

聴覚障害者用情報保障装置の開発と
そのヒューマン・マシン・インタフェース
に関する基礎的研究

手嶋 教之

①

聴覚障害者用情報保障装置の開発と
そのヒューマン・マシン・インタフェース
に関する基礎的研究

手嶋 教之

目 次

第1章 序 論	1
1.1 聴覚障害者の現状	1
1.2 ADA法と情報保障	2
1.3 情報保障手段	4
1.4 文字による情報保障における諸問題	5
第2章 研究の目的	8
第3章 リアルタイム音声文字変換の ヒューマン・マシン・インタフェース	9
3.1 音声認識技術と人間による音声記録方式の比較	9
3.1.1 音声認識技術の現状	9
3.1.2 人間による音声記録	10
3.1.2.1 英語に対する音声記録	10
3.1.2.2 音声記録に関する話し言葉の特性	11
3.1.2.3 日本語ワープロ	12
3.1.2.4 カナタイプ、親指シフトとM式	13
3.1.2.5 点字タイプ	15
3.1.2.6 タッチタイプ	15
3.1.2.7 速記	16
3.1.3 音声記録方式の比較	16
3.2 速記方式の検討とソクタイプ式速記	17
3.2.1 速記	17
3.2.2 速記作業のヒューマン・マシン・インタフェース的分析	17
3.2.2.1 音声の聴取	18
3.2.2.2 音声の符号化	18
3.2.2.3 記録	18
3.2.3 各種速記法	18
3.2.4 ソクタイプ式速記	20
3.3 速記の器械反訳	23
3.4 同時打鍵入力におけるヒューマン・マシン・インタフェースの定性的検討	24

3.5 同時打鍵入力におけるヒューマン・マシン・インタフェースに関する 実験的検討	26
3.5.1 キースイッチ型速記キーボードの試作	26
3.5.2 速記キーボードの入力特性に関する実験的検討	27
3.5.3 速記キーボードの作動力特性の比較検討	30
3.6 考察	31

第4章 文字読み取りにおける

ヒューマン・マシン・インタフェース	34
4.1 最適文字表示方式	34
4.2 表示速度と分かち書きの効果	34
4.2.1 実験	34
4.2.2 考察	35
4.3 スクロール表示とページング表示	36
4.3.1 実験	36
4.3.2 考察	37
4.4 文字の大きさと一画面内の文字数	37
4.5 考察	39

第5章 器械反訳結果修正操作における

ヒューマン・マシン・インタフェース	41
5.1 器械反訳の限界と修正機能の必要性の検討	41
5.2 リアルタイム修正機能に関する考察	43
5.2.1 カーソル操作と速度	44
5.2.2 修正作業と表示画面	45
5.2.3 修正作業に伴う時間遅れ	45
5.2.4 修正用入力装置	46
5.2.5 リアルタイム修正作業の分析	47

第6章 情報保障装置におけるヒューマン・マシン・

インタフェースのまとめ	49
-----------------------	----

第7章 ステノブコンシステム

7.1 基本仕様	51
7.2 システム構成	51

7.2.1	入力部	52
7.2.2	処理部	54
7.2.3	表示部	55
7.3	器械反訳ソフトウェアと速記記号辞書	57
7.3.1	器械反訳ソフトウェア	57
7.3.2	速記辞書管理ユーティリティ	59
7.3.3	漢字辞書	60
7.3.4	分かち書き	62
7.3.5	冗長性を使った入力ミスの自動訂正	63
7.4	器械反訳文章の修正	63
7.4.1	反訳文字修正機能	63
7.4.2	編集カーソル操作コマンド	64
7.4.3	修正用コマンド	66
7.4.4	呈示用コマンド	68
7.4.5	既入力文章の表示と編集	69
7.4.6	修正者養成プログラム	70
7.5	考察	71

第8章 オペレータの養成 74

8.1	速記者の養成	74
8.1.1	ソクタイプ速記者の訓練	74
8.1.2	視覚障害速記者の可能性の検討	74
8.1.3	考察	76
8.2	修正者の養成	77
8.2.1	修正者の養成	77
8.2.2	考察	78

第9章 ステノブコンシステムの評価 80

9.1	性能評価実験	80
9.1.1	実験方法	80
9.1.2	実験結果	80
9.1.3	考察	83
9.2	障害者へのアンケートによる評価	83
9.2.1	アンケート方法	83
9.2.2	アンケート結果	81
9.2.3	考察	86

第10章 考 察	89
10.1 ステノブコンの評価と問題点	89
10.2 全文変換の意義	91
10.3 話者の責任	91
10.4 集会以外での情報保障の検討	92
10.5 他分野への応用	92
10.6 他のシステムとの比較	93
10.7 将来における研究成果の活用	95
第11章 結 論	96
謝辞	98
参考文献	99

第1章 序 論

1.1 聴覚障害者の現状

身体障害者は大きく肢体不自由者、視覚障害者、聴覚障害者及び内部障害者に分れる。肢体不自由や視覚障害は目に見える障害であるのに対して、聴覚障害や内部障害は他者にはわかりにくい障害である。

厚生省の身体障害者実態調査によれば平成3年11月に全国の聴覚障害者は37万人であるとされている¹⁾。これは全人口の0.3%を占める。しかし、実際に聴覚に障害を持っている人はこの数倍以上であると言われており、事実、補聴器の年間販売数が約31万台であることから²⁾、聴覚に障害を持った人の実際の数は300万人とも600万人とも言われている。このように大きな差が生じる理由は、厚生省の実態調査が実際の聴覚障害者全体を反映していないためである。厚生省の調査は障害者手帳の保持者の数である。しかし障害者手帳は障害者本人が申請して初めて交付されるシステムとなっているため、聴覚障害のような目に見えない障害の場合には申請しない人も多い。特に高齢者では耳が不自由になってもそれが当たり前であると考える人が多く、障害者手帳を申請することは稀である。以上を考慮すると実際の聴覚障害者数は数百万人、全人口の数%であると推計できる。

聴覚障害には、聴覚過敏、音方向障害などもあるが、その多くは聞こえの低下である。聞こえの低下を分類すると、難聴とろうに分けられる。聴力レベルが100dB未満を難聴、100dB以上をろうと呼ぶ場合もある³⁾が、厳密に定められているわけではなく、他の定義をする人もある。いずれにしても全く聞こえない人をろうと呼ぶ。また成長してから失聴した人と、生まれつき障害を持った人とでも区別が必要である。そこで、聴覚障害者をろう者、中途失聴者、難聴者に分類して説明する。使用する言語からみると、生まれつきのろう者は難聴者や中途失聴者と全く異なる。

ろう者は、上で説明したように全く耳の聞こえない人であるが、ここでは中途失聴者と区別するために、生まれつき全く耳が聞こえない人達のこととする。ろう者は通常日本語を音声言語として修得していない。そのため手話言語をコミュニケーション手段として使用している人が多いが、その手話も日本語文法と全く異なる文法を持った伝統手話である。日本語は文字言語として修得しているが、日本語文章の読み書き能力が劣る人が多い傾向がある。ほとんどのろう者は日本語の正しい発声ができない。人の成長において最も重要な幼児期において、耳から全く情報が入らないため、精神的成長が遅れることもある。

それに対して日本語を音声言語として修得した後で聴力を失った中途失聴者では、主として使用する言語は日本語文章である。その多くは日本語を正しく発声できるが、自分の発声をフィードバックできないので少しずつ崩れていく。手話を使用する場合も、日本語文法を基本とした日本語対応手話を使用することが多い。

ある程度音が聞こえる難聴者では、補聴器によって大きく改善する人と補聴器が役に立

たない人がいる。音声の伝達に原因のある伝音性難聴の多くは、伝わる途中になんらかの原因で音が小さくなっているものであり、補聴器によって音を大きくすることによって音声のある程度理解することができる場合が多い。そのため使用するコミュニケーション手段は日本語音声を中心となる。それに対して聴神経等に原因をもつ感音性難聴の場合では、音は単に小さくなっているのではなく歪んでおり、補聴器を使用して音を大きくしても音声として認識できないことが多い。その場合には口話と補聴器を併用したり、文字言語を使用したりする。いずれにしても日本語が基本となる。幼児期の難聴に気付かないとやはり精神的発達に阻害される場合がある。

聴覚障害者において最も重要な問題が情報の欠如である。人間の受け取る情報量で比較すると、聴覚から受け取る情報は視覚から入る情報の次に情報量が多い。例えば幼児期において言語はまず音声から獲得するように、発達時における音声の果たす役割は重要である。

健聴者と聴覚障害者が1対1でコミュニケーションをする場合には、健聴者側がはじめから聴覚障害者に適した方法で行えばよい。それに対して例えばマスメディアなどから一方的に流される情報では、受け手が聴覚に障害があるかないかにかかわらず、音声で伝達されることも多い。このようなマスメディアなどからの情報量は非常に多いが、聴覚障害者にとっては利用できず、1対1のコミュニケーションや文字媒体により情報を入手している。このような音声の情報を聴覚障害者に伝達できる形にすることを、情報保障と呼んでいる。

健聴者と聴覚障害者がコミュニケーションをとるためには、手話言語や文字言語などの音声以外の手段に翻訳する必要がある、その際に情報が削られたり、歪んだりすることが多い。これらの聴覚障害者の使用する言語と音声との翻訳は多くの人手がかかるため、聴覚障害者の要求に十分に答えられていないのが現状である。

1.2 ADA法と情報保障

1990年に米国でADA法という画期的な法案が成立した⁴⁾。これは障害によって差別することを明確かつ包括的に禁止した法律であり、特に公共サービスや民間公共施設、雇用、交通、電気通信などにおいて差別を禁じている。ここで民間の宿泊施設、レストラン等の食事を提供する施設、映画館その他の娯楽施設、パン屋、食品雑貨屋、衣料品店、ショッピングセンター、レンタル施設、銀行・ガソリンスタンド・病院・旅行代理店・コインランドリー等のサービス施設、博物館、図書館、美術館、公園、遊園地、教育施設、体育館、ゴルフコース、ボウリング場などはすべて公共的施設に含まれる。すなわちほとんどすべての場において差別が禁止されていると考えてよい。この法律の目的は、①障害者差別をなくすための明確かつ包括的な国家的命令を設けること、②障害者差別に対処する明確・強力で一貫性のある施行可能な基準を設けること、③基準を障害者に代わって施行する面で連邦政府が中心的な役割を果たすことを保障すること、④障害者が日々直面する差別に

対処するため議会の権限を行使すること、である。この法律は世界のどの福祉国家よりもすずんだものであり、福祉先進国の北欧諸国においてすら同様の法律の実現が切望されている。

ADA法は公共サービスにおいて、聴覚障害者に対するなんらかの情報保障を用意することを規定している⁹⁾。例えば電話においては電気通信リレーサービスを用意しなければならない。この電気通信リレーサービスとは、聴覚障害又は言語障害を有する個人に、聴覚障害又は言語障害のない者が有線もしくは無線による音声通信を用いて通信する能力と機能的に同等の方法で、通話相手方と有線もしくは無線による通信を行う能力を提供する電話送信サービスを意味する。複数の電話がある場所では、その中に上記のサービスが受けられる電話が最低1台なければならない。また、全部又は一部が連邦政府機関もしくは連邦政府の出先機関によって制作もしくは提供されているテレビ公共サービス広報には、それに字幕を付けなければならないとしている。実際米国でのテレビ番組における字幕付き番組の割合は90%を越えると報告されている。

それに比較して日本の福祉は大きく遅れている。エレベータやエスカレータの設置してある公共施設は少なく、車いす使用者などにとっては利用しづらい。公共バスにおいても車いすの使用できるリフト付きバスはほとんど走っていない。雇用では、雇用機会においても賃金においても多くの障害者差別が残っている。日本においてもADA法のような障害者差別を禁ずる法律の早期実現が望まれている。

日本における聴覚障害者への情報保障に関しても未だほとんど何もなされていないに等しい状況である。日本では安価なファックスが普及していることから、通信にはファックスが使用されることが多い。それでも相互通信の可能な電話を使用したリレーサービスに対する要望も強いが、日本ではリレーサービスは未だ実現されていない。テレビやラジオ、映画は原則的に聴覚に障害がないことを前提としており、字幕や手話のついている番組は全番組の数%にとどまっている。字幕付き番組を見るためのアダプターも高価であり、かつ対応している機種が少ないので選択の余地がほとんどない¹⁰⁾。そのため情報の問題だけでなく、楽しめるレクリエーションも限られる。また講演会や討論会等においても聴覚障害者団体等が主催している場合には情報保障は行われているが、それ以外の場合には全く行われない。

聴覚障害者への情報保障のほとんどは登録手話通訳者などの少数のボランティアに頼っているのが実情であり、公共サービスとしての情報保障は実現されていない。それどころか選挙の際の政見放送においては、手話通訳者をいれることは公職選挙法で禁止されている。また街頭演説ではその内容を要約筆記等で文字表示することも禁止されている。このように、選挙においては逆に情報保障を禁止するという差別を法律で規定している。そのため聴覚障害者の社会参加が阻害されているのが現状である。

1.3 情報保障手段

聴覚に障害を持つ人々に対して音声情報を伝達する手段は、その人の持つ聴覚障害に対応して様々な方法が使用されている。その手段は、①手話言語を利用する手段、②音声言語を使用する手段、③文字言語を使用する手段、④読話、の4つに大きく分類できる。

幼児期の言語の獲得は主として聴覚を通して行われるため、先天的に又は就学以前に聴力を失ったろう者は、日本語を十分に獲得していない場合がほとんどであり、文章読み取り能力も高くないことが多い。そのためろう者は日本語とは異なる言語である「手話」を使用してコミュニケーションをとることが多く、音声情報を伝達する手段としても手話通訳を使用することが多い。このろう者の使用する手話の文法は日本語とは異なり、名詞や動詞、形容詞を並べているだけにすぎず、助詞や助動詞に対応するものはほとんどない。例えば、「私は海へ行く」と言う時には、「私、海、行く」と単語を並べて、それらを顔の表情や身振り・手振りなどでそれらの接続関係を補足している。主語や述語の位置も特に定まっていない。例えば先の文章は「私、行く、海」とか「海、行く、私」などでも良い。そのため慣れないと細かなニュアンスを表現したり、正確に意図を読み取ることは難しい。そのため、ろう者の中で手話のできない人も多い。

中途失聴者や難聴者も手話を使用することがある。これは情報伝達速度の観点からみると、文字情報では非常に速度が遅いのに対して、手話は音声と同等の速度を持つためである。但し、他のコミュニケーション手段を持つ中途失聴・難聴者にとってはろう者の使用する手話は習得が難しいため、中途失聴・難聴者でも覚えやすい手話を使用している。ろう者の使用する手話が伝統手話と呼ばれるのに対して、これは日本語対応手話と呼ばれ、日本語と同じ文法構造をしている。近年は聴覚障害者への手話通訳サービスも伝統手話と日本語対応手話の両方を同時に行うことも多くなってきている。

聴覚機能が残存する難聴者では音声を利用した情報保障手段を使うことが多い。音を拡大して伝える補聴器や、磁気信号を使用して音声を補聴器に伝達する磁気ループなどである。補聴器は必要な音声だけでなく周囲の雑音をも拡大するため、雑音の多い環境ではうるさいという問題がある。また、難聴者では低音域に比較して高音域の聴力レベルが落ちている人が多いが、補聴器を調整して使用者に合わせなければ、補聴器は周波数に関係なく音を大きくしてしまうので、低音域が拡大されすぎる問題もおこる。このように現在の補聴器はまだ十分でなく、デジタル処理を行う補聴器なども研究されている。但し、音が小さく聞こえるだけの人には補聴器が使用できるが、音が歪んでしまう症状の障害では音を大きくするだけの補聴器を使っても音は聞こえるが内容がわからず、コミュニケーションは難しい。補聴器の最大の利点は、使用の際に特別な訓練を必要とせずに簡単に使用できることである。

音が歪んでしまうが聴神経は問題ない人に適する方法として人工内耳がある。これは音を処理して直接聴神経を刺激する方法であるが、このとき感じる音は聴力を失う前に聞いていた音とは全く異なる。そのために感じる音と実際の音や声とを対応づけたり、読話を

併用する訓練が必要である。

日本語を獲得した後に聴力を失った中途失聴者や補聴器が使用できない難聴者では、文字言語を使用して情報を伝達する⁹⁾。聴覚障害者のために、講演や会議などの話を聞いて要約し、OHPなどを使用して文字で視覚的に伝える奉仕活動を要約筆記とよんでいる。1、2人に対する場合にはノートなどの上に文章を書いて（ノートテーク）通訳し、多人数に対する場合はOHPシート上に書いた文章を投影して音声情報を伝える。

読話は人の発声する口の動きから言葉を理解する方法であるが、通常読話だけですべて理解するのは非常に難しい。そのため読話は他の情報保障の補助手段として使用されることが多い。特に補聴器を使用している難聴者では読話との併用で内容の理解が深まることが知られている。

このように対象者によって必要とする情報保障手段は異なる。そのため多数の聴覚障害者が集まる場所での情報保障では、様々な方法が用意されなければならない。また、複数の情報保障手段を組み合わせる人も多い。

テレビにおける情報保障も同様である。テレビ音声を用いて伝える方法と、手話を使用する方法がある。しかしこれらの情報保障を行っているテレビ番組は非常に少ない。特にアニメーションでは読話ができないため、内容の理解は困難を極める。

1.4 文字による情報保障における諸問題

聴覚障害者は音声で会話をできないので、文字を有効に利用していると思われがちであるが、筆談のような文字によるコミュニケーションが難しい人の方が多い。ある大都市の障害者福祉センターでそこを利用した聴覚障害者を分類したところによれば、コミュニケーションが音声言語又は文字言語を用いて十分可能な人は5%しかおらず、音声言語は活用できるが言葉の理解が劣り正確な筆談が難しい人が15%、残りの80%は筆談は意味不明だという報告がある⁹⁾。これは極端すぎるのでおそらくろう者だけについての集計だと推測するが、文字言語の意味を十分に把握できる聴覚障害者は決して多くない。

聴覚障害者の中でも中途失聴・難聴者は文字によってコミュニケーションをとることが多い。文字による情報保障手段として使用されているもののひとつにOHPを使用した要約筆記がある。これは十人程度から数百人の障害者に音声情報を伝達するために使用されている。要約筆記は3名または4名の要約筆記者が1組となっていく。長時間の筆記を行う時は2組で交代して行く。透過型のOHPの上に透明ロールシートを置き、その上に文章を記入していく。要約筆記者は一人が主となって書き込み、もう一人がその補助をして書き切れないうところを補ったりする。一人はOHPの上側に座り、透明ロールを張り、また順次巻き取っていく役割を持つ。できるだけ多くの情報を書込むために、「中途失聴者」「要約筆記」など良く使用される数語は全国共通の略号で記される。また箇条書きにしたり、矢印などを使ったりする。また音楽のときは音符記号を書くなど、見ている人の

理解を助ける各種のテクニックを使用する。

ノートテークやOHPによる要約筆記などのような文字による情報保障手段は、中途失聴者や難聴者に広く使用されているが、多くの問題点も有している⁹⁾。以下では聴覚障害者からみた問題点、話者からみた問題点、筆記者からみた問題点の3つの観点から述べる。以下、要約筆記に関して中心として述べるが、他の文字による情報保障でもほぼ同様である。

音声を文字で読んでいる聴覚障害者側からすると、要約筆記には不満が多い。その主たる原因は要約筆記の情報伝達速度が非常に遅いことにある。文字を筆記する速度は発話の速度に比較して非常に遅い。通常の話の速度は漢字かな交じり文に換算して300~350字/分程度である¹⁰⁾のに対し、書き取り速度は50字/分程度である。そのために通常の話で話された言葉の約15%を文字で記述できるにすぎない。この点が「要約筆記」と呼ばれている理由である。熟練した筆記者であれば、重要な部分を抽出することにより発話の内容の3割程度が伝えられると言われている。定量的に3割の内容しか伝えられていないことが検証されているわけではないが、要約筆記を見ている聴覚障害者が話の内容を十分に理解できていないことは、多くの事例が示している。逆に話の内容の重要な点だけを伝達できるとは限らず、慣れない筆記者の場合には意味の無いことばかりを伝えることもある。またすべてを書こうとしすぎる余りに、文章が最後まで終わらなったり、ただの箇条書きになってしまったりすることもある。また十分に訓練を受けた筆記者でないと、筆記者の主観が混入したり、主旨を取り違えてしまって話と全く逆のことを伝えてしまう場合もある。話を早く書こうとするために文字がなぐり書きになり非常に読みにくいこともある。このような理由から、要約筆記を見ている聴覚障害者に話の内容が正確に伝わらない場合が多い。

内容が正確に伝わらない点に関しては話者も不満を感じる。聴覚障害者の場合は話の内容がわからない場合も原因が要約筆記だとははっきりわからない。それに対して話者の場合は、自分の話した内容と全く違う主旨の文章を書かれたり、自分の意図したニュアンスが伝わっていないのを目の前で見ると、要約筆記に対して強い不信感を抱く。

筆記者側からすると、要約筆記は重労働の割に報われない作業である。文章を速く書こうとするために腕が腱鞘炎などになることも多く、また下から強い光をあてたOHP上の透明フィルムに文字を書くため、眼に悪影響が出やすいなど、健康上の被害が大きい¹¹⁾。精神的にも、話の内容の重要な点を要約してできるだけ速く書くという苛酷な労働であるため、強い緊張を必要とし、ストレスの原因となる。要約筆記者は通常ボランティアであって、なんの報酬も受けない。そのように苦勞して筆記しても、上記のように聴覚障害者からも話者からも不満をぶつけられる。特に話者からの批判はボランティアである筆記者のプライドや意欲を損いやすい。

このような要約筆記の問題を改善する方法として、話者に非常にゆっくり、場合によっては一文ずつ中断しながら話をするように求めることがある。しかし、聴衆が聴覚障害者だけであればそれでもよいが、聴覚障害者の社会参加を考えると、一般の健聴者に対する講演会等に聴覚障害者が参加する状況での対応が望まれる。この場合、健聴者にとっては

非常に遅い話はしばしば退屈であり、間延びしているように感じられる。それが原因で、健聴者が聴覚障害者を講演会等から排斥するようになってはならない。そのため、健聴者に対して話す速度での話が文字化できることが望ましい。また、ゆっくり話をはじめても、話が進むにつれて段々早口になってしまう話者は多い。

これに対して英語圏では、話を記録することは比較的容易であり、このような問題は起きていない。特に近年はステノタイプという速記とコンピュータを組み合わせることにより、英語の話の全文を文字で表示する情報保障システムが使用されている。しかし言語の異なる日本では、このシステムをそのまま使用することはできない。また、このようなシステムは言語の特徴に強く依存しているため、そのノウハウをそのまま日本語用として利用することも難しい。

以上述べてきたように聴覚障害者の情報保障に関しては、各人にあった方法で広くサポートされることが望まれているが、未だ十分に実現していない。特に中途失聴・難聴者のための要約筆記に関しては、要望が多いにもかかわらず多くの本質的な問題点を有している。ここでもしも内容を要約せずに話した全てを文章として即座に表示するシステムが英語と同様に日本語でも実現できれば、細かなニュアンスまでも聴覚障害者に伝達することができるとともに、要約筆記者の主観も入る余地はなく、聞き手である聴覚障害者の持つ不満は解消し、非常に有効な情報保障手段となり得ると考える。

第2章 研究の目的

前章の考察に基づき、本研究の目的は、音声を要約することなく全文を即座に文章として表示する情報保障装置を開発することとする。具体的には、千数百人の聴覚障害者が参加する障害者団体の会議や、少数の聴覚障害者が一般的な講演会などに参加する場合、また数人の聴覚障害者が参加する小規模な集会などにおいて、講演者や発言者に対して話を中断させたりゆっくり話させることを強制せずに、話をすべて文字として聴覚障害者に呈示することにより、聴覚障害者の社会参加を促進するシステムを開発する。

開発するシステムの基本仕様は以下の通りとする。

- ・通常速度（漢字かな交じり文で300～350字／分程度）の話の全文を文字として表示する。
- ・話されてから文字として表示するまでの遅れはほとんどない。
- ・使用場面に応じて数人から千数百人の聴覚障害者に対応する。
- ・一般の会議室やホールなどで使用する。
- ・手話など他の情報保障手段と共存し、補いあって使用される。
- ・将来的に全国で百台規模の普及を目指すことのできるシステムとする。

このようなシステムの開発のためには、まずリアルタイムで音声を文字に変換する方法および聴覚障害者の文章読み取り等に関してヒューマン・マシン・インタフェースの観点から検討を行う必要がある。しかしこれらの問題に対して一般化された基礎的研究は行われていない。そこで、上記のヒューマン・マシン・インタフェースに関する研究を行うことにより、リアルタイム音声文字変換や聴覚障害者への最適文章呈示などに関する基礎技術を明確化することを、本研究の第2の目的とする。

第3章 リアルタイム音声文字変換のヒューマン・マシン・インタフェース

本研究目的を実現するためには、音声を要約せずにリアルタイムで記録し、それをリアルタイムで文字化する必要がある。ここで「リアルタイム」とは、「話を文字で読む障害者が違和感を感じない程度の時間内に」と定義する。「違和感を感じる」までの時間は人によっても条件によっても異なると考える。話が終わって周りが拍手をしているのにまだ文字表示されている場合や、図などを指し示しながら説明している場合には、数秒の遅れであっても気になる。しかし通常の話の状況では、10秒程度の遅れは気にならないことが多い。そのためここでは「リアルタイム」とは話されてから10秒以内とする。

3.1 音声認識技術と人間による音声記録方式の比較

まず音声を要約せずにリアルタイムで記録する方法に関してヒューマン・マシン・インタフェースの観点から検討する。この場合リアルタイムで記録するためには、①音声が発せられてから記録までの時間が短いこと、②話す速度に追従して記録できること、の2点が必要となる。その方式は大きく、コンピュータによる音声認識と、人間が認識した音声をなんらかの方法で記録する方式の2つに分けることができる。そのほか、音声の記録に広く使用されているテーブ録音は、文章化するためには後でテーブ起こしという作業が必要であり、情報保障に必要なリアルタイム性に欠けるためここでは議論の対象からはずす。

3.1.1 音声認識技術の現状

音声認識は、コンピュータや専用電子回路を用いて音声を分析することにより人間の発声する言葉を聞き分ける技術である。この技術によって人が機械に命令する際に音声を使用できれば、専門的な操作の知識無しでも機械を操作できるようになり、多くの利点が生まれる。また電話によるチケット発券システムや案内システムなど用途は非常に広い。そのため多くの企業が音声認識研究を行っている。

音声認識の手法としては各種提案されている^{12),13)}。また、認識を補助するために日本語の文法解析や意味解析も使用されている。しかし、人間の発声する声は現象的に複雑であり、音声認識技術の実現は容易でない。その現象としては、例えば同じ言葉を発声しても発声者が変わるとスペクトルパターンが大きく異なる。また発音記号が同じ音でも前後の音によってスペクトルパターンは変化する。特に子音のパターンは前後の母音によって大幅に変わり、発音記号に対応するような子音固有のパターンは見出し難い。またスペクトルパターンは時間的に連続して変化し、どこまでがどの音に対応するか明確でない。同じ発声

者が同じ言葉を話しても、話す速度が変わるとスペクトルパターンが異なるという現象もある。このような種々の変動現象が音声認識技術の実現を妨げている。そのため現状では、誰が何をどのように発声しても人間と同じようにうまく認識できる方法はまだ見つかっていない。

そこで現在の音声認識では、前記の音声の変動の問題を避けるために、話者を限定したり（特定話者）、語彙を限定した条件下で使用できる段階に止まっている。ここで語彙を限定しているとは、1000語程度が目安となる。不特定話者の音声認識も開発されているが、認識精度は低く、実用までは至っていない。

この音声認識技術をリアルタイム音声記録に利用することはできない。その理由は、第1に、特定話者だけに限定されていたり特定語彙しか使用できない現在の状況では有効に利用することはできない。また話者の話し方や内容を制限するようでは使用されない。第2に使用が想定される場所は、話者の音声のみという理想的な状況でなく周囲から雑音が入るが、現在の音声認識技術ではそのような雑音の影響下では認識が大幅に低下する。特に環境音が声の場合、どの声か求める声かを判断することは機械には困難である。第3に聴覚障害者の大会などでは発声が歪んでいる中途失聴者が話すことも多い。この歪んだ音声まで正確に認識することは現在の技術では不可能である。すなわち現在の音声認識技術ではリアルタイム性は実現できるが、記録の正確性に難があり、多くの制限の下でしか使用できない。

しかし十数年ないし数十年後には、不特定話者非限定語彙の連続音声に対する音声認識技術が実用化し、聴覚障害者への情報保障の中心的役割を担うと期待している。

3.1.2 人間による音声記録

前述のように機械による音声認識が困難な現状では、音声の認識は人間が行う以外の方法はない。すなわち人間が音声を認識し、その音声をなんらかの方法で記録する方式である。この音声の速い速度に追従して記録できる方式を検討する必要がある。この記録法に関しては各種日本語ワープロなど、いくつかの方法がある。記録速度とヒューマン・マシン・インタフェースの観点から各方法について検討する。

3.1.2.1 英語に対する音声記録

英語圏においては通常の話速の会話であれば、熟練したタイピストは記録することができる。英語での優秀タイピストでは50ワード/分（300打/分）の入力が可能である。通常の英文タイプの配列（QWERTY）は、以前のタイプライタの構造上あまり早く入力できなくなるように規定されたものである。そのため、例えばDvorakキーボード（図3.1）のような効率を上げた入力装置では、より速い入力が可能であり、最高記録は182ワード/分に達するという¹⁴⁾。英語ではこのように通常タイプライタで比較的速い入力が可能であり、話を記録することが可能である。このことより、英語は音声記録の容易な言語であることがわかる。それに比較して日本語は音声記録が難しい言語である。

3.1.2.2 音声記録に関する話し言葉の特性

まず音声記録する際に問題となる話し言葉の特性について十分な検討をする必要がある¹⁵⁾。ここでは特に音声記録のヒューマン・マシン・インタフェースに関して重要な点に関してのみ述べる。

まず、話し言葉の特性の1つは、その流動性にある。音声は発声されるとその次の瞬間には消えてしまう。記録者は主に聴覚を持って受け取り、限定された範囲（全体の要旨、部分的な印象、限定された単語など）を記憶できるにすぎない。話し言葉の速度は定速でなく絶えず変動している。そのため瞬間的に超高速になったり、よく聞き取れなかったりすることがある場合には、記録者はすべての音声を誤りなく記録するために、ある量の言葉のある時間保持しておいて、発言速度が落ちたときに処理する。この場合に音声が発せられたから記録されるまでに遅れが生じる。この遅れは通常では最大3秒以内である。

通常話し言葉は音韻的に正確な音声でなされるとは限らず、個人的又は地方的な崩れ・歪みがある。特に地方的な崩れとしての方言は大きな問題となる。方言がわかる記録者にとっては記録は問題無いが、その方言に慣れていない記録者では記録は非常に難しくなる。その理由は、人間はすべての音声を正しく聞いているわけではないからである。正しく聞こえなかった部分は、文法的知識や話の内容によって補っている。文法的にも意味的にも慣れていない方言では、聞こえなかった部分を補うことができなくなる。また多くの音声記録方式は標準的日本語を前提としてそれを高速に記録することを目的に開発されているため、方言特有の言回しが多くなると音声記録速度が遅くなる傾向も見られる。

話し言葉には必ず身振りや表情などの音声補助手段を伴う。通常の表情であってもそのことが意味を持っている。記録者は電話などの特殊な場合を除き、音声と共に表情、身振りを視覚的にとらえて、総合的に話者の意図を理解する。

話し言葉には必ずイントネーションや音色が付随し、間が入る。イントネーション等は話者の意思、感情等によって違いが生ずる。また間は言いどみや言葉の表現上・構造上現れる。このように話し言葉には表情や感情がある。音声を記録することは可能であるが、この感情までも記録することは難しい。

話し言葉は、常に聞き手が存在することを前提としてなされる。その聞き手の反応に即応して進行していく。講演のような独話形式でさえ、聞き手の表情や反応、拍手等とは無関係になされるものではない。この聞き手の存在、反応によって、話者の心理や言葉の構造に微妙な影響が生じる。音声の文字化に際してリアルタイムで行えない場合には、話者と聞き手の反応にずれが生じ、話に影響することもある。

聞き手が存在するために、話者と聞き手の双方が同時に認識し得る場面環境を利用する

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Q W E R T Y U I O P
A S D F G H J K L
Z X C V B N M , .
```

(a) QWERTYレイアウト

