

# 一般論文

## 「再エネ主力電源化」と 「電力レジリエンスの強化」 に貢献する新しいエネルギー ソリューションシステム

Proposal of a New Energy Solution System that  
Contributes to “Renewable Energy Main Power Source”  
and “Strengthening Power Resilience”

宇田 怜史 S. Uda	邱 大偉 Q. Dawei
柏原 弘典 H. Kashihara	福田 有貴 Y. Fukuda
岡崎 直哉 N. Okazaki	河崎 吉則 Y. Kawasaki
西村 莊治 S. Nishimura	

### 概要

再生可能エネルギー（以下、再エネ）の主力電源化に伴う調整力の確保と災害に対する電力レジリエンスの向上に、需要家側の電力資源を活用する方法が検討されている。これに対し、当社では一つのシステムで平時と非常時の2way活用を実現できる新しいエネルギーソリューションシステムを提案した。本稿ではシステムの概要と適用例を報告する。

### Synopsis

Method for utilization of power resources on the consumer side is being studied for securing adjustability along with the implementation of renewable energy sources as main sources of power and improving electric power resilience against disasters. We have developed a new energy solution system that can realize 2-way utilization in normal time and emergency with one system. In this paper we report the outline of the system and the application example.

## 1. はじめに

再生可能エネルギー大量導入に伴う電力安定供給のために必要な調整力を、発電事業者の大規模火力発電設備のみで賄うと、発電効率の低下や過大な設備維持費用負担などの懸念がある。この対策として、需要家側の電力資源の活用が世界的に検討されている<sup>(1)</sup>。国内においても、東日本大震災以降の再エネ大量導入に伴い、電気事業法の改正（2015年6月）にて、調整力を補完するための需給調整市場の創設が決定され、需要家側の電力資源（非常用発電機、蓄電池システム、蓄熱システム、ビル用マルチエアコンなど）活用のためのDR（Demand Response）/VPP（Virtual Power Plant）実証事業や需給調整市場の構築に向けた具体設計が進展中である<sup>(2)</sup>。また、経産省委員会の電力レジリエンスWGより「近年広域で甚大化してきている自然災害への対応を踏まえ、国民生活を支える安定的な電力供給と、停電の早期復旧を実現するため、①分散型エネルギーも活用した災害に強い分散型グリッドの推進、②災害時においても機能維持が必要となるガン

リスタンド、避難所等への自家発の導入推進」という提案が出ている。これに基づき、平時は商用系統と接続し、需要家側の電力資源である分散型電源（再エネ、コジェネ、蓄電池等）や自家発を組み合わせDR/VPPの調整力として使用し、災害時は商用系統と解列して自立型電源としてBCP（Business Continuity Plan）に使用する2way活用を行うマイクログリッドの実証事業が始まっていると報告されている<sup>(3)</sup>。

## 2. 新しい2way活用システムの概要

当社で開発中の「2way型蓄電池システム」の一例について、本章では2way活用の概要を、3章で適用例を紹介する。

### 2. 1 開発コンセプト

「2way型蓄電池システム」の開発コンセプトは、「需要家側の電力資源を、平時の電力ピークカット、非常時（瞬低や停電時）の補償装置として使用するという2way活用の実現」である。

