

第25回SNWシンポジウム プログラム計画  
「長期的な視点に立った骨太のエネルギー基盤を確立せよ！」

# エネルギーシステムインテグレーション

～ 脱炭素化の課題と展望 ～

2025年10月16日

荻本 和彦

東京大学 生産技術研究所 ESI社会連携研究部門

東京大学 生産技術研究所  
エネルギーシステムインテグレーション(ESI)社会連携研究部門

## 関連研究者



教授 岩船 由美子 IWAFUNE Yumiko

持続型エネルギーシステム  
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門、  
人間・社会系部門、工学系研究科建築学専攻



特任准教授 馬場 博幸 BABA Hiroyuki

分散エネルギー資源活用工学  
生産技術研究所 人間・社会系部門



特任教授 荻本 和彦 OGIMOTO Kazuhiko

エネルギー需給システム  
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門、  
人間・社会系部門、工学系研究科電気系工学専攻



特任講師 今中 政輝 IMANAKA Masaki

需要側電力システム工学  
生産技術研究所 人間・社会系部門



教授 鹿園 直毅 SHIKAZONO Naoki

熱エネルギー工学  
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門、  
機械・生体系部門、工学系研究科機械工学専攻



特任研究員 河合 俊明 KAWAI Toshiaki

電力需要モデル設計  
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門  
岩船研究室



教授 大岡 龍三 OOKA Ryozo

都市エネルギー工学  
エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門、  
人間・社会系部門、工学系研究科建築学専攻



## ESI 第III期 (2024.4~2027.3)

ESI: Energy System Integration [社会連携研究部門](http://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html)  
<http://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html>,

### 目的

中長期の電力/エネルギーシステムの構造的な変化に対し、新しい技術、制度の可能性に基づき、経済性、安定供給、環境性、サービス価値の分析・評価の考え方の確立、これらを実施する評価ツールの開発、それらを用いた電力/エネルギーシステムの分析・評価、新しい技術や制度の仕様やあり方を検討・発信し、これらの活動を通して人材を育成する。

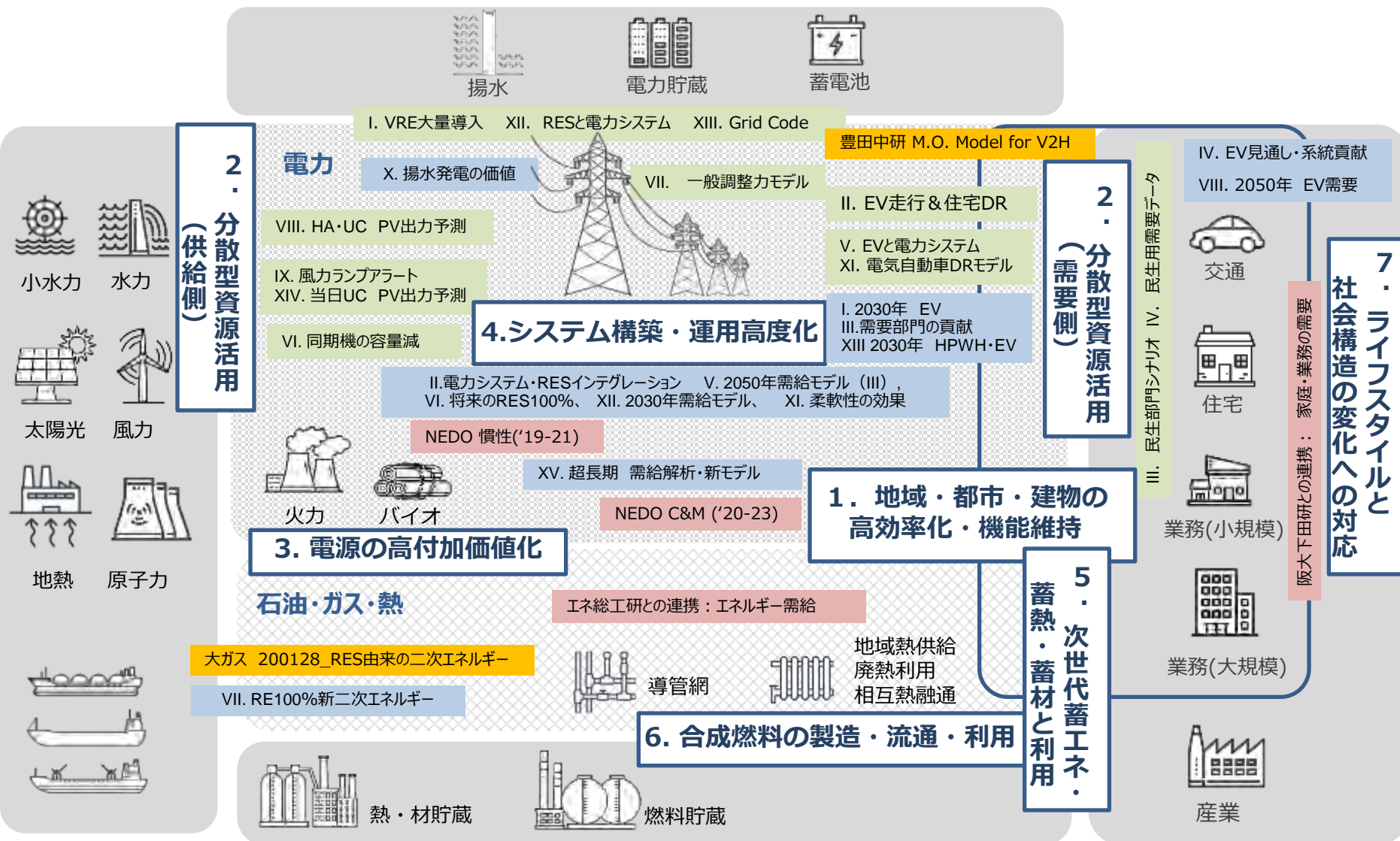
### 参加企業

関西電力 (株)  
電源開発 (株)  
大阪ガス (株)  
東邦ガス (株)  
日立三菱水力 (株)  
パナソニック (株)  
TMEIC (株)

東芝エネルギーシステムズ (株)  
(株) 日立パワーソリューションズ  
住友重機械工業 (株)  
(株) エナリス  
積水化学工業 (株)  
(株) Loop  
IoT-EX (株)

(株) 豊田中央研究所  
日産自動車 (株)  
トヨタ自動車 (株)

ニチコン (株) (連携参加)  
(株) 日立製作所 (連携参加)  
連携参加：東京大学の産学連携の他の  
枠組みからの参加



3E+Sを確保した電力・エネルギーシステムへの取り組みに関して、2021年3月にシステムインテグレーションの提言を公開した。

提言1 長期の不確実性を克服する継続的改善（PDCA）の実施

提言2 エネルギーシステムインテグレーション：リソースの最大活用

提言3 システム運用・市場運営等の制度改善およびインフラ拡充・整理  
によるによる変革の牽引

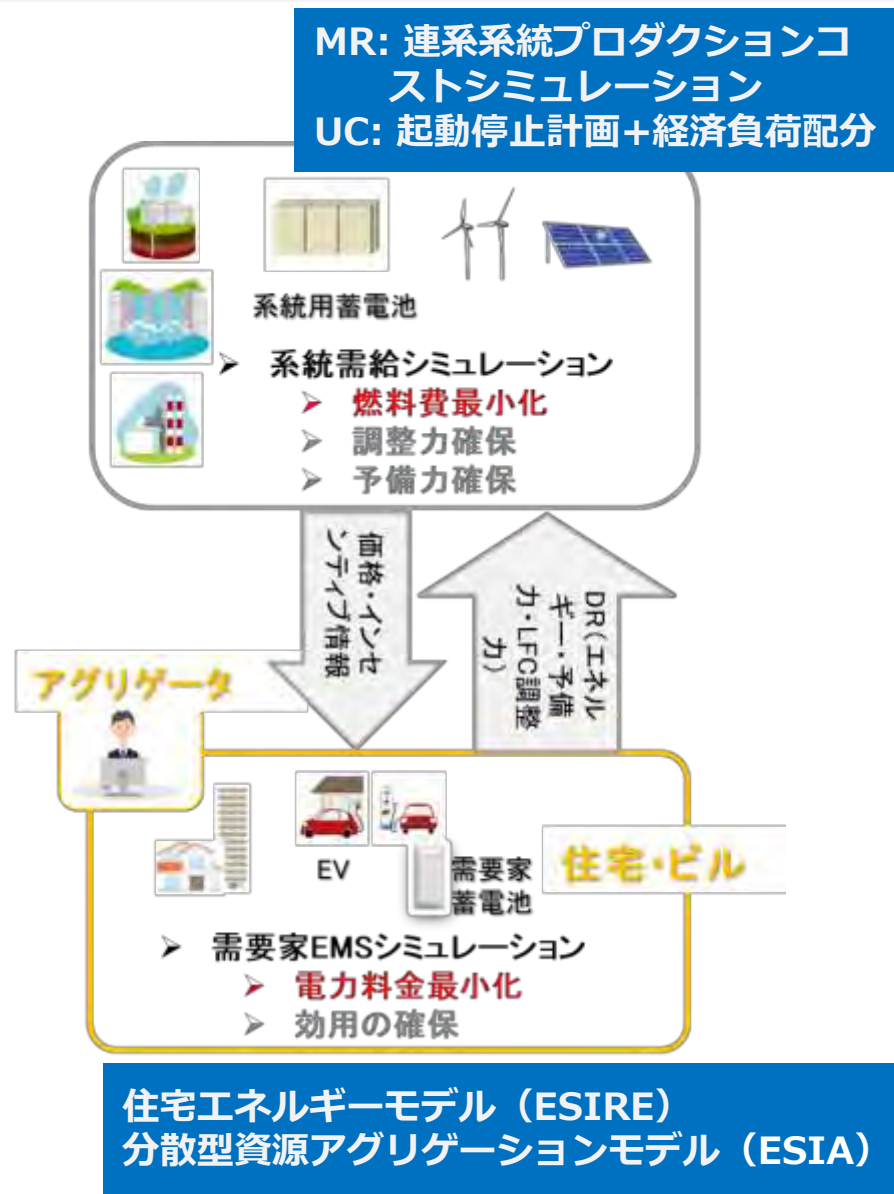
提言4 データの収集・蓄積・ツールの活用による分析・評価の高度化

提言5 人材・組織機能の育成

ESI システムインテグレーションの提言

<https://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/html/activity-status.html>

- ESIでは、**エリア大と需要側の解析ツールとデータを共通に利用し、連携機関と大学がそれぞれの役割に基づき解析・評価を行う。**
- 需給解析ツールとデータは、ツール計算機で運用され、連携機関および大学のユーザーは、大学内および大学外からこれらを使用する。
- エリア大の解析ツールと需要側の解析ツールは、エリア大でのマージナルコストに基づく**卸電力市場価格の想定値や、需要側の需要調整の結果を介して相互に連携した解析を行う**事が出来る。



# 本日の内容

1. 電力・エネルギーシステムの変容
2. 変化の加速と市場の再設計
3. 価値の評価
4. 多軸的取り組み
5. 戦略的取り組み

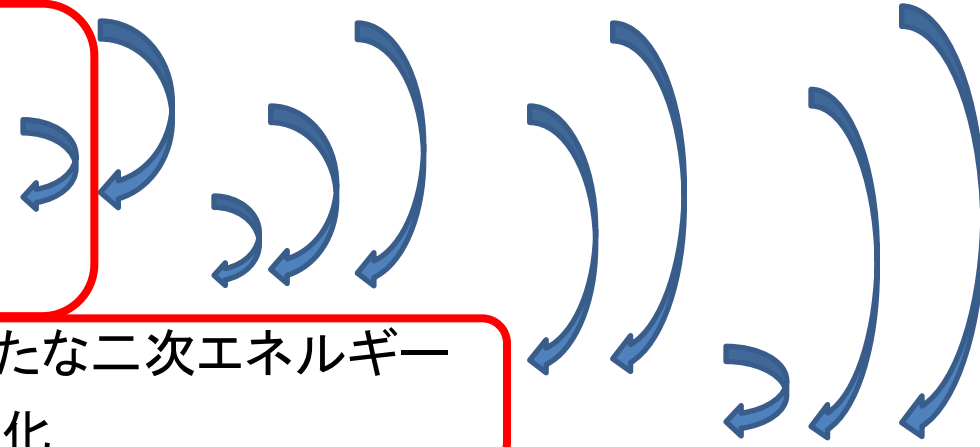


## 世界共通の潮流

人類共通の課題解決の必要性が認識され、取り組みが加速している。

- ✓ IPCC(国連気候変動に関する政府間パネル)とCOP(国連気候変動枠組条約締約国会議)での継続的議論、
- ✓ SDGs(2015年の国連サミットで採択された持続可能な開発目標)

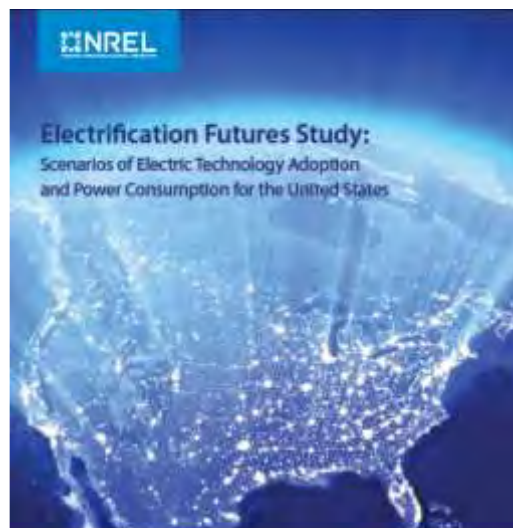
これらを背景に、電力・エネルギー部門では、今後、長期の継続的かつ大規模な変革が起こる:

- 
- 電化とセクターカップリング
  - 再生可能エネルギー導入
  - 分散型システム
  - 価値のシフトとマネタイズ
  - 大規模エネルギー貯蔵と新たな二次エネルギー
  - 交流電力システムの質的变化

変革は、供給側のみではなく、需要側、流通ネットワークと、全分野に及ぶこと、そして長期にわたる取り組みため、戦略的取り組みが必要であることが重要である。

## 世界共通の潮流: 電化

- 省エネルギーおよび経済性の観点から、化石エネルギーからの燃料転換や新たなエネルギー需要の獲得により、エネルギー需要の電化の進展が再認識されている。
- 低炭素排出エネルギー源である再生可能エネルギー、原子力の出力が一義的に電気であることも電化促進の理由である。
- 運輸、温冷熱供給を中心に世界で新たな取り組みが行われている。



Titles: Mai, Poige Jackson, Jeffrey Logan, Colin McMillan, Matteo Muratori, Daniel Steinberg, Laura Vimmerstedt, Ryan Jones, Benjamin Haley, and Brent Nelson



### IEA2018, The Year of Electricity

5月の既設電源の柔軟性の向上に関する Power System Transformationの Status Reportの発刊。

6月の東京でのESAPのワークショップでの Electricity Security Action Plan 2.0が 発表と、安定供給に関する議論。

電力システム連系の安定供給の問題に関する Electricity Security Across Borders reportの発刊

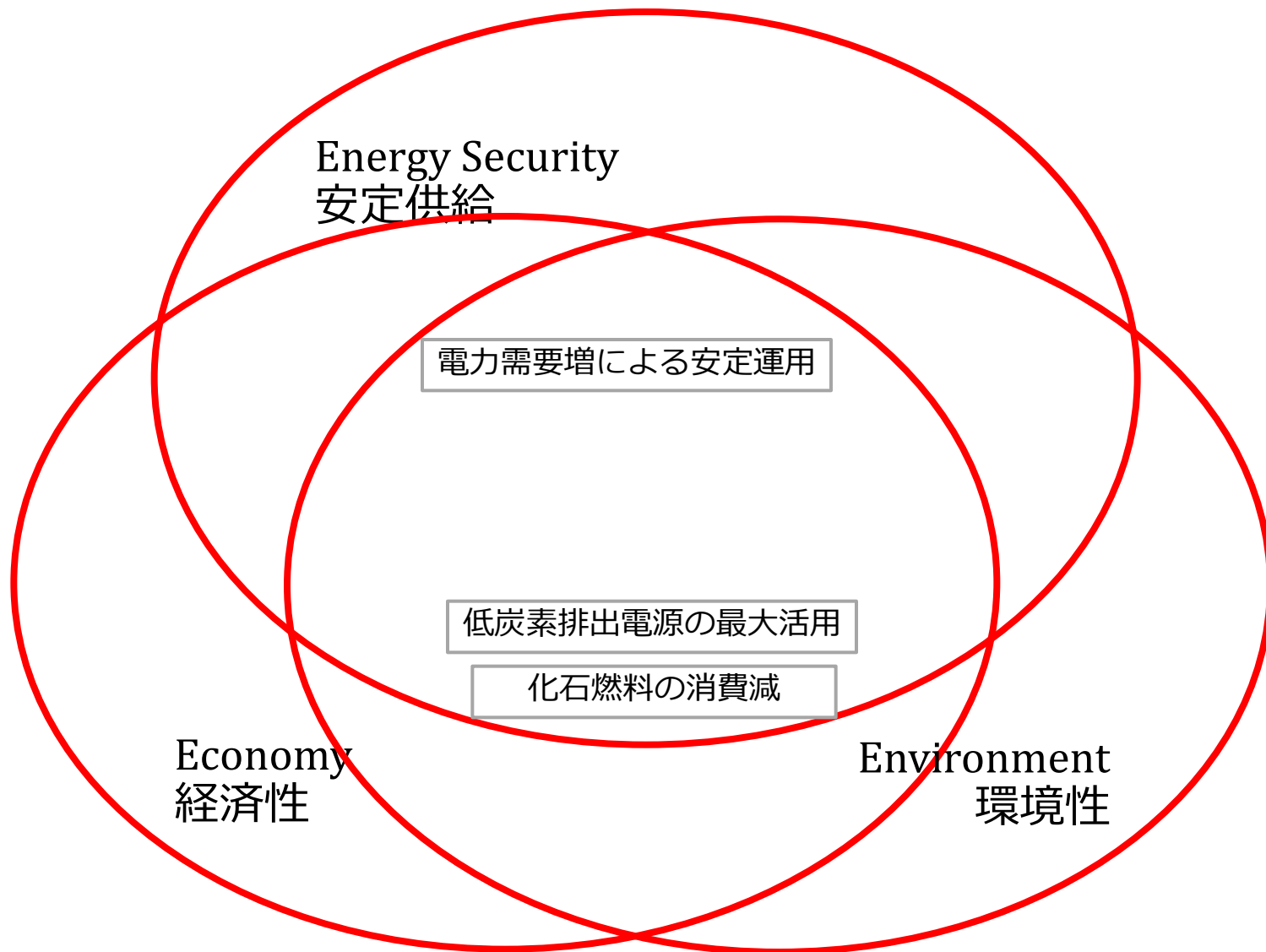
スマートエネルギーシステムに関する “Technology Roadmap” の発刊

