成績データについての一考察（II）

小 鹿 正 夫*・今 田 孝 保**・金 田 嶢***

A Study on the Data of the Scholarly Attainments (II)

Masao KOSIKA and Takayasu IMADA and Takashi KANETA

要 旨

本校学生の入試および学年成績について正準相関分析法の適用を試みた。前稿[1]に引続き，今回は約10年間に及ぶデータを対象とし，解析の結果についての考察を述べる。

Abstract

We have applied the method of Canonical Correlation Analysis to the data of scholarly attainments in our college. The data extend to about for ten years. As a continuation of the last paper, we give some consideration to the results of the multivariate analysis.

§1. は じ め に

我々は先[1]に，入試資料，成績資料を1次結合して得られる総合特性値として，群毎の相関係数を得る手法である正準相関分析法を適用して，得られた，正準変量の意味や，通常用いられる単純合計点による総合成績での相関との比較，相関図上での変動やその大きさ等について検討した。単年度の資料ではあったが，その結果，正準変量を総合特性値として，単純合計点によるそれとは違った入学後の教育効果，学習効果を十分に考慮した上で連続する学年の学業成績を同時に取り扱うことによりある特殊な変量（科目）に重きをおいた意味の特性値ではないかと考えられた。

今回は複数年度の資料を使い，どのような科目が正準変量を作る上で大きな影響を与え，また，この正準変量と高い相関をもつかを調べることにより，正準変量を一つの総合特性値と見て，この特性の複数年度にわたる共通性を分析する。前回は3学年までの資料であったが，3学年と4学年，4学年と5学年の正準相関も加えて調べる。

＊ 講師 一般教科
＊＊ 教授 電気工学科
＊＊＊ 教授 北海道工業大学

正準相関分析の際には入試各科目，各学年各科目成績はすべて平均0，分散1に標準化したものを基礎資料とする。

§2. 正準相関分析について

正準相関分析法の概要については，先に「成績データについての一考察」[1]で述べているので，改めてふれないが，必要なものだけ簡単にしるす。正準相関とは，2組の変数群，$(x_1, x_2 \cdots\cdots, x_r)$ と $(x_{r+1}, x_{r+2}, \cdots\cdots x_{r+s})$ に対して，各組の変数の線形結合で表される r 組の変量（$r \leqq s$）

$$Z_{k1} = a_{k1} x_1 + a_{k2} x_2 + \cdots\cdots + a_{kr} x_r$$

$$Z_{k2} = b_{k2} x_{r+1} + b_{k2} x_{r+2}, \cdots\cdots + b_{ks} x_{r+s}$$

$$(k = 1, 2, \cdots\cdots r)$$

が，Z_{k1} と Z_{k2} の相関係数を $\lambda_k = \gamma(Z_{k1}, Z_{k2})$ とすると，$\lambda_1 \geqq \lambda_2 \geqq \lambda_3 \geqq \cdots\cdots \geqq \lambda_r \geqq 0$ であり，かつ，$\gamma(Z_{k1}, Z_{j2}) = 0 \cdots\cdots (k \neq j)$ であるという条件をみたすように，変量 Z_{k1}，Z_{k2} を決めることである。この変量は平均0，分散1である。Z_{k1}，Z_{k2} は第k次正準変量，λ_k は第k次正準相関係数と呼ばれる。係数 $\{a_{kj}\}$，$\{b_{kj}\}$ をそれぞれ，第1組，第2組の正準変量の係数と云う。第1正準変量は2組の変数群の線形結合の中で最大の相関をもつ変量である。第2正準変量は，第1正準

変量のどちらとも無相関で，次に最も相関の高い変量である。正準変量ともとの変量の相関係数を正準負荷量と云う。第 k 正準変量ともとの変量に対する寄与率，C_{k1}（Z_{k1} と第1組の変量に対するもの），C_{k2}（Z_{k2} と第2組の変量に対するもの）を次のように定義する。

$$C_{k1}=\sum_{i=1}^{r}\gamma^2\ (Z_{k1},\ x_i)/r,$$

$$C_{k2}=\sum_{j=1}^{s}\gamma^2(Z_{k2},x_{r+j})/s$$

$$(k=1,\ 2,\ \cdots\cdots r)$$

ここで，$\sum_{k=1}^{r}C_{k1}=1$，$\sum_{k=1}^{r}C_{k2}\leqq 1$

となる。主成分分析と異なり，寄与率 C_{11}，C_{12} が一番大きくなるとは限らない。

正準相関分析とはこのようにして決められる正準変量を使い，観測値の関連，変数群の関係を調べることである。

§3．入試成績，学年成績への適用

3．1　資料について

資料は昭和40年から昭和49年までの10年間の，本校電気工学科入学者の入試成績及び第1学年から第5学年までの成績を用いた。第4学年においては昭和49年入学者から，また第5学年においては昭和47年入学者から履習科目が選択制になり，この分析を適用できなかった。科目（変数）は10年間共通した科目の中から第1，2学年では9科目を，第3，4，5学年では10科目を選んだ。理由は学生数（観測値数）N と科目数（$r+s$）が近くなると，正準相関係数は内容に関係なく高くなり，十分な分析ができないからである。

科目は表1の通りである。入試の内申は中学校3年生の各教科の5段階評価を単純合計しそれを2倍したものを成績点とした。電工実が2コースに分れている学年や年度があるが，この場合は単純平均を成績点とした。留年した学生は退学した学生と同様に，その都度資料から取り除いた。学年が進行するにしたがって対象学生数Nは減少している。4，5年生では30名を切った場合もある。

