

日本語入力方式の評価

Evaluation of Japanese Text Entry Methods

各種日本語入力方式について、実際に使用した場合の操作特性を知り、ユーザーに適合した日本語入力方式開発の基礎資料を得る目的で、日本語入力方式の操作性評価の研究を行なった。

本論文では、一連の人間工学的研究のうち、仮名けん盤文字配列の検討、日本語入力時のけん盤打けん特性、及び仮名漢字変換、2ストローク仮名記憶コード、ローマ字漢字変換方式の習熟特性を論じ、これらの研究から生まれた日本語入力速度予測法の概要について紹介する。この入力速度予測法によって、現行の入力方式だけでなく、今後の新しい日本語入力方式についても、入力速度の面からの予測評価を行ない得る道が開けた。

中山 剛* *Takeshi Nakayama*
 黒須正明** *Masaaki Kurosu*
 中島 晃** *Akira Nakajima*

1 緒言

日本語ワードプロセッサをはじめとする効率的な日本語処理方式の開発は、OA(オフィスオートメーション)の重要な課題である。その中でも日本語入力は人間の手によって行なわれるだけに、他の処理に比べて多くの時間を要し、この効率化が処理全体の効率化に直結している。

反面、ユーザーの側から各種の日本語入力方式を見ると、使用目的や技能水準が様々に異なる中で、自分に適合した入力方式を見いだし、これを使い込んでゆくことが自然に効率化につながる道である。日立製作所は先に広範囲のユーザーに適合できる方式として2ウェイ入力方式^{1),4)}を開発した。ここでは、同じ目的のため引き続いて行なわれているその後の研究について報告する。

2 日本語入力方式の分類

現在、一般に使用されている日本語入力方式をユーザーとの適合性の観点から分類すると表1に示すようになるであろう。同表で専門家とは日本語入力を主要業務とし、長期の組織的訓練を受けた人で、1分間100字以上の速度で日本語を入力できる人をいうことにする。これと対照的に、非専門家とは日本語入力以外の業務を主要業務とし、その業務達成のために時々日本語入力を行なう人である。したがって、短期的な導入教育を受ける程度で組織的な訓練は受けないのが普通である。しかし、非専門家といえども1分間30字~60字程度の入力速度に達しなければ著しく非効率的になるので、けん盤打けんを専門家ほどの高速ではないにしてもTouch法で行ない得る教育は必須のものである。ここでTouch法というのは、英文タイプや仮名タイプの標準的な使用法で、左右手の人差指から小指まではホームポジションと称する文字キーの上に常駐し、これを起点として運指を文字キーと関連づけて学習するものである。これにより目はけん盤上を見ず、原稿を見たまま打けんできるようになる。またSight法とは、文字盤上で入力しようとする文字を目視によって探し出して入力する方法であり、目が盤面を見たり入力しようとする原稿を見たりする必要があるため疲労しやすく、高速入力はできないが、特別の学習なしに使える利点がある。

表1に示した入力方式のうち、表示選択方式は、まず単漢

字又は熟語の読みを仮名又はローマ字で入力し、同音の候補漢字を表示して、その中から必要な漢字を選択入力する方法である。仮名漢字変換、ローマ字漢字変換は説明を要しないと思うので省略する。仮名タブレット及び整配列仮名けん盤は、仮名文字を50音順に配列したタブレットあるいはけん盤で、初心者がSight法で読みを入力するのに適している。全文字配列タブレットは、数千字の漢字や仮名文字を1枚の文字盤上に配列したものである。仮名2ストローク記憶コードは、漢字に仮名2文字から成るコードを割り付け、これを学習することによって仮名2打けんで漢字1字がユニークに決まって入力される方式で高速入力に適している。

日立製作所の入力方式開発の方針は、ユーザーが各自の用途や技能に応じた最適な入力方式を選択して使用できることを目指しており、現在の2ウェイ入力方式^{1),4)}では表中に*印を付けた範囲をカバーしている。

