

パソコンを利用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に関する研究

保 田 襄 似

A study on the correlation between the intensities of room illumination and the visibilities of keyboarded characters by using a personal computer CRT display

Joji YASUDA

In the previous paper the author gave the analytical results on the correlation between the colors of characters and their visibilities by using a personal computer CRT display. At that time the author showed the possibility of deducing the correlation between the intensities of room illumination and the visibilities of keyboarded characters by analogous measurements. As for the preferable intensity of room illumination the author gives an analytical value of 300 luxes at a CRT display in this paper.

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、コンピュータ関連の用語でいえばCRTディスプレイの使用頻度は想像を絶するほどになっている。したがって、ディスプレイをどのような環境で、或いは文字の色やブラウン管での輝度をどのような状態にして用いるかという条件の良否が、使用者の疲労を大きく左右することになり、その条件の研究は何よりの急務である。筆者は福井工業大学研究紀要第19号において、「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」と題した小論文を発表し¹⁾、その一端にふれたのであるが(なお、以下、本論文内ではこの論文のことを前論文と略記する)、その後、外光によるディスプレイ面での照度が見易さとどう関係するかについての結論もまとまったので、それについて発表する。これもコンピュータの連続使用者にはきわめて極めて重大な問題であり、その意味で本論文の価値は極めて大きいと確信するものである。

2. 具体的手法

具体的手法については、今回は前論文で詳しく記述した手法の一部を改変したにすぎないので、要点のみを簡単にふれるにとどめる。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ーにはPC-8027を使用している。

一部前論文と重複した図を使用するが、図1はディスプレイ中央に定められた時間（例えば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。一つの円の直径は4ミリメートルである。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度欠けた円が交じっている。図1の1行目でいうと3番

目、4番目がそれで、測定者はこのような円形を認めたときは図2の最下行にあるように、3番目、4番目を意味する3、4の数字をキーボードから打ち込むことにする。図2の「A」は、図1の記号列で1行目から2行目に、或いは2行目から3行目に移ることを意味し、「-」はその行に真上が30度欠けた円がないことを示し、0は十番目に真上が30度欠けた円があることを意味する。ディスプレイ面にあらわれる図形、図1と記録紙に記録される数字群、図2とは1対1の対応をしており、真上が30度欠けた円は図2の0に対応し、その他の数字も図1の他の部分が欠けた円に対応している。ここで図2は乱数列なので、図1も当然そのような性格を持っている。

測定者はディスプレイ面にあらわれる図1の

ような記号列を見て図2の最下行にある打ち込みをして記録紙に記録するわけであるが、一つの照度のとき図1のような記号列を20回繰り返してその照度に対する観測が終了したと数える。このとき測定者が正しく数字を打ち込んだかどうかは、図2の記録と比較すれば直ちに知られることである。そして、真上の30度欠けた円が5個あったとし、そのうち一つの位置をキーボードから正しく打ち込まなかったときは、例えば5番目にあるのに6と打ち込んだようなときには、誤読率という語を定義して、このような場合に誤読率に $\frac{1}{5}$ を採用することは、前論文で記述したとおりである。乱数列中に0のあらわれる頻度は $\frac{1}{10}$ 程度であるから、一つの照度での測定では、分母の数は約60となる。

今回の測定では外光によるディスプレイ面での照度と誤読率の関係をすることを目的としたので、照度を変えていったとき誤読率が一番少なくなる照度が最も適当であったと判断するわけである。キーボード面は常に一定の500ルクスの照度とした。ディスプレイ面の照度は、明るさを変えることのできる電気スタンドと照度計を用い、面が30ルクス、100ルクス、300ルクス、1000ルクス及び3000ルクスとなるよう5段階に変えた。ただし、どの照度を最初にもってきて次にどの照度をもってくるかは日によってかえ、さらにどの照度の次にどの照度をもってくるかの順番はあらかじめ順番表を作って計画的に運用し、照度が次第に大きくなっていくとか次第

