

■シンポジウム 記憶の神経心理学

失語症例における単語情報の短期記憶について

辰巳 格* 伊藤元信* 笹沼澄子* 藤崎博也**

要旨: 失語症では短期記憶 (STM) の障害のみならず, 言語の受容・生成にも障害がある。このため, 単語情報の記憶だけでなく, 言語処理過程をも考慮したモデルが必要となる。そこで, まず言語処理過程と複数の STM からなる単語情報処理モデルについて述べた。つぎに失語症例の記憶範囲 (MS) を測定し, MS の減少がほぼ全例で認められること, MS を減少させる要因には, STM 自体の障害と, STM 以外の単語情報処理過程の障害とがあることをモデルに基づき示した。さらに, 従来の STM つまりわれわれの音声的 STM が言語の理解に果たす役割についても考察した。 神経心理学, 2; 32~39

Key Words: 失語症, 短期記憶, 単語情報処理モデル
aphasia, short-term memory, model of word information processing

言語の理解と生成は本質的に継時的過程であるため, 種々のレベルにおける言語情報の一時的な保持を必要とする。短期記憶 (short-term memory: 以下 STM と記す) の主な役割は言語の理解, 生成が終わるまでの間, こうした情報を保持することにあるから, STM は言語情報の処理過程とは不可分の関係にある。一方, 失語症例は一般に STM に障害を有するといわれているが, 言語情報の受容・生成にも障害があるため, この2種の障害を区別する必要がある。そのためにはやはり STM モデルを構築し, 失語症例の STM 障害と言語機能の障害を考える必要がある。そこで, われわれは先に記憶範囲 (memory span, 以下 MS と記す) 課題を用いた記憶実験を行ない, 単語情報の処理および記憶過程を考慮したモデルを提案した (Tatsumi ら, 1985; 辰巳ら, 1985, 1986)。図1にそのモデルを示すが, STM が言語情報処理過程の中に組み込まれ, また図に二重枠で表示した STM が言語情報の処理レベルに応じ

て複数あり, さらには音声言語, 文字言語に現われる失語症状を説明できるよう配慮した点に特徴がある。

さて, このモデルでは音声刺激は聴覚的分析を受けたあと, 前範疇的なエコー的記憶にその情報が保持されると考える。次に長期記憶 (long-term memory: 以下 LTM と呼ぶ) 内の情報を参照して音声識別が行なわれ, その結果である音素列が音声的記憶に保持される。実在語では音素列から LTM 内の語彙目録 (lexicon) を参照して, 単語の同定つまり音韻表示の同定が行なわれ, その結果が音韻表示記憶に保持される。ここで, 語彙目録とは被験者の LTM 内にある辞書であり, 各単語について音素の配列を指定した音韻表示, 文字の配列を指定した文字表示, 単語の意味特性, 統語上の特性が記されている。さらに, その単語の意味が語彙目録から抽出され, 意味的記憶に保持される。記憶範囲課題のように相互に無関係な単語を, 提示された順番に記憶する場合には, 音声刺激のみ

1986年1月20日受理

Impairment of Short-Term Memory for Word Information in Aphasic Patients.

*東京都老人総合研究所, Itaru F. Tatsumi, Motonobu Itoh, Sumiko Sasanuma: Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology.

