

BF5 スマートコミュニティの多様な性能評価指標に基づく

3 電池システム制御

Three-battery system control based on diverse performance evaluation indicators for smart communities.

都市エネルギーシステム領域

08E19040 高橋朋大 (Tomohiro TAKAHASHI)

Abstract: In recent years, smart communities that manage energy on a city scale have been attracting attention. The three-battery system including PV, SOFC fuel cell, and Battery used in such communities has the problem that its operating characteristics are not clear. In this study, our residential energy simulation model is used to estimate the annual energy management of 12 control cases of the three-battery system with expanded charging power supply and discharge order. The estimation results are analyzed using various performance evaluation indicators to reveal the relationship between the three-battery system control and the performance.

Keywords: Smart Community, three-battery system, Energy, PV Generation, SOFC Fuel Cell, Batteries

1. 背景と目的

パリ協定や東日本大震災を経て、低/脱炭素・災害レジリエンスなど我が国の多様化するニーズを街区規模で満たす、スマートコミュニティ(SC)開発が注目を集めている。吹田市円山町のSCでは、PVと蓄電池(BT)、家庭用燃料電池(EF)が連携した3電池システムが搭載され、北川ら¹⁾はその高いエネルギー性能を定量的に示した。しかし既存の3電池システム制御は画一的になっており、居住者のニーズを満たす制御は不明確だという課題がある。そこで本研究では、既往研究で未考慮の放電順位まで拡大した3電池システム制御を検討し、SCに関する多様な評価指標に基づいて分析することで3電池システムの稼働特性を定量的に示すことを目的とする。

2. スマートコミュニティの3電池システム制御変更

本研究で開発されている家庭部門エネルギー最終需要モデル(TREES)に円山町の開発内容を参照して作成した円山モデルを用いて、3電池システム制御変更とエネルギー推計を行った。現状の3電池システム(制御ケース0)は①SOFC 逆潮流：逆潮流あり、②BT充電電源：EF、③放電順位：SOFC → BT → PVとなる(図1)。上記三項目を変更して制御を12ケース設定した(表1)。ケース0とケース2を比較すると、PV自家消費が増加している(図2)。

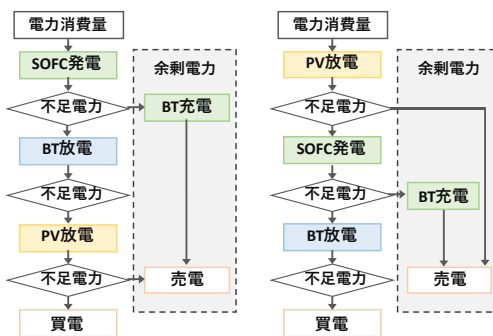


図1 シミュレーションフロー例 (左:ケース0, 右:ケース2)

表1 設定ケース一覧

第1放電	EF	EF	PV	PV	PV	EF
第2放電	BT	PV	EF	BT	EF	PV
第3放電	PV	BT	BT	EF	BT	BT
BT充電	EF	EF	EF	PV	PV	PV
ケース	0	1	2	3	4	5

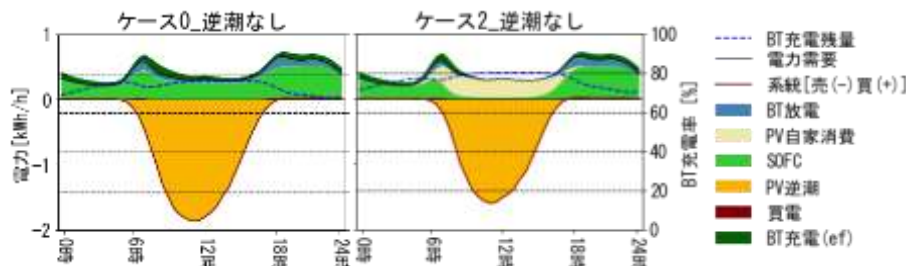


図2 電力運用の比較 (左:ケース0, 右:ケース2)