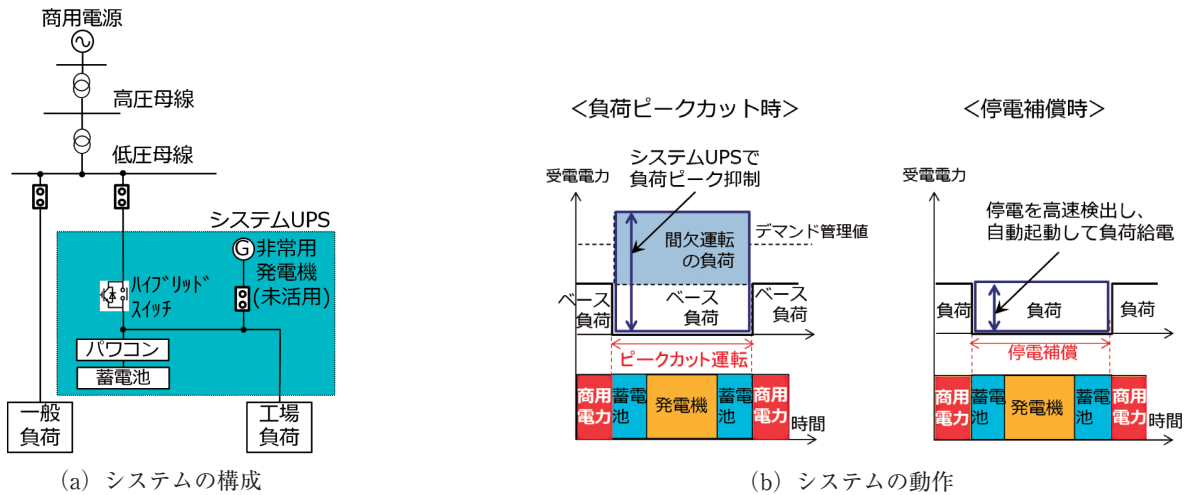


図1 2way型蓄電池システムの構成例（非連系型）  
※「システムUPS<sup>(\*)</sup>」として紹介した社内実証設備の例

2. 2 2way活用

本システムで実現可能な2way活用は下記のとおりである。

- ・平時：需要家のデマンド抑制やDR/VPPなどの調整力用の電力資源として電力ピークカットに使用
- ・非常時：負荷の運転継続が可能な瞬低停電補償装置としてBCPに使用

2. 3 システム構成

需要家側の電力資源が商用電力との非連系型か連系型かによって、2種類の2way型蓄電池システムを開発中である。以下に、それぞれの2way活用システムの構成例を示す。

2. 3. 1 非連系型の2way型蓄電池システムの構成例

図1(a)は、停電時にブラックスタートで使用していた非連系型の電力資源である非常用発電機（予備電源用）を平時は電力ピークカット、非常時（瞬低から長時間停電まで）はBCPと2way活用するシステムとして既に報告した<sup>(4)</sup>。平時・非常時ともにハイブリッドスイッチを開放し、非常用発電機を自立型電源として2way活用するため図1(b)のように、商用電源と非常用発電機の電源切替時に、瞬時起動可能な蓄電池システムを繋ぎ電源として運転させることによって、シームレスな工場負荷への電力供給を実現するものである。

2. 3. 2 連系型の2way型蓄電池システムの構成例

a) 蓄電池設備の2way活用

近年、蓄電池の高性能化により蓄電池設備を、非常時に瞬低停電補償に使用し、平時に電力ピークカットや負荷平準化にも使用可能とする無停電電源

装置（UPS）や電池電力貯蔵装置（BESS）としての2way活用が普及しつつある。しかし、2way活用するUPS、BESSは、系統連系規程で分散型電源と定義され、2019年10月以降の系統連系申請分より系統事故時の運転継続機能（FRT機能：Fault Ride Through）を搭載する適用対象となったことで、以前のような瞬低時に系統解列して2way活用することはできない。そこで、FRT要件も満足する2way活用UPS・BESSとして、図2のような2way型蓄電池システムを報告した<sup>(5)</sup>。

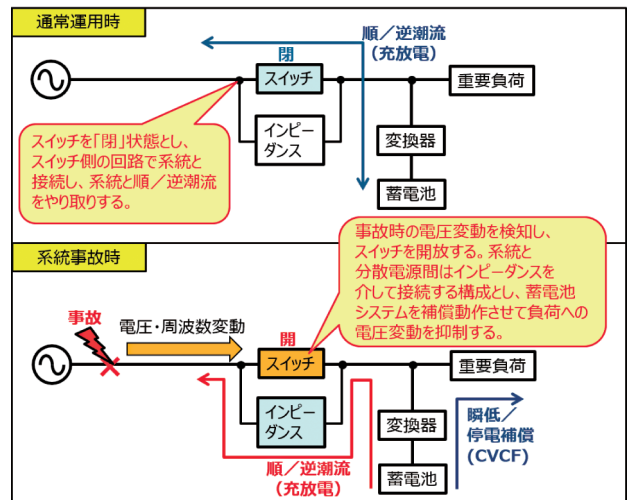


図2 2way型蓄電池システムの構成例（連系型：蓄電池設備）

b) DR/VPPにおける電力資源のまるごと2way活用

再エネ大量導入に伴う電力安定供給のための調整力として、需要家側の電力資源を活用するDR/VPPが、今後の電力システムで期待されていることを前述したが、瞬低・停電など、系統事故発生時のDR/VPPへの影響と2Way活用についての報告は少なかった。そこで、図2の2way型蓄電池システムを多様な分散型電源を含める形で構成し、DR/VPP