**東京大学工学部, Hiroya Fujisaki: University of Tokyo.

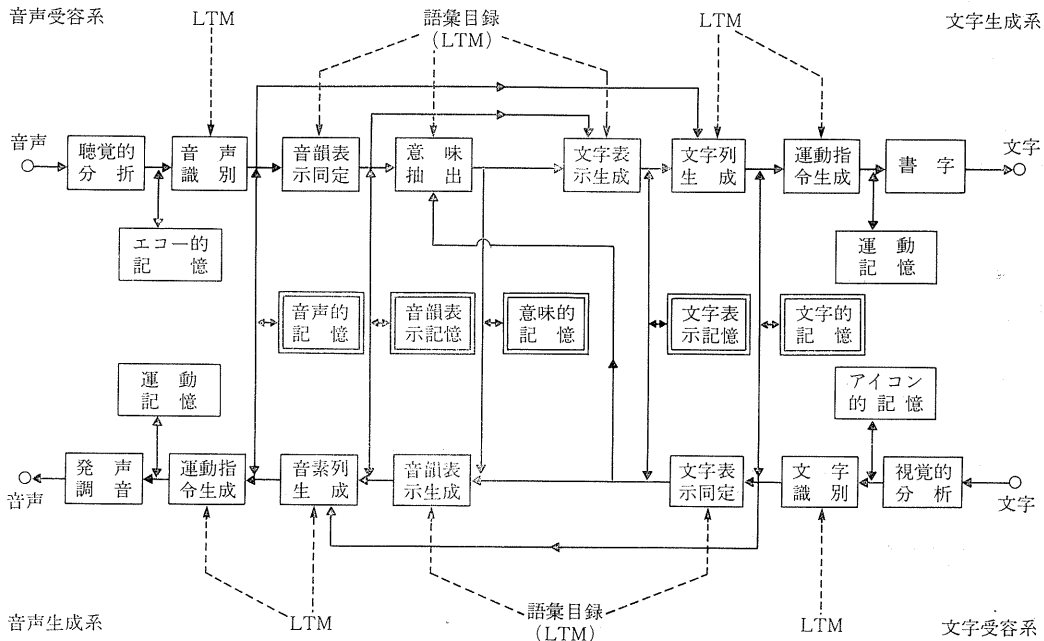


図1 単語情報処理過程と記憶過程の機能的モデル

ならず視覚刺激でも主に音声的記憶が用いられるが、他の記憶も補助的な役割を担う。この音声的記憶は通常“STM”と呼ばれるものに相当する。音声的記憶での符号化方式は項目の音素列の継時的な配列であり、MS課題と合致した符号化方式である。これに対して、意味的記憶では項目の構造化が行なわれ、いわゆる精緻化リハーサルはこれにあたると思われるが、項目を構造化しにくいMS課題では意味的記憶の果たす役割は小さい。

他方、文字刺激でも情報が音声的記憶に保持されるが、そのためには音声生成系による音素列の生成が必要である。文字刺激はまず視覚的分析を受け、前範疇的なアイコン的記憶に保持される。さらに、LTMの情報を参照して文字認識が行なわれ、文字的情報(文字素)が文字的記憶に保持される。通常、漢字で書かれる単語をかな書きした場合には、音声生成系はLTMを参照して文字素列から音素列を生成・保持し、この音素列から音声刺激の場合と同様に、音韻表示の同定とその結果の保持が行なわれ、さらに意味の回収・保持が行なわれる。一方、漢字では同定された文字素列が語彙目録のどの

単語の文字表示であるのかが決定される。そのあと、語彙目録から意味が抽出されて保持されるとともに音韻表示が生成され、さらに音声生成系により音素列が生成されて音声的記憶に保持される。ここで、かな、漢字単語が常に上述のように処理されるのではない点に注意する必要がある。かな書きが普通である単語は漢字と同様に処理されるが、この場合にも常に文字素列から音素列の生成が可能である。また漢字には読み、意味の一方しか抽出されないものもある。

さて本報では、このモデルに基づき失語症例のMSの測定結果が説明できるか否かを検討したので、その結果について述べる。

I 方法

1. 被験者

健忘失語症5例(年齢34—64歳)、ウェルニッケ失語症3例(45—77歳)、伝導失語症3例(46—75歳)、ブローカ失語症5例(19—58歳)および老年健常者6名(68—81歳)を対象とした。失語症例は主として言語症状に基づき分類した。

2. 刺激

実験に用いた刺激語は、数字語、1, 2, 3, 5拍実在語、3拍非実在語、読みがすべて「き」である同音漢字の7種の刺激範疇からなり、各刺激範疇は5語から構成される。実在語は線画に描ける名詞であり、3拍非実在語は3拍実在語の音節の順序を入れ替えたものである。数字語は、音声、ひらがな、アラビア数字を用いて表示し、実在語は音声、ひらがな、漢字、線画を用いて、また非実在語は、音声、ひらがなを用いて表示した。

