

失語症患者のための治療

支援システム

Beshr B. Bakhit、遠山 元道、浦 昭二

慶應義塾大学大学院、管理工学研究科

失語症とは大脳の損傷によって引き起こされる人間の言語処理能力の喪失、または損傷のことをいう。現在、言語治療士（ST）の監督の下で行われている失語症患者のためのリハビリテーション（以降、リハビリと省略する）は、時間がかかるだけでなく、それを毎日行なうのが望ましいので、大変コスト高のプロセスとなっている。私達は、従来のリハビリの方法に立脚して、このリハビリ過程を支援するマイクロ・コンピュータを用いたシステムを開発し、その適用可能性について研究を行った。本システムでは、「1刺激-多反応」方法に基づいている。まず患者に1つの「刺激」をプリセットされた時間だけ与える。次に、それに対応可能な4つの「反応」（その内、3つはいわゆる「失語症的」反応で、1つが正しい反応）が同時に提示され、患者は限られた時間内に正しい「反応」を選択することが要求される。

本システムは、最小限のコストで患者が毎日独自で行えるシステムチックで、かつ選択的なりハビリ・プログラムを可能なものにした。実際の治療プログラムの中で実験的に使用したところ、大変勇気づけられる結果が得られた。

A REHABILITATION SUPPORT SYSTEM FOR APHASIC PATIENTS

Beshr B. BAKHIT, Motomichi TOYAMA, Shoji URA

KEIO University Graduate School
Department Of Administration Engineering
3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-Ku, Yokohama JAPAN

Aphasia is 'The total/partial impairment of the human language processing ability due to cerebrum lesion'. Rehabilitation of Aphasic patients, under the supervision of a language therapist, is time consuming (ideally should be administered on a daily basis) and hence is an expensive process. We investigated the use of a micro-computer-based system that SUPPORTS this rehabilitation process in CONJUNCTION with the traditional methods. The system is based on a SINGLE STIMULUS-MULTIPLE RESPONSES method. A patient will be presented with a stimulus for a preset period of time. Next, FOUR POTENTIAL responses will be simultaneously presented (THREE APHASIC-LIKE responses and the ONE correct response) and the patient should SELECT the correct MATCH within a limited period of time.

The system gave us the facility for a SYSTEMATIC/SELECTIVE rehabilitation program which could be used on a daily basis with minimum cost and operated independently by the patient. Running parallel evaluation tests (using a CONTROL group) gave us a very encouraging results.

I. 序論

失語症のリハビリにコンピュータを利用することは以前から提案されているが(2), (4), (5), (7), (13)、それはまだ初歩的な段階のものであり、実用からは程遠い。また、これらの研究は欧米人の患者を対象にしたものであって、日本語を使う患者には、異なるアプローチが必要と思われる。これは、主としてコンピュータと医療の間にギャップがあることに起因していると考えられる。医療の分野における専門家はコンピュータ・システムを設計または開発するのに必要な技術的知識がない一方、コンピュータ専門家は人間の肉体的および精神的リハビリテーションに関する問題を解決するような訓練を受けていないというのが実際のところである。

私達の試みが、このギャップを縮小することに貢献できることを心から願う次第である。



図1. 「ギャップ」

私自身についていえば、技術系出身のため、「失語症」や「脳機能」または「言語処理」などの分野において進行中の医学的研究についてはほとんど知識がなかったといえる。まず、私が直面した(そして、いまなおしばしば直面する)問題は、医学用語に慣れるということだった。

以下の研究報告で、私は失語症患者のリハビリ・プロセスを支援する

道具として、マイクロ・コンピュータに基づいたプログラムを使用する際の問題について考察を加える。この問題は、図2の塗られた交わりの部分で示されるように、3つの問題が関わっていると思われる。

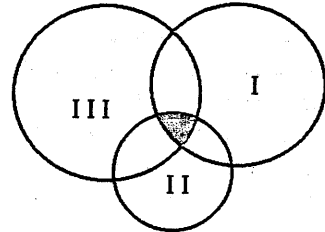


図2. コンピュータ支援のリハビリに関わる問題

図2の3つの円は以下のことを指す:

