

エネルギーシステムインテグレーション -今後のインテグレーションの研究開発-

2017.7.24

荻本和彦

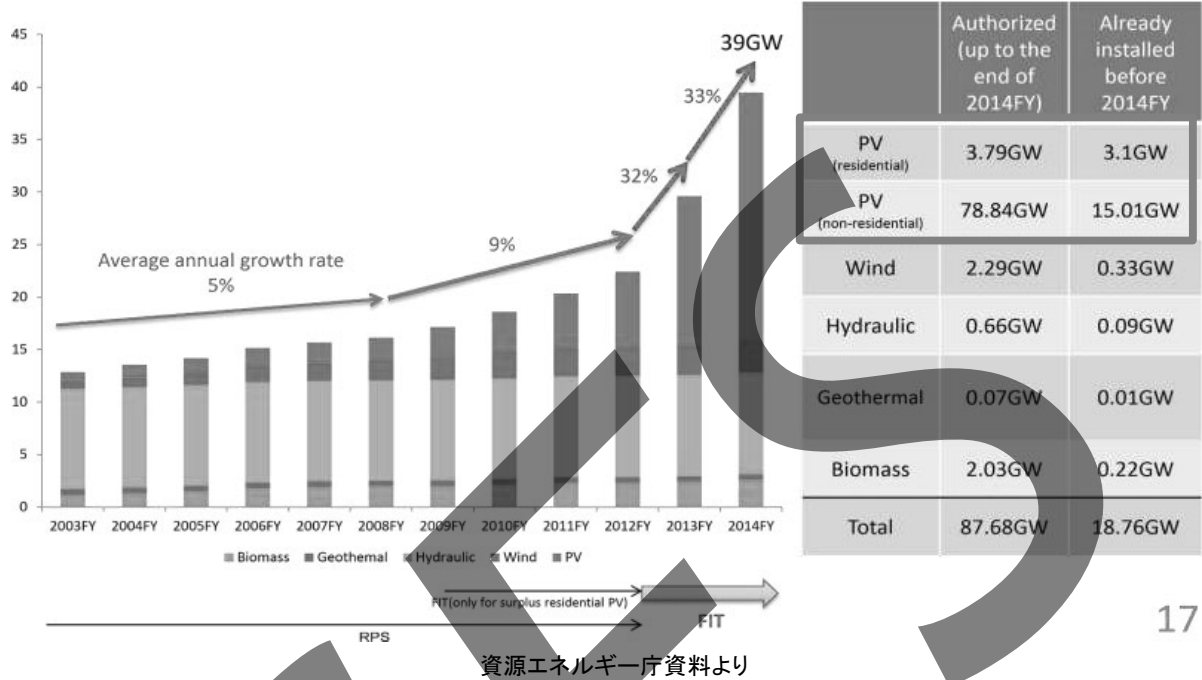
エネルギー工学連携研究センター、生産技術研究所
東京大学

本日の内容

1. 再エネ大量導入の持続可能な電力需給に関する課題と対策
2. 技術開発の視点
3. 電力需給解析
4. Integration Study
5. まとめ

日本におけるFIT開始後のRESの導入状況

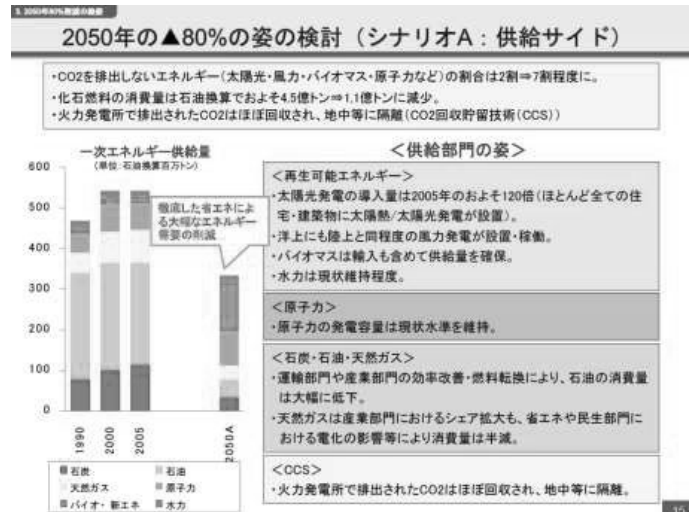
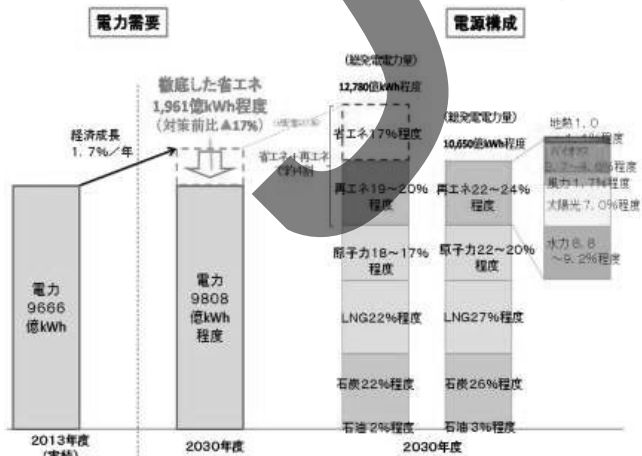
- 我が国の FIT 制度は、2011年の震災後の2012年7月に開始された。
- 有利な買取価格の提示により、再生可能エネルギー発電への投資は活性化され、環境アセスなど時間のかかる手続きがなく、計画から建設までの期間の短いPVの認定、導入が突出して進んだ。



1. シナリオ選択のインパクト

長期のエネルギー需給:ビジョンと計画

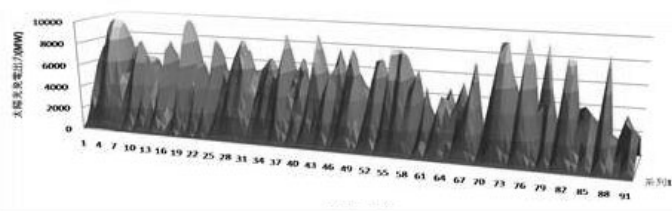
- ✓ 10年、20年後を考えるためには、より長期を見通すことが必要。
- ✓ 持続可能性のもと、資源制約、環境制約、国際的な社会経済活動、産業競争力など、広範な視点に基づく方針決定が重要
- ✓ 計画策定と実施にあたっては、エネルギー基本計画などブレない方針が重要



