

Title	SPSSによる正準相関分析の実行について
Author(s)	岩井, 浩一
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1993, 88, p. 39-56
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/66003">https://hdl.handle.net/11094/66003</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 1. はじめに

統計パッケージ S P S S は、何度もバージョンアップを重ねてきている。そして、その際には、新しいコマンド・プロシジャーの追加、新しい機能や出力統計量の追加、あるいはコマンド・プロシジャーの変更など、様々な変更が行われてきた。これらの変更点については、三宅一郎・山本嘉一郎両氏により詳細に説明されている。

ところで、私は昨年から大阪大学大型計算機センターのプログラム相談員を担当しているが、最近、これらの変更にも多少とまどっているユーザが多く存在することがわかった。たとえば、かなり以前のバージョンでは正準相関分析ができたのに、現在のバージョンではできないといった誤解がみられている。

そこで、複数のユーザから質問を受けた正準相関分析 (canonical correlation analysis) の実行のしかたについて、実際の例をまじえて紹介する。

## 2. 正準相関分析について

正準相関分析は重回帰分析の拡張といえるものである。また、一方の変数群をカテゴリカルデータとすれば正準判別分析とよばれる判別分析の特別な場合として扱え、2組の変数群がともにカテゴリカルデータであれば数量化理論Ⅲ類を特別な場合として含むというように、質的データの多変量解析を導くことができる。Hotelling (1936) によって開発されて以来、正準相関分析は、単に応用の観点からだけでなく、その手法に内包される数学的構造の一般性に大きな関心が注がれてきている。

この手法では、複数の変数からなる変数群間の相関関係について検討する。たとえば、体格 (身長、体重、胸囲、座高など) と運動能力 (50 m 走、幅跳び、懸垂、持久走など) の2つの変数群を考え、体格群と運動能力群との間に相関関係があるかどうかを検討するというように、変数群間の相関関係について分析するものである。

変数を整理するための統計的手法としては、他にも、たとえば主成分分析がある。この手法を用いることにより、2つの変数群についてそれぞれ主成分分析を

行い、得られた合成変量間の関連を探るということもできそうであるが、主成分分析の目的は変数群内でできるだけ多くの分散を説明するような合成変量を求めることであり、変数群間の関連を扱うのは難しい。一方、正準相関分析では、分析の目的として、はじめに変数群間の相関を最大にすることをめざし、そうなるような合成変量の対を求めていく。このように、両分析では、分析を始める最初の手順が異なっている。

なお、それ以上の詳細な解説は、専門の書籍を参照願いたい。

### 3. 正準相関分析を行うためのコマンド・プロシジャー

阪大センターで以前提供していたSPSSのかなり古いバージョンでは、正準相関分析のためのコマンド・プロシジャーとして、CANCORRプロシジャーがあった。そして、SPSS x版にバージョンアップされた際に、このコマンド・プロシジャーは削除されてしまった。しかし、その際、MANOVAという非常に強力なコマンド・プロシジャーが使えるようになり、その機能の一部として正準相関分析的な解析や正準判別分析的な解析を行うことが可能となった。つまり、CANCORRプロシジャーは、MANOVAプロシジャーに吸収・合併されたと考えられる。

なお、ここではSPSS R 4.0のコマンド・プロシジャーの使い方に沿って解説している。

### 4. サンプル・データ

実際の使用例を示すために、サンプル・データを用意した。データとしては、柳井晴夫・高木廣文両氏の了解を得て、両氏の著書「多変量解析ハンドブック」から引用させていただいた。紙面をかりて両氏にお礼を申し上げる。

このサンプル・データは、世界48カ国における1日1人当たりの食物供給量（1961-65年の平均値、単位はkcal；F.A.O.（1976））とがんの5つの部位別訂正死亡率（人口10万対）を示している。

-----  
サンプルデータを参照  
-----

### 5. 実行例

以下に、実行例を示す。

-----  
プログラムの例を参照  
-----

MANOVAの手続きコマンド（正準相関分析の場合に限定）

MANOVA 第1変数リスト WITH 第2変数リスト／

\* 正準相関分析の場合、実際には変数群にどちらが従属変数でどちらが共変量という区別はないため、第1および第2と表現している。

(1) PRINTサブコマンド

印刷出力をコントロールする。

① キーワード・オプション (ERROR)

