■ 寄 稿

コンピュータ技術の導入による失語症訓練装置の現況と展望

笹沼 澄子 正木 信夫 辰巳 格

Computer Applications in Aphasia Treatment :
State-of-the-Art and Future Trends

Sumiko Sasanuma, Shinobu Masaki, and Itaru Tatsumi

1. はじめに

失語症は、脳の言語野の損傷によって起こる成人の言語障害である。その中核障害は、伝達すべき情報内容を特殊な符号体系としての言語形式に変換する符号化の働き、および、この言語形式によって伝達される情報内容を解読する働きの障害であり、音声言語と文字言語の理解と生成にかかわる多彩な言語症状が出現する(表1)。

失語症患者に対する言語訓練は、この領域の専門教育を受けたSTによって行われているが、近年におけるコンピュータの小型化、高性能化、低廉化に伴い、これを利用した失語症訓練プログラム開発への動きが活発化している。STの業務の一部(特に単純な繰り返しを多く含む反復訓練およびこれに類するもの)をコンピュータ技術で補い、浮いた時間をより多角的な臨床活動に振り向けることの可能性は、今後前向きに検討されるべき課題であろう。本報では、国外・国内に

おけるこの分野の現況を概観すると共に、今後わが国における失語症訓練装置のあり方とその実現可能性について考察することにした。

2. 失語症訓練の原理

失語症の改善をめざす言語訓練法として従来から多数の臨床家が用いてきた中心的方法は、Wepman¹⁾、Schuell²⁾によって開発・集大成をみた刺激法であり、その原理は、刺激-反応-強化/フィードバックの過程を系統的に操作することにある(図1)。すなわち、個々の患者の言語症状に合わせて統制された感覚刺激を適切な条件下で与え、その結果引き起こされる反応をあらかじめ定めた目標行動(ゴール)に照らし合わせて選択的に強化することにより、障害された機能の再構成をねらうものであり、中枢神経系の可塑性に関する現在の知見からみても妥当なものである。図1下段の①、②は、刺激、反応の過程で統制すべき変数、③、④は、強化/フィードバック、次の刺激提示内容の決定に関する手順、を各々整理したものである。失語症訓練装置の開発に際しては、こうした訓練の原理を踏まえたものであることが必要である。

3. 失語症訓練装置の現況

1) 米国: この分野で最も進んでいるのは、コンピュータの先進国として、Computer Aided Instruction (CAI) を一般教育にいち早く導入した米国である。おそらくこうした実績も手伝って、1980年代のはじめから、コンピュータ技術を失語症訓練に導入するためのソフトウェアの開発研究が、少数のSTによって熱心

表1 失語症の主要症状

① 喚語困難
② 錯語・迂回表現
③ 統語(構文)障害
④ 構音・韻律の障害(発語失行)
⑤ 聴覚的理解の障害
⑥ 復唱の障害
⑦ 音読・読解の障害
⑧ 書取・自発書字の障害

に行われるようになった。これらのうちの目ぼしいものをいくつか拾ってみることにしよう。

初期の開発研究は、コンピュータ本来の特性に最もなじみやすい読み書き訓練から着手された。

〈書字〉 Seron ら (1980)³⁾は、ミニコンピュータ (PDP10) を用いた単語の書字 (spelling) 訓練プログラムを開発し、その効果について報告している。訓練内容は、ST が口述する単語の spelling を患者がキーボードに打ち込むと、正しく打ち込まれた文字のみがディスプレイ上に表示されるというもので、このプログラムによる訓練を受けた失語症患者 5 名のすべてに spelling 能力の改善がみられた。コンピュータ訓練装置により確かな効果をあげうることを初めて実証した点で、この研究は先駆的な意味があるが、一方多くの限界 (特に ST の介入を必要とする点) も認められた。

