失語症の総合的評価値 0-1 score

—主成分分析を応用して—

水戸三千秋*, 永江 和久**, 上松 弘明***

APPLICATION OF 0-1 NORMALIZED PRINCIPAL COMPONENT TO
GROBAL EVALUATION OF APHASIC SYMPTOMS

Michiaki MITO*, Kazuhisa NAGAE**, Hiroaki UEMATSU***

Principal component analysis was applied to summarize test errors in 46 items of the Minnesota Test for Differential Diagnosis of Aphasia into an one-dimensional value. To avoid data dependency of principal components, an attempt was made to normalize the principal components from minimum 0.0 to maximum 1.0 and formalized as $f_{01} =$

$$\frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_i^{\max}}, \text{ where } a_i = \frac{l_i}{\sqrt{V(x_i)}}, \text{ the } l_i \text{ is the first characteristic vector of the correl-}$$

ation matrix, and x_i , $x_i^{\max}$ and $V(x_i)$ are errors, possible errors and variance of the i th item of the test respectively. This normalized component was referred to as "0-1 score" which

was also formalized as $f_{01} = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i$, where $\beta_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_i^{\max}}$ and $n=46$, the number of

items to be analyzed.

0-1 score was applied to 176 aphasics and revealed: 1) 0-1 score coefficient β_i was considered to be stable regardless the samples by which correlation matrices was computed. 2) Correlation coefficient between 0-1 scores and scores of clinically evaluated overall daily-life-speech-activity was high ($r=0.91$). 3) Values of 0-1 score by the Minnesota Classification of aphasia were thought to be compatible to clinical impression of severity of aphasia.

From these results, 0-1 score is a proper measure to summarize test data of the Minnesota Test for Differential Diagnosis of Aphasia to an one-dimensional numerical value and appears to be one of good method for evaluation of aphasia.

1. はじめに

失語症 (aphasia, または dysphasia) とは, 大橋 (1965) によれば, 比較的選択的に起こった大脳損傷のために, 言語表象 (language symbol) を取り扱う機能がおかされた結果起こる言語 (language) 機能の障害であり, しばしば, 言語以外の脳損傷症状 (brain injury syndrome) をもともなう, と定義されている。

言語表象とは従来内言語とも呼ばれ, それを取り扱う

* 九州大学工学部電子工学科 (Department of Electronics Faculty of Engineering, Kyushu University, 現在, 西日本工業大学電気工学科)

** 九州歯科大学内科教室 (Department of Internal Medicine Kyushu Dental College)

*** 九州工業大学電子工学科 (Department of Electronics, Kyushu Institute of Technology)

機能としては、表象の受容と連合、形成、表出などがあり、また言語表象としては話しことば、書きことば、ジェスチャー、数字、音符、モールス符号、その他多様のものが含まれている。このように言語表象とはきわめて抽象的で、その中に含まれる内容も時代とともに変容することが予想される。

失語症研究の歴史から見ると、Broca、や、Wernickeの大脳皮質言語中枢の発見以来、失語症はその症候学的特徴から運動性（表出性）と感覚性（受容性）に大別されるようになったが、Cole (1968) が述べるように、Marie に代表される全体論、すなわち、失語症を一つの単位として取り扱おうとする主張も少なくない。この主張によれば、運動失語は失語症にアナルトリーが加わったものであるという。Schuell (1964) は失語症を経験的に5大症状群、2小症状群に分けたが、その根本理念は失語症状が一次的な症状で、それに中枢性視覚障害、感覚運動障害、構音障害、視空間障害などが加わることにより、異なった症状群を形成するとの考えを示した。

Schuell (1964, 1962) の失語症状群を主要症状と付帯的症状とに分ける考え方は、失語症の重症度を評価するうえでも有用である。従来は、経験的に日常生活の観察や、テストに対する反応、総合的テストの全体的印象を代表していると思われるテスト項目の得点などから、失語症の主要症状が判断され、重症度が評価されていた。しかしながら、これらの方法はテスト項目別の問題数の多少や質の差異などを考慮すると合理的とは言いがたく、計量診断の立場からの失語症の系統的な重症度の評価法についての研究はきわめて少ないと言わざるを得ない。われわれは Schuell の考えをさらに進めて、失語症状のうちもっとも重要かつ中核をなす症状を定量的に測定することを目的に主成分分析の手法を応用して失語症の総合的評価値をあらわすような重症度の算出をこころみた。

2. 対象と失語症検査

2.1 対象

昭和42年4月から49年4月までに九大第二内科、または九州労災病院に入院した脳血管性障害による失語症のうち、ミネソタ失語症鑑別診断法で検査された176例（表1）である。

2.2 失語症検査法、分類、臨床評価

失語症検査法にはミネソタ失語症鑑別診断法 (Minnesota Test for Differential Diagnosis of Aphasia, Schuell, 1964 の永江による日本語訳)（表2）を用いた。

表 1. 対 象

施 設	症 例	年 齢
九大第二内科	87	58.2
九州労災病院	89	51.6
合 計	176	54.9

各症例の検査実施にあたっては、主として症例の神経学的症状が安定したと考えられる発病3か月以後に行い、検査時間はじゅうぶんな余裕をもって行った。検査開始から終了までの期間ではできるだけ短くしたが、疲労が目立てば日をかえて検査を続行し、例外的には1週間にわたることもあった。7年間に検査員が九大第二内科では3人、九州労災病院では2人が交代したが、同一症例が複数の検査員によってなされたことはなかった。