- I) 失語症のモデリング
- II) 身体/精神障害者の利用者のためのヒューマン・コンピュータファクター
- III) C A I

最後に、この研究は著者と慶応義塾大学病院において失語症患者のリハビリを担当している言語治療士との間の密接な協力の下に行われたものであることに言及しておきたい。

II. 失語症とは何か

失語症の研究は多くの学問分野(言語学、心理学、神経学...)で行われているため、その定義は多様なものとなっている。従って、単純化のために一つの定義に固執し、他の定義を無視するのは賢明ではない。

しかし、そのことを意識しながら、

あえて失語症を単に次のように再定義する。すなわち、失語症とは、「患者と外界とのコミュニケーション・プロセスを妨げる言語障害」である。

ここでいう言語とは、以下の側面を有する：

- 1) 話すこと
- 2) 聞くこと
- 3) 発話能力（復唱すること）
- 4) 単語聴認知
- 5) 読むこと（朗読と読解）
- 6) 書くこと

これらの言語特性の部分的または完全な欠損によって、各種の失語症候群が発生する。（表1を参照されたい）

表1・各種失語症の特質(1)

Aphasic Syndrome	Conversational Speech	Auditory Comprehension	Auditory - Speech Repetition	Confrontation Naming	Reading		
					Aloud	Comprehension	Writing
Broca	Nonfluent	Good	Abnormal	Abnormal	Abnormal	Good or abnormal	Abnormal
Wernicke	Fluent, paraphasic	Abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal
Conduction	Fluent, paraphasic	Good	Abnormal	Usually good	Abnormal	Good	Abnormal
Transcortical	Nonfluent	Good	Good	Abnormal	Abnormal	Often good	Abnormal
motor	Fluent, paraphasic, echolalic	Severely abnormal	Good	Abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal
Transcortical sensory	Fluent, paraphasic, echolalic	Severely abnormal	Good	Severely abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal
Mixed transcortical	Nonfluent with echolalia	Severely abnormal	Good	Severely abnormal	Abnormal	Abnormal	Abnormal

失語症は、脳卒中、その他の要因によって「言語処理部」の脳細胞が損傷を受けた結果として生じる。図3は、表1との関連で、損傷を受けた部分を示している。

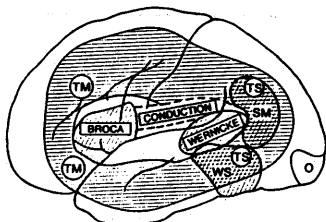


図3. 損傷を受けた脳細胞(1)

従って失語症は「後天的に得た」言語障害であるといえる。即ち、発病前の時点では患者には全くなんの言語障害も見られない。発病後、損傷を受けた脳細胞の位置によって、ある種の言語記号的操作不調の症状が現れる。

これは、システムを設計する上で考慮に入れておかなければいけない極めて重要な点である。なぜなら、私達は、「失語症患者に情報を教える機械を作ることを試みているのではなく、刺激を提供し、反応を呼び起こす機械の作成を試みている」(12)からである。

III. リハビリ方法としてのコンピュータ

私達はなぜ、リハビリ過程でコンピュータ（小さなパソコンで十分）を用いることを失語症治療士（または、ST）に勧めるのであろうか。この問いに答えるために、下記の統計を参照してみよう。（(3)&(5)）

- 1 - 日本における言語治療士と患者の地理的分布
- 2 - 言語治療士の年間増加人数
- 3 - 失語症患者の年間増加人数
- 4 - 言語治療士と失語症患者との比率

上記のことから、日本におけるSTの地理的分布に偏りがあることがわかる。多くのSTは都市部（i.e. 東京）に集中しており、農村部にはほとんどいないといえる。（3）

さらにわかることは、STの増加が失語症患者の増加のペースに追い

付いていないということである。

これは、S Tが提供するサービスの需要が増大しているということの意味する。この需要-供給の問題は、私達が提案するこのシステムによって部分的に解消され得る。

近年、電子技術の目ざましい進歩により、P.C.などはかなり容易に購入可能なものとなった。私達は、人類の福祉のために、その様な技術を用いていくことを提案する。

IV. 本システムの概要

本システムは「1刺激-多反応」方法に基づいている。まず、患者の重症度によってS Tがきめるプリセット時間内において、患者に1つの「刺激」（視覚または聴覚のどちらに訴えるものでもよい）が与えられる。次に、それに対応可能な4つの「反応」（その内、3つはいわゆる「失語症的」反応で、1つが正しい反応）が同時に提示され、患者はプリセットされた時間内において正しい「反応」を選択することが要求される。

