

# Nara Women's University

## 年齢及び生活行為に配慮した照明の適正化に関する研究

|       |  |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: Japanese<br>出版者:<br>公開日: 2020-05-07<br>キーワード (Ja): 照度, 照明, 色温度, 生活行為, 適正化, 年齢<br>キーワード (En):<br>作成者: 大江, 由起<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="http://hdl.handle.net/10935/5405">http://hdl.handle.net/10935/5405</a>  |

# 年齢及び生活行為に配慮した照明の適正化に関する研究

2020 年

奈良女子大学大学院 人間文化研究科

博士後期課程 社会生活環境学専攻

大 江 由 起

# 目 次

## 第 1 章 序論

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1.1 本論文の背景と目的 .....     | 1-1 |
| 1.2 照明環境の動的計画 .....     | 1-2 |
| 1.3 既往研究と本論文の位置づけ ..... | 1-4 |
| 1.3.1 作業空間と生活行為に関する既往研究 |     |
| 1.3.2 年齢に関する既往研究        |     |
| 1.3.3 照明の変化に関する既往研究     |     |
| 1.3.4 本論文の位置づけと意義       |     |
| 1.4 本論文の構成 .....        | 1-6 |

## 第 2 章 実験装置

|                   |      |
|-------------------|------|
| 2.1 実験室 .....     | 2-2  |
| 2.2 照明器具 .....    | 2-4  |
| 2.3 照明条件の設定 ..... | 2-7  |
| 2.4 小括 .....      | 2-11 |

## 第 3 章 実験データの取り扱い

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 3.1 本章の目的 .....           | 3-1  |
| 3.2 複数の実験データの取り扱い方法 ..... | 3-1  |
| 3.2.1 検討方法                |      |
| 3.2.2 個人内誤差と個人間誤差の関係      |      |
| 3.2.3 個人間誤差と実験間誤差の関係      |      |
| 3.2.4 個人内・個人間・実験間誤差の関係    |      |
| 3.3 申告率の定義 .....          | 3-10 |
| 3.4 小括 .....              | 3-12 |

## 第 4 章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 4.1 本章の目的 .....                  | 4-1  |
| 4.2 実験内容 .....                   | 4-2  |
| 4.3 照度・色温度と明るさ・色味 .....          | 4-2  |
| 4.3.1 明るさに関する評価                  |      |
| 4.3.2 色味に関する評価                   |      |
| 4.3.3 明るさと色味の評価図および予測式           |      |
| 4.4 年齢及び生活行為に適する照度・色温度 .....     | 4-13 |
| 4.4.1 検討方法                       |      |
| 4.4.2 若齢者及び高齢者の特徴と両年齢層ともに適当とする範囲 |      |
| 4.4.2.1 若齢者が適当とする範囲              |      |
| 4.4.2.2 高齢者が適当とする範囲              |      |

|         |                              |      |
|---------|------------------------------|------|
| 4.4.2.3 | 若齢者と高齢者がともに適当とする範囲           |      |
| 4.4.2.4 | 既往知見との比較                     |      |
| 4.4.3   | 複数の生活行為で適当とする範囲              |      |
| 4.4.3.1 | 若齢者が複数の生活行為で適当とする範囲          |      |
| 4.4.3.2 | 高齢者が複数の生活行為で適当とする範囲          |      |
| 4.4.3.3 | 若齢者と高齢者がともに複数の生活行為で適当とする範囲   |      |
| 4.5     | 年齢及び生活行為に適する明るさと色味 .....     | 4-20 |
| 4.5.1   | 若齢者が適当とする生活行為別の明るさと色味        |      |
| 4.5.2   | 高齢者が適当とする生活行為別の明るさと色味        |      |
| 4.5.3   | 若齢者と高齢者がともに適当とする生活行為別の明るさと色味 |      |
| 4.6     | 小括 .....                     | 4-21 |

## 第5章 適当な照度と色温度の調節速度

|         |  |      |
|---------|--|------|
| 5.1     | 本章の目的 .....                            | 5-1  |
| 5.2     | 生活行為を考慮する場合の照度と色温度の調節速度 .....          | 5-1  |
| 5.2.1   | 生活行為中に照明を変化させる場合の照度と色温度の調節速度           |      |
| 5.2.1.1 | 実験概要                                   |      |
| 5.2.1.2 | 変化に対する評価                               |      |
| 5.2.2   | 生活行為の移行時に照明を変化させる場合の照度と色温度の調節速度        |      |
| 5.2.2.1 | 実験概要                                   |      |
| 5.2.2.2 | 変化に対する評価                               |      |
| 5.3     | 照度と色温度を同時に変化させる場合の調節速度 .....           | 5-10 |
| 5.3.1   | 実験概要                                   |      |
| 5.3.2   | 変化に対する評価                               |      |
| 5.3.3   | 照度あるいは色温度を変化させる場合と照度と色温度を同時に変化させる場合の比較 |      |
| 5.3.4   | 変化に対する評価の予測式の提案                        |      |
| 5.4     | 照度を変化させる場合の調節速度 .....                  | 5-13 |
| 5.4.1   | 実験内容                                   |      |
| 5.4.2   | 量的変化と時間的変動                             |      |
| 5.4.3   | 変化に対する評価項目間の関係                         |      |
| 5.4.4   | 若齢者と高齢者が適当とする調光速度                      |      |
| 5.4.5   | 変化前後の照度及び調光時間と許容率の関係                   |      |
| 5.5     | 色温度を変化させる場合の調節速度 .....                 | 5-22 |
| 5.5.1   | 実験内容                                   |      |
| 5.5.2   | 量的変化と時間的変動                             |      |
| 5.5.3   | 変化に対する評価項目間の関係                         |      |
| 5.5.4   | 若齢者と高齢者が適当とする調色速度                      |      |
| 5.5.5   | 変化前後の照度及び調色時間と許容率の関係                   |      |
| 5.6     | 小括 .....                               | 5-30 |

## 第 6 章 利用状況に応じた照明の調節手法

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 6.1 本章の目的 .....                | 6-1 |
| 6.2 生活行為中や生活行為移行時の照明調節手法 ..... | 6-1 |
| 6.2.1 生活行為中の照明調節手法             |     |
| 6.2.2 生活行為移行時の照明調節手法           |     |
| 6.3 小括 .....                   | 6-3 |

## 第 7 章 生活空間への適応性の検討

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 7.1 本章の目的 .....           | 7-1  |
| 7.2 生活空間実験 .....          | 7-1  |
| 7.3 実験室実験との結果の比較 .....    | 7-5  |
| 7.3.1 照度と色温度が終日一定の場合      |      |
| 7.3.1.1 比較検討方法            |      |
| 7.3.1.2 生活行為別雰囲気評価の比較     |      |
| 7.3.2 照度と色温度が変化する場合 ..... | 7-8  |
| 7.3.2.1 比較検討方法            |      |
| 7.3.2.2 変化に対する評価の比較       |      |
| 7.4 生活空間適用時の留意事項 .....    | 7-11 |
| 7.5 小括 .....              | 7-11 |

## 第 8 章 総括

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 8.1 総括 .....           | 8-1 |
| 8.2 今後の課題 .....        | 8-3 |
| 8.3 本論文に関連する発表論文 ..... | 8-4 |

謝辞

付録

# 第 1 章

## 序

## 論

- 1.1 本論文の背景と目的
- 1.2 照明環境の動的計画
- 1.3 既往研究と本論文の位置づけ
- 1.4 本論文の構成

## 1. 序論

### 1.1 本論文の背景と目的

照明は、様々な生活行為や作業において視対象を正しく認識するための「明視照明」と空間の用途に適合した快適性を維持するための「雰囲気照明」に二分される。空間の利用目的に応じて明視照明と雰囲気照明のいずれかに主軸を置いた照明設計が求められるが、光・視対象のみでなく、利用者の順応状態や視覚特性を把握できなければ適切に視環境計画を行うことができない。

そこで、本論文では、基本的かつ重要な測光量である照度・色温度及びそれらの時間分布に着目する。そして、実験室実験及び生活空間における検証実験の結果から利用者の年齢及び生活行為に応じた照度・色温度及びそれらの調節速度について明らかにし、適時適光による質の高い照明環境の動的計画を実現することを目指す。

近年、“Human Centric Lighting”と称される人間中心照明の概念がようやく浸透してきており、人の視覚特性や概日リズムをふまえた照明計画の重要性に対する認識が高まってきた。

今日、高齢化は社会的急務かつ重要課題となっており、総務省統計局によると2020年1月現在で65歳以上の人口は3594万人、高齢化率は28.5%となっている<sup>1)</sup>。そして、2040年には高齢化率が35.3%になると予測されており、高齢者人口は増加の一途をたどる見込みである<sup>2)</sup>。そこで、厚生労働省は、医療費や介護給付費用など社会保障の負担の軽減を目指し、平均寿命と健康寿命の差を短縮する目標を掲げている<sup>3)</sup>。健康寿命を延伸するためには、高齢者が安心して自立できる生活環境を提供し、生活の質の低下を防ぐことが大変重要である。水晶体の白濁化による透過率の低下や瞳孔径の縮小による網膜照度の減少等、加齢に伴い視機能が低下することは自明であり、視環境計画を行う上で、年齢や生活行為に応じた適正な照明環境の究明が求められている。

また、昨今LED・有機EL・レーザーといった新光源の技術進歩がめざましく、センサによる制御技術も発展し続けている。特に、LEDについては、2011年の東日本大震災をきっかけに当初の予想をはるかに超えるスピードで普及しており、井上らによる住宅照明調査結果（日本大学生（生活科学系及び工学系）の実家対象）では、LED照明使用住戸は2011～2019年の9年間で26%から83%へ増加している<sup>4)</sup>。日本政府は、LEDを含む高効率照明の導入をさらに推進するために、2020年にはフロー（出荷）100%、2030年にはストック（設置）100%を達成目標として掲げている<sup>5)6)</sup>。LED化が推進されると、省エネや長寿命といった機能面のみでなく、デジタル制御が容易という利点を活かし、AIやIoTの先端技術と融合して暮らしをより豊かにしていくことができると考えられる。しかしながら、未だ新光源の性能や特徴を十分に活用出来ていないのが現状である。

## 第1章 序論

### 1.2 照明の動的計画

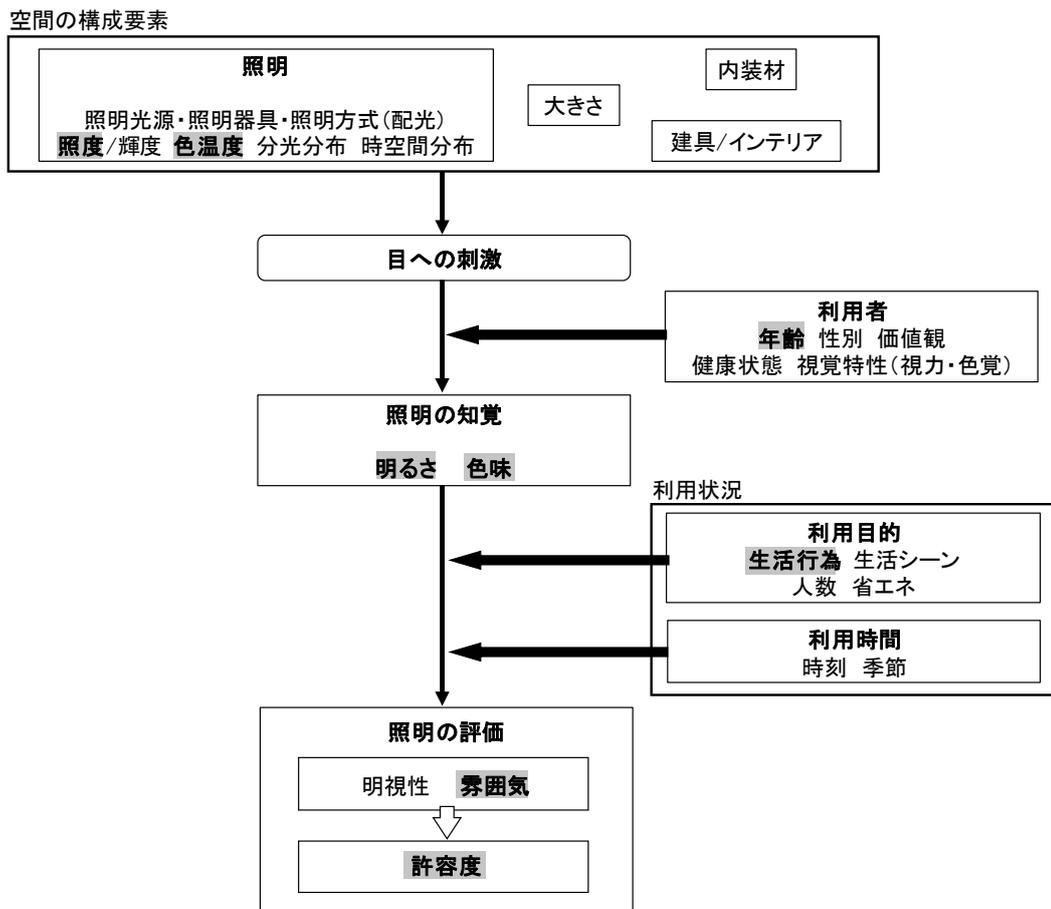
本論文では、適時適光による質の高い照明の動的計画を実現することを目指している。

快適な照明環境を形成していく上で、決定要因は多くある。中村らは、多目的空間であるリビングの照明環境に着目し、快適性のような総合評価特性の意識構造を解明するため、総合評価特性と心理要因及び物理要因の三者の関係を定量化しており、総合評価特性を向上させるには「くつろぎ」の印象を高める必要があることや、各評価への照度や色温度等の影響度を明らかにしている<sup>7)</sup>。また、佐藤らも居間照明の写真を呈示刺激として、心理要因の構成とそれに関連する物理要因について青年層と高齢層の評価構造の違いの程度を検討しており、因子分析の結果、両年齢層とも同じ4因子が抽出されるが、若齢層は「暖かさ」「落ち着き」「変化」「明るさ」の順、高齢者は「明るさ」「落ち着き」「暖かさ」「変化」の順に因子負荷量が小さくなり、高齢者の方が明るさを重要視することを把握している<sup>8)</sup>。また、井上らはくつろぎ空間を対象とし、顔面鉛直面照度別に評価構造と設計変数（配光・光量・輝度分布・灯数・位置）の関係を導出している<sup>9)</sup>。これらの研究は照明器具の種類や数及び均一性など多くの物理要因を取り上げている。

本論文では、取り上げる物理要因（照明条件）を照明計画における基本的かつ重要な要素である照度と色温度に絞り、照明評価の決定要因として利用者の年齢と生活行為に着目している。図1-1は照明の評価と決定要因の関係を示すイメージ図であり、本論文で取り上げる照明条件、決定要因及び評価内容をグレーの塗りつぶしで図中に示している。

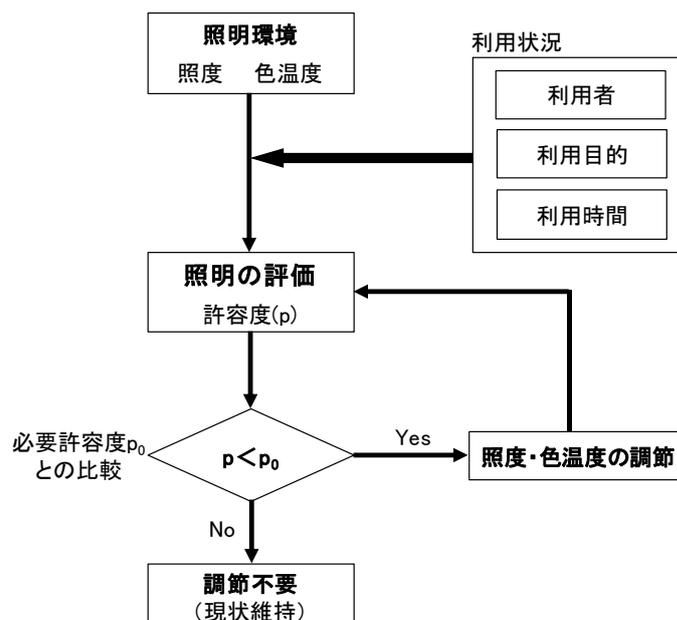
まず、空間からの目への刺激に対して明るさや色味を知覚する。その感じ方は利用者によって異なり、年齢はその大きな影響要因の1つである。次に、利用者は知覚した照明を利用状況（利用目的や利用時間）に応じて明視性や雰囲気の評価し、最終的に照明環境としての許容度を判断する。

次に、利用状況に応じた照明調節のイメージ図を図1-2に示す。照明に対する許容度を $p$ とし、該当利用状況に対する適正条件の必要許容度 $p_0$ と比較すると、 $p$ と $p_0$ の大小関係により、照明調節の必要性を判断できる。 $p < p_0$ の場合、利用状況に応じて照明の調節時間を算出し、照明の適正化を行う必要がある。一方で、 $p \geq p_0$ であれば、照明の調節は不要であり、現状の照明環境を維持すればよい。



※グレーの塗りつぶしは本論文で取り扱う項目

図 1-1 照明の評価と決定要因の関係イメージ図



※必要許容度 $p_0$ は利用状況に応じて決まる

図 1-2 利用状況に応じた照明の調節イメージ図

## 第1章 序論

### 1.3 既往研究と本論文の位置づけ

#### 1.3.1 作業空間及び生活行為に関する既往研究

室の用途に応じた「適所適光」となる照明計画を行うことを目指し、作業空間や生活行為毎に要求される照明環境に関する検討が行われている。

高ら<sup>10)</sup>は、休息空間を取り上げ、蛍光灯の昼白色と電球色、LEDの昼白色及び各2水準の刺激純度を設定した赤・緑・青の計9種類の照明条件のうち、電球色及び薄い青の光色は他の光色と比べて、休息効果が期待できることを示している。また、奥田ら<sup>11)</sup>は、調理空間（台所）で食材を切る・剥くという作業を安全かつ快適に行うためには、作業面照度及び光源の指向性を高くすること、作業台上のみでなく調理空間全体を照明することの必要性を明らかにしている。

大井ら<sup>12)</sup>は、各行為に対応する家具を配置した1/10モデルを用いて、学び、作る、食べる、団欒、くつろぎ、おやすみの6行為について検討しており、視作業度が高い行為（作る・学ぶ）では、高照度が優先で低色温度は好まれないことや、Kruithofの快適領域<sup>13)</sup>について、リラックスした状態の行為（くつろぐ・おやすみ）を想定する場合には再検討する必要があることを把握している。

久保ら<sup>14)</sup>は、飲食店と物販店に関する検討を行っており、飲食店では、電球色相当の色温度が快適であり、生活行為の団欒や食事を想定した場合と同様に、色温度が低い条件でも、Kruithofの快適範囲よりやや照度が高い条件が快適範囲であること、物販店では、温白色から白色相当が快適な色温度であり、1000 lx以上でも快適範囲となることを示している。

このようにそれぞれの作業空間や生活行為における適正な光量や光色に関する検討は行われているが、いずれの研究も検討対象が若齢者のみである。

#### 1.3.2 年齢に関する既往研究

1.1で述べたとおり、加齢に伴う視覚特性の変化により、若齢者と高齢者では明るさや色味の感じ方に違いが生じるため、照明の評価に対する加齢の影響について知見が蓄積されている。

井上ら<sup>15)</sup>は、高齢者が文字を読む場合、丁度良いとする（暗すぎず、また明るすぎてまぶしくない）文書面照度の範囲は若齢者に較べて狭くなるが、年齢層間で共通する範囲が存在することを把握している。

望月ら<sup>16)</sup>は、不快グレアについて、窓面のように光源が大きい場合、高齢者の不快グレアに対する感覚は若齢者よりも鈍いが、その不満足度は若齢者よりも高くなる傾向にあることを示している。木村ら<sup>17)</sup>は、暗黒背景で視野角1°の呈示刺激を中心視において観察した場合、青・緑・橙の光色に対して、若齢者は高齢者よりも不快グレアを感じやすいことや両年齢層とも青色は他の光源より低輝度で不快グレアを与えることを把握している。

このように、高齢者も対象とした研究は明視性あるいはグレアに関するもの<sup>18)19)</sup>が多く、照明

環境の雰囲気に関する研究は少ない。

石橋ら<sup>20)</sup>は、14種の照明器具の組み合わせ（光源は電球と蛍光灯）や光色・照度レベルを設定した評価実験より、高齢者は一定の照度レベルを保ったうえで多灯照明とすることが好まれる傾向にあることを示しているが、生活行為による年齢層間の違いまでは検討されていない。

### 1.3.3 照明の変化に関する既往研究

昼光のように、照明環境が変動しているなかで、ある一定以上の変化量があると、利用者はその変動を知覚する。変動の知覚について把握するうえで、目の順応状態は重要な検討要素である。

井上らは、順応過渡過程における目の感度について多くの知見<sup>例えば<sup>21)</sup></sup>を蓄積しており、順応状態は、変動の認知のみでなく不快と感じるか、受け入れられるかどうかという、評価にも影響することを示している。石田ら<sup>22)</sup>はくつろぎにふさわしい明るさとして設定された顔面鉛直面照度とくつろぎ空間としての満足度の関係に初期順応レベルと経過時間が影響することを明らかにしている。照明設計をする上で、順応へ配慮することの重要性を示しており、時間をかければ快適性を維持したまま、照度を抑えてエネルギー削減に繋げられる可能性を示している。

鹿倉ら<sup>23)</sup>は、オフィス環境における明るさの変動に対する知覚特性について検討しており、増光・減光ともに変動時間によらず知覚できない照明の変動比を把握し、作業をしている場合や変動時間を設ける場合に知覚できない変動比についても明らかにしている。しかし、20歳代から60歳代の被験者を一群として扱っていることが課題である。鄭<sup>24)</sup>らは、作業中の被験者の知覚は開始照度・照度比・変化率の影響を受けることを明らかにしている。また、明るさ変化に対し、変化速度が遅く、対数的に変化させる方が変化に対する許容度が高いことを把握している。

雰囲気重視する空間には欠かすことのできない光色について取り上げた研究としては、宇田ら<sup>25)</sup>が蛍光ランプを用いて、光色の瞬時変化に伴う見え方や印象評価の過渡過程を検討しており、変化前後の光色について、同一色相内での鮮やかさの違いよりも、色相角の違いによって、印象評価は大きく異なるが、変化後、徐々に定常状態の印象評価へ近づくことを把握している。さらに、変化前後の光の組み合わせによって、順応が完遂するために必要な時間についても検討しており<sup>26)</sup>、有彩色に比べ、白色に順応する方が短く、変化後の照明光に対する順応時間は変化前の有彩色照明光が鮮やかなほど長いことを示している。

しかし、光量変化について、いずれの研究も変化比や変化時間の実験範囲が限られており、光色変化については、一般的によく用いられる黒体軌跡上での変化については取り上げられていない。また、1.3.1で列挙した既往研究と同様に年齢の影響についても取り上げておらず、年齢に配慮した照明環境の調節手法に関する知見が不足している。

## 第1章 序論

### 1.3.4 本論文の位置づけと意義

1.2 で述べたとおり、照明の評価における決定要因は多く存在し、1.3.1～1.3.3 で示した既往研究を含め、各決定要因に関して多くの研究がなされている。

若齢者に関して、生活行為に適する光量や光色については知見が蓄積されている。また、照度変化や有彩色光の変化に対する順応時間及び評価（明るさ感や満足度等）との関係について検討されているが、いずれも変化前後の照明条件や変化比が限られており、各実験変数の影響を比較検討するには不十分である。高齢者については、1.1 で述べたように昨今、深刻な高齢社会に直面しているため、利用者の年齢に配慮した照明環境の提供が必要不可欠であるが、未だ明視性や視認性に関する研究が中心であり、雰囲気（快適性）や照明の変化に関する研究は少ない。

そこで、本論文では、実験変数の影響を比較できるように条件設定を行い、まず、年齢及び生活行為に適する照明環境（照度・色温度）について把握している。年齢と生活行為の双方について取り上げ、年齢層間や生活行為間の共通点や相違点まで明らかにされた研究は散見されないため、新規性が高い点である。また、不快のない照度及び色温度の調節時間についても明らかにしている。感覚量を用いて時間特性の年齢層別特徴を検討している研究はなく、一日を通じて様々な行為を行う際に照明を調節する上で、有用なデータとなる。

## 1.4 本論文の構成

本論文は8章から構成されており、そのフローを図1-3に示す。

第1章では、本論文の研究背景をふまえた上で、研究目的について述べている。また、関連する既往研究についてまとめ、本論文の位置づけ及び意義を明記している。

第2章では、本論文で分析や考察を行う際に使用した実験装置及び設定照明条件について示している。複数の実験から構成されているため、これらの共通点や相違点を整理し、実験間で相互比較が可能なことを確認している。

第3章では、第2章で述べた複数の実験結果を用い、同一条件における評価の個人差や実験差について検討している。また、本論文では、評価の個人差を払拭するため、評価の累積出現率である申告率で取り扱うことを述べている。

第4章では、呈示照明条件（照度・色温度）に十分順応した定常実験の結果より、生活行為によって求める照度・色温度が年齢層間で異なるのは、加齢に伴う視機能の低下によって、照度・色温度に対する明るさや色味の感じ方が異なることが主な原因であり、各行為に適する明るさと色味は年齢層による差がみられないことを明らかにした上で、年齢及び生活行為毎に適する照度・色温度の範囲、さらに年齢層間や生活行為間で共通して適する範囲を把握している。若齢者と高齢者では、各生活行為において適する照度・色温度の範囲が異なる場合があるため、年齢や生活行為に応じて、照度や色温度を調節する必要があることを把握している。

第5章では、生活行為移行時には、生活行為を想定しない場合に必要な調節時間で、年齢や生活行為毎に適する照度・色温度へ変化させれば、不快なく調光調色できると考え、生活行為を想定しない場合の調光調色について明らかにしている。照度及び色温度の変化実験（非定常状態）の実験室実験の結果に基づき、照度や色温度の変化に気付く変化条件や不快感が生じない照度や色温度の調節時間について変化前後の照度あるいは色温度及び調節時間と気付き率あるいは不快率の関係図によって検討し、年齢層間の比較を行っている。また、本論文では、照度及び色温度の単独変化の不快率を把握していれば、概ね安全側の設計が出来ると考え、本論文では単独変化に関する知見に基づいて、同時変化の不快率を予測している。

第6章では、第4章及び第5章で求めた評価関係図を用いて、利用者の年齢層や生活行為の組み合わせに応じた照度あるいは色温度の調節時間の求め方について具体例を挙げて示している。

第7章では、第4章から第6章で示した年齢及び生活行為に応じた照度・色温度及びそれらの調節時間の検証を目的とし、被験者の自宅及び老人ホームの居間や個室で実施した実際の生活空間での実験と実験室実験の結果を比較しており、実用化に向けての知見を示している。

第8章では、本論文の成果として第3章から第7章において明らかにした点をまとめ、今後の課題について言及し、関連発表論文を記している。

# 第1章 序論

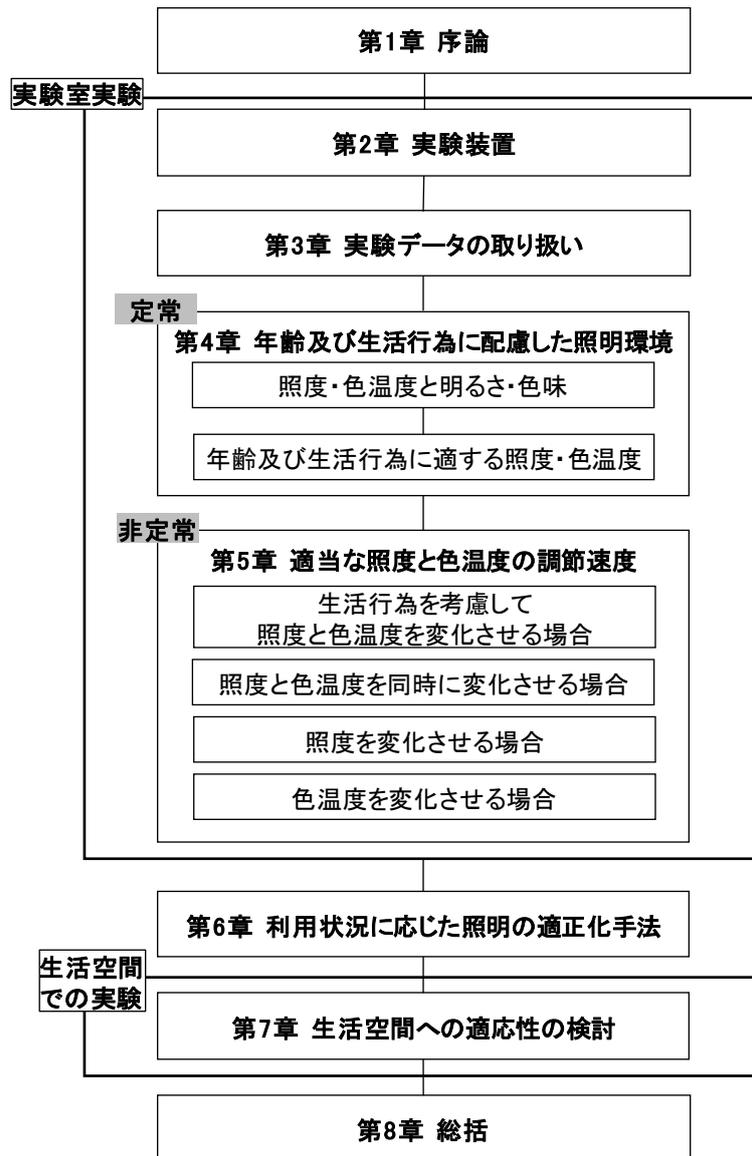


図 1-3 本論文の構成

## 【参考文献】

- 1) 総務省統計局：人工推計, 2019.11
- 2) 内閣府：令和元年版高齢社会白書, 2019.6
- 3) 厚生労働省：健康寿命のあり方に関する有識者研究会報告書, 2019.3
- 4) 井上容子：これからの照明を考えるーより安全、より快適、より健康的に暮らすためにー, ベース設計資料, 建設工業調査会, pp.29-33, 2018.6
- 5) 日本経済再生本部：日本再興戦略 2016, 2016.6
- 6) 経済産業省：第5次エネルギー基本計画, 2018.7

- 7) 中村肇・唐沢宜典・沢辺真由美：リビング照明の心理要因と物理要因の体系化, 照明学会誌, 第80巻, 第11号, pp.811-818, 1996.11
- 8) 佐藤仁人・中山和美：居心地のよい居間照明に関する高齢層と青年層との評価構造の比較, 日本建築学会環境系論文集, 第602号, pp.31-37, 2006.4
- 9) 井上容子・西垣綾乃・槻谷綾子・八田和洋：くつろぎ空間演出の照明要件に関する研究, 平成25年度日本建築学会近畿支部研究報告集, pp.61-64, 2013.6
- 10) 高秉佑・李東起・江欣宸・古賀誉章・平手小太郎：LED照明における光色の休息効果に関する基礎的研究, 日本建築学会環境系論文集, 第76巻, 第662号, pp.363-368, 2011.4
- 11) 奥田紫乃, 福本陽子, 原直也, 岩井彌：食材を切る・剥く場合の明視性・作業性に関する検討—調理空間に適切な光環境に関する研究—, 日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第649号, pp.255-260, 2010.3
- 12) 大井尚行・笠尾円・高橋浩伸：生活行為を想定した室内照度・色温度の好ましさに関するモデル実験, 日本建築学会環境系論文集, 第614号, pp.87-92, 2007.4
- 13) A.A.Kruithof: Tubular Luminescence Lamps for General Illumination, Philips technical Review, Vol.6, No.3, pp.65-96, 1941
- 14) 久保千穂・山羽和夫・阿山みよし：店舗照明を想定したLED照明の照度と色温度による快適性, 照明学会誌, 第97巻, 第2号, pp.77-81, 2013.2
- 15) 秋月有紀・井上容子：明視性評価における年齢の取り扱い及び相対視力の適用範囲に関する検討, 日本建築学会計画系論文集, 第562号, pp.15-21, 2002.12
- 16) 望月悦子・岩田利枝・塚見史郎・木村建一：大きい光源による高齢者と若齢者の不快グレア感に関する実験研究, 日本建築学会計画系論文集, 第538号, pp.17-22, 2000.2
- 17) 木村能子・阿山みよし：LEDに対する眩しさ感の年齢差に関する研究, 照明学会誌, 第94巻, 第2号, pp.120-123, 2010.2
- 18) 岡嶋克典・岩田三千子：水晶体加齢モデルによる高齢者の照明シミュレーションと最適照度の検討, 照明学会誌, 第82巻, 第8A号, pp.564-572, 1998.8
- 19) 明石行生・中川慶子：加齢による水晶体の黄色化が薄明視レベルの視作業性に及ぼす影響, 照明学会誌, pp.298-302, 第96巻, 第5号, 2012.5
- 20) 石橋英里子・八藤後猛・野村歡：住宅照明環境が高齢者に与える心理的影響に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第514号, pp.119-124, 1998.12
- 21) 井上容子・伊藤克三：順応過渡過程における目の感度 実効輝度を用いた視認能力の動的評価法(その1), 日本建築学会計画系論文集, 第468号, pp.11-16, 1995.2
- 22) 石田享子・井上容子：くつろぎのための明るさに関する研究—初期順応レベルと経過時間の影響—, 照明学会誌, 第89巻, 第8A号, pp.446-452, 2005.8
- 23) 鹿倉智明・森川宏之・中村芳樹：オフィス照明環境における明るさの変動知覚に関する研究, 照明学会誌, 第85巻, 第5号, pp.346-351, 2001.5

## 第1章 序論

- 24) 鄭新源, 國分詠美子, 宗方淳: 照明の変動知覚における開始照度と調光曲線の影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第82巻, 第742号, pp. 977-984, 2017.12
- 25) 宇田麻希子・原直也・神農悠聖: 照明光の色の瞬時変化が明るさ感や印象評価に及ぼす影響, 照明学会誌, 第94巻, 第2号, pp.108-115, 2010.2
- 26) 原直也・神農悠聖・岡嶋克典: 有彩色と白色の照明光間の色変化時における定常順応のための所要時間, 照明学会誌, 第94巻, 第2号, pp.86-91, 2010.2

## 第 2 章

### 実 験 装 置

- 2.1 実験室
- 2.2 照明器具
- 2.3 照明条件の設定
- 2.4 小括

## 2. 実験装置

本論文では、3種類の実験室における実験時期、被験者、実験範囲・内容の異なる9つの実験結果を用いて分析及び考察を行っているため、表2-1に実験室実験の実施環境を一覧する。実験1は照度と色温度が一定の実験（定常）、実験2～実験6は照度あるいは色温度を変化させる実験（非定常）、実験7は照度と色温度を同時に変化させる実験（非定常）、実験8・実験9は生活行為を考慮した場合に照度あるいは色温度を変化させる実験（非定常）である。

本章では、実験室実験で用いた実験室及び照明器具の照度や色温度分布等の共通点や相違点を整理する。また、器具付帯の調光・調色手法についても示す。

表2-1 実験室実験の実施環境

|       | 実施年度 | 実験内容                   | 実験変数    |     |      |      | 実験空間 | 被験者  |     |     |
|-------|------|------------------------|---------|-----|------|------|------|------|-----|-----|
|       |      |                        | 照度      | 色温度 | 調光速度 | 調色速度 |      | 若齢者  | 壮齢者 | 高齢者 |
| 実験1   | 2017 | 照度・色温度一定実験             | ○       | ○   | ×    | ×    | 実験室C | ○    | ×   | ○   |
| 実験2*  | 2010 | 照度あるいは色温度変化実験          | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室A | ○    | ×   | ×   |
| 実験3   | 2010 |                        | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室B | ○    | ×   | ×   |
| 実験4   | 2010 |                        | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室A | ○    | ×   | ×   |
| 実験5** | 2011 |                        | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室A | ○    | ×   | ○   |
| 実験6   | 2012 |                        | 色温度変化実験 | ○   | ○    | ×    | ○    | 実験室A | ○   | ×   |
| 実験7   | 2018 | 照度・色温度同時変化実験           | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室C | ○    | ×   | ×   |
| 実験8   | 2018 | 生活行為中の照度あるいは色温度の変化実験   | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室C | ○    | ×   | ×   |
| 実験9   | 2019 | 生活行為移行時の照度あるいは色温度の変化実験 | ○       | ○   | ○    | ○    | 実験室C | ○    | ×   | ×   |

\*変化時間0秒のみ

\*\*色温度変化は変化時間0秒のみ

・実験2～実験7は生活行為を想定していない

## 第2章 実験装置

### 2.1 実験室

実験は、奈良女子大学生活環境学部 E 棟 4 階にあるのべ 3 つの実験室にて行っており、本論文では、実験室 A、実験室 B、実験室 C と称す。実験 2・実験 4・実験 5・実験 6 は実験室 A、実験 3 は実験室 B、実験 1・実験 7・実験 8・実験 9 は実験室 C にて実験を実施する（表 2-2）。各室の平面図並びに断面図を図 2-1、図 2-2、図 2-3 に示す。

照度や色温度以外の実験変数の影響をなくするため、実験室実験は全て内装白としている。実験室 A は広さが約 3.5 畳 (W2100mm×D2850mm×H2660mm)、内装の平均反射率は約 78% (天井面：スチレンボード、壁面及び床面：白布) であり、外部から光が室内に入らないよう壁面を遮光カーテンで覆っている。実験室 B は広さが約 9.5 畳 (W3450mm×D4380mm×H2400mm)、内装の平均反射率は約 70% (天井面：クロス、壁面：スチレンボード、床面：白布) である。実験室 C は広さが約 7.5 畳 (W3460mm×D3600mm×H2400mm)、内装の平均反射率約 80% (天井面：クロス、壁面：スチレンボード (一部白布)、床面：白布) である。実験室の広さや平均反射率が実験室間で異なるが、全て机上面を観察して評価実験を行っていることから、内装が均一な同一の実験空間とみなす。

表 2-2 実験室

| 実験空間 | 実験No.           | 広さ    | 平均反射率 |
|------|-----------------|-------|-------|
| 実験室A | 実験2・実験4・実験5・実験6 | 約3.5畳 | 78%   |
| 実験室B | 実験3             | 約9.5畳 | 70%   |
| 実験室C | 実験1・実験7・実験8・実験9 | 約7.5畳 | 80%   |

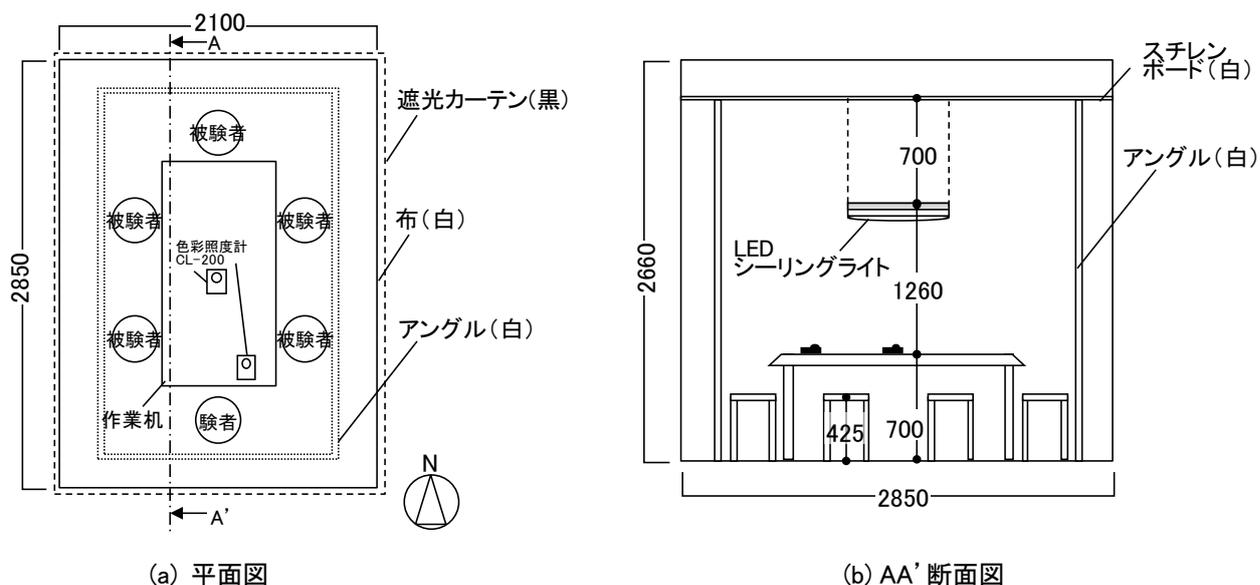


図 2-1 実験室 A

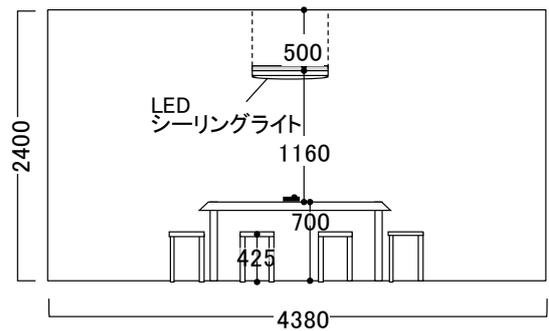
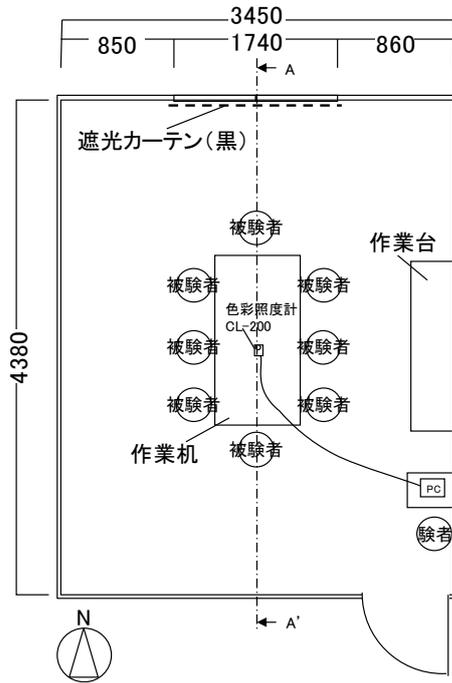


図2-2 実験室B

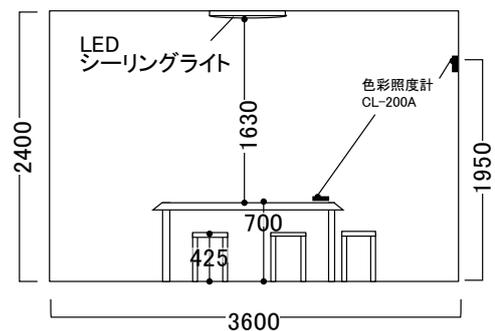
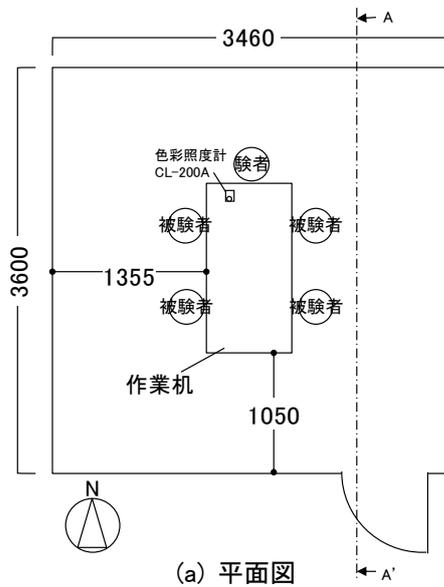


図2-3 実験室C

## 第 2 章 実験装置

### 2.2 照明器具

実験室 A と実験室 B で用いた照明器具の写真を図 2-4(a)に示す。照度と色温度をそれぞれ自動的に制御できる LED の全般拡散シーリングライト（直径 670 mm・厚さ 50 mm の丸型，特注品，調光範囲：0～1200 lx、調色範囲：3000～5700K）である。図 2-1(b)、図 2-2(b)に示すとおり、机上面照度を確保するために天井直付けではなく、木の板にシーリングライトを取り付けたものを天井面から吊り下げている。

実験室 C で用いた照明器具の写真を図 2-4(b)に示す。量産品である DL-C604V（SHARP 製）のソフトを改良した LED の全般拡散シーリングライト（直径 650 mm、最大厚さ 72 mm の丸型，調光範囲：0～1000 lx、調色範囲：2900～5200K）である。尚、いずれの器具も机上面中心照度が 30 lx 以下と低い場合でも安定した調光及び調色を行うため、1 枚被覆する毎に約 50%減光できる布を 1～3 枚、適宜被覆して実験を実施する。

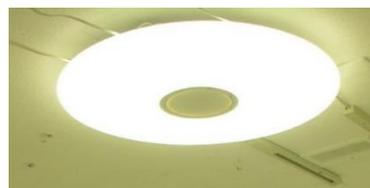
#### (1) 机上面の照度及び色温度分布

図 2-5 に、シーリングライトの中心の直下である机上面中心照度を 100%として百分率で算出した机上面照度分布の一例を示す。同様に、色温度分布の一例を図 2-6 に示す。実験室 A・実験室 B では色彩照度計 CL-200、実験室 C では色彩照度計 CL-200A（いずれも KONICAMINOLTA 製）を用い、100 mm 間隔で測定している。

図 2-7 及び図 2-8 に机上面中心を通る長辺方向と短辺方向の照度及び色温度の分布曲線を示す。照度及び色温度条件によらず、誘導視野（識別能力は低い、空間座標系に視覚情報が影響を及ぼす領域）とされる<sup>1)</sup>各被験者の目線から左右 50 度の範囲内（＝机上面中心から長辺方向に 400 mm 以内、短辺方向に 300 mm 以内）では、実験室 A・実験室 B では机上面中心（100%）に対して照度は 80%以上、色温度は 99%以上、実験室 C では照度は 90%以上、色温度は 99%以上である。照度分布は机上面中心から離れるにつれて光源間で異なるが、照明の評価を行う上ではほぼ同一の分布とみなして検討を行う。



(a) 実験室 A 及び実験室 B で用いる LED シーリングライト



(b) 実験室 C で用いる LED シーリングライト

図 2-4 使用照明器具(4100K)

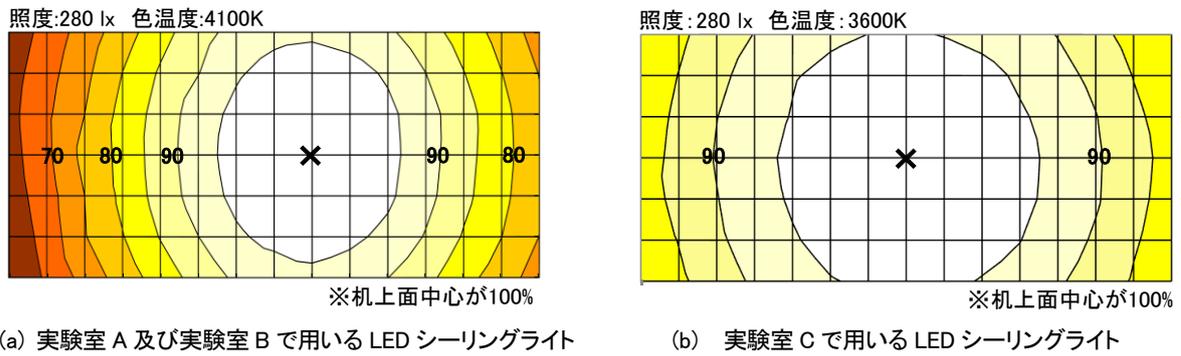


図 2-5 机上面照度分布

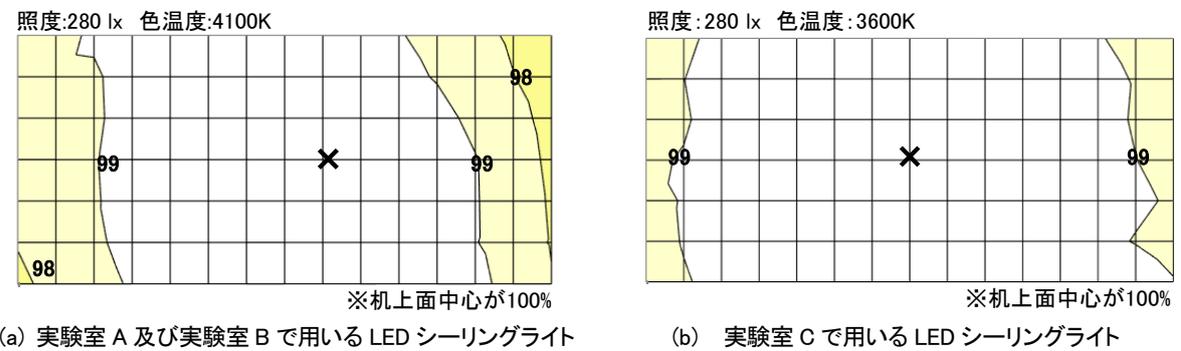


図 2-6 机上面色温度分布

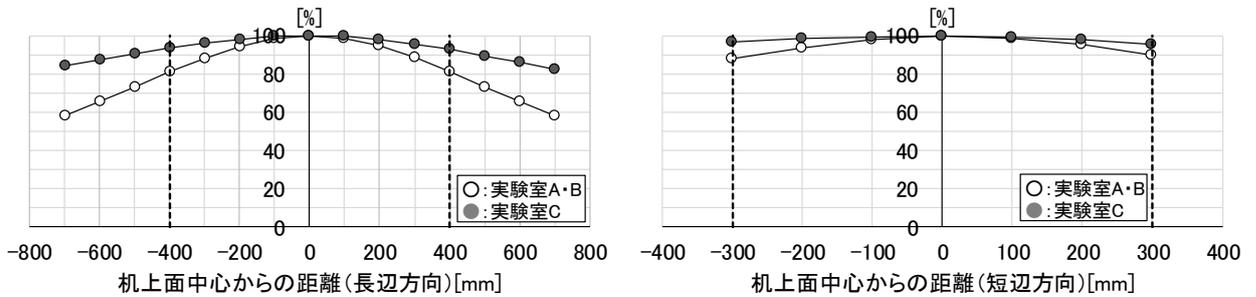


図 2-7 照度分布曲線(280 lx)

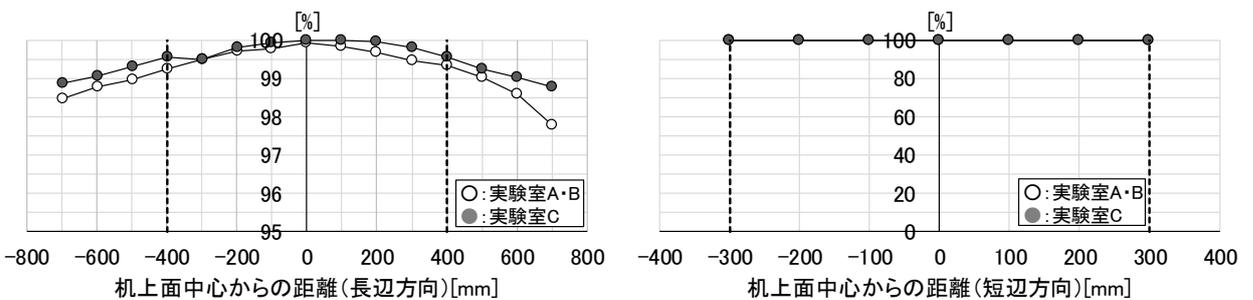


図 2-8 色温度分布曲線(4000K)

## 第 2 章 実験装置

### (2) 光源の色度

図 2-9 に各光源の色度  $xy$  (色彩輝度計 CS-100A (KONICAMINOLTA 製) で測定) を照度条件別に等色温度線と等差線  $\Delta uv$  と併せて示す。また、各図中には、色温度の設定条件を付記している。照度条件によらず、実験室 A・実験室 B で用いた光源の色度はほぼ黒体軌跡上 ( $duv=0.01$  未満)、実験室 C で用いた光源の色度は  $duv \pm 0.02$  の範囲内にある。いずれの光源とも  $duv \pm 0.02$  の範囲内であるため、相関色温度の概念を適用して問題ないと考える。また、いずれの光源とも照度条件間で等色温度線からの誤差が生じているが、図に示す色温度帯に分類して考察を行う。

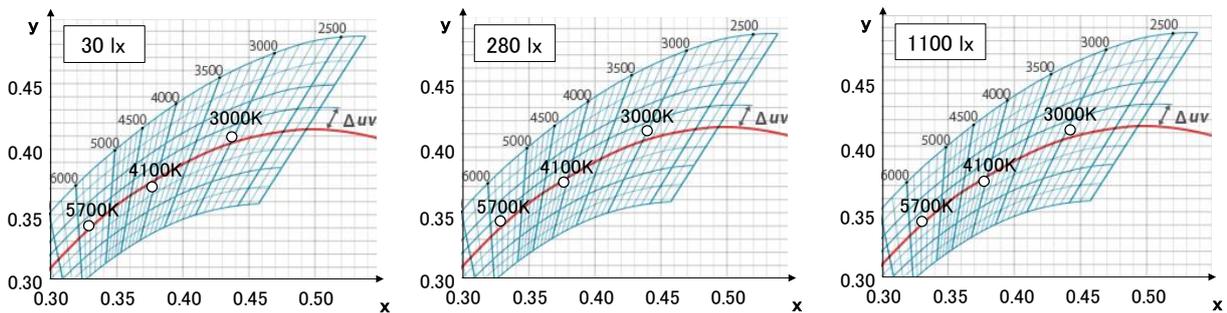


図 2-9 (a) 光源の色度(実験室 A 及び実験室 B)

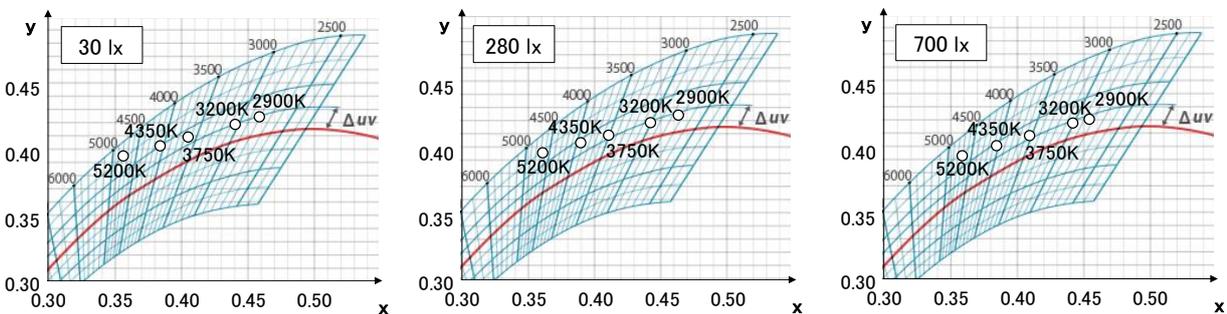


図 2-9 (b) 光源の色度(実験室 C)

### (3) 光源の分光分布

光源の相対分光分布の一例を、280 lx の場合について表 2-3-1、4100K の場合について表 2-3-2 に示す。実験室 A と実験室 B で用いた光源は分光放射輝度計 CS-1000A、実験室 C で用いた光源は分光放射輝度計 CS-2000 (いずれも KONICA MINOLTA 製) により測定しており、各波長における分光放射輝度の最大値を 100% として算出したものである。表 2-3-2 に示すように、約 680nm 以上の長波長域で、机上面照度 30 lx の場合に減光用の布の影響を受け、相対的に高くなっているが、照明の評価を行う上では影響がないとみなして検討を行う。

表 2-3-1 光源の分光分布の色温度による違い(280 lx)

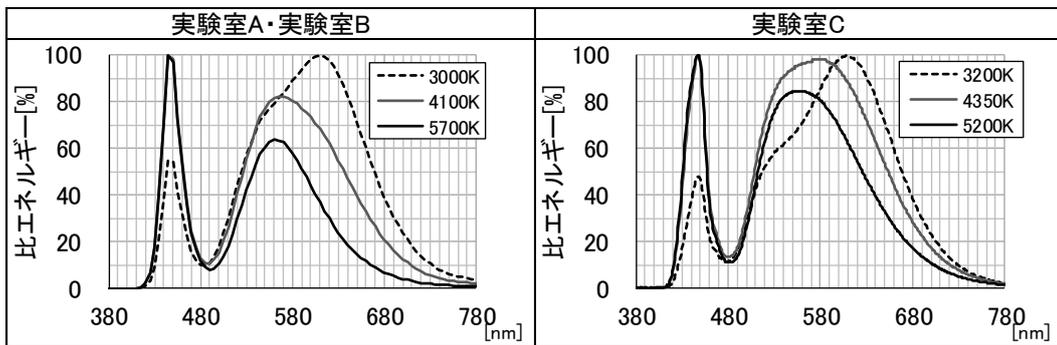
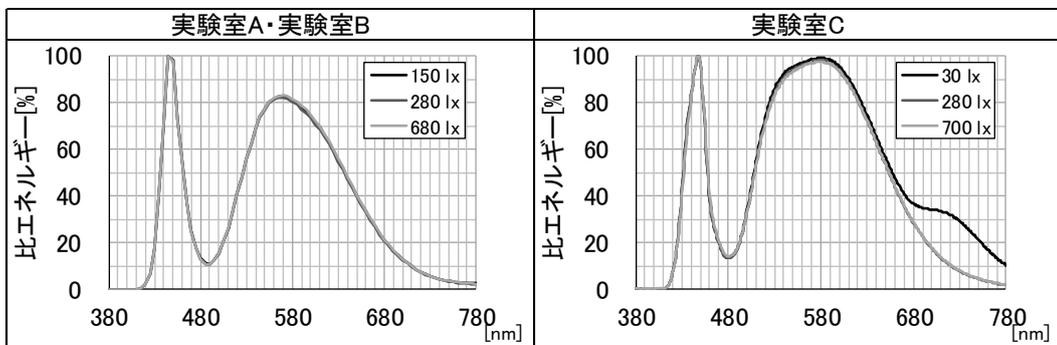


表 2-3-2 光源の分光分布の照度による違い(4100K)



### 2.3 照明条件の設定

本論文で取り扱う物理量は、照度、色温度（本論文では相関色温度）およびそれらの調節速度である。実験室実験では、照明条件の設定は被験者の観察点である机上面中心で行っている。

#### (1) 照度・色温度

照度及び色温度は、心理的感覚は物理刺激の対数値に比例するというウェーバー・フェヒナーの法則に従い、対数的に等間隔になるように一般的に住宅用照明器具で用いられる範囲内で条件を設定している。また、照度については JIS 照明基準総則<sup>3)</sup>に「照度の違いを感覚的に認識できる最小の照度の差異はほぼ 1.5 倍間隔」と記載されているため、図 2-10 に示す照度段階（30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000 lx）も参考にしている。非定常実験と定常実験における設定照度・色温度を図 2-11 に示す。

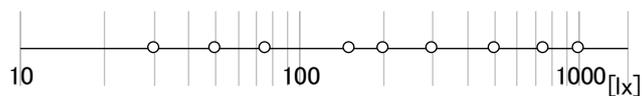


図 2-10 JIS 照明基準総則における照度段階

## 第2章 実験装置

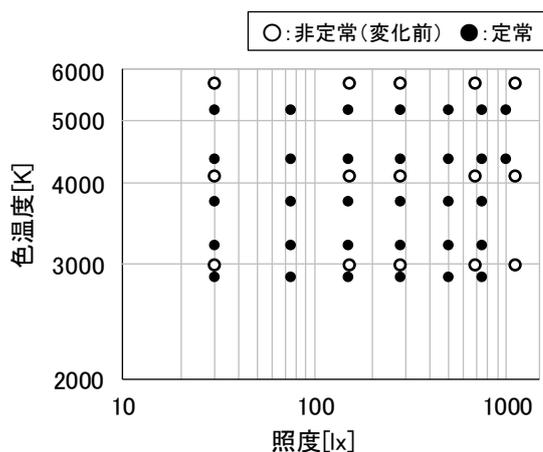


図 2-11 設定照度・色温度条件

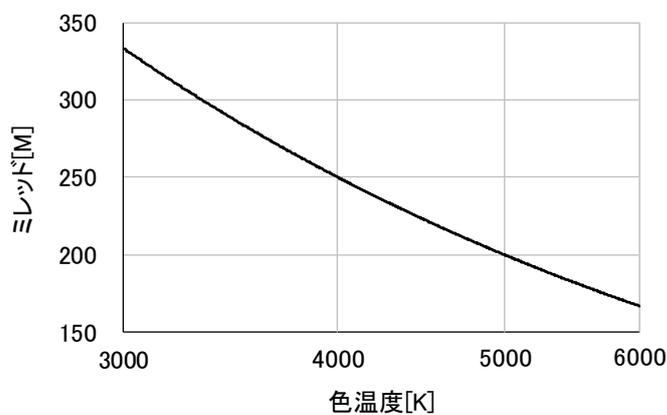


図 2-12 色温度と逆色温度(ミレッド)との関係

図 2-12 に色温度と逆色温度（ミレッド）の関係を示す。同じ色温度の変化量でも、色温度が低いとミレッドの変化量が大きく、色温度が高いとミレッドの変化量は小さい。例えば、3000K と 3100K のミレッド差は約 11、5900K と 6000K のミレッド差は約 2.8 である。人間の視覚で誤差が認識できるのは 5.5 ミレッド程度<sup>4)</sup>とされており、色温度が高いと多少の色温度の違いでも認識するのが難しいことを確認できる。ミレッドは人の感じ方に近い表現ではあるが、本論文では、色差の違いまで捉えることを目的とはしていないため、一般的に光源色を表現する際に用いられ、色の連想をしやすい色温度を用いて検討を行う。

## (2) 調光及び調色速度

## a. 調光・調色システム

照度及び色温度の時間的調節は、実験室 A 及び実験室 B で用いた照明器具に搭載されている調光・調色システム<sup>9)</sup>を用いる。システムのフローを図 2-13 に示す。照明装置のメモリには、発光出力の調光・調色制御を行う際の、初期出力と目標出力と該初期出力から該目標出力まで調光・調色するのに要する時間との対応関係が予め記憶されている。そして、初期出力と目標出力とが指定されると (STEP1 で YES)、該対応関係から調光・調色に要する時間が特定され (STEP2)、縦軸を発光出力とした対数軸、横軸を時間とした線形軸である片対数グラフ (図 2-14) において、初期出力から目標出力まで特定された時間で発光出力が時間経過に対して線形関係となる変化率で発光出力を減少・増加させる (STEP3)。電球色と昼白色の LED チップを混合することで、出力の調整を行っている。

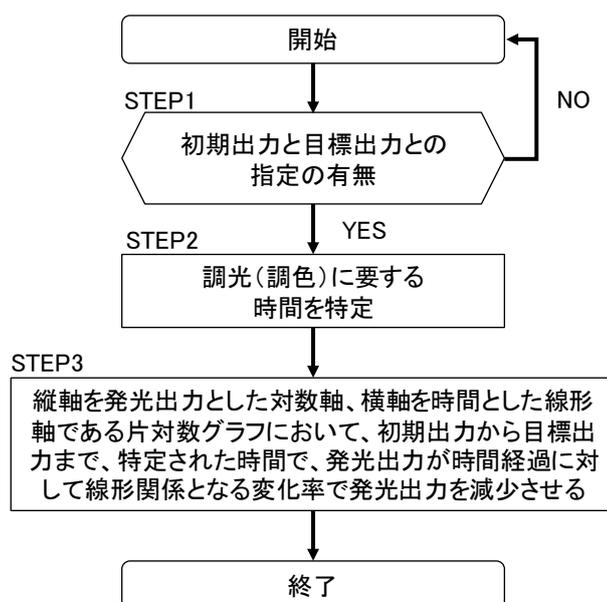


図 2-13 調光・調色システムフロー

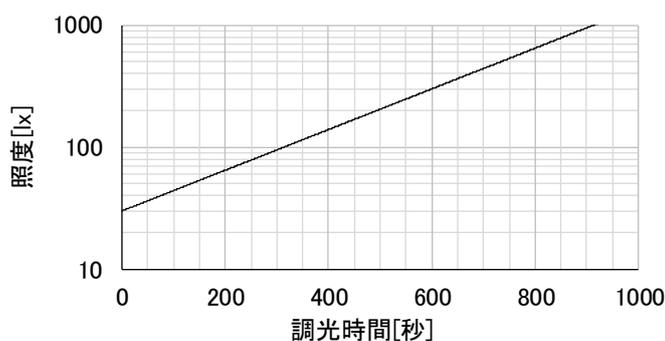


図 2-14 調光時間と照度の関係例

## 第 2 章 実験装置

時間に対して照度や色温度を線形的に変化させる場合には、調光・調色終了直前で急激な刺激の変化を感じるが、対数的に変化させることで、より不快感の少ない快適照明を提案することができると考えられる。また、同じ時間をかけて消費エネルギーを削減することをふまえても、対数的に変化させる方が自ずと消費エネルギーを削減できるため、省エネ効果も期待できる。

### b. 調光・調色速度の定義

調光速度及び調色速度は以下の式(1)及び式(2)で定義する。設定速度の数値が大きくなるほど急な変化となる。なお、変化時間  $t$  が 0 秒（瞬時変化）の場合は調光・調色速度ともに  $\infty$  とする。

$$\text{調光速度 } S_E = \frac{|\log(E2/E1)|}{t} \times 60 \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

$E1$ : 変化前照度[lx]  $E2$ : 変化後照度[lx]  $t$ : 変化時間[秒]

$$\text{調色速度 } S_{Tc} = \frac{|\log(Tc2/Tc1)|}{t} \times 60 \quad \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

$Tc1$ : 変化前色温度[K]  $Tc2$ : 変化後色温度[K]  $t$ : 変化時間[秒]

表 2-4 に各実験に用いる調光速度と照度の半減時間及び調色速度と色温度の半減時間について示す。尚、その他照明条件の詳細については、各章で述べる。

表 2-4 各調節速度と半減時間の関係

(a) 調光速度と照度の半減時間

| 調光速度 $S_E$ | 半減時間[秒] |
|------------|---------|
| $\infty$   | 0       |
| 2.9        | 6       |
| 0.97       | 20      |
| 0.29       | 60      |
| 0.10       | 180     |
| 0.03       | 600     |

(b) 調色速度と色温度の半減時間

| 調色速度 $S_{Tc}$ | 半減時間[秒] |
|---------------|---------|
| $\infty$      | 0       |
| 0.28          | 60      |
| 0.093         | 180     |
| 0.015         | 1115    |

## 2.4 小括

本節では、実験の実施環境を一覧し、本論文で用いる 9 つの実験室実験で用いた実験室及び照明器具について示した。実験室や照明器具の照度分布等の共通点や相違点を整理し、実験間で相互比較が可能であることを確認した。また、照明条件（照度・色温度）の設定方法及び器具付帯の調光・調色手法についても示した。第 4 章以降では、各章で用いる実験の詳細な照明条件に加え、実験手順や被験者情報についても示しながら、実験結果の分析及び考察を行う。

### 【参考文献】

- 1) 畑田豊彦：情報受容と視野特性の計測, 人間工学, 第 29 巻, 特別号, pp.86-88, 1993
- 2) KONICA MINOLTA 「物体色と光源色の違いについて」  
<https://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/color/section5/17.html> (最終閲覧日 2020.1.7)
- 3) 日本工業規格：JIS Z 9110 照明基準総則, 2010
- 4) 太田登：色彩工学, 東京電機大学出版局, 第 2 版, 2001
- 5) シャープ株式会社・奈良女子大学, 神井美和・井上容子：照明装置, 特開 2012-146625, 2012

## 第 3 章

### 実験データの取り扱い

- 3.1 本章の目的
- 3.2 複数の実験データの取り扱い方法
- 3.3 申告率の定義
- 3.4 小括

### 3. 実験データの取り扱い

#### 3.1 本章の目的

第2章で示したとおり、本論文では、実験室、実験時期、被験者、実験範囲・内容の異なる複数の実験室実験の実験結果を用いて分析及び考察を行っている。そこで、これらの実験結果を統合し、実用性の高い定量的な照明設計資料の作成を目指していく上で課題としてあげられるのが、実験による実験範囲の違いであり、被験者が各実験範囲の中で評価のスケールリングを行い、評価を絶対的ではなく、相対的に行う可能性があることである。

そこで、本章では、複数の実験データの取り扱い方法について示す。また、本論文では、評価平均値ではなく、申告率を用いて結果の分析を行うため、その理由と定義についても示す。

#### 3.2 複数の実験データの取り扱い方法

本論文で取り上げる複数の実験間や被験者間で実験変数と評価の定性的な関係は等しいが、評価の絶対値に差異が認められる場合があり、実験間や個人間における評価の差に関する取り扱いが課題である。石田らは、個人差について変動係数を用いて検討しており、個人内誤差よりも個人間誤差の方が大きいことを把握している<sup>1)</sup>。そこで、本節では複数の実験データを統合し、信頼性の高い定量的資料の作成を目指すため、実験間、個人間、個人内誤差の関係について検討する。各誤差の検討イメージ図を図3-1に示す。

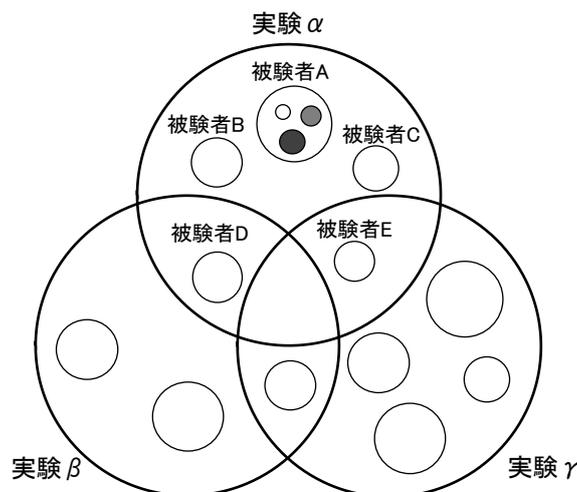


図 3-1 誤差の検討イメージ図

## 第3章 実験データの取り扱い

### 3.2.1 検討方法

#### (1) 検討に用いる条件と評価項目

照度あるいは色温度が変化する実験（実験 2～実験 6）について、顕著に傾向がみられると考えられる若齢者のデータを用いて検討する。共通する照明条件は、照度変化実験で 84 条件（瞬時変化：56 条件、経時変化：28 条件）、色温度変化実験で 66 条件（瞬時変化：18 条件、経時変化 48 条件）が抽出された。検討対象の評価項目は照明の変化に対する「気付き」「快不快」「許容」の 3 つである。

#### (2) 誤差の定義

図 3-1 に示した各誤差を平均値及び標準偏差を用いて算出し、それぞれ以下のように定義する。

- a. 個人内誤差：ある被験者の 1 つの実験内での同一条件下における 3 回の評価の標準偏差
- b. 個人間誤差：各被験者間の評価平均値の標準偏差
- c. 実験間誤差：各実験間における全被験者の評価平均値の標準偏差

### 3.2.2 個人内誤差と個人間誤差の関係

同一実験内で複数回（本論文で取り扱う実験は全て 3 回）評価している条件は表 3-1 に示す計 28 条件である。まず、個人内誤差について、実験 2 の快不快度（表 3-1・条件 No.1）を一例に図 3-2 に示す。バブルの大きさは評価回数である。同一照明条件であるにも関わらず、3 回とも異なる評価をする被験者が 2 名いるが、他 12 名の被験者は 3 回とも同じ評価か、2 回同じ評価（1 回のみ異なる評価）をしている。他の条件及び評価項目については付録 B に記載している。表 3-2-1 及び表 3-2-2 に、条件毎に同一評価回数の割合を示すとおり、年齢層によらず他の条件も同様の傾向であり、3 回とも異なる評価をする被験者は少なく、2 回あるいは 3 回同じ評価をする被験者が多い。

表 3-1 個人内誤差検討対象条件

| 条件 No. | 実験 No. | 変化前照度 E1[lx] | 変化後照度 E2[lx] | 変化前色温度 Tc1[K] | 変化後色温度 Tc2[K] | 調光速度 SE | 調色速度 STc | 変化時間 t[秒] | 若齢者 [名] | 高齢者 [名] |
|--------|--------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------|----------|-----------|---------|---------|
| 1      | 実験2    | 300          | 280          | 3000          | 3000          | ∞       | -        | 0         | 14      | -       |
| 2      |        | 300          | 320          | 3000          | 3000          | ∞       | -        | 0         | 14      | -       |
| 3      |        | 280          | 280          | 4100          | 3800          | -       | ∞        | 0         | 14      | -       |
| 4      |        | 280          | 280          | 4100          | 4400          | -       | ∞        | 0         | 14      | -       |
| 5      | 実験3    | 150          | 120          | 3000          | 3000          | 0.29    | -        | 20        | 31      | -       |
| 6      |        | 300          | 240          | 3000          | 3000          | 0.29    | -        | 20        | 31      | -       |
| 7      |        | 750          | 480          | 5600          | 5600          | 0.29    | -        | 40        | 30      | -       |
| 8      |        | 750          | 600          | 3000          | 3000          | 0.29    | -        | 20        | 31      | -       |
| 9      |        | 300          | 300          | 5600          | 4100          | -       | 0.063    | 120       | 31      | -       |
| 10     | 実験4    | 30           | 12           | 3000          | 3000          | 1.0     | -        | 25        | 8       | -       |
| 11     |        | 300          | 120          | 3000          | 3000          | 1.0     | -        | 25        | 8       | -       |
| 12     |        | 1100         | 450          | 3000          | 3000          | 1.0     | -        | 25        | 8       | -       |
| 13     |        | 300          | 300          | 3000          | 3500          | 0.28    | -        | 15        | 8       | -       |
| 14     |        | 300          | 300          | 4100          | 3500          | 0.28    | -        | 15        | 8       | -       |
| 15     |        | 300          | 300          | 5700          | 3500          | 0.28    | -        | 45        | 8       | -       |
| 16     | 実験5    | 300          | 200          | 4100          | 4100          | ∞       | -        | 0         | 19      | 12      |
| 17     |        | 300          | 450          | 4100          | 4100          | ∞       | -        | 0         | 19      | 12      |
| 18     |        | 300          | 730          | 3000          | 3000          | 0.29    | -        | 80        | 14      | 8       |
| 19     |        | 300          | 730          | 3000          | 3000          | 2.91    | -        | 8         | 19      | 9       |
| 20     |        | 300          | 730          | 4100          | 4100          | 0.29    | -        | 80        | 19      | 12      |
| 21     |        | 300          | 730          | 4100          | 4100          | 2.91    | -        | 8         | 19      | 12      |
| 22     |        | 300          | 730          | 5700          | 5700          | 0.29    | -        | 80        | 19      | 5       |
| 23     |        | 300          | 730          | 5700          | 5700          | 2.91    | -        | 8         | 19      | 12      |
| 24     |        | 280          | 280          | 4100          | 3600          | -       | ∞        | 0         | 19      | 12      |
| 25     |        | 280          | 280          | 4100          | 4600          | -       | ∞        | 0         | 19      | 12      |
| 26     | 実験6    | 280          | 280          | 3000          | 3500          | -       | 0.28     | 15        | 13      | 13      |
| 27     |        | 280          | 280          | 4100          | 3500          | -       | 0.28     | 15        | 13      | 13      |
| 28     |        | 280          | 280          | 5700          | 3500          | -       | 0.28     | 45        | 13      | 13      |

変化前照度300 lx・変化後照度280 lx・調光速度∞・色温度3000K

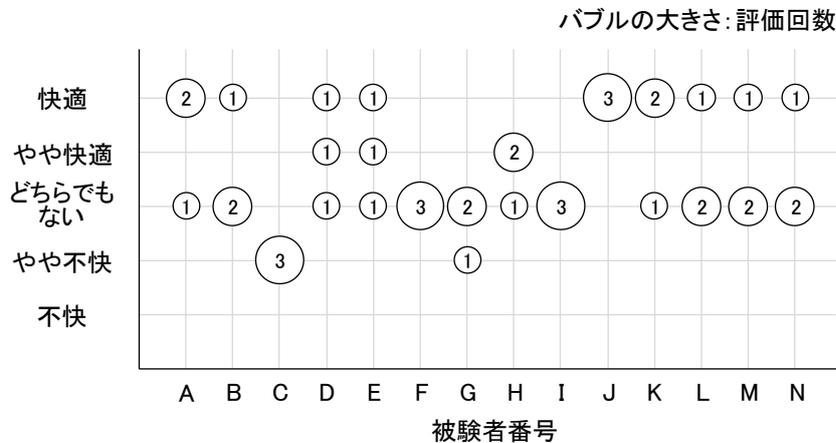


図 3-2 同一照明条件における 3 回評価のばらつき例(実験 2, 条件 No.1, 快不快感)

第3章 実験データの取り扱い

表 3-2-1(a) 同一評価回数の割合(若齢者・量的変化)

| 条件<br>No. | 量的変化         |             |               |              |             |               |              |             |               |
|-----------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
|           | 気付き          |             |               | 快不快          |             |               | 許容           |             |               |
|           | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 |
| 1         | 35.7         | <b>64.3</b> | 0.0           | 28.6         | <b>57.1</b> | 14.3          | <b>50.0</b>  | 42.9        | 7.1           |
| 2         | <b>57.1</b>  | 42.9        | 0.0           | 28.6         | <b>50.0</b> | 21.4          | 21.4         | <b>78.6</b> | 0.0           |
| 3         | <b>100.0</b> | 0.0         | 0.0           | <b>64.3</b>  | 28.6        | 7.1           | <b>42.9</b>  | <b>42.9</b> | 14.3          |
| 4         | <b>100.0</b> | 0.0         | 0.0           | 35.7         | <b>57.1</b> | 7.1           | 21.4         | <b>64.3</b> | 14.3          |
| 5         | 16.1         | <b>74.2</b> | 9.7           | 38.7         | <b>54.8</b> | 6.5           | <b>64.5</b>  | 35.5        | 0.0           |
| 6         | 22.6         | <b>61.3</b> | 16.1          | <b>41.9</b>  | <b>41.9</b> | 16.1          | <b>51.6</b>  | 41.9        | 6.5           |
| 7         | 23.3         | <b>56.7</b> | 20.0          | 40.0         | <b>56.7</b> | 3.3           | <b>60.0</b>  | 33.3        | 6.7           |
| 8         | <b>48.4</b>  | 38.7        | 12.9          | <b>58.1</b>  | 32.3        | 9.7           | <b>67.7</b>  | 29.0        | 3.2           |
| 9         | 3.2          | <b>54.8</b> | 41.9          | 22.6         | <b>64.5</b> | 12.9          | 38.7         | <b>51.6</b> | 9.7           |
| 10        | <b>50.0</b>  | <b>50.0</b> | 0.0           | <b>62.5</b>  | 37.5        | 0.0           | <b>62.5</b>  | 37.5        | 0.0           |
| 11        | 12.5         | <b>87.5</b> | 0.0           | <b>50.0</b>  | <b>50.0</b> | 0.0           | 12.5         | <b>87.5</b> | 0.0           |
| 12        | 25.0         | <b>62.5</b> | 12.5          | 37.5         | <b>50.0</b> | 12.5          | 12.5         | <b>62.5</b> | 25.0          |
| 13        | 25.0         | <b>50.0</b> | 25.0          | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           |
| 14        | 25.0         | <b>62.5</b> | 12.5          | 25.0         | <b>62.5</b> | 12.5          | 25.0         | <b>62.5</b> | 12.5          |
| 15        | <b>87.5</b>  | 12.5        | 0.0           | 37.5         | <b>50.0</b> | 12.5          | <b>37.5</b>  | <b>37.5</b> | 25.0          |
| 16        | <b>100.0</b> | 0.0         | 0.0           | 31.6         | <b>52.6</b> | 15.8          | 26.3         | <b>57.9</b> | 15.8          |
| 17        | <b>100.0</b> | 0.0         | 0.0           | 5.3          | <b>68.4</b> | 26.3          | <b>42.1</b>  | <b>42.1</b> | 15.8          |
| 18        | 14.3         | <b>64.3</b> | 21.4          | 42.9         | <b>50.0</b> | 7.1           | <b>64.3</b>  | 28.6        | 7.1           |
| 19        | 47.4         | <b>52.6</b> | 0.0           | 31.6         | <b>57.9</b> | 10.5          | <b>47.4</b>  | 42.1        | 10.5          |
| 20        | 21.1         | <b>57.9</b> | 21.1          | 36.8         | <b>47.4</b> | 15.8          | <b>47.4</b>  | <b>47.4</b> | 5.3           |
| 21        | 31.6         | <b>63.2</b> | 5.3           | 15.8         | <b>73.7</b> | 10.5          | 31.6         | <b>57.9</b> | 10.5          |
| 22        | 5.3          | <b>73.7</b> | 21.1          | 42.1         | <b>52.6</b> | 5.3           | <b>63.2</b>  | 21.1        | 15.8          |
| 23        | 36.8         | <b>47.4</b> | 15.8          | 26.3         | <b>68.4</b> | 5.3           | <b>42.1</b>  | <b>42.1</b> | 15.8          |
| 24        | <b>89.5</b>  | 10.5        | 0.0           | 31.6         | <b>57.9</b> | 10.5          | 21.1         | <b>73.7</b> | 5.3           |
| 25        | <b>94.7</b>  | 5.3         | 0.0           | 36.8         | <b>57.9</b> | 5.3           | 42.1         | <b>47.4</b> | 10.5          |
| 26        | 23.1         | <b>69.2</b> | 7.7           | 15.4         | <b>76.9</b> | 7.7           | 30.8         | <b>53.8</b> | 15.4          |
| 27        | 30.8         | <b>69.2</b> | 0.0           | 0.0          | <b>84.6</b> | 15.4          | 38.5         | <b>46.2</b> | 15.4          |
| 28        | <b>84.6</b>  | 15.4        | 0.0           | 0.0          | <b>84.6</b> | 15.4          | 38.5         | <b>61.5</b> | 0.0           |

