

住宅・建築物技術高度化事業 平成29～30年度

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

金谷 末子	(株)ビジュアル・テクノロジー研究所	元代表取締役社長
中村 芳樹	(株)ビジュアル・テクノロジー研究所	取締役
吉久保 光宏	コイズミ照明(株) 特機商品部	デジタル事業推進室長
柏原 誠一	旭化成ホームズ(株) 住宅総合技術研究所	快適・健康技術グループ長

1. 背景・目的

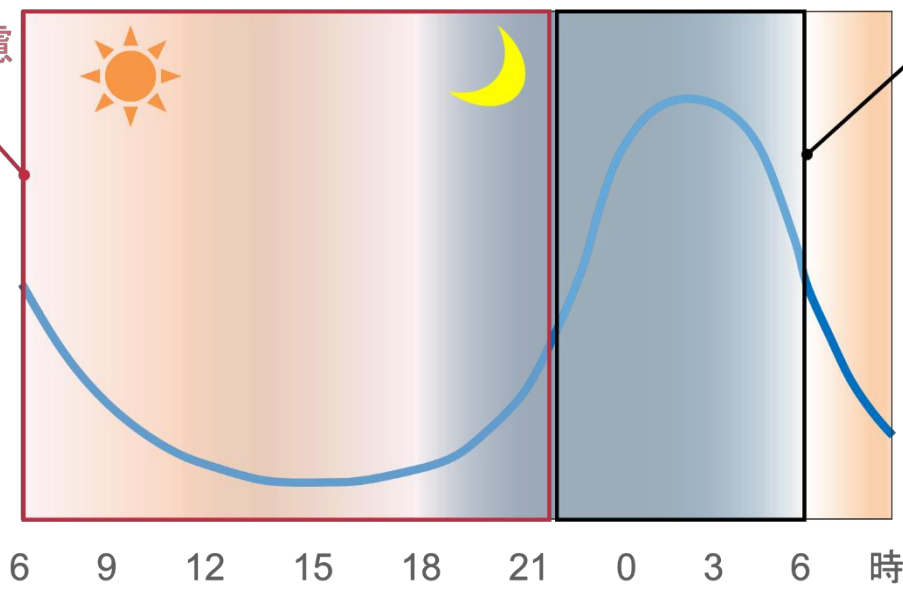
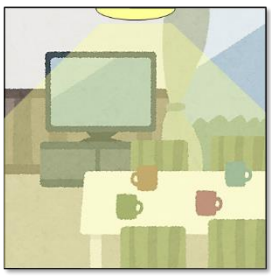
■背景

- ・健康な生活を継続・維持するためには、健全で良質な睡眠が極めて重要である。
- ・健全で良質な睡眠を確保には、身体のリズムを自然(光)のリズムに合わせる必要がある。
- ・一日の光環境の履歴は居住者の活動の中心となるLDKを中心に構成される。
- ・居住者にふさわしい光環境の履歴を考え、それを実現するための設計・制御を行う技術が求められている。

