

Hue-Heat 効果を利用した照明・空調連動制御システム

Lighting and air conditioning interlocking control based on the HUE-HEAT effect

Hue-Heat 照明・空調連動制御システムとは Outline of Lighting and air conditioning interlocking control based on the HUE-HEAT effect

人はオレンジ色など暖色系の色を見ると温かく感じ、水色など寒色系の色を見ると涼しく感じます。これが Hue-Heat（色相-温熱）効果です。人の視覚情報が体感的な涼暖感に影響を与えるのです。

この効果を照明と空調の連動制御に応用します。照明の色を暖色系にすると暖かく感じるため暖房時の空調温度を下げるができます。逆に、照明の色を寒色系にすると涼しく感じるため冷房時の空調温度を上げることができます。

これを自動化したシステムが HUE-HEAT 照明・空調連動制御システムです。このシステムは、人の快適性を損なうことなく空調の消費エネルギーを大幅に削減することができます。

People feel warmer when they see warm colors such as orange, and cooler when they see cold colors such as light blue. This is called the HUE-HEAT effect. Using this effect, energy savings in air conditioning can be achieved by using warmer lighting colors for cooling and cooler lighting colors for heating. Our systems combine comfort and energy savings.

Hue-Heat 照明・空調連動制御のアルゴリズム Control Algorithm

涼しい色 5000Kや5500Kなど
暖かい色 3000Kや3200Kなど

急速に 20秒程度(デモ機材では10秒に短縮)
ゆっくり 5分程度(デモ機材では20秒に短縮)
待機時間 5分程度(デモ機材では30秒に短縮)

※スマートフォンからの申告には待機時間が発生します。連続して申告しても待機時間中は申告を受け付けません。

利用者は自身の涼暖感に基づいてスマホから「涼しく」、「暖かく」を申告するだけ

「暖かく」→照明の色温度を上げる、空調温度を下げる
これを自動で繰り返す。
「涼しく」→照明の色温度を下げる、空調温度を上げる
これを自動で繰り返す。

夏期冷房

1 冷房モード切替(リモコン操作)

2 スマートフォンから「涼しく」を申告

3 スマートフォンから「暖かく」を申告

冬期暖房

1 暖房モード切替(リモコン操作)

2 スマートフォンから「暖かく」を申告

3 スマートフォンから「涼しく」を申告

Hue-Heat 効果の検証 (800人での実験) Functionality

関西学研都市のけいはんなメタコンフォートラボにおいて、30m²の二つの実験室を用いて、温度・湿度と照明の照度と色温度を制御し、夏期の冷房実験、冬期の暖房実験を3年間、延べ800人の一般被験者に対して2時間の実験中に20ごとに部屋を移動し、5分間毎の涼暖感の回答を統計的に処理。その結果、色温度2,500Kの差は体感温度2℃の差に相当することが明らかとなった。すなわち、夏期の冷房温度は2℃上げることができ、冬期の暖房温度は2℃下げることができる。(K:ケルビン)

サーモグラフィー

26℃ 低色温度/高照度 27℃ 高色温度/低照度

手のひらに注目!

26℃より27℃の方が赤いのに、体感では涼しいです!

暖房実験 色温度の影響

冷房実験 照度・色温度の影響

社会的影響 (照明の色温度の活用、LED 照明の調光・調色)

Social Impact: Utilization of Color Temperature of Lighting

LED 照明は調光・調色が容易である。しかし、照明の色温度を変える調色は、家庭のリビング照明などでは利用が進んだが、オフィスではほとんど活用されていない。今後は LED 照明の色温度の可変性を活用するのが重要。

色温度 (Color Temperature)

