

脱炭素化に向けた再エネ拡大とグリッドの方向性

2021年1月25日

東京電力ホールディングス株式会社
経営企画ユニット 系統広域連系推進室長
穴井 徳成

1. 電力グリッドの課題

- 脱炭素化に向けて予想されるエネルギー需給構造の転換をグリッドから見ると、空間的ギャップと時間的ギャップをいかに埋めるかが課題

- ① 再エネ等の非化石電源とエネルギー消費地をつなぐ【空間的ギャップ】
 - エネルギーコスト（電源＋系統＋燃料＋CO2）の最小化を実現するための**系統整備**〔☞スライド5・6〕
 - 市場メカニズムを活用した**系統利用**の最適化〔☞スライド7・8〕
- ② 出力が変動する再エネと電力需要の時間的ずれを調整する【時間的ギャップ】
 - 蓄電池・電気自動車など分散型エネルギー資源（DER）の有効活用（**フレキシビリティ**）〔☞スライド9〕
 - 供給信頼性を確保するための**バックアップ電源**の維持〔☞スライド10〕

2. 将来のエネルギーポートフォリオの試算

- 分散型エネルギー資源（DER）の価格低下とGHG排出の制約（2050年に80%削減）を考慮して、2050年のエネルギー需給全体を最適化するシミュレーションにより将来のエネルギーポートフォリオを試算

目的関数

エネルギーに関する国民負担※ 最小

※電気代および燃料費、ただしカーボンプライスによるCO2負担と地域間連系線増強コストも含む

決定変数

- ①家庭用・業務用・産業用の用途毎の最終エネルギー消費の電化進展
- ②再生可能エネルギーの開発量
- ③地域間連系線増強量
- ④カーボンプライス

制約条件

GHG▲80%
達成（2050）

再エネ経済性
(IRR8%以上)

再エネポテンシャル

前提条件

原子力・地熱・バイオ・一般水力

地内系統制約未考慮

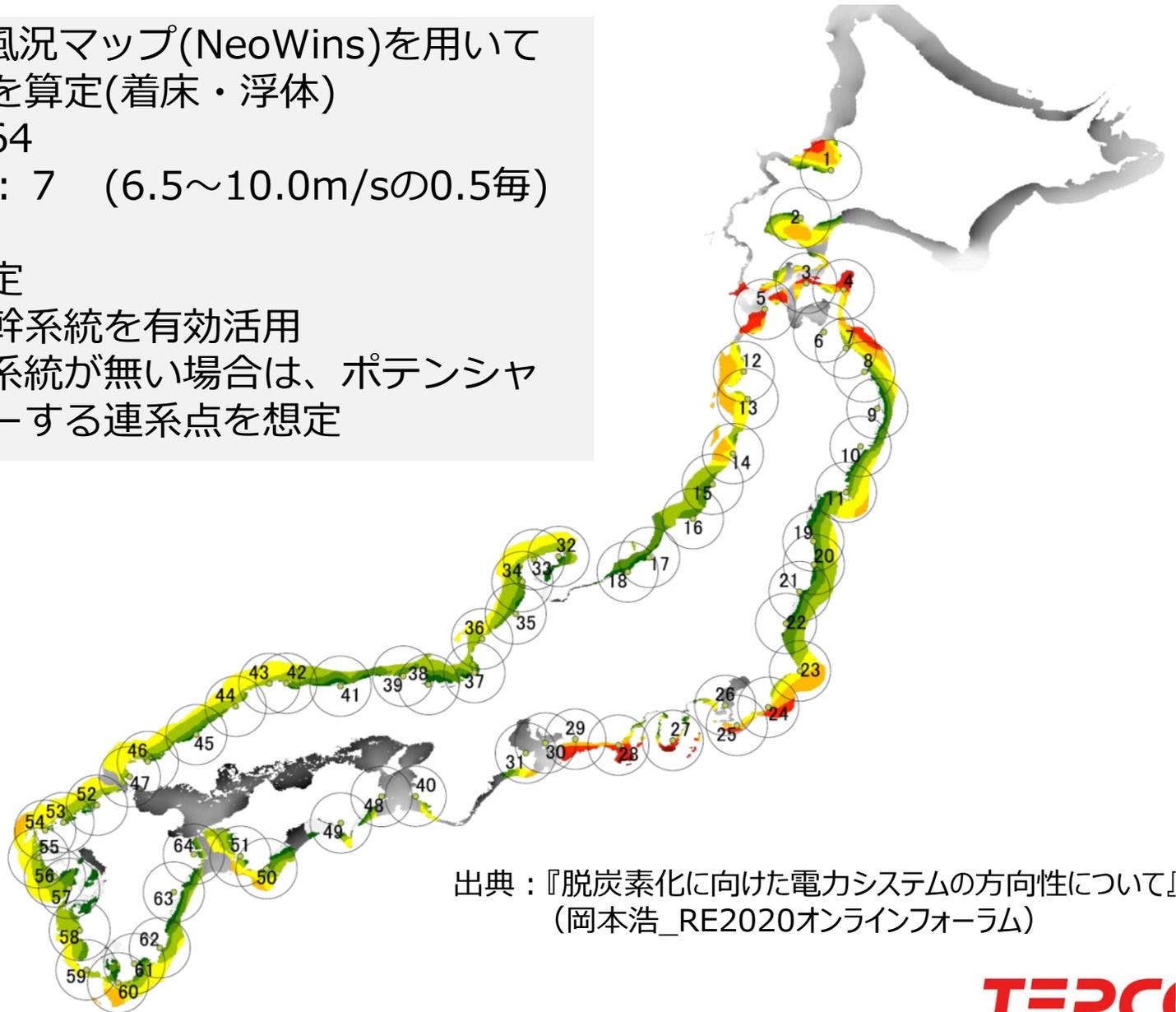
揚水・EV(2050 4,000万台)

