

# Jamovi Stats

*Hokusei Gakuen Statistics Education Renovation Team*

2020-02-15

## 1 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。

## 2 jamovi のインストールと操作の基礎

### 2.1 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。

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。

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。

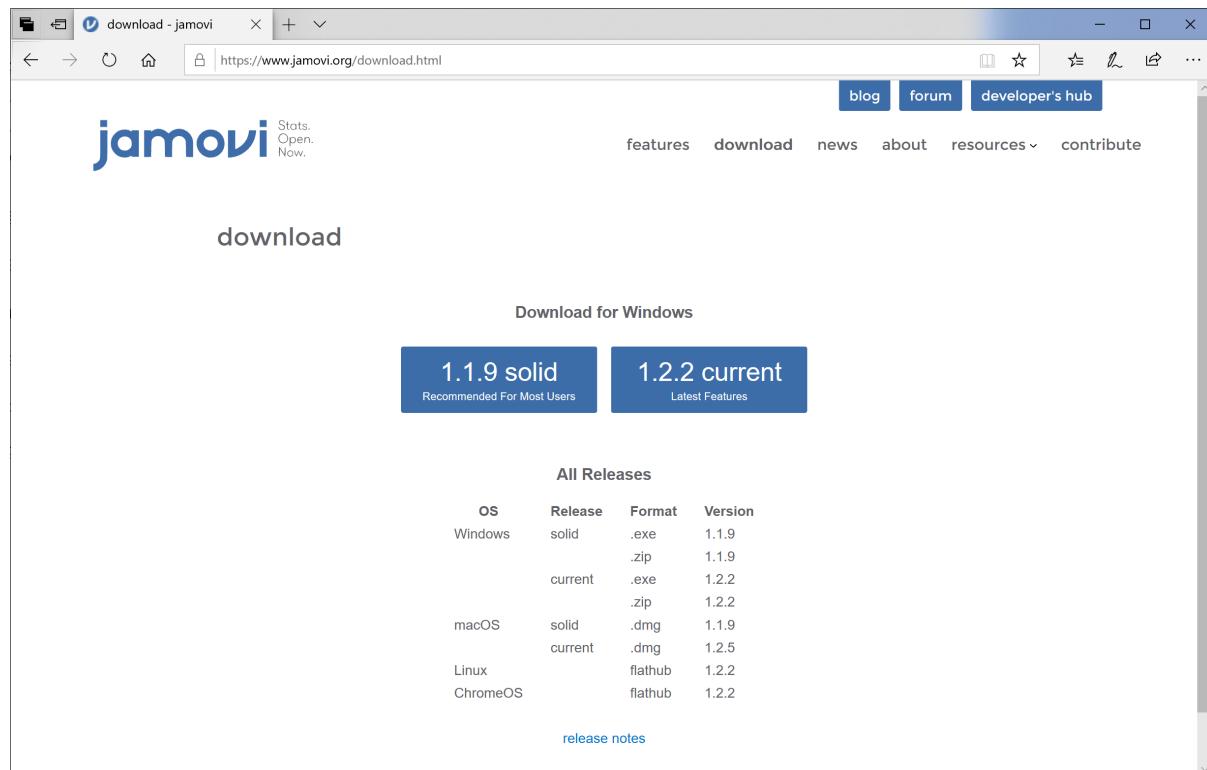


図 1 “Jamovi”

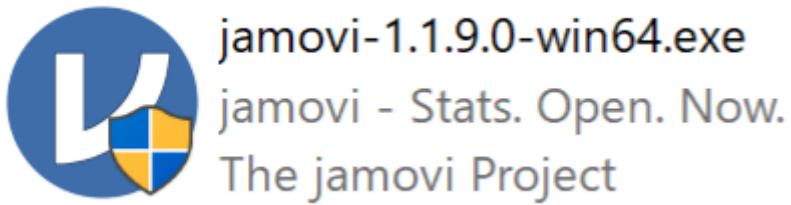


図2 “jamovi icon”

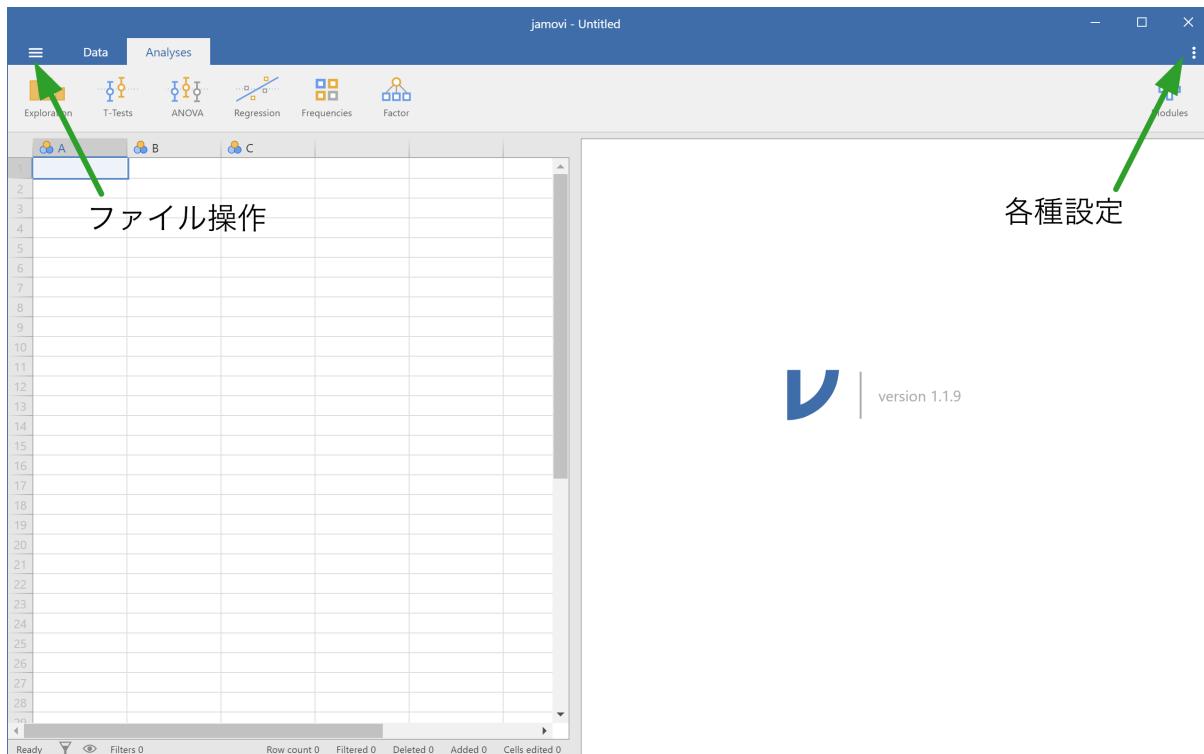


図3 “Interface of jamovi”

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。

## 2.2 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。

### 2.2.1 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

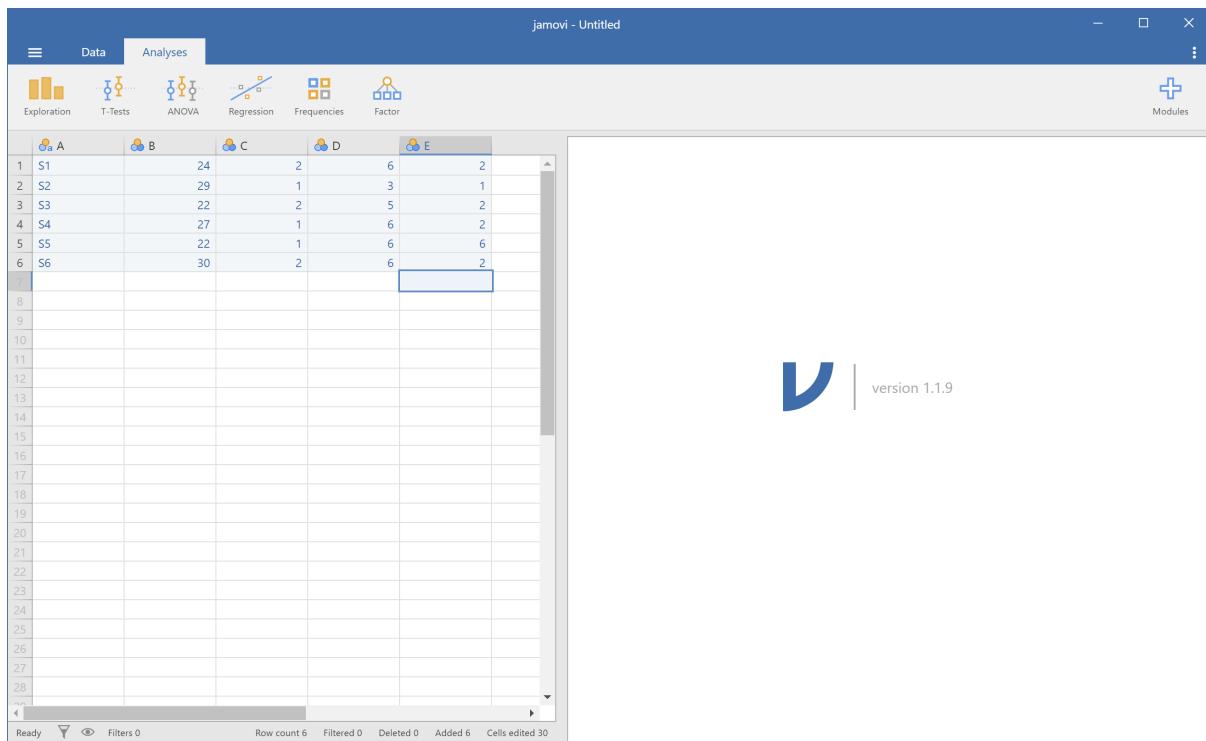


図4 “Data Entry”

	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。

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）のいづ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。

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。

変数の設定が終わると、下図のようになるはずです。

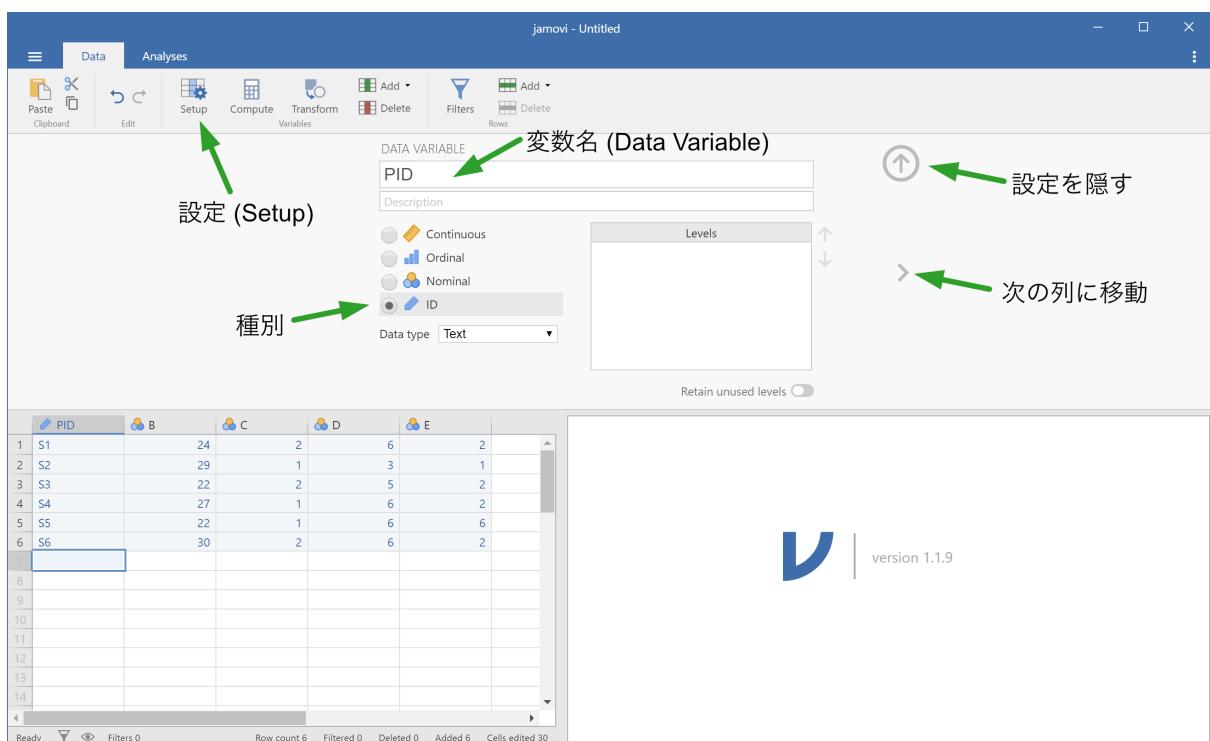


図 5 “Setting - ID”

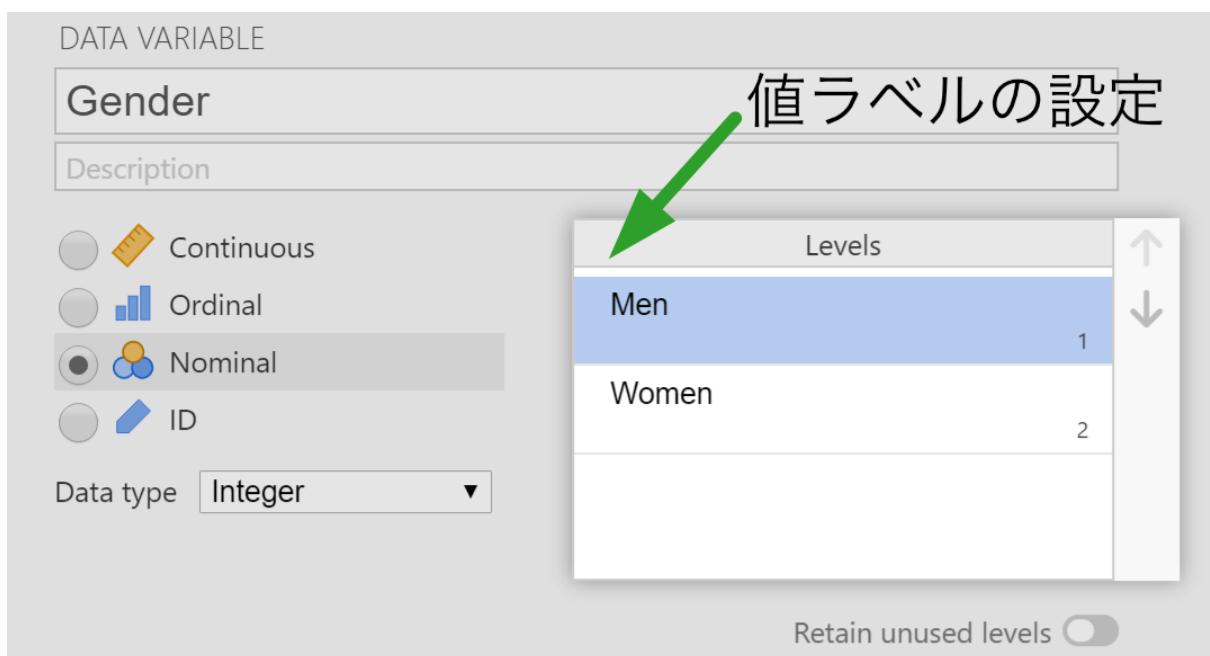


図 6 “Setting - gender”

図 7 “Finish Data entry”

## 2.2.2 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、それぞれが 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。

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。

## 2.2.3 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。選ぶことができる操作は、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)。

