

jamovi Manual

jamovi (<https://www.jamovi.org/>) の利用マニュアルというか、教材のベータ版です。 まだまだ、修正中。

データについて

この教材で使用するデータは、 https://github.com/yoshi-mjm/stat_jamovi{target="blank"} の [data](#){target="blank"} というフォルダの中にあります。また、これらのデータは、それぞれ、

- Majima, Y. & Nakamura, H. (2020). Development of the Japanese Version of the Generic Conspiracist Beliefs Scale (GCBS-J). Japanese Psychological Research. (Advance Online Publication) <https://doi.org/10.1111/jpr.12267>{target="_blank"}
- 永井暁行 (2018). ソーシャルスキルと態度による大学生の友人との付き合い方の分類—友人関係による居場所感の違い—. 教育心理学研究, 66, 54-66.
<https://doi.org/10.5926/jjep.66.54>{target="_blank"}

を使用しています。なお、Majima & Nakamura (2020) については、全てのデータが <https://osf.io/24w8u/>{target="_blank"} からダウンロードすることができます。

その他の参考文献

jamovi の使い方については、下のサイトも参考になります。あわせてご覧ください。

- jamovi で学ぶ心理統計 <https://bookdown.org/sbtseiji/lswjamovij/>{target="_blank"}

[!-chapter:end:index.Rmd-](#)

jamovi のインストールと操作の基礎 {#install}

jamovi のインストール

jamovi は、プロジェクトの Web サイト (<https://www.jamovi.org/>) からダウンロードできます。Web サイトのダウンロードをクリックすると、OS に応じた選択肢がトップに表示されるので、安定版 (solid) をダウンロードしましょう。図の場合は、Windows 用の 1.1.9 solid が最新の安定版となっています。

The screenshot shows the 'download' section of the jamovi website. At the top, there are links for 'features', 'download', 'news', 'about', 'resources', and 'contribute'. Below this, there are two prominent download buttons: '1.1.9 solid' (Recommended For Most Users) and '1.2.2 current' (Latest Features). A table titled 'All Releases' lists download links for various OS versions: Windows (solid and current), macOS (solid and current), Linux, and ChromeOS. At the bottom of the table is a link to 'release notes'.

ダウンロードが完了したら、ファイルのアイコン(下図はWindowsの安定版1.1.9の場合)をダブルクリックしてインストールを開始しましょう。



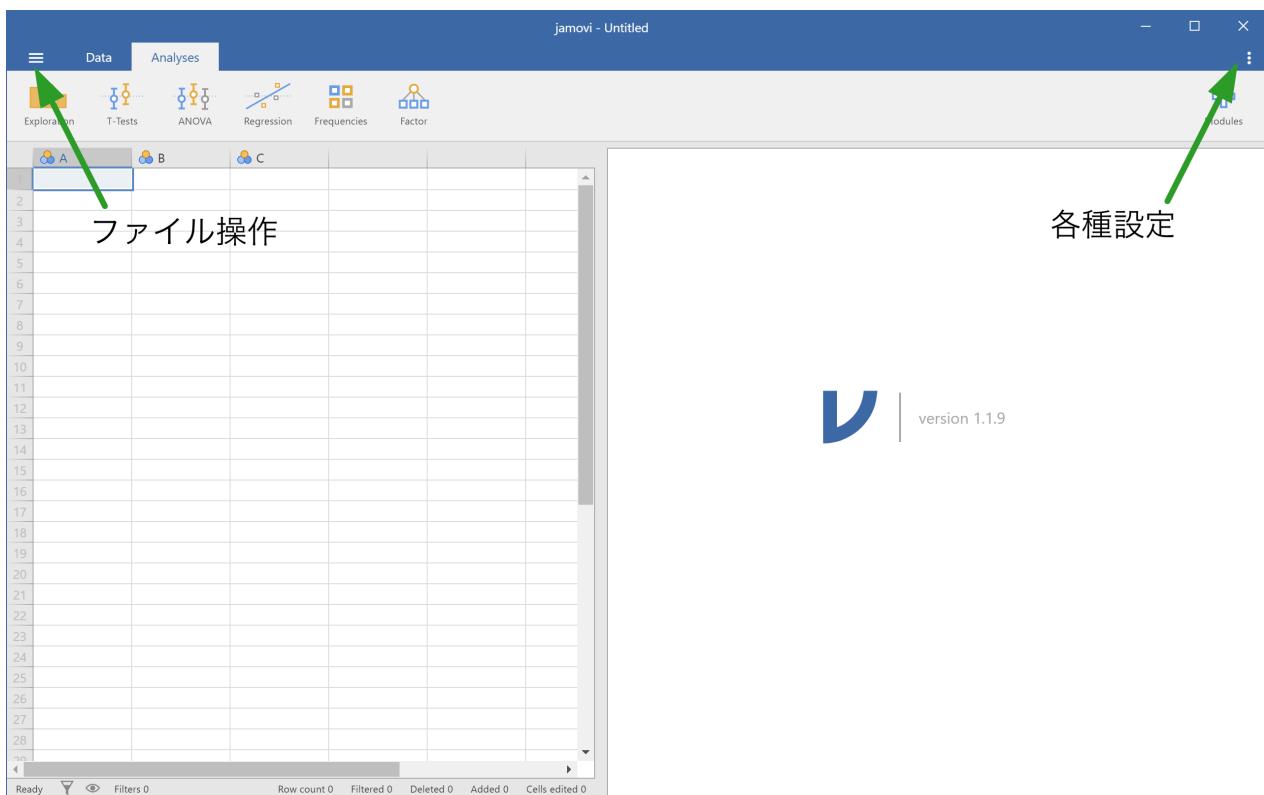
jamovi-1.1.9.0-win64.exe
jamovi - Stats. Open. Now.
The jamovi Project

インストールは、その他のアプリと同じようにウィザードによって進行し、特に難しいことはありません。

インストールが完了したら、ソフトウェアを起動してください。

jamovi の基本操作

jamoviはExcelやSPSSと良く似たスプレッドシート形式の外観をもっています。また、トップレベルのメニューは、データの各種操作を行うDataと、分析を行うAnalysisの2つであり、とてもシンプルです。ファイルの操作は、Dataの左にある三のような形をしたメニューをクリックして行います。また、設定は、画面右上にある三つの点が縦に並んだボタンをクリックして行います。



データの入力

では、まずデータを入力してみましょう（表1）。使い方は、Excel や SPSS とよく似ていて、特に難しいことはありません。なお、A 列は被験者番号 (PID; S1-S6), B 列は年齢 (Age), C 列は性別 (Gender; 1=男性, 2=女性) , D 列は外向性の測定項目1 (Ex1), E 列は外向性の測定項目2 (Ex2R, 逆転)となっています。

表1. 年齢と性別のデータ

A	B	C	D	E
S1	24	2	6	2
S2	29	1	3	1
S3	22	2	5	2
S4	27	1	6	2
S5	22	1	6	6
S6	30	2	6	2

データを入力し終えると下図のようになっているはずです。

The figure shows the jamovi software interface. The top navigation bar includes 'jamovi - Untitled' and tabs for 'Data' (selected) and 'Analyses'. Below the Data tab are icons for Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. The main area displays a data grid with columns labeled A through E. The data is as follows:

	A	B	C	D	E
1	S1	24	2	6	2
2	S2	29	1	3	1
3	S3	22	2	5	2
4	S4	27	1	6	2
5	S5	22	1	6	6
6	S6	30	2	6	2
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

At the bottom, status bars show 'Row count 6', 'Filtered 0', 'Deleted 0', 'Added 6', 'Cells edited 30', and icons for 'Ready', 'Filters 0', and 'Row Selection'.

In the bottom right corner, there is a blue 'V' logo and the text 'version 1.1.9'.

次に、列（変数）の設定を行います。Data タブをクリックし、1列目 (A) のいすこかのセルが選択されている状態で Setup ボタンをクリックしましょう。すると、下図のような設定画面となるので、変数名 (Data variable) に PID を入力します。変数（データ）の種類としては、連続量 (Continuous), 順序尺度 (Ordinal), 名義尺度 (Nominal) の他に、jamovi に特有の変数種類として ID の4種類があります。なお、ID はデータの型としては名義尺度なのですが、変数の値をメモリ上に貯蔵しないので、メモリの消費を抑えることができます。

The screenshot shows the jamovi software interface with the following elements:

- Top Bar:** jamovi - Untitled
- Data Tab:** Active tab.
- Toolbar:** Includes Paste, Clipboard, Edit, Setup, Compute, Transform, Variables, Add, Delete, Filters, and Rows.
- Variable Editor:** Shows a "DATA VARIABLE" named "PID".
 - 变数名 (Data Variable):** PID
 - Description:** (empty)
 - Type:** ID (selected from Continuous, Ordinal, Nominal, ID options)
 - Data type:** Text
 - Levels:** (Empty list)
 - Buttons:** Up arrow, Down arrow, Greater than arrow, Retain unused levels toggle.
- Data View:** Displays a table with columns A through E and rows 1 through 14. Row 14 is currently selected.
- Bottom Status Bar:** Row count 6, Filtered 0, Deleted 0, Added 6, Cells edited 30.
- Watermark:** A blue 'V' logo with the text "version 1.1.9".

Annotations in Japanese:

- 設定 (Setup) - Points to the Setup icon in the toolbar.
- 変数名 (Data Variable) - Points to the variable name field in the editor.
- 種別 - Points to the "Type" dropdown in the editor.
- 設定を隠す - Points to the up arrow button in the editor.
- 次の列に移動 - Points to the greater than arrow button in the editor.

それでは、A列は変数名を PID(変数種別は ID), B列は変数名を Age(種別 Continuous), C列は変数名を Gender(種別 Nominal)としてみましょう。D, E列はそれぞれ変数名を Ex1, Ex2R(種別 Continuous)とします。列間の移動は、設定画面左右にある<, >をクリックするとできます。なお、C列の性別については、1 = Men, 2 = Womenとするようにラベルを付けます。値ラベルは、Levelsボックスに入力してください。

DATA VARIABLE

Gender

Description

Continuous

Ordinal

Nominal

ID

Data type Integer ▾

Levels

Men 1

Women 2

↑ ↓

Retain unused levels

変数の設定が終わると、下図のようになります。

	PID	Age	Gender	Ex1	Ex2R
1	S1		24	Women	6
2	S2		29	Men	3
3	S3		22	Women	5
4	S4		27	Men	6
5	S5		22	Men	6
6	S6		30	Women	6
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

jamovi - Untitled

Paste Clipboard Edit Setup Compute Transform Variables Add Delete Add Rows Filters Add Delete Rows

version 1.1.9

変数の計算

次に、変数の値を使った計算について説明します。D, E 列はそれぞれ、外向性を測定する質問項目であり、それぞれ 7 件法 (1-7) で評価されています (1 = 全く違うと思う, 7 = 強くそう思う)。しかし、E 列の Ex2R は逆転項目となっていて、1 になるほど外向的であるため、逆転項目の処理が必要です。逆転項目の処理は、一般に、

(件数+1) - 評価値

で行われます。jamovi では、変数の値を使った計算は、Data タブにある Compute をクリックして行います。自動的に F 列が選択され、変数名や計算式を入力する画面となりますので、変数名 (Computed Variable) を Ex2、計算式として、

8-Ex2R

と入力しましょう。

The screenshot shows the jamovi software interface. The top menu bar has tabs for Data, Analyses, and Compute. The Compute tab is selected, indicated by a green arrow pointing to it. Below the menu is a toolbar with various icons. The main workspace shows a data table with columns PID, Age, Gender, Ex1, Ex2R, and Ex2. A 'COMPUTED VARIABLE' dialog box is open, prompting for a '新しい変数名 (Computed Variable)' (New variable name) which is 'Ex2'. Below this is a 'Description' field and a 'Formula' field containing '= 8 - Ex2R', which is highlighted with a yellow box and labeled '計算式' (formula). The bottom right corner of the dialog box shows the version 'version 1.1.9'.

PID	Age	Gender	Ex1	Ex2R	Ex2
1	24	Women	6	2	6
2	29	Men	3	1	7
3	22	Women	5	2	6
4	27	Men	6	2	6
5	22	Men	6	6	2
6	30	Women	6	2	6
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Ready | Filters 0 | Row count 6 | Filtered 0 | Deleted 0 | Added 6 | Cells edited 30

さらに、2つの外向性項目の合計点を、G 列に、Extraversion という変数名で作成します。

COMPUTED VARIABLE

Extraversion

Description

Formula

f_x

$$= Ex1+Ex2$$

Retain unused levels

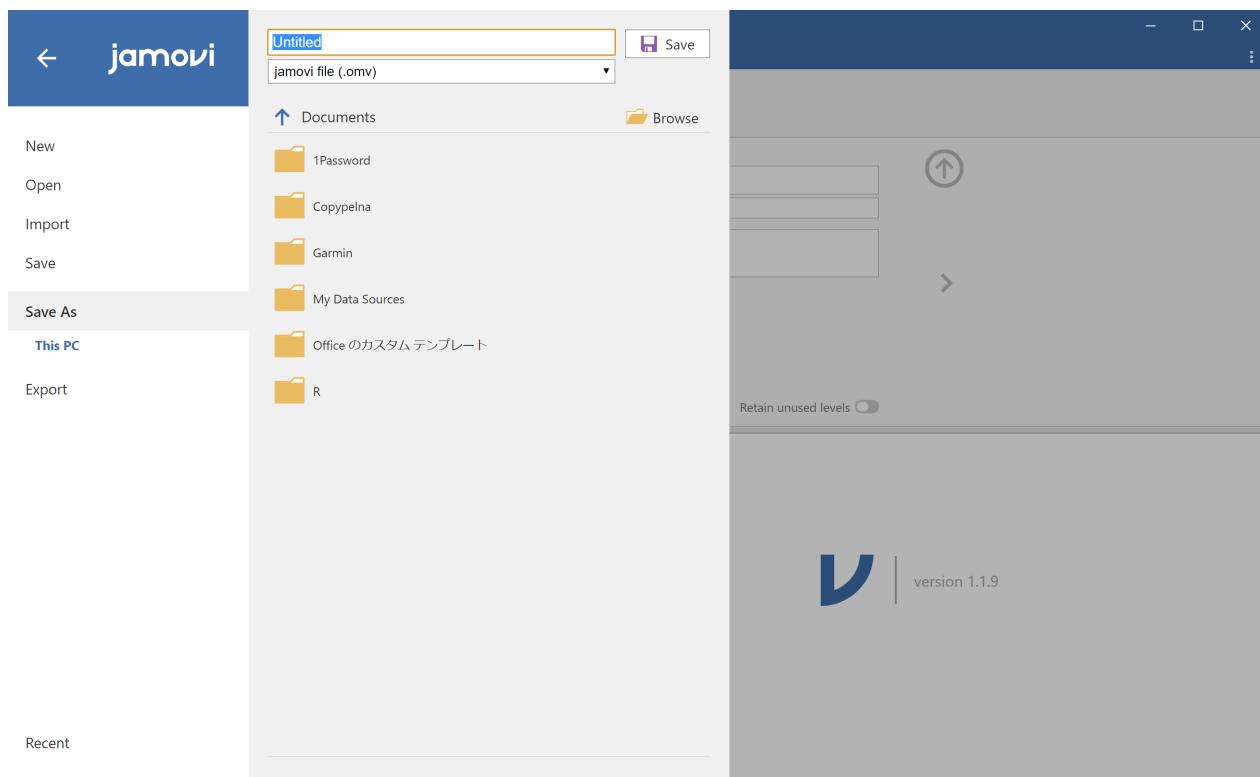
Ex2	Extraversi...
6	12
7	10
6	11
6	12
2	8
6	12



ファイルの保存

ファイルの各種操作は、Data タブの左側にある△のような形をしたボタンをクリックして行います。選ぶことができるるのは、新規作成 (New)，データを開く (Open)，外部ファイルからのインポート (Import)，上書き保存 (Save)，名前を付けて保存 (Save as)，外部ファイルへのエクスポート (Export) の 6 通りです（メニューの下に、最近使用したファイルのリストが表示されます）。

それでは、ここまで作成したファイルを保存しよう。Save または Save as をクリックするとファイル名やフォルダを指定するダイアログが表示されますので、フォルダとファイル名に注意して保存しよう。ただし、Save は、初回のファイル名が設定されていない場合のみ、ダイアログが表示され、一度保存した状態で Save をクリックした場合は、そのファイルへの上書き保存となりますので注意してください。フォルダをデフォルトから変える場合は、Browse ボタンをクリックすると保存用のダイアログが表示されるので、目的のフォルダを選択し、ファイル名を入力してください。



ファイルを開く

ファイルを開く場合は、Open をクリックし、開きたいファイルを選択します。保存の時と同様、フォルダを移動したい場合は、Browse ボタンをクリックします。ファイル形式としては、jamovi のデータ (*.omv) 以外にも、CSV や各種統計ソフトウェアのデータファイル (SPSS, R, Stata, SAS, JASP) を直接開くことができます。Excel には対応していませんが、Excel において CSV 形式で保存することによって、jamovi でも開くことができるようになります。

インポートとエクスポート

エクスポートは、データを、jamovi の他、統計ソフトウェアのデータ (SPSS, R, Stata) あるいは、html, pdf 形式で出力することができます。

インポート → 後日加筆

その他データの操作

値の割り当て

ある変数の値を元に、別の変数に値を割り当てる場合は、Data タブにある Transform を使います。例えば、年齢 (Age) を25歳以上 / 未満に分けたい場合は、Age のどこかが選択されている状態で Transform をクリックします。すると下図のように、Age(2) という名前で新たな変数が作成されるので、変数名と値の割り当て規則を設定します。

Analyses

Edit Variables Transform Rows

Setup Compute Add Delete Filters Add Delete

TRANSFORMED VARIABLE

Age (2)

Description

Source variable Age

using transform None

Edit...

