教育講演

言語生成の脳機構

山鳥 重

要約: 主として口頭言語の生成機構について、鳥瞰的見取図を提示した。おおまかに考えて、言語生成には環シルビウス溝言語領域、環・環シルビウス溝言語領域、右半球言語領域の3つの領域が重要である。環・環シルビウス溝言語領域の活動には補足運動野、視床も加わる。環シルビウス溝言語領域は音声系列の生成、環・環シルビウス溝言語領域は音声系列への言語的意味の充填、右半球言語領域は意味ある音声系列への社会的意味の充填に働く。三者共同して生きた言語が生成する。

索引用語: 失語症, 言語領域, 右半球, 左半球, 言語生成

Cerebral Structure of Language Formulation

Atsushi Yamadori

Abstract: A bird's-eye view of the cerebral structure affecting language was attempted. The cerebral structure involved in language can be divided into three major zones. The innermost core is the left perisylvian speech zone, whose role is mainly to formulate the phonological structure of language. The outer zone is the left peri-perisylvian speech zone, whose function is to provide meaning to the phonological structure generated by the perisylvian zone. The corresponding zone in the right hemisphere is also important. This right hemispheric language zone implements formulated meaningful phonological sequences in pragmatic situations, making them socially relevant. These three zones should be understood as representing the different levels of language activities.

Key words: aphasia, language zone, right hemisphere, left hemisphere, language formulation

はじめに

口頭言語の生成はどのようにして可能になるのだろう。個々の失語症をみてみると、その個人差は驚くばかりである。一人として同じ症状を出すことはない、

とさえいえる。この事実に執着して、個別の症状にばかり注意を集中していると、まなごしは分析へ分析へと向かい、枝葉ばかりがみえてきて、森は視界から消えてしまう。それでは道に迷ってしまう。道に迷わないための、おおまかな見当識だけは持っていたい。

東北大学大学院医学系研究科高次機能障害学分野: 〒980-77 仙台市青葉区星陵町2-1

Section of Neuropsychology, Division of Disability Science, Tohoku University Graduate School of Medicine: 2-1, Seiryomachi, Aoba-ku, Sendai 980-77

原稿受理: 1996年2月7日

第40回日本音声言語医学会総会教育講演

症状の細部に個人差があるのは心理現象の特徴であるが、生物学的な大枠にはある程度の共通性があるはずである。そのおおまかな共通性をみるための座標系として、筆者は言語実現（会話実現）の3重構造、という仮説を立てている。陥穽だらけの仮説だが、とりあえずご披露して、読者諸先生のご批判をおおぎたい。

言語生成に関与する主要な大脳領域

大きく考えて、3つの機能的に異なった領域が存在するようである。それぞれ、環シルビウス溝言語領域 perisylvian speech zone, 環・環シルビウス溝言語領域 peri-perisylvian speech zone, 右半球言語領域 right hemisphere language zone と呼ぶことにする。日本語ではすべて言語としたが、英語では最初の2領域は発語機能が中心なので speech, 最後の領域は発語に加えて、社会行動要因が加わるので、必ずしも、speech と language の正確な定義にあてはまる使い分けではないことを承知しつつも、あえて language とした。

環シルビウス溝言語領域は大多数の右利き者と約半数の左利き者で、左半球に位置している。前方から下前頭回後方領域(Broca 領域), 中心前回下方, 中心後回下方, 縁上回, 上側頭回後方(Wernicke 領域)を含む領域である。環・環シルビウス溝言語領域も左半球

にあり、環シルビウス溝言語領域を取り囲むように位置する。前方から前頭葉の Broca 領域前方および中前頭回後方, 頭頂葉の角回, 頭頂・後頭葉境界領域, 中側頭回後方, 一部下側頭回下方, 側頭葉前方から中央部を含む。これに、左視床および左補足運動野が加わる。右半球言語領域はほぼ左半球の二つの言語領域に対応する領域を占める。この3領域の統合活動によって社会性のある、実用的な言語活動が生成する(図1)。

環シルビウス溝言語領域の機能

環シルビウス溝言語領域 perisylvian speech zone は、中核的言語領域である、Broca 領域と Wernicke 領域を含む領域で、古く Wernicke の時代から、ひとつの領域単位として捉えられている¹⁻³⁾。Benson はこの領域を perisylvian speech area と呼んでいる。彼はこの領域を復唱能力が侵される失語症を生じる領域であると、症候学の立場からとらえているが、筆者は単音からセンテンスまでの音韻系列実現にかかわる領域として、もう少し機能的に捉えている。

