

日本語入力用新キー配列とその操作性評価†

白鳥嘉勇** 小橋史彦**

本報告は、文字キー数が少なく、かつシフトキー操作を必要としない利点を有するローマ字入力について日本語入力に適したキー配列を検討したものである。キーボードの打けん速度を向上することをねらいとして、①交互打けん率の向上、②キーストローク数の低減、③ホーム段キー使用率の向上、④各指使用率のバランス、⑤同指段越え打ちの減少の5項目を設計指針として取上げた。この結果、子音と母音を左右に分離し、かつ1キーに複数の文字を割りつけた複合キーを含む3段10列のローマ字配列を得た。この配列の交互打けん率は91%、ホーム段キー使用率は68%であり、従来のQWERTY配列を用いたローマ字入力の場合(同:各69, 29%)に比べて高い操作特性値を有する。3名の被験者について操作実験を行った結果、文字入力速度の習熟曲線は各被験者とも早い立上り特性を示した。うち1名のかな文字入力速度は、約330時間の練習後に、240字/分(360ストローク/分)の高い値に達した。また、エラー率は、練習によって0.5%に低下し操作上の問題はみられない。以上のことから、本配列が日本語入力に適していることが分かった。

1. ま え が き

かな漢字変換方式を用いた日本語入力装置の発展により、日本語文章の作成が容易になっている。この文章作成の操作性を大きく左右するのが、かな文字入力のしやすさである。かな文字を早く入力できれば、文章の作成作業も速くなることから、その改善は重要な課題である。

かな文字入力法は、かな文字を直接入力する方法とローマ字による入力方法に大別できる。かな文字直接入力では、文字キー数が59個と英文タイプに比べて多く、また入力時にシフト操作を必要とする。

一方、ローマ字入力は、基本文字キー数が句読点を含めても21個と少なく、かつシフト操作を必要としない。文字キー数が少ないことはキーボードを見ないで操作するタイピング技術の習得を、またシフト操作を必要としないことは打けん操作速度の向上を、各々容易にすると考えられる。最近の日本語入力装置では、英文タイプ用のQWERTY配列を用いたローマ字入力機能が具備されており、その操作の習得およびしやすさから多くの人が利用している^{1)~4)}。しかしながら、この配列では、母音キーと子音キーが左右手の分担域に混在していること、英文用の配列であるためリズムカルな打けん操作が行い難いこと、ローマ字入力が必要としない文字キーが含まれていること等から日本語入力に適した配列とは言い難い。

ローマ字配列については、古くから検討が行われている⁵⁾。母音キーと子音キーを左右に分離し、完全交互打けんによる入力速度の向上を目指したものの⁶⁾、母音キーをホーム段に配置し指の移動を少なくしたものの⁷⁾、文字キー数を減らしたものの⁸⁾、1個のキーに複数の文字を配置しストローク数の減少をはかったものの^{9), 10)~11)}等がある。

これらの文献から、日本語入力の操作性を改善するためには、交互打けん率の向上、および所要ストローク数の減少の観点から、複数の文字を1個のキーに割当てたキー(以下、複合キーと称する)を設定することが有効と考えられる。しかしながら、このような方法について、大量のかな文字データをもとにした総合評価は十分になされていない。

本報告は、複合キーに着目し、かな文字の出現率、打けん操作法、および配列の覚えやすさ等を考慮した日本語入力用ローマ字配列の検討結果について述べたものである^{12), 13)}。第2章で配列の基本設計方針を、第3章で操作実験方法を、第4章で操作実験結果を述べる。

2. ローマ字配列の基本設計方針

(1) 配列設計の基本条件

操作しやすく、かつ高速に打けんできる配列を得るために、以下の2点を基本条件とした。

① 配列領域は、3段10列の30キーであること。

これは、i) 30キー程度がタッチタイプしやすい¹⁴⁾こと、ii) 3段10列を基本とした英文タイプで高い打けん速度が得られていること¹⁴⁾、等による。

② シフト操作を必要としないこと。

† Design of a Key Layout for the Roman Alphabet Based Japanese Input System and Its Evaluation by YOSHIO SHIRATORI and FUMHIKO OBASHI (NTT Electrical Communication Laboratories).

** NTT 電気通信研究所

これは、i) シフト操作による打けん時間の増加⁹⁾を防ぐこと、ii) 交互打けんのリズムカルな操作がシフト操作のために中断されるのを防ぐこと¹¹⁾、等による。

(2) 基本設計方針

キーボードの打けん速度の向上に役立つ種々の経験的事項が知られている¹⁴⁾。ここでは、これらのうちで特に重要な項目とみられる次の5項目を基本設計方針として取り上げた。

- ① 交互打けん率の向上
- ② ストローク数の低減
- ③ ホーム段キー使用率の向上
- ④ 各指使用率のバランス
- ⑤ 同指段越え打ちの減少

また、文字キーの設定およびそのキー配置に際しては、打けん操作特性値の向上のほか、配列の覚えやすさを合わせて考慮した。

以下、各項目の検討内容を述べる。なお、検討に際して、かな2文字接続、およびかな単文字データ¹⁵⁾(調査対象かな文字数：約220万字)をローマ字表記(訓令式)に変換して用いた。