水素・CC(U)S未考慮

市場設計
(現行制度 (kWh・kW市場))

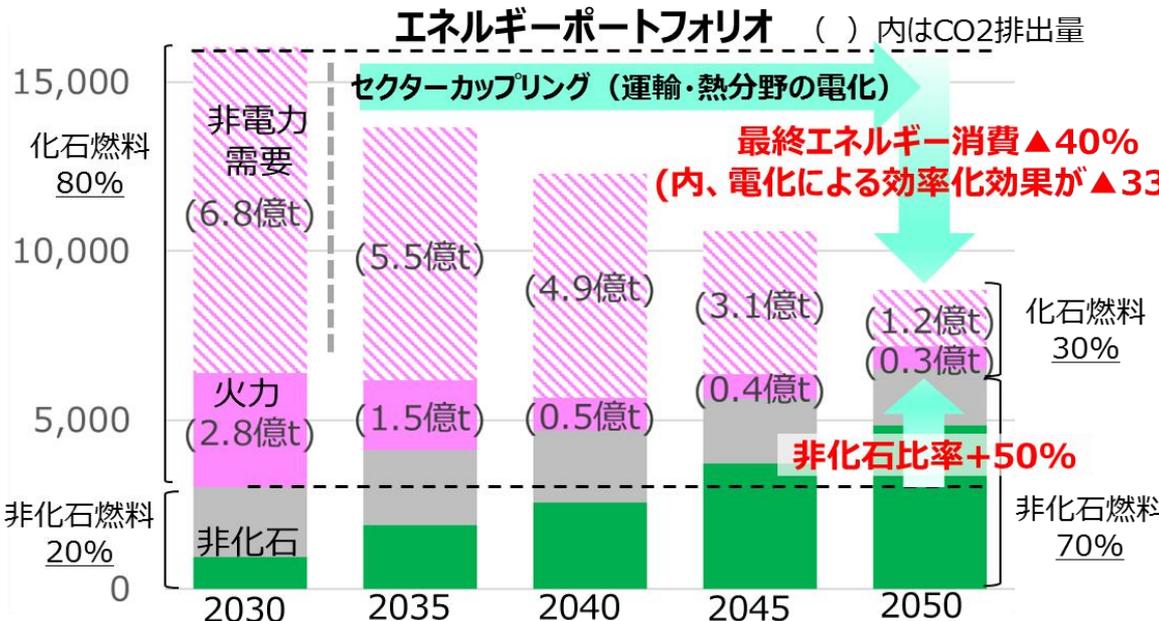
【参考】洋上風力ポテンシャルマップ

- NEDOの洋上風況マップ(NeoWins)を用いてポテンシャルを算定(着床・浮体)
 - ✓ 海域数：64
 - ✓ 風速区分：7 (6.5~10.0m/sの0.5毎)
- 系統接続の想定
 - ✓ 既存の基幹系統を有効活用
 - ✓ 既存基幹系統が無い場合は、ポテンシャルをカバーする連系点を想定



