

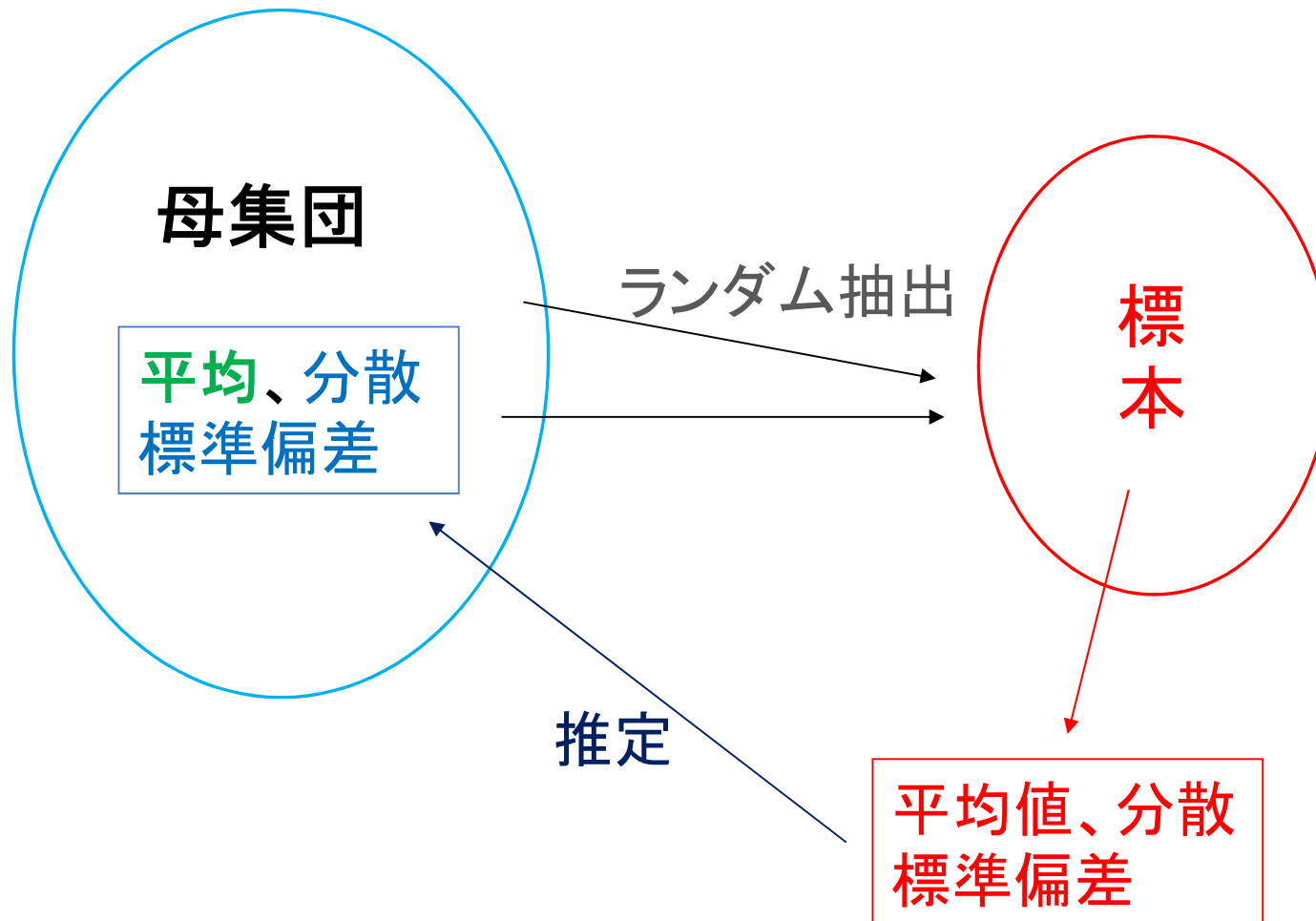
データの平均値の差を検討する方法-2

2018年9月6, 7日
データサイエンス研究所
伊藤嘉朗

本日の内容

1. 前回の復習 (t検定、分割表の検定)
2. 分散分析
3. ノンパラメトリック検定
4. サンプルサイズの設定方法
5. リスク比とオッズ比
6. アンケート調査

母集団と標本



標本から母集団の平均値を推定する



標本から母集団の分散(標準偏差)を
推定する必要がある

分散の計算方法

例) 1,2,3,4,5 の分散

1) 平均 : $(1+2+3+4+5) \div 5 = 3$

2) 変動

				2乗	
1	-	3	=	-2	4
2	-	3	=	-1	1
3	-	3	=	0	0
4	-	3	=	1	1
5	-	3	=	2	4
計				0	10

3) 分散A : $10 \div 5 = 2.0$

分散B : $10 \div (5 - 1) = 2.5$

母集団の分散推定



データ数 (n) より (n-1) で割って求めた分散Bの方が精度が良い。

分散B ⇒ 不偏分散 (不偏標準偏差)

$$t\text{値} = \frac{\text{標本の平均} - \text{母集団の平均}}{\text{不偏標準偏差}} \times \sqrt{n}$$

n-1: 自由度

1標本t検定

ランダムに選んだ製品10個の有効成分含有量
母平均:60mg 違いはみられるか？

64 62 58 61 60 59 63 66 62 63

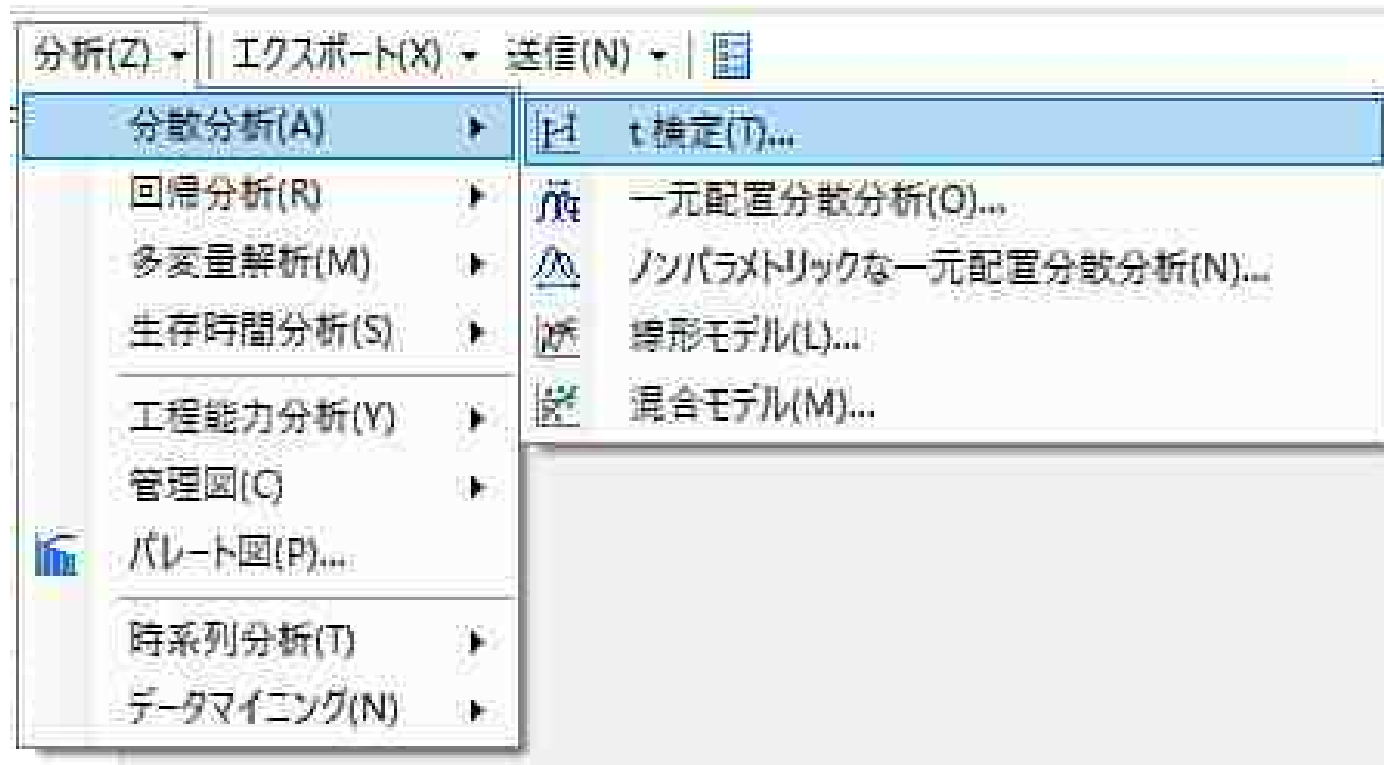
10個の平均値を求めると

$$(64+62+\dots+60+63) \div 10 = 61.8$$

標本平均(61.8)と母平均(60.0)は異なる？

1標本t検定 (SAS EG)

