



3 計数値の解析

3.6 要因が複数の場合

テキスト

芳賀敏郎（2016）医薬品開発のための統計解析

第3部 非線形モデル改訂版、サイエンティスト社、p.288



第3部 非線形モデル

1. 非線形最小2乗法（基礎）

- 1.1 線形と非線形、1.2 非線形最小2乗法の基本的な考え方、1.3 指数曲線のあてはめ、1.4 Emaxモデルとロジスティック曲線

2. 非線形最小2乗法（応用）

- 2.1 誤差を考慮した解析、2.2 効力比、2.3 併用効果（相乗・拮抗効果）、2.4 モデルの探索（複数の曲線の同時あてはめ）、2.5 薬物動態の解析

3. 計数値の解析

- 3.1 2項分布、3.2 割合の推定・検定と区間推定、3.3 割合の差の推定・検定と区間推定、3.4 多項分布（名義尺度）、3.5 多項分布（順序尺度）、**3.6 要因が複数の場合**

4. ロジスティック回帰分析

- 4.1 復習、4.2 ロジスティック回帰分析（基本）、4.3 ロジスティック回帰分析（応用）



3.6 要因が複数の場合

p.207

- (1) 簡単な例
- (2) シンプソンのパラドックス
- (3) シンプソンのパラドックスの対応例

テキストの
該当ページ

使用するファイル

Excelファイル「改3計数値.xlsx」

JMPファイル「36-複数.jmp」「36-虫歯.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) 簡単な例

構造をもった分割表の事例
(3元分割表)



●事例

月齢（幼若・成熟）、性（雄・雌）が異なるイヌに薬剤を投与し、その副作用（嘔吐）の有無を観察（仮想データ）

要因の水準を組み合わせた4つのカテゴリーと2つの反応カテゴリーからなる4×2分割表
月齢（幼若・成熟）×性（雄・雌）の組合せ・・・構造がある、2因子実験
第2部の2因子実験に対応・・・交互作用

表示 3.6.1 簡単な例（一部）

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合
幼若	雄	16	34	50	0.32
	雌	13	41	54	0.24
成熟	雄	5	43	48	0.10
	雌	6	43	49	0.12
計		40	161	201	0.20

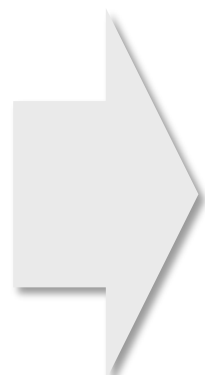
●解析方法

要因の構造を無視して解析（2元分割表）
4 × 2 分割表、2 × 2 分割表として解析

要因の構造を考慮して解析（3元分割表）
交互作用を含めて解析

表示 3.6.1 簡単な例（一部）

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合
幼若	雄	16	34	50	0.32
	雌	13	41	54	0.24
成熟	雄	5	43	48	0.10
	雌	6	43	49	0.12
計		40	161	201	0.20



2元分割表（二元表）

4 × 2 分割表

月齢・雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし
幼若・雄	16	34
幼若・雌	13	41
成熟・雄	5	43
成熟・雌	6	43

2 × 2 分割表

月齢	嘔吐 あり	嘔吐 なし
幼若	29	75
成熟	11	86

2 × 2 分割表

雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし
雄	21	77
雌	19	84

3元分割表（3元表）

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし
幼若	雄	16	34
	雌	13	41
成熟	雄	5	43
	雌	6	43



2 因子の組合せ
構造を考慮

3元分割表
月齢 × 雌雄 × 嘔吐

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●尤度比検定、Pearsonのカイ2乗検定

4 × 2 分割表として解析

月齢と雌雄を組み合わせた4水準間に有意差が認められる

(計算方法は [§3.3](#) を参照)

2 × 2 分割表として解析

雌雄をまとめて、月齢を比較すると高度な有意差が認められる

月齢をまとめて、雌雄を比較すると有意差は認められない

4 × 2 分割表で有意差があったのは月齢が原因であって、雌雄の影響はなさそう

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	雄	16	34	50	0.32	χ^2 値	9.799	9.692
	雌	13	41	54	0.24			
成熟	雄	5	43	48	0.10	p 値	0.020	0.021
	雌	6	43	49	0.12			
計		40	161	201	0.20	自由度 3		

月齢	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	29	75	104	0.28	χ^2 値	8.907	8.618
成熟	11	86	97	0.11			
計	40	161	201	0.20	p 値	0.003	0.003
						自由度 1	

雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
雄	21	77	98	0.21	χ^2 値	0.280	0.280
雌	19	84	103	0.18			
計	40	161	201	0.20	p 値	0.597	0.597
						自由度 1	

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●尤度比検定、Pearsonのカイ2乗検定

4 × 2 分割表として解析

月齢と雌雄を組み合わせた4水準間に有意差が認められる

(計算方法は [§3.3](#) を参照)

2 × 2 分割表として解析

雌雄をまとめて、月齢を比較すると高度な有意差が認められる

月齢をまとめて、雌雄を比較すると有意差は認められない

4 × 2 分割表で有意差があったのは月齢が原因であって、雌雄の影響はなさそう

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	雄	16	34	50	0.32	χ^2 値	9.799	9.692
	雌	13	41	54	0.24			
成熟	雄	5	43	48	0.10	p 値	0.020	0.021
	雌	6	43	49	0.12			
計		40	161	201	0.20	自由度 3		

月齢	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	29	75	104	0.28	χ^2 値	8.907	8.618
成熟	11	86	97	0.11			
計	40	161	201	0.20	p 値	0.003	0.003
自由度 1							

雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
雄	21	77	98	0.21	χ^2 値	0.280	0.280
雌	19	84	103	0.18			
計	40	161	201	0.20	p 値	0.597	0.597
自由度 1							

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●尤度比検定、Pearsonのカイ2乗検定

4 × 2 分割表として解析

月齢と雌雄を組み合わせた4水準間に有意差が認められる

(計算方法は [§3.3](#) を参照)

2 × 2 分割表として解析

雌雄をまとめて、月齢を比較すると高度な有意差が認められる

月齢をまとめて、雌雄を比較すると有意差は認められない

4 × 2 分割表で有意差があったのは月齢が原因であって、雌雄の影響はなさそう

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合
幼若	雄	16	34	50	0.32
	雌	13	41	54	0.24
成熟	雄	5	43	48	0.10
	雌	6	43	49	0.12
計		40	161	201	0.20

月齢	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合
幼若	29	75	104	0.28
成熟	11	86	97	0.11
計	40	161	201	0.20

雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合
雄	21	77	98	0.21
雌	19	84	103	0.18
計	40	161	201	0.20

	尤度比	Pearson
χ^2 値	9.799	9.692
p 値	0.020	0.021

自由度 3

Excelシート
計算方法の
説明 [§3.3](#)

χ^2 値	0.007	0.618
p 値	0.003	0.003

自由度 1

	尤度比	Pearson
χ^2 値	0.280	0.280
p 値	0.597	0.597

自由度 1

簡単な例：要因の構造を無視して解析

対数オッズ
(ロジット)

対数オッズ比

p.207

- 対数オッズ、対数オッズ比
割合の代わりに対数オッズで比較
対数オッズ比が0（オッズ比が1）だと
2つの事象は独立（関係はない） (§3.3)

嘔吐なしに対する嘔吐ありの対数オッズ

幼若 雄 $\ln(16/34) = -0.754$

幼若 雌 $\ln(13/41) = -1.149$

幼若における、雄に対する雌の対数オッズ比
(オッズ比の対数值、対数オッズの差)

$$\ln\left(\frac{13/41}{16/34}\right) = \ln\left(\frac{13 \times 34}{16 \times 41}\right) - 0.395$$

$$-1.149 - (-0.754) = -0.395$$

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969	-0.821	
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

月齢	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	成熟/幼若
幼若	29	75	104	0.28	-0.950	-1.106
成熟	11	86	97	0.11	-2.056	
計		40	161	201	0.20	

雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	雌/雄
雄	21	77	98	0.21	-1.299	-0.187
雌	19	84	103	0.18	-1.486	
計		40	161	201	0.20	

簡単な例：要因の構造を無視して解析

対数オッズ
(ロジット)

対数オッズ比

p.207

- 対数オッズ、対数オッズ比
割合の代わりに対数オッズで比較
対数オッズ比が0（オッズ比が1）だと
2つの事象は独立（関係はない） (§3.3)

嘔吐なしに対する嘔吐ありの対数オッズ

幼若 雄 $\ln(16/34) = -0.754$

成熟 雄 $\ln(5/43) = -2.152$

雄における、幼若に対する成熟の対数オッズ比
(オッズ比の対数值、対数オッズの差)

$$\ln\left(\frac{5/43}{16/34}\right) = \ln\left(\frac{5 \times 34}{16 \times 43}\right) - 1.398$$

$$- 2.152 - (-0.754) = -1.398$$

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969		-0.821
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

月齢	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	成熟/幼若
幼若	29	75	104	0.28	-0.950	-1.106
成熟	11	86	97	0.11	-2.056	
計		40	161	201	0.20	

雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ	雌/雄
雄	21	77	98	0.21	-1.299	-0.187
雌	19	84	103	0.18	-1.486	
計		40	161	201	0.20	

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●対数オッズ、対数オッズ比

対数オッズ比が 0 = 2つの事象は独立

4 × 2 分割表

雌／雄 の対数オッズ比は 0 に近い

成熟／幼若の対数オッズ比は 0 から遠い

2 × 2 分割表（月齢）

成熟／幼若の対数オッズ比は 0 から遠い

2 × 2 分割表（雌雄）

雌／雄の対数オッズ比は 0 に近い

尤度比検定の結果と符合

4 × 2 分割表で有意差があったのは

月齢が原因であって雌雄の影響はなさそう

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合	対数 オッズ	雌／雄	成熟／幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969		
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

月齢	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合	対数 オッズ	成熟／幼若
幼若	29	75	104	0.28	-0.950	-1.106
成熟	11	86	97	0.11	-2.056	
計	40	161	201	0.20		

0 から
遠い

雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合	対数 オッズ	雌／雄
雄	21	77	98	0.21	-1.299	-0.187
雌	19	84	103	0.18	-1.486	
計	40	161	201	0.20		

0 に
近い

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●JMP [二変量の関係]

JMPファイル「36-複数.jmp」の読み込み
表示3.6.1 のデータ

「雌雄」・・・「性」
「嘔吐あり」「嘔吐なし」のイヌの匹数
・・・「f」

表示 3.6.1
(一部)

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし
幼若	雄	16	34
	雌	13	41
成熟	雄	5	43
	雌	6	43

分割表の形で
JMP に入力不可

The screenshot shows the JMP software interface. On the left, a list of variables is displayed under the heading '列(5/0)'. The variables are: '性*' (Sex), '月齢*' (Age), '副作用*' (Side Effect), 'f', and '組合せ+*' (Interaction). The main window displays a data table with 8 rows and 5 columns. The columns are labeled '性', '月齢', '副作用', 'f', and '組合せ'. The data rows are as follows:

	性	月齢	副作用	f	組合せ
1	雄	幼若	嘔吐あり	16	幼若雄
2	雄	幼若	嘔吐なし	34	幼若雄
3	雄	成熟	嘔吐あり	5	成熟雄
4	雄	成熟	嘔吐なし	43	成熟雄
5	雌	幼若	嘔吐あり	13	幼若雌
6	雌	幼若	嘔吐なし	41	幼若雌
7	雌	成熟	嘔吐あり	6	成熟雌
8	雌	成熟	嘔吐なし	43	成熟雌

●JMP [二変量の関係]

値の順序の指定（名義尺度、[§3.2](#)、[§3.3](#) 参照）

オッズの分母と分子に反映：後に位置させたカテゴリーが分母
（雌／雄、成熟／幼若、嘔吐あり／嘔吐なし）

表示の順番に反映

「性」	「月齢」	「副作用」	「組合せ」
値の順序 レポートに表	値の順序 レポート	値の順序 レポートに表	値の順序 レポートに
雌 雄	成熟 幼若	嘔吐あり 嘔吐なし	幼若雄 幼若雌 成熟雄 成熟雌

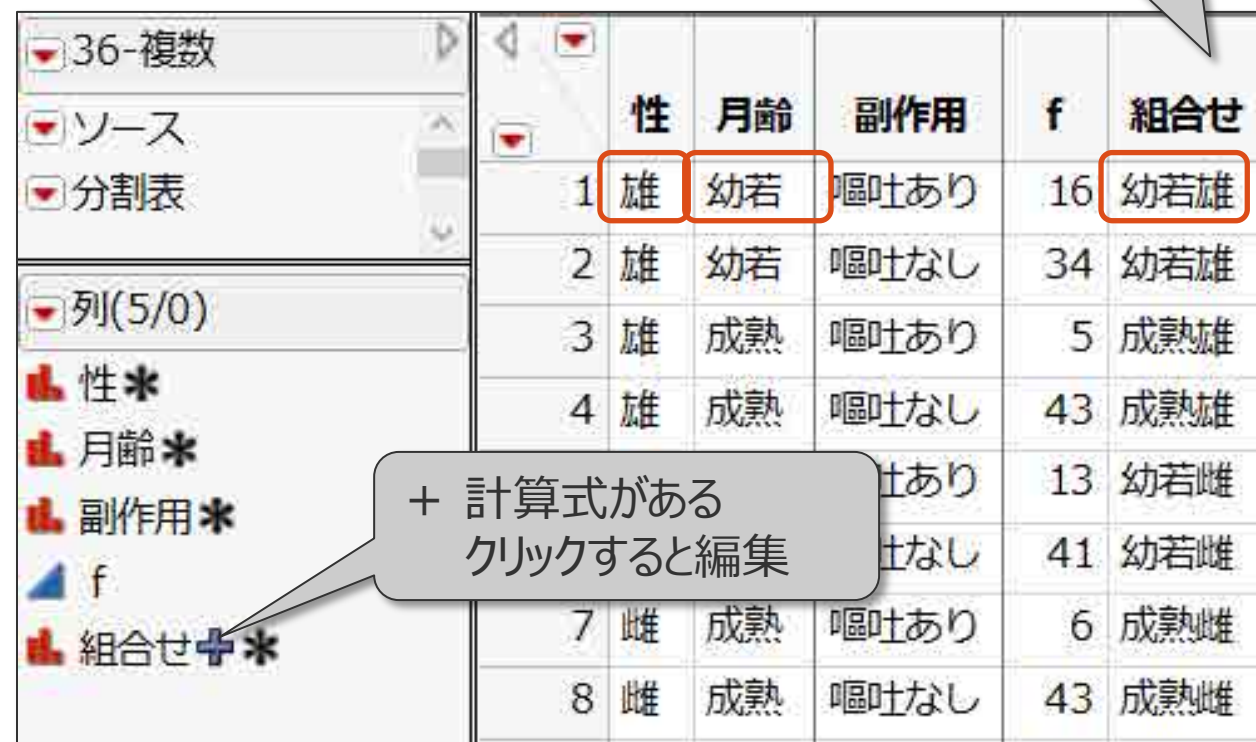
36-複数	性	月齢	副作用	f	組合せ
ソース	1 雄	幼若	嘔吐あり	16	幼若雄
分割表	2 雄	幼若	嘔吐なし	34	幼若雄
列(5/0)	3 雄	成熟	嘔吐あり	5	成熟雄
性*	4 雄	成熟	嘔吐なし	43	成熟雄
月齢*	5 雌	幼若	嘔吐あり	13	幼若雌
副作用*			嘔吐なし	41	幼若雌
f			嘔吐あり	6	成熟雌
組合せ+*			嘔吐なし	43	成熟雌

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●JMP [二変量の関係]

4×2分割表で解析 → 「組合せ」の列を作製
JMP関数で「性」と「月齢」から作成

計算式を入力



	性	月齢	副作用	f	組合せ
1	雄	幼若	嘔吐あり	16	幼若雄
2	雄	幼若	嘔吐なし	34	幼若雄
3	雄	成熟	嘔吐あり	5	成熟雄
4	雄	成熟	嘔吐なし	43	成熟雄
5	雌	幼若	嘔吐あり	13	幼若雌
6	雌	幼若	嘔吐なし	41	幼若雌
7	雌	成熟	嘔吐あり	6	成熟雌
8	雌	成熟	嘔吐なし	43	成熟雌

「性」と「月齢」の組合せ

+ 計算式がある
クリックすると編集

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●JMP の文字関数

The image shows a screenshot of the JMP software interface. On the left, a list of variables includes '性' and '月齢', which are highlighted with a red box and labeled '選択' (Selection). The '関数(グループ別)' (Functions by Group) menu is open, with '文字' (Text) selected. A secondary menu shows 'Concat' selected. Below, the result of the function is shown as '月齢 || 性'. A callout box explains the 'Concat' function: 'Concat' with a visual representation of two boxes separated by two vertical bars, and the text '第1文字列に第2文字列を連結して新しい文字列を作成' (Concatenate the 1st and 2nd text strings to create a new text string).

