

## 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 205 蓄電池プログラムの活用

### Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEPS Systems, the BEST Part 205 Application of Simulation for Battery System

正会員 ○小林 浩 (トーエネック) 正会員 滝澤 総 (日建設計)  
非会員 小澤 正一 (東京電力エナジーパートナー)  
正会員 二宮 博史 (日建設計) 技術フェロー 柳原 隆司 (東京電機大学)  
特別会員 村上 周三 (建築環境・省エネルギー機構)

Hiroshi KOBAYASHI\*<sup>1</sup> So TAKIZAWA\*<sup>2</sup> Syoichi OZAWA\*<sup>3</sup> Hiroshi NINOMIYA\*<sup>2</sup>

Ryuji YANAGIHARA\*<sup>4</sup> Syuzo MURAKAMI\*<sup>5</sup>

\*<sup>1</sup> Toenec Corporation \*<sup>2</sup> Nikken Sekkei Ltd \*<sup>3</sup> TEPCO Energy Partner, Incorporated \*<sup>4</sup> Tokyo Denki University  
\*<sup>5</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation

This paper shows an application of Simulation Tool “BEST” with battery system simulation. The simulation result of “BEST” is compared with the measured operation data of NAS battery system.

#### 1. はじめに

BEST 蓄電池システム検討サブワーキンググループ (SWG) では、BCP 対応等の目的で普及の期待が高まっている蓄電池システムを対象としたプログラム開発を進めている<sup>1)2)3)</sup>。具体的には、対象蓄電池種別の拡大、計算に必要なパラメータの精査・設定、計算方法の整理とプログラムの検証を行ってきた。

一方、蓄電池システムの建物での運用実績は少ないのが現状である。BEST は主として、建物や設備の設計段階で使用するプログラムである。よって、BEST で得られる計算結果は、建物や設備の実稼働状況により近いことが望ましい。このために、BEST で得られる計算結果と実測データを比較し、計算精度を検証しておくことは、蓄電池システムの有効活用のために極めて重要である。

本報では、BEST の蓄電池プログラムの活用事例として、ナトリウム・硫黄電池 (NAS 電池) を運用している事業所において、BEST の計算結果と実測データを比較した。また、比較結果を踏まえ蓄電池プログラムの計算方法の一部を改良し、その効果を検証した。

#### 2. 蓄電池プログラムの概要

BEST の蓄電池プログラムで計算可能な蓄電池はリチウムイオン電池、NAS 電池、鉛蓄電池であり、本報では NAS 電池を対象とした。また本報告で使用する放電制御方式は、次の 2 種類である。

##### (1) ピークカット制御

夜間電力を蓄電池に貯めて、建物の受電電力があらかじめ定めた値 (ピークカット制御目標値) を超えた場合に放電する制御である。

##### (2) ピークシフト制御

夜間電力を蓄電池に貯めて、昼間のあらかじめ定めた時間帯 (充電/放電時間帯) に一定電力 (ベース放電電力) を放電する制御である。

#### 3. 検討対象 NAS 電池システムの概要

##### (1) 設備諸元

検討対象事業所は工場で、契約電力は 1,300kW である。本報で対象とした NAS 電池は 2004 年に運用を開始した旧型設計品であり、その設計諸元を表-1 に示す。また、単線結線図の概要を図-1 に示す。

##### (2) NAS 電池システムの運用方法

対象事業所の現状の NAS 電池システムの運用方法を、表-2 に示す。制御方法は、ピークシフト制御とピークカット制御を組合せている。ピークカット制御では、事業所の受電電力を、昼間放電時に設定したピークカット電力以下に抑制するだけでなく、夜間充電時にピークカット電力を超過しない制御も行っている。図-2 に NAS 電池システムの放電パターンを示す。8:30 から 20:00 までの時間帯を 3 分割して放電電力を設定している。この放電パターンは、夜間デマンドオーバーさせずに充電できる充電電力量と、日中逆潮させずに放電できる放電電力量のバランスを取るよう設定したものである。

表-1 NAS 電池システムの主要諸元

項目	諸元
蓄電池種類	ナトリウム硫黄電池 (NAS 電池)
蓄電池容量	7,200kWh
定格放電容量	1,200kVA (PCS 定格容量)
定格放電電力	1,000kW
PCS 効率	充電時：0.96, 放電時 0.96
保温電力	66kW (3.3kW×20 モジュール)

