

2) - 6 住宅における電力の時間帯別の有効活用方法に関する基礎的研究【持続可能】

Fundamental Rsearch on Efective Utilization of Eectric Pwer in Rsidences at Different times of the day

(研究開発期間 令和元～3年度)

環境研究グループ

三浦尚志

Dept. of Environmental Engineering

Miura Hisashi

The liberalization of electricity supply and the massive introduction of renewable energies, mainly solar power generation, have brought about a major change from the conventional power system in which major power companies connect large-scale power sources and demand areas via the grid to a new power system that also flexibly utilizes distributed power sources. Specific developments on the demand side include the effective use of solar power generation through the introduction of storage batteries, and the adjustment of the operating time of water heaters (heat pump water heaters) in conjunction with solar power generation. This research project will develop an evaluation framework for these technologies.

【研究開発の目的及び経過】

電力供給の自由化や太陽光発電を主とする再生可能エネルギーの大量導入により、大手電力会社が大規模電源と需要地を系統でつなぐ従来の電力システムから分散型電源も柔軟に活用する新たな電力システムへと大きな変化が生まれている。

需要側の具体的な動きとして、蓄電池の導入による太陽光発電量の有効活用、太陽光発電と連携した貯湯型給湯器（ヒートポンプ給湯器）の運転時刻調整、などが挙げられる。本研究課題では、これらの技術の評価枠組みを開発する。

【研究開発の内容】

- ① 供給側の電源構成等を調査し、2005年当時に決定された一次エネルギー換算係数の決定方法を調査した。
- ② ヒートポンプ給湯器について、建築物省エネ法における既存評価方法をベースにヒートポンプ部や貯湯槽部の評価を昼間沸きあげに対応したモデルに改良し、太陽光発電の自家消費分の変動を解析した。
- ③ 既往検討をもとに蓄電池の評価モデルを整理し、評価方法を作成した。製造者へのヒアリング・充放電試験等の調査を通じてエネルギー損失の評価で特に重要となるインバーター効率の評価、蓄電池の充放電効率の評価を改良した。この改良されたモデルを使って、1時間単位の年間解析を実施した。

【研究開発の結果】

① 供給側の電源構成の調査

建築物省エネ法における電気一次換算係数の設定根拠について、その根拠とされる供給側の電源構成や需要側の技術の調査を行い、各社の電源構成について整理した。これをもとに、2005年当時に決定された一次エネルギー換算係数の決定方法を調査した。

	全日	昼間(8～22時)	夜間(22～8時)
発電端効率	40.85%	40.44%	41.92%
総合損失率	9.7%	10.7%	7.5%
所内率	4.5%	4.6%	4.3%
送配電損失率	5.3%	6.3%	3.2%
変電所内電力率	0.13%	0.13%	0.13%
需要端熱効率	36.90%	36.10%	38.78%
一次エネルギー換算値 (kJ/kWh)	9.757	9.972	9.282

図1 2005年当時の

一次エネルギー換算係数設定時における設定根拠

② ヒートポンプ給湯器における昼間沸きあげモデルの構築

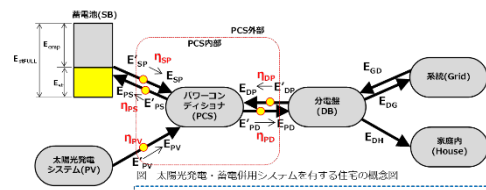
ヒートポンプ給湯器について、JSBCにおける検討^{※1}及び基準整備促進補助事業の結果を活用しヒートポンプ部や貯湯槽部の評価モデルを開発した。

別途、建築物省エネ法の委員会で開発している電気ヒートポンプ給湯器の評価モデルに、昼間沸かし上げが評価できるような拡張した評価式を作成し、実際にどの程度の精度が得られるかを検討した。図2にヒートポンプ

給湯器の評価モデルの概要を示す。与えられた給湯負荷と沸き上げ時間などのパラメータに応じて、貯湯損失とヒートポンプ効率が影響を受けるモデルとなっている。図3に昼間沸きあげの試算結果を示す。昼間に沸きあげる度合いを高めるにつれ太陽光発電の自家消費分が上昇しているのがわかる。

③蓄電池の評価

蓄電池とインバーターについて、基準整備促進補助事業※2の調査結果を活用し、充放電効率等を時々刻々予測するモデルを作成した(図4)。これらの予測モデルを活用して一次エネルギー消費量の試算を行った。また、別途JSBC委員会※3において蓄電池設備・DC/ACコンバーター開発製造者等にヒアリング等を行った結果、特に電力変換効率・蓄電池充放電効率・DDコンバーター効率・インバーター効率などの評価方法をより精緻に評価することが重要であるという結論に至ったため、蓄電池については別途、蓄電池単体試験を実施し(図5)、電力変換効率については製造者へのアンケートを実施してモデルを再構築した。再構築したモデルを用いて年間の一次エネルギー消費量評価モデル・評価プログラムを開発し、試算を行った(図6)。