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●JMP [二変量の関係]

2水準を組み合わせた「組合せ」と「副作用」と「f」を使って4×2分割表で解析

	性	月齢	副作用	f	組合せ
1	雄	幼若	嘔吐あり	16	幼若雄
2	雄	幼若	嘔吐なし	34	幼若雄
3	雄	成熟	嘔吐あり	5	成熟雄
4	雄	成熟	嘔吐なし	43	成熟雄
5	雌	幼若	嘔吐あり	13	幼若雌
6	雌	幼若	嘔吐なし	41	幼若雌
7	雌	成熟	嘔吐あり	6	成熟雌
8	雌	成熟	嘔吐なし	43	成熟雌

二変量の関係 - JMP

各Xに対するYの分布。いろいろな分析の種類がある。

列の選択

- 性
- 月齢
- 副作用
- f
- 組合せ

選択した列に役割を割り当てる

- Y, 目的変数: 副作用
- X, 説明変数: 組合せ
- ブロック: オプション
- 重み: オプション(数値)
- 度数: f
- By: オプション

分割表

- 二変量
- 一元配置
- ロジスティック
- 分割表

アクション

- OK
- キャンセル
- 削除
- 前回の設定
- ヘルプ

簡単な例：要因の構造を無視して解析

●JMP [二変量の関係]

モザイク図からは、

「幼若雄」の副作用の割合が最も多い

「成熟雄」の副作用の割合が最も低い

この傾向は、統計的に意味がある

要因の構造を無視して

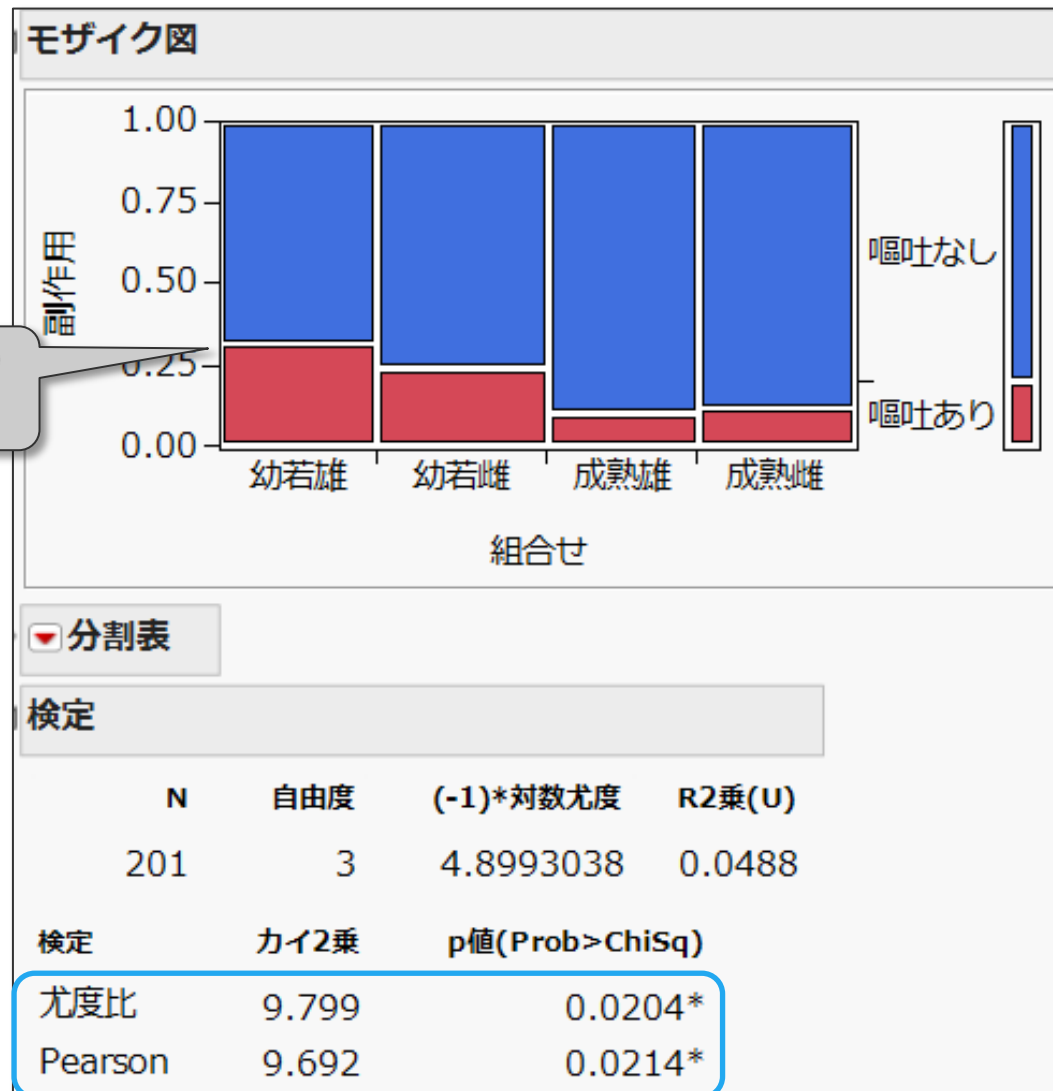
要因を組み合わせて比較すると有意差がある

表示 3.6.1 (一部) Excelの結果

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	雄	16	34	50	0.32	χ^2 値	9.799	9.692
	雌	13	41	54	0.24			
成熟	雄	5	43	48	0.10	p 値	0.020	0.021
	雌	6	43	49	0.12			
計		40	161	201	0.20			

嘔吐ありの割合

表示
3.6.2



●JMP [モデルのあてはめ]

2つ以上の説明変数がある場合、
[モデルのあてはめ] を使う

[モデル効果の構成] に

2因子と交互作用の項を加える

(a) [列の選択] で

「性」「月齢」を選択、[追加]
「性」「月齢」を選択後に
[交差] をクリック

(b) [列の選択] で

「性」「月齢」を選択後に
[マクロ] > [完全実施要因]
をクリック

モデルの指定

列の選択

- 性
- 月齢
- 副作用
- f
- 組合せ

役割変数の選択

Y: 副作用

オプション

重み: オプション(数値)

度数: f

By: オプション

手法: 名義ロジスティック

ヘルプ

実行

前回の設定 ダイアログを

削除

モデル効果の構成

追加

交差

枝分かれ

マクロ

性

月齢

性*月齢

交差
第2部§5
「2因子実験」
と同様に考える

簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●JMP [モデルのあてはめ]

効果の尤度比検定

「月齢」のみ有意

「性」は有意ではない

「性」と「月齢」の交互作用は
有意ではない

表示 3.6.3 JMP「モデルのあてはめ」による解析（交互作用を含む）

要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
性	1	1	0.07431051	0.7852
月齢	1	1	8.88593751	0.0029*
性*月齢	1	1	0.55174518	0.4576

交互作用の
意味を考える

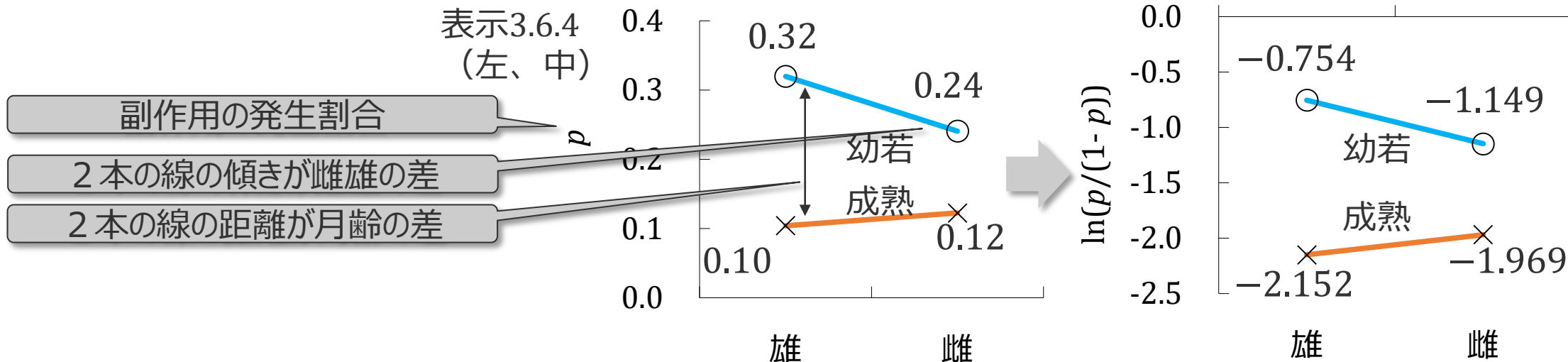
簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

2本の線の距離が月齢の差
 2本の線の傾きが雌雄の差
 割合 (p) の比較を対数オッズで行う
 (ロジット)
 この変換で、交互作用が
 はっきりしたり消える場合もある

表示 3.6.1 (上段)

月齢	雌雄	嘔吐		計	割合	対数オッズ	対数オッズ比	
		あり	なし				雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969	-0.821	
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

性[雌]のパラメータ推定値

$$\frac{-0.395 + 0.182}{2} = -0.106$$

$$\frac{-0.106}{2} = -0.0531$$

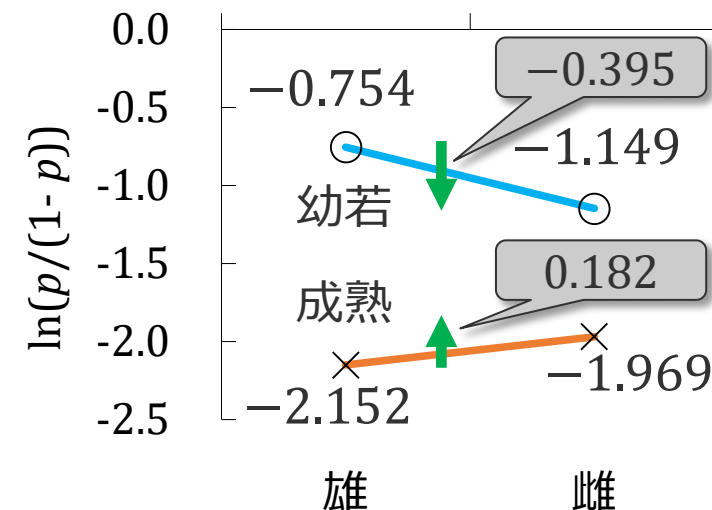
表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐		計	割合	対数オッズ	対数オッズ比	
		あり	なし				雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969		-0.821
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

表示 3.6.3 (一部)

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5058993	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

性[雌]のパラメータ推定値

$$\frac{-0.395 + 0.182}{2} = -0.106$$

$$\frac{-0.106}{2} = -0.053$$

対数オッズ比の
平均値の1/2

表示 3.6.1

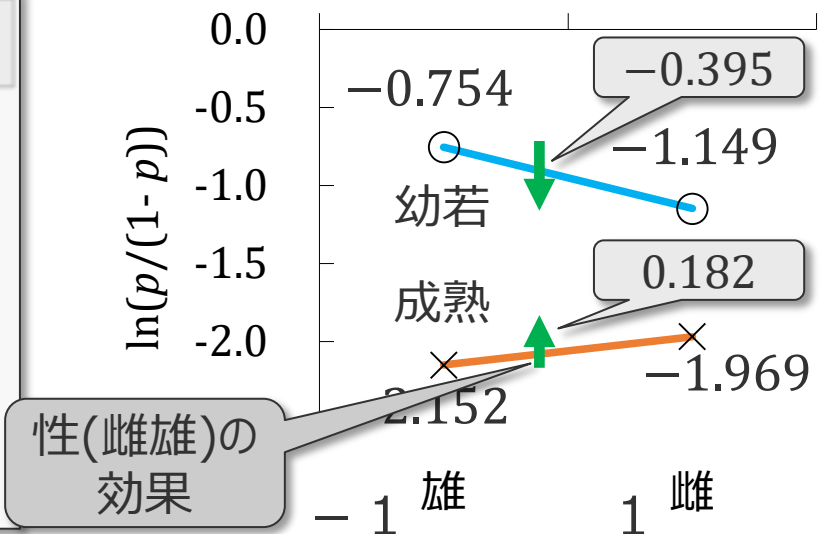
月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合	対数 オッズ	対数オッズ比 雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969		-0.821
計		40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

性(雌雄)の
効果

表示 3.6.3 (一部)

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5058993	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし



性(雌雄)の
効果

簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

性[成熟]のパラメータ推定値

$$\frac{-1.398 - 0.821}{2} = -1.109$$

$$\frac{-1.109}{2} = -0.555$$

対数オッズ比の
平均値の1/2

表示 3.6.3 (一部)

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.505899	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

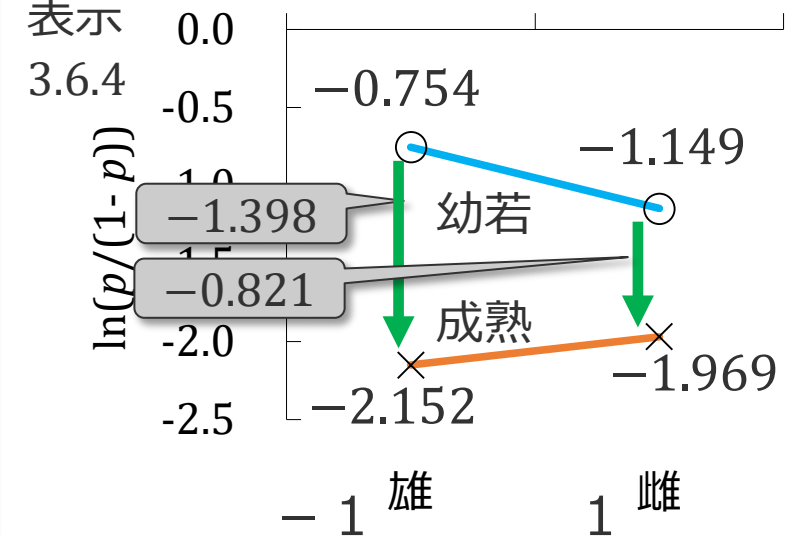
推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし

表示 3.6.1

		嘔吐		計	割合	対数オッズ	対数オッズ比	
月齢	雌雄	あり	なし				雌/雄	成熟/幼若
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754	-0.395	
	雌	13	41	54	0.24	-1.149		
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152	0.182	-1.398
	雌	6	43	49	0.12	-1.969		
	計	40	161	201	0.20	平均	-0.106	-1.109

表示

3.6.4



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

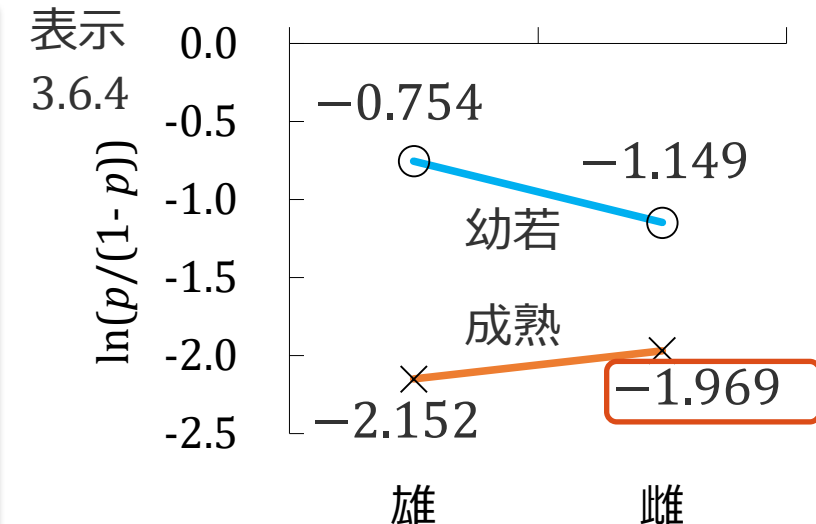
	切片	性	月齢	交互作用
幼若 雄	-0.754	= -1.506 + 0.053 + 0.555 + 0.144		
幼若 雌	-1.149	= -1.506 - 0.053 + 0.555 - 0.144		
成熟 雄	-2.152	= -1.506 + 0.053 - 0.555 - 0.144		
成熟 雌	-1.969	= -1.506 - 0.053 - 0.555 + 0.144		

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754
	雌	13	41	54	0.24	-1.149
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152
	雌	6	43	49	0.12	-1.969
計		40	161	201	0.20	

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5058993	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

平行な直線
とのズレ

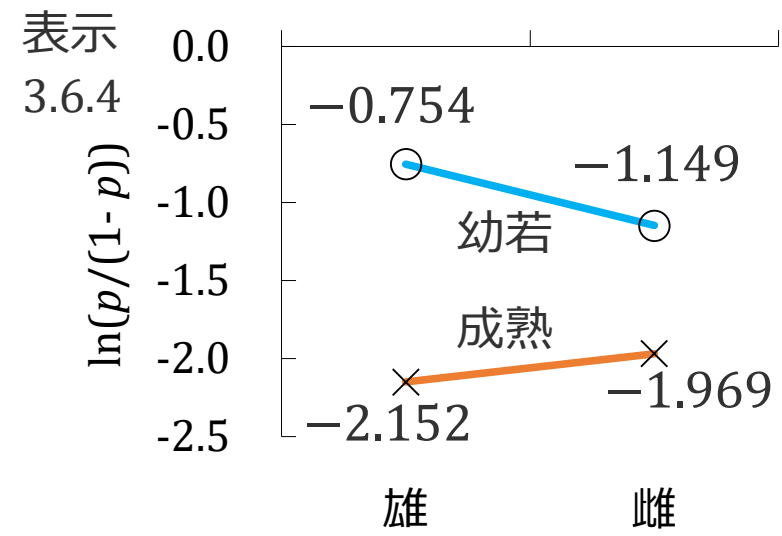
	切片	性	月齢	交互作用
幼若 雄	-0.754	= -1.506 + 0.053 + 0.555 + 0.144		
幼若 雌	-1.149	= -1.506 - 0.053 + 0.555 - 0.144		
成熟 雄	-2.152	= -1.506 + 0.053 - 0.555 - 0.144		
成熟 雌	-1.969	= -1.506 - 0.053 - 0.555 + 0.144		

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754
	雌	13	41	54	0.24	-1.149
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152
	雌	6	43	49	0.12	-1.969
計		40	161	201	0.20	

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5058993	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●交互作用

平行な直線
とのズレ

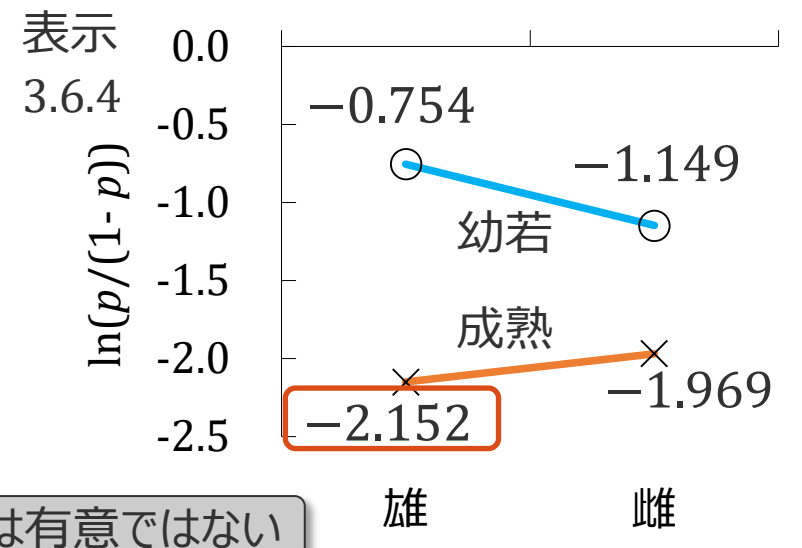
	切片	性	月齢	交互作用
幼若 雄	-0.754	= -1.506 + 0.053 + 0.555 + 0.144		
幼若 雌	-1.149	= -1.506 - 0.053 + 0.555 - 0.144		
成熟 雄	-2.152	= -1.506 + 0.053 - 0.555 - 0.144		
成熟 雌	-1.969	= -1.506 - 0.053 - 0.555 + 0.144		

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754
	雌	13	41	54	0.24	-1.149
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152
	雌	6	43	49	0.12	-1.969
計		40	161	201	0.20	

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5058993	0.1946798	59.83	<.0001*
性[雌]	-0.0531323	0.1946798	0.07	0.7849
月齢[成熟]	-0.5547021	0.1946798	8.12	0.0044*
性[雌]*月齢[成熟]	0.14429312	0.1946798	0.55	0.4586

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり/嘔吐なし



交互作用は有意ではない

●交互作用

交互作用が有意でなかった
($p = 0.458$)
交互作用の項を含めないで解析

[前回の設定] の利用

モデルの指定

列の選択

- 性
- 月齢
- 副作用
- f
- 組合せ

役割変数の選択

Y	副作用
オプション	
重み	オプション(数値)
度数	f
By	オプション

手法: 名義ロジスティック

ヘルプ 実行

前回の設定 ダイアログを開く

削除

モデル効果の構成

追加	性
交差	月齢
枝分かれ	
マクロ	

「性 * 月齢」を削除

簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●あてはまりの悪さ (LOF)

交互作用の項を含めない場合

あてはまりの悪さ (LOF) が出力

・・・平行な直線からのズレ

LOF のカイ 2 乗値と p 値は

交互作用「性*月齢」のカイ 2 乗値と

p 値に等しい

表示 3.6.3 (交互作用を含む)

▲ 効果の尤度比検定				
要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
性	1	1	0.07431051	0.7852
月齢	1	1	8.88593751	0.0029*
性*月齢	1	1	0.55174518	0.4576

表示 3.6.5 (一部、交互作用を含まない)

▼ 名義ロジスティックのあてはめ 副作用				
▲ あてはまりの悪さ(LOF)				
要因	自由度	(-1)*対数尤度	カイ2乗	
あてはまりの悪さ(LOF)	1	0.275873	0.551745	
飽和モデル	3	95.403702		p値(Prob>ChiSq)
あてはめたモデル	2	95.679574		0.4576

▲ 効果の尤度比検定				
要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
性	1	1	0.34028192	0.5597
月齢	1	1	8.96676782	0.0027*

「性 * 月齢」がない

簡単な例：要因の構造を考慮して解析

●パラメータ推定値

	切片	月齢	雌雄
幼若 雄	-0.843	= -1.504 + 0.556 + 0.105	
幼若 雌	-1.054	= -1.504 + 0.556 - 0.105	
成熟 雄	-1.954	= -1.504 - 0.556 + 0.105	
成熟 雌	-2.165	= -1.504 - 0.556 - 0.105	

