

背景輝度が異なる文章間の視線移動視作業での読みやすさ

自由観察時における読みやすさの程度及び観察時間

正会員 ○ 原 直也*¹同 佐藤 隆二*²

1. はじめに

作業者の行う視作業には、例えば講義室において手元の資料と黑板あるいはOHP等による映写画像とを交互に観察するなど、視線移動を伴う視作業が少なくない。背景輝度が異なる視対象間での視線移動視作業では、作業者の順応輝度の変動が、視作業の容易さに影響すると予想されるが、影響がある視作業条件及びその程度は明らかではない。本研究の目的は、背景輝度が異なる視対象間での視線移動が、視作業の容易さに基づいた視環境評価に有用と考えられる「文章の読みやすさ」に与える影響の把握である。

視線移動条件下での順応輝度の変動は、個々の視対象の観察時間に左右され、その観察時間は作業者の判断に依存している。このことから、各作業者の順応状態の変動を把握するためには、作業者の観察時間を知る必要がある。観察時間は作業者に依存するだけでなく視作業内容にも依存するが、本研究では背景輝度が異なる2つの視野に提示した一定文字数の文章を交互に繰り返し読む視作業を設定した。この視作業について得られる、背景輝度の組合せや文章の文字の視角などの明視要素と読みやすさとの関係を基に、背景輝度が異なる視野間の視線移動が文章の読みやすさに与える影響を把握する。

既報¹⁾では、背景輝度が異なる2つの視野に提示した文章を視線移動を伴い読む視作業において、自由観察時での明視要素と読みやすさの程度、及び、観察時間との関係を1個人について得る主観評価実験を行った。その結果、背景輝度が大きく異なる組合せ条件において、低背景輝度の視野の文章の読みやすさの程度と観察時間が、

その背景輝度の文章のみを十分に観察した場合（定常視）の読みやすさの程度や、その背景輝度同士の視野の文章を視線移動を伴い観察したときの観察時間と異なるなど、視線移動の影響が現れることが判明した。本報では5人の被験者に対し、背景輝度の差異が大きい条件に重点を置いた主観評価実験で得た、それらの関係について考察する。

2. 主観評価実験の概要

被験者は、表1に示す大阪大学男子学生5名で、R.T.は1個人を対象とした既報¹⁾の被験者と同一人物である。独立に連続調光可能で視角11.4°角の範囲で背景が一様となる視野装置2台（視野A、B、背景輝度はA≧Bに設定）を図1に示すように配置し、各々の視野中央に、およそ16文字からなる独立した5つの文を記載した文章視標を提示した。一方の視野装置を観察時の被験者に他方の視野の影響がないよう両視野装置間には遮蔽板を設置し、視野装置の外装及び遮蔽板など、被験者の視野内に存在する視対象以外のものは全て無光沢黒色仕上げである。

提示文章の文字寸法は、表2に示す5段階で両視野装置に同寸法の文章を提示した。両視野の背景輝度組合せは表3に示す通りで、背景輝度の差異が大きい条件に重点を置いた設定とした。背景輝度の組合せごとに各文字寸法について、各被験者に日を改めて3回の試行をさせた。

被験者には2つの視野を背景輝度の高い方（視野A）から交互に観察させ文章を1文ずつ読ませ、その間、被験者の額が額当てに接した時刻、及び、離れた時刻を1/100秒単位で計測し、観察時間と視線移動に要した時間を特定した。被験者には確実に文を読むように特に教示を与え、計10文を読み終えた後、各文章の読みやすさの程度

表1 被験者一覧

		視力	性別	年齢	色神
被験者	M. K.	1.0	男	23	正
	A. H.	0.7	男	23	正
	N. M.	1.5	男	25	正
	R. T.	1.2	男	24	正
	T. H.	1.5	男	22	正

表2 文字視対象の寸法と視角

文字の寸法 (ポイント)	6	9	12	18	24
文字の視角 (分)	9.05	13.6	18.1	27.1	36.2

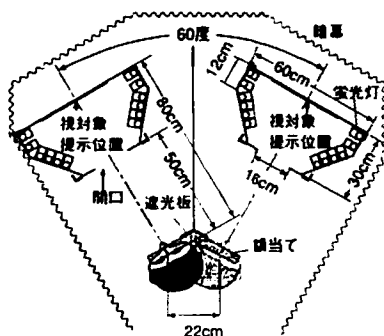


図1 視野装置の配置

表3 視線移動時の視対象背景輝度の組合せ

視野Bの背景輝度	定常視	視線移動条件 視野Aの背景輝度 (cd/m ²)						
		視野Aの背景輝度 (cd/m ²)						
		0.16	0.5	1.6	5	50	500	1600 5000
0.16	○	○				○	○	○
0.5	☆		○			○	☆	☆
1.6	☆			○		○	☆	☆
5	☆				○		☆	☆
50	○					○		○

