原 著

失語症病巣からみた言語機能の局在について

——検査成績と CT 像との関係——

戸塚元吉 福迫陽子* 笹沼澄子**

要 約 : 左側脳硬塞による失語症患者 69 例 (年齢 28~81 歳) の失語症検査成績と脳の CT 所見との関係について, 側面図に投影する方法を用いて集計し, 以下の知見を得た。

1. 多くの検査項目において側頭葉の関与が大きかった。
2. 前頭葉と特に密接な関連にあったのは次の下位検査であった。すなわち, 「嚥下機能」, 「軟口蓋の運動性」, 「単音節のくり返し」, 「音韻変化」, 「流暢性」である。また側頭葉, 頭頂葉下半部と特に密接な関連が示されたのは「復唱」であった。
3. 入・出力モダリティーが同じ下位検査であっても, 言語処理の複雑さ, ないしレベルの差異によって脳の関与のしかたが異なっていた。
4. 検査遂行にあたっての入・出力モダリティーや言語処理の複雑さ, ないしレベルが異なっているにもかかわらず, その差異が今回の結果に反映されない下位検査も認められた。

索引用語 : 失語症鑑別診断検査, 失語症, CT, 大脳, 言語中枢

Localization of Speech Areas in Aphasic Patients

——The Relationship between Lesion Sites and the Test Scores——

Genkichi Totsuka, Yoko Fukusako* and Sumiko Sasanuma**

Abstract : 69 patients with aphasia caused by left cerebral infarction were examined by Token Test of Differential Diagnosis for Aphasia. All cases were also examined by computed tomography (CT) in order to find the locus and extent of the cerebral damage. The major results obtained from the statistical analysis included the following :

- 1) The temporal lobe was shown to be involved in performing most of the 56 subjects.
- 2) The frontal lobe was shown to be closely related to such subjects that are supposed to be evaluate speech production processes, e. g., “degultition”, “movement of the soft palate”, “repetition of one-syllable words”, “phonemic errors” and “fluency”. The parietal-frontal lobes, on the other hand, appeared to be closely related to “repetition of sentences”.

虎の門病院 : 〒105 東京都港区虎の門 2-2-2

* 東京都養育附属病院 : 〒173 東京都板橋区柴町35-2

** 東京都老人総合研究所 : 〒173 東京都板橋区柴町35-2

Toranomon Hospital : 2-2-2 Toranomon, Minato-ku, Tokyo, 105, Japan.

* Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital : 35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo, 173, Japan.

** Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology : 35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo, 173, Japan.

3) The subjects with same input and output modalities but with different levels of language processing seemed to require participation of different areas of the brain. For instance, the subtest for "auditory recognition of the spoken words" showed a close relationship to the temporal lobe and the anterior part of the frontal lobe, while "auditory comprehension of spoken sentences" was closely related to the temporal lobe and the anterior part of the occipital lobe.

4) On the other hand, involvement of different areas of the brain was not indicated for some subtests in which input and output modalities and/or levels of language processing are clearly different, e. g., "reading kanji" and "reading kana".

Implications for the findings and suggestion for further study were discussed.

Key words : Test of aifferential diagnosis for aphasia, Aphasia, Computed tomography, Cerebrum, Speech center

1. はじめに

失語症の症状と脳の病変部位との関係については、古くから病理解剖の知見や脳手術の所見などに基づいて研究が進められてきた。失語症を2つに分け、言語の運動面の障害を主とする病型では脳の前半部が、また言語の感覚面の障害を主とする病型では脳の後半部が損傷されていることが多いというのが神経学古典における見解であった。

1950年代には Penfield と Roberts¹⁾ (1959) のてんかん患者を対象とした脳の刺激実験により、言語機能と大脳の部位の関係について新しい研究の局面が展開された。

1970年代に入ってから、さらに刺激実験のデータが蓄積された。また正常者や失語症患者を対象とする脳の局所血流量の研究、失語症患者に対するコンピュータ・トモグラフィー (CT) 像の研究なども行われた。その結果、言語機能と大脳の部位、すなわち言語機能の局在に関する新たな論議が活発に行われるようになり、いくつかの学説が提示されている (Penfield & Roberts¹⁾, Geschwind²⁾, Benson³⁾, Ojemann⁴⁾)。

なかでも CT 装置の再発と普及によって、失語症患者の脳病変の探索は日常臨床検査として可能となり、治療方針の決定や予後の推定についても CT 像をふまえて論じられるようになりつつある。CT 所見を失語症の臨床に役立てるためには、まず CT によって認められた病変と言語症状との関係を明らかにしなければならない。これに関して従来採られている方法は次の2種に大別される。第1は集積した多くの症例について、CT 像と失語症の病型 (タイプ) が対応するかどうかを探るものである。著者ら^{5,6)}は Schuell の分類による失語症の症候群と CT 像との対比を自験例120例について集計した結果

から、症候群の種別と病変部位との間には一定の関係が存在することを明らかにした。得られた知見は多くの研究者の間ではば一致している (Yarnell et al⁷⁾, Hayward et al⁸⁾, Naeser et al⁹⁾, Kertesz et al¹⁰⁾, Mazzocchi et al¹¹⁾, 永江 他¹²⁾, Damasio et al¹³⁾, Kertesz et al¹⁴⁾, Rothi et al¹⁵⁾)。第2は、言語機能を営むうえで重要であると考えられている部位に着目して、CT 像上この部位が侵されている患者にはどのような言語症状が認められるかという点を論じたものである (Mohr et al¹⁶⁾, Damasio et al¹⁷⁾, Naeser et al¹⁸⁾, 田辺 他¹⁹⁾)。たとえば Mohr は従来 Broca 中枢といわれている部位の損傷では、必ずしも Broca 型の失語症が起こるとは限らないと述べている。これらの2つの方法はいずれも言語症状の現れ方をバタンとして捉えて病変部位との対応を論じたものである。言語症状を把握するために行われる個々の検査の成績は、身体疾患では徴候、あるいは症状に相当するものであるが、この検査成績と CT 上の病変を対比した研究はまだ見当たらない。しかし、この方向の研究は失語症の本態の究明に重要な役割を果たすものと言えよう。

本研究は、失語症検査バッテリーに含まれる各下位検査の成績と CT 像の対比を多数例について集計したので、この結果に基づいて言語機能の脳における局在についての考察を試みたい。