表－1　分析科目一覧表

入試	1年	2年	3年	4年	5年
国語	国語	国語	国語	英語	電機器
社会	地理	歴史	数学	応数	電工実
数学	数学	数学	保体	電計測	送配電
理科	物理	物理	英語	電子工学	電子回路
英語	保体	保体	電磁気	回路理論	通信工学
内申	英語	英語	交流	電機器	自動制御
	図学	電磁気	電計測	高電圧	電子応用
	電製図	電製図	電子工学	電工実	演算工学
	電工実	電工実	電機器	発変電	システム工学
			電工実	電子回路	電気応用

表2は，各年度入学者毎に連続する学年の単純合計点の相関をまとめたものである。この相関と正準相関を区別する必要がある場合にはこれを単相関と呼ぶことにする。入試と1年生では，相関が低く，昭和44年，46年はほとんど相関がない。1年生と2年生では，相関は高いが年度によるばらつきが大きい。2年生と3年生では，昭和41年から，昭和44年までの4年間は他年度に比べ一様に小さくなっている。それでもかなりの相関がある。4年生と5年生は，昭和43年が低い相関となった外は，高い相関をもっている。（単に昭和43年と記したが，これは昭和43年度入学者の意味である。）

3．2　正準相関分析の結果

正準相関の計算は北海道大学大型計算機センターを利用し，データ解析のためのアプリケーション，パッケージSAS（Statistical Analysis System）のCANCORRプロシジャーを使った。

表－2　単純合計点の相関係数

	40年	41年	42年	43年	44年	45年	46年	47年	48年	49年
入試と1年	0.479	0.499	0.493	0.322	0.220	0.513	0.214	0.566	0.677	0.482
1年と2年	0.775	0.822	0.762	0.756	0.645	0.769	0.697	0.908	0.831	0.840
2年と3年	0.791	0.798	0.854	0.815	0.836	0.855	0.725	0.893	0.915	0.899
3年と4年	0.840	0.647	0.633	0.637	0.691	0.831	0.801	0.856	0.920	－
4年と5年	0.900	0.723	0.847	0.461	0.782	0.789	0.843	－	－	－

相関の検定はBartlett検定よりも小数例の検定に有効なRaoのF検定[2]が使われている。入試と1学年，及び連続する学年の成績の標準化したものをそれぞれ2組の変数群として，正準相関を計算し，第1正準変量についてまとめたものが，表3－1から表3－5である。

表3－1　入試，1年の正準変量

（負荷量|係数）

入学年度	40 年		41 年		42 年		43 年		44 年		45 年		46 年		47 年		48 年		49 年	
正準相関係数 λ_1	0.780		0.839		0.883		0.885		0.858		0.796		0.863		0.893		0.870		0.882	
F 値	1.671		0.266		1.809		2.732		2.103		1.946		1.983		1.917		1.854		2.417	
自由度 (ν_1=54, ν_2)	147.37		126.97		121.87		137.17		126.97		142.27		126.97		132.07		123.07		126.97	
H_0 検定	0.0083		0.0001		0.0038		0.0000		0.0004		0.0010		0.0009		0.0014		0.0023		0.0000	
0国　語	0.31	0.17	0.11	0.10	−0.05	−0.03	0.56	0.22	0.10	−0.14	0.48	0.27	−0.50	−0.35	0.02	−0.08	0.27	−0.05	0.21	−0.14
0社　会	0.11	−0.02	0.15	0.09	−0.01	0.04	0.16	−0.05	0.12	0.31	0.47	0.16	−0.02	−0.01	0.39	0.10	0.64	0.37	0.65	0.63
0数　学	0.04	0.10	0.08	0.30	−0.13	−0.12	−0.43	−0.22	−0.06	0.11	0.02	0.16	0.62	0.44	0.09	0.13	0.55	0.30	0.23	0.20
0理　科	0.36	−0.03	0.07	0.15	−0.32	−0.17	−0.24	−0.14	−0.40	−0.72	0.30	0.03	−0.09	0.10	−0.24	−0.21	0.76	0.48	−0.13	−0.12
0英　語	0.52	0.47	0.68	0.53	0.85	0.67	0.64	0.54	0.75	0.93	0.36	0.22	0.71	0.69	0.88	0.78	0.31	−0.46	0.18	0.16
0内　申	0.84	0.85	0.82	0.71	0.65	0.55	0.64	0.64	0.05	0.02	0.89	0.79	0.29	0.22	0.48	0.45	0.67	0.57	0.76	0.70
寄与率	0.203		0.197		0.213		0.232		0.125		0.242		0.207		0.203		0.320		0.190	
1国　語	0.82	0.43	0.73	0.87	0.80	0.33	0.68	0.80	0.45	0.06	0.89	0.38	−0.11	−0.41	0.54	−0.02	0.61	0.33	0.72	0.02
1地　理	0.58	0.29	0.37	−0.26	0.45	0.02	0.25	−0.22	0.22	0.20	0.69	0.10	0.04	−0.22	0.37	0.07	0.45	0.07	0.82	0.69
1数　学	0.38	−0.34	0.54	0.31	0.52	−0.06	0.06	−0.77	0.52	0.32	0.40	0.00	0.27	−0.50	0.56	−0.17	0.63	0.28	0.41	−0.44
1物　理	0.01	−0.20	0.51	−0.40	0.41	−0.06	0.17	0.12	0.11	−0.42	0.59	0.18	0.47	0.42	0.41	−0.13	0.86	0.93	0.42	0.16
1保　体	0.46	0.30	0.05	−0.30	0.09	0.07	0.27	0.42	0.34	0.11	0.58	0.25	0.02	0.03	0.10	0.04	−0.19	0.01	0.54	0.23
1英　語	0.78	0.56	0.72	0.24	0.91	0.76	0.62	0.54	0.82	0.87	0.85	0.32	0.65	1.08	0.93	1.22	0.45	−0.97	0.59	0.12
1図　学	0.18	−0.02	0.18	−0.25	0.38	−0.06	0.29	0.35	−0.12	−0.46	0.30	−0.16	−0.22	0.00	0.19	0.23	0.72	0.30	0.51	−0.02
1電気製図	0.09	−0.05	0.10	−0.35	0.37	0.33	0.02	−0.14	−0.12	−0.07	0.59	0.11	0.12	0.02	0.16	−0.29	0.25	−0.13	0.41	0.23
1電工実	0.27	0.18	0.65	0.65	0.23	−0.09	0.24	−0.05	−0.07	0.15	0.46	0.10	−0.45	−0.44	0.04	−0.15	0.37	0.12	0.71	0.36
寄与率	0.233		0.244		0.272		0.129		0.151		0.389		0.111		0.207		0.296		0.345	