表示 3.6.5

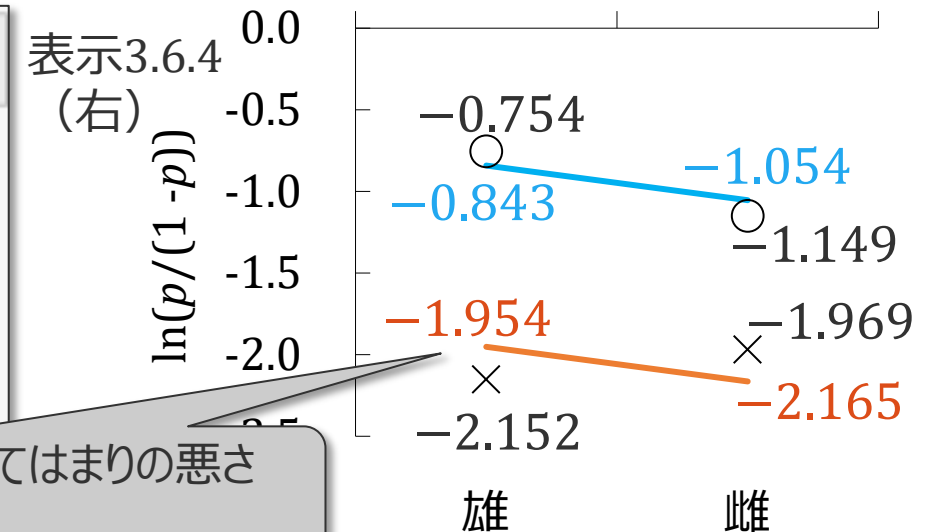
項	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
切片	-1.5041252	0.1941518	60.02	<.0001*
性[雌]	-0.1054338	0.1809001	0.34	0.5600
月齢[成熟]	-0.5555354	0.1941035	8.19	0.0042*

推定値は次の対数オッズに対するものです：嘔吐あり

平行な直線とのズレ = あてはまりの悪さ
 ... 交互作用に対応

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐あり	嘔吐なし	計	割合	対数オッズ
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754
	雌	13	41	54	0.24	-1.149
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152
	雌	6	43	49	0.12	-1.969
計		40	161	201	0.20	



簡単な例：要因の構造を考慮して解析

● 交互作用を含めた解析との比較

交互作用を含めない解析・・・平行な直線のあてはめ

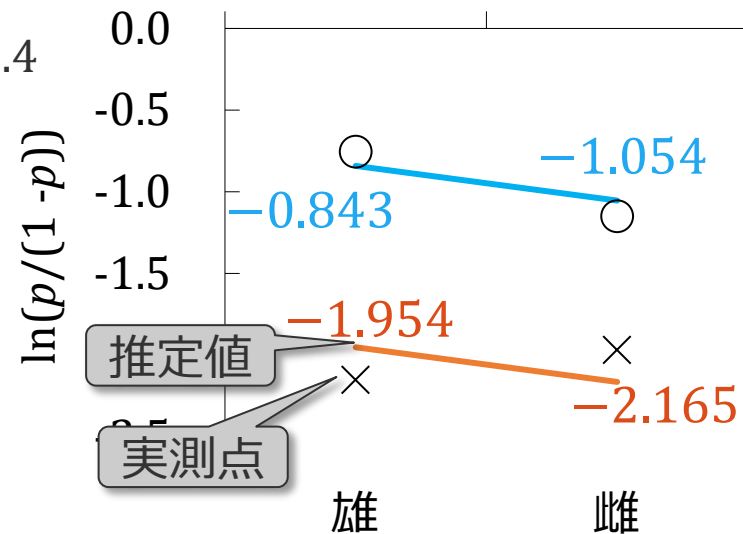
	切片	月齢	雌雄
幼若 雄	-0.843	= -1.504 + 0.556 + 0.105	
幼若 雌	-1.054	= -1.504 + 0.556 - 0.105	
成熟 雄	-1.954	= -1.504 - 0.556 + 0.105	
成熟 雌	-2.165	= -1.504 - 0.556 - 0.105	

(モデルの推定値と実測点のズレ・・・あてはまりの悪さ)

交互作用を含めた解析

	切片	月齢	雌雄	交互作用
幼若 雄	-0.754	= -1.506 + 0.555 + 0.053 + 0.144		
幼若 雌	-1.149	= -1.506 + 0.555 - 0.053 - 0.144		
成熟 雄	-2.152	= -1.506 - 0.555 + 0.053 - 0.144		
成熟 雌	-1.969	= -1.506 - 0.555 - 0.053 + 0.144		

表示 3.6.4



●交互作用

割合の解析

→ 対数オッズ (ロジット) で解析

(次章「ロジスティック回帰分析」を参照)

交互作用の項がない = 平行な直線

交互作用 = 平行な直線からのズレ

(雌雄の差が月齢の違いで異なる)

(月齢の差が雌雄の違いで異なる)

↓

交互作用が有意な場合、

要因ごとに分けて別々に解析

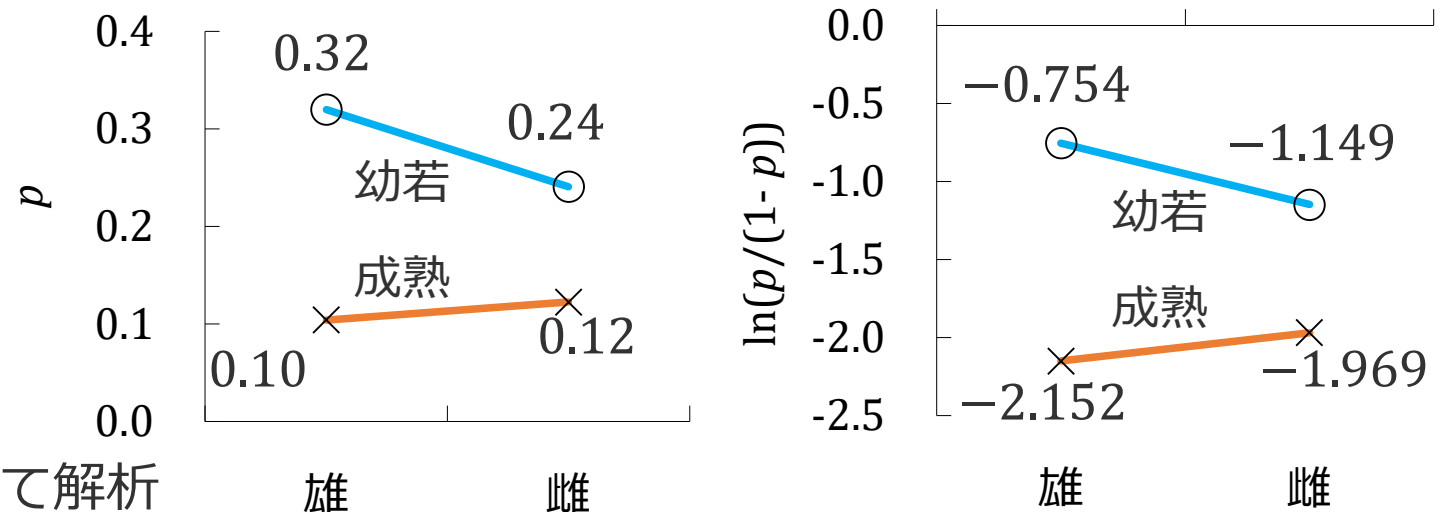
交互作用が有意でない場合、

場合によっては交互作用の項を除いて解析

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合	対数 オッズ
幼若	雄	16	34	50	0.32	-0.754
	雌	13	41	54	0.24	-1.149
成熟	雄	5	43	48	0.10	-2.152
	雌	6	43	49	0.12	-1.969
計		40	161	201	0.20	

表示 3.6.4



●尤度比検定、Pearsonのカイ 2 乗検定

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	雄	16	34	50	0.32	χ^2 値	9.799	9.692
	雌	13	41	54	0.24			
成熟	雄	5	43	48	0.10	p 値	0.020	0.021
	雌	6	43	49	0.12			
計		40	161	201	0.20	自由度 3		

4 × 2 分割表として解析
4 水準間に有意差あり

2 × 2 分割表として解析
月齢の水準間に有意差あり

2 × 2 分割表として解析
雌雄の水準間に有意差なし

月齢	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合		尤度比	Pearson	
幼若	29	75	104	0.28	χ^2 値	8.907	8.618	
成熟	11	86	97	0.11				
計	40	161	201	0.20	p 値			
						0.003		
						自由度 1		

雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合		尤度比	Pearson	
雄	21	77	98	0.21	χ^2 値	0.280	0.280	
雌	19	84	103	0.18				
計	40	161	201	0.20	p 値			
						0.597		
						自由度 1		

4 × 2 分割表で有意差があったのは
月齢が原因であって、雌雄の影響はなさそう

↑

2 要因を同時に取り上げた解析の結果と
要因ごとにまとめた解析の結果に矛盾はない

●要因のオッズ比

要因（月齢、性）を組み合わせた
2 × 2 分割表のオッズ比

$$OR = \frac{50 \times 49}{48 \times 54} = 0.945$$

- (a) 2 要因のオッズ比が 1 に近い、2 要因は独立している
 - (b) 2 要因を同時に取り上げて解析した結果と
個々の要因ごとにまとめて解析した結果に矛盾はない
- この(a)(b) には関連性がある

要因のオッズ比が 1 から大きく外れた場合、どのようなことが起きるか？

表示 3.6.1

月齢	雌雄	嘔吐 あり	嘔吐 なし	計	割合		尤度比	Pearson
幼若	雄	16	34	50	0.32	χ ² 値	9.799	9.692
	雌	13	41	54	0.24			
成熟	雄	5	43	48	0.10	p 値	0.020	0.021
	雌	6	43	49	0.12			
計		40	161	201	0.20			



表示 3.6.1 の集計

	雄	雌	計
幼若	50	54	104
成熟	48	49	97
計	98	103	201



(2) シンプソンのパラドックス

2 要因を同時に取り上げた解析と
個々の要因ごとにまとめた解析で
一見矛盾した結果が得られる



●事例

ある手術の症例を、大学病院と個人病院から無作為に50例ずつ抽出し、成功と失敗に分類
大学病院の成功率は 0.76、個人病院の成功率は 0.92（仮想データ）

表示 3.6.6

	成功	失敗	計	成功率
大学病院	38	12	50	0.76
個人病院	46	4	50	0.92
計	84	16	100	0.84

行パーセントの
比較は可

仮に列パーセントを
計算した場合、
取り扱いに注意

● 1 要因（病院の種類）による解析

ある手術の症例を、大学病院と個人病院から無作為に50例ずつ抽出し、成功と失敗に分類
大学病院の成功率は 0.76、個人病院の成功率は 0.92、個人病院の成功率が有意に高い・・・？

表示 3.6.6

	成功	失敗	計	成功率
大学病院	38	12	50	0.76
個人病院	46	4	50	0.92
計	84	16	100	0.84

	尤度比	Pearson
χ^2	4.949	4.762
p	0.026	0.029
対数オッズ比	1.290	

有意

$$\ln\left(\frac{46 \times 12}{38 \times 4}\right)$$

0 から離れた値

重症患者の手術は大学病院に依頼する

大学病院と個人病院で、患者の重症度が異なるかもしれない

このように、隠れ潜んでいる可能性がある変数のことを「第3の変数」「調整変数」という

● 2 要因（病院の種類×重症・軽症）による別々の解析

ある手術の症例を、大学病院と個人病院から無作為に50例ずつ抽出し、成功と失敗に分類
 大学病院の成功率は 0.76、個人病院の成功率は 0.92、個人病院の成功率が有意に高い・・・？

表示 3.6.6

	成功	失敗	計	成功率
大学病院	38	12	50	0.76
個人病院	46	4	50	0.92
計	84	16	100	0.84

	尤度比	Pearson
χ^2	4.949	4.762
p	0.026	0.029
対数オッズ比		1.290

差は有意

重症・軽症で層別すると、成功率に有意差なし

表示 3.6.7

		成功	失敗	計	成功率
重症	大学病院	21	11	32	0.66
	個人病院	1	2	3	0.33
	計	22	13	35	0.63
軽症	大学病院	17	1	18	0.94
	個人病院	45	2	47	0.96
	計	62	3	65	0.95

明確な差ではない

	尤度比	Pearson
χ^2	1.177	1.225
p	0.278	0.268
対数オッズ比		-1.340
χ^2	0.048	0.050
p	0.826	0.823
対数オッズ比		0.280

有意ではない

一見矛盾した結果

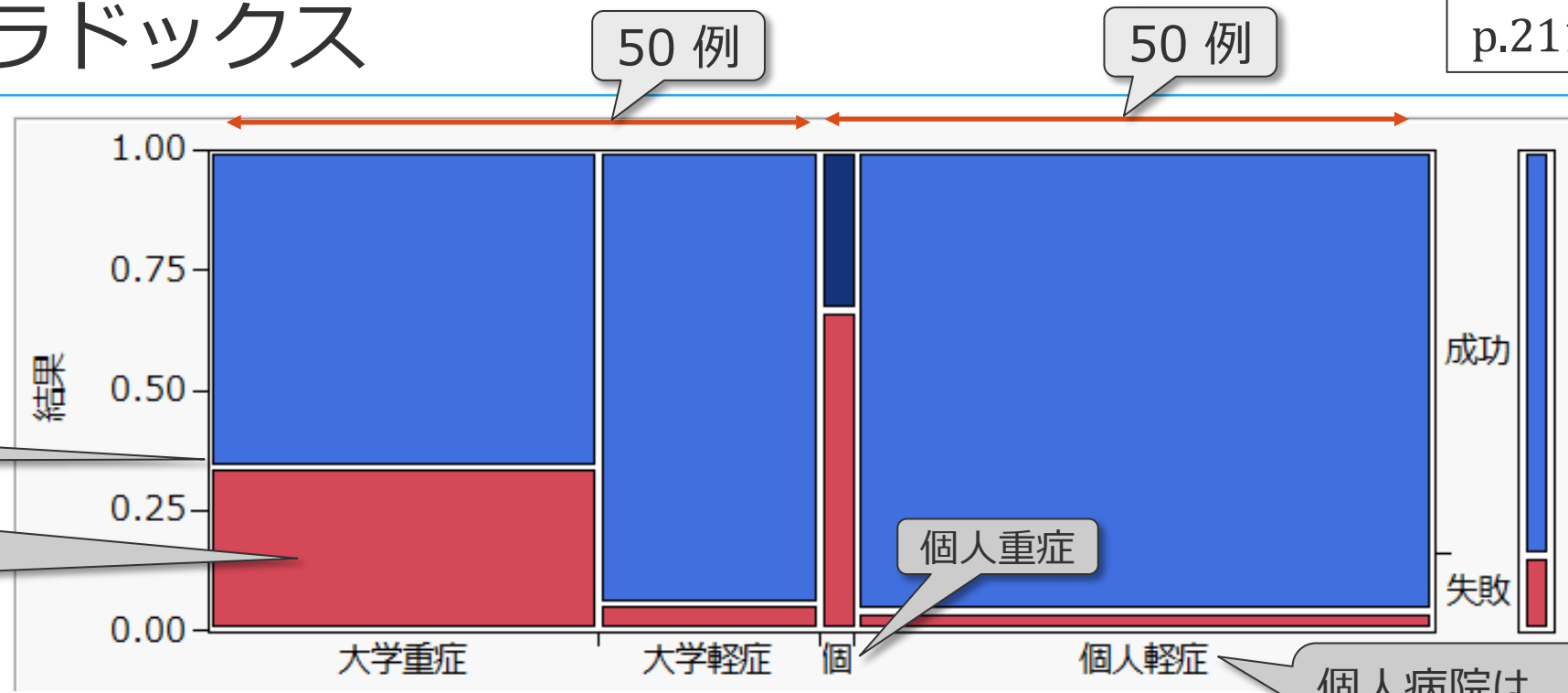
→ グラフ化

シンプソンのパラドックス

● 2 要因による 別々の解析

失敗率

大学病院は重症が多く失敗が多い



個人病院は軽症が多い

表示		成功	失敗	計	成功率
3.6.7 重症	大学病院	21	11	32	0.66
	個人病院	1	2	3	0.33
	計	22	13	35	0.63
軽症	大学病院	17	1	18	0.94
	個人病院	45	2	47	0.96
	計	62	3	65	0.95

	尤度比	Pearson
χ^2	1.177	1.225
p	0.278	0.268
対数オッズ比	-1.340	
χ^2	0.048	0.050
p	0.826	0.823
対数オッズ比	0.280	

$\ln\left(\frac{1 \times 11}{21 \times 2}\right)$
0 から離れた値

$\ln\left(\frac{45 \times 1}{17 \times 2}\right)$



シンプソンのパラドックス

●要因のオッズ比

大学病院の重症数のオッズは、個人病院の重症数のオッズの 27.9 倍・・・1 から大きく外れる
重症・軽症と大学病院・個人病院には関連性がある（独立ではない）

要因のオッズ比

	重症	軽症
大学病院	32	18
個人病院	3	47

$$OR = \frac{32 \times 47}{3 \times 18} = 27.9$$

表示		成功	失敗	計	成功率
3.6.7 重症	大学病院	21	11	32	0.66
	個人病院	1	2	3	0.33
	計	22	13	35	0.63
軽症	大学病院	17	1	18	0.94
	個人病院	45	2	47	0.96
	計	62	3	65	0.95

	尤度比	Pearson
χ^2	1.177	1.225
p	0.278	0.268
対数オッズ比	-1.340	
χ^2	0.048	0.050
p	0.826	0.823
対数オッズ比	0.280	

●シンプソンのパラドックスの意味

病院の種類で解析した結果と、重症度で層別して解析した結果が、一見矛盾している
 要因のオッズ比が1から外れると起こる（サンプルサイズのアンバランス）

表示 3.6.6

	成功	失敗	計	成功率
大学病院	38	12	50	0.76
個人病院	46	4	50	0.92
計	84	16	100	0.84

	尤度比	Pearson
χ^2	4.949	4.762
p	0.026	0.029
対数オッズ比		1.290

差は有意

表示 3.6.7

		成功	失敗	計	成功率
重症	大学病院	21	11	32	0.66
	個人病院	1	2	3	0.33
	計	22	13	35	0.63
軽症	大学病院	17	1	18	0.94
	個人病院	45	2	47	0.96
	計	62	3	65	0.95

明確な差ではない

	尤度比	Pearson
χ^2	1.177	1.225
p	0.278	0.268
対数オッズ比		-1.340
χ^2	0.048	0.050
p	0.826	0.823
対数オッズ比		0.280

有意ではない

要因のオッズ比

	重症	軽症
大学病院	32	18
個人病院	3	47

$$OR = \frac{32 \times 47}{3 \times 18} = 27.9$$

●シンプソンのパラドックスの意味（補足）

大学病院、個人病院ともに、重症25例・軽症25例を無作為に抽出（要因のオッズ比が1）
重症・軽症を併合した場合と、重症・軽症で層別した場合、結果の解釈に矛盾はない

表示 3.6.6
(改変)

	成功	失敗	計	成功率
大学病院	41	9	50	0.82
個人病院	32	18	50	0.64
計	73	27	100	0.73

大学 > 個人

	尤度比	Pearson
χ^2	4.171	4.110
p	0.041	0.043
対数オッズ比	-0.941	

有意

表示 3.6.7
(改変)

		成功	失敗	計	成功率
重症	大学病院	17	8	25	0.68
	個人病院	8	17	25	0.32
	計	25	25	50	0.50
軽症	大学病院	24	1	25	0.96
	個人病院	24	1	25	0.96
	計	48	2	50	0.96