表 3-2-1(b) 同一評価回数の割合(若齢者・時間的変動)

| 条件<br>No. | 時間的変動        |             |               |              |             |               |              |             |               |
|-----------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
|           | 気付き          |             |               | 快不快          |             |               | 許容           |             |               |
|           | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価  | 3回とも<br>異なる評価 |
| 1         |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 2         |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 3         |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 4         |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 5         | 41.9         | <b>54.8</b> | 3.2           | <b>58.1</b>  | 38.7        | 3.2           | <b>67.7</b>  | 32.3        | 0.0           |
| 6         | <b>45.2</b>  | 38.7        | 16.1          | <b>48.4</b>  | 41.9        | 9.7           | <b>51.6</b>  | 32.3        | 16.1          |
| 7         | 30.0         | <b>56.7</b> | 13.3          | 40.0         | <b>60.0</b> | 0.0           | <b>66.7</b>  | 33.3        | 0.0           |
| 8         | <b>58.1</b>  | 41.9        | 0.0           | <b>54.8</b>  | 38.7        | 6.5           | <b>71.0</b>  | 29.0        | 0.0           |
| 9         | 16.1         | <b>51.6</b> | 32.3          | 38.7         | <b>51.6</b> | 9.7           | <b>45.2</b>  | <b>45.2</b> | 9.7           |
| 10        | 37.5         | <b>50.0</b> | 12.5          | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           |
| 11        | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           | <b>50.0</b>  | <b>50.0</b> | 0.0           | 12.5         | <b>87.5</b> | 0.0           |
| 12        | 12.5         | <b>50.0</b> | 37.5          | 25.0         | <b>62.5</b> | 12.5          | 0.0          | <b>87.5</b> | 12.5          |
| 13        | 25.0         | 25.0        | <b>50.0</b>   | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           | <b>37.5</b>  | <b>37.5</b> | 25.0          |
| 14        | 25.0         | <b>50.0</b> | 25.0          | 25.0         | <b>75.0</b> | 0.0           | 0.0          | <b>62.5</b> | 37.5          |
| 15        | <b>62.5</b>  | 37.5        | 0.0           | <b>50.0</b>  | 25.0        | 25.0          | <b>37.5</b>  | <b>37.5</b> | 25.0          |
| 16        |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 17        |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 18        | <b>50.0</b>  | 42.9        | 7.1           | <b>71.4</b>  | 21.4        | 7.1           | <b>78.6</b>  | 14.3        | 7.1           |
| 19        | <b>36.8</b>  | 26.3        | <b>36.8</b>   | 36.8         | <b>57.9</b> | 5.3           | 42.1         | <b>47.4</b> | 10.5          |
| 20        | 36.8         | <b>52.6</b> | 10.5          | <b>47.4</b>  | 42.1        | 10.5          | <b>57.9</b>  | 36.8        | 5.3           |
| 21        | <b>42.1</b>  | <b>42.1</b> | 15.8          | 26.3         | <b>68.4</b> | 5.3           | 21.1         | <b>68.4</b> | 10.5          |
| 22        | 31.6         | <b>57.9</b> | 10.5          | 36.8         | <b>57.9</b> | 5.3           | <b>68.4</b>  | 21.1        | 10.5          |
| 23        | 31.6         | <b>52.6</b> | 15.8          | 21.1         | <b>63.2</b> | 15.8          | 31.6         | <b>47.4</b> | 21.1          |
| 24        |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 25        |              |             |               |              |             |               |              |             |               |
| 26        | 16.7         | <b>66.7</b> | 16.7          | 16.7         | <b>75.0</b> | 8.3           | <b>41.7</b>  | 33.3        | 25.0          |
| 27        | 16.7         | <b>75.0</b> | 8.3           | 33.3         | <b>58.3</b> | 8.3           | 33.3         | <b>58.3</b> | 8.3           |
| 28        | 41.7         | <b>58.3</b> | 0.0           | <b>41.7</b>  | <b>41.7</b> | 16.7          | <b>50.0</b>  | 41.7        | 8.3           |

### 第3章 実験データの取り扱い

表 3-2-2(a) 同一評価回数の割合(高齢者・量的変化)

| 条件<br>No. | 量的変化         |            |               |              |            |               |              |            |               |
|-----------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|
|           | 気付き          |            |               | 快不快          |            |               | 許容           |            |               |
|           | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 |
| 16        | 100.0        | 0.0        | 0.0           | 33.3         | 66.7       | 0.0           | 100.0        | 0.0        | 0.0           |
| 17        | 100.0        | 0.0        | 0.0           | 33.3         | 58.3       | 8.3           | 33.3         | 58.3       | 8.3           |
| 18        | 12.5         | 50.0       | 37.5          | 12.5         | 37.5       | 50.0          | 25.0         | 37.5       | 37.5          |
| 19        | 55.6         | 44.4       | 0.0           | 44.4         | 55.6       | 0.0           | 33.3         | 66.7       | 0.0           |
| 20        | 25.0         | 50.0       | 25.0          | 8.3          | 91.7       | 0.0           | 33.3         | 58.3       | 8.3           |
| 21        | 75.0         | 25.0       | 0.0           | 33.3         | 58.3       | 8.3           | 41.7         | 58.3       | 0.0           |
| 22        | 0.0          | 60.0       | 40.0          | 20.0         | 60.0       | 20.0          | 100.0        | 0.0        | 0.0           |
| 23        | 66.7         | 16.7       | 16.7          | 41.7         | 50.0       | 8.3           | 66.7         | 25.0       | 8.3           |
| 24        | 66.7         | 33.3       | 0.0           | 45.5         | 36.4       | 18.2          | 9.1          | 81.8       | 9.1           |
| 25        | 75.0         | 25.0       | 0.0           | 16.7         | 66.7       | 16.7          | 41.7         | 58.3       | 0.0           |
| 26        | 23.1         | 69.2       | 7.7           | 23.1         | 61.5       | 15.4          | 38.5         | 38.5       | 23.1          |
| 27        | 30.8         | 61.5       | 7.7           | 7.7          | 76.9       | 15.4          | 30.8         | 61.5       | 7.7           |
| 28        | 46.2         | 46.2       | 7.7           | 23.1         | 69.2       | 7.7           | 30.8         | 53.8       | 15.4          |

表 3-2-2(a) 同一評価回数の割合(高齢者・時間的変動)

| 条件<br>No. | 時間的変動        |            |               |              |            |               |              |            |               |
|-----------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|
|           | 気付き          |            |               | 快不快          |            |               | 許容           |            |               |
|           | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 | 3回とも<br>同じ評価 | 2回<br>同じ評価 | 3回とも<br>異なる評価 |
| 16        | /            | /          | /             | /            | /          | /             | /            | /          | /             |
| 17        | /            | /          | /             | /            | /          | /             | /            | /          | /             |
| 18        | 25.0         | 37.5       | 37.5          | 25.0         | 50.0       | 25.0          | 37.5         | 37.5       | 25.0          |
| 19        | 37.5         | 50.0       | 12.5          | 37.5         | 62.5       | 0.0           | 25.0         | 50.0       | 25.0          |
| 20        | 25.0         | 33.3       | 41.7          | 25.0         | 75.0       | 0.0           | 33.3         | 58.3       | 8.3           |
| 21        | 58.3         | 41.7       | 0.0           | 16.7         | 75.0       | 8.3           | 41.7         | 58.3       | 0.0           |
| 22        | 0.0          | 80.0       | 20.0          | 20.0         | 60.0       | 20.0          | 0.0          | 100.0      | 0.0           |
| 23        | 58.3         | 16.7       | 25.0          | 25.0         | 75.0       | 0.0           | 41.7         | 50.0       | 8.3           |
| 24        | /            | /          | /             | /            | /          | /             | /            | /          | /             |
| 25        | /            | /          | /             | /            | /          | /             | /            | /          | /             |
| 26        | 0.0          | 83.3       | 16.7          | 16.7         | 75.0       | 8.3           | 33.3         | 58.3       | 8.3           |
| 27        | 16.7         | 75.0       | 8.3           | 41.7         | 58.3       | 0.0           | 41.7         | 50.0       | 8.3           |
| 28        | 41.7         | 50.0       | 8.3           | 25.0         | 66.7       | 8.3           | 33.3         | 50.0       | 16.7          |

そこで、個人内誤差である「各被験者における評価の標準偏差」と、個人間誤差である「被験者の評価平均値の標準偏差」を比較した結果の一例を実験別に図3-3-1と図3-3-2に示す。破線は個人間誤差であり、いずれの実験も個人間誤差よりも個人内誤差の方が小さい傾向となることを確認できる。他の条件も同様の傾向であり、付録Cに記載している。

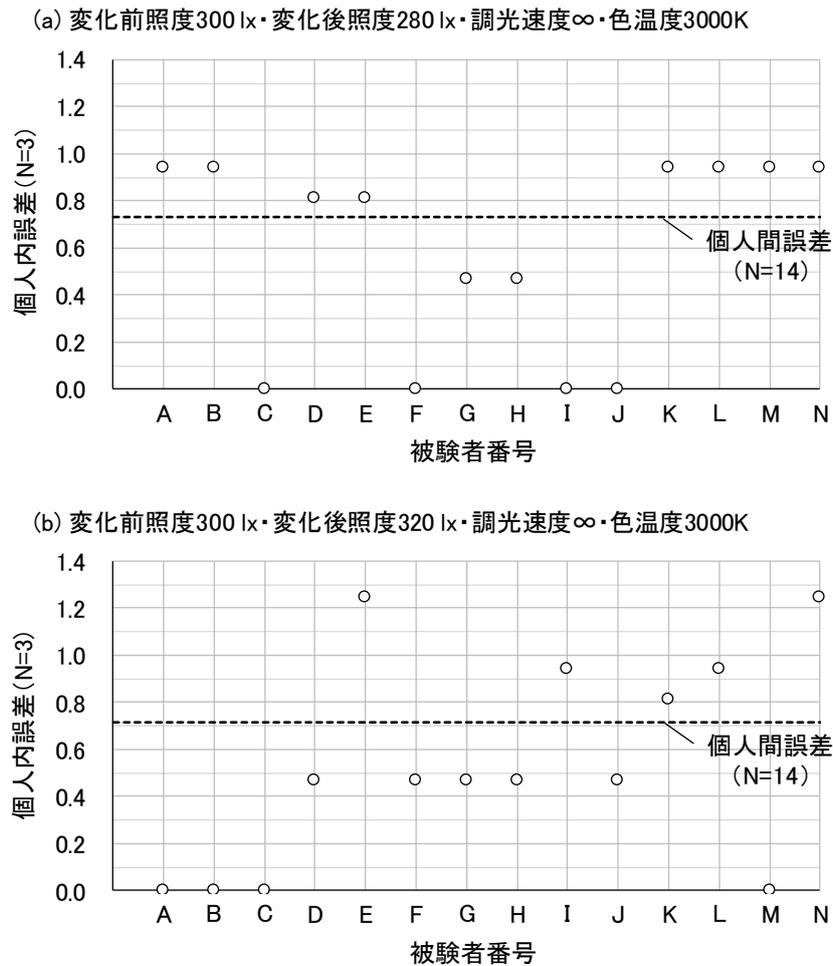


図3-3-1 同一照明条件における個人内誤差と個人間誤差の比較(実験2, 快不快度)

### 第3章 実験データの取り扱い

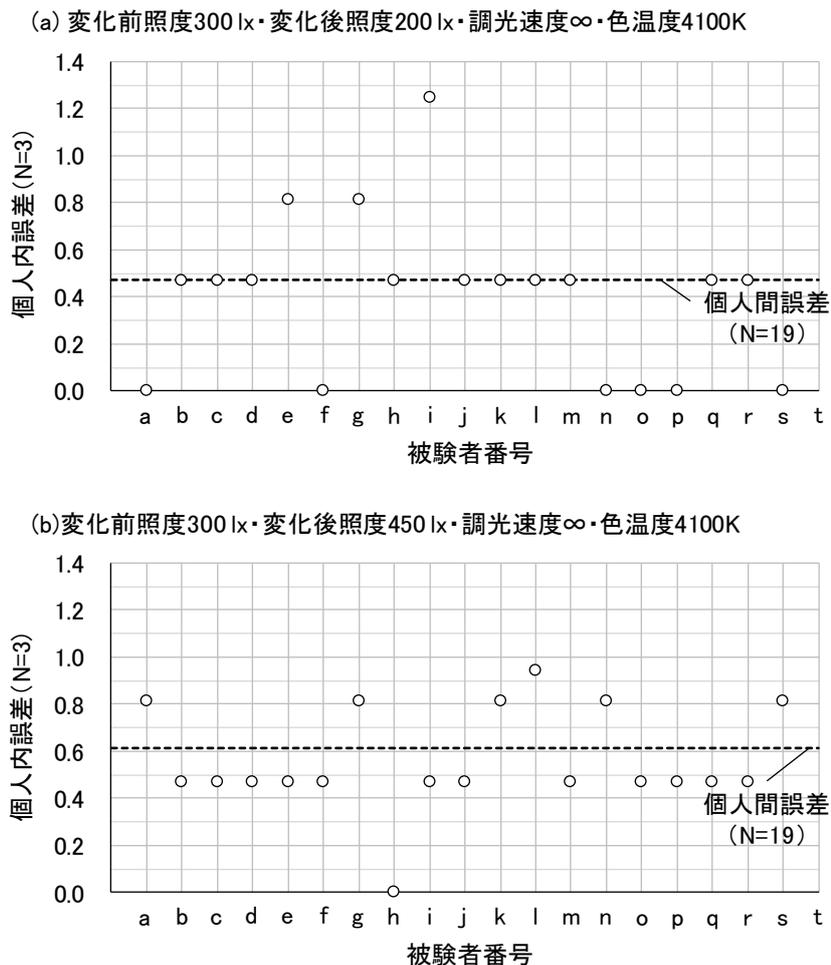


図 3-3-2 同一照明条件における個人内誤差と個人間誤差の比較(実験 5, 快不快感)

#### 3.2.3 個人間誤差と実験間誤差の関係

3.2.2 と同様に、実験 2 と実験 5 を例に個人間誤差と実験間誤差を比較する。検討対象実験は 56 条件である。図 3-4 に快不快感について、実験間の評価分布の違いの一例を示す。バブル内の数字は評価人数である。同一照明条件であっても実験によって評価分布が異なることを確認できる。

そこで、個人間誤差である「被験者の評価平均値の標準偏差」と実験間誤差である「全被験者の評価平均値の標準偏差」を比較した結果を図 3-5 に示す。○は実験 2 の個人間誤差、◇は実験 5 の個人間誤差、▲は実験間誤差である。検討対象である 56 条件中 52 条件が実験間誤差よりも個人間誤差の方が大きく、いずれの実験も実験間誤差よりも個人間誤差の方が大きい傾向となることを確認でき、他の条件については、付録 D に記載している。表 3-3 に全検討対象条件における実験間誤差よりも個人間誤差が大きい条件の割合を示す。実験の組み合わせや評価項目によらず、実験間誤差 > 個人間誤差となる傾向である。

変化前照度300 lx・変化後照度240 lx・調光速度∞・色温度4100K

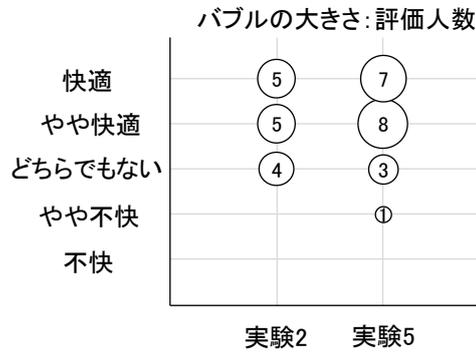


図 3-4 同一照明条件における評価分布例(快不快度)

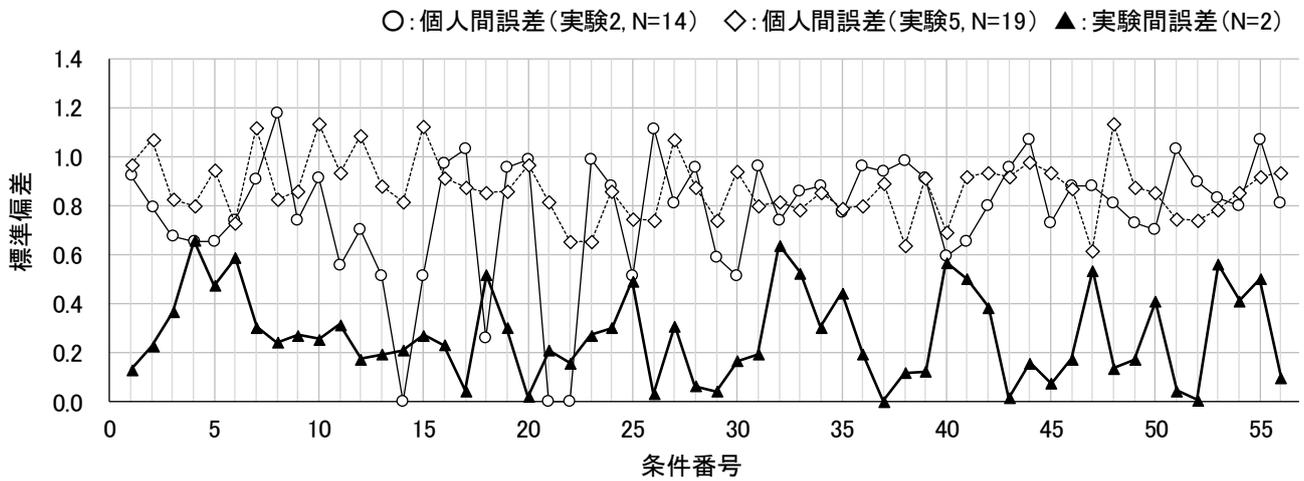


図 3-5 同一照明条件における個人間誤差と実験間誤差の比較(快不快度)

表 3-3 実験間誤差よりも個人間誤差の方が大きい条件割合

|    | 比較対象実験 |     | 量的変化 |      |     | 時間的変動 |      |     |
|----|--------|-----|------|------|-----|-------|------|-----|
|    |        |     | 気付き度 | 快不快度 | 許容度 | 気付き度  | 快不快度 | 許容度 |
| 調光 | 実験2    | 実験5 | -    | 97   | 100 | -     | -    | -   |
|    | 実験3    | 実験4 | 100  | 100  | 100 | 100   | 100  | 100 |
|    | 実験3    | 実験5 | 50   | 50   | 50  | 50    | 50   | 50  |
|    | 実験4    | 実験5 | 90   | 100  | 95  | 85    | 95   | 95  |
| 調色 | 実験2    | 実験5 | -    | 92   | 92  | -     | -    | -   |
|    | 実験4    | 実験6 | 64   | 96   | 96  | 86    | 96   | 93  |
| 計  |        |     | 76   | 95   | 95  | 85    | 94   | 93  |

### 3.2.4 個人内・個人間・実験間誤差の関係

全体の傾向を把握するため、図 3-6 に変動係数の検討対象全ての条件での平均値を示す。調光・調色実験ともに個人内誤差よりも個人間誤差の方が大きく、実験間誤差よりも個人間誤差の方が大きい。いずれの実験でも個人間誤差が3つの誤差の中で最も大きく、実験間誤差は個人差として捉えられる。以上より、本論文では、実験間の評価の差も、個人差とみなして検討を行うこととする。尚、調色実験のほうが調光実験よりも各誤差が大きい傾向であり、照度よりも色温度の方が評価時の心身の状態や被験者の嗜好などの影響が大きいと考えられる。

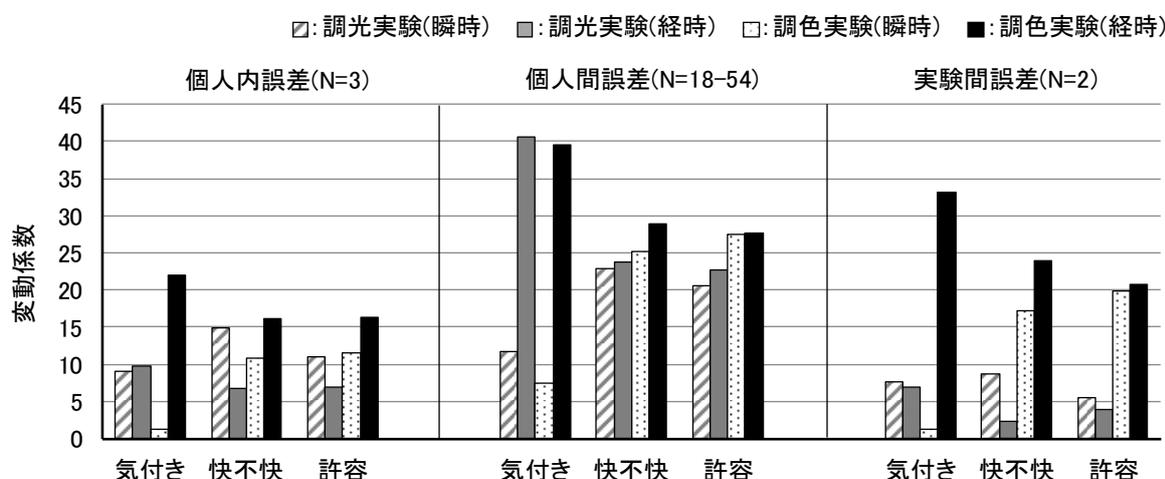


図 3-6 各実験における評価項目別の変動係数

### 3.3 申告率の定義

データの傾向を把握するための代表値として、平均値が最もよく用いられるが、評定尺度法では、各評価尺度の等間隔性や個人差について検討しなければならない<sup>2)</sup>。3.2 で述べた通り、本論文で取り扱う実験データも個人差の取り扱いに配慮する必要があるため、本論文では主に平均値ではなく評価の出現率である申告率を用いて分析を行う。そこで本節では、第4章以降の検討に用いる申告率を一覧し、各評価項目の評価語と申告率の対応を示す。

評価語ごとの累積申告率と照度・色温度の関係の一例を表 3-4 に示す（他条件は付録 E に記載）。申告率が飽和せず 0~100%の範囲まで幅広く分布し、照度や色温度の影響が顕著にみられる（=照度や色温度の変化により評価が大きく変化する）こと、照明設計資料として違和感のない評価語の累積であることを基準とし、検討に用いる申告率を決めている。表 3-5-1 に定常状態、表 3-5-2 に非定常状態における評価項目を一覧しており、太枠で囲んだ評価語の累積申告率を分析及び考察に用いる。定常状態では「明るい率」「色味率」「快適率」「許容率」、非定常状態では「気付き率」「不快率」「非許容率」である。また、表 3-6 には検討に用いる累積申告率と評価平均値の関係の一例を示しており、このように評価語と申告率の対応を把握可能である。

表 3-4 各累積申告率と照度あるいは色温度の関係(実験6(若齢者))

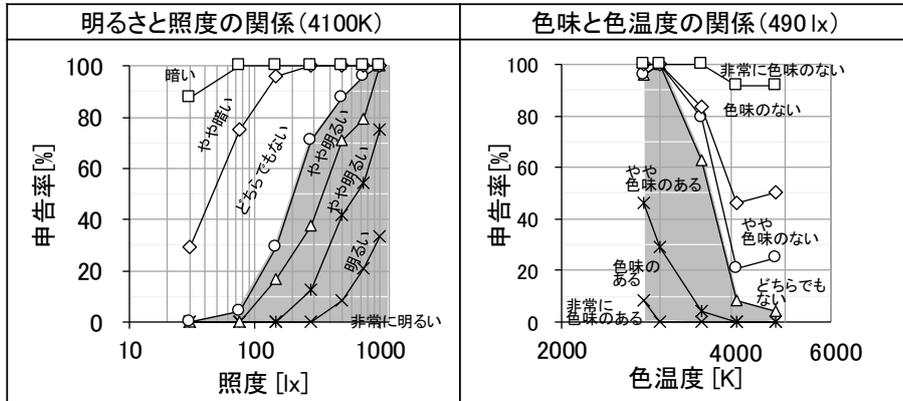


表 3-5-1 定常状態における評価項目と検討に用いる累積申告率

| 明るさ     | 色味       | 快不快度    | 許容度        |
|---------|----------|---------|------------|
| 非常に明るい  | 非常に色味のある |         |            |
| 明るい     | 色味のある    |         |            |
| やや明るい   | やや色味のある  | 快適      | 許容できる      |
| どちらでもない | どちらでもない  | やや快適    | やや許容できる    |
| やや暗い    | やや色味のない  | どちらでもない | かろうじて許容できる |
| 暗い      | 色味のない    | やや不快    | やや許容できない   |
| 非常に暗い   | 非常に色味のない | 不快      | 許容できない     |

⇒明るい率

⇒色味率

⇒快適率

⇒許容率

表 3-5-2 非定常状態における評価項目と検討に用いる累積申告率

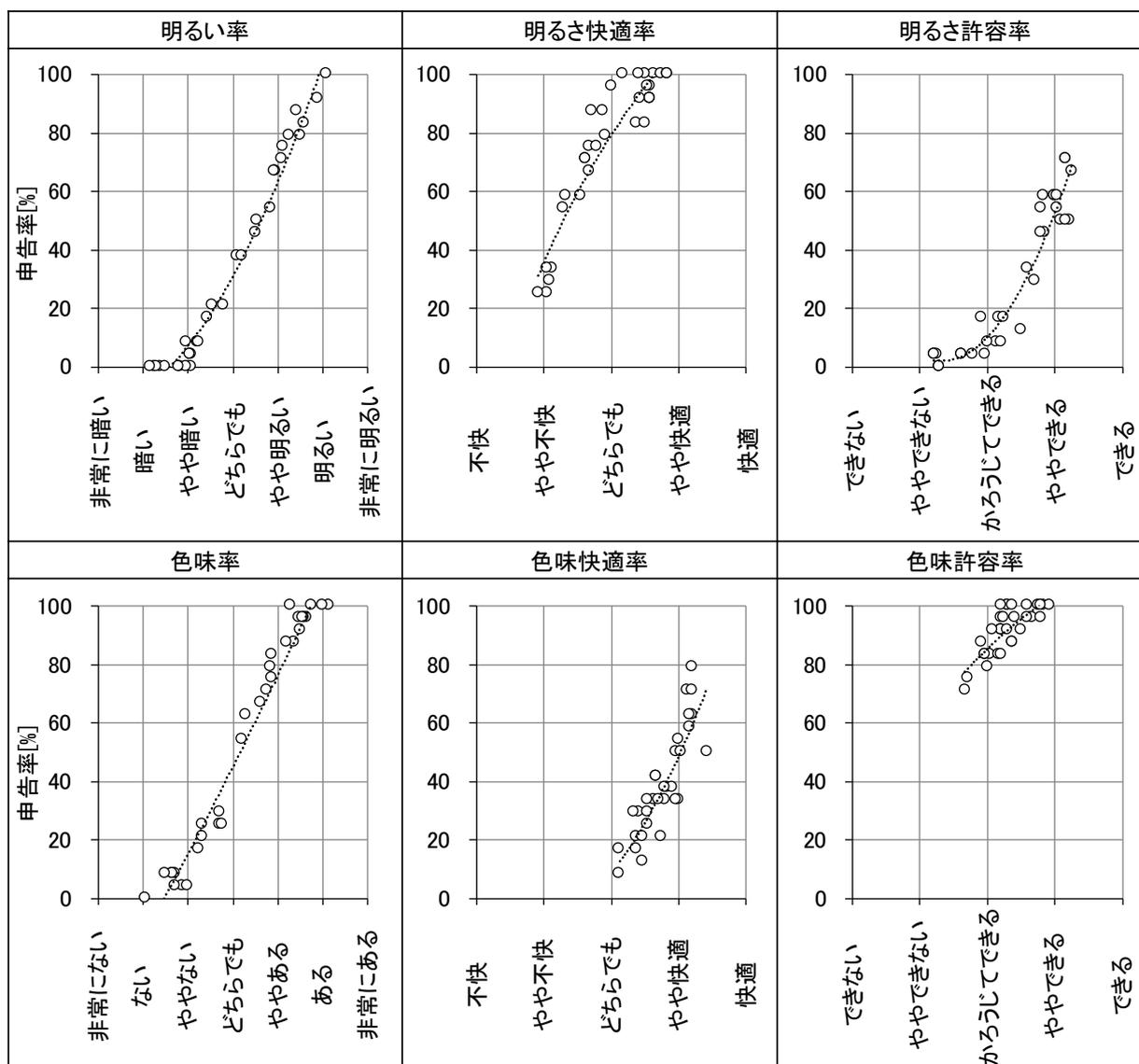
| 気付き      | 快不快度    | 許容度        |
|----------|---------|------------|
| 気付かない    | 快適      | 許容できる      |
| かろうじて気付く | やや快適    | やや許容できる    |
| やや気付く    | どちらでもない | かろうじて許容できる |
| 気付く      | やや不快    | やや許容できない   |
| はっきり気付く  | 不快      | 許容できない     |

⇒気付き率

⇒不快率

⇒非許容率

表 3-6 累積申告率と評価平均値の関係(定常状態, 実験6(若齢者))



### 3.4 小括

本章では、複数実験のデータの取り扱いについて、平均値及び標準偏差を用いた検討を行い、以下の事項を示した。

- (1) 同一条件における評価の個人差や実験差について、平均値や標準偏差を検討に用い、顕著に傾向がみられると考えられる若齢者を対象に誤差の程度を把握している。個人間誤差 > 実験間誤差の関係が成立し、この大小関係は年齢層によらず同じであると推測される。
- (2) 本論文では、評価の個人差を払拭するため、評価語の累積申告率を用いることとし、設計の要求に応じて申告率を設定することを推奨する。第4章以降では、本章で示した累積申告率を用いて分析及び考察結果を示していく。

【参考文献】

- 1) 石田享子・井上容子・内山寛信・倉田純一：季節の違いが光環境評価に及ぼす影響 その1 – 個人内誤差と個人間誤差 –, 照明学会誌, 第95巻, 第8A号, pp.439-445, 2011.8
- 2) 脇田貴文：評定尺度法におけるカテゴリ間の間隔について一項目反応モデルを用いた評価方法 –, 心理学研究, 第75巻, 第4号, pp.331-338, 2004

## 第 4 章

### 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

- 4.1 本章の目的
- 4.2 実験内容
- 4.3 照度・色温度と照明の明るさ・色味
- 4.4 年齢及び生活行為に適する照度・色温度
- 4.5 年齢及び生活行為に適する明るさと色味
- 4.6 小括

## 4. 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

### 4.1 本章の目的

本章では、利用者の年齢や生活行為に応じた照明環境の提供を目指し、呈示条件（照度・色温度）に十分順応した定常実験の結果より、適正な照度・色温度を明らかにする。

これまでに、例えば占部らにより、被験者 12 名を対象とした照明評価実験（色温度 4 段階（3000～6700K）、照度 6 段階（30～1000 lx））の結果を基に、同じ照度であっても色温度が異なると明るさ感が変わり、色温度と明るさ感の関係は照度によって違うことが報告されている<sup>1)</sup>が、年齢による違いまで検討されている研究はみられない<sup>2)</sup>。そこで、まず照度・色温度に対する明るさ・色味の感じ方における年齢による違いについて検討し、照度・色温度に対応する感覚量としての明るさ及び色味を明らかにする。次に、生活行為によって求める照度・色温度が年齢層間で異なるのは、加齢に伴う視機能の低下により、照度・色温度に対する明るさや色味の感じ方が異なることが主な原因であると考えているため、各行為に適する明るさと色味は年齢層間による差はみられないことを明らかにする。

若齢者については生活行為別に適する照度や色温度に関する知見が蓄積されている<sup>3)~6)</sup>。そこで、適する照度及び色温度が年齢や生活行為どのように異なるのかを検討し、両年齢層や複数の生活行為で受け入れられる照明条件について示す。図 4-1 に生活行為に求められる作業レベル（視作業度及びくつろぎ度）のイメージ図を示す。視作業度は図 4-1 に示すように JIS 照明基準総則<sup>7)</sup>（以下、JIS 基準）に合わせて設定している。このように作業レベルを明らかにしたうえで、各作業レベルにおいて保証される照明の明るさ及び色の感じ方を把握できれば、都度実験によって生活行為毎に相当とする照明条件を求める必要がなくなると考えている。そして、年齢によらず 6 つの生活行為（足元確認・新聞・食事・団欒・くつろぐ・睡眠）に適する照明の明るさ及び色味についても明らかにする。

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

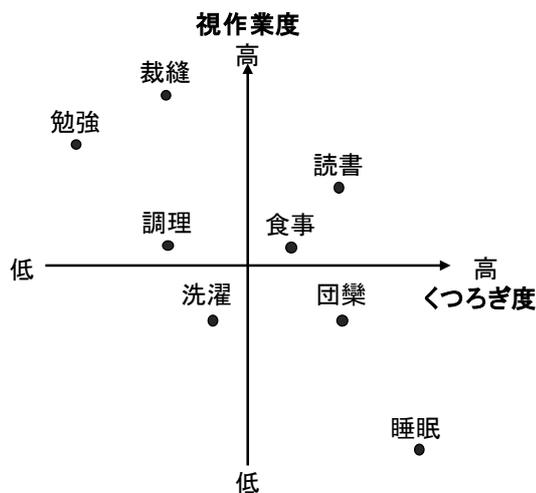


表 4-1 生活行為と JIS 基準

| 生活行為 | JIS基準[lx] |
|------|-----------|
| 裁縫   | 1000      |
| 勉強   | 750       |
| 読書   | 500       |
| 調理   | 300       |
| 食事   | 300       |
| 洗濯   | 200       |
| 団欒   | 200       |
| 睡眠   | 20        |

図 4-1 生活行為別作業レベルのイメージ図

### 4.2 実験内容

第2章で述べた実験室実験のうち、実験1のデータを用いて結果を示す。被験者は若齢者女性8名(20~22歳)、高齢者女性8名(64~87歳)である。照度・色温度条件は使用器具で安定して呈示できる範囲内としており、照度30~950lx(7段階)、色温度2900~5200K(5段階)であるが、950lxは4350Kと5200Kのみとし、図4-2に示す計32条件である。被験者は、実験中、常に机上面中心を観察しており、一定時間順応後、評価を行い、これを繰り返す。主に被験負担軽減のための時間短縮の観点から、予備検討の結果に基づき、前条件からの照度あるいは色温度の変化比に応じて次の条件への順応時間を設定しており、直前の条件から色温度を変更する際は、180~300秒、照度のみを変更する際は20~90秒である。条件は順序効果を防ぐため、ランダムに呈示する。

尚、各年齢層8名の被験者が同一条件をそれぞれ3回評価しているため、各条件のべ24の評価値から申告率を算出して検討を行う。

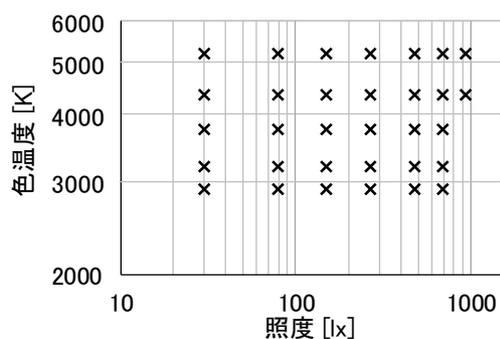


図 4-2 検討対象照明条件

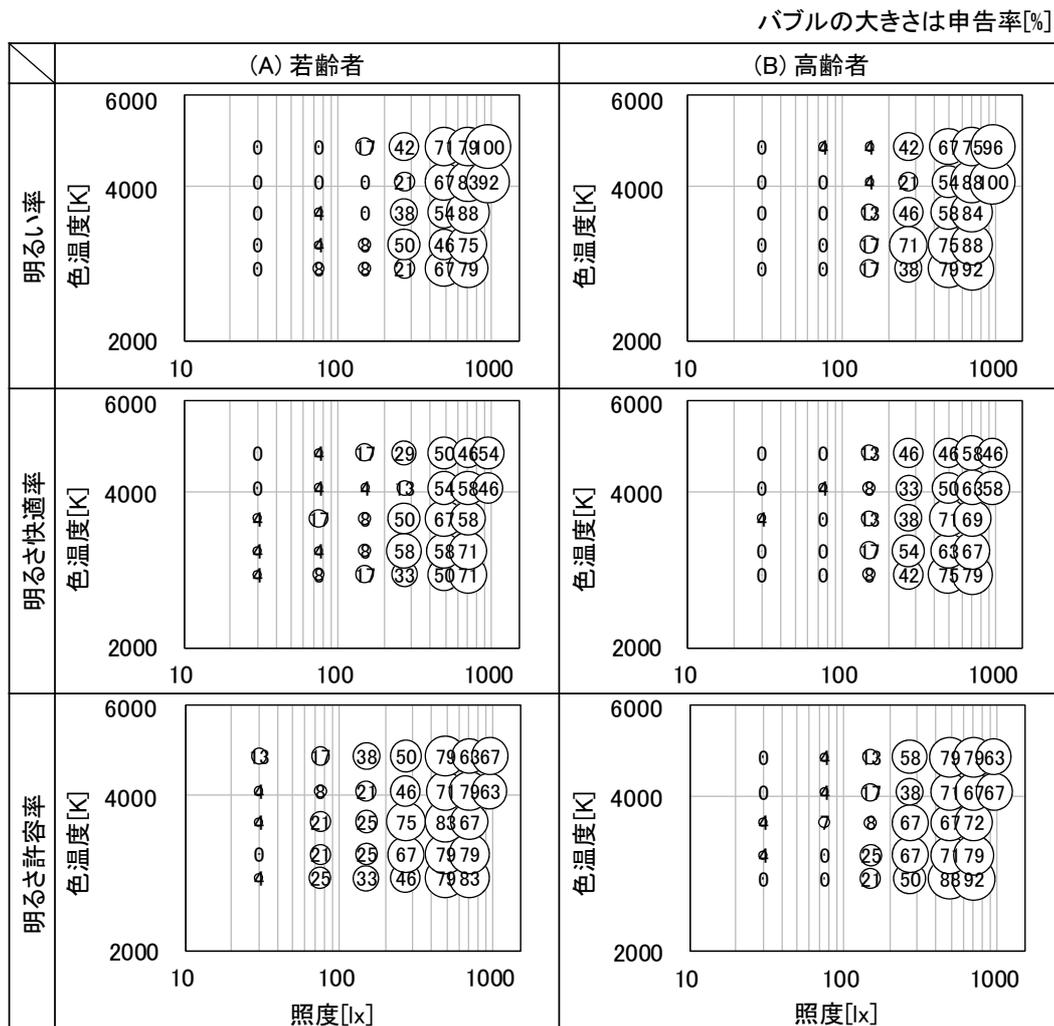
### 4.3 照度・色温度と照明の明るさ・色味

本節では、若齢者と高齢者における照度・色温度に対する明るさ・色味の感じ方の違いを把握し、照度・色温度に対応する明るさ・色味を明らかにする。

#### 4.3.1 明るさに関する評価

照明の明るさに関する評価として、明るさを7段階、明るさの快適度及び許容度を5段階で評価している。本節では、明るい率（非常に明るい・明るい・やや明るいの累積申告率）、明るさ快適率（快適とやや快適の累積申告率）、明るさ許容率（許容できるとやや許容できるの累積申告率）を用いて検討し、各申告率と照度・色温度の関係を年齢層別に表4-2に示す。明るい率・明るさ快適率・明るさ許容率いずれも、両年齢層とも色温度よりも照度の影響を強く受け、照度が高いほどいずれの申告率も高くなる。本実験の範囲で

表 4-2 年齢層別明るさに関する申告率



#### 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

は、270 lx 以上 3200K 以下で若齢者よりも高齢者の方が明るい率が高く、低色温度を明るく評価する傾向がみられるが、快適率・許容率は年齢層間に明らかな差はみられない。

また、各申告率に対する照度、色温度の影響及び明るい率、明るさ快適率、明るさ許容率の3者の関係を明瞭に把握するため、表4-3-1に2900K・3750K・5200Kを例に照度と各申告率の関係、表4-3-2に30 lx・150 lx・700 lxを例に色温度と各申告率の関係を年齢層別に示す。他の条件は、付録Fに示している。表4-3-1から、表4-2で示したようにいずれの色温度でも、両年齢層とも照度が高くなるにつれて明るい率が高くなることを確認できる。明るい率が高くなると、明るさ快適率及び明るさ許容率も高くなるが、いずれの色温度でも照度が700~950 lx付近で申告率が飽和あるいは下がり始めており、快適率、許容率にはピークが存在することも確認できる。また、両年齢層とも快適率よりも許容率が高い傾向であり、快適でなくても許容できる範囲が存在することがわかる。

表4-3-1 年齢層別照度と明るさに関する申告率の関係

○: 明るい率 ▲: 明るさ快適率 ×: 明るさ許容率

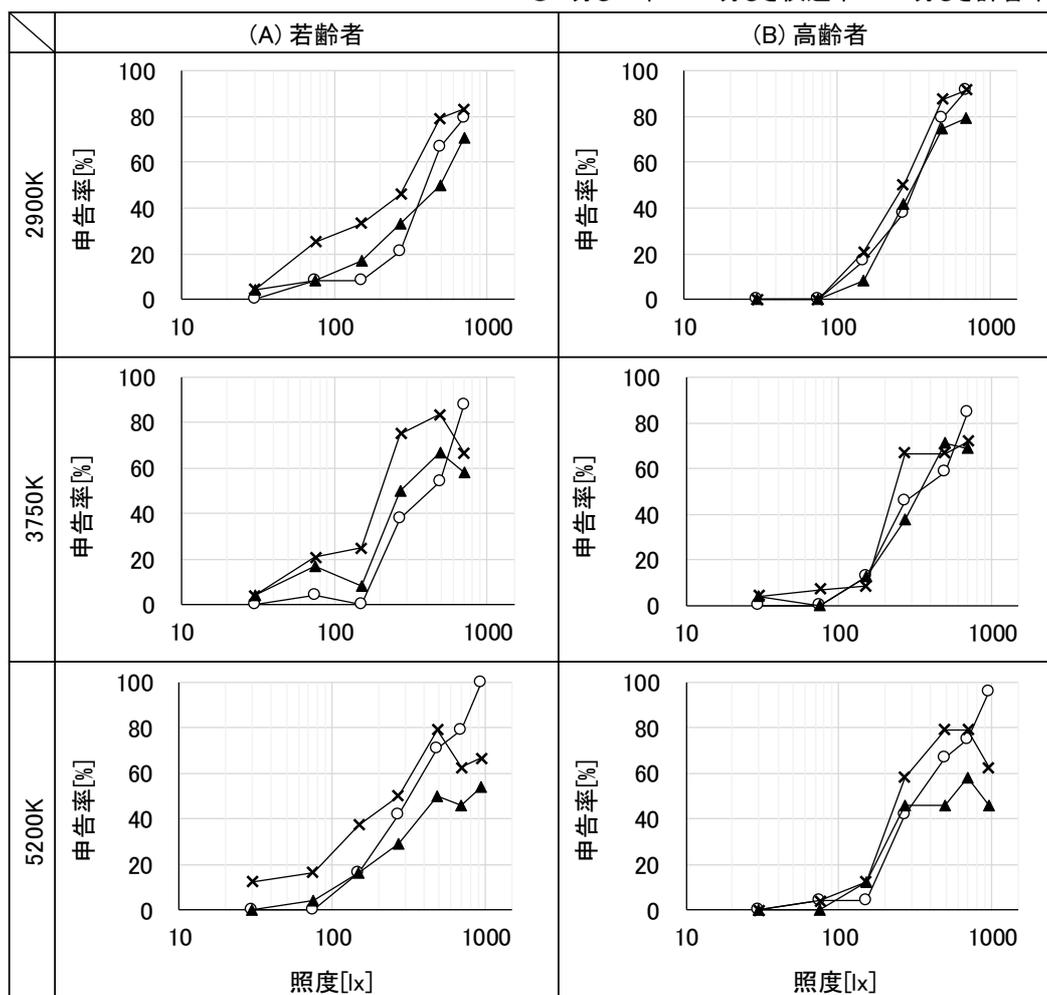
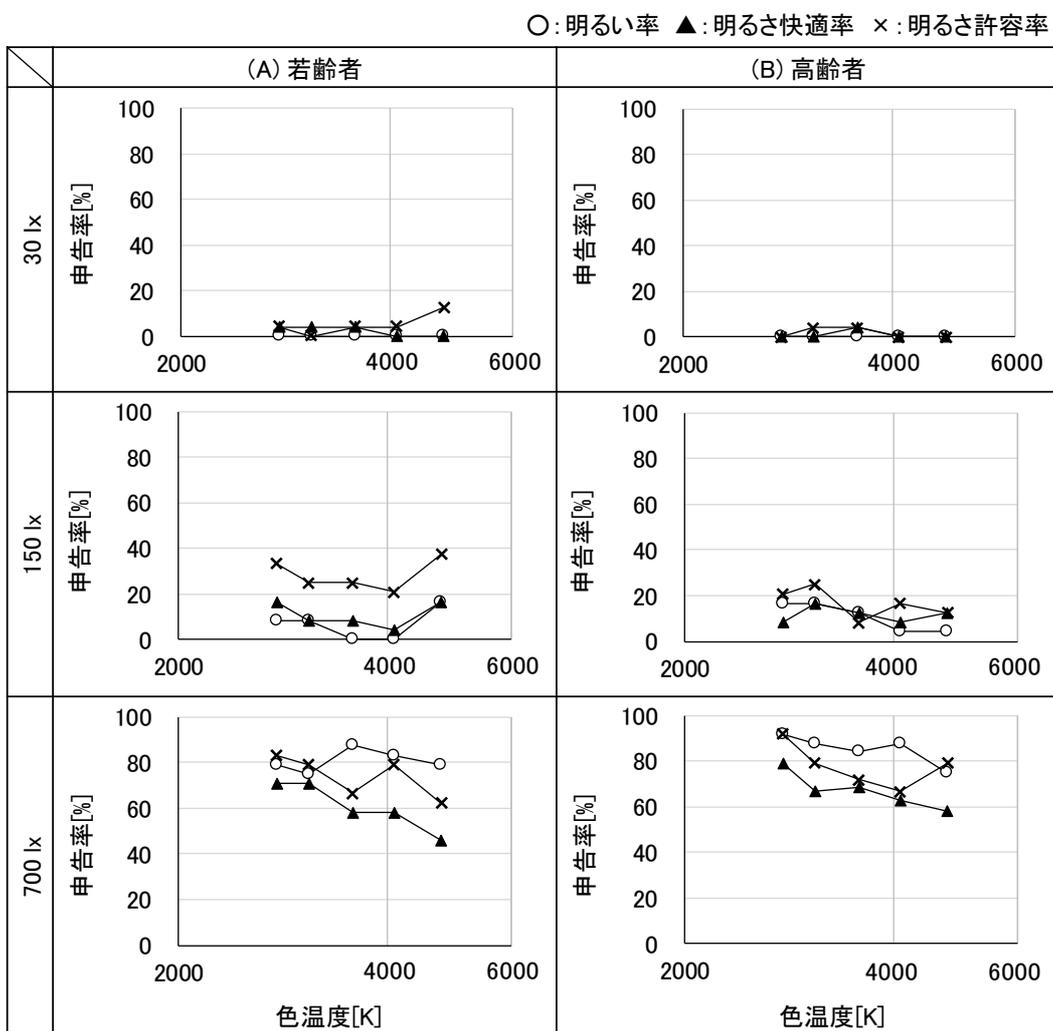


表 4-3-2 から、表 4-2 で示したようにいずれの照度でも、両年齢層とも色温度の影響が小さいことを確認できる。700 lx では、両年齢層とも色温度が低くなるにつれて快適率及び許容率が高くなる傾向であり、Kruithof の快適曲線（700 lx の場合、色温度が高いほど快適）とは異なる結果である。高齢者は低色温度を明るく感じるため、快適率が高くなると考えられるが、若齢者については、N 数を増やした検討が必要である。両年齢層とも快適率よりも許容率が高い傾向であるのは表 4-3-1 と同様であり、後述の色味に関する申告率でも共通している。

表 4-3-2 年齢層別色温度と明るさに関する申告率の関係



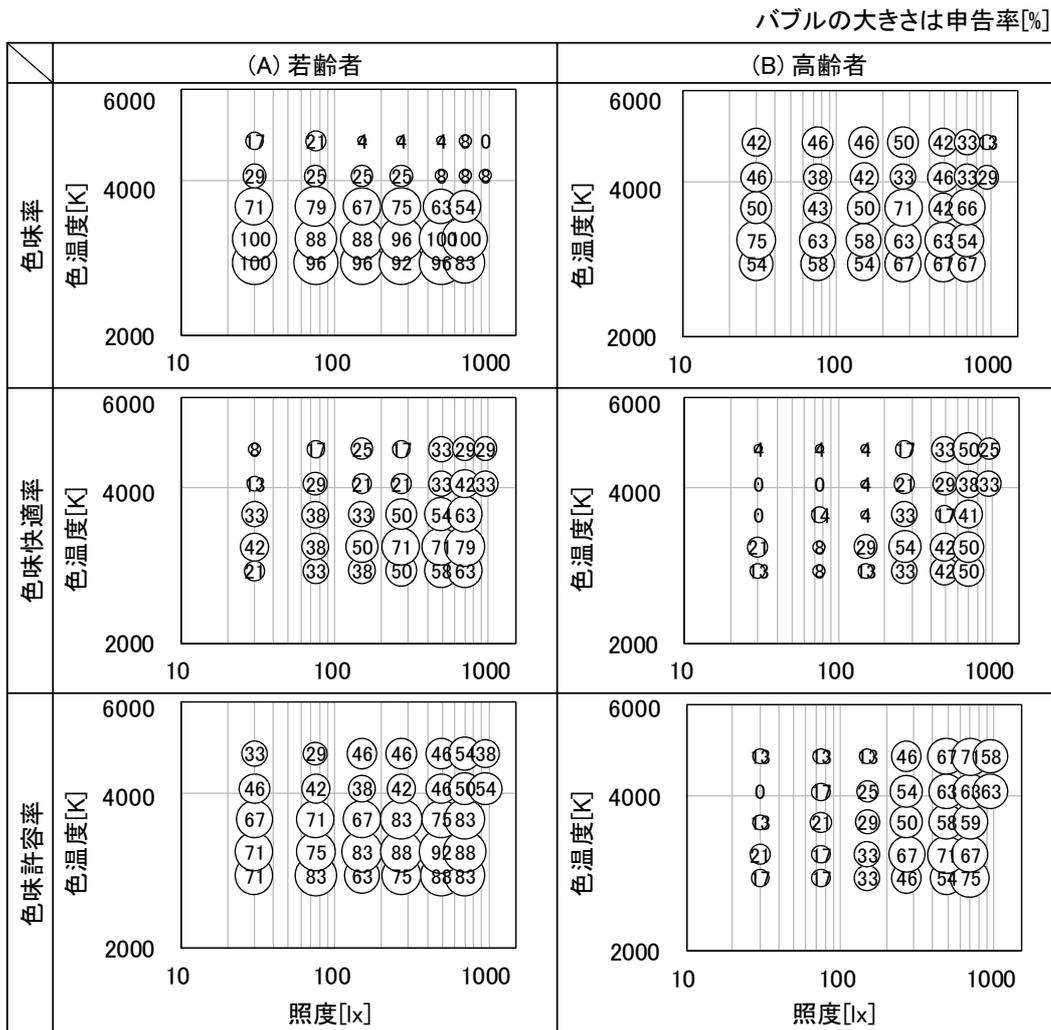
### 4.3.2 色味に関する評価

照明の色味に関する評価として、色味を 7 段階、色味の快適度及び許容度を 5 段階で評価している。本節では、色味率（非常に色味のある・色味のある・やや色味のあるの累積申告率）、色味快適率（快適とやや快適の累積申告率）、色味許容率（許容できるとやや許

第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

容できるの累積申告率)を用いて検討し、各申告率と照度・色温度の関係を年齢層別に表4-4に示す。まず、色味率について、若齢者は照度よりも色温度の影響が大きく、色温度が低くなるにつれて、色味率は高くなる。高齢者も色温度が低くなるにつれて、色味率は高くなるが、照度が低くなるにつれて色温度の影響が小さくなる傾向である。色味快適率は、若齢者は照度が高く、色温度が低くなるにつれて高くなる。一方で、高齢者は照度の影響を受け、照度が高い方が快適率も高くなる。色味許容率も概ね同様の傾向である。

表 4-4 年齢層別色味に関する申告率



4.3.1と同様に、表4-5-1に照度と各申告率の関係、表4-5-2に色温度と各申告率の関係を年齢層別に示す。他の条件は、付録Fに示している。表4-5-1に示すとおり、若齢者はいずれの色温度でも照度が高いと色味率が低くなる傾向である。高齢者は5200Kの場合のみ、同様の傾向がみられる。色味快適率及び色味許容率は両年齢層とも照度が高いほど、高くなる傾向であるが、5200Kの許容率には申告率のピークが存在する。他の色温度条件でも、照度の実験範囲を広げると、同様に申告率のピークが出現すると考えられる。

表 4-5-1 年齢層別照度と色味に関する申告率の関係

○:色味率 ▲:色味快適率 ×:色味許容率

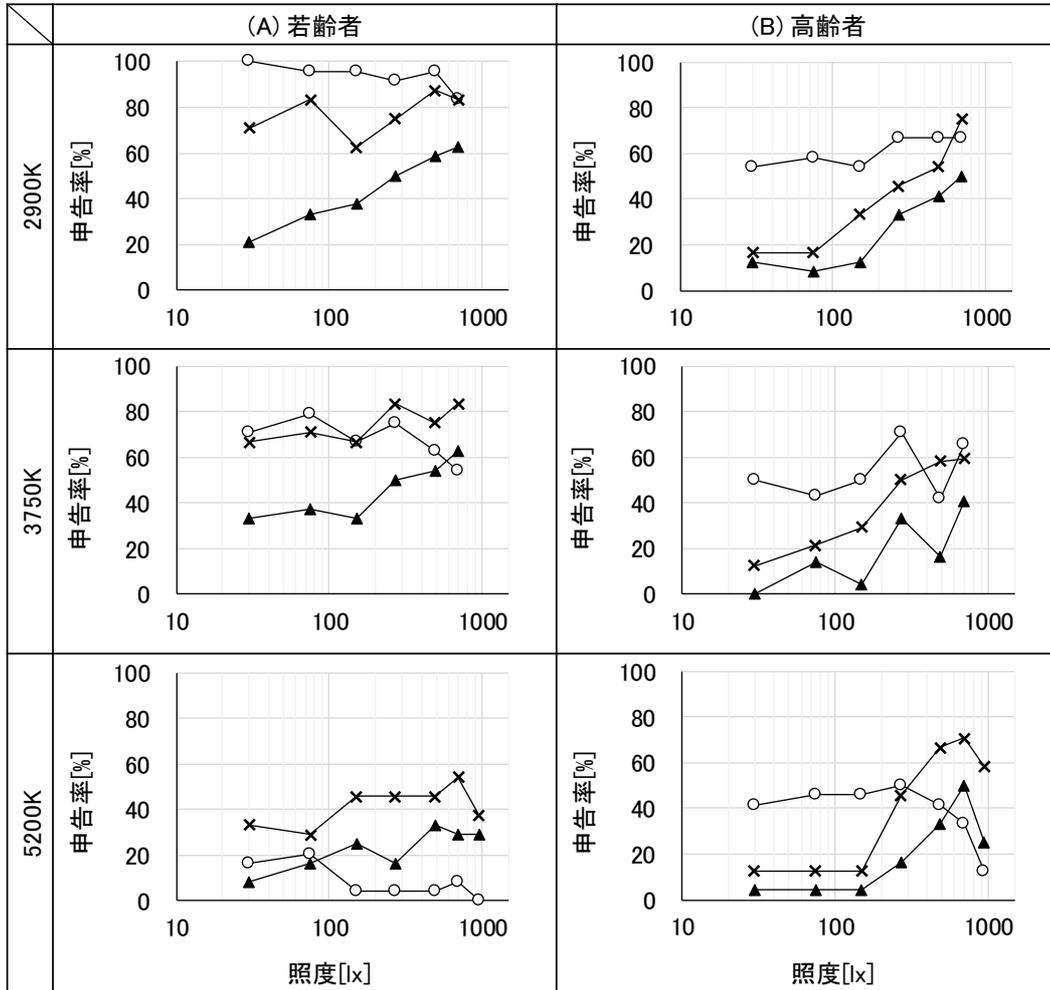
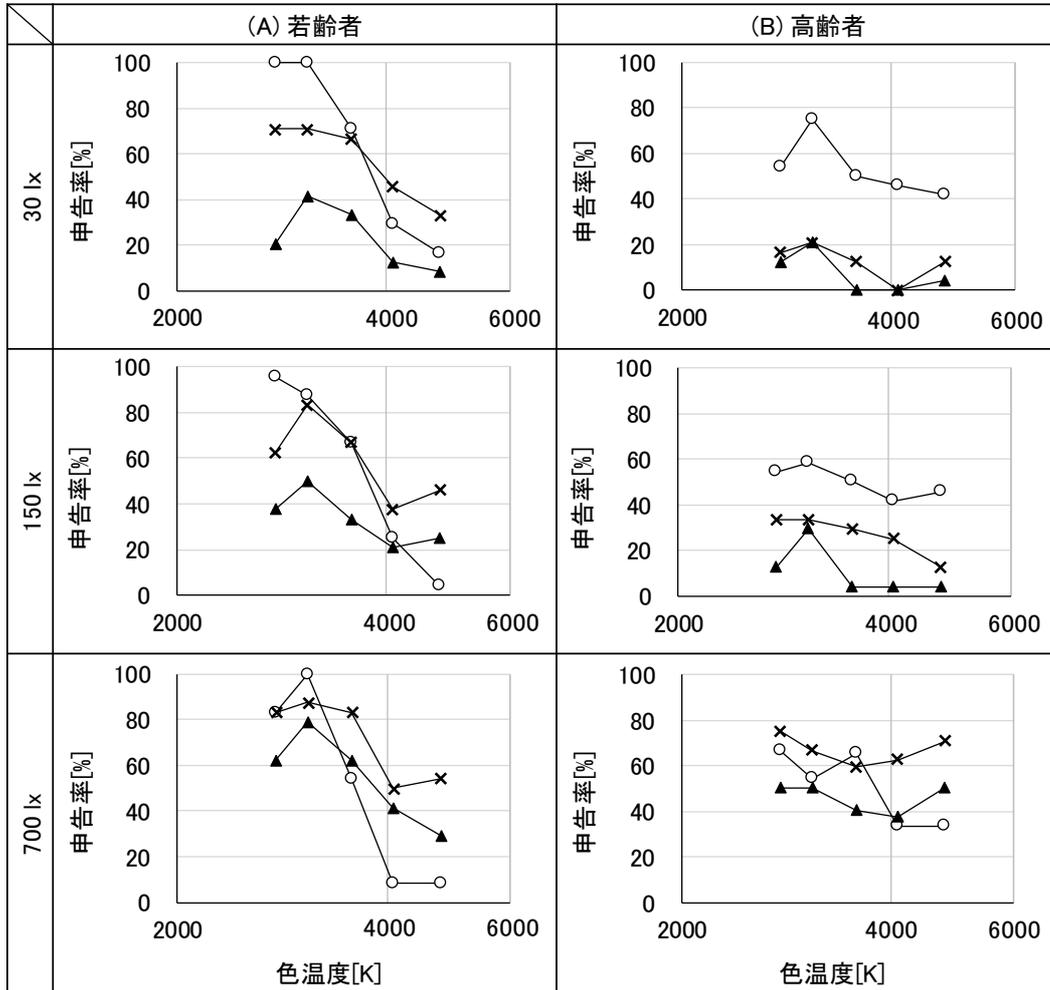


表 4-5-2 に示すとおり、若齢者はいずれの申告率も色温度の影響を受け、色温度が高くなるにつれて色味率、快適率、許容率は低くなる。高齢者も同様の傾向であるが、若齢者よりも色温度の影響が小さい。

4.3.1 で述べた明るさに関する評価の結果と合わせて考察すると、同一照明条件下に対する明るさ及び色味の捉え方は年齢層間で異なり、特に色味は年齢層間の差が大きい。これは、加齢に伴う色識別能力の低下に伴い、色の区別が難しくなることが一因として考えられる。

表 4-5-2 年齢層別色温度と色味に関する申告率の関係

○:色味率 ▲:色味快適率 ×:色味許容率



### 4.3.3 明るさと色味の評価図および予測式

#### (1) 明るさと色味の評価図

明るさと色味について、照度及び色温度と各評価カテゴリーとの関係を把握するために評価図を用いて、年齢層間の比較検討を行う。若齢者の明るさを例に検討手順を示す。図 4-3 に 4100K の場合について一例を示すように、隣り合う評価カテゴリーの申告率がクロスする境界値を用いようとする、本実験では N 数が少なく、照明条件の範囲も限られているため、隣り合う評価カテゴリー以外でもクロスしてしまい、境界値を求めづらい。そこで、累積申告率を用いて評価の境界値を求める。図 4-4 に各累積申告率と照度あるいは色温度の関係の一例を示しており、「非常に暗い～暗い」の累積申告率（●印）と「非常に明るい～やや暗い」（○印）の累積申告率が 50% でクロスする（＝評価の境界値となる）照度と色温度はそれぞれ 640 lx、3470K と読み取れる。このように、各評価カテゴリーの境

界となる照度と色温度の読み取り値より、最小二乗法を用いて、境界線を導出する。実験範囲外については、読み取り値を基に外挿して評価図を作成する。

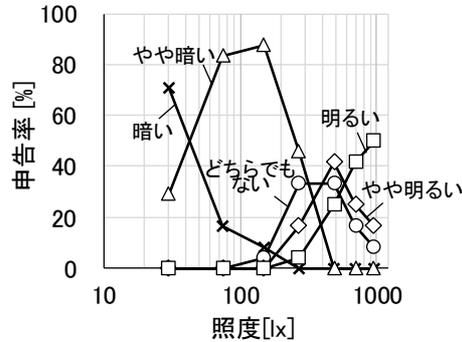
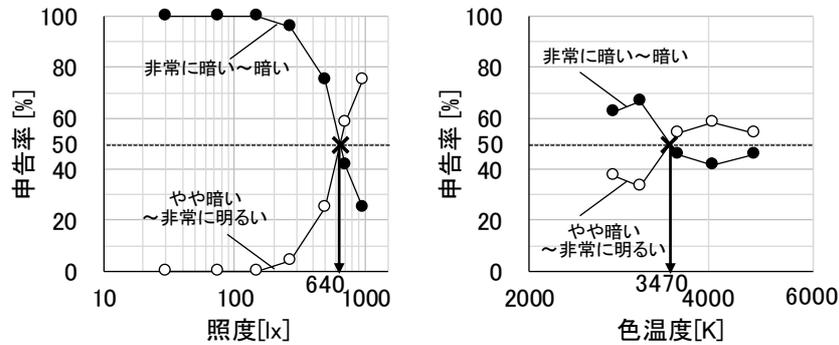


図 4-3 照度と各評価カテゴリーの申告率の関係(若齢者・明るさ・4100K)



(a) 照度の境界値読み取り

(b) 色温度の境界値読み取り

図 4-4 照度と各評価カテゴリーの申告率の関係(若齢者・明るさ・4100K)

表 4-6 に照度及び色温度と明るさあるいは色味の評価図を年齢層別に示す。また、「非常に明るい～明るい」、「非常に暗い～暗い」、「非常に色味のある～色味のある」、「非常に色味のない～色味のない」をそれぞれ「明るい」「暗い」「色味のある」「色味のない」範囲とし、照度・色温度と明るさ・色味の関係を示す。実線が明るさ、破線が色味に関する評価である。高齢者には「色味のない」範囲が出現しない。

さらに、若齢者と高齢者の各範囲を重ねたものを表 4-7 に示す。実線が若齢者、点線が高齢者である。これらの図を用いることで、照度・色温度と各評価の関係を把握することが可能である。

第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

表4-6 年齢層別明るさ・色味の評価図

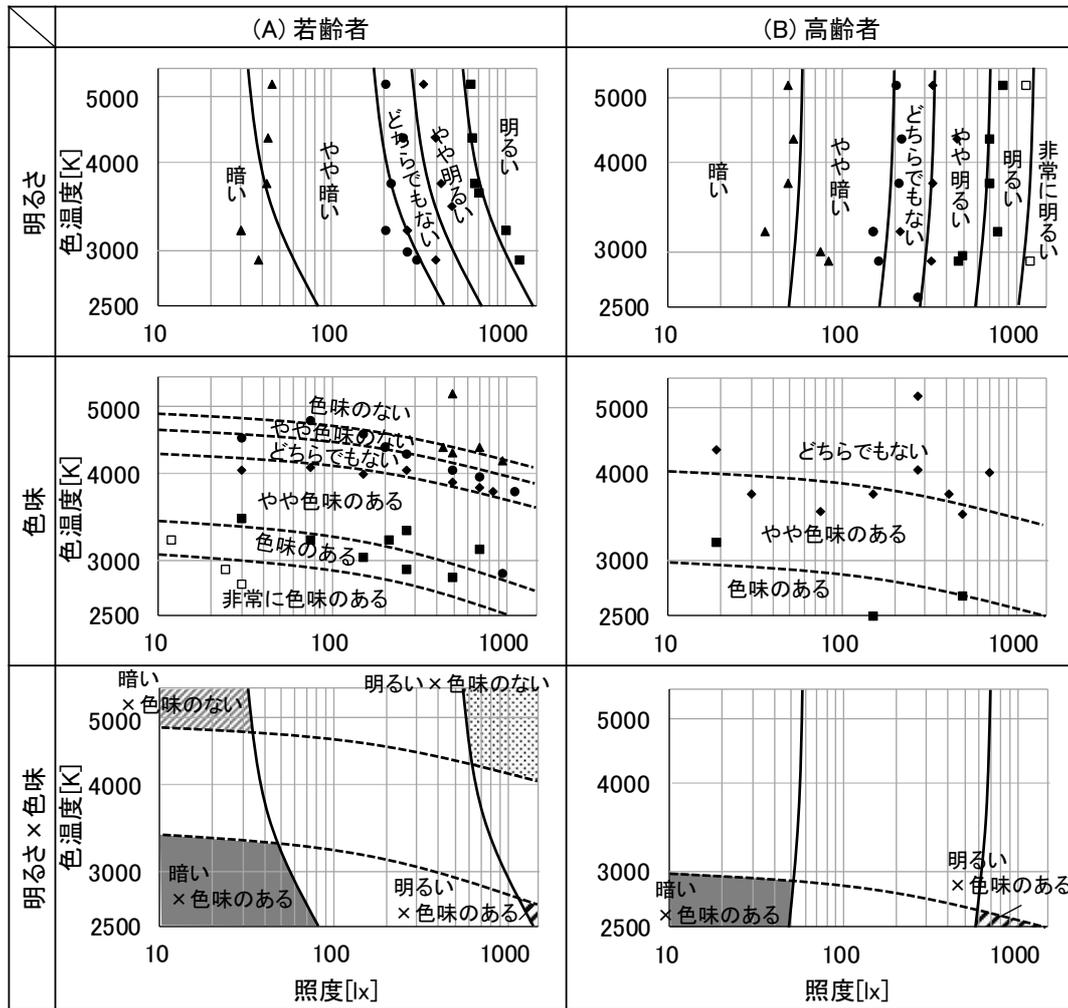
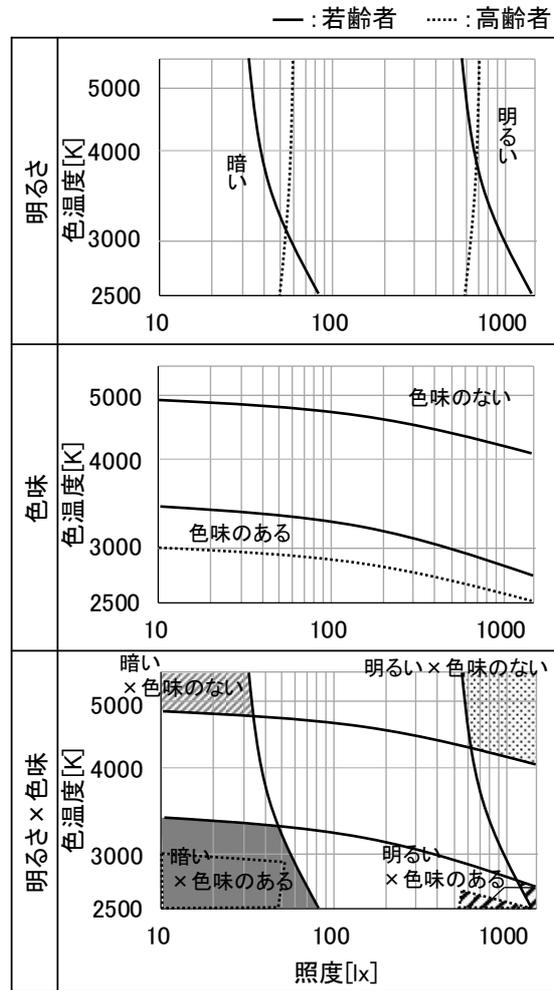


表 4-7 明るさ・色味の評価図における年齢層間の比較



(2) 明るさと色味の予測式

照度と色温度を説明変数、明るさ率及び色味率を目的変数とした重回帰分析より予測式(1)を導出する。予測値と実測値の関係を表 4-8 に示し、係数  $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 、決定係数、相関係数を表 4-9 に一覧する。若齢者は明るい率、色味率ともに決定係数や相関係数が 0.9 以上と高い。高齢者も明るい率の決定係数や相関係数が 0.9 以上と高いが、色味率の決定係数が 0.565 と低い。しかしながら、予測誤差は明るい率と同程度であり、値が 50% 付近に集中しているため、決定係数が低いと考えられる。

$$y = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma \quad \dots \dots \text{式(1)}$$

$x_1$ : 照度  $x_2$ : 色温度

表 4-8 明るい率及び色味率の予測値と実測値の関係

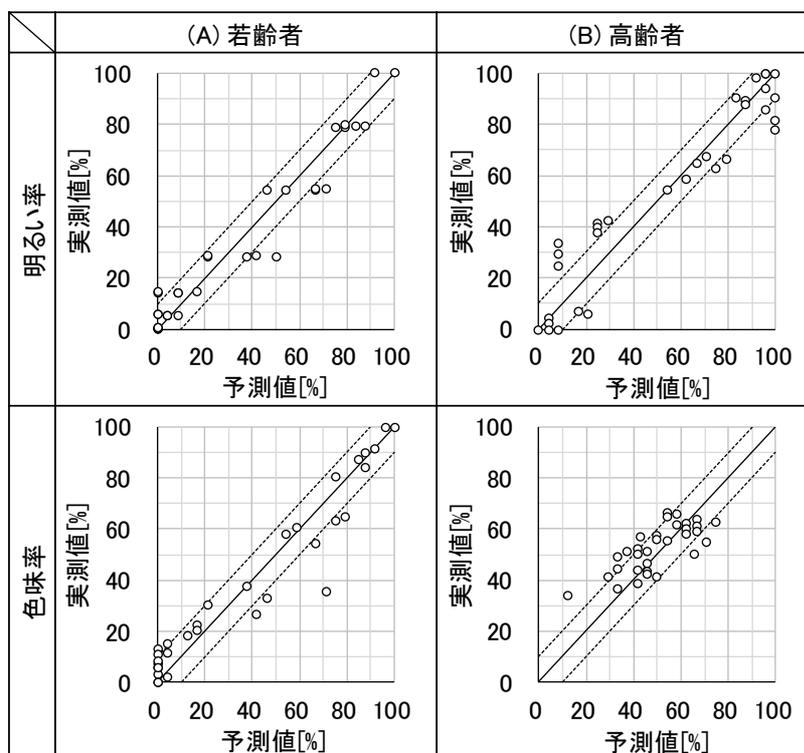


表 4-9 明るい率及び色味率の重回帰分析結果

| 説明変数     | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | 決定係数  | 相関係数  | 予測誤差<br>Max | 予測誤差<br>avg. ± SD |
|----------|----------|---------|----------|-------|-------|-------------|-------------------|
| 若齢者 明るい率 | 0.118    | 0.0004  | -5.00    | 0.944 | 0.971 | 22.0        | 6.0 ± 5.7         |
| 若齢者 色味率  | -0.0188  | -0.0418 | 225      | 0.912 | 0.955 | 25.4        | 8.8 ± 7.2         |
| 高齢者 明るい率 | 0.125    | -0.0054 | 18.7     | 0.931 | 0.965 | 35.0        | 7.1 ± 6.7         |
| 高齢者 色味率  | -0.0108  | -0.0113 | 97.8     | 0.565 | 0.751 | 21.4        | 7.9 ± 5.3         |

## 4.4 年齢及び生活行為に適する照度・色温度

### 4.4.1 検討方法

第2章で述べた実験室実験のうち、4.2で示した実験1のデータを用いて結果を示す(4.3と同様)。6つの生活行為に適する照度・色温度であると評価された割合を申告率とし、これを用いて検討を行う。本節では、申告率と等申告率線の求め方及び予測誤差について述べる。

申告率は式(2)によって、各照度・色温度条件について、年齢層と生活行為別に求める。4.2で述べたとおり、各年齢層8名の被験者が同一条件をそれぞれ3回評価しているため、各条件のべ24の評価がある。

$$\text{申告率} = \text{適当とする評価数} \div 24 \times 100 \quad [\%] \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

等申告率線は、照度と申告率、色温度と申告率、それぞれの関係図から、申告率に対応する照度または色温度を読み取り、全読み取り値の回帰線を最小二乗法を繰り返し用いて求めたものである。読み取り値と等申告率線の対応を25% (▲)、50% (●)、75% (■)の場合については後出の表4-8にて示す。

表4-6に、等申告率線に基づく予測値と実験値(式(2))との差の絶対値を誤差として示す。年齢層と生活行為別に誤差の最大値、最小値、平均値及び標準偏差を示している。申告率が10%未満、または90%より高い等申告率線を求めることは困難であったため、誤差の算出に際しては、回帰の結果が10%未満、または90%より高い範囲では予測値をそれぞれ5%、95%としている。誤差の最大値は若齢者で16~22%、高齢者で13~22%と大きい。平均値はそれぞれ4.9~6.5%、4.2~7.0%であり、生活行為に適する照度・色温度条件の比較検討には支障ないと考えている。尚、本論では、生活行為に適する条件の検討に、主に申告率が75%以上の範囲を用いている。

表4-10 適当申告率における予測値と実験値の誤差

| 生活行為 | 若齢者 [%] |      |         | 高齢者 [%] |      |         |
|------|---------|------|---------|---------|------|---------|
|      | max.    | min. | avg.±SD | max.    | min. | avg.±SD |
| 足元確認 | 20      | 0.48 | 6.0±4.4 | 22      | 0.11 | 5.0±4.9 |
| 新聞   | 19      | 0.18 | 4.9±4.5 | 19      | 0.67 | 4.2±4.1 |
| 食事   | 19      | 0.48 | 6.5±4.5 | 20      | 0.29 | 5.8±4.5 |
| 団欒   | 21      | 0.00 | 5.7±4.8 | 20      | 0.00 | 7.0±5.1 |
| くつろぐ | 22      | 0.00 | 6.4±4.9 | 18      | 0.00 | 5.0±4.4 |
| 睡眠   | 16      | 0.83 | 4.9±3.2 | 13      | 0.22 | 4.3±2.8 |
| avg. | 20      | 0.33 | 5.7±0.6 | 19      | 0.22 | 5.2±1.0 |

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

### 4.4.2 若齢者及び高齢者の特徴と両年齢層ともに適当とする範囲

評価対象である6つの行為に対応するJIS基準<sup>7)</sup>の住宅における推奨照度表4-12に示す。「足元確認」に玄関(内側)・靴脱ぎ、「新聞を読む」に居間・読書、「食事」に食堂・食卓、「団欒」に居間・団欒、「くつろぐ」に居間・全般、「睡眠」に寝室・全般である。

表4-12に申告率と照度・色温度の関係を示す。バブルの大きさは申告率である。図中の太曲線は、申告率25、50、75%の等申告率線である。表4-12に示したJIS基準も併記しており(太点線)、若齢者群よりも高齢者群の方が視力が低いため、JIS基準の視機能に対する配慮に従い、高齢者については1段階高いJIS基準を併記している。さらに、Kruithofの快不快曲線<sup>8)</sup>も併せて示している。尚、照度あるいは色温度と申告率の関係については、付録Gに記載している。

表4-11 比較に用いるJIS基準

| 生活行為 | 領域、作業又は活動の種類(JIS) | [lx] |
|------|-------------------|------|
| 足元確認 | 玄関(内側)・靴脱ぎ        | 200  |
| 新聞   | 居間・読書             | 500  |
| 食事   | 食堂・食卓             | 300  |
| 団欒   | 居間・団欒             | 200  |
| くつろぐ | 居間・全般             | 50   |
| 睡眠   | 寝室・全般             | 20   |

若齢者と高齢者それぞれにおいて各生活行為に適する照度・色温度条件を把握するため、表4-12(A)と(B)に年齢層別の結果を示す。また、両年齢層に共通して適する条件を把握するため、表4-12(A)(B)に示す50%と75%の等申告率線を用いて(睡眠は50%のみ)、両年齢層ともに申告率が50%以上(薄斜線)または75%以上(濃斜線)となる範囲を表4-12(C)に示す。

#### 4.4.2.1 若齢者が適当とする範囲

表4-12(A)に若齢者による結果を示す。申告率が75%以上となる範囲を便宜的に示すため、Table5の薄いグレーの塗りつぶしの領域における照度や色温度の上限あるいは下限値を用いて示す。足元確認では概ね600lx以上・4500K以上であり、新聞よりも高い照度及び色温度が求められている。新聞では500lx以上・4200K以上である。食事では500lx以上・3300K以下である。団欒では250lx以上・3500K以下であり、食事よりも低い照度でも適当である。くつろぐではいずれの照度でも3000K以下が適当である。睡眠は、本実験範囲では申告率が75%以上となる範囲がない。

以上のように、生活行為によって適している照度及び色温度の範囲は異なっている。足元確認・新聞は、照度と色温度が高いほど適当である。食事・団欒も照度が高い方が適当

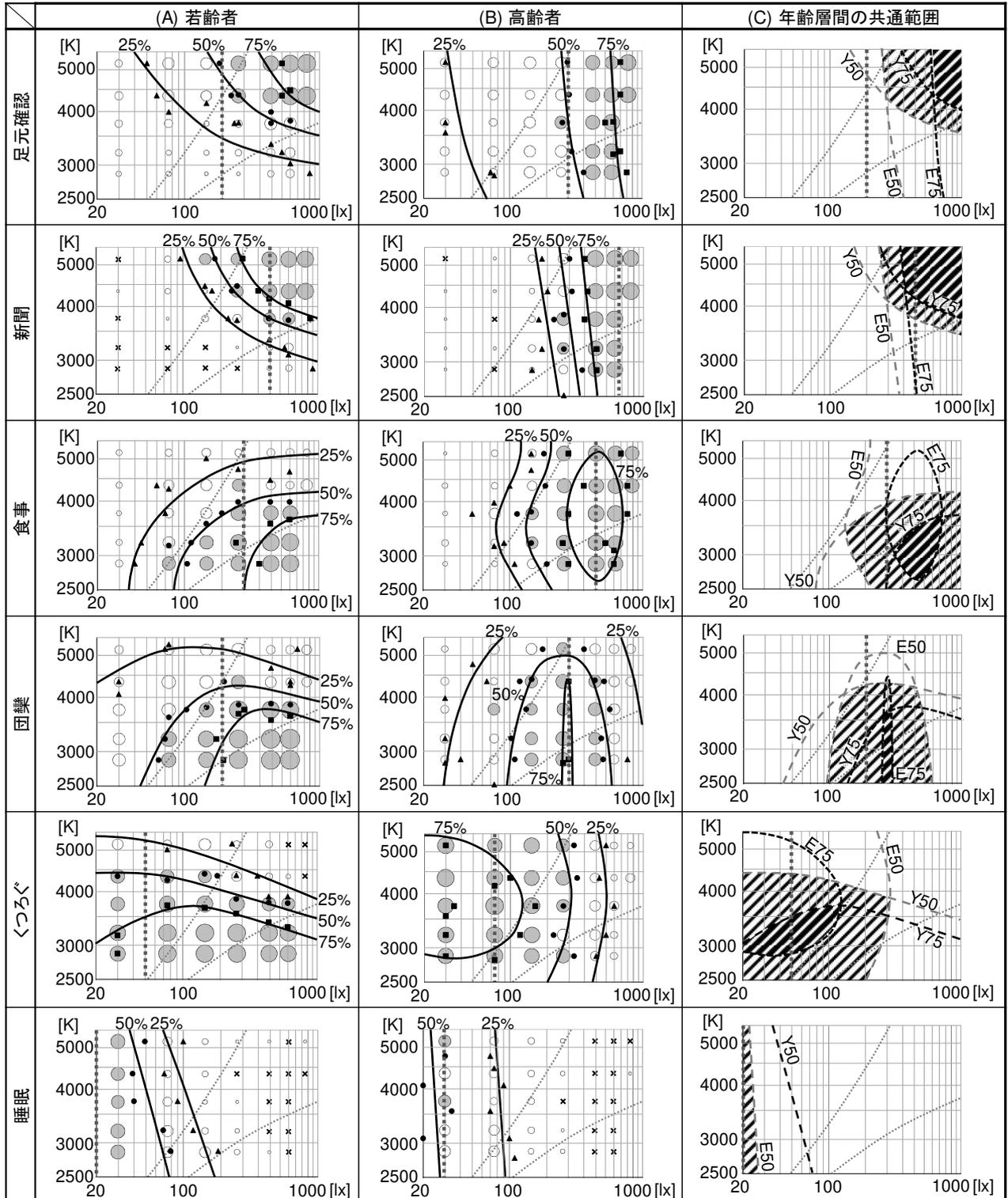
第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

表 4-12 各年齢層における生活行為別適当申告率及び年齢層間の共通範囲

バブルの大きさは申告率  
 50%以上を塗りつぶして示す  
 適当申告率と照度あるいは色温度の関係図からの読み取り値  
 ▲: 25% ●: 50% ◆: 75%

0% 20% 50% 80%  
 × ○ ● ●

Y50: 若齢者50%等申告率線 Y75: 若齢者75%等申告率線  
 E50: 高齢者50%等申告率線 E75: 高齢者75%等申告率線  
 .....: クルイトフの不快不快曲線 .....: JIS基準  
 ▨: 50%以上共通範囲 ▩: 75%以上共通範囲



若齢者: N=8 高齢者: N=8

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

であるが、足元確認・新聞とは逆に色温度が低いほど適当である。くつろぐは照度にはほとんど依存せず、色温度が低いほど適当である。

### 4.4.2.2 高齢者が適当とする範囲

表 4-12 (B)に高齢者による結果を示す。若齢者と同様に、申告率が 75%以上となる範囲をみると、足元確認では 800 lx 以上、新聞では 500 lx 以上であり、色温度によらず照度が高いほど適当である。本実験範囲内において、食事では 500 lx・3800K、団欒では 300 lx・3000K、くつろぐでは 50 lx・3800K 付近で申告率が最も高くなり、照度・色温度ともに適当である範囲に上限及び下限があるが、いずれの行為も照度よりも色温度の影響は小さい。睡眠は、申告率が 75%以上となる範囲がみられず、50%以上となる範囲は若齢者よりも狭い。

以上より、各生活行為において求められる照度の大小関係は概ね若齢者と同様であるが、色温度の影響が小さい点が若齢者とは異なっている。加齢に伴う水晶体の黄変化や視細胞の減少などに起因する色弁別能力の低下が主な原因であると考えられる。