失語症分類、臨床評価は九大例について行われたが、ミネソタ失語症分類 (Schuell, 1964)（表3）、clinical rating scale (Schuell, 1963) に準じて行い、臨床的失語症総合重症度（永江, 1967）とした。

3. 0-1 score の算出

3.1 主成分分析法

失語症の総合的な重症度を求めるために、 n 項目から成る検査の成績を一つの数値に要約する方法として主成分分析法を用いた。

n 項目から成る検査得点をあらわす変数を n 次元ベクトル $\mathbf{x}$ で示す。

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^t \quad (3.1.1)$$

(t はベクトル、行列の転置を示す)

対象 k の得点であることを明示したいときは右肩の添字 $^{(k)}$ で示す。

$$\mathbf{x}_1^{(k)} = [x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}]^t \quad (3.1.2)$$

全対象を p 人とし、これに実施した結果を $\mathbf{x}^{(1)}, \mathbf{x}^{(2)}, \dots, \mathbf{x}^{(p)}$ とするとき、平均と分散は (3.1.3) 式で示される。

$$E(x_i) = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p x_i^{(k)},$$

$$V(x_i) = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p \{x_i^{(k)} - E(x_i)\}^2 \quad (3.1.3)$$

x_i を、得点の尺度をそろえる意味で、平均が0、分散が1となるように規格化する。このように規格化された得点を $\mathbf{z} = [z_1, z_2, \dots, z_n]^t$ で示すと、対象 k についての変換式は (3.1.4) となる。

表 2. ミネソタ失語症鑑別診断法の構成

障害の種類	項	問題数	障害の種類	項	問題数
聴覚性障害	1 語音の認知	18	発語および 言語障害	25 文章の完成	8
	2 語音の弁別	24		26 簡単な質問に答える	8
	3 字の認知	26		27 生活歴, 病歴をとる	15
	4 複数物品の指示	6		28 考えを述べる	6
	5 文章の理解	15		29 与えられた単語で文章を作る	6
	6 口頭命令の理解	10		30 絵について述べる	6
	7 短文の了解	6		31 絵の呼称	20
	8 数字の順唱	6		32 単語の説明	10
	9 文章の繰り返し	6		33 長文の内容を話す	6
	10 形合わせ	5	視覚運動と 書字障害	34 ギリシャ文字のコピー	5
視覚性障害	11 字合わせ	20		35 数字を20まで書く	20
	12 絵と字の組み合わせ	32		36 車輪の再生	6
	13 字を指さす	32		37 字の再生	24
	14 短文の理解	12		38 仮名の書き取り	45
	15 読む速さ (単位秒)	seconds		39 単語の書き取り	10
	16 長文の理解	8		40 単語を与えて文章作成	6
	17 単語の音読	18		41 文章の書き取り	7
	18 文章の音読	30		42 作文	6
発語および 言語障害	19 粗大発語筋運動の模倣	10	計算障害	43 おつりの計算	8
	20 急速な運動の模倣	8		44 時間合わせ	5
	21 単語の反復	54		45 簡単な計算	12
	22 句の反復	20		46 筆算	8
	23 20まで数える	20	全テスト	46 項目	646
	24 週の日を言わせる	7			

表 3. ミネソタ失語症分類 (Schuell, 1955)

大 症 状	1 群	単純失語
	2 群	中枢性視覚過程の障害をともなう失語
	3 群	感覚運動障害性失語
	4 群	散在病巣性失語
	5 群	不可逆的失語症候群
小 症 状	A	部分的聴覚失認性失語
	B	構音障害をともなう軽症失語

$$z_i^{(k)} = \frac{x_i^{(k)} - E(x_i)}{\sqrt{V(x_i)}} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3.1.4)$$

z -score z に対して n 次元空間をとって, 対象 k の得点 $z^{(k)}$ を座標が $(z_1^{(k)}, z_2^{(k)}, \dots, z_n^{(k)})$ なる点と考えると, p 人の得点 $z^{(1)}, z^{(2)}, \dots, z^{(p)}$ は p 個の点であらわされる. n 項目の得点を一つの数値に要約するというを, この空間に新しい 1 本の座標軸を取り, 各点をこの座標軸への正射影であらわすことであると考え

る. この新しい座標軸は (3.1.5) 式であらわされている. これは点 $(m_1, m_2, \dots, m_n)$ を通り, 方向余弦が $l_1, l_2, \dots, l_n$ なる直線である.

$$\frac{z_1 - m_1}{l_1} = \frac{z_2 - m_2}{l_2} = \dots = \frac{z_n - m_n}{l_n} \quad (3.1.5)$$

$$\sum_{i=1}^n l_i^2 = 1 \quad (3.1.6)$$

この直線へ p 個の点からおろした垂線の長さの 2 乗和を U_p とすると, これは (3.1.5) 式の座標軸で表現したための誤差分と考えられる.

$$U_p = \sum_{k=1}^p \left\{ \sum_{i=1}^n (z_i^{(k)} - m_i)^2 - \left[\sum_{i=1}^n l_i (z_i^{(k)} - m_i) \right]^2 \right\} \quad (3.1.7)$$

