

CEEワークショップ
RES導入のための気象データ活用

趣旨説明
発電出力把握・予測に向けた気象データ活用

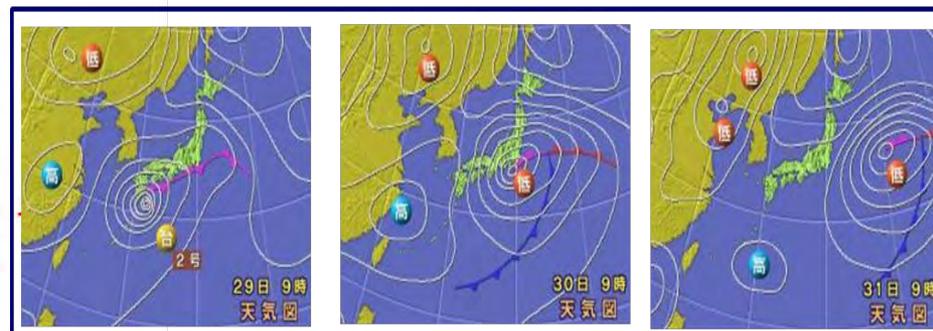
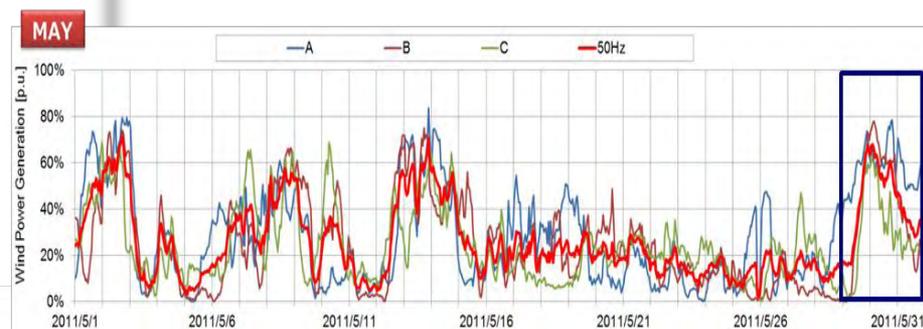
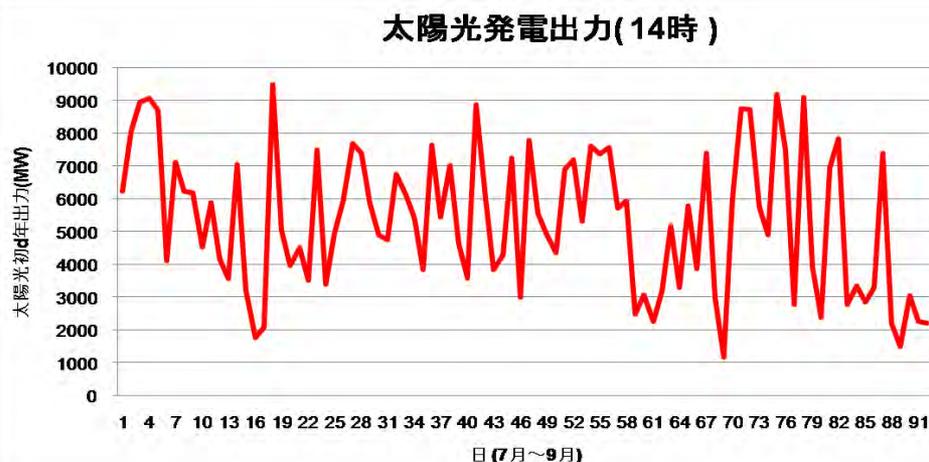
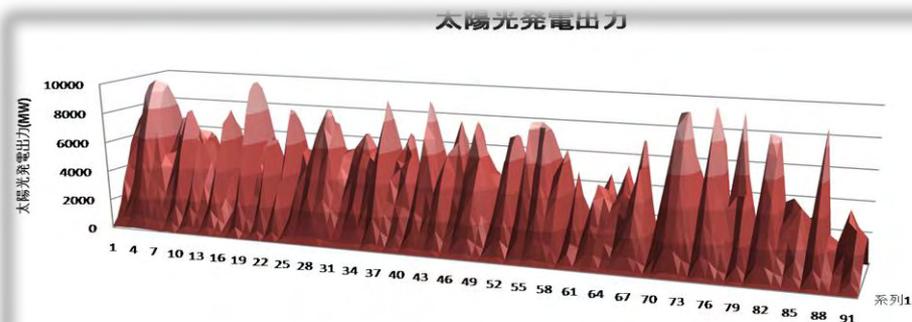
2014年3月25日

荻本 和彦

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

再生可能エネルギーの出力変動（Variability）

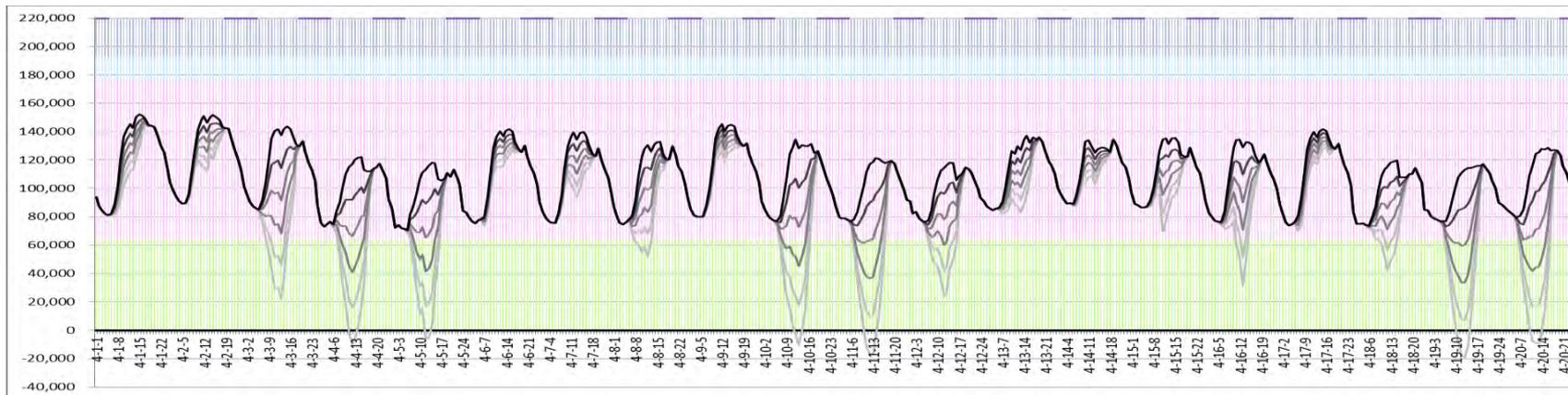
- 再生可能エネルギーをエネルギー源として導入するためには、水力の場合と同様、出力変動特性を分析・把握し、きめ細かな運用と設備形成が必要。
- 太陽光発電、風力発電など、ならし効果による変動性の緩和は期待できるが、それでも残る出力変動は大きい。



