SD: σ)⇒よく使われる この値の2乗は分散(variance)
- 四分位偏差(Q) ⇒大小順に並んだデータを4分割 1/4と3/4のところの値の差の半分

平均値が招く誤解(1)

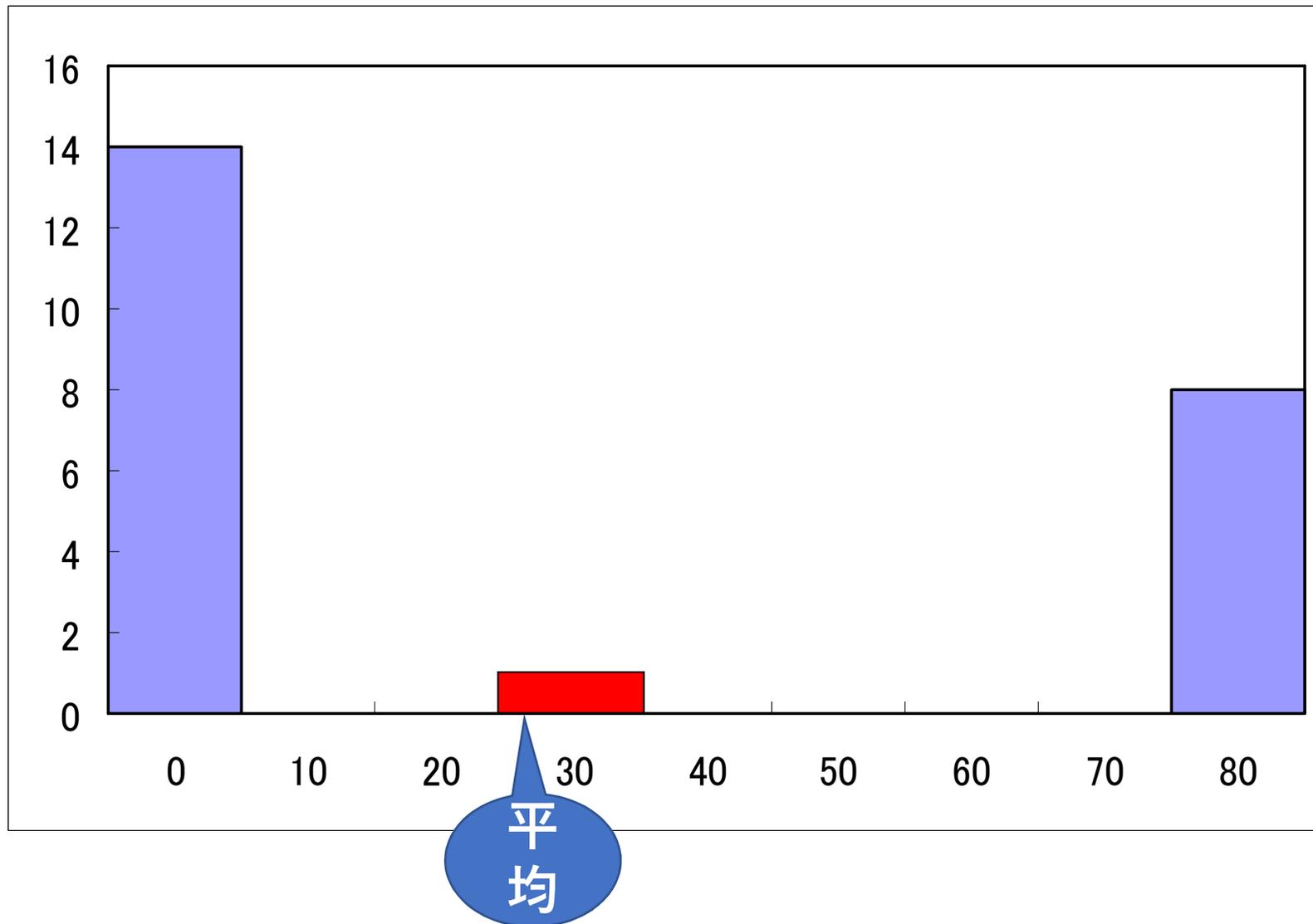
Manabu
KISHI

- Aさんは、テストが返却されたら30点でした。
(⇒まずい！)
- Aさん：「満点は何点ですか？」
- 先生：「100点です」 (⇒ますますやばい！)
- Aさん：「平均は？」
- 先生：「29点でした」
- Aさん：「**ホッ！**」

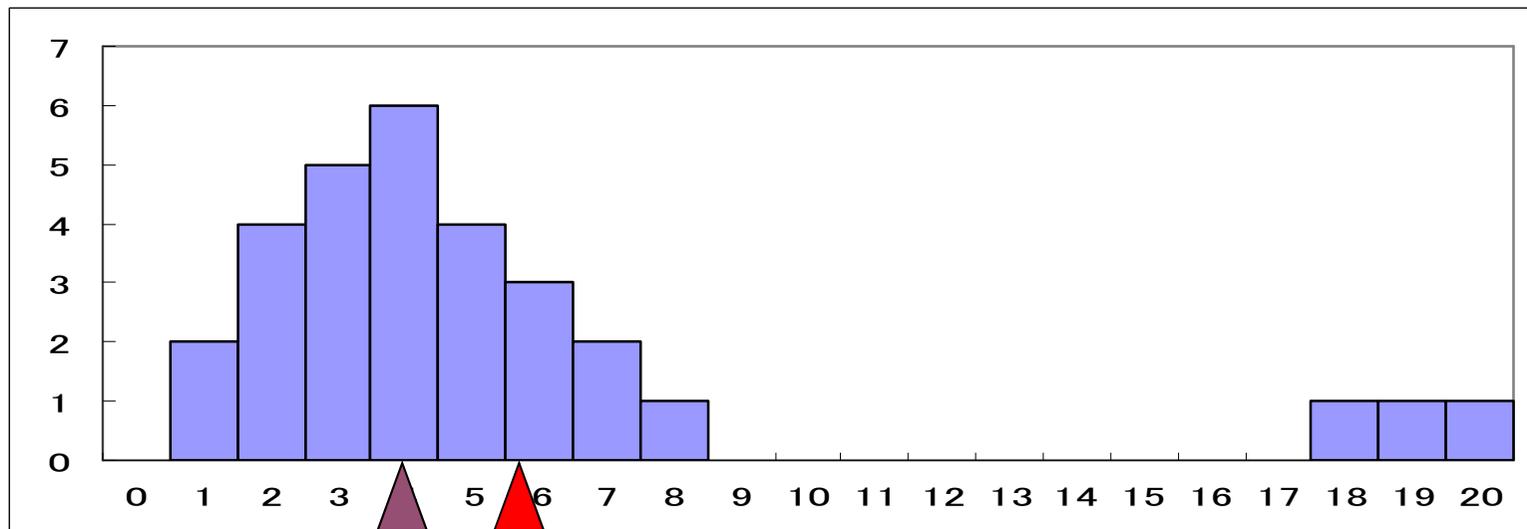
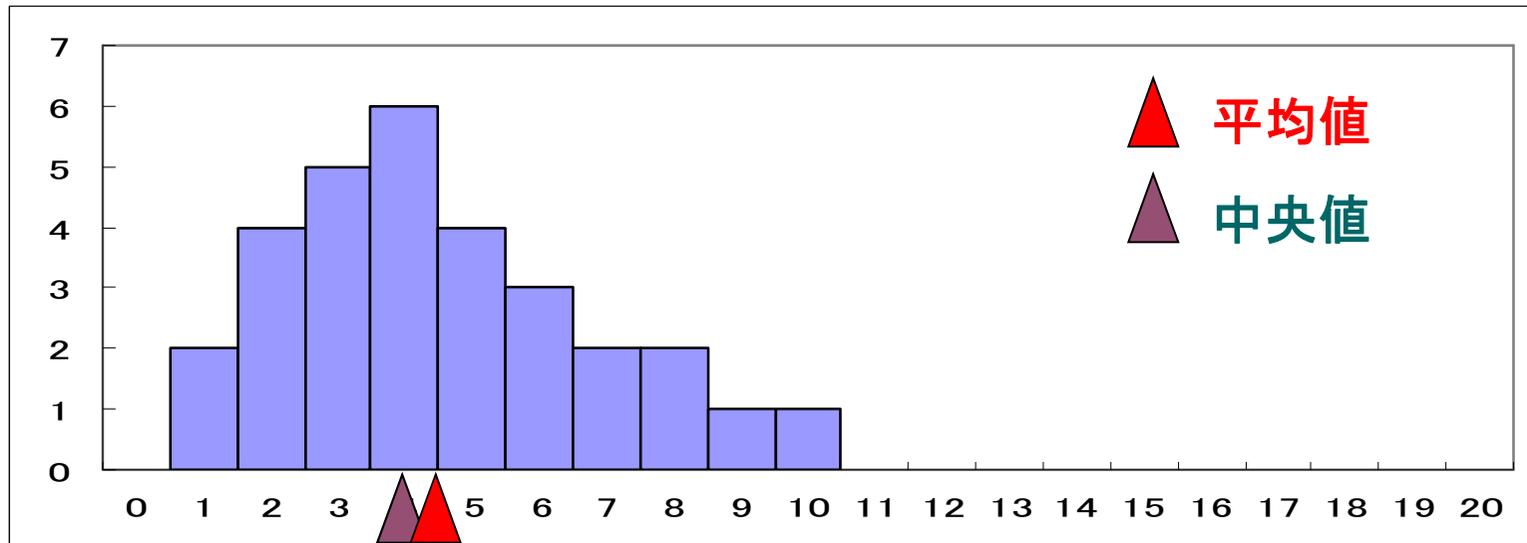


