原 著

パーソナルコンピュータを用いた失語症者用
言語訓練装置の開発桐谷 滋¹⁾ 今川 博¹⁾ 渡辺 陽子²⁾

要 約：パーソナルコンピュータを用いた、失語症者用言語訓練装置を試作したので、報告する。今回の試作では、語彙訓練を目的として、学習用の基本的名詞 344 単語と動詞 82 単語のセットを選定し、これらの絵カードと音声のデータをパーソナルコンピュータに入力し、電子化辞書として用意した。試作した訓練プログラムの内容は、名詞学習用に①喚語・書字訓練、②視聴覚認知訓練、③聴覚把持訓練、動詞学習用に①喚語・書字訓練、②視覚認知訓練、③助詞訓練である。訓練プログラムの操作は、計算機から出力された音声を聴取し、モニタ画面上に取り付けたタッチパネルを使用して、表示された絵カード、文字、図形をポインティングする方式を採用した。意識障害、肢節運動の失行、視覚障害のない失語症患者 15 名に試用したところ、約半数では自習可能であることが確認され、言語療法士の負担を軽減するという点でも有用であると思われる。

索引用語：失語症、語彙訓練、パーソナルコンピュータ

Word Training System for Aphasic Patients

Shigeru Kiritani¹⁾, Hiroshi Imagawa¹⁾, Yoko Watanabe²⁾,

Abstract : A personal computer-based word training system for language therapy of aphasic patients was constructed at the institute listed below. The system aims to assist self-training by aphasic patients in language therapy. In the present paper, characteristics of the training programs developed for this system will be described. The word training procedures currently used in the clinical field in Japan were surveyed with reference to several textbooks on language therapy, and a set of procedures which were appropriate for computerized programs was implemented, with digitized data for a basic set of 344 nouns and 82 verbs stored on computer.

The training system is essentially based on pointing response to picture cards displayed on the screen of the personal computer. The speech sound corresponding to one of the displayed cards is presented through a D/A converter, and the patient makes a response by pointing to a displayed picture card. All responses and program operations are performed

¹⁾ 東京大学医学部音声言語医学研究施設：〒113 東京都文京区本郷7-3-1²⁾ 東京専売病院：〒108 東京都港区三田1-4-3¹⁾ Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, Faculty of Medicine, University of Tokyo : 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113²⁾ Tokyo Sembai Hospital : 1-4-8 Mita, Minato-ku, Tokyo 108

原稿受理：1994 年 5 月 10 日

through a touch panel attached to the surface of the monitor.

The training programs are as follows :

- 1) Basic naming/writing of noun words
- 2) Auditory comprehension training
 - a) Pointing
 - b) Yes-no answering
- 3) Auditory memory-span training
 - a) Word sequence training
 - b) Noun phrase training

This system is being used experimentally for 15 aphasic patients without disturbance of consciousness, limb kinetic apraxia and disturbance of eyesight at the hospital listed above, and it seems that the system is useful for aphasic patients, especially for Wernicke's aphasia. Using this system, patients are able to do self-training as many times as they want and speech therapists are thus able to save time and offer therapy sessions to other patients.

Key words : personal computer, word-training program, aphasic patients, self-training

I. はじめに

現在、失語症患者の言語訓練は、患者の状態その他の状況に応じた、個々の言語療法士の適応的な工夫に負っている。そのための言語療法士の負担は大きい。また、患者の側からみれば、言語療法士の手不足により十分な量の言語訓練を受けられないという問題が生じていると考えられる。多様な訓練様式のすべてを計算機を用いて自動化することは不可能であろう。しかしながら、訓練のある程度の部分を自動化され、失語症患者の自習補助装置を実現することができれば、その実際の意義は大きいと考えられる¹⁾。

このような言語訓練では、基本的にある程度まとまった量の絵カードと音声を用いることが必要である。近年、パーソナルコンピュータの性能の向上により、比較的小型の装置でこのようなデータが取扱可能であり、実際の訓練装置の実現可能となっている。このような装置も1, 2試作されている²⁻⁴⁾。しかし、これらの装置は仮名の書字訓練など比較的機能が限定されており、体系的な語彙学習訓練を扱ったものはみあたらない。一方、市販されている装置もいくつかあるが⁵⁾、失語症者用訓練用には工夫すべき点が残されていると考えられる。

