

建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発
第 51 報 蓄電池プログラムの開発状況

正会員 ○滝澤 総*1 正会員 二宮 博史*1
同 柳原 隆司*2 同 大西 由佳*3
同 石野 久彌*4 同 村上 周三*5

BEST シミュレーション 蓄電池

1.はじめに

東日本大震災以降、電力平準化設備として普及の期待が高まっている蓄電池システムのプログラム開発を進めてきた。この度、より製品、運用の実態に即したシミュレーションを可能にするべく、対象蓄電池種別の拡大、パラメータの精査・設定、計算方法の整理を実施したので、その改良状況を報告する。

2.蓄電池プログラムの概要

BEST 蓄電池プログラムは電力貯蔵システムを扱うものである。ここで電力貯蔵システムとは、電力貯蔵装置により常時に電力の貯蔵を行い、必要に応じ電力の平準化等を目的に、連続的に電力の供給を行う機能を有するものとする。システムとして、電力貯蔵装置に加え、パワーコンディショナ (PCS)、バッテリーマネジメントシステム (BMU) 等を有するものと想定しているが、後述の効率の設定によって、これらの機器 (例えば PCS) を含まない場合や、想定外の機器 (例えば昇圧変圧器等) を含む場合も、エネルギー計算上は反映可能である。電力貯蔵システムは、貯蔵装置及び制御対象の状態によって、放電、充電 (蓄電)、待機の 3 つの状態を取る。本プログラムの入出力と状態を図 1 に、各状態における基本動作を図 2 に示す。また、計算にあたり設定する主なパラメータを表 1 に、主要パラメータの定義を図 3、図 4 に示す。



図 1 蓄電池プログラムの入出力と状態



Δ 蓄電容量_{放電時} = -放電電力 / η _{放電時}、充電電力 = - Δ 蓄電容量 / η _{充電時}
待機電力 = -一定格放電電力 * (1 - η _{待機時})

図 2 各状態における本プログラムの基本動作

表 1 主な入力パラメータ

一定格蓄電容量、容量保持率、初期蓄電容量、一定格放電電力、充足率制御方式、ベース放電電力、ピークカット目標値、発電電力一定化目標値、充電特性・時間率、効率など



図 3 蓄電容量と充放電電力の定義

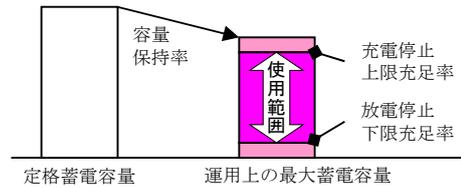


図 4 一定格蓄電容量・容量保持率・各充足率の定義

2.1 対象蓄電池種別

リチウムイオン電池 (以降 LIB)、ナトリウム・硫黄電池 (以降、NAS)、鉛蓄電池 (以降、鉛) の 3 種類を想定し、実運用を想定した容量保持率・各種効率・充電時間率のデフォルト値 (表 2) と充電特性 (図 5) を用意した。

表 2 蓄電池種別ごとに用意したデフォルト値

	容量保持率	効率			待機時	充電時間率*
		PCS (充電時)(放電時)	蓄電池	その他 (補機等)		
LIB	0.8	0.95	0.95	1.0	1.0	5.0
NAS	0.72	0.95	0.9	1.0	0.86	10.0
鉛	0.8	0.95	0.85	1.0	1.0	10.0

*一定格蓄電池の充電に必要な時間

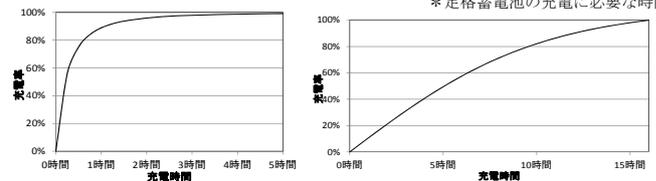


図 5 充電特性 (左: LIB、右: NAS・鉛)

2.2 制御方法

制御対象として受電電力と自然エネルギー発電電力を想定しており、受電電力に対しては夜間電力を貯めて日中に活用するピークシフト制御とピークカット制御を、自然エネルギー発電電力に対しては発電電力平準化 (一定値) 制御の、計 3 種類の制御方法を想定している。

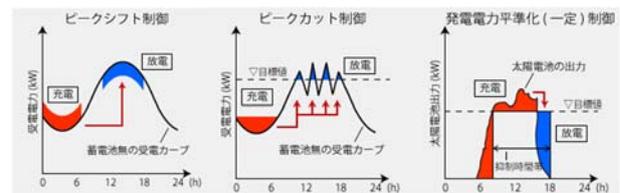


図 6 蓄電池の制御方法イメージ図

ここで、ピークシフト制御は、主として昼間の受電電力を抑制するために許可時間帯に指定された電力を放電するもの、ピークカット制御は受電電力の目標値を超過した電力を放電するものであって組合せ可能である。

発電電力平準化（一定値）制御は、太陽電池等出力変動要素のある発電装置と組み合わせ使用し、発電出力が目標値を下回っているときに放電、上回っているときには充電して、時間内の発電出力を一定とするものである。蓄電容量にも目標値があり、商用充電の許可時間帯内であれば、発電出力が不足している時間帯は商用電力が充電される。商用電力への逆流あるいは商用電力と連系せず蓄電池システムが独立運転する場合の仕様には不明な点も多く、本プログラムは事業継続性(BCP)目的でのシミュレーションは対象としていない。

