

直接バリマックス法による科目間の相関分析

渋谷 睦夫*

Analysis of Correlation among Subjects by Direct Varimax Method

Mutsuo SHIBUTANI

The purpose of this paper is to investigate correlation among subjects by direct Varimax method and classify them into some groups.

Generally speaking, the first group is made up of mathematics and scientific subjects and the second group is made up of Japanese. Then English and German have comparatively strong correlation to the former, and history and geography have comparatively strong correlation to the latter.

1. はじめに

先に、本校電気工学科の1学年から4学年までの学年末成績を用いて科目間の相関を調べ報告した¹⁾。その結果、数学系科目、理科系科目、外国語系科目の3科目系の間に相対的に強い相関があることがわかった。

しかし、この方法では2科目間の相関の強弱によってグループ分けをしたため、数学系、理科系、外国語系、国語系などのように社会通念的な分類にとらわれ過ぎている。そこで今回は、全科目と各科目間の相関に注目し、相関分析の一手法である直接バリマックス法²⁾を用いて、共通の要因を持つ科目を抽出し、それによってグループ分けを行ったので報告する。

2. 直接バリマックス法

n 個1組の変量(科目)が、いくつかの異なった属性を持っているとき、ある客観的基準に従って、 n 個の科目をいくつかのグループに分けるための手がかりを与えるのが、この直接バリマックス法である。

まず、一つの合成変量(科目ベクトル)を求めるときにその科目ベクトルが、 n 個の変量(科目)のうちの一部の科目とは高い相関を持ち、他の科目とは低い相関を持つよ

うにする。また第2合成変量(第2科目ベクトル)は第1合成変量(第1科目ベクトル)とは別の一部の科目と高い相関を示し、先に高い相関を示した科目とは低い相関を示すようにする。こうして、順次、相関関係の偏った科目ベクトルを求めていく。このようにして、科目ベクトルと科目との相関係数は、科目ベクトルのベクトル成分として示されるので、その成分の大小によってグループ化を行うことができる。

すなわち、(1)式で示すように、科目ベクトルと科目との相関係数の2乗の分散 V (バリマックス基準)を最大にするようなベクトル成分 a を求める。

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (a_j^2 - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n a_k^2)^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_j^2 - \frac{1}{n^2} (\sum_{j=1}^n a_j^2)^2 \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 a_j は科目ベクトルの j 番目の成分、すなわち、科目ベクトルと科目 j との相関係数を表す。

ところで、各科目ベクトルが互いに直交している場合は(2)式のような関係がある。

$$\sum_{p=1}^m a_{jp} a_{kp} = r_{jk} \quad (2)$$

ここで、 m は直交する科目ベクトルの数を表し、 r_{jk} は

*電気工学科

科目jと科目kとの相関係数を表す。

(2)式の条件のもとで、(1)式を最大とする科目ベクトルを求めると、(3)、(4)式のような関係が得られる。

$$a_1 = \frac{Rb_1}{\sqrt{b_1' R b_1}} \quad (3)$$

$$b_1 = a_1^{(3)} - \frac{1}{n} a_1 a_1' a_1 \quad (4)$$

ここで、 a_1 は第1科目ベクトルであり、 R は科目間の相関係数行列である。また $a_1^{(3)}$ は a_1 の各成分の3乗を成分とするベクトルであり、 a_1' は a_1 の転置ベクトルである。

実際に a_1 を求めるには、 a_1 に試みの値を入れ、両式によって所定の精度に収束するまで計算を繰り返す。

次に、第1科目ベクトルと直交する第2科目ベクトル a_2 を求めるには、(5)式によって残差相関行列を計算し、(3)式の R のところに代入する。

$$R_1 = R - a_1 a_1' \quad (5)$$

一般的に第p科目ベクトルは(6)、(7)両式を用いて逐次的に求める。

$$a_p = \frac{R_{p-1} b_p}{\sqrt{b_p' R_{p-1} b_p}} \quad (6)$$

$$b_p = a_p^{(3)} - \frac{1}{n} a_p a_p' a_p \quad (7)$$

ここで、 R_{p-1} は第p-1残差相関行列で、(8)式によって求められる。

$$R_{p-1} = R - \sum_{\ell=1}^{p-1} a_\ell a_\ell' \quad (8)$$

3. 各学年における科目間の相関係数

表1から表5に各学年ごとの科目間の相関係数を表す。ただし、4学年と5学年の選択科目は、今回は対象としなかった。各学年の総学生数は、1学年377名(52~60年度)、2学年332名(53~60年度)、3学年291名(54~60年度)、4学年232名(55~60年度)、5学年183名(56~60年度)である。

また、科目名として略称を用いているが、正式名は次の通りである。

- (1学年) 現代国語, 倫理社会, 世界史, 数学A, 数学B, 保健体育, 英作文, 英会話, 電気製図,

表1 科目間の相関係数 (1学年)

