

BTRONにおける入力方式

—TRONキーボードの設計—

坂村 健

東京大学理学部情報科学科

文字列入力の過程において、入力効率がよいことと同時に作業者の疲労が少ないことは重要である。本論文は、これらの目的を達成するため新たに設計されたTRONキーボードを中心としたBTRONオペレーティングシステムにおける入力仕様について報告するものである。BTRONはビットマップディスプレイの制御とマンマシンインタフェースにおけるリアルタイム性に特に注意して作られたワークステーション用OSである。TRONキーボードの設計においては、今までデータの無かった日本人の手の諸元データの測定から始め、その解析により人間工学的に打ちやすく疲労の少ない物理的キー配置を決定した後、多数の文書入力データの分析によりキーの文字配列を決定している。また、図形入力のための電子ペンを合わせて提案している。

“Method to Input Japanese Characters in BTRON Environment”
(in Japanese)

- Design of TRON Keyboard -
by Ken SAKAMURA

(Department of Information Science, Faculty of Science, University of Tokyo,
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan)

Two important objectives of keyboard input method are to gain speed and to lessen the fatigue of operators. An input method, which uses newly designed TRON keyboard layout, for BTRON to achieve these two objectives is proposed. BTRON is an operating system for high-performance workstations.

The TRON keyboard layout is based on the data of the physical size of hands of Japanese. Firstly, physical placement of keytops which are easy to strike and causes less fatigue was determined using the data. Secondly, character frequencies in real documents was used to decide the final location of each character in the keyboard.

1. はじめに

BTRONとは Business TRON (The Realtime Operating system Nucleus) の略称で、ビットマップディスプレイを前提とし、日本語を含めた多国語処理を行うことのできる、ワークステーションやパーソナルコンピュータのためのマン・マシン・インターフェースの統一化を含むアーキテクチャ体系を指している。**BTRON**オペレーティングシステムは、**BTRON**核と呼ばれる核部とそれを取り巻く外核部からなっている。

外核にはTAD (TRON Application Databus)、MII (Machine Independent Interface)、TAC (TRON Application Control flow)、MMI (Man Machine Interface)がある。このうちMMIは、**BTRON**特有の実身・仮身モデル[1]をサポートするウインドウシステムの機能、仮名漢字変換・基本編集機能などからなる[2][3]

BTRONのアプリケーションは、これらの高機能な外核の機能を利用して作ることができ、アプリケーション自体のサイズをコンパクトにし、アプリケーションプログラムの大半を占めるマン・マシン・インターフェース関連モジュールの大幅な削減、と同時にその統一化が図れるなどの大きな利点を享受することができる。特にこのマン・マシン・インターフェースの統一化は、複数メーカの製品で実現されるという点で、他のマシン体系に見られない大きな特長である。そのため、システムコールの規定のみならず、どのような動作をするか、即ちユーザからどう見えるかについての規定が定められた。これを**TRON**作法と呼んでいる。**TRON**作法が規定されているためユーザにとってはマン・マシン・インターフェースが統一され、教育の一本化によりどの**BTRON**マシンでも同じように使うことができ、ちょうど自動車の運転の仕方を習得すれば、どのメーカの車でも一応使うことができるのと同じような状況にコンピュータを見せることが可能となる。

TRON作法は、マン・マシン・インターフェース部分全体に渡った規定であり、入力手段として重要なキーボード、ポインティングデバイス、画面の動き、アプリケーションソフトウェアに属する、文章、図形の編集のための基本エディタの仕様までに及んでいる。

本論文は、このような**BTRON**体系を実現するマン・マシン・インターフェースのうち、作業効率に最も影響を与える、入力方式について述べるものである。入力方式で検討する必要のあるのは、キーボード、ポインティング手段、手書図形入力手段である。これらの手段の理想的なものを技術的に可能な範囲で求めるのが**BTRON**マシン体系の目的である。即ち、目的に適応し、効率よく操作でき、疲労が少ないものであ

る。

2. **BTRON**基本入力方式の指針

本章では、**BTRON**での文章、図形、指示入力などの基本的な方式決定のための基本的考え方について述べる。

(a) 日本語文字入力手段

日本語文字入力手段は、従来から決定的なよい方法がないため、色々議論されている。入力装置に注目しても、タッチペン、キーボード、音声認識、手書文字認識などがありそれぞれ一長一短がある。この中で現状で効率と価格とのバランスが最もよいのがキーボードであることは、誰もが認めるところである。しかし、入力装置としてキーボードを選んだとしても、ローマ字漢字変換、仮名漢字変換、二打鍵方式など各種方法が提案されている。[4]

