正準分析法による気管支喘息の素因の解析

Analysis of Predisposition of Bronchial Asthma
by means of Canonical Analysis

大阪医科大学衛生学教室

山 本 和 子・緒 方 昭・中 森 靖 郎

大阪医科大学小児科学教室

佐 々 木 聖

Kazuko Yamamoto, Akira Ogata and Yasuro Nakamori

Department of Hygiene, Osaka Medical College, Osaka

Sei Sasaki

Department of Pediatrics, Osaka Medical College, Osaka

The purpose of this paper is to clarify the relationship between bronchial asthma and various factors.

Using 677 cases of the control children (Group C) made identical in the age composition, school and class with 677 cases (448 boys; 229 girls) of the asthmatic children (Group A) obtained by a fact finding survey carried out in March 1970 on bronchial asthma among all kindergarten children, elementary and junior high school children in Takatsuki City, we made a canonical analysis by sex on 26 factors such as various diseases and past histories of the children and their families with "Yes" as 1 and "No" as 0, the result of which are as follows.

1) It was found that factors closely related to bronchial asthma are the past history of the children concerned such as, catching cold easily, allergic rhinitis and eczema and the family history of asthma both in boys and girls, and that urticaria, likewise alleged to be a major allergy, plays a small role in bronchial asthma.

2) A canonical analysis made on the major factors, namely, the past histories of asthma (parents, grandparents), eczema (children themselves, parents, grandparents), allergic rhinitis (children themselves, parents, grandparents), catching cold easily (children themselves) and pneumonia (children themselves) in Group A and Group C also revealed a considerable difference between the asthmatic group and the control group in the correlation ratio, 0.579 for boys and 0.562 for girls.

3) Judging from the distribution of incidence by substituting the values of 588 boys and 355 girls who have the history of asthma and who have had no asthmatic attack for the past two years (Group B) into $Y=C'X$ showed that they were located midway between the asthmatic group and the control group or slightly closer to the asthmatic group both in boys and girls.

4) Meanwhile, the canonical analysis made on three groups A, B and C also gave almost the same results as with two groups both in boys and girls.

Above the findings showed that one can learn the degree of predisposition and presume the onset and prognosis of bronchial asthma by means of such an analysis.

1. はじめに

近年、工業化が進むにつれて、気管支喘息は増加の傾

向を示しており、大気汚染と関連して公衆衛生上重要な疾患であると考えられる。喘息発症に関しては、アレルギー的素因のあるものに種々の要因が加わって発症する

とされている¹⁾。そのため、アレルギー的素因の有無が、喘息を予防する上においても重要になってくるが、各個人が、アレルギー的素因をどの程度有しているかを、客観的に、量的に、評り得るような物指しは現在のところまだ確立されておらず、問診及び臨床所見より、主観的に素因の有無を想定しているにすぎない。しかも、これら素因のあるものに種々の要因が複雑にからみあった時に、気管支喘息が発症すると考えられるから、気管支喘息と種々の要因との関係のみていく場合、それらの相互関連性を全体として多次的にとらえていく必要がある。そこで著者等は、近年発達してきた多変量解析法を応用することによって、気管支喘息と種々の要因との相互関連性の追求とアレルギー的素因の程度を客観的かつ総合的に推定することの可能性、さらに喘息発症及び予後の可能性について検討した。

2. 対 象

高槻市における小児の気管支喘息の実態を把握するために、昭和45年3月、高槻市の全幼稚園児、全小中学校児童生徒を対象にして喘息、その他疾患の既往歴、家族

図1 学年別気管支喘息患者数

歴、及び家庭環境等について、質問紙による第一次調査を行い、回答者24,328名、回収率93%であった(図1)。

このうち、気管支喘息の既往ありと答えた2,028名を対象に、昭和45年7月、第二次調査を行い、最近2年間に喘息発作を起したかどうか、発作の程度等について詳細に調べ最近2年間に発作のあった男児448名、女児229名、計677名を喘息児群(A群)として分析に用いた。

その年齢構成をみると、図1の様に、気管支喘息児数は年齢の上昇と共に著しく低下している。そのため対照児は気管支喘息児と年齢構成を同一に保つために、喘息既往のない正常児中より、喘息児と学校、学年、クラスを同一にする男児448名、女児229名を無作為に抽出した(C群)。

又第一次調査において、喘息既往ありと答え、第二次調査で、最近2年間発作なしと答えた男児588名、女児355名、計943名(B群)のデータも今回の分析に利用した。その年齢構成は図2の如くであった。調査の回答者

図2 学年別B群患者数

が保護者である点より、このB群の中には気管支喘息既往を有する児と、それ以外の喘息様疾患既往児も含まれていると思われる。つまりB群というのは、喘息素質をもつ児と正常素質児との混在した集団である。又別の見方をすれば、B群は喘息児群(A群)よりは治癒しやすい素質をもつ児の集団でもある。以上より医学的にみてB群はA群、C群の中間に位置する群であると考えられる。