出典：『脱炭素化に向けた電力システムの方角性について』
(岡本浩_RE2020オンラインフォーラム)

エネルギー市場規模 (PJ)
【一次エネルギー】



CO2排出量(億t-CO2) (GHG削減率/2013比) ※1	9.6 (▲24%)	7.0 (▲42%)	5.4 (▲54%)	3.5 (▲67%)	1.6 (▲81%)
国民負担※2 合計 (兆円) (国民負担の内、CO2負担金(兆円))	40 (0)	37 (3.5)	38 (4.8)	41 (9.1)	33 (4.8)
電気料金 (円/kWh)	17	18	18	19	18
CO2価格(円/t-CO2)	0	5,000	9,000	26,000	31,000

※1 GHG削減率は、「その他GHG, 吸収源 (1.15億 t)」を加味
 ※2 電力システムコスト+ 非電力燃料費+非電力CO2負担

出典：『グリッドで理解する電力システム』（岡本浩）

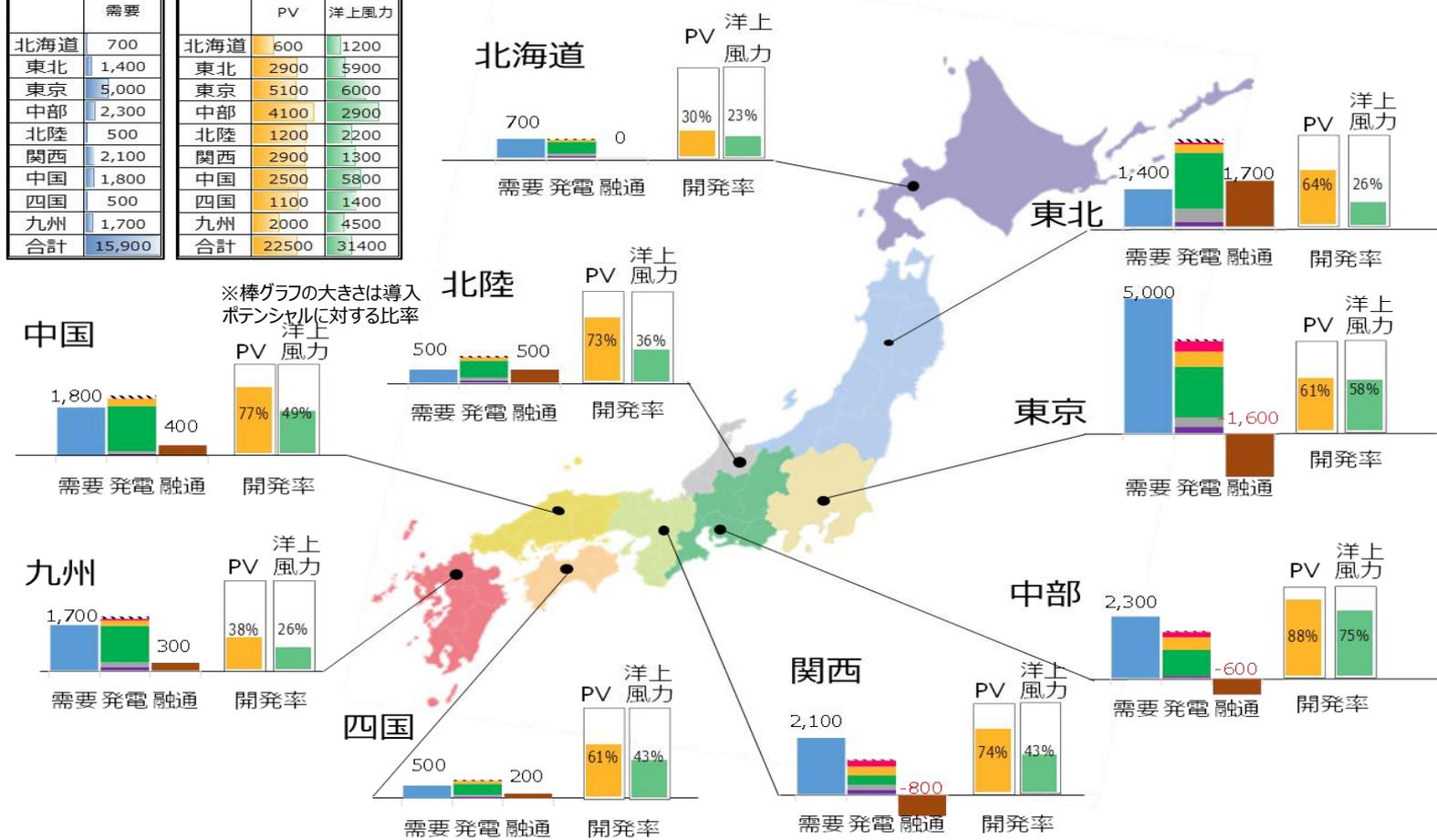


2-1. 2050年の予想再エネ導入量と需要予測のバランス試算例

■ 需要に対して再エネ適地が偏るため系統増強が必要となるが、系統増強コストを考慮した電源立地誘導による全体最適化が重要

需要(億kWh) 導入量(万kW)

	需要	PV	洋上風力
北海道	700	600	1200
東北	1,400	2900	5900
東京	5,000	5100	6000
中部	2,300	4100	2900
北陸	500	1200	2200
関西	2,100	2900	1300
中国	1,800	2500	5800
四国	500	1100	1400
九州	1,700	2000	4500
合計	15,900	22500	31400