50Hzの電力会社管内別、合計の風力発電電力(2011)

1. Variability: 需給調整力確保の課題

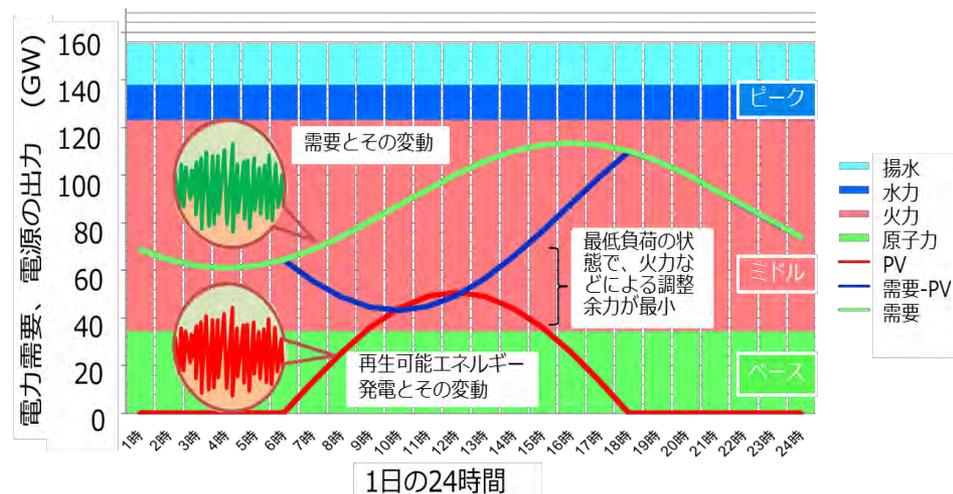
RE導入の課題：需給調整力不足の2つの要素



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
- 火力など従来システムの需給調整を担う発電方式の運用量の減少



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)

稀頻度の大幅な出力変動：Ramp

- 現状の電力システムではn-1基準による最大ユニット容量の脱落を想定しており、その最大値は原子力の1350MW。
- 大きな天候の変化にともなう継続した出力減少、上昇は、定格容量の数割と言われ、稀頻度でも、電力システムの運用に深刻な影響を与える。
- 様々なRESの変動から発生する正味(残余)需要のRamp (発電量低下と需要増の同時発生など)の特性分析、予測が重要。

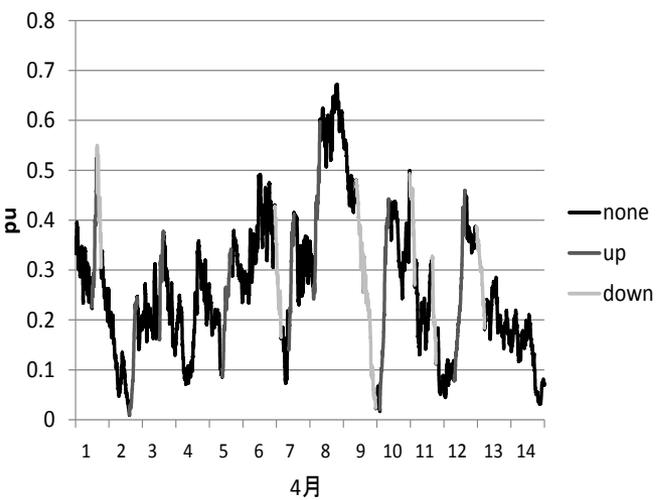


図1 風力発電ランプ

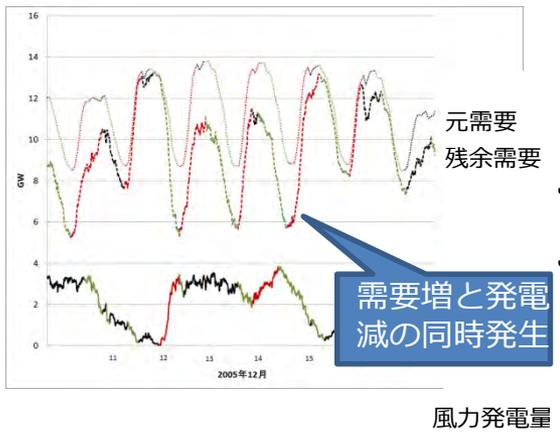


図3 残余需要ランプ

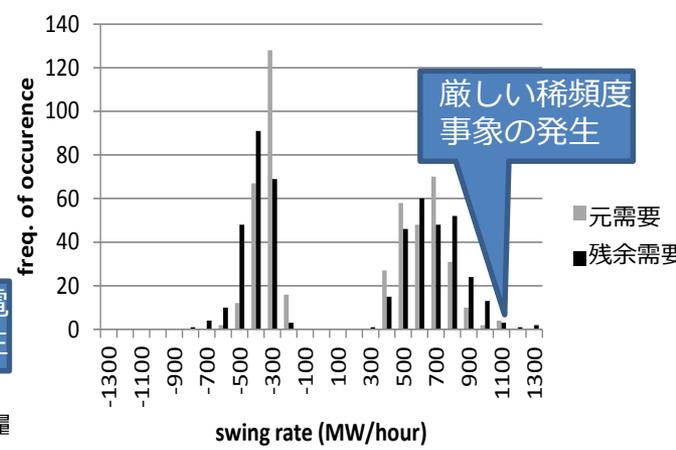
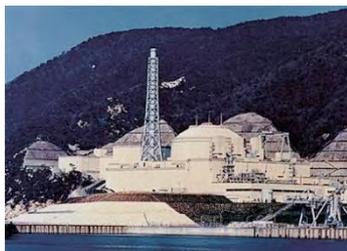


図5 ランプ変化率頻度

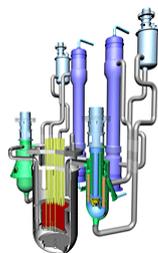
片岡,池上,宇田川,荻本,斉藤:風力発電ならびに残余需要のランプの予備的分析,電気学会全国大会 (2013)

需給調整は共通の課題

- 原子力や、石炭火力、天然ガス火力などの大規模系統電源は、経済性、環境性などの優れた特性を有するが、その特性を最大限に発揮するためには、ベース電源として一定出力の運転を行うことが望ましい。
- そもそも、低炭素化、化石資源の制約は、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エネルギー革新技术計画報告書

Flexibility向上とVariability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

2. Flexibility: 需給調整力向上への挑戦

需給運用におけるFlexibility向上の体系

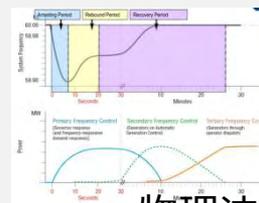
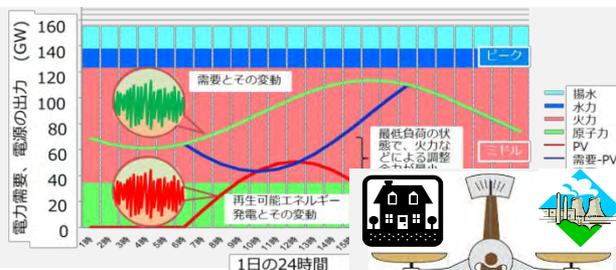
2. 再エネの最適構成・配置と調整力向上