表3－2　1年，2年の正準変量

（負荷量|係数）

入学年度	40 年		41 年		42 年		43 年		44 年		45 年		46 年		47 年		48 年		49 年	
正準相関係数 λ_1	0.924		0.925		0.923		0.944		0.921		0.954		0.938		0.972		0.955		0.936	
F 値	2.653		2.034		2.521		2.795		2.566		3.554		2.941		5.576		2.644		3.433	
自由度 (ν_1=81, ν_2)	157.61		144.68		125.29		138.22		144.68		151.14		116.08		151.14		144.68		144.68	
H_0 検定	0.0000		0.0001		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
1国　語	0.74	0.07	0.49	0.09	0.47	−0.09	0.70	0.29	0.63	0.26	0.53	0.51	0.68	0.28	0.76	0.33	0.76	−0.13	−0.61	−0.61
1地　理	0.32	−0.10	0.40	0.01	0.34	−0.21	0.82	0.63	0.83	0.75	0.14	−0.40	0.37	0.23	0.50	0.00	0.71	0.12	−0.43	−0.01
1数　学	0.79	0.42	0.92	0.49	0.89	0.74	0.42	−0.28	0.20	−0.07	0.53	0.23	0.72	0.37	0.83	0.39	0.78	0.06	−0.09	0.91
1物　理	0.22	−0.05	0.80	0.21	0.52	0.02	0.31	−0.15	0.10	−0.21	0.36	0.02	0.54	−0.13	0.69	−0.05	0.77	0.15	−0.14	−0.24
1保　体	0.45	0.13	−0.10	−0.25	0.04	0.12	0.12	0.06	−0.05	−0.15	−0.28	−0.37	−0.17	−0.30	0.07	−0.09	−0.38	−0.41	0.03	−0.12
1英　語	0.85	0.61	0.84	0.43	0.84	0.56	0.76	0.44	0.34	0.22	0.60	0.56	0.79	0.68	0.91	0.42	0.87	0.76	−0.53	−1.03
1図　学	0.32	0.10	0.53	−0.05	0.25	0.02	0.29	0.16	0.27	0.12	−0.05	−0.30	−0.16	0.06	0.32	0.05	0.70	0.14	−0.01	0.17
1電気製図	0.21	0.20	0.10	−0.03	0.01	0.01	−0.09	−0.27	−0.39	−0.39	−0.11	−0.42	−0.02	−0.43	0.53	0.11	0.30	−0.07	0.31	0.61
1電工実	0.26	0.01	0.53	−0.04	0.11	−0.25	0.26	0.11	−0.30	0.05	0.30	0.50	−0.09	−0.16	0.22	0.02	0.42	−0.09	−0.21	0.22
寄与率	0.275		0.353		0.243		0.244		0.1775		0.140		0.233		0.364		0.441		0.111	
1国　語	0.82	0.52	0.49	−0.22	0.50	−0.24	0.76	0.27	0.54	0.10	0.51	0.46	0.62	0.27	0.79	0.35	0.95	0.40	−0.71	−0.75
2歴　史	0.53	−0.10	0.67	0.50	0.45	0.00	0.86	0.53	0.76	0.77	0.38	0.02	0.45	0.07	0.69	0.01	0.75	−0.15	−0.53	−0.03
2数　学	0.84	0.53	0.85	−0.05	0.91	0.57	0.56	0.05	0.30	−0.25	0.44	−0.01	0.62	−0.07	0.82	0.30	0.84	0.11	−0.17	0.52
2物　理	0.48	0.13	0.73	0.38	0.59	−0.00	0.59	−0.02	0.19	0.00	0.60	0.21	0.61	0.22	0.70	−0.14	0.92	0.21	−0.15	−0.25
2保　体	0.15	0.08	0.33	0.20	0.24	0.20	−0.06	−0.23	0.11	0.36	−0.33	−0.51	−0.15	0.09	0.08	0.01	−0.17	−0.10	0.14	0.49
2英　語	0.76	0.30	0.83	0.54	0.85	0.55	0.84	0.36	0.61	0.72	0.69	0.36	0.86	0.69	0.87	0.46	0.94	0.41	−0.60	−0.65
2電気磁気学	0.45	−0.35	0.76	0.27	0.39	0.09	0.34	0.08	0.20	−0.11	0.52	0.35	0.31	0.09	0.54	0.06	0.83	0.06	−0.06	0.34
2電気製図	0.27	0.14	0.49	−0.27	0.03	−0.03	0.12	−0.18	−0.15	−0.43	−0.03	−0.38	−0.25	−0.42	0.50	0.27	0.44	0.08	0.10	0.24
2電工実	0.34	0.01	0.32	−0.12	−0.24	−0.21	0.04	−0.03	0.35	−0.25	0.17	0.13	0.14	0.05	0.13	−0.05	0.51	−0.08	−0.22	−0.20
寄与率	0.319		0.405		0.290		0.314		0.173		0.204		0.253		0.400		0.563		0.142	

