

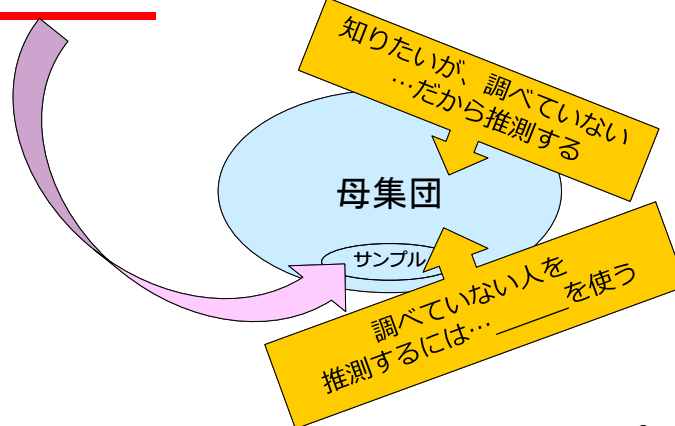
「教育実践研究 I」
教育研究法基礎
(量的研究法 アドバンストコース)

若松養亮
(滋賀大学)
wakamatu@edu.shiga-u.ac.jp

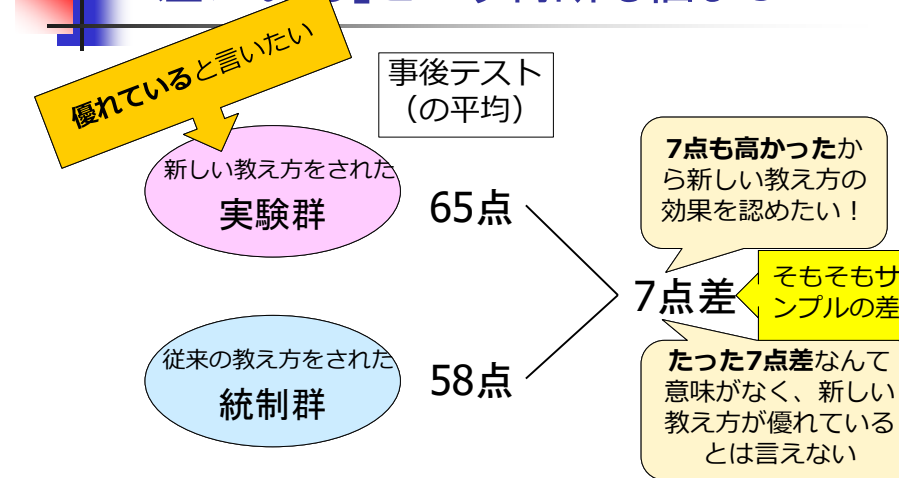
第1章
推測統計の意味を確認する

何を「推測」するの？

研究で調べた人たち…について知りたいのではない



「差がある」という判断も悩ましい



「こんな点差に意味がない」とは？

この疑問には2つの意味がある

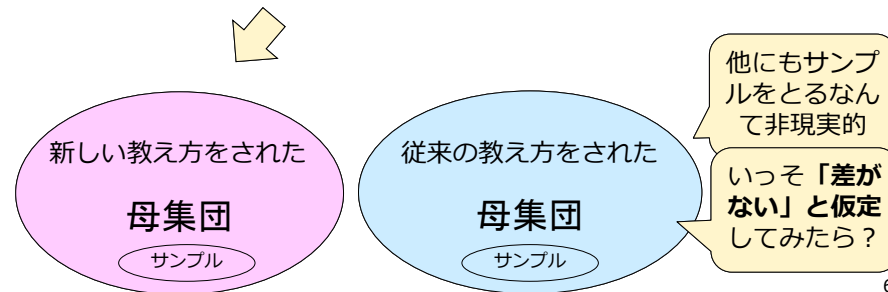
疑問A. 今回のデータに**たまたま見られただけ**
 サンプルが違えば、この点差が再現しないのでは？
 もっと多くの人や違うサンプルで見る必要がある

疑問B. こんな小さな差では**実質的な意味はない**
 もっと大きな差でないと取り上げる意味がない

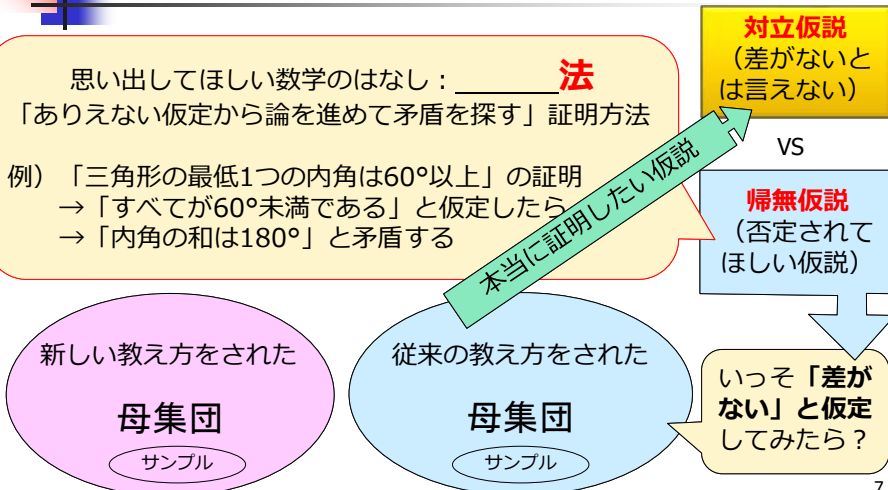
「たまたまの差」でないと示すには？

この疑問には2つの意味がある

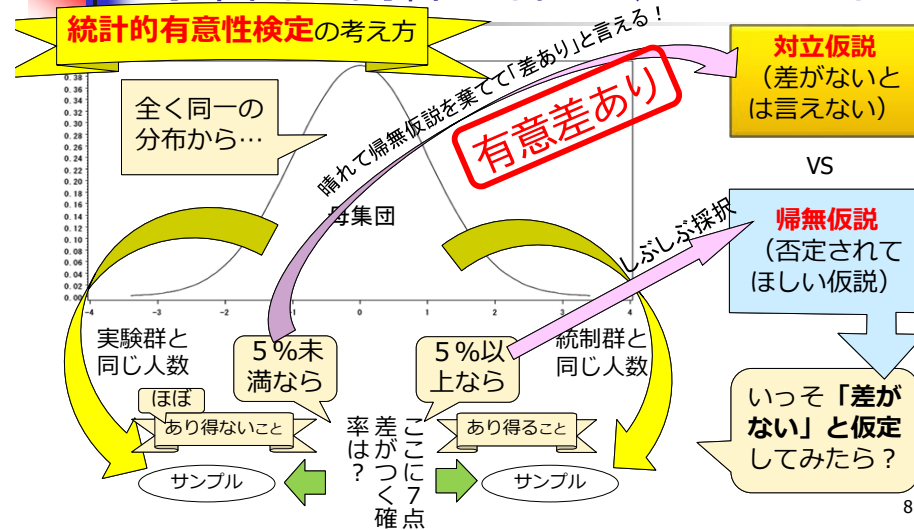
疑問A. 今回のデータに**たまたま見られただけ**
 サンプルが違えば、この点差が再現しないのでは？
 もっと多くの人や違うサンプルで見る必要がある



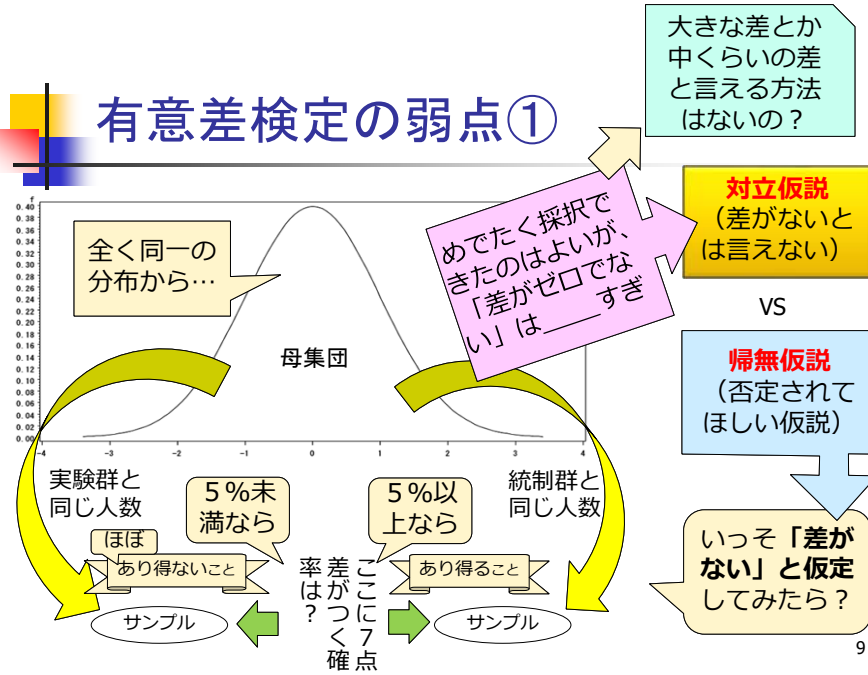
いっそ差がないとしたら？という発想



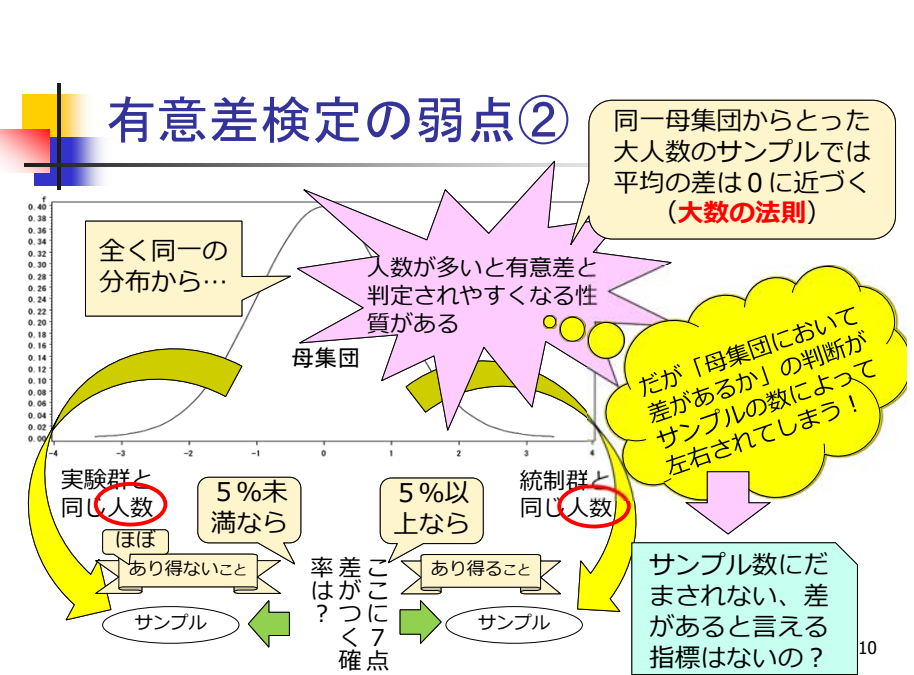
母集団が両群とも同じ、としてみる



有意差検定の弱点①



有意差検定の弱点②



疑問Bに応える指標は?