- (1) データを入力する。
- (2) 「分析」-「分散分析」-「t検定」をクリックする。



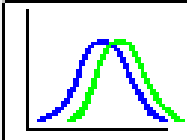
(3)「1標本に対する検定」を選択する。

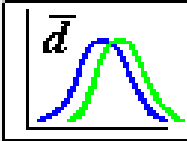
t 検定の種類

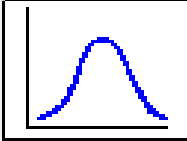
データ
分析
グラフ
タイトル
プロパティ

t 検定の種類

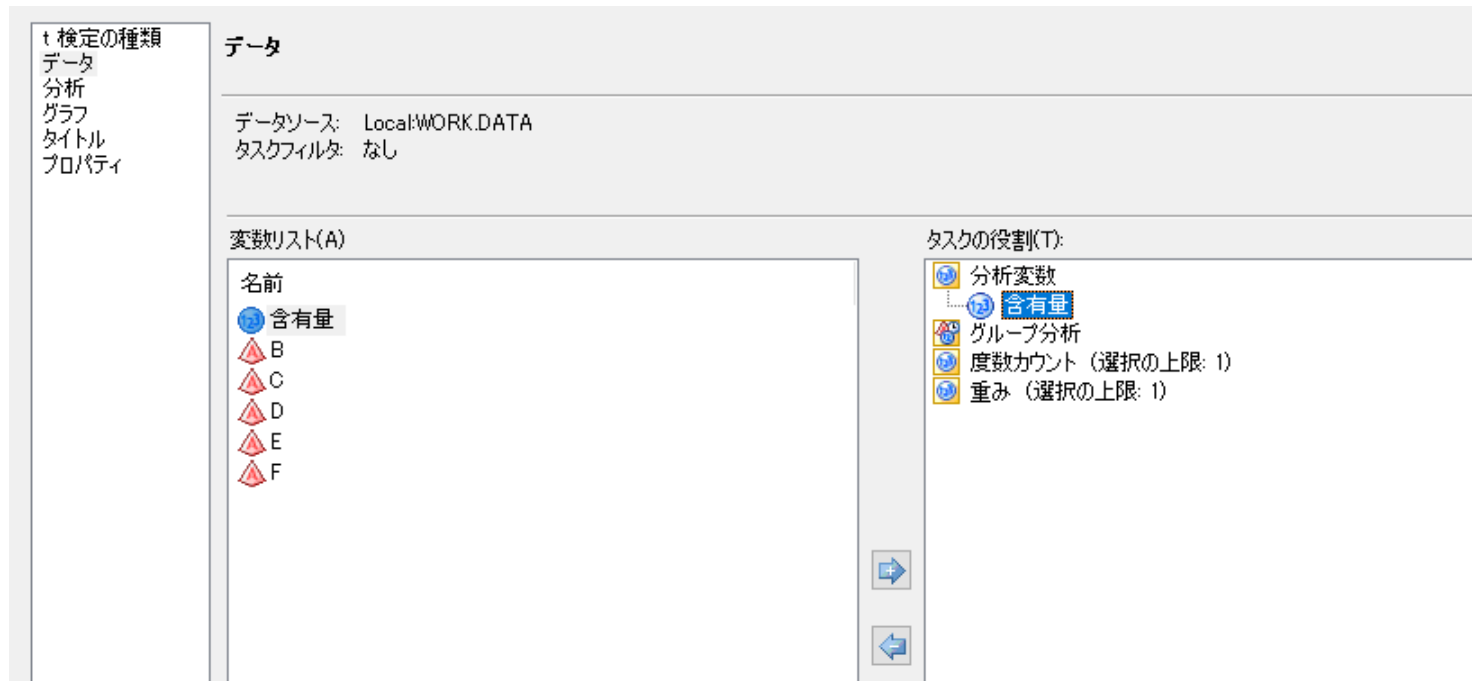
t 検定の種類を選択してください:

 2 標本に対する検定(T)

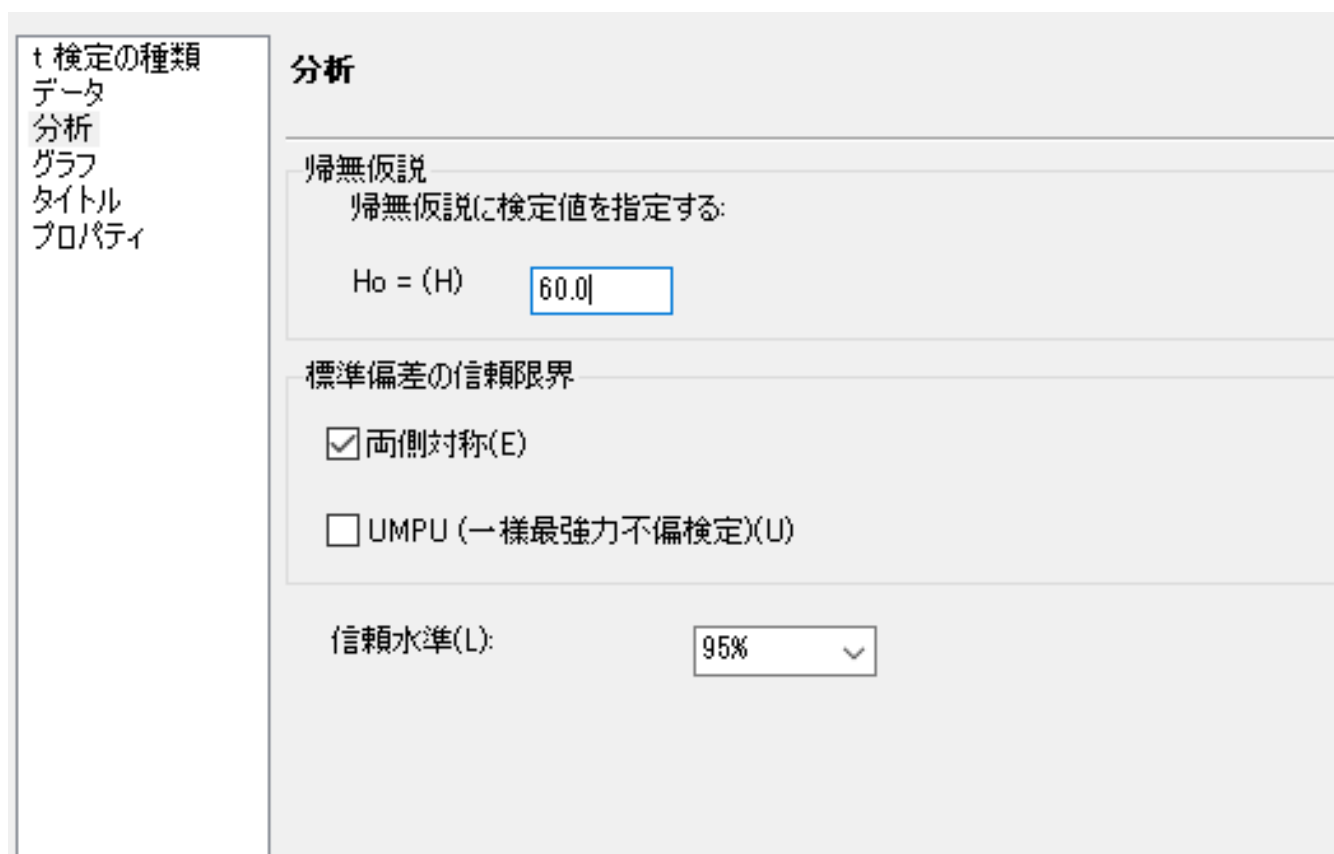
 対応のある検定(P)

 1 標本に対する検定(O)

(4)「分析変数」を指定する。



(5)「分析」をクリックし、「母集団の平均」(帰無仮説)を入力する。



t 検定の種類
データ
分析
グラフ
タイトル
プロパティ

分析

帰無仮説
帰無仮説に検定値を指定する:
Ho = (H)

標準偏差の信頼限界
 両側対称(E)
 UMPU (一様最強力不偏検定)(U)

信頼水準(L):

t検定

TTEST プロシジャ

変数 : 含有量

N	平均	標準偏差	標準誤差	最小値	最大値
10	61.8000	2.3944	0.7572	58.0000	66.0000

平均	平均の 95% 信頼限界		標準偏差	標準偏差の 95% 信頼限界	
61.8000	60.0871	63.5129	2.3944	1.6470	4.3713

自由度	t 値	Pr > t
9	2.38	0.0414

t値 = 2.38

有意確率 = 0.0414

<有効成分含有量調査 1標本t検定の結果>

有意確率(危険率) = 0.0414

◇有意確率(危険率)の判定

有意確率 = 0.0414 < 0.05(有意水準)



有意水準5%において、標本平均と母平均に違いが見られる。(有意水準5%において、有意である。)

2標本t検定(2群の平均値の差の検定)