本研究では、主として語彙訓練を中心として、まず学習用の基本的な名詞および動詞のセットを選定し、それらの絵カードおよび音声のデータをパーソナルコンピュータに入力して、いわゆる電子化辞書として用意した。また、このデータを用い、従来の言語訓練の指導書などに記載されている訓練方式の中でプログラ

ム化可能かつ有効と考えられるものをいくつか選択して、計算機プログラムを作成した。以下ではここで試作した訓練システムの内容を報告する。

II. 装置の概要

学習装置の構成を図1に示す。単語学習のプログラムの基本は、計算機のモニタ上に表示された絵カードのポインティングである。教材となる絵カードや音声のデータはデジタル化してハードディスクにあらかじめ記憶しておく。計算機は、まず画面に数枚の絵カードを表示する。次に、そのうちの一つの単語の音声をD/A変換器を通して出力する。学習者はその音声に該当する絵をポインティングする。学習者の反応はモニタ画面上に装置したタッチパネルにより計算機に入力される。計算機は学習者の解答の正誤を判定し、絵カード上に○印や×印を表示して学習者にフィードバックする。このようなプログラムを原型とし、いくつかの目的に応じたプログラムを作成した。

計算機はPC-9801を用いた。絵カードのデータはイメージスキャナにより計算機入力し、音声は12 bit, 10 kHz サンプリングして計算機入力した。タッチパネルは40×25の分解能を持つ。

III. 名詞学習プログラム

1. 学習用単語データ

学習用名詞として、基本的名詞344単語を選択した。単語選定にあたっては、これまでに市販されている失語症者言語訓練用の絵カードセット^{6,7)}および幼児教育用のいくつかの資料を参考にし、これらの資料中の

図1 パーソナルコンピュータを用いた言語訓練装置の構成

単語のほぼすべてを網羅した。これらの単語の絵カードを新たに描画、制作した。この絵カードをイメージスキャナを用いて計算機に入力し、ハードディスクに記憶した。絵カードのデータは1枚あたり208×120画素で、16色すなわち4 bitのカラー情報を持つ。絵カード1枚あたりのデータ量は12.5 kbyteである。一方、絵カードに対応する音声データは10 kHz サンプリング、12 bit 精度で記憶した。名詞単語音声の平均時間長は0.7秒であり、1単語あたりのデータ量は14 kbyteである。全名詞学習データセットのデータ量は17 Mbyteで、量的には最近のパーソナルコンピュータ用のハードディスクに容易に収容できる。なお、絵カード、音声のデータとともに各単語の文字データ（漢字、ひらがな、カタカナ）も用意し、単語文字の表字もできるようにした。

2. プログラムの概要

主として笹沼らの「失語症の言語治療」⁷⁾を参考に計算機プログラム化可能なものとして以下のものを選定した。

1) 喚語書字訓練基本プログラム：画面に表示した絵カードの単語音声の視聴や、文字の表示、確認が可能。基本的な電子辞書と考えることができる。

2) 視聴覚認知訓練プログラム：聴覚的認知あるいは文字の視覚的認知能力を高めるためのプログラム。

(a) ポインティングプログラム：単語音声を呈示し、対応する絵カードをポインティングさせる。

(b) 正誤判断プログラム：絵カードと組み合わせられて呈示される音声や文字の正誤判断を行わせる。

(c) 文中単語認知プログラム：問題文と質問文を音声で呈示し、文中の単語に対応する文字カードをポインティングさせる。

3) 聴覚的把持訓練プログラム：

(a) 単語系列把持訓練プログラム：いくつかの単語系列の音声を呈示し、絵カードをポインティングさせ

図2 喚語・書字訓練基本プログラムの表示画面

る。

(b) 名詞句把持プログラム：「形容詞＋名詞」などの名詞句音声を呈示し、対応する絵カードをポインティングさせる。

上記のプログラムにおいて学習者がポインティングして解答するための計算機モニタ上の表示としては、①絵カード、②文字、③絵カードと文字の表示、の3つの形式が用意されている。訓練の目的に応じてそのうちの1つを選択して使用する。なお、次節では簡単のため、原則として「音声を呈示し、絵カードをポインティングする」モードについて説明する。また、学習者のレベルや訓練目的に対応して以下のものを用意した。①344単語中、実際にその日の訓練に用いる単語のサブセットの指定、②ポインティングのために表示する解答用カード（選択肢）の数の指定、③練習回数の指定、④タッチパネルの反応時間の指定、⑤解答用カードの表示形式（絵カードのみ、絵カード＋文字、文字のみ）の指定などが可能である。また、1回1回