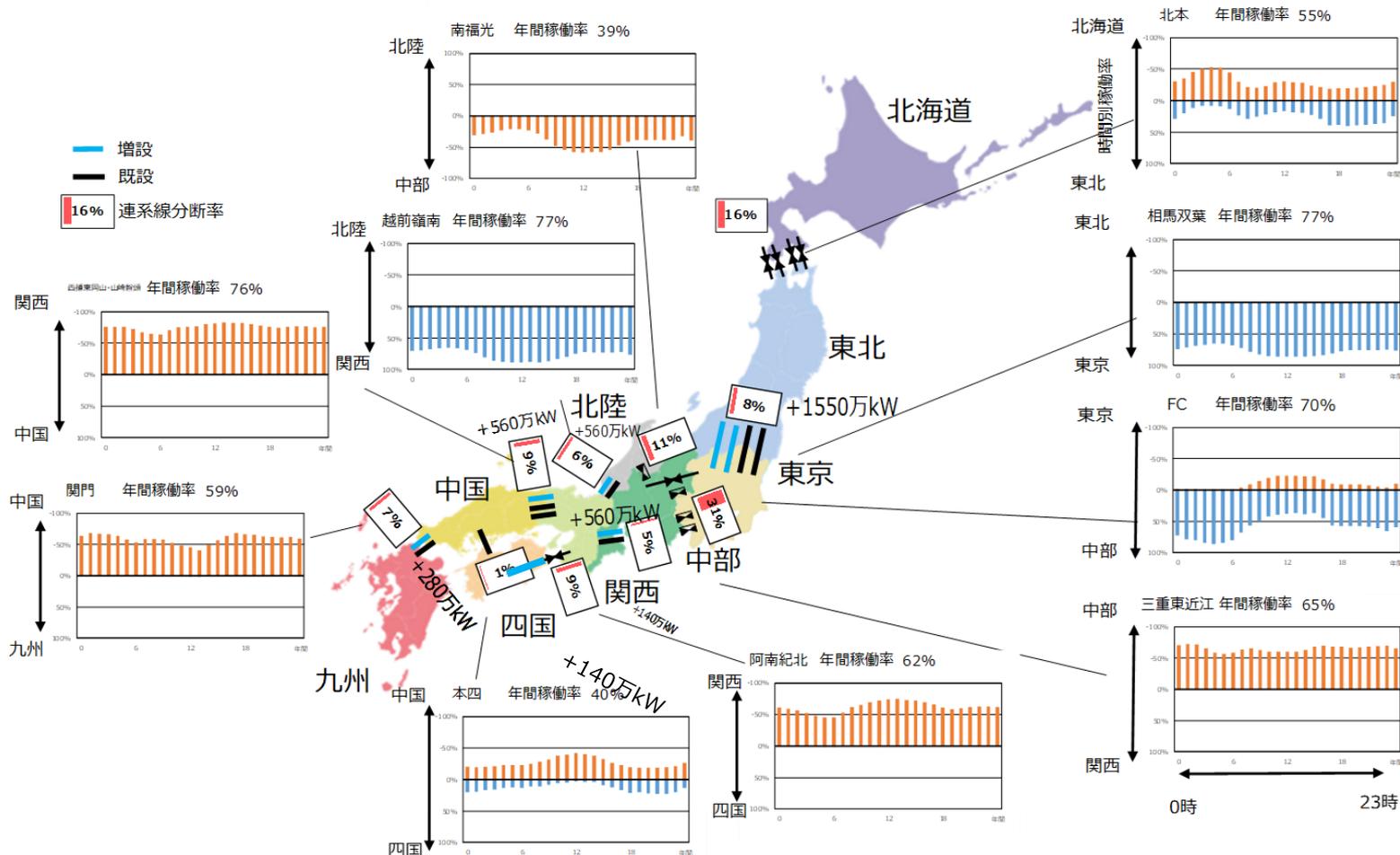
出典：『グリッドで理解する電力システム』（岡本浩）

※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある



2-1. 2050年の地域間連系線の増強量と潮流状況の試算例

■ 全体コスト最小化を志向した系統増強により連系線稼働率は一定以上を維持



出典：『グリッドで理解する電力システム』（岡本浩）

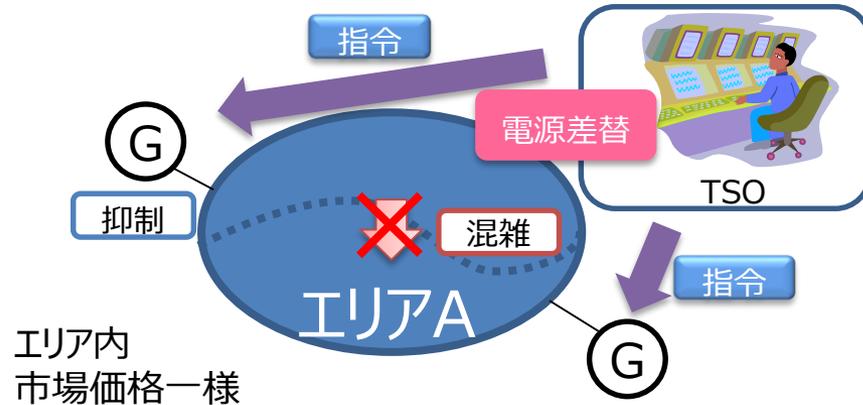


