

パーソナル情報通信端末用小型キーボードの提案  
—— 電話の10キーをベースにした文字入力 ——

木島裕二

小野晋一

松本啓太

(株)富士通研究所

富士通(株)

パーソナル情報通信の大衆化を目指した、コンパクトで初心者にも使い易いキーボードを提案する。電話のユーザに手軽にテキスト通信を利用してもらおうと考えたとき、文字入力の問題が生じる。パソコンやワープロに馴染みのないユーザは、大量のキーが並んでいるだけでも抵抗感を感じる。本稿で提案する片手キーボードでは隣接キーの同時打鍵により、文字入力に必要なキー数を削減した。電話の10キー+ $\alpha$ のキー数で英文字をすべて定義でき、ローマ字で日本語の入力が可能となる。また文字の配列を工夫することにより、初心者でもわかり易いものとした。

A Compact Keyboard for Personal Communication

Yuji Kijima

Shin'ichi Ono

Keita Matsumoto

FUJITSU LABORATORIES LTD.

FUJITSU LIMITED

1015, Kamikodanaka Nakahara-ku, Kawasaki 211, JAPAN

This paper proposes a compact and easy-to-use keyboard for personal text communication by phone. How to input characters on phones is a difficult problem to solve. A novice to keyboards will refuse full keys at first sight. One-handed keyboard proposed here employs simultaneous touch of adjacent keys, and has 17 keys -- just 5 keys more than dialing buttons of phones -- to input the English alphabet. Arrangement of characters suited for romanizing Japanese makes novices easily find the keys.

## 1. はじめに

音声通信では電話機が誰でも使えるパーソナル情報通信端末として普及している。近年では留守番電話機が蓄積通信のうまみを利用者に教えてくれた。一方でパソコン通信、ワープロ通信の利用者が増えつつある。電子メール、電子会議室といったテキスト通信のうまみがあればこそこの現象であろう。誰もが使える電話機でテキスト通信も手軽に利用できるようになれば、日常生活におけるパーソナル情報通信の世界は一挙に広がるものと考えられる。

パソコン通信、ワープロ通信はその名の示す通り、パソコンやワープロを利用したテキスト通信であり、当然ながら文字の入力にはフルキーボードを用いる。利用者の多くはもともとパソコン、ワープロの利用者であると考えられ、テキスト通信の利用者がこの範囲にとどまっている限り、フルキーボードによる文字入力に困難を感じる人は少ない。

一方、テキスト通信の利便をより多くの人に享受してもらおうとした場合、フルキーボードによる文字入力は適切であろうか。キーボードに不慣れな人はキーが何十個も並んだフルキーボードを見ただけで怖じけづくであろうし、ちょっとしたメッセージを入力するにも多大な努力を要する。電話機上でのテキスト通信を普及させるためには、初心者にも簡単に使える文字入力手段を提供しなければならないと筆者らは考えている。また、大きさの点でも現行のフルキーボードは電話機に比して大きすぎる。小型で使いやすい文字入力手段が必要であり、これが提供できれば電話機のみならず電子手帳や携帯型パソコン、ワープロなどのパーソナル情報処理の世界もさらに広がるであろう。

本稿ではキー数を少なくしキー配列を工夫した、初心者でも簡単に文字入力ができる片手キーボードを提案する。

## 2. 小型機器における入力手段の概観

手帳タイプの電子文房具は、単語帳や住所録、スケジュールなど、市販、自作の小規模データベースの検索が主目的であり、テキスト入力は基本的には想定外である。入力手段としてはポケット電卓並の小さなキーを配列したキーボードやタッチセンサによる指タッチ、ペンタッチ方式のものが提供されており、文字入力には手書き文字認識による入力も提供されている。住所録データをまとめて入力する場合などはパソコンでデータを作成しておいて電子手帳に転送するというような方法をとる。

パソコン、ワープロなどの小型化、携帯化が進み、ラップトップ型、ノート型さらにはパームトップ型というタイプが出ているが、入力手段としてフルキーボードを搭載できるのはA4版程度の大きさが限界であろう。これ以上の小型化に応じてキーサイズを小さくしキーピッチを狭めていくと、使い勝手が著しく損なわれるためである。したがって、A5版程度のパソコンでは、効率をある程度犠牲にして、手書き文字認識による入力が主流となっている。また、パソコンとしての位置づけもシミュレーションやデータベース検索などを主用途とし、テキスト入力が主ではない使い方に重点が置かれている。