年次の再エネ、ガス、石炭、省エネの市場 報告書での、再エネが各市場に与える影響 分析。

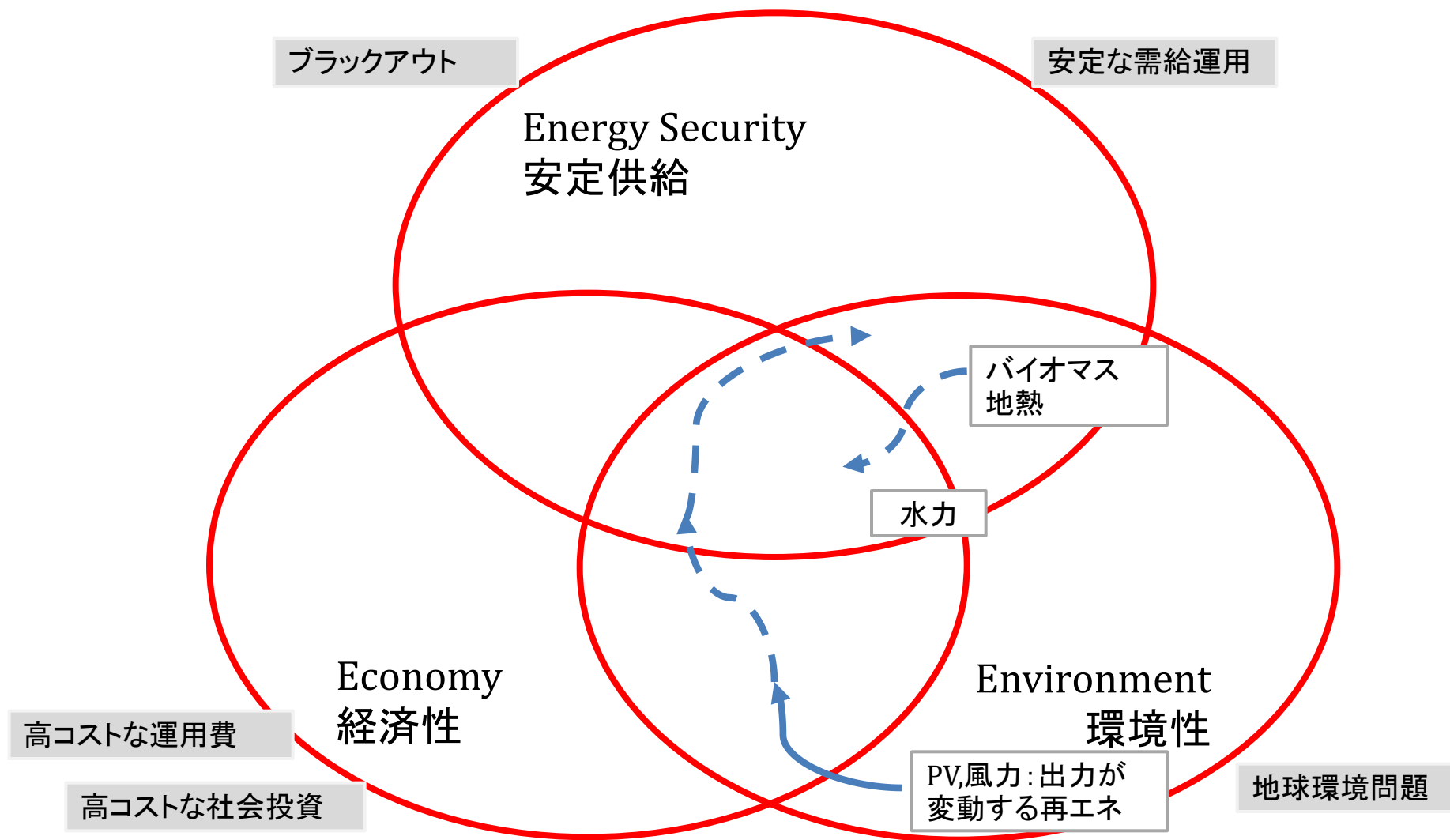
The World Energy Outlook 2018では、初めて電力に焦点を当てる。

[NREL: Electrification Future Study \(2018\)](#) [EPRI: US Nat'l Electrification Assessment](#)

# 3E+Sにおける「電化」



# 3E+Sにおける「再生可能エネルギー」



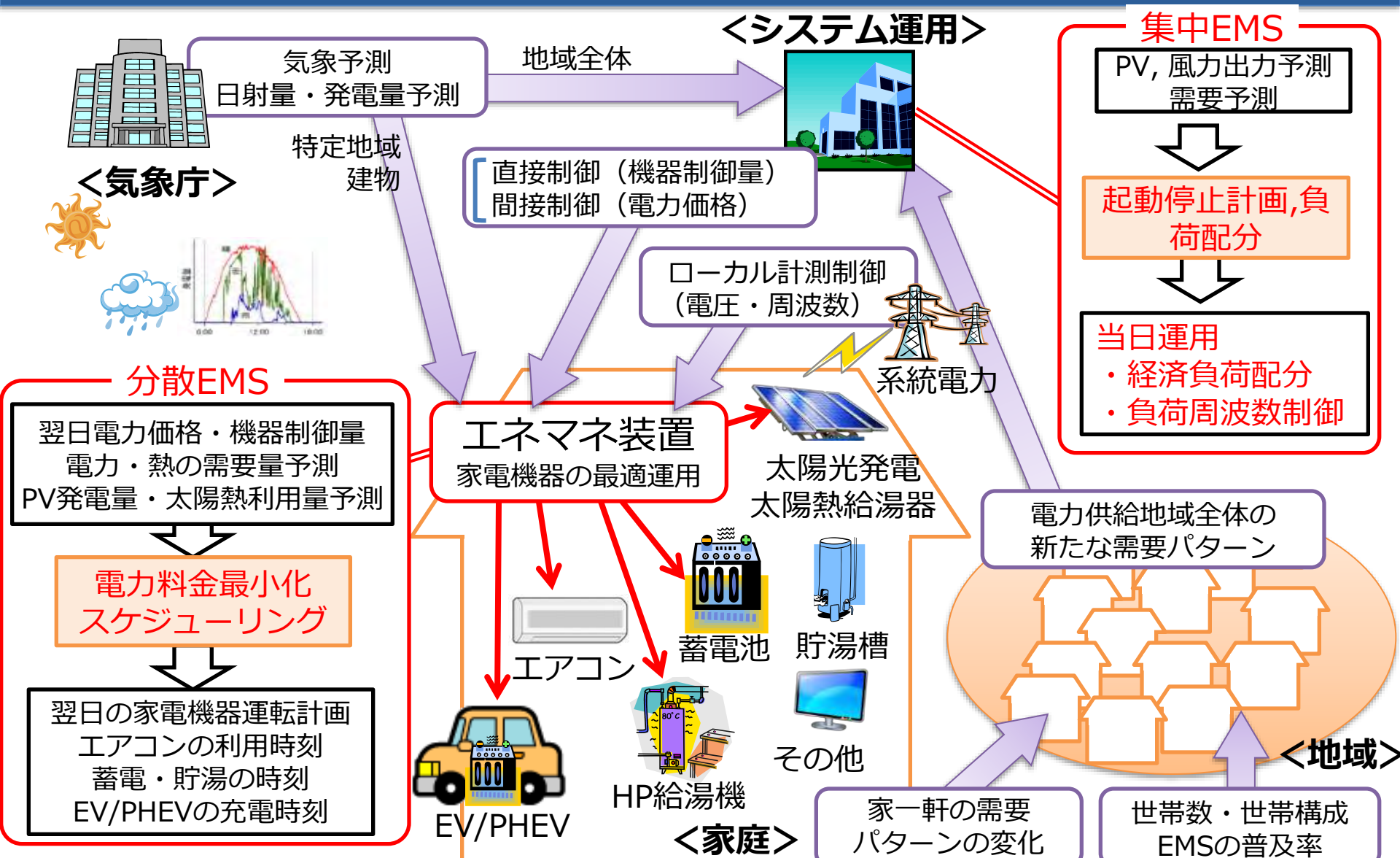
## 世界共通の潮流：分散型システム

- 再生可能エネルギーのうち、太陽光発電、風力発電、オンサイト型電源などの普及により、電源の分散化が進み、大規模電源に対し単独事故の影響が低減する。
- EV、貯湯槽、バッテリーなどが、分散システムとして能動的になる。
- 電化による新たな需要は、分散型の調整可能な技術となる。





## 集中/分散エネルギーマネジメントの協調

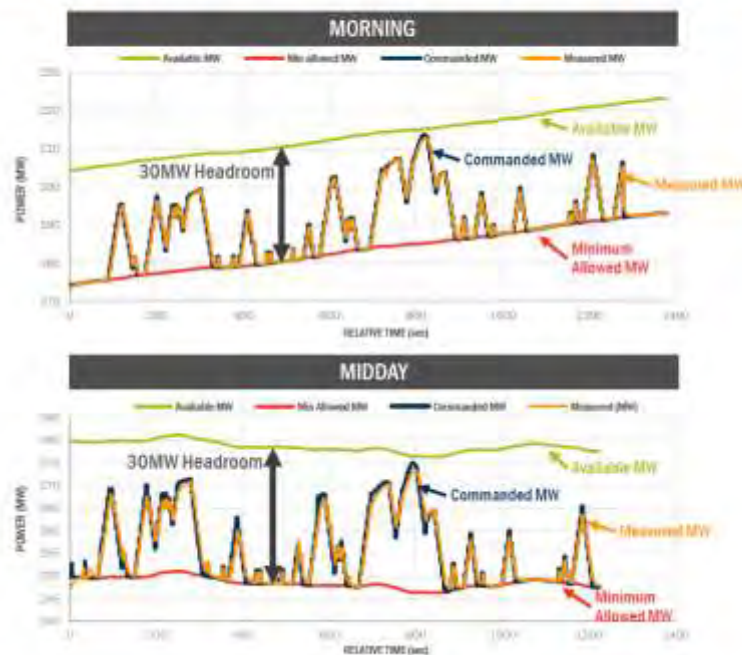


荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 池上貴志, 八木田克英: 電力需給調整力向上に向けた集中・分散エネマネの協調モデル, IEEJ電力・エネルギー部門大会講演論文集, 16, 08\_7-

# 分散資源の活用：RESの自律・遠隔制御

- PV, 風力とも、インバータ連系され、有効電力、無効電力の多様な自律制御、遠隔制御が可能となる。
- PV, 風力の自律的なDroop制御、外部制御によるAGC制御の技術は確立している。

## AGC Participation Tests - 300 MW Utility-Scale PV Plant



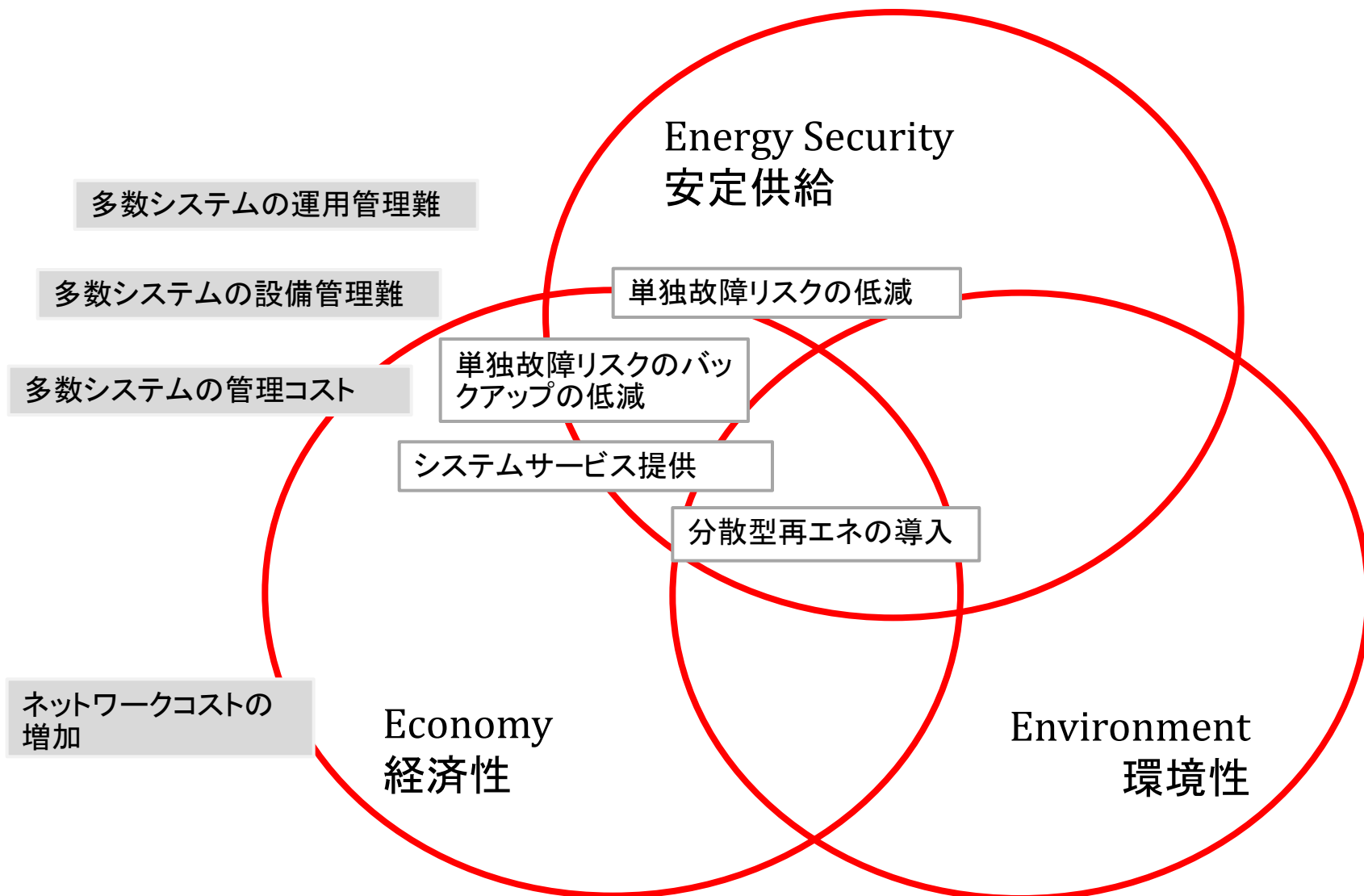
- 30MW headroom
- 4-sec AGC signal provided to Plant Controller
- Tests were conducted for
  - Sunrise
  - Middle of the day
  - Sunset

©2018 © Copyright First Solar, Inc.

13

Source: First Solar, Essential Reliability Services from Solar Plants

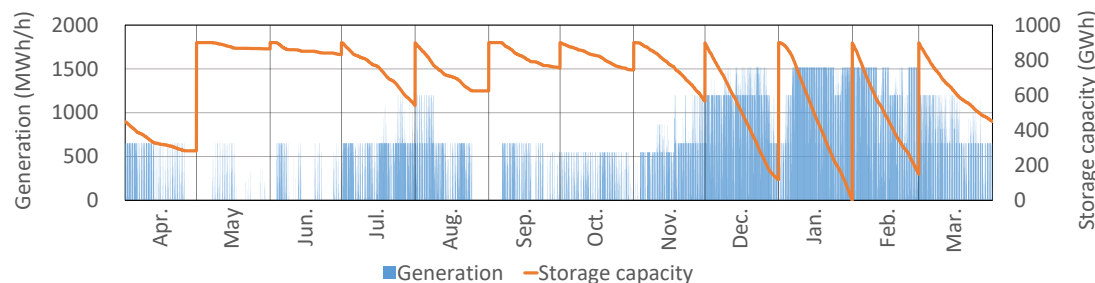
# 3E+Sにおける「分散型資源」





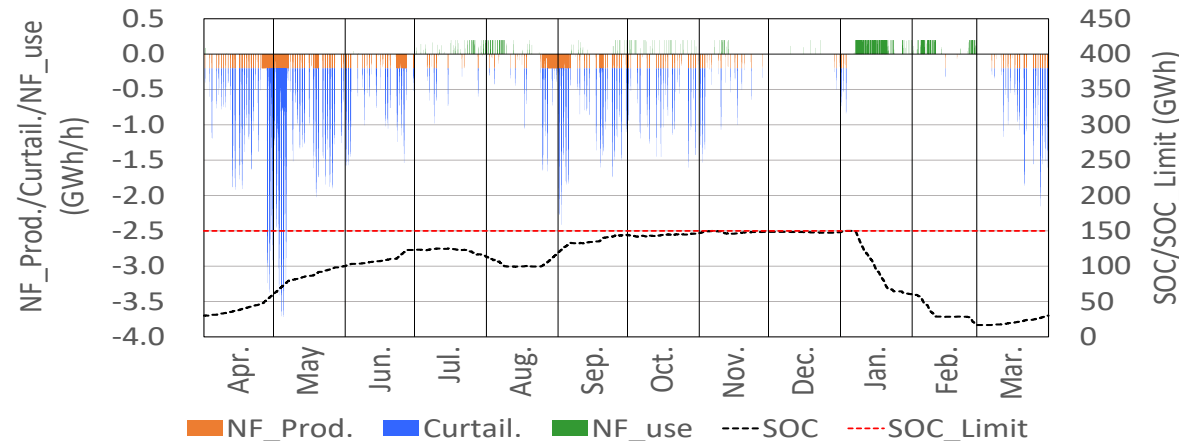
## 世界共通の「新」潮流：大規模貯蔵と新二次エネルギー

- 一次エネルギー供給は、出力調整が難しいPV、風力、原子力、地熱、潮流などの低炭素排出電源にシフトすることが求められる。
- 低炭素排出電源のシェアの増加に伴い、月間、季節間などの**大規模エネルギー貯蔵**が必要となり、**新たな二次エネルギー（常温常圧で、ほぼ液体）**が必要となる。
- 新二次エネルギーの導入には、製造・流通、利用のインフラ整備が必要であり、**導入時期と規模の見極めが必須**。