2. 方 法

1. 研究対象

研究対象は、東京都養育院附属病院言語聴覚科で診療を受けた脳硬塞による失語症患者のうち、CT 所見上輪郭の明瞭な単一病巣を示した患者69例 (男45例、女24例) で、中大脳動脈の閉塞によると推定される症例が大部分である。年齢は28～81歳にわたり、平均57.0歳であ

表 1 対 象

Schuell による臨床タイプ	例 数
単純失語	12例
非流暢な構音を伴う失語	6
感覚運動障害を伴う失語	14
浮動的聴覚失認を伴う失語	4
不可逆性失語	12
伝導失語*	6
その他	15
*: 便宜的にここに含めた	63例

った。失語症のタイプは表1のとおりで、Schuell の分類^{20,21)}によるほとんどすべてのタイプが含まれた。ただし、対象とした症例群には比較的重症例、陳旧例が多く含まれていたため、各タイプの比率は新鮮失語症群のそれとは必ずしも同じではなかった。

なお CT 所見のうえで病変の位置および範囲の確認がむずかしかった症例、たとえば脳室の著しい拡大、著明な脳萎縮、多発性病変、び慢性病変を示す症例は除外されている。

2. 研究方法

a) 病変の計測と図示

CT 画像に基づいて、大脳の側面図のうにそれぞれの症例の病変の部位および範囲を描いた。この作図は次のような手順によった。

まず、CT のそれぞれの断層面にいて次の3つの計測を行った。

A. 頭蓋の前端から後端までの距離

B. 頭蓋の前端を通る切線から病変の前端までの距離

C. 頭蓋の前端を通る切線から病変の後端までの距離

各症例の頭蓋の大きさはそれぞれ異なるので、計測値の比較や集計を行うのに先立ってBとCの値をAの値によって比例計算で修正し、一定の大きさの脳の側面図のうに各症例の病変像を投影することにした。

大脳の側面図上の位置は x, y の座標によってあらわした。すなわち縦のY軸を 0～45、横のX軸を 0～120 とし、 45×120 個に区劃された平面の上に大脳の側面図を描くと、大脳の輪郭の中にある区劃数は約3,000である。各区劃は x, y の座標値で示した。

CT による断層写真に断層面の傾斜角（被検者の外眼角と外耳孔を結ぶ線と断層面との間の角度） α と、外耳孔から断層面までの距離が記されている。次の計算式によって病変の前端および後端の位置を示す座標値を求めた。

$$x = 64 - D \times \cos \alpha + 2 \times H \times \sin \alpha$$

$$y = 8 + (2 \times H \times \cos \alpha + D \times \sin \alpha) / 2$$

ただし

α …CT 断層面の傾斜角（単位：radian）

H…CT 断層面と外耳孔との距離

64, 8…図上の位置を決める常数

D…A, B, C より求めた病変の前後の径

前端と後端の座標を求めた後、それぞれ上下の断層面の前端同志、および後端同志を結んで側方よりみた病変の輪郭とした。この方法による病変の側面図は真の輪郭に内接する多角形であって、その面積は病変の実際の投影面積よりも小さい。

b) 言語検査

すべての症例には、専任の熟練した言語治療士による言語病理学的検査が行われた。テストバッテリーは、失語症鑑別診断検査（老研版²²⁾）と、これに補足的な検査を加えた56個の下位検査で構成されている（表2）。失語症鑑別診断検査（老研版）は、失語症にみられる言語障害の特徴と程度を詳細かつ包括的に検査するために、言語病理学の基礎の上に作製されたものである。

検査はインタビューに始まり、聞く、話す、読む、書く、計算の各機能を調べる下位検査、最後に発声発語器官の機能や話し方の基本的な能力を調べる下位検査に終わる。

c) 得点が中央値よりも小さい症例の病変分布図

i) 各症例の病変部位の作図を前記aによって行った。 x, y の座標であらわされている区劃のうち、病変に含まれている区劃を1、そうでない区劃（病変に含まれていない区劃、および脳の側面図の輪郭の外の区劃）を0とする縦45個、横120個の数列で病変像をあらわすものとした。

ii) 全症例の病変をあらわす縦横の数列を合計した。すなわち、症例Aにおいてある区劃が病変に含まれていて1であり、症例Bにおいてそれに相当する区劃がやはり1であれば、その区劃は $1+1=2$ 、もし症例Bにおいてそれに相当する区劃が病変の外であって0であれば $1+0=1$ という方式で、全区劃について計算し、さらに56例の全症例について合計した。得られた縦横の数列のそれぞれの値はそれに相当する区劃が病変に含まれていた症例数であって、この数列を全症例の病変分布をあらわすものとした。

iii) 検査 E_1-E_{56} について全症例の得点の中央値を求め、その値よりも得点の小さかった症例を選んだ。

iv) 選ばれた症例について、前項cのi)の病変範囲をあらわす数列を前記のii)に記した方法で加算し、得点が中央値よりも小さい症例の病変分布をあらわす数列とした。

v) 前記数列のそれぞれの値をii)項で得た全症例

表 2 テストバッテリー

聞 く 過 程	単語の聴覚的認知（高頻度語） 単語の聴覚的認知（低頻度語） 単語の聴覚的把持 数詞の聴覚的把持（順） 数詞の聴覚的把持（逆） 短文の聴覚的理解 口頭指示に従う 物語の聴覚的理解
	系列語（1～10）をいう 復 唱 呼称（高頻度語） 呼称（低頻度語） 語想起（音による） 語想起（カテゴリーによる） 動作絵の口頭叙述 情景画の口頭叙述 音 韻 変 化 流 暢 性 軟口蓋の運動 嚥 下 機 能 単音節のくり返し（パ、タ、カ） 3音節のくり返し（パタカ）
話 す 過 程	仮名文字の聴覚的認知 文字単語の視覚的認知（漢字） 文字単語の視覚的認知（かな） 文字単語の聴覚的認知（漢字） 文字単語の聴覚的認知（かな） 短文の視覚的理解 文章指示に従う 物語の視覚的理解 仮名文字音読 単語の音読（漢字） 単語の音読（かな） 短文の音読
	系列語（1～10）を書く 仮名の書き取り 単語の自発書字（漢字） 単語の自発書字（かな） 単語の書き取り（漢字） 単語の書き取り（かな） 短文の自発書字 短文の書き取り 情景画の作文 文字の再現（漢字） 文字の再現（かな）
計 算	数詞（聴）とトークンの組み合わせ 数詞（視）とトークンの組み合わせ 数詞の聴覚的認知 簡単な加算 簡単な減算 簡単な乗算 簡単な除算 複雑な加算

