原 著

マハラノビス・田口法 (MT 法) を用いた重心動揺の診断

時田 喬¹⁾・伊藤 八次²⁾・水田 啓介²⁾

Discrimination of Stabilograms using Machalanobis-Taguchi Method

Takashi Tokita¹⁾, Yatuji Ito²⁾, keisuke Mizuta²⁾

¹⁾*Emeritus Proffessor, Gifu University*

²⁾*Department of otolaryngology, Gifu University school of Medicine*

Stabilograms of healthy subjects and clinical cases with vertigo and equilibrium disturbances were analyzed for the purpose of discriminating normal from abnormal stabilograms of patients with labyrinthine and non-labyrinthine disturbances using the Machalanobis-Taguchi (MT) Method.

Method: Stabilograms were recorded with the eyes of the subjects open and closed for 60 seconds. The area, length/time, length/area, X- and Y- deviation, power spectrum, position and velocity vectors, and standard deviation, skewness and kurtosis of the amplitude histogram were measured. The total number of items measured was 69. The Machalanobis distance (MD) was calculated using these items.

Result:(1) On analysis using healthy subjects as the unit space and clinical cases as the signal data, 64% of the signal cases showed MD values exceeding the discrimination value and could be diagnosed as abnormal. The MD and abnormal ratio in the cases with brain diseases were larger than those in the cases with labyrinthine diseases. (2) On analysis using cases with labyrinthine diseases as the unit space and cases with non-labyrinthine diseases as the signal data, 68% of the signal cases could be discriminated as non-labyrinthine disorders. (3) On examination of the percent contribution of the items, the factorial effect graph showed that almost all of the 69 items contributed to differentiation of the abnormal from normal stabilograms.

Conclusion: The results suggest that the MT method is useful for the discrimination of stabilograms of healthy subjects from those of cases with labyrinthine and central nervous disorders.

Key words: stabilogram, Machalanobis-Taguchi method, labyrinthine disease, equilibrium

I はじめに

重心動揺検査においては、面積・軌跡長・変位、パワースペクトル、位置・速度ベクトル、振幅確率密度分布が検査されている¹⁾。これらの検

¹⁾岐阜大学名誉教授

²⁾岐阜大学医学部耳鼻咽喉科

査結果より、障害部位を診断するには各種の検査でえられた結果を個別に評価するとともに、すべての検査結果を総合した評価を行う必要がある。しかし、諸検査の検査結果を総合して評価することは難しい。

我々は、検査結果の総合評価を目的として、重心動揺測定値でニューラルネット (NN) の学習を行い、健常者とめまい・平衡障害例、迷路障害例と中枢障害例の鑑別を行う方法を報告²⁾してきたが、本報告ではマハラノビス・田口法 (Mahalanobis-Taguchi 法, MT 法) を用いた重心動揺の鑑別診断について報告する。

II 方 法

1 MT 法と解析の概略

MT 法は、田口玄一氏により開発された方法である。多次元の計測値を総合して一つの尺度にする汎用技術である。目的に対して均質な集団 (単位空間) を決めて、その集団の複数項目のデータを組み合わせて、1つのパターンとし、新しい未知の対象との違いを距離という尺度 (マハラノビス距離) で示す方法である。尺度はマハラノビスの距離の2乗 (MD^2) として計算される³⁾。以後の記述にて距離は MD^2 を指す。

本研究の目的は、健常例とめまい・平衡障害例の重心動揺の判別、迷路障害例と非迷路障害例の重心動揺の判別である。このため、目的にたいして均質な集団として健常例、迷路障害例の重心動揺を用いて単位空間を作成し、集団の複数項目のデータとして重心動揺測定値を用い、検査対象例との違いを MD^2 で判別した。