```
7 5 3 1 9 0 2 4 6 8 =
? . P Y F G C R L /
A O E U I D H T N S -
, Q J K X B M W V Z
```

(b) DSK(Dvorak)レイアウト

図3.1 QWERTYキーボードとDvorakキーボードのキー配列

ことが多い。例えば黒板やスライド等を利用し、それを差し示す場合などである。この場合は音声上は指示代名詞のみが使用される。したがって、その場面にいない者にとってはその意味がわからなくなる。音声の文字化において、この場合でもリアルタイム性は重要である。しかし、音声記録の面からするとその指示代名詞の差し示す内容まで記録することは通常不可能である。

話し言葉は書き言葉とは構造上の大きな違いがある。まず話し言葉は一般に文が短い。国立国語研究所の調査によれば、小説や新聞記事が1文が平均14～18文節で構成されているのに対して、日常会話や講演では平均4～9文節で構成されているという¹⁵⁾。但し、言語は絶えず変化しており、今後もこの傾向が続くとは限らない。実際講演等では、「～でありますけれども、…」とか「～で、それで…」のように1つの文章を終了せずに次々と複数の文章をつなげてしまい、1文が1000字を越える話し方をする人も増えている。

また他の特徴としては、話し言葉には省略表現が多い。正式な略し方であるとは限らず、その人独自の省略であると、記録者は戸惑ってしまう。ただ聞いているだけであれば1度目には理解できなくともあとで内容が理解できればかまわないが、音声を記録するためには初出時から理解できないと困る場合が多い。

無駄な言葉が多いことも大きな特徴である。「え～っと」や「まあ、」など意味のない言葉が多く、一般的にはこれらをすべて記録する必要はない。その言葉が話者の感情を表現している場合には、意味がなくとも記録することが要求される。同じ言葉を繰り返したり、同じ内容を言い直すことも多い。これも場合によっては記録する必要はない。

また、日本語として正しくない場合も多い。語順が変化したり、倒置表現や、途中で挿入したりあとで補充したりする形をとったり、接続助詞で文が終わってしまうことも多い。文の初めと終わりが対応しないことや、主語と述語が対応しなかったりすることも多い。近年は慣用句を間違った意味で使用したり、漢字を間違った読みで発声したり、あとに否定型がこなければならぬ語を使用しているにもかかわらず肯定型をとったりと日本語が崩れている現象がある。

3.1.2.3 日本語ワープロ

日本語ワープロは現在もっとも普及している文字の記録手段である。日本商工会議所の行っている「日本語文書処理技能（ワープロ技能）検定試験」の1級の課題は10分間で900字の漢字かな交じり文をミスを少なく記録することが要求される¹⁶⁾。逆にいえばワープロの熟練オペレータの標準速度は漢字かな交じり文換算で1分間90～100字であることがわかる。これは手書きの50字/分に比較すると速いが、通常の会話の速度300～350字/分には到底及ばない。この日本語ワープロにおける記録速度の最大の問題はかな漢字変換である。通常かな漢字変換においては、かなから最適と考えられる漢字をワープロが選択し、表示する。しかしその漢字が適切でない時には、オペレータが選択肢の中から正しい漢字を選択する必要があり、この作業に時間がかかる。

日本語ワープロを使用した入力技能の全国大会が開かれているが、この大会の優勝者は

100字/分を大きく越える速度で入力することが可能であり、最高記録は200字/分程度である¹⁷⁾。ワープロ辞書を最適にすれば、250～260字/分ならば可能であろうという意見もある。その方法は、日本語ワープロの辞書に非常に多くの語句を登録し、特によく使用される漢字は漢字変換をした際の選択肢の位置まで記憶しておくことによっている。そのためこの速さまで実現できる人は全国でも少ない。このことは実用上重要であり、使用できるオペレータが全国に数人～数十人しかいないようでは情報保障システムを普及させることはできない。また、この速度で長時間入力することは不可能である。

3.1.2.4 カナタイプ、親指シフトとM式

漢字変換を行わないカナタイプについても検討を行った。カナタイプ単体の入力速度に関しては、漢字かな交じり文に換算して150字/分程度は入力可能であることが知られている。しかし、訓練によってどの程度まで入力可能であるかの明確な資料は見つけることができなかった。

そこでカナタイプの入力速度について調査するため、カナタイプを用いたテープ起こしを行っている(社)日本盲人職能開発センターに行き、そこでT氏を紹介してもらった。現在T氏はカナタイプを使用していないためタイプ速度が落ちているので実際に入力速度を測定することはできなかったが、以前2年間埼玉県志木市議会でカナタイプを用いて速記録をしていたことがあり、その当時は全国でもカナタイプが最も速い人のひとりであると言われていた。その当時のことをインタビューした結果、カナタイプを用いて300字/分での記録は可能であること、しかし非常に精神的・肉体的に疲労が大きいことがわかった。特に精神的にはたえず極度の緊張を要求され、その結果夜も不眠に悩まされる等健康に被害が出て、結局仕事をやめたと言う。そしてもう二度とあんな仕事はやりたくない、とまで答えた。全国でトップクラスのタイピストでさえそうであるから、通常の人には到底カナタイプでの会話の記録は不可能である。

このカナタイプの入力効率の悪さは以前より指摘されており、いくつかの新しい入力方式が提案され、使用されている。そのひとつに「M式」(又は森田式)がある(図3.2)¹⁸⁾¹⁹⁾。これはローマ字方式で子音と母音をそれぞれ左右の手に割り振ることにより交互打率を極めて高くし、キーを片手3段5列に配置してタッチタイプを容易にしている。また漢語と和語の規則性など日本語の特徴を分析することにより、入力打鍵数を節減している。このM式は漢字入力にその利点が多いが、かなだけでもカナタイプよりも速く入力できることが知られている。しかし最高入力速度に関する信頼できる報告はない。入力効率に関して選択すべきキー数や左右交互打鍵率等を考慮した理論解析によると、カナタイプよりもM式は1.5倍速いという結果がある。これによるとカナタイプの速度が150字/分程度とすれば、230字/分程度であると推定できる。この値は音声の記録には十分でない。もちろんこれは理論値であり、実際の使用ではその他の要因も含まれるので実際の入力速度はこれよりも遅くなると考える。特にM式の特徴は漢字かな交じり文を速く作成することであり、音声記録の使用実績はないので、話し言葉に追従できることを実証することはできな

M式や親指シフト方式以外にも日本語入力キーボードは考えられている。しかしほぼ同等の速度しか実現することはできておらず、音声の記録には不向きである。

3.1.2.5 点字タイプ

点字タイプ(図3.4)は視覚障害者が点字で記録するために使用するタイプライタである。この点字タイプの特徴は同時打鍵式入力を使用することである。同時打鍵式とは、複数のキーを同時に入力し、その組合わせに意味を持たせる入力方式である。点字タイプでは点字の6つのドットに対応する6つのキーを同時打鍵することによって入力する。

通常のカナタイプと点字タイプとを情報伝達量で比較すると、カナタイプでは数字や記号を使用しないとすれば48のキーのどれかを1つを入力する。つまり1入力が5.6bitの情報を持っている。それに対して点字タイプでは6つのキーの組合わせであるから1入力が6bitであり、カナタイプとほぼ同じ情報伝達量を持っていることがわかる。点字タイプの特徴は入力の際に指の水平方向の移動が全く無い点である。このため速く入力することができ、疲労も小さい。

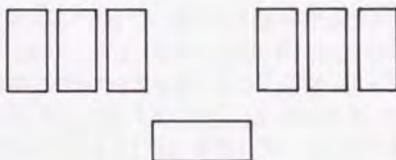


図3.4 点字タイプのキー配列

点字タイプによる入力速度に関して信頼できる報告はない。そこで点字タイプを毎日使用しており、点字タイプを使用すれば会話の記録は可能であると主張した3名を被験者として入力速度に関する実験を行った。実験は通常の会話速度とされる300字/分程度の速度の話点を点字タイプで記録させた。結果は3名とも話を記録することができなかった。厳密な測定は行わなかったが、3名の点字タイプによる入力速度は200~250字/分であると評価した。被験者は点字タイプのトップクラスのタイピストではなかったが、平均的使用者よりは速いと考えられた。カナタイプと同様に点字タイプでもトップクラスの数人ならば可能かもしれないが、通常の人では点字タイプでの会話の記録は不可能である。

3.1.2.6 タッチタイプ

タッチタイプとは鍵盤を見ないで打鍵し、目は原稿だけを見る方法である。もちろん原稿を見ずに音声記録する場合も含む。この意味では前記のカナタイプや点字タイプも含まれる。しかし、ここでいうタッチタイプとは漢字入力も考慮したタッチタイプ方式である。漢字の入力では漢字の数だけキーを用意したのではタッチタイプは生かせないので、なんらかのコード化が必要となる。例えばすべての漢字のJISコードを覚えれば、かな漢字変換をしなくとも(すなわち画面を見なくとも)漢字を入力することができる。このタッチタイプの特徴は、見たものを何も考えずに反射運動となって指が動くようになることである。そのため訓練が必要であるが、一度覚えれば日本語ワープロ等に比較して非常

て新しい速記法やタッチタイプを開発することによっても音声の記録は実現できる可能性はあるだろうが、新しい方法は速度の実証にも時間がかかり、またこれらの方法は速く入力するためのオペレータの養成にも数年以上かかる。そのため情報保障の実用化が遅くなってしまふ。以上の点を考慮すると、音声を要約せずにリアルタイムで記録するには、現状では速記以外の方法は無いことがわかった。

表3.1 記録方法の比較

	正確さ	記録速度	備 考
音声認識	×	○	使用制約が多く、研究中
日本語ワープロ	◎	×	漢字まで入力できるが遅い
カナタイプ	○	△	ゆっくりであれば記録可能
M 式	○	△	ゆっくりであれば記録可能
親指シフト	○	△	ゆっくりであれば記録可能
点字タイプ	○	△	ゆっくりであれば記録可能
タッチタイプ	◎	△	ゆっくりであれば記録可能
速 記	○	○	記録は速記記号。漢字は記録不可

3.2 速記方式の検討とソクタイプ式速記

3.2.1 速記

速記とは話し言葉を記録する目的で開発された手法である。原理的には特殊な速記記号を使用することによる。速記記号はその速記の種類によって異なり、どれも訓練を受けていない人には読むことができない。速記は音声を速記記号を用いて記録することで終わりではなく、その速記記号から日本語文章を作成する作業も行う。この作業を反訳（又は反文）というが、反訳には速記時間の6から10倍の時間がかかる。

速記の記録速度はその速記方式によって異なる。日本速記協会の行っている技能検定1級の試験は10分間で漢字かな交じり文3200字に合格する必要がある²⁹⁾。すなわち速記検定1級合格者は通常の方法の会話を速記録することができる。

リアルタイムで音声を文字に変換する方法として速記を使用する際に問題となるのが、リアルタイムの文字化である。速記は速記記号を用いて音声をリアルタイムで記録するが、その速記記号をリアルタイムで反訳する必要がある。この速記記号のリアルタイム反訳はコンピュータを用いることにより実現できると考える。

3.2.2 速記作業のヒューマン・マシン・インタフェース的分析

速記作業を分析すると、速記者はまず音声を聞き取り、それを認識して符号化し、そしてなんらかの方法で記録する。これらの作業についてヒューマン・マシン・インタフェースの観点から細かく分析を行う。

3.2.2.1 音声の聴取

速記者が速記をするために聞く事は、聞き手としてではなく、第三者的立場に立っており、有意的な音声全てを記録することが目的となっている³⁰⁾。音声の流動性から、速記で最も重要となるのは話し言葉の速度に追従できることである。また、話者の発音は必ずしも正確でなく、崩れがある。その音を正しく聴取するのは速記者の重要な能力となる。しかしなんらかの原因で発言を正確に聞き取れないことがある。これを誤聴という。誤聴の一般的な原因は、発言者の音声の音量が不足している場合や、音質が不良の場合、マイクを使用した時の音が割れた時、話者が見えない等音声補助手段が使用できない時、騒音など環境の不良、一般教養・専門知識・外来語・方言などの速記者の知識不足、速記者の心理的・体調的問題などがあげられる。特に人名などの固有名詞のなかで一般的でないものや、外来語、省略語等は誤聴を起しやすい。但し、速記の中には記録作業に視覚を使用するため、音声補助手段を十分に利用できない速記法もある。

3.2.2.2 音声の符号化

知覚運動的行為とは、一定の刺激を知覚しこれに筋肉運動的にうまく反応する技術を獲得する場合の学習の結果、もしくはその過程において行われる行為をいう³¹⁾。知覚運動的学習では練習に伴う量的変化・質的变化が特に問題とされる。量的変化は試行に要した時間又は一定時間に行った作業量、各試行における誤りによって測られる。これらの結果を時間的推移として見たものを習熟曲線という。速記行為はこの知覚運動的行為である。

速記において音声を符号化するためには、記憶された速記記号を思い出す必要がある。記憶方法としては意味付けを行わず機械的に覚える必要があり、そのために手を動かしながら反復練習により覚えることが重要である。記憶の再生の速度はほとんど瞬時であることが要求される。そのため音声刺激による反応は直感的になされ、他の条件との関連で反応したりすることは許されない。

3.2.2.3 記録

符号化された音声はなんらかの方法で記録される。この記録方法は速記法によって異なるため速記一般に関してそのヒューマン・マシン・インタフェースの特徴を概説することは困難であるので、特定の速記に関して後述することとする。

3.2.3 各種速記法

速記法としては各種のものが使用されている。主なものとしては、田鎖式、ガントレット式、武田式、中根式、毛利式、早稲田式などがある。その他の速記はほとんどこれらの速記のいずれかの系統を引いている。例えば衆議院式や参議院式は田鎖系統であるが、改良を重ねた結果、現在では田鎖式とは全く異なる方式の速記となっている。

現在は速記の需要は減っているが、10～20年前までは広く使用されていた。その中でも特に早稲田式と中根式は最も普及した。その理由は両方式の通信教育が普及したためであ

る。この2つと衆参両院の方式をあわせて4大方式とよぶことができる。

これらはすべて手で速記記号を書き記す方式であるが、それと別にソクタイプ式という専用器械を使用する速記がある。これは米国の器械速記であるステノタイプをもとに開発されたものである。米国では器械速記の速記者は全速記の90%以上を占めるが、日本におけるソクタイプ速記は全速記の数%にすぎない。

リアルタイム音声文字変換に最適な速記法について検討する。3.2.1項で述べたようにリアルタイム反訳が必要であり、そのためには速記記号をコンピュータに入力する必要がある。このコンピュータへの速記記号の入力について手書き速記方式と器械速記方式とで比較すると、手書き速記ではコンピュータへの入力には多くの問題がある。手書きの速記記号をデータとして取り込むことはタブレットを使用したり、TV画像として取り込むことによって容易に可能である。しかし、手書き速記記号の認識には困難な点が多い。まず、日本語の手書き文字認識の研究は進んでいるが、音声認識と同様なパターン認識技術であり、研究は進んでいるが未だ実用にはなっていない³²⁾⁻³⁴⁾。特に手書き速記記号の場合では、速記記号が連続して記述されるため、速記記号要素への分割が難しい。また、手書きという方法は本来あいまいである。例えば、早稲田速記では長さ1cmの少し下に凸となる横線は50音の「な」を表す(図3.6)³⁵⁾。それに対してこれが2cmになると「の」となり、5mmのときは「あ」となる。だが実際の速記業務で速い言葉を記録する際にはこの長さはあいまいになり、これらの中間でどちらとも読める又は違う字に読めることもある。しかし通常は速記した人間が反訳を行い、話した内容についてわかっており、また自分の癖も理解しているから反訳は可能である。また速記者は長年の使用によって速記記号が自分の独自性がでてくる。そのため、速記した人間が反訳することはできるが、他の速記者ではうまく反訳できないこともある。このような特性を持つ手書き速記記号をコンピュータで認識することは難しい。英国等でも英語の手書き速記を認識する技術が研究されたが、実現には至らなかった³⁶⁾⁻³⁸⁾。これに対して器械速記では専用のタイプライタを使用するので、速記記号はコンピュータの扱いやすいデジタル信号として取り込むことができる。また、手書き速記に見ら

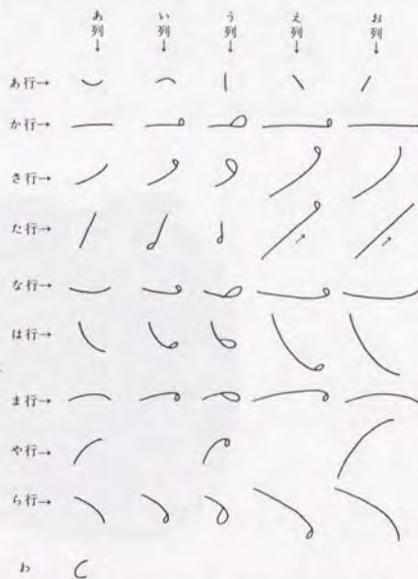


図3.6 早稲田式速記による手書き速記記号の例

れるような速記記号のあいまいさも存在せず、速記者個人間の差も比較的小さい。

以上の考察より、速記記号のリアルタイム反訳の観点からすると器械速記が適していることがわかった。日本における唯一の器械速記であるソクタイプ方式を速記自体の性能について検討しても、ソクタイプ方式は他の方式に劣るところはない。例えば他の速記方式では速記学校が通信教育などを行い、音声の記録はできないけれども個人的な記述を高速に行いたい人にも速記を教えているが、ソクタイプ方式では完全にプロのみを養成しており、速記学校の卒業者は直ちに音声の記録実務につくことができる。日本速記協会の速記検定においてソクタイプ速記者はほとんど受験していないが、速記学校の卒業試験は速記検定の1級よりも難しいため、受験すれば全員が1級に合格するとされている。ソクタイプ方式の速記学校の卒業者は現在まで全国に約1000名いると言われている。この数は他の速記の実務を行える人の数に遜色ない。以上より、リアルタイム音声文字変換を行うためには、ソクタイプ速記の利用が最適であることがわかった。

3.2.4 ソクタイプ式速記

ソクタイプは日本で唯一の器械速記である。このソクタイプで使用する速記器械の外観を図3.7に、そのキー配列を図3.8に示す。図のキー上の文字は速記の記号であるが、タッチ方式で入力するので実際の器械にはこの記号は書かれていない。ソクタイプでは21個のキーがあり、その

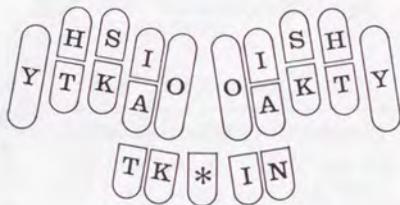


図3.8 ソクタイプのキーボード配列



図3.7 ソクタイプ速記器械の外観

いくつかを同時打鍵することにより速記記号を入力する。すなわち、一打で21bitの情報量を入力することができる。これは前記のカナタイプや点字タイプなど比較して非常に多い。そのため速い話し言葉にも追従して入力することができる。実際、カナタイプ等での入力では単位時間あたりの入力回数が多く、漢字かな交じり文で150字/分の速さで入力するには5打/秒の打鍵が必要であるが、ソクタイプでは一回の情報量が多いので1~2打/秒で音声をも十分に記録できる。

ソクタイプの21個のキーは大きく左の群れ、中の群れ、右の群れの3つに分れている。但し、特殊な使い方では、中の群れを左右の2つに分けて使用することもある。左手の親指を除く四指で左の群れを、右手の親指を除く四指で右の群れを、両手の親指で中の群れを入力する。力も弱く器用でない小指は1つのキーだけを入力する。それに対して人差し指は器用なので3つのキーを入力する(図3.9)。すなわち3つのキーの中心に指をおいて押すことにより、3つのキーを同時に入力することができる。押す位置を変えることにより3つキーのうち任意の2つ又は1つのみを入力することもできる。他の指は2つのキーを入力する。中の群れの「*」のキーのみは特殊キーであるので、親指が3つのキーを同時に入力することはない。

速記記号は細長い記録紙上に押されたキーに対応する文字として記録される。一回の打鍵は一列に記録される。

左と右の群れのキー配列は対称で、それぞれ単独で濁音、拗音、長音を含んだ118音を入力できる。中の群れは左右の群れのサブセットでこの118音の一部を入力できる。すなわち基本の入力方法だけで一打で一文節程度を表現できる。例えば、カナタイプでは「しょくぎょう(職業)」は七打、「びょうじょう(病状)」は八打が必要だが、ソクタイプでは両者とも一打で入力できる。「職業」の例では、左の群れで「しょ」、中の群れで「く」、右の群れで「ぎょう」と入力する(表3.2)。左右の群れは8bitだから255通りを表現することができるが、指の形が不自然になる場合には速記記号は割り振られない。

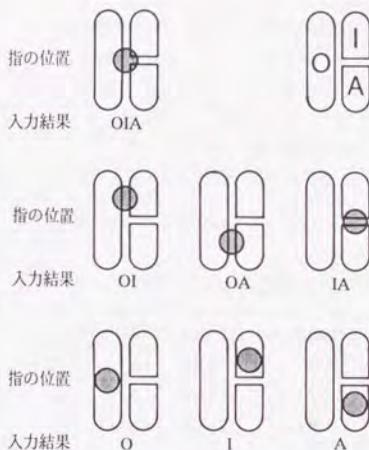


図3.9 ソクタイプにおける指の位置と入力結果(右人差し指の例)

表3.2 ソクタイプの基本の入力法の例

{YTHKSAIO TK*IN OIASKHTY}		
{Y	S	O K KH Y}
しょ	く	ぎょう
(HKで Gを表す)		
{YTH S TY}		
びょう		じょう
(THで Bを表す)		
(TSで Zを表す)		

この基本の入力方法の他に、よく使用される語句が略号として登録されている。略号には、各群れにおける略号と、複数の群れにわたる略号とがある(表3.3)。複数回の入力にまたがる略号はない。ソクタイプの速記学校で教えている基本的な略号は、日本語の移り変わりや速記の改良とから数回の増減を行っている。現在の総数は約900である。

速記文法をもとにして基本の入力方法とこの略号を組合わせて表現する。例えば、「思います」と入力する時は、左手で「思う」という略号を、右の群れで「ます」という略号を入力すればよい(表3.4)。

速記において特徴的な点は、速記が日本語の音を記録することである。そのため助詞の「は」「を」「へ」はそれぞれ「わ」「お」「え」と区別されずに記録される。また、数字

については以前はアラビア数字を表す速記記号を使用していたが、現在では数字の音で入力する。その理由は、アラビア数字の速記記号の入力を他の数字と間違えた時には反訳時に訂正することは難しいが、数を音で表現すれば入力間違いを容易に訂正できるからである。同様にアルファベットを入力することはできない。また、本来の日本語に無い音である「ファ」「ヴ」「ティ」などを入力することはできないので、似た日本語の音で代用する。

ソクタイプ速記者の養成は、2年課程の速記学校で行われている。速記の修得にはなるべく若い方がよいので、高校卒業したばかりの人のみが速記学校への入学が許される。速記入力作業だけであれば中学卒業の方がよいが、速記業務には一般常識や社会の知識が必要であり、高校卒業生に対して養成を行っている。入力の練習としては、2年間のうち初めの1ヵ月は両手の指を自由に動かす練習を行う。そのあと3ヵ月ですべての略号と速記文法を覚える。残りの期間は速く正確に入力するための練習である。練習の途中で数回の試験があり、それに合格しなければ速記学校を辞めなければならない。入力の練習は毎日数時間ずつ行う。特に毎日休まずに行うことが重要である。入力の練習以外にも反訳の練習や速記器械の分解調整方法なども修得する。また、速記を正確に行うためには話の内容を正確に聞き取る必要があるため、一般常識の授業もある。速記学校の卒業生は原則として全員速記者として就職する。

近年はテープレコーダーの普及に伴って速記の需要は減少しており、速記学校の卒業者数も減少している。現在年間約20名がソクタイプの速記学校を卒業し、速記者として仕事を始めている。

表3.3 ソクタイプの略号の例

{ YTHKSAIO TK*IN OIASKHTY }	
{ THKSAIO }	ではない
{ K IO TK }	こたえる
{ SA O IN O A T }	せっきょくてき
{ O H }	ほとんど

表3.4 ソクタイプの略号を組合せた例

{ YTHKSAIO TK*IN OIASKHTY }	
{ AI TK }	思う
{ KSA TK }	ます
{ AI TK IN ASK }	思います

3.3 速記の器械反訳

速記の自動反訳は、1960年代に手書き速記に関して始められたと考えられる³⁸⁾。しかし成功はしなかった。それに対して器械速記の反訳（器械反訳）は1970年代半ばにアメリカにおいてステノタイプに関して始まったようである³⁹⁾。現在ステノタイプは器械反訳システムとともに広まり、アメリカの国会や裁判所では、ステノタイプで記録した結果を自動的に反訳して文書化するシステムが確立している⁴⁰⁾。ステノタイプ以外でも各国で多くの速記に対して器械反訳が研究され、使用されてきている⁴¹⁾⁻⁴⁵⁾。

ソクタイプ速記における器械反訳は既に何回か試みられている。例えば1966年に大倉ら⁴⁶⁾が、1969年に日本電気⁴⁷⁾が、1975年に日立製作所⁴⁸⁾が報告している。また大阪地方裁判所の中田らや名古屋地方裁判所の遠藤によっても研究されてきた⁴⁹⁾。しかしこれらの研究は本研究の目的とは全く異なるものであった。速記における最大の問題はその反訳に速記時間の数倍から10倍の時間がかかることである。これまでの研究は、この反訳作業の自動化が目的であった。

これら研究では、反訳結果は漢字かな交じり文の間違いの無い文章が求められる。しかし速記記録を即座に反訳する必要はないので、文法解析や意味解析を行って漢字変換まで行うことが試みられた。速記者の入力ミスがあるとこれらの解析が難しいので、入力ミスをすべて修正した後に計算機に入力していた。そのため、速記器械から直接計算機に入力するのではなく、記録紙上に記録された速記記号を改めて入力した。しかし当時の計算機の性能の限界もあり、反訳結果に間違いも多く、実用にはならなかった。

それに比較して、本研究においてはリアルタイムで反訳して文字化することが目的である。もちろん表示される文章の間違いは全く無いことが望ましいが、リアルタイムで反訳することを第一目的とするため、文章中に多少の間違いが含まれることは避けられない。しかし、文章の内容が理解できないほどの間違いが含まれてはならない。

日本ではソクタイプ以外の速記器械がないため、その他の速記では自動反訳の研究は遅れている。1987年に中根式速記と松下電器産業がその速記ノウハウを生かしたキーボード「早打ち楽キー」⁵⁰⁾を、1988年に早稲田式速記と日本タイプライタが文書高速入力機「ミニット-350」⁵¹⁾を発表している。手書きの速記である両方式がワープロの普及をにらんで開発した速記器械であるが、両方式とも今までの手書き速記のノウハウを応用したといっても全く新しい速記方式であり、評価が定まるにはあと数年はかかると考えている。なお、早稲田式速記では近年「ミニット-350」を改良した「ステノワード」を開発している。

3.4 同時打鍵入力におけるヒューマン・マシン・インタフェースの定性的検討

ソクタイプ速記では速記記号は記録紙上に印字される。しかし、リアルタイムで反訳するためには速記記号をリアルタイムでコンピュータに入力できなければならない。現在使用されているソクタイプの速記器械は速記記号を紙上に印字する方式であるため、この速記器械をそのままリアルタイム音声文字変換に利用することはできず、専用のキーボードを作成する必要がある。

キーボードについて評価するためには、その入力特性に関してヒューマン・マシン・インタフェース的に検討する必要がある。ここで注目するのはキーの作動力特性である。キーの作動力特性は、キーを押す際の移動量と作動力との関係であり、入力におけるミスや疲労と密接な関係がある⁵²⁾。最適なキーの作動力特性に関しては、通常の1つずつ入力する方式(逐次入力)のキーボードでは研究されている。しかし、同時打鍵方式キーボードは点字タイプ以外では使用されることは少ないため、同時打鍵キーの最適作動力特性は全く研究されていない。以下で同時打鍵方式における最適の作動力特性を他の方式と比較しながら検討する。

但し、同じ同時打鍵方式であっても、点字タイプとソクタイプでは特性は異なる。点字タイプでは、キー数が6と少ないこと、巧緻性の最も乏しい小指を使用しないことから、逐次打鍵方式とソクタイプとの中間の特性を有している。そこで以下での議論は、キー数が10以上で、小指も使用した同時打鍵方式を対象とする。現在使用されている具体例としては、ソクタイプの他に3.3節で挙げた「ステノワード」などがある。

キーを1つずつ順に打鍵する逐次入力方式においては、異なるキーを続けて打鍵する場合は、キーが完全に元に戻る前に次のキーが打鍵されても良いようになっている。しかし同じキーを2度続けて打鍵するためには、キーが完全に元の状態に戻るまで待ってから2度目の打鍵をする必要がある。キーの全移動量が長いと1度押してから元に戻るまでに時間がかかるため、速く打鍵するためにはキーの全移動量は短い方がよい。また、ある種のキースイッチでは、キーを押していくとある場所で急に作動力が変化する(図3.10)。これをクリックと言う。1つのキーを打鍵する際には、入力の確認はこのキーのクリック感によって行うことができる⁵³⁾。

それに対して、同時打鍵入力では、一打で入力できる情報量が多いという特徴がある。その結果、単位時間あたりの入力回数は少なくすむ。同時打鍵の方式によっても異なるが、例えばソクタイプでは最高2打/秒で入力可能であり、速く打鍵する必要がない。そのため、同時打鍵キーボードではキーの全移動量が短い必要はない。

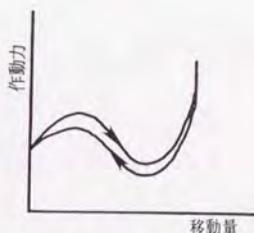


図3.10 クリック感があるキーの作動力特性の例

同時打鍵方式では入力速度よりも、複数のキーを入力する際の確実性が重要である。しかし、人差し指と小指では巧緻性に大きな差があるため、小指まで神経を行き渡らせて確実に入力することは容易ではない。同時打鍵方式では入力の確認にクリック感を使用することができない。複数の指で入力する場合に、どこかの指が正確に入力されていないときでも、他の指のクリック感とその指の感覚を区別して認識することは不可能である。特にソクタイプ方式のように1本の指で最大3つのキーを同時打鍵する方式では、感じられたクリック感がこの3つのどのキーによるものかを識別することはできない。すなわち同時打鍵では指の感覚で確認しながら入力することはできない。そのため、同時打鍵方式では圧覚情報を使用せずに指の動きだけで確実に入力しなければならないことがわかる。そこでキーの全移動量について検討する。

キーの全移動量が短い場合、押すべきキーを確実に押しているとは限らない。この場合に正確に入力するためには、押すべき指はすべてほぼ同じ高さにし、その他の指はそれよりも高い位置にした形にして、腕全体を降ろすという方法が必要である。しかし、すべての指を感覚フィードバックなしにキーの短い全移動量以内のほぼ同じ高さにそろえることは容易ではなく、タッチ不足が生じやすい。すなわちキーの全移動量が短い場合は入力ミスが多くなる。

キーの全移動量が高い場合には、押さない指が誤ってキーに触るミスが生じやすくなる。これを防ぐためには、キーの接点位置が下にあれば良い。一方、押すべきキーを確実に押すためには、接点がONになっている距離が長い方が良い。この2点を考えると、入力ミスを少なくするためには、キーの全移動量は長く、かつ接点位置は全移動量の中央近くにあることが望ましいことがわかる。

同時打鍵では複数のキーを同時に入力するので、キーの作動力はすべて合計されて腕の負担となる。そのため作動力が大きくなれば、腕の疲労が大きく、長時間の入力ができなくなり、また入力ミスも増加する。しかしただ作動力が小さければよいわけではない。指をホームポジションに置いた時にキーが動いてはならない。すなわち作動力特性では適度な大きさの初圧が必要である。

以上をまとめると、同時打鍵キーボードのキー作動力は以下に示す特性でなければならないことが定性的検討から明かとなった。

- ・全移動量が大さい。
- ・接点位置は全移動量の中心付近にある。
- ・作動力は小さい方が良い。
- ・適度な大きさの初圧が必要である。
- ・クリック特性は必要ない。

3.5 同時打鍵入力におけるヒューマン・マシン・インタフェースに関する実験的検討

前節において、同時打鍵に必要なキーボードの特性に関して定性的に考察を行った。本節では、その考察結果をもとに同時打鍵キーボードの入力特性を実験的に検討する。本節では具体例としてソクタイプの速記記号を入力するためのキーボードについて実験を行い、それをもとに同時打鍵方式の入力特性に関して考察を行う。

3.5.1 キースイッチ型速記キーボードの試作

ソクタイプの速記器械はリンク機構によって記号を印字するタイプライタである。しかしコンピュータへの入力や大量生産を考慮すると、キースイッチを使用した速記キーボードの方が有利となる。そこで前節の作動力特性を考慮したキースイッチ型の速記キーボードを試作した。

まず、入力特性において最も重要なキースイッチの選定を行った。前節における定性的な検討から、キーの全移動量は大きい方が良い。そこで速記器械の全移動量を測定すると、リンクの長さが異なるため各キーによって異なるが、8mm～10mm以上であることがわかった。そこで速記器械と比較するために全移動量が8mm以上のモーメンタリータイプのキースイッチを市販品から探した。しかし前節の中でも述べたように、現在のキースイッチの主流である逐次入力用のキースイッチは、全移動量が小さいことが望ましい。そのため市販のキースイッチでは全移動量が最大のもでも4mmであった。この全移動量4mmのキースイッチ（アルプス電気(株)製SKFFAA）を使用して速記キーボードを試作り、3名のソクタイプの速記者に使用させたところ、いずれも多くの入力ミスが発生し、全移動量が4mmでは小さすぎるということが明らかとなった。

