



2 量的因子の1因子実験

2.1 直線関係の場合

テキスト

芳賀敏郎（2014）医薬品開発のための統計解析

第2部 実験計画法 改訂版、サイエンティスト社、p.294



第2部 実験計画法

- 1 因子実験 質的因子
 - 1.1 繰り返し数が等しい場合、1.2 繰り返し数が異なる場合
 - 1.3 多重比較、1.4 ばらつきを特性値とする実験
 - 1.5 ノンパラメトリック検定
- 量的因子
 - 2.1 直線関係の場合、2.2 非直線関係の場合
 - 2.3 ダミー変数による質的因子の効果の推定
- 乱塊法 3.1 質的因子の乱塊法、3.2 量的因子の乱塊法、3.3 欠測値のある場合
- 共分散分析 4.1 共分散分析の目的、4.2 解析手順、4.3 医薬品開発における共分散分析の例
- 2 因子実験 5.1 2 因子実験の基礎、5.2 質的因子×質的因子、5.3 質的因子×量的因子
- 5.4 質的因子×量的因子（変形）、5.5 量的因子×量的因子
- 多因子実験 6.1 多因子実験の基礎、6.2 スクリーニング計画、6.3 応答曲面計画
- 変量模型ほか . . . 7.1 1 因子実験、7.2 枝分れ実験、7.3 乱塊法の拡張、7.4 経時データ、7.5 交差試験



2.1 直線関係の場合

p.75

- (1) モデル
- (2) 2つの解析の関係
- (3) 回帰係数の検定・区間推定と回帰式による推定
- (4) JMP [二変量の関係] による解析
- (5) JMP [モデルのあてはめ] による解析

テキストの
該当ページ

使用するファイル

Excelファイル：「DE改2-1因子(量).xlsm」 「DE改1-1因子(質).xlsm」

JMPファイ：「2-1因子2.jmp」 「1-1因子2.jmp」 「4-ビッグクラス.jmp」

サイエンティスト社のホームページからダウンロード

JMP 10.0.2 の出力を表示

★プレゼンテーションの
スピーカーノートを、
PDF の注釈に変換してあります



(1) モデル

量的因子の 1 因子実験（直線関係）のモデル

● 1 因子実験 (質的因子、量的因子)

表示 1.1.1 (p.15)

データ

質的因子 (前章)

4 水準 : 薬剤

A1, A2, A3, A4

薬剤投与による

効果 y を比較する

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|
| A1 | 5 | 10.3 | 10.8 | 9.9 | 9.7 | 10.4 | 10.7 |
| A2 | 5 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 11.0 | 10.8 | 10.9 |
| A3 | 5 | 11.2 | 11.4 | 10.7 | 10.9 | 11.3 | 11.7 |
| A4 | 5 | 11.3 | 11.9 | 11.2 | 11.0 | 11.1 | 11.3 |
| 全体 | 20 | 10.9 | | | | | |

質的因子

量的因子

量的因子 (本節)

4 水準 : 投与量

0, 10, 20, 30 mg

投与量 x による

効果 y の変化を知る

データ

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 5 | 10.3 | 10.8 | 9.9 | 9.7 | 10.4 | 10.7 |
| 10 | 5 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 11.0 | 10.8 | 10.9 |
| 20 | 5 | 11.2 | 11.4 | 10.7 | 10.9 | 11.3 | 11.7 |
| 30 | 5 | 11.3 | 11.9 | 11.2 | 11.0 | 11.1 | 11.3 |
| 全体 | 20 | 10.9 | | | | | |

●回帰分析と1因子実験 (量的因子)

回帰分析 (第1部)

目的変数： y
 説明変数： x
 x による
 y の変化を知る

| No. | x | y |
|-----|------|------|
| 1 | 5.0 | 3.6 |
| 2 | 12.0 | 7.2 |
| 3 | 18.0 | 7.3 |
| 4 | 21.0 | 7.4 |
| 5 | 29.0 | 12.3 |
| 6 | 10.0 | 4.1 |
| 7 | 15.0 | 8.6 |

n 個の対象から観測値 x と y を得る

y : 体重 y : 血糖値
 x : 身長 x : BMI

x : 説明変数

y : 目的変数

量的因子 (本節)

4水準：投与量
 0, 10, 20, 30 mg
 投与量 (x) による
 効果 y の変化を知る

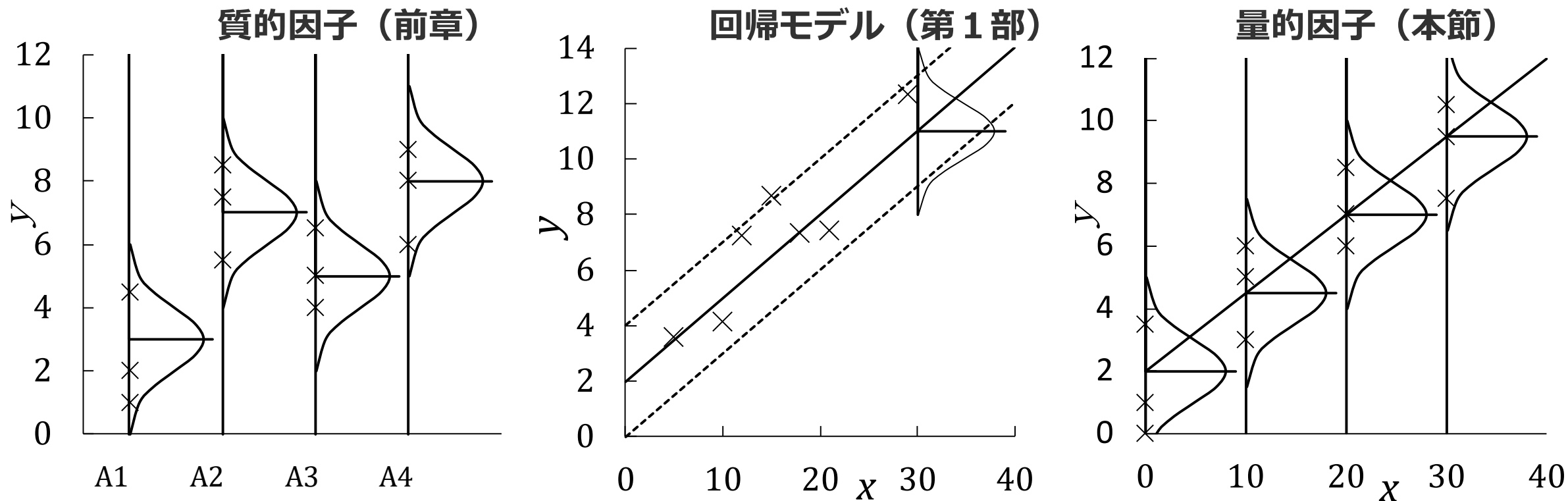
データ

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 5 | 10.3 | 10.8 | 9.9 | 9.7 | 10.4 | 10.7 |
| 10 | 5 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 11.0 | 10.8 | 10.9 |
| 20 | 5 | 11.2 | 11.4 | 10.7 | 10.9 | 11.3 | 11.7 |
| 30 | 5 | 11.3 | 11.9 | 11.2 | 11.0 | 11.1 | 11.3 |
| 全体 | 20 | 10.9 | | | | | |

●モデルの違い

質的因子（前章）、回帰モデル（第1部）、量的因子（本節）のモデルをイメージした図

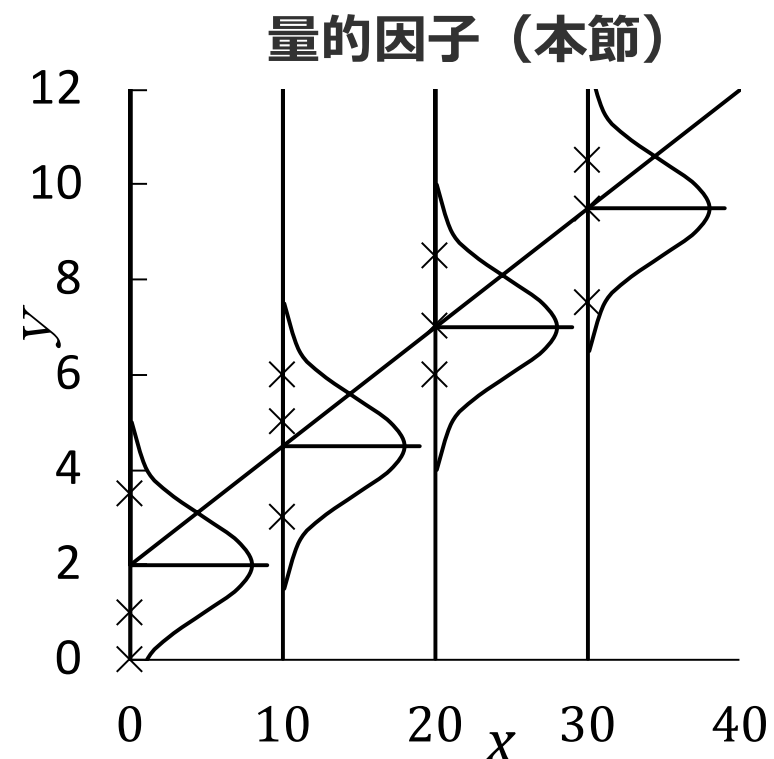
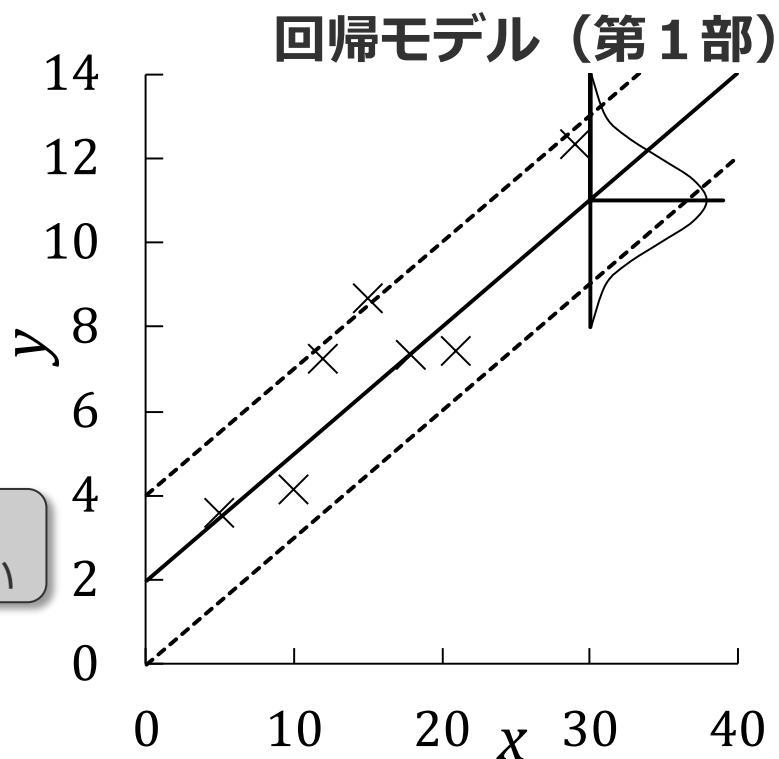
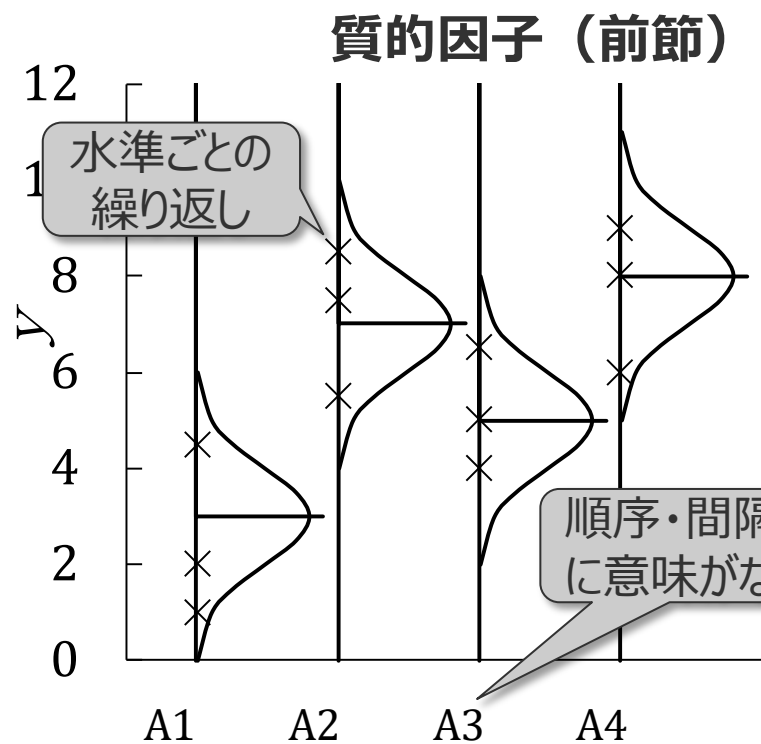
表示2.1.1 3つのモデル



●モデルの違い

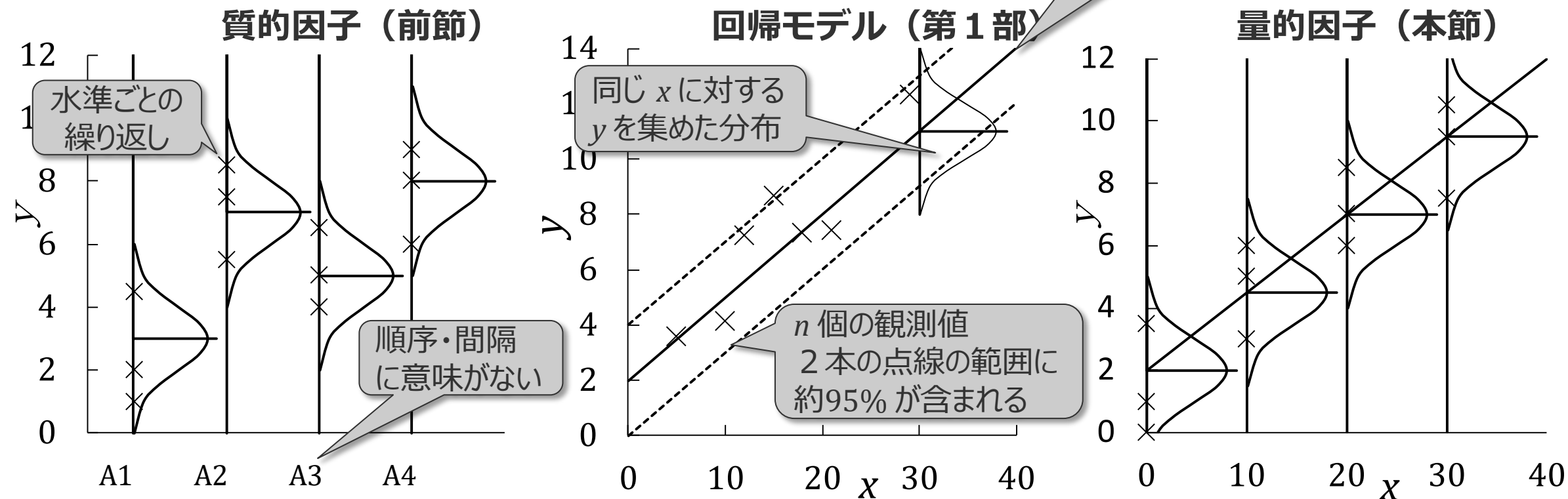
水準内の誤差（繰り返し誤差）は正規分布に従い、等分散

表示2.1.1 3つのモデル



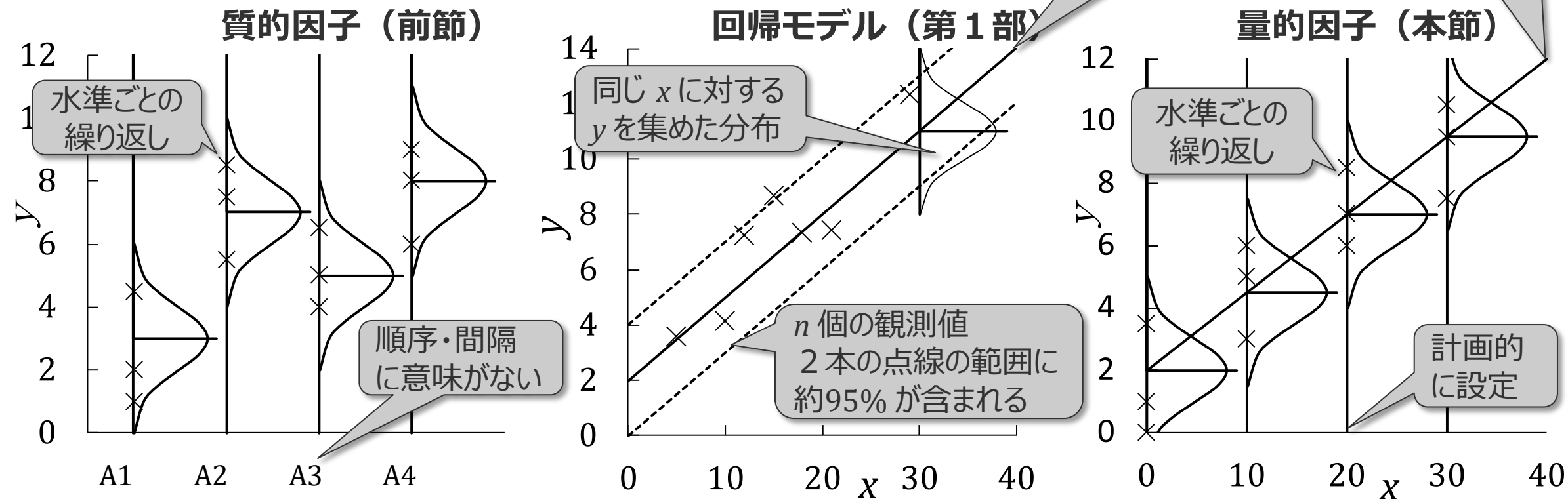
●モデルの違い

表示2.1.1 3つのモデル



●モデルの違い

表示2.1.1 3つのモデル



●モデルの違い

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.1.1)$$

$$= \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (\S 1.1)$$

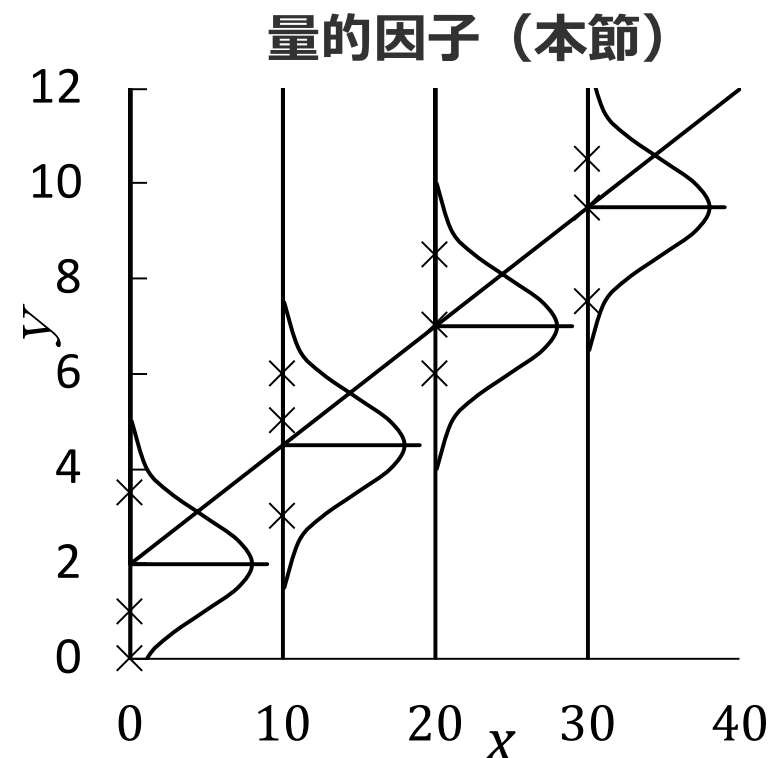
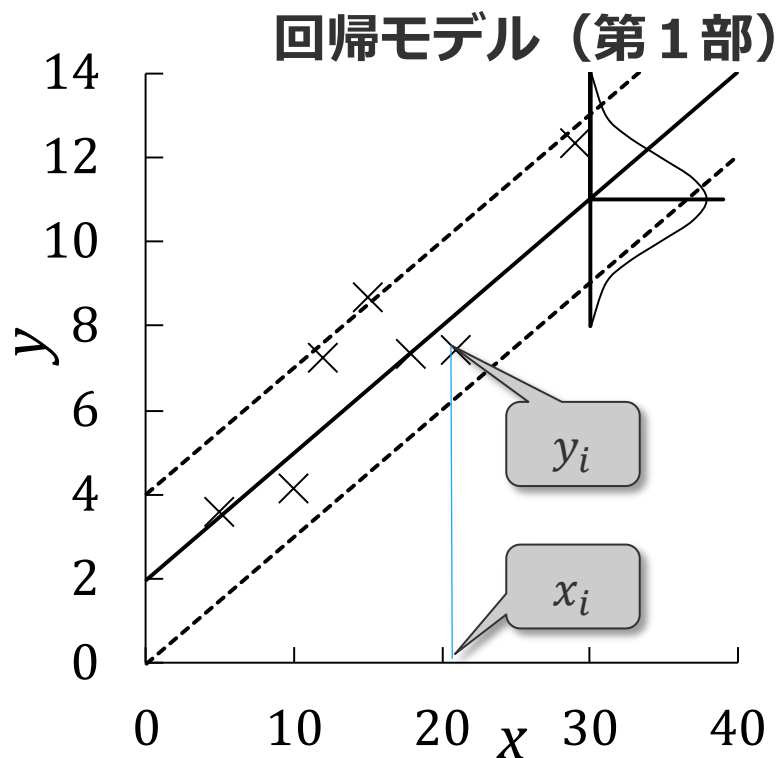
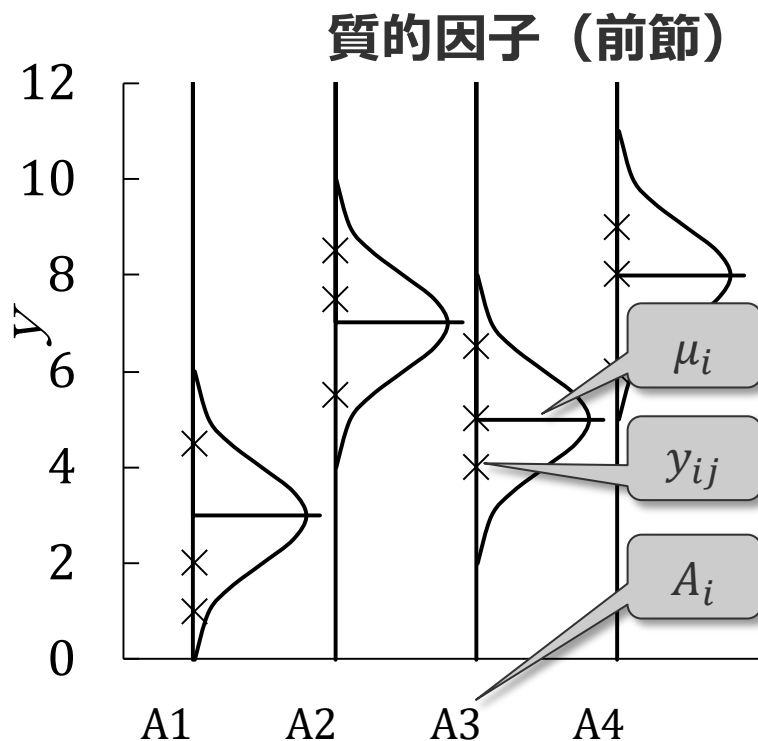
$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \quad (2.1.2)$$

(第1部 [§4.3](#))