誤差行列の印刷要求をする。

オプション例

---

SSCP	誤差平方和積和行列を印刷する
COV	誤差分散共分散行列を印刷する
COR	誤差相関行列と標準偏差を印刷する

---

② キーワード・オプション (SIGNIF)

有意性検定の要求をする。

オプション例

---

HYPOTH	仮説平方和積和行列を印刷する
STEPDOWN	Roy-BargmannのステップダウンF検定を行う
EIGEN	固有値の印刷を行う

---

(2) DISCRIMサブコマンド

多変量分析における従属変数と独立変数の正準分析を要求する。独立変数が連続の時は正準相関分析、独立変数がカテゴリーの時は正準判別分析を実行する。

オプション例

---

RAW	未加工の正準係数
STAN	標準化正準係数
ESTIM	正準関数領域における効果推定値
COR	変数群と正準変数間の相関
ROTATE(rotttyp)	変数群と正準変量間の相関行列の回転
	rotttypには、VARIMAX、EQUAMAX、QUARTIMAXを指定する
ALPHA(alpha)	正準変量用の有意水準。デフォルトは0.15である

---

(3) DESIGNサブコマンド

モデルの構造を指定する。詳細はマニュアルを参照下さい。

6. 出力例とその簡単な解説

(1) 事例情報

事例情報は、事例が処理されたときにMANOVAが出力するメッセージである。まず、分析に使われたケース数と使用されなかったケース数が出力される。この例では、47ケースが分析に使われている。使われなかったケース数としては、欠損値のあるケースや独立変数値で指定範囲を超えたものがある場合が出力される。この例では、データ中に欠損値を含むケースが1件(第9番目のケース)あるので、このケースは分析には使用されないことが示されている。

さらに、ここで検定する仮説には1つの標本しか含まれないので、すべてのデータは1つのセルのメンバーであることが出力されている。そして最後に、多数の異なるMANOVAモデルがどのように指定されているかを表示している。

-----

出力1を参照

-----

## (2) 誤差行列

PRINTサブコマンドで、キーワードERRORを指定しているので、誤差行列が出力される。そして、CORオプションを指定しているので、誤差相関行列と標準偏差の値、およびBartlettの球状性検定の結果が出力される。なお、この検定は、母集団相関行列が単位行列であるという仮説を検定するものである。

もし、この検定結果が有意でない場合には、変数群間に相関係数がみられないことを意味する。その場合、多変量分散分析を用いる理由はなく、個別の分散分析でよいということになり、研究計画自体の意味を問い直す必要がでてくる。この出力例では、有意確率が十分小さいので、母集団相関行列が単位行列であるという仮説は棄却される。

また、SSCPオプションとCOVオプションを指定しているので、誤差平方和積和行列と誤差分散共分散行列が出力される。

-----  
出力 2 ～ 出力 5 を参照  
-----

## (3) 仮説平方和積和行列

PRINTサブコマンドで、キーワードSIGNIFを指定しているので、有意性検定の結果が出力される。その前に、まず、HYPOTHオプションを指定しているので、仮説平方和積和行列が出力される。

-----  
出力 6 を参照  
-----

## (4) 多変量検定統計量

キーワードSIGNIFでは、多変量検定統計量を出力するためのMULTIVオプションはデフォルトで要求される機能である。したがって、MULTIVオプションにより多変量F検定が実行される。検定統計量としては、次の4種類が出力される。

- ① Pillaiの検定基準
- ② Hotellingのトレース検定基準
- ③ Wilksのラムダ検定基準
- ④ Royの最大固有値による検定基準

なお、Royの最大固有値基準は簡単に一般的な分布の統計量に変換することがで

きないので、最大固有値の値だけが出力される。

この出力例では、どの検定基準においても有意であることが示されている。

-----  
出力 7 を参照  
-----

#### (5) 固有値と正準相関

キーワードSIGNIFでは、EIGENオプションもデフォルトで要求される機能である。このオプションにより、固有値と正準相関係数が出力される。この例では、第1正準相関係数は0.94であることが示されている。

-----  
出力 8 を参照  
-----

#### (6) 単一変量F検定

キーワードSIGNIFでは、UNIVオプションもデフォルトで要求される機能となっている。このオプションにより、単変量分散分析が実行され、その結果が出力されている。

-----  
出力 9 を参照  
-----

#### (7) ステップダウンF検定

STEPDOWNオプションを指定しているので、Roy-BargmannのステップダウンF検定が実行される。これは、MANOVAプロシジャで指定された変数に順序がある場合には有効である。