大学 > 個人

	尤度比	Pearson
χ^2	6.628	6.480
p	0.010	0.011
対数オッズ比	-1.508	
χ^2	0.000	0.000
p	1.000	1.000
対数オッズ比	0.000	

有意

要因のオッズ比

	重症	軽症
大学病院	25	25
個人病院	25	25

$$OR = \frac{25 \times 25}{25 \times 25} = 1$$



●シンプソンのパラドックスの意味

重症・軽症の要因を併合すると、個人病院の成功率は大学病院よりも有意に高かった
重症・軽症で層別すると、大学病院と個人病院の成功率に有意差はなかった（一見、矛盾）

要因を1つずつ取り上げ、他の要因を併合して解析した結果と、
他の要因で層別して解析した結果が大きく異なる現象を「シンプソンのパラドックス」という

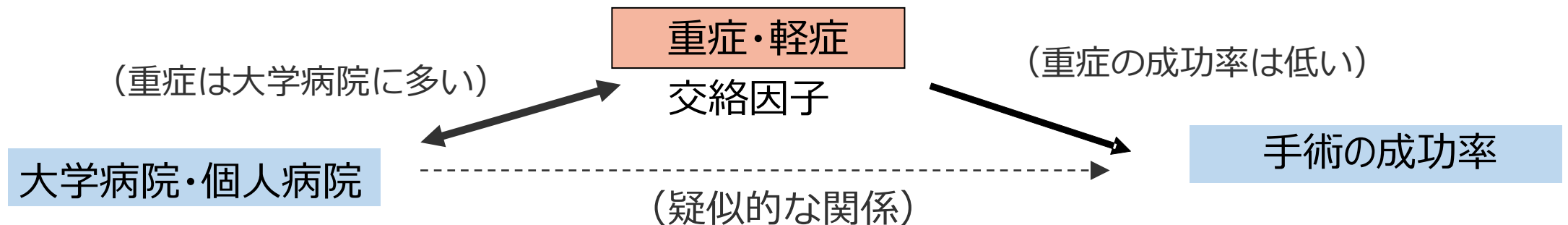
手術の成功率と大学病院・個人病院との間に因果関係がないにもかかわらず、
重症・軽症という他の要因（第3の要因、交絡因子）の影響で、成功率に有意な差が生じた
（逆に、本来は因果関係があるにも関わらず、関連性が現れてこない場合もある）

●シンプソンのパラドックスの意味

重症・軽症の要因を併合すると、個人病院の成功率は大学病院よりも有意に高かった
重症・軽症で層別すると、大学病院と個人病院の成功率に有意差はなかった（一見、矛盾）

要因を1つずつ取り上げ、他の要因を併合して解析した結果と、
他の要因で層別して解析した結果が大きく異なる現象を「シンプソンのパラドックス」という

手術の成功率と大学病院・個人病院との間に因果関係がないにもかかわらず、
重症・軽症という他の要因（第3の因子、交絡因子）の影響で、成功率に有意な差が生じた
（逆に、本来は因果関係があるにも関わらず、関連性が現れてこない場合もある）



●シンプソンのパラドックスの意味

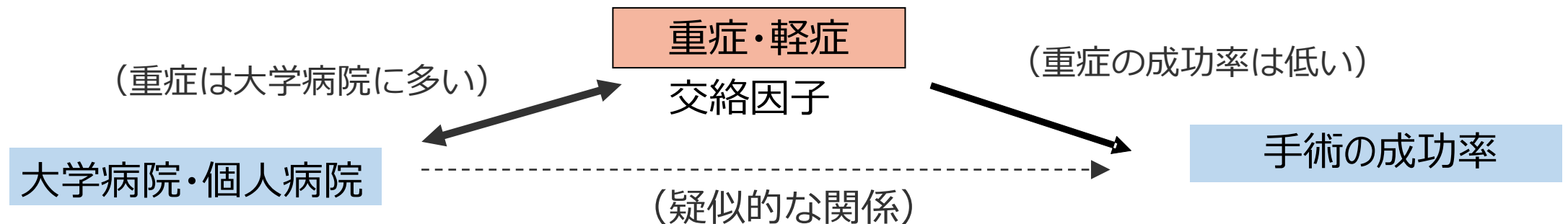
観察研究（コホート研究、症例対照研究、§3.3）の場合

リスク因子は1つのだけでなく、現実には複数のリスク因子が存在し、より複雑化する調査目的の「結果」に影響する可能性のあるリスク因子を事前に選び出して観察する影響の大きい因子を見逃すと、この因子と関連のある因子が影響していると誤る可能性あり
 関連する因子を見逃さないように調査項目を選び出す

データが得られたならば、調査した要因をすべて取り上げて解析

要因は、質的変数とともに、量的変数（年齢・BMIなど）が含まれる

→§4の中の『重ロジスティック回帰分析』が用いられる





(3) シンプソンのパラドックスへの対応

もう一つの事例（症例対照研究 [§3.3](#)）

子供の虫歯

●事例

症例対照研究 ([§3.3](#)) の事例

目的：小学生や幼児における虫歯の原因の探索

調査：ある地域において、

虫歯がある子供（症例） 200 名と、虫歯のない子供（対照） 200 名を無作為に抽出
（仮想データ）

表示 3.6.8

居住環境	症例	対照	計	オッズ	下側95% 上側95%	
繁華街	107	87	194	1.230		
住宅街	93	113	206	0.823		
計	200	200	400			
オッズ	1.151	0.770	オッズ比	1.494	1.008	2.216

●症例対照研究における比較指標

繁華街での発症率、住宅街の発症率（行パーセント）と、これらのリスク比は計算できない症例および対象における繁華街と住宅街の割合（列パーセント）は計算できるオッズ比が比較する指標となる（テキスト p.213 脚注を参照、[§3.3](#) 参照）
行と列を入れ替えてもオッズ比の値は変わらない（[§3.3](#) 参照）

$$OR = \frac{107 \times 113}{93 \times 87} = 1.494 \quad [1.008, 2.216]$$

行周辺度数から
行パーセントを
計算することは不可

表示 3.6.8

居住環境	症例	対照	計	オッズ	下側95% 上側95%	
繁華街	107	87	194	1.230		
住宅街	93	113	206	0.823		
計	200	200	400			
オッズ	1.151	0.770	オッズ比	1.494	1.008	2.216

列周辺度数から
列パーセントを
計算することは可



シンプソンのパラドックスへの対応

●虫歯の発症と住居環境

「繁華街」の子供は、「住宅街」の子供に比べて虫歯になるリスクはオッズ比で 1.494倍

$$OR = \frac{107 \times 113}{93 \times 87} = 1.494 \quad [1.008, 2.216]$$

オッズ比の95%信頼区間に 1 が含まれないので有意 ([§3.3](#) 参照)

統計解析の結果、虫歯の発症と住居環境との間には関連性があると考えられる

しかし、固有技術から虫歯と住居環境に因果関係があるとは考えにくい

表示 3.6.8

居住環境	症例	対照	計	オッズ	下側95% 上側95%	
繁華街	107	87	194	1.230		
住宅街	93	113	206	0.823		
計	200	200	400			
オッズ	1.151	0.770	オッズ比	1.494	1.008	2.216

●虫歯の発症と間食習慣

「間食あり」の子供は、「間食なし」の子供に比べて虫歯になるリスクはオッズ比で 3.946倍
(間食ありの発症率、間食なしの発症率は計算できないが、オッズは計算可、[§3.3](#) 参照)

$$OR = \frac{136 \times 130}{64 \times 70} = 3.946 \quad [2.605, 5.980]$$

オッズ比の区間推定に 1 が含まれないので有意 ([§3.3](#) 参照)

虫歯の発症と間食習慣との間には有意な関連が認められた

以上の結果から、住居環境と間食習慣の両方に、虫歯の発症との有意な関連が認められた

表示 3.6.9

間食習慣	症例	対照	計	オッズ	下側95% 上側95%	
間食あり	136	70	206	1.943		
間食なし	64	130	194	0.492		
計	200	200	400			
オッズ	2.125	0.538	オッズ比	3.946	2.605	5.980

●虫歯の発症と、間食習慣・住居環境との関係

間食習慣で層別して、住居環境と虫歯の発症との関連性をみる（(1)表示3.6.1と同様）

「間食あり」の子供の場合、居住環境と虫歯の関連性は認められない・・・ $OR = 0.986$ [0.541, 1.800]

「間食なし」の子供の場合、居住環境と虫歯の関連性は認められない・・・ $OR = 0.952$ [0.500, 1.813]

子供全体の場合、居住環境と虫歯の関連性は認められる・・・・・・・・・・・ $OR = 1.494$ [1.008, 2.216]

表示 3.6.10

間食習慣	居住環境	症例	対照	計	オッズ	オッズ比	下側95%	上側95%
間食あり	繁華街	87	45	132	1.933			
	住宅街	49	25	74	1.960			
	計	136	70	206		0.986	0.541	1.800
間食なし	繁華街	20	42	62	0.476			
	住宅街	44	88	132	0.500			
	計	64	130	194		0.952	0.500	1.813
計	繁華街	107	87	194	1.230			
	住宅街	93	113	206	0.823			
	計	200	200	400		1.494	1.008	2.216

表示 3.6.8 と同じ

●虫歯の発症と、間食習慣・住居環境との関係

間食習慣で層別して、住居環境と虫歯の発症との関連性をみる（(1)表示3.6.1と同様）

「間食あり」の子供の場合、住居環境と虫歯の**関連性は認められない**・・・ $OR = 0.986$ [0.541, 1.800]

「間食なし」の子供の場合、住居環境と虫歯の**関連性は認められない**・・・ $OR = 0.952$ [0.500, 1.813]

子供全体の場合、住居環境と虫歯の**関連性は認められる**・・・・・・・・・・・ $OR = 1.494$ [1.008, 2.216]

表示 3.6.10

↑
シンプソンのパラドックス

2つの要因の組合せの
アンバランス？

間食習慣	住居環境	症例	対照	計	オッズ	オッズ比	下側95%	上側95%
間食あり	繁華街	87	45	132	1.933			
	住宅街	49	25	74	1.960			
	計	136	70	206		0.986	0.541	1.800
間食なし	繁華街	20	42	62	0.476			
	住宅街	44	88	132	0.500			
	計	64	130	194		0.952	0.500	1.813
計	繁華街	107	87	194	1.230			
	住宅街	93	113	206	0.823			
	計	200	200	400		1.494	1.008	2.216



シンプソンのパラドックスへの対応

●要因のオッズ比

要因（住居環境、間食習慣）のオッズ比

$$OR = \frac{132 \times 132}{74 \times 62} = 3.798 \quad [2.508, 5.750]$$

繁華街の子供が間食するオッズは、住宅街の子供が間食するオッズの 3.798 倍

繁華街の子供が住宅街よりも間食する割合の高い

オッズ比は 1 から離れた値

・・・シンプソンのパラドックスが生じた原因

間食割合 132/194 = 0.68
74/206 = 0.36

表示 3.6.11
間食習慣と住居環境の関連性

居住環境	間食あり	間食なし	計	オッズ	下側95%	上側95%
繁華街	132	62	194	2.129		
住宅街	74	132	206	0.561		
計	206	194	400			
オッズ	1.784	0.470	オッズ比	3.798	2.508	5.750

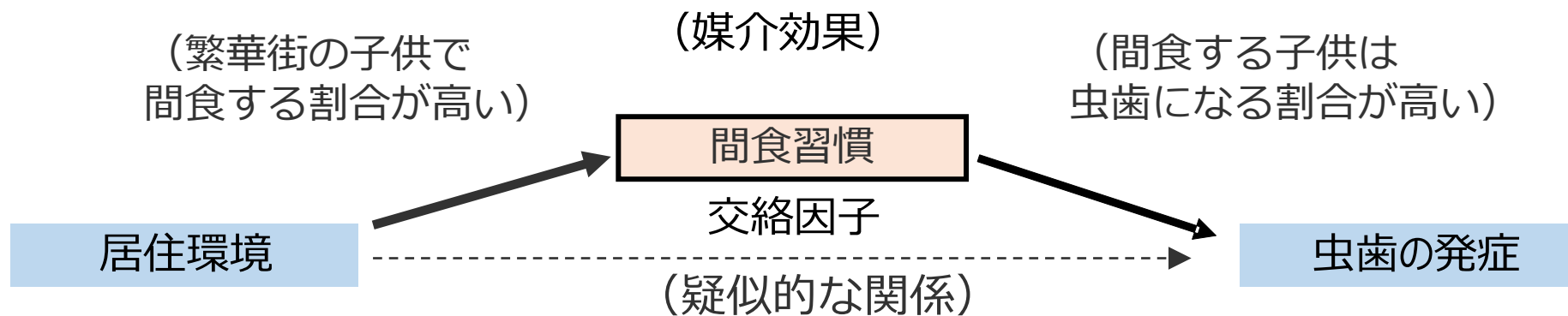
●要因のオッズ比

要因（住居環境、間食習慣）のオッズ比

$$OR = \frac{132 \times 132}{74 \times 62} = 3.798 \quad [2.508, 5.750]$$

2つの要因（住居環境、間食習慣）の組合せがアンバランスである

「間食習慣」が交絡要因となり「住居環境」と「虫歯の発症」との関連を歪めた（媒介効果）
要因を無作為に割り付けた実験的研究と異なり、観察研究の場合は交絡に注意



シンプソンのパラドックスへの対応

●JMP [二変量の関係]

JMPファイル「36-虫歯.jmp」の読み込み、表示3.6.10のデータ

表示 3.6.10

間食習慣	居住環境	症例	対照	計	オッズ	オッズ比	下側95%	上側95%
間食あり	繁华街	87	45	132	1.933			
	住宅街	49	25	74	1.960			
	計	136	70	206		0.986	0.541	1.800
間食なし	繁华街	20	42	62	0.476			
	住宅街	44	88	132	0.500			
	計	64	130	194		0.952	0.500	1.813
計	繁华街	107	87	194	1.230			
	住宅街	93	113	206	0.823			
	計	200	200	400		1.494	1.008	2.216

36-虫歯.jmp

	間食習慣	居住環境	群	度数
1	間食あり	繁华街	症例	87
2	間食あり	繁华街	対照	45
3	間食あり	住宅街	症例	49
4	間食あり	住宅街	対照	25
5	間食なし	繁华街	症例	20
6	間食なし	繁华街	対照	42
7	間食なし	住宅街	症例	44
8	間食なし	住宅街	対照	88

シンプソンのパラドックスへの対応

●JMP [二変量の関係]

値の順序の設定・・・表示の順番の指定、オッズの分子・分母の指定 ([§3.2](#)、[§3.3](#) 参照)

間食習慣：「間食あり、間食なし」 (間食あり／間食なし)
 住居環境：「繁華街、住宅街」 (繁華街／住宅街)
 群：「虫歯あり、虫歯なし」 (虫歯あり／虫歯なし)

「曝露因子」

「症例、対照」

表示 3.6.10

間食習慣	住居環境	症例	対照	計	オッズ	オッズ比	下側95%	上側95%
間食あり	繁華街	87	45	132	1.933			
	住宅街	49	25	74	1.960			
	計	136	70	206		0.986	0.541	1.800
間食なし	繁華街	20	42	62	0.476			
	住宅街	44	88	132	0.500			
	計	64	130	194		0.952	0.500	1.813
計	繁華街	107	87	194	1.230			
	住宅街	93	113	206	0.823			
	計	200	200	400		1.494	1.008	2.216

36-虫歯.jmp

	間食習慣	住居環境	群	度数
1	間食あり	繁華街	症例	87
2	間食あり	繁華街	対照	45
3	間食あり	住宅街	症例	49
4	間食あり	住宅街	対照	25
5	間食なし	繁華街	症例	20
6	間食なし	繁華街	対照	42
7	間食なし	住宅街	症例	44
8	間食なし	住宅街	対照	88

シンプソンのパラドックスへの対応

●JMP [二変量の関係]

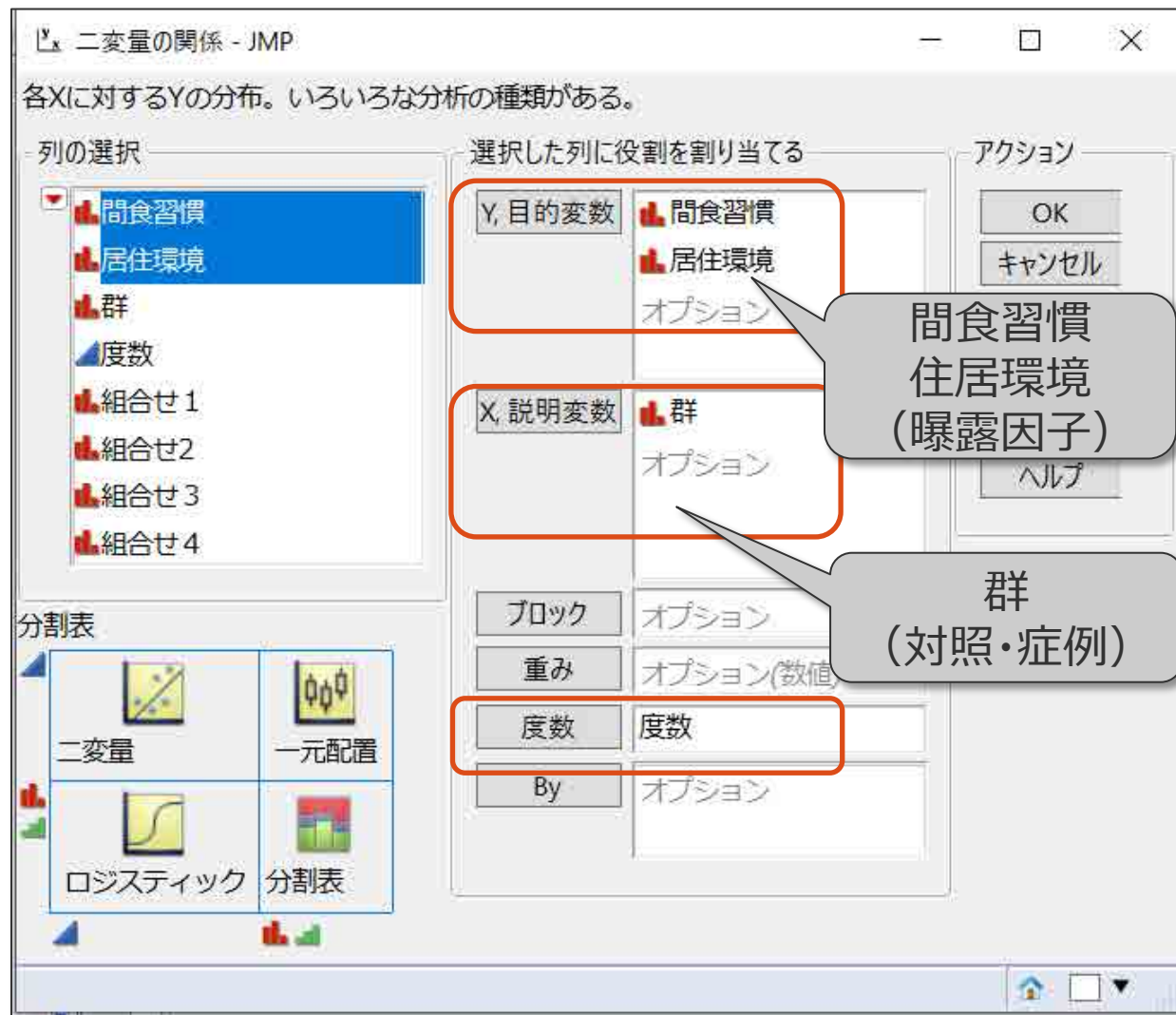
[Y,目的変数] に2因子（曝露因子）
[X,説明変数] に群（症例・対照）を設定
群ごとの間食習慣の割合を比較
群ごとの居住環境の割合を比較