2.1 交互打けん率の向上

(1) 母音・子音分離形配列の交互打けん率

交互打けん率を向上するために、日本語の特徴を生かして子音キーと母音キーを左右に分離した。ローマ字は、子音、母音の順序で横書に表記されることから、まず図1に示す3段10列の配列領域に、子音キーを左手側に母音キーを右手側に配置することとした。

ローマ字入力ルールには、訓令式、へボン式、日本式等がある。ここでは、通常、小学校で教えられる訓令式を用いた。この場合の基本文字キー数は、子音キー14個(KSTNHMYRWGZDPB)、母音キー5個(AIUEO)および句読点の計21個である。

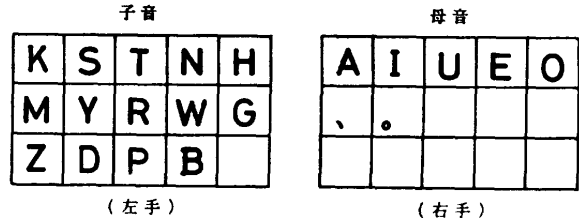


図1 交互打けん率の向上
Fig. 1 Basic Roman character key layout for high alternating hand usage ratio.

図1の配列における交互打けん率は83%であり、QWERTY配列の69%、およびJISかな配列(JISC 6233)の60%に比べて高く、母音と子音を分離した効果が得られた。なお、本報告での交互打けん率は、次式のように定義した。

$$\text{交互打けん率} = [1 - (\text{片手連続ストローク数} / \text{総ストローク数})] \times 100 (\%) \quad (1)$$

(2) 片手連続打けんの解消

交互打けん率を向上するためには、(1)式から明らかのように片手の連続打けんを減少すればよい。図1の配列において、片手連続打けんは、母音連続、はつ音、よう音、およびそく音の4つの場合に起こる。各場合の片手連続打けんを防止するために、前述したように1キーに複数の文字を割当てた複合キーを設定する。例えば、

- ① 母音連続の場合(例: EIGO): 複合キーとして“EI”キーを右手側に設定すると、EIGOはEI+G+O、すなわち右-左-右と交互打けんになる。
- ② はつ音の場合(例: GINZA): 複合キーとして、はつ音の前の母音とはつ音を組み合わせた“IN”キーを右手側設定すると、GINZAはG+IN+Z+A、すなわち左-右-左-右と交互打けんになる。
- ③ よう音の場合(例: SYUURI): 複合キーとして、“YUU”キーを右手側に設定するとSYUURIは、S+YUU+R+I すなわち左-右-左-右と交互打けん

表1 かな2文字接続における母音連続の出現率(%)
Table 1 Frequency of Vowel+Vowel for Kana character di-gram sets.

(a) 母音連続の場合						(b) 異種母音および長音の場合			
後 \ 前	A	I	U	E	O	異種母音	(%)	長音	(%)
A	0.2	2.4	0	0.2	0.1	AI	2.4	AA	0.2
I	0.3	0.3	0.2	0	0.2	UI	0.4	II	0.3
U	0	0.4	1.0	0.1	0	EI	2.2	UU	1.0
E	0.4	2.2	0	0	0	OU	4.6	EE	0
O	0.2	0.5	4.6	0.1	0.3	OI	0.5	OO	0.3
						合計	9.9	合計	1.8

表 2 かな 2 文字接続におけるはつ音, よう音, そく音の出現率 (%)
Table 2 Frequency of Vowel+N, Consonant+Y, and same Consonants for
Kana character di-gram sets.

(a) はつ音の場合		(b) よう音の場合				(c) そく音の場合	
はつ音	(%)	前 \ 後	子音	U	A I E O	そく音	(%)
AN	1.4	YA	0.3	0	0	KK	0.3
IN	1.1	YU	0.4	0.7	0	SS	0.2
UN	0.5	YO	0.5	1.4	0	TT	0.8
EN	1.7	合計	1.2	2.1	0	DD	0
ON	0.5					PP	0.2
合計	5.2					合計	1.5

んになる。

④ そく音の場合 (例: GAKKI): 複合キーとして, “KK” を左手側に設定すると, GAKKI は, G+A+KK+I すなわち左-右-左-右と交互打けんになる。

図 1 の配列の空き領域は 9 キーである。そこで, 交互打けん率の向上に有効な複合キーを新たに設けることとした。このため, 各場合の複合キーの出現率を, かな 2 文字接続データ (上位 1200 種, カバー率 87%) をもとに調査した。

表 1(a) は, 母音連続の場合における複合キーの出現率を示す。同表(b) は, 同表(a) をもとに出現率が高い異種母音の結合 5 種, および同種母音の結合 (長音) による複合キーの出現率を示す。また, 表 2 (a ~ c) は, はつ音, よう音, およびそく音における各複合キーの出現率を示す。両表から, 複合キーグループを出現率合計の高いものから列挙すると, ①異種母音の結合: 10.1%, ②はつ音: 5.2%, ③よう音と U の結合: 2.1%, ④長音: 1.8%, ⑤そく音: 1.5%, ⑥よう音と子音の結合: 1.2% の順となる。

