説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

# 3 つｚのグループの平均を比べる

**（分散分析: ANOVA: analysis of variance）**

※分散分析は「全体として３つ以上のグループの平均に差があるか」ということしかわからないために，どのグループの間に差があったかを確かめるには「多重比較」という方法を用います。これは Excel だと自分で計算しなければならないので，分散分析には統計ソフトを使った方がよいでしょう。

## 1. 対応（繰り返し）なし（被験者間要因）

（3 組以上の生徒が同じテストを受けた場合）

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | 1組 | 2組 | 3組 |
| 2 | 44 | 47 | 45 |
| 3 | 32 | 39 | 46 |
| 4 | 37 | 43 | 53 |
| 5 | 44 | 38 | 47 |
| 6 | 40 | 42 | 47 |
| 7 | 44 | 35 | 51 |
| 8 | 45 | 29 | 33 |
| 9 | 36 | 33 | 40 |
| 10 | 37 | 40 | 43 |
| 11 | 42 | 37 | 48 |
| 12 | 38 | 38 | 37 |
| 13 | 47 | 34 | 31 |
| 14 | 26 | 36 | 40 |
| 15 | 41 | 43 | 40 |
| 16 | 27 | 38 | 49 |
| 17 | 39 | 39 | 43 |
| 18 | 47 | 26 | 49 |
| 19 | 41 | 30 | 46 |
| 20 | 36 | 41 | 38 |
| 21 | 44 | 35 | 40 |
| 22 | 39 | 30 | 51 |
| 23 | 49 | 39 | 40 |
| 24 | 40 | 46 | 44 |
| 25 | 25 | 39 | 45 |
| 26 | 33 | 43 | 53 |
| 27 | 39 | 46 | 46 |
| 28 | 36 | 33 | 42 |
| 29 | 45 | 48 | 44 |
| 30 | 32 | 44 | 46 |
| 31 | 51 | 45 | 29 |
| 32 | | 42 | 38 |

【例】
どれだけ多くの語彙を知っているかを測定するテスト（**60** 点満点）を **3** つのクラスで実施しました。
この平均点が，**1** 組，**2** 組，**3** 組の **3** クラスで違うかどうかを検証してみましょう。

**1** 組 **(*n* = 31)**　***M* = 39.20,**　***SD* = 6.43**
**2** 組 **(*n* = 32)**　***M* = 38.65,**　***SD* = 5.53**
**3** 組 **(*n* = 32)**　***M* = 43.35,**　***SD* = 5.88**

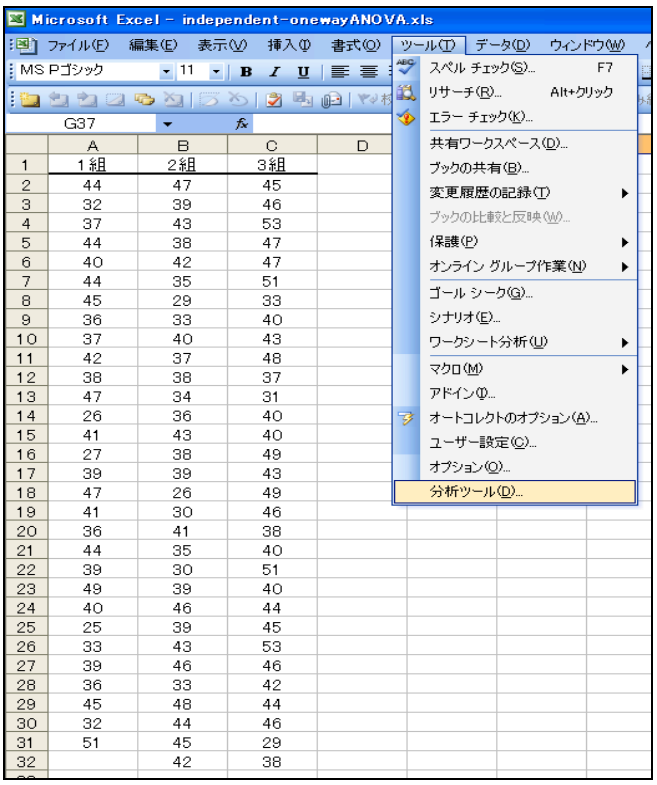
※このような分析をするときには，テストの信頼性などの基礎統計の確認を行ってからであることを必ず覚えておきましょう。

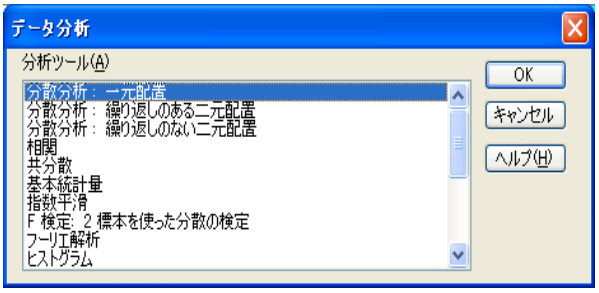
説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

