

再生エネ発電施設に併設する最適な蓄電池仕様の評価に関する研究

九州大学工学部 学生会員 溝江 悦子
九州大学大学院 フェロー会員 島岡 隆行 正会員 榎原 恒治

1. はじめに

電力自由化や脱炭素化を背景に、再生可能エネルギーを中心とした分散型エネルギーシステムの導入が促進されている。再生可能エネルギーの中でもごみ焼却発電は、太陽光発電や風力発電と比べて比較的安定した電力を供給できること、焼却発電施設は各地域に存在することから、地域の自立・分散型発電の中核としての役割が期待される。さらに蓄電池の設置により、電力安定化やピークシフトへの対応などが可能となる。

しかし、現状では蓄電池の導入コストが高く普及が進んでいない。そのため本研究では、ごみ焼却発電施設に蓄電池を併設する際に、事業採算性を考慮した小規模かつ最適な蓄電池容量の算出方法について検討した。

2. 分析内容

2.1 余剰電力量及び需要電力量の変動データ

本研究では図 1 に示すように実際のごみ焼却発電施設の余剰電力量(売電量)と供給先の需要電力量の 1 日の変動データを用いた。¹⁾ これに WebPlotDigitizer 4.6 を用いて 30 分毎の変動のデータを読み取り、電力の過不足を求めた結果を図 2 に示す。

2.2 蓄電池の仕様

蓄電池は、大容量、高エネルギー密度、長寿命という特長を持つ NAS 電池を選定した。規格を表 1 に示す²⁾。

2.3 分析方法

(1)電力量算出

図 2 において合計値がマイナスは必要電力量を、プラスの場合は蓄電可能を意味する。必要最大出力は 857 kW、必要電力量は 3,488 kWh となる。需要電力量・余



図 1 余剰電力量と需要電力量の推移

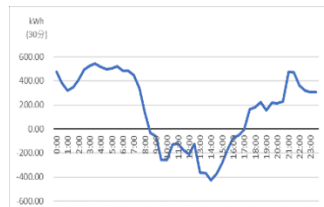


図 2 電力の過不足の推移

表 1 NAS 電池の規格 (1 ユニット当たり)

	容量(kWh/1基)	出力(kW/1基)	単価(/kWh)
NAS電池	1,200	200	40,000

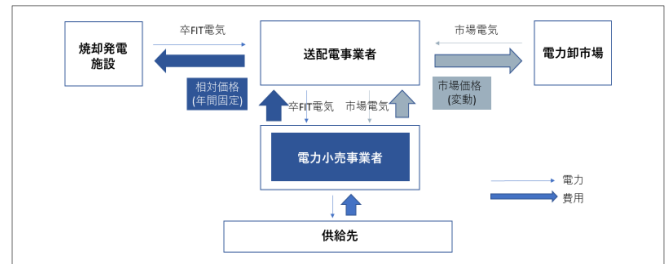


図 3 電力供給イメージ

表 2 電力価格設定

	電気の種類	価格決定方法	単価設定(円/kWh)	備考
容量不足分 出力不足分	卸市場電気	市場価格(変動)	15	JPEXの2020-2022年の平均価格を参考に設定
蓄電分	卒FIT電気	発電施設との相対価格 (年間契約, 固定)	市場-5(=10) 市場-10(=5)	

表 3 IRR に関わる要素

支出	蓄電池費用	0年日のみ
収益	全て市場電力で賄う時とのコストの差の年間計 (条件④⑤のみ 再生エネクレジットの年間計)	毎年
期間	15年	蓄電池の耐用年数より

剰電力量は日々変動するものであるが、本研究では今回用いた 1 日のデータを年間の 1 日平均値と仮定した。

(2)電力供給

電力供給イメージを図 3 に示す。蓄電池から必要電力を供給するが、不足分は電力卸市場より購入する。また、需要側の要求出力が蓄電池の出力能力である 200 kW を超えている場合は、卸市場より購入する。電力価格を表 2 のように設定した。

(3)事業性評価

事業性評価には、一般的に用いられることの多い IRR(内部収益率; Internal Rate of Return)を用いた。なお、事業採算の可否を決めるハードルレートは一般的に 10~15%とされることが多いため、今回は 10%を目安とした。算出に関わる項目を表 3 のように設定した。

2.4 分析条件

蓄電池ユニット数を 1~5 ユニットとし、以下の 5 つの条件の結果を求めた。

条件①:蓄電池単価を 40,000 円/kWh とした場合
条件②:蓄電池単価を 20,000 円/kWh とした場合。技術進歩によるコストダウンや補助金活用などにより蓄電池の価格が 50%になる場合を仮定した。

条件③:蓄電池単価を容量に応じて変化させた場合で、Case1 を基準に蓄電池費用が容量比の 0.6 乗に相当すると仮定して、費用を算定した。

条件④:CO₂削減価値を収益化した場合で、電力卸市場より購入した市場電力を卒 FIT 電力に置き換えたことによる CO₂削減量を再エネクレジット価格に転換し、収益に加える。なお、市場電力の CO₂排出係数は 0.5 kg-CO₂/kWh、再エネクレジット価格は 2020 年の東京都の価格を参考に 5,600 円/t-CO₂に設定した。

条件⑤:条件③④の両方を加味した場合。

3. 分析結果

分析 I. 蓄電池価格と事業性評価

条件①、②の結果を表 4、5 に示し、図 4 にまとめた。IRR は、蓄電容量が小さいものが大きく、必要容量を蓄電容量が上回る Case3 から減少を始める。条件①の場合は、卒 FIT 電力の価格に関わらず事業採算性は低いことが分かった。条件②より、蓄電池価格が現状の 50% に抑えられれば、卒 FIT 電力価格が市場価格より 10 円低い場合は十分な採算性が見込めるといえる。

