

離島系統における蓄電池導入時の系統運用及び経済性の検討

AE15015 太田智也

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

国内外問わず離島における電力系統では、ディーゼル発電機(DG: Diesel Generator)等の化石燃料を用いた発電方法が主である。しかし近年は、地球温暖化や化石燃料の枯渇などの問題から脱炭素化が推し進められている。そこで注目を集めているのが、環境負荷の少ない再生可能エネルギーである。なかでも、太陽光発電(PV: Photovoltaics)はメンテナンスフリーであることや、エネルギーが枯渇しないことなどの理由から特に導入が進んでいる。しかし、PVは天候や気温の影響を大きく受けるため出力が不安定である。そのため、蓄電設備を用いた系統安定化対策を行う事例が増加している^[1]。一方で蓄電池を導入するに当たり、適切な蓄電池容量及びコストの算定、また蓄電池の運用方法の構築をする必要がある^[2]。

本研究では、太陽光発電設備を持つ離島の電力系統に蓄電池を導入することで、DGを高効率で運用し、系統の原油依存度を低下させることを目的とする。それにあたり、DGの効率運転時の蓄電池充放電アルゴリズムの構築、及び蓄電池導入時の経済評価を行う。

2. 対象系統

対象系統を図1に示す。対象系統は、DGが4台、太陽光発電設備及び小水力発電設備が併設されている。図1の系統の電力需要量、太陽光発電量、小水力発電量の実測データ(1時間値)を基に検討を行う。

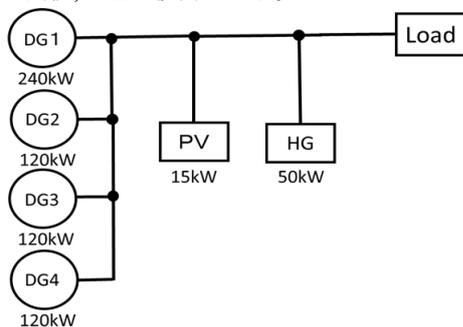
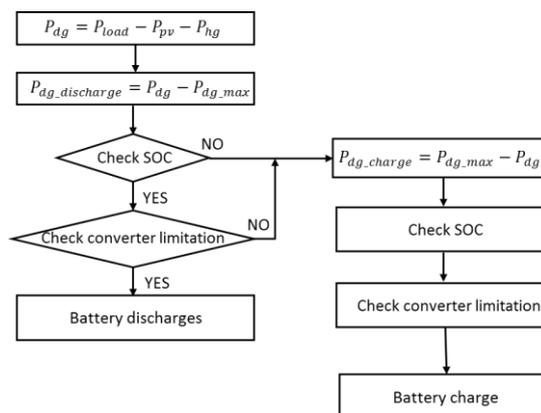


図1 対象系統概略図

3. 蓄電池充放電アルゴリズム

図2に蓄電池充放電アルゴリズムの簡易フローチャートを示す。また、導入する蓄電池のパラメータを表1に示す。表中のPCSとはPower Conditioning Subsystemの略称で、系統連係用の直行変換装置のことである。本アルゴリズムは、DGの稼働台数を可能な限り減らし、稼働しているDGはできる限り定格値付近で出力し効率運転を行うよう構築している。



P_{dg} : DGの発電量, P_{load} : 需要電力, P_{pv} : 太陽光発電の発電量, P_{hg} : 小水力発電の発電量, $P_{(dg_discharge)}$: 蓄電池の放電量, $P_{(dg_max)}$: DGの最大出力, $P_{(dg_charge)}$: 蓄電池の充電量

図2 蓄電池充放電簡易フローチャート

表1 蓄電池パラメータ

蓄電池容量	210kWh
蓄電池出力	50kW
充電効率	95%
放電効率	90%
PCSの効率	95%

4. シミュレーション結果

図3, 4に蓄電池導入前後のある1日の電力需給グラフを示す。導入前のDGの運転効率は79.6%, 導入後は86.9%となり約7.3%上昇した。燃料消費量は導入前後で約40L減少した。表2に月別消費燃料費用, 図5に月別燃料消費量を示す。月別消費燃料費用は導入前後で1年あたり約155万円減少した。また、蓄電池の出力及び容量の変化による経済効果の検討を行った。本検討では蓄電池出力50kW時及び100kW時について、容量210kWhから510kWhまで100kWhずつ増加させた合計8パターンについてシミュレーションした。図6に蓄電池容量・出力と消費燃料削減額の関係を示す。図6から蓄電池容量以上に蓄電池出力が導入効果に大きな影響を与えることが明らかとなった。

5. 考察

図3, 図4の検討結果から本アルゴリズムによる蓄電池の燃料削減効果が確認できた。しかし、図4で18:00~21:00にかけて蓄電池の充放電により短時間の間のDGの稼働台数変化が発生していることが見られる。また、2:00~8:00を見ると、DGの効率が悪いことが確認できる。これは蓄電池の出力不足によりDGの稼働台数を減らすことができず放電しないため発生していると考えられる。

表2 月別消費燃料費用(単位:万円)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
蓄電池導入前のシステム	799	697	736	586	609	659	831	947	773	721	700	748	8,805
蓄電池導入後のシステム	786	685	722	578	600	646	817	930	758	707	686	734	8,650
削減額	13	12	14	8	9	13	14	17	15	14	14	14	155