における電力資源のまるごと2way活用を実現する2way型蓄電池システムを検討した<sup>(6)</sup>。図3に基本構成、図4に適用イメージを示す。図4(a)のようなDR/VPPの電力系統<sup>(8)</sup>において、系統事故時の瞬低によって、コージェネなどFRT未対応の電力資源や負荷の一部またはすべてが脱落すると、瞬低が復帰しても瞬低発生前の需給バランスに戻るにはかなりの時間を要するため、一時的に調整力が低下することが懸念される。将来、DR/VPPが大量普及した電力系統で瞬低が発生すると、大量の調整力が低下し、電力系統の発電設備の電圧・周波数が許容限界値に達して設備が停止し、広域停電に至る可能性がある。これに対し、図4(b)のように2way型蓄電池システムを適用することにより、すべての需要家側の電力資源を、FRT要件を満足させながらまるごと2way活用

することが可能となり、再エネの主力電源化に対する調整力の確保と、電力レジリエンスの更なる強化に貢献できるものである。

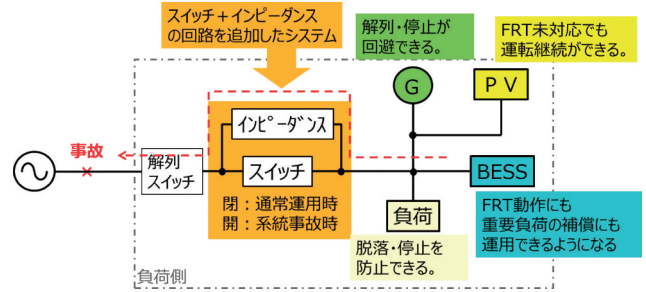
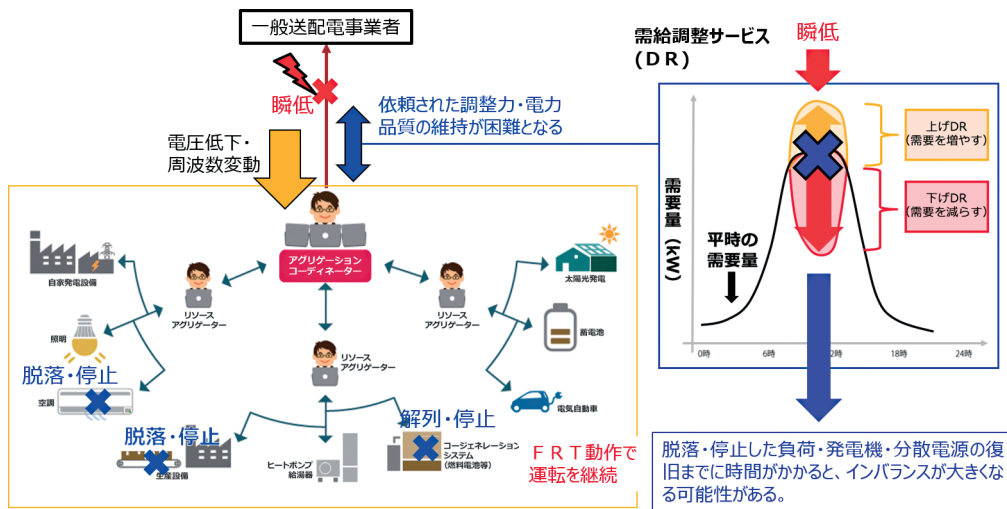
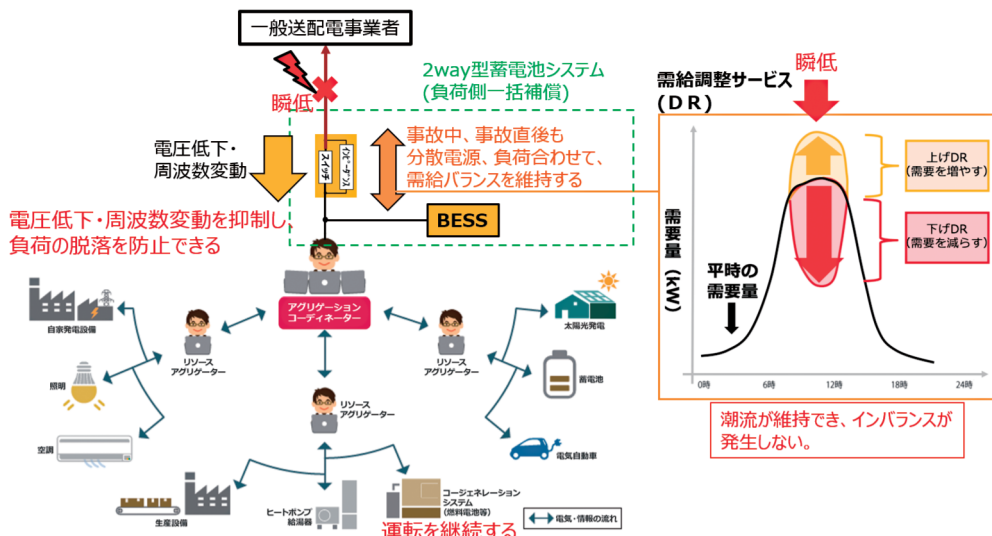