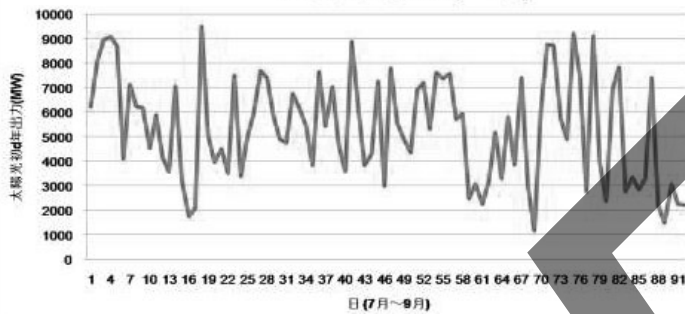
2. Variability: 需給調整力不足の課題

再生可能エネルギー導入の需給バランスへの影響

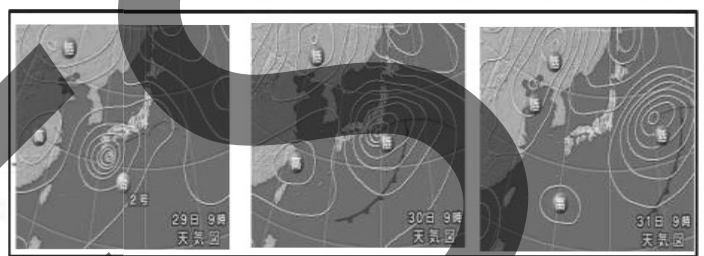
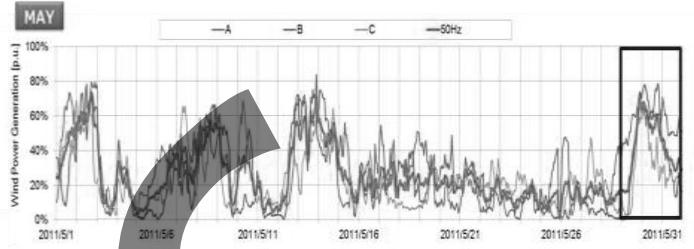
- 太陽光発電、風力発電など、出力が不確定に発電する再生可能エネルギー発電の電力システムの需給運用に対する影響は、変動性、不確実性であり、そして超長期的には低利用率である。
- ならし効果による変動性の緩和は期待できるが、それでも残る出力変動は大きい。



太陽光発電出力(14時)



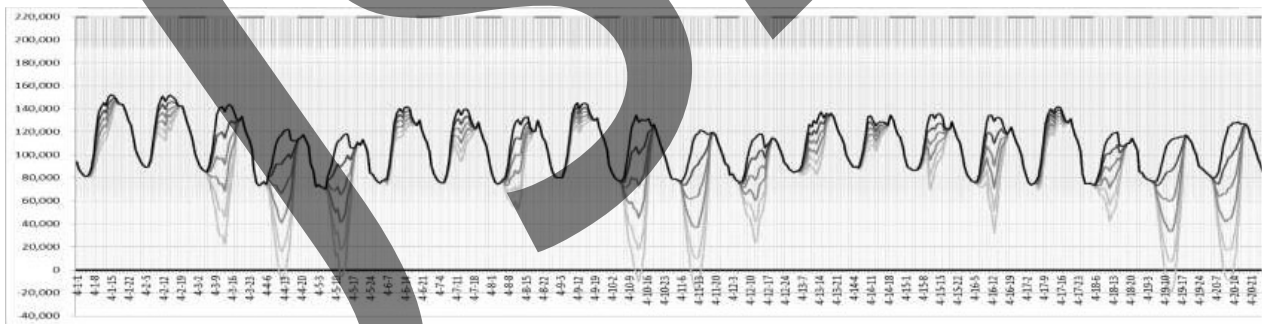
日(7月~9月)



50Hzの電力会社管内別、合計の風力発電電力
荻本和彦,池上貴志,片岡和人,斉藤哲夫:電力需給解析のための全国風力発電量データの収集と分析,電気学会平成24年電気学会全国大会講演論文集,6-003,5-6(2012)

2. Variability: 需給調整力不足の課題

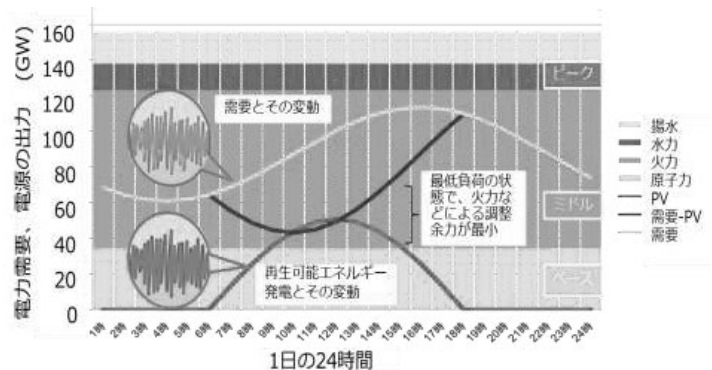
RE導入の課題: 需給調整力不足の2つの要素



2030年において総発電量におけるPV発電の割合20%まで増加した場合の残余需要

再生可能エネルギーの導入量の増加により、電力システム全体の需給調整問題が発生する理由は、

- 再生可能エネルギーの発電量の変動による、変動要素の増加
- 火力など需給調整を担う電源の運用量の減少による需給調整力の減少
- VRES大量導入に伴う需給の空間的不一致によるシステム運用、流通設備への負担増