### 4.4.2.3 若齢者と高齢者がともに適当とする範囲

両年齢層ともに申告率が 50%以上あるいは 75%以上となる範囲を表 4-12(C)に示す。前述のとおり、若齢者と高齢者では生活行為毎に適当とする範囲が異なっているが、いずれの行為でも共通して適当とする範囲が存在している。申告率が 75%以上となる範囲（濃斜線）について、ほぼ中心の照度・色温度を読み取ると、足元確認は 900 lx・4800K、新聞は 700 lx・4600K、食事は 550 lx・3100 K、団欒は 300 lx・3000K、くつろぐは 60 lx・3200K である。睡眠は該当する範囲がない。

両年齢層がともに適当とする範囲は、足元確認、新聞、食事、団欒、くつろぐの順に照度及び色温度が低くなる傾向がある。つまり、生活行為に求められる視作業度が高いほど適当とする照度も高くなり、くつろぎ度が高いほど適当とする色温度が低くなる。但し、睡眠は、団欒は照度によってはくつろぐよりも低い色温度でも適当である。

表 4-12 の各図を参照することで、若齢者と高齢者それぞれあるいは両年齢層がともに適当とする照度と色温度の範囲を生活行為別に把握でき、利用者の目的に合わせた照明環境の提案が可能である。

### 4.4.2.4 既往知見との比較

#### (1) JIS 照明基準総則<sup>7)</sup>との比較

表 4-12 に、6つの生活行為それぞれに対応させた JIS 基準（表 4-11）を併記しているが、ここでは、JIS 基準における作業（行為）と対応させた足元確認・新聞・食事・団欒の4行為について比較する。

若齢者（表 4-12(A)）では、足元確認は JIS 基準（玄関（内側）・靴脱ぎ）がかろうじて適当とする申告率が 50%以上となる範囲にあり、靴脱ぎよりも高い照度が求められている。新聞・食事・団欒は各 JIS 基準が概ね申告率が 75%以上となる照度の領域下限付近にある。JIS 基準が定める維持照度は使用期間中下回ってはならない基準面の平均照度である。従って、新聞・食事・団欒に関する JIS 基準は本論の結果と概ね整合しているといえる。しかしながら、いずれの生活行為も色温度の影響も受け、同じ照度でも色温度によっては不十分、もしくは不適當な照度となる。本論の結果は女性被験者のみのものであり、光色の影響が男性に較べ顕著に出ていることも考えられるが、いずれにしても、照明設計の際には色温度への配慮が必要である。

高齢者（表 4-12(B)）は視力が低いため、若齢者よりも 1 段階高い JIS 基準を用いて比較する。足元確認はかろうじて申告率が 50%以上となる範囲、新聞・食事・団欒は、申告率が 75%以上となる範囲に各 JIS 基準がある。新聞・食事は 1 段階高い基準を適用しなくても維持照度としては問題なさそうである。しかしながら、食事・団欒のように照度が高すぎると、申告率が低くなる生活行為がある。これらの上限値は数百 lx 付近であり、不快グレアで規制される照度よりも低いため、維持照度の上限値への配慮も必要である。尚、JIS 基準には足元確認という行為は定められていないが、両年齢層ともに靴脱ぎよりも数段高い照度を要求しているため、特に高齢者に対しては安全確保のために十分な配慮が必要であるといえる。

### (2) Kruithof の快不快曲線<sup>8)</sup>との比較

適当とする申告率が 75%以上となる範囲と Kruithof の快不快曲線を比較する。若齢者（表 4-12(A)）では、足元確認・新聞は快適領域、食事は不快領域と概ね一致している。団欒・くつろぐには快適領域と不快領域が含まれている。睡眠は申告率が 50%以上となる範囲が不快領域とほぼ一致している。高齢者（表 4-12(B)）では、足元確認・新聞・食事・団欒の 4 行為には、快適領域と不快領域が含まれている。くつろぐは不快領域と概ね一致している。睡眠は若齢者と同様に申告率が 50%以上となる範囲が不快領域とほぼ一致している。両年齢層（表 4-12(C)）ともに申告率が 75%以上となる範囲では、足元確認・新聞は快適領域、食事・くつろぐは不快領域と概ね一致している。団欒には快適領域と不快領域が含まれている。

以上より、年齢層や生活行為を検討要因に入れる場合は、Kruithof の快不快曲線の利用に注意を要するといえる。このことは、若齢者については既往研究<sup>9)10)</sup>においても指摘されている。

### (3) 大井らの研究<sup>9)</sup>との比較

大井らは、各行為に対応する家具を配置した 1/10 模型を用いて、学び、作る、食べる、団欒、くつろぎ、おやすみの 6 行為について検討している。被験者は 20 歳～50 歳代の 6 名、照度 50～800 lx（5 段階）、色温度 3000～6500K（5 段階）であり、各行為を想

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

定した場としての雰囲気の好ましさを評価させている。これに対し、本論では、照明条件に適する行為を選択させている。

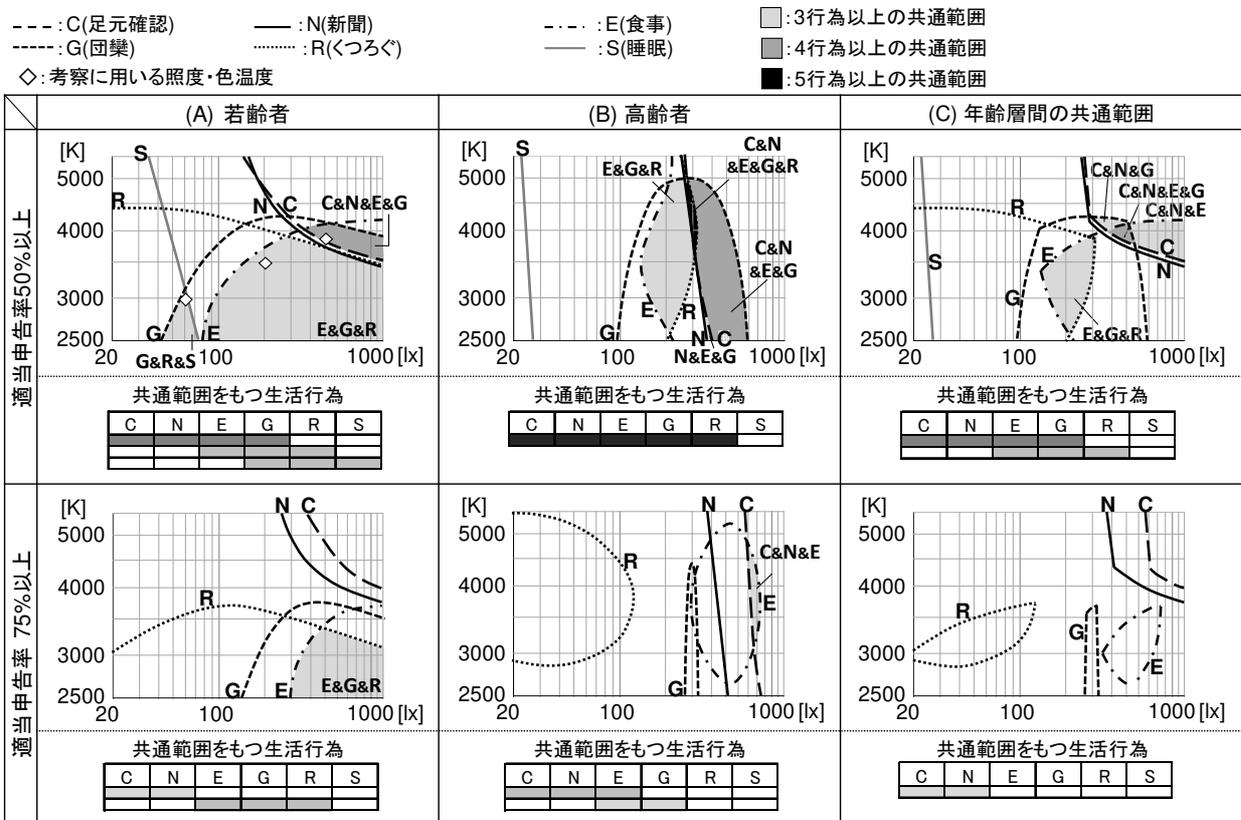
本論と共通している行為は食べる（食事）、団欒、くつろぎ、おやすみ（睡眠）である。学びに新聞を対応させ、計5行為について若齢者の結果（表4-8(A)）と比較したところ、団欒・おやすみを除く学び・食べる・くつろぎについては概ね傾向は一致している。

団欒は、高めの照度（200 lx 以上）が好まれる点は一致しているが、大井らの結果は色温度に依存しない。しかし、本論では色温度に依存し、4500K 以上では適当とする申告率が50%より低くなる点 が異なっている。また、おやすみは低照度・低色温度（50 lx・3000K）が好まれているが、本論では当該条件を適当とする申告率は約50%である。相違の理由として、被験者の年齢及び男女構成が異なっていること、評価空間（装備品のある模型と輝度が均一な実空間）が異なっていることに加え、「場の雰囲気の好ましさ」と「行為を行うのに適当である照度・色温度」という評価内容の違いがあげられる。

### 4.4.3 複数の生活行為で適当とする範囲

同じ照明環境下で複数の生活行為を支障なく行うことのできる条件を把握するために、複数の生活行為で適当とされる照度・色温度について検討する。表4-13(A)(B)は、6つの生活行為の50%または75%等申告率線を年齢層毎に重ねたものである。表4-13(C)は、若齢者と高齢者がともに適当とする範囲（表4-12(C)）を同様に重ねたものである。各行為名は頭文字を用いて示している。図中の塗りつぶしは3行為以上で共通している範囲であり、塗りつぶしが濃くなるにつれて、共通行為数が増える。図下の表には、共通範囲を有している生活行為を示しており、共通行為数と塗りつぶしの濃さが対応している。

表 4-13 生活行為間及び年齢層間の共通範囲



若齢者: N=8 高齢者: N=8

#### 4.4.3.1 若齢者が複数の生活行為で適当とする範囲

表 4-13(A)上段に示すように、最大4行為（足元確認 C・新聞 N・食事 E・団欒 G）で申告率が50%以上となる共通範囲が存在している。例えば、団欒 G で申告率が50%以上となる範囲において、500 lx 以上・3800K 以上であれば足元確認 C・新聞 N・食事 E、200 lx 以上・3500K 以下であれば食事 E・くつろぐ R、60 lx 付近・3000K 以下であればくつろぐ R・睡眠 S についても申告率が50%以上となる。

表 4-13(A)下段に示すように、申告率が75%以上では、視作業度が重視される「足元確認 C・新聞 N」と、くつろぎ度が重視される「食事 E・団欒 G・くつろぐ R」に二分されている。例えば、食事 E において申告率が75%以上となる範囲をみると、いずれの照度でも色温度が3100K 以下であれば団欒 G・くつろぐ R についても申告率が75%以上となり、3行為とともに適当である範囲といえる。

#### 4.4.3.2 高齢者が複数の生活行為で適当とする範囲

表 4-13(B)上段に示すように、睡眠 S 以外の5行為で申告率が50%となる範囲において、照度 250 lx 以下であれば食事 E・くつろぐ R、以上となる共通範囲が存在している。団欒

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

Gで申告率が50%以上照度300 lx付近であれば足元確認C・新聞N・食事E・くつろぐR、350 lx以上であれば足元確認C・新聞N・食事Eについても申告率が50%以上となる。

表4-13(B)下段に示すように、申告率が75%以上となる生活行為の組み合わせは「足元確認C・新聞N・食事E」と「食事E・団欒G」である。例えば、食事Eで申告率が75%以上となる範囲において、照度700～800 lxであれば足元確認C・新聞Nにも適当であり、300 lx付近であれば団欒Gにも適当である。

### 4.4.3.3 若齢者と高齢者がともに複数の生活行為で適当とする範囲

表4-13(C)上段に示すように、「足元確認C・新聞N・食事E・団欒G」の4行為あるいは「食事E・団欒G・くつろぐR」の3行為で両年齢層ともに申告率が50%以上となる範囲が存在している。例えば、団欒Gで申告率が50%以上となる範囲において、400～500 lx・4000K付近であれば足元確認C・新聞N・食事E、150～300 lx・3000～3500Kであれば食事E・くつろぐRについても申告率が50%以上となる。

表4-13(C)下段に示すように、両年齢層ともに申告率が75%以上となる生活行為の組み合わせは「足元確認C・新聞N」のみであり、700 lx以上・4500～5500Kの範囲である。

表4-13の各図を参照することで、複数の生活行為で適当とされる照度・色温度条件を、若齢者と高齢者それぞれについて、あるいは両年齢層に共通するものとして把握でき、複数の利用目的に対応できる照明環境の提案が可能である。尚、複数の行為全てに適当とする申告率75%以上などの高い申告率を求めると生活行為や照度・色温度条件が限定されるが、主行為は申告率75%、従行為は申告率50%などの組み合わせを考え、更に生活行為に応じた補助照明を活用することで、複数の生活行為に対応できる照明計画の幅が広がる。

## 4.5 年齢及び生活行為に適する明るさと色味

本節では各生活行為に適する明るさと色味について検討する。表4-14に表4-13(A)(B)で示した年齢層別適当申告率が75%となる等申告率線と明るい率と色味率のバブルを合わせて示す。明るい率、色味率が50%を超える場合、塗りつぶしで示している。睡眠は両年齢層とも適当申告率が低く、75%以上とならないため、検討対象外とする。

### 4.5.1 若齢者が適当とする生活行為別の明るさと色味

表4-14(A)上段に示すように明るい率50%以上となる範囲で概ね適当申告率が75%以上となるのは、足元確認、新聞、食事、団欒である。表4-14(A)下段に示すように色味率50%以上となる範囲で概ね適当申告率が75%以上となるのは、食事、団欒、くつろぐである。

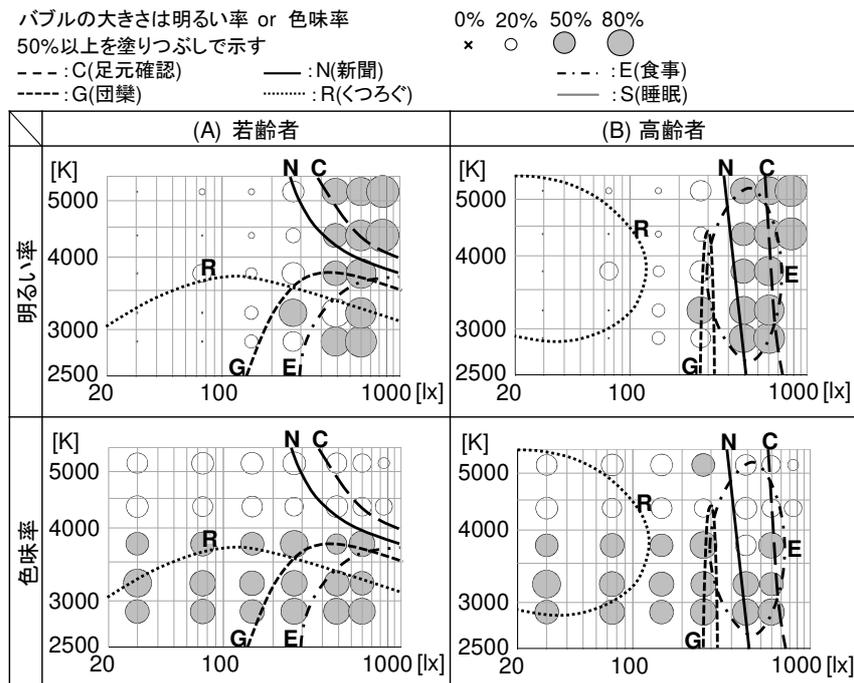
### 4.5.2 高齢者が適当とする生活行為別の明るさと色味

表 4-14(B)上段に示すように明るい率 50%以上となる範囲で概ね適当申告率が 75%以上となるのは、足元確認、新聞、食事、団欒である。表 4-14(B)下段に示すように色味率 50%以上となる範囲で概ね適当申告率が 75%以上となるのは、団欒のみであり、他の 4 行為(新聞・食事・くつろぐ)は、色味率によらず適する。

### 4.5.3 若齢者と高齢者がともに適当とする生活行為別の明るさと色味

4.5.1 及び 4.5.2 の結果より、若齢者と高齢者がともに適する生活行為別の明るさと色味について述べる。足元確認と新聞は、明るい率 50%以上、色味率 50%以下の範囲、食事と団欒は明るい率 50%以上、色味率 50%以上の範囲、くつろぐは明るい率 50%以下、色味率 50%以上の範囲である。このように、c は、睡眠以外の 5 つの行為では年齢層間で共通することを把握できる。

表 4-14 各生活行為に適する明るさと色味



### 4.6 小括

同一照明条件下において、明るさ・色味の捉え方が年齢層間で異なることを把握し、特に色味に関する評価で年齢層間の差が大きいことを明らかにした。

また、日常生活における 6 つの生活行為を取り上げ、年齢層、生活行為、あるいはそれらに共通して適当とする照度・色温度条件について検討した。本論では、年齢層(若齢者

## 第4章 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境

と高齢者)及び6つの生活行為それぞれについて、あるいはそれらに共通して適当な照度・色温度条件を把握することのできる図を提示しており、各図を参照することで、利用者の年齢層や生活行為に応じた照明設計が可能である。但し、今回は、被験者が若齢者と高齢者であり、ともに女性8名の結果であるため、被験者数を増やし、更に属性を広げることにより定量的に信頼のおける設計資料が得られる。また、本論では行為を想定した評価について検討しているため、実際の生活空間での検証が必要である。

さらに、明るさ・色味に対応する照度・色温度の推定による適正条件の予測を目指し、各生活行為に適する明るさ・色味についても検討を行ったところ、生活行為に要求される視作業度やくつろぎ度に応じて適当な明るさ・色味は年齢層間で共通することを把握した。

### 【参考文献】

- 1) 占部有紀・岩井彌・阪口敏彦：光源の色温度が室内空間の明るさ感に与える影響，平成7年度照明学会全国大会講演論文集，p.163, 1995
- 2) 謝明燁・宗方淳・平手小太郎：光色の違いが明るさ感に与える影響に関する研究，日本建築学会環境系論文集，第588号，pp.15-20, 2005
- 3) 井上容子：印刷文書の読み易さと書面の明るさ感に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第498号，pp.31-35, 1997
- 4) 高乗佑・李東起・江欣宸・古賀誉章・平手小太郎：LED照明における光色の休息効果に関する基礎的研究，日本建築学会環境系論文集，第76巻，第662号，pp.363-368, 2011.4
- 5) 奥田紫乃，福本陽子，原直也，岩井彌：食材を切る・剥く場合の明視性・作業性に関する検討—調理空間に適切な光環境に関する研究—，日本建築学会環境系論文集，第75巻，第649号，pp.255-260, 2010.3
- 6) 久保千穂・山羽和夫・阿山みよし：店舗照明を想定したLED照明の照度と色温度による快適性，照明学会誌，第97巻，第2号，pp.77-81, 2013.2
- 7) JIS Z9110：JIS照明基準総則，2011
- 8) A.A.Kruithof: Tubular Luminescence Lamps for General Illumination, Philips technical Review, Vol.6, No.3, pp.65-96, 1941
- 9) 大井尚行，笠尾円，高橋浩伸：生活行為を想定した室内照度・色温度の好ましさに関する模型実験，日本建築学会環境系論文集，第614号，pp.87-92, 2007
- 10) 石田享子，井上容子：壁面色彩とランプの色温度のくつろぎに求められる明るさの影響，日本建築学会環境系論文集，第606号，pp.9-14, 2006

## 第 5 章

### 適当な照度と色温度の調節速度

- 5.1 本章の目的
- 5.2 生活行為に適する照度と色温度の調節速度
- 5.3 照度と色温度を同時に変化させる場合の調節速度
- 5.4 照度を変化させる場合の調節速度
- 5.5 色温度を変化させる場合の調節速度
- 5.6 小括

## 5. 適当な照度と色温度の調節速度

### 5.1 本章の目的

第4章では、空間の利用者の年齢及び生活行為に応じて照度・色温度を調節する必要があることを把握した。適時適光を実現するためには、変化を伴う照明計画が必要であるが、利用者の視覚特性に十分配慮し、明視性を損なわないようにするべきである。また、照明環境を変化させても、利用者が違和感や不快を伴わない変化速度を把握する必要がある。

そこで、本章では、照明の時間的変化に対する評価実験の結果より、照度や色温度の変化に気付く変化条件や不快感が生じない照度や色温度の調節時間について年齢層別に明らかにする。

### 5.2 生活行為を考慮した場合の照度と色温度の調節速度

#### 5.2.1 生活行為中に照明が変化する場合の照度と色温度の調節速度

##### 5.2.1.1 実験内容

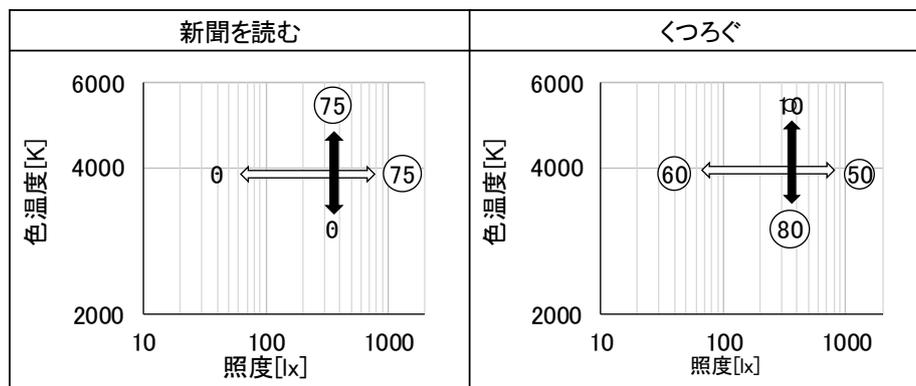
20代の若齢者女性4名を対象に、生活行為中に照明が変化する場合について検討した結果を示す。照明条件は表5-1に示すとおりで、照度が変化する計8条件である。想定生活行為は新聞を読むとくつろぐ場合に加え、行為を想定しない場合についても評価している。実験手順は、まず被験者は、40 lx・3900Kの照明環境に10分間順応し、その照明環境を定常状態として、評価する。次に、変化前条件に5分順応した後、その照明環境について評価する。評価終了後、照度や色温度が変化し、変化と変化後の照明環境について評価を行う。全条件3回ずつ被験して本節では、引き続き変化（変化・明るさの変化・色味の変化）に対する気付き・快不快度・許容度について取り上げる。

表 5-1 照明条件(生活行為中変化)

| 色温度T <sub>c</sub>   | 3900K         |         |
|---------------------|---------------|---------|
| 変化前照度E <sub>1</sub> | 40 lx         | 1300 lx |
| 変化後照度E <sub>2</sub> | 1300 lx       | 40 lx   |
| 調光速度 S <sub>E</sub> | ∞・18・4.5・1.5  |         |
| 調光時間 t              | 0秒・5秒・20秒・60秒 |         |

第4章 4.4.2.1 で求めた生活行為別適当申告率の評価図（表4-12）から、新聞を読む及びくつろぐの適当申告率を読み取り図示すると表5-2のようになる。図中の白矢印が照度変化、黒矢印が色温度変化条件と対応している。

表 5-2 新聞を読むおよびくつろぐにおける適当申告率



### 5.2.1.2 変化に対する評価

表 5-3 に調光時間と申告率の関係を示す。気付き率は照明環境の変化及び明るさの変化では 100%である。照度変化にも関わらず、色味の変化に対する気付き率が約 20~40%となり、明るさの変化と色味の変化に対する区別が難しいことを確認できる。

次に、行為を想定しない場合と想定する場合を比較検討する。表 5-3(a)に示す暗変化は、定常時では新聞を読む場合は適当申告率が 75%から 0%、くつろぐは 50%から 60%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、行為を想定しない場合よりも、新聞の方が不快率がやや高い。つまり、適さない照明環境へ移行する場合、変化に対する不快率が高くなることが推測されるため、同一不快率にするためには行為を想定しない場合よりも調光時間が長く必要である。また、くつろぐは行為を想定しない場合と概ね申告率が変わらず、変化前後の照明環境に対応する定常時の適当申告率も 10%の違いしかないためであると考えられる。

表 5-3 変化に対する評価(生活行為中照度変化)

(a) 暗変化(変化前照度 1300 lx, 変化後照度 40 lx)

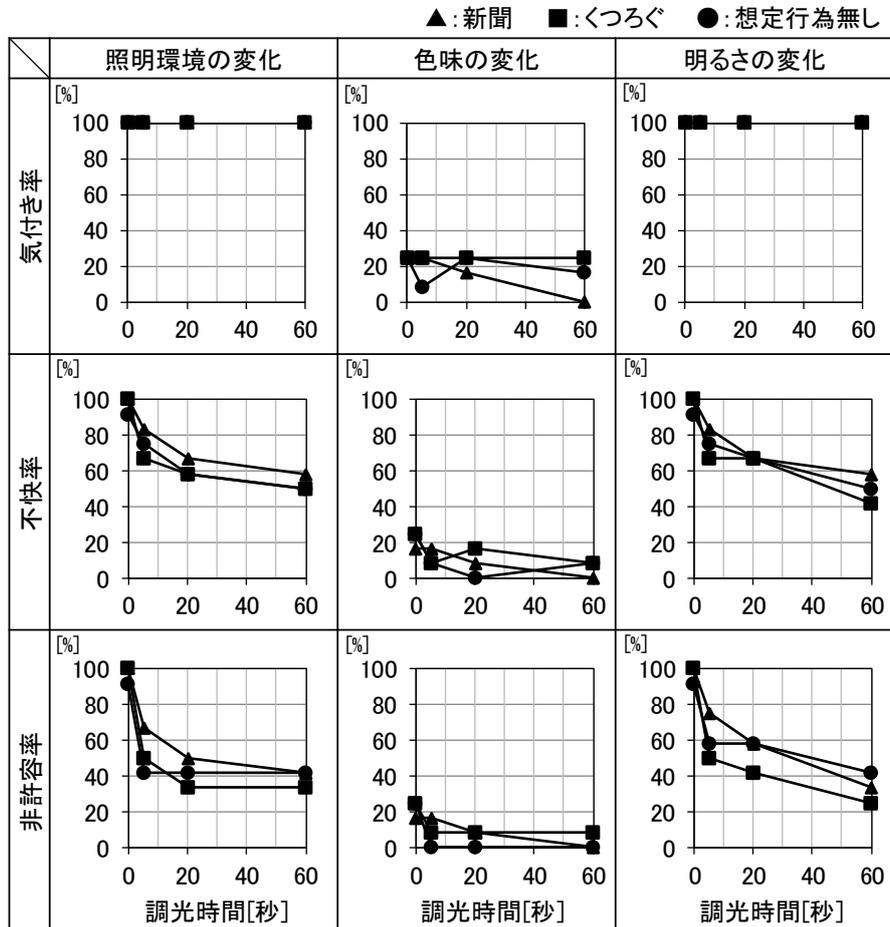
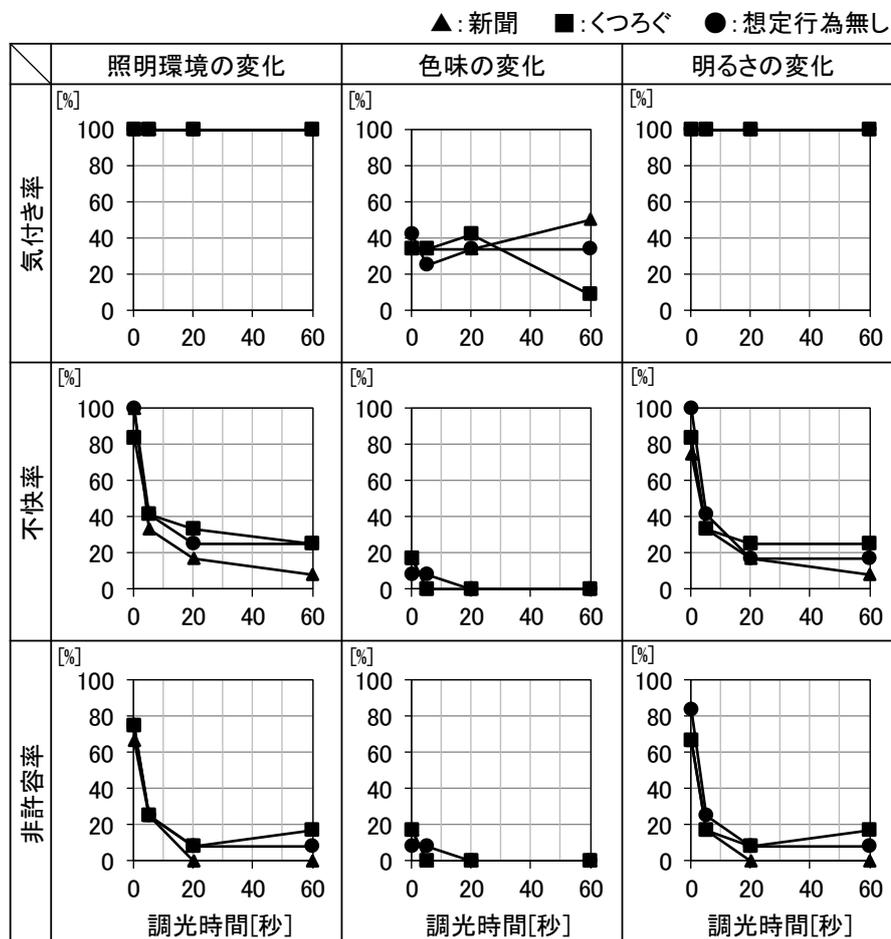


表 5-3(b)に示す明変化は、暗変化とは逆方向の変化であり、定常時では新聞を読む場合は適当申告率が0%から75%、くつろぐは60%から50%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、行為を想定しない場合よりも、新聞の方が不快率がやや低い。つまり、適する照明環境へ移行する場合は、変化に対する不快率を抑えられることが示唆されるため、同一不快率にするためには行為を想定しない場合よりも調光時間を短縮できる可能性がある。くつろぐは暗変化と同様に、行為を想定しない場合と申告率が概ね一致している。

表 5-3 変化に対する評価(生活行為中照度変化)

(b) 明変化(変化前照度 40 lx, 変化後照度 1300 lx)



## 5.2.2 生活行為移行時に照明が変化する場合の照度と色温度の調節速度

### 5.2.2.1 実験内容

20代の若齢者女性4~5名を対象に、生活行為が移行する場合の照明の変化について検討した結果を示す。照明条件は表5-4に示すとおりで、照度変化8条件、色温度変化6条件である。「新聞を読む→くつろぐ」及び「くつろぐ→新聞を読む」と行為を想定しない場合の3パターンについて評価する。実験手順は5.2.2と同様であり、全条件3回ずつ被験している。快不快度と許容度は同様の傾向であったため、本節では、変化(変化・明るさの変化・色味の変化)に対する気付き・快不快度について取り上げる。

表 5-4 照明条件(生活行為移行時変化)

| (a) 照度変化            |               | (b) 色温度変化 |                       |                 |
|---------------------|---------------|-----------|-----------------------|-----------------|
| 色温度T <sub>c</sub>   | 3900K         |           | 変化前色温度T <sub>c1</sub> | 3000K or 5400K  |
| 変化前照度E <sub>1</sub> | 40 lx         | 1300 lx   | 変化後色温度T <sub>c2</sub> | 5400K or 3000K  |
| 変化後照度E <sub>2</sub> | 1300 lx       | 40 lx     | 照度E                   | 350 lx          |
| 調光速度 S <sub>E</sub> | ∞・18・4.5・1.5  |           | 調色速度ST <sub>c</sub>   | 0.25      0.086 |
| 調光時間 t              | 0秒・5秒・20秒・60秒 |           | 調色時間t                 | 60秒      180秒   |

### 5.2.2.2 変化に対する評価

#### (1) 照度変化の場合

表 5-5 に調光時間と申告率の関係を示す。照明環境の変化及び明るさの変化について、調光時間が長くなるにつれて申告率が低くなるのは、これまでに得られている知見と一致するが、気付き率が、想定行為パターンによって異なる場合がある。これは気付き率に「気になり度」を含んだ被験者評価が混在しているためであると考えられる。

行為を想定しない場合と想定する場合を比較検討する。表 5-5(a)に示す暗変化は、定常時ではくつろぐから新聞を読むへ移行する場合は適当申告率が 60%から 0%、新聞を読むからくつろぐへ移行する場合は 75%から 50%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、行為を想定しない場合よりも、新聞への移行時の方が不快率が高く、くつろぐへの移行時の方が不快率が低い。つまり、適さない照明環境へ移行する場合、変化に対する不快率が高く、適する環境へ移行する場合は不快率を抑えられることが示唆される。これは、5.2.1 の生活行為中の変化実験の結果とも一致する。

第5章 適当な照度と色温度の調節速度

表 5-5 変化に対する評価(生活行為中照度変化)

(a) 暗変化(変化前照度 1300 lx, 変化後照度 40 lx)

▲:くつろぐ→新聞 ■:新聞→くつろぐ ●:想定行為無し

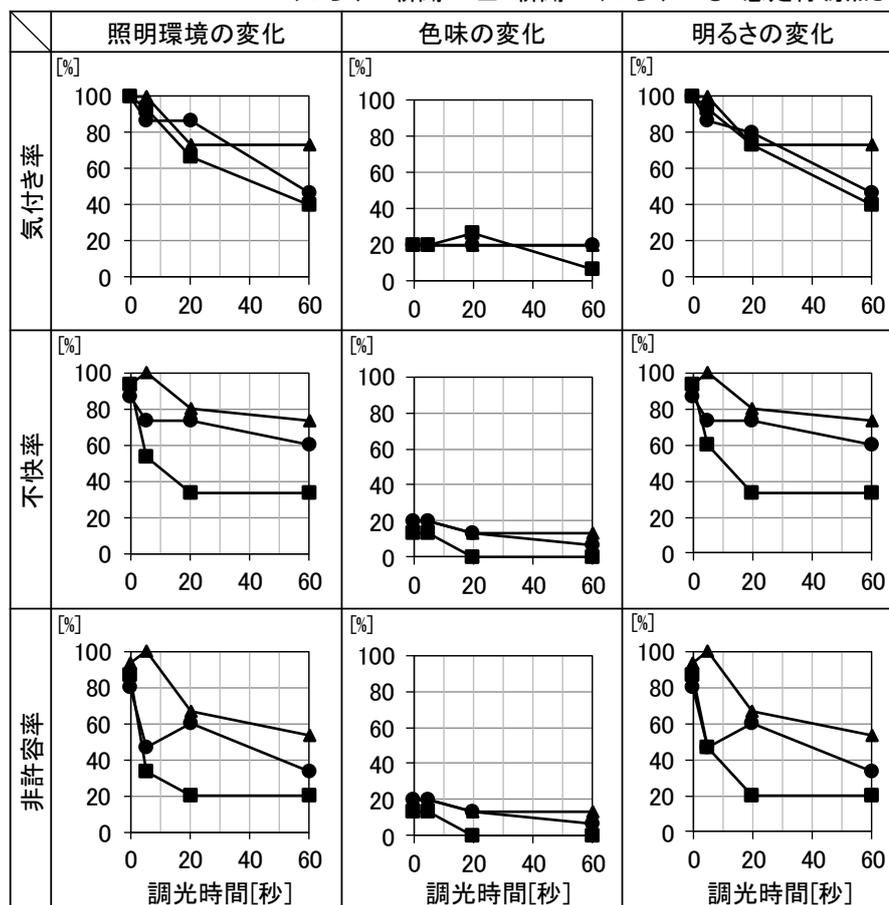
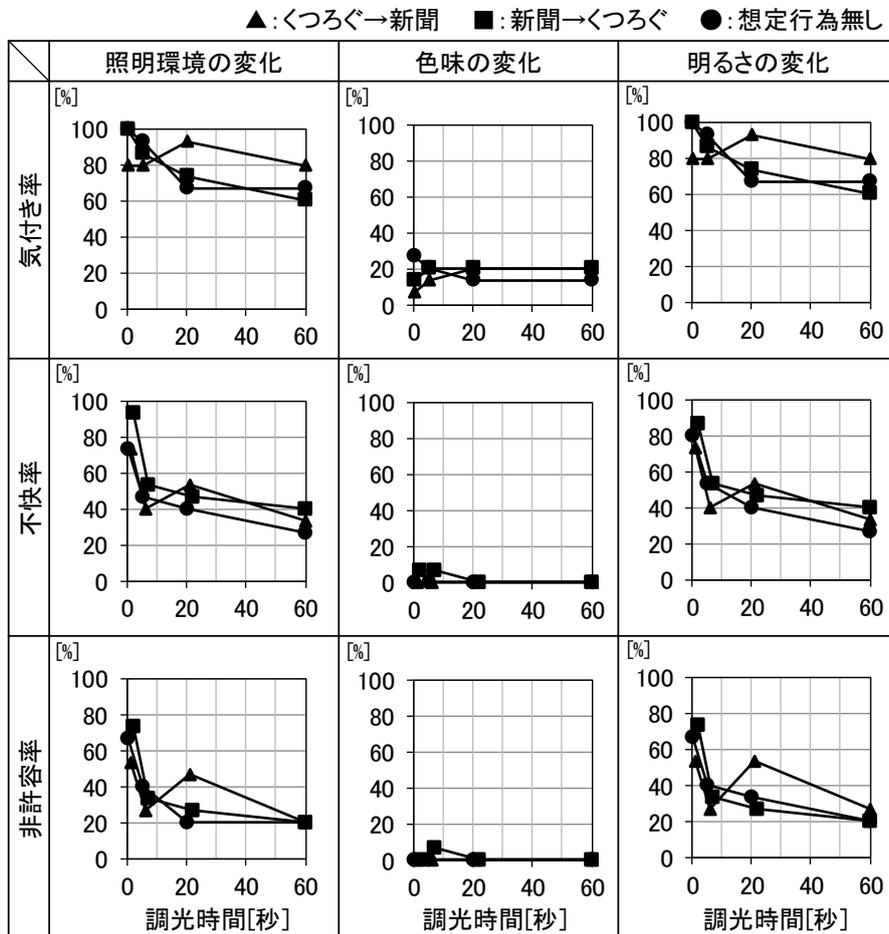


表 5-5(b)に示す明変化は、暗変化とは逆方向の変化であり、定常時ではくつろぐから新聞を読むへ移行する場合は適当申告率が 50%から 75%、新聞を読むからくつろぐへ移行する場合は 0%から 60%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、何れの移行パターンとも行為を想定しない場合と比べても不快率の差が約 10%である。何れの移行パターンも適当申告率が上昇する方向への変化であるため、暗変化ほど顕著な違いが現れなかったと考えられる。

表 5-5 変化に対する評価(生活行為中照度変化)

(b) 明変化(変化前照度 40 lx, 変化後照度 1300 lx)



(2) 色温度変化の場合

表 5-6 に調色時間と申告率の関係を示す。照明環境の変化及び色味の変化について、調色時間が長くなるにつれて何れの申告率とも低くなることを確認できる。

行為を想定しない場合と想定する場合を比較検討する。表 5-6(a)に示す色温度下降変化は、定常時ではくつろぐから新聞を読むへ移行する場合は適当申告率が 10%から 0%、新聞を読むからくつろぐへ移行する場合は 75%から 80%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、調色時間が 0 秒と 60 秒の場合、行為を想定しない場合よりも、新聞への移行時の方が不快率が高い。変化前後の適当申告率の差は 10%であるが、不快な環境から不快な環境へ移行しているため不快率が高くなったと推察できる。また、くつろぐへの移行時については、調色時間が長くなるにつれて想定行為がない場合よりも不快率が低くなる傾向であり、新聞への移行時と逆のことがいえる。

第5章 適当な照度と色温度の調節速度

表 5-6 変化に対する評価(生活行為中色温度変化)

(a) 色温度下降変化(変化前色温度 5400K, 変化後色温度 3000K)

▲:くつろぐ→新聞 ■:新聞→くつろぐ ●:想定行為無し

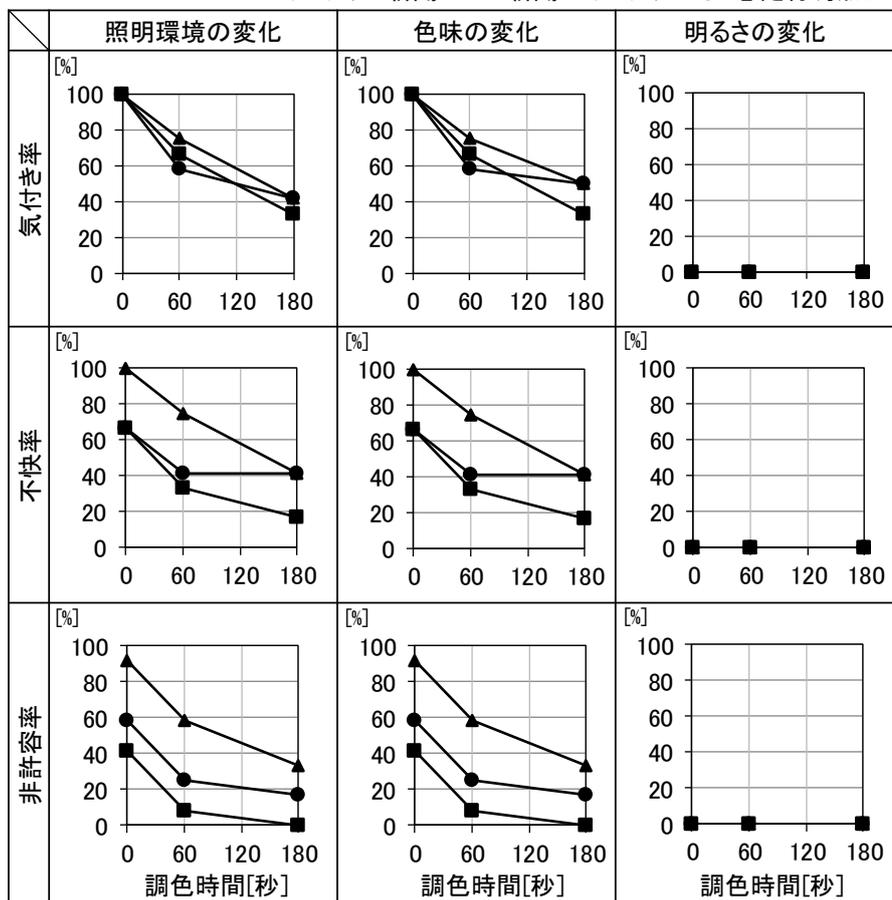
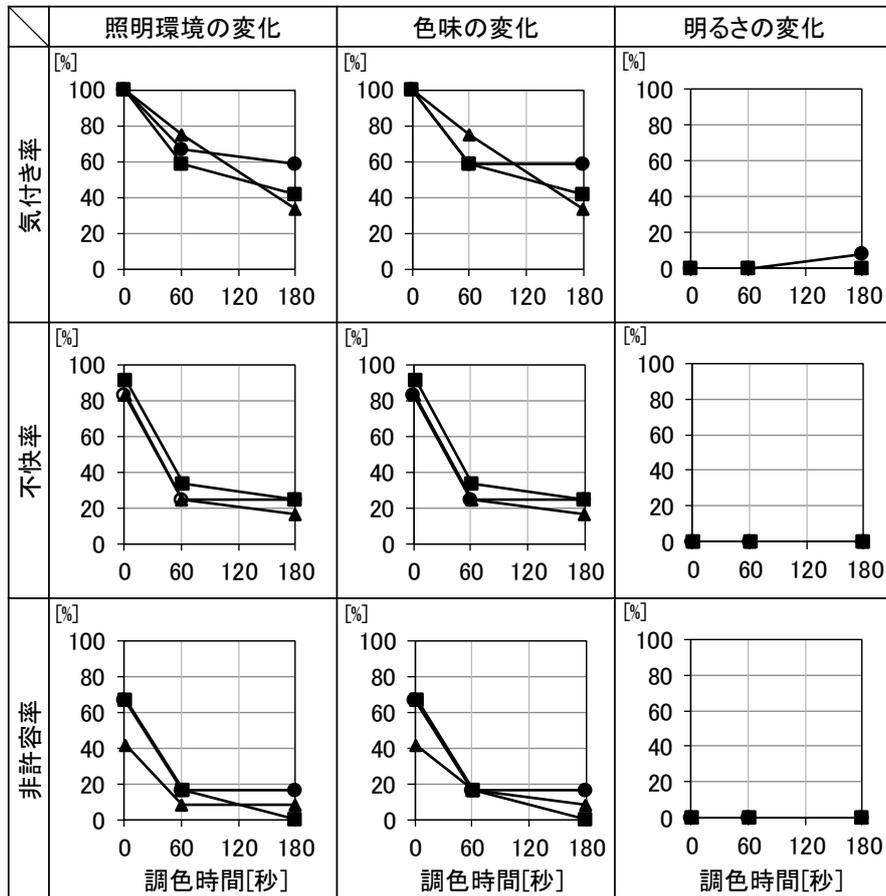


表 5-6(b)に示す色温度上昇変化は、定常時ではくつろぐから新聞を読むへ移行する場合は適当申告率が80%から75%、新聞を読むからくつろぐへ移行する場合は10%から0%となる条件である。照明環境の変化に対する不快率は、何れの移行パターンとも行為を想定しない場合と比べても不快率の差が約10%である。何れの移行パターンも適当申告率が大きくは変化しない方向への変化であるため、暗変化ほど顕著な違いが現れなかったと考えられる。

表 5-6 変化に対する評価(生活行為中色温度変化)

(b) 色温度上昇変化(変化前色温度 3000K, 変化後色温度 5400K)

▲:くつろぐ→新聞 ■:新聞→くつろぐ ●:想定行為無し



以上より、生活行為移行時には、生活行為を想定しない場合に必要な調節時間で、年齢や生活行為毎に適する照度・色温度へ変化させれば、不快なく調光調色することができると考えているため、生活行為を想定しない場合の調光調色について明らかにしていく。

### 5.3 照度と色温度を同時に変化させる場合の調節速度

#### 5.3.1 実験内容

照度と色温度の同時調節時の評価を予測することを目指し、照度・色温度及びそれらの変化方向・変化速度を変数として照度変化及び色温度変化が同時変化の評価に与える影響の違いを検討し、照度あるいは色温度のみの変化（以下、単独変化）と照度と色温度の同時変化（以下、同時変化）との評価の関係を検討する。

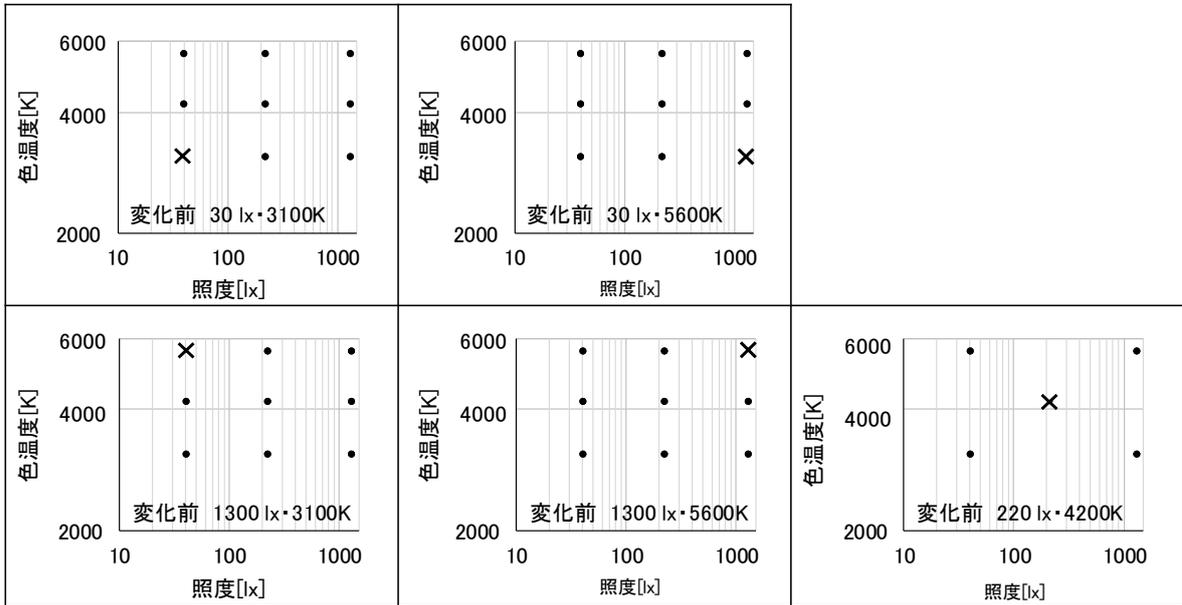
色覚異常のない 20 代の若齢者女性 17 名を対象に、照度と色温度がともに変化する場合について検討した結果を示す。照明条件は表 5-7 及び表 5-8 に示すとおりである。被験者は、呈示された照明環境に 10 分間順応した後、照明環境に対する評価を行う、次いで、変化前条件に順応後、その照明環境についても同様の評価を行う。その後、験者により調光調色が行われ、被験者は変化及び変化後の照明環境に対して評価する。引き続き、変化前条件（設定中はアイマスクを着用）に順応し、調光調色と評価が繰り返される。順応時間は、前条件との照度・色温度の変化比に応じて 180 秒あるいは 240 秒である。なお、被験者は常に机上面中心を観察している。全条件 1 回評価であるが、再現性確認のため一部の条件は 3 回評価である。本論文で取り上げる評価項目は、変化に対する快不快度である。変化に対する評価では、変化前後の照度・色温度の変化量（以下、量的変化）と照度・色温度が徐々に変化すること（以下、時間的変動）とそれらを合わせた変化（以下、総合的变化）を区別して評価している。

表 5-7 照明条件(照度・色温度)

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| 変化前照度E1   | 40, 220, 1300 lx  |
| 変化後照度E2   | 40, 220, 1300 lx  |
| 変化前色温度Tc1 | 3100, 4200, 5600K |
| 変化後色温度Tc2 | 3100, 4200, 5600K |

表 5-8 変化前後の照度・色温度の組み合わせ

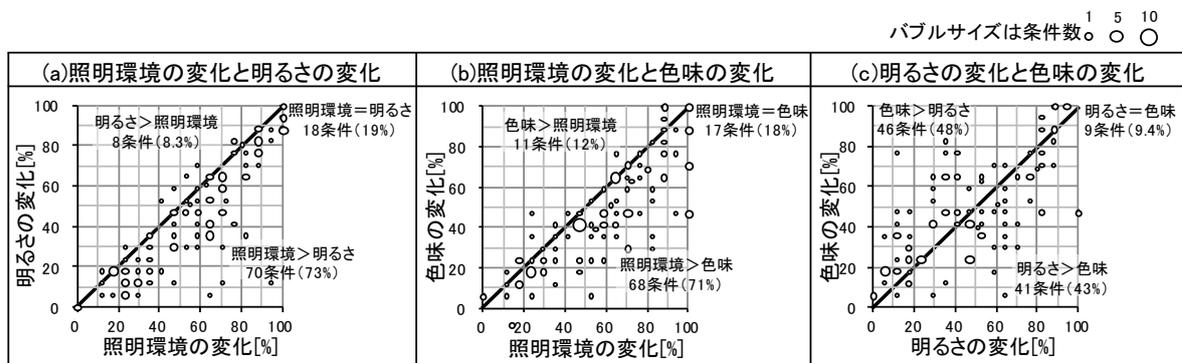
× : 変化前条件 ● : 変化後条件



### 5.3.2 変化に対する評価の関係

表 5-9 に同時変化における照明環境の変化に対する不快率  $R_S$  と明るさの変化及び色味の変化に対する不快率  $R_B \cdot R_C$  の関係を示す。表 5-9(a)は照明環境の変化と明るさの変化、表 5-9(b)は照明環境の変化と色味の変化、表 5-9(c)は明るさの変化と色味の変化の関係である。バブルのサイズは条件数である。 $R_S$  は  $R_B \cdot R_C$  より高い傾向があり、約 90%の条件で  $R_S \geq R_B$ 、 $R_S \geq R_C$  となる。また、 $R_B > R_C$  となる条件は約 40%、 $R_C > R_B$  となる条件は約 50%である。

表 5-9 照明環境の変化と明るさ・色味の変化に対する不快率の関係



## 第 5 章 適当な照度と色温度の調節速度

表 5-9(c)について、明るさの変化>色味の変化の関係となるのは、色温度変化比によらず暗変化の場合、照度変化比が小さい ( $E_2/E_1=0.03$ )、明変化の場合、照度変化比が大きい( $E_2/E_1=32$ )条件である。一方で、色味の変化>明るさの変化の関係となるのは、照度変化比が  $0.17\sim 5.9$  かつ色温度変化比が大きい ( $T_{c2}/T_{c1}=0.55 \cdot 1.8$ ) 条件である。

### 5.3.3 照度あるいは色温度が変化する場合と照度と色温度が同時に変化する場合の関係

同時変化における照明環境の変化に対する不快率  $R_S$  を目的変数、対応する照度単独変化の照明環境の変化に対する不快率  $R_E$  あるいは色温度単独変化の照明環境の変化に対する不快率  $R_{Tc}$  を説明変数とし、重回帰分析より得られた (1) 式を示す。(1) 式から求めた予測誤差 (実測値と予測値の差の絶対値) の平均は 12%、最大値は 45%、最小値は 0.37% であり、照度単独変化や色温度単独変化への重み付けについては更なる検討が必要である。

$$\text{同時変化の不快率 } R_S = 0.49R_E + 0.53R_{Tc} + 12.6 \quad (1)$$

$R_S$ : 照明環境の変化に対する不快率[%] ( $R_S \leq 100$ )

$R_E$ : 照度単独変化の不快率[%] ( $5.9 \leq R_E \leq 88$ )

$R_{Tc}$ : 色温度単独変化の不快率[%] ( $0 \leq R_{Tc} \leq 94$ )

図 5-1 に単独変化同士の不快率の和を  $R_E+R_{Tc}$ 、照度あるいは色温度単独変化の不快率の高い方を  $\text{Max}(R_E, R_{Tc})$ 、照度あるいは色温度単独変化の不快率の低い方を  $\text{Min}(R_E, R_{Tc})$  とし、同時変化と単独変化の関係を数直線上に示す。 $\text{Min}(R_E, R_{Tc}) \geq R_S$  は 8 条件 (12%)、 $\text{Max}(R_E, R_{Tc}) \geq R_S > \text{Min}(R_E, R_{Tc})$  は 31 条件 (45%)、 $R_E+R_{Tc} \geq R_S > \text{Max}(R_E, R_{Tc})$  は 19 条件 (28%)、 $R_S > R_E+R_{Tc}$  は 10 条件 (15%) である。

また、(i) に分類される 8 条件のうち 7 条件は、変化速度、色温度変化によらず照度が上昇する条件であり、この場合同時変化の方が単独変化よりも不快のない調光調色になりやすい。また、(iv) に分類される 10 条件のうち 8 条件は、変化速度、色温度変化によらず照度は下降する条件であり、この場合同時変化の方が単独変化よりも不快な調光調色になりやすい。よって、(i) に含まれる条件の場合、同時変化が有利に働くが、(iv) に含まれる条件の場合、同時変化が不利に働くため、照度と色温度を別々に変化させる必要があると考えられる。

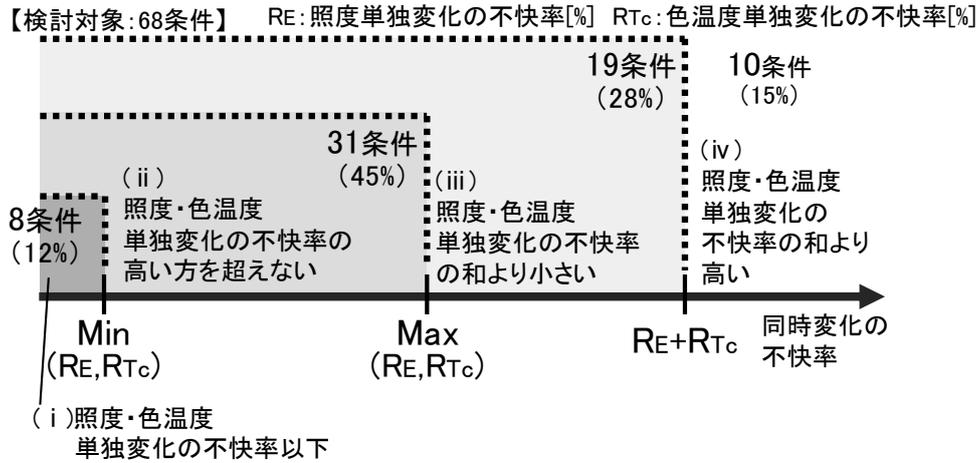


図 5-1 同時変化と単独変化の関係の分類

照度と色温度が同時に変化する場合について、対応する照度あるいは色温度のみの変化との関係を検討したところ、約 85%の条件で同時変化に対する不快感は、照度及び色温度の単独変化に対する不快感の合計よりも低くなる。このうち、約 15%の条件では、同時変化に対する不快感が、照度及び色温度の単独変化いずれの不快感よりも低い。よって、照度及び色温度の単独変化の不快感を把握していれば、概ね安全側の設計ができると考え、5.4 以降では単独変化に関する知見について示している。

## 5.4 照度を変化させる場合の調節速度

### 5.4.1 実験内容

第 2 章で述べた実験室実験のうち、実験 5 のデータを用いて結果を示す。被験者は色覚異常のない若齢者 19 名 (20~23 歳)、高齢者 14 名 (69~80 歳) である。実験変数は照度・色温度・調光速度の 3 つである。変化前照度  $E_1$  は 30, 150, 300, 700, 1100 lx の 5 段階、色温度  $T_c$  は 3000, 4100, 5700K の 3 段階に設定する。調光速度は瞬時変化である  $S_E = \infty$  と経時変化である  $S_E = 2.9, 0.97, 0.29, 0.10, 0.03$  の計 6 段階設定する。調光速度の定義は第 2 章 2.3(2)に示すとおりである。変化後照度を  $E_2$ 、照度変化比  $E_2/E_1$  とし、計 370 条件を実施する。表 5-10 に照明条件を示し、表 5-11 に変化前照度と照度変化比の組み合わせを示す。

表 5-10 照度変化の照明条件(実験 5)

| 実験変数        | 設定範囲                     |
|-------------|--------------------------|
| 変化前照度 $E_1$ | 30・150・280・680・1100 lx   |
| 変化後照度 $E_2$ | 1.5~1200 lx              |
| 色温度 $T_c$   | 3000・4100・5700K          |
| 調光速度 $S_E$  | 0.03~2.91・ $\infty$ (瞬時) |

$E_2/E_1 = 0.010 \sim 36$  (35段階)

第 5 章 適当な照度と色温度の調節速度

表 5-11 変化前照度と照度変化比の組み合わせ(実験 5)

| E1<br>Tc1<br>E2/E1 | 30 lx |       |       | 150 lx |       |       | 280 lx |       |       | 680 lx |       |       | 1100 lx |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
|                    | 3000K | 4100K | 5700K | 3000K  | 4100K | 5700K | 3000K  | 4100K | 5700K | 3000K  | 4100K | 5700K | 3000K   | 4100K | 5700K |
| 0.010              |       |       |       | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     |         |       |       |
| 0.030              |       |       |       | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 0.044              |       |       |       |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       |         |       |       |
| 0.100              | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 0.125              |       |       |       |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       | ○       | ○     | ○     |
| 0.20               |       |       |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       |       | ○       | ○     | ○     |
| 0.26               | ○     | ○     | ○     |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       | ○       | ○     | ○     |
| 0.33               | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 0.41               | ○     | ○     | ○     |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       | ○       | ○     | ○     |
| 0.50               |       |       |       |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       |         |       |       |
| 0.67               | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 0.80               | ○     | ○     | ○     |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       | ○       | ○     | ○     |
| 0.88               | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 0.928              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 0.957              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 0.974              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 1.000              | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 1.026              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 1.043              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 1.072              |       | ○     |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       | ○     |         | ○     |       |
| 1.12               | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○       | ○     | ○     |
| 1.20               |       |       |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       |       |         |       |       |
| 1.25               | ○     | ○     | ○     |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       |         |       |       |
| 1.50               | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     |         |       |       |
| 2.00               |       |       |       |        |       |       |        | ○     |       |        |       |       |         |       |       |
| 2.44               | ○     | ○     | ○     |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       |         |       |       |
| 3.00               |       | ○     |       |        | ○     |       |        | ○     |       |        |       |       |         |       |       |
| 3.8                |       |       |       |        |       |       | ○      | ○     | ○     |        |       |       |         |       |       |
| 4.8                | ○     | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 5.0                | ○     | ○     | ○     | ○      | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 9.1                | ○     | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 10                 |       | ○     |       |        | ○     |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 24                 | ○     | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 30                 | ○     | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |
| 36                 | ○     | ○     | ○     |        |       |       |        |       |       |        |       |       |         |       |       |

被験者は実験室に入室後、第 1 条件に 10 分間順応する。次いで、変化前条件に 20～60 秒間順応した後、その照明環境について評価を行う（約 30 秒）。その後、験者によって調光が行われ、被験者は変化および変化後の照明環境に対して評価を行う。引き続き、次の変化前条件に順応し、調光と評価が繰り返される。条件は順序効果を防ぐため、ランダムに呈示する。第 3 章 3.3 で述べたとおり、本節では、照明の変化に対する評価（気付き・快不快度・許容度、表 3-2-2）について取り上げる。

表 3-2-2 非定常状態における評価項目と検討に用いる累積申告率(再掲)

|          |         |            |
|----------|---------|------------|
| 気付き      | 快不快度    | 許容度        |
| 気付かない    | 快適      | 許容できる      |
| かろうじて気付く | やや快適    | やや許容できる    |
| やや気付く    | どちらでもない | かろうじて許容できる |
| 気付く      | やや不快    | やや許容できない   |
| はっきり気付く  | 不快      | 許容できない     |
| ⇒気付き率    | ⇒不快率    | ⇒非許容率      |

5.4.2 量的変化と時間的変動

本実験では、照度が時間的に変化する条件（計 187 条件）では、変化に対する評価として変化前後の照度の違いである量的変化と照度の経時的な変化である時間的変動を区別している。そこで本節では、照度と量的変化と時間的変動に対する評価の関係について示す。表 5-12 に変化前照度 300 lx・調光速度 0.29・色温度 4100K の場合を一例に示す。そして、検討対象全条件の量的変化と時間的変動の相関を表 5-13 に示し、その大小関係を表 5-14 にまとめる。表 5-12(A)に示すように、若齢者においては、3 項目ともに量的変化>時間的変動となるケースが多い。一方で、高齢者は表 5-12(B)に示すようにいずれの項目は量的変化と時間的変動の評価の区別が明確ではない。安全側に照明設計手法を提案するため、本論文では「量的変化」の結果について示す。

表 5-12 照度変化に対する申告率おける量的変化と時間的変動の差  
(変化前照度 300 lx・調光速度 0.29・色温度 4100K)

◆: 量的変化 ◇: 時間的変動

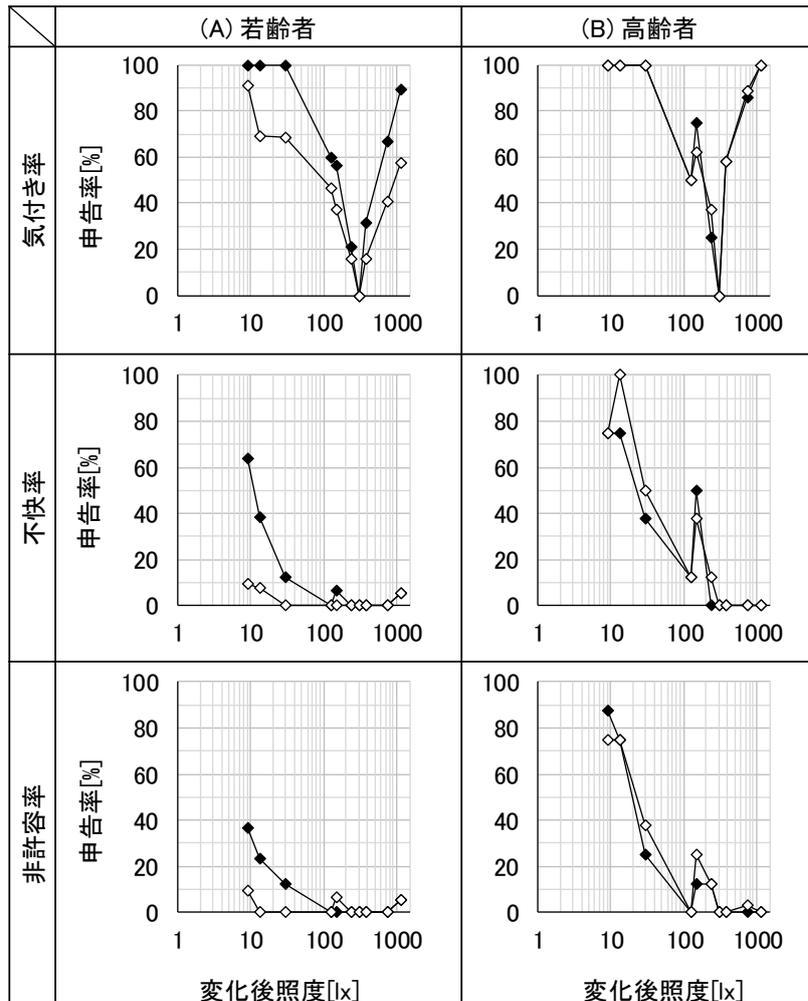


表 5-13 照度変化における量的変化と時間的変動の関係

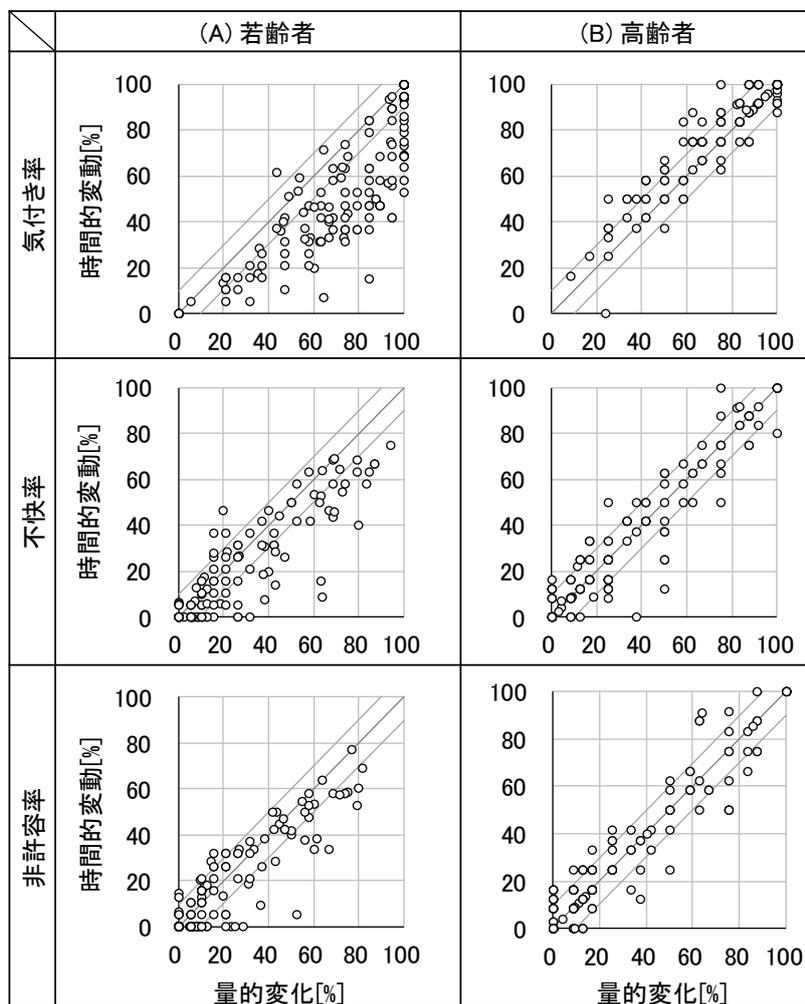


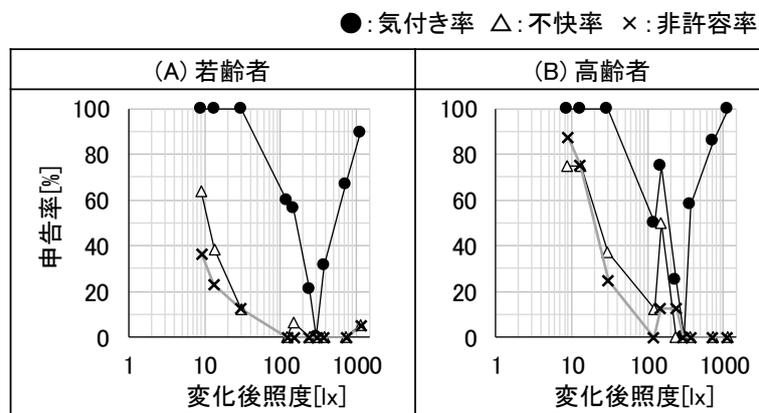
表 5-14 照度変化における量的変化と時間的変動の大小関係

|        | 若齢者[%] |     |      | 高齢者[%] |     |      |
|--------|--------|-----|------|--------|-----|------|
|        | 気付き率   | 不快率 | 非許容率 | 気付き率   | 不快率 | 非許容率 |
| 量的>時間的 | 62     | 41  | 34   | 9      | 17  | 14   |
| 量的=時間的 | 36     | 47  | 48   | 61     | 63  | 59   |
| 量的<時間的 | 2      | 12  | 18   | 30     | 21  | 27   |

### 5.4.3 変化に対する評価項目間の関係

本節では、気付き率・不快率・非許容率の3者の関係について検討する。表5-15に変化前照度300 lx・調光速度0.29・色温度4100Kの場合を一例に示す。両年齢層とも、気付き率>不快率 $\geq$ 非許容率であり、変化に気付いても不快でない場合や不快であっても許容できる場合があることがわかる。この傾向は、他の条件でも同様である。

表5-15 照度変化における気付き率・不快率・非許容率の関係  
(変化前照度300 lx・調光速度0.29・色温度4100K・量的変化)



### 5.4.4 若齢者と高齢者が適当とする調光速度

本節では、まず各申告率に対する実験変数の定性的な影響を把握する。前述の通り、不快率と非許容率は同様の傾向を示すため、気付き率と非許容率について示す。

#### (1) 変化前照度の影響

##### 若齢者

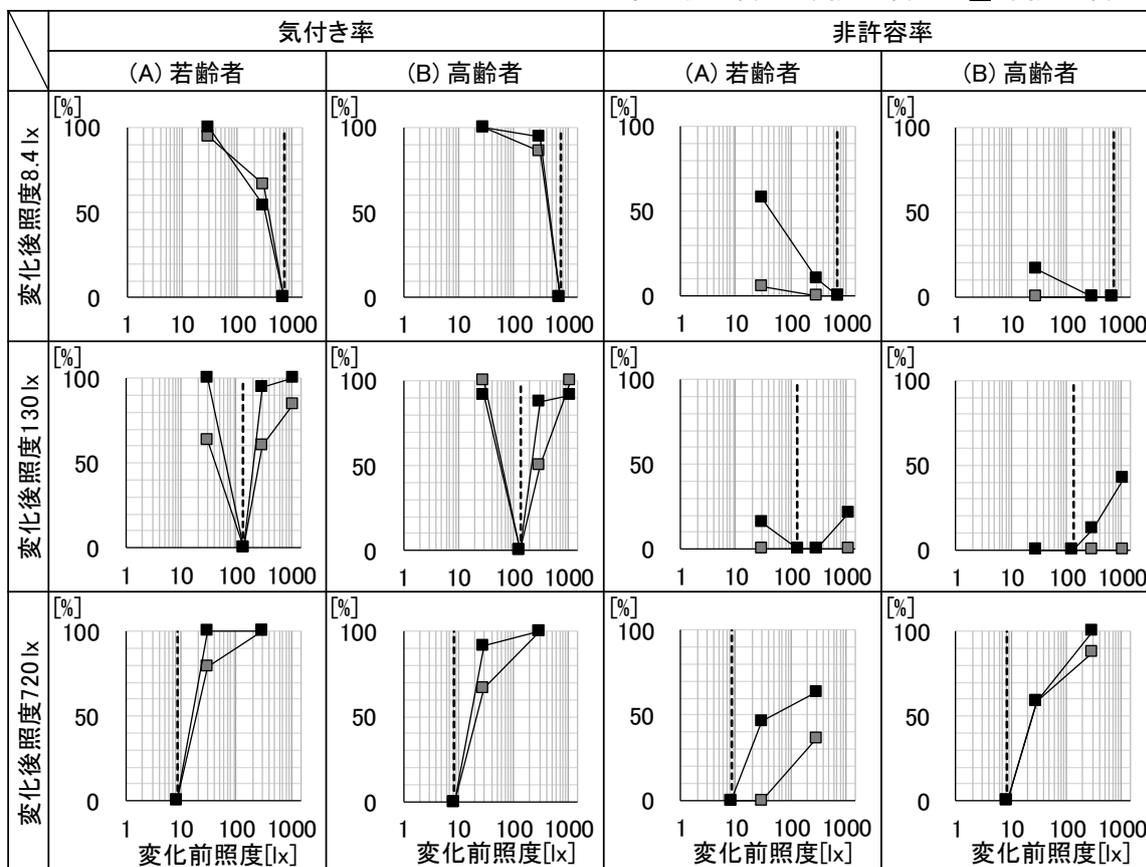
表5-16(A)に変化前照度と気付き率あるいは非許容率との関係を4100Kの場合を例に、変化後照度別に示す。明変化・暗変化、調光速度によらず、変化前照度と変化後照度の差が大きくなるにつれ、気付き率・非許容率ともに高くなる。また、いずれの条件でも調光速度が速い方が気付き率・非許容率ともに高い傾向である。他の条件及び不快率でも同様である。

##### 高齢者

表5-16(B)に示すとおり、若齢者と同様に、変化前照度と変化後照度の差が大きくなるにつれ、気付き率・非許容率ともに高くなる。明変化・暗変化によらず気付き率は年齢層間で明確な差は見られない。非許容率については、明変化では若齢者よりも低く、暗変化では、若齢者より高齢者の方が高い。

表 5-16 気付き率及び非許容率と変化前照度の関係(量的変化・色温度 4100K)

…:変化後照度 ■:調光速度2.9 □:調光速度0.29



(2) 変化後照度の影響

若齢者

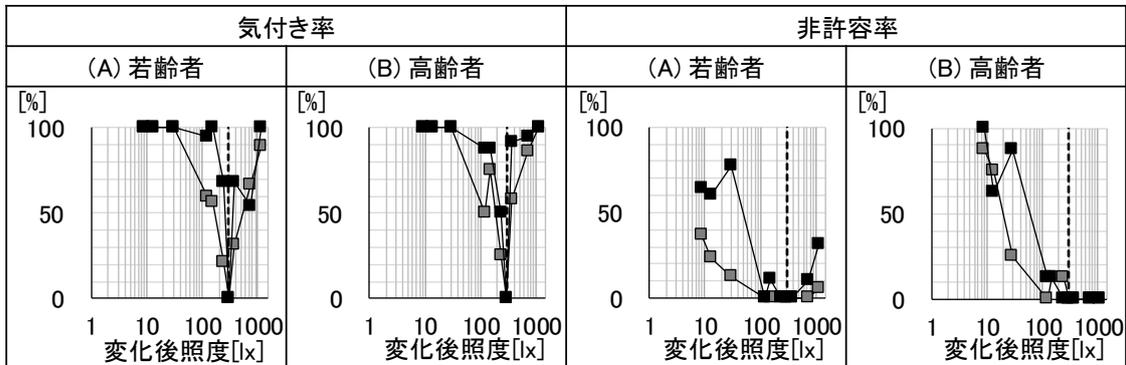
表 5-17(A)に变化後照度が気付き率及び非許容率に与える影響について变化前照度が 300 lx の場合を一例に色温度別に示す。暗変化、明変化及び調光速度によらず、変化前照度と変化後照度の差が大きくなるにつれ、非許容率は高くなり、前述(1)と同じ傾向であることを確認できる。これらの傾向は他の条件及び不快率でも同様である。

高齢者

表 5-17(B) に示すとおり、変化前照度と変化後照度の差が大きくなるにつれ、気付き率、非許容率ともに高くなる傾向は若齢者と共通している。暗変化では若齢者よりも非許容率が高くなるが、明変化では非許容率が 20%以下と低い。

表 5-17 気付き率及び非許容率と変化後照度の関係(量的変化・変化前照度 300 lx・色温度 4100K)

…: 変化前照度 ■: 調光速度2.9 □: 調光速度0.29



### (3) 照度変化比の影響

#### 若齢者

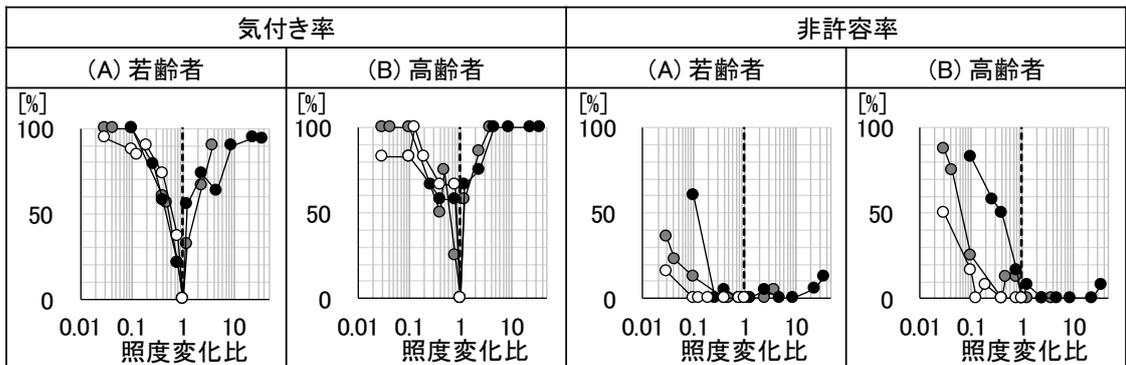
表 5-16(A)と表 5-17(A)より、変化前後の照度差が大きいほど気付き率及び非許容率が大きくなることを確認した。そこで、色温度と調光速度が同一条件の場合の気付き率と非許容率に対する照度変化比の影響について表 5-18(A)に示す。気付き率は、変化前照度によらず、照度変化比が1から離れるにつれて申告率が高くなることを確認できる。非許容率も同様の傾向であるが、暗変化の場合、照度変化比が同じでも、変化前照度が低いと非許容率が高くなる。明変化の場合、非許容率が20%以下と低く、照度変化比及び変化前照度の影響が小さい。

#### 高齢者

表 5-18(B) に示すとおり、変化前照度によらず、変化比が1から離れるにつれて申告率が高くなる傾向は若齢者と共通している。変化前照度が低い(30 lx)の場合、若齢者よりも非許容率が高くなり、高齢者は暗変化の場合に変化後照度の影響を大きく受ける。よって、照明設計時には照度変化比のみでなく、変化前照度も重要な検討要因であることを確認できる。

表 5-18 気付き率及び非許容率と照度変化比の関係(量的変化・色温度 4100K・調光速度 0.29)

…: 照度変化比1.0(変化無し) ●: 変化前照度30 lx ○: 変化前照度1100 lx



#### (4) 調光速度の影響

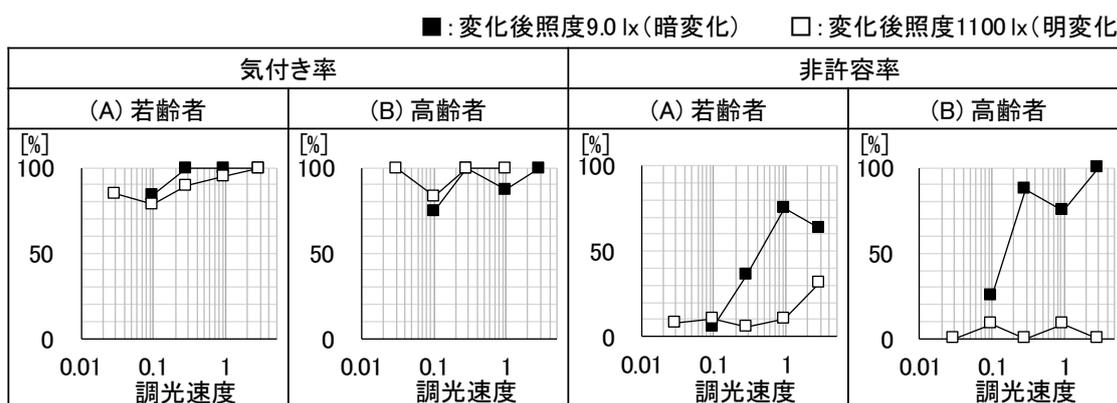
##### 若齢者

表 5-19(A)に調光速度と気付き率及び非許容率の関係の一例を示す。変化前照度 E1、色温度 Tc や暗変化・明変化によらず、調光速度が遅くなるほど、気付き率・非許容率ともに低くなる。気付き率には暗変化と明変化の明らかな違いはみられないが、非許容率は暗変化の方が調光速度の影響を強く受けている。

##### 高齢者

表 5-19(B) に示すとおり、若齢者と同様に調光速度が遅くなるほど、気付き率・非許容率ともに低くなる傾向である。さらに、許容率は暗変化の方が調光速度の影響を強く受ける点も共通している。

表 5-19 気付き率及び非許容率と調光速度の関係(量的変化・色温度 4100K・変化前照度 300 lx)



#### (5) 色温度の影響

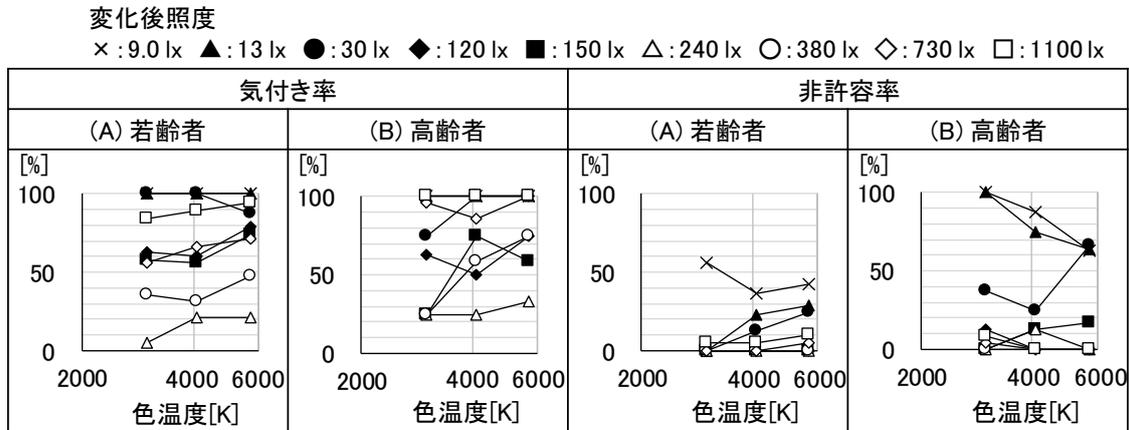
##### 若齢者

表 5-20(A)に色温度が気付き率及び非許容率に与える影響の一例を変化前照度別に示す。プロットの違いは変化後照度の違いであり、×印・黒塗りのプロットが暗変化、白抜きのプロットが明変化である。変化前後の照度が同じ場合、色温度が高い(5700K)条件の方が気付き率が高くなる。一方で、非許容率は変化後照度が低い 9.0 lx の場合のみ低下したが、他の条件は 0%と飽和しているか、色温度が高い方がやや高くなる傾向である。