平均値が招く誤解(2)

Manabu
KISHI

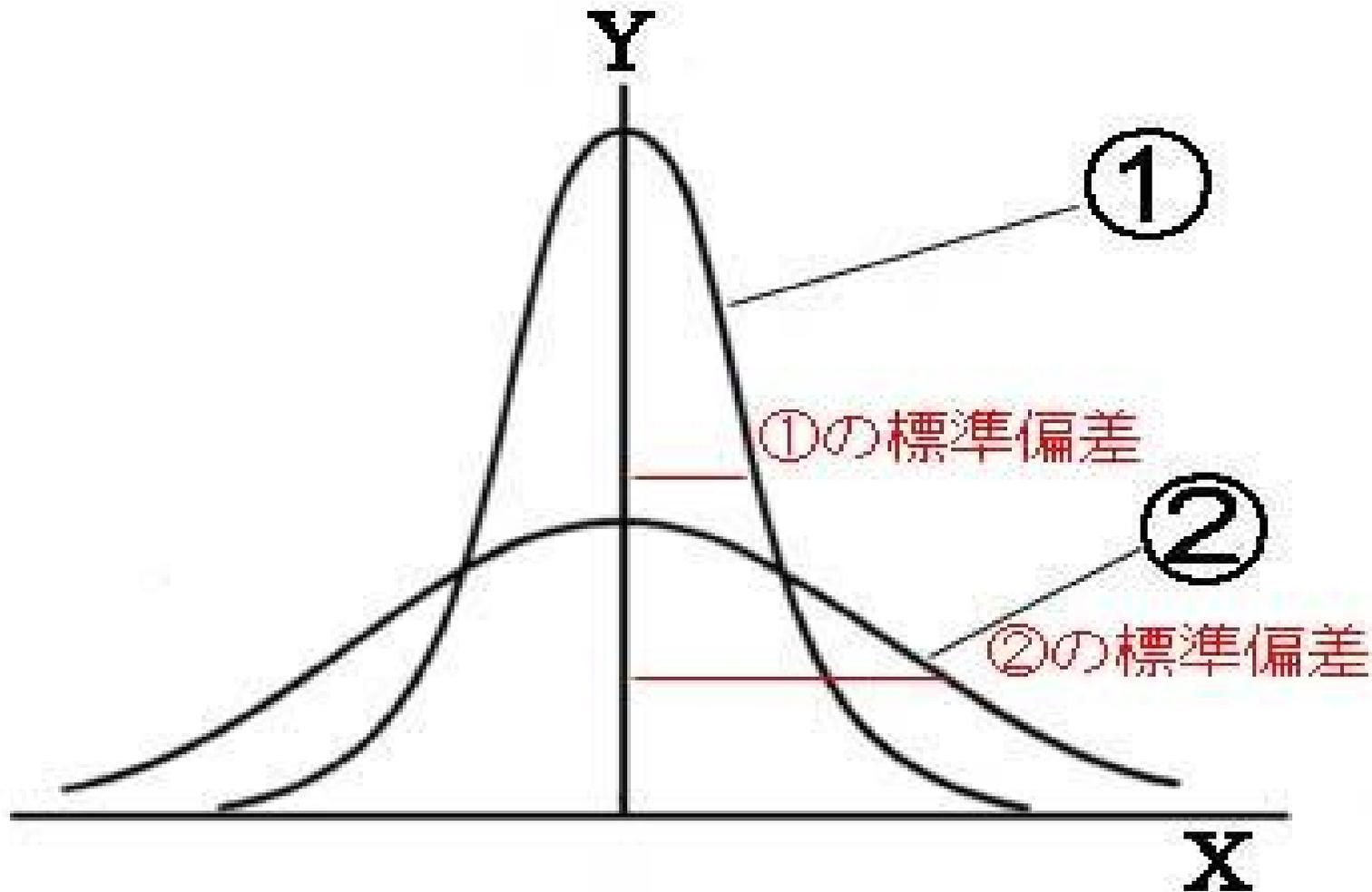


平均値と中央値の比較



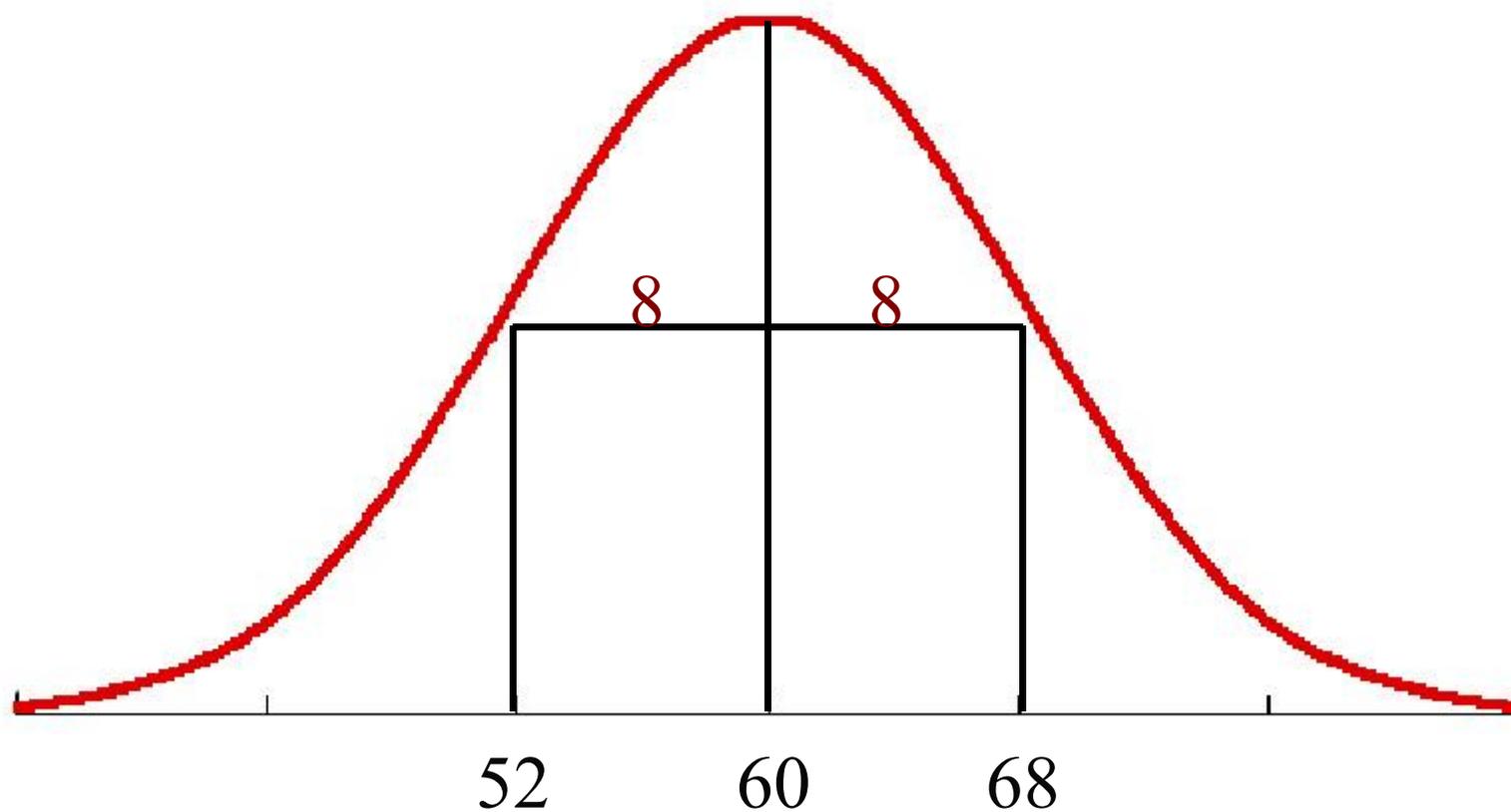
標準偏差 (Standard Deviation:SD) を表現する

Manabu
KISHI



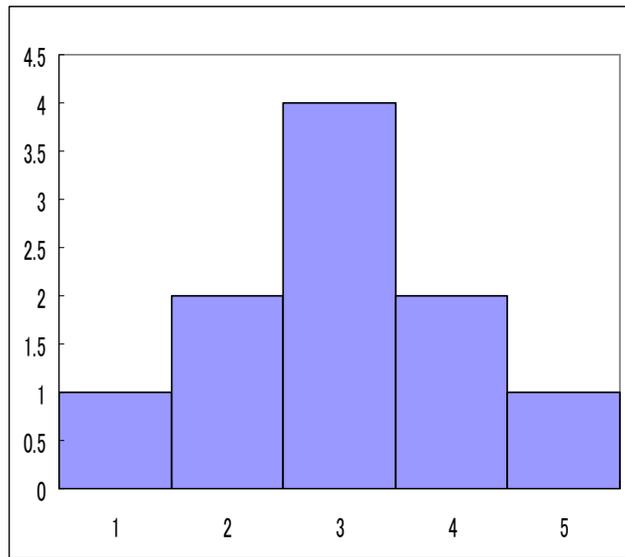
平均が60点でSDが8の分布とは？

Manabu
KISHI

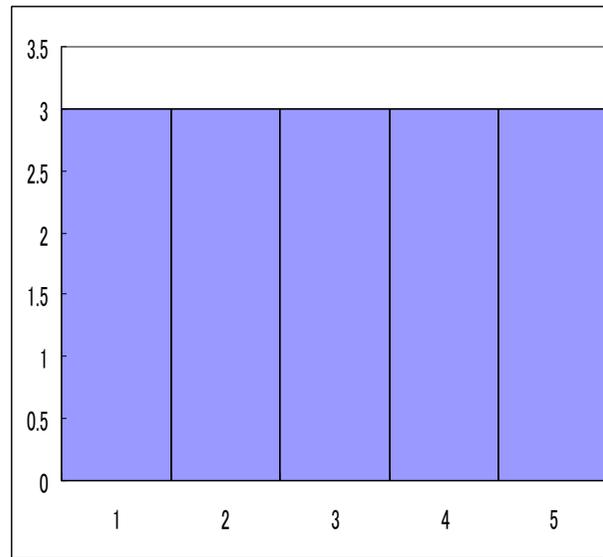


5段階評定の結果を比べる ：すべて平均は3点だが？