U_p を最小にする直線を主成分軸といい, このとき m_i, l_i は次式を満たすことが示される.

$$m_i = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.1.8)$$

$$\begin{pmatrix} 1, & r_{12}, & r_{13}, & \dots, & r_{1n} \\ r_{21}, & 1, & r_{23}, & \dots, & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1}, & \dots, & \dots, & \dots, & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_n \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_n \end{pmatrix} \quad (3.1.9)$$

ただし,

$$r_{ij} = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p z_i^{(k)} z_j^{(k)} \quad (3.1.10)$$

(3.1.9) 式の左辺の行列は z の相関係数行列で, これを R とし, また, $l = [l_1, l_2, \dots, l_n]^t$ と書くと, (3.1.9) 式は,

$$Rl = \lambda l \quad (3.1.11)$$

となる.

上式を満たす λ と l は行列 R の固有値と固有ベクトルといわれ, 一般に n 組存在するが, U_p を最小にするためには, そのうちの最大の固有値と対応する固有ベクトルを求める必要がある. こうして主成分軸が定めれば, 点 $z^{(k)}$ の主成分軸への正射影 $f^{(k)}$ (これを主成分得点という) は (3.1.12) 式で与えられ, また, 主成分 f の平均と分散について (3.1.13) 式が成立する.

$$f^{(k)} = \sum_{i=1}^n l_i z_i^{(k)} \quad (3.1.12)$$

$$E(f) = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p f^{(k)} = 0,$$

$$V(f) = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p [f^{(k)}]^2 = \lambda \quad (3.1.13)$$

以上の説明を換言すれば, $z_1, z_2, \dots, z_n$ の n 個の变量から (3.1.12) 式のような線型結合によって一つの合成变量 f を作るとき, 係数 l_i を (3.1.6) 式の条件下に f の分散が最大になるように定めて得られる变量 f が主成分である. ところで, z_i の分散は1であったから, n 個の变量では合計 n の分散があるが, (3.1.13) 式はこのうちの λ だけが主成分によって説明されることを示している.

3.2 主成分得点の規格化 (0-1 score)

主成分得点は検査の相関係数行列 R にもとづいて算出され, 全対象について, 平均0, 分散 λ の大きさを持つ. これは主成分得点の尺度 (大きさの比率) が分析の基礎となった相関係数に依存することを示すものである. 一方, 重症度は分析に用いた集団によらず恒常的に評価されるべきで, 主成分得点を評価値として用いるのは好ましくない. そこで, われわれは主成分得点を尺度変換して, 最高1.0, 最低0.0となるように規格化した.

検査の最高点を $x_i^{\max}$, 最低点を $x_i^{\min}$ ($i=1, 2,$

図1 主成分軸と個体 k との関係を示す. 座標軸 (変量 z) は 46 存在し, 46 次元の空間が出来, その中での主成分軸 l が考慮されるが, 簡単にする為, (a) 図では z_1, z_2, z_3 の三次元空間における主成分軸 l と, 個体 k の, (b) 図では z_1, z_2 の二次元空間におけるこれらの関係を示している.

$\dots, n$) とすると, 対応する z -score は (3.2.1) 式, 主成分得点は, (3.2.2) 式で与えられる.

$$z_i^{\max} = \frac{x_i^{\max} - E(x_i)}{\sqrt{V(x_i)}},$$

$$z_i^{\min} = \frac{x_i^{\min} - E(x_i)}{\sqrt{V(x_i)}} \quad (3.2.1)$$

$$f^{\max} = \sum_{i=1}^n l_i z_i^{\max}, \quad f^{\min} = \sum_{i=1}^n l_i z_i^{\min} \quad (3.2.2)$$

0-1 score f_{01} を次式で定義する.

$$f_{01} = \frac{f - f^{\min}}{f^{\max} - f^{\min}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i (x_i - x_i^{\min})}{\sum_{i=1}^n a_i (x_i^{\max} - x_i^{\min})} \quad (3.2.3)$$

$$\text{ただし, } a_i = \frac{l_i}{\sqrt{V(x_i)}} \quad (3.2.4)$$

検査の最低点が n 項目とも 0 であれば (3.2.3) 式は次式 (3.2.5) のごとく簡単になる.

$$f_{01} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_{i,\max}} \quad (3.2.5)$$

ここで,

$$\beta_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_{i,\max}}$$

と置くと,

$$f_{01} = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \quad (3.2.6)$$

となり, この β_i を 0-1 score 係数と呼ぶことにする.

このとき, 一般に, $\beta_i \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n$) となるようにすることができる. つまり, もし, 第 i 係数が $\beta_i < 0$ となっているとすると, 第 i 検査項目 x_i の得点の符号を逆にすればいい. これにより対応する z_i , $i \neq j$ なる r_{ij} , r_{ji} の符号が変わり, その結果 l_i , a_i の符号が逆転し, 結局他の β_j ($j \neq i$) の値を変えずに β_i の符号だけを変えることができる.

こうして, $\beta_i \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n$) の前提のもとで, (3.2.6) 式によって定義される f_{01} は (3.2.7) の不等式を満たし, これを 0-1 score と呼ぶ.

$$0 \leq f_{01} \leq 1 \quad (3.2.7)$$

なお, このことは主成分分析において, 主成分の固有ベクトル l_i を非負とすることができることを示しているが, 第 2 成分以下を含めて固有ベクトルを非負とすることは一般にできない. したがって, 第 2 成分以下を同様な方法で規格化しても, 必ずしも (3.2.7) 式を満足しない.

