

照明と空調を連動的に制御する室内環境制御システムの提案

富田 龍太郎

Ryutaro TOMITA

1 はじめに

従来より、人は色彩から涼暖感に影響を受けるという hue-heat 仮説が提唱されており、様々な研究が行われている。石井らは照明を高色温度を点灯した場合は涼しく、低色温度で点灯した場合は暖かく感じることを明らかにしている。1) そのため、気温が高い状態でも高色温度で照明を点灯させることで hue-heat 仮説の効果を受けて人は涼しく感じると考えられる。それにより、空調設備を高い温度で設定することができ、消費電力の削減が可能だと考えられる。そこで、本研究では照明と空調を連動的に制御するシステムを構築し、被験者実験より提案システムが涼暖感に影響を与えるかを検証する。

2 照明と空調を連動的に制御を行うシステムの動作概要

本システムでは、被験者からの申告を基に照明の色温度・室温の制御を行う。Fig.1 に被験者の操作端末を示す。被験者は「涼」「普」「暖」と書かれたボタンを操作



Fig. 1 被験者の端末情報

する。現在の室内環境をより涼しくしたいと感じた場合は「涼」を押し、暖かくしたいと感じた場合は「暖」を押し、また、現在の室内環境が丁度良い、変更する必要はないと感じた場合は「普」を押し、被験者の申告によるシステムの状態変移を Fig.2 に示す。本システムの目的の一つとして、消費電力の削減が挙げられる。そのため、消費電力が少ない照明の色温度を変更することにより、人の体感温度へ影響を与える。被験者が「涼」という申告を行なった場合、色温度を上げ、被験者に涼しく感じさせる。「暖」という申告を行なった場合、色温度を下げると同時に室温を上げる。しかし、色温度の変化による影響のみでは満足することができない被験者が居ると考えられる。そのため、点灯している照明の色温度

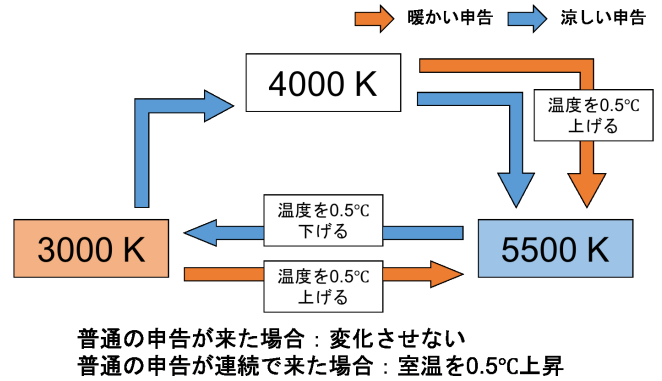


Fig. 2 システムの状態変移

が限界値である 5500 K に到達した場合、色温度を下げ、室温を下げる。これにより、色温度の変化による影響をあまり受けない被験者に対しても涼暖感の操作が可能となる。

夏季の実験時において、被験者は涼しい環境を好むと考えられ、「暖」という申告を行わず、室温は下がり続けると考えられる。また、時間経過と共に室温への慣れが起き、被験者が許容できる温度に余裕ができると考えられる。そのため、「普」の申告を複数回にわたり行なった場合は室温を上げる。これにより、被験者が許容できる室温の限界の高さでの室温制御を行うことができ、消費電力の削減を行うことができると考えられる。

3 照明と空調を連動的に制御するシステムによる涼暖感操作実験

3.1 実験概要

提案システムにより、涼暖感を操作可能かの検証のため、被験者実験を行なった。被験者は 18 歳から 24 歳までの眼疾患を有さない健康な大学生を対象として行なった。実験期間は 2018 年 8 月 29 日から 9 月 3 日とし、けいはんなオープンイノベーションセンター内のメタコンフォートラボで行なった。Fig.3 に実験環境を示す。Fig.3 に示すとおり、各実験室に被験者を 4 名づつ在室させた。室温制御には放射式空調を用いた。一般的に用いられている対流式の空調は空調が風を排出し、空気の対流により温度制御を行う。しかし、対流式空調では吹き出し口周辺とそれ以外の場所で室温差が生じ、室内に温度ムラが生じる。また、排出された風が被験者に