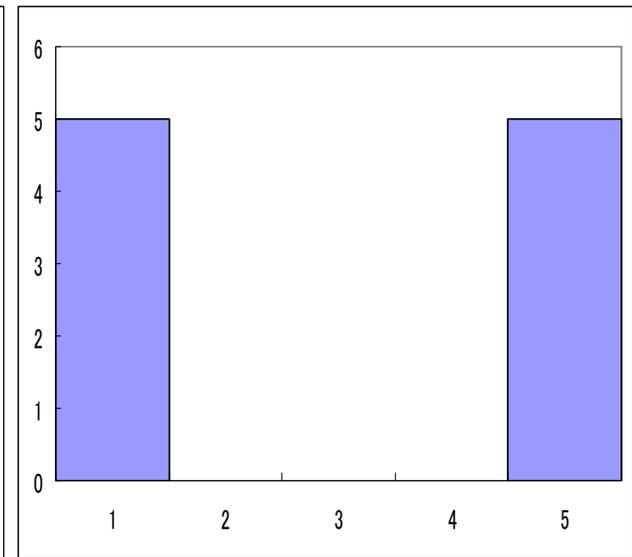
Manabu
KISHI



SD=1.10



SD=1.41



SD=2.00

標準得点(z得点)とは？

Manabu
KISHI

$$\text{標準得点}(z \text{ 得点}) = \frac{(\text{自分の得点} - \text{平均値})}{\text{標準偏差}}$$

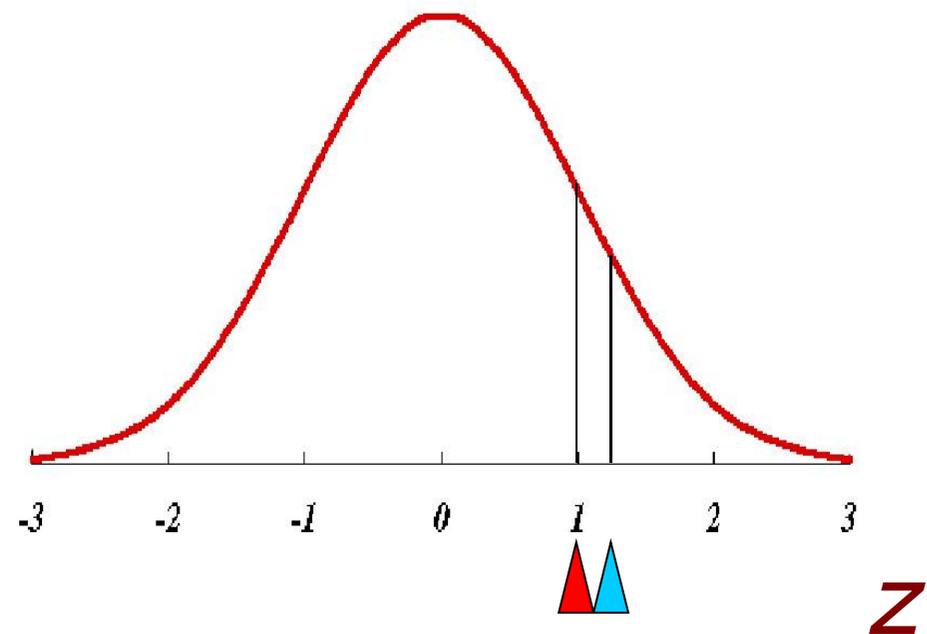
例：

・ 平均60点， SD=8の
テストで70点をとると

$$z = 1.25$$

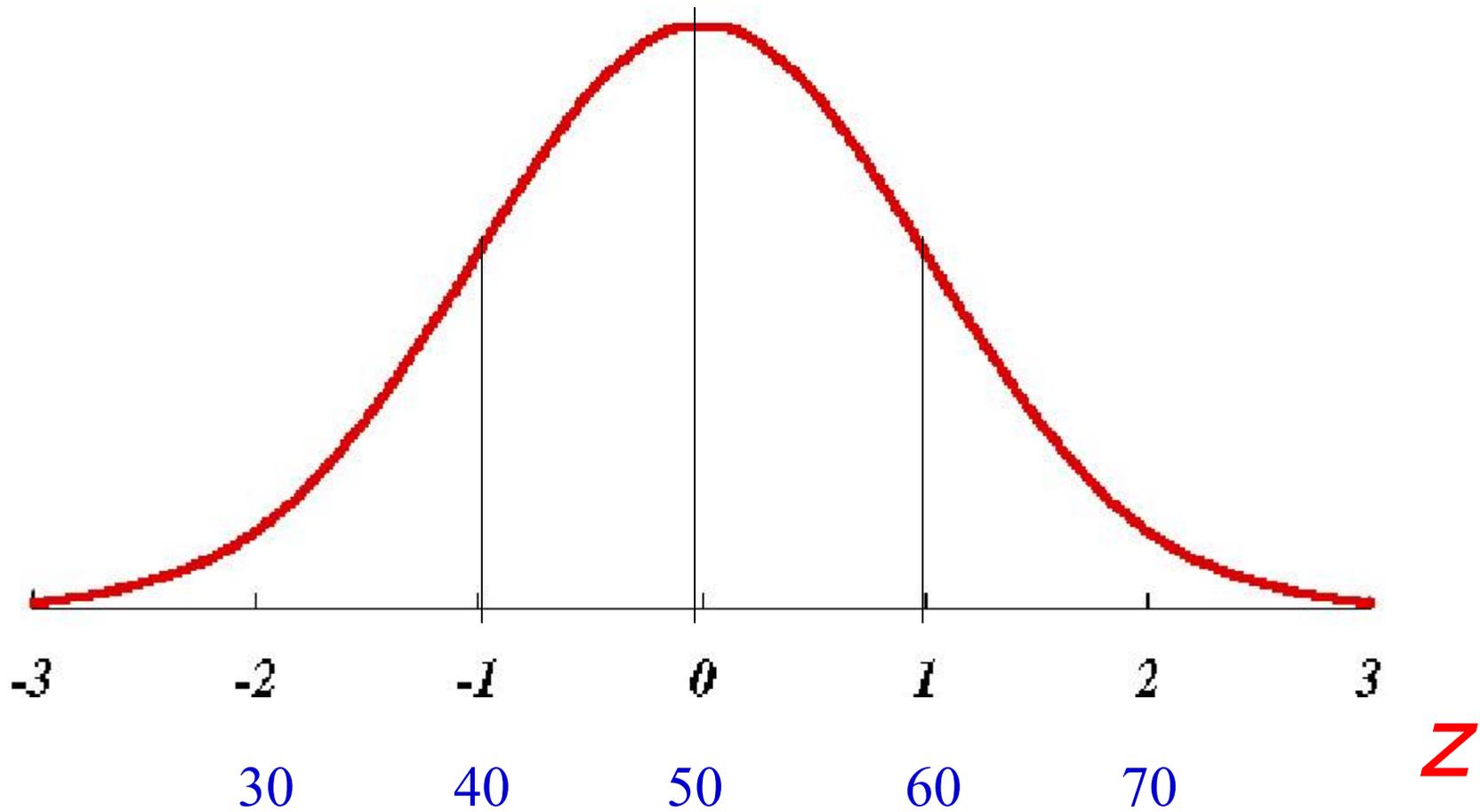
・ 平均55点， SD=15の
テストで70点をとると

$$z = 1.00$$



標準得点(z得点)と偏差値との対応

Manabu
KISHI



青字は偏差値

初めて研究計画をたてるときに 気をつけよう！

Manabu
KISHI

例：100人の学習意欲得点を測定したら平均30点だった！

- これを解釈したい。30点は高いのか低いのか？
- ⇒ これだけでは解釈(考察)できない！

※ 解釈(考察)できるには？

- 比較するものが必要
- 比較するものは3つ
 - 他の群の結果があるか (例：3年生 vs. 5年生)
 - 同じ群でも別の測定結果があるか(時間の違い, 方法の違いなど)
 - 他の研究結果との比較 (同方法による先行研究と比較)
- **これ以外はない！！**

