

電力システムの安定供給の課題と カーボンニュートラルに向けたイノベーション

浅野 浩志

東海国立大学機構岐阜大学地方創生エネルギーシステム研究センター特任教授
東京工業大学科学技術創成研究院ゼロカーボンエネルギー研究所特任教授
一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー

2022年10月27日

九州エネルギー問題懇話会 2022年度エネルギー講演会

要旨

2030年までは既存技術でGHG排出を相当量削減できるが、トランジションを経て、2050年までのネットゼロ実現には今後10年間のエネルギーイノベーションが不可欠である。

カーボンニュートラルとエネルギーの安定供給を基軸とするグリーン成長に不可欠な重要なエネルギー技術は、再生可能エネルギー、次世代電力ネットワーク、水素サプライチェーン、革新的原子力技術、CCUS(二酸化炭素回収・利用・貯留)である。

その重要性の評価基準は、我が国の技術優位性、コスト競争力、エネルギーセキュリティに加えて、温室効果ガス（GHG）限界削減費用を考慮した経済的ポテンシャルである。

エネルギー転換部門は、産業、民生、運輸の全ての需要分野の課題と結びついており、需給一体で最も経済的な排出削減を目指すべきである。主要排出源の一つである交通部門と電力部門のセクターカップリングを実現する、

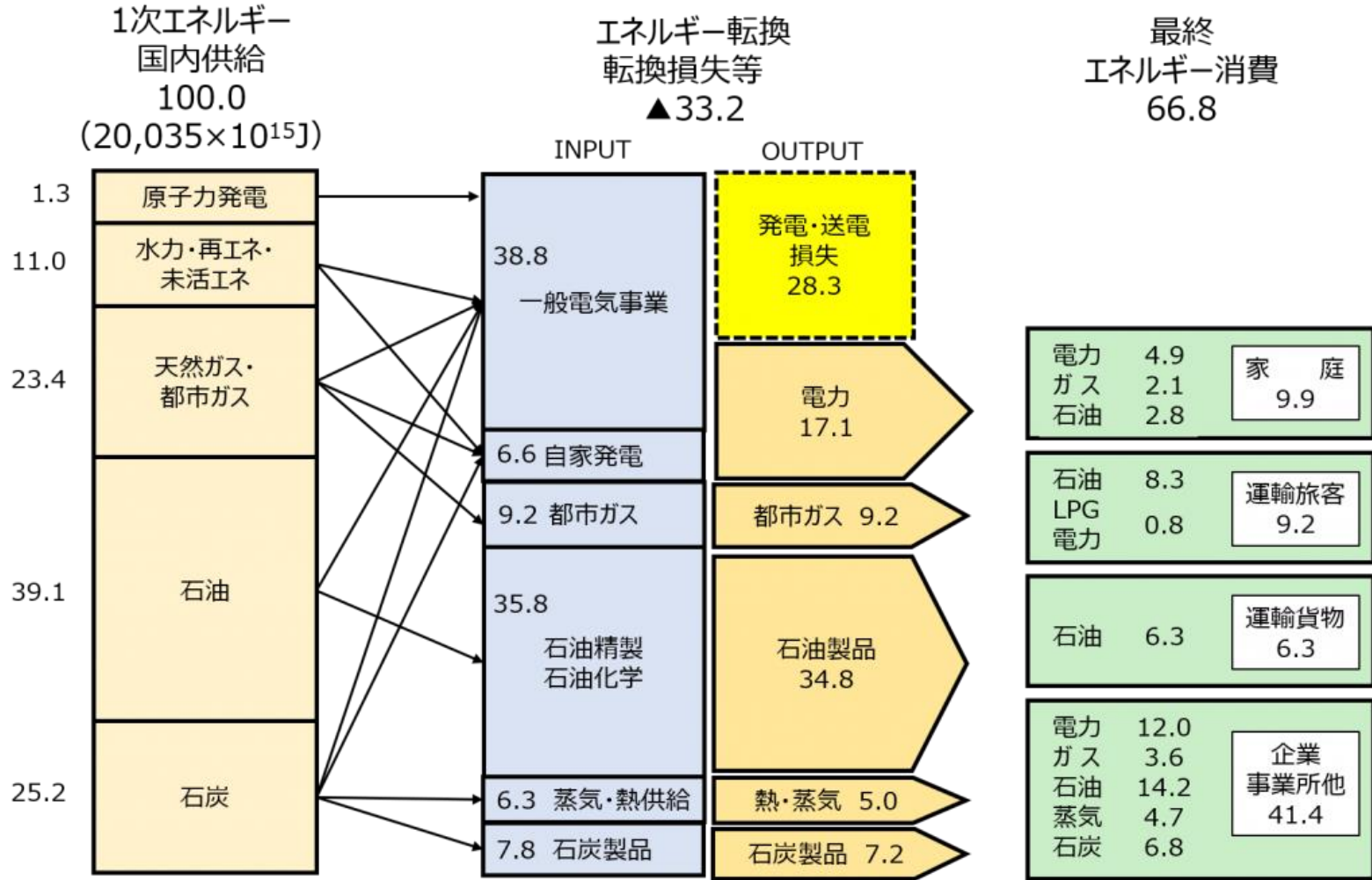
統合型エネルギーマネジメントシステムの開発と社会実装（第2期内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）で取り組んでいる「IoE社会のエネルギーシステム」）などが領域をまたぐ横断的な重点分野である。

分散型エネルギー資源(DER)のマネジメントは、グリーン成長戦略における重要分野の一つ 「住宅・建築物・次世代電力マネジメント」に位置付けられている。エネルギートランジションのため、2030年代にスマートエネルギーマネジメントシステムを本格的に普及させることが目標

内容

- エネルギー・電力需給の動向
- カーボンニュートラルへのエネルギートランジションの重要性
- セクターカップリングによるCO2排出削減と社会的付加価値創出
- 九州V2Gのパイロット事業、効果分析、事業性

2019年度エネルギーフロー：%表記 20 EJ(4.8億TOE)=100%

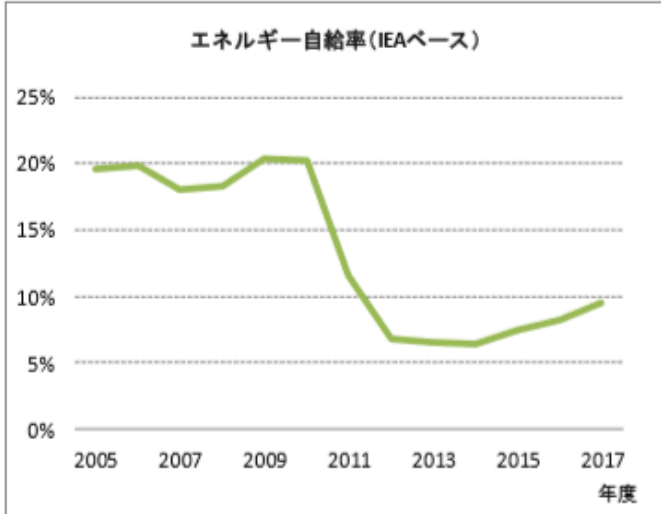


エネルギーサービス (効用)

エネルギー自給率

ホルムズ海峡のタンカー攻撃(2019.6)

エネルギー自給率と化石エネルギー依存度・石油依存度



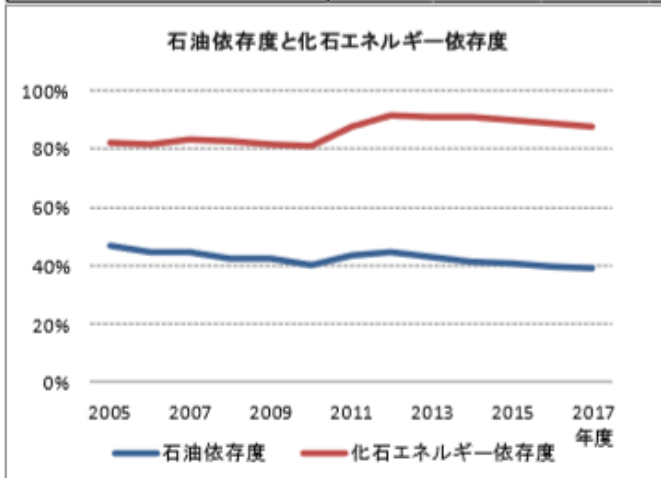
エネルギー自給率 (IEAベース)
 国際比較等を可能にするために、
 International Energy Agency「World Energy
 Balances」の定義に沿って試算した低位発熱量
 量版IEA準拠表から算出したもの。

$$= \text{Production}^{\#1} / \text{TPES}^{\#2}$$

#1Production: Coal, Crude oil, Natural gas, Nuclear, Hydro,
 Geotherm./Solar/etc., Biofuels/Wasteの国内産出量
 #2TPES (Total Primary Energy Supply): Coal, Crude oil, Oil
 products, Natural gas, Nuclear, Hydro,
 Geotherm./Solar/etc., Biofuels/Wasteの国内産出量と輸入
 量の合計から輸出量とパンカー輸出量を差し引き、在庫変
 動量を加減(取崩しは加算、積み増しは減算。)した量。

なお、低位発熱量版IEA準拠表は資源エネルギー庁ホ
 ムページの総合エネルギー統計のページに掲載してあり
 ますのでご利用ください。

(年度)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
エネルギー自給率(IEAベース)	20.3%	11.6%	6.7%	6.6%	6.4%	7.4%	8.2%	9.6%



石油依存度

$$= \text{石油国内供給}(\times 1) / \text{一次エネルギー国内供給}$$

 化石エネルギー依存度

$$= \text{化石エネルギー国内供給}(\times 2) / \text{一次エネルギー国内供給}$$

※1 石油国内供給: 原油及び石油製品の国内産出量と輸入
 量の合計から輸出量を差し引き、供給在庫変動量を
 加減(取崩しは加算、積み増しは減算。)した量。
 ※2 化石エネルギー国内供給: 石炭、石炭製品、原油、
 石油製品、天然ガス、都市ガスの国内産出量と輸入
 量の合計から輸出量を差し引き、供給在庫変動量を
 加減(取崩しは加算、積み増しは減算。)した量。

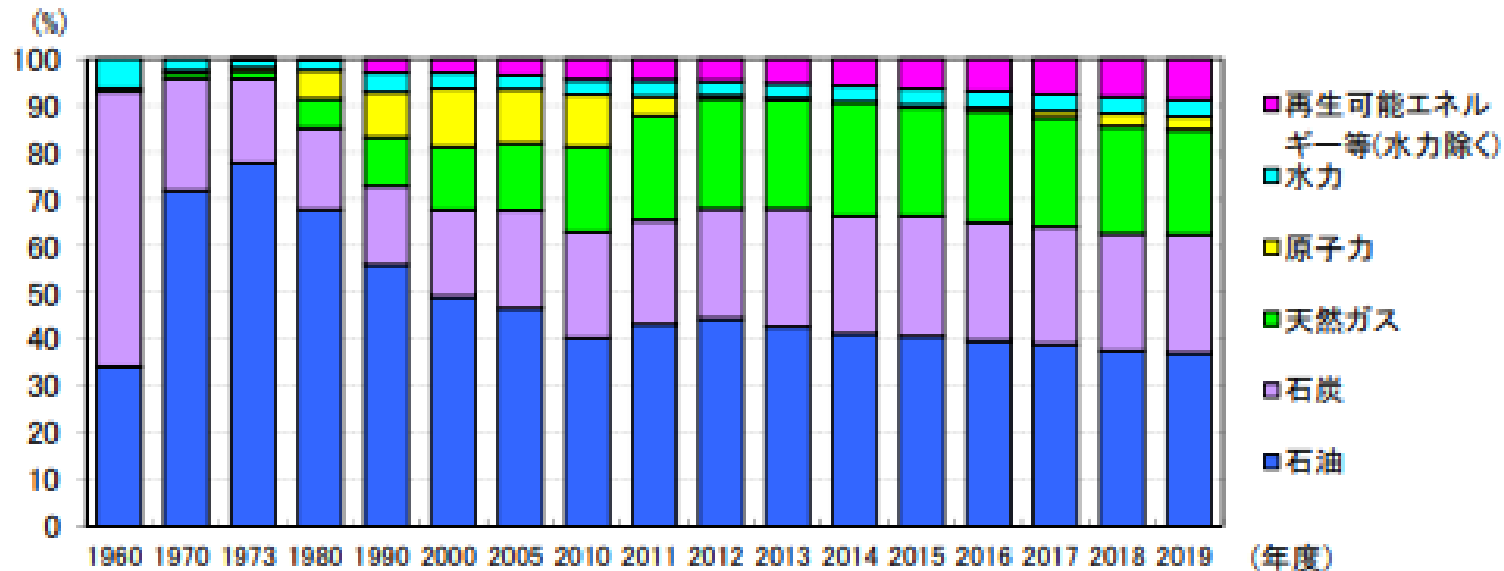
(年度)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
石油依存度	40.3%	43.3%	44.5%	42.8%	41.2%	40.6%	39.7%	39.0%
化石エネルギー依存度	81.2%	87.8%	91.5%	91.2%	90.8%	89.7%	88.8%	87.4%



出典:資源エネルギー庁(2019.4), 平成
 29年度の総合エネルギー統計 確報

エネルギー自給率の推移

【第211-4-1】一次エネルギー国内供給構成及び自給率の推移

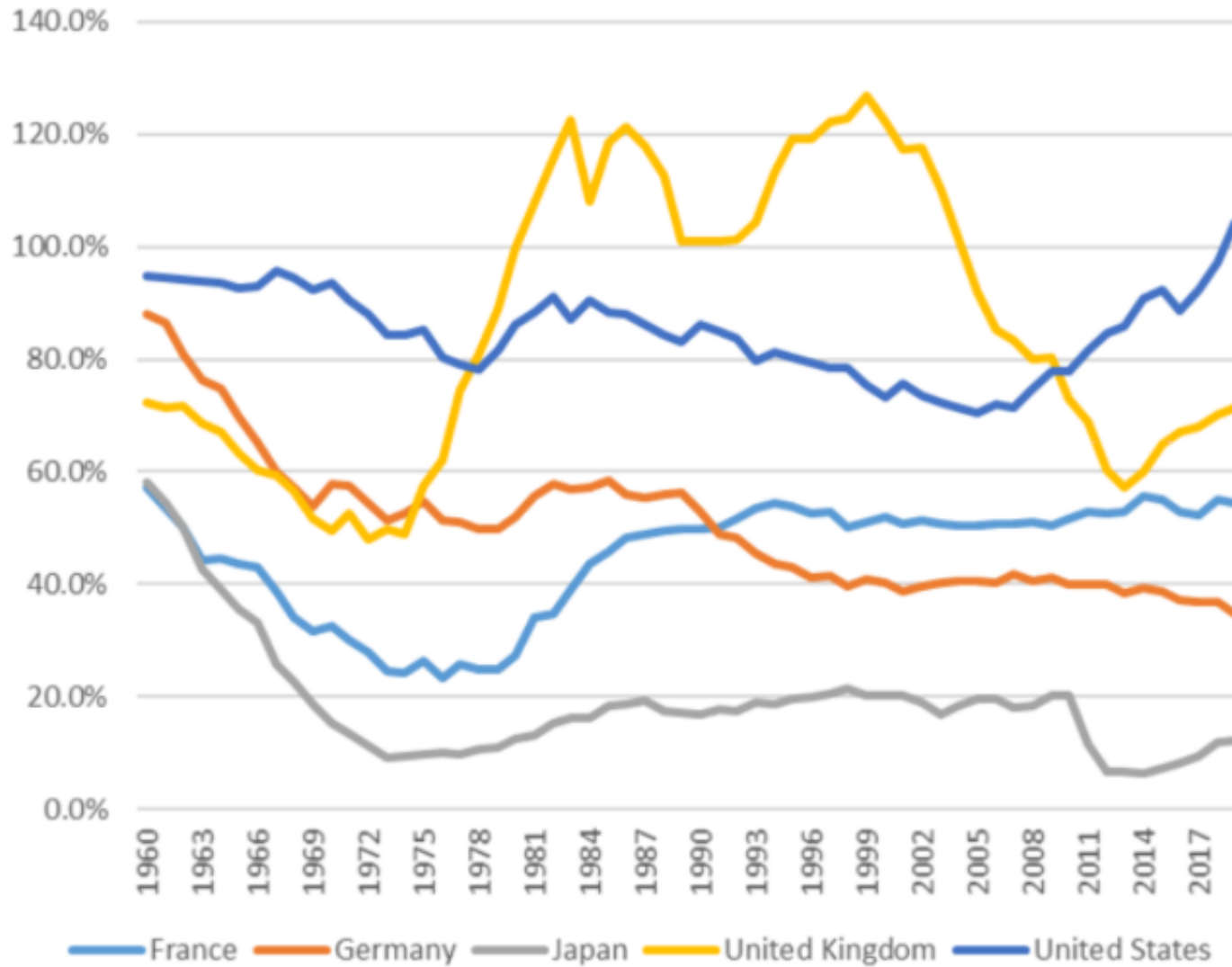


年度	1960	1970	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
エネルギー自給率(%)	58.1	15.3	9.2	12.6	17.0	20.3	19.6	20.2	11.5	6.7	6.5	6.3	7.3	8.1	9.4	11.7	12.1

(注1) IEAは原子力を国産エネルギーとしている。 (注2) エネルギー自給率(%) = 国内産出/一次エネルギー供給×100。
出典：1989年度以前はIEA「World Energy Balances 2020 Edition」、1990年度以降は経済産業省「総合エネルギー統計」を基に作成

