HAD の使い方
（初心者向け）

総合研究大学院大学　横田晋大　作

【目次】

設定編

- HAD について ……p. 4
- HAD のダウンロードと起ち上げ方 ……p. 7
- データの入力 ……p. 9
  - ID 変数の入力、データの読み込み、分析する
- 変数情報の管理 ……p. 11
  - フィルタのかけ方、グループ分けのやり方、統制変数の入力のやり方、値にラベルを付ける、変数にラベルを付ける
- 変数の作成 ……p. 15
  - 変数を合成する、変数を計算する、値を再割り当てする、ダミー変数を作る
- HAD の設定 ……p. 18
  - 分析設定（欠損値設定）、グラフ設定（モノクロに表示する、枠線を付けない、折れ線の太さ、エラーバーの表示、散布図の表示、ヒストグラムの級数）
- シート管理 ……p. 21

分析編

- 基礎的な分析のやり方 ……p. 23
- 記述統計 ……p. 24
  - 各項目の平均値などを算出する、ヒストグラムを見る、散布図を見る、群ごとの統計を見る、箱ひげ図を見る、クロス集計表を見る
- 差の検定 ……p. 30
  - 一標本の検定、対応のない平均値の差の検定、対応のある平均値の差の検定、順位の差の検定
- 変数間の関連 ……p. 34
  - 相関分析、偏相関分析、順位相関分析、項目分析（α係数）
- マルチレベル分析 ……p. 38
  - 級内相関係数
- 回帰分析 ……p. 39
  - 回帰分析、媒介分析、分散分析（一要因分散分析：参加者間・参加者内、二要因分散分析：参加者間・参加者内、混合要因分散分析）
- 因子分析 ……p. 58
  - 因子分析、主成分分析、構造方程式モデル、確証的因子分析

設定編

【HADについて】

◆ はじめに

- HADのご利用ありがとうございます。HADシリーズは清水裕士に著作権があります。
- このプログラムを用いた研究を発表される場合は、以下の論文を引用してください。

清水裕士・村山綾・大坊郁夫2006集団コミュニケーションにおける相互依存性の分析（1）コミュニケーションデータへの階層的データ分析の適用電子情報通信学会技術研究報告、 106(146)、1-6.

Shimizu、H.、 Murayama、A.、 & Daibo、I (2006). Analyzing the interdependence of group communication (1) –Application of hierarchical analysis into communication data– IEICE Technical Report、 106(146)、 1-6.

◆ HADとは

- HADは統計分析をするための、Excel VBAを利用したフリープログラムです。2016年2月現在、Version15.00です。
- 相関やクロス表などの基本的な統計解析から、分散分析・重回帰分析、因子分析、そして構造方程式モデル、混合分布モデルといった、心理学でよく用いられる多変量解析が可能です。また、級内相関係数や階層線形モデル、マルチレベルSEMなどの、マルチレベル分析も実行できます。
- HADはMicrosoft ExcelのVBAで動いています。Excelのバージョンは2010以降で動作の確認をしています。ver9.6からMacにも対応しました。Excel for Mac 2011以降で動作を確認しています。
  ※ ただし、計算速度や動作の安定性はWindowsで動かしたほうよいです。できればWindowsでお使いください。

◆ HADのコンセプトとお勧めの使い方

- HADはExcelで動きます。
  - ✓ HADは、Excelで動くので、WindowsあるいはMacを利用している人なら誰でも使うことができます。卒論生が家でも自分で分析ができるのが利点です。統計学習ツールとしても利用可能です。ただし、VBAで動くため、HADは演算速度は早くありません。大規模データの処理や、シミュレーション研究には向きません。また、本格的に統計分析を学習・利用したい人は、Rなどのフリープログラムがオススメです。
  - ✓ なお、HADを大学の授業で用いたい場合は、こちらのページをご覧ください。
- HADは無償のプログラムです。

- ✓ HADは、学生や若手研究者など、SPSSなどの商用ソフトが手に入らない人でも使えるようにと思って作りました。Excelさえ入っていれば、タダで使えます。今後も課金は考えていません。
- ✓ ダウンロードは自由ですが、使用するときに報告していただけると清水が喜びます。第三者に提供することも自由です。ただし、著作権は放棄していません。また研究利用するときには文献を引用をしていただくようお願いします。詳しくは下記のライセンスをご覧ください。

- ➢ HADは自由なプログラムです。
  - ✓ HAD12.01から、オープンソースとなりました。HADのVBAプロジェクトにはパスワードがついていますが、これは分析時にVBAが起動しないようにするためのものです。パスワードは"simizu706"で解除できます。ソースコードを確認したい場合はVBAエディタから確認できます。HADのソースコードを変更しての使用・再配布は自由です。ご自身の統計の勉強のためにソースコードを確認し、また使用法に合わせて改変していただいて結構です。
  - ✓ ただし、再配布の場合はHADと同様にソースコードが閲覧可能なようにしてください。また変更箇所がわかるように公開してください。詳しくは下記のライセンスを参照してください。
- ➢ HADは無保証です。
  - ✓ HADの計算結果は、一応SPSSやSASと結果が一致することは確認しています。しかし、常に完全に信頼できるものとは限りません。研究報告の際に は、各自で信頼できるソフトウェアで再現できることを確認してからにしてください。清水はHADの利用によって生じるいかなる損失についても、責任負いませんので、ご注意ください。ただ、計算結果が合わない場合は、清水まで報告いただけると非常に助かります。できるだけ早めに対応するつもりです。
- ➢ HADの出力は、わかりやすさ重視です。
  - ✓ HADは結果の出力にグラフや表を載せています。初学者がわかりやすいだけではなく、研究者が試行錯誤しながら最適なモデルに到達するために使うのにも便利です。また、リサーチミーティング中にその場で分析結果をすぐに共有できます。ただし、出力するものは心理統計で必要とされるものに限っています。
- ➢ HADは随時更新します。
  - ✓ HADは清水が休日にコツコツ作っています。思いつきで機能が増えたり、分析手法が追加されたりします。また、報告があればバグを修正します。できれば最新版をチェックしてから利用してもらえると助かります。

◆ 著作権（ライセンス）・免責など　【2014年5月11日時点】

- ✓ HADシリーズの著作権は清水裕士が所有します。
- ✓ HADはGPLv2以降のライセンスに基づいています。
- ✓ HADは無保証です。HADを使用することによって生じる、いかなる直接的・間接的損害についても清水はその責任を負いません。
- ✓ HAD内のコードを複写・変更して、新しいプログラムを作り、使用することは自由です。またコードを複写・変更したプログラムを不特定多数に再配布しても構いません。
- ✓ ただし再配布の場合は、著作権者である 清水裕士の名前とHADのサイトのURLの表記、そしてソースコードを閲覧可能とすること、変更箇所のソースコードの公開を義務とします。また、再配布したプログラムはHADと同様に、第三者への利用が自由（無償でなくてよい）であることを義務とします。
- ✓ HADシリーズを用いて研究報告する場合は、以下の文献を引用してください。

清水裕士（2016）. フリーの統計分析ソフトHAD : 機能の紹介と統計学習・教育，研究実践における利用方法の提案　メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59-73.

Shimizu, H. (2016). An introduction to the statistical free software HAD: Suggestions to improve teaching, learning and practice data analysis. Journal of Media, Information and Communication, 1, 59-73.

◆ プログラムのダウンロード

- ➢ HADは清水のHPにあります。ダウンロードするときには一声かけていただけるとありがたいです。また、マニュアルにない詳しい使い方や結果の見方も清水裕士のブログを参照してください。

【HADのダウンロードと起ち上げ方】

◆ HADの動作環境と起動方法

- HADはMicorsoft ExcelのVBA（Visual Basic Application）で動くプログラムです。9.62から、Macでも同じファイルで動くようになりました。今のところ動作を確認しているのは、WindowsXP以上で、Excel2007以上、あるいはMacOS10以上で、Excelfor Mac 2011以上です。一応、Excel2003でもxlsxやxlsmファイルが動く変換パッチを入れていれば動きますが、すべての機能が使えるかどうかは未確認です。
- ファイルは拡張子が".xlsm"（マクロ有効ファイル）形式で保存されます。".xlsx"で保存するとマクロが動きませんので注意してください。

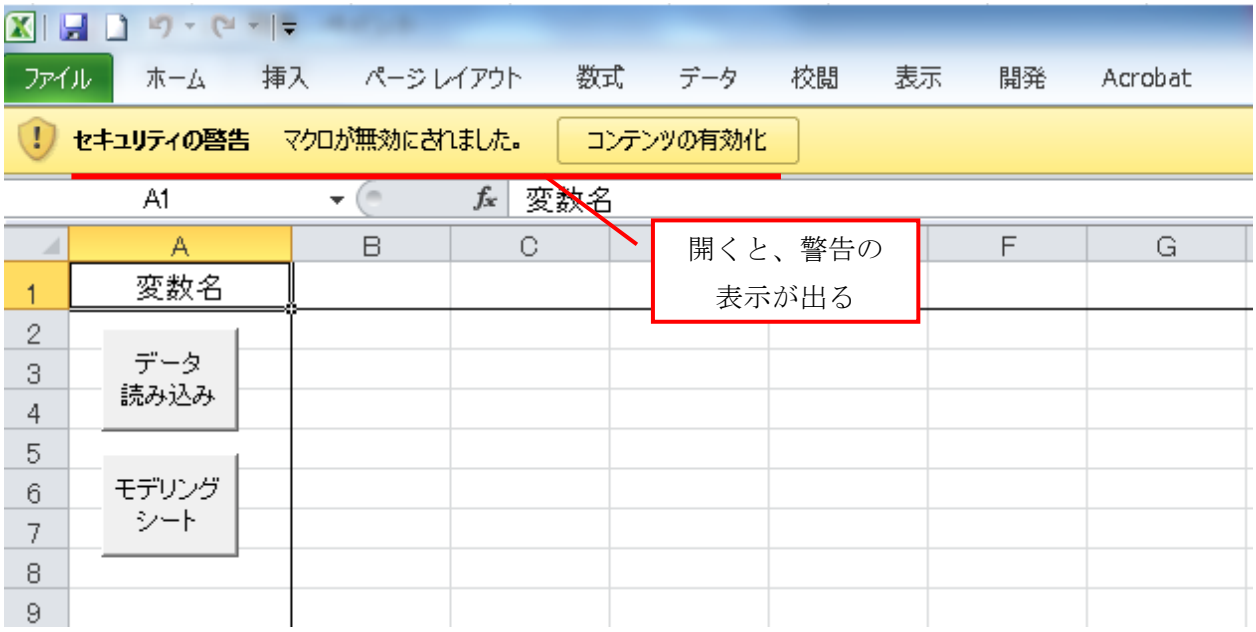
◆ ダウンロード

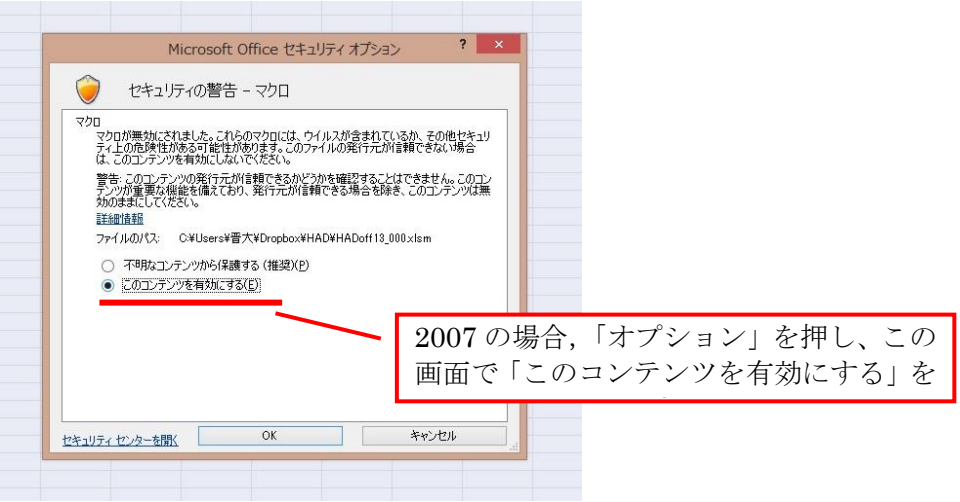
- HADのダウンロードは、こちらからお願いします。クリックすると以下のページが開きます。

- HADには「ソルバーオン（HAD15)」と「ソルバーオフ（HAD15off)」があります。
  - ✓ ソルバーとは、Excelに入っているアドインで, 非線形方程式を解くためのツールです。
  - ✓ 最初に起動したときにエラーがでる場合 - コンパイルエラーというのが出ることがあります。 その場合は、HADを一度閉じて、もう一度起動して みてください。すると、ソルバーが入っていれば普 通に使うことができます。
  - ✓ それでもエラーが出る場合 ・ ソルバーが有効になってない、あるいは入って いない可能性があります（参考）
  - ✓ ソルバーオンバージョン：構造方程式モデルを含めた全ての分析が可能です。
  - ✓ ソルバーオフバージョン：構造方程式モデル以外の全ての分析が可能です。

◆ HADを開く

- Excelファイルを開くとマクロを有効にする（あるいはコンテンツの有効にする）かどうかたずねられます。「有効にする」を選択してください。また、Excelの設定により、マクロをすべて有効にしない状態になっている場合はマクロを有効にする設定に変えてください。
- 場合によっては、以下のような警告が出てくることがあります。この場合は、「コンテンツの有効化」をクリックしてください。そうしないと、HADは動きません。



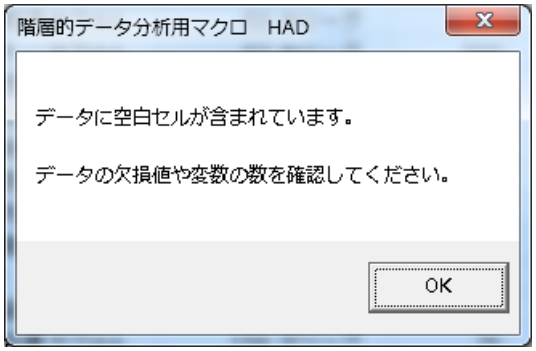


【データの入力】

- Step 1：ID変数の入力
  - ➢ B列目にID変数を入力する（サンプルの識別のため）
    - ✧ ID変数は数字以外の文字列を使用することができます
    - ✧ 変数名に*（アスタリスク）や半角スペースは使えません
  - ➢ C列以降は、分析に使う変数を入力する
    - ✧ 欠損値はデフォルトではピリオド(.)を入力します
    - ✧ 設定を変更することで欠損値をピリオド以外から指定することができます

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	変数名	ID	a	x1	x2	x3	x4	c	d	
2		OBS01	1	3	4	6	5	1	1	
3	データ読み込み	OBS02	2	3	2	3	2	1	2	
4		OBS03	1	3	3	6	7	1	.	
5		OBS04	2	5	6	2	3	1	4	
6	モデリングシート	OBS05	1	1	4	6	8	1	5	
7		OBS06	2	2	3	3	3	2	6	
8		OBS07	1	3	5	4	7	2	7	
9		OBS08	2	4	6	6	4	2	8	
10		OBS09	1	5	7	8	9	2	9	
11		OBS10	2	6	4	5	6	2	10	
12	列幅の調整									
13										
14										

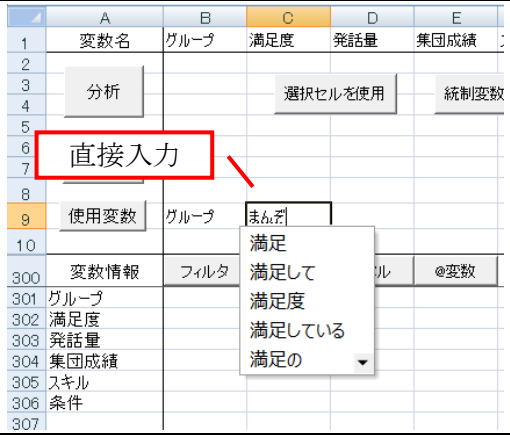
- Step 2：データの読み込み
  - ➢ 「データ読み込み」ボタンをクリックする
    - ✧ データに空白セルや不適切な文字列などがあれば、以下のような警告がでます
      - ● この表示が出た場合には、データを全て選択した後に、Ctrl + G で「ジャンプ」→「セル選択」→「空白セル」をチェックすると、空白部分のみを選択することができます。空白部分を欠損値（“.”）としたい場合には、上記のジャンプで選択した後にピリオドを入力し、Ctrl + Enter で全ての空白にピリオドが入力されます



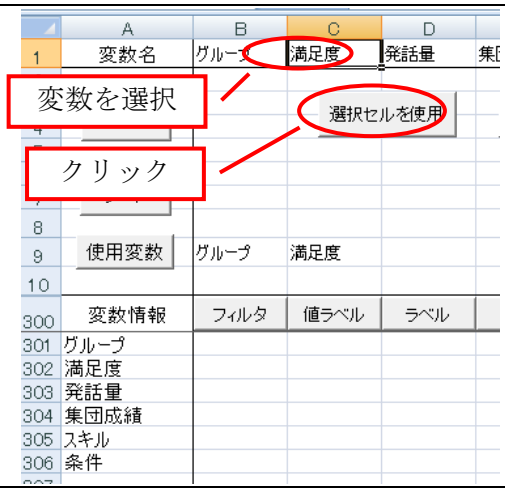
- Step 3：分析する
  - ➢ 調べたい変数をモデリングシートの 9 行目に指定した後、「分析」をクリックします
    - ✧ 一度の分析に用いることができる変数の上限は 100 です

  - ➢ 変数を入力する方法

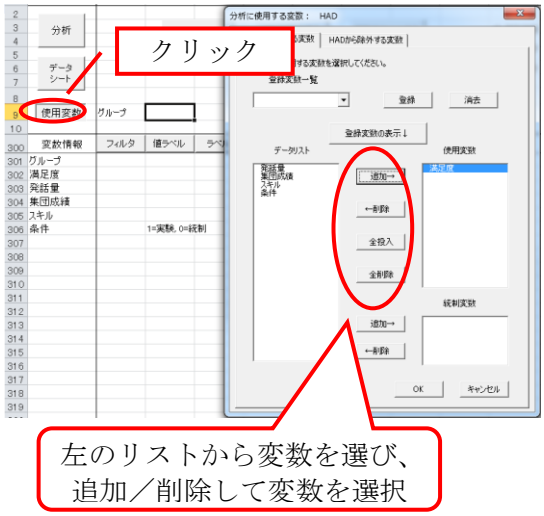
直接入力



選択セルを使用

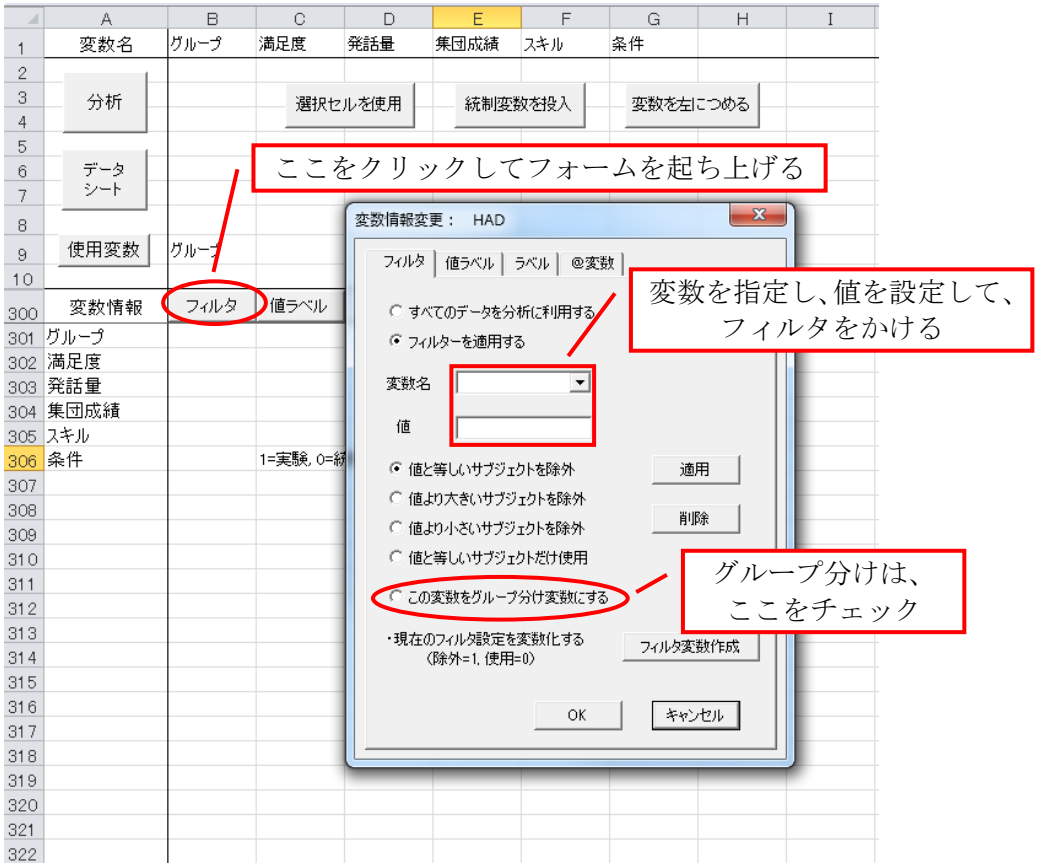


データリストから選択

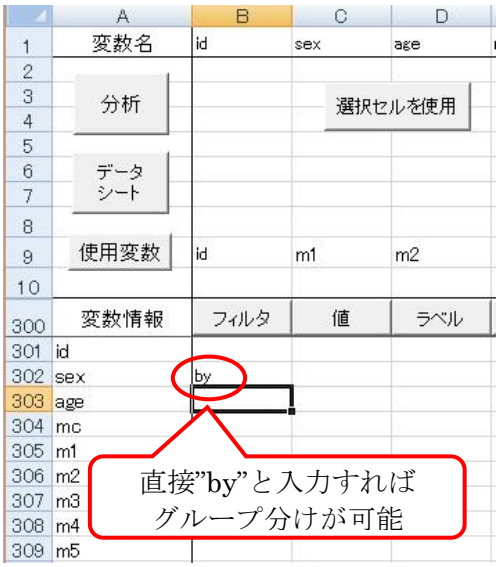


【変数情報の管理】

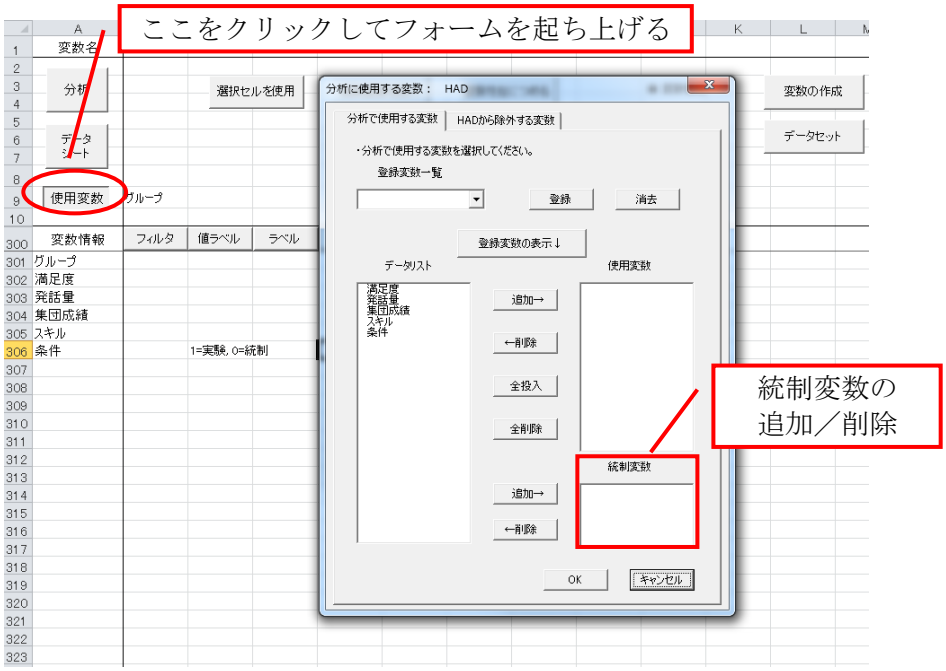
- フィルタのかけ方
  - 指定した値を持つデータをすべて分析から除外します
    - 「フィルタ」ボタンを押すと、下図のようなフォームが起ちあがり、フィルタを設定することができます。



