

# 共分散分析

## Analysis of Covariance

### データ解析演習 2006/4/26

教育学研究科 M1 上野泰治



1

## 発表の流れ

- 心理学実験における分散
- 共分散分析のメリット
- 共分散分析の視覚的理解
- データを実際に分析
- 共分散分析の落とし穴



2

## 心理学における分散

- 例えば、コーヒーを飲んだら成績が上がる、ということの研究したい。
- 理想的な結果は、右のようになる。

表1 両群のテスト得点(n=10)

飲まない群	飲む群
90	100
90	100
90	100
90	100
90	100

群内でバラつき(分散)がない！  
群間でバラつき(分散)がある！

3

## 心理学における分散

- しかし現実には次のようになる。
- なぜバラつきがある？
  - 元々の成績・やる気・コーヒーアレルギー・腹痛
- 交絡(confounding)
- 剰余変数(extraneous variables)考慮の必要性。

表2 両群のテスト得点(n=10)

飲まない群	飲む群
90	100
95	100
92	80
85	90
98	95

群内でバラつき(分散)がある！  
群間でバラつき(分散)が少ない！

4

## 系統的誤差と確率誤差

- 誤差、つまり、実験者の興味のある独立変数の効果によらない変動は、理論的に二つに分けうる。
  - 確率誤差
  - 系統的誤差
- 確率誤差は、実験の手続き上、(ある程度不可分に)混入してくる誤差であり、文字通り確率的にしかその効果の大きさを測定できない。理論的には統制できないものである。

5

## 系統的誤差

- 系統的誤差とは文字通りシステマティックに従属変数に効果を及ぼす誤差であり、その効果は理論的には測定が可能である。
  - 「やる気度」を測定し、従属変数との相関係数を算出する。
- 剰余変数は、系統的誤差である。つまり、統制が可能である。

6



## 剰余変数の統制

- 例えば、“やる気”という変数を考慮する。
- 元々やる気の高い人ほど成績が高い、という正の相関があったとしたら、次の状況では困る。

表3 両群のやる気度(n=10)

飲まない群	飲む群
1	5
1	5
1	5
1	5
1	5



7

## 剰余変数の統制方法

- 独立変数化：要因として従属変数への効果を検討しよう！
- 恒常化(一定化)：やる気ゼロの学生だけを集めよう！
- 除去化：コーヒーアレルギーの治療
- 無作為化(確率化)：偏る事のないように偶然に任せよう！
- ブロック化：やる気の低い人同士・高い人同士で比べよう！
- 統計的調整化：統計量に及ぼす剰余変数の影響を計算しよう！



8

## 独立変数化

- 剰余変数は定義上、従属変数に影響を及ぼす未知の(考慮されていない)変数のことである。
- ならば、その変数を独立変数に組み込めば、もはや剰余変数ではなくなる。
- 剰余変数が従属変数(の変動)に及ぼす影響を検討する。
- 後に紹介する統計的調整化(共分散分析)と、算術的には同じこと。(心理学的に微妙に)異なる点については後述します。



9

## 恒常化

- 全ての条件のどの対象に対する実験においても、剰余変数の値を常に一定にする。
- つまり、剰余変数の変動が条件間でも条件内でもゼロに(近く)なる。
- やる気のある人、あるいはない人ばかりを集めて実験を行えば、やる気のある・なしが実験結果を不当に歪めることはない。
- 結果の一般可能性の問題。



10

## 除去化

- 剰余変数を除去してしまう。
- つまり、剰余変数の値を常にゼロにする。常に同じ値にするという点では、恒常化と同じ。しかし、手続き上は、異なる。
- 恒常化は、剰余変数の値を測定し、その中から同じ値の母集団から標本を集める。除去化は、剰余変数の値を作為的にゼロにすること。
- 現実には不可能であり、作為的にゼロにするという介入が、当該の効果のみをもつという保証はない。