複合キーの設定においては, 出現率が高い複合キーグループを優先し, 特に出現率の低い複合キーがある場合は, 次のグループから設定することとした。

すなわち, ①の異種母音の場合は, EI, OU, AI の出現率がいずれも 2% 以上と高いことから, この 3 種を設定した。しかし, 他の OI, UI の出現率は, 各々 0.5, 0.4% と低いので候補とした。次に, ②のはつ音の場合は, AN, IN, EN の出現率はいずれも 1% 以上と高いので, この 3 種を設定した。他の UN, ON の出現率はいずれも 0.5% と低いので候補とした。次に, ③のよう音と U の結合の場合は, YOU が 1.4% と高い。しかし, YOU の OU 部は, ①の OU と重複しているので除いた。また, YUU の出現率は 0.7% であるので候補とした。④の長音の場合, UU の出

現率が 1% である。この UU は, 上記③の YUU の UU 部と重複しているので, 出現率の高い UU を設定した。他の長音の出現率はいずれも 0.3% 以下と低い。なお, ⑤および⑥のグループにおいて出現率が 1% を超える複合キーはない。また, ③のよう音の場合において, 所要キーストローク数を減少する観点から, YOU, YUU を設定することも考えられるが, その効果が少ないこと, 入力時のキー操作が複雑になること等から, これらキーを除いた。

上記の過程で 7 種の複合キーを設定した。残り 2 キーは, 各グループを見直して検討した。すなわち, ①における OI キー, ②における UN, ON の出現率がいずれも 0.5% と同等である。これより, UN, ON の 2 キーを選択することによって, ②グループを構成できるので, この 2 種を設定した。この結果, 複合母音系 4 種およびはつ音系 5 種の計 9 キーを空き領域に配置することとした。なお, ⑤の TT の出現率は 0.8% と高いが, これを設定するとた行のそく音入力ルールのみが異なり, 操作が複雑になることから除いた。

以上の結果, 配列設計に用いる 30 個の文字キーを得た。この場合の交互打けん率は, 複合キーがない図 1 の場合より, さらに 8% 増加して 91% となる。

2.2 ストローク数の低減

複合キーは, 交互打けん率の向上に寄与すると同時に, 1 ストロークで 2 文字を入力できるから, ストローク数の低減にも効果がある。すなわち, 本配列は, QWERTY 配列に比べストローク数を 11% 低減できる。次節以降に, キー配列方法を示す。

2.3 ホーム段キー使用率の向上

ホーム段に配置すべき文字キーの選択は, 配列の覚えやすさを考慮し, ローマ字構造が同種のものグループ化した。すなわち, 右手側の各キーを [母音系], [複合母音系+句点], [はつ音系] の 3 グループ

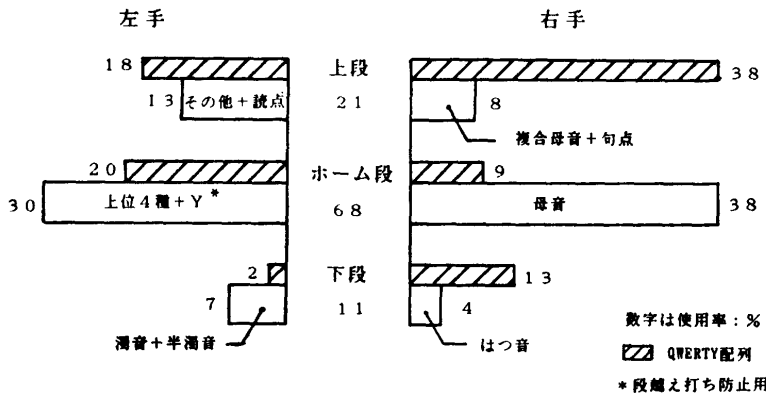


図2 ホーム段キー使用率の向上
Fig. 2 High usage ratio of home row.

に、また、左手側の各キーを、[使用率の高い上位4種+Y(後述:段越え打ち減少のため)], [濁音と半濁音], [その他の子音+読点]の3グループに分けた。

図2は、入力操作時における各グループのキー使用率を示す。この値は、かな2文字接続における複合キーの出現率と、かな単文字の出現率とから求めたものである。同図より、右手側では母音系グループが38%、左手側では[使用率の高い上位4種(KSTN)+Y]のグループが30%と、各々もっとも高い。そこで、この2グループをホーム段に配置することによって、ホーム段キーの使用率68%を得た。なお、QWERTY配列のホーム段キー使用率は、同図に示すように29%と低く、かつ右手側では上段キーの使

用率がホーム段より高くアンバランスとなっている。

2.4 各指使用率のバランス

各指の使用率は、キーボード操作時における目標指使用率の検討¹⁶⁾や日常生活における各指の使用経験をもとに、人差指がもっとも高く、次いで中指、薬指、小指の順に低くなるなだらかな山形を理想形と考えた。

各指が分担するキーの選択に際しては、前節と同様に配列の覚えやすさを考慮して、ローマ字構造が同種ものをグループ化した。すなわ

ち、右手ホーム段に配置すべき母音をもとに、A系(A, AI, AN), I系(I, IN, 句点), U系(U, UU, UN), E系(E, EI, EN), O系(O, OU, ON)の5列のキーグループを構成した。人差指が2列を受持つことを考慮し、各指の使用率がなだらかな4段階となる組合せを求めた。この結果、[A+U], O, I, E系の4グループを構成すればよいことが分かった。次に、左手側の文字キーは、使用率の高いK, S, T, Nの4文字をもとにこの濁音キー等をグループ化して、指使用率が右手と同様の4段階となるキーの組合せを求めた。この結果、[KGM], [SZR], [TDW], [NP読点]系の4グループを構成した。図3は、これら各グループのキー使用率を示す。これより、左右手において使用率の高い文字キーグループから順に人差指、中指、薬指、小指に割当てた。この結果、左手および右手の人差指、中指、薬指、小指の使用率は、各々19, 12, 11, 8%および19, 13, 12, 6%と左右ほぼ対称のなだらかな山形となった。なお、QWERTY配列による各指の使用率は、同図に示すごとくアンバランスとなっている。