複雑な減算
複雑な乗算
複雑な除算

の病変分布をあらわす数列の相当する値で割ると、この区劃が中央値よりも小さかった率が得られる。この数列に基づいて相当する区劃の値が大きいきときには打点が密に、値が小さいときには粗になるように作図し、それに脳の側面図の輪郭を入ると図1～10となる。なおこの作図において、病変に含まれていてもその症例が2例以内の区劃を除いて病変に含まれないものとして扱った。したがって計算した区劃の総数は1,480区劃であった。

3. 結 果

図1～10の打点の濃い部位は得点が小さかった症例が占める率が高かった部位である。したがってこの部位は該当する下位検査を遂行するために重要な役割りを営んでいる部位と考えることとした。

1. 聞く過程

図1は「口頭指示に従う」について得られたものである。得点が小さかった症例の占める率が高かったのは側頭葉である。側頭葉の打点のもっとも濃い部分は中側頭回に相当する部位であり、角回の打点はやや濃かった。また前頭葉、頭頂葉上半部、および後頭葉* 前半部の打

図 1 口頭指示に従う**

*：今回の研究方法は側面図を用いていること、対象を失語症に局限していることなどの制約があるため、後頭葉の検索には必ずしも適切とはいえず、また得られた集積像はただちに後頭葉の病変そのものを表すとは限らない可能性もある。しかしながら、後頭葉前半部については、他の葉と同様に扱っても差支えないと考えられる。

**：大脳側面図の作成にあたっては、J. Lang : Clinical Anatomy of the Head-Neurocranium, Orbit, Craniocervical Regions. Springer-Vorlag, New York, 1983.

図 2 軟口蓋の運動

図 4 呼称 (高頻度語)

図 3 嚥下機能

点は淡かった。

聞く過程に含まれる下位検査は「口頭指示に従う」以外のものも、ほぼすべてが同様の部位に濃い打点が認められたが、若干異なる傾向を示したものもある。

「単語の聴覚的認知 (高頻度語)」, 「単語の聴覚的認知 (低頻度語)」, 「短文の聴覚的理解」の3検査においては、前頭葉の前半部にやや濃い打点が得られた。また「物語の聴覚的理解」においては、後頭葉の前端一部に打点が及び、さらに頭頂葉下部、角回にわたる部位にも濃い打点が認められた。聴覚的把持に関する3つの検査項目では側頭葉に加えて頭頂葉にも濃い打点が認められ、特に「数詞の聴覚的把持」では後頭葉の関与が強く示された。

2. 話す過程

この過程には14の下位検査が含まれているが、注目すべき知見が得られた。

まず話す機能の基本である発声発語器官の運動機能検査の一つである「軟口蓋の運動」(図2)は、前頭葉の

後下部、すなわち中心前回の下半部を中心に境界鮮明な打点が限局していた。「嚥下機能」(図3)においても、軟口蓋の運動と同じく濃い打点は限局しているが、その部位は中心溝を中心として前後の比較的より広い範囲にわたる部分であった。

音節をくり返して発音させる検査では、「単音節のくり返し(パ、タ、カ)」と「3音節のくり返し(パタカ)」の間で異なる結果を示した。すなわち前者では濃い打点が前頭葉全体に限局して前頭葉の強い関与が示されたのに対して、後者では前頭葉から側頭葉にわたる比較的淡い打点を示すに止まった。

図4は「呼称(高頻度語)」の結果である。打点が濃かったのは側頭葉であり、頭頂葉がそれに次いだ。打点のもっとも濃い部位は中側頭回に相当している。

「呼称(低頻度語)」でも高頻度語と同じ傾向が認められた。また「語想起(音による)」, 「語想起(カテゴリーによる)」についてもほぼ同じ所見が得られた。さらに「動作絵の口頭叙述」についても同様の傾向であった。一方「情景画の口頭叙述」については全く異なった図が得られた。これは失点が多い患者が多かったために実態を忠実に反映していない可能性がある。

図5に「流暢性」である。打点の濃い区域は前頭葉でいわゆる Broca 中枢よりも前上方であり、また、より広い範囲に及んでいた。さらに同じく自発語の機能をあらわす「音韻変化」の項目ではほぼ同じ部位を中心として濃い打点が認められたが、打点の範囲は「流暢性」よりもやや狭かった。

「復唱」も際立った特徴が示された(図6)。すなわち濃い打点は側頭葉から角回を経て側頭葉に及んでおり、他の話す過程の項目にみられた前頭葉の関与は少なかった。

なお「系列語(1~10)を言う」は「呼称」に似た結

図5 流畅性

図7 文章指示に従う

図6 復唱

図8 単語の自発書字(かな)

果であった。

3. 読む過程

図7は「文章指示に従う」の項目の結果である。この図は図1の「口頭指示に従う」に近い。側頭葉の打点の濃い部分は後頭葉の前半部にまで及んでいた。

「仮名文字の聴覚的認知」では図7とほぼ同じであった。また「文字単語の視覚的認知(漢字)」、「文字単語の視覚的認知(仮名)」、「物語の視覚的理解」の5つの下位検査ではほぼ共通した結果で、濃い打点が側頭葉から一部は前頭葉前半部に及んでいた。なお、漢字-仮名による違いや、視覚-聴覚の入力チャネルの違いについては明らかな差異が得られなかった。さらに「短文の視覚的理解」については特定の部位との対応が明らかでなかった。

音読では、仮名文字、単語(漢字)、単語(仮名)、短文とも、側頭葉と前頭葉前半部において濃い打点が認められた。

4. 書く過程

図8は「単語の自発書字(仮名)」である。打点は各葉にわたっていたが、特に打点が濃いのは側頭葉から後頭葉の前半部に続く部分であった。同様の傾向は「単語の自発書字(漢字)」、「単語の書き取り(漢字)」、「単語の書き取り(仮名)」、「情景画の作文」の4つの下位検査についても認められた。