値の割り当て (Transform)

割り当て元の変数

Age	Age (2)	Gender	Ex1	Ex2R
24	24	Women	6	
29	29	Men	3	
22	22	Women	5	
27	27	Men	6	
22	22	Men	6	
30	30	Women	6	

ここでは、変数名を Age_grp とします。割り当て規則は、using transform のドロップダウンボックスをクリックし、新規作成 (Create New Transform) を選択して設定します。

TRANSFORMED VARIABLE 割り当て後の変数 (Transformed variable)

Age_grp

Description

Source variable Age

using transform None

Edit...

割り当てるルール

None

Create New Transform...

新規作成

新規作成を選ぶと、割り当て規則の編集画面となるので、規則の名前と条件を入力しましょう。ここでは、条件規則について、25歳未満を1、それ以上は2とするようにコーディングしたいと思います。規則を編集する場合、Add recode condition をクリックします。デフォルトでは下図のように元の変数をそのまま使用するようになっているので、Add recode condition をクリックし、

```
if $source < 25 use 1  
else use 2
```

となるように入力します。

TRANSFORMED VARIABLE

● TRANSFORM used by 1

Transform 1

Description Variable suffix

+ Add recode condition

f_x	if \$source < 25	use 1	X
f_x	else use 2		

Measure type Auto ▼

上で説明した、変数の値を使った計算や、値の再割り当ては、任意の位置の列に挿入したり、データの末尾に挿入することもできます。その場合は、Variables グループの中にある Add をクリックし、Insert (挿入) または Append (末尾に追加) を、それぞれの操作ごとに行います。データ (行) を途中で挿入する場合は、Rows グループの中の Add をクリックし Insert を、行を末尾に追加したい場合は Add → Append を選択することで可能です。

フィルター（データの選択）

データの中から一部のみを選択したい場合は、Rows グループにある Filters を使います。試しに、男性のみを選択してみましょう。まず、Filters をクリックし、選択の条件に、

```
Gender == "Men"
```

と入力します。ここで、= が一つだけだと、代入を意味するため条件式としては正しくなく、== と2つ重ねることによって、Gender の値が Men と一致する場合、という意味になりますので注意してください。なお、条件式の下にある description フィールドは、フィルタにつける補足説明なので、あってもなくても動作自体に影響はありません。

jamovi - Basic

Data Analyses

Clipboard Paste Setup Compute Transform Variables Add Delete Filters Rows

ROW FILTERS

Filter 1

f_x = Gender == "Men"

Description

active | **inactive** | x

version 1.1.9

	Filter 1	PID	Age	Age_grp	Gender	Ex1
1	X	S1	24	1	Women	
2	✓	S2	29	2	Men	
3	X	S3	22	1	Women	
4	✓	S4	27	2	Men	
5	✓	S5	22	1	Men	
6	X	S6	30	2	Women	
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Ready | Filters 1 | Row count 6 | Filtered 3 | Deleted 0 | Added 6 | Cells edited 30

適用したフィルタを解除する場合は、フィルタ変数そのものを削除するか、フィルタ変数の設定 (setup) で、inactive にしてください。

ROW FILTERS

Filter 1

f_x = Gender == "Men"

Description

inactive | **inactive** | x

↑

フィルターの使用中止 (inactive)

[!-chapter:end:ch01-install-jamovi.Rmd--](#)

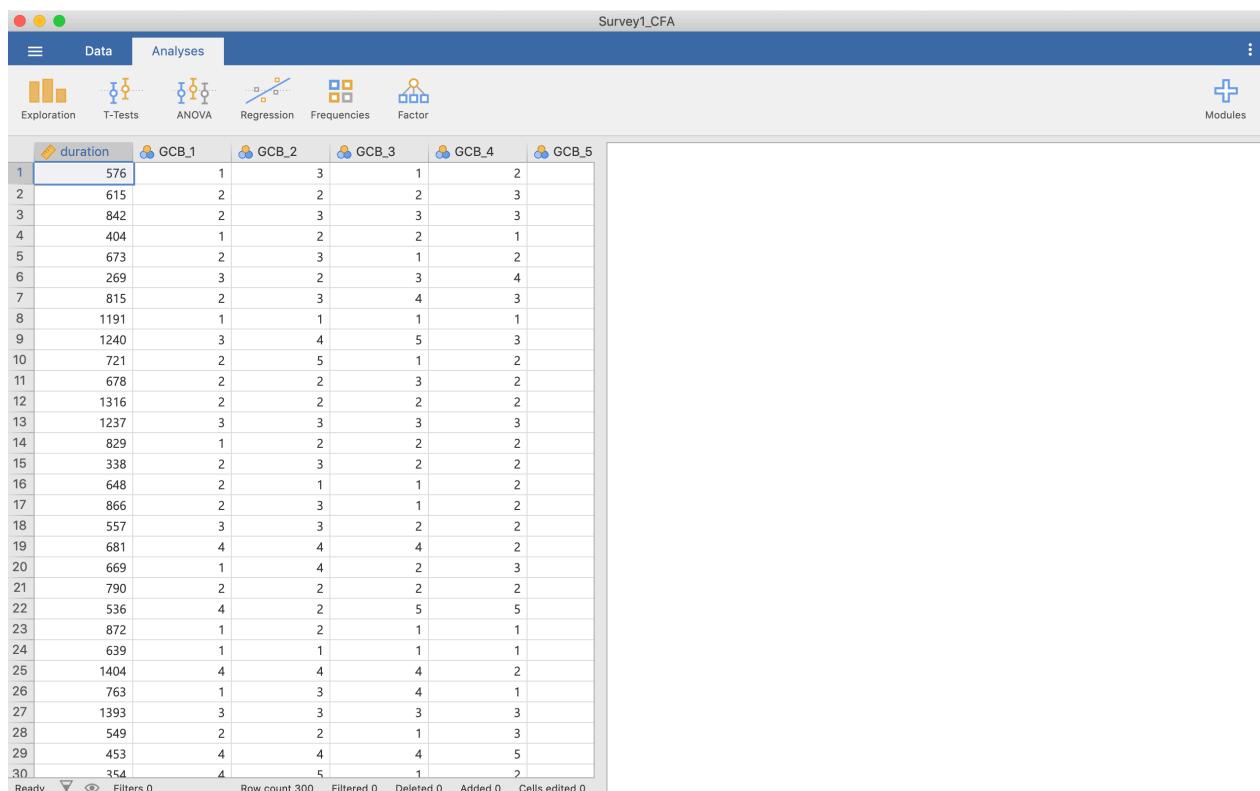
記述統計 {#descriptives}

本節では記述統計量の操作方法を解説します。計量データを分析するときにはいきなり統計を始めず、まずはそのデータの大まかな傾向を掴む必要があります。そのために見るのが記述統計量と呼ばれるものです（要約統計量、基本統計量、代表値などとも）。記述統計量の代表的なものとしては平均値と分散があるので、ここではjamoviを使ってその計算方法を説明します。

平均化する

ここではMajima & Nakamura (2019)のStudy 1のデータを使います。Majima & Nakamura (2019)ではGCBS(一般陰謀論者信念尺度, Generic Conspiracist Beliefs Scale), BCTI(陰謀理論目録の信念, Belief in Conspiracy Theories Inventory), OICM(【日本語】One-Item Conspiracy Measure)の記述統計量を出していますが、ここではGCBSのうち、EFA(exploratory factor analysis) subsampleのみ扱います。GCB-Jは一般陰謀論者信念尺度と呼ばれ、GCは一般陰謀者信念とETC(地球外陰謀論者信念)という2つの下位尺度からなります。この2つの下位尺度の記述統計量を出すためにはそれぞれの尺度の平均値を出す必要があります。

CSVファイル(Survey1_EFA.csv)を読み込みます。



	duration	GCB_1	GCB_2	GCB_3	GCB_4	GCB_5
1	576	1	3	1	2	
2	615	2	2	2	3	
3	842	2	3	3	3	
4	404	1	2	2	1	
5	673	2	3	1	2	
6	269	3	2	3	4	
7	815	2	3	4	3	
8	1191	1	1	1	1	
9	1240	3	4	5	3	
10	721	2	5	1	2	
11	678	2	2	3	2	
12	1316	2	2	2	2	
13	1237	3	3	3	3	
14	829	1	2	2	2	
15	338	2	3	2	2	
16	648	2	1	1	2	
17	866	2	3	1	2	
18	557	3	3	2	2	
19	681	4	4	4	2	
20	669	1	4	2	3	
21	790	2	2	2	2	
22	536	4	2	5	5	
23	872	1	2	1	1	
24	639	1	1	1	1	
25	1404	4	4	4	2	
26	763	1	3	4	1	
27	1393	3	3	3	3	
28	549	2	2	1	3	
29	453	4	4	4	5	
30	354	4	5	1	2	

列を見るとGCB_1からGCB_15まであることが分かります。GCとETCを出すのに必要な変数は次のように分かれています。

- GC (12項目)
 - GCB_1, GCB_2, GCB_4, GCB_5, GCB_6, GCB_7, GCB_9, GCB_10, GCB_11, GCB_12, GCB_14, GCB_15
- ETC (3項目)
 - GCB_3, GCB_8, GCB_13

それぞれの下位尺度の記述統計量を出すにあたり、このデータをそれぞれ平均化する必要があります。平均化は次の手順で行います。まずDataタブを選択します。

Survey1_CFA

This screenshot shows the SPSS Data View window titled "Survey1_CFA". The toolbar at the top includes buttons for Paste, Clipboard, Edit, Setup, Compute, Transform, Variables, Add, Delete, Filters, and Rows. The "Compute" button is currently selected. The main area displays a data table with 30 rows and 6 columns. The columns are labeled "duration", "GCB_1", "GCB_2", "GCB_3", "GCB_4", and "GCB_5". The first row contains values 576, 1, 3, 1, 2, and 576 respectively. Row 30 is a summary row with values 354, 4, 5, 1, 2, and 354.

	duration	GCB_1	GCB_2	GCB_3	GCB_4	GCB_5
1	576	1	3	1	2	576
2	615	2	2	2	3	
3	842	2	3	3	3	
4	404	1	2	2	1	
5	673	2	3	1	2	
6	269	3	2	3	4	
7	815	2	3	4	3	
8	1191	1	1	1	1	
9	1240	3	4	5	3	
10	721	2	5	1	2	
11	678	2	2	3	2	
12	1316	2	2	2	2	
13	1237	3	3	3	3	
14	829	1	2	2	2	
15	338	2	3	2	2	
16	648	2	1	1	2	
17	866	2	3	1	2	
18	557	3	3	2	2	
19	681	4	4	4	2	
20	669	1	4	2	3	
21	790	2	2	2	2	
22	536	4	2	5	5	
23	872	1	2	1	1	
24	639	1	1	1	1	
25	1404	4	4	4	2	
26	763	1	3	4	1	
27	1393	3	3	3	3	
28	549	2	2	1	3	
29	453	4	4	4	5	
30	354	4	5	1	2	

Ready Filters 0 Row count 300 Filtered 0 Deleted 0 Added 0 Cells edited 0

この状態で[Compute]を押します。この状態で新しい変数が追加されていますので、 COMPUTED VARIABLE (おそらく「B」と書かれている) に新たな変数の名前を付けます (ここではGCにします)。

The screenshot shows the SPSS Compute Variable dialog box. The title bar says "Survey1_CFA". The "COMPUTED VARIABLE" section has the variable name "B" entered. Below it, there is a "Description" field and a "Formula" field containing the text "= eg: score == 10". There are navigation arrows on either side of the formula field. At the bottom right of the dialog, there is a checkbox labeled "Retain unused levels".

Below the dialog, the SPSS Data View window is visible, showing the same dataset as the previous screenshot. The new column "B" has been added, and its first value is 1, corresponding to the first row where "duration" is 576. The rest of the values in the "B" column are currently blank.

	duration	B	GCB_1	GCB_2	GCB_3	GCB_4	GCB_5
1	576	1	3	1			
2	615		2	2	2		
3	842		2	3	3		
4	404		1	2	2		
5	673		2	3	1		
6	269		3	2	3		
7	815		2	3	4		
8	1191		1	1	1		
9	1240		3	4	5		
10	721		2	5	1		
11	678		2	2	3		
12	1316		2	2	2		
13	1237		3	3	3		
14	829		1	2	2		
15	338		2	3	2		

Ready Filters 0 Row count 300 Filtered 0 Deleted 0 Added 0 Cells edited 0

そして、2行下の=の後ろに計算式を入れます。ここでは必要な変数を全て足し、項目数の12で割ります。そうすると平均した結果が出てきます (1行目の2.583など)。

Survey1_CFA

Data Analyses

Clipboard Edit Setup Compute Transform Variables Add Delete Filters Add Delete Rows

COMPUTED VARIABLE

GC

Description

Formula

$f_x = (GCB_1+GCB_2+GCB_4+GCB_5+GCB_6+GCB_7+GCB_9+GCB_10+GCB_11+GCB_12+GCB_14+GCB_15)/12$

Retain unused levels

	duration	GC	GCB_1	GCB_2	GCB_3	GCB_4
1	576	2.583	1	3	1	
2	615	2.333	2	2	2	
3	842	3.417	2	3	3	
4	404	1.750	1	2	2	
5	673	2.333	2	3	1	
6	269	2.750	3	2	3	
7	815	3.000	2	3	4	
8	1191	1.250	1	1	1	
9	1240	4.000	3	4	5	
10	721	3.583	2	5	1	
11	678	2.667	2	2	3	
12	1316	2.000	2	2	2	
13	1237	3.500	3	3	3	
14	829	2.583	1	2	2	
15	338	3.417	2	3	2	

Ready Filters 0 Row count 300 Filtered 0 Deleted 0 Added 0 Cells edited 0

ETCについても出す必要があるので、再び[Compute]を押して、変数の名前(ETC)を入れ3つの変数を足し、3で割ります。

Survey1_CFA

Data Analyses

Clipboard Edit Setup Compute Transform Variables Add Delete Filters Add Delete Rows

COMPUTED VARIABLE

ETC

Description

Formula

$f_x = (GCB_3+GCB_8+GCB_13)/3$

Retain unused levels

	duration	GC	ETC	GCB_1	GCB_2	GCB_3
1	576	2.583	1.000	1	3	
2	615	2.333	2.000	2	2	
3	842	3.417	3.000	2	3	
4	404	1.750	1.667	1	2	
5	673	2.333	1.000	2	3	
6	269	2.750	3.000	3	2	
7	815	3.000	4.000	2	3	
8	1191	1.250	1.000	1	1	
9	1240	4.000	4.667	3	4	
10	721	3.583	1.000	2	5	
11	678	2.667	3.000	2	2	
12	1316	2.000	2.000	2	2	
13	1237	3.500	3.667	3	3	
14	829	2.583	2.000	1	2	
15	338	3.417	2.667	2	3	

Ready Filters 0 Row count 300 Filtered 0 Deleted 0 Added 0 Cells edited 0

記述統計量の計算

記述統計量を出すためにAnalysisタブを押し、[Exploration]から[Descriptives]を選択します。

Survey1_CFA

The screenshot shows the jamovi Data interface with the title "Survey1_CFA". The top navigation bar has tabs for "Data" and "Analyses". Under "Analyses", there are icons for Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. The "Descriptives" icon is selected. Below the tabs is a correlation matrix table with 30 rows and 5 columns. The columns are labeled GC, ETC, GCB_1, GCB_2, and GCB_3. The correlation between ETC and GCB_1 is highlighted with a yellow border. The table includes row and column identifiers from 1 to 30. At the bottom of the table, there are status indicators: "Ready", "Filters 0", "Row count 300", "Filtered 0", "Deleted 0", "Added 0", and "Cells edited 0".

