

## 解 説



## 情報化社会への視聴覚障害者の参加を考える

 3. 聴覚障害者の情報処理教育における現状と  
 情報補償ソフトウェア†

清 水 豊††

## 1. はじめに

聴覚障害者が社会的自立を目指すための知的職業の1つとして情報処理を中心とした産業があげられる。コンピュータが視覚系を主としたインタフェースによって成立している現在、聴覚障害者は何の問題もなくこうした職業にとけ込めるように思われる。たとえば、パソコンやワークステーションのサウンド出力のボリュームをいっばいに絞って、聴覚系が遮断されたおよそのコンピュータ使用環境を疑似体験をしてみよう。操作ミス時のビーブ音は聞こえないけれども、おそらく、ワープロや表計算などは何も支障なく使えたであろう。このことから、聴覚障害者がコンピュータを利用できることの可能性を察することができる。

国立の筑波技術短期大学では情報処理を専門とする人材育成を目指して、聴覚障害者に技術教育を行っている。こうした現場に立つと、聴覚障害者とコンピュータというかわりに問題点が存在しないわけでもない。また、来るべきマルチメディア社会において、聴覚系を多用するインタフェースが出現した場合には、あらたな問題点も発生するであろう。本稿では、情報処理教育を担当する立場からこうした問題について解説する。

## 2. 聴覚障害者と情報処理

ここで説明する聴覚障害者は、筑波技術短期大学の入学許可条件である両耳聴で60dB以上、そのほとんどが90dB以上という重度の聴力損失を示し、かつ音声言語による日常会話がきわめて困難である人々を指すということをあらかじめ断っ

ておく。こうした聴覚障害者の情報処理教育での問題は大きく分けて2つある。第1は、聴覚系が遮断されているがゆえに音声言語に依存する教育方法が活用できない点であり、第2はコンピュータを利用する場合のユーザ・インタフェースの在り方の問題の問題である。前者については特殊教育の問題として、あるいは教育工学の研究課題として多くの関心を集めるであろう<sup>1), 2)</sup>。一方、本誌で関心をもたれるのは後者であろうからここでは後者の問題を重視したいが、その前に聴覚障害者の情報処理教育の現状について簡単に触れておく。

## 2.1 教育におけるコミュニケーションの現状

情報処理教育における健聴者の学校と最も相違するのはコミュニケーションの方法である。聴覚障害教育で使われるコミュニケーションには、残存聴力の活用以外には表-1に示す方法がある。

意志伝達の方向という観点から見ると、即応性のある口話、手話、指文字は教官からも学生からも連絡し合えるという意味で双方向性がある。一方、OHPや字幕入りビデオはあらかじめ伝達内容をフィルムや磁気テープに記録しておかなければならないという意味で、教官から学生への単方向的伝達法である<sup>3)</sup>。また、教室内コミュニケーション装置とは、学生の机上にタブレットと入力ペンを設置し、質問や解答を大型モニタに表示する設備である。板書と同様に伝達速度は遅いけれども確実に意志を伝達できる。さらに、聴覚代行器とは音声や警報を視覚や触覚のチャンネルを介して代行伝達する装置であり、教官から学生への単方向的伝達手法である。しかし、この機器は試作研究はあるものの実用の場に導入されている例はない<sup>4), 5)</sup>。

即応性と特別な器具を必要としないという視点からは、口話、手話、指文字の用途が高い。これ

† State of Education for Information Processing and Software for the Hearing Impaired by yutaka SHIMIZU (Department of Information Science, Tsukuba College of Technology).

†† 筑波技術短期大学電子情報学科

表-1 聴覚障害者とのコミュニケーションの方法

音声言語代替伝達方法	表現力	速度	即応性	明瞭さ	使用訓練	準備
口話	音声言語と同じ	速い	よい	悪い	要	必要なし
指文字	50音文字	手話より遅い	ややよい	よい	要	必要なし
手話	新語に対応できない	速い	よい	よい	要	必要なし
板書	自由	手書き速度	悪い	極めてよい	不要	チョークと黒板
OHP・字幕付きビデオ	自由	速い	極めて悪い	極めてよい	不要	フィルムやテープ
コミュニケーション装置	自由	手書き速度	悪い	極めてよい	不要	タブレットとCRT
聴覚代行器	音声言語と同じ	発声と同時	よい	技術による	要	特殊装置