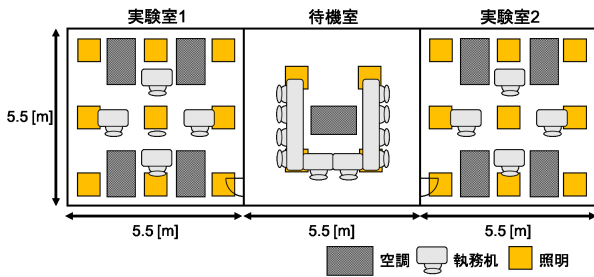


Fig. 3 実験環境

当たることによって被験者は室温以上に涼しさを感じるという問題が生じる。それに対し、輻射式空調は輻射熱の移動により、部屋全体の温度を制御する。そのため、対流式空調とは異なり、室内の温度ムラが生じにくく、被験者へ空調制御の風による影響を無くすることができると思われる。

3.2 実験スケジュール

実験スケジュールを Fig.4 に示す。実験開始後、被験

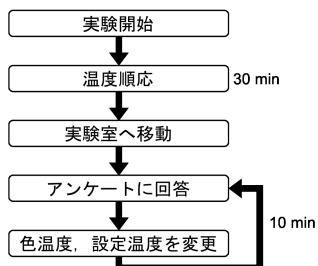


Fig. 4 実験環境

者は待機室にて実験室外の気温による影響を排除するために 30 分間の温度順応を行う。その後被験者は各部屋最大 4 名のグループで実験室へと移動し、実験室内で 120 分間の紙面作業（被験者が持ち込んだ書籍の黙読）を行う。10 分毎にアンケートの回答を行う。回答結果より、次の室内環境を決定し、制御を行う。

3.3 実験条件

実験の色温度条件として 3000 K, 4000 K, 5500 K を用い、照度は 700 lx とした。また、実験開始時の室温は 27 °C とし、湿度は 50 % とした。被験者は 18 歳から 24 歳までの大学生を対象とし、被験者人数は合計 20 名で行なった。

3.4 評価項目

本稿では提案システムによって被験者の涼暖感を操作可能かを検証する。そのため、実験室の色温度を変化させた際に涼暖感がどのように変化したのかを評価する。色温度の変化により、涼暖感への影響が見られた場合を「○」、影響が見られなかった場合を「×」とし、どの

Table 1 評価の詳細

○の評価パターン			×の評価パターン		
色温度	室温	涼暖感	色温度	室温	涼暖感
UP	UP	DOWN	UP	UP	UP
UP	UP	STAY	UP	STAY	UP
UP	STAY	DOWN	UP	STAY	STAY
DOWN	DOWN	UP	UP	UP	STAY
DOWN	DOWN	STAY	DOWN	DOWN	DOWN

Table 2 実験結果

実験回数	○の評価数	×の評価数	○の確率
1 回目	14	6	70.0%
2 回目	7	5	58.3%
3 回目	7	5	58.3%
4 回目	18	10	64.3%
5 回目	8	4	66.7%
合計	54	30	64.3%

程度「○」の評価があるかにより評価を行う。各評価の詳細を Table.1 に示す。本稿では、暖かく感じた場合は「涼暖感が上がった」とし、涼しく感じた場合は「涼暖感が下がった」と呼ぶ。色温度が上がった場合に涼暖感が下がった場合は色温度による影響であると考えられる。色温度と室温が上がり、涼暖感が変わらない場合は色温度による影響と室温の上昇による影響が相殺されていると考えられる。そのため、今回の評価においては「○」の評価とした。色温度が下がった場合においても同様の評価を行なった。また、色温度が下がった場合に涼暖感が上がった場合や涼暖感が変化していない場合は色温度の影響を受けていないと考えられる。そのため、今回の評価においては「×」の評価であるとした。

3.5 実験結果と考察

実験結果を Table.2 に示す。本評価手法では、実験の際に色温度が変わった場合のみで評価を行なっているため、各回の実験で評価対象の数が異なる。しかし、いずれの実験においても○の評価数は×の評価数よりも多く、50%を下回ることは無かった。すなわち、提案システムによって被験者の涼暖感を操作を行うことができたと考えられる。また、○の評価を得られた確率はいずれの実験においても約 60%から 70%であった。そのため、被験者毎の個人差による影響は少なく、提案システムを用いることで一定の結果を得ることができると考えられる。

参考文献

- 1) 石井 仁, 堀越 哲美, 異なる作用温度, 照度レベル, 光源の組み合わせが人体の生理・心理反応に及ぼす複合的影響, 日本建築学会計画系論文集, 1999, 64 巻, 517 号, p. 85-90, 公開日 2017/02/03, Online ISSN 1881-8161, Print ISSN 1340-4210