パネルディスカッション

GIVAR「9 結論と提言」の再掲

GIVARの翻訳作業から分かること

テーマ(1)　需給調整力資源と総費用への着目

テーマ(2)　PV / 風力の運用・出力制御

テーマ(3)　需要の能動化によるauto-DRの実現

テーマ(4)　市場/技術のmonetizeの重要性

GIVAR「9 結論と提言」と本日のテーマ

これまでの経験と技術的課題

- 風力発電と太陽光発電の初期の導入において、技術的統合は重要な制約ではない。
- 今日、運用上で頻繁に発生する2つの課題：低需要時にVREの高出力が重なった状況と、VREの高出力時の送配電網の混雑

VRE統合の経済性

- 様々なカテゴリーの統合費用の算出への取り組みにおいて、方法論自体が問題である。VREの費用対効果は、理想的には電力システムの総費用に及ぼす影響に基づいて評価すべきである。

本分全体を通した経済負荷配分の重要性

システム変革の戦略

- 変動性は、需給調整効果、利用率効果、送配電網関係の影響の、３つの持続的な課題をもたらし、これらの3つの課題は経済的見地から関連し、個別ではなく同時に対処する必要がある
- 高い導入率でVREを費用効率的に統合するには、エネルギーシステム全体を変革するための[illegible]が求められる

(4)市場と技術のマネタイズ

- 市場とシステムの運用の改善は、システムの効率改善のためには低費用で間違いのない選択でもあるが、制度面での障碍に直面する可能性がある
- 市場設計の変更は、柔軟性の価値を正しく評価し、システム運用を最適化するために必要と考えられる
- VREは自身の統合に貢献できるが、そのためにはインセンティブが必要である。

(2)VREの出力抑制

- システム変革の課題と機会は、電力システム全体の投資状況によって異なる。
- システム毎の柔軟性の組み合わせの選択により、統合に関わる課題に対処し、より幅広いエネルギーシステムの総費用を最小化することが求められる
- 送電網インフラはVRE出力の地理的集約を実現し、高い導入率でのVRE統合を費用効率的に[illegible]
- 配電網の役割は、受動的で一方向の負荷を接続するネットワークから、双方向の電力潮流により電源を受け入れる複雑な構造へと変わりつつある