- 計算フロー概要**
1. 条件設定
 2. PCS周りの構成要素における初期状態の計算
 3. PCSの動作判定
 4. PCS周りの電力量の計算
 5. 系統買電量・売電量・蓄電池充電量の計算
- ※PCS：パワーコンディショナ

表 シミュレーション/プログラム入力項目

項目	値	備考	
住宅内電力負荷	kWh/h	1時割値×8760レコード	
動作モード	—	目標優先/ベスト優先	
蓄電池	容量Wh	—	
—	緊急時の備蓄割合	—	
—	初期充電率	—	
—	最大入力電力	W	
—	最大出力電力	W	
—	充電効率	— 0.95	
太陽光発電	太陽電池容量	kW	
—	太陽電池発電量	kWh/h	1時割値×8760レコード
パワーコンディショナ	最大入力電力	W	
—	最大出力電力	W	
—	維持電力(補給電力)	W	
電力変換装置	変換効率	—	
—	—	負荷に対する双方向値	

図4 蓄電池設備の評価モデル

$$E = FCC \int_{SOC_i}^{SOC_f} V(SOC) dSOC$$

$$= FCC \int_{SOC_i}^{SOC_f} \{OCV(SOC) + I(SOC)R(SOC)\} dSOC$$

I : 電流値
 R : 内部抵抗
 SOC : 充電率 (Ah/Ah)
 FCC : 満充電量 (Ah)
 OCV : 開放端電圧 (Open Circuit Voltage)

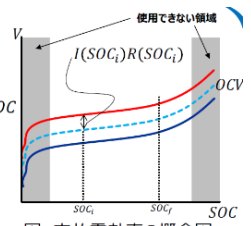


図5 蓄電池の充放電モデル

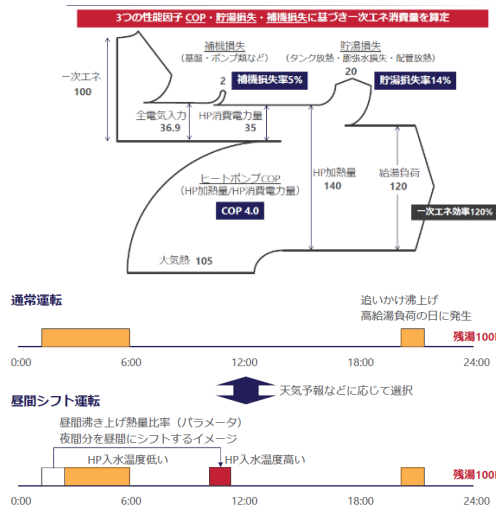


図2 ヒートポンプ給湯器のモデル

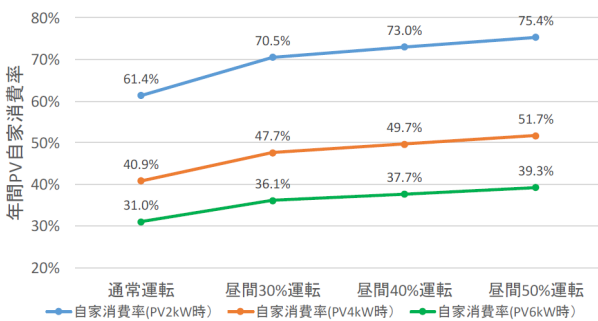


図3 昼間沸きあげ試算結果

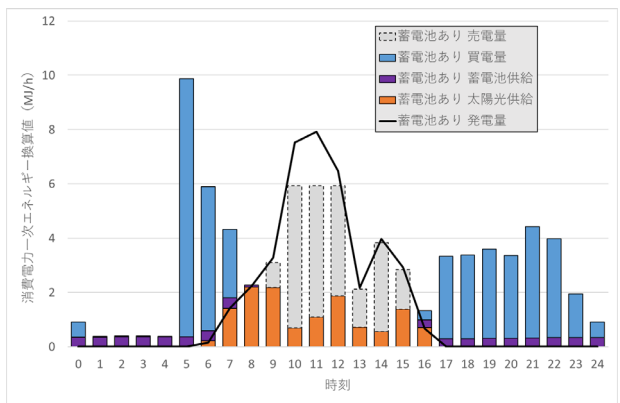


図6 蓄電池設備を導入した場合の一次エネルギー消費量予測(図はある1日の試算例を示す)

【注】

- ※1: 日本サステナブル建築協会 (JSBC) における省エネ基準関係の委員会 (給湯・コージェネ SWG (主査: 東京大学前真之准教授))
- ※2: 基準整備促進補助事業 E10 「住宅における蓄電・蓄熱された電力・熱の評価の基盤整備」 (事業主体: 東京大学、住環境計画研究所)
- ※3: 日本サステナブル建築協会 (JSBC) における省エネ基準関係の委員会 (太陽光発電・蓄電池 SWG (主査: 三浦尚志))