3.3 実際の処理手順

実際の処理は九州大学工学部電子工学科の電子計算機 FACOM 230-25 を用いて行った.

0-1 score 算出のための主要な流れを図 2 に示す. われわれの計算プログラムは因子分析等の機能も備えたプログラムとして作成しており, FORTRAN 言語で書かれ, 約千ステップからなる. このプログラムはコントロールカードにより入出力の媒体・形式の変更や, 処理手順の変更が容易に行えるようになっている.

また, この他にファイルの作成, 更新のためのルーチ

図 2 0-1 score の処理手順の概要

ンがあり, 失語症に関するデータはカードにより入力され, ディスク上の直接アクセスファイルとして, また磁気テープ上の順編成ファイルとして保存されている.

図 2 の流れに従って原データより 0-1 score 係数を算出するための所要時間は, ほとんど相関行列の固有分解にかかる時間であり, 約 15 分である. 固有分解はハウスホルダー法によっている. 一度 0-1 score 係数を算出すれば (3.2.6) 式に従って簡単なプログラムで 0-1 score を算出することができる.

なお算出された 0-1 score は原ファイルに追加登録されているので以後はそれを必要に応じて読み出すだけである.

4. 成 績

4.1 対象のミネソタ失語症分類

九大例 87 の分類は, 1 群 32, 2 群 1, 3 群 9, 4 群 9, 5 群 13, 小症状 A が 12, 小症状 B が 11 例であった.

4.2 ミネソタ失語症鑑別診断法の成績

九大例と九労例の間の項目別誤答数の差は表 4 に示すように有意でない.

4.3 固有値, 主成分係数, 0-1 score 係数, 0-1 score

主成分の固有値は, 九大例 27.5, 九労例 24.0, 九大 + 九労例 26.5 で, いずれも固有値合計の 46.0 の 50% を超える値である. これは主成分が全テストの情報量 (分

表 4. ミネソタ失語症鑑別診断法の項目別誤答数の平均値と標準偏差

テスト	九大二内例		労災病院例		テスト	九大二内例		労災病院例	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	2.60	4.25	1.99	3.53	24	2.07	2.91	1.79	2.71
2	1.98	3.73	1.25	2.50	25	3.64	3.20	3.96	2.89
3	7.84	8.28	7.45	6.92	26	4.06	3.42	4.01	3.40
4	2.33	2.33	2.37	2.05	27	6.69	6.50	7.31	6.10
5	5.36	5.13	5.43	4.08	28	3.17	2.70	3.54	2.19
6	3.59	3.38	3.21	2.66	29	3.24	2.74	3.63	2.52
7	1.91	1.91	1.96	1.85	30	3.35	2.49	4.03	2.10
8	3.67	1.72	4.05	1.47	31	9.24	8.37	9.78	7.81
9	3.06	2.25	3.28	2.07	32	5.93	4.00	6.15	3.63
10	0.03	0.24	0.02	0.21	33	4.17	2.07	4.99	1.34
11	0.57	1.96	0.13	0.75	34	0.49	1.36	0.27	0.73
12	3.36	4.41	2.60	4.03	35	3.82	6.74	2.29	4.50
13	5.44	7.52	3.00	4.74	36	0.78	1.63	0.71	1.45
14	4.30	4.40	4.71	3.98	37	3.64	7.68	2.15	4.45
15	18.05.38	3445.60	473.11	1044.22	38	20.28	19.45	18.38	18.72
16	4.25	3.20	4.20	2.84	39	4.00	4.40	3.21	3.77
17	7.31	7.66	7.04	7.33	40	3.76	2.73	4.78	2.13
18	12.58	13.13	15.63	11.94	41	4.71	2.81	5.71	2.03
19	0.74	1.77	0.72	1.38	42	4.18	2.21	5.34	1.30
20	2.11	2.51	2.91	2.68	43	2.11	2.98	1.89	2.41
21	13.13	20.09	16.37	20.43	44	1.49	2.01	0.85	1.47
22	5.76	7.90	7.47	7.79	45	3.16	4.10	3.33	3.97
23	2.61	6.24	3.10	6.26	46	4.98	3.02	5.55	2.54

九大第二内科例 87
(九大例と略称)

九州労災病院例 89
(九労例と略称)

散)の50%を説明できることを意味している。

九大例, 九労例をそれぞれ基準として算出した主成分係数, 0-1 score 係数は約10%の範囲で基準に取った症例群による差異が認められる。

次に 0-1 score 係数に各症例のテスト項目における誤答数を乗じ, 46項目について合計したものを 0-1 score として算出, その例示として35症例を random に抽出して表6に示す。これによると九大例, 九労例, 九大+九労例をそれぞれ基礎にして算出した 0-1 score がよく一致していることがわかる。また Schuell の clinical rating scale による総合重症度とも平行関係があることが推定される。

九大例, 九労例, 九大+九労例それぞれについて, 0-1 score 係数算出の基礎症例群別に 0-1 score を算出し, 平均および標準偏差を求めた。その結果 0-1 score 係数算出の基礎症例群のいかによらず, 0-1 score は

