

タイプ入力作業の構成要素間に起こる干渉†

岡 留 剛^{††} 小 野 芳 彦^{††} 山 田 尚 勇^{††}

カナ漢字変換入力方式は、言語処理とタイプ作業自体との二つの異種の作業のパイプライン実行から成り立ち、その間には干渉が起こるであろうことを、すでにわれわれは理論的に予想しておいた。本報告では、(1)ある種の付加的言語処理作業をコード入力によるタイプ打鍵と同時に遂行すると、前者が後者に干渉を起こすことを実験により検証した。そしてそれに基づき、(2)付加的言語処理を必要とするカナ漢字変換入力は心理的負担を増大させる性格のものであろうという予想をさらに綿密なものにした。

1. はじめに

ワードプロセッサが技術的に可能になり、市場に出回ることにつれて、その文書記憶機能と簡便な校正編集機能とが相まって、オフィスにおける有効な機材となっている。しかし、日本語の文章を計算機で処理する場合には、日本語の入力方法が大きな問題となり、昔から様々な入力方法が考案されてきた。その中で現在最も広く普及しているものがカナ漢字変換であろう。カナ漢字変換入力には少なくとも2種類の作業が含まれている。すなわち、文字列からその意味を通して読みを抽出することと、その読みに従ってタイプの打鍵をすることである。一方、日本語の一文字一文字についてコード化を行い、訓練によって構成された大脳皮質の反射をもってタイプ作業を行う反射式2ストローク入力方式では文字から直接指の動きのパターンが起動される¹⁾。

ところで、欧米ではタイピストがタイプライタからワードプロセッサの使用に移行することにより、ブラウン管ディスプレイを長時間注視することに起因する視力障害が増加している²⁾。日本においてもOA病なるものが近ごろ新聞紙上ににぎわし、大きな社会問題となっている。入力方式としてカナ漢字変換を毎日長時間恒常的に用いた場合、同音異義語の処理に、よりしばしばディスプレイの注視を伴い、またタイピストは心理的不確定感を持つため、OA機器の使用による種々の精神的ならびに肉体的な障害は日本のオフィスにおいては欧米よりもいっそうひどいものとなることは当然考えられる³⁾。

本論文ではタイプ作業を同時に実行される異なる2

種の作業としてとらえ、そうした並行処理に伴う作業間の干渉について、実験心理学が教えるところから従ってそれを解釈し、さらにコピータイプ作業と言語問題処理の同時遂行実験を行うことにより、その解釈の正当性を示すことによって、いったいタイプ作業とは何であるかということを探明し、OA機器を使用するベテラン専任者にとって、真に楽であり自然な日本語入力方式とはどのようなものであるかを探ろうとするものである。

2. 入力作業の複合性と作業間の干渉

2.1 異種作業の同時遂行

よく知られているように、人間の脳は二つの半球から成り立っている。左右両半球は、その間の協調関係がありながら、同時に機能の分化が見られることは知られているとおりである。また、このことは脳の各種の機能がある程度べつべつの領域に分布していることを示している⁴⁾。

これらの機能のうちで、たとえば言語機能を取り上げてみると、2人の話を同時に聴き分けて理解することは至難の業であることは日常よく経験することである。少なくとも脳の言語領域は一度に一つの言語の意味の流れしか処理できないと思われる。そればかりではない。言語に関して読むことと聴くことの場合でも、その内容を同時に理解することができないことは、たとえば、新聞を読みながらの生返事でいつのまにかとんでもない約束をさせられていたというような経験をもつ人が多いことによって納得できる。このように、二つの言語作業を同時に実行することがきわめて困難であることは、語句追唱法などの実験心理学的な手法を用いて確かめられている⁵⁾。

その一方、ある種の手作業をしながらでも内容のある話が遂行できることもまた事実である。たとえば毛

† Interference between Structural Elements of Typing Task by TAKESI OKADOME, YOSHIHIKO ONO and HISAO YAMADA (Faculty of Science, University of Tokyo).

†† 東京大学理学部情報科学科

糸の手編み作業とおしゃべりがその例である。また手作業ではないが、歩きながらや自転車に乗りながらでも会話ができる。したがって、適当に選ばれた異種の2作業はある程度までは脳が同時に遂行できることがわかる。

これらの事実をもってしても、同時作業の可否がそのままその作業をつかさどる脳の領域が一致するかどうかを示しているとは言えない。しかし、異種の作業の同時遂行性並立性はそれ自体としても、あるいは脳の機能分布の探査の手がかりとしても興味のある問題であり、したがってそれについての実験心理学的な研究はいままでにいろいろなされてきた。