(1) 柔軟性資源と経済負荷配分

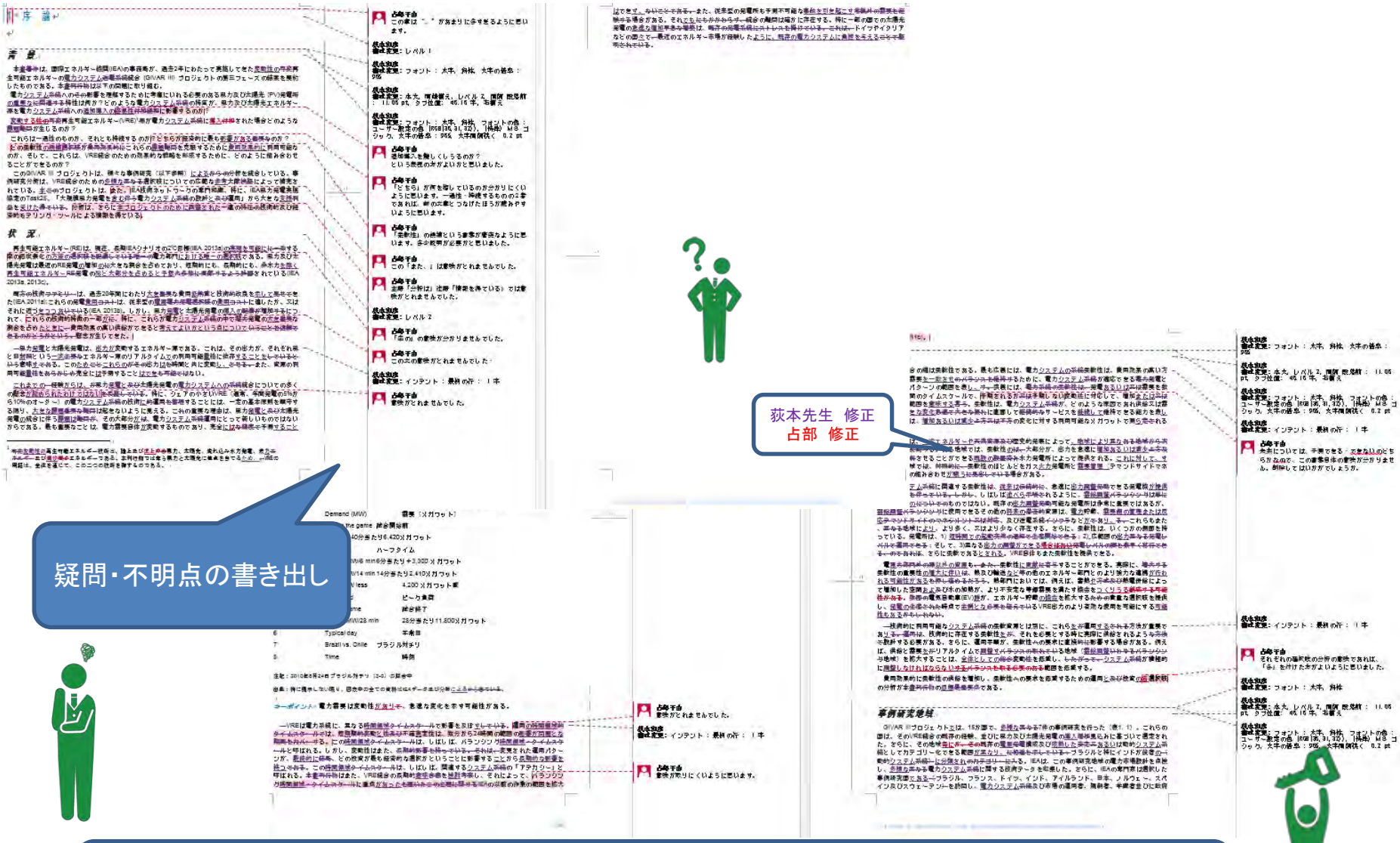
- 需要の能動化には、実際の効果を得るには時間と努力が必要であるが、費用効果の高い柔軟性の提供が期待できる
- 負荷配分可能な電源には、低い負荷での運用時に、技術的に柔軟性で高い費用効率が求められる、風力発電と太陽光発電の低出力が続く期間で特に重要である
- 揚水発電は、従来と変わらず現在も最も費用効率の高い電力貯蔵の選択肢である；小型で費用効率の高い電力貯蔵技術はVREの統合を一変させる可能性がある。

テーマ(3) autoDR

変革に向けた触媒

- 長期の市場的手段を検討する前に短期市場を最適化すべきである。
- VRE が大規模に導入された国で現在見られる低い市場価格と発電プラントの低い利用率は、需要と供給の原理と大きな経過的効果の反映である。

パネルディスカッション：GIVARの翻訳作業から分かること



電力システムの需給調整、運用、経済性、市場設計はプロの翻訳家にもきわめて手ごわい分野

パネルディスカッション：(1) 柔軟性資源と総費用への着目

GIVAR報告書の目次、本文より

7●柔軟性形成の選択肢

柔軟性資源の費用と便益の測定・・・*電力システム総費用での議論*

送配電網,　負荷配分可能な電源, エネルギー貯蔵, 需要の能動化

8 ● システム変革と市場設計

VREの成長と電力システムの進化

- □ 成熟した電力システムにおける機会と課題
- □ 動的システムの可能性と課題
- □ 共通の課題：運用の最適化とシステムに馴染む**VRE**の導入

柔軟性資源への投資戦略

- □ 複数の解決策の必要性
- □ 柔軟性資源の選択に影響する要因：
  地理的及びその他の制約, 国民の受容性, VREの
- □ 柔軟性選択肢の費用対効果
- □ 相互作用及びロックイン効果