■目的

・本技術開発は、居住者の睡眠の質向上のために、光環境の履歴を考慮した自然光と人工光を組み合わせた光環境設計・制御システムを開発・提供する。

■起床～日中の在宅時間を考慮
⇒LDKで過ごす時間が長い
⇒光の曝露環境が夜間の睡眠に影響する可能性



■従来の光環境設計
⇒夜間の寝室に着目した照明計画が多い



2. 技術開発の概要

居住者にふさわしい光環境の履歴を考慮した自然光と人工光を
組み合わせた光環境設計・制御システムの開発

① システム機器(ハード+ソフト)に関する技術開発

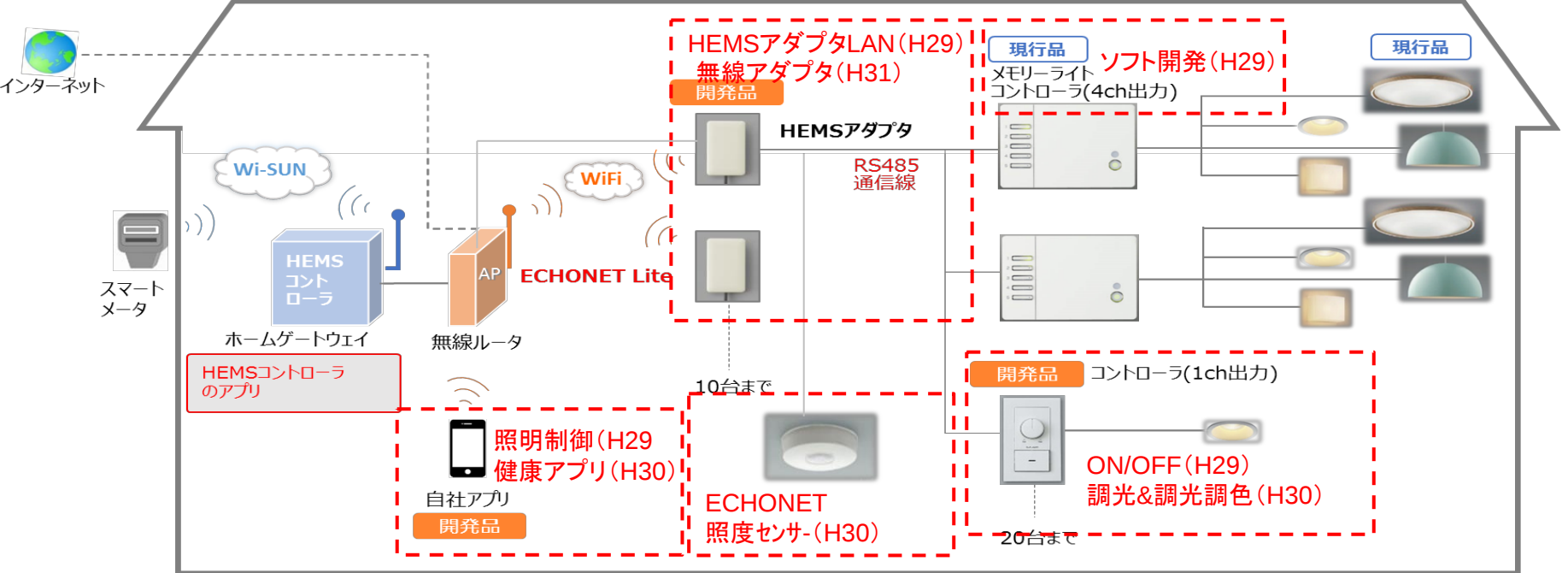
- 1) ECHONET ライトコントローラの無線化技術
- 2) ECHONET 調光・調色スイッチの無線化技術
- 3) 無線対応マルチセンサーの開発
- 4) 健康アプリの開発