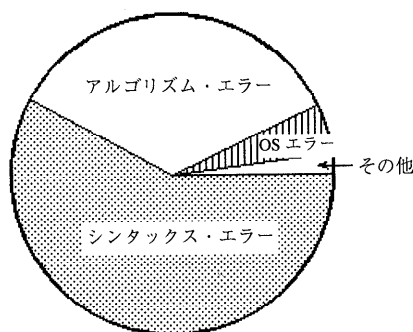


図-1 プログラミング実習におけるエラーの種類

らをさらに外観してみると、伝達の正確さという点では指文字や手話は口話より優れている。さらに、速度的には手話は指文字より勝るが表現の数という点では文字体系に従う指文字の方が多い。したがって、音声言語の代替表現という位置づけとしてはこの3つは相互に補完しあって併用され、現在最も日常的に使われている。

また、一般健聴学生の講義におけるのと同様に、内容を理解させやすくするという目的では数式や図表で説明する板書、OHPやビデオが必要であることは言うまでもない。

## 2.2 聴覚障害学生のソフトウェア・エラーの特徴

「聴覚障害者がコンピュータを使用する場合に障害となる特殊要因は存在するのであろうか?」。この問に対する答えの1つは、聴覚障害学生がプログラミング実習時に示すエラーの傾向を把握することであろう。筆者はここ数年、聴覚障害学生にプログラミング教育の実習を行っている。この経験から学生がプログラミング実習時に犯すエラーがどんな種類のものであったかを分析してみた。図-1にその結果を示す。

図-1から明らかなように最も多い誤りはシンタ

ックスエラーであり、ほとんどはタイプミスやステートメントの記憶違いである。次に多い誤りはアルゴリズムに関するものであり、途中でトラップさせたり、ループから抜け出せずにいたりする。残りはOSとのオペレーションに関する誤りで、ファイルを消去してしまったりする。さらに、きわめて僅かではあるが、特殊キーの操作を誤って入力モードを混乱させたり、実行中のプログラムを強制的に停止させたりしてしまうという操作エラーが見受けられる。

ここに示した結果はコンピュータを利用する初心者がごく普通に示す傾向と同様であって、健聴者にも共通すると考えられる。また、ワープロや表計算ソフトなどのアプリケーションを実習させた場合でも、聴覚障害者の思考や操作は健聴者と何も変わるところは認められなかった。

それでは、何が問題なのであろうか。以下に聴覚障害者特有の事例を説明する。

### (1) キーボード入力のミス

ビープ音が聞こえないため、キーボードバッファを溢れさせても気づかずにうち続ける。場合によってはシステムをハングアップさせる。

### (2) 指示操作のミス

たとえば、ファイル格納など操作において指示手順にミスがあるとビープ音による警告がある。しかし、それに気づかないためいつまでも同じ操作を繰り返す。主として、GUI型のOSで問題となる。

### (3) プログレス情報表示の認知

ジョブの区切りに発生される音響マーカを活用できない。たとえば、HDのフォーマットやフラグメンテーション除去などはその完了までには長い時間が必要であり、ジョブ完了時に終了

表-2 聴覚障害者用ソフトウェア/ヒューマン・インタフェースの対応状況

対応技術	方式	内容	研究機関など
ビーブ音	画面フラッシュ	vi エディタの ESC キーによる画面切り替え状態の警告用, ソフトウェア的, UNIX OS 全体には使えない	Open Windows + vi 環境
		Windows 95 の付加機能で ShowSentry 機能をセット, 日本語対応かどうかは不明	Microsoft
	触覚マウス	マウスに触振動子を埋め込みビーブ音を振動で標示, Macintosh 用に試験, ハードウェア的	筑波技術短期大学
	キーボードのタイミング調整	Access Dos の転用, 本来肢体不自由者用のものであるが, キーボードバッファあふれによるビーブ音をキー入力タイミング調整で代用する, ソフトウェア的, MS-DOS 用に市販	Wisconsin 大学
チャット	タブレット	手書き入力による文字や図形のオンライン情報交換, ファックスの代わりをなす	Stanford 大学
音声提示	テキスト変換	テキスト読み上げを文字そのまま画面提示, スピーチボードの代替というよりも標示情報そのものを意味する, 読み上げている箇所をカーソルで指示する必要がある	音声認識機能メーカーによる
音響提示	DA 波形視覚化	Windows 95 の付加機能で ShowSounds 機能をセット, 日本語対応かどうかは不明	Microsoft
		コンピュータ作業における音響伝達というよりも, 発声・発語の訓練のため自らの音声を波形やアニメで視覚提示する, 音響表現の視覚化にも転用可能	IBM, 富士通, 松下電器, 学研など