そこで、全移動量8mmのキースイッチを特別注文した。しかし、キースイッチの製造には多くの金型が必要なため、新しいキースイッチの開発には数千万円の費用が必要である。そのため、今回はキースイッチメーカーのアルプス電気(株)が以前製造していたが現在は製造中止となっている全移動量8mmのキースイッチを、バネ定数だけを変えて、最大作動力を0.6Nとして製造を依頼した。このため作動力の細かな特性を自由に選択することはできなかった。

このキースイッチを使用してキーボードを試作した。キートップは、ソクタイプの速記器械のキートップをシリコンゴムによって型取りし、その型に樹脂を流し込むことにより、全く同じ形状のキートップを作成した。キースイッチの水平位置も、速記器械のキートップの水平位置を測定し、それと同じになるように取り付けた。キースイッチの取り付け高さは一定とし、各キートップを取り付ける支柱の高さを変えることによって、速記器械と同じキー高さとした。

試作したキーボードの電子回路の構成を図3.11に示す。同時打鍵におけるキー入力タイミングのずれをキャンセルするために、すべてのキーが離された状態と次にすべてのキー

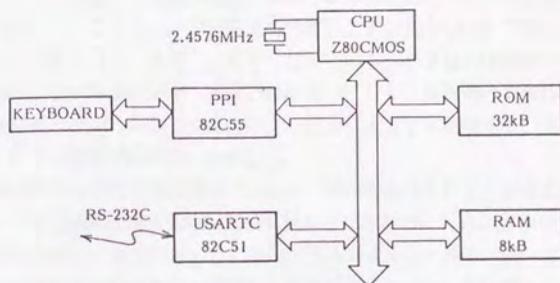


図3.11 試作したキースイッチ型キーボードの電子回路部のブロック図

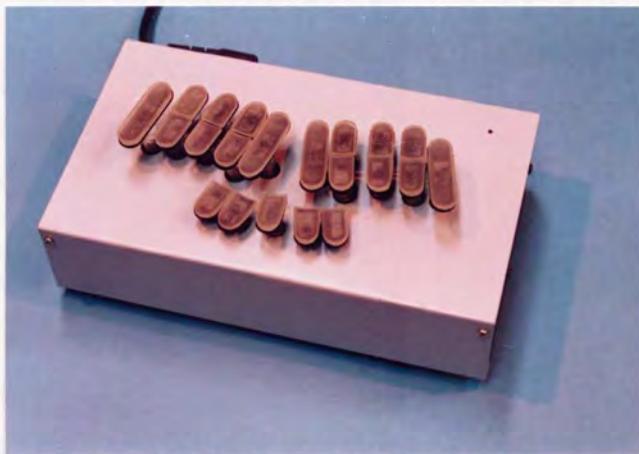


図3.12 試作したキースイッチ型キーボードの外観

が離された状態との間で押されたすべてのキーをデータとして取り込む。この入力された速記記号は 3 byte のデータとして RS-232C インターフェースを通じてコンピュータに送信される。

試作したキースイッチ型速記キーボードの外観を図3.12に示す。

3.5.2 速記キーボードの入力特性に関する実験的検討

キースイッチ型速記キーボードの入力特性を検討するため、ソクタイプの速記器械と入力特性を比較する実験を行った。入力特性として望まれていることは、入力ミスが少なく、長時間疲れずに入力できることである。そのため、評価指標として①入力ミス、②疲労の2点に関して比較実験を行った。

実験には3名の速記者を使用した。3名ともに50代の女性で、ソクタイプの速記学校を

卒業後速記者として勤務し、現在は退職した人である。退職後もときどき速記業務を行ってきたため速記は可能であるが、速記の使用頻度はあまり高くないので速記学校卒業時に比較すると入力速度も遅く、入力ミスも多くなっている。本来ならば現役の速記者を使用して実験を行うことが望ましいが、速記者は業務が忙しく、長時間の実験に協力してもらうことは困難であった。しかしこの3名のように少し入力ミスが増えている人の方が、入力特性の違いによる影響が出やすいと考える。

この3名の速記者は速記器械に慣れているが、速記器械はそれぞれ癖があるとのことであったので、まず実験に使用する速記器械に慣れさせるために何日かにわけて通算10時間以上の速記を行わせた。それに対して、速記者はキースイッチ型キーボードには全く慣れていないので、これを用いて通算20時間以上の速記を行わせた。この際キースイッチ型の場合にはパーソナルコンピュータに接続して個々の速記記号の入力結果を表示し、速記者がキーボードの癖を理解しやすいようにした。

まず、入力ミスに関する実験を行った。各速記者に2種類のキーボードを使用して、同一の話を速記させ、その入力ミスの出現割合を比較した。話は口語体文章をテープに吹込んで速記者に聴かせた。テープレコーダの音量は速記者に設定させた。入力ミスが多く発生するように、ソクタイプ速記にとって入力しづらい外国地名などを多く含む文章を選んだ。ソクタイプ速記において速記しやすさを表す指標に打率がある。これは、打数/単語数で定義される。打率が小さいほど速記しやすい文章である。例えば「我輩は猫である」の冒頭部分の打率は40%と速記しやすい。速記させた話は9話であり、その諸元を表3.5に示す。今回実験に使用した文章は平均打率87%とかなり速記しづらい文章である。特に話5は打率99%と非常に速記しづらい。文字数は漢字かな交じり文で500字~1000字である。話4、8、9は通常の会話の速度であるが他はそれよりも速い。

実験の前に、実験するキーボードの順番の影響を減らすために、話のテープをまず1回聞かせた。その際、キーボードに触らせることは禁止したが、キーボードなしで速記を空打ちすることは禁止しなかったので全員が空打ちを行った。学習及び疲労の影響を除くために、3人の速記者で使用するキーボードの順を変えた。速記者Aにはキースイッチ型キーボードを使用して9話の速記させた後、速記器械を使用して9話速記させた。速記者

表3.5 入力ミスに関する実験に使用した話の速度と打率

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
文字数	747	1218	683	780	664	649	549	669	632	6591
速度(字/分)	422	411	431	355	428	423	422	355	365	399
打率(%)	90	91	80	83	99	88	82	84	85	87

注) 速度はかな文字に換算した1分間あたりに話す文字数で示した。400字/分とはNHKのニュース程度の速度である。

Bには逆に速記器械を使用して9話速記させた後、キースイッチ型キーボードを使用して9話の速記をさせた。速記者Cには1話毎に2つのキーボードの使用順を交代しながら速記させた。実験全体にかかる時間は休憩時間を含めても2時間以内なので、疲労の影響はほとんどでない。

速記された記号の中で入力ミスの割合を求めた。ここで入力ミスの割合とは、文字に直した時の間違えた文字数ではなく、速記記号の入力回数に対する誤入力回数の割合とした。また速記者が速記中に明らかに間違えたとわかったときには再び正しく入力し直す、この場合は入力ミスはなかったとした。その理由は、このような入力の間違いは主として速記の入力特性によるものではなく、速記者の聞き間違いや速記記号への変換における間違いであるからである。

各話の実験の結果を図3.13に、まとめたものを表3.6に示す。3人の速記者共に0.5%の危険率で有意に速記器械の方が入力ミスが少なかった。また実験に使用したキーボードの順序の影響は見られなかった。

次に疲労に関する実験を行った。疲労に関する指標はいくつか考えられる。この入力特性での実験では腕や肩の筋肉の疲労について調べればよいので、乳酸値などを指標にすることが考えられる。しかし簡単に評価するために、実験後に疲労について速記者に聞き取り調査を行った。

前記の3人の速記者に2つのキーボードでそれぞれ別の日に1時間半から2時間の連続速記を5回ずつ行わせた。速記は国立身体障害者リハビリテーションセンターの聴覚障害入所者に対するホームルームで行った。ホームルームの内容は日によって異なり、速記のしやすさに差があるが、5回ずつ行わせることにより平均化されると考える。速記姿勢は特に制限はしなかったが、いつも同じ机、いすを使用して実験を行った。実験環境の問題から机の高さは調整できず、やや高めであり、疲れやすい実験条件であった。しかも机上

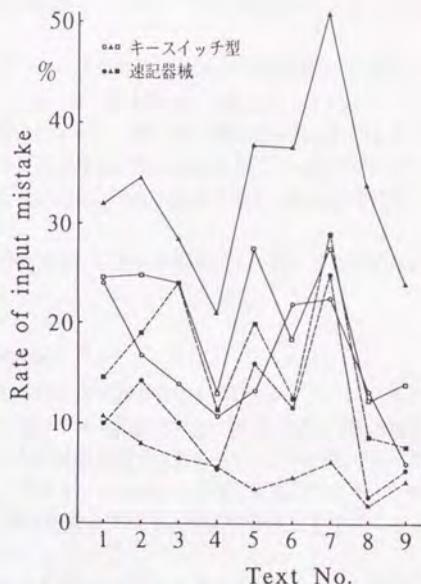


図3.13 キーボードによる入力ミスの発生割合

表3.6 キーボードによる入力ミスの発生割合

速記者	A	B	C
キースイッチ型	16%	33%	21%
速記器械	11%	6%	16%

面からキートップまでの高さは速記器械の方が少し高いため、速記器械の方が疲労しやすい条件であった。

実験の結果、3人ともキースイッチ型キーボードでは1時間以上の連続速記では疲労したが、速記器械の方ではほとんど疲労しなかった。3人の速記者のうち1名は、キースイッチ型を使用して長時間無理に速記を行ったために、腕に軽い腱鞘炎をおこしてしまった。しかし、速記器械ではそのようなことはおきなかった。机の高さによる影響があっても速記器械の方が疲労が少ないということは、速記しやすい高さに設定した場合の特性は速記器械の方が大幅に優れていると考えた。

以上より、入力ミス、疲労ともに入力特性はキースイッチ型速記キーボードは速記器械に比較して大幅に劣っていることがわかった。

3.5.3 速記キーボードの作動力特性の比較検討

前項の入力特性の比較実験結果を検討するために作動力特性を測定した。キースイッチ型キーボードと速記器械とはキートップ形状やキー位置は同じであるので、作動力特性以外の入力特性はほとんど変わらないと考える。速記器械では各キーでリンクの長さが違うため、キーによって少しずつ作動力特性が異なる。キースイッチ型でも取付けたキートップや支柱の重さが異なるため少しずつ作動力特性が異なる。そこで両者とも中央にある「*」のキーについて測定を行い比較した。

測定方法を図3.14に示す。先端が球面のマイクロメータヘッドを用いてキートップの中心を上から押す。この時のキーの反力を荷重計を使用して測定する。このとき荷重計はキーボードの総重量とキーの反力の総和を測定することになるが、キーボードの総重量約2kgに比較して最大反力は数%に達するので十分な精度で測定することができる。マイクロメータヘッドによってキーを押す方向の動きと離す方向の動きに対して各5回ずつ測定し、これを平均して求めた作動力特性を図3.15に示す。

キースイッチ型キーボードと速記器械の作動力特性を比較する。まず、速記器械の方が全移動量が長く、キースイッチ型の2倍あるが、これは測定したキーがリンク長さの最も長い「*」のキーだったためである。「*」以外のキーはこれよりも短い。また速記器械のリンクはフェルトによってできているストッパーに当たって止る構造となっているが、このフェルトの減り具合やリンクの調整具合によっても、全移動量は変化することがわかっている。

両者とも接点位置に小さな作動力の山が現れているが、特に速記器械ではこの山は小さいので通常の使用では明瞭なクリック感は得られない。キースイッチ型では小さなクリック感がある。

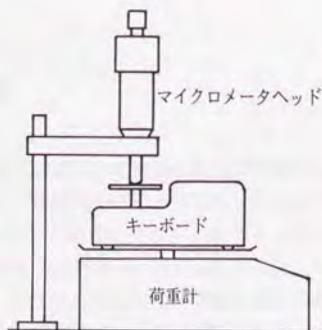


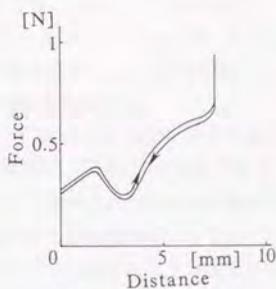
図3.14 キーボードの作動力特性の測定方法

キーを押しつけた時の最大作動力は速記器械の方が大きい。しかし、速記器械では前述のフェルトの影響で徐々に作動力が大きくなるのに比較して、キースイッチ型では急激に増加する。そのため押しつけた時の感触は、速記器械が柔らかく感じるのに比較して、キースイッチ型は硬い感じがする。

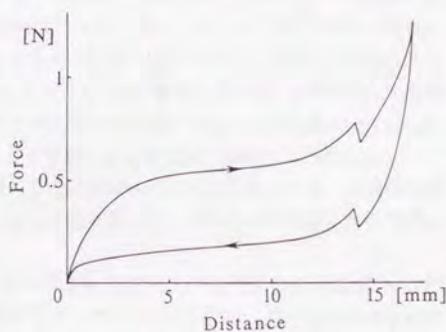
キースイッチ型では十分な初圧があることがわかる。それに対して速記器械では移動量0mmで初圧は0Nであるので、指をキーの上に置いただけでキーは動くことがわかる。しかし数mmの移動で指の重さに対する十分な圧に達する。

両者の最大の相違点は、速記器械は作動力特性に大きなヒステリシスがあることである。これはリンク機構内部にある固体摩擦の影響であると考えられる。このような大きなヒステリシスのあるキースイッチは存在しない

ため、このヒステリシスが実際の入力特性にどのように影響するかについての研究は今まで行われていない。



(a)キースイッチ型キーボード



(b)速記器械

図3.15 キーボードの作動力特性

3.6 考察

リアルタイムで日本語音声を要約せずに入力する方式について検討した際に問題となったのは、通常の話の速度まで到達できる人の人数と、連続使用時の疲労であった。ある特定の人であれば話の記録が可能であるという方式はあったが、その多くがチャンピオンデータであり、いつでもどこでも誰でもがその速さで入力できるわけではなかった。そのような方式では、広く利用することはできない。もうひとつの疲労の問題も重要である。いくら瞬間的に速くとも、それを連続できなければ使用できない。長い時間行う場合はど

の方式でも交代で入力を行う必要はあるが、5分毎に交代しなければならなかったり、長時間の休憩が必要となるのでは実用にはならない。疲労しにくいこと、少し疲労しても入力速度が低下しないことは重要である。その点を考慮すると、通常の入力速度の音声記録するためには速記以外に有効な方法はないことが明らかになった。

本研究では、リアルタイム音声文字変換を行うためには、自動反訳を考慮して、速記の中で日本で唯一の器械式速記であるソクタイプが最適であるとの結論に達した。しかし3.3節で述べたように、研究開始後に早稲田式速記と中根式速記がそれぞれ器械反訳キーボードを開発し、発表した。そのためソクタイプ以外にも選択肢が増えたこととなる。しかしこのいずれも操作する速記者が熟練していないため、発表された入力速度は実験値でなく予想値であった。また疲労などのデータも明確でなかった。いずれも手書き式速記のノウハウを生かしたと言っているが、それだけで簡単に器械式速記が開発できるわけではない。そのため現状では長期間の使用実績からその有効性が実証されているソクタイプが唯一の選択肢であると考えた。実際、中根式速記のキーボードについては、現在では何の情報も入手できなくなり、現在も継続されているかどうか全く不明である。早稲田式速記に関しては、当初の「ミニット-350」を改良したシステムへと移行している。いずれにしても開発初期段階の装置では多くの問題が発生している。将来的にはそれらの方式又は改良した方式がソクタイプ速記よりも優れていることが明らかになるかも知れないと考える。

入力特性に関する実験では、キースイッチ型速記キーボードに比較してリンク機構の速記器械の方が優れていることがわかった。この点に関して、作動力特性の観点から考察してみる。

まず、入力ミスに関する実験では、キースイッチ型キーボードの方がミスが多かった。この理由を図3.15の作動力特性から考察すると、キースイッチ型ではキー接点がスイッチの全移動量の約1/4の上側にあることが影響していると考えられる。このために押すべきでないキーに指が触って入力ミスとなることが多かった。キー接点の位置が中央付近にあれば入力ミスの割合はほとんど変らなくなると考える。それに対して、速記器械ではキー接点が下側1/4にあるため、押すべきキーがタッチ不足で入力されないミスが多くなったが、ミスの割合はキースイッチ型に比較して少なかった。

入力ミスに関する実験では、速度と打率の条件は話5が最も悪いにもかかわらず、実際にはほとんどすべての条件で話7における入力ミスが最も多くなった。あらかじめ一度聞いている話であっても、話し方や発音、使用した単語を知っているかどうかなどの影響があったと考える。

この入力ミスに関しては速記者間の差も大きかった。3人の速記者を普段ソクタイプ速記業務を行っている頻度で並べるとBACの順であり、特に速記者Cは現在ほとんど速記業務を行っていない。これは速記器械の入力ミスが少ない順と一致している。このことは、普段から速記を行っている人ほど速記器械での入力ミスは少ないこと、またキースイッチ型では操作しにくいことがわかった。このことは、速記者がソクタイプの速記器械に慣れている一方キースイッチ型に不慣れたためであり、慣れればキースイッチ型でも速記器械

と同程度まで入力ミスが減る可能性もある。しかしもしもそうであるとしても、実験のように20時間以上の練習を行っても慣れることができないようでは、速記者の養成に長い期間が必要となり、実用の妨げともなる。前述の作動力特性の考察とも合わせて、キースイッチ型キーボードでは、速記器械よりも入力ミスを少なくすることは困難であると判断した。

疲労に関する実験でも、キースイッチ型の方が疲労が大きかった。このことは、作動力特性の最大圧ではキースイッチ型の方が小さいためキースイッチ型の方が疲労が小さくなる、と単純に考えたのではいけないことを示している。作動力特性を十分に検討すると、キースイッチ型の方が疲労が大きくなる理由は、キーを最後まで押し続けるのに必要な力に関係していると考ええる。

速記器械では、摩擦によるヒステリシスが影響していると考ええる。キーを押し下げ際には摩擦力は負荷となるが、一旦押し下げてしまえば、下で押しつけておくための力は静止摩擦のために小さな力でよい。しかも作動力はなだらかに増加してゆくので、手全体でその作動力の増加を感じるにより、押す力をフィードバックして調整することができる。

一方、キースイッチ型では押しつけた時に作動力が急激に大きくなるため、押した感触が硬い。このため押す力を微妙に調整することは難しく、最後まで押し下げるのに必要な力以上の力を入れてしまうこととなる。特に、入力ミスの発生しやすいキースイッチ型では余計に力を入れて確実に入力しようとする傾向が見られた。その結果、手への負担も大きくなり、キースイッチ型の方が疲労しやすくなったと推定した。

キースイッチの作動力特性において、ヒステリシスの大きいものや、押しつけた時の作動力がなだらかに増加するキースイッチは一般には使用されておらず、このような入力特性のキースイッチを特別に製作しなければならない。最適な接点位置のスイッチも同様である。すなわち、キースイッチ型キーボードの場合では、市販のキースイッチでは十分な入力特性は得られないことがわかった。

この入力特性に関する実験はソクタイプキーボードに関して行ったが、以上の考察は同時打鍵方式のキーボードに対してすべて適用できると考える。

以上より本章では、リアルタイム音声文字変換を行うためには、ソクタイプ速記を使用して入力した速記記号をコンピュータでリアルタイム反訳する方法が現状では最適であることがわかった。またソクタイプ速記のような同時打鍵方式で入力するキーボードに適したキースイッチの入力特性を明らかにした。しかしそのような入力特性を持つキースイッチは市販されていないこともわかった。

第4章 文字読み取りにおけるヒューマン・マシン・インタフェース

4.1 最適文字表示方式

リアルタイム音声文字変換においては、表示する文字の読み取り特性を十分に考慮し、最適の表示方法を選択することが重要である。ディスプレイ上に表示された文字の読み取りは、英語に関しては多くの研究があるが^{(54)~(60)}、日本語に関してはVDT作業に関連していくつかの研究が行われているにすぎず、詳しいことはあまりわかっていない。特に話の速度で表示される速い文章に対する読み取りの研究は皆無である。日本語と英語では文章の読み方が異なると言われており、英語の研究成果をそのまま日本語にあてはめることはできない。ここでは、主として実験を中心として、リアルタイム音声文字変換において数人から千数百人が読む場合の最適文字表示方式について検討する。

4.2 表示速度と分かち書きの効果

4.2.1 実験

まず、話す速度で表示される文章を聴覚障害者が読み取ることができるかを実験的に検証した。被験者は国立身体障害者リハビリテーションセンターに入所している10代後半の重度聴覚障害者4名で、うち先天性2名、後天性2名とした。文章は長さ400字前後の内容の難しくないひらがなのみで書かれた文章とし、分かち書きした文章と分かち書きしない文章を用意した。ひらがなのみの文章とした理由は、5.2節で後述するように漢字のリアルタイム入力は難しく、そのため現状の技術では漢字が含まれる割合の少ない文章でしか音声でリアルタイムで文字として表示できないためである。実験に使用した文章の一部を表4.1に示す。この文章を一定の速度で順にパーソナルコンピュータの14インチディスプレイ上に20字×20行で横書きで表示した。一度読んだ文章はそれだけ内容が理解しやすいと考え、すべての試行で異なる文章を使用した。表示文字は全角文字を用いて、画面上に400文字まで表示さ

表4.1 読み取り速度実験に使用した文章例
(一部)

分かち書きしない文章例

おおきなたてものぜんたいは、ふつうはひとめであることができるものではない。たてものまえがひろばになっていて、そのひろばのさきからながめることができるのなら

分かち書きした文章例

きんじょの きっさてんには いったら、みせじゅうが かるがりごりんの わだいでわいている。かうんた一の ままと あるばいとらしい わかい じょせい。

れると始めから順に消去する。画面の最下行まで表示された文章はスクロールされず、また最上行から表記される。全ての文章を表示し終わってから3秒間待ち、画面を消去する。部屋は明るくし、その中で文字が見やすいように輝度とコントラストを調整して実験した。被験者にはディスプレイから約1m離れた場所から文章を読ませた。

実験結果を表4.2に示す。分かち書きをしていない文章では、300字/分では1名を除いて読むことができなかった。同じ実験を本を読むことが好きだと回答した20代健聴者1名で行ったところ、最高800字/分まで表示速度に追従して読み取ることができた。次に分かち書きをした文章で同じ実験を行ったところ、300字/分では全員が表示速度に追い付いて読むことができるようになり、400字/分でも1名は読み取ることができた。

表4.2 読み取り速度の実験結果

話の速度	内容を理解できた人数
200字/分	4/4
300字/分	1/4
300字/分(分かち書き)	4/4
400字/分(分かち書き)	1/4

4.2.2 考察

健聴者の実験と比較すると、聴覚障害を持つ被験者では読み取り速度が遅かった。この理由は、国立身体障害者リハビリテーションセンターの中で被験者らは手話言語をコミュニケーションの主たる手段として使用しており、日本語があまり得意でないためであると考える。特に聴覚障害者の日本語能力は個人差が大きいことがわかっている⁶¹⁾。聴覚障害者でも文字言語を主たるコミュニケーション手段としている人達は、この健聴者と同等程度の読解能力がある人が多いと考える。

通常の話の速度はかな文字換算で350字~400字/分である。そのため分かち書きをしないひらがな表記の文章では、話の速度に追従して読むことは難しいことがわかる。分かち書きした場合でも、1名は話を要約せずに文字表示しても読み取ることができるが、他の3名は難しいことがわかった。しかしこの中の1名は実験後に自分は目があまり良くないのでこの距離では文字がはっきりとは見えなかったと言っており、この影響は大きいと考える。また被験者のほとんどはディスプレイ上に表示される文字を読むのは始めてであり、少し読みにくく戸惑ったと回答した。健聴者の場合で、かな表記に比較して漢字かな交じり文では読みやすさは向上し、疲労も少ないことが報告されている⁶²⁾。そのため完全な漢字かな交じり文でなくともある程度の漢字を文章中に入れたり、文字の大きさを大きくするなどして読みやすさを向上し、文字にも慣れれば、残りの3名も十分に読み取ることができるようになる可能性が高いと考える。

文字読み取り速度を情報伝達の観点から考察する。人間を通して伝達し得る最大の情報伝達速度は、ほぼ50ビット/秒であるという推定がなされている⁶³⁾。かな文字の情報量は5~6ビットと計算されており、これを用いると1分間に読めるかな文字の最大量は500字~600字ということとなる。漢字かな交じり文でも同様の計算を行うと、漢字かな交じり文換算で370字~450字/分が最高速度となる。しかし無意味な文字列ではなく、普通の文章

4.3.2 考察

スクロール表示とページング表示では、通常はスクロール表示が使用されることが多いが、実験ではページング表示の方が読みやすいという結果を得た。ワープロやエディターソフトでは自分で操作しながら目で追いかけるためスクロールでも問題無いが、本目的のように受動的に読んでいる場合にはスクロール表示では読者の意思と無関係に突然文章が上方に移動するため読みにくく、ページング表示の方が読みやすいと考える。

例えば英語における研究では、読者が画面の動きを操作した場合にはスクロール表示とページング表示とでは、疲労に関しても内容の把握に関してもほとんど差が無いという結果が報告されている⁶⁴⁾。また中国語に関して順に表示される文章を受動的に読んだ実験では、縦書きであればスクロール表示とページング表示の間に差はないが、横書きではページング表示の方が疲労が少ないという報告⁶⁵⁾がある。また視覚による読み取りではないが、触覚による盲人用視覚代行装置の研究において、手を動かさずに自動的に流れていく文字や絵を触る方法（パッシブタッチ）に比較して、手を動かしながら触る方法（アクティブタッチ）の方が認識が容易であることが知られている^{66),67)}。異なる言語や異なる感覚に関する研究結果からは断定はできないが、能動的に読んでいるか受動的に読んでいるかの差は大きく影響していると考えられる。

以上の点を考慮すると、呈示する文章を能動的に読む方が認識が高まることが予想される。しかしリアルタイム音声文字変換においては、このような能動的な読み方は実現困難である。特に聴覚は本来受動的な感覚であるため、その聴覚の代行は受動的にならざるを得ないと考える。

4.4 文字の大きさと一画面内の文字数

文章を読みやすくする要因の一つに、文字をはっきり見せることがある。そのためには文字をできるだけ大きく表示したり、行間を空けたりすることが望ましい。しかしこのことは一画面に表示される文字数を減らし、その結果読む前に文章が消えてしまったり、話の流れがわからず内容の理解を妨げる可能性がある。そのため一画面内に表示する文字数は少なすぎではない。

字幕放送では、絵と文字の両方を見るために画面に表示する文字数を減らしている。この場合には、予め短く作成した文章を表示しており、次の字幕が表示されるまでに読むのに十分な時間がとられている。それに対してリアルタイム音声文字変換を行うためには、以下に示す問題が生じる。

まず文字数が少ないと、文章が次の文字ですぐに消えてしまうことが挙げられる。例えば300字/分の話で一画面に50字しか表示できないのでは、文字が表示されている時間は計算上10秒となる。しかも4.2節で述べた分かち書きを行えば空白文字の分だけ余計に字が必要となり、また4.3節で述べたページング表示を行えば前の文字と新しい文字を区別する

ために空白行を挿入する必要がある。そのため実質上6~7秒で文字が消去されてしまうこととなる。これでは読解能力の高い人でも集中して見ていなければ読むのが難しい。

次に、画面の文字数が少ない時には文章の先頭部分がすでに消えてしまい、何の話であったかわからなくなることがある。一文すべてが一画面に表示されていることが文章読解からは望ましい。3.1.2.2目で述べたように話し言葉の一文は書き言葉に比較して一般に短く、講演などでは平均9文節で構成されているとする研究がある¹⁵⁾。話し言葉の一文節の平均文字数は明確にはわかっていないが、7~8字と推定すると、これから話し言葉の一文は平均70字と推定できる。実験的に講演「言葉が怖い」(講演者：向田邦子、新潮カセット、80分)についてテープ起こしをして数えた結果、この講演の一文あたりの平均文字数は漢字かな交じり文換算で68字であり、上の推定とほぼ一致している。これはかな文字換算すれば90字強となる。分ち書きの空白文字とページング表示の問題を考慮すると、一画面に100字以上表示できることが望ましいことがわかる。

パーソナルコンピュータを用いて大きな文字を呈示する方法には、透過式液晶パネルを用いてOHPで投影する方法と、RGB信号をビデオ信号に変換してビデオプロジェクターで投影する方法がある。このいずれの方法でも、日本では640×400ドットで表示する製品は安価に入手可能であるが、それ以上の高解像度の機種は未だ一般的ではない。そのため表示画面の大きさを640×400ドットとして以下の検討を行う。

通常の全角文字は16×16ドットであるため、一画面に40字25列の1000文字を表示することができる。画面の大きさが十分に大きく、かつ画面が明るい場合にはこの大きさが問題無いが、一般的に入手できる画面拡大装置や投影スクリーンの大きさと会場の規模を考えた際に、全角文字では小さすぎて文字が読めない場合がほとんどであると考えられる。

四倍角文字は全角文字の縦横共に倍の大きさであり、一画面に20字12列の240文字を表示することができる。画面の大きさに対する文字の大きさと文字数を考慮すると、多くの場合この大きさが適当であると考えられる。しかし実際に表示してみると字間・行間が詰まりすぎており、特に行間を空けて表示すると読みやすくなる。例えば32×32ドットの四倍角文字の横方向に4ドット、縦方向に12ドットと行間を大きく空けた場合、17字9行の153文字が表示できることとなり、一画面に表示する文字数も十分であると考えられる。

会場によっては、この四倍角表示でも字が小さすぎて読みにくい場合があると考えられる。この場合縦横3倍とした九倍角文字では、一杯に文字を詰めると一画面には13字8行の104文字を表示することができる。しかし上で述べたように字間・行間が詰まりすぎて読みにくくなり、行間を空けると70文字程度しか表示できなくなり、上記の考察によれば一画面の文字数が少なくなりすぎてしまう。しかし、大きな文字表示が必要な場合にはこの九倍角文字は有効となると考える。

四倍角文字と九倍角文字の間である100字程度の文字数で表示する方法としては、全角文字に対する縦横の倍率を整数でなくする方法と、縦横の比率を変えて表示する方法が考えられる。前者の方法では新たな文字フォントを作成するか、全角文字のフォントから部

分的に拡大率を変えながら作成しなければならない。新たな文字フォントの作成は現実的でなく、また部分的に拡大率を変えると歪んだ文字となるため、どちらの方法も問題がある。そこで縦横の比率を変えて、縦長又は横長の文字で表示する方法について検討する。



図4.2 横長六倍角文字と縦長六倍角文字

四倍角文字と九倍角文字の中間で縦と横の倍率が整数であるものとしては、縦2倍横3倍の横長六倍角文字と、縦3倍横2倍の縦長六倍角文字が考えられる(図4.2)。この両者の文字を作成して表示した結果、縦横の比率が同じ文字に比較すると少し違和感はあるが、読みやすさには問題無かった。四倍角文字と同じ比率で行間と字間を空けると、縦長六倍角文字で102文字、横長六倍角文字で99文字となり、文字数はどちらもほぼ同じであった。

この両者の文字を比較すると、見る角度の影響があることがわかった。すなわち、斜め横から見た場合には横長六倍角文字の方が読みやすく、正面では縦長六倍角文字の方が読みやすい。そのため六倍角文字で表示する際には、横幅の広い会場では横長文字を、横幅が狭い会場では縦長文字を使用するべきであることがわかった。また会場の問題から下から斜めにOHPを投影する場合には文字は縦長に変形するため、このような場合にも横長文字を選ぶ方がよい。

六倍角文字の比較において、斜め横から見た場合に横長の文字の方が読みやすいのは、見る角度の影響から横方向に文字が潰れて見えるためであると考えられる。しかしそれだけでは正面で縦長文字の方が読みやすい理由は説明できない。この理由は、横長文字に比較して一行の文字数が多くなり改行が減るために目を動かす道のりが短くなるためか、横幅が狭い方が一度に視界に入る連続した文字数が多くなるために理解しやすいのだと推定している。

同様の研究は英語において行われており、CRT画面上で同じ高さの文字の幅を変えて眼球の動きを計測した結果、横幅が狭くて一行の文字数が多い方が効率的に読むことができるという報告⁶⁸⁾がある一方、文字の縦横比によって読み取り速度が影響されるとは言えないという報告⁶⁹⁾もある。実験条件の違いもあり、未だ結論は出ていない。しかし大画面に表示された文字の縦横比に関する研究は英語に関しても行われていない。

4.5 考察

読み取りやすさに関しては文字の輝度やコントラストの影響も考慮しなければならない⁷⁰⁾。しかし、多くの人達に対して文章を呈示する場合には、輝度が高すぎて読みにくいか、コントラストが強すぎるということは起こりにくい。輝度の高い装置は高価であるため、輝度の低い装置しか使用できないことの方が現実的には多い。しかも会場を暗くする

ことができない場合も多く、表示装置の輝度を最高にしてもまだ文字が暗くて読みにくい場合がほとんどである。特に安価な投影型ビデオプロジェクターやOHPを使用して表示する場合、又は広い会場では大きな問題となる。

白い背景に黒い文字で表示した場合と黒い背景に白抜き文字で表示した場合についても考察する必要がある。英文の紙に印字されている文章では、明るい背景に暗い文字の方が読む速度が速くなるが、CRT上に表示した英文では両者に明確な差はないという報告がある⁶⁹⁾。日本語では、コントラストが適正な範囲であるならばどちらも視作業のパフォーマンスに差はないが、コントラストが極端に低い場合には白い背景に黒い文字を表示した方が作業パフォーマンスが高くなるという報告がある⁷³⁾。前述したように、情報保障装置の使用条件によってコントラストが低くなる場合があり得るが、このような状況では白い背景に黒い文字で表示すれば良いことがわかる。黒い背景で白抜き文字の方が有意に優れているのは、透光体に混濁のある弱視者であるという報告もある⁷⁴⁾。