商品のパッケージの好感度について、男女各10人に10点満点にて調査した。男女間に評価の差は見られるか。

											平均
男性	6	4	5	5	6	5	6	6	4	6	5.3
女性	7	6	7	5	6	5	6	7	6	6	6.1



男女の平均値の差に違いは見られるか？

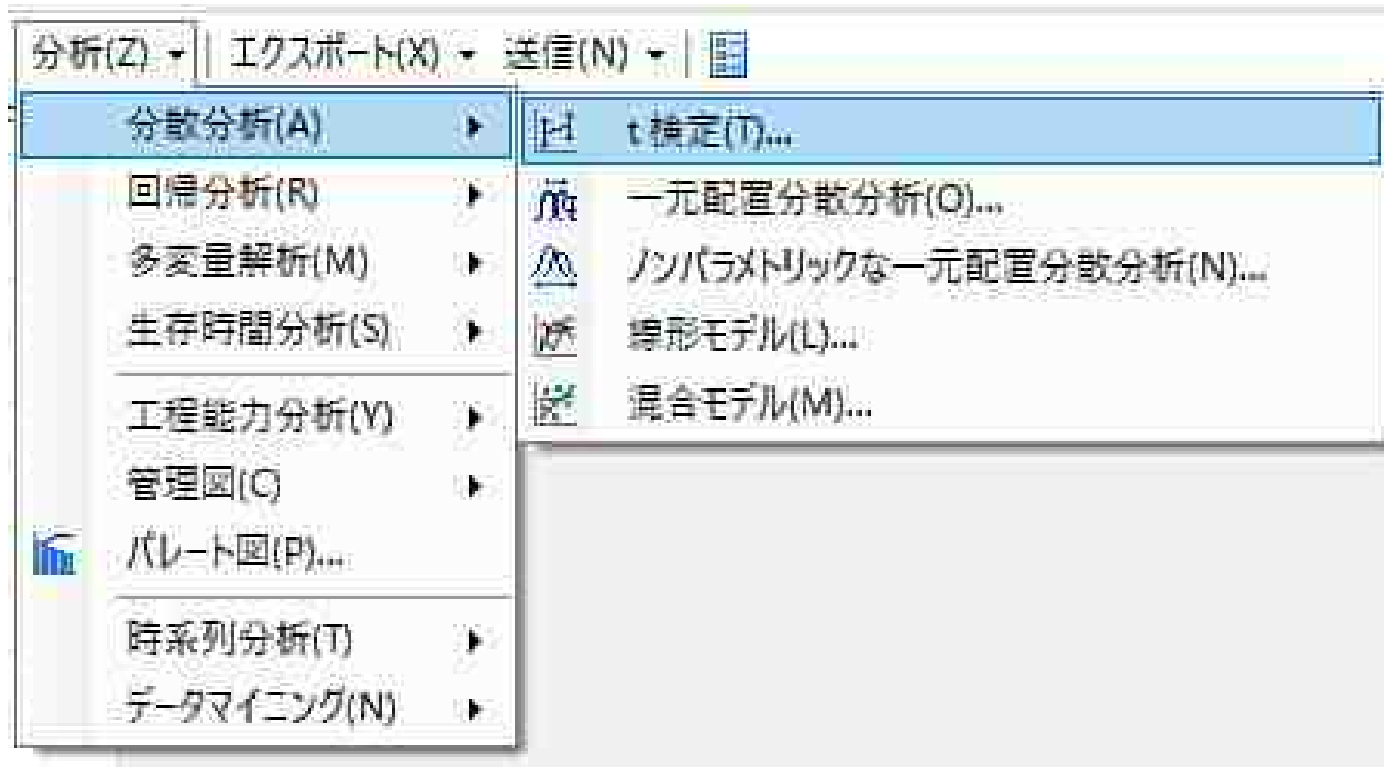
2標本t検定(SAS EG)

(1) データを入力する。

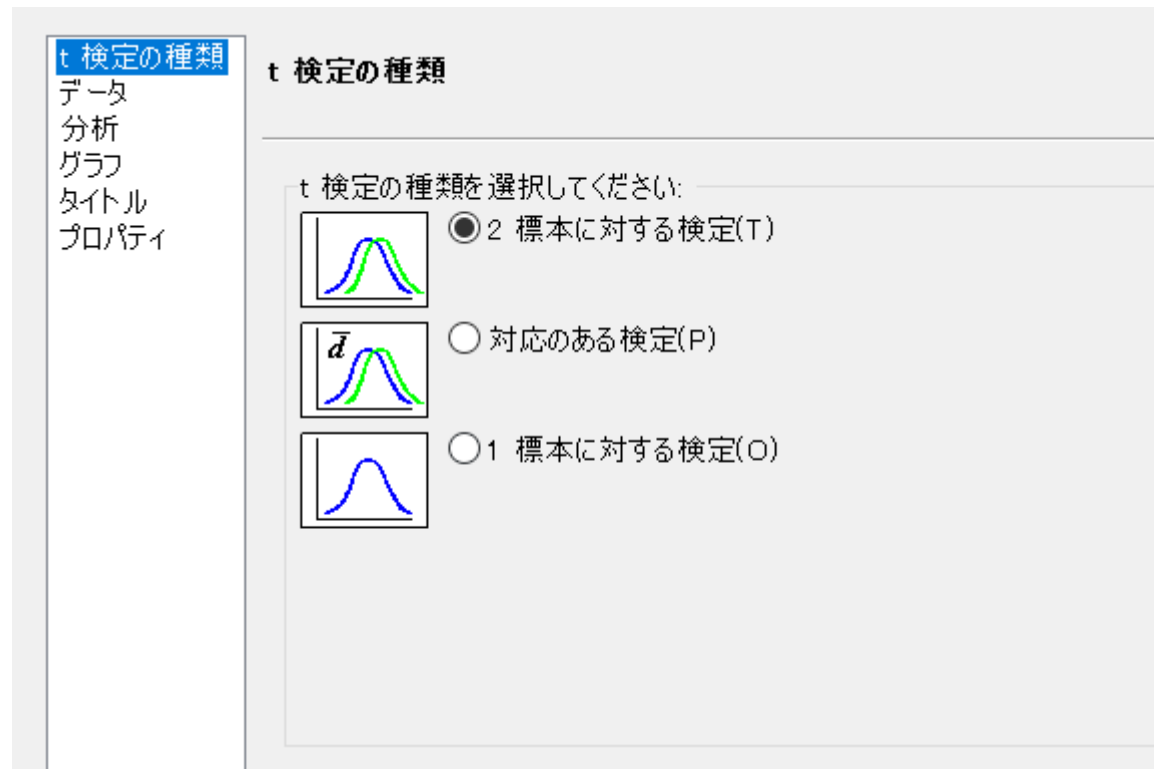


	性別	評価	C	D
1				
2	m	6		
3	m	4		
4	m	5		
5	m	5		
6	m	6		
7	m	5		
8	m	6		
9	m	6		
10	m	4		
11	m	6		
12	f	7		
13	f	6		
14	f	7		
15	f	5		
16	f	6		
17	f	5		
18	f	6		
19	f	7		
20	f	6		
21	f	6		

(2)「分析」-「分散分析」-「t検定」をクリックする。



(3) 「2標本に対する検定」を選択する。



(4)「分類変数」と「分析変数」を指定する。

The screenshot shows a software interface for configuring a task. On the left, a sidebar lists 't 検定の種類' (t-test type) with options: データ (Data), 分析 (Analysis), グラフ (Graph), タイトル (Title), and プロパティ (Properties). The main area is titled 'データ' (Data) and shows 'データソース: Local:WORK.DATA' and 'タスクフィルタ: なし' (No task filter). Below this, there are two panels: '変数リスト(A)' (Variable List A) and 'タスクの役割(T):' (Task Role T). The '変数リスト(A)' panel lists variables: 名前 (Name), 性別 (Gender), 評価 (Evaluation), C, D, E, and F. The 'タスクの役割(T):' panel lists roles: 分類変数 (選択の上限: 1) (Categorical variable, selection limit: 1), 性別 (Gender), 分析変数 (Analysis variable), 評価 (Evaluation), グループ分析 (Group analysis), 度数カウント (選択の上限: 1) (Frequency count, selection limit: 1), and 重み (選択の上限: 1) (Weight, selection limit: 1). Arrows indicate the flow of variables from the list to the task roles.

手法	分散	自由度	t 値	Pr > t
Pooled	Equal	18	2.29	0.0344
Satterthwaite	Unequal	17.788	2.29	0.0346

等分散性				
手法	分子の自由度	分母の自由度	F 値	Pr > F
Folded F	9	9	1.24	0.7495

◇分散が違うとは言えないとき
t値 = 2.29 有意確率 = 0.0344

◇分散が違うとき
t値 = 2.29 有意確率 = 0.0346

＜男女別好感度調査 2標本t検定の結果＞

有意確率(危険率) = 0.0346

◇有意確率(危険率)の判定

有意確率 = 0.0346 < 0.05(有意水準)



有意水準5%において、男女間の好感度に違いが見られる。(有意水準5%において、有意である。)

対応のある2標本の検定

商品の理解度について、10人に商品説明前後に、それぞれ10点満点にて調査した。
説明前後による理解度に差は見られるか。

											平均値
説明前	7	3	8	3	7	2	2	6	6	9	5.3
説明後	7	4	9	3	8	3	5	8	7	9	6.3



2標本t検定？

データ数 = 20
回答者10人のデータ

回答者が各自2回ずつ回答



対応のある2標本t検定

対応のある2標本t検定 (SAS EG)