2つの疑問をふりかえると...

疑問A. 今回のデータに **たまたま見られただけ** サンプルが違えば、この点差が再現しないのでは? もっと多くの人や違うサンプルで見る必要がある

統計的有意性検定で、母集団においても差がゼロでない (だから「たまたま」ではない)、と言える

疑問B. こんな小さな差では **実質的な意味はない** もっと大きな差でないと取り上げる意味がない

大きな差とか中くらいの差と言える方法はないの?

差の大きさを **実質的に評価** するしくみがほしい

サンプル数にだまされない、差があると言える指標はないの?

11

疑問Bに応える指標: 効果量

計算方法は検定の種類によって異なるが、「いくつ以上なら大きな効果」など「中程度の効果」「小さい効果」がいくぐらいかを示してくれている

effect size
量
という指標

疑問B. こんな小さな差では **実質的な意味はない** もっと大きな差でないと取り上げる意味がない

大きな差とか中くらいの差と言える方法はないの?

差の大きさを **実質的に評価** するしくみがほしい

サンプル数にだまされない、差があると言える指標はないの?

12

「効果量」の例:分散分析の場合

表1 実際のデータ

実験群	統制群
68	54
57	59
71	62
66	60
⋮	⋮
69	55
平均	65

(全員の平均は62点)

表2 教え方の差も個人差もなければ

実験群	統制群
62	62
62	62
62	62
62	62
⋮	⋮
62	62
平均	62

表3 教え方の効果

実験群	統制群
+3	-4
+3	-4
+3	-4
+3	-4
⋮	⋮
+3	-4
平均	+3

表4 個人差

実験群	統制群
+3	-4
-7	+1
+6	+3
+1	+2
⋮	⋮
+4	-3
平均	0

効果量 η^2 の大きさの目安

- 小さな効果 .01
- 中程度の効果 .06
- 大きな効果 .14

効果が大きいかどうかを調べるには、この2乗和を平均からズレてばらついた部分(大きさを示すために2乗和する)で割る。これを η^2 (イータ2乗) とする。

ところで「量的データ」って?

量的なデータ

- 等間隔な目盛で測れるもの
 - a. 「0」が無を意味する **尺度** (例) 点数、時間
 - b. " を意味しない **尺度** (例) 摂氏、評定

質的なデータ

- c. 測定値に順序性はある **尺度** (例) チーム順位
- d. " " もない **尺度** (例) 性別、地域名

加減乗除の計算が可能

計算はすべて不可

加減算のみが可能

それ自体は計算できなくても…各データの度数は量的に扱える

問いかけへの反応や、何らかのものさしを当てて得られた結果はすべてデータ

質的データの量的な処理: χ^2 検定

文科系受験者に希望学部を1つ選んでもらった

選択肢	文学部	教育学部	法学部	経済学部	外国語学部	合計
選択者数	12	25	30	21	12	100

データは質的な「**名義尺度**」

→しかし選択者数は量的な「**比例尺度**」

→学部選択に(母集団でも)差があるかは検定が可能

→そういうときには**カイ2乗検定**

(度数の _____ に差があるかを検定する)

※量的なデータでない分、特定の形の分布は期待できない

→**ノン・パラメトリック検定**と呼ばれるもののひとつ

カイ χ^2 検定の考え方と手順①

文科系受験者に希望学部を1つ選んでもらった

選択肢	文学部	教育学部	法学部	経済学部	外国語学部	合計
選択者数	12	25	30	21	12	100
期待度数	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	

- ①まず帰無仮説: 「母集団では学部選択者数に差がない」
- ②差がない場合に期待される度数を想定する
- ③実際の選択者数との差を2乗して…
- ④それを期待度数で割ったものを…
- ⑤セルの数ぶん、合計する

$$\frac{(12-20)^2}{20} + \dots + \frac{(12-20)^2}{20} = 12.7$$

$$\frac{(12-20)^2}{20} + \dots + \frac{(12-20)^2}{20} = 12.7$$

カイ χ^2 検定の考え方と手順②

文科系受験者に希望学部を1つ選んでもらった

選択肢	文学部	教育学部	法学部	経済学部	外国語学部	合計
実測度数	12	25	30	21	12	100
期待度数	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	

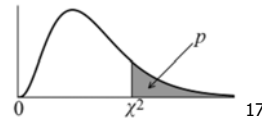
⑥ 「_____」がいくらか：

合計が与えられた場合の自由になるセル数 → 「4」

資料1

⑦ カイ2乗分布(右図)で p が5%未満の確率となる臨界値を調べる
→自由度4であれば「9.49」

⑧ 計算結果がこの臨界値より大きければ、「有意な偏り」と言える。



HADで分析してみる①

この科目ではデータ分析の演習にフリーソフトのHADを用いる
清水裕士氏が作成したExcelのマクロ言語で動作する
配付してあるファイルから「kai_1.xlsm」を読み込む
先のデータが簡易な形ですでに入力されている
「データ」シートには100名分のデータが入っている
タテに回答者番号が、ヨコに変数名が並んでいる
「モデリング」シートの300行目以降には変数のリスト
変数名、ラベル(変数の説明)、値ラベル(選択肢の意味)
基本的な使い方

- (1) 「使用変数」をクリックし、分析対象項目を選択
- (2) 「モデリング」シートで必要な指定をして分析を行う

HADで分析してみる②

- (1) kai2_1.xlsmを画面に表示させる
- (2) 「使用変数」をクリックし、分析対象の「faculty」を選択
- (3) 「分析」をクリックし、「度数分布表」を選択
- (4) 同じウィンドウ内で「出力を上書きしない」にチェック
- (5) 「OK」をクリックすると「Freq」シートに結果が出る
→B~G列に度数や%、I列からグラフ、P列に χ^2 検定の結果

一様性の検定	
χ^2 乗値	12.700
自由度	4
p 値	.013

→ $p < .05$ なので、5%水準で有意差(有意な偏りがある)と言える。

χ^2 検定の少し異なったパターン

「条件によって分布が異なるか」を見る場合が多い

		賛成	反対	計
男性	実測度数	16名	4名	20名
	期待度数	(13.3)	(6.7)	
女性	実測度数	8名	8名	16名
	期待度数	(10.7)	(5.3)	
計		24名	12名	36名

タテにも合計が合わないとダメ

全員での回答の賛成・反対の比率と同じ比率が各群でも期待できる

- 1) 帰無仮説は「賛成・反対の偏りに男・女で差がない」
- 2) 帰無仮説にしたがった期待度数を計算する
※ありがちな間違いのパターンに陥らないように

HADで分析してみる③

- (1) kai2_2.xlsmを読み込む
- (2) 「使用変数」→「sex」「agree」を選択
- (3) 「分析」→「クロス表」を選択
- (4) 同じウインドウ内で「出力を上書きしない」にチェック
- (5) 「OK」をクリックすると「Cross」シートに結果が出る
→B列16行めに χ^2 検定の結果 $\chi^2(1)=3.60, n.s.$
- (6) χ^2 検定の効果量の指標は「クラメールのV」
小：0.10 中：0.30 大：0.50 が目安

連関係数と独立性の検定		※連続性補正をする場合は分析オプションから設定を変更できます		
	推定値	5%下限	95%上限	
クラメールV	.316	---	.664	※信頼区間が収束しませんでした
$\chi^2 =$	3.600			
df =	1			
p =	.058			

中程度の効果量

χ^2 検定はあくまでも度数を使う

右の表は左の人数を2倍にしたものである。検定結果はどうなるか

「偏りの差」を判定する場合でも、%でなく度数を使う※%が同じなら効果量は同じ

		賛成	反対	計
男性	実測度数	16名	4名	20名
	期待度数	(13.3)	(6.7)	
女性	実測度数	8名	8名	16名
	期待度数	(10.7)	(5.3)	
計		24名	12名	

		賛成	反対	計
男性	実測度数	32名	8名	40名
	期待度数	(26.6)	(13.4)	
女性	実測度数	16名	16名	32名
	期待度数	(21.4)	(10.6)	
計		48名	24名	

$\chi^2(1)=3.60, n.s.$
効果量V=0.316

$\chi^2(1)=$ _____, _____
効果量V=0.316

効果量は同じ(偏り方の程度は同じ ← 賛成・反対の比率は同じ)だが人数が多くなった分、有意な偏りと判定された

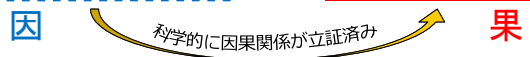
第2章

「関連」の指標とそれを用いてわかること

—相関係数—

「関連」とは何か①

例1) アルコールを摂取した人ほど、事故を起こしやすい



例2) 新聞をよく読む子ほど、学力が高い



例3) 自分に厳しい人は、他人にも厳しい



因果関係がなくとも、「両者が(ある程度)連動して変わる関係」 (=関連) はある。

→すべての例は「一方から他方が_____できる“連動”する関係」。ただし一方が他方の「原因になっているか」はさまざま。

「関連」とは何か②

____ 的

マイナス
負の関連

例3') 自分に厳しい人は、他人に優しくない
(「自己への厳しさ」が増すほど、「他人への優しさ」は減る)

____ 的

プラス
正の関連

例3) 自分に厳しい人は、他人にも厳しい
(「自己への厳しさ」が増すほど、「他人への厳しさ」も増す)

例3'') 自分に厳しい人はそうでない人より、他人にも厳しい
↑
∴「差がある」=「関連がある」
有意差検定 (t 検定) で見ていた案件

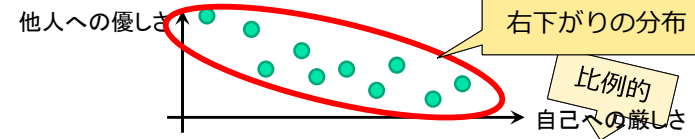
25

「関連」とは何か③

反比例的

マイナス
負の関連

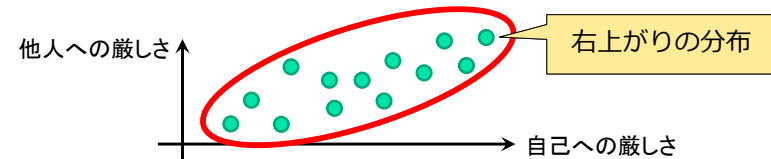
例3') 自分に厳しい人は、他人に優しくない
(「自己への厳しさ」が増すほど、「他人への優しさ」は減る)



比例的

プラス
正の関連

例3) 自分に厳しい人は、他人にも厳しい
(「自己への厳しさ」が増すほど、「他人への厳しさ」も増す)



