

●階層的重回帰分析を使って交互作用を検討する●

M.Kishi

1 たとえば、右のデータについて、国家試験を目的(従属)変数 (y), 国語から英語までの5つの変数を説明(独立)変数 (x) とし、国家試験を予測する式を作る,あるいは、国家試験と関係が深い説明変数はどれかを検討する場合、通常、重回帰分析を用います(dataは、服部環・海保博之 Q&A 心理データ解析,1996, 福村出版,p.213 より)。

2 SPSSによって求めた重回帰分析結果を data 表の下に示します。

3 求めた結果, $R=0.653$, $R^2=0.427$ でしたが, 回帰の分散分析の結果は有意ではなく, 適切に予測していない,あるいはこの結果は使えないとなります。

4 そのような場合, 通常は, 変数逐次選択法 (stepwise 法) を使って, 的確に予測できる変数 (群) を選ぶこととなります。すなわち, 国語～英語のなかに, 余分な (攪乱するような) 変数が入っていると考え, 変数を選んで再度実施してみます。

5 それでもうまく行かなかつたら, 説明変数は目的変数の予測に適さなかったと判断し, 分析を断念します。

6 しかし, 次のような現象が起こっている場合もあるのでは?

つまり, たとえば国語の得点が高く, かつ数学の得点が低い人では, 特に国家試験得点が低くなる, というようなことが起こっている場合です。これが起こっているかどうかは, 変数の間の相関係数をみただけではよくわかりません。

7 通常, このような現象を交互作用 (interaction) がみられるといいます。そして, 交互作用がみられるかどうかは, 2 要因以上の分散分析で検討することが多いです。

8 では, 上のようなデータ (質問紙調査でよくみるタイプのデータ) で, 国語の数学の交互作用があるかどうかを検討しようと思ったとき, このままのデータからはなかなか難しいです。実施するとしたら, 国語と数学で上位・下位群に分けて, 群ごとの国家試験得点の平均を分散分析で比べることになりますが, 厳密には正しい方法ではありません。また, 群に分けた段階で, 群内の得点の違いは無視されてしまいます。

9 そこで, 階層的重回帰分析を使い, あらかじめ, 予想される交互作用のデータ (国語×数学) を計算しておいて (ただし, 単純なかけ算でなく, データの中心化 or センタリングを行う), それを使って重回帰分析を行い, 交互作用の部分を使ったときに, より説明力が増すかどうかを確認していくのです。

No	国語	社会	数学	理科	英語	国家試験
1	66	58	44	32	51	61
2	64	68	72	42	65	70
3	63	70	63	55	61	70
4	67	56	50	39	48	55
5	61	53	58	52	58	54
6	57	68	40	40	54	64
7	65	66	50	34	51	52
8	67	73	70	59	75	70
9	59	55	29	27	73	63
10	74	54	35	38	55	69
11	57	41	57	56	62	61
12	68	48	71	51	71	83
13	67	63	54	53	60	57
14	84	77	49	55	73	76
15	69	62	80	65	58	66
16	56	61	54	54	72	84
17	72	55	76	24	65	60
18	62	50	41	42	51	50
19	56	59	54	24	43	52
20	57	52	44	48	44	73

モデル集計

モデル	R	R2乗	調整済みR2乗	推定値の標準誤差	変化の統計量				
					R2乗変化量	F変化量	自由度1	自由度2	有意確率F変化量
1	.653 ^a	.427	.222	8.743	.427	2.085	5	14	.128

a. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科。

分散分析^b

モデル	平方和(分散成分)	自由度	平均平方	F値	有意確率
1 回帰	796.881	5	159.376	2.085	.128 ^a
残差(分散分析)	1070.119	14	76.437		
合計(ピボットテーブル)	1867.000	19			

a. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科。

b. 従属変数 国家試験

●実際の手順●

では、実際の計算手順を説明しましょう。計算では SPSS を使いますが、Excel で予め data の準備計算をしておくのが便利です。

10 data の予備計算は、右表の通りです。左列の国語から国家試験までは raw data です。下には平均と SD。次の国語_me から英語_me までは、raw data からそれぞれの平均を引いた値です（例：1 番の人の社会は、 $58-59.5=-1.45$ ）。これを中心化あるいはセンタリング（前出）といいます。