症例対照研究では
対照群と症例群における
曝露因子（間食習慣と居住環境）の
割合に基づいて関連性を評価

評価指標はオッズ比

（この事例で虫歯の発症率は計算不可）

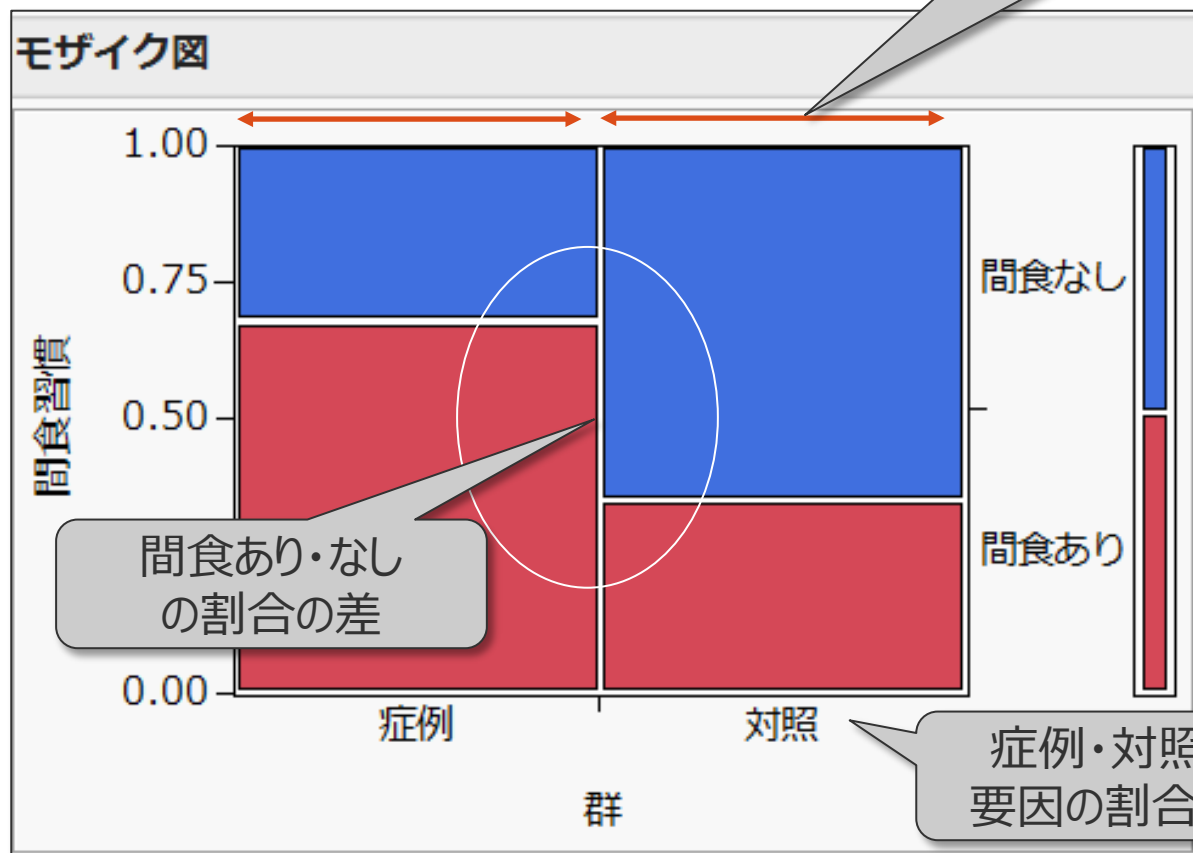
注) テキスト表示 3.6.12 の Y、X の取り方と逆
（テキスト p.213 脚注を参照）
この後の「モデルのあてはめ」と異なる設定



シンプソンのパラドックスへの対応

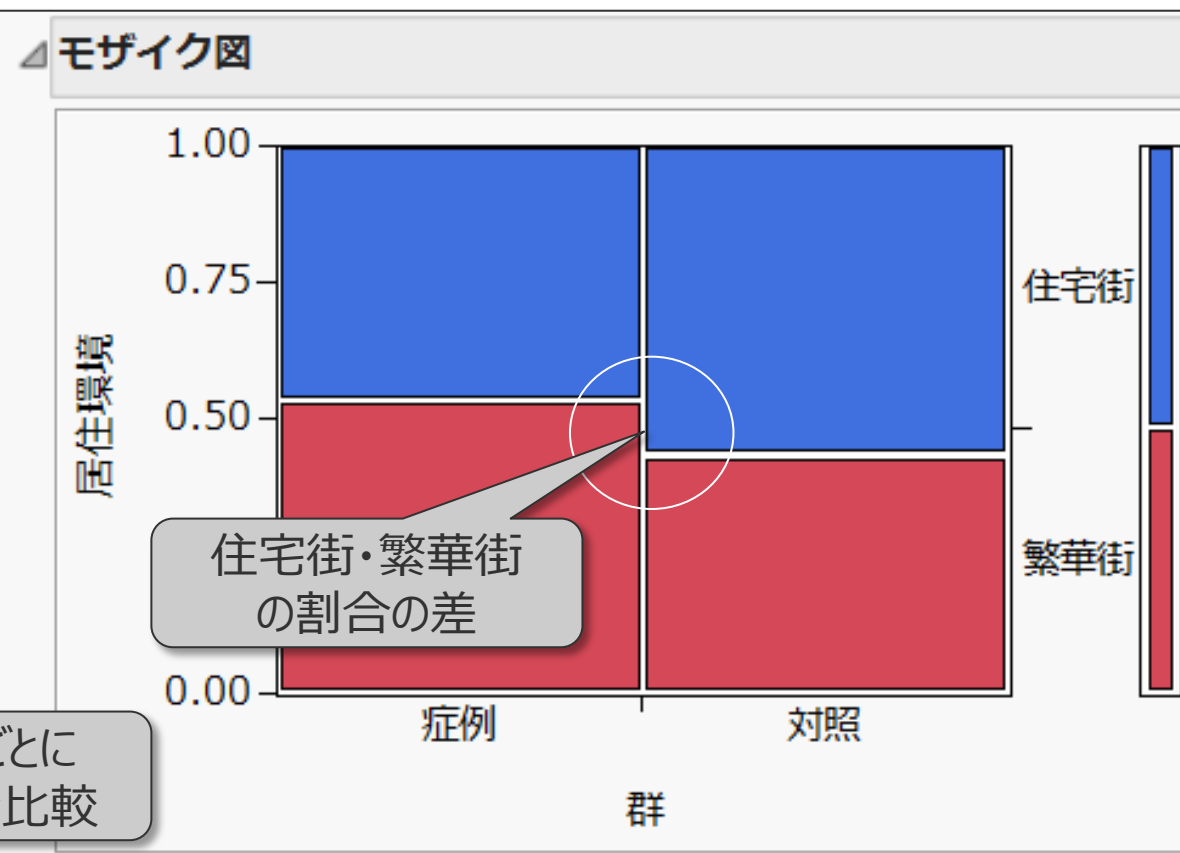
●JMP [二変量の関係]

表示 3.6.12 (改変) 群と間食習慣



間食習慣の割合、居住環境の割合
(暴露因子の割合) に差が認められる

群と住居環境



シンプソンのパラドックスへの対応

●JMP [二変量の関係] 同時に2つのオッズ比を出力させる

Ctrl キーを押しながら
▼をクリック

群と間食習慣の分割表に対する分析

度数: 度数

モザイク図

群	間食なし	間食あり
症例	0.25	0.75
対照	0.75	0.25

群と居住環境の分割表に対する分析

モザイク図

分割表

検定

α水準の設定

割合の平均分析

対応分析

Cochran-Mantel-Haenszel検定

相対リスク

オッズ比

割合の2標本検定

関連の指標

Cochran-Armitageの傾向検定

表示オプション

群	住宅街	繁華街
対照	0.75	0.25

シンプソンのパラドックスへの対応

●JMP [二変量の関係]

虫歯の発症に対して、
間食習慣、居住環境の
2つの要因がともに
有意な関連性あり
(オッズ比の区間推定に
1を含まない)

表示
3.6.8

居住環境	症例	対照	計	オッズ	下側95%	上側95%
繁華街	107	87	194	1.230		
住宅街	93	113	206	0.823		
計	200	200	400			
オッズ	1.151	0.770	オッズ比	1.494	1.008	2.216

表示
3.6.9

間食習慣	症例	対照	計	オッズ	下側95%	上側95%
間食あり	136	70	206	1.943		
間食なし	64	130	194	0.492		
計	200	200	400			
オッズ	2.125	0.538	オッズ比	3.946	2.605	5.980

間食習慣と群の分割表に対する分析

▲ オッズ比

オッズ比	下側95%	上側95%
3.946429	2.604507	5.979749

居住環境と群の分割表に対する分析

▲ オッズ比

オッズ比	下側95%	上側95%
1.494376	1.007584	2.216353

シンプソンのパラドックスへの対応

p.215

●JMP [モデルのあてはめ]

間食習慣、居住環境の
2つの要因がともに有意

↓

2要因とその交互作用を含む
フルモデルの解析を行う

ここでは、複数の要因の
オッズ比を算出するため、
先ほど行った[二変量の関係]とは
モデルの指定方法が異なる

モデルの指定

列の選択

- 間食習慣
- 居住環境
- 群
- 度数

役割変数の選択

Y	群
オプション	
重み	オプション(数値)
度数	度数
By	オプション

モデル効果の構成

追加	間食習慣
交差	居住環境
枝分かれ	間食習慣*居住環境
マクロ	

群 (対照・症例)

実行

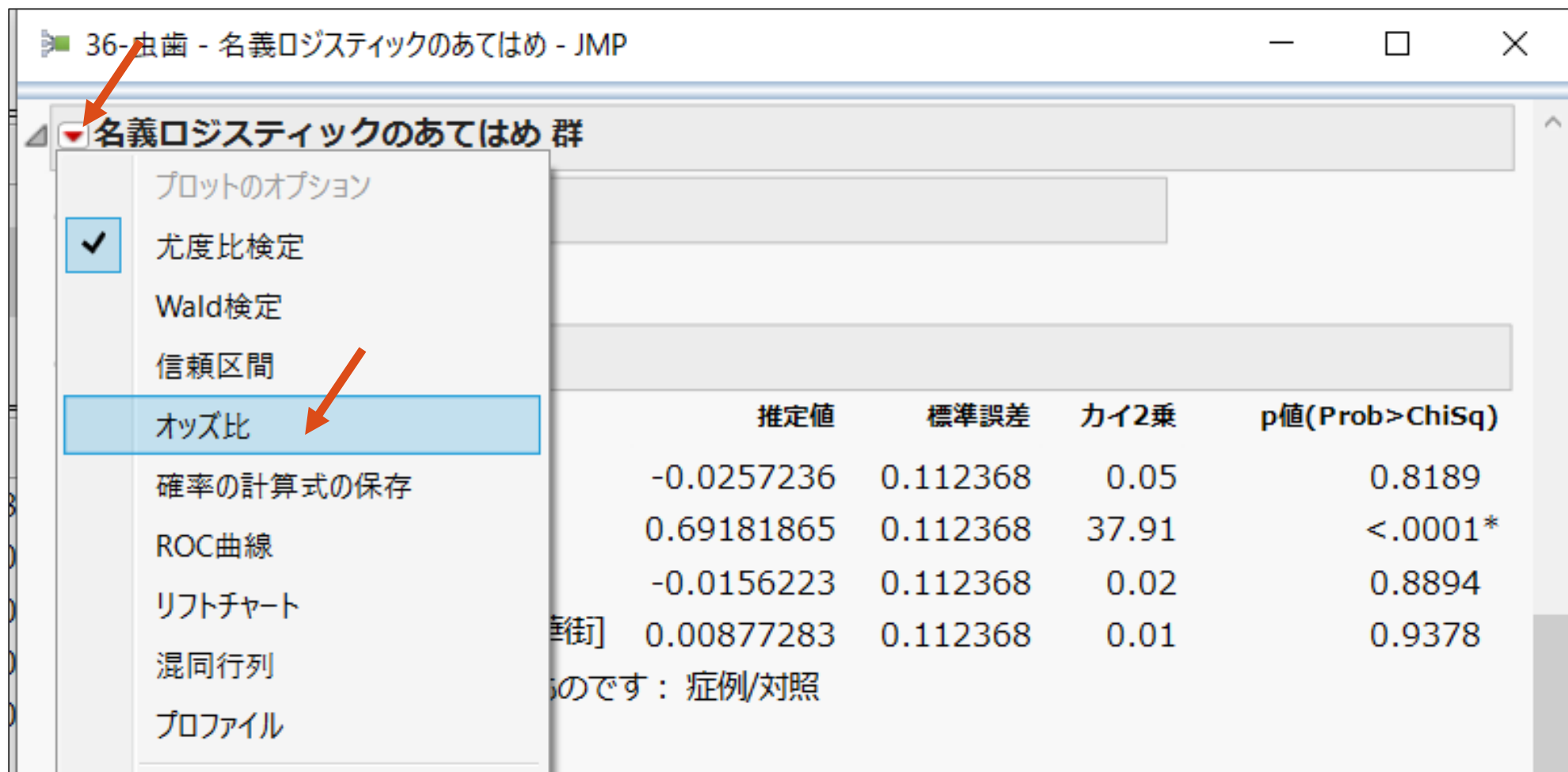
間食習慣
居住環境
(曝露因子)

[マクロ] > [完全実施要因]

シンプソンのパラドックスへの対応

p.215

●JMP [モデルのあてはめ]



36-虫歯 - 名義ロジスティックのあてはめ - JMP

名義ロジスティックのあてはめ 群

- プロットのオプション
- 尤度比検定
- Wald検定
- 信頼区間
- オッズ比**
- 確率の計算式の保存
- ROC曲線
- リフトチャート
- 混同行列
- プロファイル

	推定値	標準誤差	カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
	-0.0257236	0.112368	0.05	0.8189
	0.69181865	0.112368	37.91	<.0001*
	-0.0156223	0.112368	0.02	0.8894
歯街]	0.00877283	0.112368	0.01	0.9378

のです： 症例/対照



●フルモデル：効果の尤度比検定

虫歯の発症と「間食習慣」の関連性は有意

虫歯の発症と「居住環境」が関連するとはいえない

（「居住環境」単独で解析した結果は有意であった）

「間食習慣」と「居住環境」の交互作用は有意ではない

→ 間食習慣あるいは住居環境によって、
それぞれが虫歯の発症との関係に影響を受けない

表示 3.6.13 (一部)

効果の尤度比検定				
要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
間食習慣	1	1	40.3570907	<.0001*
居住環境	1	1	0.01935173	0.8894
間食習慣*居住環境	1	1	0.00609652	0.9378

●フルモデル：オッズ比とその区間推定

表示 3.6.13 JMP [モデルのあてはめ] の結果 (フルモデル)

オッズ比の計算方法 ([§3.3](#))

オッズ比

群: 症例対対照のオッズ比に対して
オッズ比の検定と信頼区間は、尤度比に基づいて計算されています。

オッズ比の95%信頼区間に1を含まない

間食習慣のオッズ比

水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
間食なし	間食あり	0.2506651	<.0001*	0.1602681	0.3872596
間食あり	間食なし	3.9893859	<.0001*	2.5822471	6.2395448

オッズ比の95%信頼区間に1を含む

居住環境のオッズ比

水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
繁華街	住宅街	0.9692386	0.8894	0.6211033	1.5011076
住宅街	繁華街	1.0317377	0.8894	0.6661748	1.6100382

効果の尤度比検定の結果と一致

シンプソンのパラドックスへの対応

p.216

- [モデルのあてはめ]
交互作用が有意でない
($p=0.938$)
交互作用の項 (交差) を
除いた部分モデルで解析

[前回の設定] をクリック
「間食習慣*居住環境」を
選択して、[削除]を
クリック
[モデル効果の構成] から
交互作用の項く

▼ モデルの指定

列の選択

- 間食習慣
- 居住環境
- 群
- 度数

役割変数の選択

Y

群

オプション

重み

オプション(数値)

度数

度数

By

オプション

手法: 名義ロジスティック

ヘルプ

実行

前回の設定 ダイアログを開く

削除

モデル効果の構成

追加

交差

枝分かれ

マクロ ▼

間食習慣

居住環境

交互作用の項を除く

シンプソンのパラドックスへの対応

●部分モデル

交互作用を除いて解析したので、
あてはまりの悪さ (LOF) が
出力される、 $p = 0.938$

モデルのあてはまりは悪くない

カイ 2 乗値は、

フルモデルの交互作用の

尤度比カイ 2 乗値と p 値が一致

(表示3.6.4 参照)

部分モデルのあてはまりは
悪くない

フルモデルと同じ結論

交互作用の
尤度比カイ 2 乗値
と p 値が一致

表示 3.6.14 (一部) 部分モデル

あてはまりの悪さ(LOF)			
要因	自由度	(-1)*対数尤度	カイ2乗
あてはまりの悪さ(LOF)	1	0.00305	0.006097
飽和モデル	3	255.03119	p値(Prob>ChiSq)
あてはめたモデル	2	255.03424	0.9378

表示 3.6.13 (一部) フルモデル

効果の尤度比検定				
要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
間食習慣	1	1	40.3570907	<.0001*
居住環境	1	1	0.01935173	0.8894
間食習慣*居住環境	1	1	0.00609652	0.9378

シンプソンのパラドックスへの対応

●部分モデル

表示 3.6.14
(一部)

虫歯に関連する要因は
間食習慣であり、
居住環境が関連するとはいえない

オッズ比の95%信頼区間に
1を含まない

オッズ比の95%信頼区間に
1を含む

効果の尤度比検定

要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
間食習慣	1	1	40.4389253	<.0001*
居住環境	1	1	0.01800668	0.8933

オッズ比

群: 症例対対照のオッズ比に対して
オッズ比の検定と信頼区間は、尤度比に基づいて計算されています。

▲間食習慣のオッズ比

水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
間食なし	間食あり	0.2509417	<.0001*	0.1606238	0.3873563
間食あり	間食なし	3.9849896	<.0001*	2.5816025	6.2257257

▲居住環境のオッズ比

水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
繁華街	住宅街	0.9703819	0.8933	0.6226484	1.5014456
住宅街	繁華街	1.0305221	0.8933	0.6660248	1.6060427

シンプソンのパラドックスへの対応

●部分モデル

表示 3.6.14
(一部)

居住環境と虫歯の発症の関連性

全体で解析：関連性は有意

間食習慣で層別：有意ではない

→シンプソンのパラドックス

この矛盾の原因は？ →モザイク図

表示 3.6.8 (一部改変)

居住環境	症例	対照	計	オッズ
繁華街	107	87	194	1.230
住宅街	93	113	206	0.823
計	200	200	400	
オッズ	1.151	0.770	オッズ比	1.494

下側95% 上側95%
1.008 2.216

全体で解析
居住環境と虫歯発症の
関連性は有意

効果の尤度比検定

要因	パラメータ数	自由度	尤度比カイ2乗	p値(Prob>ChiSq)
間食習慣	1	1	40.4389253	<.0001*
居住環境	1	1	0.01800668	0.8933

オッズ比

群: 症例対対照のオッズ比に対して

オッズ比の検定と信頼区間は、尤度比に基づいて計算されます。

間食習慣で層別
居住環境と虫歯発症の
関連性は有意ではない

間食習慣のオッズ比

水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
間食なし	間食あり	0.2509417	<.0001*	0.1606238	0.3873563
間食あり	間食なし	3.9849896	<.0001*	2.5816025	6.2257257