2-2. 系統利用の最適化 混雑管理方式※

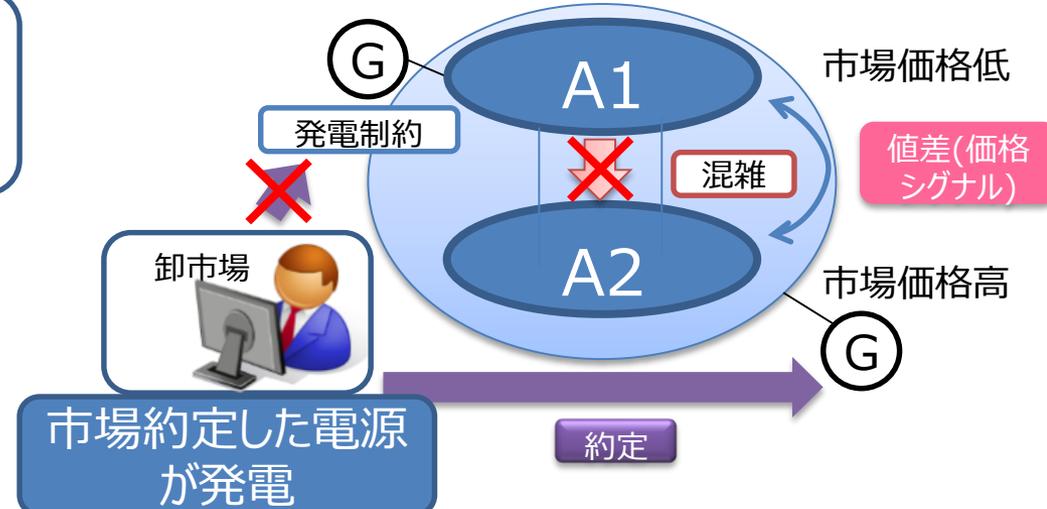
- 混雑解消実施主体は卸電力市場の閉場(GC:ゲートクローズ)前後で異なる
GC前：系統利用者(BG:バランスグループ)、GC後：TSO
- BG・TSOがそれぞれの役割を果たすことでメリットオーダーを達成できる設計が必要
- 出力調整の公平性・透明性確保の観点から、欧米では原則②間接オークションとし、①再給電方式は補完的(GC後/市場利用不可の時)な位置づけ