☆：全ての文字寸法について試行

○：文字寸法6,12,24のみ試行 — 但し、6が読めない時は9、12が読めないときは18について試行

Readability of Sentences with Different Background Luminance under the Visual Task of Eye Movement between them
- Readability and observation time under the observation unrestricted by time -

HARA Naoya and SATOH Ryuji

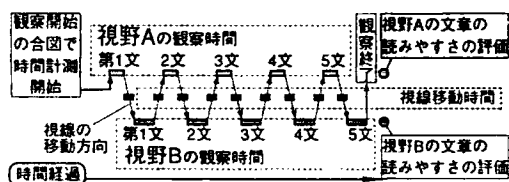


図2 1試行の時間経過と作業内容

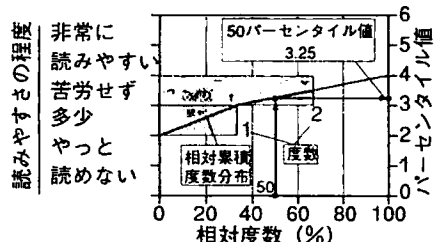


図3 読みやすさの度数分布とパーセンタイル値

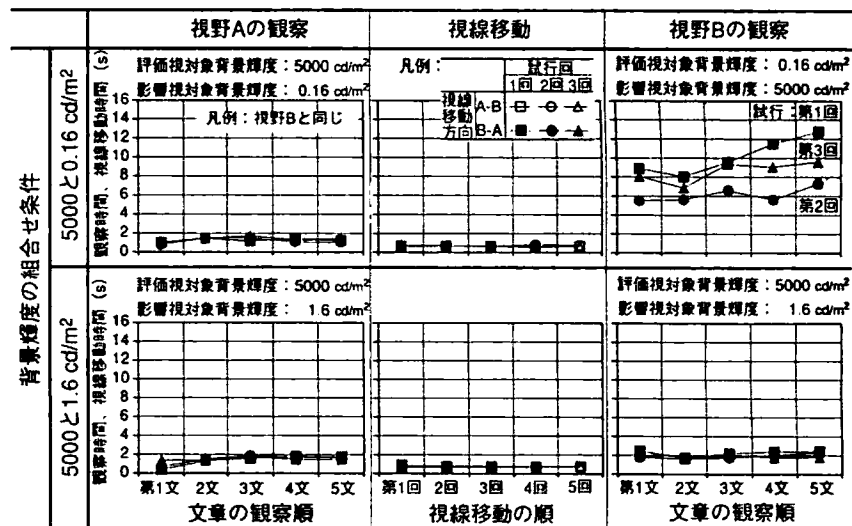


図4 観察時間、及び、視線移動時間（被験者：R.T.、文字寸法：12ポイント）

を6段階の評価尺度（読めない、やっと読める、多少読みにくい、読める、苦勞せずに読める、読みやすい、非常に読みやすい）で評価させた。この一連の作業を1試行とし、1試行の作業内容の時間経過を図2に示す。

また、表3に示した視野装置Aの背景輝度について、被験者が要求する20秒以上の充分な時間観察（定常視）させた場合の、各寸法の文章の読みやすさも評価させた。

3. 主観評価実験の結果

1試行において視野AとBの2つの読みやすさの程度と、各視野について5つの観察時間が得られた（図2参照）。以下においては、一方の視野に提示された文章に対する読みやすさの程度や観察時間は、その視野の背景輝度を評価視対象背景輝度、他方の視野の背景輝度を影響視対象背景輝度として、それらの組合せ条件での読みやすさの程度や観察時間と呼称する。例えば、視野の背景輝度が5000と0.16cd/m²の組合せ条件では、0.16cd/m²の視野に提示された文章の読みやすさの程度や観察時間は、評価視対象背景輝度0.16cd/m²、影響視対象背景輝度5000 cd/m²での読みやすさの程度や観察時間と呼ぶ。