北海道エリアでの年間の解析例

苫東厚真発電所の燃料貯蔵・利用  
石炭貯蔵量：フル出力で150時間相当  
発電容量：1650MW



新燃料の製造、貯蔵・利用  
貯蔵量：フル出力で1500時間相当  
発電容量：200MW

東 仁, 瀬川周平, 礒永 彰, 今中政輝, 岩船由美子, 荻本和彦: 電力需給解析における燃料貯蔵モデルの開発, エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集 No.14-1(2024)

# 世界共通の「新」潮流：交流電力システムの質的变化

- ❑ PVや風力など、インバータにより連系される再エネ電源の増加により、再エネ電源の出力が大きな時間帯から、集中型電源すなわち同期機の運転容量が低下する。
- ❑ 同期機の絶対量あるいは割合に低下による課題は：
  - システム慣性、同期化力の低下による周波数の変化速度と変化幅の拡大
  - 電圧の維持能力の低下によるネットワークの電圧管理難
  - 事故電流の減少による送配電網の事故検知の難と保護システムの機能低下
  - 高調波の拡大による損失の増大、制御保護系の誤動作
- ❑ いつ、どこで、どの程度の問題が発生するかを把握することが効果的な対策を少ない費用で実施するカギとなる。
- ❑ 原子力など大容量の同期発電機の運用は、慣性・電圧の安定性改善に貢献。

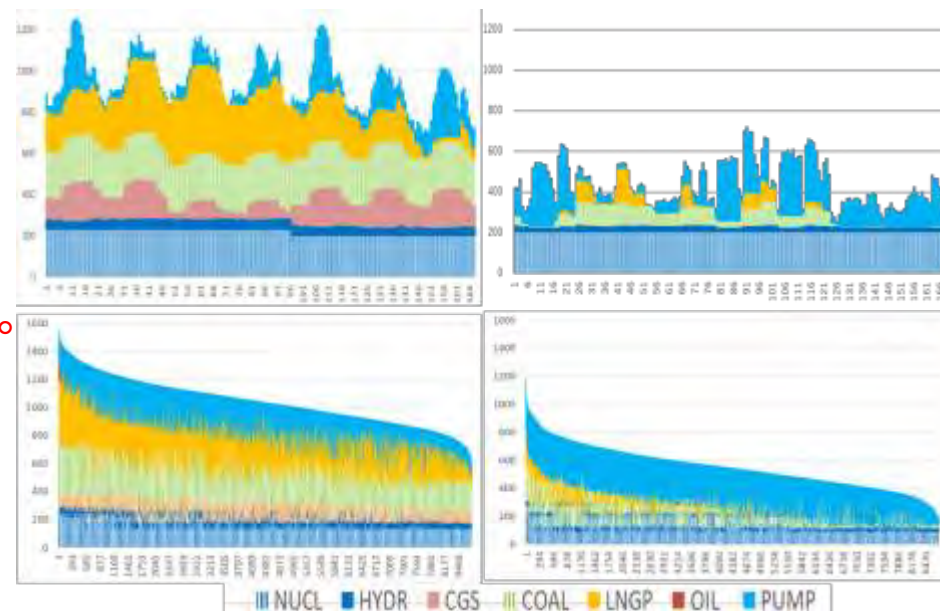


図2 システム慣性の週間の変化と年間の持続曲線 (GVA-sec)

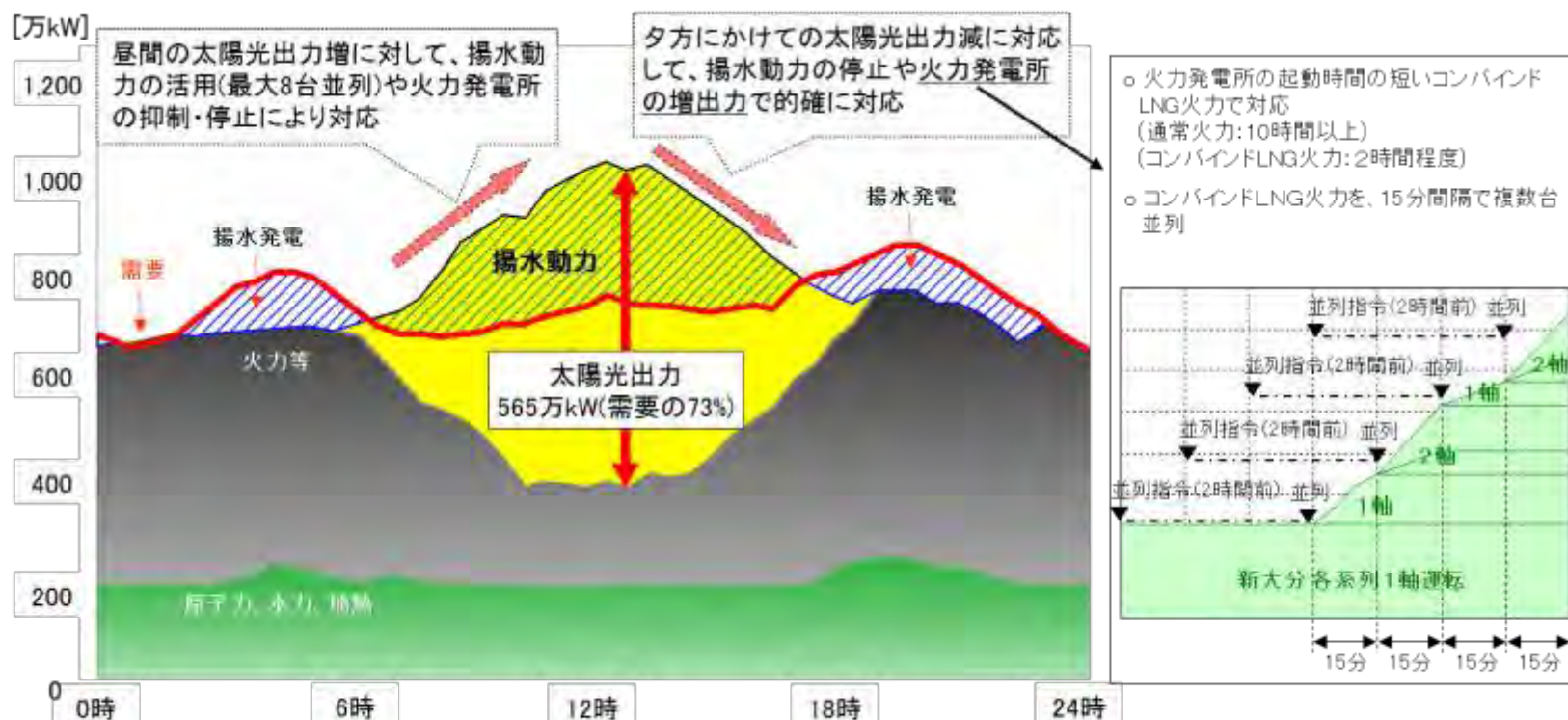
(上: 4/1～7の1週間、下: 持続曲線、  
左: 2030年長期需給見通しシナリオ、  
右: 2050年のPV250GW, 風力70GWシナリオ)

# 本日の内容

1. 電力システムの変容
2. 変化の加速と市場の再設計
3. 価値の評価
4. 多軸的取り組み
5. 戦略的取り組み

# システム運用の試み: 九州エリアの需給実績(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て運転し、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。

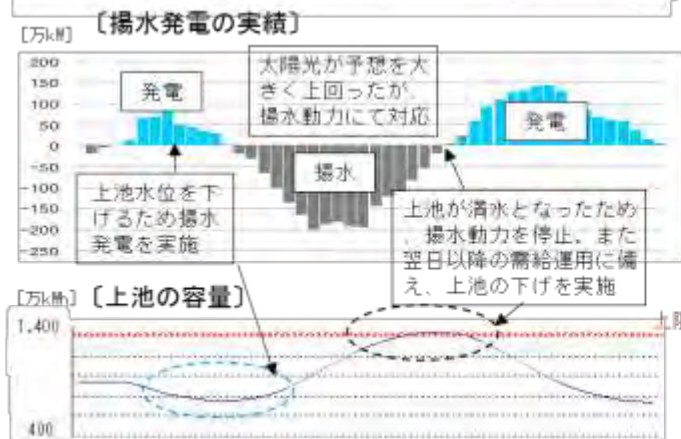
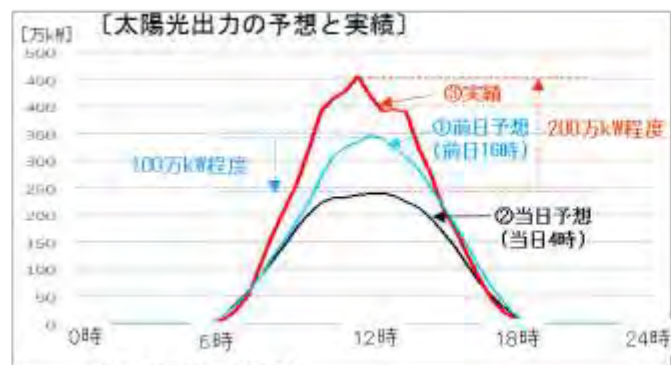


※ 太陽光発電出力の想定以上の発生(過去最大の太陽光出力となった場合+40万kW)、豊水となった場合の水力発電の出力増(+20万kW)及び揚水発電所のトラブル(120万kW)等があった場合は、火力発電所の抑制可能量(90万kW)を超過する可能性があった



# システム運用の試み：九州エリアの需給実績(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、**出力予測の精度向上と予測誤差を見込んだ運用は喫緊の課題。**



【前日～当日にかけての電力需給運用】

①when the DA plan was planned at 11:00,で、太陽光出力が予想を大きく上回った場合の備えとして、揚水発電所の上池水位を事前に下げる対応※を実施  
※ 揚水発電所は、揚水動力の活用により上池が満水となった場合は、これ以上の揚水ができなくなるため、事前に水位を下げておくことが必要

計画段階



太陽光出力予想の減少に対する方針見直し

②需給計画見直し(当日4時)時点で、太陽光出力の予想が減少したため、昼間の供給力(+100万kW程度)を急遽確保  
[火力発電所停止の取りやめ、他社電源を急遽増加]

当日の運用

4時間後



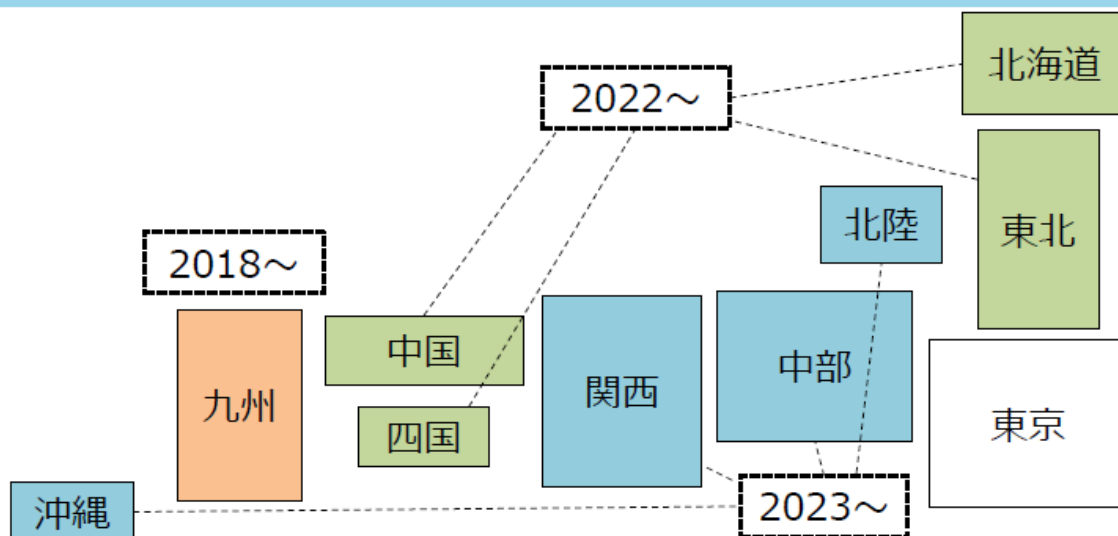
前回予想から4時間後には太陽光出力が予想から乖離し始めたため、方針を大幅に見直し

③当日8時頃から、太陽光出力が予想を上回り始めたため(+200万kW程度)、火力発電所の抑制、及び揚水動力にて対応  
[火力発電所停止、他社電源は最低まで急遽抑制]

# 再エネ出力制御の実施状況

## 出力制御の実施状況① 実施エリアの拡大

- 電力供給が需要を上回ると見込まれる場合に供給安定性を確保するために行われる再エネの出力制御は、**2018年10月に全国で初めて九州エリア**で行われた。
- その後、休日やGW等の軽負荷期に九州エリアでのみ実施されていたが、再エネの導入拡大とともに、**現在、全国8エリアまで拡大**。同年4月に東北、中国、四国エリア、5月に北海道エリア、2023年1月に沖縄エリア、4月に中部、北陸エリアにおいて、6月に関西エリアにおいて、初めて出力制御が行われた。
- **これまでのところ、東京エリアは未実施**であるが、今年のGWは、揚水等のトラブルがあった場合に出力制御の可能性があったことが事前に公表されており、東京エリアにおいても、**出力制御の実施は時間の問題**となっている。





# 再エネ出力制御の実施状況

## 【参考】再エネ出力制御の実施状況等

(出所) 第47回 系統WG (2023年8月3日) 資料1

|                 | 九州                       |                          |                          |                          |                          | 北海道                       | 東北                          | 中国                          | 四国                             | 沖縄                        |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|                 | 2018年度                   | 2019年度                   | 2020年度                   | 2021年度                   | 2022年度                   | 2022年度                    | 2022年度                      | 2022年度                      | 2022年度                         | 2022年度                    |
| 年間の出力制御率<br>※2  |                          |                          |                          |                          |                          |                           |                             |                             |                                |                           |
| [年間制御電力量 (kWh)] | 0.9%<br>[1.0億]<br>[864億] | 4.0%<br>[4.6億]<br>[844億] | 2.9%<br>[4.0億]<br>[837億] | 3.9%<br>[5.3億]<br>[853億] | 3.0%<br>[4.5億]<br>[845億] | 0.04%<br>[191万]<br>[301億] | 0.45%<br>[6,379万]<br>[813億] | 0.45%<br>[3,988万]<br>[585億] | 0.41%<br>[1934万※6]<br>[274億※6] | 0.08%<br>[34.9万]<br>[69億] |

| 2023年度        | 北海道                                | 東北                                    | 中部                                     | 北陸                                 |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| 太陽光・風力<br>接続量 | 300万kW※1<br>太陽光 221万kW<br>風力 79万kW | 1,030万kW※1<br>太陽光 814万kW<br>風力 216万kW | 1,156万kW※1<br>太陽光 1,120万kW<br>風力 36万kW | 139万kW※1<br>太陽光 122万kW<br>風力 17万kW |
| 年間の出力制御率※2    | 0.01%<br>(見込み) ※3、4                | 0.93%<br>(見込み) ※3、4                   | 0.26%<br>(見込み) ※3、4                    | 0.55%<br>(見込み) ※3、4                |

| 2023年度        | 関西                                   | 中国                                 | 四国                                   | 九州                                     | 沖縄                                  |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 太陽光・風力<br>接続量 | 716万kW※1※6<br>太陽光 699万kW<br>風力 17万kW | 699万kW※1<br>太陽光 664万kW<br>風力 35万kW | 361万kW※1※6<br>太陽光 331万kW<br>風力 30万kW | 1,216万kW※1<br>太陽光 1,156万kW<br>風力 60万kW | 45万kW※1<br>太陽光 43.5万kW<br>風力 1.4万kW |
| 年間の出力制御率※2    | 0.20%<br>(見込み) ※3、4                  | 3.8%<br>(見込み) ※3、4                 | 3.1%<br>(見込み) ※3、4                   | 6.7%<br>(見込み) ※3、4                     | 0.14%<br>(見込み) ※3                   |

※1 2023年度は2023年3月末時点。  
※2 出力制御率 [%] = 変動再エネ出力制御量 [kWh] ÷ (変動再エネ出力制御量 [kWh] + 変動再エネ発電量 [kWh]) × 100  
※3 各エリア一般送配電事業者による見込み。あくまでも試算値であり、電力需要や電源の稼働状況等によって変動することがあり得る。  
※4 連系線活用率は右のとおり。中部・関西:-20%、北陸・中国:10%、四国:20%、北海道・東北(北本):50%、東北(東北東京):80%、九州:100%  
※5 当該表に無い東京エリアにおいては、現時点で、通常想定される需給バランスにおいて、再エネ出力制御が生じる蓋然性は低い見通し。  
※6 淡路島南部地域は四国に含む。



算定結果（再エネ出力制御低減対策の効果） 無制限・無補償ルール事業者

- 仮に以下の対策が各々講じられた場合に、各エリアの出力制御率※がどのように変化するかを試算したところ、下表の結果となった。 ※無制限無補償ルールの事業者に対する出力制御率
  - ・需要対策：各エリア最低需要の10%分について、蓄電池が6時間容量分の需要創出と仮定
  - ・供給対策：火力等発電設備の最低出力を30%としたと仮定
  - ・系統対策：現在建設中の地域間連系線の増強に加え、マスタープランにおいて増強の必要性が高いとされた地域間連系線が増強されたと仮定
- (北海道→東北200万kW・東北→東京200万kW、北海道→東北+30万kW、九州→中国+278万kW、東北→東京+455万kW)