11

## 無作為化

- 被験者の抽出・被験者の割り当てを完全に偶然に任せる。
- 表3のように、片方の条件にやる気のない人が集まり、もう一方の条件にやる気のある人が集まる、という可能性を少なくできる。
- コストが低く、かつ一般化可能性が高い。
  - 乱数法の使用
  - 層別無作為抽出など
- 消極的な統制に過ぎない。
- 偶然交絡する可能性もある。(データ数の問題)



12

## ブロック化

- 実験の単位(通常は被験者)を、剰余変数の値がほぼ等しい複数のブロック(グループ)に分け、各ブロック(グループ)内で独立変数の各条件のデータを同数ずつ得る方法。
- やる気ある人の人数が各群で等しい。やる気ない人の人数も等しい。やる気中程度の人数も等しい。
- 教育心理学・発達心理学研究では、独立変数の各水準に当てる被験者が学級ごとに決まっている(決められている)場合が多い。
  - この場合、ブロック化や無作為化、独立変数化が困難。共分散分析へ。

13

## 統計的調整法 ~ 共分散分析

- 剰余変数が従属変数に与える影響は、誤差分散として扱われる。
- 剰余変数がどれだけ誤差分散に影響を与えているかが見積もり可能ならば、誤差分散を積極的に調整できる。
- 言い換えると、誤差分散を剰余変数がどの程度説明(予測)出来るか?という問いと等しい。

14

## 分散説明率

- 誤差分散とは、実験者が意図していない要因による分散のことである。
- では、その分散が、剰余変数の分散によってどの程度説明できるか?
- 変数Xの値から変数Yの値を何%予測できるかという数値を、分散説明率と呼ぶ。
- 分散説明率は、変数Xと変数Yの相関係数の2乗に等しい。

15

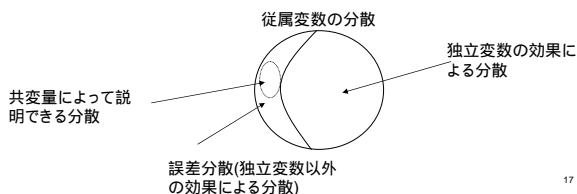
## 相関係数と分散説明率

- 剰余変数と従属変数の相関係数が測定できるなら、誤差分散を相関係数の2乗分説明することが出来る。
- 言い換えると、相関係数の2乗分は、もはや未知の効果ではない。説明できる効果であり、剰余変数として放って置かず、積極的に誤差変動の中から除去すべき。
- 剰余変数と呼ばれていたものは、共変量と呼ばれる。

16

## 共分散分析

- 共分散分析は、共変量によって説明できる変動を、誤差変動の中から除去することにより、分析の精度を上げる手法である。
  - よって、統計的調整化と呼ばれる。



17

## 分散を統計量とした統計的検定の考え方

- 検定統計量 = 
$$\frac{\text{独立変数による変動} + \text{誤差による変動}}{\text{誤差による変動}}$$
- この検定統計量が大きくなるほど、独立変数の条件間に有意な差があると確率的に主張できるように定義されている。

18

## 検定統計量と、誤差変動の縮小化

- 共分散分析は、共変量によって説明できる変動を、誤差変動の中から除去する手法である。
- いま、仮に30%説明できるとすると、誤差変動は70%になる。

● 検定統計量 = 
$$\frac{\text{独立変数による変動} + \frac{70}{100} \times \text{誤差による変動}}{\frac{70}{100} \times \text{誤差による変動}}$$

19

## 数学

- aを1以下とすると、

$$\frac{X + a \times Y}{a \times Y} = \frac{\frac{1}{a} \times X + Y}{Y}$$

$$> \frac{X + Y}{Y} \quad (a < 1)$$

通常の分散分析

- よって、誤差変動を縮小すれば常に検定統計量は上がり、条件間に差があると主張しやすくなる。(検定力が上がる)

20

## メリット・デメリット

- 共変量が複数あってブロック化が困難な時にも使用できる。
- データ取得後でも交絡の統制が可能。
- 交絡の防止のみならず、誤差変動を縮小し、分析の精度を上げるという積極的な意義をもつ。
- 結果の一般化可能性は、「共変量が一定の値の時」という範囲に収まる。