一方、電話機はダイアリング用に設けた10キー（実際には数字10個と\*、#の12個）が基本であり、これにいくつかの機能キーを付随させた形態が主流である。文字入力は想定されていないため、電話機を利用したテキスト通信を考えた場合には、新たに文字入力手段を提供しなければならない。現状の据置型電話機の大きさでも通常のフルキーボードの搭載は困難であり、携帯電話機への移行を考えれば論外である。したがって、何らかの代替手段が必要となる。

総じて現状では小型機器上でのテキスト入力に適した手段はなく、このことがパーソナル情報処理機器の活躍の場を狭め、また電話機によるテキスト通信への展開を阻害していると言える。デスクトップパソコン、ワープロ程の本格的なテキスト入力は望まないまでも、簡単なメモ、メッセージが手軽に入

表1 文字入力手段の比較

	サイズ	使用感	速度	信頼度	初心者印象
キー入力 大キー 小キー	× } キー数に依存 ○	○ ×	○ △	○ △ミスタッチ	△ } キー数に依存 △
指タッチ入力 大領域 小領域	× } 領域数に依存 ○	△ ×	△ △	○ △ミスタッチ	△ } 領域数に依存 △
ペンタッチ入力	○	△	△	○	△ 領域数に依存
手書文字認識※1※2	○	△すべり等	×	△誤認識	○
音声認識 ※1※3	○	△発声単位に依存	△発声単位に依存	×	△誤認識

※1 認識率は個人差が大、認識不能の場合の代替入力手段が必要

※2 漢字の直接入力が可能

※3 単文字入力は非実用的、任意単語入力は困難

力できるような文字入力手段が望まれる。

各種文字入力手段を比較すれば、表1のようになるであろう。

〔キー入力〕「大キー」はパソコンのフルキーボード並のキーを想定した。良好ではあるがキー数が多い場合にはキーボード全体が大きくなり、初心者に与える威圧感も大きい。

「小キー」はポケット電卓並のキーであり、大キーに対するメリットはキー数が多くてもキーボード全体がコンパクトに収まるという点だけである。

〔指タッチ入力〕基本的にはキー入力と同様の問題を有しており、さらに触覚的な問題として、対象（キー、領域）の捕捉や行為（打鍵、タッチ）の完了自覚においてキー入力に劣ると思われる

〔ペンタッチ入力〕指タッチと同様であるが、領域を小さくできるため全体がコンパクトに収まる。

〔手書文字認識〕字を書くだけというのは初心者にとって抵抗が小さい。しかし現状技術では、実際に書いてみると書き心地が悪いとか、なかなか正しく読んでくれないことがある。また、字を書くのが面倒という面もある。

〔音声認識〕手書き文字認識と同様であるが、実用という点では手書き文字認識に劣る。

表1を一覧した所では決定的に有利な手段はない。現実には小型機器上で提供されている入力手段は小キー（小領域）のキー入力、タッチ入力および手書き文字認識である。すなわち、使い心地や入力速度を犠牲にしての採用となっている。しかしキー数が少なければ大キーが使用でき、また初心者に対する威圧感も少ない良好な入力手段が提供できるはずである。

表2にキーボードによる日本語入力方式の比較を示す。日本語入力に限定すれば母音、子音、濁音キーを用意し、50音順に並べる方法が、手数は増えるが少数のキーで実現できる。しかし英字入力も考えて、なおかつできるだけキー数を増やさずに日本語入力を行おうとすると、英字をそのまま利用したローマ字入力を採用せざるを得ない。英字アルファベット一文字ず

表2 キーボードによる日本語入力方式の比較

	キー数	入力手数	初心者印象
かなキー JIS配列他 50音配列	多 多	少 少	難 易
母音、子音キー (ローマ字他)	中	中	中
母音、子音、濁音キー	少	多	中

つを独立したキーにするとそれだけでも26個のキーが必要である。したがって小型で使いやすいキーボードを提供するためには、英字アルファベットをもっと少ないキーで入力可能で、かつローマ字入力のわかりやすいキーボードを考えなければならない。