主要国の1次エネルギー自給率

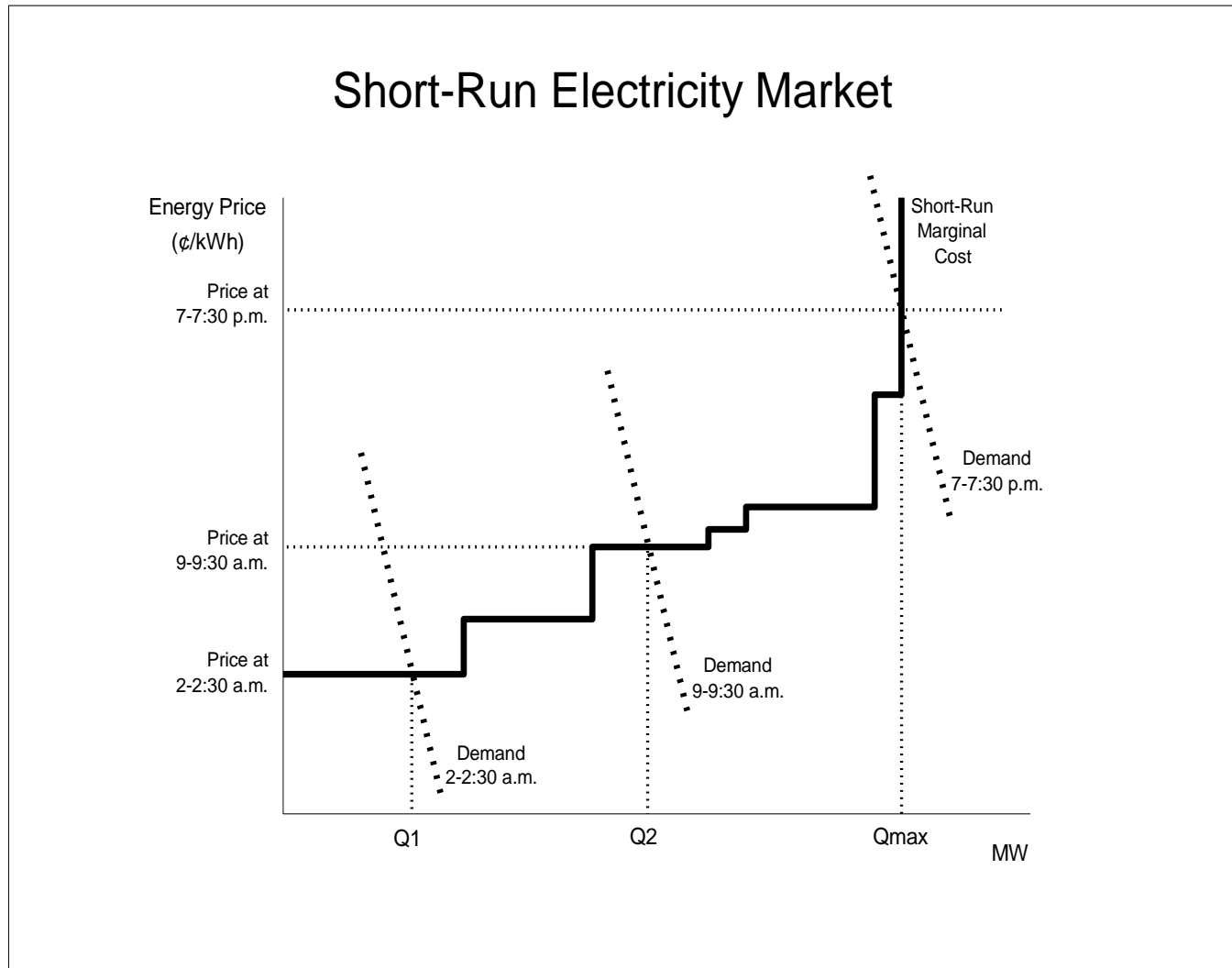
出典：資源エネルギー庁



電力危機

- 何故、電力危機が起きるか
- 市場制度設計：電力市場、特に卸電力市場の入札方法
- FITによるゼロ限界コストプラント（PV）の参入
- Missing money problem
- まだ経験浅い容量メカニズム

入札と落札価格設定：
 社会厚生最大化→System marginal pricing (統一価格制)
 エネルギー料金単価：短期限界費用ベース
 固定費回収が不確実



時間帯別需要と限界費用曲線（発電事業者の入札曲線）の交点が市場均衡価格

小売電気事業の販売価格と卸電力市場価格 JEPX価格が安価な時は問題ない

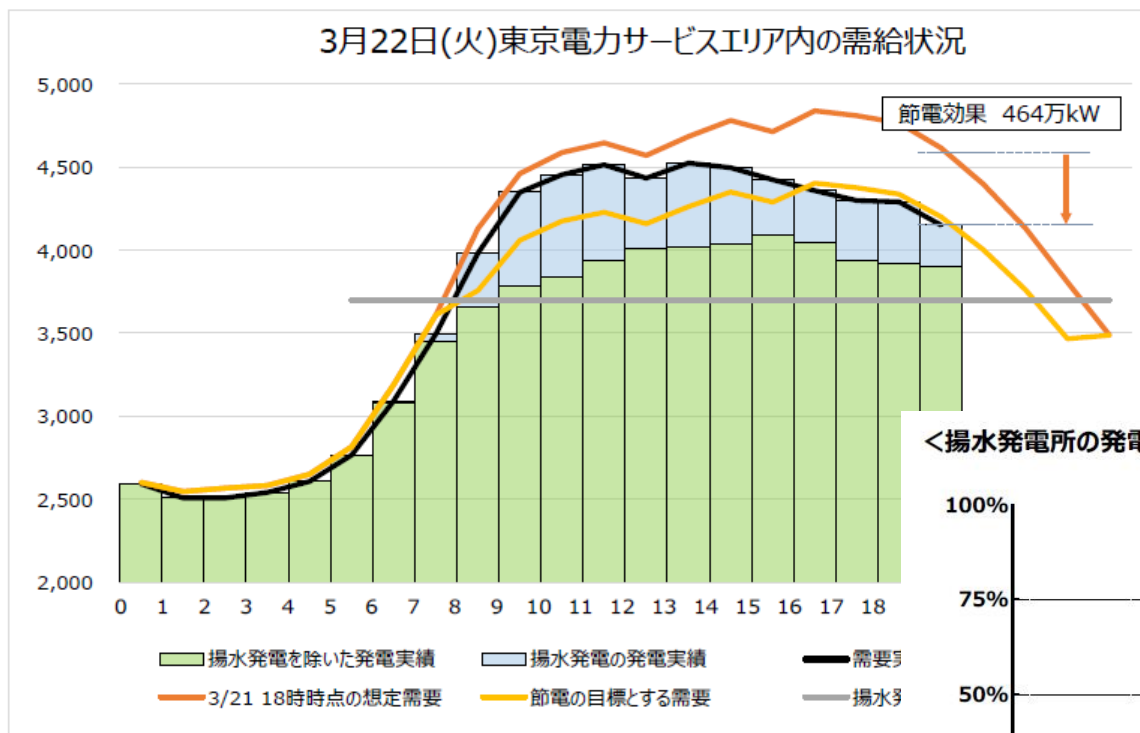


自主的な節電により停電回避できた 経産大臣会見以降ようやく期待通りの節電

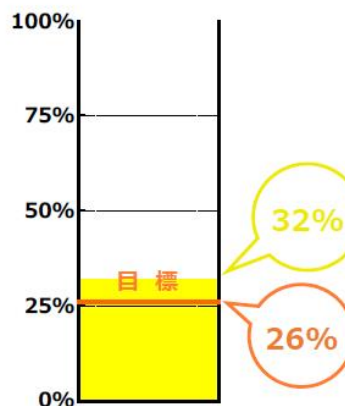
<想定カーブ、節電カーブ、実績カーブ>

2022年3月22日

東京電力パワーグリッド株式会社



<揚水発電所の発電可能残量>



2022年3月22日

東京電力パワーグリッド株式会社

7時時点での揚水発電可能量	100	%
20時時点での揚水発電可能量	32	%
22時時点での揚水発電可能量 (予想)	16	%

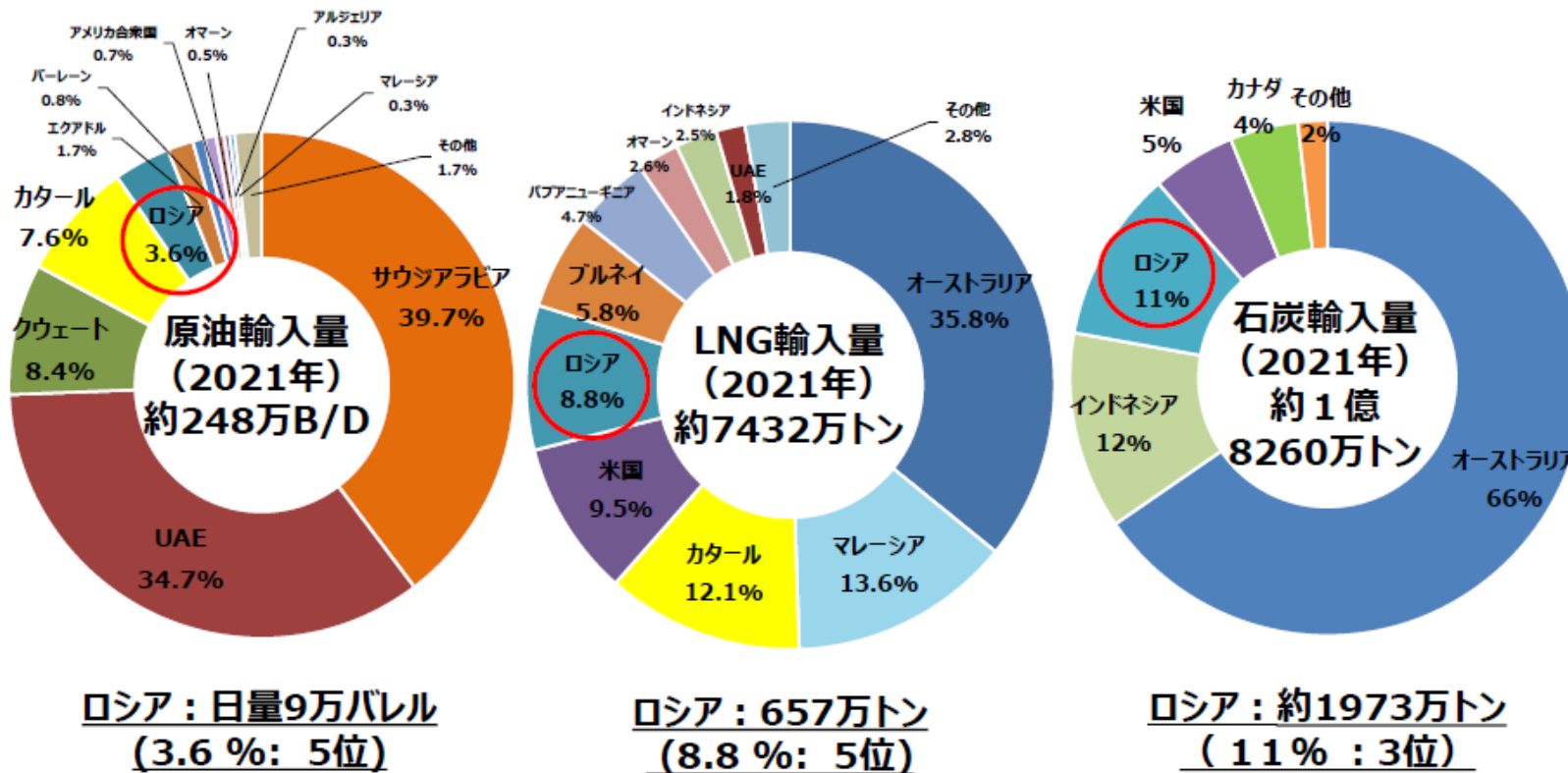
<補足説明>
7時時点での揚水発電可能量を100%としています。
なお、1%は一般家庭10万世帯1日分の電力消費量に相当します。

<掲載理由>

- ・揚水発電所は上下の2つの調整池を持ち、一定量の水を繰り返して使用する発電所です。電力需要の少ない夜間帯に下部調整池から上部調整池に水をくみ上げ、電力需要が多い時間帯に上部調整池から下部調整池に水を流して発電します。
- ・当社サービスエリアでは、全供給力の約20%を占めています。
- ・揚水式発電における上部調整池から下部調整池に流せる水の量（確保水量）は、火力発電所におけるガス、石油などの燃料に相当し、この水量がなくなると発電機の運転が出来なくなります。
- ・3月22日は厳しい需給状況が予想されており、揚水発電所での発電量が増加すると、上部調整池の水を使い切る可能性があることから、最新状況を公表します。引き続き、効率的な電気の使用にご協力をお願いします。

化石燃料の脱ロシアはエネルギーセキュリティ上、容易でない
特に運輸部門は石油依存率が高く、シェアも大きい→カーボンニュートラル
化のハードルが高い

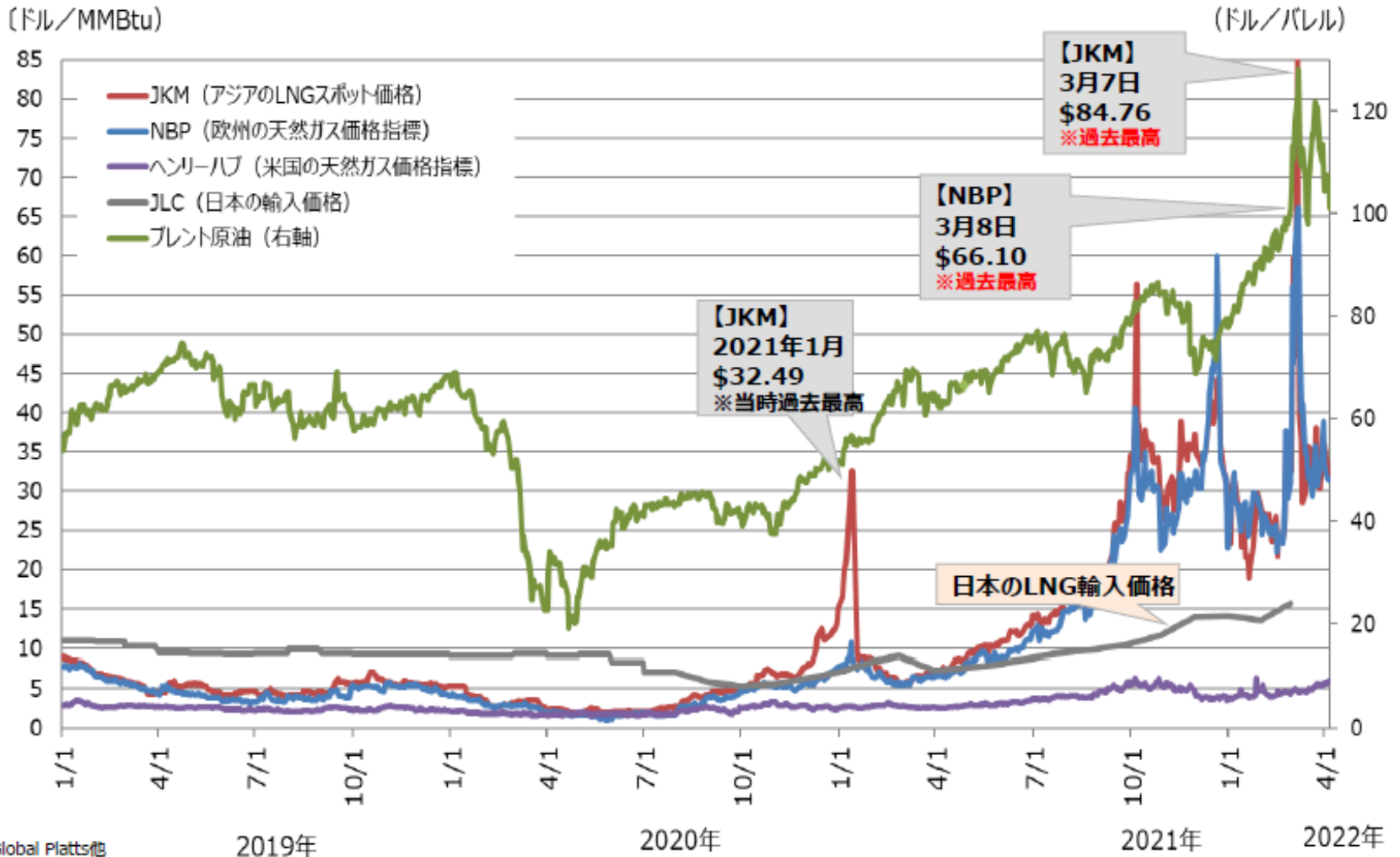
【参考】我が国の原油・LNG・石炭輸入におけるロシアのシェア（2021年速報値）



出典：財務省貿易統計

現状、ガス火力の発電原価は30円/kWh超え-> 限界プラントとしてJEPX価格を押し上げ小売電気事業者の一部は経営難

- 世界のLNG・天然ガス価格の動向は相互に相関を強めており、足元では、米欧アジア各
地域でLNG・天然ガス価格が、例年に比して高騰している。



スポット市場 — 2022年06月30日受渡分の取引情報

コロナ禍からの経済回復による需要増 燃料価格高騰に伴う電力市場価格の高騰とPV大量導入による乱高下

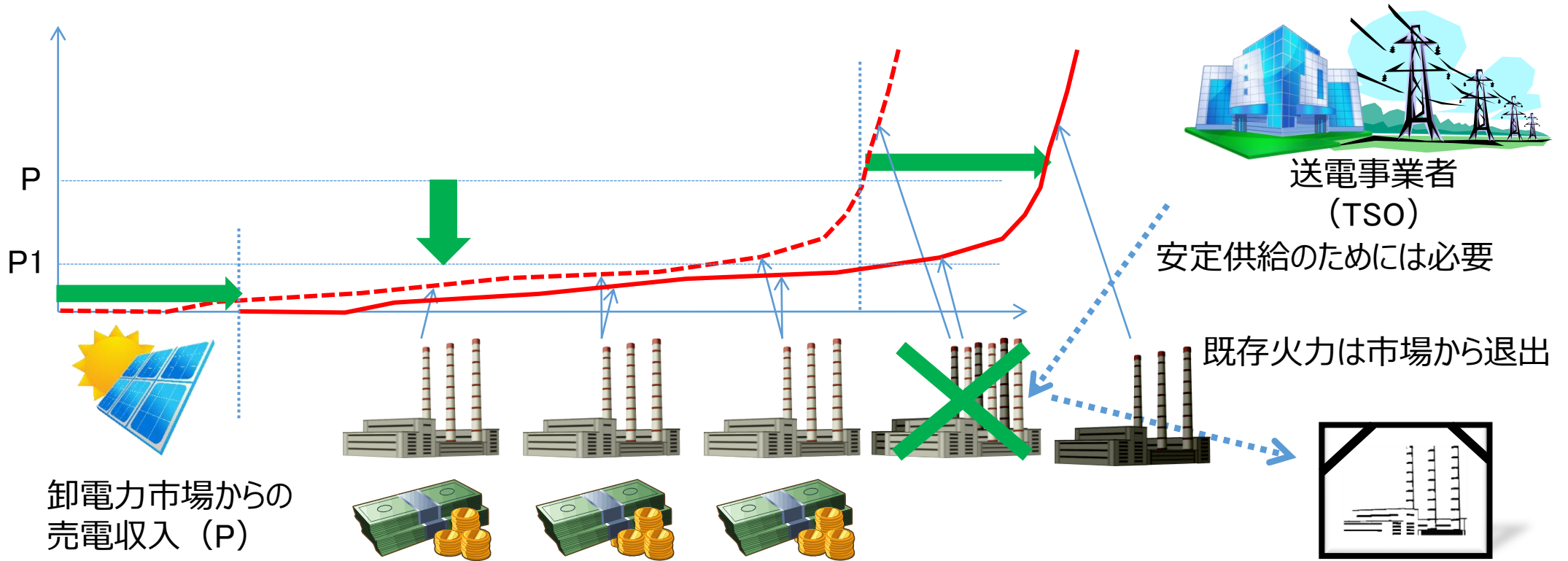
DA-24(¥/kWh)	46.03	TTV(kWh)	799,702,900
DA-DT(¥/kWh)	56.18	DA-24: Day Ahead 24 hours DA-DT: Day Ahead Day Time (8:00-22:00) DA-PT: Day Ahead Peak Time (13:00-16:00) TTV: Total Transaction Volume	
DA-PT(¥/kWh)	47.24		