## 1.1. Excel を使って分析する

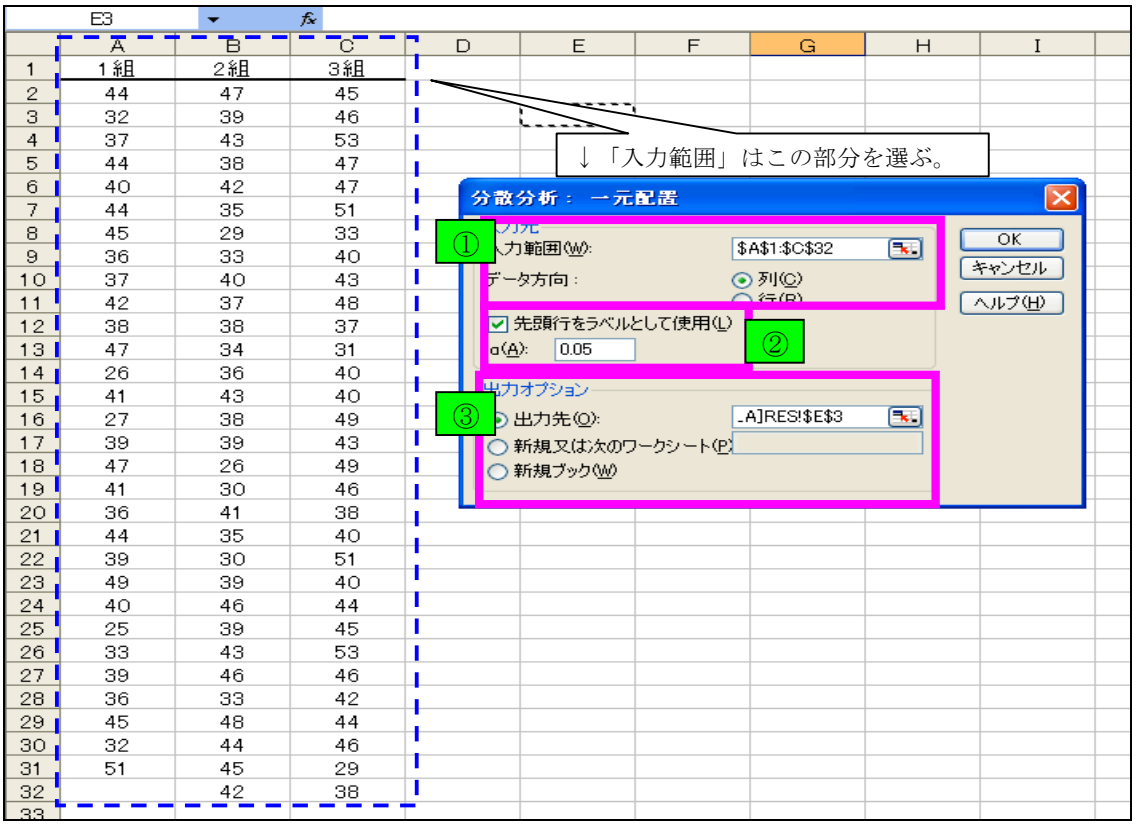
### 分析ツールを使う方法

分析ツールの中の「分散分析：一元配置」を選んで「OK」。




以下の画面でそれぞれに必要な情報を指定し，OK をクリック。



説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

それぞれに入力する情報は以下のようなものになります。

①「入力範囲」に 1 組から 3 組までの点数が入力されている 3 つの列を選択する。

② 「一組（A1 のセル）」などの列のラベルまでを入力範囲にすることも可能です。
　α は 0.05 のままにしておきます。

③ 最後に出力先を自分で選択するか，別のワークシートに出力するように指定して，「OK」を押す。

結果が以下のように出力されます。

分散分析：一元配置

概要

| グループ | 標本数 | 合計 | 平均 | 分散 |
|---|---|---|---|---|
| 1組 | 30 | 1176 | 39.2 | 42.7862069 |
| 2組 | 31 | 1198 | 38.64516 | 31.5698925 |
| 3組 | 31 | 1344 | 43.35484 | 35.7032258 |

結果の報告ではこの部分を使って，
$F(2, 89) = 5.59$, $p < .01$ と書きます。

分散分析表

| 変動要因 | 変動 | 自由度 | 分散 | 観測された分散比 | P-値 | F 境界値 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| グループ間 | 409.3108 | 2 | 204.6554 | 5.58894343 | 0.00517 | 3.09887 |
| グループ内 | 3258.994 | 89 | 36.61791 | | | |
| | | | | | | |
| 合計 | 3668.304 | 91 | | | | |

分散分析では「全体としてこれら 3 つのグループの平均に差があるか」ということしかわからないので，上までの結果では，「3 時点での平均点に差がある」ということしかわかりません。そこで，以下のようにそれぞれの組み合わせに対して *t* 検定を行い，3 回 *t* 検定を繰り返すので，有意水準の 0.05 を 3 で割ることで調整を行います。この(0.05/3)で計算された 0.017（1.7%）を 5%水準の代わりに用います。この *t* 検定の繰り返しの回数で有意水準を割る方法を「ボンフェローニの方法」（Bonferroni's method）といいます。

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1組 | 2組 | 3組 | |
| 23 | | 49 | 39 | 40 | |
| 24 | | 40 | 46 | 44 | |
| 25 | | 25 | 39 | 45 | |
| 26 | | 33 | 43 | 53 | |
| 27 | | 39 | 46 | 46 | |
| 28 | | 36 | 33 | 42 | |
| 29 | | 45 | 48 | 44 | |
| 30 | | 32 | 44 | 46 | |
| 31 | | 51 | 45 | 29 | |
| 32 | | | 42 | 38 | |
| 33 | 平均 | 39.20 | 38.65 | 43.35 | |
| 34 | | 1組と2組 | 2組と3組 | 1組と3組 | 0.05/3にして計算 |
| 35 | t検定のp値⇒ | 0.72 | 0.00 | 0.01 | 0.017 |
| 36 | | ↑差がない | ↑差がある | ↑差がある | |
| 37 | | | | | |

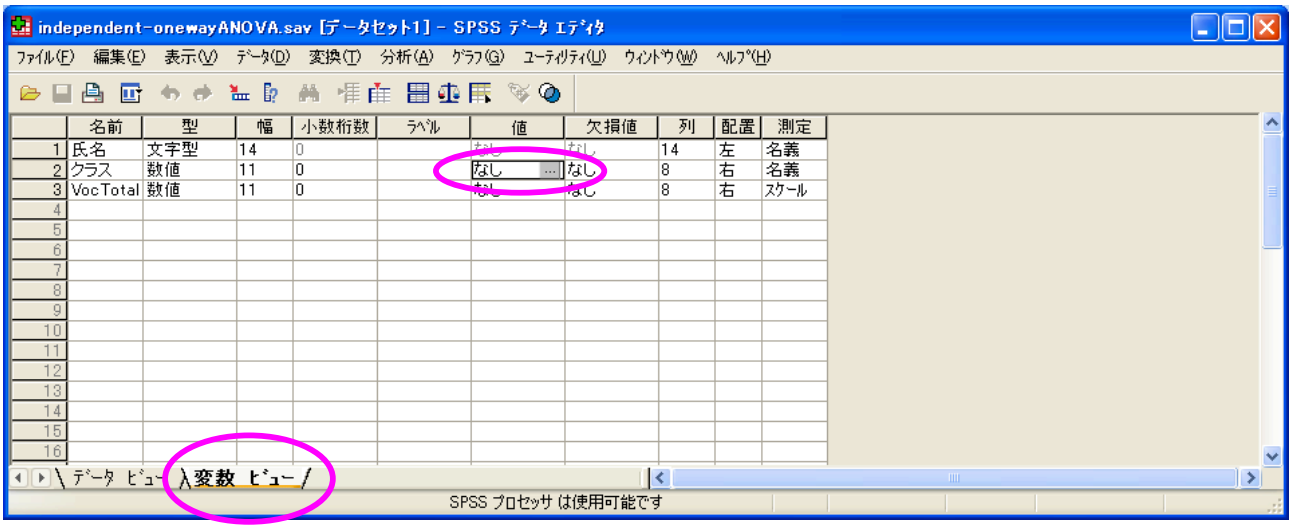
説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