ローマ字漢字変換は、仮名タイプを習熟していない人が暫定的に使うという目的以外メリットはない。二打鍵方式は、習熟に時間を必要とするが効率は高い。また、読み方がわからなくても正しく文字を入力できるので、印刷の原稿入力など清書作業を大量に行う場合には向いている。しかし、思考しながら文章を入力していく場合は、日本語を頭の中で発音しながら思考しているので、ほぼ表音に近いかな文字で入力するのが適当である。現在のところ仮名漢字変換の変換効率が満足ではないので候補を選択するための思考の中断が起るが、将来は改善の方向に向かうだろう。

仮名漢字変換では、仮名キーボードにより仮名文字を入力する。現在普及している仮名キーボードはJIS準拠のものが多いが、この他には富士通のOASYSキーボード[5]、アイウエオキーボードなどがワードプロセッサなどに利用されている。効率の点から考えるとアイウエオキーボードは論外として、JIS準拠キーボードは問題が多いことは多数の指摘するところである。

キーボードは重要な入力手段であり、今後は急激に普及することになる。効率のよいキーボードを現時点で開発することが重要であることはもちろんであるが、キーボードによる労働障害の点にも注目しなければならない。即ち、疲労度の少ないキーボードを提供しなければ、将来大きな問題となる。[6] この点、仮名キーボードの研究では、その機械的形狀に言及しているものは少なく、主にどのキーにどの文字を割り当てるかについての研究しかなされていない。論理的な配置以前に機械的配置の検討が必要である。このため**BTRON**では、機械的配置、論理的配置を再検討し理想的なキーボードを提案することにした。

(b) ポインティング手段

ポインティング手段とは、コンピュータの画面上の特定の場所を指し示す手段のことをいう。従来より、

カーソルキー、タブレット、マウス、トラックボール、ジョイスティックなどが目的に応じて利用されている。ビットマップディスプレイ環境を考えると、カーソルキーは適当ではない。マウスは、操作するためにある程度の面積を必要とする点が問題である。特にハンドヘルドタイプのコンピュータを考えるとマウスを利用することは難しい。**BTRON**のマン-マシン・インターフェイスでは、位置を示すと同時に2つのボタンを操作することを要求するが、トラックボールは、同時にボタンを押すような操作では両手を使う方が自然で、この点であまり向いていない。そこで**BTRON**では、ペン付きの小型のタブレットをポインティング手段とすることとした。

(c) 手書図形入力手段

オフィスで使う文書作成には、当然図や絵などを入れたいことがある。また、ちょっとしたコメントやサインなどを入れたいことがある。このため、手書図形入力手段が必要となる。利用する機器としては、ポインティング手段の機器と同様なものが考えられる。**BTRON**では手書図形ということを考えているのでペン付きのタブレットが最適となった。現在のパーソナルコンピュータなどではマウスを利用しているが、石で文字を書くようなものであまり適当ではない。トラックボールやジョイスティックも器用に書くことは不可能である。

タブレットがよいという結論は、ポインティング手段での結論と同じとなったので、両者は同じ装置を使うことになった。

3. **TRON**キーボードユニット

前章で述べたように、**BTRON**を搭載した、ワークステーションでは、入力装置としてキーボード、小型タブレットを持つ電子ペンからなるユニットが必須である。これを**TRON**キーボードユニットと呼ぶ。**TRON**キーボードユニットは、Fig.1に示すように、タブレット部をキーボードの手前中央に置いた形状をしている。

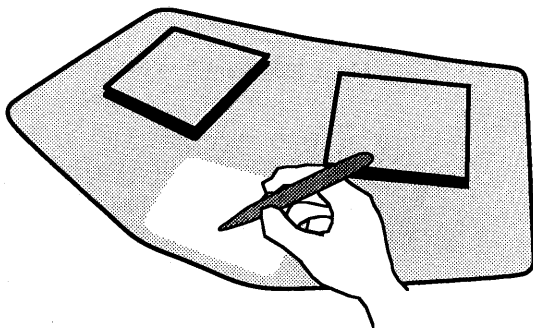


Fig.1 **TRON**キーボードユニット

(a) キーボード

キーボードについては、現状のものが適当でないことは数多く指摘されているので[7]、理想的なものを独自の方法で追求することにした。

現在の一般的キーボードは、機械式のタイプライタキーボードの形状を踏襲している。即ち、機械設計上考案されたもので人間の手には必ずしも最適な配置となっていない。また、キーの間隔にしても欧米人の手にはよくても、日本人の手には適当であるかは不明である。