21

## メリット・デメリットと、独立変数化との(微妙な)違い

- 独立変数化と共分散分析は、数学上は同じことを行っている。つまり、共変量による変動を考慮している。
- 共分散分析の場合、共変量によって説明できる分散は統制され、独立変数による効果を記述することが目的となる。
- 独立変数化の場合、共変量による効果を積極的に記述することになり、心理学的に実験者の興味のある変数と言える。
- よって、独立変数化の場合、共変量の水準に関する実施順序のカウンターバランスを行う必要がある。

22

## 共分散分析の数学的・視覚的理解

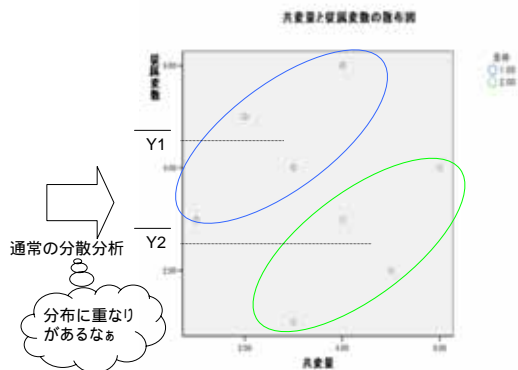
## 共分散分析の数学的理解

- 共分散分析は、共変量によって説明できる変動を誤差の中から取り除く手法。
- 全ての被験者の共変量が同一の値だったら、という状況を(統計により)想定して分散分析を行う手法ともいえる。
- 全ての被験者の共変量がある値の時、各被験者の従属変数の値はいくつになるかを求める。(調整平均)
- “ある値”には、各条件の共変量の平均値を求め、それらの平均値を採択する。

23

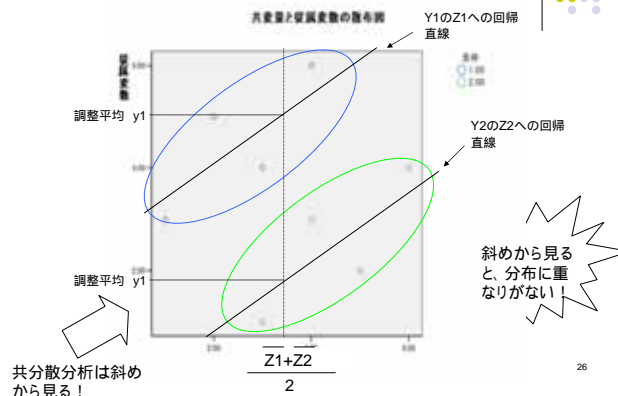
24

## 通常の分散分析の視覚的理解



25

## 共分散分析の視覚的理解



26

## なぜ回帰直線の方向から見るか？



- 共分散分析は、共変量によって説明できない変動の中から独立変数による効果を見るものである。
- 共変量によって説明できない変動とは、共変量と無相関になる変動であり、その変数は共変量と直交関係にある。 $(\cos \theta = 0, \theta = 90^\circ)$
- よって、回帰直線(共変量による説明)を垂直軸にとり、そこから直交するように分散を確認し、独立変数の水準間で分布に重なりがあるかどうかを確認することになる。

27

## データを実際に解析



- の前に、プリ・ポストデザインの説明。
- 実験群に特定の操作を行い、プリ・ポスト間における従属変数の変化を吟味。
- 当該操作を行わなかった統制群のプリ・ポスト間における従属変数の変化の大きさとの間に差があるかを検討する。

28

## プリ・ポストデザイン



- よく行われる統計手法。
  - 特定操作の有無を被験者間要因、測定時期の要因(プリ・ポスト)を被験者内要因とした、2要因分散分析を行って交互作用を吟味する。
- この場合の交互作用は、実験群・統制群におけるプリテストの値からポストテストの値への変化量の差を吟味していることになる。一