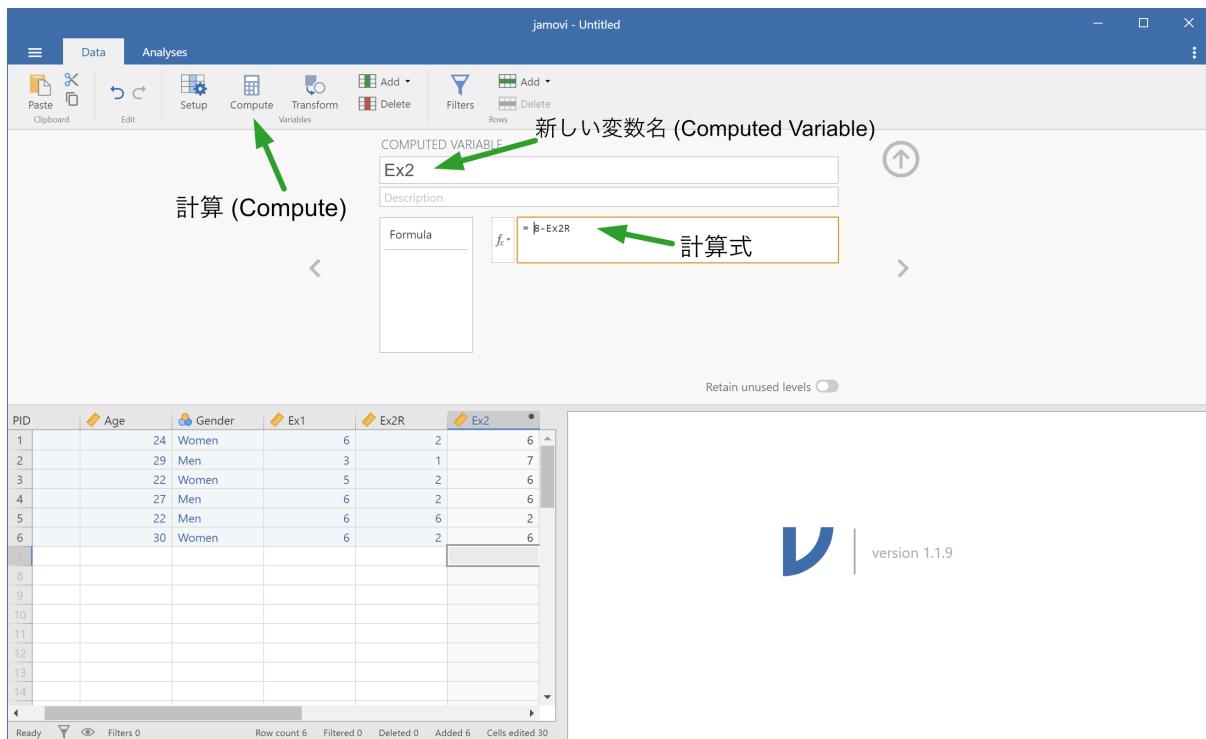


図 8 “Compute reverse score”

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。

#### 2.2.4 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。

#### 2.2.5 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

#### 2.2.6 その他データの操作

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

図9 “Compute sum”