11 なお、有意な交互作用がみられたときの、交互作用の詳細を検討するため（単純傾斜分析:simple slope analysis）、raw data から平均+1SD と平均-1SD の値を引いた結果も併せて計算しておくとも便利です（右表では割愛）。

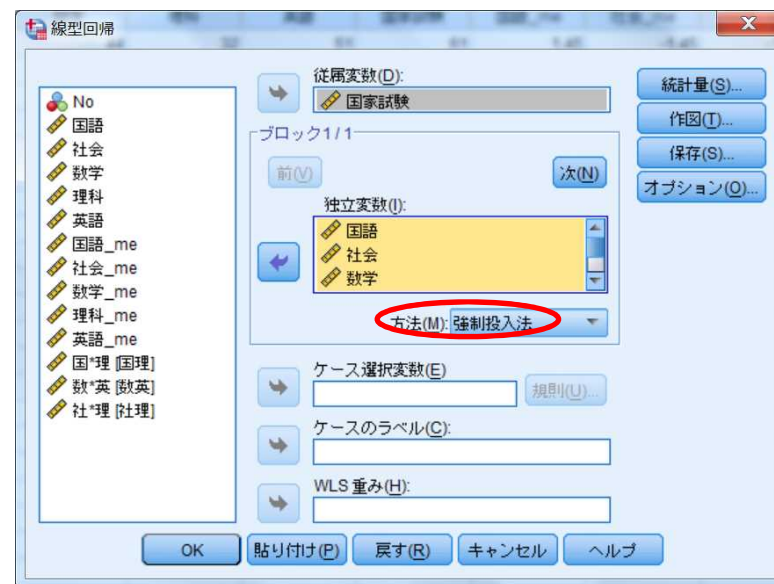
12 右から 3 列には、交互作用項の計算を示しています。計算は、たとえば社会と理科の交互作用（社*理）では、社会_me の値と理科_me の値をかけた計算します（ $-1.45 \times (-12.5)=18.125$ ）。必要と思われる交互作用項を計算します。

13 これで data の予備計算終了です。先頭から 20 番の人の値までの行(mean と SD の行を除く)を Excel の別の sheet に copy すると便利です。その際、セルの中に計算式が入っていると SPSS では数値を読み込めませんので、Excel で、「コピー」→「形式を選択して貼り付け」→「値」を行い、表内の数値が示された sheet を作成しておきます。

14 ここからは SPSS による計算です。4 で作製した Excel の sheet を SPSS で読み込みます。やり方は SPSS の本を参照してください。なお、古い version の SPSS では、Excel2007 以降のファイル(拡張子が.xlsx)のファイルは読み込めませんのでご注意ください(.xls 形式で保存しておくとも安全です)。

15 SPSS に Excel ファイルを移行したなら、階層的重回帰分析を行います。SPSS のメニューから、[分析]→[回帰]→[線型]をクリックしますと、階層的重回帰分析（重回帰分析と同じ）を実施するダイアログボックスが表示されます（右図の「線形回帰」）。従属変数

