

AIによる家庭用蓄電池の充放電制御に対する実測評価

正会員 ○八木橋 威夫*¹
 正会員 小林 和幸*²
 非会員 森 麻衣子*³

蓄電池 AI 需要予測 余剰電力 自家消費
 太陽光発電 機械学習 再生可能エネルギー

1. はじめに

カーボンニュートラル社会の実現に向け、太陽光発電（以下:PV）の普及とその自家消費が有効な省エネ施策であることなどを背景に家庭用蓄電池の導入が増加している。蓄電池の最適活用・普及にはPV余剰電力量（PV発電量-住宅消費電力量）と系統からの蓄電量をバランスよく配分し、コストメリットをあげていくことが重要である。本報告ではAI制御による蓄電池の充放電状況やコストメリットについて、実測とシミュレーションとの比較結果からAI制御に対する有効性を評価する。

2. 実測概要

本調査で使用したモニタ宅の概要を表1に示す。PV保有のモニタ宅にAI対応蓄電池（以下:SSL）を設置。M社のAIソフトで1週間超程度学習開始したあとのデータを分析。また蓄電池はPV自家消費モードで充放電を制御。

3. シミュレーション概要

実測との比較対象として、表2のとおり2パターンで実施した（以下:Sim1、Sim2）。夜間充電率は、手動設定する蓄電池のPV自家消費モード設定値（0~50%）を参考にした。充電・放電効率は実測値を踏まえ各々86%で固定した。PV発電量、住戸消費電力量はSSLの実績値を使用している。なお、日射量（東京地点）とモニタ宅のPV発電量は高い相関（ $R^2=0.92$ ）が見られている。

4. 分析例

住戸消費電力量の変動に応じたAIの予測制御結果を確認するため、表3のとおり住宅消費電力量（昼間時間帯）を基本統計量から3区分して分析した。

また、蓄電池導入によるコストメリットは図2に示すとおり、買電と売電との単価差等に基づき買電要因とPV要因に分解して算出。なお、算出方法は次のとおり。

買電要因：（放電量×放電時料金単価）－（充電量×充電時電力単価）

PV要因：放電量×（放電時料金単価＋再エネ賦課金単価）－（充電量×売電単価）＋PV売電差

コストメリット＝買電要因＋PV要因

*放電量：系統、PVからの充電量それぞれに充放電率を乗じて算出。放電時間帯は朝晩と昼間の放電量でそれぞれ按分した。

表1：モニタ宅の概要

住所	東京都杉並区
延床面積・世帯人数	144㎡、6人
太陽光発電設備	3.04kW、発電量平均 8.8kWh/日
AI対応蓄電池	実効容量:8.36kWh
PV自家消費率平均	86%（蓄電分は除く）
PV自己供給率平均	17%（蓄電分は除く）

表2：シミュレーション条件

	Sim1	Sim2
夜間充電	なし（0%）	50%まで充電
放電時間	10時以降	
蓄電モード	PV自家消費優先モード	
放電下限設定* ¹	20%	
充電・放電効率	充電 86%、放電 86%	
充電、放電速度	3kW	
買電料金単価		
昼間* ²	32.32円/kWh（10~17時迄）	
夜間	12.48円/kWh（23~翌7時迄）	
朝晩	26.49円/kWh（上記以外）	
再エネ賦課金	3.36円/kWh	
売電単価	8.5円/kWh	
使用データ期間	2021年9月7日~2022年2月28日	
AI学習開始	2021年8月26日~	

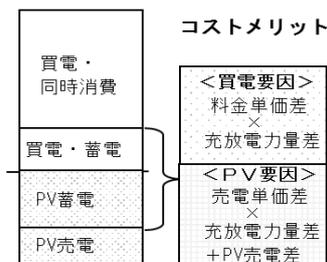
*1：2022年12月8日より10%に変更

*2：本分析での昼間単価は、「その他季」単価で統一

表3：住戸消費電力量（昼間）の基本統計量と区分結果

変数	kWh	区分	定義	N
N	175	高	20kWh以上	44
最小値	3			
第1四分位数	10	中	10~20kWh未済	88
中央値	16			
第3四分位数	20	低	10kWh未済	43
最大値	32			

<PV+蓄電池>



<計測期間における蓄電量と売電量>

	SSL	Sim1	Sim2
蓄電量計	1,516	251	825
系統より	1,350	0	590
PVより	166	251	235
売電量	86	0	16

*PV蓄電+売電量は端数処理の関係でSSLとSimで一致しない

図2：コストメリットの要因分解イメージと蓄電量計

表4にてSSLに対するSim1とSim2のコストメリット差異結果を示す。SSLはSim1,2に比べ充電量を最大化(図2参照)し、電力量区分に関わらずメリットを出していることがわかる。一方、要因内訳をみると買電要因はメリットが出ているがPV要因ではメリットが出なかった。

買電要因について、図3で日射量を横軸、夜間比率(系統からの蓄電量比率)を縦軸、メリットの多寡をバブルの大きさで表した。住宅消費電力量が少なければPV余剰の発生が多くなるので、区分に応じ夜間比率を高くしており、その結果Sim2よりバブルサイズが大きくメリットが多くなっていることがわかる。