後方ウエルニッケ領域は聴覚野経由で音系列を受け入れ、言語音であることを認識し、これらを単音(日本語の場合音節)、形態素、単語などの形式に分類する。以前信じられていたのとは異なり、この領域は意味処理には直接かかわっていないようである⁴⁾。縁上回は語を正確な音節系列に展開する働きを持つ^{5,6)}。この働きには中心後回下部も参加している可能性がある。その証拠にこの領域の損傷で伝導失語やそれに類似の失語症状が出現する^{7,8)}。Broca 領域は縁上回で系列展開された音韻系列を運動プログラムに変換する。Broca 領域で典型的、永続的 Broca 失語が生じないことや、Broca 領域限局性損傷では古典的 Broca 失語は生ぜず、超皮質性運動失語になることから、この領域の機能についてはまだ曖昧なところがある。しかし、PET による研究では Broca 領域は音素系列の形成、音素系列の発語前段階でのリハーサルなど、音韻水準の活動で賦活されることが報告されている⁹⁾。個々の音韻は中心前回下方で運動インパルスに変換される。この領域は音韻の構音運動への変換に関与しているだけでなく、書字機能にも連動している可能性がある¹⁰⁾。

このように環シルビウス溝言語領域は言語音系列の処理にさまざまな形で深くかかわっている。解剖学的にも上側頭回, 縁上回, 中心回下端, 下前頭回後方は連続した一つの脳回転を形成していると考えられる¹¹⁾。さらにこの領域は弓状束で相互に緊密に結ばれている。

この領域だけが保存され、周辺領域がすべて破壊さ

図1 言語生成にかかわる領域。PS : perisylvian speech zone, B : Broca's area, W : Wernicke's area, PPS : peri-perisylvian speech zone, RL : right hemisphere language zone, L : 左半球, R : 右半球

れた場合、意味理解は失われ、随意的にも意思を言語で表現する能力は失われる。しかし、理解できないセンテンスでも復唱は可能である¹²⁾。

環・環シルビウス溝言語領域の機能

Benson が復唱の保たれた失語症を生じる領域として、(動脈性)境界領域 (arterial) border zone と呼んだ領域である²⁾。この用語は中大脳動脈と前大脳動脈および後大脳動脈との境界領域という意味で用いられているが、血管性の境界領域としては広すぎてあまり正確でないうらみがある。筆者は機能的に環シルビウス溝言語領域とは異なった領域であることを強調する意味で、舌を噛みそうだが、環・環シルビウス溝言語領域と呼んでいる。この領域は環シルビウス溝言語領域で生成される音韻系列に意味を充填する働きを持つ。ここでいう意味とは単語水準の意味だけでなく、センテンス水準で表現される意味も含んでいる。

意味処理にかかわっている領域は相当広範である。口頭言語による意味理解にもっとも重要なのはウエルニッケ領域であるが、この領域はすでに述べたように、意味の理解そのものに働いているのではない。

意味処理に重要なのはウエルニッケ領域の周辺である。ウエルニッケ領域下方の中側頭回後方領域は語義理解に重要な役割を担っていることが指摘されている¹³⁾。葉性萎縮についての最近の剖検研究によると、左中・下側頭回の広範な変性病巣で語義理解の障害がみられる¹⁴⁾。あるいは Pick 病の経験では、左側頭葉前方から中間部が語義処理に関与している可能性がある¹⁵⁾。また、固有名詞の回収障害が左側頭葉前方で認められる¹⁶⁾。左角回損傷で語健忘がみられることもよく知られた事実である¹⁷⁾。角回は身体部位や左右方向など身体に関係する語彙処理に特に重要である。

前方領域では、Broca 領域をおおう前頭葉中前頭回領域が語義および統辞理解に関与し、同時に統辞実現に働く¹⁸⁾。PET 研究では言語の多様な活動で、前頭前野外背側部が賦活される。言語性 working memory に重要と考えられている¹⁹⁾。

繰り返しになるが、環シルビウス溝言語領域のみを残し、環・環シルビウス溝言語領域がすべて破壊されると、言語性意味理解および意味ある言語実現の能力はすべて消滅する。

環・環シルビウス溝言語領域プラス

環・環シルビウス溝言語領域には2つの領域を加える必要がある。かりに環・環シルビウス溝言語領域プラス peri-perisylvian speech zone plus と呼ぶ。左補