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

$$= \alpha + \beta x_i + \varepsilon_{ij}$$

$$= \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.1.4)$$



質的因子の1因子実験に回帰モデルを取り入れる

$$\mu_i = \alpha + \beta x_i$$

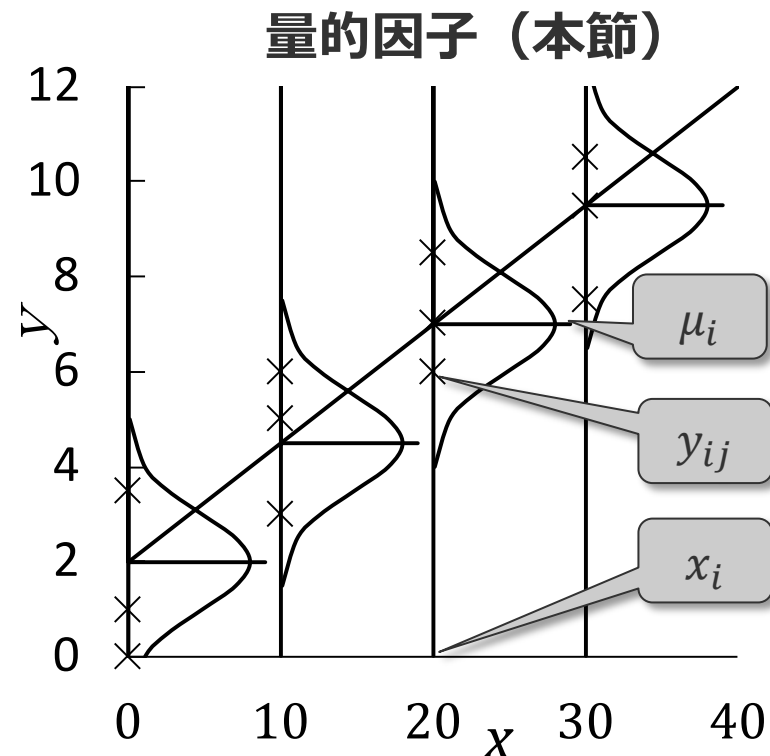
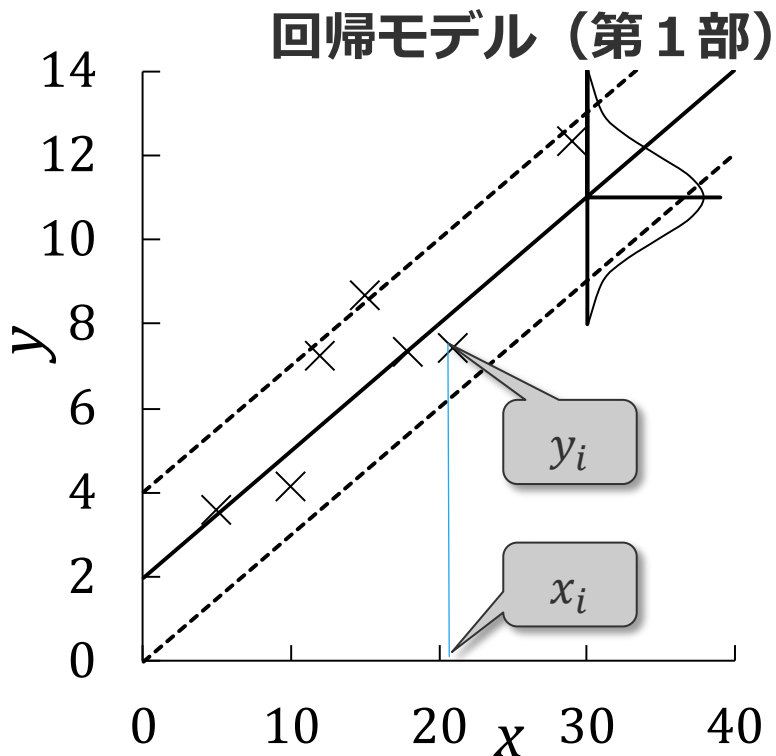
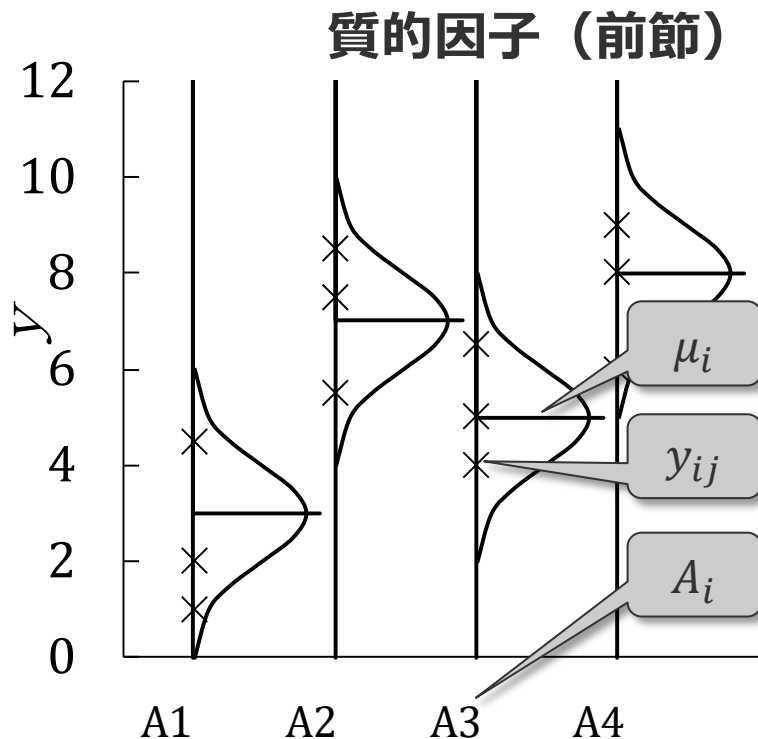
●モデルの違い

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.1.1)$$
$$= \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (\S 1.1)$$

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \quad (2.1.2)$$

(第1部 [§4.3](#))

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$
$$= \alpha + \beta x_i + \varepsilon_{ij}$$
$$= \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.1.4)$$



● 2つの解析

(1) 質的因子の1因子実験 (分散分析)

量的因子の水準間の間隔と順序を考慮せず、
量的変数の4水準を質的変数として分散分析

(§1.1 p.25)

(2) 回帰分析

繰り返しを考慮せず、 x と y の2変量の間隔を回帰分析

(第1部 §4.3 p.232, p.235, p.244)

質的変数と見なして分散分析

| データ | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 5 | 10.3 | 10.8 | 9.9 | 9.7 | 10.4 | 10.7 |
| 10 | 5 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 11.0 | 10.8 | 10.9 |
| 20 | 5 | 11.2 | 11.4 | 10.7 | 10.9 | 11.3 | 11.7 |
| 30 | 5 | 11.3 | 11.9 | 11.2 | 11.0 | 11.1 | 11.3 |
| 全体 | 20 | 10.9 | | | | | |

表示 2.1.2 (一部)

2変量として
回帰分析

| x | y |
|----|------|
| 0 | 10.8 |
| 10 | 10.7 |
| 20 | 11.4 |
| 30 | 11.9 |
| 0 | 9.9 |
| 10 | 10.6 |
| 20 | 10.7 |
| 30 | 11.2 |
| 0 | 9.7 |
| 10 | 11.0 |
| 20 | 10.9 |
| 30 | 11.0 |
| 0 | 10.4 |
| 10 | 10.8 |
| 20 | 11.3 |
| 30 | 11.1 |
| 0 | 10.7 |
| 10 | 10.9 |
| 20 | 11.7 |
| 30 | 11.3 |

(1) 質的因子の1因子実験 (分散分析)

表示 2.1.2 (一部)

分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F比 | p値 |
|-----|-------|-----|-------|-------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

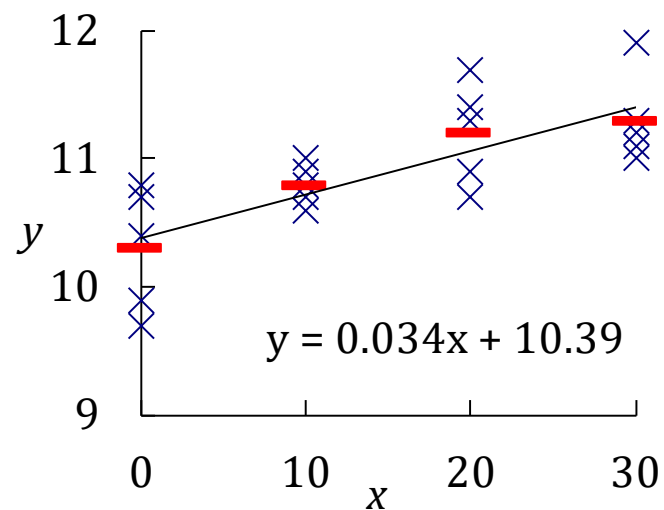
水準間の差は有意

(2) 回帰分析

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p値 | 0.0002 | 0.0000 | |

回帰は有意
回帰係数は0と有意差あり
回帰直線は水平ではない
yはxによって変化する
(第1部 [§4.3](#))

LINEST関数の解析結果 (第1部 [§4.3](#) p.234)



Excelのグラフ機能 [近似曲線の追加]
(第1部 [§4.3](#) p.225)

表示 2.1.4 LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

回帰は有意

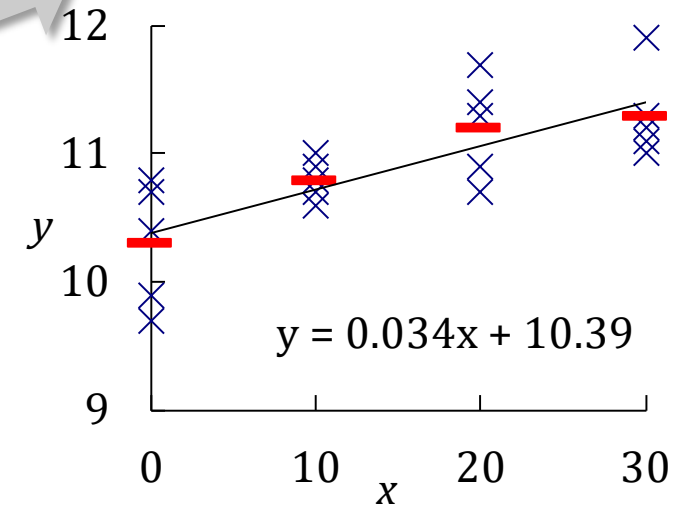
(2) 回帰分析

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

回帰は有意

$$\hat{y} = a + bx$$

$$= 10.39 + 0.034x \quad (2.1.3)$$

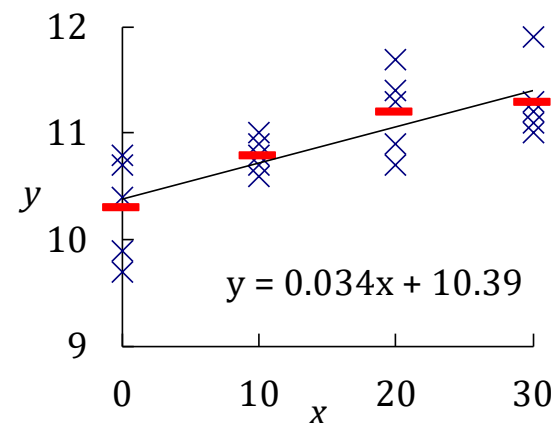


Excelのグラフ機能 [近似曲線の追加]
(第1部 [§4.3](#) p.225)

(1) 質的因子の1因子実験 (分散分析、量的因子を考慮しない)

分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F比 | p値 |
|-----|-------|-----|-------|-------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |



| x | y |
|----|------|
| 0 | 10.8 |
| 10 | 10.7 |
| 20 | 11.4 |
| 30 | 11.9 |
| 0 | 9.9 |
| 10 | 10.6 |
| 20 | 10.7 |
| 30 | 11.2 |
| 0 | 9.7 |
| 10 | 11.0 |
| 20 | 10.9 |
| 30 | 11.0 |
| 0 | 10.4 |
| 10 | 10.8 |
| 20 | 11.3 |
| 30 | 11.1 |
| 0 | 10.7 |
| 10 | 10.9 |
| 20 | 11.7 |
| 30 | 11.3 |

(2) 回帰分析 (繰り返しを考慮しない)

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F比 | p値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p値 | 0.0002 | 0.0000 | |

これらの解析は条件を考慮しておらず不十分

→ 適切な解析方法は？ 計算方法は次項 (2)



(2) 2つの解析の関係

量的因子の1因子実験

- (1) 質的因子の1因子実験 (分散分析)
- (2) 回帰分析

●分散分析表

(1) 質的因子の1因子実験 (分散分析)

分散分析表

表示 2.1.2

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|-------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

$$S_T = S_A + S_e$$

$$= 3.100 + 2.180 = 5.280$$

$$v_T = v_A + v_e = 3 + 16 = 19$$

(2) 回帰分析

表示 2.1.4 LINEST 関数の結果を表す分散分析表

スター

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

スター

$$S_T = S_R + S_e^*$$

$$= 2.890 + 2.390 = 5.280$$

$$v_T = v_R + v_e^* = 1 + 18 = 19$$

$$S_e^* - S_e = 2.390 - 2.180 = 0.210$$

$$v_e^* - v_e = 18 - 16 = 2$$

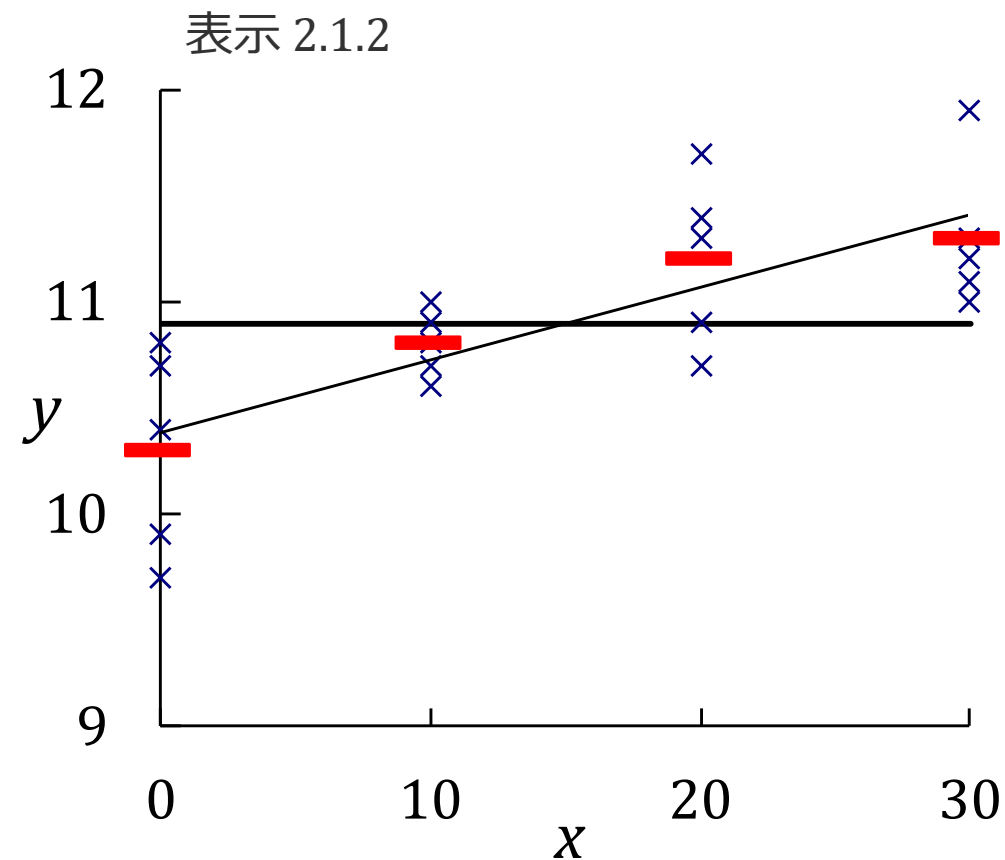
全体の平方和と自由度は同じであるが、残差では異なる

●Excelファイルの読み込みと表示

Excel ファイル「DE改2-1因子(量).xls」を読み込み、
名前ボックスから「表示2.1.3」 (Fig21_03) を選択

表示 2.1.3 平方和の分解

| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | | S_A | | S_R | S_{LOF} |



●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

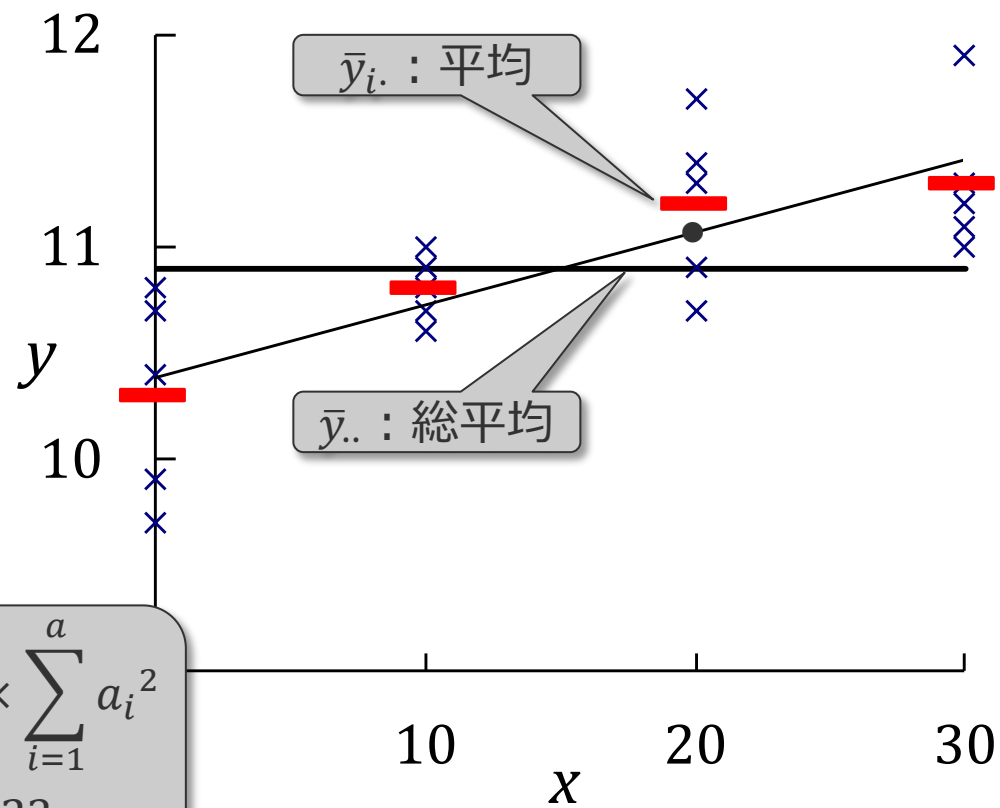
| | 各水準の平均 | | 水準の平均 - 総平均 = 効果 | | | |
|-------|-------------------|------------------------|------------------|------------------------|-------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}.$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}.$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ | |
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.30 | -0.60 | 0.00 | |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.80 | -0.10 | 0.00 | |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.11 | 0.19 | 0.09 | |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.11 | 0.51 | -0.11 | |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 | |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.570 | 0.050 | |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | | | |
| S | $\bar{y}.$ 総平均 | S_A | | | | |

効果の和 (平均) は 0
§1.1 p.26

$$S_A = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_i - \bar{y}.)^2 = 5 \times \sum_{i=1}^a a_i^2$$

水準間の平方和 §1.1 p.23

表示 2.1.2



質的因子の1因子実験

●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

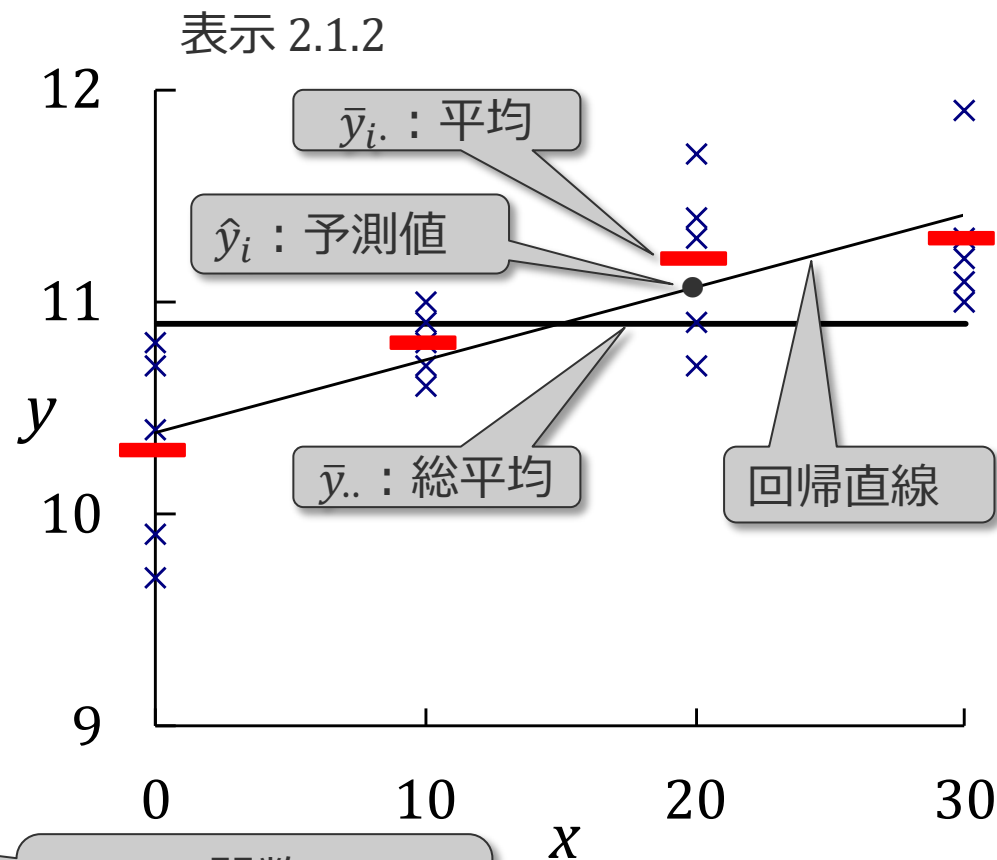
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|-------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | | S_A | \bar{y} 総平均 | S_R | S_{LOF} |

予測値
 $\hat{y} = 10.39 + 0.034x$
 (2.1.3)

繰り返し数

質的因子の1因子実験

回帰分析



LENEST関数の
回帰平方和と一致

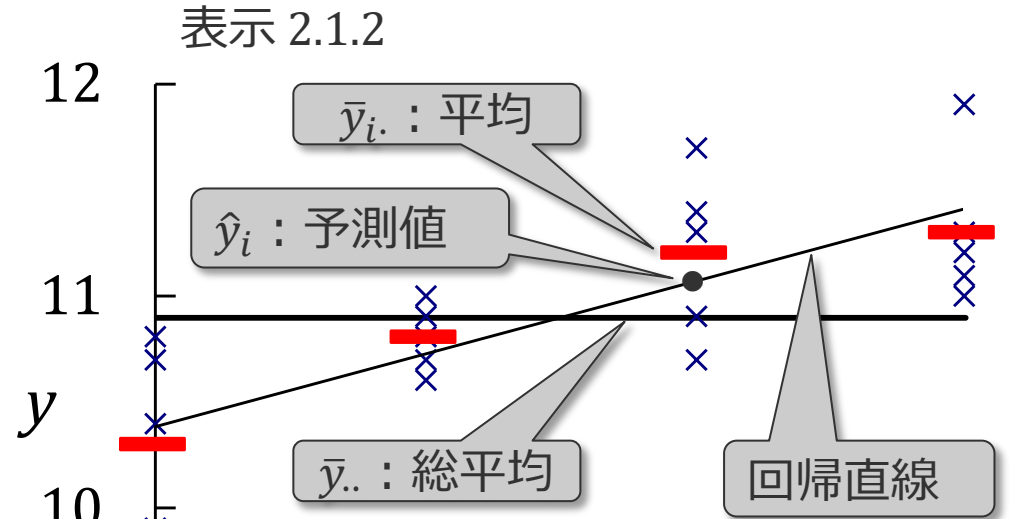
2つの解析の関係

●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|-------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | |
| S | | S_A | $\bar{y}..$ 総平均 | S_R | S |

予測値
 $\hat{y} = 10.39 + 0.034x$
 (2.1.3)



$$S_R = n \sum_{i=1}^a (\hat{y}_i - \bar{y}..)^2 = 5 \times \sum_{i=1}^a (\hat{y}_i - \bar{y}..)^2$$

水準間の平方和

繰り返し数

質的因子の1因子実験

回帰分析

30

●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

予測値
 $\hat{y} = 10.39 + 0.034x$
 (2.1.3)

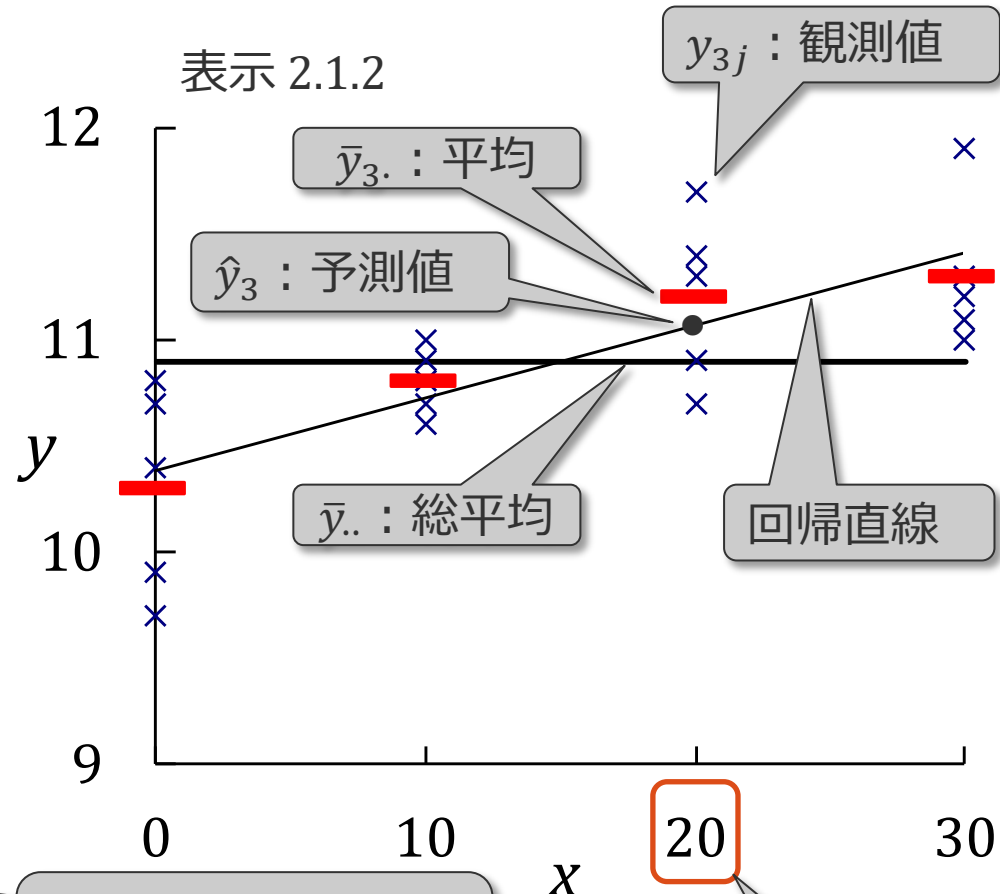
各水準の平均 効果

| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|----------|------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| x_3 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | \bar{y} 総平均 | S_A | | S_R | S_{LOF} |

