経済産業省

最近の環境変化を踏まえた電力政策の課題と方向性

2019年7月18日

経済産業省　資源エネルギー庁
電力基盤整備課
曳野　潔

１．エネルギーシステム改革について

２．ネットワークの現状と取り組み

エネルギー政策の４つの基本的視点

エネルギー政策は、3E+S を追求

（スリーイー・プラス・エス）

安定供給
（自給率が高い）
Energy　Security

経済効率
（コストが低い）
Economic　Efficiency

環境適合
（CO2が少ない）
Environment

＋

安全性
Safety

電力システム改革の考え方

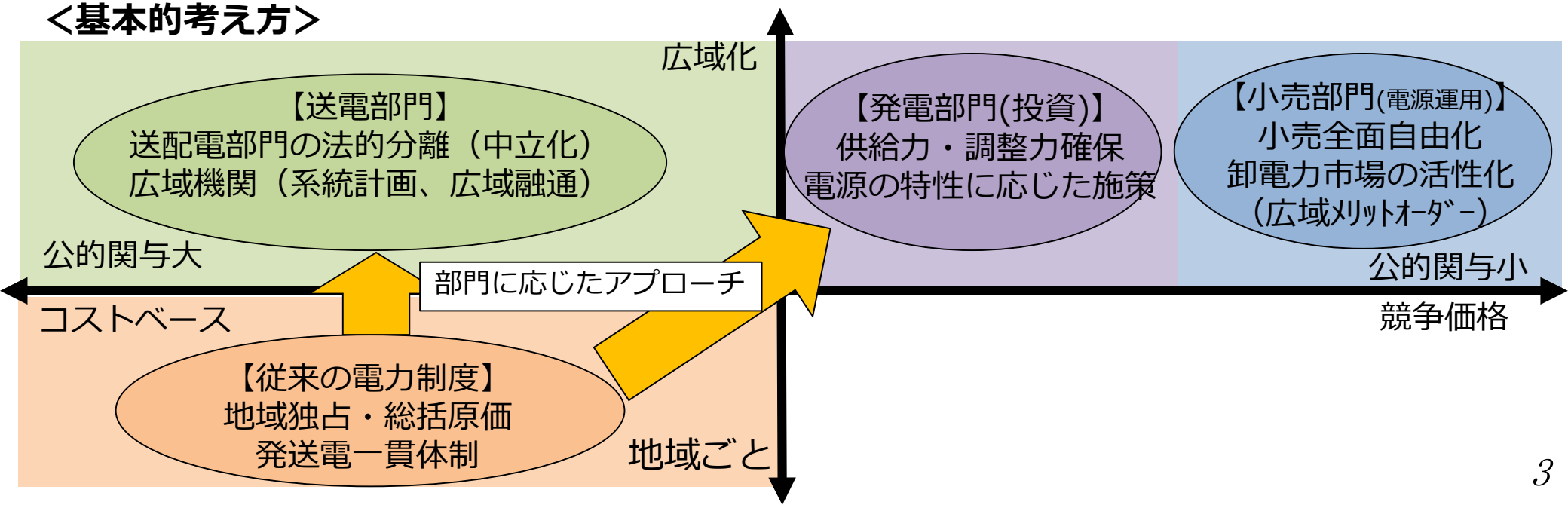
- 東日本大震災前の電力システムは、発電・送電・小売が一体（垂直一貫）となった地域毎の電力会社が、コストベースで独占的に電力を供給。
- 一連の電力システム改革を通じて、

①小売部門については自由化し、**<u>競争を通じたコストの抑制、サービスの多様化を図る</u>**とともに、需要家の選択肢を確保。

②発電部門については、自由化の一方、供給力・調整力を確保する観点から、**<u>投資額が巨額で回収期間が長期、在庫が持てないといった電気事業の特性を踏まえ、予見性の向上</u>**が必要。

③送配電部門は、全ての事業者が共同利用するという特性上、**<u>総括原価が残る</u>**が、**<u>公的関与の下、発電・小売部門とは分離して中立化</u>**しつつ、**<u>広域的な連携</u>**等を促進。

＜基本的考え方＞



今後の市場整備の方向性について

電源等の価値	取引される価値（商品）	取引される市場
電力量【kWh価値】	実際に発電された電気	卸電力市場
容量（供給力）【kW価値】	発電することが出来る能力	容量市場
調整力【ΔkW価値】	短期間で需給調整できる能力	調整力公募 → 需給調整市場
その他【非化石価値等】	非化石電源で発電された電気に付随する環境価値	非化石価値取引市場