※国(OCCTO)が検討中:地内系統の混雑管理に関する勉強会

①再給電方式



②間接オークション方式 (ゾーンまたはノードル)

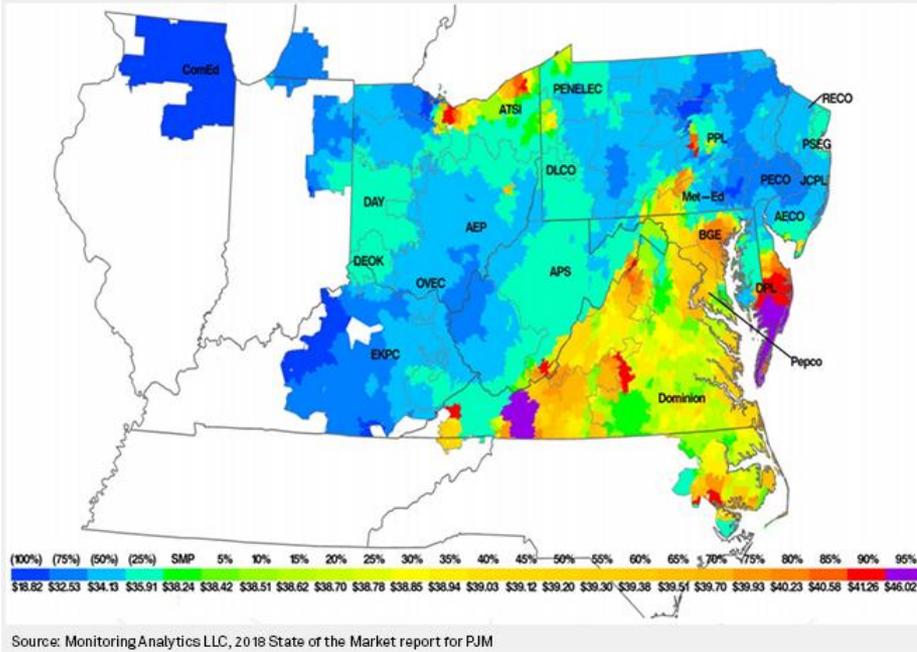


出典：METI 第4回 再生可能エネルギー大量導入時代における政策課題に関する研究会 資料4(2017.6.20)

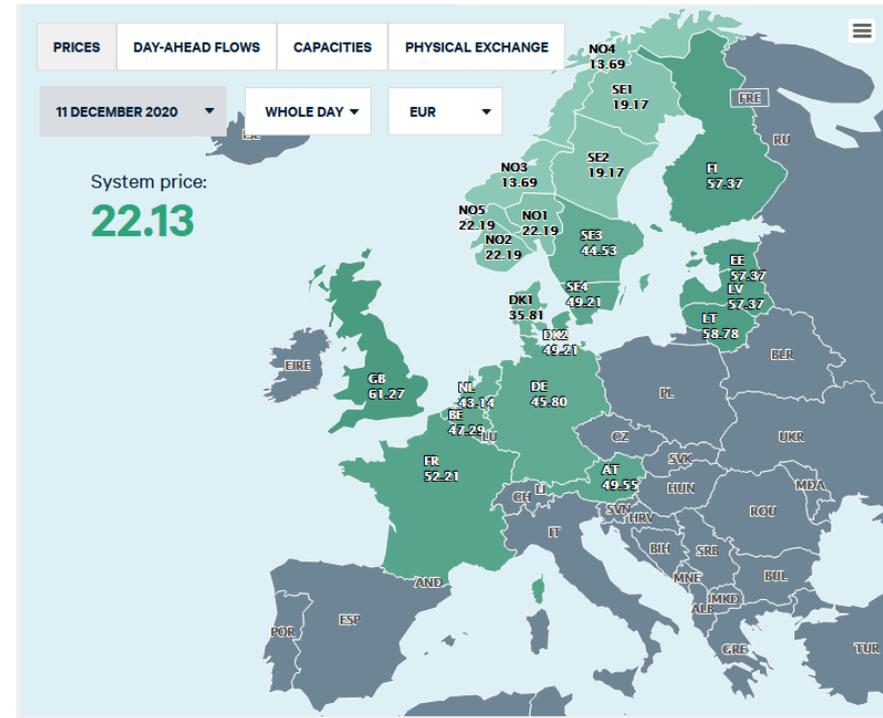
【参考】諸外国における混雑管理

- ノーダル方式導入例
 - 米国PJM 地点別限界費用(LMP: Locational Marginal Pricing)
- ゾーン方式導入例
 - 欧州(北欧Nord Pool)