3. 手続き

単語の提示速度、露出時間はMSに影響を与えるので、計算機を用いて制御した。音声刺激は、自然音声をミニコンピュータに読み込み、無作為な順序に配列したものである。文字刺激は、マイクロコンピュータにより発生させた文字(48×48のドット・マトリクスで表示)列で、ディスプレイ画面の中央に継時的に提示した。線画刺激はディジタイザを用いてマイクロコンピュータに入力した線画の系列で、ディスプレイ画面の中央に継時的に提示した。最初に、刺激語の識別を行なわせ(単語を1個提示し、対応する線画を選ばせるか、単語名を口頭で答えさせた)、識別可能な場合のみMS課題を実施した。識別不可能な語がある場合はその刺激語のMSは零とした。MS課題では、音声刺激・視覚刺激とも単語を1秒/語の速さで提示した。被験者には、刺激の提示直後に提示される5種の単語を表わす線画(数ではアラビア数字、非実在語ではかな)を示し、ライト・ペンを用いて線画(文字)を提示順に指すか、刺激の提示直後に口頭で回答するように求めた。同一の刺激範疇に属する音声刺激の5単語の平均持続時間と、視覚刺激の露出時間とは等しくした。被験者が各試行ごとに記憶しうる項目数は確率的に変動するため、30試行を実施し、順序も含め正しく回答した項目数の平均値を記

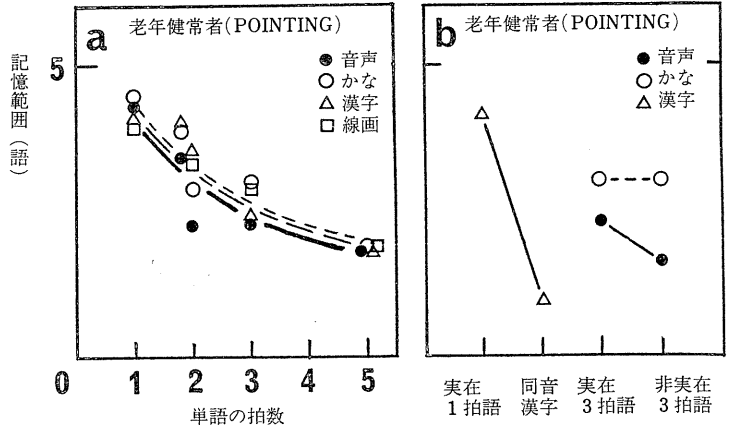


図2 老年健常者の結果の一例

憶範囲 (MS) とした。

II 結果

1. 老年健常者のMS

老年健常者のMSを図2に示す。図2-aは実在語の拍数の変化に伴うMSの変化を示したもので、図中の曲線は数字語のMSを除く点を滑らかにつないだものである。また、図2-bの左には漢字の読みがそれぞれ異なるため記憶に際し読みを利用できる実在1拍語の漢字と、読みがすべて「き」と同一なため読みを利用できない同音漢字のMS、また右には実在語と非実在語のMSを示した。若年者のMSと比較すると (Tatsumi ら, 1985; 辰巳ら, 1986), 老年健常者の成績は全般に劣るが、若年健常者と同様に、①MSは単語の拍数の増加に伴い減少し (MSの少拍語優位)、②聴覚(音声)より視覚(かな、漢字、線画)のMSが大きく (MSの視覚優位)、③非実在語より実在語のMSが大となり (MSの実在語優位)、さらに④同音漢字が少数ながら記憶される。