図3 2way型蓄電池システムの構成例 (連系統：多様な分散型電源)



(a) 系統事故時の課題



(b) 適用による効果

図4 2way型蓄電池システムの適用例：VPP  
※文献(8)を元に当社で編集



### 3. 新しい2way活用システムの適用例

需要家・VPP・地域マイクログリッド・電力系統への2way型蓄電池システムの適用例を以下に示す。

#### 3.1 需要家

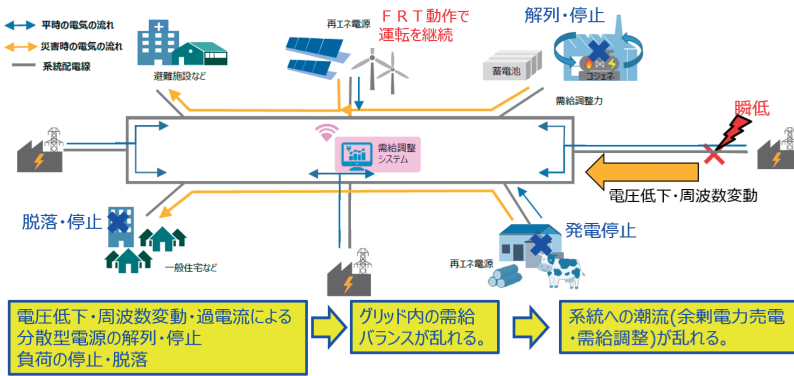
需要家の適用イメージは前頁図3のように、電力ピークカット用途の分散型電源（FRT未対応のコージェネシステムなど）が、系統事故（瞬低）発生時の接続点電圧低下・周波数変動や過電流による解列・停止を回避できるようになり、負荷の瞬低補償用電源として活用できる。一方、停電時は解列スイッチを開放し、発電機やBESSを中心に自立型電源として活用できる。

#### 3.2 VPP

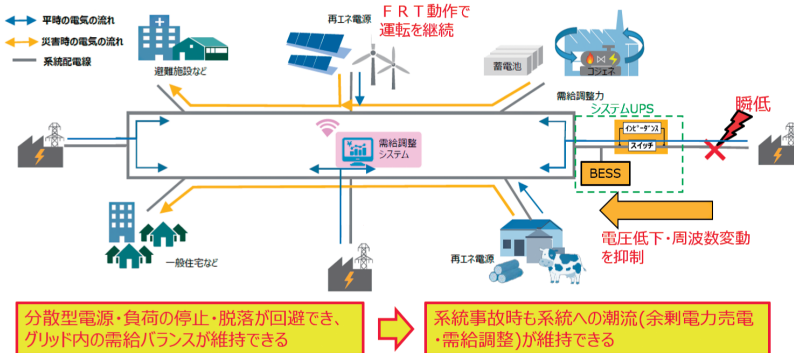
DR/VPP運用中に系統事故による電圧低下・周波数変動や分散型電源の過電流によって、前頁図4(a)のように電力資源として活用している負荷の脱落や分散型電源の解列・発電停止が発生すると、需給調整量の計画と実績の差（インバランス）が発生し、電力系統側の需給調整機能への影響が想定される。これに対し、図4(b)のように電圧・周波数変動を検出してインピーダンスを挿入し、BESS等で潮流を維持するような構成とすれば、電圧・周波数変動や過電流を抑制することで電力資源の停止・脱落を防止でき、インバランスを回避することが期待できる。