## 1.2. SPSS を使って分析する

SPSS で対応（繰り返し）のない分散分析を行うときには，Excel と同じデータ入力形式ではこの分析はできないので，以下のように，1 つの列にクラスを表す数字（1 組が 1，2 組が 2，3 組が 3）を入れます。このように Excel で作っておいて，ファイルを SPSS にドラッグ＆ドロップすれば楽です。

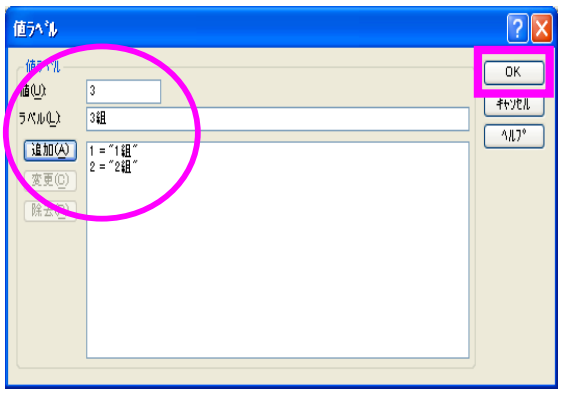
| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | 氏名 | クラス | VocTotal |
| 2 | 島田紳助 | 1 | 44 |
| 3 | 長澤まさみ | 1 | 32 |
| 4 | 渡辺謙 | 1 | 37 |
| 5 | 松嶋菜々子 | 1 | 44 |
| 6 | 天海祐希 | 1 | 40 |
| 7 | 桑田佳祐 | 1 | 44 |
| 8 | 稲垣吾郎 | 1 | 45 |
| 9 | 郷ひろみ | 1 | 36 |
| 10 | 水野真紀 | 1 | 37 |
| 32 | ペヨンジュン | 2 | 47 |
| 33 | 石橋貴明 | 2 | 39 |
| 34 | 細川茂樹 | 2 | 43 |
| 35 | 平原綾香 | 2 | 38 |
| 36 | 古谷徹 | 2 | 42 |
| 37 | にしきのあきら | 2 | 35 |
| 38 | 上戸彩 | 2 | 29 |
| 39 | 奥菜恵 | 2 | 33 |
| 40 | トータス松本 | 2 | 40 |
| 41 | 鈴木紗理奈 | 2 | 37 |
| 63 | 加藤晴彦 | 3 | 45 |
| 64 | 世良公則 | 3 | 46 |
| 65 | 松雪泰子 | 3 | 53 |
| 66 | 森高千里 | 3 | 47 |
| 67 | えなりかずき | 3 | 47 |
| 68 | 栗山千明 | 3 | 51 |
| 69 | 藤原竜也 | 3 | 33 |
| 70 | 石原さとみ | 3 | 40 |
| 71 | 平山あや | 3 | 43 |
| 72 | 安達祐実 | 3 | 48 |

SPSS にデータを入力したら，「変数ビュー」をクリックして，「1 組が 1」，「2 組が 2」，「3 組が 3」であることを，値ラベルをつけることによって指定します。

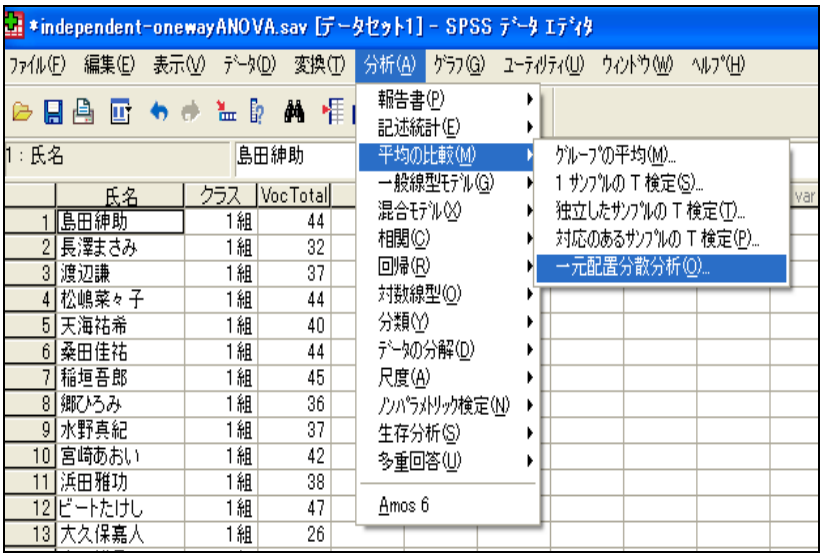


説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

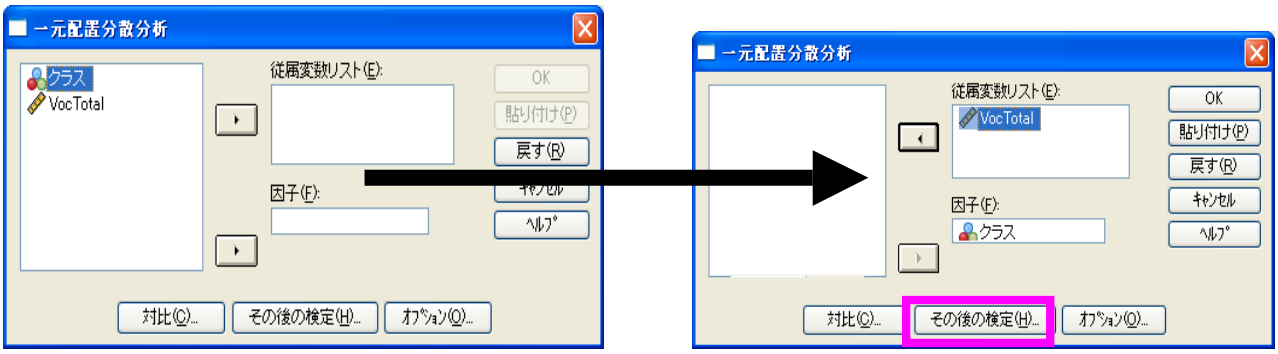
左のボックスの「値」に「1」とし，ラベルを「1 組」にして「追加」。2 も「2 組」，3 も「3 組」として追加します。すべて追加できたら「OK」をクリック。右の画面になったら，「測定」の部分を「名義」尺度にしておきましょう。