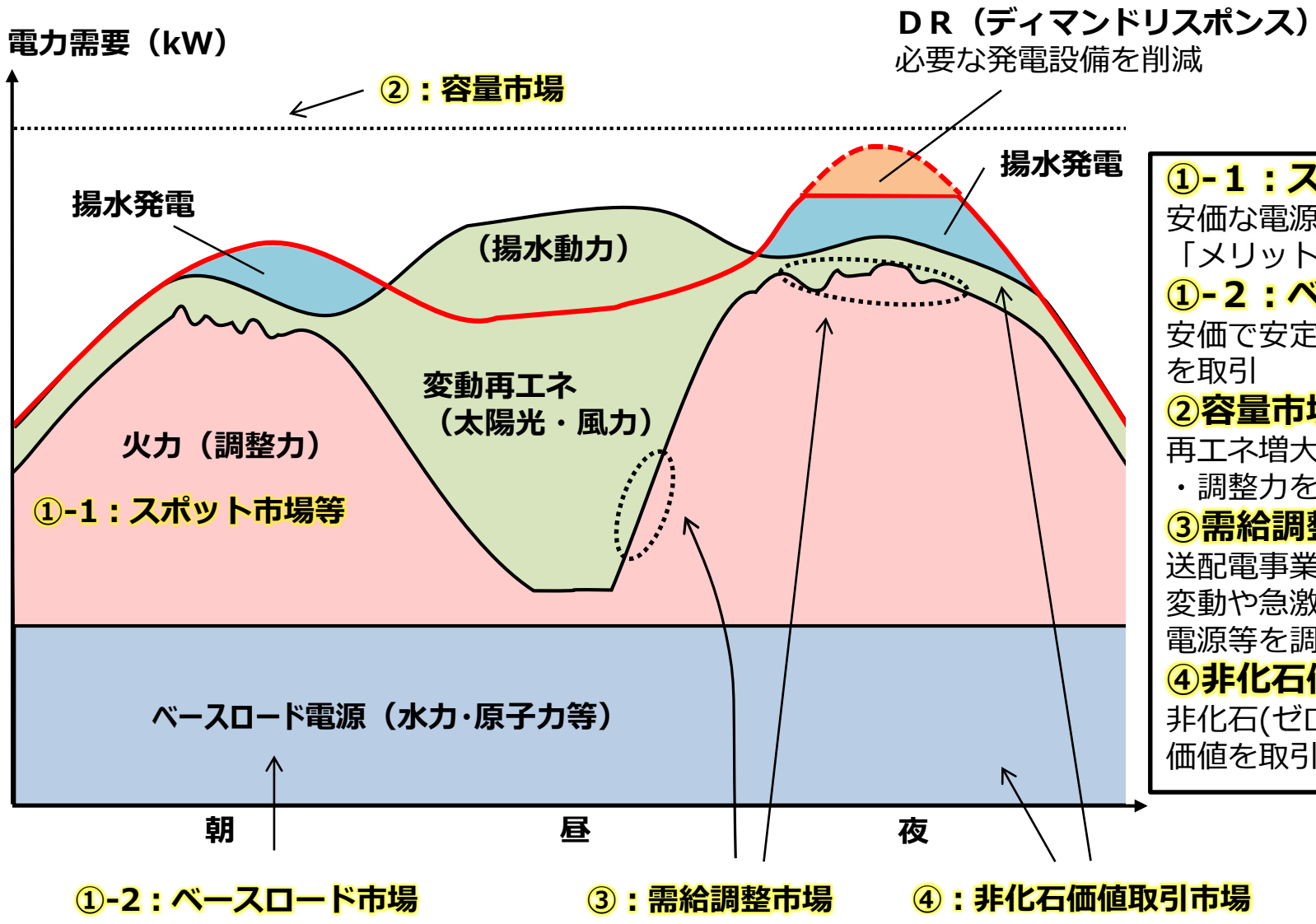
（注）上図は電源を想定しているが、ネガワット等は需要制御によって同等の価値を生み出すことが可能。
また、一つの市場において、複数の価値を取り扱う場合も考えられる。