なぜ検定を行うのか？ ーなるべく易しい説明ー

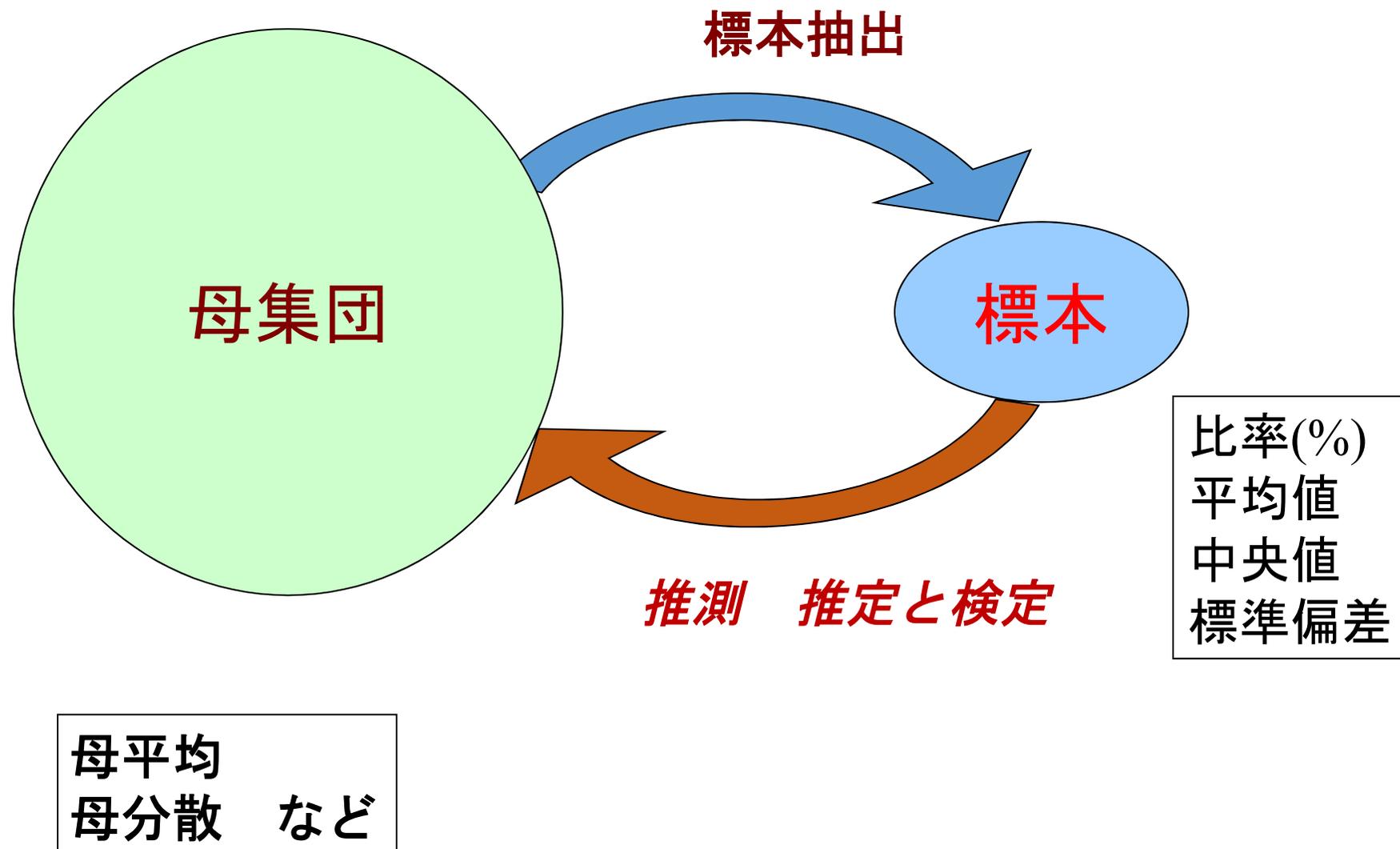
Manabu
KISHI

- AさんとBさんが共同研究をした。
- テーマは小学3年生と5年生の読解力比較
- テストを作って多数の小学生に実施
- 結果は、小3の平均が50点、小5は70点
- Aさんの解釈⇒「20点も違っていた」
- Bさんの解釈⇒「20点しか違わなかった」

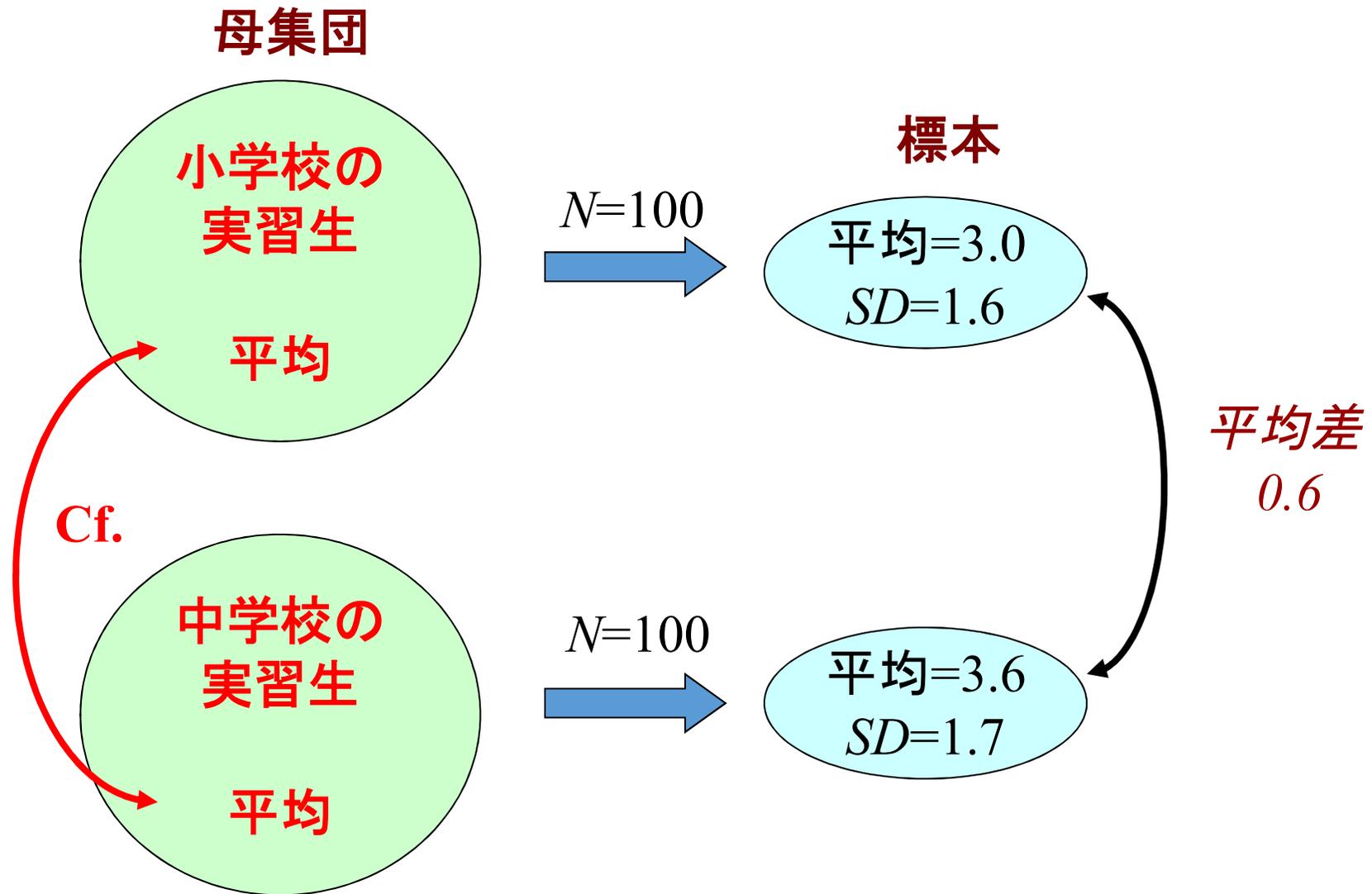
- どうする？？？
- ⇒ 検定による判断

母集団と標本の関係

Manabu
KISHI



2つの母集団と標本



検定の考え方(1)

Manabu
KISHI

- 0) 母集団の平均値が同じかなんて絶対にわかるはずがない!
- 1) でも何とかしよう。では、とりあえず2つの母集団の平均は同じとしよう ⇒ 帰無仮説
- 2) 同じとするなら標本の平均も同じになるはずだ。でも実際は誤差がある。
- 3) このデータでは0.6の差があった。では、このような状況で、平均差(0.6)以上の結果が起こる確率が分かれば嬉しいのだが・・・
- 4) 計算をしてみたら(t 統計量を使った), こんな結果になる確率は5%(0.05)以下だった。
- 5) 5%以下ということはめったに起こらないはずだ・・・でもこのデータでは実際に起こっている(※めったに起こらないという基準を有意水準あるいは危険率という)

検定の考え方(2)

Manabu
KISHI

- 6) これは不思議だ！
- 7) でも、不思議なことはそんなに起こらないのでは・・・・・・・・？
- 8) よく考えると、最初の前提（帰無仮説）で、平均が同じだとしたら、不思議なのであって、同じでなければ不思議でなくなるでは？
- 9) では、「母集団の平均は同じなら」という仮定をやめよう
⇒ 帰無仮説を棄却する
- 10) 母集団の平均値は同じではなかったと結論づけよう！

まとめると⇒同じならこんな結果になるはずがないのに、実際にはなっていたのだから、同じでなかったと考えるのが自然でしょう。

書き方⇒小学校と中学校との間で満足度の平均値を比べたところ(t検定)、5%水準で有意差がみられ、中学校の平均値が大きかった。

関係の検定 (χ^2 検定)

