

## エージェント指向マイクログリッドにおける優先度を考慮した需給運用方式

加藤匠<sup>†</sup> 高橋秀幸<sup>†,‡</sup> 北形元<sup>†,‡</sup> 木下哲男<sup>†,‡</sup><sup>†</sup> 東北大学大学院情報科学研究科<sup>‡</sup> 東北大学電気通信研究所

## 1 はじめに

近年の電力消費量増加, 供給不安に伴い, スマートグリッドやマイクログリッドに関する様々な研究開発が推進されている. 特に, 日本では東日本大震災以降, 耐久性のある持続可能な電力網の実現へ期待が高まっている. 本稿では小規模なマイクログリッド環境において, 災害や故障などによる障害が発生し, アイランドモードの運用が必要になった際, 優先度を考慮することで可能な限り電力需給を持続させるための需給運用方式を提案する. 具体的には, エージェント指向のアーキテクチャと優先度を考慮した自律分散型需給運用方式の提案, シミュレーション実験による実験結果について述べる.

## 2 マイクログリッドと技術的課題

マイクログリッドは, 制御・運用センタ (Microgrid Operation and Control Center (MGOCC)), 需要家, 分散型発電機, 分散型蓄電池から構成される. MGOCC は, マイクログリッド内の電力需要や供給量などの情報を集め, グリッド内の電力需給制御に関する決定を行うセンタである. 需要家は, グリッド内の電力を消費するコンポーネントである. 分散型発電機は, マイクログリッドに電力を供給するために分散配置された発電機のコンポーネントである. 分散型蓄電池は, 状態に応じて電力を充電・放電するコンポーネントである.

災害等の原因により, 基幹電力系統から電力を得ることが出来なくなった場合, マイクログリッドでは, 分散型電源による自立電力供給を行う. 自立運転時 (アイランドモード) のグリッド内で, 電力が不足した際には, 需要家の使用可能な電力量削減やグリッド内の太陽光発電等の状況に応じた需給運用を行う必要がある.

エージェントの自律性, 協調性などの特徴を基本としたマイクログリッド, スマートグリッドの運用に関する研究が数多く行われている [1]. 既存のシステムで

は, 需要家の優先度を考慮した需給運用が行われず, アイランドモード時には, 工場などの大量に電力を消費する需要家が電力を消費してしまい, 電力を優先すべき需要家へ電力を供給できないといった状況が発生する. 例えば, 震災等が発生し基幹電力系統が停電した場合, マイクログリッド内にある避難所や病院など公共性の高い (社会的に重要度の高い) 需要家にのみ電力を優先して供給することが可能であれば, 基幹電力系統が復旧するまでの間, 可能な限り電力を供給することが可能となる. そのため, 優先度を考慮し可能な限り電力供給を持続する自立運転のしくみが必要である.

また, 既存のマルチエージェント型マイクログリッドシステムでは, マイクログリッド内の全てのコンポーネントを1つのMGOCCエージェントが管理しているため, コンポーネントの数が増加するとMGOCCエージェントの処理負荷が増加し, 運用制御に関わる動作や処理能力の低下といった問題が発生するおそれがある. そのため, コンポーネントの増加にも対応可能で, 効率的な運用を実現するアーキテクチャが必要となる.

## 3 需要家の優先度を考慮した需給運用方式

需要家の優先度を考慮した需給運用方式を実現するためのアーキテクチャを図1に示す. このアーキテクチャは, 階層化された6種類のMicrogrid Operation and Control Center (MGOCC) Agent (Ag), Regional Control (RC) Ag, Local Control (LC) Ag, Load Ag, Distributed Generator (DG) Ag, Distributed Storage (DS) Ag から構成される. MGOCC Ag はグリッド内のコンポーネントから情報を集め, 運用・制御の決定を行う. Load Ag, DG Ag, DS Ag はローカルのコンポーネントの情報収集と, LC Ag の指示に従いローカルのコンポーネントを制御する. LC Ag は Load Ag, DG Ag, DS Ag からの情報を収集し, 集約した情報を RC Ag に通知する. RC Ag は LC Ag からの情報を集約し MGOCC Ag に通知する. 階層化されたアーキテクチャによって, 特定のエージェントへの運用・制御メッセージや計算処理の集中を防ぎながら需給運用を行うことが可能となる. 階層型アーキテクチャおよび需給運用方式に基づく

Priority-Based Operation Method of Agent-Oriented Microgrid  
Takumi Kato<sup>†</sup>, Hideyuki Takahashi<sup>†,‡</sup>, Gen Kitagata<sup>†,‡</sup>, Tetsuo Kinoshita<sup>†,‡</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>‡</sup>Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