##### 高齢者

表 5-20(B)より、若齢者と同様に、色温度が高い方が気付き率が高くなる傾向である。一方で、非許容率は変化後照度が低い 9.0 lx と 13 lx の場合のみ低下したが、他の条件は 0%と飽和しているか、色温度が高い方がやや高くなる傾向であり、この点についてもほぼ若齢者と共通している。

表 5-20 気付き率・非許容率と色温度の関係(量的変化・変化前照度 300 lx・調光速度 0.29)



### 5.4.5 変化前後の照度及び調光時間と不快率の関係

図 5-2 に各調光速度と不快率が 20%となる変化前後の照度の関係を年齢層別に示す。図中の曲線は、各調光速度において不快率が 20%となる E1 と E2 の組み合わせを表す。この図より、任意の変化前照度 E1 と変化後照度 E2 に対し、不快率を 20%に抑えられる調光速度を把握することができる。

同一変化条件の場合、暗変化では、高齢者の方が、明変化では、若齢者の方が調光時間が必要であり、量的変化の場合、高齢者は瞬時変化でも不快率を 20%以下に抑えられる。高齢者の方が順応に時間がかかるため、若齢者よりも調光時間が必要となると推測したが、高齢者が変化後の照明環境の影響を受けて評価している、つまり「調光速度によらず、明るくなれば不快に感じない」と評価していることが理由として考えられる。これらの評価図は両年齢層ともに色温度の影響はなく同じ傾向である。また、非許容率についても同様の傾向を示す。

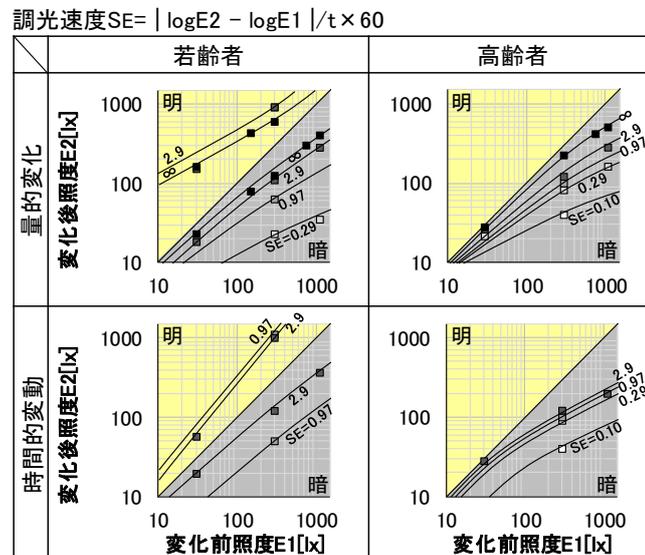


図 5-2 変化前後の照度と調光速度及び不快率の関係(4100K)

## 5.5 色温度を変化させる場合の調節速度

### 5.5.1 実験内容

第 2 章で述べた実験室実験のうち、実験 5・実験 6 の結果より、色温度を変化させる場合の適当な調節速度を明らかにする。被験者は色覚異常のない若齢者がのべ 32 名（20～24 歳）、高齢者がのべ 26 名（69～82 歳）である。実験変数は照度・色温度・調色速度の 3 つである。照度 E は 30, 150, 300, 700, 1100 lx の 5 段階、変化前色温度 Tc1 は 3000, 4100, 5700K の 3 段階に設定する。調色速度は瞬時変化である  $S_{Tc}=\infty$  と経時変化である  $S_{Tc}=0.28 \cdot 0.093 \cdot 0.015$  の計 4 段階設定する。変化後色温度を Tc2、色温度変化比 Tc2/Tc1 とし、計 170 条件を実施する。表 5-21 に照明条件を示し、表 5-22 に変化前色温度と色温度変化比の組み合わせを示す。実験手順は、5.2.1 で述べた照度変化実験と同様であり、照明の変化に対する評価（気付き・快不快度・許容度）について取り上げる。変化前条件への順応時間は 180 秒～300 秒とする。。

表 5-21 色温度変化実験条件(実験 5・実験 6)

| 実験変数       | 設定範囲                   |
|------------|------------------------|
| 変化前色温度 Tc1 | 3000・4100・5700K        |
| 変化後色温度 Tc2 | 3000～5700K             |
| 照度 E       | 30・150・280・680・1100 lx |
| 調色速度 STc   | 0.015～0.28・∞(瞬時)       |

Tc2/Tc1=0.53～1.90(9段階)

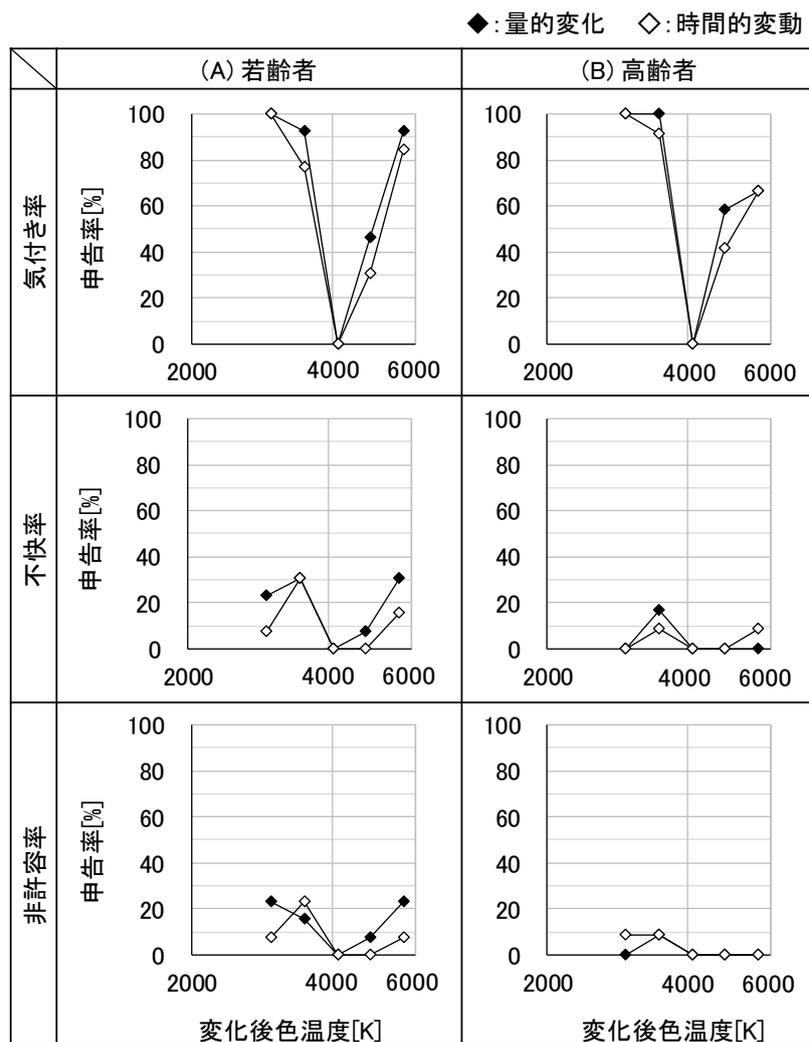
表 5-22 変化前色温度と色温度変化比の組み合わせ(実験 5・実験 6)

| Tc1<br>E | 3000K |        |        |        |         | 4100K |        |        |        |         | 5700K |        |        |        |         |
|----------|-------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|
|          | 30 lx | 150 lx | 280 lx | 680 lx | 1100 lx | 30 lx | 150 lx | 280 lx | 680 lx | 1100 lx | 30 lx | 150 lx | 280 lx | 680 lx | 1100 lx |
| 0.55     |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         | ○     |        | ○      |        | ○       |
| 0.61     |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |
| 0.73     |       |        |        |        |         | ○     |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |
| 0.75     |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         | ○     |        | ○      |        | ○       |
| 0.80     |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 0.85     |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        | ○      |        |         |
| 0.88     |       |        |        |        |         | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       |
| 0.928    |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 0.957    |       |        |        |        |         | ○     |        | ○      |        | ○       | ○     |        | ○      |        | ○       |
| 0.974    |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.00     | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       |
| 1.026    |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.043    | ○     |        | ○      |        | ○       | ○     |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |
| 1.072    |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.12     | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       | ○     | ○      | ○      | ○      | ○       |       |        |        |        |         |
| 1.17     |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.20     |       |        |        |        |         |       |        | ○      |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.34     |       |        |        |        |         | ○     |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |
| 1.37     | ○     |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.60     |       |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         |
| 1.83     | ○     |        | ○      |        | ○       |       |        |        |        |         |       |        |        |        |         |

5.5.2 量的変化と時間的変動

5.4.2 の照度変化実験の場合と同様に本実験では、色温度が時間的に変化する条件(計 57 条件)では、変化に対する評価として変化前後の色温度の違いである量的変化と色温度の経時的な変化である時間的変動を区別している。そこで本節では、色温度と量的変化と時間的変動に対する評価の関係について示す。表 5-23 に変化前色温度 4100K・調色速度 0.093・照度 280 lx の場合を一例に示す。そして、検討対象全条件の量的変化と時間的変動の相関を表 5-24 に示し、その大小関係を表 5-25 にまとめる。表 5-14(A)に示すように、若齢者においては、3 項目ともに量的変化 > 時間的変動となるケースが多い。一方で、高齢者は表 5-14(B)に示すように、量的変化と時間的変動に対する申告率の差は±10%以内である。また、不快率と非許容率については、両年齢層と

表 5-23 色温度変化に対する申告率における量的変化と時間的変動の差  
(変化前色温度 4100K・調色速度 0.093・照度 280 lx)



## 第5章 適当な照度と色温度の調節速度

も量的変化と時間的変動の申告率に大きな差は見られない。以上より、安全側に照明設計手法を提案するため、本論文では5.4 照度変化の場合と同様に「量的変化」の結果について示す。

表 5-24 色温度変化における量的変化と時間的変動の関係

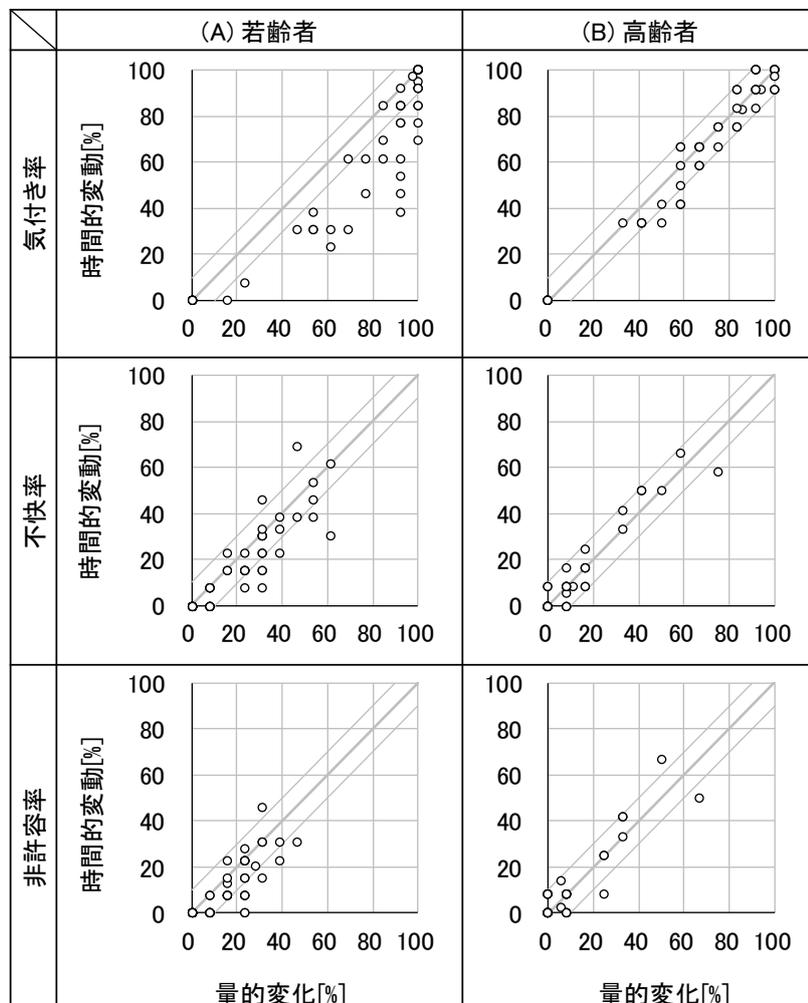


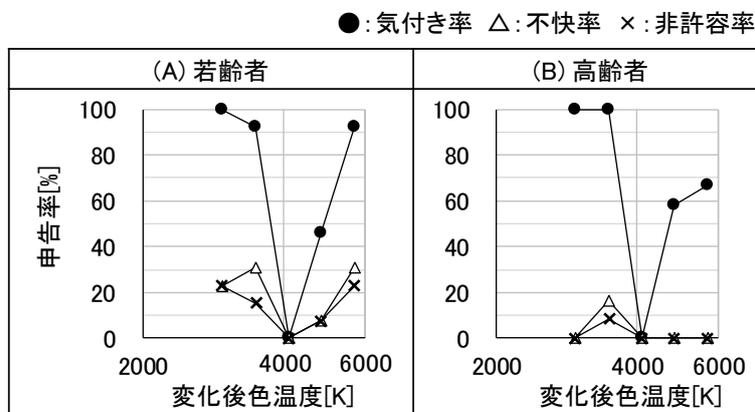
表 5-25 色温度変化における量的変化と時間的変動の大小関係

|        | 若齢者[%] |     |      | 高齢者[%] |     |      |
|--------|--------|-----|------|--------|-----|------|
|        | 気付き率   | 不快率 | 非許容率 | 気付き率   | 不快率 | 非許容率 |
| 量的>時間的 | 54     | 46  | 40   | 35     | 12  | 14   |
| 量的=時間的 | 46     | 49  | 53   | 49     | 70  | 72   |
| 量的<時間的 | 0      | 5   | 7    | 16     | 18  | 14   |

### 5.5.3 変化に対する評価項目間の関係

5.4.3 と同様に、本節では、気付き率・不快率・非許容率の 3 者の関係について検討する。表 5-26 に変化前色温度 4100K・調色速度 0.093・照度 280 lx の場合を一例に示す。照度変化実験と同様に気付き率 > 不快率 ≥ 非許容率であり、変化に気付いても不快でない場合や不快であっても許容できる場合があることがわかる。この傾向は、他の条件でも同様である。

表 5-26 色温度変化における気付き率・不快率・非許容率の関係  
(変化前色温度 4100K・調色速度 0.093・照度 280 lx・量的変化)



### 5.5.4 若齢者と高齢者が適当とする調色速度

本節では、まず各申告率に対する実験変数の定性的な影響を把握する。前述の通り、不快率と非許容率は同様の傾向を示すため、気付き率と非許容率について示す。

#### (1) 変化前色温度の影響

##### 若齢者

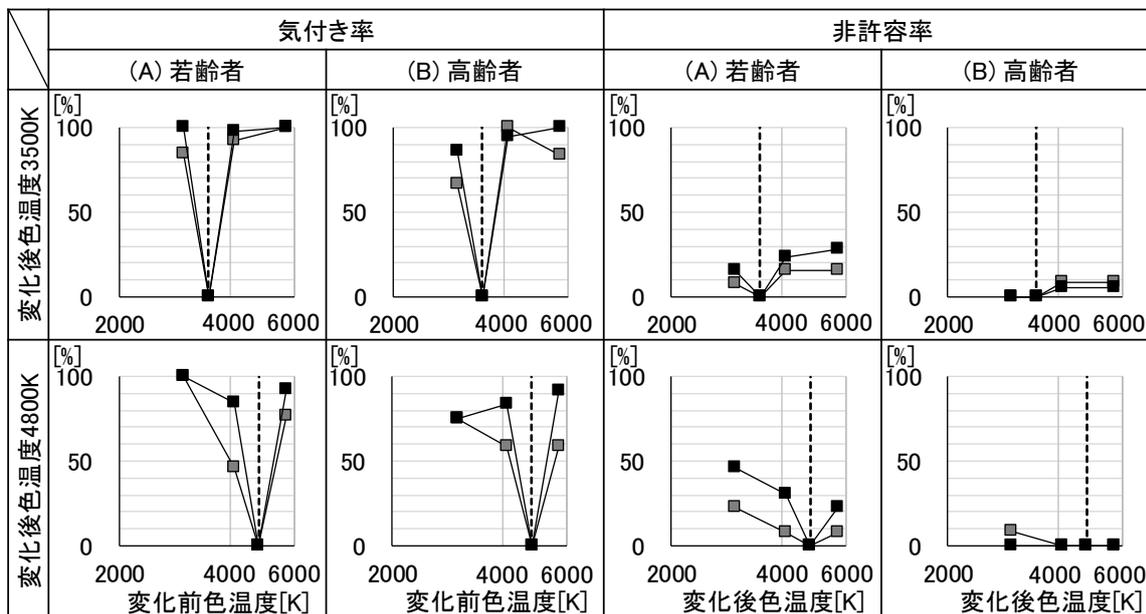
表 5-27(A) に変化前色温度と気付き率あるいは非許容率との関係を 280 lx の場合を例に、変化後色温度別に示す。色温度上昇変化・下降変化、調色速度によらず、変化前色温度と変化後色温度の差が大きくなるにつれ、気付き率・非許容率ともに高くなる。また、いずれの条件でも調色速度が速い方が気付き率・非許容率ともに高い傾向である。他の条件及び不快率でも同様である。

##### 高齢者

表 5-27(B) に示すとおり、若齢者と同様に、変化前照度と変化後照度の差が大きくなるにつれ、気付き率・非許容率ともに高くなる。色温度上昇変化・下降変化、によらず気付き率は年齢層間で明らかな差は見られない。非許容率については、若齢者よりも申告率が低い。

表 5-27 気付き率及び非許容率と変化前色温度の関係(量的変化・照度 280 lx)

---: 変化後色温度 ■: 調色速度2.8 □: 調色速度0.093



## (2) 変化後色温度の影響

### 若齢者

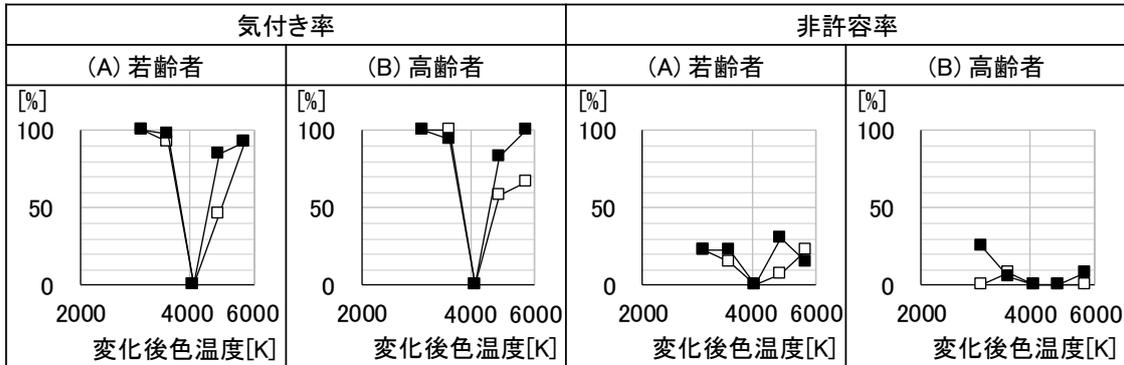
表 5-28(A)に变化後色温度が気付き率及び非許容率に与える影響について変化前色温度が4100Kの場合を一例に色温度別に示す。色温度上昇変化・下降変化及び調色速度によらず、変化前色温度と変化後色温度の差が大きくなるにつれ、非許容率は高くなり、前述(1)と同じ傾向であることを確認できる。これらの傾向は他の条件及び不快率でも同様である。

### 高齢者

表 5-28(B) に示すとおり、変化前色温度と変化後色温度の差が大きくなるにつれ、気付き率、非許容率ともに高くなる傾向は若齢者と共通している。色温度下降変化では、若齢者と非許容率に大差はないが、上昇変化では非許容率が10%以下と低い。

表 5-28 気付き率及び非許容率と変化前色温度の関係(量的変化・変化前色温度 4100K・照度 280 lx)

⋯: 変化前照度 ■: 調色速度0.28 □: 調色速度0.093



(3) 色温度変化比の影響

若齢者

表 5-27(A)と表 5-28(A)より、変化前後の色温度差が大きいほど気付き率及び非許容率が大きくなることを確認した。そこで、照度と調色速度が同一条件の場合の気付き率と非許容率に対する色温度変化比の影響について表 5-29(A)に示す。気付き率は、変化前色温度によらず、色温度変化比が1から離れるにつれて申告率が高くなることを確認できる。非許容率も同様の傾向である。

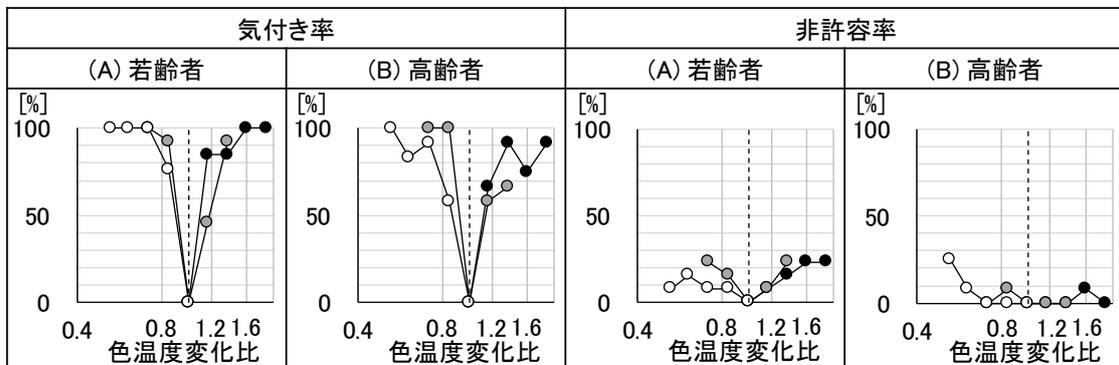
高齢者

表 5-29(B)に示すとおり、変化前色温度によらず、変化比が1から離れるにつれて申告率が高くなる傾向は若齢者と共通している。ただし、色温度上昇変化の場合、非許容率が10%以下と低いいため、高齢者は下降変化の方が変化後色温度の影響を大きく受ける。以上より、照明設計時には色温度変化比のみでなく、変化前色温度も重要な検討要因であることを確認できる。

表 5-29 気付き率及び非許容率と色温度変化比の関係(量的変化・照度 280 lx)

⋯: 色温度変化比1.0(変化無し)

●: 変化前色温度3000K ○: 変化前色温度4100K ○: 変化前色温度5700K



(4) 調色速度の影響

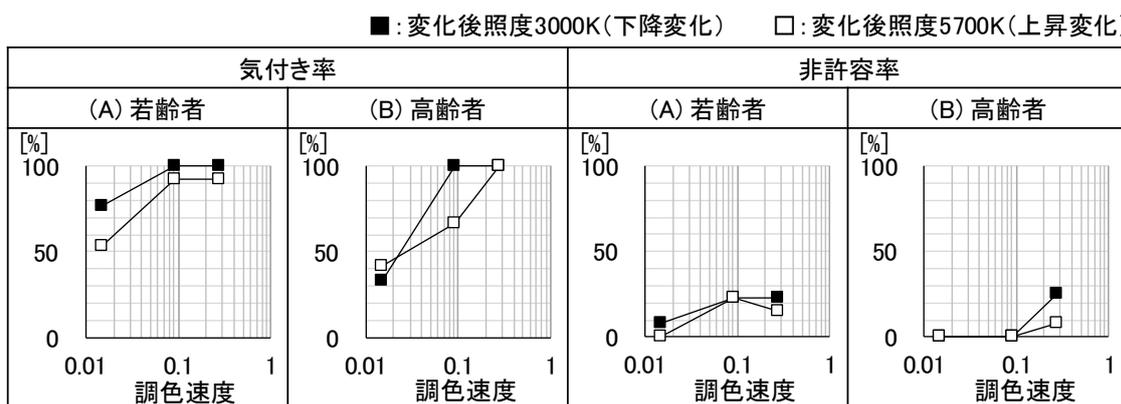
若齡者

表 5-30(A)に調光速度と気付き率及び非許容率の関係の一例を示す。照度、変化前色温度や色温度の変化方向によらず、調色速度が遅くなるほど、気付き率・非許容率ともに低くなる。下降変化の方がやや気付き率が高く、色温度が低い範囲の方が色温度の違いを知覚しやすいためであると考えられる。

高齢者

表 5-30(B) に示すとおり、若齡者と同様に調色速度が遅くなるほど、気付き率・非許容率ともに低くなる傾向である。若齡者よりも高齢者の方が、調色速度を遅くすることによって不快率を抑えることができる。他の条件でも同様である。

表 5-30 気付き率及び非許容率と調色速度の関係(量的変化・照度 280 lx・変化前色温度 4100K)



(5) 照度の影響

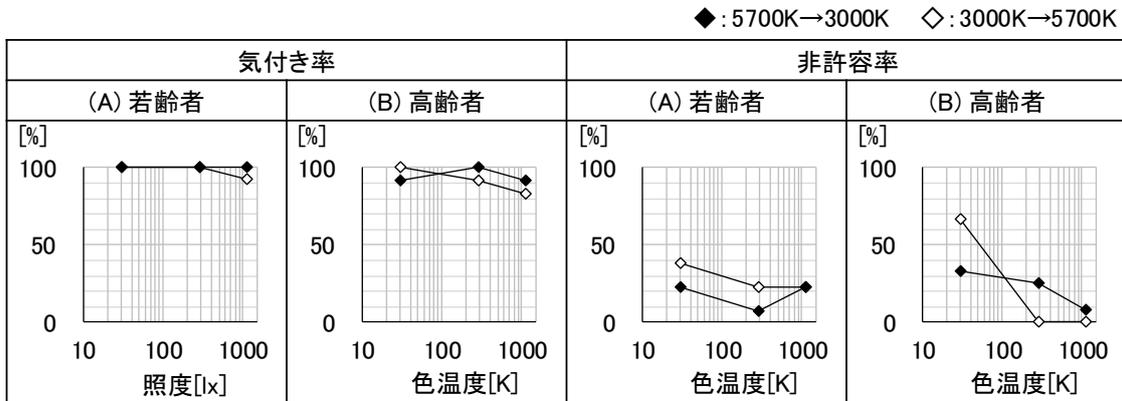
若齡者

表 5-31(A)に照度が気付き率及び非許容率に与える影響の一例を示す。プロットの違いは変化前後の色温度の組み合わせの違いであり、黒塗りのプロットが色温度下降変化(5700→3000K)、白抜きのプロットが色温度上昇変化(3000→5700K)である。変化前後の色温度が同じ場合、本実験の範囲では気付き率に明らかな差はみられない。一方で、非許容率は照度が低くなるにつれて高くなり、色温度のみでなく照度の影響も評価に影響することを確認できる。

高齢者

表 5-31(B)より、若齡者と同様に、照度による気付き率の明らかな違いはみられない。一方で、色温度上昇変化、下降変化によらず、非許容率は照度が低くなるにつれて高くなり、その影響は若齡者よりも大きい傾向である。

表 5-31 気付き率及び非許容率と照度の関係(量的変化)



### 5.5.5 変化前後の色温度及び調色時間と許容率の関係

図 5-3 に各調色速度と不快率が 20%となる変化前後の色温度の関係を年齢層別に示す。図中の曲線は、各調色速度において不快率が 20%となる  $T_{c1}$  と  $T_{c2}$  の組み合わせを表す。この図より、任意の変化前色温度  $T_{c1}$  と変化後色温度  $T_{c2}$  に対し、不快率を 20%に抑えられる調色速度を把握することができる。

色温度変化においては、高色温度への変化、低色温度への変化ともに、同一変化条件では若齢者の方が調色時間が必要である。これは高齢者が色味の変化に対する感覚が若齢者よりも鈍くなっていることが一因として考えられる。他の照度条件で検討した結果、これらの評価図において若齢者は照度の影響を受けないが、高齢者はいずれの調色速度でも照度が低い条件では不快となる範囲が広く、高い条件では不快となる範囲が狭くなる。他の%タイル値や非許容率でも同様の傾向がみられる。

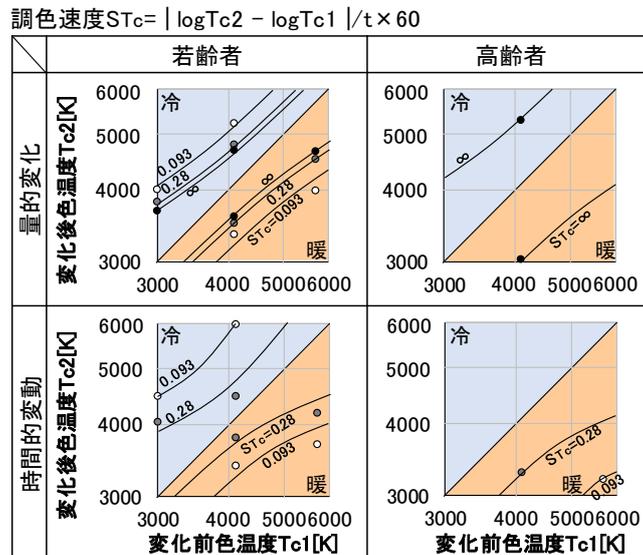


図 5-3 調色速度と許容率の関係(280 lx)

### 5.6 小括

本章では、生活行為移行時には、生活行為を想定しない場合に必要な調節時間で、年齢や生活行為毎に適する照度・色温度へ変化させれば、不快なく調光調色することができると考えられるため、生活行為を想定しない場合の調光調色について明らかにしている。

また、照度と色温度が同時に変化する場合について、対応する照度あるいは色温度のみの変化（以下、単独変化）との関係を検討したところ、約85%の条件で同時変化に対する不快率は、照度及び色温度の単独変化に対する不快率の合計よりも低くなる。このうち、約15%の条件では、同時変化に対する不快率が、照度及び色温度の単独変化いずれの不快率よりも低い。よって、照度及び色温度の単独変化の不快率を把握していれば、概ね安全側の設計ができると考え、以下、単独変化に関する知見について示す。

若齢者と高齢者に適する調光・調色速度を明らかにするため、まず、照度あるいは色温度を時間的に変化させた時の実験変数と主観評価の関係について、気付き率・不快率・非許容率を用いて明らかにした。得られた知見は下記の通りである。

- 1) 量的変化と時間的変動の関係は年齢層間で異なり、若齢者は量的変化の方が申告率が高くなる傾向であるのに対し、高齢者は両者の差が小さい。
- 2) 気付き率、不快率、非許容率の3者の関係は年齢層間で共通しており、気付いても不快でない場合や不快であっても許容できる場合がある。
- 3) 照度を変化させる場合、両年齢層とも変化前後の照度の影響を受ける。暗変化で年齢層間の差が顕著に現れ、高齢者は非許容率が高い。
- 4) 色温度を変化させる場合、高齢者は色に対する感度低下が一因となり、変化前後の色温度の影響は小さく、照度の影響が大きい。

各調光速度あるいは調色速度と不快率が20%となる変化前後の照度あるいは色温度の関係を年齢層別に示した。これらの図より、任意の変化前照度  $E1$  と変化後照度  $E2$ 、あるいは変化前色温度  $Tc1$  と変化後色温度  $Tc2$  に対し、80%以上の人が気付く、または許容できる調光時間及び調色時間を把握することができる。

以上より、第4章で明らかにした年齢および生活行為に適した照度・色温度を把握できていれば、生活行為を想定していない場合の照度・色温度の適正調節速度による調光・調色方法へ適応できると考えられる。ただし、明視性確保のために今すぐに点灯する必要がある場合など状況に応じた重み付けについては、別途検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 鹿倉智明・森川宏之・中村芳樹：オフィス照明環境における明るさの変動知覚に関する研究, 照明学会誌, 第 85 巻, 第 5 号, pp.346-351, 2001
- 2) 鄭新源, 國分詠美子, 宗方淳：照明の変動知覚における開始照度と調光曲線の影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 82 巻, 第 742 号, pp. 977-984, 2017
- 3) 宇田麻希子・原直也・神農悠聖：照明光の色の瞬時変化が明るさ感や印象評価に及ぼす影響, 照明学会誌, 第 94 巻, 第 2 号, pp.108-115, 2010
- 4) 原直也・神農悠聖・岡嶋克典：有彩色と白色の照明光間の色変化時における定常順応のための所要時間, 照明学会誌, 第 94 巻, 第 2 号, pp.86-91, 2010

## **第 6 章**

### **利用状況に応じた照明の調節手法**

- 6.1 本章の目的
- 6.2 生活行為中や生活行為移行時の照明調節手法
- 6.3 小括

## 6. 利用状況に応じた照明の調節手法

### 6.1 本章の目的

第4章では、年齢及び生活行為に適する照度・色温度、第5章では適する照度・色温度の調節速度について把握しており、利用者の年齢や生活行為といった利用状況に合わせて、適時適光となるような照明環境を提供する必要がある。そのためには不快感を伴わない照度や色温度への調節速度（時間）を把握するべきである。そこで、第4章及び第5章で得られた知見を基に、生活行為中や生活行為の移行時に照明環境を調節する手法について提案し、1日の生活の流れやリズムの向上を目指す。

### 6.2 年齢及び生活行為に応じた照明調節手法の提案

第4章及び第5章で得られた知見をふまえ、空間の利用状況に応じて照度や色温度を調節する手順を下記のとおり提案する。この手順について、後述の6.2.1では生活行為中、6.2.2では生活行為移行時における照度及び色温度の調節例を示す。

1. 現状の照度  $E_1$ ・色温度  $T_{c1}$  を把握
2. 利用状況（年齢・生活行為）に求められる照度  $E_0$ ・色温度  $T_{c0}$  の把握（表4-12・表4-13（第4章））＝本論文では適当申告率75%を得られる照度・色温度とする
3.  $E_1$  と  $E_0$ 、 $T_{c1}$  と  $T_{c0}$  を比較し、適する（不快感を伴わない）調光時間  $t_E$  あるいは調色時間  $t_{Te}$  を算出（図5-2・図5-3（第5章））→過不足ない場合は現状維持
4. 利用状況に応じて、さらに照度あるいは色温度を調節

#### 6.2.1 生活行為中の照明調節手法

若齢者における新聞の行為中を例にイメージ図を図6-1に示す。例えば、現状照明が100 lx・4100Kの場合、表4-12と照合すると適当申告率は25%以下である。そこで、適当申告率を50%に上げるため、300 lx・4100Kとなるように変化させるには、図5-2より、必要調光速度  $S_E$  は0.97、つまり調光時間は30秒と読み取れる。更に、そこで、適当申告率を75%に上げるため、300 lx・5000Kとなるように変化させるには、図5-3より、必要調色速度  $S_{Te}$  は0.093、つまり調色時間は60秒と読み取れる。このように設計したい申告率に応じて、調光・調色時間を算出することが可能である。

表4-12(抜粋)

【現状: 100 lx・4100K】  
 【第一目標: 300 lx・4100K】  
 【第二目標: 300 lx・5000K】

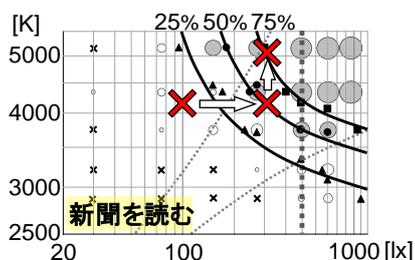


図5-2(抜粋)

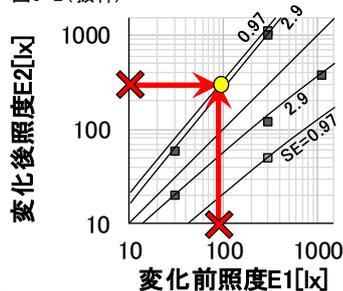


図5-3(抜粋)

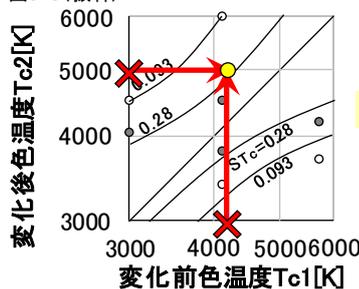


図 6-1 生活行為中の照明調節手法例(若齢者・新聞)

### 6.2.2 生活行為移行時の照明調節手法

若齢者において、行為が新聞からくつろぐへ移行する場合を例にイメージ図を図 6-2 に示す。例えば、現状照明が 280 lx・5000K の場合、表 4-12 と照合すると適当申告率が 75%以上である。次に移行するくつろぐという行為において、適当申告率 75%以上を確保したまま、色温度を調節する場合、目標値として、280 lx・3500K を設定すると、図 5-3 で求めた評価図より、必要調色速度  $ST_c$  は 0.093、つまり調色時間は 100 秒と読み取れる。また、他の生活行為移行時でも表 4-13 を用いることで生活行為の移行に応じた照度・色温度の調節時間を求めることが可能である。

表4-12(抜粋)

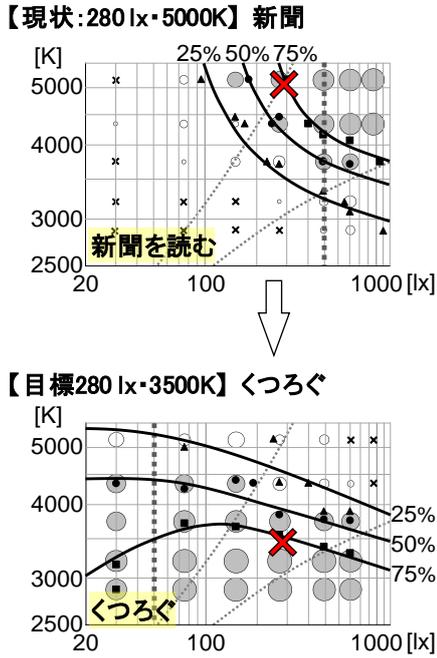


図5-3(抜粋)

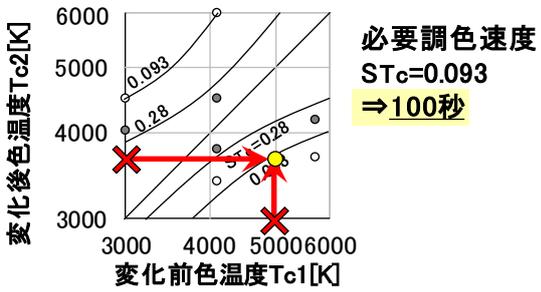
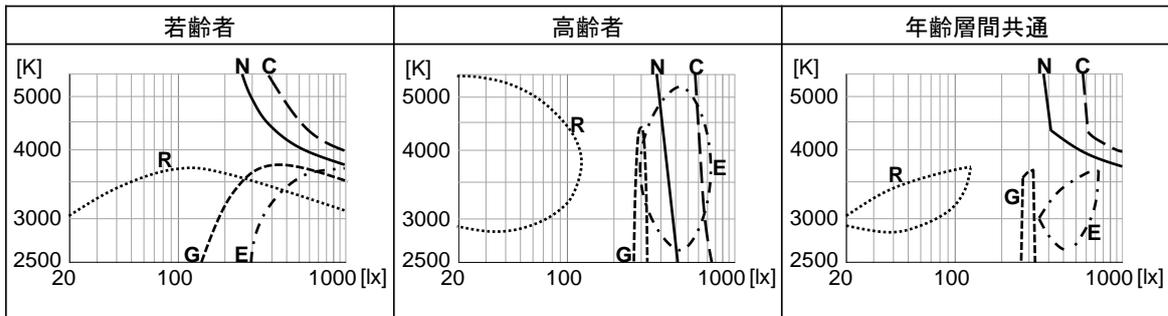


図 6-2 生活行為移行時の照明調節手法例(若齢者・新聞→くつろぐ)

参照:生活行為別適当申告率が75%以上となる照度と色温度 抜粋(表 4-13 再掲)

- : C(足元確認)
- : G(団欒)
- : N(新聞)
- ..... : R(くつろぐ)
- - - - : E(食事)
- : S(睡眠)



### 6.3 小括

第4章及び第5章で示した評価図を用いて、生活行為中や生活行為移行時の照度と色温度の調節手法について、それぞれ事例を挙げて示した。高齢者や他の行為の組み合わせでも同様の手順をふむことで、生活行為中や生活行為移行時に照度・色温度の適当な調節時間を把握でき、最終的には1日の生活に沿った調光調色の実現可能である。

## 第 7 章

### 生活空間への適応性の検討

- 7.1 本章の目的
- 7.2 生活空間実験
- 7.3 実験室実験との結果の比較
- 7.4 生活空間適用時の留意事項
- 7.5 小括

## 7. 生活空間への適応性の検討

### 7.1 本章の目的

第4章及び第5章では、年齢や生活行為に配慮した光量や光色、および照明環境の時間的変化に対する評価と物理量の関係について検討した。そこで本章では、実験室実験から得られた知見及び第6章で示した適正化手法の検証を目的とし、まず、被験者宅の居間または個室における、照度と色温度が終日一定の場合及び起床や就寝時刻などに合わせて照度と色温度が経時的に変化する場合の評価結果を、実験室実験での結果と比較し、整合性の検討を行う。そして、生活空間への適用時における留意事項について示す。

### 7.2 生活空間実験

被験者の自宅居間及び個室あるいは老人ホームの個室（以下、居住空間）に、LEDシーリングライト（SHARP製 DL-C504V あるいは DL-C604V のソフトを改良したもの）を取り付けて実験を行う。居住空間の広さは約6～14畳である。被験者はのべ35戸66名であり、実験実施年度毎の内訳を図7-1および表7-1に示す。本章では、10～30代を若齢者、40～60代を壮齢者、70代を高齢者とする。

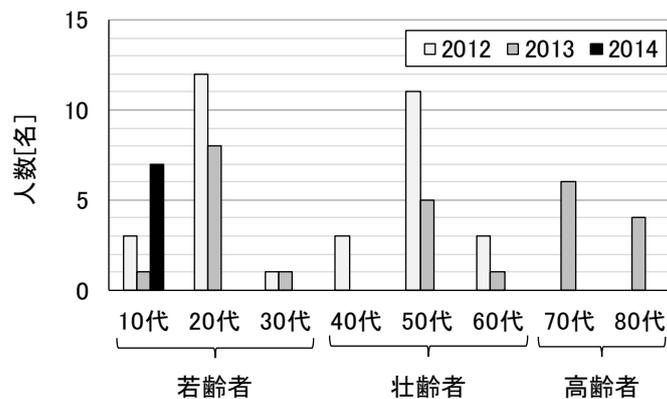


図 7-1 生活空間実験における被験者の年代と人数

表 7-1 生活空間実験における被験者の被験者数と住戸数

|       | 実験実施年度 |      |      |
|-------|--------|------|------|
|       | 2012   | 2013 | 2014 |
| 若齢者   | 16     | 10   | 7    |
| 壮齢者   | 17     | 6    | 0    |
| 高齢者   | 0      | 10   | 0    |
| 被験者数計 | 33     | 26   | 7    |
| 住戸数   | 11     | 17   | 7    |

## 第7章 生活空間への適応性の検討

被験者は呈示された照明条件で約2～3週間生活し、照明条件の変更直後及び数週間経過後に評価を行う。実験対象住戸全て、実験開始前は蛍光灯を使用していたため、LED照明器具に取替後、まず蛍光灯と等価な条件を呈示し、その後に照度・色温度が終日一定の条件と起床・就寝時刻に応じて照度・色温度が変化する条件の2種類、あるいはいずれかを呈示する。照明条件は器具直下の水平面照度及び色温度を基に設定しており、評価時には生活行為毎に作業面照度も実測している。器具直下は、色彩照度計 CL-200 (KONICA MINOLTA)、作業面照度は照度計 T-10 (KONICA MINOLTA) を用いて測定している。

### 7.2.1 照度と色温度が終日一定の場合

照度と色温度が終日一定の条件について、2012年度に実施した若齢者の実験結果を用いて、実験室実験との比較を行う。評価項目は表7-2に示すとおりであり、まず、3つの行為を想定した場合における明るさの満足度と室の雰囲気8項目を評価する。下線で示す評価項目が実験室実験と共通の評価項目である。生活行為については、実験開始前に、生活行為に合わせた照明環境の評価を行うために、全被験者に対して18の生活行為の実施頻度を確認しており、視作業度やくつろぎ度について、被験者間の共通性を考慮し、視作業を伴う行為として「勉強(読書)をする」、視作業を伴わない行為として「会話をする」、モニターを使用する行為として「TVを見る」の3行為を選んでいる。また、総合評価として6項目を評価する。いずれの評価も4段階評価であり、評価尺度について快不快度を例に図7-2に示す。

表7-2 照度と色温度が一定条件の評価項目

|                                       | 評価内容   |   |
|---------------------------------------|--|---|
| 生活行為別<br>(視作業あり<br>・視作業なし<br>・モニター使用) | 明るさ満足度   | 不満⇔満足   |
|                                       | 室の雰囲気  | 落ち着いた⇔落ち着いた<br>・冷たい⇔暖かい<br>・暗い⇔明るい<br>・静的な⇔動的な<br>・不快な⇔快適な<br>・不均一な⇔均一な<br>・陰気な⇔陽気な<br>・嫌いな⇔好きな |
| 総合評価                                  | 嫌いな⇔好きな<br>・気が散る⇔集中する<br>・寝つきが悪い⇔寝つきが良い<br>目覚めが悪い⇔目覚めが良い<br>・ストレスがある⇔ストレスがない<br>・悪い⇔良い |   |

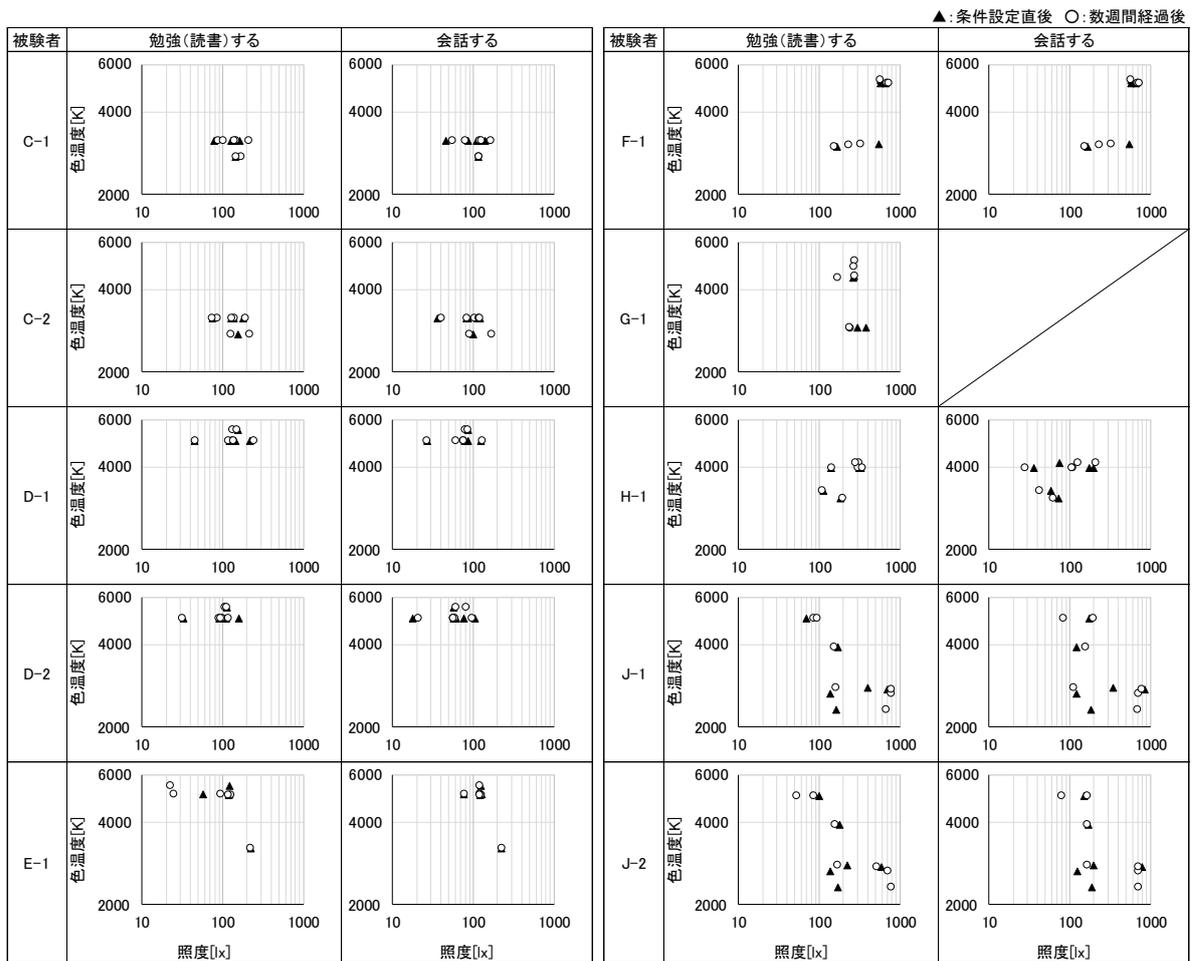


図7-2 評価尺度例(快不快度)

## 第7章 生活空間への適応性の検討

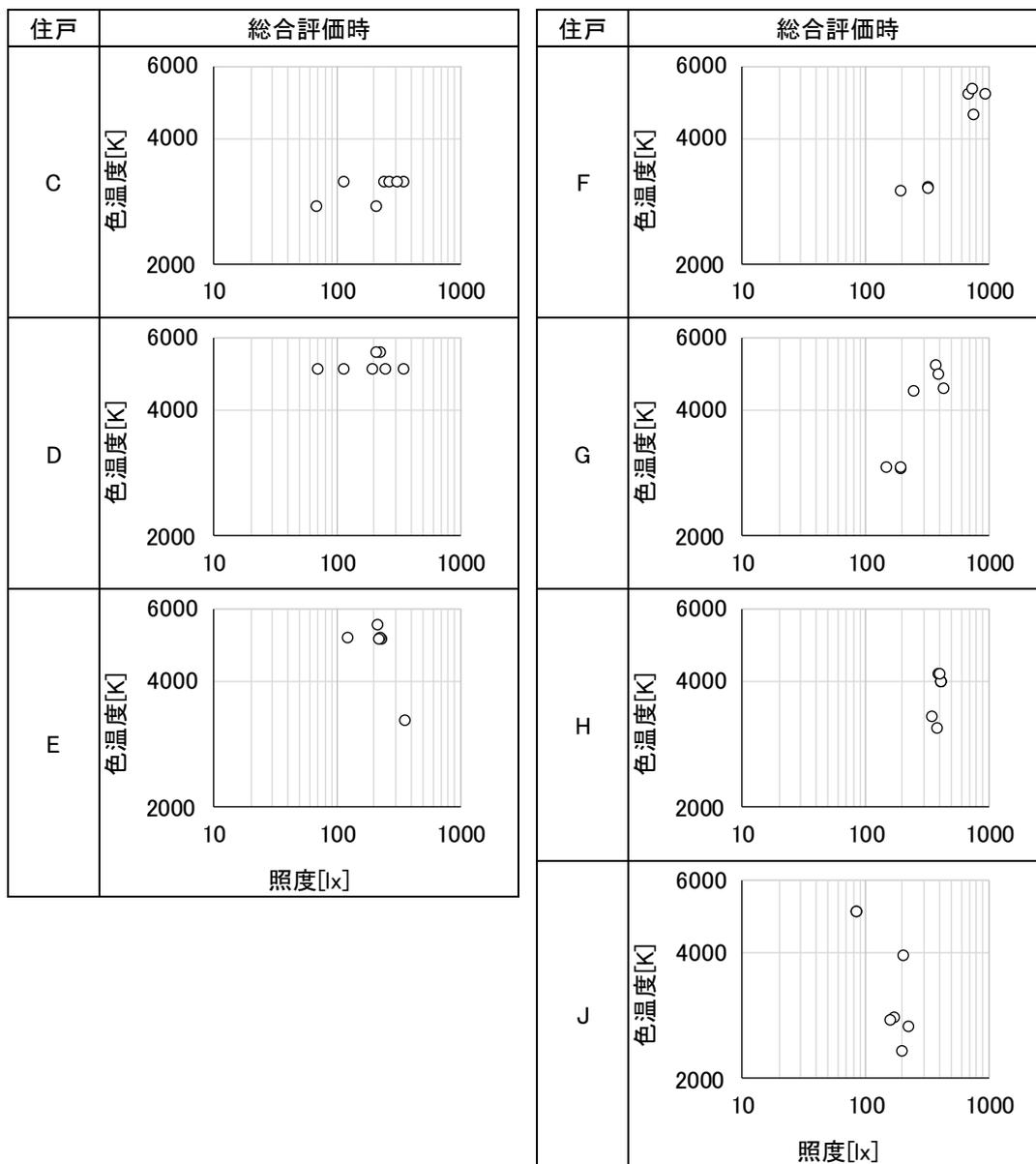
生活行為別の評価については、作業面の照明条件が住戸及び被験者、生活行為毎に異なるため、作業面照度及び器具直下の色温度を用いて分析を行う。また、実験室実験と対応する行為として、「勉強（読書）をする」と「会話をする」を取り上げる。表 7-3 に実験初期に実験を途中中断した 5 名及び行為別評価を行っていない 1 名、計 6 名を除く 10 名の被験者の照明条件（照度・色温度）を示す。照明条件の変更直後を▲、数週間経過後を○で示す。被験者名の頭文字が同じ場合、同一住戸の被験者である。

表 7-3 被験者及び生活行為別照度・色温度一定条件



総合評価については、住戸毎の器具直下の照度及び色温度を用いて分析を行う。表 7-4 に検討対象 7 戸の照明条件（照度・色温度）を示す。尚、照明条件の変更直後と数週間経過後も同一照明条件として扱う。

表 7-4 住戸別総合評価時の照度・色温度一定条件



### 7.2.2 照度と色温度が変化する場合

照度と色温度が変化する場合について、2013年度に実施した実験結果を用いて、実験室実験との比較を行う。器具付帯の機能を使用し、起床・夕食・就寝の時刻に合わせて、本章では、昼光の影響がない就寝時刻1時間前から30分前の変化に対する評価について扱う。評価項目は、表7-5に示すとおりであり、明るさと色味の変化に対して、第4章で示した実験室実験の非定常状態の評価と同様に、変化に対する気付き・快不快度・許容度を量的変化と時間的変動を区別して評価する。気付きは、気付かないあるいは気付くの2択、快不快度と許容度は7.2.1で示した照度・色温度一定条件と同様に4段階で評価する。

表 7-5 照度と色温度が変化する場合の評価項目

|       | 評価内容   |              |
|-------|--------|--------------|
|       | 明るさの変化 | 気付き          |
| 色味の変化 | 快不快    | 不快⇔快適        |
|       | 許容     | 許容できない⇔許容できる |

\* 量的変化と時間的変動を区別して評価

### 7.3 実験室実験の結果との比較

#### 7.3.1 照度と色温度が終日一定の場合

##### 7.3.1.1 比較検討方法

まず、生活行為別の雰囲気評価について、第2章で一覧した実験室実験のうち実験6のデータを用いて比較する。実験6では、「足元確認・新聞・食事・団欒・くつろぎ・睡眠」の6つの行為を取り上げて雰囲気評価を行っている。そこで、生活空間実験における「勉強（読書）をする」と実験室実験における「新聞」、生活空間実験における「会話をする」と実験室実験における「団欒」を対応させて比較する。尚、生活行為別の雰囲気評価は、その行為をする上での許容度が含まれた評価となっている。

また、生活行為別の雰囲気評価・総合評価ともに生活空間実験は4段階評価であるのに対し、実験室実験は7段階評価である。そこで、図7-3に快不快度を一例として示すとおり、評価語を3段階に分け、不快評価（非常に不快・不快）を1、曖昧な評価（やや不快・どちらでもない・やや快適）を2、快適評価（非常に快適・快適）を3として評価値を算出して結果の比較を行う。

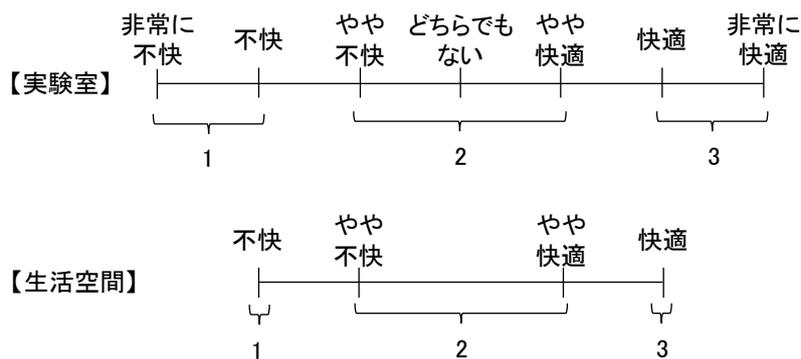


図 7-3 実験間の評価尺度の違い及び評価値の分類例(快不快度)

次に、実験室実験における各評価領域を把握するため、評価の境界線を求め、照度と評価平均値、色温度と評価平均値、それぞれの関係図から、評価の境界に相当する1.5（不快評価⇔曖昧評価）及び2.5（曖昧評価⇔快適評価）となる照度または色温度を読み取り、これを回帰して求めている。図7-4に読み取り値と境界線の対応を、「新聞」を一例に、1.5を薄い丸、2.5を濃い丸で示す。

## 第7章 生活空間への適応性の検討

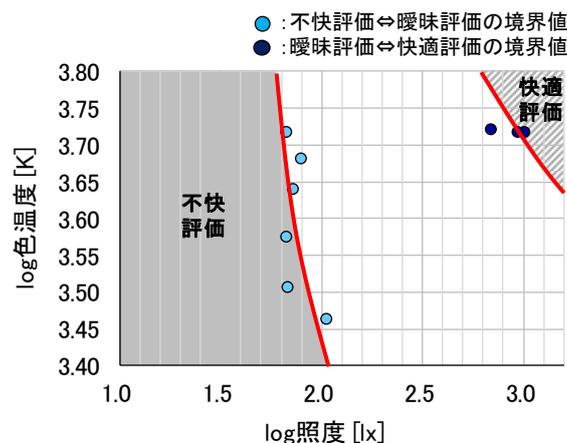


図 7-4 実験室実験における不快評価及び快適評価領域(新聞を読む)

このようにして求めた評価領域に、生活空間での評価を被験者毎に重ね、実験間の評価の比較を行う。図 7-5 は、図 7-4 に被験者 C-1 の評価結果を重ねたものであり、バブル内の数字が評価値である。他の被験者・評価項目についても同様に検討を行い、次節以降でその結果について示す。

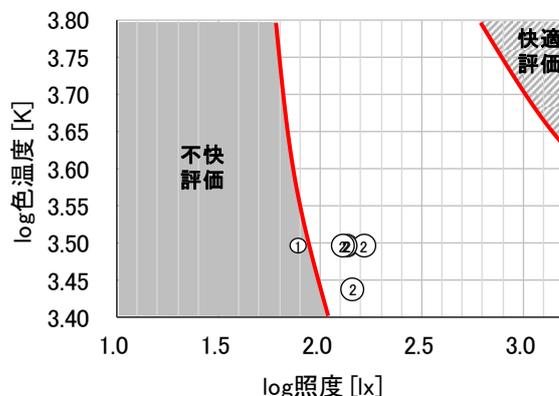


図 7-5 実験間の評価比較(被験者 C-1・新聞を読む⇔勉強する)

### 7.3.1.2 生活行為別雰囲気評価の比較

#### (1) 勉強(読書)をする

落ち着き度、明るさ度、好き嫌い度、快不快度の4項目について、条件設定直後と数週経過後で生活空間実験と実験室実験で評価が一致している条件数及びその割合を表 7-6 に示す。尚、被験者によって評価回数が異なるため、各被験者の評価回数も併せて示す。

条件設定直後、数週経過後によらず、63~80%の割合で評価が一致しており、数週経過後でも評価が一致する割合が明らかに高くなることはない。この一因として、生活空間実験における「条件設定直後」とは、照明環境の実測や唾液アミラーゼ検査の終了後の評価であるため、実験室実験での順応時間5分と同程度あるいはそれ以上の時間、設定照明条件に曝露されていることがあ

げられる。また、数週経過しても評価があまり変化しないことを確認できる。

また、評価項目間で比較すると、明るさ度が他3項目に比べ、評価が一致する割合が低い。従来の照明環境よりも照度が低いと「暗い」あるいは照度が高いと「明るい」と評価する被験者が存在し、曖昧評価領域でも、暗いあるいは明るいと評価しているためである。よって、明るさ度については、従来の照明環境の影響を受けやすい項目であることがわかる。また、明るさ度のみでなく、従来の照明環境から離れると、落ち着かない、嫌い、不快という評価となりやすいため、実験室実験の結果を適用する際には、例えば、照度・色温度を順を追って変更する、また、照度や色温度の変更を段階的に行うなどの配慮が必要である。

表 7-6 実験室実験との条件一致数およびその割合(勉強(読書)をする)

| 被験者 | 評価回数  |       | 落ち着き度 |       | 明るさ度 |       | 好き嫌い度 |       | 快不快度 |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
|     | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後 | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後 | 数週経過後 |
| C-1 | 6     | 7     | 5     | 6     | 3    | 6     | 6     | 7     | 5    | 7     |
| C-2 | 6     | 7     | 2     | 2     | 1    | 1     | 0     | 3     | 2    | 5     |
| D-1 | 6     | 7     | 5     | 7     | 3    | 6     | 5     | 5     | 4    | 6     |
| D-2 | 6     | 7     | 6     | 6     | 5    | 6     | 6     | 7     | 5    | 6     |
| E-1 | 5     | 6     | 3     | 5     | 2    | 4     | 1     | 5     | 2    | 3     |
| F-1 | 5     | 6     | 5     | 6     | 3    | 2     | 3     | 2     | 4    | 2     |
| G-1 | 4     | 7     | 3     | 6     | 2    | 0     | 4     | 6     | 4    | 6     |
| H-1 | 6     | 7     | 4     | 3     | 4    | 5     | 4     | 5     | 4    | 5     |
| J-1 | 6     | 7     | 6     | 6     | 6    | 7     | 6     | 5     | 6    | 6     |
| J-2 | 6     | 7     | 6     | 6     | 6    | 6     | 6     | 5     | 5    | 6     |
| 計   | 56    | 68    | 45    | 53    | 35   | 43    | 41    | 50    | 41   | 52    |
|     | 割合[%] |       | 80    | 78    | 63   | 63    | 73    | 74    | 73   | 76    |

(2) 会話をする

(1) 勉強(読書)をすると同様に、「会話をする」について、生活空間実験と実験室実験で評価が一致している条件数及びその割合を表 7-7 に示す。

表 7-7 実験室実験との条件一致数およびその割合(会話をする)

| 被験者 | 評価回数  |       | 落ち着き度 |       | 明るさ度 |       | 好き嫌い度 |       | 快不快度 |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
|     | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後 | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 | 設定直後 | 数週経過後 |
| C-1 | 6     | 7     | 4     | 5     | 5    | 6     | 5     | 6     | 5    | 7     |
| C-2 | 6     | 7     | 6     | 2     | 5    | 7     | 5     | 6     | 5    | 6     |
| D-1 | 6     | 7     | 5     | 7     | 4    | 5     | 6     | 5     | 4    | 6     |
| D-2 | 6     | 7     | 5     | 6     | 5    | 6     | 6     | 5     | 5    | 7     |
| E-1 | 5     | 6     | 4     | 6     | 3    | 4     | 4     | 5     | 3    | 6     |
| F-1 | 5     | 6     | 5     | 5     | 4    | 3     | 4     | 4     | 3    | 3     |
| G-1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    | 0     | 0     | 1     | 0    | 1     |
| H-1 | 6     | 7     | 5     | 4     | 4    | 5     | 5     | 6     | 4    | 4     |
| J-1 | 6     | 7     | 6     | 6     | 5    | 7     | 6     | 7     | 6    | 7     |
| J-2 | 6     | 7     | 4     | 5     | 5    | 7     | 5     | 6     | 6    | 7     |
| 計   | 53    | 62    | 45    | 47    | 41   | 50    | 46    | 51    | 41   | 54    |
|     | 割合[%] |       | 85    | 76    | 77   | 81    | 87    | 82    | 77   | 87    |

## 第7章 生活空間への適応性の検討

条件設定直後、数週経過後によらず、76～87%の割合で評価が一致しており、これは「勉強（読書）をする」よりもやや高い割合であるが、「勉強（読書）をする」と同様に、数週経過しても評価が一致する割合が明らかに高くなることはない。また、評価項目間での明らかな差はみられない。

### 7.3.2 照度と色温度が変化する場合

#### 7.3.2.1 比較検討方法

日没後で昼光の影響がない就寝時刻の1時間30分前より30分かけて行った調光・調色に対する評価について取り上げる。ただし、部屋の広さや内装の状況などの影響により、各居間や個室ごとに設定値と実測値に誤差が生じた実験条件がみられたため、実測値をもとに検討を行う。表7-8に実測データをもとにした実験条件を示す。検証実験における実験変数は、変化前照度 E1、変化後照度 E2、変化前色温度 Tc1、変化後色温度 Tc2、調光速度 SE、調色速度 STc の6つである。各居間や個室ごとに条件が異なるため、世帯あるいは個人別に各実験変数について比較可能な条件を抽出する。変化後色温度が2500Kと2700Kの条件は器具特有の「さくら色（薄いピンク色）」という光色であるため、検討対象外とする（グレーの塗りつぶし）。

表 7-8 照度・色温度変化比較対象条件

| 住戸名 | 条件番号 | 変化前照度E1[lx] | 変化後照度E2[lx] | 変化前色温度Tc1[K] | 変化後色温度Tc2[K] | 照度変化比E2/E1 | 色温度変化比Tc2/Tc1 | 調光速度SE | 調色速度STc |
|-----|------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|---------------|--------|---------|
| A   | 1    | 680         | 300         | 3000         | 2700         | 0.44       | 0.90          | 0.013  | 0.002   |
|     | 2    | 680         | 230         | 3000         | 3000         | 0.34       | 1.00          | 0.014  | -       |
|     | 3    | 760         | 250         | 3000         | 5100         | 0.33       | 1.70          | 0.023  | -0.023  |
|     | 4    | 760         | 250         | 3000         | 2700         | 0.33       | 0.90          | 0.024  | 0.002   |
| F   | 1    | 680         | 300         | 3000         | 3000         | 0.44       | 1.00          | 0.016  | -       |
|     | 2    | 680         | 300         | 3000         | 5100         | 0.44       | 1.70          | 0.017  | -0.023  |
|     | 3    | 600         | 200         | 3000         | 3000         | 0.33       | 1.00          | 0.024  | -       |
| G   | 1    | 500         | 250         | 3000         | 2700         | 0.50       | 0.90          | 0.012  | 0.002   |
|     | 2    | 500         | 250         | 3000         | 3000         | 0.50       | 1.00          | 0.014  | -       |
|     | 3    | 500         | 250         | 3000         | 5100         | 0.50       | 1.70          | 0.014  | -0.023  |
|     | 4    | 400         | 200         | 3000         | 2500         | 0.50       | 0.83          | 0.014  | 0.003   |
| H   | 1    | 600         | 300         | 3000         | 2700         | 0.50       | 0.90          | 0.012  | 0.002   |
|     | 2    | 600         | 300         | 3000         | 3000         | 0.50       | 1.00          | 0.016  | -       |
|     | 3    | 600         | 300         | 3000         | 5100         | 0.50       | 1.70          | 0.014  | -0.023  |
|     | 4    | 450         | 200         | 3000         | 2600         | 0.44       | 0.87          | 0.014  | 0.002   |

両実験とも、照明環境の変化に対して、「気付き度」「快不快度」「許容度」について検討しているが、実験室実験はいずれの評価も5段階、生活空間実験では2段階または4段階と各実験で評価尺度が異なる。そこで、図7-6に示すように、評価語を気付き度は2段階、快不快度と許容度は3段階に分けて評価値を算出して結果の比較を行う。

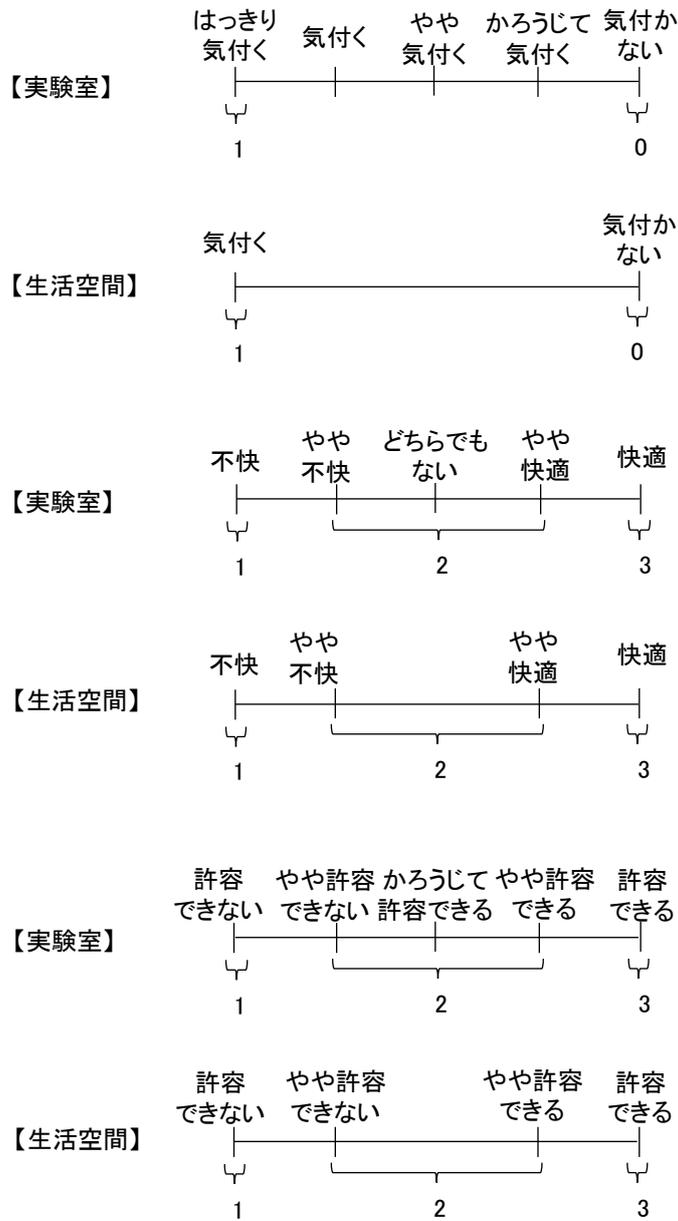


図 7-6 実験間の評価尺度の違い及び評価値の分類例(変化に対する評価)

### 7.3.2.2 変化に対する評価

照明の変化に対する評価項目である「気付き度」「快不快度」「許容度」について実験室実験と生活空間実験を比較した結果を表 7-8 に示す。実験室実験の結果に基づいて評価値を予測すると、いずれの条件でも「気付かない (1)」、「快適 (3)」、「許容できる(3)」の評価である。快不快度と許容度の傾向は同様であったため、本節では、若齢者 4 名の「気付き」「快不快度」の量的変化の結果について示す。

## 第7章 生活空間への適応性の検討

### (1) 気付き度

照度のみ変化する条件と照度と色温度の同時に変化する条件に分けて検討した結果を表 7-8 に示す。バブル内の数字は評価人数である。

まず、照度のみ変化する条件では、数週経過しても被験者 4 名のうち、2 名が明るさの変化に気づき、2 名は気付かない結果となった。調光時間が 30 分と長く、実験室実験の結果をふまえると何れの条件も「気付かない」評価となることが予測されたが、被験者は、照度・色温度一定の条件下で過ごしてきているため、照明の変化に気づきやすい場合があると考えられる。また、照度のみが変化しているのにも関わらず、色味の変化に気付くと評価した被験者も 3 名いる。これは実験室実験の結果と一致しており、明るさの変化と色味の変化を区別してとらえることが難しいことを生活空間でも確認できた。

次に、照度と色温度が同時に変化する条件では、条件設定直後に明るさの変化に気付くのは 3 名であり、数週経過後は 2 名となる。また、色味の変化について、条件設定直後には、全員気付くが、数週経過後は 2 名気付かない評価になっており、順応の効果がみられる。

表 7-8 生活空間実験における変化に対する気付き

|           |       | 明るさの変化 |       | 色味の変化 |       |
|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 照度のみ変化    | 気付く   | ②      | ②     | ③     | ③     |
|           | 気付かない | ②      | ②     | ①     | ①     |
|           |       | 設定直後   | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 |
| 照度色温度同時変化 | 気付く   | ③      | ②     | ④     | ②     |
|           | 気付かない | ①      | ②     |       | ②     |
|           |       | 設定直後   | 数週経過後 | 設定直後  | 数週経過後 |

### (2) 快不快度

生活空間実験において、全ての条件で「不快」の評価が出現せず、快適あるいは曖昧評価となっている。いずれの条件も瞬時に変化させると「不快」の評価になると予測されるが、30 分かけて変化させることで、不快感を抑えることができたと考えられる。ただし、「快適」という評価も約半数ほどしか得られていない。本実験は、検討可能な条件が限られているため、今後条件範囲を広げた検討が必要である。

表 7-9 生活空間実験における変化に対する快不快度

|            | 明るさの変化   | 色味の変化                  |
|------------|--|------------------------|
| 照度のみ変化     | <p>快適</p> <p>曖昧</p> <p>不快</p> <p>設定直後      数週経過後</p> | <p>設定直後      数週経過後</p> |
| 照度・色温度同時変化 | <p>快適</p> <p>曖昧</p> <p>不快</p> <p>設定直後      数週経過後</p> | <p>設定直後      数週経過後</p> |

#### 7.4 生活空間適用時の留意事項

照度・色温度一定条件、変化条件ともに適正とする照明環境であっても、これまで（実験開始前）に過ごしてきた照明環境（照度・色温度）と異なる場合、実験室での評価よりも不快になる場合があるため、提唱する照明環境の利点を啓蒙するとともに、慣らし期間を設けながら普及させていくべきであると考えます。

#### 7.5 小括

実験室実験結果を生活空間へ適用することを目指し、実験室実験と生活空間実験における共通評価項目を抽出したうえで、実験結果の整合を行い、実験間の共通点及び相違点を明らかにした。

実験室実験の結果と生活空間実験の結果を比較したところ、実験室実験の結果をそのまま適用して概ね問題はないと考えられる。ただし、照度と色温度が終日の一定の場合及び照度と色温度が変化する場合ともに、これまでに日常的に過ごしてきた照明環境への配慮が必要であり、特に、若齢者に対する色温度への配慮と、高齢者に対する維持照度の上限値への配慮が必要であることを確認した。

## 第 8 章

### 総 括

- 8.1 総括
- 8.2 今後の課題
- 8.3 本論文に関連する発表論文

## 8. 総括

### 8.1 総括

空間の利用目的に応じた視環境計画は、光・視対象のみでなく、利用者の順応状態や視覚特性を把握できなければ適切に行うことができない。本論文では、光量や光色及びそれらの時空間分布や指向性といった照明要件のうち、照明設計を行う上で、基本的かつ重要な要素である照度・色温度及びそれらの時間分布に着目している。そして、利用者の年齢及び生活行為に応じた照度・色温度及びそれらの調節速度について明らかにし、適時適光による質の高い照明環境の実現を目指している。

第 1 章では、まず本論文の研究背景として世界各国における高齢社会の進行及びハード及びソフトの両側面から照明技術の進歩について述べ、照明に対する多様な要求への対応が技術的には可能となっているが、実際の生活空間では新光源である LED、有機 EL といった固体光源の性能を十分に活用出来ていないことを課題としてあげている。次に、本論文に関連する既往研究を一覧し、本論文の位置づけを示している。若齢者に関しては、生活行為に適する光量や光色については知見が蓄積されている。また、照度変化や有彩色光の変化に対する順応時間及び評価（明るさ感や満足度等）との関係について検討されているが、いずれも変化前後の照明条件や変化比が限られており、各実験変数の影響を比較検討するには不十分である。また、高齢者に関しては、明視性や視認性に関する研究が中心であり、雰囲気（快適性）や照明の変化に関する研究は少ない。そこで、本論文では、実験変数の影響を比較できるように条件設定を行い、適する照明環境（照度・色温度）及びその調節時間について、年齢層間や生活行為間の共通点や相違点を明らかにしている。

第 2 章では、本論文（第 3 章～第 6 章）で分析や考察を行う際に使用した実験室の実験装置及び設定した照明条件を示している。実験時期、被験者、実験室、実験範囲・内容の異なる複数の実験から構成されているため、実験装置（実験室の内装や照度分布、照明器具の色度や分光分布等）や設定条件の共通点や相違点を整理し、実験間で相互比較が可能であることを確認している。

第 3 章では、第 2 章で述べた複数の実験結果を用い、同一条件における評価の個人差や実験差について、平均値や標準偏差を検討に用い、顕著に傾向がみられると考えられる若齢者を対象に誤差の程度を把握している。個人間誤差 > 実験間誤差の関係が成立し、この大小関係は年齢層によらず同じであると推測される。本論文で取り扱う評価項目には等間隔性の保証がないため、評価の個人差を払拭するべく申告率を用いることとし、設計の要求に応じて申告率を設定することを推奨している。尚、参考として評価項目毎に検討に用いる評価語の累積申告率を示しており、申告率と評価語の対応関係についても示している。

## 第 8 章 総括

第 4 章～第 6 章では、実験室実験（若齢者のべ 58 名・高齢者のべ 32 名）の結果に基づいた分析及び考察内容を示している。

第 4 章では、呈示条件（照度・色温度）に十分順応した定常実験の結果より、生活行為によって求める照度・色温度が年齢層間で異なるのは、加齢に伴う視機能の低下により、照度・色温度に対する明るさや色味の感じ方が異なることが主な原因であり、各行為に適する明るさと色味は年齢層間による差はないことを明らかにした上で、年齢及び生活行為毎に適する照度・色温度の範囲を示している。

まず、照度・色温度と感覚量としての明るさ・色味の関係は、若齢者・高齢者ともに明るさ・色味は照度と色温度の組み合わせによって決まる点は共通しているが、色識別能力の低下により、高齢者の方が若齢者よりも色味を感じにくい。次に、6 つの生活行為（足元確認・新聞・食事・団欒・くつろぐ・睡眠）を取り上げ、各生活行為に適する照度・色温度であると評価された割合である「適当申告率」が 75%以上となる範囲を照度・色温度との評価関係図を示しながら、把握している。若齢者は生活行為毎に照度と色温度の影響の受け方が異なるが、高齢者は照度よりも色温度の影響が小さく、各生活行為に適する範囲が概ね照度によって決まる。また、年齢層間や複数の生活行為において適する範囲が存在することも把握しており、行為に要求される視作業度が高いほど照度が高い範囲、くつろぎ度が高いほど色温度が低い範囲が両年齢層の共通範囲となる。以上より、若齢者と高齢者では、各生活行為において適する照度・色温度の範囲が異なるため、年齢や生活行為に応じて、照度や色温度を調節する必要があることを把握している。

第 5 章では、第 4 章で得られた知見をふまえ、照度及び色温度の変化実験（非定常状態）の実験室実験の結果に基づき、照度や色温度の変化に気付く照明条件や不快感が生じない照度や色温度の調節時間について検討し、年齢層間の比較を行っている。生活行為移行時には、生活行為を想定しない場合に必要調節時間で、年齢や生活行為毎に適する照度・色温度へ変化させれば、不快なく調光調色することができると考え、生活行為を想定しない場合の調光調色について明らかにしている。また、照度と色温度が同時に変化する場合について、対応する照度あるいは色温度のみの変化（以下、単独変化）との関係を検討したところ、約 85%の条件で同時変化に対する不快率は照度及び色温度の単独変化に対する不快率の合計よりも低くなる。このうち約 17%の条件では、同時変化に対する不快率が照度及び色温度の単独変化いずれの不快率よりも低い。尚、これらの条件には、変化速度や色温度変化条件によらず、照度が低くなる条件が集中しており、同時変化の効果が期待できる。以上より、照度及び色温度の単独変化の不快率を把握していれば、概ね安全側の設計ができると考え、本論文では単独変化に関する知見に基づいて、同時変化の不快率を予測している。

照度単独変化の場合、暗変化では高齢者、明変化では若齢者の方が調光時間が必要であり、校舎については、視機能の低下だけでは説明することができない。また、両年齢層ともいずれの調光速度でも色温度による明瞭な傾向はみられない。色温度単独変化の場合は、変化方向によらず、

若齢者の方が調色時間が必要である。これは、高齢者の方が色識別能力の低下により、色味の変化に気付きにくいためである。また、若齢者は、いずれの調色速度でも照度の影響をあまり受けないが、高齢者は照度が高くなるにつれて不快率が低くなり、照度の影響を受ける。以上より、照度単独変化は高齢者、色温度単独変化は若齢者に配慮する必要があることを把握しており、変化前後の照度あるいは色温度及び調節時間と気付き率あるいは不快率の関係図を示している。

第 6 章では、利用者の年齢層や生活行為の組み合わせに応じた照度あるいは色温度の変化時間を把握するため、第 4 章及び第 5 章で求めた評価関係図を用いて、生活行為中や生活行為移行時における照度及び色温度の調節時間の求め方を具体例を挙げながら提案している。

第 7 章では、第 4 章～第 6 章で年齢及び生活行為に応じた照度・色温度及びそれらの調節時間の検証を目的に、被験者の自宅及び老人ホームの居間や個室で実施した実際の生活空間での実験（若齢者 33 名、壮齢者 26 名、高齢者 7 名）と実験室実験の結果を比較している。定常状態における行為想定時の快不快度は、生活空間と実験室で評価が約 75%一致している。また、照度・色温度変化条件では、生活空間における全条件（変化時間 30 分）で「不快」の評価が出現せず、実験室でも不快率 0%の条件であるため、実験間で結果が一致している。実験室と内装が異なっても、概ね第 4 章及び第 5 章で得られた評価関係図を生活空間へ適応できることを確認している。但し、実験開始前に過ごしていた照明環境と照度・色温度が異なると、実験室での評価よりも不快になる場合があるため、提唱する照明環境の利点を啓蒙するとともに、慣らし期間を設けながら普及させていくべきであると考えられる。