2.2 1次作業と2次作業の干渉実験

Smith は人間が刺激入力を受けてから応答出力を出すまでの過程を3段階に分けたモデルを提唱している¹⁰⁾。ここではまず Trumbo と Noble が Smith のモデルを4段階に発展させ、さらにそのモデルに基づいて、かつての自分たちの研究の結果^{4), 13)}を整理して、いろいろな異種の作業の組合せの間の同時並立性を述べたものを見ることにする¹²⁾。

ここで使われるモデルは図1のように4段階の処理に整理される。

Trumbo たちが行った、二つの並行作業の間に起こる干渉効果を求める実験は、与えられた1次作業と、それと同時に行ってその成績に影響を与える2次作業とから構成される。かれらが選んだ1次作業は無作為の階段波形によってオシロスコープの画面上を上下している輝点を、手でハンドルレバーを操作しながら、やはり画面上に出されたカーソルで追跡することであった^{4), 13)}。2次作業としては、図1における応答の選択や実行などの機能を要求する言語的な問題が6種用意された。その6種類の作業を各々の処理を行うために必要とされる機能は次のとおりである。

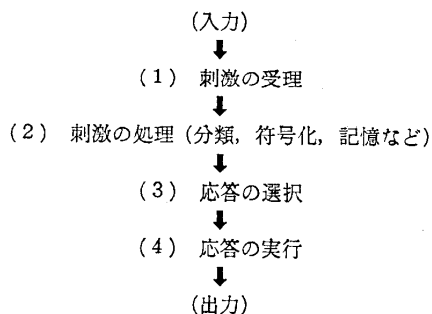


図1 刺激と応答の間の4段階の処理

Fig. 1 Model of four stage processing from stimulus to response.

- (1) 空作業 (コントロール).
- (2) 雑音として刺激を受け入れるだけで、必要とされる応答作業はない。
- (3) 選択と応答。
- (4) 選択・応答・記憶・比較などの機能。
- (5) 選択・記憶・比較などが要求されるが、応答はない。
- (6) 応答のみ。

(3)の作業は、クリック音が聞こえるたびに1から5までの数字一つを無作為に選んで発声するものである。(4)と(5)の作業は、1から5までの一見無作為に発生された数の系列を聞かせるが、それを聞く前にその予測を行わせる。(6)は耳で聞いた無作為数列をそのたびに発声して繰り返すだけの作業である。

被験者は1次作業を十分練習したあと、2次作業の一つを1次作業と同時に行い、それが1次作業の成績に与える影響が測定された。そのとき、1次作業の階段波形の追尾に難易の2種類、2次作業の(4)と(5)で予測応答に使う無作為数列にも難易の2種類が使われた。

これらの実験方法についての詳しい説明は二つの原論文を参照されたい。

さて、実験結果であるが、図1の刺激・応答過程のモデルの(1)から(4)までの2次作業に含まれる各段階のうち、1次作業の成績を悪化させるのは段階(3)と(4)とが同時に2次作業に関与しているときだけに限られていた。これはかれらの一連の実験結果が与えた重要な結論である。

このほかにかれらの実験は、1次作業・2次作業のそれぞれの難易の度合は1次作業の成績に影響しないこと、また、2次作業の難易の度合は2次作業の成績に影響しないことなどを示した。したがって、(a) 2次作業の干渉による1次作業の成績の低下は入力刺激の受容処理過程の過負荷によるものではないこと、また、2次作業として(3)を行った場合と(6)を行った場合の結果では、(3)は1次作業と干渉を起こすが、(6)は起こさないと異なっているので、(b) 出力応答器官の過負荷によるものでもないこと、を述べている。

一方、かれらはさらにもう一つ類似の実験を行っている¹²⁾。

そこでは1次作業として、ある構造を持ちつつも、一見無作為の子音・母音・子音(CVC)の音節の系列を刺激として聞かせ、その予測を発声によって示す応

答を使った。

2次作業としては、目のまえに並べられた五つの豆電球と、左手の5本指で押すことのできる五つのスイッチを用意し、次の5種の刺激・応答を使った。これらは上に述べた実験とよく似た性質のものであることに注意してほしい。(2)の作業に対応するものはない。(1')コントロール。(3')自由に無作為の順にスイッチを押す選択と応答が要求される作業。(4')実はある構造をもっているが、一見無作為な電球の点灯の順を予測し、空間的にそれに対応するスイッチを押す。(5')上の(4')の作業のように予測は試みるが、スイッチは押さない。(6')点灯した電球に対応するスイッチを押す。

さて実験結果であるが、1次作業に与える2次作業の干渉は先に述べた実験の場合とまったく同じパターンで起こった。つまり、2次作業に回答の選択が含まれ、しかも回答出力を出すときにだけ1次作業の成績が下がった。

