コンピューター・ディスプレイ上に表示する 最適な文字サイズと文字構成画素数に関する検討

○吉武 良治 (日本アイ・ビー・エム(株) 人間工学)

A Study of Optimum Character Heights and Character Matrixes on Computer Displays

Ryoji YOSHITAKE (Human Factors, IBM Japan)

1. はじめに

近年、ディスプレイの高性能化、高精細化に伴い、小さな文字表示が可能になった。その文字サイズは、ユーザー自身が設定・変更できるため、利用している文字表示条件は多岐にわたっている。昨年、著者らは実態調査¹⁾を行い、現状の把握を行った。結果は、利用しているアプリケーションのデフォルト値に影響されるものの、多くのユーザーが利用している文字高は視角にして 20~25 分程度、文字の構成画素数は、11×11 又は 13×13 程度であった。これらの値は、VDT 作業に関する人間工学規格 JIS Z 8513²⁾ (ISO 9241-3 の翻訳 JIS) や ISO/FDIS 13406-2³⁾ 等で要求されている値よりもかなり小さかった。それにもかかわらず、ほとんどの被験者が不満を訴えていなかったため、これら人間工学規格の要求値、推奨値の妥当性を検討する目的で本実験を計画した。

本研究では、実験を行う上で画素サイズの影響を捉えることを最大の考慮点とした。同じ文字サイズでも、画素サイズが異なると、その文字を構成する画素数が異なってくる。したがって、同じ文字高の文字でも、精細度が高いディスプレイでは、低いディスプレイに比較して、構成画素数が多くなるが、一方、文字のストローク幅は狭くなる。これらの影響を調べるために精細度が異なる 3 機種のディスプレイを用いて実験を行った。

2. 人間工学規格の要求値及び推奨値

日本語文字表示における JIS²⁾ と ISO³⁾ の要求値及び推奨値を示す。

表 1. JIS²⁾ と ISO³⁾ での要求値と推奨値

	要求値	推奨値
文字高の視角 (分)	25	30~35
構成画素数 (幅×高)	15×16	24×24

注) 推奨値は、ISO²⁾ にのみ規定。ISO²⁾ の構成画素数の要求は、フォントが変更できない場合に限定しており、変更できる場合にはこの限りではない。

3. 実験方法

実験に用いた 3 機種のディスプレイを表 2 に示す。画素サイズの影響を検討することから、画素の物理

的な大きさが明確に把握できる TFT 液晶ディスプレイ (TFT/LCD) を用いた。

表 2. 実験に用いた液晶ディスプレイ

	L _{display}	M _{display}	H _{display}
画素ピッチ (mm)	0.307	0.264	0.213
画素密度 (ppi)	83	96	119

提示する文字条件として、MS ゴシック、MS 明朝のフォントそれぞれにおいて、文字構成画素数が、7×7 から 21×21 までの奇数 8 条件を選んだ。天声人語から抜粋した約 350 字の文章をフォント 2 条件、構成画素数 8 条件、合計 16 条件で画面上に表示した。フォントと文字構成画素数以外の条件、例えば行間や文字間幅などはすべて同じ条件 (比率) とした。

3 機種のディスプレイは、机上に横一列に並べ、パソコンの大きさ等の影響が生じないように、表示画面以外は被験者が識別できないようにマスキングした。顎台を用いて、視距離は 500mm、観視方向はディスプレイ中央の法線方向とした。各ディスプレイ面の照度はおおよそ 300 lx とし、文章はすべて白背景に黒文字で表示した。背景の輝度はほぼ 50 cd/m² にそろえた。

被験者は、1 日に 2 時間以上コンピューターを利用している 24~54 歳の 27 名 (男性 19, 女性 8) であり、裸眼又は矯正において両眼近方視力が全員 0.8 以上であった。

実験室へはひとりずつ入室し、始めに視力の確認を行った。各文字条件において、以下の 7 つの質問に対する回答を求めた; Q1) 文字の大きさ, Q2) 文字の線の太さ, Q3) 行と行の間隔, Q4) 文字の間隔, Q5) ざざざ感, Q6) 各文字の読みやすさ, Q7) 文章の読みやすさ。Q1~Q4 は 7 段階の評定尺度, Q5~Q7 は 5 段階の評定尺度 (劣化尺度に準じた) で評価してもらった。各被験者が評価した条件は、ディスプレイ 3 条件、フォント 2 条件、文字構成画素数 8 条件の合計 48 条件であった。

