

パソコンによるディスプレイ上の文字の色 と見易さとの関係に関する研究

保 田 襄 似

A study on the correlation between the colors of characters and their visibilities by using a personal computer CRT display

Joji Yasuda

The number of CRT displays is increasing larger and larger, and the author is sure that it is necessary to fix the several matching fatigueless conditions in the case of using a CRT display, for example, to fix the legible color of characters on a display.

This paper gives the distinct correlation between the colors of chracters on a CRT display and their visibilities by analysing several measurement results.

1. はじめに

最近のコンピュータの普及はめざましく、それに比例してカラーブラウン管すなわちCRTディスプレイの使用頻度は想像もつかないほど多くなっている。当然のことながら労働者の労働条件の一つとしてディスプレイの使用時間や部屋の照明をどうすべきかということも、労使間の争点の一つとしてクローズアップされてきている。

この問題はつきつめれば極めて奥が深い問題ではあるが、これからの社会がコンピュータ社会となる以上、少しずつでも適切なディスプレイの使用条件を解明していくことは、我々コンピュータ使用者の義務であると考える。

筆者は、身近にあるパソコンを利用することにより、第一にディスプレイ面の外光による照度と見易さとに定量的な関係は見出せないか、次に例えばディスプレイのバックの色を黒としたときの白や緑の文字或いはバックの色を白としたときの黒や緑の文字という風に、色の条件を変えたとき見易さに差異は見出されないか、という二つの問題にアプローチを試みた。

そして、人間工学的な配慮を払いさえすれば、パソコンのような簡単な機器でも十分に有効なデータがえられるという結論がえられたので、これまでに判明した分について報告する。

2. 具体的手法

筆者が現在用いている手法に到達するまでには幾つかの試行錯誤の段階があった。その結果、例えばディスプレイにあらわれた0という文字は識別するために0の存在を意味するキーを押すといった直接的な方法では適切なデータはえられず、ある程度頭脳での判断力を駆使するような余分な過程をつけ加えておかないと妥当な解答がえられないことなどが判明した。しかしながら、これまでの試行錯誤の過程を記すならばそれだけで一つの研究報告となるので、ここではそれらは一切省略し、現在実際に使用している方法を紹介するにとどめる。なお、パソコンにはNEC製PC-8801mkⅡ，カラーキャラクタディスプレイにはPC-KD301，ドットマトリクスプリンタにはPC-8027を使用した。

例を示すと、図1にはディスプレイ中央に定められた時間（たとえば4秒間）あらわれた後瞬時に消えてしまう記号列を示している。同じような円形が並んでいるように見えるが、その中に丁度真上だけが30°欠けた円が交じっている。図1でいうと1列目の3番目、4番目がそうである。そして、ここに並んでいる一部分が欠けた円はそれぞれが1桁の乱数0～9のどれかと対立して発生されているものであるから、真上が30°欠けた円はおよそ1/10の確率であらわれてくる。（厳密にいうとこの乱数はコマンド・ステートメントのRANDOMIZEにより発生させたものであるから擬似乱数であるが、一応はこれで乱数の代用とした。）

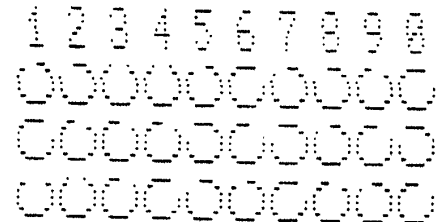


図1 記号例

2	5	0	0	2	8	3	5	1	8
8	1	4	4	7	6	7	3	6	7
9	0	4	8	5	2	8	1	3	6
3	4	^	-	^	2				

図2 記録例

具体的な操作法について図1の例でいうと、最初の行の3番目に目的とする真上が30°欠けた円があるので〔3〕とキーボードから打ち込む。さらに4番目にもあるので〔4〕と打ち込む。次に2行目に移る印である〔^〕を打ち込む。ところが2行目には目的とする円がないのでこれをあらわす〔—〕を打ち込む。3行目に移ることをあらわす〔^〕を打ち、3行目の2番目にこの円があるので〔2〕と打つ。これらの数字を記号例がディスプレイ面にあらわれている間に打ち込めば、記録用紙には図2に示すようにいま打ち込んだ数字と、それぞれの一部が欠けた円に対応するもとの0～9の数字とがプリントされる。真上が30°欠けた円は数字の0に対応しているので、図2のようなプリントを見れば、キーボードからの測定者の打ち込みがどれだけ正確であったかはすぐに判定できる。なお、真上が30°欠けた円が10番目にあるときは0を打つように約束している。