以上の考察の中で一部はCRTディスプレイへの文字表示による実験や研究であった。しかし4.4節で述べたように、文字を表示するのはビデオプロジェクターやOHP上の透過型液晶パネルのような大画面である。この両者において、表示速度の問題、分かち書きの影響、スクロール表示とページング表示の違い、一画面の文字数に関しては、大差無いと考える。この両者では、上に述べたコントラストや周りの明るさの影響、画面の反射や映り込みの影響が大きいと考えている。これらはシステムの仕様と言うよりも使用上の注意すべき問題点である。ただ、液晶パネルを使用する場合には、CRTディスプレイを見慣れている人にはそのドット（セル）形状の違いから文字の見え方が違う点が気になるという報告⁷⁵⁾がある。しかしその違いはあまり大きくないこと、しばらく見ていれば慣れること、透過型液晶パネルとビデオプロジェクターの両方を使用できるようにする場合に使用機器によってパラメータを変えることは実用的でないこと、などを考慮すると、使用機器による違いは実用上無視してかまわないと考える。

第5章 器械反訳結果修正操作における ヒューマン・マシン・インタフェース

5.1 器械反訳の限界と修正機能の必要性の検討

実際に速記者が入力したソクタイプ式速記の速記記号をコンピュータを用いて器械反訳することによってリアルタイム音声文字変換した文章と、元の発話をテープ録音して文章化したものとを比較して詳しく分析すると、リアルタイム音声文字変換した文章中には多くの間違いが含まれていることがわかった。この間違いには、速記者の入力ミス、コンピュータの反訳間違い、表記上の間違いの3種類がある。

3.5節で検討したように入力特性の優れた入力装置を使用しても、速記者の入力ミスをなくすることは不可能であり、熟練者でも1~5%程度の入力ミスはある。特に不明瞭で聞き取りにくい発声や速記者の知らない言葉の速記ではミスが増える傾向にある。通常の速記業務においては速記者が自分自身で反訳をするため、この反訳過程で入力ミスを修正することができるが、自動的に反訳される場合には入力ミスを含んだ文章がそのまま表示されることになる。

入力ミスの最大の問題は、全く異なる語になってしまうため、速記文法を知らない人にとっては正しい文章を類推できない場合が多いことである。例えば表5.1の例のように、1つのキー入力ミスをしただけで全く異なる訳語になったり、全く逆の意味になってしまうことがある。これらの間違いでは、読んでいる人達が誤解を生じる可能性が高い。この入力ミスは、いかなる入力方法でも問題となる。

一方、正しい速記記号を入力しても、コンピュータが正しく反訳できるとは限らない。その原因は速記文法のあいまいさにある。速記のルールは速く入力することを目的に構築されてきたため、多くの例外規則があり、音声と速記記号は1対1には対応していない(表5.2)。パーソナルコンピュータが速記記号に対応する複数の候補訳語から正しい訳語を選択できなかった場合に生まれる間違いである。この場合には前後の内容から判断しなければ正しい文字

表5.1 入力ミスで全く異なる訳語になる例

{ YTHKSAIO TK*IN OIASKHTY }	
{ HK O TK }	ございます
{ H O TK }	本当
{ YTHKS TK IN ASK }	できます
{ YTHKS TK IN SK }	できません

表5.2 複数の訳語のある速記記号の例

{ YTHKSAIO TK*IN OIASKHTY }	
{ Y K I }	いけない/きゅ
{ Y T O }	とする/ちょ
{ Y K I TK }	きた/てきた/してきた
{ A IN I S Y }	明日/あの下
{ KSA T A HT }	松葉/待てば

が決定されない。しかし、速度的にもコスト的にも文章の文法的解析や内容の解析を行うことはできない。たとえこれらの解析を行っても、人間は文法通りに正確に話しているわけではなく、現在の技術レベルではコンピュータが間違っただけの訳語を表出することは避けられない。

この間違いは、間違い方がパターン化しているという特徴があり(表5.3)、その特徴を知ればある程度補って読むことが可能であるが、読者にそれを求めることはできない。間違い方のパターンには、表5.3の2や12、16などのように一件全く違うと思われる文字列が

表5.3 器械訳の間違いのパターン

1. 動詞などの前の助詞等が省かれる が現われる → 現われる の場合 → 場合 ことができる → できる すべき → べき ではありません → ありません	9. 「く」が「か」になった場合 にくく → にかく さくず → さかず
2. きまり文句などの中間の語句がぬける なければなるまい → なければまい たべればたべるほど → たべればほど	10. 「つ」が「た」になった場合 げつない → げたない おつず → おたず
3. 促音便や撥音便+「る」のときに「て」 「で」が省かれる うってる → うるる のんでる → のんる	11. 「くば」が「けば」になった場合 おくば → おけば つくば → つけば
4. 撥音便+「ら」のときに「だ」が省かれる あんだら → あんら のんだら → のんら	12. 「つば」が「てば」になった場合 まつば → まてば みつば → みてば
5. 「もう」「だい」の後などで「い」が省かれる もういちど → もうちど ゆいつ → ゆいいつ	13. 促音「っ」が「つ」になった場合 こっかの → こつかの たっした → たつした
6. 「こ」「そ」「あ」「ど」のあとの「の」が 省かれたり追加される あした → あのだ こびと → このひと	14. 用言の活用語尾が間違っただけの場合 やらない → やるない うれしかった → うれしいかった
7. 「んしょう」「んす」に「で」が追加される りんしょう → りんでしょう せんす → せんです	15. 濁点が清音になった場合 ときどき → ととき しごと → しこと ともだち → とまたち
8. 二重母音の間違い おねえさん → おねいさん こおり → こうり うたう → うとう とを あける → とう あける	16. いくつかの拗音は、よく使用される語と同じ記号であるので区別できない場合 かって → きゃ とする → ちょ ならば → にか またと → みゃ りゅう → りゅう
	17. 同じ音の「お」「を」、「え」「へ」、「わ」「は」の区別ができない場合 かお を あらう → かを を しゅわ を みる → しゅは を みる

生成されることもあるが、例えば表5.3の1や15のように意味のわかる小さな間違いの場合もある。後者の場合は、速く読んでいるとほとんど違和感を感じず、気付かない人が多い間違いである。

このコンピュータの反訳間違いはソクタイプ速記に固有の問題である。他のほとんどの入力方式では音声と記録される符号は1対1に対応するため、この符号から文字への反訳も1対1に対応し、反訳における間違いは生じない。

表記上の間違いは、その音は正しいため厳密には間違いではないが、漢字やカタカナなどで表記する方がよい場合である。これにはアルファベット表記すべきもの、アラビア数字で表記すべきものなども含まれる。3.2節で述べたようにリアルタイムで話を記録する際には、表記上の違いを区別する時間的余裕はない。そのため同音異義語の区別も、外来語かどうかの判断も、反訳作業で行わねばならない。しかし文法や意味を解析することなしにはこの区別を自動的に行うことはできない。

文章中に多少の間違いが含まれていても、人はそれを補って読むことができる場合が多いが、間違いが多くなると速く読むことができなくなり、内容も理解できなくなる。反訳の間違いと表記上の違いの出現割合は話の内容によって変わるのに対して、速記者の入力ミスは音声の質や速記者の体調など多くの要因で大きく変動する。特に、速記者が疲労した時、速記しにくい語の頻出する話の時や話し方が不明瞭の時に内容が理解できなくなるほど文章中に間違いが発生する傾向が見られた。

自動的にリアルタイム反訳した文字をそのまま呈示することのもうひとつの問題点は、速記者への心理的負担が大きいことである。速記者は通常入力ミスをおかしても反訳時に修正することができるが、自動的に反訳される場合には入力ミスが即座に誤った結果として表示され、そのために「間違っはいけない」という心理的圧迫が大きくなることが実験からわかった。そのため速記終了後に極度の疲労感を訴える速記者や、話者が皇室や総理大臣であったために極度に緊張し、指が動かなくなった速記者のケースもあった。

このリアルタイム音声文字変換では避けることのできない文章中の間違いを減少させ、また速記者の心理的負担を軽減させるためには、リアルタイムで修正する機能が必要であると考えた。

5.2 リアルタイム修正機能に関する考察

リアルタイム音声文字変換において、自動的にコンピュータで反訳された文章をリアルタイムで修正する機能をつける際、ヒューマン・マシン・インタフェースに関していくつかの点につき考察を行う必要がある。漢字変換にかかる速度、修正機能における遅れ時間、修正入力装置などである。

5.2.1 カーソル操作と速度

修正機能の中でもっとも時間がかかる作業の一つにかな漢字変換がある。速記はその音を記録するため、漢字の区別はつけず、そのためコンピュータによって自動的に反訳した結果は、原則的にかな文字で表記される。3.1.2.3目で考察を行ったように、かな漢字変換には時間がかかり、特に第1候補が誤っていた時には正しい漢字を選択するまでに長い時間がかかる。しかし3.1.2.3目の場合と違って入力はずでに行われている状態からのかな漢字変換の場合については、あらためて作業にかかる時間を検討し直す必要がある。

この場合のかな漢字変換で最も注意すべきことは、入力されたかな文字が正確でなければ正しい変換はできない点である。5.1節で述べたように、リアルタイム音声文字変換結果には間違いが数%ないしそれ以上含まれている。そのままでは正しいかな漢字変換はできず、まず正しい表記の文章へと修正を行った後、かな漢字変換を行わねばならない。近年のかな漢字変換は変換効率を上げるために文章解析等を行っているため、かな漢字変換を行うかな文字だけを修正すればよいわけではなく、その前後の文字も正しく修正しなければ正確なかな漢字変換は行うことができない。

以上より、リアルタイム修正作業におけるかな漢字変換は、かな文字の修正をすべて行った後の残りの時間で行う必要があることがわかる。よってまず話す速度で表示される間違いを含んだ文章をリアルタイムで修正する作業について検討を行う。

間違いの修正作業は、まずカーソルを間違いの位置まで移動し、そこで間違いの種類により削除・挿入・置き換えなどを行うこととなる。ここで注目すべき点はカーソル移動操作である。

通常のカーソルの動きは、一回の入力で一字分移動し、又ある一定時間以上押し続けた場合には高速に移動する。この一字分ずつ移動する方法は効率が悪い。1本の指で連続して入力できる速度は指によっても異なるが、最高で4~5回/秒である¹⁹⁾。分あたりに直すと240~300回/分となり、これは通常の話の速度であるかな文字換算で350~400字/分に比較して遅い。すなわち、カーソルを一字ずつ移動しては、話の速度で表示される文字に追従することはできない。

そこでカーソルのリピート機能を使用することとなる。リピートによってカーソルの移動する速度はそのハードウェアとソフトウェアによって異なるが、移動速度が遅すぎると効率が悪く、移動速度が速すぎると思ったところで停止できないという問題がある。このリピートの開始する時間は例えばNEC製のパーソナルコンピュータPC-9801であれば通常0.5秒である²⁰⁾。これは話す速度で換算すると3文字分に相当する。これを考慮すると、6~7文字程度までの移動であれば一字ずつ移動する方が速い。これは修正すべき場所が6~7文字毎にあれば、カーソルの移動操作だけで話の速度に追従できないことを示す。含まれる間違いの種類にもよるが、挿入・削除等の操作の時間も考えると、十数文字に1カ所ずつの間違いを修正するだけの時間しかないと評価できる。このことから通常のカーソルの動きではおおよそ5%以上の間違いが含まれた文章を完全にリアルタイムで修正することは難しいことがわかる。以上から、修正する部分が5%以上含まれている場合には、カー

ソル操作は文字入力と同じ程度又はそれ以上の時間がかかり、そのためかな漢字変換を行う時間的余裕がないことがわかった。

例え間違いが全くない文章であっても、かな漢字変換を行うために細かなカーソル操作が必要となれば、同様に時間がかかる。文節毎に漢字変換していたのではリアルタイムでの変換はできない。しかし一文全体のかな漢字変換を行う方法では、その文章全体が終わるまで正しく漢字変換された文章は表示されず、一度に大量の漢字が変換されることとなり、読みにくく、リアルタイム性も失われる。2~4文節毎に漢字変換を行ったとしても、誤変換が多ければその場所まで移動させるカーソル操作が必要となる。このため、修正作業を行った文章をもう一人のオペレータが漢字変換を行うというシステム構成にした場合にも、数文節単位で精度良く変換できるかな漢字変換ソフトウェアがなければ実現できないことがわかる。このようなシステムにするもう一つの問題は、システムが複雑になりすぎることである。速記者の含めてオペレータが3人、コンピュータが最低2台必要となる。長時間行うためにはオペレータの交代要員も必要となるので、コストは高いものとなる。

かな漢字変換を行わなくとも、カーソル操作の問題は残る。1つずつのカーソルの動きは指の入力可能回数に制限されるのでこれ以上速度を上げることはできない。そこで開始までの時間遅れの無いリピート機能か、5~10文字程度ジャンプする機能がリアルタイム修正には必要である。いずれにしても1つずつ移動するカーソルの操作とは異なる操作が必要となる。

5.2.2 修正作業と表示画面

修正作業には、聴覚障害者に表示している画面上で修正を行う方法と、すべての修正を行ってから文章を表示する方法とがある。前者は4.3節で述べたスクロール表示の問題と同じで、読んでいる画面が突然変更されるために大変読みにくいという問題がある。後者の方法は、修正画面と表示画面の二画面を別々に必要とするためハードウェアが複雑になること、修正のために表示が遅れることによりリアルタイム性が失われる可能性があることなどの問題点はあるが、前者であっても修正作業が遅れれば読みにくい点は同じであり、前者の問題の方がより重大であることがわかる。そこで修正作業を別の画面上で行ってから、結果を聴覚障害者に表示する方式を採用することとした。

5.2.3 修正作業に伴う時間遅れ

リアルタイム性に関しては、リアルタイム音声記録における遅れが3秒以内、自動反訳による遅れが無視できると考えれば、修正作業による遅れが7秒以内であれば、合計10秒以内の遅れで、すなわちリアルタイムで表示できることとなる。前項で述べたように、反訳結果に5%未満の間違いしか含まれない場合には、話す速度で修正できる可能性がある。その場合修正に伴う時間遅れは7秒以下とすることができると考え、なんとかリアルタイム性を維持できると考える。

反訳結果に5%以上の間違いが含まれる場合には、すべての間違いを修正しようとする、

話す速度で修正できない可能性が高い。この場合には少しずつ時間遅れが生じることとなる。直後に間違いの割合が少ない部分があれば、そこでその遅れを取り戻すことができるが、続けて5%以上の間違いがあれば時間遅れが蓄積してゆき、十数秒ないしそれ以上の遅れとなる場合も考えられる。

これを避けるためには、重大な間違いのみを修正し、些細な間違いは修正しないという方法がある。ここで問題となるのは、リアルタイム音声文字変換を行う目的において、多少の間違いがあってもいいからリアルタイムで表示されることが重要なのか、それとも多少ぐらい遅れても一字一句正確であることが望ましいか、である。この点について本研究の目的である聴覚障害者への情報保障においては、聴覚障害者の意見を尋ねた結果では、ほとんどの障害者は多少の間違いがあってもしかたがないと回答した。実際、話す速度で表示される文章の小さな違いまで正確に読み取ることは難しく、一字一句正確であることまで要求されることは稀である。例えば「けれども」と「けども」を正確に聞き分けることは難しい場合も多く、この両者を表記上区別することはあまり意味が無い。可能な場合にはすべての間違いを修正することが望ましいが、可能でない場合には、些細な間違いは修正しなくともリアルタイムで重大な間違いのみを修正する方が良いと考える。

以上より、修正作業における時間遅れは実用上問題ないことがわかった。

5.2.4 修正用入力装置

修正作業に必要な入力機能は、①カーソル操作を行う入力、②文字の入力、③削除などの編集機能や特殊機能の入力、がある。この中で最も多い入力は5.2.1項でも検討したようにカーソル操作であり、一度に連続して入力する文字数は多くない。そのため修正用入力装置としては文字の入力が効率的に行える装置である必要はなく、それよりもカーソル操作が容易であることが重要である。この点を考慮して、カーソル操作と指のホームポジションに関して検討する。

文字入力は、指をホームポジションにおいてタッチ打法（キーを見ないで入力する方法）で入力する方が効率的であることが知られている⁷⁶⁾。そのためカーソル操作もホームポジションから行う方が効率的に操作可能となる。そこで開発されたのが英文ワープロWordStarなどに採用されたダイヤモンドカーソルといわれるカーソル操作法である⁷⁸⁾。これはQWERTYキーボードの左側にあるASDFEXの各キーとコントロールキーを同時に押すことによってカーソル移動を行う方法であり、指をホームポジションから崩さずにカーソル操作が可能である。

このダイヤモンドカーソルの最大の欠点は、コントロールキーを入力する左小指の負担が大きいくことである。右利きの人にとって左手の小指は最も入力が苦手な指であり⁷⁹⁾、この指に負担をかけることは入力特性上問題がある。特に前述のように修正においてはカーソル移動が最も多い入力であるため、操作時間の大半は左小指を押していることとなり、すぐに疲労してしまふ。このためダイヤモンドカーソル方式は修正作業のカーソル操作には不向きである。

ダイヤモンドカーソル以外であっても、ホームポジションから文字以外のコードを入力するためには、左小指でコントロールキーやシフトキー、グラフキーなどを操作する必要があり、ダイヤモンドカーソルと同じ問題が生じる。以上から、QWERTY入力装置では指をホームポジションから崩さずにカーソル操作を行うことは無理であることがわかった。

QWERTY以外の入力装置では例えばM式はホームポジションからカーソル操作が容易にできる¹⁸⁾。文字入力もQWERTYによるローマ字入力やかな入力よりも優れていることが知られている¹⁹⁾。しかしM式はその優秀さにもかかわらず普及しておらず、効率良く使用できる人は限定される。それ以外の方式では、ホームポジションからカーソル操作が効率的に行うことができないという面では、QWERTY方式と同じである。

カーソル操作がホームポジションから行えないのであれば、カーソル操作の手の位置と文字入力の時の手の位置は大きく変ることとなる。このような大きな移動には時間がかかる。それに対して文字入力は一度に大量に行うこと無く再びカーソル操作となるため、使用する方式の選択には文字入力の効率よりも慣れの因子の方が重要となる。

以上の考察より、カーソル操作に関してはあまり普及していないM式以外ほどの入力装置も大差無いことがわかった。将来の普及を考慮した結果、修正を行う入力装置としては通常のパーソナルコンピュータのキーボードを採用することとした。パーソナルコンピュータに接続できるキーボードであれば、親指シフトであってもかまわないし、かな入力でもローマ字入力でも慣れた方式で文字を入力することが最適であると考える。

5.2.5 リアルタイム修正作業の分析

リアルタイムの修正は実際にどのような作業を行う必要があるのかを分析する。修正作業は、①話の聴取、②反訳文章の読み取りと確認、③修正、④確定の4つの作業を行う必要がある。①は聴覚作業、②は視覚作業、③④は手の作業である。

①の話の聴取は、②③④の作業を行いながら同時に行わねばならない。話を聞いていなければ間違いを発見することも、間違いに対応する正しい文章を知ることもできない場合がある。但し、記録における聴取とは異なり、細かく正確に聞き取ろうとすると②以下の作業ができなくなるので、聞き流して全体の話の流れをつかむという聞き方が良いと考える。実際には複雑な修正作業をしているときは、聞き流すことも難しくなる。また、修正作業が遅れて②以下を行っている部分と①の聴取の時間が離れてしまうと、確認・修正時に聴取の内容を忘れてしまうことがある。

②では、反訳された文章を読み、それが正しいかどうかを①の聴取内容から瞬時に判断し、確認する。もしも①の聴取がうまく行えなかった場合は、日本語文法や文章の内容から判断する。ここでは日本語文章をすばやく正確に読み取る能力が要求される。修正が忙しい場合には、③修正及び④確定をキーボードから行いながら、目はその先の部分を読むことができれば、操作時間の短縮が図れる。しかしこれは修正機能に相当習熟しなければ難しい。

③では②で見つけた間違いを修正する。正しい文章は①の聴取内容をもとに判断する。

もしも①の聴取がうまく行えなかった場合には、5.1節で分析したように間違い方によってはそのパターンから正しい文章を推測できる。そうでない場合には日本語文法、文章の内容から正しい文章を推定する。

②によって間違いがないことを確認したり、③の修正によって間違いがなくなれば、そこまでの文章を④確定して聴覚障害者に表示する。5.2.1項で述べたように読みやすさの観点から、②③④は2~4文節単位で行うのが望ましい。

以上より修正オペレータには、正確にすばやく日本語を読み取る能力と作業をしながら話を聞きながら能力が要求されることがわかる。どちらも特殊な能力ではないが、不得意な人は速記オペレータには不向きである。修正オペレータを養成する際には、修正のキー操作を覚えること、間違いのパターンを覚えることと、上で述べた同時にいくつかの作業を行うことに慣れることが必要であることがわかる。

第6章 情報保障装置におけるヒューマン・マシン・インタフェースのまとめ

以上まで情報保障装置の開発目的から、リアルタイム音声文字変換、話す速度で表示される文章の最適呈示方式、および話す速度で表示される文章のリアルタイム修正作業について、そのヒューマン・マシン・インタフェースの観点から検討してきた。その多くは情報保障装置以外に対しても適用できる。その結果をまとめると以下ようになる。

- ・現在の音声認識技術では、制約が多く、リアルタイム音声文字変換はできない。
- ・現状では音声をリアルタイムで記録できる方法は速記のみである。
- ・速記の中でリアルタイム反訳に最も適したものは器械速記であるソクタイプである。
- ・速記をリアルタイムで反訳する際に間違いをなくすることはできない。すなわちリアルタイム音声文字変換結果には必ず多少の間違いが含まれる。
- ・速記をリアルタイムで反訳する際に、正確な漢字かな交じり文にすることはできない。
- ・ソクタイプ速記のような同時打鍵方式のキーボードにおいて、作動力特性と入力ミス及び疲労との関係は以下のとおりである。
 - ・全移動量が8mm以上あれば確実に入力できる。
 - ・接点位置が全移動量の中心附近にあれば入力ミスが少なくなる。
 - ・キーを最後まで押しつけておくのに必要な力が小さい方が疲労は少ない。
 - ・押した感触が硬いキーは、疲れやすい。
 - ・適度な大きさの初圧が必要である。
- ・上記のようなキー特性を持つキースイッチは現在市販されていない。
- ・話の速度で表示されるかな表示の文章は、健聴者では読み取ることができる。
- ・話の速度で表示されるかな表示の文章は、聴覚障害者の中でも日本語能力の高い人であれば読み取り可能である。
- ・かな表示に比較して漢字かな交じり文の方が読みやすい。
- ・漢字の含まれる割合の少ない文章では、分かち書きをする方が読みやすい。
- ・自動的に次々と表示される文章では、スクロール表示よりもページング表示の方が読みやすい。
- ・話の速度で文章を表示する場合、一画面に表示される文章が100字未満になると内容がわかりにくくなる。
- ・リアルタイム音声文字変換結果に含まれる間違いを減らすためには、リアルタイムで修正を行う必要がある。
- ・話の速度で表示されるかな文章に対してかな漢字変換をリアルタイムで行うことはできない。
- ・話の速度で表示される文章の修正では、カーソル操作に要する時間を考慮すると、

全文章の5%以上の修正はできない。

- ・リアルタイムで修正を行う際には、重大な間違いから優先的に修正すべきであり、些細な間違いは時間に余裕があれば修正する。
- ・修正作業を行う入力装置は、どれも大きな差は無く、使い慣れたものが良い。
- ・リアルタイム修正では、話を聞きながら目で文章を追いつつ、手で修正を加えるという複数の動作を同時に行う必要がある。

第7章 ステノプコンシステム

7.1 基本仕様

前章までのヒューマン・マシン・インタフェースに関する考察に基づいて、聴覚障害者の情報保障装置を試作した。このシステムを速記式音声変換装置 (STENograph Operated speech CONversion system) の英字の頭文字をとってステノプコンシステム (STENOPCON system) と呼ぶこととする。

前章までの考察により、ステノプコンシステムの基本仕様は次の通りとした。

- ・すべての音声をリアルタイムで文字化することに重点をおく。
- ・速度重視のために文章中に文章内容を歪めない程度の間違いが含まれることは許容する。
- ・入力にはソクタイプ式速記を使用する。
- ・入力装置としてはソクタイプの速記器械を改造して作成する。
- ・速記記号はコンピュータを使用して反訳する。
- ・反訳された文章は修正オペレータがリアルタイムで修正・確認してから表示する。
- ・表示文章は分かち書きを行う。
- ・表示文章中の漢字は多い方が良く、誤った漢字よりはひらがなで表示する。
- ・表示文章はページングにより表示する。
- ・表示した文章はすべてファイルに記録する。
- ・システムは小型・軽量で簡単に移動して使用できる。
- ・数人から千数百人の聴衆に柔軟に対応できるシステムとする。
- ・将来的に全国で百台規模の普及を目指すことのできるシステムとする。

7.2 システム構成

聴覚障害者用情報保障装置ステノプコンシステムのシステム構成を図7.1に示す。ステノプコンシステムは主として、①入力部としてのステノプコンキーボード、②処理部とし

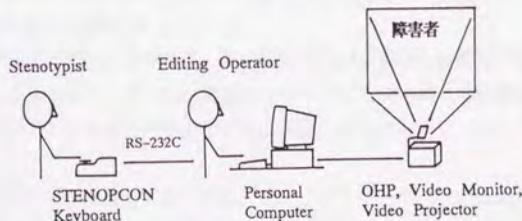


図7.1 ステノプコンのシステム構成

てのパーソナルコンピュータ、③各種の表示部、の3つの部分より構成されている。

7.2.1 入力部

第3章の考察により、ステノプコンシステムの入力装置として、市販のキースイッチでは適切な入力特性は実現できないことがわかった。そこで速記器械を改造したキーボード（ステノプコンキーボード）を試作し、入力装置として使用した。

速記器械の後面には記録紙入れがついているが必要無いのでこれはずし、その場所に電源端子やRS-232Cインターフェース端子を設置することとした。それ以外の速記器械外側のケースはそのまま使用することとした。そのためステノプコンキーボードはソクタイプ速記器械専用のキャリングケースを使用して持ち運びできる。

ステノプコンキーボードで最も問題となる点は、リンク機構の動きを取り込むセンサの取り付けである。①どのようなセンサを使用するか、②狭い速記器械内部にどのように取り付けるか、③いかにして最適な作動力特性を実現するか、の3点が問題となる。最適な作動力特性を実現するためには、測定力が小さく、接点位置が全移動量の中心近くに位置するようにすることが必要である。測定力を小さくするためには、非接触センサを使用するか、測定力の小さいセンサをリンク機構の支点近くに配置すれば良い。

非接触センサには光学式や磁気式などがある。非接触センサの取り付け方としては、リンクの動きを①側面から測定する、②下面から測定する、の2種類が考えられる。しかし速記器械では複数のリンクが隣り合っているため、側面から測定するだけの空間は存在しない。下面からの測定では、小型のよいセンサがなく、隣のリンクの影響を除くことが難しい。そこで、センサとしては超小型で測定力の小さなマイクロスイッチを使用することとした。しかしマイクロスイッチをリンクの支点近くに設置すると、接点位置を全移動量の中心位置に設定することが容易ではなくなる。そのため、接点位置を測定しながらセンサ取り付け位置を調整する機構を取り付けた。

センサの取り付け部位の外観を図7.2に示す。

ステノプコンでは同時打鍵入力を行うが、センサからのデータの取込みも通常のキーボードとは異なる。すべてのキーが同時に押されるわけではないので、いずれかのタイミングでキーデータを取り込んでも取込みミスがでる可能性がある。そこで、3.5.1項で述べたキースイッチ型のキーボードと同じように、すべてのキーが離されている時からすべてのキーが離されるまでの間で押されたすべてのキーを取り込むこととした。速記者を使用して実験したが、この取込論理で問題は生じなかった。

取り込まれた21bitのデータは左の群れ、中の群れ、右の群れ（3.2.4項参照）に相当する3byteの速記記号データとして保存され、順にRS-232Cインターフェースを通じて処理部に送信される。この処理回路も、キースイッチ型として先に試作したものと同一（図3.11参照）とした。

（株）東方技研に依頼し、ソクタイプを改造して製作したステノプコンキーボードの外観を図7.3に、カバーを開けて後方から見たところを図7.4に示す。

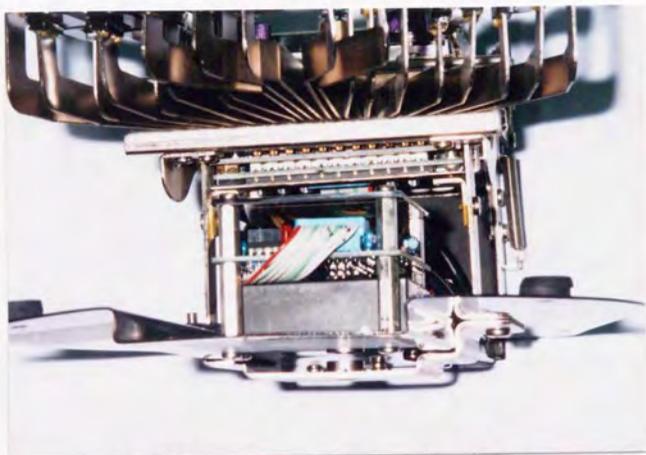


図7.2 リンクの動きを取り込むマイクロスイッチの取付け

写真中で、21本のリンクの下側の白い横長の部分はリンクの動きを止めるフェルト製のストッパーで、そのすぐ下にある小さな白い部分がマイクロスイッチである。このスイッチは2段に配置されている。



図7.3 ステノブコンキーボードの外観

実際に使用する時には入力ミスや疲労の観点から、キーボードを速記しやすい高さに調整する必要がある⁷⁹⁾。特にステノブコンキーボードは、通常のコンピュータ端末やワープロのキーボードと比較して底面からの高さが高いため、一般の机上での使用ではキー位置が高くなりすぎ、十分な性能を発揮することはできない。この問題に対して欧米の速記者では、最適な高さを得るために高さ調整のできるいすをいつも持ち運んでいる人達もいる

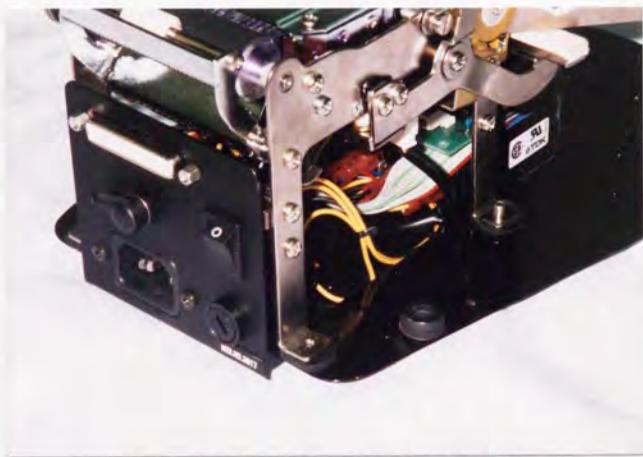


図7.4 ステノブコンキーボードの内部構造と背面パネル

が、いすの高さを調整しても足が地面につかないのでは安定感がないため速記しにくい。そこで、ステノブコンキーボードの底面にカメラ用三脚をつけ、それをういて高さ調節を行うこととした。三脚はいすに比較して持ち運びも容易である。ステノブコンキーボードを力を入れて操作してもプロカメラマン用の三脚であれば安定しており、操作上問題ない。

7.2.2 処理部

処理部はコンピュータとその周辺機器より構成される。コンピュータとしては他の場所にあるホストコンピュータと電話回線等で通信する方法もある。しかしこの方法では、どこでも簡易に使用できるわけでないこと、使用コストが高くなること、専用端末が必要になること、などを考え、安価に利用できる市販のパーソナルコンピュータを使用した。

処理部としてのパーソナルコンピュータの作業は、RS-232Cから入力された速記記号を反訳し、その結果を修正者に表示し、コマンドの入力に対応して修正した文章を聴覚障害者に呈示することである。入力部内でなく処理部で反訳作業を行う理由は、7.3.2項で述べる一時的な速記記号の登録を行う際に、パーソナルコンピュータ内で行う方が容易なためである。ここで問題となるのは、5.2.2項で述べたように、修正者に表示する画面と、聴覚障害者に大きく拡大して見せる画面の2つの独立した画面を必要とすることである。

通常のパーソナルコンピュータでは使用できる画面数は1つだけである。この問題の解決法のひとつは、2台のパーソナルコンピュータを使用する方法である。しかしこの方法は、①パーソナルコンピュータ間の接続には2つ目のRS-232C又はGP-1Bなどのインタフェースが必要である、②パーソナルコンピュータを2台使用するの、コスト/設置スペース/運搬などあらゆる面で不利になる、という問題がある。もうひとつの方法は、パーソナルコンピュータの拡張ポートにもう1画面を出力するためのグラフィックボード

を入れて実現する方法である。この方法では、パーソナルコンピュータが1台で済むために運搬/設置も楽であり、グラフィックボードも10万円前後であるので、もう1台のパーソナルコンピュータとインタフェースボードを使用するよりも安価で実現できる。今回はこの方法を採用した。