### 3. 片手キーボード

#### 3. 1 隣接キー同時打鍵によるキー数の削減

限定されたキー数で、その数以上の文字を区別しようとするれば一つのキーに多様な意味付けを行うことになる。その手法としては、従来次のような方式が用いられてきた。

- ①モード切替え方式
- ②シフトキー方式
- ③複数キーの順次打鍵方式

これらに対し、筆者らは新たに隣接キー同時打鍵方式を考案した。隣接キー同時打鍵方式とは、隣接した二つのキーを同時に打鍵することにより、そのいずれでもない新たな文字の入力と定義する方式である。図1にその例を示す。

隣接キー同時打鍵方式の特長は次の点にある。

- ①煩雑なモード切替えが不要
- ②隣接キーであるため、打鍵操作は単独打鍵とほとんど同じようにできる

したがって、すべての文字を単独キーで打鍵する場合に比べ、あまり不都合なくキー数を削減することができる。図1の例では5個の文字を区別するために3個のキーで済ませている。

予備実験として、被験者5名による単独打鍵の連続入力、同時打鍵の連続入力、単独打鍵と同時打鍵の交互入力を行い、次の結果を得た。

- ①単独打鍵で文字列を入力した場合の打鍵間隔は0.1秒以上であり、同時打鍵を意図した時の二つのキーの打鍵間隔(ずれ)は0.03秒以下であるため、同時打鍵か二つのキーが連続して打鍵されたかは弁別可能である。
- ②図1のように右隣のキーとの同時打鍵を定義した場合、単独打鍵のみで入力できる文字列の入力時間に対して、同時打鍵が引き続く文字列および単独打鍵と同時打鍵が交互に現れる文字列の場合には4割増しの入力時間を要する。したがって、出現頻度の高い文字は単独打鍵とし、出現頻度の低い文字を同時打鍵とする工夫が必要である。

#### 3. 2 片手キーボードの提案

隣接キー同時打鍵方式に基づいて、日本語入力に適した少数キーのキーボードを検討した。まず、次のような前提を置いた。

- ①数字、英字、日本語入力はそれぞれモード切替えで区別する。
- ②日本語入力モードではローマ字入力とし、文字配列は英字モードと同じとする。

このような前提で、日本語(ローマ字)入力時にわかりやすい英字キーの配列を検討した。配列を決定するに当たっては、次のような方針をとった。

- ①ローマ字で使われる母音群、子音群とその他の英字群を区分して配置する。

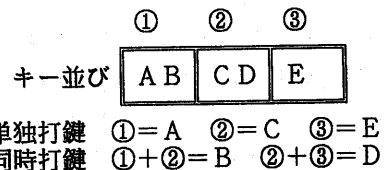


図1 隣接キー同時打鍵方式の例

- ②母音群, 子音群は50音順に配置する.
- ③同時打鍵は右隣だけとする.
- ④出現頻度の高い文字は単独打鍵とし, 頻度の低い文字を同時打鍵とする.

母音・・・単独打鍵                      濁音・・・同時打鍵

- ⑤濁音は対応する清音と右隣との同時打鍵とする.

図2にキー配列例を示す. 図3に示した電話機の10キーに比べると必要なキーは5個増えているだけである. この程度であれば電話機や他の小型機器にも搭載できる. 片手で操作できることから, 機器を片手に持つての操作や, 受話器を握りながらの操作が可能となる.

CJ	LQ	VX	F	} 他 子音 母音
HB	MY	RW	P	
KG	SZ	TD	N	
I	U	E	O	
A				

図2 片手キーボードのキー配列例

1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

図3 電話機の10キー

### 3. 3 片手キーボードの評価実験

図2に示した配列による打鍵実験を行い, 片手キーボードの操作性について評価した.

#### 【実験概要】

フルキーボード (FMRシリーズ用) の10キーボード部分を利用して図2のキー配列を実現した. この上で英語単語, 日本語単語の入力実験を行った.