第 8 章では、本論文の成果として、第 3 章から第 7 章において明らかにした点をまとめている。現在めざましく発展している IoT や AI といった情報技術を活用することで、利用者の年齢や行動パターンの予測による調光・調色が可能となると考えられるため、本論文で得られた知見を反映すると、それぞれの人に寄り添った照明環境を提供することができる。そして、適時適光を実現することで、照明による生活リズムの誘導に繋げられる。

## 8.2 今後の課題

本論文では、年齢層間の比較を行うことが主目的であったため、実験室実験の被験者として女性を主に採用している。当分野では、性差に関する検討はほぼ行われておらず、男女まとめて一群として取り扱われている。本論文の成果の適用範囲をさらに明確にするためにも、性差の有無について把握する必要がある。

また、本論文では、照度・色温度同時変化実験の結果から、照明調節時の評価構造について検討を行った上で、照度及び色温度の単独変化の実験結果に基づき、照度・色温度の同時変化に対する評価の予測を行っているが、実際の生活空間における検証が不足しているため、検証を重ねた上で、信頼性の高い予測式を提案することを目指す。

## 第8章 総括

### 8.3 本論文に関連する発表論文

表 8-1 に、本論文に関連する査読付論文を関連章の順に示す。その他発表論文については、章別に列挙している。論文によっては、章間で重複するものがあるため、それについては再出と記載している。

表 8-1 査読付論文

| No. | 関連章 | 関連章題               | 著者                                     | 論文名  | 掲載論文誌・頁  | 発行年月           |
|-----|-----|--------------------|--|--|--|----------------|
| 1   | 第3章 | 実験データの取り扱い         | OE Yuki,<br>INOUE Youko                | Suggestion of the Comfortable Lighting in Consideration for Age-Difference on the Evaluation for a Change of Lighting Environment (Case of Young People)-        | The 8th Lux Pacifica Proceedings (USB), pp.38-39                                     | 2018.3         |
| 2   | 第3章 | 実験データの取り扱い         | 大江由起・井上容子                              | 加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究 -明るさ感に対する年齢および視力の影響-   | 照明学会全国大会講演論文集 ヤングウェーブセッション, 11-O-01  | 2018.9         |
| 3   | 第4章 | 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境 | TAGA Ayako,<br>OE Yuki,<br>INOUE Youko | Suggestion of the Comfortable Lighting in Consideration for Age-The Examination of an Indoor Impression Evaluation for Life Activities on Young People-          | The 8th Lux Pacifica Proceedings (USB), pp.40-43                                     | 2018.3         |
| 4   | 第4章 | 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境 | 大江由起・丹後みづき・井上容子                        | 年齢と生活行為を考慮した照明に関する研究 定常順応時における適当な照度と色温度  | 日本建築学会環境系論文集 (再査読中)  | 2020.1<br>1 投稿 |
| 5   | 第4章 | 年齢及び各生活行為に配慮した照明環境 | 大江由起・丹後みづき・井上容子                        | 生活行為に求められる明るさと色味に関する研究   | 日本建築学会環境系論文集 (査読対応中)   | 2020.1<br>2 投稿 |
| 6   | 第5章 | 適当な照度と色温度の調節速度     | 大江由起・井上容子                              | 加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究 -調光の適正速度について-  | 第11回照明学会ヤングウェーブフォーラム   | 2013.3         |
| 7   | 第5章 | 適当な照度と色温度の調節速度     | INOUE Youko,<br>OE Yuki                | The Suitable Relation between Correlated Color Temperature and Illuminance for Life Activities and those Control Speeds Considering Visibility Decrease with Age | The Proceedings of 12th Congress of the International Colour Association, pp.127-130 | 2013.7         |
| 8   | 第7章 | 生活空間への適応性の検討       | OE Yuki,<br>INOUE Youko                | Suggestion of the Comfortable Lighting in Consideration for Age- Examination to adapt the result of the experimental room for a residential space-               | The 8th Lux Pacifica Proceedings (USB), pp.34-37                                     | 2018.3         |

## 【その他】

## 第 3 章

## ・選抜論文（口頭発表）

1. OE Yuki, INOUE Youko: Age Difference in Comfortable Lighting -Influence of Age and Visual Acuity on Brightness-, The 11th Asia Lighting Conference (USB) , pp.93-94, 2018.9
2. OE Yuki, INOUE Youko: Age Difference in Comfortable Lighting -Examination of Difference on the Evaluation for a Temporal Change of Lighting Environment (case of illuminance change) -, 10th Asia Lighting Conference, 2017 ALC Poster (USB), pp.386-388, 2017.8

## ・一般論文（口頭発表・ポスター）

1. 大江由起・井上容子：照明の時間的変化に対する主観評価に関する研究－調光実験における実験内および実験間の差について－，照明学会全国大会講演論文集（USB）, 06-17, 2017.9
2. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究－若齢者における照明環境の評価構造の検討－，日本建築学会近畿支部研究報告集 第 58 号・環境系, pp.305-308, 2018.6
3. 大江由起・井上容子：生活行為に配慮した雰囲気照明に関する研究－被験者属性の影響－，日本家政学会関西支部第 40 回（通算 96 回）研究発表会 研究発表会要旨集, C-03, P.15, 2018.11

## 第 4 章

## ・選抜論文（口頭発表）

1. 井上容子・大江由起：照明用光源としての LED の性能評価（その 1）－視認性、作業性、印象、疲労感に関する蛍光ランプとの比較－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学 I , pp.509-512, 2011.8（オーガナイズドセッション）
2. 大江由起・井上容子：照明用光源としての LED の性能評価（その 2）－異なる年齢層に対する分光特性の影響－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学 I , pp.513-516, 2011.8（オーガナイズドセッション）
3. OE Yuki, INOUE Youko: AGE DIFFERENCE IN COMFORTABLE LIGHTING -Comparison of the illuminance, the Color Temperature and the Speed of Illuminance Adjustment which are Allowed in the Lighting Environment-, The Proceeding of 5th Lighting Conference of China, Japan and Korea, pp.27-30, 2012.8
4. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究－照明光の物理量と評価に関する検討－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学, pp.487-490, 2018.9（オーガナイズドセッション）

## ・一般論文（口頭発表・ポスター）

1. 井上容子・上埜亜由美・大江由起：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究（その 2）各種生活行為に適した光量と光色，日本建築学会近畿支部研究報告集 第 52 号・環境系, pp.81-84, 2012.6
2. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究－行為別の適正な照度と調光速度－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学, pp.447-448, 2012.9
3. OE Yuki, INOUE Youko: Comfortable Lighting Considering Visibility Decrease with Age -The Suitable Condition of Illuminance for Life Activities and its Adjustment Speed-, The Proceeding of 7th Lux Pacifica 2013, pp.74-78, 2013.3
4. 大江由起・井上容子：加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究－適正な行為別照度と色温度・調光調色速度－，照明学会全国大会講演論文集（CD）, 8-26, 2013.9

## 第8章 総括

5. 坂口佳史・黒木友裕・西田恵・清水克美・大江由起・井上容子：オフィス照明における調色調光制御－第一報 執務内容と照度・色温度の許容度－，照明学会全国大会講演論文集(USB)，0611, 2015.9
6. 清水克美・大江由起・坂口佳史・黒木友裕・西田恵・井上容子：オフィス照明における調色調光制御－第二報 年齢の影響－，照明学会全国大会講演論文集(USB)，0612, 2015.9
7. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究－若齢者における照明環境の評価構造の検討－，日本建築学会近畿支部研究報告集 第58号・環境系，pp.305-308, 2018.6
8. 丹後みづき・大江由起・井上容子：生活行為に配慮した年齢層別快適照明に関する研究（その3）明るさ感および色味感に関する評価と適当な行為の関係，日本建築学会近畿支部研究報告集 第59号・環境系，pp.273-276, 2019.6
9. 大江由起・丹後みづき・井上容子：生活行為に配慮した年齢層別快適照明に関する研究（その4）年齢層および生活行為間で共通する照度・色温度範囲の検討，日本建築学会近畿支部研究報告集 第59号・環境系，pp.277-280, 2019.6
10. 丹後みづき・大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究（その3）明るさ感と色味感が適当な行為の選択に与える影響，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.491-492, 2019.9
11. 大江由起・丹後みづき・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究（その4）各生活行為に適した照度と色温度，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.493-494, 2019.9
12. 丹後みづき・大江由起・井上容子：加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究－色・色味感及び明るさ感の相互関係について－，照明学会全国大会講演論文集(USB)，6-P-03, 2019.9

## 第5章

### ・選抜論文（口頭発表）

1. OE Yuki, INOUE Youko: AGE DIFFERENCE IN COMFORTABLE LIGHTING -Comparison of the illuminance, the Color Temperature and the Speed of Illuminance Adjustment which are Allowed in the Lighting Environment-, The Proceeding of 5th Lighting Conference of China, Japan and Korea, pp.27-30, 2012.8
2. OE Yuki, INOUE Youko: AGE DIFFERENCE IN COMFORTABLE LIGHTING -Comparison of the Adjustment Speed of Correlated Color Temperature Allowed in the Lighting Environment-, The 6th Lighting Conference of China, Japan and Korea PROCEEDINGS, pp.85-88, 2013.8
3. 井上容子・池上陽子・大江由起・丹後みづき：快適視環境実現のための動的設計の課題－照明の動的評価に関する実験結果の検討を通して－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.515-518, 2019.9（オーガナイズドセッション）

### ・一般論文（口頭発表・ポスター）

1. 大江由起・上埜亜由美・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究（その1）調光・調色の適正速度，日本建築学会近畿支部研究報告集 第52号・環境系，pp.77-80, 2012.6
2. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究－行為別の適正な照度と調光速度－，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.447-448, 2012.9（再出）
3. OE Yuki, INOUE Youko: Comfortable Lighting Considering Visibility Decrease with Age -The Suitable Condition of Illuminance for Life Activities and its Adjustment Speed-, The Proceeding of 7th Lux Pacifica 2013, pp.74-78, 2013.3
4. 大江由起・井上容子：加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究－調光の適正速度について－，照明学会全国大会講演論文集(CD)，8-6, 2013.6

5. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究 ―調色速度について―，日本建築学会近畿支部研究報告集 第 53 号・環境系，pp.65-68, 2013.6
6. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明に関する研究 ―許容される調色速度―，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学 I，pp.431-432, 2013.8
7. 大江由起・井上容子：加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究 ―適正な行為別照度と色温度・調光調色速度―，照明学会全国大会講演論文集（CD），8-26, 2013.9（再出）
8. 大江由起・丹後みづき・井上容子：各生活行為に応じた 1 日を通しての照明調節手法 ―照度と色温度がともに変化した場合の不快率について―，照明学会全国大会講演論文集（USB），6-O-13, 2019.9

## 第 7 章

### ・選抜論文（口頭発表）

1. OE Yuki, INOUE Youko: Age Difference in Comfortable Lighting -The Evaluation of the Lighting Environment in Real Space-, Proceedings of the Lux Europe2017, pp.513-517, 2017.9

### ・一般論文（口頭発表・ポスター）

1. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究 ―実空間実験による調光・調色速度の検証―，日本建築学会近畿支部研究報告集 第 54 号・環境系，pp.49-52, 2014.6
2. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明要件に関する研究 ―作業面の明るさ感評価に関する実空間と実験室の比較―，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学 I，pp.413-414, 2014.9
3. 大江由起・井上容子：加齢による視覚特性の変化に配慮した快適照明に関する研究 ―実空間での適正な調光・調色速度の検証―，照明学会全国大会講演論文集（CD），14-4, 2014.9
4. 大江由起・井上容子：若齢者と高齢者の快適照明に関する研究 ―照明環境の総合評価に関する実空間と実験室の比較―，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.561-562, 2017.8
5. 土山和華子・大江由起・井上容子：色彩が照明光の評価に与える影響 ―注視色及び注視時間の検討―，日本建築学会近畿支部研究報告集 第 59 号・環境系，pp.289-292, 2019.6
6. 土山和華子・大江由起・井上容子：色彩が照明光の雰囲気評価に与える影響，日本建築学会全国大会学術講演梗概集 D-1 環境工学，pp.499-500, 2019.9
7. 土山和華子・大江由起・井上容子：視野内の彩色が照明の雰囲気には及ぼす影響，照明学会全国大会講演論文集（USB），6-P-04, 2019.9

謝

辭

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、終始、懇篤なるご指導、ご鞭撻を賜りました指導教官である本学教授井上容子先生に深謝申し上げます。本学教授久保博子先生、本学教授中山徹先生、本学准教授吉田伸治先生には副査として多くのご助言を戴き、深く感謝いたします。さらに、在学中には、本学研究院生活環境科学系の先生方に数々のご助力を賜り、厚く御礼申し上げます。

実験器具のご支援などのご協力を賜りました谷直樹様を始め、シャープ株式会社の皆様に謹んで感謝の意を表します。そして、本学研究員である池上陽子さん、諸先輩方、後輩の皆様には多大なるご協力を頂きました。特に共に研究を進めてきた 2018 年度学部卒業生である多賀綾香さん、中原優歩さん、博士前期課程在学学生である丹後みづきさん、土山和華子さん、学部在学学生である富田南帆さん、吉田桃子さんに深く感謝致します。

実験被験者としてご協力いただきました本学学生の皆様、一般社団法人佐保会、放送大学奈良学習センター、社会福祉法人佐保会軽費老人ホーム佐保苑、公益社団法人奈良市シルバー人材センターの皆様には感謝いたします。さらに、一般社団法人日本建築学会および一般社団法人照明学会にご所属の先生方、学生の方々より沢山のご助言と激励を賜り、心より感謝申し上げます。

本研究の一部は、一般社団法人照明学会研究・教育助成課題、公益財団法人 LIXIL 住生活財団若手研究助成、OASIS 加盟校研究・調査支援奨学金の対象テーマとして助成を受けたものです。謝意を表します。

最後に、これまで温かく見守り、支えてくれた家族、友人に感謝いたします。さらに、ここに記しきれない多くの方々のご支援によって本研究が成立していることを銘記し、私を励まし、応援して下さった全ての方々に厚く御礼申し上げます。

大江 由起

## 付 録

- A. 評価シート
- B. 3回評価条件の評価分布
- C. 個人内誤差と個人間誤差の関係
- D. 個人内誤差と実験間誤差の関係
- E. 累積申告率と照度あるいは色温度の関係
- F. 年齢層別照度あるいは色温度と明るさあるいは色味に関する申告率の関係
- G. 照度あるいは色温度と生活行為別適当申告率の関係
- H. 変化に対する評価における若齢者と高齢者の比較

## 付録

次ページより、本論文に関連するデータを示す。

「A. 評価シート」は各実験で用いた評価シートについてまとめている。

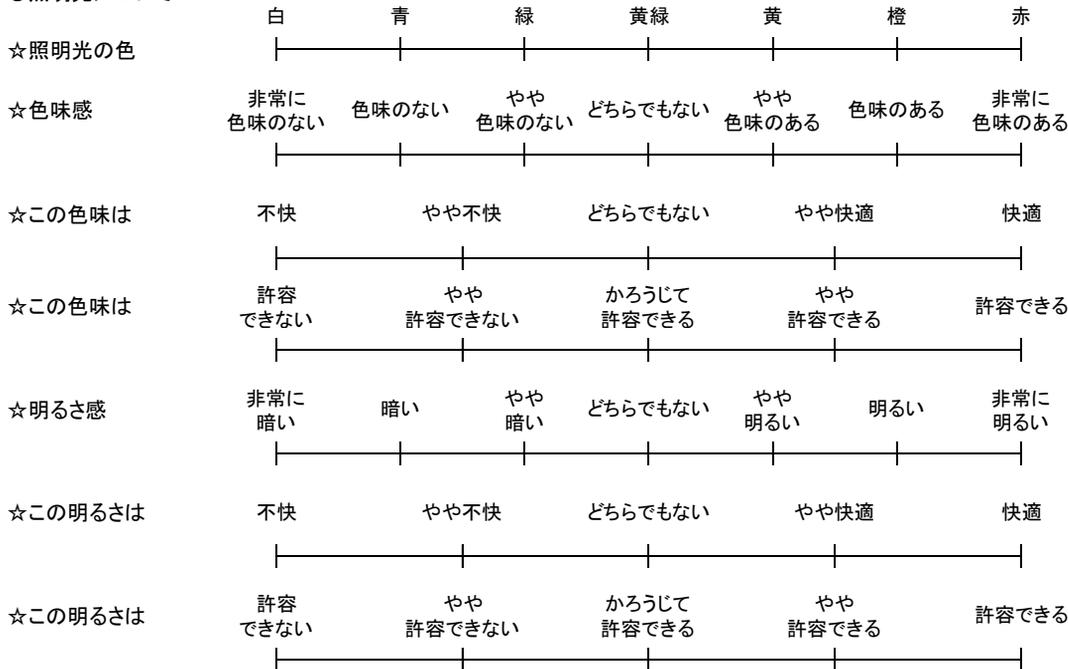
付録 B～付録 E は第 3 章に関連するデータである。「B. 3 回評価条件の評価分布」は個人内誤差の検討に用いる生データである (図 3-2)。また、「C. 個人内誤差と個人間誤差の関係」(図 3-3) 及び「D. 個人内誤差と実験間誤差の関係」(図 3-5) について全データを示している。さらに、「E. 累積申告率と照度あるいは色温度の関係」(表 3-4) についても、全データを示している。

付録 F・付録 G は第 4 章に関連するデータである。「F. 年齢層別照度あるいは色温度と明るさあるいは色味に関する申告率の関係」(表 4-3・表 4-5) について全データを示し、評価関係図(表 4-12) を作成する際に用いた「G. 照度あるいは色温度と生活行為別適当申告率の関係」のデータを示している。

付録 H は第 5 章に関連するデータであり、「H. 変化に対する評価における若齢者と高齢者の比較」は年齢層別に示していた各実験変数の影響(表 5-16～表 5-20) を 1 枚のグラフで年齢層間の比較ができるように示したものである。

【実験1】評価シート(照度・色温度一定実験)

●照明光について



●行為を想定した明るさと色味の許容度

| 明るさ感       | 許容できない | やや許容できない | ちょうど許容できる | やや許容できる | 許容できる |
|------------|--------|----------|-----------|---------|-------|
| 新聞を読む      |        |          |           |         |       |
| 食事         |        |          |           |         |       |
| 団らん(会話など)  |        |          |           |         |       |
| 足元確認       |        |          |           |         |       |
| くつろぐ(作業なし) |        |          |           |         |       |
| 睡眠         |        |          |           |         |       |

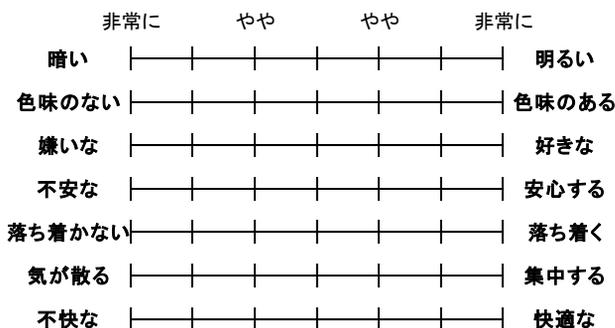
| 色味感        | 許容できない | やや許容できない | ちょうど許容できる | やや許容できる | 許容できる |
|------------|--------|----------|-----------|---------|-------|
| 新聞を読む      |        |          |           |         |       |
| 食事         |        |          |           |         |       |
| 団らん(会話など)  |        |          |           |         |       |
| 足元確認       |        |          |           |         |       |
| くつろぐ(作業なし) |        |          |           |         |       |
| 睡眠         |        |          |           |         |       |

●適当な行為すべてに○、不適当な行為すべてに×、そのなかで最も適当な行為に◎、最も不適当な行為に××

| 新聞 | 食事 | 団らん | 足元 | くつろぐ | 睡眠 |
|----|----|-----|----|------|----|
|    |    |     |    |      |    |

●各行為に対する室内の照明の印象

☆新聞を読む



【実験1】評価シート(続き)(照度・色温度一定実験)

☆食事



|        | 非常に   | やや    | やや    | 非常に   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 暗い     | ----- | ----- | ----- | ----- | 明るい   |
| 色味のない  | ----- | ----- | ----- | ----- | 色味のある |
| 嫌いな    | ----- | ----- | ----- | ----- | 好きな   |
| 不安な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 安心する  |
| 落ち着かない | ----- | ----- | ----- | ----- | 落ち着く  |
| 気が散る   | ----- | ----- | ----- | ----- | 集中する  |
| 不快な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 快適な   |

☆団らん



|        | 非常に   | やや    | やや    | 非常に   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 暗い     | ----- | ----- | ----- | ----- | 明るい   |
| 色味のない  | ----- | ----- | ----- | ----- | 色味のある |
| 嫌いな    | ----- | ----- | ----- | ----- | 好きな   |
| 不安な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 安心する  |
| 落ち着かない | ----- | ----- | ----- | ----- | 落ち着く  |
| 気が散る   | ----- | ----- | ----- | ----- | 集中する  |
| 不快な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 快適な   |

☆足元確認



|        | 非常に   | やや    | やや    | 非常に   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 暗い     | ----- | ----- | ----- | ----- | 明るい   |
| 色味のない  | ----- | ----- | ----- | ----- | 色味のある |
| 嫌いな    | ----- | ----- | ----- | ----- | 好きな   |
| 不安な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 安心する  |
| 落ち着かない | ----- | ----- | ----- | ----- | 落ち着く  |
| 気が散る   | ----- | ----- | ----- | ----- | 集中する  |
| 不快な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 快適な   |

☆くつろぐ



|        | 非常に   | やや    | やや    | 非常に   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 暗い     | ----- | ----- | ----- | ----- | 明るい   |
| 色味のない  | ----- | ----- | ----- | ----- | 色味のある |
| 嫌いな    | ----- | ----- | ----- | ----- | 好きな   |
| 不安な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 安心する  |
| 落ち着かない | ----- | ----- | ----- | ----- | 落ち着く  |
| 気が散る   | ----- | ----- | ----- | ----- | 集中する  |
| 不快な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 快適な   |

☆睡眠



|        | 非常に   | やや    | やや    | 非常に   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 暗い     | ----- | ----- | ----- | ----- | 明るい   |
| 色味のない  | ----- | ----- | ----- | ----- | 色味のある |
| 嫌いな    | ----- | ----- | ----- | ----- | 好きな   |
| 不安な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 安心する  |
| 落ち着かない | ----- | ----- | ----- | ----- | 落ち着く  |
| 気が散る   | ----- | ----- | ----- | ----- | 集中する  |
| 不快な    | ----- | ----- | ----- | ----- | 快適な   |





**【実験3】評価シート(照度変化実験)**

◎ 調光に関して

＜明るさの量的変化について＞

●下記の各質問に対して、当てはまるところに丸を付けてください。

☆明るさの量的変化に気がきましたか？

気付かない     かなり気付く     やや気付く     気付く     はっきり気付く

☆この変化は許容できますか？

許容できない     やや許容できない     かなり許容できる     やや許容できる     許容できる

☆この変化は快適ですか、不快ですか。

非常に不快     やや不快     どちらでもない     やや快適     非常に快適

＜明るさの時間的変動について＞

●下記の各質問に対して、当てはまるところに丸を付けてください。

☆明るさの時間的変動に気がしましたか？

気付かない     かなり気付く     やや気付く     気付く     はっきり気付く

☆この変化は許容できますか？

許容できない     やや許容できない     かなり許容できる     やや許容できる     許容できる

☆この変化は快適ですか、不快ですか。

非常に不快     やや不快     どちらでもない     やや快適     非常に快適

◎室内の照明条件に関して

●下記の室内の照明に関する印象評価について、当てはまるところに丸をつけて下さい。

|       |    |      |       |        |
|-------|----|------|-------|--------|
| 非常に暗い | 暗い | やや暗い | やや明るい | 非常に明るい |
| 色みのない |    |      |       | 色みのある  |
| 嫌いな   |    |      |       | 好きな    |

●下記の室内の明るさ及び色みの許容度について、当てはまるところに丸をつけて下さい。

☆室内の明るさは許容できますか。

許容できない     やや許容できない     かなり許容できる     やや許容できる     許容できる

☆室内の色味は許容できますか。

許容できない     やや許容できない     かなり許容できる     やや許容できる     許容できる

◎室内で行う作業に関して

●この室内照明条件において好ましくないとと思われる作業を選択して下さい

口くつろぐ     だんらんする     雑誌・新聞を読む  
 食事をする     勉強・読書をする     テレビを見る  
 音楽を聴く     睡眠する     軽い運動をする

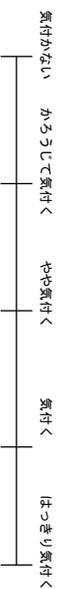
◎感想や気になったことなどがあればご記入ください

◎ 調色に関して

＜色みの量的変化について＞

●下記の各質問に対して、当てはまるところに丸を付けてください。

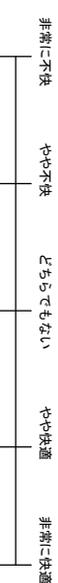
☆色みの量的変化に気づきましたか？



☆この変化は許容できますか？



☆この変化は快適ですか、不快ですか。



＜色みの時間的変動について＞

●下記の各質問に対して、当てはまるところに丸を付けてください。

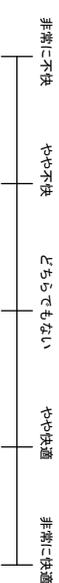
☆色みの時間的変動に気づきましたか？



☆この変化は許容できますか？



☆この変化は快適ですか、不快ですか。



◎室内の照明条件に関して

●下記の室内の照明に関する印象評価について、当てはまるところに丸をつけて下さい。



色みのない            色みのある

嫌いな            好きな

●下記の室内の明るさ及び色みの許容度について、当てはまるところに丸をつけて下さい。

☆室内の明るさは許容できますか。



☆室内の色味は許容できますか。



◎室内で行う作業に関して

●この室内照明条件において好ましくないとと思われる作業を選択して下さい

- くつろぐ  だんらんする  雑誌・新聞を読む
- 食事をする  勉強・読書をする  テレビを見る
- 音楽を聴く  睡眠する  軽い運動をする

◎感想や気になったことなどがあればご記入ください

【実験4】評価シート(照度変化実験)

●●調光評価実験 評価シート●●

●●下記の照明の調光に関する評価について当てはまるところに丸をつけて下さい。

◎量的変化に関して

☆明るさの量的変化に気付きましたか。  
 ばつぱり気付く 気付く やや気付く かなり気付く 気付かない

☆この変化は許容できますか。  
 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

☆この変化は快適ですか。  
 非常に不快 やや不快 どちらでもない やや快適 非常に快適

◎時間的变化に関して

☆明るさの時間的变化に気付きましたか。  
 はつきり気付く 気付く やや気付く かなり気付く 気付かない

☆この変化は許容できますか。  
 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

☆この変化は快適ですか。  
 非常に不快 やや不快 どちらでもない やや快適 非常に快適

●●条件

●●下記の室内の照明に関する印象評価について、当てはまるところに丸をつけて下さい。

非常に暗い 暗い やや暗い やや 非常に明るい 明るい

非常に色味の無い 色味の無い やや色味の無い やや 非常に色味のある 色味のある

非常に嫌いな 嫌いな やや嫌いな やや 非常に好きな 好きな

非常に不安な 不安な やや不安な やや 非常に安心する 安心する

非常に落ち着かない 落ち着かない やや落ち着かない やや 非常に落ち着く 落ち着く

非常に気が散る 気が散る やや気が散る やや 非常に集中する 集中する

非常に不快な 不快な やや不快な やや 非常に快適な 快適な

●●下記の6つの行為に関して、明るさ感と色味感などの程度許容できるかあてはまるところに丸をつけて下さい。また総合的に判断して最も適している行為に○を、通していない行為に×をそれぞれ記号のところに記して下さい。

|                    | 明るさ感                                   | 色味感                                    |
|--------------------|--|--|
| 1.新聞などを読む          | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |
| 2.食事をする            | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |
| 3.だんらんをする(会話を)     | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |
| 4.足元を確認(周囲の物を見分ける) | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |
| 5.くつろぐ(作業を伴わない)    | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |
| 6.睡眠をする            | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる | 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる |

【実験4】評価シート(色温度変化実験)

○●調色評価実験 評価シート●○

○●条件 \_\_\_\_\_ ●○

●下記の照明の調光に関する評価について当てはまるところに丸をつけて下さい。

◎量的変化に関して

☆色味の量的変化に気付きましたか。  
はつきり気付く 気付く やや気付く かなり気付く 気付かない

☆この変化は許容できますか。  
許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

☆この変化は快適ですか。  
非常に不快 やや不快 どちらでもない やや快適 非常に快適

◎時間的変化に関して

☆色味の時間的変化に気付きましたか。  
はつきり気付く 気付く やや気付く かなり気付く 気付かない

☆この変化は許容できますか。  
許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

☆この変化は快適ですか。  
非常に不快 やや不快 どちらでもない やや快適 非常に快適

●下記の6つの行為に関して、明るさ感と色味感かどの程度許容できるか当てはまるところに丸をつけて下さい。また総合的に判断して最も適している行為に○を、適していない行為に×をそれぞれ記号のところに記して下さい。

明るさ感

1.新聞などを読む 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

2.食事をする 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

3.だんらんをする(会話をする) 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

4.足を確認(周囲の物を見分ける) 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

5.くつろぐ(作業を伴わない) 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

6.睡眠をする 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

●下記の室内の照明に関する印象評価について、当てはまるところに丸をつけて下さい。

非常に暗い 暗い やや暗い やや明るい 非常に明るい

非常に色味のない 色味のない やや色味のない やや色味のある 非常に色味のある

非常に嫌いな 嫌いな やや嫌いな やや好きな 非常に好きな

非常に不安な 不安な やや不安な やや安心する 非常に安心する

非常に落ち着かない 落ち着かない やや落ち着かない やや落ち着く 非常に落ち着く

非常に気が散る 気が散る やや気が散る やや集中する 非常に集中する

非常に不快な 不快な やや不快な やや快適な 非常に快適な

色味感

新聞などを読む 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

食事をする 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

だんらんをする 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

足を確認 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

くつろぐ 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

睡眠をする 許容できない やや許容できない かなり許容できる やや許容できる 許容できる

【実験5】評価シート(色温度変化実験(瞬時変化))

●●調色実験 評価シート●● ●●条件

|         |               |                           |          |          |         |         |         |          |
|---------|---------------|---------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| ① 変化前   | ☆照明光の色        | 白                         | 青        | 緑        | 黄緑      | 黄       | 橙       | 赤        |
|         | ☆色味感          | 非常に色味のない                  | やや色味のない  | やや色味のない  | どちらでもない | やや色味のある | やや色味のある | 非常に色味のある |
|         | ☆この色味は        | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
|         | ☆この色味は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
|         | ☆明るさ感         | 非常に暗い                     | やや暗い     | やや暗い     | どちらでもない | やや明るい   | やや明るい   | 非常に明るい   |
|         | ☆この明るさは       | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この明るさは | 不快            | やや不快                      | やや不快     | どちらでもない  | やや快適    | やや快適    | 快適      |          |
| ② 変化    | ☆色味は          | 【 変わらない → 変わった → 【 青・黄】 】 |          |          |         |         |         |          |
|         | ※変化したと感じた場合のみ |                           |          |          |         |         |         |          |
|         | ☆この変化は        | 許容できない                    | やや許容できない | やや許容できない | 許容できる   | やや許容できる | やや許容できる | 許容できる    |
|         | ☆この変化は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
| ③ 変化後   | ☆色            | 白                         | 青        | 緑        | 黄緑      | 黄       | 橙       | 赤        |
|         | ☆色味感          | 非常に色味のない                  | やや色味のない  | やや色味のない  | どちらでもない | やや色味のある | やや色味のある | 非常に色味のある |
|         | ☆この色味は        | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
|         | ☆この色味は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
|         | ☆明るさ感         | 非常に暗い                     | やや暗い     | やや暗い     | どちらでもない | やや明るい   | やや明るい   | 非常に明るい   |
|         | ☆この明るさは       | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この明るさは | 不快            | やや不快                      | やや不快     | どちらでもない  | やや快適    | やや快適    | 快適      |          |

【実験5】評価シート(照度変化実験(瞬時変化))

●●調光実験 評価シート●● ●●条件

|         |               |                           |          |          |         |         |         |          |
|---------|---------------|---------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|
| ① 変化前   | ☆照明光の色        | 白                         | 青        | 緑        | 黄緑      | 黄       | 橙       | 赤        |
|         | ☆色味感          | 非常に色味のない                  | やや色味のない  | やや色味のない  | どちらでもない | やや色味のある | やや色味のある | 非常に色味のある |
|         | ☆この色味は        | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
|         | ☆この色味は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
|         | ☆明るさ感         | 非常に暗い                     | やや暗い     | やや暗い     | どちらでもない | やや明るい   | やや明るい   | 非常に明るい   |
|         | ☆この明るさは       | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この明るさは | 不快            | やや不快                      | やや不快     | どちらでもない  | やや快適    | やや快適    | 快適      |          |
| ② 変化    | ☆明るさは         | 【 変わらない ↓ 下がった ↓ 上がった ↑ 】 |          |          |         |         |         |          |
|         | ※変化したと感じた場合のみ |                           |          |          |         |         |         |          |
|         | ☆この変化は        | 許容できない                    | やや許容できない | やや許容できない | 許容できる   | やや許容できる | やや許容できる | 許容できる    |
|         | ☆この変化は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
| ③ 変化後   | ☆色            | 白                         | 青        | 緑        | 黄緑      | 黄       | 橙       | 赤        |
|         | ☆色味感          | 非常に色味のない                  | やや色味のない  | やや色味のない  | どちらでもない | やや色味のある | やや色味のある | 非常に色味のある |
|         | ☆この色味は        | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
|         | ☆この色味は        | 不快                        | やや不快     | やや不快     | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
|         | ☆明るさ感         | 非常に暗い                     | やや暗い     | やや暗い     | どちらでもない | やや明るい   | やや明るい   | 非常に明るい   |
|         | ☆この明るさは       | 許容できない                    | 許容できない   | 許容できない   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この明るさは | 不快            | やや不快                      | やや不快     | どちらでもない  | やや快適    | やや快適    | 快適      |          |

# ① 変化前

●照明光について



●行為を想定した明るさと色味の許容度

| 明るさ感       | 許容できない | 許容できない | やや許容できる | ちょうど許容できる | やや許容できる |
|------------|--------|--------|---------|-----------|---------|
| 新聞を読む      |        |        |         |           |         |
| 食事         |        |        |         |           |         |
| 団らん(会話など)  |        |        |         |           |         |
| 足元確認       |        |        |         |           |         |
| くつろぐ(作業無し) |        |        |         |           |         |
| 睡眠         |        |        |         |           |         |

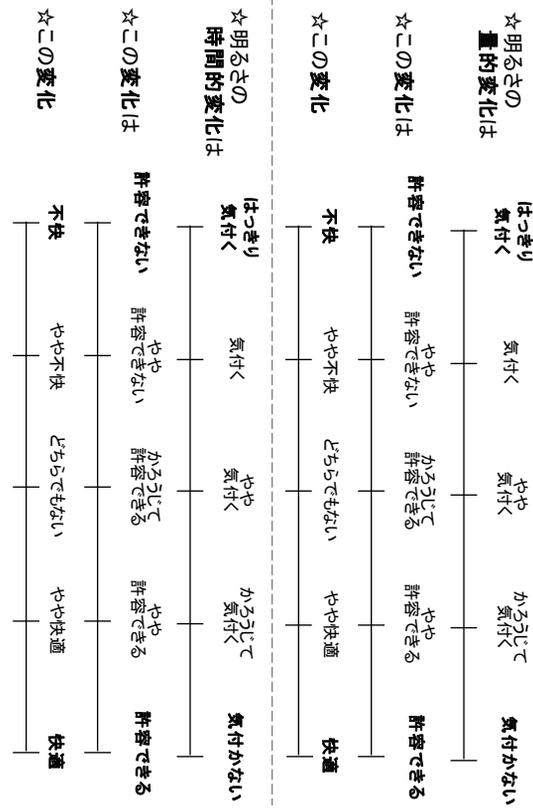
  

| 色味感        | 許容できない | 許容できない | やや許容できる | ちょうど許容できる | やや許容できる |
|------------|--------|--------|---------|-----------|---------|
| 新聞を読む      |        |        |         |           |         |
| 食事         |        |        |         |           |         |
| 団らん(会話など)  |        |        |         |           |         |
| 足元確認       |        |        |         |           |         |
| くつろぐ(作業無し) |        |        |         |           |         |
| 睡眠         |        |        |         |           |         |

●最適な行為に、○ 不適当な行為に、×

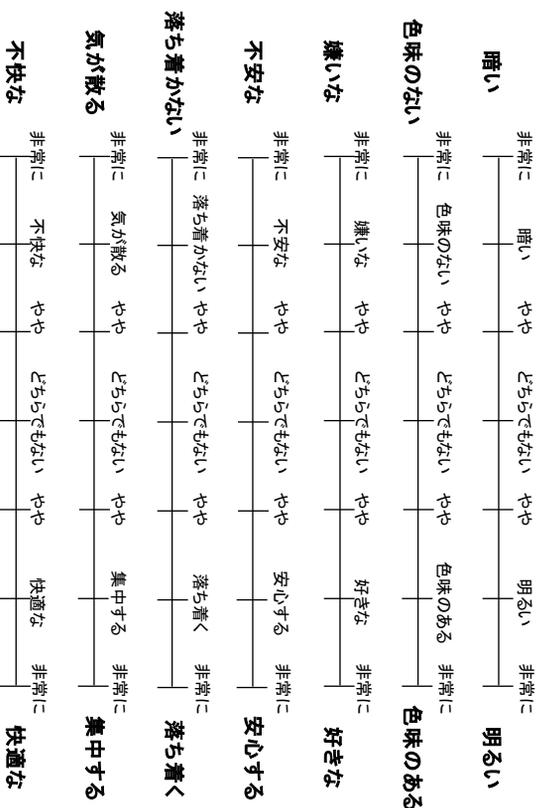
| 新聞 | 食事 | 団らん | 足元 | くつろぐ | 睡眠 |
|----|----|-----|----|------|----|
|    |    |     |    |      |    |

# ② 変化



# ③ 変化後

●室内の照明の印象



【実験6】評価シート(色温度変化実験(経時変化))

●調色実験 評価シート●

●照明光について

|         |          |         |         |         |         |         |          |
|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| ☆照明光の色  | 【白       | 青       | 緑       | 黄緑      | 黄       | 橙       | 赤】       |
| ☆色味感    | 非常に色味のない | やや色味のない | やや色味のない | どちらでもない | やや色味のある | やや色味のある | 非常に色味のある |
| ☆この色味は  | 許容できない   | 許容できない  | 許容できない  | 許容できない  | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この色味は  | 不快       | やや不快    | やや不快    | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |
| ☆明るさ感   | 非常に暗い    | 暗い      | やや暗い    | どちらでもない | やや明るい   | やや明るい   | 非常に明るい   |
| ☆この明るさは | 許容できない   | 許容できない  | 許容できない  | 許容できない  | 許容できる   | 許容できる   | 許容できる    |
| ☆この明るさは | 不快       | やや不快    | やや不快    | どちらでもない | やや快適    | やや快適    | 快適       |

① 変化前

●行為を想定した明るさと色味の許容度

|            | 明るさ感   |       | 色味感    |        |       |       |
|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
|            | 許容できない | 許容できる | 許容できない | 許容できない | 許容できる | 許容できる |
| 新聞を読む      |        |       |        |        |       |       |
| 食事         |        |       |        |        |       |       |
| 団らん(会話など)  |        |       |        |        |       |       |
| 足元確認       |        |       |        |        |       |       |
| くつろぐ(作業なし) |        |       |        |        |       |       |
| 睡眠         |        |       |        |        |       |       |

●適当な行為すべてに○ 不適当な行為すべてに×  
そのなかで最も適当な行為に◎ 最も不適当な行為に××

|    |    |     |      |      |    |
|----|----|-----|------|------|----|
| 新聞 | 食事 | 団らん | 足元確認 | くつろぐ | 睡眠 |
|----|----|-----|------|------|----|

●調色実験 評価シート●

|           |         |        |         |          |       |
|-----------|---------|--------|---------|----------|-------|
| ☆色味の量的変化は | はつきり気付く | 気付く    | やや気付く   | かろうじて気付く | 気付かない |
| ※気付いた場合のみ | 許容できない  | 許容できない | 許容できる   | 許容できる    | 許容できる |
| ☆この変化は    | 不快      | やや不快   | どちらでもない | やや快適     | 快適    |

|            |         |        |         |          |       |
|------------|---------|--------|---------|----------|-------|
| ☆色味の時間的変化は | はつきり気付く | 気付く    | やや気付く   | かろうじて気付く | 気付かない |
| ※気付いた場合のみ  | 許容できない  | 許容できない | 許容できる   | 許容できる    | 許容できる |
| ☆この変化は     | 不快      | やや不快   | どちらでもない | やや快適     | 快適    |

② 変化

●室内の照明の印象

|        |           |        |          |         |         |          |
|--------|-----------|--------|----------|---------|---------|----------|
| 暗い     | 非常に暗い     | 暗い     | やや暗い     | どちらでもない | やや暗い    | 非常に暗い    |
| 色味のない  | 非常に色味のない  | 色味のない  | やや色味のない  | どちらでもない | やや色味のある | 非常に色味のある |
| 嫌いな    | 非常に嫌いな    | 嫌いな    | やや嫌いな    | どちらでもない | やや好きな   | 非常に好きな   |
| 不安な    | 非常に不安な    | 不安な    | やや不安な    | どちらでもない | やや安心する  | 非常に安心する  |
| 落ち着かない | 非常に落ち着かない | 落ち着かない | やや落ち着かない | どちらでもない | やや落ち着く  | 非常に落ち着く  |
| 気が散る   | 非常に気が散る   | 気が散る   | やや気が散る   | どちらでもない | やや集中する  | 非常に集中する  |
| 不快な    | 非常に不快な    | 不快な    | やや不快な    | どちらでもない | やや快適な   | 非常に快適な   |

③ 変化後

【実験7】評価シート(照度・色温度同時変化実験)

|                                   |             |               |                 |                 |              |              |            |               |
|-----------------------------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|------------|---------------|
| ①<br>変化前<br><br>&<br><br>③<br>変化後 | ●照明光について    |               |                 |                 |              |              |            |               |
|                                   | 照明光の色       | 白             | 青               | 緑               | 黄緑           | 黄            | 橙          | 赤             |
|                                   | 色味感         | 1<br>非常に色味のない | 2<br>色味のない      | 3<br>やや色味のない    | 4<br>どちらでもない | 5<br>やや色味のある | 6<br>色味のある | 7<br>非常に色味のある |
|                                   | この色味は       | 1<br>不快       | 2<br>やや不快       | 3<br>どちらでもない    | 4<br>やや快適    | 5<br>快適      |            |               |
|                                   | この色味は       | 1<br>許容できない   | 2<br>やや許容できない   | 3<br>かろうじて許容できる | 4<br>やや許容できる | 5<br>許容できる   |            |               |
|                                   | 明るさ感        | 1<br>非常に暗い    | 2<br>暗い         | 3<br>やや暗い       | 4<br>どちらでもない | 5<br>やや明るい   | 6<br>明るい   | 7<br>非常に明るい   |
| この明るさは                            | 1<br>不快     | 2<br>やや不快     | 3<br>どちらでもない    | 4<br>やや快適       | 5<br>快適      |              |            |               |
| この明るさは                            | 1<br>許容できない | 2<br>やや許容できない | 3<br>かろうじて許容できる | 4<br>やや許容できる    | 5<br>許容できる   |              |            |               |

※気付かないときは、快不快・許容は0を記入

|         |          |             |               |                 |              |            |  |  |
|---------|----------|-------------|---------------|-----------------|--------------|------------|--|--|
| ②<br>変化 | ☆変化の総合評価 |             |               |                 |              |            |  |  |
|         | この変化に    | 1<br>気付く    |               |                 | 2<br>気付かない   |            |  |  |
|         | この変化は    | 1<br>不快     | 2<br>やや不快     | 3<br>どちらでもない    | 4<br>やや快適    | 5<br>快適    |  |  |
|         | この変化は    | 1<br>許容できない | 2<br>やや許容できない | 3<br>かろうじて許容できる | 4<br>やや許容できる | 5<br>許容できる |  |  |
|         | ☆色味の変化   |             |               |                 |              |            |  |  |
|         | 色味の変化に   | 1<br>気付く    |               |                 | 2<br>気付かない   |            |  |  |
|         | 色味の変化は   | 1<br>不快     | 2<br>やや不快     | 3<br>どちらでもない    | 4<br>やや快適    | 5<br>快適    |  |  |
|         | 色味の変化は   | 1<br>許容できない | 2<br>やや許容できない | 3<br>かろうじて許容できる | 4<br>やや許容できる | 5<br>許容できる |  |  |
|         | ☆明るさの変化  |             |               |                 |              |            |  |  |
|         | 明るさの変化に  | 1<br>気付く    |               |                 | 2<br>気付かない   |            |  |  |
|         | 明るさの変化は  | 1<br>不快     | 2<br>やや不快     | 3<br>どちらでもない    | 4<br>やや快適    | 5<br>快適    |  |  |
|         | 明るさの変化は  | 1<br>許容できない | 2<br>やや許容できない | 3<br>かろうじて許容できる | 4<br>やや許容できる | 5<br>許容できる |  |  |

【実験8】評価シート例(生活行為中の照度あるいは色温度の変化実験・新聞を読む)

| 新聞を読む  |   |
|--|---|
| <p>●照明光について</p> <p>照明光の色<br/>1 白 2 青 3 緑 4 黄緑 5 黄 6 橙 7 赤</p> <p>色味感<br/>1 非常に 2 色味のない 3 やや 4 どちらでもない 5 やや 6 色味のある 7 非常に 色味のある</p> <p>この色味は<br/>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>この色味は<br/>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>明るさ感<br/>1 非常に 2 暗い 3 やや暗い 4 どちらでもない 5 やや明るい 6 明るい 7 非常に</p> <p>この明るさは<br/>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>この明るさは<br/>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>●照明環境の雰囲気<br/>暗い 明るい</p> <p>色味のない 色味のある</p> <p>嫌いな 好きな</p> <p>不安な 安心な</p> <p>落ち着かない 落ち着く</p> <p>気が散る 集中する</p> <p>不快な 快適な</p> | <p>●明るさの変化</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>●照明光について</p> <p>照明光の色<br/>1 白 2 青 3 緑 4 黄緑 5 黄 6 橙 7 赤</p> <p>色味感<br/>1 非常に 2 色味のない 3 やや 4 どちらでもない 5 やや 6 色味のある 7 非常に 色味のある</p> <p>この色味は<br/>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>この色味は<br/>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>明るさ感<br/>1 非常に 2 暗い 3 やや暗い 4 どちらでもない 5 やや明るい 6 明るい 7 非常に</p> <p>この明るさは<br/>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>この明るさは<br/>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>●照明環境の雰囲気<br/>暗い 明るい</p> <p>色味のない 色味のある</p> <p>嫌いな 好きな</p> <p>不安な 安心な</p> <p>落ち着かない 落ち着く</p> <p>気が散る 集中する</p> <p>不快な 快適な</p> |
| ① 変化前  | ② 変化後   |
| <p>●色味の変化</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p>  | <p>●色味の変化</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p> <p>1 はっきり 2 気付く 3 やや 4 どちらでもない 5 気付かない<br/>気付く 気付く</p> <p>1 不快 2 やや不快 3 どちらでもない 4 やや快適 5 快適</p> <p>1 許容できない 2 やや 許容できない 3 許容できる 4 やや 許容できる 5 許容できる</p>   |

【実験9】評価シート例(生活行為移行時の照度あるいは色温度の変化実験・新聞を読む→くつろぐ)

|                 |           |          |          |            |         |         |       |          |
|-----------------|-----------|----------|----------|------------|---------|---------|-------|----------|
| ① 変化前<br>想定行為なし | ●照明光について  |          |          |            |         |         |       |          |
|                 | この照明環境は   | 不快       | やや不快     | どちらでもない    | やや快適    | 快適      |       |          |
|                 | この照明環境は   | 許容できない   | やや許容できない | かろうじて許容できる | やや許容できる | 許容できる   |       |          |
|                 | 照明光の色     | 白        | 青        | 緑          | 黄緑      | 黄       | 橙     | 赤        |
|                 | 色味感       | 非常に色味のない | 色味のない    | やや色味のない    | どちらでもない | やや色味のある | 色味のある | 非常に色味のある |
|                 | この色味は     | 不快       | やや不快     | どちらでもない    | やや快適    | 快適      |       |          |
|                 | この色味は     | 許容できない   | やや許容できない | かろうじて許容できる | やや許容できる | 許容できる   |       |          |
|                 | 明るさ感      | 非常に暗い    | 暗い       | やや暗い       | どちらでもない | やや明るい   | 明るい   | 非常に明るい   |
|                 | この明るさは    | 不快       | やや不快     | どちらでもない    | やや快適    | 快適      |       |          |
|                 | この明るさは    | 許容できない   | やや許容できない | かろうじて許容できる | やや許容できる | 許容できる   |       |          |
|                 | ●照明環境の雰囲気 | 非常に暗い    | やや       | やや         | 非常に明るい  |         |       |          |
|                 | 色味のない     |          |          |            |         |         |       | 色味のある    |
|                 | 嫌いな       |          |          |            |         |         |       | 好きな      |
|                 | 不安な       |          |          |            |         |         |       | 安心な      |
| 落ち着かない          |           |          |          |            |         |         | 落ち着く  |          |
| 気が散る            |           |          |          |            |         |         | 集中する  |          |
| 不快な             |           |          |          |            |         |         | 快適な   |          |

|                |          |        |          |            |         |       |
|----------------|----------|--------|----------|------------|---------|-------|
| ② 変化前<br>新聞を読む | ●照明光について |        |          |            |         |       |
|                | この色味は    | 許容できない | やや許容できない | かろうじて許容できる | やや許容できる | 許容できる |
|                | この明るさは   | 許容できない | やや許容できない | かろうじて許容できる | やや許容できる | 許容できる |
|                |          |        |          |            |         |       |
| この照明環境は        | 不適當      | やや不適當  | どちらでもない  | やや適當       | 適當      |       |

【実験9】評価シート例(生活行為移行時の照度あるいは色温度の変化実験・新聞を読む→くつろぐ)

|                 |         |        |              |                |              |             |       |
|-----------------|---------|--------|--------------|----------------|--------------|-------------|-------|
| ③<br>変化<br>くつろぐ | ●色味の変化  | この変化に  | 気付く          | やや気付く          | かろうじて<br>気付く | やや<br>気付かない | 気付かない |
|                 | この変化は   | 不快     | やや不快         | どちらでもない        | やや快適         | 快適          |       |
|                 | この変化は   | 許容できない | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる  | 許容できる       |       |
|                 | この変化に   | 気付く    | やや気付く        | かろうじて<br>気付く   | やや<br>気付かない  | 気付かない       |       |
|                 | この変化は   | 不快     | やや不快         | どちらでもない        | やや快適         | 快適          |       |
|                 | この変化は   | 許容できない | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる  | 許容できる       |       |
|                 | ●明るさの変化 | この変化に  | 気付く          | やや気付く          | かろうじて<br>気付く | やや<br>気付かない | 気付かない |
|                 | この変化は   | 不快     | やや不快         | どちらでもない        | やや快適         | 快適          |       |
|                 | この変化は   | 許容できない | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる  | 許容できる       |       |

|                    |           |              |              |                |             |             |       |              |
|--------------------|-----------|--------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------|--------------|
| ④<br>変化後<br>想定行為なし | ●照明光について  | この照明環境は      | 不快           | やや不快           | どちらでもない     | やや快適        | 快適    |              |
|                    | この照明環境は   | 許容できない       | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる | 許容できる       |       |              |
|                    | 照明光の色     | 白            | 青            | 緑              | 黄緑          | 黄           | 橙     | 赤            |
|                    | 色味感       | 非常に<br>色味のない | 色味のない        | やや<br>色味のない    | どちらでもない     | やや<br>色味のある | 色味のある | 非常に<br>色味のある |
|                    | この色味は     | 不快           | やや不快         | どちらでもない        | やや快適        | 快適          |       |              |
|                    | この色味は     | 許容できない       | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる | 許容できる       |       |              |
|                    | 明るさ感      | 非常に<br>暗い    | やや暗い         | どちらでもない        | やや明るい       | 明るい         | 非常に   |              |
|                    | この明るさは    | 不快           | やや不快         | どちらでもない        | やや快適        | 快適          |       |              |
|                    | この明るさは    | 許容できない       | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる | 許容できる       |       |              |
|                    | ●照明環境の雰囲気 | 非常に<br>暗い    | やや           | やや             | 非常に<br>明るい  |             |       |              |
|                    | 色味のない     |              |              |                | 色味のある       |             |       |              |
|                    | 嫌いな       |              |              |                | 好きな         |             |       |              |
|                    | 不安な       |              |              |                | 安心な         |             |       |              |
|                    | 落ち着かない    |              |              |                | 落ち着く        |             |       |              |
|                    | 気が散る      |              |              |                | 集中する        |             |       |              |
|                    | 不快な       |              |              |                | 快適な         |             |       |              |

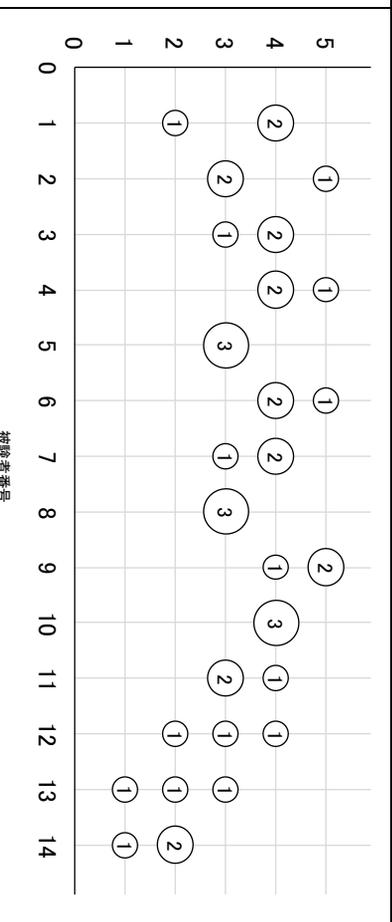
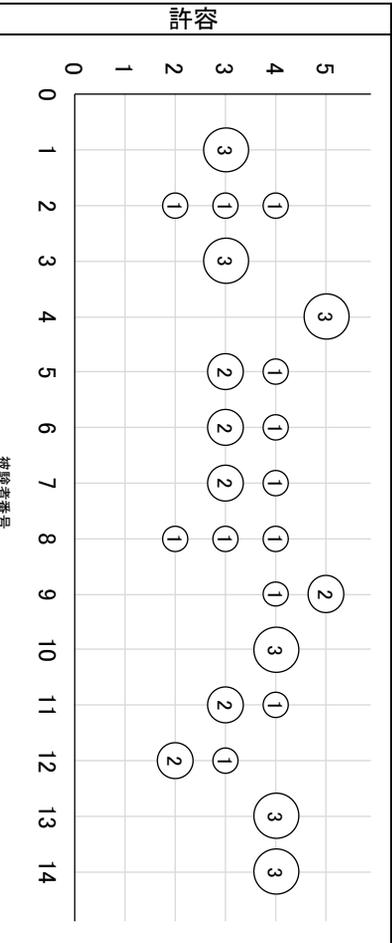
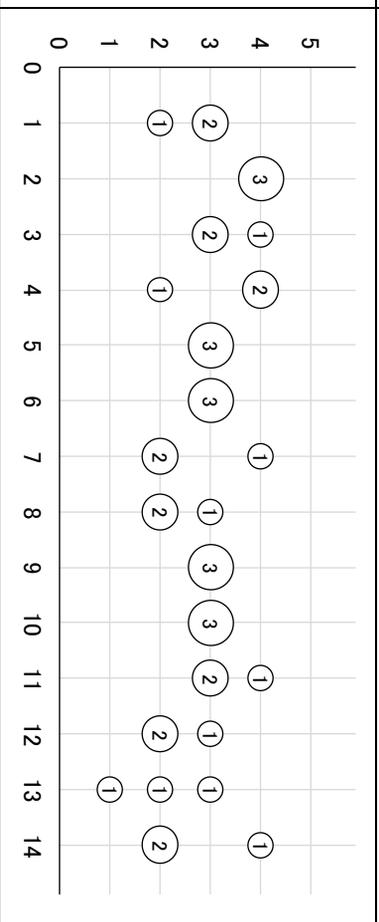
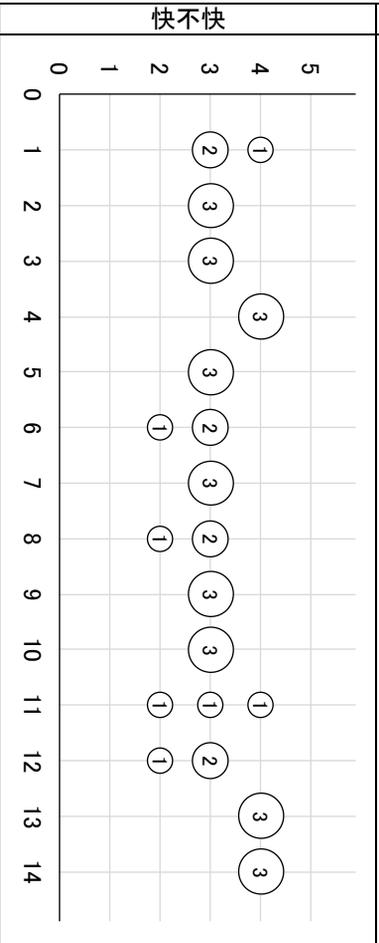
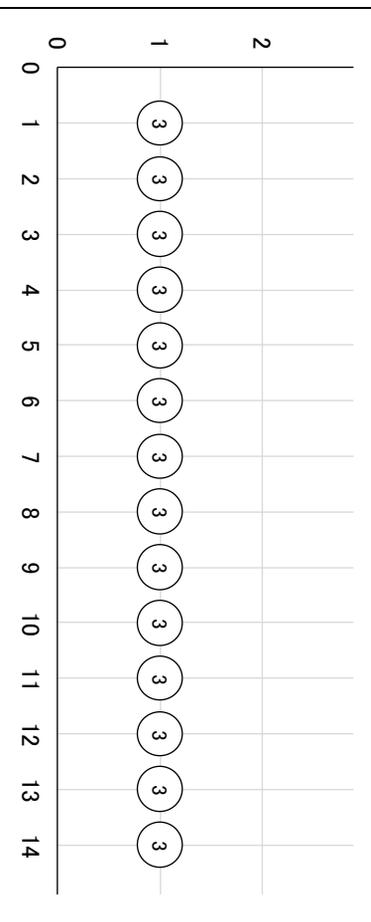
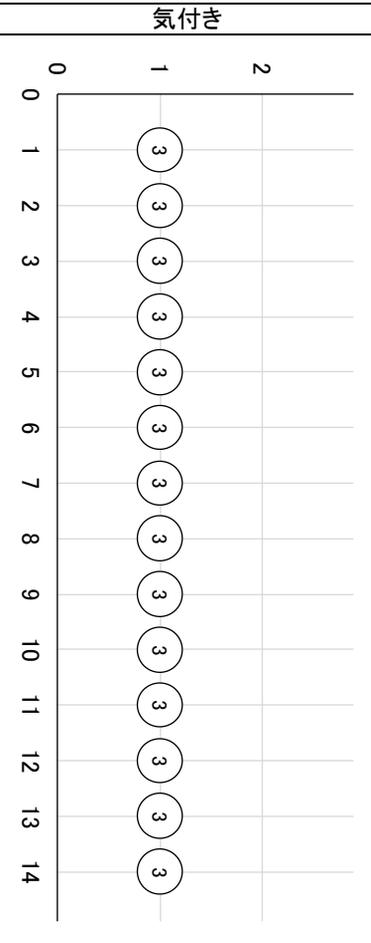
|                  |          |        |              |                |                |             |       |
|------------------|----------|--------|--------------|----------------|----------------|-------------|-------|
| ⑤<br>変化後<br>くつろぐ | ●照明光について | この色味は  | 許容できない       | やや<br>許容できない   | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる | 許容できる |
|                  | この明るさは   | 許容できない | やや<br>許容できない | かろうじて<br>許容できる | やや<br>許容できる    | 許容できる       |       |
|                  | この照明環境は  | 不適當    | やや<br>不適當    | どちらでもな<br>い    | やや<br>適當       | 適當          |       |



【実験2】若齢者 気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 色温度瞬時変化 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かくうじて許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

条件No.3

条件No.4



被験者番号

被験者番号

**【実験3】若齢者  
照度経時変化(量的)**

気付き 2:気付かない 1:気付く  
許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる

快不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快  
許容できない 1:許容できない

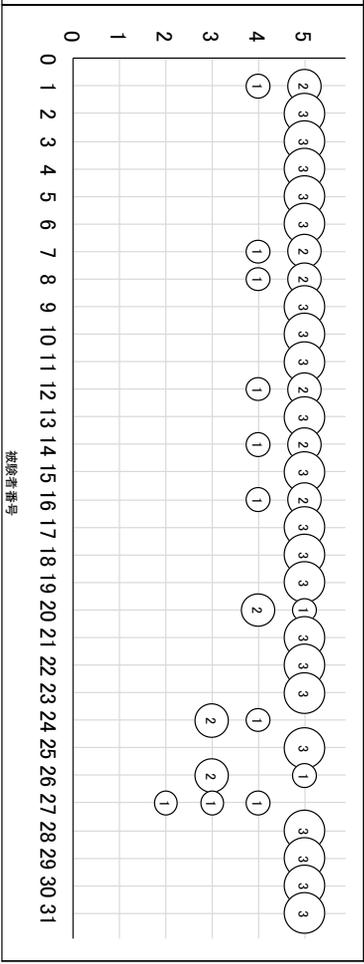
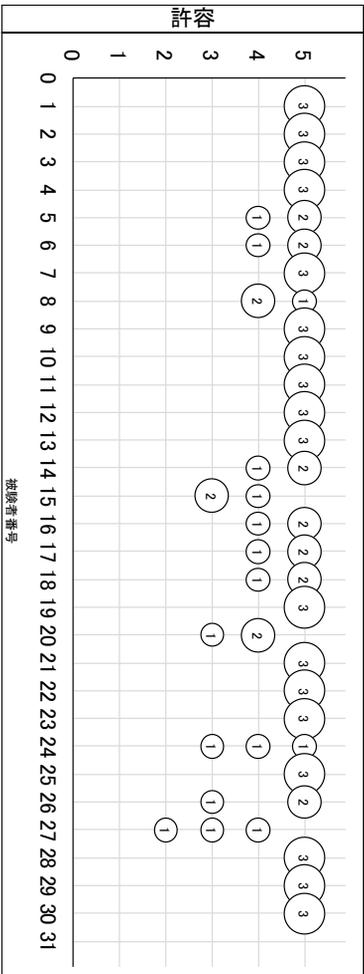
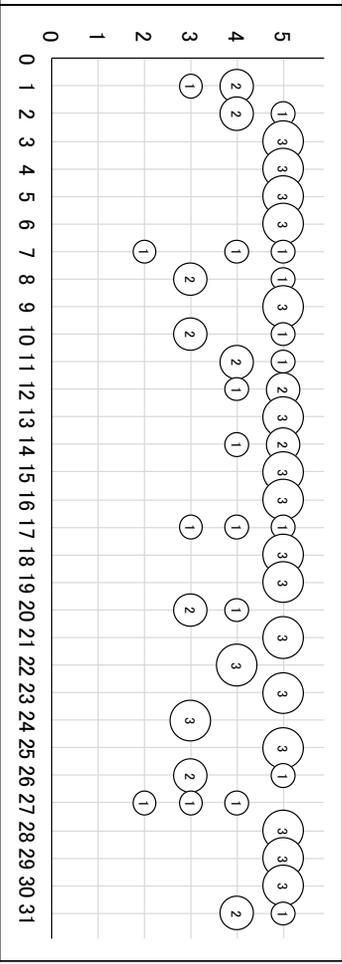
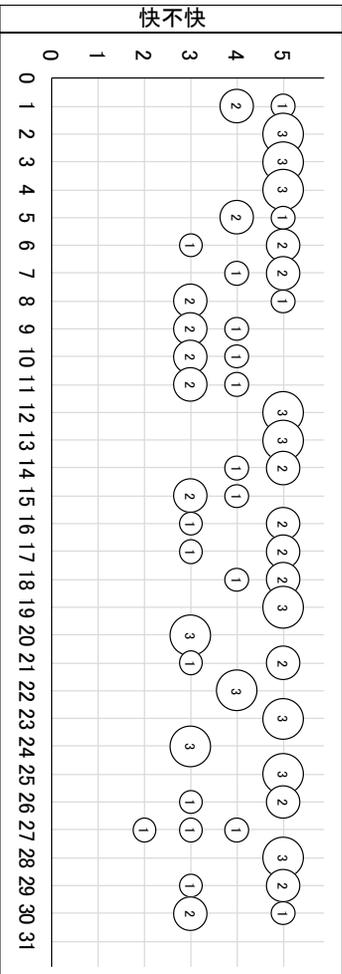
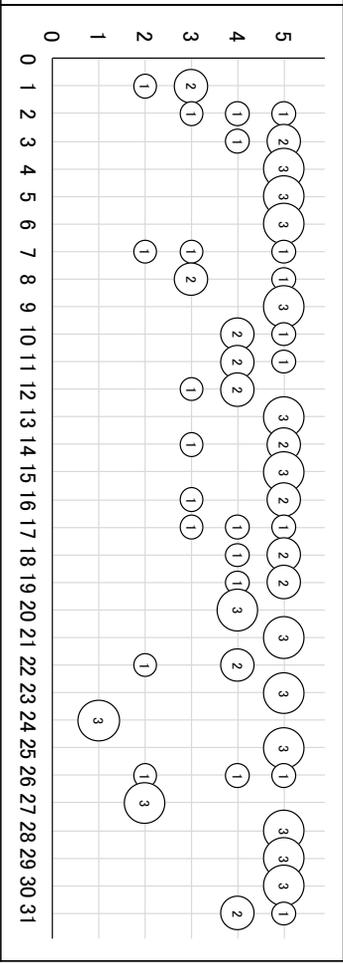
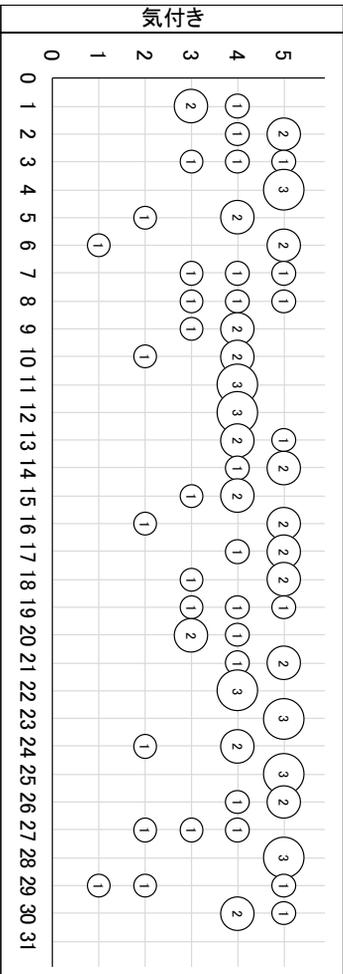
|     | 条件No.5 | 条件No.6 |
|-----|--------|--------|
| 気付き |        |        |
| 快不快 |        |        |
| 許容  |        |        |

**【実験3】若齢者  
照度経時変化(量的)**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く 不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かるうじて許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

条件No.7

条件No.8



被験者番号

被験者番号

【実験3】若齢者

照度経時変化(時間的)

気付き 2:気付かない 1:気付く  
許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる

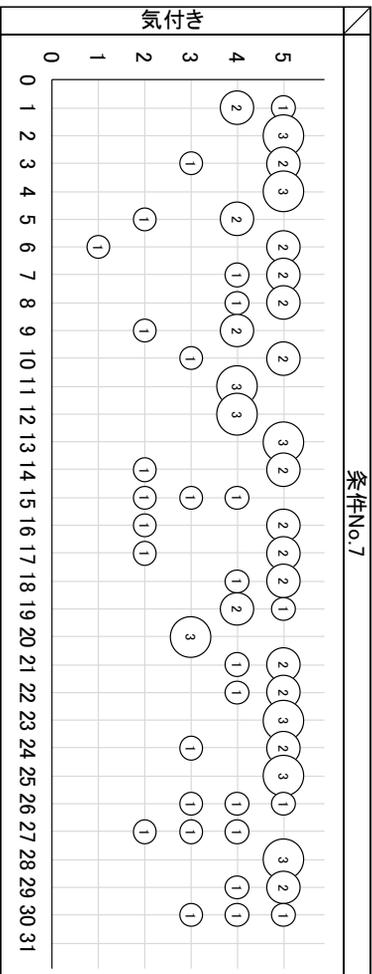
快不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快  
許容できない 2:やや許容できない 1:許容できない

|     | 条件No.5 | 条件No.6 |
|-----|--------|--------|
| 和生坂 |        |        |
| 中央校 |        |        |
| 沼津  |        |        |

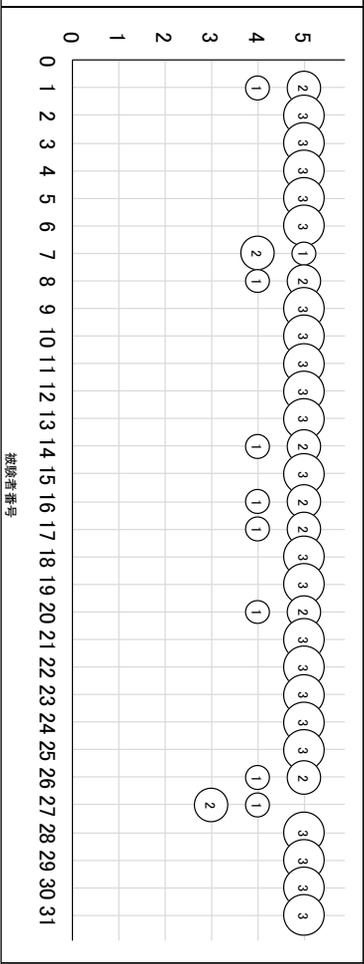
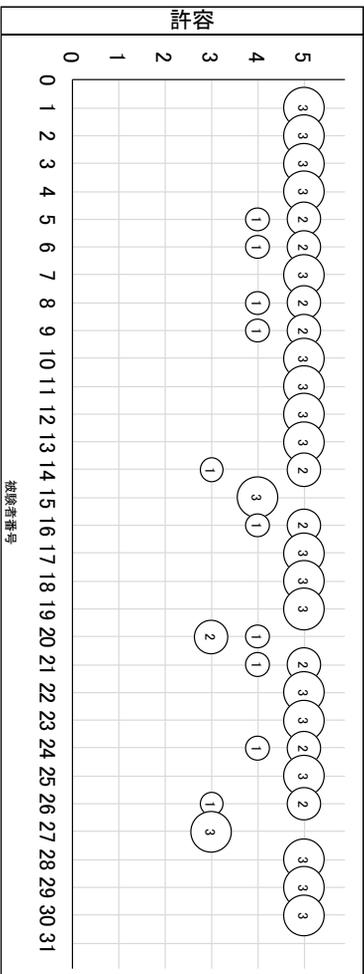
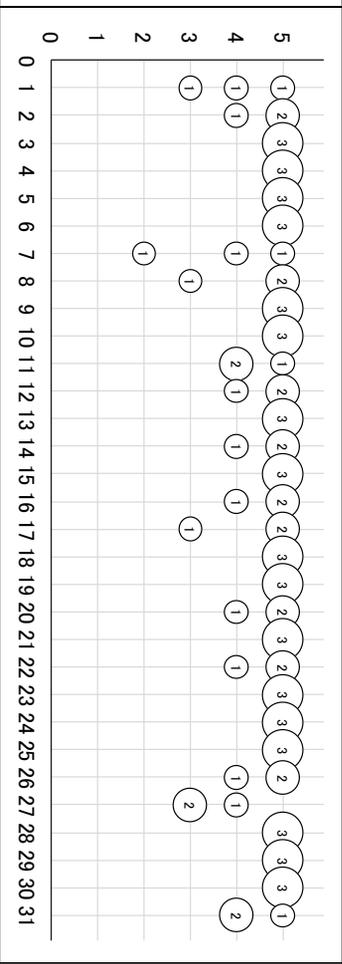
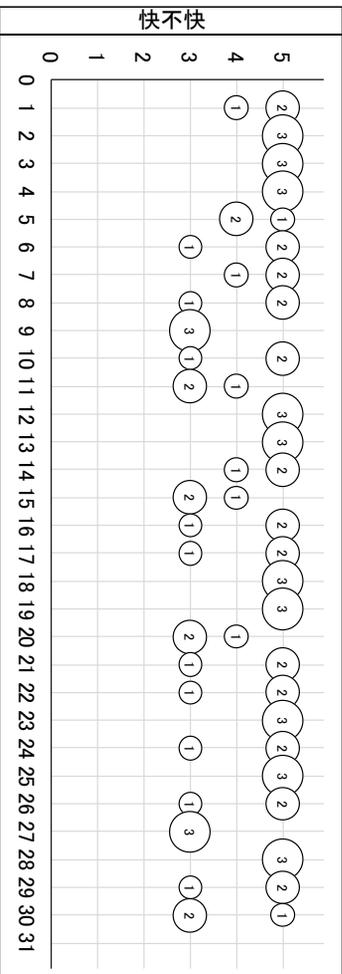
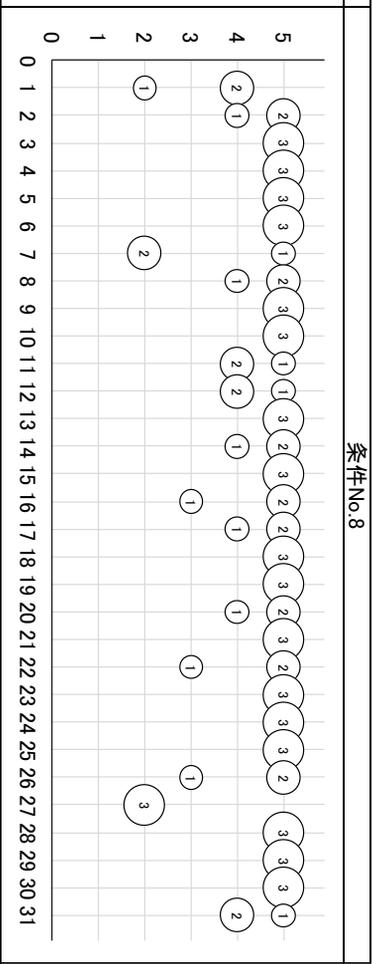
**【実験3】若齢者  
照度経時変化(時間的)**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く 不快 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かるうじて許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

条件No.7



条件No.8



被験者番号

被験者番号

気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快度 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

**【実験3】若齢者  
色温度経時変化(量的)**

| 条件No.9 |  |
|--------|--|
| 物足感    |  |
| 不快感    |  |
| 眩影     |  |

**【実験3】若齢者  
色温度経時変化(時間的)**

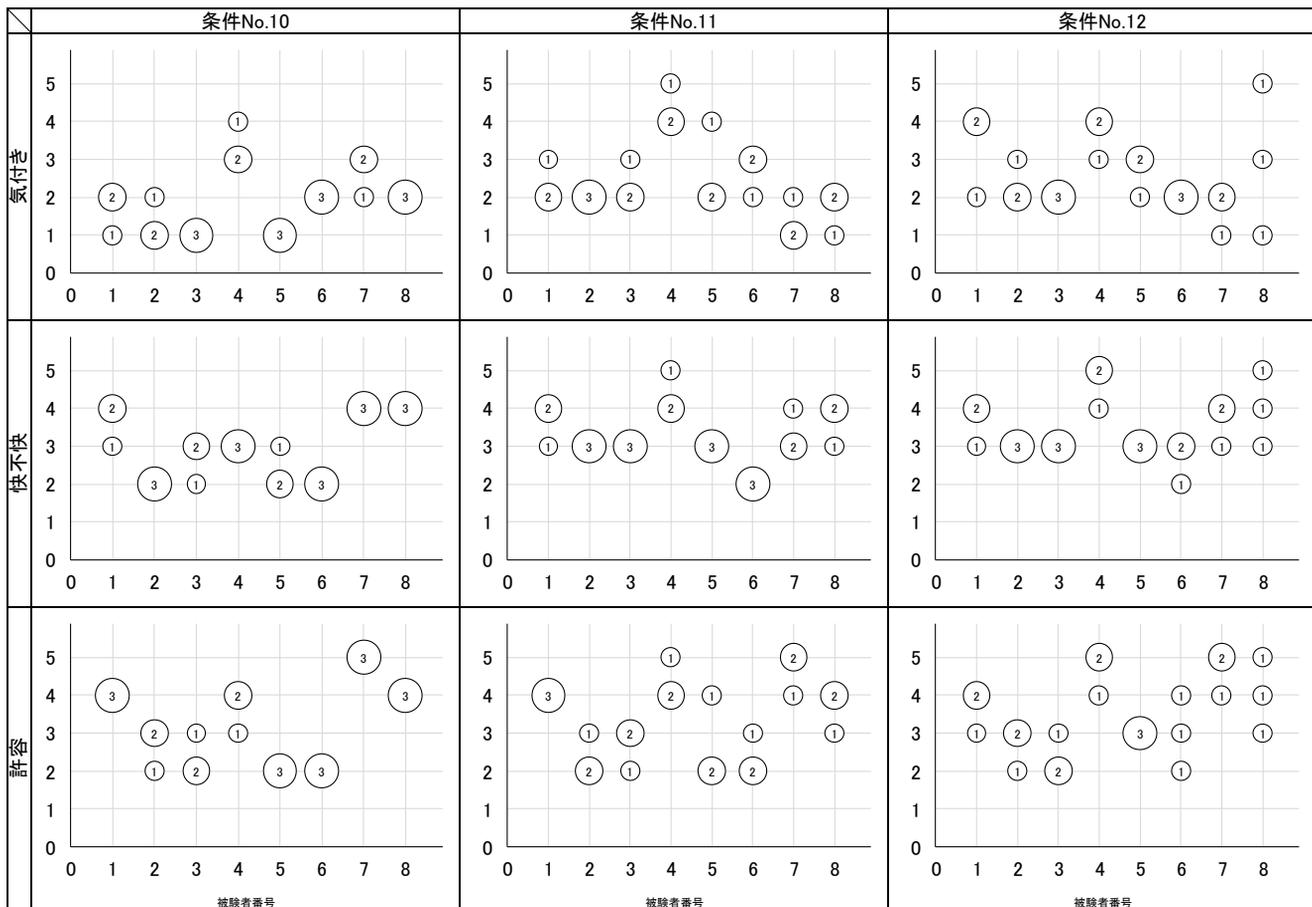
| 条件No.9 |  |
|--------|--|
| 物足感    |  |
| 不快感    |  |
| 眩影     |  |

**【実験4】若齢者**

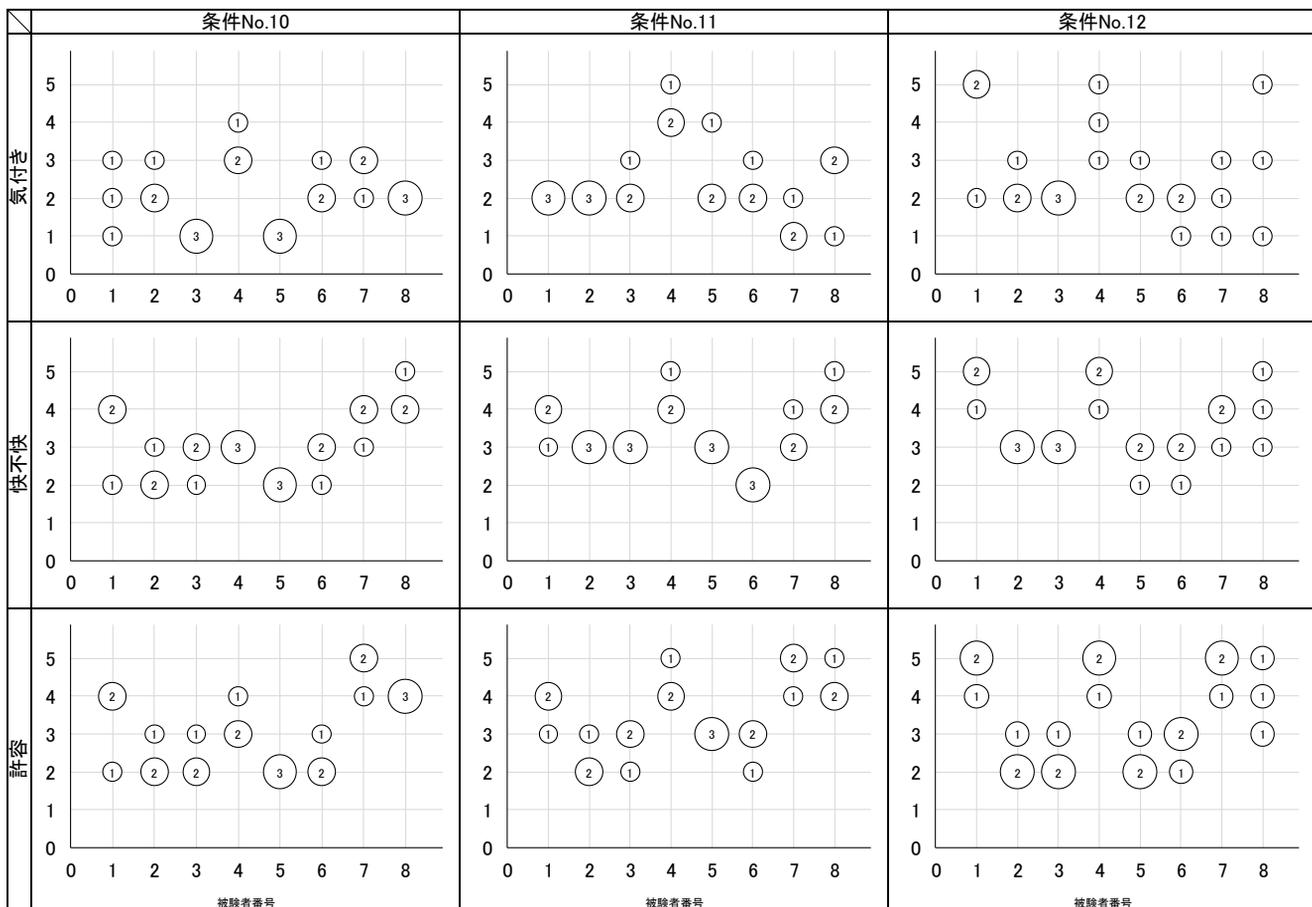
気付き 2:気付かない 1:気付く 不快不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快