	現国	古典	倫社	世史	地理	数A	数B	物理	化学	保体	音楽	英語	英作	英会	製図	電般	電実		
現国	1.000	.568	.408	.460	.464	.345	.264	.339	.332	.242	.137	.532	.579	.423	.328	.244	-.131	現国	
古典		1.000	.402	.539	.509	.361	.224	.437	.327	.231	.184	.392	.490	.193	.226	.244	.263	古典	
倫社			1.000	.453	.415	.322	.318	.322	.457	.237	.265	.356	.269	.211	.285	.300	.054	倫社	
世史				1.000	.585	.363	.301	.405	.380	.206	.190	.382	.420	.304	.195	.231	.170	世史	
地理					1.000	.346	.258	.311	.414	.199	.177	.381	.340	.135	.216	.261	.220	地理	
数A						1.000	.782	.604	.607	.222	.208	.507	.476	.314	.372	.571	-.015	数A	
数B							1.000	.509	.569	.180	.098	.527	.457	.350	.304	.461	-.020	数B	
物理								1.000	.535	.218	.258	.368	.464	.234	.342	.493	.276	物理	
化学									1.000	.281	.043	.462	.310	.249	.330	.606	.157	化学	
生物										1.000	.157	.171	.247	.192	.221	.199	.159	生物	
保体											1.000	.123	.223	.181	.304	.088	-.114	保体	
音楽												1.000	.722	.497	.299	.313	-.035	音楽	
英語													1.000	.494	.297	.320	.047	英語	
英作														1.000	.222	.141	-.241	英作	
英会															1.000	.285	.009	英会	
製図																1.000	.122	製図	
電般																	1.000	電般	
電実																		電実	
漢文	1.000																	漢文	
政経	.543	1.000																政経	
世史	.454	.532	1.000															世史	
数A	.484	.456	.442	1.000														数A	
数B	.455	.498	.368	.743	1.000													数B	
物理	.461	.421	.457	.742	.669	1.000												物理	
化学	.448	.504	.475	.702	.612	.691	1.000											化学	
生物	.444	.551	.488	.572	.481	.540	.615	1.000										生物	
保体	.207	.306	.332	.295	.322	.275	.262	.341	1.000									保体	
美術	.376	.326	.383	.346	.440	.364	.388	.439	.341	1.000								美術	
英語	.506	.528	.440	.650	.586	.598	.550	.428	.285	.350	1.000							英語	
英文	.492	.508	.373	.638	.538	.545	.466	.454	.266	.289	.742	1.000						英文	
英作	.453	.518	.268	.518	.605	.478	.434	.417	.237	.358	.706	.649	1.000					英作	
独語	.566	.555	.480	.742	.675	.677	.622	.484	.341	.388	.806	.675	.653	1.000				独語	
製図	.366	.406	.377	.444	.506	.471	.527	.477	.323	.467	.391	.268	.390	.496	1.000			製図	
電実	.115	.139	.209	.075	.234	.159	.189	.059	.210	.293	.109	-.001	.155	.236	.468	1.000		電実	
交理	.473	.483	.387	.640	.638	.574	.558	.459	.253	.317	.563	.454	.489	.644	.524	.249	1.000	交理	
電計	.454	.481	.411	.679	.641	.609	.573	.511	.263	.346	.508	.498	.437	.612	.465	.136	.652	1.000	
電機	.385	.471	.469	.638	.592	.661	.668	.480	.251	.386	.551	.444	.459	.648	.575	.306	.595	.599	1.000
	漢文	政経	世史	数A	数B	物理	化学	生物	保体	美術	英語	英文	英作	独語	製図	電実	交理	電計	電機

表2 科目間の相関係数 (2学年)

表3 科目間の相関係数(3学年)

	現国	古典	日史	数学	保体	英語	英文	独語	工数	応物	応実	交理	電磁	電計	電機	電子	情処	電実	
現国	1.000	.652	.487	.556	.469	.638	.590	.732	.549	.613	.563	.505	.546	.458	.541	.505	.437	.515	現国
古典		1.000	.553	.400	.395	.591	.447	.684	.514	.499	.482	.556	.591	.315	.453	.442	.491	.399	古典
日史			1.000	.430	.385	.511	.417	.465	.413	.402	.499	.509	.469	.462	.480	.380	.437	.374	日史
数学				1.000	.427	.652	.560	.690	.767	.713	.680	.711	.594	.723	.788	.653	.579	.524	数学
保体					1.000	.483	.444	.519	.476	.495	.581	.450	.294	.435	.444	.420	.391	.567	保体
法学						1.000	.661	.791	.600	.636	.609	.655	.532	.593	.643	.541	.493	.482	英語
経済							1.000	.676	.512	.595	.579	.531	.467	.532	.587	.450	.450	.414	英文
体育								1.000	.718	.750	.662	.692	.634	.579	.709	.628	.522	.560	独語
英語									1.000	.740	.654	.663	.630	.565	.753	.658	.584	.590	工数
数Ⅰ										1.000	.619	.671	.666	.621	.705	.568	.497	.573	応物
数Ⅱ											1.000	.666	.539	.646	.690	.648	.598	.686	応実
工数												1.000	.655	.714	.705	.666	.674	.507	交理
応物													1.000	.582	.622	.543	.576	.471	電磁
機械														1.000	.710	.597	.589	.489	電計
交理															1.000	.749	.603	.530	電機
電磁																1.000	.633	.504	電子
電機																	1.000	.517	情処
制御																		1.000	電実
電子																			
子回																			
電算																			
電実																			
	現国	哲学	法学	経済	体育	英語	数Ⅰ	数Ⅱ	工数	応物	機械	交理	電磁	電機	制御	電子	子回	電算	電実

表4 科目間の相関係数(4学年)

表5 科目間の相関係数(5学年)