3. 方 法

分析は、男女各々について図3に示す如き順序で行った。

3-1. A群, B群, C群の分類

上記の如く、気管支喘息既往歴ありと答えた者のうち、最近の2年間に喘息発作のあった者をA群（男児448名、女児229名）とし、最近2年間に喘息発作の無かった者をB群（男児588名、女児355名）とした。又喘息既往のない者をC群（男児448名、女児229名）とした。

3-2. 要因の数量化

第一次調査²⁾によって、喘息児群（A）と正常児群（C）との間に有意差の認められた要因のうち主な26要因を選択した。選択した要因は表1の如くである。

なお、家族歴の中で、同胞の喘息、湿疹、アレルギー性鼻炎、じんましん既往歴等は、気管支喘息と関係が深いように見受けられたが、現在同胞を持たない者にはこれらのデータが欠けるため、取り扱いが煩雑になり今回の分析では省略した。

又、これら調査内容の多くは「有」か「無」かの定性的データであるため、数量化するに際し簡単のためすべてダミー変数に変換して計算した。即ち表1の様に、

「同胞数」は2人までを1、3人以上を0に、「育てた人」は母親のみを0、その他を1に、「乳児期の栄養法」は母乳のみを0、その他を1とし、以下は有りを1、無しを0とした。

3-3. 正準分析

正準分析に関しては、Cooley W. W. & Lohnes P. R.³⁾、田中氏⁴⁾、浅野氏⁵⁾、芝氏⁶⁾等の著書がある。要約すると、正準分析とは異質な集団の間の差違をもっとも明確に表現するような、できるだけ低い次元の空間に射影しようということである。

いま、P変量のh群のデータ

第1群 $N(\mu^{(1)}, \Sigma)$ からの N_1 個のデータ
($X_1^{(1)}, \dots, X_{N_1}^{(1)}$)

第2群 $N(\mu^{(2)}, \Sigma)$ " N_2 " "
($X_1^{(2)}, \dots, X_{N_2}^{(2)}$)

⋮
第h群 $N(\mu^{(h)}, \Sigma)$ からの N_h 個のデータ
($X_1^{(h)}, \dots, X_{N_h}^{(h)}$)

($N = N_1 + \dots + N_h$)

が得られていたとき、群内変動、群間変動、全変動（偏差積和行列）をそれぞれ $S_W, S_B, S_T (=S_W + S_B)$ とすると、

変量 X の線型結合

図3 分析の順序

表1 観測項目と評点

項 目	カテゴリー	1(ダミー 評点:0)	2(ダミー 評点:1)
1. 同 胞 数		3人以上	2人まで
2. 育 て た 人		母親のみ	母親以外 又は母親 と祖母等
3. 乳 児 期 の 栄 養 法		母 乳	人工, 混合
4. 偏 食		無	有
5. 神 経 質		無	有
6. 喘 息 (親)		無	有
7. 喘 息 (祖父母)		無	有
8. 湿 疹 (本人)		無	有
9. 湿 疹 (親)		無	有
10. 湿 疹 (祖父母)		無	有
11. じ ん ま し ん (本人)		無	有
12. じ ん ま し ん (親)		無	有
13. じ ん ま し ん (祖父母)		無	有
14. かぶれやすい (本人)		無	有
15. かぶれやすい (親)		無	有
16. アレルギー性鼻炎 (本人)		無	有
17. アレルギー性鼻炎 (親)		無	有
18. アレルギー性鼻炎 (祖父母)		無	有
19. 食餌アレルギー (本人)		無	有
20. 食餌アレルギー (親)		無	有
21. 薬品アレルギー (本人)		無	有
22. 薬品アレルギー (親)		無	有
23. かぜをひきやすい (本人)		無	有
24. かぜをひきやすい (親)		無	有
25. 肺 炎 (本人)		無	有
26. 肺 炎 (親)		無	有

$$Y=C'X$$

をとって新しい変量Yについて、群間分散/ 群内分散を最大にするように重みベクトルCをみらふ。すなわち、

$$C'S_B C / C'S_W C \rightarrow \max.$$

結局

$$(S_B - \lambda S_W) C = 0$$

のような固有値問題の最大固有値 λ_1 とそれに対応する固有ベクトル C_1 を求めば、 C_1 は求める重みベクトルであり、 λ_1 がそのときの $C_1'S_B C_1 / C_1'S_W C_1$ の値になる。このような $Y_1 = C_1'X_1$ を正準変量と呼ぶ。

又、群間の分離の程度を示す係数としては相関比 η を用いた。計算式は、

$$\eta^2 = \frac{C_1'S_B C_1}{C_1'S_T C_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + 1}$$

である。

今回はまずはじめに、喘息児群 (A群) と正常児群 (C群) の間の差をもっとも明確に表現するような線型一次結合の式を計算した。計算は京都大学大型計算機センターの FACOM 230-60 を使用して行った。電子計算機のプロダラムは、芝氏⁶⁾ 及び浅野氏⁵⁾ のライブラリを併用した。