29

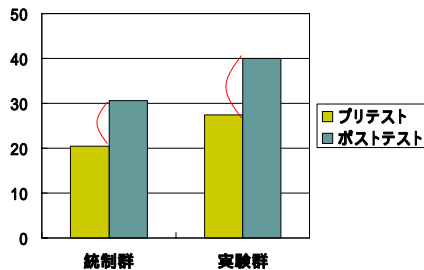
## プリ・ポストデザイン



- 共分散分析を使用する。
  - プリテストの値を共変量とし、ポストテストの値を従属変数として、実験操作の効果に関する1要因共分散分析を行う。
- この分析における操作の主効果は、統制群のポストテストの値における、プリテストの値から説明できる部分を除いたものと、同じく実験群のそれとの比較になる -
- の結果は数学的に全く同義になる。

30

## ・ の視覚的理解



31

## 共分散分析の教科書的前提

- 共変量の測定が、独立変数の操作に影響されてはいけない。(本当か? 後で詳述)
  - この場合は、後から共変量を測定するということが出来ない。
- 共変量と従属変数に直線関係がある。
- 共変量と従属変数との間に交互作用がない。
  - この二つについては、後で面白いデータを紹介します。
- 共変量は、連続変数であることが必要。

32

## 共分散分析の前提を満たすか確認

- 回帰の平行性(同質性)の検定
  - つまり、実験群においても統制群においても、共変量と従属変数の関係が同じであるかどうか。
  - 満たされない場合 2回に分けて回帰分析を実行。それらの結果同士を比較する。
- 回帰の有意性の検定
  - 共変量と従属変数の間に有意な関係がなければ、それは従属変数に影響を及ぼさないで剰余変数とはいえない。
  - 満たされない場合 その変数は従属変数に影響しない(共変量でない)ので、そのまま分散分析へ。

33

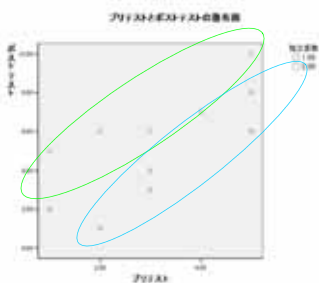
## 共分散分析の手順

- 以上の前提が満たされたら、要因効果の測定を行う。
  - ポスト・テストの、共変量を考慮した値が独立変数間で異なるかどうかを検定する。
- 独立変数の水準数が3つ以上ある場合は多重比較を行う。

34

## 実際に分析(森・吉田 1990より)

条件	統制群		実験群	
	プリテスト	ポストテスト	プリテスト	ポストテスト
データ	1	2	1	2
	2	1	1	5
	3	4	2	6
	3	3	3	6
	5	6	4	7
	5	8	5	10



35

## 回帰の平行性の検定

- 従属変数に対する、独立変数と共変量との交互作用を検定する。
- SPSSの使い方
  - 分析 一般線形モデル 1変量
  - 従属変数にポストテスト、固定因子に独立変数、共変量にプリテストを選択
  - 「モデル」をクリック 「ユーザーの指定」 独立変数、共変量、独立変数 \* 共変量をモデルに入れる OK

36

## 回帰の平行性の検定結果

被験者間効果の検定

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	67.205 <sup>a</sup>	3	22.402	14.006	.002
切片	1.387	1	1.387	.867	.379
独立変数	5.062	1	5.062	3.165	.113
プリテスト	55.205	1	55.205	34.516	.000
独立変数 * プリテスト	.020	1	.020	.013	.913
誤差	12.735	8	1.599		
総和	380.000	12			
修正総和	80.000	11			

a. R2乗 = .840 (調整済みR2乗 = .780)

- 交互作用が有意でない。
- よって、共変量と従属変数との関係が、独立変数間で差があるとはいえない。
- 回帰直線が平行であることを(背理的に)示している。

37

## 回帰の有意性の検定

- 共変量が、従属変数に効果をもつことを示す。つまり、従属変数の共変量への回帰直線の回帰係数が有意であることを示す。

- SPSSでの手順
  - 「モデル」 「ユーザー指定」を変更。
  - 「モデル」 「全ての因子による」に変更する。
  - 「オプション」で、「パラメータ推定値」にクリック
  - OK

