

## 第2章 基本仕様決定までの経過

開発キーボードの仕様を決定する前に、国内外のさまざまなアクセシビリティ指針やガイドラインを調査した。その中から、比較的新しく、ニーズを端的にまとめている「Nordic Guidelines for Computer Accessibility」の記述の一部、ならびに「情報機器と情報技術に関するアクセシビリティ・ガイドライン」を参考として巻末に記す。

### 第1節 種類、用途、対象コンピュータ

現在、実際の開発を行うにあたって、大型、小型それぞれの適切な大きさを設定することは、過去の適切な事例に乏しいため困難であった。したがってキーボードの大きさは、大型と小型それぞれ2種ずつとした。これは大きさと障害ごとの適用について未知な点が多いため、複数の大きさのキーボードを用意し、逆評価選択するためである。実際に製品化するのは、それぞれ1種類ずつとなると考えている。標準型の大きさのものが含まれているのは、試験評価において基本となるコントロール群のデータを収集するためである。

それぞれには、カバー状のキーガードが取り付けられるようになっていて、これについてもさまざまな大きさのものが用意される。

さらに、テストは同時に数カ所で行う必要があったため、複数台用意することになった。今回は、それぞれ3組ずつ試作することになった。

JISキー配列を基本としたものとする。対象機種は、IBMのコンピュータならびにそれと同等の機能をもつコンピュータ(DOS/V)とした。これは、世界規模で見れば圧倒的に大きい市場をもっているうえ、今後わが国でもビジネスユースを中心に、そのシェアが高まることが予測されるためである。また、国内では依然大きなシェアのある、NECのPC-9800シリーズに対応することとした。

### 第2節 本体の形状

#### (1) 傾斜角

キーボードを傾けて使用する必要があることから、可変な傾斜台、あるいは機構をつけることにした。段階は、固定のしやすさ、テスト時の使用状況の正確な把握といった点から、一般にはできるだけ段階が多いほうがよいとされるが、実際の製品では細かく段階を変える必要は少ない。

とくに大型でキーボードは、立てて足で操作する必要がある点を考慮して、20~30°程度の角度では少なすぎて問題がある。アタッチメント取り付け型にし、これを簡単にネジ止めするものとし、0°、15°、30°、45°、60°で使用できる。

## (2) キー配列

現在最も多い JIS 配列のほかに、あいうえお配列（縦にあいうえお、横にあいうえおの 2 種あり）、などが考えられた。しかし、これらの設定はハードウェアの完成後に変更することができること、現在の時点では肢体不自由者に入力しやすい配列形態が不明なことから、第一次試作では JIS 配列のみとした。

ただし、テンキーは不要とした。具体的には配列は、IBM のデスクトップ型 PS シリーズ (DOS/V) のものとする。基本配列は、これを単に相似形に拡大、縮小したものとし、今回は大きさによって特殊な配列を設けない。

また、SPACE キー、RETURN キーについては、下記のような議論があった。

### ■SPACE キーの扱い

- ・現キーの左右に同キーを付けて、3 つにしてはどうか。
- ・漢字カナ変換では、このキーの利用頻度が高いものもある。
- ・普通のキーで space が大きいのは、両手を使ってブラインドタッチという前提で、使い勝手の面からである。しかし、そのような使い方を前提としないのなら複数個もなくともよいのではないか。
- ・同一機能のキーの数が多いということは、それだけ他キーの押下時に間違っって押される可能性が高くなる。
- ・3 つ分の穴をスペースキーとし、一つひとつは独立させる。
- ・3 つ分の穴のスペースをまとめて 1 つとして、大きなバーとする。

### まとめ

現行のまま、一つにする。

これらは、他のキーと区別が付きやすいように、色を変える。

### ■RETURN キーの扱い

- ・どのようなアプリケーションを使用しているか、またどのような作業場面を想定しても、よく使うキーである。
- ・したがって、複数あるとよい。
- ・現キーの回り。たとえば、現キーの上の空き部分がよいのではないか。
- ・左側の、たとえばキーボードの左側部分 CapsLocks の下あたりなど。同じようなところに二つあるよりはよい。
- ・このキーはたしかによく使うが、しかし間違っって押すと他のキーよりも取り返しのつかない結果となることが多い。

・また、現 RETURN キーの上の空き部分では DELETE キーが近い。このキーも比較的使用頻度が高く、近いと間違えて押す確率は高くなるだろう。

まとめ

現行のまま、一つにする。

また、ENTER キーについても、他のキーと区別がつきやすいように、色を変えることにした。

□方向キーの扱い

- ・方向キーは、基本的には十文字に配列されることが望ましい。
- ・八方向キーがよく使われており、
- ・今回のレイアウトではこれが可能である。
- ・各方向キー真ん中については、ENTER を入れるとよいかもしれないが、誤って押すこともあるため、今回は見送る。
- ・これでマウスを動かすというニーズもでてこよう。

まとめ

現行のまま、←↑→の3つをキーグリッド一つ分上に上げて、十文字に配列する。

これ以外に、キーボード上のなにもキーが割り当てられていない部分については、空きスペース内の基板にパタンをきっておいて、後から追補できるように対応しておくことにした。

□全体形状

ある委員の所属している施設では、これまで特注していたキーボードカバーは、とくに脳性まひ者の場合、その手前にアームレストとなる「つば」様のものを取り付けているということであった。そこで今回のキーにおいても手前側と左右に平面のあきスペースを付けることとした。

その方法については、以下のような方法が考えられた。

キーボード本体上に、ネジ止めなど何らかの方法でつばを取り付けられる機構とする。

シート部（キーガード）の面を、左右と手前側に広くしたものを、別につくる。ただし、広くした分はキーボード本体からはみ出るので、何らかの支えが必要。

はじめから、本体の左右と手前側が広いものをつくる。

まとめ

キー端から、キーボードのつば様のクリアランスの大きさは、左右に5センチ、手前に7センチとする。対象機種は、特大、大、標準の3種についてである。いずれもそのクリアランスの寸法は共通であ

る。

小、特小については、これを手で持ちながら、あるいはスティック様のものを利用した入力と考えられるため、こうしたつばは付けないことにする。厚みも、できるだけ薄く軽量化するよう考慮することにした。

### (3) キーの大きさと間隔

検討の基本となる案を表3のように示した。そして(1)～(5)のキーボードそれぞれのキーピッチの大きさを検討した。

表3 キーピッチ(キー間隔)の組み合わせ

単位 mm

	案1	案2	案3
(1) 大型キーボード (特大)	25	30	30
(2) 大型キーボード (大)	21	25	21(または25)
(3) 標準キーボード	19	21	19
(4) 小型キーボード (小)	17	17	17
(5) 小型キーボード (特小)	15	15	15