**照度経時変化(量的)**

許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる 2:やや許容できない 1:許容できない

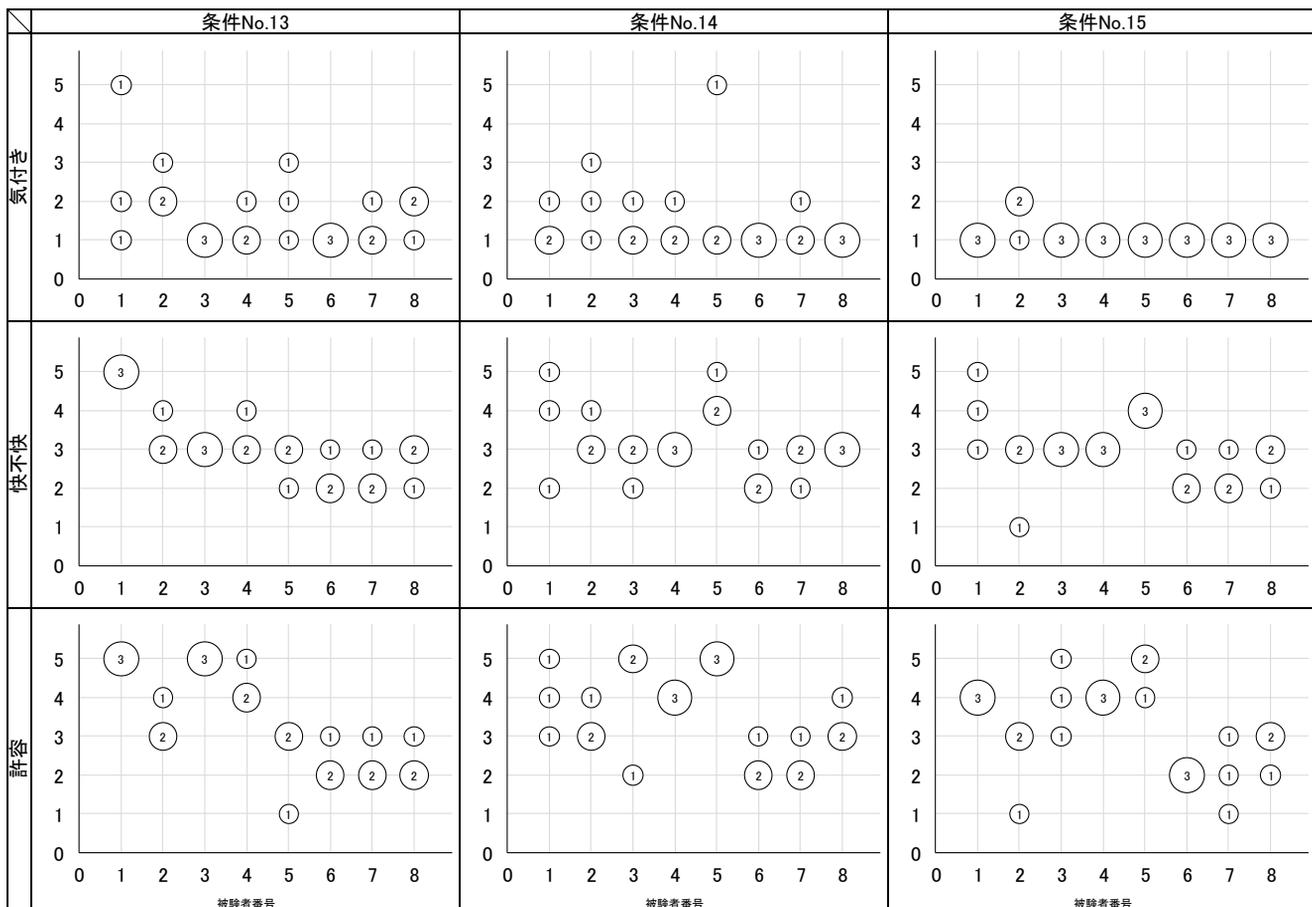


**照度経時変化(時間的)**

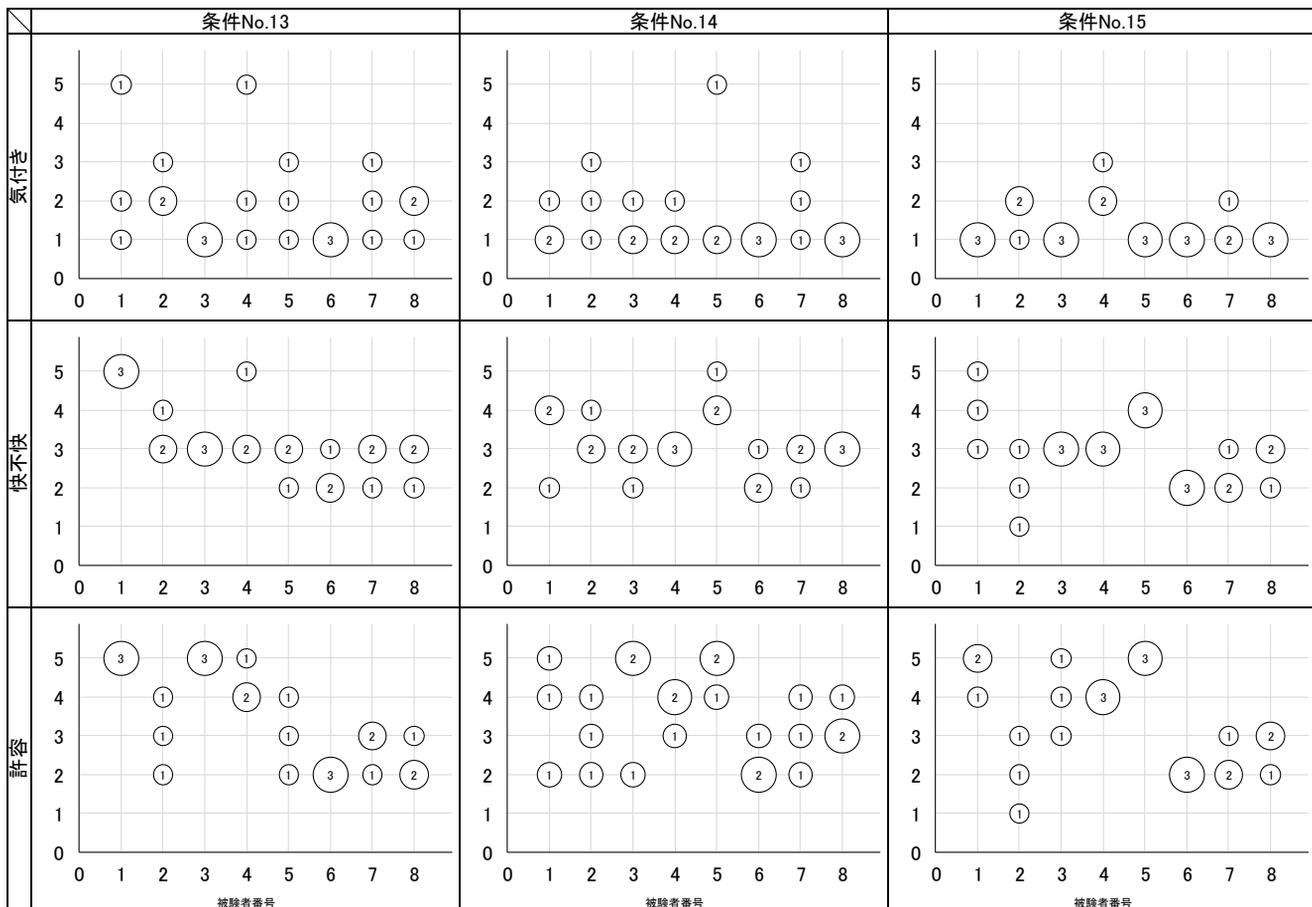


【実験4】若齢者

気付き 2:気付かない 1:気付く 快不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快  
 色温度経時変化(量的) 許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる 2:やや許容できない 1:許容できない



色温度経時変化(時間的)







**【実験5】若齢者  
照度経時変化(量的)**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない  
 不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快

| 条件No.18    | 条件No.19    | 条件No.20    |
|------------|------------|------------|
| <p>気付き</p> | <p>気付き</p> | <p>気付き</p> |
| <p>不快</p>  | <p>不快</p>  | <p>不快</p>  |
| <p>許容</p>  | <p>許容</p>  | <p>許容</p>  |

**【実験5】若齢者 照度経時変化(量的)**  
 気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

|     | 条件No.21 | 条件No.22 | 条件No.23 |
|-----|---------|---------|---------|
| 和声版 |         |         |         |
| 長尺版 |         |         |         |
| 短尺版 |         |         |         |

**【実験5】若齢者  
照度経時変化(時間的)**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない  
 不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快

|     | 条件No.18 | 条件No.19 | 条件No.20 |
|-----|---------|---------|---------|
| 気付き |         |         |         |
| 不快  |         |         |         |
| 許容  |         |         |         |

**【実験5】若齢者 気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快**  
**照度経時変化(時間的) 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: からうじて許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない**

|    | 条件No.21 | 条件No.22 | 条件No.23 |
|----|---------|---------|---------|
| 抑圧 |         |         |         |
| 昇圧 |         |         |         |
| 照度 |         |         |         |

**【実験5】高齢者  
照度経時変化(量的)**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる  
 不快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快

| 条件No.18     | 条件No.19     | 条件No.20     |
|-------------|-------------|-------------|
| <p>気付き</p>  | <p>気付き</p>  | <p>気付き</p>  |
| <p>不快不快</p> | <p>不快不快</p> | <p>不快不快</p> |
| <p>許容</p>   | <p>許容</p>   | <p>許容</p>   |

**【実験5】高齢者 照射経時変化(量的)**  
 気付き 2:気付かない 1:気付く 不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快  
 許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる 2:やや許容できない 1:許容できない

|     | 条件No.21 | 条件No.22 | 条件No.23 |
|-----|---------|---------|---------|
| 物中線 |         |         |         |
| 物下線 |         |         |         |
| 線端  |         |         |         |

**【実験5】高齢者 照度経時変化(時間的)**  
 気付き 2: 気付かない 1: 気付く  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや許容できない 1: 許容できない

|     | 条件No.18 | 条件No.19 | 条件No.20 |
|-----|---------|---------|---------|
| 気付き |         |         |         |
| 不快  |         |         |         |
| 許容  |         |         |         |

**【実験5】高齢者 照度経時変化(時間的)** 気付き 2:気付かない 1:気付く 快不快度 5:快適 4:やや快適 3:どちらでもない 2:やや不快 1:不快  
 許容度 5:許容できる 4:やや許容できる 3:かろうじて許容できる 2:やや許容できない 1:許容できない

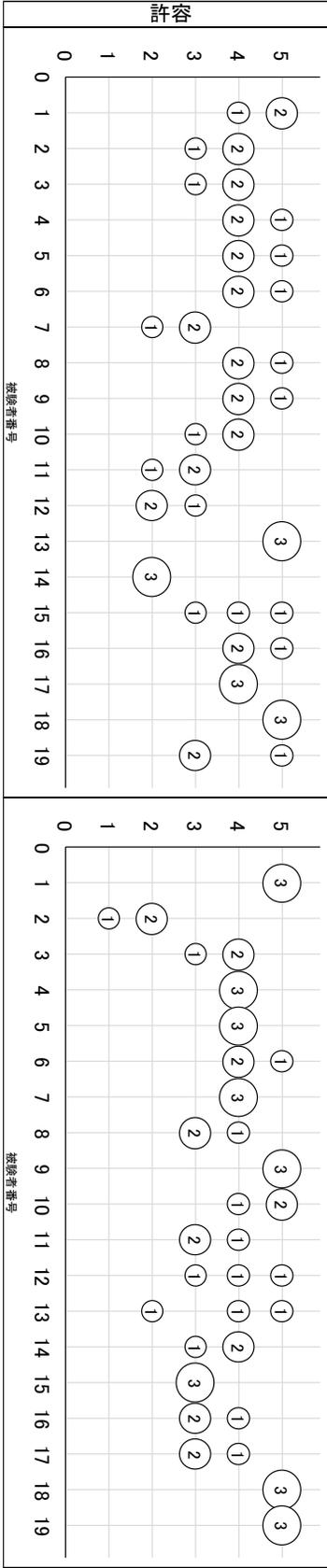
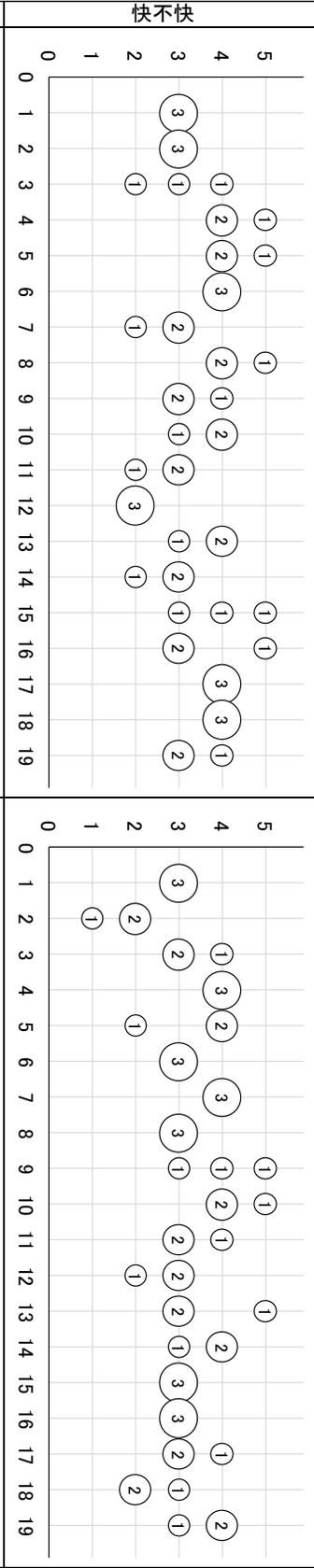
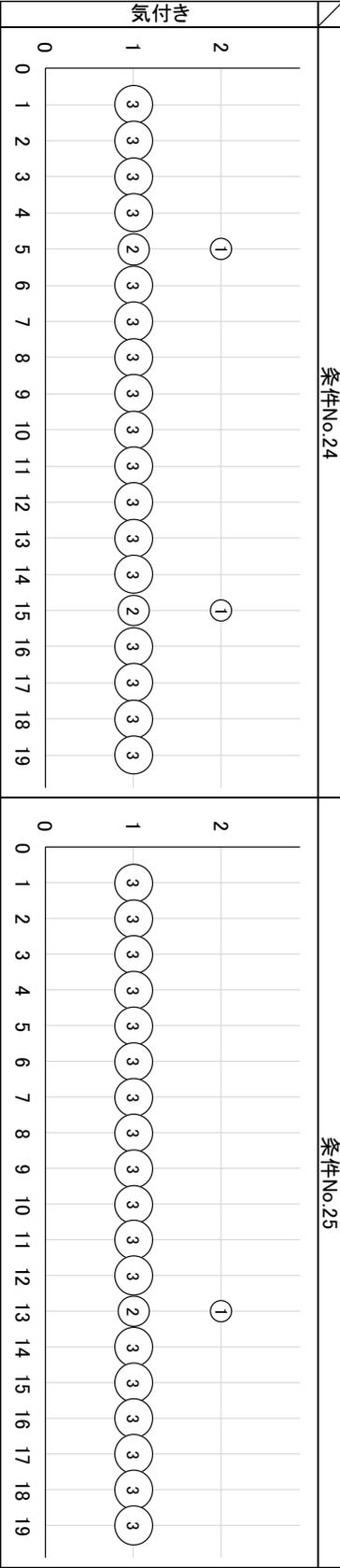
|    | 条件No.21 | 条件No.22 | 条件No.23 |
|----|---------|---------|---------|
| 知覚 |         |         |         |
| 容認 |         |         |         |
| 総合 |         |         |         |

**【実験5】若齢者  
色温度経時変化**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない  
 不快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快

条件No.24

条件No.25



被験者番号

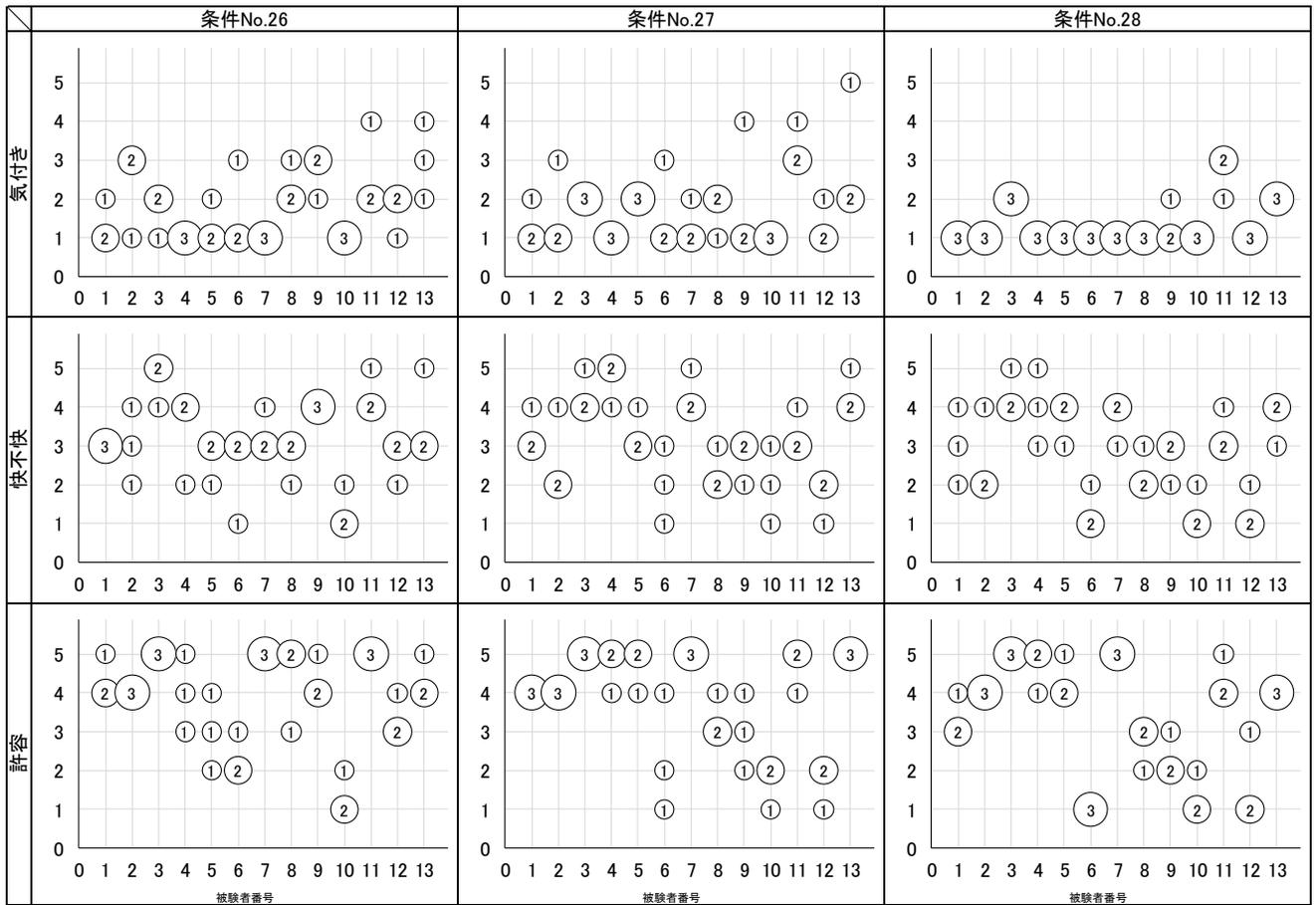
被験者番号

**【実験5】高齢者 色温度瞬時変化**  
 気付き 2: 気付かない 1: 気付く 不快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

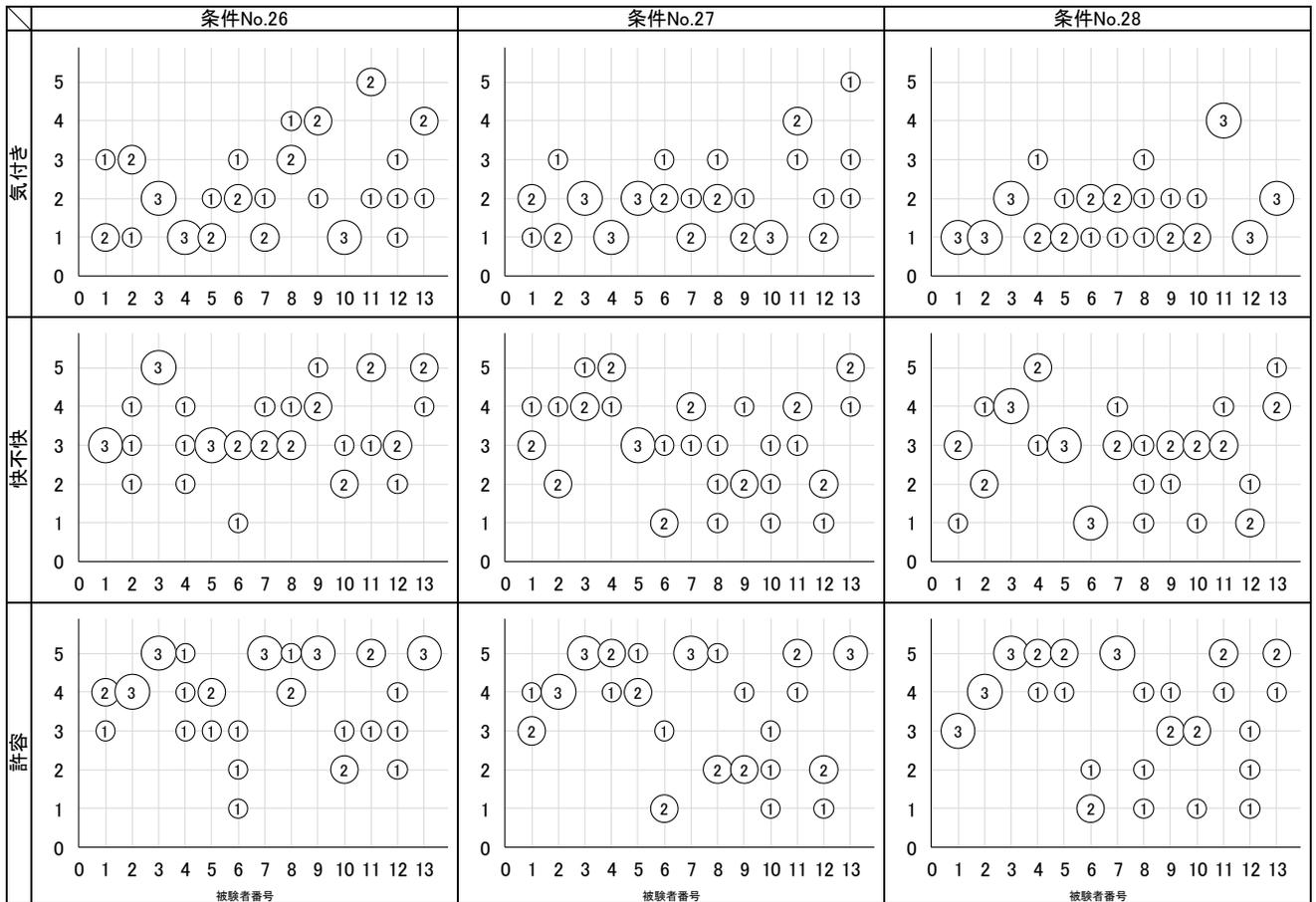
|     | 条件No.24 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 条件No.25 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 和音感 |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|     | 2       | 1 | 0 | ① | ② | ① | ③ | ③ | ③ | ③ | ③  | ③  | ①       | ② | ③ | ① | ② | ③ | ① | ② | ③ | ① | ② | ③  |    |    |
|     | 0       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 楽々感 |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|     | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | ② | ① | ③ | ① | ①  | ①  | ①       | ① | ③ | ② | ③ | ③ | ③ | ③ | ① | ① | ① | ①  |    |    |
|     | 0       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 楽音  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|     | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | ② | ① | ② | ① | ①  | ①  | ①       | ① | ③ | ② | ③ | ③ | ③ | ③ | ① | ① | ① | ①  |    |    |
|     | 0       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

**【実験6】若齢者**

気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 色温度経時変化(量的) 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: ころうじて許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない

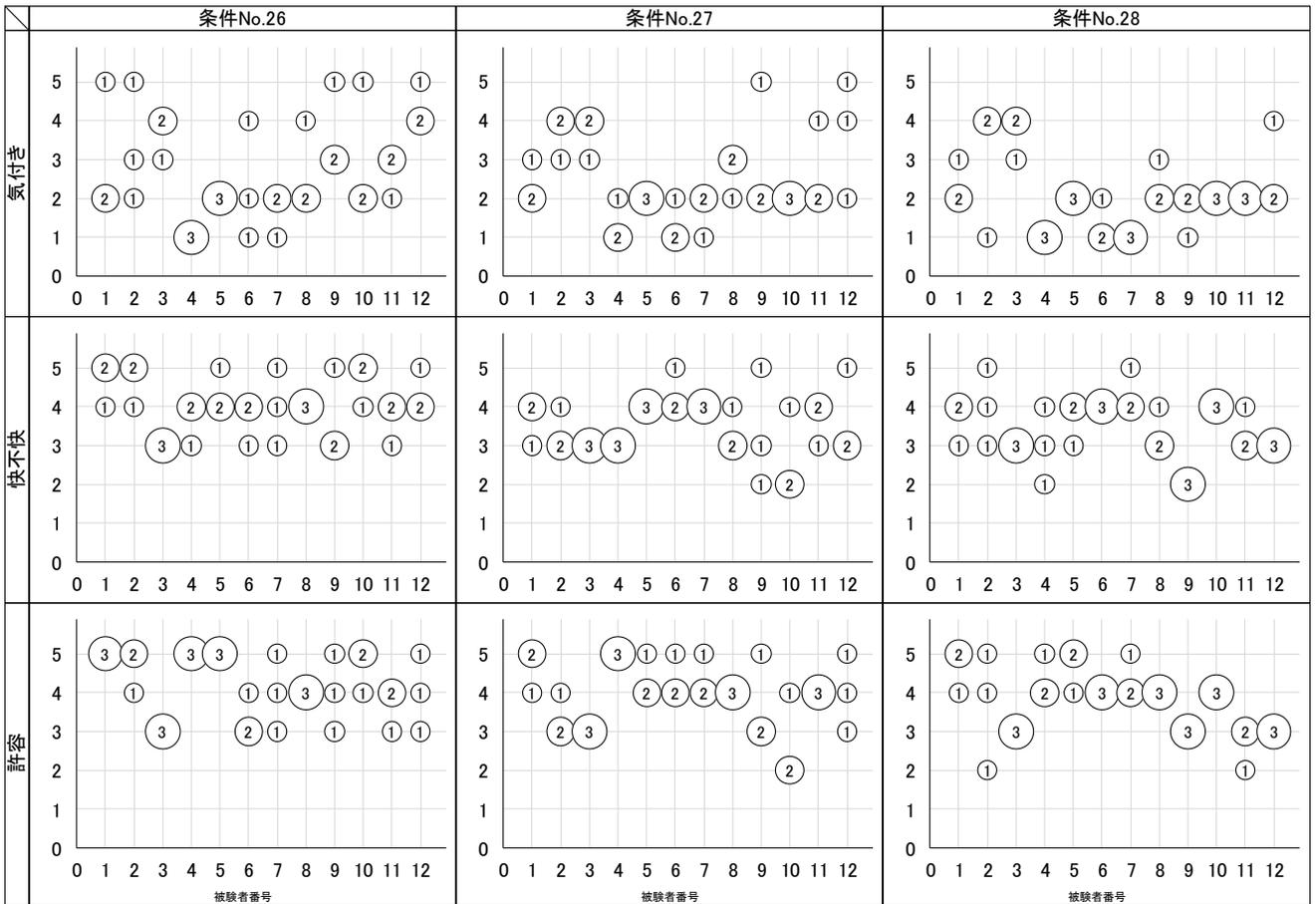


**色温度経時変化(時間的)**

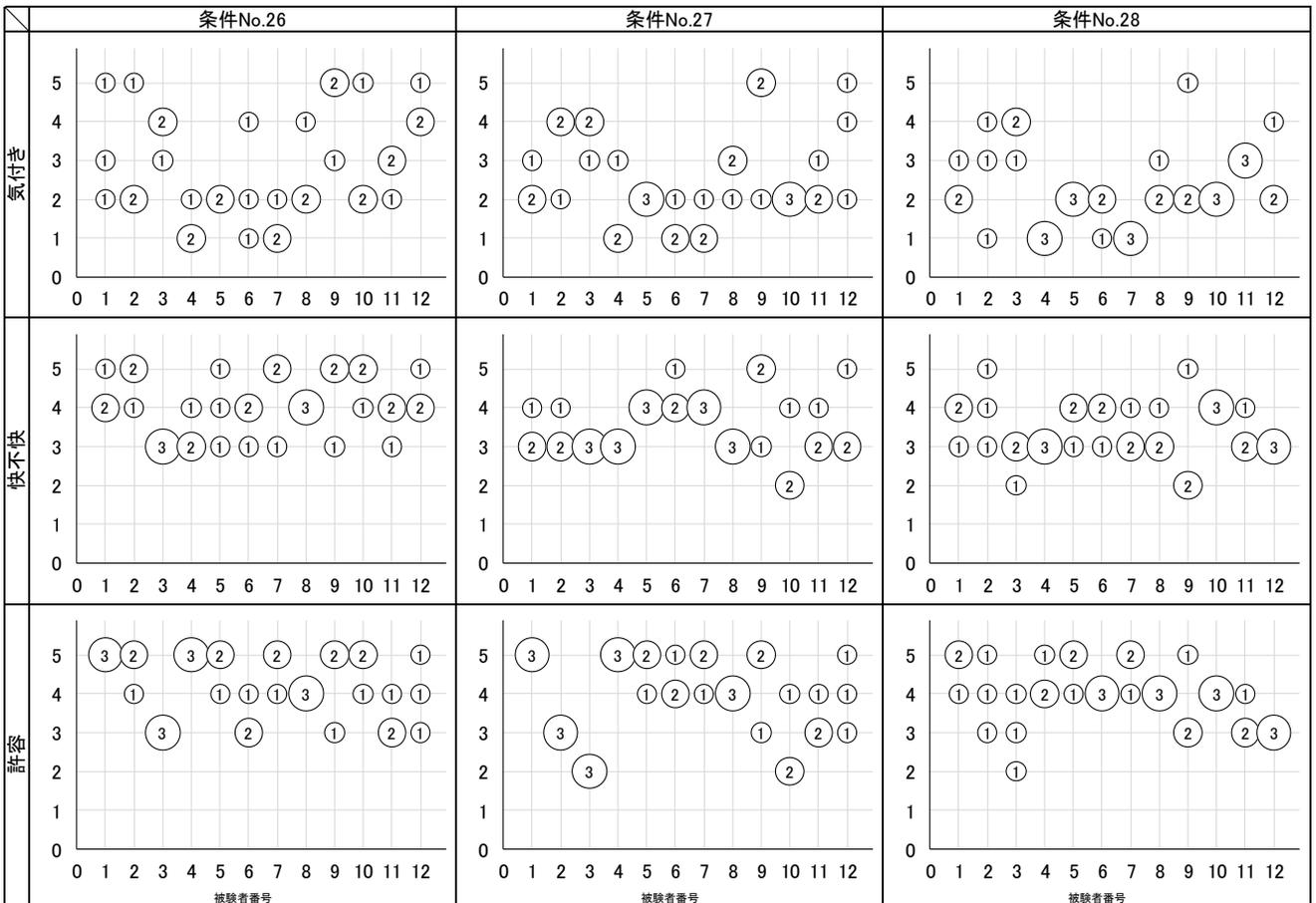


【実験6】高齢者

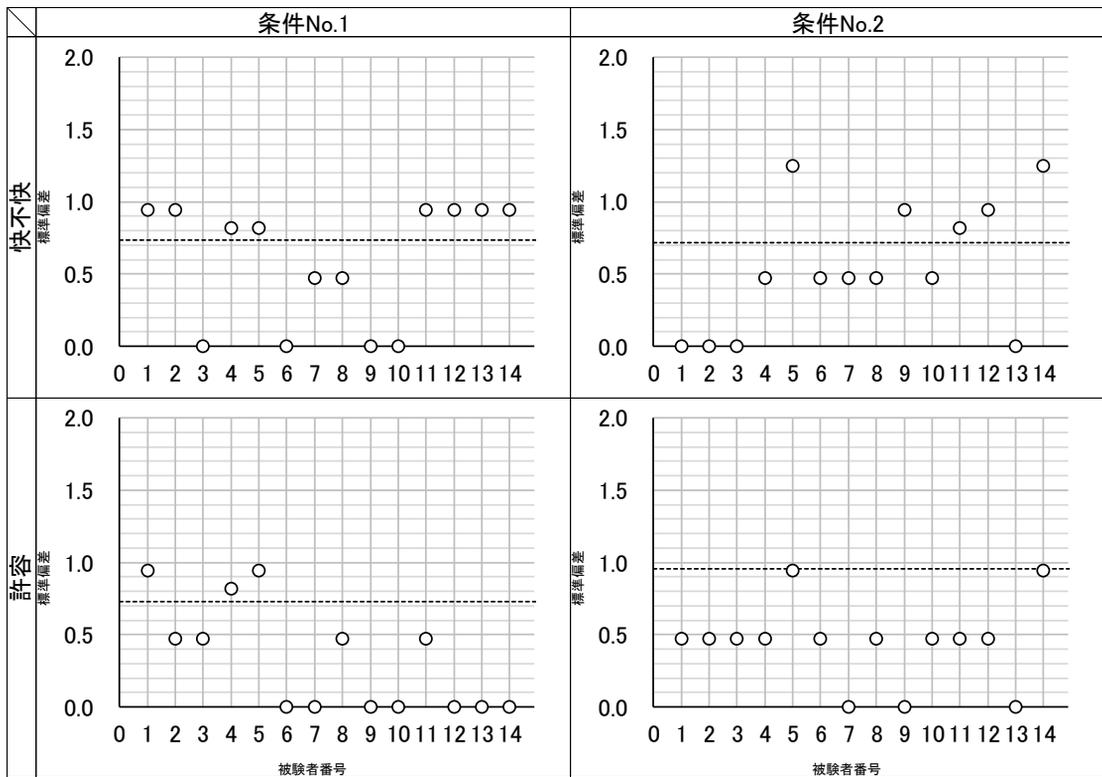
気付き 2: 気付かない 1: 気付く 快不快度 5: 快適 4: やや快適 3: どちらでもない 2: やや不快 1: 不快  
 色温度経時変化(量的) 許容度 5: 許容できる 4: やや許容できる 3: かなり許容できる 2: やや許容できない 1: 許容できない



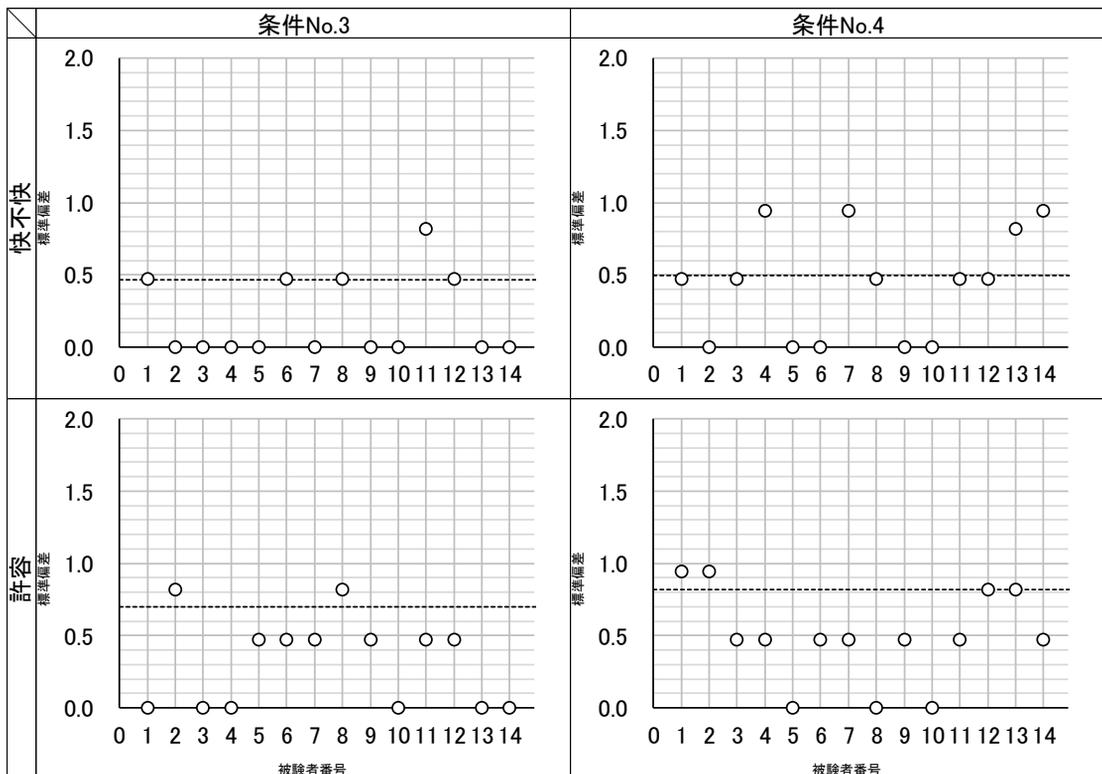
色温度経時変化(時間的)



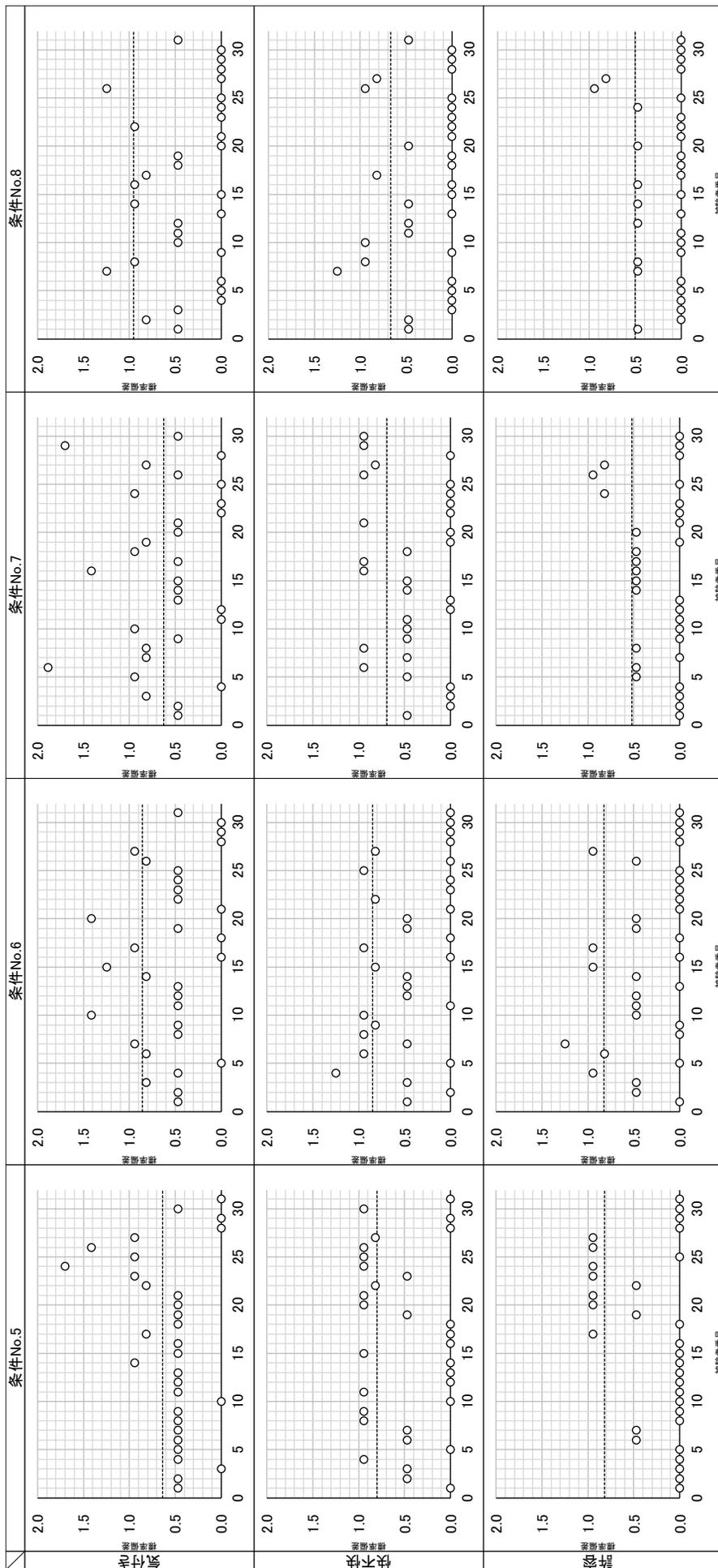
**【実験2】若齢者  
照度瞬時変化**



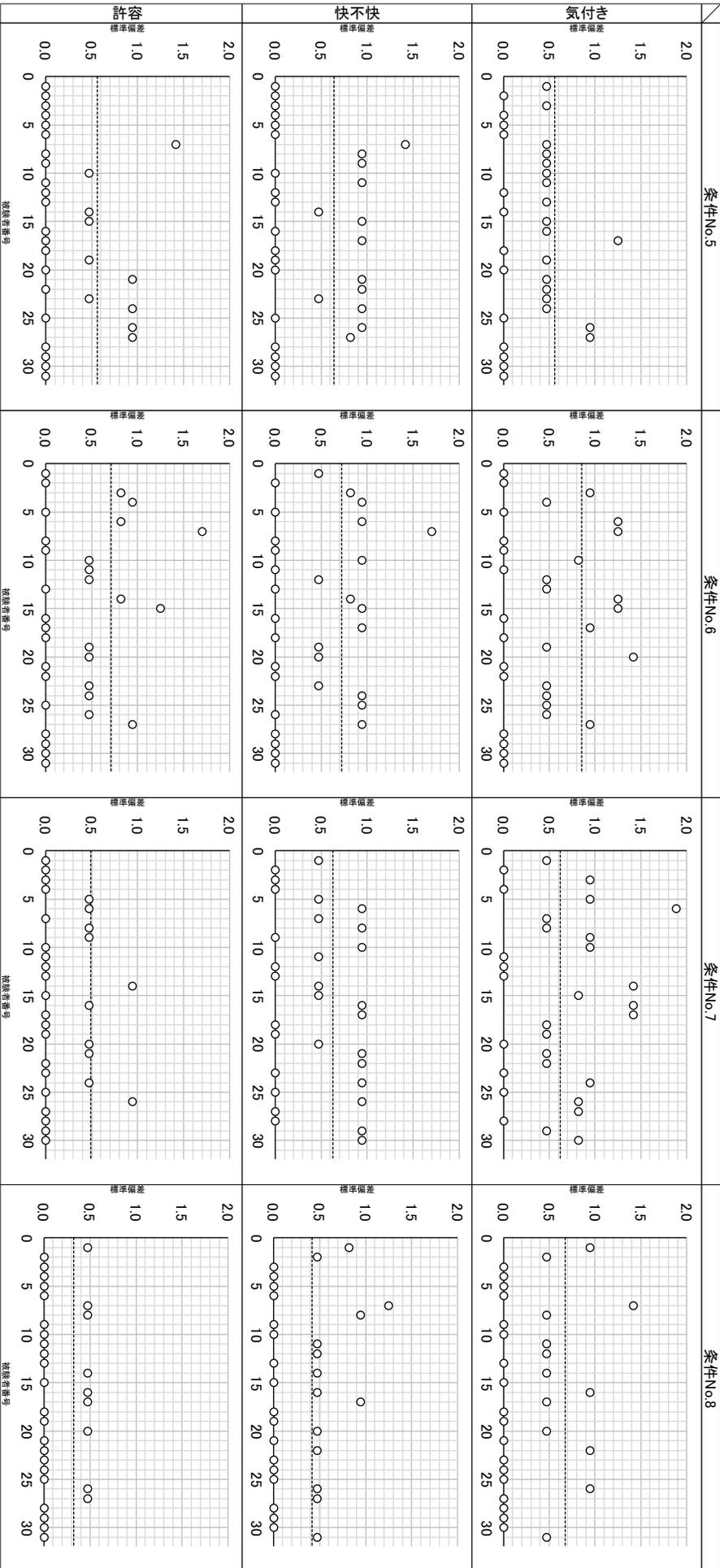
**【実験2】若齢者  
色温度瞬時変化**



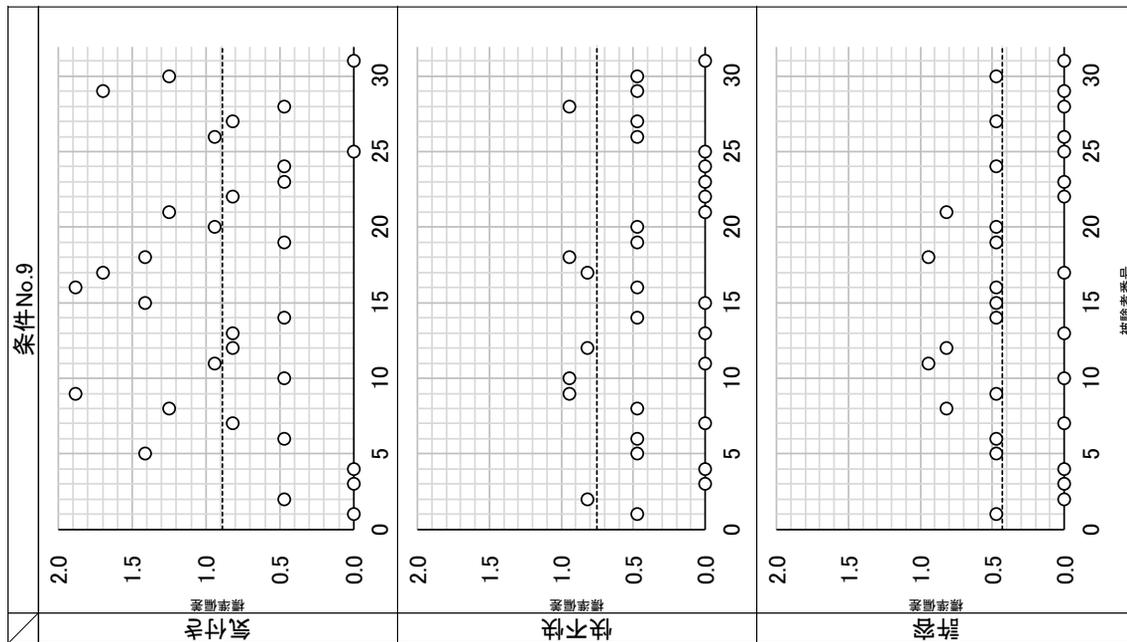
【実験3】若齢者  
照度経時変化(量的)



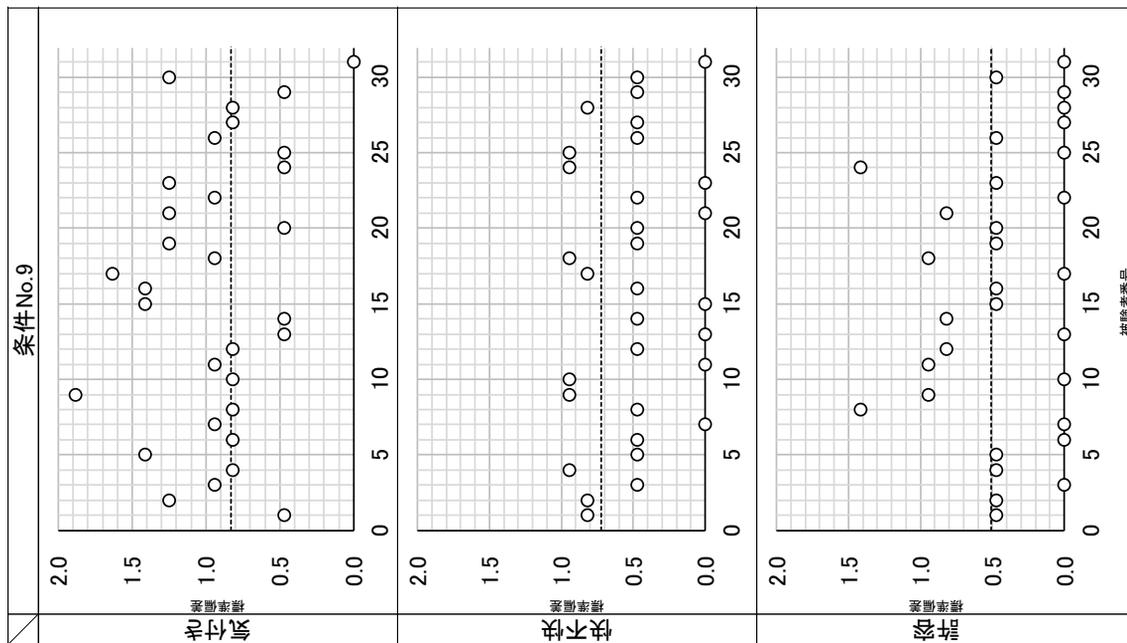
【実験3】若齢者  
照度経時変化(時間的)



【実験3】若齢者  
色温度経時変化(時間的)



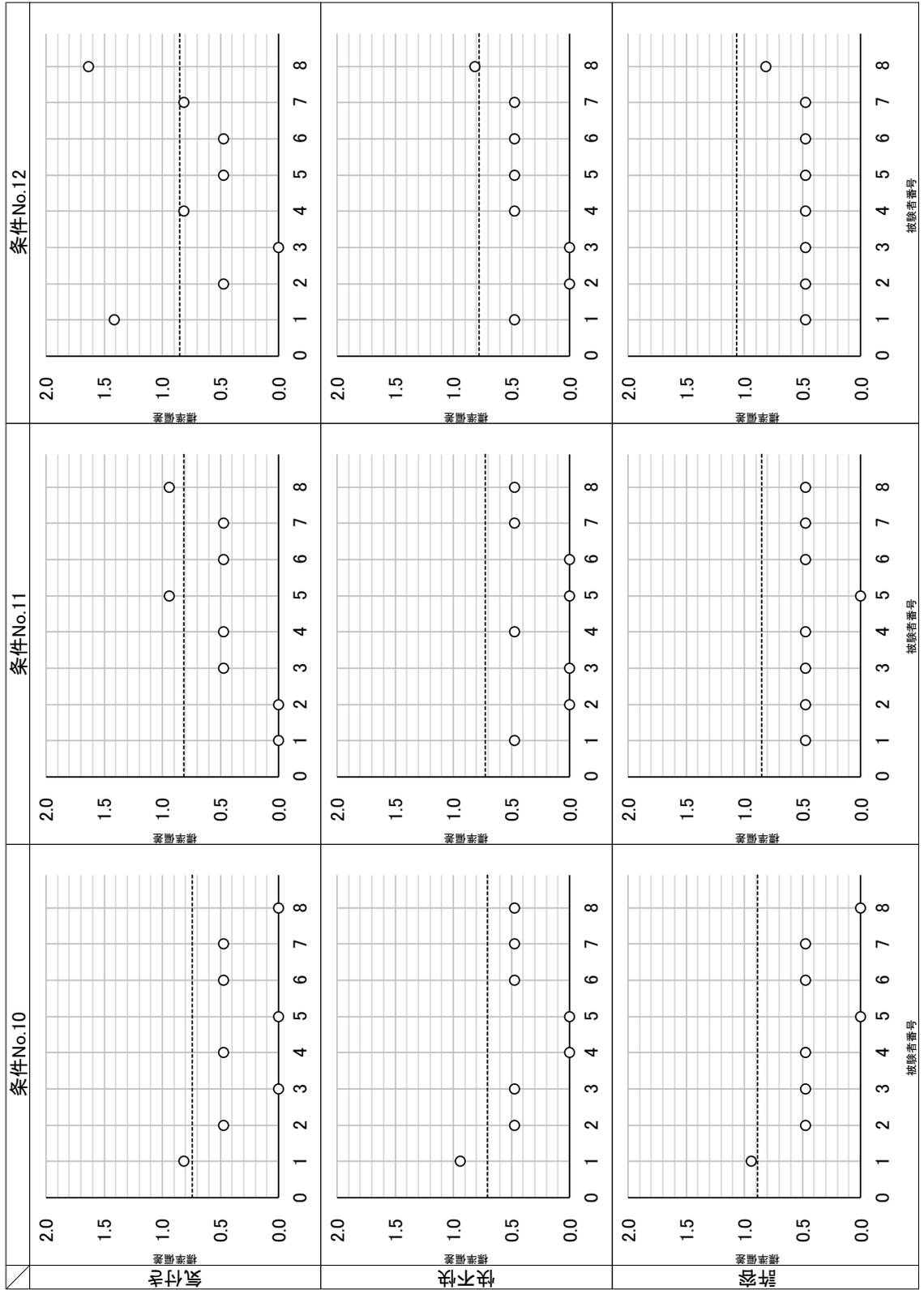
【実験3】若齢者  
色温度経時変化(量的)



【実験4】若齢者  
照度経時変化(量的)

|             | 条件No.10 | 条件No.11 | 条件No.12 |
|-------------|---------|---------|---------|
| 気付き<br>標準偏差 |         |         |         |
| 快不快<br>標準偏差 |         |         |         |
| 許容<br>標準偏差  |         |         |         |

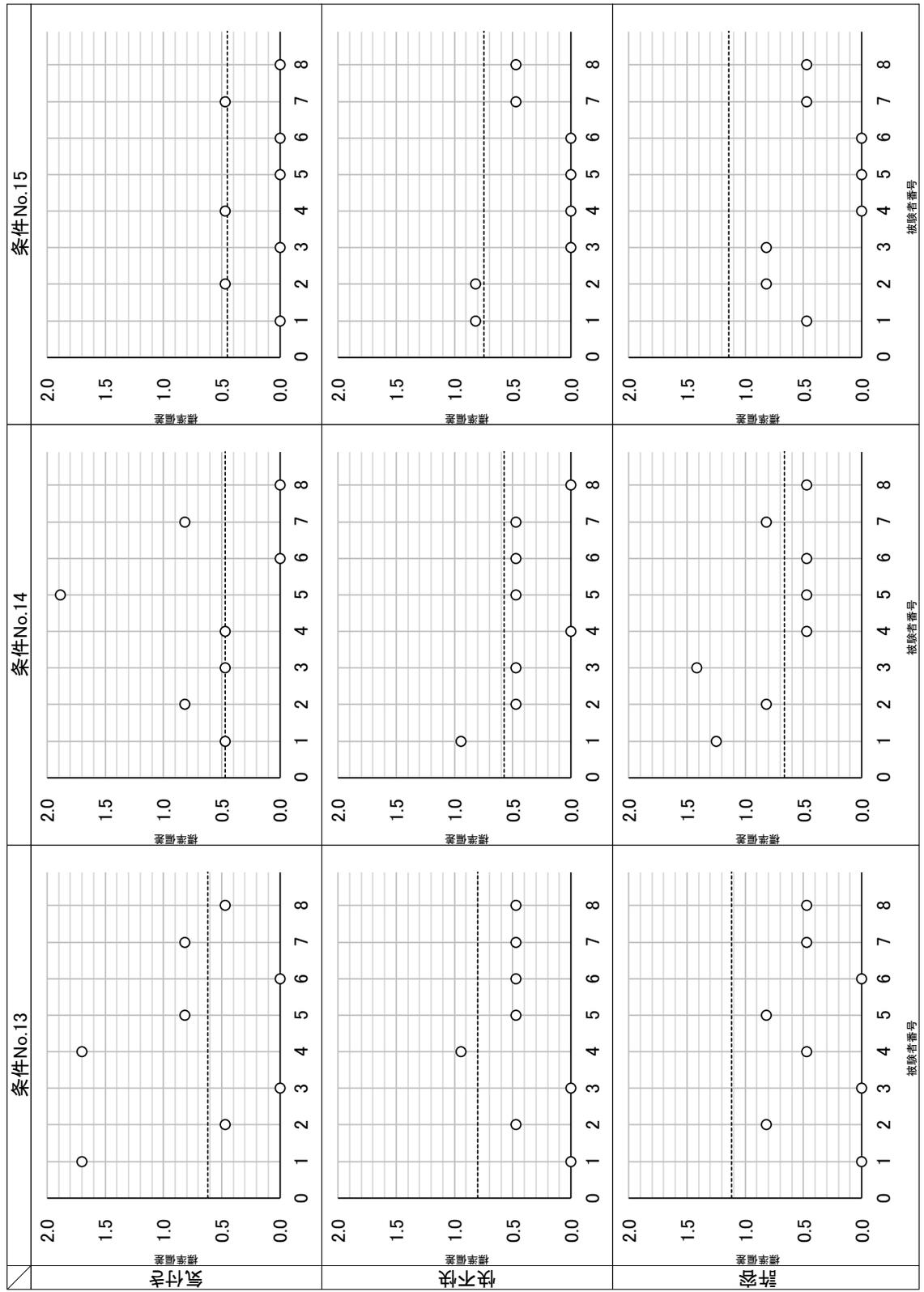
【実験4】若齢者  
照度経時変化(時間的)



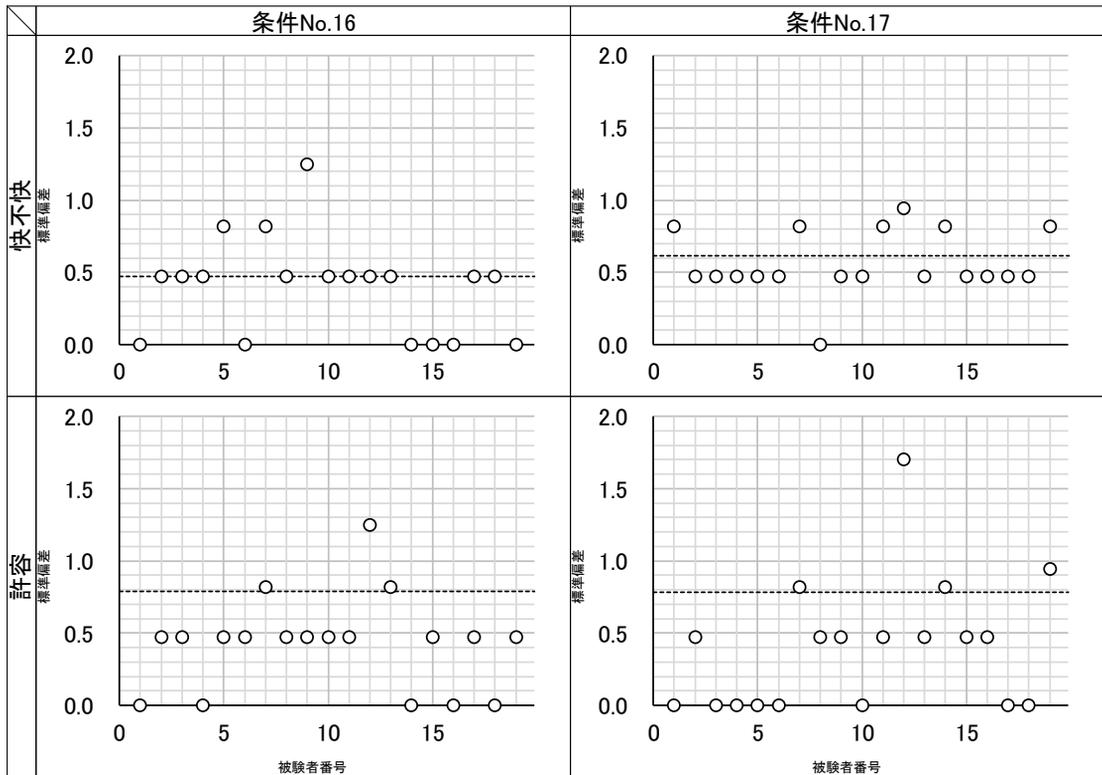
【実験4】若齢者  
色温度経時変化(量的)

|             | 条件No.13 | 条件No.14 | 条件No.15 |
|-------------|---------|---------|---------|
| 気付き<br>標準偏差 |         |         |         |
| 快不快<br>標準偏差 |         |         |         |
| 許容<br>標準偏差  |         |         |         |

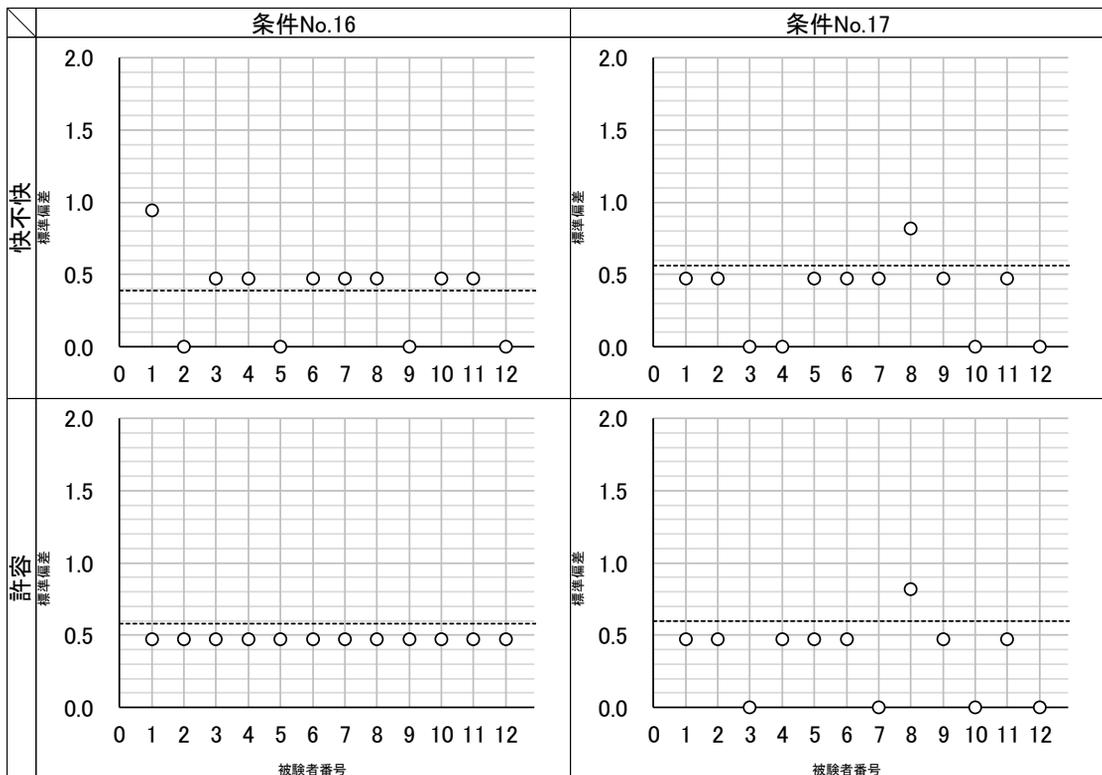
【実験4】若齢者  
色温度経時変化(時間的)



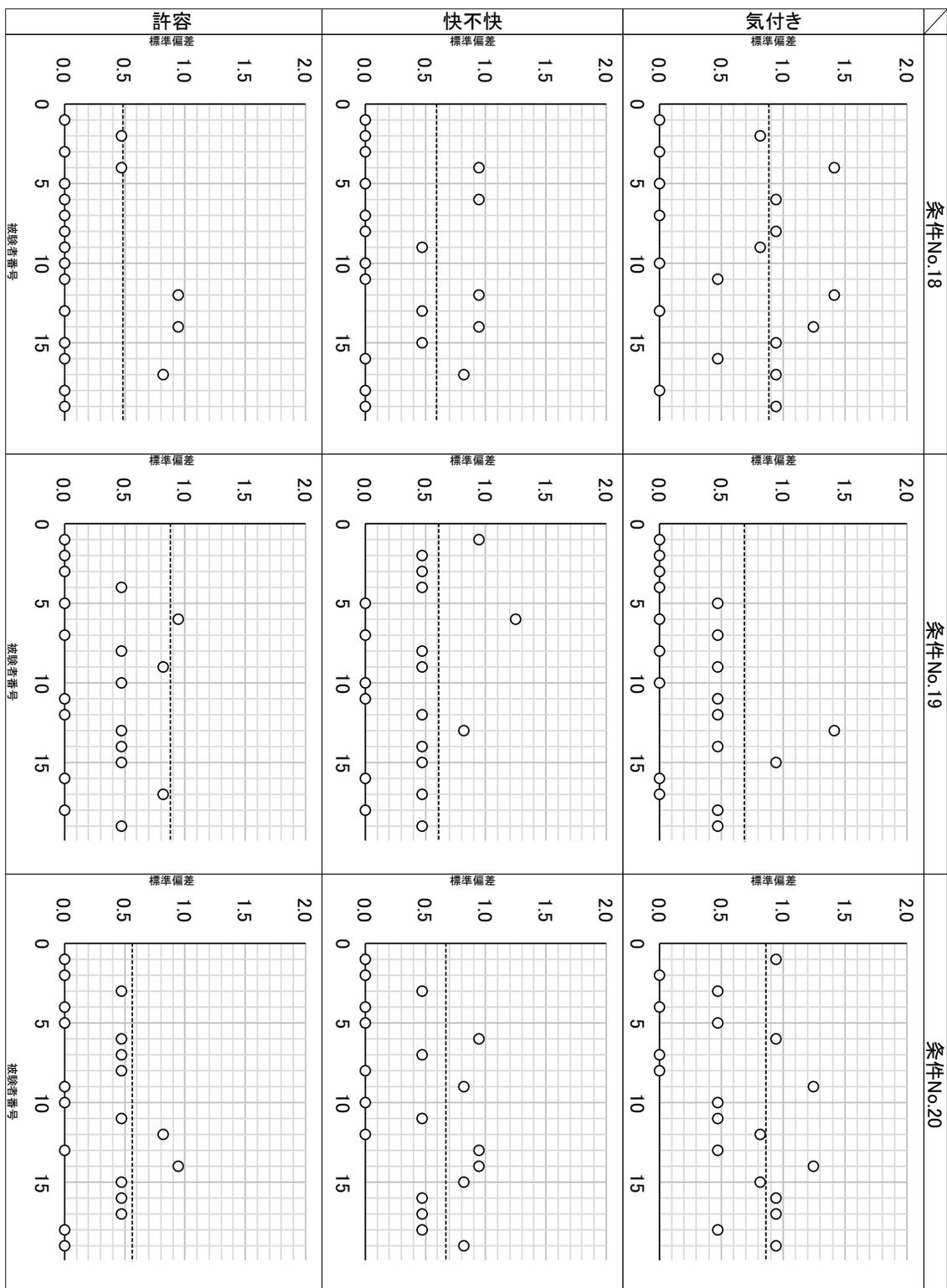
**【実験2】若齢者  
照度瞬時変化**



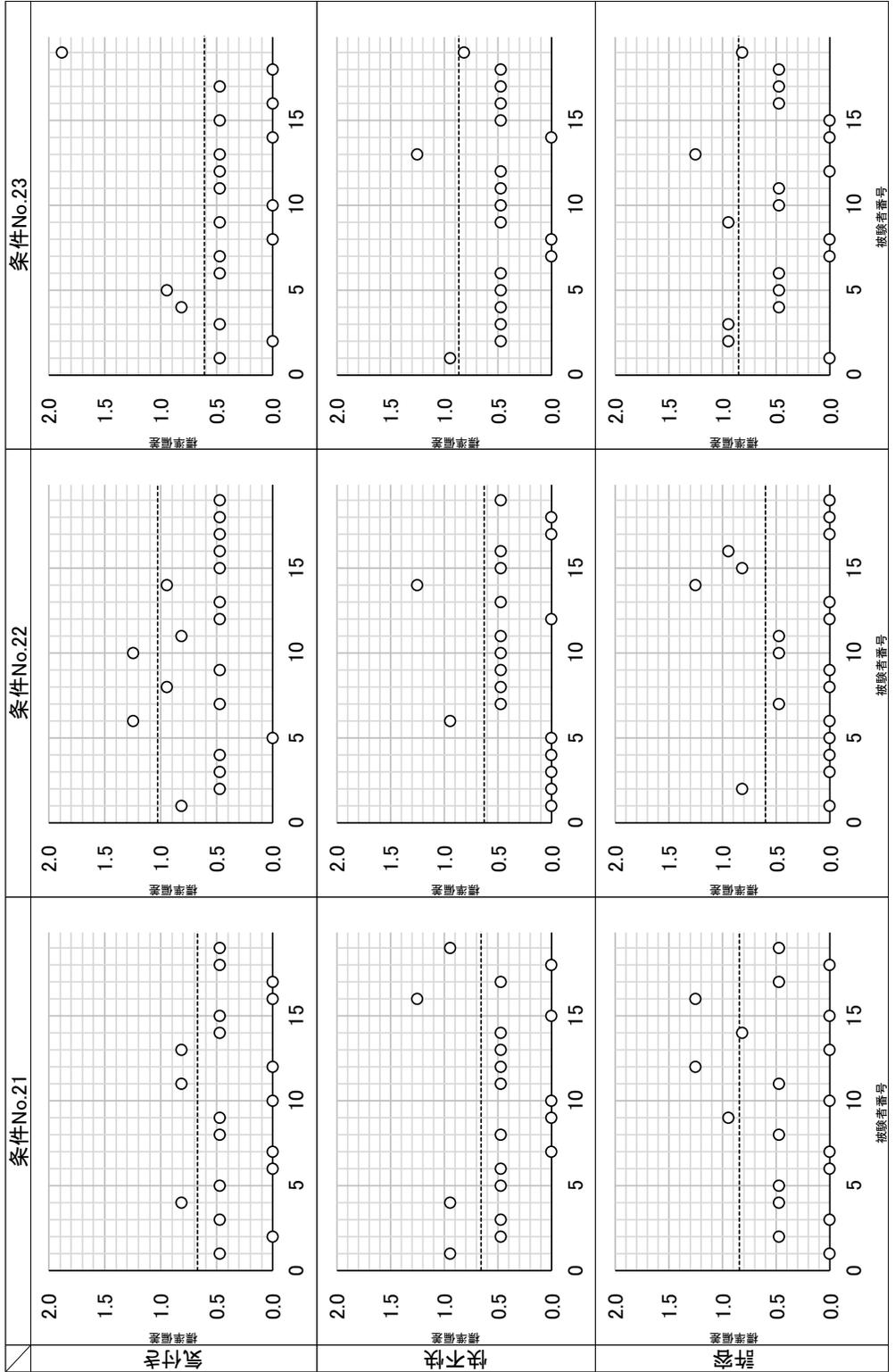
**【実験2】高齢者  
照度瞬時変化**



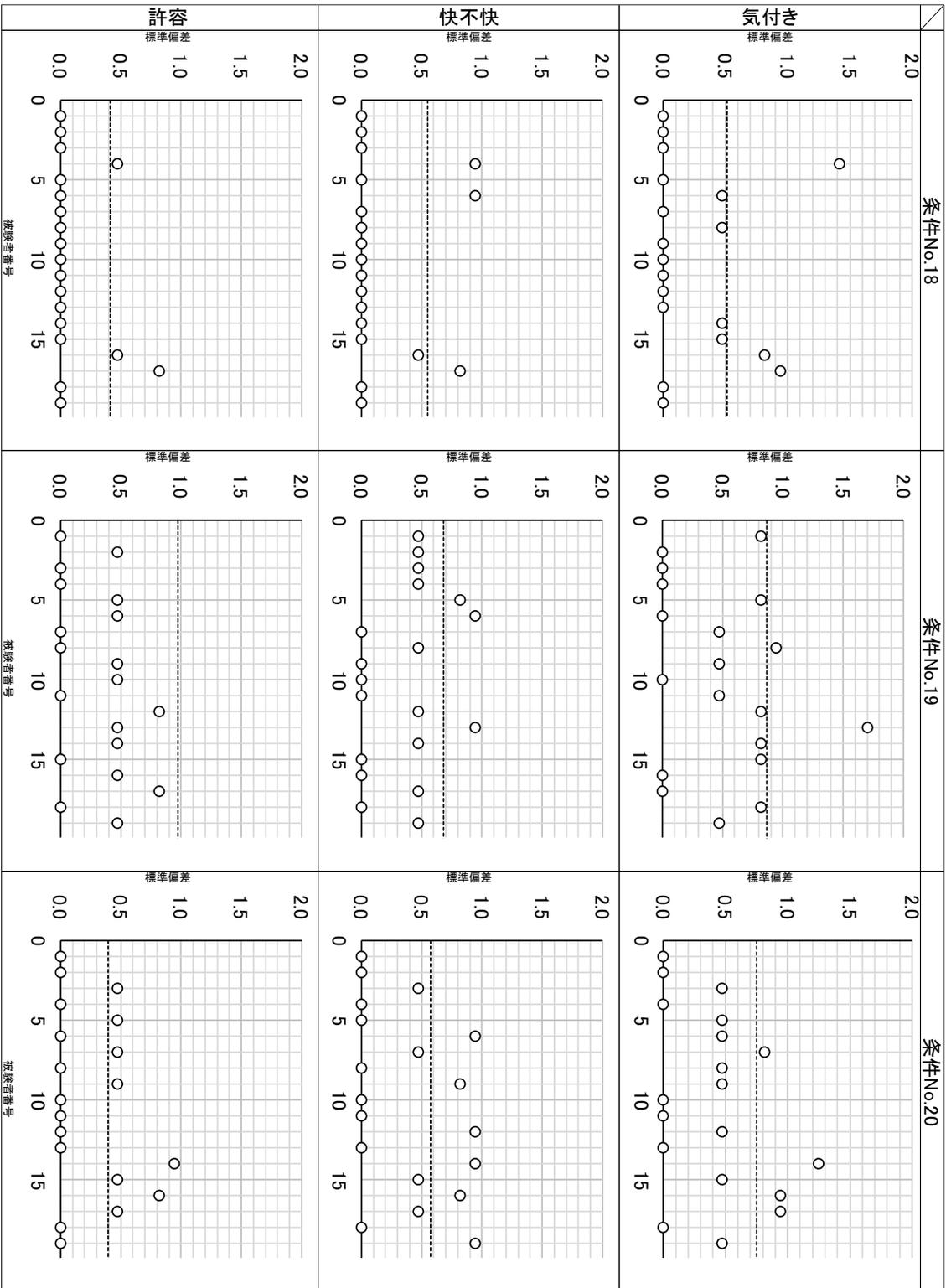
【実験5】若齢者  
照度経時変化(量的)



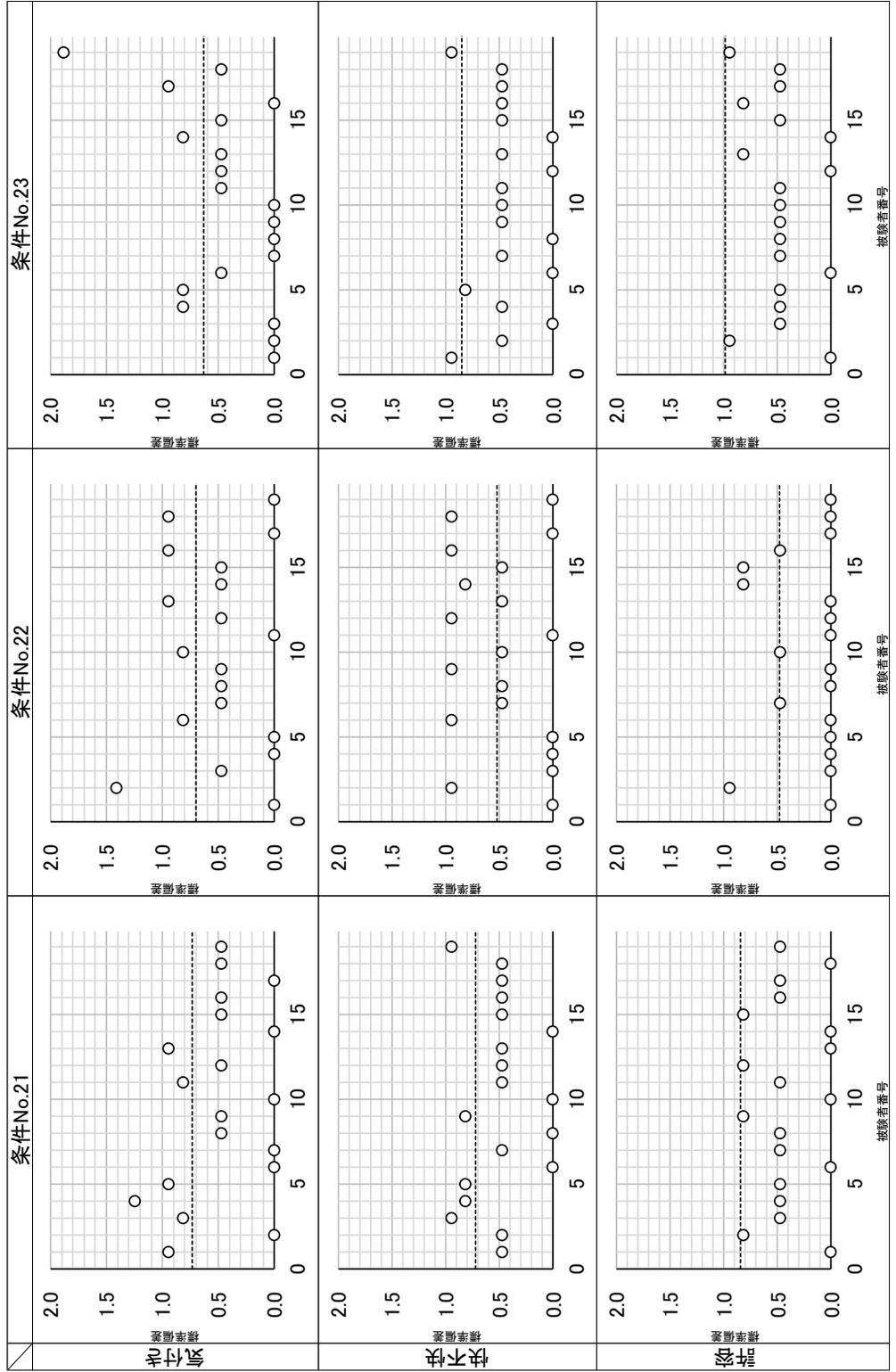
**【実験5】若齢者  
照度経時変化(量的)**



【実験5】若齢者  
照度経時変化(時間的)



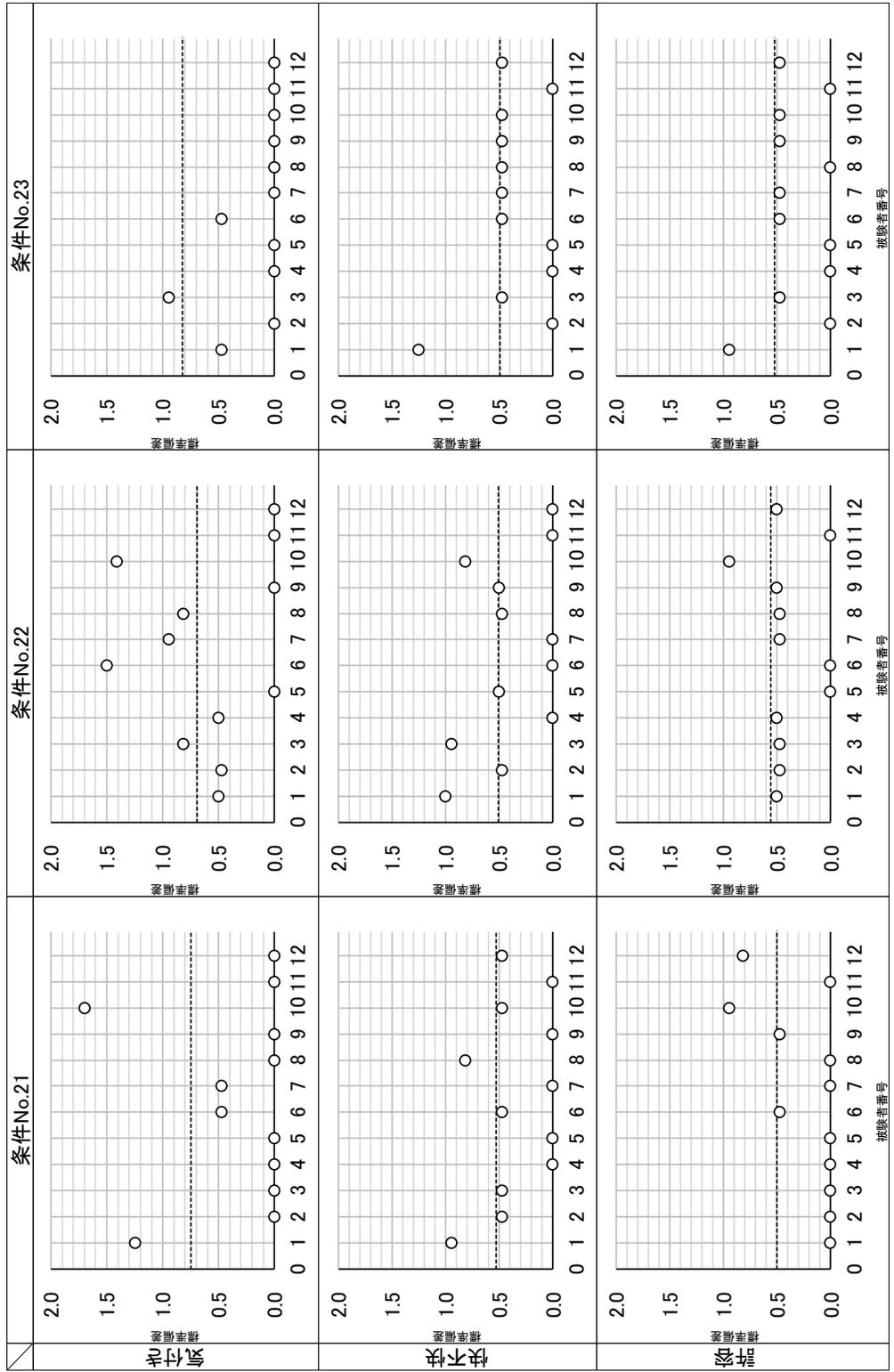
【実験5】若齢者  
照度経時変化(時間的)