「仮名の書き取り」では上記の下位検査とやや違い、濃い打点は側頭葉のより広い区域に認められ、後頭葉の関与は少なかった。「短文の自発書字」および「短文の書き取り」では、前頭葉の前半部を除くほぼ全域に打点が広がっていた。

「系列語を書く(1~10)」では、濃い打点が側頭葉から前頭葉前半部に及んでいた。

5. 計算

図9は「数詞(聴)とトークンの組み合わせ」の結果である。打点の濃いのは側頭葉後半部から頭頂葉にかけての部分であった。ほぼ同様の結果は「数詞の聴覚的認

図9 数詞(聴)とトークンの組合わせ

図10 簡単な加算

知」においても得られた。なお数概念に関するもう一つの低位検査「数詞(視)とトークンの組合わせ」では特定の部位との対応が認められなかった。

図10は「簡単な加算」の結果である。打点の濃いのは側頭葉の中側頭回で、打点はさらに後頭葉前半部に及んでいた。ほぼ同じ結果が「簡単な減算」についても得られた。

また、「簡単な乗算」、「簡単な除算」、「複雑な加算」においても比較的似た結果が得られたが、打点の範囲は「簡単な減算」に比べて広がった。「複雑な減算」では側頭葉の打点は比較的淡く、後頭葉前半部と頭頂葉後半部にわたって濃い打点が認められた。さらに「複雑な乗算」および「複雑な除算」では中心溝を挟む部分を除く比較的広い部分に打点が広がっていた。

4. 考 察

1. 言語機能局在性の求め方について

言語機能とそれを司る大脳の部位との関連について

の研究には次の方法がとられてきた。

まず第1は病理解剖学的な研究で、Broca (1861)²³⁾やWernicke (1874)²⁴⁾を先駆とするものである。生前の言語症状について詳しい記録のある失語症患者について死後の剖検によって病変の部位を調べ、言語機能と脳の部位との関係を推定している。この方法は現代まで引きつがれ、多くの資料が蓄積された。脳外科手術の進歩と普及にともなって、病変部位を知る方法として手術の所見が加えられるようになった。これらの知見を正確度の高いもので、従来の言語機能に関する学説の基礎になっている。この研究方法については病変の範囲が脳の機能不全の範囲と完全には一致しないこと、また剖検には、症状確認から脳病変の確認までに日時を要することなどの問題点がある。

第2は脳外科手術中に大脳皮質に電気刺激を加えることによって進められた脳の機能図の作製、すなわちmappingである。Penfield & Roberts¹⁾によって、てんかん患者の手術中に行われたが、これは研究目的として行われたものではなく、手術を安全に進める手段でもあった。最近、再びこの手段による研究が行われ、新たな言語課題や心理課題について探究されている(Fedio et al²⁵⁾, Whitaker et al²⁶⁾, Ojemann et al²⁷⁻²⁹⁾)。この方法は脳の機能を生理学的に捉えるものであるが、言語という高度の機能を知るためには必ずしも適当とは言えない。

第3は脳の局所循環動態(rCBF)による研究である。これは言語活動を被検者(正常者および失語症患者)に行わせたときの脳の血流を計測するものである。脳の動的な活動を捉える点にユニークさがあり、形態学的方法では知り得ない成果が得られている(Halsey et al³⁰⁾, Maximilian et al³¹⁾, Knopmann et al³²⁾, Knopmann et al³³⁾)。また反面、把握し得るのは血流の変化であって、脳の活動状況を間接的に推測するに止まること、放射性物質の適用を要することなどの問題点がある。

第4のCTの利用は日常診療の機器を利用して患者への負担がなく病像を確認できる点が優れており、現在のところもっとも的確な研究方法といっても過言ではない。ただし、ルチンの限定された撮影枚数では病像の全体像の把握が時として困難なこと、病像が機能不全の範囲と完全に一致しないことなどの問題点が残る。最近では核磁気反応を応用して脳内の諸元素の分布を捉えて画像を描くNMR-CTや、注入物質の脳内代謝を画像とするPositron CTが開発され、言語活動に際しての脳の生化学的動態を捉えることも可能になっている(Mazziotta et al³⁴⁾, Metter et al³⁵⁾)。

われわれの研究は失語症患者のCTに基づくものであ

るが、従来の研究方法に比べて次の点が新しい試みである。

その第1は失語症患者が個々の言語検査に対して示した成績によってCT像をみたことである。従来の研究の多くは、複数の言語症状の結合パターンに基づいた分類である病型(タイプ)を中心としたもので、より総合的であり、それだけに問題点が絞り切れずに不明瞭になるおそれがあった。これに対して今回用いた言語検査成績は、患者に与えた個々の課題に対応する成績であって、個々の言語機能を他の言語機能からある程度切り離して損傷部位と関係づけることができる方法である。

第2はCTの画像そのままを検討するのではなく、CT像より脳の側面図に投影された病像を作製して、それを検討したことである。同じ方法をKertesz¹⁰⁾は病像の重ね書きとして採用している。側面図への転換により撮影方法が異なる多数の患者のCT像を1枚の画像の上に集計することができた。また反面、側面図では病変の深さに関する知見を無視するという欠点があり、今後の検討を要しよう。

2. 言語野について

失語症のタイプと病変部位に関する研究は言語野の研究に深くかかわるものであるが、剖検、手術所見、CTなどの研究方法を問わず、この問題に関する古典的知見を支持している(Hécaen et al³⁶⁾, Goodglass et al³⁷⁾, Benson et al³⁸⁾, 大橋³⁹⁾, Lehrmitte et al⁴⁰⁾, 平野⁴¹⁾, Yarnell et al⁷⁾, Haywar, et al³⁹⁾, Naeser et al⁹⁾, Kertesz et al¹⁰⁾, Kertesz⁴²⁾, Mazzocchi et al¹¹⁾, 永江 他¹²⁾). すなわち、ブローカ失語は前言語野、ウェルニッケ失語は後言語野、全失語は前言語野から後言語野にわたる広大な部位、失名詞(健忘)失語の不定の部位の損傷によるものとされている。

発語の流暢性に注目した分類については、アイソトープによるシンチグラフの所見から非流暢な失語は前言語野、流暢な失語は後言語野の損傷によるとされている(Benson⁴³⁾, Poeck et al⁴⁴⁾). またBenson³⁾は側頭溝を中心とする失語症を常に起こす領域、外縁部の失語症を起こすことのない領域、その中間の起こすことと起こさないことがある領域の3つに分けることを提示している。さらにPenfield & Roberts¹⁾は皮質の電気刺激実験から前言語野、後言語野に加えて補足野のあることを示した。また、大脳皮質の言語野に加えて皮質下の諸核も言語に関与することがCT所見や刺激実験の結果から唱えられるようになった(Ojemann^{45, 49)}, Dimond⁴⁶⁾, Jonas⁴⁷⁾, 山島⁴⁸⁾).