条件を同一にして、例えば外光によるディスプレイ面での照度を300ルクス、外光によるキーボード面での照度を500ルクスとして、黒地に白の文字を出す。以下このような色に関する表

示を数多く使用するので、この色表現を白（黒）と略すことにしよう。このような同一条件での観測を20回繰返して一つのデータとして扱う。そしてこの場合、真上が30° 欠けた円が全体で25あり、そのうち測定者がプリンターで正しく目的の円の位置を表示したのが22で、打ちちがえたのが3個あったとすると、以下誤読率という言葉を使うことにするが、誤読率は3/25となる。当然のことながら、誤読率が低いということは、使用者にとってディスプレイにあらわれた文字が見易かった時だと考えているわけである。

3. 測定者の馴れと誤読率の関係

筆者は最初ディスプレイ面の外光による照度と誤読率との関係を明らかにしようと試みた。ディスプレイでの文字の輝度は最大とし、キーボード面の照度は500ルクス一定で、ディスプレイ面の照度を30, 100, 300, 1000, 3000ルクスの5段階にかえる。ただし、この照度をどの順序でかえるかは日によって一定のルールに従わせ、その順序によって誤読率が影響をうけないようにする。色表現は白（黒）を使い、一つの照度ごとに前述の20回による1データを得れば、どの照度のとき誤読率が低くなるか明らかになると考えたのである。