4 年後に Katz & Nagy (1984)⁴⁾により開発された Speller では、こうした限界が著しく改善されている。マイクロコンピュータ (Apple II) を用いて、ディスプレイ上に絵を提示し、それに対応する単語 (名詞) の spelling を患者にキーボードで打ち込ませるものであり、①患者の反応の正誤を判断し、②その結果をフィードバックする機能、さらに③誤り反応に対し段階的な手がかりを与えながら正しい反応を導き出す治療プログラム等を備えていた。この特色を用いた訓練

により、8 名の失語症患者中、全失語とウェルニック失語の 2 例を除く 6 名に実質的な改善がみられた。

〈読解〉 読みに関しては、Katz & Nagy (1982)⁵⁾がマイクロコンピュータ (Apple II Plus) により読解能力 (およびその背景をなす種々の能力) の診断および訓練の 2 部から成るプログラムを開発し、その有効性を検討している。訓練内容は、物品の用途や文構造の識別、短いパラグラフの理解などから成る。反応には多肢選択法が、また反応の正誤のフィードバックには文字による表示が用いられた。訓練対象は発症後経過年数が平均 9 年という慢性失語症患者 5 名で、1 回 20~60 分の訓練を 8~12 週にわたって受けた。訓練の前と後の成績を比較すると全例に改善が認められたが、改善の幅は比較的小さいものであり、ST による従来の訓練法による効果に比べて有意に優るものではなかった。

Katz & Nagy (1985)⁶⁾は、その後さらに重度失語症患者を対象とした単語レベルの読解訓練プログラムを開発した。ディスプレイ上に物品の線画を 1 つ提示し、その下に同時に提示される 2 個から 6 個の文字単語 (標的語と視覚的または意味的に類似したもの) のうちの 1 つを選択させるものであった。この装置の特色は、患者の反応成績に基づいて選択肢の数を 2 個から 6 個の範囲内で自動的に制御すること、つまり課題

図1 失語症訓練の原理

① 感覚様式
視覚 (文字・絵)
聴覚 (音声)
単位 (長さ)
強さ (大きさ)
複雑さ
提示速度・回数・間隔
本人の興味・関心 | ② 反応様式
選択 (指さし)
音声
書字・描画
単位 (長さ)
反応の待ち時間 | ③ 正・誤、適・不適の判断
反応潜時の測定
強化のタイプ・スケジュール
正・負の強化
連続・間欠強化
フィードバックの方法
視覚・聴覚 | ④ 患者の成績を考慮し
訓練内容の難易度を
変更する |
|--|---|---|----------------------------------|

の難易度を個々の患者の能力に合わせて調節すること、ができる点である。このプログラムを完了した5名の重度失語症患者のうち4名に明らかな改善が認められた。

〈聴覚的理解〉 マイクロコンピュータによる聴覚的理解の訓練には、刺激として用いる音声が高品質であることが必要条件となる。Mills (1982)⁷⁾は、Apple II Plusを用い、デジタル録音で蓄積しておいた音声を刺激材料とした単語の聴覚的理解訓練プログラム(I~III)を開発した。第I部はディスプレイ上に4個の物品の絵(カラー)が提示され、次にその中の1つに対応する単語(例えば椅子)の聴覚刺激(“椅子はどれですか”)が提示される。患者がそれを聞いて4個の絵の中から該当するものを選ぶと、反応の正誤が直ちにフィードバックされる。第II、第III部は、聴覚刺激(単語)の数が各々2個、3個に増えることを除けば、第I部と同様である。このプログラムによる訓練を13カ月間受けた重度の失語症患者について、訓練前後の単語理解の成績を比較したところ、有意な得点の上昇がみられたのみならず、訓練の対象とはしなかった文レベルの理解にも改善が認められた。