仮に、患者が選択した反応が不正解であれば、正しい反応が10秒~20秒間患者に「教えられる」。一方正解の場合、この時間は1秒~5秒間と短くなる。この即時フィードバックは極めて重要である。なぜなら、即時フィードバックによって、患者はその場で自分のミスマッチングの問題に気付くことができるからである。さらに、それぞれの練習問題の結果を示すデータが患者別に作成され、保存される。S Tは、そのデータを後の治療に役立てることができ

本システムは、患者の脳の言語処理能力を「刺激」し、そのような「刺激」訓練によって患者の言語能力の長期的回復を目指すものである。

一言でいえば、私達の提案するシステムの目的はS Tの監督の下で行われる、リハビリ・サイクルを支援することであり、S Tの仕事を代行することではない。

V. 失語症と日本語

まず、日本語の統語法的な構造について検討しよう。

言葉は、文字（漢字、仮名またはこれらの結合）の集合によって構成される。次に、文章は言葉（または文字）の集合の結合によって構成される。段落の構成についても同じようなことがいえる。この統語法的なヒエラルキー構造は下記の「ピラミッド」によって示される。（図4を参照）

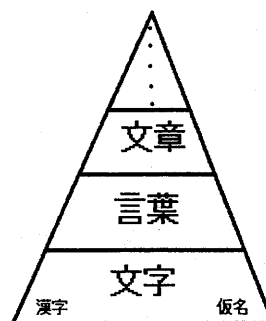


図4・言語の統語法的ヒエラルキー構造

日本人の失語症患者の仮名及び漢字処理能力に関する研究（(8)、(9)、(10)）によれば、患者の仮名及び漢字処理能力はそれぞれ別個に損傷を

受けることが明らかである。

私達の提案するシステムでは、言葉のレベルのみが支援の対象となる。即ちここでは失語症の問題は、記号処理的マッチングの問題としてとらえられる。ここでいう記号とは、言葉の概念を表す仮名、漢字、音、または絵のことを指す。

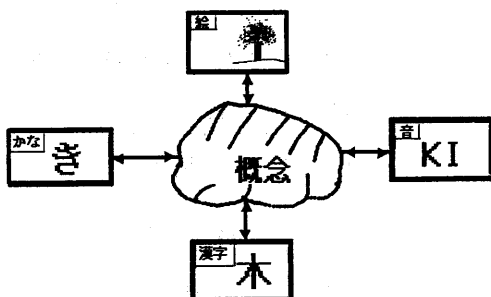


図5 さまざまな記号で表される言葉

図5を見てみると、失語症が矢印の両方向のミスマッチングによって生じる問題だということがわかる。例えば、「木」の概念を知っている失語症患者に「木」の絵を見せたとする。患者は正確にそれを「書く」ことができない（i.e. 「木」の概念とそれに対応する仮名または漢字をマッチさせることができない）こともあるし、また正確に「発音する」ことができない（i.e. 「木」の概念とそれに対応する音をマッチさせることができない）こともある。

VI. 「失語症的」 反応の作成

システムが「失語症的」反応を提供し、患者に正しい反応をその中から選択させるには、失語症患者が行うであろうさまざまなミスマッチン

グのパターンを作成しなければならない。私達は、すでに行われた研究の中で用いられたパターン（(8), (9), (10)）を含む下記のパターンを選んだ。

I - 漢字に関するパターン:

- 一部分の削除
- 一部分の添加
- 一部分の置き換え
- 置き換え

II - 仮名に関するパターン:

- 一類似文字の置き換え

III - 音声に関するパターン:

- 一モーラの置き換え

IV - 語義に関するパターン:

- 類義語

まず、漢字に関するパターンのミスマッチングからみてみよう。

約 2,000 ある常用漢字の中から、共通部分を持つ漢字を探さなければならない。例えば、もし「Y」という漢字を構成するすべての部分が「X」という漢字を構成する部分であるのならば、「X」という漢字は「Y」という漢字の「親」に当たると考えられる。一方、もし「X」を構成するすべての部分が「Y」を構成する部分であるならば、「X」は「Y」の「子供」に当たると考えられる。もうひとつの可能性は、2つの漢字の間にこの「親子」関係ではない、共通の部分を持つという関係が成り立つことである。これらの漢字を、ここでは「従兄弟」と呼ぶことにする。

言葉のデータベースにおいてこのようなモデリングが行えるよう私達

は常用漢字をより単純な部分に分割した。その際私達は以下の方法を用いた:

- 1) まず、対象とする各漢字について分割のパターンを見つける。分割のパターンとは、図6に例示するようなものである。
- 2) 次に、すべての漢字とその構成部分のリストを作成する。
- 3) 次に、作成したファイルの中の漢字を互いにマッチさせ、「親子」または「従兄弟」関係が成り立つかどうか調べる。

表 2, 3, 4は、漢字の3つの関係 (1. e. 子供、親、従兄弟) を表している。

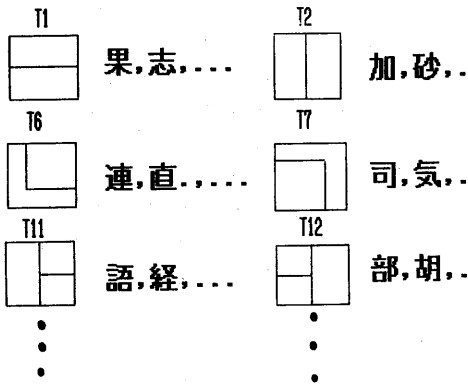


図 6. 漢字の分割パターンの例*

*「果」の分割は正しくないが、この様な見かけ上の分割も考慮に入れる。

表 2. 漢字とその「子供」漢字の例

漢字	子供
易	日, 勿
囧	井, 口
語	言, 五, 口

表 3. 漢字とその「親」漢字の例

漢字	親
車	軍, 連, 転..
今	含, 念, ...
月	青, 明, 胃..

表 4. 漢字とその「従兄弟」漢字の例

漢字	従兄弟
思	志, 息, 異..
客	宮, 容, 格..
委	香, 要, 好..

仮名に関しては、問題はより単純である。なぜなら、仮名の数はわずか 50 で、パターン・マッチングに機械を使用しなくてもよいからである。表 5 には、仮名ミスマッチングの幾つかの例を挙げてある。

表 5. 仮名のミスマッチング

仮名	類似
う	ら, つ, ろ
き	さ, ち
は	ほ, け, に

音に関するパターンについていえば、似かよった音を持つすべての仮名を探すのは難しくない。なぜなら、仮名の数は約 50 で、それぞれだいたい 1 つのモーラ音を表しているからである。表 6 では、音の似かよった仮名の例が挙げられている。

表 6. 音の似かよった仮名

仮名	音似
た	か, だ
し	ち, じ
あ	は, わ

最後に、語義に関するパターンでは、4 つの類義語をインプットするという作業を行った。これは、意味ネットワークを作るということに似ていた。表 7 は、類義語の例を示している。

表 7・語義の似た言葉

言葉	語義
切手	切符, 券, 葉書
上着	着物, 洋服, ..
息子	娘, 両親, 幼児

上記のモデリングによって得られた結果の一例として、同じ言葉のすべてのパターン例をここで紹介しよう。

表 8. 各種失語症的パターンの例 (菓子)

種類	例
1 漢字(削除)	菓子
2 漢字(追加)	菓字
3 漢字(取替)	子菓
4 仮名(類似)	かつ
5 音声	火事(かじ)
6 語義	甘い

VII. 検討が必要な ヒューマンフ ァクター

本システムの利用者は、言語障害を持つだけでなく、ある程度の身体障害(脳の損傷によって)を持つ特別な利用者集団である。

これらのほとんどの利用者は、まず、キーボードの操作に慣れていない。さらに、患者は ST の監督なしでシステムを利用することになるので、システムの設計はそれを十分に考慮して行わなければならない。マッチング練習中の患者-コンピュータのインターフェイスは、単純かつ最小限にとどめるべきである。

「多反応」方法を用いるということは、患者が操作するのは 4 つのキー だけでよいということの意味している。このインターフェイスを更に単純化するために、私達は色付きのキーを用いることにした(CRT に色付きの「反応」が表示され、その色

に対応したキーをキーボードに用意しておく)。

このリハビリ・プロセスに於て、適度な緊張状態が必要だが(自発的練習は第1)、しかし、時間というのは大変重要な要因の一つである。なぜなら、患者は常に自分の残り時間(正しい「反応」を選ぶまでの時間)を知らされていなければならないからである。