繰返し数

質的因子の1因子実験

回帰分析



LENEST関数の
回帰平方和と一致

2つの解析の関係

●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

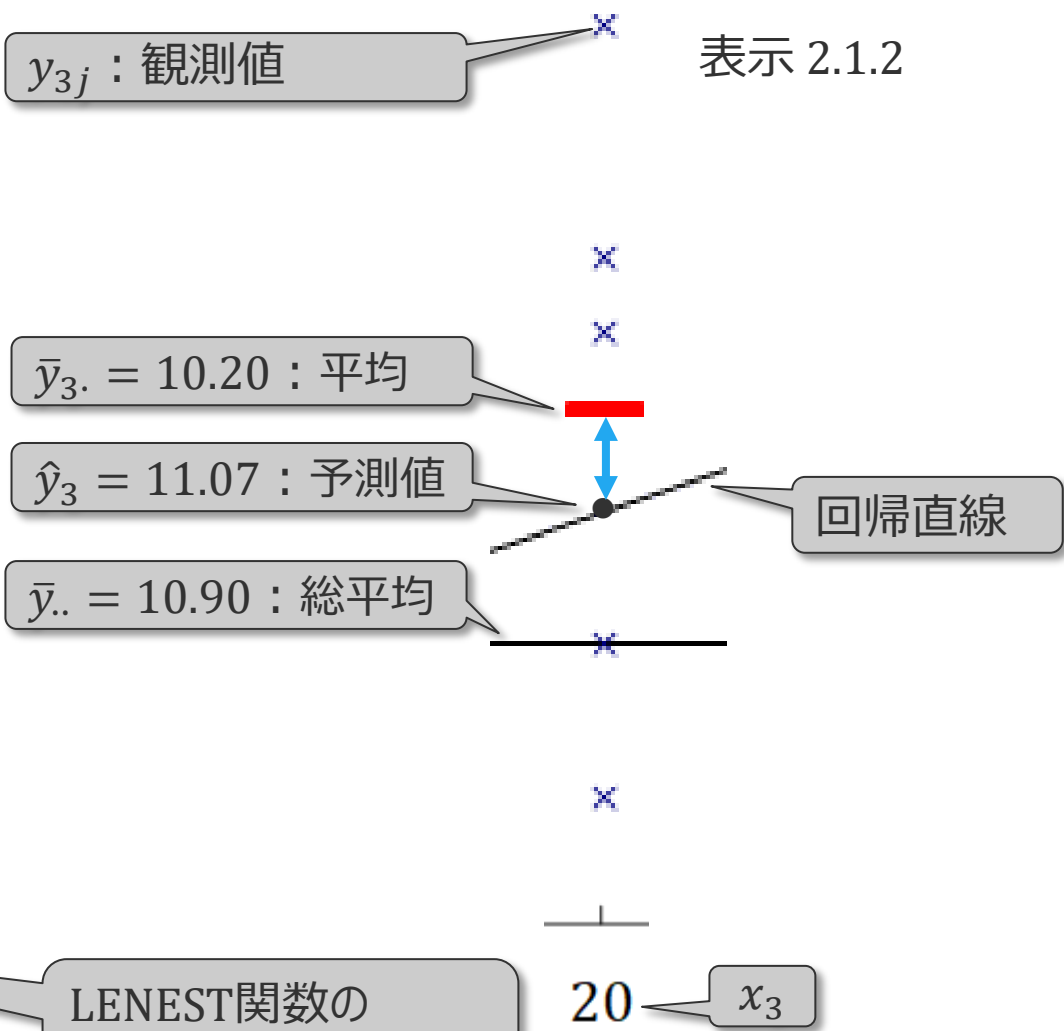
予測値
 $\hat{y} = 10.39 + 0.034x$
 (2.1.3)

| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | \bar{y} 総平均 | S_A | | S_R | S_{LOF} |

繰返し数

質的因子の1因子実験

回帰分析



●平方和の分解

表示 2.1.3 平方和の分解

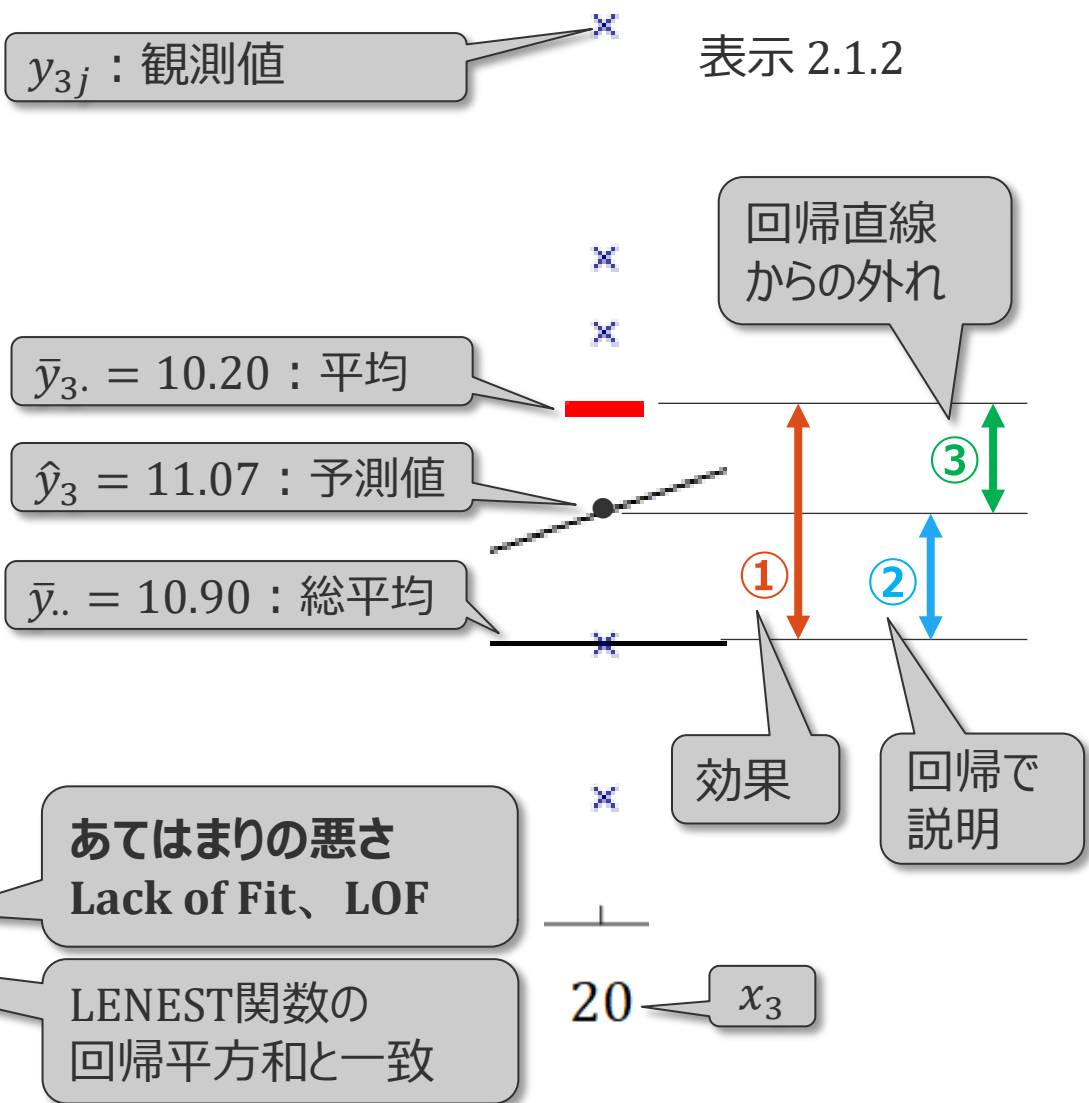
| x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | \bar{y} 総平均 | S_A | | S_R | S_{LOF} |

繰返し数

質的因子の1因子実験

回帰分析

予測値
 $\hat{y} = 10.39 + 0.034x$
 (2.1.3)



2つの解析の関係

●平方和の分解

| 表示 | x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-----|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1.3 | 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| | 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| | 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| | 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| 平均 | | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| 2乗和 | | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| 5×2乗和 | | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| S | | | S_A | | S_R | S_{LOF} |

y_{3j} : 観測値

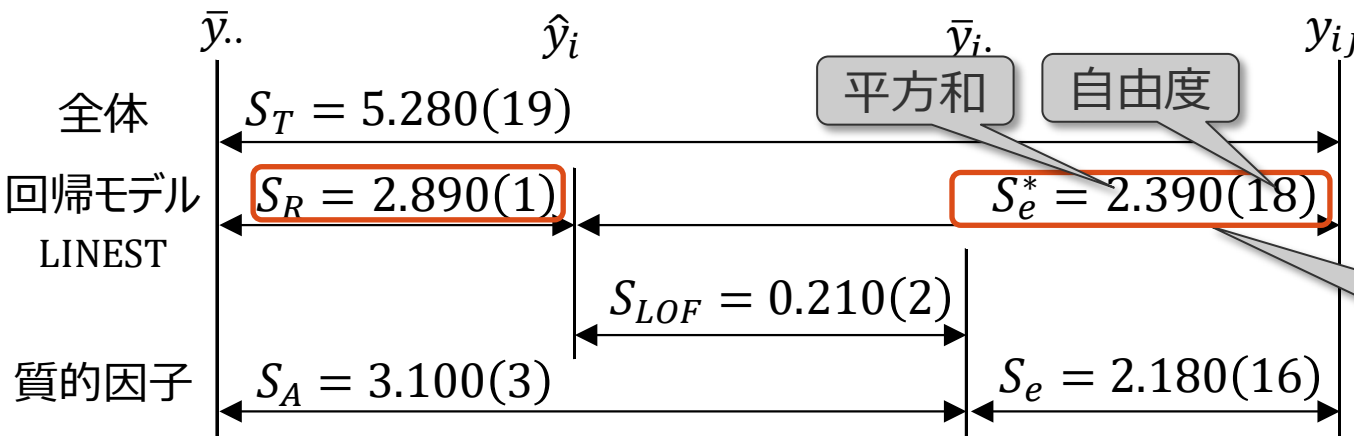
表示 2.1.2

$\bar{y}_3 = 10.20$: 平均

$\hat{y}_3 = 11.07$: 予測値

$\bar{y}.. = 10.90$: 総平均

回帰直線からの外れ

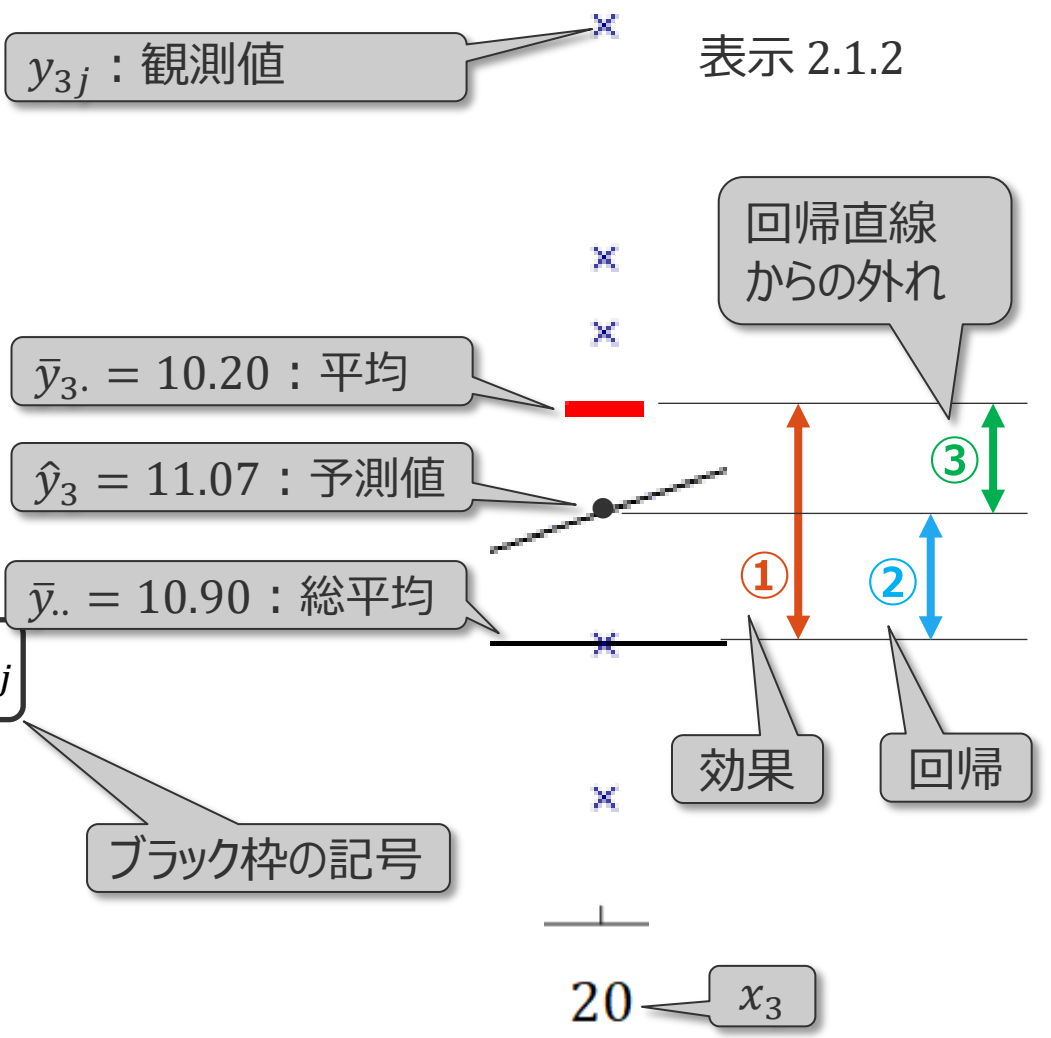
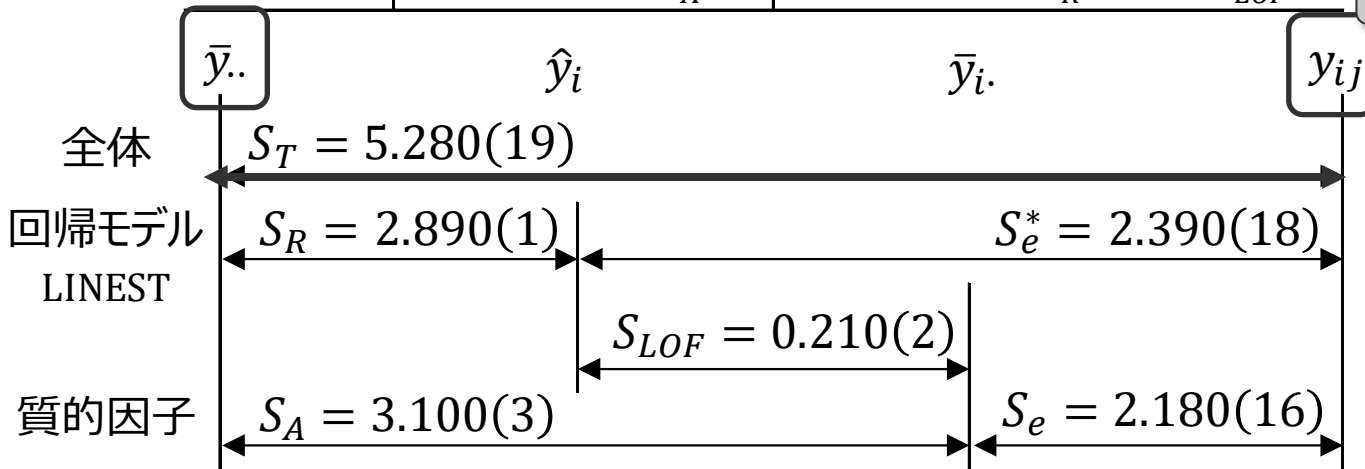


幅の長さとな値は対応していない

20 x_3

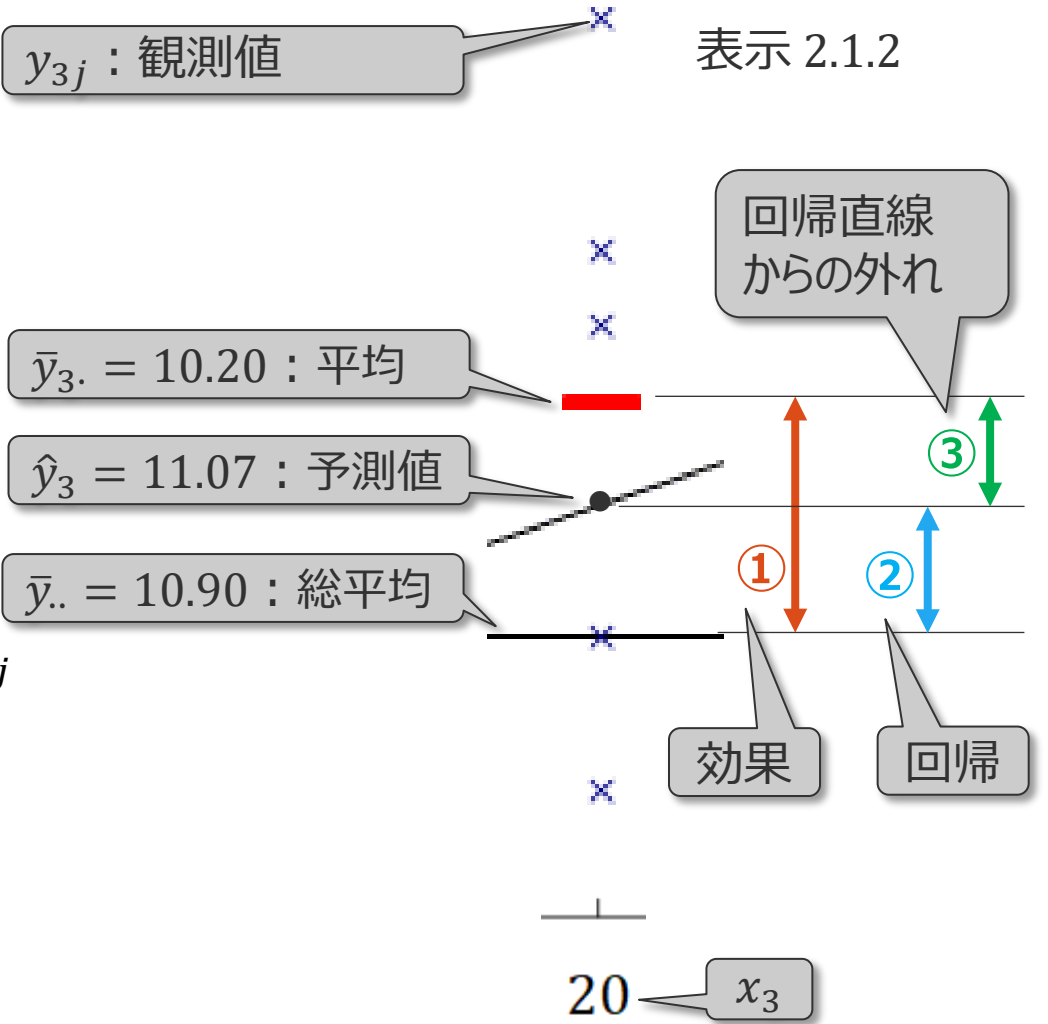
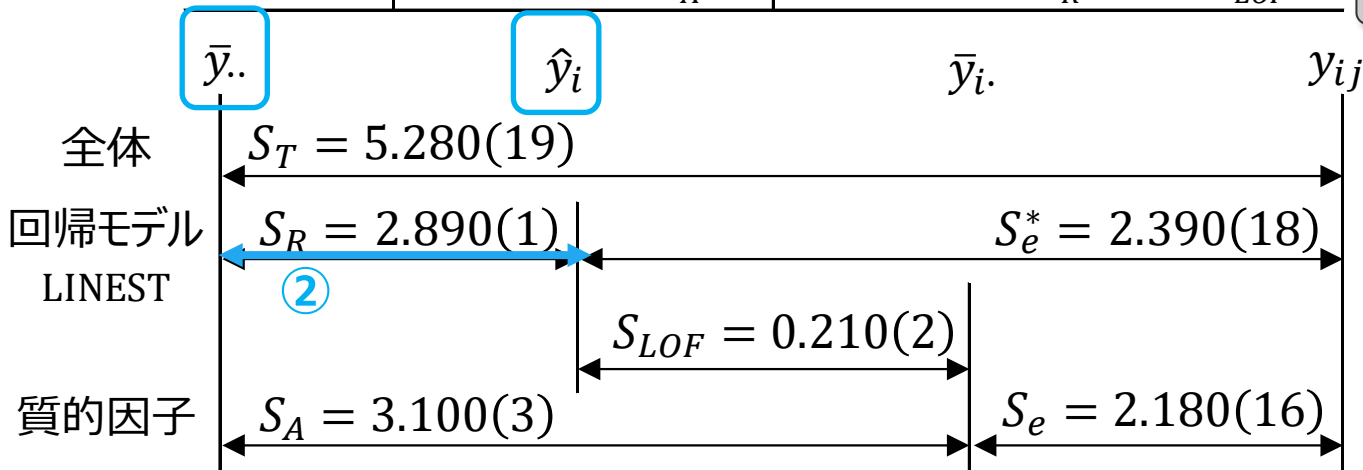
●平方和の分解

| 表示 | x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1.3 | 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| | 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| | 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| | 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| | 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| | 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| | 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| | S | | S_A | | S_R | S_{LOF} |



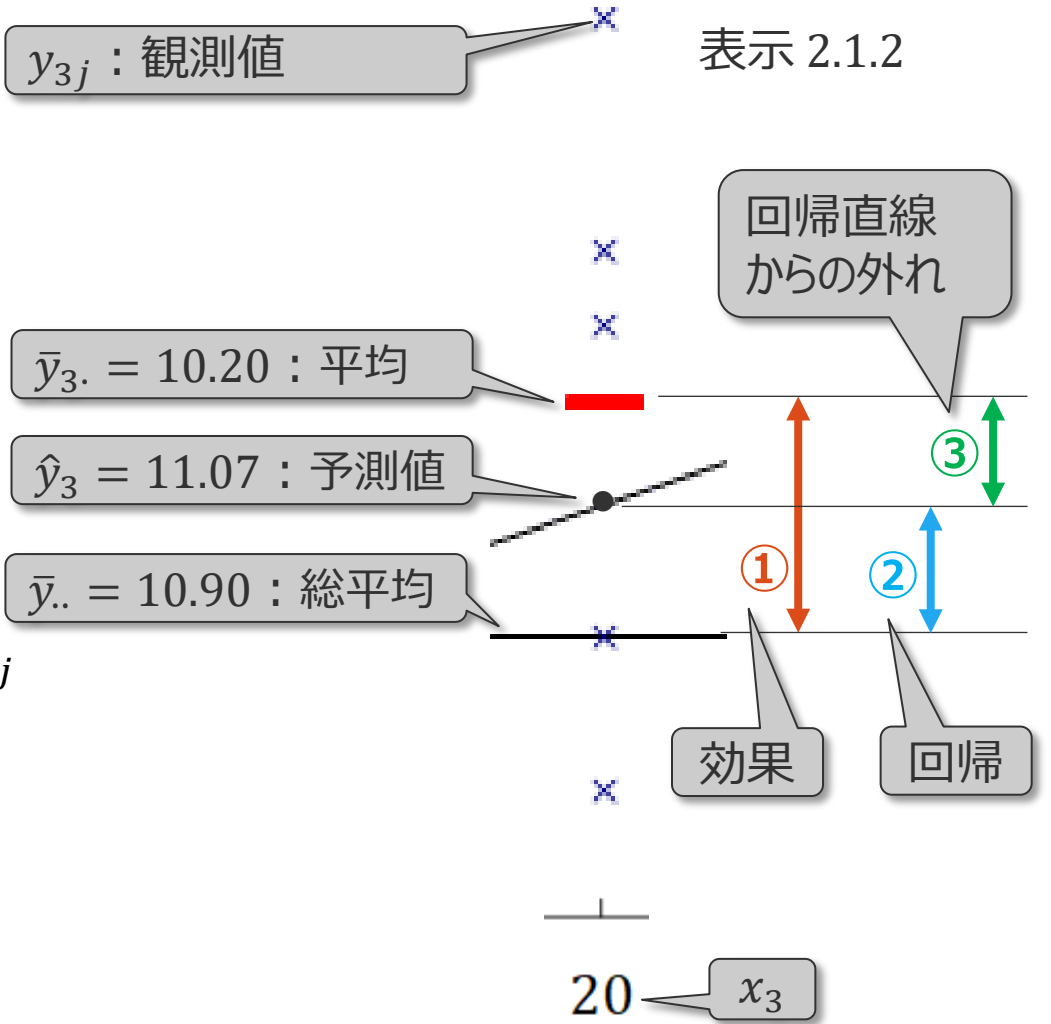
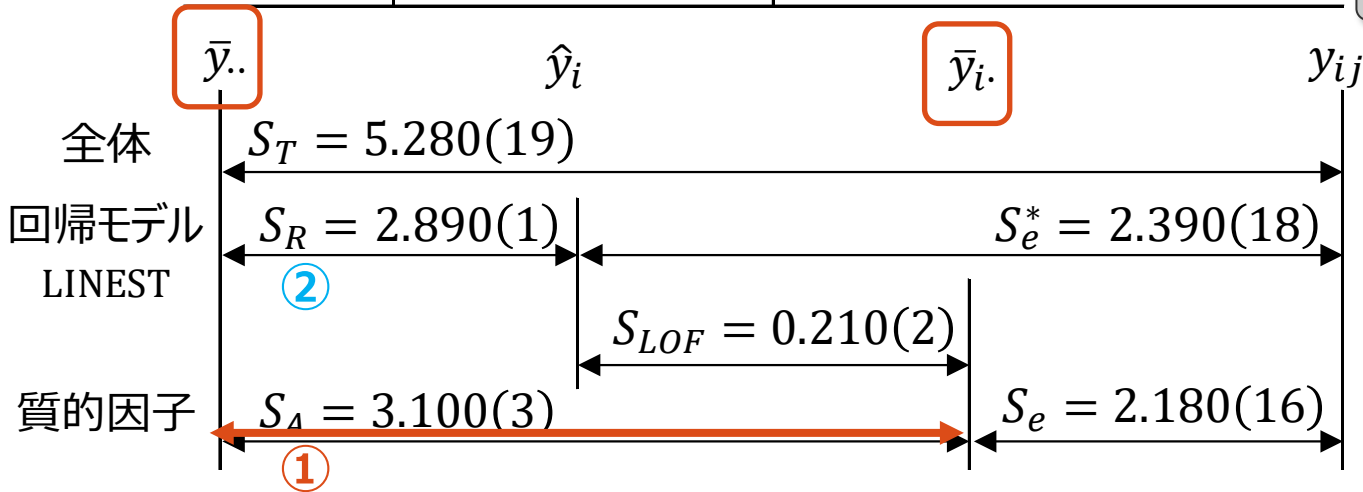
●平方和の分解

| 表示 | x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1.3 | 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| | 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| | 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| | 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| | 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| | 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| | 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| | S | | S_A | | S_R | S_{LOF} |