なお、解析は、鴨下ら⁴⁾、長谷川⁵⁾ の記述を参考とし、次の手順で行った。

- 1 単位空間とする健常例、迷路障害例のデータファイルを作成する。
- 2 検査対象とする健常例、臨床例、迷路障害例、非迷路障害例のデータファイルを作成する。
- 3 評価項目として、重心動揺測定値69項目 (後述) を用いる。
- 4 解析には、オーケン製ソフト “MT 法” を使用する。単位空間例、検査対象例のマハラノビスの距離の2乗 (MD^2) を計算する。
- 5 計算結果より、単位空間例、検査対象例の距離の度数分布作成し、しきい値 (判別の基準とする距離) を定め、正常と異常、迷路障害と非

迷路障害の判別を行う。疾患別の判別率も評価する。

- 6 判別に寄与する測定項目を評価 (項目選択) するため要因効果図を作成する。要因効果図は、測定項目1つひとつにつき、その項目を使用した場合 (第1水準) と使用しない場合 (第2水準) のSN比を全項目について比較表示した図である。SN比は、信号の効果の大きさと、望ましくない要因の効果の大きさとの比である。使用しない場合SN比が小さくなる項目は、判別に貢献するものと判定される。

本研究では、重心動揺の評価に69項目を使用しているため、69項目の1つひとつにつき、使用した場合 (第1水準)、使用しない場合 (第2水準) のSN比が図示され、各項目ごとに第1水準、第2水準の値が線で結ばれる。従って、判別に効果ある項目では左上がり、判別に効果のない項目では左下がりの線となる。要因効果図により判別における各項目の貢献度を読取ることができる。

2 被検者

健常例、めまい・平衡障害例の重心動揺測定値より、下記のデータファイルを作成し、解析に用いた。

①安定健常例データⅠ、例数389例。年齢26歳～69歳、男女。面積・軌跡長・変位測定値が健常者の ± 2 SD以内の例である。健常例の単位空間作成に用いた。

②安定健常例データⅡ、例数107例。年齢20～79歳、男女、①群例と同様に安定健常者である。両群に同じ例は含まれていない。安定健常例の解析における検査対象例とした。両群は、後述の施設における収集例を施設単位で振り分けて作成した。なお、単位空間例は、検査項目 (69項目、後述) の3倍以上の例数が必要とされている。①群の例数を多くしてある。

③めまい・平衡障害例 (臨床例) データⅠ、例数424例。内容は表1に示した。健常と異常の判別における検査対象例とした。各施設からの収集例を選択せずデータとしている。

④めまい・平衡障害例 (臨床例) データⅡ、例数152例。データファイル③の一部である。内容は表1に示した。症例は施設ごとにグループとして使用したので③と疾患構成は同じではない。本ファイルは項目選択用に作成した。この解析では

表 1 臨床被験例内訳

臨床例Ⅰは解析 2 の対象データ，臨床例Ⅱは解析 5 の対象データ
迷路障害Ⅰは解析 3，4 の単位空間データ，迷路障害Ⅱは解析 3 の対象データ，
非迷路障害120例は解析 4 の対象データ