2. 失語症例のMS

図3に結果の1例を示す。図中、RECALL, POINTING とあるのは口頭による再生または絵をライト・ペンで指す再認のいずれにより回答したかを表わす。

1) 健忘失語症例のMS

図3-a, bに示した健忘失語症例のMSは、老年健常者のMSの最低値に等しいか、そ

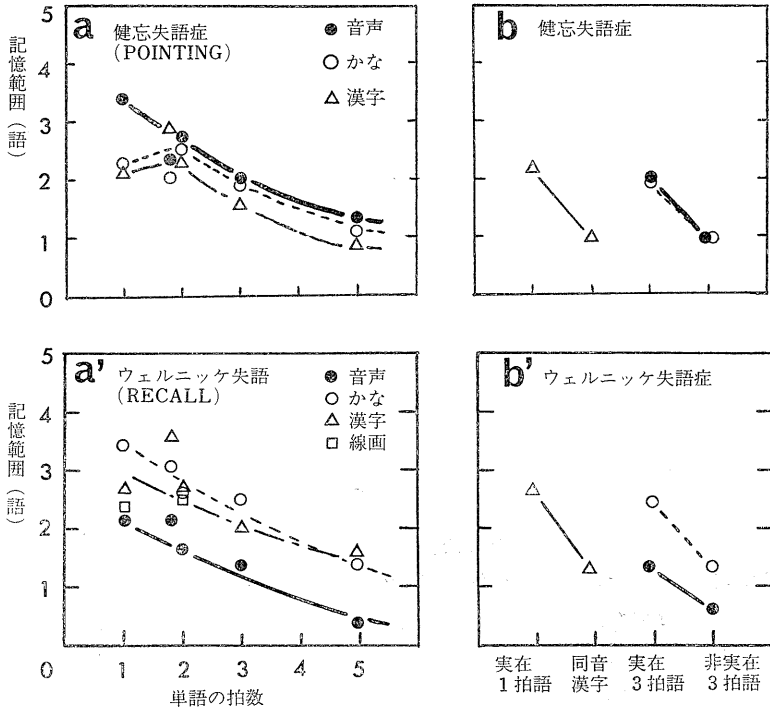


図3 健忘失語症例およびウェルニック失語症例の MEMORY SPAN

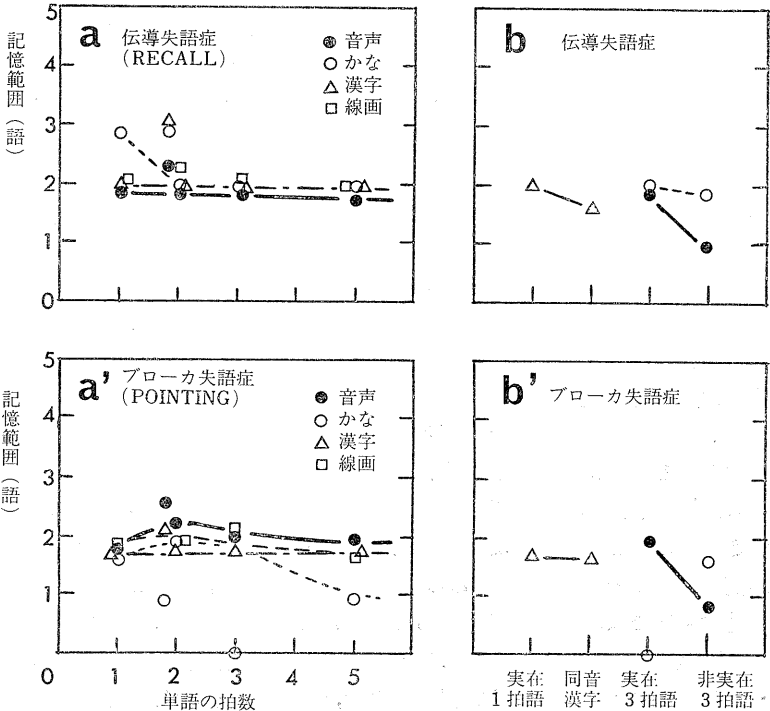


図4 伝導失語症例およびブローカ失語症例の MEMORY SPAN

れ以下であった。1拍語のMSがやや減少することがある(この現象は他の失語症群にも共通にみられた)が、MSはほぼ少拍語優位である。また、MSの実在語優位は保たれるが、MSの視覚優位は崩壊する。他の症例もほぼ同様の傾向を示したが、MSが視覚優位のものもいた。

2) ウェルニック失語症例のMS

図3-a', b'は結果の1例である。健忘失語症例と類似の傾向を示すが、MSが著しく視覚優位となっている。他の2例中、1例はこの例と同様の傾向を示したが、もう1例では識別不可能な刺激語が多く、明らかな傾向は認められなかった。

3) 伝導失語症例のMS

図4-a, bに結果の1例を示す。この例で注目されることは、MSが少拍語優位とはならず、拍数とは無関係にほぼ一定となること、また読みが記憶の手掛かりとなる実在1拍語と、読みが手掛かりとはならない同音漢字のMSの差が小さいこと、である。MSの大きさは、多拍語では正常範囲にあるのに対して、少拍語のMSは劣っている。他の非典型的の2例には、この例と同じ傾向を示すものと、MSの少拍

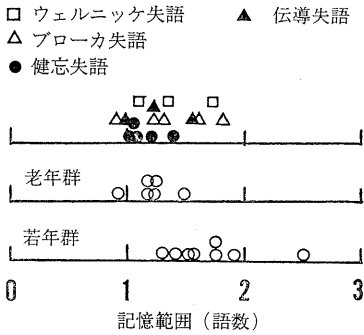


図5 失語症群, 若年・老年健常群における同音漢字の記憶範囲

語優位を示すものがいた。MSの実在語優位は保たれる。

4) ブローカ失語症例のMS

図4-a', b'に結果の1例を示す。ブローカ失語症ではMSが少拍語優位とはならないか、わずかに少拍語優位となるにすぎない。またMSは必ずしも視覚優位とはならないが、MSの実在語優位はほぼ保たれる。伝導失語症例の場合と同様に多拍語のMSは正常範囲にあることが多いのに対し、少拍語のMSは劣る。

