

II 入力・表示装置の変遷

〈夢の始まり〉 人間の思考作用の一つである『計算』のロジックを、道具や機械に置き換えて実行することはできないだろうか。

◇12世紀 “アルゴリズムの発見”

- ・最初の‘計算機’は人間の指であった。
 - 西洋の伝統的な指計算は非常に複雑で、数の表現には訓練が必要であった。
- ・10進法と位取りのシステムが確立され（0の発見）、計算の機械化への道が開かれた。
 - －アラビアの数学者アル・フワーリズミーの著書がきっかけとなった。
 - －計算法を意味する『アルゴリズム』は、フワーリズミーの名に由来した。

◇1642 “パスカルの〈卓上型歯車式加算器〉”

- ・位上げ操作を歯車で機械的に解決した。

◇1672 “ライプニッツの〈四則演算用の計算機〉”

- ・パスカルの加算器に乗除機能を付加、機械式計算機の原点となった。

◇1834 “チャールズ・バベージの〈解析エンジン〉”

- ・〈解析エンジン〉には、以下の機能があった。
 - －演算の対象となる変数と処理された数値を蓄える『ストア』（記憶装置＝メモリー）
 - －演算の対象となる数値が送りこまれる『ミル』（中央演算処理装置＝CPU）
 - －穿孔カードによって計算式をエンジンに伝達する仕組み

〈夢の結実〉 人間の思考作用を機械化したいという夢は、製造技術の発達や社会のニーズなどのバックアップによって現実の製品へと結実していく。

◇1890 ホリレスの〈タビュレーティング・マシン〉

- ・アメリカのハーマン・ホリレスが統計機械を発明。
 - －第11回国勢調査で、400万人近くのデータ集計と一覧表作成に用いられた。
- ・“システム”としての構成を備えており、コンピューター産業の基礎となった。
 - －コーディングしたデータをカード化する穿孔器
 - －それを入力して処理する作表器
 - －結果や出力を記録するための計数器

◇1944 Harvard MARK I

- ・紙テープ上のプログラムによって制御する電気機械式計算機の最先端システム、‘Harvard MARK I’自動順序制御計算機をIBMが開発。

◇1946 ENIAC

- ・電子の流れを利用した世界初の汎用電子計算機ENIACが登場。
 - －真空管約18,000本、所要電力150 KW、総重量は30トンもあった。

1 パーソナル・コンピュータ用キーボードの変遷

(1) キーの種類・数/レイアウト

マルチステーション初期のパーソナルコンピュータのキーボードでは、ワープロや端末の機能が印刷されていた。したがって、ワープロ専用機のようにやりたいこと（例えば複写、印刷など）が、キーを見ればわかり実行できた。マルチステーション5550と、あるソフトウェアだけを使用していれば、最初から最後まで使い方は同じで、あまり不自由を感じることはない。しかし、これでは、他のパーソナルコンピュータを使用する際、または他のワープロソフトなどを使用する際に、非常に不自由を感じることは明らかである。現在、DOS/V用のパーソナルコンピュータは、ほとんど同じキーボードレイアウトになっている。そして、ソフトウェアの機能に直接関係するキーはほとんどない。これは、ソフトウェアの共通化とユーザーインターフェースの統一によって可能になってきた。現在では、キーボードのキーの数は、必要最小限以上あれば、少ない方がよいとされている。そして、その機能はソフトウェアが提供するようになっている。特にMS-Windows, OS/2など、共通のユーザーインターフェースが登場した現在では、キーボードに依存しないソフトウェアが可能になってきた。金融端末やPOSなどの専用機以外は今後も標準化の方向は、その方向性がユーザーにとっての利益が大きいと判断される間は、まだしばらく進められると思われる。

(2) キーの形状/感触

キーの形状/感触はそれほど大きく変わってきていない。それは、キーの形状や感触は好みによってかなり左右され、これまで使用してきたタイプのものを好む傾向にあるためである。しかし、ヒューマンファクターの観点から、より多くの人にとって好まれる。また、タイピングしやすいキーに関する研究/考察はかなり進んでいる。現在では、JISやISOなどの人間工学的な要求事項としてもまとめられており、参考のため後に添付する。一般的な方向としては添付資料のJIS X6041を参照されたい。今後の方向性として、デスクトップタイプのキーボード自体は、それほど大きく変化するとは思われない。しかし、他の入力装置（マウス、ペン入力、音声入力など）とのコンビネーションでの使用が増えると思われる。一方、今後の課題としては、小型キーボードがある。現在パーソナルコンピュータの小型化にともなって、それらに付随するキーボードの進む道が問われている。