PV要因は自家消費率が元来高めのこと等から差異は少なく、売電単価差が主な要因になっている。図4(左図)のとおり売電単価差の影響要因はSSLのPV売電量である。また、図4(右図)でSSLはPV売電なし(1kWh未満/日)の場合はSim2同様に夜間比率と高い相関を示しPV余剰を蓄電できているが、PV売電(1kWh/日以上)がある場合をみると、PV余剰が4~6kWh/日の時にPV売電なしの近似曲線と大きく乖離している。逆にSSL(PV売電なし)とSim2との近似曲線の差はSSLが夜間充電で買電メリットを向上させたことを示す。図5でSim2とのPV売電単価要因の差が40円以上・未滿のものについて日射量とPV余剰の散布図にて確認した。差額が大きいものについては、前述と同様PV余剰が4~6kWh/日の範囲に固まっている。日射量区分でいうと10~15Mj/m²の範囲であるが、気象庁による東京地点の日射量と天気概況を確認すると当範囲は曇り・晴れが混在している天候が多い。またモニタ宅のPV余剰が4kWh/日以上発生する確率密度は8%であることから、正確な予測には厳しめの条件であった。ただし、それ以外であればAIはほぼ予測できていると思える。

5. まとめ

今回の実証を通じ、AIはPV余剰をほぼ正確に予測し、系統とPVからの充放電量を最大化して全体のコストメリットをより多く生み出していることがわかった。またデータがさらに蓄積・AIの学習が進む中でPV余剰電力量予測等の精度があがればPV要因メリットの改善がさらに期待できる。

今後、料金単価・時間帯区分、制度の変更等が見込まれる中、AIでの自動制御は充電率などを手動設定で対応するより、より柔軟かつコストメリットを期待できる有効なものになると思われる。

6. 参考文献

岩船由美子、荻元和彦：ESIAモデルによる需要家機器のグリゲーション効果のパラメータ分析、一般社団法人エネルギー資源学会 2022. 1. 25

表4：SSLとのコストメリット差異(円/日)

区分	合計						PV要因再掲	
	①		②		①		②	
	①	②	①	②	①	②	①	②
全体	▲73	▲34	▲78	▲40	5	5	6	6
高	▲92	▲49	▲93	▲49	1	0	0	0
中	▲72	▲34	▲77	▲39	6	5	4	4
低	▲55	▲20	▲64	▲30	8	10	17	18

①：Sim1-SSL ②Sim2-SSL、マイナス値がSSLにメリット
*単価差：放電量×(放電時料金単価+再エネ賦課金-売電単価)+売電差とし、充放電差要因を除いた

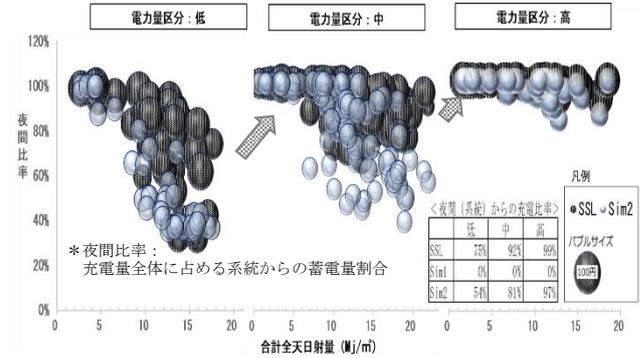


図3：買電要因バブル図

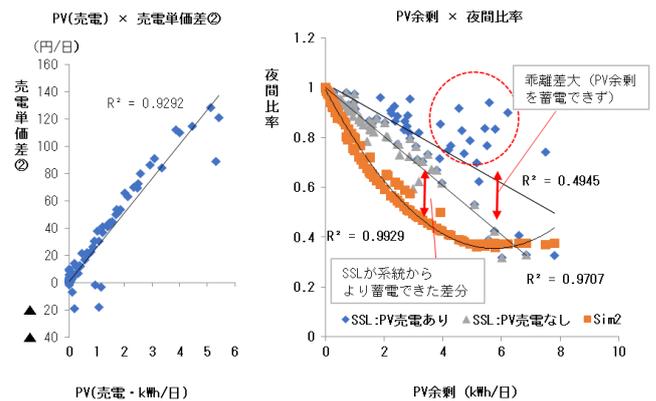


図4：PV(売電)×売電単価差②、PV余剰×夜間比率

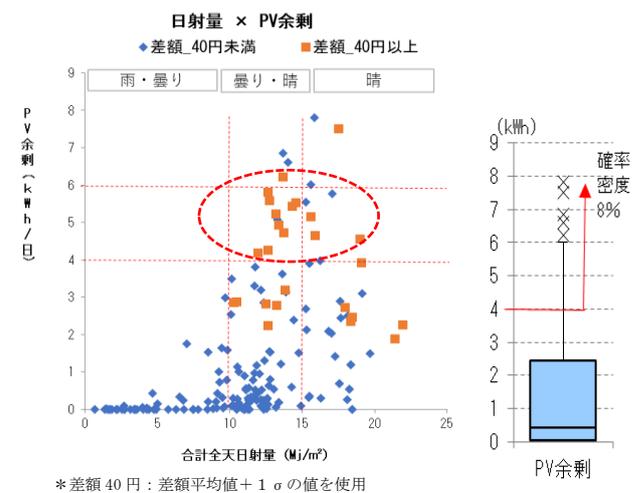


図5：日射量×PV余剰電力量(散布図)、PV余剰箱ひげ図

*1 東京電力ホールディングス(株)経営技術戦略研究所
*2 東京電力エナジーパートナー(株)
*3 伊藤忠商事(株)

*1 Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.
*2 TEPCO Energy Partner, Incorporated
*3 ITOCHU Corporation