上の表を作成するにあたり、次のようなことが考慮された。

・特大型を、現存のもので最も大きい30とするか、これでは大きすぎると解釈し、最大でも25程とするか。

・標準を、現存のキーボードに合わせて19とするか、あるいは推奨されている **Nordic Guidelines**

**for Computer Accessibility** (資料参照)による21とするか。

・特小型は、人差し指で他のキーを押してしまわない最小ピッチ15とするか、棒状デバイスの使用を前提として10～12程度まで小さいものとするか。

・大型(大型キーボード)は特大と標準の中間、また小型は特小と標準の中間とした。

これらの結果によって(2)と(4)はその中間値あたりに決定する。

それをもとに各委員から出された案は、表4のとおりであった。

表4 キーピッチ(キー間隔)の組み合わせ

単位 mm

	委員1の案	委員2の案	委員3の案
(1) 大型キーボード (特大)	28	30	30

(2) 大型キーボード (大)	22	21	25
(3) 標準キーボード	19	19	21
(4) 小型キーボード (小)	16	15	12
(5) 小型キーボード (特小)	10	10	10

#### 【各委員の考え方】

委員1案は、標準を現存の19mmとし、それぞれ対数的に変化する系列とする。すなわち、上の方は標準より+3mmとその二乗の+9mm、下も-3mmとその二乗の-9mmとなる。

委員2案は、下記のようにそれぞれのキーボードに対象となる利用者を想定し、それに最も適切と思われる値を設定根拠としたものである。

大型 (特大) - 足の使用を前提とした

大型 (大) - アクセシビリティ指針を尊重した

小型 (小) - 脳血管障害者の片手操作、頸損の自助具の使用を前提

小型 (特小) - マウススティックの使用を前提

委員3案は、同様にキーボードごとに対象となる利用者を想定しているが、別の考え方によっている。

大型 (特大) - 足の使用を前提としたときに25では、はみ出るのではないかと、30くらいが適当か

標準キーボード - 他との比較という製作目的はあるものの、19は市販され一般化されているので指針の21を標準に考えてみてはどうか

小型 (小)、小型 (特小)については、対象者についてつぎのようなニーズがある。どのあたりを想定するのかによってかわる。

筋ジストロフィー症の場合

17, 15 - 一般的にニーズが高い

12, 10 - より重度になったときにニーズが高い

17や15が使える者であれば、標準がなんとか使えるようである。しかし、進行するとこれらは使えなくなり、現状では対象商品がないので12と10が必要ではないか。

標準は、市場にあるものそのままの大きさでは意味がないという考えもあるが、実際に製品化するか否かは別として評価の際の比較の基準となることから、19とする。

小型キーボード (特小)は、すべての委員が10としていることから、これに決定する。

それ以外では委員1の提案するように、人間の感覚は刺激に対する人間工学の原則も重要かと思われる。たとえば音や光を例にあげれば、人間の感覚でA倍となったと感じるのは、Aの二乗倍のエネルギーが加えられたときということが基本原則としてある。これによれば、キーボードでは標準よりかなり

大きく（小さく）なると、数 mm 程度の違いは違いとして人間は認識しにくいということになる。したがって、この案は理論的に説明しやすいと思われる。

そこで決定において問題なのは、小型においては委員 3 の考えが実際の製品には反映されるべきと思われる。しかし、他障害や筋ジストロフィー症でも適応についての可否を評価という意味では、中間的な大きさを選択される方がよいかと思えられた。よって、理論的に説明のつきやすい委員 1 の案により 16 と 10 とした。

大型の方では同様に、足指の使用が前提となると 28 より 30 のほうが、明らかに使いよいように思われる。しかし、これでは委員 1 の案の原則が崩れてしまう。この原則は崩したくないものの、これだけは例外として、足の利用を考慮して 30 とすることで同意した。その結果、上記の案と同様に、表 5 のように決定された。

表 5. キーピッチ

単位 mm

	キーピッチ
(1) 大型キーボード (特大)	30
(2) 大型キーボード (大)	22
(3) 標準キーボード	19
(4) 小型キーボード (小)	16
(5) 小型キーボード (特小)	10

上記の表に示した以外に、大型キーボード（特大）にクリック感があるキースイッチのものを 1 台追加し、作成総数は、5 種×3 組+1 台=16 台となった。

なお、本キーボードを縦型、もしくは下側に向けて使用するユーザーを想定しそのためのアームスタンドや固定具にキーボード背面に 4 カ所ネジ穴（メス）を用意することとした。

#### キーの形状

市販のキーボードには、指になじみやすいようにわずかに表面がくぼんだキートップが使われている。また、その形状もキーによって少しずつ変えるなど、細かい配慮がなされている。

委員からは、キーシートがあれば問題ないが、小型キーボードでスティック等で使う場合には、くぼみが必要となることが指摘された。しかし、今回試作するものは、利用者がそうした形状を必要としているかについてはきわめてあいまいであり、現時点でその形状を決定することは困難であった。したがって、第一次試作品は表面に凹凸がないフラット型のキートップとし、利用者の声を聞くことにした。

また、キートップ部の深さや穴の大きさの調節は、後述のキーシートなどによって行うことができる

ようにする。そのため、厚みをもったプラスチック板を複数種用意する。これはまた、キーガードの役割をも果たす。

キートップの平面形状は、当初モデルとなるコンピュータのキートップの形状が正方形であったため、それに従うことにした。しかし、その後加工コストからみると、円形としたほうが圧倒的に有利なこと、さらに丸形のほうが、指の進入方向に影響されないなどといった点が指摘された。

そこで、再度検討したところ、とくに後者の点については、利用者によって指の進入方向が各キーによってまちまちであること、仮に斜め 45° 方向からの進入においては、指が四方の凹に引っかかるといった事態も予想された。そこでキートップの平面形状は、丸形とした。

#### 決定事項

原則として断面はフラット型、平面形状は丸型のキートップとする。

#### (4) 穴の形状

円形のほかに長方形または正方形が考えられるが、キートップの選択においてと同様に、指等を差し入れる方向が定まらないことから長方形のように使いやすさが方向性に依存しない円形を採用した。

ただし委員の討議では、キートップが正方形のものに対しては円形でよいが、スペースキーのように、本来のキーボードが横長のものはそれに合わせたほうがよいという考えもあった。この根拠の一つとして、一部に形状の異なった穴があると無視覚操作時の位置確認となる。できれば、円形だけのものと一部に形状の異なるものを作成して、意見を聞くことは興味深いということであった。

したがって、スペースキーについては両端が丸みを帯びた横長の形状を採用することにした。

なお、一部に形状の異なるものを作成することについては、ホームポジションの「F」、「J」を正方形、もしくは菱形、膨らみのある菱形などとするのが考えられた。しかし、これに関して、すべてのキーに同条件でアクセスできるようにしたほうがよいという意見もあった。それによると、今回のユーザーは「無視覚でない」操作が前提となる。よって、キートップの色を変えるか、手がかりが必要ならキートップの中心か手前に小さな突起物を設けることなどが提案された。仮に、穴の形状で示すのであれば、丸形とあまり形が異なるものにするほうがよいということになった。その後、生産コスト、指の進入位置にかかわらず使用できるという原則を崩さない方針で検討した。

その結果、委員の提言をもとに「F」、「J」キーについては、丸の一部を欠いた形状とした。

#### 決定事項

円形とする。ただし、スペースバーほか横長のキーは、この限りではない。

なお、ホームポジションの「F」、「J」を上記のような異なった形状とする

□キーボード上の文字について（視覚障害者等への対応）

本委員会において視覚障害専門部会の委員より、もし多くの種類の障害者に対応させるのなら、キートップ上の文字の見やすさに配慮するほうがよいという指摘があった。これを具体化するために、