-----  
出力 10 を参照  
-----

#### (8) 非標準化正準係数

キーワードDISCRIMを指定することにより、正準相関分析の結果が出力される。

この実行例では、ALLオプションを指定しているので、まずRAWオプションによる出力が要求される。RAWオプションにより、標準化されていない元の正準係数が出力される。

-----  
出力 1 1 を参照  
-----

#### ( 9 ) 標準化正準係数

ALLオプションを指定しているので、次にSTANオプションによる出力が要求される。STANオプションにより、標準化された正準係数が出力される。

-----  
出力 1 2 を参照  
-----

#### ( 1 0 ) 正準構造係数

ALLオプションを指定しているので、次にCORオプションによる出力が要求される。CORオプションでは、各変数と正準変数との相関係数を出力する。この値は、一般に正準構造係数とよばれるものである。

-----  
出力 1 3 を参照  
-----

#### ( 1 1 ) 冗長度係数

さらに、各正準相関の散らばりを示す固有値のパーセンテージ、累積パーセンテージなどが出力される。これらの分析は、一般に冗長度分析とよばれるものである。

-----  
出力 1 4 を参照  
-----

#### ( 1 2 ) 出力例 ( つづき )

同様に、第 2 変数群についての分析結果が出力される。



-----  
出力15～出力18を参照  
-----

### (13) パラメータ推定値

ALLオプションを指定することにより、ESTIMオプションによる出力が要求される。このオプションにより、正準関数空間における効果の推定値が出力される。出力されるのは、推定値、推定値の標準誤差、t検定、95%信頼区間の設定などである。

-----  
出力19～出力20を参照  
-----

### (14) モデルに定数項を入れる場合の出力例

これまでの出力例は、セル内誤差項に対して分析した結果であった。しかし、今回のMANOVAのプログラムの例を実行すると、続いてモデルに定数項を入れる場合の分析結果も出力される。ほとんど同様の出力形式であるので、紙面の都合上、ここでは省略する。

## 7. 解析結果の解釈

このサンプルデータについて、正準相関分析を適用し、食物供給量(7変数)とがんの部位別死亡率(5変数)との関連を探った。正準相関分析の結果、全部で5つの正準相関係数とそれに対応する重み係数(標準化正準係数)と構造係数が得られた。さらに、有意な正準相関係数がみつかった。また、冗長度係数の和 $Re(Y|X)$ は0.496、 $Re(X|Y)$ は0.455で、わずかに前者の方が大きな数値を示している。がん死亡率と食物供給量全体の関連の強さを示す指標として、正準相関係数の平方和を固有値数で除した一般化決定係数(柳井, 1974)があるが、その値は0.381となる。各変数群の構造係数の値を参考にした場合、第1正準相関係数に大きなウェイトを示す変数は、食物供給量では肉類と総熱量、一方、がんの部位別死亡率では直腸がんと大腸がんであった。この結果は、これまでの疫学的研究から得られている多くの知見と一致するものである。

## 8. 最後に

SPSSを使って、正準相関分析を実行するための方法について簡単に紹介した。SPSSの古いバージョンで供給されていたCANCORRコマンド・プロシジャーでは、冗長度分析はサポートされていなかったが、現在のバージョンのMANOVAコマンド・プロシジャーでは冗長度分析が十分行えるようになっている。また、さらに、パラメータ推定や95%信頼区間の設定も可能となっている。

なお、SPSSのMANOVAコマンド・プロシジャーでは、正準相関分析とほとんど同様の考え方で正準判別分析を実行することも可能である。このように、MANOVAは、非常に強力なコマンド・プロシジャーであるといえる。

ところで、信頼性の高い統計パッケージとしては、SPSSのほかにはSASが有名である（本センターでは提供していないが、. . .）。SASの場合、正準相関分析のためにはCANCORRプロシジャーが用意されているので、念のため同じデータ実行してみたが、当然のことながら同様の結果が得られることが確認された。ただし、出力結果の表示桁数がわずかに異なる部分がみられた。なお、2つのシステムを比較した場合、正準相関分析の実行については、SPSSのMANOVAコマンド・プロシジャーのほうがパラメータ推定や95%信頼区間の設定などが可能である点から、有利であるものと思われる。

SPSSの旧バージョン（第2版）で、MANOVAにより正準相関分析を実行する場合には、コマンドの使い方にやや注意が必要である。キーワードのオプションの要求のしかたはほとんど同様ではあるが、判別分析（正準相関分析）の印刷を要求するDISCRIMサブコマンドが、旧バージョンの場合、PRINTサブコマンドのキーワードの1つとして扱われる。したがって、わずかなプログラムの変更が必要である。

今回はセンターニュースの原稿という性格上、正準相関分析の考え方や分析のための公式等については極力触れないようにした。興味のあるユーザは、専門の書籍類を参考にさせていただきたい。

#### おもな参考文献

三宅一郎・山本嘉一郎他（1991）：新版SPSS x III 解析編2. 東洋経済新報社.