5) 同音漢字のMS

図5に、同音漢字のMSの分布を示した。老年健常者のMSは若年健常者のMSより低下しており、老化の影響が認められる。失語症群のMSは若年群, 老年群の分布と重なり、同音漢字のMSはほぼ正常と思われる。

III 考 察

まず老年健常者の結果を図1のモデルに従い解釈すると、①MSの少拍語優位は、聴覚、視覚のいずれでも単語リストが音声的記憶に保持され、その容量(音素数)に限度があるために生じる。また②読みが同じなため記憶の手掛かりにはならない同音漢字が記憶されるのは文字的記憶、文字表示記憶の情報が使われるためであり、他方、MSの視覚優位は聴覚刺激では利用できない文字的記憶や文字表示記憶の情報が視覚刺激では補助的だが使えるために生じる。さらに③MSの実在語優位は実在語では意味などの語彙情報が利用できるために生じるものと

推測される。モデルの妥当性を示す実験結果は辰巳ら(1986)にある。

一方、失語症例ではすべての刺激語のMSが、老年健常者のMSの最低値を超える例はなく、必ずなんらかのMSの減少が認められた。MSに影響を与える要因は、単語リストが主に単一のSTMで保持されるとすれば、STM系・STMへの入力系(音声的記憶に刺激情報を保持する場合、視覚刺激では音素列の生成が必要なので音声生成系もこの入力系に入る)・STMからの回答系に大別できる。以下、順に検討していく。

1. STM系の要因

ブローカ失語症では少拍語優位が全く認められないか、わずかに少拍語優位となるにすぎなかった。音声生成系を介さずに音声的記憶に、直接、音素列が入力されているはずの音声刺激でも少拍語優位とはならないため、音声的記憶に障害があるものと推測される。同様の傾向は一部の伝導失語症例にも見られ、これらの症例では音声的記憶が使えないため、刺激情報を音韻・文字表示記憶や意味的記憶さらには文字的記憶に保持する。このため、MSは拍数の影響を受けないものと思われる。

さて、これらの症例では日常会話の理解は比較的良い。言語の理解においては言語情報は、逐次、意味情報に変換されて意味的記憶に保持され、意味解釈が不能の場合のみ、意味的記憶以外のSTMの情報が参照されるものと思われる。たとえば、音声的記憶では、理解の終わっていない文(の一部)や、人名、場所、電話番号、などが保持されるので、必要に応じてこれらの情報が参照されるものと思われる。このため、文が短く、文構造の簡単なことが多い日常会話では音声的記憶の果たす役割が小さく、理解障害が現われにくいものと推測される。しかしながら、長い文や構造の複雑な文を理解する場合、あるいは人名、電話番号、などを多数憶える必要がある場合には障害が現われるであろう。

ところで言語刺激と非言語刺激(言語化しにくい視覚パタン、つまり非言語パタン)の再認の成績を比較し、失語症例では言語刺激の成績は劣るのに非言語刺激の成績は正常であることを

見出した研究があり (Cermak and Tarlow, 1978; Riege ら, 1980; 野島ら, 1985), これらの結果から失語症例の STM 障害は言語情報処理能力の障害から生じた見掛け上のものであって, STM の障害により生じたのではないとする研究もある。これらの研究では STM は一つと考え, 性質が異なり符号化のされかたも異なる情報, たとえば音声的, 文字的, 意味的情報さらには上述の非言語パターンなどがこの単一の STM により保持されると考えているようである。もちろん Loftus ら (1976) のように STM は記憶すべき項目の音声的情報を保持するのではなく, その項目が格納されている LTM の番地 (ポインター) を保持すると考えるか, Shiffrin ら (1977) のように STM とは LTM の項目のなかで活性化している項目の集合であると考えれば, 異種の情報であっても同一の STM により保持される。しかしながら, 非言語パターンはおそらくどの被験者にとっても初めて見るものである (つまり LTM 内に存在しない) にもかかわらず憶えられるということは, これら 2 種の仮定が正しくないことを示唆する。むしろ, 図 1 のモデルに示したように性質の異なる情報は異なる STM に保持されると考える方が自然であろう。このように考えれば, 非言語パターンの記憶が正常であるのはそれを保持する STM が正常であることを意味するにすぎず, 言語情報を保持する STM までが正常であることを保証するものではない。