6月29日渡しスポット、東京で一時200円
/インバランス上限に張り付く
New 2022/06/29

日本卸電力取引所（JEPX）のスポット市場で29日受け渡し分の取引が行われ、厳しい電力需給が続く東京エリアで一時200円の高値をつけた。インバランス料金上限に張り付いた形。29日受け渡し分のシステムプライスは、24時間平均が前日比3円60銭高の45円26銭、昼間平均が同5円40銭高の56円64銭、ピーク平均が同1円78銭高の49円00銭となり、いずれも3日連続で今年度最高値を更新した

変動電源（PV）大量導入等によるミッシングマネー問題

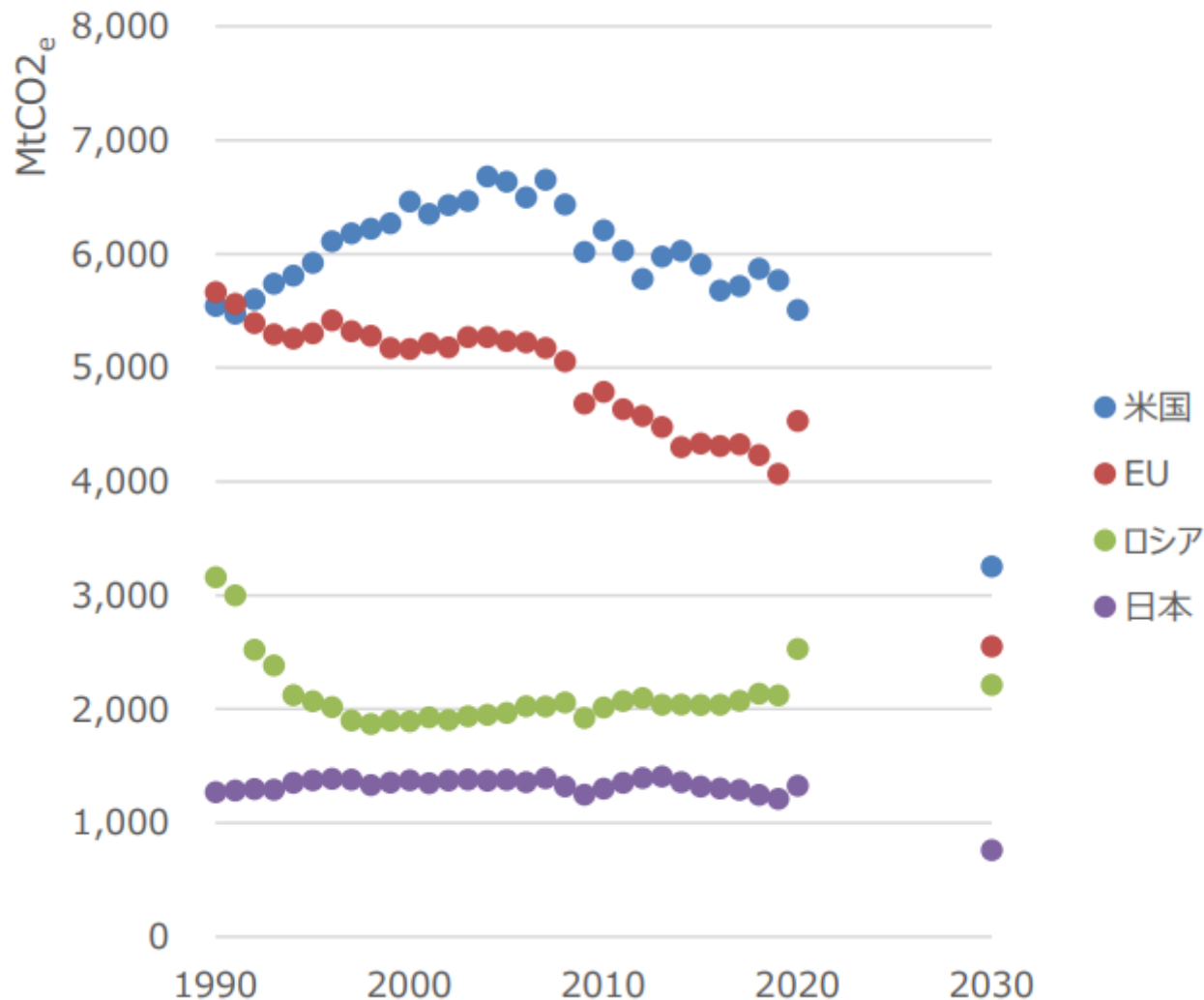


自由化された電力市場：限界費用による価格形成
 発電事業者は収入を得るためには、限界費用による売値提示

- 変動電源大量導入によるミッシングマネー問題の定量評価の必要性
- ⇒ kWh市場のみで、供給力確保を卸電力市場の価格シグナルに委ねると、既存発電設備の固定費未回収問題（ミッシングマネー問題）が生じる
- ⇒ 固定費回収の予見可能性を高めないと電力危機は続く恐れ→容量市場、他(CfD)

先進国の野心的な排出削減目標

GHG排出量の実績値と
目標値（2020年・2030年）



- カーボンニュートラル実現の理念
- 再生可能エネルギー加速
- 欧州、中国などで電力供給不足
- 中国で石炭増産
- 化石燃料高騰が原材料価格、物流コストを押し上げ、グリーンインフレーション（性急すぎる脱炭素化に実体経済が追い付かない）の懸念

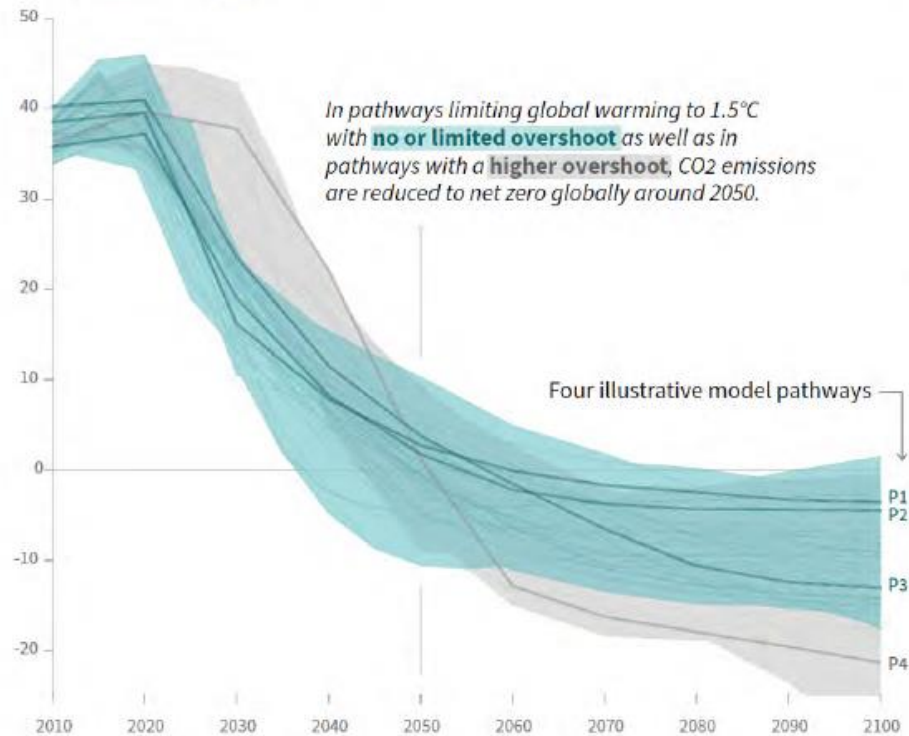
Source: UNFCCC, GHG data interface

1.5°Cシナリオ実現のためネットゼロは2040-70年の間 (IPCC) シナリオの多様性、大きな不確実性に注意。 2050年CNはほぼ中位ケース

Climate change mitigation and scenarios (IPCC 2018, SR1.5)

Global total net CO₂ emissions

Billion tonnes of CO₂/yr



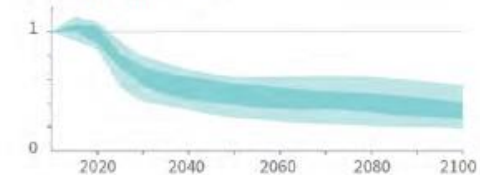
Timing of net zero CO₂
Line widths depict the 5-95th percentile and the 25-75th percentile of scenarios



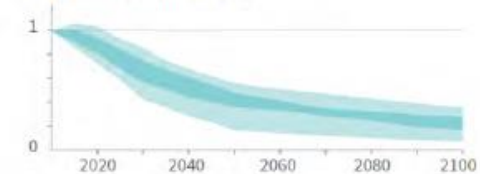
Non-CO₂ emissions relative to 2010

Emissions of non-CO₂ forcers are also reduced or limited in pathways limiting global warming to 1.5°C with **no or limited overshoot**, but they do not reach zero globally.