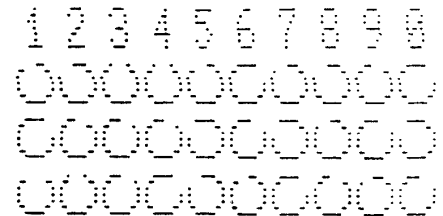


図1 記号列

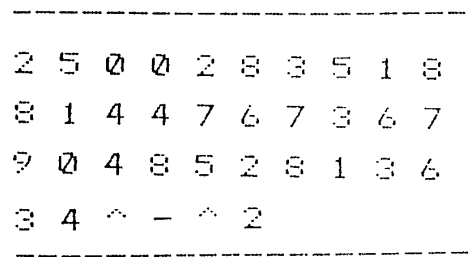


図2 記録例

に小さくなっていくとかの傾向は除いた。したがって、測定のさい順序が原因となる誤差は一切なかったと言える。

なお、ある1日の測定で、上の五つの照度に対してだけ測定を行うことにも問題がある。それは前論文にも指摘したように、1日の測定の第1回目（今回で言えば最初にもってきた照度のときの測定）に誤読率が極端に大きくなる測定者がいるためである。今回も4人の測定者で実験を行ったのであるが、今回の4人では第1回目の誤読率が極端に大きくなる測定者は前論文作成のときよりは減り一人だけであった。しかし、このような測定者がでることが一般である以上は、六つの照度に対して測定を行い、第1回目のデータを捨てる測定法を採用するのが望ましいことには変りはない。ただし、測定の第1回目のディスプレイ面の照度がある値に固定したりすれば、その照度への馴れがデータを偏らせることが予想されるので、その照度も日によって変え、これによる影響もでないよう配慮してある。

3. 測定結果

この測定法の悩みの一つは、もし同一の条件で測定を続けるときは誤読率がどんどん下っていき、実用的な数値の域をこえ非常に小さな数値になってしまうので、時々条件をきびしくして誤読率が大きくなるよう各種の条件の修正をしてやらなければならないことである。そして、条件を修正したとき、前の条件と後の条件との厳しさの換算係数を定めることは非常に困難なので、条件を切り換えた前後の測定結果を連続して比較できないことである。

測定の実状の全体を示すために、表1に測定日と具体的条件を示した。なお、測定はすべて1988年に行われた。

表1の5月31日～7月19日の第1群だけは8日で構成されているが、これは前論文でも触れたように、測定を新たに開始した直後には誤読率が異常に大きくでデータとして解析の対象にできないので、最初の3日はデータを捨てることを前提として測定を行った。従って、第1群としては6月21日～7月19日の5日分のデータを解析の対象とした。なお、工場における作業者の作業の馴れを解析するには習熟曲線（learning curve）を用いるのが一般で、これについては多くの技術書で取りあげていることでもあり、例えば²⁾ この測定の馴れについても習熟曲線を用いながら解析した方が妥当だったかもしれない。

前論文にならい、今回も測定者4名をそれぞれ測定者A,B,C,及びDと表わすことにした。図3及び図4は、測定者A及びBに対する第1群、第2群並びに第3群での照度と誤読率の関係を示したものである。第4群のデータを示さなかったことについては、次節で簡単に触れることにする。

表1 測定日と測定条件

測定日 群名	月	5	6	6	6	6	7	7	7	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12
	日	31	9	14	21	28	5	12	19	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20
測定条件	第 1 群								第 2 群					第 3 群					第 4 群					
目とディスプレイの距離	50cm								50cm					80cm					80cm					
記号列のディスプレイ面での表示時間	4 秒								4 秒					4 秒					3 秒					
記 号 列 の 色	黒地に白								黒地に白					白地に緑					黒地に白					
記 号 列 の 輝 度	つまみ最大								最 大					最 大					中 間*					

*ディスプレイに出す文字や記号の輝度を定量的に表現することは現在のパソコンでは行なわれていない。ここでは輝度のつまみを半分位暗くなる側にまわし、ただその輝度は毎回一定となるようつまみにマークを入れて固定した。

※ディスプレイに出す文字や記号の輝度を定量的に表現することは現在のパソコンでは行なわれていない。ここでは輝度のつまみを半分位暗くなる側にまわし、ただその輝度は毎回一定となるようつまみにマークを入れて固定した。

誤読率 (%)