他方, MS の実在語優位は, ほぼ全例で認められ失語症例でも音韻表示, 文字表示, 意味などの語彙情報が記憶に際し補助的に用いられていることが示唆される。また同音漢字の MS は全症例でほぼ正常範囲にあり, 少なくとも本実験で対象とした症例では文字的記憶, 文字表示記憶はほぼ正常と思われる。

2. 入力系の要因

失語症では文字的記憶・文字表示記憶の情報が利用できるにもかかわらず MS が必ずしも視覚優位とはならないのは, 一般に単語の意味表示から音韻表示を引き出すことの障害である「喚語困難」, 意味表示から異なる単語の音韻表

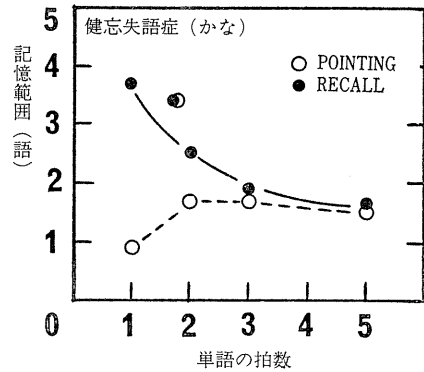


図6 一例の健忘失語症例がかな単語を線画の POINTING で回答した場合と口頭で回答した場合の MS の差

示を引き出す「語性錯語」, 音韻表示から不適切な音素を含む音素列を生成する「音韻性錯語」などの音声生成系の障害があり, 音声生成系の関与が不可欠な視覚刺激では, これらの障害によって MS が低下するものと思われる。Locke & Deck (1978), 野島ら (1985) は呼称可能な語の MS が呼称不可能な語の MS より大きいことを示している。またブローカ失語症ではかなの読みに障害のあることが多く, これも視覚優位を消失させる一因である。一方, ウェルニッケ失語症で MS の視覚優位が顕著に認められるのは音声受容系に障害があり処理に時間を要するためと思われる。

3. 回答系の要因

本実験では 2 種の回答法を用いた。回答法の違いが MS に与える影響を検討するため, かな単語のリストを口頭で再生させた場合と, 線画の pointing により再認させた場合の MS を測定した。図 6 に結果の 1 例を示す。多くの症例では両者の成績に差はないが, 一部の症例 (健忘失語症 3 例, ウェルニッケ失語症 1 例, 伝導失語症 1 例) では再生の成績が著しく良かった。これらの症例では少拍語優位が認められるから, 刺激情報は音声的記憶が保持しているものと思われる。再生では音声的記憶の情報をそのまま出力すればよいが, 再認では音声的情報から意味を抽出し対応する絵を捜す必要がある。したがってこれらの症例で 2 種の MS に差があるのは, 音声的情報から意味を回収する能力に障害があるためと推測される。その差は 1

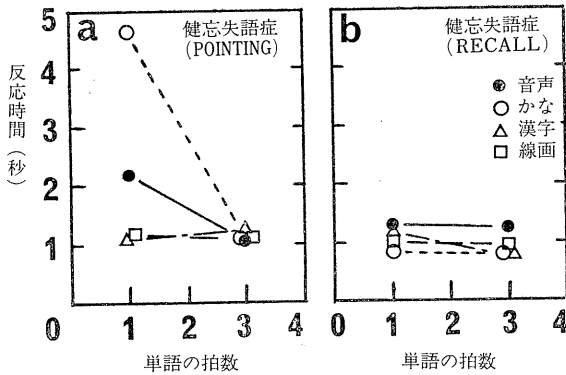


図7 実在1, 3拍語の識別の反応時間。aは線画を POINTING させた場合, bは口頭で回答させた場合の反応時間(健忘失語症例)

