カナけん盤とスクリーンを用いた漢字入力装置

堀川　宏（日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所）

1. まえがき

日本語を含む情報処理システムの中で能率のよい入力装置の開発をさまたげているのは，漢字そのものの特質にある。すなわち漢字が i)表意文字であること，ii)同音異字の語が多いこと，iii)字種がきわめて多いこと　などである。このため情報処理サービスの多様化にともなって，出力装置の高速化はここ数年来めざましく発展して来たが，入力装置に関してはあまりきわだった進歩がみられず，漢字けん盤さん孔機が主流のようである。もちろん計算機の助けをかりたカナ漢字変換方式や入力すべき漢字（熟語）の追加情報により，所望の漢字を一義的に決定する会話形式などもあるが，これらはいずれも計算機システムとしての周辺機器であり，いわゆる端末というイメージにはほど遠い。端末機という点からは，従来からある邦文タイプにさん孔機能を付加したものや，ペンタッチ方式が発表されている。しかしこれらもすでにあるフルキー方式の延長であり，操作性の観点からみてとくに斬新的なアイデアがとり入れられているとは考えられない。そこでこのような入力装置の現状にかんがみ，カナけん盤と光学的表示方法との組合せにもとづいて設計試作した入力装置の構成概要と操作性などに関する試験結果を報告する。

2. 入力装置の現状と字種の検討

2.1 入力装置の現状　漢字入力装置の進展の困難さが漢字そのものの特質に起因することはすでに述べた。入力装置にはいろいろな方法が提案されているが，現状でこれらを分類すると　i)漢字そのものの形で入力する，ii)漢字をコードとして入力する　iii)漢字を読みで入力する　iv)漢字を構成要素に分割して入力するなどである[1],[2],[3]。ただし手書き入力やOCRは本検討の対象からのぞく。

2.2 字種の検討　漢字処理の機械化の問題の1つは字種であり，現在各種の漢和辞典から集録すると10,000～15,000字におよぶ[1]。したがって字種の選択にあたってはシステムで要求されるものを第1条件とすることは当然であるが，ユーザの要求するシステムは各種各様であるため，字種の決定は一概におこなえない。しかしながら漢字プリンタに収容される字種は記号などを入れて約2,300～3,000程度である。また一般活字を用いる常用漢字は4000が標準で，さらに宛名などを入れて5000～6000字種が用意されている[4]。たとえば朝日新聞社が昭和44年1月～2月までに行なった漢字出現度に関する統計資料によれば，異なり字種は2433字である。この資料の累積出現度と出現異なり字種との関係は1,000字で約94％ 2,000字で99.7％となっている。本報告で述べる漢字入力装置の設計にあたって，入力字種の選択は国立国語研究所の調査資料[5]を参考にして求めた。この調査では異なり字種は3328字で，2,000字，2,700字での累積出現率は98.8，99.6％である。そこで上記調査資料と文字収容法とを勘案して本装置では，読みで入力できる漢字数3,150字を選んだ。このうち異なり字種としては当用漢字を含む出現度数9回以上の漢字2192字を基本とし，2,740字を選んだ。したがって字種2,740中2通りの読みで入力できる漢字は410字で，これは異なり字種の15％に当るが，このうち音，訓の読みが与えられているものは1496であるから，これ

に対する率は27％となる。410字の選定基準は調査資料“用語用字”の使用読み方ひん度を考慮し，訓読みでの使用率が60％以上をしめるものを原則として収容することにした。また音読みがあるがその使用率が0の漢字，たとえば，態(ニラ)，頃(ケイ)，鷹(ヨウ)などは訓読みとして収容する。なお装置に収容した総文字数はカナ，英数字，ひらがな，記号などを含めて3,355字である。