出典：電力システム改革貫徹のための政策小委員会（第5回） 資料7

電力市場の将来像＜再エネ増大下で電力の需給の動きに即した対応＞

一日の需給ロードカーブ（イメージ）

（赤線：実需要曲線、黒線：発電曲線）



①-１：スポット市場等
安価な電源から稼働させ
「メリットオーダー」を実現

①-２：ベースロード市場
安価で安定的に発電する電力
を取引

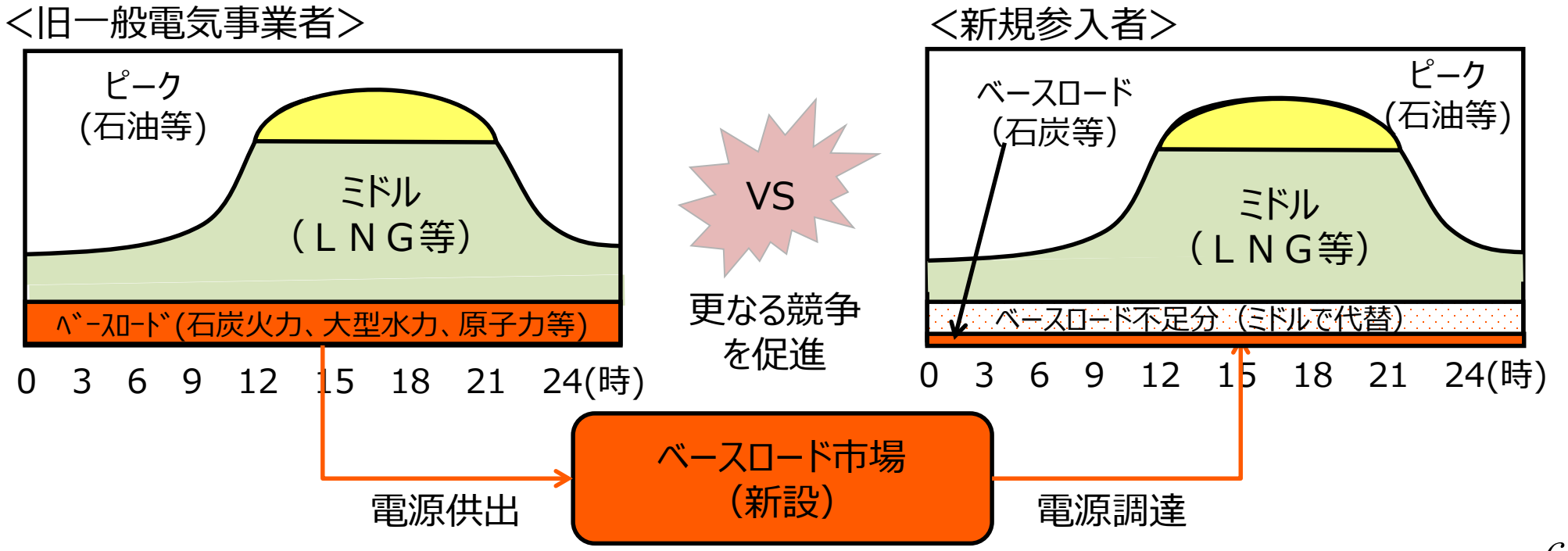
②容量市場
再エネ増大下で必要な供給力
・調整力を確保（ＤＲも含む）

③需給調整市場
送配電事業者が、小刻みな
変動や急激な変動に対応できる
電源等を調達

④非化石価値取引市場
非化石(ゼロエミ)電源の環境
価値を取引

ベースロード市場について

- 大手電力会社（旧一般電気事業者・電発）が保有するベースロード電源（石炭火力・大型水力・原子力）の電気の供出を求め、新電力が年間固定価格で購入可能とする市場。
  ※適正取引ガイドラインへの追記を行い、大手電力会社に対して制度的に供出を求める
  ※大手電力会社以外も同市場で電気を販売可能（任意）
- 大手電力会社からの供出量合計は、当初は新電力の販売電力量の5割程度となる見通し。新電力はベース需要の範囲で購入可能。電気の受け渡しはJEPXを通じて行う。
  ※新電力シェアが3割になった以降の大手電力会社の供出量は固定。
- 2019年7月に初回オークションを実施。年3回（7月、9月、11月）取引を実施。
- なお、大手電力会社からの供出価格には上限価格を設定。