表1 ユーザー特性と日本文入力方式 入力方式欄の*印は2ウェイ入力方式に包含される範囲を示す。

| ユーザー | 入力速度 | 訓練 | 負荷配分 | 打鍵法 | 適合日本語入力方式 |
|------|------------------|-----------------------------------|--------------------|--------|----------------------------------|
| 非専門家 | 適度 (30~60字/分) | 短期的 タッチ打法の基礎 入力手続の手ほども | システム負荷大 ユーザー負荷小 | Touch法 | * 表示選択 * 仮名漢字変換 * ローマ字漢字変換 |
| | | | | Sight法 | * 仮名タブレット * 整配列仮名けん盤 |
| | | | | Sight法 | 全文字配列タブレット |
| 専門家 | 高速 (100字/分以上) | 長期的 高速タッチ 打法 記憶コード 学習 | システム負荷小 ユーザー負荷大 | Touch法 | * 仮名2ストローク記憶コード |

* 日立製作所中央研究所 工学博士 ** 日立製作所中央研究所

3 文字けん盤の特性と問題点

表1に示した日本語入力方式の中で、全文字配列タブレットを除けば何らかの形の文字けん盤をもっており、これがユーザーからシステムへ向けての情報入力のインタフェースとなる。したがって、日本文入力に対する文字けん盤の特性は入力方式の効率を決める一つの大きな要因になる。

現在、日立を含めて多くのメーカーが使用しているJIS配列仮名文字けん盤で、日本語を入力する場合の指の打けん頻度を調べたところ、図1に示すような頻度分布が得られた^{2),3)}。理想的な打けん率の分布は同図中の二重枠で示すホームポジションが存在する第2段目で最大で、その上側の第3段がそれに次ぎ、次いで最下段、最上段と推移する。また、左右方向について左右手ともに人差し指、中指、薬指、小指と頻度が低下するのが良い。同図の打けん頻度の周辺分布を見ると、理想状態からはほど遠く、ホーム段よりも第3段目の頻度のほうが大であるほか、右手については人差し指より小指の打けん頻度のほうが大である。

図2に打けん頻度の空間的分布を改善した仮名けん盤の文字配列案^{2),3)}を示す。文字配列はこのほかに左右手間の交互打けん率や日本文中の仮名読み系列の遷移確率などを考慮しなければならない。いずれにせよ、このような研究を重ねて合理的な仮名けん盤を作製し、大方の合意を得て標準方式が決定されたときに初めてこの問題は解決されたことになる。現在、英字けん盤ではQWERTY配列が標準になっているが、これより合理的なDVORAK方式が提案されたにもかかわらず、これが標準となり得なかった。これは変更のための全国的な

設備投資規模と、何よりQWERTY方式で教育を受けた人々に対する救済の問題があるためである。我が国でも一般にJIS配列による仮名タイプの教育が行なわれており、こうした教育の問題を考えると、けん盤配列の変更は大量のデータを取り、十分な検討を重ねた上で慎重に行なわなければならないであろう。

4 日本語入力速度の評価と予測

4.1 日本語入力方式の評価実験

日本語入力方式を効率の面から評価するために、女子大学生5名から成る2グループについて各種方式による日本語入力の訓練を約6箇月にわたって行ない、訓練時間と入力速度との関係を求めた。2グループのうち1グループは、仮名文字けん盤による仮名入力をベースとした3方式について入力を行なわせた。このグループでは、まず約20時間にわたって、Touch法による仮名文字けん盤打けんの訓練を行ない、その後、けん盤打けんの訓練と並行して、表示選択方式、仮名2ストローク記憶コード方式及び仮名漢字変換方式による日本語入力の訓練を行なった。結局、けん盤打けんの訓練を含めると、この時期には各被験者が4種類の入力方式の訓練を並行に受けたことになる。各方式の訓練は約30分を単位にしてランダムな順序で行なった。

もう1グループの被験者は、英字けん盤を用いローマ字入力をベースとした日本語入力の訓練を行なった。このグループでも、最初に約20時間の英字けん盤打けんの訓練を行ない、それに続いてローマ字入力表示選択、英字3ストローク記憶コード及びローマ字漢字変換の3方式による訓練を行なった。