3000 K 3500 K 3800 K 4200 K 5000 K 6700 K

低 高

同志社大学が行った知的照明システムの研究で得られた結果

高い経済性 Economics

空調の省エネルギー効果：快適性を維持しながら7%を削減。

ビルでは空調が消費するエネルギーが大きく、ビル全体の省エネルギーに大きく貢献する。

省エネ効果					
「クールビズ・ウォームビズ」は年間約10%の省エネになると言われていますが、不快感が残るといった評価もありました。HUE-HEAT効果を取り入れた制御の場合、快適性を維持しながら年間約7%の省エネが可能です。これに温度制御を加えると、さらに「理想的な快適性」を実現するとともに、年間約5%の省エネも可能です。					
総括	年間消費電力の比較 (試算値)				
空調条件	冷房条件		暖房条件		年間消費電力
	温度/湿度	能力	温度/湿度	能力	
A 設計基準	26℃ / 50%	1830kW (100)	22℃ / 40%	1130kW (100)	708,000kWh(100) 年間1400万円 (20円/kWh)
B クールビズ・ウォームビズ	28℃ / 50%	1650kW (90)	20℃ / 40%	1130kW (82)	633,000kWh(90) ▲10%省エネ ▲140万円
C HUE-HEATの効果	30分 / 90分 26℃/50% 28℃ / 50% 3000K/5500K	1700kW (93)	30分 / 90分 22℃/40% 20℃ / 40% 3000K/5500K	1190kW (86)	655,000kWh(93) ▲7%省エネ ▲100万円
D HUE-HEAT空調システム	30分 / 90分 26℃/50% 28℃ / 40% 3000K/5500K	1790kW (98)	30分 / 90分 22℃/40% 20℃ / 50% 3000K/5500K	1260kW (91)	673,000kWh(95) ▲5%省エネ ▲70万円
照明器具 リニューアル効果	■試験条件 ・面積：15,000㎡ ・机上照度：500lx ・稼働時間：12h/日×230日/年 ・電圧：200V・50Hz・2W = 64W相当 ・LED照明：調光調色タイプ (調光制御なし) ・電気料金：23円/kWh ■照明器具台数：500㎡ = 約60台 → 15,000㎡ = 約1800台				
蛍光灯 → LED照明	■省エネ効果 ・省電力：318,000kWh / 730万円 ・省エネ率：50% ・省エネ額：365万円 ・省エネ率：50% ・省エネ額：365万円 ・省エネ率：50% ・省エネ額：365万円				

知的オフィス環境推進協議会 Smart Office Environment Promotion Association

中小ビルから大規模ビルまで対応する Hue-Heat 制御システム

大規模ビルでは BACnet にてシステム構築、中小ビルでは Hue-Heat コントローラーで照明と空調の連動制御

HUE-HEAT制御システム構成 大規模ビル

HUE-HEAT制御システム構成 中小規模ビル

HUE-HEAT制御システム構成 BACnetのないビル

利用可能な照明と 空調機器

(オープンプロトコルのため、
これ以外にも他社の多くの
機種で利用可能)