臨床例Ⅰ 424例	臨床例Ⅱ 152例	迷路障害Ⅰ 260例	非迷路障害 120例
迷路・前庭神経障害	迷路・前庭神経障害	迷路瘻孔 2	脳障害
内リンパ漏 2	メニエール病 25	内耳奇形 1	椎骨脳底動脈不全 11
内耳奇形 1	遅発性内リンパ水腫 5	メニエール病 63	脳幹血管障害 5
メニエール病 63	突発性難聴 6	遅発性内リンパ水腫 11	橋脳梗塞 4
遅発性内リンパ水腫 11	良性発作性頭位眩暈 5	突発性難聴 15	小脳障害 15
突発性難聴 15	前庭神経炎 10	良性発作性頭位眩暈 53	多発性脳梗塞 12
良性発作性頭位眩暈 53	前庭障害 18	前庭神経炎 29	被殻梗塞 1
前庭神経炎 29	両側迷路障害 1	両側迷路障害 2	脳萎縮 3
耳性めまい 84	耳性めまい 9	耳性めまい 84	脳循環不全 12
両側迷路障害 2	ハント症候群 2	迷路障害Ⅱ 140例	脳腫瘍 1
ハント症候群 3	聴神経腫瘍 12	メニエール病 22	パーキンソン病 29
聴神経腫瘍 25	脳障害	突発性難聴 6	脊髄小脳変性症 8
脳障害	椎骨脳底動脈不全 6	良性発作性頭位眩暈 20	その他
椎骨脳底動脈不全 11	脳幹障害 2	遅発性内リンパ水腫 10	血圧異常 2
PICA 症候群 1	橋脳梗塞 3	前庭神経炎 10	起立性低血圧 5
橋脳梗塞 4	小脳障害 9	両側迷路障害 3	自律神経失調症 2
脳幹血管障害 6	脳梗塞 5	迷路性めまい 32	頸性めまい 4
小脳炎 1	脳循環不全 3	外傷性迷路障害 3	頸動脈症候群 3
小脳血管障害 7	被殻梗塞 1	耳性めまい 34	心因性めまい 3
小脳虫部出血 2	大脳障害 2		
脳血管障害 14	パーキンソン病 21		
中毒性小脳障害 1	脊髄小脳変性症 7		
小脳腫瘍 2			

使用ソフトの制約により，症例数の制限があるので，③とは別のファイルを準備した。

⑤迷路障害例Ⅰ。例数260例。内容は表 1 に示した。迷路障害例の単位空間作成に用いた。

⑥迷路障害例Ⅱ。例数140例。内容は表 1 に示した。⑤に対する検査対象例である。⑤群例とは別の例で構成してある。⑤群と⑥群の疾患構成比率の差は，症例を収集した施設をグループとして振り分けファイルを作成したためである。

⑦非迷路症例。例数120例。内容は表 1 に示した。脳障害例，血圧異常例，頸性めまい例，心因性めまい例などが含まれている。⑤に対する検査対象として用いた。

各測定値は健常者の年齢，性別基準値を用いて

標準化⁶⁾して使用した。また，重心動揺測定値には施設間の差がない⁶⁾ものとしてファイルを作成した。

本解析に用いた健常例は，1997年全国17施設の協同で収集したデータ，T病院ドック健診におけるバランス健診のデータである。臨床例は2000年，全国14施設の協同で収集したデータ，および1994年以降，G病院，G大学病院，T大学病院で検査した例である。

3 重心動揺検査と測定項目

重心動揺は，閉足にて，開眼・閉眼，60秒間の重心動揺を記録した。測定項目は次の如くで，計69項目である。カッコ内は略語である。

①面積軌跡長検査：外周面積（A），実効値面積（RA），単位軌跡長（LT），単位面積軌跡長（LA），X軸変位（XD），Y軸変位（YD），（開眼（O），閉眼（C），計12項目），面積ロンベルグ率（R）（1項目）

②パワースペクトル検査：X軸（PWX）・Y軸（PWY），低（L）・中（M）・高（H）周波帯域面積比（開閉眼，計12項目）。

③位置（PV）・速度ベクトル（VV）検査：両者とも前（A）・右前（B）・右（C）・右後（D）・後（E）・左後（F）・左（G）・左前（H）の8ベクトル（開閉眼，計32項目）。

④振幅確率速度分布検査：X軸（X）・Y軸（Y），標準偏差（SD），歪度（SKW），尖度（KRT），（開閉眼，計12項目）。

4 MT解析の組み合わせと解析目的

解析1 単位空間データとして安定健常例Ⅰ（389例），検査対象データとして安定健常例Ⅱ（107例）を用い，安定健常例の単位空間の作成，健常例を健常と判定する率，健常例を異常と誤る率について検討した。

解析2 単位空間データとして安定健常例Ⅰ（389例），検査対象データとして臨床例Ⅰ（424例）を用い，健常・異常の診断。臨床例を健常と誤る率，疾患別の異常率の検討を行った。