- ①視覚障害を伴う者への配慮として、文字の大きさや色彩、背後とのコントラストなどにも注意をする
- ②それ以外にも、障害によって使用姿勢が制約され、キーボードの使用位置が斜めからという者もいる。こうした者にとっては、斜め位置からもキー上の文字が隠れないという配慮が必要。

この2点の実現性について検討した結果、キーカバーを付けると引っ込んだ位置にキートップがくることになること、キーカバー上は、文字を入れるスペースはないことが問題点としてあげられた。一方で、すべてのキートップ上の文字を認識できなくても、ブラインドタッチ時の例のようにJとFなど、一部についてわかればある程度対応できる。したがって、一部のキーの間隔を変えるという方法なども示唆された。

しかし、これらについてもキーボード開発においては未知な部分であり、視覚障害をもつ者がこのキーを利用したときにどのような不便があるかについては、そのニーズと具体的な解決策を十分に把握するに至っていない。したがって、初年度はこれについては問題点として認識するにとどめて、フィールドテストなどを通して情報収集し、次年度の第二次試作にこれを反映することにした。

（5）キートップの間隔

標準型より大きいものはすべて2mm。小型キーボードは、1.0～1.5mmとしてバランスをとるという考えがある。一方で、標準型のキーピッチ19mmの2mmというキーピッチに比例させるという意見もあった。

さらに、特小については、経験的に全体をはがき大に納めるのがよいこと、とくに横幅は重要で、JIS配列によって横幅増加があっては意味がなくなると、全体の大きさからキーピッチ等の大きさを示唆するものがあった。このことについては、キートップの間隔を1mm増やしたことによって、キーボード操作が容易になるというより、サイズが大きくなることによるデメリットが大きいと考える意見があり、キートップの間隔は、標準型より大きいものはすべて2mm。小型キーボードは、1.5mm以下がよいという考えにまとまった。

ほかに、キートップ間隔が可変のモジュールとする案があったが、それについてはその効用を認めるものの、今回は見送ることとした。

これらの意見をふまえ、表6のように2つのキー間隔にまとめた。

表6-1 キーピッチとキートップの間隔（案） 単位 mm

キーピッチ	キートップの間隔（すきま）	
	案1	案2



30	2.0	3.0
21	2.0	2.0
19	2.0	2.0 (IBM現行標準とする)
15	2.0	1.5
10	2.0	1.0

【考え方】

案1 すべてを同じ間隔とする。2.0mmとしたのは、IBM現行標準からとったものである。

案2 IBM現行標準2.0mmを基準として、おおむねキーピッチに比例させる。

ただし、キーピッチ19の時2mmというキーピッチに比例させる案2については、この考えをとると特大では3.0mmとなる。これについては、どちらにしても後述のキーシート（キーガード）によって実質的なキー間隔は変えられること、その際キーシートでは設定したキー間隔より狭くはできないので、案1を取り入れることにした。

決定事項

表6-2 キーピッチとキー間隔の組み合わせ（事務局案） 単位 mm

	キーピッチ (再掲)	キー間隔
(1) 大型キーボード (特大)	30	2.0
(2) 大型キーボード (大)	22	2.0
(3) 標準キーボード	19	2.0
(4) 小型キーボード (小)	16	1.5
(5) 小型キーボード (特小)	10	1.5

(6) キー材質、表面仕上げ

当初、大型のもの 一手や足の指のみ使用

小型のもの 一手指の他、棒状デバイス等の使用

ということから標準型以外のものは、若干摩擦係数が高いざらざらした感じのほうがよいかと考えられた。

また、委員から見やすさについても考慮する必要があるという意見があり、JISで規定している下記の条件を加えることにした。

表面拡散反射率 15～75%

表面処理 光沢度45%以下(60°入射角)

この理由として、小型のものはスティック状のものを使用するときは、当然滑らないほうがよい。また、直接指で操作する場面を考えても、横滑りして他のキーに接触する可能性が大型のものより多いことから、両者とも摩擦係数が高いものとした。

大型では摩擦があるほうが使いやすいのか、むしろ滑ったほうがよいのか検討事項となったが、結論にはいたらなかった。ある委員は、大型のものでもスティック状のものでポインティングする可能性があることを指摘したので、すべてに摩擦が高いものを設定するとの考えも一時あった。しかし、とくに大型の場合、摩擦係数が高いと指で押したときにキーの端のほうで「つまづき現象」が起こり、結果として下部のキーを一緒に押してしまうことが考えられた。また、ポインティングデバイス使用時は、デバイス側で摩擦を高くするものを取り付けることで対応できると考えた。標準型では、早く打つことができるようになったときに、摩擦の高さが妨げになることが危惧された。

## 決定事項

表7 キートップの摩擦

	事務局案
(1) 大型キーボード (特大)	現行標準キーボードにある程度の摩擦
(2) 大型キーボード (大)	現行標準キーボードにある程度の摩擦
(3) 標準キーボード	現行標準キーボードにある程度の摩擦
(4) 小型キーボード (小)	現行標準キーボードより摩擦係数高いもの
(5) 小型キーボード (特小)	現行標準キーボードより摩擦係数高いもの

上記以外については、JIS X6041にある下記の事項を満たすものとする

表面拡散反射率 15～75%

表面処理 光沢度 45%以下 (60° 入射角)

仕様書の条件は、できるだけこれを満たすものとするという柔軟な解釈とした。

## 第3節 モードの状態を表すLEDの取り付けについて (カナ/英数字、CAPS など)

### (1) 表示位置

機械的にロックされるトグルキーは使用しない。そのため、各キーには状態の表示をLEDで行う。トグルキーに関することでは、LED等の表示位置について下記のような設計条件とした。

#### ・標準型以上の大きさのもの

できるだけ当該キーの近くであること

キーへの埋め込みも可能ということで、キートップに埋め込む。なお、キーへの埋め込みは、キーの真下には構造上取り付けられないため、キートップの中心よりやや左上とする。キートップ表面は、樹

脂等を詰めて、できるだけ平らにしておく。

強い力で押下して、指をけがしないように考慮する。

スティック様のもので強く押されることもあるので、機械的耐性を考慮する。

・小型以下の大きさのもの

常にキー全体が視野に入りやすいことから、上の要件は必ずしも満たす必要はない。一カ所にまとめて配列してもよい。

小、特小については、キーボード本体の左上に集中する。

したがって、次のものについて状態を表すLEDを付ける。

全角／半角

ALT

CAPSLOCK

CTRL

SHIFT

カタカナ／ひらがな

SCROLL LOCK

小、特小キーについては、左上に取り付ける。

ただし、取り付け順については、次のような観点から変更する。

キーを機能で分けると

テンポラリなもの —

ALT

CTRL

SHIFT

オルタネイトなもの —

カタカナ／ひらがな

SCROLL LOCK

全角／半角

CAPSLOCK

よって、状態の表示がより重要と考えられるテンポラリな3種のキーのLEDを重要表示とし、左側へ赤で表示することにした。他のLEDは、別の色(緑等)とする。

## 第4節 機械的特性

### (1) キー・タッチ (すべて機械的要素)

これらについては、JISに試験法がある(X 6004)。ただし、推奨値のようなものについては記載はない。

基本的な考え方については、キー・タッチに関するパラメータは数多くある。また厳密には、標準的なキー押下特性曲線を決定する要素だけでも数多くある。これらについては、以下に示す。図では、クリック感付きのもの、付いていないものの2種類について説明してある。