	GC	ETC	GCB_1	GCB_2	GCB_3
1	576	2.583	1.000	1	3
2	615	2.333	2.000	2	2
3	842	3.417	3.000	2	3
4	404	1.750	1.667	1	2
5	673	2.333	1.000	2	3
6	269	2.750	3.000	3	2
7	815	3.000	4.000	2	3
8	1191	1.250	1.000	1	1
9	1240	4.000	4.667	3	4
10	721	3.583	1.000	2	5
11	678	2.667	3.000	2	2
12	1316	2.000	2.000	2	2
13	1237	3.500	3.667	3	3
14	829	2.583	2.000	1	2
15	338	3.417	2.667	2	3
16	648	2.083	1.667	2	1
17	866	2.500	1.667	2	3
18	557	2.500	3.667	3	3
19	681	3.250	4.000	4	4
20	669	3.000	2.333	1	4
21	790	2.917	2.333	2	2
22	536	3.417	4.667	4	2
23	872	1.583	1.000	1	2
24	639	1.583	1.000	1	1
25	1404	3.917	4.000	4	4
26	763	2.833	4.000	1	3
27	1393	3.250	3.000	3	3
28	549	3.083	1.333	2	2
29	453	3.750	3.667	4	4
30	354	3.250	1.000	4	5

そうすると記述統計量のための画面になります。

The screenshot shows the jamovi Analyses interface with the title "Survey1_CFA". The top navigation bar has tabs for "Data" and "Analyses". Under "Analyses", there are icons for Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. The "Descriptives" icon is selected. The left panel shows a list of variables: duration, GC, ETC, GCB_1, GCB_2, GCB_3, GCB_4, GCB_5, and GCB_6. The "GC" and "ETC" variables are selected and moved to the "Variables" list. Below the "Variables" list is a "Split by" section with a dropdown menu. At the bottom of the left panel are checkboxes for "Frequency tables" and "Plots". The right panel displays the "Descriptives" output, which includes sections for "Descriptives", "N", "Missing", "Mean", "Median", "Minimum", and "Maximum".

ここでここで先ほど計算したGCとETCを選択し「→」を押すと、右の画面にデフォルトの記述統計量が出てきます。

Descriptives

	GC	ETC
N	300	300
Missing	0	0
Mean	2.90	2.55
Median	2.92	2.67
Minimum	1.17	1.00
Maximum	4.83	5.00

Statisticsを押すと様々な項目があるので、必要な記述統計量の項目を選びます。ここではMajima & Nakamura (2019)に従い「平均 (Mean)」と「標準偏差 (Std. deviation)」を選択してみましょう。

Descriptives

	GC	ETC
Mean	2.90	2.55
Standard deviation	0.717	1.07

このようにして記述統計量として平均と標準偏差を出すことができました。

[!-chapter:end:ch02-Dscr_stat.Rmd--](#)

平均値の検定 {#means}

対応のないt検定

本項ではt検定の分析方法を解説します。ここでは永井(2018)によるデータを使い、居場所尺度の下位尺度である「社会的居場所」の平均得点が男性と女性で異なるのかどうかを分析していきます。t検定は、データの正規性や仮説の立て方によって適切な分析方法を選択していく必要があります。ここでは、男性と女性という異なる2つの標本を用い、Jamoviniを使った独立した標本による対応のないt検定の分析方法を解説します。

対応のないt検定を実施する場合、等分散性が仮定されているかどうかによってt値の計算方法が変わるため、前提条件として2標本の分散が同じか否かの判定が必要となります。Jamoviの場合、t検定を分析する際のオプションとしてこの検定を実施することができます。そこで、本稿ではスチューデントのt検定と等分散性の検定を同時に実施し、等分散が確認できればそのままt検定の結果を採用し、等分散性が確認できなければ等分散性を仮定しないウェルチのt検定に切り替えて分析する方法を紹介します。

また、t検定の場合、仮説の立て方によって棄却域が変わります。ここで想定可能な仮説は、1) 男性の方が「社会的居場所」得点が高い可能性、2) 逆に女性の方が高い可能性、3) 男女間で何らかの相違がある可能性の3つです。前者の1)と2)とでは、理論的にまったく異なる結果であることが分かります。どの仮説を採用するかは、先行知見と照らし合わせながら適切な根拠を示すことができる仮説を採用します。今回は、研究内容には踏み込みますに、操作方法を重点的に説明するため、3)の男女間で相違があるか否かを調べる両側検定を行っていきます。

では、この概要を踏まえて、基本統計量の算出とt検定の実施を行っていきましょう。

基本統計量の算出

まず、適切な分析方法を選ぶための準備として、男女のサンプル数、平均値、標準偏差、ヒストグラム、密度曲線を見ていきます。t検定の理解を深めるために必要な手順ですが、手早く分析したい場合にはこの基本統計量の算出は飛ばすこともできます。その場合には、後述するt検定の分析の際にAdditional Statisticsカテゴリ内にあるDescriptivesを追加します。

Jamoviで基本統計量を算出する場合、「Analyses（分析）」タブより「Exploration（記述統計）」を選択し、さらに「Descriptives（基本統計量）」を選択します。変数リストより→のボタンを押して、[Variables（変数）]に「社会的居場所」を、[Split by（グループ変数）]に「性別」を指定します。

	性別	社会的居場所
N	1 2	122 235
Missing	1 2	0 0
Mean	1 2	2.98 3.13
Median	1 2	3.00 3.13
Minimum	1 2	1.20 1.60
Maximum	1 2	4.00 4.00

次に [Statistics] より、オプション設定を1つ行います。Dispersion（ばらつき）カテゴリーにある Std. deviation（標準偏差）にチェックを追加します。

Statistics

Sample Size
 N Missing

Percentile Values
 Quartiles
 Cut points for equal groups

Dispersion
 Std. deviation Minimum
 Variance Maximum
 Range S. E. Mean

Central Tendency
 Mean
 Median
 Mode
 Sum

Distribution
 Skewness
 Kurtosis

Normality
 Shapiro-Wilk

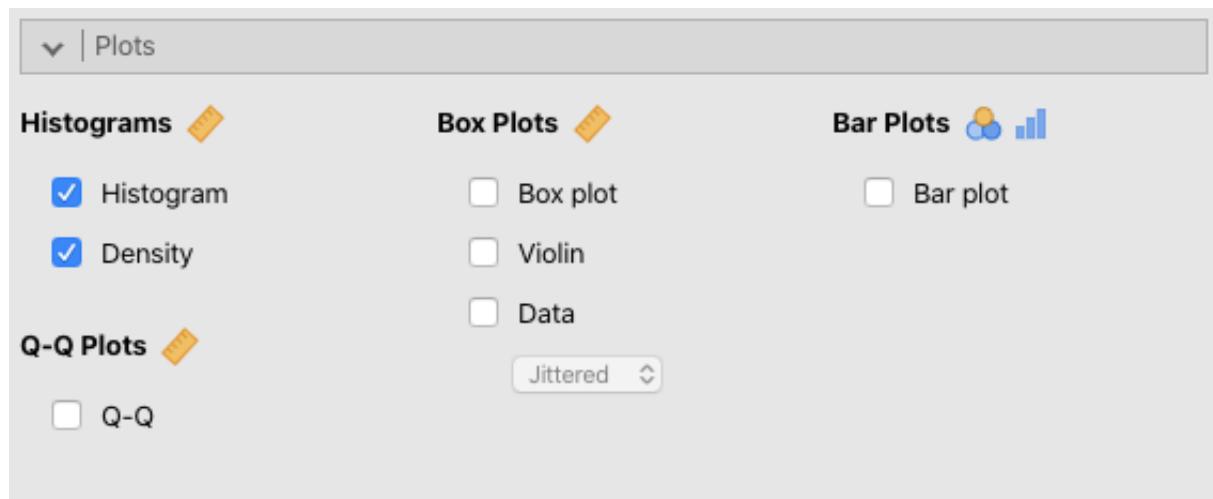
次に、算出結果を見ていきます。性別の符号は、1 = 男性、2 = 女性になります。サンプル数をみると、男性が122名、女性235名であることが分かります。「社会的居場所」得点の平均値は、男性が2.98、女性が3.13と女性の方が0.15高いことが分かります。なおこの2つの平均値に有意な差があるのかどうかは、t検定の結果を見て判断しましょう。また、分布のばらつきを調べる標準偏差は、男性が0.642、女性が0.559と男性の方が0.08数値が大きくなっています。このばらつきが同じかどうかについてt検定の計算方法を決める際に必要となります。等分散性の検定でさらに判断していきましょう。また、平均やばらつきなどの分布の特徴は、数値だけでなく、全体を視覚的に捉えることも大切です。以下のPlotsにある作図オプションも見ていきましょう。

Descriptives

Descriptives

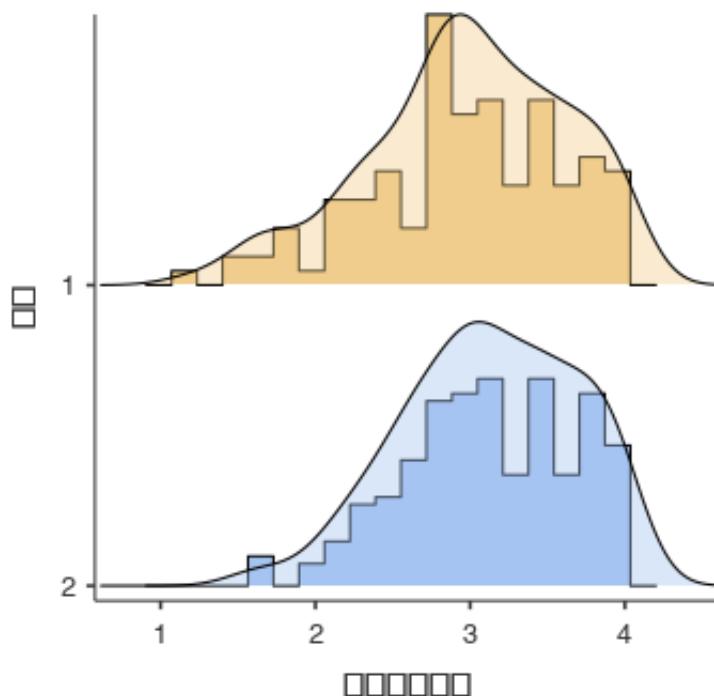
	性別	社会的居場所
N	1	122
	2	235
Missing	1	0
	2	0
Mean	1	2.98
	2	3.13
Median	1	3.00
	2	3.13
Standard deviation	1	0.642
	2	0.559
Minimum	1	1.20
	2	1.60
Maximum	1	4.00
	2	4.00

Jamoviによる作図は非常に簡便です。 [Plots] より Histograms（ヒストグラム）カテゴリーにある Histogram（ヒストグラム）と（密度曲線）にチェックするだけで作図が行われます。



Plots

社会的居場所



凸凹しているのがヒストグラム、曲線がヒストグラムをカーネル平滑化した密度曲線になります。Jamoviでは、ヒストグラムに密度曲線を重ねて作図することができます。その他に、Box Plot（ボックスプロット）では、データの中央値・四分位範囲・範囲をシンプルな形で視覚化する箱ひげ図が、Q-Q（Q-Qプロット）では、標本が正規性の仮定を満たしているかどうかを視覚的に確認することができます。

t検定の実施

では、上記の基本統計量の結果を理解した上で、t検定を実施していきます。まず「Analyses」タブより「T-Tests」を選択すると3つの分析タイプが出てきます。各分析タイプの概略を以下に記します。

t検定の種類

Independent Samples T-Test（独立標本のt検定）

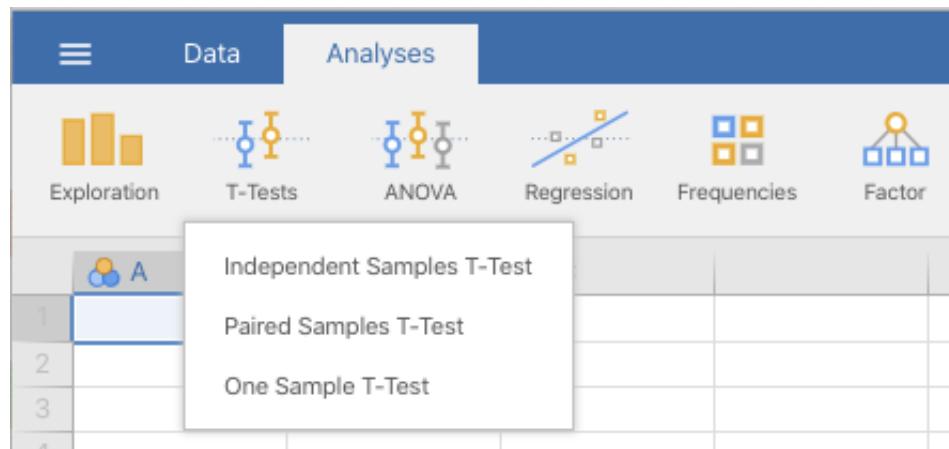
男性のデータと女性のデータのように、対応のない2つの標本の平均値の差を求めたいときに用います。Jamoviでは、スチューデントの対応なし t 検定、ウェルチ検定、マン・ホイットニーのU検定の3つを行うことができます。

Paired Sample T-Test（対応のある標本のt検定）

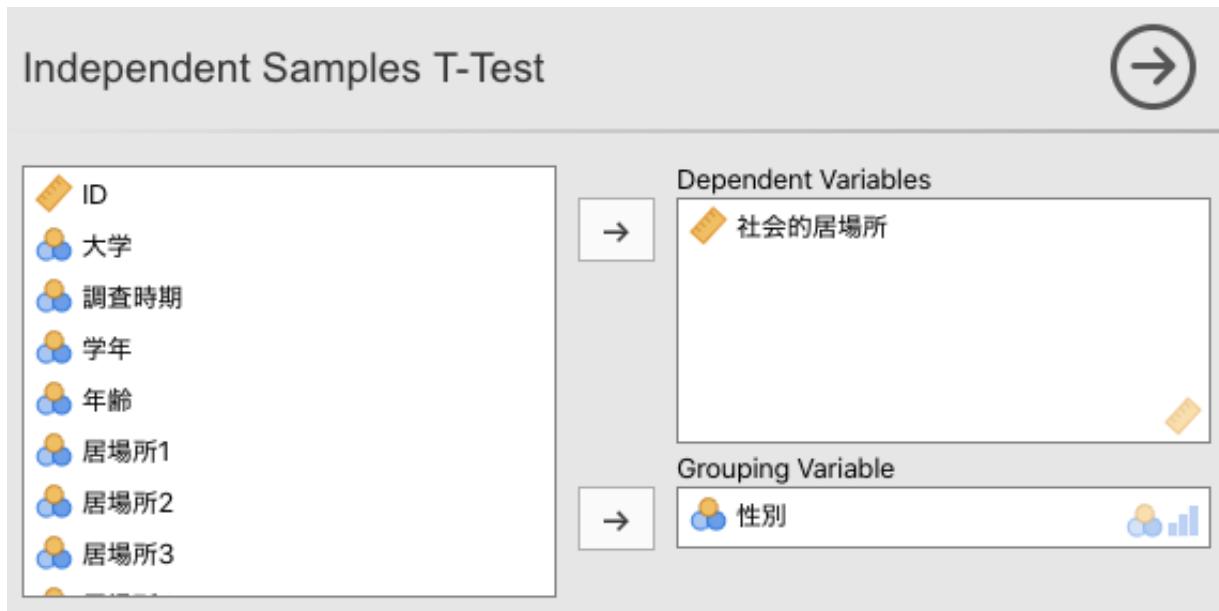
同じ人で走る前のデータと後のデータように、対応のある2つの標本の平均値の差を求めたいときに用います。Jamoviでは、スチューデントの対応あり t 検定、ウィルコクソンの符号順位検定の2つを行うことができます。

One Sample T-Test（1標本のt検定）

10人の身長の平均と日本人の平均身長のように、1組のデータとある固定値を比較したいときに用います。Jamoviでは、スチューデントの対応あり t 検定、ウィルコクソンの符号順位検定の2つを行なうことができます。



ここでは、男性と女性という異なるサンプルデータを分析するため、Independent Samples T-Test（独立標本t検定）を選択します。続いて、選択した画面の変数リストより→のボタンを押して、Dependent Variables（従属変数）に「社会的居場所」を、Grouping Variable（グループ変数）に「性別」のグループ変数を指定します。



次に、以下の分析方法を確認もしくは追加していきます。

Tests (検定方法)

