

経済産業省資源エネルギー庁長官賞

代々木参宮橋テラス
～集合住宅の再エネ自家消費を最大化する EMS～

株式会社竹中工務店・朝日機器株式会社

代々木参宮橋テラスは密集した閑静な住宅地に建つ賃貸低層集合住宅である。高密度に積層された住環境にありながらも、入居者自らが省 CO2 に貢献し、快適で健康に生活できる都心型中層集合住宅のプロトタイプとなることを目指した。パッシブな建築手法として専有部の窓には木製サッシ+Low-E トリプルガラスを採用するなど高断熱化し、また住戸玄関脇の通風ガラリを用いた 2 面開口の通風を可能とし室内環境向上および空調負荷削減を図った。屋上には太陽光発電パネルを設置、オール電化集合住宅とし、専有部にはエコキュート、全熱交換器、節湯水栓等の高効率設備を採用して省エネルギーを図った。太陽光発電設備の発電電力の自家消費を促進するために受電方式には一括受電方式を採用し、高圧受変電設備を介して発電電力を専有部と共用部に供給している。さらに新規開発したエネルギーマネジメントシステム（集合住宅版 I.SEM[®]）により、建物消費電力と太陽光発電量を予測し、エコキュートの湯沸時間を建物受電電力が平準化されるように日中にシフトして自家消費率を高めている。これらの取組みにより住棟全体で BEI=0.24 を達成し、非分譲大規模集合住宅として国内初の Nearly ZEH-M を達成した（2023 年 3 月開業時。当社調べ）。



写真 1. 建物外観



図 1. 断面模式図

計画概要

住 所：東京都渋谷区代々木
用途地域：第二種低層住居地域 準防火地域
敷地面積：3983.68 m²
建築面積：2136.18 m² 建ぺい率：53.62%
延床面積：6913.49 m² 容積率：146.43%
最高高さ：11.98m

構造規模：RC造（壁式）/地上4階
用 途：共同住宅（賃貸）86戸
1LDK：17戸 2LDK：58戸 3LDK：7戸 4LDK：4戸
専有面積 43.2m²～118.8m²
その他：太陽光発電パネル容量 170.1kW
建築主：株式会社竹中工務店



写真 2. 鳥瞰写真

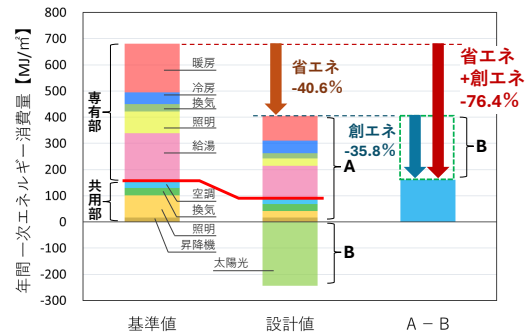


図 2. 年間1次エネルギー消費量 (計画)

■集合住宅版 I.SEM®について

(1) システム概要

集合住宅では、夕方から夜間、朝方にかけて、住民の帰宅・在宅により電力需要が集中しやすい特徴がある。エコキュートを採用した場合、その沸上電力も夜間に集中する。一方、昼間は太陽光で電力が供給されるが、住民の不在により建物消費電力が少ないため、発電した電力が余りやすい。集合住宅版 I.SEM®では、エコキュートを制御対象とし、その運転を最適化することで、太陽光の余剰電力を最大限に活用しながら、ピーク電力を抑制する。

(2) システム構成

集合住宅版 I.SEM®で、エコキュートのスケジュールを計画し、そのスケジュールを「エコキュート群制御システム」に登録する。各戸のエコキュートへの指示は、「エコキュート群制御システム」が行う。