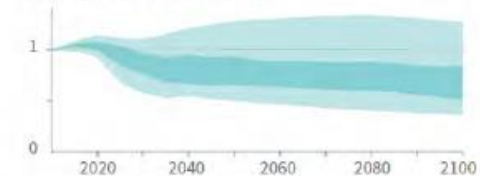
Methane emissions



Black carbon emissions

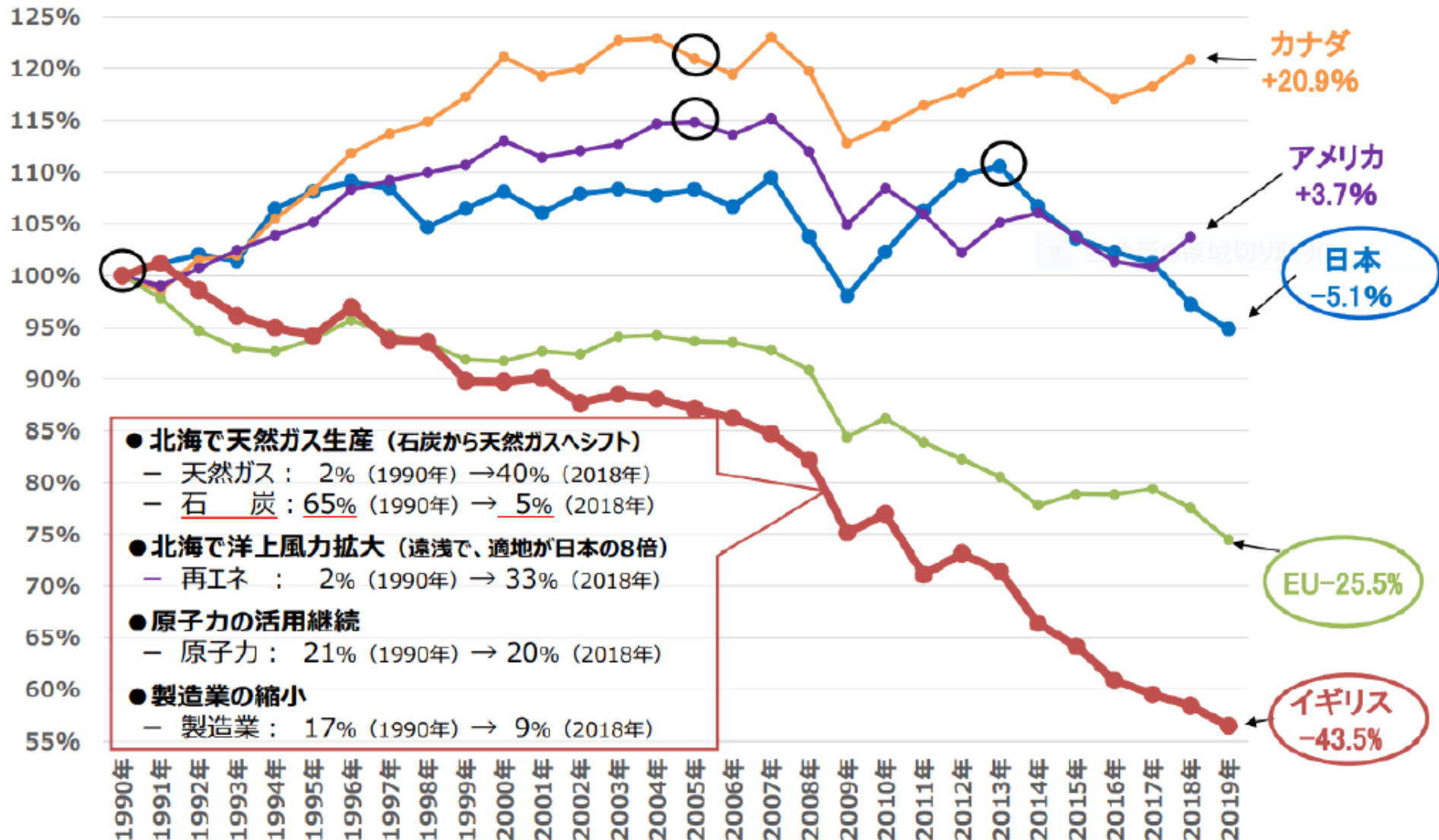


Nitrous oxide emissions



主要先進国GHGの推移 野心的な長期GHG削減目標設定。特に北米

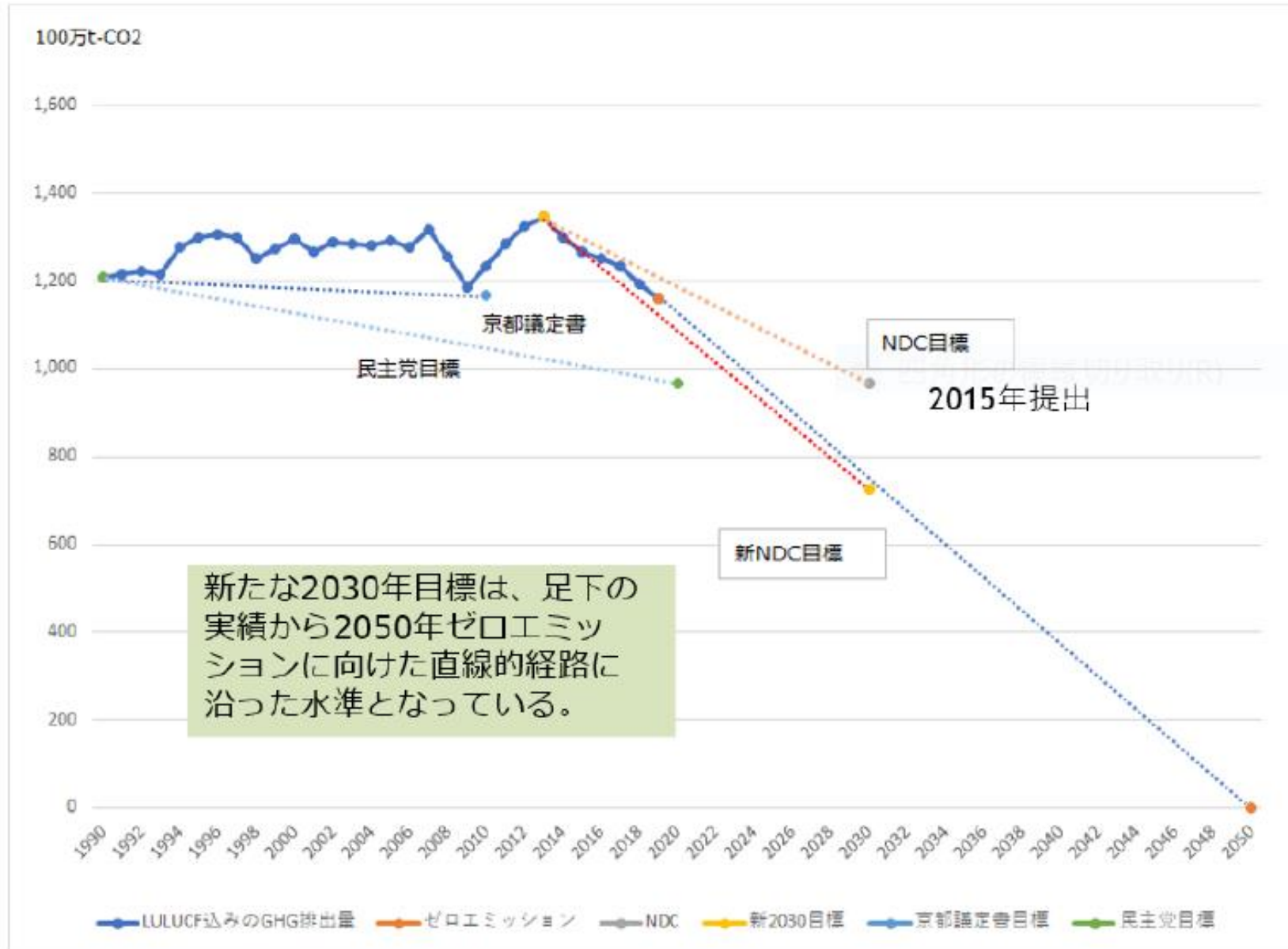
※○は、各国のNDCの基準年



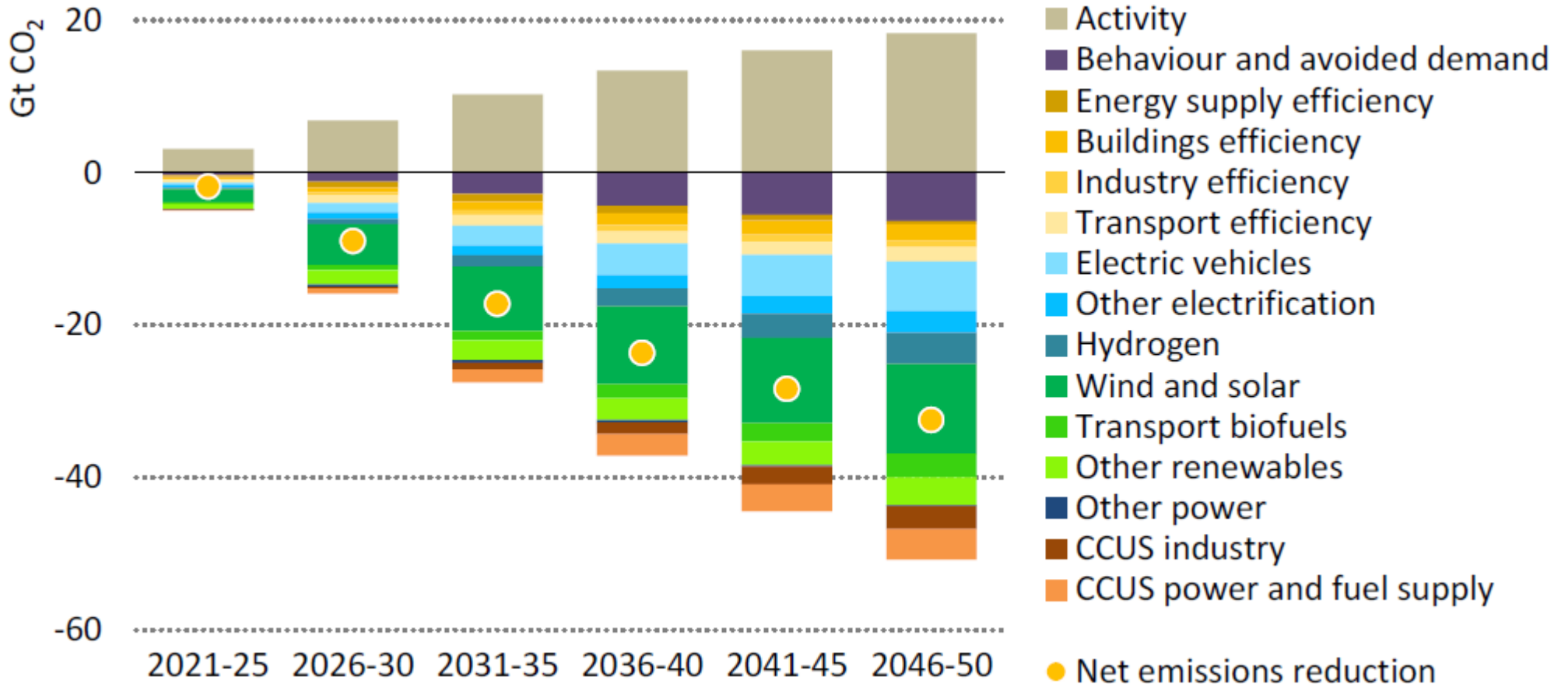
・日本、EUのGHG排出量は間接CO2を含む ・1990年 = 100%

出典: Greenhouse Gas Inventory Data (UNFCCC) 等より作成

日本のGHG排出量と削減目標

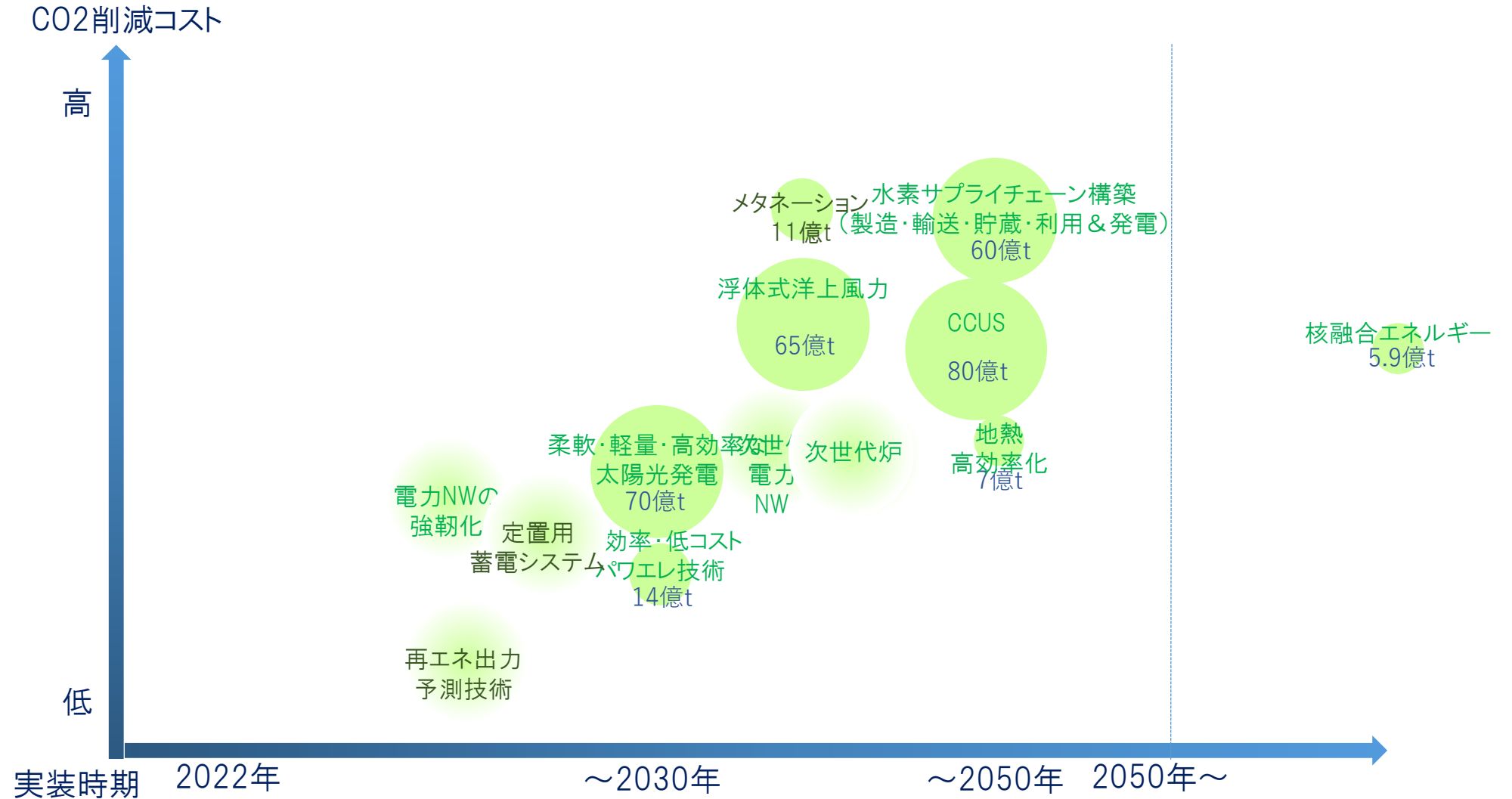


グローバルネットゼロ実現には、行動変容+EE（Energy Efficiency）、再生可能エネルギー(主にPV,WT) 電力によるEV化など効率的電化、CCUS、水素が柱。



2050年ネットゼロシナリオの対策技術別排出削減
出所：IEA, 2021

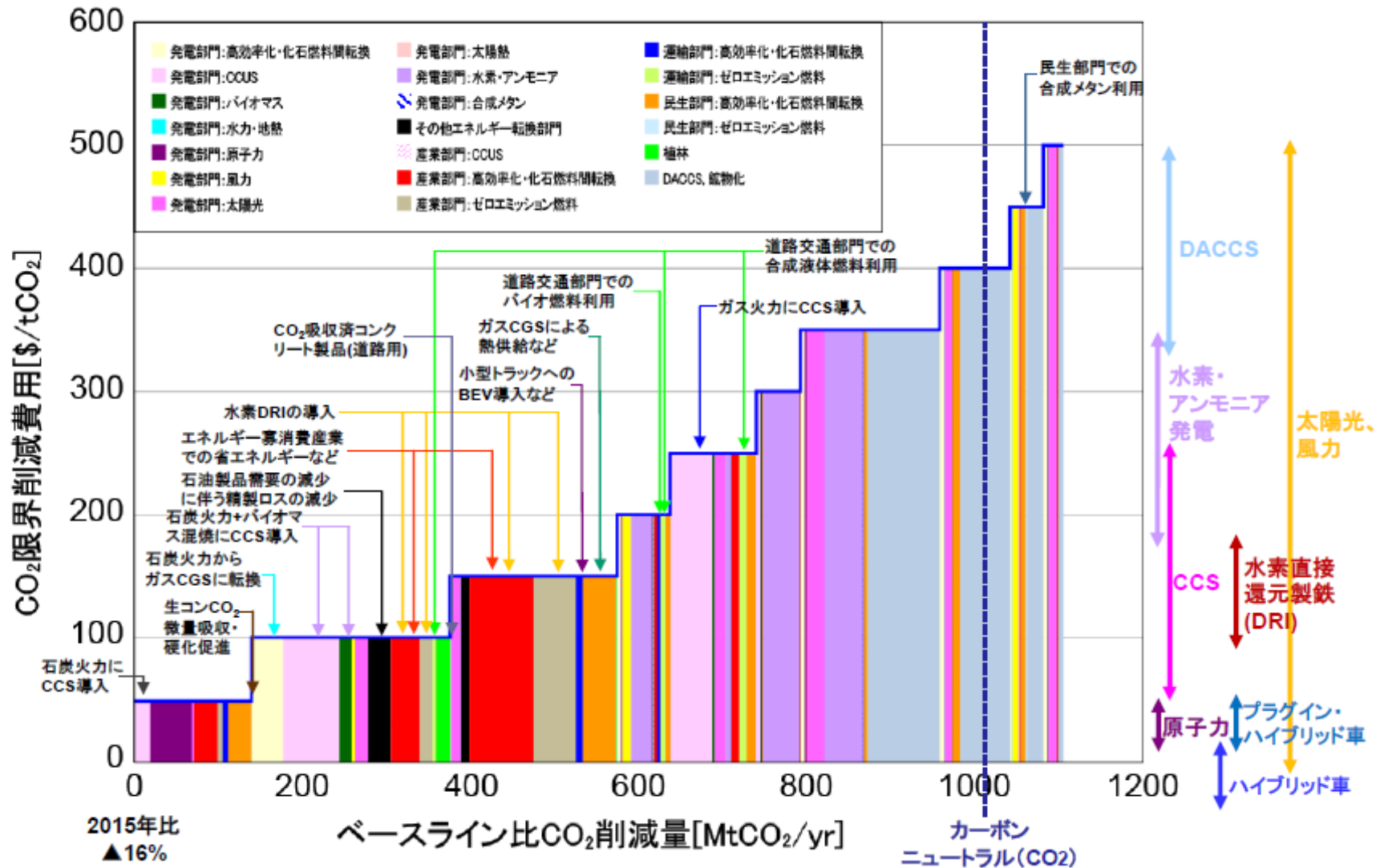
- ・費用効果性・実効性の時間軸（イノベーションからのタイムラグ）
 - ・どの需要用途にどの技術を適用すれば、最小コストで実装可能か
- 参考：第3部- I .エネルギー産業、対策技術のポジショニングマップ、グローバルポテンシャル



参考：GHG排出削減量の参考データ
内閣府統合イノベーション戦略推進会議
革新的環境イノベーション戦略

2050年カーボンニュートラルへのエネルギートランジション： 限界費用は400\$/t-CO2

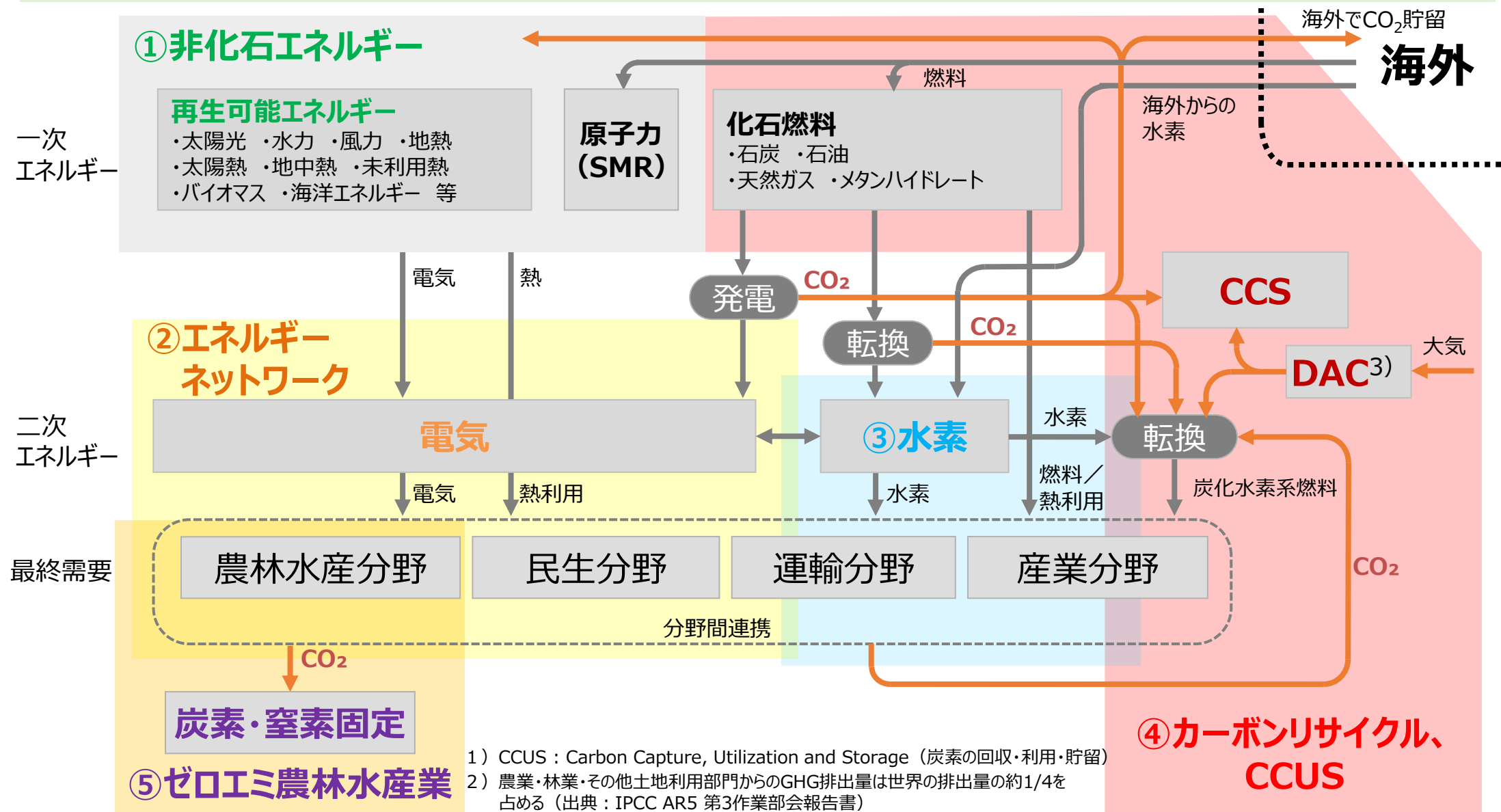
連系線増強の限界削減費用は
260\$/t-CO2



CNイノベーションの全体像

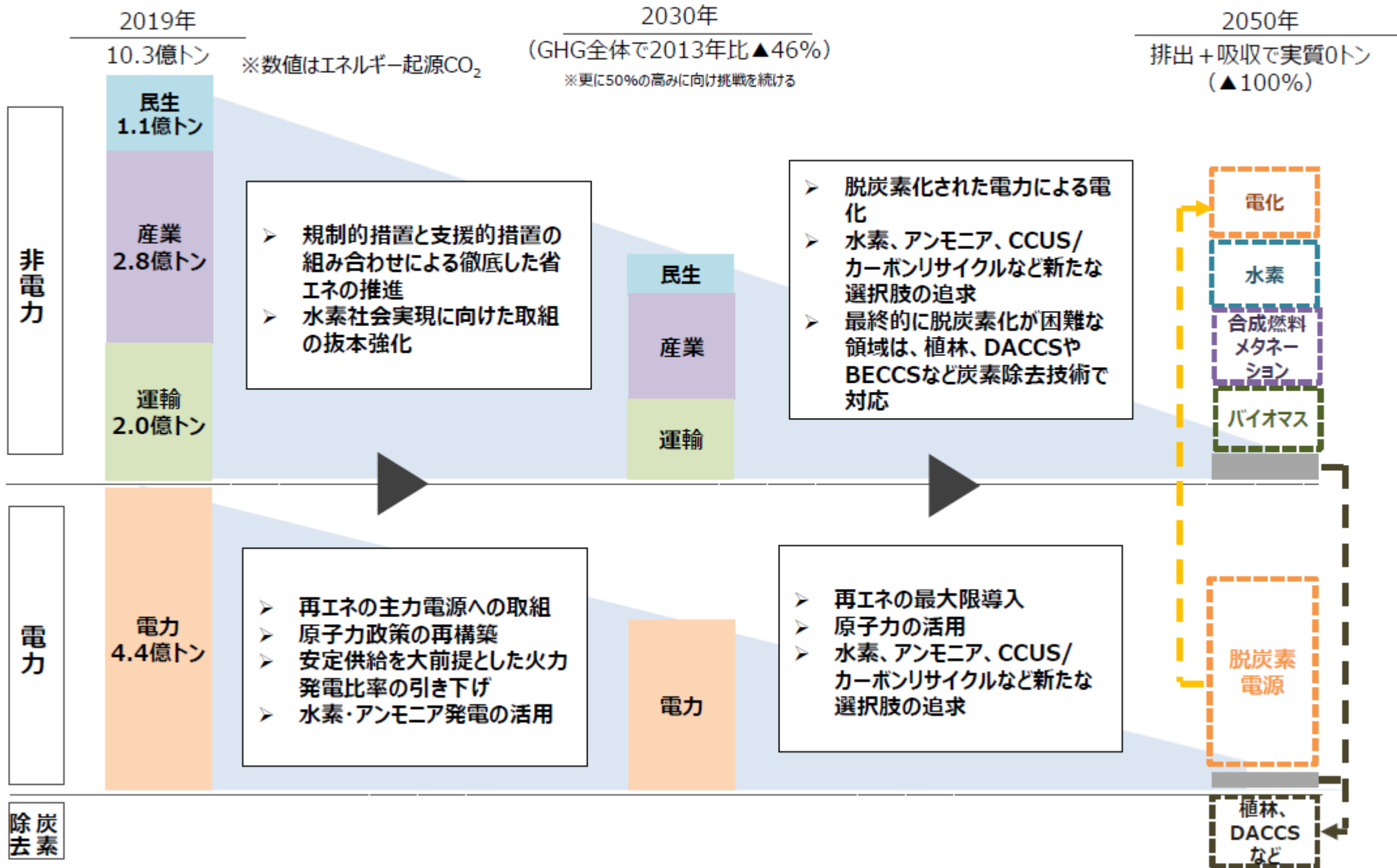
デジタルデータ活用とエネルギーチェーン全体の最適化（セクターカップリング型エネルギーマネジメント）が必要