近年のコンピュータ用のキーボードは、電子式となり配置に関しては自由度が高くなっている。従って、人間の手に最適な、即ち、疲労が少なく、効率良く打つことのできるキーボードの機械的配置を決める必要がある。そこで、**TRON**キーボードでは実際の多数の人間の手の寸法や機能を調査し、その結果から機械的配置を求めめる方針とした。また、キーボードユニットとしては、使用する目的に合わせて二種類を考えることにした。一つは、疲労を最小化し、効率を重視するもの、もう一つは、可搬型コンピュータを目的とした小型のものである。前者を**TRON**アーゴノミクス・キーボードと呼び、後者を**TRON**最小化キーボードと呼ぶ。

(b) 電子ペン

ポインティング手段、手書図形入力手段として利用する、ペン付きの小型タブレットのことを電子ペンと呼ぶことにする。電子ペンは、一般の筆記用具と同様な操作感覚で使えるようにするために、ペンの先端にストロークの短いスイッチを設ける。このスイッチがちょうど紙の上にペンを置いたか離れたかを識別する。また、**BTRON**の画面上にメニューを出す操作のために修飾スイッチとして、ペンの脇にもう一つスイッチを付ける。

タブレットのサイズは、あまり大きいと場所をとるだけでなく、指示をするのに手の移動量が多くなり返って使いにくくなる。いままで、いくつか試作、実験した範囲では小型の手帳くらいのサイズで十分である。

また、このタブレット面をどこに置くかという問題があるが、キーボードの中央手前が最適と考える。キーボードの手前は、他に使い道のない空間である点、右効きも左効きでも対等に扱える点、タブレットの両脇がキーボードを打つ際の手首の支持台としての機能を果たす点など利点が多いからである。従って、**TRON**キーボードとして手前にタブレットを組み込んだ形を考案した。

(c) 視点移動について

日本語の入力には、通常には仮名漢字変換を利用するが、人間工学的な面から注目したいのは、変換を行う場所についてである。キーボードを打つ場合は、キーボードを見ないで打つタッチタイピング方式を前提

とすので、思考したことを入力する場合であれば、視点は画面上にある。従来のワードプロセッサなどで、仮名漢字変換を行う場所が、画面の下あるいは上など、文章を入力している点と異なる方式のものがあるが、この方式とすると視点が変換部分と文章入力部分と移動するため、疲労度を高めることになる。従って、仮名漢字変換は、文章を入力している場所で行う必要がある。**BTRON**作法では、文章の入力場所での変換を絶対とした。同様な理由で、メニューはポインティングしている場所で開くのが適当である。

4. キーボード

本章では、理想的なキーボード即ち、効率がよく入力でき、疲労度の少ないキーボード、**TRON**キーボードを作るに当たってどのような方法で定め、その評価がどうであるかについて詳しく述べることにする。まず、人間の手に合ったキーボードを求めめるため機械的配置について述べ、その後論理的な配置について述べる。

4.1 機械的配置

日本人の手の大きさに合ったキーボードを求めめるために、まず手の大きさに関するデータが必要なので、文献を調査したが、その範囲ではあまり適当なものがないことがわかった。[8][9] 特に、入手した日本人の手についての統計は古く1967年以前のものであり、古すぎる。従って独自の調査を行うことになった。調査項目は文献[8]に準拠した基本的な寸法他、特にキーボードの機械的配置を決定するために必要な手の機能の測定を20才～60才の男女約150名に対して行った。