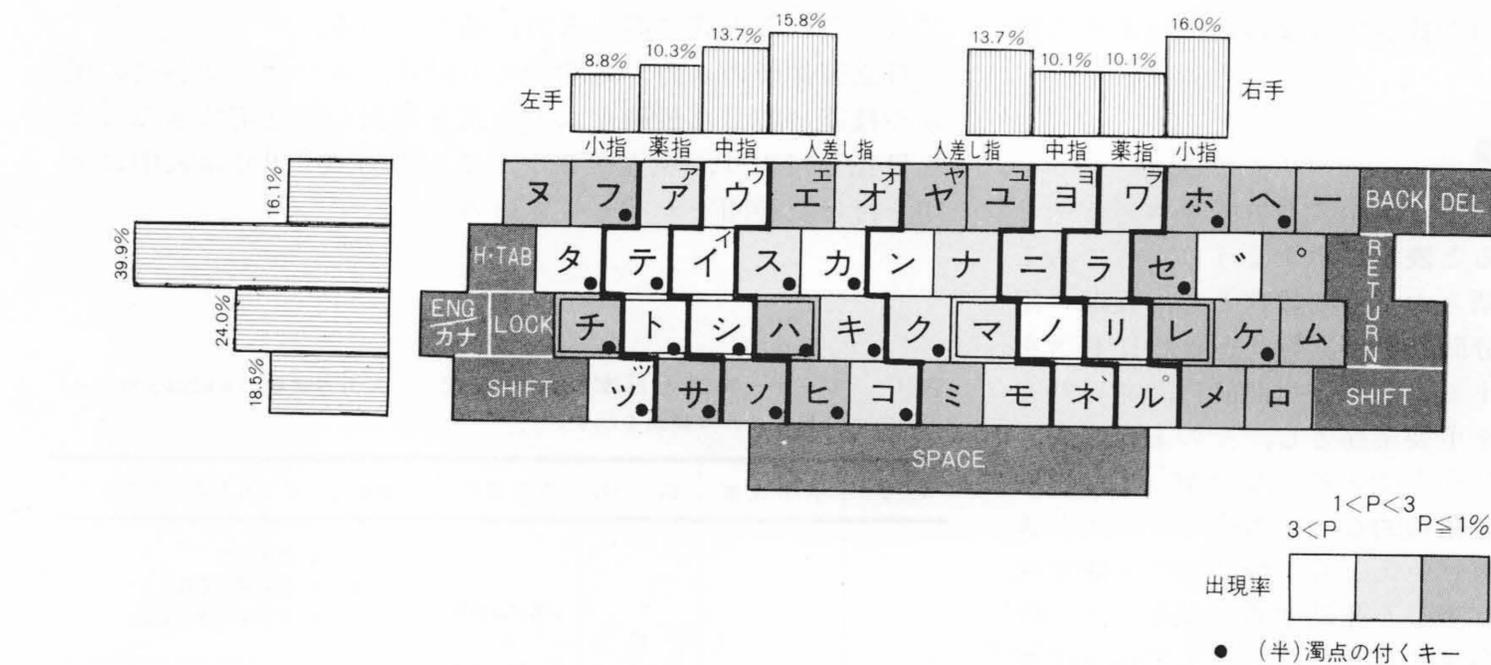


図1 JIS仮名文字けん盤による日本語入力時の打けん頻度分布 各文字キーの濃度は、図面右下に示す日本語中での文字出現率を表わす。このけん盤での左右交互打けん率は58.6%である。二重枠はホームポジションを示す。