エネルギーセキュリティ確保（エネルギー自給率）の増分コストを抑制できるしなやかな（外乱に強い）エネルギーポートフォリオを組むこと



1) CCUS : Carbon Capture, Utilization and Storage (炭素の回収・利用・貯留)
2) 農業・林業・その他土地利用部門からのGHG排出量は世界の排出量の約1/4を占める (出典 : IPCC AR5 第3作業部会報告書)
3) DAC : Direct Air Capture (大気からのCO₂分離)

カーボンニュートラルエネルギーシステムへのパス



電源別発電コストの推移： 地域によっては石炭火力より安価になった風力、PV

2014				2019			
Coal	Gas	Wind	Solar	Coal	Gas	Wind	Solar
Belgium	Algeria	Denmark		Indonesia	Algeria	Denmark	Australia
Bulgaria	Argentina	Germany		Japan	Russia	Germany	Egypt
Chile	Australia	Uruguay		Malaysia	Belgium	Uruguay	Israel
China	Brazil			Poland	Bulgaria	Argentina	Saudi Arabia
France	Canada			South Korea	Greece	Brazil	UAE
Greece	Egypt			Thailand		Canada	Chile
India	Israel			Turkey		Mexico	France
Indonesia	Mexico			Vietnam		Peru	India
Italy	Peru			Philippines		U.S.	Italy
Japan	Philippines					China	South Africa
Malaysia	Russia					Morocco	Spain
Morocco	Saudi Arabia					U.K.	
Poland	U.S.						
South Africa	UAE						
South Korea							
Spain							
Thailand							
Turkey							
U.K.							
Vietnam							

**Cheapest Energy Generation Technology
by Country (2014 vs. 2019)**

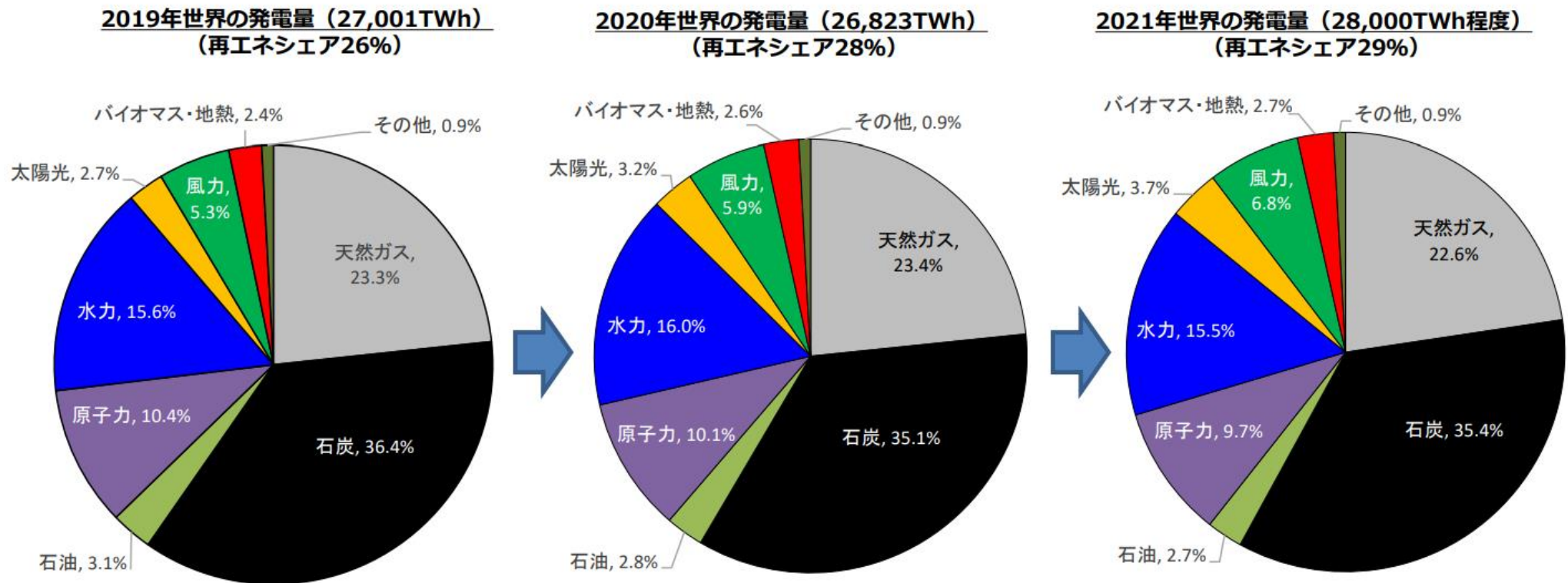
@BloombergNEF

注意：Bloomberg NEF(New Energy Finance)には、記載されていない電源技術有り

- 我が国では水力、原子力
- 仏：原子力

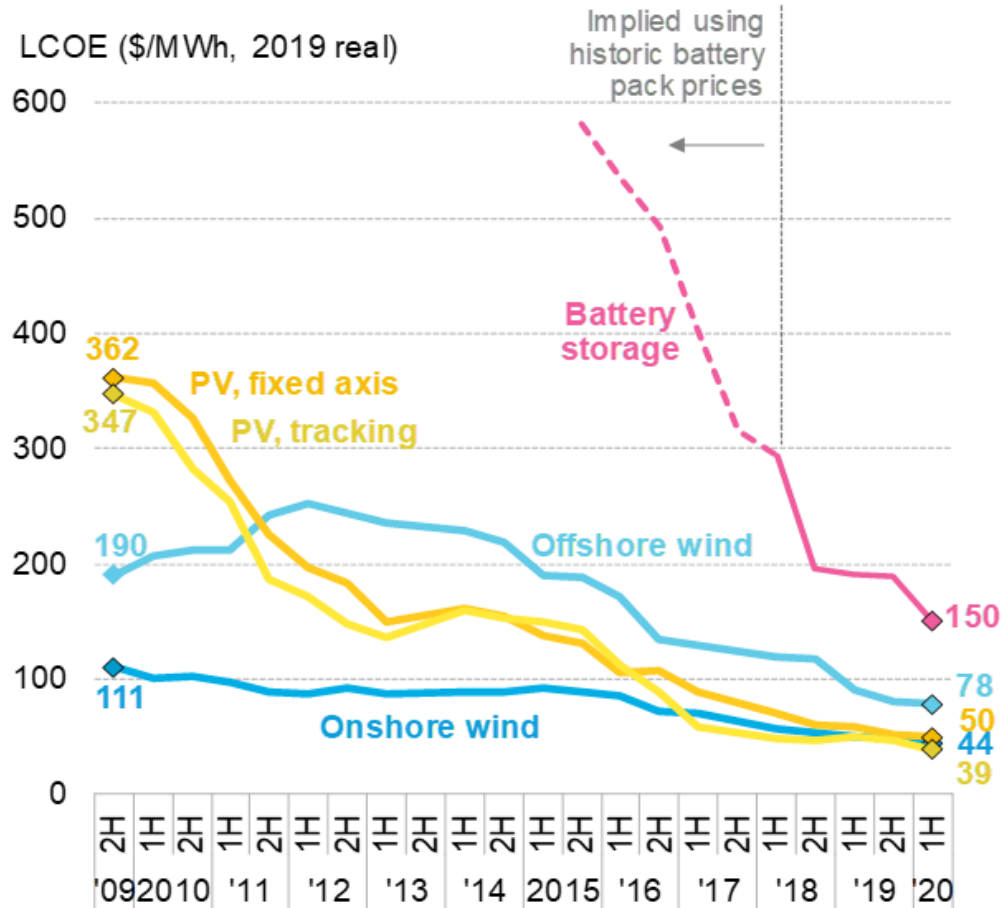
世界の発電電力量構成

- ・ 水力を除く再生可能エネルギーシェアは14%程度
- ・ 未だ化石エネルギーが6割を占める
- ・ 再生可能エネルギーは伸びているが、需要変動に対して安価な石炭火力が調整しているのが現実



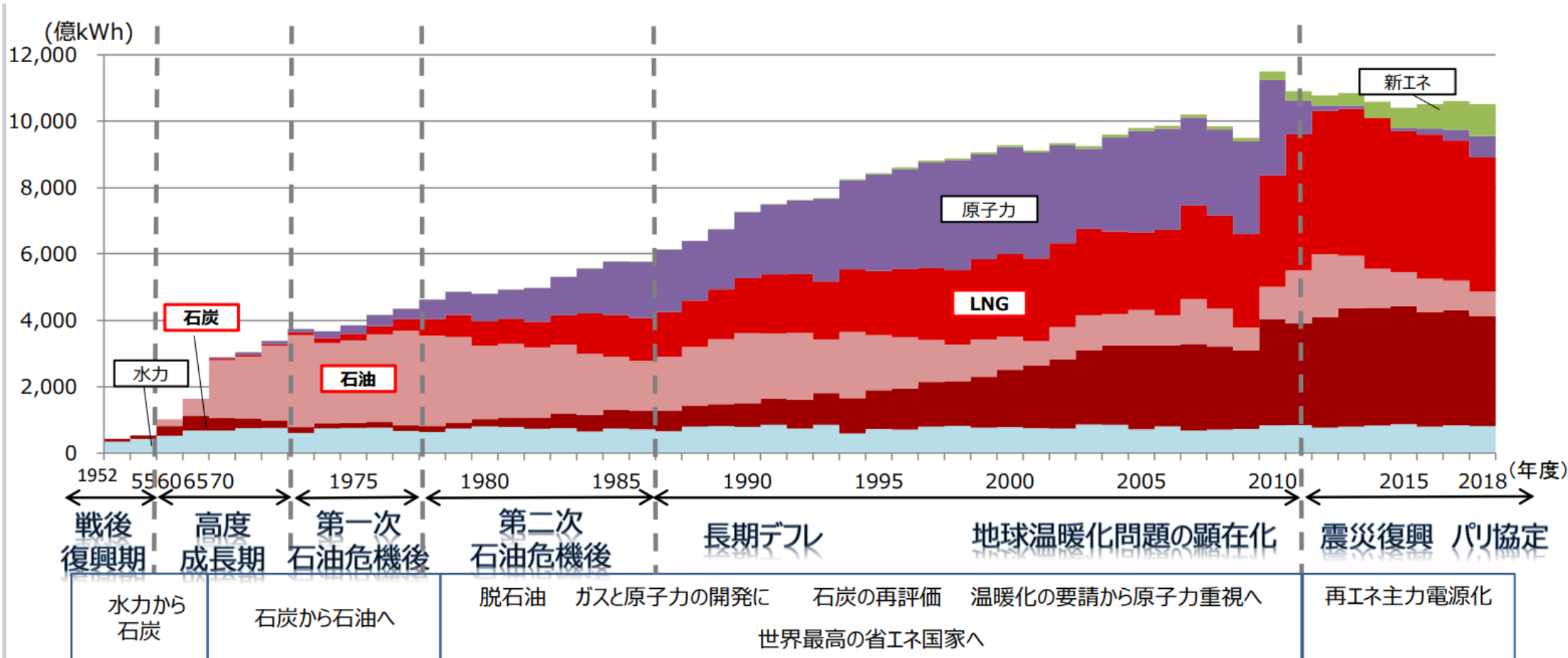
蓄電池、PV,風力の2020年上期までの発電コスト低下傾向 実取引データに基づく コロナ禍の影響は？ 需要減で安価になった化石燃料価格

Figure 2: Global LCOE benchmarks – PV, wind and batteries



Source: BloombergNEF. Note: The global benchmark is a country weighted-average using the latest annual capacity additions. The storage LCOE is reflective of utility-scale projects with four-hour duration, it includes charging costs.

我が国の電源構成：3.11まではベストミックス達成。
 現在、LNG+石炭が主力電源
 PV,風力の主力電源化を推進するエネルギー・環境政策に転換



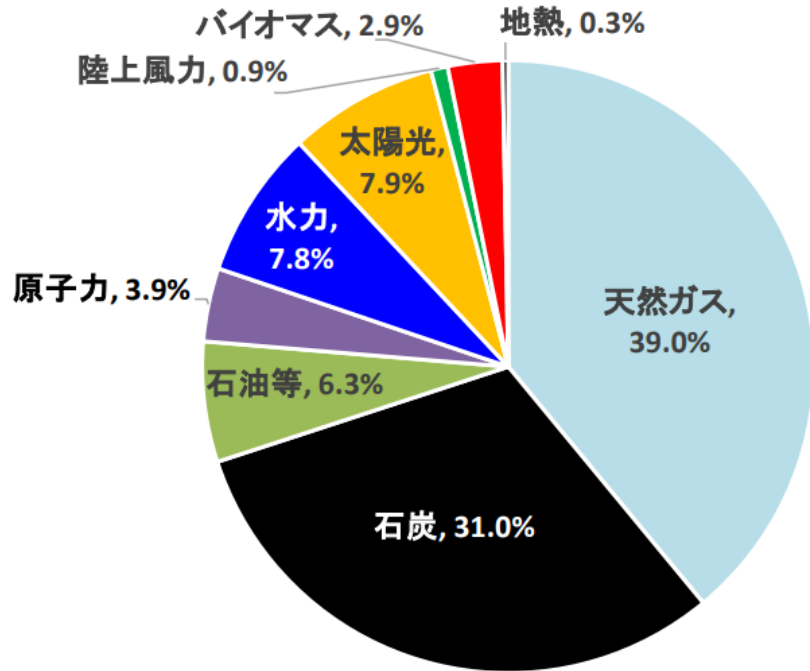
(出典) 資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」、「総合エネルギー統計」を基に作成

日本の電源構成（発電電力量）

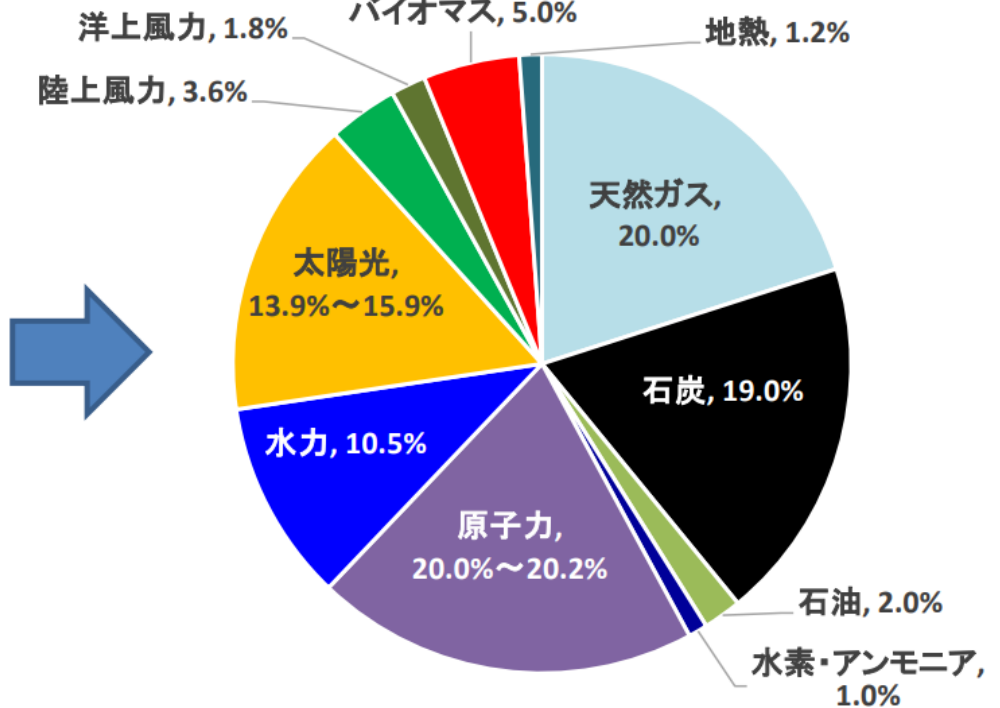
再生可能エネルギー比率は約20%（水力を含む）

2030年度目標達成には過去5年の伸びを33%加速させる必要有
 化石燃料の調達先を最適化する：脱ロシア→北米シェールガスなど
 グローバルにはまず化石燃料への補助を廃止（電化を阻害）

2020年度日本の発電量（1001TWh）電源別シェア
 （再エネシェア19.8%）



2030年度日本の発電量（想定値934TWh）電源別シェア
 （再エネ目標シェア36~38%） 想定値



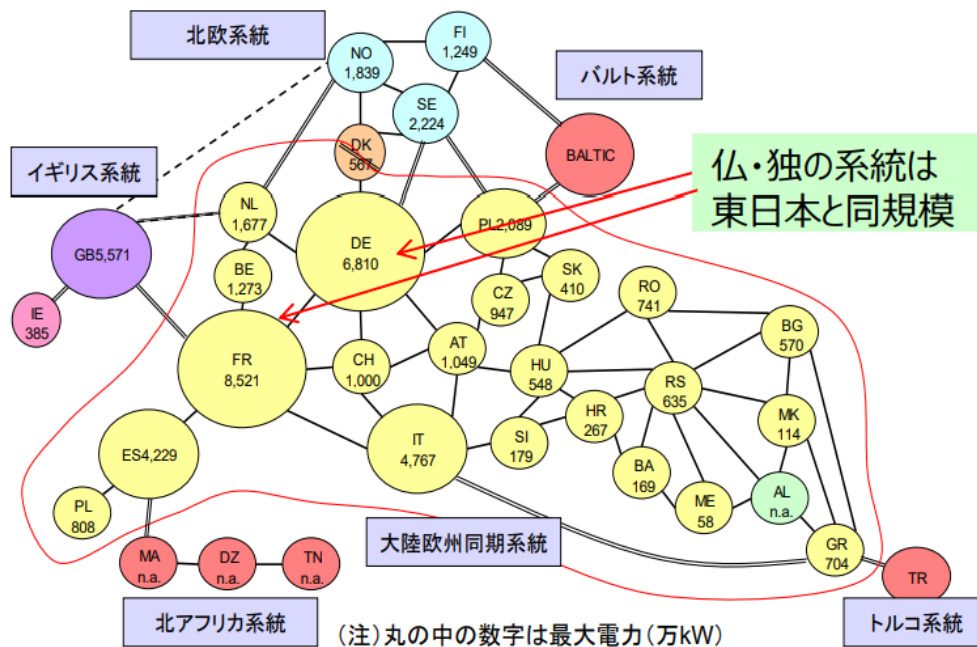
出所：総合エネルギー統計2020年度速報、資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」令和3年10月等を参照して作成