3．漢字の入力方式とコード形式

3.1 読みによる漢字の入力方式　ここで述べる方式は入力方法の分類のうちiii)のタイプに属するが，計算機処理を前提とした装置ではなく，データ入力端末としてのけん盤さん孔機に属する。一般にiii)の方法による問題点は同音異字の処理である。このため一義的に定まらない文字をディスプレ装置に表示し，この中からライトペンなどで指示して入力するものもある。入力動作の原理は，まず，i) カナけん盤と光学的表示手段との組合せで，読みでカナを入力し同音異字の漢字パターンを表示する。ii) この表示した漢字パターンはカナけん盤のキー配列に対応しており，この中から目的の文字を再びカナけん盤でキーインする。iii) この第2打けん目の動作で，その出力がさん孔され，同時に入力した文字位置にチェック表示がなされ入力確認のモニタを行なう。以上のように漢字はすべて2打けん操作である。図1に入力操作のフローチャートを，図2にスクリーン表示される漢字パターンの1例を示す。

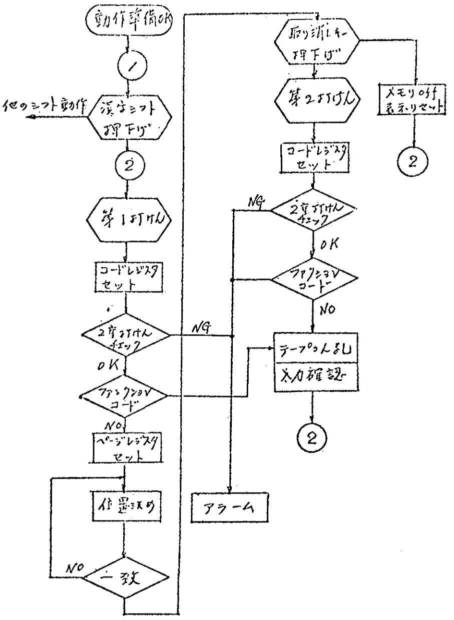

図1 入力操作のフローチャート

入力装置に要求される望しい条件は　i) 操作が容易でオペレータの習熟度がよいこと　ii) 入力速度が速く誤操作の少ないこと　iii) 入力ミスが直ちに確認できること　などである。しかし漢字を入力するこの種の機器で上記3つの条件をすべて満足することは望めないが，ii)の入力速度に関しては欧文タイプは漢字けん盤などと比較した場合，その優位性は明らかであろう。さて本方式では，初期のうちは入力する文字を読みで分類したパターン中から視認して入力しなければならないが，訓練されたオペレータは最終的にページ選択のカナ文字1字と文字指定のインデックス文字1字とからなる2文字で漢字コードとして，記憶することによって2.1で述べたii)形式と本質的には同じ方式となり盲打ちが可能になると期待できる。ところでスクリーンに表示される最大字数はけん盤の字号キーと同じ48字である。いま収容した漢字数のうち，読みの第1音が同じものをグループとして分類した場合，それぞれに分類されたすべてのグループの文字数が1パターンに収容できるとは限らない。たとえば第1音の読みが“セ”の文字は134字である。

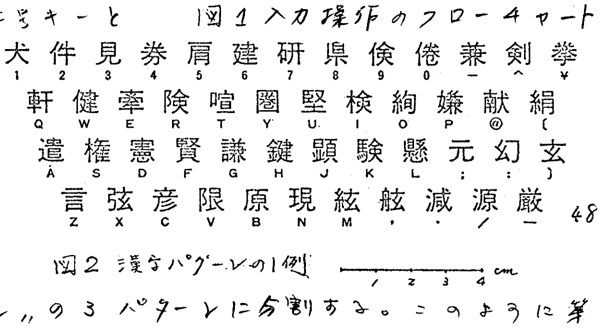

図2 漢字パターンの1例

これについては“セ”，“セイ”，“セン”の3パターンに分割する。このように第2音目までを含めて再分割した漢字パターンは30位となり，これらを新しく設

けたキーに収容しページ選択キーと名づけた。したがって漢字パターンの数は字号キーの数とページ選択キーの数の和78位となる。もちろん漢字シフトを1つ追加すれば，ページ選択キーを設ける必要はない。これの是非は操作性の結果で改めて述べることにする。

