

Rコマンダーを用いた統計解析 (17)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

今日の演習事項

- 分散分析
 - 一元配置分散分析
 - 被験者間／対応のない分散分析(おさらい)
 - 被験者内／対応のある分散分析

2

心理学演習資料

データ概要

- 車の広告キャンペーンの効果測定
 - ある車メーカーが新車Aの広告キャンペーンを全国の主要都市で実施
 - 実施条件は同条件(金額／方法／回数)
 - キャンペーン実施後、アンケートで新車Aへの興味度(買いたいと思うかどうか)を調査
 - 東京、大阪、名古屋、仙台、福岡、札幌で無作為抽出を行い各9人ずつにアンケート
 - 各都市の文化差等の違いで興味度に差が生じているか？

出典: Hoaglin, D., Mosteller, F., and Tukey, J. (1991)より改変

3

心理学演習資料

一元配置分散分析

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

4

心理学演習資料

4.実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

- 「統計量」→「平均」→「一元配置分散分析」



何を基準に群(グループ)分けをするのか
→「要因」ともいう

5

心理学演習資料

4.実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

```
Bartlett test of homogeneity of variances

data: 興味度 by 都市
Bartlett's K-squared = 6.2355, df = 5, p-value = 0.284

> AnovaModel.1 <- aov(興味度 ~ 都市, data=Dataset)
> summary(AnovaModel.1)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    
都市         5 10.9457   2.1891   4.8294 0.001175 **
Residuals    48 21.7581   0.4533                
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

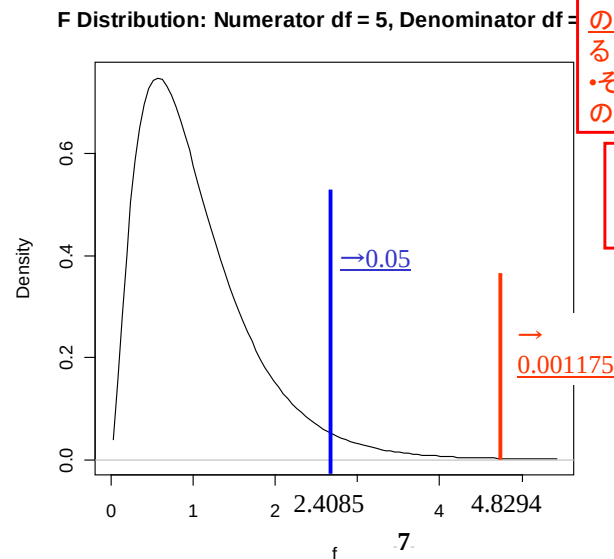
> numSummary(Dataset$興味度, groups=Dataset$都市, statistics=c("mean", "sd"))
      mean      sd n
12.00000 0.20000  5
13.00000 0.20000  5
12.50000 0.20000  5
13.50000 0.20000  5
13.75000 0.20000  5
13.25000 0.20000  5
```

- 計算されたF統計量の値=4.8294
- 自由度(5,48)のF分布モデルの当てはめ
- p値: 有意水準と比較して有意かどうかの判断基準

6

5検定統計量の値が.

2010年1月28日



•帰無仮説(確率モデル)の元では実際のデータの値が極端なものである
•そのような値が生じるのはまれである

帰無仮説は正しくない(棄却する)
⇒対立仮説が正しい

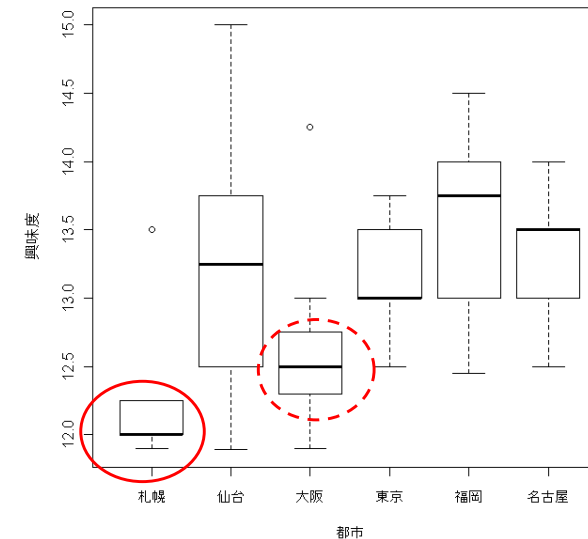
7

心理学演習資料

箱ひげ図(再掲)

2010年1月28日

いくつかの都市の興味度は平均より下がる?



心理学演習資料

多重比較

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

練習: 結果を見ながら対応する手順を考えてみる

心理学演習資料

9

多重比較の実行

2010年1月28日

- いくつかの方法がある
 - 先行研究などを調べて適宜判断する
 - TukeyのHSD法
 - Rguiより以下の命令を実行
 - TukeyHSD(aov(興味度~都市,data=Dataset))
- 目的変数 要因 データセット名

心理学演習資料

多重比較の実行

2010年1月28日

```
> TukeyHSD(aov(興味度~都市,data=Dataset))
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = 興味度 ~ 都市, data = Dataset)
```

調整済みのp値
簡便法で判断

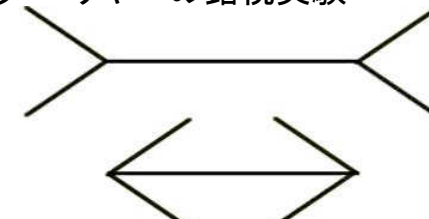
\$都市	diff	lwr	upr	p adj
仙台-札幌	1.04444444	0.10248449	1.9864044	0.0217928
大阪-札幌	0.41111111	-0.53084884	1.3530711	0.7860914
東京-札幌	0.99444444	0.05248449	1.9364044	0.0329734
福岡-札幌	1.28333333	0.34137338	2.2252933	0.0024794
名古屋-札幌	1.10666667	0.16470671	2.0486266	0.0127365
大阪-仙台	-0.63333333	-1.57529329	0.3086266	0.3599444
東京-仙台	-0.05000000	-0.99195995	0.8919600	0.9999856
福岡-仙台	0.28888889	-0.70307106	1.1808488	0.3739595
名古屋-仙台	0.06222222	-0.87973773	1.0041822	0.9999573
東京-大阪	0.58333333	-0.35862662	1.5252933	0.4520106
福岡-大阪	0.87222222	-0.06973773	1.8141822	0.0842029
名古屋-大阪	0.69555556	-0.24640440	1.6375155	0.2606185
福岡-東京	0.28888889	-0.65307106	1.2308488	0.9420131
名古屋-東京	0.11222222	-0.82973773	1.0541822	0.9992262
名古屋-福岡	-0.17666667	-1.11862662	0.7652933	0.9933038

心理学演習資料

データ概要

2010年1月28日

– ミュラー・リヤーの錯視実験



上下の線分の長さを徐々に変えていく
差があると判断した場合の線分の長さの差は何に
起因するか？

一人の被験者に対し複数(羽の角度を変える)実験

出典: 中部大学小塩先生HP

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

- 被験者No × 差が生じた角度
- Rで取り入れ可能なデータにすること

被験者	r30	r60	r90	r120
1	42	39	36	34
2	22	17	15	8
3	35	32	25	25
4	34	30	22	20
5	40	33	28	23
6	34	30	23	28

心理学演習資料

演習

2010年1月28日

- 前頁の表データをすべて列(タテ)形式のデータに直せ

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

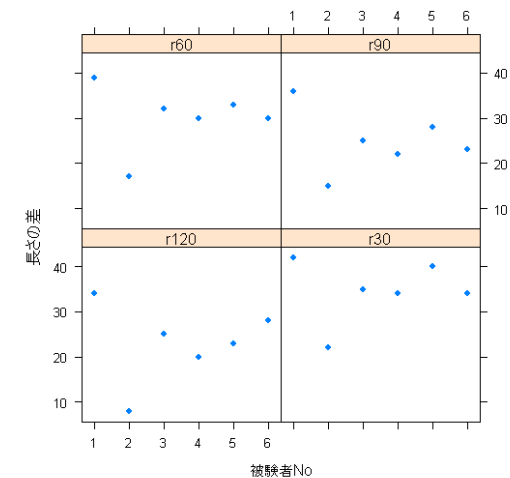
被験者No	角度	長さの差
1	r30	42
2	r30	22
3	r30	35
4	r30	34
5	r30	40
6	r30	34
1	r60	39
2	r60	17
3	r60	32
4	r60	30
5	r60	33
6	r60	30
1	r90	36
2	r90	15
3	r90	25
4	r90	22
5	r90	28
6	r90	23
1	r120	34
2	r120	8
3	r120	25
4	r120	20
5	r120	23
6	r120	28

心理学演習資料

簡単に状態を確認する

2010年1月28日

- グラフー条件付散布図



心理学演習資料

被験者内分散分析

2010年1月28日

- 同じ被験者が異なる条件で実験を行った結果のデータ
- 「対応のある」平均値の差の検定
- 3群以上の場合

被験者	r30	r60	r90	r120
1	42	39	36	34
2	22	17	15	8
3	35	32	25	25
4	34	30	22	20
5	40	33	28	23
6	34	30	23	28

心理学演習資料

(球面性の仮定)

2010年1月28日

- 対応のあるすべての水準においてデータの分散が等しい
- 対応のあるt検定における等分散の仮定に相当
- Rのデフォルト関数ではまだ実装されていない
- 必要な場合はAnova君(筑波大)等の関数をインポートすること

心理学演習資料

一元配置分散分析(被験者内)

2010年1月28日

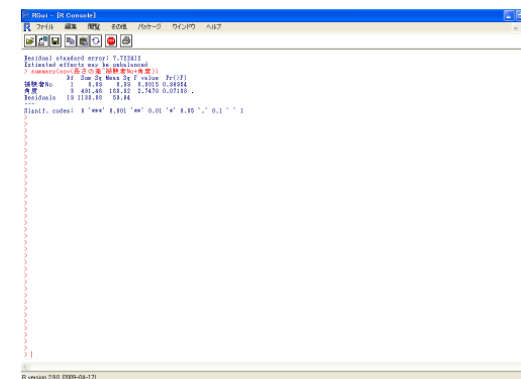
1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準（判断の基準になる確率のしきい値）の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**（対立仮説を**採択**）する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

心理学演習資料

Rの操作

2010年1月28日

- ・ コマンドラインから以下の分析を実行
summary(aov(長さの差~被験者No+角度))



心理学演習資料

- 同じ被験者に対して条件を変えて実験を行う場合
- 必要な統計手法を確認
- 必要に応じてRの関数をインポート
- (可能ならば)SASやSPSSを用いてもよい

Rコマンダーを用いた統計解析 (19)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

前回の補足

- 指数表示＝極端に大きい／小さい数を表現するときに利用

$$1.169E-05 = 1.169 \times 10^{-5} = 1.169 \times \frac{1}{10^5}$$

指数
10のカタにのる数字 指数がマイナス
分母に移動 =0.0000169

$$2.356E+05 = 2.356 \times 10^5 = 2.356 \times 10000 = 235600$$

指数
10のカタにのる数字 指数がプラス
そのままカケル

心理学演習資料

今日の演習事項

- 分散分析
 - 二元配置分散分析
 - 被験者間計画／対応のない(2回目)
心理実験でよく使う手法なので2回演習します
 - 被験者内計画／対応のある
 - 混合計画

