

建築物における分散型電源容量算定ツールの開発

Development of Simulation Tools for Calculating Capacity of Distributed Energy Resources on Buildings

小関 由明 Yoshiaki Ozeki
 藤田 尚志 Hisashi Fujita
 (本社設計本部)
 滝脇 悟 Satoru Takiwaki
 (本社デジタル推進室)

1. はじめに

日本の電力需給バランスの観点から昼間の買電電力削減、再生可能エネルギー（以下「再エネ」）導入促進、需給調整（デマンドレスポンス、ネガワット取引等）などの電力需給マネジメントの重要性が叫ばれている。とりわけエネルギー消費割合の高い建築分野において需要家側で対応できる電力需給マネジメントは、エネルギー消費削減と共に重要な役割を担う。筆者らは、電力需給マネジメントに必要な分散型電源（太陽光発電（以下「PV」）、蓄電池、発電機）を、建築物もしくは同一敷地内の建築群（以下「建築物」）に導入する計画初期段階において、それらの容量を簡便に算定できるシミュレーションツールを開発した。本報ではその概要と検討例を報告する。

2. 分散型電源容量算定ツールの概要

需要家側が建築物に分散型電源を導入するきっかけとして、「PV 発電電力による再生可能エネルギーを利用して省エネをしたい。」「ピークカットで契約電力とその料金を抑えたい。」「停電時においても事業を継続したい。」など理由は様々である。ここでは Table 1 に示す 3 つの目的を想定し、その目的に応じて 3 種類の分散型電源容量算定ツールを用意した。建物用途（オフィス、商業、ホテル、病院、集合住宅の 5 種）と規模（延べ面積）を入力すると年間需要電力（1 時間毎、8760 時間）が設定される。これを基に 20 年間のライフサイクルコスト（以下「20LCC」）が最小となる分散型電源の容量組合せを算定できる。また複数の建物群や既存建物を対象とする場合、需要電力実績データを手入力することも可能である。電力・ガス（発電機の燃料がガスの場合）等の料金単価や機器コスト（イニシャル、メンテナンス）などのデータはデフォルトとして用意しているが、任意に変更可能としている。なお、建物の消費エネルギーの全てを電力で賄う建物を対象としている。本報では「再エネ利用重視版」と「BCP 優先版」の 2 つについて以下、詳述する。

3. 分散型電源容量算定ツール: 再エネ利用重視版

3.1 概要

再エネ利用重視版は、PV 発電電力の余剰分を蓄電池

Table 1 分散型電源容量算定ツールの種類
Types of Tools for Calculating Capacity of Distributed Energy Resources

算定ツール名	目的に応じた対象建物
①再エネ利用重視版	再生可能エネルギーを積極的に利用する省エネ建物を対象
②ピークカット版	ピークカットを目的とした建物を対象
③BCP優先版	BCPを最優先とした建物を対象

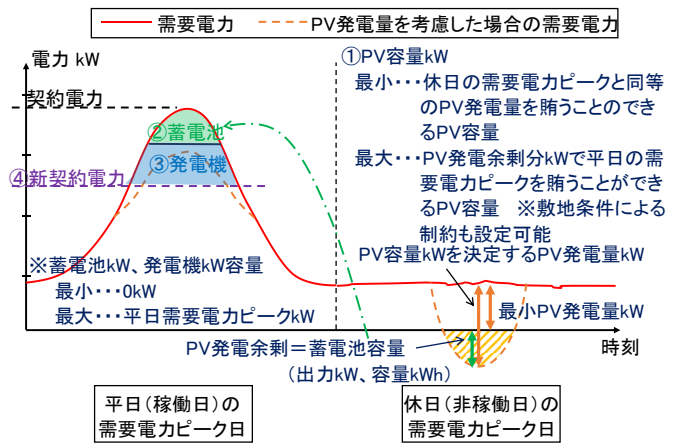


Fig. 1 再エネ利用重視版における分散型電源容量の算定ロジック (イメージ図)
Calculation Logic for Capacity of Distributed Energy Resources by the Renewable Energy Usage-oriented Version (Image Diagram)

