

蓄電池を活用したマイクログリッドの課題と今後の展望について

前村 陽斗（鹿児島高専 電気電子工学科 3年）

1. はじめに

地球温暖化対策やエネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーの導入が世界的に進められている。こうした中、地域単位で電力を自立的に供給・管理する「マイクログリッド」は、分散型エネルギーシステムの中核として注目されている。特に、蓄電池との組み合わせは、再生可能エネルギーの出力変動を吸収し、災害時の電力供給継続を可能にする点で、持続可能かつレジリエントな社会の構築に貢献する技術である。

しかし、マイクログリッドと蓄電池の活用はまだ発展途上であり、技術的・制度的な課題が多く残されている。本稿では、蓄電池を活用したマイクログリッドの現状と課題を整理し、特に再生可能エネルギーの出力変動と蓄電池制御系統に焦点を当てて考察を行い、今後の展望を示す。

2. 問題点

マイクログリッドの導入に際しては、技術的・社会的な課題が複合的に絡み合っており、単一の技術革新や制度改正では解決が困難である。技術面では、蓄電池の制御技術が重要な鍵を握る。現在主流のリチウムイオン電池は、充放電効率やエネルギー密度に優れる一方で、過充電・過放電による熱暴走のリスクを抱えており、バッテリーマネジメントシステム（BMS）による精密な制御が不可欠である。特にマイクログリッドでは、太陽光や風力といった出力変動の大きい電源と連携するため、リアルタイムでの需給調整が求められる。

また、蓄電池の劣化や寿命管理も課題である。蓄電池は充放電サイクルを繰り返すことで容量が低下し、数年単位での交換が必要となる。これに伴う保守費用や廃棄処理の環境負荷も無視できない。さらに、蓄電池の設置には高額な初期投資が必要であり、特に地方自治体や中小規模の事業者にとっては導入の障壁となっている。

社会的課題としては、法制度の未整備が挙げられる。日本では、電力自由化以降、再生可能エネルギーの導入が進んでいるものの、マイクログリッドの運用に関する明確な法的枠組みは存在しない。例えば、電力会社との系統接続に関する技術基準や料金体系、系統切断時の責任分担などが曖昧であり、地域主体の運用を阻害している。また、収益性の確保も大きな課題である。蓄電池を活用した電力供給は、売電収入や需給調整市場への参加によって収益を得ることが可能だが、制度的な支援が不十分な場合、採算性が低下する。

さらに、マイクログリッドの運用には多様なステークホルダーが関与する。自治体、電力会社、設備メーカー、地域住民などが連携して運用体制を構築する必要があるが、合意形成や責任分担が複雑化し、プロジェクトの遅延や中断を招くケースもある。

3. 提案

3.1 太陽光発電と蓄電池について

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、出力変動への対応は電力系統の安定運用において最重要課題の一つとなっている。太陽光発電は日射量に依存し、晴天時には急激な出力上昇、曇天や夜間にはゼロ出力となる。風力発電も風速の変化により出力が不規則に変動する。これらの変動は、従来のベースロード電源（火力・原子力）では吸収しきれず、系統の周波数や電圧の不安定化を招く可能性がある。

このような不安定性に対して、蓄電池は「バッファ」として機能する。発電量が需要を上回る時間帯には蓄電池に充電し、逆に不足する時間帯には放電することで、需給バランスを調整する。特に、系統用蓄電池は数百 kWh～数 MWh 規模で設置され、電力会社の需給調整力として活用されている。さらに、蓄電池は短時間の出力変動に対して即応できるため、太陽光発電の「雲の通過」などによる急激な出力低下にも対応可能である。

また、蓄電池の導入はピークシフトにも寄与する。昼間のピーク需要時に蓄電池から放電することで、送電網の負荷を軽減し、設備容量の最適化が可能となる。これにより、送電網の増強コストを抑制し、地域の電力供給の効率化が図られる。今後は、蓄電池の導入量と再生可能エネルギーの出力特性を統合的に設計することが、マイクログリッドの安定運用に不可欠である。

3.2 太陽光発電の課題への対策

出力変動への対応には、蓄電池の導入だけでなく、制御技術の高度化と市場制度の整備が不可欠である。まず、パワーコンディショナ（PCS）との連携制御は、蓄電池と発電設備の間で電力の流れを調整する要である。PCS は電圧・周波数の調整機能を持ち、蓄電池の充放電をリアルタイムで制御することで、系統の安定性を維持する。近年では、PCS に AI を組み込んだ「スマートインバータ」が開発されており、気象予測や負荷予測に基づいて最適な制御を行う技術が実用化されつつある。

次に、需給調整市場への参加は、蓄電池の経済的価値を高める手段として注目されている。日本では

2021 年に創設された需給調整市場により、蓄電池や EV などの分散型リソースが調整力として取引可能となった。これにより、蓄電池は単なる設備ではなく「調整力商品」として位置づけられ、収益を生む資産としての役割を担う。特に、複数の家庭用蓄電池を束ねて仮想的に一つの電源として運用する「アグリゲーションビジネス」が拡大しており、地域単位での需給調整力の確保が現実味を帯びてきている。