一定の値(図3)を示した。九大例, 九労例, 九大+九労例の3群を基礎に算出した 0-1 score 係数で算出した3群それぞれの 0-1 score について相関係数を見ると, $r_{12}=0.9997$, $r_{23}=0.9999$, $r_{31}=0.9998$, $r_{45}=0.9998$, $r_{56}=0.9998$, $r_{64}=0.9999$, $r_{78}=0.9997$, $r_{89}=0.9999$, $r_{97}=0.9998$ (r の右の2個の添字は表7脚注の数である)ときわめて高い相関係数を示している。

4.4 テスト誤答数, ミネソタ失語症分類, clinical rating scale と 0-1 score

図4はミネソタ失語症鑑別診断法のテスト誤答総数と 0-1 score の相関図である。高い相関性があることがうかがえる。テストの区分ごとに誤答数と 0-1 score の相関係数を見ると, 同一テスト区分についての誤答数と 0-1 score は高い相関係数が得られた。

ミネソタ失語症分類別に 0-1 score の平均値, 標準偏

表 5. 主成分係数と 0-1 score 係数

項 目	九大例を基準にして 算出した		九労例を基準にして 算出した		項 目	九大例を基準として 算出した		九労例を基準として 算出した	
	主成分係数	0-1score係数	主成分係数	0-1score係数		主成分係数	0-1score係数	主成分係数	0-1score係数
1	0.7126	0.001551	0.6830	0.001542	24	0.7442	0.002367	0.7639	0.002247
2	0.6210	0.001540	0.5973	0.001908	25	0.8517	0.002463	0.8610	0.002373
3	0.8945	0.000999	0.8687	0.001002	26	0.9238	0.002495	0.9017	0.002119
4	0.8948	0.003555	0.8245	0.003156	27	0.9353	0.001331	0.9033	0.001182
5	0.7847	0.001414	0.7561	0.001480	28	0.8860	0.003039	0.8854	0.003221
6	0.8489	0.002321	0.7935	0.002382	29	0.8781	0.002966	0.8366	0.002650
7	0.7053	0.003416	0.6671	0.002881	30	0.8649	0.003209	0.8367	0.003177
8	0.7829	0.004210	0.7357	0.003999	31	0.9330	0.001030	0.9054	0.000925
9	0.8189	0.003360	0.7686	0.002968	32	0.8919	0.002061	0.8721	0.001917
10	0.1234	0.004810	0.1487	0.005630	33	0.8252	0.003689	0.7483	0.004440
11	0.4005	0.001887	0.3058	0.003243	34	0.4921	0.003338	0.3508	0.003830
12	0.8211	0.001721	0.6869	0.001360	35	0.7026	0.000964	0.5442	0.000966
13	0.8047	0.000989	0.7852	0.001322	36	0.5422	0.003079	0.3992	0.002201
14	0.8108	0.001705	0.8141	0.001633	37	0.6300	0.000759	0.6083	0.001090
15	0.5258	0.000001	0.1223	0.000001	38	0.9226	0.000439	0.8020	0.000342
16	0.7429	0.002150	0.7404	0.002080	39	0.8855	0.001865	0.8074	0.001707
17	0.9233	0.001115	0.8342	0.000908	40	0.7937	0.002686	0.6928	0.002598
18	0.9206	0.000649	0.8868	0.000592	41	0.7786	0.002559	0.6764	0.002662
19	0.4936	0.002577	0.4653	0.002686	42	0.8113	0.003389	0.6728	0.004136
20	0.6411	0.002361	0.5704	0.001698	43	0.8446	0.002621	0.7510	0.002482
21	0.7153	0.000329	0.7887	0.000308	44	0.8349	0.003830	0.5396	0.002923
22	0.7344	0.000861	0.8245	0.000845	45	0.8628	0.001943	0.7476	0.001502
23	0.5068	0.000752	0.6005	0.000766	46	0.7898	0.002415	0.7451	0.002345

差を見ると, 第1群, 第2群, 小症状Bの0-1 score が低く, 第5群の0-1 score はきわめて高く, 第3群, 第4群, 小症状Aはそれらの中間の値を取っている。

clinical rating scale と0-1 score の相関係数については, 0-1 score (総合) と, global evaluation (総合重症度) との間に高い相関係数 ($r=0.912$) が得られた。

5. 考 按

失語症状の構造については, 従来因子分析法 (Schuell 1962, 笹沼 1972, 福迫 1972, 1974) によって解明されつつあるが, われわれはこの内失語症例に共通に存在し, もっとも重要な症状を抽出し, それを定量化することにより, 失語症の重症度ともいべき総合評価をこころみた。

失語症検査のような多変量データを線型結合により一次元に要約しようとする場合, 主成分分析法は前述した

(3.1.7) 式の誤差を最小にするという意味で最良の係数を与える。そこで失語症検査結果の主成分得点を失語症の総合的評価値とすることが考えられるが, 主成分得点はあくまでも分析対象となった集団内での値であり, 異なる集団について算出された主成分得点を相互に比較したり, その主成分係数を集団外の個体に適用したりすることは妥当でない。失語症の総合的評価値は異なる集団に対しても適用できることが望ましいので, われわれは主成分得点の性質を保有したままで, スケールの大きさだけを規格化することを考えた。