表3－3　2年，3年の正準変量

（負荷量|係数）

入学年度	40 年		41 年		42 年		43 年		44 年		45 年		46 年		47 年		48 年		49 年	
正準相関係数 λ	0.918		0.963		0.942		0.976		0.953		0.957		0.924		0.947		0.978		0.969	
F 値	1.771		2.282		2.109		3.463		2.367		2.710		2.632		3.283		3.365		3.098	
自由度(ν_1=90, ν_2)	159.47		132.34		118.78		139.12		132.34		152.69		125.58		152.69		145.91		139.12	
H_0 検定	0.0008		0.0000		0.0001		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
2国　語	0.87	0.31	0.60	0.20	0.68	0.04	0.78	0.51	0.30	−0.18	0.88	0.36	0.68	0.74	0.74	0.22	0.77	−0.53	0.71	0.17
2歴　史	0.65	0.19	0.52	−0.06	0.58	0.03	0.80	0.52	0.25	−0.04	0.77	−0.00	0.61	0.25	0.80	0.25	0.83	0.18	0.58	−0.03
2数　学	0.83	0.45	0.80	0.23	0.89	0.20	0.60	0.37	0.86	0.45	0.71	0.02	0.37	−0.13	0.67	0.11	0.88	0.45	0.80	0.27
2物　理	0.47	−0.01	0.35	−0.08	0.67	0.17	0.45	−0.29	0.78	0.49	0.72	0.29	0.28	0.09	0.59	−0.14	0.81	−0.10	0.62	−0.08
2保　体	0.05	0.02	0.31	−0.02	0.08	0.15	−0.11	−0.24	0.19	−0.02	0.29	−0.09	0.43	0.57	0.16	0.02	−0.06	−0.18	0.59	0.36
2英　語	0.75	0.14	0.97	0.90	0.94	0.68	0.70	0.07	0.66	0.25	0.90	0.35	0.17	−0.21	0.93	0.64	0.91	0.83	0.82	0.27
2電気磁気学	0.66	0.14	0.46	−0.18	0.39	0.00	0.27	0.08	0.64	−0.11	0.17	−0.05	0.60	0.25	0.36	−0.01	0.91	0.11	0.79	0.33
2電気製図	0.09	−0.18	0.54	0.09	0.21	0.10	0.00	−0.24	0.57	0.35	0.65	0.20	0.46	0.15	0.27	0.10	0.50	0.10	0.25	0.05
2電工実	0.42	0.12	0.33	−0.23	0.02	−0.16	0.01	0.01	0.46	0.03	0.47	0.12	0.39	−0.17	−0.13	−0.17	0.55	0.04	0.36	0.06
寄与率	0.363		0.340		0.346		0.263		0.324		0.440		0.221		0.345		0.549		0.415	
3国　語	0.95	0.72	0.73	0.27	0.56	−0.00	0.86	0.89	−0.02	−0.35	0.87	0.38	0.70	0.75	0.71	0.25	0.64	−0.04	0.65	0.17
3数　学	0.77	0.20	0.70	0.51	0.84	0.50	0.56	−0.09	0.86	0.38	0.73	−0.02	0.28	0.49	0.74	0.49	0.92	0.57	0.80	0.10
3体　育	0.22	0.06	0.24	−0.25	−0.03	0.03	0.12	−0.29	0.31	0.01	0.41	0.06	0.24	0.34	0.35	0.04	0.14	−0.10	0.42	0.36
3英　語	0.80	0.04	0.84	0.57	0.90	0.68	0.70	0.14	0.71	0.43	0.93	0.47	0.26	−0.34	0.95	0.83	0.92	0.60	0.84	0.28
3電気磁気学	0.38	−0.04	0.43	−0.10	0.71	−0.06	0.22	−0.01	0.51	−0.22	0.64	−0.29	0.13	−0.72	0.59	−0.30	0.79	0.26	0.70	0.22
3交流理論	0.53	−0.01	0.68	0.37	0.69	−0.06	0.52	0.45	0.87	0.58	0.77	0.25	0.44	0.36	0.63	−0.12	0.89	−0.35	0.81	0.21
3電気計測	0.62	0.05	0.35	−0.62	0.47	0.17	0.44	−0.15	0.57	0.05	0.48	0.02	0.57	0.75	0.61	−0.09	0.79	−0.18	0.78	0.27
3電子工学	0.49	−0.02	0.53	−0.14	0.76	0.17	0.55	−0.19	0.77	0.18	0.75	0.13	0.24	−0.45	0.58	0.09	0.84	−0.00	0.74	0.10
3電気機器	0.65	0.19	0.72	0.28	0.73	−0.29	0.39	0.07	0.81	−0.23	0.67	−0.11	0.25	0.10	0.57	−0.18	0.84	0.33	0.70	−0.25
3電工実	0.32	−0.02	0.39	−0.20	0.61	0.07	0.47	0.32	0.27	−0.06	0.70	0.24	0.18	−0.27	0.22	0.00	0.30	−0.22	0.38	−0.04
寄与率	0.377		0.348		0.453		0.276		0.400		0.505		0.138		0.392		0.566		0.488	