26

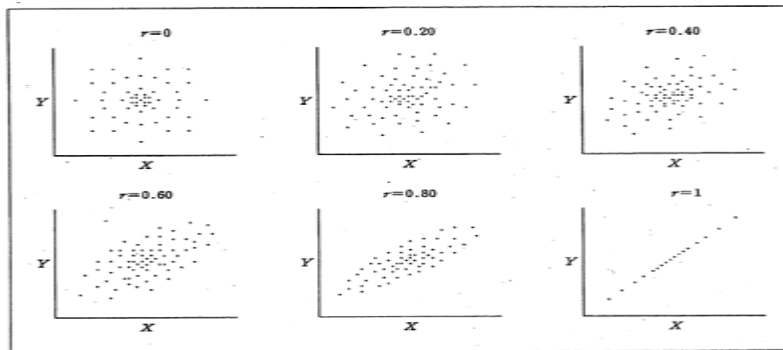
量的変数に用いる関連の指標

量的な変数どうしの直線的な関連を表す指標が

ピアソンの積率相関係数

小文字の「 r 」で表し、+1.0~-1.0まで分布する

r の大きさはその
まま効果量。
小... 0.10
中... 0.30
大... 0.50



27

例題をしてみる

例題1 次の2つの質問への回答の相関係数を算出する

		質問 b			
		1	2	3	4
質問 a	1	4	1	0	1
	2	0	2	1	0
	3	2	3	2	1
	4	0	1	2	3

→一方の評定が高い人ほど、もう一方の評定も高い
∴正の相関が期待できる

28

HADで相関係数を算出する①

- (1) "sokan_1.xlsm"を読み込む
- (2) 「使用変数」をクリックし、「質問 a」「質問 b」を選択
- (3) 「分析」をクリックし、「相関分析」を選択
- (4) 同じウィンドウ内で「出力を上書きしない」にチェック
- (5) 「OK」をクリックすると「Corr_test」シートに結果が出る

相関分析			検定統計量(t値)と有意確率	
	質問 a	質問 b	質問 a	
質問 a	1.000		質問 b	2.719
質問 b	.510*	1.000	p値	.013
			自由度	21
			95%CI	.124~.762

** p < .01, * p < .05, + p < .10

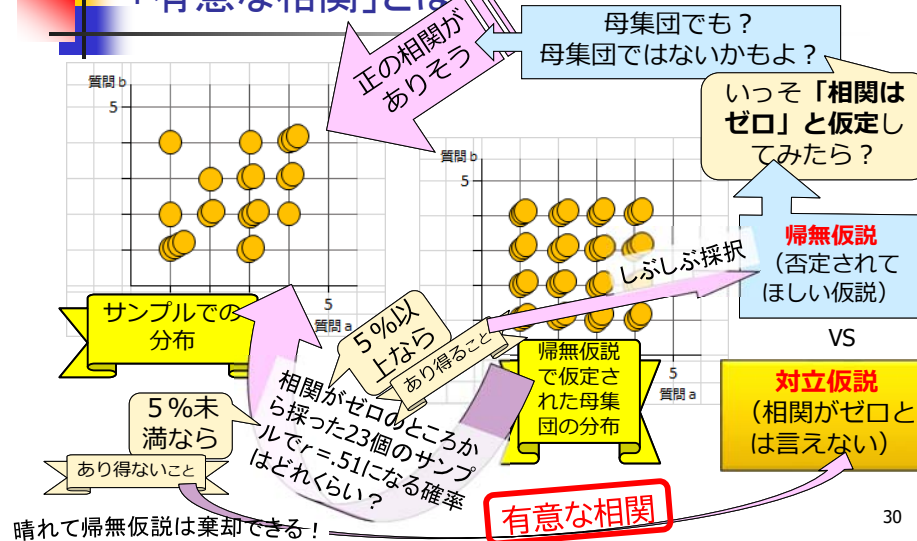
0.51という→
大きな効果
量の相関

相関係数をt値に変換
して有意性を検討

29

あくまで「母集団では_____」と言
えるだけの消極的な判定であることに注意!

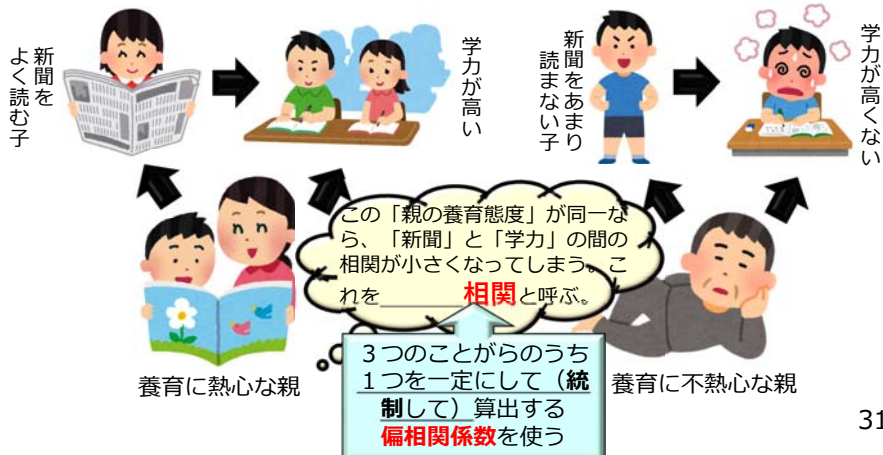
「有意な相関」とは



30

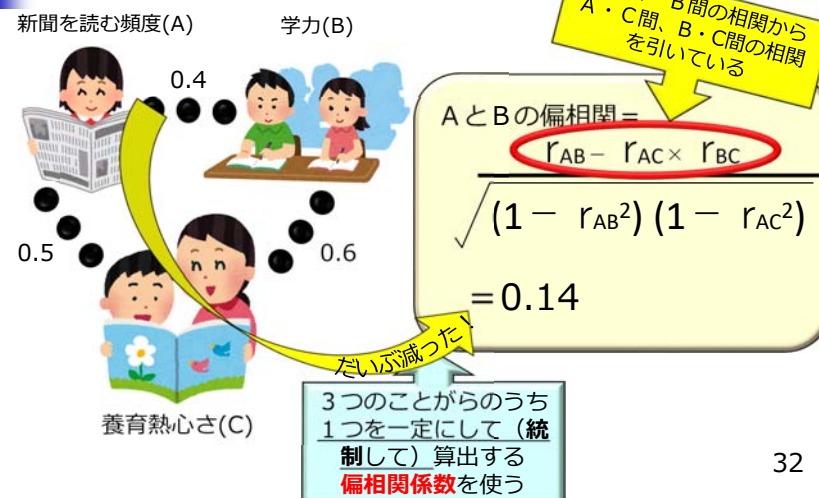
相関係数はそのまま信じてよいか①

新聞を読む頻度と学力とは「0.4」の相関があったが…?



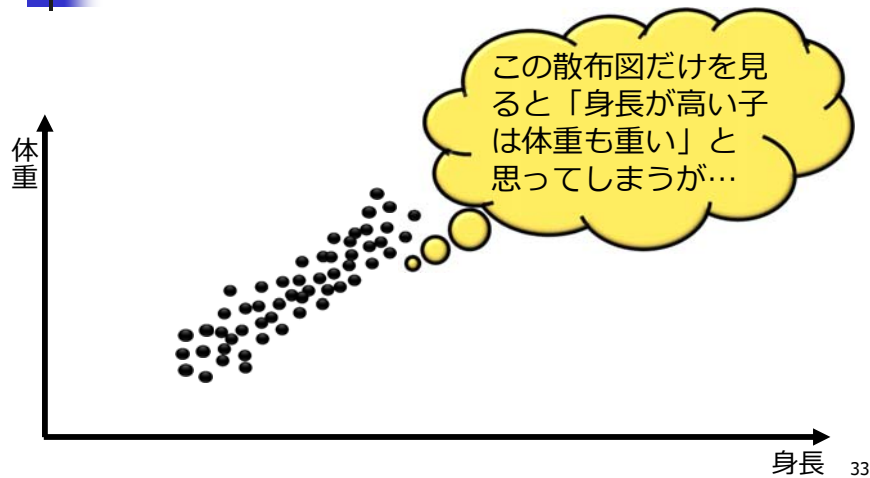
31

偏相関係数を求める



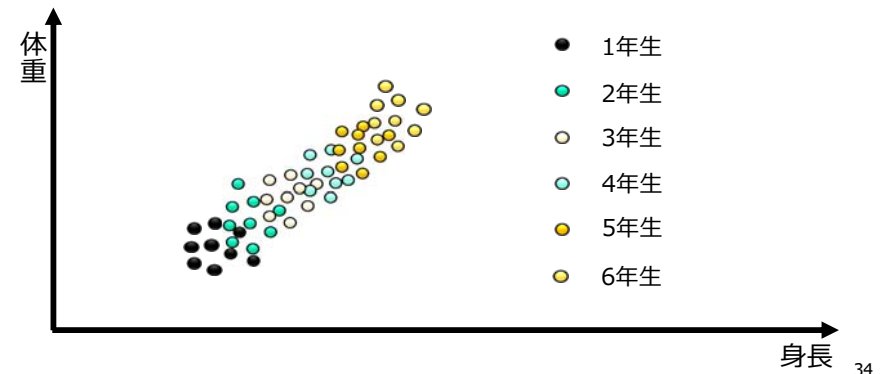
32

相関係数はそのまま信じてよいか②



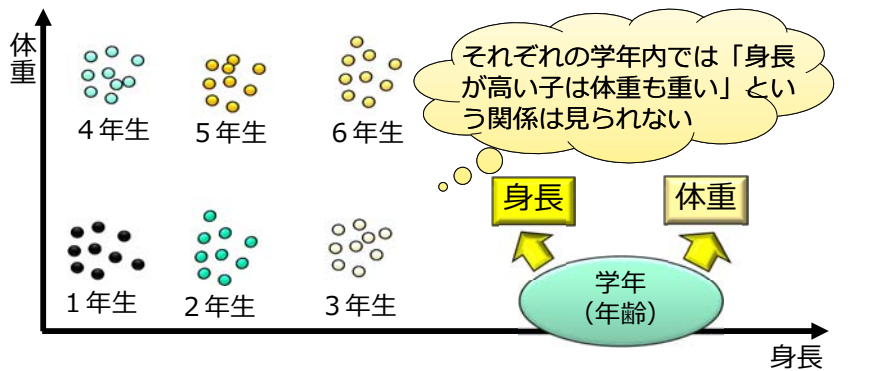
異なる母集団の人が混在している…

学年別に色分けして示してみると…

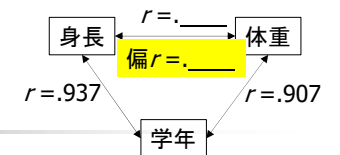


疑似相関の見破りにくさ

学年別に色分けして学年ごとにばらして示してみると…



HADで相関係数を算出する②



- (1) "sokan_2.xlsx"を読み込む
- (2) 「使用変数」→ 「tall」 「weight」 「grade」を選択
- (3) 「分析」をクリックし、「相関分析」を選択
- (4) 同じウィンドウ内で「出力を上書きしない」にチェック
- (5) 「OK」をクリックすると「Corr_test」シートに結果が出る
- (6) 9行目「grade」のところで「統制変数を投入」をクリック
- (7) 「grade」をドラッグして「\$」の右隣セルに移動させる
- (8) 「変数を左につめる」をクリックする
- (9) 「分析」→「相関分析」を選択
- (10) 「OK」をクリックすると「Corr_test」シートに結果