2 ユーザーから見たパーソナル・コンピュータ用ディスプレイの変遷

(1) CRTディスプレイの場合

① 〈画面サイズ〉 → 大型化

傾向としては大きくなっている。初期は10～12インチ、一時14インチが主流になっていたが、現在は17インチが主流になりつつある。さらに、EWSの世界では19～21インチが多く使われており、今後これらは増えると予測される。小型、軽量ディスプレイはフラットパネルディスプレイが主流になり、CRTの中で大型CRTの割合は今後も伸びると思われる。

利点・大きくて見やすい

- ・多くの情報が一度に表示できる（高解像度が必要）

欠点・邪魔になる／持ち運びに不便→液晶ディスプレイなどに移行

② 〈解像度〉 → 高解像度化

解像度の傾向はより高解像度化している。一時期の低解像度時代後、いわゆるVGA解像度、600×480ドットがもっとも広く使われている。これはこの解像度を前提にしたソフトウェアが非常に広まり、多かったことに主に起因する。現在はSVGAと呼ばれる800×600, 1024×768, 1280×1024ドットなどの高解像度が主流になりつつある。今後も高解像度化が進むと思われる。

利点・一度に表示できる情報の量が多くなる

- ・小さな画像（絵など）も詳細に、スムーズに表示することができる

欠点・ディスプレイサイズによっては画像や文字が小さくなるため、注意を要する（高齢者対策など）

③ 〈表示色／表示品質〉 → カラー化／高品位

カラー化の要求はユーザーの立場からは当然である。しかし、現在のようにカラーが当然になるまでに、技術的な理由からいくつかの段階を経てカラー化が進んできた。それらの主な技術的な要素としては、

- ・蛍光体の種類（長残光／短残光など）
- ・フレーム周波数
- ・インターレース／ノンインターレース

などがある。また、それらの発展の過程で、ユーザー側の要求、使用形態の変化、及びヒューマンファクター（人間工学）の研究成果／要求が、ディスプレイの技術要素の発展に影響を及ぼしている。それらの要求の主なものは、

- ・最適な輝度／コントラスト
- ・フリッカーフリー
- ・ポジティブ表示
- ・彩度の高い単色表示の回避
- ・速い応答速度
- ・反射／写り込みのない画面

などである。技術的な3つの要素は、ある程度の表示輝度を確保しつつ、フリッカー（ちらつき）と

応答速度の遅さ（スミア）とのトレードオフをバランスよく取り扱いながら変化してきた。フリッカーはない方がよいことは明らかである。一方応答速度の遅さは、静的な画面ではあまり影響はないが、画面の書き換えが頻繁に生じる場合は、不快感をもたらす。また、近年PCでのマルチメディア環境が急速に伸びており、動画の要求が高まっているが、フリッカーに強い長残光での動画表示はかなり画像品質がよくない。これは、動画表示の代表的な例であるテレビ (Television) では短残光を使用していることから明らかである。一般に動画ではフリッカーが目立ちにくく、応答速度の遅さが顕著に目立つ。また、静止画ではフリッカーは目立つが、応答速度の遅さはさほど目立たない。最近のPCのように動画、静止画の両者を表示する場合、それらのバランスが重要になっている。

また別の観点から、初期のディスプレイでは、短残光がでなかったため、長残光（彩度が比較的高い緑、など）が好んで用いられた。しかし、やはり応答速度が遅いためスミアが目立っていた。また、短残光を採用する際には、フリッカーが目立つ可能性が高かったため、できるだけフレーム周波数を高くする、あるいは、インターレース方式を採用するなどして、フリッカー対策に気を配っていた。ポジティブ表示（背景が明るく、文字などの画像が暗い表示画像）の場合は、特にフリッカーが目立つため、特にそれらのバランスが重要であった。

現在のCRTディスプレイにおいて、前述した要求は満足できるレベルに達しつつある。技術的な側面では、蛍光体は中残光／短残光のものが多く、ノンインターレースが好まれ、それらの関係に応じてできるだけ高いフレーム周波数が達成できるようになってきている。しかしながら、このフレーム周波数は、ソフトウェアとの関係で決まってくるものもあるために、一概にディスプレイ側だけで決定されるものではない。将来的には、前述したユーザーの要求を十分に満たすことは当然であり、最終的なゴールとしては、印刷物と同程度の視認性及び読みやすさを実現することである。