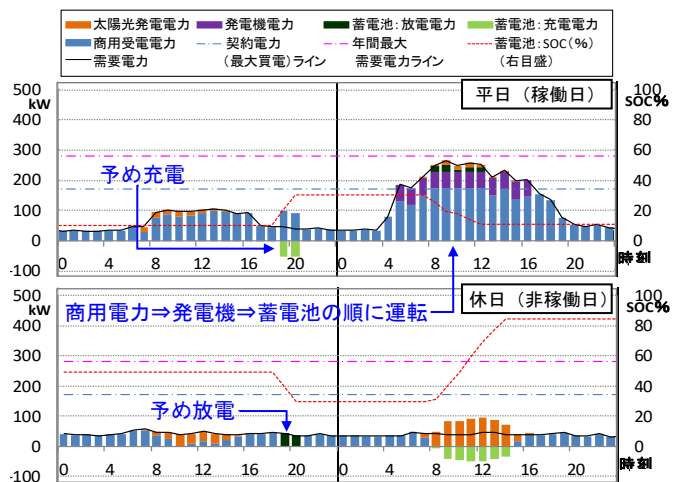


Fig. 2 分散型電源の運転方法 (イメージ図)
Operating Method of Distributed Energy Resources (Image Diagram)

に貯めてピークカットに利用するなど、再エネ活用を基本とする。20LCC 最小となる分散型電源容量の組合せを算定する他、年間エネルギー費（以下「年エネ費」）、一次エネルギー消費量、CO₂ 排出量のそれぞれが最小となる組合せも同時に算定し、建物の省エネ化を検討することを想定したツールとしている。

3.2 分散型電源容量の算定ロジック

再エネ利用重視版における分散型電源容量の算定ロジックを Fig. 1 に示す。はじめに平日（稼働日）及び休日（非稼働日）の需要電力ピーク日を選定する。平日・休日の需要電力と敷地条件より PV 設備容量の範囲を決定し、休日に余剰となる PV 発電電力を充電できる蓄電池出力 kW の決定及び同容量 kWh を仮決定する。次に平日の需要電力を蓄電池出力 kW 分だけピークカットするのに必要な蓄電池容量 kWh と比較して大きい方に決定し、残りの需要電力の範囲内で発電機容量を決定する。それぞれの分散型電源容量の取り得る範囲内で感度解析を行い、最適容量の組合せを決定する。

3.3 分散型電源の運転方法

分散型電源の運転方法を Fig. 2 に示す。需要電力（1 時間毎、8760 時間）から PV 発電電力を差し引き、残量が新契約電力（Fig.1 参照）以下なら商用電力で賄い、残量が新契約電力以上なら発電機を運転する。さらに足らなければ蓄電池を放電する、という運転順序とした。また蓄電池の運転では、翌日の需要電力や PV 発電電力が予測できているものとし、翌日の放電で SOC（State of Charge：充電率）が下限値を下回らないよう予め夜間時間帯に充電し、逆に翌日の PV 余剰分の充電で SOC が上限値を超えないよう予め夜間時間帯に放電しておく。

4. ケーススタディ：再エネ利用重視版

4.1 計算条件

事務所ビルを対象に分散型電源容量算定のケーススタディを行った。建物の需要電力は、東京都内に建つ事務所ビル（延べ面積約 5500m²）の 2016 年度実績データを加工（一部ガスを使用しているため、電気に換算）したものを用いた。電気・ガスの単価、イニシャル・メンテナンスコストなど諸条件（基準コスト）は Table 2 に示す通りに設定した。また分散型電源 3 種の容量の取り得る範囲を 5 等分して 6 つの値（最小、最大、中間 4 点）で代表させ、計 216（=6×6×6）通りの組合せから最適な組合せを選定した。

4.2 計算結果

分散型電源容量算定の評価指標として年エネ費最小と 20LCC 最小を設定した。結果を Table 3 に示す。年エネ費最小条件の場合は 3 種の分散型電源を導入し年エネ費が導入前に比べ約 45%削減されるものの、20LCC は約

Table 2 コスト設定条件
Cost Setting Conditions

	基本料金	従量料金
電気	1700 円/kW・月	20 円/kWh
ガス	考慮しない	90 円/Nm ³
	イニシャルコスト	メンテナンスコスト
PV ¹⁾	350 千円/kW	74 千円/kW・20年
蓄電池 ²⁾	200 千円/kWh	200 千円/kWh・20年
発電機 ³⁾	350 千円/kW	3 円/kWh

Table 3 分散型電源容量算定結果（基準コストの場合）
Calculation Results of the Capacity of Distributed Energy Resources (In the Case of Standard Cost)