「順位」にも相関がありそうだが

〇〇部男子部員の期末テスト順位と人気投票順位

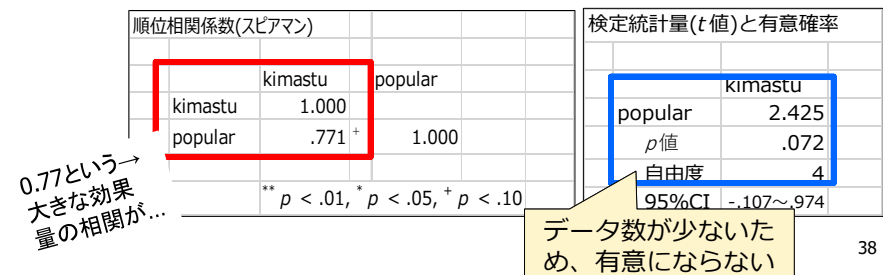
	A君	B君	C君	D君	E君	F君
期末テストの順位	3	6	1	5	2	4
人気投票の順位	2	6	3	4	1	5

➡ピアソンの積率相関係数は量的データ（例えば点数）にしか使えない。順位データしかなかったり、点数のデータでも分布が歪んでいたり外れ値がある場合などは順位をデータとして、**順位相関係数**を使う。

37

HADで相関係数を算出する③

- (1) "sokan_3.xlsm"を読み込む
- (2) 「使用変数」→「kimastu」「popular」を選択
- (3) 「分析」をクリックし、「順位相関分析」を選択
- (4) 同じウィンドウ内で「出力を上書きしない」にチェック
- (5) 「OK」をクリックすると「Rank_test」シートに結果が出る



38

相関係数はそのまま信じてよいか③

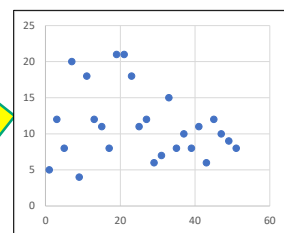
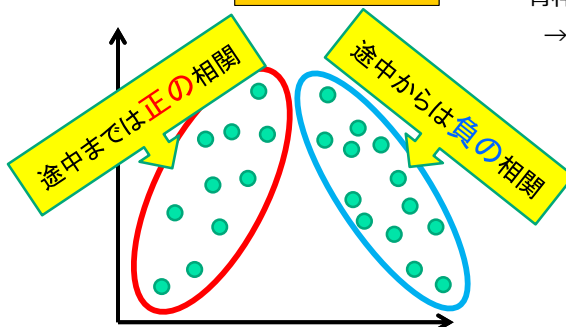
「的でない関連」も存在する

一方から他方が予測できること

赤枠内の相関係数：0.994

青枠内の相関係数：-.995

→全体での相関係数：-.201



r = -.2の散布図例

39

尺度の評価と相関係数①

質問紙などでの測定尺度は…

「測れているように見える」だけでは十分でない

- 「測定が正しいか」には一切関わっていないことに留意
- 点検①： _____ …測定結果が安定しているか
- 観点 a：測定しても類似の結果が出るか【**再検査信頼性**】
 - 同じ人に2回測定して得点の**相関**が高いか
 - 観点 b：同一設問の回答が項目間で類似しているか
 - 【**内的整合性（内的一貫性）**】
 - 項目間の評価の**相関**が高いか
- 点検②： _____ …目的のものが測定できているか

それはこちら

40

設問内の反応の類似性に留意する

ローゼンバーグの自尊感情尺度

これら個々の評定は類似(逆転項目は逆に類似する)するはず。

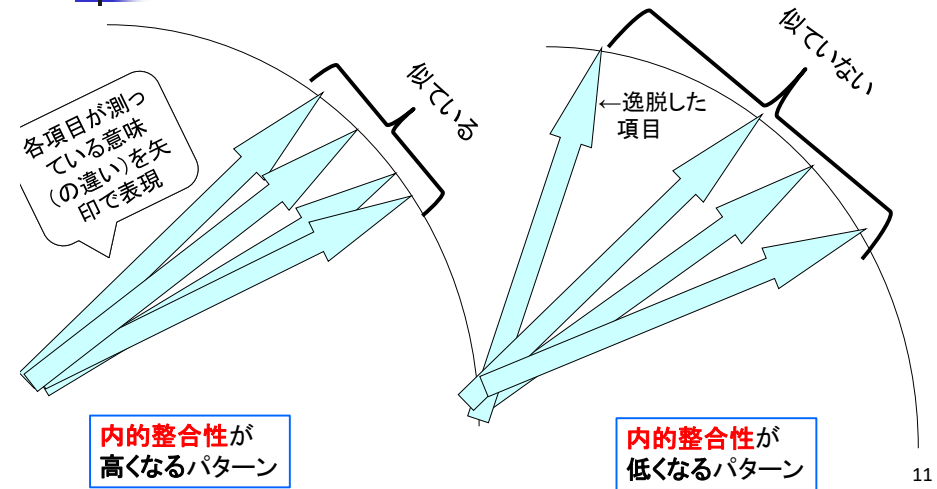
- ① 少なくとも人並みには、価値のある人間である。
- ② いろいろな良い素質を持っている。
- ③ 敗北者だと思ふことがよくある。*
- ④ 物事を人並みには、うまくやれる。
- ⑤ 自分には、自慢できるところがあまりない。*
- ⑥ 自分に対して肯定的である。
- ⑦ だいたいにおいて、自分に満足している。
- ⑧ もっと自分自身を尊敬できるようになりたい。*
- ⑨ 自分は全くだめな人間だと思ふことがある。*
- ⑩ 何かにつけて、自分は役に立たない人間だと思ふ。*

これだけ類似度が低い = 他とは異なる性質を測っている

(*印がついた項目は逆転項目)