38

## 回帰の有意性検定 結果

パラメータ推定値

パラメータ	B	標準誤差	t 値	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
切片	2.127	.790	2.692	.025	.340	3.915
プリテスト	1.452	.233	6.225	.000	.925	1.980
[独立変数 = 1.00]	-2.726	.699	-3.901	.004	-4.307	-1.145
[独立変数 = 2.00]	.000	.000				

a. このパラメータは冗長なのでゼロに設定されます。

- プリテストの回帰係数の値が有意である。つまり、回帰係数がゼロであるという帰無仮説が棄却できる。
- プリテストの分散は、ポストテストの分散を説明できることを示している。共分散分析が有効。

39

## 共分散分析・手順

- いよいよ独立変数の効果の検定

- SPSSの手順
  - 先ほどと同じように、「モデル」は「全ての因子」のまま。
  - オプションで、「平均値の表示」に「独立変数」を入れる。「主効果の比較」にチェック。
  - OK

40

## 共分散分析・多重比較

被験者間効果の検定

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	67.185 <sup>a</sup>	2	33.592	23.591	.000
切片	1.430	1	1.430	1.004	.342
プリテスト	55.185	1	55.185	38.755	.000
独立変数	21.674	1	21.674	15.221	.004
誤差	12.815	9	1.424		
総和	380.000	12			
修正総和	80.000	11			

a. R2乗 = .840 (調整済みR2乗 = .804)

推定値

独立変数	平均値	標準誤差	95% 信頼区間	
			下限	上限
1.00	3.637 <sup>a</sup>	.491	2.527	4.747
2.00	6.363 <sup>b</sup>	.491	5.253	7.473

a. このモデルにある共変量は、プリテスト = (2.9167) の値を基に評価されます。

共変量の全体平均

## 検定結果

- 独立変数の効果が有意であることを確認。
- 推定値の欄で、調整平均をチェック。(重要！)
- ペアごとの比較(水準数が3つ以上の場合に出てくる。)で、水準毎に差が有意かを見る。

42



## 一般的・教科書的な共分散分析の説明はここまでです。

43



## ちょっと細かいが、心理学的にとっても重要な共分散分析のお話

44

## 共分散分析の落とし穴

- 次のデータで、共分散分析をする。
- データは吉田先生に個人的に頂いた架空のデータです。

条件 変数	統制群		実験群	
	プリテスト	ポストテスト	プリテスト	ポストテスト
データ	1	1	5	3
	2	3	6	5
	3	2	7	4
	4	4	8	6

- ポストテストの平均値：統制群=2.5, 実験群=4.5

45

## 前提の確認

被験者間効果の検定

ソース	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モジュール	14.400 <sup>a</sup>	3	4.800	5.333	.070
切片	.004	1	.004	.004	.951
独立変数	.141	1	.141	.157	.712
共変量	6.400	1	6.400	7.111	.056
独立変数 * 共変量	.000	1	.000	.000	1.000
誤差	3.600	4	.900		
総和	116.000	8			
修正総和	18.000	7			

a. R2乗 = .800 (調整済みR2乗 = .650)

回帰の平行性

パラメータ推定値

パラメータ	B	標準誤差	t 値	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
切片	-.700	1.795	-.390	.713	-5.314	3.914
共変量	.800	.268	2.981	.031	.110	1.490
[独立変数 = 1.00]	1.200	1.230	.976	.374	-1.961	4.361
[独立変数 = 2.00]	0 <sup>a</sup>					

a. このパラメータは冗長なため 0 に設定されます。

回帰の有意性

46

## 共分散分析

被験者間効果の検定

ソース	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モジュール	14.400 <sup>a</sup>	2	7.200	10.000	.018
切片	.005	1	.005	.006	.939
共変量	6.400	1	6.400	8.889	.031
独立変数	.686	1	.686	.952	.374
誤差	3.600	5	.720		
総和	116.000	8			
修正総和	18.000	7			

a. R2乗 = .800 (調整済みR2乗 = .720)