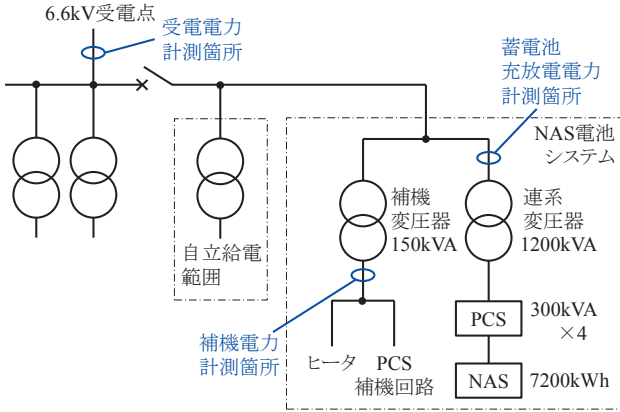


図-1 対象事業所の概要単線結線図と計測箇所

表-2 NAS 電池システムの運用方法

項目	諸元
制御方式	ピークシフト制御 +ピークカット (充放電) 制御
ピークカット制御 目標値	1,275kW
放電パターン	8:30~17:00 650kW, 5,525kWh 17:00~19:00 400kW, 800kWh 19:00~20:00 300kW, 300kWh
総放電電力量	6,625kWh
充電時間帯	22:00~8:00

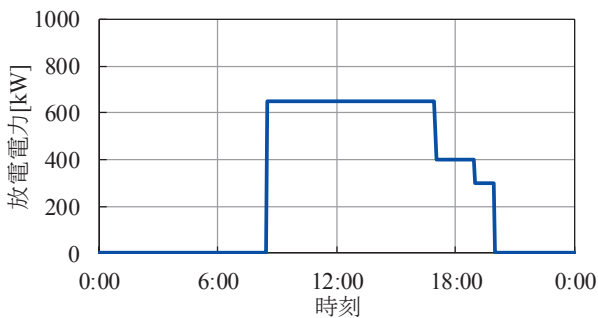


図-2 NAS 電池システムの放電パターン (平日)

#### 4. BEST での計算条件設定

表-2 に示した現状の NAS 電池システムの運用方法を、BEST の計算にできるだけ忠実に反映させるように計算条件を設定した。蓄電池効率は 0.90 とした。待機時効率については、待機時に消費される電力の大部分が NAS 電池の温度を維持するための保温電力であると考え、次のように導出した。保温電力が 66kW、定格放電電力が

1,000kW であることから、待機時消費電力比率=66/1000=0.07 とし、待機時効率=1-0.07=0.93 とした。放電パターンは、BEST の時刻変動スケジュール設定機能を活用し、図-2 のとおり設定した。

#### 5. 実測データと BEST の計算結果の比較

##### (1) NAS 電池の充放電状況

###### ① 実測データ

図-3 に対象事業所の 4 月の月曜日から始まる 1 週間の負荷電力を示す。これは、図-4 に示す実測データのうち、受電電力から NAS 電池充放電電力と補機電力を差し引いて求めたもので、NAS 電池設置前の受電電力である。

図-4 に実測データの例として、図-3 と同期間の受電電力、充放電電力、電池残容量を示す。NAS 電池充放電パターンに着目すると、おおまかには図-2 に示したとおりであるが、細かく見ると異なる箇所がある。具体的には、8:30 に一気に放電電力が設定値の 650kW に達するのではなく、30 分毎に徐々に放電電力が大きくなり、設定した 650kW に達するのは 10:00 である。

夜間の充電電力はおおむね 700kW から 900kW の範囲で細かく変動している。これは、受電電力をピークカット制御目標値として設定された 1,275kW に一定にするために、NAS 電池の充電電力を調整しているためである。

蓄電池残容量 (SOC) は、月曜日の 0:00 に 100% であり、当日の放電が終了する 20 時には約 20% まで減少する。細かく見ると、夜間充電終了時の SOC は月曜日の 100% から 1 日毎に徐々に小さくなり、土曜日の充電終了時には 96% である。そして日曜日に 4% 分を充電し、月曜日 0:00 には 100% に戻している。放電終了後の SOC も 1 日毎に徐々に小さくなり、金曜日の放電終了時には約 20% である。これは、毎日の夜間の充電電力量が、翌朝の SOC を 100% にするには不足しているためである。そしてこのような運用になる理由は、夜間充電時の受電電力がピークカット制御目標値を超えないように、充電電力を調整しているためである。