41

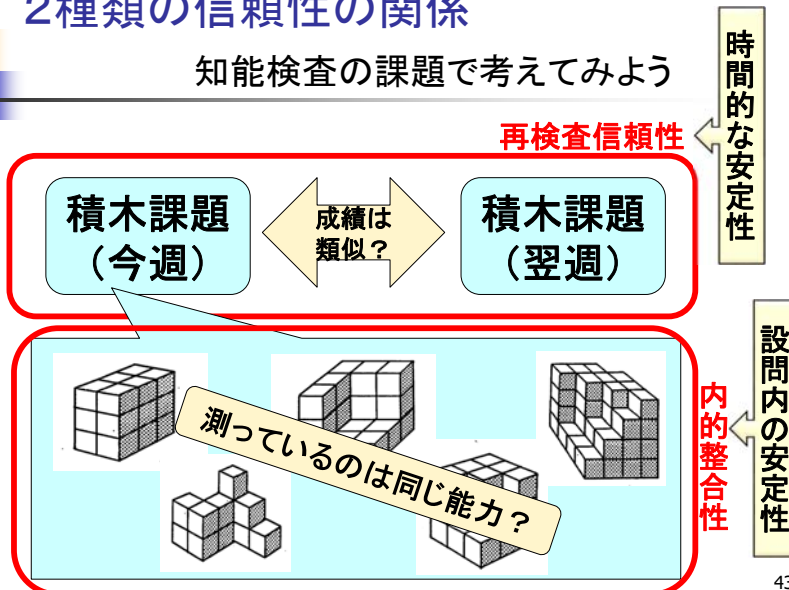
内的整合性のイメージ



11

2種類の信頼性の関係

知能検査の課題で考えてみよう



43

尺度の評価と相関係数②

「測れているように見える」だけでは十分でない

点検①: **信頼性** …測定結果が安定しているか

点検②: **妥当性** …目的のものが測定できているか

真値が目に見えないと確かめる確実な手段はない

→“状況証拠”でもいいから**間接的に確かめたい**

方法 a: **構成概念妥当性**

…概念の定義上、高得点の人にあるはずの性質で検証する

方法 b: **併存的妥当性**

…同目的の尺度と得点の高低が類似しているかで検証する

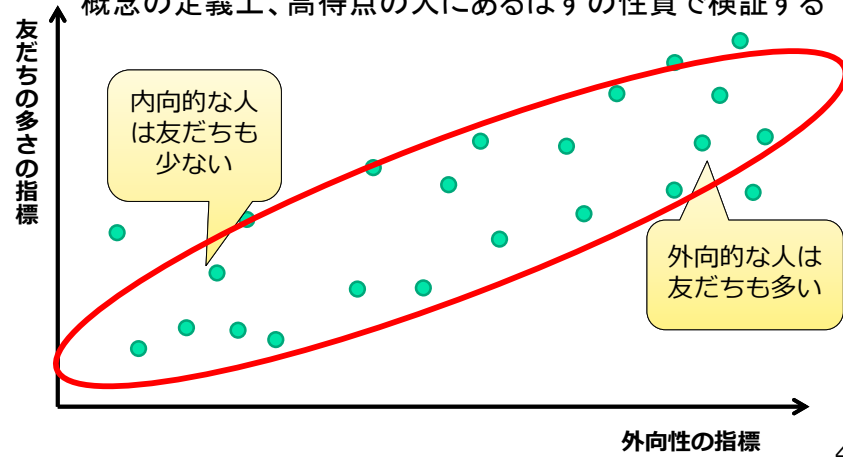
方法 c: **予測的妥当性**

…得点の高低が、後の状態を予測できているかで検証する

44

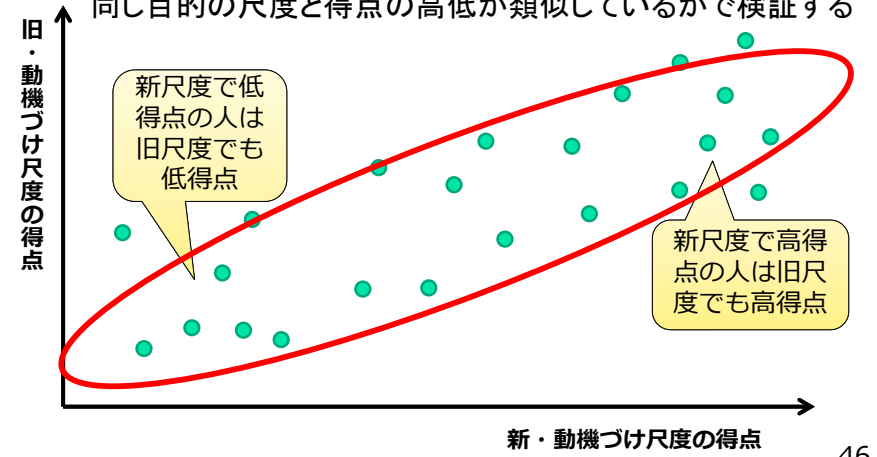
妥当性①構成概念妥当性

概念の定義上、高得点の人にあるはずの性質で検証する



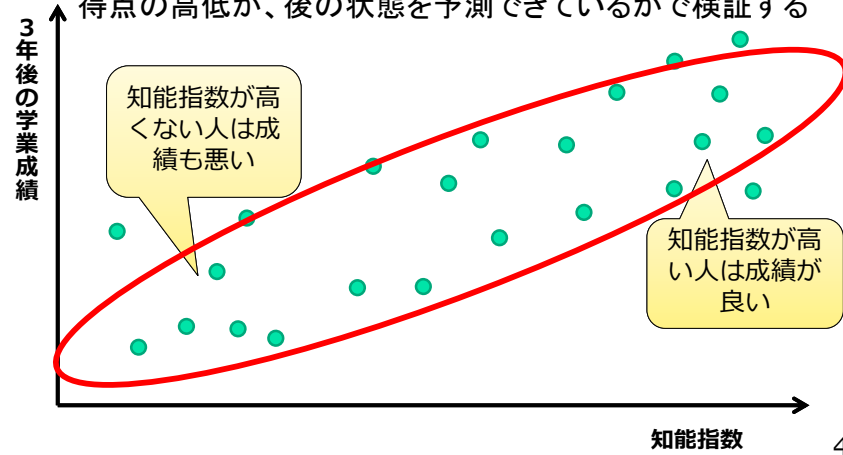
妥当性②併存的妥当性

同じ目的の尺度と得点の高低が類似しているかで検証する



妥当性③予測的妥当性

得点の高低が、後の状態を予測できているかで検証する



第3章

測定する概念の構造を知る—因子分析—

測りたいことは一枚岩なのか

量的データ測定値は一本の数直線上に表せる…か？

実は「_____」をもつ場合が多い

cf.) one of the biggest ships in the world

例) 達成動機には「競争的」と「自己充實的」の2側面

両者とも強い人もいるが、一方しか強くない人もいる

→分けて測定しないと正確・詳細な測定はできない

cf.) 5教科得点の合計、身体の大きさは2側面

調査や議論する場合にはその側面を意識して行うべき

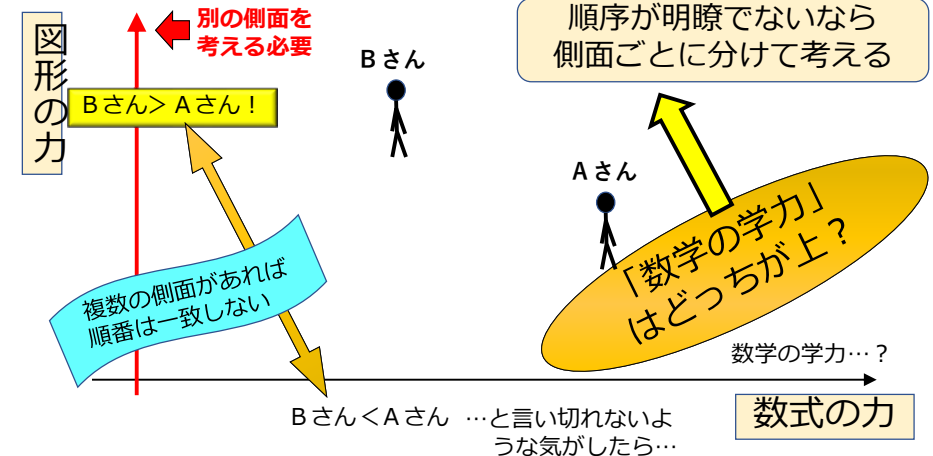
人の能力や資質・性質は意外に一側面で測りきれない

注目する側面を特定しないと議論がすれ違う、曖昧になる

資料2

49

量的データを複数の側面で考える



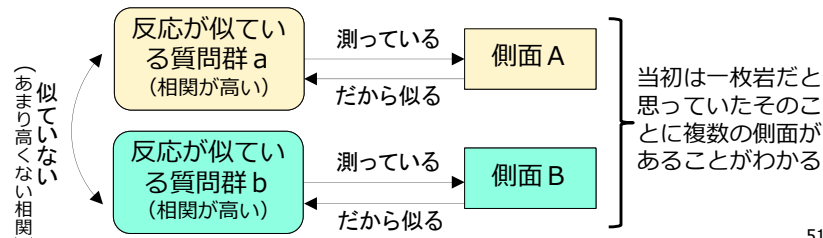
50

「複数の側面」はどうやったらわかる？

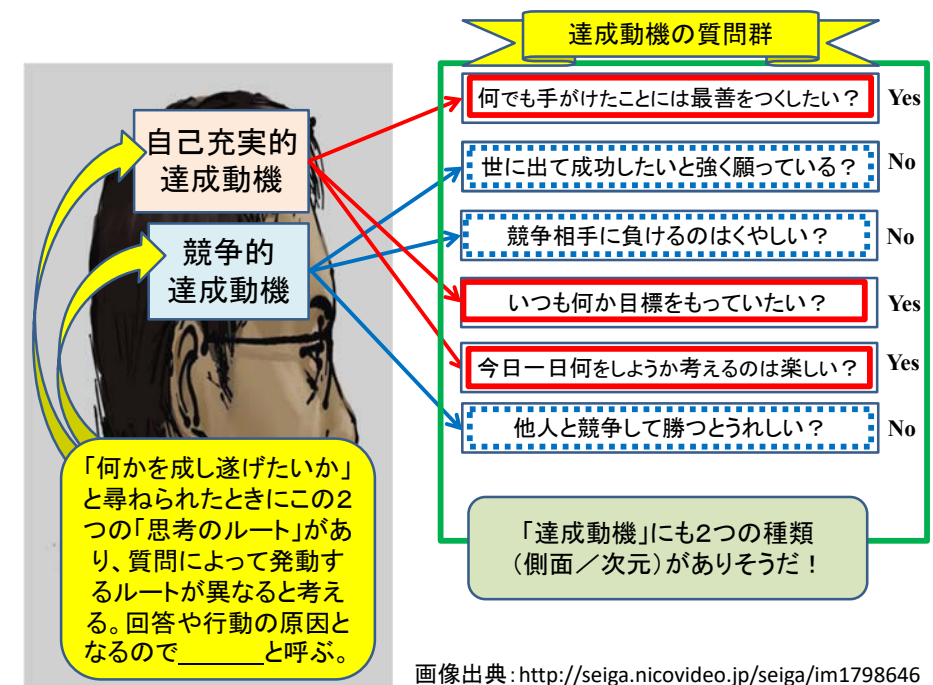
測りたいことに2つの側面があったら…

1つの側面だけ高い人(低い人)がいる

- ・側面Aを測る質問への反応どうしは似ている
- ・側面Bを測る質問への反応どうしも似ている
- ・側面A質問と側面B質問の反応は似ない



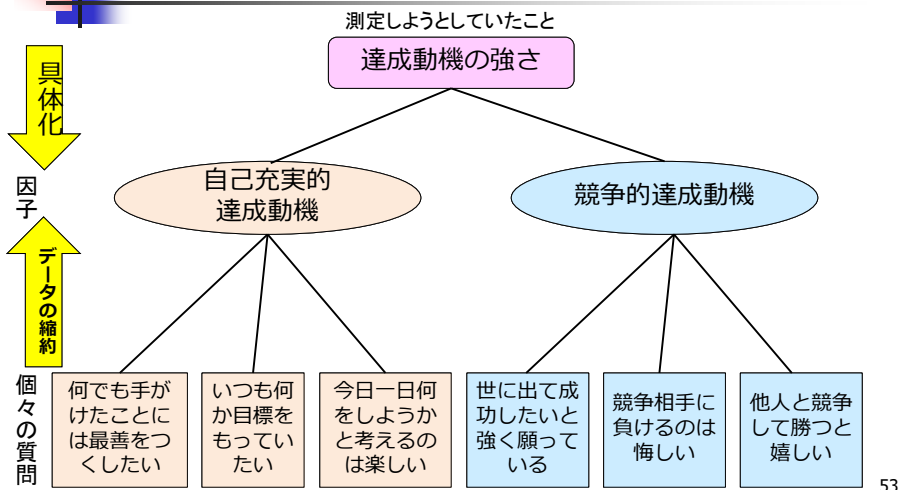
51



画像出典: <http://seiga.nicovideo.jp/seiga/im1798646>

6

つまり因子分析とは...



複数の質問で測定を安定させる役割も

測定は得てして複数回にわたって行う

∴ _____ を排して真値に近い測定値を得るため

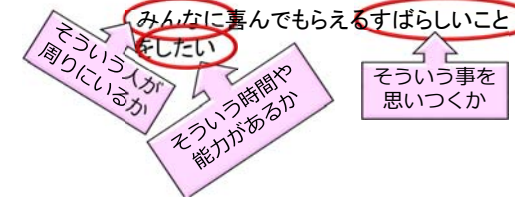
→心理尺度も複数個の質問で1つの事を測る

(参考) 達成動機の尺度

個々の質問項目は目的の要素だけを含むのではない

必ずそれ以外の要素も含む (_____) cf.) 偶然誤差

例) 自己充實的達成動機の質問項目



複数の項目を併せて平均をとるなどすれば、「それ以外の要素」混入の影響は小さくなる

54

HADで因子分析をする①

中学生774名に自己肯定感などを尋ねた調査

- (1) "factor.xlsm"を読み込む※調査項目は資料3に示した
- (2) 「HADの設定」で「ラベルで結果を出力」に✓
- (3) 「使用変数」→「a01」～「a10」を選択
- (4) J列で「因子分析」を選択
- (5) 「最尤プロマックス」をクリック
- (6) 32行目「因子数」で「固有値1以上まで」に✓
- (7) 38行目「得点」で「因子得点」に✓
- (8) 「出力を上書きしない」に✓
- (9) 「分析実行」をクリック
- (10) 「Factor」シートに出力された結果を見る

55

HADで因子分析をする②

各側面(因子)との関連の強さ
(因子負荷量)

第1の側面(因子)と
関連が強い項目

因子パターン	項目	Factor1	Factor2	共通性
a08	8.私は、自分をまわりの友だちと比べて、何日も落ち込む方だ	.772	-.001	.595
a02	2.努力して、理想の自分に向かっていこうと思う	.753	.028	.581
a07	7.私は、自分を向上させていけるように、いろいろなことをやっていきたいと思う	.670	.060	.475
a10	10.自分がとりくんだことには、なんでもベストをつくしたい	.642	.075	.447
a09	9.私は、少しずつでも自分の理想に近づけるようにとがんばっている	.505	-.395	.296
a04	4.いったん自分で決めたことは、途中でいやになってもやり通したい	.455	.113	.249
a05	5.私は、自分に短所があっても、そんな自分を嫌いにならないでいられる	.001	.747	.559
a01	1.私は、いまの自分をそれほど嫌いではないと思える	.083	.667	.484
a06	6.私は、自分が今のような性格でいても、かまわないと思う	-.064	.627	.375
a03	3.私には、良いところも悪いところもあっていいと思う	.203	.444	.290