3.2 入力コード形式 現在，漢字コードは字種と同様に統一化の動きはあるが，具体的な進展はみられない。本方式で用いた符号はISO 7bit 情報交換用符号をそのまま利用し，1バイト＝7bit＋1bit（パリティ）とし，すべての情報を2バイトで構成することにした。その構成法を要約すると i) 0，1コラムは文字情報として使用しない ii) 漢字コードはページ指定コードと文字指定コードからなる。 iii) ページ指定コードは，3，4，5，6，7コラムを割り当てる。ただし 7/15 は除く iv) 文字指定コードは3，4，5コラムを割り当てる。 v) ひらがな，漢字シフト符号を設け，カナ，英数字，ひらがなは，けん盤から1打けんで入力し，2バイトの符号で送出する。表1にけん盤からの送出符号を示す。

4. 装置の概要

4.1 装置の構成 装置の主な構成はけん盤部，文字円板駆動部，スクリーン表示および投影光学部，リーダ・パンチ部である。けん盤部はJIS C 6233に準じたカナけん盤とページ選択キーから構成される。ページ選択キーは同音異字の多い漢字群に対してページ選択を容易にするため，第2音目の読みを含めて再分割して設けたものである。写真1でけん盤操作部およびスクリーン表示部を示す。文字円板駆動部は指定された漢字パターンをスクリーンに表示するための駆動部で，文字円板とパルスモータよりなる。文字円板の材質はソーダガラスで，その直径は138 mm，円板の円周は128位の駒に等分割されている。このうち78駒が文字情報パターンで，48駒は表示チェック用である。円板の位数は2位で，文字情報の拡大と表示チェックのためである。2次設計では表示チェック機能を発光ダイオードまたは液晶パネルに置き換え，円板は1位の構成としている。駆動はS社のステッピングV103-710を使用し，モータと円板との結合はバックラッシュレスギヤを用いた。1駒の送りはモータの2ステップである。またアクセスタイムの短縮をはかるため，スリットと受光ダイオードで構成した検出部で正逆転制御を行なっている。表示部のスクリーンはアクリル樹脂で，基本色はブルーで高拡散性の特性を有する。投影光学系は倍率24，光源はハロゲンランプを使用し規格は24V，150Wである。またシャッタ機能を有し，ページ選択中または投影不要時は光をしゃ断している。

表1 本方式による各種符号の構成

符号	第1バイト	第2バイト
文字情報		
漢字・記号	ページ指定コード	文字指定コード
ひらがな	ひらがなシフトコード	JIS指定コード
カタカナ	SO	〃
英数字	SI	〃
ファンクション		
後退	BS	オールスペース
復改	NL	〃
間隔	SP	〃
まっ消	DEL	DEL
STX	STX	オールスペース
ETX	ETX	オールスペース

4.1.1 漢字パターンの見やすさ

漢字パターンの見やすさについて光学系の設計は次の点を基本に検討した。 i) 漢字パターンの大きさと解像度 ii) 漢字パターンの明るさと対比 i) はまず操作の点からはオペレータが頭を動かさず動眼動作だけでスクリーンに表示されたパターンのいずれ