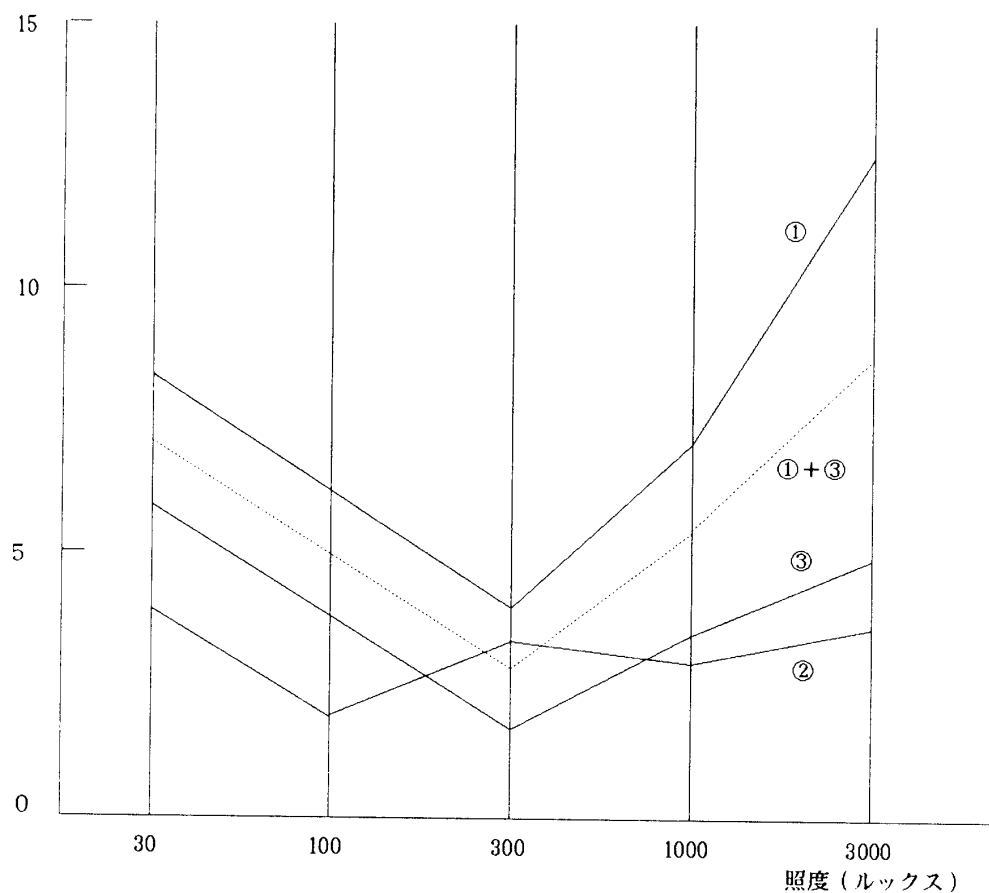


図3 照度と誤読率 (測定者A)