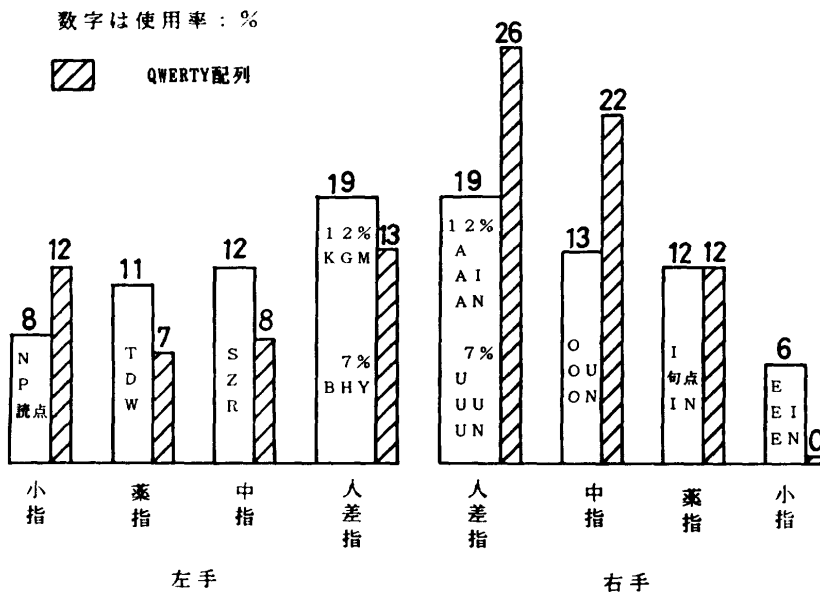


図3 各指負担のバランス
Fig. 3 Good balance of finger load.

2.5 同指段越え打ちの減少

QWERTY配列によるローマ字入力では、右手人差指が打けんするYキーが上段に、またHとMキーが下段にあるため、HYOU(ひょう), MYAKU(みゃく)等の入力では、同じ

、 2.3	W 1.4	R 4.3	M 2.1	H 2.5	UU 0.8	AI 1.8	OU 3.4	o 0.9	EI 1.6
N 5.6	T 7.3	S 6.0	K 7.6	Y 3.5	U 6.1	A 9.4	O 8.8	I 9.9	E 3.7
P 0.4	D 2.0	Z 1.5	G 2.2	B 1.0	UN 0.4	AN 1.0	ON 0.4	IN 0.8	EN 1.3

数字は使用率：%

図 4 新キー配列 (SKY 配列)
SKY (Simplified Keyboard for You)

Fig. 4 New keyboard layout for Japanese text input using Roman characters.

指がホーム段を越える段越え打ちが出現する。この段越え打ちは、打けんし難く時間を要するため、この出現頻度が低くなるようにキーを配列する必要がある。

本配列の場合、子音キー側では [KGMBH] グループのよう音、読音+[NP] の入力時に、母音キー側では同指内の複合キー入力時に、段越え打ちが発生する可能性がある。この出現率は、以下のとおりである。

- ①よう音の場合 (例：H+YOU) 出現率1.2%
- ②読点+子音 (例：OO+PARI) 出現率≒0%
- ③複合母音+はつ音 (例：EI+EN) 出現率≒0%
- ④はつ音+句点 (例：NIN+.) 出現率≒0%

これより、同指段越え打ちの出現率が高いよう音の場合について対策を立てる。この出現率を減少するためには、Yキーをホーム段に配置すればよい。これによって、同指段越え打ちの出現率をほぼ0%にすることができた。

図4は、以上の検討をもとに基本30個の文字キーを各段および各指に配置した結果を示す。また同図中に、打けん操作時における各キーの使用率を求めた結

果を合わせて示す。

3. 操作実験方法

本配列の習熟特性を明らかにするため、操作実験を行う。実験方法は、以下のとおりである。

(1) 被験者

被験者は、女性3名(以下ABCとする)であり、キーボード操作の経験は、次のとおりである。

- A: 全くの初心者 (18歳)
- B: ワープロ操作に対して経験がある者 (24歳)
- C: 英文タイプの基礎訓練を受けた者 (25歳)

(2) 実験装置

図5は、実験用キーボードのキー配置を示す。キーボードは市販のものであり、このキーストローク長は4mm、キー押下荷重は60gである。本配列の適用はプログラムを用いて行い、キーボードには何も変更を加えない。実験は、配列練習用のプログラムおよび自由文入力用のプログラムを用いた。また、打けん操作データは、計算機で収集し統計処理した。なお、濁点付かな文字は、かな1文字として計算した。

(3) 配列学習方法

配列の学習は、まずローマ字入力の基本練習を行った。練習テキストは、練習の進行とともに指使いが、ホーム段から上段、下段へと段階的に広がるように構成した20テキストを用いた。各テキストは、簡単な単語や短文を用いた50~60文字からなる。基本練習は、タッチタイピング技術の習得を容易にするため、

