

報告番号	※ 乙 第	号
------	-------	---

## 主論文の要旨

論文題目 **Measuring the Readability of Electronic Devices:  
A Study of the Effects of Illuminance, Font Sizes, and Visual Acuity**  
(電子情報機器の可読性の測定: 照度、文字サイズ、視力の影響に関する研究)

氏名 **LEGE Ranson Paul**

## 論文内容の要旨

(主論文の要旨の日本語訳)

今日、画面表示端末 (VDT: visual display terminal) の製品開発が急速に進んでいる。様々な年齢層向けに提供される画面表示型端末が数多く市販されている。これらの装置の操作には目の視覚と手指による動作の両方を必要とし、様々な局面で人体に影響を及ぼす可能性がある。そのような製品の消費者は、価格と品質だけでなく、利用するデバイスの安全性にも注意する必要がある。本論文では、画面表示端末の安全性のうち、電子書籍端末の表示性能に関する、利用者の視覚への影響についてを対象とする。国際標準化機構 (ISO: International Organization for Standardization) は市場の変化に対応しようとしているが、今日の電子デバイスの進歩は急速であり、既存の製品を前提とした推奨基準よりも進んでいる。このような状況において、本論文では、すべての年齢の人々を対象に、電子書籍端末から文字を読み取る能力への、環境照度、フォントサイズおよび視力の影響に焦点を当てている。

人間工学の分野では、人間とシステム（特に機械）との相互作用の様相を理解することにより、特にコンピュータ技術が人間の身体的健康に及ぼす影響を明らかにする研究が数多く行われている。利用者である人間と電子書籍としての文字表示端末との相互作用を研究する際には、利用環境としての環境照明、表示端末のコントラスト比、フォントの種類、大きさ、利用者と端末間の視距離、個々の利用者の身体の状態（視機能など）が影響すると考えられる。したがって、環境因子（照明）、機械的要素（フォント）、人間の状態（老化による視機能の低下・白内障など）の要素を考慮するため、本論文では、環境照度、フォントサイズおよび視力の影響に焦点を当てた研究を行い、その成果を報告した。今回の調査では、現在市場に流通している表示端末のうち、バックライト型液晶ディスプレイ (LCD)、フロントライトタイプの e インク (ライトユニット一体型電子ペーパーディスプレイ)、標準型 e インクである電子書籍専用端末 (フロントライトなしの電子ペーパーディスプレイ) を対象とした。先行研究分権の多くでは LCD の可読性に焦点を当てているが、本研究の主な関心は、上記の LCD と e インクのような異なるタイプの表示端末における比較である。

本論文では、様々な環境条件と視機能条件の下で、電子書籍端末の可読性を研究した3つの異なる実験について述べている。3つの実験はすべて、95人以上の被験者の参加を得ており、異なる条件下で様々な端末上で英語の文字を読むことの容易さまたは困難を評価したものである。英語の文字を使用する主な理由は、電子機器の使用に関するグローバル化された標準化の発展に主眼があることによる。電子書籍端末のうち特に電子ペーパーは、印刷に使われる紙に表示特性が近いと開発者らに言われることも多いため、電子デバイスだけでなく従来の紙も比較対象として実験で使用した。

1つ目の実験では、110人の参加者を対称に、14種類の照度の下で、液晶ディスプレイ(LCD)、電子ペーパーディスプレイ(EPD)、およびバックライトを備えたEPD(ILU-EPD)の性能を評価する調査を行った。実験では、客観的評価および主観的評価の両方を行っている。参加者は、まず、多様な照度の下で、英文字ブロックを見て声を出して読み、正しく読まれた回答数を実験者が集計した。この実験手順に基づいて、紙の印刷テキストを含む各電子書籍端末について評価実験を行った。次に、実験参加者は、単語の文字ブロックを読んだ後に、VAS(Visual Analysis Scale)を使用して各デバイスの可読性を評価した。この実験の結果は、すべてのデバイスで環境照度200~500lxの間で読み取り可能であることを示した。しかし、端末ごとに特性は異なり、LCDとILU-EPDでは、200lx未満においても紙やEPDと比較して読みやすいと評価された。

第2の実験では、異なる文字表示端末上のCourierフォントによる文字について表示文字サイズを変えて可読性について検討した。Courierは、固定幅フォントであり、電子書籍端末の可読性を評価する上で客観的な測定が容易である。この評価実験では、年齢に応じてグループ化された99人の読者が、LCD表示端末上の表示文字列および電子ペーパー端末上の表示文字列のサイズを参考に、8ポイント、12ポイント、および16ポイントの3通りの文字サイズを実際に表示して評価した。2元配置分散分析を用いて、測定データを解析したところ、有意な差が見出された。実験の結果から、65歳未満の人は8ポイントのサイズでも読むことができるが、65歳以上の人では8ポイントでは小さすぎて読みにくいことが示された。

第3の実験では、電子書籍端末利用者の年齢、視力、および白内障白濁の違いが、電子ペーパー装置に表示した文字の読みやすさに及ぼす影響について調べるため、2種類のフォントで読みやすさを測定した。この実験では、セリフフォント(Times New Roman)とサンセリフフォント(Helvetica)の2種類の文字フォントで読みやすさを比較した。この実験は、133名の実験参加者を含んでおり、参加者全員の近見50cm両眼視力を測定した。この実験の結果から、電子ペーパー表示端末の読みやすさは、利用者の、年齢、水晶体白濁度、および50cm近見視力に影響されることが示された。

本論文で報告した上記3つの評価実験の成果は、様々な種類の電子書籍端末の文字の可読性に関して、利用者の安全性を担保するための標準化を目指す上で有用な知見を与え、国際的な標準化に寄与するものである。