3-4. 要因の選択, 重みの決定

A群とC群について、26要因を用いて正準分析を行い、得られた相関比を η_{26} とすると、用いた26要因の中で、気管支喘息と関係の深いものはどの要因であるかを知るために、各1要因ずつを除き、25要因を用いて正準分析を行い、相関比 η_{25} を計算した。そして、1要因を除くことによって、相関比がどの位下るか、 $\eta_{26} - \eta_{25}$ が大きければ大きいほど除いた要因と気管支喘息との関係が深いとみなした。かくして、26要因中より、 $\eta_{26} - \eta_{25}$ の値が大で、医学的にも妥当と思われる要因を10選択して、もう一度10要因を用いて正準分析を行い、 $Y = C'X$ の重みベクトル C' を計算し、次に1人1人のYの値 (正準変量) を計算して、群別の分布をみた。

3-5. A, B, C の三群の正準分析

次に、A, B, C 三群間の差をもっとも明確に表現するような線型一次結合の式、 $Y = C'X$ を、上記の10要因を用いて計算し、得られた重みベクトル C を用いて、1人1人の正準変量 (Yの値) を計算し、群別の分布をみた。

4. 成 績

〔A, C 二群の正準分析〕

4-1. 26要因について

各データをダミー変数にして計算したときの、26要因それぞれの平均値、標準偏差は表2のようになった。各要因間の相関行列は表3の様であった。

これらの資料から、正準分析により重みベクトルを求めると表2の右端に示した値を得た。このとき最大にされた相関比は男児0.601, 女児0.591で、男女ともA, Cの二群はかなり分離していることがわかる。

4-2. 要因の選択

26要因のうちから、1要因を除いて、25要因を用いて正準分析を行う。この操作を26回くり返し、得られた26個の相関比 η_{25} を比較したのが図4である。この図で明らかな様に、除く事によって相関比が著しく低下した要因は見当らなかった。即ち、気管支喘息と特に関係の深い要因はなく、各々の要因はそれぞれ少しずつ気管支喘息と関係をもっているようである。しかし、しいて言う

表2 A, C二群の平均値, 標準偏差, 標準重みベクトル (26要因)

項 目	男 相関比 0.601			女 相関比 0.591		
	平 均 値	標準偏差	標準重みベクトル	平 均 値	標準偏差	標準重みベクトル
1. 同 胞 数	0.759	0.428	0.064	0.721	0.449	-0.096
2. 育 て た 人	0.135	0.342	0.070	0.120	0.325	-0.071
3. 乳 児 期 の 栄 養 法	0.612	0.487	0.013	0.539	0.498	0.012
4. 偏 食	0.496	0.500	0.032	0.463	0.499	0.103
5. 神 経 質	0.489	0.500	0.100	0.424	0.494	0.102
6. 喘 息 (親)	0.093	0.290	0.227	0.116	0.320	0.234
7. 喘 息(祖父母)	0.251	0.434	0.181	0.303	0.460	0.293
8. 湿 疹 (本人)	0.319	0.466	0.410	0.290	0.454	0.236
9. 湿 疹 (親)	0.192	0.394	-0.026	0.194	0.396	-0.108
10. 湿 疹(祖父母)	0.086	0.280	-0.014	0.090	0.285	0.125
11. じ ん ま し ん (本人)	0.210	0.407	0.058	0.238	0.426	0.031
12. じ ん ま し ん (親)	0.371	0.483	0.004	0.376	0.484	-0.135
13. じ ん ま し ん(祖父母)	0.136	0.343	-0.038	0.105	0.306	-0.076
14. か お れ や す い (本人)	0.215	0.411	-0.131	0.227	0.419	-0.079
15. か お れ や す い (親)	0.317	0.465	0.039	0.290	0.454	0.167
16. アレルギー性鼻炎 (本人)	0.268	0.443	0.366	0.194	0.396	0.288
17. アレルギー性鼻炎 (親)	0.143	0.350	-0.054	0.109	0.312	0.119
18. アレルギー性鼻炎(祖父母)	0.035	0.183	0.034	0.039	0.194	-0.050
19. 食餌アレルギー (本人)	0.112	0.315	0.091	0.116	0.320	-0.074
20. 食餌アレルギー (親)	0.131	0.337	-0.086	0.146	0.353	0.020
21. 薬品アレルギー (本人)	0.098	0.298	0.045	0.085	0.279	0.144
22. 薬品アレルギー (親)	0.157	0.364	0.041	0.146	0.353	-0.030
23. かぜをひきやすい (本人)	0.635	0.481	0.493	0.648	0.477	0.472
24. かぜをひきやすい (親)	0.429	0.495	-0.126	0.410	0.492	-0.148
25. 肺 炎 (本人)	0.079	0.270	0.104	0.072	0.259	0.153
26. 肺 炎 (親)	0.175	0.380	0.056	0.221	0.415	0.123

ならば, 男女共に本人の“かぜをひきやすい”又 major allergy と言われる“アレルギー性鼻炎”“湿疹”の既往歴と, “喘息”家族歴が喘息と最も関係があり, 同じアレルギー疾患でも“じんましん”はあまり喘息と関係がないようであった。そこでこの中より主な10要因として, 喘息, 湿疹, アレルギー性鼻炎, かぜをひきやすい, 肺炎の既往歴, 家族歴を選択した。