	体育	英語	回路	設計	電応	電材	高電	発電	送配	制御	子回	通信	電算	情報	電実	電法	
体育	1.000	.390	.378	.225	.157	.292	.347	.299	.373	.285	.332	.211	.268	.316	.157	.161	体育
英語		1.000	.512	.388	.473	.469	.527	.418	.425	.476	.455	.543	.364	.514	.452	.334	英語
回路			1.000	.421	.513	.285	.543	.446	.538	.603	.619	.420	.611	.611	.465	.441	回路
設計				1.000	.373	.249	.459	.346	.302	.368	.406	.360	.238	.385	.476	.250	設計
電応					1.000	.442	.404	.359	.310	.525	.512	.531	.524	.391	.342	.294	電応
電材						1.000	.227	.253	.325	.350	.264	.455	.351	.368	.114	.225	電材
高電							1.000	.583	.488	.520	.585	.411	.377	.592	.623	.366	高電
発電								1.000	.427	.351	.438	.415	.334	.461	.434	.364	発電
送配									1.000	.438	.506	.392	.415	.458	.424	.342	送配
制御										1.000	.556	.503	.469	.597	.578	.312	制御
子回											1.000	.444	.492	.574	.488	.344	子回
通信												1.000	.424	.556	.384	.391	通信
電算													1.000	.490	.303	.380	電算
情報														1.000	.598	.378	情報
電実															1.000	.307	電実
電法																1.000	電法

電気工学一般, 電気工学実験

(2学年) 政治経済, 英文法, ドイツ語, 交流理論, 電気計測, 電気機器

(3学年) 日本史, 工業数学, 応用物理, 応用物理実験, 電気磁気学, 電子工学, 情報処理

(4学年) 応用数学Ⅰ, 応用数学Ⅱ, 機械工学概論, 自動制御, 電子回路, 電子計算機

(5学年) 電気回路論, 電気機器設計, 電気応用, 電気

材料, 高電圧工学, 発電工学, 送配電工学, 通信工学, 情報工学, 電気法規

4. 計算の手順³⁾

図1に直接バリマックス法による計算のフローチャートを示す。

- ① 表1から表5に示した相関行列 \mathbf{R} から、対角成分を除いて0とした行列 ${}_D\mathbf{R}$ をつくる。 \mathbf{D}_R は対角行列である。表では小数点以下3桁で表しているが、実際には小数点以下7桁の数字を用いた。
- ② 行列 ${}_D\mathbf{R}$ の各行ごとに成分の分散を求め、ベクトル \mathbf{v} とする。 $\mathbf{1}$ は単位ベクトルである。
- ③ ベクトル \mathbf{v} の成分の中で最大のものを v_{max} とし、この位置に相当する列を相関行列 \mathbf{R} の中から取り出し、この列ベクトル \mathbf{r}_{max} を第1科目ベクトルの最初の試みの値 ${}_0\mathbf{a}_1$ とする。
- ④ ベクトル ${}_0\mathbf{a}_1$ の成分の2乗和をスカラー ${}_0A_1$ として求める。
- ⑤ スカラー ${}_0A_1$ を科目数 n で割ったものを、ベクトル ${}_0\mathbf{a}_1$ の成分に掛け、 ${}_0\mathbf{a}_1$ の各成分を3乗した列ベクトル ${}_0\mathbf{a}_1^{(3)}$ から引いて、列ベクトル ${}_0\mathbf{b}_1$ を求める。
- ⑥ ベクトル ${}_0\mathbf{b}_1$ を相関行列 \mathbf{R} に掛けて、ベクトル ${}_0\mathbf{s}_1$ を求める。
- ⑦ ベクトル ${}_0\mathbf{s}_1$ に左からベクトル ${}_0\mathbf{b}_1$ の転置を掛け、スカラー ${}_0T_1$ を求める。
- ⑧ ベクトル ${}_0\mathbf{s}_1$ を ${}_0T_1$ の平方根で割って、第1科目ベクトルの第1次近似値 ${}_1\mathbf{a}_1$ を求める。この ${}_1\mathbf{a}_1$ を用いて、④からの計算を繰り返す。
- ⑨ 新しく求めた近似ベクトル ${}_{i+1}\mathbf{a}_1$ の成分と、1回前の近似ベクトル ${}_i\mathbf{a}_1$ の成分を比較し、差の絶対値の最大誤差 ϵ を求める。
- ⑩ 精度 P を定め、誤差 ϵ との大小を判定する。本例では $P = 0.00001$ とした。
- ⑪ 繰り返し計算で得られた最終