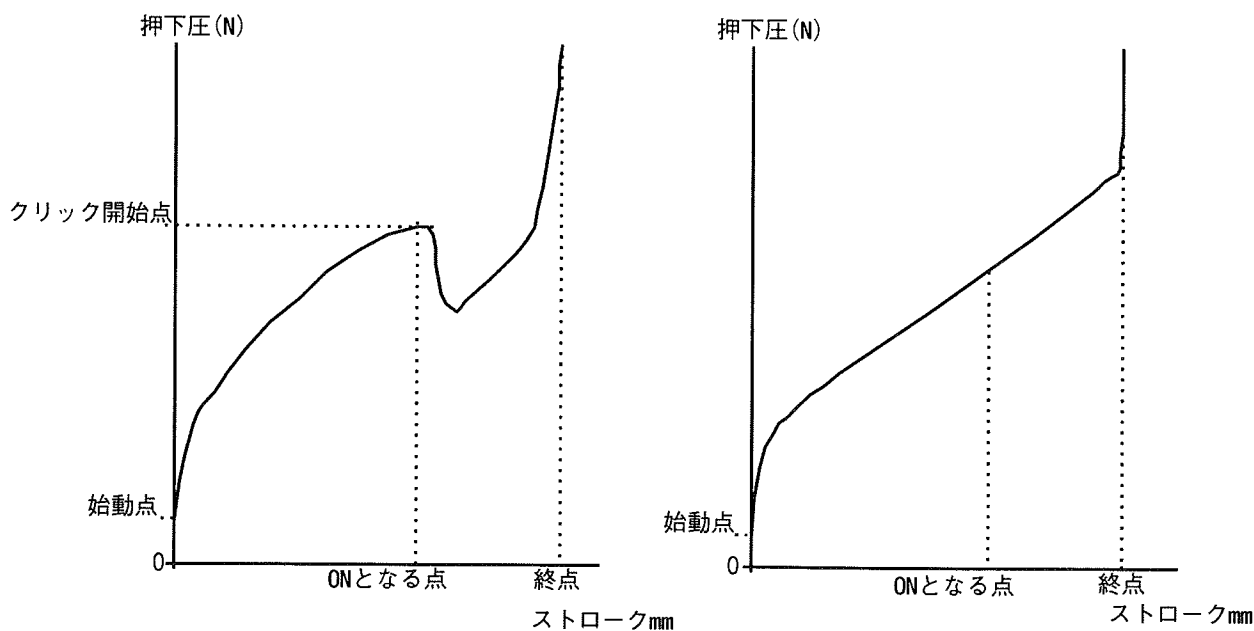
そこで、この図に似た特性を持つ標準的なキーを基本として(ここでいう「標準的」とは、相対的に標準という意味である)。つぎのような特性をもつキーの組み合わせから選ぶことにした。

### キーパラメータ

クリック感に関するもの

押下ストローク (電氣的にキー入力有効となるストローク)

押下圧 (キー押下開始荷重) などキースイッチのパラメータ調整



キー押下特性曲線  
(クリック付き)

キー押下特性曲線  
(クリックなし)

標準的なキー押下特性曲線  
(JISより一部改変)

ストローク軸（横軸）の変化によるもの

1. 標準（図5-1）

標準的なものを<ストローク標準>とする。

2. 冗長型（図5-2）

標準的なものからストローク軸（横軸）だけをのばしたものを<ストローク冗長型>とする。標準と比較して、キーストロークが長くなり、各機能を開始する位置がなかなか現れてこない。端的に言えば、間延びした反応。

3. 即答型（図6-3）

標準的なものからストローク軸（横軸）だけを縮めたものを<ストローク即答型>とする。標準と比較して、キーストロークが短くなり、各機能を開始する位置がすぐに現れる。端的に言えば、きびきびとした反応。

押下圧（縦軸）の変化によるもの

1. 標準（図7-1）

標準的なものを<押下圧標準>とする。

2. 強圧型（図7-2）

標準的なものから押下圧軸（縦軸）だけをのばしたものを<押下圧強圧型>とする。標準と比較して、同じ力では少ししかキーが沈み込まないため、キーを押す力が多く必要。端的に言えば、少しさわったくらいでは反応しないもの。

3. 弱圧型（図7-3）

標準的なものから押下圧軸（縦軸）だけを縮めたものを<押下圧弱圧型>とする。標準と比較して、少ない力でキーが沈み込むため、キーを押す力が不要としない。端的に言えば、少しの力でさわっても反応するもの。

以上の5つ（標準はどちらにも共通なため、6-1決定事項5）の組み合わせが、クリック付きとクリックなしの2種類で考えられるため、あわせて10種類が考えられた。さらに、強圧型と冗長型の組み合わせ、弱圧型と冗長型の組み合わせ等すべてを組み合わせると9つになる（3×3）。これらがクリック付きとクリックなしの2種類があるため、あわせて18種類が考えられた。

また、標準型とそれぞれの型の間において中間的なものを設定し、たとえば「冗長型の傾向があるもの」、「冗長型の傾向が強いもの」などを入れると下表のように種類が多くなる。

表8 キータッチの組み合わせ

押下圧軸の伸縮による変化	ストローク軸の伸縮による変化
強圧型 (強圧の傾向強い)	冗長型 (冗長の傾向強い)
強圧型 (強圧の傾向ある)	冗長型 (冗長の傾向ある)
標準	標準
弱圧型 (弱圧の傾向ある)	即答型 (即答の傾向ある)
弱圧型 (弱圧の傾向強い)	即答型 (即答の傾向強い)

すなわち、以上の10の組み合わせが、クリック付きとクリックなしの2種類で考えられるため、これだけで、合わせて20種類が考えられる。また、強圧型と冗長型の組み合わせについては、非常に多くの組み合わせ数になるため、ある程度仕様をしばり込む必要があった。

各委員の意見をまとめると、大型の場合ストロークとある程度の操作力があれば、クリック感はないほうがよいのではないかと、そして小型の場合ストロークはあまりなく操作力は小さめだが、クリック感があったほうがよいというものであった。

そして、障害者にとって最も使用しやすいと思われる組み合わせと、操作性が悪いと考えられる組み合わせ、そして標準的と考えられる組み合わせの3種をつくってみて、ほんとうにこうした要素が使い勝手に影響が大なのかを確かめることとし、次のような組み合わせが提言された。