2.3 各制御の計算方法

ピークシフト・ピークカット制御時の計算方法を表 3 に、発電電力平準化（一定値）制御時を表 4 に示す。

3.おわりに

新たに組み込んだパラメータの精査、対象蓄電池種別の拡大、各種効率の設定、計算方法の整理について改良状況を報告した。しかし、蓄電池技術は発展途上であり、建物での運用実績もまだまだ少ない。今後蓄積されると予想される実績を踏まえ、更なる改良を続けていきたい。

【謝辞】本報は、(一財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会」(村上周三委員長) および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、蓄熱・蓄電等システム検討 SWG(柳原隆司主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。

【参考文献】1) 滝澤総、村上周三、柳原隆司、二宮博史、外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その129)蓄電池プログラムの特徴と試算事例、平成 25 年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.69~72

表 3 ピークシフト制御及びピークカット制御時の計算方法

	条件(AND 条件)	電力(蓄電池システムの入出力端ベース)[kW]	蓄電容量の変化分△蓄電容量[kWh]
放電	<ul style="list-style-type: none"> 放電許容時間帯 蓄電容量 kWh ≥ 放電下限容量 kWh 放電電力を考慮した受電電力 kW ≥ 0 	放電電力[kW]を計算した後、蓄電容量[kWh]の変化分を求める	△蓄電容量 = -放電電力 / η _{放電時} * 単位時間
		放電電力 = Min{Min(定格放電電力、Min(ベース放電電力、定格放電電力 * 放電パターン / 単位時間) + α + β、(蓄電容量 - 放電下限容量) * η _{放電時} / 単位時間)} α : ピークカット分 = 放電後受電電力 - ピークカット目標値 (>0 の場合に加算) β : 使い切り分 = (放電後蓄電容量 - 放電下限容量) * η _{放電時} / 時間 (対象時間帯のみ、>0 の場合であって受電電力を上限として加算)	
充電	<ul style="list-style-type: none"> 充電許容時間帯 蓄電容量 kWh ≤ 充電上限容量 kWh 	蓄電容量[kWh]の変化分(充電容量)を計算した後、充電電力を求める	△蓄電容量 = Min{Min(定格放電電力、受電電力 - ピークカット目標値 ^{*1}) * η _{充電時} * 単位時間、定格蓄電容量 / 充電時間率、蓄電容量に対し充電特性から読み取る時間可能充電量、充電上限容量 - 蓄電容量}
		充電電力 = -単位時間当たり蓄電容量変化分 / η _{充電時}	
待機	充放電以外	蓄電容量[kWh]は変化しない。損失に相当する待機電力を求める	*1 : 充電時ピークカット目標値有の場合考慮
		待機電力 = -定格放電電力 * (1 - η _{待機時})	

表 4 発電電力平準化（一定値）制御時の計算方法

	条件(AND 条件)	電力(蓄電池システムの入出力端ベース)[kW]	蓄電容量の変化分△蓄電容量[kWh]
平準化制御時間帯内	<ul style="list-style-type: none"> 放電 <ul style="list-style-type: none"> 放電許容時間帯 発電電力 kW ≤ 目標値 kW 充電 <ul style="list-style-type: none"> 発電電力 kW > 目標値 kW 	放電電力[kW]を計算した後、蓄電容量[kWh]の変化分を求める	△蓄電容量 = -放電電力 / η _{放電時} * 単位時間
		放電電力 = -Min{Min(定格放電電力、目標値 - 発電電力、(蓄電容量 - 放電下限容量) * η _{放電時} / 単位時間)} △受電電力 = -(発電電力 + 放電電力)	
平準化制御時間帯外	商用充電許可時間帯外	蓄電容量[kWh]の変化分(充電容量)を計算した後、充電電力を求める	△蓄電容量 = Min{Min(定格放電電力、(発電電力 - 目標値) * η _{充電時} * 単位時間、定格蓄電容量 / 充電時間率、蓄電容量に対し充電特性から読み取る時間可能充電量、充電上限容量 - 蓄電容量)}
		充電電力 = -Min(蓄電容量変化分 / η _{充電時}) △受電電力 = 0	
	商用充電許可時間帯内	蓄電容量[kWh]の変化分(充電容量)を計算した後、充電電力を求める	△蓄電容量 = Min{Min(定格放電電力、Max(発電電力 * η _{充電時} * 単位時間、商用充電充足率 * 運用上の最大蓄電容量 - 蓄電容量)、定格蓄電容量 / 充電時間率、蓄電容量に対し充電特性から読み取る時間可能充電量、充電上限容量 - 蓄電容量)}
		充電電力 = -Min(蓄電容量変化分 / η _{充電時}) △受電電力 = Min(充電電力 - 発電電力、0)	
待機	蓄電容量[kWh]は変化しない。損失に相当する待機電力を求める	△蓄電容量 = ±0	
	蓄電容量 kWh = 充電上限容量 kWh	△受電電力 = 蓄電池システムの待機電力 = -定格放電電力 * (1 - η _{待機時})	

*1 日建設計
 *2 東京電機大学 特任教授 工博
 *3 鹿島建設(当時、(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター)
 *4 首都大学東京 名誉教授 工博
 *5 建築環境・省エネルギー機構理事長 工博

*1 Nikken Sekkei Ltd.
 *2 Project Prof., Tokyo Denki Univ., Dr.Eng.
 *3 Kajima Corporation
 *4 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
 *5 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.