グラフィックボードはパーソナルコンピュータのハードウェアに強く依存するので、どのパーソナルコンピュータでも使用できるようにはできない。そこで本研究においてはパーソナルコンピュータとしてNEC社製PC-9801シリーズを採用した。その理由は、①本機種が現在日本で最も普及しているために情報保障装置として普及させるために有利である、②グラフィックボードが安価で容易に入手できる、③後述する画像出力のためのスキャンコンバータや液晶投影パネルも入手しやすい、ためである。PC-9801シリーズであってもいくつかの制限がある。①グラフィックボードを入れる拡張ポートの無い機種では使用できない。②ノートパソコンはキーボードが小さいので長時間使用すると疲れやすく、不向きである。③修正用画面には色情報を使用するので白黒画面ではない。その他にも、漢字ROMの入っていない初代PC-9801は使用できない等の条件はあるが、これら初期の機種を使用することはほとんどないので、ここでは省略する。

グラフィックボードとしては、①RGB信号を出力するボード、②NTSCビデオ信号を出力するボード、の2つがある。後述するOHPによる拡大表示を行うためには液晶投影パネルが必要であるが、市販の液晶投影パネルの入力はすべてデジタルRGBであるので、出力がデジタルRGBであるグラフィックボードを選択する。ビデオ信号へはスキャンコンバータを使用して変換する。

本研究では、グラフィックボードとして、インタフェース社製AZI-5105を選択した。その理由は、①漢字ROMを内蔵している、②文字の拡大機能を有する高機能グラフィックディスプレイコントローラHD63484を内蔵している、③出力がデジタルRGBである、④安価である、ためである。異なるグラフィックボードを使用する際にはソフトウェアを書き換える必要がある。

7.2.3 表示部

実際の使用場面を考えると、ステノプロンは十数人規模の集会から千人を超える集会まで対応する必要がある。大きな集会では後方からでも文字を読み取れるようにするためには、大きな表示装置を選ぶ必要がある。千人規模の集会では大型のビデオプロジェクターを使用することが読みやすさの面からは望ましい。しかし大型のビデオプロジェクターは借りるにも高価であり、低予算の福祉関連の集会では借りることができないことが多い。また、複数台の大型テレビ受像機又は大型CRTを会場の何ヶ所かに設置する方法もあるが、消防法の問題から会場内の通路には設置できないために、階段状となった会議場やホールでは設置する場所がないことが多い。このため、千人規模の会場でもOHPを使うことが多くなる。

OHPによる方法では、会場の明るさと使用するOHPによって異なるが、光量の制限から拡大できる大きさに限界がある。そのため大きな会場では、後方からでは文字は非常に読みにくくなる。しかし九倍角以上の文字では一画面の文字数が少なくなりすぎて読みにくいのは、前述したとおりである。そのためこのような場合には、情報保障装置の利用者に会場の前方に優先的に集ってもらうこととする。文字による情報保障を必要とする人が500人以上一度に集まることはないと考え、例えば手話通訳や磁気ループなどの他の情報保障を利用する人達と座る位置を分けることにより、六倍角までの大きさの文字で対応できると考える。但し、複数の情報保障手段を補いながら使用している人達の存在も考慮しながら、席の位置を配置する必要がある。

数千人以上入る会場で聴覚障害者の集いがあることは稀であると考えるが、例えば野球場などでは多くの場合オーロラビジョンのような大画面装置が設置されているので、それを利用すればよい。また、複数台の表示装置を用意する方法は、設置場所の問題さえ解決すれば有効な方法となる。

テレビ受像機やビデオプロジェクターを使用する時は、パーソナルコンピュータのRGB信号をビデオ信号に変換する。RGB信号に比較してビデオ信号の方が長く引回すことが可能であるので、ビデオ信号への変換はパーソナルコンピュータ側で行っている。このビデオ信号の変換には各種の市販品があるが、ここで使用しているインタフェース社製グラフィックボードAZI-5105のRGB信号は、NEC社のPC-9801シリーズのRGB信号とはタイミングが微妙に異なるため、製品によっては正しく変換されないことがある。現在は価格が安いこと、ボードタイプのために別電源を必要としないことからIC社製PSI-400を使用している。

それに対してOHPを使用する時には、市販の液晶投影パネルをOHP上に置いて、パーソナルコンピュータ画面を拡大表示する。この液晶投影パネルは白黒で十分であり、現在は内田洋行のLP-40を使用している。通常RGB信号のケーブルはノイズの影響を受けやすく、2m程度までしか伸ばすことができない。しかし実際の使用現場では、パーソナルコンピュータとOHPの場所が近いとは限らない。そのため専用のRGB延長ケーブル（ユニットKCR-11シリーズ）を使用している。これを使用すれば最大100mまでRGB信号を延長して使用することが可能であるが、通常は5～10mで十分である。但し、このKCR-11はRGB信号の12V電源を使用しているが、グラフィックボードAZI-5105のRGBにはこの12Vが配線されていないので、グラフィックボードAZI-5105の12V端子を結線して使用する必要がある。

7.3 器械反訳ソフトウェアと速記記号辞書

7.3.1 器械反訳ソフトウェア

第5章で述べたように、反訳の正確度によって修正操作のしやすさや修正による遅れが影響され、最終的に表示される文章の質へと反映される。速記記号を器械反訳するソフトウェアについては、詳細な説明のために複雑な速記文法を解説しなければならないため、以下では処理の大まかな流れだけを述べる。

ソクタイプの速記では、基本の入力法と略号を速記文法を用いて組合わせている。略号には多くの種類がある。左・中・右の3つのキー群れの中のいずれか1つだけで表すもの、2つの群れにまたがるもの、3つの群れとも使用するものがある(3.2.4項参照)。それぞれの略号は大きくaからgの7種類に分類され、その中でより細かく分類され、記号が付けられている。

速記文法は速記記号の入力と反訳における文法を定めたものであり、80個の文法からなる。しかし、基本入力法と略号との組合せ方に関する基本文法は14個だけであり、他はある特定の略号の使い方などに関して定めたり、例外に関する条項である。速記文法では前記の略号の分類を使用して記述している。例えば分類e 1の略号は「あたらしい」などの形容詞であるが、この語尾変化については文法56に決められている。そのほか文法では分類でなく略号の品詞を問題にすることがある。例えば、「こ」「そ」「あ」「ど」という音を左の群れで入力した時に、右で名詞の略号を入力すると、それはそれぞれ「この」「その」「あの」「どの」+名詞を表す(文法43)。しかし本来速記ではその音のみを入力するので、ある略号は複数の品詞に成り得るものもあり、ソクタイプの略号のテキストには品詞は記述されていない。

ソクタイプ速記文法によれば、前の入力を繰り返す符号などの一部の例外を除けば、速記記号は一打の入力毎に独立したものであり、複数打にわたる速記記号はない。そのため、速記の反訳としては一入力ずつ順に処理をして行けばよい。但し、繰り返し符号で使用するために、直前の二回分の入力は記憶しておく必要がある。

反訳の一つの方法としてはキーのすべての組合せに関してその訳を記述しておく方法がある。しかし、ステプロコンでは21個のキーがあるため、2の21乗通り、すなわち200万通りについてすべての訳を記述しなければならない。1つの訳語の最大文字数は15であり1文字は2byteであるから、単純計算すれば60Mbyteの記憶容量が必要となる。これには膨大な作業量とハードウェアが必要であり、現実的ではない。そこで人間が反訳すると同様に、略号辞書と速記文法を組合せて器械反訳を行うこととした。そのために略号辞書ファイルと、速記文法に基づく反訳ソフトウェアを作成した。

前述のように略号には様々な種類がある。そこで略号辞書としても種類毎に分けた複数の辞書ファイルを用意した。辞書ファイルには、速記記号に対応する訳語の他に、前述の分類記号と品詞データをつけてある(表7.1)。複数の品詞の可能性のあるものは、可能性

が高いと考えられる方の品詞データ1つのみとした。品詞が動詞の場合は、五段活用といった語尾変化の活用形データも記述した。

辞書全体の構造としては、この訳語データと、各訳語データの先頭アドレスを示す階層構造のポインタに分けることができる。数多くの訳語のない速記記号を省くことによって辞書ファイルサイズを小さくするために、このような構造を採用した。速記記号から訳語を検索するには、速記記号に基づいてポインタを複数回たどれば、訳語データを見つけることができる(図7.5)。これにより、11個の速記辞書ファイルの合計容量は140kbyteと小さく、拡張メモリを使用しなくとも十分にパーソナルコンピュータの内部メモリ内におさめることができる。

速記文法に基づく器械反訳のアルゴリズムを図7.6に示す。ある速記記号を反訳するには、まず、中の群れの「*」が押されているかをチェックする。「*」が押されている時は改行や句読点などの記号、数字と単位、本来ソクタイプ文法に無いアルファベットのいずれかであるので、その専用辞書を検索する。それ以外の時は左・中・右の3つのキーの群れのいずれが押されているかによって7種類に分類する。そこで速記文法をもとに、可能性のあるすべての略号の組合せについて、訳語が存在するかどうかを辞書ファイルから調べる。

例えば、速記文法によれば右の群れだけが押された時は必ず略号であるので、対応する略号の辞書ファイルを検索すればよい。もしも対応する訳語が辞書ファイルになければそれは入力ミスだったことになる。それに対して例えば3つのキー群れすべてが押されている時には、表7.2に示すような複数の組合せ方の可能性がある。これは速記文法からではそ

表7.1 辞書ファイルの訳語データ構造

$n, N_1, T_1, D_{11}, \dots, D_{1N_1}$
$N_2, T_2, D_{21}, \dots, D_{2N_2}$
.....
$N_n, T_n, D_{n1}, \dots, D_{nN_n}$

n : ある速記記号の訳語の種類総数
 N_k : 下位4bit: k番目の訳語の文字数
 上位4bit: k番目の訳語の品詞
 T_k : k番目の訳語の略号の分類
 D_{ki} : k番目の訳語のi番目の文字コード

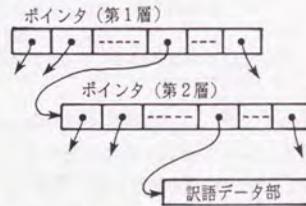


図7.5 辞書ファイルの階層ポインタ構造

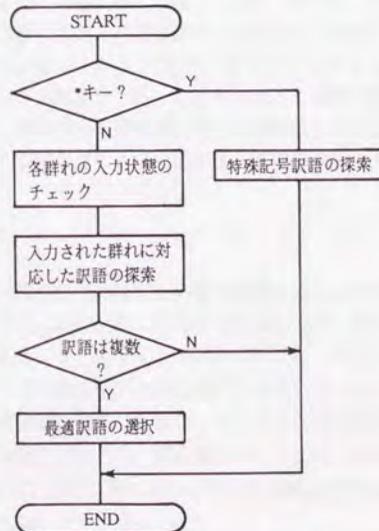


図7.6 速記文法に基づく反訳アルゴリズム

のいずれであるかはわからない。それぞれの可能性について辞書ファイルを検索し、訳語が存在すればその組合せ方は可能性が残る。そしてすべての可能性を調べて1つしか残らなければそれが求める訳語である。

しかし、組合せの可能性が複数の場合もある。このような場合には、本来のソクタイプでは速記した人が反訳するので問題とならない。訳語が日本語として不自然なものを削り、また前後の内容から選択すると容易に1つの訳語に絞ることができる。しかし、器械反訳ではこれは簡単ではない。日本語として不自然であることを検出することも、内容解析も容易ではない。特に外

来語や固有名詞であれば、正しい訳語が何であるかを器械が知る方法はない。そこで、ここでは多くの試行の結果をもとに正しい訳語が表示される可能性が高くなるように、また、修正されずに読まれた時に不自然さが小さくなるように、速記文法に優先順位をつけた。

例えば、略号の中に「括弧付の略号」と呼ばれるものがある。例えば「思う」を示す略号は、「私は」の次であればそのまま「思う」と反訳されるが、「～である」の次では「と思う」となり、「と」を補う必要がある。この「と」を補うかどうかは、文章を十分に文法解析しなければ決めることができない。この問題に対しては、「私はと思う」「～である思う」という2つの文章誤りについて比較すると、前者は誤解しやすいが、後者は理解しやすく、実際に読ませて実験すると速いときは「と」がないことに気付かない人も多い。この点を考慮すると、「と」がない方が不自然さが小さいことがわかる。複数の訳語の可能性がある場合には、このように決めた優先順位と出現頻度とを評価関数として訳語を決定する。この評価関数による選択された候補が正しくない場合は、修正オペレータによって修正される。

7.3.2 速記辞書管理ユーティリティ

ソクタイプ速記を使用する際に、頻出の長い用語は速記者がその場で臨時的速記記号を定めることにより入力を簡素化することがある。これは非常に有効な手段であるが、速記者があとで反訳するために可能となることであり、リアルタイムで反訳するステノポンではこれを行うことができない。もしも話の中で頻繁に使用される専門語やキーワードが予め明らかになっている場合には、この語句を辞書に登録しておくことにより、効率良い速記入力が可能となる。しかし辞書ファイルは図7.5のような複雑な構造をしており、辞書への新しい語句の登録は容易ではない。そこで、速記辞書に新しい語句を登録/削除し、速記辞書の管理を行うユーティリティを作成した。

このユーティリティソフトウェアは、速記辞書作成プログラムと速記辞書解析プログラ

表7.2 3つの群れが押された場合の訳語の可能性

中の群れの「・」を使用した記号
動詞語尾の変化形
繰り返し符号
片手の略号動詞 + 片手の略号動詞
中の群れの「T」を活用に使う動詞変化
接頭語「お」に伴う動詞変化
両手の略号d,e,f or g
左手の略号+右手の略号
左手の略号+右手の略号が「IN」で略号b3
基本の読み方 + T,K + 略号b3
略号c,基本の読み方 + IN + 基本の読み方,略号b
略号b1,b2,b5 + TK (+IN) + 略号c
基本の読み方 + T,K + I,N + 略号b
すべて基本の読み方
その他の特別な形 (きまり61,64,75,76,79,80)

ムより構成される。速記辞書作成プログラムは表7.3の例のような速記記号データから図7.5及び表7.1の構造の速記辞書ファイルを作成するプログラムであり、解析プログラムは逆に速記辞書ファイルを分析してそこで登録されている速記記号データを表7.3の形式に直すプログラムである。

新しい語句の登録において重要なことは、登録する速記記号が覚えやすいこと、指の形が不自然にならないこと、他の速記記号と重複しないこと、である。前二者は経験的なものであるので、割り当てる速記記号の決定は原則として速記者が行うこととした。他の記号との重複は、このユーティリティでチェックを行う。

但し、無秩序に新しい速記記号を増やすことは混乱を招く。そのため、新しく登録することができる速記記号は原則として分類fの構造を持つものだけに限定している。この分類fは、名詞の中でも特に長い専門用語が登録されており、速記文法によってその語の後に助詞の「は」「の」「も」を付けて一打ちで入力することもできる。

なお、福祉関係の会議等でよく出てくる語句として、「聴覚障害者」「補聴器」などの聴覚障害関係用語、「リハビリテーション」「ボランティア」などの福祉用語を20個選び、予め登録してある。

また、現在の日本語文章は漢字かな交じり文ではなく、漢字かなカナ英字交じり文である⁸⁰⁾、と言われるほど多くの種類の文字が使用されているが、ソクタイプ速記ではアルファベットや数字もすべて音読みして表記する。例えば「ADA」は「えいでいえい」と表記される。これでは表示した際に非常にわかりにくいので、修正機能で表記法を改めるだけでなく、速記からも入力できるようにした。このうち数字は古い時期にソクタイプで使用された方式をそのまま採用し、アルファベットは新たに速記記号を定めた。

7.3.3 漢字辞書

4.2節で考察したように、漢字の含まれない文章は読みにくい。しかし3.1.2項でも考察したように、リアルタイムでの漢字入力は不可能であり、5.2.1項の考察のようになかな漢字変

表7.3 分かりやすい形式の速記記号データの例

片手の略号の例			
O	!TK	n=1	おる(c1)五段活用
I	!TK	n=1	いる(c1)上一段活用
IO	!TK	n=2	うえ(c2) のうえ(c2)
A	!TK	n=1	ある(c1)五段活用
A O	!TK	n=1	える(c1)下一段活用
AI	!TK	n=2	思う(c5)五段活用 思(g3)
AIO	!TK	n=3	ありません(c6) ではありません(c6) のではありません(c6)
S	!TK	n=1	する(c1)サ変活用
S O	!TK	n=1	それ(c2)
S I	!TK	n=1	しか(c2)名詞
両手の略号の例			
O	! I	n=1	同じ(e1)
I	! I	n=1	著しい(e1)
IO	! I	n=1	美しい(e1)
A	! I	n=1	新しい(e1)
AI	! I	n=1	面白い(e1)

換も時間がかかりすぎる。そのため完全な漢字かな交じり文をリアルタイムで入力することは不可能である。そこで漢字はできる範囲内で入力することとした。

速記では音をリアルタイムで入力するのに忙しく、少しの漢字でも入力することは不可能である。また修正者も修正作業に忙しく、かな漢字変換をする時間はほとんどない。そこでステノブコンにおいては、辞書のデータを直接漢字で記述することによって、漢字化を実現した。この方法によれば、速記者にも修正オペレータにも作業負担をかけずに漢字を入力することができる。しかし、この方法では同音異義語の区別をつけることができないという大きな問題がある。同音異義語のある漢字ではこの方法では誤った漢字が表示される可能性がある。誤った漢字はかえって読みにくくなるため、この方法では同音異義語の無い語しか漢字化できない。

漢字によって読みやすくなる理由は、文節の切れ目が明確になることと、意味が明確になるためである⁸¹⁾。同音異義語の区別ができないのでは、意味が明確になるという漢字の利点は小さくなるが、同音異義語の無い語だけの漢字化であっても多少の効果が期待できると考える。

同音異義語の有無を調べることは容易ではない。日本語の辞典類を調べてもこの評価を行うことはできない。例えば、「日本」という音は「2本」と同じであり、両方とも同じ速記記号である。しかし、国語辞典では「2本」という使い方を発見することは難しい。また、「思う」という略号は文法によって語尾に「い」を付けると名詞「思い」になるが、これは形容詞「重い」と同じ音であるので、「重い」の入力も「思う」+「い」で行われる。このように、同音異義語の問題は略号だけでなく、速記文法も十分に考慮しなければならない。また「ぶれい」という音は「無礼」以外無いと評価していたが、実際に使用してみると「ブレイキ」という音で使うことを見つけたこともある。これは厳密には「ブレイキ」であるが、速記では「レー」は「レイ」と入力するために机上の検討では気付かなかった。

以上のように厳密に全く同音異義語のない語は多くない。漢字での辞書への登録を全く同音異義語のない語に限定すると、表示される漢字が少なく読みやすさが低減するので、ここでは同音異義語があっても出現割合の低い語は、漢字で登録することとした。もしも間違った漢字が表示された場合は修正オペレータがひらがなに修正することとするが、この出現割合が低ければ修正オペレータの作業負担は多くない。例えば「しゅわ」という音は、「主は」、「運転手は」などにも使用されるが、聴覚障害関係の会議等で使用される場合のほとんどは「手話」である。そこで「手話」と漢字で登録し、その他の場合は修正者が修正を行うこととした。現在までのところ、「手話」以外の「しゅわ」はほとんど出現していない。

この判断の根拠は出現割合であるが、その評価は難しい。上の例の「手話」でも、話の内容によってはそれ以外の「しゅわ」ばかりになる可能性もあり、その場合には修正オペレータの作業量は膨大になってしまい、すべてを修正することはできなくなる。例えば「てんぐ」という音は「天狗」という表記以外に無いと考えがちである。辞書を調べても「てんぐさ(天草)」などの通常使用することの少ない単語が見つかるだけである。しか

し速記では「てい」という音が無いためにこれを「て」で代用する場合があります、「ミーティング」という音を記録する場合には「みいてんぐ」と入力する。この「ミーティング」などは「天狗」表記よりも頻出する。上記の例のように同音異義語の有無と出現頻度を机上で正確に評価することは難しく、机上の検討結果を実際に使用してその可否を検証する以外の有効な方法はなかった。そのため、各語の出現割合、修正作業量、読みやすさなどを評価項目にして、トライ・アンド・エラーでこの漢字化作業を行った。最終的に2500単語を漢字表記で辞書ファイルに登録した。

漢字だけでなく、外来語のカタカナ化も行った。外来語では本来日本語にはない音の組み合わせがある。例えば「るう」「んぐ」などの音を含む語の多くは外来語であることがわかる。このような音を持つものは例外なくカタカナで登録することができる。カタカナでは漢字と異なりこの机上の検討だけでほとんど問題がなかった。そこで、外来語と日本語の違い及び速記の特徴を考慮して「データ」「キャンプ」など200の単語をカタカナで登録している。カタカナをひらがなに修正する作業が必要になったことはほとんど皆無である。

7.3.4 分かち書き

7.3.3項で検討したように、表示される文章に含まれる漢字の割合は少なく、そのままでは読みにくいので、文節間に空白文字をいれる分かち書きで表示を行う。

分かち書きでは、空白文字の入力方法が問題となる。ステノプロコンキーボードから空白文字を入力するための速記記号も定義したが、空白文字一字を入力するために一打が必要であり、速記の高速性が失われる。修正者が入力する方法も、速度的に無理であった。速記者がフットスイッチを操作して空白文字を入力する方法も試みた。しかし、本来の速記にはない作業であるため修得が難しく、三人の速記者に対して導入を試みたが、うまく操作できるようになったのは一人だけであり、残りの二人は速記との同時操作は困難であると判断した。

以上のように、操作者が判断してすべての空白文字を挿入することは時間的に難しいことが実験によってわかったので、空白文字はパーソナルコンピュータが自動的に挿入し、その間違いを修正者が修正する方式を採用した。

この方式の基本は速記文法にある。ソクタイプ速記では一打で複数の文字を入力できるが、ソクタイプの速記文法によれば、原則として文節の切れ目をまたいで一打で入力することはない。すなわち原則的には、文節の切れ目は、速記の一打一打の間にあるはずである。このため、ステノプロコンの一打毎にその文字の後に空白文字を入力すれば、空白文字が間違ったところに挿入されていることはあっても、空白文字が欠落していることはないはずである。そのため修正作業では余計な空白文字を削るだけでよい。7.4節で述べるが、この修正作業は必要な箇所空白文字を挿入するのに比較してはるかに簡単である。

実際には、すべての速記入力後に空白文字を挿入しているのではなく、空白文字を挿入しない場合を規定することにより修正の手間を軽減している。例えば、数字やアルファベットの後や句読点の前、助詞の前の空白は挿入しないなどである。

7.3.5 冗長性を使った入力ミスの自動訂正

速記者の入力ミスの中には、一定のパターンが見られる場合もある。速記者が入力を間違えやすく、その間違え方もほぼ決まっている速記記号が存在する。これはある特定の速記記号を入力する時の指の形が少し不自然になり、そのために指が少し動いたりタッチ不足がおき、ある特定の間違いを生じると説明できる。このような間違いは特に速記者が疲れたときなどに起きやすい。このようなパターンは、速記者に数多く入力させることにより、初めて明かとなる。例えば「さん」は速記記号では {SAI TK} であるが、この形は左手親指の入力が十分でなく {SAI K} の形と押し間違えることがある。このとき器械反訳された結果は「そうく」となる。しかし入力する指の形の影響でこの時に {SAI T} の形に間違えることはほとんどない。この入力ミスはソクタイプ速記の本質的な問題であり、速記者の訓練を十分に行うことが重要である。

ステノブコンシステムではこのような入力ミスの一部を解消することができる。すなわち入力ミスとなる形（上の例では「そうく」となる {SAI K}）の訳語として、もとの訳（上の例では「さん」）を登録しておくことにより、入力ミスが生じても正しい訳語が表示される。

ここで問題となるのは、入力ミスによって生じる速記記号の訳語（上の例で「そうく」）である。この訳語が存在しない場合は、その速記記号が押された場合は必ず入力ミスであるので、この方法は問題ない。しかし、上の例のように訳語が存在する場合には、その速記記号は入力ミスで入力されたとは限らない。上の例の「そうく」という音は出現頻度は低い全くないわけではない。そのため出現頻度が非常に低く、かつその入力ミスの頻度が高い場合のみこの方法を採用することとした。

漢字の際と同様に語の出現頻度は簡単には評価できない。速記入力では、長い語句を途中で切って入力するため、ほとんどないと思われる語も現れることがある。7.3.3項での例のように実際に数多くの速記を行わなければ出現頻度は評価できない。そのため、この入力ミスを正す方法も、体系的に行うことは難しく、トライ・アンド・エラーで行った。

7.4 器械反訳文章の修正

7.4.1 反訳文字修正機能

コンピュータによって反訳された文章には多くの間違いが含まれており、また外来語なども基本的にカタカナにはなっていない。そこで5.1節で考察したように、速記者とは別の修正者がコンピュータによる自動反訳結果を修正することにより、できるかぎり発話に忠実に表示する。ここで「できるかぎり」とは、発話の速度に追従して、重大な間違いを優先的に修正し、時間的に可能であれば些細な間違いの修正や読みやすさの向上も行う、という意味である。そのためどこまで修正して間違いがなくなるかは、話の聞きやすさ・速度・内容、速記者や修正者の技量に大きく依存する。

5.1節で検討したように3種類の修正すべき間違いがある。それぞれの間違いに関して、修正における特徴を分析する。

速記者の入力ミスでは、その反訳結果や前後の内容から元の正しい語句が類推できるとは限らず、修正者も正確に聞き取りを行っていなければ修正することはできない場合が多いという特徴がある。5.2.5項で検討したように画面上で修正を行いながら話者の話を聞くことは、熟練した修正者でなければ難しい。7.3.5項で述べたようにある特定パターンで入力ミスを起こす場合には問題ないが、そうでない場合の方が多い。また、入力ミスを修正する場合には、すべての文字を消して入力し直す必要があることが多く、修正作業の手間がかかることも問題である。

反訳間違いは間違い方がパターン化しており、その反訳結果から元の正しい語句を類推することが可能である。そのため、ほとんどの場合は話者の話を聞いていなくても修正することができる。また、速く読んでいるとほとんど違和感を感じない間違いの場合には、他の間違いを優先して修正すべきである。

表記上の間違いは、漢字変換やカタカナなどを修正する方がよい場合である。但し先にも述べたように、修正作業では漢字変換は行わないので、漢字に変換されずにひらがなで表示される場合はここに含めない。誤った漢字に変換されている場合と、カタカナやアラビア数字、アルファベットが正しく使用されていない場合である。これは読みやすさや内容の理解しやすさに影響するため、優先的に修正する必要がある。

その他にも修正ではないが、内容の理解を促進するための作業も行う。例えば話題が変わった時に改行して明確にしたり、話者が変わった時に話者の名前を入力したり数行改行して知らせたりもする。また句点や読点を加えたり疑問文や感嘆文の時などに行末に「？」や「！」といった記号を加えて明確化もする。話が言いかけて終わったり、途中で詰まっている時なども「・・・」などの記号を加えて知らせるとわかりやすくなる。文部省の「くぎり符号の使い方」によれば原則として「？」や「！」は用いない、と定められている⁸²⁾が、これらの記号を使用した方が話者の言い方を表現でき、内容の理解が深まると考える。

7.4.2 編集カーソル操作コマンド

5.2.2項で考察したように、呈示画面上では修正を行わないこととした。そのため文字列の特性として確定状態と未確定状態の2つの状態を定めた。器械反訳された直後の文字列は未確定状態にあり、この状態では修正等を行うことができる。未確定状態の文字列は、7.4.4項で後述する2種類の確定コマンドで確定状態へと遷移する。確定状態の文字列は修正を行うことができず、また未確定状態へ戻ることもない。編集カーソルの移動範囲は修正を行うことのできる範囲、すなわち未確定状態の文字列だけであり、カーソルを確定状態の文字列に移動できないようにすることにより、確実にすばやい操作を行えるようにした。なお修正を行う画面上では、確定状態と未確定状態とを文字の色で区別している。

5.2.1項で考察したように、通常のカーソルの動きでは速い修正作業は難しく、開始まで

表7.4 カーソル操作一覧

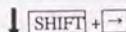
→	: ひとつ右の文字へ移動する
←	: ひとつ左の文字へ移動する
↑	: ひとつ上の行の同じ桁に移動する。上の行の同じ桁が確定してあるときは確定していない先頭に移動する。また、改行等によって上の行の同じ桁に文字が無い時は、改行文字に移動する
↓	: ひとつ下の行の同じ桁に移動する。下の行の同じ桁がまだ未入力の場合は入力してある最後の文字の次に移動する。また、改行等によって下の行の同じ桁に文字が無い時は、改行文字に移動する
SHFT+→	: 現在よりも右側にある空白文字、改行文字、句読点、入力された文章の最後の次、の中で最も近いもの上に移動する。
SHFT+←	: 現在よりも左側にある空白文字、改行文字、句読点、未確定文章の先頭、の中で最も近いもの上に移動する。
CTRL+→	: 行の右端に移動する。改行文字があればその上に移動する。入力された文章が右端までなければ、入力文章の次に移動する。
CTRL+←	: 行の左端に移動する。左端が確定している時は確定していない先頭に移動する。
CTRL+↑	: 確定していない部分の先頭に移動する。
CTRL+↓	: 入力文章の最後の次に移動する。

の時間遅れの無いリピート機能が、数文字ジャンプする機能が必要である。修正する文字列は7.3.4項で述べた分かち書きがされており、数文字毎に空白文字が挿入されている。そこでこの空白文字を利用してジャンプする機能を作成することにより、カーソル操作の高速化を試みた(表7.4)。具体的にはシフトキーを押しながら右矢印キーを押すとカーソルは次の空白文字までジャンプし、シフトキーを押しながら左矢印キーを押すとカーソルは1つ前の空白文字までジャンプする(図7.7)。このジャンプ機能の利点は、リピート機能のように時間遅れなしに操作できることと、思った場所での確実な停止が容易に実現できることである。但し、空白文字の中間にカーソルを移動させる場合はシフトキーの複雑な操作が必要となる。

空白文字へのジャンプ機能のもう一つの利点は、修正が容易に行えることである。7.3.4項で述べたように、分かち書きの空白文字は余分に挿入されることはあるが、不足することは原則的には無い。そこで余分に挿入された空白文字はこのカーソルのジャンプ機能と後述の削除機能で容易に削除できる。また、この空白文字は速記入力の区切りの場所であるので、例えば後述するカタカナ変換などはこの空白文字の次の文字から行うことがほとんどで、空白文字間の途中の文字からカタカナ変換をすることは稀である。このため空白文字へのジャンプ機能は修正操作の効率を上げることがわかる。

5.2.4項で述べたように、カーソル操作をホームポジションで行うことは無理がある。PC-9801のカーソルキーは右側にあり、ホームポジションからは操作できないので、上記のシフトキーとカーソルキーの操作の際には、シフトキーを無理に小指で操作する必要はない。そのためシフトキーの操作での疲労はダイヤモンドカーソル使用時に比較して少ない。修正操作に慣れた修正者の一人は、試行錯誤の結果左親指でシフトキーの操作をしながら右手でカーソル操作をしている(図7.8)。

これは聴覚障害者の会議です



これは聴覚障害者の会議です



これは聴覚障害者の会議です

図7.7 シフトとカーソルによるジャンプ操作



図7.8 修正作業におけるシフトキーとカーソルキーの操作

7.4.3 修正用コマンド

修正を行うためのコマンドを表7.5に示す。通常の挿入・削除等の編集コマンドの他に、ステノポンにおける間違いの種類・頻度と重要度を考慮し、特殊なコマンドを用意した。

かなキーやCAPSキーの操作は通常のワープロ操作と共通にしたことにより、容易に操作を覚えることができる。INS・DEL・BSキー等の使用方法も一般的なものと同一である。

速記では音が同じものはすべて同じ記号を使用するため、助詞の「を」「は」「へ」と「お」「わ」「え」とを区別する方法はない。そのため器械反訳時にこの判断を行わねば

ならない。そのひとつの判断基準は、助詞の場合には文節の途中にくることはないことである。逆にいえば、文節の最後の文字（すなわち空白文字の直前の文字）が「お」「わ」「え」であった場合には、助詞の「を」「は」「へ」である可能性がある。その他にもいくつかの判断基準を置いて反訳を行っているが、この反訳間違いは比較的高頻出し、修正作業上の問題となる。

空白文字の直前にあるこれらの文字を修正する場合を考える。7.4.2項で述べたように編集用カーソルは空白文字の上へとジャンプするので、空白文字の上にあるとして考えると、その直