表3－4　3年，4年の正準変量

（負荷量|係数）

入学年度	40 年		41 年		42 年		43 年		44 年		45 年		46 年		47 年		48 年	
正準相関係数 λ	0.971		0.933		0.962		0.924		0.936		0.979		0.945		0.987		0.962	
F 値	1.921		1.029		1.586		1.709		1.111		2.354		2.066		2.452		2.127	
自由度(ν_1=100, ν_2)	104.93		61.98		90.61		112.09		97.77		76.30		119.25		104.93		119.25	
H_0 検定	0.0005		0.4577		0.0132		0.0030		0.3019		0.0001		0.0001		0.0000		0.0000	
3国　語	0.70	0.10	0.50	0.57	0.57	0.08	0.64	0.30	0.26	0.11	0.68	0.14	0.02	−0.24	0.80	0.31	0.77	0.30
3数　学	0.40	−0.22	0.14	−1.01	0.50	0.19	0.38	0.85	0.80	0.51	0.86	0.41	0.59	−0.03	0.90	0.58	0.89	0.54
3保　体	−0.15	−0.09	0.33	0.46	0.05	−0.03	−0.26	−0.31	0.24	0.00	0.39	0.21	−0.19	0.05	0.23	0.03	0.27	0.08
3英　語	0.87	0.90	0.34	−0.36	0.88	0.88	0.44	0.18	0.71	0.09	0.82	0.43	0.38	−0.20	0.86	0.24	0.76	−0.18
3電気磁気学	0.26	0.05	0.57	0.22	0.34	−0.34	0.15	0.10	0.21	−0.60	0.68	−0.19	0.57	0.43	0.87	0.13	0.84	−0.21
3交流理論	0.30	0.00	0.20	0.14	0.33	−0.25	0.05	−0.80	0.79	0.59	0.71	−0.03	0.58	0.08	0.78	0.02	0.82	0.08
3電気計測	0.42	0.05	0.33	0.15	0.22	0.34	0.75	0.54	0.29	−0.05	0.42	0.05	0.26	−0.41	0.72	−0.19	0.84	0.24
3電子工学	0.32	0.12	0.29	0.02	0.46	0.05	0.43	0.18	0.54	−0.04	0.75	0.20	0.76	0.32	0.63	0.10	0.83	−0.20
3電気機器	0.46	−0.14	0.63	0.93	0.61	−0.13	0.31	−0.39	0.78	0.18	0.77	0.19	0.89	0.77	0.79	−0.09	0.91	0.40
3電工実	0.45	0.49	0.19	0.15	0.73	0.36	0.10	−0.08	0.27	0.21	0.40	−0.14	−0.05	0.05	0.28	0.08	0.50	0.21
寄与率	0.229		0.149		0.274		0.169		0.299		0.449		0.265		0.524		0.590	
4英　語	0.86	0.37	0.28	0.47	0.86	1.20	0.47	0.16	0.69	0.10	0.81	0.32	0.44	−0.09	0.81	0.27	0.73	0.04
4応用数学	0.48	0.16	0.20	−0.18	0.28	−0.33	0.48	0.43	0.72	0.31	0.64	0.06	0.73	0.50	0.79	0.10	0.81	0.25
4電気計測	0.52	0.08	0.17	−0.04	0.43	0.21	0.43	0.25	0.60	−0.06	0.68	0.06	0.75	0.31	0.19	−0.44	0.70	−0.15
4電子工学	0.33	−0.14	0.36	0.45	0.44	0.04	0.57	0.44	0.59	−0.29	0.77	−0.09	0.66	0.09	0.63	0.12	0.69	−0.10
4回路理論	0.09	−0.25	−0.08	−0.71	0.02	−0.38	0.10	−1.15	0.91	0.92	0.76	0.33	0.81	0.16	0.81	0.17	0.81	−0.06
4電気機器	0.56	−0.06	−0.23	−0.56	0.10	−0.08	0.58	−0.12	0.66	−0.03	0.82	0.40	0.77	0.03	0.73	0.17	0.90	0.75
4高電圧工学	0.33	−0.34	0.54	0.88	0.28	0.05	0.72	0.27	0.32	−0.14	0.39	0.19	0.09	−0.39	0.75	0.13	0.82	0.22
4電工実	0.52	0.01	0.23	−0.16	0.40	−0.30	0.56	−0.20	0.58	0.47	0.29	−0.46	0.53	−0.29	0.53	0.12	0.68	−0.24
4発変電工学	0.86	0.93	−0.02	−0.41	0.16	−0.16	0.67	0.51	0.46	−0.29	0.50	0.04	0.38	−0.01	0.68	0.10	0.76	−0.20
4電子回路	0.36	−0.05	0.24	0.17	0.53	0.19	0.49	0.24	0.59	−0.01	0.78	0.24	0.87	0.48	0.80	0.26	0.86	0.53
寄与率	0.292		0.074		0.176		0.283		0.398		0.447		0.416		0.483		0.606	