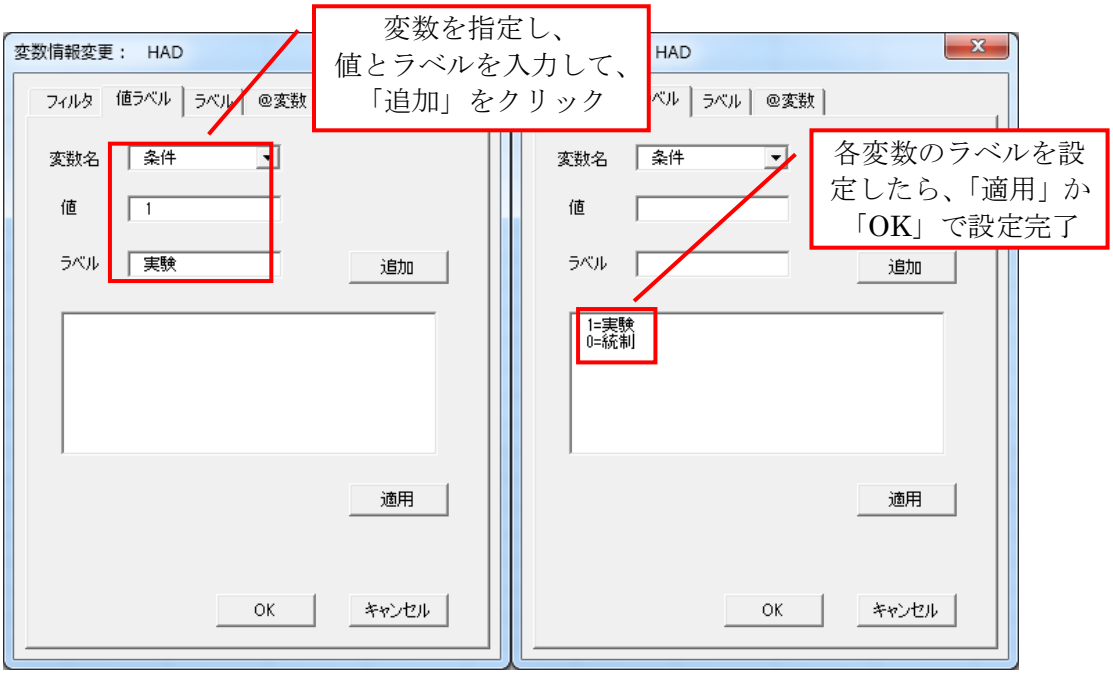
- グループ分けのやり方
  - グループ分け変数にすると、その変数の値で分けられたグループごとに同時に分析を行うことができます
    - 変数情報変更フォームの「フィルタ」タブの「この変数をグループ分け変数にする」をクリックします
    - フィルタ設定と同じ列のセルに、”by”と入力してもグループ分けができます（次ページの図参照）
      - 注意
        - グループ分けができる変数は一つだけです
        - マルチレベル分析の際は利用できません



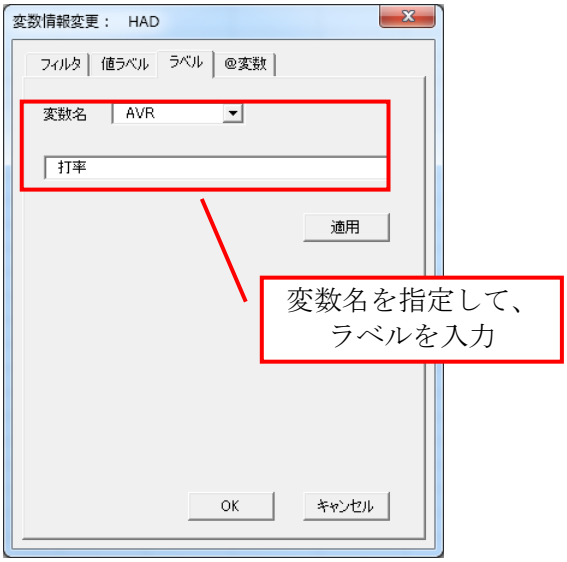
- 統制変数の入力のやり方
  - フォームを使って統制変数を入力します
  - "$"を入力する方法は「相関分析」の項に記載します



- 値にラベルを付ける
  - カテゴリカル変数であれば、値ごとにラベルを設定できます
    - 例）1 が実験、2 が統制の場合（下図）
      - 入力する数値や記号は半角です（”=” (イコール)や” (カンマ)など）
      - イコールやカンマの前後にスペースが入っても問題ありません
      - 「値」ボタンをクリックしても、フォームから設定できます。
      - 値ラベルが反映されるのは、クロス表、分散分析と順序・名義回帰、対応分析などのカテゴリカルデータが含まれた分析です

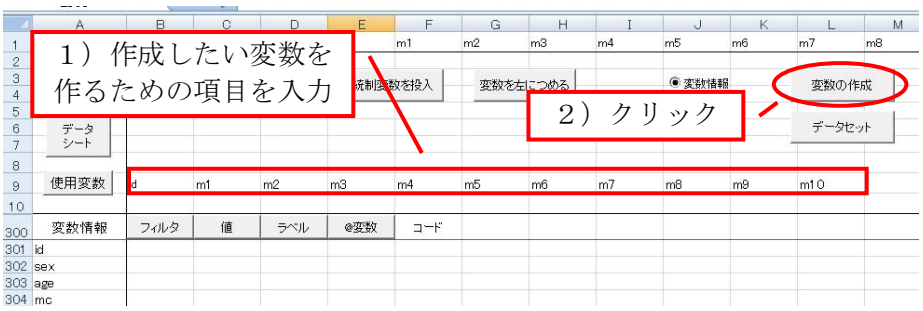


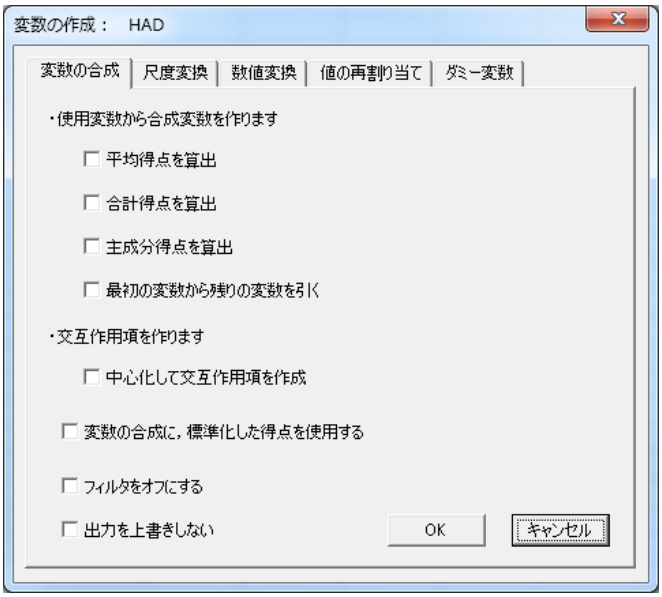
- 変数にラベルを付ける
  - 変数情報変更フォームの「ラベル」タブから設定できます。
  - 後述の「ラベルで出力」を選択すると、結果をラベルで出力することができます。因子分析のときに便利です



【変数の作成】

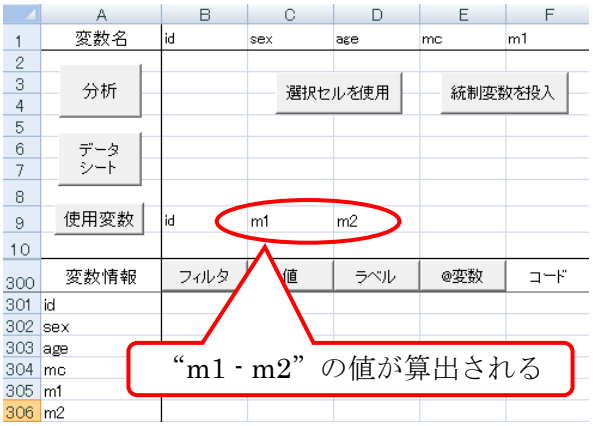
- 新しい変数を作ったり、変数の値を変換したりすることができます
- 加工したい項目を入力した後、「変数の作成」ボタンをクリックして、フォームを起ち上げます





✓ 変数を合成する

- 平均得点を算出、合計得点を算出、主成分得点を算出
  - ➢ いくつかの項目を合計や平均を算出して尺度を作ります
- 最初の変数から残りの変数を引く
  - ➢ 左の変数から右の変数の値を引きます

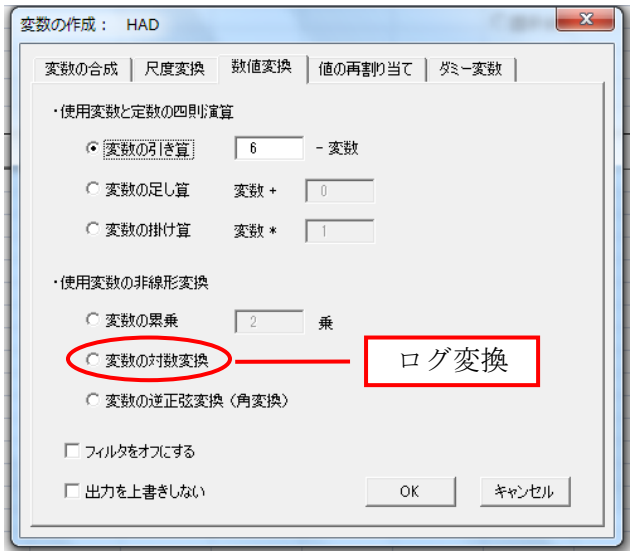


✓ 変数の尺度変換

- 使用する機会が少ないことから説明は割愛

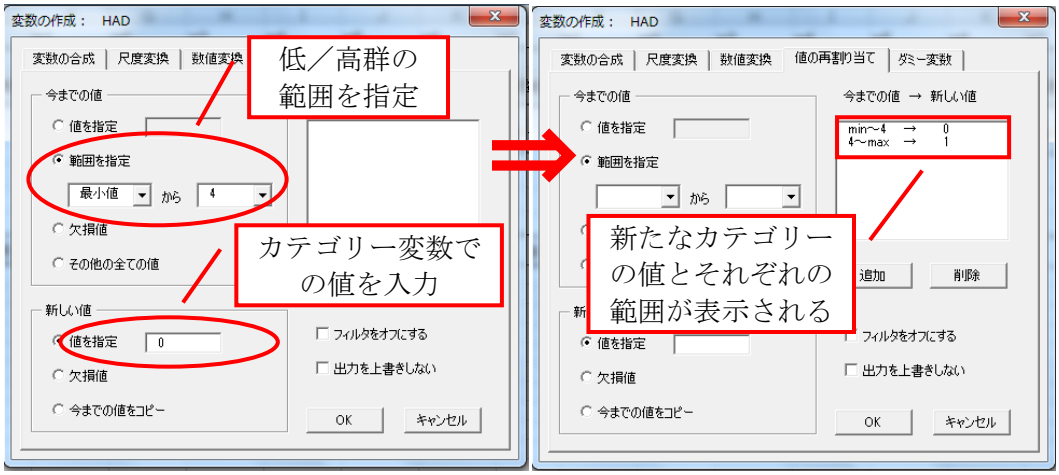
✓ 変数を計算する（逆転項目などの計算に使用）

- 変数の引き算、足し算、掛け算
- ログ（log）変換をする：変数の対数変換



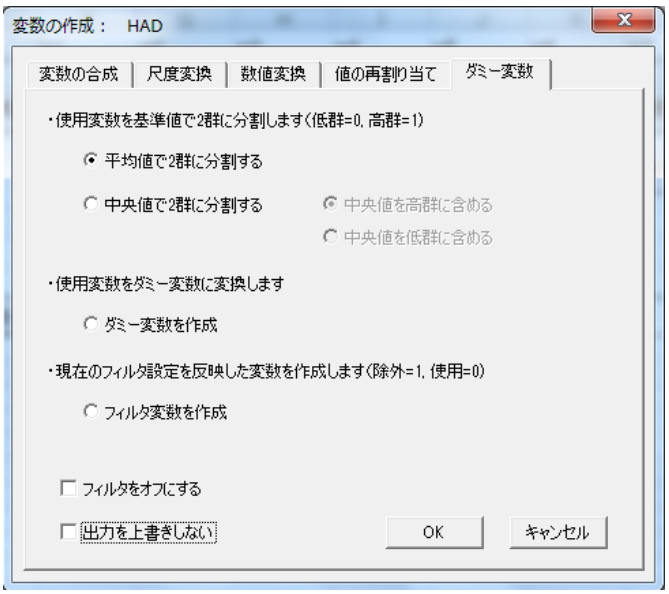
✓ 値を再割り当てする

- ある変数の値を変換して、別の変数を作成します
- 連続値をカテゴリ変数に変換するときなどに利用します
- 例（下図）：ある連続変数（7 点尺度）を高低群に分ける



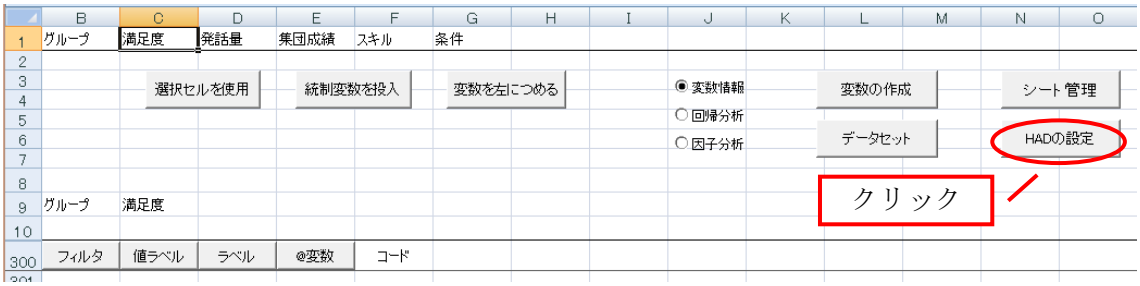
✓ ダミー変数を作る

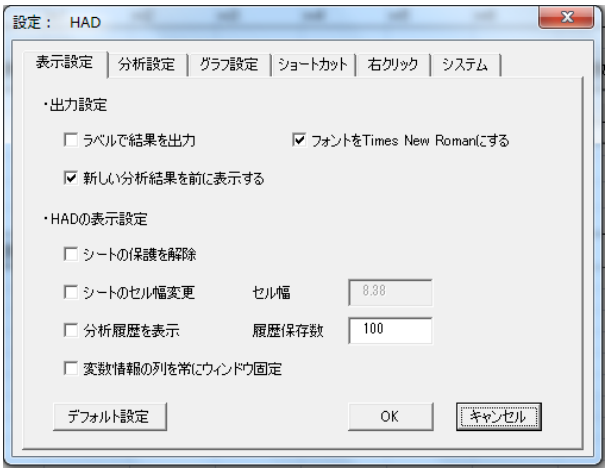
- ある変数の高低群をそれぞれ 0 と 1 とするダミー変数を作ります
  - 平均値で分割する
  - 中央値で分割する
  - 使用変数をダミー変数に変換する
  - 現在のフィルタ設定をダミー変数にする
    - 1 を除外、0 を分析に使用します



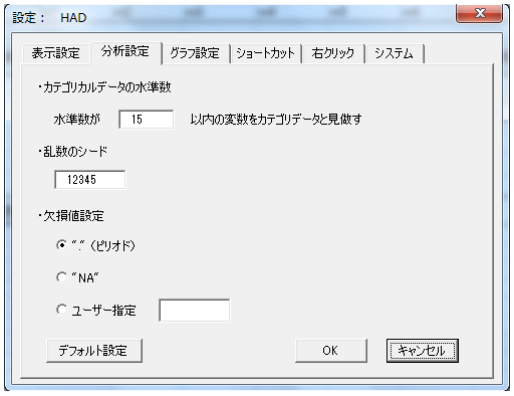
【HAD の設定】

- 「HAD の設定」ボタンをクリックすると、変数についての各種設定を行うことができます
- ここでは、よく使用する②分析設定と③グラフ設定を説明します



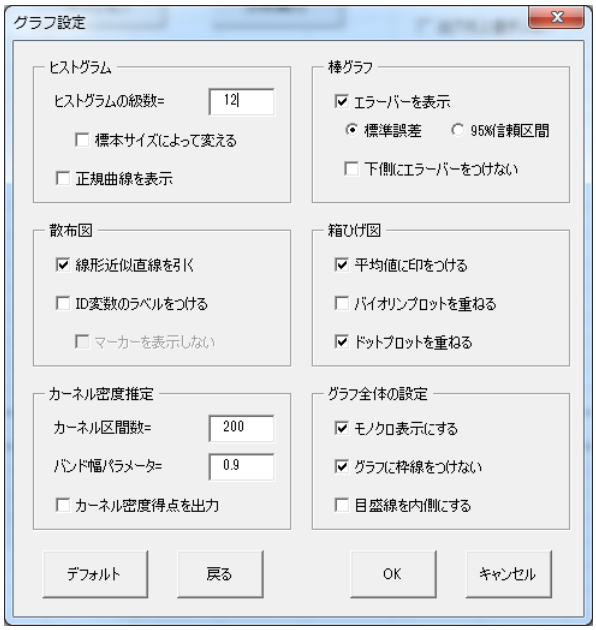


1. 分析設定
   - 欠損値設定
     - HAD では欠損値はデフォルトではピリオドですが、”NA”やユーザー指定で任意の値（文字列でも可）に指定することができます。



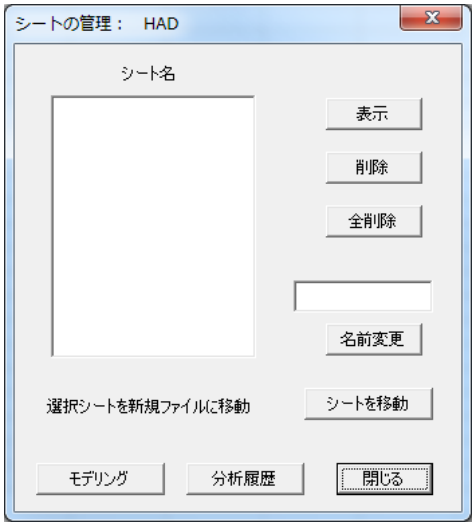
2.　グラフ設定

- 分析結果に表示されるグラフの設定を変更します
  - エラーバーの表示
    - グラフにエラーバーを表示させます
    - バーの値は標準誤差と 95%信頼区間を選べます
  - モノクロに表示する
    - 2 条件以上を扱う場合、チェックを外さないとエラーが出る場合があります
  - グラフの詳細設定
    - ボタンを押すと，さらに詳細の設定が可能です

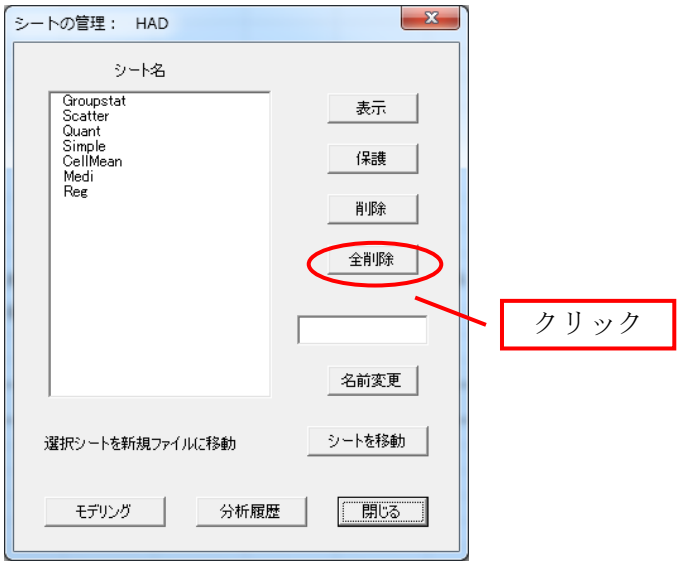


【シート管理】

- 出力されたシートの表示、削除、名前の変更を行います
  - ✧ 削除時はデータ・モデリングシート以外を削除します
  - ✧ シートを新規ブックにコピーすることもできます