主効果が非有意

推定値

独立変数	平均値	標準誤差	95% 信頼区間	
			下限	上限
1.00	4.100 <sup>a</sup>	.684	2.341	5.859
2.00	2.900 <sup>a</sup>	.684	1.141	4.659

a. このモジュールにある共変量は、共変量 = 4.5000 の値を基に評価されます。

47

## 結果の記述・考察

- プリテストの値を共変量として、ポストテストの値に対する共分散分析を行ったところ、独立変数の主効果は見出せなかった。
- 考察：独立変数の成績変化に対する影響は見出せなかった。
- 果たしてこの考察は正しいか？心理学的に意味のある、何か大きなものを見落としていないかを考えてみてください。  
(注)統計的には、正しい結果の記述を行っています。

48

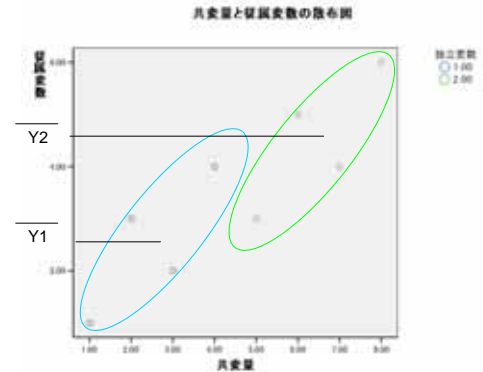


## 共分散分析の差の方向

- 共変量を考慮しない従属変数の平均値の、条件間における差の方向が、共変量を考慮した調整平均の条件間における差の方向と逆になっている。
- 従属変数は実験群の方が大きいですが、調整平均は、統制群の方が大きい。

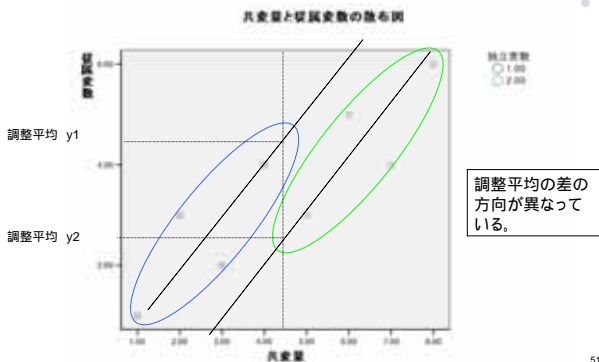
49

## 散布図



50

## 散布図



51

## 散布図より

- 群間で、共変量の値が大きく異なっていることがわかる。
- 実験群はみな共変量の値が高いが、もし共変量の値が少ない被験者に独立変数操作をおこなった場合、違った結果になっていたかもしれない。
- 結果の一般性の問題。

52

## 結果の一般性

- もちろんこの結果の一般性を高めるために、回帰の平行性の検定が行われる。
- しかし、この平行性の検定は、あくまで得られたデータをもとに統計的推論をおこなったものである。
- 実験群においては、共変量の高い被験者のデータしかない。統制群においては共変量の少ない被験者のデータしかない。
- 切断効果が起こっている可能性は非常に高い
  - 切断効果: 母集団の一部の標本をもとに計算した相関係数が、母集団とは異なる様相を示すこと。

53

## 共分散分析と相関係数

- 切断効果がおこっているとすると、共分散分析は有効ではない。前提条件の、回帰の平行性を揺るがしてしまう。
- 共分散分析は、相関係数を用いる以上、相関係数に関する注意事項が全て当てはまる検定である。
- つまり、統計ソフトが回帰の平行性を保障したとしても、散布図を丁寧に見る必要がある。データの様相を丁寧にみるということが大事。

54

## 共分散分析は魔法のツールではない。



- 以上の結果にならないために、やはり無作為抽出・無作為割り当てが重要。共変量の値が群間で異ならないようにする必要。
- 交絡しているからといって、後から何でもかんでも統制できる統計的手法ではない。