〈喚語・語想起〉 Colby ら (1981)⁸⁾は、肩にかけられるポータブルマイクロコンピュータを用いて Intelligent Speech Prothesis (ISP) と呼ばれるプログラムを開発した。特定の単語(A)が想起できない場合、このISPがAを予測するための一連の質問(例: 最初/最後の文字は何か、関連のある語は何か、等)を順次提示し、それに対する患者のキーボード反応を手がかりに候補となる数個の単語を選び、液晶ディスプレイ上に(または合成音声で)提示するというものである。本来はコミュニケーションの代行装置として開発されたものであるが、これを使用するうちに、装置の助けを借りずに患者自信の自問自答によって標的語を想起できるようになる場合があるという。

〈その他〉 コンピュータ技術を利用したその他の方法の中で特に興味深いのは、遠隔地の患者を対象とした電話回線による訓練サービスである。その1例は、BirminghamのVA医療センターにおけるREMOTE (Remote Machine Assistant Treatment Evaluation)と称する企画⁹⁾であり、センター内に設置されているミニコンが自動化された訓練プログラムを電話回線を介して患者に届けるというものである。このシステムは各種プログラムをストアしている中央制

御装置(PDP 11/44)、回線制御装置(LSI 11/23)、および回線インターフェース(患者からの呼び出しの調節と、患者の操作するプッシュホンからの情報のコード化を行う)から成る。患者はプッシュホンの前に坐り、デジタル録音されている音声で伝えられる指示に従って手元のテキストを開き、個々の訓練課題に対して12のキーのうちの特定のキーを押して反応する(最大12の異なる反応が可)。各反応に対して適切なフィードバックおよび次の指示が伝えられる。このシステムは多数の患者に対する補助的な訓練を可能にするのみならず治療費の削減にもつながる点で注目になる。

〈ソフトウェアの市販〉 コンピュータによる失語症訓練装置開発研究の著しい進展とあいまって、最近では市販ルートにのった失語症訓練のためのソフトウェアが急激に増えている。したがって、ST側は特定の目的にあったものを選択する必要に迫られており、こうした状況を反映して適切な選択を行うためのノウハウをまとめた論文や解説書^{10~12)}が増えつつある。また、ウィスコンシン大学のTrace Center¹¹⁾には、現在市販中のすべてのソフトウェアに関するデータベースが作成されており、Center発行のこのResource Book 3¹³⁾、4¹⁴⁾に集録されているソフトウェアの中で失語症の訓練に使用可能なものの総数は79種類にのぼる。

表2 訓練内容に関する分類

訓練の種類	内容	数
単語の読解	<ul style="list-style-type: none"> ・単語に対応する絵の選択 ・絵に対応する単語の選択 ・カテゴリー判断 ・同義語、反対語の選択 ・文字単語の音読 	23
スペリング (書字)	<ul style="list-style-type: none"> ・音声、文字(文、単語)、絵で提示される単語をキーボードから入力 ・キー配置の習得、アルファベットの書字の練習 	17
文章の読解	<ul style="list-style-type: none"> ・文章を読み、質問に応答 	12
聴覚理解	<ul style="list-style-type: none"> ・音声で与えられる単語を選択あるいはキーボード入力 	10
呼称	<ul style="list-style-type: none"> ・絵に対応する単語の呼称 	3

注: 重複があるため合計は49ではない

注1) 正式名称は Trace Research and Development Center on Communication, Control and Computer Access for Handicapped Individuals.

これらのうち、訓練内容、刺激の種類・提示法、反応の採取法などについての記載があり、かつ失語症患者の訓練に適切と思われるものの総数は49種類であった。表2は、これら49種類の訓練内容を整理したものである。読解が最も多く（単語と文を合わせると35）、スペリング、聴覚的理解、呼称の順となるが、この順位は刺激提示、反応採取における技術的制約と無縁ではない。すなわち、刺激提示法（表3）は、ディスプレイ上への刺激提示、すなわち視覚を介しての刺激入力に圧倒的多数を占め、聴覚刺激（テキスト合成による音声）のみ、または聴覚刺激に視覚刺激を組み合わせる提示は、いずれも少ない。反応採取法（表4）は、選択反応とキーボードによるものが最も一般的であり、音声反応やタッチスクリーンによる書字反応は少ない。キーボード反応は、主にスペリングの訓練に用いられており、英語圏に特徴的なものといえる。反応に対するフィードバックについては殆ど記述がなく、記述のあった5種のソフトウェアは、すべてが音声によるフィードバックであった。