Manabu
KISHI

- χ^2 検定 \Rightarrow カイ 2 乗検定と読む
- 関係の有無の検定
- 名義尺度以上で使用可能
 \Rightarrow すべての項目で使える
- 帰無仮説は,
「 H_0 : 2つの項目は独立 (すなわち無関係)である」

クロス集計表

＜関係がある例＞

	眠れる	眠れない	
良好	50	0	50
不良	0	50	50
	50	50	100

＜関係がない例＞

	眠れる	眠れない	
良好	25	25	50
不良	25	25	50
	50	50	100

周辺度数

χ^2 検定の手順(1)

Manabu
KISHI

- クロス集計表を作る
- 期待度数(E)を求める
 - 期待度数とは, 2つの項目が独立(無関係)だったときに予想される度数
- 自由度(df : *degree of freedom*)を求める
 - 自由度とは, 自由に変更できるdataの数

実際のデータ (観測度数: O) と期待度数 (E)

Manabu
KISHI

表3 観測度数 (実際のデータ) : O

	良	不良	
良	13	5	18
不良	4	8	12
	17	13	30

表4 期待度数 : E

	良	不良	
良	10.2	7.8	18
不良	6.8	5.2	12
	17	13	30

自由度 (degree of freedom: df) とは？

Manabu
KISHI

	良	不良	
良	10	?	18
不良	?	?	12
	17	13	30

上の場合, 1カ所が決まれば残りの?
は決まる ⇒ 自由度は 1

下の5つのdataの
平均は6である

7

3

2

5

?

自由度は 4

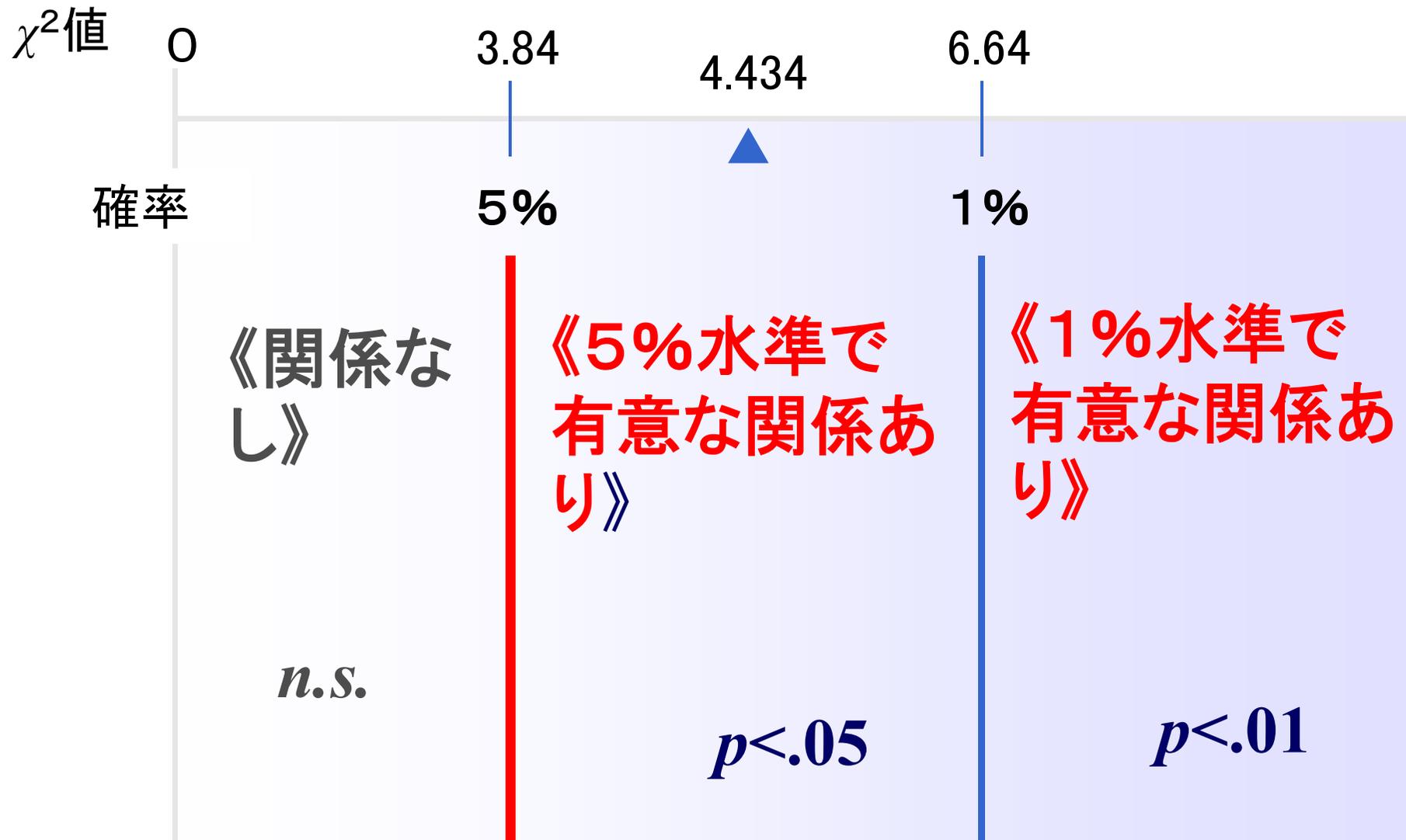
χ^2 検定の手順(2)

Manabu
KISHI

- χ^2 の値を求める
- χ^2 の値と自由度が分かれば確率が分かる！
- わかり方
 - おおまかに分かる $\Rightarrow \chi^2$ の表を使う
 - 正確に分かる \Rightarrow EXCELのchidist関数, chiinv関数を使う
- 例では, $\chi^2=4.434$, $df=1$
- 次の図で判断する

χ^2 分布と確率の判断

Manabu
KISHI



ピアソンの積率相関係数とその解釈上の注意

相関係数を解釈するときの注意

- 切断効果に注意
- 群を合わせた、あるいは分けた影響に注意
- $r \neq 0$ であっても無関係かどうかは不明
 - ◻ 曲線相関の ◻ 合あり
- 直線関係があるかどうかの判断はデータの数による \Rightarrow 無相関検定



ピアソンの積率相関係数(r)

- 2つの項目間で直線関係があるかどうかを見る
 - ◻ 片方が大きくなれば片方も大きく(小さく)なるかどうか
- 2項目とも間隔尺度・比尺度
 - ◻ 名義尺度, 順序尺度では使用する係数が異なる
- 相関係数は, $-1 \leq r \leq +1$
 - ◻ $+1$ に近いほど正の相関あり, -1 に近いほど負の相関あり, 0 付近では直線関係なし

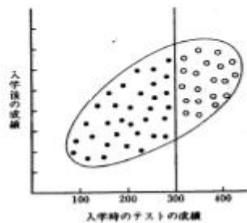


図 6.8 切断したデータに関する相関 (白い丸で示した 300 点以上の点についての相関は、全体の相関よりも低い)

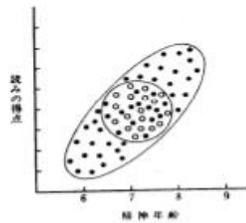


図 6.8 一部分の下位標準値についての相関 (白い丸の下位標準値の相関は、全体の相関よりも低い)