●平方和の分解

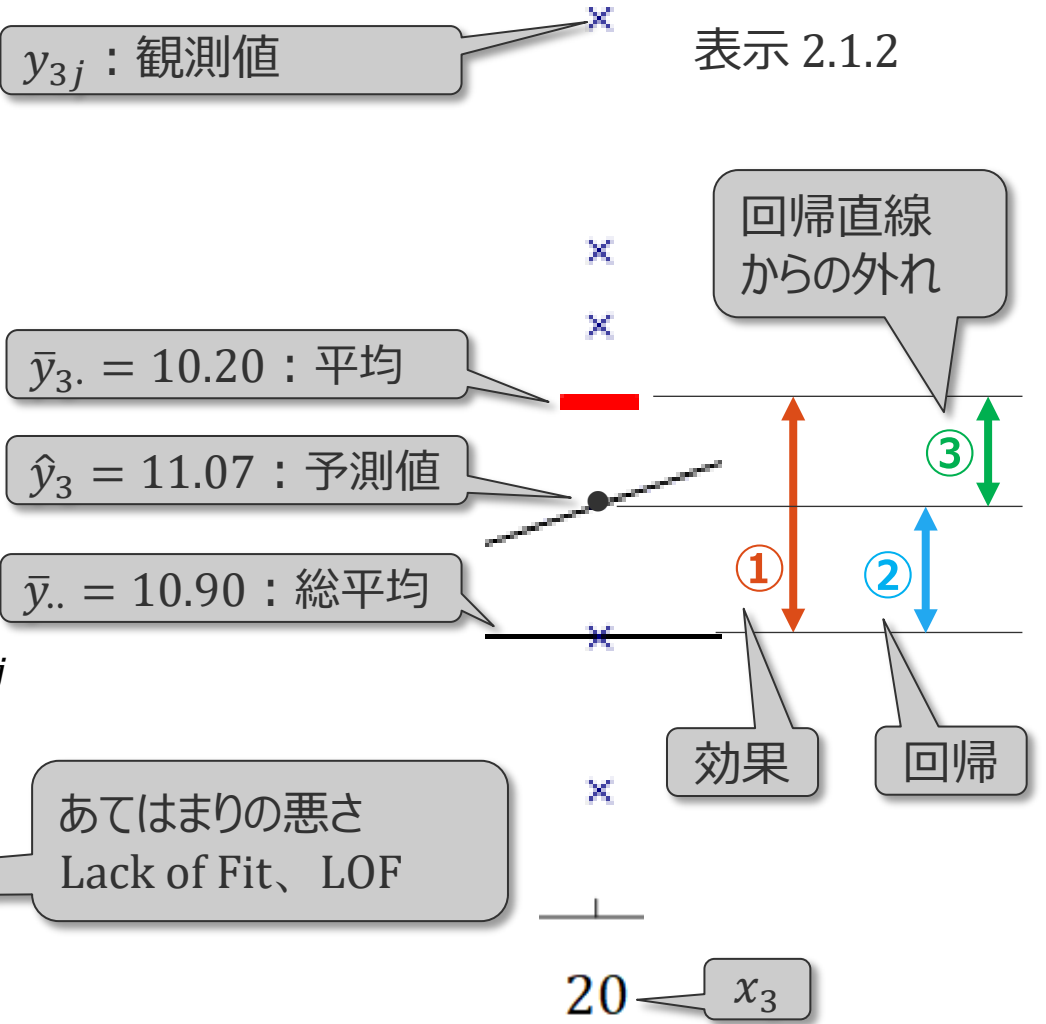
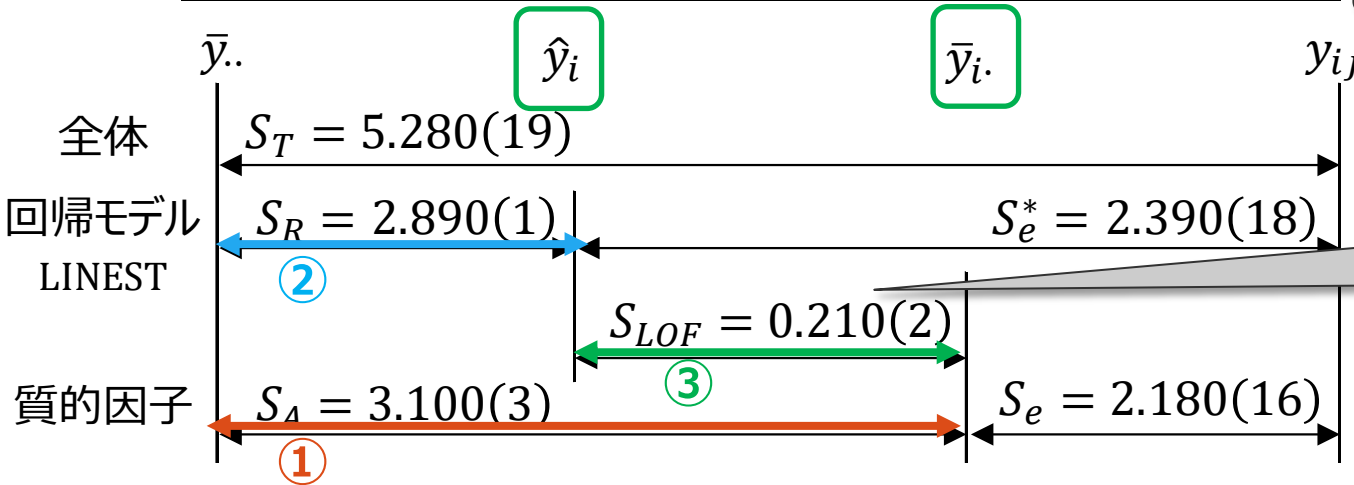
| 表示 | x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1.3 | 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| | 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| | 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| | 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| | 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| | 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| | 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| | S | | S_A | | S_R | S_{LOF} |



2つの解析の関係

●平方和の分解

| 表示 | x | \bar{y}_i | $\bar{y}_i - \bar{y}..$ | \hat{y}_i | $\hat{y}_i - \bar{y}..$ | $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ |
|-------|-------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 2.1.3 | 0 | 10.30 | -0.60 | 10.39 | -0.51 | -0.09 |
| | 10 | 10.80 | -0.10 | 10.73 | -0.17 | 0.07 |
| | 20 | 11.20 | 0.30 | 11.07 | 0.17 | 0.13 |
| | 30 | 11.30 | 0.40 | 11.41 | 0.51 | -0.11 |
| | 平均 | 10.90 | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 |
| | 2乗和 | | 0.620 | | 0.578 | 0.042 |
| | 5×2乗和 | | 3.100 | | 2.890 | 0.210 |
| | S | | S_A | | S_R | S_{LOF} |



●平方和の分解

$$S_T = S_e + S_A \quad \textcircled{1}$$

$$y_{ij} - \bar{y}_{..} = (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})$$

質的因子の場合

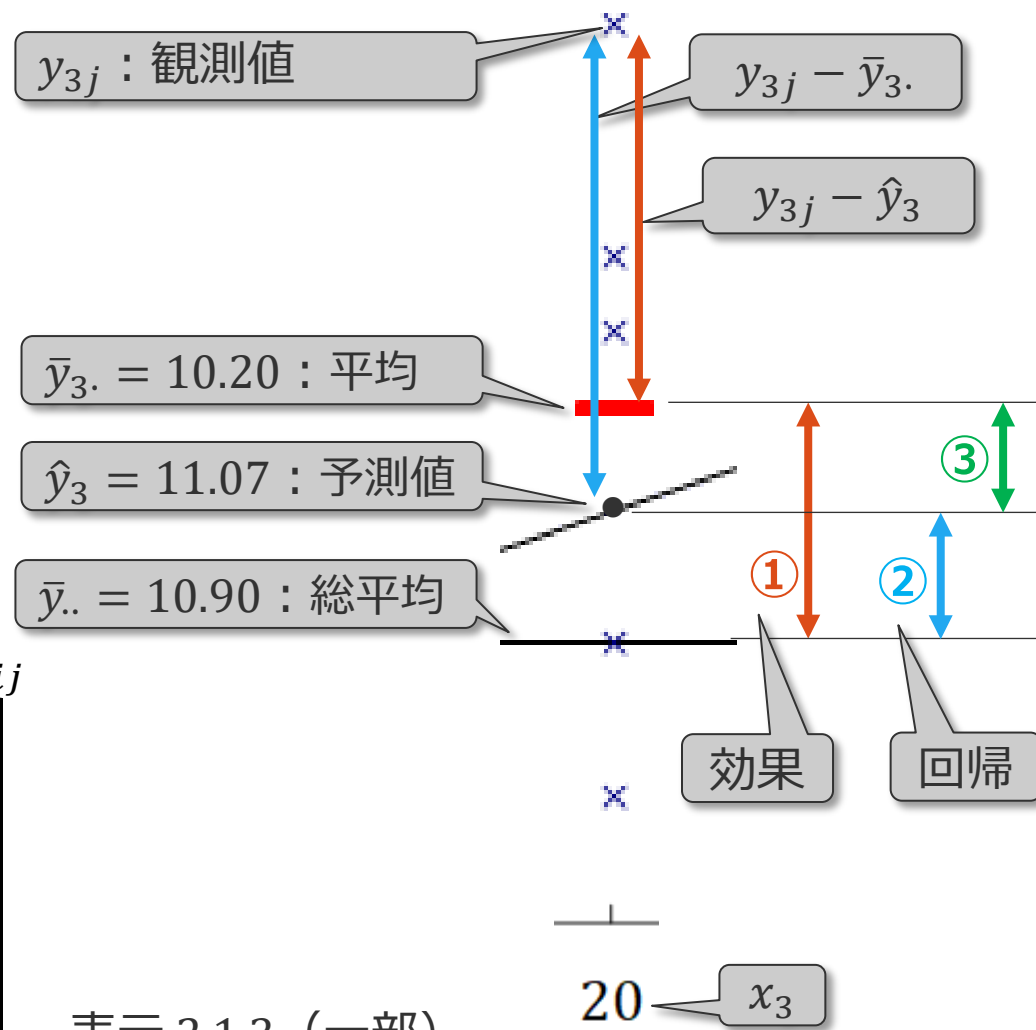
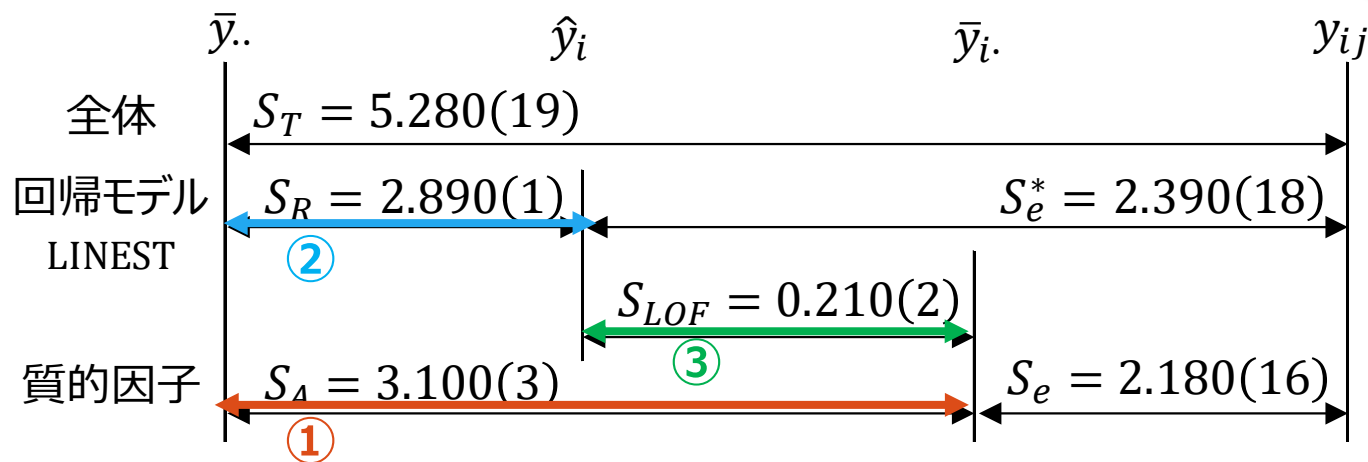
$$= S_e^* + S_R \quad \textcircled{2}$$

$$= (y_{ij} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..})$$

回帰分析
(LINEST関数)

$$= S_e + S_{LOF} \textcircled{3} + S_R \textcircled{2}$$

$$= (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..})$$



●平方和の分解

$$S_T = S_e + S_A \quad \textcircled{1}$$

$$y_{ij} - \bar{y}_{..} = (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})$$

質的因子の場合

$$= S_e^* + S_R \quad \textcircled{2}$$

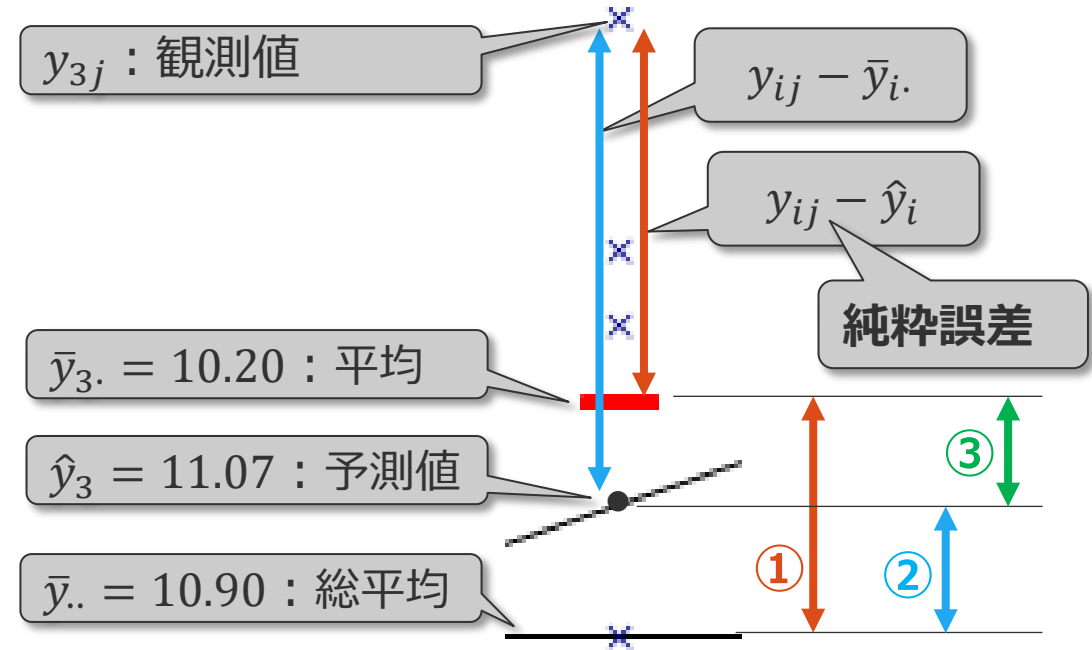
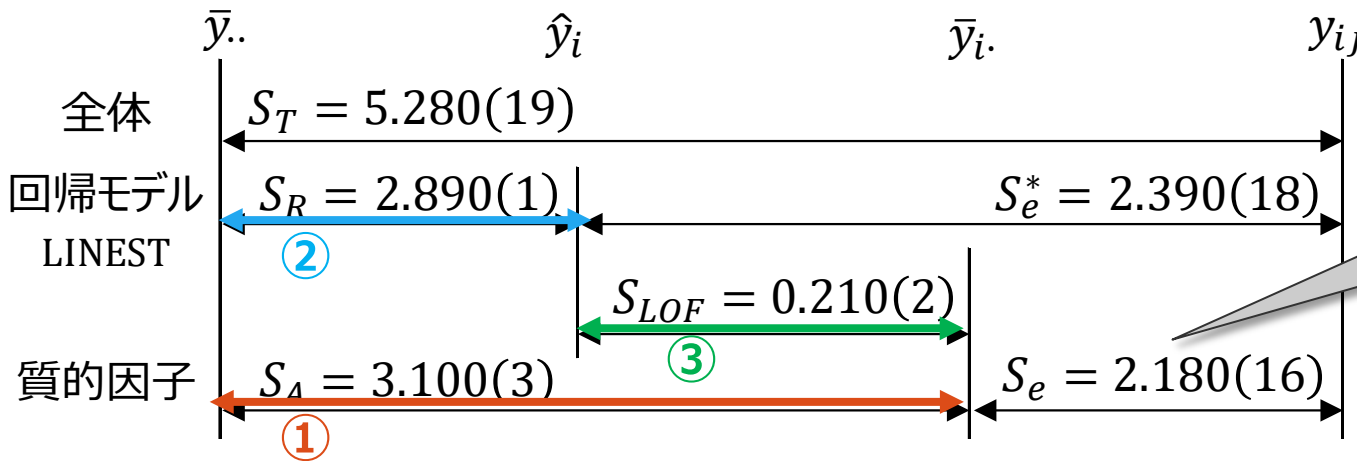
$$= (y_{ij} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..})$$

回帰分析
(LINEST関数)

純粋誤差

$$= S_e + S_{LOF} \textcircled{3} + S_R \textcircled{2}$$

$$= (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..})$$



純粋誤差 (JMP)
同じ条件下での繰り返し誤差
平方和は、回帰残差=LOF+純粋誤差

表示 2.1.3 (一部)

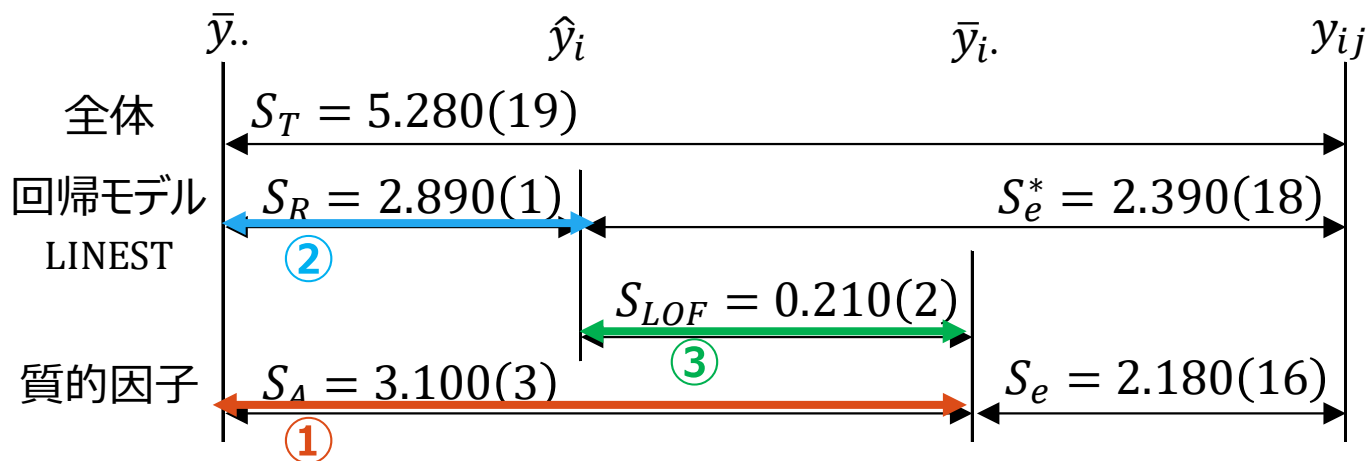
20 x_3

●分散分析表

$$y_{ij} - \bar{y}_{..} = (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}) \quad \text{質的因子の場合} \quad \textcircled{1}$$

$$= (y_{ij} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..}) \quad \text{回帰分析 (LINEST関数)} \quad \textcircled{2}$$

$$= (y_{ij} - \bar{y}_{i.}) + (\bar{y}_{i.} - \hat{y}_i) + (\hat{y}_i - \bar{y}_{..}) \quad \textcircled{1}$$



表示 2.1.4 分散分析表

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

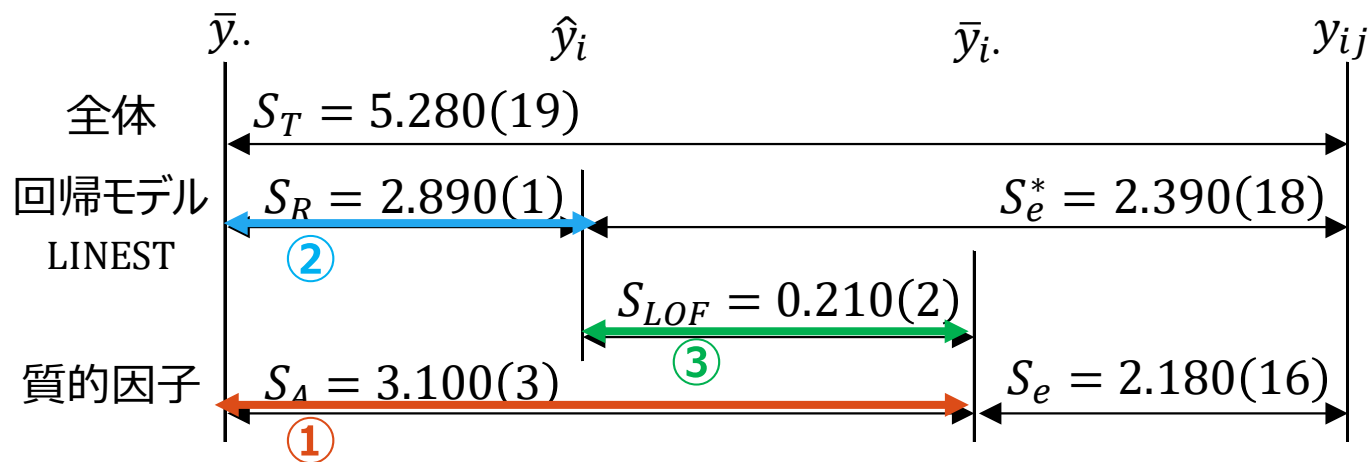
| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ① 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| ② 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| ③ LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ② 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

●分散分析表

水準間の平方和①が、1次②とLOF③の平方和に分解
 1次の p 値は 0.0003 : 投与量によって薬効が
 直線的に変化することは高度に有意
 LOF の p 値は 0.4791 : 1次式からの外れは
 誤差の範囲内
 → LOF の平方和を誤差と考え残差の平方和と併合



表示 2.1.4 分散分析表

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ① 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| ② 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| ③ LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ② 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

●分散分析表

LOFの平方和を残差の平方和と併合すると 2.39

$$2.890 + 0.210 = 2.390$$

↓

回帰分析 (LINEST関数) で得られた残差平方和

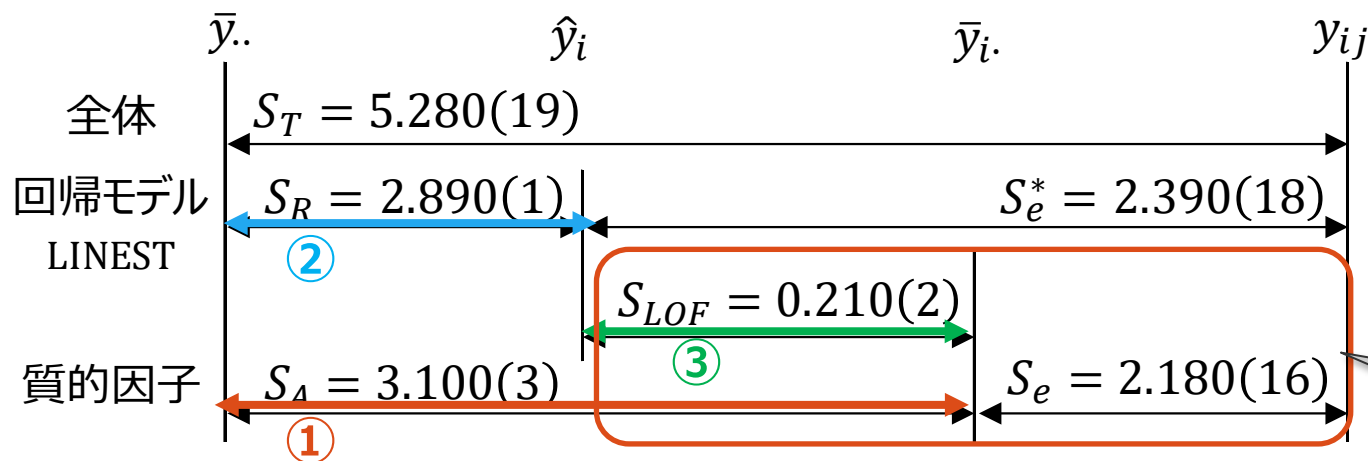
LINEST関数の結果と一致

表示 2.1.4 分散分析表

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F比 | p値 |
|-------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ① 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| ② 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| ③ LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

2.390



LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F比 | p値 |
|------|-------|-----|-------|--------|--------|
| ② 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LOFが有意ではないので併合 : 2.390

●分散分析表

分散分析の F 検定で、
用いる分母の行が複数種類ある場合、
総合的に見るために、2つの分散分析表を総合する

表示 2.1.5 総合した分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 | | |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 | 21.766 | 0.0002 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 | | |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | | | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | | | |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | | | 1.000 | |

分母に用いた平均平方の行に 1 を表示
(本テキストでの独特の表示)

F 比と p 値の
欄を別に用意

表示 2.1.4 分散分析表

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |



●あてはまりの悪さ (LOF)