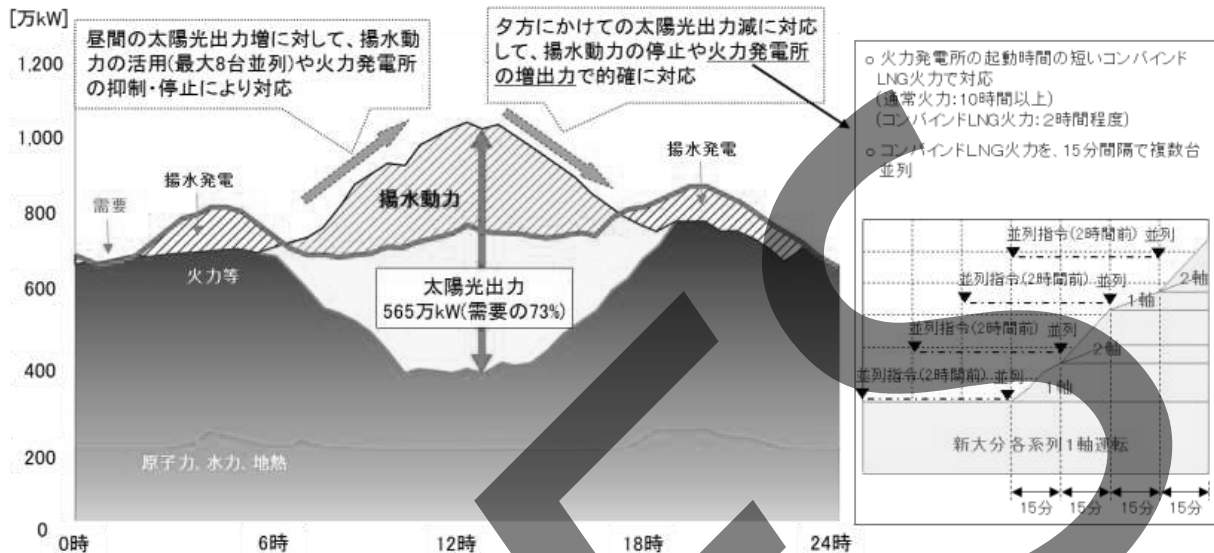


荻本和彦,片岡和人,池上貴志,野中俊介,東仁,福留 潔:将来の電力システムの需給調整力の解析手法,電気学会論文誌C,Vol.132 No.8,pp1376-1383(2012)

2. Variability: 需給調整力不足の課題

RE導入の課題: 九州の需給実績(2017.4.30)

- 需要に対するPV出力割合の最大日であり、昼間の太陽光発電の出力の増減に対しては、火力発電所の出力調整や揚水発電所の活用（揚水動力）により対応。
- 太陽光発電の出力が最大となった13時には、揚水発電所は全台揚水運転するとともに、火力発電所は出力を下げた運転し、太陽光発電の更なる出力増等への対応可能量（下げ代）は、わずか90万kW程度であった。

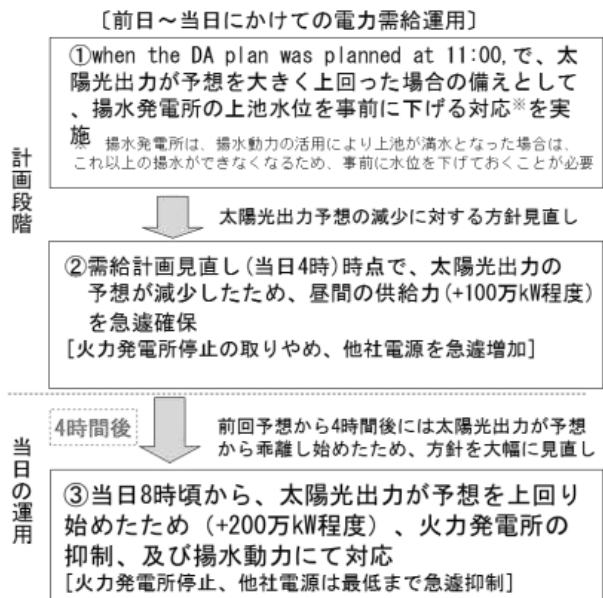
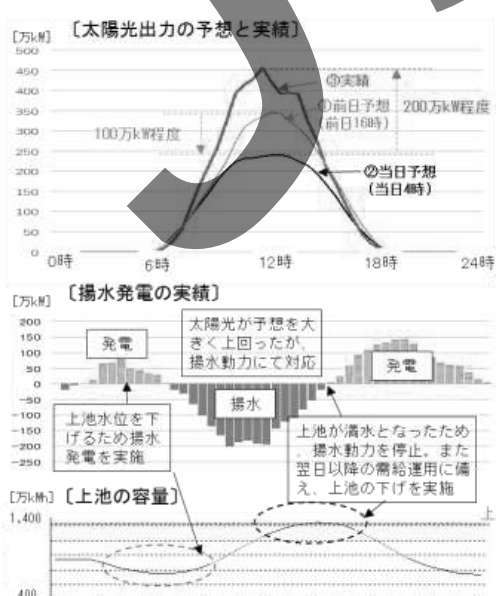


※ 太陽光発電出力の想定以上の発生（過去最大の太陽光出力となった場合+40万kW）、豊水となった場合の水力発電の出力増（+20万kW）及び揚水発電所のトラブル（120万kW）等があった場合は、火力発電所の抑制可能量（90万kW）を超過する可能性があった

2. Variability: 需給調整力不足の課題

RE導入の課題: 九州の需給実績(2017.5.5)

- 大きな予測誤差が生じた5/5の場合、太陽光発電の出力予測が、前日、当日朝で変動して最終的な実績と大きなずれが生じたため、運用方針を都度見直す対応が必要であった。
- 再エネの出力予測は誤差が避けられないため、需給運用における実績誤差の反映と、出力想定精度向上は喫緊の課題。



需給調整は共通の課題

- 原子力や、石炭火力などの大規模系統電源は、優れた経済性、環境性を有するが、その特性を最大限に発揮するためには、一定出力の運転を行うことが望ましい。
- 低炭素化は、出力調整の容易な火力発電の利用の低減を意味し、電力システムの供給側の需給調整力の低下は世界共通の課題。
- 電力システムにおけるニーズに応じて、調整力の価値は、大きさ、速さ、継続時間、確実性で決まる。



先進的原子力発電



IGCC, IGFC



高効率天然ガス複合発電



図の出典: CoolEarthエネルギー革新技術計画報告書

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5つの分野での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
 - 出力制御、出力変化率制御、その他の有効電力制御
 - 無効電力制御と事故時運転継続機能