音が流れる。聴覚障害者は視覚的に表示されるプログレスメータを傾注しなければ状態がつかめず、他の仕事との並行に支障を来たす。

これらの経験的事実から、結論としては聴覚障害者のコンピュータ利用者に提示されるエラーや操作を促す音響メッセージの方式に問題があるということが指摘できる。

### 3. 聴覚情報補償の対応状況

聴覚障害者が必要とする情報補償については、これまでにいくつかの指摘があり、補償機器も実用化されている<sup>8), 9)</sup>。ここでは、コンピュータや情報機器を駆使する場合の情報補償に限り現在の状況を説明する。

#### 3.1 コミュニケーション機器の対応状況

##### (1) 電話・ファックス

音声言語によるコミュニケーションが可能な軽度の聴覚障害者は電話を利用することができるので、音声での電話交信を支援するためのシルバーフォンなど各種の音声増幅電話や筆談支援装置が市販されている<sup>8)</sup>。

一般の聴覚障害者の間で最も普及しているのがファックスである。ファックスは健聴者が利用するのと同様に、音声言語によって電話が使える聴覚障害者も利用している。聴覚障害者にとってファックスは、定型の用紙サイズや上質の用紙に鮮明に描くなどの制約なしに使えることを望んでいる。また、通信費用が安いことも当然である。し

たがって、聴覚障害者のファックス利用者は NTT の F ネットサービス (161 または 162 番コールを行い電話局間を ISDN で転送する方式で、誰でも契約ができる) を利用することも多い。

一方、ファックスは装置を設置しなければならないので携帯電話のようなメリットがない。また、用紙に内容を記述するという過程を経るため即時性がない。さらに、ペンや用紙も必要である。これをキーボードで代行する携帯用会話支援装置の開発も伝えられているが、現在のところ聴覚障害者への普及はない。

##### (2) パソコン通信

パソコンを持つ最近の学生はパソコン通信を利用することも多い。方法は健聴者が行っているのと全く変わらない。それゆえ、商用ネットで交流する場合には、相手が聴覚障害者であるか否かを意識することもないし、意識する必要もないであろう。また、高速モデムと付属ソフトを付加することができるパソコン利用者は、いわゆるファックス・モデムの機能を利用している。これは、ファックスのペーパーレス化と情報の電子化を図る手段として有効であるが、パソコンがまだ聴覚障害者の間に広く普及しているとは言えないので、ファックスほど利用されていない。今後、聴覚障害者へパソコンが普及するとともにこのような利用方法も普及すると思われる。

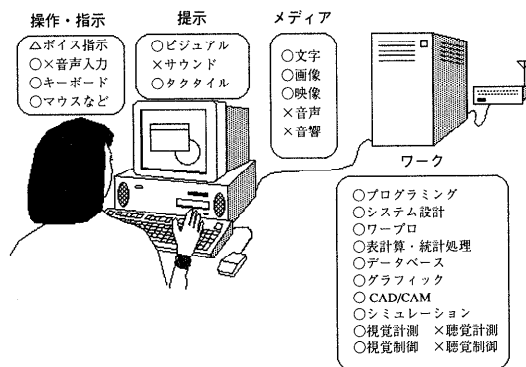


図-2 聴覚障害者の情報処理作業とヒューマン・インタフェース

### 3.2 ソフトウェアやヒューマン・インタフェースの対応状況

現在、障害者のコンピュータ利用という課題は障害者のアクセシビリティというテーマで欧米では積極的な研究展開がなされている。たとえばStanford大学のArchimedesプロジェクト<sup>9)</sup>やEUのTIDEプロジェクト<sup>10)</sup>などがある。それらのプロジェクトに共通する考え方は、個々の障害者に対応する特殊なシステムを構築するのではなく、そのコアは健常者のものと同一であり入・出力方式に対して障害者の特性を配慮したインタフェースを構築するというものである。それゆえ、インタフェースを取り替えれば誰でも利用できるという発想である。我が国でもこうしたアクセシビリティに関する活動が一部で進められている<sup>11)</sup>。

しかし、それらのプロジェクトでは視覚障害者や肢体不自由者がコンピュータアクセスするための技術開発に重点が置かれており、聴覚障害者に対応するものはきわめて少ない。聴覚障害者への情報提示はほとんどの場合は視覚表示が使えるし、また、問題となる音声出力はそれを文字に変換表示すれば代行伝達できるので、課題は音声入力テキスト化である。

