

住宅における電力による総利用光束量を 最小化する照明制御システムの技術開発

株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所
旭化成ホームズ株式会社

1. 背景・目的

・住宅における消費エネルギーのうち、照明は電力エネルギーの16%を占めている。

これは、諸外国に比べても高い割合であり、照明電力の削減は急務である。

・住宅照明エネルギーを削減するため、現在高効率照明器具の開発が盛んに行われているが、日本の住宅照明はすでに世界トップクラスの平均効率である。

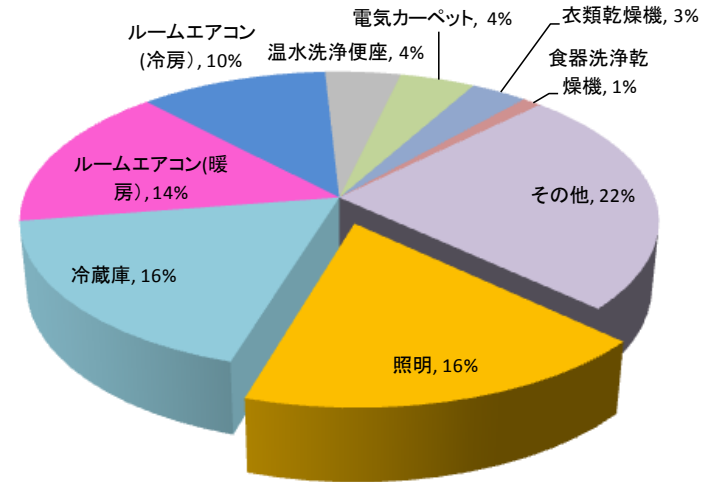
・住宅照明に利用する電力を最小化するためには、単純な照明器具の性能向上だけではなく、住宅照明に求められる機能を担保した上で、一日当たりの電力による**利用光束量**(lm・h/d)を減らすことが必要である。

居住者の快適性を損なわずに電力による**利用光束量**(lm・h/d)を減らす照明制御システムの技術開発を目的とする。

* 電力による**利用光束量**(lm・h/d)とは

$$\text{電力による一日の**利用光束量**} = \sum [\text{器具光束(lm)} \times \text{点灯器具数} \times \text{点灯時間(h)}] / \text{日}$$