Student's (スチューデント検定)：分散の等質性を仮定したスチューデントの t による検定を行います。さらにオプションである Bayes factor (ベイズ因子) では、平均値の差に関するベイズ因子を算出します。**Welch's (ウェルチ検定)**：分散が等質であるという仮定を設けないウェルチ法による t 検定を行います。**Mann-Whitney U (マン・ホイットニーのU)**：分布の正規性が確認できない場合に行ないます（ノンパラメトリック検定）。男性と女性の各分布の正規性を調べるには、基本統計量のところでQ-Qプロットやシャピロ・ウィルク検定にチェックを入れて確認することができます。t検定のオプションでもQ-Qプロットの作図やシャピロ・ウィルク検定を実施することができますが、男性と女性をまとめたデータ全体の分布に対する評価が行われます。2標本それぞれの分布の正規性を確認したい場合には、基本統計量のところで確認すると良いでしょう。これら正規性の検定は必要に応じて実施し、分布の正規性が確認できなければノンパラメトリック検定を実施します。

ここでは、ひとまずスチューデントのt検定が選択されているのを確認しましょう。

Hypothesis (仮説)

Group 1 ≠ Group 2 : 『グループ1と2の平均値に差があるかどうか』を調べる両側検定を行います。ここでは、男性 (=1) と女性 (=2) の得点に違いがあるかどうかを調べることになります。

Group 1 > Group 2 : 『グループ1の平均値がグループ2の平均値より有意に高いかどうか』を調べる片側検定を行います。ここでは、男性 (=1) の方が女性 (=2) より平均値が高いかどうかを調べることになります。

Group 1 < Group 2 : 『グループ2の平均値がグループ1の平均値より有意に高いかどうか』を調べる片側検定を行います。ここでは、女性 (=2) の方が男性 (=1) よりも平均値が高いかどうかを調べることになります。

ここでは、両側検定を行うので、Group 1 ≠ Group 2が選択されているのを確認しましょう。

Missing values (欠損値)

Exclude cases analysis by analysis : 欠損値がある場合、各分析ごとに該当する行を除外します。

Exclude cases listwise : 欠損値が含まれている行全体を分析から除外します。

ここでは、Exclude cases analysis by analysisが選択されていることを確認しましょう。

Additional Statistics (その他の統計量)

Mean difference (平均値の差) : 平均値の差と差の標準誤差を算出します。**Effect size (効果量)** : Cohen's d (コーベンのd) を算出します。**Confidence intervals (信頼区間)** : 指定した幅の信頼区間を算出します。**Descriptives (記述統計量)** : N (標本サイズ) , Mean (平均値) , Median (中央値) , SD (標準偏差) , SE (標準誤差) を算出します。**Descriptives plots (記述統計量プロット)** : Mean(95%CI) (平均値 (95%信頼区間)) , Median (中央値) のグラフを作成します。

ここでは、Descriptivesにチェックを入れましょう。すでに基本統計量の算出のところで確認した数値ですので、出力結果についての解説は省きますが、基本統計量の算出をなるべく簡素化したい場合にはこのDescriptivesで確認すると良いです。

Assumption Checks (分析に関わる前提条件の確認)

Normality (Shapiro-Wilk) (シャピロ・ウィルク検定) : データ全体のWとp値が算出されます。データが正規分布から乖離していないかどうかを確認します。この検定の帰無仮説は「データに正規性がある」なので、p値が0.05以下の場合には『データに正規性がない』ことになります。**Normality (Q-Q plot)** : データが正規分布しているかどうかを視覚的に確かめるためのQ-Qプロットを作図します。**Equality of variances (分散の等質性)** : 分散が等質であるかどうかを調べるために, Levene (ルビーン) の等分散性検定を実施します。今回紹介している独立標本のt検定にのみ必須の前提条件となります。対応のある標本のt検定および1標本のt検定に、このオプションはありません。

ここでは、Equality of variances (分散の等質性) にチェックを入れます。はじめに述べたように、Jamoviで独立標本のt検定を行う場合、ここで等分散性の検定を行うことができます。そのため、t検定と等分散性の検定結果は同時に表示されます。この等分散性の検定結果によって、等分散性が仮定されない場合にはスチューデントのt検定からウェルチのt検定に変更する必要があります。

The screenshot shows the jamovi software interface with the 'Analyses' tab selected. In the center, the 'Independent Samples T-Test' dialog is open. On the left, the 'Tests' section is visible, showing that 'Student's t' is selected. The 'Dependent Variables' section lists '社会的居場所' (Social Environment) as the dependent variable. The 'Grouping Variable' section lists '性別' (Gender) as the grouping variable. The 'Assumptions' section contains a table for the 'Test of Equality of Variances (Levene's)' with an F-value of 1.79, df of 1, df2 of 355, and p-value of 0.182. Below this, a note states: 'Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of equal variances'. The 'Group Descriptives' table shows mean, median, SD, and SE for two groups: Group 1 (N=122) and Group 2 (N=235). On the right, the 'References' section lists three sources: [1] The jamovi project (2019), jamovi. (Version 1.0) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>. [2] R Core Team (2018). R: A Language and environment for statistical computing. [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/>. [3] Fox, J., & Weisberg, S. (2018). car: Companion to Applied Regression. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=car>.

結果の見方

等分散性の検定結果

結果は、t検定の結果ではなく、検定の前提条件となるAssumptionsにあるTest of Equality of Variances(Levene's)の結果から見ていきます。

Assumptions

Test of Equality of Variances (Levene's)

	F	df	df2	p
社会的居場所	1.79	1	355	0.182

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of equal variances

等分散性の検定の場合、 $p < 0.05$ であった場合は『分散に差がある』、 $p \geq 0.05$ であった場合は『分散に差がない』となります。今回のp値は0.182なので『分散に差がない』つまり等分散性を仮定したスチューデントのt検定が適切な検定となります。今回はこのスチューデントのt検定を選択していたので、そのままt検定の結果を見ていきます。『分散に差がある』場合には、Testsカテゴリーにある Welch's (ウェルチのt検定) にチェックを入れます。

t検定の結果

では、スチューデントのt検定の結果を見てみましょう。

Independent Samples T-Test

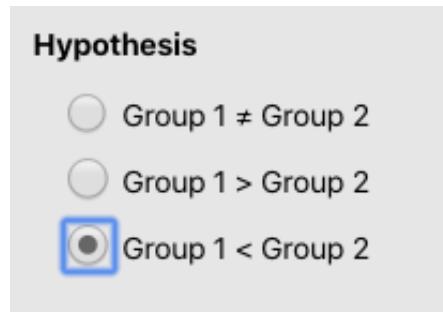
Independent Samples T-Test

		statistic	df	p
社会的居場所	Student's t	-2.24	355	0.026

t 値は2.24, p 値は0.026と有意な差が見られています。したがって、男性と女性は「社会的居場所」において異なる ($t(355)=2.24, p < .05$)ことが分かりました。

では、さいごにもう一つt検定を行ってみましょう。基本統計量のところで確認したように「社会的居場所」の平均値は、女性の方が男性よりもが高い結果が得られていました。もし理論的に女性の方が「社会的居場所」得点が高くなる可能性を説明できるのであれば、統計的にも女性の方が得点が高いことを示した方が説得力が高まります。そこで、ここでは理論的根拠を説明できることを仮に想定した場合、女性の方が「社会的居場所」得点が高くなるのかどうかを調べる片側t検定の結果がどうなるのか試してみます。

分析は先ほどとすべて同じですが、次の1カ所のみ変更します。Hypothesis（仮説）をGroup 1 < Group 2に変更します。



Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		statistic	df	p
社会的居場所	Student's t	-2.24	355	0.013

Note. $H_1 < 2$

両側検定と同じく有意になりました。この場合、変更されたのはp値の0.013のみで、t値、自由度はそのままの値です。分布の両側を棄却域にするよりも、片側を棄却域にする方が若干検出力が高くなります。この結果からは、女性の方が男性よりも「社会的居場所」得点が有意に高い ($t(355)=2.24, p < .05$)ことを示すことができます。このように両側と片側検定は仮説に応じて使い分けていきます。

[!-chapter:end:ch03-ttest.Rmd-](#)

相関と連関 {#correlation}

本節では回帰分析および重回帰分析の操作方法を解説します。ここでは永井(2018)が扱ったデータを使って分析していきます。永井(2018)では、「傷つけ合い回避」尺度と「ソーシャルスキル」尺度を用い、友人との付き合い方を分類しています。ここで用いられている「傷つけ合い回避」尺度は「傷つけられ回避」、「距離確保」、「礼儀」、「傷つけ回避」の4つの下位尺度から構成されています。それでは、この4つの下位尺度間にはどの程度関連性があるのか確かめます。この時、それぞれの調査協力者が示す各下位尺度の得点は、各下位尺度に含まれる複数の質問項目に対して5件法で回答した結果の平均値として求められています。このような情報は間隔尺度として扱えるため、4つの下位尺度間の関連性は相関係数を求めるこによって確かめることができます。調査に協力した357名の学生の「友人との付き合い方」は、「傷つけ合い回避」尺度と「ソーシャルスキル」尺度への回答結果に基づいて5つのグループ（クラスタ）に分けられ、永井(2018)ではそれぞれのグループが示した特徴が述べられます。本節では、5つに分けられたそれぞれの「友人との付き合い方」のグループと、調査協力者の性別との関わりについて検討した結果（Table 2）を確かめます。

相関係数を求める／相関分析をおこなう

それでは、「傷つけ合い回避」尺度の下位尺度である「傷つけられ回避」、「距離確保」、「礼儀」、「傷つけ回避」のそれぞれの尺度得点間の関連性を確かめてみましょう。まず、AnalysesタブのRegressionを選択します。プルダウンメニューから「Correlation Matrix」を選択してください（Figure 4-1）。ここまで分析と同様に、左側のボックスには変数の一覧が表示されています。この変数の一覧から使用する変数を選び右側のボックスに移します。ここでは「傷つけられ回避」、「距離確保」、「礼儀」、「傷つけ回避」のそれぞれの尺度得点間の関連性を確かめるため、「傷つけられ回避」、「距離確保」、「礼儀」、「傷つけ回避」の4つを選びます。すると右側の出力結果部分に、それぞれの尺度得点間のピアソンの積率相関係数（Pearson's r）を示した相関行列が示されます。

The screenshot shows the jamovi software interface with the 'Analyses' tab selected. In the center, the 'Correlation Matrix' dialog is open. On the left, under 'Variables', 'Z関係開始' is selected, and on the right, '傷つけられ回避', '距離確保', '礼儀', and '傷つけ回避' are selected. Below these lists are sections for 'Correlation Coefficients' (Pearson checked), 'Additional Options' (Report significance checked, others unchecked), and 'Hypothesis' (Correlated checked). To the right, the 'Correlation Matrix' table is displayed:

	傷つけられ回避	距離確保	礼儀	傷つけ回避
傷つけられ回避	Pearson's r —			
距離確保	p-value —			
礼儀	Pearson's r 0.565	0.271	—	
傷つけ回避	p-value < .001	< .001	—	
傷つけられ回避	Pearson's r 0.455	0.271	—	
距離確保	p-value < .001	< .001	—	
礼儀	Pearson's r 0.671	0.535	0.625	—
傷つけ回避	p-value < .001	< .001	< .001	—

At the bottom, the 'References' section lists two sources:

- [1] The jamovi project (2019). *jamovi*. (Version 1.0) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] R Core Team (2018). *R: A Language and environment for statistical computing*. [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/>.

Figure 4-1 相関行列の表示

ピアソンの積率相関係数 (Pearson's r) の下の行に示されている数値は、その相関係数が生じ得る確率 (p-value)です。「その相関係数が生じ得る確率 (p-value)」とは、関連性を確認した2つの変数から得られた相関係数について、仮説検定（無相関検定）を行った結果を示しています。無相関検定の帰無仮説は「相関がない／相関係数=0」となります。相関係数は自由度がn-2のt分布に従うことが知られているので、 $t = r\sqrt{n - 2}/\sqrt{1 - r^2}$ の式に、相関係数(r)およびデータ数(n)を代入してt値を求めると、そのt値が取る累積確率（外側）を用いて仮説検定を行えます。

信頼区間を表示する

左側のボックスの下部には「Correlation Coefficients」、「Additional Options」、「Hypothesis」、「Plot」の4つのメニューがあります。このうち「Additional Options」の「Confidence intervals」を選択すると、得られたピアソンの積率相関係数 (Pearson's r) が取り得る信頼区間が示されます(Figure 4-2)。このとき、信頼区間の水準を指定することができます（初期値の信頼区間の水準は95%）。示された数値は、母集団の相関係数が95%の確率で含まれる相関係数の範囲 (95% CI Lower ~ 95% CI Upper) を示しています。

Correlation Matrix

Correlation Matrix

		傷つけられ回避	距離確保	礼儀	傷つけ回避
傷つけられ回避	Pearson's r	—			
	p-value	—			
	95% CI Upper	—			
	95% CI Lower	—			
距離確保	Pearson's r	0.565	—		
	p-value	< .001	—		
	95% CI Upper	0.632	—		
	95% CI Lower	0.490	—		
礼儀	Pearson's r	0.455	0.271	—	
	p-value	< .001	< .001	—	
	95% CI Upper	0.534	0.365	—	
	95% CI Lower	0.369	0.172	—	
傷つけ回避	Pearson's r	0.671	0.535	0.625	—
	p-value	< .001	< .001	< .001	—
	95% CI Upper	0.724	0.605	0.684	—
	95% CI Lower	0.609	0.456	0.557	—

Figure 4-2 相関行列の表示（信頼区間を示したもの）

相関係数の結果を確かめる

Figure %2で示された相関行列から、「傷つけられ回避」と「距離確保」との間には有意な正の相関が認められ ($r = .57, p < .001, 95\% CI [.49 .63]$) , 「傷つけられ回避」と「礼儀」，そして「傷つけ回避」との間にもそれぞれ有意な正の相関が認められています ($r = .46, p < .001, 95\% CI [.37 .53], r = .67, p < .001, 95\% CI [.37 .53]$,)。したがって，「傷つけられ回避」と「距離確保」，「礼儀」，「傷つけ回避」との間には中程度の関連性があることが分かります。同様に，「距離確保」と「礼儀」そして「傷つけ回避」との間にはそれぞれ有意な正の相関が認められています ($r = .27, p < .001, 95\% CI [.17 .37], r = .54, p < .001, 95\% CI [.46 .61]$)。したがって「距離確保」と「礼儀」との間には弱い関連性が，「距離確保」と「傷つけ回避」との間には中程度の関連性があることが分かります。最後に「礼儀」と「傷つけ回避」との間にも有意な正の相関が認められ ($r = .63, p < .001, 95\% CI [.56 .68]$)，この両者にも中程度の関連性があることが分かります。

以上の結果から，「傷つけ合い回避」尺度の下位尺度である「傷つけられ回避」，「距離確保」，「礼儀」，「傷つけ回避」のそれぞれ4つの尺度は，互いに強く関連していることが明らかになりました。

クロス集計／カイ二乗検定をおこなう

永井(2018)では，調査に協力した357名の学生の「友人との付き合い方」を，「傷つけ合い回避」尺度と「ソーシャルスキル」尺度への回答結果に基づいて5つのグループ（クラスタ）に分け，調査協力者の性別との関わりについて検討しています（Table 2）。この分析をどのようにおこなうのか，実際に確かめてみましょう。まず，Analysesタブの Frequencies を選択します。プルダウンメニューから「Contingency Tables」の下にある「Independent Samples χ^2 test of associationを選択してください（Figure 4-3）。ここまで分析と同様に，左側のボックスには変数の一覧が表示されています。この変数の一覧から使用する変数を選び右側のボックスに移します。ここでは Rows (行) に「性別」，Columns (列) に「友人との付き合い方」を選択します。すると右側の出力結果部分に，連関表（クロス集計表）が示されます。同時にカイ二乗検定をおこなった結果も示されています。

The screenshot shows the jamovi software interface with the 'Analyses' tab selected. In the center, the 'Contingency Tables' dialog is open. On the left, under 'Tests', the χ^2 checkbox is selected. Under 'Nominal' and 'Ordinal' categories, several measures are listed with checkboxes: Contingency coefficient, Phi and Cramer's V, Log odds ratio, Odds ratio, Relative risk, Confidence intervals, Gamma, and Kendall's tau-b. The 'Cells' button is also visible. On the right, the output window displays the 'Contingency Tables' results. It includes a 5x5 table for '友人との付き合い方' (Gender) by '性別' (Gender), showing counts for each cell. Below the table is an χ^2 test table with values: $\chi^2 = 2.16$, df = 4, p = 0.706, and N = 357. At the bottom, there is a 'References' section with two entries.