3

心理学演習資料

データ概要

- ミネラルウォーターの味(おいしさ)の調査
- 30人の被験者に対し、以下のミネラルウォーターを無作為に割り当て、おいしさを評定してもらった
- ミネラルウォーターの温度:2水準
 - 冷蔵庫で冷たく冷やす:カテゴリ1
 - 常温のまま出す:カテゴリ2
- ミネラルウォーターの種類:3水準
 - アメリカ産(アラスカ):カテゴリ1
 - スイス産(アルプス):カテゴリ2
 - 日本産(富士山):カテゴリ3

(出典:南山大 神谷先生HP)

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

- Excelを用いて以下の評価データをRに読み込める形に直す

1:冷蔵庫で冷やす			2:常温		
1:アメリカ	2:スイス	3:日本	1:アメリカ	2:スイス	3:日本
6	10	11	5	7	12
4	8	12	4	6	8
5	10	12	2	5	5
3	8	10	2	4	6
2	9	10	2	3	4

心理学演習資料

ヒント: 前回の事例

2010年1月28日

要因	データ(従属変数)	
勉強方法	勉強時間	テストの点
テキスト	少ない	84
テキスト	少ない	105
テキスト	少ない	93
テキスト	多い	140
テキスト	多い	121
テキスト	多い	150
テキスト	普通	137
テキスト	普通	143
テキスト	普通	127
演習	少ない	121
演習	少ない	151
演習	少ない	141
演習	普通	276
演習	普通	225
演習	普通	260
演習	多い	245
演習	多い	208
演習	多い	267

水準
(今回はコード化)

心理学演習資料

データ入力解答例

2010年1月28日

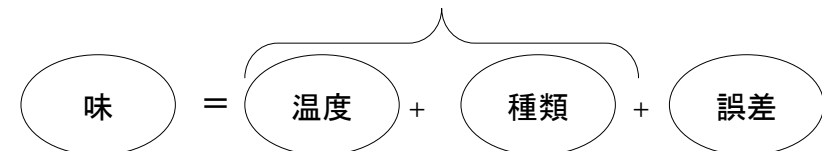
温度	飲料種類	味
1	1	6
1	1	4
1	1	5
1	1	3
1	1	2
1	2	10
1	2	8
1	2	10
1	2	8
1	2	9
1	3	11
1	3	12
1	3	12
1	3	10
1	3	10
2	1	5
2	1	4
2	1	2
2	1	2
2	1	2
2	2	7
2	2	6
2	2	5
2	2	4
2	2	3
2	3	12
2	3	8
2	3	5
2	3	6
2	3	4

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

- 今回の事例 「主効果」という



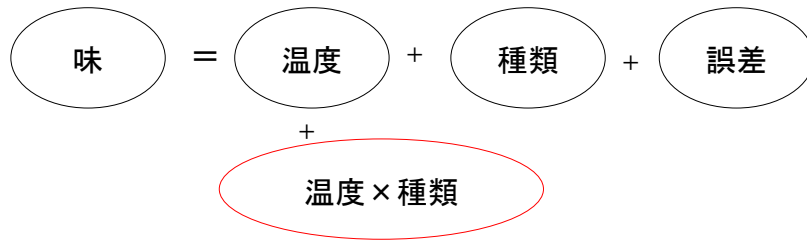
味に影響を与えるのは
温度と種類の2つの要因
2つの要因が対象(味)に影響を与えている

心理学演習資料

交互作用

2010年1月28日

- 二元配置分散分析で出てくる独特の要因



2つの要因の水準がある特定の組み合わせのときのみ発生する作用
(例)

アラスカの水 + 冷蔵庫で冷やす

→アラスカの水は他の2種類よりも硬度が高く、冷やすと特においしく感じる

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

10

心理学演習資料

1. 帰無仮説、対立仮説を設定

2010年1月28日

- 帰無仮説

主
効
果

- 温度
 - 「冷蔵庫」「常温」群の味の母平均は等しい
- 種類
 - 「アメリカ産」「スイス産」「日本産」群の味の母平均は等しい

交
互
作
用

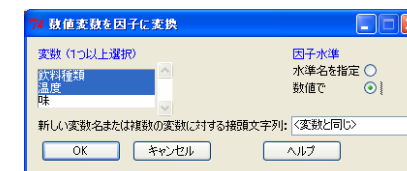
- 温度 × 種類
 - 温度と種類の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
- 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
- Rコマンダー
「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

4.実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

- コマンドラインより以下のコマンドを実行

目的変数 主効果 交互作用
azi<-aov(味~温度+飲料種類+温度*飲料種類
 ,data=Dataset)
summary(azi)

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

```
> summary(azi)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
温度       1  67.500   67.500  21.3158  0.00011 ***
飲料種類    2 155.000   77.500  24.4737  1.608e-06 ***
温度:飲料種類  2  15.000    7.500   2.3684   0.11515
Residuals   24  76.000    3.167
```

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

- 5%水準で棄却された仮説
 - 温度(棄却)
 - 「冷蔵庫」「常温」群の味の母平均は等しい
 - 種類(棄却)
 - 「アメリカ産」「スイス産」「日本産」群の味の母平均は等しい
 - 温度×種類(保持)
 - 温度と種類の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

どのように結論を出すか？

2010年1月28日

- 温度の違いに関わらず味の評価が等しい
とはいえない
- 種類の違いに関わらず味の評価が等しい
とはいえない
→じゃあ、具体的にどの水準間に差が出たか？
→多重比較

心理学演習資料

多重比較

2010年1月28日

- TukeyHSD(azi)\$飲料種類

```
> TukeyHSD(azi)$飲料種類
      diff      lwr      upr      p adj
2-1   3.5 1.51260291 5.487397 5.440519e-04
3-1   5.5 3.51260291 7.487397 1.111275e-06
3-2   2.0 0.01260291 3.987397 4.835626e-02
```

どこが有意(平均に差があるとみなす)?

心理学演習資料

多重比較

2010年1月28日

- TukeyHSD(azi)\$温度

```
> TukeyHSD(azi)$温度
      diff      lwr      upr      p adj
2-1   -3 -4.341093 -1.658907 0.0001100036
```

要因の水準が2つ

→実は分散分析表の検定結果と多重比較の結果はほぼ等しくなる

```
> summary(azi)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
温度      1  67.500   67.500  21.3158 0.00011 ***
飲料種類    2 155.000   77.500  24.4737 1.608e-06 ***
温度:飲料種類 2  15.000    7.500   2.3684  0.11515
Residuals 24  76.000    3.167
```

心理学演習資料

まとめ

2010年1月28日

- 二元配置分散分析
 - 目的変数に影響を与える要因が2つあるときの平均値の検定
- 交互作用の出現
- 主効果の帰無仮説が棄却されたとき
 - 多重検定の実施
- 心理実験では多く使われるため手順と結果の読み方を覚えることが望ましい

心理学演習資料

Rコマンダーを用いた統計解析 (21)

担当 繁樹 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

今日の演習事項

- 分散分析
 - 二元配置分散分析
 - 被験者間計画／対応のない
 - 被験者内計画／対応のある
 - 混合計画

2

心理学演習資料

データ概要

- 新作ハンバーガーのテストマーケティング
- 15人の被験者に対し、以下のハンバーガーを**全条件(組み合わせ)**を食べてもらい、おいしさを評定してもらった
- ハンバーガーの包装:2水準
 - 箱に入れる :カテゴリ1
 - 紙で包む :カテゴリ2
- ハンバーガーの調理タイミング: 2水準
 - 作りおき :カテゴリ1
 - 注文を受けてから作る:カテゴリ2

(出典:熊本大 鈴木先生HP)

心理学演習資料

何が違うか？

- 対応のない(被験者間)分散分析と何が違うか？

被験者No	箱		紙	
	作りおき	注文	作りおき	注文
1	65	70	50	60
2	75	80	55	65
3	70	75	70	75
4	75	75	75	80
5	90	95	80	90
6	80	80	85	80
7	65	75	65	80
8	50	55	55	55
9	55	50	55	60
10	80	85	75	82
11	90	80	80	80
12	70	70	75	70
13	75	75	70	90
14	80	80	65	70
15	75	60	55	60

同じ被験者が**全ての条件(組み合わせ)**に対して評定している



特定の被験者の内部においてすべての条件(4通り)を評定しその違い比較している



被験者内計画

心理学演習資料

何が違うか？

2010年1月28日

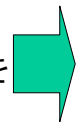
被験者間計画：前々回の事例

1:冷蔵庫で冷やす			2:常温		
1:アメリカ	2:スイス	3:日本	1:アメリカ	2:スイス	3:日本
被験者1 6	被験者6 10	被験者11 11	被験者16 5	被験者21 7	被験者26 12
被験者2 4	被験者7 8	被験者12 12	被験者17 4	被験者22 6	被験者27 8
被験者3 5	被験者8 10	被験者13 12	被験者18 2	被験者23 5	被験者28 5
被験者4 3	被験者9 8	被験者14 10	被験者19 2	被験者24 4	被験者29 6
被験者5 2	被験者10 9	被験者15 10	被験者20 2	被験者25 3	被験者30 4

全ての条件(試行)において被験者は全く異なる



被験者間において異なる条件の違いを比較している



被験者間計画

※但し被験者の割り当ては無作為
→被験者による評定の差異はないと考える

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

- Excelを用いて以下の評価データをRに読み込める形に直す

被験者No	1箱		2紙	
	1つくりおき	2注文	1つくりおき	2注文
1	65	70	50	60
2	75	80	55	65
3	70	75	70	75
4	75	75	75	80
5	90	95	80	90
6	80	80	85	80
7	65	75	65	80
8	50	55	55	55
9	55	50	55	60
10	80	85	75	82
11	90	80	80	80
12	70	70	75	70
13	75	75	70	90
14	80	80	65	70
15	75	60	55	60

心理学演習資料

ヒント：前々回の事例

2010年1月28日

温度	飲料種類	味
1	1	6
1	1	4
1	1	5
1	1	3
1	1	2
1	2	10
1	2	8
1	2	10
1	2	8
1	2	9
1	3	11
1	3	12
1	3	12
1	3	10
1	3	10
2	1	5
2	1	4
2	1	2
2	1	2
2	1	2
2	2	7
2	2	6
2	2	5
2	2	4
2	2	3
2	3	12
2	3	8
2	3	5
2	3	6
2	3	4

特性と要因をタテに並べる

コード化

被験者番号を追加

心理学演習資料

データ入力解答例

2010年1月28日

被験者	包装	調理	味
1	1	1	65
1	1	2	70
1	2	1	50
1	2	2	60
2	1	1	75
2	1	2	80
2	2	1	55
2	2	2	65
3	1	1	70
3	1	2	75
3	2	1	70
3	2	2	75
4	1	1	75
4	1	2	75
4	2	1	75
4	2	2	80
5	1	1	90
5	1	2	95
5	2	1	80
5	2	2	90
6	1	1	80
6	1	2	80
6	2	1	85
6	2	2	80
7	1	1	65
7	1	2	75
7	2	1	65
7	2	2	80