解析3 単位空間データとして迷路障害Ⅰ（260例），検査対象データとして迷路障害（140例）を用い，迷路障害例の診断，迷路障害例を非迷路障害と誤る率，疾患別の診断率について検討した。また，判別の基準とする値（しきい値）について検討した。

解析4 単位空間データとして迷路障害例Ⅰ（260例），検査対象データとして非迷路障害例（120例）を用い，非迷路障害の診断，非迷路障害を迷路障害と誤る率について検討した。

解析5 単位空間データとして安定健常例（389例），検査対象データとして臨床例Ⅱ（152例）を用い要因効果図を作成し，判別に寄与する検査項目についての検討（項目選択）を行った。

Ⅲ 結 果

1 解析1 安定健常例の診断

単位空間例は安定健常例Ⅰ（389例），検査対象例は，安定健常例Ⅱ（107例）である。

図1は，マハラノビス距離（ MD^2 ）の頻度分布

である。横軸は距離，縦軸は例数である。単位空間例とした安定健常者例の分布は距離1を中心に分布している。テスト例とした安定健常者例の分布は距離1.5を中心と同様の分布を示している。単位空間例では98%の例が距離2以下である。この距離2を判別の基準（しきい値）とすると，テスト例では，78%が距離2以下で，正常と判別される。

2 解析2 安定健常例と臨床例の判別

単位空間例は安定健常例Ⅰ（389例），解析1と同じである。検査対象例は臨床例427例である。

図2は，解析2の頻度分布図である。安定健常例の分布に比べ，臨床例の分布は広がっている。臨床例427例中の64%が距離2以上で，この例が異常と判別される。

表2に，疾患別の例数，距離2以上の例数，異常判定比率， MD^2 距離の平均を示した。メニエ

図1 健常例の診断一度数分布図—
単位空間データ 安定健常例Ⅰ：389例
検査対象データ安定健常例Ⅱ：107例

図2 健常と異常の診断一度数分布図—
単位空間データ 安定健常例Ⅰ：389例
検査対象データ 臨床例Ⅱ：424例

表2 疾患別の異常検出率

脳障害例は迷路障害例に比べ、距離は大きく、異常率も高い

診断	例数	距離 2 <	異常判定比率	MD～2 平均
起立性調節不全	5	1	20%	2.2
遅発性内リンパ水腫	11	5	45%	3.5
耳性めまい	67	33	49%	15
メニエール病	63	32	51%	6
BPPV	53	30	57%	4.6
前庭神経炎	29	17	59%	11
突発性難聴	15	9	60%	10.2
脳循環不全	11	7	64%	7.8
椎骨脳底動脈不全	11	8	73%	4.2
聴神経腫瘍	25	19	76%	73.1
パーキンソン病	29	26	87%	12.8
多発性脳梗塞	12	11	92%	4.8
小脳障害	15	14	93%	13.9
脊髄小脳変性症	8	8	100%	33
橋脳梗塞	4	4	100%	28.8
全被験例	424	272	64%	20.8

ール病、BPPV、前庭神経炎などの迷路障害例では異常率が50～60%であるが、パーキンソン例、脊髄小脳変性症、橋脳障害例では異常率が80～100%である。平均、距離も大きい値を示している、判別率は疾患別にみる必要がある。

3 解析3 迷路障害の診断

単位空間例は、迷路障害例Ⅰ（260例）、検査対象例は、迷路障害例Ⅱ（140例）である。

図3は、解析3の度数分布である。解析3、次の解析4においてはしきい値を1.3とした。両解析による迷路障害と非迷路障害の判別では、しきい値を2とした場合、迷路を非迷路と判別する誤りが15%、非迷路障害を迷路障害と判別する誤りが61%となる。しきい値の選択は、分析者が定めるとされている⁷⁾。また、2つの誤りがほぼ同率であることが必要とされている³⁾。このため、解析3における迷路障害を非迷路障害と誤る率と解析4における非迷路障害を迷路障害と誤る率がほ