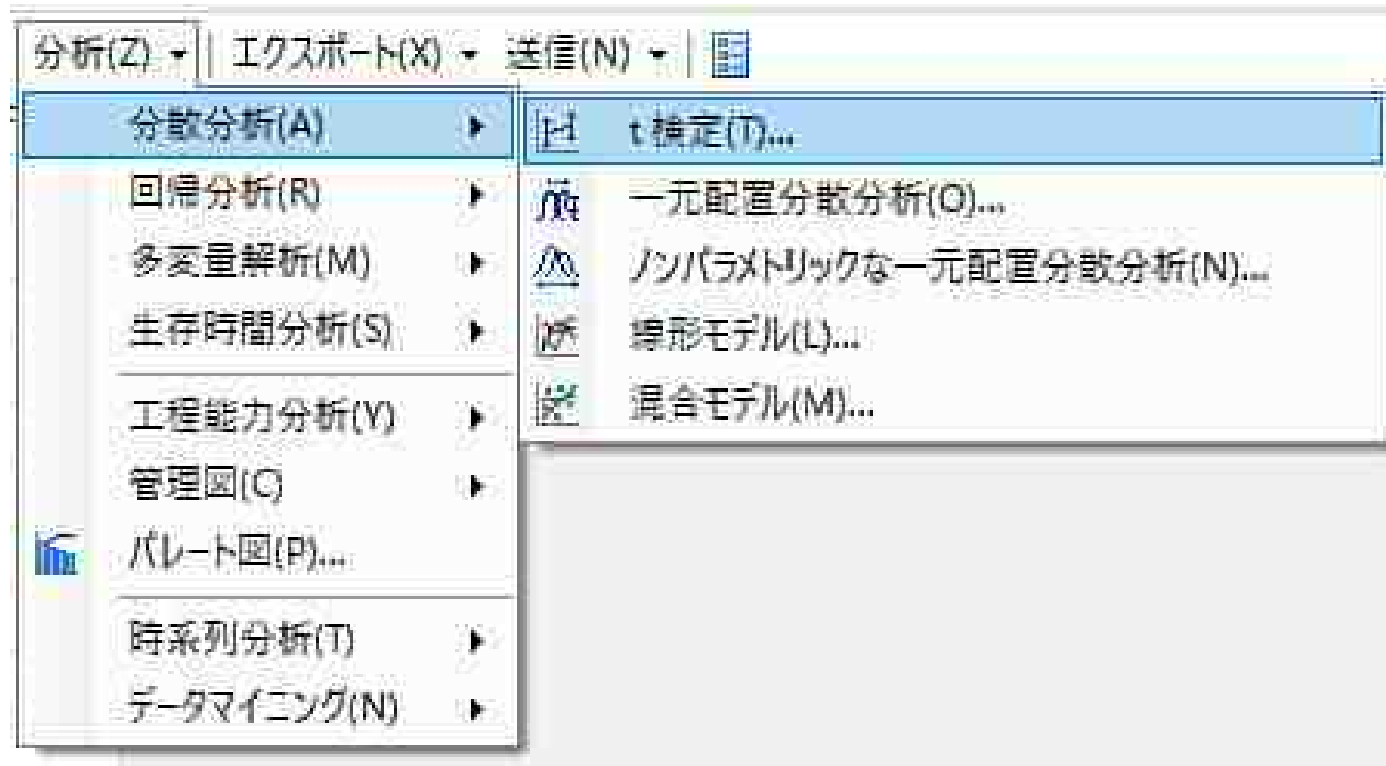
(1) データを入力する。



The screenshot shows the SAS EG data entry interface. The window title is '入力データ' (Input Data). The menu bar includes '入力データ', 'コード', 'ログ', and '結果'. The toolbar contains 'フィルタと並べ替え(L)', 'クエリビルダ(Q)', and 'Where 式(W)'. The data table has two columns: '説明前' (Before) and '説明後' (After). The data rows are as follows:

	説明前	説明後
1	7	7
2	9	4
3	8	9
4	9	9
5	7	8
6	2	9
7	2	5
8	6	8
9	6	7
10	9	9
11		

(2)「分析」-「分散分析」-「t検定」をクリックする。



(3)「対応のある検定」を選択する。

t 検定の種類

データ
分析
グラフ
タイトル
プロパティ

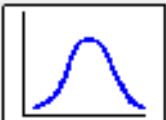
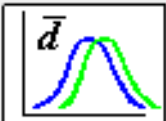
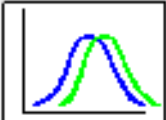
t 検定の種類

t 検定の種類を選択してください:

2 標本に対する検定(T)

対応のある検定(P)

1 標本に対する検定(O)



(4)「対応のある変数」を指定する。

t 検定の種類
データ
分析
グラフ
タイトル
プロパティ

データ

データソース: Local:WORK.DATA (4)
タスクフィルタ: なし

変数リスト(A)

名前
説明前
説明後
C
D
E
F

タスクの役割(T):

- 対応のある変数 (選択の上限: 2)
- 説明前
- 説明後
- グループ分析
- 度数カウント (選択の上限: 1)
- 重み (選択の上限: 1)

t 検定

TTEST プロシジャ

差：説明前 - 説明後

N	平均	標準偏差	標準誤差	最小値	最大値
10	-1.0000	0.9428	0.2981	-3.0000	0

平均	平均の 95% 信頼限界	標準偏差の 95% 信頼限界
-1.0000	-1.6744 -0.3256	0.9428 0.6485 1.7212

自由度	t 値	Pr > t
9	-3.35	0.0085

t値 = 3.35 有意確率 = 0.0085

効果量

- ・1標本t検定

$$t\text{値} = \text{効果量} \times \sqrt{n}$$

- ・2標本t検定

$$t\text{値} = \text{効果量} \times \sqrt{n/2}$$

t値は標本サイズの影響を受ける

◇効果量 (Cohen's d) の大きさの評価

0.2	0.5	0.8
小	中	大

検定結果の検討

1)有意確率（危険率）

標本数に比例して t値は大きくなる。
= 標本数に比例して有意確率は小さくなる。

有意確率が小さい \neq 差が大きい

2)効果量の大きさ

有意確率と効果量について検討する。

分割表の検定(カイ二乗検定)

主力商品A、B2種類について、一般層と富裕層にA、Bどちらを選択するかについて調査した。違いは見られるか。

(人)

	A	B	計
一般層	60	40	100
富裕層	30	70	100
計	90	110	200

実現値と期待値の食い違いを求める

<期待値>

(人)

	A	B	計
一般層	50	50	100
富裕層	50	50	100
計	90	110	200

(人)

	A	B	計
一般層	45	55	100
富裕層	45	55	100
計	90	110	200

食い違い = $\frac{(\text{実現値} - \text{期待値})^2}{\text{期待値}}$ の合計

$$\begin{aligned} & \frac{(60 - 45)^2}{45} + \frac{(40 - 55)^2}{55} \\ & + \frac{(30 - 45)^2}{45} + \frac{(70 - 55)^2}{55} \end{aligned}$$

= 18.18  カイ2乗分布

分割表の検定(SAS EG)

(1) データを入力する。



The screenshot shows the SAS EG interface with a data table. The table has four columns: 層 (Layer), 商品 (Product), N, and D. The data is as follows:

	層	商品	N	D
1	1	1	60	
2	1	2	40	
3	2	1	30	
4	2	2	70	
5				
6				
7				
8				
9				

(2)「記述統計」－「分割表分析」をクリックする。

The screenshot shows a software interface with a data table and a dropdown menu. The table has columns for '層' (Layer), '商品' (Product), 'N', and 'D'. The dropdown menu is open, showing options like '記述統計(E)', 'グラフ(G)', '分析(Z)', and '分割表分析(A)...'.

	層	商品	N	D
1	1	0	60	
2	1	1	40	
3	2	0	30	
4	2	1	70	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

記述統計(E) - グラフ(G) - 分析(Z) - エクスポート

- リスト(L)...
- Σ 要約統計量ウィザード(M)...
- Σ 要約統計量(S)...
- 集計表ウィザード(B)...
- 集計表(T)...
- リストレポートウィザード(R)...
- データの特性分析(H)...
- 分布(D)...
- 一元度数表(O)...
- 分割表分析(A)...

(3) 「層、商品」を「表変数」に、「N」を「度数カウント」に指定する。

The screenshot shows a software interface with a left sidebar and a main workspace. The sidebar contains a list of menu items: データ, 表, セル統計量, 表統計量, 関連, 一致, 順序付けされた差, 傾向検定, 計算オプション, 結果, セル統計量の結果, 表統計量の結果, タイトル, プロパティ. The main workspace is titled 'データ' and contains the following information:

- データソース: Local:WORK.DATA
- タスクフィルタ: なし
- 変数リスト(A):
 - 名前
 - 層 (red triangle icon)
 - 商品 (blue triangle icon)
 - N (blue circle icon)
 - D (red triangle icon)
 - E (red triangle icon)
 - F (red triangle icon)
- タスクの役割(T):
 - 度数カウント (選択の上限: 1) (blue circle icon)
 - N (blue circle icon)
 - グループ分析 (blue circle icon)
 - 表変数 (blue circle icon)
 - 層 (red triangle icon)
 - 商品 (red triangle icon)

Arrows between the lists indicate the assignment of variables to roles.

(4)「表」をクリックし、プレビューの表頭に「商品」、表側に「層」を指定する。

データ
表
セル統計量
表統計量
関連
一致
順序付けされた差
傾向検定
計算オプション
結果
セル統計量の結果
表統計量の結果
タイトル
プロパティ

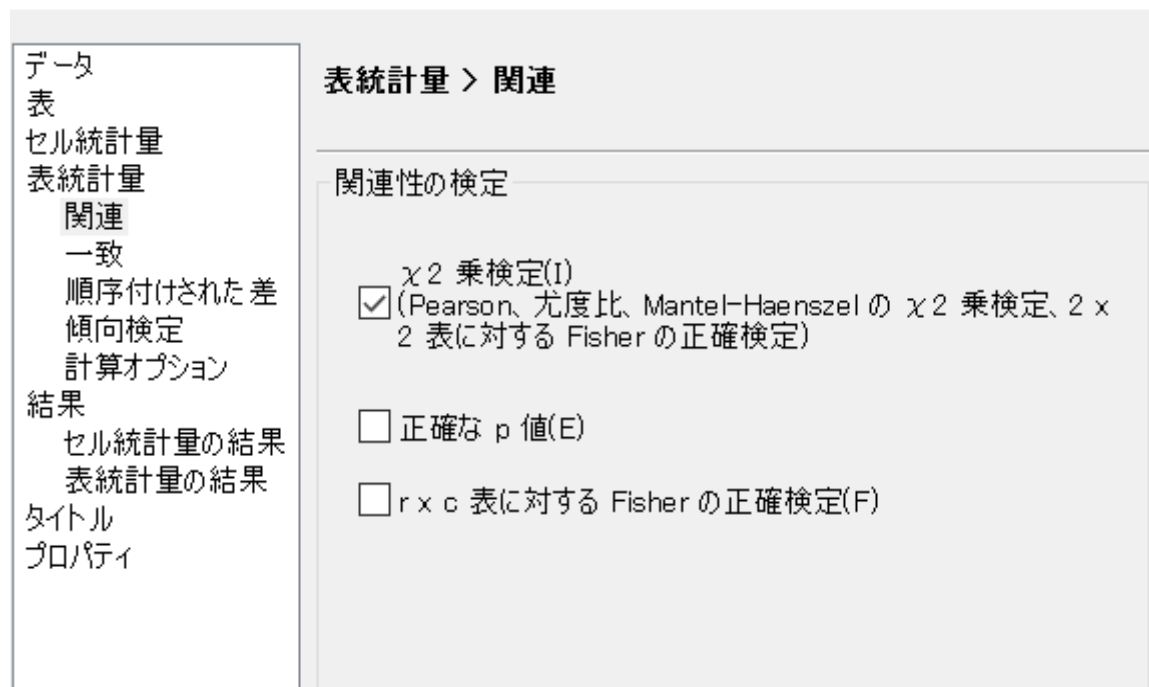
表

テーブルに許可された変数(v):