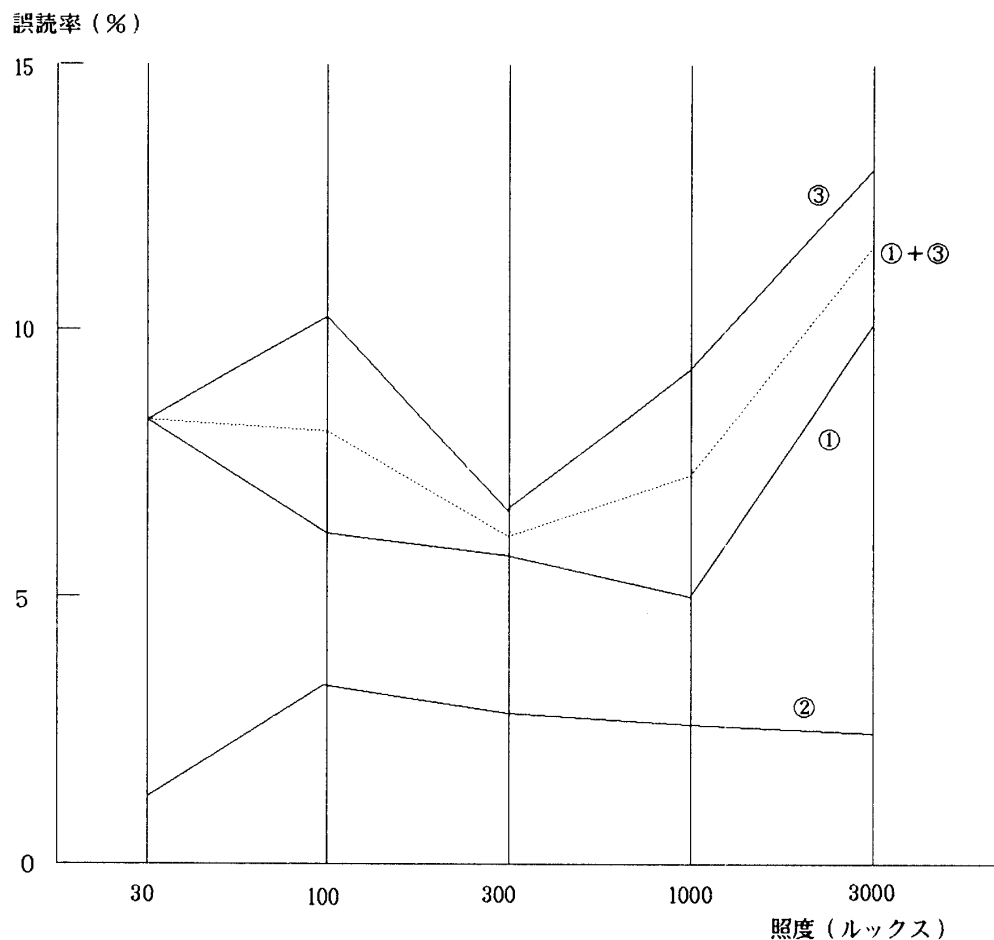


図4 照度と誤読率（測定者B）

第1群、第3群に対しては、測定者A及びBとも300ルクスあたりで誤読率が最も低くなっており、一番見易かったことが示されている。30ルクス、3000ルクスといったディスプレイ面での照度が極端に暗い、或いは明るいときに見にくかったのは図から明らかである。さらに1群だけの測定ではデータ数が不足していることも考えられ、第1群と第3群の誤読率を平均してえた〔①+③〕のカーブが、この測定の結論を明確に示しているといえよう。なお、図3、図4をはじめ、関連した図中では、第1群を①、第2群を②という風に、簡略化した表示を行った。

なお、第2群については、測定者A及びBとも明瞭な傾向がえられなかった。これについては次の説明が妥当であろう。この測定法には二面がある。一つは照度によって見易さが変化するので、それを誤読率という指標で示すというこの測定法が本来目的としている面である。もう一つは測定の誤差の問題で、たとえ同一条件である測定値をえたとしても、測定値は真実の値の上下にばらつくという実験を行うさい避けられない問題である。第2群のデータではかなり馴れが進んで誤読率が0に近づき、第二の面である誤差が照度との関係をカバーしてしまい、適当な結果がえられなかったのである。

4. この測定法に不向きな測定者の判別法

筆者は前論文作成のさいにも、外光による照度と見易さとの関係について実験を行ったし、それ以前にも類似の実験を行って照度と見易さとの関係について追及を行った経験がある。そのいずれの場合にも、一方で図3及び図4と同様にある照度で誤読率が最低となる結果がえられると同時に、この関係の明瞭でないカーブもえてきた。筆者は、この実験は測定を繰り返し行っても測定値がそれほどばらつかない性格の安定した測定者からは明瞭なカーブがえられるのに対し、不安定な測定者からはこのような結果はえられないものと考えている。そのため前論文でこの測定法に不向きな測定者の判別法について考察を行った。

今回の実験でも、測定者C及びDの第1群、第2群並びに第3群に対するデータからえがかれたカーブは、図3、図4のような結論を示さなかった。そして、前論文で指摘したように、安定した測定者からは、ある測定日の五つの照度に対する五つの誤読率の平均値とその標準偏差値つまり誤読率のばらつきとは、平均値が大きいときには標準偏差値が大きくなり、平均値が小さい