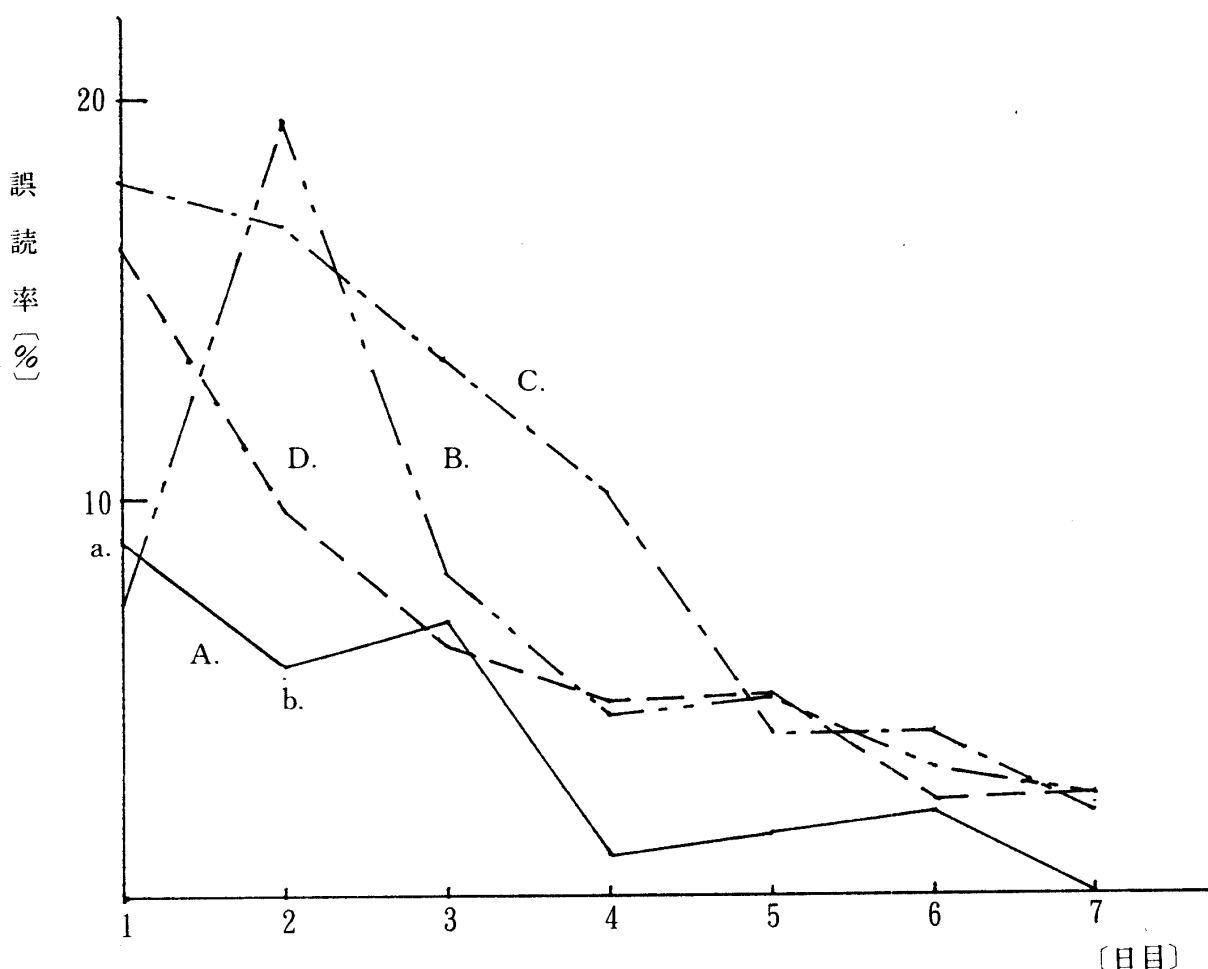


図3 誤読率と馴れの関係

残念ながら、照度と誤読率については明瞭な関係は示せなかった。というのは、この実験はA, B, C, Dの4名の測定者が行ったので、その4名の結果を図上にプロットしたところ明瞭な傾向がえられなかったからである。しかしながら、この実験は別の意味で測定法の本質を示してくれた。

図3は上述の実験を別の面からとらえて示したものである。例えば測定者Aについて、1日目のディスプレイ面の五つの照度に対するそれぞれの誤読率の分母、分子の数を通算して求めた平均の誤読率が図のa点である。測定は1週間おきに行ったので、Aの次の測定は1週間後となるが、それを2日目というなら、2日目の同様に全体を通算した誤読率はb点である。このように1週間おきにとった7日目までの結果を図に示したのが図3であるが、測定者A, B, C, Dともほぼ同様な重要な結果がえられた。

つまり、この測定法は馴れるまでにかかなりの月日がかかり、従って馴れるまでのデータには殆ど意味がない。逆に言えば3～4回のデータを捨ててしまえば、そのあとは有効なデータが得られるということであろうか。

4. ディスプレイ面の色と誤読率の関係

既に2日目と3日目といってもその間に1週間があることについては説明を加えた。そして、7日目までの測定が終了1ヵ月をこす夏期休暇があつてから8日目の測定に入ることができた。このあとは再び1週間おきの測定が行われた。色の実験の場合、CRTディスプレイ面の照度は300ルクス、キーボードの照度は500ルクスと一定にした。色にはバックを黒にした白(黒)、黄(黒)、緑(黒)と、バックを白にした黒(白)、緑(白)、黄(白)の六つを選び、照度の実験同様一定の法則に従って6日間実験を行い実験順序による影響は除いてある。なお、各日の実験では最初に紫(黒)の実験を余分に追加して測定者の測定開始時の馴れの影響がなくなるよう試みた。

図4は8日目～13日目の色に関する1回目の実験、図5は14日目～19日目の色に関する2回目の実験の結果を示す。実は、1回目の実験では目とディスプレイ面との距離は50cm、記号列をディスプレイ面に表示する時間は4秒間に、2回目の実験では目とディスプレイ面の距離は80cm、記号列をディスプレイ面に表示する時間は3秒間に、更には1回目の実験では記号列のディスプレイ面での輝度はつまみを一杯にまわして一番明るくし、2回目の実験ではつまみを1/2位まわして定量的表現はむづかしいもののかなり輝度を暗くするといった、馴れによる誤読率低下の影響の除去にはそれなりの配慮を行った。