足運動野と左視床である。

補足運動野は会話の開始および維持に重要である²⁰⁾。視床の言語に果たす役割は確定されるにはほど遠いが、語彙を長期記憶から呼びだし、文に組み込むことに働いている可能性がある²¹⁾。言語活動特異的な注意機能との関連も指摘されている²²⁾。

環・環シルビウス溝言語領域と環・環シルビウス溝言語領域プラスが一つとなって、音声系列に意味を与え、実際の発話行為を実現し、維持すると考えられる。

右半球言語領域の働き

環シルビウス溝言語領域および環・環シルビウス溝言語領域の統合的な活動で、意味を持つ言語が実現される。ところで意味には二つの意味がある。一つは文字どおりの意味 denotation であり、もう一つは言外の意味 connotation である。日常の言語運用では意味は文字通りの意味に合わせて形式的に実現されるとは限らない。実際には形式的な意味から遠い意味が言語で実現されることがある。「あいつは石頭だ」という言葉が発せられた場合、形式的には「あの人の頭は石でできている」というメッセージになるが、実際にそんな解釈をする人間はいない。この具体的表現は比喩として使われている。意味は別の水準にある。あるいは「おまえはアホやなあ」というとき、実現される意味はこの言語形式を運ぶプロソディに支配される。プロソディに優しさの感情がこもっていれば、これは相手の失敗を許容するメッセージであり、非難の感情がこもっていれば、相手を見下したメッセージとなる。こうした比喩やプロソディには右半球言語領域が関与する。

右半球言語領域 right hemisphere language zone の正確な分布は不明であるが、ほぼ左半球言語領域に対応する領域と考えられる。この領域の損傷で、内容に乏しい多弁傾向、作話傾向、過剰書字傾向など、言語行動の異常がみられる²³⁾。さらに細かい分析では比喩理解の障害、ユーモア理解の障害、談話の一貫性の消失などが見出されている²⁴⁾。一方、同じこの領域の障害で感情を言語にこめられなくなったり、言葉が含む感情が理解できなくなったりする²⁵⁾。このことから、右半球言語領域は状況に応じた言語の実際的使用、比喩的使用、談話主題の維持、言語による情動表現など、談話運用 pragmatics に重要な役割を果たしていると考えられる。

正常人のデータでも、Metaphor 理解の課題で、左半球に加え、右半球の前頭前野、中側頭回、楔前部、後部帯状回など、右半球が広い範囲に賦活されるという PET 研究が発表されている²⁶⁾。

Structure of Language Formulation

図2 言語生成の三重構造概念図

言語生成の脳構造

このように、実用性ある言語の生成には環シルビウス溝言語 speech 領域、環・環シルビウス溝言語 speech 領域および右半球言語 language 領域の3領域が複雑な形でかかわっている。

問題はこの3者の関係である。3領域の機能を並列分散処理³⁾と考えるのが、最近の普通の考え方かもしれないが、3者の機能の次元が違いすぎ、どうもピンとこないところがある。それとも、音系列→言語性(形式性)意味添加→生活性(実用性)意味添加というように、時間的な流れにそって情報処理されているのだろうか。音と意味は分析的には分離可能でも、実際にはインタラクションがきわめて複雑で、単純な情報の流れとも考えにくい。並列でもなく、線形でもないとなると、どう整理すべきなのだろう。筆者はとりあえず三重の入れ子構造という形をイメージしている(図2)。音韻言語生成系を包み込んで意味が出現し、この音韻-意味言語生成系を包みこんで、言語の実際の社会的運用の地平が開ける、と考えたい。

一つの系(たとえば音韻言語生成系)が成立することで、新しい意味の水準が出現する²⁷⁾。そして、その新しい意味の水準が成立することで、さらに新しい意味の水準が創発する²⁷⁾。こうした創発の働きを図2のごとく、3つの機能系の重なりとして表現してみた。このことで次元の違いも表現したつもりである。

もちろん、この言語機能モデルは右利きで、左半球に言語優位性を示す場合にしか適用できない限られたモデルであり、単純化しすぎ、穴だらけであることはあえてお断わりするまでもない。