このような理由から、聴覚障害者対応技術は現在、きわめて少ないが主たるものを表-2にまとめておく。

#### 4. マルチメディアと聴覚障害者

スピーチ・シンセサイザや音声入力によるインタフェースが多くは取り入れられていないこれまでの環境においては、聴覚障害者のコンピュータ利用についてはさほど深刻な問題とはならなかつ

た。しかし、マルチメディア時代の到来にともなうコンピュータに映像や音響が多用されるとどうなるであろうか。図-2は聴覚障害者がマルチメディア時代に参加できる情報処理作業とヒューマン・インタフェースとの関係をイラストにしたものである。以下に聴覚障害者が好んで使えるもの、困るものについて概観してみる。なお、図に示したタクトイル提示とは触覚を利用した情報提示方式を指す。また、聴覚計測や聴覚制御とは、たとえば、聴覚による仮想現実環境を提示し、それを利用して生産ラインでの製品検査や機器制御などを実施する次世代の作業形態を意味する。

##### (1) GUIは聴覚障害者にとっても有効

GUIによるユーザ・インタフェースはコンピュータの利用環境を簡単にしたといっても間違いではなからう。事実、Mac OSやMS-Windows、X Window SystemなどGUIを積極的に採用している利用環境は、視覚系が正常に機能するユーザにとってはコンピュータに親しみやすくなったことであろう。聴覚障害者にとってもまったく同様であり、GUIは初心の学生がコンピュータに接する際の親和性を高めるのに寄与している。したがって、視覚障害者にとっては不利な利用環境であるGUIは、聴覚障害者にとっては逆に有利なインタフェースである。

##### (2) 可聴化インタフェースの採用は問題

ボイスメールは残念ながら聴覚障害者には利用できない。一方、マルチメディアOSが進歩すると、サウンドを多用したユーザ・インタフェースが現れるであろう。たとえば、ボイスナビゲーションによって操作手順を誘導するとか音声ヘルプを採用するなどといったインタフェースである。もし、このようなインタフェースが普及する場合には、現在のGUI多用型のインタフェースが視覚障害者に不利であるのと同様に、聴覚障害者にとっても新たな問題を提起することになる。

##### (3) 音声操作は方式による

言語習得期以前の幼少時から聴覚障害であった場合には、往々にして発声・発語障害がともない、かれらの発語を聞き取りにくい健聴者もいることであろう。こうした発声訓練のためにはパソコン利用型の訓練機器が市販されている<sup>12)</sup>。一方、情報入力装置として音声入力を考えれば、話しかける相手がコンピュータであるという場合には有効

な使い方もある。たとえば、多くの音声入力装置が現在のように話者限定方式であれば、障害者固有の発声・発話的特徴が存在しているので、これを認識パラメータにすれば健聴者が利用する音声入力と同様に扱えるからである。

しかし、不特定話者対応の入力装置が実用化されるようになった場合、それが利用できるかどうかの見通しは暗い。それは、現在の音声認識装置開発者が、発声・発話障害者の声にまで対応できることを意識しているか否か不明なことによる。また、音声トーンによって、画面操作を指示する操作装置の導入も上と同様な問題がある。さらに、前項でも指摘したように、入力確認のフィードバックが音声でなされる方式は使えない。

#### (4) TV電話は聴覚障害者にも使える

マルチメディアの普及で期待される1つとしてTV会議があげられる。こうした映像伝送技術は聴覚障害者のコミュニケーションにも役立つ。まだ試みの段階であるが、ISDNやLANが存在する環境では実際に手話映像による聴覚障害者のコミュニケーションが試みられている<sup>13)</sup>。しかし、聴覚障害者のためにより利用しやすいものにするには、付加する音声をどう情報化するかが問題として残る。そのため、たとえば人手を介さずに音声をリアルタイムで字幕スーパに変換・表示できる装置の実用化がなど望まれる。

#### (5) 音響化メディアには聴覚補償手段が必要

我が学生がMosaicで提供される情報サービスを見ていた。「きみがよ」というボタンを押してしまっただけはきょとんとしていた。単なるサウンド再生のプログレスメータだけでなく、このサービスに楽譜や歌詞が同時に現れるとかキミガヨ演奏中とかの文字が大きく表示されていれば、このような時間はなかったであろう。聴覚障害者にとってサウンドだけで構築された情報であれば、それにアクセスするか否かは自己判断で決められる。しかし、視・聴覚情報が混在し、かつ、サウンドが理解できないと全体がわからないというストーリーのメディアについては、何らかの聴覚補償手段が必要となる。字幕スーパや手話画面を挿入するのも対応手段であろうし、触覚系を利用したマルチモーダル・ディスプレイの利用も1つであろう。