Real-time load-weighted, average locational marginal pricing for 2018 across PJM Interconnection's market



ノーダル制の例: 米国PJM



ゾーン制の例: 欧州 Nord Pool

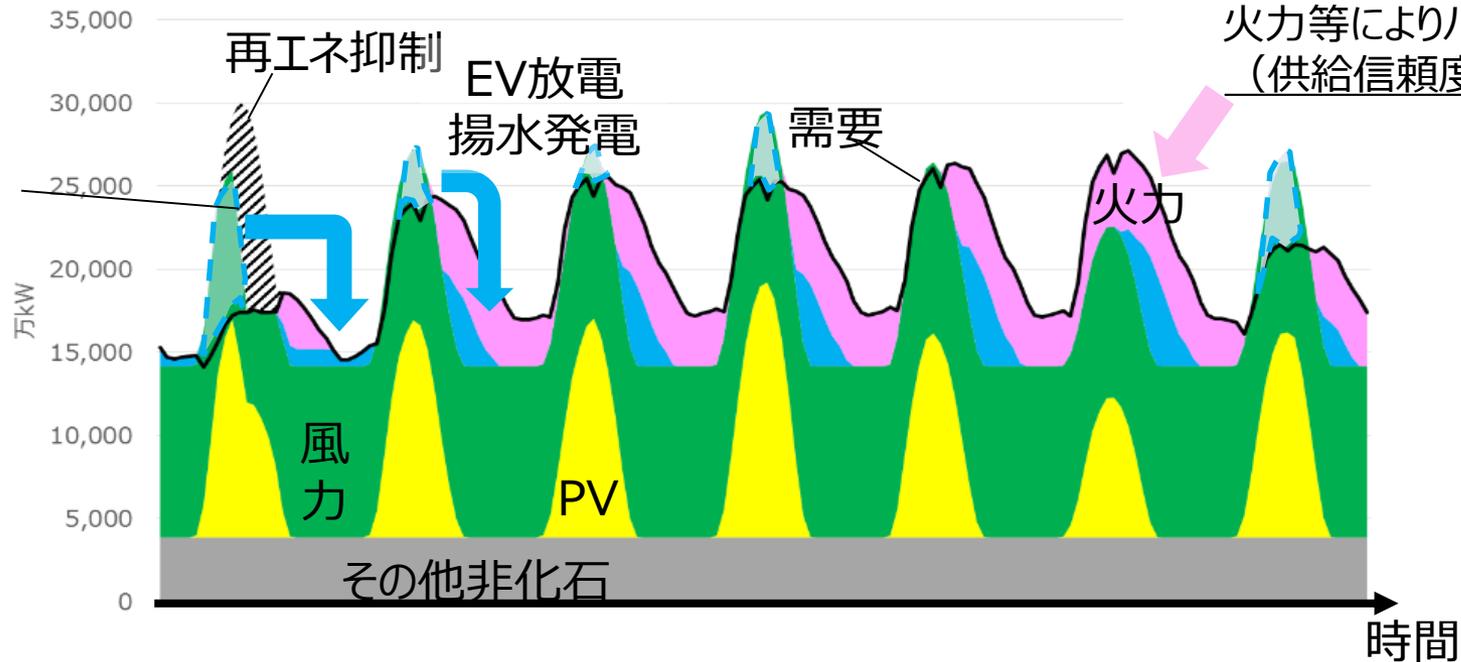
2-3.再エネと電力需要の時間的ミスマッチ

- ①EVの蓄電池などDERの活用、②火力・揚水など系統電源によるバックアップが必要
- 需要の低い春季・秋季にはより多くの再エネ余剰が発生

2050夏季の一週間の電力需給試算例

池容量・蓄電容量不足時は
火力等によりバックアップ
(供給信頼度の確保)