拍語のMSで特に顕著である。

そこで、差の顕著な症例について、実在1, 3拍語の識別に要する時間、すなわち単語を1語提示しその直後に5組の絵を提示してから被験者が線画をライト・ペンで指すまでの反応時間を測定した。30回の試行中、正解した試行の平均反応時間を求めた。健忘失語症例の結果を図7-aに示す。3拍語の反応時間は、音声、かな、漢字、絵のいずれにおいても約1秒であったが、1拍語では音声とかなの反応時間が2ないし5秒と遅くなる。

今度はさらに口頭により回答させた場合の反応時間を測定した(図7-b)。図にみられるように、口頭により回答させた場合には反応時間はどの場合にも1秒前後となる。この結果は、音声、かなで表わした1拍語では音声識別のみならず文字識別と音声的情報の生成も正確かつ迅速に行なわれるが、線画との対応つまり意味抽出に困難があることを示している。前述のように、失語症例では1拍語のMSが低下することが多く、その一因はこのような1拍語の意味抽出の障害にあるものと思われる(再認の場合)。一方、再生においても同様の現象が見られ、この場合には他の要因、たとえば提示される1拍語の系列により作られた無意味語の保持の困難によるものと考えられる。さらに、1拍語では、意味情報が抽出されていないときに音韻性錯語が生じると原情報の復元は不可能となる。

前述のように失語症例ではなんらかのMSの減少がある。その原因のすべてを今回の実験で検討しえたわけではない。MSに影響を与える要因はさらに細分すれば、入力系では①情報伝達の精度と速度、STM系では②STMの容量と③情報の減衰速度および④統制忘却の能力(保続はこれの欠如による)、回答系では⑤情報伝達の精度と速度および⑥リハーサルの精度と速度、がある。これらの要因を独立に検討することはある程度可能であり、その詳細については辰巳ら(1985)を参照されたい。

今後はこれらの要因につき検討していきたい。終わりにデータ収集に御協力頂いた東京都養育院附属病院言語聴覚科の福迫科長ならびに物井、遠藤、鈴木の各氏に深謝する。

文 献

- 1) Cermak, L. S. and Tarlow, S.: Aphasic and amnesic patients' verbal vs. nonverbal retentive abilities. *Cortex*, 14; 32-40, 1978.
- 2) Locke, J. L. and Deck, J. W.: Retrieval failure, rehearsal deficiency, and short-term memory loss in the aphasic adult. *Brain and Language*, 5; 227-235, 1978.
- 3) Loftus, G. R. and Loftus, E. F.: *Human memory: The processing of information*. Lawrence Erlbaum Associates, N.J., 1976.
- 4) 野島啓子, 藤田郁代, 早田裕子: 失語症者の記銘力障害—情報処理プロセスからのアプローチ. *音声言語医学*, 26; 167-173, 1985.
- 5) Riege, W. H., Metter, E. J. and Hanson, W. R.: Verbal and nonverbal recognition memory in aphasic and nonaphasic stroke patients. *Brain and Language*, 10; 60-70, 1980.
- 6) Shiffrin, R. M. and Schneider, W.: Controlled and automatic human information processing. II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84; 127-190, 1977.
- 7) Tatsumi, I. F., Itoh, M., Sasanuma, S. and Fujisaki, H.: Span of short-term memory for auditorily and visually presented word sequences. *Annual Bulletin Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, University*

- of Tokyo, 19; 283—299, 1985.
- 8) 辰巳格, 伊藤元信, 笹沼澄子, 藤崎博也: 失語症例の短期記憶. 日本音響学会音声研究会資料, S84—89, 1985.
- 9) 辰巳格, 伊藤元信, 笹沼澄子, 藤崎博也: 音声, かな, 漢字, 線画で表示した単語情報の処理過程と短期記憶のモデル. 心理学研究(投稿中), 1986.

Impairment of short-term memory for word information in aphasic patients.

Itaru F. Tatsumi* Motonobu Itoh* Sumiko Sasanuma*
Hiroya Fujisaki**

*Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

**University of Tokyo

The sequential nature of linguistic information processing requires the short-term memory (henceforth STM) of information at various linguistic levels. Since aphasic patients may have impairment in both processing and retention of linguistic information, an STM model which incorporates STM in the linguistic information processing seems to be necessary for the investigation of STM deficits in aphasic patients.

The present paper described such an STM model and an attempt to explain characteristics of STM deficits in aphasia. The STM experiments were administered to aged normal subjects and different diagnostic groups of aphasic patients. Based on these experimental results the mechanisms underlying their STM deficits were discussed.