居住環境のオッズ比

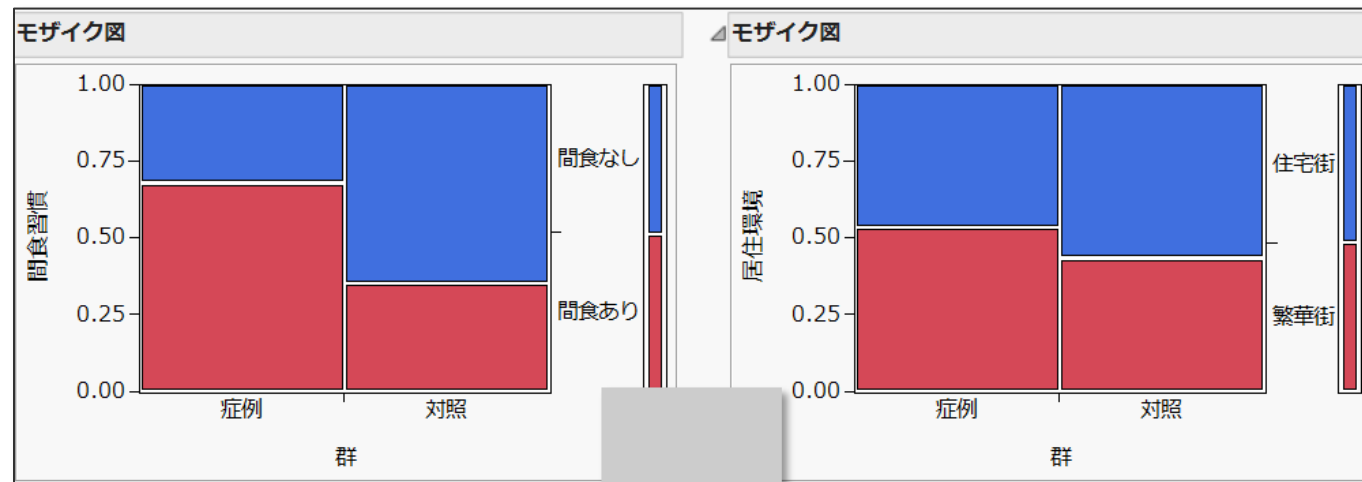
水準1	/水準2	オッズ比	p値(Prob>Chisq)	下側95%	上側95%
繁華街	住宅街	0.9703819	0.8933	0.6226484	1.5014456
住宅街	繁華街	1.0305221	0.8933	0.6660248	1.6060427

シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による解析 (演習3.6.1、p 233)

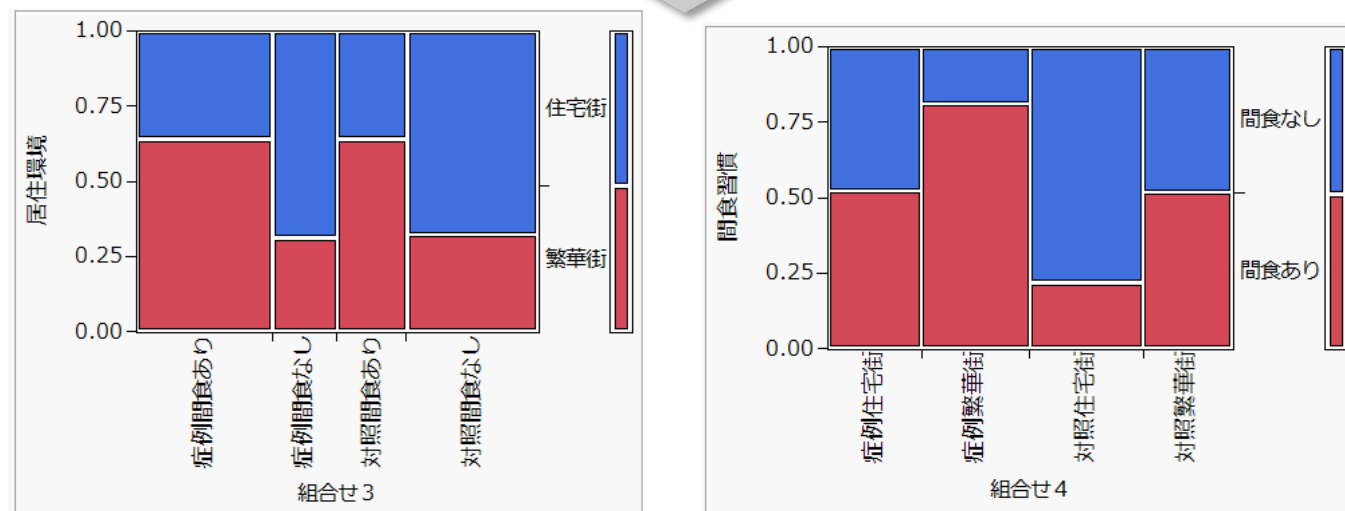
表示 3.6.12
(改変)

[二変量の関係] で
要因ごとのモザイク図に作り直して
交互作用を解析する



注) テキストでは、
縦軸に対照と症例の割合を
取っているが、
デザインで変化するため
適切ではない → 別の設定

表示 3.8.9
(改変)



●モザイク図による解析

「群」「間食習慣」「居住空間」を組み合わせた列を作り、解析に用いる

「組合せ3」：「群」（症例・対照）と「居住環境」（繁華街・住宅街）の組合せ

「組合せ4」：「群」（症例・対照）と「間食習慣」（間食あり・間食なし）」の組合せ

「組合せ5」：「居住環境」（繁華街・住宅街）と「群」（症例・対照）の組合せ

「組合せ6」：「間食習慣」（間食あり・間食なし）と「群」（症例・対照）のを組合せ

「36-虫歯.jmp」

	間食習慣	居住環境	群	度数
1	間食あり	繁華街	症例	87
2	間食あり	繁華街	対照	45
3	間食あり	住宅街	症例	49
4	間食あり	住宅街	対照	25
5	間食なし	繁華街	症例	20
6	間食なし	繁華街	対照	42
7	間食なし	住宅街	症例	44
8	間食なし	住宅街	対照	88



	間食習慣	居住環境	群	度数	組合せ3	組合せ4
1	間食あり	繁華街	症例	87	症例間食あり	症例繁華街
2	間食あり	繁華街	対照	45	対照間食あり	対照繁華街
3	間食あり	住宅街	症例	49	症例間食あり	症例住宅街
4	間食あり	住宅街	対照	25	対照間食あり	対照住宅街
5	間食なし	繁華街	症例	20	症例間食なし	症例繁華街
6	間食なし	繁華街	対照	42	対照間食なし	対照繁華街
7	間食なし	住宅街	症例	44	症例間食なし	症例住宅街
8	間食なし	住宅街	対照	88	対照間食なし	対照住宅街

シンプソンのパラドックスへの対応

p.233

●モザイク図による解析

最後の列の右隣にカーソルを配置、右クリック、[列の新規作成] を選択
列名を「組合せ3」、[列プロパティ] > [計算式]

	間食習慣	居住環境	群	度数	
1	間食あり	繁華街	症例	87	
2	間食あり	繁華街	対照	45	
3	間食あり	住宅街	症例	49	
4	間食あり	住宅街	対照	25	
5	間食なし	繁華街	症例	20	
6	間食なし	繁華街	対照	42	
7	間食なし	住宅街	症例	44	
8	間食なし	住宅街	対照	88	

最後の列の右隣

列の新規作成 - JMP

36-虫歯の新しい列

列名 組合せ3

データタイプ 数値

尺度 連続尺度

表示形式 最適

データの初期化 欠測値/空白

列プロパティ

計算式

ノート

範囲チェック

リストチェック

欠測値のコード

値ラベル

値の順序

値の色

OK

キャンセル

シンプソンのパラドックスへの対応

p.233

●モザイク図による解析

[関数 (グループ別)] > [文字] > [Concat]

「組合せ3」の列を作成

選択

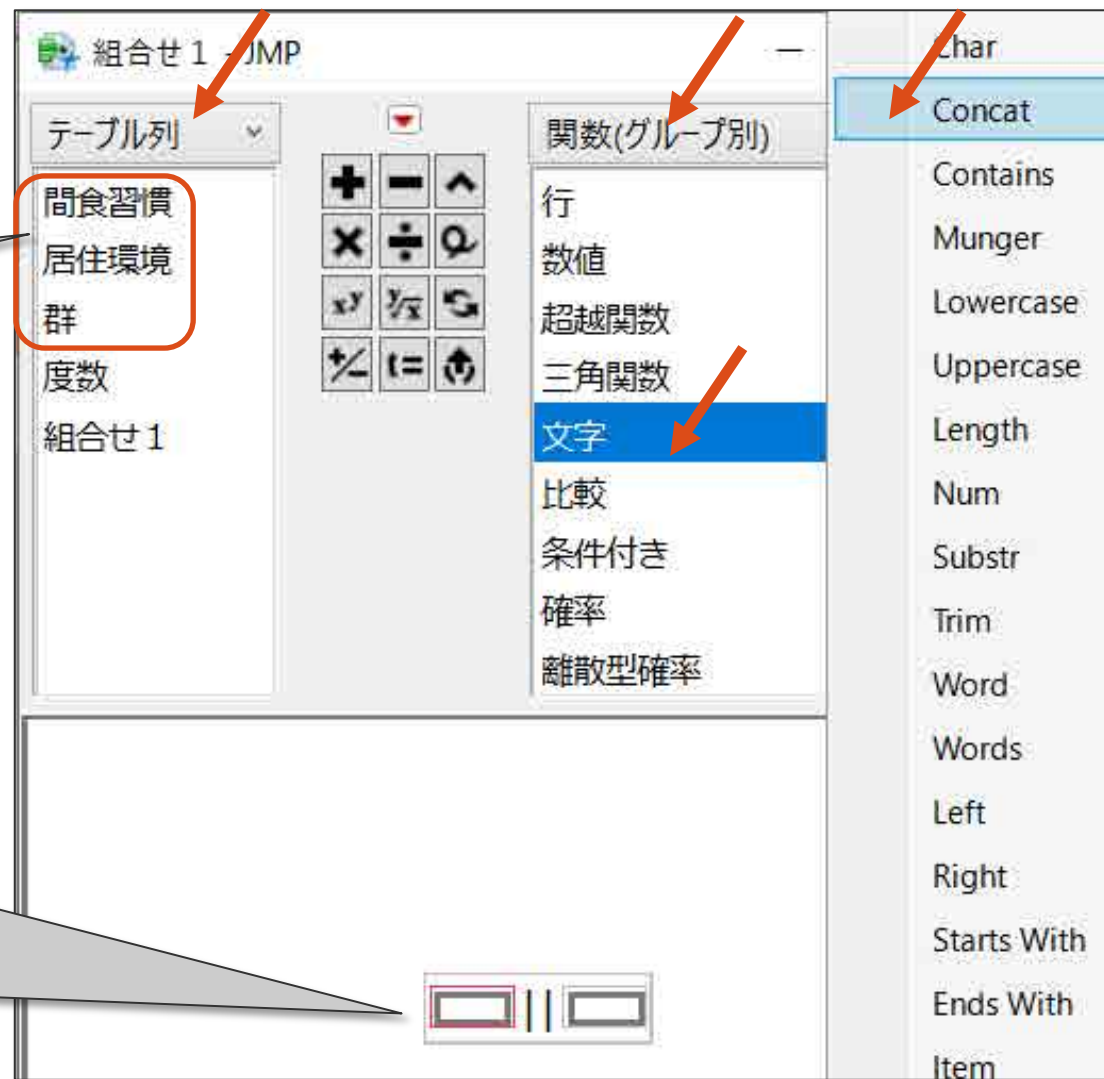
同様に「組合せ4」「組合せ5」「組合せ6」の列を作成

「組合せ3」: 群 || 間食習慣

「組合せ4」: 群 || 居住環境

「組合せ5」: 間食習慣 || 群

「組合せ6」: 居住環境 || 群



シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による解析

[分析] > [二変量の関係] で2種類の解析

(1) Y: 居住環境、X: 組合せ5

(2) Y: 間食習慣、X: 組合せ6

	間食習慣	居住環境	群	度数	組合せ5	組合せ6
1	間食あり	繁華街	症例	87	間食あり症例	繁華街症例
2	間食あり	繁華街	対照	45	間食あり対照	繁華街対照
3	間食あり	住宅街	症例	49	間食あり症例	住宅街症例
4	間食あり	住宅街	対照	25	間食あり対照	住宅街対照
5	間食なし	繁華街	症例	20	間食なし症例	繁華街症例
6	間食なし	繁華街	対照	42	間食なし対照	繁華街対照
7	間食なし	住宅街	症例	44	間食なし症例	住宅街症例
8	間食なし	住宅街	対照	88	間食なし対照	住宅街対照

二変量の関係 - JMP

各Xに対するYの分布。いろいろな分析の種類がある。

列の選択

- 間食習慣
- 居住環境
- 群
- 度数
- 組合せ5
- 組合せ6
- 組合せ3

選択した列に役割を割り当てる

Y, 目的変数: 居住環境

X, 説明変数: 組合せ5

分割表

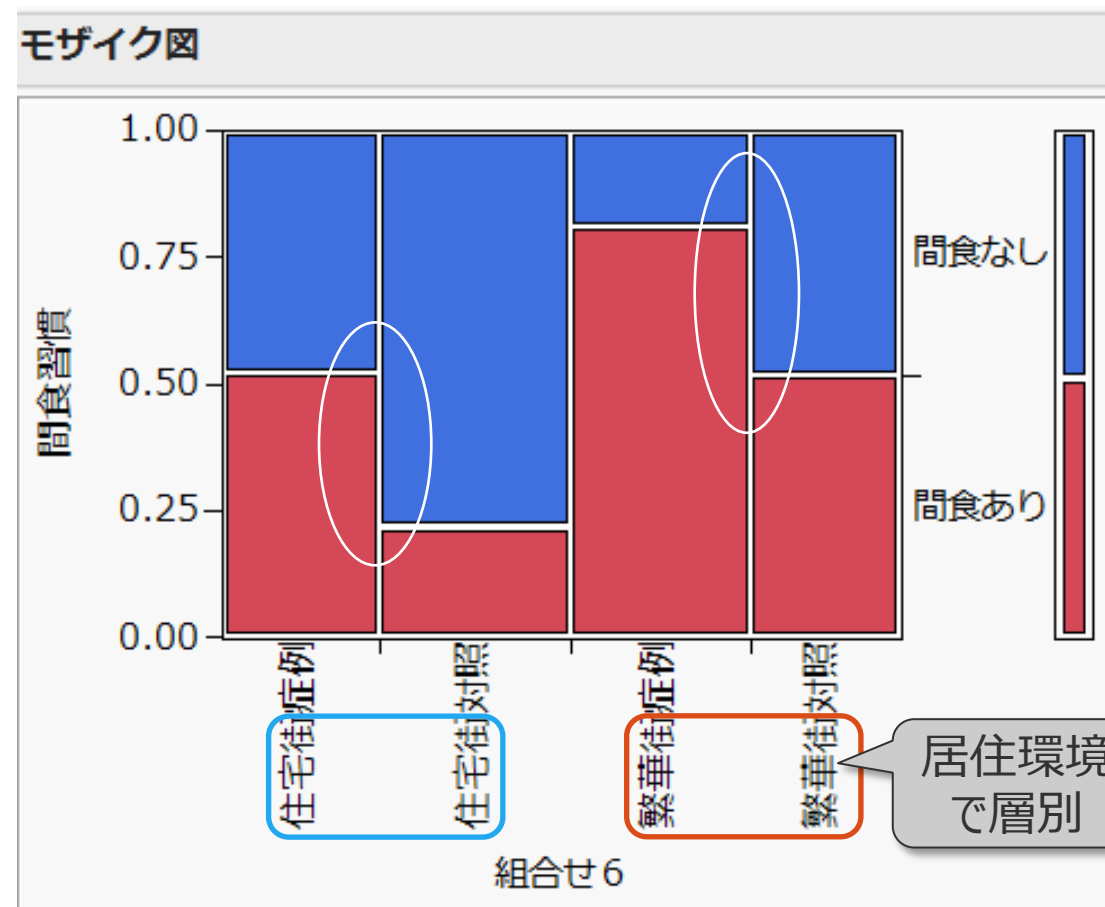
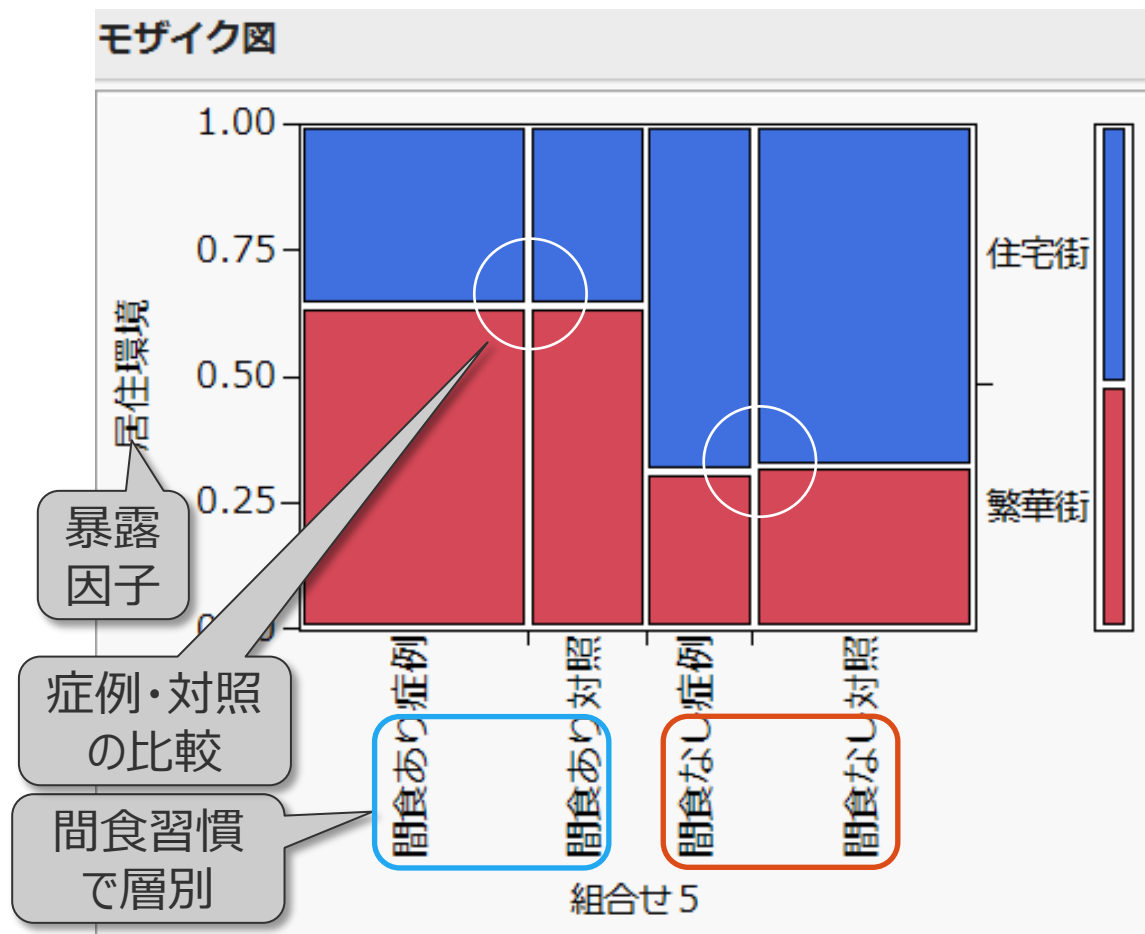
- 二変量
- 一元配置
- ロジスティック
- 分割表