#### ■2.2.6.1 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。

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。

新規作成を選択すると、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
```

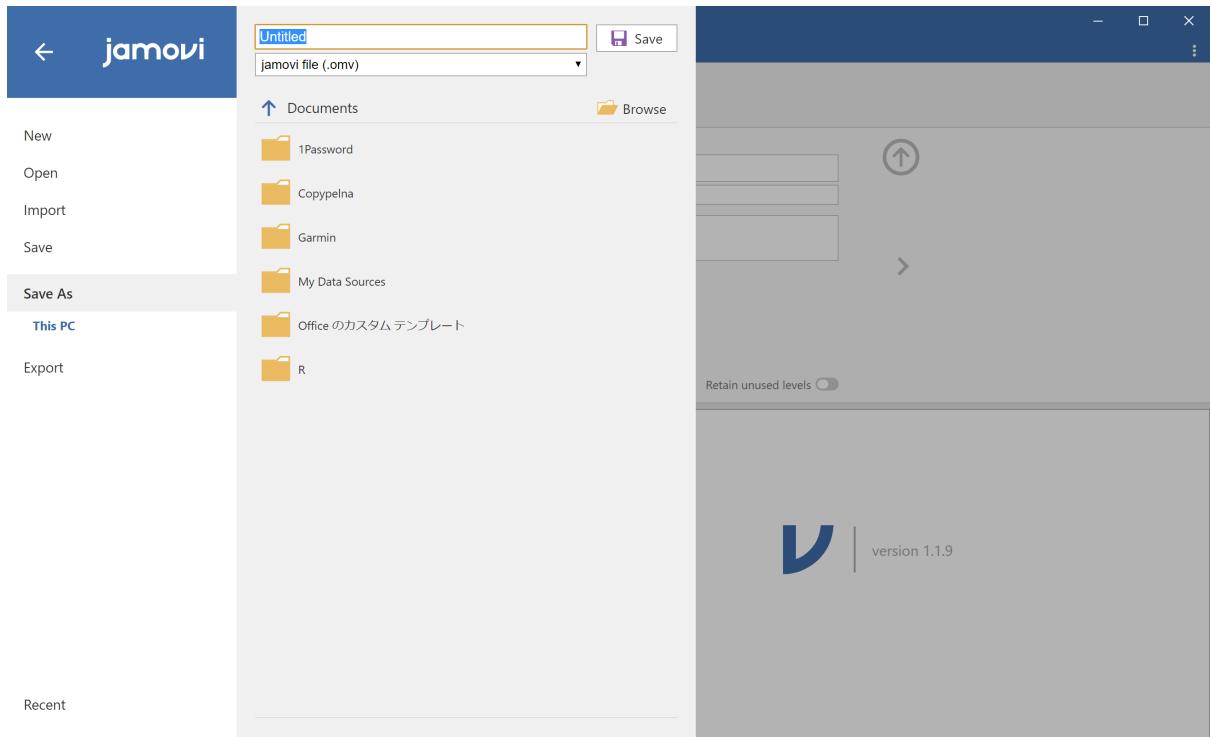


図 10 “Save file”

となるように入力します。

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。

#### ■2.2.6.2 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。

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。

Analyses

Edit C Setup Compute Transform Variables Add ▾ Delete Filters Add ▾ Delete Rows

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	

図 11 “Transform”

### 3 記述統計

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。

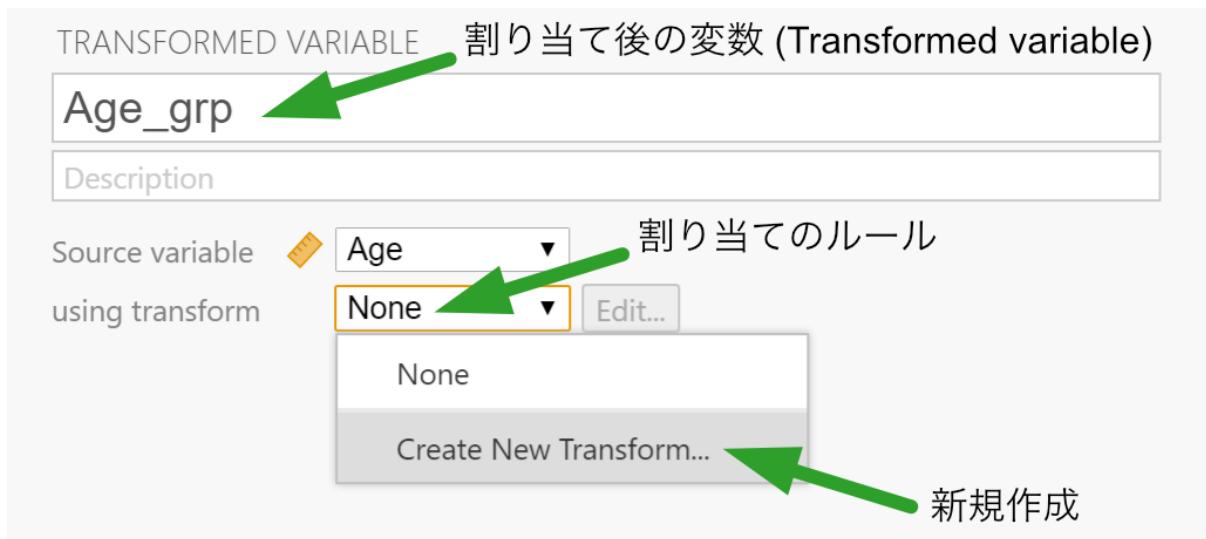


図 12 “Transform Age”

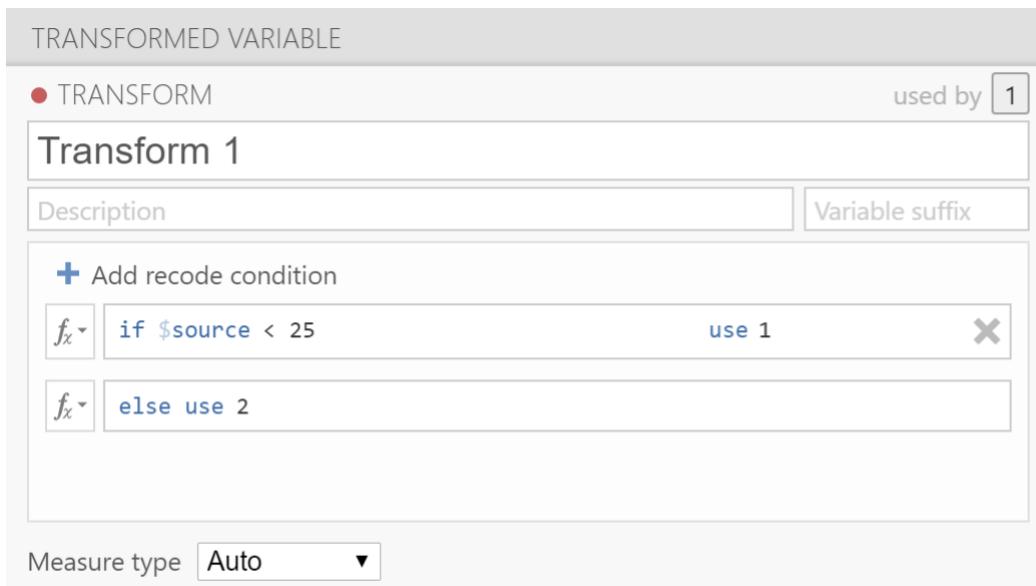


図 13 “Transform rule”

### 3.1 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。

The screenshot shows the jamovi interface with the 'Data' tab selected. In the top menu bar, the 'Filters' option is highlighted with a green arrow. Below it, the 'ROW FILTERS' section displays 'Filter 1' which is active and set to filter for 'Gender == "Men"'. A green arrow points to the filter rule. The main data grid below shows rows 1 through 6, with columns PID, Age, Age\_grp, Gender, and Ex1. Rows 1, 3, and 6 have a red 'X' icon in the first column, indicating they are filtered out. The data grid also includes row numbers and a summary at the bottom: Row count 6, Filtered 3, Deleted 0, Added 6, Cells edited 30. The version 'version 1.1.9' is visible in the bottom right corner.

図 14 “Filter”

This screenshot shows the 'ROW FILTERS' panel with a single filter entry named 'Filter 1'. The filter rule is ' $f_x = \text{Gender} == \text{"Men"}$ '. To the right of the filter entry, there is a red switch button labeled 'inactive' with a green arrow pointing towards it. The panel also includes a blue plus sign icon for adding new filters and a blue eye icon for viewing the filter list.

フィルターの使用中止 (inactive)

図 15 “Filter inactive”

	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	

図 16 データ読み込み

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。

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)。

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)。

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。

### 3.2 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。

そうすると記述統計量のための画面になります。

Survey1\_CFA

Data Analyses

Paste Clipboard Edit Setup Compute Variables Transform Add Delete Filters Rows

	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	

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

図 17 Data タブ

Survey1\_CFA

Data Analyses

Paste Clipboard Edit Setup Compute Variables Transform Add Delete Filters Rows

COMPUTED VARIABLE  
B

Description

Formula `fz = eg: score == 10`

Retain unused levels

	duration	B	GCB_1	GCB_2	GCB_3	GCB_4
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

図 18 Compute

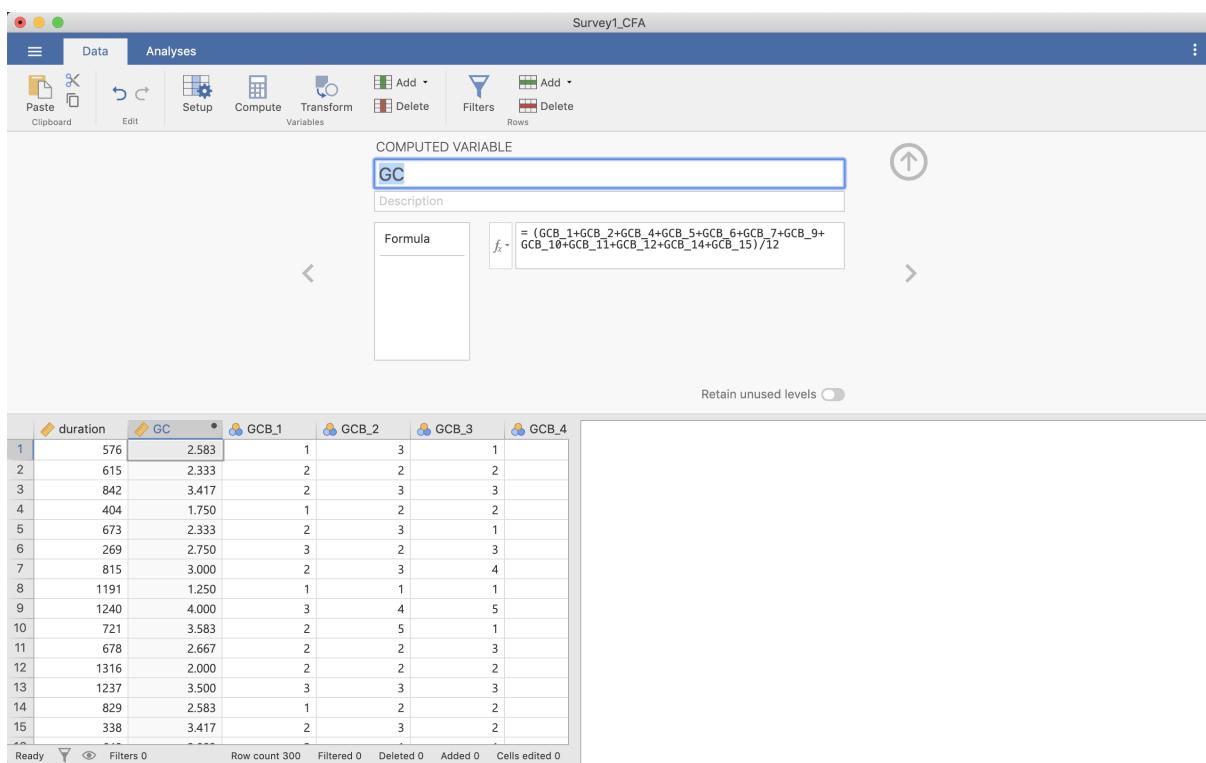


図 19 平均を計算した状態

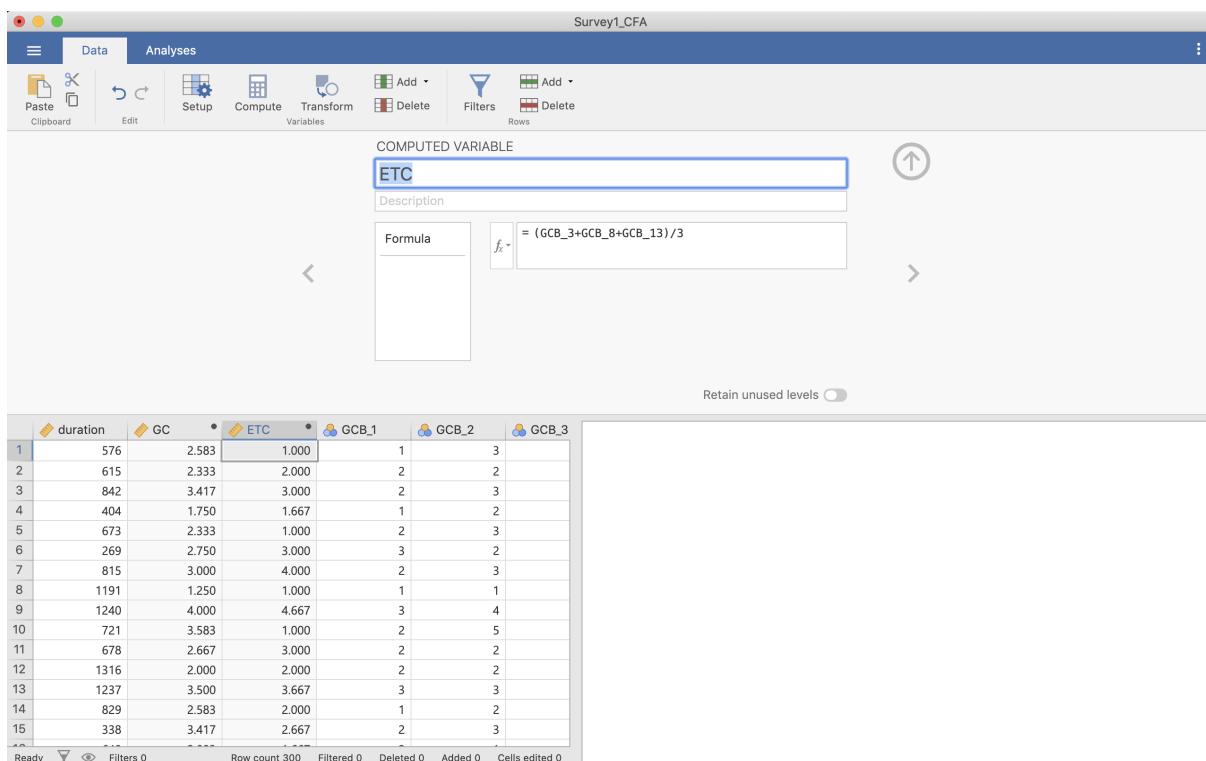


図 20 Descriptives を選択した状態