〔実験課題〕 課題(1): 英語単語105語                      課題(2): 日本語単語105語

画面上に提示された単語を見て, 同じものを入力 (単語の提示順序はランダム)

〔被験者〕 男性12名 (20才台前半~40才台前半)

〔実験回数〕 7回/人 (毎実施後アンケートに回答)

比較のため, 最初にQWERTY配列のフルキーボードにて課題を遂行し, 7回の実験すべてを終了した後で再びフルキーボードにて課題を遂行

〔測定項目〕 ①入力時間

②入力エラー

③操作感 (アンケート分析)

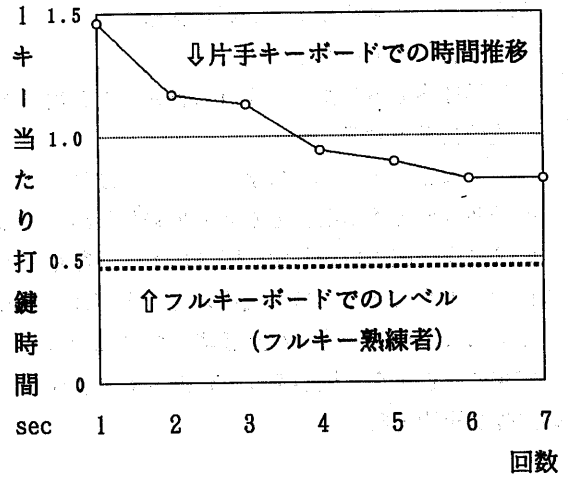
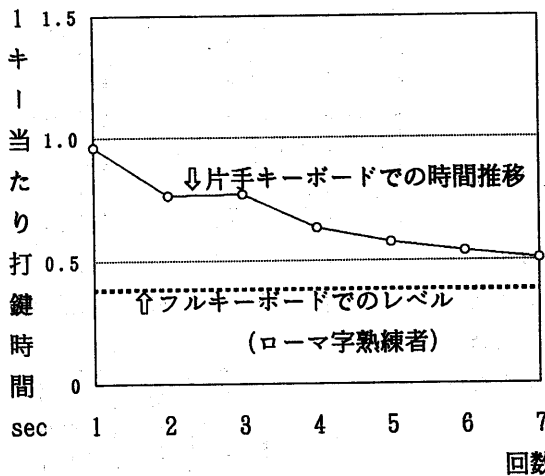
アンケートはキーの探しやすさ, 使用感など22項目について7段階評価  
なお, 同時打鍵か順次打鍵かの弁別閾値は0.05秒とした.

#### 【実験結果と分析】

〔被験者の分類〕

- フルキー熟練者: 8名
  - 片手キー1回目の入力時間/フルキー1回目の入力時間 $\geq$ 2 (英語)
- フルキー初心者: 4名
  - 片手キー1回目の入力時間/フルキー1回目の入力時間 $<$ 2 (英語)
- ローマ字熟練者: 6名 (すべてフルキー熟練者)
  - 片手キー1回目の入力時間/フルキー1回目の入力時間 $\geq$ 2 (日本語)
- ローマ字初心者: 6名
  - 片手キー1回目の入力時間/フルキー1回目の入力時間 $<$ 2 (日本語)

〔入力時間〕 片手キーボードによる課題遂行における1キー当たりの打鍵時間の推移を図4に示す. 対照のため, 各々フルキーボード上での熟練者のレベルも示した. 図4から次のようなことがわかる.



(a) 日本語単語入力

(b) 英語単語入力

図4 片手キーボードの入力時間の推移

①日本語と英語で、片手キーボードに対する慣れの傾向はほぼ似ている。

(1回目に対して7回目の時間は日本語入力では53%、英語入力では56%)

②フルキーボードに対する片手キーボードでの入力時間比は、日本語では2.50倍(1回目)から1.33倍(7回目)に、英語では3.15倍(1回目)から1.77倍(7回目)に減少している。

すなわち、日本語入力では7回の練習で、フルキーボードの75%の速度で打鍵できるようになっており、片手キーボードに対する急速な慣れが見られる。英語入力では7回目でフルキーボードの56%であり、ローマ字入力に配慮したキー配列が日本語入力に、より有効に働いていると考えられる。