3. 分散エネルギー・マネジメントと需要の能動化



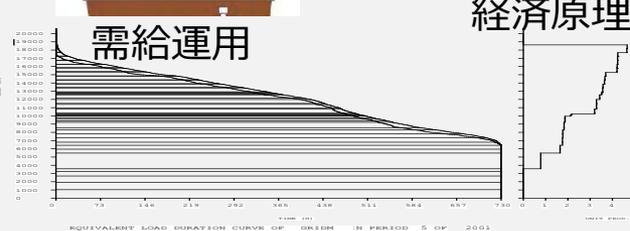
エネルギー貯蔵技術活用



物理法則

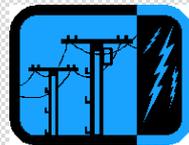


需給運用



経済原理

電力・情報ネットワーク



4. 送配電網と系統連系

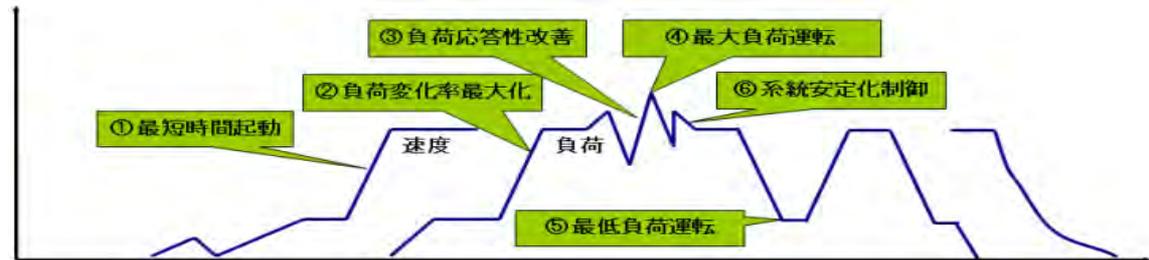
5. 予測と運用高度化



1. 系統電源の調整力向上

火力発電の柔軟性向上

- 電力系統に並列される火力発電機の台数減少にあっても最大の調整力が発揮できるよう、従来および今後建設される発電プラントには、負荷調整能力の更なる向上として、負荷変化速度の向上、最低負荷の低減、起動時間の短縮などが求められる。
- 部分負荷運転による効率低下やこれまでより機器に負担を与える運用による維持費の増加や機器劣化の進展などに注意が必要。



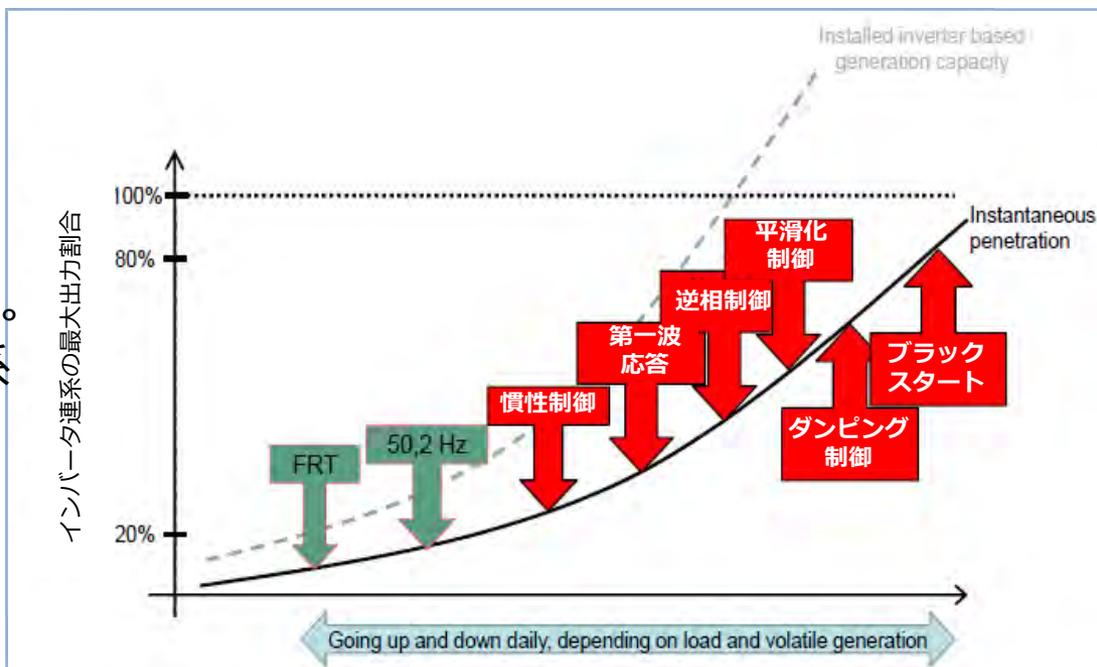
VOC	運用性向上/運転範囲拡大	負荷応答性向上	系統安定化
向上内容	①最短時間起動 ④最大負荷運転 ⑤最低負荷運転	②負荷変化率最大化 ③負荷(周波数)応答性改善	⑥系統安定化制御
技術要件	①熱応力予測最適化演算 ④主蒸気温度制御改善 ⑤変圧化、BFP切替自動化	②中域過熱器変圧運転 ③AFC/GF能力向上	⑥パワエレ高速応答による回転体慣性の活用、 ⑥FRT: Fault Ride Through
備考	海外新設火力: 変圧+OLV /ヒーターカット 既設火力: 変圧化、BFPT- EHC化	欧州火力: 復水調整運転 欧州風力: デルタ制御	水力: 可変速揚水 風力、太陽光: FRT

図1 発電プラント運用性向上のポイント

荻本,石井,北内,黒石,戸根,船橋:火力発電などによる電力システムの柔軟性向上の可能性,電気学会全国大会 (2013)