経過した時間(秒)を数字でCRTに表示するというを試みたがこれは患者にとって煩わしいことであることが判明した。「反応」と時間の表示(数字)に視線を交互に移さなければならないからである。従って、私達はCRTの端に鮮明なタイム・バーを表示することにし、そのタイム・バーの大きさが残り時間に比例するようにした。これによって、患者の視線は以前に比べ「反応」に集中するようになった。

VIII. 失語症患者のためのCAI

このシステムの基本的方針は、患者の正しい答えを当てる能力を試すことではなく、むしろ「刺激」と「反応」のマッチングを誤ったときに、STが決めた時間内においてCRTの画面に正解を表示することによって、正しい答えを患者に「教える」ことであるといえる。さらに、各々の練習問題の応答結果が記録として別に作成され、練習セッションの終了後、プリント・アウトされる。そのプリント・アウトは、STが患者の練習成果をたどるために用いられる。

マッチングを誤った言葉は、その後の練習セッションの際に再び提供

され、正しいマッチングが行えるかどうか試される。

さまざまな患者を支援することが可能な柔軟性に富んだシステムを設計するために、私達は患者の重症度と学歴を考慮にいった。患者の重症度に基づき、STによって適当な開始レベルが決められる。それに応じて、システムは簡単な(頻度の高い)言葉から難しい(頻度の低い言葉)まで言葉の難易さ(頻度)によって様々なレベルを提供する。

このシステムは、下記の選択を支援する。これらは、STによってインプットされなければならない。

- 1 - 各練習セッションごとの練習問題の数。
- 2 - 「刺激」/「反応」のタイム・コントロール
- 3 - 7種類のミスマッチング・パターン
- 4 - 練習の開始レベル(i.e. 上、中、下)
- 5 - 「刺激」/「反応」のタイプ(i.e. 仮名、漢字、音)

本システムは、下記の記録のための標準的データベース管理機能も支援する:

- 1 - 患者の練習成果の記録
- 2 - 患者の氏名、職業など

私達の目的は、患者一人一人のニーズを考慮にいれながら、失語症患者のリハビリにシステムチックでかつ選択的な方法を取り入れることである。

IX. 本システムの 評価と今後の 検討事項

現在、私達は慶應義塾大学病院（リハビリ科）でこのシステムの実用性を測る実験を行っている。今の時点では、まだ十分な時間が経過していないため、最終的な結論を下すことはできない。しかし、その観察の結果の幾つかをここで紹介しておこう。

1. ケース・スタディとして、私達は一人の患者を選び、彼の練習セッションをVTRで録画するなど、注意深くその練習過程を追った。驚くべきことに、患者はSTとの練習の時よりコンピュータを使用したときの方がリラックスした、楽な気持ちになれたということである。この点についてはこれからも研究が進められるべきであろう。
2. 文字のサイズについて、図形的に複雑な漢字は、画面上、特に眼鏡を書けた患者には読み難いことがわかった。これは改善が必要な点の一つである。
3. 数としては少ないが（20人中、2人）、練習の目的が理解できない患者がいた。このような練習には向いていない患者もいるということであろう。
4. STの介入があった方が望ましい例が数件あった。これはトレード・オフの問題であり、システムに「ヘルプ・オプション」を備えることによって改善されるであろう。

一方、本システムは以下の積極的（肯定的）な機能を発揮した：

1. STが提供できなかったシステムチェックでかつ選択的な練習の提供（e.g. パターン、頻度、… etc.）
2. 「刺激」と「反応」操作の改善（色、時間の長さ、数）
3. 臨床データ分析に要する時間の短縮（e.g. 即時フィードバック）
4. 臨床効率性の全体的な向上（より多くの患者がより短い時間で診てもらえる）
5. 24時間いつでも使用可能な、経済的なシステム

総じて、このシステムを試してもらった全ての患者はこの練習を楽しみ、さらに続けたいと主張した。リハビリに機械を用いるということについて、患者は大体において肯定的であった。

一言で、本システムの長所はその短所を十二分に補っているといえるであろう。

X. 結論

マイクロ・コンピュータは比較的成本の安い機械であり、知的にプログラムされれば、人類の福祉の向上に大きな貢献を果たすことが可能である。

本システムの主な目的は、増大している臨床サービスの需要にSTが対応できるように、臨床作業の効率性の向上を図る方法を提供することである。さらに、コンピュータは従来の臨床技術の強化はもとより、今までの臨床（治療）方法、アプローチと違う、またはよりよい方法の開発に貢献するはずである。