3. スマートコミュニティの評価指標に基づく分析

大久保ら²⁾は日本のSCの開発要件を「環境エネルギー」「社会」「安心安全」と定めた。それらに関する評価指標で3電池システム稼働特性を定量的に分析した。ここではSCの主目的の一つであるCO2排出量を示す。購入電力・系統への逆潮流電力を全電源平均係数によりCO2排出量を算出している(表2)、表3、図4より、CO2削減効果が高いのは、SOFCから逆潮流するケースだった。EF発電余剰を逆潮流すると、CO2削減効果が高まる。また逆潮流なしではケース3が最もCO2削減する。EFに頼らず、PV自家消費の促進により脱炭素に貢献する。

表2 CO2排出係数設定値

	都市ガス	全電源平均
CO2排出係数	0.0509 ³⁾	0.352 ⁴⁾
	単位 t-CO2/GJ	kg-CO2/kWh

表3 CO2削減効果が高い順の制御ケース

第1放電	PV	PV	PV	EF	EF	EF
第2放電	BT	EF	EF	PV	PV	BT
第3放電	EF	BT	BT	BT	BT	PV
BT充電	PV	PV	EF	PV	EF	EF
ケース	3	4	2	5	1	0

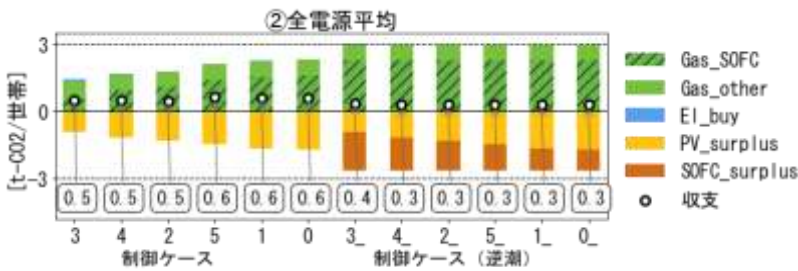


図4 CO2排出量とその内訳

4. 制御ケースの比較

各制御ケースを多様な評価指標によって分析すると、多くの評価指標でSOFC逆潮流によるメリットがあった。制御ケースを相対評価するため、レーダーチャートで各分析項目の最もよい結果との比を表示している。ここで相対評価20%差ごとにレーダーチャートのグリッド線を表示している。ケース2で比較すると(図5、図6)、逆潮流することによりSOFC発電効率・CO2削減効果・送配電系統負荷は20%以上高くなっている。

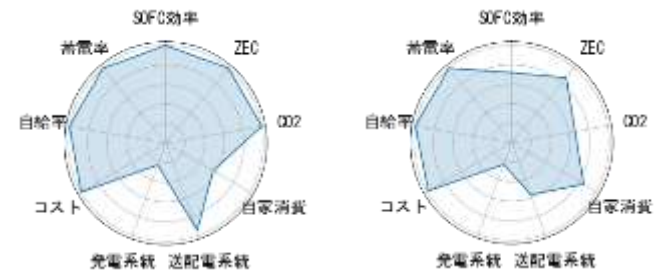


図5 ケース2_逆潮流あり

図6 ケース2

5. 結論

本研究により得られた、各制御が引き起こす評価指標への影響を表4にまとめ、各制御の特性を定量的に示した。①SOFC逆潮流あり ②充電電源EF ③第一放電PVにする事により改善される評価項目を明らかにした。

表4 各制御の特性

	SOFC逆潮流あり	充電電源EF	第一放電PV
高い	[環] SOFC発電効率 [環] CO2削減(現在) [社] 送配電系統負荷	[環] SOFC発電効率	[環] CO2削減 [社] 自家消費率
少し高い	[環] ZEC達成率 [社] コスト(現在)	[環] ZEC達成率 [安] 平均蓄電率	[社] コスト
低い	[社] 自家消費率	—	—

[環]: 環境エネルギー要件 [社]: 社会要件 [安]: 安心安全要件

参考文献

- 1) Kitagawa, Y., Gondokusuma, M., & Shimoda, Y., Evaluation of Energy Performance of Smart Community Considering Occupant's Behavior, Building Simulation 2019. pp.3555-3562, 2019.
- 2) Okubo, H., Shimoda, Y., Kitagawa, Y., Gondokusuma, M., Sawamura, A., Deto, K.: Smart communities in Japan: Requirements and simulation for determining index values, Journal of Urban Management 11, pp500-518, 2022.
- 3) 大阪ガス: CO2排出量削減効果の適切な評価方法について
- 4) 関西電力: 関西電力のCO2排出量とCO2排出係数