間接オークションについて

- 地域間連系線について、従来の「**先着優先ルール**」での運用を改め、**2018年10月1日**より原則として、連系線の利用は相対契約も含め、**全てスポット市場を通じて割り当てるルール（間接オークション）**を開始。
- 公平な競争環境の下で連系線をより効率的に利用し、**広域メリットオーダー**（発電単価がより安価な電源から動かす）の達成を促す。

連系線利用ルールのイメージ

（４つの利用計画分を送電できる容量があると仮定）

申込順

（現在）

①	**利用計画１（８円／kWh）**
②	利用計画２（１０円／kWh）
③	利用計画３（７円／kWh）
④	利用計画４（２５円／kWh）
	利用計画５（５円／kWh）
	利用計画６（１７円／kWh）

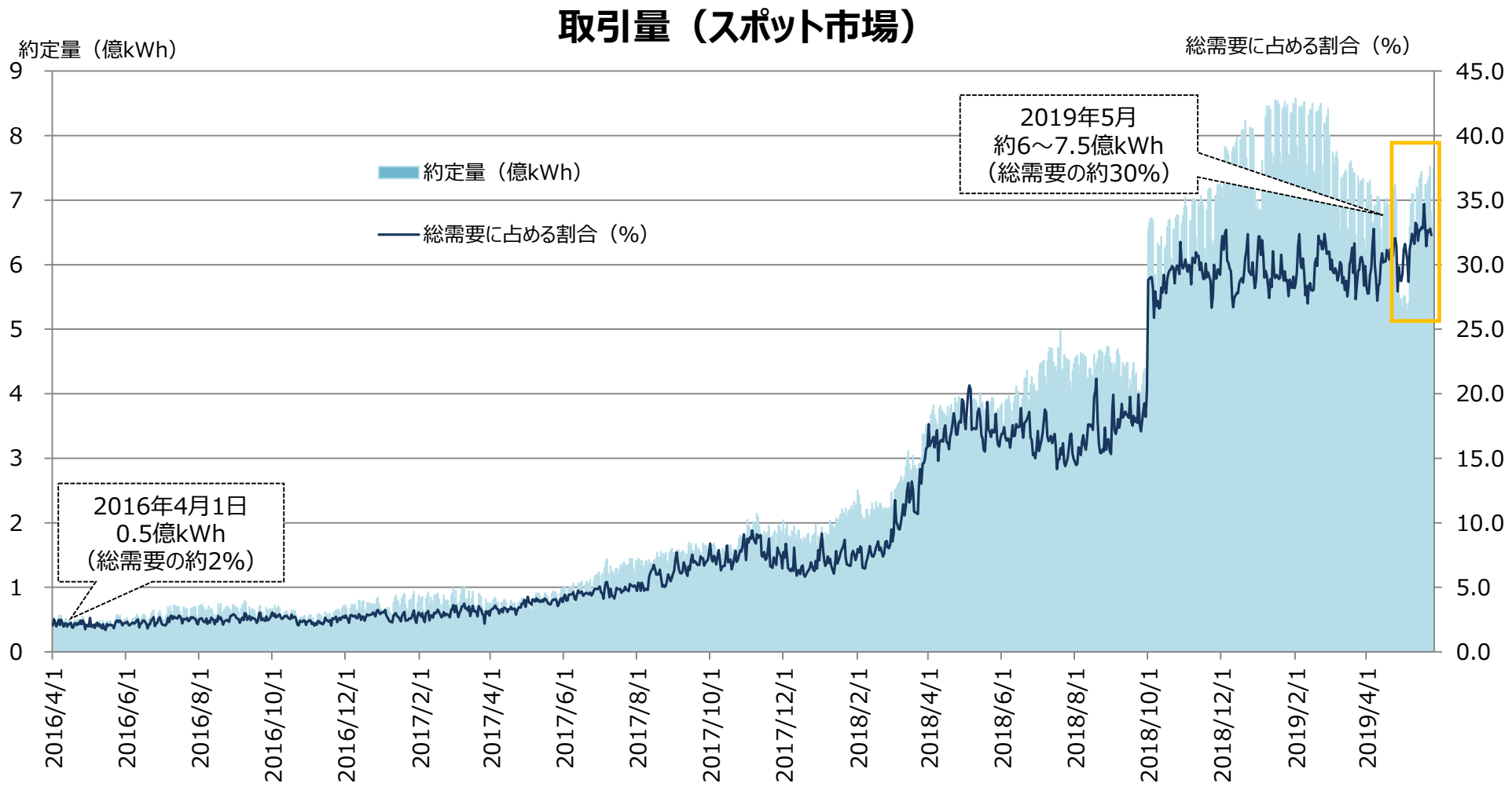
（今後）

③	**売入札価格１（８円／kWh）**
④	売入札価格２（１０円／kWh）
②	売入札価格３（７円／kWh）
	売入札価格４（２５円／kWh）
①	売入札価格５（５円／kWh）
	売入札価格６（１７円／kWh）

