

68

「心地よさ」をもたらす光環境の季節特性の解明

—札幌における四季を通じた実験的検討—

学生員 ○ 村山つばさ (札幌市立大学大学院)

会員 斉藤雅也 (札幌市立大学)

Elucidating Seasonal Characteristics of Light Environments that
Provide “Comfort”
—An Experimental Study Across the Four Seasons in Sapporo—

Tsubasa MURAYAMA* and Masaya SAITO**

* Graduate School, Sapporo City University
1 chome, Geijutunomori, Minami-ku, Sapporo-shi, Hokkaido
E-mail: 2462018@st.scu.ac.jp
** Sapporo City University

ABSTRACT

This study aimed to clarify the relationship between perceived temperature and the hypothesis that seasonal characteristics and thermal sensation influence the pleasantness or discomfort of light environments under LED lighting. Experiments in Sapporo showed that imagined temperatures between 21 and 25°C were perceived as “slightly bright,” and comfort was most likely when participants reported feeling “cool,” “neither hot nor cold,” or “warm.” Conversely, discomfort intensified when a cold sensation was present under high color temperatures of 6000K or higher. During winter, there was a tendency to perceive illuminance below 400lx as dark, suggesting influences from snow cover and daylight hours.

キーワード：光環境、色温度、季節特性、想像温度

Keywords : Light Environment, Color Temperature, Seasonal Characteristics, Cognitive Temperature

1. はじめに

Kruithof 曲線¹⁾は、蛍光灯の色温度と照度の組み合わせによって、光環境に対する快・不快が変わることを示した線図である。しかし、現在主流の LED 照明においては、光源の演色性等の影響が考慮されていない点がある²⁾。さらに、季節や時間帯に加えて、その時々熱環境の影響も快・不快に関与している可能性がある。

ヒトの温熱感覚を表す「想像温度 (いま、何度と思うか)」には、季節・地域特性が存在する³⁾。LED 照明による光環境下で、想像温度と光環境に対する快・不快の関係が明らかになれば、Kruithof 曲線よりも精度の高い

線図を建築設計者向けに提案できる可能性がある。

本研究の目的は、光環境がヒトに快・不快をもたらす条件には季節特性が存在し、温熱感覚が影響するという仮説のもと、想像温度を用いてその関係性を解明することである。これにより、建築における光環境設計に対して、季節特性と温熱感覚を考慮した新たな設計手法の提案が期待される。

2. 研究方法

本研究では、LED 照明によって色温度と照度を変更できる空間 (札幌市) において、以下の季節・時間で被験者実験を行った (Fig. 1)。

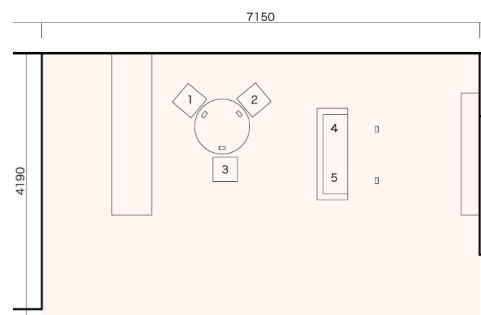


Fig. 1 Floor plan of the experimental room and subject arrangement

秋季 : 2024/10/10, 16	16:20~17:20
冬季 : 2025/1/29	13:45~14:45, 16:25~17:25
春季 : 2025/3/26	16:05~17:05
初夏 : 2025/5/21	16:10~17:10
夏季 : 2025/7/30, 8/20	16:05~17:05

実験室には窓がなく、日射 (外光) が一切入らない空間で、一般住宅のリビング・ダイニングを想定した室である。図中の数字 (1~5) は、被験者の着席配置である。

被験者の年齢が申告に与える影響を最小限にするため、対象を 10 代後半から 20 代前半にした。各季節の人数 (男女) は以下の通りである。秋季 : 10 名 (男 2、女 8)、冬季 : 6 名 (男 1、女 5)、春季 : 5 名 (男 1、女 4)、初夏 : 4 名 (男 2、女 2)、夏季 : 8 名 (男 5、女 3) であった。