<出力制御率(%)>

※表中括弧内の数値は各社ケース②において見込まれる出力制御率（赤枠）に対する差分

| (%)                                      | 北海道            | 東北              | 東京            | 中部            | 北陸            | 関西            | 中国             | 四国            | 九州          | 沖縄           |
|--|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------------|--------------|
| 各社ケース②<br>※1,2,3,4<br>において見込まれる<br>出力制御率 | 54.8           | 54.9            | 3.5           | 3.9           | 2.7           | 5.3           | 14.2           | 2.8           | 30          | 0.08         |
| 需要対策                                     | 48.2<br>(▲6.6) | 50.7<br>(▲4.2)  | 3.2<br>(▲0.3) | 2.6<br>(▲1.3) | 2.3<br>(▲0.4) | 4.7<br>(▲0.6) | 10.9<br>(▲3.3) | 1.7<br>(▲1.1) | 23<br>(▲7)  | 0<br>(▲0.08) |
| 供給対策                                     | 47.7<br>(▲7.1) | 46.0<br>(▲8.9)  | 0.8<br>(▲2.7) | 3.2<br>(▲0.7) | 2.2<br>(▲0.5) | 2.8<br>(▲2.5) | 9.7<br>(▲4.5)  | 2.4<br>(▲0.4) | 28<br>(▲2)  | 0<br>(▲0.08) |
| 系統対策<br>50%分活用                           | 1.8<br>(▲53.0) | 26.9<br>(▲28.0) | —             | —             | —             | —             | —              | —             | 19<br>(▲11) | —            |
| 100%分活用                                  | 1.0<br>(▲53.8) | 11.4<br>(▲43.5) | —             | —             | —             | —             | —              | —             | 12<br>(▲18) | —            |

※1 太陽光と風力について、足下から2023年度供給計画2032年の導入量の伸びの1.4倍程度まで導入された場合を想定したもの

※2 「無制限無補償ルール事業者の再エネ出力制御見通し」（2022年度実績ベース） ※3 連系線活用率100%の場合（北陸は50%、中三社は0%）

※4 各一般送配電事業者試算のうち、太陽光・風力を統合した出力制御率を提示

出所：各エリア一般送配電事業者



# 出力制御対策パッケージ

## 1. 需要面での対策

- ① 需要側のリソースの活用に向けた消費者の行動変容の促進（電気料金メニューの多様化等）
- ② 家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入を通じた需要の創出・シフト
- ③ 機器のDR Ready化（通信制御機器の設置）
- ④ 電炉等の電力多消費産業におけるDRの推進
- ⑤ 電力の供給構造の変化に合わせた電力多消費産業の立地誘導・需要構造の転換
- ⑥ 系統用：蓄電池、再エネ併設蓄電池、水電解装置の導入を通じた需要の創出・シフト
- ⑦ 事業者用：蓄電池の導入や、事業者所有設備への通信制御機器の設置の支援等

## 2. 供給面での対策

- ① 再エネ発電設備のオンライン化の更なる推進等
- ② 新設火力発電の最低出力引下げ(50%→30%) 等
- ③ 出力制御時の他エリアでの非調整電源の出力引下げ
- ④ 火力等発電設備の運用高度化
- ⑤ 水力発電を活用した出力制御量の抑制
- ⑥ 電力市場の需給状況に応じた再エネの供給を促すFIP制度の更なる活用促進

## 3. 系統増強等

- ① 連系線の運用見直し等による域外送電量の拡大
- ② 地域間連系線の更なる増強による域外送電量の拡大

## 4. 電力市場構造における対応（中長期的な検討課題）

◆価格メカニズムを通じた供給・需要の調整・誘導

240311\_第50回系統ワーキンググループ\_資料1 再生可能エネルギーの出力制御の抑制に向けた取組等について [事務局]

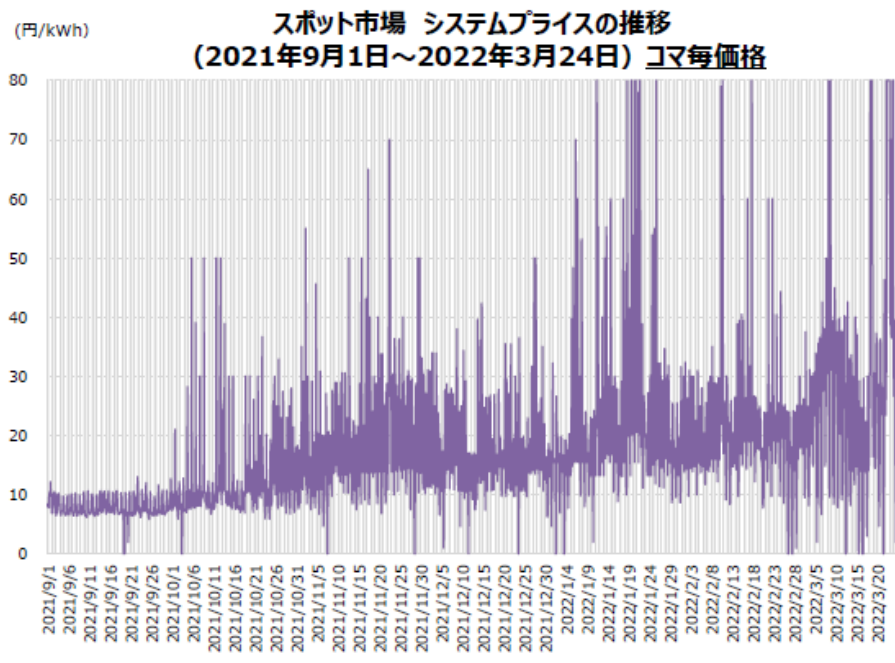
- ❑ 系統用蓄電池は、系統に直接接続され、電力システム全体の需給変動の対応。
- ❑ 2021年度から補助金により系統用蓄電池の導入を支援。
- ❑ 1万kW以上の系統用蓄電池は、2022年の電気事業法改正により、放電を「発電事業」と位置付け、発電事業者に対する規制が適用されている。
- ❑ 2023年度の「長期脱炭素電源オークション」では、計109万kWが落札。
- ❑ 導入加速に向け、①ビジネスモデルの確立、②接続環境の整備、③収益機会の拡大等の取組を進め、系統接続ルールの整備や充電抑制の試行的取組なども実施。
- ❑ 足元（2023年）の実績から、国内の2030年の系統用蓄電池の導入見通しは、約14.1～23.8GWhと見込まれる。



240524\_系統WG\_資料3系統用蓄電池の現状と課題 [事務局]

# 変化の加速: 市場価格のボラティリティ

- 2022年、50円/kWh以上の高騰コマは、1月には91コマ発生。2月には18コマ発生した。2月下旬から3月初頭にかけては発生していなかったものの、定期検査等による供給力の減少や燃料価格の高騰を背景に、3/8には9コマ発生。
- 3/18、22、23受渡し分では、3/16夜に発生した福島県沖を震源とする地震により複数の発電所が停止した影響もあり、20以上の高騰コマ（50円/kWh以上）が発生した。



| 受渡し日      | システムプライス |       | 50円以上コマ数 |
|-----------|----------|-------|----------|
|           | 1日平均価格   | 最高価格  |          |
| 2022/2/23 | 水 23.12  | 40.39 | 0        |
| 2022/2/24 | 木 22.73  | 44.30 | 0        |
| 2022/2/25 | 金 19.26  | 25.22 | 0        |
| 2022/2/26 | 土 16.13  | 24.12 | 0        |
| 2022/2/27 | 日 13.47  | 24.17 | 0        |
| 2022/2/28 | 月 16.22  | 25.12 | 0        |
| 2022/3/1  | 火 22.56  | 30.00 | 0        |
| 2022/3/2  | 水 20.54  | 37.52 | 0        |
| 2022/3/3  | 木 19.47  | 31.19 | 0        |
| 2022/3/4  | 金 22.53  |       |          |
| 2022/3/5  | 土 23.36  |       |          |
| 2022/3/6  | 日 24.89  |       |          |
| 2022/3/7  | 月 32.72  |       |          |
| 2022/3/8  | 火 37.12  |       |          |
| 2022/3/9  | 水 28.83  |       |          |
| 2022/3/10 | 木 28.51  |       |          |
| 2022/3/11 | 金 25.82  |       |          |
| 2022/3/12 | 土 21.20  |       |          |
| 2022/3/13 | 日 19.67  |       |          |
| 2022/3/14 | 月 24.02  |       |          |
| 2022/3/15 | 火 18.54  |       |          |
| 2022/3/16 | 水 14.61  |       |          |
| 2022/3/17 | 木 17.94  |       |          |
| 2022/3/18 | 金 47.75  |       |          |
| 2022/3/19 | 土 26.32  |       |          |
| 2022/3/20 | 日 21.88  |       |          |
| 2022/3/21 | 月 23.82  |       |          |
| 2022/3/22 | 火 64.06  |       |          |
| 2022/3/23 | 水 53.56  |       |          |
| 2022/3/24 | 木 26.24  |       |          |

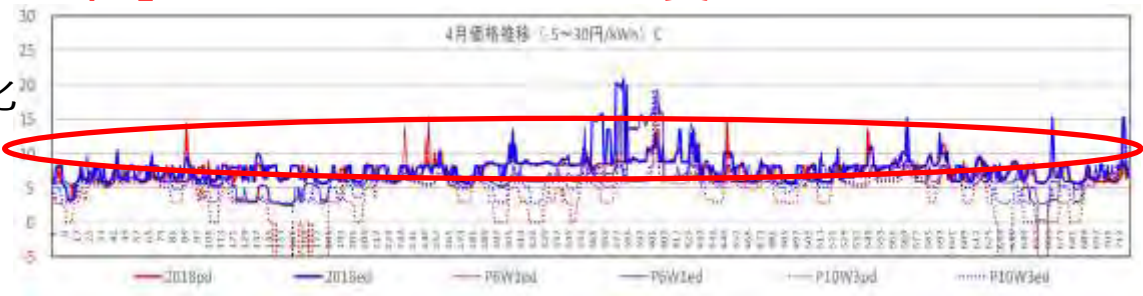
2022年は、今までに、天然ガスの価格高騰、地震による需給逼迫、ウクライナ戦争による燃料の価格高騰がすでに発生。

※ JEPXデータより事務局にて作成。

# RE出力制御の増加と市場価格の低下

- 2020年はコロナ禍での需要減が影響し、日本全国でスポット価格ゼロが発生し始めた。今後の再生可能エネルギーの大量導入が行われた数年後の状況を加速して見せたことになる。
- Non-Firm接続の進展により、送配電網の混雑が原因のゼロ価格も様々な地点で発生する。
- 電気料金が市場価格に連動する「卸市場価格連動小売り料金（ダイナミックプライシング）」の導入で需要を再エネ変動に合わせることが世界的な課題。

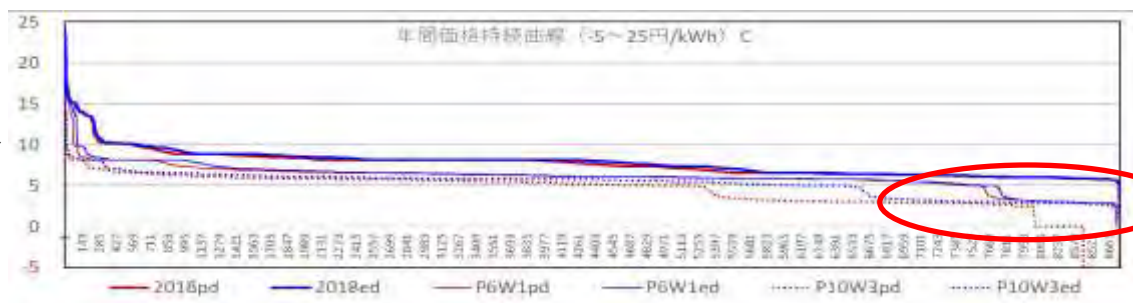
4月の1月の変化



ケース：以下の組み合わせの6ケース

設備シナリオx3  
2018  
2030エネベース  
2030再エネ加速

年間の持続曲線



運用x2  
再エネ優先給電/  
経済負荷配分

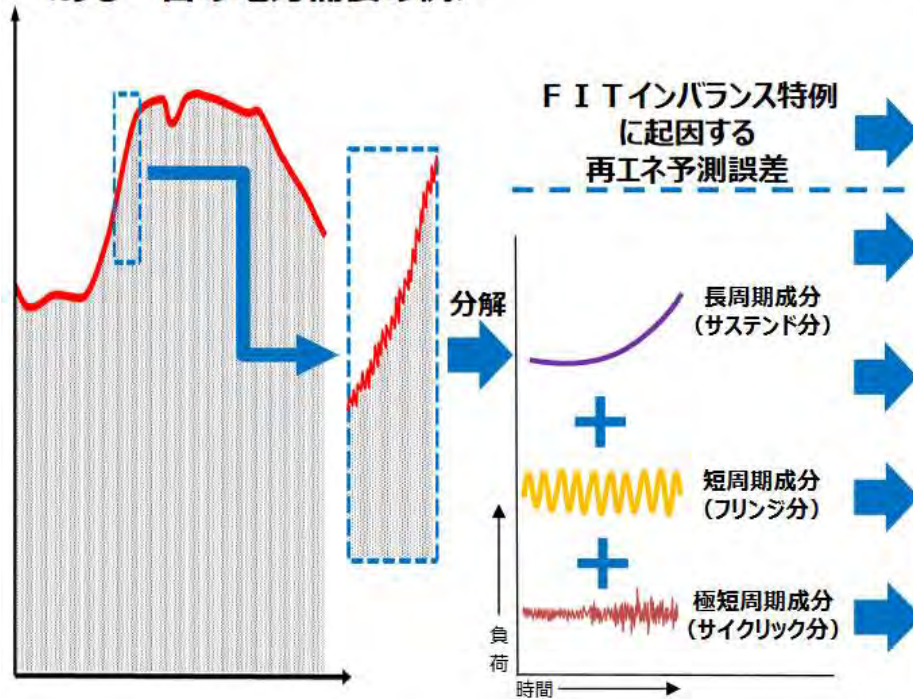
2030年の電力市場価格の解析例  
(東京電力エリア、上：4月、下：年間の持続極線)



# 需給調整市場における全メニュー取引開始

- ❑ 電力需要の変動に対応するため、2021年度から低速域の三次調整力②の広域調達を開始し、2022年度からは三次調整力①の調達を開始した。
- ❑ 2024年度から予定した5プロダクツの取引を開始した。
- ❑ 2025年度は、揚水
- ❑ 海外では、**慣性、電圧維持、長期エネルギー貯蔵**など、その他多様な調整力（アンシラリーサービス）の確保の仕組みが実施・検討されている。

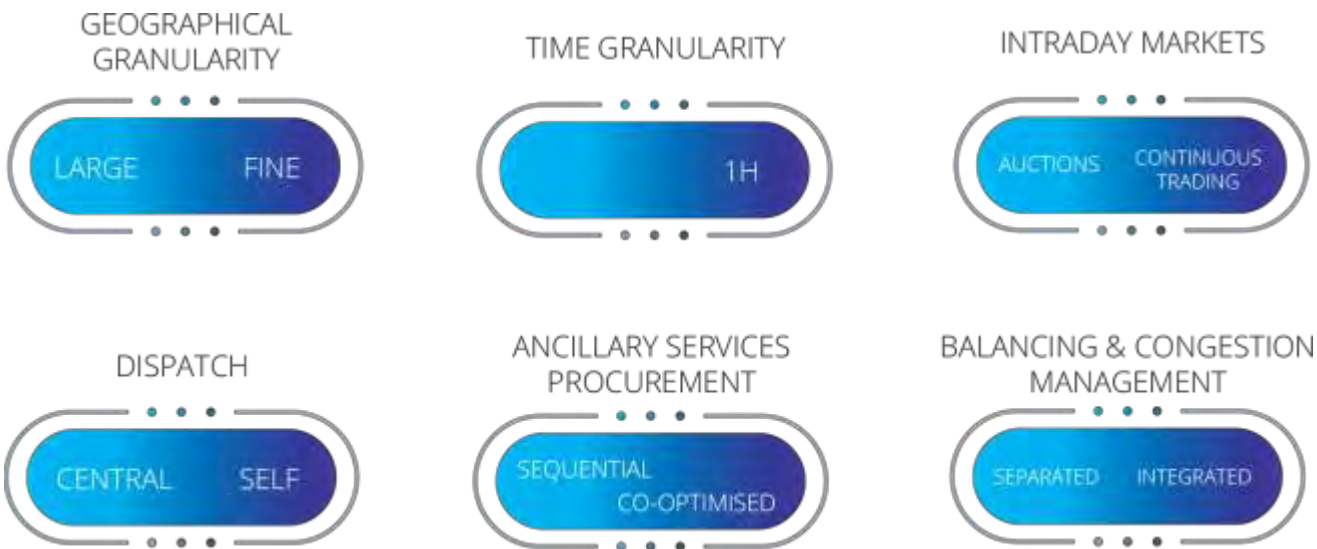
＜ある一日の電力需要の例＞



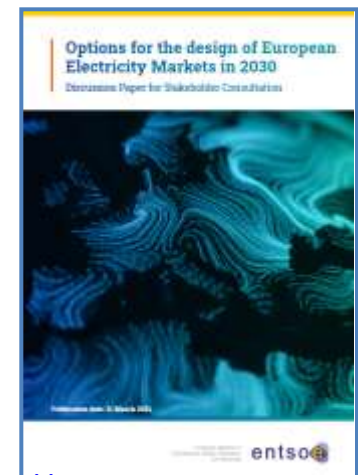
＜商品区分と導入スケジュール＞

| 年度   |                                  | 2021  | 2022  | 2023 | 2024  | 2025 |
|------|----------------------------------|-------|-------|------|-------|------|
| 商品区分 | 三次調整力②<br>応動時間45分以内<br>継続時間：3時間  | ▼調達開始 |       |      |       |      |
|      | 三次調整力①<br>応動時間15分以内<br>継続時間：3時間  |       | ▼調達開始 |      |       |      |
|      | 二次調整力②<br>応動時間5分以内<br>継続時間：30分以上 |       |       |      | ▼調達開始 |      |
|      | 二次調整力①<br>応動時間5分以内<br>継続時間：30分以上 |       |       |      | ▼調達開始 |      |
|      | 一次調整力<br>応動時間10秒以内<br>継続時間：5分以上  |       |       |      | ▼調達開始 |      |
|      |                                  |       |       |      |       |      |

- 2030年に向けた太陽光発電、風力発電の大量導入を目指し、TSOの団体であるENTSO-eは、欧州電力市場のVisionを2019.11に発表
- ENTSO-eは、“Options”を示し、2021.4にバブコメを行い、議論を開始。
- 大変革は不要と言いながら、その内容は多岐かつ大規模