SPSS Inc. : SPSS Advanced Statistics User's Guide. SPSS Inc.

柳井晴夫・高根芳雄（1985）：新版多変量解析法. 朝倉書店.

柳井晴夫・高木廣文（1986）：多変量解析ハンドブック. 現代数学社.

Cooley W.W. and Lohnes P.R. : 行動科学のための多変量解析. 井口春弘他訳. 鹿島出版会（1973）.

Hotelling H. (1936): Relations between sets of variables. *Biometrika*, 28, 321-377.

柳井晴夫 (1974) : 一般化決定係数による多変量解析各種技法の統一的表現. *行動計量学*, 1, 46-55.

Stewart D. and Love W. (1969): A general canonical correlation index. *Psychological Bulletin*, 70, 160-163.

Bartlett M. S. (1941): The statistical significance of canonical correlations. *Biometrika*, 32, 29-38.

表 サンプル・データ（男性の食物供給量と部位別訂正死亡率）

国番号	総熱量	穀類	野菜	肉類	魚類	乳製品	酒類	口腔癌	食道癌	胃 癌	大腸癌	直腸癌
1	2336	1271	21	40	26	89	38	2.32	2.75	18.19	2.98	2.53
2	3190	670	55	575	23	388	109	3.90	3.68	12.87	14.60	5.91
3	2578	1217	68	168	20	127	128	2.79	9.45	50.80	3.92	1.90
4	2200	881	15	120	9	142	23	1.59	3.91	49.46	3.99	0.71
5	2431	976	19	205	18	117	42	7.12	4.65	10.90	6.75	2.84
6	1940	480	13	79	18	101	37	1.41	1.46	2.80	1.28	0.59
7	1895	575	56	98	13	111	41	0.83	2.85	23.93	3.51	0.88
8	1819	998	14	55	5	94	26	0.72	0.61	5.45	0.89	0.57
9	1937	1081	10	50	1	85	24			7.23		
10	2352	840	49	178	77	100	192	14.20	9.64	8.46	13.76	2.66
11	2570	1313	10	144	6	93	68	1.54	1.60	10.05	1.94	0.66
12	2342	1112	17	140	24	92	44	2.04	2.05	16.02	4.12	1.61
13	2436	1109	14	151	44	133	12	3.01	2.32	17.89	8.53	5.72
14	3349	637	55	672	26	413	121	4.77	4.10	7.33	14.95	4.38
15	2938	859	26	720	6	364	91	5.52	14.57	28.51	12.13	6.07
16	2225	770	11	175	33	167	61	2.75	2.98	28.08	3.27	1.39
17	2468	1245	48	291	71	47	25	18.67	11.65	16.68	8.58	4.02
18	2869	1099	68	187	29	218	56	1.48	1.71	15.25	9.69	3.89
19	2551	1486	65	55	129	47	75	1.65	7.64	58.43	5.01	6.00
20	1915	1224	20	99	57	20	19	4.83	0.94	6.59	2.74	1.11
21	2416	1194	46	146	74	112	19	16.38	12.95	31.80	9.05	6.18
22	2135	1555	28	88	24	17	11	2.14	1.20	2.11	1.84	0.13
23	3366	966	40	487	16	337	218	4.33	4.35	31.54	13.51	9.99
24	3364	824	48	486	38	272	194	2.79	3.74	20.81	13.53	7.88
25	3242	1820	69	229	9	136	100	1.81	0.86	30.55	4.07	5.15
26	3398	1244	46	443	16	254	192	3.72	2.54	33.66	11.02	11.92
27	3409	728	26	474	48	402	131	1.89	3.35	15.42	11.59	10.99
28	3192	939	11	291	46	590	70	2.38	3.48	24.74	5.48	5.32
29	3351	911	84	450	39	254	317	14.83	14.84	15.80	13.32	7.45
30	3264	754	30	485	36	293	211	2.43	3.51	27.37	13.35	9.74
31	2862	1318	56	166	41	181	77	1.53	2.02	13.75	5.69	0.66
32	3246	1333	59	311	4	190	142	4.99	2.97	37.40	11.35	9.12
33	3093	514	7	459	189	730	60	3.67	2.67	40.58	9.96	2.73
34	3457	1009	37	490	14	438	95	3.77	5.14	21.03	14.67	7.42
35	3079	1276	80	208	28	186	262	5.93	4.53	26.30	10.58	6.38
36	3364	824	48	486	38	272	194	7.17	8.70	18.56	13.12	8.72
37	3239	748	43	406	27	386	72	1.90	3.38	21.67	11.79	6.90
38	3107	773	24	285	86	483	49	2.88	1.91	16.46	7.93	6.34
39	3260	1389	57	327	25	385	131	4.98	4.36	35.98	5.46	5.49
40	2861	1227	68	179	74	91	228	5.04	6.68	36.13	7.86	6.46
41	2903	1651	59	189	6	199	74	2.75	1.75	28.64	3.33	3.45
42	2848	1032	94	192	56	159	202	3.81	5.21	25.00	6.86	4.27
43	3177	682	23	416	76	444	118	2.31	2.58	16.40	12.17	6.87
44	3521	922	42	447	22	436	227	6.55	7.60	17.61	12.81	7.03
45	3396	745	41	529	33	371	144	2.54	5.36	19.98	13.04	8.56
46	3201	1873	41	161	6	182	104	3.41	2.73	24.85	4.11	4.91
47	3256	828	52	683	22	345	146	4.32	4.00	13.67	15.32	6.34
48	3517	838	67	753	23	422	128	2.69	5.52	14.33	16.08	9.59