The screenshot shows the jamovi Data interface with the 'Analyses' tab selected. In the top navigation bar, 'Survey1\_CFA' is displayed. Below the tabs are several icons for different statistical analyses: Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. On the far right, there is a 'Modules' button. The main area displays a data grid titled 'Descriptives'. The columns are labeled 'GC', 'ETC', 'GCB\_1', 'GCB\_2', and 'GCB\_3'. The first column contains numerical values ranging from 576 to 354. The second column contains values ranging from 2.333 to 3.750. The third column contains values ranging from 1.000 to 4.667. The fourth column contains values ranging from 1 to 3. The fifth column contains values ranging from 1 to 4. At the bottom of the grid, it says 'Row count 300', 'Filtered 0', 'Deleted 0', 'Added 0', and 'Cells edited 0'. A 'Ready' button is at the bottom left.

	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	4

図 21 変数を選択

The screenshot shows the jamovi Analyses interface with the 'Descriptives' module selected. The top navigation bar shows 'Survey1\_CFA' and the 'Analyses' tab. Below the tabs are icons for Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. On the right, there is a 'Modules' button. The main area has two panes. The left pane shows a list of variables: duration, GC, ETC, GCB\_1, GCB\_2, GCB\_3, GCB\_4, GCB\_5, and GCB\_6. There are three arrows pointing from this list to the right pane. The first arrow points to the 'Variables' section, the second to 'Split by', and the third to a 'Frequency tables' checkbox. Below these sections are buttons for 'Statistics' and 'Plots'. The right pane displays the 'Descriptives' configuration. It includes a table with rows for N, Missing, Mean, Median, Minimum, and Maximum. At the bottom, there is a 'References' section with two entries:

- [1] The jamovi project (2019). *jamovi*. (Version 1.1) [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/>.

図 22 デフォルトの結果

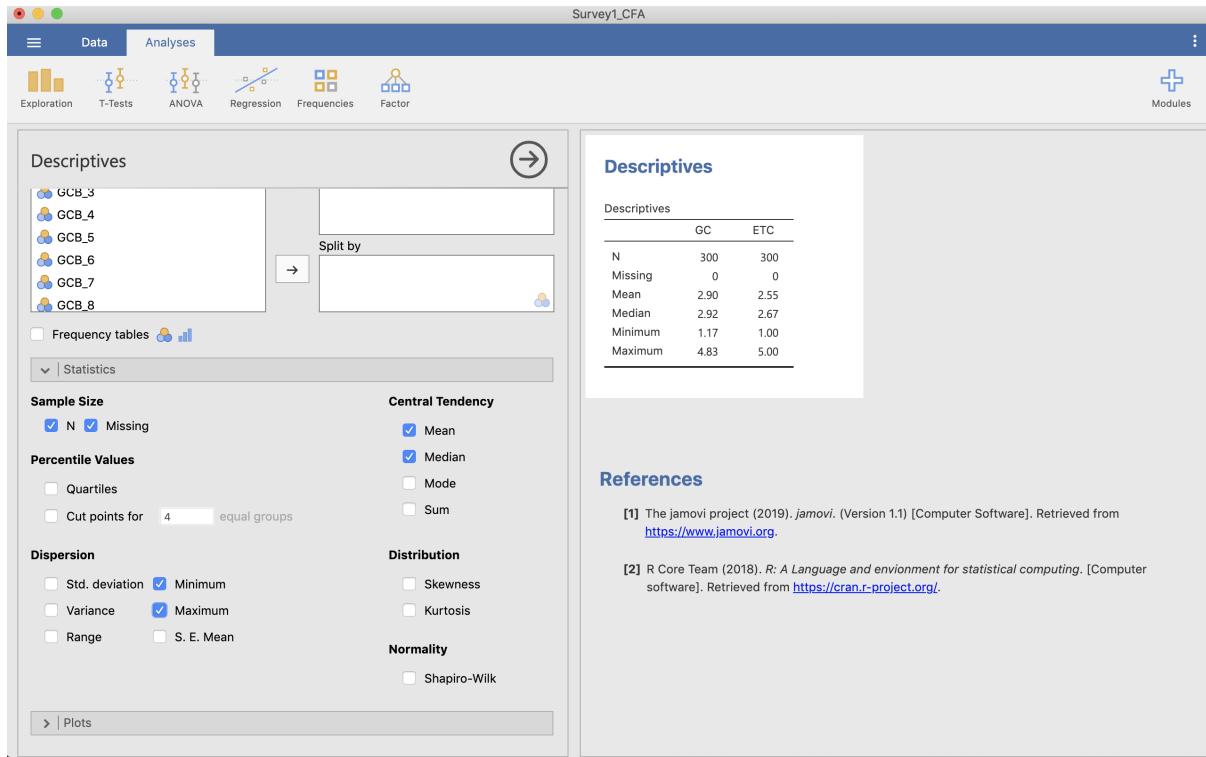


図 23 dscr10

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。

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。

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。

## 4 平均値の検定

### 4.1 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に、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

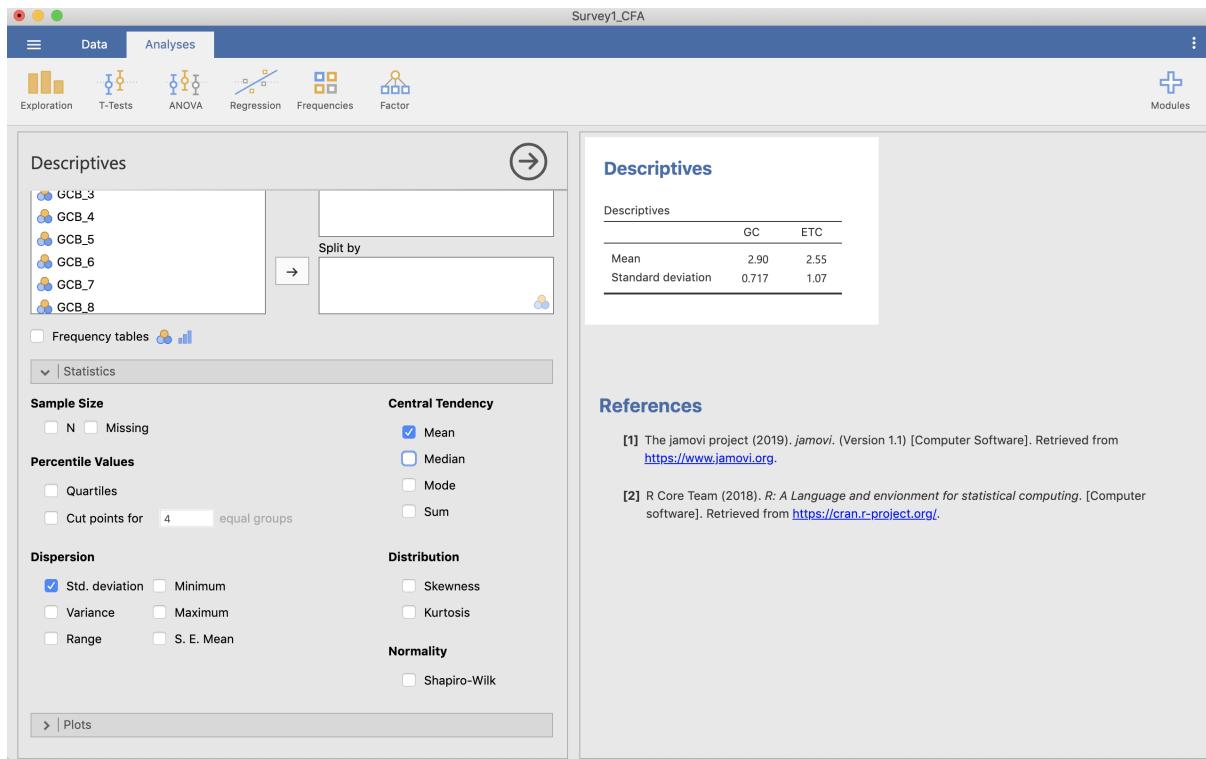


図 24 Statistics の画面

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まずに、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。

#### 4.1.1 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カテゴリー内にある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。

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。

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はt検定の計算方法を決める際

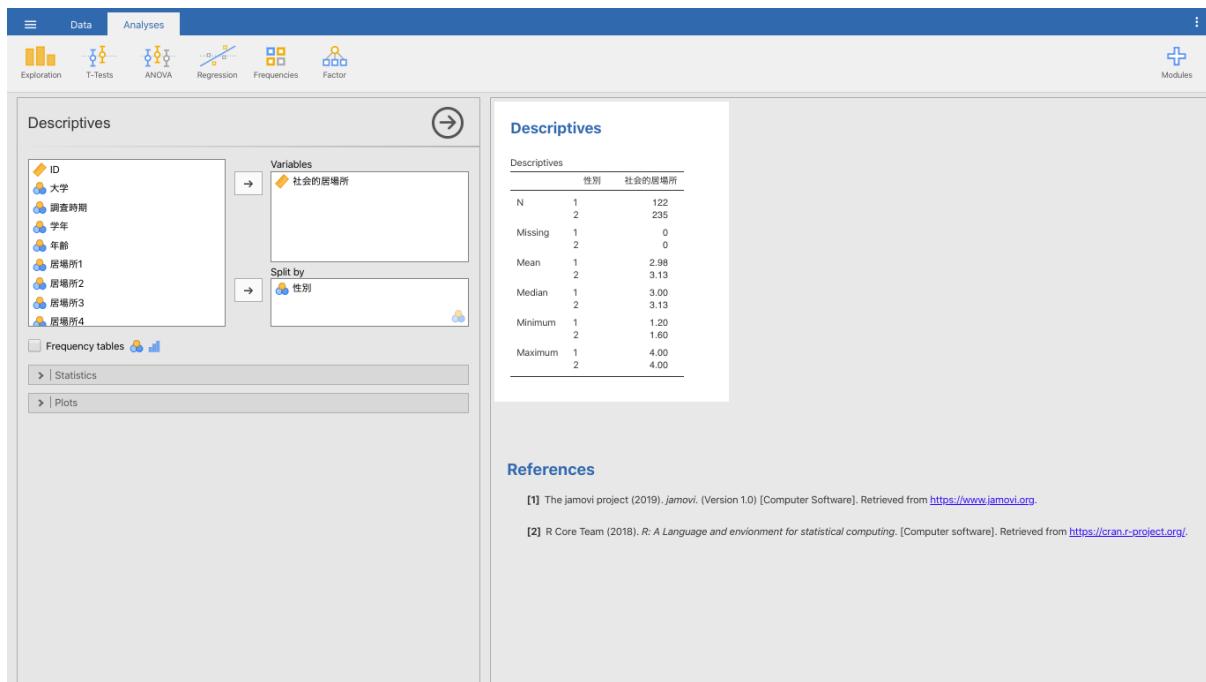


図 25 exploration\_01

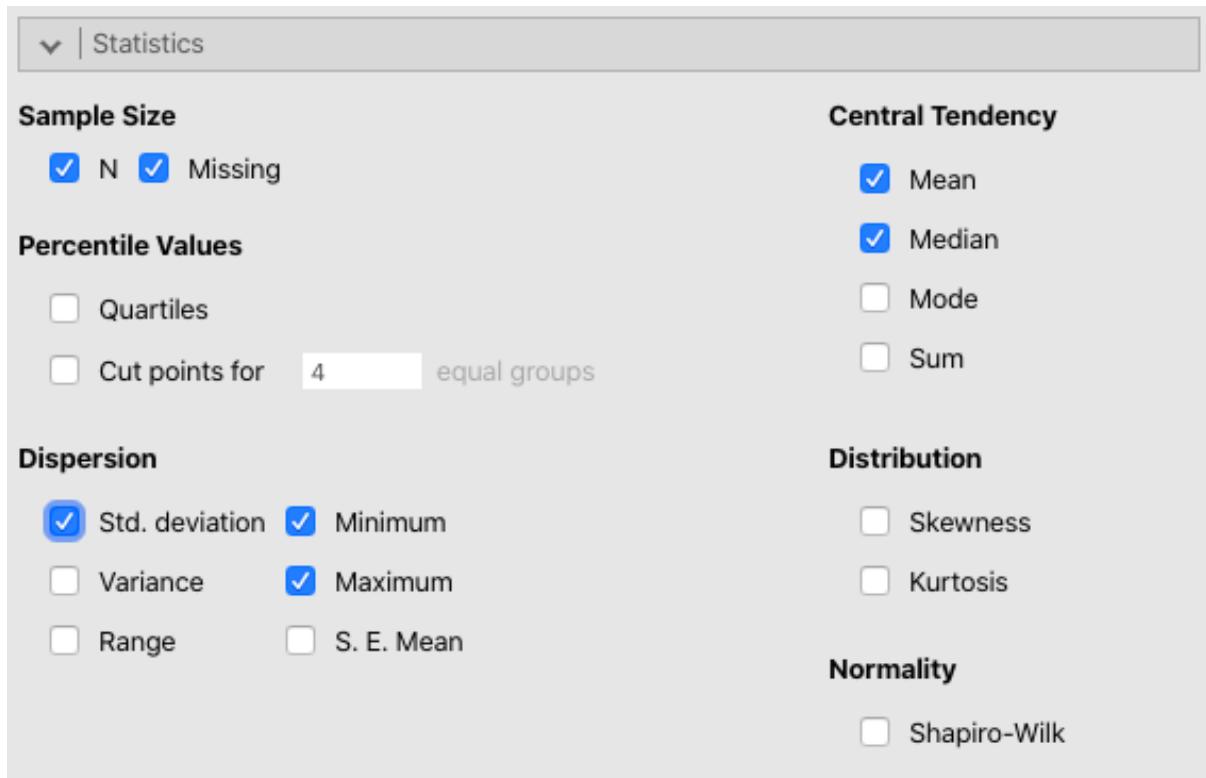


図 26 exploration\_02

# 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

図 27 exploration\_03

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ていきましょう。

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。

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。

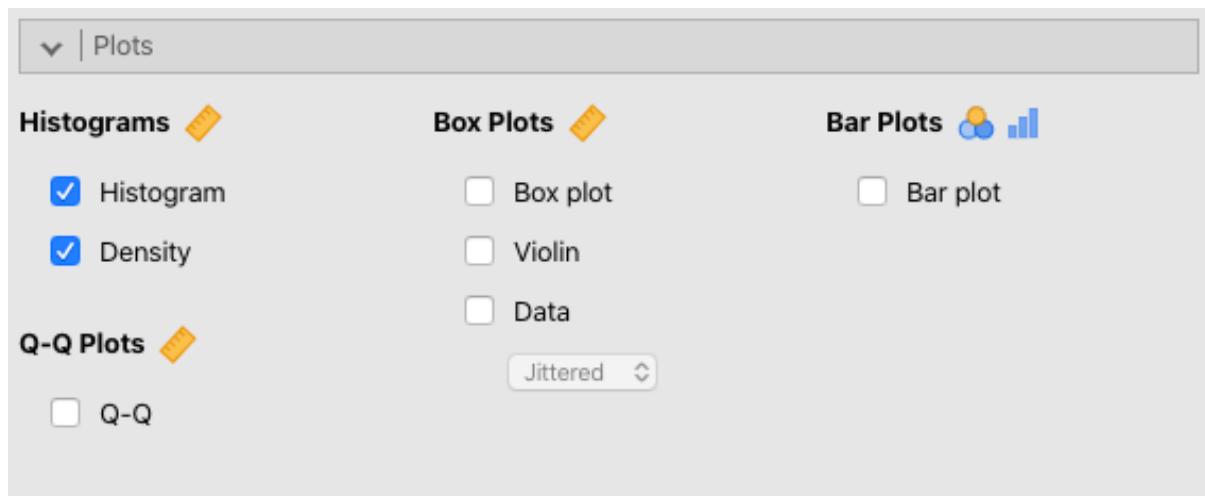


図 28 exploration\_04

## Plots

### 社会的居場所

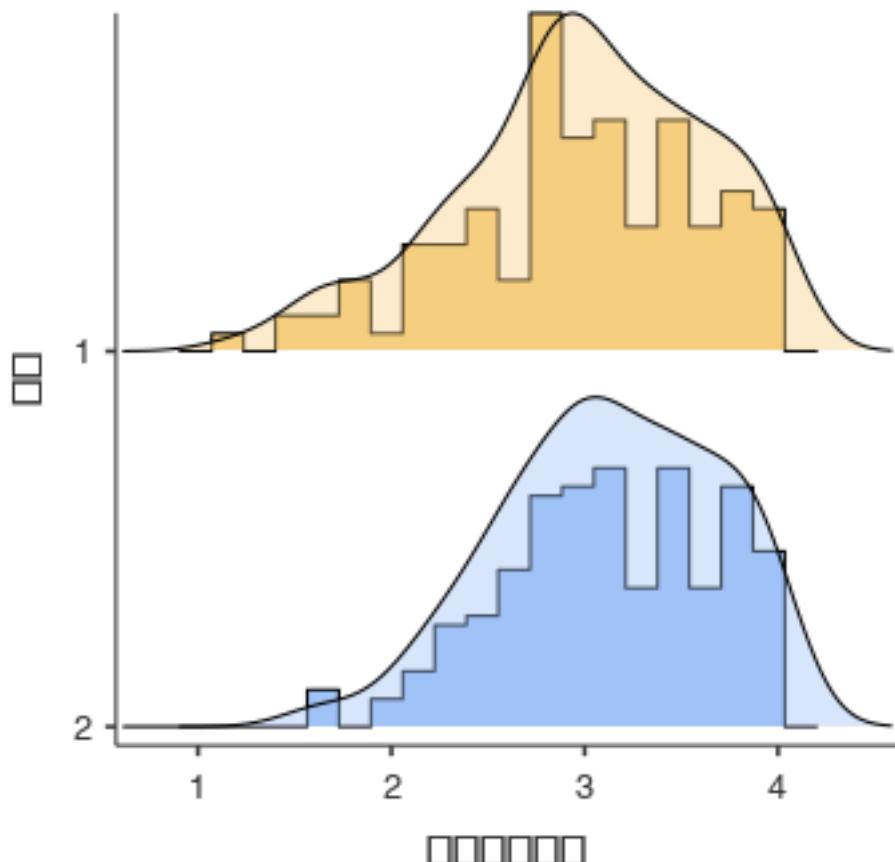


図 29 exploration\_05

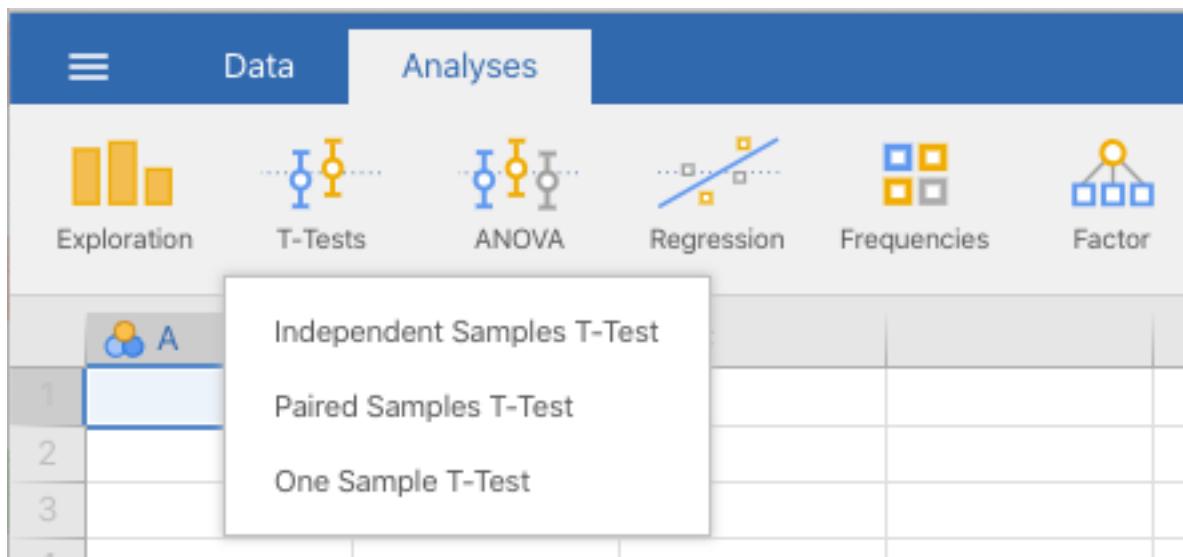


図 30 t-test\_a\_01

#### 4.1.2 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。

##### ■4.1.2.1 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。

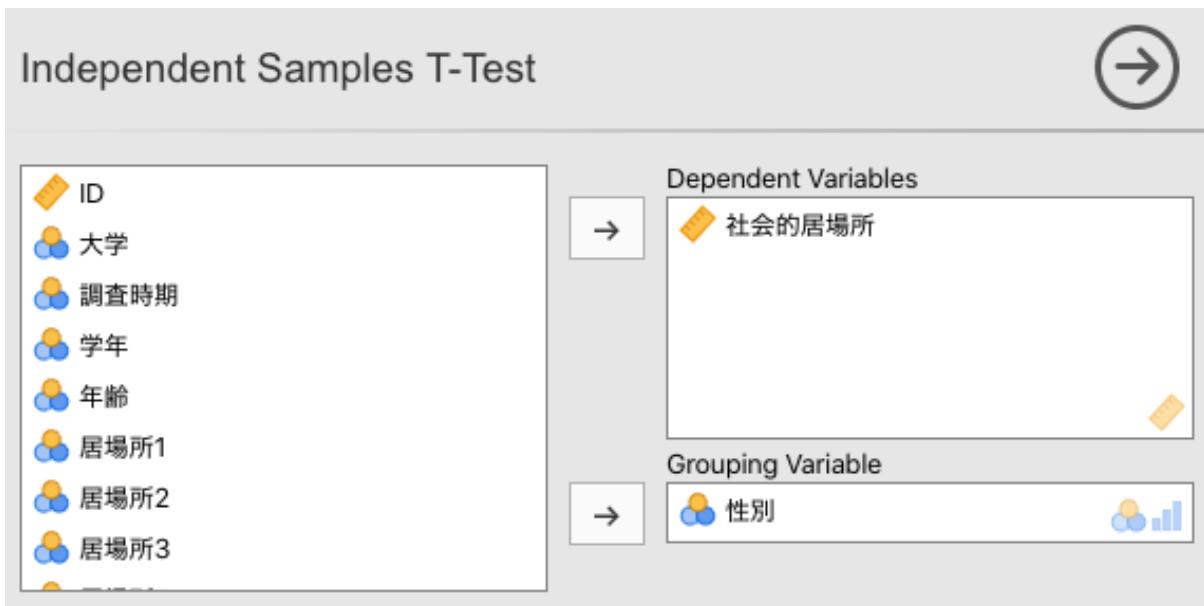


図 31 t-test\_a\_01