<https://vision2030.entsoe.eu/focus-paper-market-design-vision-for-2030/#focus>



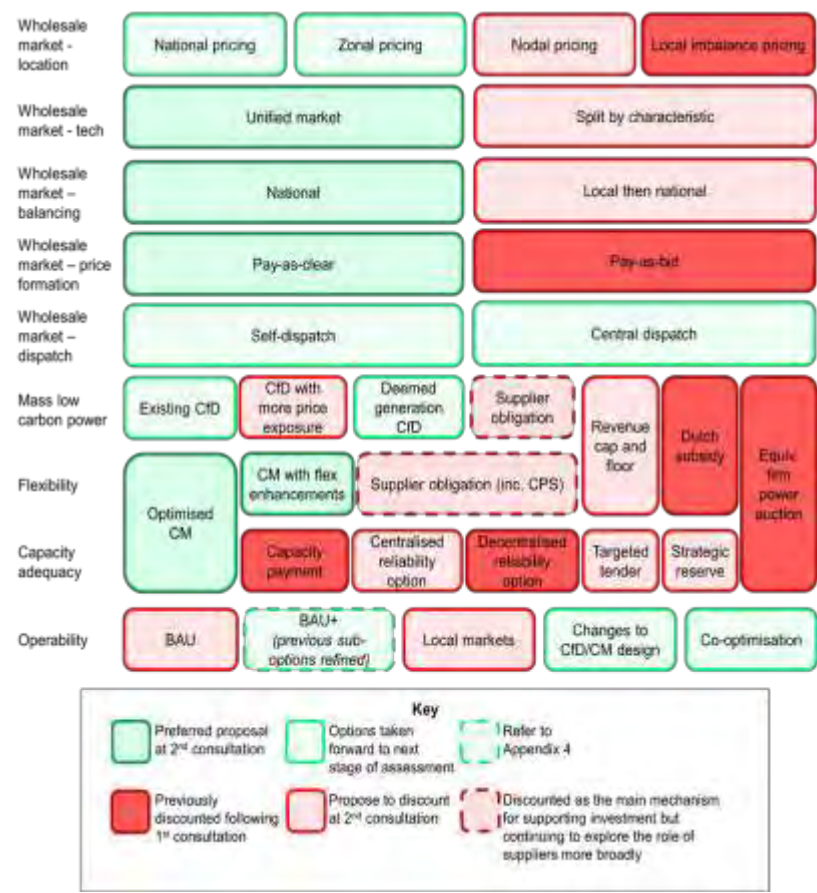
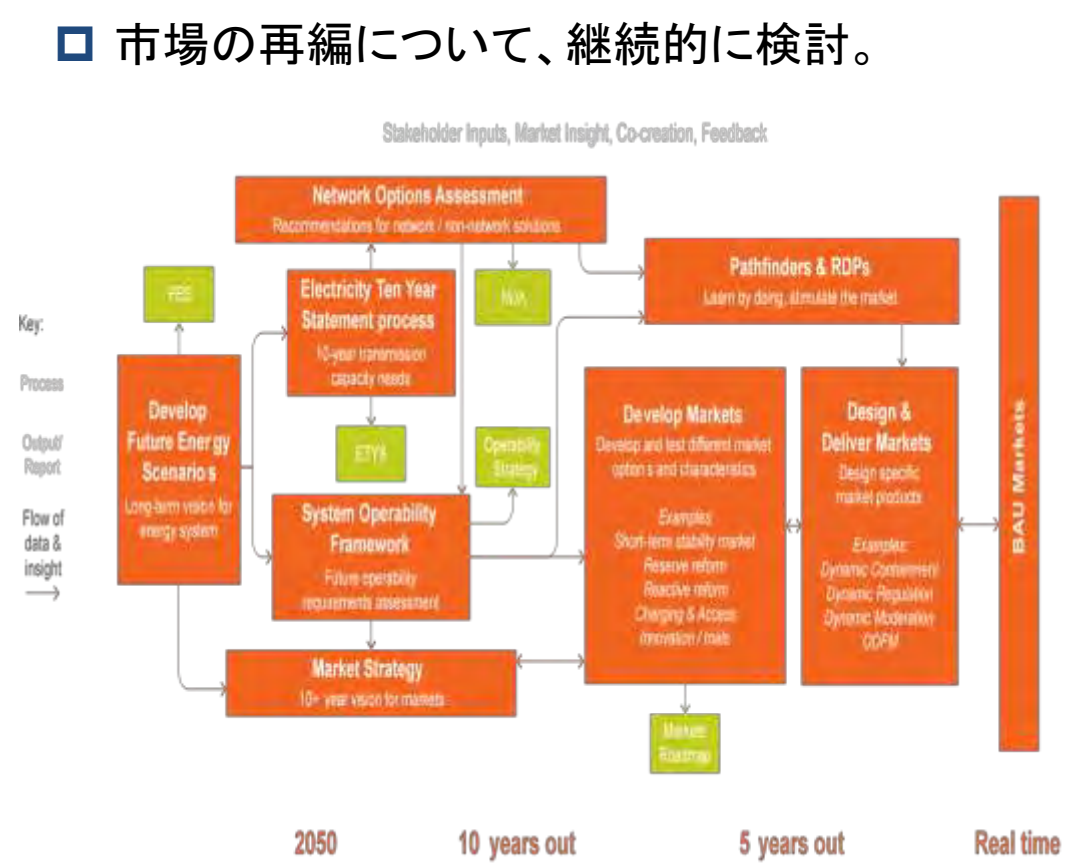
<https://consultations.entsoe.eu/markets/options-for-the-design-of-european-electricity-mar/>

Vision on Market Designing and System Operation toward 2030  
Figure 6: Examples of market design options for short term markets and congestion management



# 市場制度の再々編：英国

- 風力の大量導入を進める英国は、インバータ連系機器の増加に伴い2020年8月の負荷遮断が発生。市場取引のプロダクツの体系の統合を進めている。
- 市場の再編について、継続的に検討。

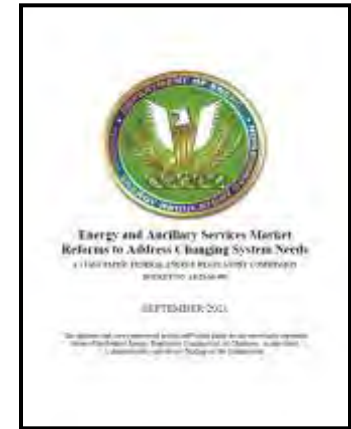


[2021\\_NGESO\\_Markets Roadmap](#)

[240300\\_UK Review of Electricity Market](#)

## 市場制度の再々編：米国

- ❑ 2021年4月、連邦ネットワーク規制庁（FERC）は、Modernizing Wholesale Electricity Market Designの検討を開始した。  
<https://www.ferc.gov/media/ad21-10-000>
- ❑ 2021.9にStaff Reportが公開された。  
<https://cms.ferc.gov/news-events/news/ferc-staff-issues-report-energy-and-ancillary-services-market-reforms-address>
- ❑ 2021.10には、ISO、電力会社、自治体などが多数参加して技術会議が開催された。  
<https://www.ferc.gov/news-events/events/technical-conference-regarding-energy-and-ancillary-services-markets-10122021>
- ❑ 2022.4にORDER DIRECTING REPORTSとして論点を取りまとめた。  
<https://consultations.entsoe.eu/markets/options-for-the-design-of-european-electricity-mar/>



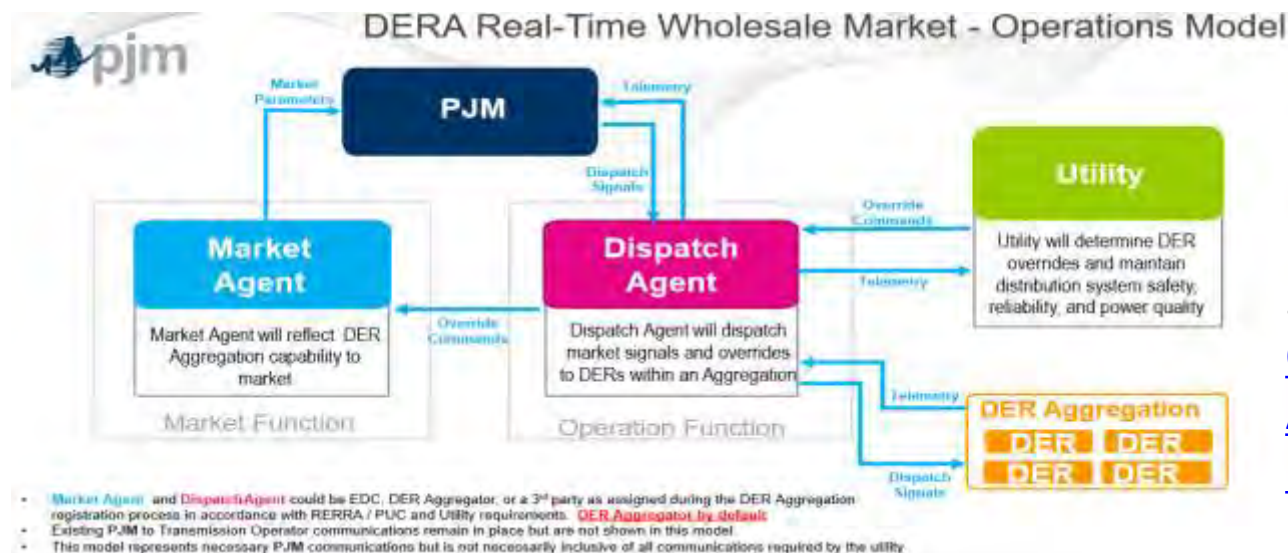


# 米国 FERC Order 2222の実施に向けて

- 制定日：2020.9
- 目的：配電網接続DERの卸市場参加
- ISOによる回答：
  - PJM, MISO, SPP, ISONE は2022の上半期に提出し、現在FERC検討中。
- 実施スケジュール
  - CAISO: 2024.11 (ISO/RTO第1号)、NYISO: 2026.12
  - その他：FERCの検討結果次第

17-0308-001-01  
 DEPARTMENT OF ENERGY  
 FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION  
 18 CFR Part 35  
 (Docket No. ER18-940; Order No. 2222)  
 Participation of Distributed Energy Resource  
 Aggregations in Markets Operated by Regional  
 Transmission Organizations and Independent System  
 Operators  
 (Issued September 17, 2020)

AGENCY: Federal Energy Regulatory Commission  
 ACTION: Final rule  
 SUMMARY: The Federal Energy Regulatory Commission is amending its regulations to ensure fairness in the participation of distributed energy resource aggregations in the capacity, energy, and ancillary services markets operated by Regional Transmission Organizations and Independent System Operators (RTOs/ISOs).  
 DATES: This rule will become effective 30 days after the date of publication in the FEDERAL REGISTER. Each RTO/ISO must file the rule changes needed to implement the requirements of this final rule by (insert date) 30 days after date of publication in the FEDERAL REGISTER.



230508 CAISO: [FERC Compliance Order on DER Aggregation: Review and Initial Thoughts](#)

## 欧州ENTSO-eの取り組み: 接続コード(RfG, DC, HVDC)

- ❑ RfG(Requirements for Generators)は、2016年にEUの規制として発効した。
- ❑ RfGの導入作業は、現在各国で進められており、現在、その最終段階にある。
- ❑ 全てのネットワークコードの導入にあたっては、特定の分野の検討を行うTechnical Groupsが設置される。
- ❑ 導入過程でのそれぞれの段階で確定した対応の内容はImplementation Guideline Document(IGD)として公表される。
- ❑ 各国の導入状況はENTSO-eの各グリッドコード別のサイトで確認することができる。



2021年8月現在, DC, HVDCも並行して進展中

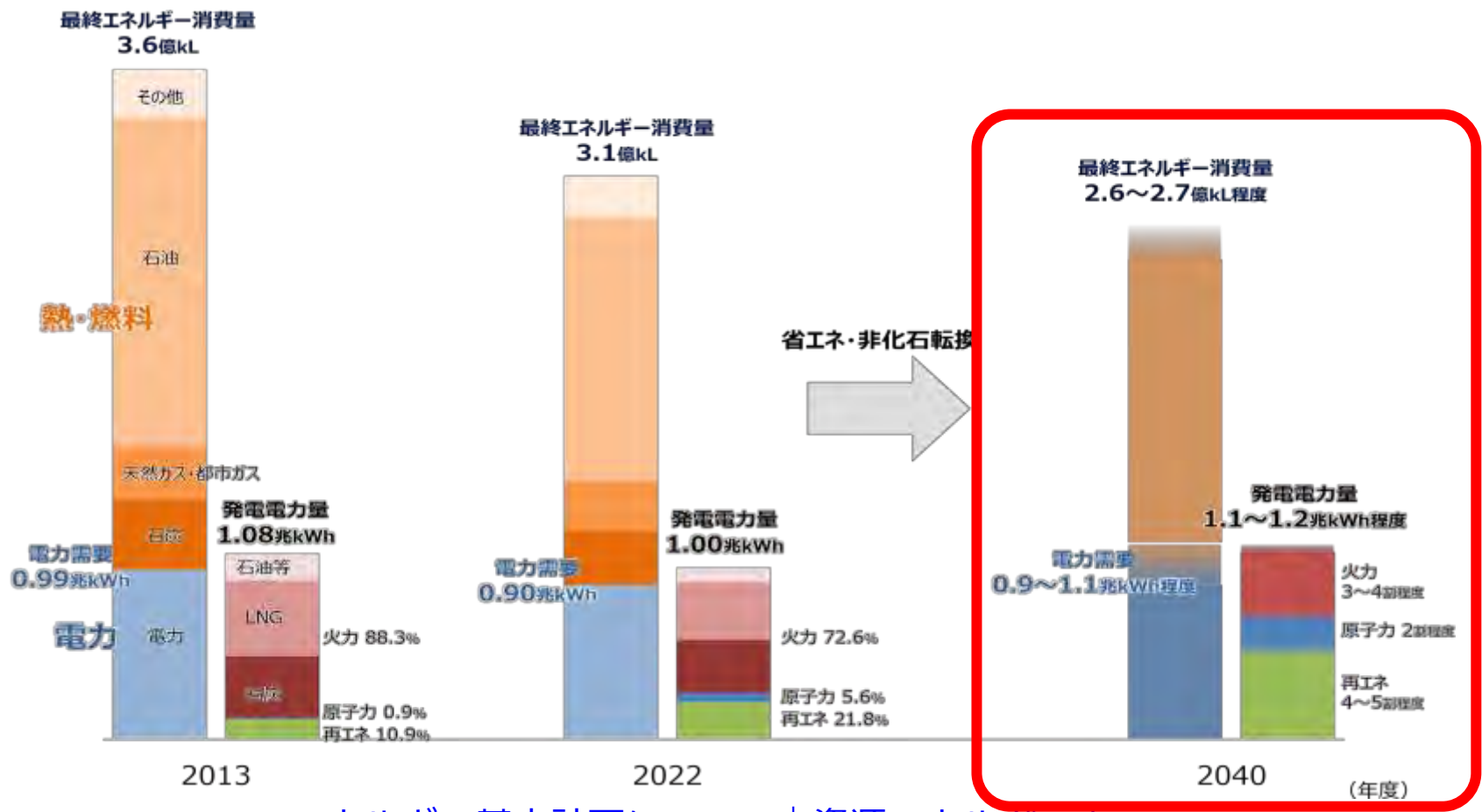
[https://www.entsoe.eu/network\\_codes/rfg/](https://www.entsoe.eu/network_codes/rfg/)  
<https://www.entsoe.eu/PublishingImages/Network%20Codes%20images/150724%20NC%20Current%20Status.png>

# 本日の内容

1. 電力システムの変容
2. 変化の加速と市場の再設計
3. 価値の評価
4. 多軸的取り組み
5. 戦略的取り組み

# 2040年のエネルギー需給

- 第7次エネルギー基本計画では、複数シナリオの分析に基づき、**2040年のエネルギーおよび電力の需給が“幅”で示された。**



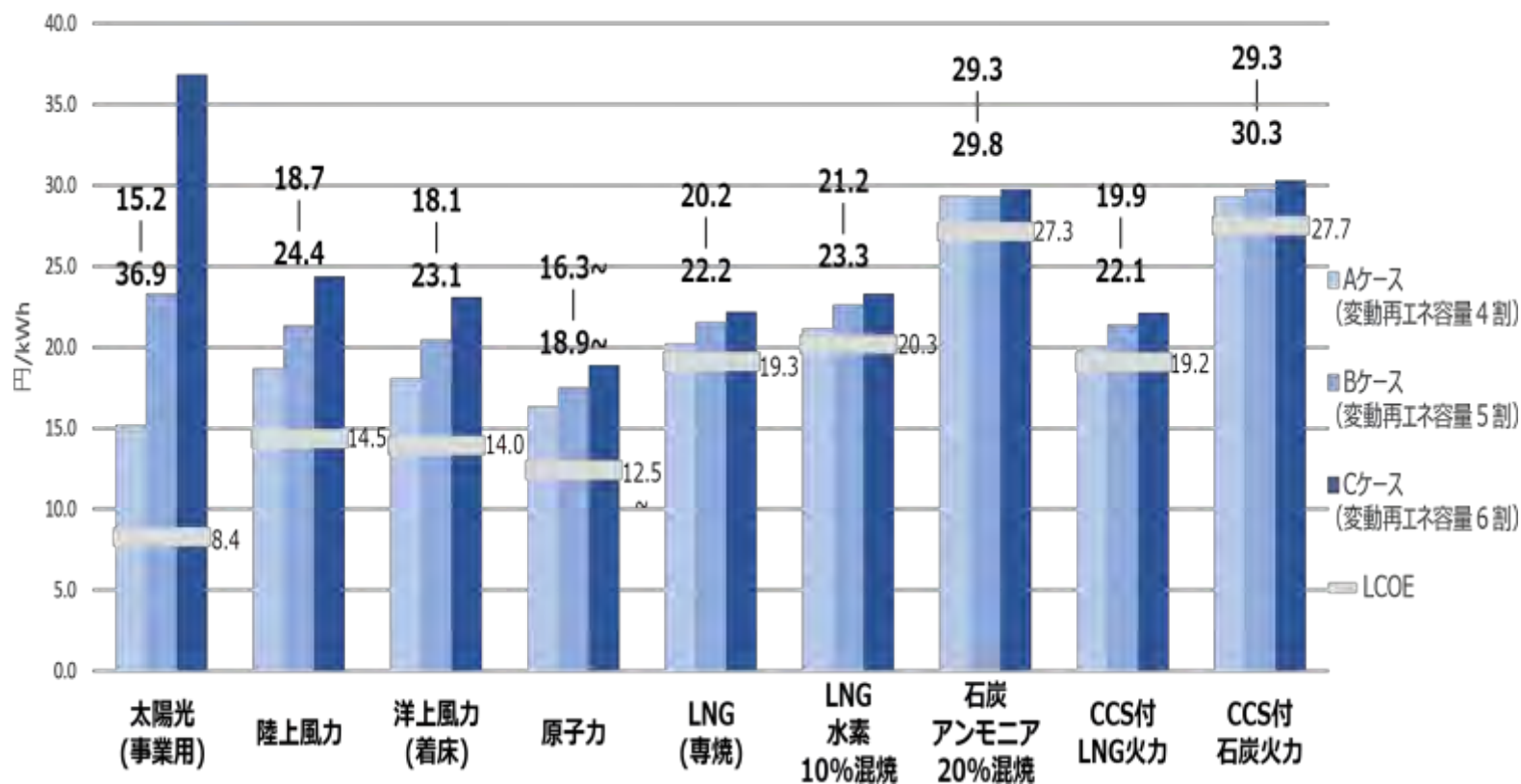
[250218 エネルギー基本計画について | 資源エネルギー庁](#)