55

## チェックの方法



- 必ず散布図を描き、調整平均をチェックする。これはかなり重要です。
- 説明変数間(独立変数と共変量との間)の相関係数を算出する。上記の例には、これが有意な関係となっている。
- 説明変数間に有意な相関がある場合、それは(心理学的に)意味のあるものであり、放って置いて分析ツールにかけるわけにはいかない。重回帰分析の多重共線性の問題と同じ。

56

## みんなで考えてみましょう



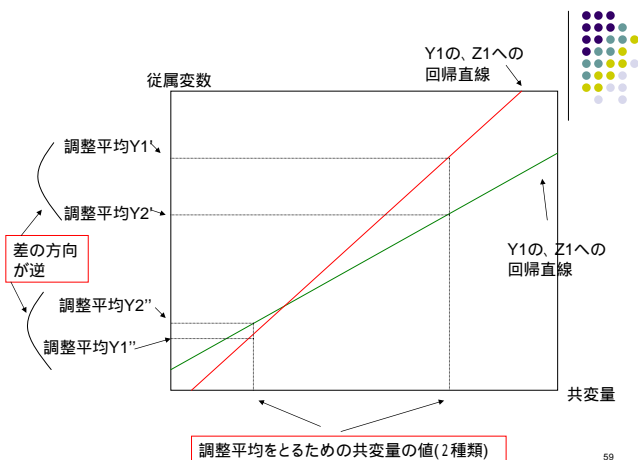
57

## 共分散分析の(教科書的)前提 独立変数と共変量に交互作用があてはいけない



- さあ、はたして正解でしょうか？
- 交互作用がある、すなわち独立変数の水準間で、回帰直線が平行でなかったら分析ができないか？

58



59

## 交互作用がある場合



- 回帰直線が交差する際の共変量の値を境界として、二つにわけて独立変数の効果を記述すればいい。つまり、共分散分析を、2回にわけて行うことになる。
- これは、心理学的に大きな意味のある分析となる。共分散分析は可能(というより、必須。通常の一要因分散分析では、主効果がなくなる)。
- しかし、実験者にとって本来興味のなかったはずの共変量の値に対し、「ある値」を境に分けて分析を行うことは本末転倒であると言える。
- 当該の変数を「分ける」のなら、興味のある変数として独立変数化し、2要因分散分析にすることが妥当。
  - 前のスライドは、cross-over interactionが得られる結果。

60

## 交互作用がある場合、その他

- 前スライドの方法は、回帰直線がクロスするポイントを境に二つに分けた。しかし、共変量の値が限りなく交差点に近い場合、有意差があるとは考えられない。
- ジョンソン・ネイマン法の適用
  - ジョンソン・ネイマン法は、3つに分け、有意差のない区間を推定する。(詳しい推定方法は、渡部 洋 1988, pp.127-128参照)
- もちろんこの方法も、前スライドと同じく、本来興味のない共変量を分割するという問題はある。独立要因化の方が妥当。

61

## 同じく交互作用がある場合

- 傾きに差が見出せても、少しならば強引に行うことも可能。
- どの程度なら強引に行ってもいいかというのは、主観にも関わること。
- どのようなローデータに基づいて共分散分析にかけたのか、読者に根拠がしっかりわかるように丁寧に記述することが必須。(散布図・回帰係数)

62

## もうひとつの教科書的前提

## 共分散分析の教科書的前提 共変量と従属変数に直線的関係がある。

- さあ、この前提は正しいでしょうか？

条件 変数	統制群		実験群	
	プリテスト	ポストテスト	プリテスト	ポストテスト
データ	1	5	1	6
	2	4	2	5
	3	3	3	4
	4	2	4	3
	5	2	5	3
	6	3	6	4
	7	4	7	5
	8	5	8	6

平均値  
統制群=3.5  
実験群=4.5

共変量と従属変数の相関係数=0

63

64

## 通常分析の結果

- 1 要因分散分析の場合

被験者間効果の検定

従属変数: 従属変数

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	4.000 <sup>a</sup>	1	4.000	2.800	.116
切片	256.000	1	256.000	179.200	.000
独立変数	4.000	1	4.000	2.800	.116
誤差	20.000	14	1.429		
総和	280.000	16			
修正総和	24.000	15			

a. R2乗 = .167 (調整済みR2乗 = .107)