###### ② BEST の計算結果

図-5 に、図-4 と同じ期間の BEST での計算結果を示す。実測データとおおむね同様であるが、以下の点が異なる。

- (a) 蓄電池放電電力が設定通りに計算され、8:30 に一気に 650kW に達している。
  - (b) 毎日の放電後の SOC が約 5% まで減少し、充電後の SOC が 100% まで回復している。
  - (c) 充電時受電電力が設定通りに 1,250kW で一定である。
- (a) の影響により、蓄電池放電電力量が実測データよりも大きめに計算されていると考えられる。(a) の要因については検討中であり、実測データの計測タイミングや PCS の制御方式などを調査する予定である。

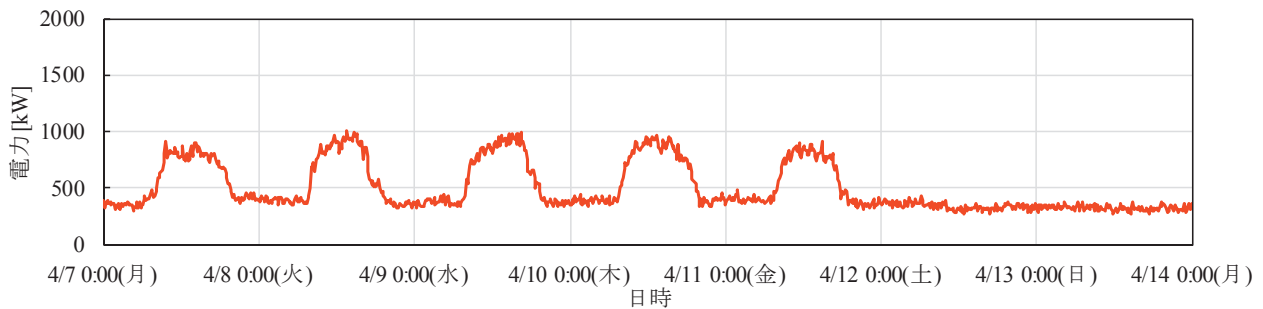


図-3 NAS 電池設置前の 1 週間の受電電力 (実測データからの計算値)

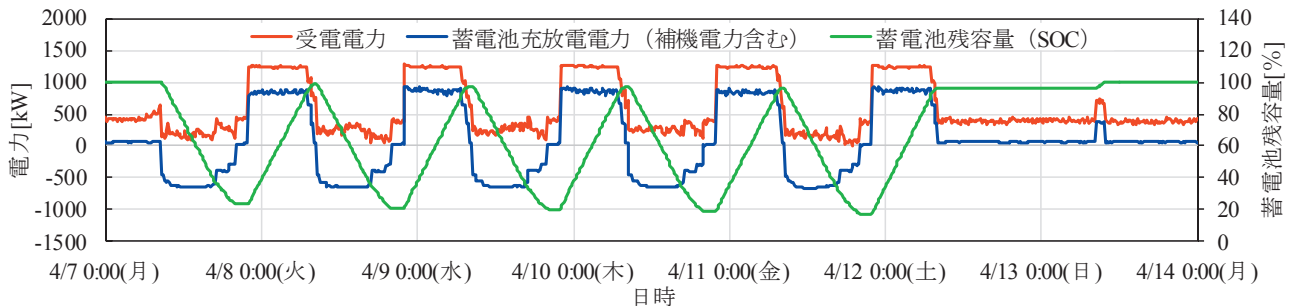


図-4 1 週間の受電電力, 蓄電池充放電電力, 蓄電池残容量 (実測データ)

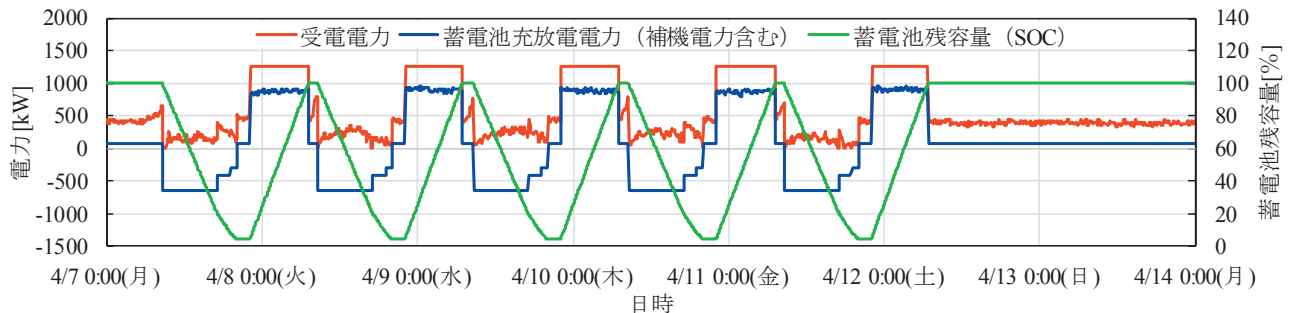


図-5 1 週間の受電電力, 蓄電池充放電電力, 蓄電池残容量 (BEST 計算値)