図4と図5とでは、測定者Aの結果を除けば残りの3名の測定は極めて一致した傾向を示している。これをまとめて言えば次のようになる。

- (1) 黄(白)のデータでは誤読率が極端に悪くなる。
- (2) 緑(白)を黒(白)と見比べると、緑(白)の方が多少みにくいようである。
- (3) 黒地をバックにして文字を出した方が、白地をバックにして文字を出すよりかなり見易い

といえる。

ただし、この(3)については、使用したディスプレイ画面モードが640×200ドットであったため、画面モードを640×400ドットに設定したら別の結論がえられたかもしれない。

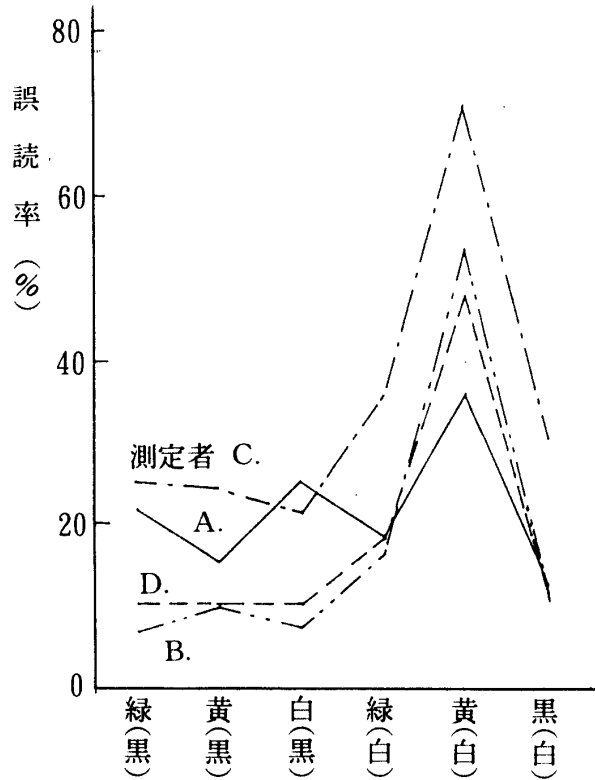


図4 カラーと見易さとの関係
(1回目の実験)

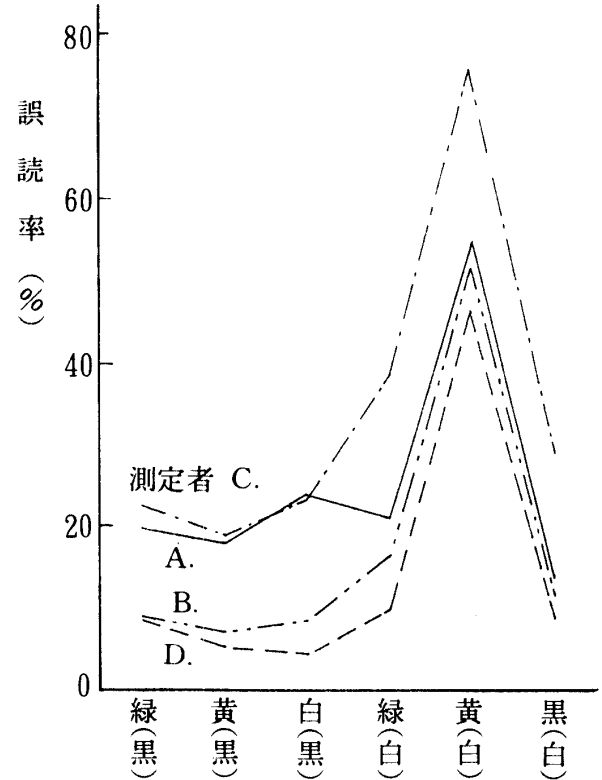


図5 カラーと見易さとの関係
(2回目の実験)