この追試は一見もとの実験の繰返しのように見えるが、細かく検討すると二つの実験は次のような意味で相補的であることがわかる。すなわち、はじめの実験では1次作業の刺激・応答の対は視覚の空間からの運動の空間への写像であり、大脳の前頭葉(右)半球の得意とするところであるが、2次作業の刺激・応答の対は言語から言語への写像であり言語(左)半球の得意な作業である。それに反して、あとの実験では1次作業のほうが言語・言語の写像で、2次作業は空間・空間の写像である。

対称的なこれらの2組の1次・2次作業の対のどちらにおいても、2次作業において回答のための選択が必要とされ、しかも回答が実行されるときだけに1次作業への干渉が起こるらしいという結果が出たのである。山田¹⁵⁾は、これを大脳の構造の観点から解釈し、言語野における選択から出発して随意運動野の発声器官をつかさどる部分へのシグナルの伝達の場合にしろ、また操作空間的選択から出発して随意運動野の手の運動をつかさどる領域へのシグナルの伝達にしろ、選択あるいは決定の機能の場所から随意運動野へと送られる通信の(処理を含む)容量の制限が2作業間の干渉を起こしている可能性を指摘している。

これと関連して一つ指摘しておきたいのは、左右両半球をつなぐ脳梁を介して情報を送るのには、平均約15msの時間が必要であり、これは各半球内での時間に比べて約1桁ほど大きいという事実である¹⁴⁾。

2.3 タイプ作業における応答選択

さて、上に述べた事実をタイプ作業に投影して、原稿に基づいて打つコピータイプ作業の機能を調べてみよう。ただし、ここでは現在最も普及しているカナ漢字変換方式と、ワープロコンテストでの成績において上位を独占しているコード化入力方式とに話を限る。また、どちらの方式についてもタイピストは十分熟練している者とする。

まずカナ漢字変換であるが、一般に一つの漢字には二つ以上の読みがあるから、入力にあたっては場合に応じてその正しい読みを決めなければならない。そのとき普通にはその漢字の文脈を見ることによりその言語的意味を理解し、その言葉としての読みを導き出していると考えられる。ここで言う言語的意味の理解とは、その言葉が現れた文全体ないしはその文が現れた文脈の意味を理解することを指すのではなく、その言葉の意味だけを理解することを指す。熟語の読みを決める場合などには、意味の理解の過程まで進まなくても、文字列をただのパターンとしてとらえただけでその読みが一意的に決まることはありうる。しかし、読みが一意的に決まらない漢字も文章中には多く存在し、多くの読みかたの可能性の中からその一つをとるという意味ではこの過程はまさしく選択である。

この場合の「選択(selection)」という言葉は、Trumboたちの論文や、心理学で用いられているように、一意的に決まらない複数のものから一つを選ぶことを意味する。たとえば、「得点」の「得」はトクと読み、「得る」というときはこれを「うる」と読むか「える」と読むかを決めることにあたる。しかも読みの選択は言語的な選択である。そこでカナ漢字変換でのコピータイプ作業においては、まず言語脳によって文字の視覚の入力刺激から正しい読みの選択が行われ、次にその読みに相当するキー系列の打鍵が操作空間脳への出力(応答)作業として実行されていることになる。これら複数の処理を、次々に連続して、しかもタイプ作業として速く打つためには、互いに異なる段階の処理を相互に重ね合わせをとりつつ実行しなければならない。これらのことが意味するところについてはのちに述べるが、こうしたことについては、いまのところあまりよくわかっていないことのほうが多いのである。英文タイプ作業の場合でさえ、たとえば、出力応答はグループにまとめてなされることが実験的に示されるとされ、またその機能が応答単位の走査線組織を仮定したモデルによって説明できるとされているくら

いのところである¹³⁾。

一方、コード化入力方式を用いての反射式タイプ作業であるが、この場合、理想としては文字列の視覚入力パターンから直接に操作空間脳に働きかけ、それに対応する一意的な指の運動系列として出力応答がなされる。英文タイプにおけるコピータイプにおいては、タイピストは文字列を言語的には認識せず、視覚入力パターンとして取り込み、そのパターンに対応する一意的な運動記憶を引き出すことはほぼ定説となっている(たとえば文献1))。またこの運動記憶からの引き出しは、いわゆる写像(mapping)であり文字ごとに(または文字列ごとに)一意に決まるもので、先の選択(selection)とは本質的に異なる。タイピストの言動や実験心理学的な成果をふまえた理論と、われわれが行ったいくつかの実験によって、コード化入力方式における日本文タイプ作業においても英文タイプと同様なことが行われているという強い示唆が得られている^{6),7),14)}。したがってこれらの作業に関する限り言語脳の介在を必要とはしないはずであるし、また先の実験に見られたような言語的な応答選択の必要もない。