表7.5 修正コマンド一覧

[かな]	かな/ローマ字入力の切り換え
[CAPS]	大文字/小文字入力の切り換え
[ROLL DOWN]	カーソル位置の文字をカタカナ/ひらがな、大文字/小文字変換
[ROLL UP]	カーソルの左の文字をカタカナ/ひらがな、大文字/小文字変換
[INS]	挿入/上書モードの切り換え
[DEL]	編集カーソル上の文字の削除
[BS]	編集カーソル左の文字の削除
[F・1]	かな表示/アルファベット表示の切り換え
[F・3]	カーソル左の文字の「え」「お」「わ」と「へ」を「は」の切り換え
[F・5]	かな表示時のカタカナ/ひらがな表示切り換え
[SHIFT+@]	編集カーソル位置の文字の濁点の切り換え
[SHIFT+[]]	編集カーソル位置の文字の半濁点

前の文字をBSキーで削除し、それからかな入力であれば一回、ローマ字入力であれば二回タイプすることによりこの文字を入力する。すなわちこの修正には二ないし三入力が必要である。これを簡便に行うための機能をF・3キーに割り当てた。このキーを入力すれば編集カーソルキーの直前の文字が「を」「は」「へ」であれば「お」「わ」「え」に、又逆に「お」「わ」「え」であれば「を」「は」「へ」と変換する(図7.9)。直前の文字を変換する理由は、空白文字上にカーソルがある状態で直前のこれらの文字の修正を行う場合が多いからである。このキーを使用すれば一入力でも簡易に修正が可能である。

反訳時に文節の切れ目以外に誤って分かち書きの空白文字を挿入した結果、「お」「わ」「え」が助詞と判断される間違いの場合もある。この場合には上記の修正の他に空白文字の削除も行う必要があり、操作が煩雑となる。そこで、空白文字の位置でシフトキーを押しながらDELキーを入力することにより、このすべての修正を行うこととした(図7.10)。すなわち、

カーソル位置の文字を削除すると同時に、カーソルの直前の文字が「を」「は」「へ」であれば「お」「わ」「え」に、又逆に「お」「わ」「え」であれば「を」「は」「へ」に変換し、それ以外の文字であれば変換は行わない。これにより一入力でのこのような間違いを修正することができる。

外来語などでひらがな表記となっているものはカタカナ表記へと修正する。この場合もひらがなを消去してカタカナで入力し直すのは手間がかかりすぎるので、ひらがなをカタカナへと変換する簡便な操作法を用意した。ROLL DOWNキーを押すと、カーソル上の文字がひらがなであればカタカナに、カタカナであればひらがなへと変換し、カーソルを一文字右へと移動する(図7.11)。例えばカーソル位置から4文字をカタカナ表記に直したい場合は、このキーを4回入力するだけで実現できる。またROLL UPキーは、カーソルの左の文字をカタカナ/ひらがな変換し、カーソルを一文字左へと移動する(図7.12)。このROLL UPキーは、主としてROLL DOWNキーによるカタカナ変換を余計に行いすぎた場合に、元に戻す際に利用される。

同じROLL DOWNキーとROLL UPキーは、その変換すべき文字が英字の場合には大文字を小文字へ、また逆に小文字を大文字へと変換する。しかし呈示画面上で大文字と小文字を区別して呈示しなければならないことは稀であり、この機能を必要とすることはほとんどない。

このROLL DOWNキーとROLL UPキーを使用した理由は、カーソルキーの近くにあっ

きみの かを かたちが

↓ F・3

きみの かお かたちが

図7.9 同音助詞の変換操作

きみの かを を 見る

↓ SHIFT+DEL

きみの かおを 見る

図7.10 空白削除と助詞変換操作

なまえは すみすです

↓ ROLL DOWN

なまえは スミスです

図7.11 カタカナ変換操作(1)

なまえは スミスです

↓ ROLL UP

なまえは スミスです

図7.12 カタカナ変換操作(2)

て操作しやすいことと、対になっていること、通常はほとんど使用されないことによる。しかし、PC-9801シリーズの中でも機種によってはこれらのキーの配置は異なる⁸⁹⁾。またエプソン社から出ている互換機も配置が微妙に異なる。そのため修正作業に慣れるには、使用するPC-9801シリーズの機種をある程度限定する必要がある。

速記文法によれば、濁点や半濁点のある文字のかわりに、濁点や半濁点をとった文字を使用する例がいくつかある。例えば速記には繰り返し符号というものがあり、音を2回繰り返すことを表す。例えば「山(やま)」に繰り返し符号を付ければ「山々(やまやま)」を表す。ここで、例えば「鳥(しま)」が複数となった場合は「鳥々(しましま)」と濁るが、符号は「しま」に繰り返し符号をつけたものとなる。一方同じ音でも「繽(しま)」が重なると「しましま」と濁らないが、この場合も同じ速記符号となる。このように濁点があってもなくても同じ記号を使用することがあり、これを器械反訳で区別することはできない。

このような濁音・半濁音の間違いを修正するために、濁音・半濁音変換を簡単に行う操作法を用意した。@キー(かなの濁音キー)を入力すると、カーソル上の文字が濁音になり得る場合は濁音に、カーソル上の文字が濁音の場合は清音へと変換する(図7.13)。同様に[キー(かなの半濁音キー)を入力すると半濁音変換を行う。

こんどの しごとは



こんどの しごとは

図7.13 濁音変換操作

7.4.4 呈示用コマンド

修正用コマンドの他に、表7.6のような文字呈示のためのコマンドもある。呈示用コマンドには、確定呈示、確定非呈示、文字サイズ変更、画面消去の4つがある。

確定呈示は、修正が終わった文章を確定して障害者に呈示する。5.2.2項で考察したように、一度この機能で確定して呈示した文章を再び修正すると見ている人が混乱を起こすので、確定後は修正できないこととした。呈示する文字は、文字サイズ変更によって指定した大きさで表示するため、修正用の画面レイアウトと呈示画面のレイアウトは異なる。

確定呈示はカーソル操作に次ぐ操作回数となるので、使用しやすいキーを選ばねばならない。特に修正の必要が全くない場合はカーソル操作とこの確定呈示だけでよいことを考えると、カーソル操作を行いながら入力しやすい位置にこの機能を割り振るのが良い。そこで確定呈示はTABキーと、シフトキーを押しながらのスペースキーの2ヵ所に割り振り、修正者は使用しやすい方を使用すればよい。先に述べた修正操作に慣れた修正者の一人は、左人差し指でTABキーを使って確定呈示をしている(図7.8参照)。

確定非呈示は、使用の合間に行う速

表7.6 呈示用コマンド一覧

[SHIFT+SPACE]	カーソル位置の直前まで確定して表示する
[TAB]	カーソル位置の直前まで表示せずに確定する
[GRPH+SPACE]	表示画面をクリアする
[HOME/CLR]	直接表示モードの切り換え
[F・10 + D]	a×b倍角への表示文字サイズの変更(画面はクリアされる)
[F・10 + SabCR]	

記者の練習の際に使用する。速記者は指や手のウォーミングアップ、速記記号の確認などの目的で、使用の直前や合間に速記入力練習を行うことが多い。その文字列は障害者に呈示できないので、それらを呈示せずに確定するための機能である。これらの文字列は磁気記録もされない。

確定非呈示時は通常の入力時とは異なって操作を急がない。しかし間違えて入力すると取り返しが付かないコマンドである。そこで効率的に入力できるキーよりも、間違えて入力することのないキーに割り振るのが良いと考え、GRAPHキーを押しながらスペースキーを押すことによって入力されることとした。

文字サイズ変更は、呈示する文字の大きさを変更する。これを用いて会場の大きさや明るさ、使用器材などにより、最も読みやすい文字の大きさに設定する。4.4節で考察したように通常は四倍角文字か、六倍角文字を使用することが多い。そのためデフォルトは四倍角文字としている。

画面消去は呈示画面をクリアする。これは前の文章を消したい時などに使用する。画面消去では編集画面は消去されない。

7.4.5 既入力文章の表示と編集

会議等では予め話をする原稿が入手できる場合がある。この場合は原稿を予め入力しておき、それを話にあわせて順に表示することにより、文章の間違ひもなく、操作も簡単である。これを実現するコマンドを作成した(表7.7)。

表7.7 既入力文章用コマンド

場合によっては話者がその原稿と少し異なる話をすることもある。その場合、もしも数文字程度の変更であれば

[F・6]	第1画面と第2画面を切り換える
[F・7]	第2画面に既入力文章を取り込む 文章はB:¥TEXTに入れてあるとする

修正者が修正を行ってから表示を行う。それ以上違うことを話した場合は、速記側で変更点だけを入力し、修正者が原稿と編集して表示する。これは修正者が判断して、速記者に指示をして行う。

これを実現するために、修正用画面に速記入力による反訳結果を表示する専用画面(第1画面)と、原稿を読み込む専用画面(第2画面)とを別々に用意し、両者を切り換えながら編集・修正・確定呈示できるようにした。障害者に呈示される画面上には、修正用の第1、第2画面にかかわらず確定表示された順に文字列が表示される。

読み込んだ文章は、第2画面に未確定状態で表示される。文章が一画面に入りきらないときには、先頭から入る分だけを画面上に表示する。一行分すべて確定された場合、その行を消去して画面に入らなかった次の一行分のデータをページング方式で表示する。なお、第2画面を表示・修正している時でも、入力された速記記号を反訳した結果は第1画面上に書き込まれる。

予め原稿を用意する際に、原稿データファイルの長さの制限はないので複数の話者の原

稿を1つのファイルにしてもかまわないが、話者によって別々のファイルを作成しておく方が確実である。何かの都合で話者の順番が変更になる可能性もあるからである。また原稿は漢字かな交じり文で表記するが、読みやすさと編集しやすさを考慮し、分かち書きで表記することが望ましい。

7.4.6 修正者養成プログラム

5.2.5項で考察したように、修正機能を有効に使用するためには、修正者がキー操作に十分に慣れてすばやく適切に操作できる必要がある。修正者は話者の話を聞きながら、修正画面上の文字列を読み、瞬時に正誤を判断し、修正しなければならない。話の速度で修正を行うためには、修正方法への慣れや間違いのパターンを覚えることは必要不可欠であり、また修正を行いながら話を聞くことにも慣れなければ不可能である。これらの観点から、修正者を十分にトレーニングすることはステノブコンシステムの性能を発揮する上で重要である。

修正者の訓練は原則としてワープロ入力に慣れている人を対象に行った。ワープロを操作したことのない人に対しては、まずワープロ操作をできるように練習してもらってから訓練を行うこととした。修正者の訓練は次のように段階を踏んで行った。

第1段階は、ステノブコンの目的と内容、そして修正者が果たす役割を理解してもらう。そのためにステノブコンの概説を行い、実際に操作して見せたり、操作場面をビデオで見せたりする。

第2段階は、修正操作のテキストを渡し、自習させる。このテキストには、修正コマンドの操作法その他、ステノブコンシステムの接続方法、間違いパターンの例(表5.3)、速記辞書管理ユーティリティの使用法(7.3.2項参照)、トラブルへの対応などを記述した。

第3段階では、修正操作のコマンドを覚えるために、時間はかかってもすべての修正を行う練習をする。そのため練習用問題を7.4.5項の既入力編集機能を利用して編集する練習をする。この既入力文章の編集では、確定操作を行うまで新しい文章が読み込まれないため、時間に追われることなく確実な修正の練習を行うことができる。練習問題としては類出する間違いパターンを考慮し、過去のステノブコンの記録例を少し手直しをしたものを使用した。また正解文章例をつけ、確認できるようにした。この第3段階では、始めは熟練者が操作コマンドの使用法の説明、効率的な操作を行うためのアドバイスなどを行い、その後練習者に自習させる。

第4段階では、時間制限内に修正する練習をして、速い操作と瞬時の判断の練習を行う。練習問題は実際にステノブコンで記録した例を入力された時間のデータも含めて保存し、これを多少手直しをしたものを使った。この時間データを2倍又は1.5倍引き伸ばした練習問題も作成した。練習問題番号を入れて練習ソフトを立ち上げると、この時間データに従ってあたかもステノブコンキーボードから入力しているように文字が順番に表示される。それを修正する練習を行わせる。すべての文字が表示されて10秒後にプログラムは終了する。まず時間を2倍に引き伸ばした練習問題から行い、慣れるにつれて1.5倍、1倍の問題

へと移行して練習を行わせる。

第4段階までは話を聞くことは行わず、文章だけからの修正であった。第5段階では、テープ録音した話を実際に速記者が入力した文章を修正する練習を行い、話者の話を聞きながらの操作を覚える練習をさせる。

7.5 考察

ステノブコンシステムは、市販のコンピュータシステムと周辺機器、それと開発したソフトウェアとキーボードより構成されている。ここで普及上問題となるのはステノブコンキーボードである。7.2.1項で述べたように、このキーボードは市販のソクタイプ速記器械を改造して作成した。しかしこれは一台一台改造し、センサ取付け位置を調整しなければならない。また製作台数もこれまで3台と少ないため、一台あたりのコストは高く、現在一台製作するのに約150万円かかっている。これにパーソナルコンピュータや周辺機器、表示装置を揃えると、表示装置を除いたステノブコン全体で機器のコストが250万円かかってしまう。この額を払ってまで購入しようとする障害者団体や地方自治体は未だない。補助金を受けた財団法人日本障害者リハビリテーション協会が購入しただけである。

コンピュータの関連機器は技術の発達と競争の激化から安価に高性能の機器が入手できるようになってきた。またコンピュータは汎用性があるので、他の用途のために購入したパーソナルコンピュータを短時間使用することもできる。しかしこのキーボードは大量生産を行う以外に安価に生産するすべはない。今後このシステムが普及すれば、パーソナルコンピュータを含めたシステム全体で150万円ぐらいにできる考えている。

システムを運搬して使用する上では、表示装置が最大の問題となる。ビデオプロジェクトもOHPのスクリーンも運搬は容易ではない。そのため原則的に表示装置は会場側で用意することとしている。そのため会場側で用意できる装置によって表示装置が決まってしまうことも多い。特に、ビデオプロジェクトを用意できる会場は限定されており、使用できることは少なかった。それに加えてパーソナルコンピュータを会場で用意できる場合には、ステノブコンキーボードなどは電車で運ぶことができる。しかし、福祉関連の会議でパーソナルコンピュータまで用意できる場合は多くない。そのため運搬は多くの場合車で行うこととなる。

反訳された文章に含まれる間違いの中に、ソクタイプ速記のあいまいな文法からくる器械反訳の間違いがある。ソクタイプは速く入力することだけを基準に文法が定まっており、器械反訳も考えて速記文法の細かな部分を少し変更すれば、この速記記号のあいまいさをなくすことができるかもしれない。しかし現在の段階ではこのような変更はすべきでないと考えている。その理由は、速記文法が変更されると速記者はその速記法を覚え直さなければならないことにある。しかしステノブコンの使用頻度が少ない状況では、速記者の再教育は難しい。もしも今後ステノブコンが広く普及し、ステノブコンの速記者を始めから

養成する必要ができた場合には、この点について再検討する必要があると考える。

また速記は厳密ではなく、個人によって少しずつ異なる規則を使用している。速記規則自体が何回か変更されたため、速記学校の卒業年度によって使用する文法や略号が微妙に異なる。また同じ卒業年度でも、速記実務の間に個人的な規則を作って使用している人もいた。また速記規則に決まってないことで、個人によって解釈が異なる場合があった。速記テキストに載っているがほとんど使用されない規則や、テキストに載っていないけれどもほとんどの速記者が使用している規則もあった。そのため反訳プログラムの評価には複数の速記者の協力が必要であった。現在の反訳プログラムはどの年代の卒業生でも原則的に問題ないように作成した。

器械反訳ソフトウェアの開発には、トライ・アンド・エラー方式で作業を行った部分が少なくなかった。そのため、現在のソフトウェアが最適であるとは言えない。使用する状況によって使われる用語は異なり、それによってうまく反訳したり、誤訳ばかりであったりすることもある。しかし、開発当初から約8年間の200回を超える使用経験に基づき、絶えず反訳プログラムと速記辞書を改良してきたノウハウの積み重ねは、最適ではなくとも実用的な段階に達していると考える。しかし、言語、特に話言葉は絶えず変化しており、今後も絶えず改良していく必要があると考える。

速記辞書管理ユーティリティは、話のキーワードを予め登録しておくのに有効であると考えられる。しかし、今までの経験では、登録して有効に使用できるキーワードはひとつの会議で1つないし2つであった。それ以上登録すると、短時間で覚えることができず、かえって混乱してしまった。このキーワードは会議が終われば忘れなければならない記号であるため、長時間かけて複数の記号を覚えることは望ましくないと考えられる。

ソクタイプ文法には以前はアラビア数字を入力する方法があった。これが削除された理由は、数字の間違いは重大問題であるが、この速記入力法では誤入力した場合に元の正しい数値が何か判らなくなることによる。それに比較して数字を音も入力する方法では入力ミスをおこしても反訳時に修正が容易となる。またソクタイプは基本的には昭和20年代にできたものである。そのため当初は「しからば」などの文語調の略号もあったが、時代の変化とともにこれらは使用されなくなってきた。しかし、特に近年はアルファベットの頭文字を組合せた略称などが多いにもかかわらず、外来語やアルファベットには対応するに至っていない。

ソクタイプにないアラビア数字やアルファベットをステノブコンで入力できるようにした最大の理由は、これらがよく出てくるにもかかわらず、修正が大変なためである。特に数字は出現頻度が高く、これを修正しているとすぐに話から遅れてしまう。ステノブコンでは誤入力の問題は修正機能で解消しているので、アラビア数字を間違えて入力しても問題はない。それどころか音で入力するよりも打数が減るので、その分速く入力可能となる。アルファベットも同じであり、これらをステノブコンに導入したことにより、質の高い文章作成が容易になると考える。但し、速記者が覚えて使用できるようになることが前提となる。

漢字についても2500単語について漢字として登録したにすぎない。今後もこの数を増や

すよう検討していく必要がある。しかし現在までに、容易に実現できてかつ効果的な方策は行ってきたと考えており、今後同じ方法で漢字登録数を増やした場合にどの程度性能が向上するかは不明である。それよりも後述する熟練したオペレータの養成の方が重要ではないかと考える。

分かち書きを正確に行うことは重要である。もしも分かち書きが速記者によって、または全自動で正確に実現できれば、将来かな漢字変換を行うようになった場合でも、変換率が大きく向上すると考える。そのため分かち書きを速記者が行う方法を検討したが、前述のように速記者の負担が大きすぎて不可能であることがわかった。そこで自動的に分かち書きを行うようにしたが、あまり正確に分かち書きすることはできなかった。頻繁に問題となるのは、接頭語の「お」と助詞の「を」の区別であった。速記文法と日本語文法を詳細に検討すると、一字のみが入力された場合はほとんど前の入力と同じ文節を形成し、後の入力とは接続しない。しかし一番頻出する例外がこの接頭語の「お」である。この両者はともに単独で入力されることがあり、区別は非常に難しい。例えば、「私を 友達として紹介して」と「私、お友達として忠告します」とでは、意味解析や文法解析を行わず、前後の接続からだけではこの区別はできなかった。特に話者によって又は話の内容によって、この接頭語の「お」をなんでもつける場合と、全く付けない場合があった。現在の方法では、分かち書きを正確に行うことはできないことがわかった。しかしこれよりも優れた分かち書きの方法は見つからなかった。

冗長性を使った入力ミスの自動訂正に関しては、現在のように数人の速記者の入力の癖の一部に関して行っている状況であるから有効であるのかもしれない。数十人の異なる速記者の場合にはそれぞれ癖が全く異なって、逆に変換ミスが起こる危険性もある。しかし、おそらくは入力する指の形によって入力ミスのしやすさが決まり、それは速記者による個人差はあるだろうが、全く逆のミスの仕方をするのではないのではないかと考えている。これは普及して多数の速記者に使用させるようになった場合に検討すべき課題となる。もしも各速記者の癖が異なる場合には、速記者毎の癖のデータを記録しておいて使い分ける方法も検討する必要があると考える。

修正機能に関しては、修正作業を行う熟練者を養成しなければその評価は難しい。そのため修正機能に関する考察は、第8章及び第9章で行うこととする。

第8章 オペレータの養成

8.1 速記者の養成

8.1.1 ソクタイプ速記者の訓練

ステノブコンはソクタイプ速記を基としているので、ソクタイプの速記者であれば原則的にステノブコンを操作可能である。しかし効率的な操作のために、ソクタイプ速記者に訓練を行った。

ソクタイプに無い速記記号として、ステノブコンにはアルファベット、数字、福祉用語が定義されている。これらを覚えて使えるようになるまで練習する必要がある。また速記記号に登録されていない用語でも、福祉の専門語に慣れていないと入力が難しいので、用語の勉強も必要となった。

ソクタイプ速記の現役の速記者は協力してもらうことが難しいため、以前プロの速記者として仕事をしてきたが、仕事をやめ、現在はときどき依頼により速記を行っている人に対してステノブコンの速記者として訓練を行った。現在までに、40代の女性速記者3名と20代の女性速記者2名に対して訓練を行った。訓練は、覚える速記記号のリストを渡して、ひたすら入力の練習をさせた。その結果、4～5時間の練習では登録された福祉用語を覚えることはできたが、数字やアルファベットを覚えることは難しかった。20時間程度の練習では、時間的に余裕のある場合は数字やアルファベットを入力できるようになったが、多くの場合は難しかった。その後の練習でも、一人を除いては速い入力時にも数字やアルファベットを入力できるまでにはならなかった。

8.1.2 視覚障害速記者の可能性の検討

現在までにソクタイプの速記学校を卒業した人達は昭和20年代から数えて1000人程度である。現在はステノブコンはまだ普及に至っていないため、このソクタイプの速記学校卒業生者を利用しているが、将来目標の100台程度まで普及したとすると、速記者は大幅に不足する。しかしソクタイプの速記学校ではステノブコンの速記者まで対応してくれない。ソクタイプ速記者の養成は2年かかり、それから考えてステノブコンの速記者の養成も1年半程度の年月がかかると考える。そこで将来の普及を目指してステノブコン速記者の養成を検討する必要がある。

ソクタイプにおける養成と違って、ステノブコンでは反訳作業に関して養成する必要が無い。またソクタイプでは速記入力を自習する場合は、自分が記録した速記記号を見てチェックするだけであり、速記文法や記号を正しく覚えていない場合にその誤解に気付くのに遅れるが、ステノブコンでは入力した結果がすぐに文字となって表示されるので、確実な練習を行うことができる。そのためソクタイプよりも養成期間が少し短くなるのでは

ないかと期待している。

ステノプコンの速記者の養成に関して、視覚障害者が速記業務を行うことができないかを検討した。ソクタイプ速記者の中に速記時に精神集中のために閉眼する人もおり、あまり視覚は使用しなくてもよい。逆に視覚障害者は失われた視覚を補うために、一般に聴覚や触覚が鋭くなり、記憶も良いと言われている。このことは速記入力に有利である。似た作業に録音テープのテープ起こしがあるが、これは視覚障害者の職種の一つとなっている⁸⁶⁾。研究によれば、晴眼者と視覚障害者のテープ起こし作業パフォーマンスの質的側面では、修正を除けば差は見られないという⁸⁷⁾。海外でも視覚障害者に適した速記器械の試みがある⁸⁸⁾。逆に視覚障害者の立場から考えると、視覚障害者の職域は限定されており、新しい職域の開発が望まれている。

そこで視覚障害者が速記業務を行うことの可能性を検討するために、実験的に視覚障害速記者の養成を行い、訓練・使用における問題点を探った。速記訓練の被験者は20代の先天性全盲女性1名である。被験者は通常点字タイプを使用しているが、特に速い方ではない。またピアノを弾く。職業を持っており、練習に長い時間をさくことができなかったので週1回3時間程度の練習を行った。速記の反訳結果は合成音声によって確認させた(図8.1)。練習用テキストとしては基本的な速記記号の点字辞書を作成し、使用した。速記文法や多くの慣用語句に関しては、ステノプコンに慣れた1名のソクタイプ速記者が1対1で直接教えた。

被験者に4ヵ月練習させた結果、速記文法および慣用語句のほとんどを覚えることができた。現在あるソクタイプ速記の養成所で始めの1ヵ月は打鍵のための腕と指の練習、3ヵ月程度で速記文法及び慣用語句を修得し、残りの期間は速度の向上にあてていることと比較すると、週1回程度の練習であってもほぼ同じ期間で覚えることができたことがわかる。このように短期間で覚えることができたのは、被験者が点字タイプやピアノの使用経験から本システムのよ



図8.1 視覚障害者の速記練習用システム

うな同時打鍵入力方式に慣れていたため、この練習の必要がなかったなどの理由によると考える。点字辞書などを使用しての学習方法には問題は見られなかった。

この後速度向上のための練習を行ったが、週1回の練習では効果は見られなかった。そこで約1ヵ月間週3回程度の集中した練習を行い、速記速度を測定した(表8.1)。速度測定には打率が100%と速記しにくい文章を使用した。短期間の練習のため通常

表8.1 視覚障害速記練習者の習熟度

	字/分
集中練習開始以前	130
練習開始1週間後	150
2週間後	170
3週間後	220
4週間後	230

の会話の速度である350文字／分程度には至らなかったが、平易な文章を少しゆっくり話せば速記することができるようになった。

社団法人日本速記協会において被験者に一定速度の話を速記させ、コンピュータが反訳した文章を一定時間内にワープロで修正・漢字変換して日本語文章とさせる実験を行った(図8.2)。その結果、時間内にほとんど間違いの無い文章を作成することができた。本システムのような特別な装置を使用したため今回は正式な速記検定とはならなかったが、十分速記6級の実力があることが協会より認められた。間違いは速記入力ミスではなく、漢字変換の際に正しい漢字を選択できなかったものであった。これは漢字をほとんど使用しない視覚障害者の弱点であるが、ステノプコンのオペレータとしては問題無い。

また、この被験者に実際に集会でステノプコンの速記者として音声を記録させた。その結果、少し入力が遅いために発言者に話を中断してもらったこともあるが、話の内容をほぼ正確に記録することができた。

以上より、視覚障害者はステノプコンシステムの速記者になり得ること、養成において点字テキストを用意するなどの他は、特に問題がないことがわかった。



図8.2 日本速記協会における視覚障害速記者への模擬速記認定試験

この時に使用したステノプコンキーボードは、まだ速記器械改良型の開発前であったので、キースイッチ型を使用している。速記した結果はノートパソコンで器械反訳され、それをワープロで修正・漢字変換してからプリンタで印刷した。ノートパソコンの後ろが使用した音声合成装置。

8.1.3 考察

ソクタイプ速記者に対するステノプコン特有の速記記号の訓練では、一人を除いては完全には覚えることができなかった。その最大の理由は、速記者がステノプコンだけを操作

しているわけではなく、ソクタイプでの仕事をときおりしながらステノプコンの操作もしているためであった。このことは、ステノプコン特有の速記記号を覚えることのできた一人は、ソクタイプでの速記の仕事をほとんどしなかった人であったことからわかる。すなわちステノプコンを専門に操作する速記者を用意しなければ、ステノプコンの能力を100%引出すことが難しいことがわかる。

視覚障害者の速記者への養成実験では、本格的な養成を行うには長期間にわたる毎日の練習が必要不可欠であるが、未だステノプコンの速記者だけの収入で暮していけるほどステノプコンの使用機会が多くない現状では、被験者に仕事に影響するほど長時間をさいて練習をさせることはできず、途中までで養成を中止した。そのため視覚障害者をプロレベルの速記オペレータまでには養成できなかったが、これ以降は自習によってひたすら速度を速くするための練習であり、視覚障害者にとって特に問題となるところはない。そのため、視覚障害者はステノプコンシステムの速記者となり得ると結論づけた。

本来であれば速記は若い時期に覚えることが望ましいとされている。速記学校によれば速記の操作自体は中学卒業者に教えるのが良いとのことであり、速記に必要な日本語能力の発達や社会常識の習得を考慮して高校卒業者を養成しているとのことであった。その意味では今回の被験者は速記を習得するには年齢的には遅すぎるが、それでも基本的な操作を覚えることには問題無かった。実際に養成を行う際には、10代後半から20代前半の障害者に対して訓練を行えばよいと考える。

この被験者は、入力が遅れても確実に間違いなく入力する傾向があった。これは視覚障害者がワープロ入力を行う時に、一度間違えた部分を後で直すことは大変であるため、確実な入力を心掛けていると推定した。この点につき被験者に尋ねたところ、そのように心掛けていると回答した。被験者一人の実験であるのでこれが視覚障害者一般に関して言える特徴であると結論することは早計であるが、そうであるならば視覚障害者はステノプコンのような同時打鍵入力に適していると考えられる。

8.2 修正者の養成

8.2.1 修正者の養成

7.4.6項で説明した修正者養成プログラムを作成する前に、20代後半の男性1名に対して修正者としての養成を行いながら、この修正者の使用経験を基に修正コマンドを定め、また機能を追加していった。そのため養成の際にどの程度の期間で操作を覚えたかは明確でない。この修正者はその後、実際のステノプコンの使用の場で毎週1回1時間程度の修正作業を行うことにより、修正作業に熟達した。

その後修正者養成プログラムを使用して10代後半の男性1名と女性1名、20代前半の女性3名の合計5名の修正者の養成を行った。いずれもワープロ操作を習得しており、手話通訳者として勉強中のため福祉用語は熟知していた。但し、この時点では7.4.6項で示した

養成プログラムの第4段階の速度練習プログラムが完成していなかったため、第3段階の次に第5段階へと進んで練習を行った。この5名は、毎日1～2時間程度の練習を1週間行うことにより、基本的な操作を身につけることができた(図8.3)。

その後第4段階も含めた修正者養成プログラムを使用して40代男女1名ずつの修正者の養成を行った。いずれもワープロ操作を習得しており、要約筆記ボランティアを行っているため福祉用語は熟知していた。この2名は、週1回1～2時間程度の練習を3～4ヵ月行うことにより、基本的な操作を身につけることができた。



図8.3 養成した修正者による修正操作

8.2.2 考察

修正者養成プログラムは効率的な修正オペレータの養成に有効であったと考える。このプログラム作成以前では、修正作業の練習にはいつも速記者の協力が必要であった。それに対してこのプログラムを使えば、最終段階までは速記者がいなくとも練習が可能であり、複数の修正者を簡単に養成できるようになった。特に今後全国的に普及させる場合には、このような養成プログラムが必須であると考えられる。但し、今後の普及に伴い多数の修正者を養成する際には、練習問題の内容を詳細に検討することにより、より効率的に養成できる可能性は残っていると考える。また修正作業以外のトラブル時の対処などはマニュアルを読んだだけで覚えることができなかつたようであり、このような修正以外の作業についての養成方法も検討すべきであると考えられる。

速記者の場合と同様に修正者も、若い時に操作法を覚える方が望ましいと考える。養成の際には10代、20代の5名と40代の2名とでは使用したプログラムも練習頻度も違い、また個人差もあるので比較は難しいが、若い5名の方が習得が速かつたと感じた。また文章

を読んでの瞬時の判断などの修正に必要な能力も若い方が高いと感じた。ただ10代と20代との差は感じず、それよりも個人差の方が大きいようであった。

若い修正者の問題点としては、現在のようにステノプコンの使用頻度が少ない状況では修正作業を職業にすることはできず、養成を行っても就職・結婚等で長期間にわたって修正者として働くことが難しい点が挙げられる。就職前はアルバイト的に修正作業を行うことはできるが、就職すると若い間は日曜日さえも時間を自由に使うことができないことも多く、修正者を続けることは容易ではない。また転居する人も多く、折角操作を覚えてもらっても10代、20代の5名は現在では修正作業を全く行っていない。