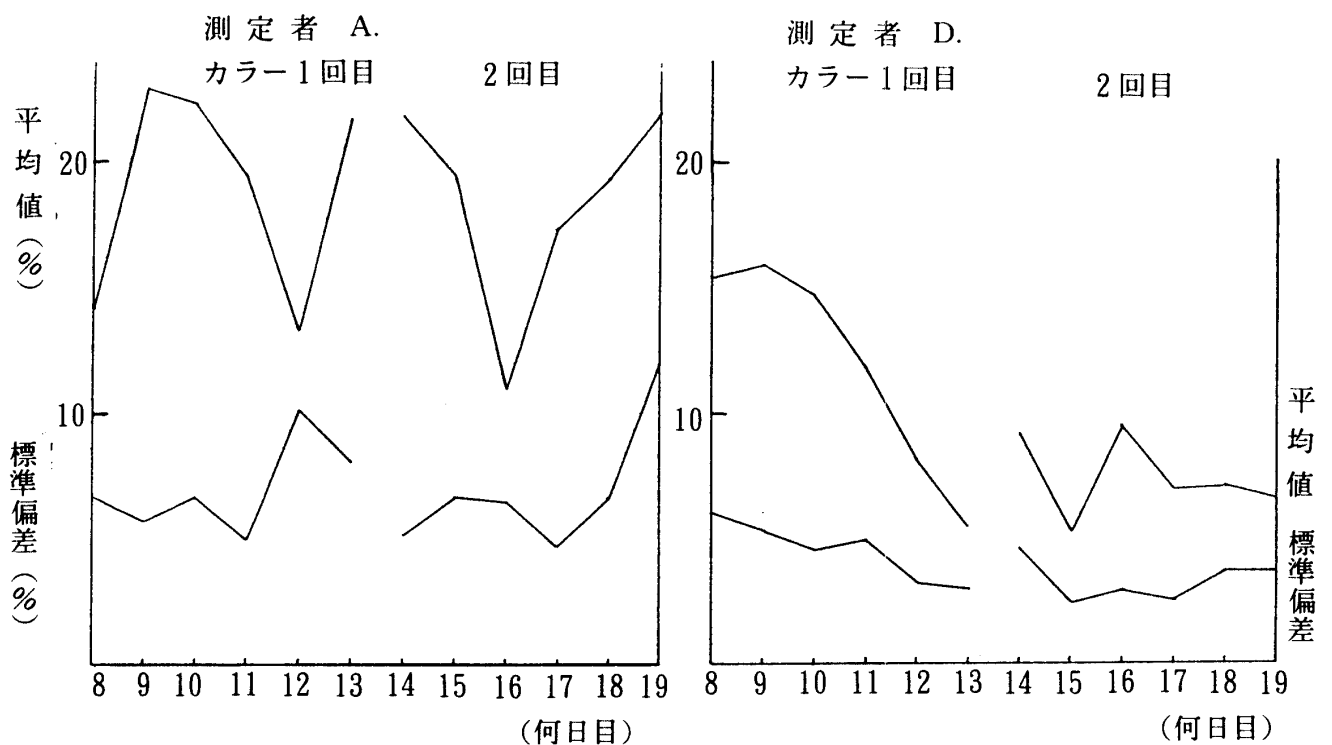


図6 平均値と標準偏差

5. この測定法に不向きな測定者の判別法

図4及び図5で測定者Aのデータだけが他の測定者とかなり違った結果を示していた。筆者は、このような簡単な測定法では、求めたい誤読率の差が小さいとき、測定者の性格による影響が大きくでて真の誤読の傾向がかくされてしまうこともありうると思う。この測定法に不向きな測定者をふるい出す方法が明らかになれば、あらかじめ不向きな測定者をのぞいた後測定を行えばよいことになる。

その意味で測定者Aは他の測定者とどの様に違っていたのであろうか。図6は色と見易さとの関係を導き出すために行った1回目の実験と2回目の実験とでの、測定者AとDとの、特別大きな値を示す黄（白）でのデータを除いたそれぞれの測定日での紫（黒）を含む六つの色表現に対する誤読率の平均値と、その平均値に対する六つの色表現に対する誤読率の標準偏差をあわせ示したものである。