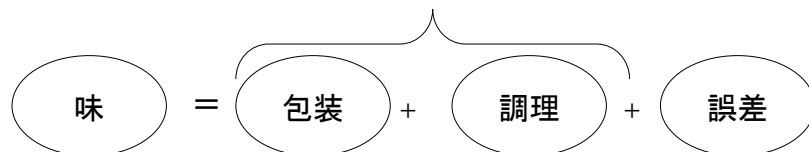
⋮

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

- 今回の事例 「主効果」という



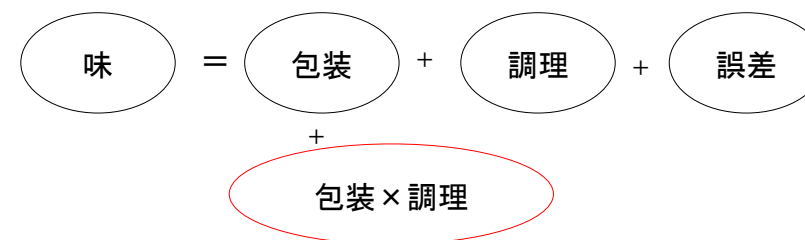
味に影響を与えるのは
包装と調理の2つの要因
2つの要因が対象(味)に影響を
与えている

心理学演習資料

交互作用

2010年1月28日

- 二元配置分散分析で出てくる独特の要因



2つの要因の水準がある特定の組み合わせのときのみ発生する作用
(例)

箱+注文を受けてから作る

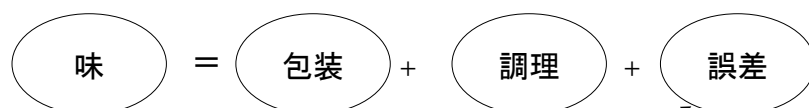
→注文を受けてから作って箱に入って出てくると高級感が増し、実際よりもおいしく感じられる

心理学演習資料

(参考)被験者間計画との違い

2010年1月28日

- 今回の事例



被験者内計画では、計算上はこの誤差の部分を分解しなければならない。

個人差に起因する誤差

「包装」要因に起因する誤差

「調理」要因に起因する誤差

その他の誤差→交互作用に金する誤差

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

心理学演習資料

1. 帰無仮説、対立仮説を設定

2010年1月28日

• 帰無仮説

主
効
果

- 包装
 - 「紙」「箱」群の味の母平均は等しい
- 調理
 - 「注文を受けてから」「作り置き」群の味の母平均は等しい

交
互
作
用

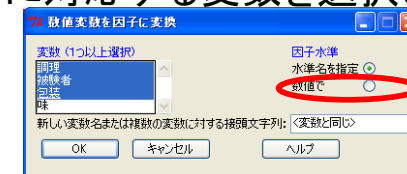
- 包装 × 調理
 - 包装と調理の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
- 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
- Rコマンダー
「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

4. 実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

• コマンドラインより以下のコマンドを実行

特性 主効果 交互作用 誤差(の分解)

```
azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者+被験者:包  
装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
```

```
summary(azi)
```

心理学演習資料

5 検定統計量の値が...

2010年1月28日

```
Error: 被験者
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 14 5756.4    411.2

Error: 被験者:包装
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
包装    1 144.15   144.15  2.6797 0.1239
Residuals 14 753.10    53.79

Error: 被験者:調理
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
調理    1 156.82   156.82  5.3491 0.03645 *
Residuals 14 410.43    29.32
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: 被験者:包装:調理
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
包装:調理  1  98.817   98.817  6.6373 0.02197 *
Residuals 14 208.433   14.888
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> |
```

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

- 5%水準で棄却された仮説
 - 包装(保持)
 - 「紙」「箱」群の味の母平均は等しい
 - 調理(棄却)
 - 「注文を受けてから」「作り置き」群の味の母平均は等しい
 - 包装×調理(棄却)
 - 包装と調理の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

多重比較の実施がいないケース

2010年1月28日

- ここで多重比較と行きたいところだが...
- 実は2要因とも2水準なので多重比較する必要はない
- 多重比較=3水準以上の比較の際にどこに差があるのかを判断する検定
- 「注文を受けてから」と「作り置き」の味の評定に差がある

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

- セル平均のプロット図

		「調理」要因	
		1 作り置き	2 注文
「包装」要因	1 箱	作り置き・箱	注文・箱
	2 紙	作り置き・紙	注文・紙

「包装」要因

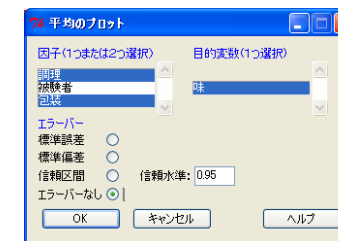
「2×2のセル」と呼ぶ
セルごとの平均を見てみる

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

- 「グラフ」「平均のプロット」

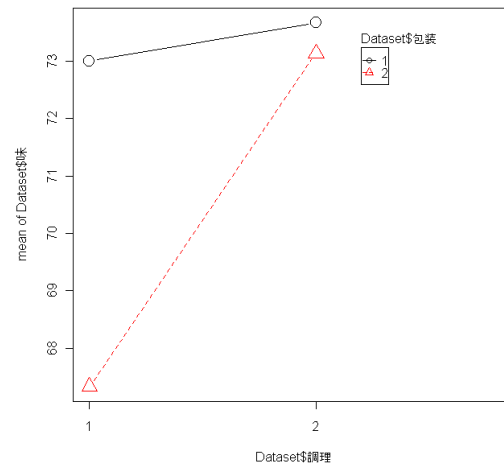


心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

Plot of Means



包装
1 箱
2 紙

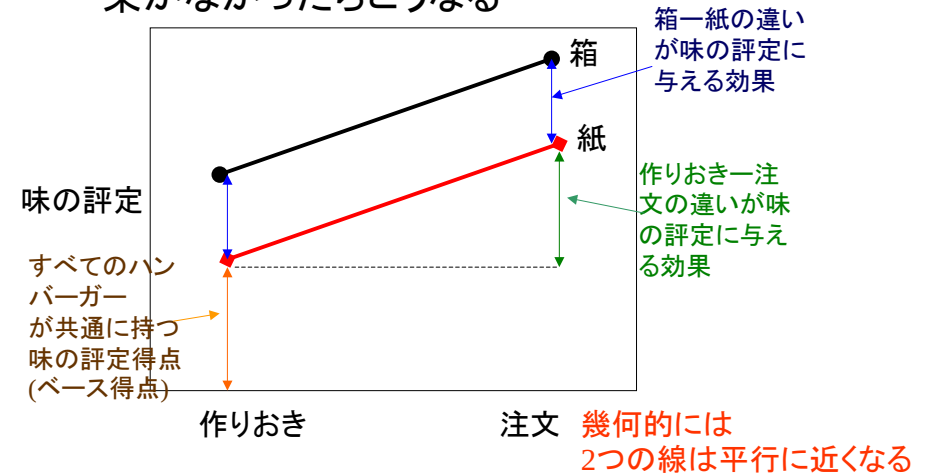
調理
1 作りおき
2 注文

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

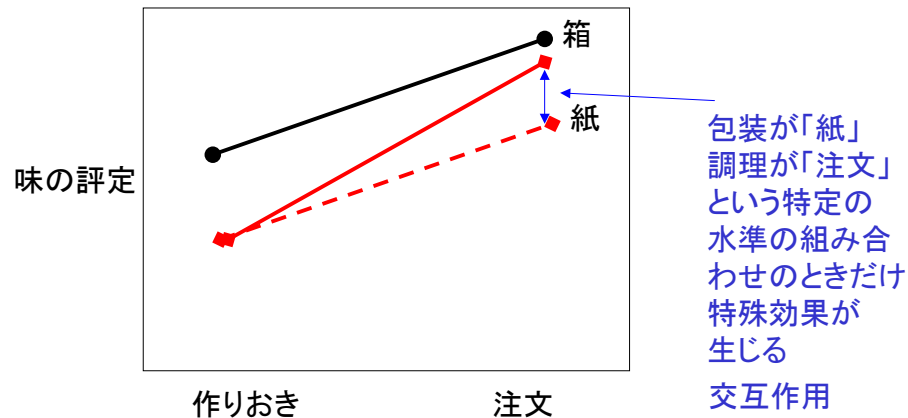
- もし2つの主効果が有意で交互作用の効果が無かったらこうなる



交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

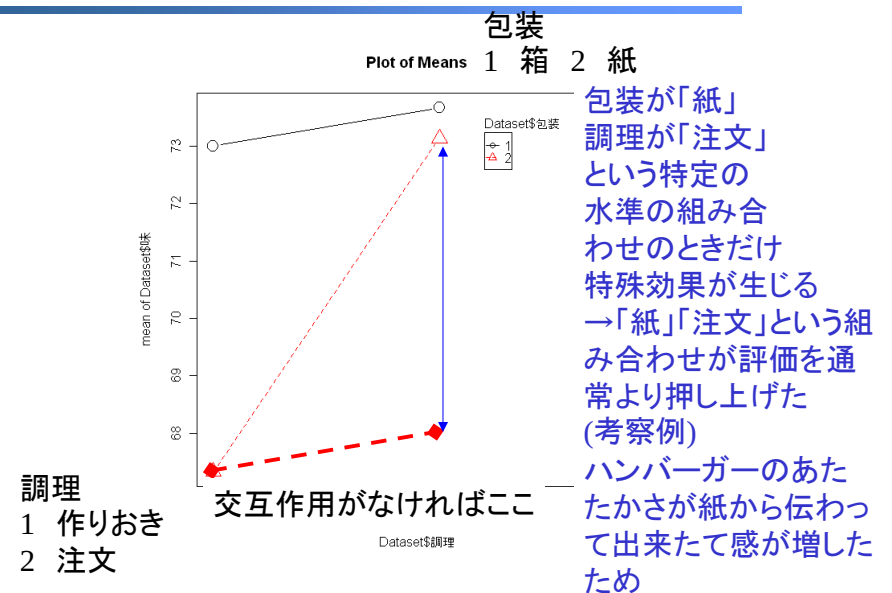
- 交互作用: 特定の水準の組み合わせのときのみ出現する特殊効果



心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日



- 二元配置分散分析
 - 目的変数に影響を与える要因が2つあるときの平均値の検定
- 交互作用の出現
 - セル平均のプロット
- 主効果の帰無仮説が棄却されたとき
 - そのまま判断(2水準のとき)
 - 多重検定の実施(3水準以上のとき)

Rコマンダーを用いた統計解析 (22)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

今日の演習事項

- 分散分析
 - 二元配置分散分析
 - 被験者間計画／対応のない
 - 被験者内計画／対応のある(おさらい+補足)
 - 混合計画

2

心理学演習資料

まずはおさらいです

心理学演習資料

データ概要

- 新作ハンバーガーのテストマーケティング
- 15人の被験者に対し、以下のハンバーガーを**全条件(組み合わせ)**を食べてもらい、おいしさを評定してもらった
- ハンバーガーの包装:2水準
 - 箱に入れる :カテゴリ1
 - 紙で包む :カテゴリ2
- ハンバーガーの調理タイミング: 2水準
 - 作りおき :カテゴリ1
 - 注文を受けてから作る :カテゴリ2

(出典:熊本大 鈴木先生HP)

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

- Excelを用いて以下の評価データをRに読み込める形に直す

被験者No	1箱		2紙	
	1つくりおき	2注文	1つくりおき	2注文
1	65	70	50	60
2	75	80	55	65
3	70	75	70	75
4	75	75	75	80
5	90	95	80	90
6	80	80	85	80
7	65	75	65	80
8	50	55	55	55
9	55	50	55	60
10	80	85	75	82
11	90	80	80	80
12	70	70	75	70
13	75	75	70	90
14	80	80	65	70
15	75	60	55	60