	1	2	3	4	5	Total
1	36	26	9	33	18	122
2	55	54	23	62	41	235
Total	91	80	32	95	59	357

	Value	df	p
χ^2	2.16	4	0.706
N	357		

[1] The jamovi project (2019). *jamovi*. (Version 1.0) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

[2] R Core Team (2018). *R: A Language and environment for statistical computing*. [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/>.

Figure 4-3 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表

それぞれのグループでの男女比を示したい場合には、左側のボックスの下部の「Cells」をクリックして開き、「Percentages」で Row と Column を選択すると、各性別での各グループの構成比および各グループでの男女比がクロス集計表に追加されて示されます (Figure 4-4)。これらの情報を見ると、男性でも女性でも各グループの構成比は変わらないこと、そしてどのグループでも男女比が 3:7 ~ 4 : 6 の間に収まっていることが分かります。

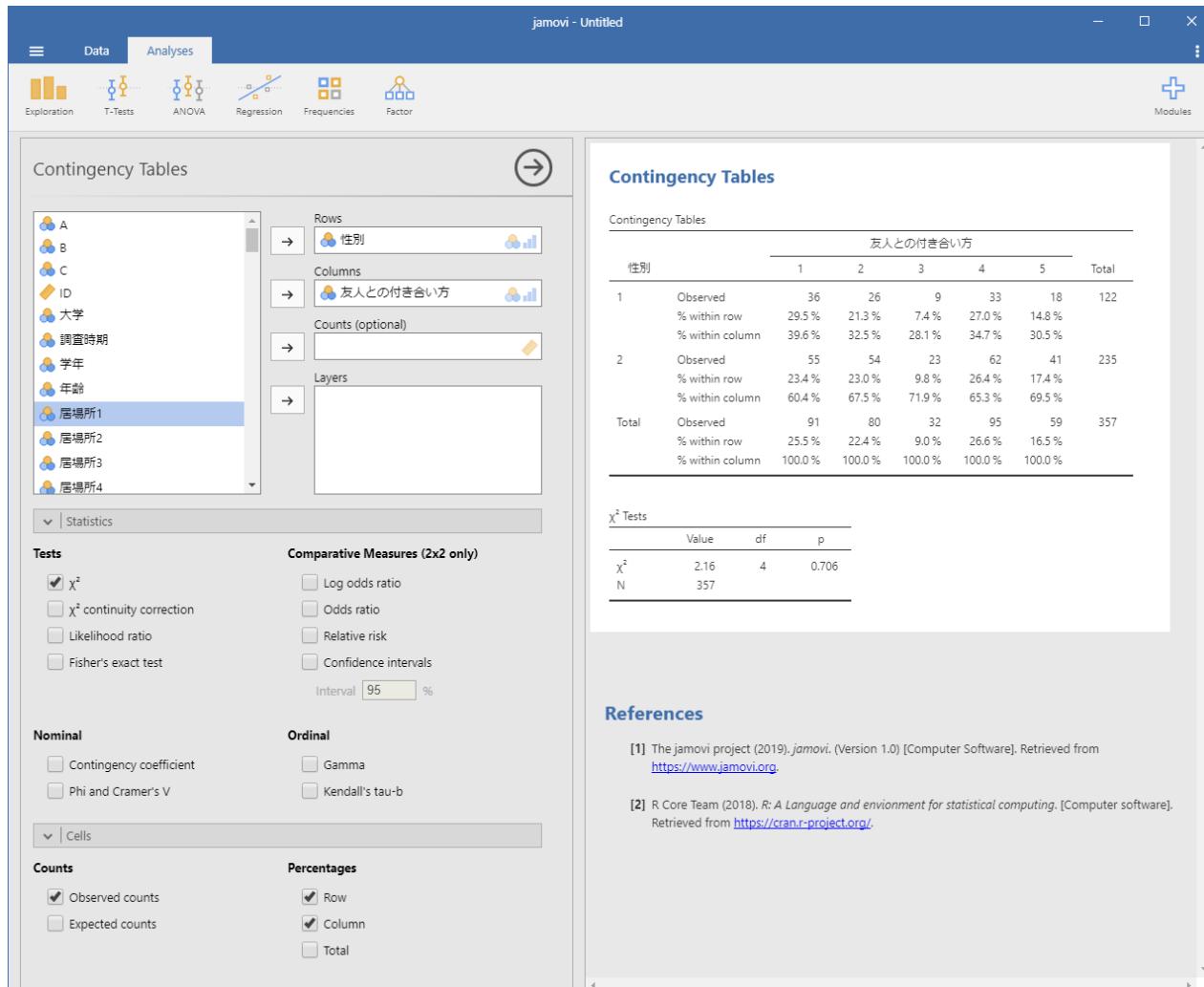


Figure 4-4 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表（男女比を示したもの）

カイ二乗検定の結果を確かめる

Figure %4 で見たように、どちらの性別でも「友人との付き合い方」で分けた 5 つのグループの構成比に違いはありませんでした。またどのグループでも男女比は 3:7 ~ 4 : 6 の間に収りました。このことは、5 つの「友人との付き合い方」と調査協力者の性別との間に関わりではなく、「友人との付き合い方」は性別によって決まるものではない、と考えられます。この傾向はカイ二乗検定の結果 ($\chi^2(4) = 2.16, p = .71$) からも確かめられます。この結果に加えて、このカイ二乗値にどれだけ効果が認められるか確かめておきましょう。左側のボックスの下部の「Nominal」欄の Phi and Cramer's V を選択すると効果量が求められます (Figure 4-5)。今回の分析で用いた 2 行 × 5 列のような多くのカテゴリーから構成される情報を分析する場合は、Cramer's V を用います。それぞれの 2 つずつのカテゴリーから構成される 2 行 × 2 列のクロス集計の場合には、Phi-coefficient (ϕ) を用います。それぞれの降下量の目安は、小 : .10, 中 : .30, 大 : .50 です。今回の場合 $V = .08$ ですので、「友人との付き合い方」と調査協力者の性別との間に連関がないこと（独立であること）が確かめられます。

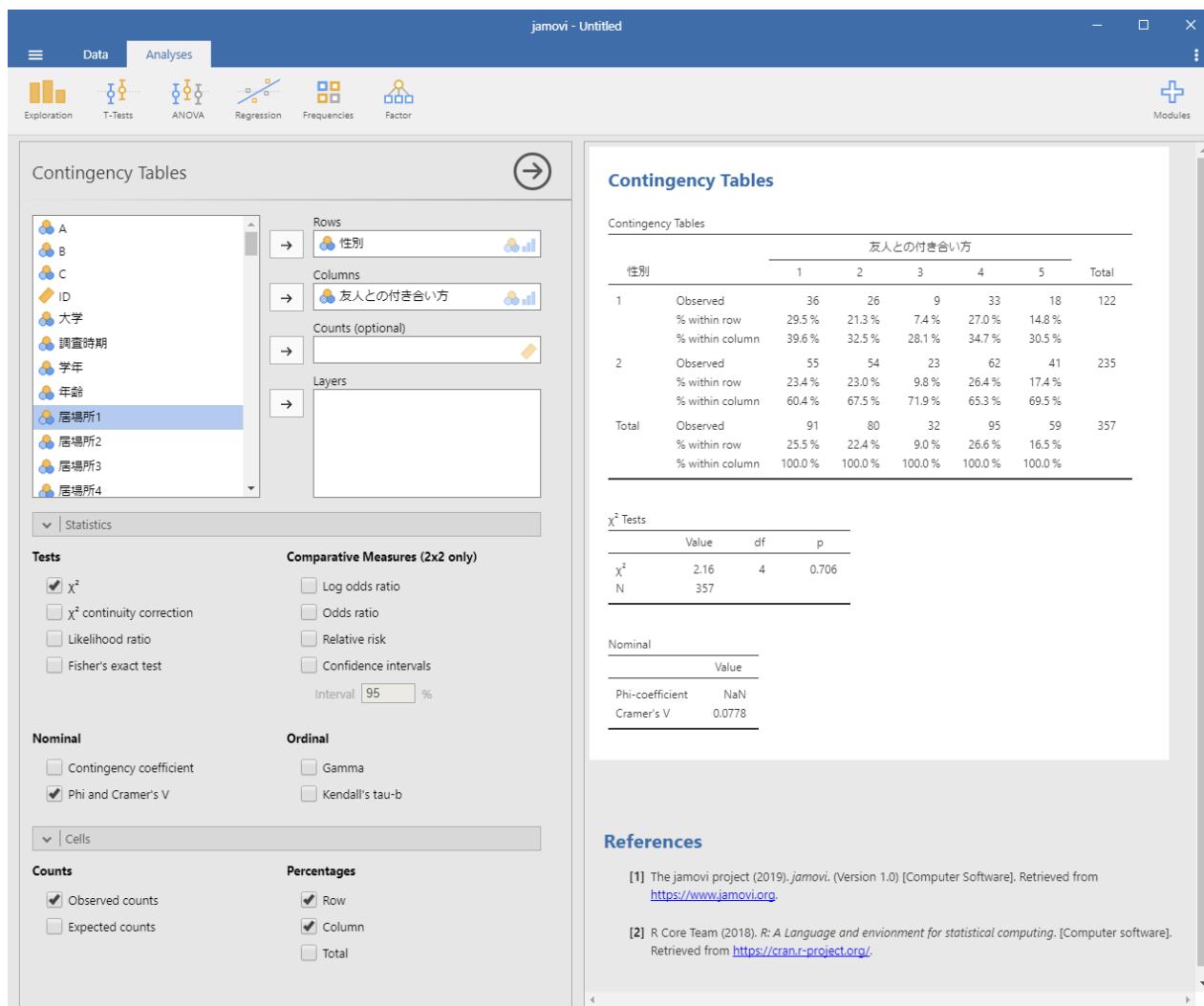


Figure 4-5 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表（男女比・効果量を示したもの） カイ二乗検定に用いられるカイ二乗値には、複数の求め方があります。一般的な求め方の他に尤度比と呼ばれるものを用いてカイ二乗値を求めたい場合には、左側のボックスの下部の「Tests」欄のLikelihood ratioを選択すると尤度比検定を行った結果が示されます (Figure 4-6)。また、今回の分析で用いた2行×5列のような、多くのカテゴリーからなる情報を分析する場合には問題になりませんが、それぞれの2つずつのカテゴリーからなる2行×2列になる情報をクロス集計する場合には注意が必要です。この場合は「Tests」欄の χ^2 continuity correction（連続修正／イエーツの修正），そして Fisher's exact test（フィッシャーの正確確率検定）を選択します。もし1つのセルの期待度数が5未満となる場合にはFisher's exact testの結果を用います。そうでない場合は、 χ^2 continuity correctionの結果を用います (Figure 4-6)。

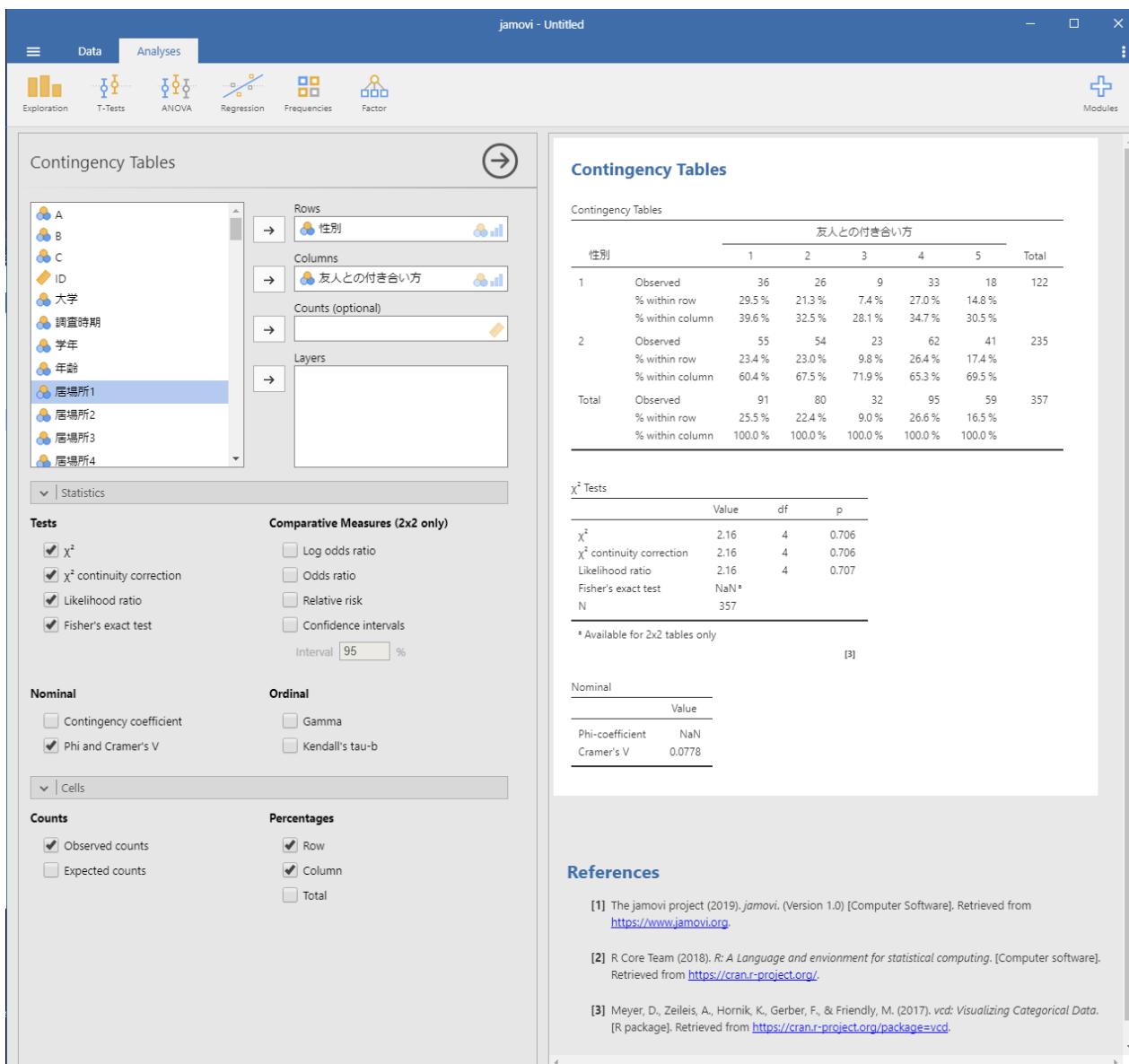


Figure 4-6 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表（全ての情報を示したもの）以上は結果をまとめると、「友人との付き合い方」によって分けた5つのグループと調査協力者の性別との間には関わり（連関）ではなく独立の関係であること ($\chi^2(4) = 2.16, p = .71, V = .08$) が確かめられました。

[!--chapter:end:ch04-cor.Rmd--](#)

回帰分析・重回帰分析 {#regression}

本項では回帰分析および重回帰分析の操作方法を解説します。ここではMajima & Nakamura(2019)のデータを使って分析していきます。

回帰分析を行う

まず、AnalysesタブのRegressionを選択します。プルダウンメニューから「Liner Regression」を選択してください(Figure 5-1)。ここまで分析と同様に、左側のボックスには変数の一覧が表示されています。この変数の一覧から使用する変数を選び、右側のボックスに移します。Dependent Variableに分析の従属変数(目的変数)を指定します。Covariatesに独立変数(説明変数)を指定します。重回帰分析を行う際にはCovariatesに複数の独立変数を指定してください。たとえば、第2節で記述

統計量を算出したMajima & Nakamura(2019)の、GCBS-J-GCをDependent Variableに、edu_lvをCovariatesに指定することで単回帰分析ができます(Figure 5-2)。