今後とも、コンピュータの専門家
とリハビリや自然言語処理担当のS
Tが、手に手を取り合って充実した
システムの開発に協力していくこと
を私達は心から願っている。

謝辞

私は、本研究を可能にしてくれた多くの方々に心から感謝の意を表したい。特に、以下の方々に感謝する次第である。まず、私の指導教授であり、私の拙い日本語力に三年間も耐え続けてくれた浦昭二教授に感謝したい。先生の個人的な指導と助力がなければ、私はずっと前にこの研究を断念していただろう。毎週のミーティングにおける遠山助手とDEグループからの有益な示唆・コメントに対しても感謝したい。さらに、慶応病院リハビリ科の千野教授及び立石氏の監督の下、貴重な時間を割き、失語症患者に関するオリエンテーションを行ってくれたスタッフ、及び私のデータベースの基礎となった生データを提供してくれた国立言語研究所の関係者の方々に謹んで感謝の意を表したい。また、翻訳、資料のワードプロセッサへの入力をして頂き、大変お手数をお掛けした森氏、古澤氏、及び、前田氏に感謝したい。最後に、この研究を進めていく上で動機を与えてくれた全ての失語症患者の方々に対し、改めて感謝の意を表したい。

参 照

- 1- Darley, F., "APHASIA", Philadelphia, W.B. Sanders Company, 1982.
- 2- FITCH, J.L., and CROSS, S.T., "TELE-COMPUTER TREATMENT FOR APHASIA. J. Speech Hear. Disord., 48, 335-336, 1983.
- 3- Japan Aphasia Academy, "REPORT OF THE NATIONAL STATISTICS ON APHASIA", In Shitsugosho Kenkyu, Vol.6 No.1, 1986.
- 4- KATZ, R.C., "USING MICROCOMPUTERS IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CHRONIC APHASIC ADULTS", Sem. Speech Lang., 5, 11- 22, 1984.
- 5- KIRCSH, N.L., and LEVINE, S.P., "A COMPENSATORY MICROCOMPUTER INTERVENTION FOR PATIENTS WITH COGNITIVE LIMITATIONS", 4 th. Conf. on Models and Techniques in Cognitive Rehabilitation, 1984.
- 6- McNeil, R., Malcolm, " THE NATURE OF APHASIA IN ADULTS", In Lass, Norman" SPEECH, LANGUAGE AND HEARING ", Philadelphia, W.B. Sanders Company, 1982.
- 7- Mills, R., "COMPUTERIZED MANAGEMENT OF APHASIA ", In R. Chapey), Language Intervention strategies in Adult Aphasia. Baltimore, Williams & Wilkins, 1981.
- 8- Sasanuma, S., Fujimura, O. "AN ANALYSIS OF WRITING ERRORS IN JAPANESE APHASIC PATIENTS: VERSUS KANA WORDS", In cortex 8. Varese, 1972.
- 9- Sasanuma, S., and Fujimura, O. " SELECTIVE IMPAIRMENT OF PROCESSING PHONETIC AND NON-PHONETIC TRANSCRIPTIONS OF WORDS IN APHASIC PATIENTS : KANA AND KANJI IN VISUAL RECOGNITION AND WRITING ", In Cortex 7, Varese, 1971.
- 10- Sasanuma, S. "KANA AND KANJI PROCESSING IN JAPANESE APHASICS", In Brain And Language 2, Academic Press, 1972.
- 11- Schuell H., "APHASIA THEORY AND THERAPY", Baltimore, University Park Press, 1974.
- 12- Schuell, H., Jenkins, J.J., and Jimenez-Pabon, E., " APHASIA IN ADULTS: DIAGNOSIS, PROGNOSIS, AND TREATMENT.", New York, Hoeber Medical Division, Harper and Row, Publishers, 1964.
- 13- SERON, X., DELOCHE, C., MOULARD, G., and ROUSSELE, M., "A COMPUTER-BASED THERAPY FOR THE TREATMENT OF APHASIC SUBJECTS WITH WRITING DISORDERS ", Brain Lang., 45, 45-48, 1980.
- 14- "STUDIES ON THE VOCABULARY OF SENIOR HIGH SCHOOL TEXTBOOKS ", The National Language Research Institute, Tokyo, 1983.
- 15- Zenkoku Shitsugo-sho Tomonokai, "REPORT OF THE NUMBER OF SPEECH THERAPISTS THROUGHOUT JAPAN", 1986.