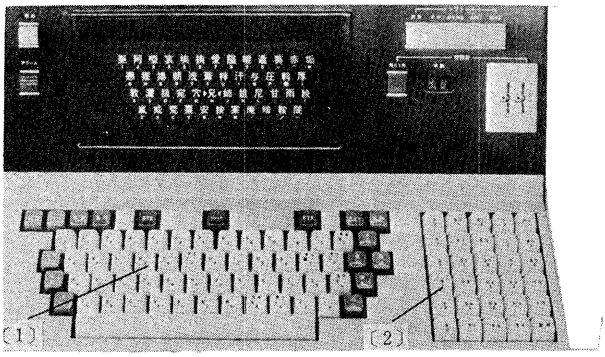

写真 1

の文字もはっきり認識できることが望ましい。EOの特性によれば明視距離での対象物は水平方向でほぼ視角±15°以内にあることが望ましいと云われている。(6)
またオペレータがけん盤を操作するとき，目とけん盤との距離(a)は35〜40cm程度と考えられる。（図3）したがってこれらの点を考慮したスクリーンの有効面積は185×71mm，漢字パターンの大きさは約170×56mmとした。また文字の大きさは上記漢字パターンの大きさと文字をけん盤キー配列に対応させていることから写植32級（22ポイント）が妥当と考えた。解像度は山本らによるファクシミリ画像品質の主観評価の結果を適用した(7)。これによれば所要解像度 Re とポイント数 p の関係は $Re \simeq 70/p$ で与えられる。漢字パターンの場合文字大は22ポイントであるから上式から $Re \simeq 6.4$ 本/mm を得る。装置で用いた光学系の，スクリーン面での解像度をファクシミリテストチャートNo2を用い，文字円板の素材がアクリル樹脂，ガラスの2通りについて実測した。前者は0.3(3.3本/mm)，後者は0.15(6.6本/mm)以上解像していた。ii)ではスクリーン面での文字の見やすさと対比の関係についてオピニオンテストを行なった。（図4）輝度に関する対比は黒地に白視標のとき $P.P.c' = \frac{B_t - B}{B} \times 100 \ (B < B_t)$ で与えられる(8)。ここで B，B_t はそれぞれ背面および視標の光束発散度である。以上の検討から見やすさとしては対比75〜80がよくスクリーン面での光束発散度は180〜200rlxである。なおこのとき周囲の照明条件はけん盤およびスクリーン上で500〜700lxである。

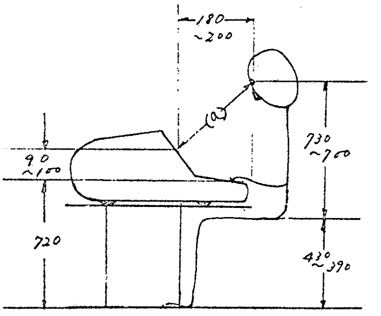

図3 オペレータとキーボードの位置関係

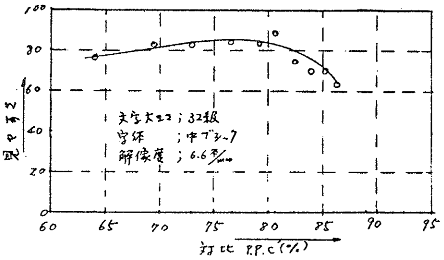

図4 漢字パターンにおける対比と見やすさの関係

5. 操作性の試験

ここで述べる操作性の試験は入力速度，けん盤の誤まり特性など装置に関する評価資料を得るために行なったもので，被験者はけん盤操作には全くの素人である4名の女性について約20〜30日間行なった。試験に使用した原稿は大別すると a)漢字（熟語）だけのもの　b)漢字まじり文（朝日新聞社説）　c)カナ文字による文章である。a)は写1におけるページ選択キーの特性を知るため，あらかじめ作成した原稿である。試験はとくに条件をつけることなく，打けん所要時間，打けん文字数を測定した。また打けん試験中，被験者がミス打けんに気がついても，その際の処置に関しては被験者にまかせた。（したがって入力の訂正を行なうこともあり，訂正しないでそのまま試験を続行する被験者もいた。

5.1 試験結果　この装置ではa)の原稿を作成する際，第1打けんの動作に着目すると，3通りのパターンに原稿を分類できる。すなわち i)[1]のみで入力できるもの，ii)[2]のみで入力できるもの，iii)[1]，[2]の両者を使って入力できるもの　である。これらの原稿による結果はページ選択キーの特性，さらに一般的には上腕の運動の差異による打けん特性（打けん速度，誤まり打けん）を明らかにする上で重要な意味をもつ。

5.1.1 打けん特性　図5は原稿a)による，i)，ii)，iii)のパターンと入力速度の関係を示したもので，横軸は訓練時間（最大訓練時間120h）を，縦軸は入力速度（最大入力速度52字/分）を規格化している。各パターンによる入力速度は訓練時間