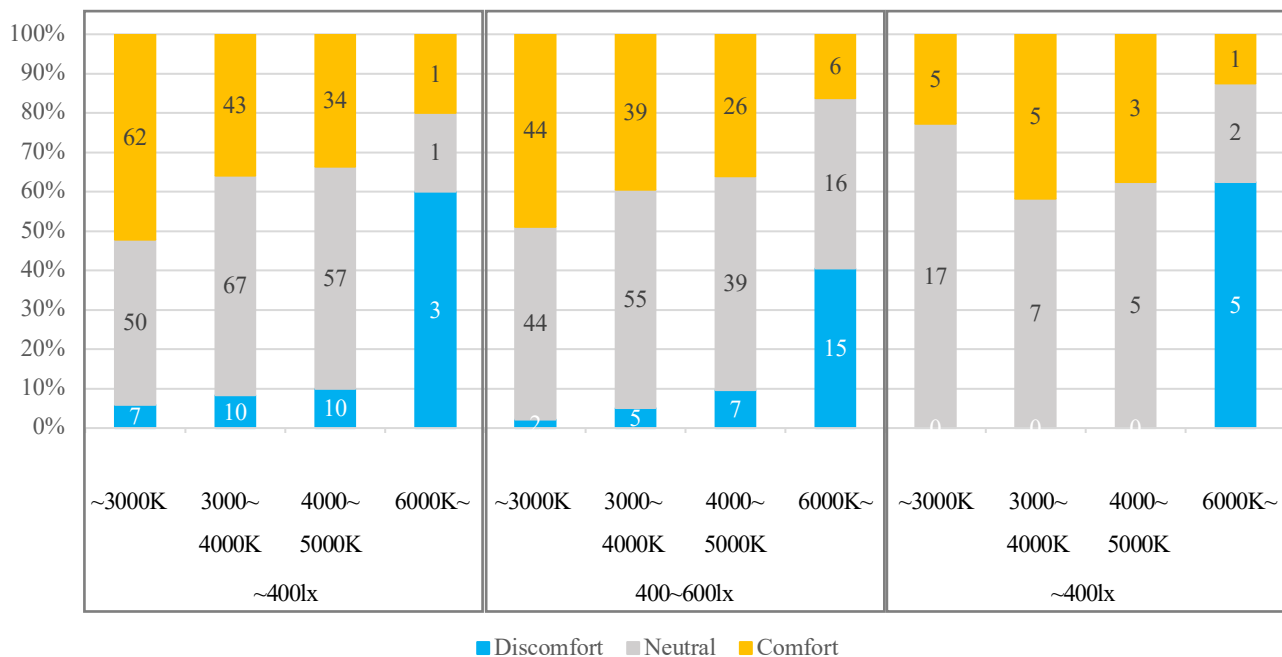


Fig.2 Comfort and discomfort votes by illuminance and color temperature across all seasons