ぼ同じとなるようにしきい値を1.3とした。このしきい値で迷路障害を非迷路障害とする誤りは32%、非迷路障害を迷路障害と誤る率は35%となる。この条件下で、解析3の結果は、単位空間例260例中しきい値1.3以下は208例（80%）であった。検査対象では、140例中しきい値1.3以下は95例（68%）で、この例が迷路障害と判別された。

4 解析4 迷路障害と非迷路障害の識別

単位空間例は解析3と同じである。検査対象例は非迷路障害120例である。

図4は、解析4の度数分布である。単位空間例の分布は解析3と同じである。対象例はしきい値1.3以上78例（65%）で、この例が非迷路障害と判別される。

表3は、解析3、解析4における主なる疾患の判別率である。迷路障害の判別では、前庭障害、突発性難聴、良性発作性頭位性めまい例の陽性率が高い。非迷路障害の判別では、脳疾患例におい

図3 迷路障害例の診断一度数分布図一

単位空間データ 迷路障害例Ⅰ：260例
検査対象データ 迷路障害例Ⅱ：140例

図4 迷路障害と非迷路障害の診断一度数分布図一

単位空間データ 迷路障害例Ⅰ：260例
検査対象データ 非迷路障害例：120例

て陽性率が高い。判別率は疾患とともに、疾患の程度、病期などで変わるものと考えられる。

5 解析5 判別に寄与する測定項目の検討

単位空間例は安定健常例（389例）、検査対象例は臨床例Ⅱ（152例）を用いた。

図5は解析でえた距離の度数分布図である。臨床例において、しきい値2以上が120例（79%）である。

図6は、この解析5よりえた要因効果図である。69の測定項目1つひとつについて、その項目を使う場合（第1水準）、使わない場合（第2水準）のSN比を示してある。横軸は69の測定項目につき順次に水準Ⅰ、ⅡのSN比が線で結んである。縦軸はSN比である。閉眼面積（C-A）の如く、左側の第一水準のSN比が高く、第二水準のSN比が低い場合は、その項目の効果があると判定する。開眼パワースペクトル（O-PWXL）の如

く、左下がりの項目もあるが、殆どの項目が左上がりであり、判別に貢献している結果である。

表4には、各項目の第1水準、第2水準のSN比の差（利得）を数値示してある。値がプラスの項目がこの判別に貢献したものであり、値が大きいほど貢献度は大きい。値がマイナスの測定項目は少なく、殆どすべての測定項目が、判別に貢献しているとの結果である。このため項目選択した再度の解析は行わなかった。

Ⅳ 考 察

1 重心動揺検査結果の総合評価

重心動揺検査の目的は、めまい・平衡障害の他覚的把握と病巣診断である。病巣診断のためには、面積・軌跡長・変位検査、パワースペクトル検査、位置・速度ベクトル検査、振幅確率密度分布検査の結果を個々に評価するとともに、総合的に評価する必要がある。この目的で、我々はニューラルネット学習を用いた診断法を提唱してきたが、本報告ではマハラノビス・田口法を用いた健常と異常、迷路障害と非迷路障害の診断について検討した。

2 MT法

MT法は、田口玄一氏により開発された方法で、産業分野、医学・生活分野、マネジメント分野で広く利用されている³⁾。医学分野では、健康診断、薬剤の効果測定、各種疾患の病態評価、糖尿病の発症予測などが報告されている。重心動揺検査の病巣診断にも適した方法と思う。

なお、マハラノビス距離を使う手法として判別分析がある。判別分析は複数あるグループのどこに属するかを調べる方法であるのに対し、MT法は目的に対し均質な集団（単位空間）に対し、判別の対象を個々の例として識別するもので、分析を行うさいの前提が根本的に異なる⁴⁾⁷⁾と述べられている。