これに対して40代では、仕事も安定し子育ても一段落して、時間にも余裕が出てきたころである。そこでこの修正作業をボランティア的に行うことができる。しかし毎日時間をさくことは難しいことが多く、そのため練習も週1～2回程度とならざるをえなかった。自宅と同じパーソナルコンピュータがあれば、プログラムを持ち帰って自宅で練習ができるのであるが、40代の二人は持っていないため、毎回国立身体障害者リハビリテーションセンターまで来て練習を行わねばならなかった。そのため養成が長期にわたった。

修正作業を覚えても、しばらく行わねばその能力は低下する。そのため少なくとも1ヵ月に1回以上は修正作業を行わねばならないと考える。すなわち修正者が多すぎると一人の修正者が行う回数が減り、修正者の能力が低下することとなる。現在のようにステノプコンの使用回数が多い状況では、多く修正者を養成することは逆効果になることがわかる。しかし大きな大会などで連続して何日もステノプコンを使用する際には、修正者も交代要員が必要となり、それに対応できるだけの人数は常に準備しておく必要がある。修正者の養成は速記者と異なり数ヵ月で行うことができるので、原則的にはステノプコンの普及状況とあわせて行う必要があると考える。

第9章 ステノブコンシステムの評価

9.1 性能評価実験

9.1.1 実験方法

ステノブコンのリアルタイムでの文字化の性能を評価する実験を行った。実験に使用した話は、新潮社カセット文庫の「向田邦子：言葉が怖い」（80分）である。これを選択したのは、市販されていること、ステノブコンの主たる使用目的である講演の記録であること、比較的はっきりと発音して聞きやすく方言等が無いこと、という理由による。このテープのA B各面の40分ずつをそれぞれ休憩なしにステノブコンで入力、修正を行い、その結果と別の人がテープ起こしをした結果とを比較し、異なる場合をすべて間違いとした。実験を行った速記者は50代女性1名で、以前ソクタイプのプロの速記者であった。この速記者は、ステノブコンの操作に最も慣れた速記者であり、本来ソクタイプには無いアラビア数字やアルファベットも余裕のある時には入力することができるが、現役のプロとして仕事をしていた時に比較すると、使用頻度が少ない現在では入力速度も遅くなり、入力ミスも多くなっている。修正者は修正作業に最も慣れた30代男性1名を使用した。

9.1.2 実験結果

テープ起こしの結果からまとめたこの講演の特徴を表9.1に示す。話の速度は漢字かな交じり文換算で350文字/分と、講演としてはやや早目であった。文章に含まれるカタカナの割合は通常の文章に比べて高く、ステノブコンにとって苦手な外来語の多い講演内容であったことがわかる。逆に漢字の割合は低かった。ステノブコンで表示した文字分布を表9.2に、例としてA面の冒頭部分をステノブコンで文字化した結果を表9.3に、実験結果をまとめたものを表9.4に示す。なお、表9.4中で文章の意味を正確に把握できなくなる可能性のある間違いや明確な文法的誤りを「重大な間違い」とし、漢字がひらがなで表示されている場合や「けれども」と「けども」の違いなどを「些細な違い」と分類した。

表9.1 実験に使用した講演の文字種の特徴

全文字数	27694字	100.0%
漢字	5916字	21.4%
カタカナ	1053字	3.8%
アルファベット	27字	0.1%
アラビア数字	206字	0.7%
固有名詞	153字	0.6%

表9.2 ステノブコンにより表示した文章の特徴

全文字数	24973字	100.0%
漢字	1430字	5.7%
カタカナ	889字	3.6%
アルファベット	8字	0.0%
アラビア数字	166字	0.7%

表9.3 ステノブコンで実験的に表示した文章の一部

「拍手」 ただいま ごしょうかいに あずかり
 ました むこうだ くにこで ごさいます。 ほ
 どんの かたが おはつに おめに かかるん
 だと 思います。
 よろしく お願い 致します。
 あのう わたしは このころ になって 言葉
 が とても こわくなりました。
 きが つきますと うまれて すぐに はん年
 ぐらいで まんま という 言葉を わたしは
 しゃべったんだ そうです けれども、 それか
 ら 50年 いま 51に なります けれど
 も、 その あいだに すいぶん たくさんの
 言葉を しゃべったり 考えたり、 言葉 とい
 うのは おとに ださなくても 心の なかで
 ある まとまった ことを 思えば、 もう それ
 は 言葉だと 思うんです。

表9.4 発生した間違い

	重大	些細	計
漢字変換		12.9%	12.9%
ぬけ	16.4%	2.7%	19.1%
余計な文字	0.6%	0.5%	1.1%
違う文字	1.0%	3.0%	4.0%
カタカナ		0.3%	0.3%
その他		0.0%	0.0%
計	18.0%	19.4%	37.4%

テープ起こした全文字数に対する割合で示した

9.1.3 考察

修正を行った最終呈示文章では、間違いは全文章中の40%近くと非常に多かった。このうち、言葉がぬけた間違いが最も多く、半分の19.1%を占めた。この理由を詳細に分析すると、速記者の入力速度が話に間に合わないために、一文すべてないし複数の文節をとばしてしまうことが多く、全文章中の約12%がそれを原因とするぬけであると判断した。これは速記者の技量が低下しているためであり、現役の速記者であれば、この入力の欠落は大幅に減らすことが可能であり、5%以下にすることは容易であると考えている。数文字程度の欠落であれば修正作業で補うことは可能であるが、このような多量の欠落を修正作業で入力することは不可能であった。

入力ミスが多かった原因のもうひとつは、録音された音声を速記したことにある。生の声の場合には、周囲の雑音の中でも目指す相手の声を聞き分けることができる。これをカクテルパーティ効果という⁸⁹⁾。これは高度な脳の機能が関与していると言われているが、その中でも両耳受聴による効果が大きいと言われている。このため、テープ録音された音ではこのカクテルパーティ効果は起きず、生で聞く場合に比較して周囲の雑音の影響で聞き取りにくくなる。

また欠落には、速度が間に合わないために一打ちにできない助詞を省く傾向も見られた。これには気付かないで読んでしまう場合もあるが、助詞が意味上重要である場合には重大な間違いとなる。

話者の話には意味の無い言葉が口癖として多く含まれている。例えば、「まあ」、「ちょっと」、「(文の冒頭で)で、…」などである。これらの語の中には、文中で意味を持って使用されている場合もあるが、意味無く話の調子で使われる口癖と考えられるものが多かった。上記の間違いの中には、この意味の無い言葉の欠落も2.7%含んでいる。これらを正確に記録するべきかに関しては、十分に検討する必要がある。もちろん100%正確に記録することは重要なことではあるが、意味の無い語句が多い場合には、内容が判

りにくくなる。その点から、意味の無い口癖は削る速記者が多い。これは速記技術に関する問題であって、速記者が自分の速記スタイルを変更することは容易でなく、ステノブコンとしてはこの判断は個々の速記者に任せている。将来は情報保障の観点から十分に検討し、必要であれば速記者を指導すべきであると考えているが、現在のようにステノブコンの専属速記者がいない状況ではここまで徹底して行うことは難しい。これは文章の内容を歪めていないので些細な違いに分類した。

次に多いのが、漢字で表記されるべき言葉がひらがなで表記されていた間違いであった。但し、漢字で表記するかひらがなで表記するかは人によって異なる場合も多いため、テープ起こしをする人によってこの数字は簡単に4~5%は変わる。そのためこの数字は絶対的な指標ではない。これは文章の内容を歪めていないので些細な違いである。これは速記者・修正者の人的要因ではなく、反訳プログラムの性能による。

この結果、表示した文章全体での漢字の割合は5.7%であった。これは以前のステノブコンよりも改善されているが、まだ低すぎる。しかし通常の漢字かな交じり文章での漢字の含まれる割合は40%程度であるのに対し、この話を文字化した時の漢字の割合はその半分であり、その影響で表示文章中の漢字の割合も低くなっていると考えている。もしも文章中の漢字の割合が倍の40%になれば、ステノブコンの結果でも漢字の含まれる割合は10%程度になると推定できる。実際にステノブコンを外来語があまり多くない講演で使用した結果について、文章中に漢字の含まれる割合を調べると7~10%であり、この結果とほぼ一致していると考えている。

文章の読みやすさを評価する時に、今までは文章中の漢字の含まれる割合で評価していたが、漢字とカタカナ、アルファベット、アラビア数字の含まれる割合の合計で評価する方が合理的であると考えた。今回の実験ではカタカナ表記が多いため、これらを合計すると10.0%となる。

違う文字となった中では、速記者が意味を変えずに速記しやすい表現に変えてしまったものや、不明瞭な発音を原因とするものが多かった。特にこの速記者は他の速記者に比べて、自分で入力しやすいように言い換えてしまう傾向があった。しかし、話の意味や文法から明確に間違っている部分を速記者が訂正した場合もあった。例えば、前後の内容から判断して「犬にしゃべった」と言うべきところを、「犬がしゃべった」と誤って話していたが、速記者はそれを「いぬにしゃべった」と記録した。これは正確な記録の面からは行うべきではないが、内容の正確な理解のためには訂正する方が望ましい。速記では発音者が文法上おかしな表現や、間違った助詞の使い方をした場合には、そのまま記録に残しておくとおかしな事となるので、適当に修正すべきであるとしている⁹⁰⁾。しかし情報保障では間違っても話者の話すとおりにすべきであるとする論もある。また、話者がわざと間違える場合もあり、実用上の判断は難しい。

余計な文字が挿入されている間違いでは、不明瞭な発音を原因とするもの(例えばよく聞けば「けれども」と話しているのに「けれども」と記録した)も多かったが、その他に速記者が入力ミスに気付いた際に正しく入力し直したが、修正者が始めの入力ミスの方を消

去しなかった場合があった。実験を行った修正者は十分に訓練を受けているが、今回の実験のように速記者の入力ミスが多すぎると、修正が十分行えなかったことがわかる。

今回の実験のように速記者の入力ミスが多すぎた場合には、修正作業ではその一部を直して、できる限り正しい文章を作成するようにしていた。修正前の文章と修正後の文章を比較すると、修正作業によって発生した間違いもいくつかあったが、文字数に数えない空白文字や句読点の修正も含めて、文章全体の約4%を修正することに成功した。このことは5.2.3項で考察したように、修正機能は5%以下の間違いであれば修正できることを実証したものであると考える。これで修正機能の有効性を示すことができた。

現在はステノプロコンの使用頻度は低く、8時間/月程度である。そのためにステノプロコン特有の略号を使いこなせて、かつ、速くて正確な速記者はいないのが現状である。このシステムが将来普及して、絶えず使用している速記者が出現しなければ本システムの本当の性能は測定できない。しかし、今回の実験から、表示される文章中の「重大な間違い」は全文章の1%以下にすることができると評価した。

9.2 障害者へのアンケートによる評価

9.2.1 アンケート方法

ステノプロコンの性能を利用者である聴覚障害者に評価してもらうために、アンケート調査により意見を尋ねた。聴覚障害者が多く参加する集会において、予めアンケート用紙を配付し、ステノプロコンによる情報保障を行った後、集会の終了後にアンケート用紙を回収した。

アンケートを実施した集会は、「第10回東京都中途失聴・難聴者の集い」（1993年3月、東京）と「人工内耳による聞こえの回復 -説明と相談の会-」（1993年3月、埼玉）である。両集会は共にステノプロコンの主要対象者である中途失聴者・難聴者の参加者が多い集会である。この両集会とも、半日間ステノプロコンを使用した。ステノプロコンの操作は、慣れた速記者・修正者が交代しながら行った。両集会において表9.5に示したアンケートをそれぞれ200通ずつ配付した。

9.2.2 アンケート結果

「第10回東京都中途失聴・難聴者の集い」では67通、「人工内耳による聞こえの回復 -説明と相談の会-」では23通、合計90通のアンケートを回収した。このうち有効回答は81通であった。回答者の平均年齢は44.5歳であった。

回答者が主に使用しているコミュニケーション手段とステノプロコンの利用状況との関係を表9.6に、ステノプロコンの良い点を表9.7に、ステノプロコンの悪い点を表9.8、表9.9に、その他全般の意見を表9.10に示す。

表9.5 調査に使用したアンケート

ステノブコンに関するアンケートのお願い

国立身体障害者リハビリテーションセンター
研究所 手嶋 教之

国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所では聴覚障害者用情報保障装置ステノブコンの開発を行っております。今後の改良等の参考にさせていただくために、アンケートにご協力いただければ幸いです。よろしくお願ひ致します。

1. あなたの年齢 (歳)
2. あなたが主に使用しているコミュニケーション手段は次のうちのどれですか？ 下記の中から1つに丸を付けて下さい。
 - 1) 情報保障は必要ない
 - 2) 音声（補聴器、骨導、磁気ループ等を含む）
 - 3) 手話
 - 4) 文字（ノートテーク、要約筆記等）
 - 5) その他 ()
3. 本日の会でステノブコンを使用しておりました。あなたはステノブコンを利用しましたか？ 下記の中から1つに丸を付けて下さい。
 - 1) ずっと利用した
 - 2) たまに利用した
 - 3) ほとんど利用しなかった
 - 4) 全く利用しなかった
4. 3で1)以外の方におたずねします。 それでは本日の集いで主に利用していた情報保障手段は何でしたか？ 下記の中から1つに丸を付けて下さい。
 - 1) 手話
 - 2) 補聴器又は磁気ループ
 - 3) 必要としなかった
 - 4) その他 ()
5. ステノブコンの良い点がありましたら、下記の中からいくつでも丸を付けて下さい。
 - 1) 情報量が多い
 - 2) 細かなニュアンスまで理解できる
 - 3) 読みやすい
 - 4) 内容が理解しやすい
 - 5) 聞き逃したところかわかる
 - 6) その他 ()
6. ステノブコンの悪い点がありましたら、下記の中からいくつでも丸を付けて下さい。
 - 1) 間違いが多い
 - 2) 漢字が少ない
 - 3) 難しい漢字が多すぎる
 - 4) 読むのが疲れる
 - 5) 話に比べて表示が遅れる
 - 6) 話が早すぎて読み切れない
 - 7) 文字が読みにくい
 - 8) その他 ()
7. その他、ステノブコンに関しましてご意見がございましたらお書き下さい。

ありがとうございました。

表9.6 主として使用しているコミュニケーション手段とステノブコンの利用状況の関係 (単位:人)

		主に使用しているコミュニケーション手段							計
		音声	手話	文字	その他	複数解答	無回答	不必要	
利用状況	ずっと利用した	4	6	2	0	5	1	0	18
	たまに利用した	11	7	4	0	11	1	2	36
	ほとんど利用しない	4	2	0	0	2	0	0	8
	全く利用しない	2	3	3	0	6	0	1	15
	無回答	1	0	1	0	0	1	1	4
	計	22	18	10	0	24	3	4	81

表9.7 主に使用しているコミュニケーション手段とステノブコンの良い点の関係 (単位:人)

		主に使用しているコミュニケーション手段							計
		音声	手話	文字	その他	複数解答	無回答	不必要	
良い点	情報量が多い	4	2	4	0	11	1	2	24
	ニュアンスがわかる	7	5	5	0	11	0	2	30
	読みやすい	6	6	6	0	10	0	0	28
	内容が理解しやすい	5	3	1	0	6	0	0	15
	聞き逃しがわかる	13	9	4	0	13	1	4	44

表9.8 主に使用しているコミュニケーション手段とステノブコンの悪い点の関係 (単位:人)

		主に使用しているコミュニケーション手段							計
		音声	手話	文字	その他	複数解答	無回答	不必要	
悪い点	間違が多い	1	2	2	0	8	0	1	14
	漢字が少ない	11	11	3	0	13	2	4	44
	難しい漢字が多い	0	0	0	0	0	0	0	0
	読むのが疲れる	4	5	2	0	5	0	1	17
	表示が遅れる	7	5	5	0	14	0	2	33
	表示が速すぎる	3	0	1	0	0	0	0	4
	文字が読みにくい	1	1	2	0	2	0	0	6

その他の意見

- ・前の人のために下の方が見えなかった 2人
- ・今どこを読めばいいかわかりにくい 1人
- ・文字のコントラストが薄い 1人
- ・分かち書きがわかりにくいところがある 1人
- ・画面が小さくてよく見えない 1人
- ・長い文章が一度に表示されることがある 1人

表9.9 悪い点の回答者の平均年齢

悪い点	平均年齢 (才)
間違いが多い	41.8
漢字が少ない	44.5
難しい漢字が多い	回答者なし
読むのが疲れる	41.8
表示が遅れる	41.3
表示が速すぎる	49.0
文字が読みにくい	53.3

表9.10 アンケート回答者の意見

その他の意見	
・今後の利用を希望する	4人
・よかった	3人
・もっとよいものができることを期待する	3人
・疲れた	1人
・文字放送へ応用して欲しい	1人
・もっと大きく	1人
・オペレータの技術向上を願う	1人
・漢字が多すぎる	1人
・行替えの区切りをはっきりしてほしい	1人
・要約筆記のような略号を使ったら?	1人
・漢字が増えて以前より見やすくなった	1人

9.2.3 考察

アンケートを配付した全員がステノブコンに適した人というわけではなかったため、アンケートの回収数は少なかった。それぞれの障害の種類と程度によって適した情報保障手段を選択するという観点から見ると、全体の何%の人が利用していたかや全く役に立たなかったとする意見は重要でなく、それを利用したい人にとって有効に利用できたかどうかを判断すべきであると考え、その評価基準でアンケート結果を検討した。

ステノブコンの利用状況では、ステノブコンだけを利用していた人以外に、他の情報保障手段と併用している人が多かった。設問3でステノブコンを「ずっと利用していた」と回答しながら、設問4で主に利用していた情報保障手段として「手話」や「補聴器又は磁気ループ」を挙げた人も多かった。補聴器や手話、口話だけではわからなかったときや、聞き逃したり見逃した時に利用していた。このことは良い点として「聞き逃したところがわかる」とした人が多かったことからわかる。また、このような使い方をする場合には他の情報保障手段との時間差が大きくなると利用しづらく、悪い点として「話に比べて表示が遅れる」ことを挙げた人が多かったと考える。本来ステノブコンは主として文字をコミュニケーションの手段として使用している人を対象として開発したシステムであるが、手話や補聴器などを使用している人の有効な補助手段にもなり得ることがわかった。

他に良い点としては「細かなニュアンスまで理解できる」、「読みやすい」、「情報量が多い」を挙げた人が多く、特に主に使用しているコミュニケーション手段として文字を挙げた人と複数回答した人ではその割合が高い傾向があった。しかし「内容が理解しやすい」を挙げる人は少なかった。「細かなニュアンスまで理解できる」と「情報量が多い」はステノブコンの仕様設計時に目指していたことであり、期待した通りの効果が得られたと考える。

それに比較して悪い点は、「漢字が少ない」という意見が最も多かった。このことはステノブコンの最大の問題点であると考えており、この意見が多いことは予想していた。これまでの会議等でステノブコンの使用後に意見をきいた際にも、多くの人が「漢字が少ない」と回答していた。

これに対して「難しい漢字が多すぎる」という回答は今回はなかったが、自由な意見のところで「漢字が多すぎる」とした人がいた。これは今までも少数ではあるがときどきあった意見であり、聴覚障害者の日本語能力に大きな個人差があることによる。ステノブコンを使用している全国集会や地方集会にでてくる障害者は、一般に日本語能力が高い人が多いが、そうでない人もいる。このことが集会へ参加しない原因ともなり得る。細かな情報保障サービスという観点からすると、ステノブコンも漢字の多い文章を表示するものと、漢字が少ない文章のものと、2種類用意することも考えられるが、コスト等を考えると現実的ではない。全ての人に満足いく情報保障はない。より多くの人の要望に応えることと、どの情報保障も利用できない人をなくすという両面から考える必要があると考える。

「話に比べて表示が遅れる」は漢字の問題の次に悪い点として挙げられているが、このことを指摘する人は今までほとんどいなかった。おそらく、「漢字が少ない」という問題が大きいため、複数回答で尋ねることによりこの「表示の遅れ」の問題も表面化したのだと考えている。この指摘された「表示の遅れ」は、ステノブコンの操作に必要な10秒以内の遅れを指しているのではなく、修正作業の遅れに伴う10秒以上の遅れを指しているものと判断した。

養成した修正者は、少しくらい遅れても正しく修正しようとする傾向の人が多くに思った。そのため話があってから30秒以上遅れてから表示しても正しい方がよいとする人もいた。正しい文章を作成することは重要であるが、大きく遅れないことも同様に重要である。そのため、このような人には遅れすぎるとそのことを指摘しているが、間違いを直さずに速度を速めることはなかなかできない。このために上記の問題が起きたと考えている。もちろん速記者の能力が上がって入力ミスが減少すれば、遅れも少なくなるのであるが、それだけでなく大きく遅れないことを目的にした修正作業の練習プログラムも必要であると考えられる。

悪い点として「間違いが多い」を挙げる人は少なかった。この実験における間違いの割合がどの程度だったかはわからないが、9.1節の実験のような大量の間違いは発生しなかった。いずれにしても、多少の間違いであれば聴覚障害者に許容されていることがわかる。また、修正機能の有効性も示すことができたと考えられる。

「話が早すぎて読み切れない」と「文字が読みにくい」という意見は少なかった。このことから4.2節で考察したように、話の速度で表示される文章をほとんどの人が遅れずに読むことができることがわかった。ただ統計的には有意ではないが、このふたつの回答者の平均年齢は回答者全体の平均年齢44.5才よりも高い傾向があり、高齢者には少し速すぎる場合があることもわかった。また「文字の読みにくさ」はパーソナルコンピュータを使用したシステム構成に依存しており、より精細な表示装置を使用することはコスト面で問題が大きいの。これは慣れれば気にならなくなると考える。

その他の悪い点では、「前の人のために下が見えなかった」、「文字のコントラストが薄い」、「画面が小さくて見えない」などの機器の設置上・使用上の問題点が挙げられた。これらは4.5節でも考察したが、会場の広さや照明設備などによって変り、また利用する席

の位置によっても異なる。いくら優れたシステムであっても、設置・運用上の問題があればその能力は発揮できない。また、操作上の問題についての指摘もあった。

その他全般に対する意見では、「もっとよいものがほしい」という意見もあったが、「良かった」、「今後の利用を希望する」、「以前よりも漢字が増えて見やすくなった」という肯定的な意見の方が多く、「文字放送へ応用してほしい」という希望もあった。このことはステノプコンの情報保障装置としての有効性を示していると考ええる。また「要約筆記のような略号を作ったらどうか」とか「行替えの区切りを明確にすべきだ」といった具体的な改良点への指摘もあった。これらの意見については、よい意見は取入れていくつもりでいるが、思いつきの意見も多く、十分検討してから取入れる必要があると考える。例えば上記の略号は、よく使用する語の入力を簡素化する目的で使用されているのであり、読みやすさは悪くなるので、この意見は採用しない方がよいと考えた。また「もっとオペレータの技術向上を」という意見は、入力ミスの多さや遅れを指摘していると考ええる。

第10章 考 察

10.1 ステノブコンの評価と問題点

開発初期のシステムから含めて、これまでに障害者の国際会議や全国大会、地方集会などでのべ200回以上にわたってステノブコンを使用してきた。その主なものを表10.1に示す。これらの会議・集会での使用後に多くの聴覚障害者・家族・情報保障ボランティアらに意見を尋ねた。その結果は、否定的な意見もあったが、その多くは「いくつか改善すべき点はあるが、このような情報保障を待ち望んでいた」というものであった。このことは評価実験の結果とも一致している。このことから、ステノブコンシステムは聴覚障害者の情報保障装置として有効であると結論づけることができる。

但し、現在はこのような情報保障サービスが他に全くないため、少くく問題があっても喜んで利用してもらえが、これが普及していけばその問題点に対する改善要望も大きくなると考える。前章までの実験・アンケート及び考察結果をまとめると、ステノブコンの主たる問題点は、表示される文中に含まれる漢字の割合が少ないことと、操作する人が熟練していないこと、の2点であるとする。

漢字は日本語に特有の問題点である。欧米各国でも同様の情報保障装置が開発され使用されているが、他の言語ではこのような問題は起こらない。例えば、英語は日本語のような表音文字ではないが、米国で最も普及している速記であるステノタイプでも基本的に音を入力する点は日本の速記と同じであるため、“red”と“read”のように同じ音の単語は同じ速記記号で記録される。しかしこのステノタイプの速記記号をコンピュータで反訳する際には、前後の単語のつながりから行うようになっている⁹⁾。すなわち、同音語の現れる最も普通の前後関係、例えば“a red”とか“he read”といった文の前後関係を基にこの同音語の区別を行っている。これが可能であるのは、単語単位であるからである。この場合も、固有名詞などでは反訳限界はある。

それに対して、日本語は表音文字であり、音は単語単位ではない。そのため前後関係も英語ほど明確にはならない。例えば「かく」という音には、「角」「各」「格」「核」「確」「書く」「欠く」などの多くの漢字があるが、これらを前後の接続関係だけで明確に分ける方法はない。その理由は、日本語の単語は英単語のように明確に分離していないことや、日本語は助詞によって主語や目的語などの順番を自由に変更できることなどにある。確かに近年普及

表10.1 ステノブコンを使用した主な集会等

-
- ・リハビリテーション世界会議 (1988)
 - ・世界ろう者会議 (1991)
 - ・全国ろう者大会 (1990)
 - ・全国要約筆記問題研究会 (1992)
 - ・全国手話通訳問題研究会 (1992)
 - ・日本手話学会大会 (1992)
 - ・IBMウェルフェアセミナー (1989-91)
 - ・東京都中途失聴・難聴者の集い (1989-93)
 - ・国立身体障害者リハビリテーションセンター入所者ホームルーム (1990-1994)
-

しつづつあるA1漢字変換は、前後の関係から漢字を選択するが、それでも多くの誤った変換が発生する。しかも、かな漢字変換は文語体のために作成されており、口語体では必ずしも正しく変換できない。日本語は英語のように前後の関係から正しい漢字を選ぶことは難しい言語である。

このため漢字は、日本語音声の文字化において必ず大きな問題となる。本ステノブコンでは、同音異義語の漢字変換をあきらめることにより、文章中に7~10%の漢字を含めることに成功した。しかし、この方法では漢字の割合をこれ以上大幅に増やすことは難しい。これを解決するためには、自動かな漢字変換ソフトウェアの変換率が大幅に向上することが必要であると考ええる。

操作者の熟練は、第8章と第9章でも考察したが、ステノブコンの能力を最大限に発揮するために必要不可欠である。しかし、現在のステノブコンの使用回数では、操作者の現在の能力を低下させるのを抑制する効果はあっても、向上させることはできない。そのため操作者を熟達させるには、ステノブコンをより一層利用してもらうことが重要である。

現在はステノブコンを利用してもらう際に、主催者に必要な経費を負担してもらっている。人件費（速記者と修正者の謝金と交通費）と機械の運搬に必要な経費である。この経費が理由で、ステノブコンを使用してもらえないことがある。ボランティアでやるべきであるという考え方もあるが、ボランティアであるがゆえに質の悪いサービスでも仕方ないというのではなく、お金をもらう代わりにできる限りのサービスを提供するという方がよいと考える。このことは手話など他のサービスでも同じことであり、近年はプロの手話通訳者もでてきている。

速記は特殊業務であるため、人件費は高くなる。ステノブコンの速記者はソクタイプの速記者を使用しているため、ソクタイプ速記に比較して安すぎではならず、そのため現在は1日速記者一人あたり交通費込みで3万円としている。もしもまる1日ステノブコンを使用するのであれば、交代要員として速記者は二人又は三人必要となる。修正者は速記ほど特殊な作業ではないので、1日一人あたり交通費込みで1万円としている。そのため、1日ステノブコンを使用すると、その人件費は8万円~11万円になる。現在はステノブコンの操作者は東京近郊にしかいないので、もしも場所が東京近郊でなければ、東京からの交通費を別途負担する必要があり、また場合によっては宿泊費も必要となる。

これは国際会議や全国大会であれば財政的に問題ない額ではあるが、障害者の地方大会ではこの負担は大きすぎるが多い。東京近郊以外では非常に難しい。特に地方集会などでは情報保障はほとんどボランティアに頼っており、場合によっては情報保障を行うボランティアからも参加費を取っているのが現状である。そのためいくら有効であっても、ステノブコンだけに多くの金額を消費することは難しい。しかし、国際会議や全国大会は限られており、それほど頻度はない。そのため、ステノブコンの年間利用回数は頭打ちの傾向にある。金銭的補助を受けなければ、これ以上の利用の増加は望めないでいる。

10.2 全文変換の意義

このステノブコンは、音声を全く要約せずに文字化して表示するシステムである。これは要約筆記のように多くとも15%の文字しか伝達できない方法に比較すると、情報保障の質が優れているのは明らかである。しかし8割や9割の文字を伝達した場合に比較して、全く要約しない場合が本当に良いのかについては、まだ議論されていない。この問題は、全く要約せずに文字化することのできるステノブコンのようなシステムがあって始めて議論できる問題である。

9.1.3項でも述べたが、話の中には無意味な言葉は多い。同じことを繰り返したり、すべてが意味のある情報を持っているわけではない。これらの無意味な言葉や、修飾語などを削ることによって8割ないし9割の文章量としても、内容は100%に近い情報を伝達することができると考える。もしも8割ないし9割の文章量に削ってもかまわないのであれば、3.1節で考察した速記以外の方式でも時間的に入力可能かもしれない。例えばタッチタイプでは、漢字も入力可能な方式があり、漢字入力の問題まで解決できる可能性がある。また、話の表示される速度が速すぎるという人も文章量が減った方が読みやすくなる。

しかしこの点を聴覚障害者に尋ねると、ほとんどの人は「少しでも要約してはならない」と回答した。少しであっても要約してあると、要約された中に重要なことがあったかもしれない、と思うという。極端な例としては、「間違っていてもいいから全部文字にして下さい」という人もいた。そのため、現状では全く要約しない文章の表示を求めている人がほとんどであると結論した。

しかしこれは今までほとんど情報が得られなかったために、疑心暗鬼からこのように考えるのであると考える。このステノブコンが普及してすべての情報が文字で得られるようになった際には、再度検討するべきであると考えられる。

10.3 話者の責任

ステノブコンは、どんな話に対してもリアルタイムで正確に文字化しなければならないとすると、その実現は不可能である。例えば、ある香港出身の講演者は、講演中に中国語や英語の歌を歌った。そのためステノブコンでは中国語ないし英語の歌を歌っていることを文字で表示したが、その歌の内容はいかなる情報保障手段であっても伝えることは不可能であった。また、言葉が不明瞭であったり、内容が支離滅裂だったり、話が途中で大きくとんだりすると、健聴者が聞いていても何を話しているのかわからないことは多い。そのような話でもステノブコンで正確に文字化することは難しい。

少なくともステノブコンは、健聴者が聞いてわかる話に対して、文字化して聴覚障害者に伝えることを行うべきであると考えられる。健聴者が聞いていてわからない話は、話者の話

し方や内容が聴衆を無視した一方的なものであり、そこまでステノブコンが対応する必要はないと考える。聴衆がわかるように話すことは、話者の責任であると考え。