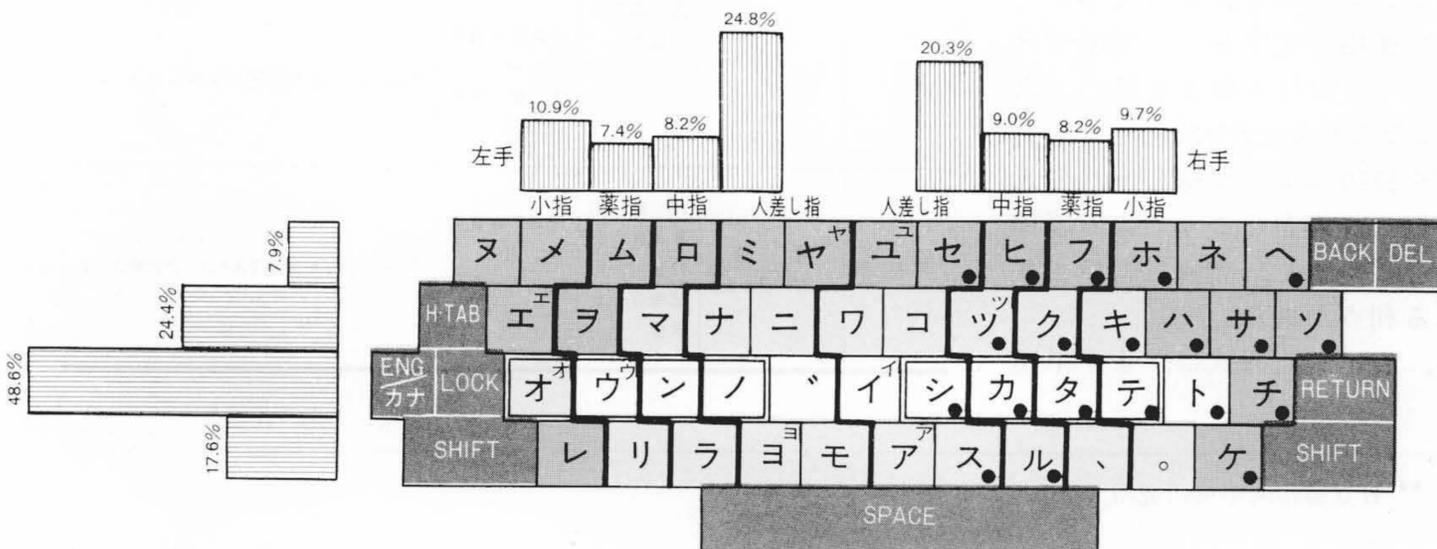


図2 仮名文字けん盤改良案の例 高頻度文字をホームポジション(二重枠)の周辺に集めた例を示す(交互打けん率61.1%)。

| | | | | | | | |
|---------|----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---|------------------------|-------------|
| 日本文入力過程 | 日本文 | 文章認知 | 文字・読み変換 | 文字キー打けん | 読み・文字変換 | 誤変換訂正 | 日本文 |
| 各過程のモデル | 日本文構造モデル | 文章認知モデル | コード学習モデル 仮名・ローマ字変換モデル | キー打けん速度予測基本モデル | 変換操作時間モデル | 誤変換訂正操作時間モデル | 日本文構造モデル |
| 要因 | 漢字率 | 日本文認知率 片仮名文認知率 英文認知率 | 仮名記憶コード学習時間 コード学習率 | 仮名打けん訓練時間 仮名文字入力速度 | 変換単位文字数 正変換率 p_c 多変換率 p_m 辞書頻度構造 変換操作時間 $\tau_1(t)$ 表示選択時間 $\tau_2(t)$ | 誤変換率訂正操作時間 $\tau_3(t)$ | 日本語入力速度 S |

図3 日本語入力プロセスと構成要因 各過程のモデルは、日本語入力速度予測法を構成するモデルである。

訓練手続と日本語テキストは仮名グループと同じである。ここで英字3ストローク記憶コードというのは、仮名はローマ字で入力し、漢字だけを仮名のローマ字表記と抵触しない英字3字の記憶コードで入力するものである。

訓練時間が100時間前後までの経過を見ると、後述するような英字けん盤打けんの初期特性の良さを反映して、ごく初期の日本語入力速度についてはローマ字入力による表示選択方式やローマ字漢字変換方式のほうが良いが、習熟段階では仮名文字けん盤による入力のほうが10~15%入力速度が大である。具体的な入力特性については、4.5節の入力速度予測例で説明する。

記憶コード入力については、仮名2ストロークコードのほうが英字3ストロークコードよりコード学習に要する時間が少なく、入力速度の立上りが速かった。しかし、英字3ストロークコードでも、約80時間の訓練で表示選択やローマ字漢字変換を抜き、約130時間の訓練で100字/分以上の入力速度となった。

4.2 日本語入力過程の構成要因

上記の入力速度評価実験結果を解析し、完成した機器の試用による入力速度の評価だけにとどまらず、開発計画段階での事前予測も行なう入力速度予測法の開発を試みた。この目的で日本語入力プロセスを分析し、各プロセスに参与する要因を洗い出した結果を 図3 に図式的に示す。同図のうち、文字キー打けんプロセスを境にして左側は主としてユーザーとしての人間の内部プロセスが問題となり、右側は人間の操作とシステム特性との相互関連が問題となる。同図中段にある各過程のモデルは、日本語入力速度予測法を構築する上で必要になる下部モデルであり、最下段に示す要因は、各過程のモデルを構成する主要な要因あるいはパラメータである。