「分析」⇒「平均の比較」⇒「一元配置分散分析」を選ぶ。

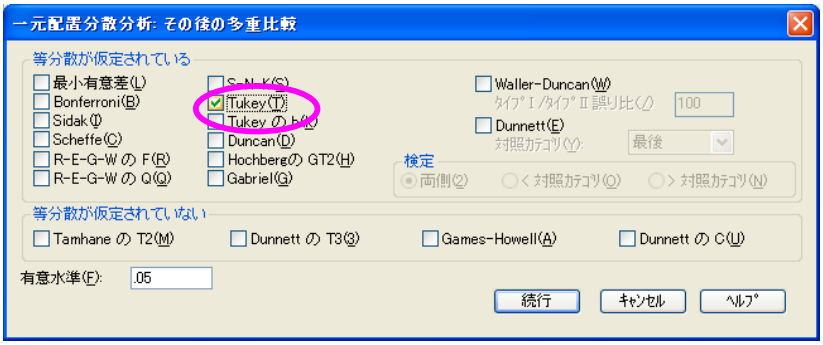



左側のボックスの「クラス」を右のボックスの「因子」に，「VocTotal」を「従属変数リスト」へ移して「その後の検定」を選ぶ。

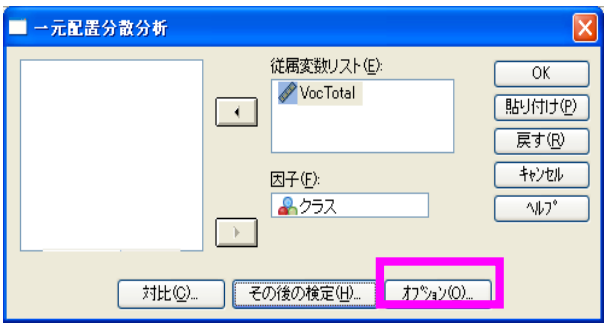


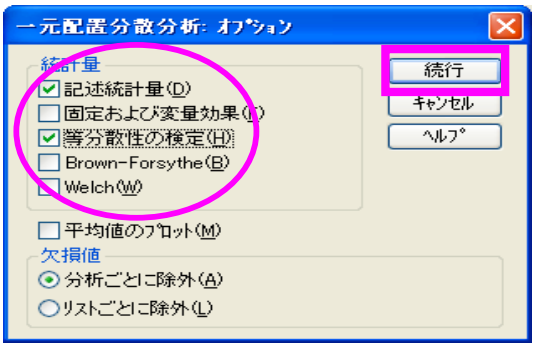
説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

「その後の多重比較」は Tukey [1]を選んで，「続行」。




左の画面に戻ったら，「オプション」をクリックして，右のように，「記述統計量」や「等分散性の検定」にチェックを入れて「続行」[2]をクリック。元の画面に戻ったら「OK」。




[1] Excel では「ボンフェローニの方法」と「シェッフェの方法」を使用しましたが，多重比較で 1 組ごとのペアを比べるときには「テューキーの方法」が一番ふさわしいとされています（前田 他, 2004）。

[2] 平均値のプロットにチェックを入れても傾向が図でわかりやすく出てきます。

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

以下のような結果が出力されます。

**記述統計**

VocTotal

| | 度数 | 平均値 | 標準偏差 | 標準誤差 | 平均値の 95% 信頼区間 下限 | 上限 | 最小値 | 最大値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1組 | 30 | 39.20 | 6.541 | 1.194 | 36.76 | 41.64 | 25 | 51 |
| 2組 | 31 | 38.65 | 5.619 | 1.009 | 36.58 | 40.71 | 26 | 48 |
| 3組 | 31 | 43.35 | 5.975 | 1.073 | 41.16 | 45.55 | 29 | 53 |
| 合計 | 92 | 40.41 | 6.349 | .662 | 39.10 | 41.73 | 25 | 53 |

有意確率が.05 以上だった場合に，等分散性があると考えられます。
今回は.806 なので，等分散性があるデータであると判断できます。

**等分散性の検定**

VocTotal

| Levene 統計量 | 自由度1 | 自由度2 | 有意確率 |
|---|---|---|---|
| .217 | 2 | 89 | .806 |

結果の報告ではこの部分を使って，
$F(2, 89) = 5.59$, $p < .01$ と書きます。

**分散分析**

VocTotal

| | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 値 | 有意確率 |
|---|---|---|---|---|---|
| ｸﾞﾙｰﾌﾟ間 | 409.311 | 2 | 204.655 | 5.589 | .005 |
| ｸﾞﾙｰﾌﾟ内 | 3258.994 | 89 | 36.618 | | |
| 合計 | 3668.304 | 91 | | | |

**その後の検定**

*のついている組み合わせが p < .05 なので，1 組 - 3 組，2 組 - 3 組の組み合わせに有意差があるとわかります。

**多重比較**

従属変数: VocTotal
Tukey HSD

| (I) クラス | (J) クラス | 平均値の差 (I-J) | 標準誤差 | 有意確率 | 95% 信頼区間 下限 | 上限 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1組 | 2組 | .555 | 1.550 | .932 | -3.14 | 4.25 |
| | 3組 | -4.155* | 1.550 | .024 | -7.85 | -.46 |
| 2組 | 1組 | -.555 | 1.550 | .932 | -4.25 | 3.14 |
| | 3組 | -4.710* | 1.537 | .008 | -8.37 | -1.05 |
| 3組 | 1組 | 4.155* | 1.550 | .024 | .46 | 7.85 |
| | 2組 | 4.710* | 1.537 | .008 | 1.05 | 8.37 |