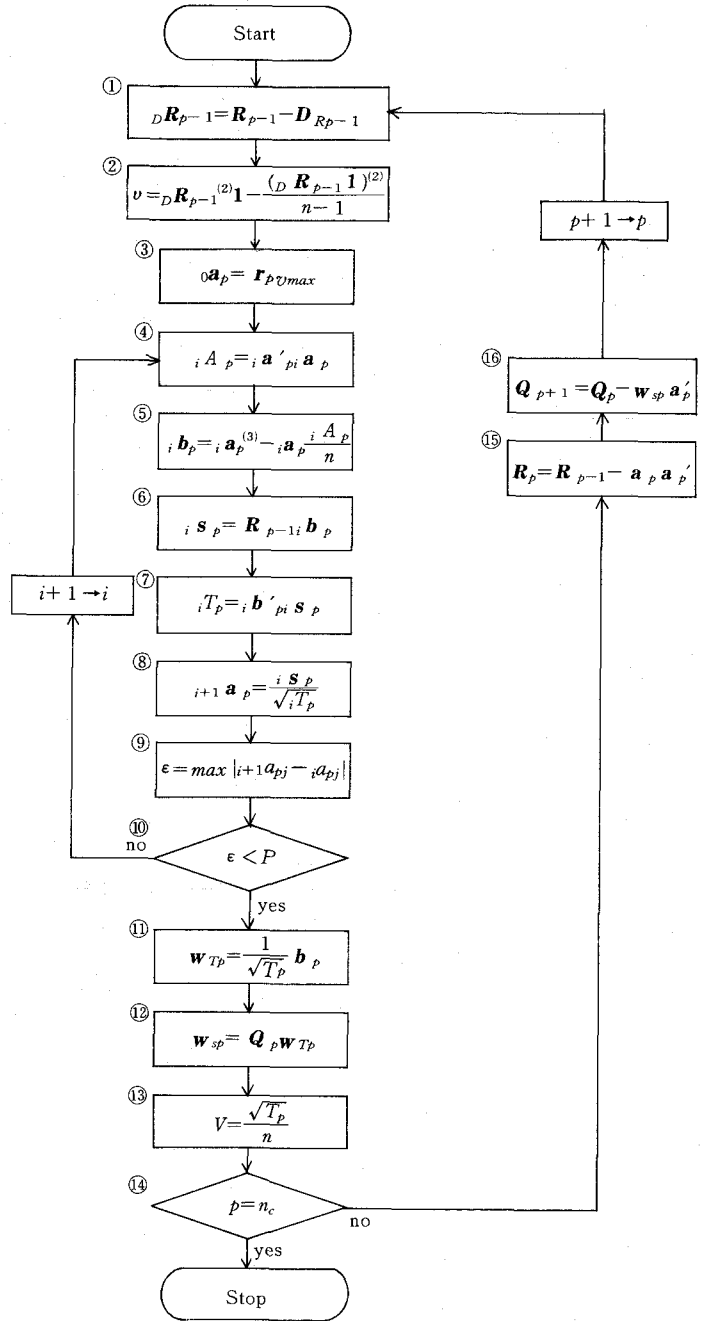


図1 直接バリマックス法 (芝祐順著「相関分析法」p 98)

値 b_1 の各成分を T_1 の平方根で割って、ベクトル w_{T_1} を求める。第1科目ベクトルの場合は、この w_{T_1} が標準重みベクトル w_{s_1} であるので⑫をとばす。

- ⑬ バリマックス基準 V_1 を求める。
- ⑭ 第2以下の科目ベクトルが必要なら⑮へ進む。
- ⑮ 相関行列 R から第1科目ベクトル a_1 の積 $a_1 a_1'$ を引いて、第1残差相関行列 R_1 を求める。
- ⑯ 第2科目ベクトルのための標準重みベクトルを求めるときに必要な行列 Q_2 は、単位行列 Q_1 から標準重みベクトル w_{s_1} に第1科目ベクトルの転置 a_1' を掛け、引いたものである。
- ⑰ 第2科目ベクトルを求めるため、相関行列 R の代わりに第1残差相関行列 R_1 を用いる。以下は第1科目ベクトルを求めた場合と全く同じである。
- ⑱ 第2科目ベクトル以下の標準重みベクトル w_{sp} を求める。

5. 科目ベクトルとグループ分け

表6から表10に各学年ごとに求めた科目ベクトルを示す。太字は各科目の科目ベクトル中の最大成分である。直交する科目ベクトル数はいずれも科目数と同じで、1学年17、2学年19、3学年18、4学年19、5学年16であった。以上の表をもとにグループ分けを行い、まとめたのが図

2から図6である。グループ分けの仕方を1学年の場合について説明すると、まず表6の成分のうち、太字のものを一つのグループにまとめる。すなわち数学A、数学B、化学がNo.1のグループを、古典と現代国語がNo.2のグループを作っているので□で囲み、上にグループ番号を付けた。その他の科目はその科目だけでグループを作っているのので、それぞれの科目を□で囲み、その横または上にグループ番号を付記した。同じグループでも化学は科目ベクトルNo.13でも比較的大きな成分を持つので、点線を入れ数学A、数学Bと軽く区別した。同じように現代国語も科目ベクトルNo.12で比較的大きな成分を持つので点線で軽く区別している。次に、物理はそれだけで一つのグループを作っているが、科目ベクトルNo.1とも比較的大きな相関を示すので、グループNo.1の列の下に続けて表した。同じく電気一般と英語はグループNo.1に、世界史と地理はグループNo.2にかなり近いので、その下に続けて示してある。英作文は科目ベクトルNo.1とNo.2において、ある程度の相関を示すので、グループNo.1とNo.2の中間に離して示した。倫理社会は科目ベクトルNo.2において、ある程度の相関を示すので、グループNo.2の下に離して表した。英会話、電気実験、音楽、電気製図、保健体育は他のどの科目ベクトルとも相関が低いので、右下に離して表している。