現在、この分析をもとにして、仮名入力、ローマ字入力ともに表示選択、記憶コード、仮名及びローマ字漢字変換の各方式についての入力速度予測法が完成している。ここでは紙数の都合上、各方式に共通なトピックスを紹介する。

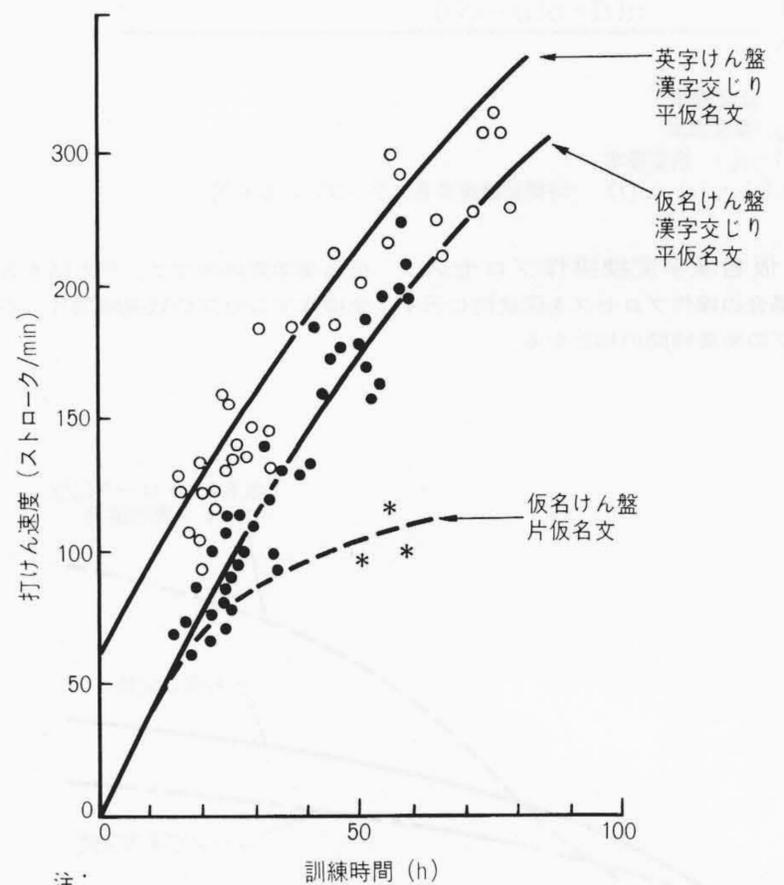
4.3 日本語入力時のけん盤打けん特性

仮名けん盤及び英字けん盤のいずれの場合でも、Touch法による訓練を重ねて、打けん速度が毎分100ストロークを超える水準になると、テキストの影響が顕著に出てくる。その状況を示すデータを 図4 に示す。同図に見るように、文節分かち書きの片仮名テキストを見て打けんする場合に比較して、通常の日本文、すなわち漢字交じり平仮名文を見て仮名キーを打けんする場合のほうが2倍ほど速度が速い。これは高速

打けん時にはユーザーはテキスト中で現在見ている字を打っているのではなく、ある数の文字を1ブロックとして見る、いわゆる先読みを行なうため、日本人のユーザーにとって、正常な日本文が意味が分かりやすく、片仮名文に比較して広い範囲の先読みができることを意味している。英字キーの場合も同様で、日本人が英文を見て打けんする場合よりも、日本文を見てローマ字入力する場合のほうが打けん速度が大である。

4.4 入力速度予測法の概要

入力速度予測法の概要を、仮名漢字変換を例にとって説明する。 図3 を仮名漢字変換入力手続を中心に書き替えたものが 図5 である。文節単位の変換を例にとると、文節の読みを入力し、変換キーを押した結果、第1位に望みの文が得られ



注：
● 仮名けん盤で漢字交じり平仮名文の読み打けん時のデータ
* 仮名けん盤で同一人が片仮名文を見て打けんしたときのデータ
○ 英字けん盤で漢字交じり平仮名文の読みをローマ字で打けんしたデータ