本来失語症はそれぞれの病型(タイプ)を典型的に示すような症例は得難いこと、同一の損傷部位でも言語症

状は患者によって異なること、などから判るように、言語機能の局在は明確ではなく、また個人差も大きいものと思われる。Ojemann⁴⁷⁾も同様の意見である。したがって機能の局在に関する研究は多数例における平均的な傾向を探るという方法による以外に、このためには病変像の統計的な集積が必要であり、これがわれわれの研究方法にいたった理由である。

言語機能の局在を探るために失語症患者の言語検査成績に基づいて研究を進めるについて、考慮せねばならない問題点の1つは、それぞれの下位検査が単一の言語過程から成立しているのではないことである。1つの下位検査は最低3段階の処理過程、すなわち入力(聞くこと、読むこと)、処理(統合し、判断すること)、出力(話すこと、書くこと、動作すること)からなる。したがって、入力、処理、あるいは出力についておのおの単独に脳の部位との関連を求めることは不可能であって、特定の課題が測定目的とする言語行動を遂行する際に関係する部位の他に、別個の過程に関係する部位も加わってしまう。さらに、おのおの下位検査の間には、入力、処理、出力の各過程に少なからず重複する部分があることも考慮に入れる必要があろう。

CTは患者の脳の形態上の変化を知るための最良の方法であるとは言え、なお問題が少なくない。先に述べた病変部位と機能脱落の部位とは完全に一致しているとは言えないことのほか、CT像では微細な病変は見逃される可能性のあることである。また発病から日時を経た失語症患者ではある機能を担当する部位が正常者における状態とは異なっていることもあり得よう。これはSoh⁵⁰⁾が失語症患者における脳の局所血流動態rCBFについて論じていることである。

いずれにせよ言語機能の局在に関する資料を得るためには、今回のわれわれの研究方法に有効な方法の一つと言えよう。そして集計によって描き出された部位は、当該の検査課題の遂行に重要なかわりを持つと思われる。

3. 得られた局在性について

56個の下位検査のうちには病変部位との間に対応が認められるものと、そうでないものがある。次に注目すべき結果が得られた下位検査について述べたい。

まず発語行動の基礎的能力ともいえる「嚥下機能」、「軟口蓋の運動」、「単音節のくり返し(べ、た、か)」、「流暢性」、「音韻変化」の5つの下位検査では、いずれも前言語野との間に特異的な関与が認められ、前2者は中心前回の下半部を中心とし、後3者は中前頭回を中心とするものであった。これらの下位検査は、入力、処理、出力が比較的単純な検査であることから、発語機能の局

在を示す結果となったものと推論される。発語に関する中枢が前頭葉にあるという従来の知見とも一致しているが、この部位が従来いわれている Broca 中枢と完全には一致していないことも注目すべきことであろう。

Broca 以来話す過程が前頭葉と深いかかわりをもつことは文献上疑う余地がない。しかし今回の結果では発声発語器官、反復発語、流暢性に関する下位検査のみが前言語野と深い関連を有していた。これに対して語レベル以上の操作を必要とする下位検査では、後言語野との関連が深かった。前頭葉は話す機能のなかでも言語学的部分ではなく発語の実行段階と深いかかわりをもつものと思われる。

「呼称」については側頭葉から後頭葉にわたる広い部分の関与が示されたが、本来呼称に関する機能の局在については文献上一定の意見はない。Fedio ら²⁵⁾は刺激実験からわれわれと同じ側頭葉～後頭葉の関与を述べているが、Penfield & Roberts¹⁾はやはり刺激実験から彼のいう3言語野にまたがるとし、Ojemann ら⁴⁾もこれを支持している。また Benson³⁾は呼称に関する失語の状態を分類しているが、この機能に関連する特定の部位はきめ難いという。「系列語(1～10)をいう」では側頭葉から後頭葉にかけての関与がみられた。これについては脳血流を用いた研究がある。Ingvar ら⁵¹⁾によれば、左の premotor, rolandic, anterior-and mid-sylvian の領域をあげ、Larsen ら⁵²⁾は両側の premotor, sensorimotor mouth area, 側頭葉聴覚領域をあげている。この差は研究方法によるものであろう。

「流暢性」は前頭葉の中央、いわゆる Broca 領域の前上方の部位につよい関与が示された。流暢性の定義は研究者によって微妙な差があるが、Benson の示す前言語野という見解とほぼ一致するものであろう。

「復唱」については、側頭葉、角回、頭頂葉の関与が強く認められた。Boston 学派によると復唱障害は弓状索の障害によるといわれており(Goodglass et al³⁷⁾, Benson et al³⁸⁾), 伝導失語における特徴的な症状である。Green & Howes⁵³⁾によると、これまで報告された伝導失語症例の病変部位は横側頭回, planum temporale 後部, 上側頭回後部, 縁上回, 角回, 前頭頭頂弁蓋, 島にわたっているという。今回の結果はこれとほぼ一致するものといえよう。

i) 聞く過程: 音素(韻)の聞き分けについては「仮名文字の聴覚的認知」の下位検査があり、側頭葉との関連が示された。Luria⁵⁴⁾は左側頭葉, Benson³⁾は側頭葉後半部, Knopman et al³²⁾は脳血流の研究から左 sylvian region とし、われわれの結果に近い。

単語の語き分けについては、「単語の聴覚的認知(低

頻度語), および(後頻度語)」がこれに相当する。側頭葉および前頭葉前半部の関与が示された。語の認知に関する局在は文献上まちまちである。Luria⁵⁴⁾は側頭葉と記し、Benson³⁾は semantic area として角回を示している。Maximilian⁵⁵⁾は脳血流研究から左後言語野という。また、Knopman et al³⁸⁾は同じく血流からみて semantic level では右側 posterior sylvian 部位という。