有意でない

65

## 通常分析

- 1 要因共分散分析の場合

被験者間効果の検定

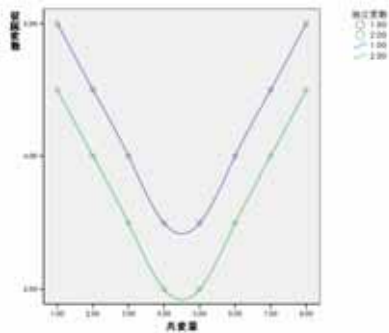
従属変数: 従属変数

ソース	タイプ III 平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
修正モデル	4.000 <sup>a</sup>	2	2.000	1.300	.306
切片	52.706	1	52.706	34.259	.000
共変量	.000	1	.000	.000	1.000
独立変数	4.000	1	4.000	2.600	.131
誤差	20.000	13	1.538		
総和	280.000	16			
修正総和	24.000	15			

a. R2乗 = .167 (調整済みR2乗 = .038)

有意でない

66



共変量の値によって分けて共分散分析を行えば、有意な独立変数の効果が得られる

67

## 曲線的関係

- 曲線関係があれば、散布図を描き、共変量の水準を適切にとって(数回にわけて)共分散分析を行えばいい。
- 分散分析でも、(教科書的な)共分散分析でも得られなかった意味のある効果を検出することができる。
- スライド60と同じく、共変量を分割するのは本末転倒ともいえる。

68

## 曲線関係がある場合

- 変数に非線形変換を施し、直線に直して分析することも可能。
- 順序データとみなすことも。

69

## 共分散分析と相関係数

- もう一度強調。
- **共分散分析は、相関係数に関する注意が全て当てはまる分析である。**(共分散とは、相関係数算出の際の統計量)
- 切断効果(スライド53)、分割相関の必要性(スライド59～60)、曲線関係の考慮(スライド64～67)、これら全てを考慮しないとイケない。
- そのためにも、散布図のチェックが必ず必要。

70

## その他の問題

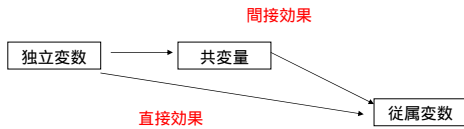
71

## 直接効果・間接効果の分離

- スライド32より
- 共変量の値が、独立変数の操作に影響を受けてはいけませんか?(教科書的にはいけない)
- しかしその共変量が(定義上)従属変数に影響を及ぼすなら、その共変量の効果の大きさは心理学的に大きな意味がある。

72

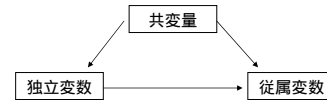
## 直接効果と間接効果 モデル



- 共分散分析を行えば、直接効果のみがとりだせる。共変量を考慮しなければ、直接効果と間接効果を含んだ効果を取りだしてしまう。
- 独立変数と、共変量の関係(散布図)を丁寧にみることによって、この効果の存在は予想できる。
- パス解析も有効。

73

## モデル



- この場合、共分散分析は非常に有効。独立変数と従属変数との間の、より純粋な関係をみいだせる。

74

## これまでの問題のまとめ

- **基本に戻る。**
- 散布図を見る。相関係数を算出する。
  - 共変量と従属変数
  - 説明変数間(独立変数と共変量)

75

## その他の共分散分析の問題

- 共分散分析は、共変量がある一定の値の時を仮定して行う検定である。
- 剰余変数の統制 vs. 実在性の維持 という、心理学的に大きな問題をばらんでいるともいえる。

76

## 参考文献

- 森 敏昭, 吉田寿夫 (1990) 『心理学のためのデータ解析テクニカルブック』, pp.279-282., 北大路書房
- 吉田 寿夫 (2003) 京都大学教育学部 心理統計実習A・B 講義プリント
- 渡部 洋 (1988) 心理・教育のための多変量解析入門—基礎編 福村出版

77