プログラムの例

```
$:JOB:., A
$:CPROC:SPSS
TITLE "CANONICAL CORRELATION"
DATA LIST/ NO 1-3 X1 5-8 X2 10-13 X3 15-16 X4 18-20 X5 22-24 X6 26-28
          X7 30-32 Y1 34-38 Y2 40-44 Y3 46-50 Y4 52-56 Y5 58-62
BEGIN DATA
.
.
データ
.
.
END DATA
MANOVA X1 TO X7 WITH Y1 TO Y5
/PRINT=ERROR(SSCP COV COR) SIGNIF(HYPOTH STEPDOWN EIGEN)
/DISCRIM=ALL ALPHA(1.0)
/DESIGN
FINISH
$:ENDJOB
```

## 出力1 事例報告

```
***** ANALYSIS OF VARIANCE *****
47 CASES ACCEPTED.
0 CASES REJECTED BECAUSE OF OUT-OF-RANGE FACTOR VALUES.
1 CASE REJECTED BECAUSE OF MISSING DATA.
1 NON-EMPTY CELL.
```

## 出力2 誤差相関行列と標準偏差

```
-----
ADJUSTED WITHIN CELLS CORRELATIONS WITH STD. DEVS. ON DIAGONAL
-----
```

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	278.91483						
X2	.40292	268.20642					
X3	.26202	.46860	21.03764				
X4	.42489	-.06649	-.20972	96.33924			
X5	-.08692	-.32162	-.22048	-.11865	32.89678		
X6	.52136	-.34383	-.37911	.52168	.34693	126.12216	
X7	.30487	.13075	.48592	-.16340	-.15152	-.16877	59.57639

## 出力3 Bartlettの球状性検定

```
-----
STATISTICS FOR ADJUSTED WITHIN CELLS CORRELATIONS
LOG(DETERMINANT) = -3.12591
BARTLETT TEST OF SPHERICITY = 118.26359 WITH 21 D. F.
SIGNIFICANCE = .000
F(MAX) CRITERION = 175.77176 WITH (7,41) D. F.
```

## 出力4 誤差分散共分散行列

```
-----
ADJUSTED WITHIN CELLS VARIANCES AND COVARIANCES
-----
```

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	77793.48321						
X2	30140.86221	71934.68254					
X3	1537.43808	2644.05008	442.58237				
X4	11416.95007	-1717.92269	-425.04372	9281.24997			
X5	-797.48937	-2837.68610	-152.58779	-376.03551	1082.19792		
X6	18339.89702	-11630.68819	-1005.90526	6338.62388	1439.42753	15906.79823	
X7	5066.01399	2089.21342	609.02265	-937.82459	-296.95868	-1268.08920	3549.34630