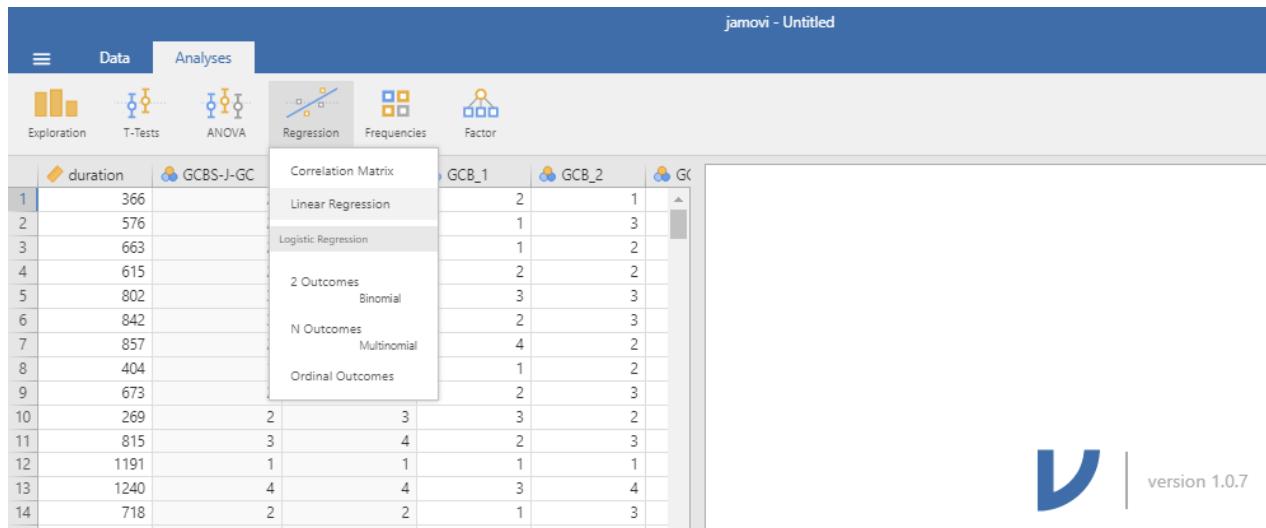


Figure 5-1 回帰分析の選択

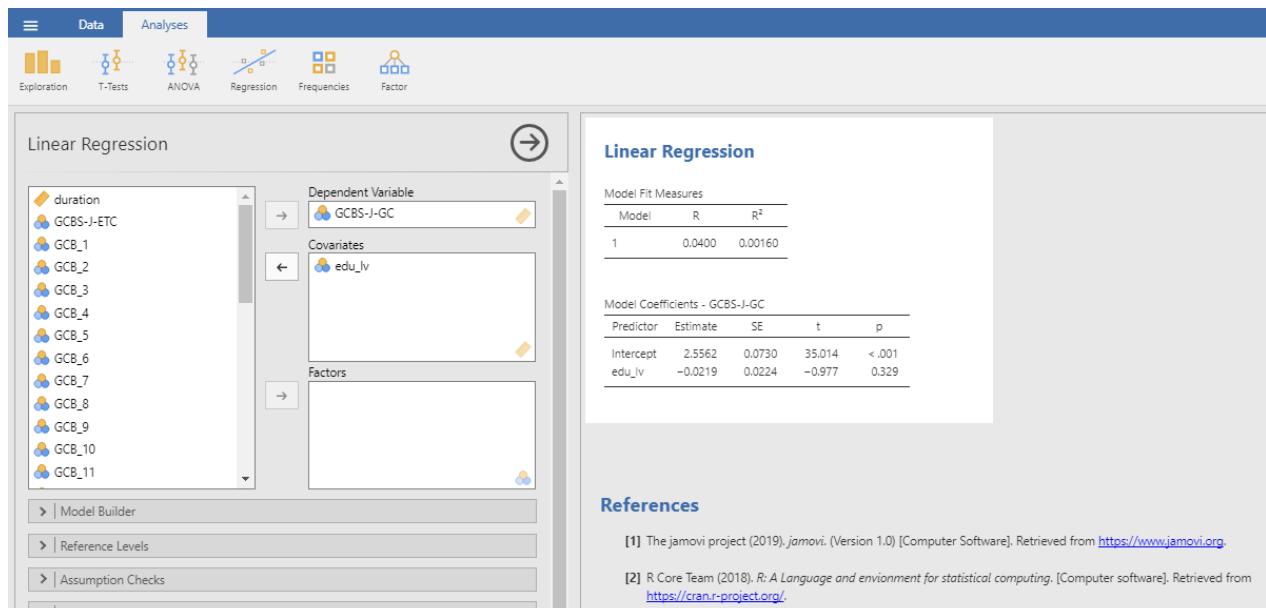


Figure 5-2 GCBS-J-GCとedu_lvの単回帰分析

分析結果の表示を選ぶ

回帰分析のオプションメニューの内、「Model Fit」を開くと、結果に表示する適合度指標を选ぶことができます。初期値はFit MeasuresのRとR²が選択されています。調整済み決定係数を表示する際にはAdjust R²を選択します。その他、赤池情報量基準(AIC)、ベイズ情報量規準(BIC)、RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation)を選択できます。また、Overall Model TestからF Testを選択することで、回帰モデルのF検定の結果を示すことができます。以上、主に分析モデル全体の評価に関する指標は「Model Fit」から指定できます。

次に、表示する係数を指定します。初期値は非標準化係数の点推定値のみが表示されています。標準化係数(Standardized Estimate)や各推定値の95%信頼区間を表示するためにはオプションメニューの「Model Coefficients」にあるStandardized Estimateを選択します。信頼区間を表示するためには、Confidence Intervalを選択し、信頼区間の数値を指定してください(初期値は95%信頼区間)。例として、Figure 5-1で表示した回帰分析に、調整済み決定係数、F検定の結果、標準化係数、非標準化係数の95%信頼区間を加えて表示してみました(Figure 5-3)。Figure 5-2からFigure 5-3にかけて表示さ

れている結果が増えています。

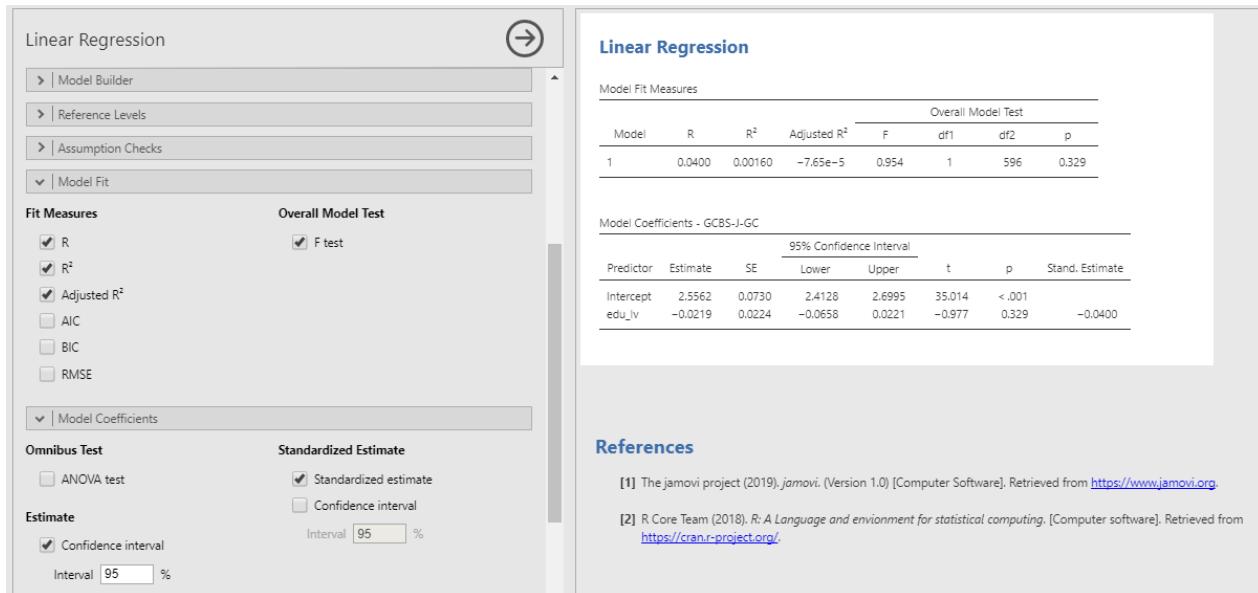


Figure 5-3 様々な指標の表示

重回帰分析を行う

最後に、改めてMajima & Nakamura(2019)のデータを使って分析していきます。ここでは、Majima & Nakamura(2019)によって邦訳された日本語版一般陰謀論者信念尺度の一般陰謀論者信念(GCBS-J-GC), 地球外陰謀論者信念(GCBS-J-ETC)の各下位尺度を性別(gender), 年齢(age), 教育水準(edu_lv)によって予測することを試みます。この分析はMajima & Nakamura(2019)には記載されていませんが、この論文のstudy 2で用いられたデータを使っています。関心のある方はMajima & Nakamura(2019)を読んでみてください。

今回の目的変数となる日本語版一般陰謀論者信念尺度の一般陰謀論者信念(GCBS-J-GC), 地球外陰謀論者信念(GCBS-J-ETC)の各下位尺度は第2節にて変数の作成を行いました。本項ではこの変数を用いることにします。説明変数の性別(gender)は男性が1, 女性が2の数値を割り当てられている名義尺度です。回帰分析における説明変数は間隔尺度以上の尺度水準であることが求められますので、このままでは分析に用いることができません。そこで、性別(gender)を0, 1のダミー変数に変換します。ダミー変数は0から1までの間隔尺度として見なされます。ここでは男性を0, 女性を1としたgender dummyを作ります。ダミー変数の作り方を以下に示します。この方法では、元となる変数を指定し、その変数の値によって新たな変数の値を指定します。まずDataタブのTransformを選択します。すると、画面上部にTRANSFORMED VARIABLEと表示されます。上部の空欄に新しく作成する変数名を入力します。今回はgender dummyとします(Figure 5-4)。

The screenshot shows the Jamovi software interface with the 'Analyses' tab selected. In the top menu bar, the 'Data' tab is also visible. The main workspace is titled 'TRANSFORMED VARIABLE' and contains a text input field with 'gender dummy'. Below this is a 'Description' input field. Underneath, there are dropdown menus for 'Source variable' (set to 'gender') and 'using transform' (set to 'None'). A button labeled 'Edit...' is also present. At the bottom right of the workspace, there is a toggle switch for 'Retain unused levels'. Below the workspace is a small data preview table with columns: SIC, gender, gender (2), age, edu_lv, and emp. The data rows show various values corresponding to these variables.

Figure 5-4 ダミー変数の作成

次に、「Source variable」欄に元になる変数を指定します。gender dummyの作成にあたっては、gender変数の値(1=男性, 2=女性)を用いますので、genderを指定します。次に「using transform」欄に変数を変換する条件を指定します。初期値はNoneになっていますので、プルダウンメニューを開き「Create New Transform...」を選択してください(Figure x-5)。なお、一度変数の変換をすれば、変換の条件がJamoviに記憶され、次回からは「using transform」欄に任意の変換条件を指定することで簡単に変数の変換を行えます。

The screenshot shows the Jamovi software interface with the 'Transform' tab selected. The main workspace is titled 'TRANSFORMED VARIABLE' and contains a text input field with 'gender dummy'. Below this is a 'Description' input field. Underneath, there are dropdown menus for 'Source variable' (set to 'gender') and 'using transform' (set to 'None'). A dropdown menu is open, showing three options: 'None', 'Transform 1', and 'Create New Transform...'. The 'Create New Transform...' option is highlighted with a gray background. At the bottom right of the workspace, there is a toggle switch for 'Retain unused levels'. Below the workspace is a small data preview table with columns: gender d..., age, edu_lv, and emp. The data rows show various values corresponding to these variables.

Figure x-5 変換条件の指定

「Create New Transform...」を選択すると、TRANSFORMと表示される画面が重なります。上部の空欄には新しく作る変換条件の名前をつけることができます。ここではcreate gender dummyとしました。 $f_x = \text{source}$ と書いてある欄の右辺 (sourceと記入されている部分)を編集します。用いることのできる関数の一覧は f_x をクリックすることで開くことができます。今回はIF関数を使います。性別(gender)の値が1(男性)であれば、性別ダミー(gender dummy)の値は0となり、性別の値が1(男性)ではなければ性別ダミーの値を1となるように指定します。以上から $\text{IF}(\text{gender}==1, 0, 1)$ という条件を記入します

(Figure 5-6)。条件の記入が終わったら、「↓」をクリックします。条件に従い新たな変数である性別ダミー(gender dummy)が作られました(Figure 5-7)。今回は等価である演算子「==」を用いましたが、その他にも様々な演算子があります。演算子の一例をTable 5-1に示します。

The screenshot shows the SPSS Data Editor interface. At the top, there are menu options: Compute, Transform, Add, Delete, Filters, and Rows. Below the menu is a toolbar with icons for Compute, Transform, Add, Delete, Filters, and Rows. The main area is titled "TRANSFORMED VARIABLE". Under "TRANSFORM", there is a box labeled "create gender dummy". Inside this box, there is a "Description" field and a "Variable suffix" field. Below these fields is a button labeled "+ Add recode condition". A text input field contains the formula: `fz = IF(gender==1,0,1)`. To the right of the formula is a "Measure type" dropdown set to "Auto". At the bottom of the transformed variable section, there are up and down arrows. In the bottom left corner, there is a preview of the data table with columns: gender d..., age, edu_lv, and emp. The first two rows of data are shown: Row 1 has age 36 and edu_lv 1; Row 2 has age 35 and edu_lv 4. To the right of the data table, the text "Linear Regression" is displayed.

Figure 5-6 変換条件の入力

Figure 5-7 ダミー変数の完成

Table 5-1 演算子の一例

演算内容	演算子	入力例	意味
未満	<	a<1	aが1よりも小さい
以下	<=	a<=1	aが1以下である
超過	>	a>1	aが1よりも大きい
以上	>=	a>=1	aが1以上である
等価	==	a==1	aが1と等しい
不等価	!=	a!=1	aが1と等しくない

目的変数となる一般陰謀者信念(GCBS-J-GC)と地球外陰謀論者信念(GCBS-J-ETC), 説明変数となる性別(gender dummy), 年齢(age), 教育水準(edu_lv)が用意できましたので, 重回帰分析を試みます。もう一度Analysesタブを開き, Regressionを選択します。プルダウンメニューから「Liner Regression」を選択します。まずDependent VariableにGCBS-J-GCを指定します。次にCovariatesにgender dummy, age, edu_lvの3変数を指定します(Figure 5-8)。前述の例と同様に重相関係数, 決定係数, 調整済み決定係数, F検定の結果, 標準化係数, 非標準化係数の95%信頼区間を表示しました(Figure 5-9)。次にGCBS-J-ETCをDependent Variableに指定して同様の分析を行います(Figure 5-10)。

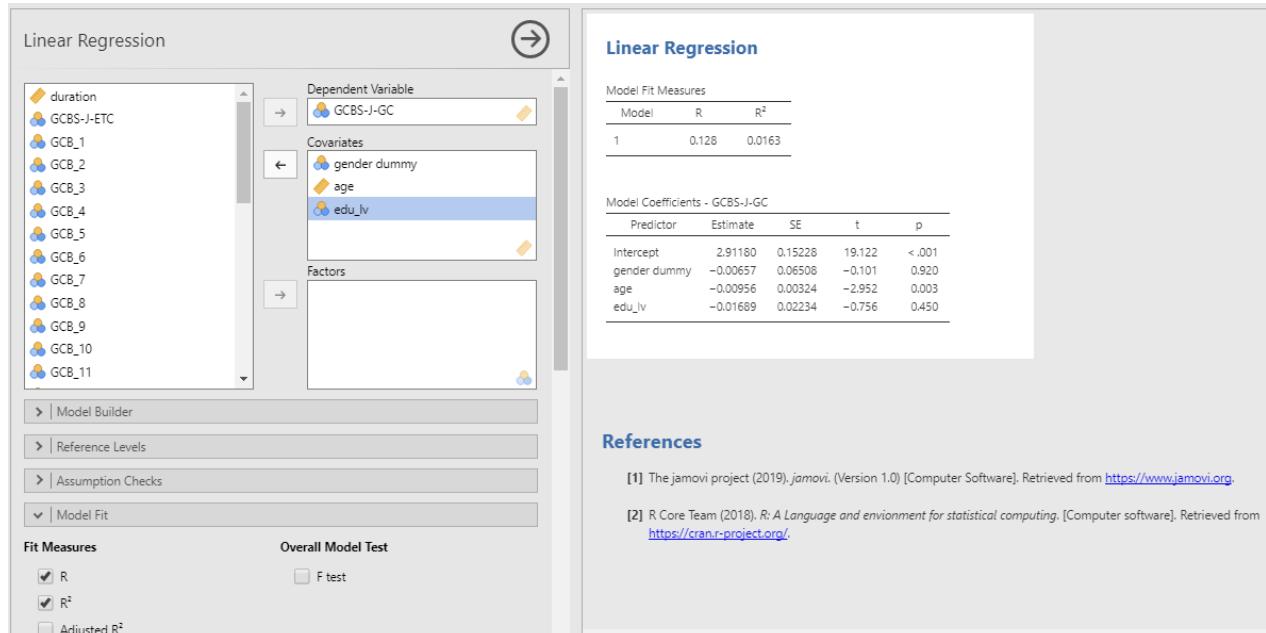


Figure 5-8 分析する変数の投入

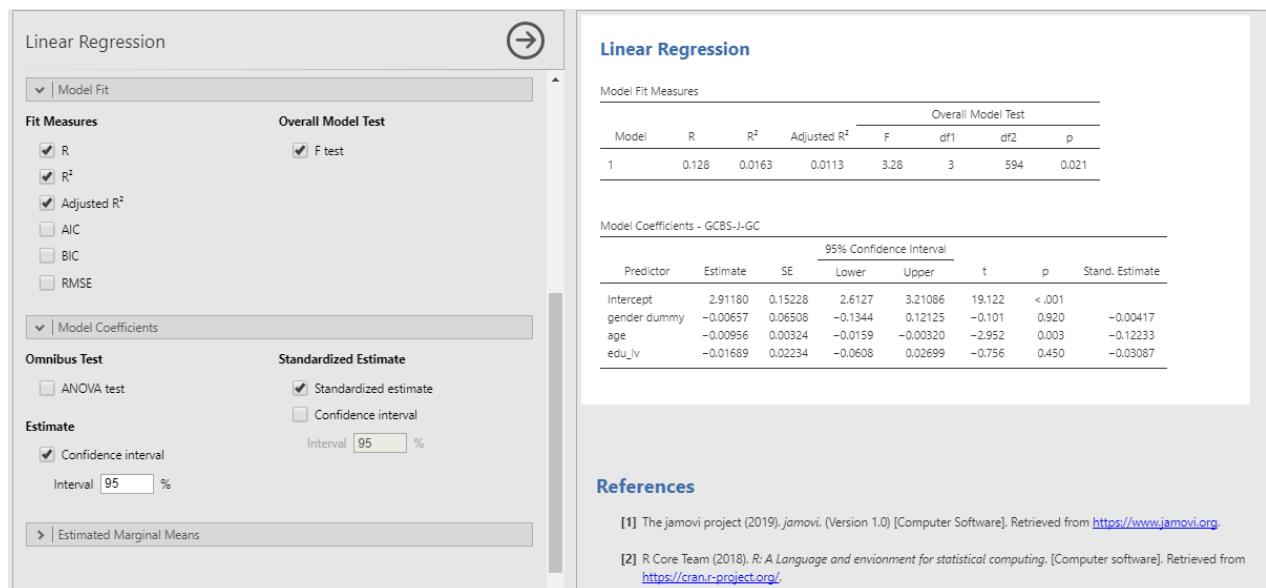


Figure 5-9 重回帰分析結果の表示(GCBS-J-GC)