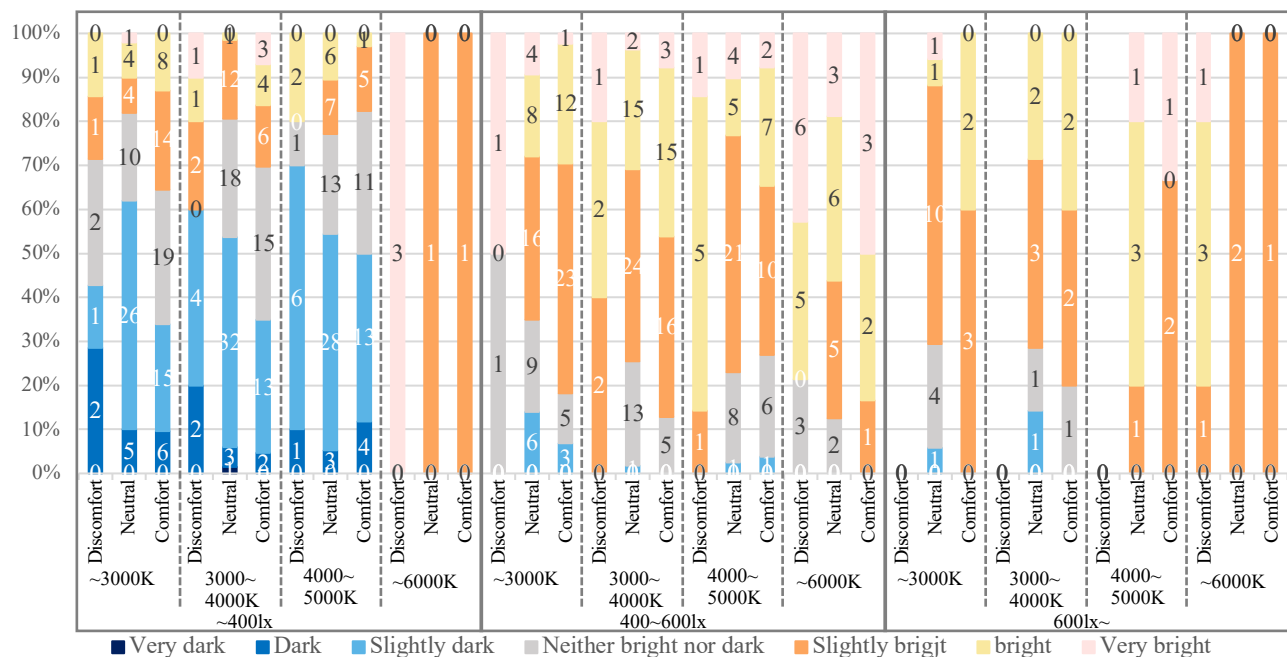


Fig.3 Brightness sensation by comfort and discomfort votes across all seasons

照明条件は、色温度が 2700K、3500K、5000K、照度（基準点）は 280lx、400lx、700lx の 3×3 の計 9 通りとした。被験者には、各照明条件を 1 分間体験した後、想像温度、寒暑感、明るさ感、快適感（快適・不快ではない・不快）⁴⁾を申告してもらった。また、実験室の空調設定は季節ごとに異なり、秋季：冷房 26℃、冬季：暖房：24℃、春季：暖房 22℃、初夏：冷房 25℃、夏季：26℃とした。

被験者の配置別に机上面照度・空気温湿度（T&D 社製 TR-74ui）を 15 秒間隔で、実験終了後に分光色彩照度計（セコニック社製 C-7000）で各場所の机上面・視野面（被験者の顔面）照度・色温度・演色評価数を記録

した。

3. 結果・考察

Fig. 2 は、全季節における光環境に対する快・不快申告と照度・色温度の関係、Fig. 3 は、快・不快申告別の明るさ感である。

Fig. 2 より、快申告の大半は、600lx 未満の照度下、6000K 未満の色温度下の時である。快申告が得られる季節特性は、主に秋季、夏季に集中し、その大半は明るさ感が「やや明るい」であった。

一方、不快申告の多くは、色温度が 6000K 以上のときに顕著で、特に一般住宅で標準的な照度帯とされる 400~600lx の時である。各季節の不快申告割合は、秋季