- ❑ 目差す姿は、再エネの出力制御を低減することではなく、運用費用の大きな割合を占める燃料費を低減すること、さらに、毎日の効率的な運用を前提にして、設備投資を最適化すること。
- ❑ エネルギー貯蔵は必要だが、充電して発電すると損失大（貯蔵効率）
  - 揚水 65%---35%が失われる
  - 蓄電池85%---15%が失われる
  - 水素・新燃料--効率が製造で70%、発電で70%であれば、約50%が損失
- ❑ 再エネ、原子力はそれそのものの運用費は安価だが、立地の制約があり、出力制御による損失では化石燃料の使用増。
- ❑ CO2処理のCCS、DACなどは、大きな設備費と電力量の損失が発生。
- ❑ エネルギー全体の最適化として、新たな電化・ハイブリッド化、水素などによる熱供給への段階的实施が必要。
- ❑ 送配電網、ガス・液体燃料の輸送にも費用と制約があるが、ネットワークは全体最適の中での解。

# 2040年の電力供給：発電コストとDR

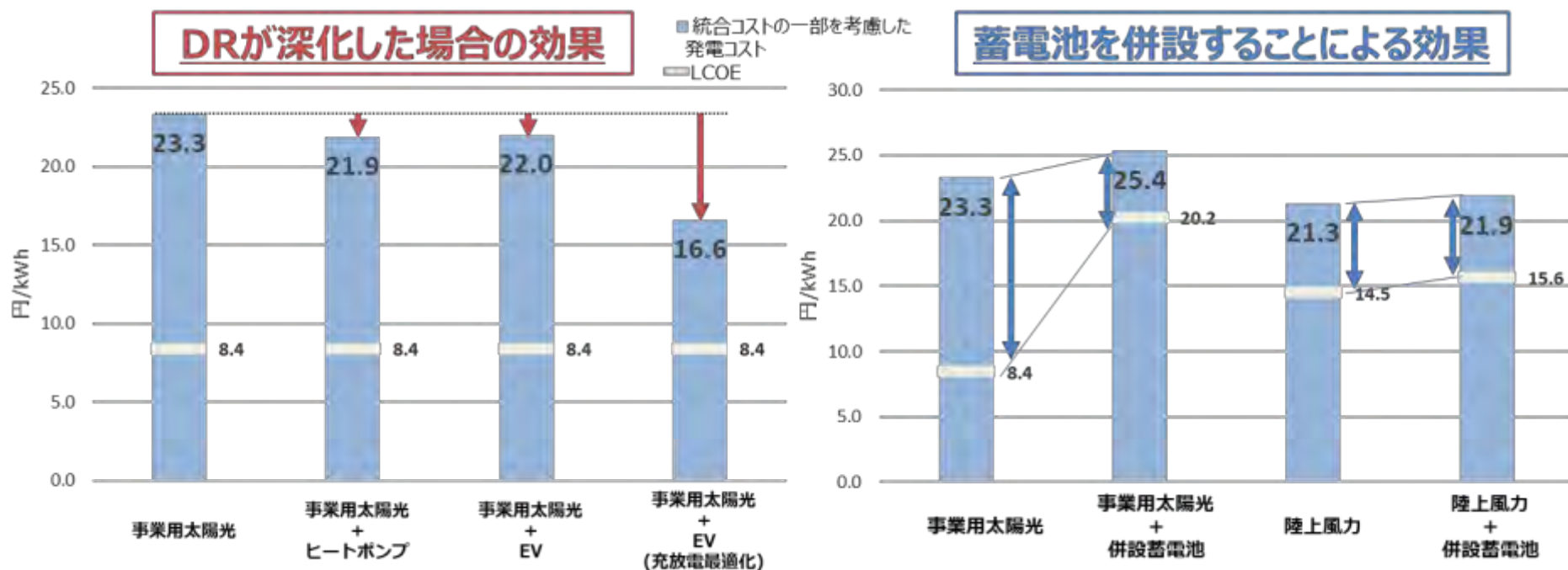
- 第7次エネルギー基本計画の「2040年のエネルギー需給の見通し」では、第6次と同様の「モデルプラント方式の発電コスト」に加え、  
**「統合コストの一部を考慮した発電コスト」**が**“再エネ導入量による幅”**で示された。



[250218\\_エネルギー基本計画について | 資源エネルギー庁](#)

## 2040年の電力供給：発電コストとDR

- 「統合コストの一部を考慮した発電コスト」の検討の過程では、「DRの深化」と「蓄電池併設」の変化ケースのPV・風力についての解析が行われた。



[250218 エネルギー基本計画について | 資源エネルギー庁](#)

コスト構造を見ることで、改善余地が見えてくる。

# System Flexibility Needs for the Energy Transition

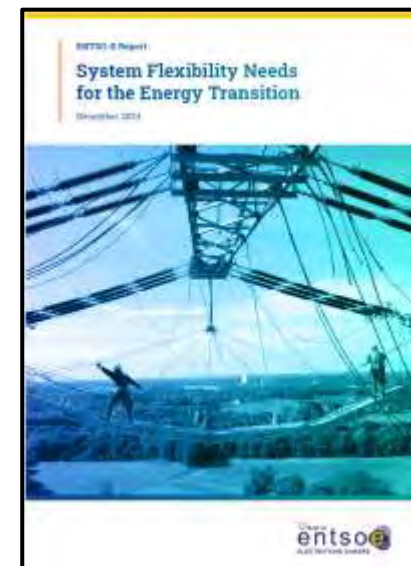
目的:

本検討の目的は、システムの変動性(神様予測を仮定)と不確実性(予測誤差)から発生する**柔軟性の最初の定量的な想定を提供**することである。

また、変動性再エネの不足が長期化し、システムに与えるストレスを評価し、連系線の効果を調べることも目的としている。

**本検討では、ENTSO-eの“National Trends” 2030シナリオに基づく将来の柔軟性ニーズを検討している。**また、必要に応じて、同じシナリオにおいて既存および計画されている柔軟性供給の効果を評価している。

250421 ACERは各国の柔軟性必要量算定方法を、ENTSO-eとDSO Entity からの提案に基づき今後決定する方針を発表した。

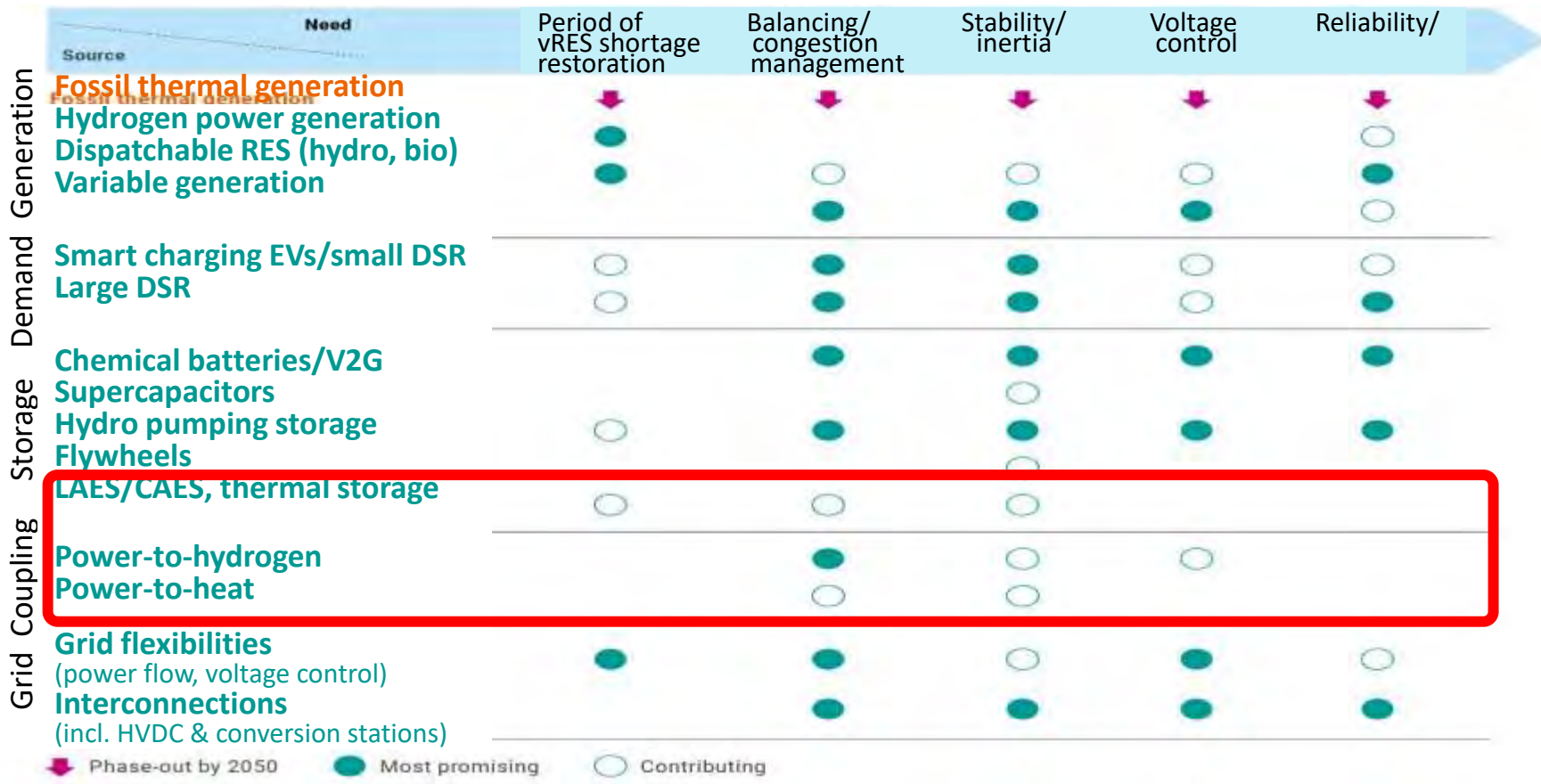


ENTSO-eは、日本の送配電網協議会とOCCTOの境界領域にあたる機関。欧州統合にあたり、共通の系統連系コード (Network Code) の制定を目的に設立された。

241210\_ENTSO-E\_System Flexibility Needs for the Energy Transition



- 特定のニーズに対する最も適切な柔軟性資源は、市場ベースで競合する。
- 適切な供給源は、今後技術開発などで変化する。



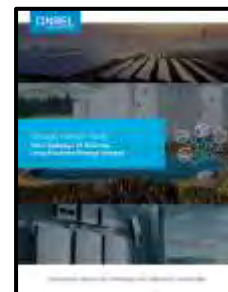
## 210100 Storage Futures Study: The Four Phases of Storage Deployment

エネルギー貯蔵導入について再エネの導入拡大に対応した4段階を検討した。



## 211100 Storage Futures Study: The Challenge of Defining Long-Duration Energy Storage

ツールとしてPlexos を使用して、 と、その導入量を変化させ米国の5つのシナリオにおける2030～2050の2～10時間容量の蓄電池と揚水の使われ方した場合の費用の変化を分析している。

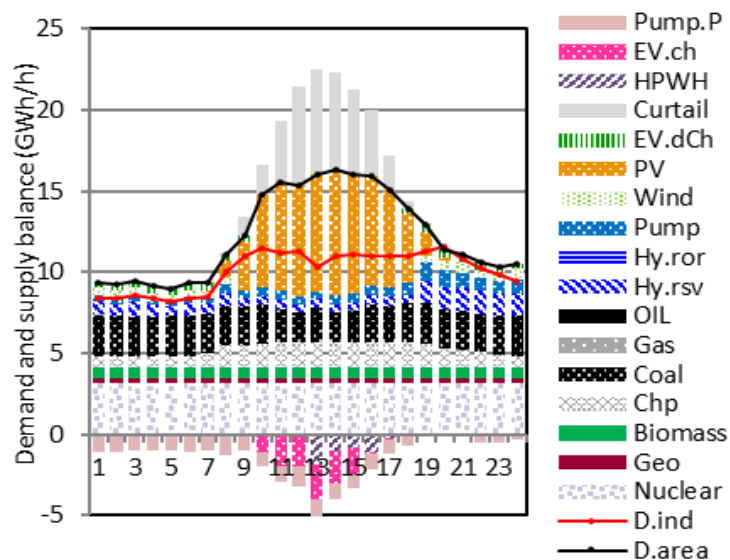


## 230900\_NREL\_Beyond 4-Hour Li-Ion Batteries- Challenges and Opportunities

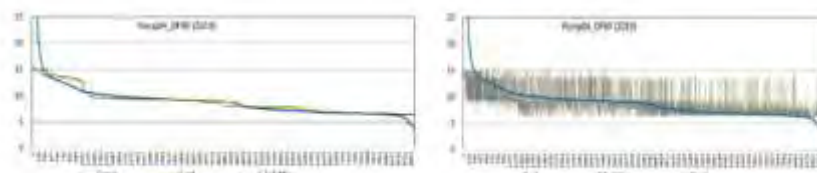
エネルギー貯蔵において 4 時間で容量価値が規定されるとそれ以上の貯蔵時間は経済性が低い、条件が変わればより長い時間の経済性が出ることを分析



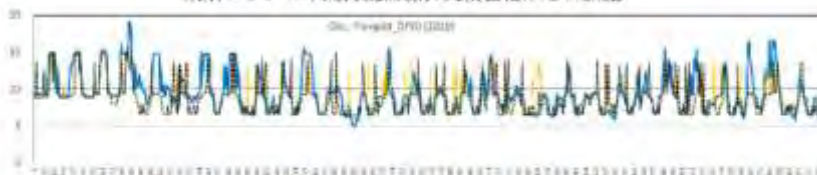
- 時間、天気、季節で変動する再生可能エネルギーの大量導入の下での電力システムにおける各種分析・評価には、基本的に年間8760時間の評価が必用。
- PV・風力の出力と需要の毎時の変動に対し、火力などの発電機の出力、揚水・バッテリーの充放電、需要のシフトなどによる電力システムの毎日の需給を模擬し、経済性、環境性を評価する。



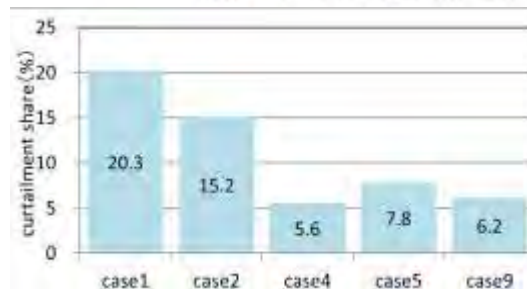
例：2030年の九州エリアの1日の電力需給例



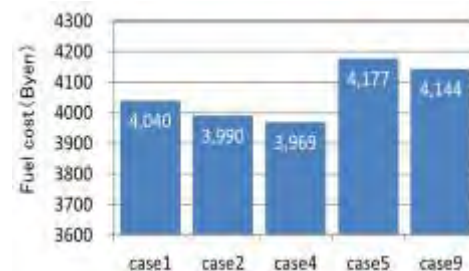
東京エリアの年間持続曲線、実績価格からの誤差



東京エリアの10月の実績（青）とMC（橙）、Full-max（黒点線）の比較



例：2030年のPVと風力の発電抑制量（PV103）



例：2030年の全国の燃料費

## • ESIREモデル

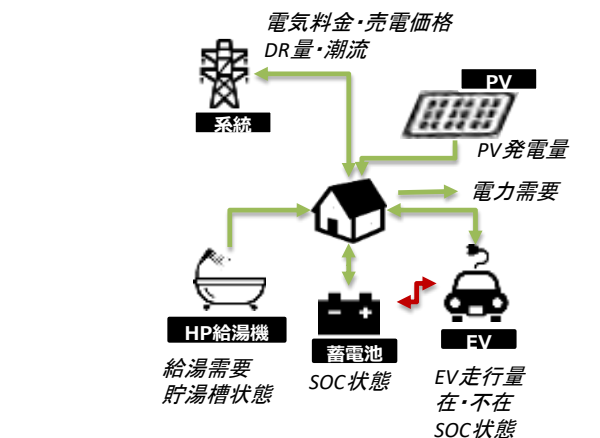
### － 住宅エネルギーモデル（家1件）

- ・ 需要シミュレータ（PV発電量、給湯、その他需要、EV走行）→ **ESIRE DGモデル**
- ・ DR評価モデル（EV、HP、電池）→ **ESIREDRモデル**