#### ■4.1.2.2 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。

#### ■4.1.2.3 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。

#### ■4.1.2.4 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。

#### ■4.1.2.5 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。

#### ■4.1.2.6 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クチューデントの 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。

### 4.1.3 結果の見方

#### ■4.1.3.1 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。

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クチューデント

**Independent Samples T-Test**

**Dependent Variables:** 社会的居場所

**Grooping Variable:** 性別

**Tests:** Student's (checked), Bayes factor (unchecked), Prior 0.707, Welch's (unchecked), Mann-Whitney U (unchecked).

**Hypothesis:** Group 1 ≠ Group 2 (selected).

**Missing values:** Exclude cases analysis by analysis (selected).

**Additional Statistics:** Mean difference (unchecked), Effect size (unchecked), Confidence interval (unchecked), Descriptives (checked), Descriptives plots (unchecked).

**Assumption Checks:** Normality (Shapiro-Wilk) (unchecked), Normality (Q-Q plot) (unchecked), Equality of variances (checked).

**Independent Samples T-Test**

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

**Assumptions**

	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 [3]

**Group Descriptives**

Group	N	Mean	Median	SD	SE
社会的居場所 1	122	2.98	3.00	0.642	0.0581
2	235	3.13	3.13	0.559	0.0364

**References**

- [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>.

図 32 t-test\_02

## 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

図 33 t-test\_03

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。

### ■4.1.3.2 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。

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」

## 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

図 34 t-test\_04

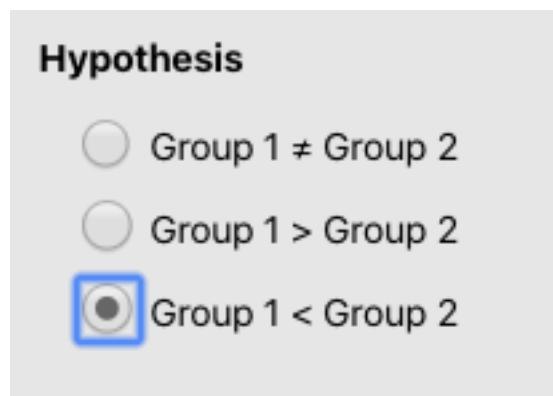


図 35 t-test\_05

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。

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。

## 5 相関と連関

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つの下位尺度間にほ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

## 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.  $H_a: 1 < 2$

図 36 t-test\_06

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ることによって確かることができます。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。

### 5.1 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。

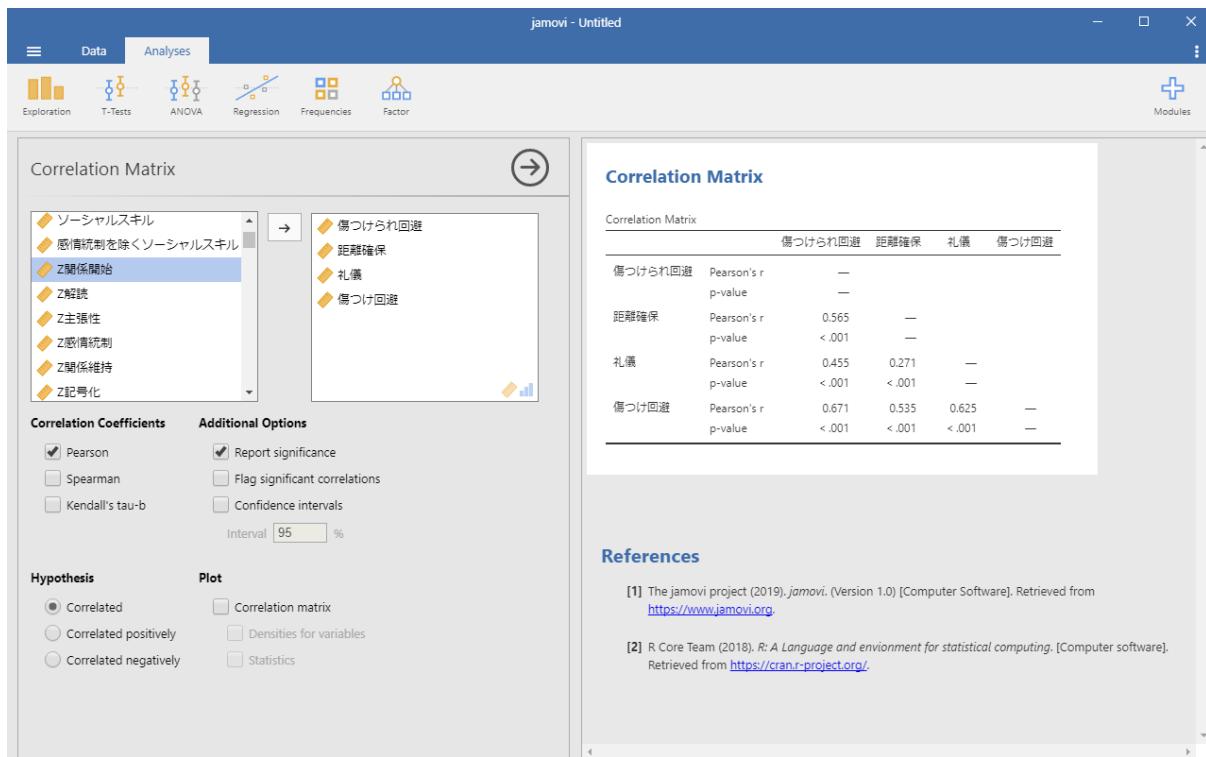


Figure 4-1 相関行列の表示

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。

### 5.1.1 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	—

ます。

Figure 4-2 相関行列の表示（信頼区間を示したもの）

### 5.1.2 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。

## 5.2 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  $\chi^2$  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。

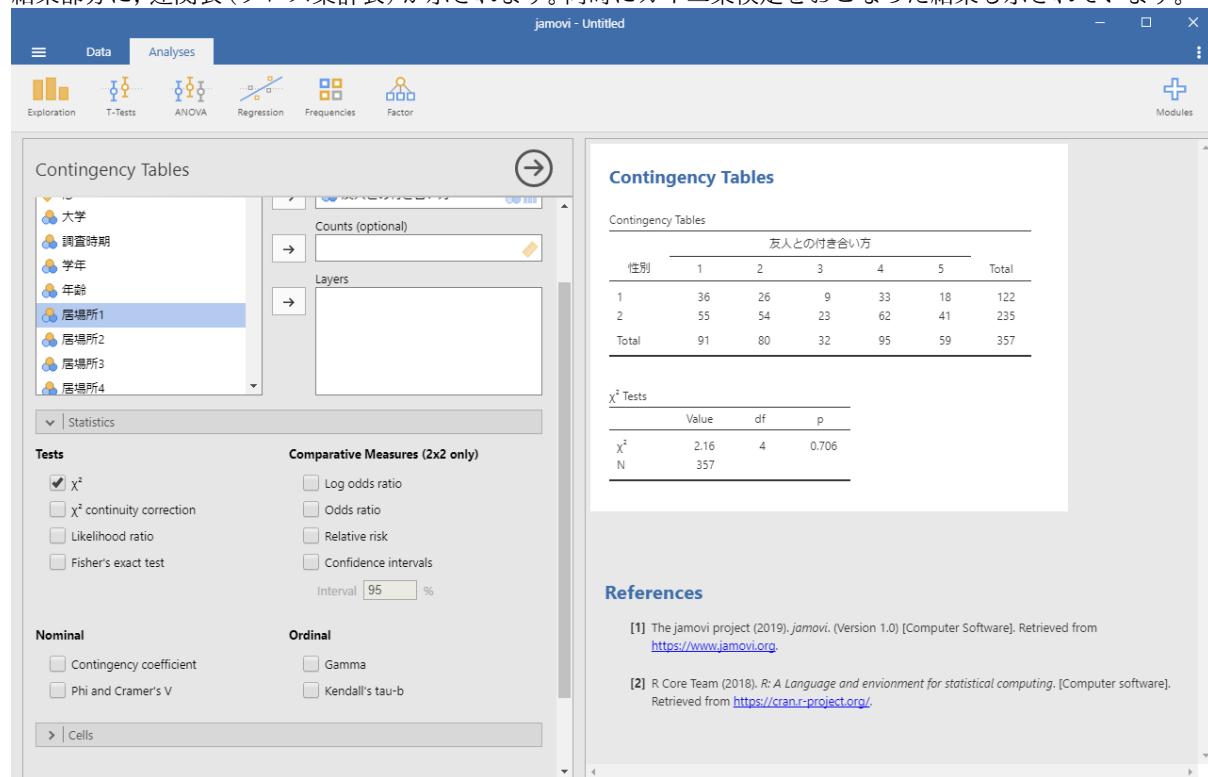
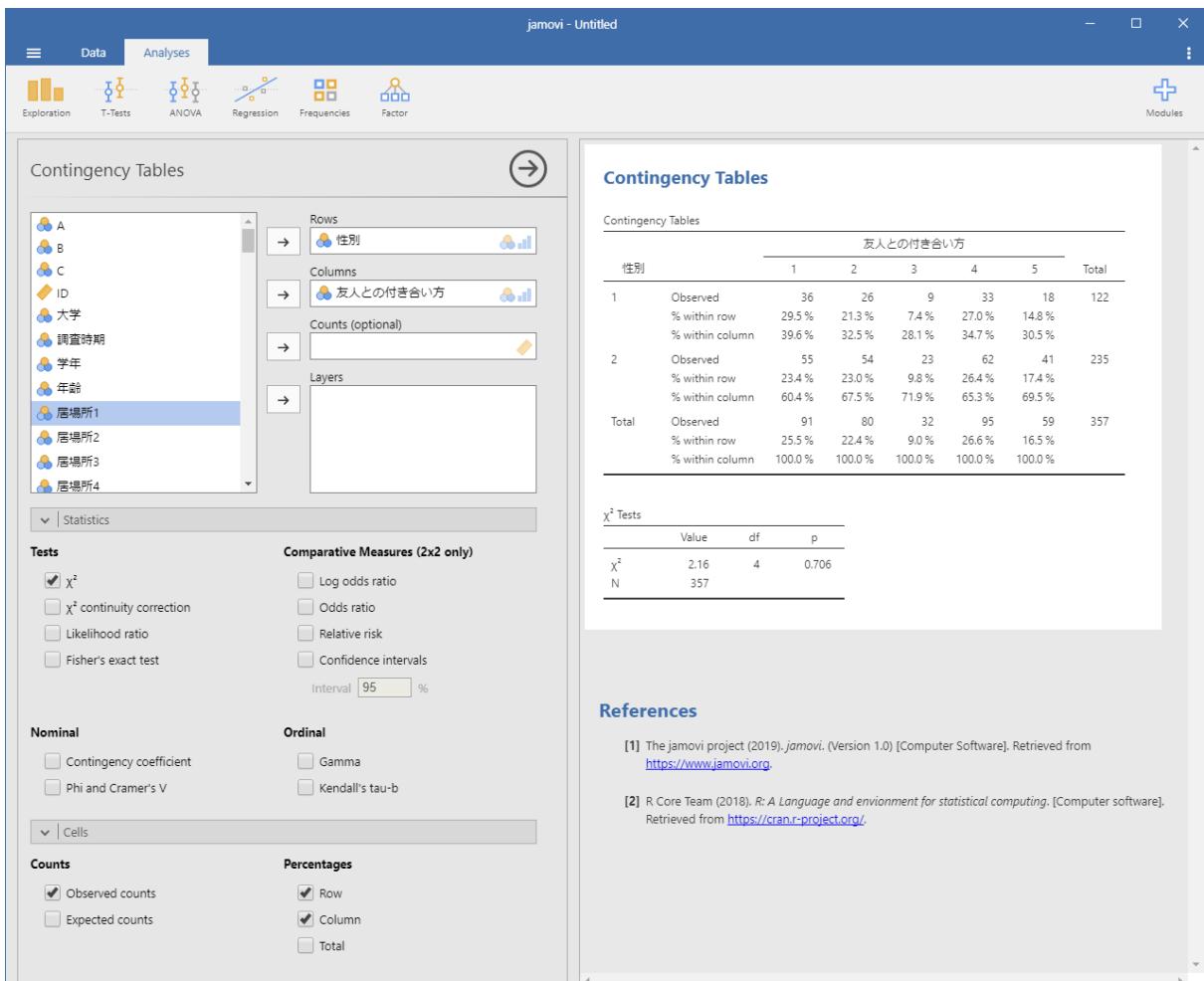


Figure 4-3 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表

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。



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）

### 5.2.1 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 ( $\phi$ ) 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。

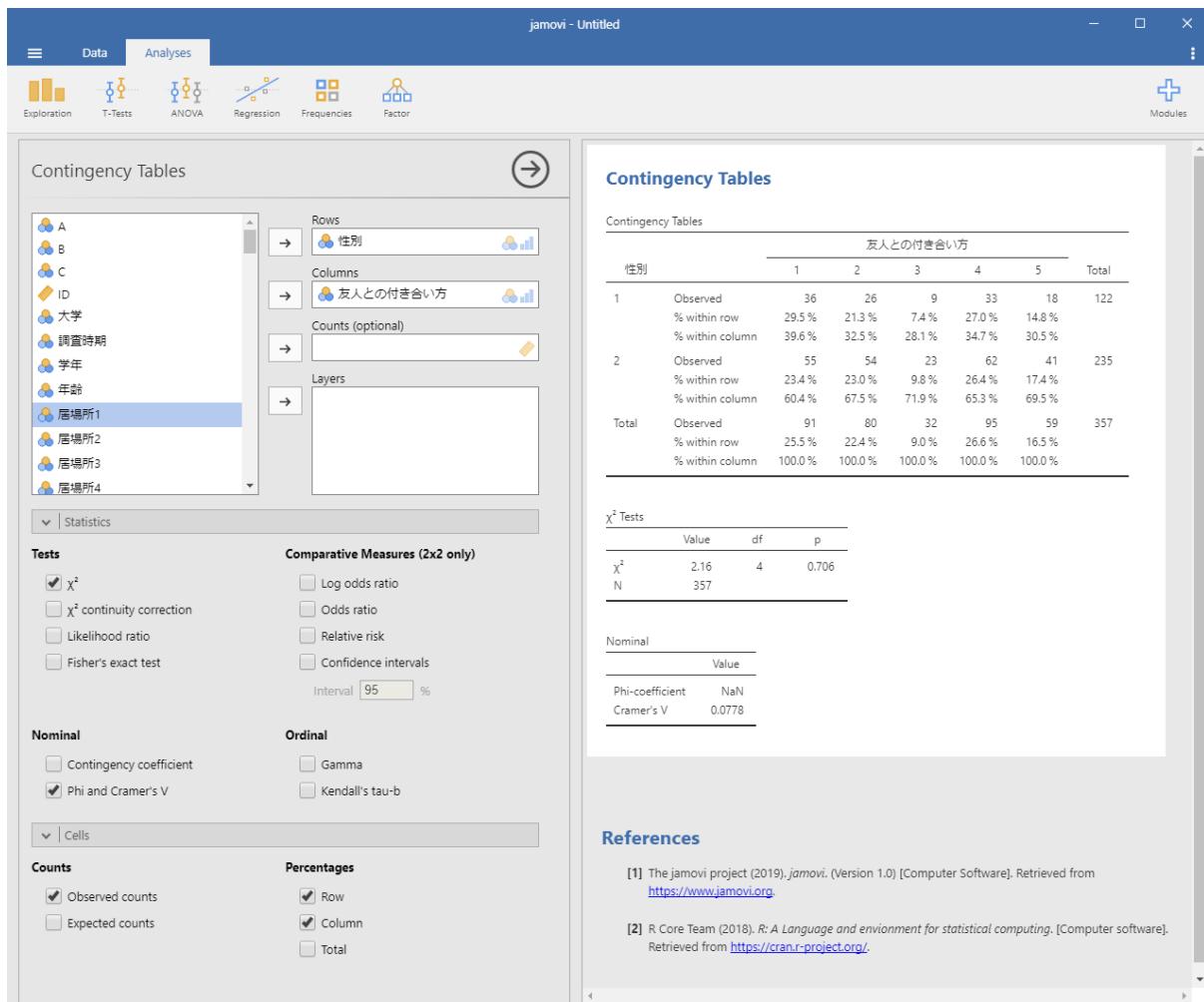