欧州：温暖化政策以前からある（水力の国際融通）国際連系系統、いわば、欧州でベストミックスを形成。

日本：高コストの地域間連系を必要最小限に。3.11以降、広域連系拡張へ。

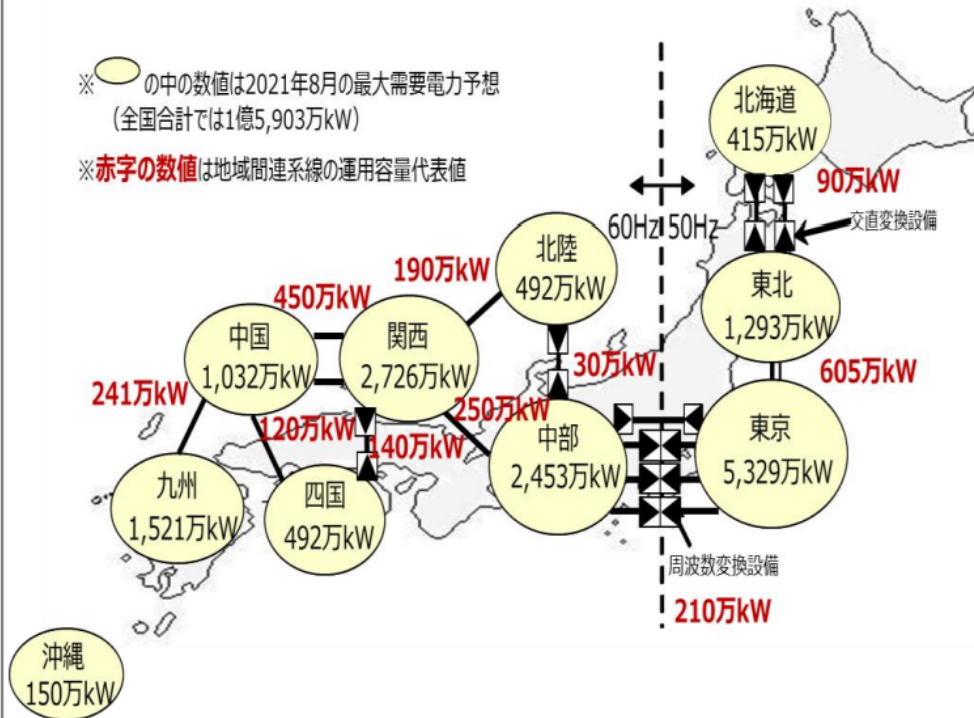
※国際連系線の実現に向けては、電力の安定供給など安全保障上の問題や、長距離の海底ケーブルを建設する高コストに見合う効果があるかという経済性の問題、両国間のルールの違いなどを克服するための国内法・国際法上の制度整備等、様々な課題がある。

<欧州>



大陸欧州の系統規模：約3.8億kW

<日本>



日本の系統規模：約1.6億kW

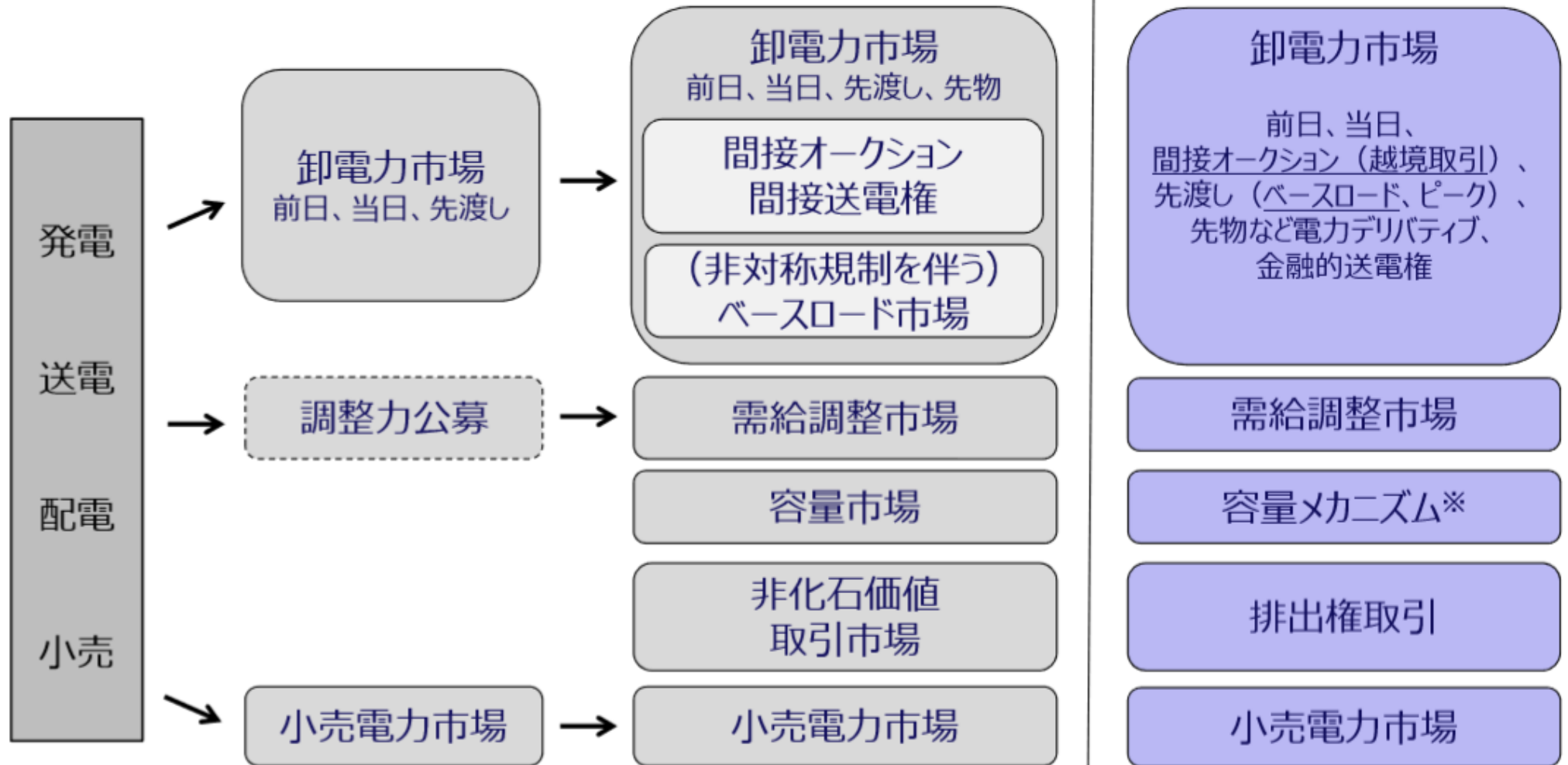
電力市場の進化：欧州型を採用。ISO不採用。法的分離を採用

自由化前

自由化後

新市場創設後

【参考】欧州の電力市場



※有無も含め、国によって異なる

電力市場改革の実態と課題

電力システム改革は法的分離し、完了（2020年4月）

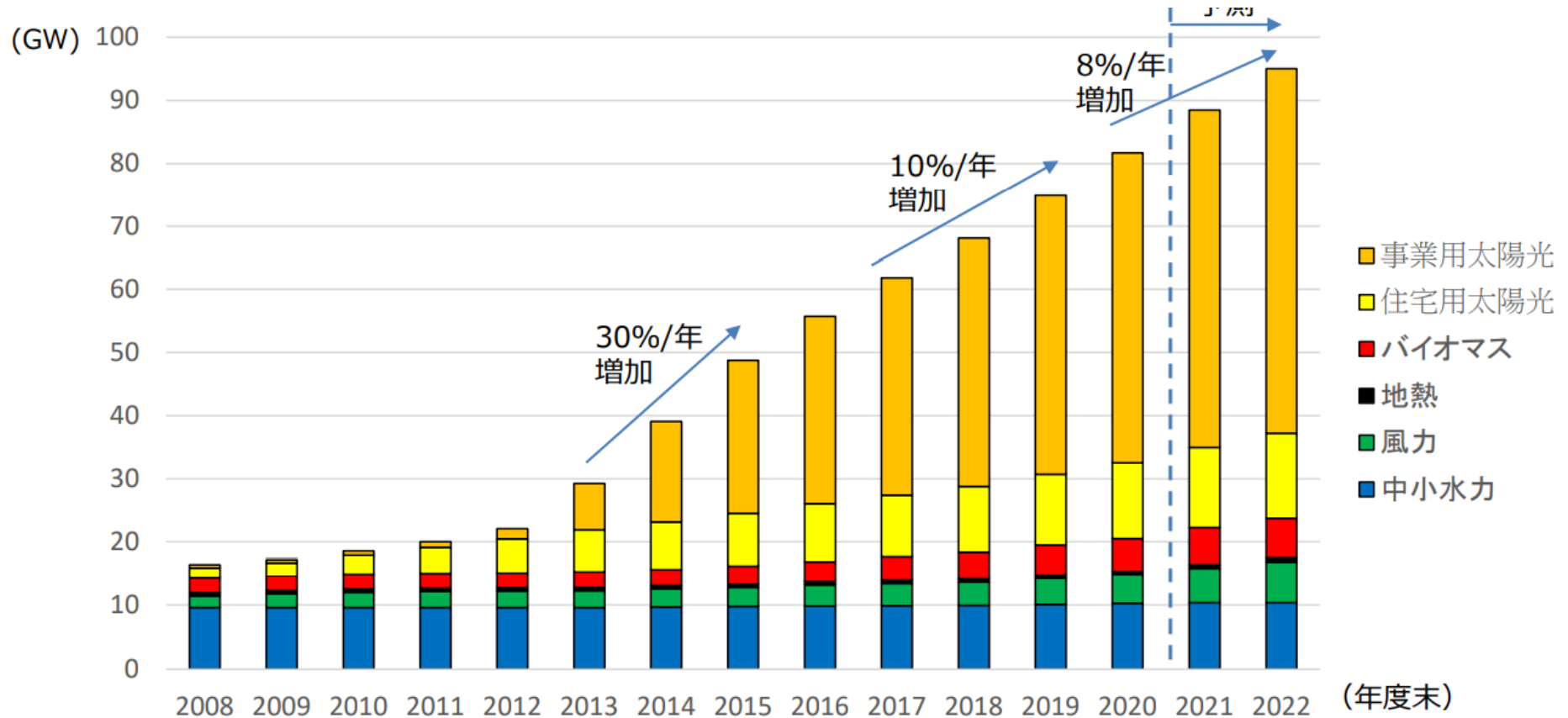
→今後、配電重視、レジリエンス強化

分散型システムと広域システムの融合

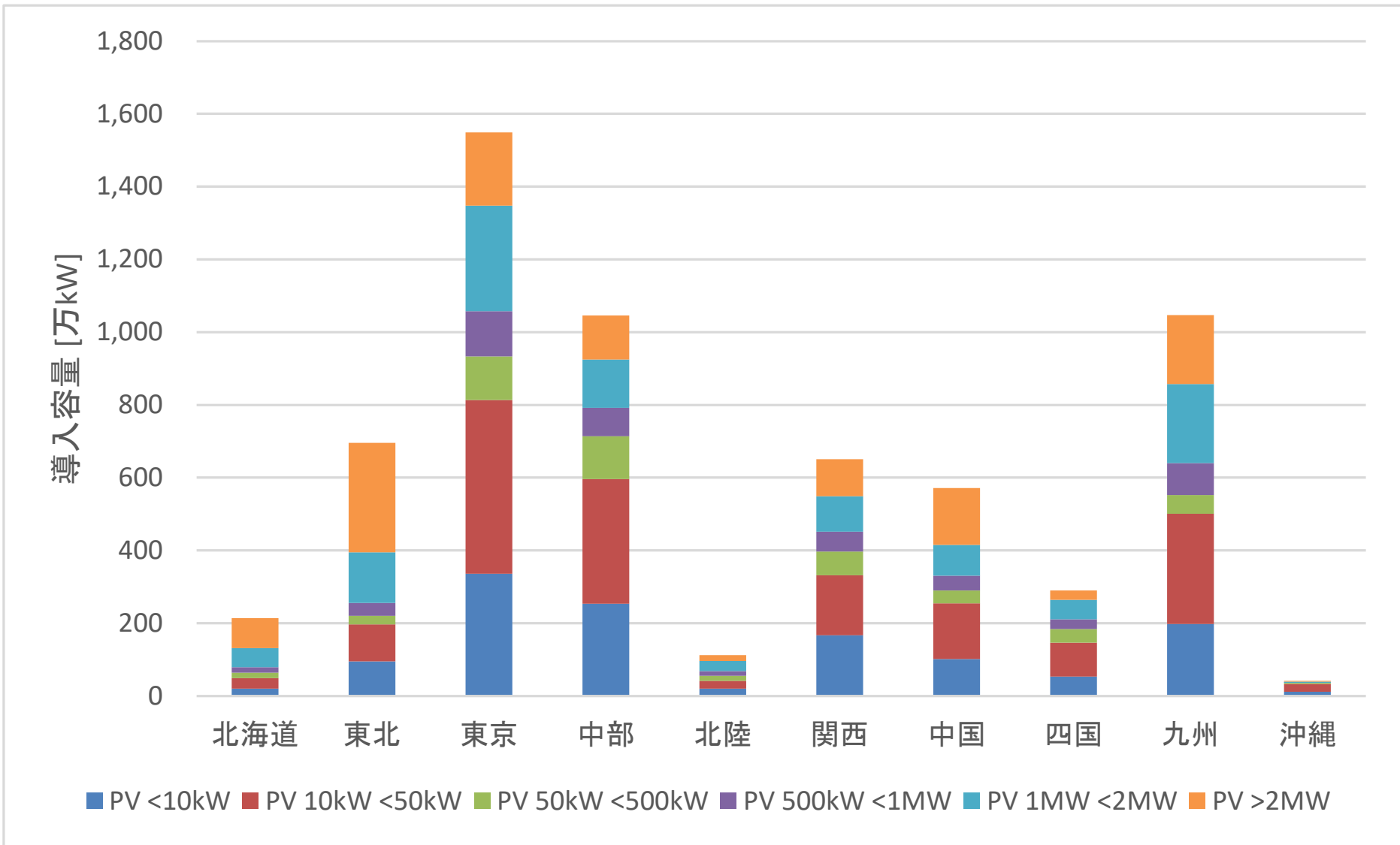
再生可能エネルギー政策見直し：市場統合的に、補助金政策から脱却（2022年度FIP）

法的分離後のスキームでも[発電＋流通]コスト最小化を目指すべき

再生可能エネルギー電源設備容量 (2021年度以降は予測) 事業用PVに偏っている



PV設備容量 (62GW, 2021年6月末、新規・移行認定分)
 狭隘な国土の日本の特徴：低圧(-50kW)が約半分
 九州エリアでは系統最小需要の2倍相当

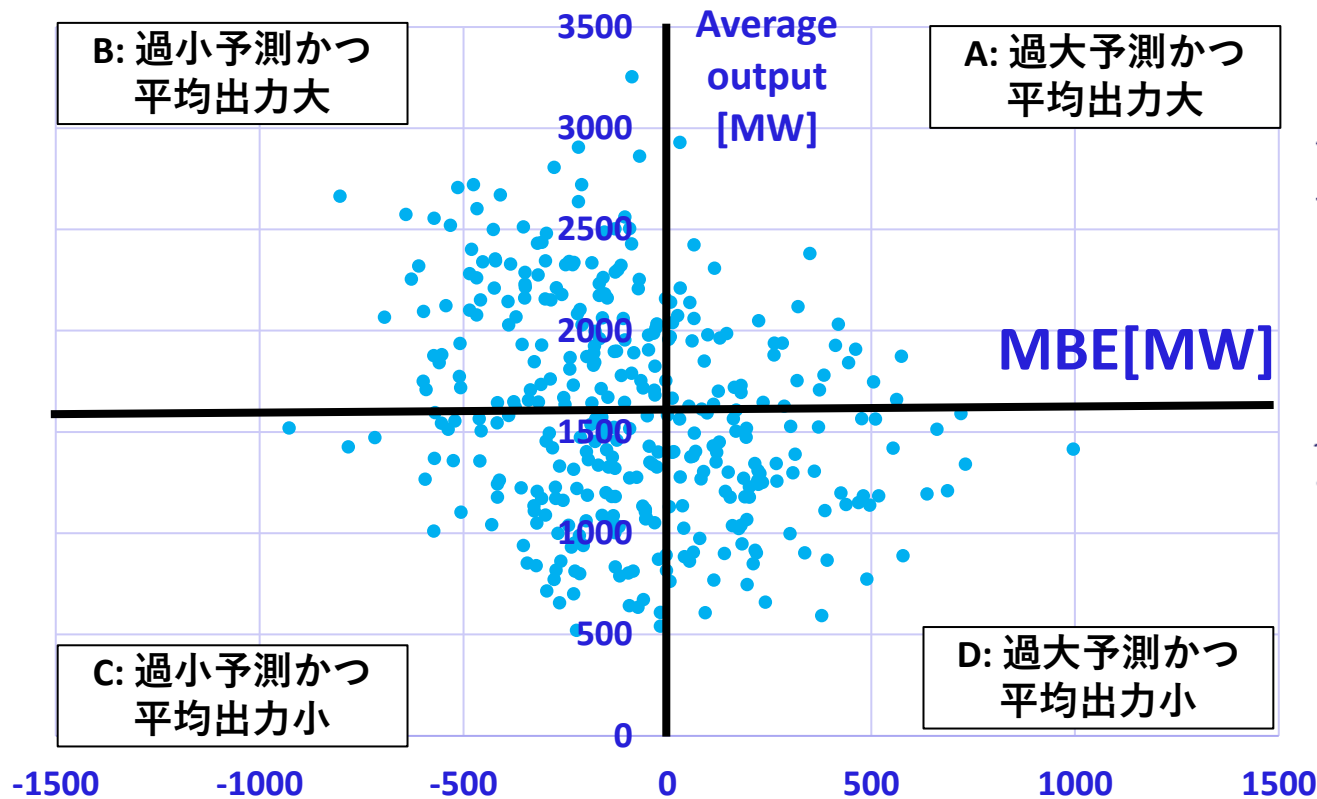


変動電源予測誤差の分布 (九州)

縦軸：再生可能エネルギー平均出力(Average output)

→ PV出力実績値及びWT出力実績値の合計出力値の一日分の平均値

曇り：誤差が大きい。晴れ：安定した出力



横軸：平均誤差(MBE)