#### 3.3 地域マイクログリッド

近年、省エネ・レジリエンス向上・地域振興を目的として、地域での需給一体的な再エネの活用を目的とした地域マイクログリッドの構築が国策として進められている（図5(a)）。地域の再エネ電源を活用し、平時はグリッド内の自家消費と余剰電力の系統への売電を実施し、災害等による大規模停電時は周辺系統から独立して自立的に電力供給をすることでBCP対策とすることを目的とし、国内では山間部や離島への導入・実証が進められている<sup>(9)</sup>。例えば、平時の自家消費・余剰電力の売電中に系統事故が発生したとすると、電圧・周波数変動や過電流で電力資源の停止・脱落が発生することでグリッド内の需給調整が乱れ、系統への需給調整に影響する。これに対し、図5(b)のように系統との接続点で系統事故を検出してインピーダンスを挿入して、BESS等で潮流を維持すれば、グリッド内の電力資源の停止・脱落を防止でき、系統側への需給調整を維持できると期待できる。地域マイクログリッドのうち、更に島嶼地域への適用イメージについて図6に示す。本島側で事故が発生すると、海底ケーブルを経由して電圧低下・周波数変動が島内系統に波及し、電力資源の停止・脱落等で島内系統の需給バランスが乱れるが、同様の対策で系統事故時・事故後とも需給調整の維持が期待できる。



(a) 系統事故時の課題



(b) 適用による効果

図5 2way型蓄電池システムの適用例：地域マイクログリッド  
※文献(9)を元に当社で編集

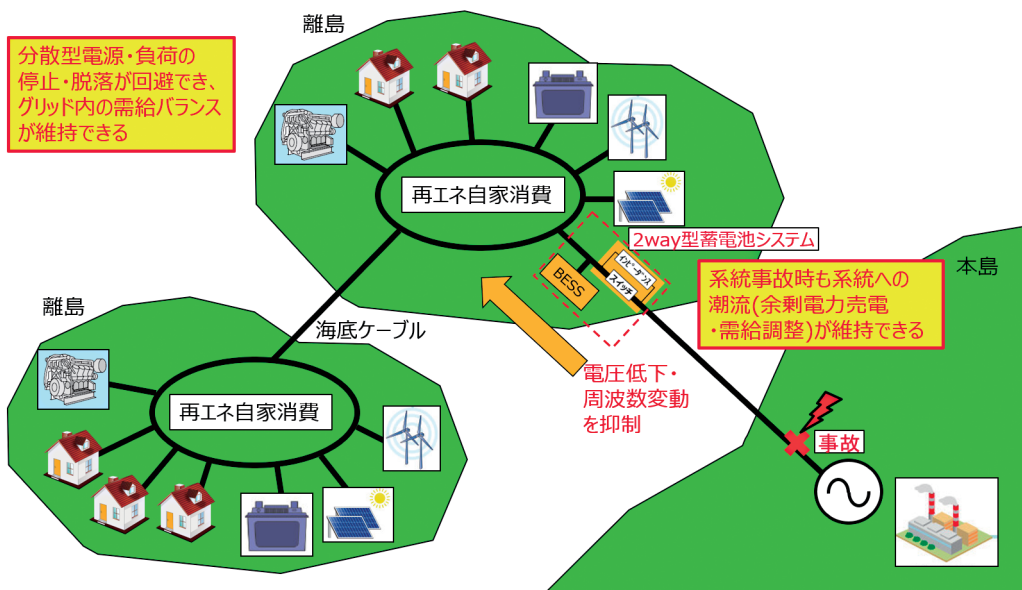


図6 2way型蓄電池システムの適用例：島嶼地域

### 3.4 電力系統

将来VPPや地域マイクログリッドが普及し、需要家側の需給調整力が拡大すると、系統事故で発生する需要家側の電力資源の停止・脱落による需給調整の乱れ（インバランス）が大きくなるのが想定される。これにより、系統側の電圧・周波数が不安定となって連鎖的な広域停電につながる可能性もあ

る。これに対し、2way型蓄電池システムをVPPや地域マイクログリッドに適用して系統事故時の需要家側の電力資源の停止・脱落を回避して需給調整を維持すれば、図7のように系統側の電圧・周波数を安定化させ電力レジリエンス強化に寄与すると考えられる。