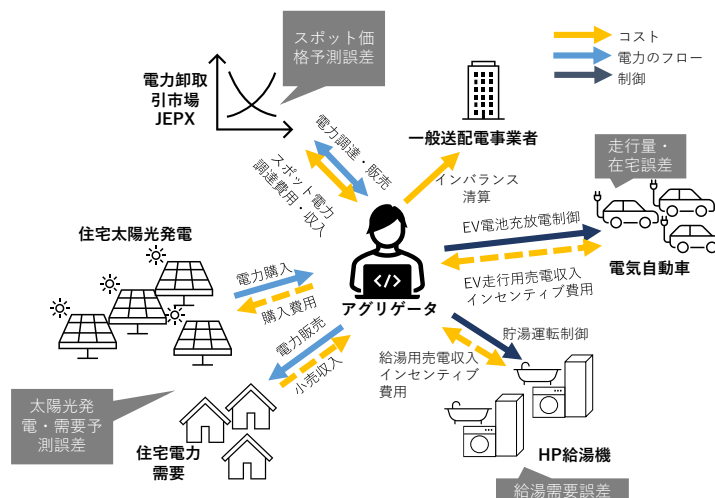
## • ESIAモデル

### － アグリゲーションモデル（EV、HP）

## • 毎日予測・計画（最適化）・運用を実施

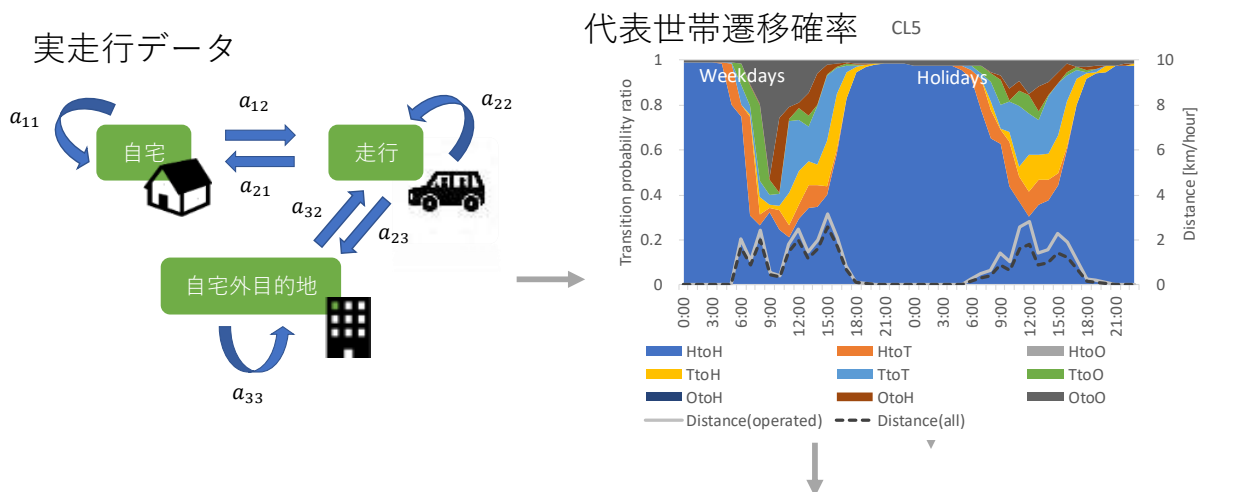


**住宅エネルギーモデル ESIRE**  
(ESI Residential Energy Model)  
提供・サポート岩船研究室

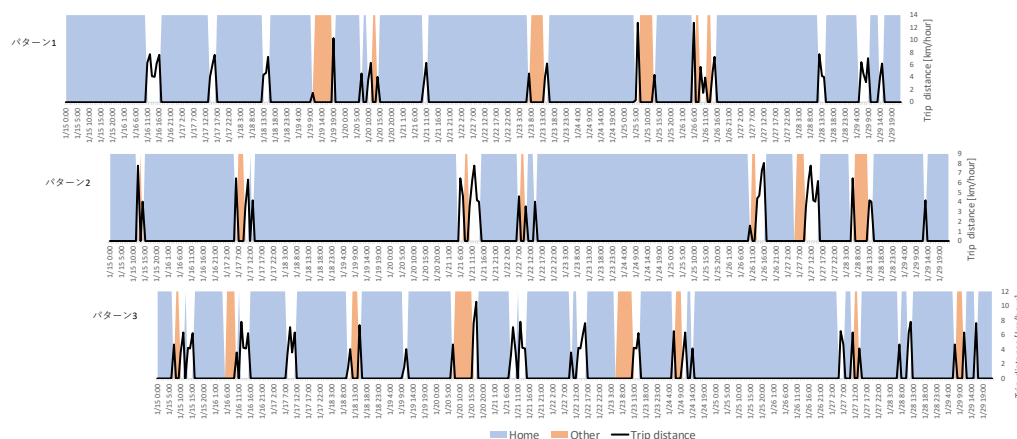


**需要側アグリゲーションモデル**  
**ESIA (ESI Aggregation Model)**  
提供・サポート岩船研究室





マルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションによる8760時間走行パターン決定



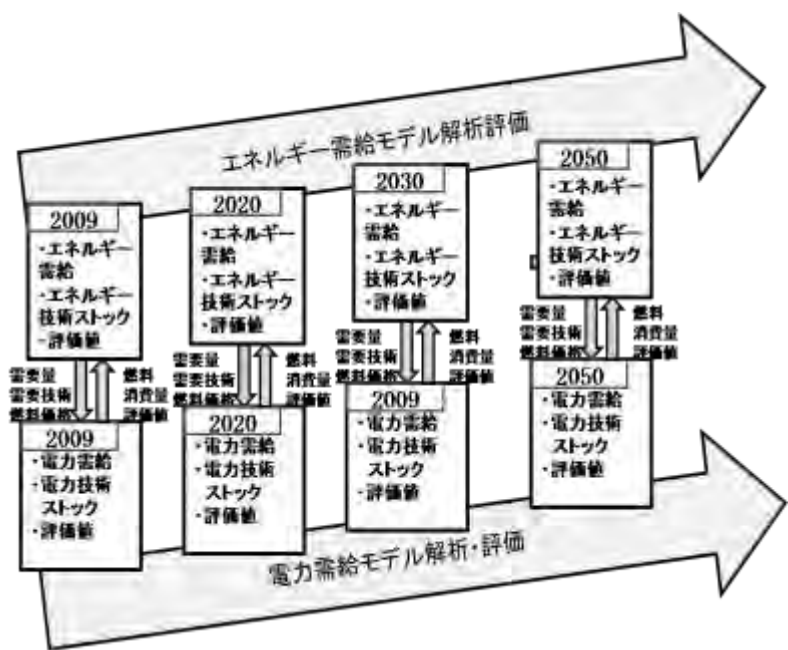
Yumiko Iwafune, Kazuhiko Ogimoto, Yuki Kobayashi, Kensuke Murai, "Driving Simulator for Electric Vehicles Using the Markov Chain Monte Carlo Method and Evaluation of the Demand Response Effect in Residential Houses", IEEE Access, 2978867(2020)

# 本日の内容

1. 電力システムの変容
2. システム運用の高度化と市場の再設計
3. 価値評価
4. 多軸的取り組み
5. 戦略的取り組み

# 2050年CN：エネルギーと電力の連携解析

- ❑ **エネルギー需給解析**は、社会経済、全部門のCN条件、電化、新燃料などを与え、**電力需給解析**は、高い地理的・時間的粒度で、再エネ変動、貯蔵の必要量を評価。
- ❑ 対象の広いエネルギー解析と、細かい時間粒度が求められる電力解析を組み合わせ、将来を定量的に解析・評価することができる。



## エネルギーと電力の連携解析



PVと風力の余剰量と水電解需要

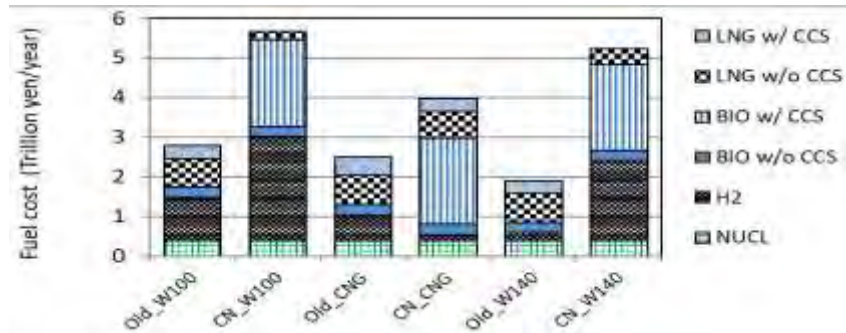


表1 検討ケース

荻本ほか：電力需給計画モデルとエネルギー計画モデルの連携による長期電力需給解析,JSER第28回研究発表会15-4 (2009)

荻本和彦ほか,ソフトリンクによる2050年のエネルギー需給分析 (2)電力システムモデル,エネルギー・資源学会第40回研究発表会講演論文集14-6 (2021),pp382-387

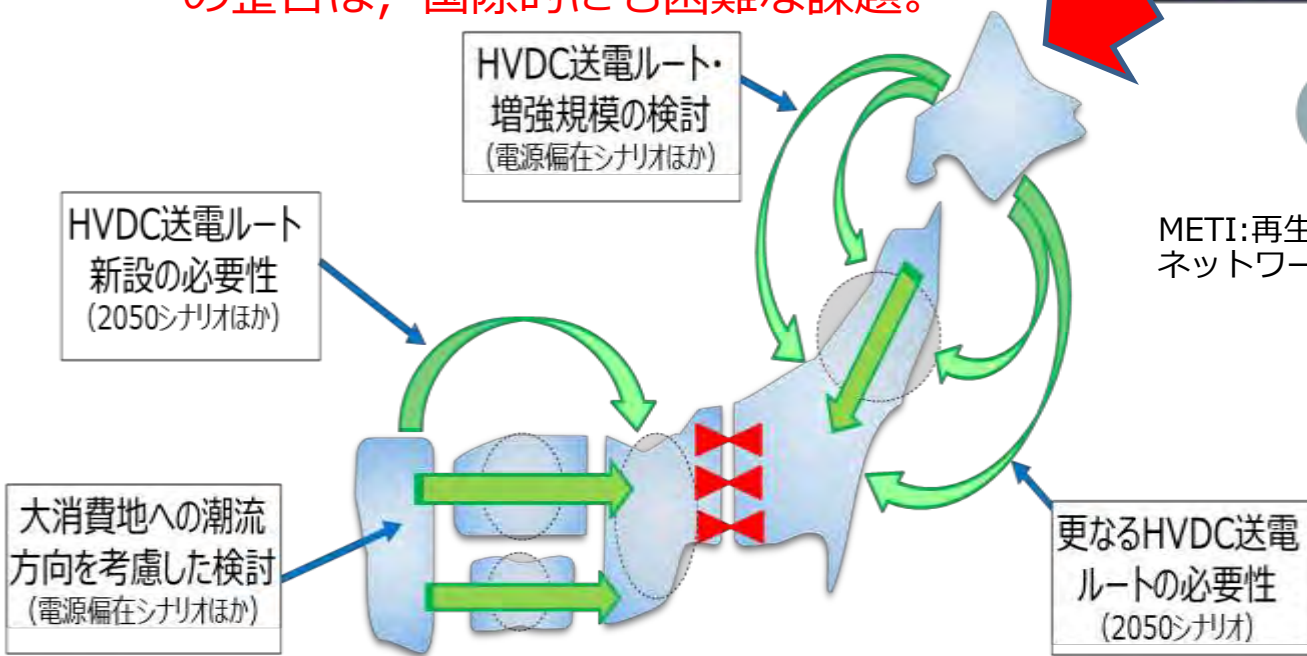
# 系統制約の全体像： 増強マスタープラン

- 今後の二酸化炭素排出削減に向けたゼロカーボン電源の導入には、連系した送配電網の拡充が必用。
- **ただ建設しても役に立てるためには送りと受けのマッチングが必須。**  
不確実な電源の開発スケジュールと大規模で長期を要する送配電網の整備の整合は、国際的にも困難な課題。

(参考) 洋上風力発電のエリア別導入イメージ



METI:再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 (第25回) 資料1





# 系統制約の全体像： 既設活用のコネクト&マネージ

- ❑ コネクト&マネージ：既存の送配電網を最大限に活用するために、緊急時用の容量を除いた容量に対する出力制御を前提で接続を可能とする考え方。
- ❑ 出力制御を前提（ノンファーム接続）に再エネ発電の系統接続が進む。
- ❑ 送電線の過負荷が予想される場合はエリアの送配電会社の指令にもとづき電源の出力調整により送電網の混雑を解消する（TSOによる再給電）
- ❑ 複雑な需給と系統の運用だが、送配電設備投資を軽減し設備の最大活用ができる。

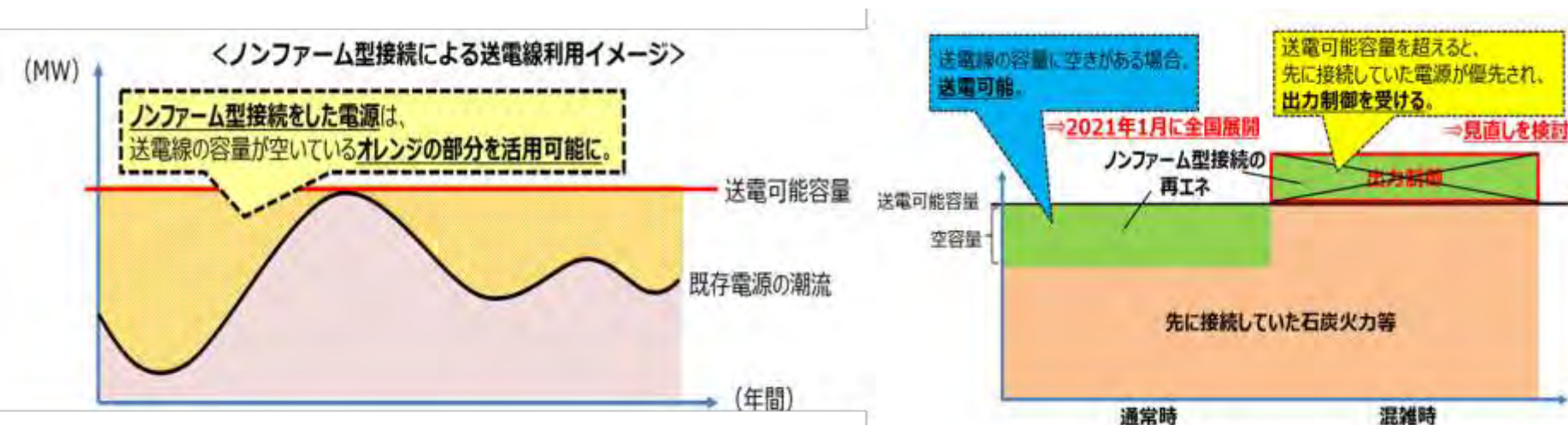


図7 コネクト&マネージの考え方  
(左：ノンファーム接続、右：TSOの再給電による混雑管理)

## 火力発電に求める姿と対応

- ❑ 再エネの導入拡大により、火力の発電電力量 (kWh) ・利用率は継続低下。
- ❑ 再エネの発電量が少ない時間帯に、火力発電に求められる供給力 (kW) は不変。
- ❑ 非効率石炭火力のフェードアウトに関しては、特に発電電力量が多い大手事業者の省エネ法目標の達成割合が低いが、今後発電量を減少させていく見込み。
- ❑ 燃料についても、ロシアによるウクライナ侵攻などによる価格高騰等やLNG火力の燃料制約が発生。
- ❑ 火力発電と燃料確保をどう考えるか？多数年の生産・貯蔵・使用の分析要。



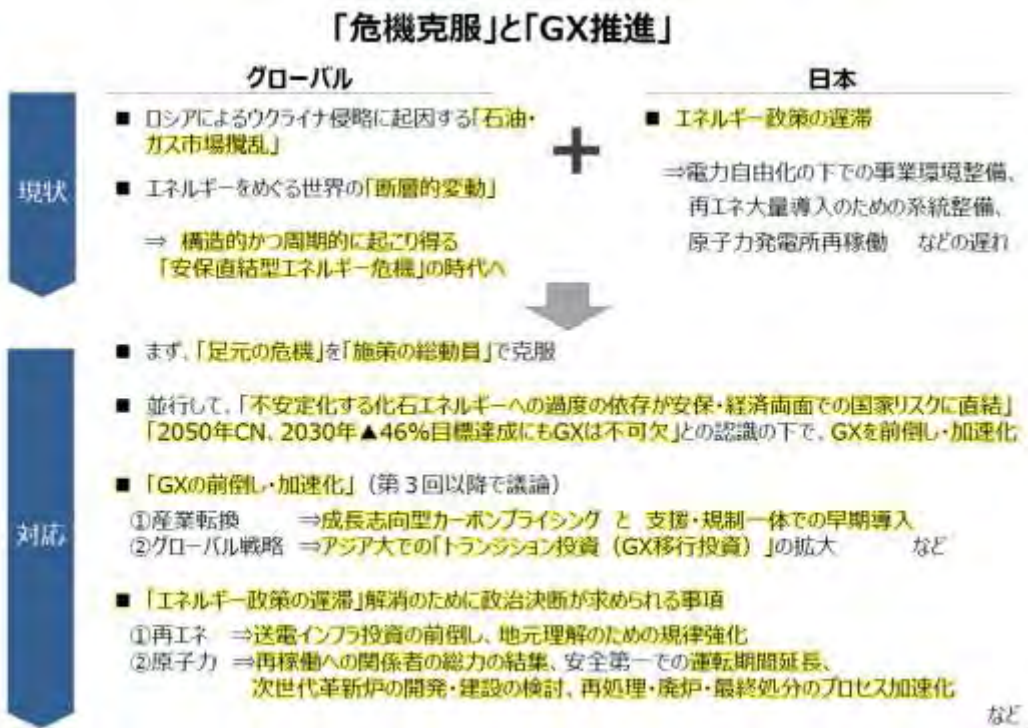
240508\_第74回電力・ガス基本政策小委員会 [資料10今後の火力政策について](#) [事務局]

# 安定供給: 多様なリスクを管理・克服できるか

❑ 2020年12月から1月にかけて、世界的品薄からLNGの追加調達の困難となり **LNG在庫が枯渇**するリスクが生じ**ガス火力力が十分な出力が出せず**、需給ひっ迫による売り札不足により、JEPXの**スポット市場とインバランス市場の価格**が高騰した

❑ 電力・エネルギーシステムの変容の中で**新たに発生する要素を含めて、短時間から長期間のリスクの管理と克服**は重要命題。

荻本和彦, 岩船由美子, 脱炭素時代のエネルギーの安定供給を考える, エネルギー・資源学会第40回研究発表会講演論文集12-4 (2021), p318-323



GX実行会議 第2回 資料1 「日本のエネルギーの安定供給の再構築

[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx\\_jikkou\\_kaigi/dai2/index.html](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/dai2/index.html)



# 電圧低下による大規模需要の脱落

- 2024年7月10日、東部時間19時頃に、東部連系系統の230kV送電線で落雷の除去失敗の結果、自動再閉路が3回、82秒間で6回のシステム障害が発生した。
- 事故継続時間は、42～66msec、需要脱落の地点の事故中の電圧は25～40%であった。
- 6つの系統事故中に、需要側からの制御・切り離しにより、データセンターの約1500MWの需要脱落が発生し、需要の減少は一定期間継続した。
- データセンターの大規模需要は、調整力の供給源にも擾乱要因にもなる。  
早急にグリッドコード要。