(b)については、(a)の影響で蓄電池放電電力量を実測データよりも大きめに計算していることに加え、NAS 電池の充放電効率や、補機電力・待機時電力などの主回路以外の消費電力が、実システムと BEST の計算で異なることが要因と考えられる。

(c)については、BEST の計算では受電電力のピークカット制御が理想的な動作をし、受電電力は一定になると仮定していることが要因である。

## (2) 補機電力・待機時電力

図-6 に図-2 と同期間の補機電力の変化を示す。実測データは補機電力の実測値、BEST 計算値は待機時電力の計算値である。実測データでは、充電時が 60~80kW、放電時が約 20kW である。一方、BEST 計算値では、蓄電池が充放電を行っていない待機時にのみ、設定通りの電力 ( $1,000\text{kW} \times 7\% = 70\text{kW}$ ) を消費している。

図-8 に、4 月の 1 ヶ月分の待機時消費電力の積算値を示す。実測データと BEST 計算値を比較すると、計算値は実測データの 54% ( $=19,483/36,103 \times 100$ ) と半分程度であった。差の要因として、BEST の設定項目が実システムと整合していなかったことが挙げられる。BEST

では主回路以外の消費電力に関わる設定項目として、その他 (補機等) 効率と待機時効率がある。前者は蓄電池の運転状態に関わらず一定の消費電力、後者は蓄電池が充放電を行わない待機時の消費電力を意味している。

本報の計算では、待機時電力の大部分が保温電力であり、かつ待機時にのみ保温電力を消費すると想定し、待機時効率を設定した。一方、実システムでは充電時と待機時に保温電力を消費し、放電時には充電時の 30%程度の保温電力を消費していた。このため、BEST 計算値には充電時と放電時の保温電力が加味されていない。

一般的な蓄電池では、放電時の内部発熱と容器からの放熱が平衡している。一方、本報で対象とした NAS 電池システムは旧型設計であり、運用開始後に安全対策のため、放熱量を大きくする対応をとっていた。このため、本来であれば放電時の内部発熱が容器の放熱よりも大きく、保温電力を必要としない設計であったが、放電時の内部発熱よりを容器の放熱が大きくなり、放電時にも保温電力が消費されていた。よって、放電時にはヒータが入らない等の単純な設定では、実測データとの差異が生じることが分かった。