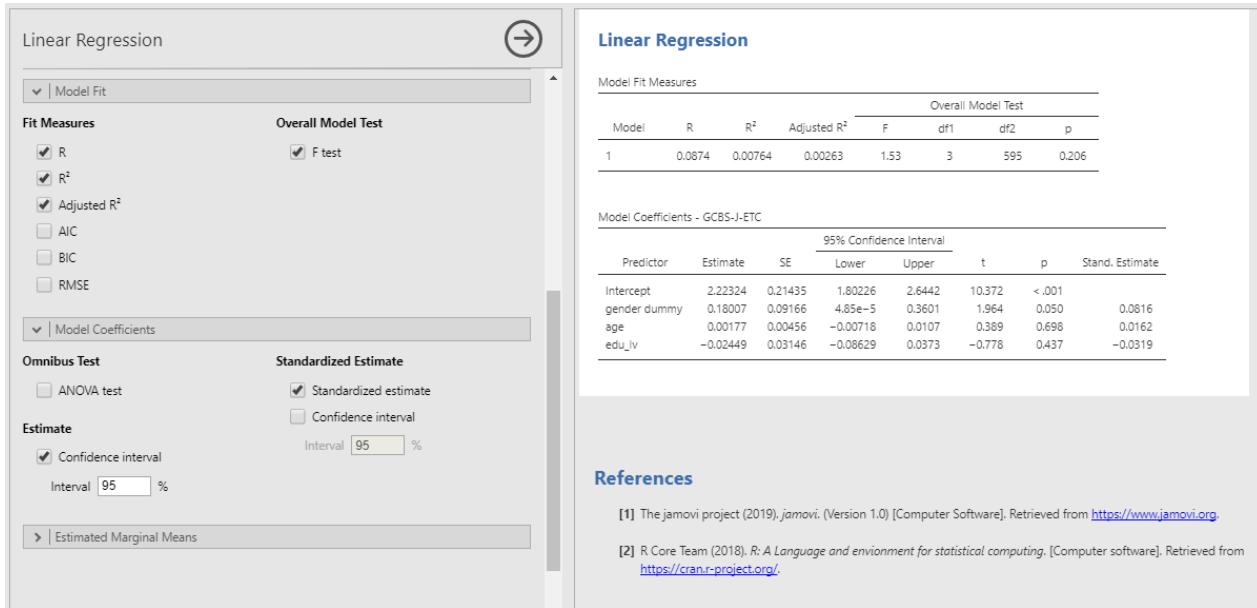


Figure 5-10 重回帰分析結果の表示(GCBS-J-ETC)

分析の結果をまとめると、以下のようになります。一般陰謀者信念(GCBS-J-GC)への性別(gender dummy), 年齢(age), 教育水準(edu_lv)のモデル全体は有意です($\text{adj}R^2=.01, p<.05$)が、効果は大きくありません。各変数の偏回帰係数を確認すると、年齢のみ有意な負の効果が見られており、非標準化推定値が約-0.01であることから、年齢が1上昇すると一般陰謀者信念は0.01減少することが分かります($\beta=-.12, p<.01$)。一方で、地球外陰謀論者信念(GCBS-J-ETC)に対しては有意な効果は見られませんでした($\text{adj}R^2=.00, n.s.$)。

[!--chapter:end:ch05-regression.Rmd--](#)

分散分析 {#anova}

ここでは、分散分析の方法について学びます。データは、永井(2018)のものを用います。

1要因完全無作為計画の分散分析

1要因完全無作為計画の分散分析では、対応のない1つの質的な独立変数（要因）の水準によって、従属変数の平均に差があるかどうかを検定します。。ここでは、永井(2018)の中から、友人との付き合い方(5水準)という要因によって、傷つけられやすさ回避、距離確保、礼儀、傷つけ回避に差があるかどうかを検定してみましょう。

データファイルを読み込み、変数の諸設定を行います。ここで扱う分散分析は、いずれも Analysis タブの ANOVA のメニューの中には、1要因の分散分析 (One-Way ANOVA), 分散分析 (ANOVA), 反復測定デザインの分散分析 (Repeated Measures ANOVA), 共分散分析 (ANCOVA), 多変量共分散分析 (MANCOVA) や、ノンパラメトリック検定として、対応のない1要因のクラスカル・ウォリスの検定 (Kruskal-Wallis), 対応のある要因のフリードマン検定 (Friedman) が用意されています。

1要因の分散分析 (One-Way ANOVA) は、独立変数・要因は1つのみ、従属変数は複数指定可能ですが、分散分析 (ANOVA) では独立変数・要因は複数指定可能であるものの、従属変数は1つしか指定できません。しかしながら、使い方や出力の仕方は多少異なっていますが、One-Way ANOVA で行った分析を ANOVA を使って行っても、当然ですが検定結果は変わりません。つまり、ここで行う1要因完全無作為計画の分散分析については、One-way ANOVA または、ANOVA のいずれを選択しても問題ありません。ここでは、One-way ANOVA で分散分析を行ってみましょう。

The screenshot shows the SPSS software interface. At the top, there's a blue header bar with tabs for 'Data' and 'Analyses'. Below the header, there are several icons representing different statistical analyses: 'Exploration' (bar chart), 'T-Tests' (t-test icon), 'ANOVA' (ANOVA icon with three vertical bars), 'Regression' (line graph), 'Frequencies' (grid icon), and 'Grade' (grade icon). The 'ANOVA' icon is highlighted with a green circle, and a green arrow points from it to the 'One-Way ANOVA' option in a dropdown menu that has appeared. The dropdown menu also lists other ANOVA-related options: 'ANOVA', 'Repeated Measures ANOVA', 'ANCOVA', 'MANCOVA', 'Non-Parametric', 'One-Way ANOVA', 'Kruskal-Wallis', 'Repeated Measures ANOVA', and 'Friedman'. To the left of the menu, there's a data view showing a table with columns for 'ID' and 'Grade', containing data from row 1 to 14. The 'Grade' column has values 1 through 14.

変数の指定

One-way ANOVA を選ぶと下図のような画面になります。ここで、分析の対象となる従属変数は Dependent Variables へ、独立変数・要因は Grouping Variable へ移動します (SPSS でおなじみの方法ですね)。ここで、従属変数を複数指定した場合、それぞれの変数ごとに分散分析が行われますが、1要因の分散分析なので、独立変数は1つしか指定できません。なお、同じ独立変数の効果を、多数の従属変数について個別に検討することは、本当は検定の多重性の問題があつて望ましくありません

(特に、従属変数間に相関が予想される場合はなおさら)。しかしながら、ここではその問題には目をつぶりましょう。なお、このような場合は、通常、多変量分散分析 (Multiple Analysis of Variance, MANOVA) を行います (MANOVA は、jamovi では MANCOVA) の中で行うことができます。

The screenshot shows the jamovi One-Way ANOVA dialog box. On the left, under 'Dependent Variables', four variables are selected: '傷つけられ回避', '距離確保', '礼儀', and '傷つけ回避'. A green arrow points from the text '従属変数' (Dependent Variables) to this list. Below them, 'Grouping Variable' is set to '友人との付き合い方' (Friendship style), indicated by another green arrow pointing from the text '独立変数・要因' (Independent Variable/Factor). The right side displays the 'One-Way ANOVA (Welch's)' results table:

	F	df1	df2	p
傷つけられ回避	125.1	4	132.8	<.001
距離確保	101.1	4	136.7	<.001
礼儀	115.2	4	145.1	<.001
傷つけ回避	140.9	4	141.0	<.001

Below the results, the 'References' section lists two sources:

- [1] The jamovi project (2019). *jamovi*. (Version 1.0) [Computer software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] R Core Team (2018). *R: A Language and environment for statistical computing*. [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/>.

主効果の検定

独立・従属変数をそれぞれ指定すると、分析は自動で実行されます。初期状態では、群ごとの分散が等しくないという仮定をおいた分析 (Variances - Don't assume equal (Welch's)) が行われています。分散が等しいという仮定をおいた分析も行うようにしてみます。そのためには、Variances にある Assume equal (Fisher's) というオプションにチェックを付けます。そうすると、右側の結果ウィンドウに、それぞれの検定の F 値 (上段が Welch, 下段が Fisher)、自由度 (df1, df2)、有意確率 p が表示されます。今回のデータの場合、いずれの従属変数についても、独立変数である付き合い方の主効果が有意であることがわかります。

The screenshot shows the jamovi One-Way ANOVA dialog box with both Welch's and Fisher's tests selected in the 'Variances' section. The right side displays the 'One-Way ANOVA' results table for both tests:

	Welch's	df1	df2	p
傷つけられ回避	125.1	4	132.8	<.001
傷つけられ回避	123.99	4	352	<.001
距離確保	101.1	4	136.7	<.001
距離確保	98.10	4	352	<.001
礼儀	115.2	4	145.1	<.001
礼儀	79.82	4	352	<.001
傷つけ回避	140.9	4	141.0	<.001
傷つけ回避	118.78	4	352	<.001

分散の等質性の検定

分散の等質性の前提が満たされているかどうかは、Assumption Checks の中の Equality of variances にチェックを付けると分かります。このオプションにチェックを付けると、分散の等質性に関するルビーンの検定 (Levene's test) が行われます。今回のデータでは、等質性が保たれているのは距離確保のみで、それ以外の従属変数では等質性の仮定が満たされていないことがわかります。しかし、上の主効果の検定で示されたように、分散の等質性を仮定した場合でも、仮定しない場合でも検定結果は

変わらないので、結論としては全ての従属変数について、付き合い方の主効果は有意であると言えます。

The screenshot shows the SPSS One-Way ANOVA dialog boxes. On the left, the 'One-Way ANOVA' dialog is open with 'Dependent Variables' set to '傷つけられ回避', '距離確保', '礼儀', and '傷つけ回避'. The 'Grouping Variable' is '友人との付き合い方'. Under 'Additional Statistics', 'Descriptives plots' is checked. Under 'Assumption Checks', 'Equality of variances' is checked. A green arrow points from the text '分散の等質性の検定' to this checkbox. On the right, the 'One-Way ANOVA' output table is shown, and below it, the 'Assumption Checks' output table for Levene's test.

		F	df1	df2	p
傷つけられ回避	Welch's	125.1	4	132.8	<.001
	Fisher's	123.99	4	352	<.001
距離確保	Welch's	101.1	4	136.7	<.001
	Fisher's	98.10	4	352	<.001
礼儀	Welch's	115.2	4	145.1	<.001
	Fisher's	79.82	4	352	<.001
傷つけ回避	Welch's	140.9	4	141.0	<.001
	Fisher's	118.78	4	352	<.001

Test for Equality of Variances (Levene's)				
	F	df1	df2	p
傷つけられ回避	2.8309	4	352	0.025
距離確保	0.8625	4	352	0.487
礼儀	4.9614	4	352	<.001
傷つけ回避	6.2469	4	352	<.001

[3]

正規性の検定

従属変数が正規分布に従っているかどうかは、シャピロ-ウィルクの正規性の検定で確認します。正規性の検定は、Assumption Checks オプションにある Normality (Shapiro-Wilk) にチェックを付けてください。今回のデータでは、礼儀と傷つけ回避で正規性の仮定が満たされないことがわかります。分散分析は従属変数が正規分布に従うことを前提とするパラメトリック検定なので、正規性が満たされない場合は、ノンパラメトリック検定であるクラスカル・ウォリスの検定を行わなければなりません。クラスカル・ウォリスの検定については、後に説明します。

Dependent Variables

- 傷つけられ回避
- 距離確保
- 礼儀
- 傷つけ回避

Grouping Variable

- 友人との付き合い方

Additional Statistics

- Descriptives table
- Descriptives plots

Assumption Checks

- Normality (Shapiro-Wilk)
- Normality (Q-Q plot)
- Equality of variances

正規性の検定

One-Way ANOVA

		F	df
傷つけられ回避	Welch's	125.1	4
	Fisher's	123.99	4
距離確保	Welch's	101.1	4
	Fisher's	98.10	4
礼儀	Welch's	115.2	4
	Fisher's	79.82	4
傷つけ回避	Welch's	140.9	4
	Fisher's	118.78	4

Assumption Checks

Test of Normality (Shapiro-Wilk)

	W	p
傷つけられ回避	0.9947	0.261
距離確保	0.9929	0.089
礼儀	0.9533	<.001
傷つけ回避	0.9858	0.001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

多重比較

3水準以上の要因で主効果が有意であったときは、事後検定 (Post-hoc test) として多重比較を行う必要があります。多重比較は、Post-Hoc Tests オプションを展開し、Tukey または Games-Howell のいずれかを選んで実行します。前者の Tukey は分散が等しい場合、後者の Games-Howell は分散が等しくない場合に使われる方法です。また、事後検定の表示オプション (Statistics) として、平均値の差 (Mean difference), 有意確率 (Report significance), 検定統計量 (t and df) などの統計量を選ぶことができるようになっていて、デフォルトでは、平均値差と有意確率が表示されます。下図は、Tukey 法による多重比較の結果を示しています。

One-Way ANOVA

Z関係開始 距離確保
 Z解説 礼儀
 Z主張性 傷つけ回避
 Z感情統制
 Z関係維持
 Z記号化

Grouping Variable

Variances

Don't assume equal (Welch's)
 Assume equal (Fisher's)

Missing Values

Exclude cases analysis by analysis
 Exclude cases listwise

Additional Statistics

Descriptives table
 Descriptives plots

Assumption Checks

Normality (Shapiro-Wilk)
 Normality (Q-Q plot)
 Equality of variances

Post-Hoc Test

None
 Games-Howell (unequal variances)
 Tukey (equal variances)

Statistics

Mean difference
 Report significance
 Test results (t and df)
 Flag significant comparisons