  - ✧ 分析が進み、シートが多くなってきたときに、「全削除」が役に立ちます



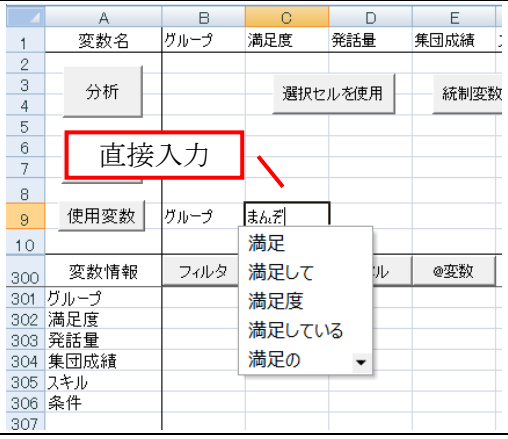
分析編

1．基礎的な分析のやり方

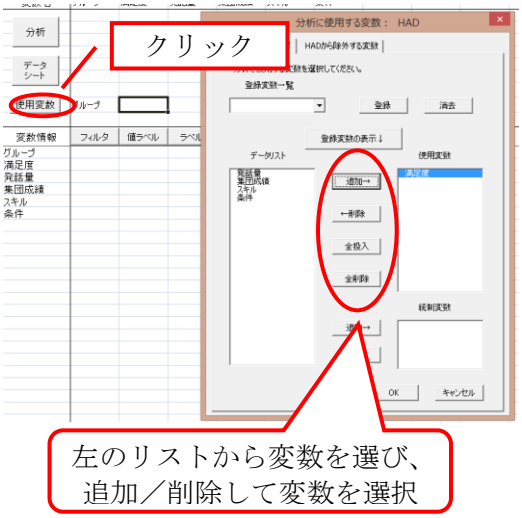
- 調べたい変数をモデリングシートの 9 行目に入力後、「分析」をクリックします
  - ✓ 一度の分析に用いることができる変数の上限は 100 です

- 使用変数の指定方法：３つ

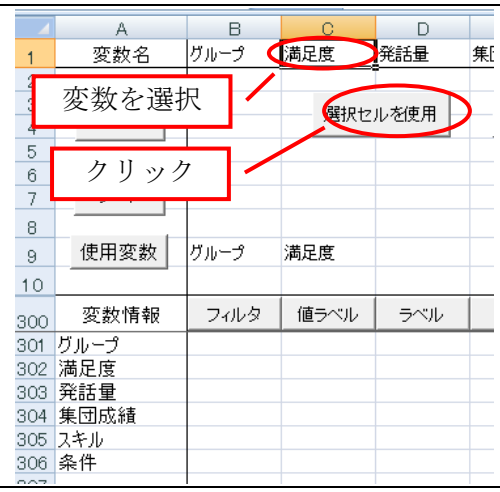
直接入力



データリストから選択

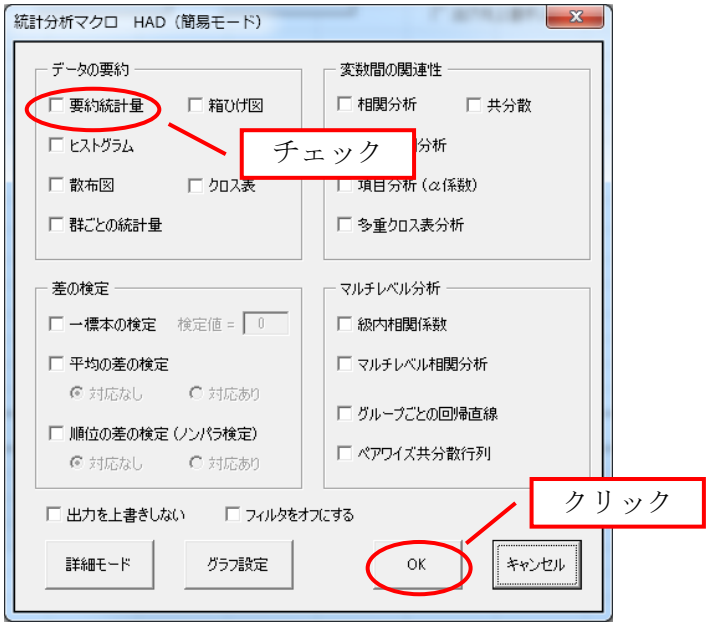


選択セルを使用



2．記述統計

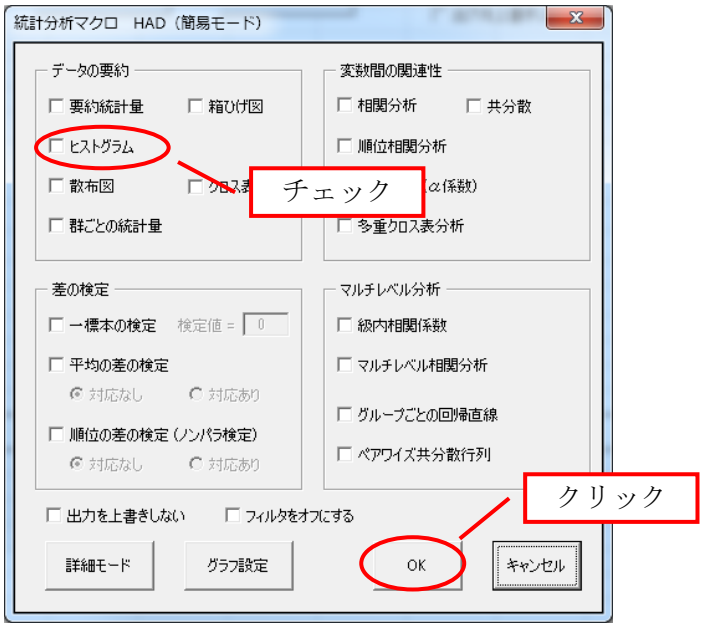
（ア）各項目の平均値などを算出する（Descriptive statistics）

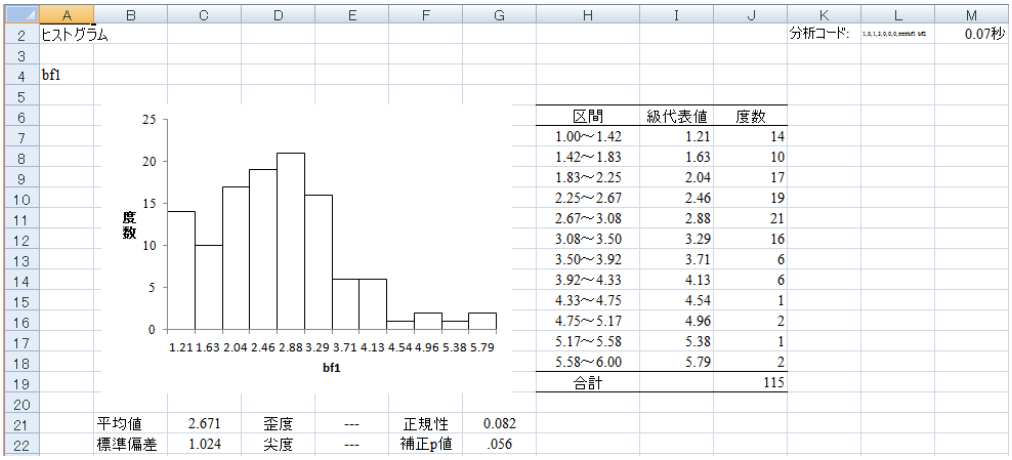


✧　基本的な統計量（N 数、平均値、中央値、標準偏差、分散、歪度と尖度、最小値と最大値）が分かる

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2	要約統計量											分析コード:		0.09秒
3														
4		サンプルサイズ	661											
5														
6		変数名	有効N	平均値	中央値	標準偏差	分散	歪度	尖度	最小値	最大値			
7		bf1	115	2.671	2.600	1.024	1.049	0.518	0.661	1.000	6.000			
8		bf2	115	3.174	3.000	0.958	0.918	0.224	0.892	1.000	6.000			
9		sf1	226	2.764	3.000	0.770	0.593	-0.306	0.060	1.000	4.800			
10		sf2	226	3.058	3.000	0.788	0.622	-0.323	0.472	1.000	5.000			
11		sf3	226	2.965	3.000	0.837	0.701	0.004	0.249	1.000	5.000			

（イ）ヒストグラムを見る（Histgram）





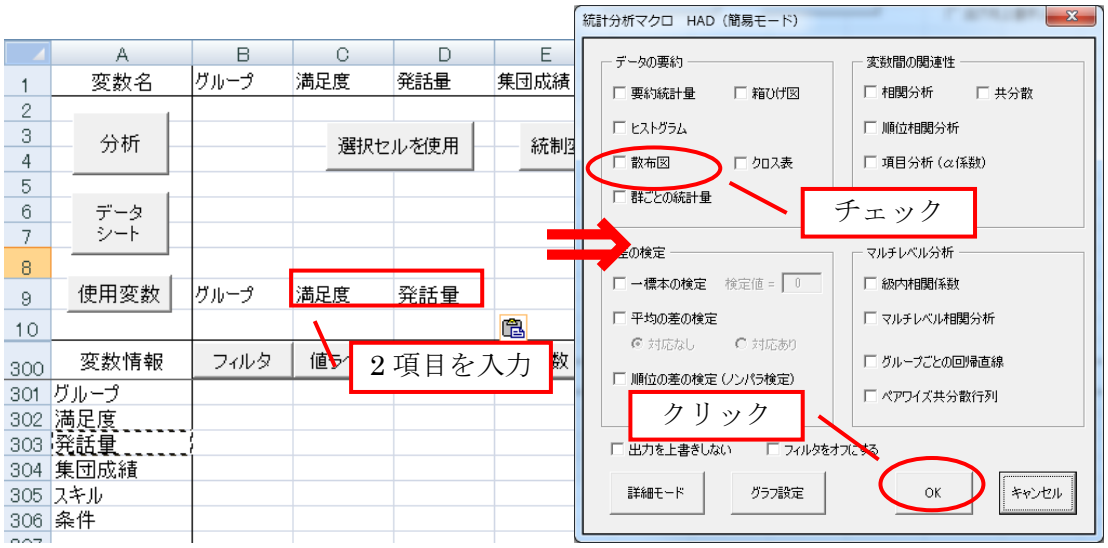
ヒストグラム　　分析コード:　0.07秒

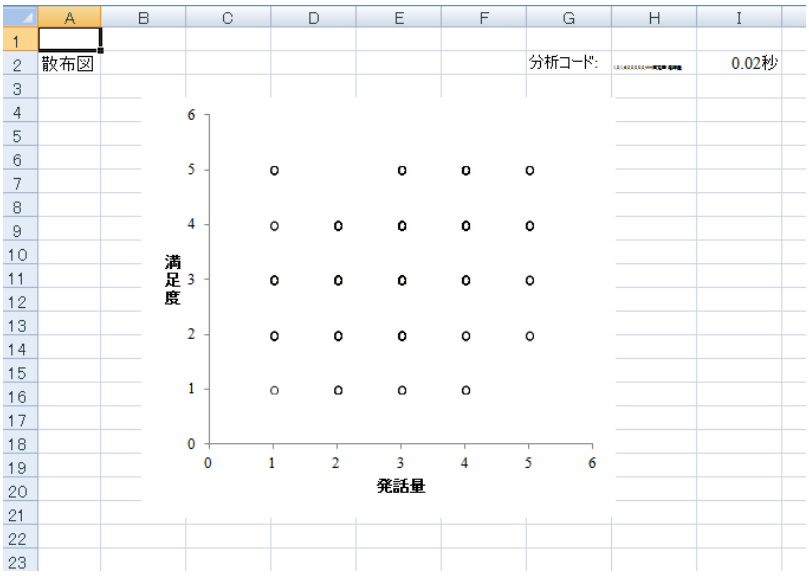
bf1

区間	級代表値	度数
1.00～1.42	1.21	14
1.42～1.83	1.63	10
1.83～2.25	2.04	17
2.25～2.67	2.46	19
2.67～3.08	2.88	21
3.08～3.50	3.29	16
3.50～3.92	3.71	6
3.92～4.33	4.13	6
4.33～4.75	4.54	1
4.75～5.17	4.96	2
5.17～5.58	5.38	1
5.58～6.00	5.79	2
合計		115

平均値	2.671	歪度	---	正規性	0.082
標準偏差	1.024	尖度	---	補正p値	.056

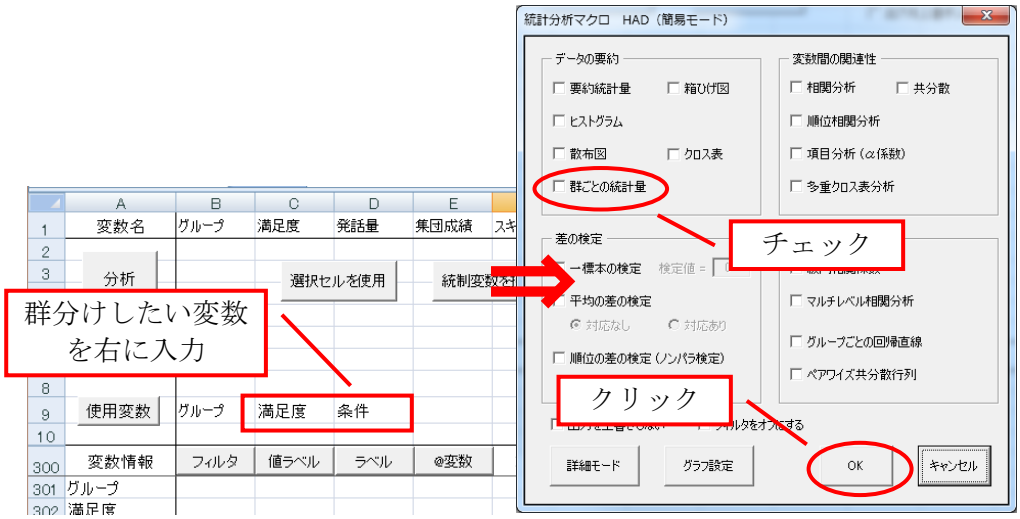
（ウ）散布図を見る（Scatter plot）

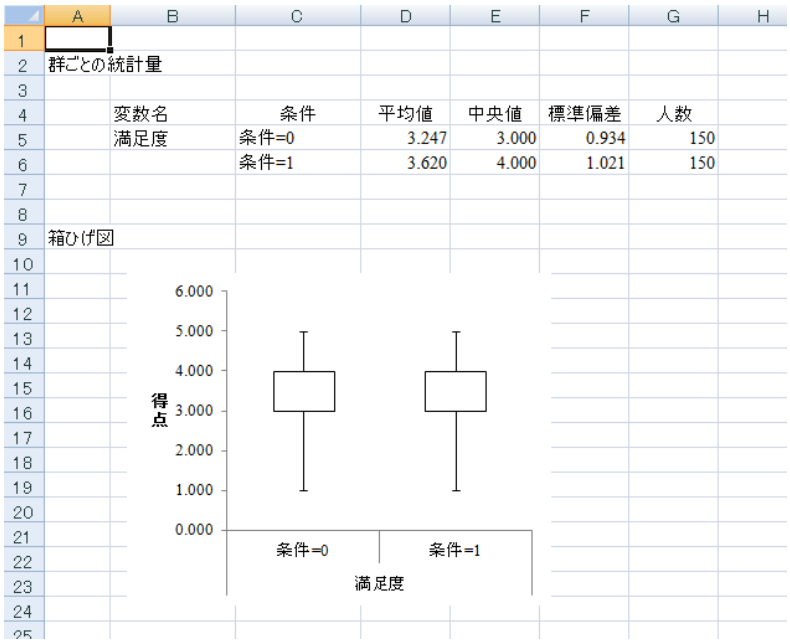




(エ) 群ごとの統計を見る（Descriptive statistics by a group）

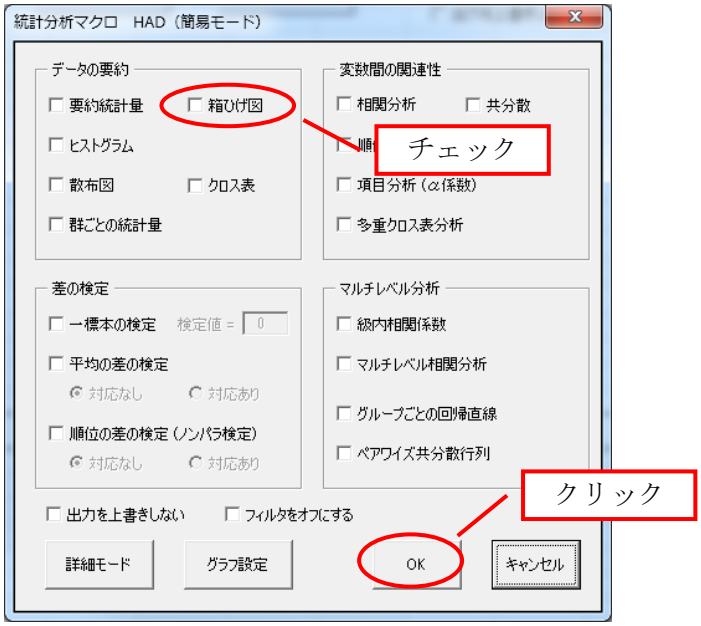
✧　性別や条件ごとに平均値、中央値、標準偏差、人数、箱ひげ図を算出する

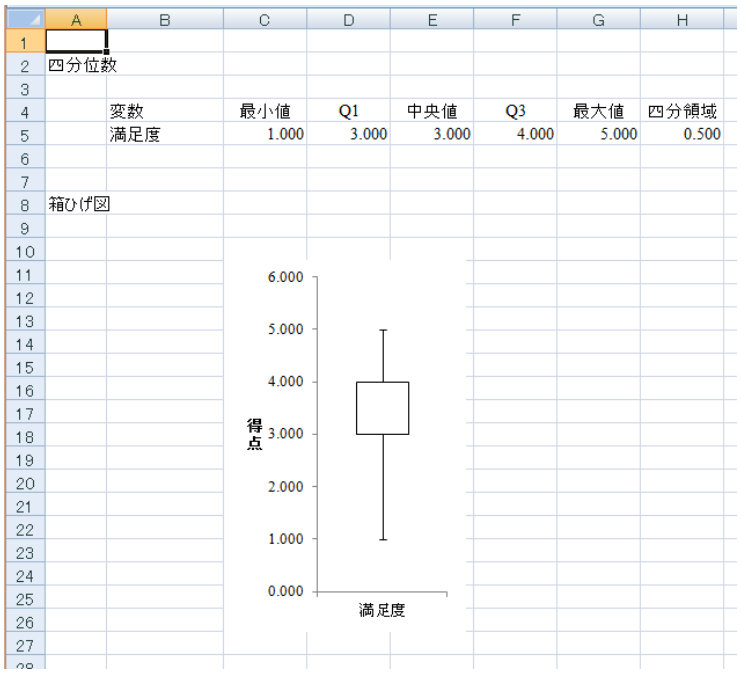




（オ）箱ひげ図を見る（Box plot）

✧　各変数の箱ひげ図を見る





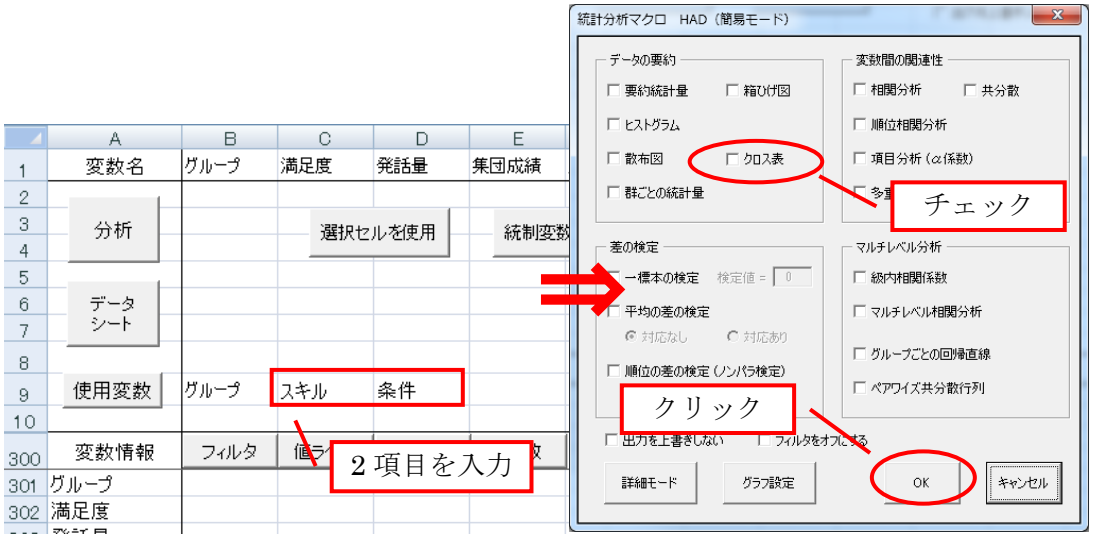
四分位数

	変数	最小値	Q1	中央値	Q3	最大値	四分領域
	満足度	1.000	3.000	3.000	4.000	5.000	0.500

箱ひげ図

（カ）クロス集計表を見る（Cross tabulation）

✧　2 変数におけるカテゴリーごとの頻度や割合を見る



クロス集計表

変数		条件		
	出現値	0	1	合計
スキル	1	43	43	86
	2	52	45	97
	3	54	62	116
	合計	149	150	299

連関係数と独立性の検定

	推定値	95%下限	95%上限
クラメール V =	.059	.000	.175
χ^2 =	1.054		
df =	2		
p =	.591		

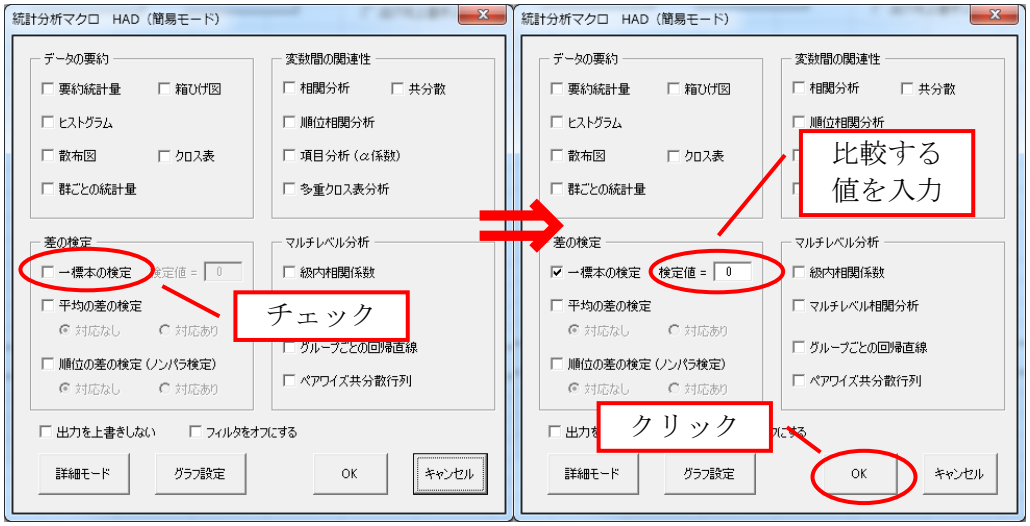
クロス表(全体に対する比率%)