	導入前	年間エネルギー費 最小の場合	20年間のライフサイクルコスト最小 の場合
最大需要電力	281kW	281kW	281kW
契約電力	290kW	184kW	276kW
PV	—	390kW	60kW
蓄電池	—	110kW、2,400kWh	0kW、0kWh
発電機	—	30kW	0kW
年間	20	11	18
エネルギー費	百万円/年	百万円/年	百万円/年
20年間のライフサイクルコスト	401	1,339	394
	百万円/20年	百万円/20年	百万円/20年



Fig. 3 コスト設定による分散型電源容量算定結果への影響（20年間のライフサイクルコスト最小）

Effect of Cost Setting on Calculation Results of the Capacity of Distributed Energy Resources (In the Case of Minimum Life Cycle Cost for 20 years)

3.3 倍となった。一方 20LCC 最小条件の場合は PV のみが導入され、コストの高い蓄電池、発電機は導入無しとなった。

4.3 コスト設定による影響

20LCC 最小条件において、分散型電源のコストを変化（基準コストの 75, 50, 25%）させた場合における分散型電源容量の組合せへの影響について検討した。結果を Fig. 3 に示す。PV は安価になるほど多量に導入され、蓄電池は基準コストの 25% で僅かに導入される。発電機は 75% で初めて導入されるが、50% より安価にしても導入量は変化しない。

5. 分散型電源容量算定ツール：BCP 優先版

5.1 概要

BCP 優先版は、停電が発生し商用電力が途絶した場合に、自立運転によって電源供給が可能な分散型電源容量を算定する。その際、需要家が必要とする BCP 性能を満足しつつ、かつ平常時における 20LCC が最小となるよう分散型電源容量を算定する。なお、ここでは BCP 性能を「停電が発生した場合、通常事業の需要電力（あるいはその y 倍）を x 時間継続できるための対応が、1 年間のどの時間帯（最小 1 時間ごと）でも停電が発生しようと、検討数（最大 8760 通り）のうち $z\%$ 以上対応可能であること」と定義した。上記変数 x を BCP 対応時間（以下「対応時間」）、 y を BCP 需要電力係数（商用電力停電時（以下「BCP 時」）に必要な需要電力が平常時の需要電力の何倍必要かを示す係数、以下「需要係数」）、 z を BCP 成立判定（以下「成立判定」）と呼ぶこととする。

5.2 分散型電源容量の算定ロジック

BCP 優先版における分散型電源容量の算定ロジックを Fig. 4 に示す。まず初めに建物の 1 年間の需要電力データ（1 時間ごと）を、入力した建物用途と延べ面積と、内蔵した原単位から決定する、もしくは実績データを使用して用意する。PV 設備容量は敷地条件等に依存するため、デフォルトとして年間平均需要電力 kW × 需要係数を最大値とする。蓄電池出力 kW・発電機容量 kW は、天候に左右される PV 電力を考慮せず、年間の最大需要電力 kW × 需要係数を蓄電池出力 kW と発電機容量 kW の合計で賄うよう決める。なお、発電機はガスエンジンとし、停電時にガスは途絶しないものとする。蓄電池容量 kWh は、BCP 時の需要電力量 - 発電機が賄う電力量 kWh に対して 8760 パターンのうちの最大容量 kWh を最大値とする。以上のように分散型電源容量の取り得る範囲内で感度解析を行い、20LCC 最小となる最適容量の組合せを決定する。

5.3 分散型電源の運転方法

分散型電源の運転例を Fig. 5 に示す。BCP 時は必要な需要電力を分散型電源のみで賄い、蓄電池の SOC が低下した場合は速やかに充電する。平常時は商用電力を優先利用し、SOC を常に 100% に回復させ BCP 時に備える。

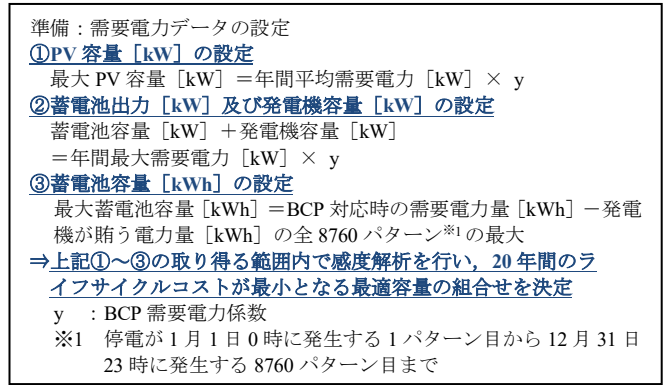


Fig. 4 BCP 優先版における分散型電源容量の算定ロジック
 Calculation Logic for Capacity of Distributed Energy Resources by BCP Priority Version