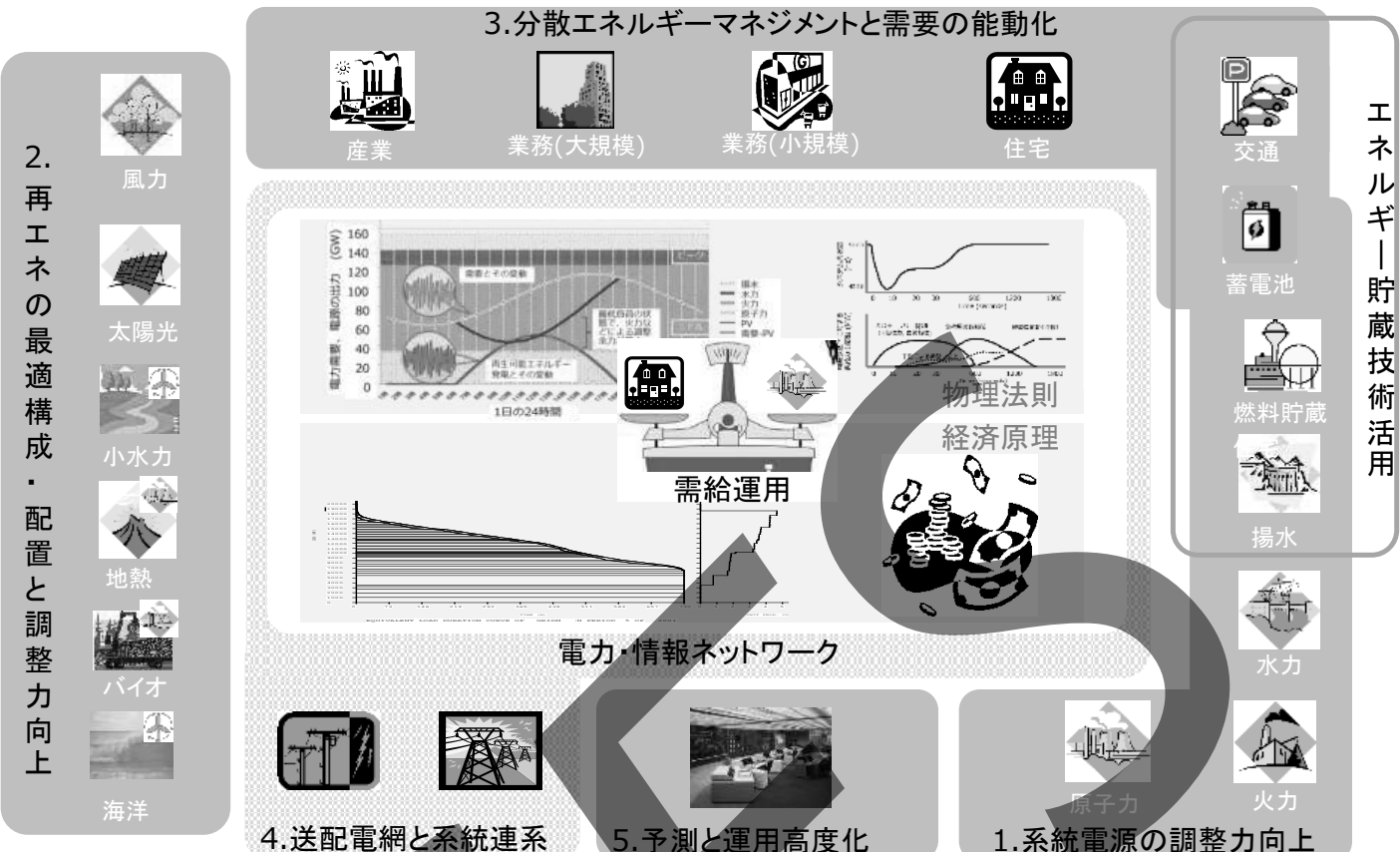
現在新たに検討が進められているスマートグリッド的対応策

□ 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・予測を含めたシステム運用と市場運営の高度化と電力システムの進化

需給運用における柔軟性向上の体系



本日の内容

1. 再生エネ大量導入の持続可能な電力需給に関する課題と対策
2. 技術開発の視点
3. 電力需給解析
4. Integration Study
5. まとめ

PVに係る技術開発テーマ (1)

PVを含むすべての再エネへの要求：価値の低いもの(LCOE)を安くではなく、価値の高いもの(柔軟性を持つ)を安く提供することが必要。

→価値：制御性、耐久・安全性

PVおよびこれに関連する技術開発テーマの「例」

- CELL/Module：新原理を含めた基礎研究、開発研究の継続
今後増加が望ましい、建物一体型に適した技術開発
- 出力把握・予測
衛星情報/日射・出力監視による出力把握
気象と連動した数日～前日～当日予測
モニタリングデータと連動した当日～数時間前～直前予測
大規模集中/小規模分散システムのエリア合計/サブセット予測
- スマートインバータ
出力維持 (Fault ride through)、
出力制御：様々な時間領域：抑制、ガバナーフリー、負荷周波数制御 (片側、 δ 制御による両側)
電圧潮流制御
系統連系ニーズ、オフグリッドニーズに対応するP, Q協調制御
Grid Code対応

(次スライドに続く)



PVに係る技術開発テーマ (2)

- TSO/DSO運用との協調
TSO：自律あるいは遠隔制御による周波数管理、送電線管理
DSO：自律あるいは遠隔制御による電圧、潮流管理
将来ニーズに即したGrid Code 制定
IT/Communication 技術
- 建物内・地域内とのエネルギー需給管理
HEMS, BEMS, CEMS, 機器との連携
IT/Communication 技術
熱供給との組み合わせ：roof-top温水供給
- Integration Study
再生可能エネルギー間、地域間のポートフォリオ
導入形態：地上/建物などへの設置、
VRESの需給運用への影響と出力制御などの効果評価
対策設備・技術の導入評価
最策設備を含む配電網・送電網の運用、将来の設備対応の検討。
電力全般とPVに関する技術開発と技術導入を組み合わせた持続可能な電力/エネルギー需給を実現する戦略
各関係者、関連する設備・技術の価値を理解することが重要
- 耐久性・安全性
モジュールの性能向上
システムとしての管理：遠隔管理

技術開発の個別テーマ、戦略について、これまでの経緯に引きずられない根本的な議論が必要ではないか。



本日の内容

1. 再エネ大量導入の持続可能な電力需給に関する課題と対策
2. 技術開発の視点
3. 電力需給解析
4. Integration Study
5. まとめ

「電力需給分析」の背景

2017年6月 第36回エネルギー・資源学会研究発表会

セッション8 <企画セッション> 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討

- 8-1 太陽光発電の導入量の検討
○松川 洋, 山谷東樹, 大東威司 (資源総合システム), 荻本和彦 (東京大学)
- 8-2 風力発電の導入量推定
○斉藤哲夫, 占部千由, 荻本和彦 (東京大学)
- 8-3 業務部門エネルギー需要モデルの開発
○山口容平, 金 範俊, 木村 舜, 黄 雄明, 池田耕介, 下田吉之 (大阪大学)
- 8-4 電力需給モデルによる分析 (II)
○荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 斉藤哲夫 (東京大学), 東仁, 福留潔 (JPビジネスサービス), 松岡綾子, 山口容平, 下田吉之 (大阪大学), 松川洋, 大東威司, 山谷東樹 (資源総合システム), 黒沢厚志, 加藤悦史 (エネルギー総合工学研究所)
- 8-5 TIMES-Japanを用いたエネルギーシステム全体分析
○黒沢厚志, 加藤悦史 (エネルギー総合工学研究所), 宮近 秀人 (エス・アール・シー), 荻本和彦 (東京大学), 山口容平 (大阪大学)