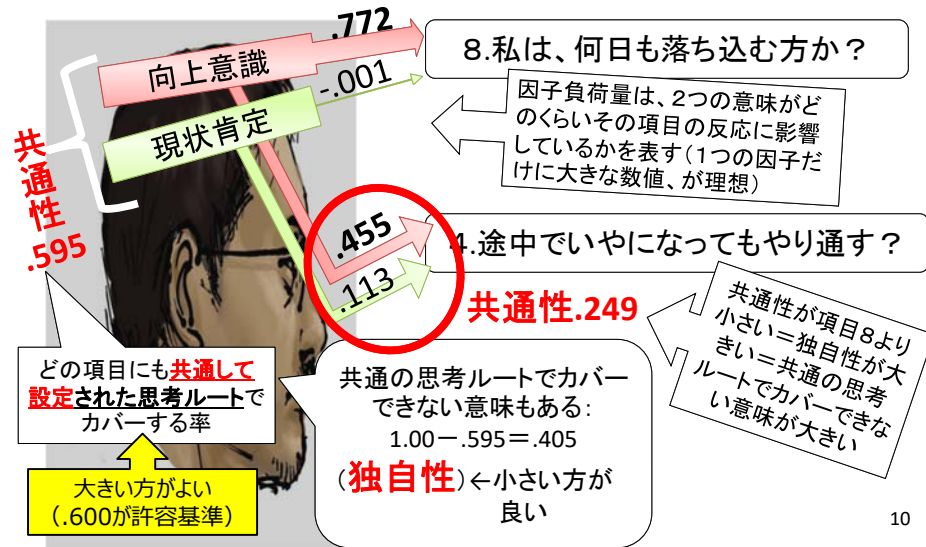
第2の側面(因子)と
関連が強い項目

高く負荷した項目から
因子に命名する

因子1: _____
因子2: _____

56

「共通性」の意味



HADで因子分析をする③

★適合度の指標 ... 今回の分け方がデータに適合しているかを示す

適合度	乖離度 = 0.155	CFI = .958	← 0.95以上でOK
有意とは今回の因子構造と実際のデータに乖離がある意。ただしデータ数が多いと有意になりやすい	χ^2 値 = 111.033	RMSEA = .068	← 0.05未満でOK
	DF = 26	AIC = 149.887	分け方の解が複数あるとき比較に使う。小さい方がよい
	p = .000	BIC = 236.919	

※適合度は、「○個の因子に分かれることがわかっている尺度が、今回のデータにあてはめてもそのように見なせるか」を確認する場合に大切になる。探索的に因子分析をした場合には参考程度にする。

※因子分析は、その分け方に複数の解法があり、試行錯誤的に行ってみることが多い。上記のAICやBICはそのときにより適切な解を選ぶために使う。

HADで因子分析をする④

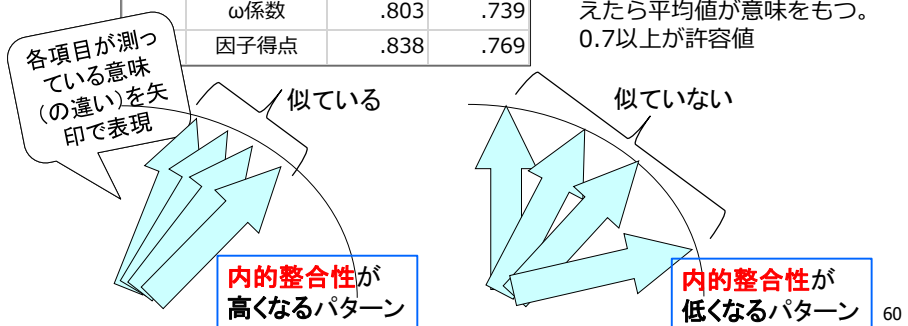
信頼性係数	※α係数とω係数は太字の項目	
	Factor1	Factor2
α係数	.785	.728
ω係数	.803	.739
因子得点	.838	.769

信頼性係数
= 内的整合性の程度を0~1.0の範囲で表した指標

HADで因子分析をする④

信頼性係数	※α係数とω係数は太字の項目	
	Factor1	Factor2
α係数	.785	.728
ω係数	.803	.739
因子得点	.838	.769

信頼性係数
= 内的整合性の程度を0~1.0の範囲で表した指標
→ メジャーな指標。0.8を超えたら平均値が意味をもつ。0.7以上が許容値



HADで因子分析をする⑤

★因子間相関 …「プロマックス法」を使うと、因子（側面）間に相関があってもよい、という前提で数値を算出する。つまり、「ひとつの因子の性質が高い人は、もうひとつの因子の性質も高い（負の相関なら低い）かもしれない」ということ。

「斜交解」と呼ぶ。相関が0の前提で行うのは「直交解」。

因子間相関		Factor1	Factor2
	Factor1	1.000	.290
	Factor2	.290	1.000

←効果量が中程度の正の相関がある。

61

HADで因子分析をする⑥

因子分析結果はどのように「使う」のか？

→個々の回答者に因子の数ぶんの得点を付与する

→その得点を着目したい条件間で比較する

例) 男女間で自己肯定感を比較する

その因子の性質の強さを平均0で得点化

- (1) HADの出カシート「ScoreF」に**因子得点**が出力されている
- (2) 「Factor1」のラベルを「kotei.f1」など意味がわかるもの
に書き換える。「Factor2」も同様。
- (3) B列・C列のラベル部分をドラッグし、右クリック。
- (4) 「変数をデータセットに追加」をクリック
→「データ」シートの末尾にそれらが追加されている事を確認
- (5) 「データシート」の「データ読み込み」をクリック
→「モデリング」シートの変数リストに追加された事を確認

62

因子分析の利用上の注意①

1. 解は_____ではない

→以下の点を見直す

- ・少数の項目だけで1因子になっていないか
- ・複数の因子に負荷のある項目はないか
- ・共通性が著しく低い項目はないか
- ・因子の命名が無理なくできるか

→○不適切な項目を分析から外してみる

○因子数を変えてみる

※ある程度、試行錯誤が必要。

63

因子分析の利用上の注意②

2. 因子の_____は十分に慎重に

一旦付けられた因子名は一人歩きする

その因子名に合わない質問項目はないか

3. 得られた**因子構造**は_____的なもの

因子数や命名は分析者の主観に依っている

質問項目に十分なバリエーションはあったか確認

4. 質問項目の6~7倍の_____が必要

少ないと外れ値が影響して分析結果が不安定に

64

第4章

複数の変数で予測する ー重回帰分析ー

どのような分析か

統計学の大きな恩恵のひとつ

…既知の変数を用いて未知の状態を予測する
(既知である関連の強さをもとに予測式をつくる)

相関係数(第2章)参照

例：入学試験の点数から入学後の成績を予測する

説明変数

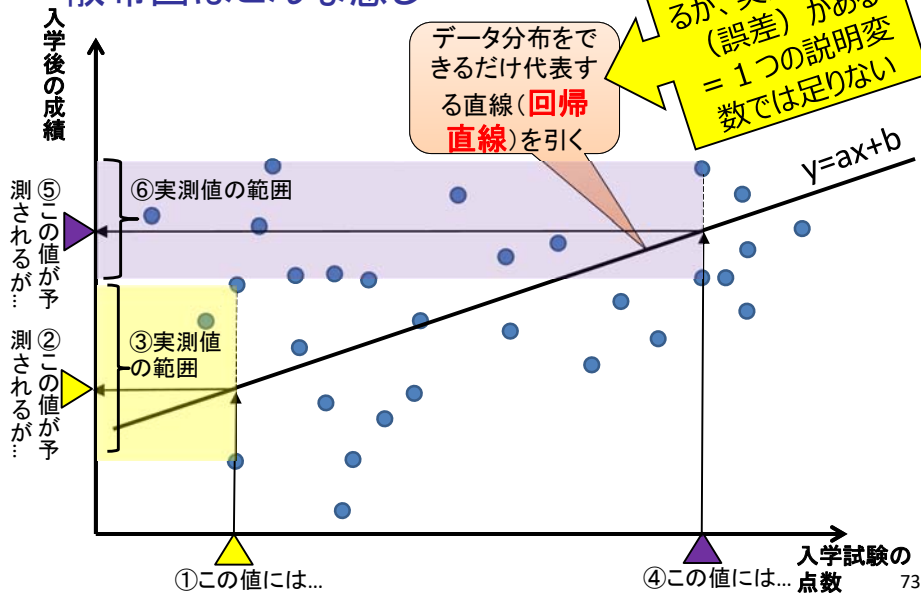
目的変数

$r=0.5$ だとすると

⇒ 予測しきれないのは { ①測定に誤差があるから
②他にも説明変数が必要だから
例えば「内申点」

66

散布図はこんな感じ



73

複数の説明変数で予測する

2つ以上の説明変数を使って直線の式をつくる

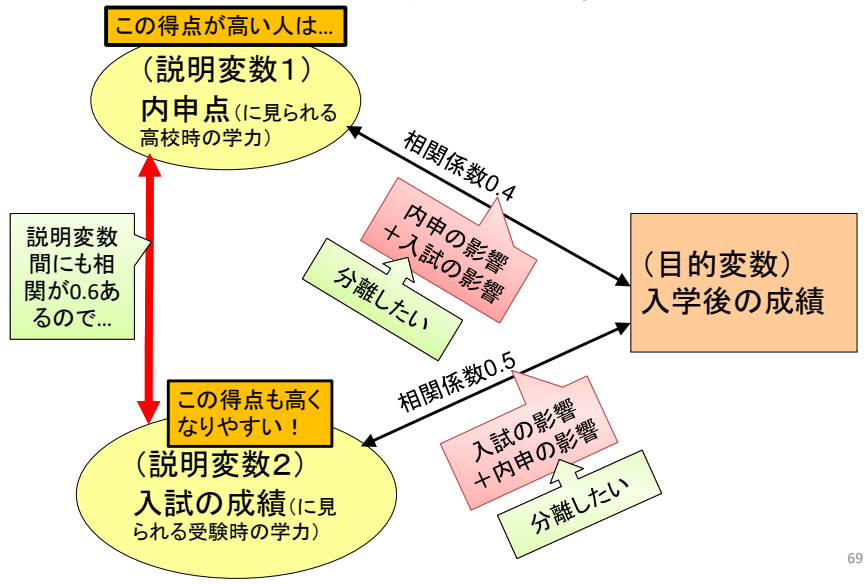
入学後の成績 = $a \times$ 入試の成績 + $b \times$ 内申点 + 定数

