

サステナブル社会移行研究

研究代表者 高口 洋人
(創造理工学部 建築学科 教授)

1. 研究課題

建築物の建設や都市開発において、ネット・ゼロエネルギービルやネット・ゼロエミッション開発が増加してきた。低層新築建築物では、ビル単体でネット・ゼロエミッションを実現することはもはや不可能ではない。しかしこれらの多くは政府の補助金を活用し、かつ企業の広告宣伝を兼ねており、建築主や開発主が経済性やその他の動機から自主的に建設や開発に取り組んでいるわけではない。そこで本研究では、建築や都市開発に関連する省エネルギー、低炭素技術の普及促進手法、レジリエント強化策、サステナブル社会への移行を促進する社会技術開発、移行度合いを測るトランジション・マネジメント技術の開発と実証を行う。

2. 主な研究成果

2.1 ゼロエネルギーレジデンスの開発

表 1 カーテン常時開閉実測 A の比較条件

条件	窓カーテン	間仕切りカーテン
A-1	常に開ける	常に開ける
A-2	常に閉める	常に開ける
A-3	常に開ける	常に閉める
A-4	常に閉める	常に閉める

表 2 生活再現実測 B の比較条件

条件	窓カーテン	間仕切りカーテン
B-1	常に開ける	常に開ける
B-2	IoT制御	常に開ける
B-3	常に開ける	IoT制御
B-4	IoT制御	IoT制御

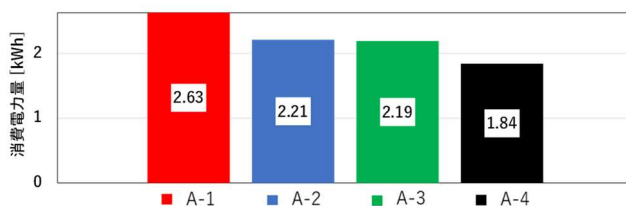


図 1 常時開閉実測 A の冷房消費電力量



図 2 生活再現実測 B の冷房消費電力量

2022 年から継続している、集合住宅における管理、運営における IoT 活用として、住宅における IoT カーテン導入の省エネ効果を検証を実施した。モデル住宅に IoT 窓カーテン・IoT 間仕切りカーテンを導入し、装置の有無による冷房消費電力量と室内の温熱環境の差を明らかにするとともに、顧客モデル層を対象にアンケートを実施し、心理的な抵抗感などを明らかにした。

実測では、常時開閉と生活再現の 2 条件でカーテン利用を行った。常時開閉実測 A では、窓カーテン・間仕切りカーテンを常に開ける、または閉めることにより、窓カーテン・間仕切りカーテンが生み出す最大の省エネルギー効果を明らかにする(表 1)に示す。生活再現実測 B では、IoT カーテンを実際使った際見込める省エネルギー効果を明らかにする(表 2)。

常時開閉実測 A の冷房消費電力量の結果を図 1 に示す。窓カーテンにより 15.8%、間仕切りカーテンにより 16.7%、消費電力量が削減された。併用した場合は 30.0%削

減された。生活再現実測 B の冷房消費電力量の結果を図 2 に示す。B-1 の消費電力量に比べ、B-2 は 27.5%減少、B-3 は 5.3%増加、B-4 は 0.3%減少した。B-2 の大幅な減少は、B-2 の平均外気温は他の日と比べ 2.2～3.5℃低かった為と考えられる。これらの結果から、窓カーテン・間仕切りカーテンによって最大 30%の消費電力削減が可能であったが、在室者等の熱源の増加やカーテンを閉める時間の減少により、消費電力削減量は減少することが明らかになった。

また、アンケート調査では、手動カーテンの開閉を面倒と感じる人が約 3 割確認できた。よって、カーテンの開閉行為は省エネ行動の阻害要因となっており、IoT 化によって省エネ行動促進が行えると考えられる。また、約 3 割～5 割が IoT カーテン購入を検討したため、住宅における IoT カーテン導入は消費者による実現可能性がある省エネ対策と考えられる。