Figure 4-5 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表（男女比・効果量を示したもの） カイ二乗検定に用いられるカイ二乗値には、複数の求め方があります。一般的な求め方の他に尤度比と呼ばれるものを用いてカイ二乗値を求めたい場合には、左側のボックスの下部の「Tests」欄の Likelihood ratio を選択すると尤度比検定を行った結果が示されます (Figure 4-6)。また、今回の分析で用いた 2 行 × 5 列のような、多くのカテゴリーからなる情報を分析する場合には問題になりませんが、それぞれの 2 つずつのカテゴリーからなる 2 行 × 2 列になる情報をクロス集計する場合には注意が必要です。この場合は「Tests」欄の  $\chi^2$  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、 $\chi^2$  continuity correction の結果を用います (Figure 4-6)。

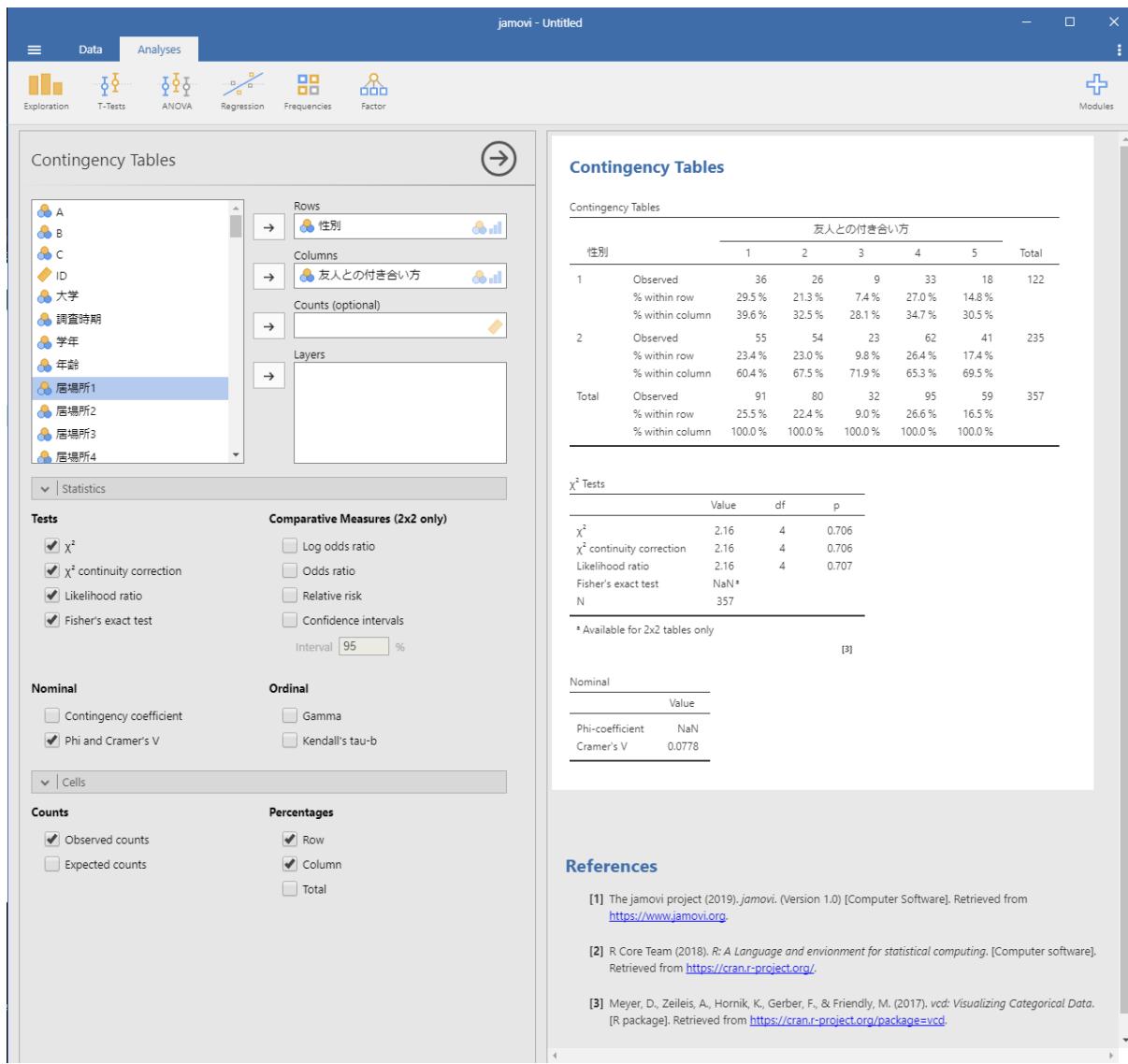


Figure 4-6 性別と友人との付き合い方とのクロス集計表（全ての情報を示したもの） 以上の結果をまとめると、「友人との付き合い方」によって分けた5つのグループと調査協力者の性別との間には関わり（連関）ではなく独立の関係であること ( $\chi^2(4) = 2.16, p = .71, V = .08$ ) が確かめられました。

## 6 回帰分析・重回帰分析

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。

### 6.1 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)。

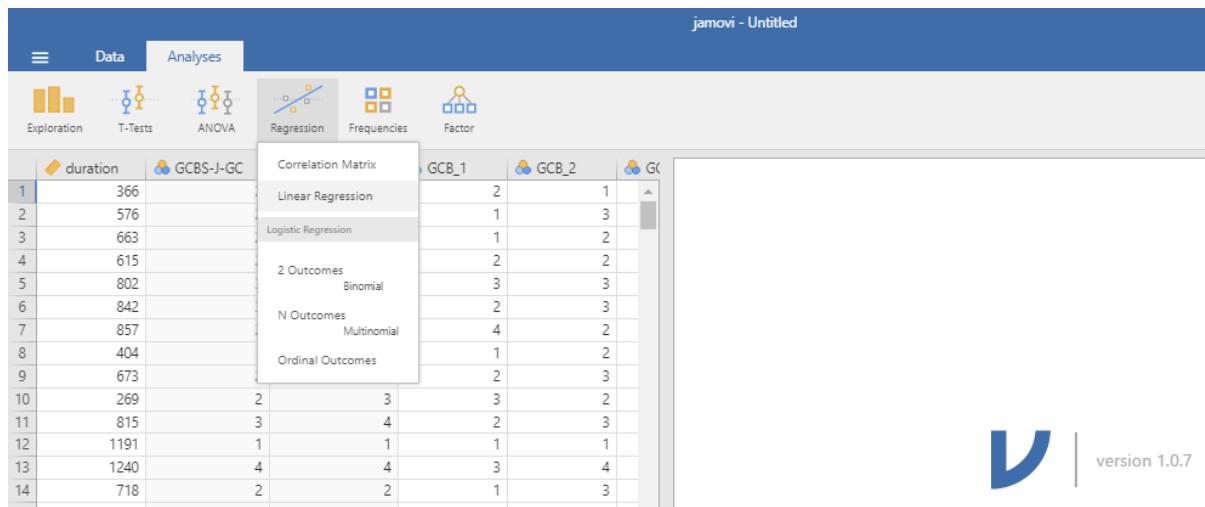


Figure 5-1 回帰分析の選択

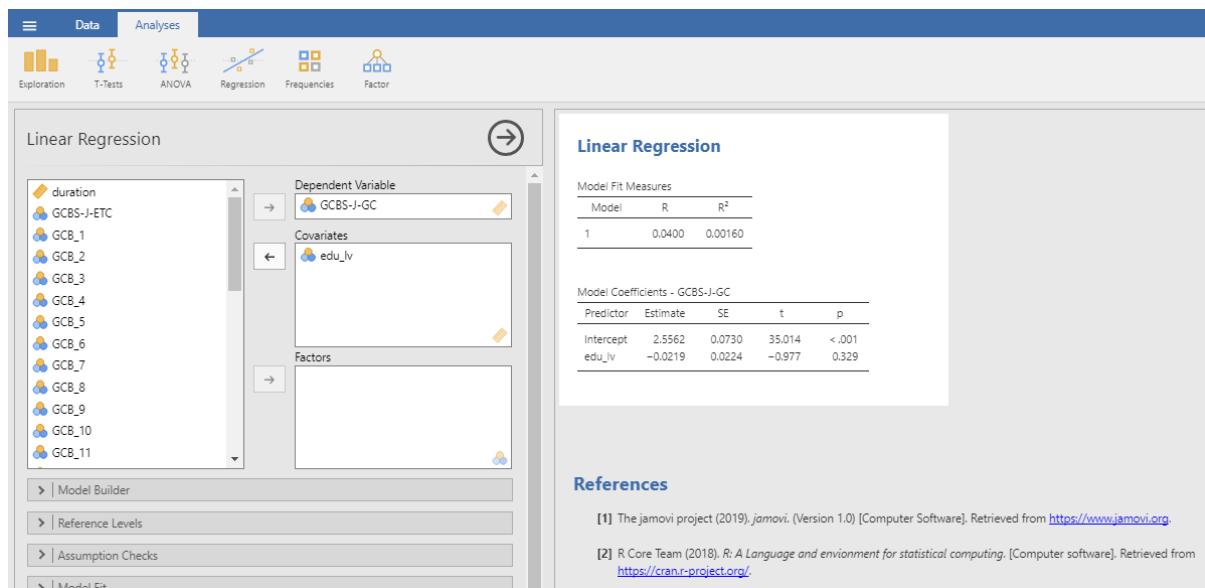


Figure 5-2 GCBS-J-GC と edu\_lv の単回帰分析

## 6.2 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選びることができます。初期値は Fit Measures の R と R<sup>2</sup> 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 R<sup>2</sup> 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。

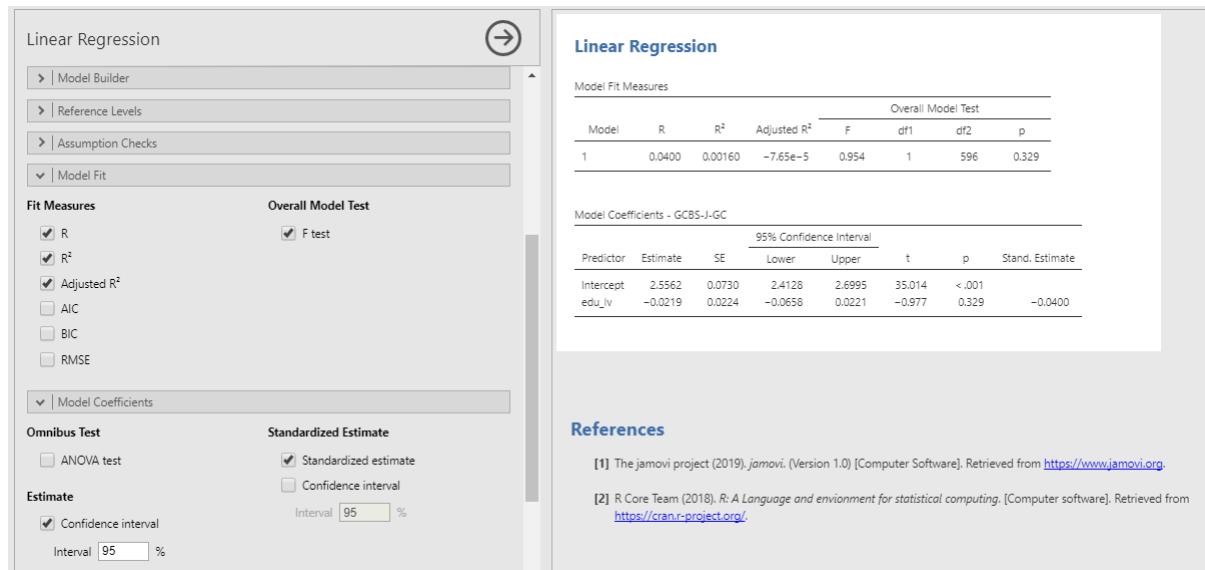


Figure 5-3 様々な指標の表示

### 6.3 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なります。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)。

TRANSFORMED VARIABLE  
gender dummy

Description

Source variable: gender  
using transform: None

	SIC	gender	gender (2)	age	edu_lv	emp
1	1	3	1	1	36	1
2	3	5	1	1	35	4
3	2	7	1	1	42	2
4	6	5	2	2	25	2
5	5	6	1	1	43	4
6	5	9	2	2	45	4
7	5	6	2	2	45	4
8	2	4	2	2	35	3
9	2	3	1	1	43	1

Linear Regression

Model Fit Measures

Overall Model Test						
Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F	df1	df2
1	0.0400	0.00160	-7.65e-5	0.954	1	596

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便に変数の変換を行えます。

TRANSFORMED VARIABLE  
gender dummy

Description

Source variable: gender  
using transform: None

None  
Transform 1  
Create New Transform...

	gender d...	age	edu_lv	emp
1	1	36	1	
1	1	35	4	

Linear Regression

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。fx=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 fx 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 IF(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 buttons for Compute, Transform, Add, Delete, Filters, and Rows. The main area is titled "TRANSFORMED VARIABLE". A section titled "create gender dummy" is selected, indicated by a blue border. Below it, there is a "Description" field and a "Variable suffix" field. A button "+ Add recode condition" is visible. A text input field contains the formula: `f1 = IF(gender==1,0,1)`. To the right of this input field is a "used by" counter showing "1". Below the input field is a "Measure type" dropdown set to "Auto". In the bottom left corner, a preview table shows four variables: "gender d...", "age", "edu\_lv", and "emp". The first row has values 1, 36, 1, and 1 respectively. The second row has values 1, 35, 4, and 1 respectively. To the right of the preview table, the text "Linear Regression" is displayed.

Figure 5-6 変換条件の入力

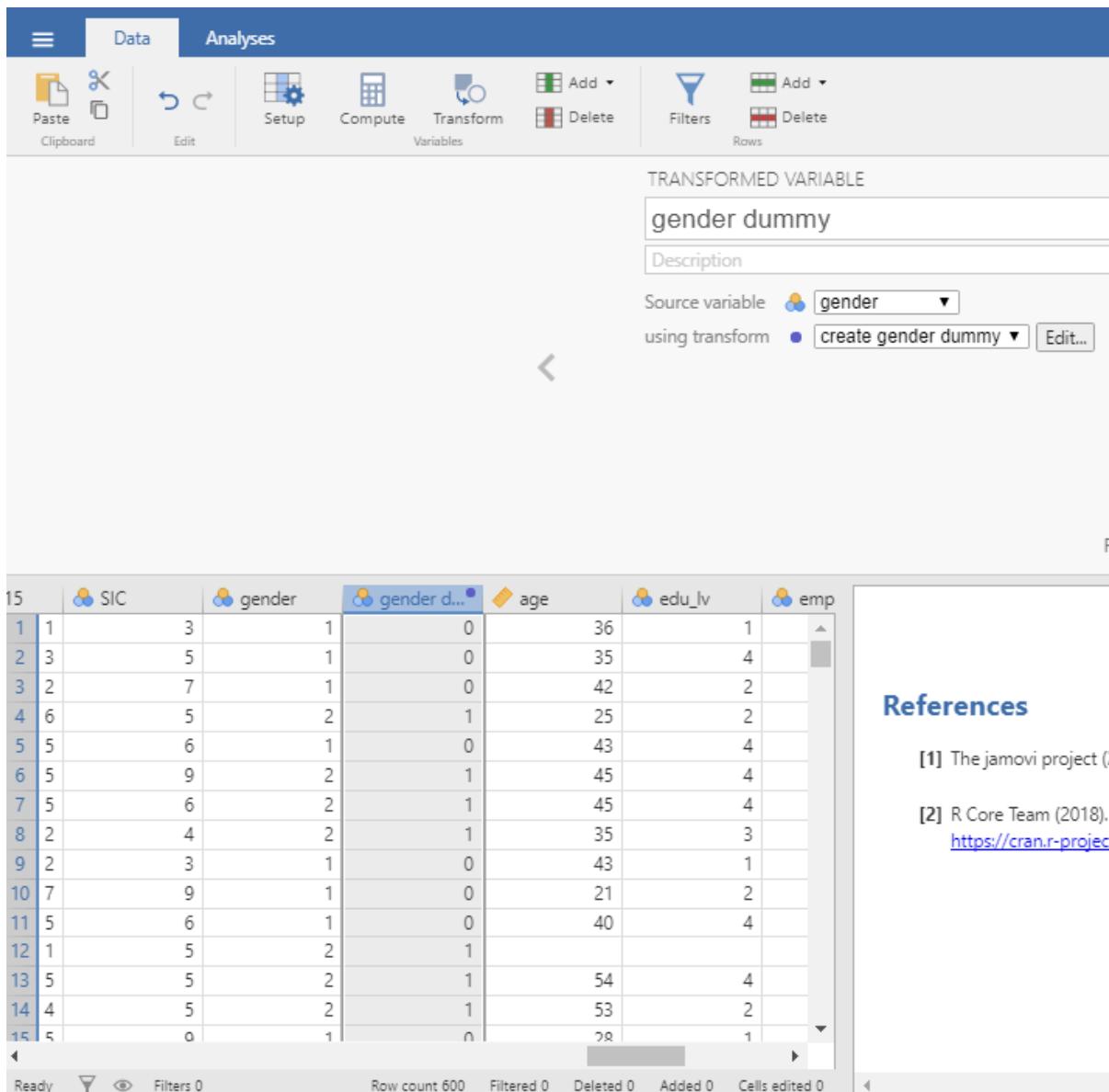


Figure 5-7 ダミー変数の完成

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,

## References

- [1] The jamovi project (2018). <https://www.jamovi.org>
- [2] R Core Team (2018). <https://cran.r-project.org>

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)。

Model	R	R <sup>2</sup>