の訓練プログラム終了時に学習者ごとのフロッピーディスクに成績を記録、保管する。

3. 喚語書字訓練基本プログラム

このプログラムでは1枚の絵カードを計算機の画面に表示する。学習者には、まず絵カードの単語の喚語あるいは書字を試みることを求め、必要に応じて計算機に当該単語の音声や文字を出力させて確認するように指示する。この操作はタッチパネルよりアイコンをポインティングすることによって行う。アイコンの

「声」をポインティングすると声が出力され、「字」をポインティングすると画面に数秒間単語の文字が表示される。これらの操作は繰り返し、何回でも行うことができる。アイコン「次」をポインティングすると表示は別の絵カードに変わり、次の単語学習に移る。このプログラムにおける表示画面の例を図2に示す。

4. 視聴覚認知訓練プログラム

1) ポインティング

図3にポインティングプログラムの流れを示す。こ

図3 名詞・ポインティングプログラムの流れ

のプログラムでは、画面にあらかじめ選択、指定した枚数（2枚～6枚）の絵カードが表示される。次いで、その中の1枚の絵の単語音声が表示される。学習者はその音声に対応する絵カードをポインティングする。学習者が答える前に「声」アイコンをポインティングすれば、何度でも単語音声を聞くことができる。学習者の絵カードポインティングに対し、計算機はその正誤を判定して、正答時には絵カード上に○印を表示する。一方、誤答時にはポインティングした絵カード上に×印を表示する。「答」アイコンをポインティングすると、正しい絵カードが□枠で囲まれると同時に再度単語音声が出力され、正答を知ることができる。「次」アイコンをポインティングすると、表示されている絵カードの中で、正答とされた絵カードのみを別の絵カードに置き換え、次の試行に進む。表示されている絵カードすべてを置き換えることもプログラムの容易であるが、従来の一般に行われている方法に従って、ここでは絵カード1枚のみを置き換えた。

2) 正誤判断

画面に1枚の絵カードが表示される(図4)。その後、

図4 名詞・正誤判断プログラムの表示画面

単語音声スピーカから出力される。この単語音声は絵カードに該当していることもあり、該当していないこともある。学習者はその音声絵カードに該当するかどうかを判断し、「はい」「いいえ」のいずれかのアイコンをポインティングする。計算機はその答えの正否を判定して○印か×印を表示する。このプログラムでも「声」アイコンを用いて学習者は何度でも出題音声を聞き直すことができる。また、「答」アイコンで、表示されている絵カードの正しい音声を聞くことができる。「次」アイコンをポインティングすると、次の単語の学習に進む。

3) 文中単語認知

2～5文節からなる短文を呈示し、文中の単語の認知の訓練をする。この訓練で用いた文型は『{いつ}{どこで}{誰が}{何を}{どのくらい}{どうした}』である。表1に、ここで用いた単語を示す。「何を」「どうした」の文節を必須要素として、他の文節は訓練段階に応じてあらかじめ指定した文の長さ(文節数2～5)に応じて適宜組み合わせる。文中の文節数を3と指定した場合には、『いつ、何を、どうした』『どこで、何を、どうした』『誰が、何を、どうした』『何を、どのくらい、どうした』の4種の形を取り得るが、出題文はこれらすべての文の中からランダムに選んで呈示する。表1の単語の組合せにより全部で13,284通りの文を呈示できる。訓練は呈示された文中の各文節について質問を行う。たとえば、「デパートでみかんを買った」の文音声をスピーカから呈示し、学習者に聞き取らせる。その後、学習者が「問」アイコンをポインティングすると、文中の一つの文節に関する質問音声(たとえば、「何を買いましたか?」)が呈示される。ついで、画面に4個の選択肢(ここでは、「パン」「みかん」「お握り」「ケーキ」など)の文字カードを表示し、答えをポインティングさせる。計算機はその正誤により○印または×印を表示する。また、「答」アイコンをポインティングしたときは、正答カードを□枠で囲んで示すとともに問題文の音声と文字を呈示する。同様に、「ど