心理学演習資料

何が違うか？

2010年1月28日

- 対応のない(被験者間)分散分析と何が違うか？

被験者No	箱		紙	
	つくりおき	注文	つくりおき	注文
1	65	70	50	60
2	75	80	55	65
3	70	75	70	75
4	75	75	75	80
5	90	95	80	90
6	80	80	85	80
7	65	75	65	80
8	50	55	55	55
9	55	50	55	60
10	80	85	75	82
11	90	80	80	80
12	70	70	75	70
13	75	75	70	90
14	80	80	65	70
15	75	60	55	60

同じ被験者が**全ての条件(組み合わせ)**に対して評価している



特定の被験者の内部においてすべての条件(4通り)を評価しその違い比較している



被験者内計画

心理学演習資料

何が違うか？

2010年1月28日

- 被験者間計画: 前々回の事例

1:冷蔵庫で冷やす			2:常温		
1:アメリカ	2:スイス	3:日本	1:アメリカ	2:スイス	3:日本
被験者1 6	被験者6 10	被験者11 11	被験者16 5	被験者21 7	被験者26 12
被験者2 4	8	12	4	6	8
被験者3 5	10	12	2	5	5
被験者4 3	8	10	2	4	6
被験者5 2	被験者10 9	被験者15 10	被験者20 2	被験者25 3	被験者30 4

全ての条件(試行)において被験者は**全く異なる**



被験者間において異なる条件の違いを比較している



被験者間計画

※但し被験者の割り当ては無作為
→被験者による評価の差異はないと考える

心理学演習資料

データ入力解答例

2010年1月28日

被験者	包装	調理	味
1	1	1	65
1	1	2	70
1	2	1	50
1	2	2	60
2	1	1	75
2	1	2	80
2	2	1	55
2	2	2	65
3	1	1	70
3	1	2	75
3	2	1	70
3	2	2	75
4	1	1	75
4	1	2	75
4	2	1	75
4	2	2	80
5	1	1	90
5	1	2	95
5	2	1	80
5	2	2	90
6	1	1	80
6	1	2	80
6	2	1	85
6	2	2	80
7	1	1	65
7	1	2	75
7	2	1	65
7	2	2	80

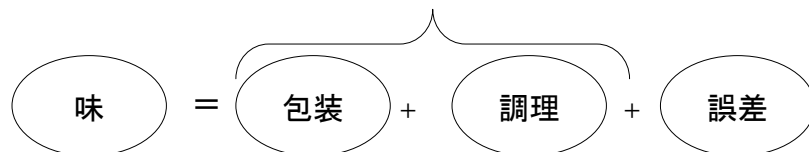
⋮

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

- 今回の事例 「主効果」という



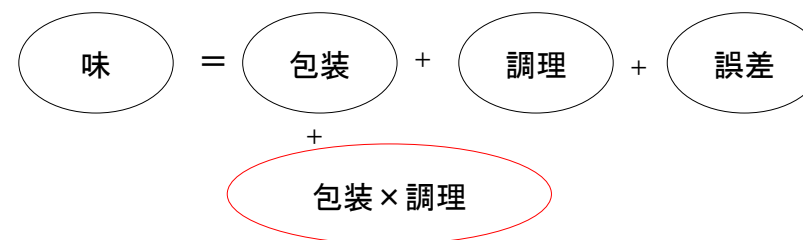
味に影響を与えるのは
包装と調理の2つの要因
2つの要因が対象(味)に影響を
与えている

心理学演習資料

交互作用

2010年1月28日

- 二元配置分散分析で出てくる独特の要因



2つの要因の水準がある特定の組み合わせのときのみ発生する作用
(例)

箱+注文を受けてから作る

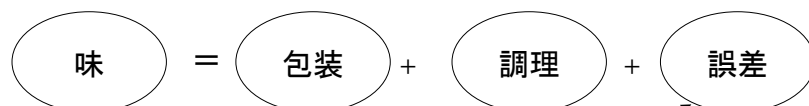
→注文を受けてから作って箱に入って出てくると高級感が増し、実際よりもおいしく感じられる

心理学演習資料

(参考)被験者間計画との違い

2010年1月28日

- 今回の事例



被験者内計画では、計算上はこの誤差の部分を分解しなければならない。

個人差に起因する誤差

「包装」要因に起因する誤差

「調理」要因に起因する誤差

その他の誤差→交互作用に金する誤差

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

心理学演習資料

1. 帰無仮説、対立仮説を設定

2010年1月28日

• 帰無仮説

主
効
果

- 包装
 - 「紙」「箱」群の味の母平均は等しい
- 調理
 - 「注文を受けてから」「作り置き」群の味の母平均は等しい

交
互
作
用

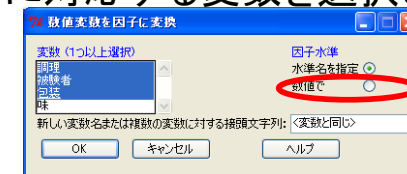
- 包装 × 調理
 - 包装と調理の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
- 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
- Rコマンダー
「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

4. 実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

• コマンドラインより以下のコマンドを実行

特性 主効果 交互作用 誤差(の分解)

```
azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者+被験者:包  
装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
```

```
summary(azi)
```

心理学演習資料

5 検定統計量の値が...

2010年1月28日

```
Error: 被験者
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 14 5756.4    411.2

Error: 被験者:包装
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
包装    1 144.15   144.15  2.6797 0.1239
Residuals 14 753.10    53.79

Error: 被験者:調理
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
調理    1 156.82   156.82  5.3491 0.03645 *
Residuals 14 410.43    29.32
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: 被験者:包装:調理
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
包装:調理  1  98.817   98.817  6.6373 0.02197 *
Residuals 14 208.433   14.888
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> |
```

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

- 5%水準で棄却された仮説
 - 包装(保持)
 - 「紙」「箱」群の味の母平均は等しい
 - 調理(棄却)
 - 「注文を受けてから」「作り置き」群の味の母平均は等しい
 - 包装×調理(棄却)
 - 包装と調理の特定の組み合わせにより味の母平均が変わる特定の効果はない

心理学演習資料

多重比較の実施がいないケース

2010年1月28日

- ここで多重比較と行きたいところだが...
- 実は2要因とも2水準なので多重比較する必要はない
- 多重比較=3水準以上の比較の際にどこに差があるのかを判断する検定
- 「注文を受けてから」と「作り置き」の味の評定に差がある

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

- セル平均のプロット図

		「調理」要因	
		1 作り置き	2 注文
「包装」要因	1 箱	作り置き・箱	注文・箱
	2 紙	作り置き・紙	注文・紙

「包装」要因

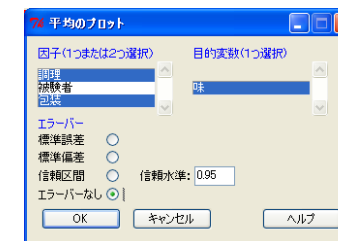
「2×2のセル」と呼ぶ
セルごとの平均を見てみる

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

- 「グラフ」「平均のプロット」

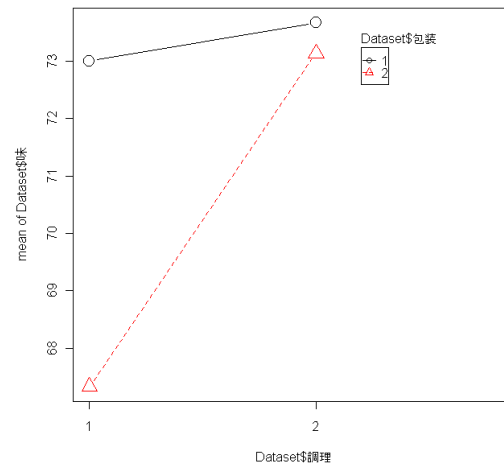


心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

Plot of Means



包装
1 箱
2 紙

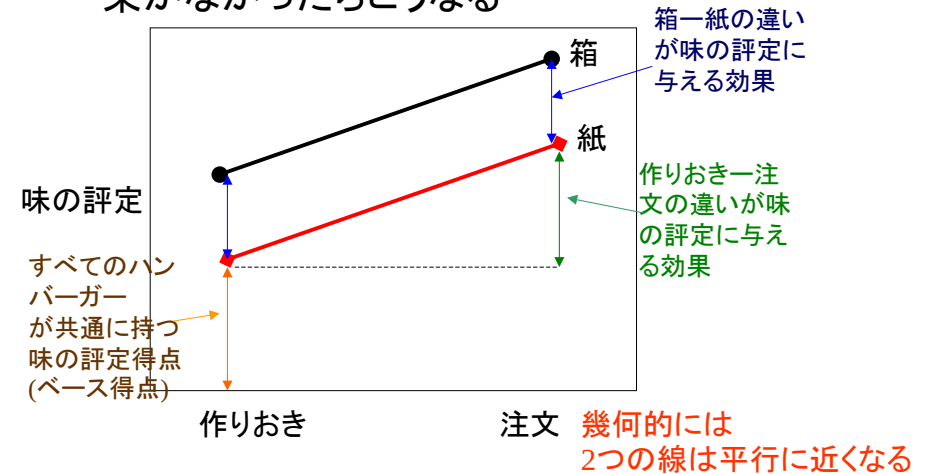
調理
1 作りおき
2 注文

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

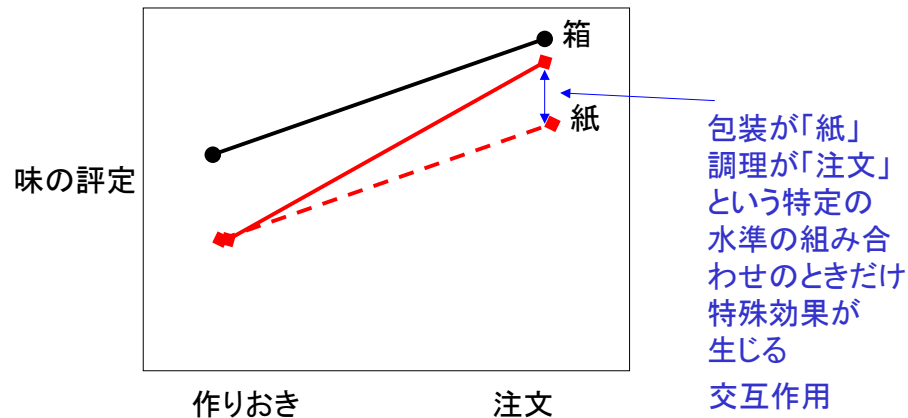
- もし2つの主効果が有意で交互作用の効果がなかったらこうなる



交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

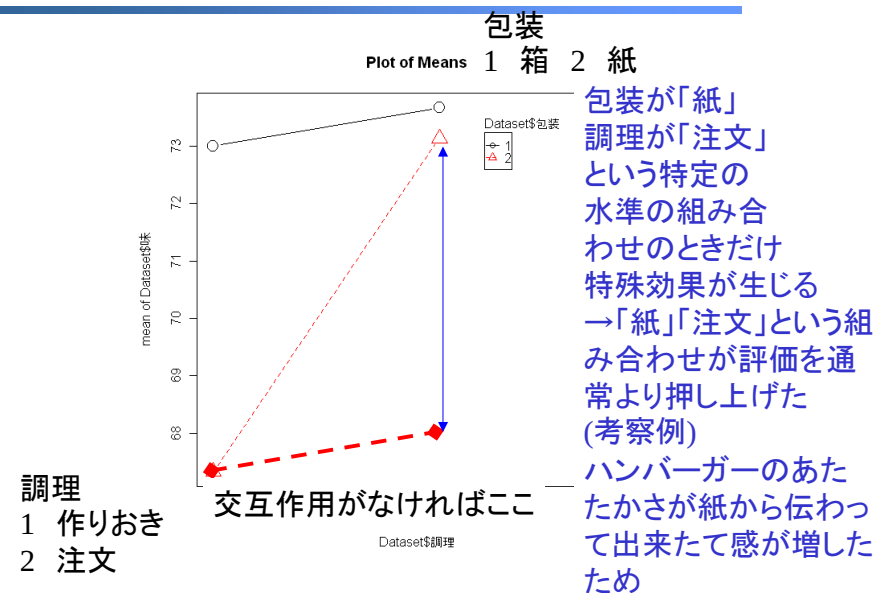
- 交互作用: 特定の水準の組み合わせのときのみ出現する特殊効果



心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日



データの改題

2010年1月28日

- 新作ハンバーガーのテストマーケティング
- 30人の被験者に対し、ハンバーガーの調理タイミングについては全条件、かつハンバーガーの包装タイミングのどちらかの条件のみを食べてもらい、おいしさを評定してもらった
- ハンバーガーの包装: 2水準
 - 箱に入れる : カテゴリ1
 - 紙で包む : カテゴリ2
- ハンバーガーの調理タイミング: 2水準
 - 作りおき : カテゴリ1
 - 注文を受けてから作る : カテゴリ2