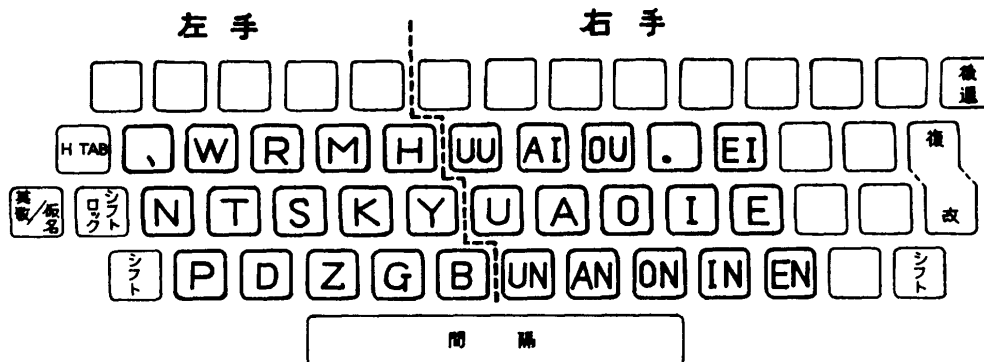


図 5 実験用キーボードのキー配置
Fig. 5 Experimental keyboard layout.

テキスト文字のみ表示した¹⁷⁾。応用練習は、自由文として新聞社説を用い、社説一篇の入力を1回として、英字、数字等を含め、すべて読みどおりにかな文字で入力した。また、入力時のエラーは、これを処理すると打けん操作リズムが乱れるため、修正しないこととした¹⁷⁾。応用練習時は、入力文字位置を確認するため、CRT画面に入力文字列をかな文字のまま表示した。練習時間は、1日に1~2時間を目安とした。

4. 操作実験結果および考察

本章では、配列練習時の習熟特性および打けん操作特性の分析結果を示す。

4.1 習熟特性

(1) かな文字入力速度

3名の被験者は、ローマ字の基本練習を約5~10時間で終了し、次に応用練習に進んだ。

図6は、被験者3名の習熟特性を示す。被験者Aのかな文字入力速度は、約330時間の練習後に約240字/分(360ストローク/分相当)の高い値に達した。

同図中に、QWERTYおよびDSK(ドボラーク)配

列による英文タイプの習熟特性¹⁸⁾を示す。これより、本配列は英文配列について改善をはかったDSK配列と同等の習熟特性を有していることが分かった。被験者Aの習熟特性には、なお上昇傾向が認められた。また、被験者BおよびCの習熟特性は、被験者Aの場合に比べ、さらに急激な立上り特性を示した。これは、被験者BおよびCはキー操作の経験があり、かつローマ字入力に慣れていたのでと考えられる。

(2) エラー率

図7は、各被験者のエラー率を示す。エラー率は、入力原稿とかな文字出力結果を目視比較し、誤って入力した文字数、余分に入力した文字数、および入力しなかった文字数の合計を総入力文字数で除して求めた。エラー率は、各被験者とも、自由文入力の初期段階では3~5%程度であるが、練習が進むにつれて低下した。初期のエラー原因として、①被験者にエラーをあまり気にしないで、タッチタイピング技術を習得するように指導したこと、②操作実験を意識して精神的に緊張したこと、等が考えられる。

エラー率は、本配列に習熟した被験者Aの場合0.5

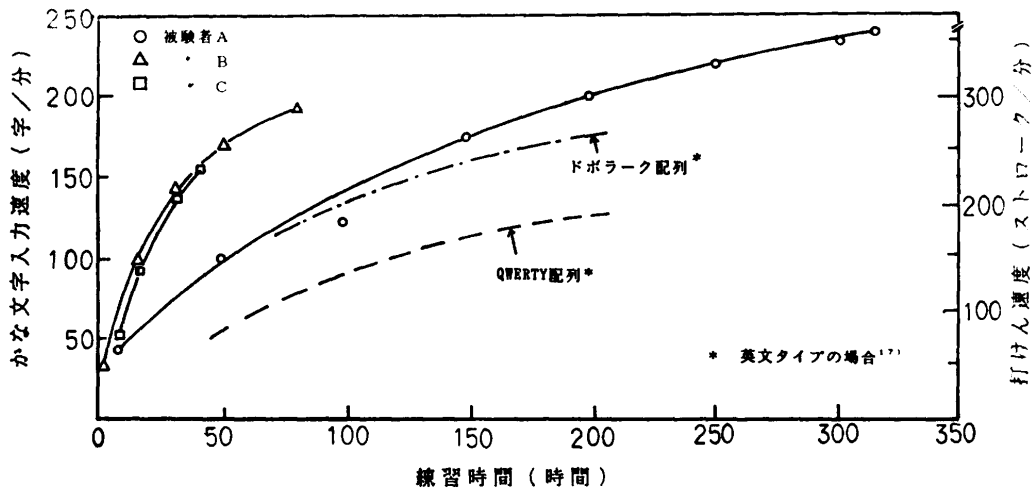


図6 習熟特性
Fig. 6 Training curve on the new keyboard layout.