本報告で行った健常例と臨床例の識別において両法の差異をみると、判別分析では、健常例群は似通った同質の集団とみなし、異常例群も似通った同質の集団とみなし、ふたつのグループの判別が行われる。これに対し、MT法では、健常者は似通った同質の集団とみなすが、異常例は各々の状態が千差万別であり似通っていない、同質の集団とはみなせないという前提で、各例にたいするMD²で判別を行っている。

表3 迷路障害、非迷路障害の診断

迷路障害の診断において全被験者での異常率は68%であるが、疾患別にみると異常率は33%－85%である。
非迷路障害の診断においても全被験者では65%であるが、脳幹、小脳疾患では異常率100%の疾患もある。

迷路障害例		距離1.3位以下		非迷路障害例		距離1.3以上	
診断	例数	例数	比率	病名	例数	例数	比率
外傷性迷路障害	3	1	33%	被殻梗塞	1	0	0%
前庭神経炎	10	5	50%	自律神経失調症	2	0	0%
遅発性内リンパ水腫	10	5	50%	脳幹血管障害	5	1	20%
メニエール病	22	14	64%	頸性めまい	4	1	25%
耳性めまい	34	22	65%	脳萎縮	3	1	33%
両側迷路障害	3	2	67%	心因性めまい	3	1	33%
前庭障害	32	24	75%	起立性低血圧	5	2	40%
突発性難聴	6	5	83%	椎骨脳底動脈不全	11	5	45%
良性発作性頭位性めまい	20	17	85%	血圧異常	2	1	50%
全被験例	140	95	68%	脳循環不全	12	6	50%
				小脳障害	3	2	67%
				多発性脳梗塞	12	8	67%
				パーキンソン病	29	24	83%
				小脳障害2	12	10	83%
				脳腫瘍	1	1	100%
				頸動脈症候群	3	3	100%
				橋脳梗塞	4	4	100%
				脊髄小脳変性症	8	8	100%
				全被験例	120	78	65%

3 検査条件・結果に関して

①単位空間。単位空間の決め方のポイントは、目的を明確にして、その目的にたいして均質な集団を選ぶこととされている^{3)～5)}。本研究では、健常例とめまい・平衡障害例、迷路障害例と非迷路障害例の判別を目的としたので、健常例の単位空間、迷路障害例の単位空間を作成した。

健常例の単位空間を作成するために、重心動揺検査において、面積・軌跡長・変位測定値が健常者の平均 ± 2 SD以内の例を選んだ。日常生活、仕事に支障なく健康と思っている例でも、重心動

揺検査で健常者の基準範囲（平均 ± 2 SD）を超える例がある。予備検査として、これらの健常者を含んで単位空間を作成すると、単位空間距離の広がりが大きく、健常・異常の判別は不良であった。

迷路障害例の単位空間は、表1に示した迷路障害Ⅰ、260例で作成した。中枢障害が加わっている可能性のある聴神経腫瘍例、ハント症候群例は除外したが、疾患例の選択、例数については収集例をそのまま使用し操作は加えていない。これらの迷路疾患例を含むグループが均質な集団か否か

図5 健常と異常の鑑別一度数分布図—
単位空間データ 安定健常例Ⅰ：382例
検査対象データ 臨床例Ⅱ：152例

図6 要因効果図による判別に貢献する項目の検討（項目選択）

単位空間データ：安定健常者Ⅰ：389例、
検査対象データ：臨床例：152例
69の検査項目、1つひとつにつき、第1水準（その項目を使う）、第2水準（その項目を使わない）のSN比が線で結んである。

左上がり：その項目を使ったときSN比が上がる（効果のある項目）

右上がり：その項目を使わないとSN比がある（役に立たない項目）

については議論の余地があるが、迷路性平衡障害という同質の障害を持つとの考え、非迷路障害例を判別することを目的として単位空間を作成した。

②検査項目数。解析には、検査法の項に記述した69項目を用いた。日常診療の場で行われている重心動揺検査での測定項目である。MT法では、検査項目を少なくする目的で項目選択も解析手順に含まれているが、解析5で行った項目選択では、殆どすべての項目が判別に役立っている結果