(a) 指の動く範囲の測定

キーボードの機械的配置の決定で重要な測定項目は、指の動く範囲の測定である。測定方法は、治具に示したホームポジションのキーの絵の中央に各指を乗せ、親指と手首を固定した状態で各指の動く範囲をトレースした。親指の測定の場合は、手首と他の指を固定している。人差し指～薬指の測定の場合、測定する指より親指側の指は自由にし、小指側の指は固定する。また、小指の測定の場合は、人差し指を固定している。この方法は、タイプライタのタッチタイピングの方法に準拠している。また、手首を固定したのは、機械式のタイプライタと異なり、電子式のキーボードの場合はタッチが軽く、機械式の場合のように手首を浮かせて打つ必要がなくなり、最近では手首をキーボードあるいは机に乗せて打つ方法が多用されているためである。手首を固定すると指の動く範囲はかなり制限されるが、手首を上げるための力を必要としないので疲労度は軽減される。

各指のトレースをデジタル化し、5度づつの点を求め、何%の人が届く範囲かを等高線状にした。そして、このトレースの中心方向になるべく収まるように**TRON**キーボードの要求する62キーを配置した。配置する場合は、測定の時の制約条件に従い、制約している指を原点として配置を決定した。例えば、人差し指を配置する場合は、測定した中指の位置を原点として人差し指のトレースが描かれているものとし、目的のキーボードの中指のホームポジション位置に原点を合わせて人差し指のトレースを重ねる。このトレースの範囲に人差し指のカバーすべきキーを配置する。キートップの表面の寸法は、従来のキーボードと同様12mm角としているが、前に述べたように、キーのピッチは、従来の19.05mm(3/4インチ)にこだわらないことにした。

このようにして、定めた配置をFig.2、Fig.3に示す。参考のため現在のJISに準拠したキーボード上にトレースを置いた図をFig.4に示す。図の等高線状の

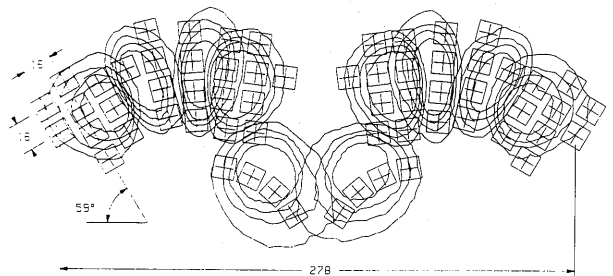


Fig.2 TRONアーゴノミクスキーボード

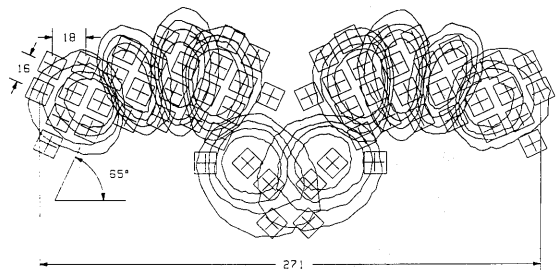


Fig.3 TRON最小化キーボード

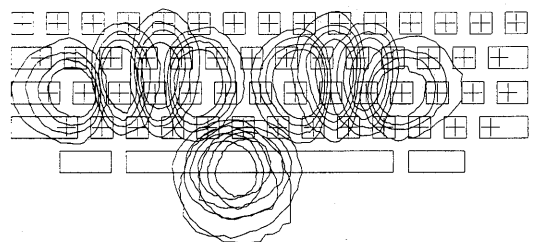


Fig.4 JISキーボード

トレースは内側から80%, 60%, 40%, 20%の人の届く範囲を示している。図からわかるように、JISキーボードでは、最上段、中央部の上下、右側にかなり無理があることがわかる。また、スペースバーの外側に変換キーなどを配置した場合がよくあるが、使いにくいことがわかる。新JISでは、右側が1列減っている点と、論理配置において主要な文字は上から2段目、3段目、4段目に配置しているので、実際にはJISに準じているものに比べ、いくらか改善されている。

TRONキーボードの場合は、かなり改善した配置となった。このような配置を取ることによりホームポジションからあまり手を動かさない状態でかなりのキーを打つ事が可能となった。このようにして定めた、**TRON**キーボードの概略寸法をFig.2、Fig.3に示す。

なお、この寸法は平均的な手の大きさの日本人用のものである。手の大きさには個人差があるので種類だけでは不足である。マン・マシン・インターフェースで重要な位置を占めるキーボードの寸法は、衣服や靴のように小さな手、大きな手用のサイズを別に規定する必要がある。この寸法については別途定める予定であり、複数のサイズのキーボードが実際に提供されること期待している。**TRON**ではキーボードとコンピュータ本体との接続インターフェースを規定しているので、自分用のキーボードを他の機械に接続することも可能となる。