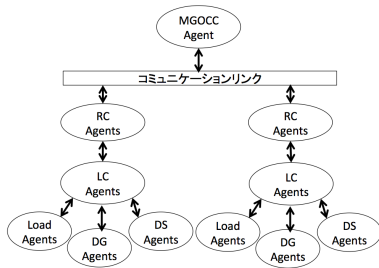


図 1: 階層型アーキテクチャの概要

電力配分のフローを図 2 に示す．配分の計画は，コンポーネントの情報から MGOCC Ag が決定する．まず MGOCC Ag は現時点において重要な需要家（優先度の高い需要家）を判断し，供給可能な電力量と需要家の電力需要をそれぞれ求める．電力需要が供給可能な電力量の総量を超えている場合，MGOCC Ag は供給可能な電力量と優先度の高い需要家の需要量の合計を比較する．供給可能な電力量が重要な需要家の要求を満たす事が可能の場合，まず優先度の高い需要家に電力を割り当て，残りの電力を他の需要家に割り当てる．その他の需要家の電力需要が供給を上回っている場合は，タルムード則などの既存のリソース配分の手法を用いて，電力配分を決定する．供給可能な電力量が優先度の高い需要家の要求を満たせない場合，他の需要家には電力を割り当てず，優先度の高い需要家のみへの供給量を決定する．

#### 4 実験と評価

本提案方式により優先度の高い需要家の要求充足度がどの程度高くなるかを評価するため，実験システムを実装した．MGOCC は，インターバルごとに情報の収集，プランニング，計画の実行を行う．シミュレーションモデルを図 3 に示す．Household と Industrial Building は需要家であり，それぞれ 290[kWh]，5000[kWh] を各インターバルに要求する．本実験では Household を優

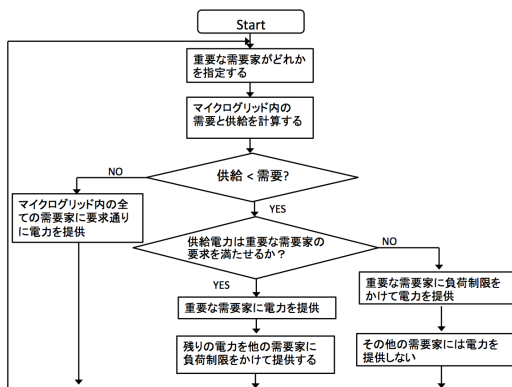


図 2: 需給運用方式に基づく電力配分のフロー

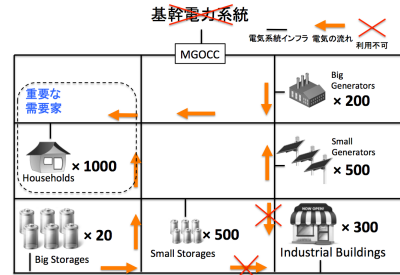


図 3: シミュレーションモデル

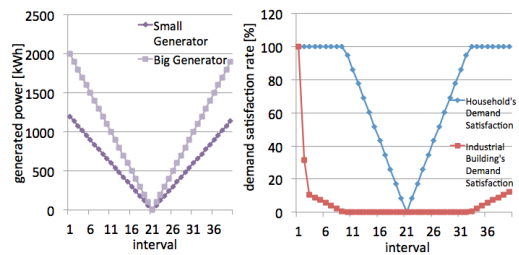


図 4: 分散型発電機の発電量推移と需要家の要求充足率

先度の高い需要家とした．Big Storage と Small Storage は分散型蓄電池であり，2000[kWh]，500[kWh] をそれぞれ蓄電する．シミュレーション開始時，全ての蓄電池は満充電とする．Big Generator と Small Generator は分散型発電機である．実験シナリオとして，基幹電力系統が利用不可能になったためアイランドモードの運転が必要となり，その後，分散型発電機の発電量が徐々に下がるが，一定時間経過後に発電量が回復するという状況を想定する．

図 4 に分散型発電機の発電量と，需要家の要求の充足率を示す．図 4 より，重要な需要家として指定した Household が，本方式の効果によって，可能な限り要求充足率を保ち，発電量回復時には，迅速に要求充足率を回復することが可能であることを確認した．

#### 5 まとめ

マイクログリッドにおける優先度を考慮した需給運用方式を提案し，実験を通して有効性を確認した．今後は，アーキテクチャのスケラビリティに関する評価を行う予定である．

#### 謝辞

本研究の一部は，独立行政法人日本学術振興会平成 24 年度二国間交流事業（共同研究・セミナー）の援助を受けて実施した．

#### 参考文献

[1] A. L. Dimeas, and N. D. Hatziargyriou, "Operation of a Multiagent System for Microgrid Control," IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 20, No. 3, Aug. 2005.