表6 科目ベクトル (1学年)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
現国	.24	.72	.22	-.20	-.04	.12	.05	.02	.07	.12	.09	.54	.00	.00	.00	.01	.01
古典	.24	.91	-.06	.09	.04	-.05	-.04	.18	.01	.01	.14	-.22	.03	-.01	-.01	.02	.04
倫社	.29	.40	.04	-.01	.17	.05	.85	-.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01
世史	.28	.64	.10	.09	.06	-.03	.11	-.13	-.02	-.03	-.67	.00	.00	.00	.00	.00	.00
地理	.26	.62	-.07	.09	.08	.05	.09	-.72	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
数A	.93	.15	.02	-.05	.08	-.02	-.03	-.02	-.03	.04	.00	.00	-.08	-.30	.01	-.05	.03
数B	.92	.03	.09	-.01	-.01	.04	.04	.00	-.15	.01	-.02	.01	-.10	.32	.01	-.06	.03
物理	.62	.27	.00	.23	.18	-.03	.00	.07	.07	.06	-.05	.07	.03	-.06	.09	.65	.00
化学	.69	.19	.02	.12	-.05	.03	.21	-.12	.16	.06	-.03	.03	.61	.00	.00	.00	.01
保体	.17	.18	.10	.16	.11	.00	.10	-.02	.06	.09	.00	.10	.10	-.01	.09	-.04	.91
音楽	.10	.15	.12	-.11	.97	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01
英語	.50	.36	.31	-.01	-.02	.72	.03	-.02	-.01	.01	.00	-.01	.02	.00	-.10	.00	.00
英作	.42	.47	.30	.06	.08	.43	-.10	.08	.05	.01	.00	.06	-.12	.02	.58	.00	.01
英会	.28	.20	.94	.00	.01	-.01	.01	.00	.00	.01	-.01	.01	.00	.00	.00	.00	.01
製図	.32	.16	.10	.00	.24	.07	.09	-.01	.08	.89	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01
電般	.63	.09	-.05	.08	.02	-.01	.09	-.03	.76	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
電実	.02	.17	-.30	.94	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.01

表7 科目ベクトル (2学年)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
漢文	.48	.26	.08	.13	.00	.20	.12	.02	.20	.03	.03	-.05	.76	.00	.00	.00	.00	.00	.00
政経	.48	.40	.10	.11	.06	.22	-.01	-.10	.72	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
世史	.32	.40	.17	.11	.14	.82	.01	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
数A	.72	.32	.03	.26	.13	.04	.01	.54	-.01	.00	-.01	.01	.00	.00	.00	-.03	.00	-.01	-.05
数B	.64	.24	.19	.28	.08	-.01	.13	.27	.09	-.06	.11	.04	-.01	.03	.00	.07	.05	.01	.54
物理	.62	.32	.11	.22	.23	.06	.02	.22	-.06	-.02	-.03	.01	.05	.03	-.01	.59	.00	.00	.00
化学	.51	.48	.15	.18	.26	.04	.01	.20	.04	-.04	-.03	-.03	.03	.05	.00	.10	.01	.58	.00
生物	.38	.92	.01	.02	.00	-.01	.01	.00	-.01	.00	.01	.03	.02	-.01	-.01	.00	.02	-.04	.01
保体	.22	.25	.18	.05	-.01	.14	.14	.06	.07	.07	.03	.89	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
美術	.26	.35	.27	.08	.07	.11	.84	.00	.00	.00	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00
英語	.92	.09	.06	-.01	.05	.11	.06	-.09	.01	-.17	-.15	.05	.02	.06	.23	-.02	.02	.03	-.03
英文	.87	.13	-.05	.01	-.05	.06	.03	-.05	.03	.47	-.01	.01	.01	.00	.00	.00	-.01	.00	-.01
英作	.80	.11	.12	-.03	-.02	-.06	.10	-.14	.11	-.12	.53	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00
独語	.85	.16	.19	.12	.10	.09	.04	.04	.03	-.17	-.15	.08	.08	.06	-.33	-.01	.01	.01	-.01
製図	.30	.38	.47	.18	.18	.00	.11	.04	.05	-.04	.08	.05	.05	.67	.00	.00	.00	.00	.00
電実	.05	.03	1.00	.01	.00	.02	.00	.00	.01	.00	.00	.01	.00	-.04	.00	.01	.01	.01	.01
交理	.55	.25	.21	.38	.10	.02	-.01	.09	.07	-.08	.01	.01	.08	.09	-.01	.00	.64	.00	.00
電計	.52	.32	.09	.79	.00	.02	.01	-.01	.01	.01	-.01	.01	.01	.00	.00	.00	-.05	.01	-.01
電機	.52	.30	.27	.27	.70	.01	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	-.01	.01	-.01	.00