最も使用しやすいと思われる組み合わせ — 即答、弱圧、クリック付き

最も使用しにくいと思われる組み合わせ — 冗長、強圧、クリックなし

これは相反する極端な組み合わせで、各疾患群のパラメータ評価が可能になると考えたからである。

一方、ストロークについては使用状態によってある程度想像がつくが、押下圧による使いやすさへの影響、長時間使用の影響は未知であり、まず状況把握の方法の検討の必要が指摘された。しかし、短時間での試験程度では押下圧の違いはあまり出ず、押下する力の弱い者の使用やスティック等の使用が考えられる小型タイプ以外は、すべて標準的な押下圧でよいのではないかと、またそうしないとストロークの評価ができなくなるという考えにまとまっていった。

それにより、次のような組み合わせが提言された。

表9 押下圧とストロークの組み合わせ

	押下圧	ストローク	想定される使用方法
(1) 大型キーボード (特大)	標準	冗長	手・指、足
(2) 大型キーボード (大)	標準	標準	指
(3) 標準キーボード	標準	標準	指
(4) 小型キーボード (小)	弱圧	即答	指、自助具
(5) 小型キーボード (特小)	弱圧	即答	マウススティック等

このままでは試作するキーボードの種類（現在は5種）が増えることから、現実的には無理と考えた。そして、組み合わせについて、次のような基本的な考えによってまとめることにした。まず、試作機はもっともよいと考えられる組み合わせで作るということである。これには各委員の意見を取り入れ、表9のようにする。なお、小型キーボードの押下圧は、スティック操作や筋ジストロフィー症などのように、コントロール機能は良いが、押下力が弱い利用者のことを考えて弱圧にした。

その他の組み合わせによる評価キーボードについては、意見にあったようにテンキー様のものを多種作ることを候補に入れて検討したが、次の理由により今回はこれを見送ることにした。

なお、キーボード関係のJISを詳細に調べたところ、下記のように機械的特性に関する記述がある。これを見ると、許容値にかなり幅があるように思われた。よって「押下圧やストロークの数値決定においては、これを参考とすること」という程度にとどめた。

JIS X6041 よりキーボードの特性要求に関する事項の抜粋

キー押下圧	0.25～1.5N (スイッチオン位置)
キーストローク	0.8～4.8mm (スイッチオン位置)

決定事項

表10のように、標準以外は下記の傾向をもつ機械的特性をもつものとする

表10 キーボードの種類と押下圧とストローク等の型の関係

	押下圧	ストローク	クリック
(1) 大型キーボード (特大)	標準	冗長	なし
(2) 大型キーボード (大)	標準	標準	なし
(3) 標準キーボード	標準	標準	あり
(4) 小型キーボード (小)	弱圧	即答	あり
(5) 小型キーボード (特小)	弱圧	即答	あり

その他の組み合わせによる評価キーボードについては、今回は試作しない

キー押下圧 0.25~1.5N (スイッチオン位置)

キーストローク 0.8~4.8mm (スイッチオン位置)

(2) その他 ケーブルを出す位置

長さは標準品とした。これは延長が必要な際は、市販の延長ケーブルを使用すればよいためである。

・標準、小、特小

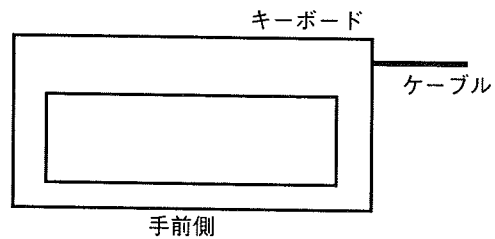
キーボード奥側右

理由：現行IBMのキーに準じている。机上で使用したり、手に持って使用したときにじゃまにならない。立てて使用したときに問題があるが、キー自体が小さいので大きな欠点とはならないであろう。

・大、特大

キーボード手前側右

理由：立てて使用したときに問題が少ない。



第5節 キーシート

(1) 穴の大きさ

キーボード部の穴の大きさ、深さ調節のため、さまざまな穴の大きさや深さをもつ板を複数種用意することにした。

そこで、特大型から特小型まで5種のキーボード、それぞれどの程度の穴の直径としたらよいかが検討された。また、1種類のキーボードで複数のシートをもつことによって複数種の穴の直径をもつことも考えられた。そこで表11のように、キーボードごとに、そうした組み合わせを示した。

表11 キーピッチとキーシート穴の大きさ

キーピッチ	考えられる穴の大きさ (直径) mm (案)
30	28 25 21 19
21	19 17 15 13
19	17 15 13 10
15	13 10 8 6 4
10	8 6 4



結局、キーガードの穴の直径については、各委員の意見をまとめ、表 11 とした。

まず、大型についてそれぞれキーピッチの-2mm としたのは共通している。

標準では、多い意見では 17.0 となるが、富士通のキーガードの例を見ると 17 では指を入れるのは少々困難という感が大きく、0.5mm 大きくした。

小型についても、-1.5、-1.0 としたが、小さな穴のほうがスティックの使い勝手がよいと予想されることから、意見の中にあるように 6mm 穴のものが特小に付くようにし、合計 6 種作ることが提言された。

## 決定事項

表 12 キーピッチとそれに使用するキーガードの直径 単位 mm

	キーピッチ (再掲)	キーガード穴径
(1) 大型キーボード (特大)	30	28.0 (-2.0)
(2) 大型キーボード (大)	22	20.0 (-2.0)
(3) 標準キーボード	19	17.5 (-1.5)
(4) 小型キーボード (小)	16	14.5 (-1.5)
(5) 小型キーボード (特小)	10	9.0 (-1.5)
	10	6.0 (-4.0)

カッコ内は、キーピッチとの直径の差

### (2) キートップ部の深さ

当初、調節は厚みをもった板を複数種用意する（キーガードの役割を果たす）ことにしていた。しかし委員会では、それぞれ専用の一枚をもつほうが扱いやすく、コストもあまり変わらないことから、このように変更した。

各委員からは、次のような意見がでた。まず、キーガードの板の厚さより、板の下よりキートップまでの距離（アキ）のほうが操作性に影響が大きいと思われるという考えである。これは、板の厚み自体は脳性まひ、筋ジストロフィー症ともに変わりはないのではないかということである。これを一定にして、板の下よりキートップまでの距離（アキ）を次のように変えてみてはどうかというものである。

キーガードの深さ（厚み）について、各委員の意見をまとめた結果、①板の上からキートップまでの距離 ②板の下からキートップまでの距離の二つに分け、表 13 のように整理した。

表 13 キーピッチと使用するキーガードの厚みと板の下からキートップまでの距離 単位 mm

	キーピッチ (再掲)	厚み (案)	下距離 (案)
(1) 大型キーボード (特大)	30	2.0	4.0 & 2.0
	30	1.0	0.0
(2) 大型キーボード (大)	22	1.5	4.0 & 2.0
	22	1.0	0.0
(3) 標準キーボード	19	1.5	4.0 & 2.0
	19	1.0	0.0
(4) 小型キーボード (小)	16	1.0	2.0 & 0.0
(5) 小型キーボード (特小)	10	1.0	2.0 & 0.0

これをまとめると、「変形防止の効果を期待し、強度を確保したものであれば薄いほうがよい」という考えと、「板の下よりキートップまでの距離（アキ）が重要」という考え方を合わせて、これを基本となる前提として決定した。