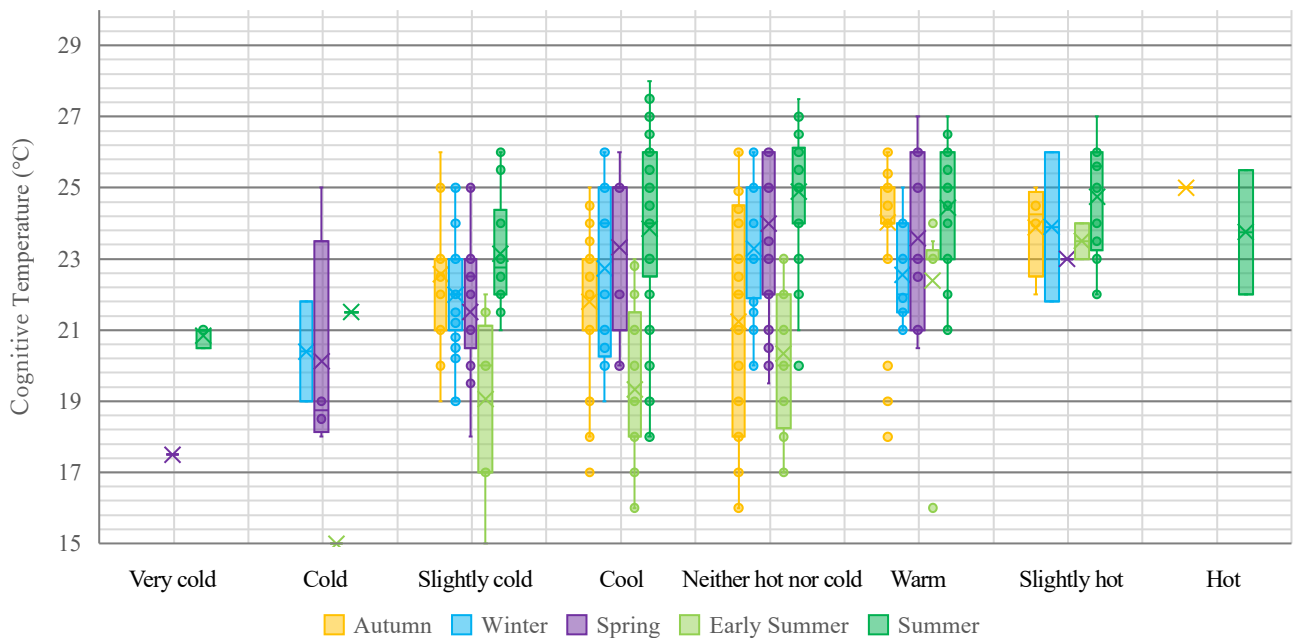


Fig.4 Seasonal thermal sensations and cognitive temperature

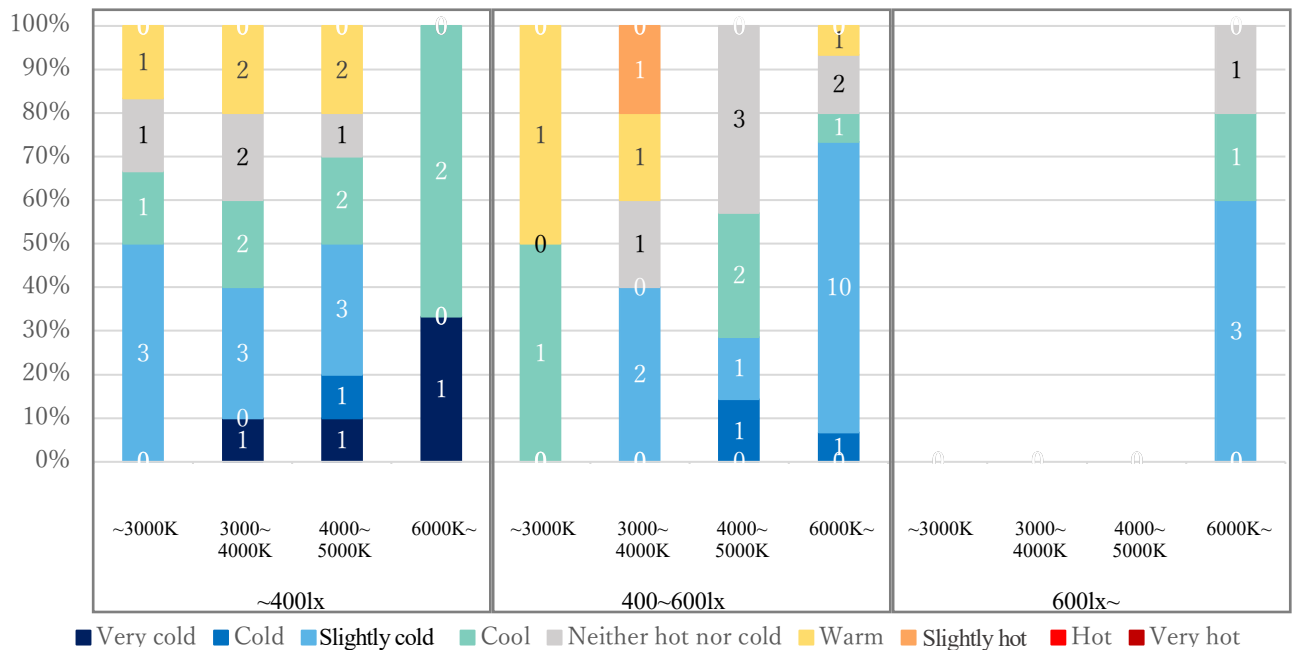


Fig.5 Discomfort votes by Illuminance, color temperature, and thermal sensation across all seasons