4-3. 10要因について

喘息(親 x_1 , 祖父母 x_2), 湿疹(本人 x_3 , 親 x_4 , 祖父母 x_5), アレルギー性鼻炎(本人 x_6 , 親 x_7 , 祖父母 x_8), かぜをひきやすい(本人 x_9), 肺炎(本人 x_{10}), の10要因を用いて正準分析を行ってみると, 固有値, 固有ベクトルは表4のようになった。相関比は男児 0.579, 女児 0.562 となり, 26要因から10要因にへらしても相関比はあまり低下していない。又これら10要因のうちで A, C

二群の区別に大きく寄与する要因は表4のD列の値の大きい項目であるから, 男女ともにかぜをひきやすい(本人), 湿疹(本人), アレルギー性鼻炎(本人), 喘息(親), 喘息(祖父母)であった。

この時の正準変量Yの式を計算すると,

$$\begin{aligned} \text{男児: } Y = & 0.790 x_1 + 0.417 x_2 + 0.940 x_3 - 0.058 x_4 \\ & - 0.128 x_5 + 0.908 x_6 - 0.254 x_7 + 0.235 x_8 + \\ & 1.034 x_9 + 0.422 x_{10} - 1.361 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{女児: } Y = & 0.717 x_1 + 0.725 x_2 + 0.513 x_3 - 0.167 x_4 \\ & + 0.418 x_5 + 0.790 x_6 + 0.208 x_7 - 0.278 x_8 + \\ & 1.054 x_9 + 0.752 x_{10} - 1.360 \end{aligned}$$

であった。

1人1人について, この式に, 親に喘息既往あれば x_1 に1, なければ x_1 に0を代入し, 以下同様に, x_1 から x_{10} まで, 「有」か「無」かによって, 1か0かを代入し

図4-1 相関比の変化状況 (男)

図4-2 相関比の変化状況 (女)

表3-1 A, C 二群の相 関

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
同 胞 数	1	1.000									
育 て た 人	2	-0.037	1.000								
乳 児 期 の 栄 養 法	3	0.096	0.066	1.000							
偏 食	4	0.012	0.011	0.043	1.000						
神 経 質	5	0.098	-0.021	0.037	0.144	1.000					
喘 息 (親)	6	0.015	-0.023	0.046	0.023	0.052	1.000				
喘 息(祖父母)	7	0.002	0.007	0.049	0.043	0.081	0.155	1.000			
湿 疹 (本人)	8	0.041	-0.008	0.049	0.061	0.104	0.063	0.106	1.000		
湿 疹 (親)	9	0.052	-0.007	0.033	0.012	0.037	0.057	0.068	0.394	1.000	
湿 疹(祖父母)	10	0.077	-0.009	0.007	0.008	-0.001	0.016	0.118	0.195	0.288	1.000
じ ん ま し ん (本人)	11	-0.005	-0.035	0.078	0.040	0.070	0.013	0.050	0.210	-0.112	0.046
じ ん ま し ん (親)	12	0.099	0.013	0.090	0.031	0.036	0.031	0.049	0.218	0.249	0.124
じ ん ま し ん(祖父母)	13	0.047	-0.006	0.053	0.000	0.083	0.030	0.123	0.139	0.146	0.370
かぶれやすい (本人)	14	0.056	-0.044	0.034	0.004	0.092	0.033	0.095	0.309	0.115	0.103
かぶれやすい (親)	15	0.140	0.000	0.111	0.052	0.074	0.102	0.086	0.172	0.244	0.143
アレルギー性鼻炎 (本人)	16	0.036	-0.015	0.048	0.008	0.146	0.099	0.134	0.208	0.175	0.111
アレルギー性鼻炎 (親)	17	0.016	-0.030	0.040	0.041	0.030	0.115	0.107	0.075	0.075	0.097
アレルギー性鼻炎(祖父母)	18	0.015	-0.026	0.042	0.011	-0.003	0.056	0.068	0.039	0.068	0.073
食餌アレルギー (本人)	19	-0.006	-0.028	0.036	0.086	0.112	0.050	0.034	0.178	0.073	0.057
食餌アレルギー (親)	20	0.058	0.001	0.048	0.046	0.044	0.060	0.066	0.106	0.167	0.090
薬品アレルギー (本人)	21	0.055	-0.022	0.007	0.010	0.057	0.048	0.067	0.179	0.042	0.055
薬品アレルギー (親)	22	0.065	-0.027	0.014	0.010	0.009	0.049	0.051	0.102	0.167	0.105
かぜをひきやすい (本人)	23	0.124	0.037	0.083	0.166	0.214	0.045	0.126	0.110	0.026	0.065
かぜをひきやすい (親)	24	0.072	-0.009	0.028	0.098	0.100	0.076	0.063	0.042	0.082	0.070
肺 炎 (本人)	25	0.037	0.000	0.068	0.019	0.024	0.046	0.043	0.024	0.026	0.024
肺 炎 (親)	26	0.023	0.059	0.062	0.003	0.034	0.028	0.049	0.094	0.071	0.044

表4 A, C 二群の固有値, 固有ベクトル (10要因)