〔入力エラー〕片手キーボードにおける英字一文字単位の打鍵エラー率は2.21%であった。打鍵種類別に見ると、同時打鍵が必要な文字の打鍵エラー率は6.68%であり、単独打鍵文字の打鍵エラー率は1.53%である。フルキーボードにおける打鍵エラー率は1.82%であったため、ここでは片手キーボードにおける同時打鍵文字のエラーについて考察する。

図5は同時打鍵文字のエラー数の推移をエラー種類ごとに示したものである。

エラー種類は次の3通りに分類した。

①左側のキーだけを打鍵(正解の打ち直しも含む)

②右側のキーだけを打鍵(正解の打ち直しも含む)

③同時打鍵せず順次打鍵(正解の打ち直しも含む)

図5から、種類ごとの状況は次のように読み取れる。

①左側のみの打鍵は実験回数が進むに連れ減少している。このエラーは同時打鍵時の文字定義を左側のキートップ上に記載したことによる勘違いに起因し、同時打鍵に対する慣れによって軽減されたと考えられる。

②右側のみの打鍵は全体を通して少ない。

③順次打鍵となったものは全体を通して多い。予備実験においては同時打鍵の打鍵間隔は0.03秒以下

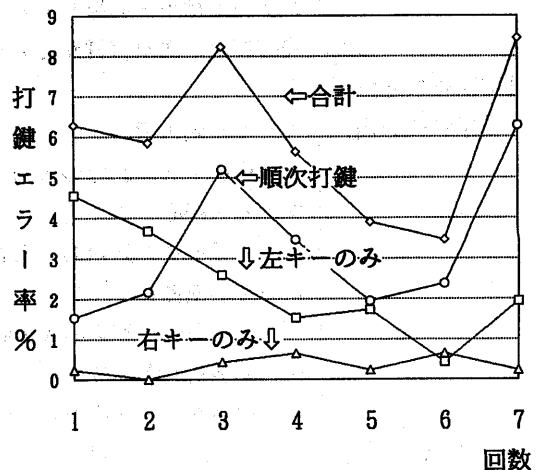


図5 同時打鍵文字のエラー率推移

に収まっていたが、本実験では0.05秒を越えるものが多数あったということである。この原因は明らかではないが、同時打鍵能力のばらつきというよりは、被験者の意識の問題であろうと筆者らは考えている。予備実験では規則正しく同時打鍵が出現しており、同時打鍵をしなければいけないという意識が容易に生ずる。一方、本実験では単語を提示したので、同時打鍵の出現がランダムである。また、図2のキー配列は同時打鍵の出現頻度をなるべく少なくなるように考慮してある。このため同時打鍵をするための心構えが間に合わず、打鍵間隔が延びるのであろう。本実験では打鍵時刻のログを残さなかったため、どの程度まで延びていたのかを調査することができなかった。改めて実験を行い、調査する。

〔操作感〕 アンケート結果を因子分析した結果、二つの因子に分離した。アンケート内容からこの二つの因子を次のように捉えた。

- ①操作性                      ②将来性

図6に因子得点の時間変化を示す。これから次のように判断した。

①操作性は全般にかなり向上している。

ローマ字熟練者（日本語入力）：最初から違和感なく使用しており、最終的にも他の群より高い得点に達している。従来フルキーボードでローマ字入力してきた人たちが好感を持ったということであり、新しい日本語入力用デバイスとして受け入れてもらえると期待できる。

フルキー熟練者（英語入力）：最初の得点は極めて低いが、回を追ってかなり好転している。英語入力用としては、フルキーボードと勝手が違い、違和感があるようである。しかしすぐに慣れ、これはこれで、さ程悪くもないという印象になったと読み取れる。

初心者（日本語、英語入力）：最初のうちは悪いが、回を追ってかなり好転している。恐らくキーボードで英字を入力すること、あるいは日本語をローマ字で入力すること自体に戸惑いを感じているのであろう。これも慣れるにしたがって、何とか使えるようになってきたという印象に変わってきたと読み取れる。

②将来性は熟練者では上昇傾向、初心者では下降傾向である。

熟練者（日本語、英語入力）：最初は疑ってかかっているが、慣れるに連れ、ある程度使い物になりそうという期待を持つようになったものと思われる。

初心者（日本語、英語入力）：最初は何とも判断しかねており、慣れるに連れて操作性は向上しているものの、使いこなせるという自信がなかなか出てこないため、将来性が低迷していると思われる。