表8 科目ベクトル (3学年)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
現国	.40	.67	.19	.17	-.01	-.05	.06	-.01	-.06	.02	.57	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
古典	.28	.94	.04	-.03	.00	.06	-.01	.00	.00	.02	-.15	.00	-.04	.00	-.01	.00	.06	.02
日史	.31	.50	.13	.09	.80	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
数学	.90	.18	.10	.09	.05	-.03	-.03	-.03	.14	.04	.10	-.26	.04	.14	.10	-.07	.01	-.01
保体	.32	.29	.53	.14	.07	-.01	.08	-.12	-.06	.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
英語	.55	.50	.13	.26	.06	-.02	.09	-.06	.00	.05	.02	-.02	.59	.00	.00	.00	.00	.00
英文	.46	.36	.14	.80	.01	.01	.01	.00	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
独語	.62	.58	.16	.20	-.07	-.06	.01	.00	-.02	.06	.04	.00	.14	-.02	-.02	.07	-.41	.00
工数	.80	.30	.19	.02	-.01	.00	-.19	.05	.08	.08	.01	-.08	.00	-.43	.00	.00	.00	.00
応物	.71	.33	.21	.15	-.03	-.07	.00	.14	.09	.09	.08	-.03	.03	-.03	-.02	.52	.00	.00
応実	.63	.30	.42	.15	.11	.05	.04	-.03	-.06	.04	.01	-.02	.01	.03	-.03	-.05	-.01	.53
交理	.73	.35	.11	.06	.11	.15	.10	.04	.00	.05	-.08	-.08	.06	.08	-.50	.00	.00	.00
電磁	.58	.45	.09	.03	.06	.11	.09	.65	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
電計	.76	.11	.15	.15	.17	.09	.57	.00	.00	.01	.00	.00	.00	-.01	.00	.00	.00	.00
電機	.89	.22	.10	.11	.09	-.01	-.06	-.01	-.02	.04	.01	.35	.01	.06	.05	-.03	.00	-.01
電子	.75	.23	.14	.00	.01	.14	.06	-.03	-.58	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
情処	.57	.29	.21	.06	.09	.73	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
電実	.44	.26	.84	.00	.00	.01	-.01	.04	.01	-.14	.01	.00	.01	-.01	.00	.01	-.01	-.04

表9 科目ベクトル (4 学年)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
現国	.31	.47	.09	.82	.01	.01	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
哲学	.30	.65	.02	.10	.14	.15	.07	.11	.65	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
法学	.33	.92	.05	-.04	.00	-.03	.01	-.01	-.16	.03	.00	-.02	.00	-.04	.00	.00	.01	.01	.00
経済	.47	.49	.04	.03	.07	.15	.11	.00	-.08	.04	-.07	.01	-.04	.70	.00	.00	.00	.00	.00
体育	.33	.11	.33	.05	-.08	.13	.17	-.05	-.02	.85	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
英語	.57	.36	.19	.22	.01	.68	.01	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
数Ⅰ	.68	.27	.14	.19	.14	.01	.10	.13	.07	-.03	.04	-.59	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
数Ⅱ	.81	.15	-.02	.14	.10	.07	.05	-.12	.14	.07	.18	-.05	.09	.04	-.45	.00	.00	.00	.00
工数	.88	.15	.11	.15	.00	.05	.00	.00	-.01	.02	.15	-.01	.16	.03	.14	.29	.03	-.08	.00
応物	.59	.37	.12	-.03	.14	-.02	.13	.11	.07	.06	-.02	.02	-.05	-.03	-.01	-.01	.66	.00	.00
機械	.60	.24	.10	.11	.04	.06	.74	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
交理	.63	.31	.24	.11	.18	.06	-.03	.63	.00	-.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
電磁	.87	.19	.14	.04	.01	.12	-.01	-.05	.00	.11	.05	.12	.08	.08	.15	-.32	.02	-.06	.00
電機	.83	.28	.06	-.04	-.01	.00	.06	.07	-.02	.04	-.47	.00	.00	.01	-.01	.01	.00	.00	.00
制御	.72	.24	.14	.08	.08	.04	.04	.19	.06	.09	-.01	-.07	-.02	.12	-.01	.00	.04	.57	.00
電子	.63	.37	.15	.08	.14	.21	-.05	.07	.06	-.03	-.05	.07	-.02	.01	.03	-.06	.09	-.03	.58
子回	.82	.28	.13	.01	.00	-.04	.11	.04	.04	.08	.00	.04	-.45	.00	.00	.01	.00	.00	.00
電算	.60	.17	.05	.01	.78	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00
電実	.45	.30	.84	.01	.01	.01	.00	.01	.00	-.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01

表10 科目ベクトル (5 学年)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
体育	.15	.08	.35	.23	.14	.02	.88	.01	.00	.00	.01	.00	.00	.01	.00	.00
英語	.43	.34	.19	.30	.10	.17	.16	.09	-.06	.00	.00	.03	.02	.01	.02	.70
回路	.47	.37	.80	.02	.02	.02	-.01	.01	-.08	-.01	.00	.00	-.01	-.04	.02	.02
設計	.46	.22	.12	.11	.07	.07	.06	.06	-.08	.05	.05	.02	.05	-.02	.83	.00
電応	.30	.95	.02	-.01	.04	-.02	.02	.02	-.04	-.01	.01	.03	.00	.02	.02	.01
電材	.08	.45	.08	.89	.02	.01	.01	.01	.01	.00	.00	.01	-.01	.01	.01	-.01
高電	.72	.17	.16	.08	.23	.02	.13	.60	.00	.00	.01	.01	.00	.01	.01	.01
発電	.43	.20	.18	.11	.85	.01	.01	.00	.00	.00	.01	.01	.00	.01	.01	.01
送配	.40	.17	.39	.20	.14	.09	.10	.07	.03	.04	.11	.03	-.01	.75	.00	.00
制御	.61	.36	.22	.13	-.05	.10	.06	-.04	.02	-.01	.05	.00	-.64	.00	.00	.00
子回	.51	.36	.31	.03	.09	.07	.10	.11	.04	-.07	.69	.00	.00	.00	.00	.00
通信	.35	.46	.08	.23	.14	.77	.00	.00	.00	.00	.01	.01	.00	.01	.01	.00
電算	.27	.49	.44	.08	.03	.06	.01	.02	.69	.00	.00	.01	.00	.00	-.01	.00
情報	.66	.20	.28	.22	.06	.19	.04	-.01	.09	-.59	.00	.00	.00	.00	.00	.00
電実	.97	.06	-.01	.01	.00	.02	.00	-.15	.03	.11	-.01	.06	.08	.04	.02	.02
電法	.26	.20	.30	.09	.16	.18	-.05	.08	.08	-.02	.01	.85	.00	.00	.00	.00