3.1 読みやすさの程度のばらつきと代表値

被験者が評価した読みやすさの程度のばらつきは、各被験者については同一条件3回の試行に対してほぼ1～2段階に及んだ。3段階に及ぶ場合もあったが、その数はわずかで安定した評価が得られている。ここでは、個人毎に3回の試行で得られた読みやすさの程度の代表値として、図3に示した方法で算定した50パーセンタイル値を用いる。

3.2 観察時間、及び、視線移動時間のばらつきと代表値

被験者R.T.、文字寸法12ポイントの文章について得られた、視野AとBの背景輝度の組合せが、5000と0.16cd/m²、及び、5000と1.6cd/m²の時の各文章の観察順序と観察時間、及び、視線移動時間を図4に示す。

背景輝度が5000と0.16cd/m²との組合せ条件では、背景輝度の低い0.16cd/m²の文章の観察時間が、観察順が後になるに従い長くなる。この傾向は、影響視対象背景輝度が

高く評価視対象背景輝度が低い条件で、文字寸法が小さいほど多く見られた。影響視対象背景輝度に対する順応が影響視対象の観察時間内では完了せず、観察を繰り返すに従い影響視対象への順応が徐々に進行するためと考えられる。

背景輝度が5000と1.6cd/m²との組合せ条件では、上述の傾向は見られない。なお、被験者により出現条件は異なるものの、全被験者についてこれらの傾向の現れる条件が存在した。

視線移動に要する時間は、図4に見られるように視線移動の順序による差異は見られず、被験者ごとに所要時間が若干異なるものの、背景輝度の組合せや文字寸法などの設定条件には依存していなかった。

評価視対象背景輝度と影響視対象背景輝度、及び文字寸法の組合せ条件に対する観察時間の個人毎の代表値としては、平均値と標準偏差を用いる。ただし、文章視標の1文目の観察時間は、時間計測と観察の開始の一致が不確かなこと、影響視対象の影響が不十分な状態における観察時間である可能性が2文目以降に比べて高いことから、代表値の集計対象から除外した。なお、文章の観察順序によって観察時間が安定しない条件の代表値として平均値や標準偏差を用いることは本来不適切ではあるが、本報では観察時間の概略を把握するために、そのような条件においても平均値や標準偏差を算出している。

4. 明視要素と読みやすさの程度及び観察時間との関係

評価視対象背景輝度と影響視対象背景輝度の全ての組合せ条件について、明視要素と読みやすさの程度及び観察時間との関係を概観したところ、全被験者について、評価視対象背景輝度が高い条件では影響視対象背景輝度の影響は大きくないという、既報¹⁾と同様の結果が得られた。本報では、評価視対象背景輝度が低い条件に限定して読みやすさの程度及び観察時間について考察する。