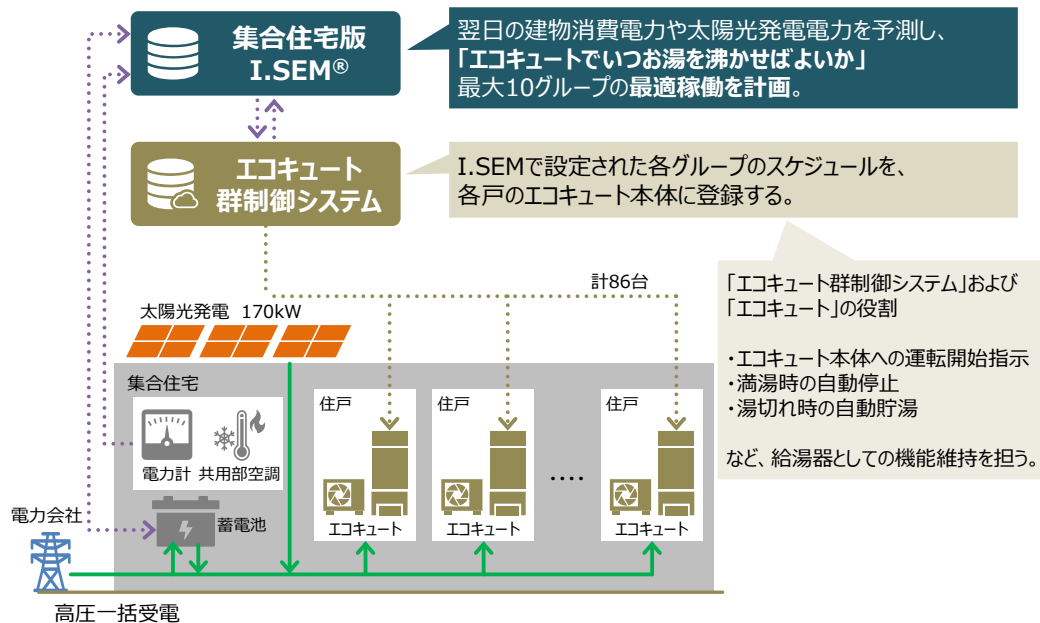


図 3 システム概要図

(3) 集合住宅版 I.SEM®の詳細

I.SEM®では、AIにより翌日の太陽光発電量と翌日の建物消費電力を高精度に予測する。算出した翌日の予測を使い、緑の線で示した翌日の「建物消費電力+ 太陽光発電」を算出する。… (A)

エコキュートの消費電力についても同様に電力予測を行う。この際、エコキュートを個々に予測するのではなく、最大 10 グループに分割し、グループ毎に消費電力を予測する。これにより、各グループの稼働状況のばらつきが平均化されるとともに、最適化の計算負荷を削減し、短時間での計算が可能となる。… (B)

こうして求めた (A) と (B) を用いて、グループごとの沸き上げ時刻をそれぞれ変化させたときに、1日の買電電力の予測値が最も平準化されるように最適な沸き上げスケジュールを計画する。これにより、自家消費率向上とピーク電力低減を同時に達成しており、電力予測と実績値が外れた際のリスクも最小限にできる。沸き上げグループの順序については、公平性を期すためにローテーションが可能である。