すなわち、一日に電力を使って消費する光のトータル量

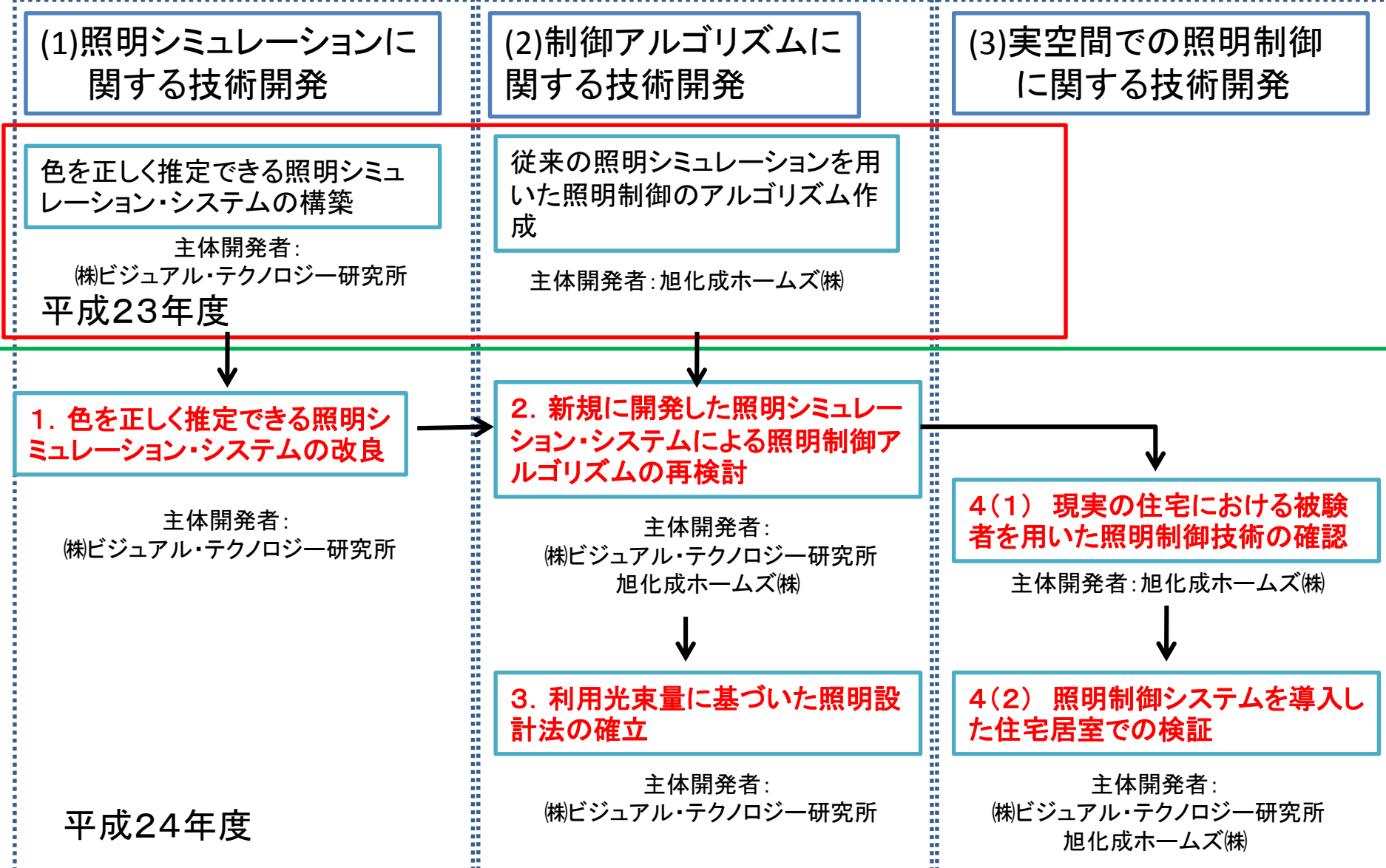


「電力需給の概要(2002年度調査)」
資源エネルギー庁

	電力消費量	平均効率
	TWh/y	lm/W
日本	88	61.2
アメリカ	428	49.7
EU	241	51.6
カナダ	30	58.9

各国の照明電力消費量と平均効率(2000年)

2. 技術開発の概要



3. 技術開発の成果

1) 色を正しく推定できる照明シミュレーション・システムの構築



[結果] Radiance(照明シミュレーションソフト)を用いて光源の色と物体の反射率を測光量に対応させて入力すれば、線型sRGB画像、すなわち正確な輝度・色度画像が得られることを明らかにした。さらに、カラー・リアル・アピランス画像生成システムを構築し、任意点の輝度・色度情報が表示できるインターフェイスを作成し、市販の画像色彩輝度計の測定データを入力できるようにした。