By: 度数

シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による解析 表示 3.8.9 (改変)

1つの暴露因子で層別して、もう一方の暴露因子の割合を、症例と対照で比較・・・[モデルのあてはめ]の結果と一致



シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による解析

[分析] > [二変量の関係] で2種類の解析

(1) Y: 居住環境、X: 組合せ3

(2) Y: 間食習慣、X: 組合せ4

	間食習慣	居住環境	群	度数	組合せ3	組合せ4
1	間食あり	繁華街	症例	87	症例間食あり	症例繁華街
2	間食あり	繁華街	対照	45	対照間食あり	対照繁華街
3	間食あり	住宅街	症例	49	症例間食あり	症例住宅街
4	間食あり	住宅街	対照	25	対照間食あり	対照住宅街
5	間食なし	繁華街	症例	20	症例間食なし	症例繁華街
6	間食なし	繁華街	対照	42	対照間食なし	対照繁華街
7	間食なし	住宅街	症例	44	症例間食なし	症例住宅街
8	間食なし	住宅街	対照	88	対照間食なし	対照住宅街

二変量の関係 - JMP

各Xに対するYの分布。いろいろな分析の種類がある。

列の選択

- 間食習慣
- 居住環境
- 群
- 度数
- 組合せ3
- 組合せ4

分割表

- 二変量
- 一元配置
- ロジスティック
- 分割表

選択した列に役割を割り当てる

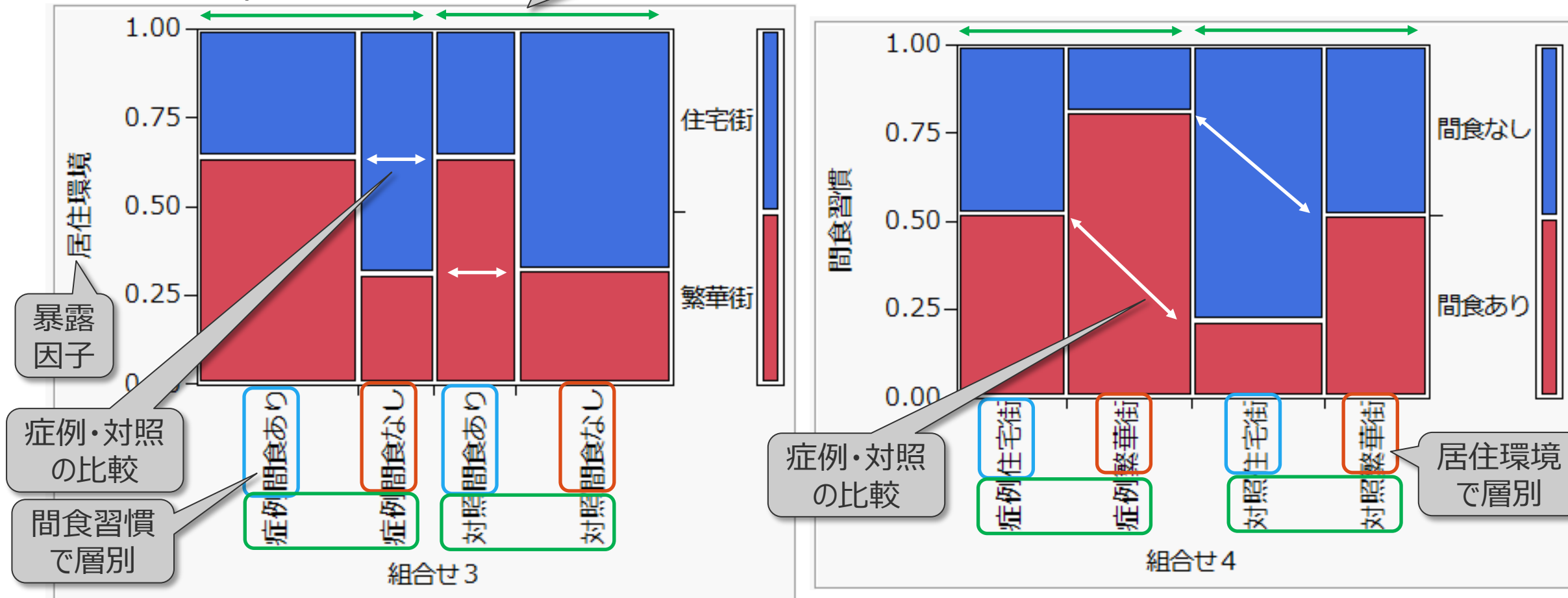
- Y, 目的変数: 居住環境
- X, 説明変数: 組合せ3
- 度数: 度数
- By: オプション

シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による解析 表示 3.8.9 (改変)

無作為抽出した
200名

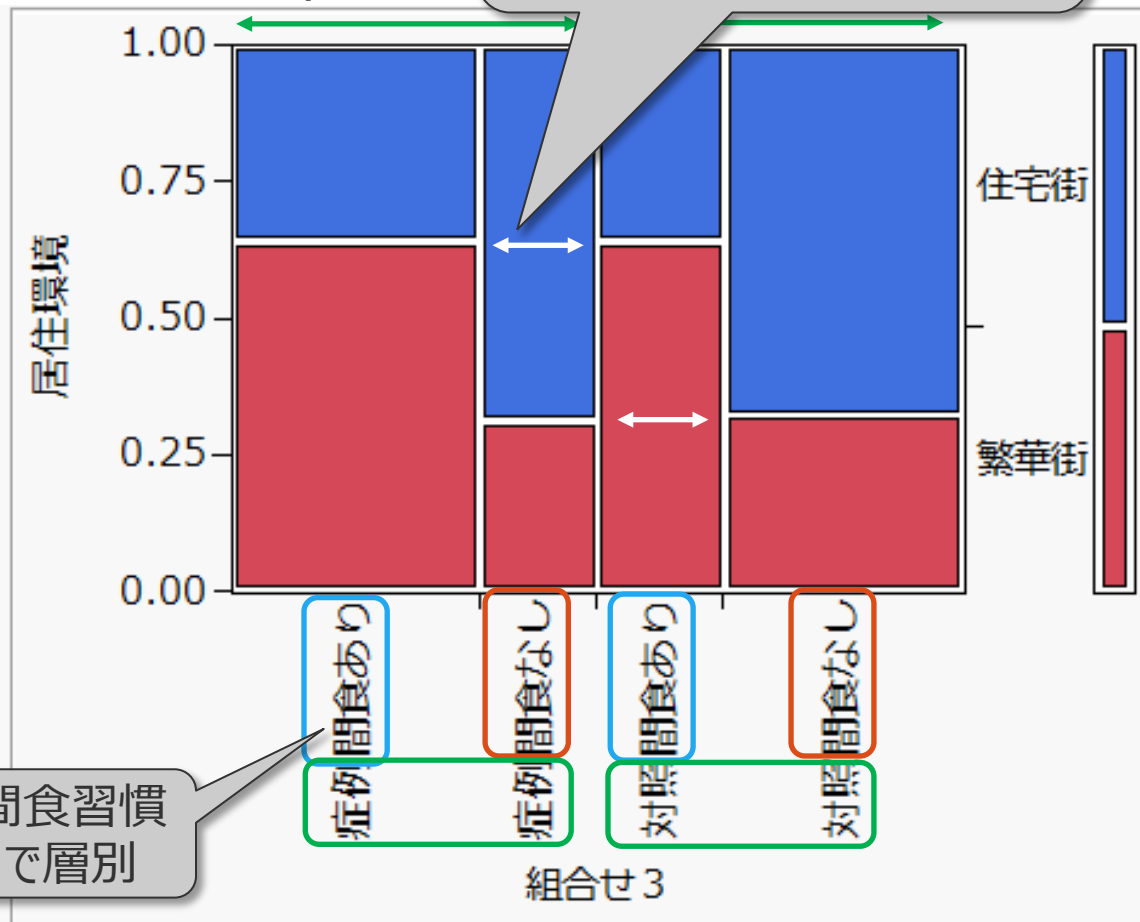
1つの暴露因子で層別して、
もう一方の暴露因子の割合を、
症例と対照で比較



シンプソンのパラドックスへの対応

●モザイク図による表示 3.8.9 (改変)

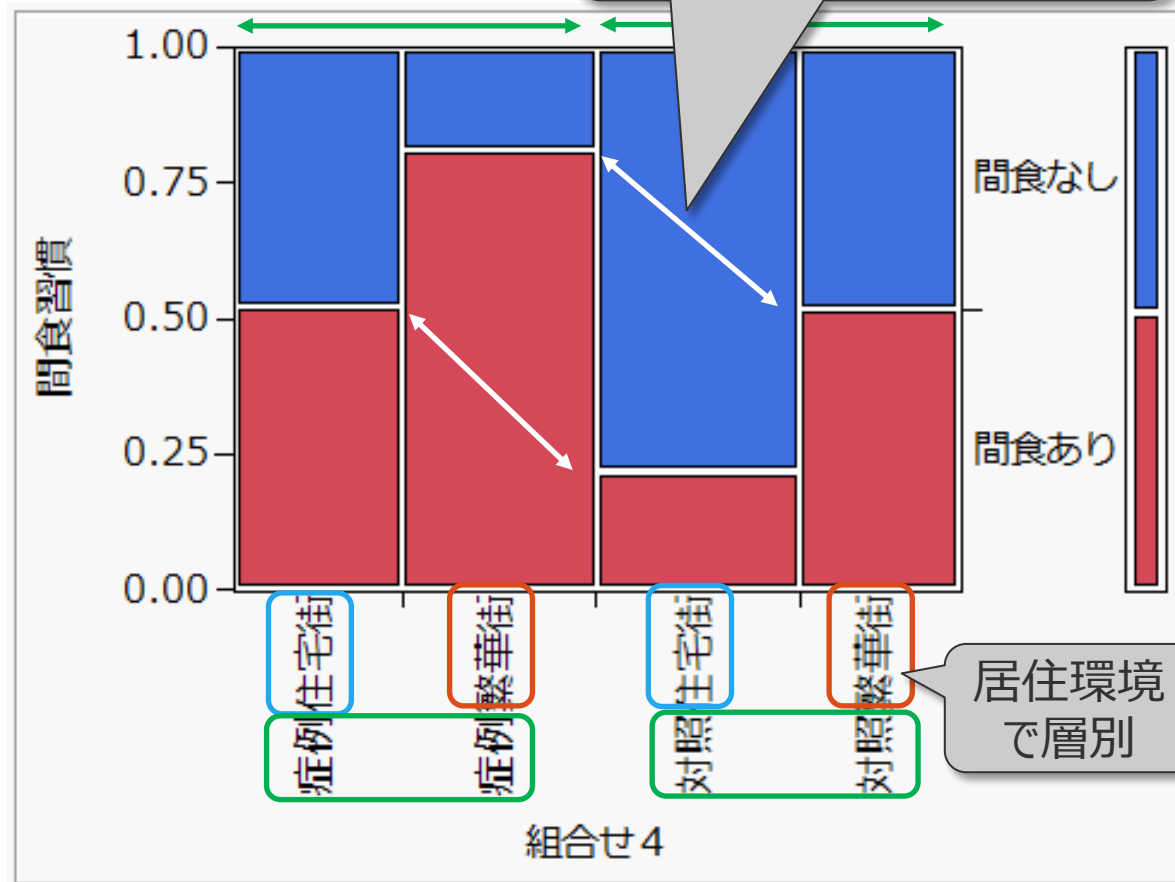
症例・対照の間で住宅街と繁華街の割合に差はほとんどない



間食習慣で層別

[モデルのあてはめ]で得られたオッズ比の結果と一致

症例・対照の間で間食あり・なしの割合に差がある



居住環境で層別

シンプソンのパラドックスへの対応

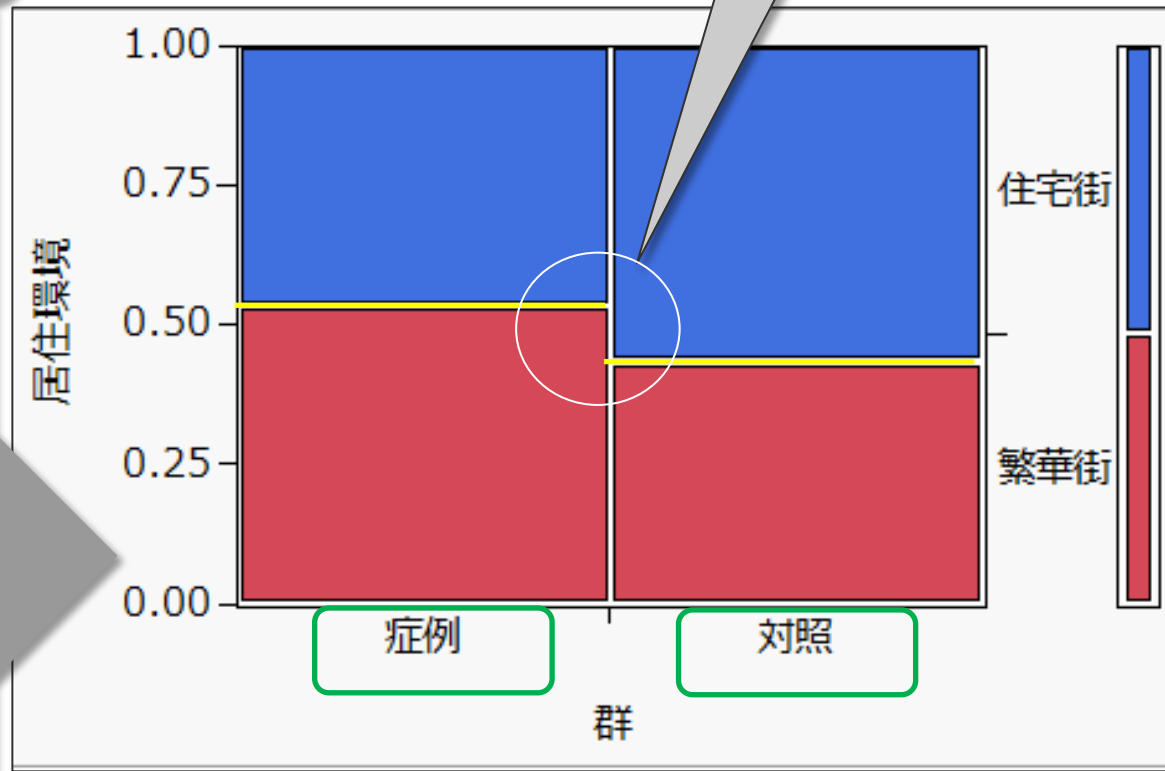
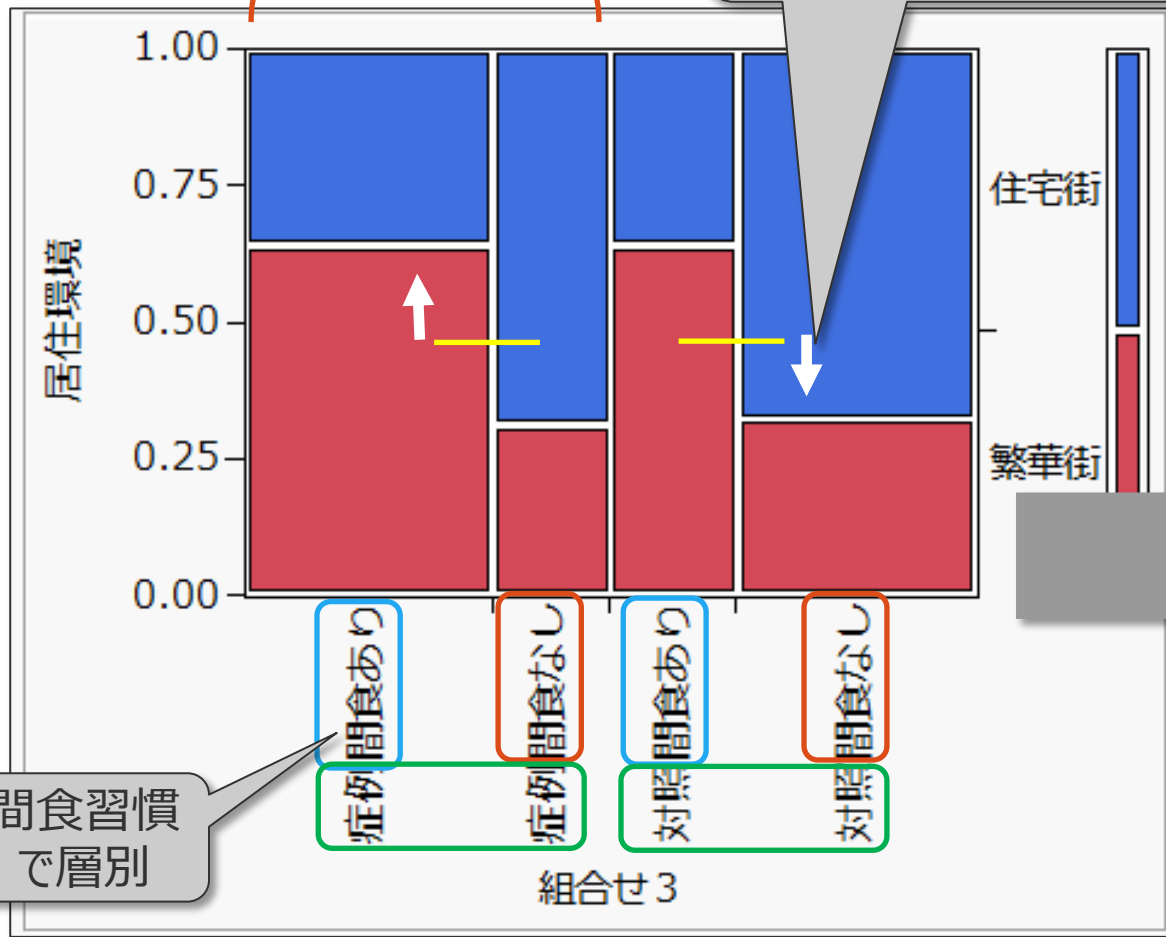
「間食習慣」で層別

柱を一本化

2本の柱を合わせると両者の中間の位置から太い柱の方に偏る

全体で比較

差が生じる



間食習慣で層別

組合せ3

シンプソンのパラドックスへの対応

●層別によるグラフ化

住居環境を横軸に取った発症の対数オッズ
(間食習慣で層別+全体)