この距離についてある委員は、アクリル板の下面からキートップ表面までの距離は、実質ないほうがよいと提言した。その理由として、空きがあるほうがよいという積極的な理由が明確でないこと、通常のキーガードの場合は空きなしで作ることは難しいが、今回のような設計では空きがないほうがむしろつくりやすいうえ、機械的強度も安定するためである。

これについては、別の委員から脳性まひ者の利用を前提として次のように補足があった。それによると、アクリル板の下面からキートップ表面までの距離が少なければ指の進入角度が浅くても深くても使用可能。ただし、キーガードを手の支点として押す際には使用しにくい。そして、アクリル板の下面からキートップ表面までの距離が大きければ指の進入角度が浅いと使用できない。手をキーガードを支点として押す際には、指先が深く入る分使用しやすい。よって、この距離についても数種あったほうがよいと考えられた。

さらに特殊な板で強度が強く、たわみが出現しなければ、厚み、下距離とも本案で良い。ただし、一般のアクリル板では 1mm、2mm 程度の厚さではたわみが出現すること、とくに大型キーボードで足における使用時、強い力で押した際には影響があることがわかった。キーピッチ 30mm の際の厚み 1.0mm、下距離 0mm ではたわみによる誤作動が出現する。

加えて、アクリル板の下からキートップまでの距離について、隣り合わせているキートップとの間に仕切り板状のものがないと、たわみによる影響を考慮しなければならないと考えられた。今回、すべてのキーボードはこうした仕切がキートップ最上面と同じ高さにあるという前提とすれば、考え方はまた変わってくる。

そのように考えると、板の下からキートップまでの距離を 0 にすれば、厚さ 1mm でも十分であろう。

ただし、指摘のように足で乱暴に使うものであれば、この限りでない。

次に、これを浮かして板の下からキートップまでの距離をとると、一定の間隔で補助支えが入ったとしても、板厚は1.5~2.0mm程度はあったほうがよいと考えられた。

さらに、板の下からキートップまでの距離は、最大で10mmというものもあったが、ここでは4mm程度と提言した。こうした要素を入れて、表13のように13種類とした第2案が提言された。

これについては、特殊なアクリル板で強度が強く、たわみが出現しなければ、厚み、下距離ともこの案で良いという意見があった。下距離については、キーガードの構造を工夫することにより可変のものが作れるように思えること、これで寸法的には良いということになった。

## 決定事項

表14 使用するキーガードの厚みと板の下からキートップまでの距離 単位 mm

	キーピッチ (再掲)	厚み (案)	下距離 (案)
(1) 大型キーボード (特大)	30	2.0	4.0
	30	2.0	2.0
	30	1.0	0.0
(2) 大型キーボード (大)	22	1.5	4.0
	22	1.5	2.0
	22	1.0	0.0
(3) 標準キーボード	19	1.5	4.0
	19	1.5	2.0
	19	1.0	0.0
(4) 小型キーボード (小)	16	1.0	2.0
	16	1.0	0.0
(5) 小型キーボード (特小)	10	1.0	2.0
	16	1.0	0.0

なお、本体との間にずれや、たわみが生じないように、設計には留意する。

## 第6節 ソフトウェアによる設定可能パラメータ

次のようなパラメータが設定できるようにする。

### (1) 時間的遅れの設定 (電氣的要素)

(1) キー操作によりキースイッチが電氣的にONとなってから、実際にそれが入力信号として有

効となる時間(t 1)

(2) キー操作によりキースイッチが電氣的に OFF となつてから、次の入力を受け入れ、実際にそれが入力信号として有効となる時間(t 2)

(2) 繰り返し機能 (リピート機能) の停止と時間変更

(1) キー操作によりキースイッチが電氣的に ON となつてから、実際にそれが入力信号として有効となつてから、繰り返し機能 (リピート機能) が開始される時間(t 3)

(2) 繰り返し機能 (リピート機能) において、リピートされる間隔(t 4)

表 15 各パラメータの設定値 (可変)

	指定可能範囲	指定可能増減値
t 1	0 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
t 2	0 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
t 3	0.1 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
t 4	0.1 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ

(3) その他の機能 (電氣的要素)

そこで、次のように仕様をまとめた。

(1) 複数キー押さえの逐次操作オプション

このオプションを ON にすることによって SHIFT キー、GRAPH キー、CTRL キー、ALT キーなどの特殊キーの次に他の任意のキーを 1 回押したとき、特殊キーが押されたまま任意キーが押された状態と認識される。1 回のみ有効。

(2) トグルキーに関すること

機械的にロックされるトグルキーは使用しない。そのため、各キーには状態の表示を LED など行う。表示は姿勢によっては、必ずしもキーボード正面や真上から見て使用する者だけではないことを考慮し、見やすい位置に大きく、どのキーの状態かがわかりやすいように取り付ける。

表 16 トグルキー

関係するキー
半角/全角 切り替えキー
Caps Lock キー
カタカナ/ひらがな キー
カナ キー

### (3) ON状態の音による確認機能

キーの状態により、クリック音を発生させることができる。

音は音機能 ON-OFF のほかに、3種類の音を下表のように選択できる。

表 17 音による対応

状 態	音の組み合わせ
押下したときに、スイッチが電氣的に ON となったとき	なし/音A、音B、音C 選択
押下されたキーが有効となったとき	なし/音A、音B、音C 選択
リピートが始まり、文字がリピート入力されているとき	なし/音A、音B、音C 選択

上の用語の説明は、図4を参照

さらに、音について、機能によっては常時音がしているものもあるため、ピー、ブーなどの純音以外のたとえば「カタ」というような時間の短い、耳障りでないものも用意することが必要とされた。

## 第7節 評価設定プログラムについて

次の3種類を作成する。

プログラムは、今回の1次試作では原則としてフロッピーディスクで供給され、パソコン本体上で起動する。

### (1) 手動設定プログラム

機能： t1～t4 の設定を数値入力によって行う。設定後は、キーボード本体のRAM（バッテリーバックアップ付き）に転送され、以降この値は保持される。

## 決定事項

### 1. 基本パラメータ設定プログラム

次のようなパラメータが設定できるようにする。

機能： t1～t4 の設定を数値入力によって行う。設定後は、キーボード本体のRAM（バッテリーバックアップ付き）に転送され、以降この値は保持される。

#### a. 時間的遅れの設定（電氣的要素）

(1) キー操作によりキースイッチが電氣的に ON となってから、実際にそれが入力信号として有効となる時間（t1）

(2) キー操作によりキースイッチが電氣的に OFF となってから、次の入力を受け入れ、実際にそれが入力信号として有効となる時間（t2）

b. 繰り返し機能（リピート機能）の停止と時間変更

(3) キー操作によりキースイッチが電氣的に ON となってから、実際にそれが入力信号として有効となってから、繰り返し機能（リピート機能）が開始される時間（ $t_3$ ）

(4) 繰り返し機能（リピート機能）において、リピートされる間隔（ $t_4$ ）

表 18 各パラメータの設定値（可変）

デフォルト	指定可能範囲	指定可能増減値
$t_1$ (0 秒)	0 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
$t_2$ (0 秒)	0 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
$t_3$ (0.2 秒)	0.1 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ
$t_4$ (0.2 秒)	0.1 秒～ 5.0 秒	0.1 秒きざみ