①～④は優先順位

全面自由化後の卸取引市場の状況（取引量）

- 卸電力取引所の取引量は、小売全面自由化当初（2016年4月1日）には、**総需要の約2%であった**のに対し、**足元では約30%**の水準で推移。

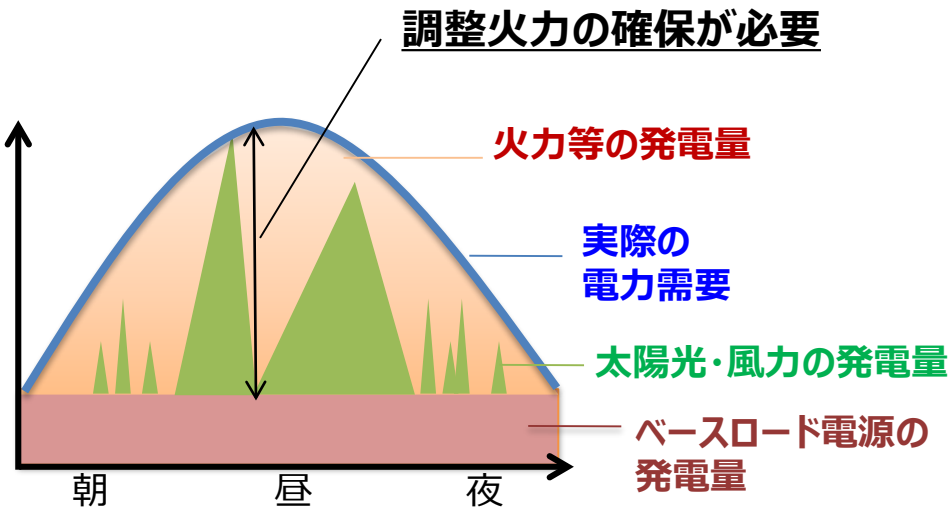


（出所）JEPX、電力広域的運営推進機関ホームページ

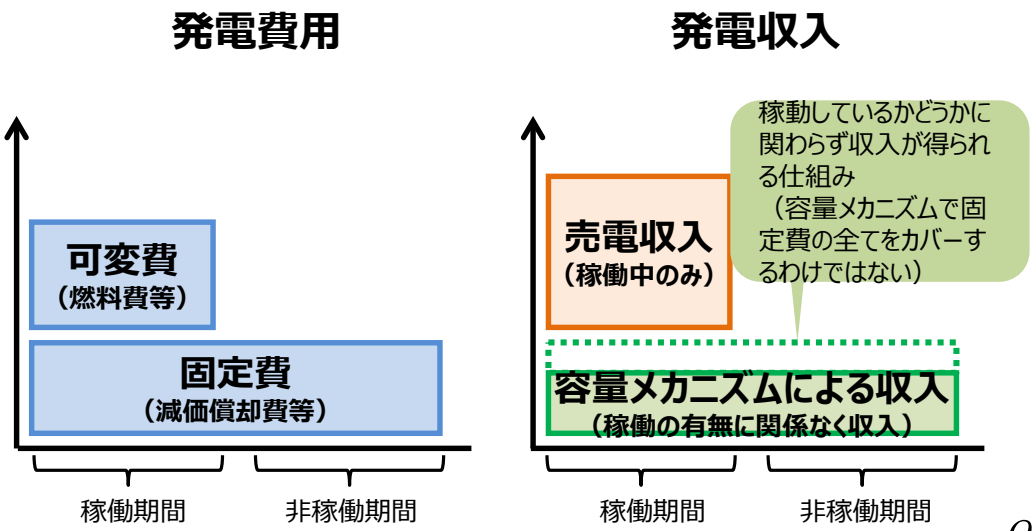
容量市場について

- エネルギーミックスの達成に向け、太陽光・風力発電といった自然変動電源の導入のためにも、調整電源の必要性が高まっている。他方、調整力となる火力発電は再エネ拡大による稼働率低下が想定される。
- さらに、電力システム改革による卸電力取引の拡大に伴い、電源の投資回収の予見性が低下。必要な供給力及び予備力を確保するための電源設備の新設及び維持が困難になっていくことが想定される。
- このため、発電能力容量（kW）に応じて、稼働していない期間（kWh＝０の期間）でも一定の収入を得られる仕組み（容量市場）を導入する。
- これにより、必要な供給力・調整力を確保する。