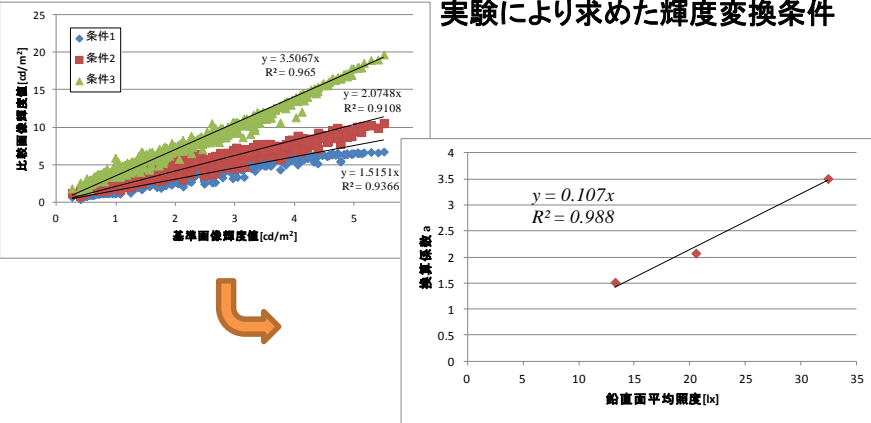
3. 技術開発の成果

2) 照明シミュレーション・システムを用いた制御アルゴリズムの構築

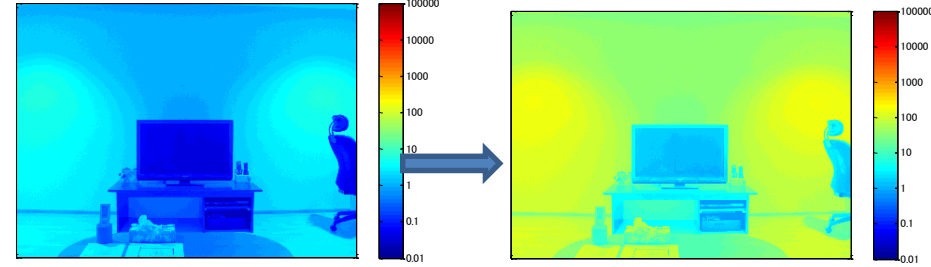
照度より室内輝度を予測するアルゴリズムを作成した。

- a) 基準輝度画像をベースに測定照度より輝度画像を生成するアルゴリズム
- b) 上記輝度画像より、明るさ、不快グレアを予測するフロー

実験により求めた輝度変換条件



照度→輝度変換式



基準輝度画像

アルゴリズムにより変換した輝度画像
(測定照度30lxに対する輝度画像)

結果

- 1) 照明実験から色温度による明るさ評価,快適度の関連性を見出した。
- 2) 明るさ評価と照明用消費電力については、消費電力を90ワットから25ワットに削減した条件でも高い明るさ評価を得る照明手法があることを見出した。
- 3) 基準画像を用いて従来の簡易な照度予測法から高精度の輝度画像を算出するシステムを構築した。
- 4) 色を正しく考慮できる照明シミュレーション・アルゴリズムと組み合わせることで、色温度を考慮した快適性を維持しつつ、省エネルギーを実現する住宅照明制御システムの基盤を構築した。

3. 技術開発の成果

3) 利用光束量に基づいた照明設計法の確立

● 従来型照明設計

	全日数	天候	日数	朝食	家事	昼食	外出	夕食準備	夕食	だんらん
				7~9 (2h)	9~11 (2h)	11~13 (2h)	13~17 (4h)	17~19 (2h)	19~20 (1h)	20~22 (2h)
春分前後	92	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	③
		曇り	46	①	①	①	①	②	③	③
夏至前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	③
		曇り	45	①	①	①	①	②	③	③
秋分前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	③
		曇り	45	①	①	①	①	②	③	③
冬至前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	③
		曇り	45	②	①	2	①	②	③	③

- ① : なし
- ② : シーリングライト (6畳用)
- ③ : シーリングライト (6畳用) + シーリングライト (8畳用)

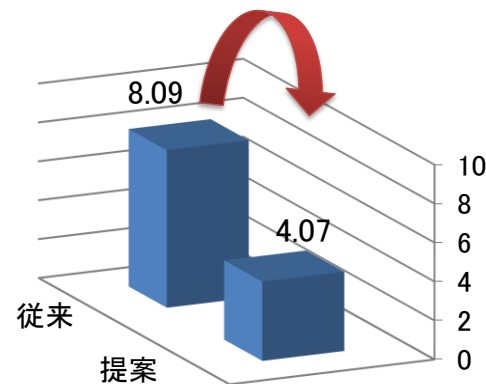
● アピアランス設計“REALAPS”による新しい照明設計法

	全日数	天候	日数	朝食	家事	昼食	外出	夕食準備	夕食	だんらん
				7~9 (2h)	9~11 (2h)	11~13 (2h)	13~17 (4h)	17~19 (2h)	19~20 (1h)	20~22 (2h)
春分前後	92	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	④
		曇り	46	①	①	①	①	②	③	④
夏至前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	⑤	③	④
		曇り	45	①	①	①	①	⑤	③	④
秋分前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	④
		曇り	45	①	①	①	①	②	③	④
冬至前後	91	晴れ	46	①	①	①	①	②	③	④
		曇り	45	⑤	①	⑤	①	②	③	④

- ① : なし
- ② : ペンダントライト2灯+テーブルライト
- ③ : ペンダントライト2灯+ダウンライト2灯+テーブルライト
- ④ : ペンダントライト2灯+ユニバーサルダウンライト3灯+テーブルライト
- ⑤ : ペンダントライト2灯