4.1 視角と読みやすさの程度、及び、観察時間との関係
被験者R.T.について得られた視角と読みやすさの程度（度数分布と50パーセンタイル値）及び観察時間（平均

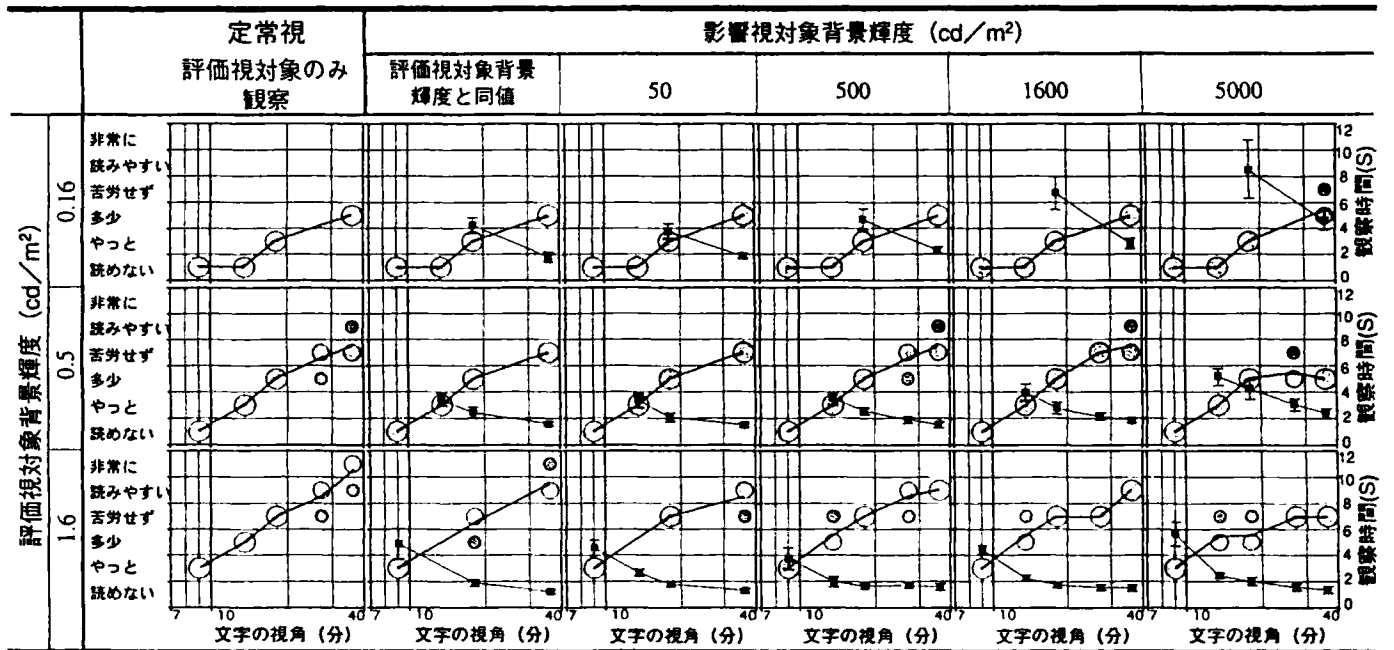


図5 評価視対象の視角と読みやすさの程度、及び、観察時間（被験者R.T）

と標準偏差：但し1文目の観察時間は集計対象外、以下同じ）との関係を、評価視対象背景輝度が低い3条件について、定常視、及び、視線移動視作業については影響視対象背景輝度ごとに、図5に示す。左端軸の読みやすさの程度を目盛りに対して、円の面積がその相対度数を、折れ線（太）が50パーセンタイル値を示す。右端軸の観察時間を目盛りに対して、■の記号が平均値を、そこから伸びる鉛直線分の長さが標準偏差を示す。

評価視対象と影響視対象の全ての背景輝度の組合せにおいて、概して、視角が大きいほど、読みやすさの程度は高く、観察時間の平均値は低い傾向がある。

定常視の条件、及び、影響視対象背景輝度が同一条件のグラフ同士を比較すると、視角が同一条件では評価視対象背景輝度が高いほど読みやすさの程度が高く、観察

時間が短くなる傾向がある。

読みやすさの程度のばらつきは、相対度数の分布から前述（3.1）の通り小さいが、観察時間のばらつき（標準偏差）は、観察時間が長くなるほど大きい。特に、観察順序によって観察時間が安定しない条件では標準偏差が大きくなる傾向があった。

評価視対象の視角と読みやすさの程度、及び、観察時間との関係に見られるこれらの傾向は、程度には差があるものの全ての被験者について存在した。

4.2 影響視対象の背景輝度と読みやすさの程度との関係

評価視対象背景輝度の低い3条件で各被験者に得られた、定常視での読みやすさの50パーセンタイル値、及び、影響視対象背景輝度と読みやすさの50パーセンタイル値との関係を文字の視角に対応づけて図6に示す。