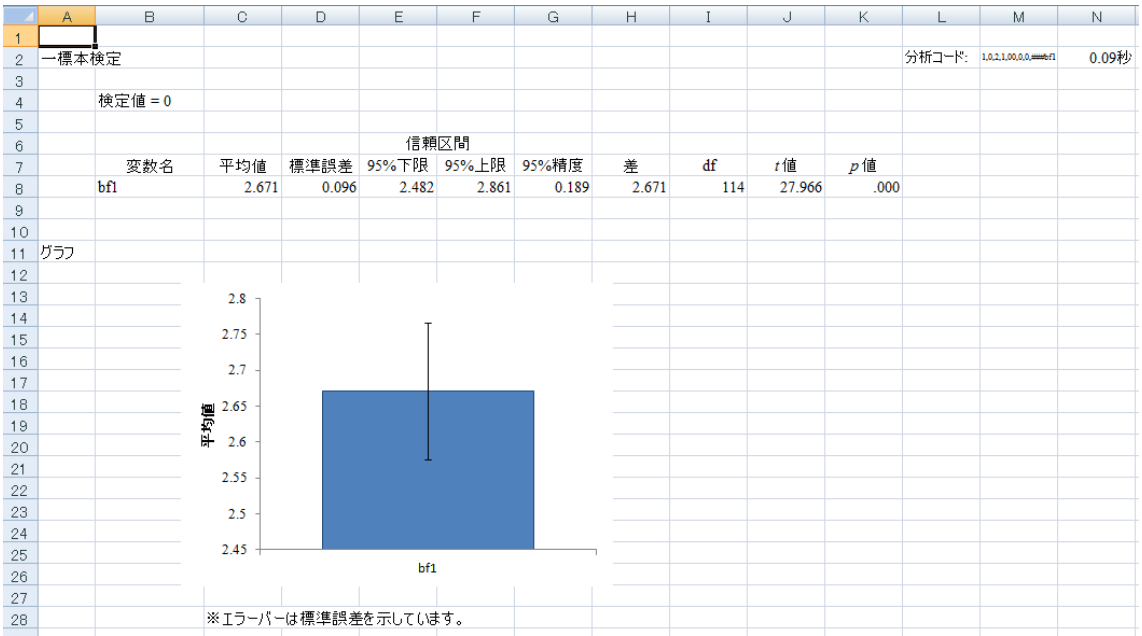
3．差の検定

(キ) 一標本の検定（One-sample t-test）

✧　ある値（定数）との間に差があるかどうかを検討する

✧　例）7 点尺度の 4 (どちらとも言えない）から差があるかどうかを調べる





一標本検定

分析コード: 1,0,2,1,00,0,0,==bf1　0.09秒

検定値 = 0

変数名	平均値	標準誤差	信頼区間 95%下限	信頼区間 95%上限	95%精度	差	df	*t* 値	*p* 値
bf1	2.671	0.096	2.482	2.861	0.189	2.671	114	27.966	.000

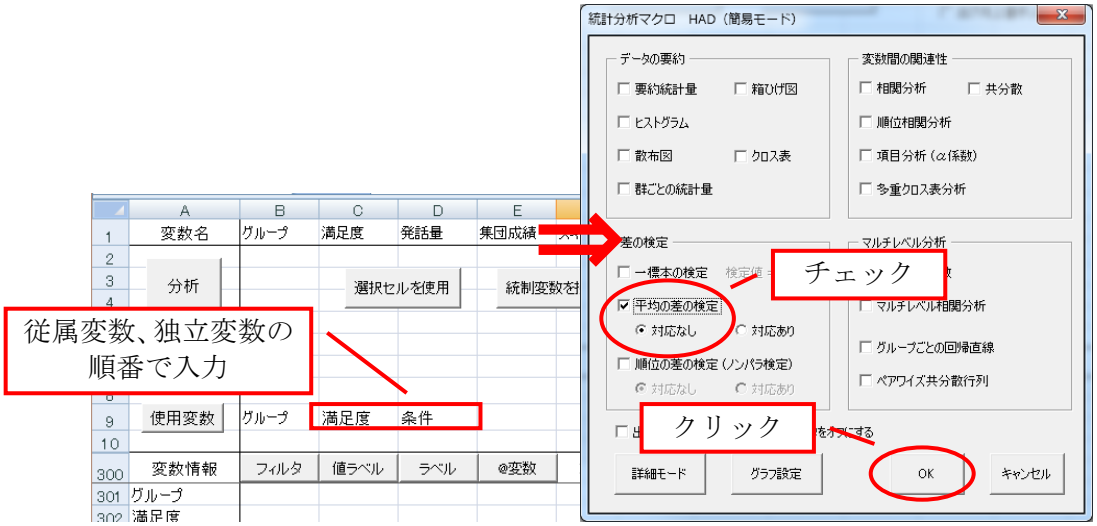
グラフ

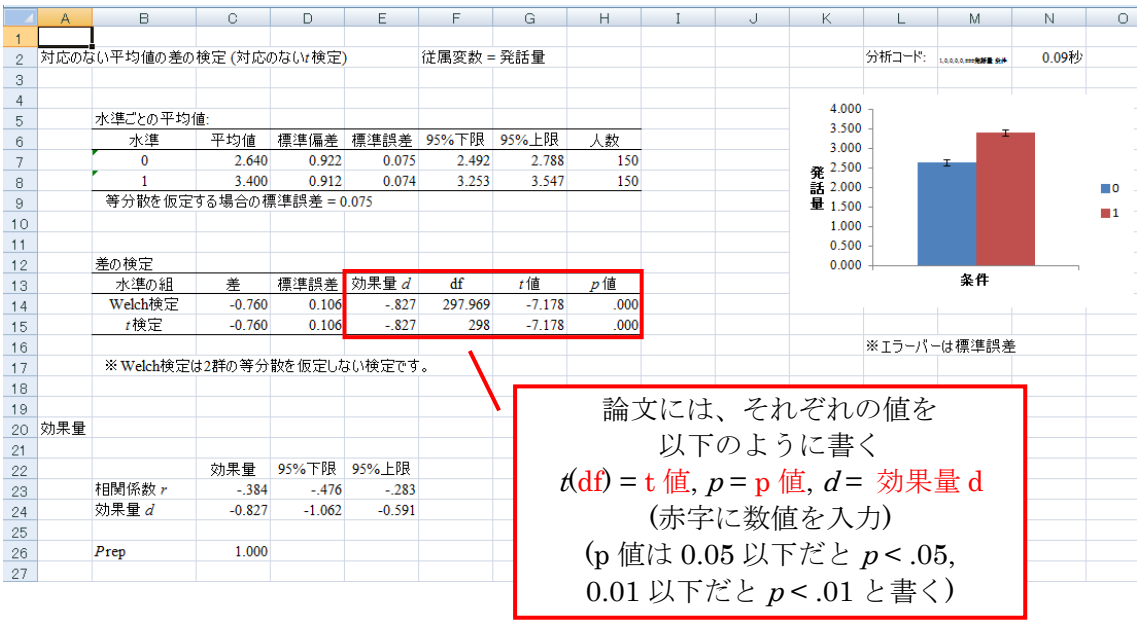
※エラーバーは標準誤差を示しています。

（ク）対応のない平均値の差の検定（Unpaired (independent) t-test）

✧　参加者間要因の 2 群の間の差を検討する

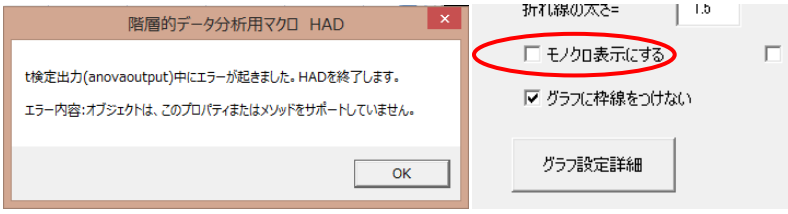
✧　例）男女間で幸福感に差があるかどうかを調べる





もし以下のエラーが出たら…（※2007 の場合）

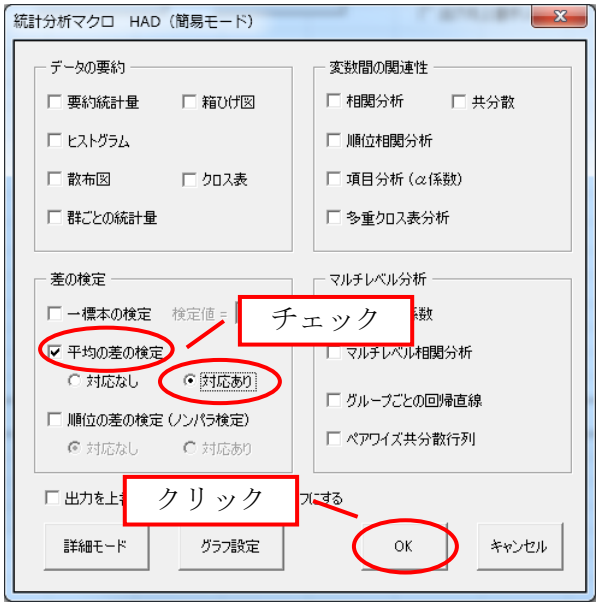
「HAD の設定」→「グラフ設定」→「モノクロ表示にする」のチェックを外すと解決する

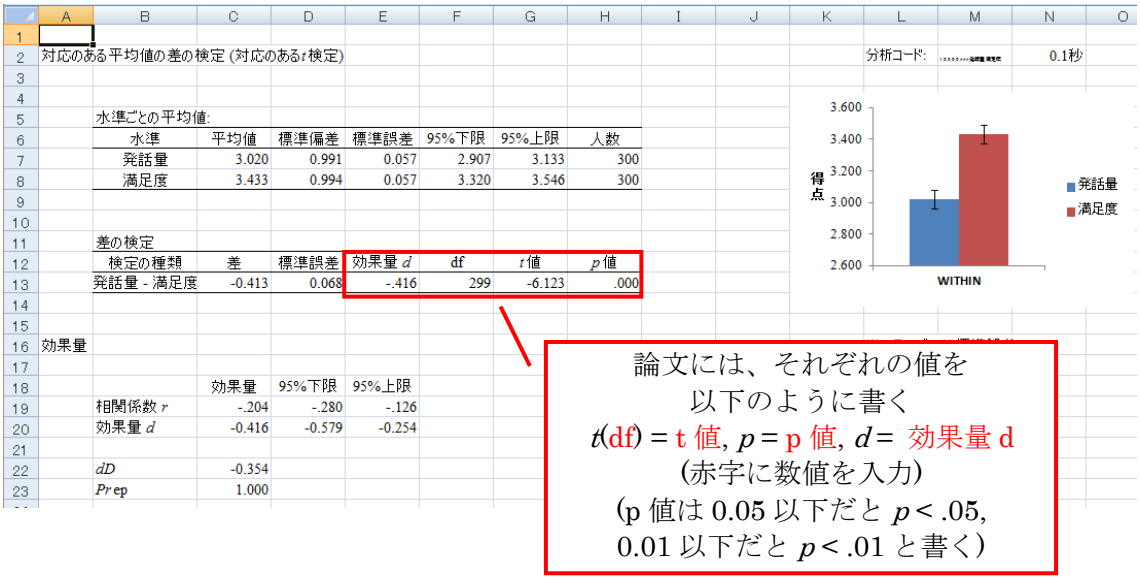


（ケ）対応のある平均値の差の検定（Paired t-test）

✧　参加者内要因の 2 変数間の差を検討する

✧　例）投薬前と投薬後の不安感に差があるかどうかを調べる





対応のある平均値の差の検定 (対応のある*t*検定)

分析コード:　0.1秒

水準ごとの平均値:

水準	平均値	標準偏差	標準誤差	95%下限	95%上限	人数
発話量	3.020	0.991	0.057	2.907	3.133	300
満足度	3.433	0.994	0.057	3.320	3.546	300

差の検定

検定の種類	差	標準誤差	効果量 *d*	df	*t* 値	*p* 値
発話量 - 満足度	-0.413	0.068	-.416	299	-6.123	.000

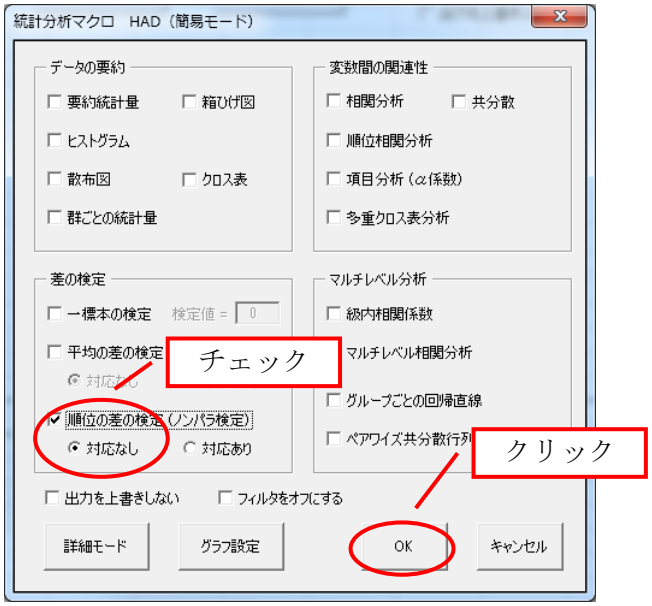
効果量

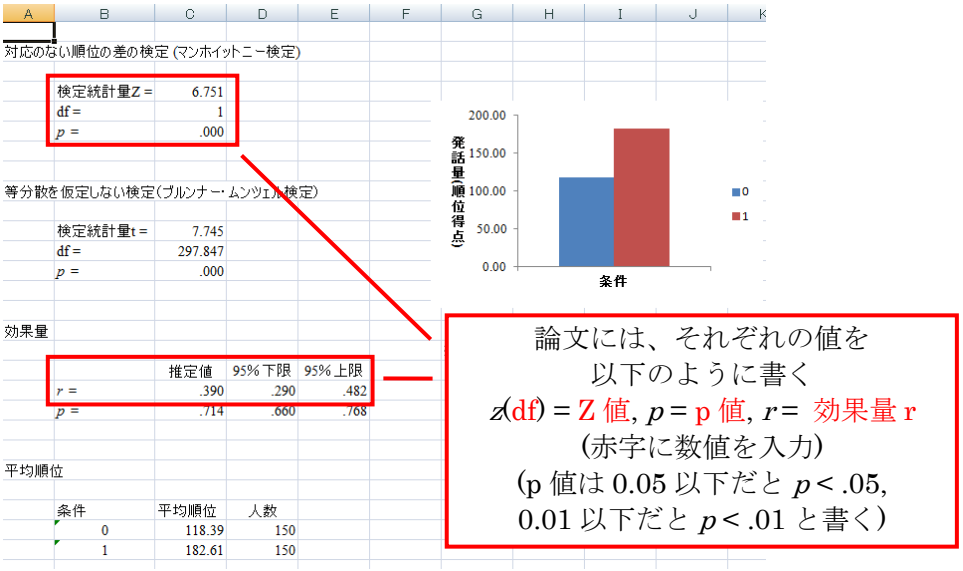
	効果量	95%下限	95%上限
相関係数 *r*	-.204	-.280	-.126
効果量 *d*	-0.416	-0.579	-0.254
dD	-0.354		
Prep	1.000		

論文には、それぞれの値を
以下のように書く
t(df) = t 値, *p* = p 値, *d* = 効果量 d
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと *p* < .05,
0.01 以下だと *p* < .01 と書く)

(コ) 順位の差の検定（Rank test / ノンパラメトリック検定 Non parametric test）

- ✧ データの分布に依存せずに群間の差を検討する（正規分布ではない場合に用いることが多い）
- ✧ 例）2005 年と 2015 年の世帯収入に差があるかどうかを調べる（世帯収入は正規分布に従わない）
- ✧ 以下では対応の無い場合を示すが、対応のある場合もほぼ同じやり方



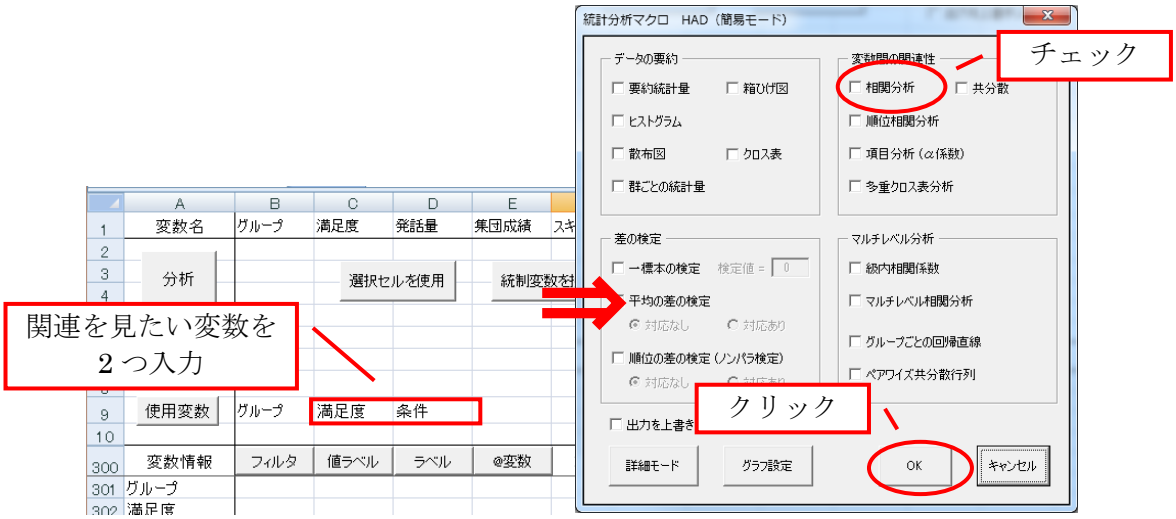


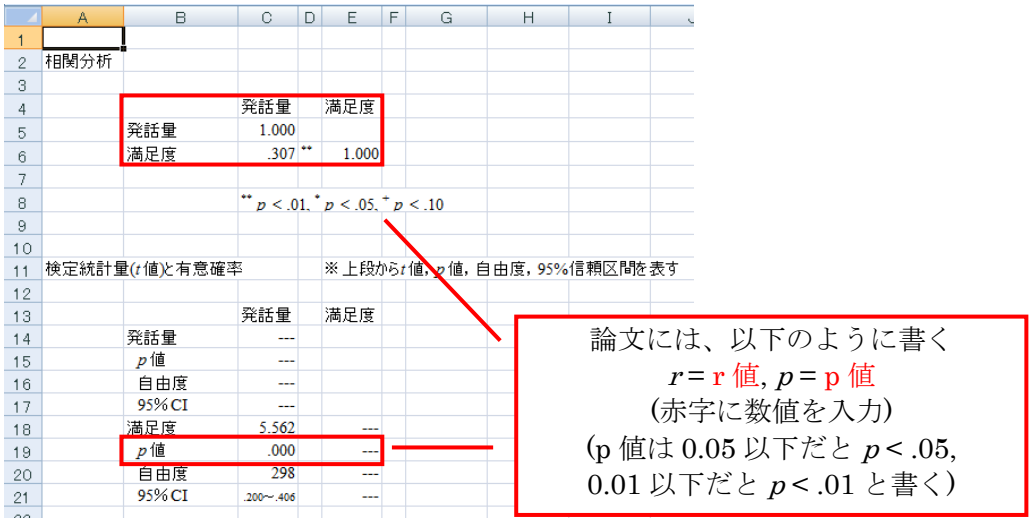
4．変数間の関連

➢ ここでは、よく使用する「相関分析」、「順位相関分析」、「項目分析（α係数）」のやり方を紹介します。また、「相関分析」における「偏相関係数の算出」についても説明します