2.4 タイプ作業の1次作業と2次作業

以上のように、カナ漢字変換では大脳の言語半球によって文字の視覚入力から文字の読みが抽出されると考えられる。漢字は一般に二つ以上の読みを持つから、この処理には応答の選択が必要である。あとの都合上で、いまこの一連の作業を2次作業と呼んでおく。次に、このようにして抽出された文字の読みに従ってタイプのキーを打つ作業が、主として操作空間脳の制御のもとに行われる¹⁴⁾。この作業を1次作業と呼ぶことにする。つまり、一連のタイプ作業を、右半球優位の打鍵作業とし、左半球優位の読みの抽出作業を2次作業とする、二つの作業に切り分けて考えるのである。

すなわち、ここに言う1次作業とは、入力テキスト情報の脳内におけるある一意的表現コードからタイプ出力までの処理のことであり、2次作業とはテキストの視覚入力からその一意的表現コードを脳内につくり出し、打鍵作業を行うための処理をつかさどる領域にその表現コードを送るまでの処理である。熟練したタイピストの場合にはこの1次作業と2次作業が、少なくとも入力部分系列については、パイプライン作業として連続的に並行処理されるので^{9),14)}、このような切り分けが妥当であり、Trumbo たちの実験パラダイムがそれに適用できると考えられる。

カナ漢字変換の場合にはこの表現コードはおそらくテキストの読みそのものの表現となるが、しかしその読みを取り出す過程には言語処理を必要としているので、キー入力には不必要なものではあるが、間接的には意味情報もコードとして共存している可能性があると考えられる。

反射式2ストローク入力の場合では、先に述べたように文字パターンから運指パターンが直接誘起されるので、1次作業と2次作業の間にははっきりした区別がないが、強いて言えば表現コードは入力文字列から切り出された、ある文字パターンそのものであろう。本当に無念無想でコピータイプ作業をしていれば、そこには文字の読みも意味もほとんど介入してこないと考えられ、それはまたわれわれのところでも長期間訓練し、その後ずっと実務についているタイピストたちの経験でもある。

したがって、カナ漢字変換の過程を上にも述べたような1次作業と2次作業とに分けて考えれば、その2次作業には応答の選択と応答の実行との両者が含まれていると考えられるから、先に述べた Trumbo たちの実験結果から推して、それは1次作業に干渉を与えることになり、タイプ速度の低下をもたらすことになると思われる。すなわち、打鍵作業と、打鍵をしている文字列より数文字先の文字列を読むということを同時に実行するパイプライン作業において、その2作業が干渉を起こし、パイプライン処理がうまくいかなくなると思われる。ここで、Trumbo たちの実験における言語的2次作業の応答の実行は、選択されたものを発声器官を制御する大脳領域に送ることであったが、カナ漢字変換における2次作業の応答の実行はそれとは異なるものの、この場合の選択の応答は言語的な応答ではなく、左言語脳で選択された一意的コードを実際の打鍵作業を主導すると考えられる領域(おそらく右半球)に送ることと考えるのは妥当であろう。

反射式2ストローク法では2次作業そのものが存在しないと考えるので、打鍵に対しての干渉はなく、実際、コード化入力方式でのタイピストの入力速度は、熟練した英文タイピストのタイプ速度とかわらなく、1分間に300打鍵以上である。したがってこれは相対的に楽なタイプ作業であると考えられる。

ただし、いくつかの文字組みのパターンをひとまとめにして打つというパターン打ちの作業ができるためには、まず第一に文章の文字列を適当なところで切り分ける作業が2次作業の一部として必要になる。これは

さきにカナ漢字変換の場合について述べたことと似ているが、こちらの場合は読みもまた意味も本質的にはタイプ作業には必要なものではないから、ただまったく形状的なパターンとして区切っていけばよい。たとえば漢語パターンとひらがなパターンで分けるといった具合にである。

とは言っても、タイプ作業は文節ぐらいで心理的なパターン分けがあるのは事実であるが、もっと細かい局所的範囲ではパターン処理よりもパイプライン処理に近いと考えられるので⁹⁾、こうしたパターン分けは必ずしもいつも実行されているものとも思えない。

3. タイプ作業と言語問題処理の干渉実験

前章で、カナ漢字変換では、言語的な読みの抽出とキーの打鍵作業が干渉を起こす可能性があることの理論的考察を要約した。しかし、現在の技術では、脳の神経回路網の電流の流れや数多くのシナプスの興奮を直接に検出し、この干渉が実際に起こっているか否かを確かめることはできない。そればかりか、脳の中での干渉とは生理学的にいかなるものであるかさえもわかってはいない。大脳をどのような部位が活動的かを大局的に調べることは PET や NMR を用いて行えるが、人間の脳内における干渉のような問題に対しては、実験心理学的な手法によって間接的な証拠を集めていくことが現段階においてはおそらく唯一の科学的な方法と言えるであろう。