② 設計および制御アルゴリズムに関する技術開発

- 1) 人工照明設計プロトコルと補助アルゴリズムの開発
- 2) 制御プログラムと制御サーバーの設計・開発
- 3) 実験データの解析・システム運用

③ 実空間での実証評価に関する技術開発

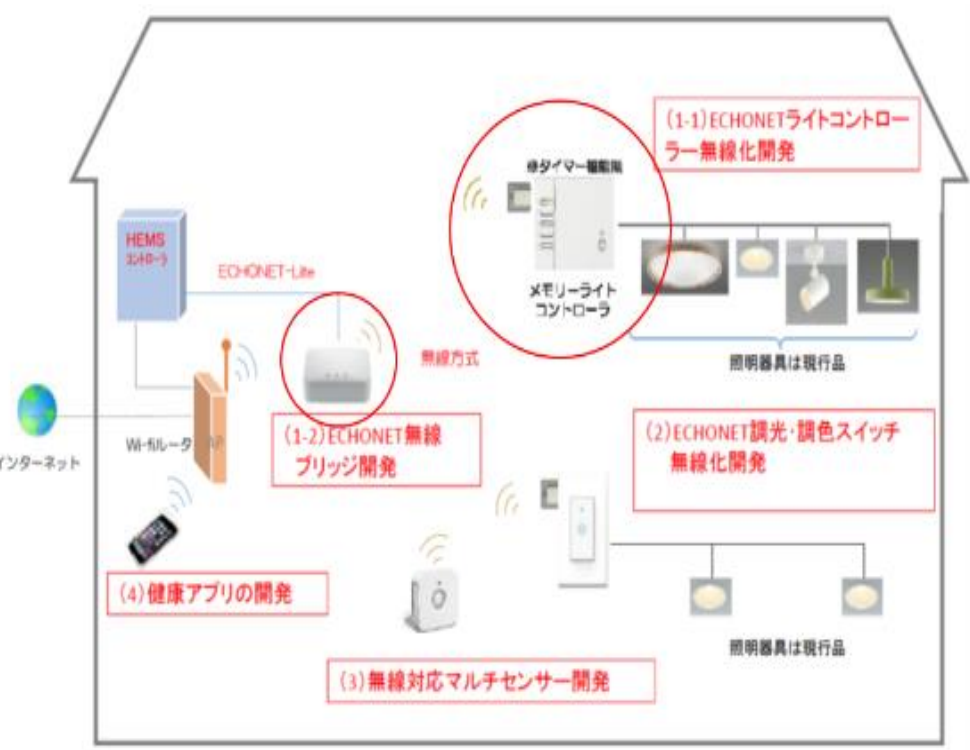
- 1) 実空間での実証評価系の構築
- 2) 睡眠実験の評価解析



3. 技術開発成果の先導性

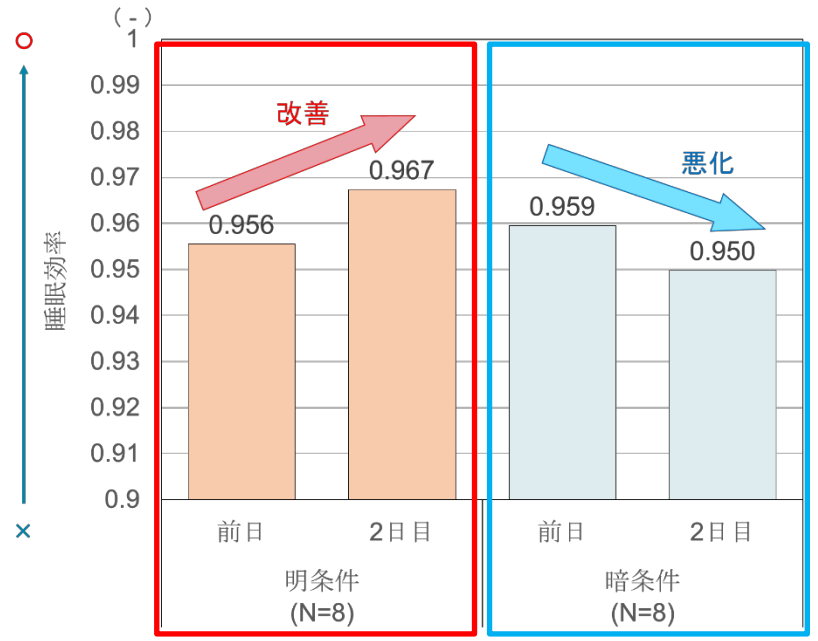
- ・自然光と人工光を組み合わせる健康視点で光環境を制御する。
- ・良質な睡眠のために、起床～日中のLDK照明の制御に着目した光環境を構築する。
- ・起床～日中のLDK照明制御が、実生活環境で睡眠の質に好影響することの実証

■ 開発した光環境制御システム



■ 制御した光環境の睡眠への効果

● 実験開始前夜・2日目前夜の睡眠効率の平均値※1



日中の好ましい条件 従来条件

4. 技術開発の効率性

構成員3社の研究・開発リソースを有効に活用した。

● コイズミ照明株式会社

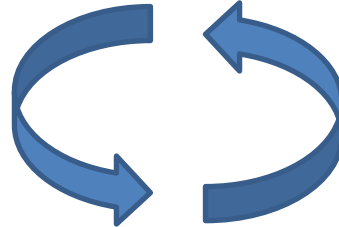
システム機器(ハード+ソフト)に関する技術開発

- ECHONET対応の照明器具の制御システムに関する技術開発
- 理想的なアルゴリズムに基づく光環境制御システムの開発
- 健康アプリ開発

● 株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所

設計および制御アルゴリズムに関する技術開発

- 居住者の健全な睡眠をうながす光環境の時間履歴のあり方を調査, 検討する.
- 顔面照度の時間履歴を推定するシミュレーション技術を確認し, 設計プロトコルと制御アルゴリズムを確認する.



● 旭化成ホームズ株式会社

実空間での実証評価に関する技術開発

- 光環境の時間履歴と健全な睡眠の関係に関する実験評価系の構築
- 睡眠実験の実施と解析

5. 実用化・市場化の状況

■ 現況

- ・実販売住宅において、LDK調光・調色照明システムをモニター販売し、フィジビリティスタディを実施中

■ 課題

- ・注文住宅において、LDKのプランが邸ごとに異なることへ設計手法の確立
- ・環境マルチセンサー・健康アプリの商品レベルでの開発
- ・住環境における健康ニーズの顕在化と本システムの低コスト化

6. 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を推定し自然光を加味しながら、調光調色のLED照明装置の制御アルゴリズム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日中に実施し、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。
- ・照明制御システムについては、要素技術としての実効性を確認した。
- ・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。

7. 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。

8. 技術開発に関する結果（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、センシングの連携とアルゴリズムをアプリ化することが難易度が高く課題で残る。

9. 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。この間に、照明システム装置としてだけでは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。