*. 平均の差は .05 レベルで重要です。

## ★ 多重比較の手法による有意確率の違い

Excel では「ボンフェローニの方法」と「シェッフェの方法」を用い，SPSS では「テューキーの方法」を使いました。これらは，「Turkey < Bonferroni < Scheffe」となり，「このように有意水準を同じようにαとしても，Turkey が最も有意差を出しやすく，Scheffe が有意差を厳しくだすことになる。」http://plaza.umin.ac.jp/~ikeda/ANOVA.htm ということで，この 3 つの多重比較方法を比べた以下の結果でもその傾向がわかります。

| | (I) クラス | (J) クラス | 平均値の差 (I-J) | 標準誤差 | 有意確率 | 95% 信頼区間 下限 | 上限 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tukey HSD | 1 | 2 | .555 | 1.550 | .932 | −3.14 | 4.25 |
| | | 3 | −4.155(*) | 1.550 | .024 | −7.85 | −.46 |
| | 2 | 1 | −.555 | 1.550 | .932 | −4.25 | 3.14 |
| | | 3 | −4.710(*) | 1.537 | .008 | −8.37 | −1.05 |
| | 3 | 1 | 4.155(*) | 1.550 | .024 | .46 | 7.85 |
| | | 2 | 4.710(*) | 1.537 | .008 | 1.05 | 8.37 |
| Scheffe | 1 | 2 | .555 | 1.550 | .938 | −3.30 | 4.41 |
| | | 3 | −4.155(*) | 1.550 | .032 | −8.01 | −.30 |
| | 2 | 1 | −.555 | 1.550 | .938 | −4.41 | 3.30 |
| | | 3 | −4.710(*) | 1.537 | .012 | −8.54 | −.88 |
| | 3 | 1 | 4.155(*) | 1.550 | .032 | .30 | 8.01 |

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 4.710(*) | 1.537 | .012 | .88 | 8.54 |
| Bonferroni | 1 | 2 | .555 | 1.550 | 1.000 | −3.23 | 4.34 |
| | | 3 | −4.155(*) | 1.550 | .026 | −7.94 | −.37 |
| | 2 | 1 | −.555 | 1.550 | 1.000 | −4.34 | 3.23 |
| | | 3 | −4.710(*) | 1.537 | .009 | −8.46 | −.96 |
| | 3 | 1 | 4.155(*) | 1.550 | .026 | .37 | 7.94 |
| | | 2 | 4.710(*) | 1.537 | .009 | .96 | 8.46 |

＊　平均の差は .05 レベルで重要です。

## 2. 対応（繰り返し）あり（被験者内要因）（同じ生徒が同じテストを 3 回受けた場合）

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 氏名 | 指導前 | 指導直後 | 指導3ヶ月後 |
| 2 | 島田紳助 | 13 | 18 | 13 |
| 3 | 長澤まさみ | 7 | 16 | 9 |
| 4 | 渡辺謙 | 12 | 16 | 9 |
| 5 | 松嶋菜々子 | 15 | 17 | 12 |
| 6 | 天海祐希 | 8 | 18 | 14 |
| 7 | 桑田佳祐 | 12 | 18 | 14 |
| 8 | 稲垣吾郎 | 13 | 18 | 14 |
| 9 | 郷ひろみ | 8 | 17 | 11 |
| 10 | 水野真紀 | 9 | 18 | 10 |
| 11 | 宮崎あおい | 12 | 17 | 13 |
| 12 | 浜田雅功 | 9 | 16 | 13 |
| 13 | ビートたけし | 14 | 17 | 16 |
| 14 | 大久保嘉人 | 8 | 9 | 9 |
| 15 | 森口博子 | 13 | 17 | 11 |
| 16 | 伊集院光 | 6 | 13 | 8 |
| 17 | 宇多田ヒカル | 10 | 17 | 12 |
| 18 | 小田和正 | 14 | 19 | 14 |
| 19 | 松田聖子 | 12 | 17 | 12 |
| 20 | 木村拓哉 | 11 | 14 | 11 |

【例】
今学期から「和訳先渡し」をして，
速読トレーニングを多く取り入れるようになりました。

この指導法の効果を検証するために，速読力を測定するテスト（**20** 点満点）を「指導前」（黄色部分）と「指導後」（ピンク部分）に行いました。これら **3** つの時点の平均点を比較してみて，指導の効果があったかどうかを検証してみましょう。

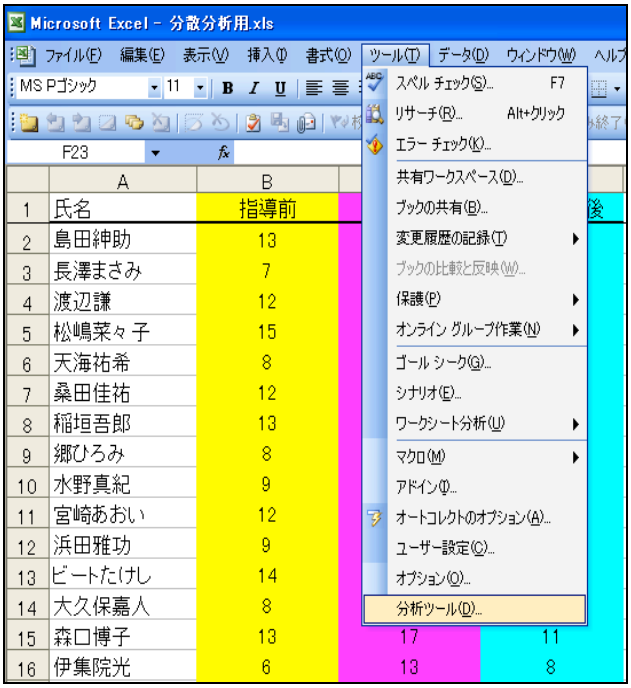
- 指導前　　***M* = 11.63,　*SD* = 2.88**
- 指導直後　　***M* = 16.74,　*SD* = 2.08**
- 指導 **3** ヶ月後 ***M* = 12.04,　*SD* = 2.63**