[結果]照明器具の交換、適切なタイムスケジュールを導入した照明制御によって、

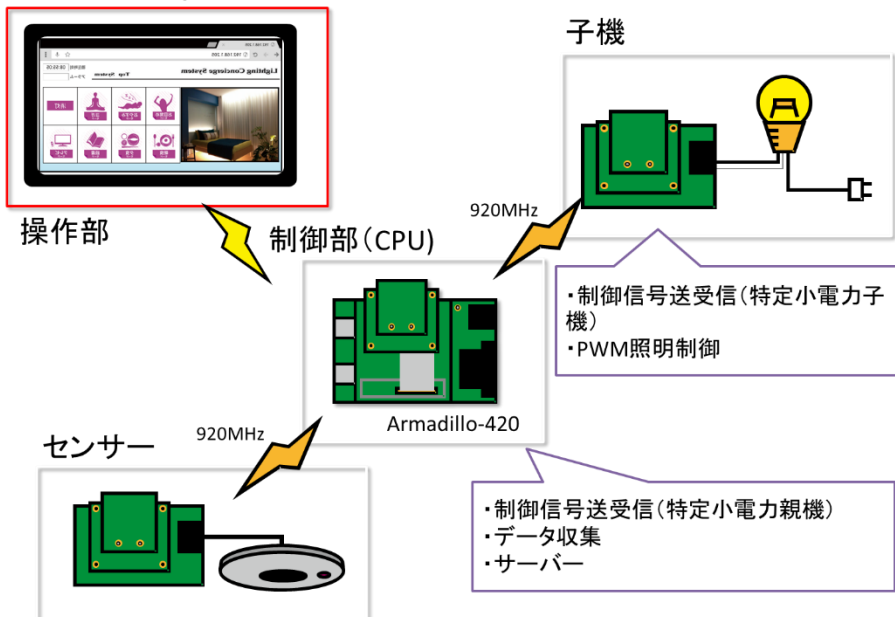
- ・電力光束消費量(ELFC)・・・**68.08%節減**
 - ・電力消費量(EPC)・・・**49.75%節減**
- を達成することを明らかにした。



3. 技術開発の成果

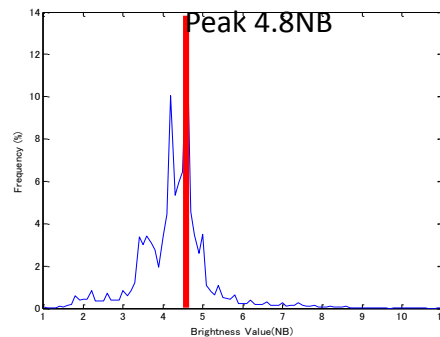
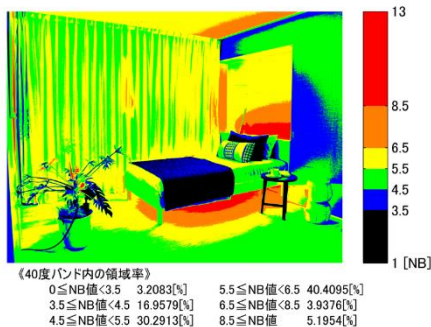
4) 実空間での照明制御に関する技術開発

■ 照明制御システム



[結果]

住宅での様々な生活行為を想定した実験から、適切と感じる明るさの割合を分析した。部屋を明るくしていくと明るすぎるために適していないと感じる割合も増加するため、閾値を60%の人が適当と感じる明るさとした。その結果、照明を2~4シーンに制御することで、生活行為に適した明るさを設定できることを明らかにした。多灯分散照明を生活行為に応じて調節する際、壁づけスイッチによる制御は居住者にとって面倒で、実際の生活で利用する率は低くなる。そこで、携帯電話やタブレットPCを用いて照明をコントロールする手法を開発した。



ピーク検出による、生活行為別明るさ調整アルゴリズムを用いて、制御した空間例 7

4. 技術開発の効率性

株式会社ビジュアル・テクノロジー研究所と旭化成ホームズ株式会社が保有する独自技術・市場を融合して、技術開発を効率よく推進することができた。

5. 実用化・市場化の現状

本技術と相性の良いLED照明が市場の大半を占めてきており、本技術の適用範囲は拡大しつつある。

さらに、独自開発してきた制御装置が市場ニーズにより安価な製品も開発されつつあり、市場化の準備は整いつつある。

いっぽう、省エネルギーだけではなく、高齢化や健康に対する要望が強くなってきており、本システムの実用化の必要性が高まりつつある。

6. 技術開発の完成度・目標達成度

本技術開発の完成度は技術開発の目的を達成した。
本システムをBEMSやHEMSへの搭載、さらに、高齢社会、健康住宅に適応できるように技術開発を推進する。

7. 技術開発に関する結果(成功点)

当初の開発目的を達成することができた。

8. 技術開発に関する結果(残された課題)

市場展開へのストーリーを構築する。
照明メーカーとの共同開発を推進する。

9. 今後の見通し

より簡易的な照明制御手法への展開など、照明メーカーとの共同開発を検討中である。