2) 英国：失語症治療へのコンピュータ技術の導入に対する関心は英国のSTの間にも着実に高まりつつあり、少数ではあるがこのテーマに取り組んだ研究報告も散見される^{15,16)}。米国での研究が、コンピュータによる訓練装置/プログラムの内容そのものに焦点を

合わせたものが多いのに対して、英国では、この新しいアプローチに対する患者側の心理的反応や、コンピュータによる訓練効果とSTによる従来の方法での訓練効果の比較検討などに主眼をおいたのが目立つ。

Kinsey (1986)¹⁵⁾はマイクロコンピュータ (BBC Model B) による単語の読解訓練（ならびに非言語刺激による視覚弁別訓練）の成績とSTによる従来の方法でのそれとを、12名の失語症患者（軽～中等度）について量的・質的に比較検討したところ、両者の間に有意差がなく、また、コンピュータに対する患者の適応が全体としてきわめて良好であることを見出した。

Burton ら (1988)¹⁶⁾は、コンピュータ利用による失語症訓練の潜在的メリットを実験的に検証する目的で、訓練内容や困難度に十分な幅をもたせた14種類のソフトウェアを試作し、これを英国全土から応募した29名のSTに貸出して3カ月間実際に使用してもらい、その成果を質問紙法によって調査検討した。STから回答のあった対象失語症患者の数は99名であり、各患者が平均約3回の訓練（1回の訓練で平均4種類のプログラムを実施）に参加した。主な結果として、コンピュータ訓練に対する大多数の患者の適応は良好であり、訓練を楽しんでいる様子が見受けられた。ただし、老年患者や重症患者は慣れるのに時間を要しSTの介助をより多く必要とした。また、ST側の反応として、①コンピュータによる訓練は患者の集中力、動機づけ、および自信の改善に寄与する、②コンピュータが個々の患者の反応特性について提供してくれる種々の情報（反応潜時、誤り反応のタイプなど）は患者の改善状況を把握する上で有用である、などの意見が多かった。こうした結果を踏まえて、著者らは、コンピュータによる訓練プログラムは従来の方法を補う上で重要な役割を果たしうると結論している。

3) 国内：わが国において失語症訓練用に従来から最も普及している機器（通称ランゲージマスター）¹⁷⁾は、聴覚と視覚刺激を同時に提示することのできる刺激提示装置に過ぎず、患者の反応を取り込み、それを情報として次の刺激の決定に用いるフィードバック機能は持ち合わせていない。これを可能にするのがほかならぬコンピュータによる訓練装置であるが、これまでのところわが国におけるこの領域での開発研究はきわめて少ない。わずかに、初期のマイクロコンピュータを用いた仮名の訓練用プログラムを開発した中村らの報告(1985)¹⁸⁾、マイクロコンピュータとビデオ（動画）を組み合わせて、動詞の訓練法を開発した丸山らの報告(1985)¹⁹⁾、さらに静止画と音声の提示および患者のポインティングによる選択反応の採取装置によ

表3 刺激提示法に関する分類

感覚様式	刺激種類	数
視覚	単語	13
視覚	文	12
視覚	絵	8
視覚と聴覚	単語と絵	5
聴覚	単語	4
不明	不明	7

表4 反応採取法

反応様式	反応種類	数
選択	単語	10
選択	文	1
選択	絵	5
キーボード	単語	14
音声	単語	5
書字	文字	1
いずれか一方が不明		13

り、単語の聴覚認知（正誤を○×で表示）ならびに呼称（正解を音声で表示）の訓練法を試作した桐谷らの研究（1988）²⁰⁾、などが散見される程度である。また、現在のところ、マイクロコンピュータで使用できるソフトウェアの市販もほとんどされておらず、例外として、読解および呼称訓練用の「絵カード 98」（250 名詞の静止画および対応する文字・音声の提示が可能な PC-9801 用のプログラム）があるに過ぎない。