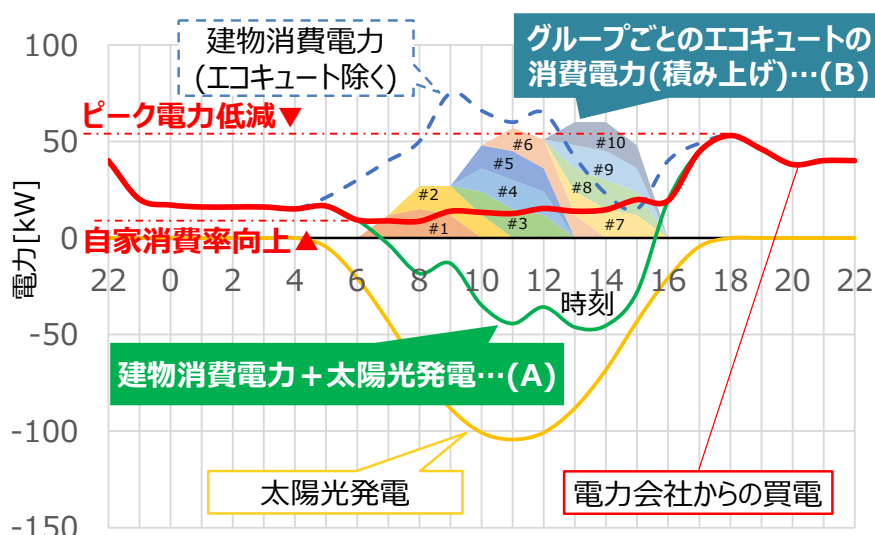


図 4 I.SEM®が計画する一日の模擬電力グラフ

その他に、蓄電池を使ったデマンド制御や太陽光発電自家消費制御を同時に行い、建物全体の電力最適化を行っている。

(4) 本システムの導入条件

- ・ 住戸数 20 戸以上の分譲・賃貸集合住宅
- ・ 一括受電方式を採用
- ・ 給湯器にエコキュートを採用
- ・ 高ランクの ZEH-M を目指し、余剰電力が出る規模の太陽光発電設備を設置する集合住宅

■効果検証

2023年4月から2024年3月までの1年間のデータを収集・集計・分析した。

代表日の実績データから、晴天日には余剰電力を使った沸き上げが行われておりエコキュートによる自家消費が行われていることが確認できる。曇天日には余剰電力の発生がないため、一日を通して分散した沸き上げが行われており、エコキュートによるピーク電力の発生が回避されていることが分かる。

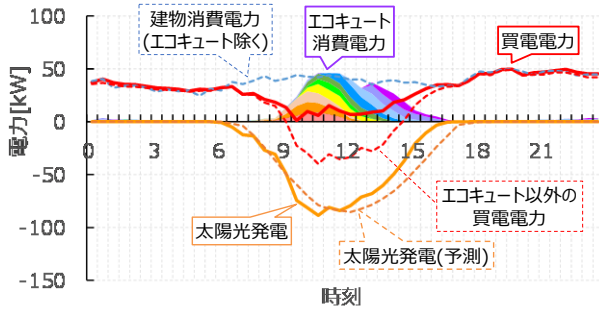


図5 2023年11月19日 晴天日

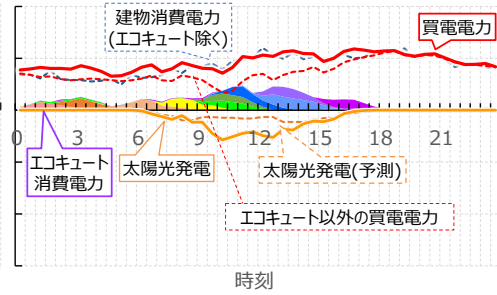


図6 2023年10月9日 曇天日

年間実績を集計し、下記の成果が得られた。

| 項目 | 効果 |
|--|------------|
| 余剰電力の低減率 (エコキュートの稼働を夜間から日中へ移行することによる余剰電力の減少率。年間自家消費率81%) | 38% |
| ピーク電力低減率 (エコキュートの稼働最適化による受電電力平準化の効果) | 23% |
| 省エネルギー効果 (エコキュートの稼働を外気温度の高い日中へ移行することによる 機器効率向上の効果) | 13% |

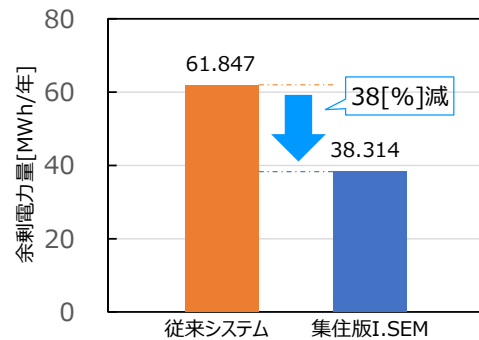


図7 余剰電力の低減率

受賞理由

- ・ 都市部を中心にその比率を高めつつある集合住宅について、最大のエネルギー消費用途である給湯分野において AI を用いた各戸内のエコキュートを群制御し負荷平準化と PV の自家消費率向上を実現している。
- ・ 賃貸・分譲マンションとも展開可能であり、今後の普及効果も期待できる。
- ・ 各家庭の負担を平準化するため、各群のグルーピング順序はローテーションで運用ができるようにしたシステムを評価。