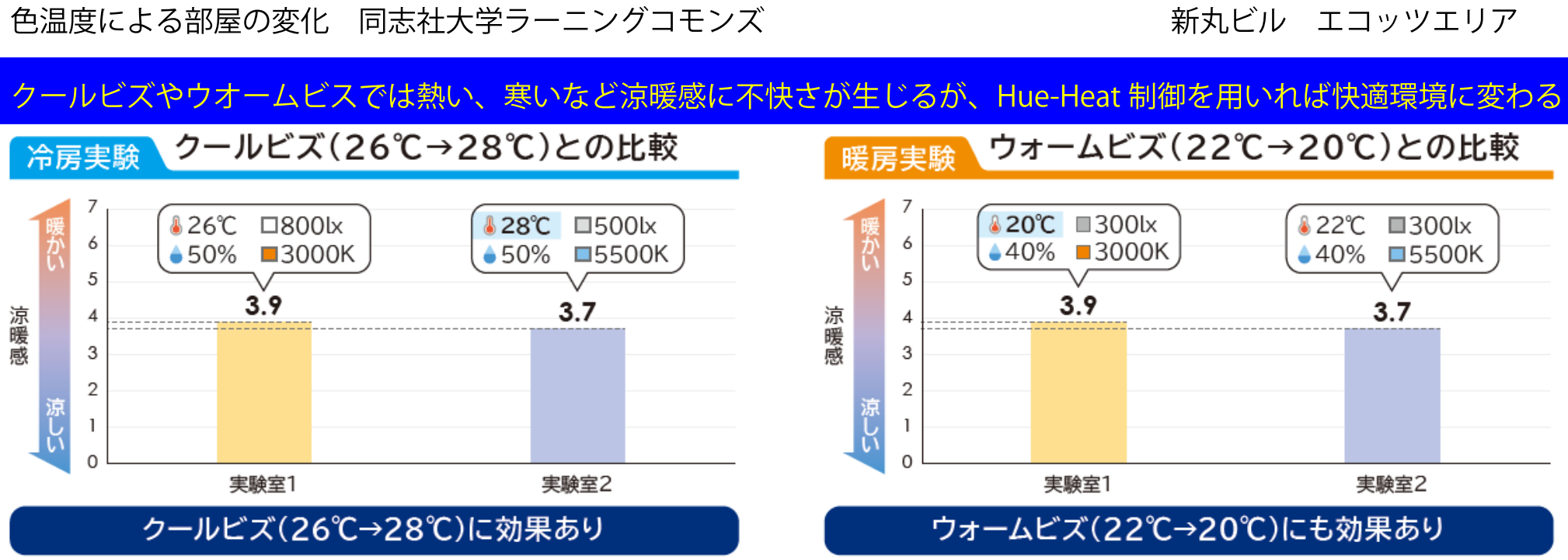
パナソニック
ライネージュF

三菱電機照明

コイズミ照明

HHコントローラー対応空調機

木村工機



評価表 (自己評価) Design Evaluation (Self-evaluation)

評価項目	特に重視した デザイン 視点	評価項目に対する設計者のデザイン意図 従来のデザインに比較し、優れている部分、 卓越している部分に関して具体的に記述	自己評価欄			
			普通 0	優秀 +1	卓越 +2	小計
A. 感性軸 (造形) Form	01審美感	照明の色温度可変は快適		○		1
	02調和性	視覚からの心理影響と体感温度の相互作用を調和させた			○	2
	03独創性	視覚と体感温度のクロスモーダル利用			○	2
	04象徴性	新たな設備は照明と空調を接続する連動制御のみ			○	2
	05完成度	同志社大学での3年間、800人以上の実験で世界的論文に掲載			○	2
	06機能性	LED照明の色温度可変性を最大限に利用して空調制御			○	2
B. 機能軸 (技術) Technology	07効率性	新たな設備は照明と空調を接続する連動制御のみ			○	2
	08利便性	利用者はスマホから申告だけで利用が容易			○	2
	09安全性	設備の安全性は問題なし、利用者の健康には資する			○	2
	10先進性	照明と空調の感性空間での連動制御は世界初			○	2
	11環境負荷	大幅な省エネルギーで環境負荷の低減			○	2
	12資源消費	LED調色照明は長く使えて環境負荷が少ない		○		1
C. 社会軸 (環境) Environment	13地域環境性	色温度や室温の設定は地域毎に可能		○		1
	14ユニバーサル性	個人の嗜好に合わせるため性別や人種、年齢に無関係			○	2
	15先進性	五感のクロスモーダル現象を利用した設備は成果初			○	2
D. 経済性 (LCC) Life Cycle Cost	16イニシャルコスト	調光・調色LED照明と連動制御システムだけで少ない投資			○	2
	17ランニングコスト	大幅な空調の省エネルギーでランニングコスト低減			○	2
	18維持管理	スマホとのネットワーク管理だけで維持管理コストは安価			○	2
	19耐久性	通常の照明、空調設備と変わらない		○		1
	20LCC	新規ビルの建築、蛍光灯からの取り替えでは大幅に有利			○	2

最も強調したい点は、人間の視覚と体感温度という二つの感覚の相互作用 (クロスモーダル現象) をビル設備である照明と空調の連動制御により、大幅な省エネルギーを達成した世界初の技術を7社の連合でシステム化し、実現したことである。この統合は知的オフィス環境推進協議会が行った。

7社：パナソニック株式会社、三菱電機照明株式会社、コイズミ照明株式会社、木村工機株式会社、アズビル株式会社、株式会社コンテック、福西電機株式会社