風力・太陽光発電の抑制と協調運転

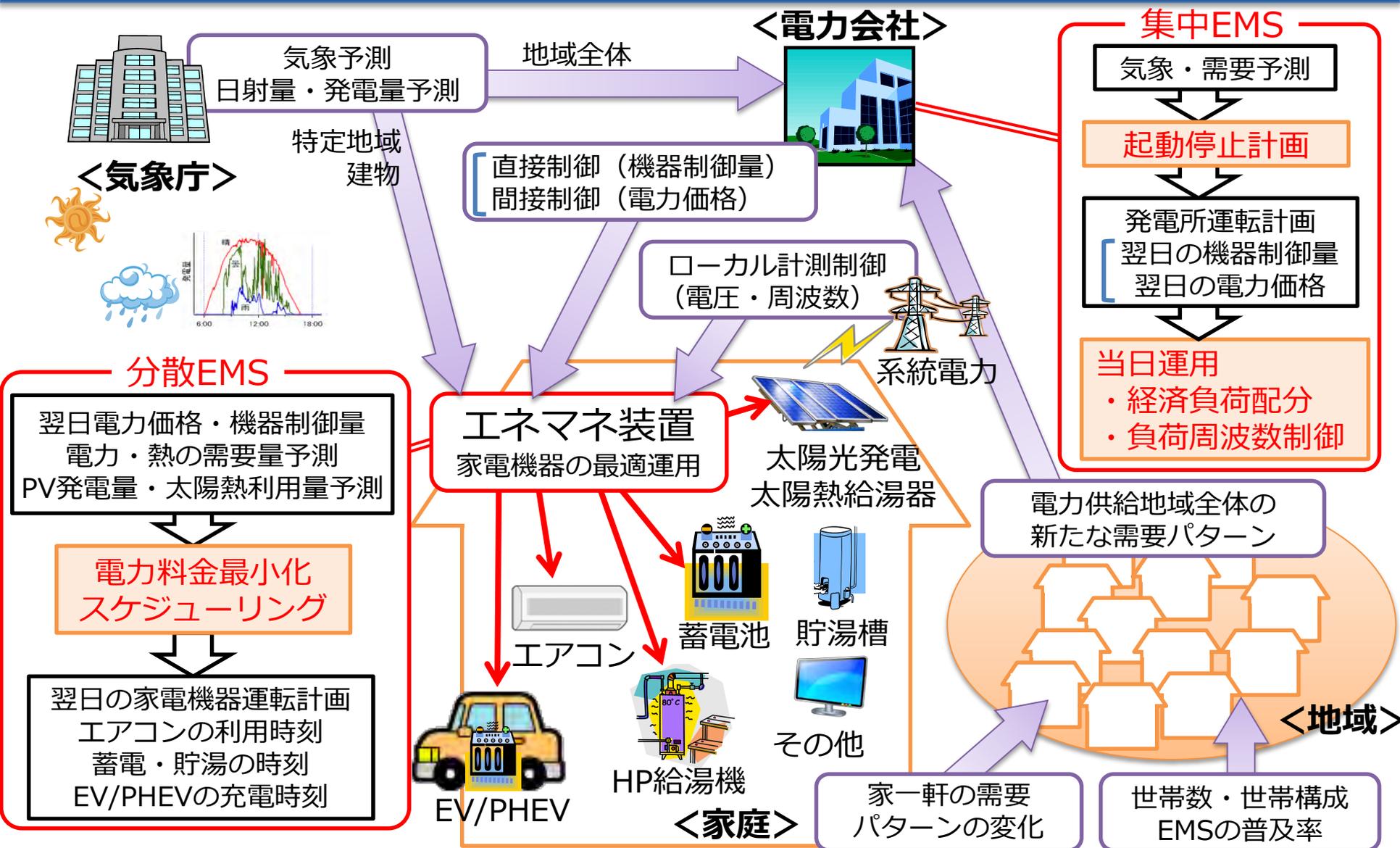
- 出力の変動する風力発電や太陽光発電においても、発電出力(有効電力)の抑制方向の制御、機器の電流定格の範囲での無効電力の制御ができる。
- ヨーロッパの風力発電では、系統連系要件の整備と並行して、優先給電ルールのもので風力発電の需給運用、電圧制御、周波数異常時の出力制御が行われている。
- 系統の電圧・周波数変動時には、機器の設計により運転継続の特性が決定されることから、系統連系要件、機器仕様、系統運用との組み合わせが重要になる。
- ヨーロッパにおいては、今後、同期化力を模した慣性制御、電力動揺制御、高調波電流吸収、ブラックスタート機能など、様々な機能が新たに求められる可能性がある。
- PVについても、ドイツの系統連系要件において、小規模を含め遠隔制御の要件が定められ、例外規定としてパネル出力の70%のインバータ容量が推奨されるなど、新しい動きが現れている。