ところで、熟練した英文タイピストは私語を交しながらコピータイプを行える。この事実その他は、コピータイプの際、タイピストは左半球の言語脳領域をあまり使わないことを示唆している。

そこでわれわれは、2ストローク入力方式の日本語タイピストを被験者とし、タイプ作業と数種類の言語問題の処理を同時に遂行させ、どのような言語問題がタイプ作業と干渉を起こすのかを明らかにするための実験を行った。

もしこの実験によって、タイプ作業と同時に処理される言語問題に回答選択と実行の二つの要素が同時に含まれているときのみ、タッチタイプ作業がきわめて影響を受けることが示されるならば、カナ漢字変換における読みの抽出と打鍵作業が干渉を起こすという予想をさらに綿密なものにすることができると考えられる。それは、先ほども述べたように、カナ漢字変換における読みの抽出には、言語的な選択と実行とが含まれていると思われるからである。

以下にこの実験について述べる。

タイプ作業はTコードと呼ばれる反射式2ストローク入力方式を使って行われた²⁾。

3.1 被験者

被験者は2人の女性でTコードのタイピストである。2人とも、1982年4月から、週5日間、毎日約2時間ずつTコードを練習した。約300時間の訓練のうち、実験時のほぼ1年前から実務につき、実験時には150文字/分(300ストローク/分)の入力が行えた。

統計的な解析のために、もっと多くの被験者を用いて実験を行いたかったが、コード化入力方式がそれほど普及していない現在、十分熟練したタイピストを捜すだけでもたいへんであり、実験時にはこの2名しか使えなかった。

3.2 方法と解析

被験者は初見のテキストのコピータイプ作業を行いながら下に述べる5種類の言語問題のうちの一つを処理した。被験者はできるかぎり速く、またできるかぎり正確に打つことを要求された。しかし、犯してしまった誤りについては、気にせずにタイプ作業を続けるように指示された。一つの言語問題に対して、3回の試行を行い、その各々の測定時間は5分間とした。テキスト中の漢字数とひらがな数の比をそのテキストの困難度と定義し、タイプ作業のためのテキストの困難度をできるかぎり均一にした。

また、言語問題として、図1のモデルに基づき互いに異なる機能が要求される次の五つを選んだ。

- 1) コントロール：被験者はタイプ作業のみを行う。
- 2) 雑音：ラジオのニュースを聞きながらタイプ作業を行う。ただし、被験者はその内容については関知しない为好いと言われている。
- 3) 聞きとり：雑音と同じだが、被験者はニュースの内容をできるだけ記憶することを要求され、一回の試行が終るごとにその記憶している内容を記述させられた。
- 4) 復唱：10秒ごとにクリック音を聞かせ、その音が聞こえるごとにあらかじめ与えられた一文を声を出して復唱させた。与えられた文は「むかし、むかし、あるところにおじいさんとおばあさんがいました。」という、有名な物語の冒頭文である。

- 5) 連想: 5秒ごとにある単語を被験者に聞かせその単語に関して何かを連想させ、連想したものを声に出して答えさせた。

これら五つの言語問題を処理するために要求される機能を図1の用語で述べると、

- 2) 雑音: 刺激の受理
- 3) 聞きとり: 刺激の受理・処理
- 4) 復唱: 応答の実行
- 5) 連想: 刺激の受理・処理・応答の選択・実行

となると思われる。

被験者 YK の実験順序は(2)雑音, (3)聞きとり, (1)コントロール, (5)連想, (4)復唱, の順で、被験者 OK ではその逆とした。

使用したキーボードは、測定用の特殊なもので、VAX11/UNIX とつないだ。このキーボードは打鍵間の時間をキー情報と共にデータとして計算機に送る。残念ながらある事情により被験者は両名ともにこのキーボードに慣れておらず、実験的にこのキーボードを初めて使った。

言語問題の処理がタイプ作業に与える影響を評価するために、タイプ速度を測定し、エラー率を計算した。タイプ速度は各試行の1分間あたりの打鍵数とした。エラー率を計算するために、まずエラーの型を九つの型に分け、各エラーの型ごとにエラー数を数えてから、エラーの型に応じて適当な重みをつけて総和を計算した。各試行のエラー率の定義は、この重み付きのエラー数のその試行の全打鍵数に対する比とした。