### 出力 5 誤差平方和積和行列

```
***** ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I*****
ADJUSTED WITHIN CELLS SUM-OF-SQUARES AND CROSS-PRODUCTS
```

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	3189532.81143						
X2	1235775.35070	2949321.98429					
X3	63034.96147	108406.05344	18145.87736				
X4	468094.95270	-70434.83025	-17426.79245	380531.24864			
X5	-32697.06410	-116345.13019	-6256.09925	-15417.45573	44370.11480		
X6	751935.77802	-476858.21560	-41242.11562	259883.57907	59016.52854	652178.72752	
X7	207706.57359	85657.75038	24969.92851	-38450.80827	-12175.30596	-51991.65723	145523.19813

### 出力 6 仮説平方和積和行列

```
***** ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I*****
EFFECT WITHIN CELLS REGRESSION
ADJUSTED HYPOTHESIS SUM-OF-SQUARES AND CROSS-PRODUCTS
```

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	8571742.46517					
X2	-1803316.84006	1938847.41996				
X3	123777.27258	-16621.15982	4455.78222			
X4	3052484.94092	-1283864.21230	46371.85628	1382623.17690		
X5	20108.17048	12668.17274	3996.03542	1329.03020	10012.31073	
X6	1927907.94538	-730447.29504	22323.88158	788259.52731	4717.36507	540476.54907
X7	899797.61790	-188894.47378	19156.15660	343828.04231	7000.07191	181095.46574

### 出力 7 多変量F検定

```
MULTIVARIATE TESTS OF SIGNIFICANCE (S = 5, M = 1/2, N = 16 1/2)
```

TEST NAME	VALUE	APPROX. F	HYPOTH. DF	ERROR DF	SIG. OF F
PILLAIS	1.90338	3.42457	35.00	195.00	.000
HOTELLINGS	9.79400	9.34628	35.00	167.00	.000
WILKS	.03076	5.50696	35.00	149.66	.000
ROYS	.89090				

### 出力 8 固有値と正準相関

```
EIGENVALUES AND CANONICAL CORRELATIONS
```

ROOT NO.	EIGENVALUE	PCT.	CUM. PCT.	CANON COR.	SQ. COR.
1	8.16594	83.37698	83.37698	.94388	.89090
2	.85087	8.68766	92.06464	.67802	.45971
3	.54209	5.53489	97.59953	.59290	.35153
4	.19717	2.01318	99.61272	.40583	.16470
5	.03793	.38728	100.00000	.19117	.03654

出力9 単一変量F検定

```
-----
```

EFFECT .. WITHIN CELLS REGRESSION (CONT.)  
UNIVARIATE F-TESTS WITH (5,41) D. F.

VARIABLE	SQ. MUL. R	MUL. R	ADJ. R-SQ.	HYPOTH. MS	ERROR MS	F	SIG. OF F
X1	.72881	.85370	.69574	1714348.49303	77793.48321	22.03717	.000
X2	.39664	.62979	.32306	387769.48399	71934.68254	5.39058	.001
X3	.19714	.44401	.09923	891.15644	442.58237	2.01354	.097
X4	.78418	.88554	.75780	276524.63538	9281.24997	29.79390	.000
X5	.18411	.42908	.08461	2002.46215	1082.19792	1.85037	.124
X6	.45317	.67318	.38648	108095.30981	15906.79823	6.79554	.000
X7	.43889	.66249	.37047	22765.55812	3549.34630	6.41401	.000

出力10 ステップダウンF検定

```
***** ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I *****
```

EFFECT .. WITHIN CELLS REGRESSION (CONT.)  
ROY-BARGMAN STEPDOWN F - TESTS

VARIABLE	HYPOTH. MS	ERROR MS	STEPDOWN F	HYPOTH. DF	ERROR DF	SIG. OF F
X1	1714348.49303	77793.48321	22.03717	5	41	.000
X2	478051.65387	61763.10912	7.74008	5	40	.000
X3	699.78250	360.13262	1.94312	5	39	.109
X4	31516.67408	6915.74249	4.55724	5	38	.002
X5	2378.23981	1005.54663	2.36512	5	37	.059
X6	16036.46424	3853.52916	4.16150	5	36	.004
X7	1229.89311	2285.29752	.53818	5	35	.746

出力11 非標準化正準係数

```
-----
```

RAW CANONICAL COEFFICIENTS FOR DEPENDENT VARIABLES  
FUNCTION NO.