気を付けるべき点

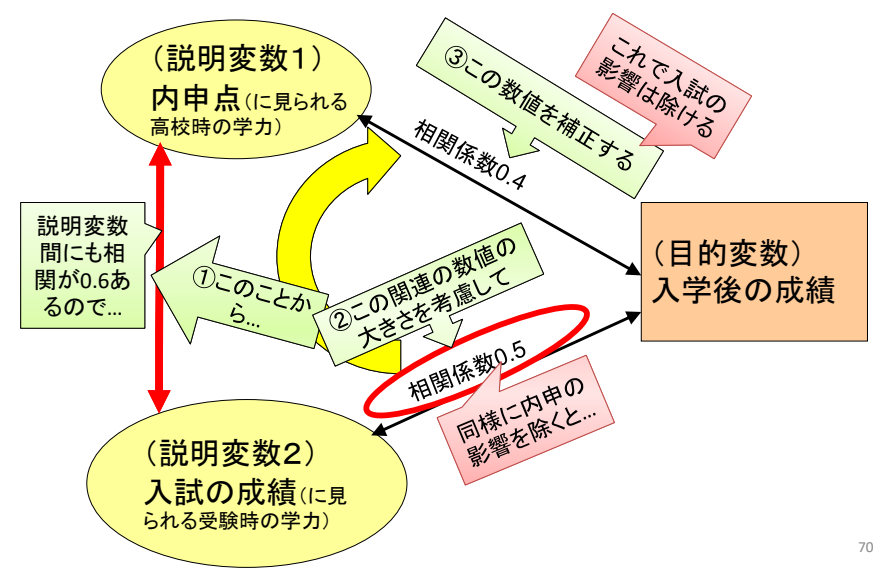
- 1) 説明変数の単位や分布範囲が違うので、 a と b の大きさが比較できない
→ 全変数の分布を平均0、SD1に揃えて比較可能に
- 2) 説明変数どうしに相関がある(ことが多い)
 a や b の係数に互いの変数の影響を除くには…

68

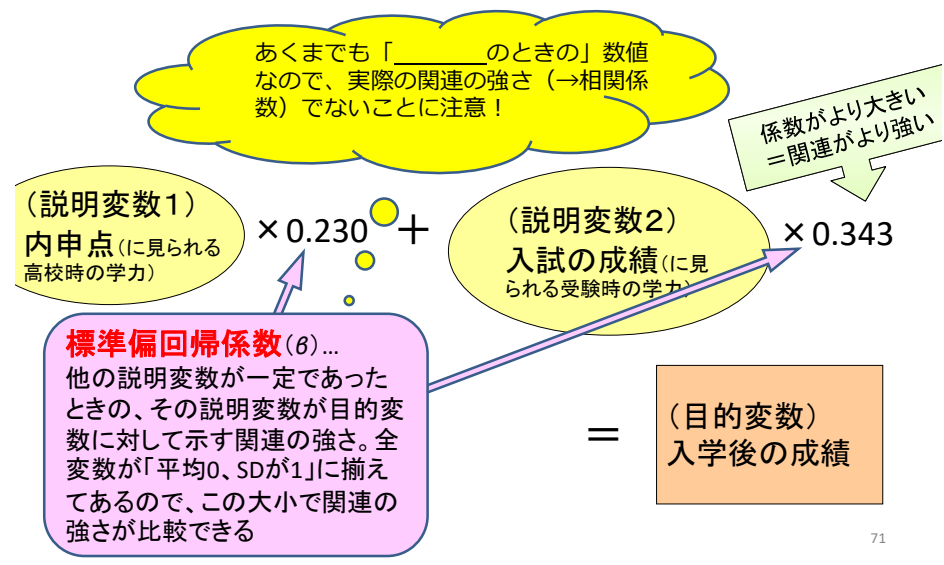
入り混じる他の説明変数の影響



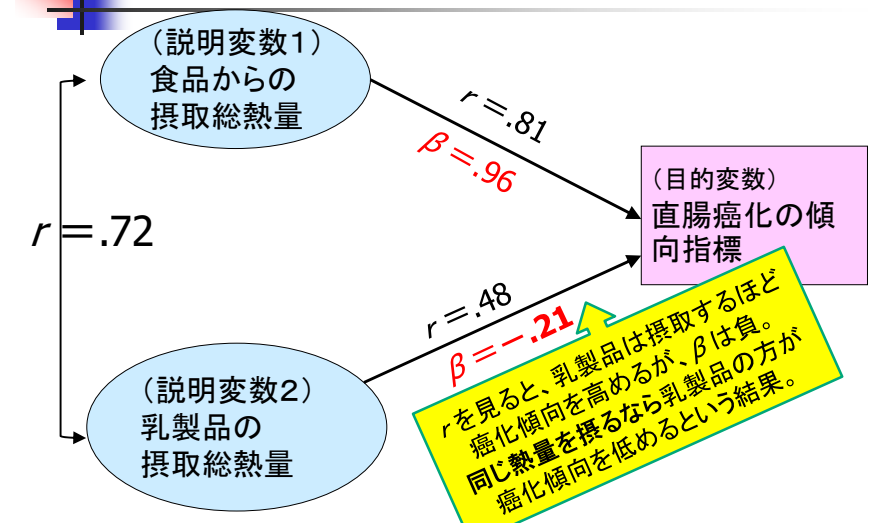
だから重回帰分析では...



重回帰分析の結果



「他が一定のときの」という条件の意味



HADで重回帰分析をする①

- (1) "mreg.xlsx"を読み込む ※調査項目は資料3に示した
- (2) 「HADの設定」で「ラベルで結果を出力」に✓
- (3) 「使用変数」→「kotei.f1」「friend_f」、および「teacher_f」を選択
- (4) J列で「回帰分析」を選択
- (5) 「kotei.f1」にカーソルを置いて、「目的変数を投入」をクリック
- (6) 「主効果を全投入」をクリック
- (7) 「出力を上書きしない」に✓
- (8) 「分析実行」をクリック
- (9) 「Reg」シートに出力された結果を見る

73

HADで重回帰分析をする②

モデル適合	SS	df	MS	F値	p値
モデル	154.838	3	51.613	83.762	.000
誤差	417.159	677	0.616		
全体	571.998	680			

→p値が0.05未満ならば、帰無仮説「今回つくった予測式が母集団ではまったく予測できていない(係数がすべて0)」が否定できることを意味する。

適合指標	R ²	Adjust R ²	F値	df	p値	AIC	BIC	C
	.271	.267	83.762	3, 677	.000	1608.840	1631.458	160

効果量 .02で小 .13で中 .26で大 →ここではR²()という指標に注目。今回つくった式で、説明変数から目的変数の予測が何%うまくいくかを表す。この数値が小さいと、標準偏回帰係数の大小の比較もあまり意味をもたない。1つ隣の「調整済み決定係数」は、少し大きめに出る計算方法を補正したもの。

74

HADで重回帰分析をする③

標準化係数	目的変数 = 自己肯定感第1因子 (向上意識) 得点 (kotei.f1)			
変数名	自己肯定感第1因子 (95%下限	95%上限	VIF
友人関係の良さ	-.076 *	-0.151	-0.001	1.355
教師関係の良さ	.184 **	0.109	0.259	1.348
個性発揮の程度	.452 **	0.378	0.525	1.309
R ²	.271 **			

** p < .01, * p < .05, + p < .10

これが標準偏回帰係数(β)。「*」印は有意水準を示す。有意なら帰無仮説「母集団でその説明変数のβは0」が否定できることを示す。

β値を誤差も加味して、範囲で推定したときの値。100回中95回はこの範囲に収まることを示す。

説明変数間に問題になるほど関連が強いかな否かを見る指標。5を超えたら危なく、10を超えたら危険域。

75

重回帰分析の利用上の注意①

因果関係とは別の話

1. 結果から因果関係はわからない

→あくまで「説明変数から目的変数の_____」

→因果関係は調査データからはわからない

そのための3つの条件がある

①原因とされることながら、結果とされることながらも時間的に_____していること。

これは相関係数でわかる

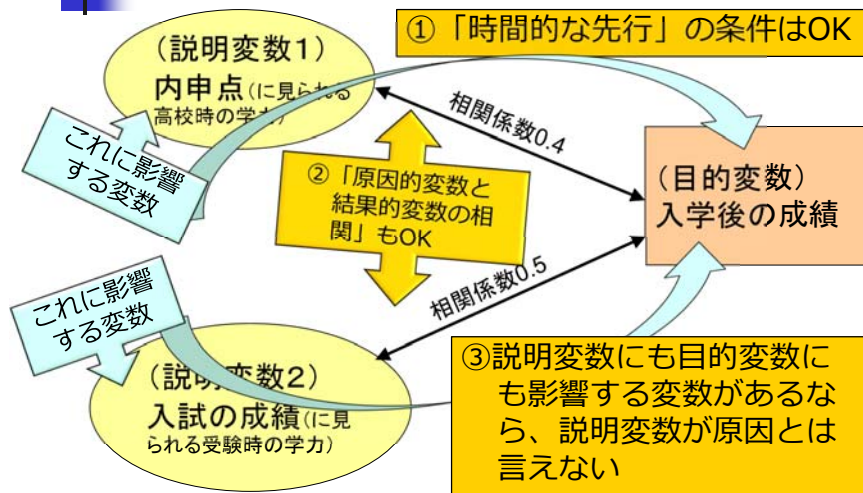
②原因とされることながら、結果とされることからのあいだに_____関係(→相関)があること。

これは完全にはわからない

③その共変関係が、_____にともに影響されているためでないこと。

76

事例1を例にとれば



77

最近、この問題を警告した論文が話題！

心理学研究 2021年 <https://doi.org/10.4992/jpsy.92.19226>

研究資料
Methodological Advancement

心理学的研究における重回帰分析の適用に関わる諸問題

吉田 寿夫¹ 関西学院大学 村井 潤一郎 文京学院大学

Various issues surrounding the use of multiple regression analysis in psychological research

Toshio Yoshida (Kwansei Gakuin University) and Jun'ichiro Murai (Bunkyo Gakuin University)

Although multiple regression analysis is a frequently used method for multivariate analysis in psychological research, it has been used inappropriately or incorrectly in most studies. To resolve these problems effectively, we investigated and summarized the issues related to the use of multiple regression analysis found in papers published in *The Japanese Journal of Psychology* and discussed the issues in detail. We argue that researchers should not use multiple regression analysis for simplistic reasons, such as "because there are several independent variables" or "because some relationships between independent variables or between independent and control variables are supposed." We further argue the importance of carefully considering whether the purpose of the study is to explain or to predict and what kind of causal relationships exist between variables.

Key words: multiple regression analysis, misuses, exploration of causality, *The Japanese Journal of Psychology*.