No	国語	社会	数学	理科	英語	国家試験	国語_me	社会_me	数学_me	理科_me	英語_me	国*理	数*英	社*理
1	66	58	44	32	51	61	1.45	-1.45	-10.55	-12.5	-8.5	-18.125	89.675	18.125
2	64	68	72	42	65	70	-0.55	8.55	17.45	-2.5	5.5	1.375	95.975	-21.375
3	63	70	63	55	61	70	-1.55	10.55	8.45	10.5	1.5	-16.275	12.675	110.775
4	67	56	50	39	48	55	2.45	-3.45	-4.55	-5.5	-11.5	-13.475	52.325	18.975
5	61	53	58	52	58	54	-3.55	-6.45	3.45	7.5	-1.5	-26.625	-5.175	-48.375
6	57	68	40	40	54	64	-7.55	8.55	-14.55	-4.5	-5.5	33.975	80.025	-38.475
7	65	66	50	34	51	52	0.45	6.55	-4.55	-10.5	-8.5	-4.725	38.675	-68.775
8	67	73	70	59	75	70	2.45	13.55	15.45	14.5	15.5	35.525	239.475	196.475
9	59	55	29	27	73	63	-5.55	-4.45	-25.55	-17.5	13.5	97.125	-344.925	77.875
10	74	54	35	38	55	69	9.45	-5.45	-19.55	-6.5	-4.5	-61.425	87.975	35.425
11	57	41	57	56	62	61	-7.55	-18.45	2.45	11.5	2.5	-86.825	6.125	-212.175
12	68	48	71	51	71	83	3.45	-11.45	16.45	6.5	11.5	22.425	189.175	-74.425
13	67	63	54	53	60	57	2.45	3.55	-0.55	8.5	0.5	20.825	-0.275	30.175
14	84	77	49	55	73	76	19.45	17.55	-5.55	10.5	13.5	204.225	-74.925	184.275
15	69	62	80	65	58	66	4.45	2.55	25.45	20.5	-1.5	91.225	-38.175	52.275
16	56	61	54	54	72	84	-8.55	1.55	-0.55	9.5	12.5	-81.225	-6.875	14.725
17	72	55	76	24	65	60	7.45	-4.45	21.45	-20.5	5.5	-152.725	117.975	91.225
18	62	50	41	42	51	50	-2.55	-9.45	-13.55	-2.5	-8.5	6.375	115.175	23.625
19	56	59	54	24	43	52	-8.55	-0.45	-0.55	-20.5	-16.5	175.275	9.075	9.225
20	57	52	44	48	44	73	-7.55	-7.45	-10.55	3.5	-15.5	-26.425	163.525	-26.075
mean	64.6	59.5	54.6	44.5	59.5	64.5								
SD	7.05	9.05	14	12.1	9.94	9.91278								