(サ) 相関分析（Spearman's Correlation）

✧ 2 変数間の関連の強さを検討する

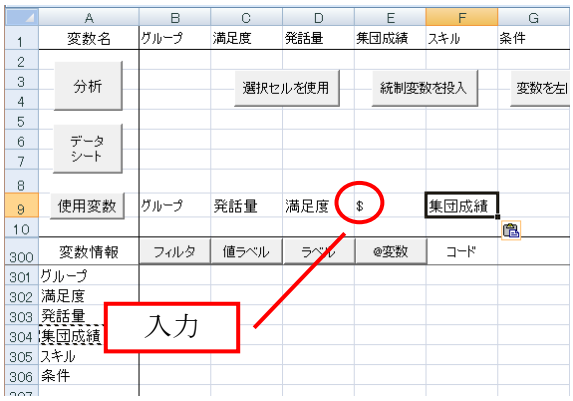


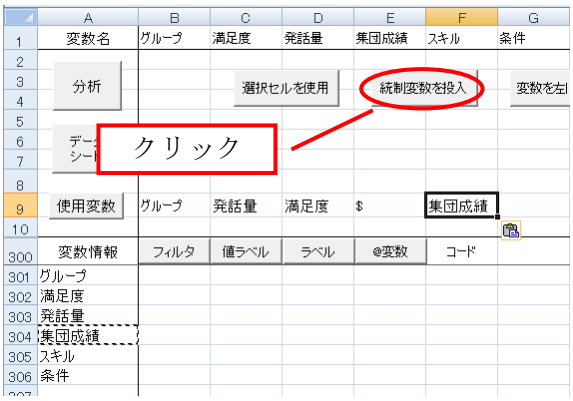


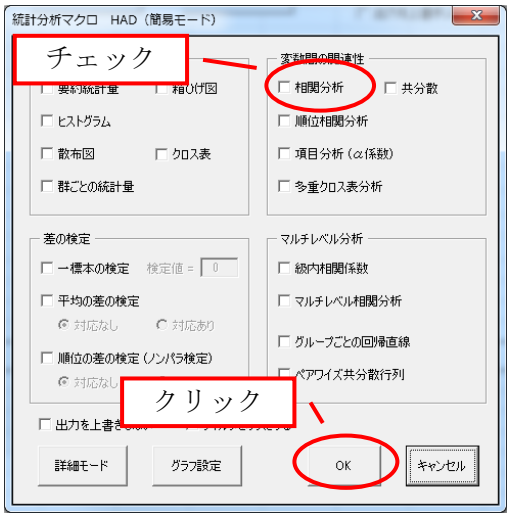
(シ) 偏相関分析（Partial correlation）

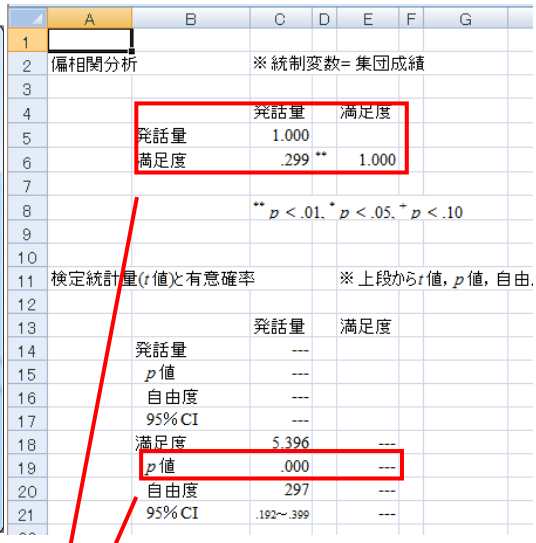
- ✧ ある 2 変数間の関連において、第 3 の変数の値を統制した偏相関を検討します
- ✧ 調べる 2 変数の後に$を入力すると、そのあとに指定した変数を統制変数として分析することができます
- ✧ 変数の統制の方法は、以下の 2 つです

直接”$”を 2 変数の後に入力する	「統制変数を投入」をクリックする





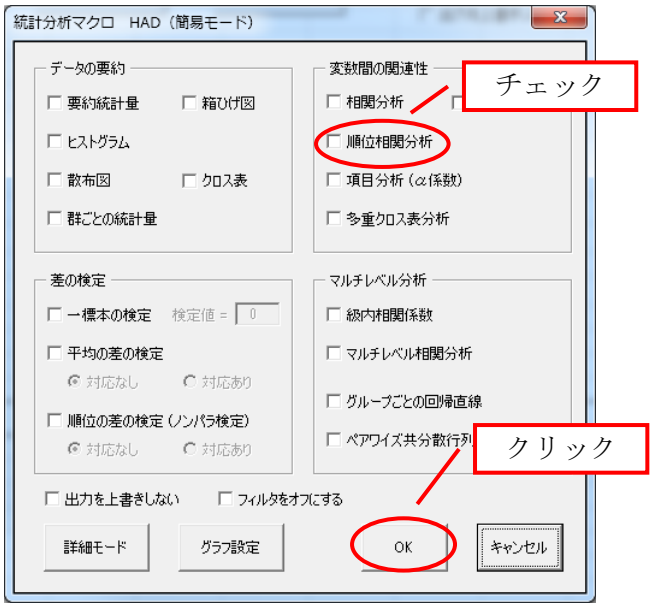


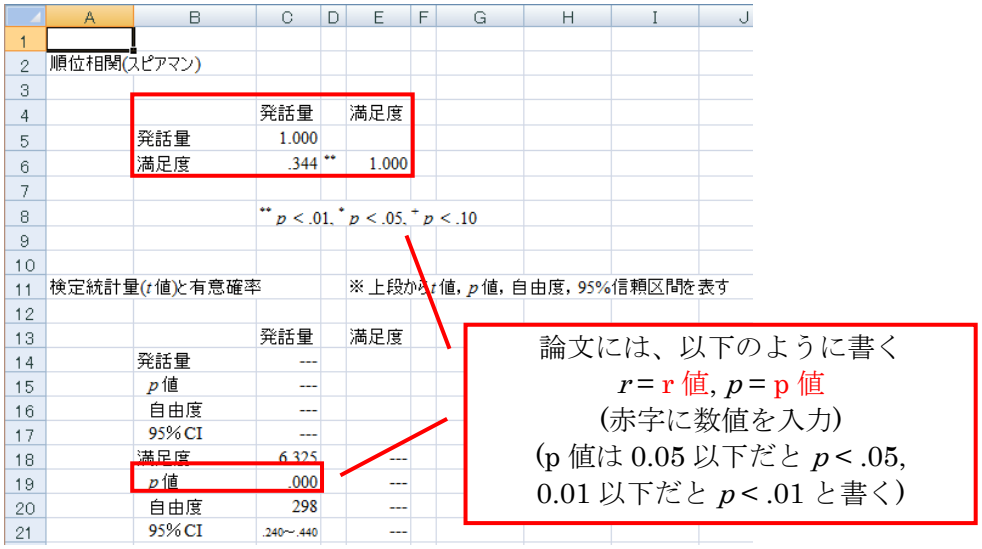


論文には、以下のように書く
r = r 値, p = p 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

(ス) 順位相関分析（Spearman's rank correlation）

✧　順序尺度のデータにおける 2 変数間の関連を検討します



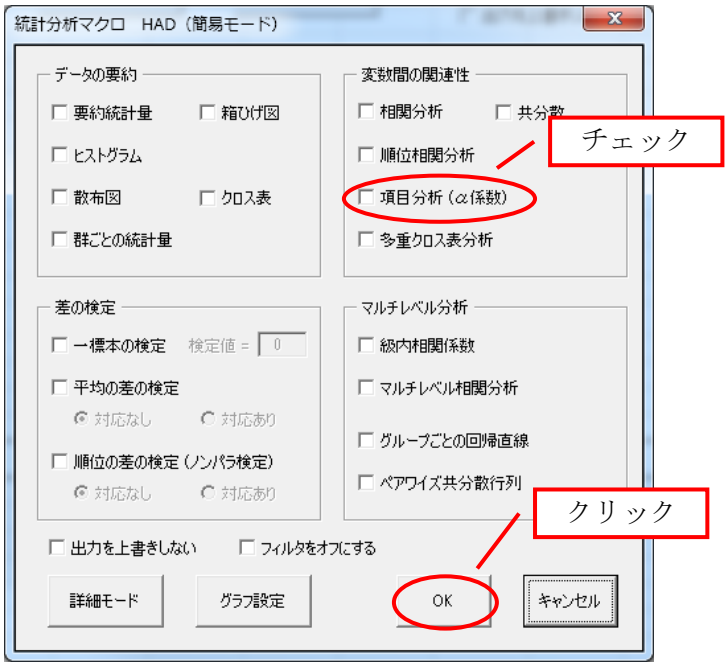


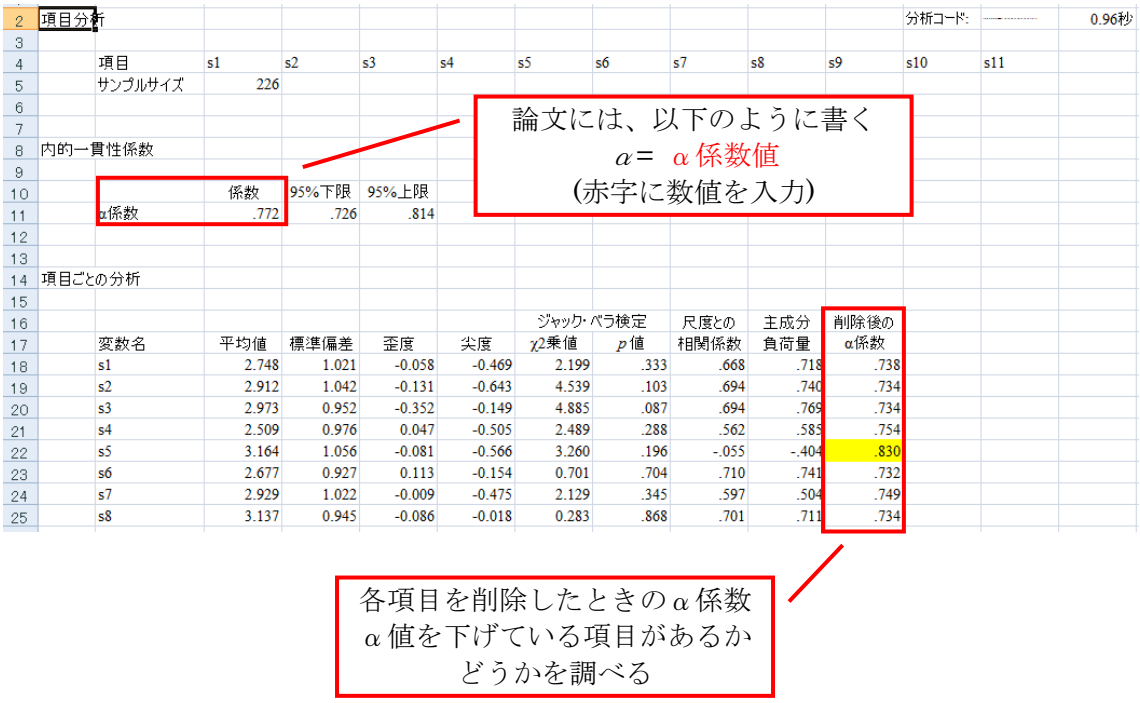
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	順位相関(スピアマン)									
3										
4			発話量		満足度					
5		発話量	1.000							
6		満足度	.344	**	1.000					
7										
8			** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$							
9										
10										
11	検定統計量(t値)と有意確率				※上段からt値, p値, 自由度, 95%信頼区間を表す					
12										
13			発話量		満足度					
14		発話量	---							
15		p値	---							
16		自由度	---							
17		95%CI	---							
18		満足度	6.325		---					
19		p値	.000		---					
20		自由度	298		---					
21		95%CI	.240～.440		---					

論文には、以下のように書く
r = r 値, p = p 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

(セ) 項目分析（α係数） (Reliability analysis: Alpha coefficient)

✧ 尺度の内部一貫性（信頼性）を検討します





2 項目分析 分析コード: 0.96秒

	項目	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
5	サンプルサイズ	226										

8 内的一貫性係数

	係数	95%下限	95%上限
α係数	.772	.726	.814

論文には、以下のように書く
$\alpha =$ α係数値
(赤字に数値を入力)

14 項目ごとの分析

変数名	平均値	標準偏差	歪度	尖度	ジャック・ベラ検定 χ2乗値	ジャック・ベラ検定 p値	尺度との相関係数	主成分負荷量	削除後のα係数
s1	2.748	1.021	-0.058	-0.469	2.199	.333	.668	.718	.738
s2	2.912	1.042	-0.131	-0.643	4.539	.103	.694	.740	.734
s3	2.973	0.952	-0.352	-0.149	4.885	.087	.694	.769	.734
s4	2.509	0.976	0.047	-0.505	2.489	.288	.562	.585	.754
s5	3.164	1.056	-0.081	-0.566	3.260	.196	-.055	-.404	.830
s6	2.677	0.927	0.113	-0.154	0.701	.704	.710	.741	.732
s7	2.929	1.022	-0.009	-0.475	2.129	.345	.597	.504	.749
s8	3.137	0.945	-0.086	-0.018	0.283	.868	.701	.711	.734

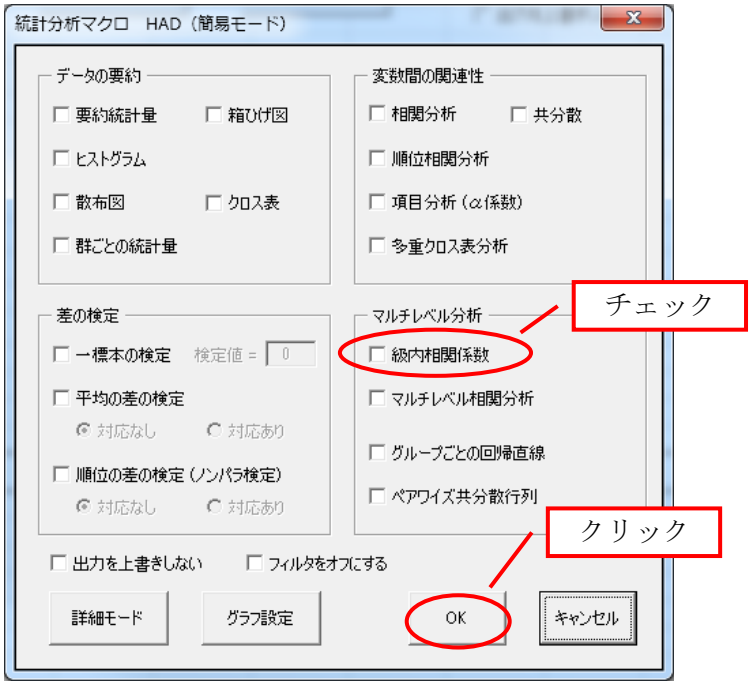
各項目を削除したときのα係数
α値を下げている項目があるか
どうかを調べる

5．マルチレベル分析

➢　ここでは、よく使用する「級内相関係数」のやり方を紹介します

（ソ）級内相関係数（Intra-class correlation coefficient）

✧　データの値そのものが一致しているかどうかをを検討する



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	級内相関係数											分析コード:
3												
4		全サンプル	300									
5		グループ数	100									
6		グループ内人数	3									
7		上の平方根	1.732									
8												
9												
10		変数名	有効N	級内相関	95%下限	95%上限	DE	信頼性	df1	df2	*F* 値	*p* 値
11		満足度	300	.358	.234	.483	1.715	.626	99	200	2.671	.000
12		発話量	300	.316	.192	.444	1.633	.581	99	200	2.388	.000

数値が高いほど一致している

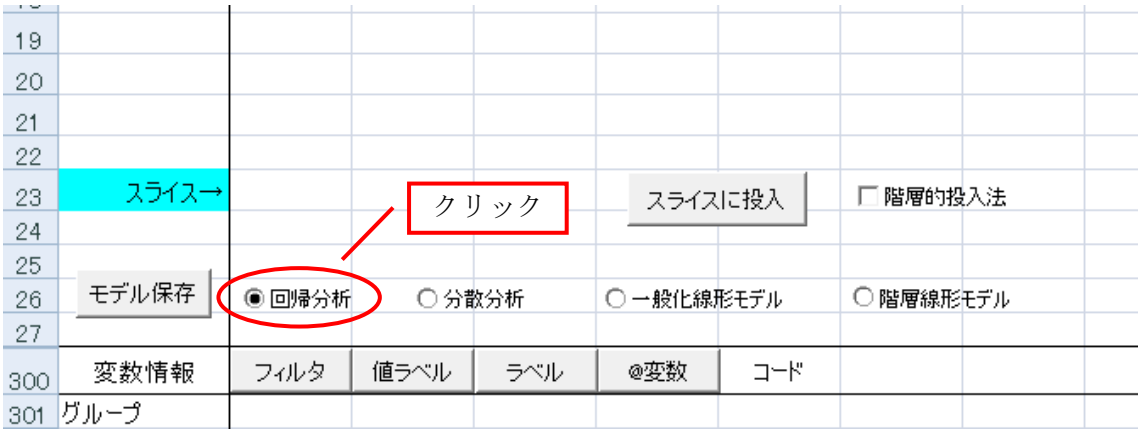
6．回帰分析

- 回帰分析や分散分析を行います
- 「回帰分析」をクリックすると、モデリングスペースが開きます
- ここでは、よく使用する「回帰分析」、「媒介分析」、「分散分析」のやり方を紹介します

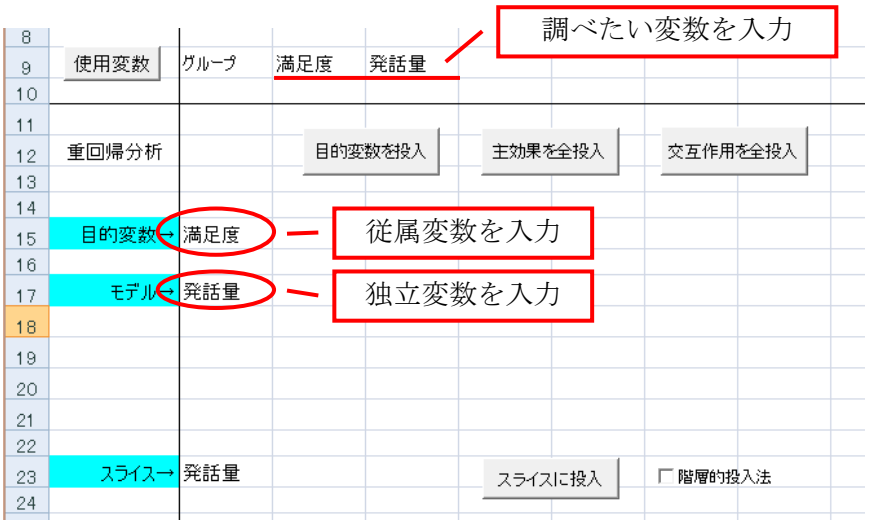
- 変数の入力が終わったら、「分析実行」をクリックすると分析が開始されます

（タ）回帰分析（Regression analysis）

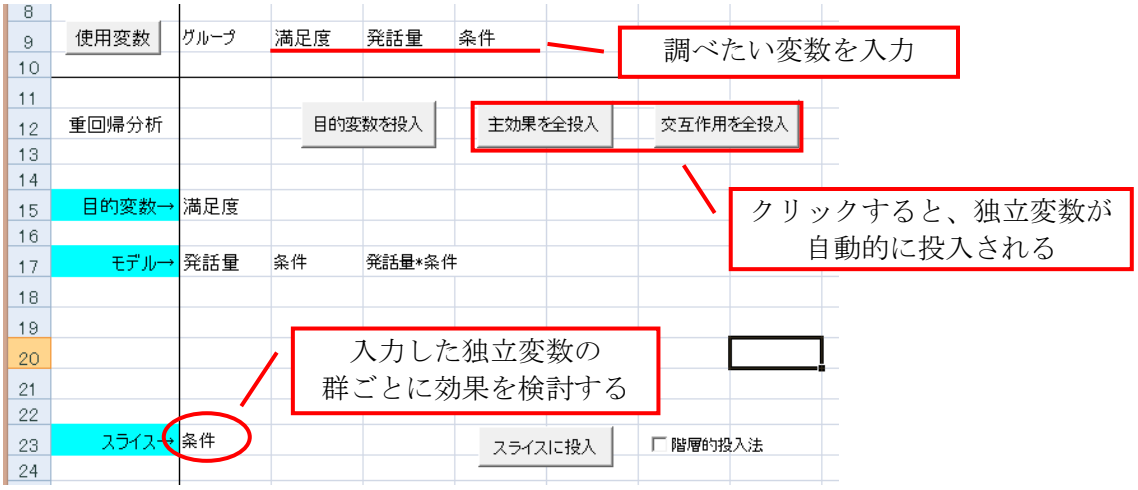
✧　独立変数と従属変数の関連を検討する



✧　単回帰分析の場合の入力



✧　重回帰分析（交互作用項を含む）の場合の入力



✧　単回帰分析の結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	重回帰分析				サンプルサイズ = 300					
3										
4		Step1	満足度	←	発話量					
5										
6										
7	モデル適合									
8										
9			SS	df	MS	*F* 値	*p* 値			
10		モデル	27.808	1	27.808	30.937	.000			
11		誤差	267.859	298	0.899					
12		全体	295.667	299						
13										
14										
15		適合指標	R^2	Adjust R^2	*F* 値	df	*p* 値	AIC	BIC	CAIC
16			.094	.091	30.937	1, 298	.000	823.366	834.478	823.448
17										
18										
19	回帰係数		従属変数 =満足度							
20										
21		変数名	係数	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値	
22		切片	2.504	0.176	2.158	2.850	298	14.249	.000	
23		発話量	0.308	0.055	0.199	0.416	298	5.562	.000	**
24										
25										
26										
27	標準化係数		従属変数 =満足度							
28										
29		変数名	満足度		95%下限	95%上限	VIF			
30		発話量	.307 **		0.198	0.415	1.000			
31		R^2	.094 **							
32										
33			** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$							

b (偏回帰係数)

論文には、以下のように書く
β = r 値, p = p 値, R^2 = R^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

✧　重回帰分析（交互作用項を含む）の結果

重回帰分析　　サンプルサイズ = 300

Step1	満足度	←	発話量	集団成績	発話量*集団成績

モデル適合

	SS	df	MS	*F* 値	*p* 値
モデル	64.584	3	21.528	27.576	.000
誤差	231.083	296	0.781		
全体	295.667	299			

適合指標	R^2	Adjust R^2	*F* 値	df	*p* 値	AIC	BIC	CAIC
	.218	.211	27.576	3, 296	.000	783.061	801.580	783.266

回帰係数　　従属変数 =満足度

変数名	係数	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	3.416	0.051	3.316	3.517	296	66.775	.000
発話量	0.266	0.052	0.164	0.368	296	5.118	.000 **
集団成績	0.141	0.029	0.083	0.198	296	4.779	.000 **
発話量*集団成	0.130	0.030	0.070	0.190	296	4.290	.000 **

※交互作用項が含まれているので、説明変数はすべて中心化しています。

標準化係数　　従属変数 =満足度

変数名	満足度	95%下限	95%上限	VIF
発話量	.265 **	0.163	0.367	1.015
集団成績	.248 **	0.146	0.350	1.022
発話量*集団成	.223 **	0.121	0.326	1.027
R^2	.218 **			

$^{**}p < .01$, $^{*}p < .05$, $^{+}p < .10$

論文には、以下のように書く
β = r 値, p = p 値, R^2 = R^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

✧　スライス（“slice1”シート）の結果

独立変数の各群で
もう一方の独立変数の効果が
有意かどうかが分かる

単純主効果の検定 (重回帰分析)