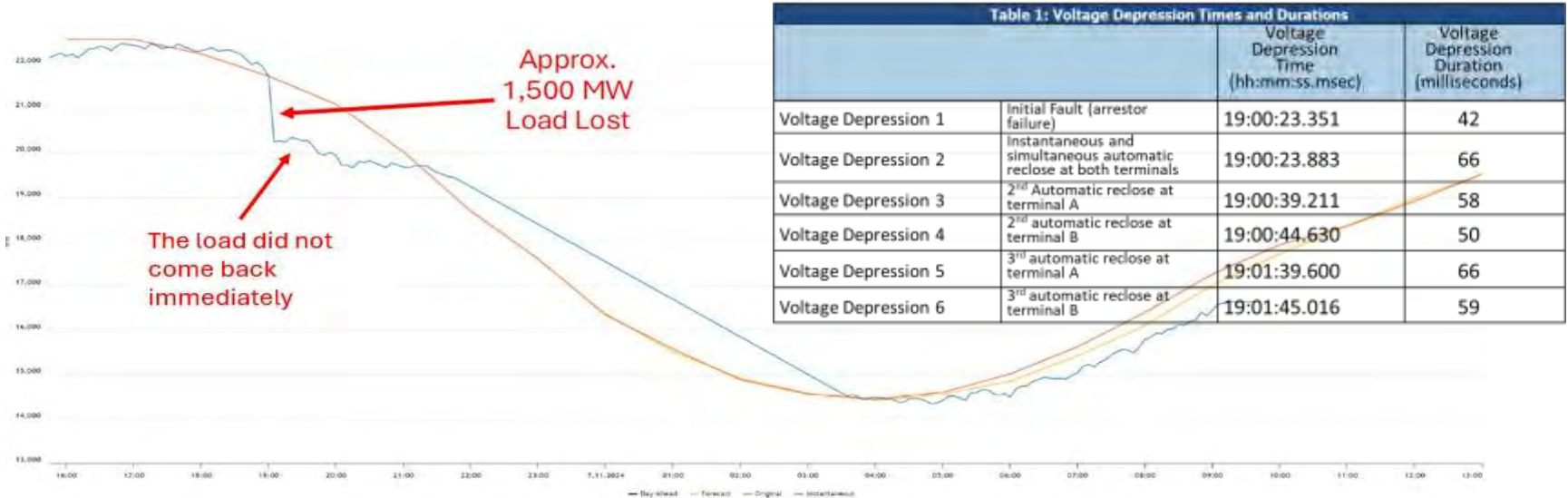


Figure 2: システム需要の変化

250108\_NERC\_Incident Review-Considering Simultaneous Voltage-Sensitive Load Reductions

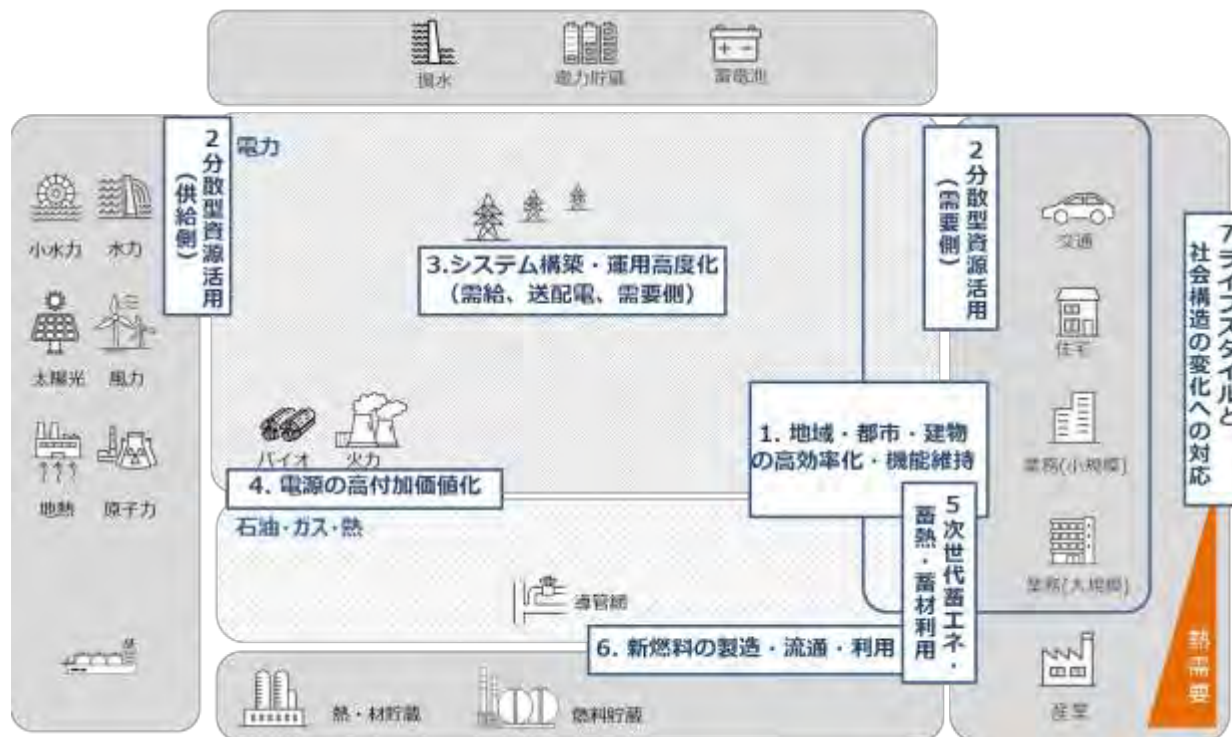
# 本日の内容

1. 電力システムの変容
2. 変化の加速と市場の再設計
3. 価値評価
4. 多軸的取り組み
5. 戦略的取り組み



# 進むべき方向性に一定の合意はあるか？

- ❑ ESIでは、2020.9にエネルギー戦略を公開した。
- ❑ ESIの戦略領域のうち、**EV充電・蓄電**などに関連するのは、  
1.地域・都市・建物の高効率化・機能維持、2.分散型資源活用、3.システム構築・運用高度化、7.ライフスタイルと社会構造の変化への対応



ESIのエネルギー・社会戦略：戦略領域

# 技術と制度の選択肢を評価できるか？

- 不確実なもとでは、選択肢を見つけることが重要。
- 将来の選択肢を具体的に探索できるシナリオの設定とそれに基づく検討が必須。

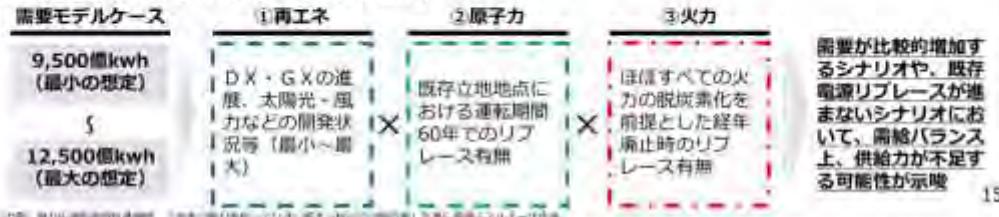
## 【参考】広域機関の策定した将来の需給シナリオ

電力系統改革の検証を踏まえた制度設計ワーキンググループ  
(2025年7月22日)資料3から引用

### 【参考】広域機関の策定した将来の電力需給シナリオ②

- 長期脱炭素電源オークション等の円滑な実施や事業者が計画的に電源開発を進める上での参考とすることを目的に、広域機関において、有識者や外部機関の知見も取り入れた上で、需給に一定の幅を持たせた複数の将来電力需給シナリオを策定。
- 需要は、DX・GXの進捗度合いによって、2040年に9,000億～11,000億kWh、2050年に電力需要が9,500億～12,500億kWhの幅になるというモデルケースを設定。
- 供給は、①再エネはDX・GXの進展や太陽光・風力などの開発状況等に応じて導入量の幅を置き、②原子力は既存の立地地点における運転期間60年でのリブレース有無等、③火力は今後の新設・廃止を概り込んだ上で、2050年ではほぼすべて脱炭素化することを前提としたリブレース有無、を可変条件にしている。
- 2050年において、需要が比較的增加せず、既存電源リブレースが進んだシナリオでは、最も厳しい需給断面（夏季・点灯帯）でも最大1,200万kWの余力が確保できる一方で、需要が比較的增加するシナリオや、既存電源リブレースが進まないシナリオでは供給力が不足する可能性が示唆された。例えば、需要最大シナリオで、原子力、火力のリブレースが進まない場合、最も厳しい需給断面（夏季・点灯帯）では供給力が8,900万kW不足する可能性があると考えた。

#### 将来需給シナリオの設定イメージ（2050年）

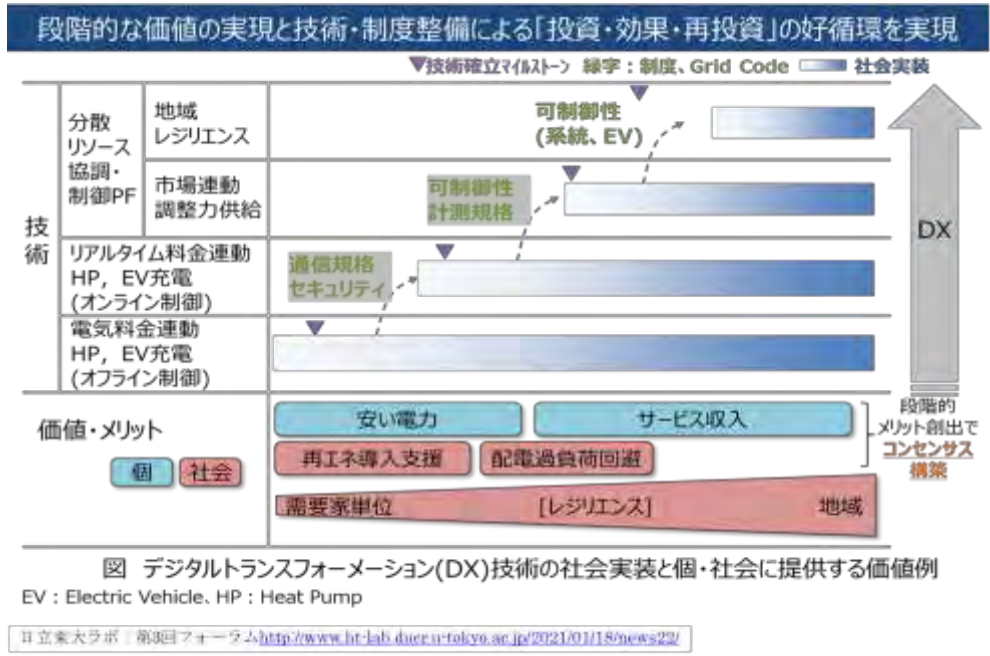


- 需給解析の実施に必要な、電力、エネルギーの以下のパラメタの設定が必要：
  - 一次エネルギー供給・貯蔵
  - 二次エネルギーの需給、
  - それぞれの柔軟性の需給、
  - ネットワーク
  - 3Eの価値
  - その他

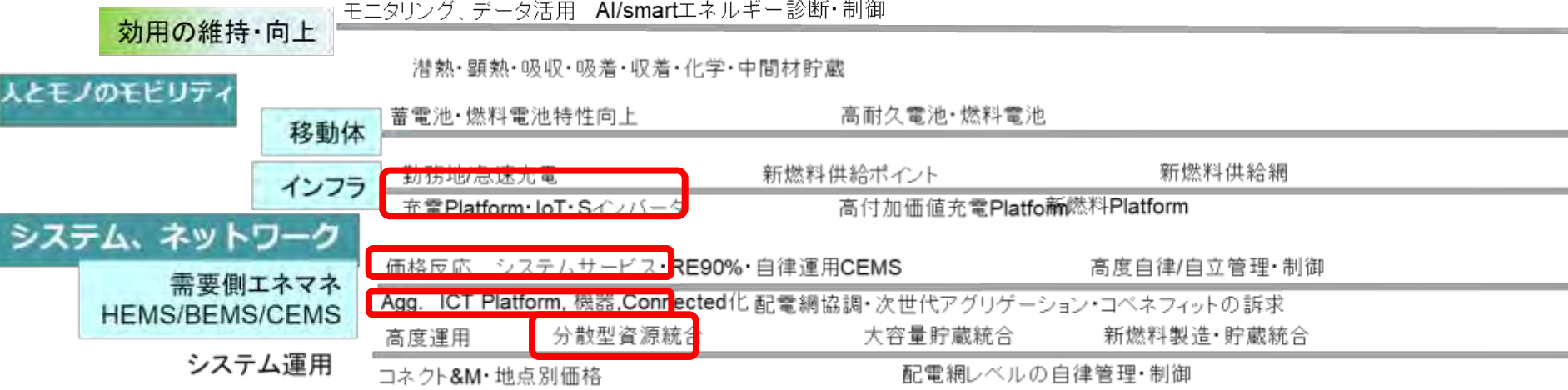
# 変化の加速と戦略の重要性

## 2030～2050への検証可能な粒度のロードマップは？

□ 長期の取り組みでは、多段階の取り組みに関して、**粒度のあるロードマップを基準に、進捗の検証が不可欠。**



需要



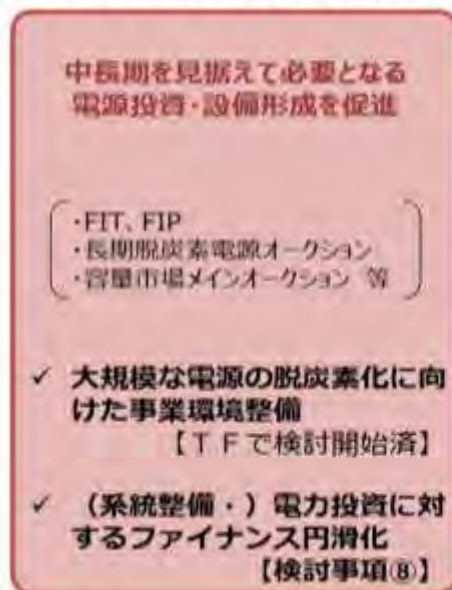
ESIのエネルギー・社会戦略：ロードマップより抜粋（検討中）



# 技術を活かせる制度がつくれるか？

- ❑ 電力・エネルギー部門の投資収益が他分野（ITや観光）に劣後するため、市場の神の手に電源などの設備形成を委ねることは不可。（世界共通）
- ❑ 容量市場や長期脱炭素電源オークション等の設備調達制度では、電源をkWだけの条件で調達できず、技術ニュートラルな競争が設定難、あるいは必要量・条件の設定難。（世界共通）
- ❑ 毎日の運用の効率化についても、海外で既に実施されている「同時市場」スリムなルールに基づく最適運用を実現するためには、まだ時間が掛かる。（日本は遅れ）

## ＜供給力を確保するための取引市場・制度＞



## ＜確保した供給力を最適運用する取引市場＞



✓ 海外の同時市場  
は約10年前か  
ら運用され、  
技術開発を促進  
している。

# GX: トランジションファイナンスは効果的に使われるか？

- ❑ 衰えかねない日本の最後の大きな資金投資である、GXの公的・民間の資金は有効かつ効率的に使われるか？
- ❑ 投資先分散で、それぞれ劣後した結果にならないか？

表-1 エネルギー需給に基づく適格クライテリア分類の考え方

| エネルギー需給の分類 | 部門の類型        | 適格クライテリア   |   |
|------------|--------------|--|---|
| エネルギー供給側   | エネルギー転換部門のGX | <ul style="list-style-type: none"><li>再生可能エネルギーの主力電源化</li><li>原子力の活用</li><li>水素・アンモニアの導入促進</li></ul>                             | <ul style="list-style-type: none"><li>カーボンニュートラルの実現に向けた電力・ガス市場の整備</li><li>蓄電池産業</li></ul>   |
|            | 暮らし関連部門のGX   | <ul style="list-style-type: none"><li>徹底した省エネルギーの推進、製造業の構造転換（燃料・原料転換）</li><li>蓄電池産業</li></ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>運輸部門のGX</li><li>脱炭素目的のデジタル投資</li><li>住宅・建築物</li><li>インフラ</li></ul>  |
| エネルギー需要側   | 産業部門のGX      | <ul style="list-style-type: none"><li>徹底した省エネルギーの推進、製造業の構造転換（燃料・原料転換）</li><li>水素・アンモニアの導入促進</li><li>蓄電池産業</li><li>資源循環</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>運輸部門のGX</li><li>脱炭素目的のデジタル投資</li><li>住宅・建築物</li><li>インフラ</li><li>カーボンリサイクル/CCS</li><li>食料・農林水産業</li></ul> |



# まとめ

- 電力・エネルギーシステムとそれを取り巻くモビリティ・産業・社会・経済は**変容しつつある**。  
変容の過程は**リスクでありチャンス**である
- 踏み絵のようにカーボンニュートラルが可能と言うのではなく、その難しさに向き合った**検証可能な粒度の計画**に基づく取り組みが必要
- **低炭素排出の一次エネルギー源は、立地制約などから導入量に制約があり、それぞれ最大限の導入が望まれる。**
- **分散型の設備形成**では先見性とグリッドコードによる予見性の向上要。
- 各機関や個人は、**価値の変化を理解し、選択肢を創造・評価**できることが必要
- **データの収集・蓄積、適切なツールによる分析・評価は共通の要件**
- 時間のかかる取り組みでは、**人材の確保・育成要**

**日本は1970年代までは、海外を追いかけて経済成長を成功できたが、みずからが先頭に立ったその後は、進むべき道を見誤った。  
自らの競争力を再点検して、それらを維持・発展させることが必要。**

# 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.co  
m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  
ATOMOS2014  
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  
transformatio  
n”を監訳し、  
NEDOより公開  
しました。  
[http://www.nedo.go.jp/library/denryoku\\_henkaku.htm](http://www.nedo.go.jp/library/denryoku_henkaku.htm)



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](http://www.nedo.go.jp/library/repowering_markets.html)



IEA “System  
Integration of  
Renewables”  
を翻訳し、  
NEDOより公  
開しました。  
[http://www.nedo.go.jp/library/repowering\\_markets.html](http://www.nedo.go.jp/library/repowering_markets.html)