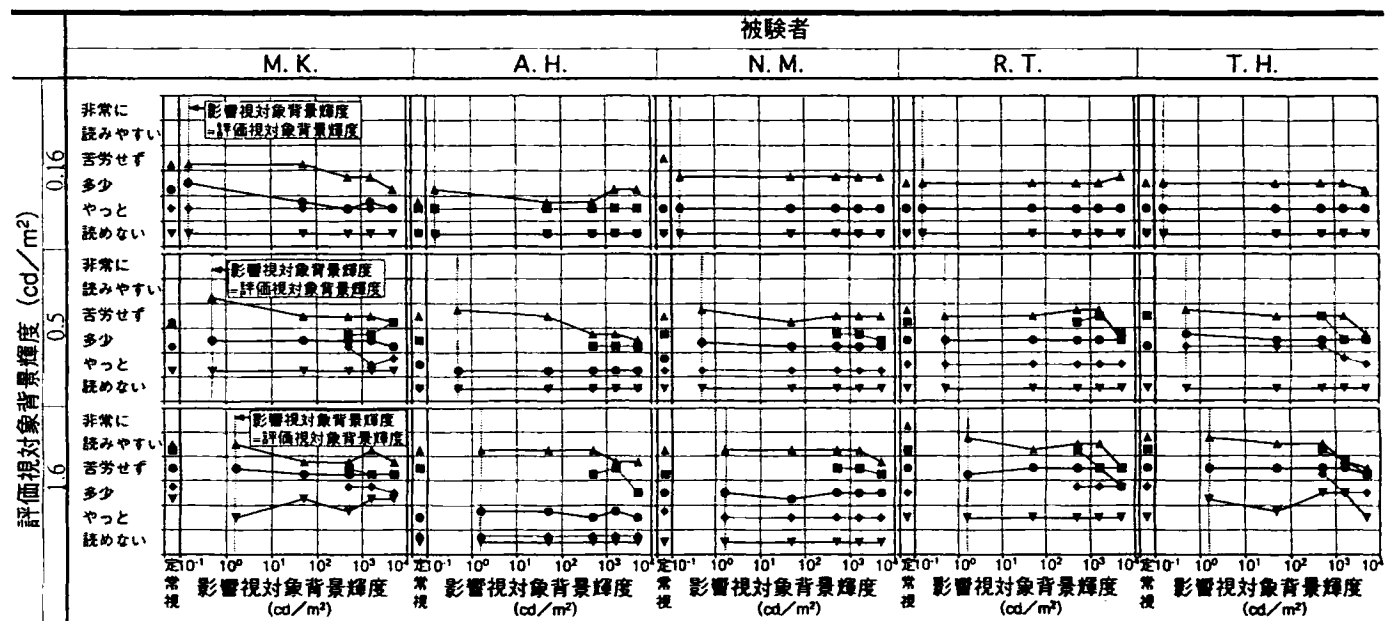


図6 影響視対象の背景輝度と読みやすさの程度との関係

視角 (分) —●— 9.05 —●— 13.6 —●— 18.1 —●— 27.1 —●— 36.2

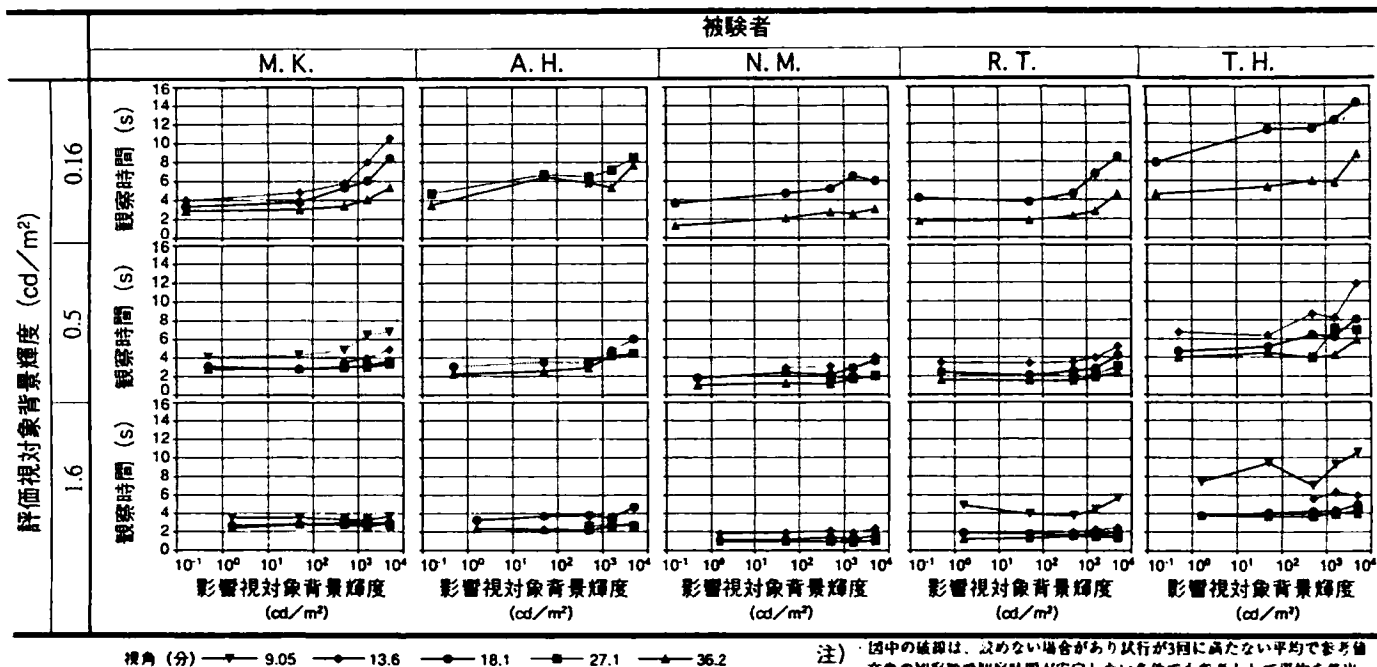


図7 影響視対象の背景輝度と観察時間との関係

視角が同一であれば視線移動の有無のみが異なる定常視と、評価視対象と影響視対象の背景輝度が等しい視線移動時とでは、視線移動の煩雑さによる読みやすさの低下が予想される。しかしながら、読みやすさの程度は必ずしも低下せず上昇するものも見られるが、概してほぼ同等の読みやすさの程度が得られている。

文字の視角が等しい文章において影響視対象背景輝度が高い範囲で、影響視対象背景輝度が低い条件に比べての読みやすさの程度が若干低下する傾向が、各被験者で出現条件は異なるものの全被験者に共通して存在する。なお、評価視対象背景輝度が5cd/m²ではこの傾向はほとんどなかった。文字の視角が小さく定常視での読みやすさの程度が元々低い条件ではこの傾向は見られないが、定常視での読みやすさの程度が高く、且つ、評価視対象背景輝度が低い条件で現れる。この読みやすさの程度が低下は、高い影響視対象背景輝度による順応レベルの上昇が原因と考えられるが、影響視対象背景輝度が5000cd/m²以下で、評価視対象の背景輝度が5cd/m²以上であれば出現しないことが、全ての被験者について判明した。

4.3 影響視対象の背景輝度と観察時間との関係

評価視対象背景輝度の低い3条件で各被験者に得られた、影響視対象背景輝度と観察時間の平均値との関係を文字の視角に対応づけて図7に示す。文字の視角が等しい文章でも影響視対象背景輝度が高い範囲で、評価視対象と影響視対象の背景輝度が等しい条件に比べて観察時間が延長する傾向が、各被験者で出現条件は異なるものの全被験者に共通して存在する。なお、評価視対象背景輝度が5cd/m²では、この傾向はほとんどなかった。文字