1	0.128	0.0163

Predictor	Estimate	SE	t	p
Intercept	2.91180	0.15228	19.122	<.001
gender dummy	-0.00657	0.06508	-0.101	0.920
age	-0.00956	0.00324	-2.952	0.003
edu_lv	-0.01689	0.02234	-0.756	0.450

Figure 5-8 分析する変数の投入

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F	df1	df2	p
1	0.128	0.0163	0.0113	3.28	3	594	0.021

Predictor	Estimate	SE	Lower	Upper	t	p	Stand. Estimate
Intercept	2.91180	0.15228	2.6127	3.21086	19.122	<.001	
gender dummy	-0.00657	0.06508	-0.1344	0.12125	-0.101	0.920	-0.00417
age	-0.00956	0.00324	-0.0159	-0.00320	-2.952	0.003	-0.12233
edu_lv	-0.01689	0.02234	-0.0608	0.02699	-0.756	0.450	-0.03087

Figure 5-9 重回帰分析結果の表示 (GCBS-J-GC)

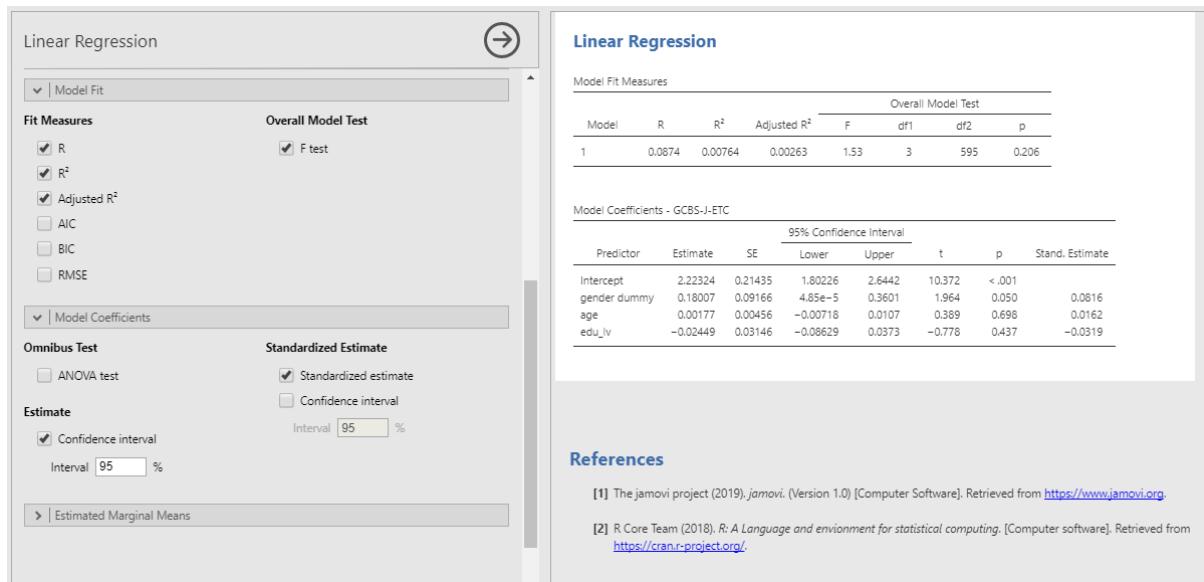


Figure 5-10 重回帰分析結果の表示 (GCBS-J-ETC)

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 ( $\text{adjR}^2=.01, p<.05$ ) 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 ( $\text{adjR}^2=.00, n.s.$ )。

## 7 分散分析

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 (URL)。

### 7.1 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 (friendship; 5 水準) という要因によって、傷つけられやすさ回避 (avoid\_harmed), 距離確保 (sec\_dist), 礼儀 (courtesy), 傷つけ回避 (avoid\_harming) 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 (Nagai\_2018.csv) 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 の中にあります。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、分散分析は (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

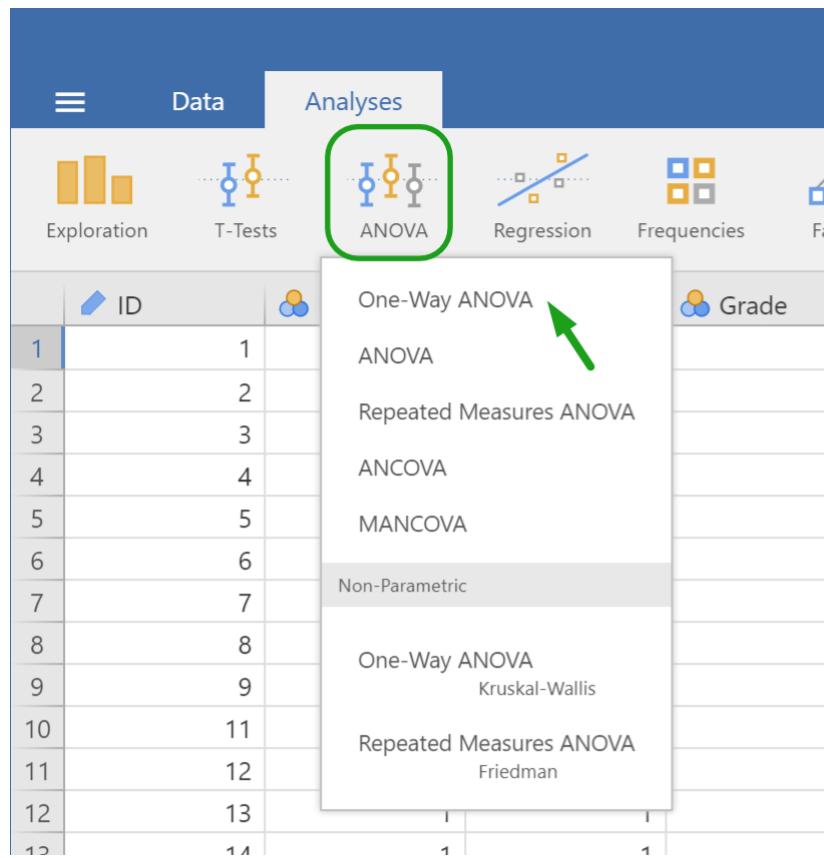


図 37 “Menu - Oneway ANOVA”

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。

### 7.1.1 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っ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。

### 7.1.2 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 ( $df_1, df_2$ ), 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 friendship の主効果が有意であることがわかります。

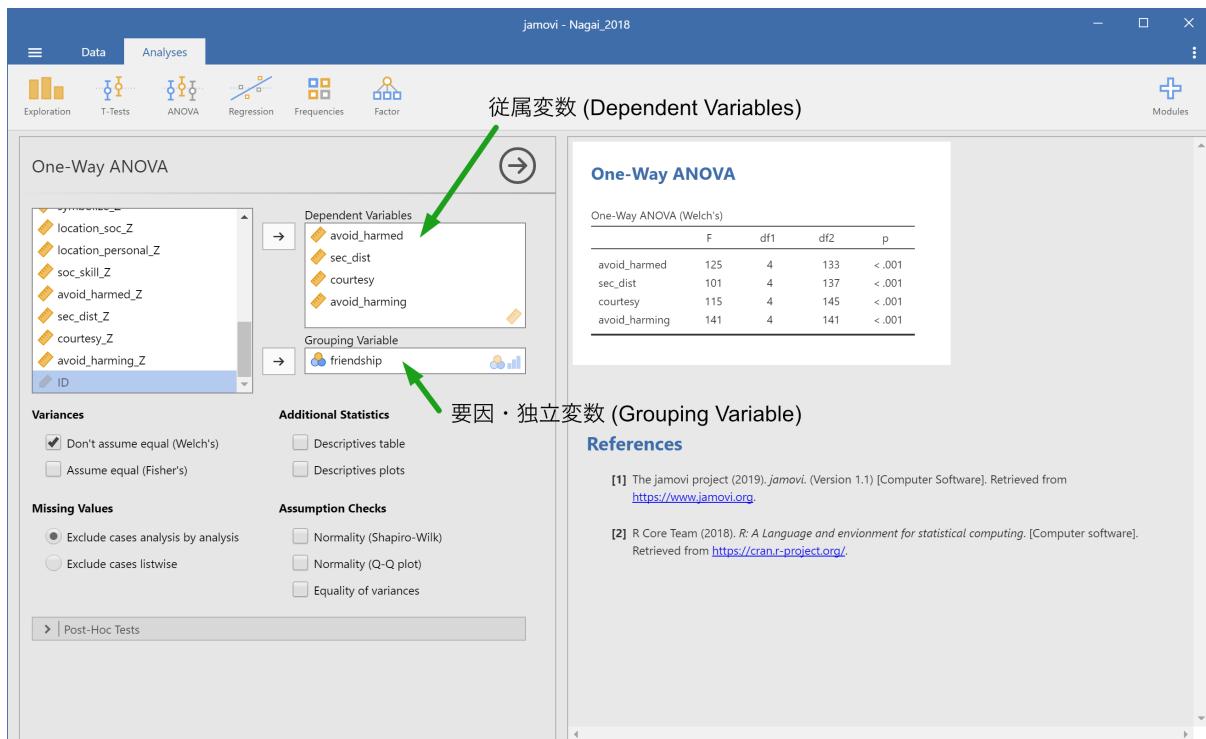


図 38 “Oneway ANOVA”

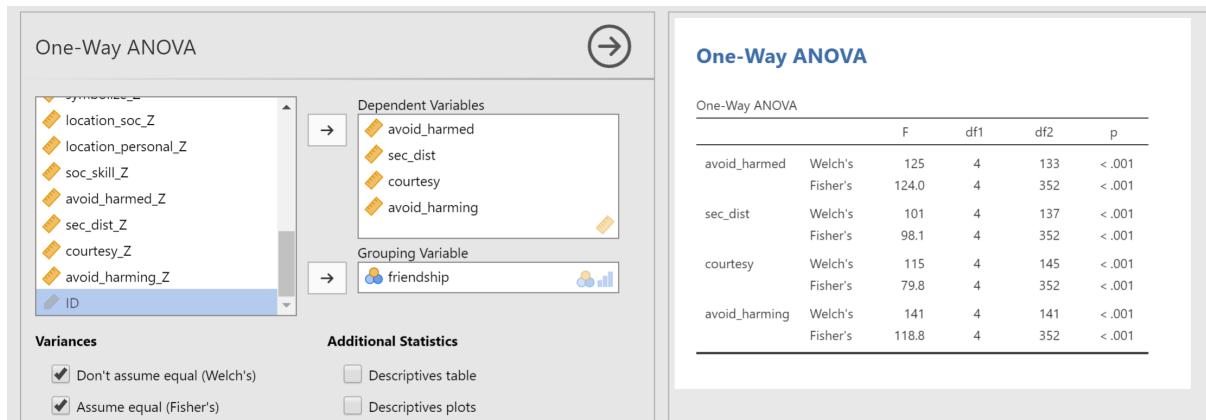


図 39 “Oneway ANOVA Equal variance”

### 7.1.3 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 (sec\_dist) 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 shows 'Dependent Variables' (avoid\_harmed, sec\_dist, courtesy, avoid\_harming) and 'Grouping Variable' (friendship). On the right, the 'Assumption Checks' dialog shows the 'Test for Equality of Variances (Levene's)' table.

	F	df1	df2	p
avoid_harmed	2.831	4	352	0.025
sec_dist	0.862	4	352	0.487
courtesy	4.961	4	352	<.001
avoid_harming	6.247	4	352	<.001

[3]

図 40 “Assumption - equal var”

#### 7.1.4 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、シャピロー 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 (courtesy) と傷つけ回避 (avoid\_harming) で正規性の仮定が満たされないことがわかる。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。

#### 7.1.5 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 オプションを開き、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る。

**One-Way ANOVA**

Dependent Variables: avoid\_harmed, sec\_dist, courtesy, avoid\_harming

Grouping Variable: friendship

Additional Statistics: Descriptives table, Descriptives plots

Assumption Checks: Normality (Shapiro-Wilk), Equality of variances

**One-Way ANOVA**

		F	df1	df2	p
avoid_harmed	Welch's	125	4	133	< .001
	Fisher's	124.0	4	352	< .001
sec_dist	Welch's	101	4	137	< .001
	Fisher's	98.1	4	352	< .001
courtesy	Welch's	115	4	145	< .001
	Fisher's	79.8	4	352	< .001
avoid_harming	Welch's	141	4	141	< .001