※このような分析をするときには，テストの信頼性などの基礎統計の確認を行ってからであることを覚えておきましょう。

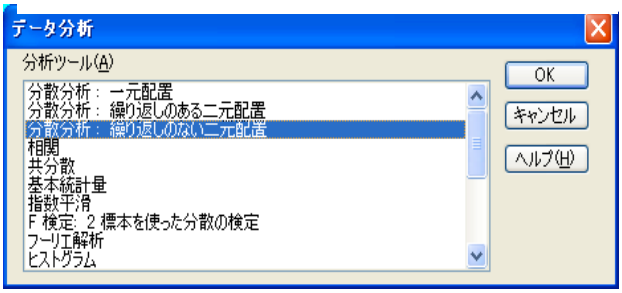
### 2.1. Excel を使って分析する

「ツール」⇒「分析ツール」を選択する。

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls



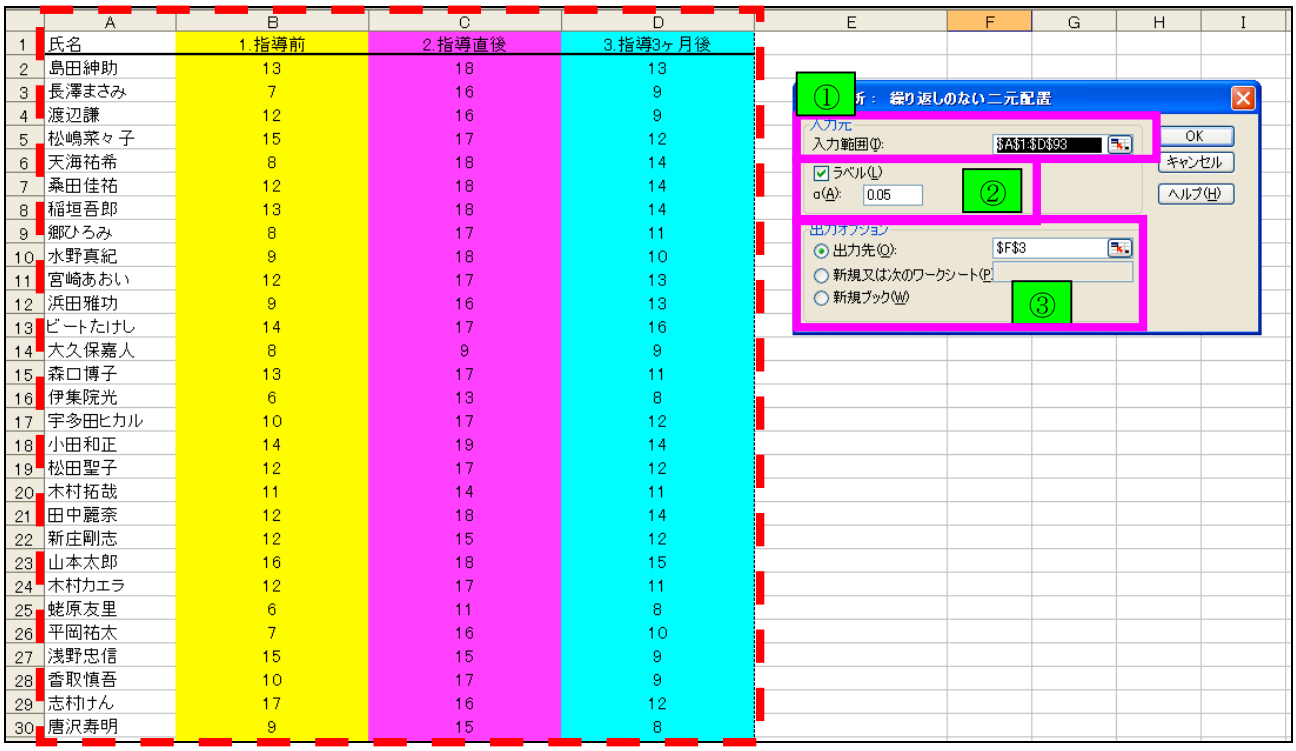

分析ツールの中の
**「分散分析：繰り返しのない二元配置」**を選んで「OK」。
※一元配置では実行できないので注意！




① 以下のような画面になったら，「入力範囲」に，**氏名の列も含めて**指導前から指導 3 ヶ月後までの点数が入力されている 3 つの列を選択する。

② 「指導前（B1 のセル）」などの列のラベルまでを入力範囲にすることも可能です。
α は 0.05 のままにしておきます。

③ 最後に出力先を自分で選択するか，別のワークシートに出力するように指定して，「OK」を押す。



説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls
以下のような結果になります。

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.指導前 | 92 | 1070 | 11.63043 | 8.41137124 | | |
| 2.指導直後 | 92 | 1540 | 16.73913 | 4.3927377 | | |
| 3.指導3ヶ月後 | 92 | 1108 | 12.04348 | 6.98709986 | | |

分散分析表

| 変動要因 | 変動 | 自由度 | 分散 | 観測された分散比 | P-値 | F 境界値 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 行 | 1222.768 | 91 | 13.43701 | 4.2293348 | 6.96E-17 | 1.338104 |
| 列 | 1481.768 | 2 | 740.8841 | 233.195198 | 6.16E-51 | 3.045588 |
| 誤差 | 578.2319 | 182 | 3.177098 | | | |
| 合計 | 3282.768 | 275 | | | | |

$F(2, 182) = 233.20$, $p < .01$ と，
結果の報告ではこの部分を使って書きます。

分散分析では「全体としてこれら 3 つのグループの平均に差があるか」ということしかわからないので，上までの結果では，「3 時点での平均点に差がある」ということしかわかりません。そこで，以下のようにそれぞれの組み合わせに対して *t* 検定を行い，3 回 *t* 検定を繰り返すので，有意水準の 0.05 を 3 で割る「ボンフェローニの方法」（Bonferroni *t*-test）を使用してどこに差があるのか確認しました。

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 氏名 | 1.指導前 | 2.指導直後 | 3.指導3ヶ月後 | | |
| 83 | 大塚愛 | 12 | 20 | 19 | | |
| 84 | 矢井田瞳 | 11 | 17 | 12 | | |
| 85 | 深津絵里 | 13 | 18 | 13 | | |
| 86 | 倖田來未 | 11 | 19 | 15 | | |
| 87 | 加藤ローサ | 18 | 19 | 16 | | |
| 88 | 押切もえ | 14 | 18 | 14 | | |
| 89 | 戸田菜穂 | 17 | 16 | 9 | | |
| 90 | 川原亜矢子 | 14 | 18 | 12 | | |
| 91 | 竹中直人 | 12 | 20 | 14 | | |
| 92 | 三村マサカズ | 9 | 15 | 5 | | |
| 93 | 木村佳乃 | 11 | 15 | 12 | | |
| 94 | 平均 | 11.63 | 16.74 | 12.04 | | |
| 95 | | 1.指導前と2.指導直後 | 2.指導直後と3.指導3ヵ月後 | 1.指導前と3.指導3ヵ月後 | 0.05/3にして計算 | |
| 96 | t検定のp値⇒ | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.017 | |
| 97 | | ↑差がある | ↑差がある | ↑差がない | | |
| 98 | | | | | | |