の経過とともに差が生じ，その値は約20〜30％である。被験者・パターンを要因とした分散分析の結果から，入力速度は原稿パターンに関係し，被験者には有意差はない。このことは漢字を入力する際の手の動作形式の差異，すなわちページ選択キーを使うか，さらにページ選択キーを使用したとき第2打けん目（文字指定）の動作が左手であるか，右手であるか　によるものであると考えられる。以上のことは文字指定動作に関する運動時間の観測からも確認した。図6，7はそれぞれ3名の被験者による漢字まじり文，カナ文字の訓練時間と入力速度の関係を示す。カナ文字についてはとくに60〜70時間あたりに顕著な特性曲線の平たん部があらわれている。また漢字まじり文とカナ文字との入力速度には強い相関関係がある。これは本方式の1つの特徴である。

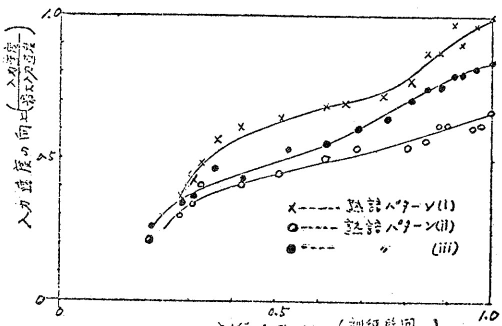

図5 熟語パターンと入力速度の関係

5.1.2 打けん誤まり　試験に用いた原稿から漢字のみを抽出し，漢字の誤まり率，けん盤の違いよる誤まり率ならびにカナ文字の誤まり率を分析した。カナおよび漢字の誤まり率はそれぞれ4.5〜6.4，5.7〜8.4×10^{-3}であった。　漢字だけについていえば，すでに5.1.1で述べたように入力速度と同様に入力動作の差異が誤まり率にもはっきりとあらわれ，　　その差は25〜50％である。ところでカナ文字の入力は1打けんであるから，その誤まり率をδとする。漢字の入力について，その打けん状態がカナ・英数字と同じようにほぼ盲打けんに近ければ，漢字は2打けん操作であり，かつ打けん操作は独立であるから，その誤まり率は2δと考えてよい。しかし実際のデータでは予想され程その誤まり率は大きくない。このことは漢字パターンの表示および文字指定動作時における入力確認用チェック表示の効果が誤まりの発生を心理的に抑圧していると考えられる。

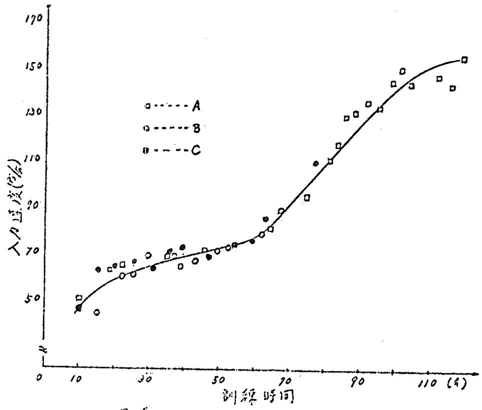

図6 カナ文における被験者の入力速度

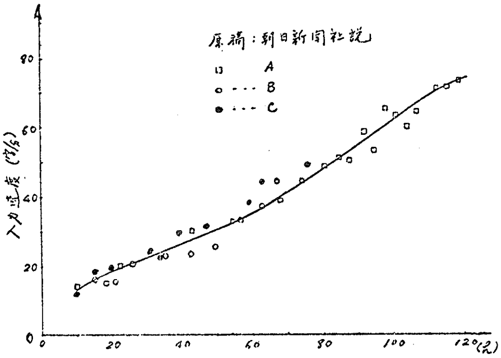

図7 漢字混じり文における被験者の入力速度

5.1.3 誤まりパターン　けん盤[1]の操作は両手10本の指で行なう。いまこれらの指がホームポジションに置かれ，それぞれの分担するキーを操作するとき，誤まり打けんのパターンは図8で示すようになる。ここで(γ)は(α)，(β)のパターンを除くすべての誤まり方とする。図8で分類した誤まりパターンにもとずいて，漢字およびカナ文字の打けん誤まりをまとめた結果を表2で示す。表2で，Rは右手の指での打けん誤まり，Lは左手の指での打けん誤まりを表わしている。これからわかるようにカナ文字と漢字の場合でははっきりと異なった特徴が見られる。すなわちカナ文