図4 けん盤打けん速度に及ぼすテキストの効果 けん盤打けん速度が100ストローク/分を超える習熟段階になると、テキストの読みやすさが打けん速度に大きな影響を与える様子を示す。

る正変換過程の所要時間を $\tau_1(t)$ 、この生起確率を p_c とする。また、正変換過程では望みの文が得られなかったが、読み入力に対する幾つかの候補文中に必要な文があって、表示選択操作によって取り出せる過程を多変換過程と呼ぶ。この過程の所要時間を $\tau_2(t)$ で表わし、これによって望む文が得られる確率を p_m で表わす。この二つの過程で望む文が得られない場合は誤変換訂正過程に入り、文節中の漢字を1字ずつ入力する。この過程の所要時間を $\tau_3(t)$ で表わす。このようにすると、1文節当たりの平均入力時間 $\tau_0(t)$ は次式で与えられる。

$$\tau_0(t) = p_c \tau_1(t) + (p_c - p_m)(\tau_1(t) + \tau_2(t)) + (1 - p_m)(\tau_1(t) + \tau_2(t) + \tau_3(t)) \dots \dots \dots (1)$$

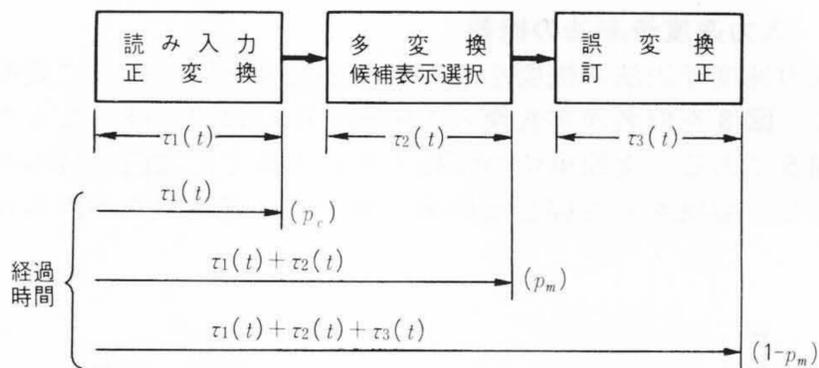
文節を構成する文字数を N で表わすと、日本語入力速度 S は次式で表わされる。

$$S = \frac{60N}{\tau_0(t)} \dots \dots \dots (2)$$

ここで t は訓練ないしは経験時間である。 $\tau_1(t)$ 、 $\tau_2(t)$ 、 $\tau_3(t)$ は更に下位の手続やシステムパラメータに展開できる。

4.5 入力速度予測例

図6に、この予測法を用いて求めた仮名漢字変換、ローマ字漢字変換及び仮名2ストローク記憶コード、表示選択併用入力の習熟曲線を示す。この曲線は実測データと、テキストの漢字含有率による入力速度の変動範囲内で一致している。



注： p_c 正変換率
 p_m 多変換率
 $(1-p_m)$ 誤変換率
 $\tau_1(t), \tau_2(t), \tau_3(t)$ t 時間訓練後の各ステップの所要時間

図5 仮名漢字変換操作プロセス 仮名漢字変換方式で、日本語を入力する場合の操作プロセスを図式的に示す。全操作プロセスの経過時間は、各ステップの所要時間の和となる。