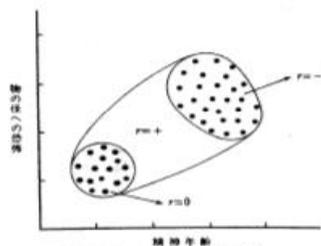


図 6.9 2つの極端な群の合併の効果

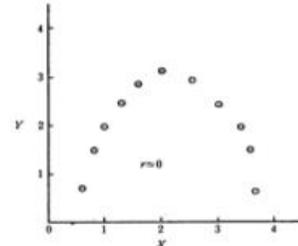


図 6.10 非直線的なケース (r はほぼ 0 だが、曲線相関は存在する)

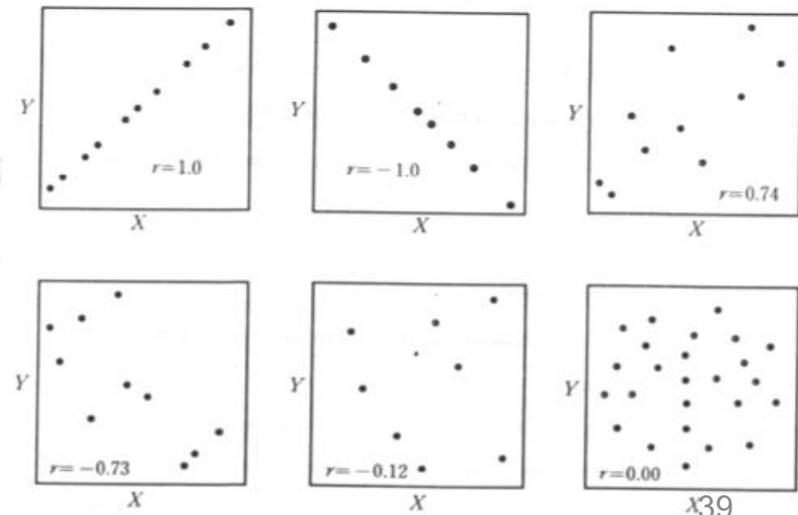


図 6.5 さまざまな散布図と r の値



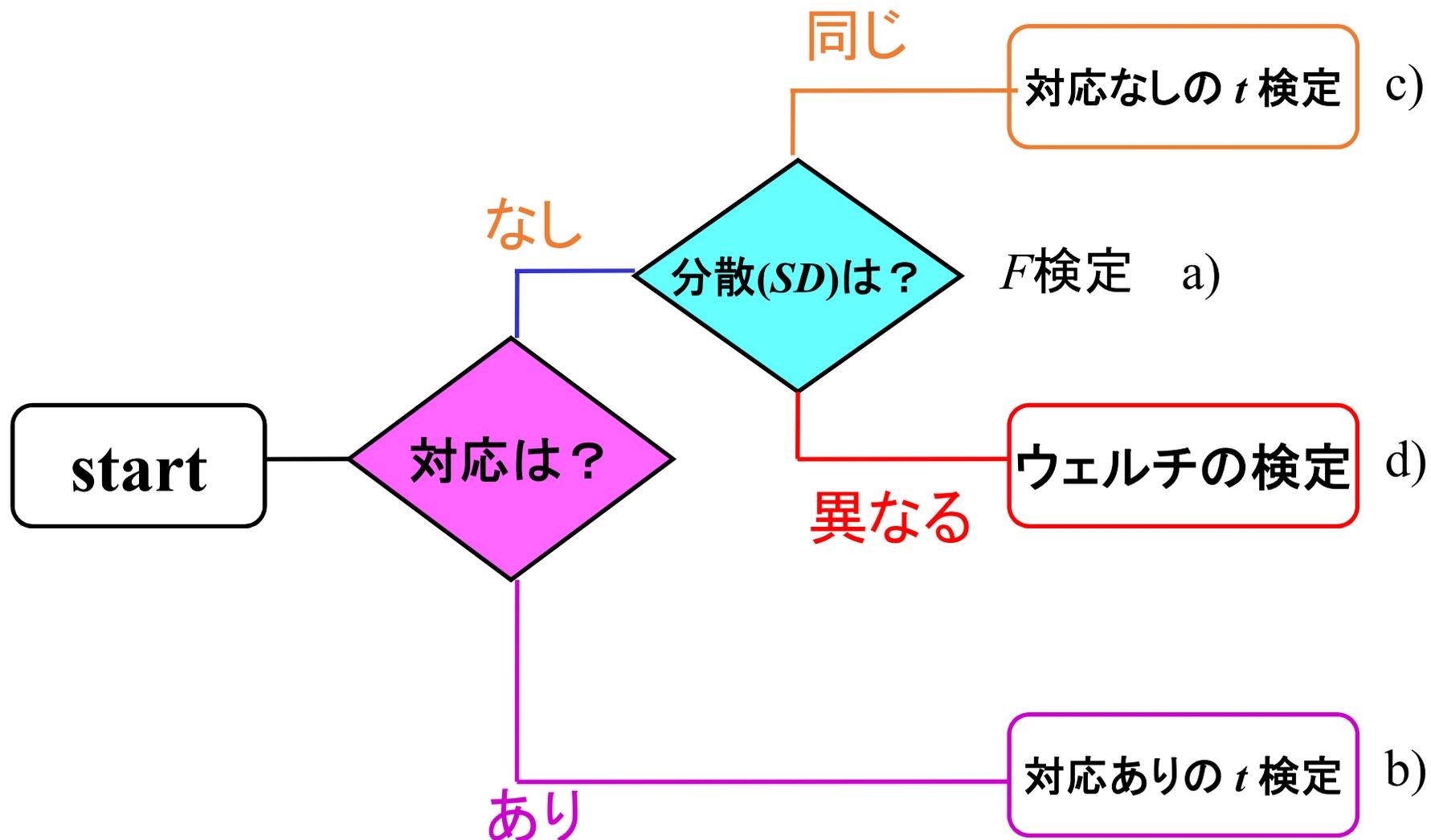
平均値の差の検定(t 検定)(1)

Manabu
KISHI

- 2つの群の間で、平均値に差があるかどうかの検定
- データの対応の有無、分散(or SD) が同じとみなせるかどうかで式が異なる
- t の値と自由度を求めれば確率が求められる
 - t 検定はEXCELが便利
 - 自由度(df) = $N_1 + N_2 - 2$
- 両側検定と片側検定に注意！ 通常は両側検定を使う