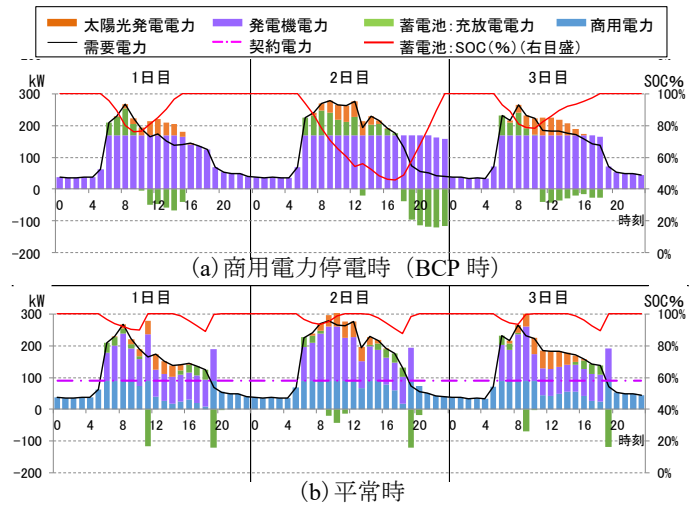


Fig. 5 分散型電源の運転方法 (イメージ図)
 Operating Method of Distributed Energy Resources (Image Diagram)

6. ケーススタディ：BCP 優先版

6.1 計算条件

事務所ビルを対象に分散型電源容量算定のケーススタディを行った。計算条件は 4.1 節と同様とし分散型電源 3 種の容量の取り得る範囲を 5 等分して 6 つの値で代表させ、計 216 通りの組合せから最適な組合せを選定した。

6.2 計算結果

分散型電源容量算定における BCP 性能（基準）として対応時間を 72 時間、需要係数を 1.0、成立判定を 100% に設定した。結果を Table 4 に示す。導入前に比べ 20LCC が約 18% 増加し、発電機が BCP 時に必要最大需要電力全てを賄う結果となった。これは蓄電池が高価であるため選択されなかったと推測される。

6.3 BCP 性能による影響

各 BCP 性能を変化させた場合における分散型電源容量の組合せへの影響について検討した。結果を Fig. 6 に示す。対応時間を短縮しても分散型電源容量 kW は変化しない (Fig. 6(a))。需要係数を小さくすると発電機容量

kW が小さくなり、それに伴い 20LCC も小さくなる (Fig. 6(b))。また需要係数を 0.5 以下 (BCP 時に賄う需要電力を平常時の 50%以下まで許容) にすると、20LCC は導入前と同程度となる。成立判定を 95%まで許容すると、60kW の蓄電池が導入され、これを平常時に利用する方が 20LCC が若干安価になる (Fig. 6(c))。さらに成立判定を小さくしても分散型電源容量は変化しない。これは成立判定 95%の時の 20LCC が最も安価で、かつ BCP が成立する割合も 99%に達しており、成立判定を小さくしても影響がないためである。

6.4 蓄電池の将来コスト設定による検討

蓄電池の将来的な普及目標に鑑み、参考文献 2)の数値を引用し、蓄電池のインシヤルコストを基準の 11.5% (23 千円/kWh) とした。また寿命を 20 年と想定し年間メンテナンスコストがインシヤルコストの 2%かかるとした。この設定で需要係数を変化させた場合の算定結果を Fig. 7 に示す。需要係数 1.0 の場合は BCP 時の最大需要電力の約 4 割を蓄電池が賄い、需要係数を小さくしていくと発電機と容量をバランスさせながら 20LCC が減少していく。また導入前の 20LCC の 6%増 (401→427 百万円/20年) で需要係数 1.0 の BCP 性能を確保でき、例えば BCP 時に守る建物の重要部分を限定して需要係数を 0.5 まで許容すれば、導入前の 20LCC と同程度で賄える。

7. まとめ

本報では、建物の電力需給マネジメントを行う分散型電源容量を、設定評価指標が最適となるよう簡便に算定できるシミュレーションツールの概要と、その検討例を報告した。ツールの活用により建物条件や必要な省エネ・BCP性能に合わせてライフサイクルコストを考慮した分散型電源導入が検討できる。併せて分散型電源の普及により、建築物側から日本全体の電力需給マネジメントへの貢献を目指していく。