常識的に考えるならば、誤読率が大きくなるときには、そのバラツキを示す標準偏差も大きくなると考えられる。測定者Dの場合はまさしくその通りになっているが、測定者Aでは必ずしもそうでなく、平均値が下がってきているのに標準偏差が上がっている場合も見られる。

図7は色表現と見易さの関係を導き出すために行った2回目の実験での、黄（白）のデータを除いたあとの、各日での測定順ごとの誤読率の平均値を示したものである。各日とも測定のはじめには紫（黒）の測定を行っているので第1番目は純粋に紫（黒）の誤読率を示しているが、第2番目には緑（黒）の日もあれば黒（白）の日もあるわけで、第2番目のデータを総合的にみれば黄（白）を除く五つの色表現がすべて入っている。第3番目、第4番目等も同じことである。つまり測定順番と誤読率の間に何か関係がないか見出そうとしたものである。

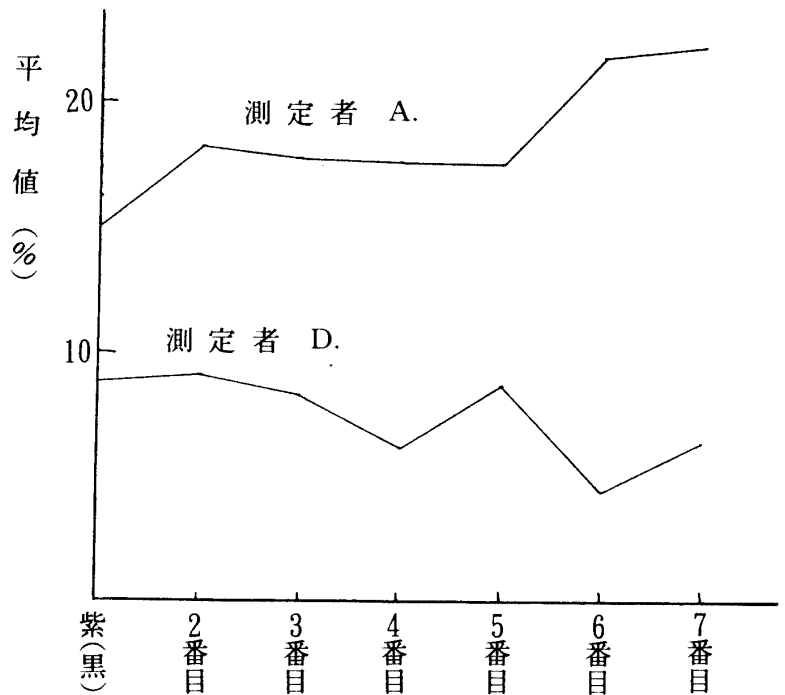


図7 測定順序と誤読率との関係

そこで、まず測定者Dのデータを見てみる。そこには順番と平均値の間には得意な関係は見出されない。ところが測定者Aのデータを見ると、順番のあとの方で平均値が異常に大きくなる傾向が見られる。最初の5回位が終るとあきがきて、平均値が大きくなってしまいうという、性格と結びつきそうな判断をされても仕方がない形があらわれている。

図6及び図7は筆者の思いつきからえがいたものだが、持続した安定性がこの測定法の根本思想である以上、これらは測定者選定の目安を与えてくれると信じてよさそうである。特に図7は、測定者の性格を鋭く指摘してくれていると断言できる。

6. む す び

パソコンによる簡単な測定法の真価に自信のないままにスタートした筆者には、図4並びに図5の結果の見事さは、予想外といえる程であった。この分では、先述した外光によるディスプレイ面の照度と見易さとの関係も追究を行えば解明できるに違いないと考えている。

最後に、実際にこの測定を担当した昭和62年度の福井工業大学工学部電気工学科4年生、宇野良弘、龍田亮一、吉氏崇浩、吉川順一の四君に、深く感謝の意を表したい。