VRE統合と電力システムの総費用

市場

3. Flexibility: 需給調整力向上への挑戦

柔軟性向上と変動性低減：

足元の現状から、将来のニーズと可能性を見通して、設備と運用の双方による段階的対応が必要かつ有効

- □ 新しいニーズの反映による、従来電源の需給調整力の最大活用：
  - ➢ 火力発電の最低運転電力低減、負荷調整能力の向上、起動時間短縮
  - ➢ 揚水の積極運用、可変速化による揚水運転時の調整力向上
  - ➢ 水力の運用の高度化
- □ 新たに導入されるRESの発電の調整力の積極的活用
  - ➢ 風力のピッチ角制御などによる出力抑制、発電制御
  - ➢ PVのインバータ制御の高度化
- □ 民生・業務の建物、PHEV/EVの充電需要に分散型の電力貯蔵を含む需要の能動化(自動デマンドレスポンス)
- □ 送電線、系統連系の拡充によるならし効果と電力システムの柔軟性資源の最大活用の環境整備
- □ PV、風力など出力の変動する再生可能エネルギー発電の出力把握・予測を含めた運用の高度化と最適設備形成による電力システムの進化

現在新たに検討が進められているスマートグリッド的対応策

テーマ(2) PV / 風力の運用・出力制御

GIVAR報告書の
目次、本文より

6 ● VRE統合のための運用方策

電源、送電網と連系線の運用

需給調整エリア間の協力と統合

運用予備力の定義と導入

VREの可視性と可制御性

⇒可視化、可制御化のためのインフラ整備

VREの出力予測

⇒予測技術、予測のためのインフラ・データ整備

⇒PVと風力では、可視性、可制御性は、何が同じで何が違うか
⇒可制御化に向けたインフラ整備など、何が同じで何が違うか
⇒多くの事業者、所有者が関わる出力制御はどう進めるのがよいか

運用方策のための市場設計

- 電力市場設計：運用面
- VRE/VRE以外の負荷配分
- 負荷配分時間幅 / ゲートクローズ時間
- システムサービスの定義と市場
- 送配電網の取扱い
- 連系線の管理

柔軟性確保への取り組み

PV、風力の出力制御に関する欧米の動向

- 欧米とも、風力の大量導入の下でドイツやテキサスなどでの需給運用の課題は一旦対応できたと考えられたが、その後、PVの大量導入により問題は深刻化し、改善の必要性と再生可能エネルギーの政策的取扱いの狭間での議論が続いている。
- ドイツや、テキサス州ERCOTなどでの風力発電の大量導入に対しては、市場のGate closeをリアルタイム（45分前や5分前）に近づけ、取引時間幅を狭くする（15分や5分）にして、出力予測と組み合わせることで、一定の対応が行われた。
- 海外のREの需給問題は、送電網の過負荷によることが、日本での問題と少し異なる。
- その後、欧州では、太陽光発電の大量導入と送電網拡張の遅れで問題は深刻化した。
- この状況において、欧州風力発電協会EWEAは、2014.5に、一定の条件下で優先給電からREの制御を含めた経済負荷配分への移行の必要性を発表。
- EUの“Intelligent Energy Europe Programme”の一つであるPV Gridの2014.8の報告書では、PVの出力抑制に関しては、議論を開始する時期ではなく抑制を回避すべきとの表現になっている。
- 米国は、余剰買取となっている小規模PVを除くと、事業用のPV、風力は経済負荷配分による運用が行われている場合もある。

EWEAの優先給電に関する発表

EUのPVvGrid

テーマ(3) 需要の能動化によるauto-DRの実現

- **調整力のニーズ**
  - **どのような時間断面で、どのような調整力のニーズがあるか？将来の電源Mixと関連**
  - **経済的な合理性があるか？**
- **DRポテンシャル**
  - **どのような需要先でどのくらいの量が利用可能なのか（発現時間帯、反応速度、反応時間、ユーザ受容性.... ）**
- **技術**
  - **どのような制御・通信技術が利用可能 か（OpenADR、Echonet Lite）？**
  - **どのような技術開発、インフラ整備が必要か？**
  - **多様かつ無数の需要家が関わるauto-DRはどう進めればよいか**
- **制度・政策**
  - **どのような制度・政策が必要なのか？**
  - **マネタイズの手法（規制、市場設計、ビジネスモデル）**