(2) 自動設定プログラム（暫定版）

機能：画面に従って、いくつかの課題を入力し、その結果をもとに  $t_1 \sim t_4$  の設定を自動的に行う。その後、 $t_1 \sim t_4$  の設定を見たり、数値入力によって手動で設定を変えることができる。

本来は、試験によりデータを収集した後で決定すべきプログラムであるが、「自動設定」の概念を確認する意味でも、設定値にはやや問題があるもの、このプログラムを作ってみることにした。

自動設定プログラム（暫定版）の内容

1) 入力文字種の選択

英数入力（ローマ字入力）か

カナ入力                      かを選択

以降、カナ入力を前提として説明する。

2) 入力課題の提示

画面中央にかな文字が数文字分出てくる。

文字列は、次に出てくる文字列を予測できないすなわち、学習効果がでないように、ランダムに出現する。したがって、繰り返し利用されることを考えて、用意する文字列は 100 語程度用意しておく。

\* この文字列は、利用者にいったん記憶させてから作業を開始させる。

3) 入力課題の開始

作業者の準備ができれば、課題の文字列を一気に入力開始。

1 文字目のキーが押下された時点で計測開始。

記録内容：キーを押した時刻

入力された文字とその正誤結果

キーを離した時刻

最後の文字のキーが押下された後、手が離された時点で計測終了。

\*間違いに気づいても BS キーなどで修正せずに、ただちに正しい文字を入れて作業をつづけるよう指示しておく。

入力した文字は課題文字の下に出る。間違えた文字は出てこない。

4) 記録結果の保持

それらの結果を保持する。

5) 次の課題へ

2) ~ 4) を繰り返す。

25 回行い平均する。ただし、最初の 5 回分はデータとして除外する。すなわち、20 回分の平均となる

課題の文字数問題数、4 文字課題 5

(例：「ふうとう」、「けんちく」、「つうきん」など)

6 文字課題 10

8 文字課題 10

\* ) プログラム上において、これを考慮する必要はない。

6) すべて終わった後、次の手順でパラメータ決定

t<sub>2</sub> の決定

図 8 中の 1 ~ 5 の平均をとる a sec とする

t<sub>2</sub> は、この値よりいくらか大きいので、t<sub>2</sub> 決定事項 a + a となる。

t 1 の決定

図 8 中の 6 ~ 7 の平均をとる  $b \text{ sec}$  とする

t 1 は、この値よりいくらか大きいので、t 1 決定事項  $b + \beta$  となる。

$\alpha$  と  $\beta$  は、今のところ決定できるデータが収集できていないので、任意に変えられるようにしておく。

t 3 の決定

t 3 決定事項 t 1 とする。

t 4 の決定

t 4 決定事項  $t 3 \times 1$  以下の定数 とする

定数は、自動計測によって決めにくいので、便宜的に定数を任意に変えられるようにしておく。おおむね 0.1 ~ 1.0 (0.1 きざみ) 程度か。

#### 【問題点】

矩形波の間隔の大きさのばらつきが大きい人は、単純平均では問題があることが予想される。

課題中に誤入力が少ないと t 1 は信頼性が少ない。

t 3, t 4 の決定方法がまだよくわからず、このプログラムの決定方法は十分でない。また、場合によっては信頼性の少ない t 1 をもとに決めなければならない。

さらに評価パラメータに関して、作業量だけならこれでよいが、他に姿勢などの面からの評価などさまざまなものを含むことが可能だし、使用感について直接質問するという評価法があってもよいという指摘もあった。

今年度は試行的観点から不完全な内容もあるものの、これまでにない試みということもあり仕様に含むことで合意した。

#### (3) キー入力状況記録プログラム

機能： 画面に従って、いくつかの課題をこなしていく過程のキーの押された状況を記録し、ASCII 形式で保存する。これは、後で取り出して解析するための生データとなる。

記録内容： キーを押した時刻

入力された文字とその正誤結果

キーを離れた時刻



(具体的には、図8の「データ計測範囲」のような波形が再現できるようなデータを取り込む)

#### その他の事項

##### <バッテリーについて>

今回は、書き換えのできる内部メモリをもつことから、バッテリーが必要である。これについては試作機コスト削減のため、1年程度は交換の必要はない前提で、第一次試作品は充電機能をもたない電池交換式とする。

資料1

現製品におけるキートップ回りの寸法

単位 mm

キーボード	メーカー名、製品名	キーピッチ (キー間隔)	キートップ (指のあたる部分)	
			縦	横
IBM PSシリーズ (DOS/V)		19	14	13
DELL MEシリーズ (DOS/V)		19	14.5	12
NEC PC98シリーズ (RA以降)		19	13	12
Macintosh (標準)		19	15	12
Macintosh (拡張)		19	15	12
富士通 FMRシリーズ		19	14	12

キーガード

富士通 FMRシリーズ		
穴の形状	円 (直径 17)	
カバー厚		4
カバー下端からキートップまでの距離	最大 (中心付近)	5
	最小 (上端、または下端付近)	2

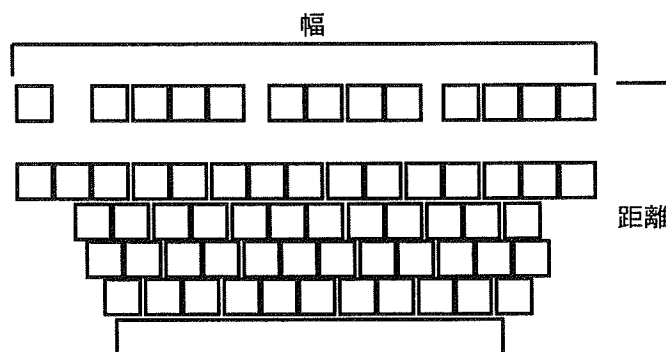
資料 2

キーガード外観

穴の直径は、成人が人差し指を入れるのにはやや狭く、キートップまでの距離もアクリル板上から最大1センチ近くあるが、この点について富士通では、棒状のデバイスで利用するという前提であるということである。

予想される、ファンクションキー上端部から、スペースバー下端までの距離（高さ） 単位 mm

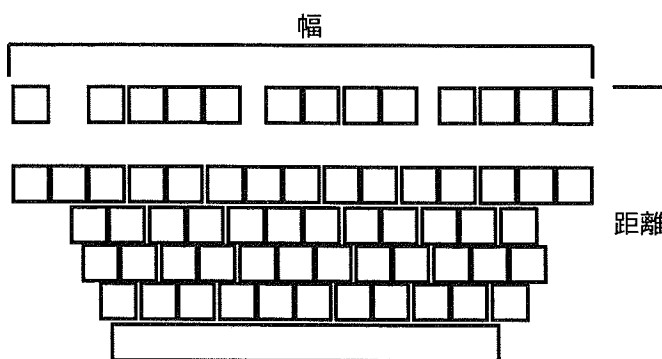
キーピッチ	距離	拡大・縮小率
30	450	1.58
25	375	1.32
21	315	1.11
19	285	0.00 (IBM標準)
17	255	0.90
15	225	0.79
12	180	0.63
10	150	0.53