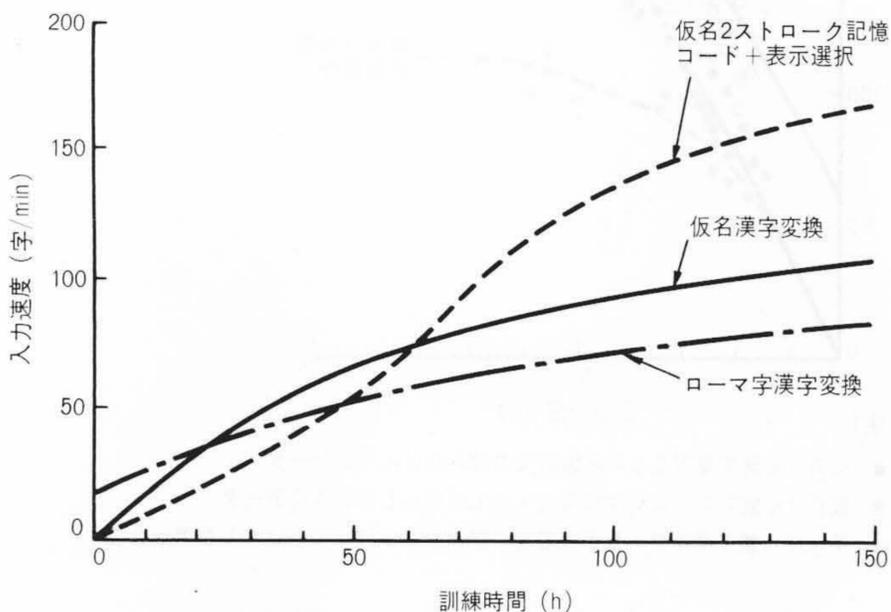


図6 予測習熟曲線 テキストの漢字含有率35%、仮名及びローマ字漢字変換システム特性 $p_c=0.9$ 、 $p_m=0.97$ 、平均文節処理時間1.0秒を想定した。

予測の前提としては、けん盤打けん能力が図4の日本語入力特性で示す人を想定している。その他の条件のうち、主なものを図6中に記載した。

図6に明らかなように、記憶コード入力は別として、ローマ字漢字変換は初期入力速度は仮名漢字変換よりも大であるが、訓練が進むにつれて仮名漢字変換に追い越される。この場合のローマ字表記は訓令式によるものとし、仮名1文字の表記に平均1.87ストロークを要する⁵⁾と見込んでいる。

前述のように、非専門家が、適度な効率で入力する範囲を30~60字/分と想定すると、図6に示す性能のシステムでは、30字/分の入力速度には仮名漢字、ローマ字漢字変換ともに約20時間の訓練で到達する。ただし、60字/分の速度に到達するのは仮名漢字変換で40時間、ローマ字漢字変換で約80時間前後と見込まれている。このことから、経験のないユーザーがTouch打法の訓練からスタートする場合には仮名入力によるのがよく、英字けん盤で経験がある人はローマ字入力の方がよいと考えられる。

専門家が仮名2ストローク記憶コード方式で入力する場合は、図6から約75時間の訓練で毎分100字の入力速度に達する。これは従来の記憶コード方式に比較してかなり短い時間であり、表示選択と併用する2ウェイ入力方式の効果の現われであろう。

5 結 言

以上の結論を取りまとめると以下のようなになるであろう。

- (1) 日本語入力時のTouch法による各指の打けん頻度分布を分析した結果、JIS配列よりも合理的な日本語入力用仮名文字けん盤配列の一案を示した。
- (2) けん盤を高速打けんできる専門家の技能水準では、テキストの読み取りやすさが打けん速度に大きな影響を与える。この点で漢字仮名交じり文は有利で、片仮名文の約2倍の速度で打けんできることが明らかになった。
- (3) 仮名けん盤及び英字けん盤による各種日本語入力方式の評価実験を行ない、その結果に基づいて日本語入力速度予測法を開発した。
- (4) この予測法によって、仮名漢字変換を中心とした各種日本語入力方式の習熟曲線を求めた。その結果、非専門家がけん盤のTouch打法の訓練から始める場合は、仮名入力、英字けん盤の経験がある場合はローマ字入力によるのが妥当であることを示唆する結果となった。また、記憶コード入力に対する2ウェイ入力方式の習熟時間短縮効果を示す結果も得られた。

今後は、この予測法を有効に活用して、ユーザーにいつでも使いやすい、かつ効率的な日本語入力法を開発してゆきたいと考える。

参考文献

- 1) 内田, 外: 普及型日本語ワードプロセッサ, 日立評論, 63, 8, 523~528(昭56-8)
- 2) 黒須, 外: カナキーボードの文字配列の評価, 情報処理学会日本語入力方式研究会資料, 3-2(1982-1)
- 3) 黒須, 外: 日本語入力用カナキーボードの研究, 電子通信学会昭和57年度全国大会, 2459(1982)
- 4) M. Kurosu, et al.: Ergonomics of Hybrid Japanese Text Entry Method., Proc. of IEA '82, 550~551(1982-8)
- 5) 今榮: 日本語のdigramの相対頻度とその特性, 心理学評論, 4, 85~100(1960-8)