交互作用の変数(⇔)	発話量*集団成績	
群分けする変数	集団成績	
検定する変数(→)	発話量	

集団成績_低群(-1SD)

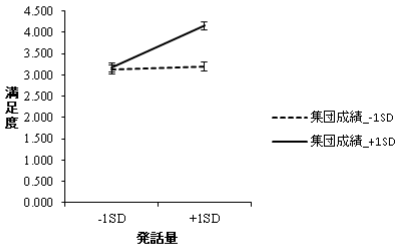
	変数名	係数	標準化	標準誤差	df	*t* 値	*p* 値	
	切片	3.170	-.246	0.072	296	43.811	.000	
→	発話量	0.037	.037	0.078	296	0.475	.635	←
	集団成績	0.141	.248	0.029	296	4.779	.000	
⇔	発話量*集団成	0.130	.335	0.030	296	4.290	.000	⇔

集団成績_高群(+1SD)

	変数名	係数	標準化	標準誤差	df	*t* 値	*p* 値	
	切片	3.663	.251	0.073	296	50.149	.000	
→	発話量	0.494	.493	0.071	296	6.985	.000	←
	集団成績	0.141	.248	0.029	296	4.779	.000	
⇔	発話量*集団成	0.130	.302	0.030	296	4.290	.000	⇔

グラフ　　分析コード: _____ .0.51秒

	発話量 -1SD	発話量 +1SD	
集団成績_	3.133	3.206	
集団成績_	3.173	4.153	**

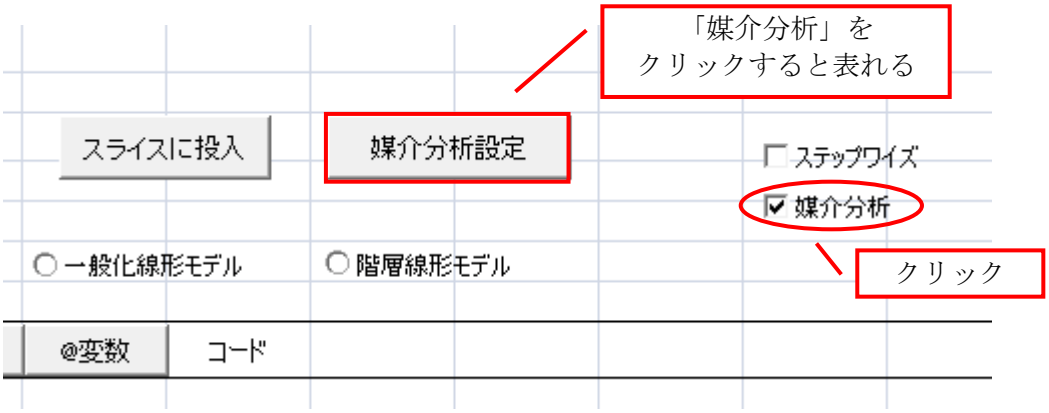


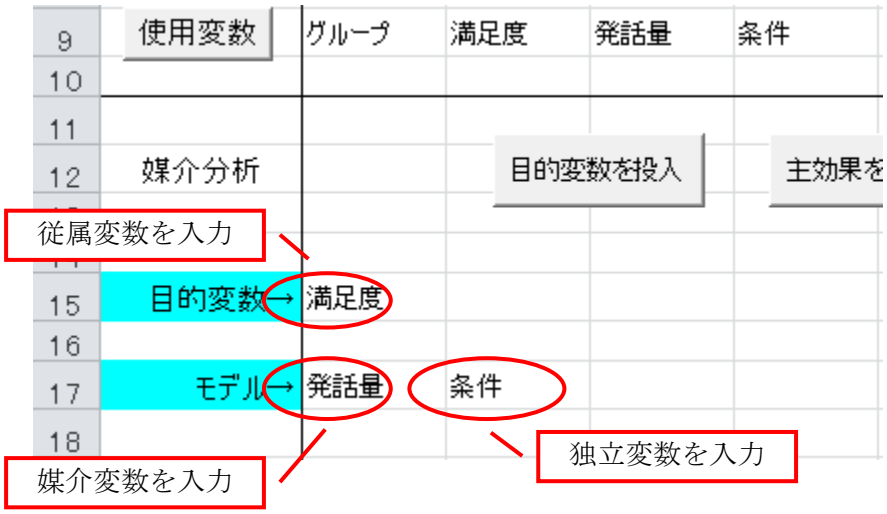
※エラーバーは標準誤差

グラフはコピペが可能
(上のデータを元に作成されているため、図として張り付けることをお勧めします)

(チ) 媒介分析（Regression analysis）

✧　独立変数と従属変数の関連が第 3 の変数を原因としているかどうかを検討する





媒介分析　　サンプルサイズ = 300　　分析コード:　2.54秒

※ 使用変数で指定したデータセットでリストワイズ削除しています。

モデル　満足度 ← 発話量 ← 条件

媒介変数なし

変数名	係数	標準化	標準誤差	df	*t* 値	*p* 値
満足度←条件	0.373	.188	0.113	298	3.305	.001

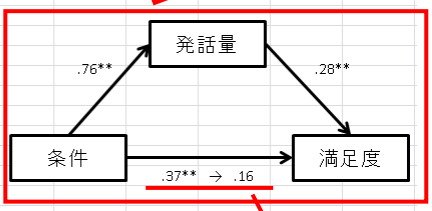
媒介変数あり

変数名	係数	標準化	標準誤差	df	*t* 値	*p* 値
発話量←条件	0.760	.384	0.106	298	7.178	.000
満足度←発話量	0.276	.275	0.060	297	4.613	.000
満足度←条件	0.164	.082	0.118	297	1.383	.168

間接効果の検定 (正規性を仮定した場合)

検定法	係数	標準化	標準誤差	*Z* 値	*p* 値
Sobel	0.210	.106	0.054	3.881	.000
Aroian	0.210	.106	0.054	3.854	.000
Bootstrap	0.210	.106	0.055	3.814	.000

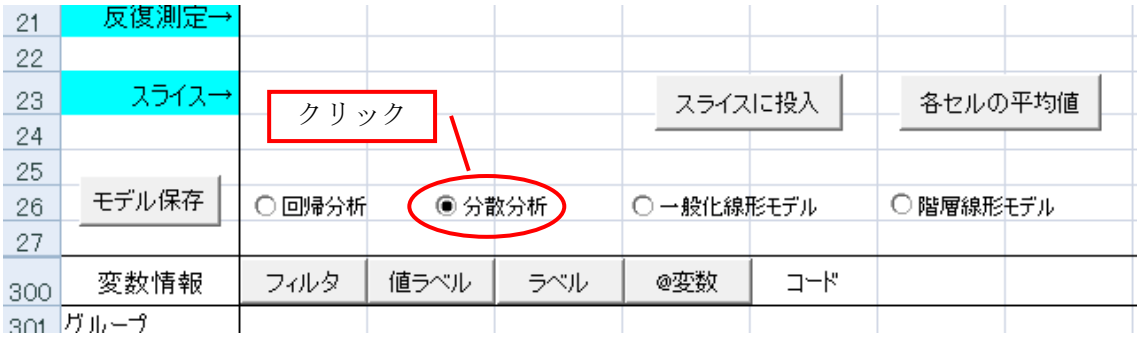
※表示している係数は非標準化係数
$^{**}p < .01$, $^{*}p < .05$, $^{+}p < .10$



論文には、Z = Z 値, p = p 値　（赤字に数値を入力）
（p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く）

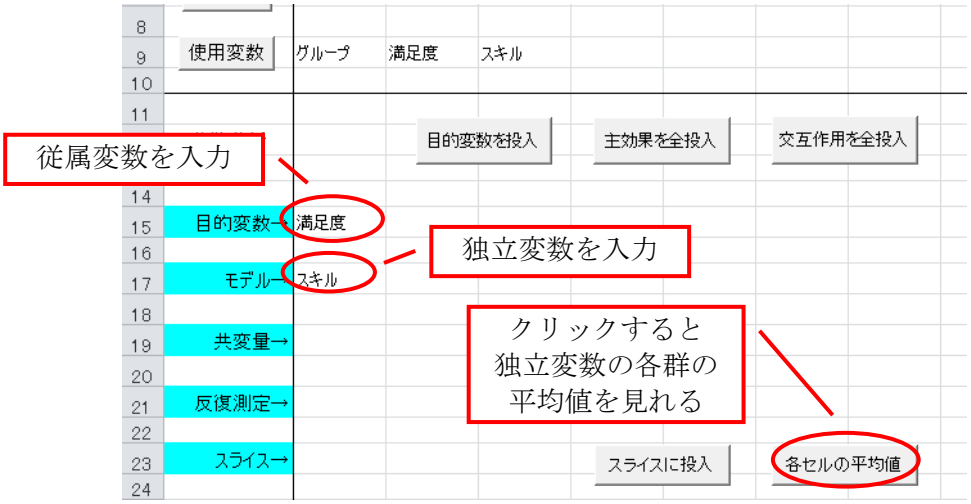
(ツ) 分散分析（Analysis of variance: ANOVA）

- ✧ 2 つ以上の要因間の平均値の差を検討します
- ✧ モデリングシートの「分散分析」をクリックします
- ✧ 以下では、一要因（参加者間・参加者内)、二要因以上（参加者間・参加者内)、混合（参加者間と参加者内の混合）の分散分析について説明します



A) 一要因分散分析（One-way ANOVA: 参加者間要因）

➢ 要因が 1 つで、3 つ以上の群の間の平均値の差を検討します



分散分析　　分析コード:　0.18秒

モデル　満足度　←　スキル

モデル適合

	SS	df	MS	F 値	p 値
モデル	13.515	2	6.757	7.094	.001
誤差	281.964	296	0.953		
全体	295.478	298			

	R	R^2	Adjust R^2	AIC	AICC	BIC
適合指標	.214	.046	.039	838.98	839.07	848.09

要因の効果(タイプⅢ平方和)

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F 値	偏η^2	95%CI	p 値	
スキル	13.515	6.757	0.953	2	296	2	296	7.094	.046	.008, .096	.001	**

推定平均と多重比較

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
切片	3.						

論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

要因の効果(タイプⅢ平方和)

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F 値	偏η^2	95%CI	p 値	
スキル	13.515	6.757	0.953	2	296	2	296	7.094	.046	.008, .096	.001	**

推定平均と多重比較

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
切片	3.409	0.057	3.298	3.521	296	59.951	.000

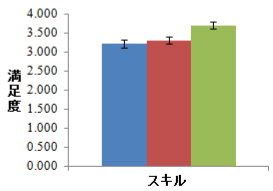
要因: スキル

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
1	3.221	0.105	3.014	3.428	296	30.604	.000
2	3.309	0.099	3.114	3.504	296	33.394	.000
3	3.698	0.091	3.520	3.877	296	40.811	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果p 値　.001 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 d	95%CI	df	t 値	p 値	調整p 値	
1 - 2	-0.088	0.145	-.090	-0.379, 0.19	296	-0.611	.542	n.s.	
1 - 3	-0.477	0.139	-.487	-0.780, -0.1	296	-3.437	.001	.002	**
2 - 3	-0.389	0.134	-.397	-0.689, -0.1	296	-2.897	.004	.008	**

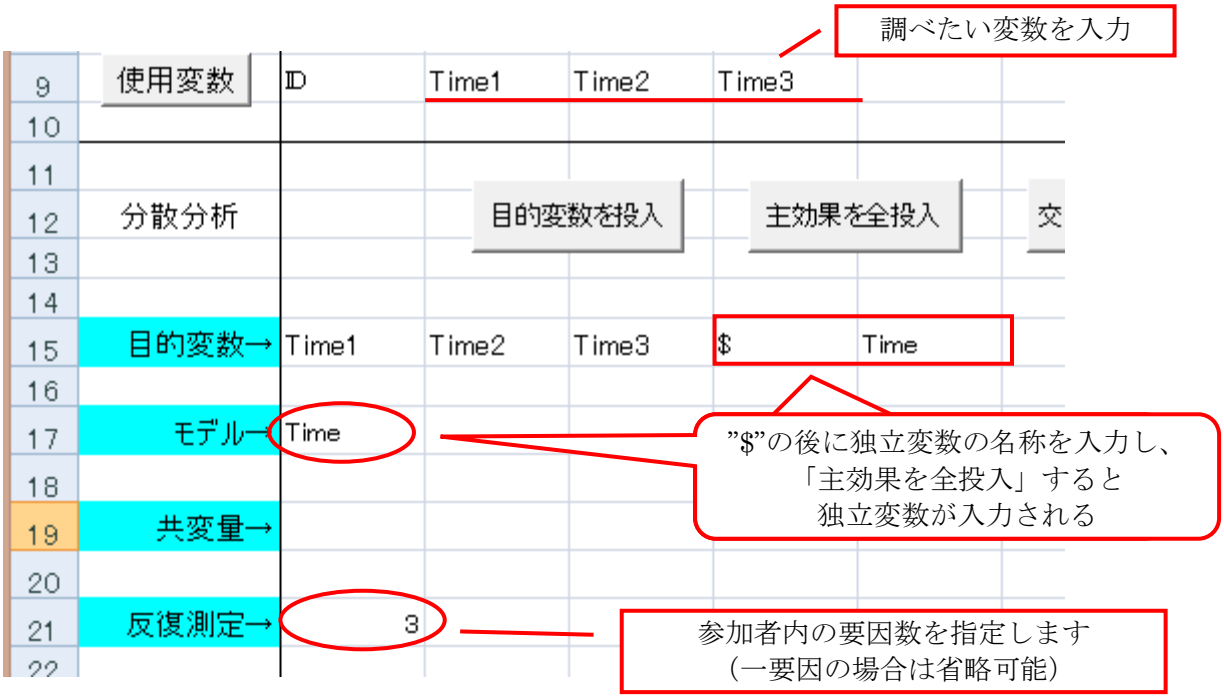


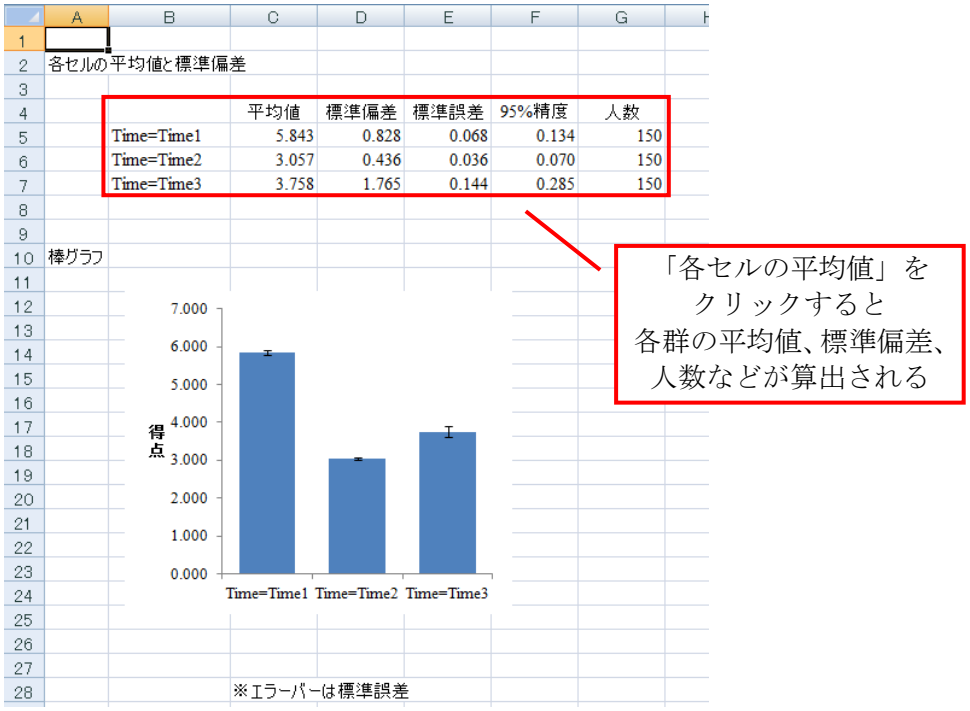
※エラーバーは標準誤差

群間の多重比較の結果
論文には、以下のように書く
p = 調整 p 値 (赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

B) 一要因分散分析（One-way ANOVA: 参加者内要因）

- 要因が 1 つで、3 変数以上の間の平均値の差を検討します
- 参加者内要因の場合は、各変数が独立変数であり、従属変数になります。「目的変数」に全ての変数を入力し、その後に”$”の後に独立変数の名称を入力します





分散分析　　分析コード:　0.29秒

モデル	Time1	Time2	Time3	←	Time

モデル適合

	SS	df	MS	*F* 値	*p* 値
モデル	630.067	2	315.034	305.885	.000
誤差(ID)	287.888	149	1.932		
誤差(Time)	306.913	298	1.030		
全体	1224.868	449			

	R	R^2	Adjust R^2	AIC	AICC	BIC
適合指標	.717	.514	.512	3858.99	3859.04	3869.32

球面性の検定

変数名	W	χ^2値	df	*p* 値	C-M	H-F	G-G	下限
Time	.137	293.909	2	.000	.537	.538	.537	.500

要因の効果(タイプⅢ 平方和)　※球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	*F* 値	偏η^2	95%CI	*p* 値
Time	630.067	315.034	1.030	2	298	1.07	160.12	305.885	.672	---	.000 **

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	4.2						

論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

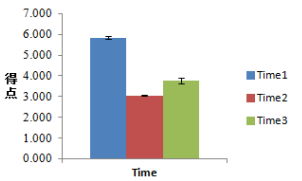
全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	4.220	0.066	4.090	4.349	149	64.395	.000

要因: Time(Time)

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
Time1	5.843	0.068	5.710	5.977	149	86.425	.000
Time2	3.057	0.036	2.987	3.128	149	85.908	.000
Time3	3.758	0.144	3.473	4.043	149	26.073	.000



多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果*p* 値　.000 **

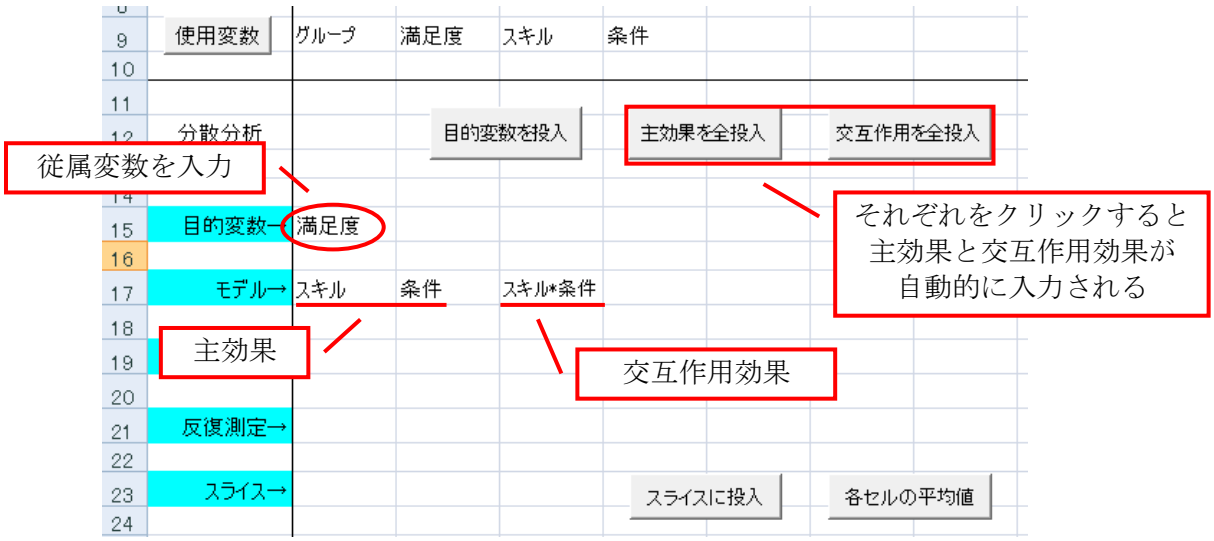
水準の組	差	標準誤差	効果量 *d*	95%CI	df	*t* 値	*p* 値	調整*p* 値
Time1 - Time2	2.786	0.080	4.200	3.794, 4.606	149	34.815	.000	.000 **
Time1 - Time3	2.085	0.091	1.509	1.252, 1.765	149	22.813	.000	.000 **
Time2 - Time3	-0.701	0.163	-.544	-0.774, -0.3	149	-4.309	.000	.000 **

※エラーバーは標準誤差

群間の多重比較の結果
論文には、以下のように書く
p = 調整 p 値 (赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

C)　二要因分散分析（Two-way ANOVA: 参加者間要因）

- 要因が 2 つで、4 つ以上の群の間の平均値の差を検討します
- 要因が 2 つ以上でも、同様のやり方です



分散分析　　分析コード:　0.29秒

モデル	満足度	←	スキル	条件	スキル*条件

モデル適合

	SS	df	MS	*F* 値	*p* 値
モデル	24.013	5	4.803	5.184	.000
誤差	271.465	293	0.927		
全体	295.478	298			

	R	R^2	Adjust R^2	AIC	AICC	BIC
適合指標	.285	.081	.066	833.64	833.93	853.84

要因の効果(タイプⅢ 平方和)

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	*F* 値	偏η^2	95%CI	*p* 値	
スキル	12.190	6.095	0.927	2	293	2	293	6.579	.043	.007, .092	.002	**
条件	8.389	8.389	0.927	1	293	1	293	9.055	.030	.004, .077	.003	**
スキル*条件	1.220	0.610	0.927	2	293	2	293	0.658	.004	.000, .026	.518	

推定平均と多重比較

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	3.						