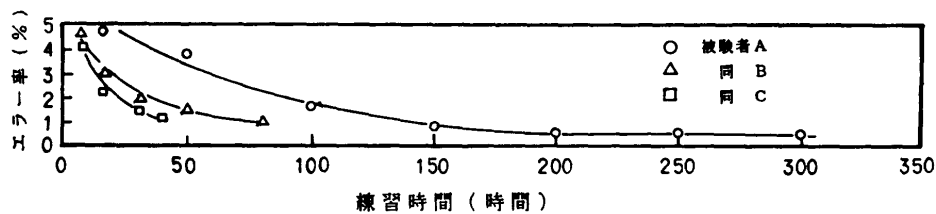


図7 エラー率
Fig. 7 Error rate on the new keyboard layout.

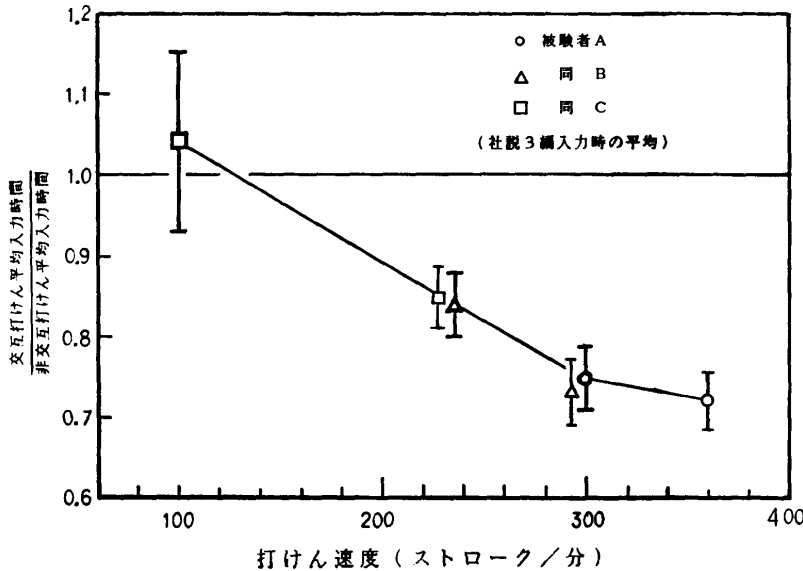


図 8 交互打けんの速度上昇効果
Fig. 8 Alternating hand usage effect on input time decrement.

% に減少した。被験者 B および C の場合も同様の傾向が認められた。これより、本配列の習得に関して操作性上の問題はないと言える。

4.2 打けん操作特性の分析

ここでは、第 2 章で得た配列の操作特性値(推測値)と新聞社説入力時の実験値とを比較する。また、基本設計方針とした操作性向上の 5 項目の妥当性を明らかにする。対象とした新聞社説は 10 編であり、その 1 編あたりの平均かな入力文字数は、約 1,490 字である。

(1) 交互打けん率

左右手の交互打けん率は 89% であり、推測値の 91% よりやや低い。これは、配列の設計に用いたかな文字データと実験データ(新聞社説)が同一でないため、よう音の出現率が既述のデータに比べて約 1% 高いこと、および入力時の打けん操作エラーによって交互打けんが崩れること等による。

(2) 交互打けん率の打けん速度に対する効果

図 8 は、交互打けんの有効性を非交互打けんの場合と比較した結果を示す。同図の横軸は各被験者の打けん速度であり、縦軸は非交互打けんに対する交互打けんのキー入力時間比率である。交互打けんの入力時間は、打けん速度が 100 ストローク/分以上では非交互打けんより短くなり、打けん速度が約 300 ストローク/分では、非交互打けん時間の約 7 割に減少した。これより、交互打けんが入力速度の向上に大きく寄与していると推測される。

(3) ストローク数の低減

かな 1 文字あたりの平均キーストローク数は、1.5 であり、推測値の 1.5 と一致した。なお QWERTY 配列の場合、かな 1 文字あたり 1.7 ストロークを必要とする。

(4) ホーム段キー使用率の向上

各キー段の使用率は、ホーム段が 70%、上段が 19%、下段が 11% である。これらの値は、推測値とほぼ一致した。

(5) ホーム段使用の効果

図 9 は、各被験者の平均入力時間に対する各キー段の平均入力時間比率を示す。各キー段の平均入力時間は、被験者 3 名ともホーム段が平均入力時間に比べて約 1~2 割減ともっとも短く、次いで上段が 0~2 割増であり、下段が 2~7 割増ともっとも長い。

これより、ホーム段の使用率を高めることは、入力速度の向上に有効なことが分かった。また、打けん操作

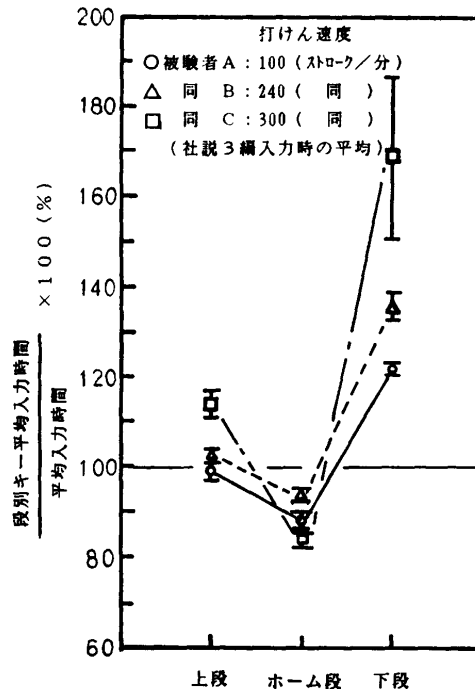


図 9 段別キー入力時間
Fig. 9 Input time ratio of each row to mean time for typing.