(b) **TRON**アーゴノミクスキーボード

TRONアーゴノミクスキーボードは、特に疲労度を下げ、効率を向上させることを目的としているので、上記で述べたキーボードの平面的配置だけではなく立体的配置についても検討を行った。立体的配置については、従来から人間工学、労働医学の方面からも研究が行われており、いくつかの配置が提案されている。1960年頃からキーボードを扱う労働者のなかで肩や腕のだるくなる頸肩腕障害が報告されるようになってきた。この障害は一度なると治療法がないと言われており、今後キーボードを利用する機会が増加する一方キーボードの改善をしておかないと、ますます頸肩腕障害の患者を増やすことになる。障害の発生は、キーボード作業時間、ストレス、オフィス環境なども原因となるが、従来のキーボードは、無理な運動を強いる部分があり、無理な運動は障害発生を助長している。基本的な考え方は、自然な位置で、筋肉の一番力の出るところでキーを打つことができるようにすることである。このためには、キーボードを左右に分割し少し間をあげ、ハの字型にする。さらに手前側、左右方向に角度をつける。また、手首を支持するために手前側を延長し支持台とする。このような角度をどれくらいにするかについては、文献[10]に詳しい。このパラメータによって配置したものをFig.5に示す。

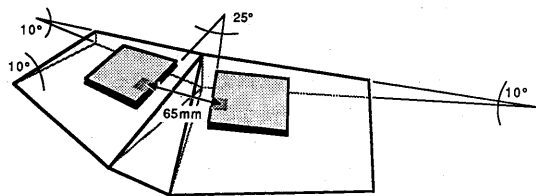


Fig.5 アーゴノミクスキーボードの立体的配置

4.2 論理配置

キーボードの論理配置とは、どのキーにどの文字を割り当てるかという意味であるが、この点に関してはキーボードに100年以上の歴史を持つ欧米でいくつかの研究、提案がなされている。有名なものにDvorak[11]のものがあり、IBMのタイプライタをはじめとしていくつかのタイプライタやコンピュータでこの配列が利用できるようになっている。しかしながら、タイプライタが発明された当初の配列をほとんど踏襲しているQWERTYと呼ばれる配列が、非効率であるにもかかわらず現在でも多用されている。これはQWERTYの配列のキーボードが広く普及してしまったため、良いとわかっていてもなかなか変更できないというのが現実のようである。日本の場合、仮名キーボードについては、JISで規定されたものがある。また、ワードプロセッサの普及とともに、富士通の提案しているOASYS配列も比較的利用されている。この他にもいくつかの新しい試みも行われている。一方JISの配列に対しては、QWERTYと同様、問題点の指摘がなされ、電子技術総合研究所の研究を元に新JISと呼ばれている配列が提案されている。[12]

TRONプロジェクトでは、仮名キーボードの論理配置についても独自に検討し、理想的な配列を検討した。

配列の検討の対象とした文字は仮名清音46文字、揚音9文字、句読点、長音記号、濁点、半濁点の合計60文字である。キーボードにはこれらの文字の他に記号、数字、機能キーが割り当てられる。キーボードの上の方から最上段、上段、中段、下段、最下段と呼ぶことにする。最下段は、機能キーとして使うことにすると、あと四段用意されている。このうち、左右の端の方と最上段は記号、数字、機能キーとして用いることにする。JISの配列では最上段にもかな文字を割り当てているが、Fig.4でもわかるように最上段は打ちにくい。TRONキーボードでは大分改善しているがやはり、上段、中段、下段に割り当てることになる。そのようにすると約30キーが割り当てられる。残りの30キーは、SHIFTキーを利用して割り当てることにする。前者をノーマルケースと呼び、後者をシフトケースと呼ぶ。

割り当てに際して、その方針を以下に示す。

- ①段の使用頻度は、中段、上段、下段の順とする。
- ②連続した二文字が左右交互に打てるようにする。
- ③同じ指を連続して使うことを少なくする。
- ④人差し指、中指の使用頻度を高くし、弱い薬指、小指の使用頻度を低くする。

この方針に従って割り当てるために、まず文字の使用頻度を調査することにした。使用したデータは、ビジネスマン向けの単行本、ビジネスレター、コンピュータのマニュアルで、仮名文字数にして約160万文字である。文字の出現頻度を高頻度順に並べると60文字中、最初の11文字で全体の頻度の50%となる。また、濁音記号の頻度が非常に高い。もう一つ重要なのは二文字連糸表である。二文字連糸とは、連続した二つの文字の組合せのことを言う。