*t* 検定の有意水準が.017 以下であれば，ボンフェローニの方法では.05（5%水準）以下であると判断する。

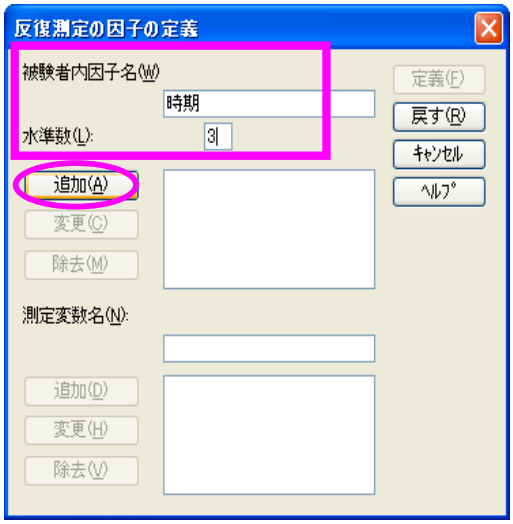
## 2.2. SPSS を使って分析する　⇒ SPSS の Advanced Models が必要です！

Excel での分析と同じく以下のようにデータを入力して，対応（繰り返し）のある一元配置の分散分析を行います。

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 氏名 | 指導前 | 指導直後 | 指導3ヶ月後 |
| 2 | 島田紳助 | 13 | 18 | 13 |
| 3 | 長澤まさみ | 7 | 16 | 9 |
| 4 | 渡辺謙 | 12 | 16 | 9 |
| 5 | 松嶋菜々子 | 15 | 17 | 12 |
| 6 | 天海祐希 | 8 | 18 | 14 |
| 7 | 桑田佳祐 | 12 | 18 | 14 |
| 8 | 稲垣吾郎 | 13 | 18 | 14 |
| 9 | 郷ひろみ | 8 | 17 | 11 |
| 10 | 水野真紀 | 9 | 18 | 10 |
| 11 | 宮崎あおい | 12 | 17 | 13 |
| 12 | 浜田雅功 | 9 | 16 | 13 |
| 13 | ビートたけし | 14 | 17 | 16 |
| 14 | 大久保嘉人 | 8 | 9 | 9 |
| 15 | 森口博子 | 13 | 17 | 11 |
| 16 | 伊集院光 | 6 | 13 | 8 |
| 17 | 宇多田ヒカル | 10 | 17 | 12 |
| 18 | 小田和正 | 14 | 19 | 14 |
| 19 | 松田聖子 | 12 | 17 | 12 |
| 20 | 木村拓哉 | 11 | 14 | 11 |

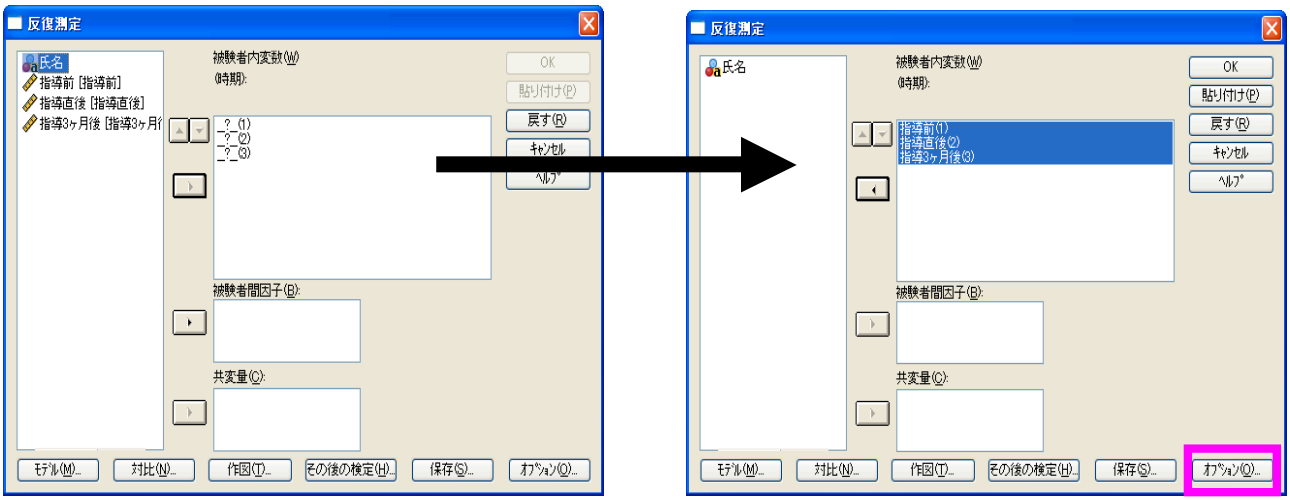
「分析」⇒「一般線型モデル」⇒「反復測定」を選ぶ。



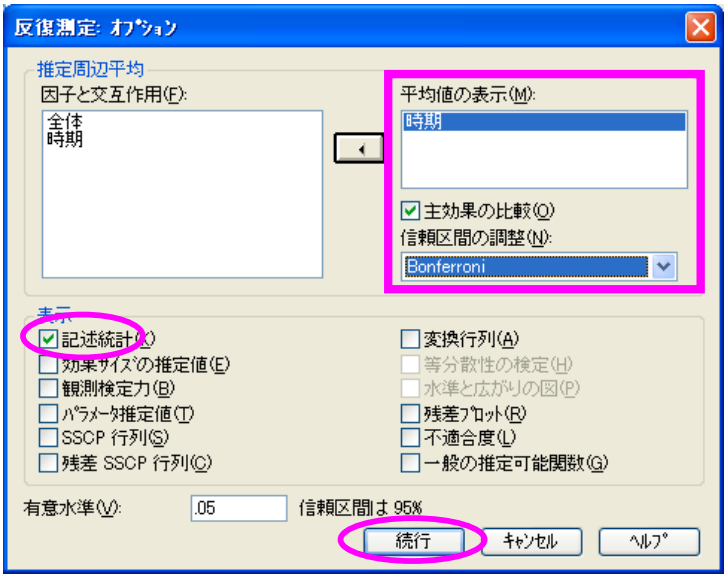

右のボックスが現れたら，「被験者内因子名」に「時期」，水準数に「3」（指導前，指導直後，指導 3 ヵ月後の 3 回測定したため）と入力し，「追加」してから「定義」をクリック。