しかし失語症訓練にコンピュータ技術を取り込むことのメリットにはもはや無視できないものがあり、①臨床業務の効率化、②刺激パラメータの制御機能の改善、③反応の評価・測定精度の改善、④臨床データ収集・分析の効率化、⑤訓練プログラムの個別化などの点で確実な成果をあげている^{10~12)}。つまり、コンピュータ技術の導入は、ただ単に ST の業務の一部を代行するにとどまらず、ST の能力を押し広げるような役割をも担うことがわかる。

そこで、コンピュータ技術を失語症訓練に積極的に導入するためにはどのような取り組みが可能であるかを考えてみたい。

4. 装置開発の手順と見通し

複数の手順が考えられるが、最も望ましい方向は、従来の経験に基づく失語症の訓練法をモデル化し、できるだけ統一のとれたハードウェアで訓練装置を実現する方法であろう。この方法を採用すれば、失語症患者の機能回復に必要な種々の訓練プログラムを、相互に関連づけながら総合的に開発して行くことが可能であり、またソフトウェアの交換のみで種々の訓練を行うことができるはずである。そこで、この方向での訓練装置の開発の手順についての試案を述べる。

まず、失語症訓練のモデル化については、図 1 に示した 4 つの過程（①刺激を与える過程、②反応を取り出す過程、③反応の適・不適を即時判断して本人にフィードバックし、④次の刺激内容と提示法を決定する過程）、にまとめられる。これらの過程は、CAI の立場から、図 2 のモデルで表現できる。すなわち、上記①および②の過程を実現するための刺激提示部と反応採取部、③および④の過程の全体を統轄するための制御部、さらに、刺激材料や患者に関する種々のデータを

図 2 失語症訓練装置のモデル

蓄積しておくデータ蓄積部から成る。これら4部門の役割・機能・ならびに現在可能な代行技術の例も併せて示した。

次に、これら各部門が、STによる訓練のどの部分と対応し、また各部門が有効に働くためにはどのような制御が必要か、さらに現在の技術でどこまで代行できるか、今後技術開発が必要とされるのはどの部分か、について検討することにした。

1) 刺激提示部：視覚刺激（文字・絵）と聴覚刺激（音声）とがある。刺激提示に際して制御すべきパラメータとしては、刺激の種類、内容、提示速度、回数、間隔などがある。

技術面では、視覚刺激（静止している文字とか絵など）については殆ど問題がないと思われる。動画についても、ビデオディスク等をコンピュータで制御することで可能となる。一方、聴覚刺激については、PCM、ADPCM方式などのデジタル録音を用いて音声をデータ蓄積部に蓄積しておき、アンプを通してスピーカ、ヘッドホンにより提示することが可能である。なお今後テキスト音声合成の技術が進み良質な音声を得られるようになれば、これを使うこともできる。この場合はキーボードによるデータ作成が可能であり、録音に比べて容易である。

2) 反応採取部：選択反応、音声反応、書字・描画反応の3種類の反応を採取すると同時に、反応潜時の計測を行う。このとき、反応潜時の計測時間に一定の制限を加える（反応の待ち時間を一定時間で打ち切る）こともできる。

技術面からみると、選択反応については、ディジタル、ジョイスティック、タッチセンサなどにより入力し、制御部で処理可能な符号に変換し、正誤判断まで行うことができる。一方、書字・描画反応および音声反応の採取については、いずれも反応の入力までは可能であるものの、その正誤判断、ましてや誤りの質的判断、を行うことは現状では困難である。画像や文字の認識、音声認識に関する最近の研究の進歩により、一定の規格の範囲内にある健常者の反応については認識が可能になりつつあるが、こうした規格からはずれたり歪んだりする可能性のある障害者の反応に対する正誤判断は現在のところ困難だと思われる。今後の開発研究を必要とする最優先領域の1つであろう。