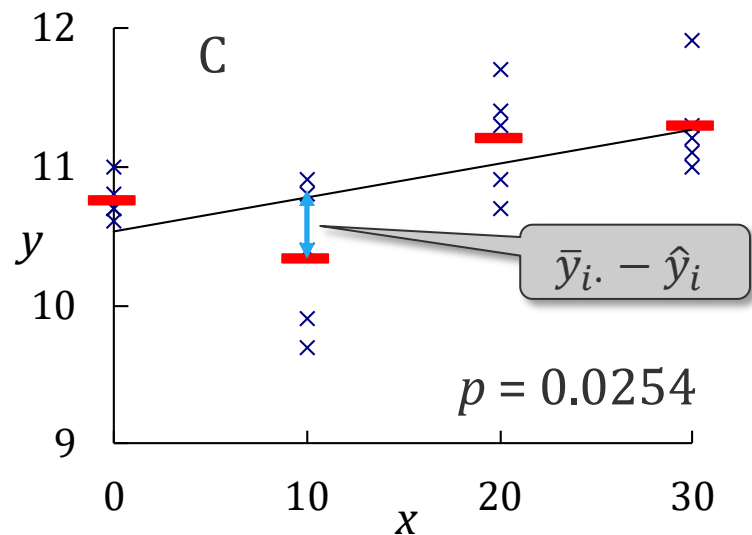
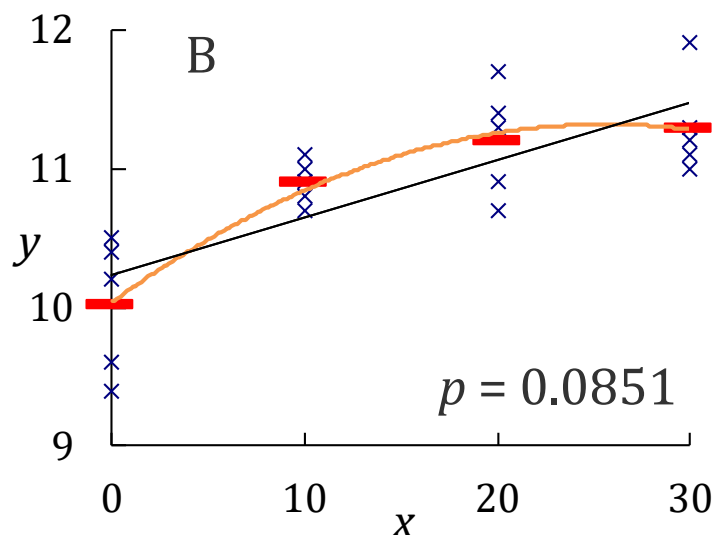
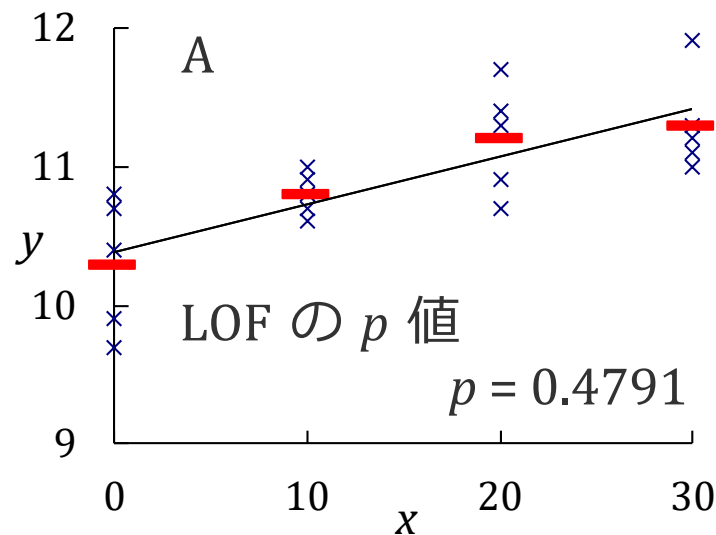
LOFが有意の場合 ($p < 0.05$ 、あてはまりが悪くLOFの平方和が大)、グラフから原因を考察

- (1) 曲線関係がある場合 (下図B) → §2.2で説明
- (2) $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ に規則性がない場合 (下図C)

投与量に誤差が含まれ, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, ... が, 実際には 0.9, 2.3, 2.9, 4.2, ... と外れた場合
 an 個の観測値はランダムでなければならないが, ランダム化が不完全である場合等

(なんらかの系統誤差の影響)

表示 2.1.6 直線関係のモデルのあてはめとLOF (一部改変)



●あてはまりの悪さ (LOF)

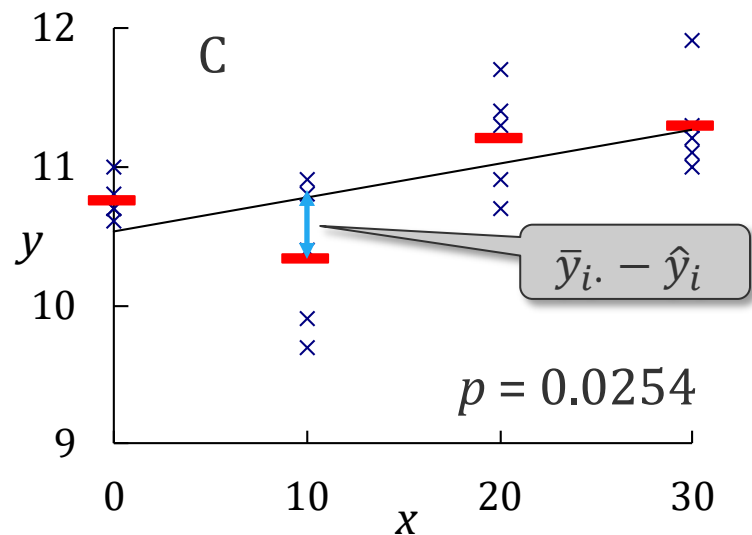
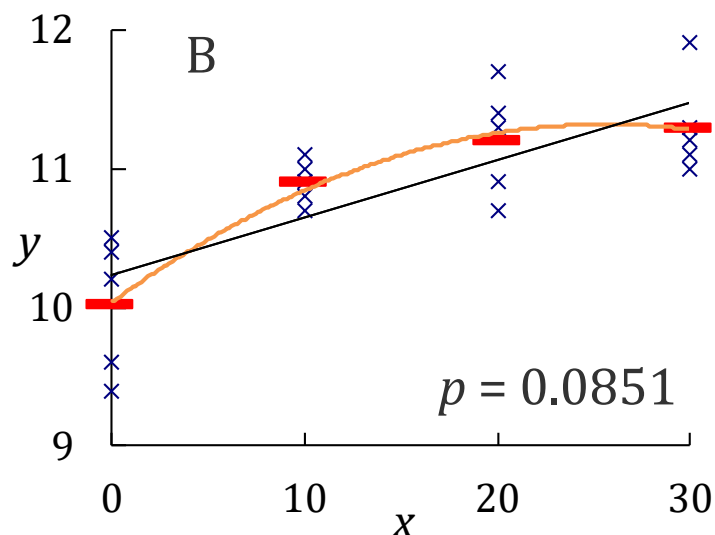
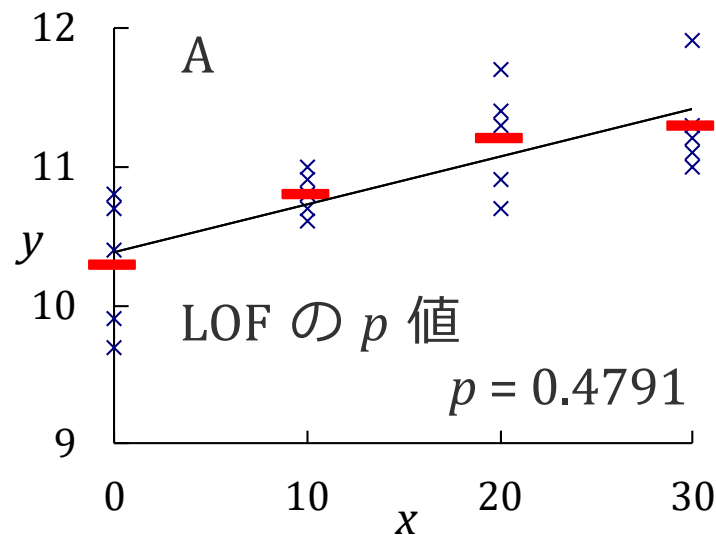
LOFが有意の場合 ($p < 0.05$ 、あてはまりが悪くLOFの平方和が大)、グラフから原因を考察

- (1) 曲線関係がある場合 (下図B) → §2.2で説明
- (2) $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ に規則性がない場合 (下図C)

投与量に誤差が含まれ、1.0, 2.0, 3.0, 4.0, ... が、実際には 0.9, 2.3, 2.9, 4.2, ... と外れた場合
 an 個の観測値はランダムでなければならないが、ランダム化が不完全である場合等

(なんらかの系統誤差の影響)

表示 2.1.6 直線関係のモデルのあてはめとLOF (一部改変)



●あてはまりの悪さ (LOF)

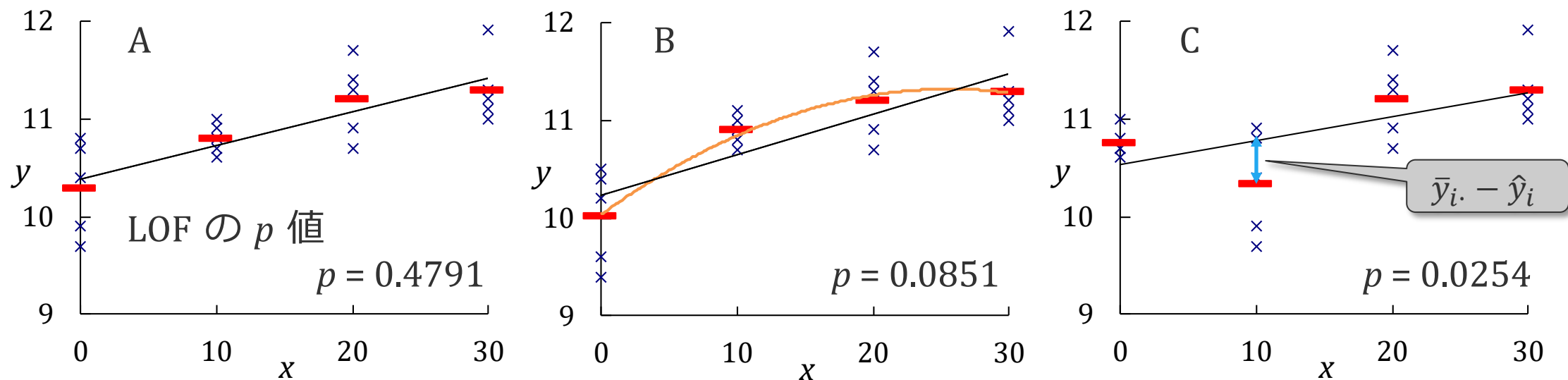
LOFが有意の場合 ($p < 0.05$ 、あてはまりが悪くLOFの平方和が大)、グラフから原因を考察

- (1) 曲線関係がある場合 (下図B) → §2.2で説明
- (2) $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ に規則性がない場合 (下図C)

投与量に誤差が含まれ、1.0, 2.0, 3.0, 4.0, ... が、実際には 0.9, 2.3, 2.9, 4.2, ... と外れた場合
 an 個の観測値はランダムでなければならないが、ランダム化が不完全である場合等

(なんらかの系統誤差の影響)

表示 2.1.6 直線関係のモデルのあてはめとLOF (一部改変)





2つの解析の関係

●あてはまりの悪さ (LOF)

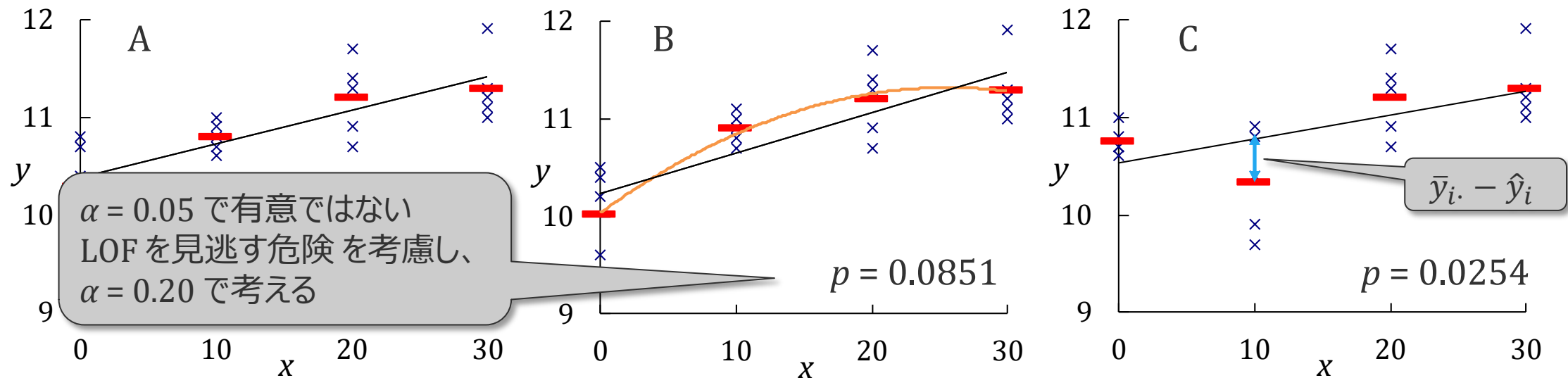
LOFが有意の場合 ($p < 0.05$ 、あてはまりが悪くLOFの平方和が大)、グラフから原因を考察

- (1) 曲線関係がある場合 (下図B) → §2.2で説明
- (2) $\bar{y}_i - \hat{y}_i$ に規則性がない場合 (下図C)

投与量に誤差が含まれ、1.0, 2.0, 3.0, 4.0, ... が、実際には 0.9, 2.3, 2.9, 4.2, ... と外れた場合
 an 個の観測値はランダムでなければならないが、ランダム化が不完全である場合等

(なんらかの系統誤差の影響)

表示 2.1.6 直線関係のモデルのあてはめとLOF (一部改変)



2つの解析の関係

●演習2.1.1

平均値 \bar{y}_i を目的変数

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.006 | 0.121 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.932 | 0.145 | 標準偏差 |
| F比 | 27.524 | 2 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 0.578 | 0.042 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.246 | 85.695 | |
| p 値 | 0.0345 | 0.0000 | |

観測値 y_{ij} を目的変数

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.665 | 76.206 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

| | 計 |
|-------------|-------|
| 繰り返し数 5×平方和 | 3.100 |
| 5×0.578 | 2.890 |
| 5×0.042 | 0.210 |

表示 2.1.4 量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 表示 | 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|----------|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 2.1.4 | 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| | 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| | LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| | 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 表示 2.1.4 | 全体 | 5.280 | 19 | | | |

水準間平方和を、
回帰平方和と残差平方和（LOF）に分解

2つの解析の関係

純粋誤差がない

●演習2.1.1

平均値 \bar{y}_i を目的変数

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.006 | 0.121 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.932 | 0.145 | 標準偏差 |
| F比 | 27.524 | 2 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 0.578 | 0.042 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.246 | 85.695 | |
| p 値 | 0.0345 | 0.0000 | |

観測値 y_{ij} を目的変数

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.665 | 76.206 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

純粋誤差を含む

繰り返し数 5 × 平方和

| | | |
|-------|-------|---------|
| 2.890 | 0.210 | 計 3.100 |
|-------|-------|---------|

5 × 0.578

5 × 0.042

純粋誤差

水準間平方和を、
回帰平方和と残差平方和 (LOF) に分解

表示 2.1.4 量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

表示 2.1.4



(3) 回帰係数の検定・区間推定と回帰式による推定

回帰分析（第1部 §4.4）と同じ考え方

●母回帰係数、母切片の仮説検定

モデル (母回帰式) $y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$ (2.1.4)

標本回帰式 $\hat{y} = b_0 + b_1 x$ (2.1.5)

第1部 §4.4 p.240 と同様の計算方法 (Excel 関数)

$$t = \frac{b_0}{s.e. [b_0]} = \frac{10.390}{0.136} = 76.206$$

$$p = T.DIST.2T (76.206, 18) = 0.0000$$

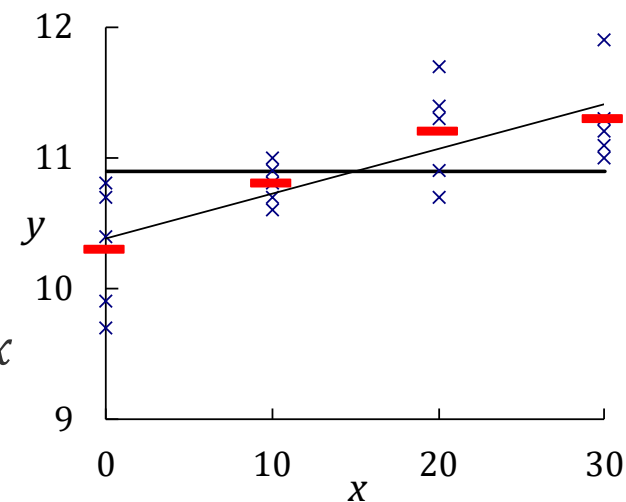
$$t = \frac{b_1}{s.e. [b_1]} = \frac{0.034}{0.007} = 4.665$$

$$p = T.DIST.2T (4.665, 18) = 0.0002$$

表示 2.1.2

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x = 10.39 + 0.034x$$



●母回帰係数、母切片の仮説検定

モデル (母回帰式) $y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$ (2.1.4)

標本回帰式 $\hat{y} = b_0 + b_1 x$ (2.1.5)

第1部 §4.4 p.240 と同様の計算方法 (Excel 関数)

$$t = \frac{b_0}{s.e. [b_0]} = \frac{10.390}{0.136} = 76.206$$

$$p = \text{TDIST}(76.206, 18, 2) = 0.0000$$

$$t = \frac{b_1}{s.e. [b_1]} = \frac{0.034}{0.007} = 4.665$$

$$p = \text{TDIST}(4.665, 18, 2) = 0.0002$$

表示 2.1.2

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.90 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.206 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

$$s.e. [b_0] = \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}}\right) V_e}$$

$$s.e. [b_1] = \sqrt{\frac{V_e}{S_{xx}}}$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\sigma^2 \sim V_e = 0.364^2$$

(第1部 §4.4 p.237)

●母回帰係数、母切片の仮説検定

モデル (母回帰式) $y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$ (2.1.4)

標本回帰式 $\hat{y} = b_0 + b_1 x$ (2.1.5)

第1部 §4.4 p.240 と同様の計算方法

$$t = \frac{b_0}{s.e. [b_0]} = \frac{10.390}{0.136} = 76.206$$

$$p = \text{TDIST}(76.206, 18, 2) = 0.0000$$

$$t = \frac{b_1}{s.e. [b_1]} = \frac{0.034}{0.007} = 4.665$$

$$p = \text{TDIST}(4.665, 18, 2) = 0.0002$$

4.665² = 21.766
 $t(v)^2 = F(1, v)$
 (第1部 p.187)

表示 2.1.2

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

表示 2.1.5 統合した分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 | | |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 | 21.766 | 0.0002 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 | | |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | | | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | | | |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | | | 1.000 | |

●母回帰係数、母切片の区間推定

モデル (母回帰式) $y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$ (2.1.4)

標本回帰式 $\hat{y} = b_0 + b_1 x$ (2.1.5)

第1部 §4.4 p.240と同様の計算方法

母切片 β_0 の95%信頼区間

$$\begin{aligned} \beta_0 &\sim b_0 \pm t(0.05, v_e) \times s.e. [b_0] \\ &= 10.390 \pm 2.101 \times 0.136 \\ &= [10.104, 10.676] \end{aligned}$$

=T.DIST.2T(0.05, 18)=2.101

母回帰係数 β_1 の95%信頼区間

$$\begin{aligned} \beta_1 &\sim b_1 \pm t(0.05, v_e) \times s.e. [b_1] \\ &= 0.034 \pm 2.101 \times 0.007 \\ &= [0.019, 0.049] \end{aligned}$$

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

表示 2.1.7 β_0, β_1, η の区間推定

| 自由度(v_e) | α | $t(\alpha)$ | | |
|--------------|----------|-------------|--------|--------|
| 18 | 0.05 | 2.101 | | |
| | 推定値 | 標準誤差 | 下限 | 上限 |
| β_0 | 10.390 | 0.136 | 10.104 | 10.676 |
| β_1 | 0.034 | 0.007 | 0.019 | 0.049 |

●母平均と観測値の区間推定

第1部 §4.4 p.240と同様の計算方法

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$$

$$\hat{\eta} = \hat{y} = b_0 + b_1 x$$

分散の加法性から導く
(第1部 §4.4 p.241)

回帰式 (母平均 η) の95%信頼区間

$$\beta_0 + \beta_1 x \sim \hat{y} \pm t(0.05, v_e) \times \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}}\right) V_e} \quad (2.1.7)$$

個々の値 (観測値 y) の95%信頼区間 (95%予測区間)

$$\beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \sim \hat{y} \pm t(0.05, v_e) \times \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}}\right) V_e} \quad (2.1.8)$$

表示 2.1.7 β_0, β_1, η の区間推定

| n | | x-bar | V_e | S_{xx} | | |
|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| 20 | | 15.0 | 0.133 | 2500 | | |
| x | y-hat | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | |
| 0 | 10.4 | 10.10 | 10.68 | 9.57 | 11.21 | |
| 10 | 10.7 | 10.54 | 10.92 | 9.94 | 11.52 | |
| 20 | 11.1 | 10.88 | 11.26 | 10.28 | 11.86 | |
| 30 | 11.4 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 | |
| 40 | 11.8 | 11.33 | 12.17 | 10.88 | 12.62 | |
| 50 | 12.1 | 11.53 | 12.65 | 11.14 | 13.04 | |
| 34 | 11.5 | 11.21 | 11.88 | 10.71 | 12.38 | |

回帰式の
信頼区間

個々の値の
信頼区間

↓
グラフ化

●母平均と観測値の区間推定

第1部 [§4.4](#) p.240と同様の計算方法

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$$

$$\hat{\eta} = \hat{y} = b_0 + b_1 x$$

回帰式（母平均 η ）の95%信頼区間

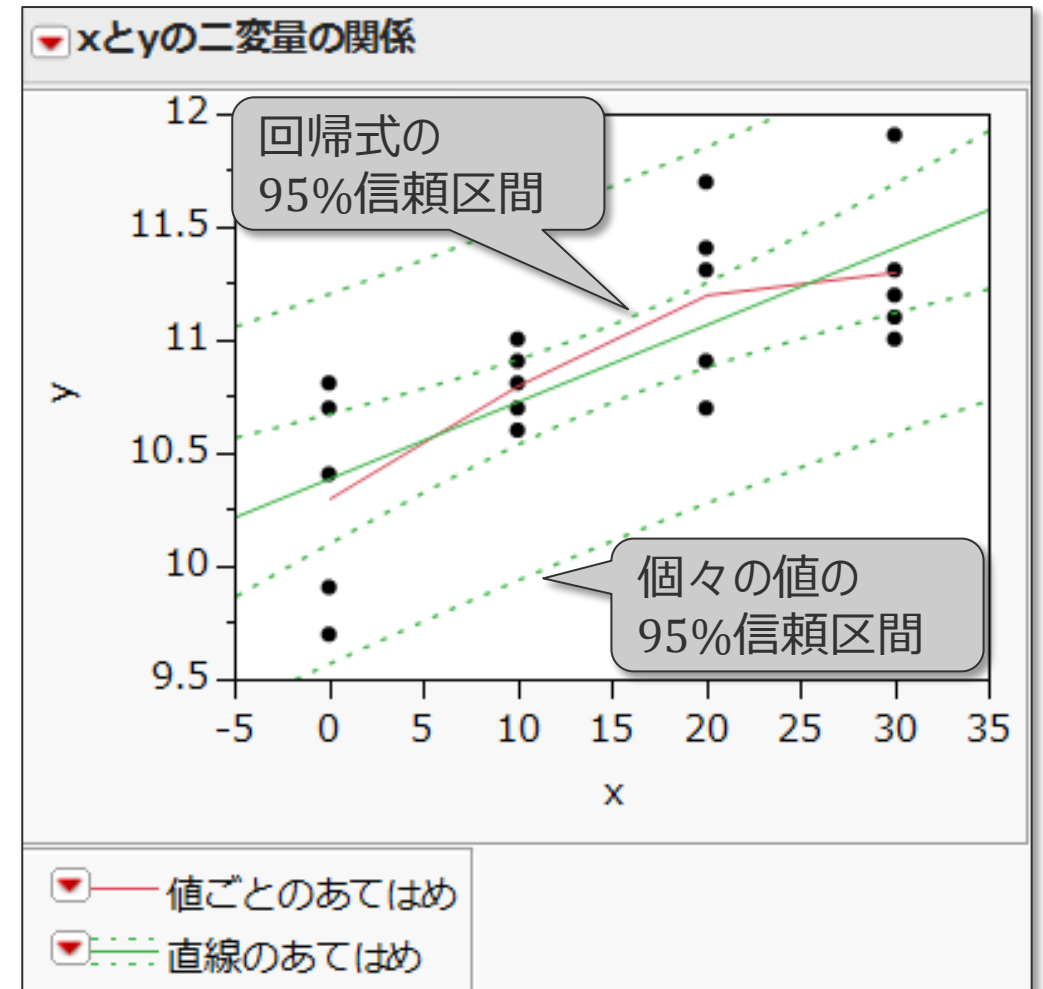
$$\beta_0 + \beta_1 x \sim \hat{y} \pm t(0.05, v_e) \times \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x}.)^2}{S_{xx}}\right) V_e}$$

個々の値（観測値 y ）の95%信頼区間（予測区間）

$$\beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

$$\sim \hat{y} \pm t(0.05, v_e) \times \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x}.)^2}{S_{xx}}\right) V_e}$$

表示 2.1.8 JMP [二変量の関係] による解析





(4) JMP [二変量の関係] による解析

量的因子の1因子実験
(直線関係の場合)

●JMPファイルの読み込みと表示

JMP ファイル「2-1因子1.jmp」を読み込み

●データ

表示 2.1.2 と同じデータ

量的因子の1因子実験、4水準、繰り返し5水準の列名は「x」、観測値の列名は「y」

●操作

前章 §1.1 p.30と同様に解析

[分析] > [二変量の関係] X : x Y : y

▼> [値ごとのあてはめ]

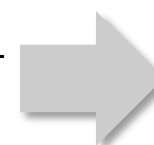
▼> [直線のあてはめ] . . . 主たる解析

> [回帰の信頼区間]

> [個別の値に対する信頼区間]