表3－5　4年，5年の正準変量

（負荷量|係数）

入学年度	40 年		41 年		42 年		43 年		44 年		45 年		46 年	
正準相関係数 λ_1	0.972		0.974		0.970		0.900		0.949		0.952		0.953	
F 値	2.084		1.356		1.785		0.990		1.537		1.171		1.357	
自由度(ν_1=100, ν_2)	104.93		54.82		69.14		76.30		69.14		54.82		97.77	
H_0検定	0.0001		0.1088		0.0056		0.5219		0.0292		0.2632		0.0656	
4英　語	0.63	−0.24	0.42	−0.33	0.74	0.05	0.39	0.10	0.67	0.44	0.66	0.65	0.70	0.14
4応用数学	0.55	−0.19	0.83	0.59	0.46	0.02	0.11	−0.11	0.63	0.37	−0.37	−0.61	0.84	0.67
4電気計測	0.69	0.55	0.64	0.01	0.69	0.35	−0.19	−0.20	0.62	0.11	−0.13	−0.06	0.78	0.55
4電子工学	0.54	−0.37	0.79	0.28	0.55	−0.10	−0.32	−0.63	0.62	−0.03	−0.11	−0.43	0.68	0.16
4回路理論	0.41	−0.16	0.62	0.22	0.23	−0.20	0.22	0.57	0.66	−0.38	−0.03	0.13	0.65	−0.51
4電気機器	0.77	0.61	0.51	−0.03	0.36	−0.02	0.19	0.19	0.85	0.80	0.10	0.25	0.75	0.06
4高電圧工学	0.75	0.35	0.65	−0.08	0.82	0.41	−0.02	−0.40	0.42	−0.32	−0.27	−0.16	0.35	−0.12
4電工実	0.45	−0.25	0.12	−0.04	0.83	0.33	0.66	0.81	0.50	0.29	−0.60	−0.34	0.46	−0.29
4発変電工学	0.75	0.26	0.54	0.34	0.40	0.21	0.16	0.16	0.49	0.05	−0.23	0.02	0.33	0.07
4電子回路	0.79	0.41	0.76	0.22	0.61	0.21	−0.02	−0.00	0.64	−0.07	0.04	0.63	0.70	0.34
寄与率	0.417		0.386		0.359		0.085		0.383		0.110		0.418	
5電気機器	0.86	0.45	0.80	0.11	0.20	0.38	0.23	0.29	0.36	−0.13	−0.01	−0.07	0.61	0.00
5電工実	0.70	−0.05	0.46	0.23	0.87	0.63	0.47	0.35	0.41	−0.09	−0.18	−0.21	0.65	0.11
5送配電工学	0.62	0.31	0.63	0.41	0.67	0.15	−0.31	−0.08	−0.02	−0.41	0.21	0.07	0.60	0.04
5電子回路	0.75	0.35	0.72	0.56	0.79	0.21	−0.07	0.09	0.83	0.59	−0.14	−0.23	0.77	0.26
5通信工学	0.59	−0.20	0.66	0.21	0.54	0.38	−0.51	0.23	0.25	0.34	0.20	0.91	0.91	0.78
5自動制御	0.62	−0.10	0.32	−0.22	0.57	−0.45	−0.29	−0.75	0.80	0.47	−0.35	−0.21	0.67	−0.15
5電子応用	0.84	0.43	0.23	−0.62	0.21	0.06	−0.32	0.11	0.40	0.12	0.20	0.24	0.72	0.18
5演算工学	0.49	0.04	0.54	0.40	0.59	0.13	−0.72	−0.41	0.52	0.17	−0.50	−0.85	0.49	−0.19
5システム工学	0.67	0.04	0.48	0.00	0.44	−0.10	0.22	0.49	0.38	0.18	−0.58	−0.03	0.59	0.16
5電気応用	0.39	−0.09	0.23	−0.00	0.48	0.21	0.15	0.25	0.20	−0.40	0.41	0.42	0.40	−0.07
寄与率	0.446		0.293		0.332		0.142		0.230		0.104		0.427	

左側の数字は正準変量と，もとの変数との相関係数（正準負荷量ともよばれるので，単に負荷量とよぶ）を表わし，右側の数字は正準変量の係数（単に係数と呼ぶ）を表わしている。変数名は科目名をそのまま使い，多学年にわたる科目があるので，科目名の前に学年を表わす数字をつけておいた。0は入試の意味である。また40年とあるのは昭和40年度入学生の意味で，実際の年ではない。

表3－1において，入試成績と1学年成績の第1正準相関は表のとおり，各年度とも1％有意である。なお第2正準相関については，41年と43年と49年のみが1％有意であった。寄与率の10年間の平均値は，入試の正準変量 Z_{01} の寄与率の10年間の平均を計算すると0.213であり，1年生の正準変量 Z_{11} の寄与率の平均は0.238であった。ともにかなり低い数値である。また，入試では英語，内申を除くと全体的に，負荷量，係数とも小さい。この中で，48年は負荷量，係数とも大きい科目を多くもっている。また，46年は，負荷量，係数とも負で絶対値の大きい国語をもっている。このように係数，負荷量ともに負となる科目が入試と1年生ではかなりある。

表3－2では，各年度とも正準相関1％有意である。第2正準相関については41年を除き1％有意であった。1年生の正準変量 Z_{11} の寄与率の平均は0.258で入試と1年生のそれよりも少し大きくなっている。2年生の正準変量 Z_{21} の寄与率の平均は0.306である。48年は両方とも特に大きい。入試と1年生のとき，特に大きかった45年，48年は，逆に小さくなっている。また，49年は他年度と比べ符号が逆になっており特異のように見える。

表3－3では，各年度とも正準相関は1％有意である。第2正準変量については40年，41年，42年を除きすべて1％有意であった。2年生の寄与率の平均は0.361であり，1年生と2年生のそれよりも大きくなっている。3年生の寄与率の平均は0.394である。48年は1年生と2年生のときに引き続いて，寄与率が特に大きい。逆に46年の寄与率は特に低い。また，48年3交流理論（負荷量0.89，係数−0.35）のように，係数が負で負荷量が正で，その絶対値がともに大きい科目が表われてきている。