E. Quitmann, ENERCON: Ancillary services from WT and related Grid Codes, IRED (2012)

2. Flexibility: 需給調整力向上への挑戦

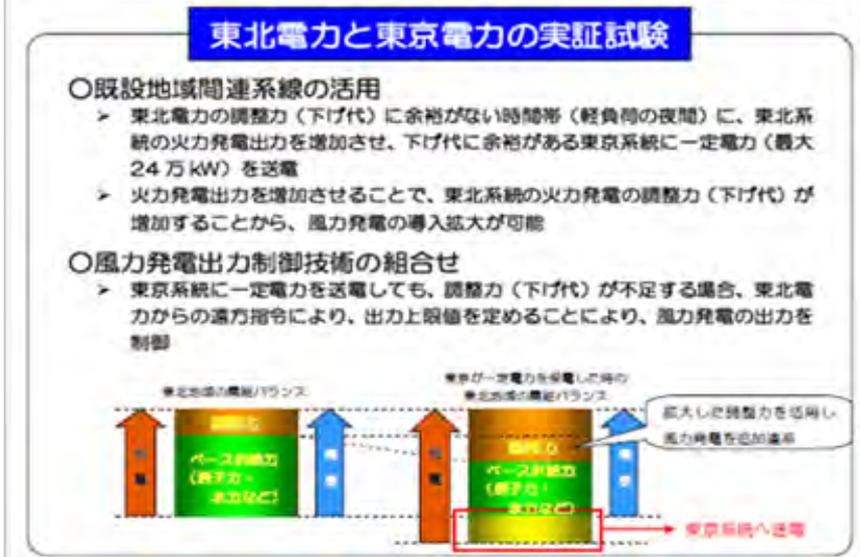
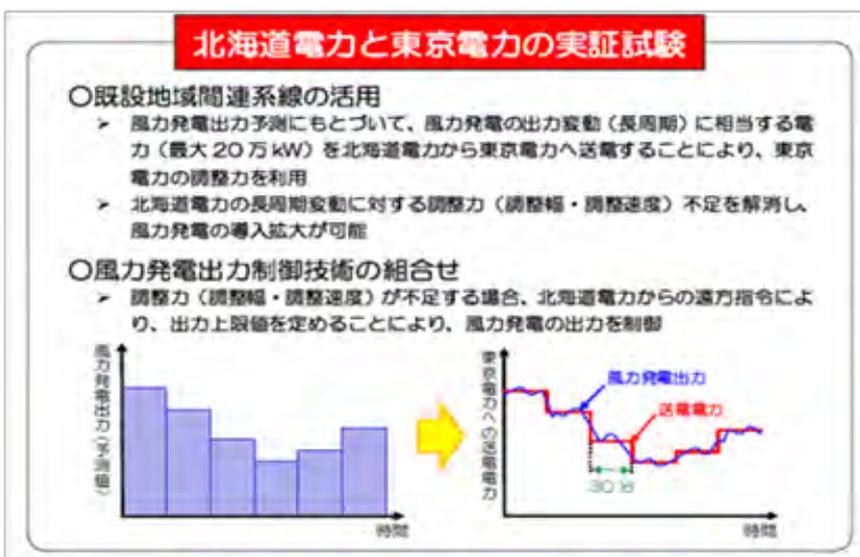
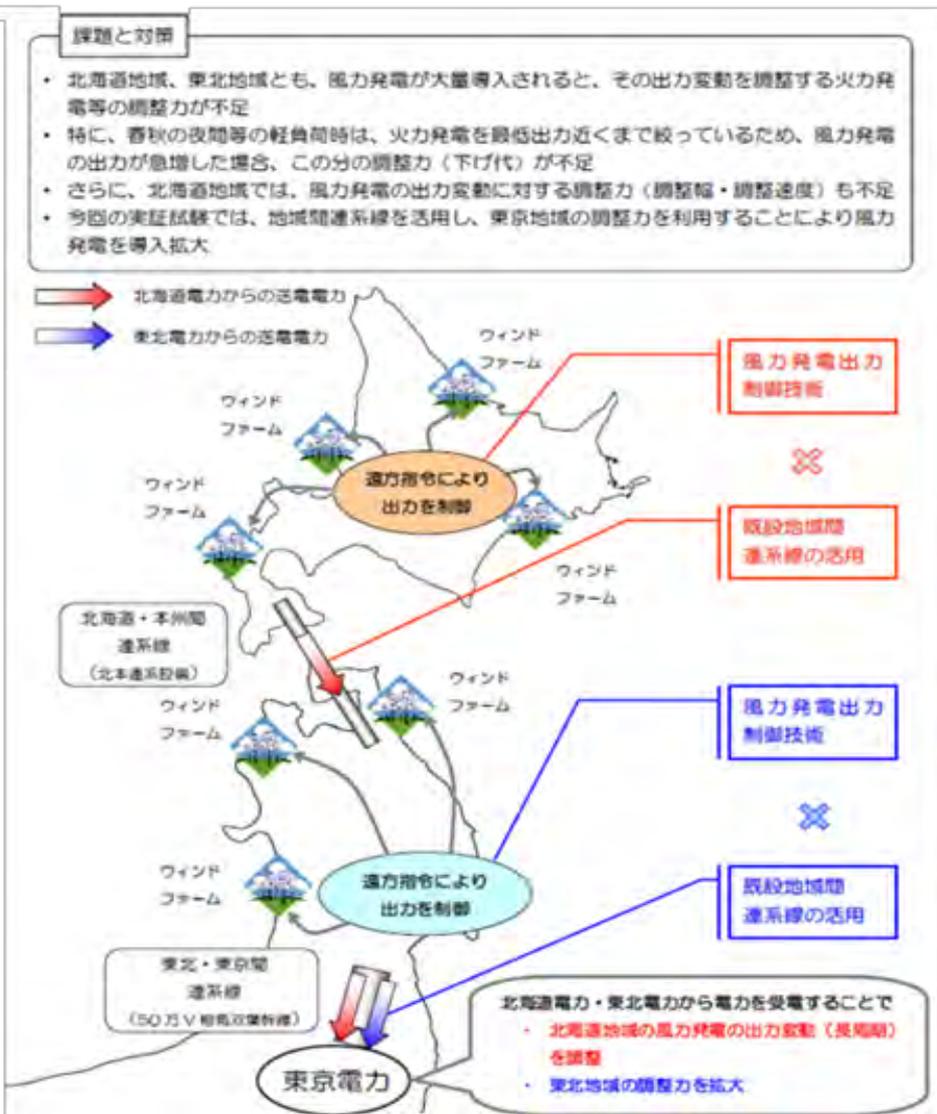
需要の能動化：集中/分散エネマネの協調



荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 池上貴志, 八木田克英: 電力需給調整力向上に向けた集中・分散エネマネの協調モデル, IEEJ電力・エネルギー部門大会講演論文集, 16, 08_7-12 (2011)

2. Flexibility: 需給調整力向上への挑戦

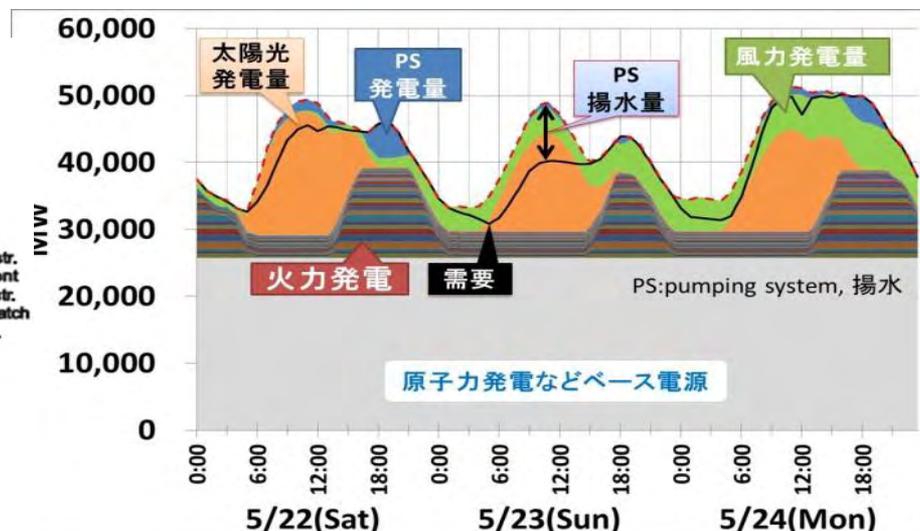
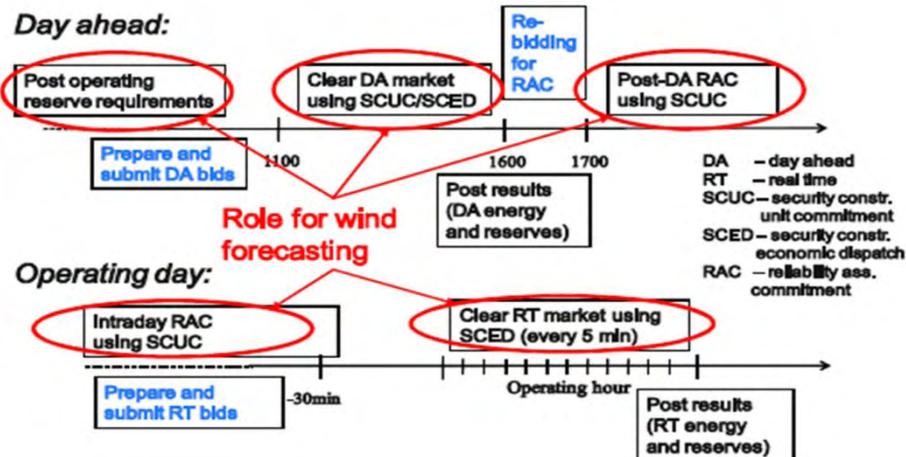
連係線の活用の実証試験