表1 文中単語認知訓練使用単語

いつ	どこで	誰が	何を	どのくらい	どうした
おとし	デパート	お母さん	みかん	少し	買った
先週	市場	お兄さん	パン	3個	食べた
きのう	京都	田中さん	最中	4個	捨てた
今朝	アメリカ	看護婦さん	お握り	7個	買った
			ケーキ		送った
			りんご		並べた

こで買いましたか」「みかんをどうしましたか」を順次呈示する。「次」アイコンをポインティングすると次の試行に進む。

5. 聴覚的把持訓練

1) 単語系列把持

図5にプログラムの流れを示す。2枚～6枚の絵カードが表示された後、このうちの2～4枚の単語音声を持続して出力される。学習者はその音声を聞き取り、

図5 名詞句・把持訓練プログラムの表示画面

表2 名詞句による聴覚的把持訓練使用単語

形容詞1 [サイズ]	形容詞2 [色]	名詞 [形]
大きな	赤 (い)	丸
小さな	白 (い)	二角
	青 (い)	四角
	黄色 (い)	
	緑 (の)	

その順番も記憶する。音声出力が終わったら、学習者はその順番どおりに音声に対応する絵カードをポインティングする。計算機は1枚の絵カードがポインティングされるたびにその正誤を判定し、○印または×印を絵カード上に表示する。誤答であればポインティング入力受け付けを停止する。「声」アイコンをポインティングすると、再度音声出力され、絵カードのポインティングをやり直すことができる。「答」アイコンをポインティングすると、計算機は音声出力時の順番に従い、絵カード上に□枠を表示するとともに確認のための音声を呈示する。「次」アイコンのポインティングで次の絵カードの組の訓練に進む。

2) 名詞句把持

「形容詞+名詞」の語連鎖の聴覚的理解・把持の訓練を目的とする。ここで用いた語連鎖は表2に示す形容詞1 (サイズ), 形容詞2 (色), 名詞 (形) の組合せで構成される名詞句である。画面にサイズ, 色, 形の異なる数個の図形を表示する。たとえば、「大きい丸」のような1個の図形を表現する名詞句音声を呈示し学習者に対応する図形をポインティングさせる (図5)。計算機は答の正誤により図形上に○印または×印を表示する。ここでも「声」アイコンで何度も問題音声を聞くことができ、「答」アイコンで正しい図形上に□枠が表示されるとともに再度音声出力される。「次」アイコンをポインティングすると、別の図形の組に置き換わり、次の試行に進む。

選択対象として用いる図形の集合としては表3に示したものを用意してあり、訓練の段階に応じて用いる集合を指定することができ、異なる長さの語連鎖を選んで使用できる。表中の6, 7はモニタ画面に表示された複数の図形から2つの図形をポインティングする問題である。また、画面に表示される選択肢の数も学習者の能力に応じて設定する。表示される図形の組合せは呈示された音声の形容詞と名詞の両方とも理解できないと正答できないようなものとした。

表3 名詞句による聴覚的把持訓練の訓練段階

段階	内 容	選択肢	例
1	形の選択	2, 3	丸
2	色の選択	2, 3, 4, 5	青
3	サイズと形の選択	4, 6	大きな丸
4	色と形の選択	4, 6, 8	黄色い丸
5	サイズと色と形の選択	8	小さな白い丸
6	色と形の選択 (2択)	4, 6, 8	黄色い丸と赤い三角
7	サイズと色と形の選択 (2択)	8	大きな青い四角と小さな白い三角

IV. 動詞訓練プログラム

1. 動詞学習用データ

学習用動詞として、絵カード作成可能な基本的動詞 82 単語を選択した。各動詞に主語または目的語などの名詞および助詞を組合わせて単文を設定し、その文を表現する絵カードを作成した。名詞と動詞の組合せに用いる助詞は以下の 8 種類である。①主語述語の表現「が」、②場所で行われる動作「で」、③道具による動作「で」、④到達点「に」、⑤通「を」、⑥働きかけ「に」、⑦対面の表現「と」、⑧共同動作の表現「と」。