項 目	男 (固有値 451.285)			女 (固有値 210.149)		
	固有ベクトル (A)	平均値の Range(C)	(D)= (A)×(C)	固有ベクトル (A)	平均値の Range(C)	(D)= (A)×(C)
1. 喘 息 (親)	0.966	0.114	0.110	0.896	0.153	0.137
2. 喘 息(祖父母)	0.513	0.185	0.095	0.869	0.275	0.239
3. 湿 疹 (本人)	1.151	0.326	0.375	0.618	0.266	0.165
4. 湿 疹 (親)	-0.073	0.112	-0.008	-0.203	0.092	-0.019
5. 湿 疹(祖父母)	-0.159	0.056	-0.009	0.502	0.083	0.042
6. アレルギー性鼻炎 (本人)	1.113	0.326	0.363	0.953	0.249	0.237
7. アレルギー性鼻炎 (親)	-0.313	0.054	0.017	0.246	0.114	0.028
8. アレルギー性鼻炎(祖父母)	0.287	0.025	0.007	-0.335	0.044	-0.015
9. かぜをひきやすい (本人)	1.267	0.373	0.472	1.263	0.362	0.458
10. 肺 炎 (本人)	0.515	0.060	0.031	0.905	0.092	0.083

てYの値を計算し、各群のYの度数分布をみると図5の実線で示した分布をした。A群, C群を比較してみると、

A群の平均値 M_A は男児0.579, 女児0.575, C群の平均値 M_C は男児-0.580, 女児-0.561となり、両群はかな

行 列 (26 要因) 男

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1.000															
0.293	1.000														
0.101	0.217	1.000													
0.204	0.123	0.088	1.000												
0.088	0.302	0.128	0.325	1.000											
0.104	0.090	0.060	0.162	0.158	1.000										
0.038	0.155	0.118	0.105	0.190	0.298	1.000									
0.004	0.033	0.139	0.034	0.021	0.103	0.258	1.000								
0.339	0.084	0.063	0.182	0.117	0.135	0.069	0.045	1.000							
0.111	0.336	0.120	0.109	0.245	0.127	0.141	0.051	0.212	1.000						
0.179	0.064	0.058	0.242	0.142	0.132	0.072	0.062	0.235	0.080	1.000					
0.102	0.241	0.088	0.111	0.287	0.114	0.150	0.083	0.105	0.274	0.229	1.000				
0.094	0.071	0.058	0.152	0.112	0.205	0.078	0.048	0.074	0.097	0.092	0.043	1.000			
0.068	0.154	0.103	0.145	0.189	0.082	0.143	0.026	0.059	0.104	0.046	0.105	0.339	1.000		
0.014	0.001	0.004	0.009	0.049	0.015	-0.006	-0.013	0.025	0.049	-0.004	0.021	0.068	0.019	1.000	
0.054	0.081	0.090	0.035	0.003	0.057	-0.000	0.010	0.027	0.038	0.060	0.061	0.074	0.115	0.072	1.000

表5-1 A, B, C 三群の固有値, 固有ベクトル (10要因) 男

項 目	固有ベクトル		平均値の range (C)	(D)= (A)×(C)	(E)= (B)×(C)
	I (A)	II (B)			
1. 喘息 (親)	0.908	1.573	0.150	0.136	0.236
2. 喘息 (祖父母)	0.613	0.648	0.185	0.114	0.120
3. 湿疹 (本人)	1.078	0.238	0.326	0.351	0.078
4. 湿疹 (親)	-0.064	0.751	0.134	-0.009	0.101
5. 湿疹 (祖父母)	-0.118	-0.143	0.056	-0.007	-0.008
6. アレルギー性鼻炎 (本人)	1.066	-0.567	0.326	0.348	-0.185
7. アレルギー性鼻炎 (親)	-0.199	-0.038	0.054	-0.011	-0.002
8. アレルギー性鼻炎 (祖父母)	0.028	1.265	0.039	0.001	0.049
9. かぜをひきやすい (本人)	1.100	-1.178	0.373	0.410	-0.439
10. 肺炎 (本人)	0.497	0.761	0.061	0.031	0.046
固有値		207.010	26.267		
トレースに対する比率(%)		88.7	11.3		