13%、冬季5.6%、春季9.5%、初夏12%、夏季5.6%（各季節の割合は、27/210、7/126、10/105、10/84、10/168に基づく）で、秋季・春季・初夏の不快申告割合が夏季・冬季の約2倍であった。その要因は、秋季・春季・初夏は、外部の光・熱環境の変化（日照時間や日較差など）が大きく、室内に滞在する条件であっても身体が外部環境の変化に対して十分に順応できていないから考えられる。

また、冬季の明るさ感について、400lx未満の照度で「暗い」側の申告割合が他の季節と比べて顕著に高かった。これは、単純に冬季の日照時間の短さが影響していると予想される。さらに、札幌では降雪による反射光に日中は曝される機会が多く、被験者の明るさ感の基

準が他の季節と同じ、もしくは高くなっていた可能性がある。

Fig. 4 は、各季節の寒暑感と想像温度の関係である。大半の申告は、「涼しい (cool)」、「暑くも寒くもない」、「暖かい (warm)」の範囲にあり、想像温度は、寒冷側から暑熱側に寒暑感が変化すると高くなる。また、初夏を除くと「涼しい」、「暑くも寒くもない」、「暖かい」の申告時の想像温度は、概ね21~25°Cの範囲に大半がある。一方、初夏の想像温度は他の季節よりも顕著に低い。初夏の時期は、被験者が暑熱馴化する前にあると考えられる。