濁点と半濁点の取り扱いについては、いくつかの選択がある。第一は、濁音文字、半濁音文字を一つの文字としてキーに割り当てる。第二は、JISキーボードのように、濁点キー、半濁点キーを独立にするもの。第三は、濁音、半濁音シフトキーを設け、シフトした状態で文字を打つと濁音あるいは半濁音とするもの。この例としてOASYSキーボードがある。第四は、文字キー自体にシフト機能を設けるもの。例えば、普通の強さで打つと清音となり、強く打つと濁音となるというようなものである。

第一の方法は文字が25文字増え、全部で85文字となり、キーの位置を習得するまでの時間が長くなる、キートップの刻印が混雑するなどの欠点があり、検討から除外した。また、第三の方法と、第四の方法はシフトの場所が異なるだけで論理的には同等なので、結局濁点キー方式と、シフトキー方式について検討した。

濁点の頻度は非常に高いが、半濁点の頻度はかなり低い。従って、シフトキー方式でも半濁点は独立のキーとしても効率上はほとんど変化はない。従って、いずれにするかは他の機能キーの要求により定めることにした。

配列は次のような手順によった。

- ①ノーマルケースとシフトケースの割り振り
出現頻度の高い順に30文字をノーマルケースに、残りをシフトケースに振り分ける。濁音シフトキー方式の場合は、これらの文字から濁点を除外して割りふる。
- ②ノーマルケースキーの左右の割り振り
仮名漢字変換キーを右手で押すことにする。変換キーは、文節の区切りの後に押す場合が多いため、文節区切りを含めた二文字連糸頻度表を用意した。これに基づき、文節区切りと連糸頻度の高い文字を左に割り当て、その文字と連糸頻度の高い文字を右に割り当てた。但し、反対側の連糸頻度よりも同じ側の連糸頻度の方が高いものについては保留し、他の候補を捜すようにしている。
- ③シフトケースの左右の割り振り
②で得られたノーマルケースキーに対して、シフト側の文字との連糸頻度を調べ、頻度の高い文字から逆側に割りふる。
- ④指、段の割り振り
それぞれの手について、同指連糸が少なく、指の利用度が入指し指から小指に向かって少なくなるように割りふる。
- ⑤濁音可能文字の割りふりの調整
(濁音シフト方式のみ)

一つのキーについて濁音になる文字が一つになるように調整する。また、出現頻度の少ない文字については目で見たとときの捜し易さも考慮して調整する。

以上のようにして、濁点キー方式と、シフトキー方式による二つの方式の配列を求めた。そして、後述するように評価を行ったところ、濁音キー方式よりも、濁点シフト方式の方がよい結果となったので、TRONキーボードとしてFig.6に示す濁点シフト方式による配列を提案することにした。