表3-2 A, C 二 群 の 相 関

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
同 胞 数	1	1.000									
育 て た 人	2	-0.013	1.000								
乳 児 期 の 栄 養 法	3	0.120	0.046	1.000							
偏 食	4	0.003	0.015	-0.081	1.000						
神 経 質	5	0.117	-0.013	-0.056	0.112	1.000					
喘 息 (親)	6	0.017	-0.040	0.053	-0.006	0.015	1.000				
喘 息 (祖父母)	7	-0.010	-0.035	0.049	0.024	0.022	0.198	1.000			
湿 疹 (本人)	8	0.123	-0.009	0.021	0.049	0.090	0.099	0.108	1.000		
湿 疹 (親)	9	0.085	-0.025	0.080	0.014	0.034	0.100	0.064	0.326	1.000	
湿 疹 (祖父母)	10	0.054	-0.010	0.058	-0.011	0.043	0.029	0.141	0.136	0.307	1.000
じ ん ま し ん (本人)	11	0.082	0.014	0.050	-0.034	0.125	0.028	0.072	0.223	0.164	0.094
じ ん ま し ん (親)	12	0.106	-0.015	0.104	-0.063	0.042	0.097	0.071	0.154	0.275	0.092
じ ん ま し ん (祖父母)	13	0.022	0.053	0.099	0.007	-0.004	0.059	0.119	0.128	0.172	0.337
か ぶ れ や す い (本人)	14	0.116	-0.023	-0.035	0.113	0.097	0.024	0.102	0.326	0.137	0.050
か ぶ れ や す い (親)	15	0.098	0.020	0.059	-0.035	0.109	0.038	0.129	0.150	0.269	0.096
アレルギー性鼻炎 (本人)	16	0.109	-0.025	0.043	-0.013	0.129	0.076	0.066	0.230	0.089	0.106
アレルギー性鼻炎 (親)	17	0.090	0.011	0.098	-0.035	0.081	0.136	0.074	0.072	0.100	0.151
アレルギー性鼻炎 (祖父母)	18	0.025	-0.035	0.058	-0.049	0.121	0.127	0.077	0.082	0.092	0.092
食 餌 アレルギー (本人)	19	0.033	0.076	0.066	0.032	0.131	0.002	0.101	0.186	0.028	0.000
食 餌 アレルギー (親)	20	0.125	-0.001	0.058	-0.013	0.129	0.044	0.056	0.133	0.176	0.139
薬品アレルギー (本人)	21	0.043	-0.006	-0.012	-0.038	0.060	0.049	0.043	0.139	0.033	-0.028
薬品アレルギー (親)	22	0.067	0.015	-0.004	-0.027	0.108	0.007	0.051	0.025	0.173	0.080
かぜをひきやすい (本人)	23	0.047	0.053	0.025	0.109	0.218	0.041	0.094	0.121	-0.008	-0.036
かぜをひきやすい (親)	24	0.090	0.001	0.049	0.064	0.113	0.073	0.035	0.148	0.118	0.015
肺 炎 (本人)	25	-0.031	-0.006	0.069	-0.012	0.008	0.078	-0.037	0.076	0.072	0.076
肺 炎 (親)	26	0.035	-0.069	0.135	0.041	0.031	0.163	0.103	-0.004	0.025	0.106

表5-2 A, B, C 三群の固有値, 固有ベクトル (10要因) 女

項 目	固有ベクトル		平均値の range (C)	(D)= (A)×(C)	(E)= (B)×(C)
	I (A)	II (B)			
1. 喘 息 (親)	0.841	1.272	0.153	0.129	0.195
2. 喘 息 (祖父母)	0.782	-0.019	0.275	0.215	-0.005
3. 湿 疹 (本人)	0.709	0.204	0.266	0.189	0.054
4. 湿 疹 (親)	-0.124	0.474	0.092	-0.011	0.044
5. 湿 疹 (祖父母)	0.376	-0.822	0.083	0.031	-0.068
6. アレルギー性鼻炎 (本人)	0.931	-0.805	0.249	0.232	-0.200
7. アレルギー性鼻炎 (親)	0.157	0.762	0.114	0.018	0.087
8. アレルギー性鼻炎 (祖父母)	-0.054	0.885	0.044	-0.002	0.039
9. かぜをひきやすい (本人)	1.140	-1.140	0.362	0.413	-0.413
10. 肺 炎 (本人)	0.789	2.054	0.109	0.086	0.224
固 有 値	99.314	7.901			
トレースに対する比率(%)	92.6	7.4			

行 列 (26 要 因) 女

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1.000															
0.250	1.000														
0.131	0.237	1.000													
0.184	0.097	0.087	1.000												
0.099	0.254	0.196	0.374	1.000											
0.139	0.146	0.112	0.190	0.160	1.000										
0.107	0.155	0.128	0.101	0.194	0.326	1.000									
0.050	0.035	0.202	0.037	0.111	0.111	0.211	1.000								
0.372	0.096	0.049	0.204	0.070	0.158	0.088	0.022	1.000							
0.139	0.347	0.235	0.086	0.205	0.086	0.157	0.087	0.236	1.000						
0.151	0.062	0.020	0.245	0.130	0.125	0.031	0.114	0.185	0.106	1.000					
-0.015	0.194	0.106	0.105	0.255	0.096	0.086	0.090	0.026	0.249	0.132	1.000				
0.169	0.073	0.062	0.191	0.103	0.170	0.067	0.086	0.136	0.071	0.098	-0.007	1.000			
0.067	0.167	0.079	0.140	0.189	0.143	0.166	0.100	0.092	0.135	0.006	0.119	0.284	1.000		
0.045	0.101	0.004	0.027	0.054	0.079	0.049	-0.005	0.068	0.013	0.076	0.025	0.036	-0.009	1.000	
0.013	0.074	0.091	-0.027	0.028	0.032	0.015	-0.018	-0.009	0.013	-0.028	0.030	0.038	0.064	0.127	1.000