セッション12 <企画セッション> 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討

- 12-1 2030年, 2050年の家庭部門デマンドレスポンスの可能性について
○岩船由美子, 荻本和彦 (東京大学)
- 12-2 低炭素電源によるCO2排出8割削減の経済性
○篠原千晶, 山瀬亮 (日本エヌ・ユー・エス), 赤井誠 (産業技術総合研究所), 荻本和彦 (東京大学)
- 12-3 2050年に向けた技術対策および人口減社会のスリム化によるエネルギー需給とCO2削減可能性
○歌川 学 (産業技術総合研究所), 外岡 豊 (埼玉大学)
- 12-4 火力発電の運用性が再エネ大量導入時の電力需給バランス維持に与える効果の分析
○花井悠二, 永田真幸, 渡邊 勇 (電力中央研究所)
- 12-5 長期の低炭素化に向けたIntegration Studyの比較検討
○矢部 彰, 小笠原有香, 西 順也 (新エネルギー・産業技術総合開発機構), 宇田川佑介 (構造計画研究所), 荻本和彦 (東京大学)

解析ケースと需給例

- 電源構成はエネルギー長期需給見通しをベースに火力は利用率から必要量を評価。連系線は、東北東京間を10GW、50/60間を6GW,など限定的に見直し。
- PV導入量は、200GW, 250GW。風力導入量は、前回検討の70GW, 100 GWを追加
- 蓄電池設置量を、0GW, 50GW, 100GWの3通り。

No.	ケース名	PV	風力	蓄電池
1	PV20W07B00	200	70	0
2	PV20W07B05	200	70	50
3	PV20W10B05	200	100	50
4	PV20W07B10	200	70	100
5	PV20W10B10	200	100	100
6	PV25W07B05	250	70	50
7	PV25W10B05	250	100	50
8	PV25W10B00	250	100	0

表3 検討ケース

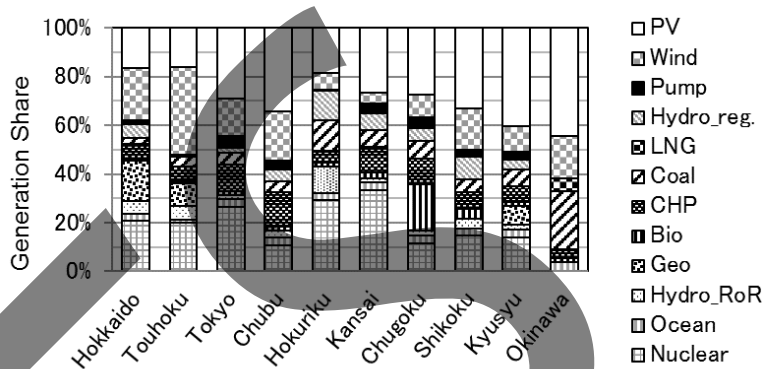


図5 2050年の10地域の発電電力量の割合 (PV20W07B0000)

荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 斉藤哲夫, 東仁, 福留潔, 磯永彰, 松岡綾子, 山口容平, 下田吉之, 黒沢厚志, 加藤悦史, 松川洋: 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討: 電力需給モデルによる分析, 第36回エネルギー・資源学会研究発表会 講演論文集 8-4 (2017)

解析結果：燃料費

- PV200GW, 風力70GWのPV20W07B00ケースで15.2%であり、バッテリーの設置により抑制率は15.2%→12.9%→10.5%と大きな効果が見られる。

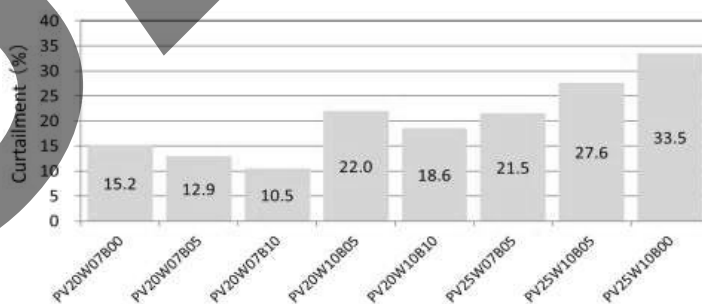


図7 2050年のPVと風力の発電抑制率

- PV中位成長のPV20W07B00に対してPV導入量を250 GWおよび風力の導入量を100 GWと増やしたPV25W10B00では、1730億円/年の削減となる。

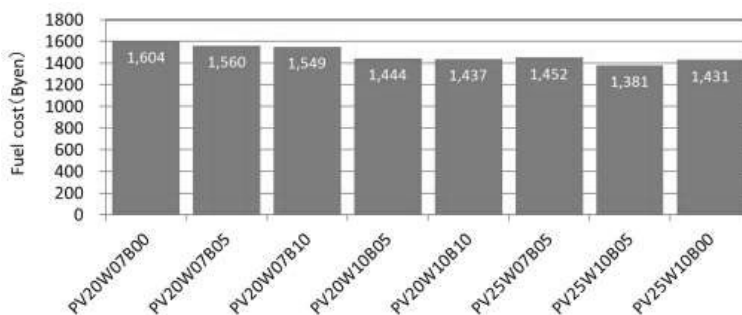
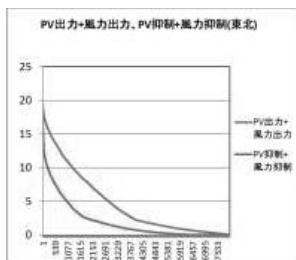


図8 2050年の全国の燃料費の削減

荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 斉藤哲夫, 東仁, 福留潔, 磯永彰, 松岡綾子, 山口容平, 下田吉之, 黒沢厚志, 加藤悦史, 松川洋: 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討: 電力需給モデルによる分析, 第36回エネルギー・資源学会研究発表会 講演論文集 8-4 (2017)