The Japanese Journal of Psychology
J-STAGE Advanced published date: May 31, 2021

78

重回帰分析の利用上の注意②

- 決定係数が低いなら β の値は重要ではない
 β が大ききより式の予測力が_____に留意
低かったなら、他の説明変数をもっと探すべき
- 関連が強い説明変数はどちらかのみを使う
多重共線性という分析上の問題を回避
- データは_____からとること
変数が多いぶん、データは数多く必要

79

第5章 変数間に構築したモデルからわかること

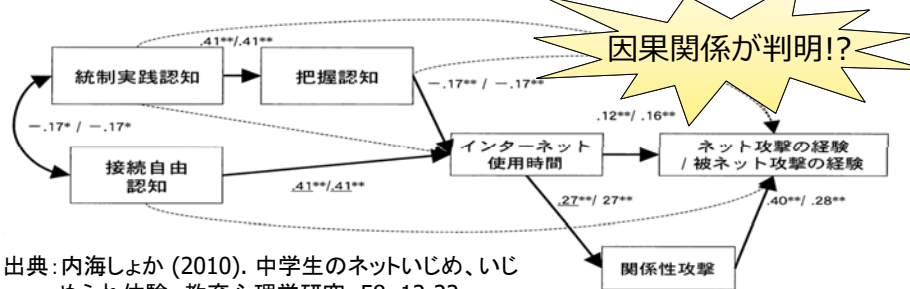
— 共分散構造分析 —

モデル図というもの

近年、このように変数間を矢印で結んだ図をよく見る
「パス解析」「共分散構造分析」「構造方程式モデリング (SEM)」などの名称

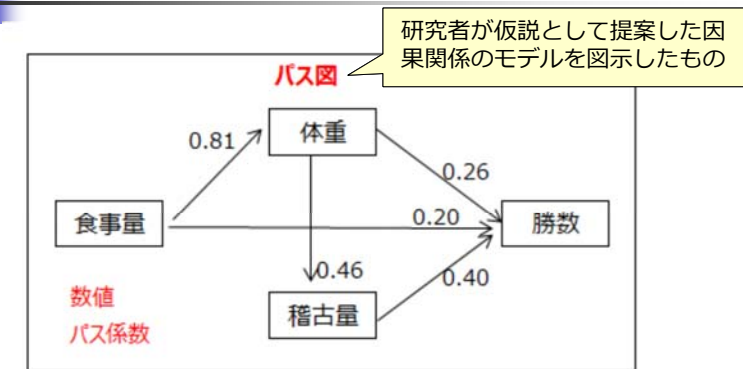
論文内では**因果関係**として解釈されている

→因果関係は、予防・促進など対応策につながり有のだが…



出典: 内海しよか (2010). 中学生のネットいじめ、いじめられ体験 教育心理学研究, 58, 12-22.

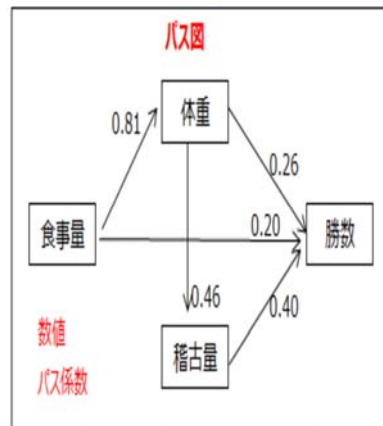
もっと単純なモデル図で考えてみる



因果関係を明らかにできる?

→この分析で結果が出てても、**因果関係とは言えない**

因果関係と言えない理由①

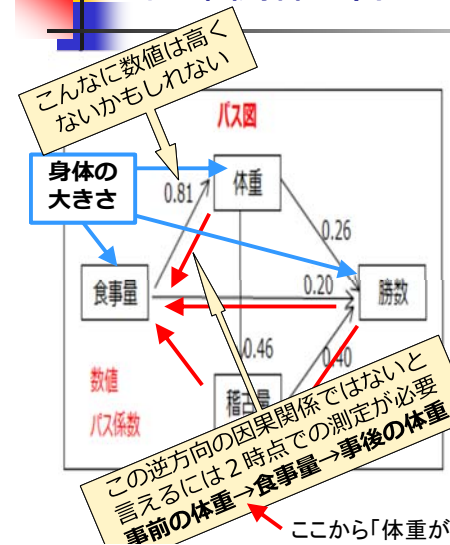


①因果関係が成り立つ3条件の①「時間的な先行」の前提がNG
→同時にとったデータならば、**どちらが_____するか**が特定できない

※変数自体は時間の前後関係が明確であっても、データを同時にとった場合にはこの条件を満たさない。

例) 3歳までの養育態度
↓
中学生の学習意欲

因果関係と言えない理由②



②逆方向や双方向の因果関係も想定でき、分析結果は一方を支持するものではない。他の変数の作用の可能性も。

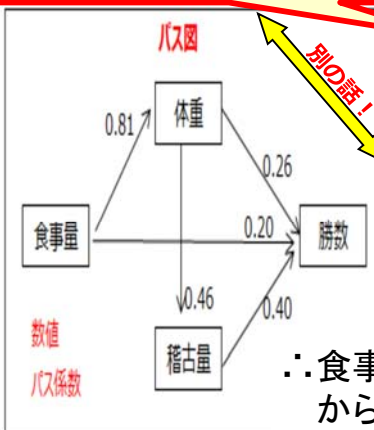
※あくまでも分析者が仮説として描いたパス図にしたがって、パス係数を算出してくるだけ。

※因果関係は別途、科学的に証明されるべこと。

因果関係と言えない理由③

「食事を増やしたら体重が増えた」は一人の人の中での変化

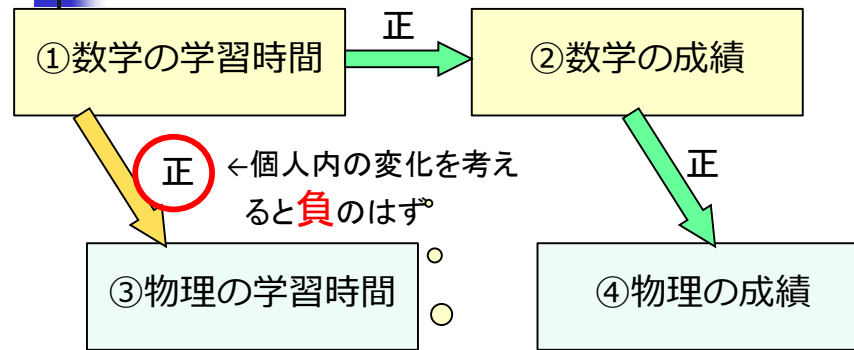
③因果関係は 個人間 の変動なのに、個人間 の変動をもとに計算していること。



= 食事量の少ない人から多い人までのデータを使って「体重」や「勝数」がどのくらい連動するかを数値化している

∴ 食事が「少ない人」が「多く」したからといって、「多い人」と同じ体重や勝数になるとは限らない

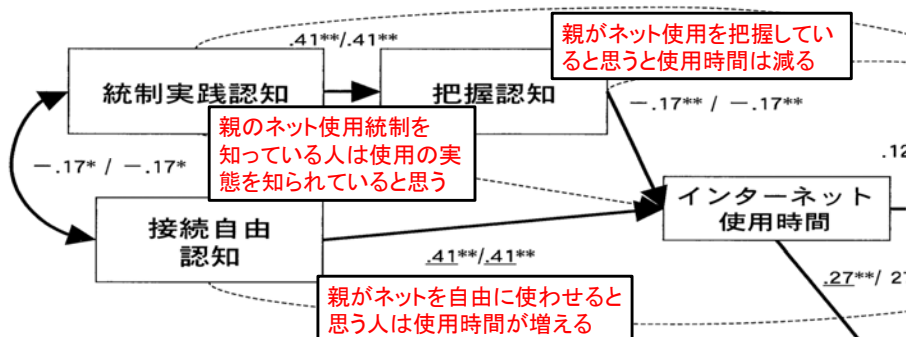
こういう分析結果もあった!



「数学の勉強時間が多い人は理科の勉強時間も多い」という 個人間のデータ に基づいて算出しているから

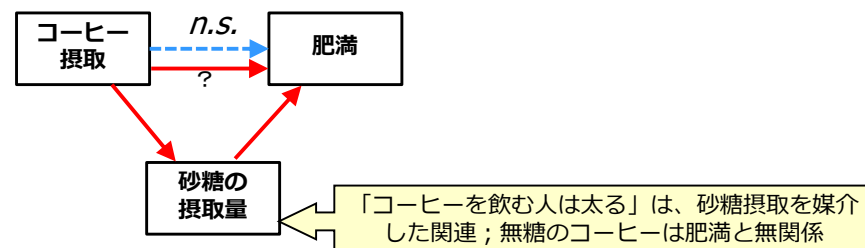
それではどう使うのか、何に役立つか①

答え①：時間の流れに沿って仮説的に変数を配列した図において、変数間の予測・被予測関係を表したもの（因果ではない）として使う。

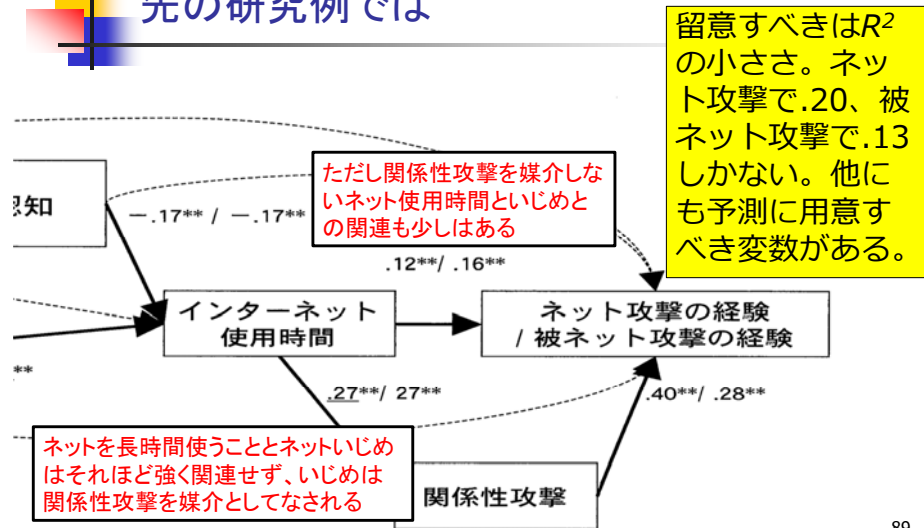


それではどう使うのか、何に役立つか②

答え②：変数A・B間の関連を 変数C を通る間接ルートと直接ルートの関連に分けることで、A・B間の関連がなぜ生じるか、またはその関連が 擬似的な相関 かどうか分かる。



先の研究例では



89

HADで練習...してみたいけれど

この種の分析は、前提として学ぶことが多い(その分、限界や制約も多い)。

博士論文で使う人は、自学自習してほしい

→右の書籍はお勧め

→HADで初歩を学ぶなら

<https://www.slideshare.net/shotayuasa12/sem-57213572>



90