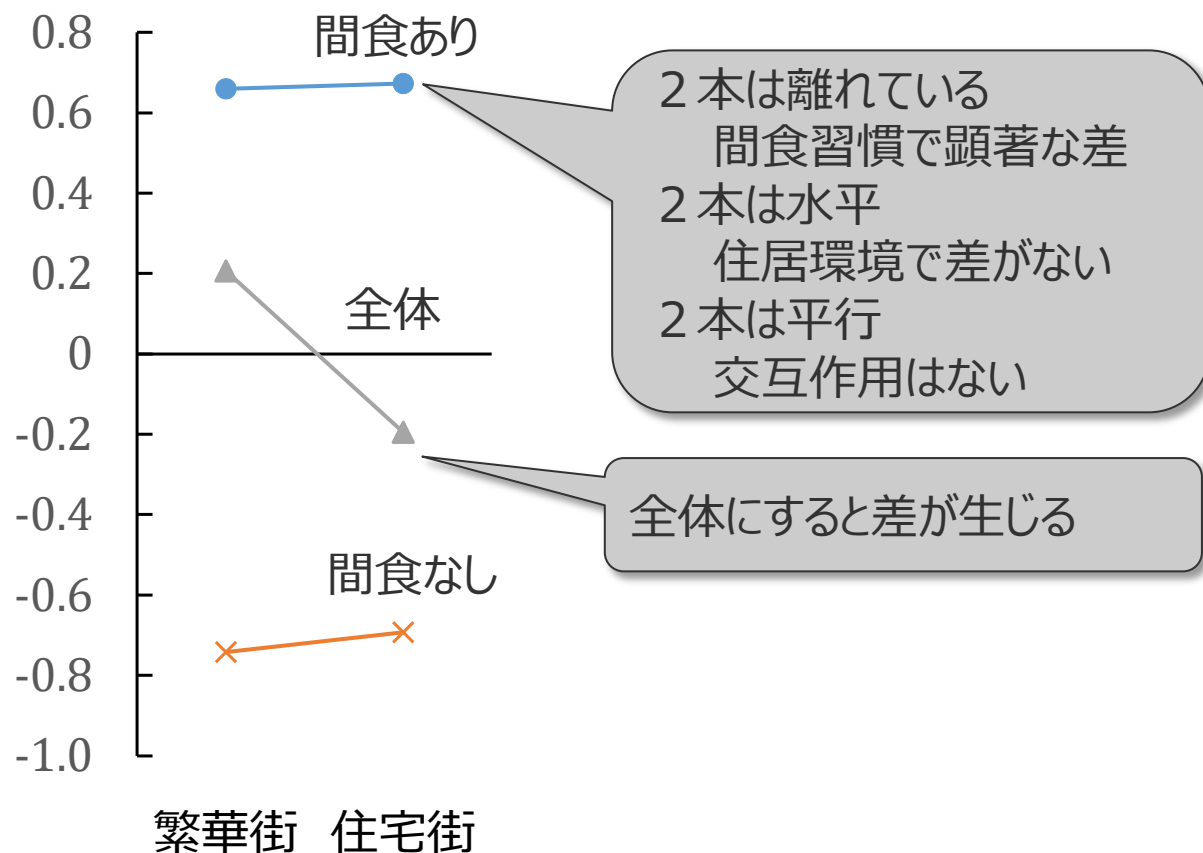
表示3.6.10 (改変)

間食習慣	住居環境	症例	対照	計	対数オッズ
間食あり	繁華街	87	45	132	0.659
	住宅街	49	25	74	0.673
	計	136	70	206	0.664
間食なし	繁華街	20	42	62	-0.742
	住宅街	44	88	132	-0.693
	計	64	130	194	-0.709
(全体)計	繁華街	107	87	194	0.207
	住宅街	93	113	206	-0.195
	計	200	200	400	



対数オッズ $\ln(p/(1-p))$

表示 3.8.10 (改変) Excelによる 交互作用を表すグラフ



シンプソンのパラドックスへの対応

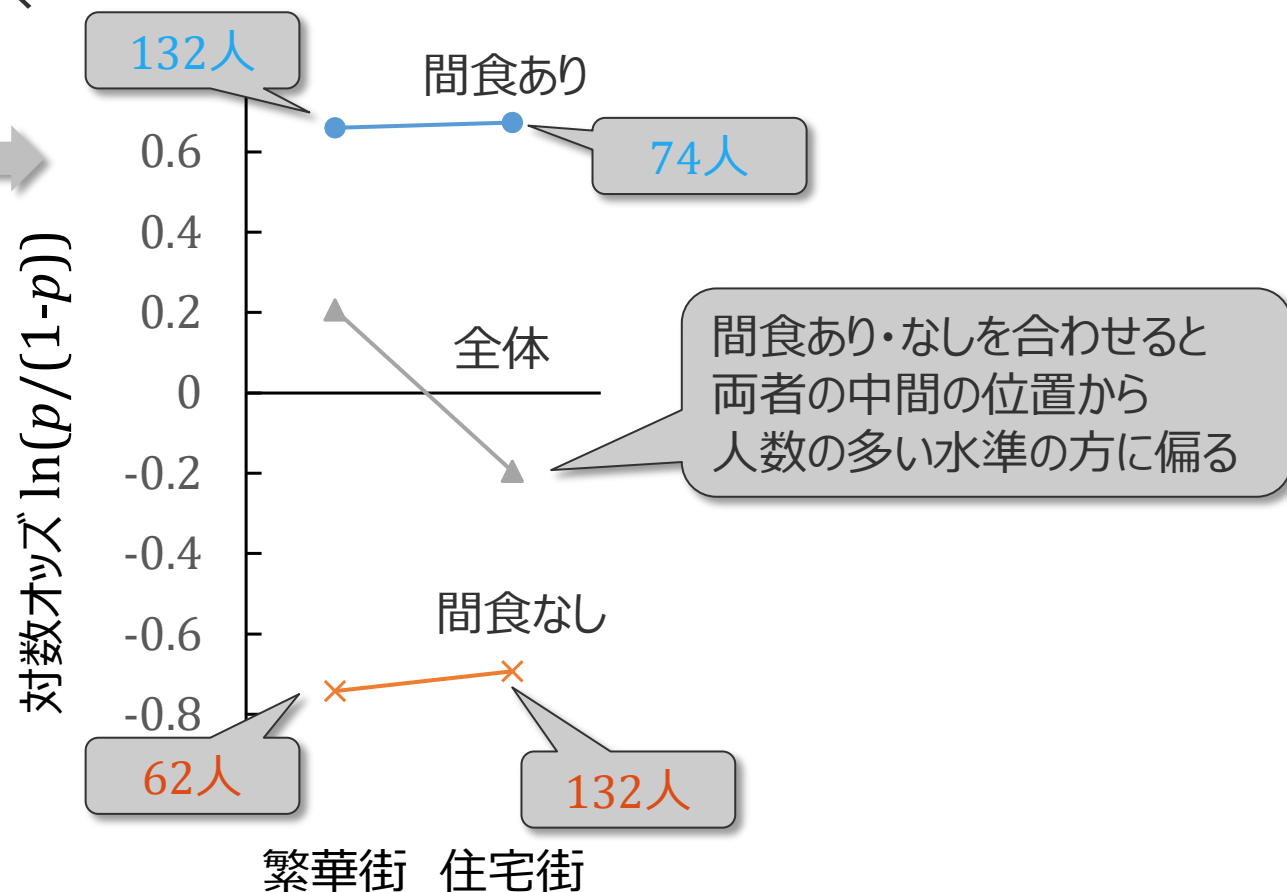
●層別によるグラフ化

住居環境を横軸に取った発症の対数オッズ
(間食習慣で層別 + 全体)

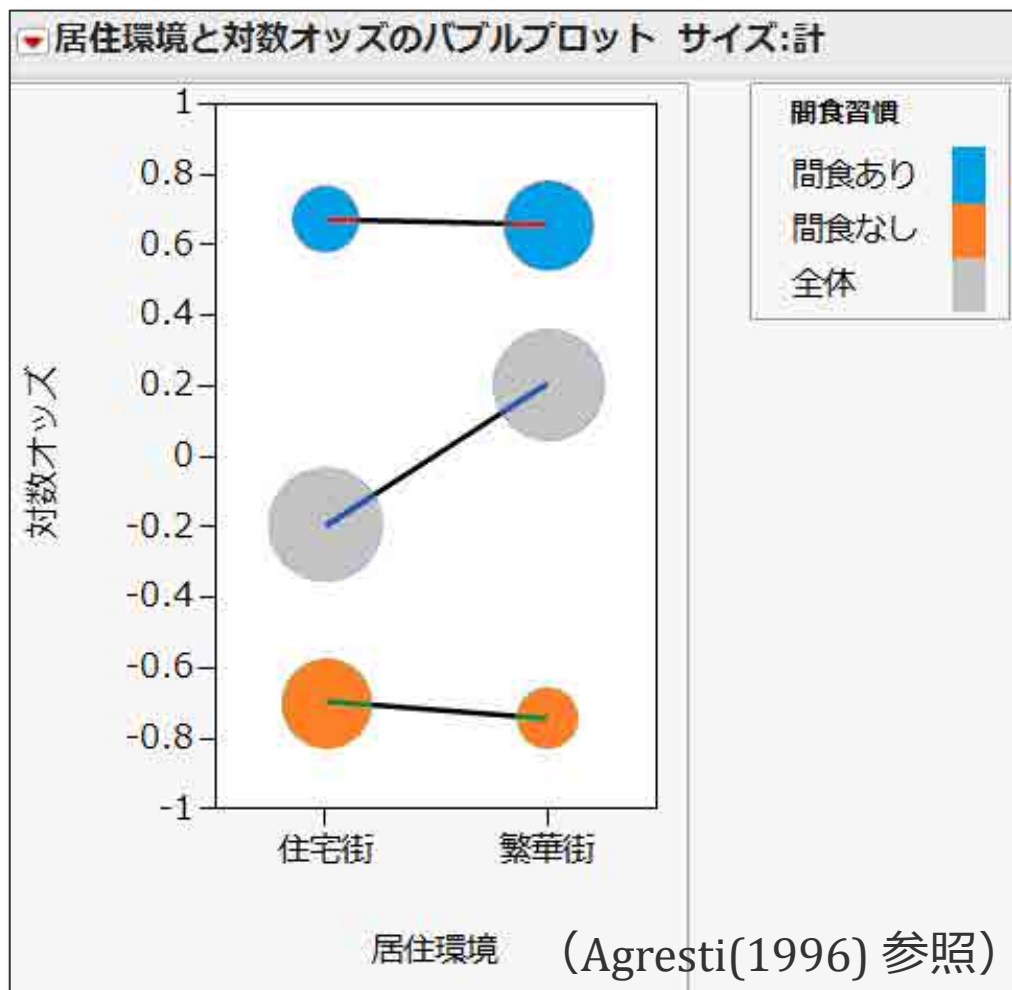
表示3.6.10 (改変)

間食習慣	居住環境	症例	対照	計	対数オッズ
間食あり	繁華街	87	45	132	0.659
	住宅街	49	25	74	0.673
	計	136	70	206	0.664
間食なし	繁華街	20	42	62	-0.742
	住宅街	44	88	132	-0.693
	計	64	130	194	-0.709
(全体)計	繁華街	107	87	194	0.207
	住宅街	93	113	206	-0.195
	計	200	200	400	

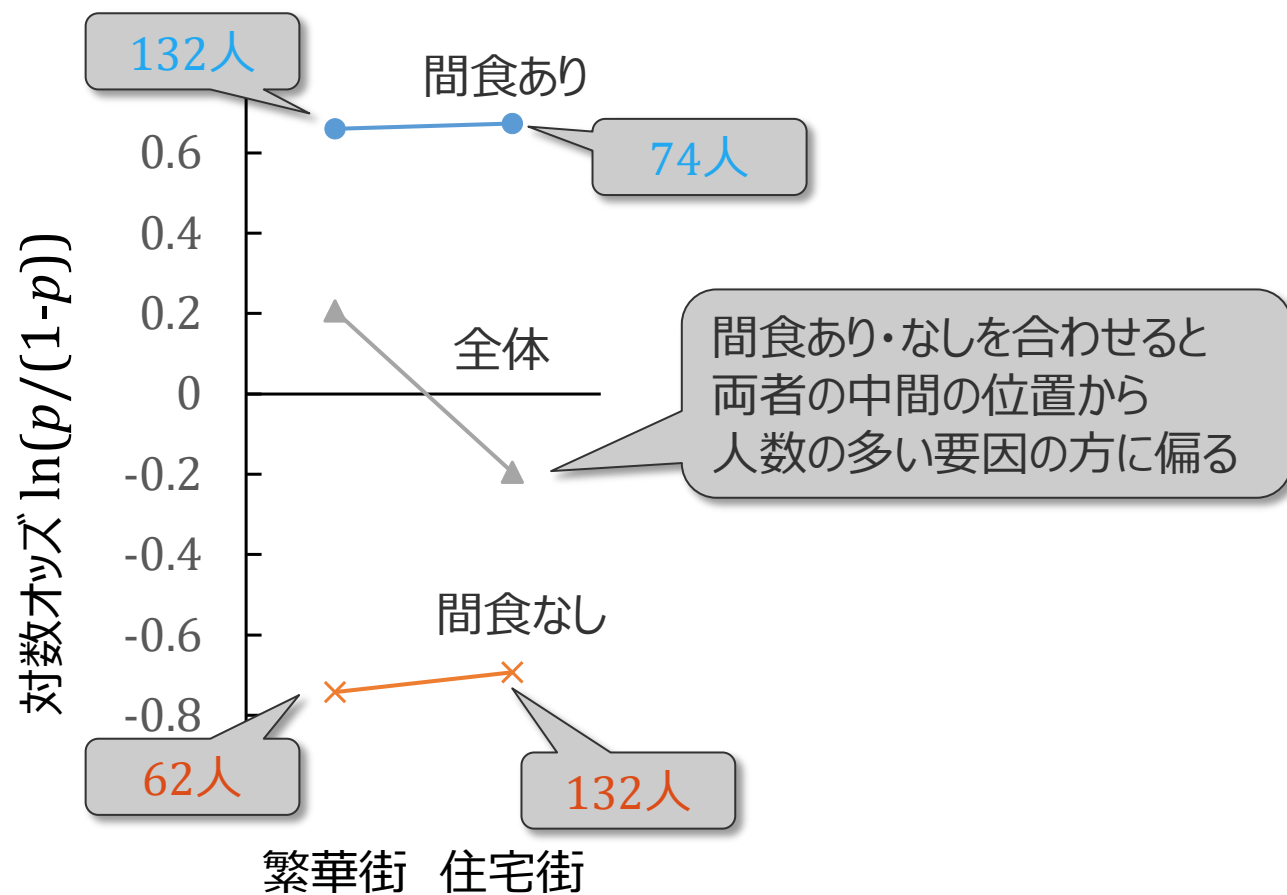
表示 3.8.10 (改変) Excelによる 交互作用を表すグラフ



● JMP のバブルプロット



表示 3.8.10 (改変) Excelによる 交互作用を表すグラフ



シンプソンのパラドックスへの対応

● JMP のバブルプロット

	間食習慣	居住環境	症例	対照	計	対数オッズ
1	間食あり	繁華街	87	45	132	0.6592
2	間食あり	住宅街	49	25	74	0.6729
3	間食なし	繁華街	20	42	62	-0.7419
4	間食なし	住宅街	44	88	132	-0.6931
5	全体	繁華街	107	87	194	0.2069
6	全体	住宅街	93	113	206	-0.1947

[グラフ] > [バブルプロット]

バブルプロット - JMP

データによって大きさが異なる円をプロットします。

列の選択

- 間食習慣
- 居住環境
- 症例
- 対照
- 計
- 対数オッズ

選択した列に役割を割り当てる

Y	対数オッズ
X	居住環境
ID	オプション
時間	オプション
サイズ	計
色分け	間食習慣
By	オプション

アクション

- OK
- キャンセル
- 削除
- 前回の設定
- ヘルプ

「計」「対数オッズ」の2列は、
計算式で作成
軸の設定、バブルの大きさと色を調整

シンプソンのパラドックスへの対応

●層別によるグラフ化

住居環境を横軸に取った発症の対数オッズ

(間食習慣で層別 + 全体)

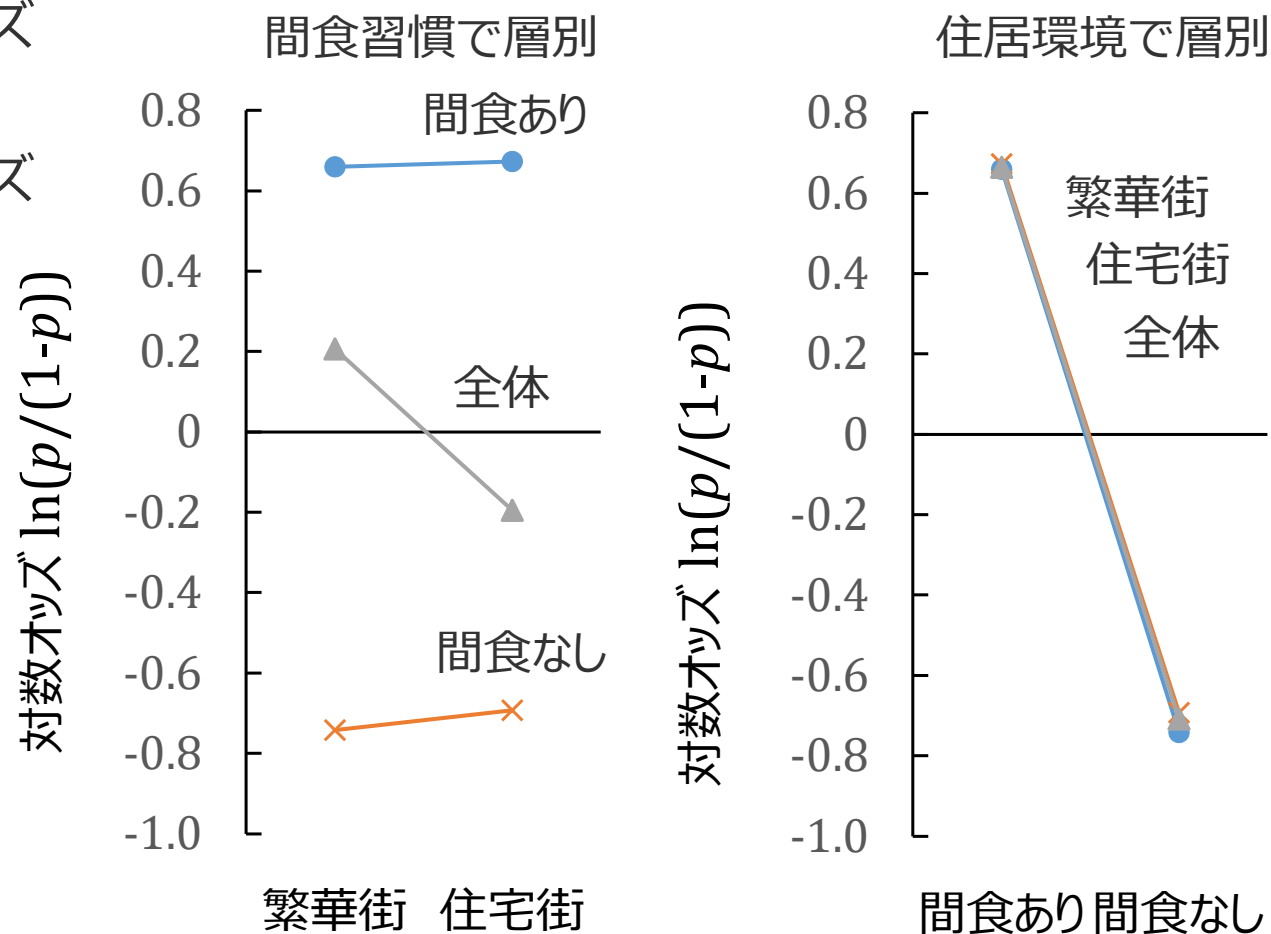
間食習慣を横軸に取った発症の対数オッズ

(住居環境で層別 + 全体)

層別した2本の直線が平行

・・・交互作用はない

表示 3.8.10 (改変) Excelによる 交互作用を表すグラフ



- 要因が複数ある分割表の解析

 - JMP [モデルのあてはめ] を利用

 - 交互作用の扱い

 - シンプソンのパラドックスに注意 (要因のオッズ比に注意)

- 交絡に対する対応

 - 交絡因子の影響を考慮した計画

 - 交絡因子の影響を考慮した解析をするには、考慮すべき因子をすべて調査する

 - 固有技術に基づく試験デザインが重要



- 参考文献

Agresti, A.(1996) An Introduction to Categorical Data Analysis, Jon Siley & Sons, Inc. (渡邊裕之ら (訳)
(2003) カテゴリカルデータ解析入門、サイエンス社)

- 作成 片瀬雅彦
- 監修 松本一彦、長谷文雄、杉山公仁
- 作成時期 2020年9月12日
- 改訂 2021年4月5日、2022年9月6日