であった。また、各測定項目はそれぞれの検査意義をもっている。単位空間作成に項目数の約3倍の症例が必要とされている。検査項目は少ないことが望まれるが、本解析の結果より、69項目を用いた解析が1つの基準となると考えている。

③検査例数。単位空間作成には検査項目数の約3倍の例数が必要とされている⁴⁾⁵⁾。本検査では、安定健常例、迷路障害例の単位空間作成には、検査項目の3倍以上の例を用いた。

④判別率。検査対象を臨床例、迷路障害例、非迷路障害例とした場合、集団としての判別率を評価することができるが、疾患別のマハラノビス距離をみると、疾患により判別率は大きく異なる。脳障害例は迷路障害例に比べ距離も大きく、異常率も高い。判別率は疾患ごとに検討する必要がある。さらに、同じ疾患でも障害程度、病期により距離に差が生ずる可能性があること考慮し結果を評価する必要がある。

なお、迷路障害と中枢障害、あるいは疾患別で異常率に差が認められることは次の如く考えている。前述の如く、MT法は、変数の組み合わせによってえられたパターンの違いを距離と言う尺度でとらえる方法である。中枢障害例は迷路障害例に比べ異常率が高いことは、 MD^2 が大きいことを示すが、これは重心動揺測定値の組み合わせでえられるパターンが、健常例に比べ中枢障害例では迷路障害例より大きく違うことを示す。中枢障害例の重心動揺の性質の変化は、迷路障害例より大きいと考えられる。疾患により異常率が異なることも、障害の部位により動揺の性質の変化が異なるためと推察される。

⑤項目選択。MT法では、単位空間の作成とともに、要因効果図より判別に貢献する計測項目を選択し、貢献度の低い項目を除いて、貢献度の高い項目で新たにデータファイルを作成し、再び解析を行うことが1つの特徴である⁷⁾。本解析では、要因効果図より、殆どすべての項目が判別に寄与していることが認められた。また、重心動揺検査における検査項目は平衡生理学的観点より選択されたものである。さらに、未知の検査対象には新たな性質をもつ例が加わる可能性もある。69の測定項目より項目選択することは適当でないと考えている。

4 今後の課題

表4 69測定項目の判別におけるおける貢献度

解析5より得られた結果ある。図6の要因効果図の数値表示であるが、値は第1水準と第2水準のSN比の差である。
値がプラスの項目は判別に貢献している。太字で示した値が大きい項目の貢献度が高い。
マイナスの項目は4項目と少なく、殆どすべての項目が判別に寄与していること示している