地域間連係線等の強化に関するマスタープラン研究会 中間報告書・参考資料集・概要より作成 (2012.4)

電力システムの運用高度化と進化

- 太陽光発電や風力発電の出力の変動により、発電機の起動停止計画を含めた、電力システムの運用は徐々に変化する。
- 再生可能エネルギー発電の変動性、不確実性に対応して、柔軟性向上の対策を活用するためには、発電出力の変動特性の把握・予測を活用した電力システムの運用の改善が必要。
- さらに、再生可能エネルギーや従来方式の電源の利用可能性と需要の分布、それらを結ぶ流通設備の設備形成を最適に組み合わせ、安定性、経済性、環境性を向上した、持続可能な電力システムに向けた進化が必要。

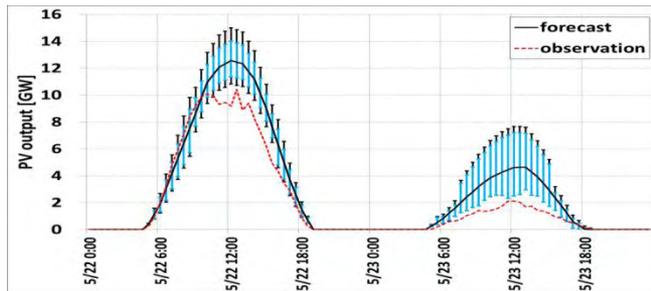


発電予測誤差を含めた東北-東京連系システムの起動停止計画解析例

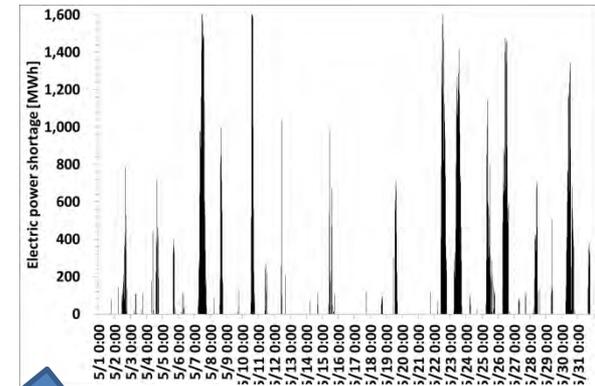
米国Midwest ISOの市場運用スケジュール
(風力発電予測を取り入れた前日と当日運用)

発電予測の評価：誤差評価

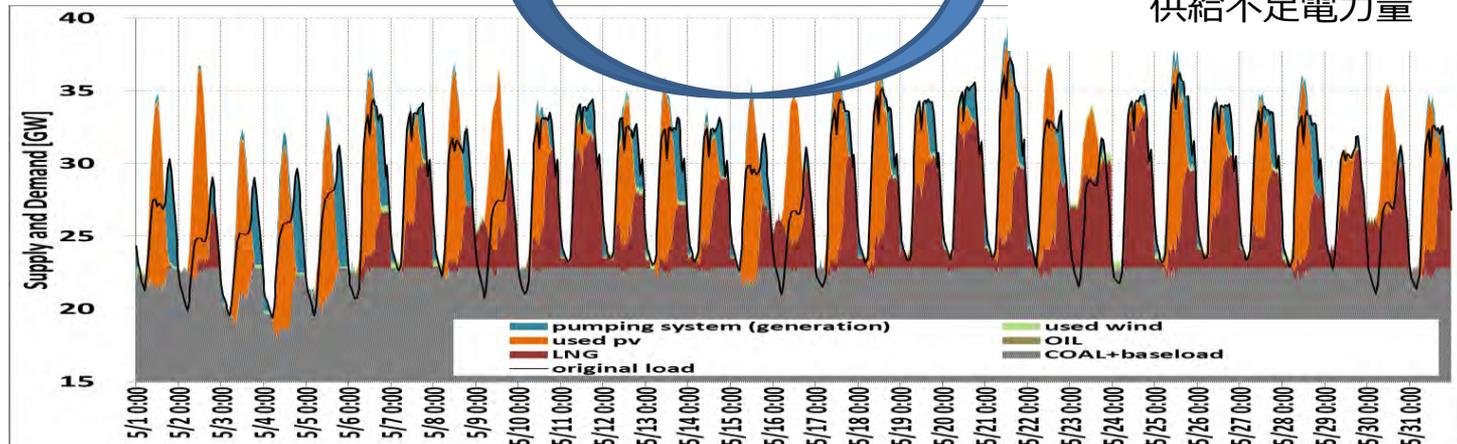
- 電力システムの需給運用について、発電出力予測を含めた計画（Unit commitment）と、その誤差を反映したシミュレーションの実施により、出力予測誤差やランプの影響を評価する。