(2) フラットパネルディスプレイ (FPD) の動向

一般にフラットパネルディスプレイと呼ばれるものは以下のような技術を利用したディスプレイである。

- ・液晶ディスプレイ (LCD)
- ・プラズマディスプレイ (PDP)
- ・エレクトロルミネセントディスプレイ (EL)
- ・蛍光表示管 (VFD)
- ・発光ダイオード (LED)

フラットパネルディスプレイが要求されてきた最も大きな理由は、小型化、軽量化であった。これらは、電卓や時計、電子機器の表示部などに古くから広く用いられてきたが、PCのディスプレイとして使用するために必要な画素数（解像度）を実現することが難しかった。近年、これらの問題は、技術的に克服されつつある。FPDがたどる方向もCRTと大きく異なることはない。すなわち、大型化、高解像度化、カラー化、高品質化は、明らかにユーザーが望む方向だからである。現在、FPDの中では、液晶ディスプレイ (LCD) が最も成長している。小型、軽量、低消費電力駆動が可能であり、さらにアクティブマトリックス方式 (TFT/LCD など) においては、CRTと同等あるいはそれ以上といわれる高品位画像も実現している。今後はCRT及び各FPDにおいてそれぞれの特徴を活かせる方向で、棲（す）み分けが進むと思われる。

項目		性能	備考
その他	表示面状況	鏡面反射防止策を講ずること。	
	漏えいX線量率	36 pA/kg {0.5 mR/h} 以下	
けん盤 (3)	キー押下圧	0.25~1.5 N	スイッチ機構がオンになる位置で測定する。
	キーストローク	0.8~4.8mm	
	キートップ形状	操作しやすい形状であること。	
	キードップ寸法	11~15mm	
	キーピッチ	19±1 mm	
	キー配列	日本工業規格による配列のけん盤が使えること。	JIS X 6002 (情報処理系けん盤配列)・JIS X 6004 (仮名漢字変換形日本文入力装置用けん盤配列)
	フィードバック信号	入力が行われことが、音又は触覚によって確認できることが望ましい。	

注(1) 表示面拡散反射率が20%以外の場合には、発光輝度の性能は次による。

$$L_{4300} \leq 10 \text{ cd/m}^2 \text{ のとき}$$

$$\text{ネガティブ表示の } L_{s,\text{max}} \geq 10 \times L_{4300}^{0.45}$$

$$\text{ポジティブ表示の } L_{b,\text{max}} \geq 10 \times L_{4300}^{0.45}$$

$$L_{4300} < 10 \text{ cd/m}^2 \text{ のとき}$$

$$\text{ネガティブ表示の } L_{s,\text{max}} \geq 10^{0.82} \times L_{4300}^{0.61}$$

$$\text{ポジティブ表示の } L_{b,\text{max}} \geq 10^{0.82} \times L_{4300}^{0.61}$$

L_{4300} : 管面照度300 lxにおける L_i (単位は cd/m^2)

(2) 表示面拡散反射率が20%以外の場合には、コントラストの性能は次による。

$$L_{4300} \leq 10 \text{ cd/m}^2 \text{ のとき}$$

$$\text{コントラスト} \geq 1 + 10 \times L_{4300}^{-0.55}$$

$$L_{4300} > 10 \text{ cd/m}^2 \text{ のとき}$$

$$\text{コントラスト} \geq 1 + 10^{0.82} \times L_{4300}^{-0.79}$$

(3) けん盤の規定については、特殊キーを除く。

4. 構造・外観 構造及び外観は、次のとおりとする。

- (1) 表示装置の調整 前後の傾き及び左右の回転の調整が容易に行えることが望ましい。
- (2) けん盤の傾斜角 5~15度の範囲であること。調整可能であることが望ましい(図9参照)。
- (3) けん盤の安定性 位置変更が容易に行え、操作時には不用意に動かないことが望ましい。
- (4) けん盤の高さ 30mm以下が望ましい(図9参照)。
- (5) きょう体・キートップの表面拡散反射率 JIS Z 8722 (物体色の測定方法)の規定によって測定し、15~75%であること。
- (6) きょう体・キートップの表面処理 JIS Z 8741 (鏡面光沢度測定方法)の規定によって測定し、60度入射角の光沢度が45%以下であること。