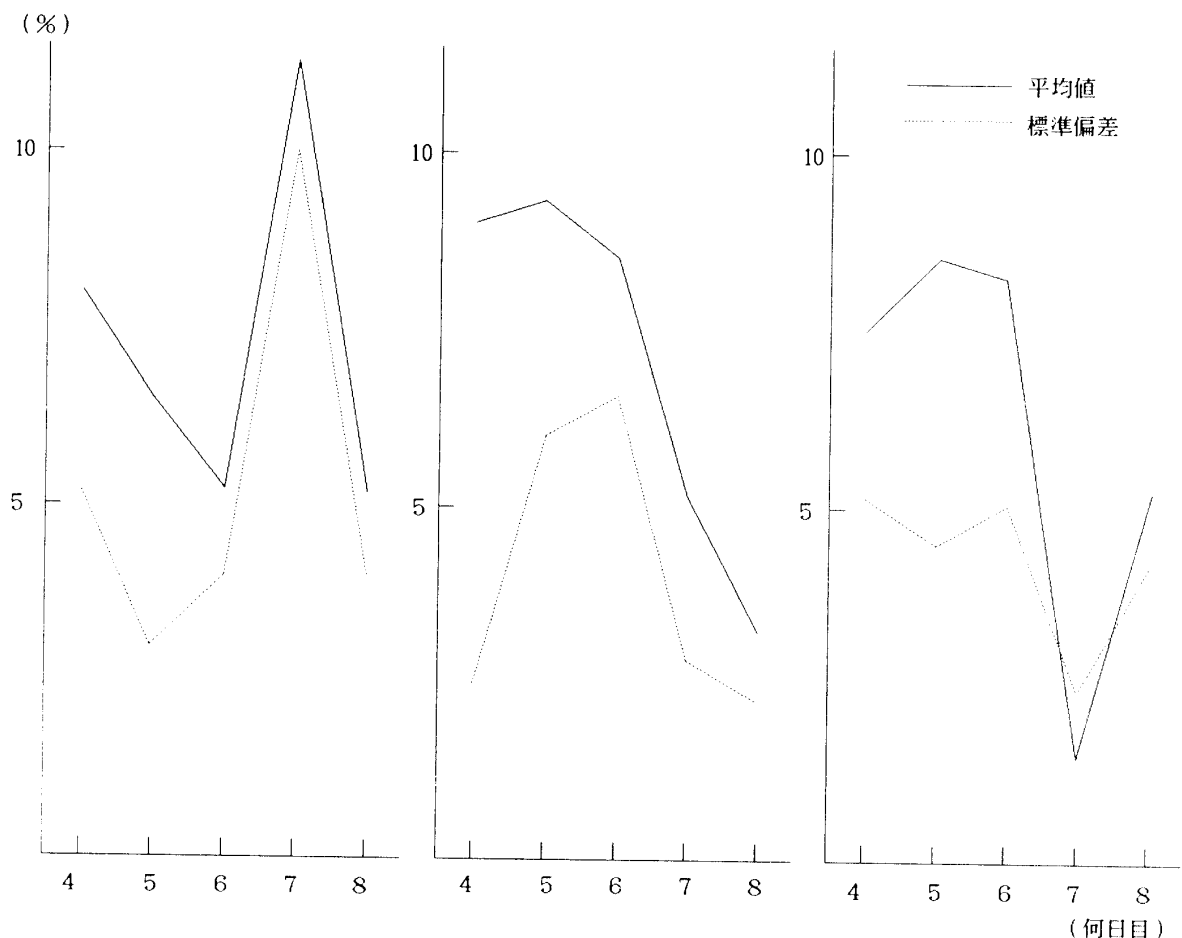


図5 (a) - (c) 平均値と標準偏差

ときには標準偏差値も小さくなる傾向がえられるはずであり、不安定な測定者からは必ずしもそのような傾向がえられないことが予測される。今回の4人の測定者に対しても、この関係をグラフ化してみた。第1群の6月21日から7月19日までの5日分のデータに対してえがいたのが、図5 (a) - (d) である。

図5 (a) および (b) は測定者A並びにBに対するもので、図5 (c) 及び (d) は測定者C並びにDに対するものである。図5 (a) 及び (b) では、平均値と標準偏差値とは平行とみられる上下を行っているのに対し、図5 (c) 及び (d) ではかなり平行からはずれた上下を行っており、測定者C並びにDがこの測定法に不向きなことを示している。特に図5 (c) では一部で2本の線が交差しているのは気になるところである。また図5 (d) は、測定者Dが多少視力の弱いこともあって、測定の継続とともに誤読率は他の測定者とほぼ同じレベルまで下っていったのであるが、この段階での異常に高い誤読率には問題がある。

なお、図3 及び図4 では測定者A並びにBの第4群のデータに対するカーブを省略した。実はこのカーブでは照度と誤読率の関係が明瞭に示されていなかったのである。ところが、測定者C並びにDの第4群に対するデータからえられたカーブは、図6 に示すように照度が特に大きい或いは小さいときには誤読率がかなり上っており、図3 及び図4 とほぼ同一の結果を示している。この場合はディスプレイで輝度を下げて使用しているので、測定者ごとの目の感知力と輝度或いは照度との間には、それぞれ別々の関係式が成立するのかもしれない。これについても、今後の研究をまちたいところである。