電力需要と発電量のイメージ

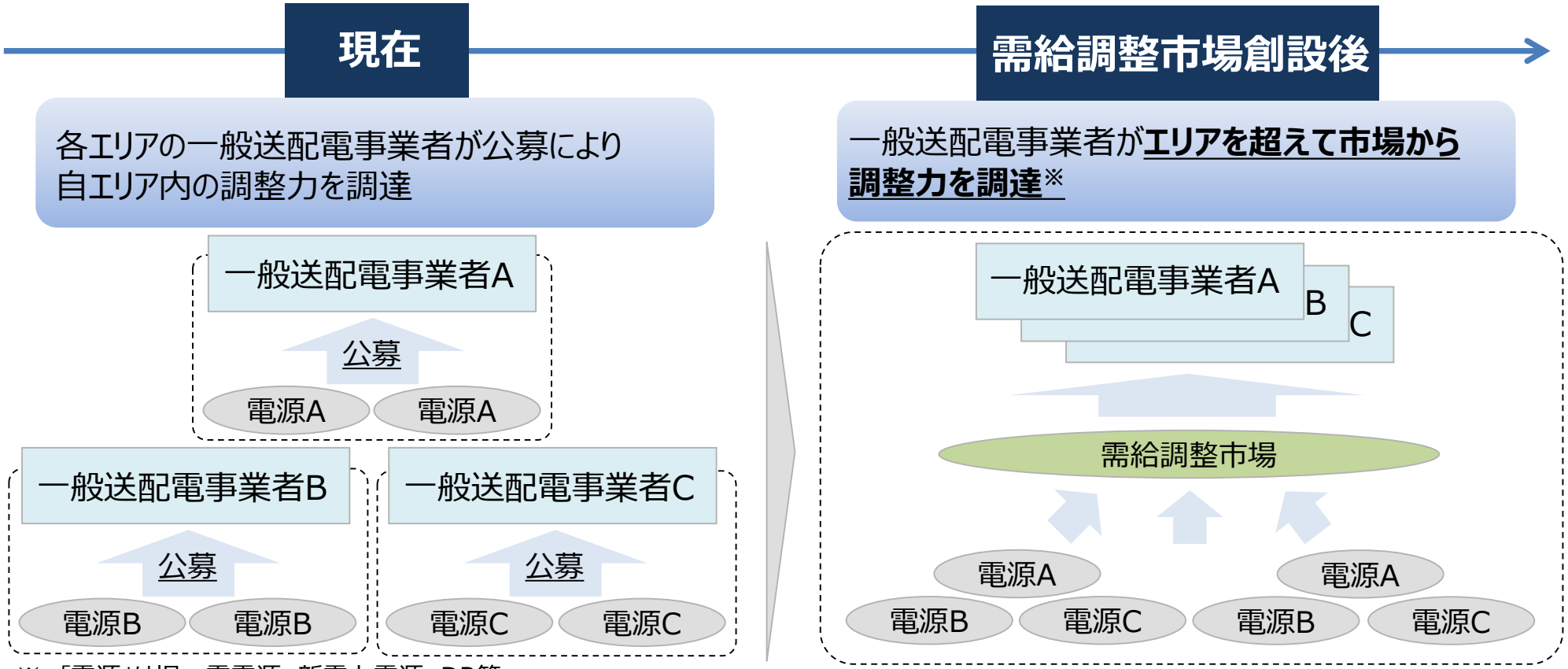


容量メカニズムによる投資費用回収イメージ



需給調整市場について

- 一般送配電事業者が、周波数調整や需給調整を行うための調整力を、市場を通じてより効率的に調達・運用するため、需給調整市場を創設。（米国、英国、ドイツ、北欧等でも導入済）
- 一般送配電事業者においてシステム構築を行いつつ、2021年度以降、段階的にエリアを超えた広域的な調整力の調達・運用を行うことで、より効率的な需給運用の実現を目指す。