Fig. 5 は、全ての季節における、光環境に対する「不快」申告時の照度・色温度・寒暑感である。不快申告の

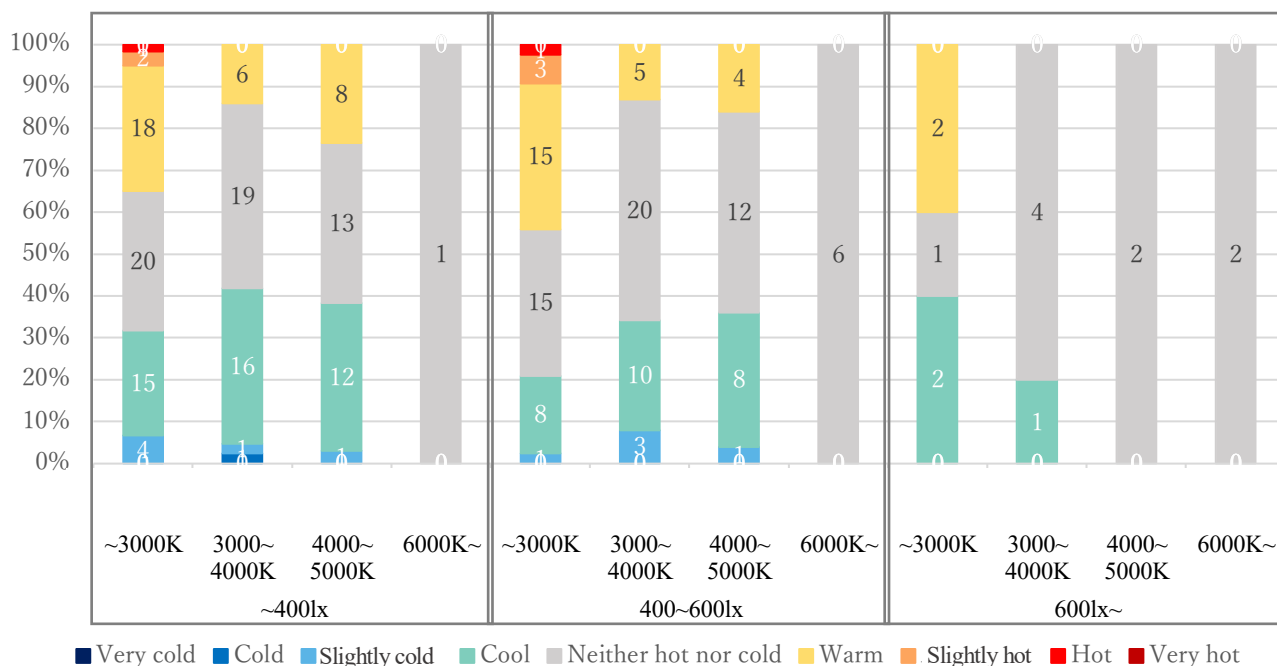


Fig.6 Comfort/neutral votes by illuminance, color temperature, and thermal sensation across all seasons

大半は、寒暑感が寒冷側にある時で、特に400lx未満の照度下では、色温度が3000K以上、400~600lxの照度下では、色温度が6000K以上の時に多い。これらの不快申告は、秋季、春季に集中していた。

Fig.6は、全ての季節における、「快適」もしくは「不快ではない(neutral)」申告(以下、快申告)時の照度・色温度・寒暑感である。快申告の大半は、寒暑感が「涼しい」、「暑くも寒くもない」、「暖かい」の範囲にあり、600lx未満の照度下、5000K未満の色温度下である。これらの申告は、秋季に集中していた。

また、快申告は、Fig.4より想像温度が21~25℃の範囲にある時と言える。つまり、光環境に対する快は、熱環境に対する快と連動していることを示唆している。

4. まとめ

本研究では、札幌での被験者実験から、光環境に対する快(心地よさ)もしくは不快をもたらす季節特性を、想像温度・寒暑感・明るさ感との関係性から明らかにした。その結果を以下に述べる。

光環境に対する快の条件: 明るさ感が「やや明るい」申告、寒暑感が「涼しい」・「暑くも寒くもない」・「暖かい」申告の時が顕著で、その時の想像温度が21~25℃であった。光の快・不快は、熱環境の快適性と連動していることが示唆された。

光環境に対する不快の条件: 6000K以上の温度帯で、寒暑感が寒冷申告の時が顕著であった。住宅では、高い色温度帯の常時照明は好ましくないと考えられる。また、冬季の積雪地では、400lx未満で暗い側の申告が多

く、雪面からの強い反射光や日照時間の短さが明るさ感に影響していることが示唆された。

Fig.7は、被験者実験(秋季)の結果をKruithof曲線に重ねたものである。不快領域に快申告、快適領域に不快申告が見られる。今後は、光環境に対する快・不快別の色温度・照度・想像温度の関係に基づき、修正Kruithof曲線を提案する予定である。

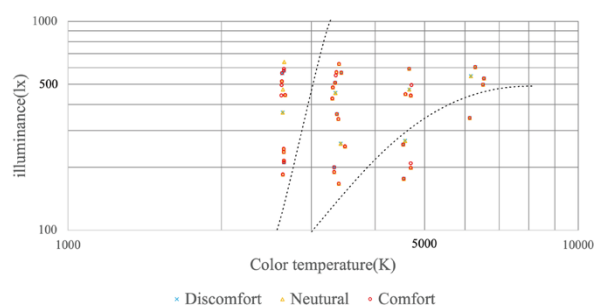


Fig.7 Comfort and discomfort ratings for autumn lighting environments in relation to the Kruithof Curve

参考文献

- 1) Kruithof A. A, Tubular Luminescence Lamps for General Illumination, Philips Technical Review, 6, 65-96 (1941)
- 2) 金谷末子, 吉瀬英雄, 光源の色温度・演色性が室内の所用照度に及ぼす影響, National Technical Report, 23 (4), 584-594 (1997)
- 3) 斉藤雅也, 辻原万規彦, ヒトの想像温度の形成プロセスに関する考察, 日本建築学会大会学術講演会, 269-272 (2018)
- 4) 佐々木優二, 斉藤雅也, ヒトの想像温度尺度による熱的快・不快感の評価に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 86 (783), 517-525 (2021), (<https://doi.org/10.3130/aije.86.517>)