文のレベルでは「口頭指示に従う」で側頭葉～後頭葉前半部, 「物語の聴覚的理解」で側頭葉, 頭頂葉, 後頭葉, 角回の広い部位との関与が示された。文献上 Benson は前言語野の関与を示し、Rothi ら¹⁵⁾は CT 所見上文意の理解に supramarginal region 関与をあげている。また、Mazziotta ら³⁴⁾はポジトロン CT を用いた結果から左半球の全体および両側頭葉の活動性の増加を報告している。

ii) 読む過程: われわれの研究では、仮名文字、単語、短文のいずれの音読でも側頭葉と前頭葉前半部の関与が示された。

読む機能の障害は失語症として重要なものであるが、失読症としてこの障害が単独に生じることがあり、機能の局在が明示されるのはこの種の報告である。Dejerine⁵⁶⁾は後頭葉後部に病変のある後頭葉性失読と、角回とその周辺に病変のある頭頂葉～後頭葉性失読を報告した。また前頭葉性失読として前頭葉後下部の病変があげられることがあり、伝導路障害として脳梁膨大部の損傷が報告されている。これらの文献に対して失語症に伴う失読では、側頭葉後上部の関与がいわれている(Nielsen⁵⁷⁾)。Ingvar ら⁵¹⁾は脳血流研究から premotor, rolandic, anterior-and mid-sylvian および postcentral の機能をあげ、Ojemann ら²⁹⁾は刺激実験を報告し、われわれを含めこの三者は前頭葉前半部をとにもあげていることになる。Landis ら⁵⁸⁾は読む過程に右半球の関与も述べているが、入力路として両後頭葉は当然参加していると考えらるべきであろう。

iii) 書く過程: われわれの結果では側頭葉から後頭葉の前半につよい関与が示され、下位検査によっては前頭葉前半を除く全域の関与があった。書く過程には脳のほぼ全体が参加するが、特に重要なのは側頭葉と後頭葉であろう。

単独の書く障害を失書としたのは Benedict 1867年以來という。失書には(1)失行の側面, (2)健忘の側面, (3)伝導障害的側面があるといわれ、広汎な機能の総合であるので、局在性が決められないという意見もある(Benson³⁾)。また Landis ら⁵⁸⁾は右半球が関与することを示しているが、これは視覚の入力として当然であろう。

4. 言語処理の過程

下位検査のなかには入力、出力のモダリティーがほぼ同じで、処理過程だけが違うものがある。たとえば聞く過程のなかの「単語の聴覚的認知（低頻度語、高頻度語）」と「聴覚的指示に従う」である。いずれも側頭葉が主として関与していたが、前者では前頭葉前半部、後者では後頭葉前半部の関与があることが認められた。「聴覚的把持」では、単語、数詞（順）、数詞（逆）とも側頭葉と頭頂葉との間に関与する部分があることが認められたが、数詞（逆）ではこれに加えて後頭葉の関連も明らかにされた。話す過程の「音節のくり返し」では、単音節の場合、前頭葉全体が関与しているのに対して、3音節では側頭葉の関与も加わっていた。これらの検査間に認められる相違は検査課題の処理方法の違いを反映するものとして興味深い。

検査課題の実施に当たって入力、出力モダリティーや、言語処理レベルの複雑さが異なるにもかかわらず、その差異が今回の結果に反映しなかったものも少なくない。話す過程では「呼称（高頻度語）」、「呼称（低頻度語）」、「語想起（音）」、「語想起（カテゴリー）」、動作絵の口頭叙述、「情景画の口頭叙述」の6つの下位検査がそれで、いずれも頭頂葉から側頭葉にわたる領域がほぼ同程度に関与していることが示された。仮名文字に関する2つの検査、すなわち読む過程の「仮名文字の聴覚的認知」と書く過程「仮名の書き取り」ではいずれも側頭葉の関与が示された。聞く過程と読む過程の両方に含まれる「指示に従う」と「単語の認知」の検査では、モダリティーを問わずほぼ同じ部位との関与が示された。さらに読む過程で漢字一仮名の差異も部位の差異として反映されなかった。このように検査の内容の差異が脳の部位に反映されなかった理由として次のことが考えられる。第1に言語機能に関する機能の局在は尖鋭なものではなく、類似の機能はほぼ同一の場所によって営まれている可能性がある。第2に今回使用したCTの断層面は1cmの間隔で、小さな部位の差を反映させるには適当でない。第3に下位検査間に難易の差が大きいために検査間相互の比較をすることは必ずしも適当でない。第4は対象患者は全ての病型に及んでいるものの、特定の言語側面に選択的障害を示す患者を選んだわけではないので、個々の言語症状の特徴が現れにくくなった可能性がある……などである。

今回の研究全体を総括して考えると、多くの下位検査について側頭葉の関与が大きかったことが印象的である。すなわち、聞く過程、読む過程、書く過程と計算のほとんど全ての検査について、話す過程ではほぼ半数の検査について側頭葉の関与が示された。このことは言語

検査における入力と処理はすべて、また出力についてもその大部分に側頭葉が関与していることを示すものであり、人の言語は本質的には側頭葉の支配のもとにあるとしても過言ではないと考えられる。しかし、さらに細かい局在性については従来の研究報告と同じく決定的な知見は得られず、単に問題を提起するに止まった。

5. 総括

言語機能と大脳の部位との関係を明らかにする目的で、69例の脳硬塞による失語症患者（28～81歳、平均57歳）の失語症検査成績（テストバッテリーは失語症鑑別診断検査—老研版—とこれに補足的検査を加えた56の下位検査よりなる）と脳のCT所見との関係について、側面図に投影する方法を用いて集計し、以下の知見を得た。

1) 検査項目の遂行にあたって関与すると思われる脳の部位は、下位検査によってさまざまであったが、側頭葉の関与が重要である傾向が読みとられた。

2) 話す過程の「嚥下機能」、「軟口蓋の運動」、「単音節のくり返し」、「音韻変化」、「流暢性」の下位検査では、前頭葉との間に特異的な関係が認められた。また「復唱」では、側頭葉、角回、頭頂葉の関与が強いことが認められた。