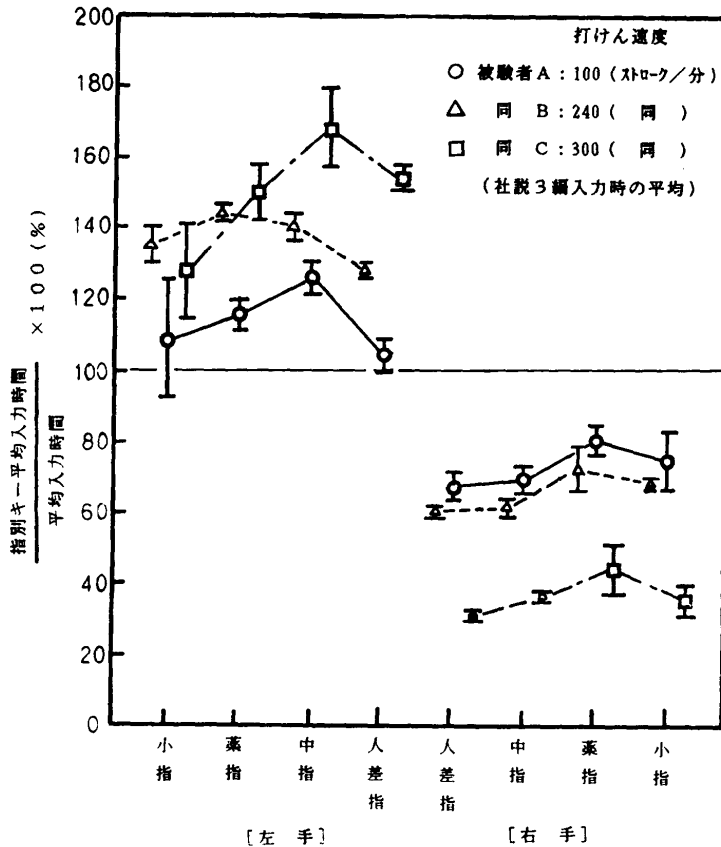


図 10 指別キー入力時間

Fig. 10 Input time ratio of each finger to mean time for typing.

に習熟するにつれて、各キー段の平均入力時間の差が縮まる傾向が認められた。

(6) 各指負担のバランス

各指の使用率は、右手：人差指, 中指, 薬指, 小指が各々 19, 13, 10, 7%, 左手：同各 22, 12, 11, 8% であった。左手人差指の使用率が推測値の 19% よりやや高いことは、前述の場合と同様に、配列設計に用いたかな文字データと実験データの文字出現率が異なることによる。

(7) 各指の入力時間

図 10 は、被験者 3 名の各打けん速度において、平均入力時間に対する各指の平均入力時間比率を示す。左手各指のキー入力時間は、右手に比べて 1.5~3 倍と長時間を要した。しかし、打けん速度の向上にともない、左右各手および各指のキー入力時間の差は縮まる傾向が認められた。右手が左手に比べて速く打けんできることは、左手が子音キー操作中に右手が母音キー操作の準備が可能であること、交互打けんでは右手の方が速いこと¹⁹⁾等によるためと推測される。

付表 1 かな漢字変換形日本文入力における主なキー配列の操作特性
Annexed table 1 Key layout characteristics of another main Kana to Kanji conversion methods for Japanese input.

形式	配列名	交互打 けん率 (%)	タッチ 数/か な文字	文字 キー数	段使用率 (%) (上: シフト側, 下: アンシフト側)					合計	指使用率 (%) (上段: 右手, 下段: 左手)					合計
					最上段	上段	ホーム	下段	親指段		親指	人差指	中指	薬指	小指	
ローマ 字入 力	(1)SKY 配列	91	1.5	30	—	—	—	—	—	—	—	19	13	12	6	50
	(2)QWERTY 配列	69	1.7	21	—	—	—	—	—	—	—	26	22	12	0	60
	(3)ドボラーク配列	72	1.7	21	—	—	—	—	—	—	—	7	9	13	7	36
	(4)M 式配列	88	1.6	60	—	2	5	2	—	9	7	20	9	7	7	50
かな 入 力	(1)JIS 配列 (JIS C 6233)	60	1.2	59	4	0	—	5	—	9	—	12	9	8	18	47
	(2)新 JIS 配列 (JIS C 6236)	67	1.2	59	—	4	6	1	—	11	—	19	13	12	13	57
	(3)親指シフト方式	58	1.4	58	—	8	12	1	—	21	18	12	9	9	7	55

(数字は、220 万字のかな文字データ¹⁹⁾をもととした算出値である。)

(8) 同指段越え打ちの減少

同指の段越え打ち率は0.1%であり、推測値の0%とほぼ一致した。

なお、付表1に、かな漢字変換形日本語入力における他の主なキー配列の操作特性値を、前述と同様のかな文字データを用いて求めた結果を示した。

5. む す び

日本語入力に適したローマ字配列を得るため、操作性の向上に有効な①交互打けん率の向上、②ストローク数の減少、③ホーム段キー使用率の向上、④各指使用率のバランス、⑤同指段越え打ちの減少の5項目の基本設計方針を設定し、220万字のかな文字データをもとに配列を検討した。この結果、以下の点を明らかにした。