表3－4では，始めに述べたとおり，49年が資料からぬけている。更に，41年，44年は有意水準

5％でも帰無仮説 H_0 を棄却できない。この2年間を資料から除いて7年間について分析を行う。3年生の寄与率の7年間の平均は0.357であり，4年生は0.386である。前半，40年，42年，43年は後半45年以降と比べ非常に小さく，入試と1年生の寄与率と同じ程度の値である。48年の寄与率は1年から4年まで通して一番大きい。

表3－5では，40年，42年，44年のみが5％有意である。3年間の資料では分析しずらいので，7％有意の46年は参考資料として使うことにする。4年生の寄与率の平均は0.386，5年生は0.336である。

表4－1から表4－5は科目ごとに負荷量の絶対値が大きい（0.50以上の）年度の回数をまとめたものである。なし，とは係数は関係なしの意味であり，0.2，0.3は，係数の絶対値が0.2以上，0.3以上の意味である。

表4－1　入試，1年の正準負荷量の大きい回数

(10年間)	係数の大きさ		
	なし	0.2	0.3
0 国語	2	2	1
0 社会	2	2	2
0 数学	2	2	2
0 理科	1	1	1
0 英語	7	7	7
0 内申	7	7	7
1 国語	8	6	6
1 地理	5	3	2
1 数学	3	2	2
1 物理	3	2	2
1 保体	2	2	0
1 英語	9	8	7
1 図学	2	1	1
1 電気製図	1	0	0
1 電工実	2	2	2

表4－2　1年，2年の正準負荷量の大きい回数

(10年間)	係数の大きさ		
	なし	0.2	0.3
1 国語	8	6	3
1 地理	4	2	2
1 数学	7	6	5
1 物理	5	1	0
1 保体	0	0	0
1 英語	9	9	9
1 図学	2	0	0
1 電気製図	1	0	0
1 電工実	1	0	0
2 国語	9	8	5
2 歴史	7	3	3
2 数学	7	3	3
2 物理	7	4	1
2 保体	0	0	0
2 英語	10	10	10
2 電気磁気学	4	2	1
2 電気製図	1	1	0
2 電工実	1	0	0

表4－3　2年，3年の正準負荷量の大きい回数

(10年間)	係数の大きさ		
	なし	0.2	0.3
2 国語	9	6	5
2 歴史	9	3	1
2 数学	9	7	4
2 物理	6	2	1
2 保体	1	1	1
2 英語	9	7	5
2 電気磁気学	5	2	1
2 電気製図	4	2	1
2 電工実	1	0	0
3 国語	9	6	4
3 数学	9	6	5
3 保体	0	0	0
3 英語	9	7	6
3 電気磁気学	7	5	1
3 交流理論	9	5	4
3 電気計測	6	2	1
3 電子工学	8	0	0
3 電気機器	8	5	1
3 電工実	1	1	0

表4－4　3年，4年の正準負荷量の大きい回数

（7年間）	係数の大きさ		
	なし	0.2	0.3
3 国語	5	3	3
3 数学	5	3	3
3 保体	0	0	0
3 英語	5	4	3
3 電気磁気学	4	2	1
3 交流理論	4	0	0
3 電気計測	3	2	1
3 電子工学	4	3	1
3 電気機器	5	2	2
3 電工実	2	2	1
4 英語	5	4	3
4 応用数学	4	2	1
4 電気計測	4	1	1
4 電子工学	5	1	1
4 回路理論	4	1	1
4 電気機器	6	2	2
4 高電圧工学	3	2	0
4 電工実	5	3	0
4 発変電工学	5	3	2
4 電子回路	5	4	2

表4－5　4年，5年の正準負荷量の大きい回数

（3年間）	係数の大きさ		
	なし	0.2	0.3
4 英語	3	2	1
4 応用数学	2	1	1
4 電気計測	3	2	2
4 電子工学	3	1	1
4 回路理論	1	1	1
4 電気機器	2	2	2
4 高電圧工学	2	2	2
4 電工実	2	2	1
4 発変電工学	1	1	0
4 電子回路	3	2	1
5 電気機器	1	1	1
5 電工実	2	1	1
5 送配電工学	2	1	1
5 電子回路	3	3	2
5 通信工学	2	2	1
5 自動制御	3	2	2
5 電子応用	1	1	1
5 演算工学	2	0	0
5 システム工学	1	0	0
5 電気応用	0	0	0

§4．考　　察

正準変量は変数の1次結合で表わされる。正準変量を一つの総合特性値と考えたとき，係数の値は負のものも含まれ単純合計点のように，各科目の成績点が高いものは特性値も高い値を示すとは限らない。しかし，係数の小さい科目は特性値に与える影響も小さいことははっきりしている。また，この特性値の性格を知る上で，もとの科目との相関を調べることは有効な手段である。係数が大きく，相関も高い科目は，1次結合で合成されるとき，他科目によりその成績が打ち消されることなく特性値に反映されていることになる。これが前回[1]の考え方であった。今回もこの考え方により，特性値に影響を与えている科目を調べる。正準相関は内部相関のわずかな変化にも敏感に対応するので，各年度とも異なった特性値を与えてくることが予想される。しかし，共通する部分も多いはずである。ここでは，この共通する部分，つまり，係数，負荷量ともに大きい科目を調べる。負荷量は相関係数であるから，学生数が30名から40名とみて，単純に相関が1％有意となるのは0.4から0.5であることにより，負荷量の基準を0.5とした。負荷量の絶対値が0.5以上あるとき，負荷量は大きいということにする。次に係数は，科目数が9～10科目なので単純平均した場合の2科目分相当で0.2としてみた。0.3の場合についても表にのせておいた。係数の絶対値が0.2以上のとき係数は大きいということにする。