3) 制御部：全体の統轄を行う。刺激提示、反応採取の制御に加えて、反応の正誤判断とそのフィードバック、次の刺激の提示内容の選択、という一連の訓練過程を決定し制御する。さらに訓練結果の評価・集計なども行い、データ蓄積部に貯蔵する。

装置の点からみると、この部分はコンピュータのCPU部分にあたり、実際の制御の流れはプログラムによって決定される。したがって、このプログラムは簡易言語で作成しておき、個々の患者の改善レベルやニーズに合わせて容易に作り替えられるようにしておくことが望ましい。

4) データ蓄積部：この部の機能は、①文字、絵、音声等の刺激材料/教材の蓄積と、②患者に関するデータの蓄積とから成る。教材は各々の特性に従って分類・整理され、必要な条件を満たすものを即座に取り出せるようにしておく必要がある。また個々の患者の訓練データの蓄積については、患者の反応特性や訓練効果について解析可能な形で整理されている必要がある。さらに患者の現症と関係のある医学的、心理・社会的情報も蓄積し、訓練効果との関連などを分析する際のデータとして有効に利用できるようにする。

いずれもフロッピーディスク、ハードディスクを利用することで実現可能である。さらに、今後低価格になると予想される光ディスクを有効に利用することにより、大量のデータ蓄積が可能となる。また、これらのデータは、データベース化することにより、必要なデータが即座に取り出せる状態にしておくことができる。

以上をまとめると、現行の失語症訓練のかなりの部分が、コンピュータおよびその周辺機器によって代行できることがわかる。一方、表5に示すように、今後研究の必要ないくつかの重要な問題が残されていることも既に指摘した通りである。

5. むすび

本報では、コンピュータ技術の導入による失語症訓練装置の現況を概説するとともに、今後の発展の方向について展望した。無論、実際の導入に至るまでには、なお多くの技術的・臨床的研究の積み重ねが必要なことと言うまでもない。また、既に触れたように、コンピュータによる訓練に最も向いているのは言語の形式面の操作に焦点を合わせた訓練であるが、こうした訓練は失語症患者に対する治療的働きかけの重要な一部を占めるものの、そのすべてではない。大多数の失語

表5 開発研究の必要な分野

1. 文字および音声の自動認識の研究
2. テキスト音声合成の研究
3. 刺激用の文字・絵の規格化に関する研究
4. 訓練装置用プログラムの簡易言語の開発研究

症患者では、こうした訓練を受けても病前のレベルの言語機能を取り戻すことは不可能であり、したがって、個々の患者の残存能力（言語・非言語面にわたる広い意味での認知能力）を最大限に活用し、言語形式の正確さよりも情報の伝達面を重視した実用的なコミュニケーション能力の改善をはかる訓練を平行して行うことが必要である²¹⁾。こうしたアプローチは、患者とSTとが話し手と聞き手としての役割を交互に分担し、文脈情報を有効に生かしたダイナミックな情報のやりとりを行う対話形式を中心とする方法であり²²⁾、現代のコンピュータの機能を越える領域である。将来のSTの守備範囲は、こうした分野も含め、さらに多角化の方向へ展開することが予想される。

本報の一部は、昭和63年度文部省科学研究費総合研究A“音声言語障害のリハビリテーション指針の最適化”（研究代表者：廣瀬肇）講演とパネルディスカッション（1988. 12. 3）において報告した。