プレビュー:

商品				

(5)「表統計量」をクリックし、カイニ乗検定を選択し、実行する。



統計量	自由度	値	p 値
カイ 2 乗値	1	18.1818	<.0001
尤度比カイ 2 乗値	1	18.4803	<.0001
連続性補正カイ 2 乗値	1	16.9899	<.0001
Mantel-Haenszel のカイ 2 乗値	1	18.0909	<.0001
ファイ係数		0.3015	
一致係数		0.2887	
Cramer の V 統計量		0.3015	

有意確率 : < 0.0001

分割表の検定における効果量

- ・ 2×2 分割表の場合：ファイ係数
- ・ 2×2 以外の分割表の場合：Cramer's V

◇効果量の大きさの評価

0.1	0.3	0.5
小	中	大

分散分析(3群以上の平均値の差の検定)

例) 顧客対応の好感度

20歳代、40歳代、60歳代、顧客各5人に調査。

年齢階層による違いは？

好感度

(10点満点)

	20歳代	40歳代	60歳代
1	7	8	6
2	6	5	5
3	7	6	4
4	5	6	4
5	8	7	5

年齢階層間の違いを、各平均値で比較

$$20\text{歳代} : (7+6+7+5+8)/5 = 6.6$$

$$40\text{歳代} : (8+5+6+6+7)/5 = 6.4$$

$$60\text{歳代} : (6+5+4+4+5)/5 = 4.8$$

- ・年齢階層間の平均値に違いが見られるが、
 - ・各年齢階層内のデータにバラツキ(誤差)が見られる。
- 単純に、平均値の違いについて判定は困難。



年齢階層間の違いの大きさと、各年齢階層内の誤差の大きさとの比が大きければ、年齢階層間に違いが見られると判定。

$$\frac{\text{年齢階層間の分散}}{\text{各年齢階層内の分散}}$$



F値

F値が大きければ、年齢階層間に違いがあると判定

①年齢階層内の分散の大きさの算出

各年齢階層内の変動を求めて自由度で割る

$$(7-6.6)^2 + (6-6.6)^2 + (7-6.6)^2 + (5-6.6)^2 + (8-6.6)^2 = 5.2$$

$$(8-6.4)^2 + (5-6.4)^2 + (6-6.4)^2 + (6-6.4)^2 + (7-6.4)^2 = 5.2$$

$$(6-4.8)^2 + (5-4.8)^2 + (4-4.8)^2 + (4-4.8)^2 + (5-4.8)^2 = 2.8$$

計 13.20

自由度 : $15 - 3 = 12$

3つの平均値(6.6、6.4、4.8)を使用

階層内の分散 : $13.20 / 12 = 1.10$

②年齢階層間の違いの大きさ(分散)の算出

各年齢階層間の変動を求めて自由度で割る

1) 全体の平均を求める。

$$(6.6+6.4+4.8)/3 = 5.93$$

2) 各平均と全体の平均の違いを求める。

$$(6.6-5.93)^2 \times 5 + (6.4-5.93)^2 \times 5 + (4.8-5.93)^2 \times 5 = 9.74$$

注) 階層内の計算に15個のデータを使用。

階層間の計算にもバランスをとるために5倍。

自由度 : $3 - 1 = 2$
全体の平均値 (5.93) 1つを使用

階層間の分散 : $9.74 / 2 = 4.867$

③階層間分散と階層内分散の比

$$F\text{値} = \frac{4.867}{1.10} = 4.42$$

F値の大きさについてF分布により判定する。

分散分析(SAS EG)

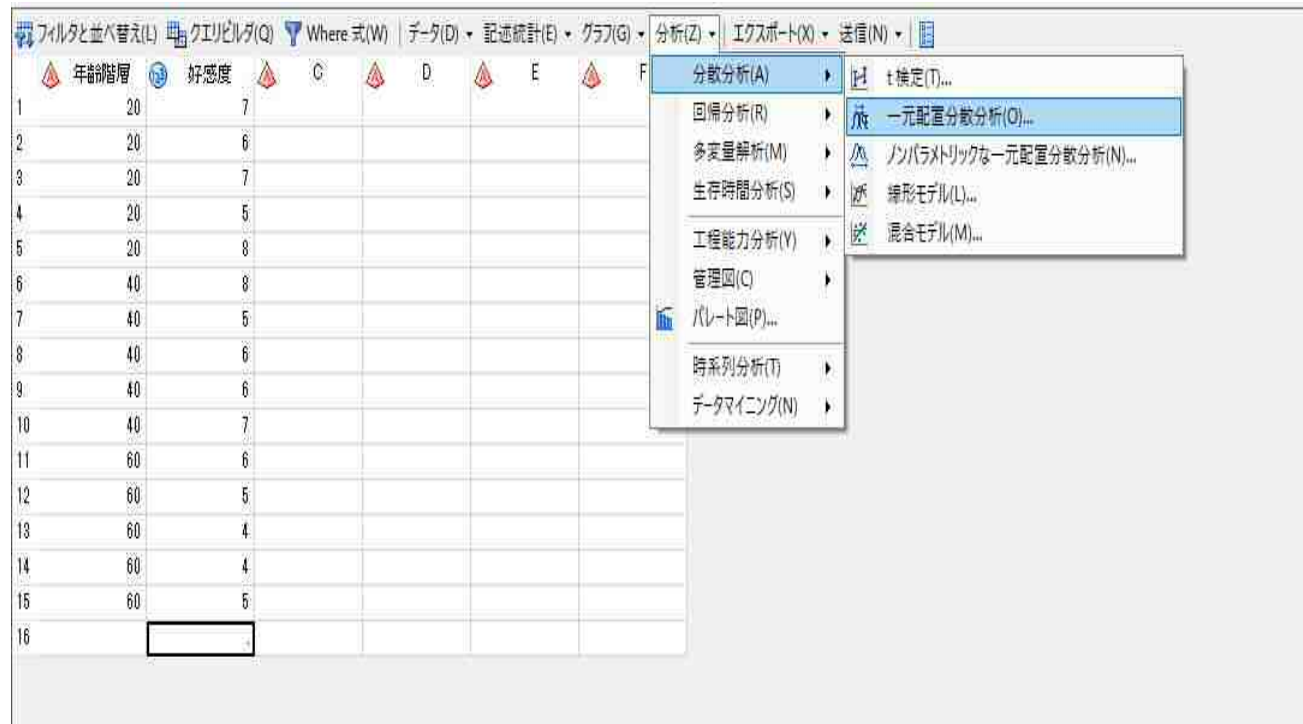
(1) データを入力する。



The screenshot shows the SAS EG data entry interface. The table has three columns: '年齢階層' (Age Group), '好感度' (Preference Score), and 'C'. The data is as follows:

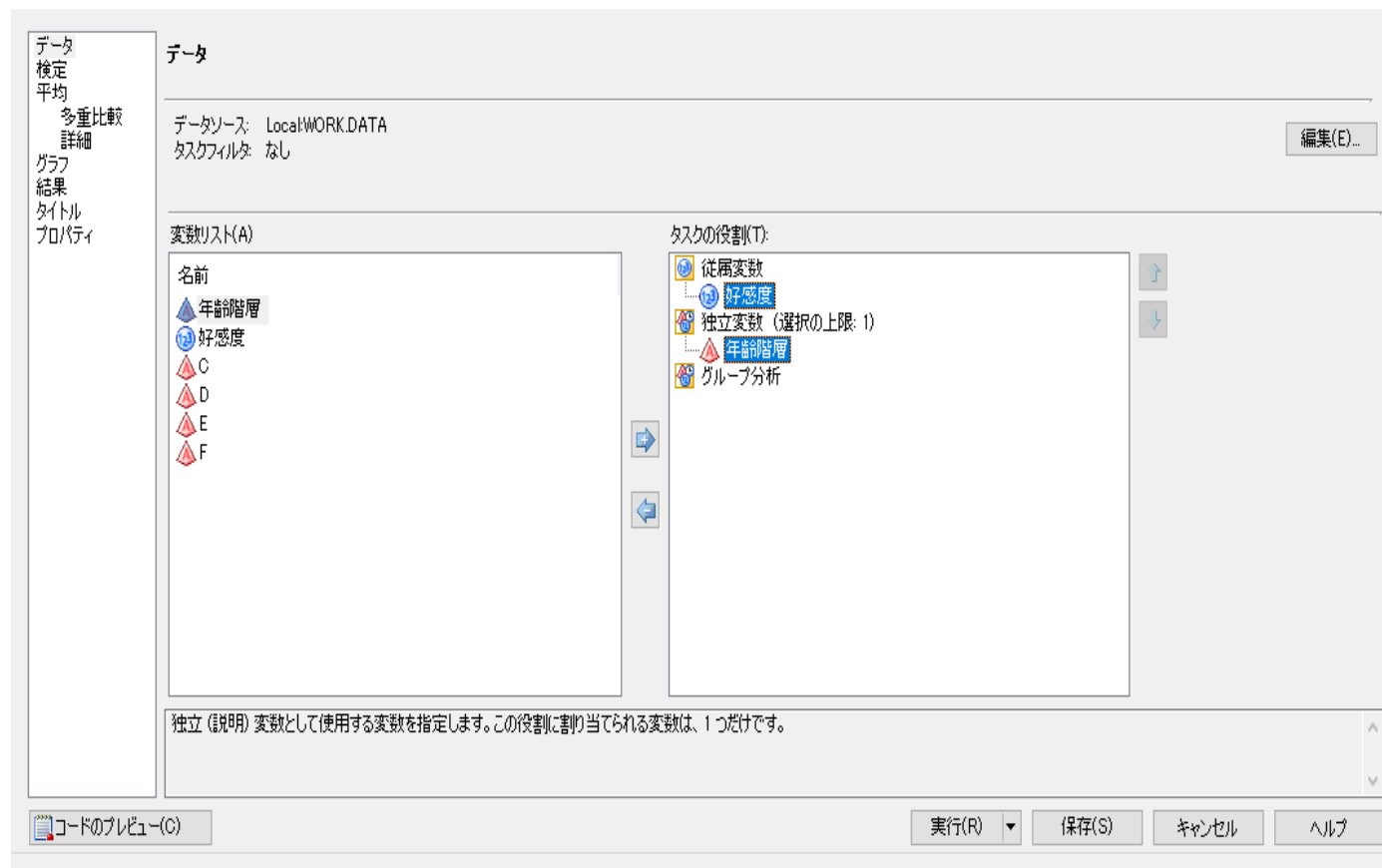
	年齢階層	好感度	C
1	20	7	
2	20	6	
3	20	7	
4	20	5	
5	20	8	
6	40	8	
7	40	5	
8	40	6	
9	40	6	
10	40	7	
11	60	6	
12	60	5	
13	60	4	
14	60	4	
15	60	5	
16			