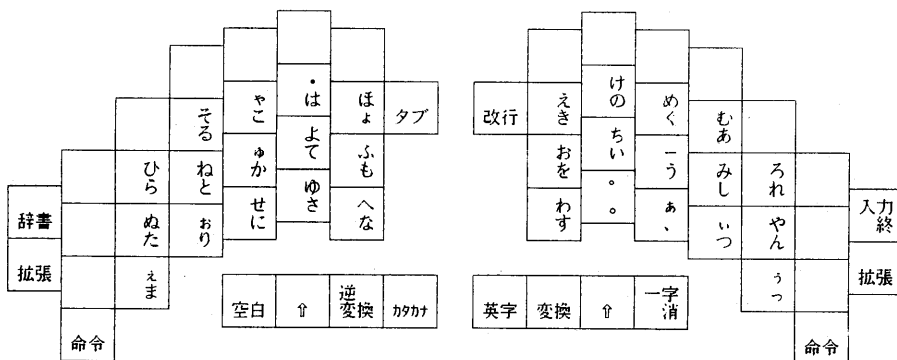
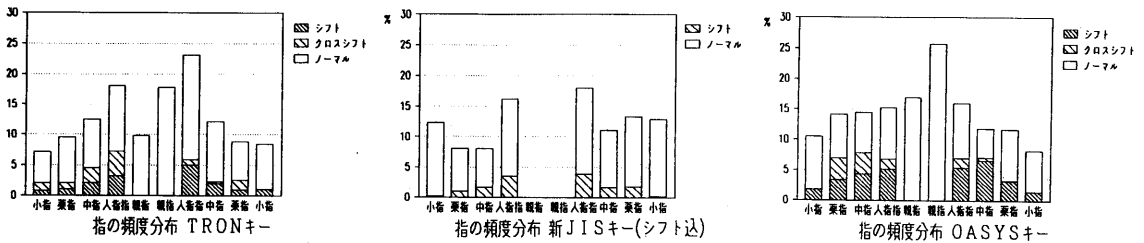
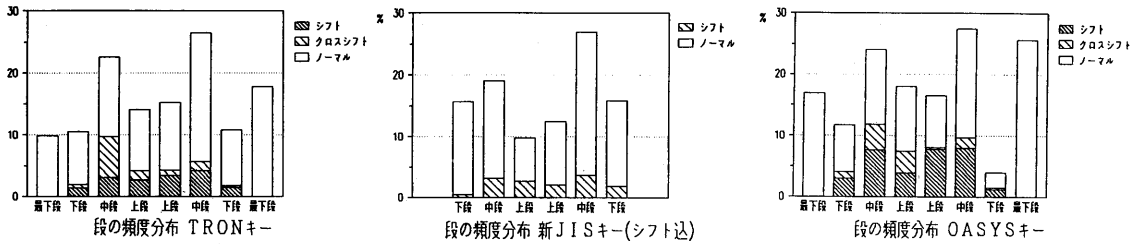


Fig.6 TRONキーボードの論理配置



(c) 評価

提案する**TRON**キーボード、新JISキーボード、OASYSキーボードに対して、評価を行った。**TRON**キーボードの濁点シフトは、親指を利用し、同じ側の親指を押した場合はシフトケース、反対側の親指を押した場合は濁点シフトとした。

・ 段の頻度分布

Fig. 7 はどの段がどのくらいの頻度で利用されているかを示すグラフである。TRONおよび、OASYSでは、中段、上段、下段の順となりよい結果となっているが、新JISは上段と下段が逆転しているところが問題である。この原因はシフトキーを小指に割り当てているためである。シフトキーの合計が下段に加算され、下段の利用頻度が高くなる。一方新JISではシフトケースを低く押さえている点は評価される。OASYSの場合は、方針として積極的にシフトケースを利用しているのでシフトケースの頻度が高くなっている。

・ 指の頻度分布

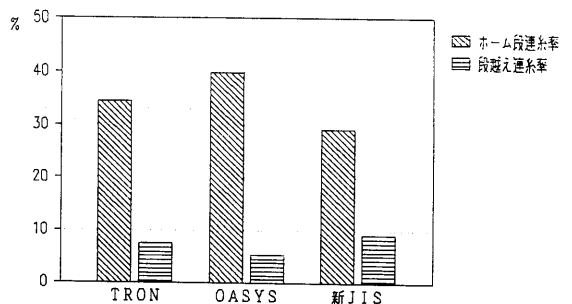
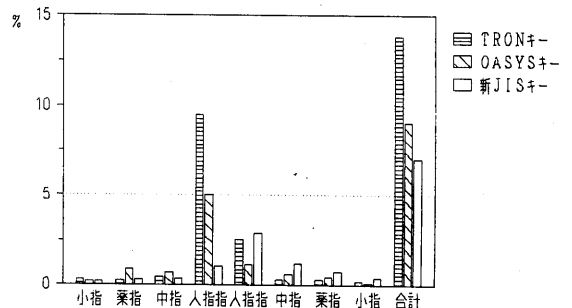
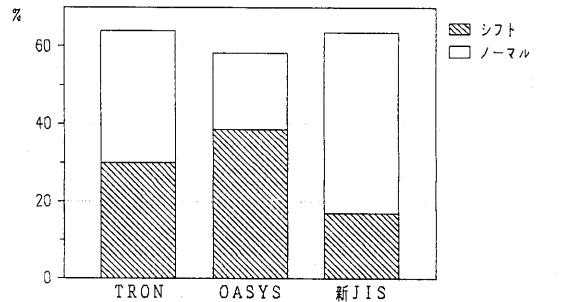
Fig. 8 は、どの指がどのくらいの頻度で利用されているかを示している。新JISはシフトキーを小指に割り当てているので、小指の利用頻度が高くなっている。また、濁点キーが右薬指にあり、中指より薬指の方が頻度が高くなるのが問題である。OASYSの場合は、重み付けの順序はよいが、比較的平均的に割り当てられている。**TRON**は人差し指から小指に向かって頻度が下がるようになっている。