逆に、手話通訳や要約筆記のような情報保障をすべて拒否する話者もいる。これはいわゆる有名人や文化人の中にも多い。彼等の言い分は、「これらの情報保障は自分の言っていることを正確に伝えていない」というものである。ステノブコンは話者の話を原則的に正確に文字化するが、このような話者の中にはそれでも拒否する人がいるであろう。しかし、そうであれば正確に伝えられるようにゆっくりと話すとか、わかりやすく話せばよいのである。それをしないで一方的に聴覚障害者への情報伝達を拒否することは、障害者を差別していることである。このことも話者の責任であると考え。

10.4 集会以外での情報保障の検討

ステノブコンは基本的には集会等での情報保障用として開発したものである。しかし、それ以外の応用も考えられる。例えば、個人又は数人用の情報保障機器としては、ノートタイプのパソコンなどを使用すれば小型で持ち運び可能なシステムとなる。しかし使用上のコストを考えると、個人で使用できる人は限定される。

その他、字幕付き放送や字幕付きビデオにおける字幕作成用としての用途も提案されている。欧米において広くして普及している字幕付き放送⁹²⁾⁻⁹⁴⁾が日本において普及しない理由のひとつに、字幕作成が簡単にできるシステムになっていないことが挙げられる⁹⁵⁾。そのため現在の方式ではニュース番組などのリアルタイム性が要求される字幕を作成することはできない。ただ、テレビの字幕の場合には、台詞をそのまま文字化したのでは画面と文字の両方を見ることができないために、文字数を制限している。このため、ステノブコンより遅い入力装置でも字幕は作成できると考える。そのため、字幕作成用としてはステノブコンは必要ない。

以上より、ステノブコンで情報保障を行う主たる対象は、十人以上の聴覚障害者の参加する場であることがわかる。将来音声認識技術による安価な情報保障装置が開発できれば、個人に対応した情報保障となり得ると考える。

10.5 他分野への応用

このステノブコンは、話をリアルタイムで文字化できる日本で初めてのシステムである。そのため障害者用に限らず、他の用途にも使用できると考える。例えば、現在速記を使用している国会や裁判所の記録業務は、すべて本システムで置き換えれば業務が簡素化できる。事実米国では、同様のシステムが国会や裁判所で使用されている。また、現在は雑誌等のインタビューはテープで録音し、それをテープ起こししているが、ステノブコンを使

用すればインタビュー終了と同時に文章はできあがっており、それを少し修正するだけで原稿とすることができる。企業等でも議事録作成などに利用することができる。特に会議に聴覚障害者が参加していれば、障害者への情報保障と議事録作成の二つを同時に実現できることとなる。

このように障害者関連以外でも使用されるようになれば、多くの速記者が養成され、機器も安価に入手可能になる。そうなると聴覚障害者の情報保障機器としてもどこでも安価に簡便に使用できるようになると考える。このように福祉関連の機器では、障害者専用というのではなく、健常者にも障害者にも使用できるという機器が望ましいと考える。

10.6 他のシステムとの比較

近年、聴覚障害者への文字による情報保障装置として研究・開発されているシステムがいくつかある。ここではそれらとの比較を行う。

本研究の開始後に、筑波技術短期大学において研究が初められたリアルタイム字幕提示システムは、本研究と最も近い研究である(図10.1)^{96),97)}。このシステムは手書き式速記である早稲田式速記を基に開発されたステノワードという速記器械(図10.2)と、字幕挿入システムによって構成されたシステムである。

ステノワードはミニット-350という速記入力装置を改良して1991年に開発され、市販された高速入力装置である⁹⁸⁾。開発した学校法人川口学園では、ステノワードを速

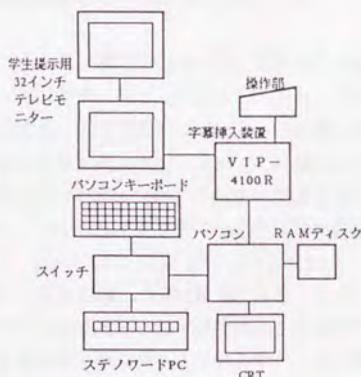


図10.1 筑波技術短期大学のシステム

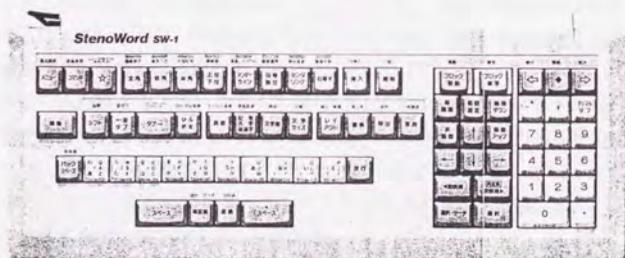


図10.2 ステノワードのキーボード配列

記器械としてではなく、スピードワープロと呼んでいる。入力は一列に並んだ10個のキーを使って同時打鍵で行う方式である。現在はこのステノワードの速記者を養成するコースが開校しており、700~900時間で300字/分以上の速度で入力できるようになるといふ。この速度は話す速度よりも少し遅く、そのためにスピードワープロと呼んでいるようである。

ステノプコンとこのシステムとではいくつか本質的な大きな違いがある。まず入力装置であるステノプコンキーボードとステノワードでは入力特性に大きな差があると考えられる。その理由は、ステノワードの一直線に並んだキー配列は人間工学的にみて改善の余地があることと、ステノワードでは3.4節で検討した同時打鍵方式に適したキー特性でなく通常のキースイッチを使用していることが挙げられる。このためステノワードは入力ミスが多く、疲労も大きいと考える。またステノプコンの元となるソクタイプが21キーの同時打鍵であるのに比較して、ステノワードでは10キーの同時打鍵であり、1度に入力できる情報量は少ない。その結果、話の速度よりも少し遅い速度でしか入力できないのであると考える。但し、速記文法の得失はほとんどないと推定する。数年前に開発されたことを考えると、ステノワードでは近年の口語の特徴をいかした速記文法となっている可能性はあるが、詳細な検討は行っていない。

また、ステノプコンとこの筑波技術短大のシステムでは漢字や表示方法に関する取り扱いも異なる。このシステムでは、反訳結果をPC-9801のキーボード端子から入力し、その結果を市販のフロントエンドプロセッサATOKを使用して漢字変換している。この漢字変換は表示画面上で行われるため、画面ではまずひらがなが表示され、次いでそれが漢字に変換されるという方式で表示される。表示画面はステノプコンのように文字だけでなく、話者の顔画像と手話通訳者の映像と文字を合成し、スクリーンの下側に16文字3行で表示する。

この両者を比較すると、ステノプコンの方が入力速度が速く、筑波技術短大のシステムでは速い話には追従できない。それはステノワードとの速度差と漢字変換操作から明白である。すなわち、本研究におけるステノプコンが健聴者と聴覚障害者が同じ場所で同じ話を聞くために、通常の速度の話を実タイムで文字化することを目的としたのに対して、筑波技術短大のシステムは聴覚障害者だけのためのゆっくりとした講義を、漢字かな交じり文で表示することを目的とした装置といふことができる。またビデオカメラなどシステムがやや複雑になっているので、筑波技術短期大学内の特定の部屋での使用には問題ないが、一般の講演会場での使用には不向きである。

それに対して筑波技術短大のシステムの優れている点は、話者の顔や手話通訳者を同じ画面上に表示している点である。これは9.2節で述べたように手話や口話などの他の情報保障手段と文字による情報保障を併用する場合に、目や顔を大きく動かさなくとも良いという利点がある。ただ、多くの情報を一画面に入れるために、文字数は48字となっており、速い話に対応する場合には少なすぎると考える。

ステノプコンに比較して優れているもうひとつの点は、学校法人川口学園という速記者

養成学校と一緒にやっている点である。操作者の慣れが重要であることは10.1節でも述べたとおりであり、その点で養成学校で多くの速記者を養成していることは重要である。

ステノワード以外にも、いくつかの文字による情報保障機器の研究や試みがある。横浜市総合リハビリテーションセンターとワコムは共同で筆記通訳支援システムを開発した⁹⁹⁾。これは液晶ディスプレイ内蔵のタブレット上に手書きで要約筆記を行うことにより、筆記者の操作負担を軽減する目的の機器である。また、タッチタイプを使用した筆記通訳支援の研究¹⁰⁰⁾も行われたが、その後の報告はない。パソコン通信を使って多数の人達が入力することによりテレビ音声を字幕化して伝達する試み¹⁰¹⁾や、2台のパソコンをつなげて音声記録する方式なども研究されている。これらの方法は、速記などの長時間の練習の必要な操作法とは異なり、多くの人がボランティアとして入力に参加できる利点がある。

10.7 将来における研究成果の活用

本研究ではリアルタイム音声文字変換の手段としてソクタイプ速記を使用した。しかし将来的には音声認識技術が発達し、安価に認識性能の高い装置を入手できるようになると期待される。その場合には、本ステノプロコンシステムよりも手軽で使いやすい情報保障システムとなると予想する。

このような音声認識による情報保障システムを作成する際にも、本研究の最適文字表示方式に関するヒューマン・マシン・インタフェースについての研究成果そのまま利用することができると思う。また、音声認識技術がいかに発達しても、認識率を100%にすることはできない。その理由は、人間の発声自体があいまいであり、初出の固有名詞などの認識は人間であっても不可能だからである。そのため、音声認識装置を使用する際にも、間違いの無い文章を表示するには、修正作業が不可欠である。この場合も、本研究におけるリアルタイム修正作業に関するヒューマン・マシン・インタフェースについての成果の多くの部分を活用することが可能であると思う。

第11章 結 論

聴覚障害者に対する文字を用いた情報保障として、日本語の話を要約せずにリアルタイムで文字として表示するシステムにつきヒューマン・マシン・インタフェースの観点から検討し、以下の点につき明らかにした。

- ・現状では音声をリアルタイムで記録できる方法は速記のみである。
- ・速記の中でリアルタイム反訳に最も適したものは器械速記であるソクタイプである。
- ・リアルタイム音声文字変換結果には必ず多少の間違いが含まれる。また、正確な漢字かな交じり文にすることもできない。
- ・ソクタイプ速記のような同時打鍵方式のキーボードにおいて、以下のような作動力特性が求められる。
 - ・全移動量は大きく、接点位置が全移動量の中心付近にある。
 - ・キーを最後まで押しつけておくのに必要な力が小さい。
 - ・キーを押した感触が柔らかい。
- ・話の速度で表示されるかな表示の文章は、健聴者や日本語読解能力の高い聴覚障害者であれば読み取り可能である。
- ・かな表示に比較して漢字かな交じり文の方が読みやすく、漢字の含まれる割合の少ない文章では、分ち書きをする方が読みやすい。
- ・スクロール表示よりもページング表示の方が読みやすい。
- ・話の速度で文章を表示する場合、四倍角又は六倍角文字で表示するのが良い。
- ・リアルタイム音声文字変換結果に含まれる間違いを減らすためには、リアルタイムで修正を行う必要がある。
- ・話の速度で表示されるかな文章に対してかな漢字変換をリアルタイムで行うことはできない。
- ・話の速度で表示される文章の修正では、カーソル操作に要する時間を考慮すると、全文章の5%以上の修正はできない。

これを基にソクタイプ速記の速記記号をコンピュータでリアルタイム反訳するステノプロンシステムを開発し、操作者の養成を行った。その基本性能を実験を通じて確認すると共に、実際に聴覚障害者の集会等で使用し、評価を行った。その結果、以下の点につき明らかになった。

- ・ステノプロンシステムを用いれば、リアルタイムで300～350字/分の音声を文字化することができる。
- ・ステノプロンシステムは聴覚障害者への文字による情報保障手段として有効であり、多くの聴覚障害者の社会参加を促進することができる。また、他の情報保障手

段の補助としても利用価値は高い。

- ・ステノブコンで表示される文章に含まれる間違いは、話の質や操作者の熟練度に問題がなければ、1%未満にすることができる。
- ・ステノブコンの問題は、表示文章中に含まれる漢字の割合が約10%と少ないために読みにくい点と、熟練した操作者がいない点である。
- ・ステノブコンはリアルタイム音声文字変換を実現した初めてのシステムであるため、障害者用にかかわらず他の分野でも有効に活用できる可能性を有する。
- ・ヒューマン・マシン・インタフェースに関する研究成果の多くの部分は、将来音声認識技術が発達した際にもそのまま活用することができる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご指導を賜りました東京大学工学部教授 土肥健純先生に心より感謝致します。また本研究の基礎的段階からその方向づけをいただき、かつ本研究を行う機会を与えていただきました国立身体障害者リハビリテーションセンター名誉総長 津山直一先生、総長 初山泰弘先生に深謝致します。国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所長 山内繁先生には、研究方針に関して多くのご指導をいただくとともに、開発・実験など多くの点でご助力いただきました。ここに深謝致します。またシステムの基本的コンセプトにつき多くの有用なご指摘をいただきました元聴力障害者情報文化センター理事長 故土屋三友先生に厚く御礼申し上げます。

具体的な速記文法や速記記号の使い方をお教えいただき、また多数の実験に協力いただきました速記者の青木かつ子、橋本由紀子、稲村嘉子、金田英子、久保田知子、峯英子の各氏に心よりお礼申し上げます。

聴覚障害者の特性については、東京都心身障害者福祉センター 野沢克哉先生、東京都中途失聴・難聴者協会理事長 高岡正氏、日本障害者リハビリテーション協会 吉村伸氏を始めとする多くの聴覚障害団体関係者、また、国立身体障害者リハビリテーションセンター指導部指導課の元主任 故外山和郎、現主任 奥野英子、元指導課 長野雅男、現指導課 森本行雄の各先生方に、多くの有益な事柄につきご教授・ご指摘いただくとともに、実験にも快くご協力いただきましたことに深謝致します。また聴覚障害者との話の仲立ちをいただきました手話通訳者の方々にもお礼申し上げます。

実験を行うにあたりまして、修正作業を行う修正者、聴覚障害被験者、視覚障害被験者の方々には大変お世話になるとともに貴重なご意見を賜りましたことに対し、感謝いたします。また毎日様々なテーマで数多くの議論をし、その中で多くの有用なご指摘をいただき、また多大のご助力をいただきました国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所の研究員及びスタッフの皆様方に感謝いたします。

本論文をまとめるにあたりまして多くのご指摘を賜りました、東京大学工学部教授 大園成夫先生、同教授 松本博志先生、同教授 中島尚正先生、東京大学医学部教授 上野照剛先生に深謝いたします。

なお本研究の一部は厚生省厚生科学研究費特別研究事業（昭和63年度～平成元年度）によって行われました。ここに深謝致します。

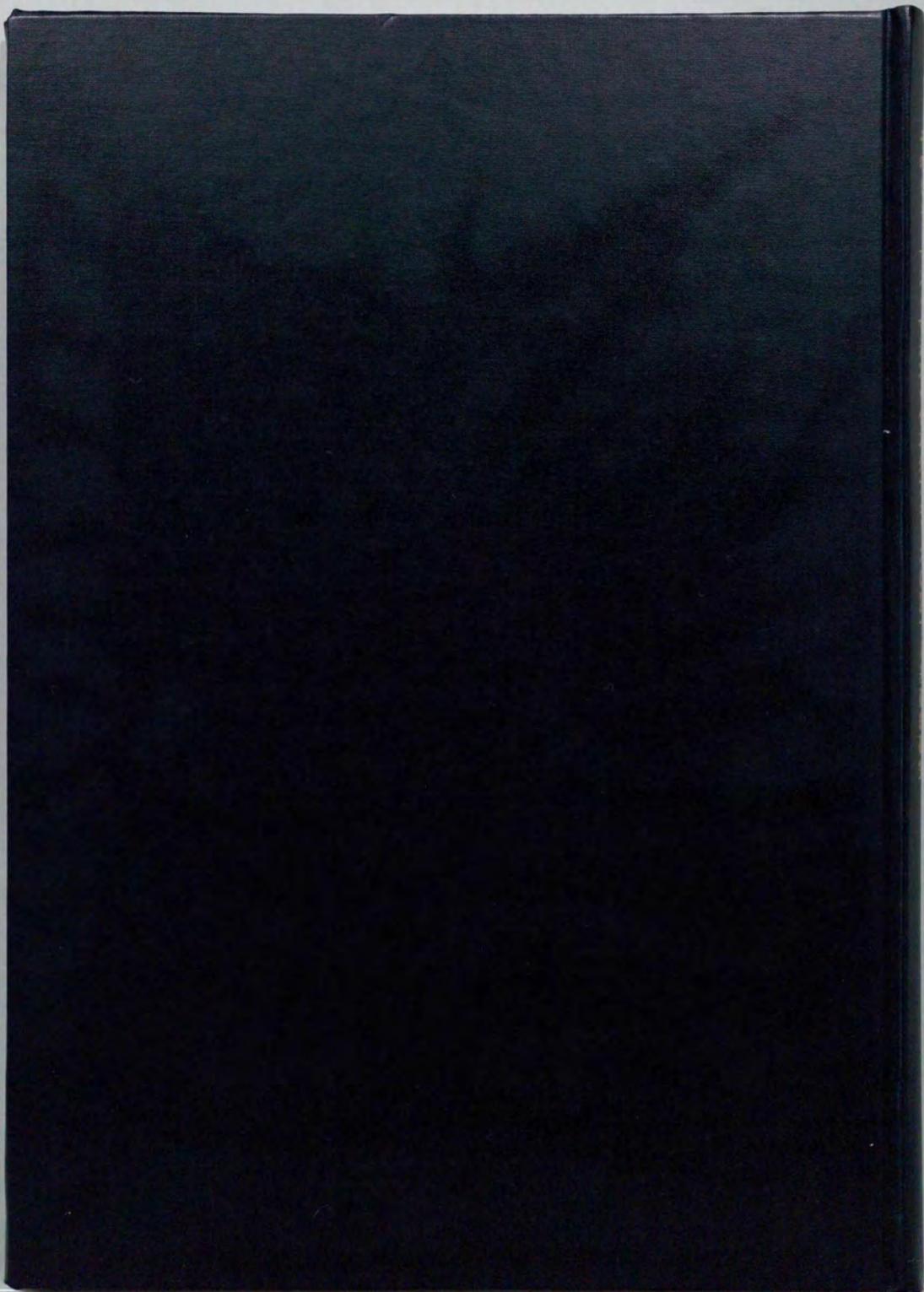
参 考 文 献

- 1)平成4年版厚生白書, 厚生問題研究会, 東京, 20-21, 1993
- 2)技術研究組合 医療福祉機器研究所:平成5年度福祉機器ニーズ・シーズ適合調査研究報告書, 東京, 288, 1994
- 3)中央法規出版編集部編:改訂介護福祉用語辞典, 中央法規出版, 東京, 309, 1993
- 4)完訳解説AD A-障害をもつアメリカ民法, 全国社会福祉協議会, 東京, 1992
- 5)森社也:聴障者にとってのAD A法、リハビリテーション法, 第33回IBMウェルフェア・セミナー報告集, 84-101, 1990
- 6)岩淵紀雄:聴覚障害者にとっての字幕放送の意義, 「聴覚障害者の文字情報-字幕放送」シンポジウム資料, 1992
- 7)野沢克哉:ろう者コミュニケーションの諸問題, リハビリテーション研究, 50, 22-28, 1985
- 8)入谷仙介:聴障者コミュニケーションの諸問題, リハビリテーション研究, 50, 16-21, 1985
- 9)山内薫:障害者サービスのなかで文字の問題を考える, 現代の図書館, 28(1), 20-29, 1990
- 10)早稲田速記指導部編:早稲田式速記入門, 南雲堂, 東京, 13, 1978
- 11)このままでは危ない! 必ず偏光グラスを!, 第10次全国要約筆記問題研究会資料集, 124-128, 1992
- 12)安居院猛、中嶋正之:コンピュータ音声処理, 秋葉出版, 東京, 166-172, 1980
- 13)古井貞熙:音響・音声工学, 近代科学社, 東京, 174-210, 1992
- 14)村山登:2ストローク入力法(2打入力法), 情報処理, 23(6), 552-558, 1982
- 15)裁判所書記官研修所研修教材第93号:速記理論, 東京, 28-30, 1986(非売品)
- 16)大栄ワープロ学院編: '93ワープロ検定合格水準入力問題1・2級, 大栄出版, 東京, 6-9, 1993
- 17)坂元正剛:新ワープロ速記法, ビジネス・オーム, 東京, 170, 1988
- 18)森田正典:これが日本語に最適なキーボードだ, 日本経済新聞社, 東京, 1992
- 19)森田正典:日本語入力方式と鍵盤方式の最適化, 電子情報通信学会論文誌D, J70-D(11), 2047-2057, 1987
- 20)FM16βテクニカルガイドブック, 富士通, 東京, 318, 1986
- 21)山田尚勇:専任タイピストによる日本語入力方式に関する基礎的研究課題, 電子通信学会誌, 68(9), 939-945, 1983
- 22)H. OHIWA and H. TATUOKA: Keyboards for Inputting Japanese Text and Training Methods for Touch Typing; J. of Information Processing, 13(1), 35-43, 1990
- 23)高橋延匡:日本語入力の現状と展望, 情報処理, 23(6), 518-528, 1982
- 24)山田尚勇:タイプライタの歴史と日本語入力, 情報処理, 23(6), 559-564, 1982
- 25)川上晃、川上義:タッチ打法による漢字入力, 情報処理, 15(11), 863-867, 1974
- 26)山田尚勇:専任タイピスト向きタイプ入力法の研究経過, 東京大学情報学科テクニカルレポート, 84-13, 1984
- 27)大岩元、他:日本語タッチタイプ入力の一方式, 情報処理学会論文誌, 24(6), 772-779, 1983
- 28)大岩元:キーボード談話②タッチ・タイピングを普及させるには, bit, 22(8), 831-835, 1990
- 29)谷田達彌:速記の習い方, 金園社, 東京, 304-308, 1984
- 30)裁判所書記官研修所研修教材第93号:速記理論, 東京, 40-41, 1986(非売品)
- 31)裁判所書記官研修所研修教材第93号:速記理論, 東京, 46-47, 1986(非売品)

- 32)M. NAKAGAWA: Non-keyboard input of Japanese Text On-line Recognition of handwritten Characters as the Most Hopeful Approach; *J. of Information Processing*, 13(1), 15-34, 1990
- 33)北村正、他：単語知識を利用した手書き文字列処理方式、*NTT R&D*, 39(3), 429-436, 1990
- 34)福永泰、他：手書入力を用いたマンマシンインタフェース、*信学技報*, OS86-30, 25-29, 1986
- 35)早稲田速記指導部編：早稲田式速記入門、南雲堂、東京、14-34, 1978
- 36)C.G. LEEDHAM and A.C. DOWNTON: Automatic Recognition and Transcription of Pitman's Handwritten Shorthand - An Approach to Shortforms; *Pattern Recognition*, 20(3), 341-348, 1987
- 37)C.G. LEEDHAM and A.C. DOWNTON: On-line Recognition of Pitman's Handwritten Shorthand - An Evaluation of Potential; *Int. J. of Man-Machine Studies*, 24, 375-393, 1986
- 38)K. KAMEL and I. IMAM: A Computerized Transcription System for Cursive Shorthand Writing; *Conf. Proc. IEEE Southeastcon*, 336-339, 1988
- 39)R.G. FOX et al.: Stenographic Reading Devise; *IBM Technical Disclosure Bulletin*, 19(9), 3256-3259, 1977
- 40)A Courtroom Computer System; *Personal Computing*, July 27, 1990
- 41)The Chord Keyboard Report - Writing Clear Text with the Speed of Speech; *The Swedish Institute for the Handicapped*, Stockholm, Sweden, 1988
- 42)Keyboard for Quick Typing; *ICTA INFORM No.3/4*, 1987
- 43)J.B. henderson et al.: The NTID Computer-Aided Speech to Print Transcription System ("C-Print"); *Int. Congress on the Education of the Deaf*, 1990
- 44)New Technology Enables Typewrites To Transcribe Shorthand into Full Text; *The Secretary*, April, 14-16, 1988
- 45)R. DYE et al.: The Design of a Memory Efficient Palantype Transcription System; *Int. J. Man-Machine Studies*, 34, 615-630, 1991
- 46)大倉信治、細江龍三：電子計算機による速記記号解読プログラム「STEP S」について、*DATA PROCESSING* (日本DP協会)、1-10, 1966
- 47)電算機で日本文処理、*日本経済新聞社*, 昭和44年12月3日, 1969
- 48)細川博之、他：速記反訳システム、*情報処理*, 16(6), 484-491, 1975
- 49)遠藤基資：ソクタイプを入力装置とするワープロ、*第22回速記懇談会資料*, 1991
- 50)ワープロに速記の原理、*日本経済新聞*, 昭和62年10月14日
- 51)文書高速入力機ミニット-350カタログ、*日本タイプライタ側*, 1988
- 52)岡田裕康、神村芳彦：高速打鍵対応ハイファイリングフルキーボード、*National Technical Report*, 35(4), 1989
- 53)高嶋孝明：キーボード談義④作り勝手と自分勝手、*bit*, 22(8), 831-835, 1990
- 54)M.M. GRANAAS et al.: Reading Moving Text on a CRT Screen; *Human Factors*, 26(1), 97-104, 1984
- 55)R.S. KRUK and P. MUTER: Reading of Continuous Text on Video Screens; *Human Factors*, 26(3), 339-345, 1984
- 56)W.H. CUSHMAN: Reading from Microfiche, a VDT, and the Printed Page: Subjective Fatigue and Performance; *Human Factors*, 28(1), 63-73, 1986
- 57)R.L. DUCHNICKY and P.A. KOLERS: Readability of Text Scrolled on Visual Display Terminals as a

- Function of Window Size; *Human Factors*, 25(6), 683-692, 1983
- 58) J.F. Juola et al.: Visual Search and Reading of Rapid Serial Presentations of Letter Strings, Words, and Text; *J. of Experimental Psychology: General*, 111(2), 208-227, 1982
- 59) N. BEVAN: Is There an Optimum Speed for Presenting Text on a VDU?; *Int. J. Man-Machine Studies*, 14, 59-76, 1981
- 60) T.G. Cocklin et al.: Factors Influencing Readability of Rapid Presented Text Segments; *Memory & Cognition*, 12(5), 431-442, 1984
- 61) 聴力障害者向けテレビ番組の制作に関する基礎研究(その8)～字幕付き番組の理解度と満足度～, NHK放送文化調査研究所放送研究部, 13-17, 1986
- 62) 西村武、森本一成: CRT日本語表示の読み取り速さと疲労, *テレビジョン学会誌*, 37(9), 730-735, 1983
- 63) 灘波誠一: 画像情報量と提示時間, *NHK技術研究*, 35(1), 1-19, 1983
- 64) E. SCHWARZ et al.: A Comparison of Paging and Scrolling for Changing Screen Contents by Inexperienced Users; *Human Factors*, 25(3), 279-282, 1983
- 65) S.L. HWANG et al.: An Experimental Study of Chinese Information Displays on VDTs; *Human Factors*, 30(4), 461-471, 1988
- 66) 清水豊: パッシブタッチ型触覚ディスプレイにおけるパターンの提示方向について, 第17回感覚代行シンポジウム発表論文集, 57-60, 1991
- 67) J.J. GIBSON: Observations on Active Touch; *Psychological Review*, 69, 477-490, 1962
- 68) P.A. KOLERS et al.: Eye Movement Measurement of Readability of CRT Displays; *Human Factors*, 23(5), 517-527, 1981
- 69) J.D. GOULD et al.: Reading Is Slower from CRT Displays than from Paper: Attempts to Isolate a Single-Variable Examination; *Human Factors*, 29(3), 269-299, 1987
- 70) K. KNOBLAUCH et al.: Effects of chromatic and luminance contrast on reading; *J. Opt. Soc. Am. A.*, 8(2), 428-439, 1991
- 71) 山田覚、師岡孝次: 環境がおよぼすVDT作業への影響-照度の効果について-, *人間工学*, 24(4), 209-217, 1988
- 72) 窪田悟: CRTディスプレイの人間工学的設計指針の検討, *人間工学*, 26(6), 337-344, 1990
- 73) 窪田悟: CRTディスプレイの表示極性、輝度コントラストおよび文字の線幅が視認性に及ぼす影響; *人間工学*, 25(5), 271-276, 1989
- 74) 中野泰志: 弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1)-コンピュータディスプレイでの白黒反転効果-, *信学技報*, HC91-29, 15-22, 1991
- 75) 吉武良治、土屋和夫: STN液晶ディスプレイの見やすさに影響を与える要因の検討, *人間工学*, 29(4), 209-214, 1993
- 76) PC-9801スーパーテクニック, アスキー, 東京, 266, 1992
- 77) 河村知行: キーボード談議②芸術を描く筆キーボード, *bit*, 22(7), 757-761, 1990
- 78) アーサー・ネイマン: *WordStar入門*, 工学社, 東京, 41-44, 1984
- 79) 中迫勝: キーボードの人間工学的設計, *人間工学*, 22(2), 53-61, 1986
- 80) 高橋延匡編: *日本語情報処理*, 近代科学社, 東京, 3, 1986
- 81) 中田祝夫: *日本語の世界4 日本の漢字*, 中央公論社, 東京, 5-13, 1982

- 82)高橋延匡編：日本語情報処理，近代科学社，東京，27，1986
- 83)PC-9801スーパーテクニック，アスキー，東京，232-235，1992
- 84)西岡昭，他：視覚障害者による録音タイプ速記の作業負担に関する調査事例，労働科学，58(8)，391-410，1982
- 85)大倉元宏，他：視覚障害者による録音タイプ速記の作業分析，労働科学，58(8)，411-437，1982
- 86)日本障害者雇用促進協会編：平成4年版障害者雇用ガイドブック，雇用問題研究会，東京，153-156，1992
- 87)大倉元宏，窪田悟：事例研究：録音タイプ速記における視覚障害者と晴眼者の作業パフォーマンス，労働科学，60(11)，521-530，1984
- 88)M.P. BEDDOES: Towards a Better Aid for the Blind: A Talking Stenograph - Stenex; Proc. IEEE Int. Conf. Syst. Man Cybern., 1250-1252, 1988
- 89)古井貞熙：音響・音声工学，近代科学社，東京，28，1992
- 90)石村善左：石村式速記講座上級編，評論社，東京，69，1980
- 91)裁判所書記官研修所研修教材第93号：速記理論，東京，66-67，1986（非売品）
- 92)J. BLATT and J.S. SULZER: Captioned Television and Hearing-Impaired Viewers: The Report of a National Survey; American Annals of the Deaf, 1017-1023, 1981
- 93)アメリカにおける聴力障害者向け字幕番組の現状調査，聴力障害者情報文化センター報告書，東京，1986
- 94)秋山隆志郎：世界の聴覚障害者向け文字放送字幕番組，「聴覚障害者の文字情報-字幕放送」シンポジウム資料，1992
- 95)太田茂：日本の字幕放送の技術的諸問題，「聴覚障害者の文字情報-字幕放送」シンポジウム資料，1992
- 96)石原保志，他：リアルタイム字幕提示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，ET93-106，1-7，1994
- 97)小林正幸，他：聴覚障害学生のためのリアルタイム字幕提示システム（2），信学技報，ET93-106，9-14，1994
- 98)ステノワード SW-1 カタログ，早稲田速記ワープロ事業部，東京，1991
- 99)品山卓朗，他：聴覚障害者のための筆記通訳支援システムの開発，第8回リハ工学カンファレンス講演論文集，427-432，1993
- 100)小野眞：筆記通訳支援環境-聴覚障害者のためのコンピュータ支援-，第5回ヒューマンインタフェースシンポジウム，225-230，1989
- 101)馬淵広行，他：パソコン通信によるテレビ番組字幕の試み，第9回リハ工学カンファレンス講演論文集，477-480，1994



inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 T.M. Kodak



Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 T.M. Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