発電予測と誤差（太陽光発電）



供給不足電力量

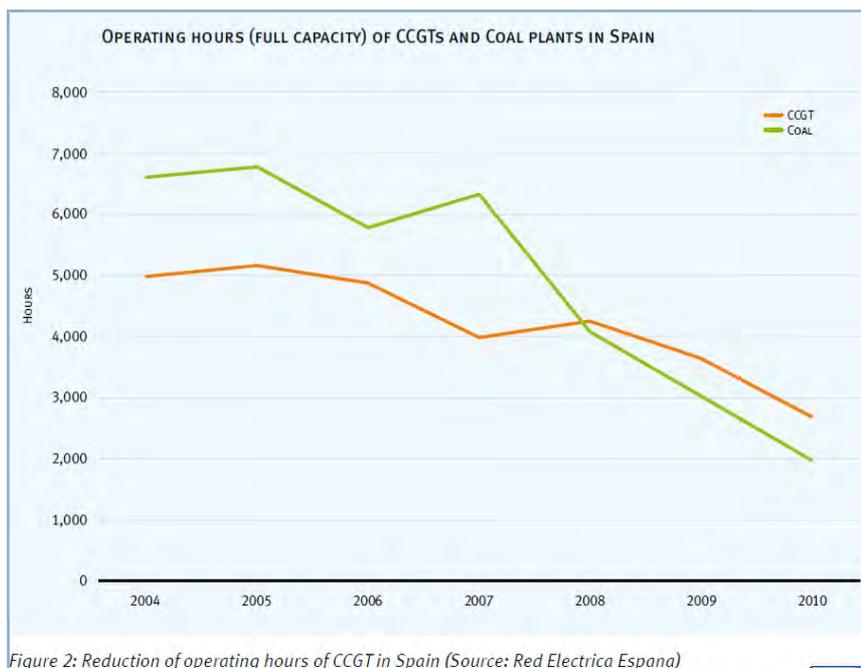


Unit commitmentにもとづくシミュレーション

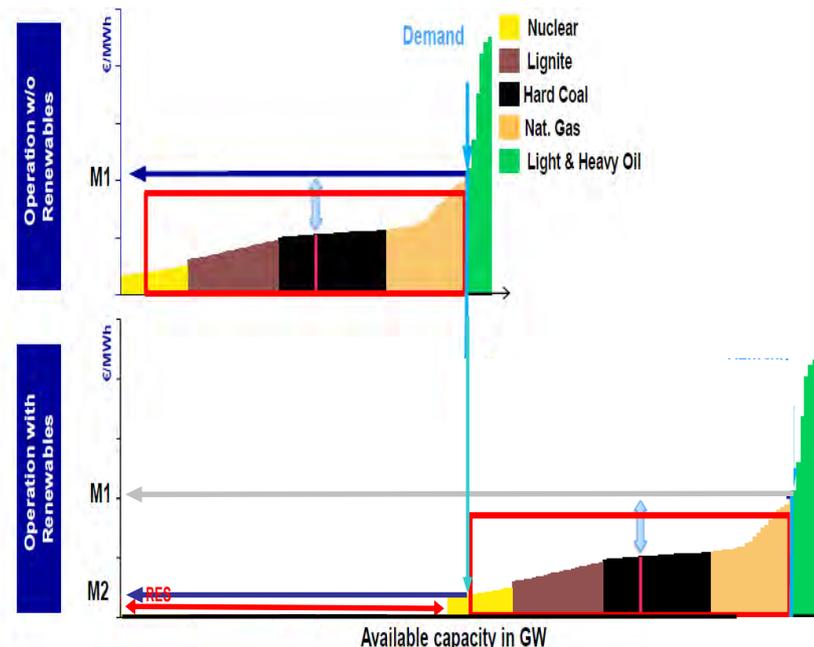
宇田川佑介, 荻本和彦, 池上貴志, 大関崇, 福留潔: 太陽光発電の予測誤差が需給運用と発電コストに与える影響, 電気学会新エネルギー・環境・メタボリズム社会・環境システム合同研究会資料, FTE-13-60, MES-13-16, pp85-95 (2013)

火力の稼働率と市場価格の低下

- 再生可能エネルギーの大量導入と優先給電により、既設の火力の稼働率は大きく減少するとともに、市場決定価格も大きく落ち込んだ。
- ヨーロッパでは、“Large Combustion Plant Directive : 2015年までの低効率の火発の廃止”や“Industrial Emissions Directive : 環境負荷への規制強化”などにより火力発電の存続、新設が困難になる。



スペインのガス/石炭火力の運転時間の低下



V-RES大量導入途による市場価格への影響

Eurelectric, “RES Integration and Market Design: are Capacity Remuneration Mechanisms needed to ensure generation adequacy?” (2011)

EnBW, Siemens Energy, “Economic Operation of Fossil Fuelled Power Plants to ensure security of supply”, VGB Congress (2011)

EU ACERによる電力システムに関する取り組み

2013年9月、ECのエネルギー規制共同機関であるACER(Agency for the Cooperation of Energy Regulators)では、「Pre-consultation on “Energy Regulation: A bridge to 2025” set of papers」として、今後の電力・ガス市場のあり方についてのパブコメを実施した。

パブコメにあたっては、事務局が用意した論点ペーパーが掲載されている。



The screenshot shows the ACER website interface. At the top, the ACER logo is displayed with the text 'Agency for the Cooperation of Energy Regulators'. Below the logo, there are three circular images: a power transmission tower, a family walking in a park, and an industrial gas pipeline. The main navigation bar includes links for 'THE AGENCY', 'THE EU ENERGY MARKET', 'ELECTRICITY', 'GAS', 'REMIT', 'OFFICIAL DOCUMENTS', and 'MEDIA'. The breadcrumb trail indicates the current page is 'ACER > Official documents > Public consultations > PC_2013_E_05 - Pre-consultation on "Energy Regulation: A bridge to 2025" set of papers'. The page content is divided into three columns:

- Left Column:** A sidebar menu with links to 'Board of Regulators', 'Administrative Board', 'Board of Appeal', 'Acts of the Agency', 'Publications', 'Public consultations' (with a sub-link for the current page), 'Closed public consultations', and 'ACER Guidance'.
- Center Column:** The main content area titled 'Pre-consultation on “Energy Regulation: A bridge to 2025” set of papers'. It contains a list of links: 'Cover note describing the background and the next steps', 'Overarching paper on “Energy Regulation: A bridge to 2025”', and '3 detailed discussion papers on respectively electricity, gas and consumers'. Below the list, there is a paragraph explaining the purpose of the papers and a welcome message for stakeholders.
- Right Column:** A 'Basic Information' box containing contact details: 'tel.: +386 (0) 8 205 34 00', 'fax: +386 (0) 8 205 34 13', 'mail: feedback@acer.europa.eu'.

http://www.acer.europa.eu/Official_documents/Public_consultations/Pages/PC_2013_E_05.aspx

米国 FERCによる電力システムに関する取り組み

2013年9月、米国の連邦エネルギー規制機関であるFERC(FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION)では、**容量市場に関する技術会議**を開催し、今後の容量市場のあり方を議論し、12月までのパブコメを実施した。

会議では、再生化のエネルギー大量導入のもとでの、新たな柔軟性の活用を含めた電力システムの運用、市場、についての、課題、技術、市場制度など、事前に配布された論点についての具体的な議論が行われた。

SEARCH BY

Category: All Events | Month: January | Year: 2014

MONTH VIEW
LIST VIEW
Conference - September 25, 2013
ADVANCED SEARCH

Conferences - Conference - September 25, 2013
Email this page

Event Name:	Conference	Related Files: Notice [PDF] Agenda [PDF] Final Agenda [PDF] Staff Paper [PDF] Ott, PJM [PDF] Curran, EnerNOC [PDF] Davis, NRG Energy [PDF] Dumoulin-Smith, UBS Investment [PDF] Jablonski, PPA of New Jersey [PDF] Miller, ConEd [PDF] Shanker, Consultant [PDF] Schnitcler, PUCO [PDF] Bentz, New England States [PDF] Erwin, Maryland PSC [PDF] Holodak, National Grid [PDF] Judson, Electricity Storage Association [PDF] Malik, PSEG Energy [PDF] Massey, COMPETE [PDF] Moore, Sustainable FERC Project [PDF] Tatum, ODEC [PDF] Cramton, University of Maryland [PDF] Hogan, RAP [PDF] Kelly, APPA [PDF] Schnitzer, Northbridge [PDF] Tierney, Analysis Group [PDF] Wilson, Wilson Energy Economics [PDF] Mukerji, New York ISO [PDF] Ethier, ISO-NE [PDF] Commissioner Norris's Statement [PDF] Final Agenda [PDF] Patton, Potomac Economics [PDF] Transcript [PDF] Notice Allowing Post-Technical Conference Comments [PDF]
Start Date:	Wednesday, September 25, 2013	
End Date:	Wednesday, September 25, 2013	
Summary:	Technical Conference on Centralized Capacity Markets in RTOs/ISOs (AD13-7-000) (Free webcast available) (Washington, DC)	
Description:	<p>The purpose of the technical conference is to consider how current centralized capacity market rules and structures are supporting the procurement and retention of resources necessary to meet future reliability and operational needs.</p> <p>The conference will be held at:</p> <p style="margin-left: 20px;">Federal Energy Regulatory Commission 888 First Street, NE Washington, DC 20426</p> <p>A free live webcast is available for this meeting. All webcasts are archived for 3 months.</p> <p>Post technical conference comments are encouraged to file your comments by Monday, December 9, 2013.</p>	
Title :	Centralized Capacity Markets in Regional Transmission Organizations and Independent System Operators	
* Start Time :	9:00 a.m.	
End Time :	5:00 p.m.	
Location :	Washington, DC	
Contact :	Sarah McKinley	
Contact Telephone :	202-502-8004	
Registration :		