論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

推定平均と多重比較

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	3.409	0.056	3.298	3.519	293	60.678	.000

要因: スキル

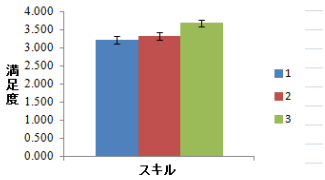
水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
1	3.221	0.104	3.017	3.425	293	31.032	.000
2	3.323	0.098	3.130	3.516	293	33.911	.000
3	3.682	0.090	3.506	3.858	293	41.100	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果*p* 値　.002 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 *d*	95%CI	df	*t* 値	*p* 値	調整*p* 値	
1 - 2	-0.102	0.143	-.105	-0.395, 0.18	293	-0.714	.476	n.s.	
1 - 3	-0.461	0.137	-.477	-0.770, -0.1	293	-3.362	.001	.003	**
2 - 3	-0.359	0.133	-.371	-0.663, -0.0	293	-2.704	.007	.014	*

単純主効果の結果
論文には、以下のように書く
p = 調整 p 値 (赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)



※エラーバーは標準誤差

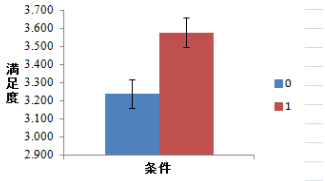
要因: 条件

水準ごとの平均値

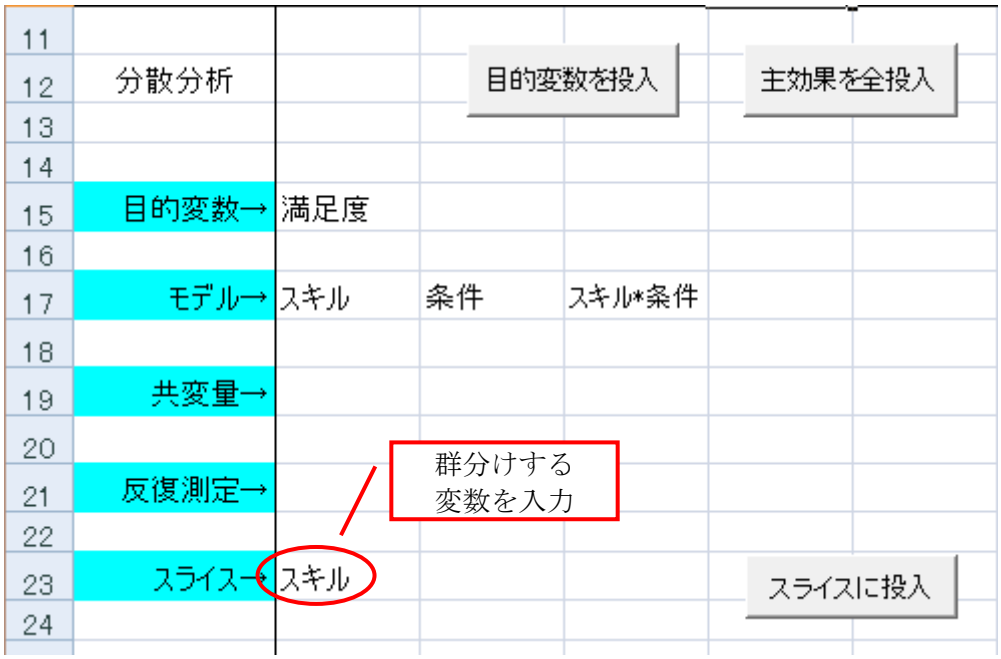
水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
0	3.240	0.079	3.084	3.395	293	40.879	.000
1	3.578	0.080	3.421	3.734	293	44.924	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果*p* 値　.003 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 *d*	95%CI	df	*t* 値	*p* 値	調整*p* 値	
0 - 1	-0.338	0.112	-.350	-0.578, -0.1	293	-3.009	.003	.003	**



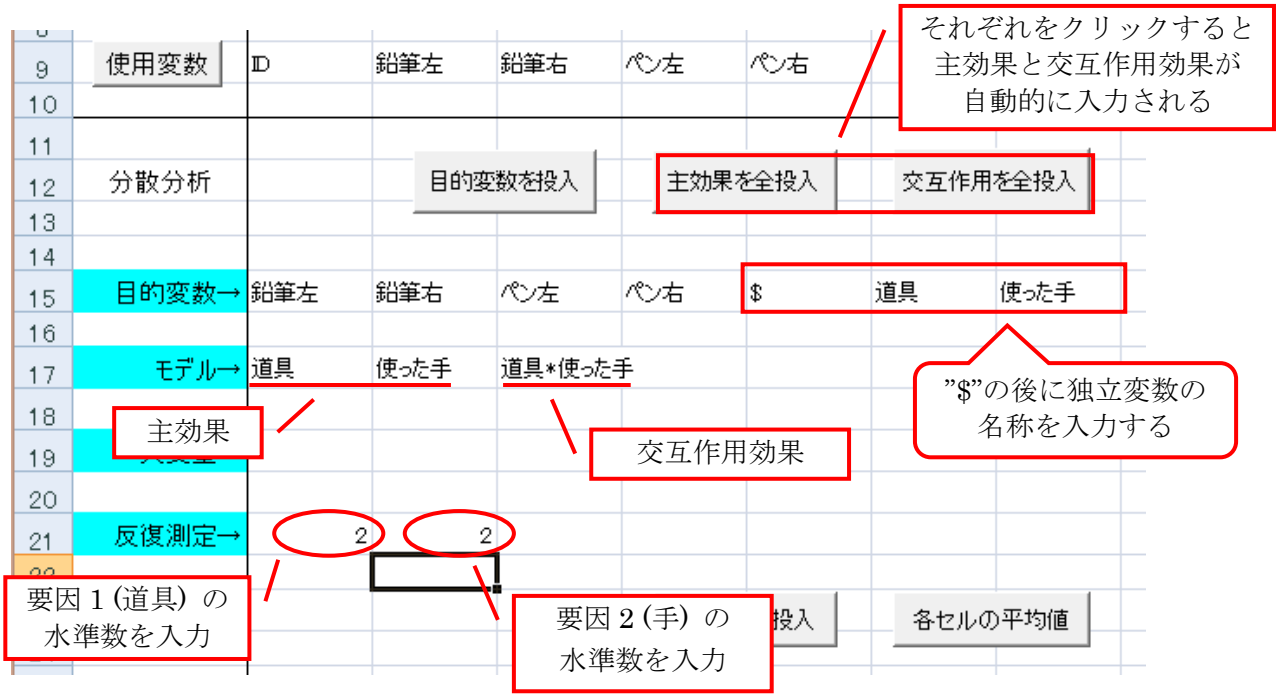
➢ 交互作用項を含むモデルの場合、スライスを投入することで、各群での独立変数の単純主効果を検討することができます



D) 二要因分散分析（Two-way ANOVA: 参加者内要因）

- 要因が 2 つで、3 変数以上の間の平均値の差を検討します
- 要因が 2 つ以上でも、同様のやり方です
- 今回の例では、文字を書く量（パフォーマンス）が、道具（ペン／鉛筆）と使った手（右手／左手）によって影響するかどうかを調べたものとします
  - ✓ 注：あくまでサンプルのため、分析の結果は信じないでください
- 実験のデザインは以下のように表現できます

独立変数	要因 1（道具）	ペン		鉛筆	
	要因 2（手）	右手	左手	右手	左手
従属変数		パフォーマンス			



- 各セルの平均値については省略します

分散分析　　分析コード:　0.22秒

モデル　鉛筆左　鉛筆右　ペン左　ペン右　←　道具　使った手　道具*使った手

モデル適合

	SS	df	MS	F 値	p 値
モデル	1656.263	3	552.088	---	---
誤差(ID)	363.481	149	2.439		
誤差(道具)	163.927	149	1.100		
誤差(使った手)	148.953	149	1.000		
誤差(道具*使っ	5.009	149	0.034		
全体	2337.634	599			

	R	R^2	Adjust R^2	AIC	AICC	BIC
適合指標	.842	.709	.707	2675.51	2675.58	2691.10

球面性の検定

変数名
道具
使った手
道具*使った手

論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

要因の効果(タイプⅢ 平方和)　※球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F 値	偏η^2	95%CI	p 値
道具	583.120	583.120	1.100	1	149	1	149	530.022	.781	---	.000 **
使った手	1071.205	1071.205	1.000	1	149	1	149	1071.545	.878	---	.000 **
道具*使った手	1.938	1.938	0.034	1	149	1	149	57.644	.279	---	.000 **

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
切片	3.465	0.064	3.339	3.590	149	54.334	.000

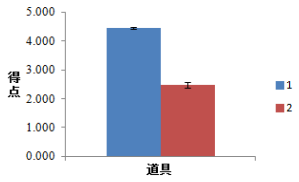
要因: 道具(道具)

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
1	4.450	0.036	4.379	4.522	149	122.584	.000
2	2.479	0.102	2.276	2.681	149	24.211	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　主効果p 値　.000 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 d	95%CI	df	t 値	p 値	調整p 値
1 - 2	1.972	0.086	2.093	1.894, 2.292	149	23.022	.000	.000 **



※エラーバーは標準誤差

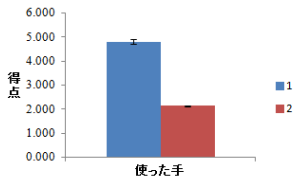
要因: 使った手(使った手)

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t 値	p 値
1	4.801	0.103	4.597	5.004	149	46.663	.000
2	2.128	0.030	2.070	2.187	149	71.766	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　主効果p 値　.000 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 d	95%CI	df	t 値	p 値	調整p 値
1 - 2	2.672	0.082	2.878	2.650, 3.107	149	32.734	.000	.000 **



※エラーバーは標準誤差

単純主効果の結果
論文には、以下のように書く
p = 調整 p 値 (赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

球面性の検定

スライス	変数名	W	χ^2値	df	p値	C-M	H-F	G-G	下限
道具=1	使った手	1.000	0.000	0	---	1.000	1.000	1.000	1.000
道具=2	使った手	1.000	0.000	0	---	1.000	1.000	1.000	1.000

要因の単純効果(タイプⅢ平方和)　※MSe = プールされた誤差項。　球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M

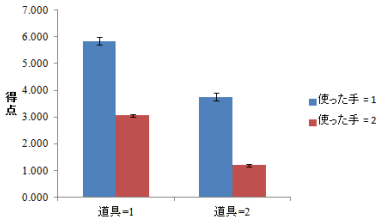
スライス	変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏η^2	95%CI	p値	
道具=1	使った手	582.135	582.135	0.517	1	298	1	298	1126.745	.883	---	.000	**
道具=2	使った手	491.008	491.008	0.517	1	298	1	298	950.366	.864	---	.000	**

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

各群の単純主効果の結果
論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

交互作用のp値 = .000 **

	使った手 = 1	使った手 = 2	
道具=1	5.843	3.057	**
道具=2	3.758	1.199	**



※エラーバーは標準誤差

	差	標準誤差	効果量 d	95%CI	df	t値	p値	調整p値	
1 - 2	2.786	0.115	2.833	2.455, 3.211	149	24.131	.000	.000	**

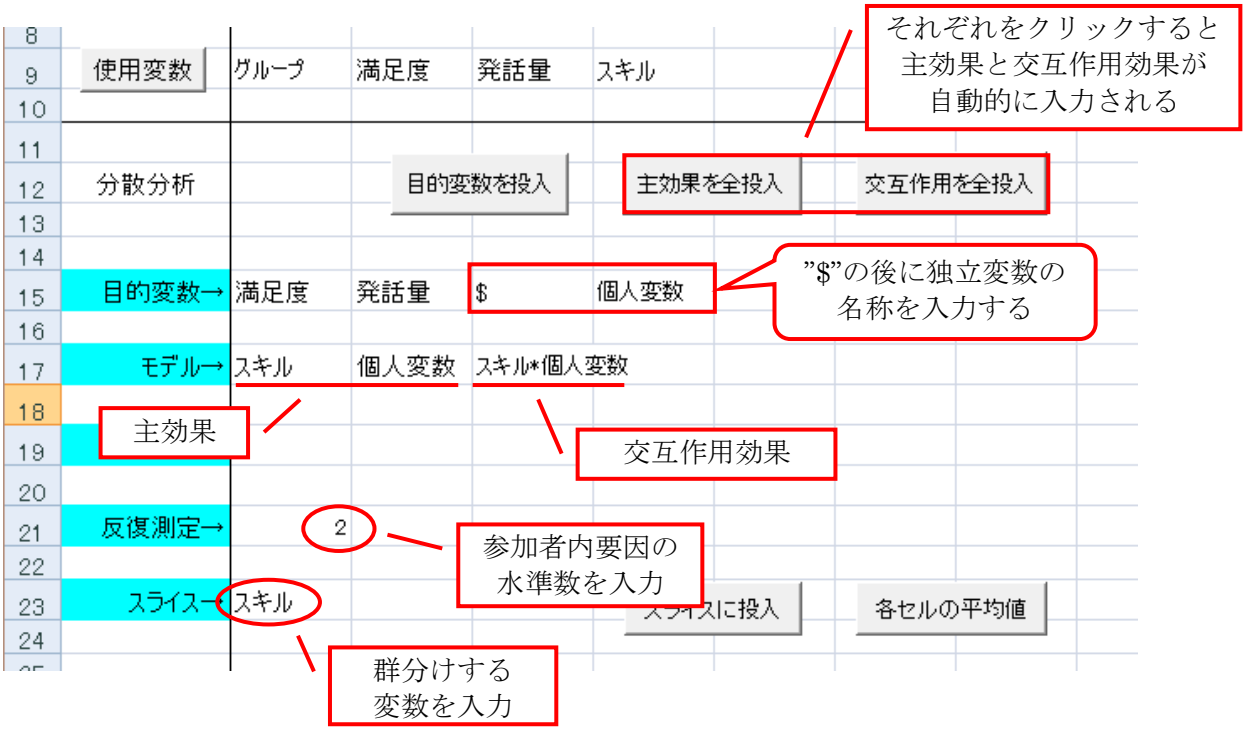
道具=2

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
1	3.758	0.145	3.471	4.045	149	25.829	.000
2	1.199	0.042	1.116	1.282	149	28.596	.000

E) 混合要因分散分析（Mixed-designed ANOVA: 参加者間要因と参加者内要因の混合）

- 要因が 2 つで、片方が参加者間要因、もう一方が参加者内要因のときの平均値の差を検討します
- 要因が 2 つ以上でも、同様のやり方です
- 以下では、例として、参加者内要因に「満足度」と「発話量」（「個人変数」と名付けます)、参加者間要因に「スキル」を投入します



- 各セルの平均値については省略します

分散分析　　分析コード:　0.39秒

モデル	満足度	発話量	←	スキル	個人変数	スキル*個人変数

モデル適合

	SS	df	MS	*F* 値	*p* 値
モデル	44.243	5	8.849	---	---
誤差(グループ)	366.079	296	1.237		
誤差(個人変数)	203.292	296	0.687		
全体	613.614	597			

	R	R^2	Adjust R^2	AIC	AICC	BIC
適合指標						

論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

球面性の検定

変数名
個人変数

要因の効果(タイプⅢ 平方和)　※球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M

変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	*F* 値	偏η^2	95%CI	*p* 値	
スキル	18.035	9.017	1.237	2	296	2	296	7.291	.047	.009, .098	.001	**
個人変数	23.824	23.824	0.687	1	296	1	296	34.688	.105	---	.000	**
スキル*個人変数	0.909	0.454	0.687	2	296	2	296	0.662	.004	---	.517	

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	3.208	0.046	3.118	3.299	296	70.020	.000

単純主効果の結果
論文には、以下のように書く
p = 調整 p 値 (赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$,
0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

全体平均

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
切片	3.208	0.046	3.118	3.299	296	70.020	.000

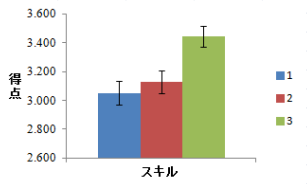
要因: スキル

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
1	3.052	0.085	2.885	3.219	296	35.996	.000
2	3.129	0.080	2.972	3.286	296	39.187	.000
3	3.444	0.073	3.300	3.588	296	47.169	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果 *p* 値　.001 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 *d*	95%CI	df	*t* 値	*p* 値	調整 *p* 値	
1 - 2	-0.077	0.116	-.097	-0.386, 0.19	296	-0.657	.512	n.s.	
1 - 3	-0.392	0.112	-.496	-0.790, -0.2	296	-3.500	.001	.002	**
2 - 3	-0.315	0.108	-.399	-0.691, -0.1	296	-2.912	.004	.008	**



※エラーバーは標準誤差

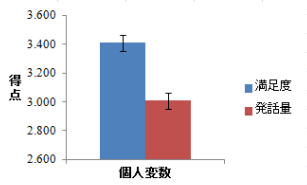
要因: 個人変数(個人変数)

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	*t* 値	*p* 値
満足度	3.409	0.057	3.298	3.521	296	59.951	.000
発話量	3.007	0.057	2.894	3.120	296	52.376	.000

多重比較　(調整法 = Holm法)　　主効果 *p* 値　.000 **

水準の組	差	標準誤差	効果量 *d*	95%CI	df	*t* 値	*p* 値	調整 *p* 値	
満足度 - 発話量	0.402	0.068	.407	0.245, 0.568	296	5.890	.000	.000	**



球面性の検定

スライス	変数名	W	χ^2値	df	p値	C-M	H-F	G-G	下限
スキル=1	個人変数	1.000	0.000	0	---	1.000	1.000	1.000	1.000
スキル=2	個人変数	1.000	0.000	0	---	1.000	1.000	1.000	1.000
スキル=3	個人変数	1.000	0.000	0	---	1.000	1.000	1.000	1.000

要因の単純効果(タイプⅢ平方和)　※MSe = プールされた誤差項。　球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M

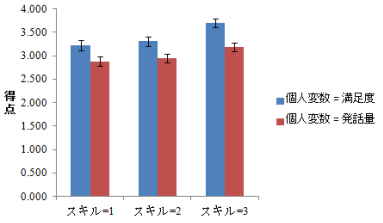
スライス	変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏η^2	95%CI	p値	
スキル=1	個人変数	4.890	4.890	0.687	1	296	1	296	7.119	.077	---	.008	**
スキル=2	個人変数	6.314	6.314	0.687	1	296	1	296	9.194	.087	---	.003	**
スキル=3	個人変数	15.004	15.004	0.687	1	296	1	296	21.847	.160	---	.000	**

推定平均と多重比較　※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項

各群の単純主効果の結果
論文には、以下のように書く
F(df1, df2) = F 値, p = p 値,　η^2 = 偏 η^2 値
(赤字に数値を入力)
(p 値は 0.05 以下だと $p < .05$, 0.01 以下だと $p < .01$ と書く)

交互作用のp値 = .517

	個人変数 - 個人変数 - 発話量		
スキル=1	3.221	2.884	**
スキル=2	3.309	2.948	**
スキル=3	3.698	3.190	**



多重比較	(調整法 = Holm法)					主効果p値		.008	**
	差	標準誤差	効果量 d	95%CI	df	t値	p値	調整p値	
満足度 - 発話量	0.337	0.126	.458	0.057, 0.860	296	2.668	.008	.008	**

スキル=2

水準ごとの平均値

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
満足度	3.309	0.099	3.114	3.504	296	33.394	.000
発話量	2.948	0.100	2.752	3.145	296	29.470	.000

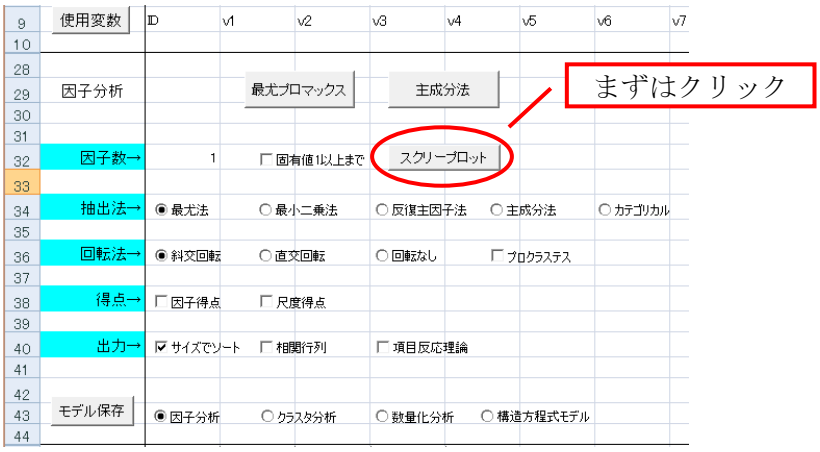
7．因子分析

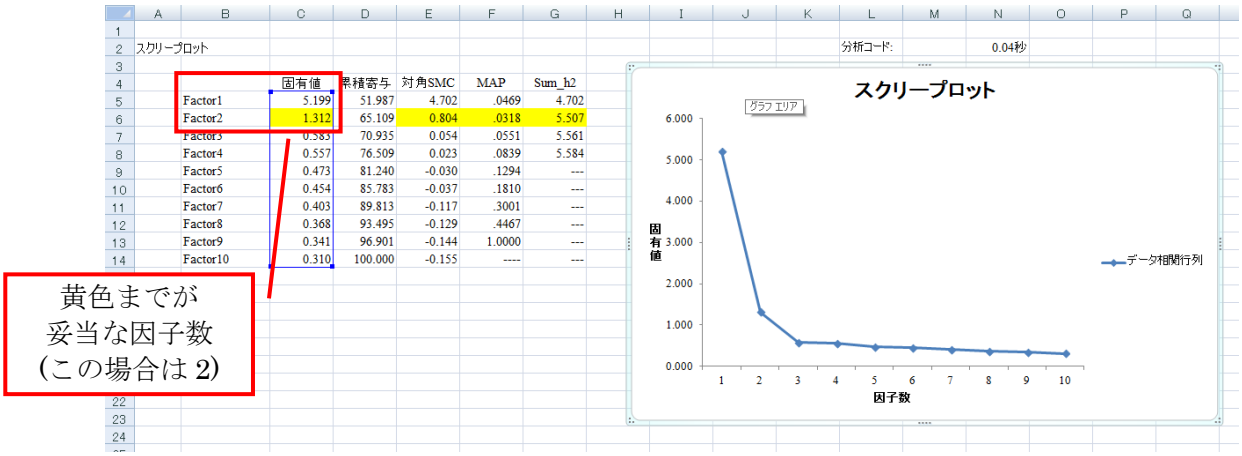
- 因子分析や構造方程式モデル（HLM）を行います
- ここでは、よく使う、因子分析と構造方程式モデルを説明します