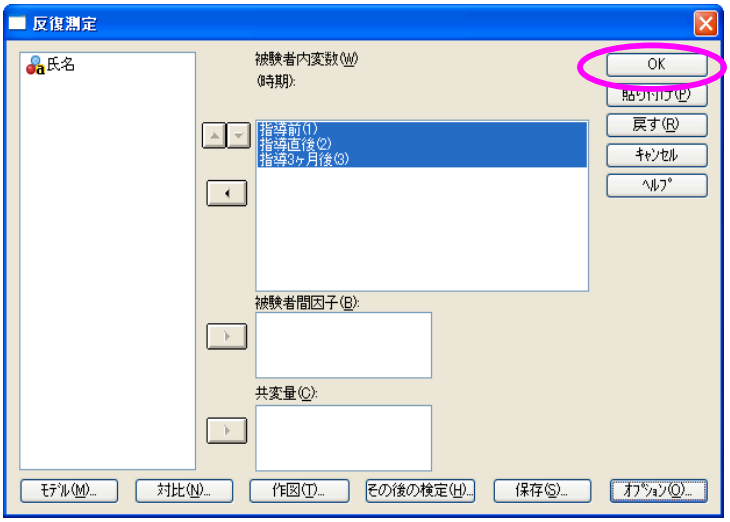
以下の画面で左ボックスの「指導前」，「指導直後」，「指導 3 ヵ月後」のそれぞれを，「被験者内変数」へ移動させてから，「オプション」をクリックする。

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls




以下の画面で,「平均値の表示」に「時期」を移動し,「主効果の比較」にチェックを入れて,「Bonferroni」を選択。「記述統計」にもチェックを入れておけば，平均値などを表示することができる。最後に「続行」をクリックして，元の画面で「OK」を押すと結果が出力される。




以下のような結果が出力されました。

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls
まず，「Mauchly（モークリー）の球面性の検定」を見て，分散共分散行列の等質性をチェックします。この検定は「有意確率」が.05 以上であれば「球面性の仮説が成り立っている」と考えられるというものです。その場合には，下に出力されている「被験者内効果の検定」で「球面性の仮定」の部分を見て，結果の報告を行います。

しかし，今回のデータの場合，有意確率が.028 で.05 よりも低く有意であったため，「球面性の仮説は成り立っていない」と考えられます。このようなときには，Greenhouse-Geisser（クリーンハウス・ゲイザー）や Huynh-Feldt（ホイン・フェルト）による自由度の修正を行った結果を報告しなければなりません。

**Mauchly の球面性検定[b]**

測定変数名: MEASURE_1

| 被験者内効果 | Mauchly の W | 近似カイ2乗 | 自由度 | 有意確率 | イプシロン[a] Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | 下限 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 時期 | .923 | 7.175 | 2 | .028 | .929 | .947 | .500 |

正規直交した変換従属変数の誤差共分散行列が単位行列に比例するという帰無仮説を検定します。

a. 有意性の平均検定の自由度調整に使用できる可能性
表示されます。

b.
計画: Intercept
被験者内計画: 時期

この部分の有意確率が.05 以上なら，下の出力では「球面性の仮定」の部分をチェックする。.05 以下で有意なら，Greenhouse-Geisser か Huynh-Feldt の部分を報告します。

結果の報告ではこの部分を使って，
$F(1.86, 169.05) = 233.20$, $p < .001$ と書きます。

**被験者内効果の検定**

測定変数名: MEASURE_1

| ソース | | タイプ III 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 値 | 有意確率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 時期 | 球面性の仮定 | 1481.768 | 2 | 740.884 | 233.195 | .000 |
| | Greenhouse-Geisser | 1481.768 | 1.858 | 797.654 | 233.195 | .000 |
| | Huynh-Feldt | 1481.768 | 1.895 | 782.029 | 233.195 | .000 |
| | 下限 | 1481.768 | 1.000 | 1481.768 | 233.195 | .000 |
| 誤差 (時期) | 球面性の仮定 | 578.232 | 182 | 3.177 | | |
| | Greenhouse-Geisser | 578.232 | 169.047 | 3.421 | | |
| | Huynh-Feldt | 578.232 | 172.424 | 3.354 | | |
| | 下限 | 578.232 | 91.000 | 6.354 | | |

**ペアごとの比較**

測定変数名: MEASURE_1

| (I) 時期 | (J) 時期 | 平均値の差 (I-J) | 標準誤差 | 有意確率[a] | 差の 95%信頼区間[a] 下限 | 上限 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | -5.109* | .265 | .000 | -5.754 | -4.463 |
| | 3 | -.413 | .292 | .481 | -1.124 | .298 |
| 2 | 1 | 5.109* | .265 | .000 | 4.463 | 5.754 |
| | 3 | 4.696* | .228 | .000 | 4.139 | 5.252 |
| 3 | 1 | .413 | .292 | .481 | -.298 | 1.124 |
| | 2 | -4.696* | .228 | .000 | -5.252 | -4.139 |

推定周辺平均に基づいた

*. 平均値の差は .05 水準で有意です。

a. 多重比較の調整: Bonferroni.

説明使用データ　http://www.mizumot.com/stats/ANOVA.xls

## 【 結果の報告 】

「新しい指導法を行ったクラスに速読力を測定するテスト（20 点満点）を実施し，指導前，指導直後，指導 3 ヵ月後の 3 時点における平均点を分散分析で比較した。球面性の仮説が成り立っていなかったため，Greenhouse-Geisser の自由度の修正を行った。その結果，$F(1.86, 169.05) = 233.20$, $p < .001$ で，平均点に有意差があることがわかった。ボンフェローニの方法を用いて，多重比較を行ったところ，指導前と指導直後，指導直後と指導 3 ヵ月後の平均点には 5%水準で有意差が確認されたものの，指導前と指導 3 ヵ月後の間には有意差がないことがわかった。ゆえに，新しい指導法を用いると指導直後には効果が確認されるが，指導 3 ヵ月後には指導前と同じ速読力に戻ってしまうと考えられる。」