## 5. おわりに

比喩は悪いかもしれないが、我々がゴルフするのにスコアに差をつけて上手い人とのプレイを対等に楽しむ。情報化社会においても、障害者に対するスコアの差を補償する何らかの技術を開発して、彼らと対等な生活を営まなければならない。スタンフォード大学CSLI研究所のBesty Macken副所長は講演の中で「handicapとはdisableとは異なって克服可能な障害のことである」ということを指摘していた。すなわち、ハンディとはこんな類の解決可能なギャップとして前向きに考える必要がある。

ここで説明した結果からお分かりのように、聴覚障害者対応ソフトウェアの出現は今後の研究開発に委ねられねばならない。ましてや、高齢の聴覚障害者や聴力損失の特殊性に対応するソフトウェアの研究など着手せねばならない課題も多い。マルチメディア社会に向けてそんなには簡単ではないかもしれないが、聴覚を補償するための何らかの手段を今から検討しておかねばならない。その手段とは、健聴者の情報獲得プロセスとは違っているとしても、認知内容や仕事の成果が健聴者と同様になるように工夫すればよい訳である。

本稿に指摘した聴覚障害者の特質を理解され、情報処理技術者・研究者諸兄がこうした聴覚障害者に存在するハンディキャップを埋めるための努力にいくらかでもエネルギーを配分されることを願ってやまない。

## 参考文献

- 1) 小畑修一, 川口 博, 大沼直紀, 石原保志: 聴覚障害者のコミュニケーションの実態とその指導, 筑波技術短期大学教育方法開発センター報告書(1989).
- 2) 都築繁幸: 聴覚障害学生の英語教育とCAI, 信学技報, ET94-87, pp.9-16(1994).
- 3) 石原保志, 小林正幸, 西川 俊, 高橋秀知, 根本匡文, 村沢 勇: リアルタイム字幕提示装置を利用した講義場面における聴覚障害学生への情報補償の試み, 信学技報, ET93-106, pp.1-7(1994).
- 4) Shimizu, Y.: Microprocessor-based hearing Aid for the Deaf, Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol.26, No.2, pp.25-36(1989).
- 5) Shinohra, M. and Shimizu, Y.: Research and

- Development of Assistive Technology for Persons with Sensory Disabilities in Japan, Technology and Disability, Vol.2, No.2, pp.22-36 (1993).
- 6) 聴覚言語障害 (特集号) : コミュニケーションモード, Vol.47, 6月号 (1992).
- 7) 倉内紀子, 福島 智 : 盲ろう者用機器とそのニーズに関する調査・研究, 聴覚言語障害, Vol.21, No.4, pp.127-141 (1993).
- 8) 財団法人テクノエイド協会 : コミュニケーション機器調査研究報告書 (聴覚・言語障害者用機器), 平成4年3月.
- 9) Edwards, A., Edwards, A. and Mynatt, E. : Archimedes Project - The Graphics Interface Project, Enabling Technology for Users with Special Needs, 1994 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '94), Boston, Massachusetts USA p.85 (1994).
- 10) Lundalv, M. : Comspec a Modular and Open Software Platform for AAC Aids on the Drawing-Board, The European Context for Assistive Technology, (I. Porrero & R. de la Bellacasa Eds.) (1995), IOS Press : Amsterdam, pp.41-44.
- 11) 資料「'94 障害者の情報処理教育と就労を考える - びわ湖会議」, 大阪市職業リハビリテーションセンター (1994).
- 12) 資料「こころリソースブック」, こころリソースブック編集委員会, 香川大学教育学部中邑研究室.
- 13) 鎌田一雄, 田上隆司, 稲垣誠一 : 聴覚障害者のための ISDN テレビ電話インタフェース, 画像電子学会誌, Vol.22, pp.484-492 (1993).  
(平成7年1月14日受付)



清水 豊

1942年生。筑波技術短期大学電子情報学科教授。1968年電気通信大学電気通信学専攻科修士課程修了。同学助手を経て1972年通商産業省工業技術院製品科学研究所勤務。同所感覚情報工学課長の後、1991年筑波技術短期大学へ出向。その間1976年から1977年カリフォルニア大学バークレー校客員研究員。工学博士。専門は感覚情報工学, 感覚代行。