表4－1を見ると，負荷量，係数とも大きい科目は，入試では英語，内申が各7回と多く，他の科目は少ない。1年生では英語が8回，国語が6回で他の科目は少ない。係数の基準を0.3にしても，たいして変わらないことから，入試では英語と内申が強く影響することが多く，1年生では英語，国語が強く影響することが多い。また表3－1では，入試が1回の試験の結果であることから年度による変動が大きい。しかし，1年生の成績

は入試と比べると安定していると考えられる。43年，44年，46年のそれぞれ0数学，0理科，0国語を見ると係数，負荷量とも負となっていることから，その教科の得点が大きければ，負の方向に大きくなり，また性格もその教科と逆の性格をもつことを示している。つまり46年では0数学，0英語の成績が高く，国語が低いほど，特性値の得点は高くなると考えられる。次に48年の1英語は，係数は負で大きく，負荷量は正で小さくはない。これは抑制変数として影響しているらしい。以上より，1年生では英語と国語が関与しいることは確からしいが，それらが同時にか，個別にかはおのおのの場合について調べるよりないようである。

表4－2では，負荷量，係数とも大きい科目は，1年生，2年生を通して，英語が非常に多い。あとは，1年生で国語が6回，数学が5回であり，2年生では国語が8回と多く，物理が4回，数学，地理が各3回である。係数の基準を0.3にすると物理と国語は大きく減る。このことと，表3－2を合せて考えると，英語はどちらの学年でも強く影響を与えている。1年生では国語，数学が影響を与えることが多いが，同時に与えることは少なくどちらか一方が与えることが多い。2年生では1物理に比べ2物理の方が影響が大きい。ここで2数学，2物理を合せて理数系と見ると，英語を軸として，1年生では国語と数学，2年生では国語と，物理または数学が，それぞれ組み合わされて，特性値が構成されているようである。

表4－3について，2年生では英語，数学が各7回，国語が6回と多い。3年生では英語，数学，国語が多い。また，電磁気，交流理論，電機器が各5回である。しかし表3－3を見ると，この中には係数が負の科目が含まれており，注意が必要であるがおおむねこれら科目も影響を与えていると考えてよいだろう。また，係数の基準を0.3に上げると交流理論だけが残る。このことより，2年生では英語，数学，国語のうちいずれか2つ以上が関与することが多い。3年生ではこの3教科に加えて交流理論が強く関与することが多い。また，この特性値と共通な性格をもつ科目（負荷量の大きい科目）は交流理論，電気機器，電子工学が多い。

表4－4では，負荷量，係数とも大きい科目は7年間中，英語が4回，数学，国語，電子工学が各3回であり，特に多い科目はない。4年生では英語，電子回路が各4回，電工実，発変電工学が各3回であり3年と同じく特に多い科目は見あたらない。しいていえば，表3－4を見ると4電子回路の42年，43年ともわずかな差で基準からもれている。これを含めると7年間中6回となり，4電子回路が関与していることが多いといえよう。

最後に表4－5では，資料が3年分と少ない。4年生では2回の科目はかなりあるが，3回の科目はない。5年生の電子回路が3回である。この科目は参考資料とした46年も含めると4回となり，よって，電子回路は正準変量に影響を与えている科目と考えられるようだ。

以上の検討したことから，低学年においては，英語に重きをおいた総合特性値と見ることができるようである。しかし高学年においては，特性が安定せず，むしろその状態が高学年のデータ間における特性を反映しているともみれる。

§5．あとがき

本校の入試，1年生から5年生までの学業成績の連続する学年に正準相関分析を適用し，第1正準変量にどのような傾向がみられるか検討した結果をまとめると

(1)正準相関の寄与率の10年間の平均は（入試，1年生）が低く，（1年生，2年生），（2年生，3年生）と順次高くなっている。（3年生，4年生）では45年以前と以降では寄与率が大きく異った。（4年生，5年生）では，相関のとれない年度が多く寄与率は高くない。

(2)正準負荷量，係数とも大きいことが多い科目は（入試，1年生）では0英語，0内申，1国語1英語であった。（1年生，2年生）では1英語，2英語が特に多く次に多いのは，1国語，1数学，2国語であった。（2年生，3年生）では，英語，数学，国語が並んで多く，1つにまとまらなかった。4年生ではこれらに交流理論が加わっている。（3年生，4年生），（4年生，5年生）では特定の科目がなかったのが特徴的である。

以上は約10年間の平均的な解釈から述べたものである。単年度毎の解析結果の中にはかなり，特徴的な意味付けをもつような結果も見られたが，確たる意味付けをもたせる安定性は得られなかった。

本校も20周年を迎え，筆者らはこれまでの前半10年間の諸解析結果と，今後，後半10年間のデータについての解析結果との比較検討に関心をもっている。

最後に，日ごろ有益な示唆と励ましをいただく本校，小野寺隆教授に感謝の意を表わすものである。

参　考　文　献

(1) 小鹿正夫・今田孝保・金田嶢：「成績データについての一考察」苫小牧高専紀要第19号 (1984)

(2) Tatsuoka, M. M.:「Multivariate Analysis」John Wiley & Sons (1971)

(3) 河口至商：「多変量解析入門 I」森北出版 (1973)

(4) 奥野忠一他：「多変量解析法」日科技連 (1971)

(5) 奥野忠一他：「続多変量解析法」日科技連 (1976)

（昭和59年12月3日受理）