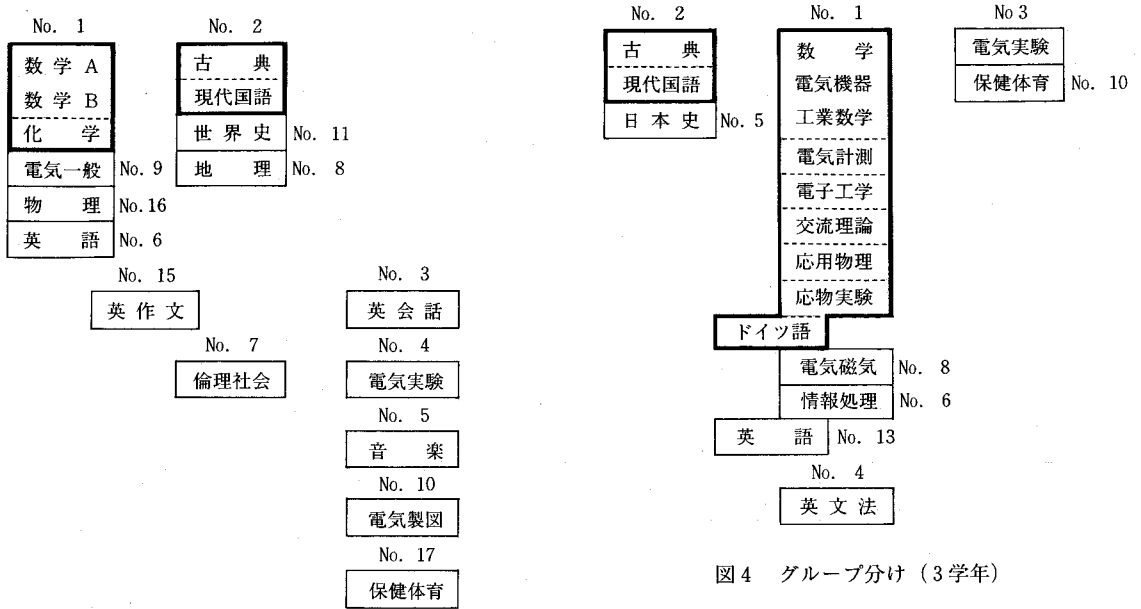


図2 グループ分け (1学年)

以上のように分類し、各学年ごとにまとめてみると次の通りである。

(1学年) グループNo. 1を数学グループ、グループNo. 2を国語グループと呼ぶと、数学グループは数学系科目と一部の理科系科目から構成され、他の理科系科目もかなり近い関係にある。国語グループは国語系科目だけで構成され、世界史と地理がかなり近い関係にある。英語は数学グループにかなり近く、英作文は両グループにやや近く、英会話は両グループから遠い。このように外国語系科目はそ

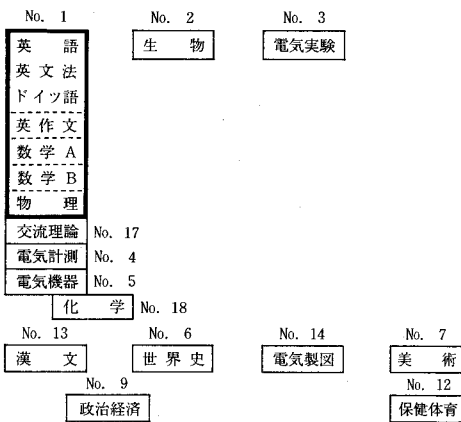


図3 グループ分け (2学年)

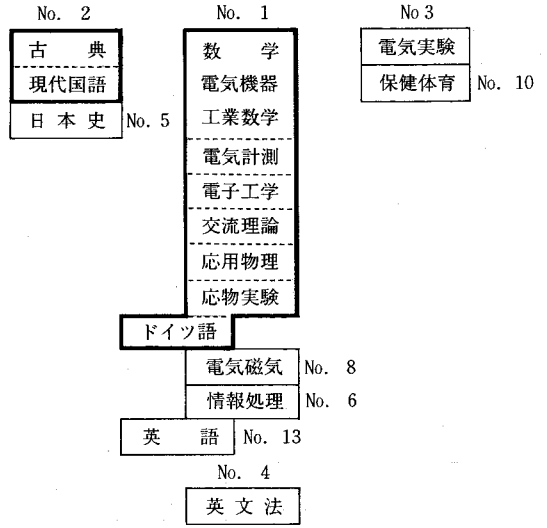


図4 グループ分け (3学年)