t 検定を分類すると

Manabu
KISHI



Excelで t 検定を行った結果

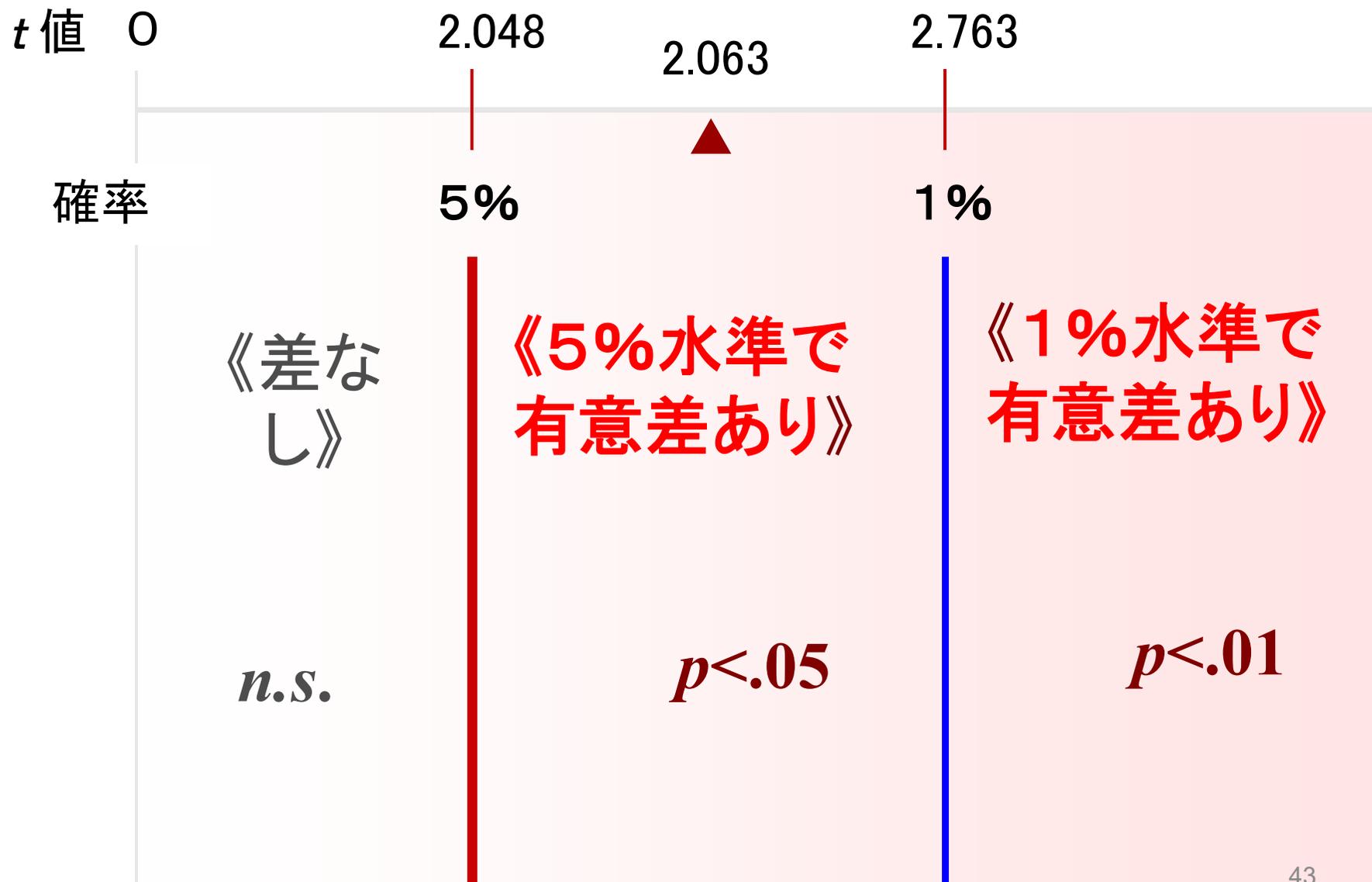
Manabu
KISHI

t-検定：等分散を仮定した2標本による検定

	変数 1	変数 2	
平均	51.8	45.66666667	⇒事務職，専門職群の平均値です。
分散	51.17142857	81.38095238	⇒SDではありません。分散です。注意！
観測数	15	15	⇒両群のデータ数です
プールされた分散	66.27619048		
仮説平均との差異	0		
自由度	28		⇒自由度(df)です。 $df = N_1 + N_2 - 2$
t	2.06323374		⇒t の値です。
P(T<=t) 片側	0.024236503		
t 境界値 片側	1.701130259		
P(T<=t) 両側	0.048473006		⇒両側検定ではこの確率を見て下さい。
t 境界値 両側	2.048409442		

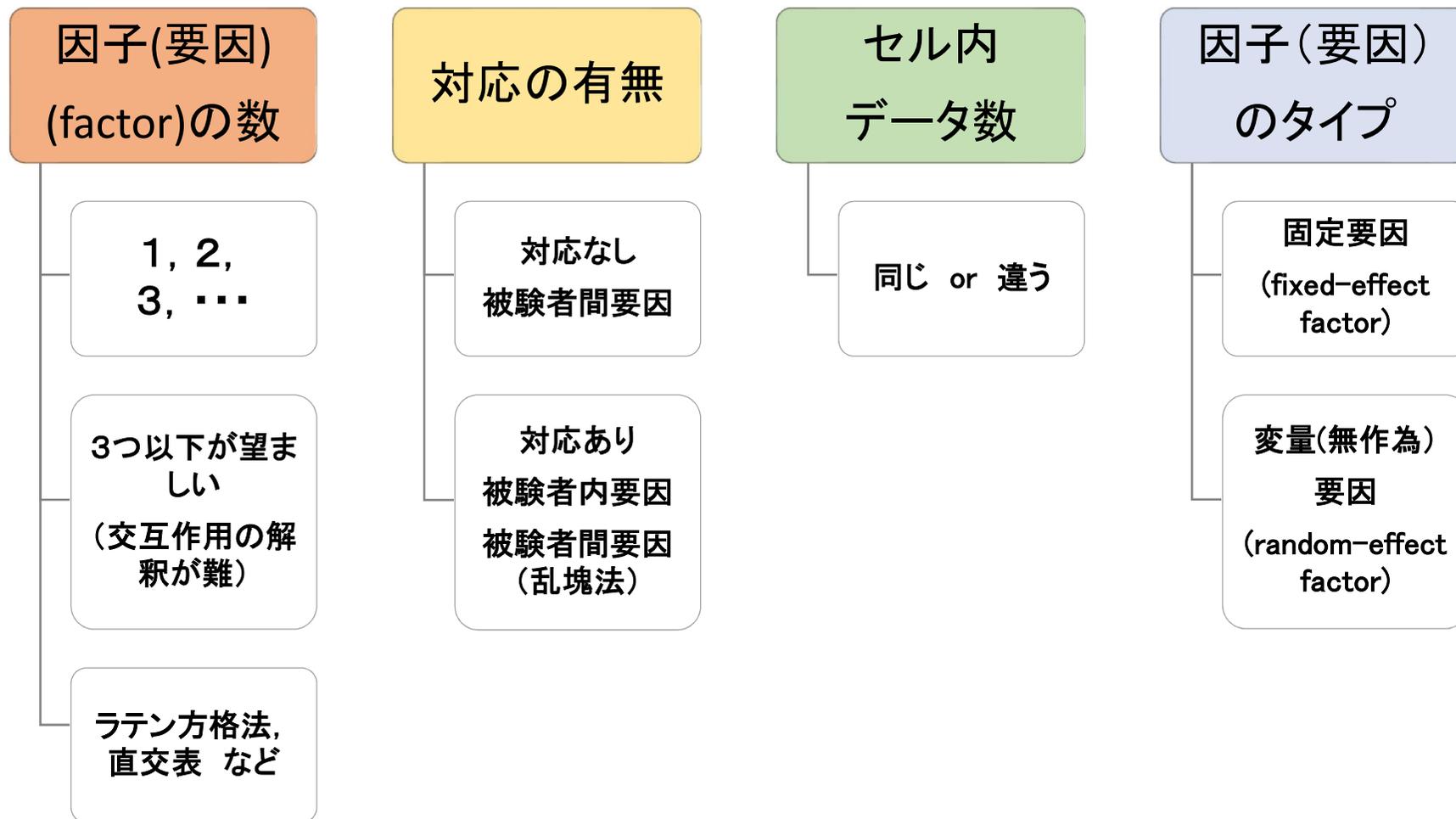
t 分布と確率の判断

Manabu
KISHI



分散分析法 (Analysis of Variance: ANOVA) の分類

Manabu
KISHI



研究結果のまとめ方

Manabu
KISHI

結果 研究前(予測)	関係・差が あった	関係・差が なかった
関係・差が ある	予想通り／ 意義の確認	要検討／ 原因の究明
関係・差が ない	要検討／ 原因の究明	予想通り／ 意義の確認