3) 入・出力モダリティーが同じ下位検査であっても、言語処理の複雑さ、ないしレベル、の差異によって脳の関与のしかたが異なっていた。たとえば、「単語の聴覚的認知」と「聴覚的指示に従う」とでは、いずれも側頭葉の関与が明らかであったが、これに加えて前者では前頭葉前半部の関与が示され、また後者では後頭葉前半部も関与していることが示された。

4) 検査遂行にあたっての入・出力モダリティーや言語処理の複雑さ、ないしはレベルが異なるにもかかわらず、その差異が今回の結果に反映されない下位検査もあった。たとえば、漢字一仮名の区別は脳の関与の図の上では明らかでなかった。

脳における言語機能の局在については、今後さらに研究方法を工夫してデータを蓄積する必要があると感じた。

本稿の一部は、第3回脳神経CT研究会（1980年11月）および第4回神経心理学懇話会（1980年10月）において発表した。

本研究は、沖中記念成人病研究所より研究費の援助を受けた。

稿を終えるにあたり、データ収集に関してご協力を賜った東京都養育院附属病院核医学放射線部長山田英夫博士ならびに同病院言語聴覚科の皆様、データ解析に関してご援助を得た東京大学医学部附属病院分院耳鼻咽喉科船井洋光学士、および文献検索に際してご助力を得た東京都養育院附属病院図書室後藤孝男氏に対して謝意を表する。

文 献

- 1) Penfield, W. and Roberts, L. : Speech and Brain Mechanism. Princeton University Press, 1959.
- 2) Geschwind, N. : Language and the brain. Scientific American, 226 (4) : 76~83, 1972.
- 3) Benson, D.F. : Aphasia, Alexia, and Agraphia. Churchill Livingstone Inc., 1979.
- 4) Ojemann, G.A. : Individual Variability in Cortical Localization of Language. J. Neurosurg, 50 : 164~169, 1979.
- 5) 戸塚元吉, 藤村真理子, 船井洋光, 福迫陽子 : 失語症状と病変部位—CT scan による観察—. 音声言語医学, 18 : 94~100, 1977.
- 6) 戸塚元吉, 藤村真理子, 船井洋光, 福迫陽子, 笹沼澄子 : 失語症状の細別診断と脳の病変部位について (第2報). 音声言語医学, 20 : 197~205, 1979.
- 7) Yarnell, P., Monroe, P. and Sobel, L. : Aphasia Outcome in Stroke : A Clinical Neuroradiological Correlation. Stroke, 7 : 516~522, 1976.
- 8) Hayward, R.W., Naeser, M.A. and Zatz, L.M. : Cranial Computed Tomography in Aphasia. Computed Tomography, 123 : 653~666, 1977.
- 9) Naeser, M.A. and Hayward, R.W. : Lesion Localization in Aphasia with Cranial Computed Tomography and the Boston Diagnostic Aphasia Exam. Neurology, 28 : 545~551, 1978.
- 10) Kertesz, A., Harlock, W. and Coates, R. : Computer Tomographic Localization, Lesion Size, and Prognosis in Aphasia and Nonverbal Impairment. brain and Language, 8 : 34~50, 1979.
- 11) Mazzocchi, F. and Vignolo, L.A. : Localization of Lesions in Aphasia : Clinical-CT scan Correlations in Stroke Patients. Cortex, 15 : 627~654, 1979.
- 12) 永江和久, 田上美年子, 江島 緑 : ミネソタ失語症分類における CT の所見. 音声言語医学, 20 : 181~196, 1979.
- 13) Damasio, H. and Damasio, A.R. : The Anatomical Basis of Conduction Aphasia. Brain, 103 : 337~350, 1980.
- 14) Kertesz, A., Sheppard, A. and MacKenzie, R. : Localization in Transcortical Sensory Aphasia Arch. Neurol, 39 : 475~478, 1982.
- 15) Rothi, L.J., McFarling, D. and Heilman, K.M. : Conduction Aphasia, Syntactic Alexia, and the Anatomy of Syntactic Comprehension. Arch Neurol, 39 : 272~275, 1982.
- 16) Mohr, J.P., Pessin, M.S., Finkelstein, S., Finkelstein, H.H., Dunchan, G.W., and Davis, K.R. : Broca Aphasia : Pathologic and Clinical. Neurology, 28 : 311~324, 1978.
- 17) Damasio, A.R., Damasio, H., Rizzo, M., Varney, N. and Gersh, F. : Aphasia with Nonhemorrhagic Lesions in the Basal Ganglia and Internal Capsule. Arch Neurol, 39 : 15~20, 1982.
- 18) Naeser, M.A., Alexander, M.P., Helm-Estarbrooks, N., Levin, H.L., Laughlin, S.A. and Geschwind, N. : Aphasia with Predominantly Subcortical Lesion Sites. Arch Neurol, 39 : 2~14, 1982.
- 19) 田辺敬貴, 大東孝孝 : Broca 領野と Broca 失語. 脳神経, 34 (8) : 797~804, 1982.
- 20) Schuell, H., Jenkins, J.J. and Jiménez-Pabon, E. : Aphasia in Adults : Diagnosis, Prognosis, and Treatment. Harper and Row, New York, 1964. 笹沼澄子, 永江和久訳 : 成人の失語症 : 診断・予後・治療, 医学書院, 1971.
- 21) Jenkins, J.J., Jiménez-Pabón, E., Shaw, R.E. and Sefer, J.W. : Schuell's Aphasia in Adults ; Diagnosis, Prognosis, and Treatment. Haper and Row, New York, 1975.
- 22) 笹沼澄子, 伊藤元信, 綿森淑子, 福迫陽子, 物井寿子 : 失語症の言語治療. 医学書院, 1978.
- 23) Broca, P. : Remarques surle siege de la faculté du langage articulé suivies d'une observation d'aphémie (万年甫訳) 内科, 9 : 572~584, 779~791, 1962.
- 24) Wernicke, C. : Der aphasische Symptomenkomplex. Cohn Weigert, Breslau, 1874 (浜中淑彦抄訳, 精神医学, 17 : 747, 1975).
- 25) Fedio, P. and Van Buren, J.M. : Memory Deficits During Electrical Stimulation of the Speech Cortex in Conscious Man. Brain and Language, 1 : 29~42, 1974.
- 26) Whitaker, H.A. and Ojemann, G.A. : Graded Localisation of Naming from Electrical Stimulation, Mapping of Left Cerebral Cortex. Nature, 270 : 50~51, 1977.
- 27) Ojemann, G.A. and Whitaker, H.A. : Language Localization and Variability. Brain and Language, 6 : 239~260, 1978.
- 28) Ojemann, G.A. and Whitaker, H.A. : The Bilin-