2.2 電気自動車を活用した経済 DR に関する研究

太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー電源は、発電時に温室効果ガスを排出しないメリットがある一方、気象条件によって出力が大きく変動するため安定供給の障害となる。これらの対策として、需要負荷の制御や蓄電池・電気自動車（以下、EV）の充放電など需要側リソースを活用したディマンド・リスポンス（以下、DR）が期待されており、需給バランスの維持と再生可能エネルギーの有効活用が進むと考えられる。2022 年度には、政府の掲げる電源構成目標をもとに、東京電力エリアにおける将来の電源別の電力供給量を推計し、想定される需給バランスの乱れを明らかにした。この時点では地区内の駐車場に常に EV が駐車しているという想定のもと、EV を活用した DR の有効性を検証した。そこで 2023 年度は EV の駐車・走行状況を精緻化すると共に、経済 DR の経済性と脱炭素効果を検証した。

EV の走行状態を考慮した経済 DR を検証するため、社用車の利用実態についてヒアリング調査を行った上で、ヒアリング調査結果に基づく社用車走行シミュレーションを構築し、走行スケジュールを設定した。また、走行スケジュールに従う EV 社用車の蓄電残量を推計することで、経済 DR における EV 側の制約条件を設定する。ヒアリング結果を設定した EV の運行パラメータを表 3 に示す。設定したパラメータをもとに、以下の手順に従って、社用車走行シミュレーションを構築した。まず、稼働率をもとに 8 時から 20 時の 30 分 24 コマのうち、最低 6 割の 15 コマ、最大 8 割の 20 コマで稼働するものとして、15 から 20 までの 6 個の数字を用意する。そして、15 から 20 までの数字からランダムに 1 つの数字を抽出し、車両の稼働コマ数とした。次に、決定した車両の稼働コマ数をもとに、必ず 3 時間以上連続して稼働することを条件に、取りうる全ての稼働パターンを生成

表 3 常時開閉実測 A の冷房消費電力量

項目	ヒアリング結果	パラメータ設定値
シミュレート 間隔	-	30 分ごと
稼働時間	8:00～20:00	8:00～20:00
稼働率	稼働時間 12 時間のうち 最低 6 割、最大 8 割の時間	稼働時間 12 時間のうち 最低 6 割、最大 8 割の時間
最低稼働時間	3 時間	3 時間
トリップ数	最低 2 回以上	往復 2 回分
1 トリップ 走行時間	1 時間～1 時間半	1 時間
走行速度	-	20km/h

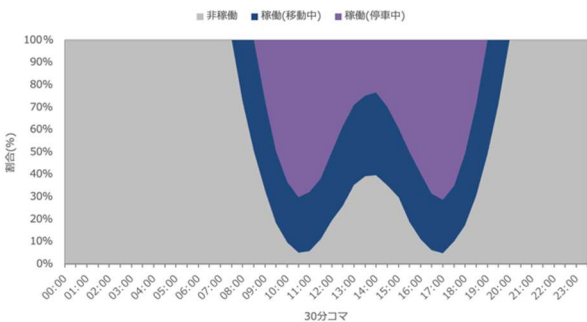


図 3 1,000 台の社用車の稼働状態別の車

した。そして、生成した全ての稼働パターンから、ランダムで一つの稼働パターンを選択した。これを各車両について 365 日分繰り返すことで社用車走行スケジュールを決定した。1,000 台の車両に対して社用車走行スケジュールを設定した上で、この時の非稼働状態（自社にて駐車中）、稼働状態（移動中）、稼働状態（外出先で停車中）の車両の割合を算出した（図 3）。

3. 共同研究者

脇田 健裕（早稲田大学 客員主任研究員）

木原 己人（早稲田大学 招聘研究員）

中島 裕輔（工学院大学建築学部教授）

前田 拓生（高崎商科大学教授）

中丸 正（早稲田大学 嘱託）

脇田 久美子（早稲田大学 嘱託）

4. 研究業績

4.1 総説・著書

なぜ住まいのカーボンニュートラルは進まないのか?: 今私たちがすべき住まい方とは: 住総研「住宅の省エネ化推進のための情報発信」研究委員会編, 秋元孝之, 田辺新一, 高口洋人, 他, 井上書院, 2024.3

4.2 他学会および社会的活動

日本建築学会理事・学会誌編集委員長

日本建築学会 建築SDGs 宣言推進特別調査委員会 委員

日本建築学会地球環境委員会委員

日本建築学会 子ども教育支援建築会議 運営委員会 委員

杉並区環境審議会委員

5. 研究活動の課題と展望

多様なプロジェクトを通じ、サステナブル社会への移行実践の蓄積は進んでいる。今後はこれらの蓄積から得られた知見を体系化し、学問として貢献できるよう整理していきたい。