

「持続可能社会に向けた電気工学分野のトランジション」

需要家サイドのエネルギー利用の視点から

東京大学生産技術研究所 岩船由美子

再エネ主力化で変わる需給調整の構造

”需要は所与”の時代から、需要が調整力を担う時代へ

再エネの変動が大きく、供給側だけの需給調整は限界に近づいている

EV・ヒートポンプ・蓄電池など、需要家設備が持つ柔軟性(Demand Flexibility)が重要な調整力へ

需要を調整力として扱うためには、

どの設備を、いつ、どの程度、どの制約のもとで動かせるか を明確にモデル化する必要がある

その基盤となるのが、DR-ready / grid-interactive なデバイス設計

脱炭素社会では、需要家設備を「系統と協調して動く調整力」として扱うことが不可欠。

需要側柔軟性の社会実装に向けた技術課題

デバイス適応性 × 柔軟性推定 × 制御手法の統合

01

デバイスレベルの適応性(DR-ready / grid-interactive)

ヒートポンプ、EV、空調、蓄電池などが安全に、必要な応答速度及び制御範囲内で運転調整できることを保証

制御インターフェイスや標準化が不可欠

03

系統運用との接続(制御信号の伝達と応答)

各種市場(JEPX、需給調整市場)との接続

セキュアな通信、応答要件、配電系統制約への適合

02

柔軟性の推定と集約

快適性・行動パターン・利用制約を含めた 実効的な柔軟性の推定

多数の設備を安定したリソースとしてまとめるアグリゲーションモデル

04

各種制御手法による最適化

予測・学習に基づき需要側リソースを運用し、再エネ変動を吸収できる調整力として活用するロジック開発

需要家・系統側の導入インセンティブ評価(経済性・環境性・レジリエンス)

- ・デバイス適応性・柔軟性推定・制御統合は、電気学会において今後重要性が高まる領域
- ・学会は工学的な知見に基づき、適切な制度設計を提案していく役割を担うべき。

AIの電力需要:「負荷」か、「資産」か

データセンターは巨大なDR資源になりうる — そしてエネルギーシステム最適化にも貢献できる

データセンターの柔軟性(DR資源)

地理的移転可能性

再エネ豊富な地域への立地変更で地域の需給バランス調整に寄与

時間的シフト可能性

AI学習などの遅延許容ワークロードを再エネ余剰時間帯に集中実行

エネルギーシステム最適化への貢献

電力系統運用・計画の最適化

再エネ・需要予測、需給運用、系統・電源整備計画へのAI活用

産業・交通のエネルギー利用効率向上

産業プロセス最適化・交通流制御等による需要平準化とCO₂削減

AI自身のCO₂排出量 VS AIによるCO₂排出削減量

電気工学の役割: AIの電力需要を「負荷」から「調整力資産」へ変える技術基盤の整備

今後の技術開発と社会実装— 電気工学がDX・CNに果たす役割 —

① 技術開発の方向性

- 需要側リソースのDR-ready化・標準化(制御・安全・応答保証)
- 実効的柔軟性の推定・予測・制御の高度化(データ・AI活用)
- 配電系統制約を考慮した協調制御・最適化の実装

② DX・CNへの貢献のあり方

- DX: 需要を運用可能なエネルギーリソースとして可視化・活用
- CN: 再エネ変動吸収、調整力確保、系統増強回避によるCO₂削減
- 技術×データ×制度設計の連携による新たな価値創出(需要家側、系統側)

③ 社会実装に必要なこと

- 標準化、データ共有ルール
- 人材育成(電力×制御×データ×**制度**の横断力)