1 つの動詞と助詞の組合せについて、できる限り 4 つの異なる名詞を用いた単文を用意した。これは、学習の初期の段階では動詞と助詞が同一で、名詞のみ異なる絵カードの組を用いた訓練が動詞の意味の把握に有効であろうと考えたからである。以上のようにして用意した文は 346 文である。作成した絵カードは黒白とし、計算機に 8 階調の濃淡で記憶した。絵カードサイズは名詞の場合と同じ 208×120 画素である。動詞音声データの平均時間調は 2.1 秒で、動詞の全データセットは約 18 Mbyte であった。

2. プログラムの概要

- 1) 喚語・書字訓練基本プログラム
- 2) 視聴覚認知訓練プログラム
 - a) ポインティングプログラム
 - b) 正誤判断プログラム

上記の 3 つのプログラムは名詞訓練プログラムの対応するものと内容はほぼ同一である。

3) 助詞訓練プログラム：1 枚の絵カードに対し名詞と動詞の音声を与え、適切な助詞をポインティングさせる。

上記のプログラムにおいても、学習者がポインティングして解答するための計算機モニタ上の表示カードの形式の指定、実際にその日の訓練に用いる単語のサブセットの指定、解答用カード（選択肢）の数の指定、成績の記録は名詞と同様に行うことができる。

3. 喚語・書字訓練基本プログラム

このプログラムでは 1 枚の絵カードを計算機の画面に表示する。また同時に名詞と助詞の文字を表示する。学習者は表示された絵カードと文字をみて、名詞と助詞に続く動詞の喚語あるいは書字を試みる。学習者は計算機の画面のアイコンをポインティングすることにより、動詞の音声や文字を出力させて答を確認することができる。この操作は名詞訓練の喚語・書字訓練基本プログラムと同一である。ただし、ここではアイコン「文」が追加されており、このアイコンをポインティ

ングすると単文全体（名詞＋助詞＋動詞）の音声が出力され、確認のための聴取ができる。

4. 視聴覚認知訓練プログラム

1) ポインティングプログラム

このプログラムの流れは、名詞訓練のポインティングプログラムと同一である。画面に 2 枚～6 枚の絵カードが表示され、その中の 1 枚の絵を表す単文の音声が表示される。学習者は該当する絵カードをポインティングする。図 6 に表示画面の例を示す。この訓練では表示する絵カードの組合せとして、以下の 3 つの場合を指定することができる。①動詞と助詞が同一で名詞のみ異なる絵カードを並べて表示する。②名詞と助詞が同一で動詞のみ異なる絵カードを並べて表示する。③絵カードをランダムに選択して並べて表示する。訓練の段階や学習者のレベルに応じてこのうちから選択し使用する。

(アイコン)音声出力

正解表示

次の絵カード表示

図 6 動詞・ポインティングプログラムの表示画面

(アイコン)音声出力

文字表示

次の絵カード表示

図 7 助詞訓練プログラムの表示画面

2) 正誤判断プログラム

このプログラムの流れも名詞訓練と同一である。画面に1枚の絵カードが表示され、単文の音声が出力される。学習者はその音声が絵カードに該当するか否かを判断し、「はい」「いいえ」のいずれかのアイコンをポインティングする。

5. 助詞訓練プログラム

画面には1枚の絵カードと助詞「が、と、を、に、で」を示す5枚の文字カードが表示される(図7)。この後、絵カードに対応する単文の助詞を除いた名詞と動詞の音声が出力される。学習者はその間に入る助詞として適切なものの文字カードをポインティングする。学習者や解答する前に「声」アイコンをポインティングすれば、何度でも問題音声を聞くことができる。また「字」アイコンをポインティングすれば、ヒントとして名詞と動詞の文字が画面に表示される。反応の正誤に基づき、学習者がポインティングした助詞の上に○印や×印を表示する。「答」アイコンでは正しい文字カード上に□枠が表示される。