(2)「分析」-「分散分析」-「一元配置分散分析」をクリックする。



(3)「変数」を指定する。

「年齢階層」を「独立変数」、「好感度」を従属変数に指定し、「実行」をクリックする。



一元配置分散分析

結果

ANOVA プロシジャ

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	Pr > F
Model	2	9.733333333	4.866666667	4.42	0.0364
Error	12	13.20000000	1.10000000		
Corrected Total	14	22.93333333			

F値=4.42 有意確率=0.0364

年齢階層によって違いが見られる。

多重比較

「どの群間に差があるか」を明らかにする。

ボンフェローニ (Bonferroni) 法、テューキー (Tukey) 法等

The screenshot shows a software interface for multiple comparisons. On the left is a navigation menu with options: データ, 検定, 平均, 多重比較 (highlighted), 詳細, グラフ, 結果, タイトル, プロパティ. The main panel is titled '平均 > 多重比較'. It contains the text '主効果は 年齢階層 です。' and a section '使用する手法' with a list of methods: Bonferroni の多重比較(B) (checked), Tukey の多重比較(対比較)(T) (checked), Duncan の多重比較(D), Dunnett の多重比較(U), Fisher の最小有意差(LSD)法(F), Gabriel の多重比較(G), Student-Newman-Keuls の多重比較(E), Waller-Duncan の多重比較(W), Scheffe の多重比較(H), and Ryan-Einot-Gabriel-Welsch の多重比較(Y). To the right, '信頼水準' is set to '95%' in a dropdown menu.

Bon グループ		平均	N	年齢階層
A		6.6000	5	20
A				
A		6.4000	5	40
A				
A		4.8000	5	60

Tukey グループ		平均	N	年齢階層
	A	6.6000	5	20
	A			
B	A	6.4000	5	40
B				
B		4.8000	5	60

有意水準5%のとき、
Tukeyの多重比較において、20歳代と60歳代に
違いが見られる。

商品のパッケージの好感度について、男女別各10人に10点満点にて調査。男女間に評価の差は見られるか。

											平均
男性	6	4	5	5	6	5	6	6	4	6	5.3
女性	7	6	7	5	6	5	6	7	6	6	6.1

t値=2.29 有意確率=0.0344



分散分析

一元配置分散分析

結果

ANOVAプロシジャ

従属変数 : 評価

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	Pr > F
Model	1	3.20000000	3.20000000	5.24	0.0344
Error	18	11.00000000	0.61111111		
Corrected Total	19	14.20000000			

F値 = 5.24 有意確率 = 0.0344

◇2標本t検定

t値 = 2.29 有意確率 = 0.0344

◇分散分析

F値 = 5.24 有意確率 = 0.0344

$$5.24 = 2.29 \times 2.29$$

F値 ← t値²

分散分析における効果量

イータの2乗 (η^2)

年齢階層間の分散

年齢階層間の分散 + 各年齢階層内の分散

$$\frac{9.73}{9.73+13.20} = 0.424$$

ノンパラメトリック検定

- ・データの値を直接使わず、大きさの順に並べ順位を用いた検定方法

業種と利益額

A	32	11	27	18	33	41	135	42.4
B	42	38	35	34	29	43	51	38.9

マンホイットニのU検定 (ウイルコクソンの順位和検定)

データを順位に並べ順位合計を求める。

昇順	11	18	28	29	32	33	34	35	38	41	42	43	51	92
順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
業種	A	A	A	B	A	A	B	B	B	A	B	B	B	A

$$Aの順位合計 = 1 + 2 + 3 + 5 + 6 + 10 + 14 = 41$$

$$Bの順位合計 = 4 + 7 + 8 + 9 + 11 + 12 + 13 = 64$$

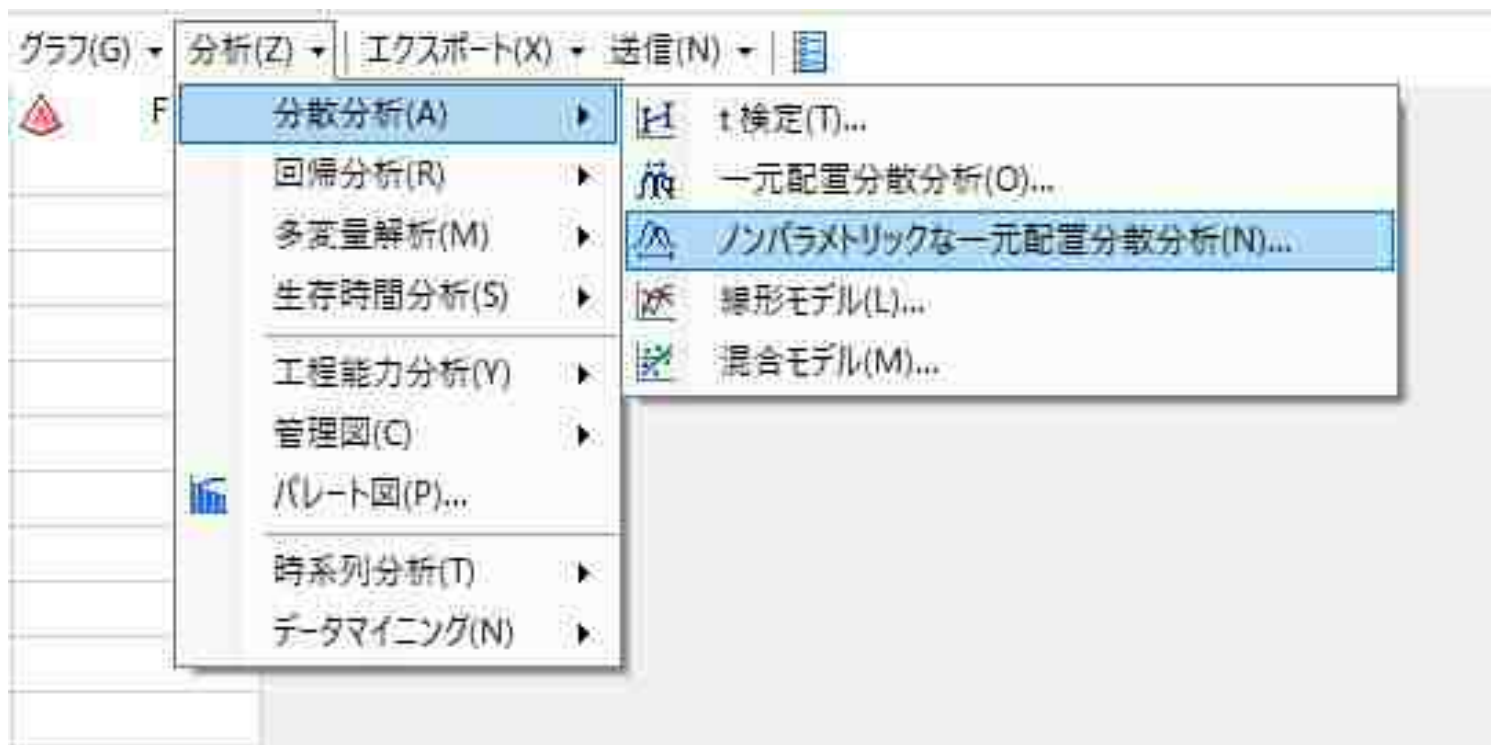
ノンパラメトリック検定 (SAS EG)