主成分得点の規格化は, 評価値の最高と最低を分析対象の集団に無関係な絶対値 1.0, 0.0 になるように変換することによって行われる。こうして主成分としての性質と, 分析対象集団に依存しない基準値を持つ 0-1 score を得る方法を示し, 実際に計算機によってこれを算出した。

0-1 score が検査成績を代表する主要な成分であるた

表 6. 算出された 0-1score の例 (九大 87 例の一部)

氏名記号			Schuell's rating scale	失語症 総合重症度	失語症分類	0-1 score		
						九 大 例	九 労 例	九大+九労
1	KY	18	2 3 2 2 1	5	(G1)	0.0179	0.0180	0.0179
2	AT	5	3 2 3 3 1	7	(G1)	0.0487	0.0511	0.0493
3	TA	6	3 3 4 4 1	10	(G3)	0.0885	0.0913	0.0888
4	SM	7	4 4 5 5 3	16	(G7)**	0.2090	0.2062	0.2076
5	NG	9	3 3 5 5 1	12	(G1)	0.1212	0.1222	0.1209
6	MT	10	3 3 5 6 1	13	(G3)	0.2043	0.2032	0.2045
7	NT	11	3 3 3 3 3	10	(G7)**	0.0817	0.0834	0.0814
8	KZ	16	4 5 5 6 3	18	(G7)**	0.3313	0.3208	0.3281
9	IS	13	3 3 3 3 1	8	(G1)	0.0691	0.0719	0.0698
10	KS	14	5 5 4 5 1	15	(G6)*	0.3350	0.3314	0.3353
11	MO	58	1 1 1 2 1	1	(G1)	0.0025	0.0024	0.0025
12	HM	20	4 6 6 7 2	20	(G4)	0.5911	0.5609	0.5828
13	NS	21	2 2 3 2 2	6	(G7)**	0.0434	0.0443	0.0437
14	SM	59	6 5 6 6 1	19	(G6)*	0.5704	0.5396	0.5624
15	KS	60	2 2 3 3 1	6	(G1)	0.0542	0.0524	0.0533
16	AT	65	4 5 6 6 1	17	(G3)	0.5144	0.4867	0.5065
17	MN	75	3 5 3 5 1	12	(G1)	0.1395	0.1371	0.1384
18	UM	70	4 5 4 5 1	14	(G1)	0.2281	0.2228	0.2266
19	SM	74	3 3 3 3 1	8	(G1)	0.0523	0.0539	0.0526
20	KK	31	6 7 6 7 3	24	(G4)	0.6963	0.6701	0.6886
21	MD	32	6 6 7 7 5	26	(G5)	0.7564	0.7140	0.7462
22	FK	33	3 3 4 3 1	9	(G1)	0.0954	0.0939	0.0953
23	MY	73	4 4 4 6 2	15	(G1)	0.2868	0.2759	0.2828
24	HY	71	2 3 3 3 1	7	(G1)	0.0599	0.0621	0.0601
25	IK	76	3 4 4 6 1	13	(G4)	0.2745	0.2658	0.2711
26	AK	43	6 7 7 7 4	26	(G5)	0.7260	0.6906	0.7164
27	SK	178	5 5 6 6 1	18	(G6)*	0.6159	0.5773	0.6056
28	MS	52	5 6 7 6 2	21	(G4)	0.6010	0.5749	0.5937
29	MT	56	5 4 6 6 1	17	(G6)*	0.4389	0.4270	0.4365
30	CM	110	6 6 7 6 1	21	(G5)	0.7981	0.7620	0.7898
31	KA	61	2 2 7 2 5	13	(G7)**	0.3140	0.2991	0.3112
32	MC	62	4 4 4 4 1	12	(G1)	0.1755	0.1786	0.1768
33	IK	79	6 6 6 7 1	21	(G6)*	0.6344	0.6264	0.6309
34	AM	80	6 9 6 6 1	20	(G6)*	0.4251	0.4132	0.4226
35	KM	86	2 2 2 2 1	4	(G1)	0.0116	0.0121	0.0117

* G6は小症状Aを意味する

** G7は小症状Bを意味する

めには、検査の持つ情報（集団内での得点の分散）の多くが 0-1 score（主成分）で占められているべきである。主成分分析では、各成分の分散の大きさは固有値によって評価できる。われわれの結果では、分析対象（九大 87 例，九労 89 例，九大+九労 176 例）のいずれの場合でも、第 1 主成分の固有値は 24.0 以上で、検査の全分散 46.0 の 50% 以上を占めている。一方第 2 成分の固有値

は 3.9~4.1 で、その大きさは主成分の 6 分の 1 以下である。このことは、主成分、つまり 0-1 score が検査をよく代表していることを示している。

われわれは理論的には分析の基礎となった標本集団が相違しても恒常的な値を与える 0-1 score を考察したのであるが、その安定性を九大 87 例，九労 89 例の脳血管性障害である点を除けば明らかに異なったサンプリング

表 7. 0-1 score の平均値と標準偏差

0-1 score 係数算出の 基礎となった症例群	分 析 し た デ ー タ					
	九 大 87 例		九 労 89 例		九大+九労 176 例	
	平 均 値	標準偏差	平 均 値	標準偏差	平 均 値	標準偏差
九 大 87 例	0.330	0.256 ¹⁾	0.341	0.203 ⁴⁾	0.336	0.231 ⁷⁾
九 労 89 例	0.319	0.245 ²⁾	0.330	0.192 ⁵⁾	0.325	0.220 ⁸⁾
九大+九労 176 例	0.327	0.253 ³⁾	0.338	0.200 ⁶⁾	0.333	0.228 ⁹⁾