り分離していた。

そこで今度は同じY式に喘息既往歴があつて最近2年間は発作のないB群の値を代入して度数分布をみると図5の点線の様な分布をし、その平均値 M_B は、男児0.176、女児0.178となりA群、C群の丁度中間、少しA群よりに位置していた。これは医学的に妥当な結果と思われる。

〔A, B, C 三群の正準分析〕

同じ10要因を用い、今度はA, B, C 三群の正準分析を行うと表5の様な結果を得た。この表で明らかな様に、トレースに対する比率より第1固有ベクトルは、男児で88.7%、女児で92.6%の意味の強さをもっているから、三群の差異を示すものとして男女共に第1固有ベクトルだけで充分であると思われる。この第1固有ベクトルの中でA, B, C 三群の区別に大きく寄与している要因はD列の値の大きい項目であるから、男女ともに、かぜをひきやすい(本人)、湿疹(本人)、アレルギー性鼻炎(本

人)、喘息(親)、喘息(祖父母)であつた。これはA, C二群の正準分析の場合と同じ結果である。

その時の正準変量 Y_1 式を計算すると、

$$\begin{aligned} \text{男児: } Y_1 = & 1.063 x_1 + 0.533 x_2 + 0.883 x_3 - 0.061 x_4 \\ & - 0.159 x_5 + 0.941 x_6 - 0.218 x_7 + 0.053 x_8 + \\ & 0.891 x_9 + 0.677 x_{10} + 1.417 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{女児: } Y_1 = & 0.894 x_1 + 0.625 x_2 + 0.572 x_3 - 0.114 x_4 \\ & + 0.489 x_5 + 0.871 x_6 + 0.176 x_7 - 0.095 x_8 + \\ & 0.897 x_9 + 0.987 x_{10} + 2.014 \end{aligned}$$

であつた。

1人1人について Y_1 の値を計算し群別に度数分布をみると図6の様になった。但しこれらの値は分散が1になるように標準化されている。この図より明らかな様に、 Y_1 軸即ち第1固有ベクトルによって三群は分離され、その形は男女共、A, C二群の正準分析の場合とほぼ同じであつた。

図5 正準評点の度数分布 (A, C二群)

図6 正準評点の度数分布 (Y_1 軸) (A, B, C三群)

5. 考 察

科学技術の進歩と共に医学はますます多様化、複雑化していく傾向にある。種々の検査法の発達によって、得られる患者のデータの数が多く、ともすると情報の洪水現象によりせっかく得られた情報も一べつするのみで有効に利用されない傾向も生れている。これを防ぎ、情報の処理をより有効に能率よく行うために、多変量解析法、尤度法、Bayesの定理等が用いられている。医学の分野で多変量解析法が主に利用されているのは、診断とか予後の予測等についてであるが⁹⁻¹²⁾、その中で気管支喘息の素因の解析に応用した報告はない。

気管支喘息は治療の困難な疾病であって、特にアレルギー的素因(遺伝的)を有する者は、難治性の喘息へと移行すると言われている^{7b)}。もしも、このアレルギー的素因の強弱を比較的簡単な測定方法によって測定できるなら、まだ気管支喘息が発症していない小児のアレルギー的素因の程度を測定することによって、素因の強い小児をみつけ出し、気管支喘息の発症を予防するための何らかの手段を講じ得るであろうし、たとえ発症したとしても、軽度のうちに治療可能ではないかと考える。又治療上においても素因の強弱によって治療方法の選択が行えるであろう。

それではアレルギー的素因の強弱を量的に測定することが可能かという点になるのであるが、今回の試みによって、10項目の簡単な調査成績を用いても、図5, 6の様に喘息児群(A)と正常児群(C)とはかなり分離している所からみて、この様な分析方法を用いることにより素因の程度を量的に表現することは可能ではないかと考える。しかもB群はA群とC群の中間に来ているから、素因の強いものは喘息にかかりやすくなりやすい。つまりこのような解析法を用いて素因の程度を知り、喘息発症、治療の難易度を予測することが今後可能になるのではないかと考えられる。

次に素因の程度を知るためにどの要因を用いればよいかという点では、今回用いた26要因を眺めてみると図4の様に、気管支喘息と関係のありそうなのは、本人の“かぜをひきやすい”(但しこれは喘息発症の前駆症状の場合もあり得るが)、“アレルギー性鼻炎”“湿疹”であり、遺伝的には喘息疾患のみであった所から、要因として用いるべきものは主として本人の体質に関係するものと、喘息家族歴が適当と思われる。

喘息家族歴については、今回は親、祖父母という様に世代別にひっくり回して漠然と入れたのであるが、これを

父、母、父方の祖父、父方の祖母、……という様に細別した方がいいのではないか。又祖父母に関するデータは正確さを欠き、不明が多くなるから調査の際特に注意を要する。同胞に関する喘息既往歴の情報は非常に重要であると思われるが、対象が成人の場合は可能でも、小児の場合、特に低年齢では同胞の情報をもっている小児が少ない点で採用の困難さが存在する。