解析結果：余剰電力からの水素製造

- 設備利用率50%以上のときに水電気分解プラントの経済性が成立すると仮定した。
- 北海道・東北・東京の3エリアの設備容量（入力容量）は2.0 GW, 6.5 GW, 2.0 GWとなり、それぞれ余剰電力の利用率は73.9%, 64.1%, 13.5%となる。
- 他のエリアでは設備利用率50%を満足することができない。
- 合計10.5 GWの設備容量で3エリア合計の余剰発電量120TWhに対して37.9%, 全国の余剰発電量220TWhに対して20.7%、44.5TWhを活用した水素製造が行われる



PV+Windの出力と抑制量の持続曲線（東北,年間）

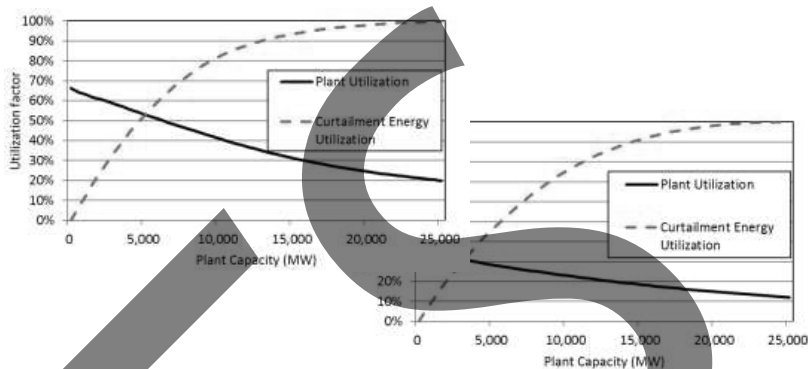


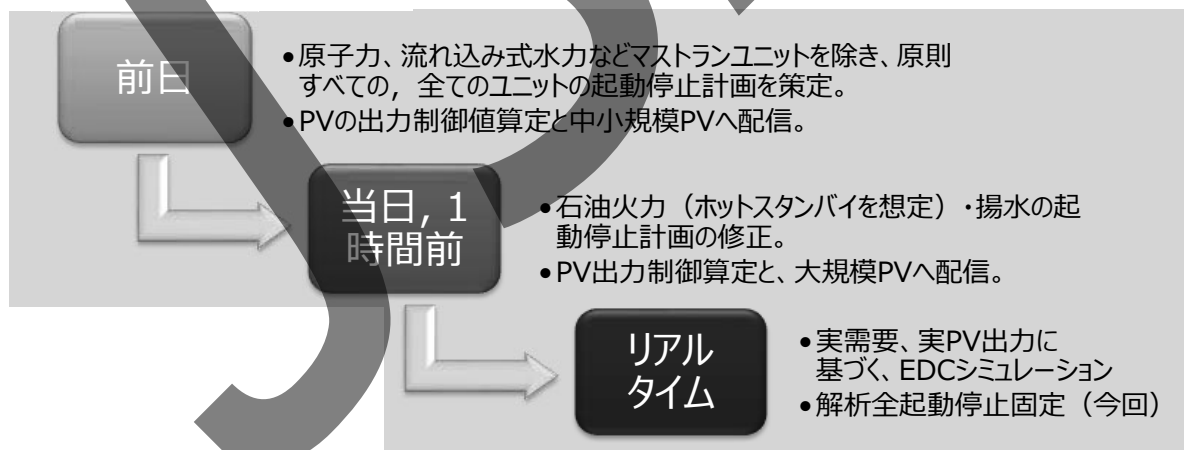
図9 水電解プラントの規模に対する(上：東北, 下：九州) プラント利用率と余剰電力利用率 (PV25W20B00)

荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 斉藤哲夫, 東仁, 福留潔, 磯永彰, 松岡綾子, 山口容平, 下田吉之, 黒沢厚志, 加藤悦史, 松川洋: 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討: 電力需給モデルによる分析, 第36回エネルギー・資源学会研究発表会 講演論文集 8-4 (2017)

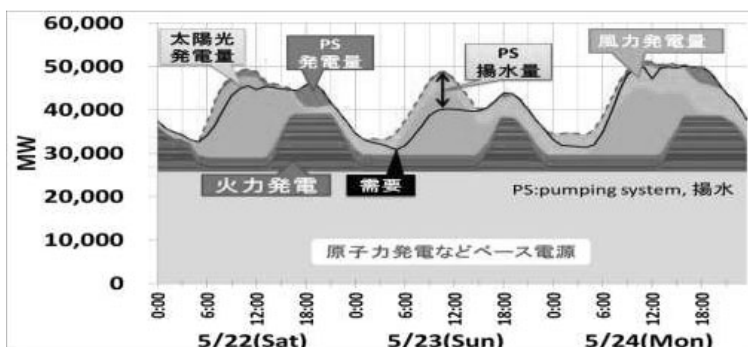
5. 持続可能なエネルギー需給の実現に向けて

電力需給解析: 実際の運用を反映した解析

- これからの電力需給解析では、市場運営とシステム運用を的確に模擬することが不可欠。



宇田川佑介・荻本和彦・福留潔・池田裕一: 「再生可能エネルギー発電の予測誤差を考慮した電力需給計画手法の予備検討」, 第29回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, pp.71-74 (2013)



電力システムの需給解析技術

- 電力需給解析技術に対する基本的ニーズ
 - 不確実性と変動性の考慮
 - 連系線、場合によっては送電網の混雑、運用の考慮
 - 構成要素の技術特性、費用特性の反映
(例：火力発電機の部分負荷特性と起動停止時間、費用など)
 - 予測の特性を含めた時系列の需給解析が必要
⇒ 起動停止計画 (Unit Commitment: UC) + シミュレーション
- 電力需給解析技術に対する新たなニーズ
 - 同時同量領域の需給バランスから、周波数制御、同期化力・周波数回復、ランプ調整など様々な時間領域の需給調整ニーズ
 - デマンドレスポンスなど、配電網の電圧、潮流、送電網と配電網の間のサービスの連系

起動停止計画(UC)+シミュレーションが基本条件
必要に応じて、送電網、配電網、相互作用を考慮
必要に応じて、多様な予備力・調整力を考慮
必要に応じて、市場プロセス等運用プロセスを考慮

電力システムの需給解析技術の基本:UC

UC (で) は

- 電力系統運用において昔から日々行われている、翌日の電力需要を満たす (均衡する) ための、電力システムの構成要素の運用について以下を決定すること (最小費用の最適化問題)
 - 起動・停止の時間 (いつ起動して、いつ停止するか?)
 - 運転点 (発電出力など)
- 信頼度を維持し、安定に系統運用を行うためには、需給均衡に加え、負荷周波数の維持、予備力などのシステム条件、構成機器の運用制約を満足することが必要
 - 大型発電機は急速に稼動することが不可能
 - 卸市場で約定された発電機群が系統運用上の問題の可否を判断
(アンバンドリング後)