4. 結果と検討

図 1 に MS ゴシックにおける文字高と文章の読みやすさの関係を示し、図 2 に文字構成画素数と文章の読みやすさの関係を示す。図 1 よりディスプレイ

の画素サイズが小さくなると、最適な文字高が小さくなっていることがわかる。一方、文字構成画素数は、文字高はどの変化はなく、 15×15 又は 17×17 ではほぼ一定であることがわかる。この結果は、文章の読みやすさに関しては、文字高よりも文字の構成画素数の方が優先度が高いことを示唆している。ストローク幅とその主観評定値の関係を同様のグラフで見てみると、どのディスプレイも文字高に対して 7~9% 程度のストローク幅がちょうどよいことがわかった。文字高よりも文字構成画素数が支配的な理由としては、文字のストローク幅が適正であるフォントが好まれていると言い換えることができる。以上は MS ゴシックの結果であったが、MS 明朝においても同様の結果であった。

図 1. 文字高と文章の読みやすさの関係

図 2. 文字構成画素数と文章の読みやすさの関係

人間工学規格の要求値、推奨値を検討するために、図 1 及び図 2 を 2 次式に回帰した。主観評定値が最大となる値及び 3.5 となる値を表 3 に示す。ここでは 3.5 を許容限と考え、人間工学規格への提案の参

考とした。文字高については、ディスプレイの画素サイズによって異なるが、 $L_{display}$ で 21 分程度であることと、実態調査¹⁾の結果も鑑みて、要求値としては 20 分を提案する。推奨値については、今回の結果からは 25~35 分と広く捉えざるを得ない。文字構成画素数については、要求値としては 11×11 、推奨値としては、 15×15 もしくは 17×17 が妥当であると思われる。

表 3. 2 次回帰式における主観評価最大と 3.5 の値

	フォント	主観評定値:最大			主観評定値:3.5		
		$L_{display}$	$M_{display}$	$H_{display}$	$L_{display}$	$M_{display}$	$H_{display}$
文字高 (分)	ゴシック	32.9	28.6	23.9	21.3	18.8	15.6
	明朝	32.4	28.7	24.1	21.5	18.8	15.9
構成画素数 (文字高画素)	ゴシック	15.5	15.8	16.3	10.1	10.4	10.6
	明朝	15.3	15.8	16.5	10.2	10.4	10.9

5. まとめ

今回の結果は、言い換えると、日本語文字を表示するディスプレイに関して、画素ピッチを 0.2mm 程度まで精細度を高めてもあまり有効でないことを示している。もちろん写真などの表示については、精細度が高いほど細かい表示が可能になり、画質の向上は明らかであろうが、日本語文字表示の場合、文字高を大きくしても 1 画素で (Anti-aliasing なし) 表示する限り、ストローク幅が相対的に細くなるため、かえって精細度が低いディスプレイで大きな文字を表示した方が読みやすいことになる。特に高齢者は高空間周波数におけるコントラスト感度が低下している場合があるため、注意を要する⁴⁾。ただし、さらに高精細が実現できて、1 画素ストロークにおいて、現在の 2 又は 3 画素ストロークが表現できれば、この問題は解決できる。すでに画素ピッチ 0.1mm 程度のディスプレイも開発されているため、これらを用いた実験的な検証を検討している。

謝辞：本研究の実験遂行において、斉藤千夏さんに多大なご支援を賜りました。お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤, 吉武: コンピュータ・ディスプレイ上で利用されている文字サイズの調査—人間工学規格 ISO, JIS における要求値との比較—. 日本人間工学会第 30 回関東支部大会講演集, 110-111, 2000.
- 2) JIS Z 8513: 人間工学—視覚表示装置を用いるオフィス作業—視覚表示装置の要求事項. 1994.
- 3) ISO/FDIS 13406-2: Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels - Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays. 2000.
- 4) 窪田他: 高齢者の視覚特性に適合した液晶ディスプレイの文字表示条件. 映像誌 53(9), 153-160, 1999.