注：本原稿の骨子は一部、鹿児島失語症研究会講演記録(山鳥重：言語表現の脳機構。鹿児島失語症研究会会誌6：9-12, 1995)と重複しています。

文 献

- 1) Geschwind, N. : Language and the brain. Scientific American, 226 : 76-83, 1972.
- 2) Benson, D. F. : Aphasia, alexia, and agraphia. Churchill Livingstone, New York, pp. 148-150, 1979.
- 3) Mesulam, M-M. : Large-Scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. Ann Neurol, 28 : 597-613, 1990.
- 4) Butterworth, B., Warrington, E. : Two routes to repetition : Evidence from a case of deep dysphasia. Neurocase, 1 : 55-66, 1995.
- 5) 脇阪圭子, 大角幸雄, 山鳥 重 : 特異な病巣分布と特異な復唱障害を示した伝導失語の1例。失語症研究, 9 : 255-261, 1989.
- 6) Damasio, H., Damasio, A. R. : Lesion analysis of neuropsychology. Oxford University Press, New York, pp. 38-49, 1989.
- 7) 田辺敬貴, 住田竹男, 北嶋省吾, 他 : 左頭頂葉前部に限局した梗塞巣を有し、伝導失語像を呈した1症例。脳神経, 35 : 559-567, 1983.
- 8) 元村直靖, 瀬尾 崇, 岡村武彦 : 左中心後回と失語症。神経心理学, 4 : 183-188, 1988.
- 9) Demonet, J-F., Chollet, F., Ramsay, S., et al. : The anatomy of phonological and semantic processing in normal subjects. Brain, 115 : 1753-1768, 1992.
- 10) Mori, E., Yamadori, A., Furumoto, M. : Left precentral gyrus and Broca's aphasia : A clinicopathological study. Neurology, 39 : 51-54, 1989.
- 11) Wernicke, C. : Der Aphasische Symptomencomplex. Max Cohn & Weigert, Breslau, 1974. (濱中淑彦訳, 精神医学17 : 747-767, 1975)
- 12) Geschwind, N. : Isolation of the speech area. Neuropsychologia, 6 : 327-340, 1968.
- 13) 脇阪圭子, 山鳥 重, 遠藤美岐 : 2方向性障害を持つ健忘失語の1例。失語症研究, 7 : 307-312, 1987.
- 14) Snowden, J. S., Neary, D., Mann, D. M. A., et al. : Progressive language disorder due to lobar atrophy. Ann. Neurol., 31 : 174-183, 1992.
- 15) 田辺敬貴, 池田 学, 中川賀嗣, 他 : 語義失語と意味記憶障害。失語症研究, 12 : 153-167, 1992.

- 16) Damasio, A. R. : Aphasia, *N. Eng. J. Med.*, 326 : 531-539, 1992.
- 17) Geschwind, N. : The varieties of naming errors. *Cortex*, 3 : 97-112, 1967.
- 18) 榎戸秀昭, 鳥居方策, 相野田紀子, 他 : いわゆる超皮質性運動失語の自発語障害について. *脳神経*, 36 : 895-902, 1984.
- 19) Petrides, M., Alivisatos, B., Evans, A. C., et al. : Dissociation of human mid-dorsolateral from posterior dorsolateral frontal cortex in memory processing. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 90 : 873-877, 1993.
- 20) Freedman, M., Alexander, M. P., Naesar, M. A. : Anatomic basis of transcortical motor aphasia. *Neurology*, 34 : 409-417, 1984.
- 21) Mori, E., Yamadori, A., Mitani, Y. : Left thalamic infarction and disturbance of verbal memory : A clinicoanatomical study with a new method of computed tomographic stereotaxic lesion localization. *Ann. Neurol.*, 20 : 671-676, 1986.
- 22) 山鳥 重 : 左視床梗塞と言語障害. *脳卒中*, 9 : 554-558, 1987.
- 23) Yamadori, A. : Role of the right hemisphere in linguistic function. *Biomedical Research* 13, Supplement 1 : 73-76, 1992.
- 24) Weylman, S. T., Brownell, H. H., Gardner, H. : "It's what you mean, not what you say" : Pragmatic language use in brain-damaged patients. *Language, Communication, and the Brain*, edited by F Plum. Raven Press, New York, pp. 229-243, 1988.
- 25) Ross, E. D. : The aprosodias; functional-anatomic organization of the affective components of language in the right hemisphere. *Arch Neurol.*, 38 : 561-569, 1981.
- 26) Bottini, G., Corcoran, R., Sterzi, R., et al. : The role of the right hemisphere in the interpretation of figurative aspects of language. A positron emission tomography activation study. *Brain*, 117 : 1241-1253, 1994.
- 27) Polanyi, M. : *Personal knowledge*. Routledge & Kegan Paul, London, 1958.

別刷請求先 : 〒 980-77 仙台市青葉区星陵町 2-1

東北大学大学院医学系研究科高次機能

障害学分野

山鳥 重