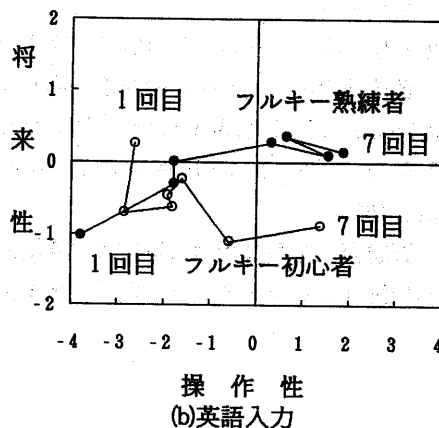
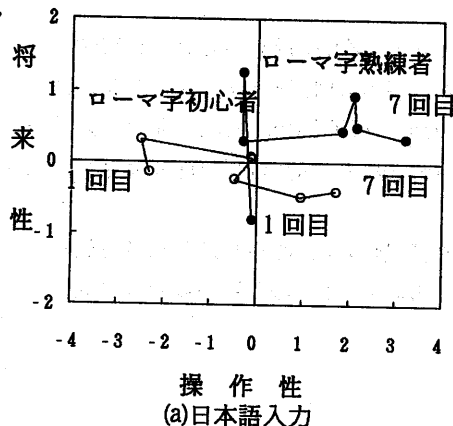


図6 因子得点の推移

## 【実験のまとめ】

熟練者の印象から見れば、フルキーボードの代替として、特に日本語入力（ローマ字）をメインに考えた場合には、片手キーボードに期待が持てそうである。

一方、初心者印象では将来性に難があるが、操作性としては、使えるようになってきたと感じており、また、打鍵速度の実験データで見る通り、かなりの速度で打てるようになっている。もう少し練習を重ねれば使いこなす自信が出てくるであろう。

今回の実験結果から、筆者らが提案する片手キーボードが使い物になりそうという感触を得た。しかし、以下の項目についてはさらに検討を進める必要がある。

①同時打鍵、順次打鍵の打鍵時間間隔の弁別閾値

②同時打鍵を意識しやすい刻印の仕方、位置

③文字の出現頻度を考慮したキー配列

現状では、ローマ字で出現頻度の高いYが同時打鍵文字となっている。

④英語入力を考慮したキー配列

現状は一切考慮していない。

## 4. おわりに

電話機のユーザにテキスト通信も利用してもらうことを想定して、電話機の10キー+ $\alpha$ のキー数で文字入力可能な片手キーボードを提案した。初心者でもすぐに慣れ、ちょっとしたメモ、メッセージの入力が簡単に行える。電話機に限らず、電子手帳など小型の情報処理機器の入力手段としても利用できるものである。ローマ字入力がわかりやすく使いやすいキー配列に焦点を絞って考えたが、実際の使用を想定すれば、次のような点についても考慮しなければならない。

①日本語入力、英字入力、数字入力の兼ね合い

②「かな漢字変換キー」などの機能キーの扱い

③特殊記号の入力

また、さらに基本的なこととして、小型機器上での文字入力に適したキーのサイズ、ピッチ、形状、種類の決定も重要である。テキスト通信が手軽にできる電話機の実現を目指して、検討を進めていきたい。

## 〔参考文献〕

- 【1】松本他「片手キーボードの提案」第6回ヒューマンインタフェースシンポジウム, 1221, pp. 85-88, 1990
- 【2】小野他「片手キーボードの評価」第6回ヒューマンインタフェースシンポジウム, 1441, pp. 201-206, 1990
- 【3】N. Rochester, F.C. Bequaert 「The chord keyboard」IBEE Computer, 11, No. 12 pp. 57-63, 1978
- 【4】Z. Eilam 「Human engineering the one-handed keyboard」Applied Ergonomics 20. 3, pp. 225-229, 1989
- 【5】小野勝康「全かな相対母音方式日本語入力法」文書処理とヒューマンインタフェース, 16-1, 1988
- 【6】宮里勉「プッシュボタン—仮名文字変換方式とその応用」ヒューマンインタフェース, 27-4, 1989