参考文献

- 1) 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会, “長期エネルギー需給見通し小委員会 (第9回会合) 資料2-3 各電源の諸元一覧”, 資源エネルギー庁, 2015-05-26, https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/009, (参照 2018-03-25)
- 2) 総合資源エネルギー調査会 基本問題委員会, “第28回会合 参考資料2-2 蓄電池戦略”, 資源エネルギー庁, 2012-07, <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/6086253/www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/28.htm>, (参照 2018-03-25)
- 3) 新エネルギー部政策課熱電併給推進室, “平成26年度新エネルギー等導入促進基礎調査, コージェネレーショ

Table 4 分散型電源容量算定結果 (BCP 性能 (基準) の場合)
Calculation Results of the Capacity of Distributed Energy Resources (In the Case of Standard BCP Performance)

	導入前	BCP対応 対応時間 72時間 需要係数 1.0 成立判定 100%
最大需要電力	281kW	281kW
契約電力	290kW	80kW
PV	—	90kW
蓄電池	—	0kW、0kWh
発電機	—	290kW
年間エネルギー費	20 百万円/年	16 百万円/年
20年間のライフサイクルコスト	401 百万円/20年	475 百万円/20年

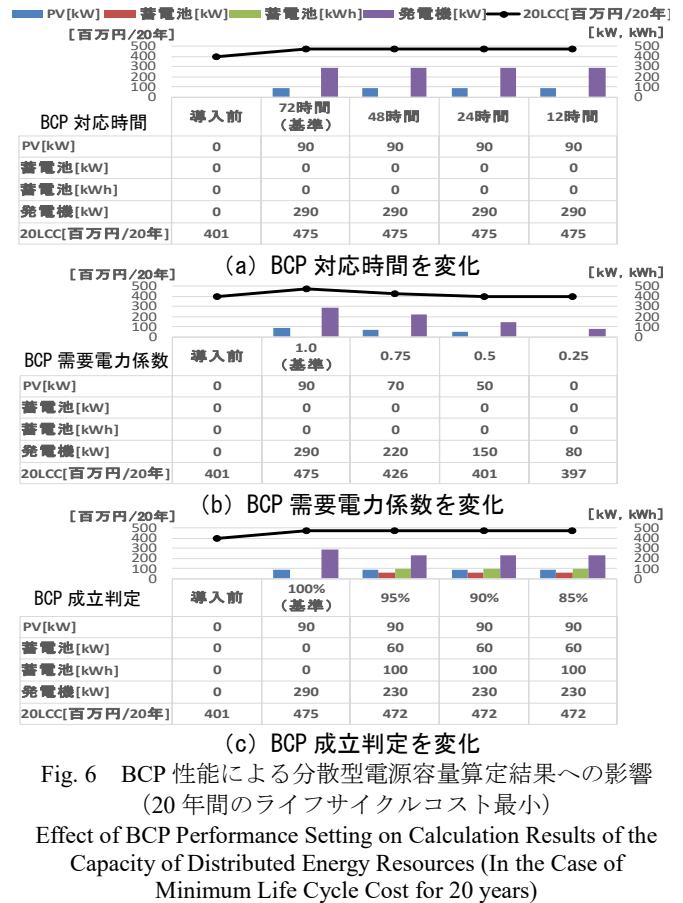


Fig. 6 BCP 性能による分散型電源容量算定結果への影響 (20年間のライフサイクルコスト最小)

Effect of BCP Performance Setting on Calculation Results of the Capacity of Distributed Energy Resources (In the Case of Minimum Life Cycle Cost for 20 years)

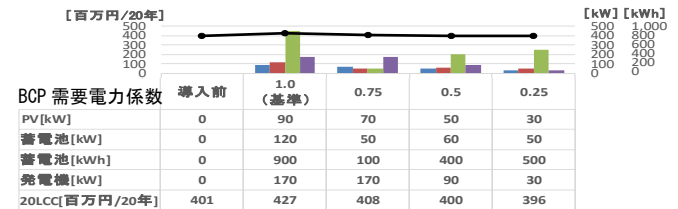


Fig. 7 蓄電池将来コスト設定 (基準の 11.5%) による分散型電源容量算定結果への影響 (BCP 需要電力係数を変化)
Effect of Future Cost of Storage Batteries (11.5% of the Standard) on Calculation Results of the Capacity of Distributed Energy Resources (When the BCP Demand Power Coefficient is Changed)

ンシステムの市場動向等に関する調査報告書”, 資源エネルギー庁, 2015-03, https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11473025/www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000824.pdf, (参照 2018-03-25)