3.3 結果と考察

表1は、各言語問題においてタイプ速度(上段)と、その値のコントロール時のタイプ速度に対する比(下段)である。一つの言語問題についてそれぞれ3試行ずつ用いたので、各数値はその3回の平均である。表2はエラー率である。各数値は、やはり上段が各言語問題についてのエラー率の平均値で、下段はその値のコントロール時のエラー率に対する比である。表1を見ると両被験者とも、雑音の聞きとりの状態のもとでは、コントロール時と比べてタイプ速度にほとんど差がないことがわかる。復唱作業においては、被験者 YK のタイプ速度は、コントロール時とかわらないが、被験者 OK では少し落ちついている。それらの言語問題に比べると、連想課題のもとでは両被験者ともコントロール時に対してタイプ速度はきわめて遅くなり、ほぼ30%の低下が見られる。

一方、エラー率では、表2を見るとわかるように、

表1 タイプ速度
Table 1 Typing speeds.

| | コントロール | 雑音 | 聞きとり | 復唱 | 連想 |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 被験者 YK | 310 1.00 | 313 1.01 | 287 0.93 | 295 0.95 | 245 0.79 |
| 被験者 OK | 319 1.00 | 295 0.93 | 280 0.88 | 262 0.82 | 217 0.68 |

上段: タイプ速度 (ストローク/分)

下段: コントロール時を1としたときの比

表2 エラー率
Table 2 Error rates.

| | コントロール | 雑音 | 聞きとり | 復唱 | 連想 |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 被験者 YK | 0.057 1.00 | 0.059 1.04 | 0.084 1.47 | 0.077 1.35 | 0.073 1.28 |
| 被験者 OK | 0.056 1.00 | 0.049 0.88 | 0.037 0.66 | 0.053 0.95 | 0.055 0.98 |

上段: エラー率

下段: コントロール時を1としたときの比

被験者 YK では、雑音状態のときのみコントロール時と差がないが、聞きとり・復唱・連想の三つの課題では高くなっている。しかし、この三つの課題のエラー率どうしは、あまり差がない。被験者 OK のエラー率は、各言語作業時のエラー率に比べて、むしろコントロール時のほうが低い。しかし、聞きとり・復唱・連想の三つの課題では、この順にエラー率が高くなっている。

一般にエラー率がかなり高いのは、エラー率を計算するためのエラーの基準を厳しくしたことと、タイピストが使用したキーボードに慣れていないためである。また実務時には、これらのエラーのほとんどは指の感覚ですぐキャッチされて訂正されてしまう性質のものである。

これらの実験結果は、他の言語処理に比べて連想課題はタイプ作業とかなりの干渉を起こすことを示している。聞きとり課題と復唱課題もタイプにわずかに影響を与えていると見ることができ、これはタイプ作業に余分の負荷をかけているので当然のことと思われる。この結果から見ると、応答の選択かまたはその実行のどちらか一方の要素しか含まれていない言語問題を処理するときよりも、応答の選択と実行の二つの要素を要求する言語問題を行うときは、その言語問題の処理とタイプ作業の間には、はるかに強い干渉が起こると思われる。これは、まさにわれわれが予想した

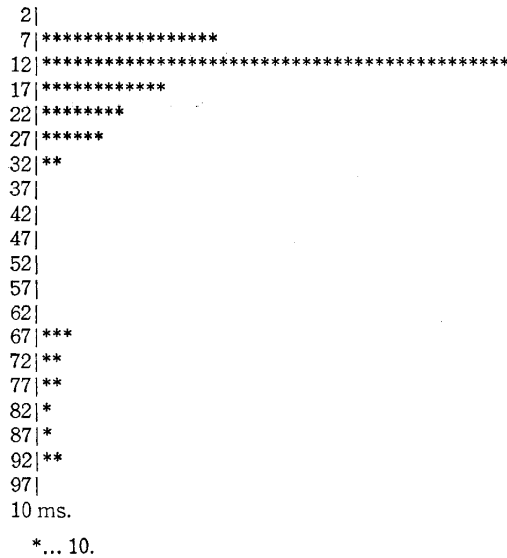


図 2 打鍵時間間隔数の分布
Fig. 2 Distribution of interstroke intervals.