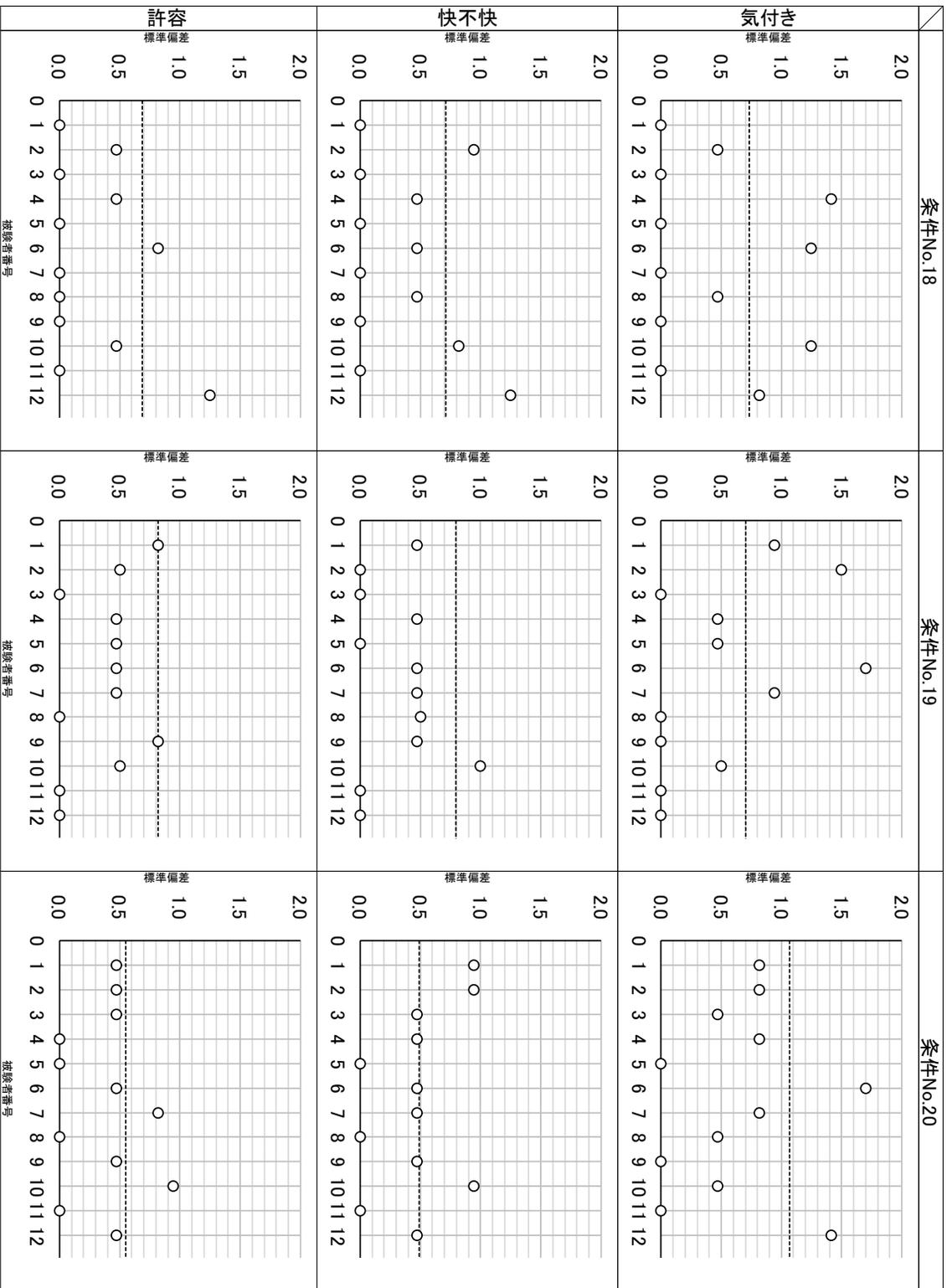
【実験5】高齢者  
照度経時変化(量的)

|             | 条件No.18 | 条件No.19 | 条件No.20 |
|-------------|---------|---------|---------|
| 気付き<br>標準偏差 |         |         |         |
| 快不快<br>標準偏差 |         |         |         |
| 許容<br>標準偏差  |         |         |         |

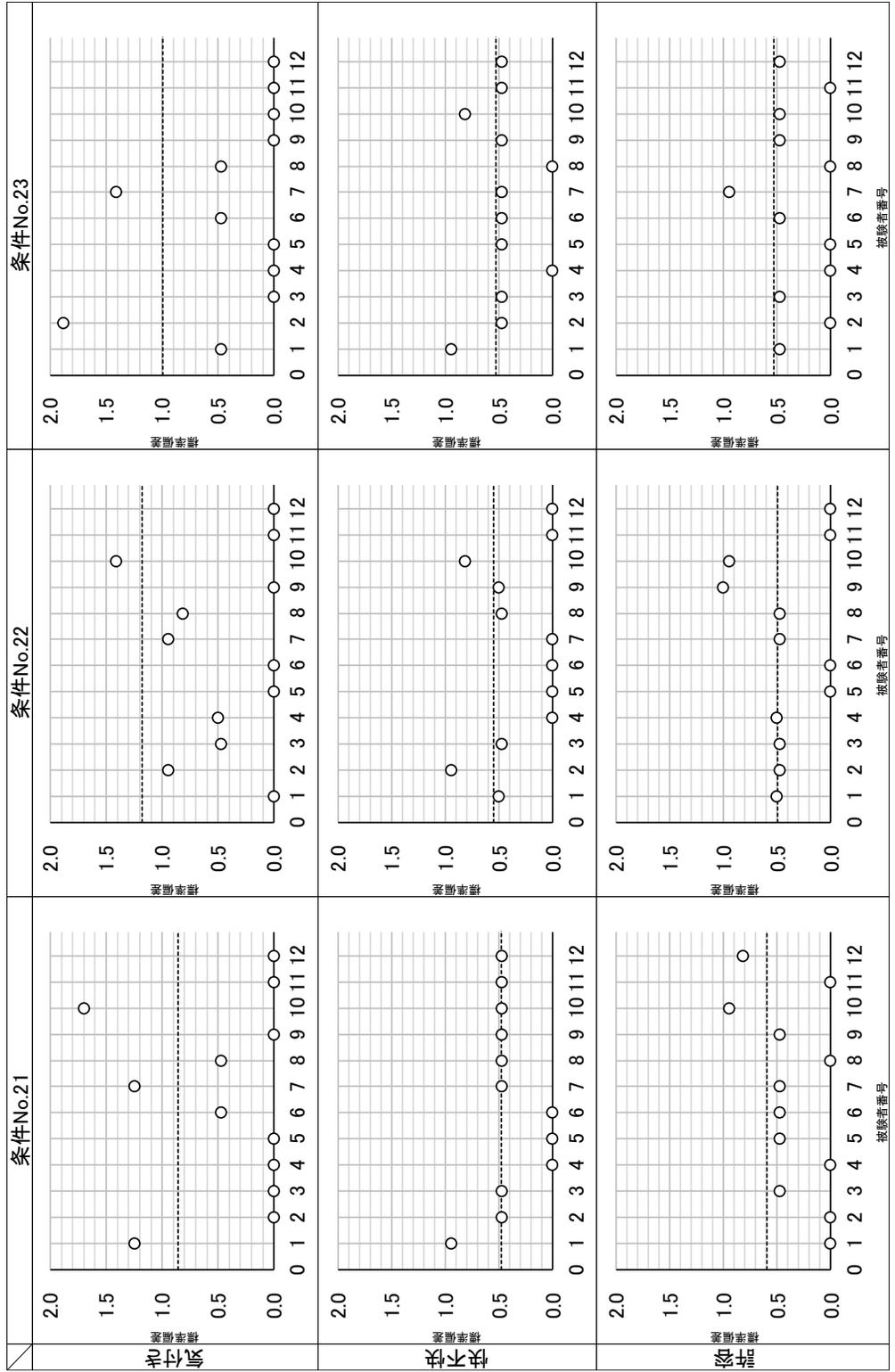
【実験5】高齢者  
照度経時変化(量的)



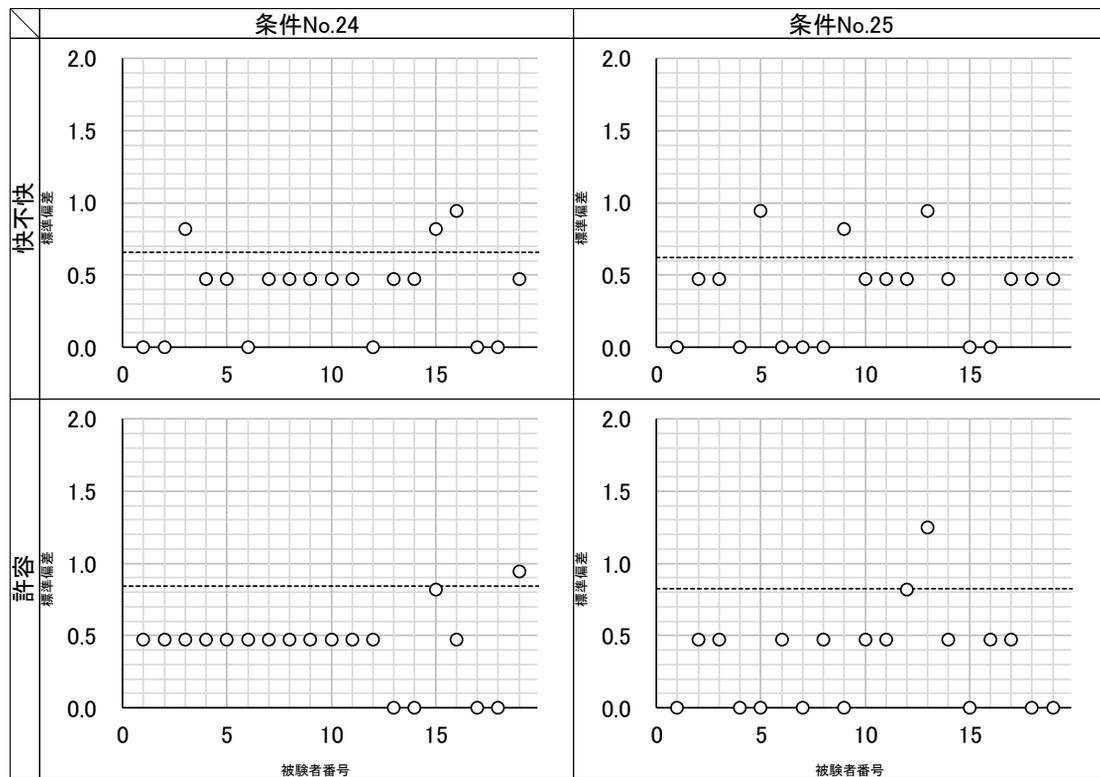
【実験5】高齢者  
照度経時変化(時間的)



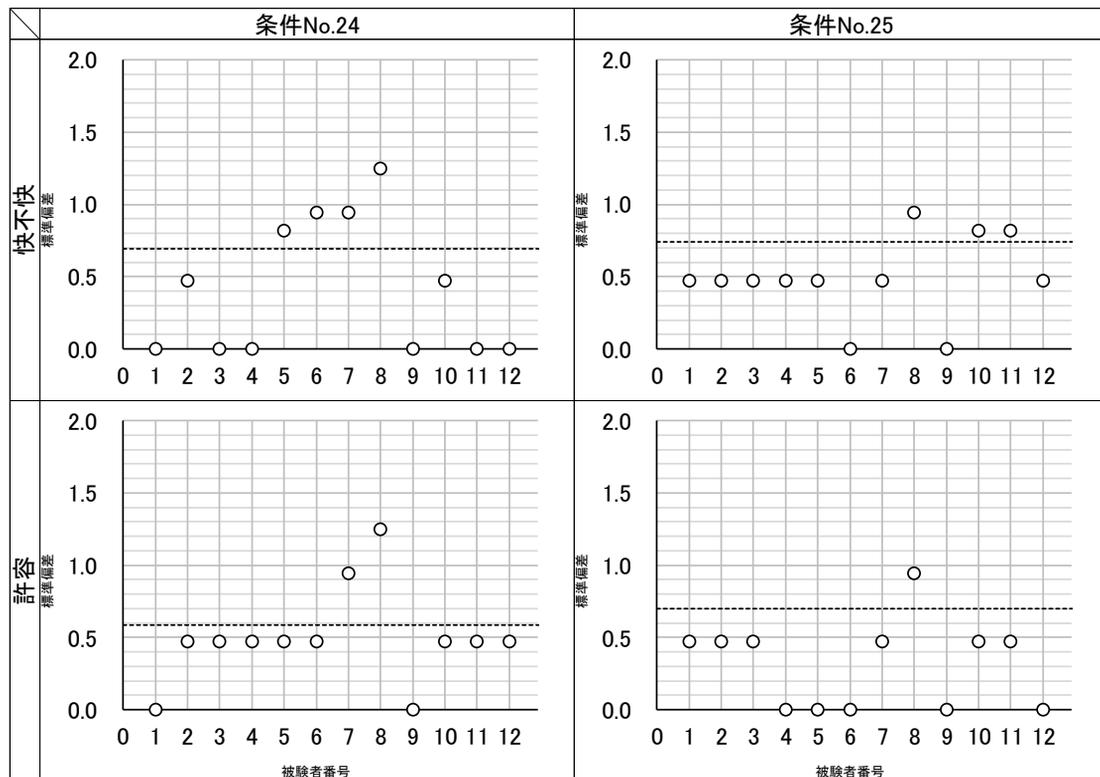
【実験5】高齢者  
照度経時変化(時間的)



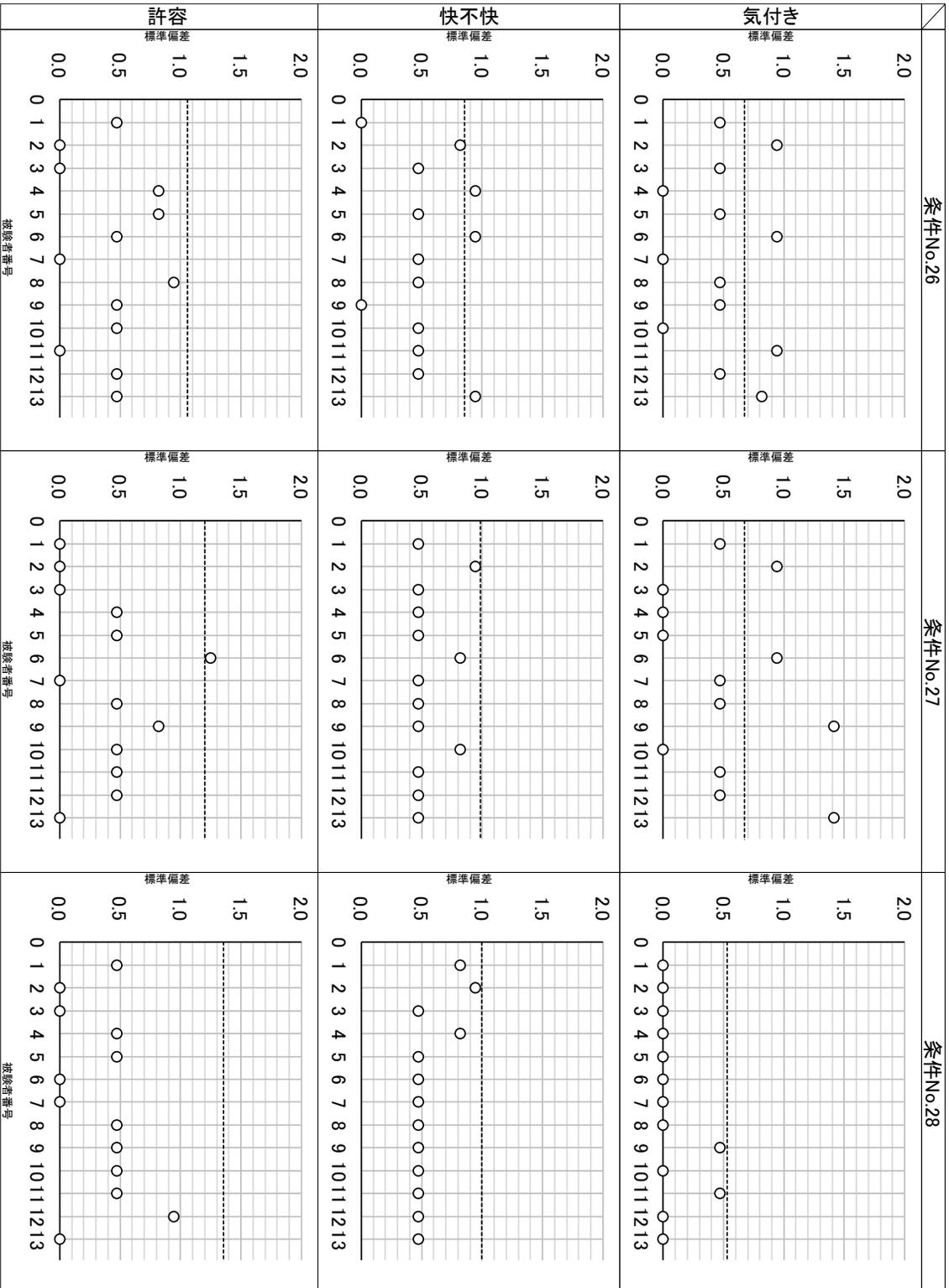
**【実験5】若齢者  
色温度経時変化**



**【実験5】高齢者  
色温度瞬時変化**



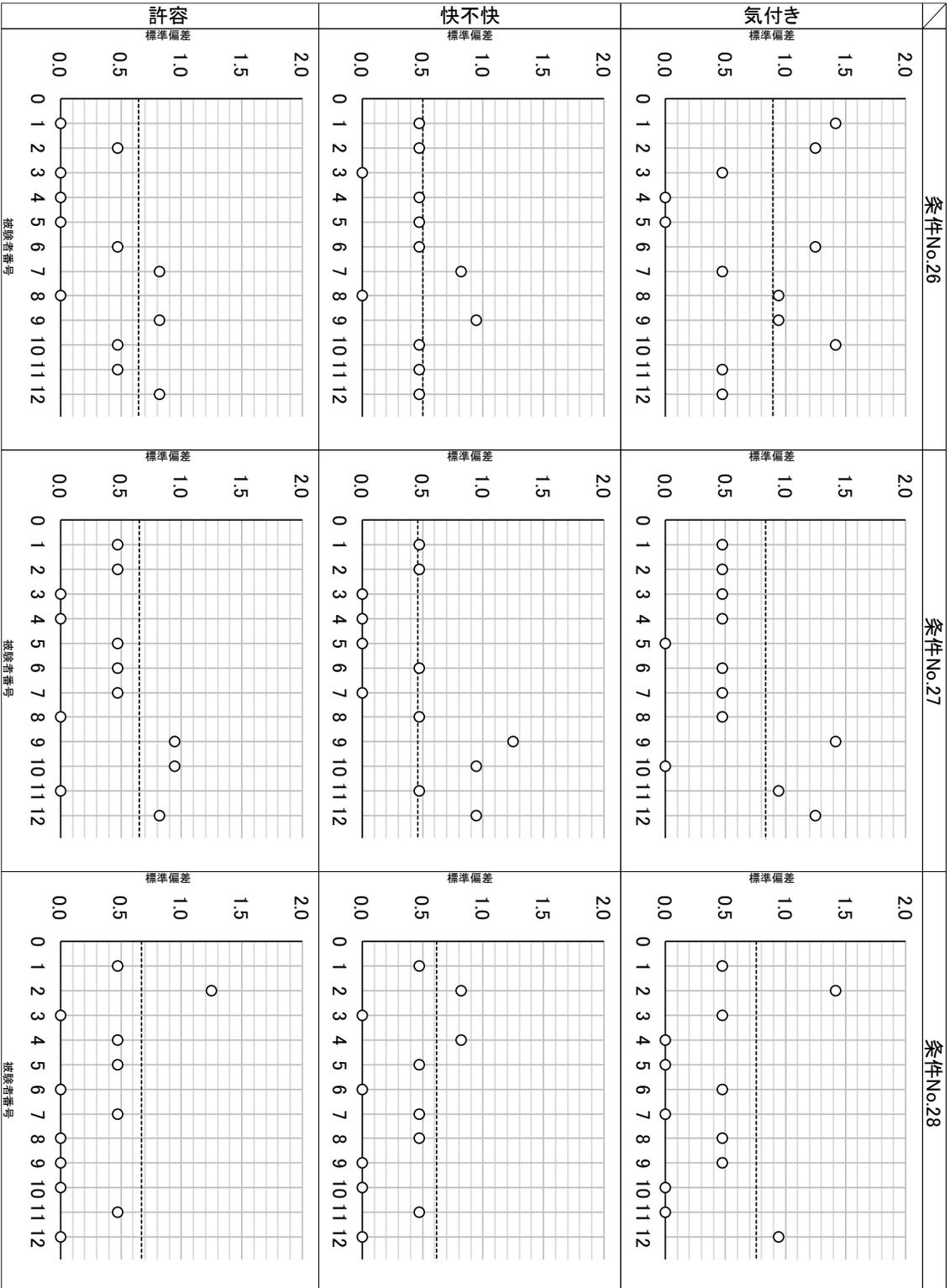
【実験6】若齢者  
色温度経時変化(量的)



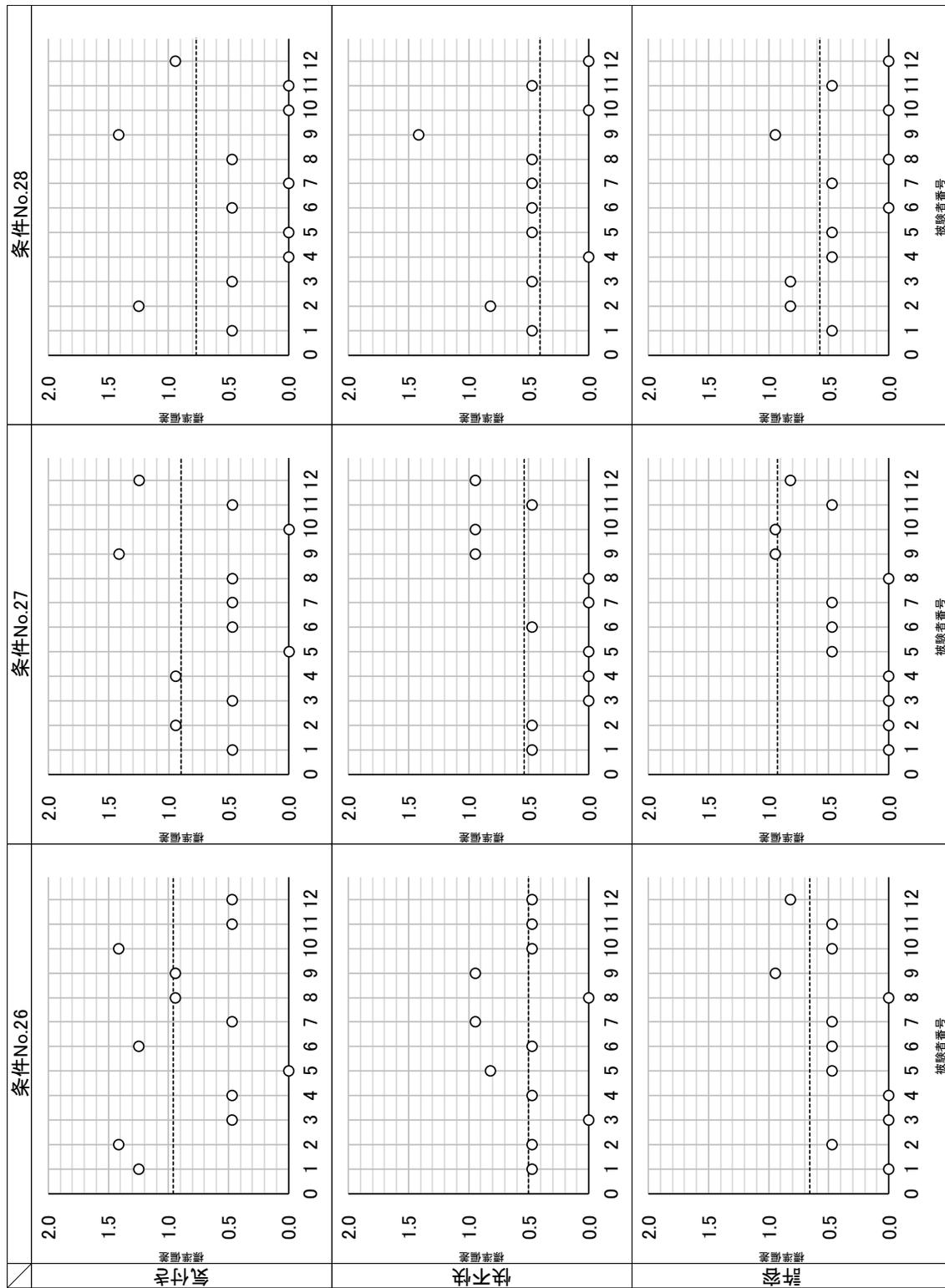
**【実験5】若齢者  
色温度経時変化(時間的)**

|     | 条件No.26 | 条件No.27 | 条件No.28 |
|-----|---------|---------|---------|
| 若齢者 |         |         |         |
| 成長期 |         |         |         |
| 若齢者 |         |         |         |

【実験6】高齢者  
色温度経時変化(量的)

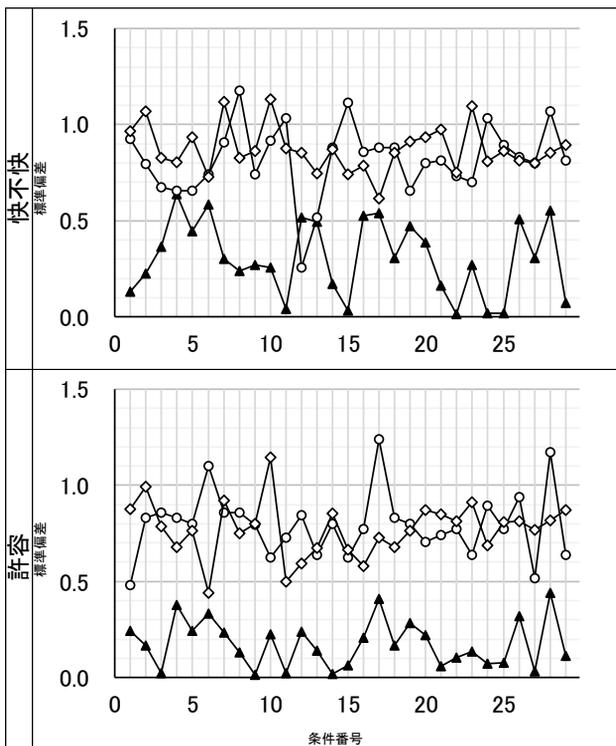


【実験5】高齢者  
色温度経時変化(時間的)

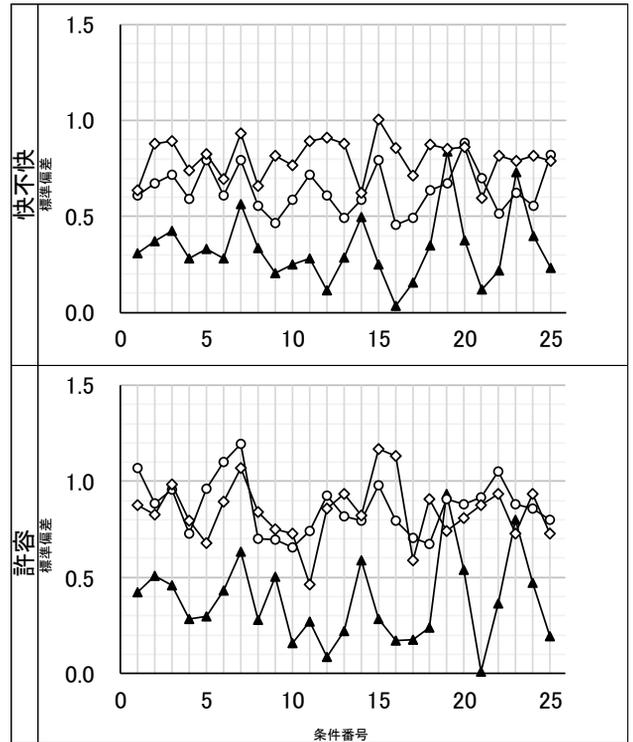


【実験2と実験5】若齢者

照度瞬時変化

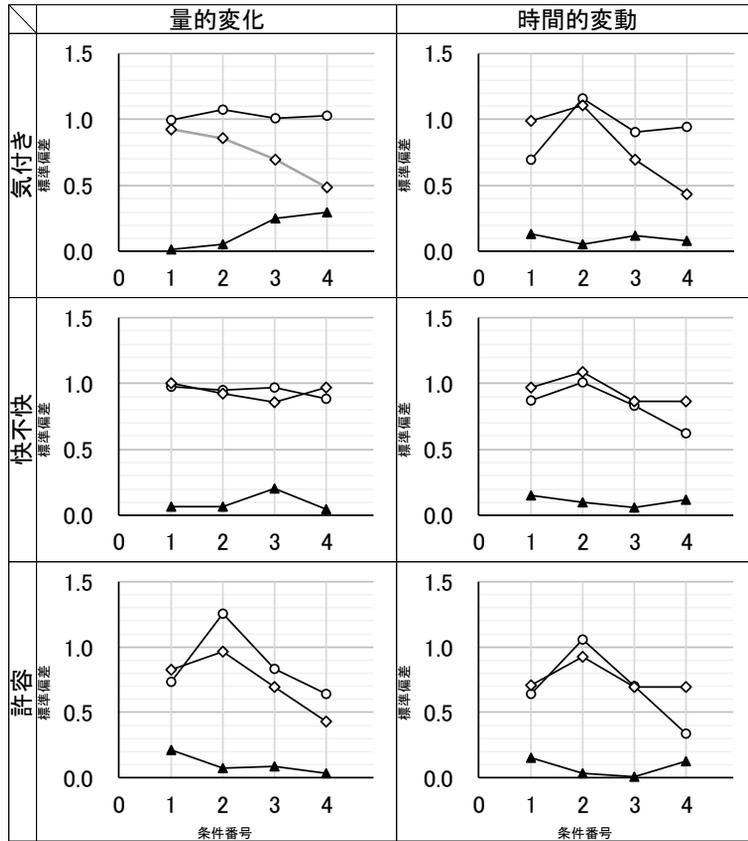


色温度瞬時変化



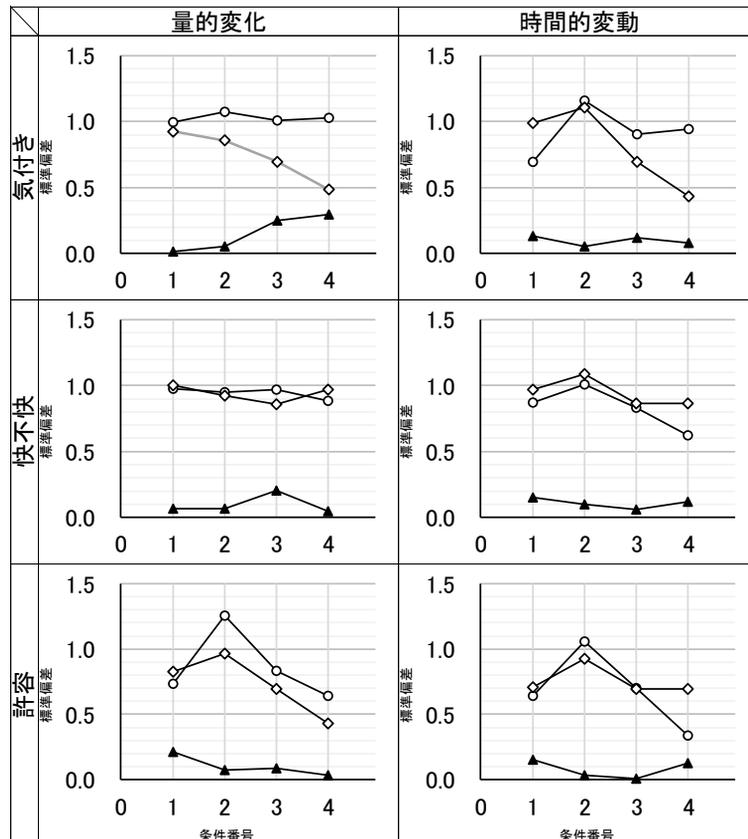
**【実験3と実験4】若齢者  
照度経時変化**

○:個人間誤差(実験3) ◇:個人間誤差(実験4) ▲:実験間誤差



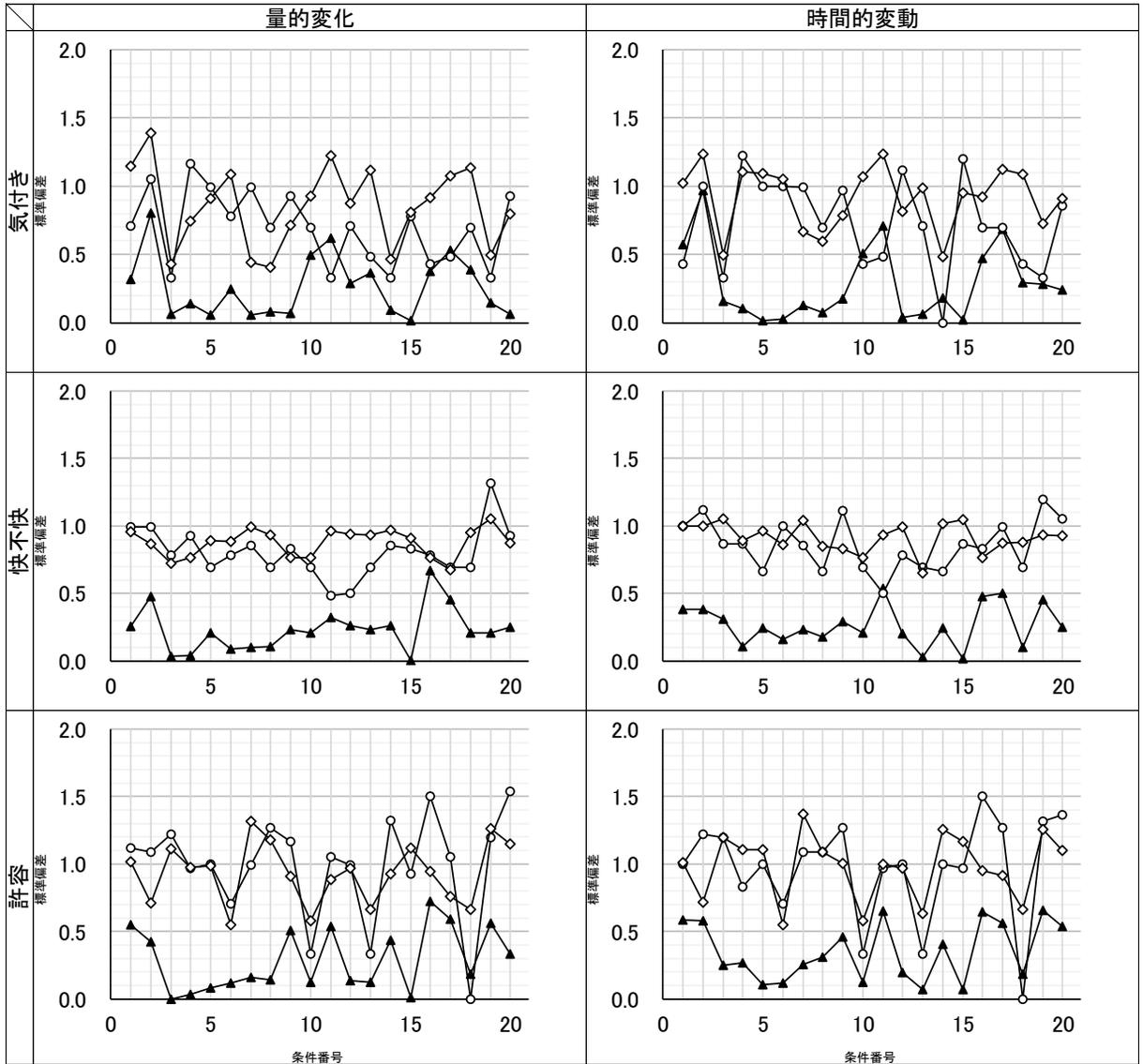
**【実験3と実験5】若齢者  
照度経時変化**

○:個人間誤差(実験3) ◇:個人間誤差(実験5) ▲:実験間誤差



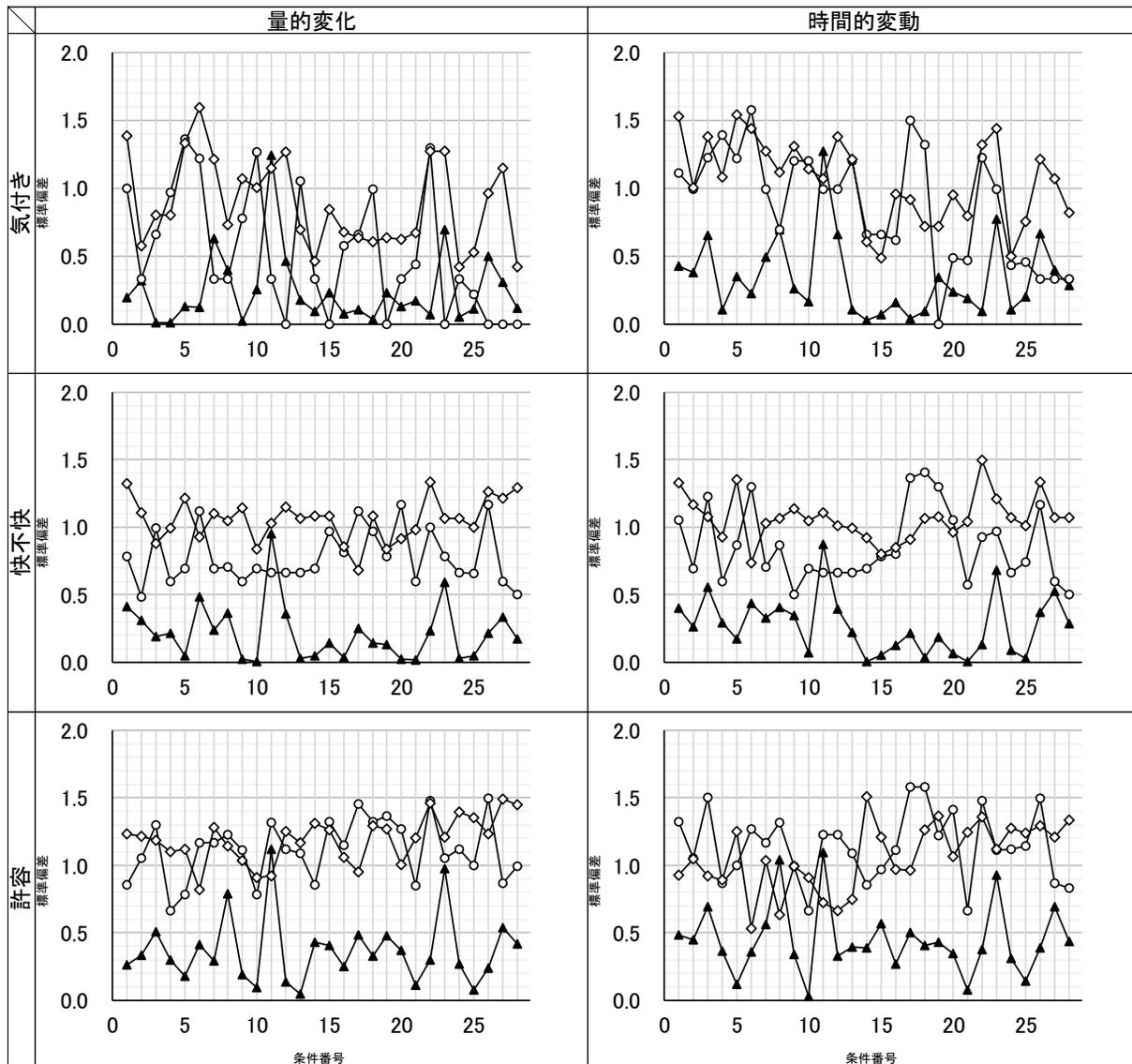
【実験4と実験5】若齢者  
照度経時変化

○:個人間誤差(実験4) ◇:個人間誤差(実験5) ▲:実験間誤差



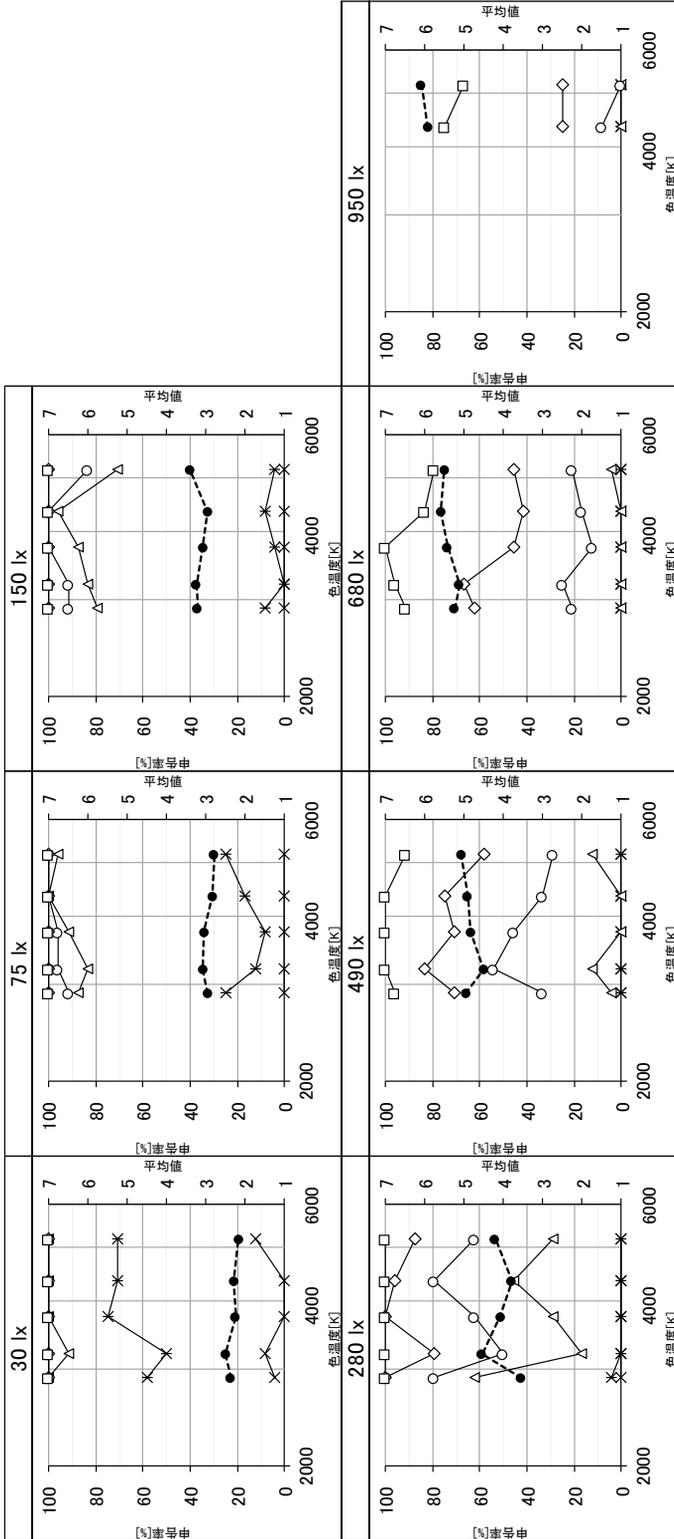
**【実験4と実験6】若齢者  
色温度経時変化**

○:個人間誤差(実験4) ◇:個人間誤差(実験6) ▲:実験間誤差

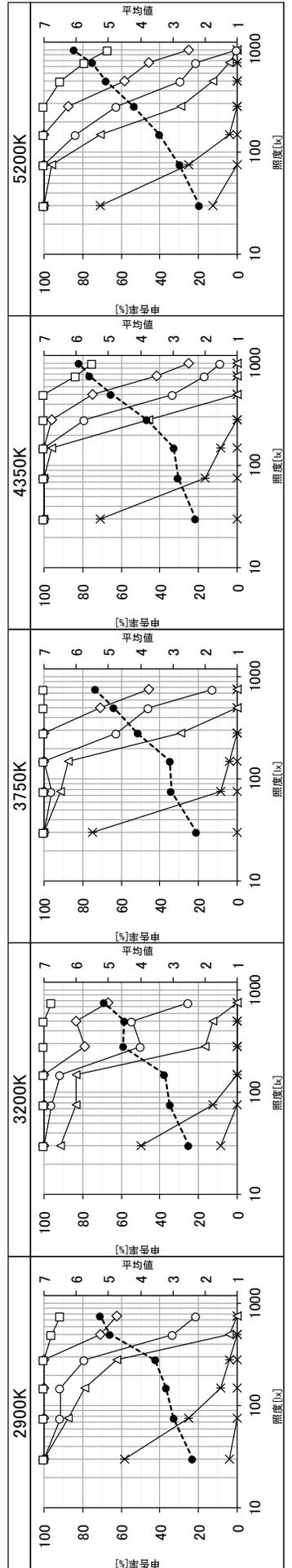


×：非常に暗い \*：～暗い △：～やや暗い ○：～どちらでもない ◇：～やや明るい □：～明るい

【実験6】若齢者 暗い側からの累積申告率と色温度の関係

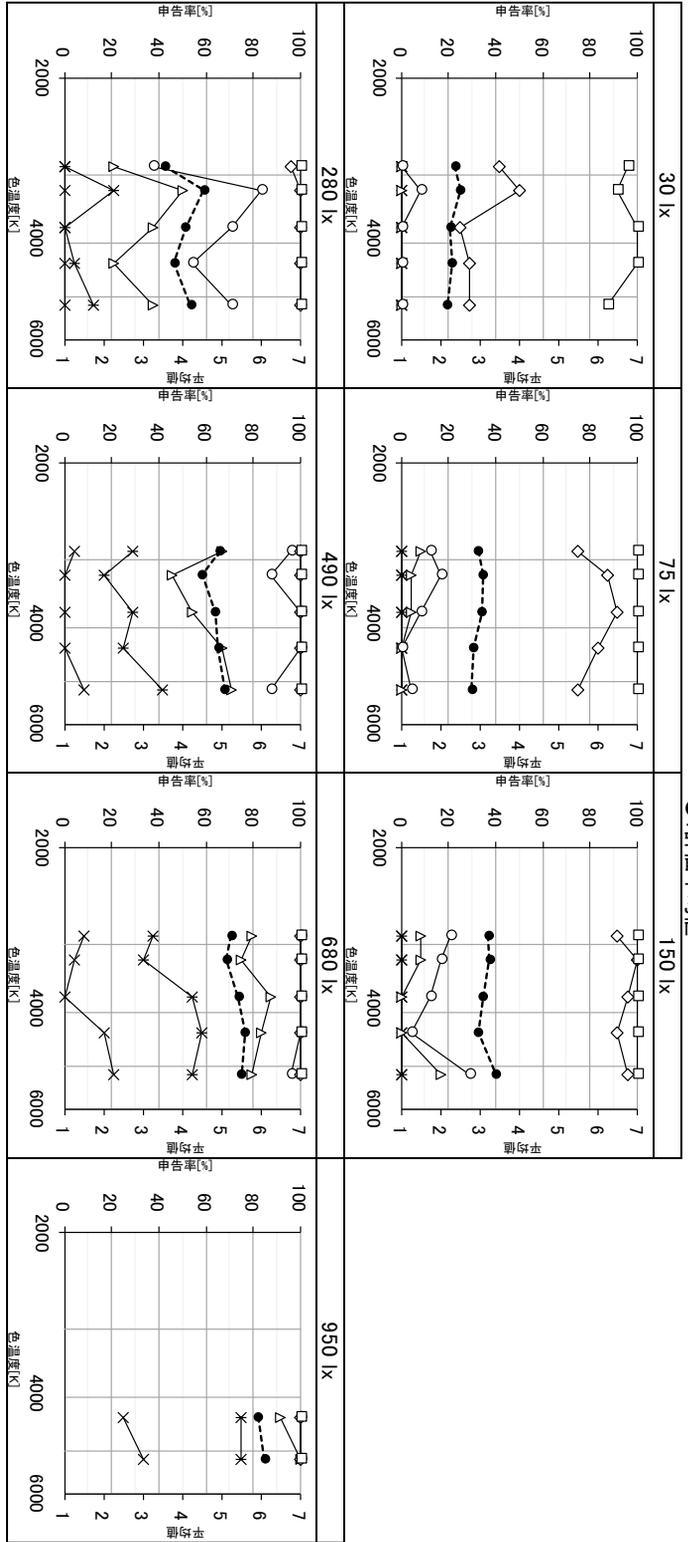


【実験6】若齢者 暗い側からの累積申告率と照度の関係

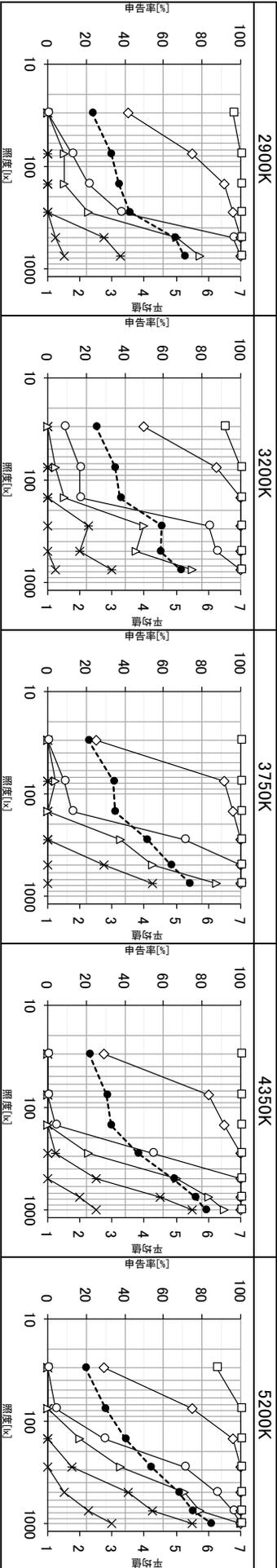


【実験6】若齢者 明るい側からの累積申告率と色温度の関係

×：非常に明るい \*：～明るい △：～やや明るい ○：～どちらでもない ◇：～やや暗い □：～暗い  
●：評価平均値

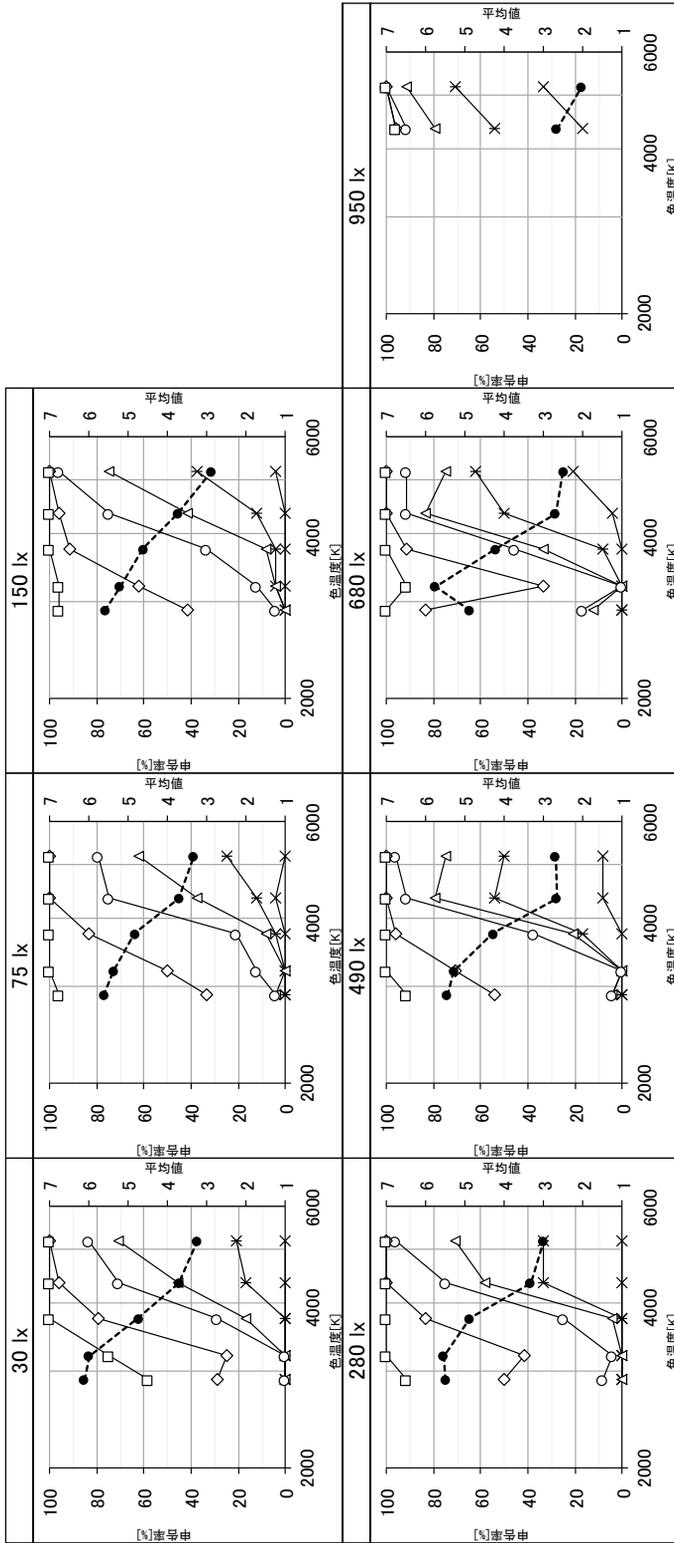


【実験6】若齢者 明るい側からの累積申告率と照度の関係

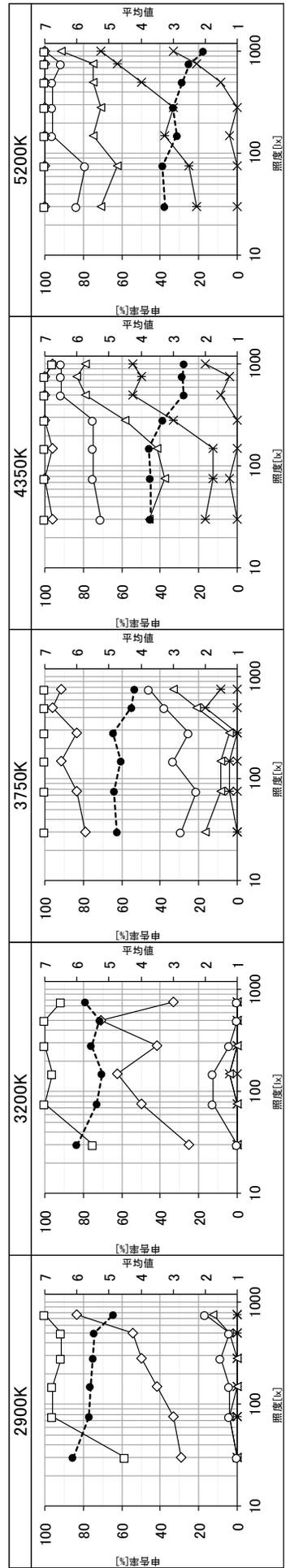


×:非常に色味のない \* :~色味のない △:~やや色味のない ○:~どちらでもない ◇:~やや色味のある □:~色味のある  
 ●:評価平均値

【実験6】若齢者 色味のない側からの累積申告率と色温度の関係

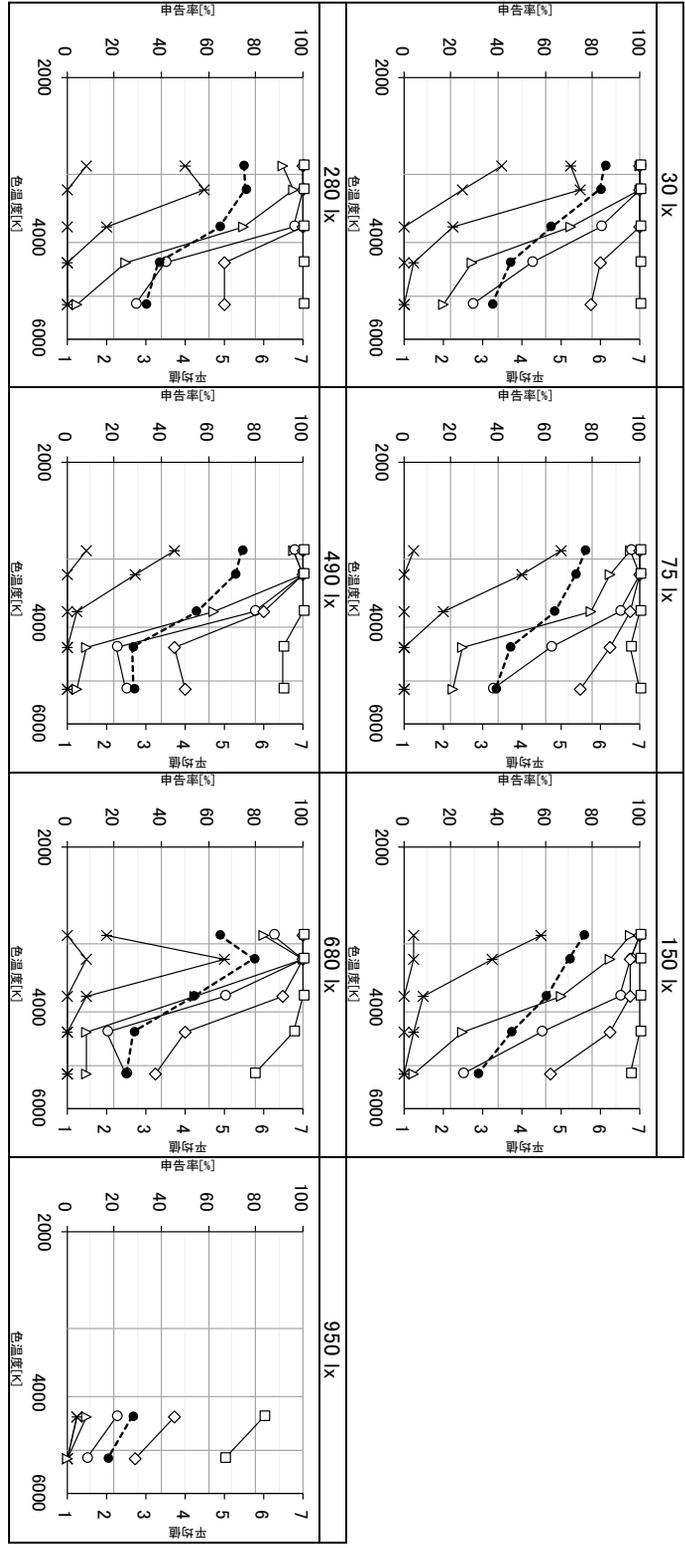


【実験6】若齢者 色味のない側からの累積申告率と照度の関係

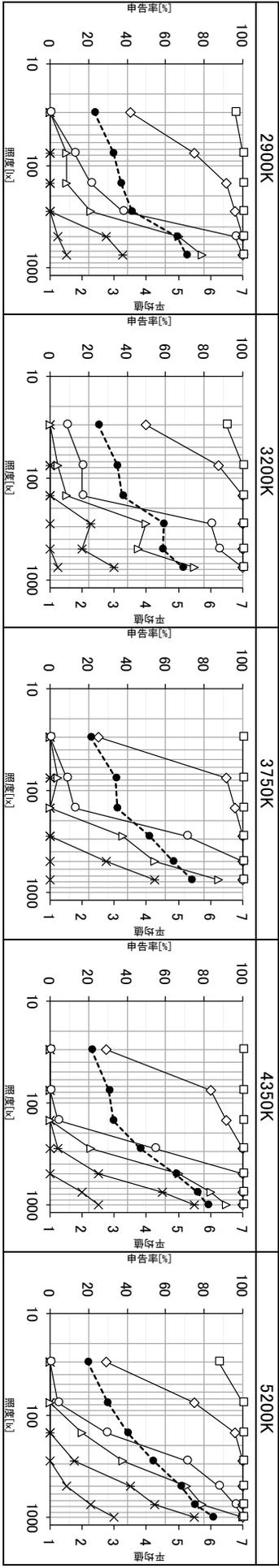


**【実験6】若齢者 色味のある側からの累積申告率と色温度の関係**

×：非常に色味のある \*：~色味のある △：~やや色味のある ○：~どちらでもない ◇：~やや色味のない □：~色味のない  
●：評価平均値

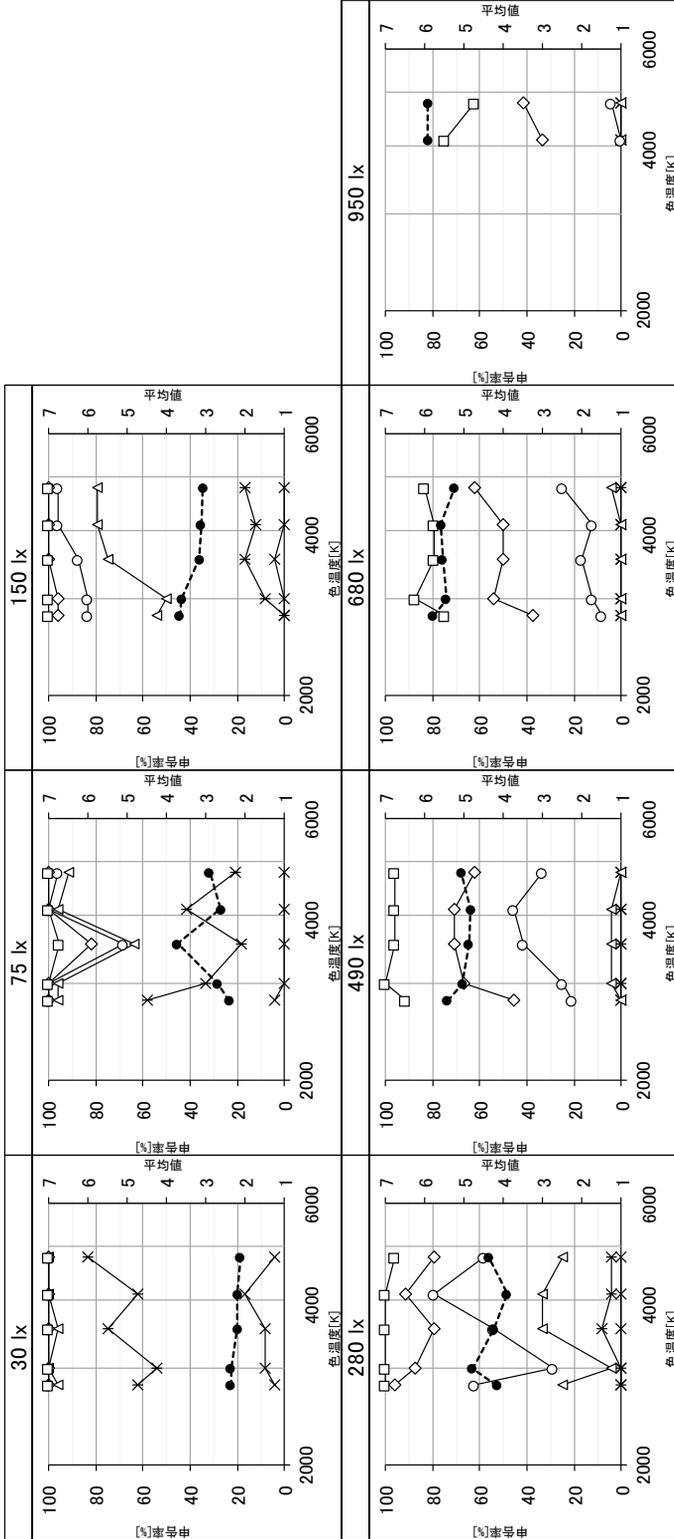


**【実験6】若齢者 色味のある側からの累積申告率と照度の関係**

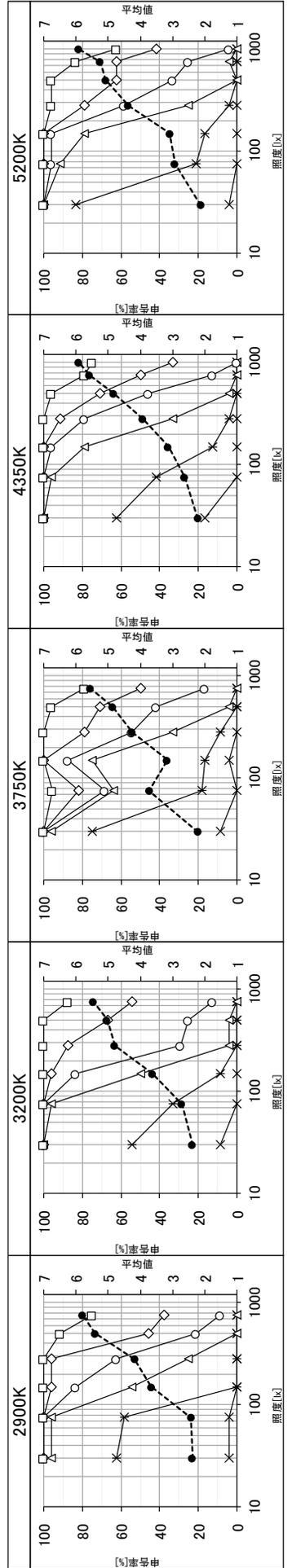


×：非常に暗い \*：～暗い △：～やや暗い ○：～どちらでもない ◇：～やや明るい □：～明るい  
●：評価平均値

【実験6】高齢者 暗い側からの累積申告率と色温度の関係

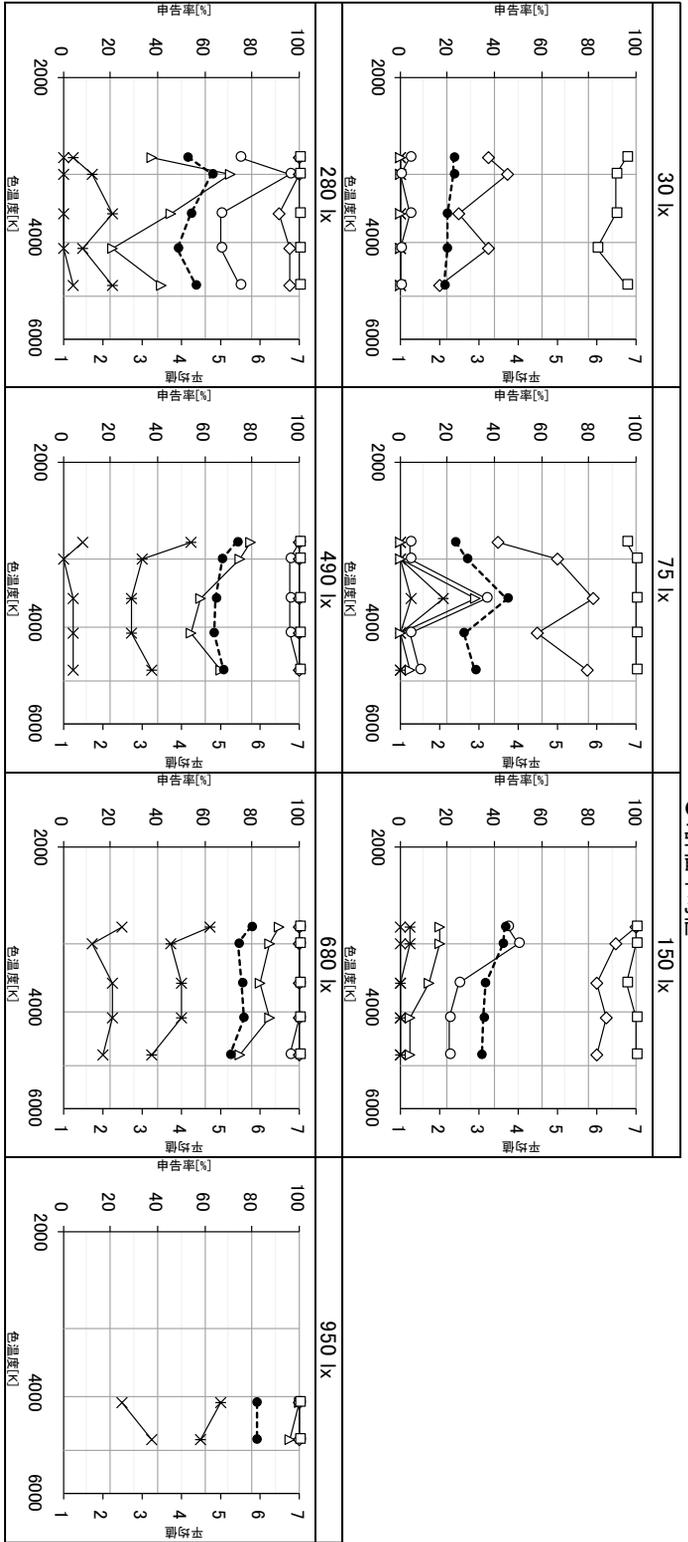


【実験6】高齢者 暗い側からの累積申告率と照度の関係

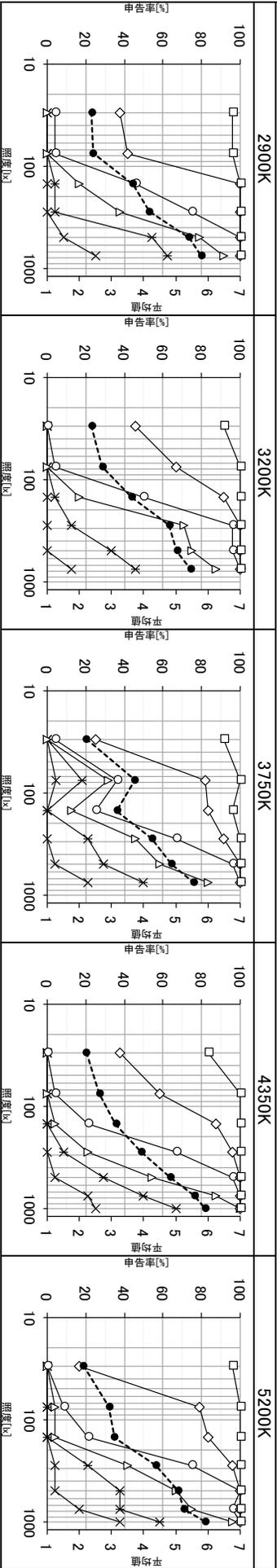


【実験6】高齢者 明るい側からの累積申告率と色温度の関係

×：非常に明るい \*：～明るい △：～やや明るい ○：～どちらでもない ◇：～やや暗い □：～暗い  
●：評価平均値

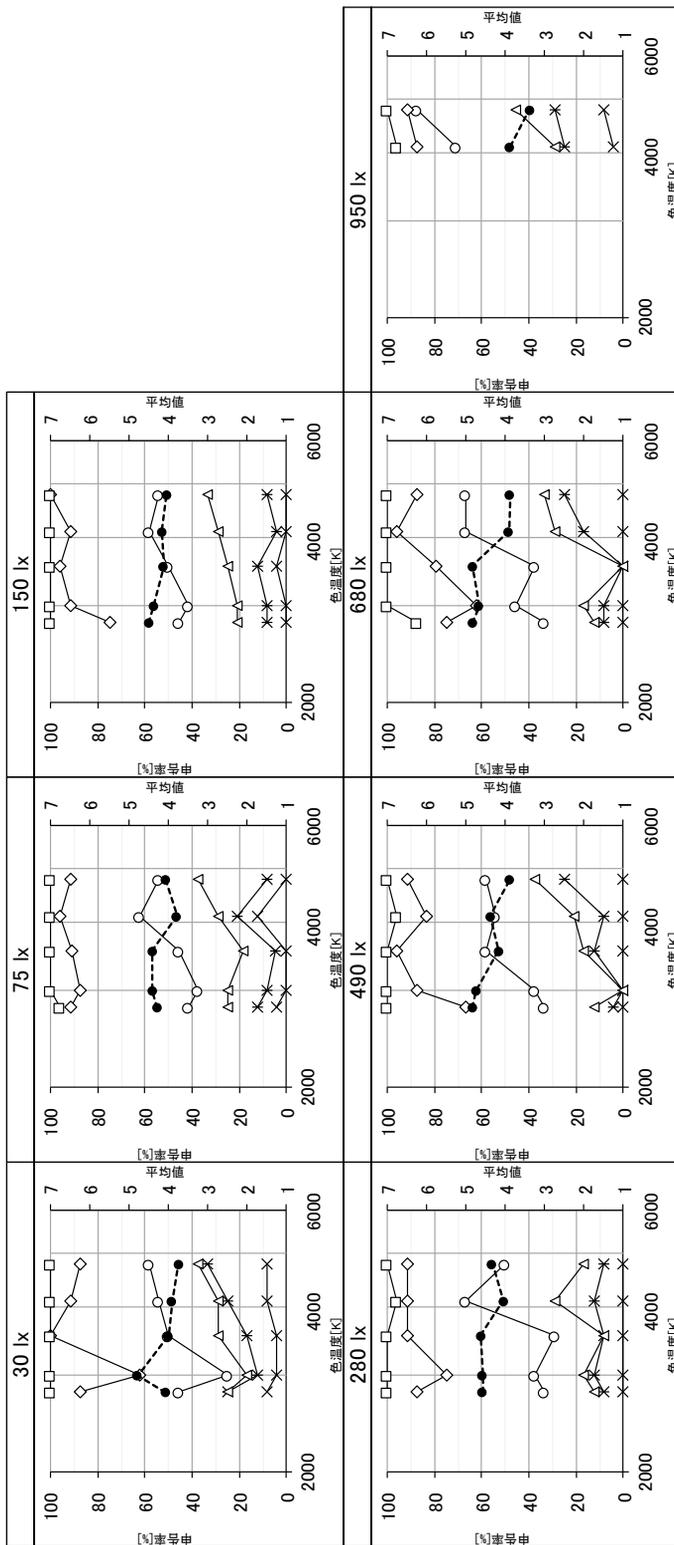


【実験6】高齢者 明るい側からの累積申告率と照度の関係

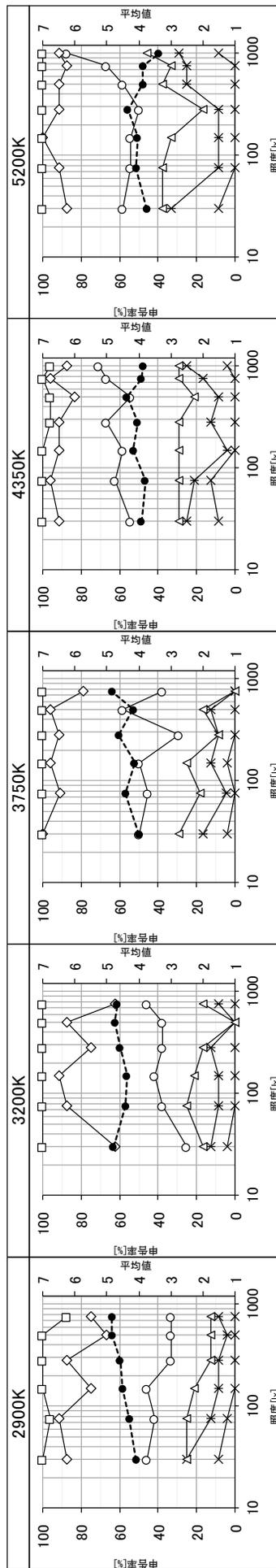


×:非常に色味のない \* :~色味のない △:~やや色味のない ○:~どちらでもない ◇:~やや色味のある □:~色味のある  
 ×:評価平均値 ●:連串平均値

【実験6】高齢者 色味のない側からの累積申告率と色温度の関係

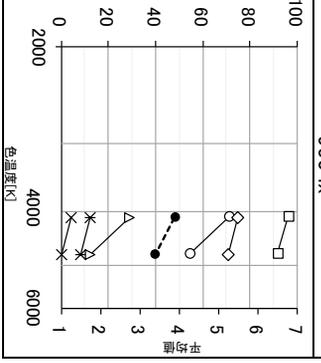
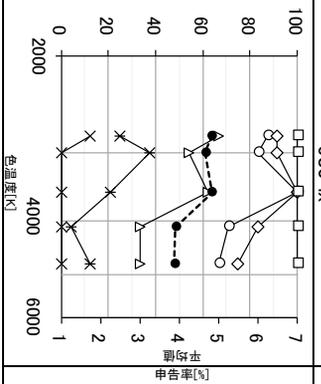
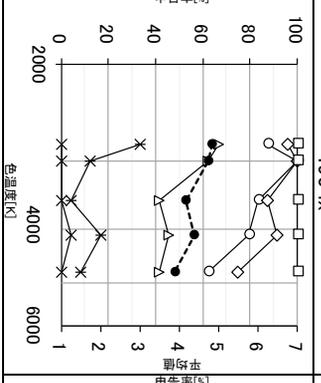
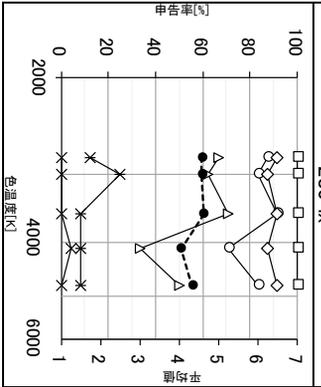
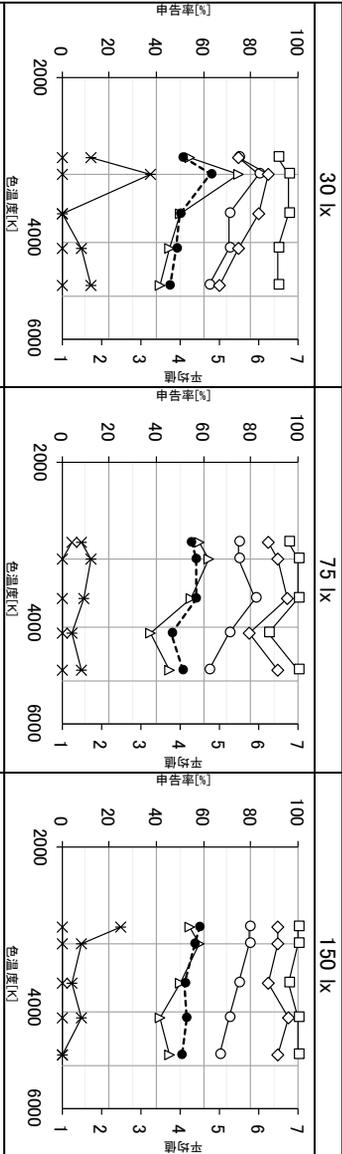


【実験6】高齢者 色味のない側からの累積申告率と照度の関係

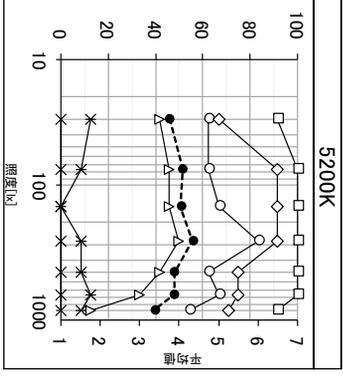
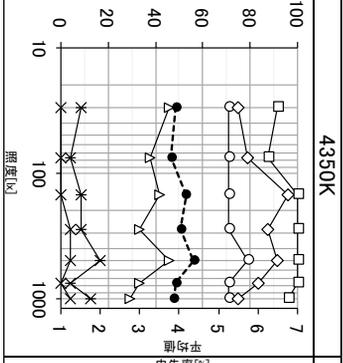
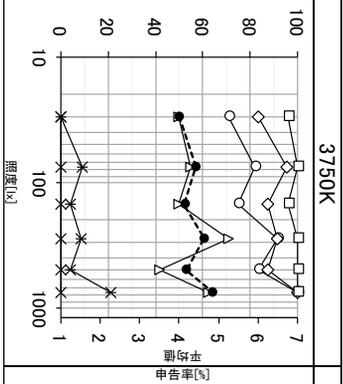
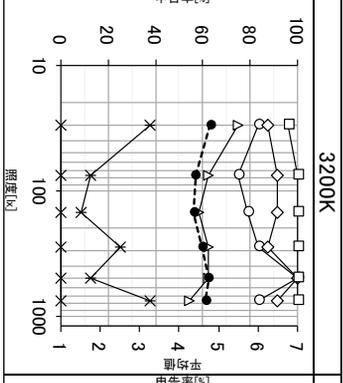
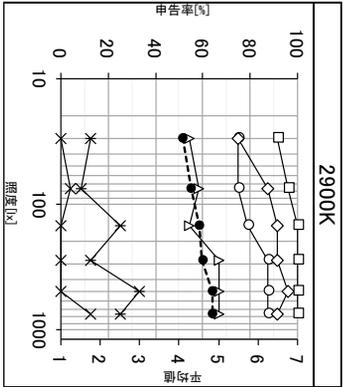