(出典: 熊本大 鈴木先生HP)

データ

2010年1月28日

箱			紙		
被験者No	作りおき	注文	被験者No	作りおき	注文
1	65	70	16	50	60
2	75	80	17	55	65
3	70	75	18	70	75
4	75	75	19	75	80
5	90	95	20	80	90
6	80	80	21	85	80
7	65	75	22	65	80
8	50	55	23	55	55
9	55	50	24	55	60
10	80	85	25	75	82
11	90	80	26	80	80
12	70	70	27	75	70
13	75	75	28	70	90
14	80	80	29	65	70
15	75	60	30	55	60

心理学演習資料

何が違うか？

2010年1月28日

- 対応のある(被験者内)分散分析と何が違うか？

箱			紙		
被験者No	作りおき	注文	被験者No	作りおき	注文
1	65	70	16	50	60
2	75	80	17	55	65
3	70	75	18	70	75
4	75	75	19	75	80
5	90	95	20	80	90
6	80	80	21	85	80
7	65	75	22	65	80
8	50	55	23	55	55
9	55	50	24	55	60
10	80	85	25	75	82
11	90	80	26	80	80
12	70	70	27	75	70
13	75	75	28	70	90
14	80	80	29	65	70
15	75	60	30	55	60

ある要因(調理)に対しては
すべての水準を実験
他の要因(包装)に対しては
1つの水準のみを実験

被験者内計画(調理)と
被験者間計画(包装)の
混合

混合計画

心理学演習資料

データの変換

2010年1月28日

被験者	包装	調理	味
1	1	1	65
1	1	2	70
2	1	1	75
2	1	2	80
3	1	1	70
3	1	2	75
4	1	1	75
4	1	2	75
5	1	1	90
5	1	2	95
6	1	1	80
6	1	2	80
7	1	1	65
7	1	2	75
8	1	1	50
8	1	2	55
9	1	1	55
9	1	2	50

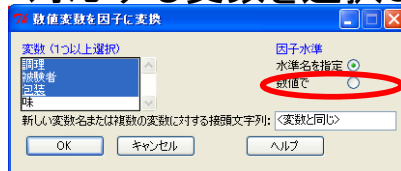
⋮

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
 - 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
 - Rコマンダー
- 「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

Rによる分析

2010年1月28日

- コマンドラインより以下のコマンドを実行

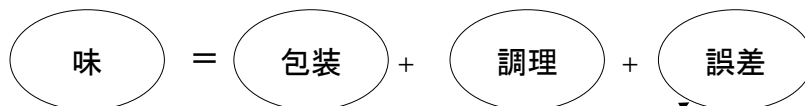
特性 主効果 交互作用 誤差(の分解)
azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者:包装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
summary(azi)

心理学演習資料

(参考)被験者内計画との違い

2010年1月28日

- 今回の事例



被験者内計画では、計算上はこの誤差の部分を分解しなければならない。

~~個人差に起因する誤差~~

「包装」要因に起因する誤差

「調理」要因に起因する誤差

その他の誤差→交互作用に金する誤差

心理学演習資料

コマンド実行結果

2010年1月28日

```
> azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者:包装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
aov(味 ~ 包装 + 調理 + 包装 * 調理 + Error(被験者:包装 + 被験者:調理 + 被験者:包装:調理),data=Dataset)
Error() モデルは特異です
> summary(azi)
```

Error: 被験者:包装

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
包装	1	144.1	144.1	0.62	0.4376
Residuals	28	6508.5	232.5		

「包装」要因に対する検定

Error: 被験者:調理

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
調理	1	156.02	156.02	7.0950	0.01267 *
包装:調理	1	98.02	98.02	4.4709	0.04351 *
Residuals	28	618.07	22.10		

「調理」要因に対する検定
「包装」「調理」要因の交互作用の検定

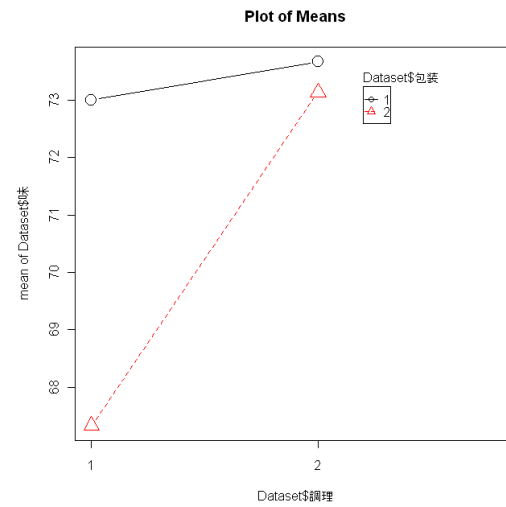
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> |
```

心理学演習資料

交互作用の効果を見る

2010年1月28日



包装
1 箱
2 紙

調理
1 作り置き
2 注文

心理学演習資料

Rコマンダーを用いた統計解析 (23)

担当 繁樹 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

今日の演習事項

- 分散分析
 - 二元配置分散分析
 - 被験者間計画／対応のない
 - 被験者内計画／対応のある
 - 混合計画
- 対応のあるt検定(復習)

2

心理学演習資料

データの改題

- 新作ハンバーガーのテストマーケティング
- 30人の被験者に対し、ハンバーガーの調理タイミングについては全条件、かつハンバーガーの包装タイミングのどちらかの条件のみを食べてもらい、おいしさを評定してもらった
- ハンバーガーの包装:2水準
 - 箱に入れる :カテゴリ1
 - 紙で包む :カテゴリ2
- ハンバーガーの調理タイミング: 2水準
 - 作りおき :カテゴリ1
 - 注文を受けてから作る:カテゴリ2

(出典:熊本大 鈴木先生HP)

心理学演習資料

データ

箱			紙		
被験者No	作りおき	注文	被験者No	作りおき	注文
1	65	70	16	50	60
2	75	80	17	55	65
3	70	75	18	70	75
4	75	75	19	75	80
5	90	95	20	80	90
6	80	80	21	85	80
7	65	75	22	65	80
8	50	55	23	55	55
9	55	50	24	55	60
10	80	85	25	75	82
11	90	80	26	80	80
12	70	70	27	75	70
13	75	75	28	70	90
14	80	80	29	65	70
15	75	60	30	55	60

心理学演習資料

何が違うか？

2010年1月28日

- 対応のある(被験者内)分散分析と何が違うか？

箱			紙		
被験者No	つくりおき	注文	被験者No	つくりおき	注文
1	65	70	16	50	80
2	75	80	17	55	65
3	70	75	18	70	75
4	75	75	19	75	80
5	90	95	20	80	90
6	80	80	21	85	80
7	65	75	22	65	80
8	50	55	23	55	55
9	55	50	24	55	60
10	80	85	25	75	82
11	90	80	26	80	80
12	70	70	27	75	70
13	75	75	28	70	90
14	80	80	29	65	70
15	75	60	30	55	60

ある要因(調理)に対しては
すべての水準を実験
他の要因(包装)に対しては
1つの水準のみを実験

被験者内計画(調理)と
被験者間計画(包装)の
混合

混合計画

心理学演習資料

データの変換

2010年1月28日

被験者	包装	調理	味
1	1	1	65
1	1	2	70
2	1	1	75
2	1	2	80
3	1	1	70
3	1	2	75
4	1	1	75
4	1	2	75
5	1	1	90
5	1	2	95
6	1	1	80
6	1	2	80
7	1	1	65
7	1	2	75
8	1	1	50
8	1	2	55
9	1	1	55
9	1	2	50

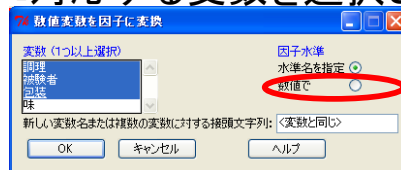
⋮

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
- 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
- Rコマンダー
- 「アクティブデータセット内の変数の管理」
- 「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

Rによる分析

2010年1月28日

- コマンドラインより以下のコマンドを実行

特性 主効果 交互作用 誤差(の分解)

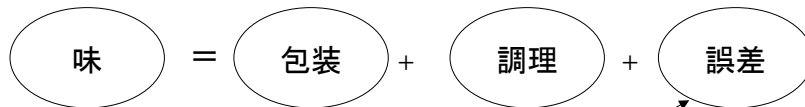
```
azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者:包装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
summary(azi)
```

心理学演習資料

(参考)被験者内計画との違い

2010年1月28日

• 今回の事例



被験者内計画では、計算上はこの誤差の部分を分解しなければならない。

~~個人差に起因する誤差~~

「包装」要因に起因する誤差

「調理」要因に起因する誤差

その他の誤差→交互作用に金する誤差

心理学演習資料

コマンド実行結果

2010年1月28日

```
> aza<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者:包装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
aov(味 ~ 包装 + 調理 + 包装 * 調理 + Error(被験者:包装 + 被験者:調理 + 中で警告がありました:
Error() モデルは特異です
> summary(aza)