(1) データを入力する。



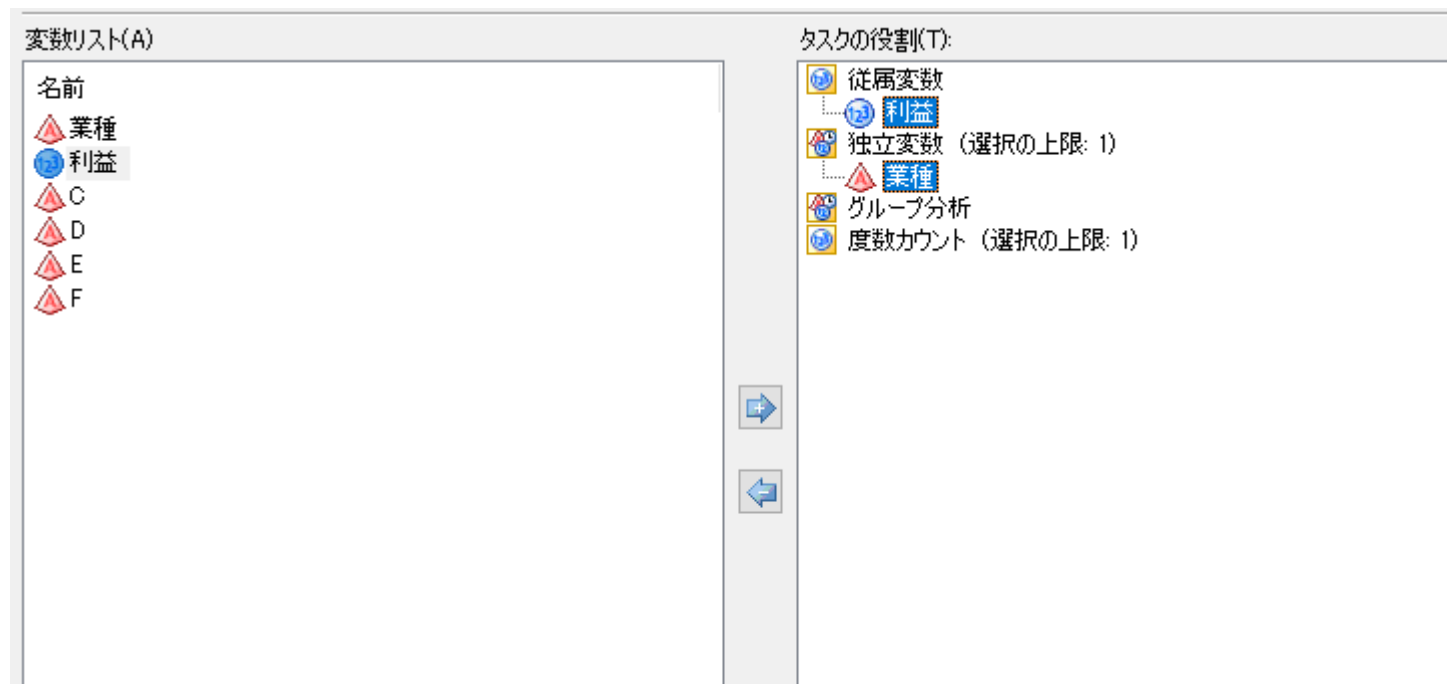
	業種	利益	C
1	A	82	
2	A	11	
3	A	27	
4	A	18	
5	A	88	
6	A	41	
7	A	135	
8	B	42	
9	B	88	
10	B	35	
11	B	84	
12	B	29	
13	B	48	
14	B	51	
15			

(2)「分析」-「分散分析」-「ノンパラメトリックな一元配置分散分析」をクリックする。



(3)「変数」を指定する。

「業種」を「独立変数」、「利益」を従属変数に指定し、「実行」をクリックする。



(4)「分析」－「Wilcoxon」を指定する。

分析

検定に用いるスコア

<input checked="" type="checkbox"/> Wilcoxon(W)	<input type="checkbox"/> 経験分布関数統計量 (EDF) を計算する(E)
<input type="checkbox"/> 中央値(50%点)(M)	<input type="checkbox"/> 欠損値を分類水準として含める(O)
<input type="checkbox"/> Savage(G)	<input type="checkbox"/> 連続性の補正を表示しない(U)
<input type="checkbox"/> Van der Waerden(V)	
<input type="checkbox"/> Ansari-Bradley(A)	
<input type="checkbox"/> Klotz(K)	
<input type="checkbox"/> Mood(O)	
<input type="checkbox"/> Siegel-Tukey(T)	

ノンパラメトリックな一元配置分散分析

NPAR1WAYプロシジャ

変数 利益 に対する Wilcoxon スコア (順位和)
分類変数: 業種

業種	N	スコアの合計	H0のもとでの期待値	H0のもとでの標準偏差	平均スコア
A	7	41.0	52.50	7.826238	5.857143
B	7	64.0	52.50	7.826238	9.142857

Wilcoxon の順位和検定 (2 標本)

統計量	41.0000
正規近似	
Z	-1.4055
片側 Pr < Z	0.0799
両側 Pr > Z	0.1599
t 分布で近似	
片側 Pr < Z	0.0917
両側 Pr > Z	0.1833
Z には 0.5 の連続性の補正が含まれています。	

有意確率 = 0.1599

2標本t検定の結果

手法	分散	自由度	t 値	Pr > t
Pooled	Equal	12	0.22	0.8283
Satterthwaite	Unequal	6.3519	0.22	0.8315

有意確率 = 0.8315

商品のパッケージの好感度について、男女別各10人に10点満点にて調査。男女間に評価の差は見られるか。

											平均
男性	6	4	5	5	6	5	6	6	4	6	5.3
女性	7	6	7	5	6	5	6	7	6	6	6.1

t値 = 2.29 有意確率 = 0.0344



ノンパラメトリック検定

ノンパラメトリックな一元配置分散分析

NPAR1WAYプロシジャ

変数 評価 に対する Wilcoxon スコア (順位和)
分類変数: 性別

性別	N	スコアの 合計	H0のもとでの 期待値	H0のもとでの 標準偏差	平均 スコア
m	10	80.50	105.0	12.247449	8.050
f	10	129.50	105.0	12.247449	12.950

同順位には平均スコアを使用しました。

Wilcoxon の順位和検定 (2 標本)

統計量	80.5000
正規近似	
Z	-1.9596
片側 Pr < Z	0.0250
両側 Pr > Z	0.0500
t 分布で近似	
片側 Pr < Z	0.0324
両側 Pr > Z	0.0649

Z には 0.5 の連続性の補正が含まれています。

有意確率 = 0.0500

ノンパラメトリック検定のまとめ

・データの値を直接使わず、大きさの順に並べ順位を用いた検定方法

- ・外れ値による影響をほとんど影響をうけない。
- ・正規分布を仮定できるデータはパラメトリック検定の方が検定力が高くなることが多い。
- ・分散が異なる場合はノンパラメトリック検定を行うことは推奨されない。

◇検定における判断の誤り

①「男女の好感度が同じとき」

男女の好感度が「違う」と判定してしまう誤り



あわてものの誤り(第1種の過誤)

有意水準(危険率)

②「男女の好感度が違うとき」

「違うとは言えない」と判定してしまう誤り
(見過ごす誤り)



ぼんやりものの誤り(第2種の過誤)

サンプルサイズ(調査対象数)の設定方法

下記3つを組み合わせて設定する。

① 効果量

例) 0.2 0.5 0.8

② あわてものの誤りの確率(=有意水準)

例) 0.05

③ ぼんやりものの誤りの確率

例) 0.20

一般的に検定力($1 - \text{ぼんやりものの誤りの確率}$)を用いる。(0.80 = $1 - 0.20$)

検定力、効果量、有意水準を組み合わせた
1群の必要なサンプルサイズ(2標本t検定)

検定力=0.70

有意水準\効果量	0.2(小)	0.5(中)	0.8(大)
0.05	310	51	21
0.01	482	79	32

検定力=0.80

0.05	394	64	26
0.01	586	96	39

検定力=0.90

0.05	527	86	34
0.01	747	121	49

リスク比

	不整脈有無		横計	割合
	ある	ない		
喫煙	3	2	5	0.6
非喫煙	1	4	5	0.2

原因は左側。結果は上側とする。

喫煙者が不整脈となるリスク : $3 \div 5 = 0.6$
非喫煙者が不整脈となるリスク : $1 \div 5 = 0.2$

$$\frac{\text{喫煙者のリスク}}{\text{非喫煙者のリスク}} = \frac{0.6}{0.2} = 3$$

「喫煙者が不整脈となるリスクは非喫煙者に比べ3倍」

70

オッズ比

	不整脈有無		横計	割合
	ある	ない		
喫煙	3	2	5	0.6
非喫煙	1	4	5	0.2
割合	3.0	0.5		

不整脈のある場合の割合 : $3 \div 1 = 3$

不整脈のない場合の割合 : $2 \div 4 = 0.5$

オッズ比 : $3 \div 0.5 = 6$

≠

「喫煙者が不整脈となるリスクは非喫煙者に比べ6倍」

71

コホート研究とケースコントロール研究

◇コホート研究

- 1) 不整脈がない人に、今までの喫煙の有無を調査。
- 2) その後の2年間、喫煙の有無別に不整脈の発生を追跡調査。

(2年後への研究であり、「前向き」の研究。)

◇ケースコントロール研究

- ・不整脈があると診断された200人と健常者200人に、過去の喫煙の有無を調査。

(過去への研究であり、「後ろ向き」の研究。)

◇ケースコントロール(後ろ向き)研究1

	不整脈有無		横計	割合
	ある	ない		
喫煙	94	74	168	0.56
非喫煙	106	126	232	0.46
割合	0.89	0.59	400	

・不整脈があると診断された200人とランダムに選んだ健常者200人の過去の喫煙の有無を調査。

リスク比 1.22 (0.56/0.46)
オッズ比 1.51 (0.89/0.59)

◇ケースコントロール(後ろ向き)研究2

	不整脈有無		横計	割合
	ある	ない		
喫煙	94	37	131	0.72
非喫煙	106	63	169	0.63
割合	0.89	0.59	300	

・不整脈があると診断された200人とランダムに選んだ健常者100人の過去の喫煙の有無を調査。

リスク比 1.14 (0.72/0.63)
オッズ比 1.51 (0.89/0.59)

- ・全対象者における不整脈の割合は、調査対象者の数に依存。
- ・ケースコントロール(後ろ向き)研究において、リスク比を計算するのは、誤り。

- ・リスク比は解釈しやすいが、ケースコントロール(後ろ向き)研究では間違った解釈となりやすい。
- ・オッズ比はよく使用されるが、寄与順位を把握するのみに使用される。

アンケート調査

- 段階評価法
 - 5段階、7段階・・・
 - 4段階、6段階・・・
- SD (Semantic Differential Method) 法
 - 逆転項目
- VAS (Visual Analogue Scale) 法
- 一対比較法

◇段階評価法(5段階)

1 2 3 4 5
好感度 (低い) (高い)

◇SD法 (Semantic Differential Method)