	Fisher's	118.8	4	352	< .001

**Assumption Checks**

Test of Normality (Shapiro-Wilk)

	W	p
avoid_harmed	0.995	0.261
sec_dist	0.993	0.089
courtesy	0.953	< .001
avoid_harming	0.986	0.001

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

図 41 “Assumption - normality”

**One-Way ANOVA**

Dependent Variables: courtesy, avoid\_harming

Grouping Variable: friendship

Variances: Don't assume equal (Welch's), Assume equal (Fisher's)

Missing Values: Exclude cases analysis by analysis

Post-Hoc Test: Tukey (equal variances)

Additional Statistics: Descriptives table, Descriptives plots

Assumption Checks: Normality (Shapiro-Wilk), Equality of variances

**Post Hoc Tests**

Tukey Post-Hoc Test – avoid\_harmed

	1	2	3	4	5	
1	Mean difference p-value	— —	0.926 < .001	-0.948 < .001	-0.639 < .001	0.250 0.040
2	Mean difference p-value	— —	-1.874 < .001	-1.565 < .001	-0.675 < .001	-0.765 —
3	Mean difference p-value	— —	0.309 0.037	— —	1.198 < .001	— —
4	Mean difference p-value	— —	— —	— —	0.889 —< .001	— —
5	Mean difference p-value	— —	— —	— —	— —	— —

Tukey Post-Hoc Test – sec\_dist

	1	2	3	4	5	
1	Mean difference p-value	— —	1.07 < .001	-0.798 < .001	-0.208 0.128	0.934 < .001
2	Mean difference p-value	— —	-1.865 < .001	-1.276 < .001	-0.134 0.694	-0.694 —
3	Mean difference p-value	— —	— —	0.590 < .001	1.732 < .001	— —
4	Mean difference p-value	— —	— —	— —	1.142 —< .001	— —
5	Mean difference	—	—	—	—	—

図 42 “Post-Hoc test”

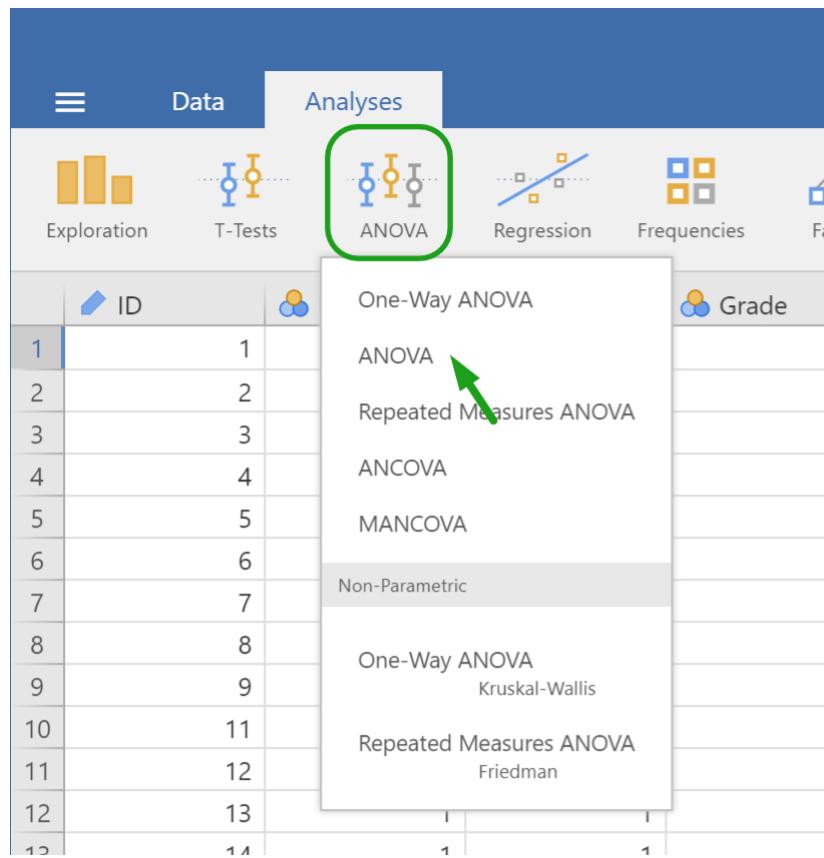


図 43 “Menu - ANOVA”

## 7.2 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(friendship)と性別(Gender)を独立変数に、社会的居場所(location\_social)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location\_socialをDependent Variableのボックスに、独立変数であるfriendship, Gender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は有意 [ $F(4, 347) = 11.2, p < .001$ ] 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( $\eta^2$ )、偏イータ2乗(partial  $\eta^2$ )、またはオメガ2乗( $\omega^2$ )にチェックを付けてください。表の右側に、選択した効果量が表示されます。



図 44 “ANOVA”

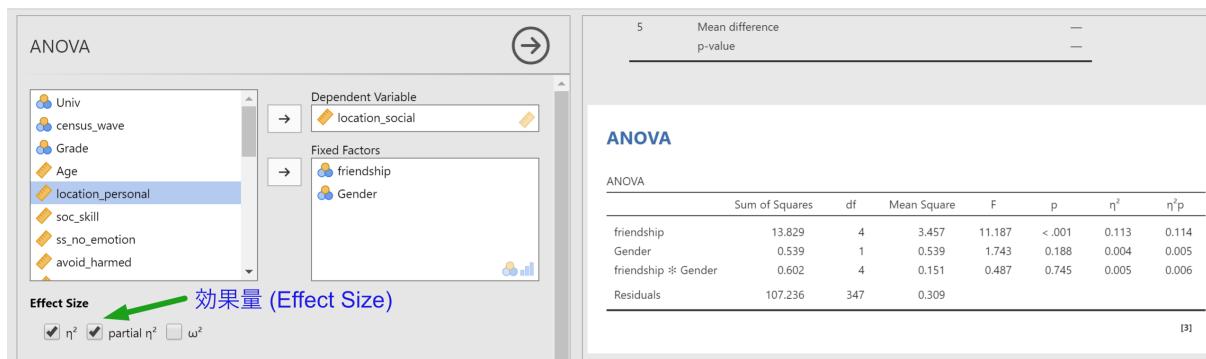


図 45 “ANOVA Effect Size”

### 7.2.1 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 の方法を用いている）。また、対比較の効果量 (Cohen's d) を出力することもできます。

### 7.2.2 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 (friendship) 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。

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 の中に入れることで可能です。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 (Friendship) と性別 (Gender) 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。

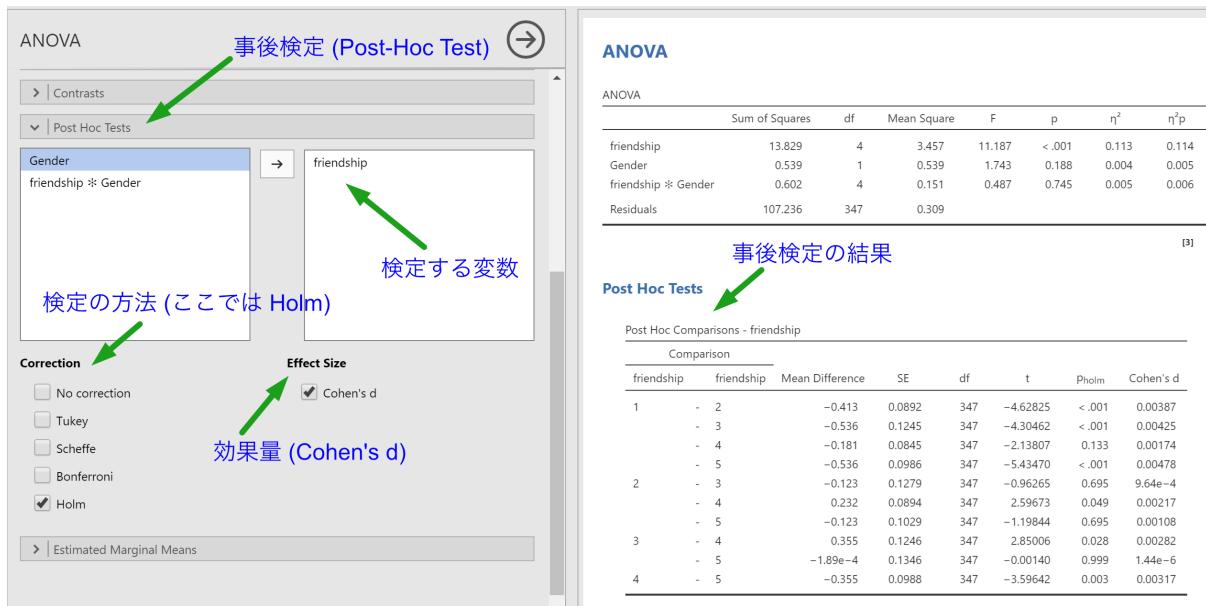


図 46 “ANOVA Post-Hoc”

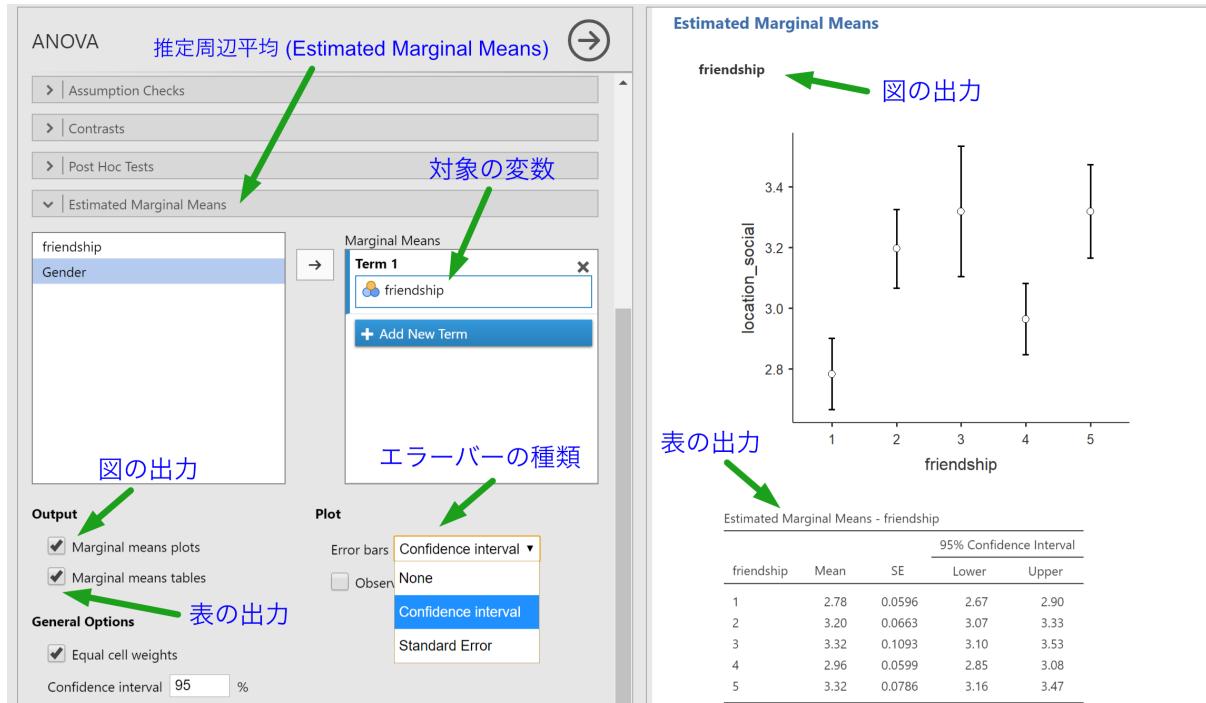


図 47 “ANOVA EM-Means”

### 7.3 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 (courtesy) と傷つけ回避 (avoid\_harming) 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

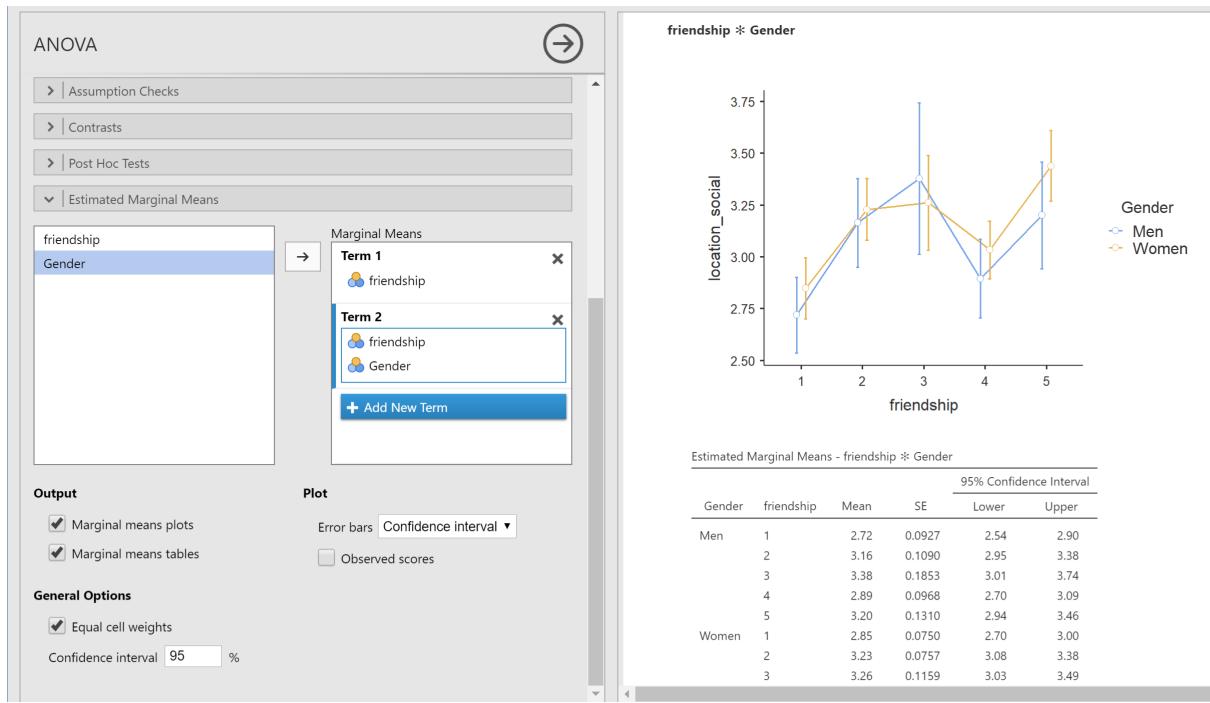


図 48 “ANOVA EM-Means2”

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。

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。

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 ( $\epsilon^2$ ) 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)。

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。

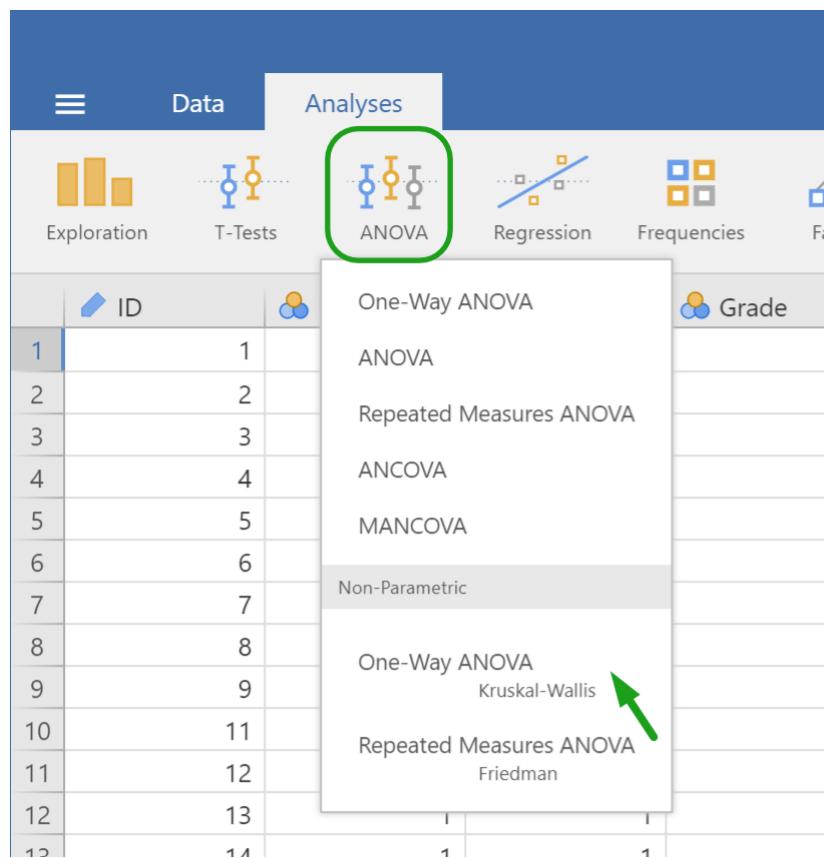


図 49 “Menu - Non-para”

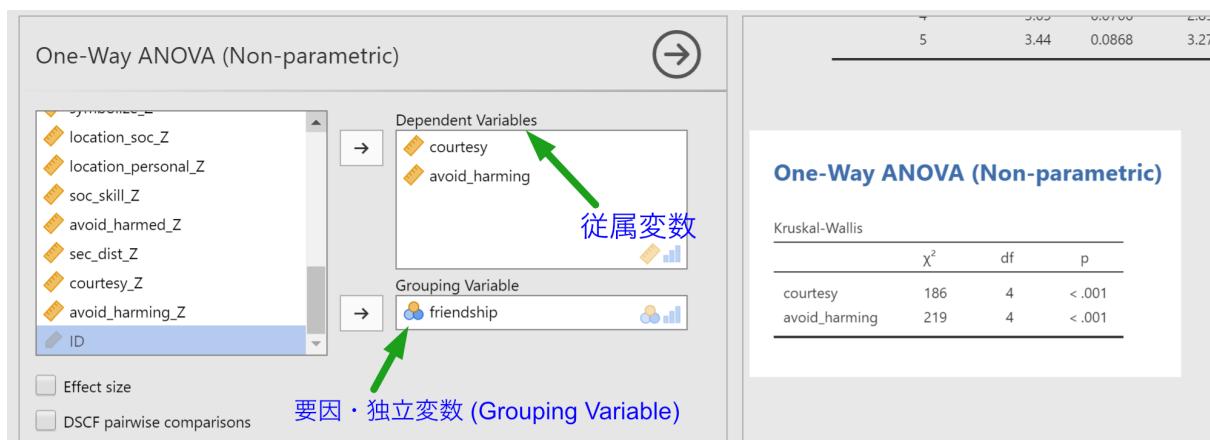


図 50 “Kruskal-Wallis”

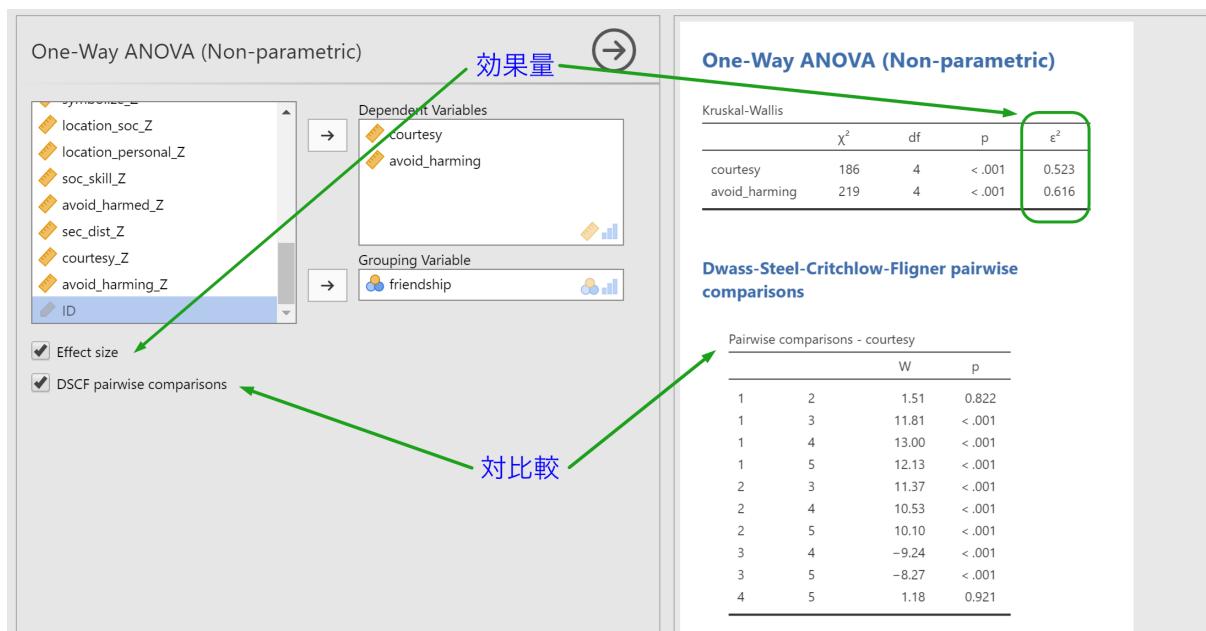


図 51 “Kruskal-Wallis options”