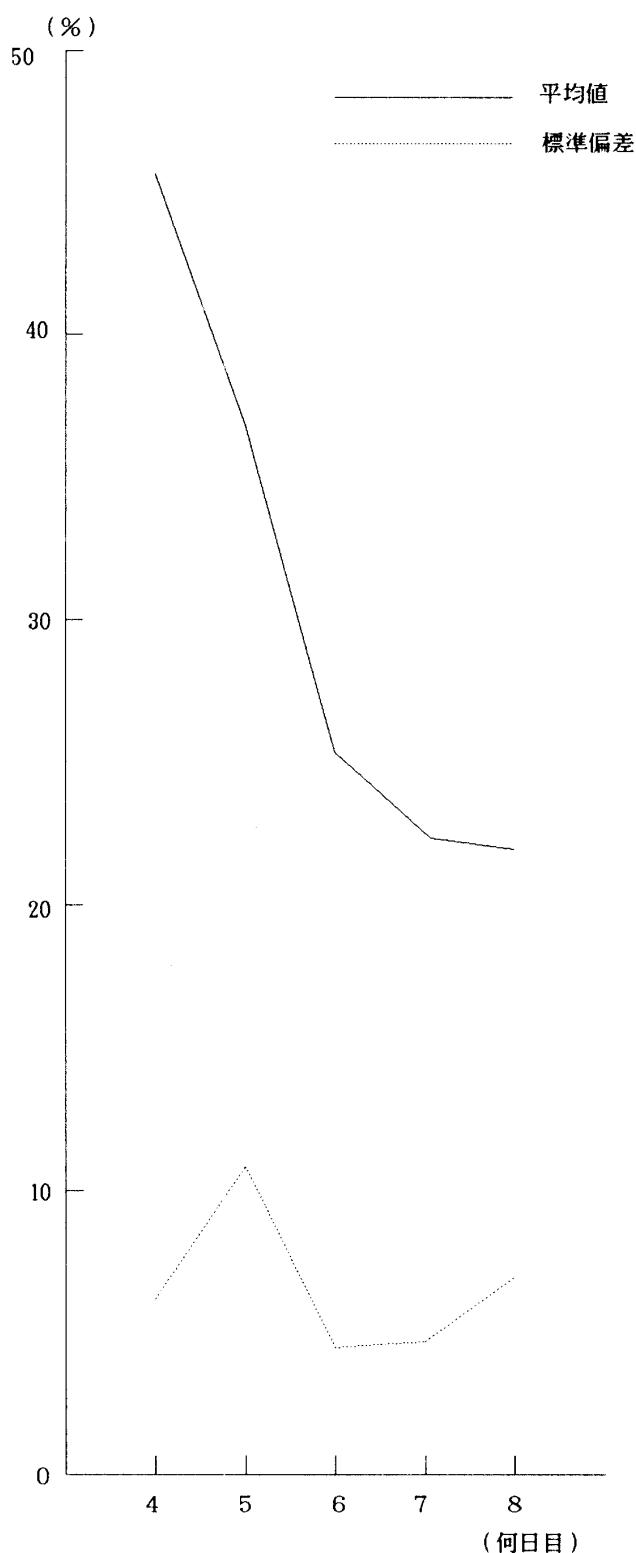


図5 (d) 平均値と標準偏差
(測定者D)