表 3 異常打鍵時間
Table 3 Extra-stroke time intervals

| | コント ロール | 雑音 | 聞きとり | 復唱 | 連想 |
|--------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| 被験者 YK | 11.6 0.76 | 11.6 0.85 | 13.8 0.84 | 12.5 1.4 | 16.5 0.92 |
| 被験者 OK | 9.7 2.0 | 9.3 2.2 | 11.5 2.7 | 14.4 2.9 | 13.8 4.7 |

異常打鍵時間/全打鍵数 ×100
上段：文字間
下段：文字内

とおりである。

なお、2打鍵間の時間の分布はすべての試行に対して、図2のようになった。この分布は二つの山をもっている。一つのピークは100ms付近にあり、他の一つのピークは800msのあたりにある。500ms以上の打鍵時間を異常打鍵時間と呼び、さらにこの異常打鍵時間を文字内と文字間とに分けた。表3は各言語問題の異常打鍵の頻度の総打鍵数に対する比を示す。各値は、3試行の平均値であり、上段が文字間で下段が文字内のものである。

表4は、異常打鍵時間を除いた各打鍵時間の分布の統計量を示す。これらの値も3試行の平均値である。これらの打鍵時間の統計量は、同時に処理している言語問題の間で、それほど違いは見られない。一方文字間の異常打鍵時間の頻度は、文字内のそれに比べかなり高く、干渉の影響を与えている言語課題ほどほぼその値が高くなっている。すなわち、干渉の効果は文字

表 4 異常打鍵時間を除いた打鍵時間の分布の統計量
Table 4 Statistics of distribution for interstroke intervals except extra-stroke time intervals.

| 被験者 YK | | | | | | |
|--------|-------|--------|------|--------|------|----------|
| | mean | median | peak | s.dev. | skew | kurtosis |
| コントロール | 134.6 | 103 | 100 | 57.7 | 1.41 | 1.38 |
| 雑音 | 133.4 | 106 | 100 | 55.0 | 1.32 | 1.05 |
| 聞きとり | 138.1 | 103 | 100 | 58.7 | 1.32 | 1.05 |
| 復唱 | 136.4 | 110 | 106 | 55.1 | 1.44 | 1.66 |
| 連想 | 138.6 | 103 | 93 | 60.5 | 1.27 | 0.80 |
| 被験者 OK | | | | | | |
| | mean | median | peak | s.dev. | skew | kurtosis |
| コントロール | 133.4 | 110 | 87 | 63.7 | 1.17 | 0.43 |
| 雑音 | 140.6 | 106 | 100 | 60.9 | 1.22 | 0.60 |
| 聞きとり | 147.9 | 110 | 100 | 67.3 | 0.96 | -0.22 |
| 復唱 | 148.0 | 110 | 97 | 66.8 | 0.93 | -0.24 |
| 連想 | 135.8 | 103 | 97 | 60.6 | 1.31 | 0.86 |

間の打鍵速度の遅れとなって現れていることがわかる。これは視覚入力と打鍵作業のパイプライン的並行処理がだんだんうまくいかなくなってきたことを示唆している。

4. 議 論

反射式2ストローク入力方式でのコピータイプ作業と、応答の選択と実行の二つの機能を要求する言語課題とが著しく干渉を起こすということが実験的に確かめられ、第2章で理論的に考察した、カナ漢字変換における言語的な処理と打鍵作業とが干渉を起こすのではないかということの予想がさらに綿密なものとなった。

しかし、この解釈の正当性をよりはっきりと示すためには、さらにいくつかの別の実験を計画し、同様な支持を得るべきであることは、前章のはじめで述べたとおりである。われわれは、カナ漢字変換タイピストを被験者とするいくつかの干渉実験を計画中である。

もし、これまで述べてきたような干渉が、カナ漢字変換が起こるならば、カナ漢字変換では干渉のためにタイプ速度が本質的に上がりにくいのではないかとと思われる。かりに速度は上がったとしても、タイピストにとっての心理的な負荷はかなり大きいものであろう。その上、カナ漢字変換では同音異義語の選択など副次的作業もかなり必要とされ、それに伴う視力の酷使もあり、精神的負荷は、ますます大きくなってきて、これがカナ漢字変換によるワープロ障害を誘発す

る一因となっているものと思われる。

一方、反射式2ストローク入力方式では、適切な訓練方法で英文タイプ並みの練習時間をかければ、カナ漢字変換で起こるような干渉や副次的作業は減少するため、タイピストにとって心理的負荷はかなり少ないと思われる。しかも、タイプ速度は純粋カナ漢字変換の2倍から3倍は出ることがわかっている。

5. ま と め

カナ漢字変換によるタイプ作業を同時に実行される言語的作業と打鍵作業としてとらえ、そうした異なる作業を並行処理するとき起こる干渉について、実験心理学に基づいて考察し、さらに、コピータイプ作業と言語問題処理の同時遂行実験を行うことにより、その予想をさらに綿密なものにした。

この結果によれば、カナ漢字変換においては、タイピストの心理的負担はかなりのものであることが推測される。それに対し、反射式2ストロークではそのような負担は少なく、高速で入力可能であることを考慮すれば、オフィスにおいて大量の文章を扱う専任熟練者にとってどちらが適切な入力方式であるかは明らかと思われる。