V. おわりに

パーソナルコンピュータを用いた失語症者用言語訓練装置を試作したのでその内容について報告した。今回の試作では、まず語彙訓練を目的として、学習用の基本的な名詞344単語および動詞82単語のセットを選定し、それらの絵カードおよび音声のデータをパーソナルコンピュータに入力して、電子化辞書として用意した。

訓練プログラムとしては、名詞学習用には喚語・書字訓練基本プログラム、視聴覚認知訓練プログラム、聴覚的把持訓練プログラムを作成し、動詞学習用には喚語・書字訓練基本プログラム、視聴覚認知訓練プログラム、助詞訓練プログラムを作成した。

訓練プログラムの基本は、計算機から音声を出し、モニタ画面上に表示された絵カードをポインティングさせるものであり、一般の小児用学習プログラムと部分的には共通している点もあるが、今回は失語症者の言語訓練用として以下のような点に工夫を加えた。

反応・操作面については、患者が反応動作を容易に行えるように、モニタ画面上に取り付けたタッチパネルを使用し、表示された絵カード、文字、図形をポインティングする方式を採用した。またアイコン操作はすべてのプログラムについてほぼ共通の方式で行えるように配慮し、基本的には、「声」(問題音声の出力)、「字」(文字表示)、「答」(正答の表示)、「次」(次の試行へ移る)の4つのアイコンで大部分の操作が行える

ようにした。

プログラム内容については、失語症者では一般に単語把持力の訓練が必要とされているので、その目的のための聴覚的把持訓練プログラムを作成した。さらに、孤立単語だけでなく、文中の単語の理解と把持の訓練を目的として、文中単語認知訓練プログラムを作成した。また、患者に合わせて選択肢の数や試行回数を設定可能としたが、特に、それに加えて、個々の言語療法士が患者ごとに単語のセットを設定できるようにしてあることは、実際上きわめて有用であると考えられる。

本装置については、これまで筆者の1人の病院で約1年間実際に試用して来た。また少数ではあるが、失語症患者のうち、意識障害、手の失行、視覚障害などのない15名に実施した結果、約半数に使用可能であった。本装置の使用に適合するか、しないかについては、いくつかの要因が関係していると考え、現在使用症例を増やして検討中である。

この訓練装置は、上記使用可能な患者の約半数では、自習可能であることが確認された。また、カード操作や音声の呈示の労力を省くという点で、言語療法士の負担を大幅に軽減することができる点でも有用であると考えられた。

なお、今回の試作研究では、ある程度まとまった量の絵カードと音声のデータが計算機上に用意されたので、今後、種々の目的に応じて考案された訓練プログラムの作成に有用であると期待される。

今回の装置は卓上型の装置として製作された。しかし、最近の小型可搬型計算機の性能向上は著しく、今回の試作プログラムの大部分は可搬型装置として実現可能である。このような装置が実現されれば、患者の病室内での自習や外来患者の自宅学習のための貸出が可能となると考える。現在、このような小型の装置の開発も進めているところである。

文 献

- 1) 笹沼澄子, 正木信夫, 辰巳 格: 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. 音声言語医学, 30: 255-262, 1989.
- 2) 丸山 勇, 河内十郎, 竹内愛子, 他: 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)—ハードウェアを中心に—. 聴覚言語障害, 14: 35-41, 1985.
- 3) 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のための言語訓練システム. 聴能言語学研究, 2: 214-215, 1985.

- 4) 小宮桂治, 菊池巧子, 小関公一, 他: マイクロコンピュータによる失語症補助訓練システム—システムの機能と書字訓練への応用を中心に, シリーズ第 15 回臨床上の工夫 1, 言語聴覚療法, 9 : 122-129, 1993.
- 5) 絵カード 98, 絵カード 98 パート 2, アルファシステム, 大阪.
- 6) 松田 崇, 他: 機材情報第 5 回, 絵カードに類する訓練用機材. 言語聴覚療法, 8 : 136-137, 1992.
- 7) 笹沼澄子, 伊藤元信, 綿森淑子: 失語症の言語治療. 医学書院, 東京, 1978.

別刷請求先: 〒 113 東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学医学部音声言語医学研究施設
桐谷 滋