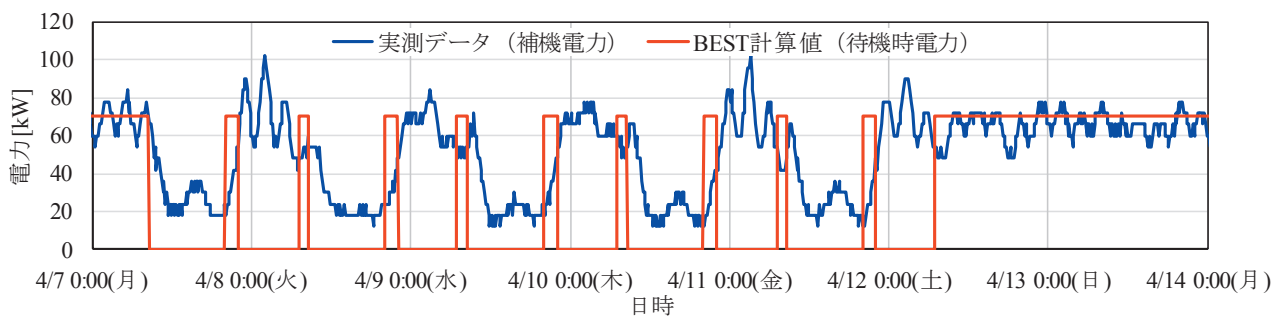


図-6 1週間の待機時消費電力（実測データとBEST計算値の比較）

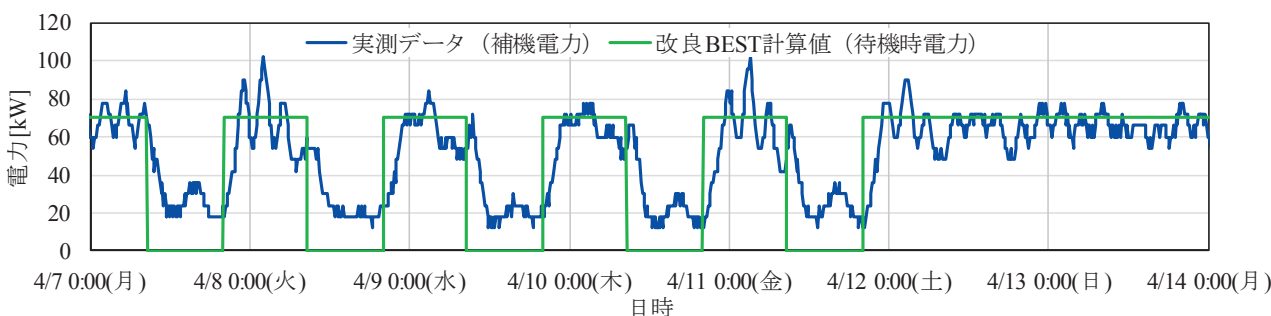


図-7 1週間の待機時消費電力（実測データと改良後のBEST計算値の比較）

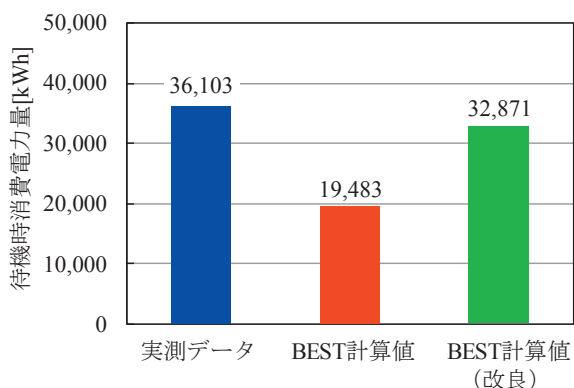


図-8 1ヶ月間の待機時消費電力積算値の比較

### 【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）」及び専門版開発委員会（石野久彌委員長）、省エネ計画書作成ツール開発委員会（坂本雄三委員長）、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。蓄熱・蓄電システム（蓄電池）検討SWG名簿（順不同）主査：柳原隆司（東京電機大学）、委員：南島正範（ヒートポンプ・蓄熱センター）、二宮博史、滝澤 総（以上、日建設計）、小澤正一（東京電力エナジーパートナー）、小林 浩（トーエネック）、松下 傑（NTTファシリティーズ）、杉澤紀幸（中部電力）、阿部 実（関電工）、渡辺健一郎（大林組）、南島正範（ヒートポンプ・蓄熱センター）、事務局：生稲清久（建築環境・省エネルギー機構）、村田創造、菅谷善昌（ヒートポンプ・蓄熱センター）

### 参考文献

- 1) 滝澤, 村上, 柳原, 二宮, 大西: 「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140）蓄電池プログラムの改良」, 平成26年空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 OS-11 (2014)
- 2) 滝澤, 村上, 柳原, 二宮, 小林: 「総合エネルギーシミュレーションによる蓄電池システム挙動計算」, 平成27年度電気学会産業応用部門大会講演論文集, No.1-5 (2015)
- 3) 小林, 滝澤, 二宮, 柳原, 村上: 「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185）太陽電池と蓄電池の組合せによるピーク電力の削減の検討」, 平成28年空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 OS-36 (2016)

## 6. 待機時電力計算方法の改良

前述の結果を踏まえ、待機時効率を待機時の他に充電時の消費電力にも反映させるよう、BESTの計算方法を改良した。改良したBESTの計算結果と実測データとの比較を図-7と図-8に示す。改良によりBEST計算値をより実測データに近づいたことが分かる。

なお、放電時の保温電力は、NAS電池本体の仕様や設置場所の影響を受けると考えられるため、さらに詳細検討が必要である。

## 7. おわりに

本報で紹介した計算方法の改良は、NAS電池のみを対象とした暫定的なものである。NAS電池以外の電池においても、電池種別毎に設定項目の追加や変更が必要と考えられるため、今後もSWGで継続して検討を行っていく予定である。