VARIABLE	1	2	3	4	5
X1	-.00161	-.00403	.00141	-.00021	.00334
X2	.00128	-.00013	-.00209	-.00034	-.00259
X3	-.00018	.02568	-.01351	.02891	-.02609
X4	-.00256	.00558	-.00283	-.00395	-.00038
X5	-.00319	-.00083	-.02344	.00359	-.02230
X6	.00330	.00385	-.00026	.00845	-.01064
X7	.00014	.00232	-.00662	-.00664	-.01008

出力12 標準化正準係数

```
-----
```

STANDARDIZED CANONICAL COEFFICIENTS FOR DEPENDENT VARIABLES  
FUNCTION NO.

VARIABLE	1	2	3	4	5
X1	-.81299	-2.03694	.71505	-.10545	1.68915
X2	.41711	-.04384	-.68068	-.11007	-.84518
X3	-.00400	.56926	-.29945	.64090	-.57831
X4	-.50110	1.09255	-.55498	-.77337	-.07349
X5	-.10968	-.02844	-.80597	.12340	.76677
X6	.53090	.61992	.04244	1.36141	-1.71272
X7	.01053	.17456	-.49699	-.49859	-.75717

```
-----
```



### 出力13 正準構造係数

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I\*\*\*\*\*

CORRELATIONS BETWEEN DEPENDENT AND CANONICAL VARIABLES  
FUNCTION NO.

VARIABLE	1	2	3	4	5
X1	-.84480	-.42802	-.04367	.19312	-.23165
X2	.46366	-.55845	-.37445	-.22826	-.32577
X3	-.30408	.00853	-.54817	.00798	-.49879
X4	-.92916	.14874	.11132	.04206	-.07633
X5	-.02530	.07356	-.60352	.50349	.85513
X6	-.64612	-.05813	-.21072	.62329	-.05185
X7	-.64383	-.14646	-.35939	-.22458	-.40603

### 出力14 冗長度分析

VARIANCE EXPLAINED BY CANONICAL VARIABLES OF DEPENDENT VARIABLES

CAN. VAR.	PCT VAR DEP	CUM PCT DEP	PCT VAR COV	CUM PCT COV
1	38.81559	38.81559	34.58083	34.58083
2	7.82146	46.63705	3.59563	38.17646
3	14.18291	60.81996	4.98569	43.16215
4	11.19507	72.01504	1.84380	45.00596
5	12.71608	84.73111	.46470	45.47066

### 出力15 非標準化正準係数

RAW CANONICAL COEFFICIENTS FOR COVARIATES  
FUNCTION NO.

COVARIATE	1	2	3	4	5
Y1	-.07258	-.11541	-.23091	.00159	.32111
Y2	-.05615	.22046	.03963	-.23802	-.38705
Y3	.00732	-.01505	-.05741	.07923	-.00338
Y4	-.17321	.19700	.00151	.25754	.12088
Y5	-.07926	-.40547	.02333	-.32245	-.10876

### 出力16 標準化正準係数

STANDARDIZED CANONICAL COEFFICIENTS FOR COVARIATES  
CAN. VAR.

COVARIATE	1	2	3	4	5
Y1	.28775	-.45755	-.91545	-.00629	1.27304
Y2	-.19689	.77295	.13893	-.83453	-1.35704
Y3	.09040	-.18598	-.70919	.97878	-.04177
Y4	-.79135	.90006	.00688	1.17662	.55228
Y5	-.24833	-1.27037	.07310	-1.01025	-.34076

## 出力17 正準構造係数

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I \*\*\*\*\*

CORRELATIONS BETWEEN COVARIATES AND CANONICAL VARIABLES  
CAN. VAR.

COVARIATE	1	2	3	4	5
Y1	-.14598	.25394	-.74748	-.46388	.37456
Y2	-.32297	.41869	-.69390	-.40506	-.27350
Y3	-.02958	-.29638	-.59781	.50619	-.54580
Y4	-.97087	-.11165	-.32019	.03117	.17295
Y5	-.83599	-.50139	-.15061	-.13141	-.09891

## 出力18 冗長度分析

-----

VARIANCE EXPLAINED BY CANONICAL VARIABLES OF THE COVARIATES

CAN. VAR.	PCT VAR DEP	CUM PCT DEP	PCT VAR COV	CUM PCT COV
1	31.49465	31.49465	35.35148	35.35148
2	5.43832	36.93297	11.82980	47.18127
3	10.08700	47.01996	28.69470	75.87597
4	2.15335	49.17332	13.07459	88.95056
5	.40380	49.57711	11.04944	100.00000