標準偏差値の肩節の数字は 0-1 score 係数算出の基礎症例群と分析された症例群の組み合わせにつけた番号である。

図3 0-1 score を九大例87, 九労例89を基礎にして算出した係数によって計算し, 分布図を作ったもの。

図4 ミネソタ失語症鑑別診断法における誤答総数 (Test total) と 0-1 score との相関図, 症例, 九大+九労 176 例. 相関係数=0.994

表 8. ミネソタ失語症鑑別診断法誤答数と 0-1 score の相関係数

項 目	聴 覚 性** 障 害	視 覚 性** 障 害	発 語** 言 語 障 害	視覚運動** 書 字 障 害	計算障害**	総 合*
聴 覚 性 障 害	0.992	0.873	0.853	0.840	0.832	0.936
視 覚 性 障 害	0.891	0.987	0.876	0.900	0.901	0.963
発 語・言 語 障 害	0.839	0.791	0.978	0.698	0.746	0.898
視覚運動, 書字障害	0.847	0.929	0.795	0.988	0.927	0.933
計 算 障 害	0.833	0.911	0.797	0.918	0.998	0.922
全 誤 答 数	0.938	0.946	0.951	0.900	0.908	0.994

* 総合とは 0-1 score そのもので, ** 他は部分的 0-1 score である。

がなされた2症例群を用いて検討した。

九大例は主として日米共同研究のため, 勝木内科に入院し, じゅうぶん検討された症例であり, 九労例はリハビリテーションのために九州労災病院に入院した症例

で, 九大例に比し, 若年層が多く含まれている。(平均年齢, 九大例 58.2 歳, 九労例 51.6 歳)。また各検査項目の得点も, 表4に示すごとく差異が見られた。しかしながら, 検査にあたってはできるだけ検査手技などの差

表 9. ミネソタ失語症分類別 0-1 score
(九大 87 例を基準に九大例の 0-1 score
を算出)

失語症分類		症例数	0-1 score	
			平 均 値	標 準 偏 差
大症状	1	31	0.098	0.079
	2	1	0.091	—
	3	7	0.474	0.105
	4	9	0.448	0.128
	5	14	0.699	0.078
小症状	A	12	0.549	0.113
	B	13	0.157	0.110
総 合		87	0.330	0.256

を少なくするよう努力がなされ、たとえ検査状況に差があったとしても、データを著しくゆがめるものではないものと推定される。表 5 によると、この両群を基礎に算出された 0-1 score 係数に著明な差異がなく、われわれが推定したように検査にさいしての artefact は 0-1 score 係数に影響を与えていないことを示している。

0-1 score は、0-1 score 係数に各症例の項目別誤答数を乗じ、全項目の和を取ることによって求められる。われわれは 0-1 score 係数を九大例、九労例、九大+九労例を基礎にして 3 通り算出し、同一例について 3 通りの 0-1 score を算出し、それらの相互を比較した。その成績は表 6 に示すとおり、3 者はきわめて高い一致性を示し、またそれら 3 者の 0-1 score 間の相関係数はいずれも 0.99 以上で、きわめて高い値を示した。これらのことから、0-1 score は算出基礎となった集団に影響を受けにくく、きわめて安定であると考えられる。

0-1 score とミネソタ失語症鑑別診断法の誤答総数と

の間にも、きわめて高い相関係数が得られた。これは、ほとんどのテスト項目が 0-1 score に均等に影響を与えていることを示し、各項目の比重が同等という意味でテストの構成が妥当であるといえよう。

Schuell (1962) は本失語症検査法を詳細な臨床的観察の基に立って作成するとともに、因子分析法による検討を行っているので 0-1 score とミネソタ失語症鑑別診断法の誤答総数の間に高い相関があることは納得できる。しかしながら、このことから直ちに 0-1 score の簡便法として本テスト誤答数の単純合計を代用することができるとするのは、次に述べる理由から妥当ではない。すなわち、本テストにおいてテスト項目別の問題数は 4~54 間にわたっている、このことは極端な症例では 0-1 score と誤答数の合計とが著しく値を異にすることが推定される。

ミネソタ失語症分類と 0-1 score の関係を見ると、大症状の第 1 群がもっとも低値で、第 5 群がもっとも高値、第 3 群、第 4 群がこれらの中間を占めている。小症状では B 群が低く、A 群が高い。この事実は臨床的な印象によく一致している。

clinical rating scale はミネソタ失語症鑑別診断法とはまったく独立に評価されるものである。これを障害項目別に、例えば聴覚性障害の rating scale の値と、0-1 score (部分的) という具合に対応するものの相互の相関係数は、構音障害を除いて 0.7 以上の値を示す。このことは、0-1 score が臨床的な失語症重症度ともよく平行しており、失語症の重症度の指標として適当であることを示すものであろう。

以上から、0-1 score は 0-1 score 係数の算出基礎となる集団について安定であり、0-1 score 算出に用いたテスト誤答数総和と高い相関を有するとともに、テストと独立に行われた clinical rating scale と高い相関性