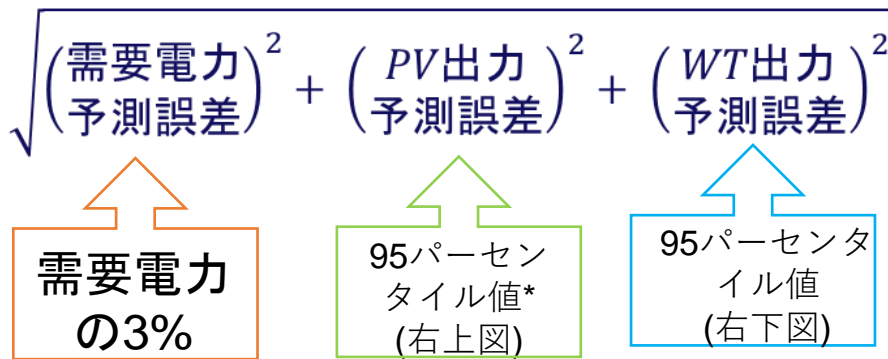
→ 正なら過大予測日、負なら過小予測日

$$MBE = \frac{\sum_t^T (fcst_t - obs_t)}{T (= 24)}$$

$fcst_t$ は時刻 t における出力予測値
 obs_t は時刻 t における出力実績値

変動電源 (PV,WT) 普及により
 運転予備力必要量が增大
 上げ予備力 : EVから放電
 下げ予備力 : EVに充電

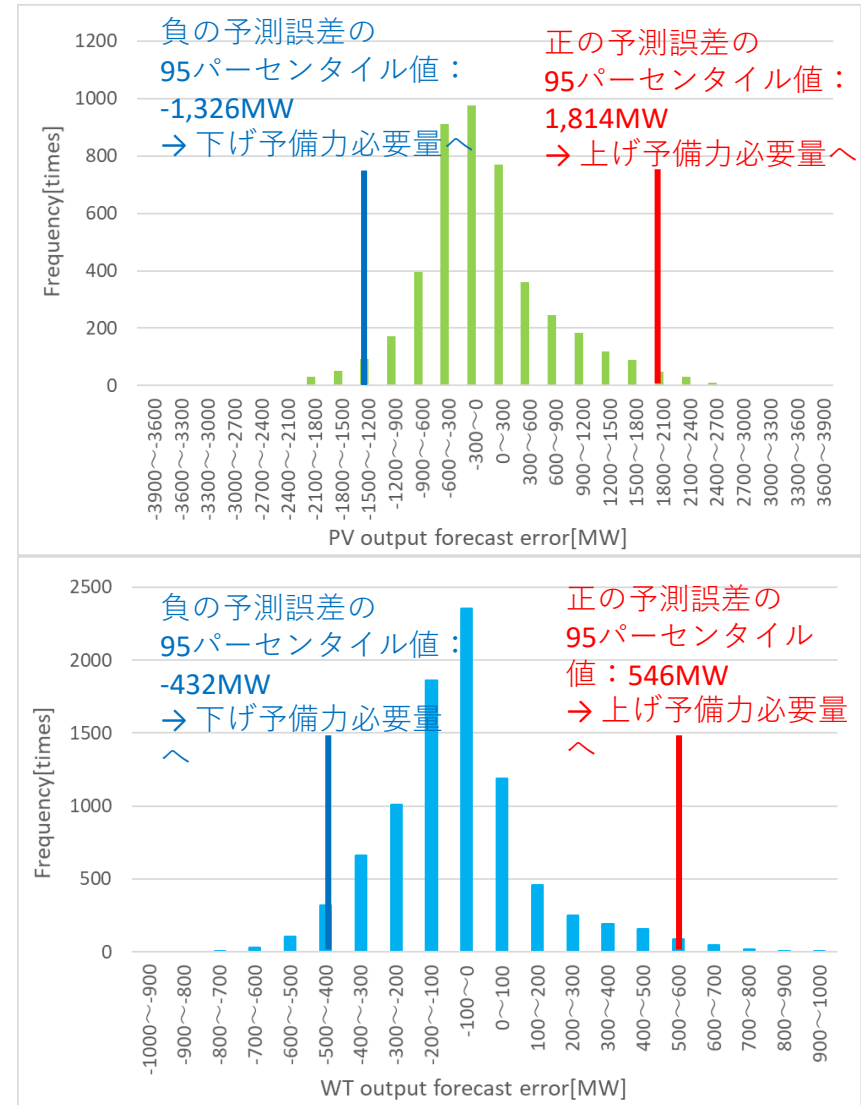
米国WWSIS-2を参考に設定



* 夜間(0時-6時, 18時-24時)は0とする

予測誤差 = 予測値 - 実績値

正 : 過大予測で供給不足に陥る
 負 : 供給過剰



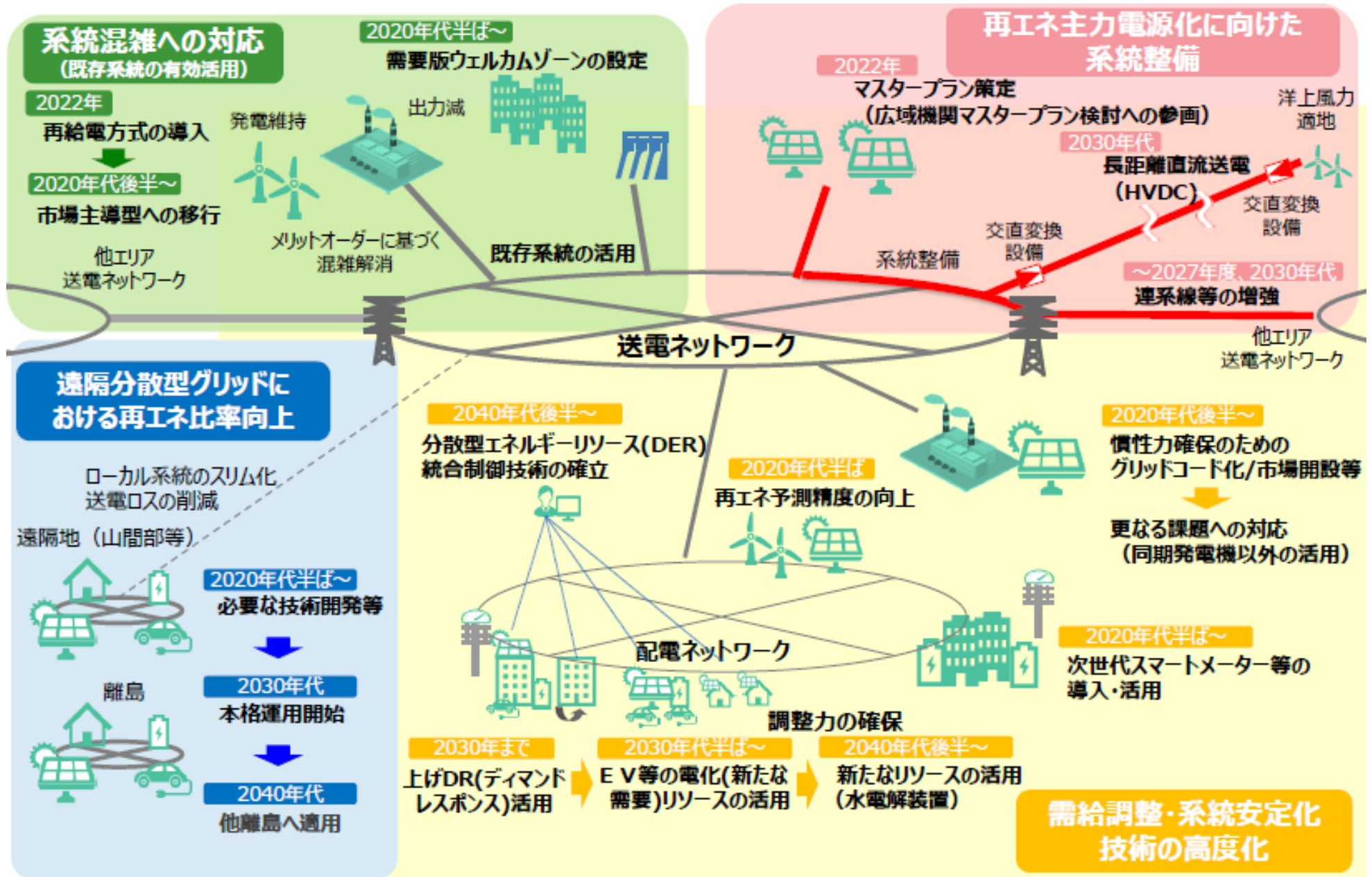
九州電力エリア、PV,WT予測誤差

再生可能エネルギー電源大量連系に伴う電力ネットワークの変革

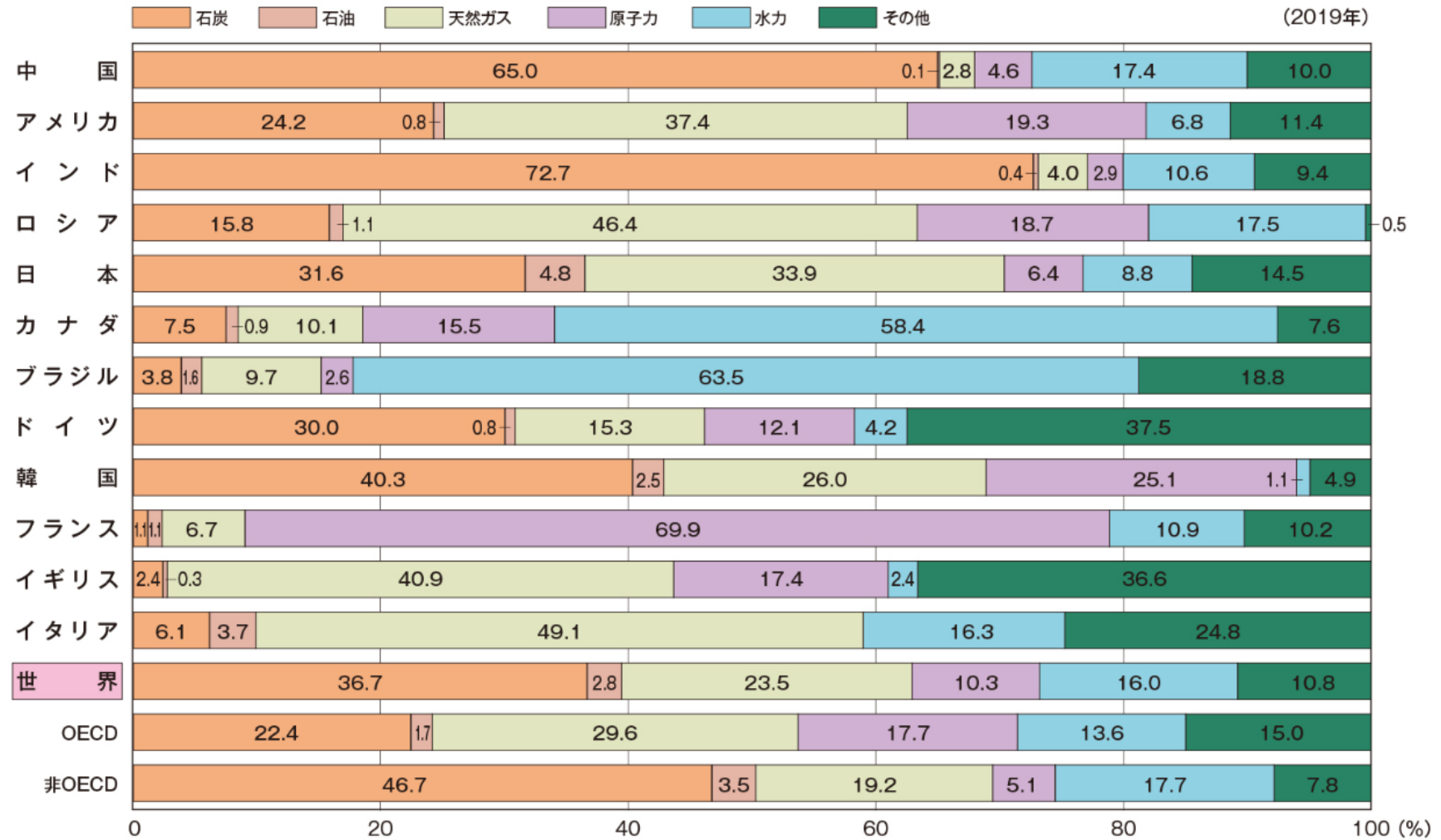
- 我が国は中小規模のPVが主流で配電系統に連系するものが多い（狭隘な国土、欧米・中東のように大規模ソーラーに向かない）
- 2040年代の洋上風力導入を円滑に進めるため広域ネットワークの再構築が必要
- マスタープランには需要側資源による調整力などが織り込まれていない
- カーボンニュートラル実現には広域ネットワーク+ローカルグリッドに再構築せざるを得ない

次世代電力ネットワークのイメージ： RE主力化の電源構成に耐え得る最経済な「広域NW + ローカルグリッド」に再編していく

出所：送配電協議会、2021

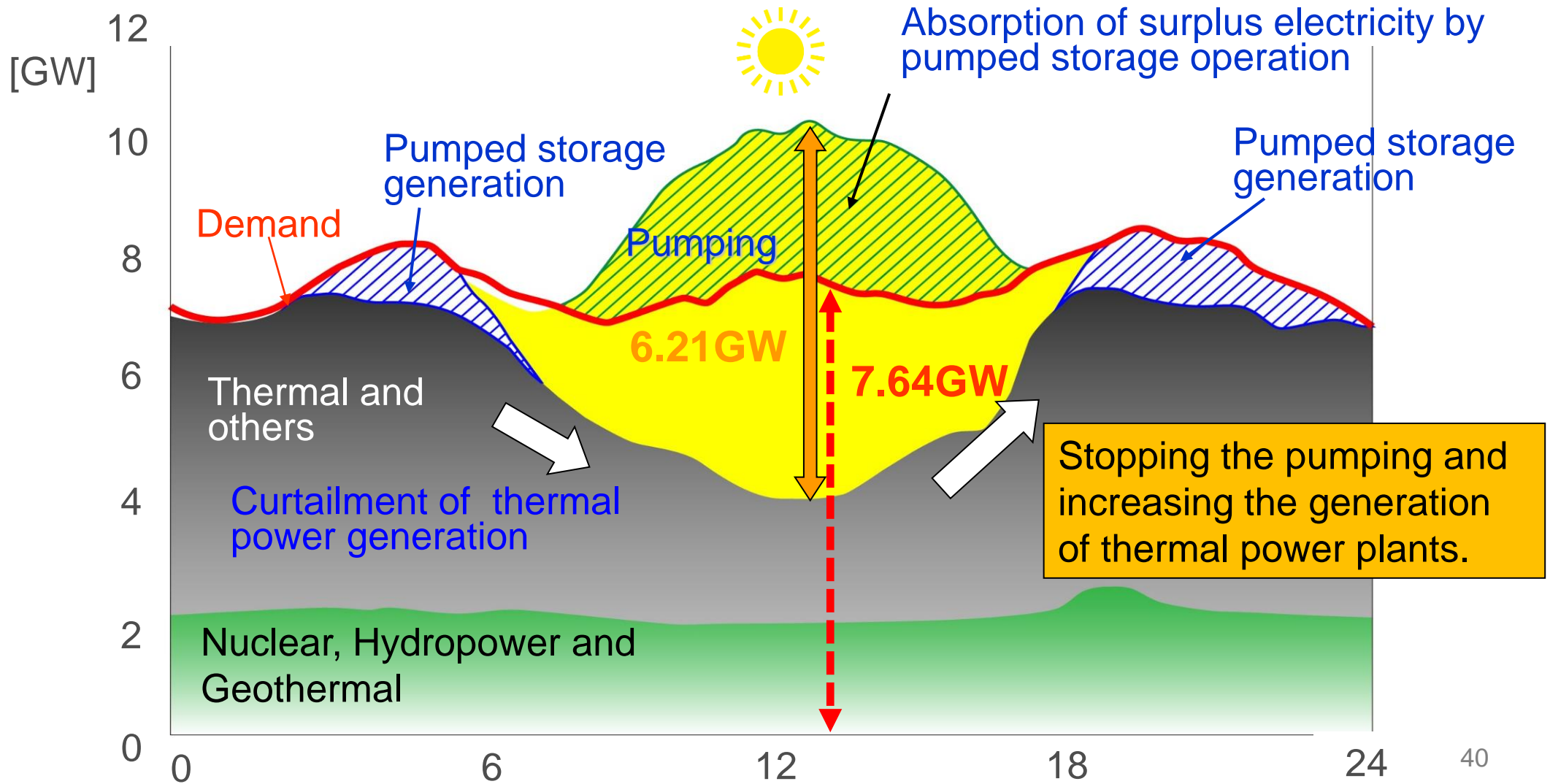


主要国の電源構成(2019)と柔軟性の必要性 (英独など)



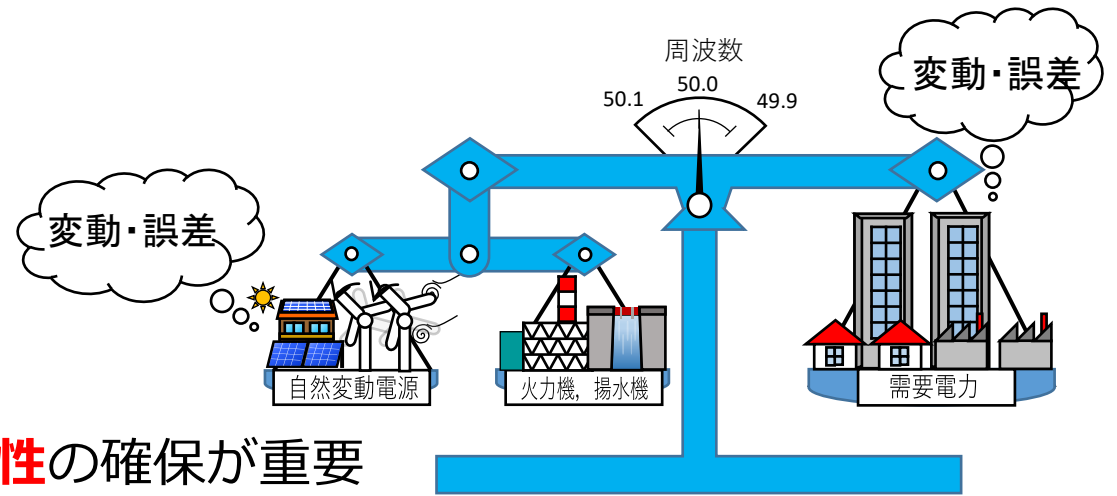
出所 IEA

- Duck curve on May 3, 2018
- The power supplied from PV has exceeded 80% of the demand in Kyushu area.
- 2 GW/hr ramp from 16:00
- Max forecast error of PV is 2 GW
- 2022年に入って、四国、東北、北海道、中国で出力制御を行った。