字については R/L，α/β ≃ 1 で操作する手，誤まりパターンにあまり関係がない。ところが漢字の場合は明らかに右手操作での打けん誤まりの発生が多く，かつ誤まりのパターンは左右方向が圧倒的に多い。この原因は右手操作の打けんで生ずる手の動作支点の移動，動作量の変化などによるものと考えられ，操作特性上興味ある問題点を提起している。

5.2 打けんストローク　本項で述べる打けんストロークとは文字情報を入力する際，1文字を入力するのに必要なキーの打けん回数と定義する。これはけん盤操作の点から重要なファクタの1つである。通常欧文タイプでは打けんストロークはほぼ1である。本方式ではカナ・英数字などは1打けん，漢字は2打けんである。いま漢字まじり文を対象とし，これらの文章を入力する場合の打けんストロークを求めてみる。資料は試験に用いた新聞社説を選んだ。原稿によりこの値は 1.60〜1.95 の範囲にばらつくが，平均値は 1.77 であった。なおこの値にはシフト動作も打けん数に加えている。すでに述べたようにページ選択キーは操作特性の低下を招く。そこでシフトキー1個を設け，ページ選択キーをけん盤[1]に収容した場合について，同じ資料で打けんストロークを算定した。このとき平均値は 1.87 となり　約5%増となった。5章で検討した結果を総合して考えると，シフトキーの追加は平均打けんストロークの若干の増加になるが，入力速度，誤まり入力の点を勘案すれば，十分その効果は期待でき，操作性の改善に大いに役立つと考え，2次設計にとり入れることにした。

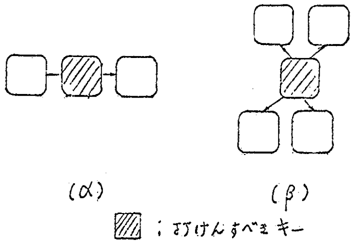

図 8　けん盤[1]における打けん誤まりのパターン

表 2　けん盤[1]における操作する手とキーの打けん誤まりパターンとの関係

被験者＼パターン比＼文字	漢字		カナ文字	
	R/L	α/β	R/L	α/β
A	1.64	6.50	0.87	1.21
B	1.70	1.63	1.11	2.25
C	1.77	9.50	0.92	1.0

6、むすび

以上検討した結果にもとづいて設計した装置の構成概要はけん盤部，リーダペンチ部，ソフトコーピ装置，および誤字・脱字のある紙テープを修正するための校正機能部である。これらについては別の機会に述べる。漢字を含む情報を能率よく入力することは面倒な問題である。従来から使用されているフルキー方式は操作性，小形化の点から満足できるものでない。こうした観点から我々は本報告で述べたような一方式案を提案し，設計試作し，操作試験を行ないその概要と結果を述べた。人間工学的にみて多くのことを検討しなければならないが，けん盤構成と操作性等について若干の評価資料を得たものと考える。おわりに日頃御指導いただいている当所森永部長，松浦室長に謝意を表する。

参考文献
(1) 高橋・広田　計算機による日本語の処理　情報処理　Vol10 No5 '69
(2) NEレポート　日経エレクトロニクス　'72 10.
(3) 長井　漢字入出力装置の動向と技術的問題点　情報処理　Vol10, No5 '69
(4) 長谷川　高速漢字プリンタ　情報処理　Vol10, No5, '69
(5) "現代雑誌90種の用語用字" 第2分冊 国立国語研究所報告　'62
(6) 宮脇　人間工学　P83〜93、オーム社
(7) 山本 他　ファクシミリにおける画像品質の一検討　信学全　'73
(8) 蒲山 他　明視照明のための基礎的検　照学誌　'62