- 将来シナリオに基づき、需要・出力予測、発電機構成・性能パラメータを入力値として与え、一日、一週間、一年など目的に応じて一定期間シミュレーションを実施。経済性、技術のマネタイズを評価するためには、1年の解析が基本

- 複雑かつ大規模な非線形整数計画問題であり、毎日の運用プロセスの中で許容される時間で確実に解が得られるか、あるいは設備計画問題の中で多数のシナリオ、パラメータのもとで年間などの解析が妥当な時間内に終わるためのツールとしての工夫が必要。

電力システムの需給解析技術とその応用

- 新しい電力システム構築に向けた適応策は、以下などが考えられる（順不同）。
 - 既存電源の活用（従来火力の技術革新）
 - 再生可能エネルギー発電の出力制御
 - 需要、分散エネルギー貯蔵の活用
 - 連系線の拡充（ならし効果、調整力の共有）
 - 予測情報を活用した電力運用システムの高度化

 - 不確実性、変動性、需給のミスマッチなど電力システムの今後の課題に対する、多様な対策候補の特性を反映した検討要。
 - 検討分野は：
 - 多様な価値の発見、評価
 - 設備計画
 - 運用プロセス計画
 - マネタイズを含めた市場制度の再設計
 - 市場制度と連動した毎日の需給運用プロセスの設計・運用⇒実運用
- } Integration Study

本日の内容

1. 再エネ大量導入の持続可能な電力需給に関する課題と対策
2. 技術開発の視点
3. 電力需給解析
4. Integration Study
5. まとめ

Integration Studyの目的: 新たな価値

- 「これまで広く認識されてこなかった価値」の例、
 - * 運用における「需給調整力」、「運用計画、実運用、事故時の各部門間のスムーズな情報共有と連動した対応、制御、復旧」
 - * 設備計画・建設における「電源・送電網増強の相互最適化」、その他
- ドライバー
 - 「出力の変動するRESの大量導入による需給運用の課題」、
 - 「CO₂非排出電源*の可変費ゼロ特性」
 - 「需要側への分散RES設置による見かけの需要の減少」
 - 「低炭素化のための電化促進による電力需要の割合増加」
 - 「RES大量導入による送配電網の増強ニーズ」
 - 「長期的なCO₂非排出電源の増加傾向における火力の設備投資難」
 - * CO₂非排出電源: RES、原子力
- 「新たに出現する価値」の例、
 - 「非エネルギーサービス」、「需要の能動化(自動デマンドレスポンス)」、「分散電源制御」、「RES出力制御」、「分散電力貯蔵技術」、「EV充電」、「ビッグデータ活用とIoT」: IT/運用技術の統合による将来のUtility、新しいデータ

Integration Studyの目的: マネタイズ

- 運用
 - 卸市場・運用者によるアンシラリー市場
 - ⇒予測を含む高度なUC+EDCの技術確立は喫緊の課題
 - 小売市場
 - ⇒少数のキラコンテンツではないいくつかのカテゴリーも属する
 - 無数の新サービスの提供 (like スマホ, COMMAハウス、HEMS道場)
- 設備形成
 - 容量メカニズム、市場
 - ⇒出力が不確定に変動するRESと、需要の能動化のもとで、どう必要容量、必要調整力を定義するか。
 - ⇒毎日の価格シグナルか、容量価値市場か。
- アグリゲーション
 - ⇒クラスタリング: 地縁、業態、特定利用 (HP, EV, 定置Bat)
 - ⇒サービス内容: レベリング、各時間領域の種需給調整
- 市場制度
 - ⇒市場取引と連動したUC+EDCによる正確な市場価値の表出
 - ⇒これに基づく制度の具体的提案
- それでもなお、
 - ⇒欧米では、独のMarket 2.0など、欧州の入札ゾーン再編、TSO/DSO連携など抜本的な議論、制度整備が始まる。

電力需給解析/Integration Studyの方向性

Integration Studyは、再生可能エネルギーの導入を中心に、単純な年間需給バランス、8760時間の需給バランスなど、単純段階から順次発展してきた。

市場化のもとでは、いずれの技術もその価値が市場で評価されることが必要である。しかし、市場は、新たな価値とその必要性を自ら判断できず、解析、評価が必要となる。

■ 従来電源の価値の再定義：予備力・調整力の量の解析・評価を行う。

- 揚水発電の予備力・調整力としての価値
- 火力発電の従来、運用の高度化、設備対応などによる予備力・調整力としての価値
- 連系線の運用高度化による価値

■ 新技術の価値の定義：提供できる価値とその制約となる特性も、従来技術とは異なる。

- PV、風力の様々な時間領域の出力制御の価値
- DRの、様々な時間領域、継続時間のサービスの価値
- 分散型蓄電の、様々な時間領域、継続時間のサービスの価値
- 市場設計への反映と、それにもとづくビジネス化

■ 市場設計と、実際の電力市場の設計

- 多様な技術導入による予備力・調整力の必要量、供給量の見通しに基づく市場設計
- DRなど、様々な特性、制約の特性を包含できる詳細な運用と市場の再設計
(変動量の増加、調整資源がDRのように確保量と反応時間が多様であると制度設計はより複雑となる。)

実施可能な計画策定: Integration Studyの例

(再エネ)

- 101205_NREL_Western Wind and Solar Integration Study Phase I
- 120900_NREL_Western Wind and Solar Integration Study Phase II
- 141200_NREL_Western Wind and Solar Integration Study Phase III
- 120400_環境省_2013年以降の政策と対策報告書 エネルギー供給WG報告書

(火力)

- 160328_EPRI_Technology and Economics Challenges of Flexible Operations -Case Studies of California and Texas

(揚水)

- 140600_ANL_Modelling and Analysis of the Value of Advanced pumped Storage Hydropower

(新技術)

- 160300_DOE_DR and ES Integration Study_DOE-EE-1282

(運用)

- 141102_DENA_Ancillary_Services_Study_2030

(低炭素化,市場)

- 160720_EPRI_Applying the Social Cost of Carbon Technical Considerations
- 150617_EdF R&D, TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE EUROPEAN ELECTRICITY SYSTEM WITH 60% RES

実施可能な計画策定: Integration Studyの例

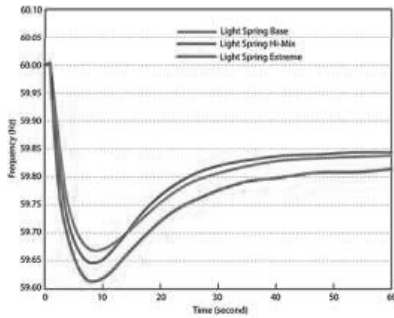


Fig. 3 WWSIS3 : frequency response to loss of two Palo Verde units under light spring system conditions.