表 10. clinical rating scale と 0-1 score との相関係数
(九大 87 例を基準に九大例の 0-1 score を算出)

clinical rating scale	聴 覚 性** 障 害	視 覚 性** 障 害	発 語 性** 言語障害	視覚運動** 書字障害	計算障害**	総 合*
Auditory	0.891	0.836	0.833	0.846	0.796	0.898
Visual	0.813	0.847	0.793	0.842	0.794	0.867
Speech and Language	0.805	0.758	0.892	0.739	0.730	0.859
Writing	0.789	0.780	0.785	0.829	0.745	0.840
Dysarthria	0.130	0.143	0.226	0.149	0.127	0.180
Global Evaluation	0.862	0.844	0.878	0.854	0.802	0.912

* 総合とは 0-1 score そのもので、

** 他は部分的 0-1 score である。

を有するなど, 失語症の重症度の指標として有用であると考えられる。

6. 要約および結語

ミネソタ失語症鑑別診断法で検査して得られた成績を線型結合により一次元に要約することをこころみた。対象は九大第二内科または九州労災病院に入院した脳血管性障害による失語症, それぞれ 87 例と 89 例である。

0-1 score: 主成分分析の技法を用い, 得られた主成分得点を異なった集団に属する個体にも適用できるようにするために, 主成分得点の特性を保持したまま, スケールだけを評価値最高 1.00, 最低 0.00 に規格化した。この規格化は, 第 i 項目のテスト誤答数を x_i , その全誤答数を $x_i^{\max}$ またテスト相関行列の第 1 固有ベクトルの成分を l_i とするとき, 次式となる。

$$f_{01} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_i^{\max}} \quad \text{ここで } a_i = \frac{l_i}{\sqrt{V(x_i)}}$$

0-1 に規格化された得点 f_{01} をわれわれは, 0-1 score と呼び, 46 項目別に係数として算出された値を 0-1 score 係数 β_i とし, それぞれの項目の 0-1 score 係数にその項目の誤答数を乗じ, 46 項目についての値を合計することにより, 0-1 score が算出されるようにした。すなわち,

$$f_{01} = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i, \quad \beta_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i x_i^{\max}}$$

成績: 1) 主成分における固有値は, 九大症例群 27.5, 九労症例群 24.0, 九大+九労症例群 26.5 であった。これは, 全テスト情報量 (分散) 46.0 の 50% 以上が主成分得点で説明できることを意味するものである。

2) 0-1 score 係数を九大症例群, 九労症例群, 九大+九労例群を基礎にして 3 通り算出し, 相互を比較したところ, きわめて良い一致を示した。また, 3 症例群それぞれに 3 種の 0-1 score 係数をあてはめ, 各症例群につき 3 通りの 0-1 score を算出し, それぞれの相関係数を求めたところ, $r > 0.99$ ときわめて高い相関係数が得られた。このことは, 0-1 score 係数および 0-1 score が

基礎になった症例群 (あるいはその相関係数行列) によって左右されず, 安定であることを示すものと考えられる。

3) ミネソタ失語症鑑別診断法の全誤答数と 0-1 score との相関係数は, $r = 0.99$, clinical rating scale とくに総合重症度と 0-1 score との間に高い相関係数が得られた ($r = 0.91$)。ミネソタ失語症分類については, 第 1 群, 第 2 群, 小症状 B の 0-1 score が低く, 第 5 群の 0-1 score はきわめて高い値を示した。第 3 群, 第 4 群, 小症状 A はそれらの中間の値を取った。

以上, 0-1 score はミネソタ失語症鑑別診断法によって得られた成績を一次的に要約し, 表現するのに適し, また, 失語症の重症度の評価法として有用であると考えられる。

稿を終るにあたり, 御指導御鞭達を賜った故栗原俊彦教授に深甚なる感謝の意を捧げるとともに, 御校閲をいただいた原田耕介教授, ならびに廣田安夫教授に感謝申しあげる。本研究は昭和 48 年度科学研究費補助金 (一般研究 C 課題番号 857109) によるものである。

参考文献

- Cole, M. (1968) The anatomical basis of aphasia as seen by Pierre Marie. *Cortex* 4, 172-183.
- 永江和久 (1967) 脳血管性障害における失語症の研究 福岡医誌 58, 311-330.
- 福迫陽子 因子分析による失語症状の解析 (1) 1972 日本耳鼻咽喉科学会誌 75,
- 因子分析による失語症状の解析 (2) 1974 日本耳鼻咽喉科学会誌 77,
- 大橋博司 (1965) 臨床脳病理学, 医学書院
- 笹沼澄子: 脳血管障害性失語症患者 269 例の言語症状—その因子構造と回復過程について (1) リハビリテーション医学 9, 21-33, (1972)
- Schuell, H., Jenkins, J.J. & Carroll, J.B. (1962) A factor analysis of the Minnesota Test for Differential Diagnosis of Aphasia. *J. Speech Hearing Res.*, 5, 349-369.
- Schuell, H., (1963) personal communication.
- Schuell, H.M., Jenkins, J.J. & Jimenez-Pabon, E. (1964) Aphasia in adults. Hoeber Medical Division (笹沼澄子, 永江和久訳 成人の失語症 医学書院 1971)