(1) 母音と子音を左右に分離し、かつ交互打けん率向上に有効な9個の複合キーを含む30キーからなる基本配列を得た。この配列は、交互打けん率91%、ホーム段キー使用率68%(QWERTY配列の場合:同各69,29%)等の高い操作特性値を有する。

(2) この配列の操作性を実験により評価した。被験者3名の入力速度に関する習熟特性は、いずれも早い立上り特性を示し、うち1名は約330時間の練習後に約240字/分の高いかな入力速度に達した。また、エラー率は、習熟した場合約0.5%に減少し、操作上の問題はなかった。さらに、打けん操作分析から、交互打けん操作およびホーム段キーの使用が、入力速度の向上に有効であることを確認した。

以上の結果、本キー配列は日本語入力に適していることが分かった。今後、より操作しやすいキーボードを得るためには、人間の手指機能を考慮したキーボード形状について検討する必要がある。

謝辞 終りに、本研究を行うにあたり、有益な御助言を戴いた当所、宅内機器研究部山崎眞一郎部長、同小森和昭主席研究員、石川浩一郎知的通信宅内装置研究室長、ならびにNTT技術移転株式会社木村久正氏に深く感謝いたします。また、タイピング練習法について御指導戴いた東京大学山田尚勇教授に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 竹中駿平, 坂内祐一, 細川寿子: 英文キーボードによる日本語入力について, 情報処理学会日本語入力方式研究会資料, 1-1, 9 pp. (1981).
- 2) 大岩 元, 高島孝明, 三井 修: 日本語タッチ

タイプ入力の一方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp. 772-779 (1983).

- 3) 森田正典: 日本文新入力方式(M方式)について(第2報), 情報処理学会シンポジウム「日本語文書の入力と編集」, pp. 25-35 (1985).
- 4) 尾関雅則: 第32回全国大会にあたって一日本語入力方式について, 情報処理, Vol. 27, No. 5, pp. 493-497 (1986).
- 5) ムラタタカオ: タイプライタの文字配列—ローマ字タイプとカナタイプ, 言語生活, Vol. 187, pp. 52-61 (1967).
- 6) 渡辺定久, 山崎晴久: 漢字入力装置の操作性について(3)—ローマ字表現による入力装置—, 電子通信学会総合全国大会, No. 1390, 分冊 6, p. 148 (1977).
- 7) 川上 晃: タイプライタのキーの新しい配列(2), ローマ字世界, No. 9, pp. 13-19 (1951).
- 8) tatuoka hiroshi: ontaipu no kokoromi, romazisekai, Vol. 517, pp. 7-11 (1960).
- 9) 川上 晃: 中国文字選択タイプライターのけん盤, 特開昭 49-55414, 9 pp. (1974).
- 10) 神阪博通: 日本語の自然コード入力方式, 第23回情報処理学会全国大会講演論文集, 1M-5, pp. 969-970 (1981).
- 11) 竜岡 博: かな漢字変換方式のワードプロセッサのキー配列, 情報処理学会日本語入力方式研究会資料, 10-3, 8 pp. (1983).
- 12) 白鳥嘉勇, 小橋史彦, 木村久正: 日本語入力用ローマ字キー配列の最適化, 日本語入力方式研究会資料, 18-1, 8 pp. (1984).
- 13) 白鳥嘉勇, 小橋史彦, 木村久正: 日本語入力用新キー配列とその操作性評価, 情報処理学会シンポジウム「日本語文書の入力と編集」, pp. 17-24 (1985).
- 14) 山田尚勇(小笹和彦訳): タイプライタとその入力方法の歴史的考察—日本語タイプライタの開発動向への視点, bit, Vol. 13, No. 8, pp. 974-983 および No. 9, pp. 1112-1121 (1981).
- 15) 日本電子工業振興協会: 日本語情報処理の標準化に関する調査研究報告書, No. 57-C-440, pp. 44-134 (1982).
- 16) 村山 登: 2ストローク入力法(2打入力法), 情報処理, Vol. 23, No. 6, pp. 552-558 (1982).
- 17) 平賀 謙, 小野芳彦, 山田尚勇: 日本語タッチタイプ入力コード用の練習システムの作成, 第25回情報処理学会全国大会講演論文集, pp. 1089-1090 (1982).
- 18) 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, Vol. 66, No. 9, pp. 939-945 (1983).
- 19) 大脇義一, 丸山欣哉: 電信オペレータの打けん行動に関する心理学的研究, 電気通信研究所研究実用化報告, Vol. 10, No. 4, pp. 429-452 (1961).

(昭和61年10月23日受付)

(昭和62年3月25日採録)

**白鳥 嘉勇 (正会員)**

昭和19年生。昭和42年静岡大学工学部機械工学科卒業。昭和44年同大学院工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。以来、電気音響変換器、漢字入力装置、かな漢字変換入力装置、キーボード装置等に関する研究に従事。現在OA機器の操作性評価方法について興味をもつ。人間工学会会員。

**小橋 史彦 (正会員)**

昭和22年生。昭和45年徳島大学工学部電気工学科卒業。同年日本電信電話公社入社。以来、かな漢字変換、キーボード配列、オンライン手書き入力、音声入力等の日本語情報処理技術の研究に従事。現在、NTT複合通信研究所主幹研究員。電子情報通信学会、人工知能学会、人間工学会各会員。