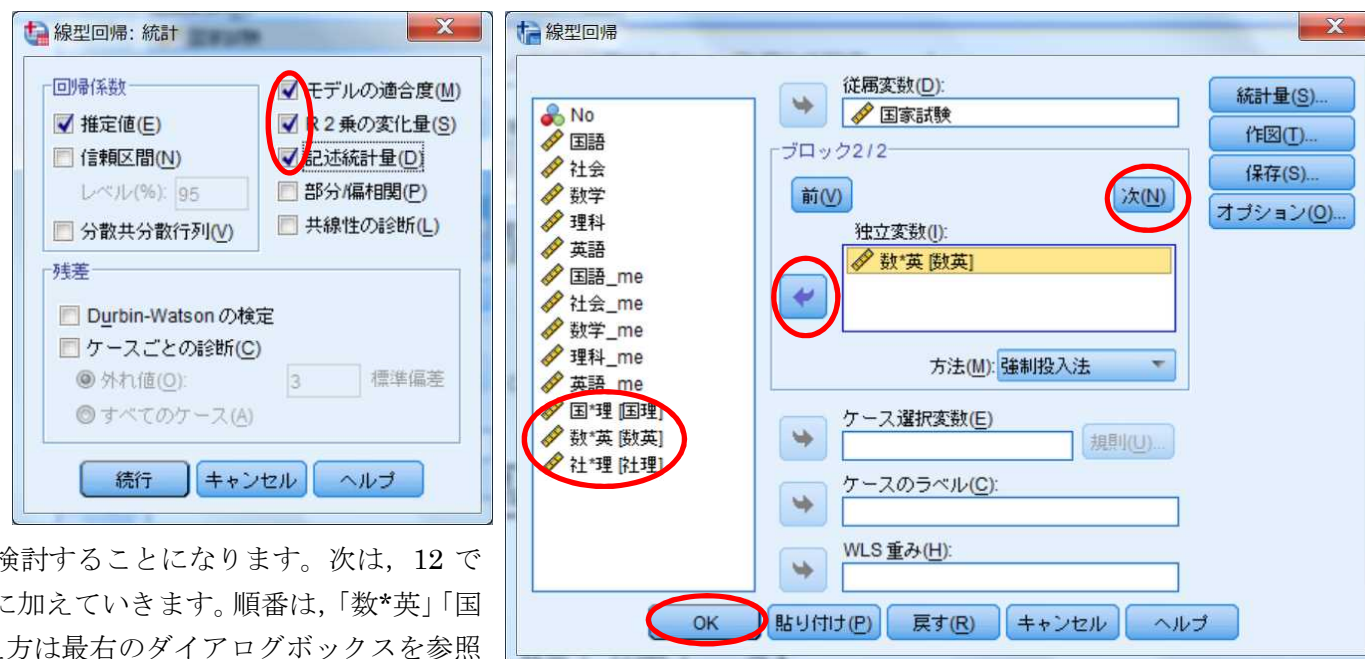
(目的変数)に「国家試験」を、独立変数(説明変数)には国語・社会・数学・理科・英語の5つを指定します。まずは強制投入法で、5つの独立変数を使って計算します。「モデルの適合度」「R2乗の変化量」には必ずチェックを。また、「記述統計量」「部分/偏相関」「共線性の診断」にもチェックを入れてください(右隣の図)。

16 計算の結果は、1ページ目の2と3で示した「モデル集計」「分散分析」の出力結果になります。結果は有意ではありませんでした。

17 ここから階層的重回帰分析で交互作用を検討することになります。次は、12で計算しておいた交互作用項を順番に独立変数に加えていきます。順番は、「数*英」「国*理」「社*理」としましょう(任意です)。加え方は最右のダイアログボックスを参照してください。

やり方は、「次」をクリックし、変数のリストから「数*英」「国*理」「社*理」を選んで、矢印をクリックして「独立変数」欄に順番に入っていきます。「次」をクリックしたときに、欄内の変数名が消えますが、登録されています。そして「ok」をクリックします。

18 「数*英」「国*理」「社*理」の順で交互作用項を投入(追加)していったときの結果は、下記の表のモデル番号2, 3, 4にそれぞれ対応します。どの変数が投入されたかは「投入済み変数または除去された変数」出力を参照してください(下の左側)。そして、「モデル集計」出力(下の右側)の「有意確率F変化量」



投入済み変数または除去された変数^a

モデル	投入済み変数	除去された変数	方法
1	英語, 社会, 数学, 国語, 理科	.	入力
2	数*英 ^a	.	入力
3	国*理 ^a	.	入力
4	社*理 ^a	.	入力

a. 要求された変数がすべて入力されました。
b. 従属変数 国家試験

モデル集計

モデル	R	R2乗	調整済みR2乗	推定値の標準誤差	変化の統計量				
					R2乗変化量	F変化量	自由度1	自由度2	有意確率F変化量
1	.653 ^a	.427	.222	8.743	.427	2.085	5	14	.128
2	.704 ^b	.496	.263	8.508	.069	1.784	1	13	.205
3	.705 ^c	.498	.205	8.840	.002	.041	1	12	.843
4	.706 ^d	.498	.133	9.228	.001	.012	1	11	.914

a. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科。
b. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英。
c. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英, 国*理。
d. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英, 国*理, 社*理。