分析 II. 蓄電池単価変動、CO₂クレジット化を加味した場合の事業性評価

条件③～⑤の結果を表 6～8 に示し、図 5 にまとめた。卒 FIT 電力価格が市場価格より 10 円低い場合のみ記す。条件③の場合、条件①と異なり山なりのグラフとなり、IRR は Case3 において最も高い値を示した。Case4、5 では蓄電池費用の増大の影響が大きくなり、IRR は低くなった。条件④は条件①に CO₂削減分を収益として加えた分、IRR が約 2 倍高くなった。条件⑤の場合、ハードルレート 10%を上回るのは、Case2、3、4 となった。

4. まとめ

本研究では、ごみ焼却発電施設に併設する蓄電池の最適容量を求める基礎的な考え方、算出手法を検討した。この結果、Case3 が最適容量であると想定できた。今後の課題として、今回はある 1 日分のデータを電力需給バランスや電力価格を年平均値として想定したが、実際はこれらの値は常に変動しているため、変動を考慮した算定モデルに改善していく。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、一般財団法人 日本環境衛生センターにはデータ使用の承諾をいただきました。ここに記して、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 一般財団法人 日本環境衛生センター：今後のごみ発電のあり方研究会 第 1 期最終報告、2015
- 2) 日本ガイシ株式会社 HP, <https://www.ngk.co.jp/product/nas->

表 4 条件①の結果

必要電力量(kWh)	3,488						
	case1	case2	case3	case4	case5	備考	
蓄電池容量(kWh)	1,200	2,400	3,600	4,800	6,000		
出力(kW)	200	400	600	1,000	1,200		
出力不足合計(kWh)	1,960	942	332	29	0		
卒FIT電力量(kWh)	1,200	2,400	3,155	3,459	3,488		
市場電力量(kWh)	2,288	1,088	332	29	0	15円/kWh	
合計コスト(円/日)	卒FIT=(市場-5円)	46,313	40,313	36,536	35,018	34,876	卒FIT電力費と市場電力費の合計
	卒FIT=(市場-10円)	40,313	28,313	20,759	17,723	17,438	
収益(円/日)	卒FIT=(市場-5円)	6,000	12,000	15,777	17,295	17,438	全て市場電力で賄ふ時のコスト (-52,313円)との合計コストの差
	卒FIT=(市場-10円)	12,000	24,000	31,554	34,590	34,876	
蓄電池費用(千円)	48,000	96,000	144,000	192,000	240,000		
IRR(%)	卒FIT=(市場-5円)	-4.40	-4.40	-5.80	-7.76	-9.79	
	卒FIT=(市場-10円)	4.21	4.21	2.37	-0.17	-2.73	

表 5 条件②の結果

蓄電池費用(千円)	case1	case2	case3	case4	case5	備考	
	24,000	48,000	72,000	96,000	120,000	20,000円/kWh	
IRR(%)	卒FIT=(市場-5円)	4.21	4.21	2.37	-0.17	-2.73	
	卒FIT=(市場-10円)	16.37	16.37	13.65	10.01	6.46	

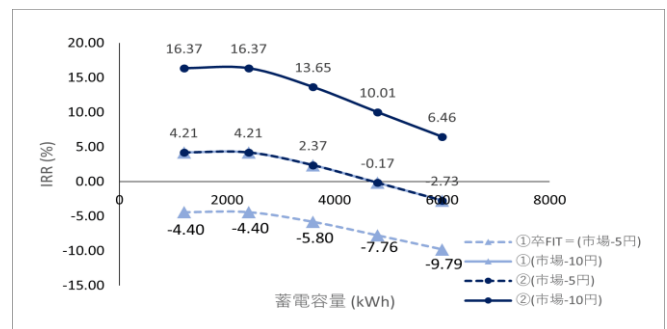


図 4 条件①②の事業採算性比較

表 6 条件③の結果

	case1	case2	case3	case4	case5	備考	
CO ₂ 排出削減量(kg/日)	600	1,200	1,578	1,730	1,744		
収益(円/日)	卒FIT=(市場-10円)	15,360	30,720	40,389	44,275	44,641	③の収益-CO ₂ 削減による収益
IRR(%)	卒FIT=(市場-10円)	8.00	8.00	5.91	3.07	0.23	

表 7 条件④の結果

	case1	case2	case3	case4	case5	備考	
蓄電池費用(千円)	48,000	72,754	92,793	110,275	126,073	最小容量を基準に0.5倍率を適用	
蓄電池単価(円/kWh)	40,000	30,314	25,776	22,974	21,012		
IRR(%)	卒FIT=(市場-10円)	4.21	8.50	9.01	7.67	5.70	

表 8 条件⑤の結果

	case1	case2	case3	case4	case5	備考	
IRR(%)	卒FIT=(市場-10円)	8.00	12.92	13.51	11.96	9.70	

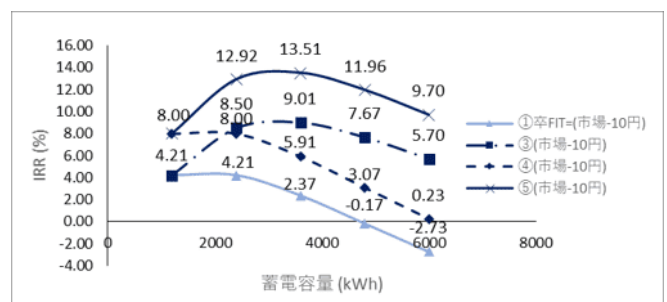


図 5 条件①③④⑤の事業採算性比較