Error: 被験者:包装
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
包装          1  144.1    144.1      0.82  0.4378
Residuals    28  8508.5     303.5
---
Error: 被験者:調理
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
調理          1  156.82   156.82    7.0950  0.01287 *
包装:調理      1   98.82    98.82   4.4703  0.04351 *
Residuals    28  818.87     29.26
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> |
```

「包装」要因に対する検定

「調理」要因に対する検定

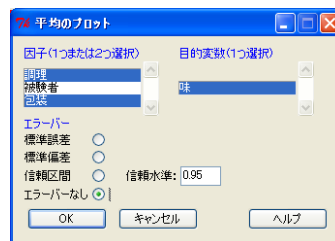
「包装」「調理」要因の交互作用の検定

心理学演習資料

交互作用の効果を見る

2010年1月28日

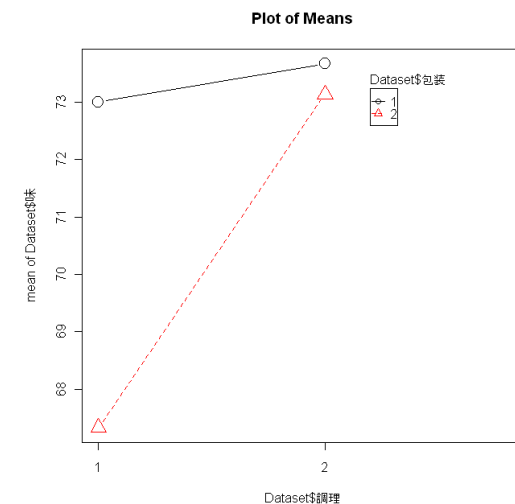
• 「グラフ」「平均のプロット」



心理学演習資料

交互作用の効果を見る

2010年1月28日



包装
1 箱
2 紙

調理
1 作り置き
2 注文

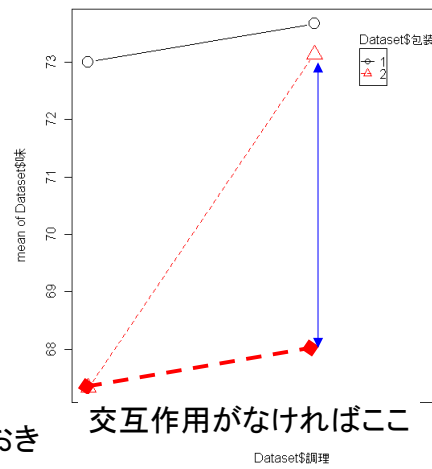
心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

包装

Plot of Means 1 箱 2 紙



包装が「紙」
調理が「注文」
という特定の
水準の組み合
わせのときだけ
特殊効果が生じる
→「紙」「注文」という組
み合わせが評価を通
常より押し上げた
(考察例)
ハンバーガーのあた
たかさが紙から伝わっ
て出来たて感が増した
ため

調理
1 作りおき
2 注文

交互作用がなければここ

Rコマンダーを用いた統計解析 (24)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

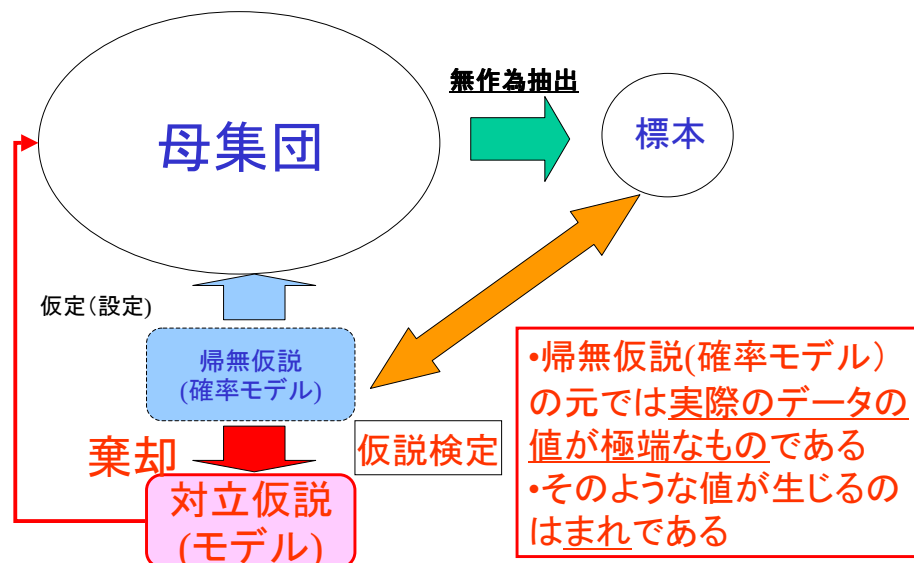
心理学演習資料

今日の演習事項

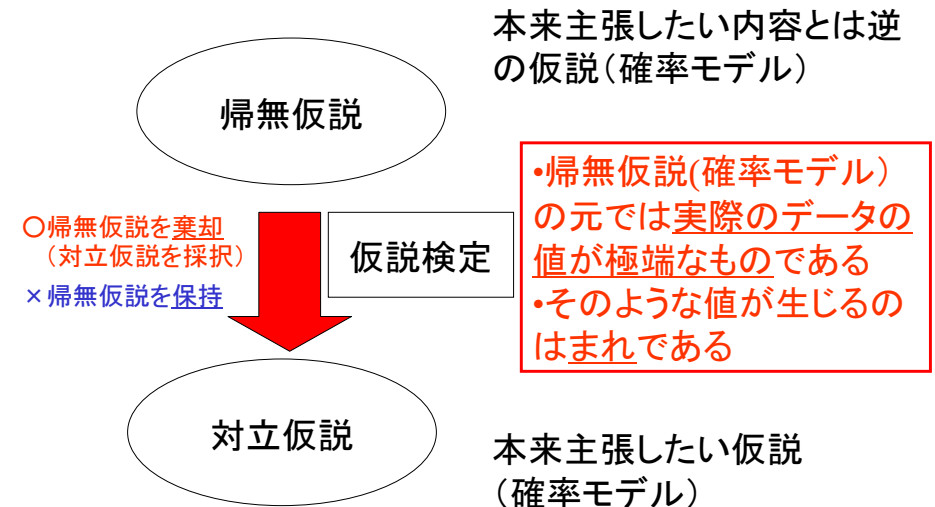
- t検定と分散分析の使い分け
 - データのどこを見てどの検定を持ちいるか？
 - 事例を用いた判断の練習(3つ)
 - Rでの分析手順の簡単なおさらい

心理学演習資料

検定の基本的考え方



帰無仮説と対立仮説



心理学演習資料

t検定

2010年1月28日

- 2群のデータにおいて、各群の母平均についての判断を行うための検定
 - ①1つの群(グループ)において
母平均=(ある値)であるかどうか
⇒1標本のt検定
 - ②2つの群(グループ)間の母平均に差があるかどうか
⇒2標本のt検定
「対応のないt検定」
→1人の被験者から1種類のデータを取る
「対応のあるt検定」
→1人の被験者から2種類のデータを取る

心理学演習資料

分散分析

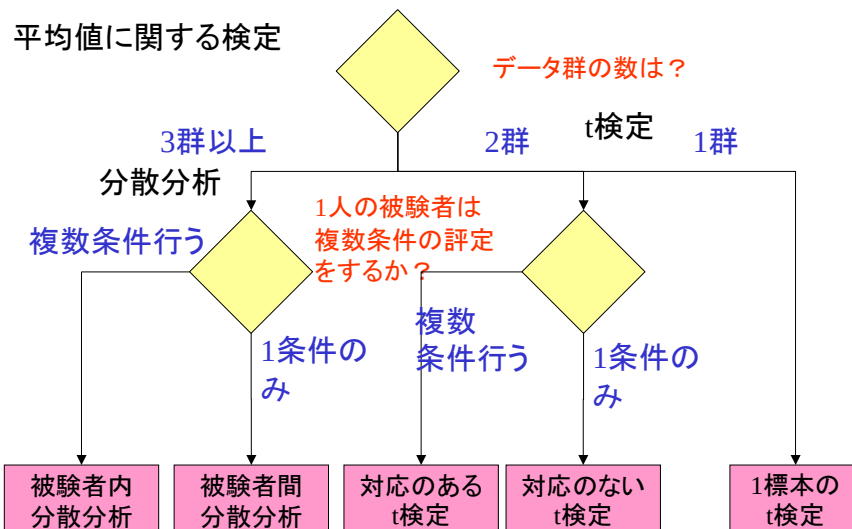
2010年1月28日

- 3群以上のデータにおいて各群の母平均についての判断を行うための検定
 - ③3つ以上の群(グループ)間の母平均に差があるかどうか
→分散分析=3標本以上の平均値の差の検定
「被験者間分散分析」
→1人の被験者から1種類のデータを取る
「被験者内分散分析」
→1人の被験者から3種類以上のデータを取る

心理学演習資料

使い分け

2010年1月28日



心理学演習資料

データ概要

2010年1月28日

- 次のデータは、非常に体重が低く生まれた赤ちゃんの母親に対し、特別の訓練を実施したグループと、そうしなかった場合のグループの赤ちゃんの生後24か月の発達検査の結果である。この訓練は有効であったと言えるか?
(出典: Howell, 1987)

データ概要

2010年1月28日

- [訓練群]

92,127,127,137,114,119,109,109,143,109,116,114,
143,109,11,127,112,112,98,137,112,109,119,106,
109

- [統制群]

114,88,102,127,104,104,91,96,104,106,91,102,104,
100,114,109,109,119,91,81,114,119,102,111,80,
119,119,123,119,114,132

どの検定を用いるのか？

心理学演習資料

事例の場合どの検定を用いるか？

2010年1月28日

- データ群の数＝2群

t検定

- 1人の被験者(赤ちゃん)が複数群の評定

- 特別な訓練の実施後に体重を測定

- 何もせずに体重を測定

1人の赤ちゃんを
複数条件(訓練あり／なし)
に割り当てない

対応のない検定

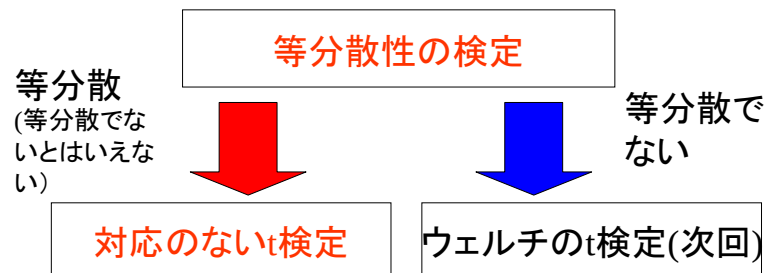
∴対応のないt検定

心理学演習資料

対応のないt検定

2010年1月28日

- 以下の2つの検定を実施する



心理学演習資料

等分散性とt検定(1)

2010年1月28日

- 検定を行う2群(投与群／非投与群)の**母分散**が等しいということ

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\hat{\sigma} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

心理学演習資料

等分散性とt検定(2)

2010年1月28日

- t検定は平均の差を**ある等しい定数**で割った結果がt分布(帰無仮説)に従うかどうかで判断を行う
 - 実はこの定数とは**母分散(の推定値)**
 - 1標本t検定、対応のあるt検定のときは観測データ(または差分)が1つだから**母分散も1つ**
 - 対応のないt検定のときは母分散が1つかどうか分からない
- 事前に母分散が1つかどうかを確かめる

等分散=母分散が1つ

心理学演習資料

等分散性の検定:バートレット検定

2010年1月28日

- カイ二乗統計量を用いる検定
- カイ二乗検定(クロス表の検定)と実は原理が同じ
- 「統計量」→「分散」→「バートレットの検定」

心理学演習資料

バートレット検定の実施

2010年1月28日

- 帰無仮説
「訓練群、非訓練群の母分散は等しい」
- 対立仮説
「訓練群、非訓練群の母分散は異なる」
- 5%で判断

```
> bartlett.test(体重 ~ 訓練有無, data=Dataset)
```

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: 体重 by 訓練有無  
Bartlett's K-squared = 10.9035, df = 1, p-value = 0.0009598
```

