

技術開発成果報告書

<p>事業名 ・住宅等における環境対策や健康向上に資する技術開発</p>	<p>課題名 健全な睡眠を確保するための自然光と人工光を組み合わせた光環境設計・制御の技術開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要 健全な睡眠を確保するため、朝起きてから洗面、食事、出勤という一連の流れの中で、必要とされる光暴露量を確保できるように、自然光が利用可能な場合はその光を積極的に導入した上で人工照明により不足を補い、自然光が見込めない天候や季節では、顔面照度を上げるよう設計された色温度の高い人工照明を利用して光暴露量を確保する。そして夜間は逆に、顔面照度を下げるよう設計された色温度の低い人工照明により、睡眠を妨げる光の暴露量を抑える照明制御システムを開発した。</p> <p>(2) 実施期間 平成29年度～平成30年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費（実施期間の合計額） 51,682千円 補助金の額（実施期間の合計額） 20,941千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員 <ul style="list-style-type: none"> ・株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所（退任 金谷末子；応募時 代表取締役） ・株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所（取締役 中村芳樹） ・株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所（代表取締役 山本三七男；応募時 研究所員） ・株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所（実践女子大学 非常勤講師 川西縫衣子； 応募時 研究所員） ・株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所（コイズミ照明㈱ 日吉美南実；応募時 研究所員） ・コイズミ照明株式会社（特機商品部 デジタル制御支援 吉久保光宏； 応募時デジタル推進室） ・コイズミ照明株式会社（企画開発部 デバイス開発室 岩村祐輔） ・コイズミ照明株式会社（市場開発本部 開発推進室 折居直純） ・コイズミ照明株式会社（首都圏住宅営業部 広域住宅開発室 疋野靖子） ・旭化成ホームズ株式会社（住宅総合技術研究所 主席研究員 柏原誠一） ・旭化成ホームズ株式会社（住宅総合技術研究所 主査 上野彩） ・旭化成ホームズ株式会社（東京営業本部東京南支店 寺本直樹； 応募時 住宅総合技術研究所 研究員） </p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 <ol style="list-style-type: none"> 1. 特願 2018-205796 「住宅および住宅の建築設計方法」 2. 特開 2018-219026 「照明制御システム、制御装置および照明制御方法」 3. 特願 2019-096005 「照明システム、照明制御装置、および、照明制御方法」 発表した論文 <ol style="list-style-type: none"> 1. 令和1年9月 日本建築学会大会（金沢）（旭化成ホームズ㈱ 主席研究員 柏原誠一） タイトル：昼間の室内光環境が睡眠に及ぼす影響 2. 令和1年9月 照明学会全国大会（福岡）（旭化成ホームズ㈱ 主席研究員 柏原誠一） タイトル：日中の室内光環境が被験者の睡眠と主観評価に及ぼす影響 </p>	

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

世界的に見て日本人の睡眠時間は短く、睡眠を満足に得られている人の割合が低い。健全な睡眠を得るには、夜間の適正なメラトニン分泌が必要であり、それは起床から午前中の顔面にあたる光の暴露量と色温度が重要となる。この顔面にあたる光環境条件に着目した制御システムは現存せず、また居住宅で、朝起きてから洗面、食事、出勤あるいは登校といった一連の生活の中でこの光環境制御が可能となれば、今後の健康住宅の実現に繋がる。

(2) 技術開発の効率性

研究代表者らは、住空間における複数の照明や自然光から構築される屋内空間の光環境の設計技術を有し、さらに顔面にあたる光の暴露量を推定するアルゴリズム開発、光環境センサーと連携する照明制御システムのハード開発、光環境に配慮した住宅開発などの技術を有するメンバーで構成され、各々のメンバーの持つ研究リソースを活用することで、効率的な技術開発を実施することができた。

- ① システム機器に関する技術開発 …… コイズミ照明株式会社が実施
- ② 設計および制御アルゴリズムに関する技術開発 …… 株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所が実施
- ③ 実環境での効果測定に関する技術開発 …… 旭化成ホームズ株式会社が実施

(3) 実用化・市場化の状況

技術の実用化・市場化については、商品企画の段階である。

技術的には、LDKの光環境のセンシングシステムの低コスト化と汎用化に向けたセンサーの設置位置とその設置数の妥当性について検討中。

市場的には、一般住宅のニーズを見極めつつ、商品化の判断を検討中である。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

Realaps-VRによるシミュレーション技術により動線計画上の顔前照度の推定し、自然光を加味しながら、調光調色のLED照明装置の制御を実現するに至った。

また、実現した昼間の光環境の健康効果として、実大空間にて、光環境の暴露実験を昼間に実施し、暴露後の夜間の睡眠に良好な影響があることを実証した。

- ・全体の完成度、目標達成度 応募時の目標に対して 達成度 80%
- ・技術開発項目毎の完成度、目標達成度
 - 1) システム機器に関する技術開発 達成度 70%
 - 2) 設計および制御アルゴリズムに関する技術開発 達成度 100%
 - 3) 実空間での実証評価に関する技術開発 達成度 90%

- ・照明制御システムと光環境センサーとの実用的な連携システムが未達。
- ・VRゴーグルによる構築する光環境のシミュレーション再現を追加で実現した。

(5) 技術開発に関する結果

- ・成功点

制御アルゴリズムは、居住者の時間履歴を考慮した動線計画を入力することによって、拡張アメダスデータなどを利用して、一日の光環境履歴を算出し、健全な睡眠を確保できるための光の暴露量を満たしているかどうかを判断するアルゴリズムまで完成させた。

また、被験者実験により日中の適切な光環境が睡眠効率を高めることを確認し、アルゴリズムの妥当性を検証できた。

- ・残された課題

HEMS 対応照明システムの ECHONET Lite 認証及び PSE 認証を行い製品化を実行するが、導入コストが高くなることが予想され、普及の課題となる。

又、センシングの連携部分と、制御アルゴリズムをアプリケーションソフトに落とし込むソフトウェア技術開発の難易度が高く課題として残っている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

今後の住環境における健康ニーズの動向を睨みながら、商品化のタイミングを見定める。

照明システムとしてのアプリケーション開発課題の解決に向けた技術開発を進め、

この間に、照明システム装置としてだけでなく建築化照明としての効果や意匠に配慮した住宅で実用化への課題解決を図っていく。また注文住宅ならではの個別設計時に運用のし易い標準化手法の提案も図る。