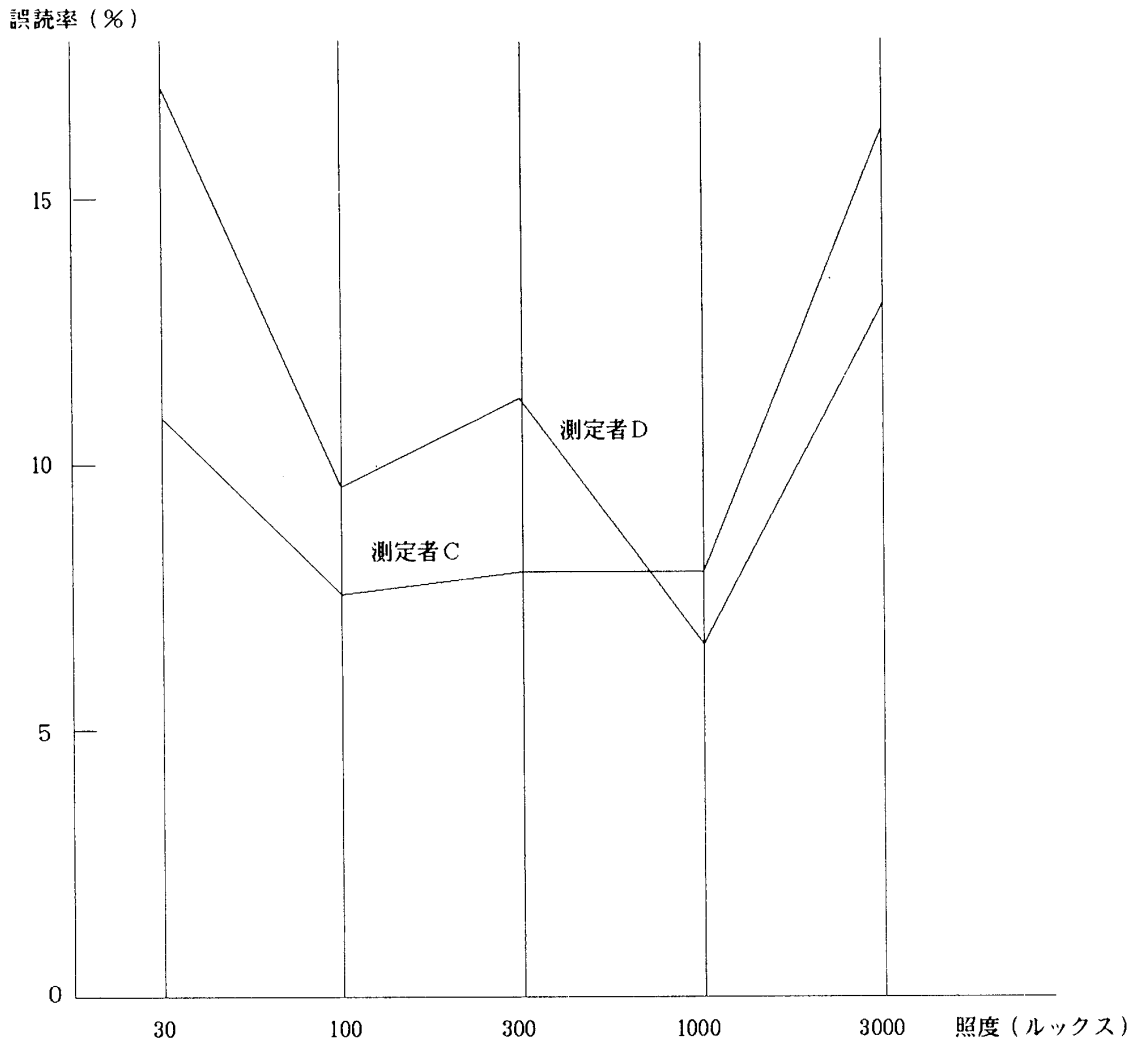


図6 第4群に対する誤読率(測定者C及びD)

5. おわりに

今回の実験では五つの外光による照度を測定の対象にして、そのうちで 300ルクスを望ましい照度とした。しかし、厳密に言えば300ルクス付近が望ましいことが判明しただけで、例えば300ルクスと500ルクスのどちらが良いのかと問われても答えようがない。さらに測定方法を検討して綿密な追求を行う必要がある。

また、このほかにある測定日に六つの照度での測定を行う前と後とで、人間工学的な測定器としてよく使用されるフリッカー測定器でフリッカー値を測定している。そして、一般には実験後の方が実験前よりフリッカー値が上昇することも確めてある。このことはフリッカー測定器の上手な活用が、コンピュータ作業者の疲労の分析に有効な武器となることを示している。今回は定量的な結論を導くところまでにはいかなかったが、引続き研究を進める必要がある。

最後に、実際にこの測定を担当した昭和63年度の福井工業大学工学部電気工学科4年生、西畑昌彦、村西勝広、用田豊和、荻野一郎の四君に、深く感謝の意を表したい。

【参考文献】

- 1) 保田 襄 似：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
福井工業大学研究紀要 第19号，pp.95-101，1989年
- 2) 秋庭雅夫著 “インダストリアル エンジニアリング” pp.63-65，日科技連出版社，1978年