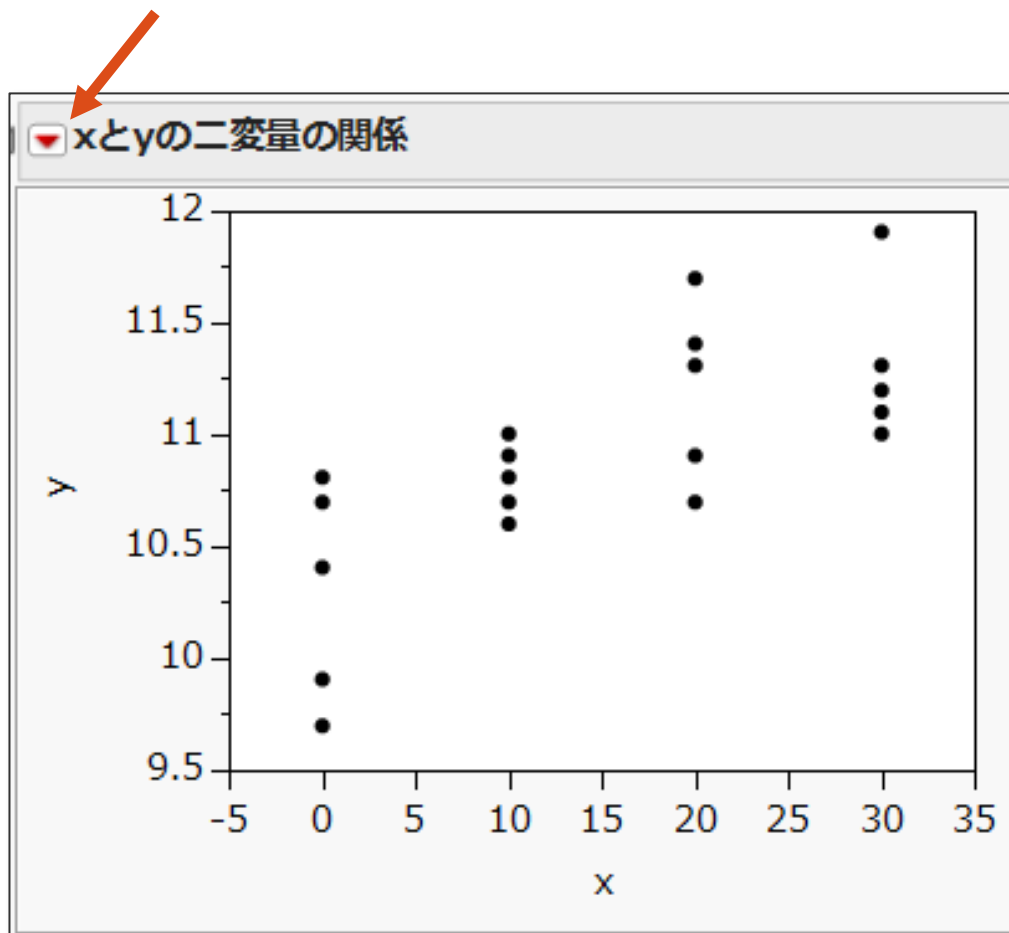
表示 2.1.2 (一部)

| | x | y |
|--|----|------|
| | 0 | 10.8 |
| | 10 | 10.7 |
| | 20 | 11.4 |
| | 30 | 11.9 |
| | 0 | 9.9 |
| | 10 | 10.6 |
| | 20 | 10.7 |
| | 30 | 11.2 |
| | 0 | 9.7 |
| | 10 | 11.0 |
| | 20 | 10.9 |
| | 30 | 11.0 |
| | 0 | 10.4 |
| | 10 | 10.8 |
| | 20 | 11.3 |
| | 30 | 11.1 |
| | 0 | 10.7 |
| | 10 | 10.9 |
| | 20 | 11.7 |
| | 30 | 11.3 |



| | x | y |
|----|----|------|
| 1 | 0 | 10.8 |
| 2 | 0 | 9.9 |
| 3 | 0 | 9.7 |
| 4 | 0 | 10.4 |
| 5 | 0 | 10.7 |
| 6 | 10 | 10.7 |
| 7 | 10 | 10.6 |
| 8 | 10 | 11 |
| 9 | 10 | 10.8 |
| 10 | 10 | 10.9 |
| 11 | 20 | 11.4 |
| 12 | 20 | 10.7 |
| 13 | 20 | 10.9 |
| 14 | 20 | 11.3 |
| 15 | 20 | 11.7 |
| 16 | 30 | 11.9 |
| 17 | 30 | 11.2 |
| 18 | 30 | 11 |
| 19 | 30 | 11.1 |
| 20 | 30 | 11.3 |
| 21 | 34 | • |

- [値ごとのあてはめ]

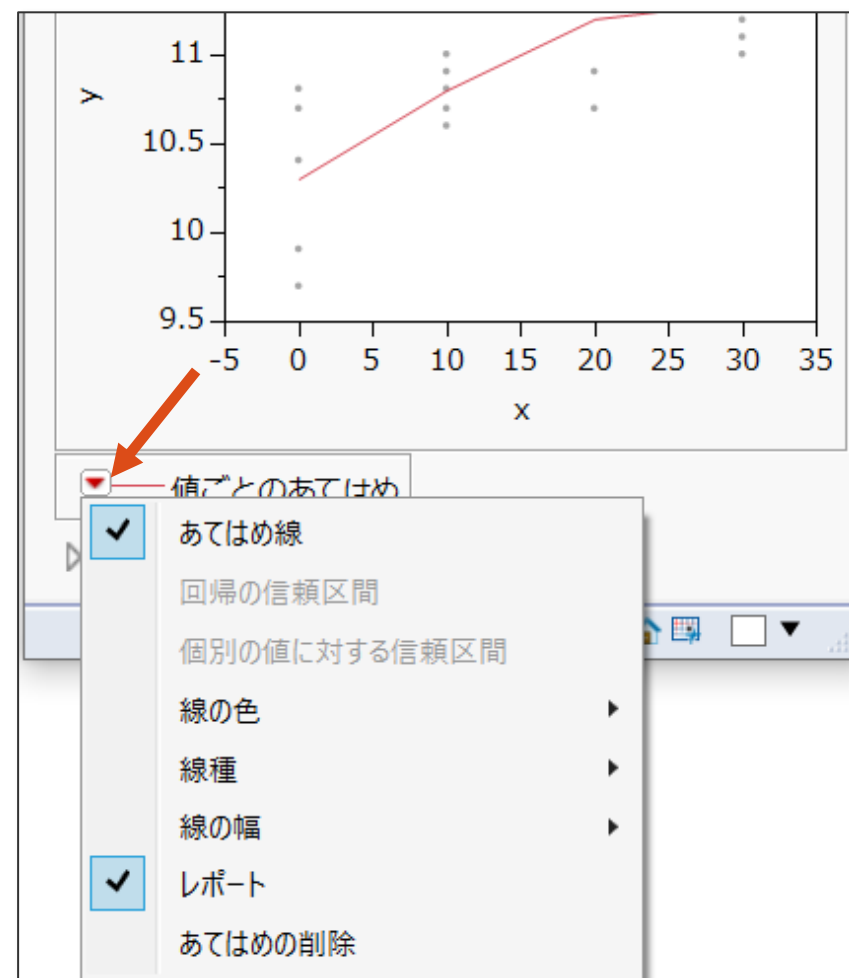
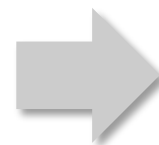
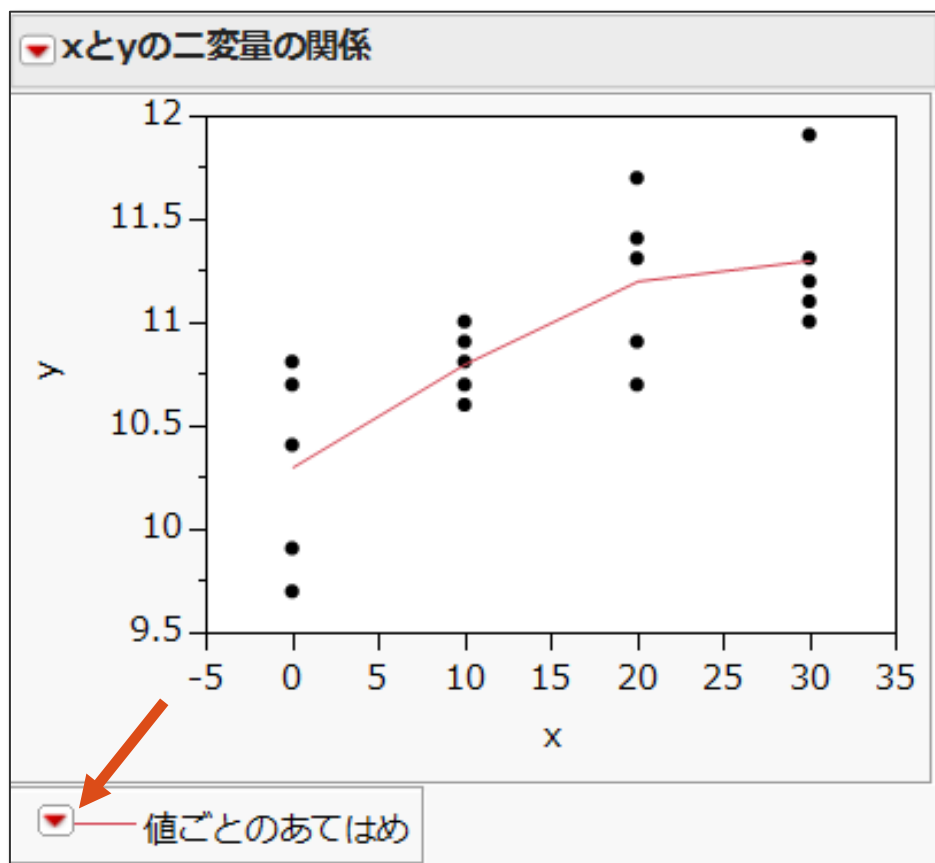


Menu for "xとyの二変量の関係". The "値ごとのあてはめ" option is highlighted with a red box and an orange arrow.

- 点の表示
- 平均のあてはめ
- 直線のあてはめ
- 多項式のあてはめ
- その他のあてはめ...
- スプライン曲線のあてはめ
- カーネル平滑化
- 値ごとのあてはめ
- 直交のあてはめ
- 確率楕円
- ノンパラメトリック密度
- ヒストグラム軸
- グループ別...
- スクリプト

● [値ごとのあてはめ]

各水準の平均値のプロットと折れ線グラフ



● [直線のあてはめ]

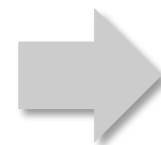
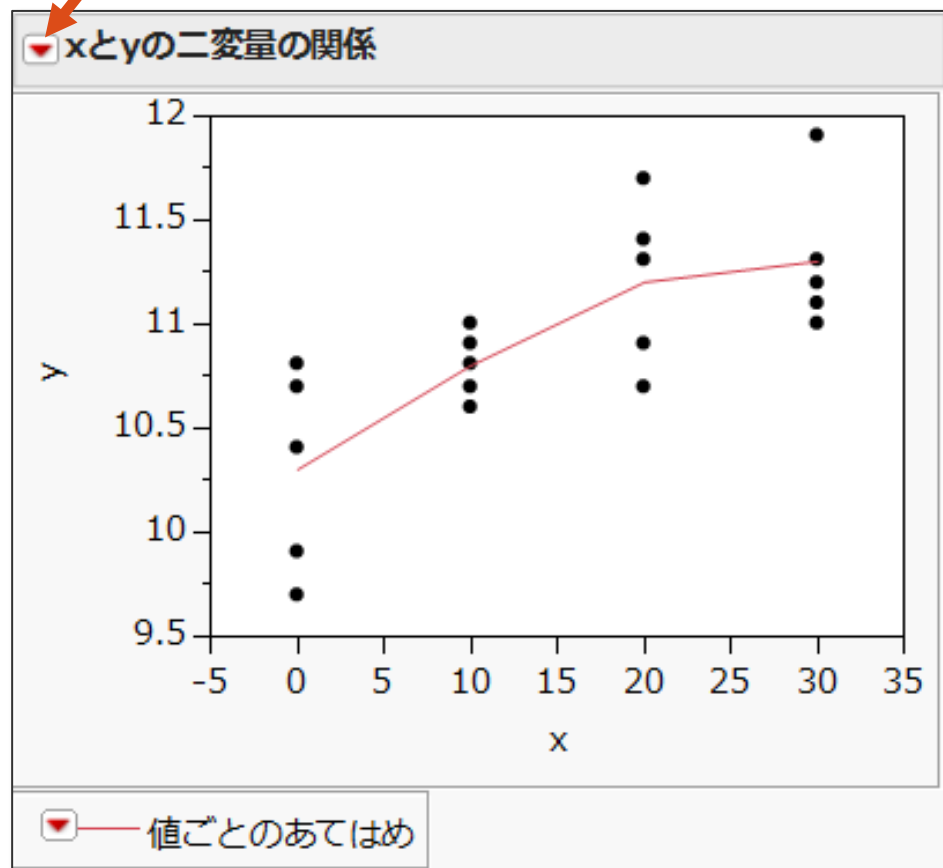
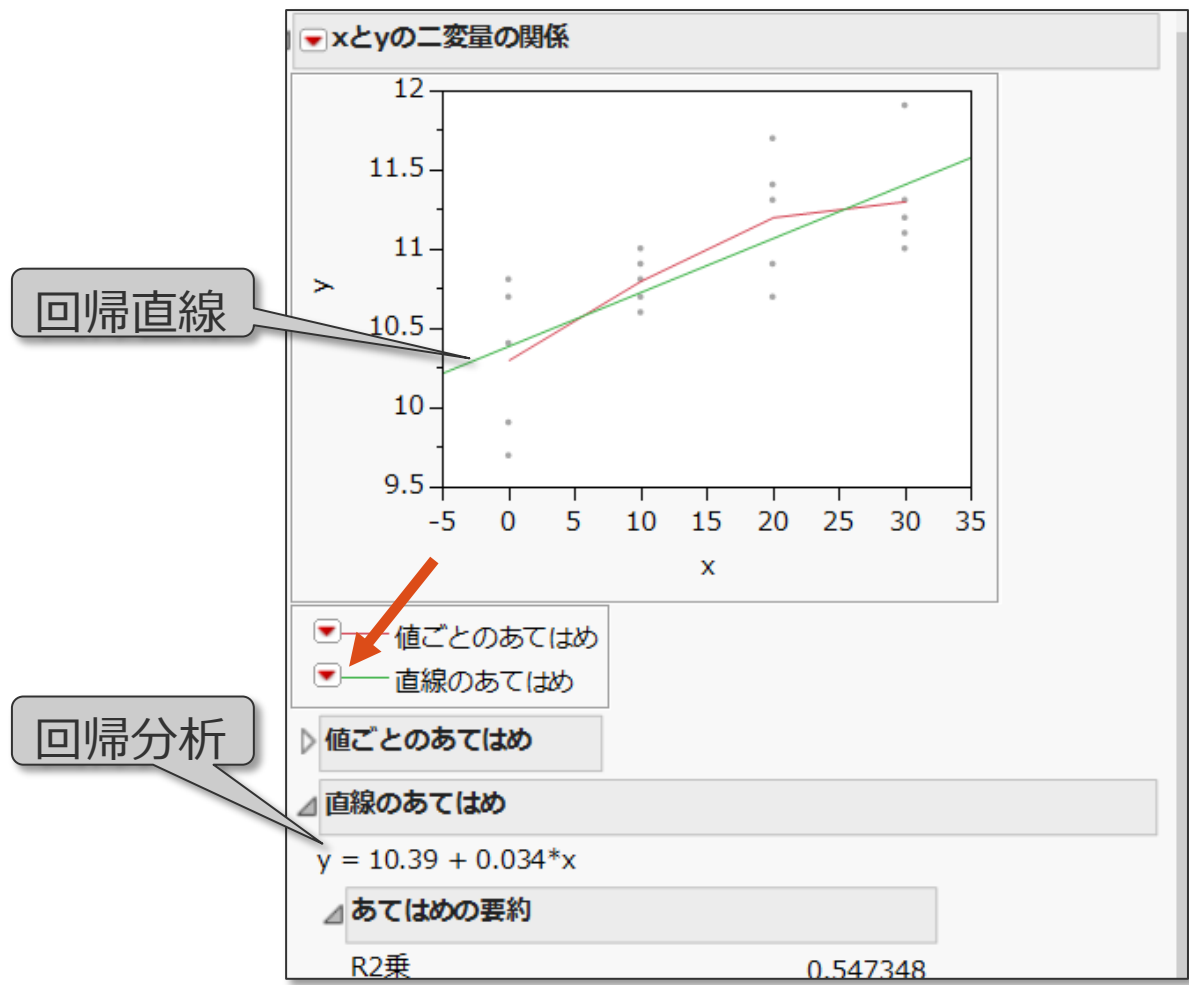


Figure 2: Screenshot of the JMP software interface showing the 'xとyの二変量の関係' menu. The menu is open, and the '直線のあてはめ' (Linear Fit) option is highlighted with a red box. Other options include '点の表示', '平均のあてはめ', '多項式のあてはめ', 'その他のあてはめ...', 'スプライン曲線のあてはめ', 'カーネル平滑化', '値ごとのあてはめ', '直交のあてはめ', '確率楕円', 'ノンパラメトリック密度', 'ヒストグラム軸', 'グループ別...', and 'スクリプト'. A legend at the bottom indicates '値ごとのあてはめ'.

● [直線のおてはめ]



The image shows the property menu for the "直線のおてはめ" (Linear Fit) object. The menu is titled "直線のおてはめ" and has a red arrow pointing to the title. The menu items are:

- あてはめ線 (Fit Line) - has a red arrow pointing to it
- 回帰の信頼区間 (Confidence Interval for Regression) - has a red arrow pointing to it
- 個別の値に対する信頼区間 (Confidence Interval for Individual Values) - has a red arrow pointing to it
- 線の色 (Line Color)
- 線種 (Line Style)
- 線の幅 (Line Width)
- レポート (Report)
- 予測値の保存 (Save Predictions)
- 残差の保存 (Save Residuals)
- 残差プロット (Residual Plot)
- α水準の設定 (Set Alpha Level)

● [直線のあてはめ]

回帰直線

回帰式の信頼区間 (母平均 η の95%信頼区間)

個別の値に対する信頼区間 (観測値 y の95%信頼区間)

(第1部 [§4.4](#))

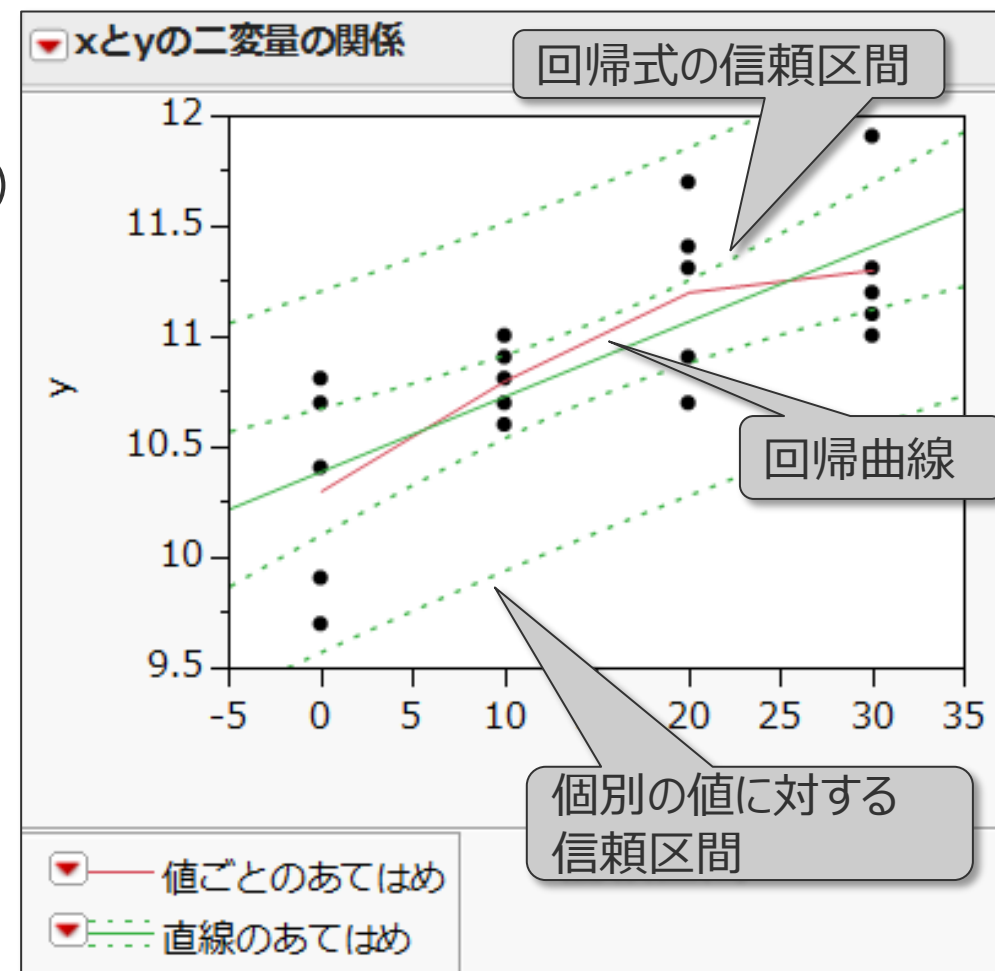
表示2.1.7

| n | \bar{x} | V_e | S_{xx} | | |
|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 20 | 15.0 | 0.133 | 2500 | | |
| x | \hat{y} | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 0 | 10.4 | 10.10 | 10.68 | 9.57 | 11.21 |
| 10 | 10.7 | 10.54 | 10.92 | 9.94 | 11.52 |
| 20 | 11.1 | 10.88 | 11.26 | 10.28 | 11.86 |
| 30 | 11.4 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |
| 40 | 11.8 | 11.33 | 12.17 | 10.88 | 12.62 |
| 50 | 12.1 | 11.53 | 12.65 | 11.14 | 13.04 |
| 34 | 11.5 | 11.21 | 11.88 | 10.71 | 12.38 |

回帰式の
信頼区間

個々の値の
信頼区間

表示 2.1.8 JMP [二変量の関係] による解析



● [直線のあてはめ] > [あてはめの要約]

寄与率、自由度調整寄与率、RMSEなど

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

$$3.10/5.28 = 0.587$$

$$R^2 = \frac{S_R}{S_T} = \frac{2.89}{5.28} = 0.547$$

3.10/5.28
= 0.587
ではない

$$R^{*2} = 1 - \frac{s_e/v_e}{S_T/v_T} = 1 - \frac{2.39/18}{5.28/19} = 0.522$$

表示 2.1.8 JMP [二変量の関係] による解析

直線のあてはめ

$y = 10.39 + 0.034 * x$

あてはめの要約

| | |
|--------------------|----------|
| R2乗 | 0.547348 |
| 自由度調整R2乗 | 0.522201 |
| 誤差の標準偏差(RMSE) | 0.364387 |
| Yの平均 | 10.9 |
| オブザベーション(または重みの合計) | 20 |

寄与率
(§1.1 p.30)

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 | | |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 | 21.766 | 0.0002 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 | | |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | | | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | | | |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | | | 1.000 | |

● [直線のあてはめ] > [あてはめの要約]

寄与率、自由度調整寄与率、RMSEなど

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 | | |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 | 21.766 | 0.0002 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 | | |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | | | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | | | |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | | | 1.000 | |

表示 2.1.8 JMP [二変量の関係] による解析

▲ 直線のあてはめ

$y = 10.39 + 0.034 * x$

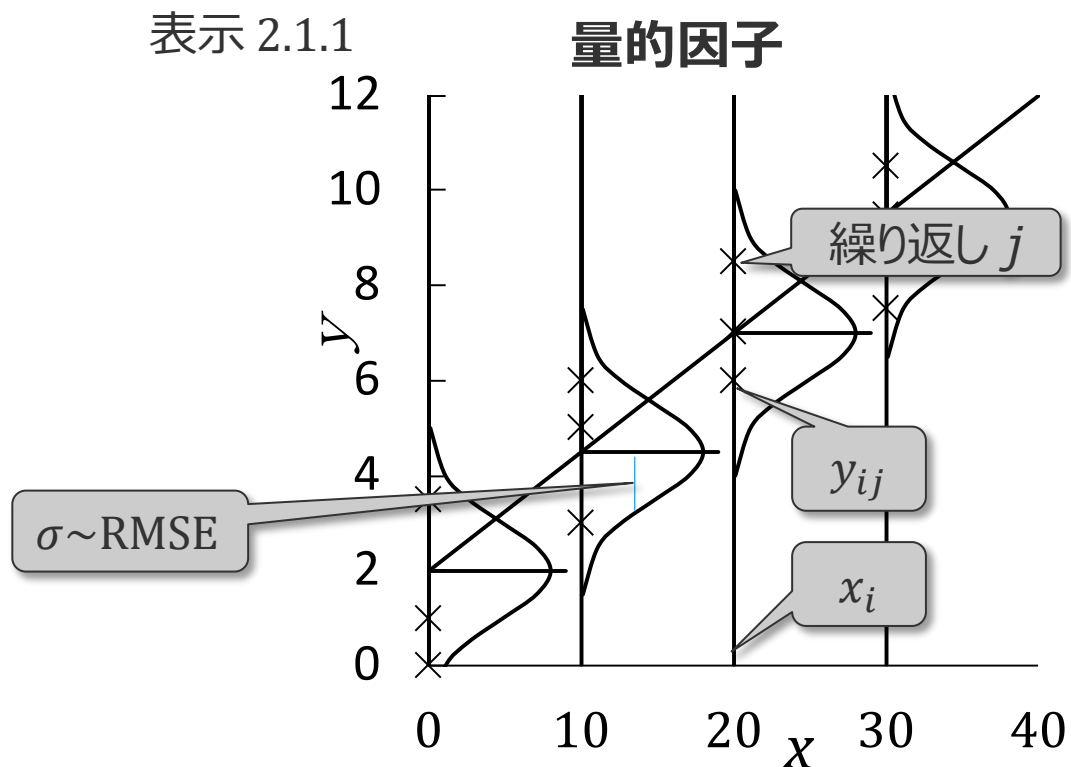
▲ あてはめの要約

| | |
|--------------------|----------|
| R2乗 | 0.547348 |
| 自由度調整R2乗 | 0.522201 |
| 誤差の標準偏差(RMSE) | 0.364387 |
| Yの平均 | 10.9 |
| オブザベーション(または重みの合計) | 20 |

● [直線のアてはめ] > [アてはめの要約]

残差標準偏差、Root Mean Square Error (第1部 §4.3 p.233、§4.4 p.246)

誤差の標準偏差の推定値 (ε が従う正規分布の標準偏差) $y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{ij}$ (2.1.4)
 $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$



表示 2.1.8 JMP [二変量の関係] による解析

| | |
|-------------------------|----------|
| 直線のアてはめ | |
| $y = 10.39 + 0.034 * x$ | |
| アてはめの要約 | |
| R2乗 | 0.547348 |
| 自由度調整R2乗 | 0.522201 |
| 誤差の標準偏差(RMSE) | 0.364387 |
| Yの平均 | 10.9 |
| オブザベーション(または重みの合計) | 20 |

- [直線のあてはめ] > [分散分析]
モデルの分散分析

表示 2.1.8

表示 2.1.4

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

$S_e^* = 2.390$
 $\nu_e = 18$

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

分散分析

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| モデル | 1 | 2.8900000 | 2.89000 | 21.7657 |
| 誤差 | 18 | 2.3900000 | 0.13278 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 19 | 5.2800000 | | 0.0002* |

パラメータ推定値

| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) |
|----|-------|----------|-------|--------------|
| 切片 | 10.39 | 0.136341 | 76.21 | <.0001* |
| x | 0.034 | 0.007288 | 4.67 | 0.0002* |