の視角が小さく評価視対象背景輝度が低い条件ほど、延長時間が長くなる。この観察時間の延長は、高い影響視対象背景輝度による順応レベルが上昇に伴う読みやすさの程度の低下が原因と考えられるが、影響視対象背景輝度が5000cd/m²以下で、評価視対象の背景輝度が5cd/m²以上であれば出現しないことが、全ての被験者について判明した。

5. おわりに

異なる2つ視野内でそれぞれ11.4°角の範囲に提示された視角が9分以上の16文字程度からなる文章を交互に読む視作業では、各文章の背景輝度が5cd/m²以上、5000cd/m²以下の範囲内であれば、影響視対象の観察による順応レベルの上昇に起因する「読みやすさの程度の低下」(4.2参照)及び「観察時間の延長」(4.3参照)は生じないことが判明した。背景輝度が5cd/m²以下5000cd/m²以上の範囲は共に、元来文章を読む視作業にとって不適切であり、そのような条件下で文章を読むことは一般的でなく、また、避けるべきである。本実験で扱った11.4°角の視野範囲の輝度を、実際の視作業時の背景輝度と同等に取り扱うことはできないが、文章を読む一般的な視作業条件においては、背景輝度が異なることの影響や視線移動の影響を考慮する必要はないと考えられる。

(謝辞)

本実験の遂行には大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻建築環境工学研究室の皆様にも多大なる協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

(参考文献)

- 1) 原直也、佐藤隆二：背景輝度の異なる2つの視野間の視線移動状態での見やすさ評価-背景輝度の組合せと読みやすさ評価、及び、観察時間との関係-、照明学会全国大会講演論文集, pp.124-125, 1999.7

*1 関西大学 工学部 建築学科 助手・博士 (工学)

*2 大阪工業大学 工学部 建築学科 教授・工博

Research Associate, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Kansai University, Dr. Eng. Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology, Dr. Eng.