- gual Brain. Arch Neurol, 35 : 409~412, 1978.
- 29) Ojemann, G.A. and Mateer, C. : Human Language Cortex : Localization of Memory, Syntax, and Sequential Motor-Phoneme Identification Systems. Science, 25 (28) : 1401~1403, 1979.
 - 30) Halsey, J.H., Blauenstein, U.W., Wilson, E.M., and Wills, E.L. : The rCBF Response to Speaking in Normal Subjects and the Time Course of Alternations in Patients Recovering from Left and Right Hemisphere Stroke. Neurology, 27 : 351~352, 1977.
 - 31) Maximilian, V.A., Prohovnik, I., Risberg, J., and Håkansson, K. : Regional Blood Flow Changes in the Left Cerebral Hemisphere during Word Pair Learning and Recall. Brain and Language, 6 : 22~31, 1978.
 - 32) Knopmann, D.S., Rubens, A.B., Klassen, A.C., Meyer, M.W. and Niccum, N. : Regional Cerebral Blood Flow Patterns during Verbal and Nonverbal Auditory Activation. Brain and Language, 9 : 93~112, 1980.
 - 33) Knopman, D.S., Rubens, A.B., Klassen, A.C. and Meyer, M.W. : Regional Cerebral Blood Flow Correlates of Auditory Processing. Arch Neurol, 39 : 487~493, 1982.
 - 34) Mazziotta, J.C., Phelps, M.E., Carson, R.E. and Kuhl, D.E. : Tomographic Mapping of Human Cerebral Metabolism : Auditory Stimulation. Neurology, 32 : 921~937, 1982.
 - 35) Metter, E.J., Riege, W.H., Hanson, W.R., Kuhl, D.E., Phelps, M.E., Squire, L.R., Wasterlain, C. G. and Benson, D.F. : Comparison of Metabolic rates, Language, and Memory in Subcortical Aphasias. Brain and Language, 19 : 33~47, 1983.
 - 36) Hecaen, H. and Albert, M.L. : Human Neuropsychology. John Wiley & Sons, 1978.
 - 37) Goodglass, H. and Kaplan, E. : The Assessment of Aphasia and Related Disorders. Lea & Febiger, 1972, 笹沼澄子, 物井寿子訳 : 失語症の評価. 医学書院, 1975.
 - 38) Benson, D.F. and Geschwind, N. : The Aphasia and Related Disturbances. Clinical Neurology. vol. 1. (Eds. Baker, A.B. and Baker, L.H.), Harper and Row, 1975.
 - 39) 大橋博司 : 臨床脳病理学. 医学書院, 1965.
 - 40) Lhermitte, F. and Gautier, J.C. : Aphasia In Handbook of Clinical Neurology vol. 4. edited by Vinken, P.J. and Bruyn, G.W., North-Holland Publishing Co., 1969.
 - 41) 平野正浩 : 日本における失語症剖検例. 神経研究の進歩, 21 : 957~972, 1977.
 - 42) Kertesz, A. : Aphasia and Associated Disorders-Taxonomy, Localization, and Recovery. Grune & Stratton, 1979.
 - 43) Benson, D.F. : Fluency in Aphasia : Correlation with Radioactive Scan Localization. Cortex, 3 : 373~394, 1967.
 - 44) Poeck, K., Kerschensteiner, M. and Hartje, W. : A Qualitative Study on Language Understanding in Fluent and Non-fluent Aphasia. Cortex, 8 : 299~304, 1972.
 - 45) Ojemann, G.A. : Subcortical Language Mechanisms, Studies in Neurolinguistics Vol. 1. Academic Press, 1976.
 - 46) Dimond, S. J. : Neuropsychology. Butterworth, 1980.
 - 47) Jonas, S. : The Thalamus and Aphasia. Including Transcortical Aphasia : A Review. J. of Communication Dis., 15 : 31~41, 1982.
 - 48) 山鳥 重 : 失語の形態的基盤, 精神科MOOK No.1 失語・失行・失認. 金原出版, 1982.
 - 49) Ojemann, G.A. : Interrelationships in the Brain Organization of Language-related Behaviors: Evidence from Electrical Stimulation Mapping. In Neuropsychology of Language, Reading, and Spelling edited by Kirk, U., Academic Press, 1983.
 - 50) Soh, K., Larsen, B., Skinhøj, E. and Lassen, N.A. : Regional Cerebral Blood Flow in Aphasia. Arch Neurol, 35 : 625~632, 1978.
 - 51) Ingvar, D.H. and Schwartz, M.S. : Blood Flow Patterns Induced in the Dominant Hemisphere by Speech and Reading. Brain, 97 : 273~288, 1974.
 - 52) Larsen, B., Skinhøj, E. and Lassen, N.A. : Variations in Regional Cortical Blood Flow in the Right and Left Hemispheres during Automatic Speech. Brain, 101 : 193~209, 1978.
 - 53) Green, E., and Howes, D.H. : The Nature of Conduction Aphasia : A study of anatomic and clinical features and underlying mechanisms. In Studies in Neurolinguistics Vol. 3. Academic Pre-

- ss, 1977.
- 54) Luria, A.R. : Higher Cortical Functions in Man. Basic Books, 1966.
- 55) Maximilian, V.A. : Cortical Blood Flow Asymmetries during Monaural Verbal Stimulation. *Brain and Language*, 15 : 1~11, 1982.
- 56) Dejerine, J. : *Sémiologie des affections du système nerveux*. Masson, Paris (1914).
- 57) Nielsen, J.M. : *Agnosia, Apraxia, Aphasia. Their value in cerebral localisation*. Hoeber, New York, 1946.
- 58) Landis, T., Graves, R. and Goodglass, H. : *Aprhasic Reading and Writing : Possible evidence for right hemisphere participation*. *Cortex*, 18 : 105~112, 1982.

別刷請求先 : 〒105 東京都港区虎の門2-2-2
虎の門病院
戸塚元吉