あてはまりの悪さ(LOF)

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|---------------|-----|-----------|----------|------------|
| あてはまりの悪さ(LOF) | 2 | 0.2100000 | 0.105000 | 0.7706 |
| 純粋誤差 | 16 | 2.1800000 | 0.136250 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 18 | 2.3900000 | | 0.4791 |

最大R2乗
0.5871

- [直線のあてはめ] > [分散分析] 表示 2.1.8
LOF の分散分析

表示 2.1.4

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

分散分析

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| モデル | 1 | 2.8900000 | 2.89000 | 21.7657 |
| 誤差 | 18 | 2.3900000 | 0.13278 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 19 | 5.2800000 | | 0.0002* |

パラメータ推定値

| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) |
|----|-------|----------|-------|--------------|
| 切片 | 10.39 | 0.136341 | 76.21 | <.0001* |
| x | 0.034 | 0.007288 | 4.67 | 0.0002* |

あてはまりの悪さ(LOF)

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|---------------|-----|-----------|----------|------------|
| あてはまりの悪さ(LOF) | 2 | 0.2100000 | 0.105000 | 0.7706 |
| 純粋誤差 | 16 | 2.1800000 | 0.136250 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 18 | 2.3900000 | | 0.4791 |

最大R2乗
0.5871

● [直線のあてはめ] > [分散分析] 表示 2.1.8

最大R2乗：モデルを取り換えたときに
達成できる最大のR²値

LOF：モデルの種類に影響される

純粋誤差：モデルに無関係

表示 2.1.4

量的因子の水準間平方和の分解を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 水準間 | 3.100 | 3 | 1.033 | 7.584 | 0.0022 |
| 1次 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.211 | 0.0003 |
| LOF | 0.210 | 2 | 0.105 | 0.771 | 0.4791 |
| 残差 | 2.180 | 16 | 0.136 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

LINEST 関数の結果を表す分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
|-----|-------|-----|-------|--------|--------|
| 回帰 | 2.890 | 1 | 2.890 | 21.766 | 0.0002 |
| 残差* | 2.390 | 18 | 0.133 | 1.000 | |
| 全体 | 5.280 | 19 | | | |

分散分析

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| モデル | 1 | 2.8900000 | 2.89000 | 21.7657 |
| 誤差 | 18 | 2.3900000 | 0.13278 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 19 | 5.2800000 | | 0.0002* |

パラメータ推定値

| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) |
|----|-------|----------|-------|--------------|
| 切片 | 10.39 | 0.136341 | 76.21 | <.0001* |
| x | 0.034 | 0.007288 | 4.67 | 0.0002* |

あてはまりの悪さ(LOF)

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|---------------|-----|-----------|----------|------------|
| あてはまりの悪さ(LOF) | 2 | 0.2100000 | 0.105000 | 0.7706 |
| 純粋誤差 | 16 | 2.1800000 | 0.136250 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 18 | 2.3900000 | | 0.4791 |

$3.10/5.28 = 0.587$

最大R2乗
0.5871

● [直線のあてはめ] > [パラメータ推定値]

表示 2.1.2 表示 2.1.8

| | x | const | |
|--------|--------|---------|--------|
| 回帰係数 | 0.034 | 10.390 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.007 | 0.136 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.547 | 0.364 | 標準偏差 |
| F比 | 21.766 | 18 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 2.890 | 2.390 | 残差平方和 |
| t 値 | 4.6654 | 76.2059 | |
| p 値 | 0.0002 | 0.0000 | |

| 分散分析 | | | | |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
| モデル | 1 | 2.8900000 | 2.89000 | 21.7657 |
| 誤差 | 18 | 2.3900000 | 0.13278 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 19 | 5.2800000 | | 0.0002* |

| パラメータ推定値 | | | | |
|----------|-------|----------|-------|--------------|
| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) |
| 切片 | 10.39 | 0.136341 | 76.21 | <.0001* |
| x | 0.034 | 0.007288 | 4.67 | 0.0002* |

表の上で右クリック

表示 2.1.7

| 自由度(v_e) | α | $t(\alpha)$ | | |
|--------------|----------|-------------|--------|--------|
| 18 | 0.05 | 2.101 | | |
| | 推定値 | 標準誤差 | 下限 | 上限 |
| β_0 | 10.390 | 0.136 | 10.104 | 10.676 |
| β_1 | 0.034 | 0.007 | 0.019 | 0.049 |

| あてはまりの悪さ(LOF) | | | | |
|---------------|-----|-----------|----------|------------|
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
| あてはまりの悪さ(LOF) | 2 | 0.2100000 | 0.105000 | 0.7706 |
| 純粋誤差 | 16 | 2.1800000 | 0.136250 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 18 | 2.3900000 | | 0.4791 |

| 最大R2乗 | |
|-------|--------|
| | 0.5871 |

JMP [二変量の関係]

- [直線のあてはめ] > [パラメータ推定値]

表の上で右クリック

p値(Prob>|t|)
<.0001*

テーブルスタイル
テーブル行スタイル
列
列の値で並べ替え...
データテーブルに出力
連結したデータテーブルの作成

項
~バイアス
推定値
標準誤差
t値
p値(Prob>|t|)
下側95%
上側95%
標準β
VIF
計画の標

パラメータ推定値

| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) | 下側95% | 上側95% |
|----|-------|----------|-------|--------------|-----------|-----------|
| 切片 | 10.39 | 0.136341 | 76.21 | <.0001* | 10.103558 | 10.676442 |
| x | 0.034 | 0.007288 | 4.67 | 0.0002* | 0.018689 | 0.049311 |

表示 2.1.7 β_0, β_1, η の区間推定

| 自由度(v_e) | α | $t(\alpha)$ |
|--------------|----------|-------------|
| 18 | 0.05 | 2.101 |

| | 推定値 | 標準誤差 | 下限 | 上限 |
|-----------|--------|-------|--------|--------|
| β_0 | 10.390 | 0.136 | 10.104 | 10.676 |
| β_1 | 0.034 | 0.007 | 0.019 | 0.049 |

JMP [二変量の関係] (補足)

- JMPファイルの読み込みと表示

JMP ファイル

「4-ビッククラス.jump」を読み込み

- データ

40人の身長（インチ）と体重（ポンド）

- 操作

回帰分析を行う

[分析] > [二変量の関係]

X : 身長(インチ) Y : 体重(ポンド)

▼> [直線のあてはめ]

| | | 名前 | 年齢 | 性別 | 身長(インチ) | 体重(ポンド) |
|---|----|---------|----|----|---------|---------|
| ○ | 1 | KATIE | 12 | F | 59 | 95 |
| ○ | 2 | LOUISE | 12 | F | 61 | 123 |
| ○ | 3 | JANE | 12 | F | 55 | 74 |
| ○ | 4 | JACLYN | 12 | F | 66 | 145 |
| ○ | 5 | LILLIE | 12 | F | 52 | 64 |
| × | 6 | TIM | 12 | M | 60 | 84 |
| × | 7 | JAMES | 12 | M | 61 | 128 |
| × | 8 | ROBERT | 12 | M | 51 | 79 |
| ○ | 9 | BARBARA | 13 | F | 60 | 112 |
| ○ | 10 | ALICE | 13 | F | 61 | 107 |
| ○ | 11 | SUSAN | 13 | F | 56 | 67 |
| × | 12 | JOHN | 13 | M | 65 | 98 |

●JMP の「あてはまりの悪さ」 LOF

繰り返しが無いのに LOF が表示
 偶然、 x に同値があると、
 JMPは意図的な繰り返しであると認識
 LOF を出力するが、意味はない

| あてはまりの悪さ(LOF) | | | | |
|---------------|-----|-----------|---------|------------|
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
| あてはまりの悪さ(LOF) | 15 | 4107.7705 | 273.851 | 1.1561 |
| 純粋誤差 | 23 | 5448.1500 | 236.876 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 38 | 9555.9205 | | 0.3671 |
| | | | | 最大R2乗 |
| | | | | 0.7166 |

| | 名前 | 年齢 | 性別 | 身長(インチ) | 体重(ポンド) |
|---|-----------|----|----|---------|---------|
| ○ | 1 KATIE | 12 | F | 59 | 95 |
| ○ | 2 LOUISE | 12 | F | 61 | 123 |
| ○ | 3 JANE | 12 | F | 55 | 74 |
| ○ | 4 JACLYN | 12 | F | 66 | 145 |
| ○ | 5 LILLIE | 12 | F | 52 | 64 |
| × | 6 TIM | 12 | M | 60 | 84 |
| × | 7 JAMES | 12 | M | 61 | 128 |
| × | 8 ROBERT | 12 | M | 51 | 79 |
| ○ | 9 BARBARA | 13 | F | 60 | 112 |
| ○ | 10 ALICE | 13 | F | 61 | 107 |
| ○ | 11 SUSAN | 13 | F | 56 | 67 |
| × | 12 JOHN | 13 | M | 65 | 98 |



(5) JMP [モデルのあてはめ] による解析

量的因子の 1 因子実験
(直線関係の場合)

●データテーブルの変更

JMP ファイル「2-1因子1.jmp」

列「予測式Y」から右の列を全て削除
削除する列を範囲指定

(Shiftキーを押しながら
両端2列を選択)

右クリック、[列の削除] を選択

行番号21を選択して右クリック
[行の削除] を選択

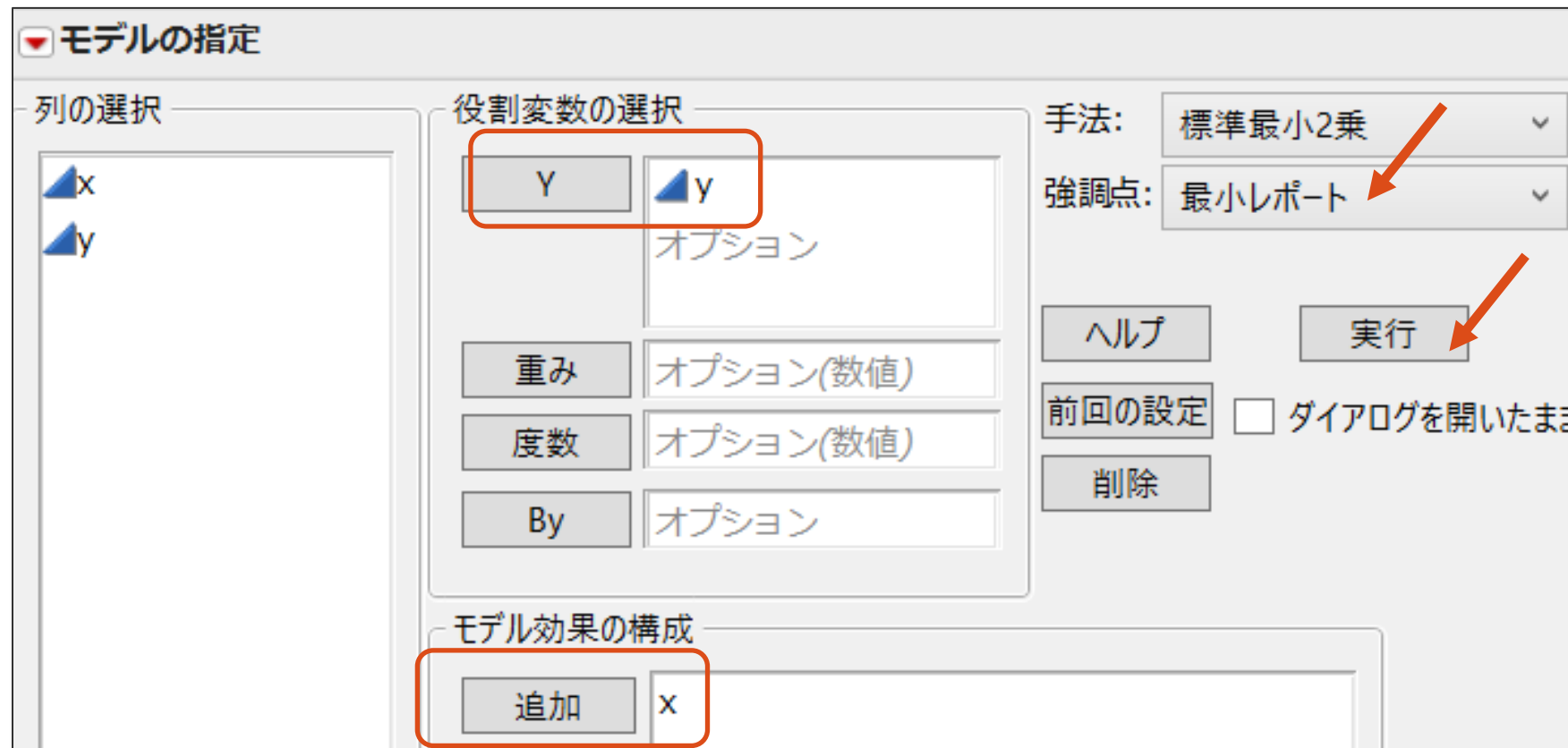
行を削除

| | x | y | 予測式 y | 予測値 | 平均 y の 上側95% | 平均 y の 下側95% | 個別 y の 上側95% | 個別 y の 下側95% |
|----|----|------|----------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 9 | 10 | 10.8 | 10.73 | | | | 11.52 | |
| 10 | 10 | 10.9 | 10.73 | | | | 11.52 | |
| 11 | 20 | 11.4 | 11.07 | | | | 11.86 | |
| 12 | 20 | 10.7 | 11.07 | | | | 11.86 | |
| 13 | 20 | 10.9 | 11.07 | | | | 11.86 | |
| 14 | 20 | 11.3 | 11.07 | | | | 11.86 | |
| 15 | 20 | 11.7 | 11.07 | | | | 11.86 | |
| 16 | 30 | 11.9 | 11.41 | | | | 12.23 | |
| 17 | 30 | 11.2 | 11.41 | | | | 12.23 | |
| 18 | 30 | 11 | 11.41 | | | | 12.23 | |
| 19 | 30 | 11.1 | 11.41 | | | | 12.23 | |
| 20 | 30 | 11.3 | 11.41 | | | | 12.23 | |
| 21 | 34 | • | 11.546 | | | | • | |

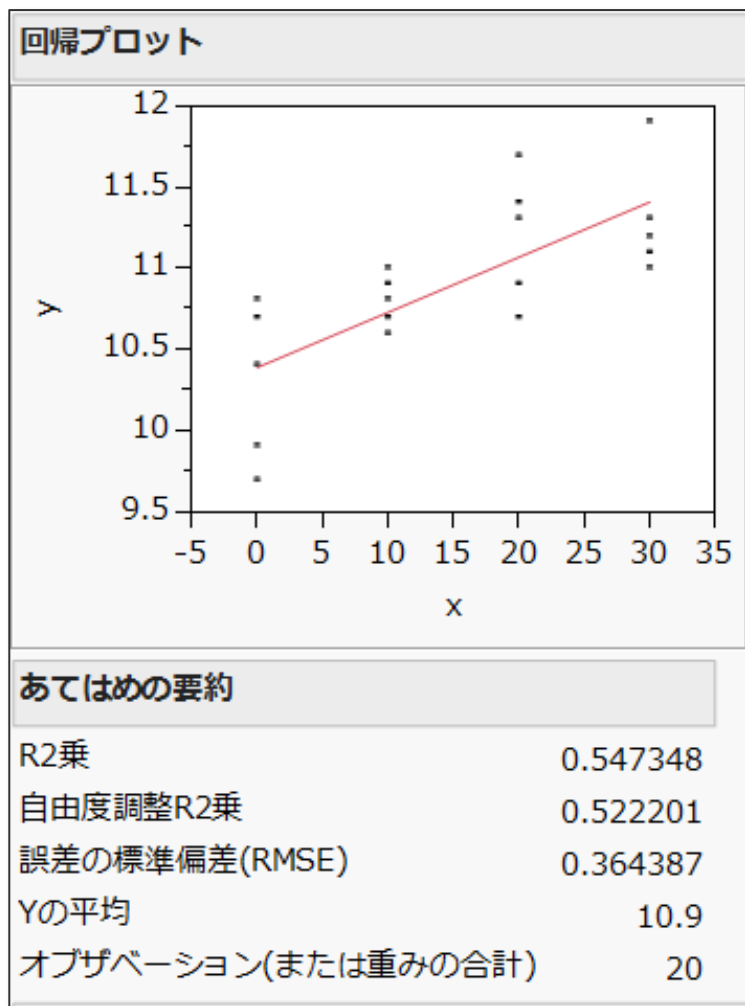
- [モデルのあてはめ]

前章 [§1.1](#) p.34と同様に解析

[分析] > [モデルのあてはめ]



- [あてはめの要約] [分散分析] [あてはめの悪さ]



分散分析

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| モデル | 1 | 2.8900000 | 2.89000 | 21.7657 |
| 誤差 | 18 | 2.3900000 | 0.13278 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 19 | 5.2800000 | | 0.0002* |

あてはまりの悪さ(LOF)

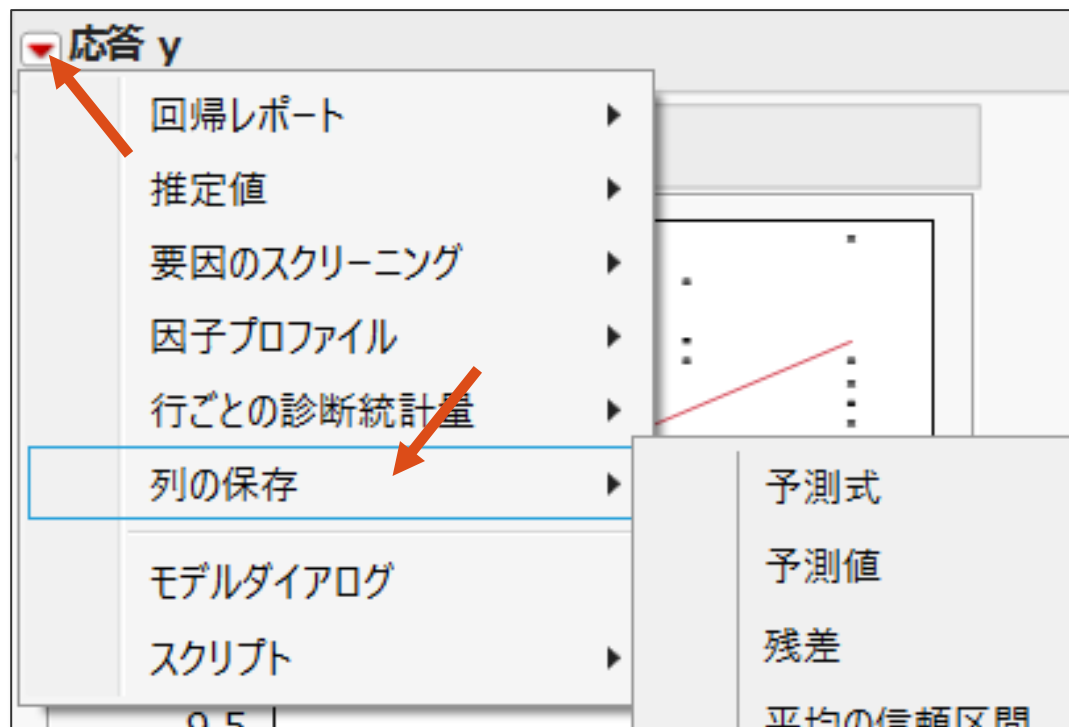
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
|---------------|-----|-----------|----------|------------|
| あてはまりの悪さ(LOF) | 2 | 0.2100000 | 0.105000 | 0.7706 |
| 純粋誤差 | 16 | 2.1800000 | 0.136250 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 18 | 2.3900000 | | 0.4791 |

最大R2乗

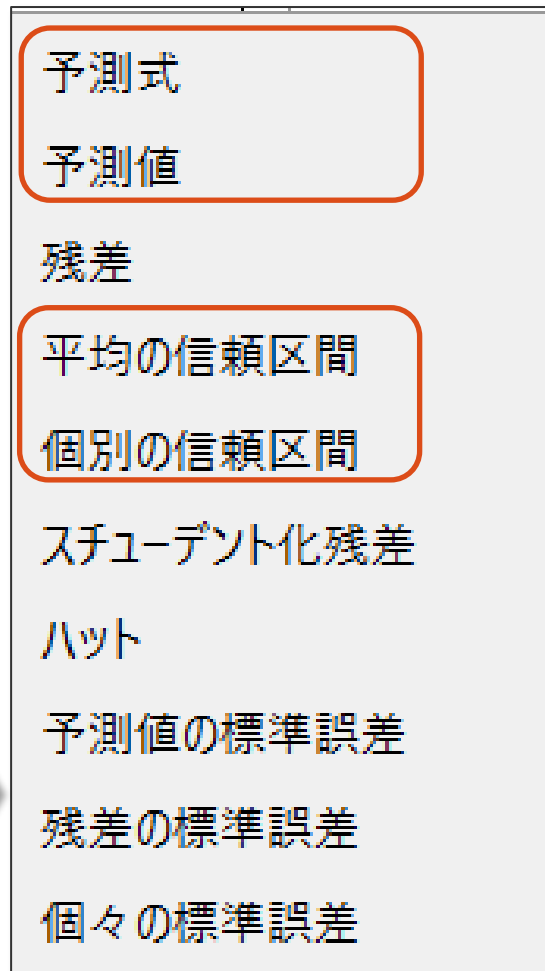
0.5871

● [列の保存]

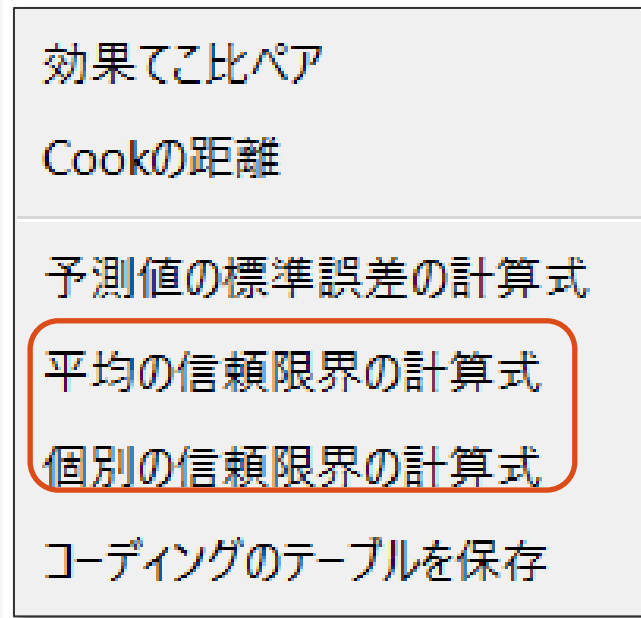
データテーブルに y の予測値、
信頼区間などの数値を保存
グラフ作成やデータ解析の材料にする



▼ [応答] > [列の保存] > 保存するデータの選択



保存する
データの一覧



JMP [モデルのあてはめ] による解析

| | x | y | 予測式 y | 予測値 y | 平均 y の 下側95% | 平均 y の 上側95% | 個別 y の 下側95% | 個別 y の 上側95% | 平均 y の下 側95% 2 | 平均 y の上 側95% 2 | 個別 y の下 側95% 2 | 個別 y の上 側95% 2 |
|----|----|------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 16 | 30 | 11.9 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.69644 | 10.59261 | 12.22738 | 11.123558 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 17 | 30 | 11.2 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.69644 | 10.59261 | 12.22738 | 11.123558 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 18 | 30 | 11 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.69644 | 10.59261 | 12.22738 | 11.123558 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 19 | 30 | 11.1 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.69644 | 10.59261 | 12.22738 | 11.123558 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 20 | 30 | 11.3 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.69644 | 10.59261 | 12.22738 | 11.123558 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |

これらのデータから
グラフの作成、
新しい解析を行う

| | x | y | 予測式 y | 予測値 y | 平均 y の信頼区間 | | 個別 y の信頼区間 | |
|----|----|------|----------|----------|------------|-------|------------|-------|
| | | | | | 下側 | 上側 | 下側 | 上側 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 16 | 30 | 11.9 | 11.41 | 11.41 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |
| 17 | 30 | 11.2 | 11.41 | 11.41 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |
| 18 | 30 | 11.0 | 11.41 | 11.41 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |
| 19 | 30 | 11.1 | 11.41 | 11.41 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |
| 20 | 30 | 11.3 | 11.41 | 11.41 | 11.12 | 11.70 | 10.59 | 12.23 |

表示 2.1.9
計算結果のデータ表への保存

● [列の保存]

保存した列を使って、新たな x に対応する y を予測
 計算式が保存されている列とされていない列がある

| | x | y | 予測式 y | 予測値 y | 平均 y の 下側95% | 平均 y の 上側95% | 個別 y の 下側95% | 個別 y の 上側95% | 平均 y の下 側95% 2 | 平均 y の上 側95% 2 | 個別 y の下 側95% 2 | 個別 y の上 側95% 2 |
|----|----|------|----------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 16 | 30 | 11.9 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.696441 | 10.59261 | 12.22738 | 11.1235580 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 17 | 30 | 11.2 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.696441 | 10.59261 | 12.22738 | 11.1235580 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 18 | 30 | 11 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.696441 | 10.59261 | 12.22738 | 11.1235580 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 19 | 30 | 11.1 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.696441 | 10.59261 | 12.22738 | 11.1235580 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 20 | 30 | 11.3 | 11.41 | 11.41 | 11.12355 | 11.696441 | 10.59261 | 12.22738 | 11.1235580 | 11.696441 | 10.592618 | 12.2273819 |
| 21 | 34 | • | 11.546 | • | • | • | • | • | 11.2084634 | 11.883536 | 10.709342 | 12.3826571 |

新たに
 $x = 34$ を入力

計算式が保存されている
新規に計算される

値だけが保存されている
新規に計算されない

計算式が保存されている
新規に計算される

- [列の保存]

計算式の記録、表示、編集

「予測式」の列名の上で右クリック

| | x | y | 予測式 | 予測値 | 平均 y の下側95% |
|----|----|------|------|-----|-------------|
| 16 | 30 | 11.9 | 11.1 | | |
| 17 | 30 | 11.2 | 11.1 | | |
| 18 | 30 | 11 | 11.1 | | |
| 19 | 30 | 11.1 | 11.1 | | |
| 20 | 30 | 11.3 | 11.1 | | |
| 21 | 34 | • | 11.5 | | |

保存された計算式

$$10.39 + 0.034 * x$$

演習2.1.2

●Excelファイルの読み込みと表示

Excel ファイル「DE改1-1因子(質).xlsm」を読み込み、
名前ボックスから「表示1.2.1」(Fig12_01)を選択
このシートをコピーして作業用シートを作成