## 出力19 パラメータ推定値

-----

REGRESSION ANALYSIS FOR WITHIN CELLS ERROR TERM  
-- INDIVIDUAL UNIVARIATE .9500 CONFIDENCE INTERVALS  
DEPENDENT VARIABLE .. X1

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	-16.4331536914	-.1288420863	17.20456	-.95516	.345	-51.17847	18.31216
Y2	-10.9936657123	-.0762288114	20.96046	-.52450	.603	-53.32417	31.33684
Y3	3.2257234963	.0788093123	4.08442	.78976	.434	-5.02293	11.47437
Y4	48.4081118702	.4373873146	15.91404	3.04185	.004	16.26905	80.54718
Y5	80.8080958088	.5007032057	22.03216	3.66773	.001	36.31325	125.30294

DEPENDENT VARIABLE .. X2

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	34.7449649516	.4225545599	16.54402	2.10015	.042	1.33363	68.15630
Y2	-23.0449597587	-.2478601217	20.15572	-1.14335	.260	-63.75026	17.66034
Y3	4.7329750855	.1793654129	3.92760	1.20505	.235	-3.19898	12.66493
Y4	-59.3662955439	-.8320359142	15.30305	-3.87938	.000	-90.27144	-28.46115
Y5	48.9956188751	.4709088256	21.18628	2.31261	.026	6.20907	91.78217

出力20 パラメータ推定値(つづき)

\*\*\*\*\* ANALYSIS OF VARIANCE -- DESIGN I\*\*\*\*\*

REGRESSION ANALYSIS FOR WITHIN CELLS ERROR TERM (CONT.)  
DEPENDENT VARIABLE .. X3

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	.5083926938	.0909270654	1.29768	.39177	.697	-2.11233	3.12912
Y2	.9010335597	.1425196119	1.58098	.56992	.572	-2.29182	4.09389
Y3	.3779177275	.2106224728	.30807	1.22671	.227	-.24425	1.00009
Y4	.8793934451	.1812542951	1.20034	.73266	.468	-1.54475	3.30354
Y5	.4908796385	.0693837167	1.66181	.29539	.769	-2.86522	3.84698

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	-18.6369352319	-.3773925817	5.94258	-3.13617	.003	-30.63822	-6.63565
Y2	14.8168589330	.2653473779	7.23390	2.04656	.047	.19559	29.43813
Y3	-2.0210825904	-.1275312137	1.41079	-1.43259	.160	-4.87023	82806
Y4	34.1646453477	.7972728740	5.49683	6.21534	.000	23.06358	45.26572
Y5	5.1378743266	.0822225625	7.61007	.67514	.503	-10.23098	20.50672

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	3.7663312569	.4342634382	2.02920	1.85607	.071	-.33173	7.86439
Y2	-3.1478818577	-.3209910817	2.47219	-1.27332	.210	-8.14058	1.84481
Y3	1.2187635054	.4378927570	.48174	2.52992	.015	.24587	2.19166
Y4	2.7119742293	.3603558016	1.87699	1.44485	.156	-1.07869	6.50264
Y5	-3.5795834647	-.3261789368	2.59860	-1.37751	.176	-8.82755	1.66839

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	-11.4882515684	-.2828528175	7.77971	-1.47669	.147	-27.19969	4.22319
Y2	-4.1644725229	-.0906789249	9.47808	-.43938	.663	-23.30585	14.97691
Y3	1.4544745268	.1115902524	1.64693	.78751	.436	-2.27547	5.18442
Y4	26.0855927735	.7401478642	7.19615	3.62494	.001	11.55267	40.61852
Y5	-2.1335786280	-.0415148900	9.96270	-.21416	.831	-22.25365	17.98649

COVARIATE	B	BETA	STD. ERR.	T-VALUE	SIG. OF T	LOWER -95%	CL- UPPER
Y1	-.6391628847	-.0337467257	3.67491	-.17393	.863	-8.06078	6.78246
Y2	4.1692441060	.1946781482	4.47717	.93122	.357	-4.87258	13.21107
Y3	.1743293994	.0286816608	.87243	.19982	.843	-1.58759	1.93625
Y4	3.9435396091	.2399482068	3.39925	1.16012	.253	-2.92139	10.80846
Y5	9.1073112788	.3800134266	4.70608	1.93522	.060	-.39682	18.61144