・ 交互打鍵率

Fig. 9 は、左右の手がどのくらい交互に動くかを示している。TRONと新JISは同程度でノーマルケースの場合約65%である。OASYSは若干悪くなっている。

・ 同指連系率

Fig. 10 は、同じ指が連続して使われる率を示して



いる。新JISは、低く押さえよいため結果となっている。TRONは人差し指を除けば、新JISと同程度以下に押さえられている。TRONキーボードでは人差し指について、同指連糸率が高いが、人差し指の連続打鍵は他の指に比べれば、比較的打ち易くそれほど大きな問題にはならないであろう。

・段間遷移率

Fig.11 は、中段だけを連続して打つ割合と、上段と下段を遷移する割合を表わしている。前者をホーム段連糸率、後者を段越え連糸率と呼ぶ。ホーム段連糸率が高く、段越え連糸率が低い方がよい。この中ではOASYS、TRON、新JISの順でよい。

5. まとめ

総合的に見ると提案するTRONキーボードが一番優秀である。新JISは、シフトキーを小指に割り当てたのが評価を悪くしている原因である。OASYSの場合は、シフトが多いが、これは濁音シフトではなくシフトケースが多いことを示している。これは、同じ側の親指との同時打鍵が多いということである。この動作は手首を内側にひねる内転と呼ばれる動作であるが、キーボード面が平坦な場合は、内転角度が大きくなり頻度が高いと疲労につながる。この点TRONキーボードでは同じ側の親指との同時打鍵はOASYSより低くなっている上、アーゴノミクスキーボードでは、機械的配置のところで述べたようにキーボード面を左右方向に角度を付けているので内転角度は減少する。

以上見て来たようにTRONキーボードは、今までにない機械的配置、論理的配置の両方を検討して評価を行って求めたものである。機械的にはもちろん、論理配置についても性能のよいものを提案できた。

本論文では、特にキーボードについて詳しく述べてきたが、提案するTRONキーボードユニットおよび入力方法に関連するTRON作法により、BTRONワークステーションのマン・マシン・インターフェースは、疲労が少なく、効率のよい入力手段を提供することが可能となる。

参考文献

- [1] 坂村健 "BTRONにおける統一的操作モデルの提案", 情報処理, Vol.26, No.11 (1985)
- [2] 坂村健 "ITRONリアルタイムオペレーティングシステム—アーキテクチャと今後の展望—" 計算機アーキテクチャ研究会報告86-CA-61, Vol.86, No.19, 情報処理学会(1986)
- [3] 坂村健 "Making of TRON", bit 5-連載中(1986)

- [4] Hiraga, Y.; Ono, Y.; Yamada, H.. "An assignment of key-code for a Japanese character keyboard", Proc. 8th Intern. Conference on Computational Linguistics, p. 249-256 (1980)
- [5] 神田泰典 "コンピュータ 知的「道具」考", NHK ブックス478, 日本放送出版協会 (1985)
- [6] 中迫勝 など "Visual display terminals 作業者の高速姿勢とその人間工学的問題", 労働科学 Vol.58, No.4, p.203-212 (1982)
- [7] Yamada, H. "Certain problems associated with the design of input keyboards for Japanese writing", Ed. Cooper, W., Cognitive Aspects of Skilled Typewriting, pp.305-407, Springer-Verlag (1983)
- [8] 人間工学人体計測編集委員会編 "人体計測値図表 デザインのための資料", 日本出版サービス (1980)
- [9] Panero, J.; Zeinik, M. 著 清家清とデザインシステム訳 "インタリラスペース 人体計測によるアプローチ", オーム社 (1984)
- [10] 中迫勝 "キーボードの人間工学的設計", 人間工学誌 Vol.22, No.2 (1986)
- [11] Dvorak, A.; Ford, G.C. "Development and teaching result on the simplified typewriting keyboard", Eastern Commercial Teachers' Association Sixth Yearbook, p.64-74 (1933)
- [12] "日本語情報処理の標準化に関する調査研究報告書", 日本電子工業振興協会 60-C-512 (1985)