心理学演習資料

対応のないt検定

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

```
Two Sample t-test
data: 体重 by 訓練有無
t = 1.181, df = 54, p-value = 0.2428
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -4.248745 16.429390
sample estimates:
mean in group 訓練群 mean in group 統制群
112.8000 106.7097
```



心理学演習資料

データ概要

2010年1月28日

- ミネラルウォーターの味(おいしさ)の調査
 - 30人の被験者に対し、以下のミネラルウォーターを無作為に割り当て、おいしさを評定してもらった
 - ミネラルウォーターの温度: 2水準
 - 冷蔵庫で冷たく冷やす: カテゴリ1
 - 常温のまま出す: カテゴリ2
 - ミネラルウォーターの種類: 3水準
 - アメリカ産(アラスカ): カテゴリ1
 - スイス産(アルプス): カテゴリ2
 - 日本産(富士山): カテゴリ3
- (出典: 南山大 神谷先生HP)

事例の場合どの検定を用いるか？

2010年1月28日

- データ群の数 = $6(2 \times 3)$ 群
- 1人の被験者が複数群の評定？
 - (冷蔵庫、アメリカ)
 - (冷蔵庫、スイス)
 - (冷蔵庫、日本)
 - (常温、アメリカ)
 - (常温、スイス)
 - (常温、日本)

分散分析

1人の被験者を
複数条件(6群)
に割り当てない

対応のない検定

∴ 対応のない分散分析
＝被験者間分散分析

心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

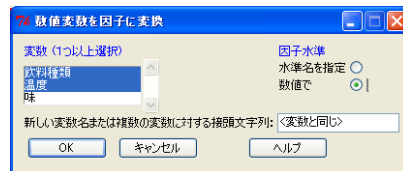
1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
 - 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
 - Rコマンダー
- 「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

4.実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

- コマンドラインより以下のコマンドを実行

目的変数 主効果 交互作用
azi<-aov(味~温度+飲料種類+温度*飲料種類
 ,data=Dataset)
summary(azi)

心理学演習資料

5検定統計量の値が...

2010年1月28日

```
> summary(azi)

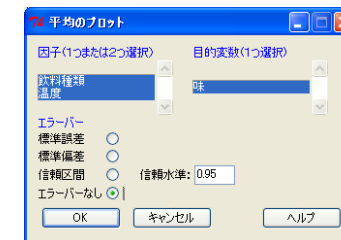
            Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    
温度          1  67.500   67.500  21.3158  0.00011 ***
飲料種類      2 155.000   77.500  24.4737 1.608e-06 ***
温度:飲料種類  2  15.000    7.500   2.3684  0.11515    
Residuals    24  76.000    3.167                
```

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日

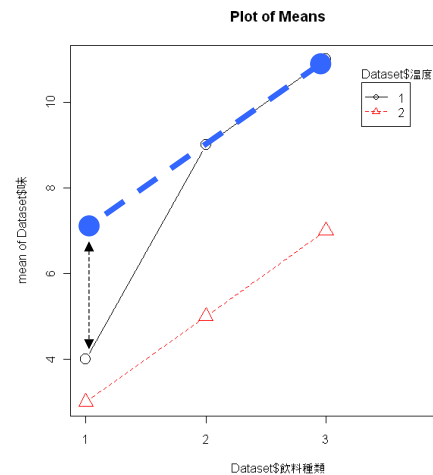
- 「グラフ」「平均のプロット」



心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日



交互作用
温度:1(常温)
種類:1(アメリカ)
の組み合わせのときのみ発生する特殊な効果がある

心理学演習資料

データ概要

2010年1月28日

- 新作ハンバーガーのテストマーケティング
- 15人の被験者に対し、以下のハンバーガーを**全条件(組み合わせ)**を食べてもらい、おいしさを評定してもらった
- ハンバーガーの包装:2水準
 - 箱に入れる :カテゴリ1
 - 紙で包む :カテゴリ2
- ハンバーガーの調理タイミング: 2水準
 - 作り置き :カテゴリ1
 - 注文を受けてから作る :カテゴリ2

(出典:熊本大 鈴木先生HP)

事例の場合どの検定を用いるか？

2010年1月28日

- データ群の数=4(2×2)群
- 1人の被験者が複数群の評定？
 - (箱、作り置き)
 - (箱、注文時)
 - (紙、作り置き)
 - (紙、注文時)

分散分析

1人の被験者を
複数条件(4群)
に割り当てる

対応のある検定

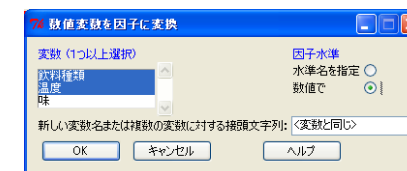
∴対応のある分散分析
＝被験者内分散分析

心理学演習資料

分散分析の前処理

2010年1月28日

- Rに特有の前処理がある
- 各水準を数値(コード)化した場合のみ実行
- Rコマンド
- 「アクティブデータセット内の変数の管理」
→「数値変数を因子に変換」
- 要因に対応する変数を選択し、「数値で」



心理学演習資料

二元配置分散分析

2010年1月28日

1. 帰無仮説、対立仮説を設定
2. 統計的仮説検定に用いられる標本統計量を選択
3. 棄却域、有意水準(判断の基準になる確率のしきい値)の設定
4. 実際のデータから標本統計量を計算
5. 検定統計量の値が...
 - 棄却域の値なら、帰無仮説を**棄却**(対立仮説を**採択**)する。
 - そうでなければ、帰無仮説を**保持**する。

29

心理学演習資料

4. 実際のデータから標本統計量を計算

2010年1月28日

- コマンドラインより以下のコマンドを実行

特性 主効果 交互作用 誤差(の分解)

```
azi<-aov(味~包装+調理+包装*調理+ Error(被験者+被験者:包装+被験者:調理+被験者:包装:調理),data=Dataset)
summary(azi)
```

心理学演習資料

5. 検定統計量の値が...

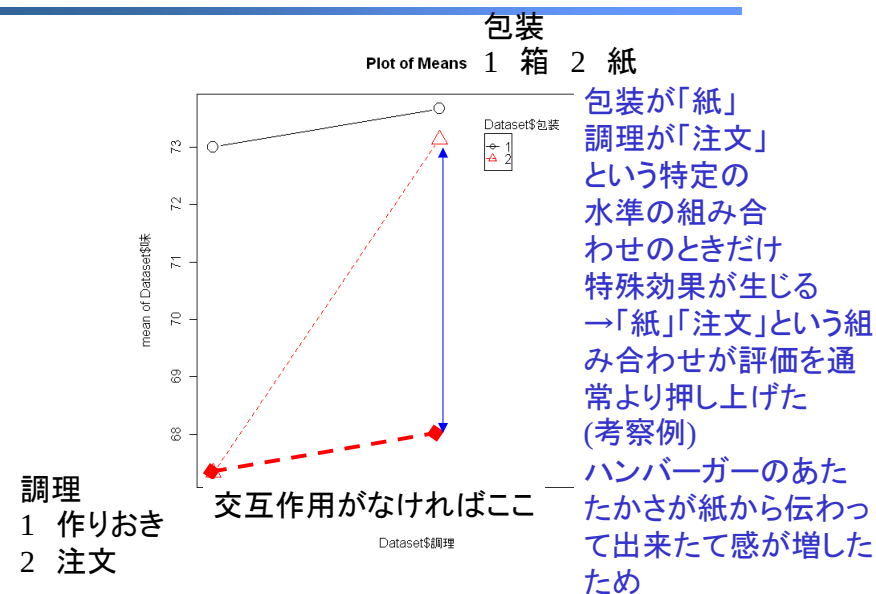
2010年1月28日

```
> summary(azi)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    
温度              1   67.500    67.500  21.3158  0.00011 ***
飲料種類          2  155.000    77.500  24.4737 1.608e-06 ***
温度:飲料種類      2   15.000     7.500   2.3684  0.11515    
Residuals        24   76.000     3.167                    
```

心理学演習資料

交互作用の効果を見てみる

2010年1月28日



- データの形式(=実験計画)を見てどの検定を当てはめるのかを判断できること
 - 群=条件 の数
 - 1人の被験者が複数の条件を評定するか
- 行すべき検定の手順を本や資料を見ながらでも出来ること

Rコマンダーを用いた統計解析 (25)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

t検定

- 2群のデータにおいて、各群の母平均についての判断を行うための検定
 - ①1つの群(グループ)において
母平均=(ある値)であるかどうか
⇒1標本のt検定
 - ②2つの群(グループ)間の母平均に差があるかどうか
⇒2標本のt検定
「対応のないt検定」
- 1人の被験者から1種類のデータを取る
「対応のあるt検定」
- 1人の被験者から2種類のデータを取る

心理学演習資料

分散分析

- 3群以上のデータにおいて各群の母平均についての判断を行うための検定
 - ③3つ以上の群(グループ)間の母平均に差があるかどうか
→分散分析=3標本以上の平均値の差の検定
「被験者間分散分析」
- 1人の被験者から1種類のデータを取る
「被験者内分散分析」
- 1人の被験者から3種類以上のデータを取る

心理学演習資料

今日の演習事項

- 回帰分析
 - 単回帰分析
 - 散布図で見るデータの関係
 - 回帰モデルの導入
 - Rでの分析手順と解釈

心理学演習資料

身長と体重

2010年1月28日

- ある大学の学生の身長と体重のデータ
- 体重と身長の関係はどのようなになっているか？

心理学演習資料

データ

2010年1月28日

身長	体重
170	57
166	53
157	47
164	52
157	47
160	53
163	48
160	48
153	43
165	57
162	50
150	44
165	53
151	41
165	60

⋮

出典: 高崎経済大 阿部先生HP

心理学演習資料

散布図による把握

2010年1月28日

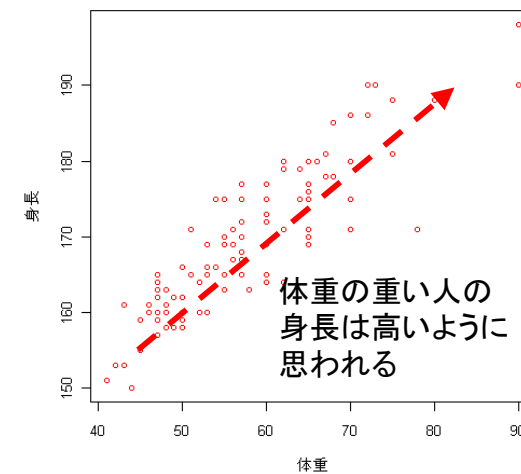
- 「グラフ」→「散布図」



心理学演習資料

散布図による把握

2010年1月28日



心理学演習資料

• 「統計量」→「要約」→「相関行列」

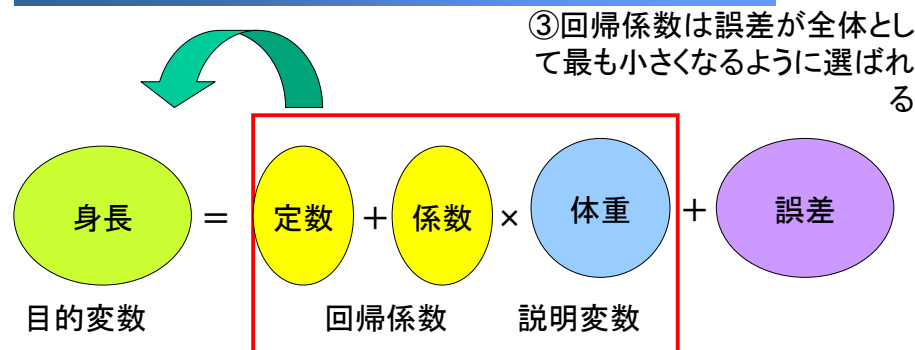
```
> cor(Dataset[,c("身長","体重")], use="complete.obs")
```