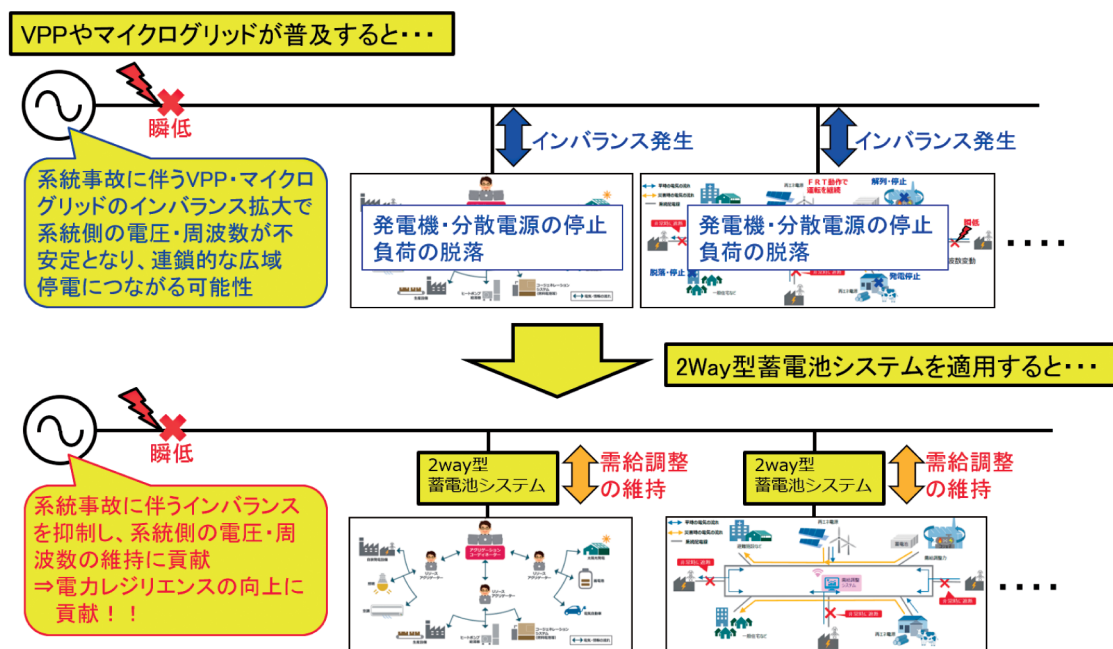


図7 適用による電力レジリエンスの強化への貢献

#### 4. おわりに

需要家側の電力資源を「平時/非常時の2wayで活用する」というコンセプトの2way型蓄電池システムについて、2種類の構成例を提案し、本稿でその特徴と概要を報告した。更に、システムの適用例について、VPP・地域マイクログリッド・電力系統を中心に提案した。非連系型の2way活用システムは、当社前橋製作所にて実証検証中である。一方、分散型電源の2way活用システムは構想段階であり、今後、シミュレーション検証による有効性・実用性の検証段階である。これらが再エネ主力電源化と電力レジリエンスの強化及び国内外での適用拡大を目指して検討を進めていきたい。

#### 参考文献

- (1) 小林：電気学会誌、Vol139, No.4, pp225-228 (2019)
- (2) 田中：電気学会誌、Vol139, No.4, pp209-212 (2019)
- (3) 経産省電力レジリエンスWG：第10回資料5 (2019)

[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/resilience\\_wg/pdf/010\\_05\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/resilience_wg/pdf/010_05_00.pdf)

- (4) 宇田 他：H31電気学会全大, No.4-230,231,232
- (5) 河崎 他：R1電気学会D部大, No.1-97
- (6) 河崎 他：R1電気学会B部大, No.38
- (7) 日本電気協会、「系統連系規程」JEAC9701-2016
- (8) 経産省：「バーチャルパワープラント」リーフレット  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/advanced\\_systems/vpp\\_dr/files/vpp\\_leaflet.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/files/vpp_leaflet.pdf)
- (9) 経産省：「地域の連系線を活用したエネルギー面的利用システム（地域マイクログリッド）について」(2019)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/community/dl/04\\_06.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/community/dl/04_06.pdf)

(\*) 「システムUPS」は、日新電機株式の登録商標です。

#### 執筆者紹介



宇田 怜史 Satoshi Uda  
研究開発本部  
電力技術開発研究所  
主任



邱 大偉 Qiu Dawei  
研究開発本部  
電力技術開発研究所



柏原 弘典 Hironori Kashihara  
研究開発本部  
電力技術開発研究所



福田 有貴 Yuki Fukuda  
研究開発本部  
電力技術開発研究所



岡崎 直哉 Naoya Okazaki  
研究開発本部  
電力技術開発研究所



河崎 吉則 Yoshinori Kawasaki  
研究開発本部  
電力技術開発研究所  
参与



西村 莊治 Shoji Nishimura  
研究開発本部  
電力技術開発研究所  
技師長