図6から蓄電池容量以上に蓄電池出力が導入効果に大きな影響を与えることが明らかになった。これは蓄電池出力が50kWでは足りない時間帯が多いためだと考えられる。出力を増加させることで蓄電池が放電する時間帯が増加しSOCが上限に張り付く時間が減少するため蓄電池の導入効果が大きく増加する。また、表2の月別の利益を見ると、4、5月の利益が小さく、8月は大きくなっている。これは季節毎の電力需要量の変化が原因であると推測される。需要量の小さい春期は、DGの稼働台数がもともと1台である時間が長いため蓄電池が放電を行わない。一方需要量の大きい夏はDGの稼働台数が2台以上である時間が長いため、蓄電池の充放電が行われる。そのため季節によって削減額が変化していると考えられる。

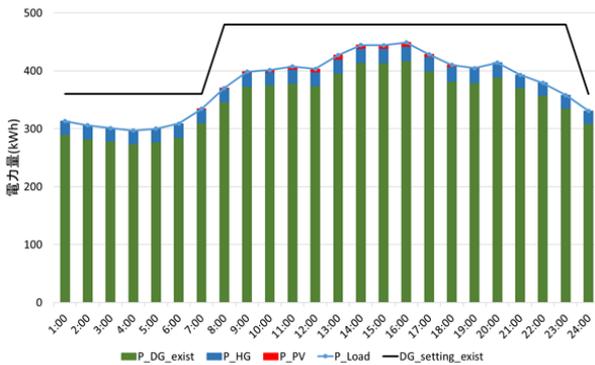


図3 蓄電池導入前のある1日の電力需給グラフ

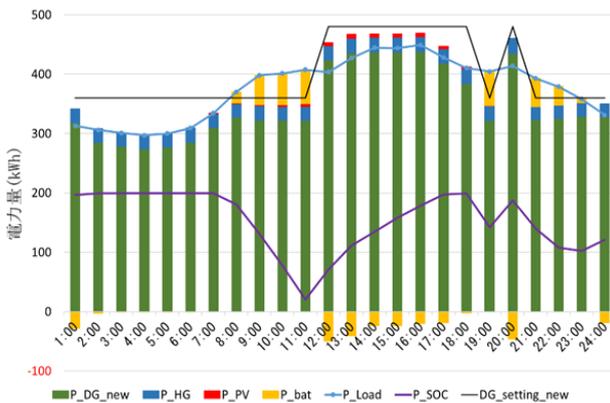


図4 蓄電池導入後のある1日の電力需給グラフ

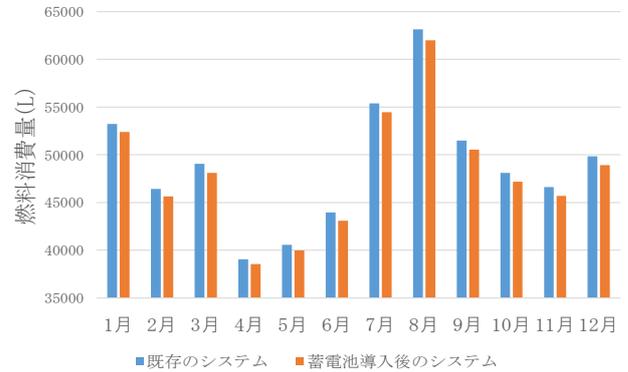


図5 月別燃料消費量

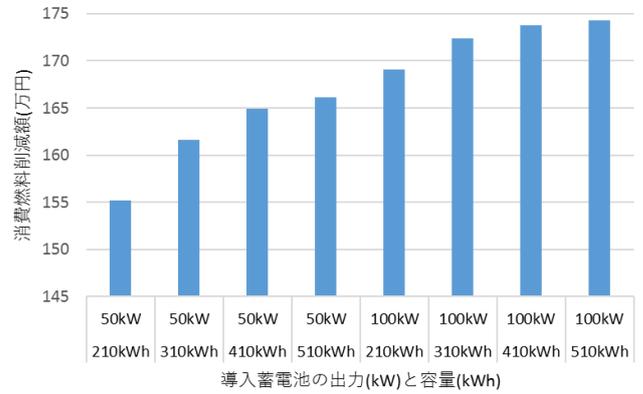


図6 消費燃料削減額

6. まとめ

本研究では、系統に蓄電池を導入しDGを効率運転させた時の経済効果の検討を行った。結果として本アルゴリズムを用いることで蓄電池導入時にDGの運転効率の上昇及び消費燃料費用の減少が可能であることを明らかにした。一方、蓄電池の充放電によりDGの稼働停止回数が増加していることが確認された。また、季節による蓄電池導入効果の変化が明らかとなった。今後DGの稼働停止費用を考慮し経済性の検討及び、DGのスケジュール運転による新たな蓄電池充放電アルゴリズムの構築をする。

文献

- [1] 電気事業連合会:「実証事業の取り組み ～次世代配電ネットワーク構築に向けた実証事業の進捗について～」(2010)
- [2] 石亀 篤司, "大型蓄電池技術の現状と実証事例" IEEE Journal, vol1138 No2,2018