（岩船先生講演資料より作成）

表 7.13 ● いくつかの需要の能動化プロセスの応答時間

最終用途	種類	一部低減	遮断	応答時間
暖房/換気/空調	チラーシステム	設定温度の調節		15分
	パッケージ型設備	設定温度の調節	圧縮機の停止	5秒～5分
照明	オン/オフ	照度の低減	2段階調光/オフ	5秒～5分
冷蔵/冷凍倉庫		設定温度の調節		15分
データセンター		冷房の設定温度の調節、情報処理作業の低減		15分
農業用水ポンプ			選択したポンプの停止	5秒～5分
廃水処理			選択したポンプの停止	5秒～5分

テーマ(4) 市場/技術のmonetizeの重要性

市場設計の変更は、柔軟性（需給調整力)の価値を正しく評価し、システム運用を最適化するために必要と考えられる

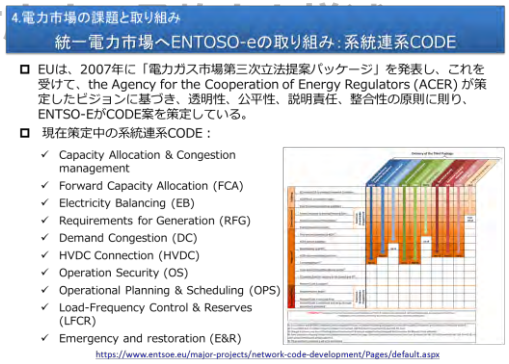
GIVAR報告書の目次、本文より

⇒市場の議論は広範であるが、必要な技術の導入に向け、何が必要か？

市場設計は、特に電力不足の状況において、新しい技術的運用モデルを短期価格シグナルへ翻訳することが求められ、このためには、柔軟性を提供するための価格シグナルを確立することが必要である。適切な短期価格シグナルを作成できない場合には、適時の十分な投資を確保するための長期的な価格シグナルが必要となる可能性がある。

提言

- 包括的な技術的検討に基づき、VREの高い導入率においてどの柔軟性サービスが重要かを評価すること
- システムサービス市場、特に以下を確保する運用予備力市場を改革すること。
- 全ての重要な種類のシステムサービスに対価が支払われ、VREの高い導入率において一連の運用予備力銘柄の重要性が確保されていること。このためには、システム慣性の低下に対処する高速周波数応答や残余需要の変動性の拡大に対
予備力など、新しい柔軟性銘柄の定義が必要である
- システムサービスの提供は可能な限り市場取引に委ね、個々の電源とシステム運用者間の不透明な相対契約を最小限に抑える。
- システムサービス市場における取引のタイミングは、可能な限りかつ最大限に卸電力市場の取引に連携または統合する。


4.電力市場の課題と取り組み

統一電力市場へENTOSO-eの取り組み：系統連系CODE

- EUは、2007年に「電力ガス市場第三次立法提案パッケージ」を発表し、これを受けて、the Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER) が策定したビジョンに基づき、透明性、公平性、説明責任、整合性の原則に則り、ENTSO-EがCODE案を策定している。
- 現在策定中の系統連系CODE：
  - Capacity Allocation & Congestion management
  - Forward Capacity Allocation (FCA)
  - Electricity Balancing (EB)
  - Requirements for Generation (RFG)
  - Demand Congestion (DC)
  - HVDC Connection (HVDC)
  - Operation Security (OS)
  - Operational Planning & Scheduling (OPS)
  - Load-Frequency Control & Reserves (LFCR)
  - Emergency and restoration (E&R)

https://www.entsoe.eu/major-projects/network-code-development/Pages/default.aspx