文 献

- 1) Wepman, J. M. : *Recovery from Aphasia*. Ronald Press, New York, 1951.
- 2) Schuell, H. M., Jenkins, J. J. & Jimenez-Pabon, E. : *Aphasia in Adults : Diagnosis, Prognosis and Treatment*. Harper & Row, New York, 1964.
- 3) Seron, X., Deloche, G., Moulard, G. & Rouselle, M. : A computer-based therapy for the treatment of aphasic subjects with writing disorders. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45, 45-58, 1980.
- 4) Katz, R. C. & Nagy, V. T. : An intelligent computer-based spelling task for chronic aphasic patients. *Clinical Aphasiology Conference Proceedings*, 159-165, Minneapolis, Minn, BRK, 1984.
- 5) Katz, R. C. & Nagy V. T. : A computerized treatment system for chronic aphasic patients. *Clinical Aphasiology Conference Proceedings*, 153-160, Minneapolis, Minn, BRK, 1982.
- 6) Katz, R. C. & Nagy, V. T. : A self-modifying computerized reading program for severely-impaired aphasic adults. *Clinical Aphasiology Conference Proceedings*, 184-188, Minneapolis, Minn, BRK, 1985.
- 7) Mills, R. H. : Microcomputerized auditory comprehension training. *Clinical Aphasiology Conference Proceedings*, 147-152, 1982.
- 8) Colby, K. M., Christinaz, D., Parkison, R. C., Graham, S. & Karpf, C. : A word-finding computer program with a dynamic lexical-semantic memory for patients with anomia using an intelligent speech prosthesis. *Brain and Language*, 14, 272-281, 1981.
- 9) Fitch, J. L. and Cross, S. T. : Telecomputer treatment for aphasia. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 48, 335-336, 1983.
- 10) Katz, R. C. : Using microcomputers in the diagnosis and treatment of chronic aphasic adults. *Seminars in Speech and Language*, 5, 11-22, 1984.
- 11) Katz, R. C. : *Aphasia Treatment and Microcomputers*, Taylor & Francis Ltd., London, 1986.
- 12) Mills, R. H. : Computerized management of aphasia. In Chapey, R. (Ed.) : *Language Intervention Strategies in Adult Aphasia*. Edition, pp. 333-344, Williams & Wilkins, Baltimore, 1986.
- 13) Brandenburg, S. A. & Venderhaiden, G. C. : *Communication, Control, and Computer Access for Disabled and Elderly Individuals, Resource Book 3 Software and Hardware*. College-Hill Publication, Boston/Toront/SanDiego, 1987.
- 14) Borden, P. A. & Venderhaiden, G. C. : *Communication, Control, and Computer Access for Disabled and Elderly Individuals, Resource Book 4 : Update to Books 1, 2, & 3*. Trace Research and Development Center, Waisman Center University of Wisconsin-Madison, 1988.
- 15) Kinsey, C. : Microcomputer speech therapy for dysphasic adults : A comparison with two conventionally administered tasks. *British Journal of Disorders of Communication*, 21, 125-133, 1986.
- 16) Burton, E., Burton, A. & Lucas, D. : The use of microcomputers with aphasic patients. *Aphasiology*, 2, 479-491, 1988.
- 17) Keenan, J. S. : *A language rehabilitation program : Aphasia*. Bell & Howell, Chicago, 1967.
- 18) 中村美子, 田上美年子 : マイクロコンピュータを使った失語症者のための言語訓練システム. 聴能言語学研究, 2, 214-215, 1985.
- 19) 丸山 勇, 河内十郎, 竹内愛子, 横山 巖 : マイコ

- ンとビデオを組み合わせた失語症自習訓練システムの開発(1)ーハードウェアを中心にー. 聴覚言語障害, 14, 35-41, 1985.
- 20) 桐谷 滋, 藤田郁代, 柴田貞雄, 今川 博, 斉藤収三, 広瀬 肇: パソコンを用いた失語症患者のための語彙学習装置の試作, 第12回日本失語症学会総会プログラム・講演抄録, p. 18, 1988.
- 21) 笹沼澄子: 失語症研究の最近の動向ー臨床的立場から, JOHNS, 3, 1149-1156, 1987.
- 22) Davis, G. A. : Pragmatics and treatment. In Chapey, R. (Ed), *Language Intervention Strategies in Adult Aphasia*. 2nd Edition, 251-265, Williams & Wilkins, Baltimore, 1986.
-