F 変化量」欄を参照し、モデル 2～4 の中で、交互作用項を投入したときに F の変化量が有意なのかどうかを確認します。今回の例では有意確率が 0.05 以下のモデル番号はありませんでしたが、もし、あった場合は、そのモデル番号に該当する交互作用項が有意であったことを示します。19 有意な交互作用項が検出された場合は、その様子を明らかにするために、単純傾斜分析を行います。詳細は、深谷(2012)の解説がとてわかりやすいです。

20 実際の論文での使用例、記述例

として、たとえば、西野(2007)、弓削(2012)がみつかりました。他にも多数あると思います。

★ 教育心理学の研究例を紹介する ★

* 西野泰代 (2007). 学級での疎外感と教師の態度が情緒的な問題行動に及ぼす影響と自己価値の役割.

発達心理学研究, 18, 216-226.

* 弓削洋子 (2012). 教師の 2 つの指導性機能の統合化の検討. 教育心理学研究, 60, 186-198.

<次の文献で詳しく調べてください>

* 深谷達史 (2012). 重回帰分析による調整効果 (交互作用) の検討

http://researchmap.jp/muup9pw5i-1777844/?action=multidatabase_action_main_filedownload&download_flag=1&upload_id=23536&metadata_id=423

79

* 小塩真司 (2007). 実践形式で学ぶ SPSS と Amos による心理・調査データ解析 東京図書

分散分析^e

モデル	平方和(分散成分)	自由度	平均平方	F 値	有意確率
1 回帰	796.881	5	159.376	2.085	.128 ^a
残差(分散分析)	1070.119	14	76.437		
合計(ピボットテーブル)	1867.000	19			
2 回帰	926.035	6	154.339	2.132	.119 ^b
残差(分散分析)	940.965	13	72.382		
合計(ピボットテーブル)	1867.000	19			
3 回帰	929.230	7	132.747	1.699	.200 ^c
残差(分散分析)	937.770	12	78.148		
合計(ピボットテーブル)	1867.000	19			
4 回帰	930.281	8	116.285	1.366	.309 ^d
残差(分散分析)	936.719	11	85.156		
合計(ピボットテーブル)	1867.000	19			

a. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科。
 b. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英。
 c. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英, 国*理。
 d. 予測値: (定数), 英語, 社会, 数学, 国語, 理科, 数*英, 国*理, 社*理。
 e. 従属変数: 国家試験

係数^a

モデル	標準化されていない係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
1 (定数)	25.125	20.743		1.211	.246
国語	-.010	.315	-.007	-.031	.976
社会	.029	.242	.027	.120	.906
数学	-.046	.160	-.066	-.289	.777
理科	.244	.189	.297	1.290	.218
英語	.503	.230	.505	2.186	.046
2 (定数)	25.419	20.187		1.259	.230
国語	-.064	.309	-.045	-.206	.840
社会	.047	.236	.043	.198	.846
数学	-.142	.172	-.201	-.827	.423
理科	.216	.185	.263	1.168	.264
英語	.630	.243	.632	2.589	.022
数*英	.025	.019	.309	1.336	.205
3 (定数)	26.843	22.126		1.213	.248
国語	-.074	.325	-.052	-.226	.825
社会	.021	.276	.019	.077	.940
数学	-.140	.179	-.199	-.787	.447
理科	.211	.194	.257	1.086	.299
英語	.643	.261	.645	2.466	.030
数*英	.027	.022	.332	1.250	.235
国*理	.006	.031	.053	.202	.843
4 (定数)	24.532	31.087		.789	.447
国語	-.058	.368	-.041	-.157	.878
社会	.041	.339	.037	.121	.906
数学	-.142	.187	-.201	-.760	.463
理科	.207	.206	.252	1.003	.337
英語	.650	.281	.653	2.315	.041
数*英	.027	.023	.333	1.200	.255
国*理	.007	.032	.056	.204	.842
社*理	-.004	.036	-.037	-.111	.914

a. 従属変数: 国家試験