LINEST 関数
JMP 用データ

●データ

表示 1.2.1 (§1.2 p.40) のデータ

質的因子から量的因子に変更

(注意：水準が等間隔ではない)

量的因子の 1 因子実験として解析

5 水準、繰り返し数 6 または 3

表示1.2.1 (一部)

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|----|------|----|----|----|----|----|----|
| A0 | 6 | 46.0 | 43 | 45 | 42 | 47 | 49 | 50 |
| A1 | 3 | 49.0 | 47 | 51 | 49 | | | |
| A2 | 3 | 53.0 | 54 | 48 | 57 | | | |
| A3 | 3 | 58.0 | 55 | 58 | 61 | | | |
| A4 | 3 | 51.0 | 52 | 48 | 53 | | | |
| 全体 | 18 | 50.5 | | | | | | |

水準数 5

修正

繰り返し数
が異なる

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|----|------|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 6 | 46.0 | 43 | 45 | 42 | 47 | 49 | 50 |
| 2 | 3 | 49.0 | 47 | 51 | 49 | | | |
| 9 | 3 | 53.0 | 54 | 48 | 57 | | | |
| 14 | 3 | 58.0 | 55 | 58 | 61 | | | |
| 5 | 3 | 51.0 | 52 | 48 | 53 | | | |
| 全体 | 18 | 50.5 | | | | | | |

量的変数に修正

等間隔ではない

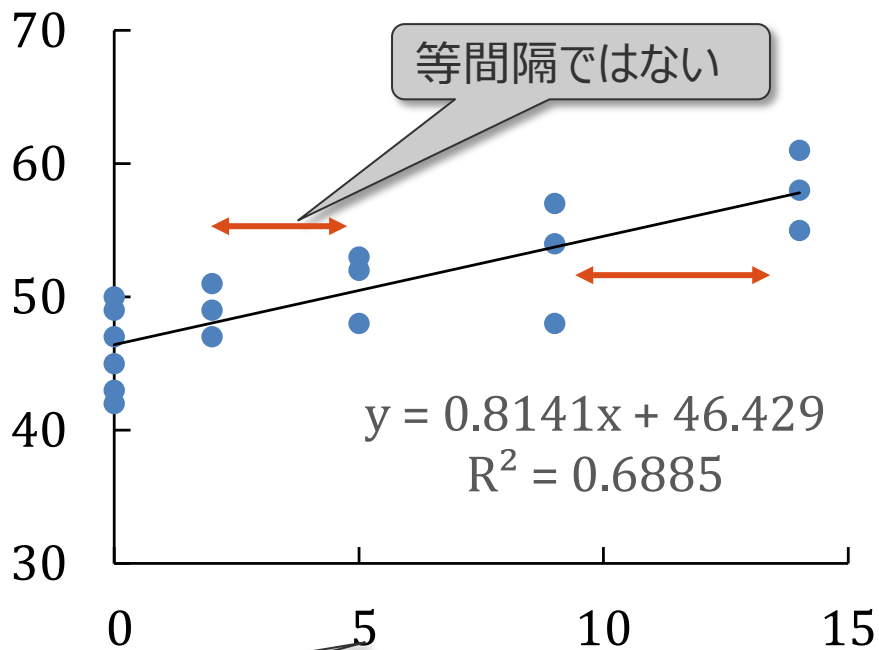
表を作成

| x | y |
|----|----|
| 0 | 43 |
| 0 | 45 |
| 0 | 42 |
| 0 | 47 |
| 0 | 49 |
| 0 | 50 |
| 2 | 47 |
| 2 | 51 |
| 2 | 49 |
| 9 | 54 |
| 9 | 48 |
| 9 | 57 |
| 14 | 55 |
| 14 | 58 |
| 14 | 61 |
| 5 | 52 |
| 5 | 48 |
| 5 | 53 |

演習2.1.2

●解析

- (1) 質的因子の1因子実験として解析（量的因子として考慮しない）
- (2) 回帰分析（繰り返しを考慮しない）
- (3) (1) + (2)



表示1.2.1（一部）

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|----|------|----|----|----|----|----|----|
| A0 | 6 | 46.0 | 43 | 45 | 42 | 47 | 49 | 50 |
| A1 | 3 | 49.0 | 47 | 51 | 49 | | | |
| A2 | 3 | 53.0 | 54 | 48 | 57 | | | |
| A3 | 3 | 58.0 | 55 | 58 | 61 | | | |
| A4 | 3 | 51.0 | 52 | 48 | 53 | | | |
| 全体 | 18 | 50.5 | | | | | | |

水準数 5

修正

| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|----|------|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 6 | 46.0 | 43 | 45 | 42 | 47 | 49 | 50 |
| 2 | 3 | 49.0 | 47 | 51 | 49 | | | |
| 9 | 3 | 53.0 | 54 | 48 | 57 | | | |
| 14 | 3 | 58.0 | 55 | 58 | 61 | | | |
| 5 | 3 | 51.0 | 52 | 48 | 53 | | | |
| 全体 | 18 | 50.5 | | | | | | |

水準数 5

表を作成

| x | y |
|----|----|
| 0 | 43 |
| 0 | 45 |
| 0 | 42 |
| 0 | 47 |
| 0 | 49 |
| 0 | 50 |
| 2 | 47 |
| 2 | 51 |
| 2 | 49 |
| 9 | 54 |
| 9 | 48 |
| 9 | 57 |
| 14 | 55 |
| 14 | 58 |
| 14 | 61 |
| 5 | 52 |
| 5 | 48 |
| 5 | 53 |

●質的因子として解析

量的因子を質的因子として解析 (改変)

表示1.2.1 の水準を書き換えるのみ
計算結果は質的因子の解析になる

表示 1.2.1

| | | | データ | | | | | |
|-----|----|------|-----|----|----|----|----|----|
| 水準 | n | 平均 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 6 | 46.0 | 43 | 45 | 42 | 47 | 49 | 50 |
| 2 | 3 | 49.0 | 47 | 51 | 49 | | | |
| 9 | 3 | 53.0 | 54 | 48 | 57 | | | |
| 14 | 3 | 58.0 | 55 | 58 | 61 | | | |
| 5 | 3 | 51.0 | 52 | 48 | 53 | | | |
| 全体 | 18 | 50.5 | | | | | | |
| 水準数 | 5 | | | | | | | |

量的変数に変更

計算結果は変更なし

| | | | 残差 | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 水準 | 標準偏差 | 効果 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 3.22 | -4.50 | -3.00 | -1.00 | -4.00 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| 2 | 2.00 | -1.50 | -2.00 | 2.00 | 0.00 | | | |
| 9 | 4.58 | 2.50 | 1.00 | -5.00 | 4.00 | | | |
| 14 | 3.00 | 7.50 | -3.00 | 0.00 | 3.00 | | | |
| 5 | 2.65 | 0.50 | 1.00 | -3.00 | 2.00 | | | |

計算結果は変更なし

| 分散分析表 | | | | | |
|-------|--------|-----|--------|-------|---------------|
| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 |
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | |

水準間の差は有意

演習2.1.2

●回帰分析 (LINEST 関数)

繰り返しを考慮せずに、
回帰分析を行う

Excel で散布図を作成
[近似曲線の追加] で
回帰直線と回帰式を表示

LINEST関数で回帰分析
周囲のコメントとt値、p値の計算式を
表示2.1.2からコピー

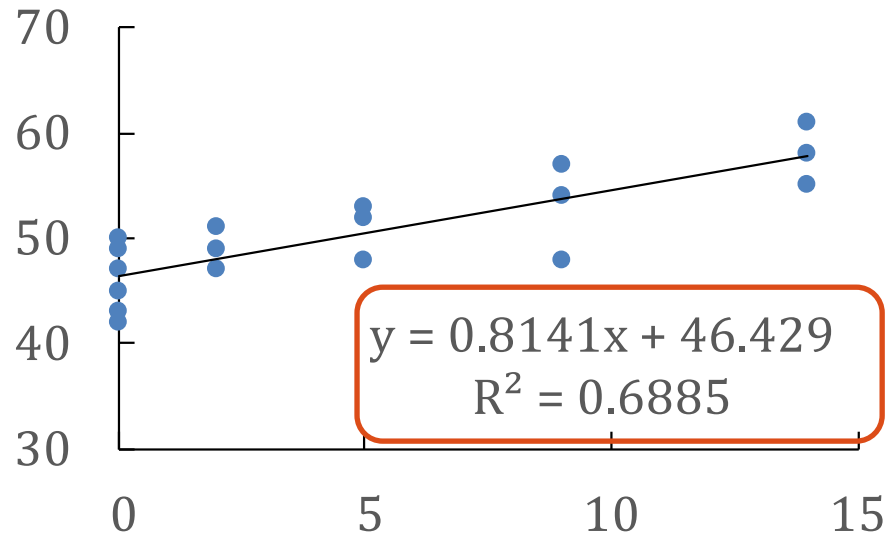
(p値の計算式で、残差自由度を
参照する部分を修正)

```
=TDIST(ABS(t値),自由度,2)  
=T.DIST.2T(ABS(t値),自由度)
```

表示 2.4.2

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.8141 | 46.429 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.1369 | 0.9776 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.6885 | 2.9615 | 標準偏差 |
| F比 | 35.366 | 16 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 310.17 | 140.33 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.947 | 47.492 | |
| p 値 | 0.0000 | 0.0000 | |

周囲のコメント
表示 2.1.3
からコピー



| x | y |
|----|----|
| 0 | 43 |
| 0 | 45 |
| 0 | 42 |
| 0 | 47 |
| 0 | 49 |
| 0 | 50 |
| 2 | 47 |
| 2 | 51 |
| 2 | 49 |
| 9 | 54 |
| 9 | 48 |
| 9 | 57 |
| 14 | 55 |
| 14 | 58 |
| 14 | 61 |
| 5 | 52 |
| 5 | 48 |
| 5 | 53 |

●回帰分析 + 質的因子としての解析

表示1.2.1 の分散分析表を修正

表示 1.2.1 (改変)

2列を追加

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | | |
|------|--------|-----|--------|-------|---------------|--|--|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| (検算) | 450.50 | 17 | | | | | |

↓

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比 | p 値 |
|-----------|--------|-----|--------|-------|---------------|-----|-----|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1次 LOF | | | | | | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | | | | | | | |

2行を挿入

1行を挿入

検算の行を削除

項目を書き込み

●回帰分析 + 質的因子としての解析

表示 2.4.2

表示1.2.1 を利用して作成した
分散分析表を修正

平方和を入力

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.8141 | 46.429 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.1369 | 0.9776 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.6885 | 2.9615 | 標準偏差 |
| F比 | 35.366 | 16 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 310.17 | 140.33 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.947 | 47.492 | |
| p 値 | 0.0000 | 0.0000 | |

分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比 | p 値 |
|-----|--------|-----|--------|-------|---------------|-----|-----|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1 次 | 310.17 | | | | | | |
| LOF | 6.33 | | | | | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | 140.33 | | | | | | |

LINEST関数：回帰平方和

=水準間 - 1 次

=LOF + 残差

●回帰分析 + 質的因子としての解析

表示 2.4.2

表示1.2.1 を利用して作成した
分散分析表を修正

自由度を入力

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.8141 | 46.429 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.1369 | 0.9776 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.6885 | 2.9615 | 標準偏差 |
| F比 | 35.366 | 16 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 310.17 | 140.33 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.947 | 47.492 | |
| p 値 | 0.0000 | 0.0000 | |

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比 | p 値 |
|-----|--------|-----|--------|-------|--------|-----|-----|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1次 | 310.17 | 1 | | | | | |
| LOF | 6.33 | 3 | | | | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | 140.33 | 16 | | | | | |

自由度 : 1

=水準間 - 1次

=LOF + 残差

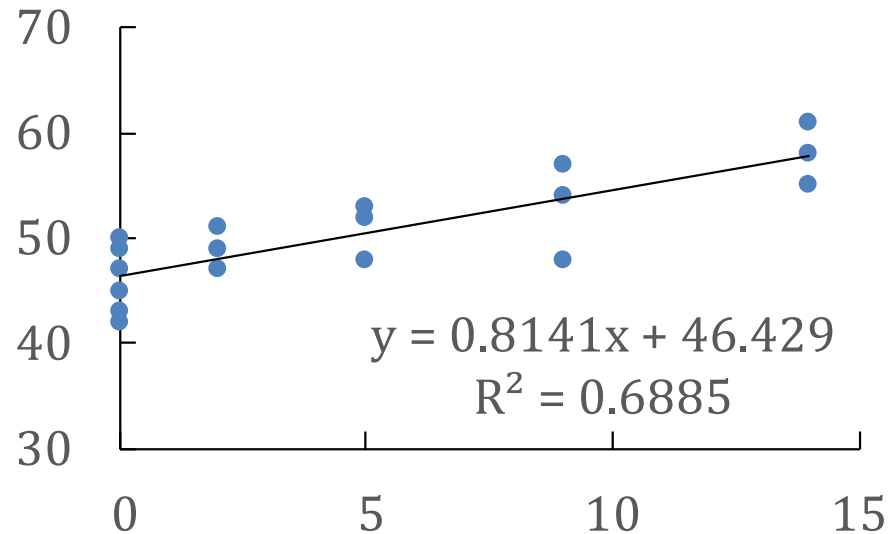
●回帰分析 + 質的因子としての解析

表示1.2.1 を利用して作成した分散分析表を修正

平均平方、 F 比、 p 値の数式を入力して完成

水準の効果は有意、1 次の回帰も有意、LOFは有意ではない、直線がよくあてはまっている
繰り返し数が異なっても、水準間の間隔が等間隔でなくても同様に解析できる

=FDIST(F 値, 分子の自由度、分母の自由度)



表示 2.4.3 12分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|--------|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1次 | 310.17 | 1 | 310.173 | 30.091 | 0.0001 | 35.366 | 0.0000 |
| LOF | 6.33 | 3 | 2.109 | 0.205 | 0.8914 | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | 140.33 | 16 | 8.770 | | | 1.000 | |

演習2.1.2

- JMPファイルの読み込みと表示
JMPファイル「1-1因子2.jmp」を読み込み

- データ
量的因子の1因子実験、
5水準、繰り返し6または3
水準の列名は「x」、観測値の列名は「y」

| x | y |
|----|----|
| 0 | 43 |
| 0 | 45 |
| 0 | 42 |
| 0 | 47 |
| 0 | 49 |
| 0 | 50 |
| 2 | 47 |
| 2 | 51 |
| 2 | 49 |
| 9 | 54 |
| 9 | 48 |
| 9 | 57 |
| 14 | 55 |
| 14 | 58 |
| 14 | 61 |
| 5 | 52 |
| 5 | 48 |
| 5 | 53 |

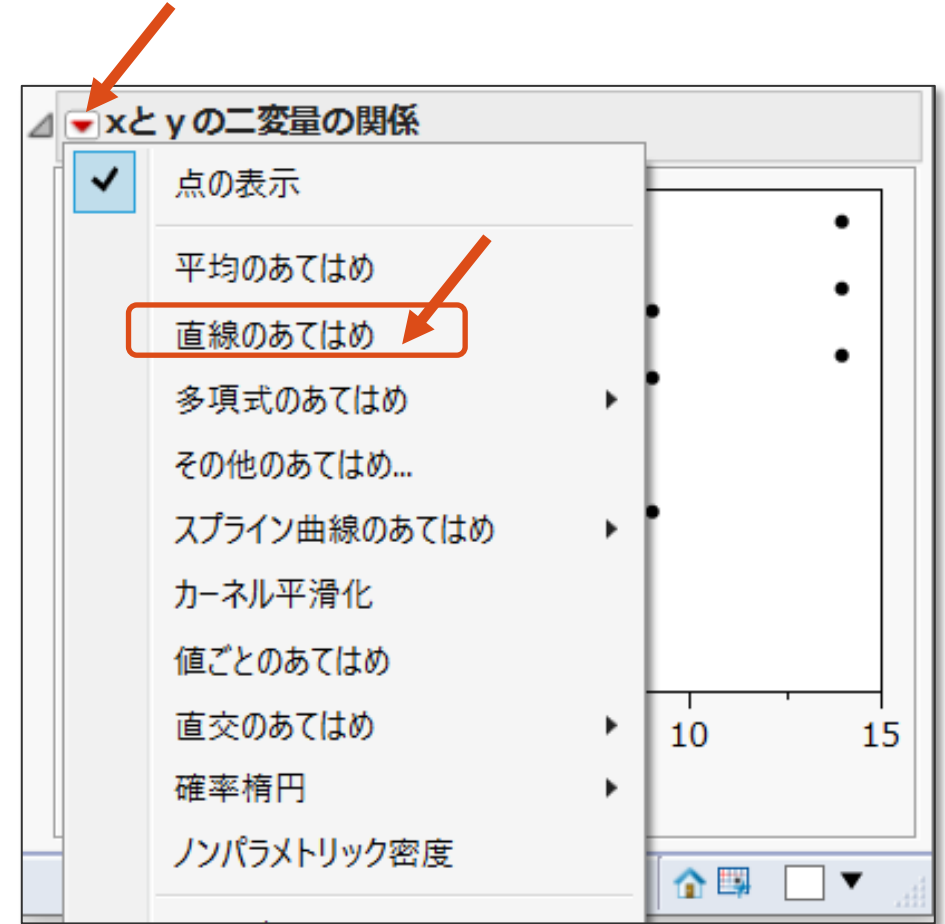
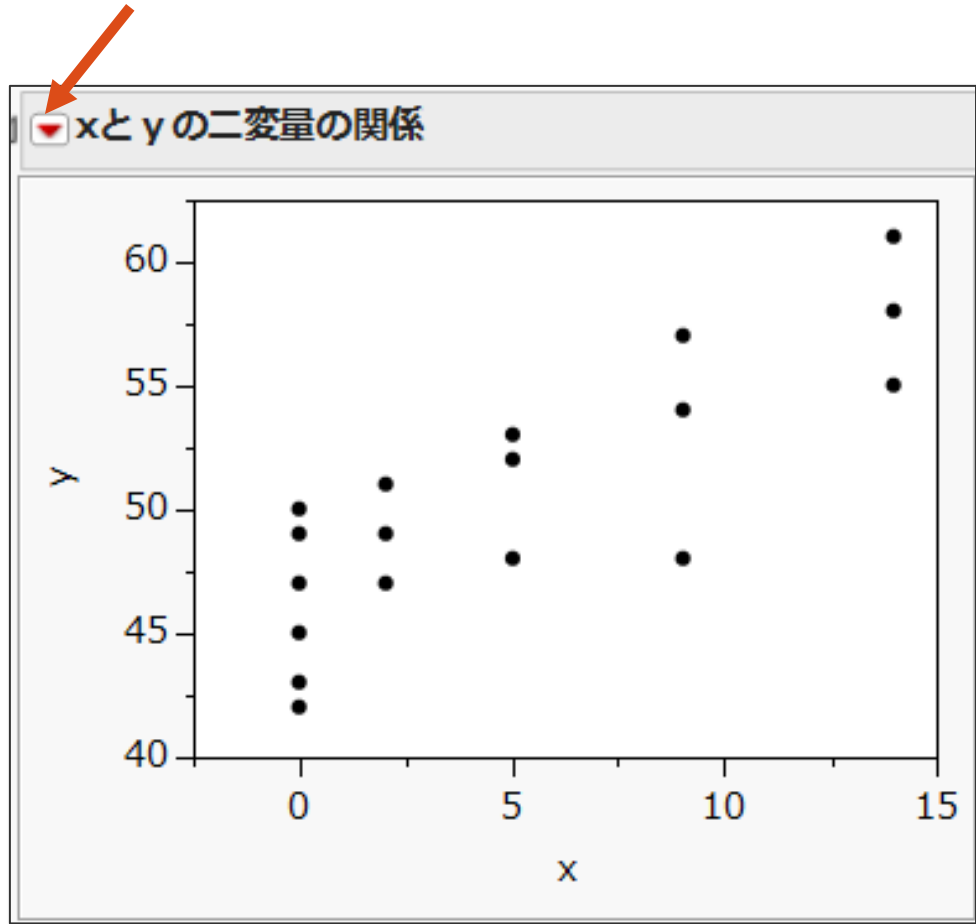
JMPにコピー

JMPファイル「1-1因子2.jmp」

| 群 | y | x |
|-------|----|---|
| 1 A0 | 43 | 0 |
| 2 A0 | 45 | 0 |
| 3 A0 | 42 | 0 |
| 4 A0 | 47 | 0 |
| 5 A0 | 49 | 0 |
| 6 A0 | 50 | 0 |
| 7 A1 | 47 | 2 |
| 8 A1 | 51 | 2 |
| 9 A1 | 49 | 2 |
| 10 A2 | 54 | 9 |
| 11 A2 | 48 | 9 |

演習2.1.2

●JMP [二変量の関係]



●JMP [二変量の関係]

あてはめの要約
モデルの分散分析

分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|--------|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1次 | 310.17 | 1 | 310.173 | 30.091 | 0.0001 | 35.366 | 0.0000 |
| LOF | 6.33 | 3 | 2.109 | 0.205 | 0.8914 | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | 140.33 | 16 | 8.770 | | | 1.000 | |

| あてはめの要約 | |
|--------------------|----------|
| R2乗 | 0.688508 |
| 自由度調整R2乗 | 0.66904 |
| 誤差の標準偏差(RMSE) | 2.961492 |
| Yの平均 | 50.5 |
| オブザベーション(または重みの合計) | 18 |

| 分散分析 | | | | |
|----------|-----|-----------|---------|------------|
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
| モデル | 1 | 310.17308 | 310.173 | 35.3658 |
| 誤差 | 16 | 140.32692 | 8.770 | p値(Prob>F) |
| 全体(修正済み) | 17 | 450.50000 | | <.0001* |

●JMP [二変量の関係]

あてはまりの悪さ (LOF)

分散分析表

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 比 | p 値 | F 比* | p 値* |
|-----|--------|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 水準間 | 316.50 | 4 | 79.125 | 7.676 | 0.0021 | | |
| 1次 | 310.17 | 1 | 310.173 | 30.091 | 0.0001 | 35.366 | 0.0000 |
| LOF | 6.33 | 3 | 2.109 | 0.205 | 0.8914 | | |
| 残差 | 134.00 | 13 | 10.308 | 1.000 | | | |
| 全体 | 450.50 | 17 | 26.500 | | | | |
| 残差* | 140.33 | 16 | 8.770 | | | 1.000 | |

| あてはまりの悪さ(LOF) | | | | |
|---------------|-----|-----------|---------|------------|
| 要因 | 自由度 | 平方和 | 平均平方 | F値 |
| あてはまりの悪さ(LOF) | 3 | 6.32692 | 2.1090 | 0.2046 |
| 純粋誤差 | 13 | 134.00000 | 10.3077 | p値(Prob>F) |
| 合計誤差 | 16 | 140.32692 | | 0.8914 |

●JMP [二変量の関係]

回帰式と

母回帰係数と母切片の仮説検定

表示 2.4.2

| | x | const | |
|--------|--------|--------|--------|
| 回帰係数 | 0.8141 | 46.429 | 切片 |
| その標準誤差 | 0.1369 | 0.9776 | その標準誤差 |
| 寄与率 | 0.6885 | 2.9615 | 標準偏差 |
| F比 | 35.366 | 16 | 残差自由度 |
| 回帰平方和 | 310.17 | 140.33 | 残差平方和 |
| t 値 | 5.947 | 47.492 | |
| p 値 | 0.0000 | 0.0000 | |

| パラメータ推定値 | | | | | | |
|----------|-----------|----------|-------|--------------|-----------|-----------|
| 項 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値(Prob> t) | 下側95% | 上側95% |
| 切片 | 46.429487 | 0.977626 | 47.49 | <.0001* | 44.357013 | 48.501961 |
| x | 0.8141026 | 0.136895 | 5.95 | <.0001* | 0.5238981 | 1.104307 |

●量的因子の1因子実験

まず、質的因子（前章）の場合と同じような解析をする

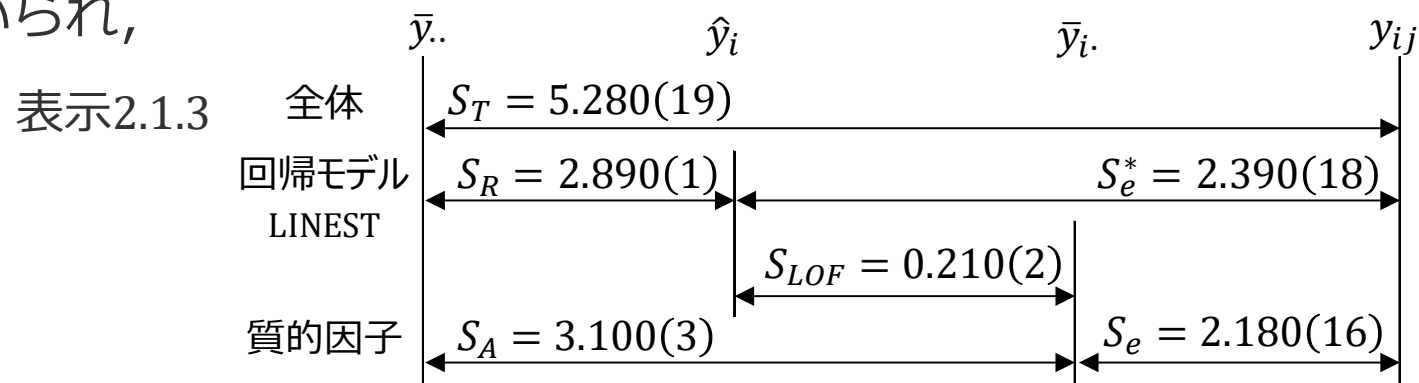
次いで、回帰分析の結果から、水準間の平方和を分解するなど、付加的な解析を加える
LOFは、モデルがあてはまっているかどうかを判断するための指標として有用

●表示2.1.3 の下のグラフ

5つの平方和の関係が表示2.1.3 の下のグラフで表わされている

ExcelとJMP の出力に含まれる平方和がどれに対応するかを確認しながら読み進める

この形式のグラフは今後しばしば用いられ、
段々と複雑になっていく。



●回帰分析との関連

ここで用いられる解析の基本は、第1部の§4で説明されている回帰分析に関連している



- 作成 片瀬雅彦
- 監修 松本一彦、長谷文雄
- 作成時期 2019年7月29日
- 改訂 2020年3月14日、2023年9月13日