さらに、出力変動への対応には、再生可能エネルギーの出力予測精度の向上も重要である。気象衛星データや地上観測データを活用した高精度な予測モデルが開発されており、これを蓄電池の制御アルゴリズムと連携させることで、事前に充放電計画を立てることが可能となる。こうした技術の進展は、マイクログリッドの自律性と経済性を両立させる鍵となる。

3.3 「託送供給方式」について

蓄電池を活用したマイクログリッドの運用において、制御系統の整備は技術的な中核である。特に、平常時と非常時の運用モードを切り替えるためには、系統連携制御と自立運転制御の両方を統合したハイブリッド制御が求められる。平常時には電力会社の送配電網と接続し、蓄電池は系統の需給調整に貢献する。一方、非常時には自動的に系統から切り離され、地域内の電源と蓄電池によって電力供給を維持する「島嶼運転（アイランドモード）」に移行する。

このような運用を可能にするのが「託送供給方式」である。託送供給方式とは、地域の発電設備が電力会社の送配電網を介して電力を供給する仕組みであり、平常時には系統を活用し、非常時には自立運転に切り替える柔軟な構成を持つ。この方式は、既存インフラを活用することで初期費用を抑制できるほか、電力会社との連携により運用の複雑性を軽減するメリットがある。

さらに、託送供給方式は地域のレジリエンス向上にも寄与する。災害時に送電網が停止しても、地域内の蓄電池と分散型電源によって電力供給を継続できるため、避難所や医療施設などの重要負荷への電力供給が確保される。実際に、北海道胆振東部地震（2018 年）では、一部の自治体がマイクログリッドによる自立運転を実施し、停電時の電力供給を維持した事例が報告されている。

今後は、託送供給方式を前提とした地域エネルギー計画の策定が求められる。自治体と電力会社、設備事業者が連携し、地域ごとの電力需要と再生可能エネルギーのポテンシャルを踏まえた設計を行うことで、持続可能なマイクログリッドの普及が加速すると考えられる。

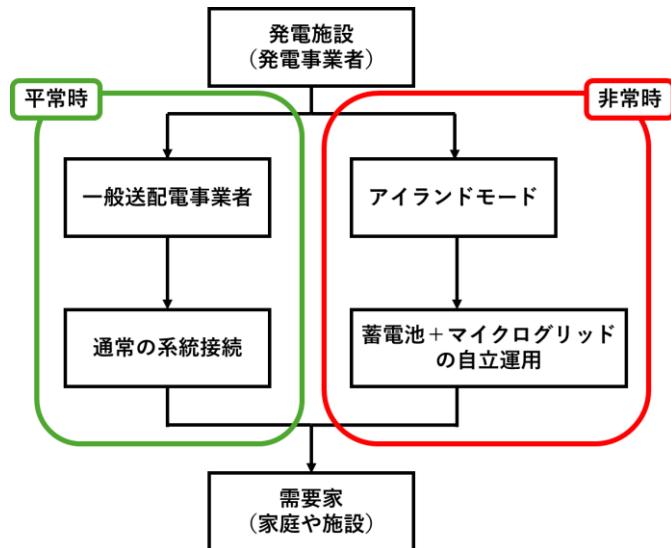


図 1 託送供給方式の仕組みについて

4. 結論

蓄電池を活用したマイクログリッドは、再生可能エネルギーの不安定性を補完し、非常時における電力供給の継続を可能にする点で、持続可能かつレジリエントな社会の構築に貢献する重要な技術である。今後は、制御技術の高度化、法制度の整備、地域ごとの分散型電源の導入を進めることで、マイクログリッドの実現に一歩近づくと考えられる。蓄電池の役割は単なる電力の貯蔵にとどまらず、地域社会の安全保障と脱炭素化の鍵を握る存在として、今後ますます重要性を増していくだろう。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁
<https://www.enecho.meti.go.jp/> (閲覧日 2025 年 10 月 28 日)
- 2) 北海道電力 自営線マイクログリッドの概要と事例
<https://www.hepco.co.jp/> (閲覧日 2025 年 10 月 28 日)
- 3) CARBONIX MEDIA マイクログリッドとは？仕組み・メリット・導入事例を徹底解説
<https://sustech-inc.co.jp/> (閲覧日 2025 年 10 月 28 日)
- 4) グローシップ・パートナーズ 系統用蓄電池ビジネス入門と需給調整市場の仕組み
<https://www.growthip.com/> (閲覧日 2025 年 10 月 28 日)
- 5) 三菱電機技報 再生可能エネルギー導入を支える蓄電池制御技術
<https://www.giho.mitsubishielectric.co.jp/> (閲覧日 2025 年 10 月 28 日)