【実験6】高齢者 色味のある側からの累積申告率と色温度の関係

×：非常に色味のある \*：~色味のある △：~やや色味のある ○：~どちらでもない ◇：~やや色味のない □：~色味のない  
●：評価平均値

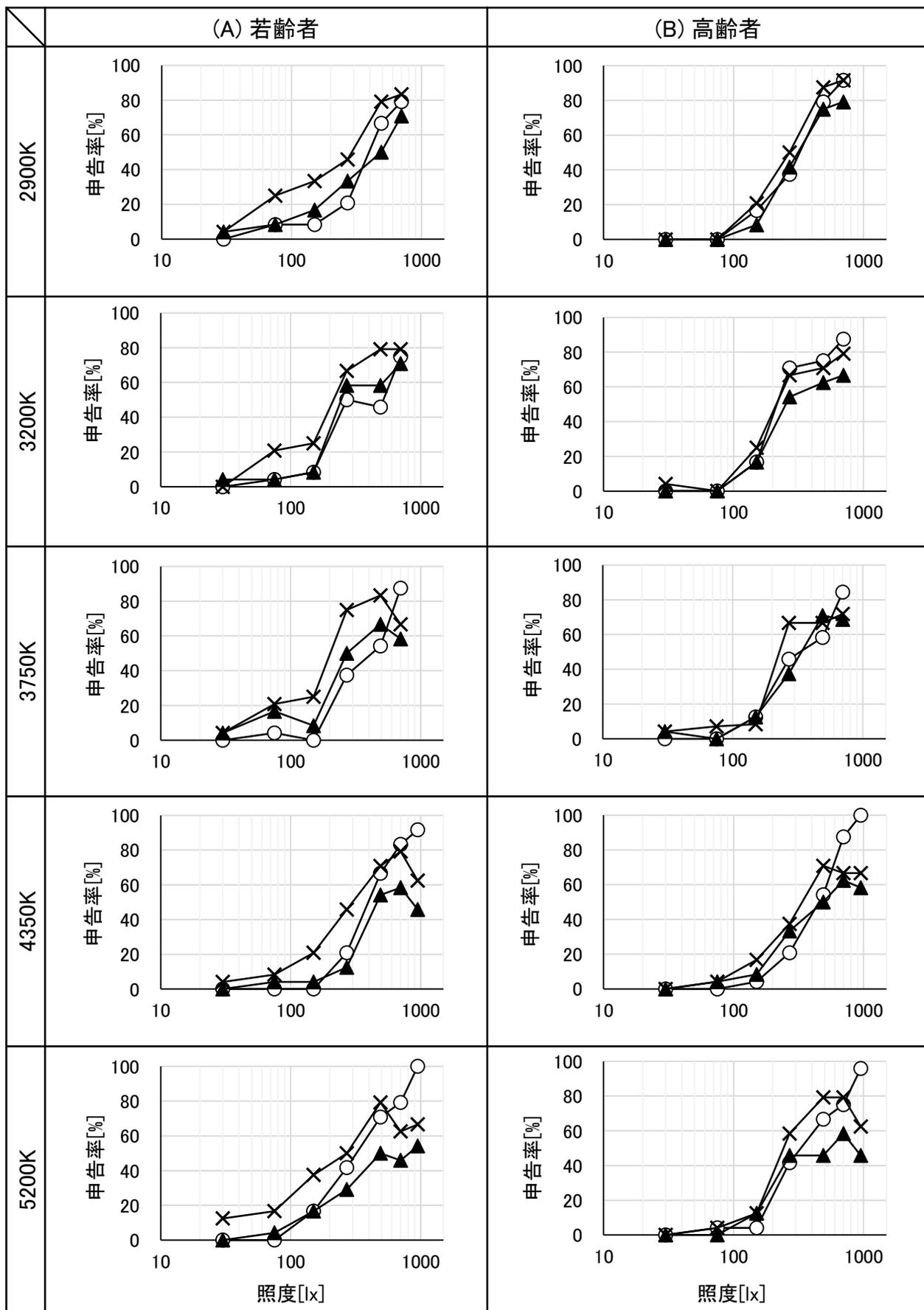


【実験6】高齢者 色味のある側からの累積申告率と照度の関係



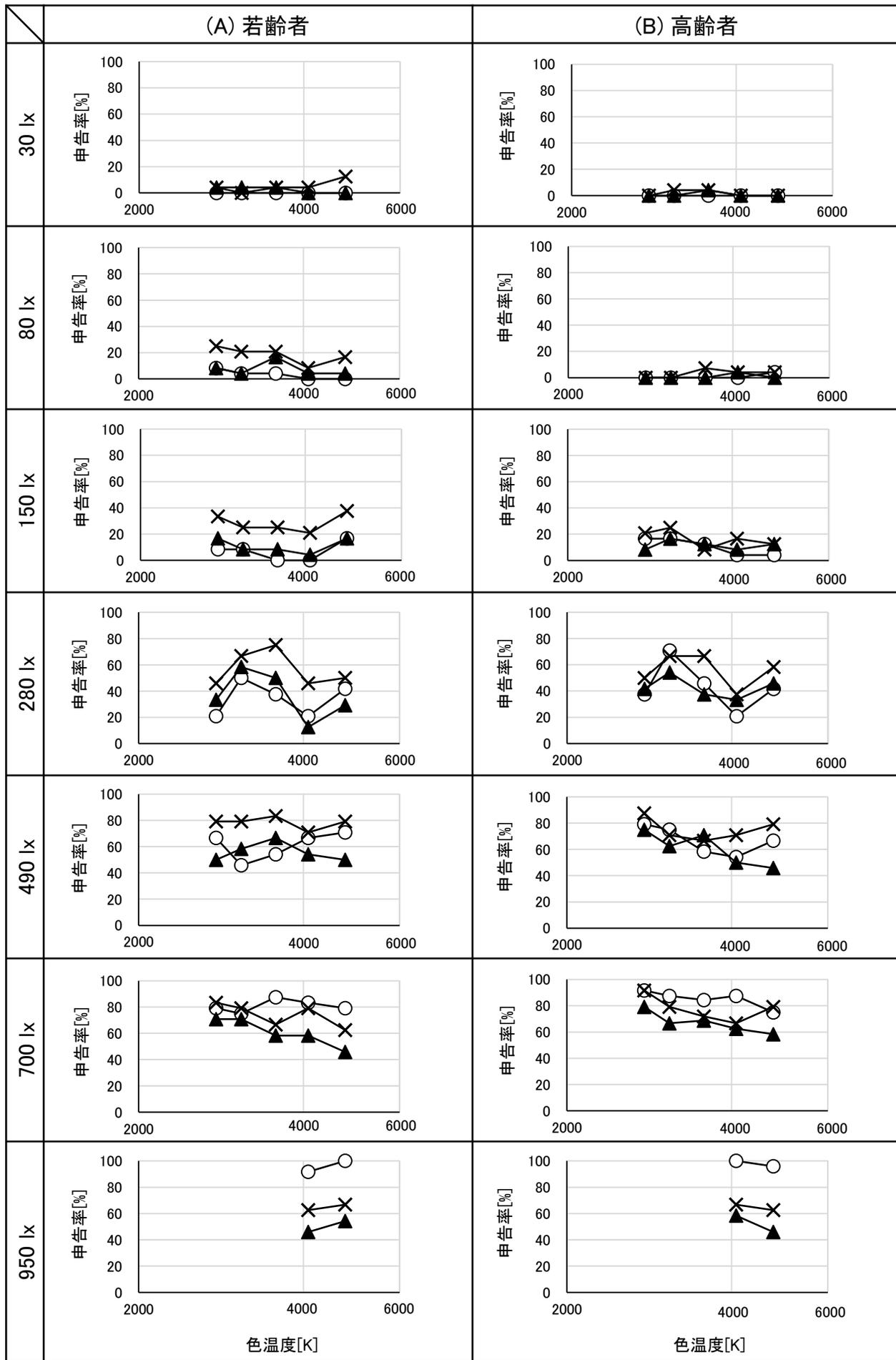
【実験6】年齢層別照度と明るさに関する申告率の関係

○: 明るい率 ▲: 明るさ快適率 ×: 明るさ許容率



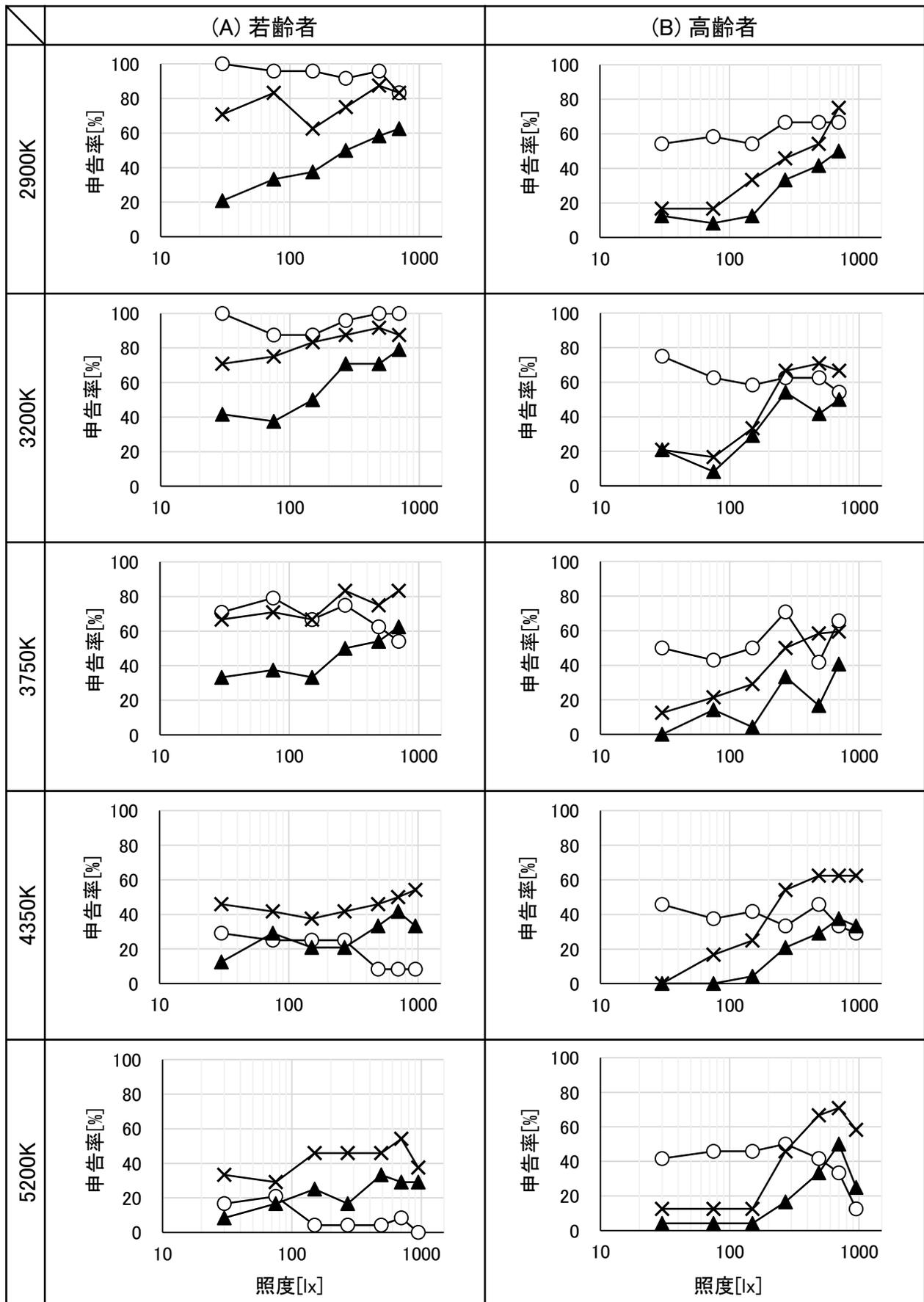
**【実験6】年齢層別色温度と明るさに関する申告率の関係**

○:色味率 ▲:色味快適率 ×:色味許容率



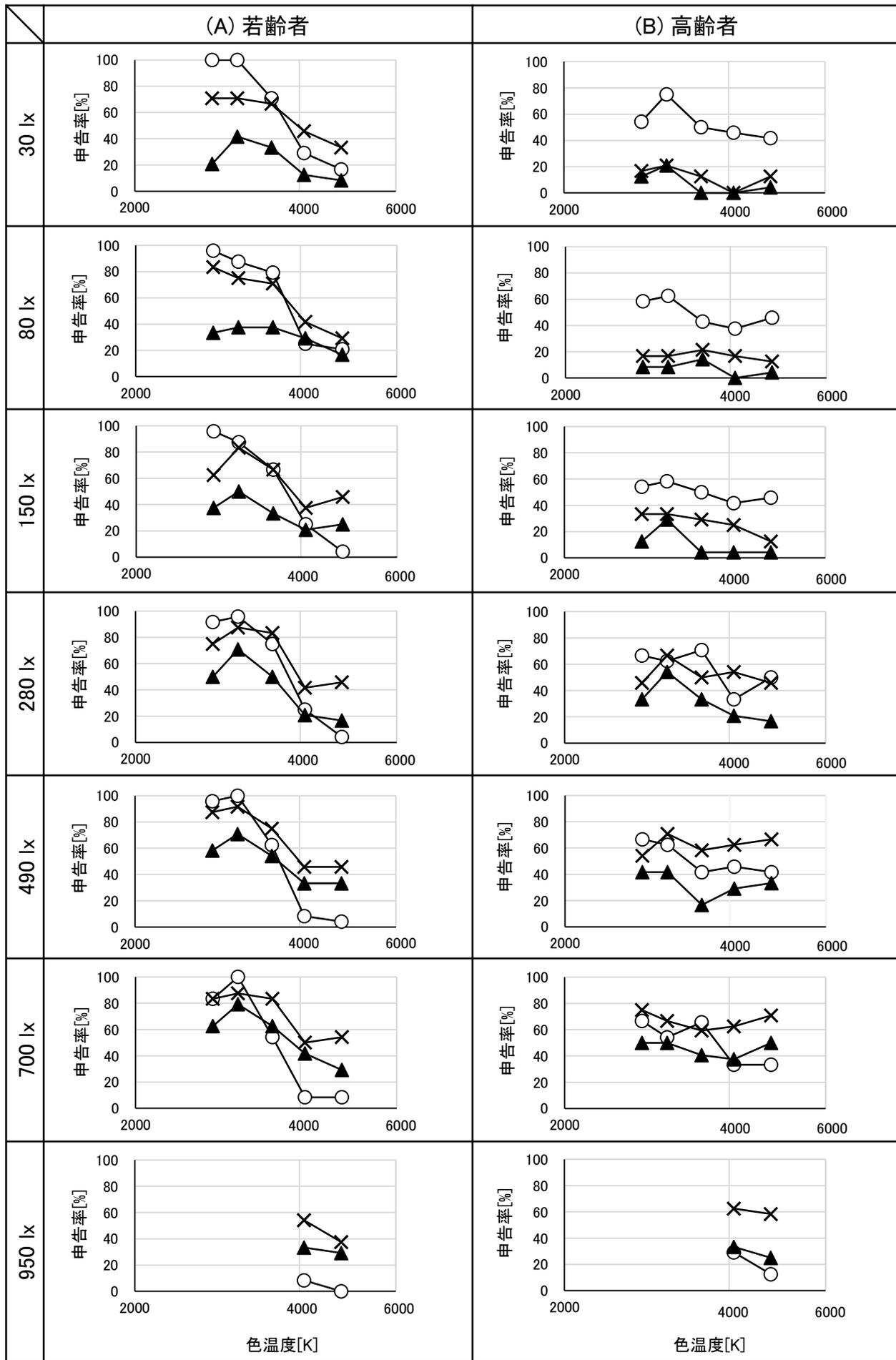
【実験6】年齢層別照度と色味に関する申告率の関係

○: 明るい率 ▲: 明るさ快適率 ×: 明るさ許容率



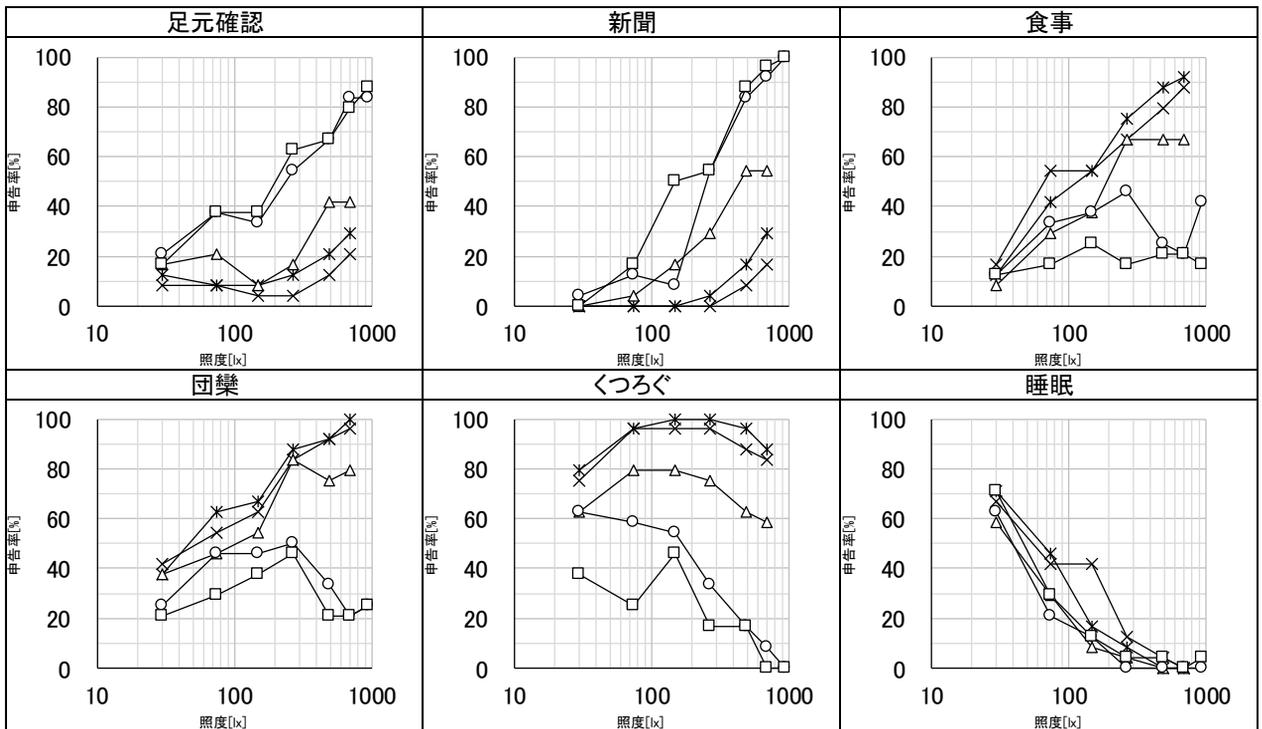
【実験6】年齢層別色温度と色味に関する申告率の関係

○:色味率 ▲:色味快適率 ×:色味許容率



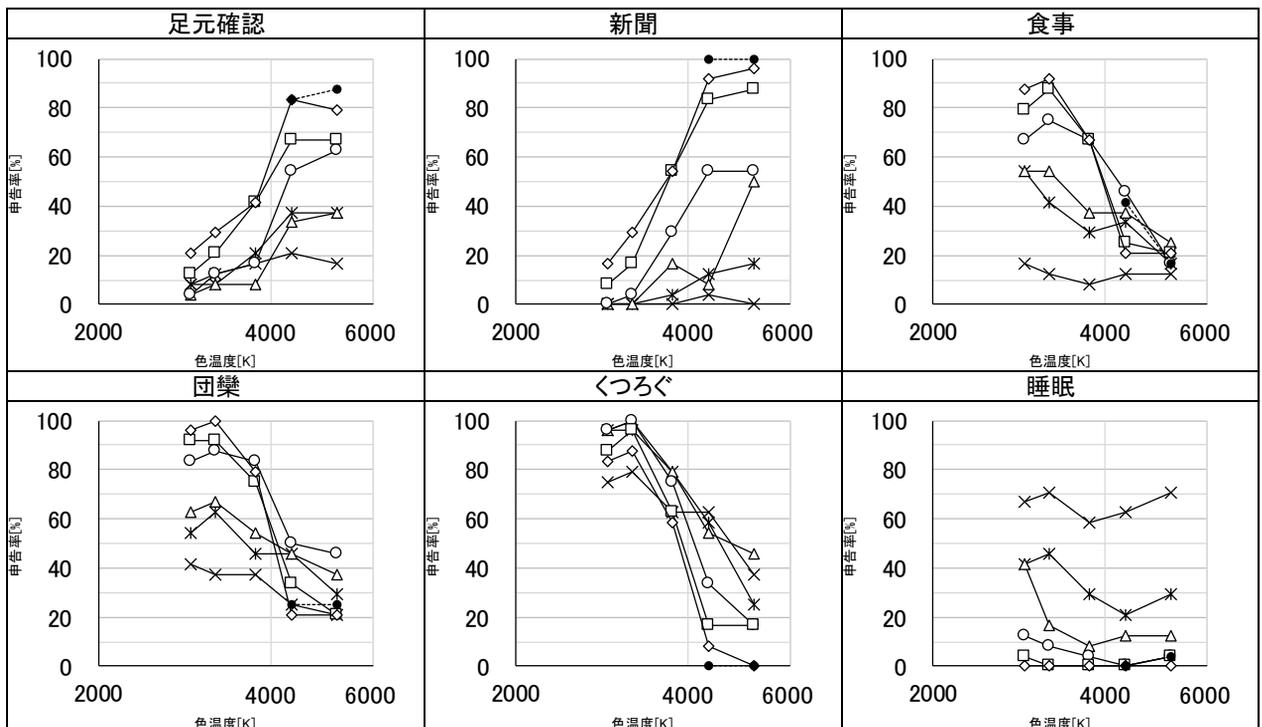
**【実験6】若齢者  
照度と適当申告率の関係**

×:2900K \* :3200K △:3750K ○:4350K □:5200K



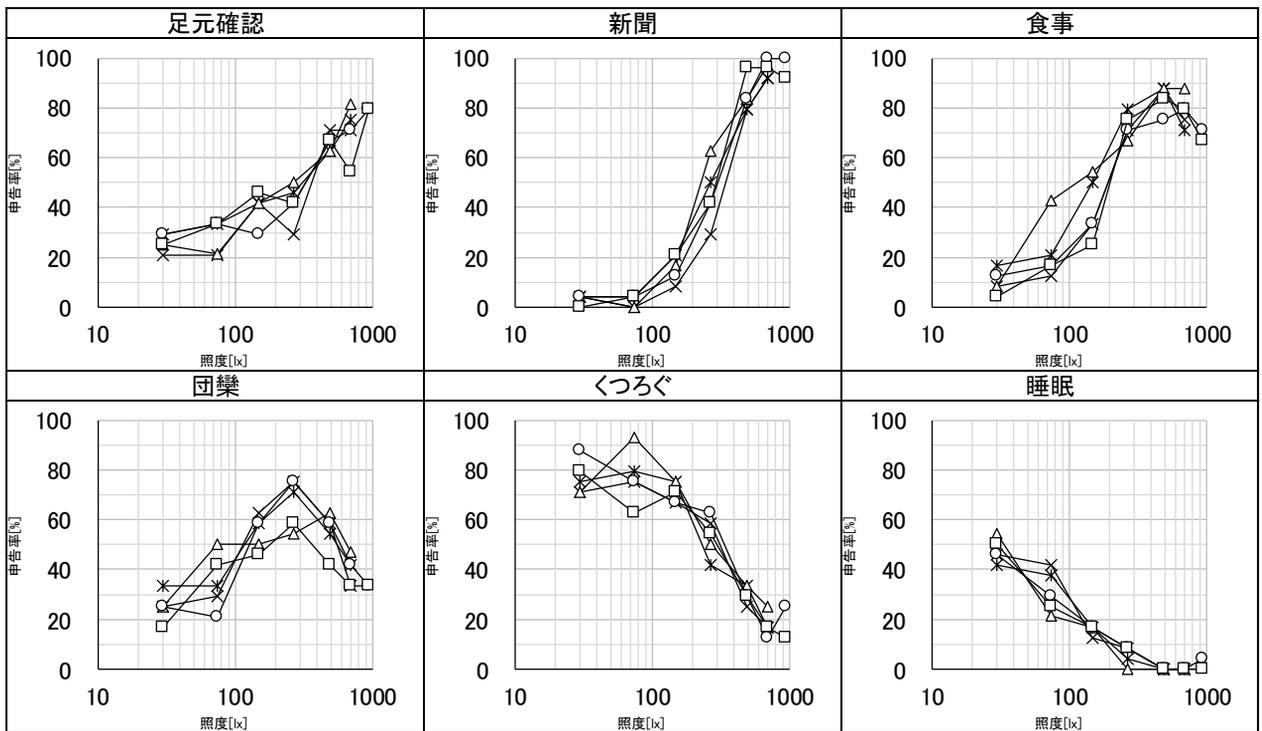
**【実験6】若齢者  
色温度と適当申告率の関係**

×:30 lx \* :75 lx △:150 lx ○:280 lx □:490 lx ◇:700 lx ●:950 lx



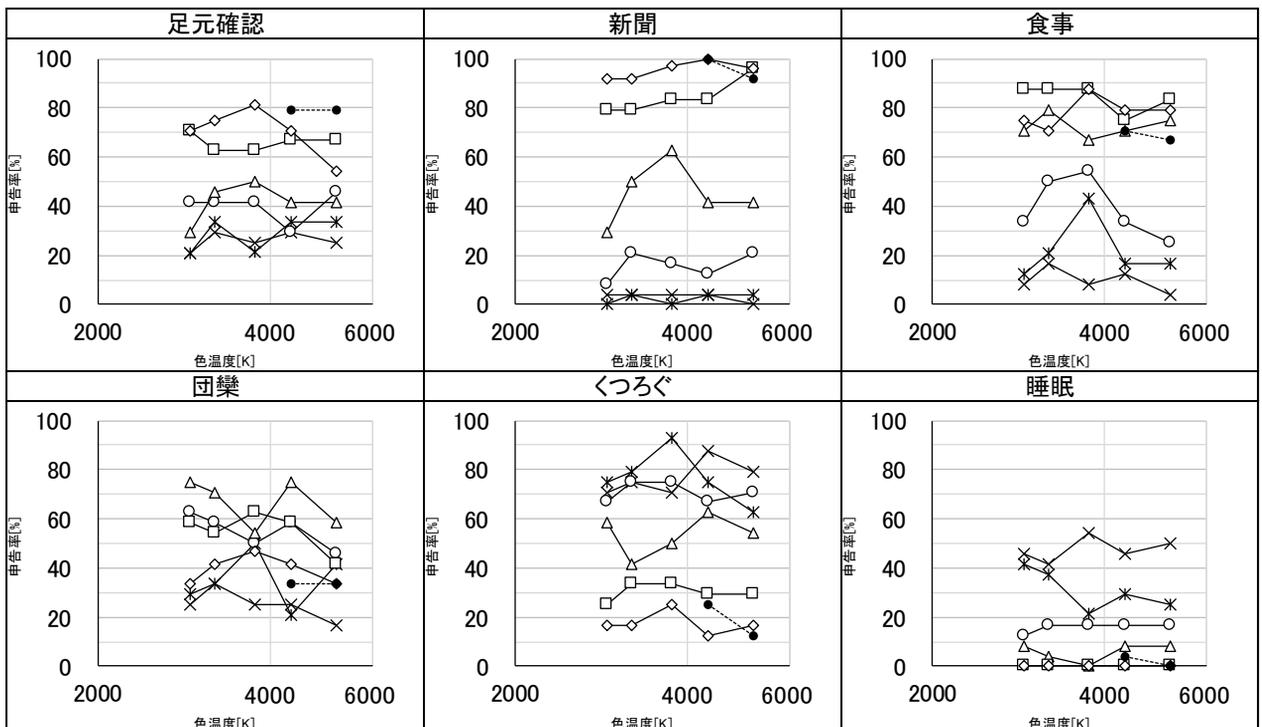
**【実験6】高齢者  
照度と適当申告率の関係**

× : 2900K \* : 3200K △ : 3750K ○ : 4350K □ : 5200K



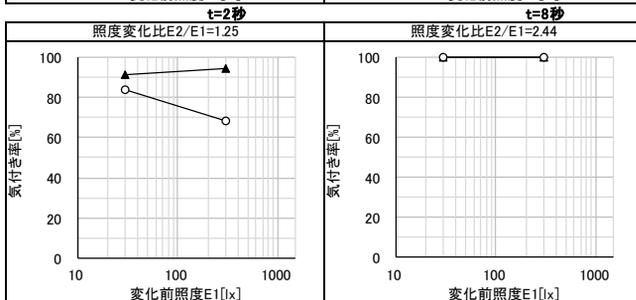
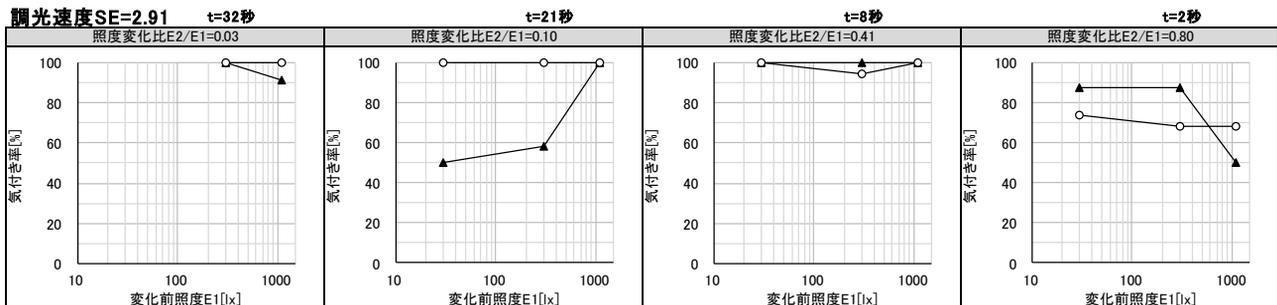
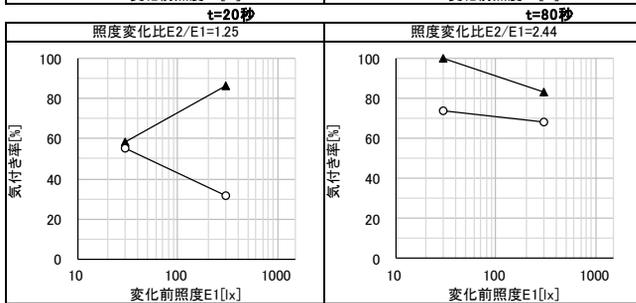
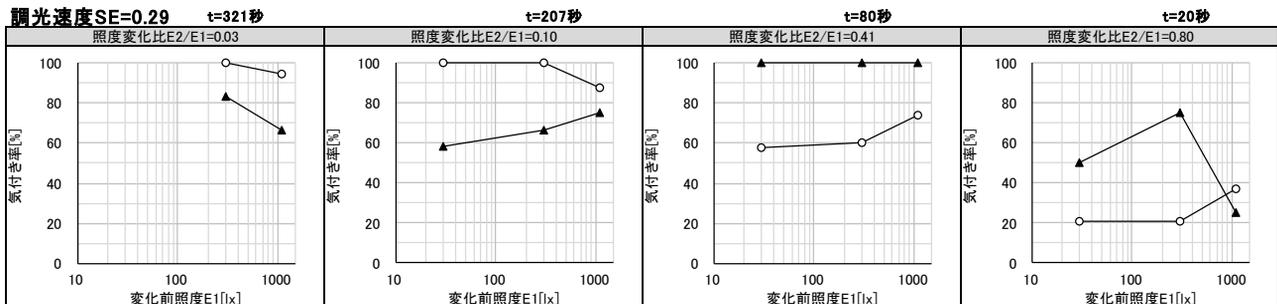
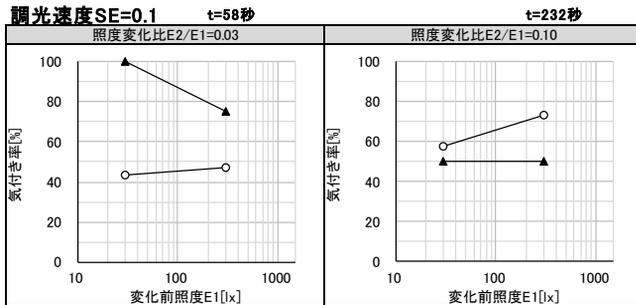
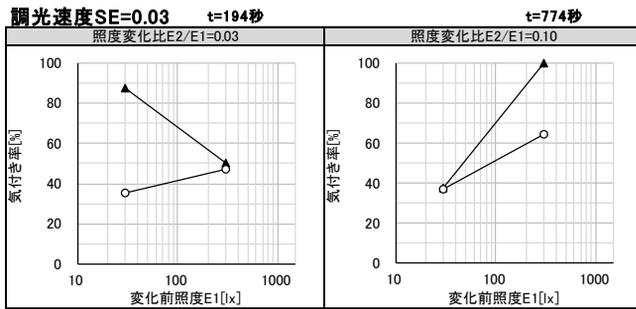
**【実験6】高齢者  
色温度と適当申告率の関係**

× : 30 lx \* : 75 lx △ : 150 lx ○ : 280 lx □ : 490 lx ◇ : 700 lx ● : 950 lx



【実験5】量的変化-気付き率 変化前照度E1の影響(色温度4100K)

○: 若齢者 ▲: 高齢者

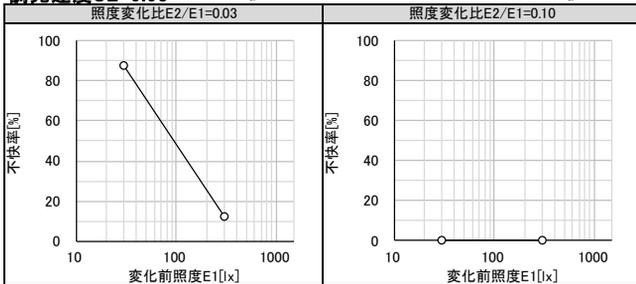


**[実験5] 量的変化-不快率 変化前照度E1の影響(色温度4100K)**

○: 若齢者 ▲: 高齢者

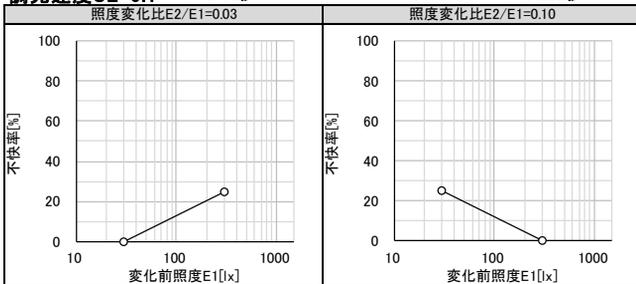
調光速度SE=0.03 t=194秒

t=774秒



調光速度SE=0.1 t=58秒

t=232秒

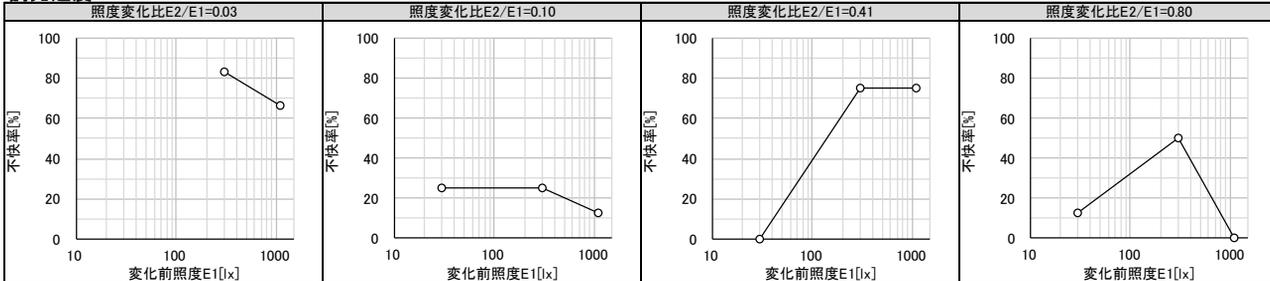


調光速度SE=0.29 t=321秒

t=207秒

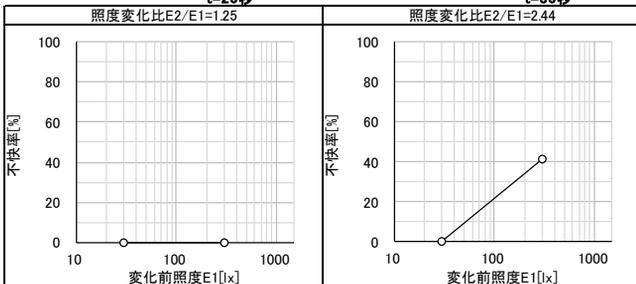
t=80秒

t=20秒



t=20秒

t=80秒

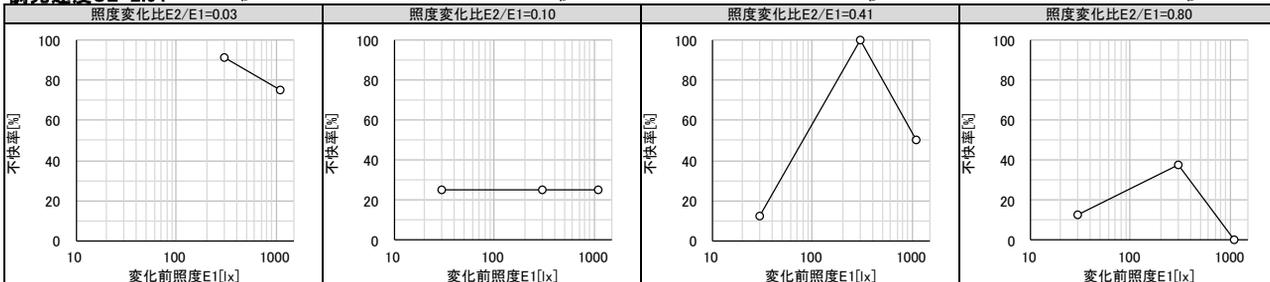


調光速度SE=2.91 t=32秒

t=21秒

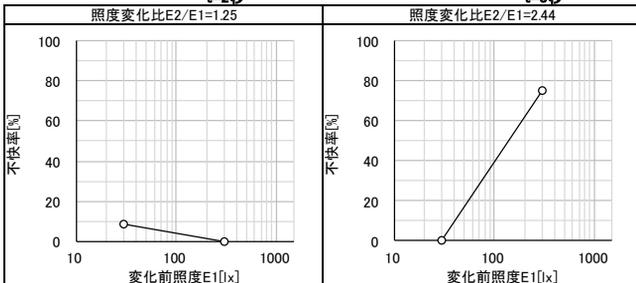
t=8秒

t=2秒



t=2秒

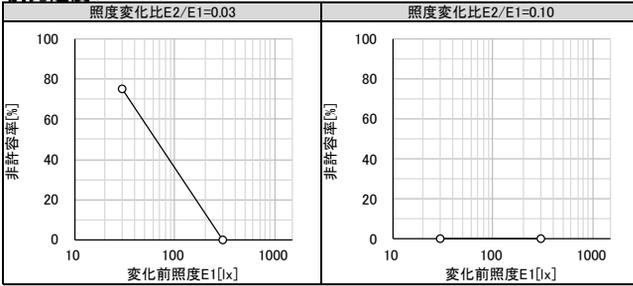
t=8秒



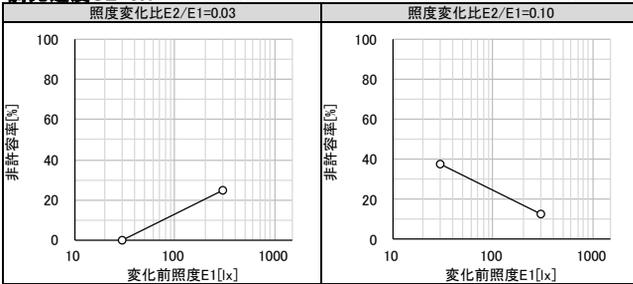
【実験5】量的変化-非許容率 変化前照度E1の影響(色温度4100K)

○: 若齢者 ▲: 高齢者

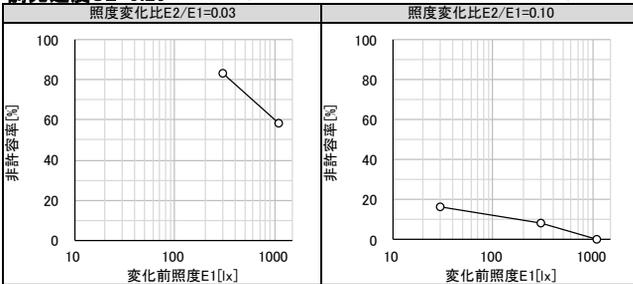
調光速度SE=0.03 t=194秒



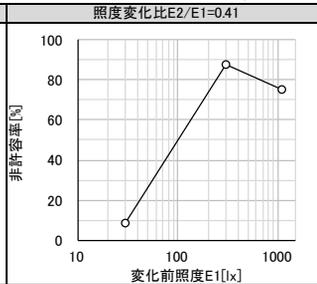
調光速度SE=0.1 t=58秒



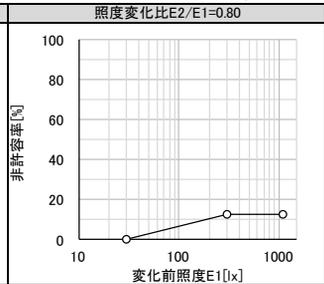
調光速度SE=0.29 t=321秒



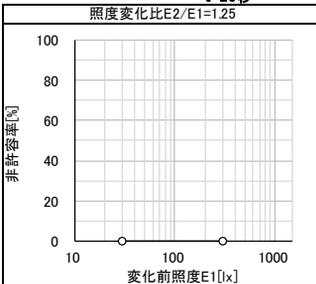
t=80秒



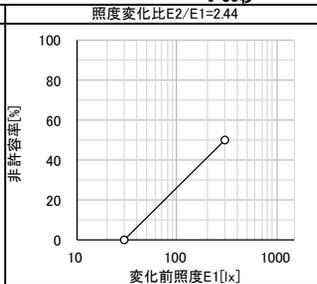
t=20秒



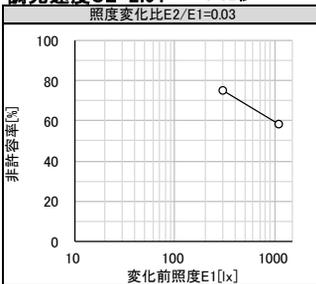
t=20秒



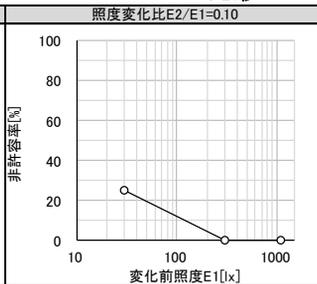
t=80秒



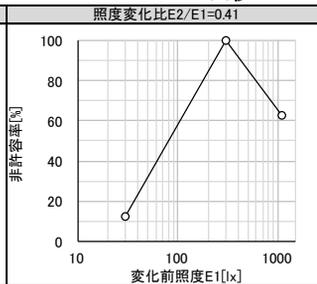
調光速度SE=2.91 t=32秒



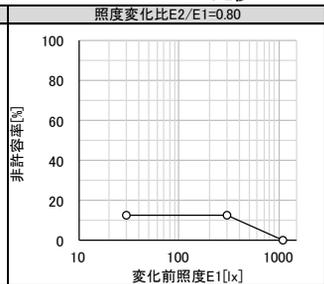
t=21秒



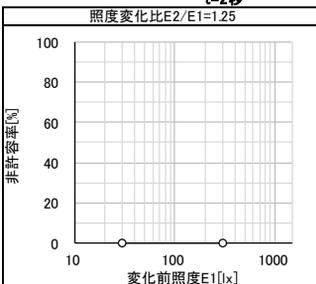
t=8秒



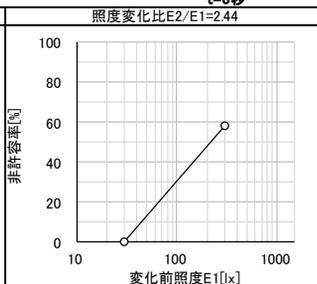
t=2秒



t=2秒



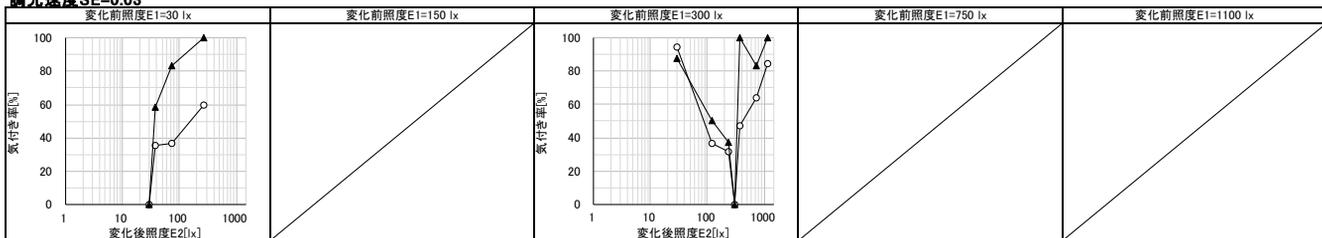
t=8秒



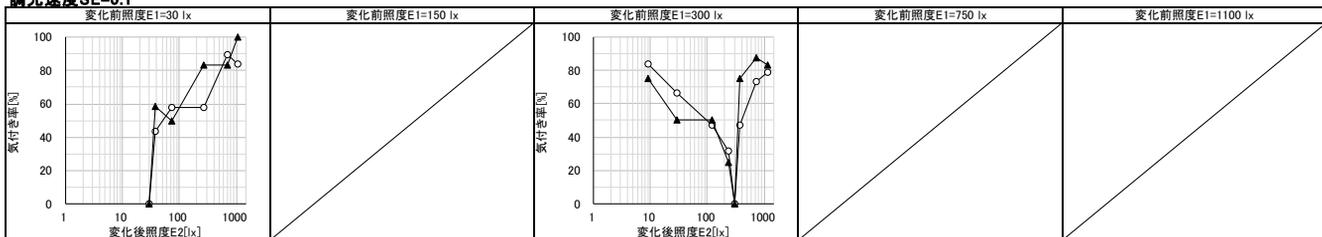
【実験5】量的変化-不快率 変化後照度E2の影響(色温度4100K)

○: 若齢者 ▲: 高齢者

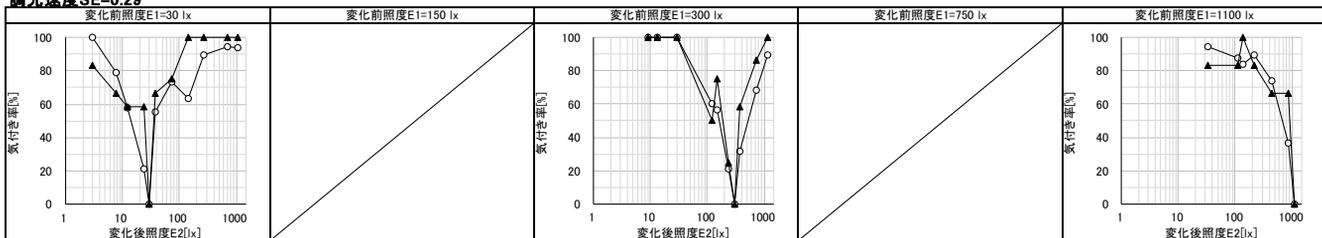
調光速度SE=0.03



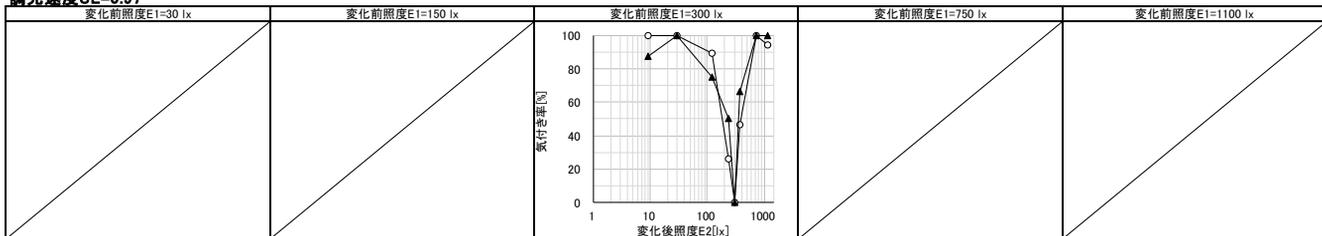
調光速度SE=0.1



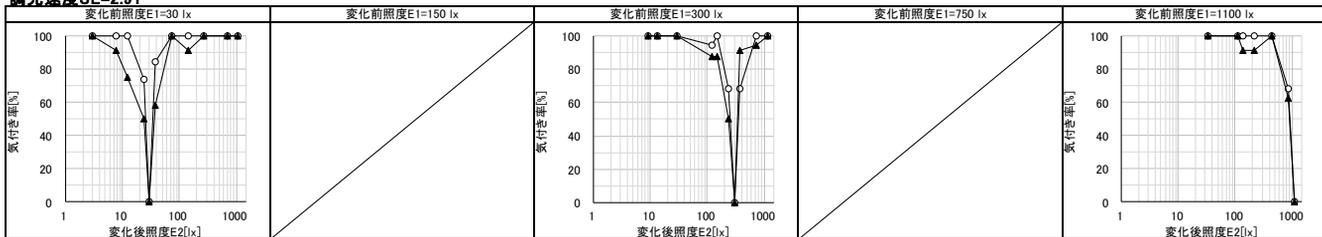
調光速度SE=0.29



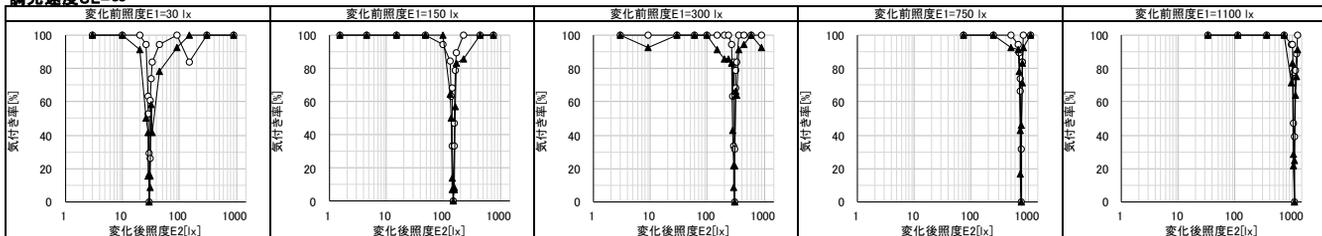
調光速度SE=0.97



調光速度SE=2.91



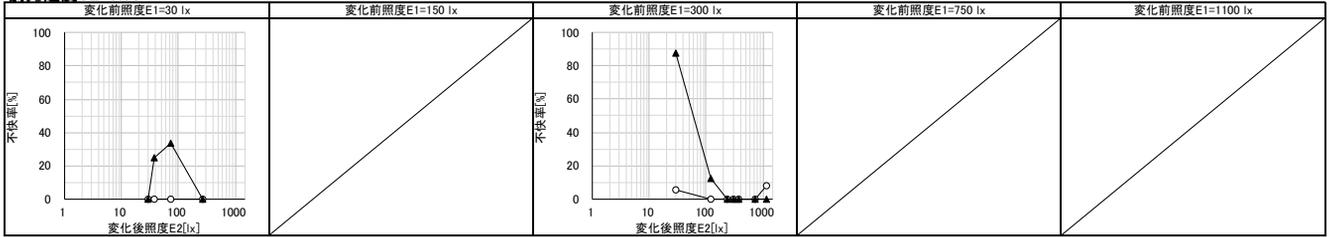
調光速度SE=∞



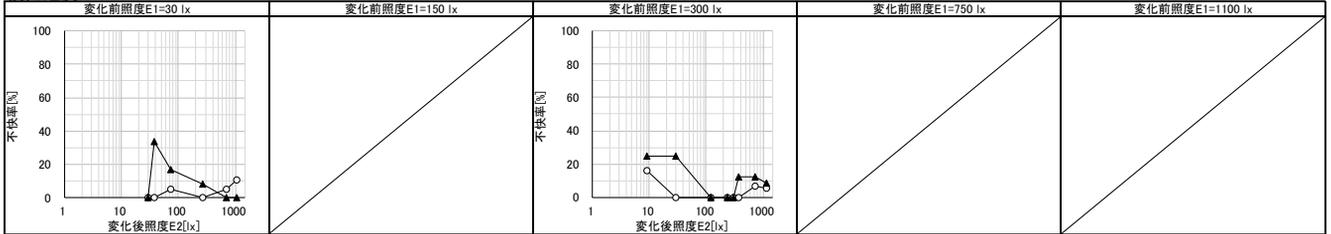
【実験5】量的変化-非許容率 変化前照度E1の影響(色温度4100K)

○: 若齢者 ▲: 高齢者

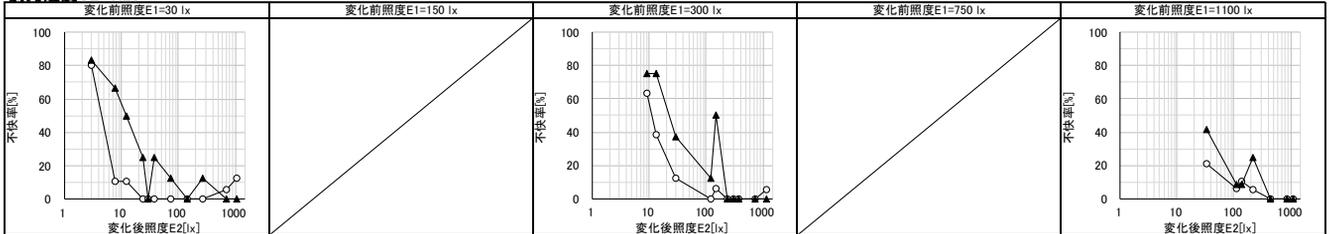
日光速度SE=0.03



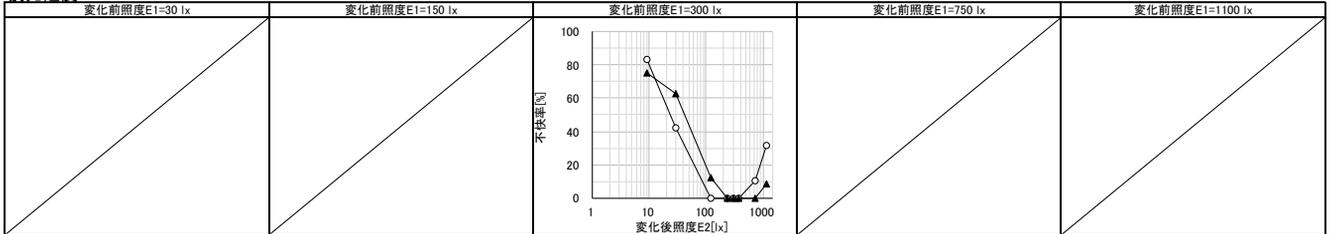
日光速度SE=0.1



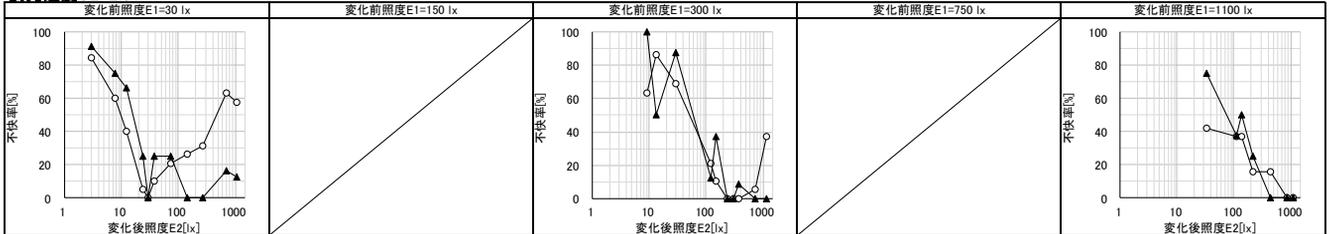
日光速度SE=0.29



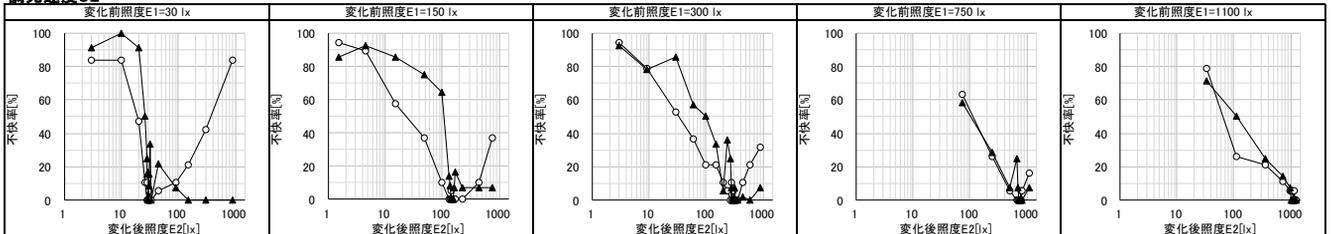
日光速度SE=0.97



日光速度SE=2.91



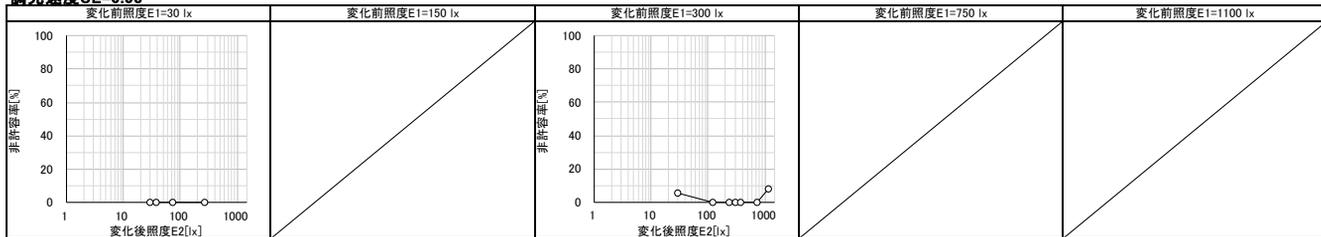
日光速度SE=∞



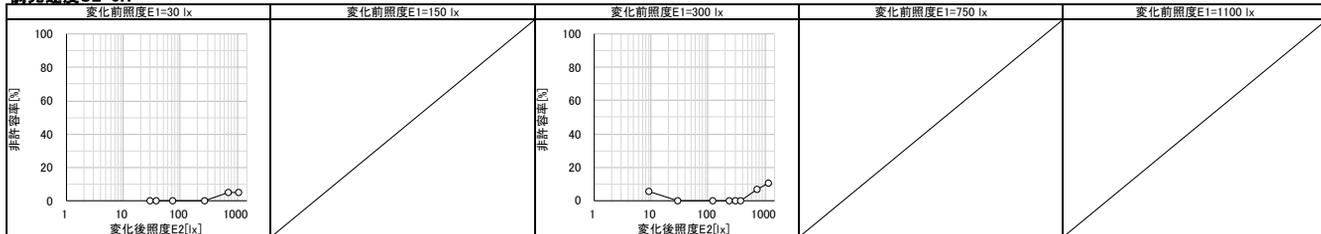
**[実験5] 量的変化-非許容率 変化後照度E2の影響(色温度4100K)**

○: 若齢者 ▲: 高齢者

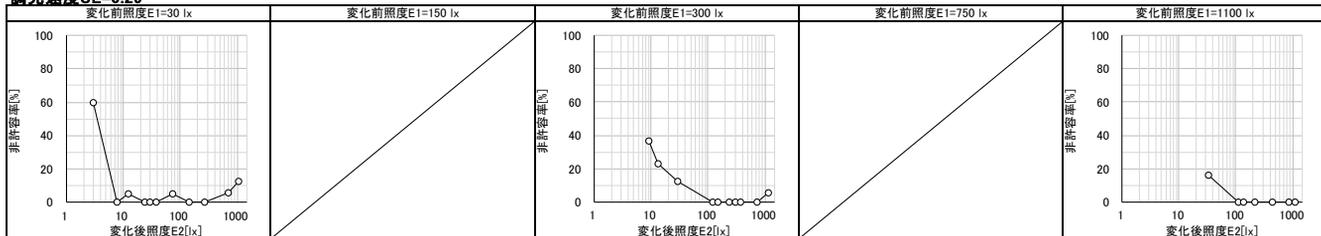
**日光速度SE=0.03**



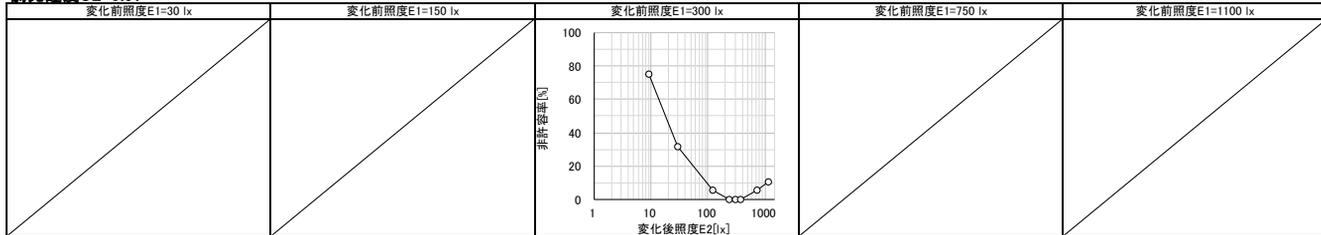
**日光速度SE=0.1**



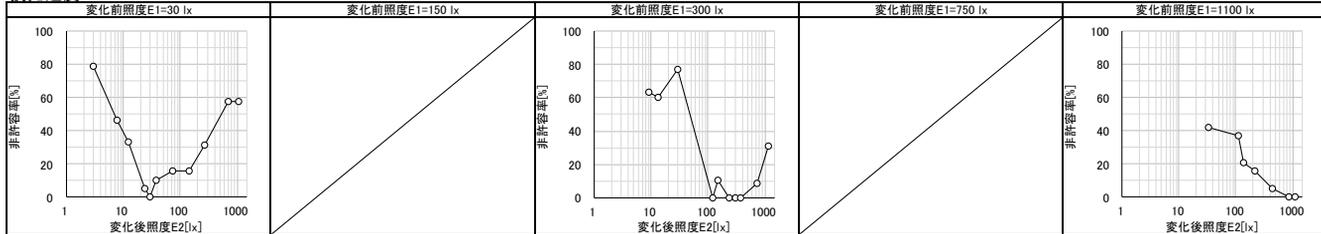
**日光速度SE=0.29**



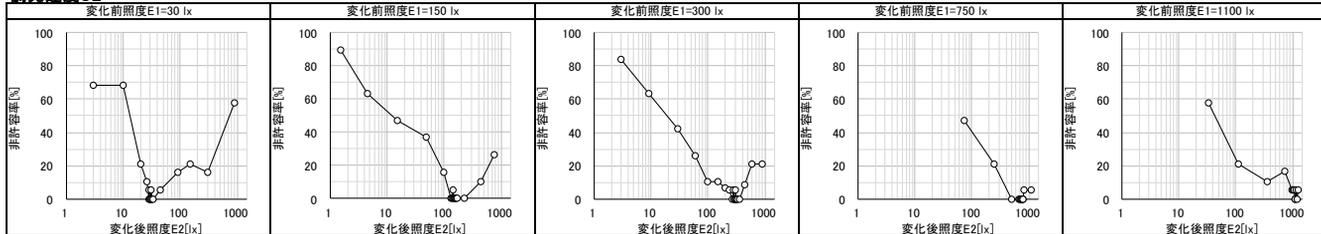
**日光速度SE=0.97**



**日光速度SE=2.91**

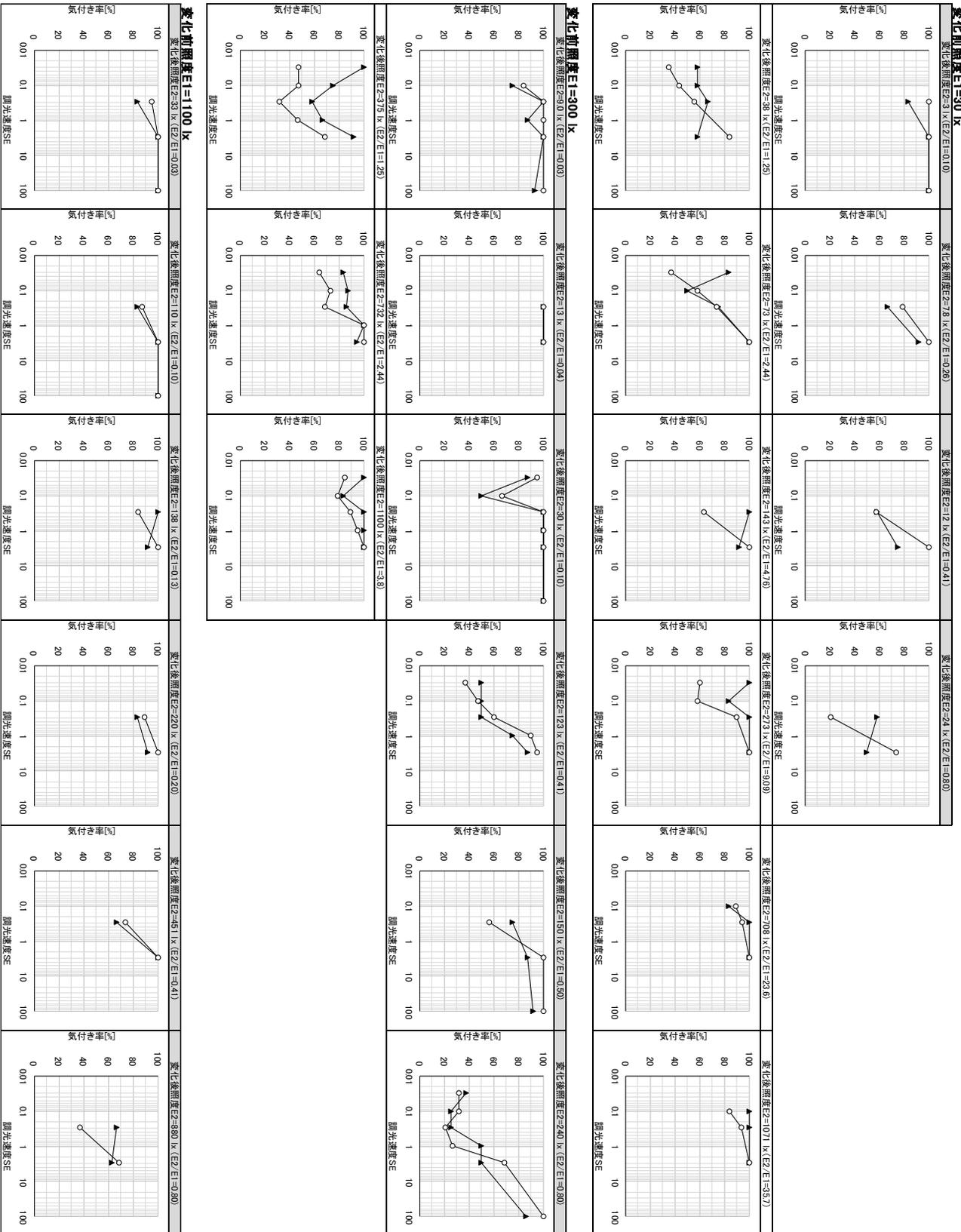


**日光速度SE=∞**



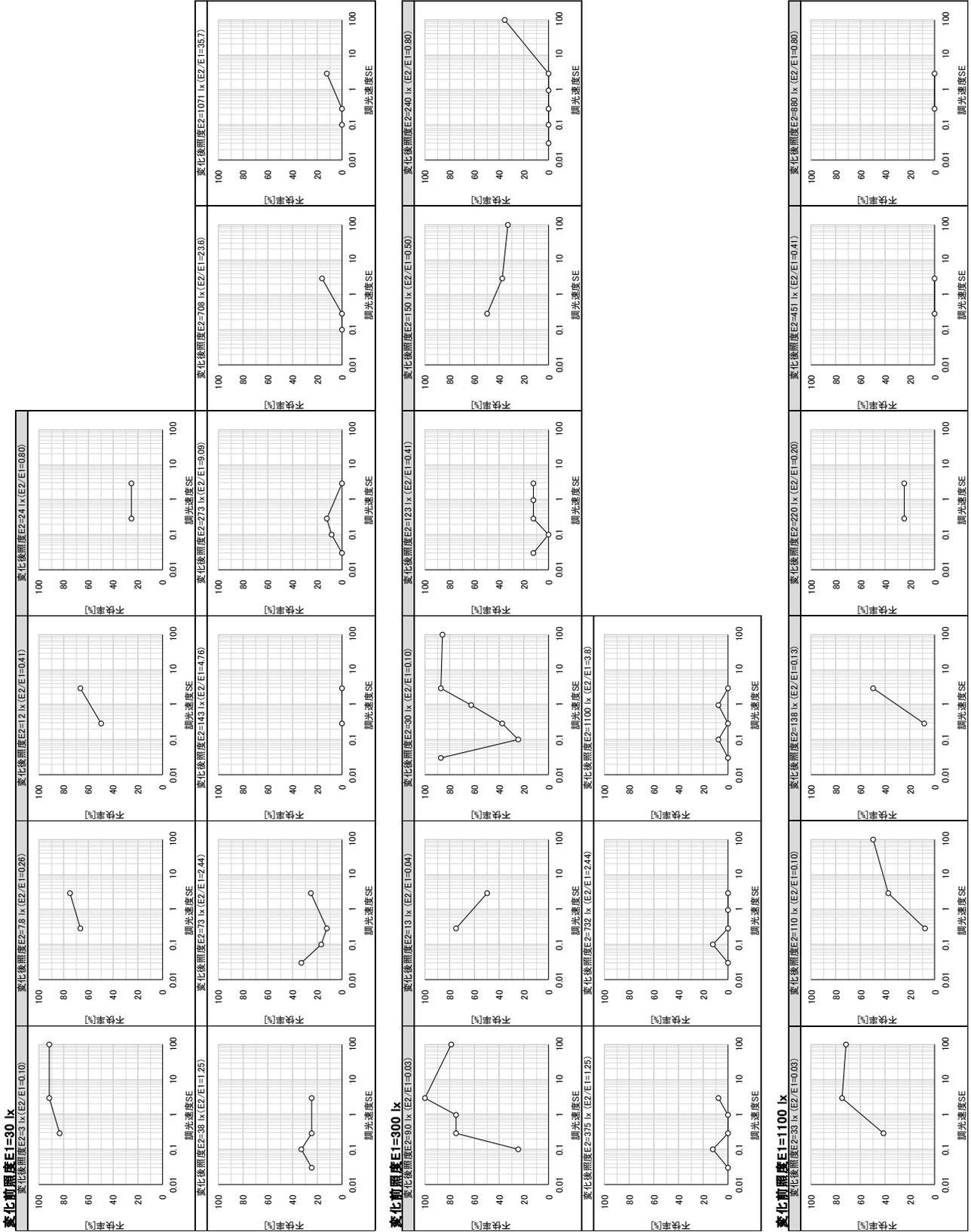
【実験5】 量的変化-気付き率 調光速度SEの影響(色温度4100K)

○:若齢者 ▲:高齢者



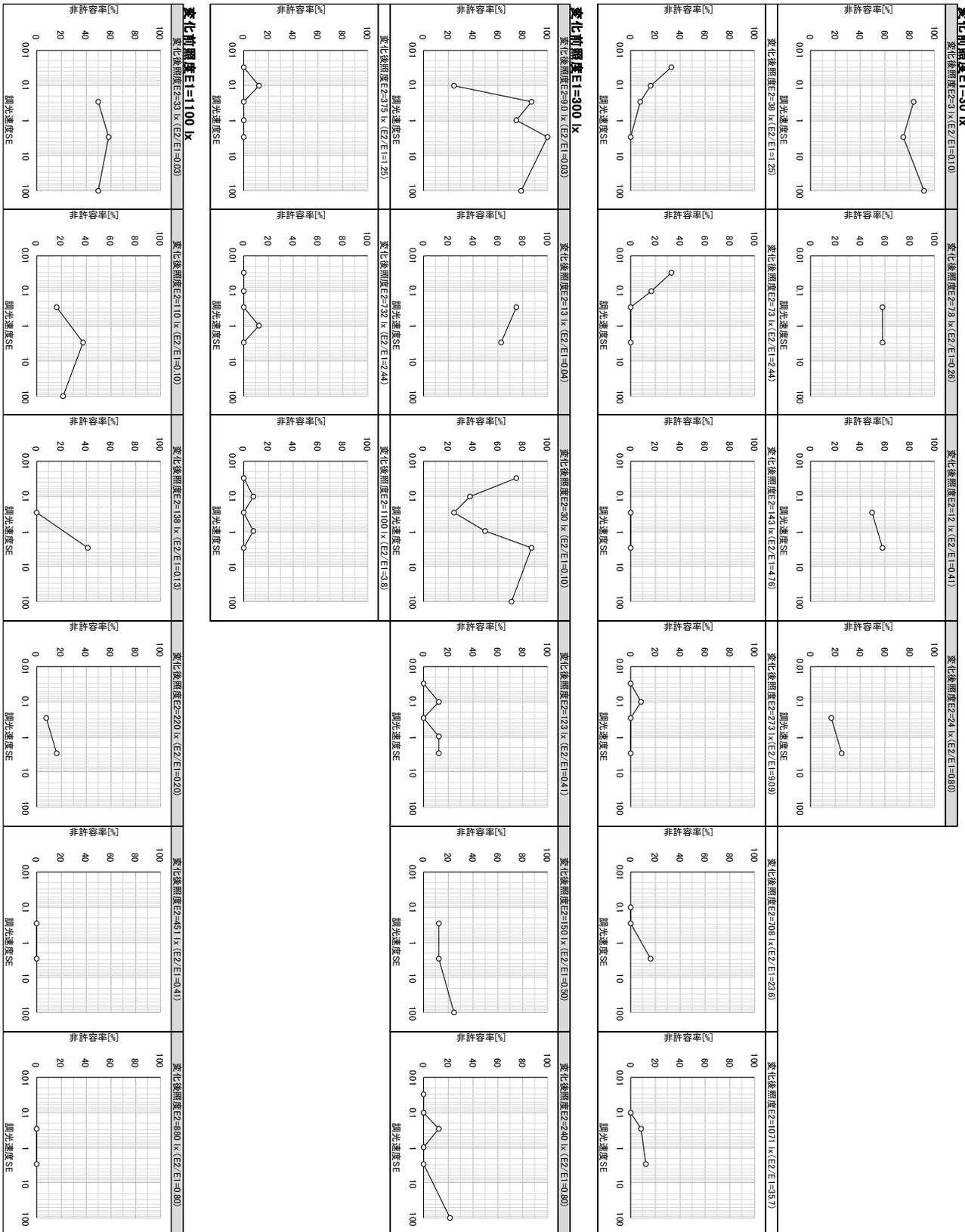
【実験5】量的変化-不快率 調光速度SEの影響(色温度4100K)

○:若齢者 ▲:高齢者



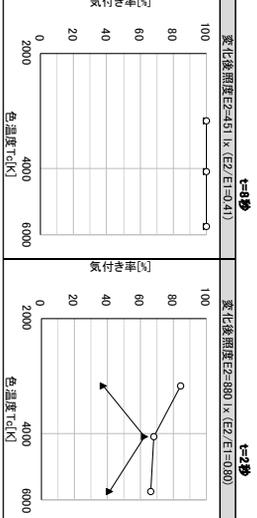
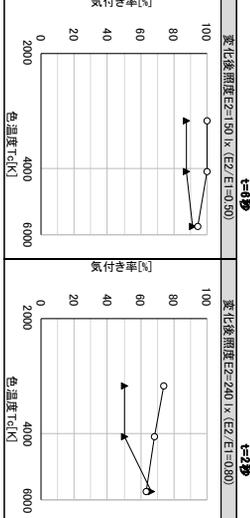
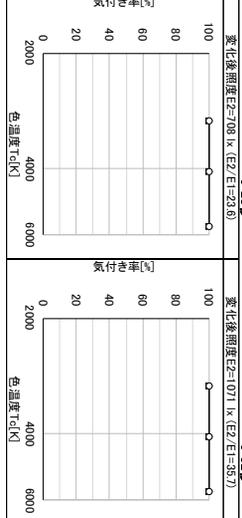
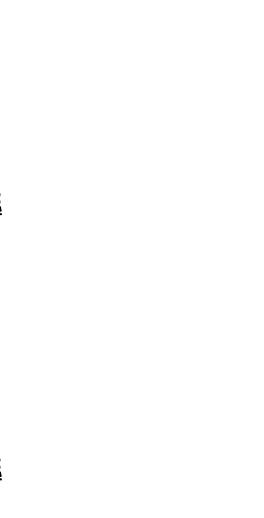
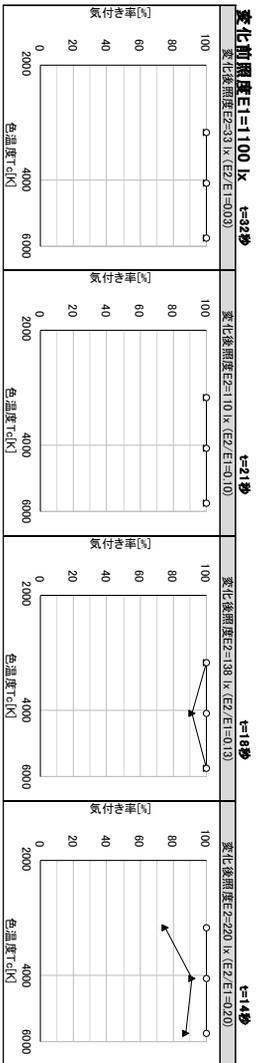
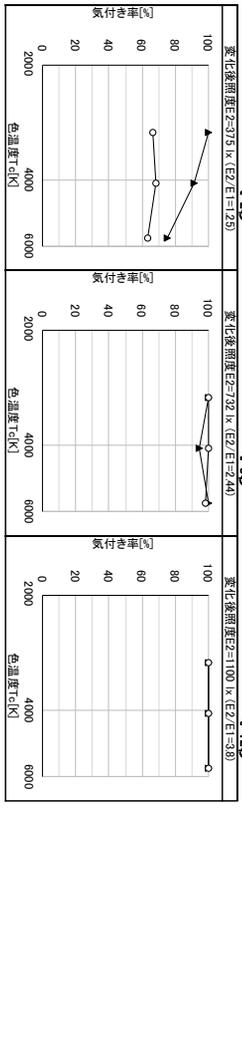
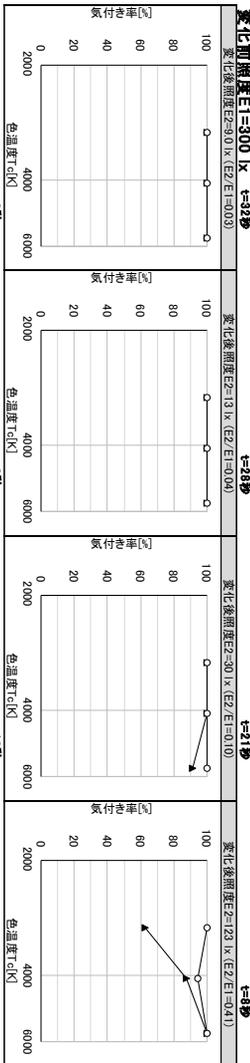
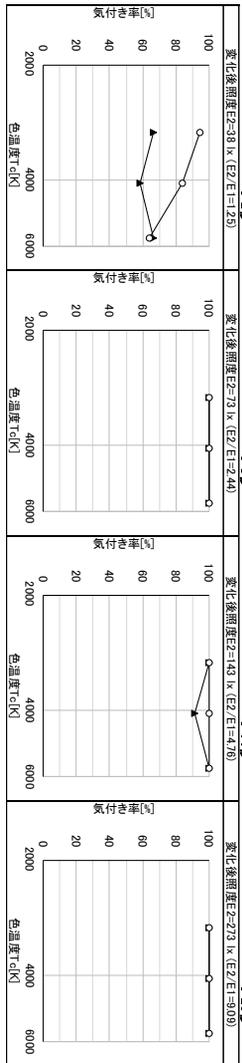
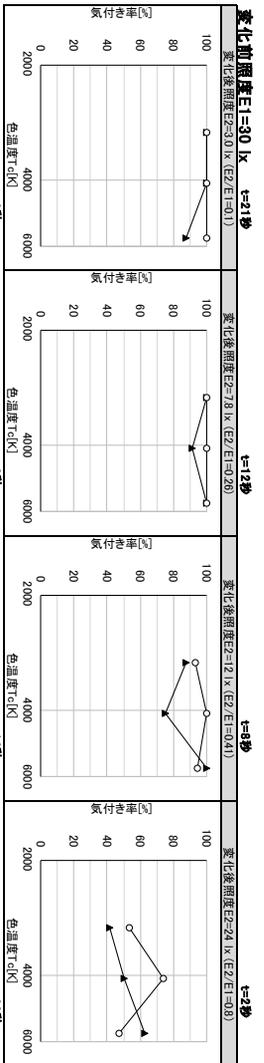
【実験5】 量的変化-非許容率 調光速度SEの影響(色温度4100K)

○: 若齢者 ▲: 高齢者



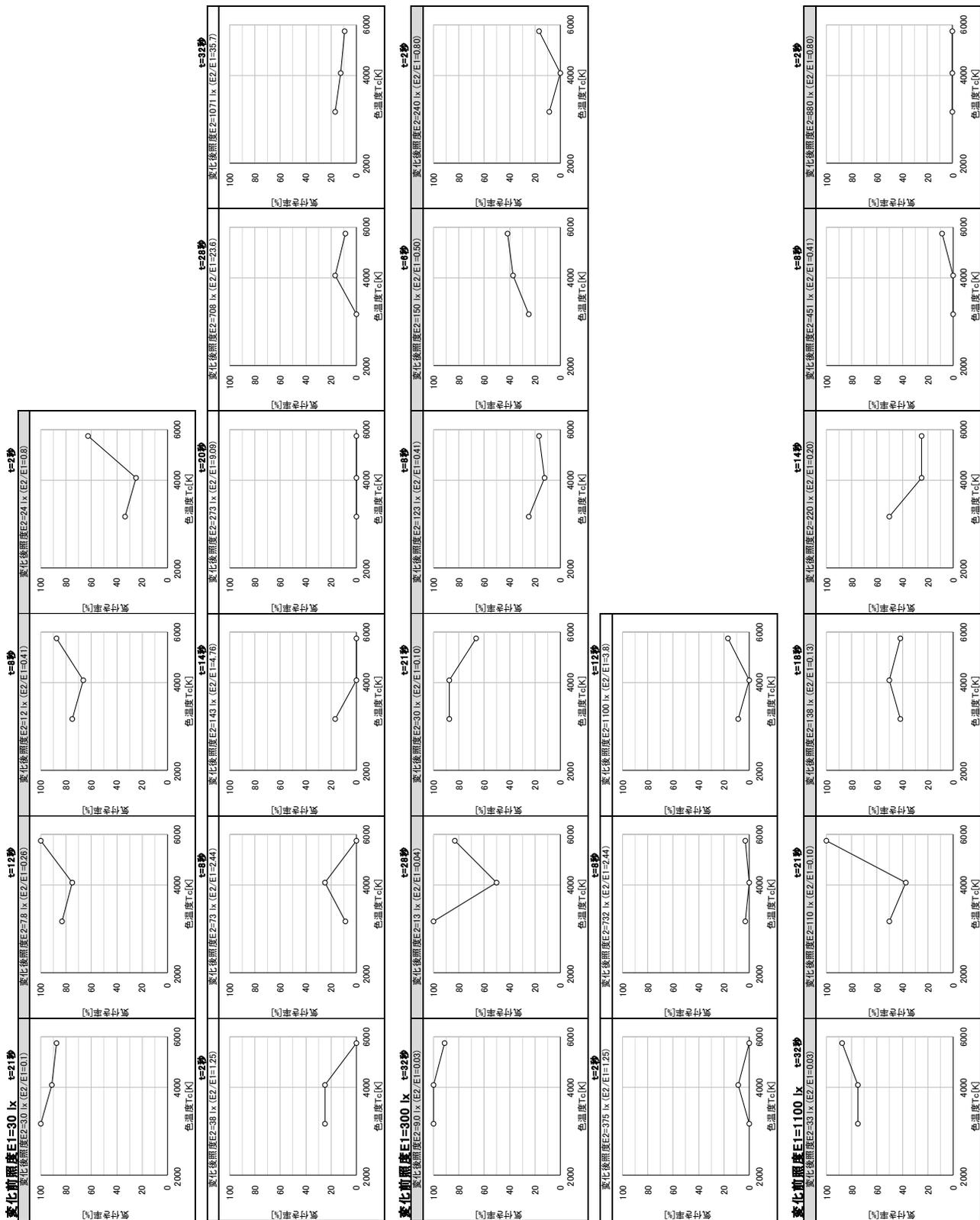
【実験5】 量的変化-気付き率 調光速度SEの影響(色温度4100K)

○:若齢者 ▲:高齢者



【実験5】 量的変化-不快率 色温度T<sub>c</sub>の影響(調光速度2.91)

○：若齢者 ▲：高齢者



【実験5】 量的変化-非許容率 色温度Tcの影響 (調光速度2.91)

○:若齢者 ▲:高齢者