本論文で述べたような基礎的な研究は、OA 障害の対策が必要とされる今日の社会では必要不可欠のものであると思われる、その方面への貢献が期待される。

参 考 文 献

- 1) Cooper, W.E. (ed.): *Cognitive Aspects of Skilled Typewriting*, Springer-Verlag, New York (1983).
- 2) Hiraga, Y., Ono, Y. and Yamada, H.: An Assignment of Key-codes for Japanese Character Keyboard, Proceedings of 8-th International Conference on Computational Linguistics, pp. 249-256, Tokyo (1980).
- 3) NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): *Potential Health Hazard of Video Display Terminal*, Washington, D. C.: U. S. Department of Health and Human Services, 75 pp. (1981).
- 4) Noble, M., Trumbo, D. and Fowler, F.: Further Evidence of Secondary Task Interference in Tracking, *J. Exper. Psychol.*, Vol. 73, pp. 146-149 (1967).
- 5) Norman, D. A.: *Memory and Attention*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York (1976).
- 6) Okadome, T., Yamada, H., Ikeda, K. and Saito, M.: A Cerebral View of Task Optimality in Japanese Text Typing, Proceedings of First IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Vol. 2, pp. 224-229, London (1984).
- 7) Okadome, T., Yamada, H., Ikeda, K. and Saito, M.: A Brain Wave Study of Cerebral Hemisphericity in English Typists, Technical Report 84-11, Department of Information Science, Faculty of Science, University of Tokyo (1984).
- 8) 長田公平, 古橋康一: 初めて明らかになったディスプレイ端末ユーザーの健康障害, *日経コンピューター*, No. 42, pp. 55-77 (1983.5.2).
- 9) Salthouse, T. A.: The Skill of Typing, *Sci. Am.*, Vol. 250, No. 2, pp. 94-99 (1984).
- 10) Smith, E.E.: Choice Reaction Time: An Analysis of the Major Theoretical Positions, *Psychol. Bull.*, Vol. 68, pp. 77-110 (1968).
- 11) Thomas, E. A. C. and Jones, R. G.: A Model for Subjective Grouping in Typewriting, *Q. J. Exper. Psychol.*, Vol. 22, pp. 353-367 (1970).
- 12) Trumbo, D. and Noble, M.: Secondary Task Effects on Serial Verbal Learning, *J. Exper. Psychol.*, Vol. 85, pp. 418-424 (1970).
- 13) Trumbo, D., Noble, M. and Swink, J.: Secondary Interference in the Performance of Tracking Task, *J. Exper. Psychol.*, Vol. 73, pp. 232-240 (1967).
- 14) Yamada, H.: Certain Problems Associated with the Design of Input Keyboards for Japanese Writing, in Cooper, W.E. (ed.) *Cognitive Aspects of Skilled Typewriting*, pp. 305-407, Springer-Verlag, New York (1983).
- 15) 山田尚勇: 異種の作業を同時に実行するとき起こる干渉の観点から考察したタイプ作業, Proceedings of 1983 International Conference on Chinese Information Processing, Beijing, Vol. 1, pp. 277-284 (1983). [原文は中国語。訳は東京大学理学部情報科学科テクニカル・レポート 83-05.]

(昭和59年12月24日受付)

(昭和60年11月21日採録)

**岡留 剛 (正会員)**

1959年生。1983年東京大学理学部情報科学科卒業。1985年同大学大学院理学系研究科修士課程修了。

現在、同大学院博士課程在学。ヒューマン・インタフェース、とくに計算機入力における人間の認知的要因の研究を主に行っている。ACM 会員。

**小野 芳彦 (正会員)**

1951年生。1974年東京大学理学部物理学科卒業。1978年、同大学大学院理学系研究科博士課程中退。同年より東京大学理学部情報科学科助手。理学博士。研究テーマは人間工学的に優れた日本語の入力方式。日本ソフトウェア科学会会員。

**山田 尚勇 (正会員)**

1930年生。1953年東京大学工学部電気工学科卒業。1956年と1960年にそれぞれ MS と Ph. D. をペンシルバニア大学にて取得。1960～62年ゼネラルダイナミクス・エレクト

ロニクス部、デジタル通信研究室マネージャ。1962～66年 IBM ワトソン研究所、言語処理研究員。1966～72年ペンシルバニア大学ムーア電気工学部准教授、コンピュータ・情報科学科副主任教授。1972年～現在、東京大学理学部情報科学科教授。オートマトン、日本文処理、心理言語学、思考過程。電子通信学会、ソフトウェア科学会、認知科学会、ACM、IEEE などの各会員。