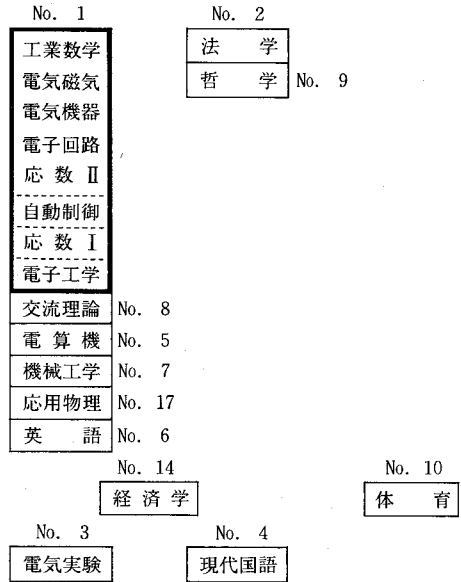


図5 グループ分け (4学年)

れぞれ独自の傾向を示していて、系としてのまとまりが弱い。倫理社会は国語グループにやや近いが、電気実験、音楽、電気製図、保健体育はそれぞれ独自性を示している。

(2学年) グループNo. 1は外国語系科目と数学系科目および一部の理科系科目で構成され、他の理科系科目もかなり近い関係にある。グループNo. 2とNo. 3はそれぞれ生物と電気実験の一科目だけで構成され、グループとしては

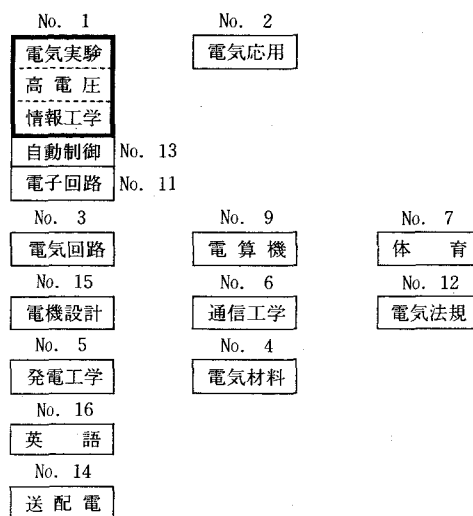


図6 グループ分け (5学年)

弱い、それぞれ世界史と電気製図がやや近い関係を示す。漢文はグループNo. 1にやや近く、政治経済はグループNo. 1とNo. 2にやや近い。美術と保健体育はどのグループからも遠く独自性を示している。

(3学年) グループNo. 1を数学グループ、グループNo. 2を国語グループと呼ぶと、数学グループは数学系科目とかなりの理科系科目、そして応物実験とドイツ語で構成されている。この内、ドイツ語は国語グループともかなり近い関係を示す。また国語グループは国語系科目だけで構成され、日本史がかなり近い関係にある。英語は数学グループと国語グループの両方にかなり近く、英文法は数学グループにやや近い。グループNo. 3は電気実験だけで構成されているが、保健体育がかなり近い関係にある。

(4学年) グループNo. 1を数学グループと呼ぶと、数学グループは数学系科目とかなりの理科系科目で構成され、他の理科系科目もかなり近い関係にある。英語は数学グループにかなり近く、電気実験もやや近い。グループNo. 2は法学だけで構成されているが、哲学がかなり近く、現代国語もやや近い。経済は両グループにやや近く、体育だけが両グループから遠く独自性を示している。

(5学年) 理科系科目の約3割が電気実験を先頭とするグループNo. 1に属するか、それにかなり近い関係を示すが、別のグループを作る科目もあり、理科系科目としての

まとまりが弱い。英語はグループNo. 1にやや近く、体育と電気法規は独自性を示している。

以上のことを学年を通してまとめてみると、科目の異質性を示すものとして、数学グループと国語グループの二つに大きく分けることができる。そして数学グループは数学系科目とかなりの理科系科目で構成され、他の理科系科目もかなり近い関係にある。一方、国語グループは国語系科目だけで構成されているが、世界史(1学年)や日本史、地理がかなり近い関係を示す。次に外国語系科目についてみると、2学年では数学系科目と同じグループを作りまわっているが、他の学年では系としてのまとまりは弱い。しかし総体的にみると数学グループにかなり近い。また電気実験は、低学年では電気製図(2学年)、保健体育(3学年)など実技を伴う科目とある程度の相関を示すが高学年になると理科系科目との相関が強まる。

6. あとがき

本校電気工学科の学年末成績表を用いて、直接バリマックス法により科目の異質性を分析してみた結果、次のようなことが判明した。

- (1)科目の異質性を示すものとして数学グループと国語グループが代表的である。
- (2)数学グループは数学系科目とかなりの理科系科目によって構成され、さらに他の理科系科目や外国語系科目ともかなり近い関係にある。
- (3)国語グループは国語系科目だけで構成され、世界史、日本史、地理などがかなり近い関係を示す。
- (4)英会話、電気実験(1学年)、音楽、電気製図(1学年)、保健体育(1・2学年)、美術、体育、電気法規などはどの科目とも相関が弱く独自性を示す。
- (5)電気実験は高学年になると理科系科目(電気工学)との相関が強くなる。

以上のことは、先に報告したこと¹⁾と本質的に同じであるが、今回の分析により、「理科系科目(電気工学)と数学は相関が強いだけでなく、ほぼ同質の科目である。」ということが明らかとなった。

文 献

- 1) 渋谷陸夫; 津山高専紀要23 (1985), 73
- 2) 芝祐順; 行動科学における相関分析法, (1975), 90, 東京大学出版局
- 3) 芝祐順; 同上, 97