これらの本人の体質、喘息家族歴に、種々の臨床検査成績を加えたならば、喘息児群と正常児群との差がよりはっきりと別れるのではないかと考え検討中である。

分析方法に関しては、今回は正準分析法を用いてみたが、よく似たものに判別函数法がある。正準分析法は母集団またはカテゴリー間の性格の差違を最もよく表現するような正準軸または因子を探究する方法⁵⁾であるから、どの母集団に帰属させるかという判別の問題として扱う場合には、判別函数法の方が精度が良い。しかし二群の場合は正準分析法と判別函数法とは全く同等になる。又、これらの分析法は定量的なデータでなければ計算できないので今回は「有」とか「無」とかいう定性的データをダミー変数に変換して計算したが、それはちょうどいわゆる数量化理論第2類と同じことになる。

ちなみに、喘息児群と正常児群について、10要因を用いて判別函数法を適用してみると、男児の場合マハラノビスの距離は2.0、的中確率76.1%を予測している。これまで診断に利用された分析法の的中確率は60~80%の報告が多い⁸⁻¹²⁾。的中確率からみるならば、76.1%の値はましな方ではないかと思われるが、喘息児の発症率が男児で5%以下、女児で2%以下²⁾であるからすべて正常児群と判定した方が確実で、単に喘息児群と正常児群への判別の問題として扱うのは無意味であろう。

なお両分析法ともに、気管支喘息発症へのそれぞれの要因の影響は加法的で、かつ各要因は正規分布しているという仮定のもとになりたっている。今回の分析には多少この仮定を無視して用いている。加法性の問題に関しては、喘息家族歴の影響を他の要因と独立のものとして扱う事に多少こだわりの感じたので、交互作用を考慮した上で正準分析をしてみたが相関比に変化はみられなかった。

6. おわりに

気管支喘息と種々の要因との相互関連性を追究するために、昭和45年3月、高槻市の全幼稚園児、全小中学校児童生徒(24,328名)の気管支喘息実態調査により得られた喘息児(A群)677例(男児448例、女児229例)と年

齢構成および学校、クラスを同一にした対照児(C群)677例を用い、児童およびその家族の各種疾患既往歴等26要因について、Yesを1点、Noを0点として男女別に正準分析により検討した結果。

1) 気管支喘息と関係の深い要因は、男女共に本人の“かぜをひきやすい”“アレルギー性鼻炎”“湿疹”の既往歴と、“喘息”家族歴であり、同じ major allergy と言われる“じんましん”は関係が浅い事が判明した。

2) このうち主な要因として、喘息(親、祖父母)、湿疹(本人、親、祖父母)、アレルギー性鼻炎(本人、親、祖父母)、かぜをひきやすい(本人)、肺炎(本人)の既往歴を選び、A、C二群について正準分析しても相関比は男児0.579、女児0.562と喘息児群と対照児群とはかなり分離していた。

3) 喘息既往歴あり最近2年間発作のない(B群)男児588例、女児355例の値を $Y=C'X$ に代入して度数分布をみると、男女共に喘息児群と対照児群の中間、少し喘息児群よりに位置していた。

4) 一方A、B、C三群について正準分析を行なっても、男女共二群の場合とはほぼ同じ結果であった。

以上より、このような分析法を用いる事によって素因の程度を知り、気管支喘息の発症、予後の推定が可能であることがわかった。

稿を終るにあたり、正準分析法について、ご指導いただいた武田薬工の田中豊先生、並びにプログラムの作製についてご教示いただいた大阪大学工学部、安井裕助教授に謝意を表します。

尚本論文の要旨は、昭和47年11月第19回日本小児保健学会において、一部を昭和46年4月第41回日本衛生学会において発表した。

文 献

- 1) 光井庄太郎：気管支喘息の素因，岩手医誌，14，200～207，1963。
- 2) 佐々木聖他：大阪府高槻市の公立小・中学校，全幼稚園小児の気管支喘息実態調査成績（第1報），アレルギー，20，4，303，1971。
- 3) Cooley W. W., and Lohnes P. R.: Multivariate Procedures for the Behavioral Sciences, John Wiley and Sons, 1962。
- 4) 田中 豊：現象分析のための多変量解析と実際，正準分析法，大阪科学技術センター，1970。
- 5) 浅野長一郎：因子分析法通論，共立出版，1971。

- 6) 芝 祐順: 行動科学における相関分析法, 東京大学出版会, 1967.
- 7) 青木秀夫他: 難治性喘息における遺伝的素因, アレルギー, 22, 1, 77, 1973.
- 8) 根本俊和: 難治性喘息の臨床像に関する研究, アレルギー, 20, 7, 523~535, 1971.
- 9) 小坂淳夫他: 肝・胆道疾患診断における判別函数の応用, 総合臨床, 17, 1, 116~122, 1968.
- 10) 木村栄一他: 電子計算機による心電図診断, 内科, 20, 1, 54~64, 1967.
- 11) 古川俊之他: 腎疾患——ことにネフローゼ症候群のステロイド効果の予測, 総合臨床, 17, 1, 98~102, 1968.
- 12) 中山恒明他: 食道癌患者の余命計算の理論, 総合臨床, 17, 1, 123~130, 1968.

(受付1974年6月19日)