	1	2	3	4	5	6		
測定項目	O-A	O-RA	O-LT	O-LA	O-XD	O-YD		
SN 比差	1.47	0.73	0.91	-0.35	-0.10	0.52		
	7	8	9	10	11	12		
測定項目	O-PWXL	O-PWXM	O-PWXH	O-PWYL	O-PWYM	O-PWYH		
SN 比差	-2.28	0.38	0.46	0.36	0.62	0.43		
	13	14	15	16	17	18	19	20
測定項目	O-PVA	O-PVB	O-PVC	O-PVD	O-PVE	O-PVF	O-PVG	O-PVH
SN 比差	0.85	0.38	0.27	0.13	0.19	0.52	0.47	0.31
	21	22	23	24	25	26	27	28
測定項目	O-VVA	O-VVB	O-VVC	O-VVD	O-VVE	O-VVF	O-VVG	O-VVH
SN 比差	0.28	0.85	0.65	0.49	0.49	0.60	0.63	0.33
	29	30	31	32	33	34		
測定項目	O-XSD	O-XSKW	O-XKRT	O-YSD	O-YSKW	O-YKRT		
SN 比差	0.42	0.35	0.48	0.02	0.45	1.01		
	35	36	37	38	39	40	41	
測定項目	C-A	C-RA	C-LT	C-LA	C-XD	C-YD	C-R	
SN 比差	3.56	4.97	1.17	0.77	0.74	0.32	0.47	
	42	43	44	45	46	47		
測定項目	C-PWXL	C-PWXM	C-PWXH	C-PWYL	C-PWYM	C-PWYH		
SN 比差	0.47	0.21	0.41	0.51	0.66	0.51		
	48	49	50	51	52	53	54	55
測定項目	C-PVA	C-PVB	C-PVC	C-PVD	C-PVE	C-PVF	C-PVG	C-PVH
SN 比差	0.81	0.29	0.84	0.16	0.93	0.15	0.79	0.20
	56	57	58	59	60	61	62	63
測定項目	C-VVA	C-VVB	C-VVC	C-VVD	C-VVE	C-VVF	C-VVG	C-VVH
SN 比差	0.54	0.44	0.46	0.53	0.52	0.46	0.49	0.55
	64	65	66	67	68	69		
測定項目	C-XSD	C-XSKW	C-XKRT	C-YSD	C-YSKW	C-YKRT		
SN 比差	0.35	0.33	0.57	6.44	-0.36	0.31		

① MT 診断のバランス健診への利用。MT 法は、各種の健康診断に利用されている³⁾。重心動揺検査を用いたバランス検診¹⁰⁾においても、MT 判定を加え、検査結果をマハラノビスの距離で数値として把握することは極めて有用なことと考える。

② 疾患診断。本稿では、マハラノビスの距離を用いた正常・異常の診断、迷路障害。非迷路障害の診断である。MT システムでは、さらに精密診断を目的とした項目診断⁸⁾⁹⁾が提唱されている。要因効果図のパターンから疾患の診断を行うものである。次の検討課題と考えている。

V 結 論

重心動揺検査結果を総合的に評価する目的でマハラノビス・田口法による診断を試みた。健常と異常の診断、迷路障害と非迷路障害診断に所期の結果をえた。ニューラルネット法とともに重心動揺検査の一環として試用されることが望まれる。

文 献

- 1) 時田 喬：重心動揺検査—その実際と解釈—。1-109頁、アニマ、東京、2006
- 2) 時田 喬：ニューラルネットを用いた重心動揺の識別。Equilibrium Res 58: 215-222, 1999
- 3) 田口玄一、兼高達武：MT システムにおける技術開発。1-455頁、日本規格協会、東京、2006
- 4) 鴨下隆志、矢野孝也、高田 圭、他：おはな

- し MT (マハラノビス・タグチ) システム.
予測・推測の可能性を広げる品質工学手法. 3-194頁, 日本規格協会, 東京, 2006
- 5) 長谷川良子: マハラノビス・タグチ (MT) システムのはなし, 38-62頁, 日科技連, 東京, 2004
- 6) 今岡 薫, 村瀬 仁, 福原美穂: 重心動揺検査における健常者データの集計. Equilibrium Res Suppl 12: 1-84, 1997
- 7) 内田 治, 菅 民郎, 高橋 信: 文系によくわかる多変量解析. 190-194頁, 東京図書, 東京, 2005
- 8) 兼高達貳: MT システムと肝疾患の診断 (1) —MT 法による特殊診断の場合—. 品質工学 14: 70-75, 2006
- 9) 兼高達貳, 鴨下隆志, 矢野 宏: MT システムと肝疾患の診断 (2) —T 法 (3) を利用した特殊健康診断の場合—. 品質工学 15: 52-57, 2007
- 10) 時田 喬, 宮田英雄, 伊藤八次, 他: バランス検診を目的とした重心動揺検査. Equilibrium Res 63: 325-334, 2004

原 稿 到 着: 平成20年4月23日

別刷連絡先: 時田 喬

岐阜県岐阜市鷺山草平町1476