キーボードの大きさを表す外寸位置

予想される、キー「Esc」の左端から、キー「F12」の右端までの幅 単位 mm

キーピッチ	幅
30	210
25	175
21	147
19	133
17	119
15	105
12	84
10	70



キーボードの大きさを表す外寸位置

### 資料 3

JIS X6041 業務用陰極線管表示装置及びけん盤より、キーボードの特性要求についての抜粋

キー押下圧	0.25～1.5 N (スイッチオン位置)
キーストローク	0.8～4.8 mm (スイッチオン位置)
キートップ形状	操作しやすい形状
キートップ寸法	11～15 mm
キーピッチ	19±1 mm
キー配列	JIS配列が使えること (JIS X6002, X6004)
フィードバック	入力が音又は感覚で確認できることが望ましい
傾斜角	5～15° (調整可能が望ましい)
安定性	位置変更が容易で、操作時に不用意に動かないことが望ましい
キーの高さ	30 mm以下が望ましい
表面拡散反射率	15～75%
表面処理	光沢度45%以下 (60° 入射角)

#### 資料 4

##### Nordic Guidelines for Computer Accessibility の中から、キーボードに関する事項の抜粋

- ・キーボードは、側面の低いタイプとするすなわち a - s で始まるキー列の高さは 30mm 以下とする。
- ・キーボードと机の間に、適当な摩擦を設ける。
- ・キートップの色は、光沢のない淡い色とする。
- ・キートップの表面は、できれば窪んだものとする。
- ・キーのグループ（英数字、数字、ファンクションキー）は、少なくともキーの半分以上の距離をあけて、別のスペースにそれぞれ分割する。
- ・キーのグループは、異なる色のキートップにより区別する。
- ・英数字のキーの文字の高さは 4 mm 以下にしない。
- ・十分なスペースがあれば、シフトが必要なキー（大文字、小文字、CTRL、ALT など）は、キーガードの両側に一つずつ対称的に配置する。

## 資料 5

『情報機器と情報技術に関するアクセシビリティ・ガイドライン』から、

### キーボードに関する事項の抜粋

#### キーボード

- ・取り外しでき、十分に長い接続ケーブル(約 1.5m)をもつ。
- ・側面の低いタイプのものとする。  
すなわち、「A-S」で始まるキーボードの高さは 30mm 以下とする。
- ・机との間に適当な摩擦を設ける。
- ・色は、光沢のない淡い色にする。
- ・表面はできれば窪んだものとする。
- ・ユーザーがキーを押すときに、触覚と聴覚でフィードバックされるようにする。音響によるフィードバックは調整でき、消せるようにする

#### キーの局部化

キーのグループ(英数字、数字、ファンクションキー)は、少なくともキーの半分の距離をあけて別のスペースにそれぞれ分割する。

キーのグループは、異なる色のキートップにより区分する。これによって色覚異常の者も色を見分けることができることがある。

英数キーボードの”F”、”J”および数字”5”のキーは、できればキートップの使用者側の縁に突起を付けて触覚で認識できるようにする。

ENTER、SHIFT、ESCAPE、CTRL、BACKSPACE など、頻繁に使用されるキーの位置と形は容易に見つけられるように他のキーとは異なるようにする。

#### キーの認識

キートップの文字色と背景色とのコントラストは、できるだけ適切な組み合わせとする。

英数字キーと数字キーにおける文字高は、4mm 以下にしない。

キーの上を書く文字には、一般に他の文字より読みやすいと考えられているサンセリフ体を使用する。

赤色または緑色の文字は使用しない

#### キーの押下

十分なスペースがあれば、シフトが必要なキー(大文字、小文字、CTRL、ALT など)は、キーガードの両側に1つずつ対称に配置する。

複数キーの同時押下は、同時押下する複数のキーを順に入力して使用できるオプションを用意する（例えば、IBM-PCではMS-DOSを再起動するためにはCTRL、次にALT、最後にDELを押すようになっている）。

キーボードは、キーガードを載せられるように十分なスペースをもって設計する。

キーのオートリピート機能における繰り返し速度は調整でき、完全にオフにもできる。

キーを押下してオンになるまでの遅れ時間は、調整可能とする。

キーの押下に必要な力は0.3から0.6ニュートンの間とする。可能なら調節可能とする。



## 資料6

### キーボードスイッチについて

- ・基本的には、キーボードスイッチのメーカーから既製品を購入する方向でいきたい。

仮に、これを新しくつくることは費用が莫大になる。

- ・キーボードスイッチは、大きさが決まっている。

これ以上大きいものは、既製品ではない。

小さいものでは、キーボードスイッチではなく、一般のスイッチになってしまう。

(なお、これらの見本に複数触れてみたところ、もともとキーボードスイッチではないことから、ストロークは極端に少なく、クリック感のたいへん大きいものばかりであった。)

- ・キートップの部品も、メーカーから既製品を購入する方向でいきたい。

仮に、これを新しくつくと、一種のキーをつくるのに、型代として100万円(概算)くらいかかる。

- ・キートップは、大きさが決まっている。

大きいものでは、スイッチを田の字様に4台ならべた38mm角のスイッチがある(標準19mmの倍)。

19mm~38mmの間で作成することは難しい。

小さいものでは、既製品ではない。

- ・既成のキーボードスイッチに、大型のキートップを取り付けると、左右方向などのぶれに対処するために細工が難しくなる。

- ・キートップの文字は、彫刻で行うことになる。したがって、表面は曲面よりは平面のほうがよい。

### キーガードについて

- ・特小キーボード、ならびに小キーボードでは、たわみ防止の脚をキーボードの間に付けることが困難である。たわみの耐力の面から、厚さによってはこれを製作することが難しい。

脳性まひ者にとってクリック感はあまりないような気がするが…。

機械的ストッパーが、将来必要になるかもしれない。

宮崎康子、江田裕介：『脳性麻痺者のキーボード操作に関する実験』1994年によると、キーボードの各種時間遅れ等のパラメータについて、下記のような知見を得ている。

- ・間違ってキーを連打してしまった時の平均のキーの保持時間は、100msec ちょっと（多少のバラつきはあるがほとんどが300msec 以下に収まっている）である。
- ・有効打鍵時における平均のキー保持時間は450msec 程度である。
- ・間違ってキーを連打してしまった時の打鍵間隔時間の平均は500msec 程度（300msec 以下に収まっている場合が多いが、かなり長い場合もあり、そのバラつきにはかなりのものがある）である。
- ・有効打鍵時における打鍵間隔時間の平均値は3000msec 弱である。

伊藤 守：『アテトーゼ・タイプの脳性麻痺児のキー入力に関する研究的実践』によると、宮崎康子、江田裕介の結果を参考として、独自に以下のような考察をしている。

- ・有効保持時間を300msec 程度に設定する。
- ・無効時間を500msec 程度に設定する。
- ・キー・リピートの開始時間を500msec 以上に設定する。

特に、間違ってキーを連打してしまった時が、ほとんど300msec 以下に収まっている事を考えると、有効保持時間を300msec 程度に設定する事が重要のように思います。

P.S.その後、有効（保持）時間は100msec、無効時間は200msec に設定しています。