事後検定 →

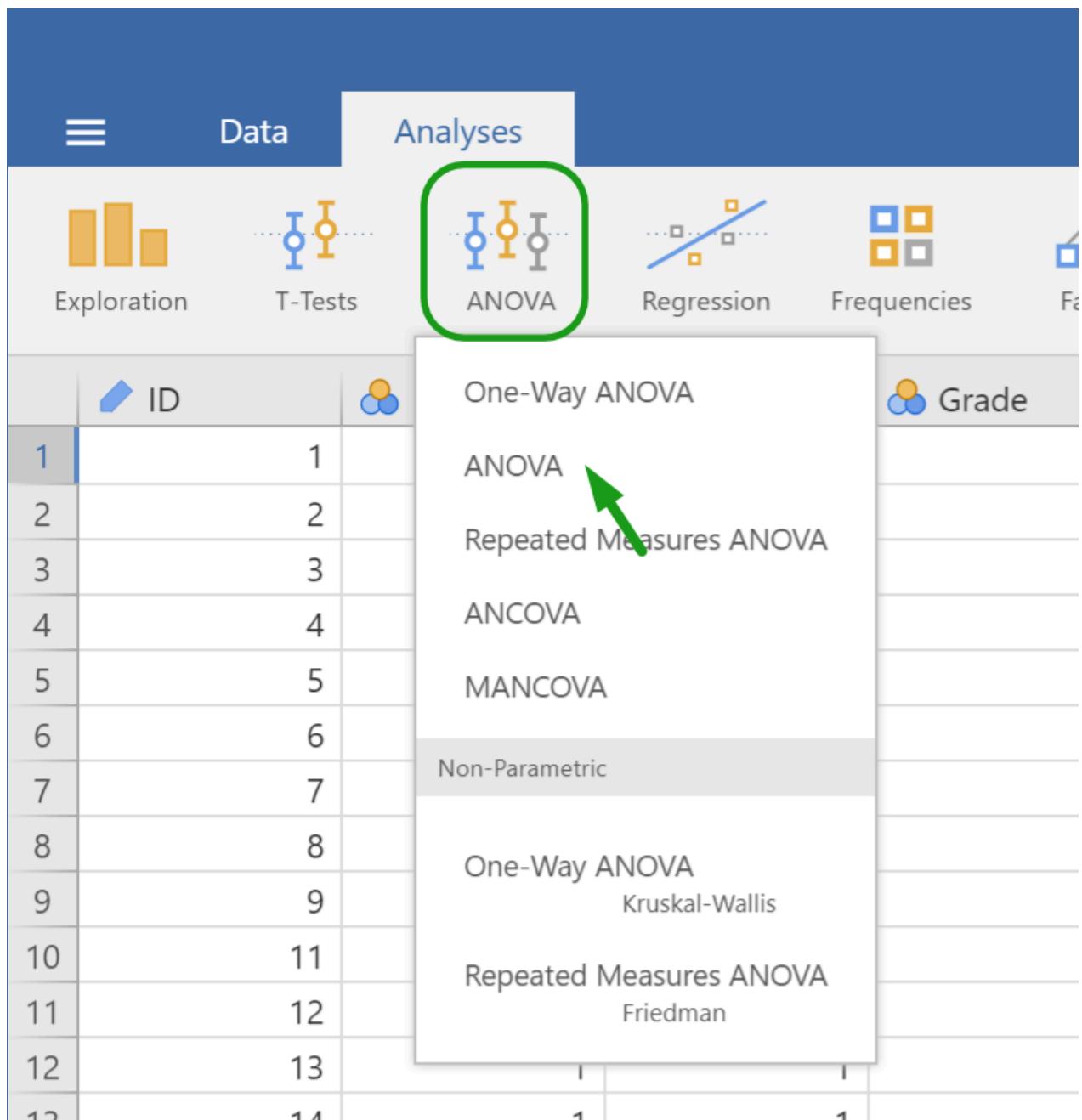
Post Hoc Tests

		1	2	3	4	5
1	Mean difference	—	0.9258	-0.9478	-0.6387	0.2504
	p-value	—	<.001	<.001	<.001	0.040
2	Mean difference	—	-1.8736	-1.5645	-0.6754	
	p-value	—	<.001	<.001	<.001	
3	Mean difference	—	0.3091	1.1982		
	p-value	—	0.037	<.001		
4	Mean difference	—		0.8891		
	p-value	—		<.001		
5	Mean difference	—			—	
	p-value	—			—	

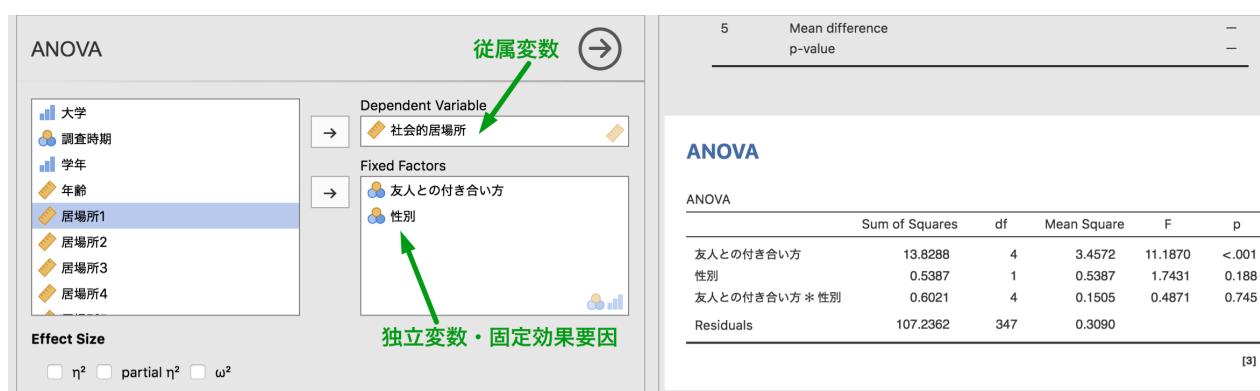
		1	2	3	4	5
1	Mean difference	—	1.067	-0.7977	-0.2082	0.9339
	p-value	—	<.001	<.001	0.128	<.001
2	Mean difference	—	-1.8652	-1.2757	-0.1336	
	p-value	—	<.001	<.001	0.694	
3	Mean difference	—	0.5895	1.7316		
	p-value	—	<.001	<.001		
4	Mean difference	—		1.1421		
	p-value	—		<.001		
5	Mean difference	—			—	
	p-value	—			—	

2要因完全無作為計画の分散分析

では、次に、2要因以上の分散分析の方法について見ていきましょう。ここでは、先ほどと同じ永井(2018)のデータを用いて、友人との付き合い方と性別を独立変数に、社会的居場所を従属変数とする分散分析を行ってみましょう。2要因以上の分散分析の場合は、ANOVAメニューの2つ目にあるANOVAを選んで行います。



すでに、述べたように、この ANOVA では、One-way ANOVA とは異なり従属変数は1つしか指定できません。それでは、従属変数である社会的居場所を Dependent Variable のボックスに、独立変数である付き合い方、性別を Fixed factors のボックスに入れてみましょう。



分散分析の結果は、即時に表示されます。結果を見て分かるとおり、友人との付き合い方の主効果是有意 [$F(4, 347) = 11.2, p < .001$] ですが、性別の主効果、付き合い方×性別の交互作用は有意ではありません [$F(1, 347) = 1.74, p = .19; F(4, 345) < 1$]。

ただし、このままの分散分析表では、効果量が算出されていません。必要に応じて、イータ2乗(η^2), 偏イータ2乗(partial η^2), またはオメガ2乗(ω^2)にチェックを付けてください。表の右側に、選択した効果量が出力されます。

The screenshot shows the ANOVA dialog in SPSS. On the left, under 'Dependent Variable', '社会的居場所' is selected. Under 'Fixed Factors', '友人との付き合い方' and '性別' are selected. In the 'Effect Size' section, checkboxes for η^2 , partial η^2 , and ω^2 are checked. A green arrow points from the text '効果量' to the η^2 checkbox.

The right side shows the ANOVA output table. The table includes columns for p-value, Mean difference, and p-value. The last two columns are blank with a dash '-'.

	p-value	—	<.001
5	Mean difference	—	—
	p-value	—	—

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2	η^2p
友人との付き合い方	13.8288	4	3.4572	11.1870	<.001	0.1132	0.1142
性別	0.5387	1	0.5387	1.7431	0.188	0.0044	0.0050
友人との付き合い方 * 性別	0.6021	4	0.1505	0.4871	0.745	0.0049	0.0056
Residuals	107.2362	347	0.3090				

[3]

事後検定

1要因の時と同じように、友人との付き合い方の主効果が有意でしたので、多重比較を行いましょう。多重比較は、Post Hoc Tests オプションで選択します。事後検定を行いたい変数を左の変数一覧から右のボックスに入れ、多重比較の際の有意水準の調整方法を選択してください（下図では Holm の方法を用いています）。また、対比較の効果量(Cohen's d)を出力することもできます。

The screenshot shows the Post Hoc Tests dialog. Under 'Post Hoc Tests', '友人との付き合い方' is selected. Under 'Effect Size', 'Cohen's d' is checked. A green arrow points from the text '検定变数' to '友人との付き合い方' and from '効果量 (Cohen's d)' to the Cohen's d checkbox. Another green arrow points from '検定の方法 (ここでは Holm)' to the 'Holm' checkbox in the 'Correction' section.

The right side shows the ANOVA output table and the Post Hoc Tests output table.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2	η^2p
友人との付き合い方	13.8288	4	3.4572	11.1870	<.001	0.1132	0.1142
性別	0.5387	1	0.5387	1.7431	0.188	0.0044	0.0050
友人との付き合い方 * 性別	0.6021	4	0.1505	0.4871	0.745	0.0049	0.0056
Residuals	107.2362	347	0.3090				

[3]

Post Hoc Tests

Post Hoc Comparisons - 友人との付き合い方									
		Comparison		Mean Difference	SE	df	t		
友人との付き合い方	友人との付き合い方								
1	-	2	-	-0.4127	0.08918	347.0	-4.628250	<.001	0.003872
	-	3	-	-0.5358	0.12448	347.0	-4.304616	<.001	0.004254
	-	4	-	-0.1806	0.08449	347.0	-2.138066	0.133	0.001741
	-	5	-	-0.5360	0.09863	347.0	-5.434996	<.001	0.004781
2	-	3	-	-0.1231	0.12785	347.0	-0.962647	0.695	9.642e-4
	-	4	-	0.2321	0.08938	347.0	2.596734	0.049	0.002175
	-	5	-	-0.1233	0.10285	347.0	-1.198438	0.695	0.001077
3	-	4	-	0.3552	0.12462	347.0	2.850061	0.028	0.002818

推定周辺平均

水準ごとの推定周辺平均(Estimated Marginal Means)を求めたいときは、Estimated Marginal Means オプションを開き、推定周辺平均を求めたい変数を Marginal Means のボックスに入れます。まずは、水準間の差が見られた友人との付き合い方について推定周辺平均を求めてみましょう(下図)。

初期状態では、推定周辺平均のプロット(Marginal means plots; エラーバーは信頼区間)が表示されています。表が必要な場合は、Marginal means tables にチェックを付けてください。また、プロットのエラーバーは、無し(None), 信頼区間(Confidence interval), 標準誤差(Standard error)の中から選ぶことができます。

ANOVA

Output
 Marginal means plots
 Marginal means tables

General Options
 Equal cell weights
 Confidence interval 95 %

Plot
 Error bars Confidence interval
 Observed scores

Estimated Marginal Means

Marginal Means
 Term 1 友人と付き合い方
 + Add New Term

友人と付き合い方 性別

図の出力 (Marginal means plots)
表の出力 (Marginal means tables)
対象の変数 (性別)
推定周辺平均 (Term 1: 友人と付き合い方)
エラーバーの種類 (Confidence interval)

Estimated Marginal Means

友人と付き合い方	Mean		95% Confidence Interval	
	Lower	Upper	Lower	Upper
1	2.784	0.05959	2.666	2.901
2	3.196	0.06635	3.066	3.327
3	3.319	0.10929	3.104	3.534
4	2.964	0.05989	2.846	3.082
5	3.320	0.07859	3.165	3.474

[4]

交互作用について、水準の組み合わせごとの推定周辺平均を算出したい場合は、2つの変数を同時に同じ Term の中に入れることが可能です。まずは、下図のように新しい Term を作成し (Add New Term), 付き合い方と性別を同時に、その Term の中に入れてみましょう。オプションの指定は上と同じです。

ANOVA

Output
 Marginal means plots
 Marginal means tables

General Options
 Equal cell weights
 Confidence interval 95 %

Plot
 Error bars Confidence interval
 Observed scores

Estimated Marginal Means

Marginal Means
 Term 1 友人と付き合い方
 Term 2 友人と付き合い方 性別
 + Add New Term

友人と付き合い方 性別

図の出力 (Marginal means plots)
表の出力 (Marginal means tables)
対象の変数 (性別)
推定周辺平均 (Term 1: 友人と付き合い方)
エラーバーの種類 (Confidence interval)
Term 2: 友人と付き合い方 * 性別

Estimated Marginal Means - 友人と付き合い方 * 性別

性別	友人と付き合い方	Mean		95% Confidence Interval	
		Lower	Upper	Lower	Upper
1	1	2.719	0.09265	2.536	2.901
	2	3.164	0.10902	2.950	3.379
	3	3.378	0.18530	3.013	3.742
	4	2.895	0.09677	2.705	3.085
	5	3.200	0.13103	2.942	3.458
2	1	2.848	0.07496	2.701	2.996
	2	3.228	0.07565	3.080	3.377
	3	3.261	0.11592	3.033	3.489
	4	3.033	0.07060	2.894	3.172
	5	3.439	0.08682	3.268	3.610

クラスカル・ウォリスの検定

分散分析は、従属変数が正規分布に従うことを前提としたパラメトリック検定です。そのため、正規分布しない従属変数に対して分散分析を行うのは、厳密に言えば問題があります。例えば先ほどの1要因完全無作為計画の分散分析では、礼儀と傷つけ回避では正規性の仮定が満たされていませんでした。このような場合に行われるノンパラメトリック検定として、jamoviにはクラスカル・ウォリス(Kruskal-Wallis)の検定が用意されています。それでは、友人との付き合い方(friendship)を独立変数、従属変数を礼儀、傷つけ回避とするクラスカル・ウォリスの検定を行ってみましょう。

クラスカル・ウォリスの検定は、ANOVAメニューにある Non parametric / One-Way ANOVA -- Kruskal-Wallis を選択します。

The screenshot shows the jamovi software interface. The top navigation bar has tabs for 'Data' and 'Analyses'. Under 'Analyses', there are several icons: 'Exploration' (bar chart), 'T-Tests' (t-test icon), 'ANOVA' (ANOVA icon, highlighted with a green box), 'Regression' (line with square markers), 'Frequencies' (grid icon), and 'Fac' (partially visible). Below the navigation bar is a data grid with columns labeled 'ID' and 'Grade'. The 'ANOVA' icon in the top menu is expanded into a dropdown menu. The menu items are: One-Way ANOVA, ANOVA, Repeated Measures ANOVA, ANCOVA, MANCOVA, Non-Parametric, One-Way ANOVA, Kruskal-Wallis, and Repeated Measures ANOVA. A green arrow points to the 'Kruskal-Wallis' option in the dropdown menu.

インターフェースは、1要因の分散分析(One-Way ANOVA)と良く似ているので、同じように従属変数を Dependent Variables へ、独立変数を Grouping Variable へと入れます(下図)。礼儀と傷つけ回避の双方ともに、友人との付き合い方による差があることが見て取れる。

One-Way ANOVA (Non-parametric)

Dependent Variables: 礼儀, 傷つけ回避

Grouping Variable: 友人と付き合い方

From the right panel:

	5	3.200	0.13103
2	1	2.848	0.07496
	2	3.228	0.07565
	3	3.261	0.11592
	4	3.033	0.07060
	5	3.439	0.08682

One-Way ANOVA (Non-parametric)

Kruskal-Wallis

	X ²	df	p
礼儀	186.1	4	<.001
傷つけ回避	219.4	4	<.001

クラスカル・ウォリスの検定にはオプションとして、効果量 (ϵ^2) を出力するかどうか、有意であった場合に水準間の対比較を行うかどうかの設定があります（下図）。効果量は、クラスカル・ウォリスの検定結果表の末尾に、対比較はその下に出力されるようになっています（Dwass-Steel-Critchlow-Fligner pairwise comparison）。

One-Way ANOVA (Non-parametric)

Dependent Variables: 礼儀, 傷つけ回避

Grouping Variable: 友人と付き合い方

From the right panel:

	X ²	df	p	ϵ^2
礼儀	186.1	4	<.001	0.5228
傷つけ回避	219.4	4	<.001	0.6163

Dwass-Steel-Critchlow-Fligner pairwise comparisons

Pairwise comparisons - 礼儀		W	p
1	2	1.513	0.822
1	3	11.812	<.001
1	4	13.003	<.001
1	5	12.129	<.001
2	3	11.369	<.001
2	4	10.527	<.001
2	5	10.104	<.001
3	4	-9.244	<.001
3	5	-8.275	<.001
4	5	1.176	0.921

結果から、礼儀については 1-2, 4-5 の間に差は無く、それ以外の組み合わせの間には差があることが見て取れます。また、傷つけ回避については、1-5 の間に差が無く、それ以外の組み合わせの間には差があることがわかります。

[!-chapter:end:ch06-anova.Rmd--](#)