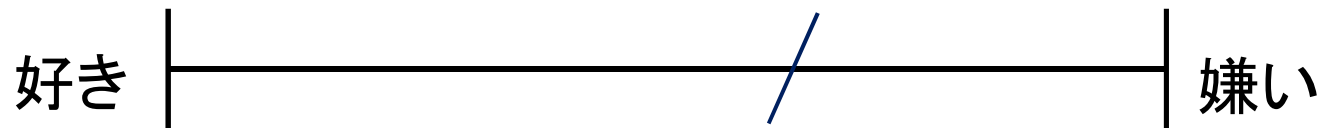
嫌いな 好きな



逆転項目

好きな 嫌いな

◇VAS (Visual Analogue Scale)法



段階評価と比較して、

- 回答精度が向上する。
- 回答者の満足度が上がる。
- 分析データとして優れる。

回答データの数値化が困難

◇一対比較法

違いが分かりにくい対象を一対の比較により分析。
(ネーミング、キャッチコピー、デザイン等)

ビール、ワイン、ウイスキー、焼酎、日本酒の
好みを調査

5種類のすべての一対の組み合わせについて
ランダムに提示して調べる。(10通り)

<サー斯顿の対比較法>

次の各組合せでどちらか好きな方を選んでください。

- | | | |
|-------|-----|-------|
| ① 日本酒 | — | ワイン |
| ② ビール | — | ウイスキー |
| | ... | |
| ⑩ ワイン | — | 焼酎 |

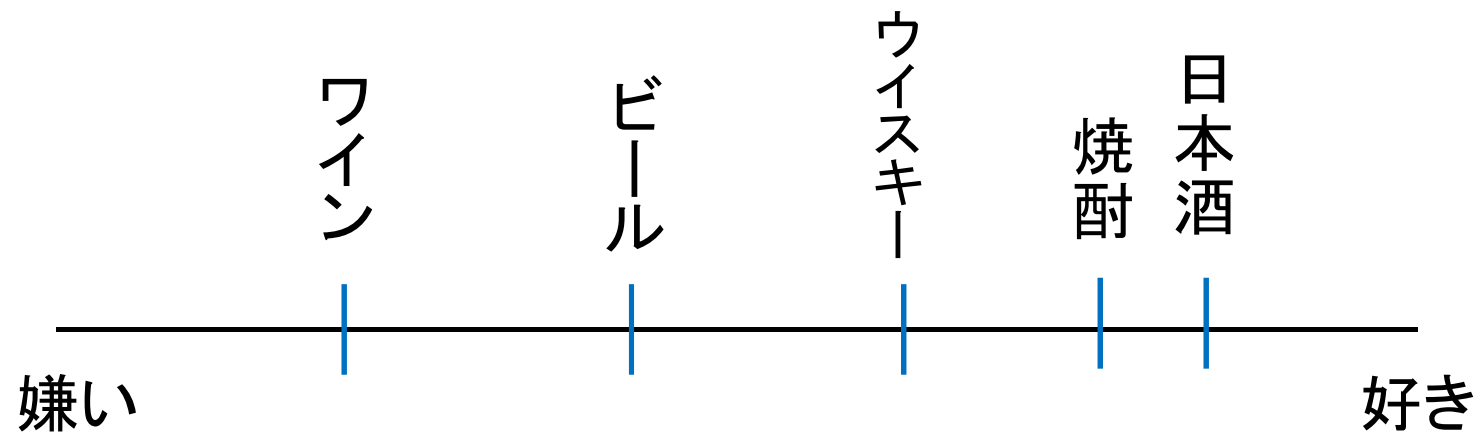
<シェッフェの一对比較法>

例えば①で、「日本酒が非常に好き」と思われれば1に、「ワインがかなり好き」と思われれば6に○をつけてください。

	非 常 に	か な り	や や	ど で ち も ら な い	や や	か な り	非 常 に	
	1	2	3	4	5	6	7	
①日本酒	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ワイン
②ビール	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ウイスキー
...								
⑩ワイン	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	焼酎

結果

平均嗜好度が求められる。



WEB調査の特長

◇集計・分析:リアルタイム

◇評価対象

画像、動画、音声を評価対象として使用可能

◇VAS (Visual Analogue Scale) 法が使用可能

この商品に好感が持てますか？

A商品

	スライダー	
悪い	<input type="range"/>	良い

回答する

リセット

回答精度の向上

◇質問、評価対象のランダム表示

回答者毎にランダムに表示

Q1,Q2,Q3... → Q9,Q3,Q6...

A,B,C... → D,A,C...

質問の順番による誤差の減少

◇回答内容による表示の変更

評価対象を変更する。

回答の内容によって特定の質問に移る。

◇逆転項目の設定

この商品に好感が持てますか？

A商品

	スライダー	
悪い	<input type="range"/>	良い

この商品に好感が持てますか？

B商品

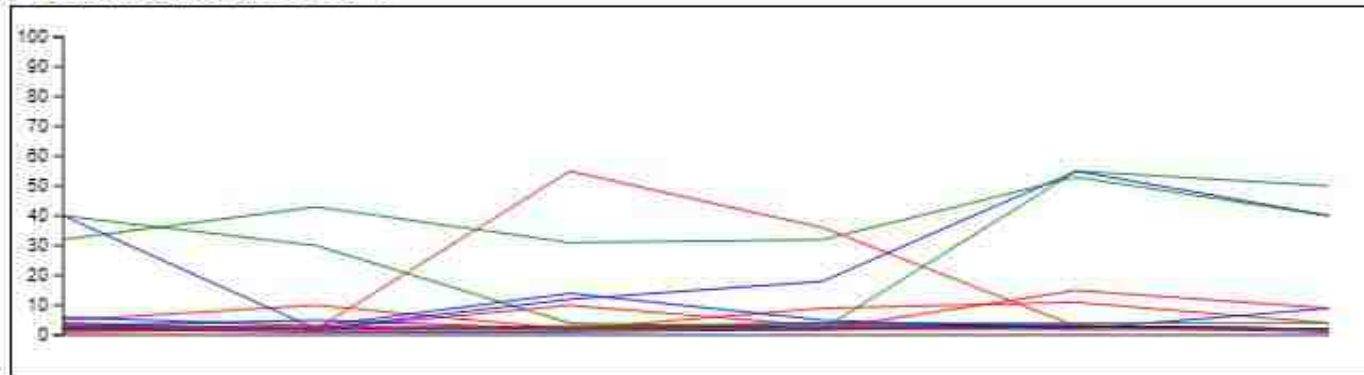
	スライダー	
良い	<input type="range"/>	悪い

回答者に正確な回答を求める。
回答の偏りのチェック

◇回答時間分布からのチェック 回答時間の著しく短いデータを除外

回答時間チェック

この商品に好感が持てますか？



集計	NO	回答者名	A商品							B商品						
			悪い	買おう と思わ ない	小計	平均	標準偏 差	変動係 数	悪い	買おう と思わ ない	小計	平均	標準偏 差	変動係 数	悪い	買 と う
<input type="checkbox"/>	19	ゲスト	3	2	5	2.5	0.5	0.2	10	3	13	6.5	3.5	0.54	3	
<input type="checkbox"/>	20	ゲスト	3	5	8	4	1	0.25	2	4	6	3	1	0.33	3	
<input type="checkbox"/>	21	ゲスト			0	0	0	0			0	0	0	0		
<input type="checkbox"/>	22	ゲスト	5	10	15	7.5	2.5	0.33	2	9	11	5.5	3.5	0.64	11	
<input type="checkbox"/>	23	ゲスト	6	3	9	4.5	1.5	0.33	14	5	19	9.5	4.5	0.47	2	
<input type="checkbox"/>	24	ゲスト	40	30	70	35	5	0.14	4	2	6	3	1	0.33	65	
<input type="checkbox"/>	25	ゲスト	2	2	4	2	0	0	55	36	91	45.5	9.5	0.21	3	
<input type="checkbox"/>	26	ゲスト	40	2	42	21	19	0.9	2	3	5	2.5	0.5	0.2	3	
<input type="checkbox"/>	27	ゲスト	2	2	4	2	0	0	3	4	7	3.5	0.5	0.14	4	

- ◇回答パターンからのチェック
 - 回答の偏りからデータを除外
 - 逆転項目の活用による精度の向上
- ◇矛盾回答をチェック
- ◇二重回答者をチェック
 - メールアドレス、Facebook、SNS等でログイン

A製品についての調査(200人)

Q1 性別 男性 女性

Q2 年齢 30歳未満 30歳～39歳 40歳以上

Q3 A製品を持っていますか？

持っている→Q4 持っていない→Q7

Q4 満足度

Q5 仕様

Q6 デザイン

男女別に所有者数を比較

(人)

	男性	女性	計
持っている	65	63	128
持っていない	30	43	72
計	95	106	200



分割表の検定(カイ二乗検定)

男女別に満足度を比較

No.	性別 (1,2)	満足度
1	1	5
2	1	4
3	2	4
4	1	3
5	2	4
...
199	2	3
200	1	5



2標本t検定

満足度を年齢階層別に比較

No.	年齢 (1,2,3)	満足度
1	1	5
2	3	5
3	2	3
4	1	2
5	2	4
...
199	3	3
200	1	5



分散分析

- ・満足度と仕様は関係があるか。
- ・満足度とデザインは関係が見られるか。
- ・デザインの改良は満足度にどの程度影響するのか。
- ・満足度の向上には、仕様とデザインどちらが重要か。
- ・性別、年齢階層によって、満足度を与える影響は違うのか。



相関分析・回帰分析

まとめ

- ・分散分析
- ・ノンパラメトリック検定
ウイルクソン検定
- ・サンプルサイズの設定方法
有意水準、効果量、検定力
- ・リスク比とオッズ比
- ・アンケート調査
評価尺度(段階評価、VAS法)、逆転項目
ランダム呈示、WEB調査