<http://www.ferc.gov/EventCalendar/EventDetails.aspx?ID=6944&CalType=>

IEAの電力システムの柔軟性への取り組みGIVAR III

- IEAでは、2011.4にIEAより刊行された“Harnessing Variable Renewables: a Guide to the Balancing Challenge”の続編として、2011.12より GIVAR IIIの検討が行われ、再生可能エネルギー発電の大量導入の影響とそれに対する電力システムの柔軟性向上に関する検討が行われた。
- 2014.2より、報告書がIEAのHPで「The Power of Transformation」のタイトルで発刊された。

International Energy Agency
Working together to ensure reliable, affordable and clean energy

Русский 中文网页

Search our site SEARCH

Connect with us: RSS Twitter Facebook LinkedIn YouTube Google+

HOME ABOUT US TOPICS COUNTRIES NEWSROOM & EVENTS PUBLICATIONS STATISTICS

International Energy Agency > Topics > Renewables > GIVAR

Grid Integration of Variable Renewables (GIVAR)

In April 2011, the IEA publication *Harnessing Variable Renewables: a Guide to the Balancing Challenge* analysed how to manage power systems with large shares of variable renewables, in particular wind and solar PV. Concluding the second phase of the Grid Integration of Variable Renewables project (GIVAR), it presented a step-by-step approach developed by the IEA to assess the flexibility of power systems to absorb variable renewables – the Flexibility Assessment Tool (FAST). FAST identifies the already present resources that could help meet the twin challenges of variability and uncertainty. The analysis comprises all distinct flexibility resources: flexible generation, interconnection and storage as well as demand side management. The FAST method provided a first approximation to what is possible in a power system with a given flexible resource, from a technical perspective.

GIVAR Phase III: The third phase of GIVAR deepens and expands IEA work on variable renewable energy (VRE) integration. It deepens the technical analysis, putting additional emphasis on solar PV and providing a revised version of FAST: FAST2. It expands the work to also include an economic assessment of different flexibility options and assessing their relative cost/benefit.

Related content

- Harnessing Variable Renewables
- Deploying Renewables 2011
- Medium-Term Renewable Energy Market Report
- Policies and Measures Renewable Energy Database

Related news & events

Light tight oil does not diminish the

International Energy Agency

The Online Bookshop

VIEW CART

The Power of Transformation -- Wind, Sun and the Economics of Flexible Power Systems, 238 pages, ISBN PRINT 978-92-64-20802-5 / WEB 978-92-64-20803-2, paper €100, PDF €80 (2014)

Type: Studies
Subject: Climate Change ; Electricity ; Renewable Energy ; Energy Security

Wind power and solar photovoltaics (PV) are crucial to meeting future energy needs while decarbonising the power sector. Deployment of both technologies has expanded rapidly in recent years, one of the few bright spots in an otherwise bleak picture of clean energy progress. However, the inherent variability of wind power and solar PV raises unique and pressing questions. Can power systems remain reliable and cost-effective while supporting high shares of variable renewable energy (VRE)? And if so, how?

Pricing: (explanation)
Paper express delivery + PDF 1 user: €120
PDF 1 user: €80
PDF 2-5 users + 1 free paper: €160
PDF 6-10 users + 1 free paper: €240
PDF >10 users + 1 free paper: €400

Please, select the format you want to buy

paper 1 item(s)

PDF 1 user

Add to cart

<http://www.iea.org/topics/renewables/givar/>

<http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=465>

学会活動と国プロ

研究機関、企業などの独自の予測・把握技術の開発、利用と並行して、以下の公の取り組みがある。

再生可能エネルギー出力予測技術調査専門委員会 (H22.4-H25.3)
報告書は近刊 (6月予定)

再生可能エネルギー出力予測と利用技術調査専門委員会 (H25.4-H28.3)

太陽光・風力発電の出力変動の評価や予測に関して、技術開発動向、変動特性および予測精度の相関、利用目的ごとに必要な予測精度の整理、変動特性の体系的評価、予測手法の比較・評価のための日射・風速等の時系列データの調査・選定を行い、
本年度と来年度に太陽光発電、風力発電の予測技術のコンペ企画中。

NEDO 発電量評価技術等の開発 (FY2010-FY2014)

METI 次世代送配電システム最適制御技術実証事業 (FY2010-FY2012)

METI 太陽光発電出力予測技術開発実証事業 (FY2011-FY2013)

NEDO 電力システム出力変動対応技術研究開発事業 (FY2014-FY2020, 予告)

趣旨

(出力の変動する太陽光発電、風力発電の大量導入の下での今後の電力システムの需給運用に必要なとなる) 発電出力予測・把握技術の確立に向けては、

- 太陽光発電、風力発電、電力システムに代表される再生可能エネルギーに関連する工学と、自然科学である気象学という2分野の産・学・官の連携と、
- 我が国においては気象庁に代表される国・社会のインフラと様々なデータの活用が重要となる。
- 気象の実績・予測データ、発電実績データ、発電機器データほか

本ワークショップでは、各ステークホルダーの参加により、今後の再生可能エネルギーの大量導入を実現するための、組織間の連携とインフラ・データ活用に向けた議論を行う。

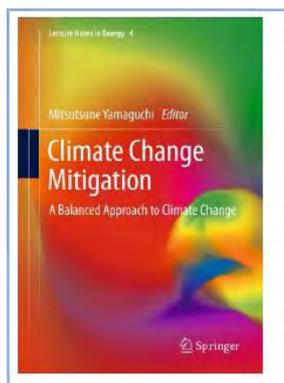
ご清聴ありがとうございました

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

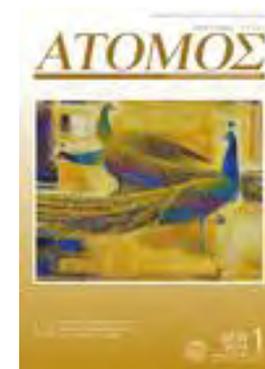
<http://www.ogimotolab.iis.u-tokyo.ac.jp/>



Nipponn.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、2012.7Springer発刊のLecture Notes in Energy “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。



「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1,2,4月号に連載中です。