EV充電
揚水くみ
上げ

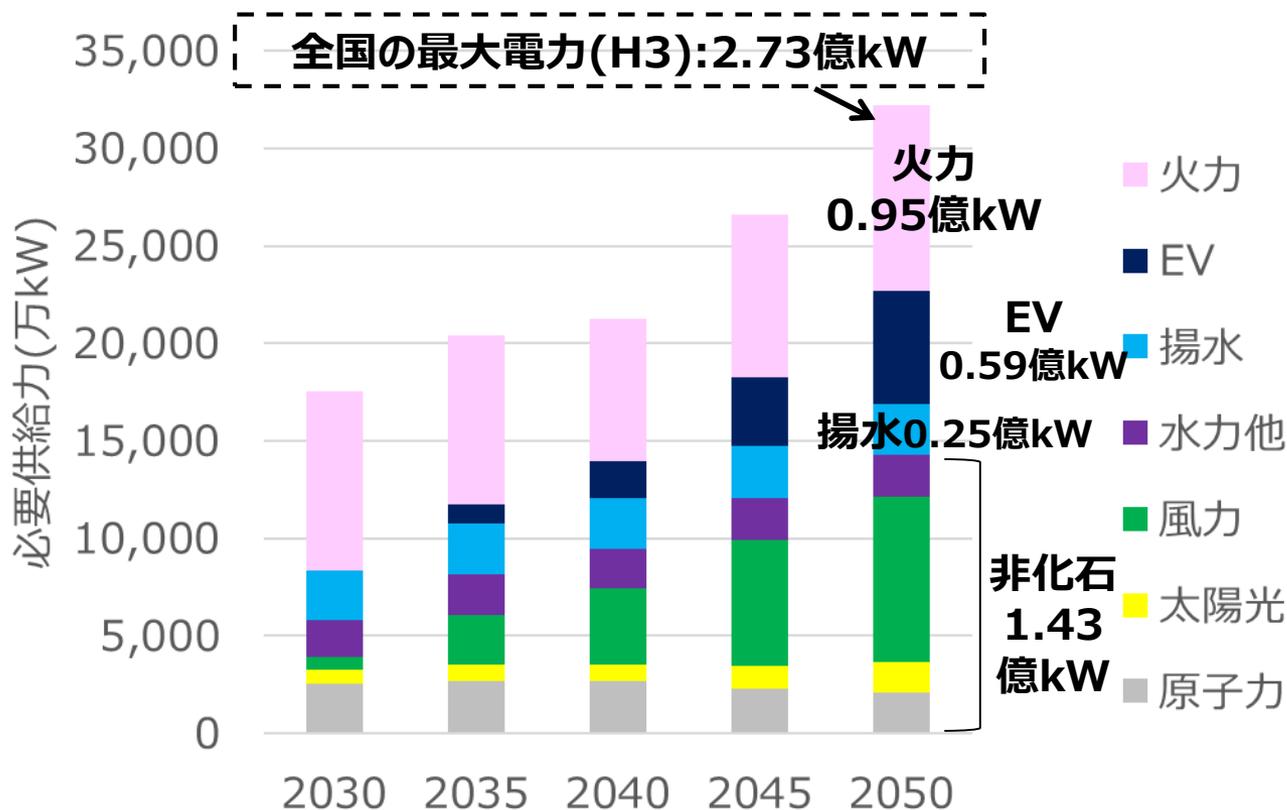


出典：『脱炭素化に向けた電力システムの方向性について』（岡本浩_RE2020オンラインフォーラム）

2-4. 供給信頼性の確保

- EVの蓄電池をピークの供給力として活用したとしても、バックアップのための火力発電が必要

必要供給力



供給力としての再エネの価値 (火力との比較)

	2050年度調整係数
太陽光	7%
風力	26%
揚水・EV	96%

出典：『脱炭素化に向けた電力システムの方向性について』（岡本浩_RE2020オンラインフォーラム）

3. 電力グリッドの方向性

■ 系統整備面

- 発電コストだけでなく、系統コスト・CO2コストも含めたエネルギーコストの最小化に向け、地産地消、需要地近接電源（より需要地に近い洋上風力開発など）、電源近接需要（地域へのデータセンターや新産業創出など）の誘導
- エネルギーコスト低減やイノベーション創出に資する系統の計画的整備
 - ✓ 発電設備投資や新たな需要創出を促すためのプッシュ型計画

■ 系統利用面

- 系統利用のDX※化により、CO2コストも含めた発電コストの安価な順番で、限られた送配電空容量をリアルタイムに割り当てる仕組みへの移行
- 電気自動車の蓄電池など、需要側の分散エネルギー資源を再エネ出力変動の調整や系統の混雑管理、レジリエンス向上に最大限に活用するためのローカル市場を送配電事業者が自ら整備・運営

※DX: Digital transformation