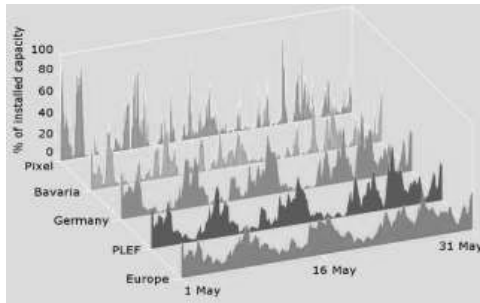


Fig. 4 Fraunhofer: Wind power generation time series (onshore) for May 2030 at different levels of aggregation.

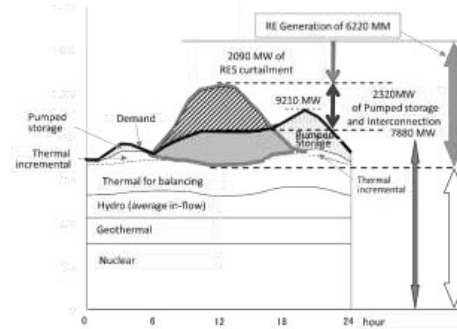


Fig. 5 METI: Image of 24 hour demand and supply balance in Kyushu on a day of maximum RES generation.

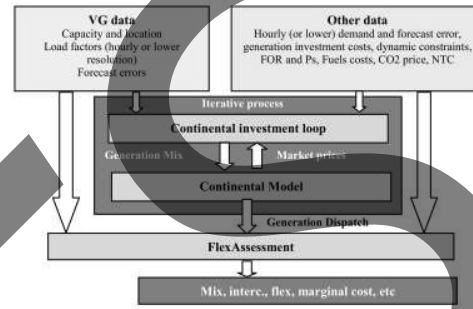


Figure 6 EdF R&D: Structure of the whole system approach for the simulation of the European electricity system.

Ogimoto et al. "Survey and case studies of transmission level PV integration assessments utilizing generation forecasts and innovative flexibility resources", Wind Integration Workshop (2016, TBP)

FERC: Staff White Paper on Guidance Principles for Clean Power Plan Modeling Docket No. AD16-14-000

While the CPP assigns no direct role to the Commission, it is possible that the Commission may be called upon, through the EPA-DOE-FERC Coordination Document or for other reasons, to address concerns about reliability as the CPP is implemented. In that case, the use of appropriate modeling tools and techniques will be helpful to the Commission in carrying out its responsibilities for reliability.

This white paper identifies four guiding principles that may assist transmission planning entities :

- (1) transparency and stakeholder engagement; 透明性
- (2) study methodology and interactions between studies; 検討手法と検討間の連携
- (3) study inputs, sensitivities and probabilistic analysis; and 入力データ、ケース検討
- (4) tools and techniques. ツールと手法

There are a number of different types of studies that could be useful to effectively assess the impacts of the CPP and associated compliance plans:

- (1) resource adequacy, 供給力のアデカシー評価
- (2) production cost, 起動停止計画+シミュレーションによるコスト、信頼度解析
- (3) integrated gas-electric systems simulations, 天然ガスと電力の連系した解析
- (4) powerflow and transient stability analysis, and 潮流解析、過渡安定度解析
- (5) frequency response. 周波数応答解析

まとめ

- 出力が変動する再生可能エネルギー発電の大量導入は、出力の変動性、不確実性、需給のミスマッチ、導入場所と流通設備のミスマッチなどの状況で、世界の様々な電力システムの運用、設備形成の課題を提起しており、単純なLCOEで測られるエネルギー当たりの費用ではなく、出力制御を含めた電力システムの構成要素としての価値が求められている。
- 太陽光発電の将来に向けた技術開発に関しては、個別テーマ、戦略については、太陽光発電が電力システムの構成要素として求められる価値に基づく再検討が必要である。
- 電力需給解析は、新たな技術や市場などの制度の価値評価のためのシミュレーション技術として、1年8760時間などの解析を基本とし、解析目的により、出力予測、需要予測の有無、柔軟性の定式化などの具体的内容が決まる。
- Integration Studyは、電力需給解析をベースとして、将来の技術、市場や運用の制度の在り方の検討、設備形成、新技術の仕様、制度の改善、など様々な立場の検討に用いられ、太陽光発電の将来の価値とそのマネタイズに関し重要な情報を与える。
- 太陽光発電の将来に向けては、大きな環境変化の中での価値とマネタイズをそれぞれの立場・役割で理解して方針決定から技術開発自体の実施までが行える、人材育成、分析手法やデータなどの整備が必要である。

ご清聴ありがとうございました

東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター
荻本研究室ホームページ

<http://www.ogimotolab.iis.u-tokyo.ac.jp/>



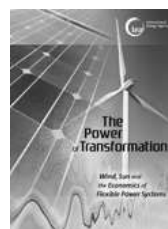
Nippon.comで「日本の長期電力需給の可能性とエネルギーインテグレーション」を日英で公開中です。
<http://nippon.com/ja/in-depth/a00302/>



「シナリオ選択のインパクト」を、2012年 Springer 発刊の "Climate Change Mitigation" とその和訳である2013.4丸善発刊の「実現可能な気候変動対策」に掲載しました。
<http://www.springer.com/us/book/9781447142270>



「出力が変動する再生可能エネルギー発電の大量導入と電力システムの進化(1)~(3)」を、原子力学会誌 ATOMOS 2014年1,2,5月号に連載しました。
<http://www.aesj.or.jp/atomos/tachiyomi/mihon.html>



IEA "The Power of Transformation" を監訳し、NEDOより公開しました。
http://www.nedo.go.jp/library/denyoku_henkaku.html



IEA PVPSの報告書 "Power System Operation and Augmentation Planning with PV Integration" をまとめました
<http://www.iea-pvps.org/index.php?id=322>



IEA "Re-powering Markets" を翻訳し、NEDOより公開しました。
http://www.nedo.go.jp/library/repowering_markets.html