調整力リソースとしてのEV電池

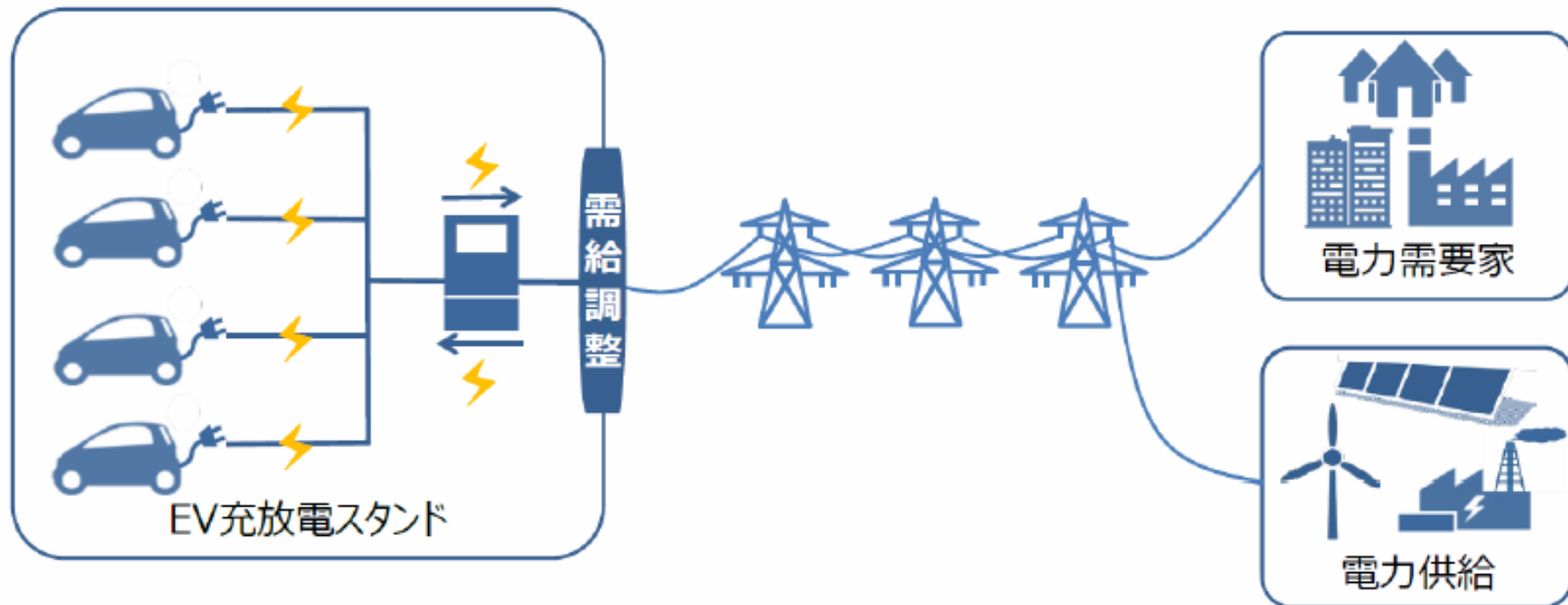
- 太陽光発電(PV)や風力発電などの**自然変動電源**が増加
- 第5次エネルギー基本計画ではPV、風力発電主力電源化
→予測誤差を補償する**予備力**、変動を吸収する**調整力**などの**系統柔軟性**の確保が重要



電気自動車(EV)に対する充放電制御(V2G)の活用
 どの時間帯でも乗用車の9割は駐車 = 他用途に活用可
調整力 : PV出力増 → EV充電増 or 放電減
予備力 : PV出力がいつ変わってもいいようにEV充電器が待機

V2G事業：経産省、2018年度から

- V2Gアグリゲーター事業では、EVを活用した電力系統向け需給調整サービスの実現可能性を検証するため、EV充放電スタンドがまとまった形で存在する実環境において、複数台のEVを束ねるV2G（Vehicle to Grid）制御システム、EVを需給調整用途として活用する技術、さらに莫大となる電池情報管理技術の構築を行う。
- 例えば、ピークシフト、出力抑制回避、ダックカーブの緩和の対策(kWh価値)、調整力提供(ΔkW 価値)、電圧上昇対策を提供できるか検証。また、EVのアグリゲーション事業に関するビジネスモデルの検討を行う。

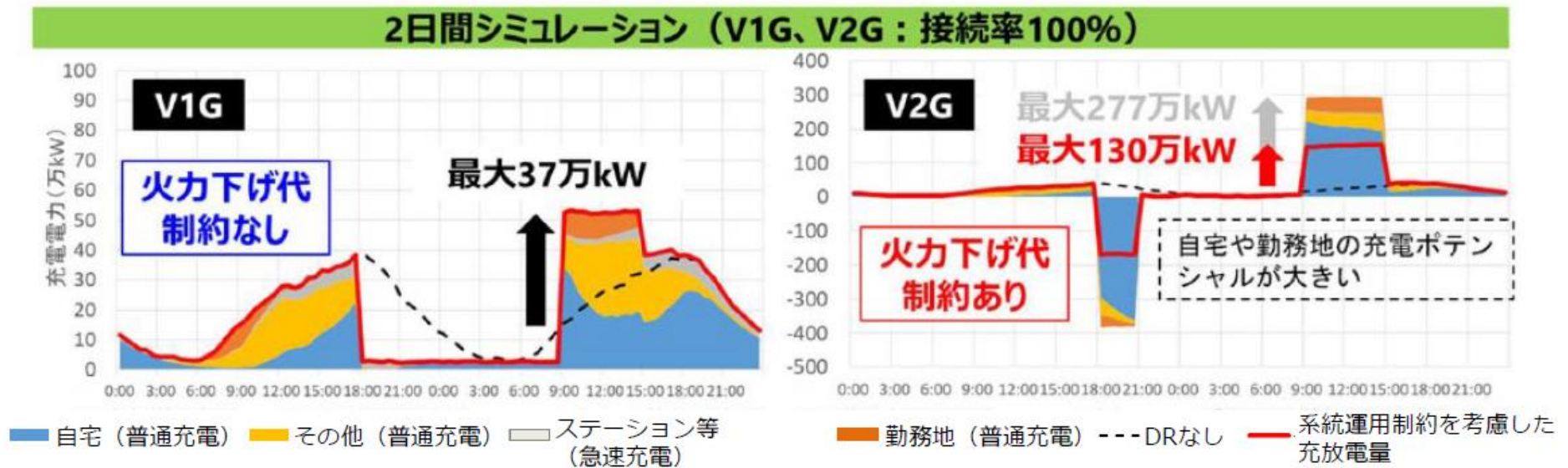


2018年度V2Gアグリゲーター実証事業の アグリゲーターコンソーシアム

アグリゲーター	協力事業者	事業概要	EVPSの導入 予定台数 (2018,19, 20年度)	EV	サイト
東北電力	日産 タイムス24	風力発電へのV2G による変動対策効果 の検証	日立 (2,8,15)	日産	仙台市
東京電力HD	日立システムパワー サービス 東電EP、東電PG 三菱自動車 静岡ガス 日立ソリューションズ	多数台のEVの協調 制御ならびにその 需給調整効果の検証 V2Gの共通プラット フォームの構築	日立 (20,100,未 定)	三菱自動車	三島市 岡崎市 さいたま市 横浜市
九州電力	電力中央研究所 三菱自動車 三菱電機 日産	PVが大量導入され ている地域での V2Gによる需給調 整効果の検証	三菱電機 (5,25,未 定)	三菱自動車 日産	福岡市、他
豊田通商	中部電力 Nuvve Corporation トヨタ自動車	海外で実績のある V2Gシステムの日 本市場での需給調 整の検証	椿本チェーン、 豊田自動織機、 他 (2,18,40)	トヨタ自動 車	豊田市

系統運用制約（下げ代制約が放電制約になる）を考慮すると、最大130万kWの回避可能出力制御量

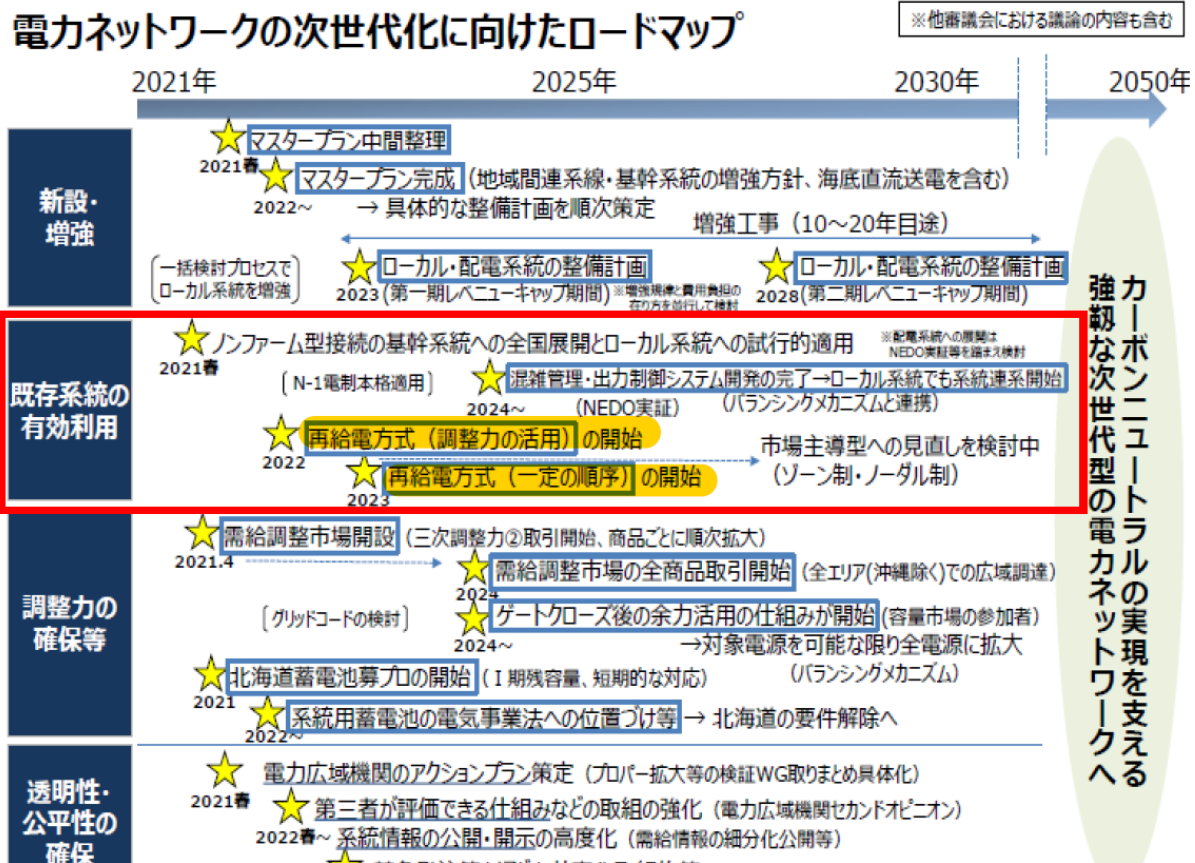
- 電力系統側の受入可能量を加味したシミュレーションを行うと、九州全域のV1G/V2Gによる需要創出量、つまりPV出力制御量の回避可能量は、V1Gで最大37万kW、V2Gで最大130万kW



- V1G : 夕方18時以降のEV充電量を、翌日昼間9時-15時にシフトして需要創出する
- V2G : V1Gに加えて、点灯帯18時-21時に放電、EVの蓄電残量（SOC）の空き容量を確保。翌日昼間9時-15時にこの空き容量に充電して需要創出する

再生可能エネルギー主力電源化に伴い、より効率的な需給運用を目指す
長期的に市場主導型混雑管理方式、Nodal Pricing, Pool制への移行も視野に

- 経済産業省の電力ネットワークの次世代化に向けた中間とりまとめ（2021年9月）の「電力ネットワークの次世代化に向けたロードマップ」にNEDO事業終了後（2024年～）に社会実装されることが示されている。



出典：総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 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 電力ネットワークの次世代化に向けた中間とりまとめ（概要）

次世代電力ネットワーク構築のCNに向けたロードマップ

出所：送配電協議会、2021



注：本ロードマップは、公表時点の関係審議会等の審議状況・とりまとめを参考に作成しており、その内容が大幅に変更される場合や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します
 ※グリーン成長戦略において、2050年には発電量の約50~60%を再エネ電源で賄うことが参考値として示されており、それを実現するための低需要期に想定される全電源に対する非同期電源の割合を記載

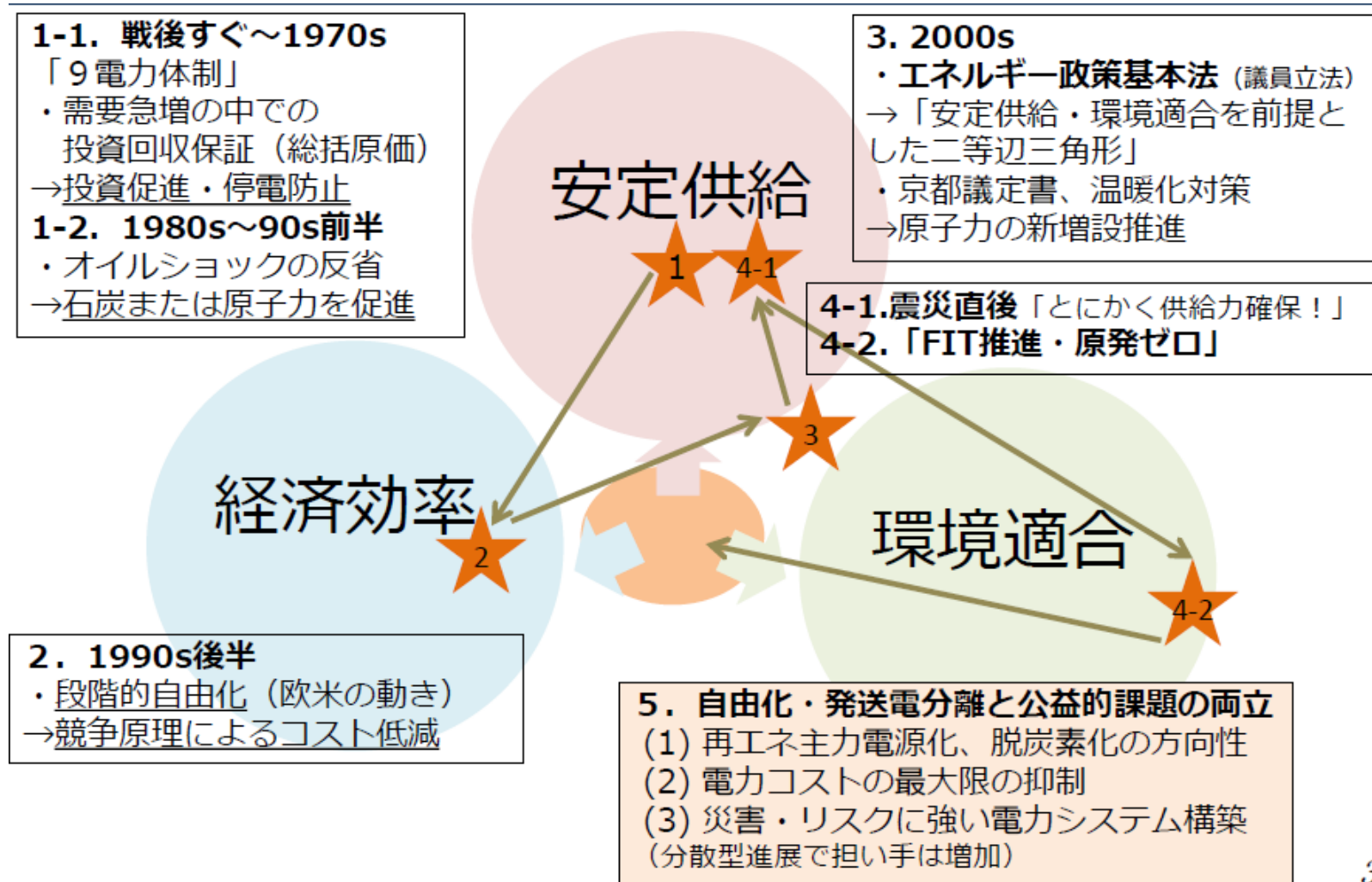
重要なエネルギー・環境政策： グリーン、デジタルによる成長戦略でもある

- 気候変動対策
 - 2015年パリ協定で長期GHG低排出開発戦略の提出が決定
 - 2050年 -80%（現在比）からカーボンニュートラルへの目標引き上げ（2021年）
- 第6次エネルギー基本計画
 - 2021年閣議決定
 - 再生可能エネルギーを最大限導入
 - 省エネルギー対策を重視：インフラ維持、投資促進の視点からはバランス必要
- 原子力政策・法規制の見直しと小型モジュール炉(SMR)開発
 - 経済安保、ウクライナ情勢→グリーントランスフォーメーション実行会議が原子力の本格活用に向けてリプレース、新增設を進める姿勢
- 科学技術・イノベーション政策
 - グリーンイノベーション戦略とグリーン成長戦略
- 電力システム改革
 - 競争導入により供給増、価格低下を期待。
 - 2020年完全自由化（送配電の法的分離）を完了
 - 2022年配電事業ライセンススタート
 - デジタル化などイノベーションを通じた成長戦略を重視
- エネルギー供給強靱化法
 - 2020年成立、配電ライセンス、マイクログリッド、レジリエンス

カーボンニュートラル（CN）実現の途

- 脱ロシアは短期的に容易でない→エネルギーコスト増、安全保障上も？
（安価な資源は中印に流れる）
- 再生可能エネルギー促進政策と限界費用球出しによる火力の退出：missing money problemに陥った政策の失敗
- コロナ禍からの経済回復と行動変容による需要構造変化を把握しているか
- CNへのエネルギートランジションの重要性：原子力、火力の再評価が不十分
- 系統柔軟性のため、分散型蓄電池、EV充放電制御などDERの更なる活用が必要
- 中長期での電力市場改革：プール制とLocational Marginal Pricing
- 中長期的にはセクターカップリングによるCO2排出削減と社会的付加価値創出

エネルギー政策の3E(Energy security, Economic efficiency, Environmental protection)の重点は変遷 ショックが起きると変わった



3

脱炭素化（気候変動政策）に偏らず、エネルギーセキュリティ、安定供給、経済成長（エネルギー価格安定化）を重視し、バランスをとるべき

御清聴ありがとうございます

電力システムの安定供給の課題とカーボンニュートラルに向けたイノベーション