（テ）因子分析（Factor analysis / 確証的因子分析 Confirmatory factor analysis）

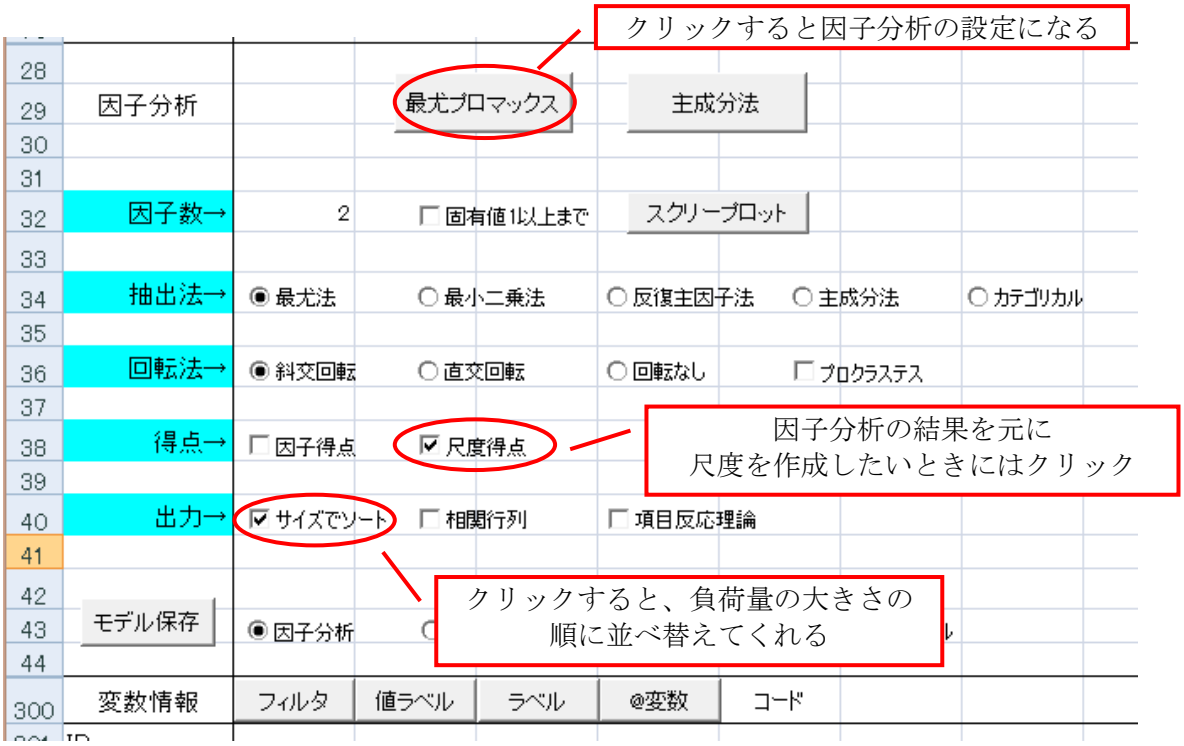
✧ 項目間の関連を探り、共通の因子を検討します。仮説があるときに行います

① スクリープロットで因子数を確認する

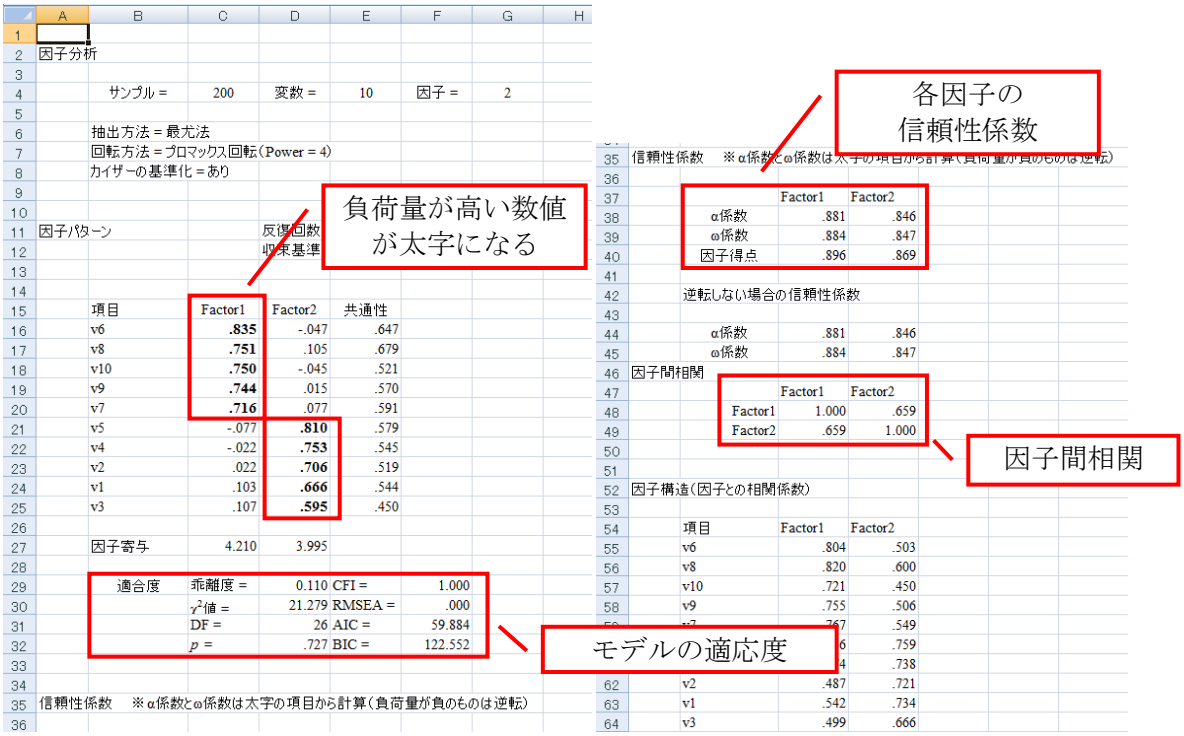




② 因子数を入力し、因子分析を実行する



③ 因子数を入力し、因子分析を実行する

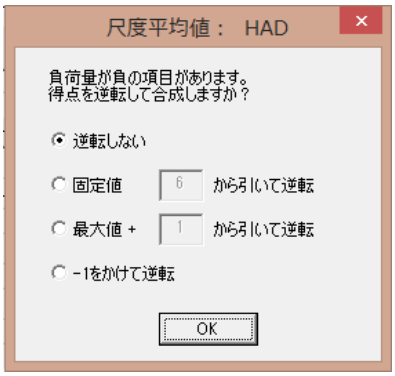


④ “Score M”シートには、各因子を尺度として計算した結果が表示されます。これらをコピーして、データシートに貼り付け、変数名をつけて、データを読み込んでください

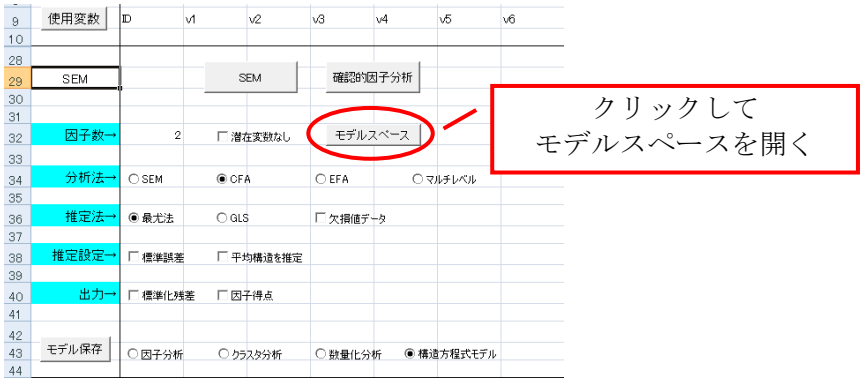
	A	B	C
1	ID	MeanF1	MeanF2
2	1	3	3
3	2	3	2.4
4	3	4.4	3.4
5	4	3.4	3
6	5	3.8	3.4
7	6	2.4	2
8	7	1.6	2.8
9	8	3.8	3.2
10	9	2	2
11	10	3.2	3
12	11	2.8	2.6
13	12	4.2	4.4
14	13	3.2	3
15	14	3.8	3.8
16	15	3.8	3.2
17	16	2.8	3
18	17	3.6	3
19	18	3	3.2
20	19	2	2.2
21	20	2.8	2.6
22	21	3.4	3.6
23	22	1.6	2.2
24	23	2.8	2.4
25	24	3.8	3.2
26	25	3	3
27	26	3.2	3.2
28	27	4.6	4.4
29	28	3.6	3.8
30	29	2.6	2.6
31	30	3.4	3.2
32	31	3.6	3.4
33	32	4.4	3.8
34	33	2.6	2.4
35	34	3.8	2.6
36	35	3.2	3.4
37	36	3.6	3
38	37	3	3.2
39	38	2.8	3.8
40	39	2.8	2

データ　モデリング　ScoreM

➢ 逆転項目（負荷量が負）があった場合には、以下のフォームが出てきます。逆転項目の計算方法を決定してください



➢　確証的因子分析は、構造方程式モデルを使っても行うことができます

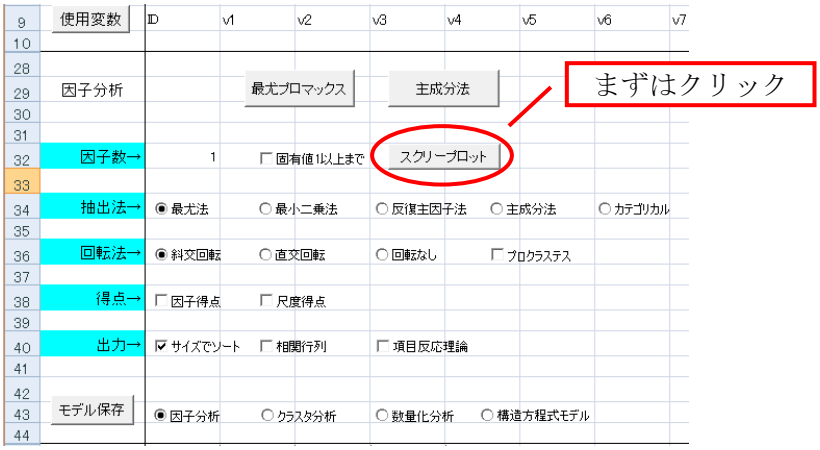


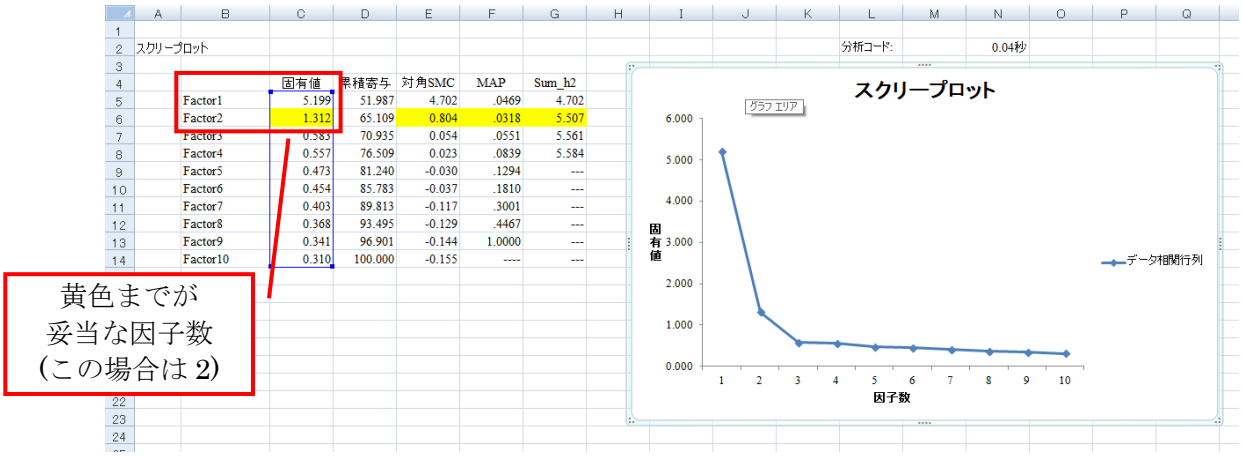
➢　詳しいやり方は、p.65 で説明します

（ト）主成分分析（principle component analysis: 探索的因子分析 Explanatory factor analysis）

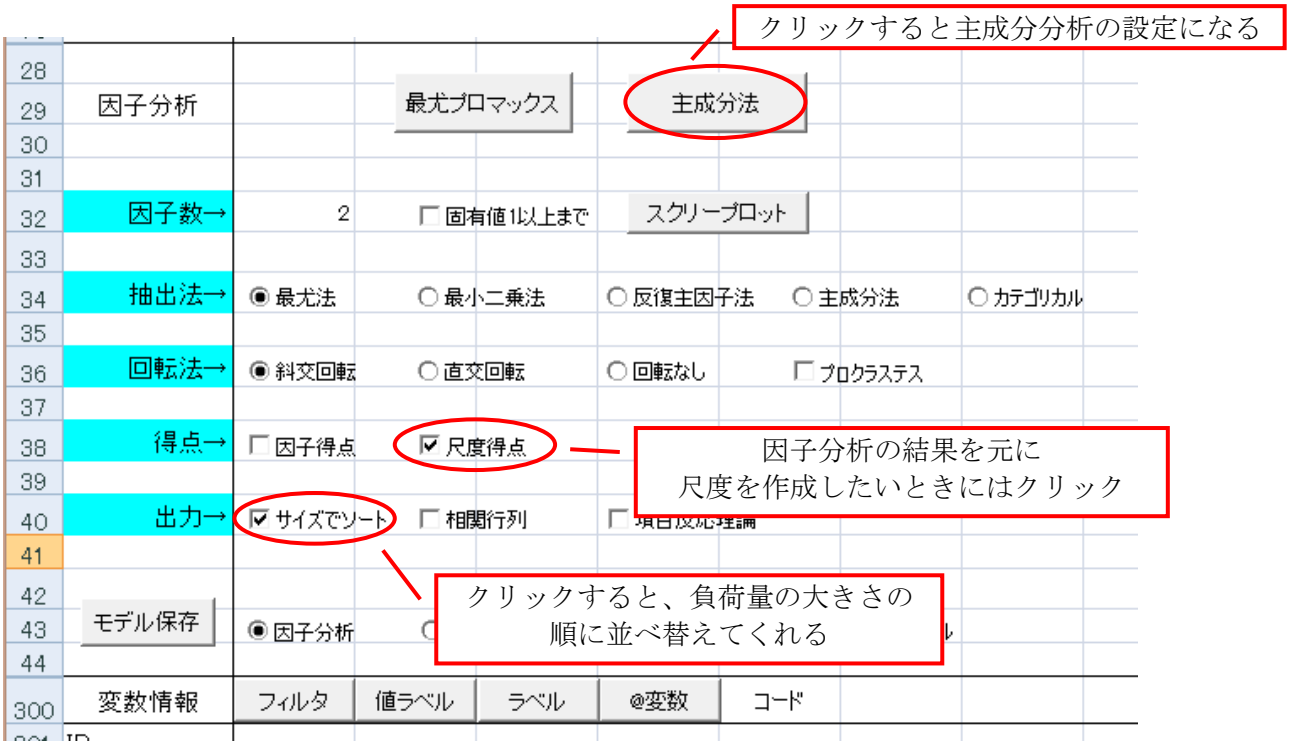
✧ 項目間の関連を探り、共通の潜在因子を検討します。仮説がないときに行います

① スクリープロットで因子数を探る





② 因子数を入力し、主成分分析を実行する



因子分析

サンプル =	200	変数 =	10	因子 = 2

抽出方法 = 主成分法
回転方法 = 回転なし

因子パターン　　反復回数 = 1
収束基準 = 0

負荷量が高い数値
が太字になる

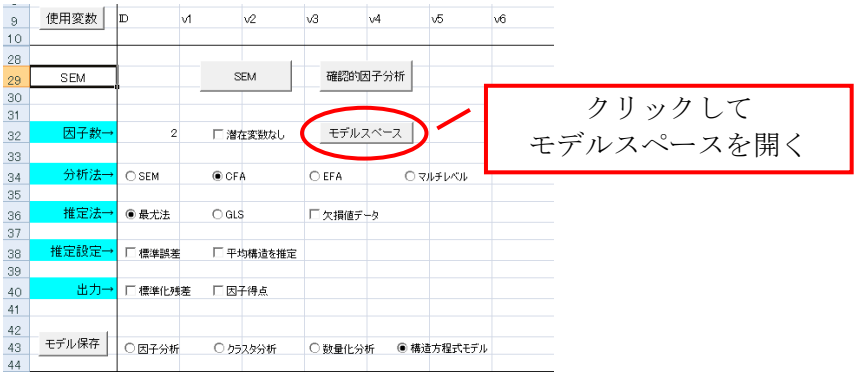
項目	Factor1	Factor2	共通性
v8	**.804**	-.275	.722
v7	**.757**	-.297	.662
v6	**.748**	-.388	.711
v9	**.737**	-.354	.668
v1	**.727**	.311	.625
v2	**.690**	.382	.622
v10	**.689**	-.412	.645
v4	**.686**	.411	.640
v5	**.681**	.449	.666
v3	**.680**	.300	.552
因子寄与	5.199	1.312	

信頼性係数　※α係数とω係数は太字の項目から計算（負荷量が負のものは逆転）

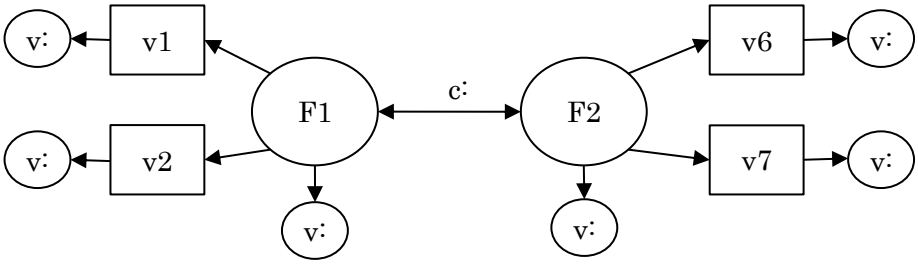
	Factor1	Factor2
α係数	.897	---
ω係数	.937	---
因子得点	.917	.605

(ナ) 構造方程式モデル（共分散構造モデル: Structure Equation Model (SEM)）

✧　因子間の因果関係を記述する式（モデル）を検討する



- モデリングのやり方
  - 以下のモデルを検証するとします



  - モデリングシートには、以下のように入力します
    - パス係数は”p:”，共分散は”c:”，分散は”v:”です
    - パスの引き方
      - 因子から観測変数へのパス：”p:”
      - 共分散：”c:”
      - 観測変数の分散：”v:”

構造方程式モデル

推定法 = 最尤法	
サンプルサイズ	200
パラメータ数	21

モデル適合度

モデル適合度

	推定	独立
χ2乗値	152.687	979.724
df	34	45
p 値	.000	.000
CFI	.873	
RMSEA	.132	95%CI = [.107, .158]
SRMR	.195	
GFI	.894	
AGFI	.828	
AIC	194.687	
BIC	263.952	
CAIC	264.057	

モデルの推定結果

パス係数		推定値	標準誤差	95%下限	95%上限	*Z* 値	*p* 値
F1→							
	v6	0.731	0.078	0.578	0.885	9.354	.000

標準化解

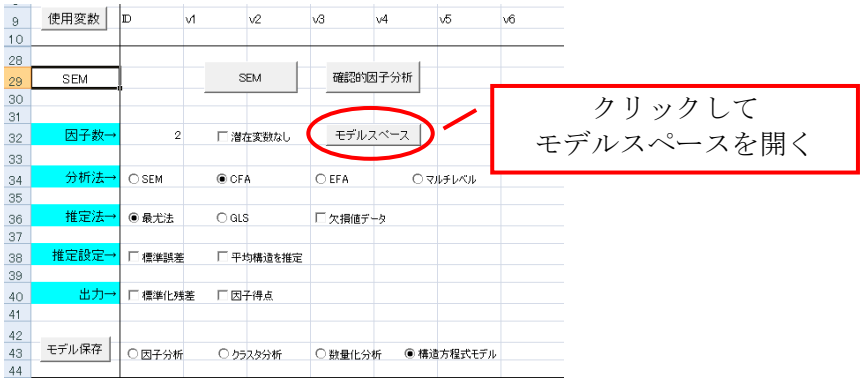
各パス（β）が有意かどうか

パス係数		推定値	
F1→			
	v6	.872	**
	v7	.769	**
	v8	.828	**
	v9	.750	**
	v10	.713	**
F2→			
	v2	.741	**
	v3	.668	**
	v4	.737	**
	v5	.739	**
	v6	-.100	

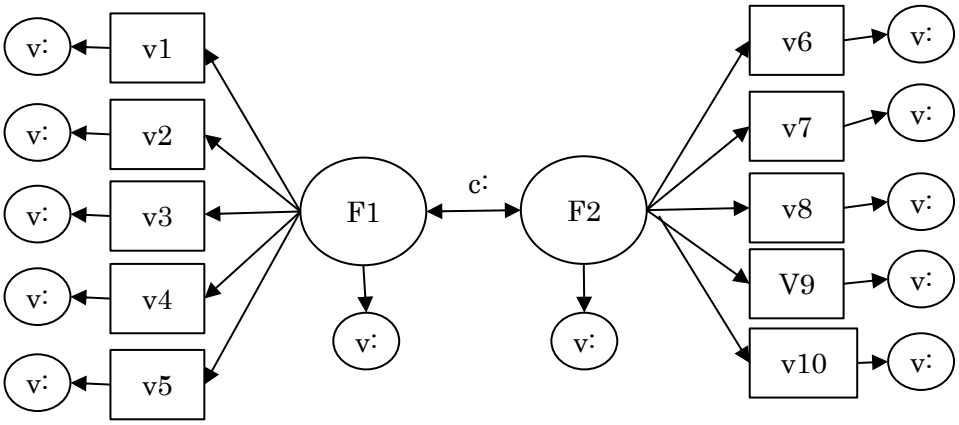
相関係数	推定値	
F1⇔F2	.694	**

(ニ) 確証的因子分析（Confirmatory factor analysis）

✧　項目間の関連を探り、共通の因子を検討します。仮説があるときに行います



➢ 以下のモデルを検証するとします



➢ モデリングシートには、以下のように入力します

✧ パス係数は”p:”，共分散は”c:”，分散は”v:”です

✧ パスの引き方

- 因子から観測変数へのパス：”p:”
- 共分散：”c:”
- 観測変数の分散：”v:”