	身長	体重
身長	1.0000000	0.8876377
体重	0.8876377	1.0000000

身長-体重間の相関:0.89
強い正の相関

- 散布図・相関係数による考察
 - 身長と体重にはある一定の関係がある
 - 体重が重い人は身長が高い傾向がある
- 「説明」という概念の導入
 - それでは身長の高さを体重の重さでどのように説明できるのか？
- 「予測」という概念の導入
 - もし、新しい学生が入学して、体重が分かったとしたら身長の高さをどのように予測できるのか？

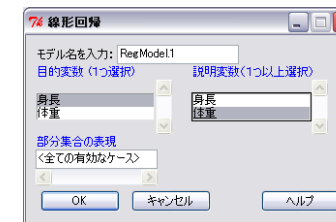
回帰モデルの導入



- ①説明したいもの:目的変数を
説明に使うもの:説明変数で 説明する
- ②このために独立変数に掛け合わせる一定の数字
:回帰係数を用意しておく

Rによる分析

- 「統計量」→「モデルへの適合」→「線形回帰」



Rによる分析

2010年1月28日

```
Call:
lm(formula = 身長 ~ 体重, data = Dataset)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-16.13616  -3.20485   0.05764   3.32167   8.71388

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 119.37351    2.67010   44.71  <2e-16 ***
体重        0.86875     0.04553   19.08  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

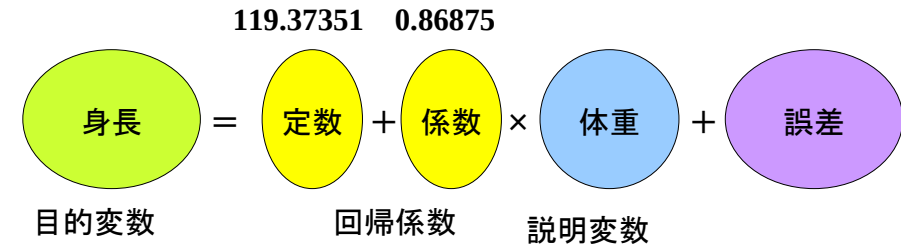
Residual standard error: 4.562 on 98 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.7879, Adjusted R-squared: 0.7857
F-statistic: 364 on 1 and 98 DF, p-value: < 2.2e-16
```

心理学演習資料

推定値との対応

2010年1月28日

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 119.37351    2.67010   44.71  <2e-16 ***
体重        0.86875     0.04553   19.08  <2e-16 ***
```



心理学演習資料

モデルの評価

2010年1月28日

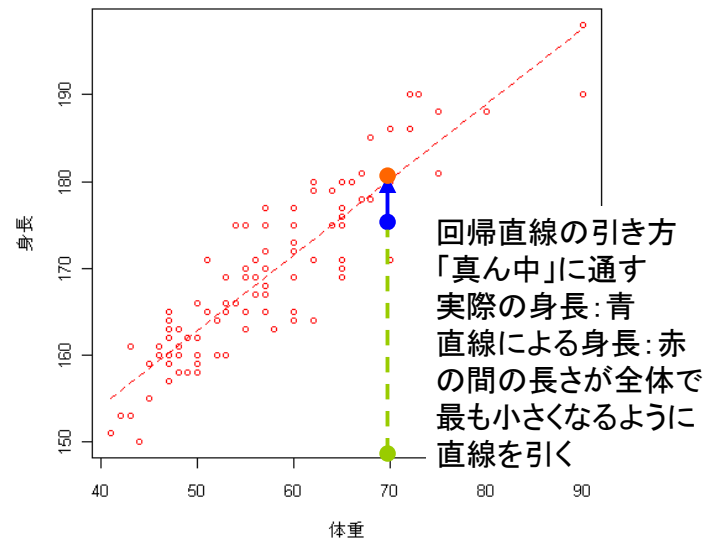
```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 119.37351    2.67010   44.71  <2e-16 ***
体重        0.86875     0.04553   19.08  <2e-16 ***
```

帰無仮説
係数=0である

Multiple R-squared: 0.7879, Adjusted R-squared: 0.7857

R²係数: 1に近いほど全体の当てはまりがよい

心理学演習資料



心理学演習資料

Rコマンダーを用いた統計解析 (26)

担当 繁柵 算男 教授

アシスタント 森 一将

1

心理学演習資料

今日の演習事項

- 回帰分析
 - 重回帰分析
 - 重回帰モデルの導入
 - Rでの分析手順と解釈

心理学演習資料

授業評価

- ある大学の心理学演習の評価データ
- 全体の評価と以下の項目の関係性を知り
授業改善に役立てたい
 - 授業の難易度
 - 理解度
 - 私語

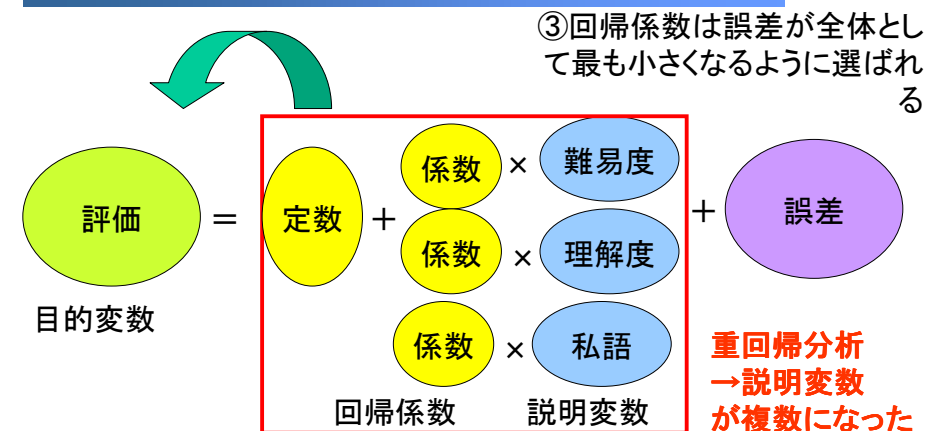
※すべて10段階で採点した

- どの項目を重点的に改善したらよいか

出典: 中部大学小塩先生HP

心理学演習資料

回帰モデルの導入

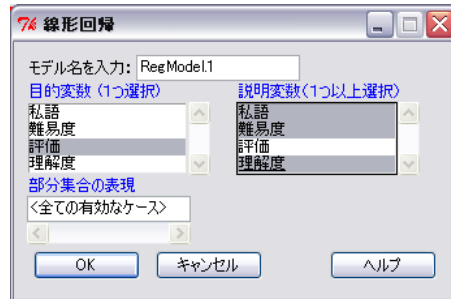


①説明したいもの: 目的変数を
説明に使うもの: 説明変数で 説明する

②このために独立変数に掛け合わせる一定の数字
: 回帰係数を用意しておく

心理学演習資料

- 「統計量」→「モデルへの適合」→「線形回帰」



```
lm(formula = 評価 ~ 私語 + 難易度 + 理解度, data = Dataset)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.9064 -0.7117 -0.2213  0.8503  2.2762
```

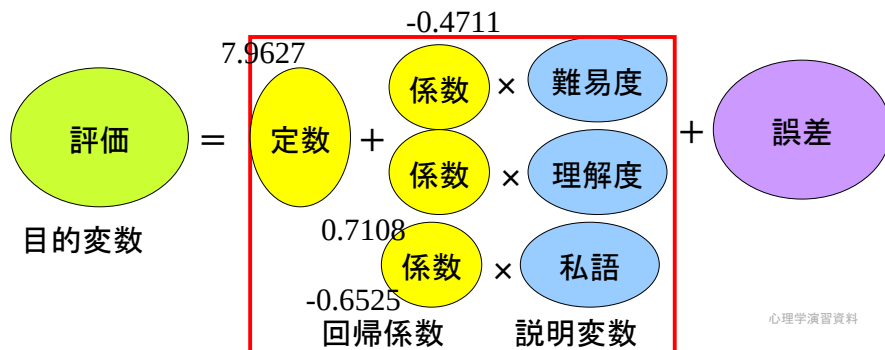
```
Coefficients:
(Intercept)      7.9627      1.0938      7.280 1.84e-06 ***
私語          -0.6525      0.1640     -3.979 0.00108 **
難易度        -0.4711      0.1337     -3.523 0.00282 **
理解度         0.7108      0.2063      3.446 0.00332 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 1.373 on 16 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6825, Adjusted R-squared:  0.6229
F-statistic: 11.46 on 3 and 16 DF,  p-value: 0.0002922
```

推定値との対応

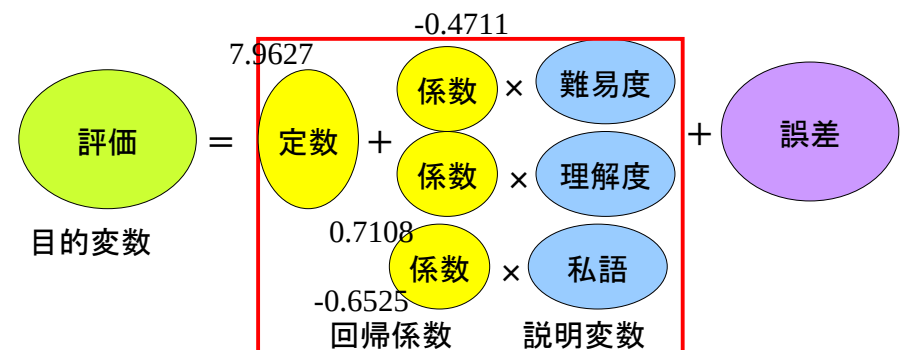
2010年1月28日

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      7.9627      1.0938      7.280 1.84e-06 ***
私語          -0.6525      0.1640     -3.979 0.00108 **
難易度        -0.4711      0.1337     -3.523 0.00282 **
理解度         0.7108      0.2063      3.446 0.00332 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



解釈の仕方

2010年1月28日



- 回帰係数(定数除く)に着目
 - どれがプラスでどれがマイナスか
 - (同じ尺度のとき)どれが目的変数に与える影響=回帰係数の値が大きいか
- ※同じ尺度でない場合=標準化回帰係数

モデルの評価

2010年1月28日

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   7.9627     1.0938   7.280 1.84e-06 ***
私語          -0.6525     0.1640  -3.979 0.00108 **
難易度        -0.4711     0.1337  -3.523 0.00282 **
理解度         0.7108     0.2063   3.446 0.00332 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

帰無仮説
係数=0である

```
Residual standard error: 1.373 on 16 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6825, Adjusted R-squared: 0.6229
F-statistic: 11.46 on 3 and 16 DF, p-value: 0.0002922
```

F検定(分散分析)

帰無仮説 回帰モデルで説明できる部分は誤差
(正規誤差)とみなすことができるほど影響を与えない
 R^2 係数: 1に近いほど全体の当てはまりがよい

心理学演習資料

この後は質問タイムとします

2010年1月28日

- 質問のある人だけ残ってください
 - レポートについて
 - その他

心理学演習資料