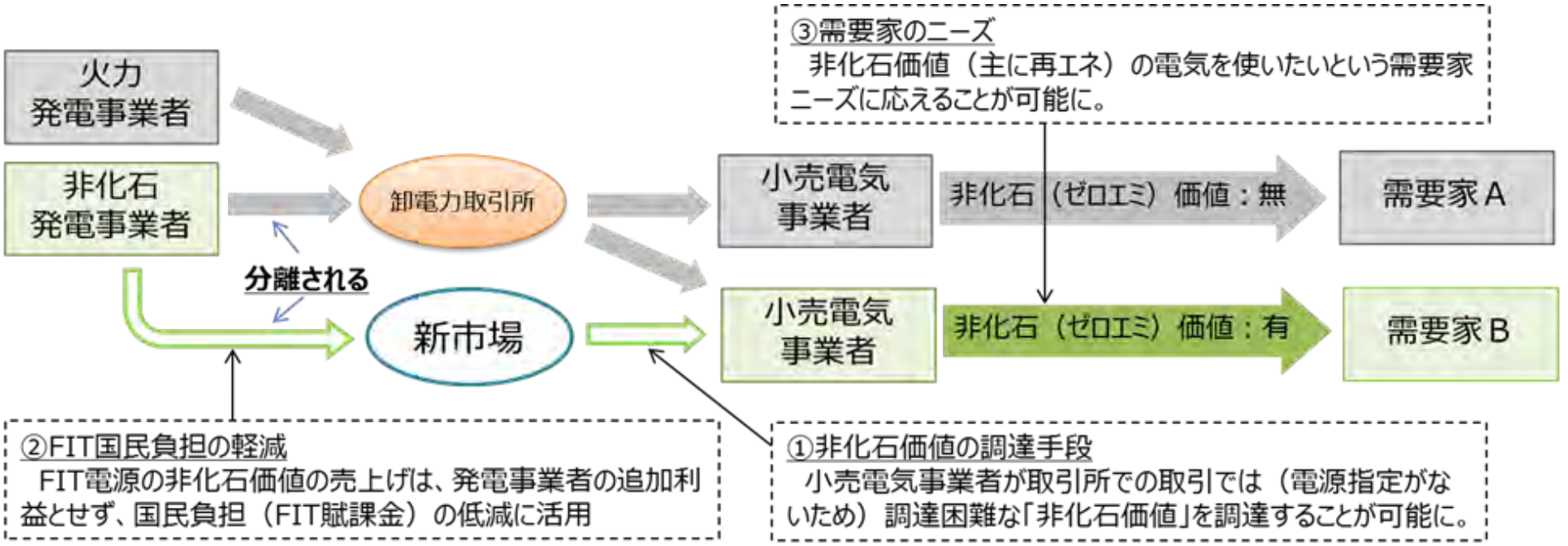
※ 「電源」は旧一電電源、新電力電源、DR等

※ 広域調達・運用にあたっては連系線運用の変更やシステム改修が必要となるため、2021年度においては、一部の調整力のみを対象として広域的な調達・運用を実施する予定。2021年度以降、広域調達する調整力を拡大予定。

非化石価値取引市場について

- 貫徹小委とりまとめを踏まえ、非化石電源（再エネ、原子力）からの電気の持つ「非化石価値」を証書化し取引するための非化石価値取引市場を2018年に創設。証書はエネルギー供給構造高度化法（高度化法）の非化石電源比率報告時に使用可能。（あわせて、温暖化対策法上の排出係数を算定する際に証書を使用可能。）
- FIT非化石証書については2018年５月より取引開始。

（※現在、高度化法では、小売事業者に対し2030年に非化石電源比率44%の目標達成のみ義務付けており、2030年以前の目標（中間目標）設定に向けて議論中。）



（凡例）電気（環境価値無）　分離された環境価値

（参考）RE100プロジェクトについて

- 国際NGOが運営する再生可能エネルギー導入拡大を進めるイニシアチブであり、使用する電力を100%再生可能エネルギー由来とすることを目指す企業で構成。
- 2019年6月現在、多くの企業がコミットしており、日本企業も19社が加盟。「再生可能エネルギーとしての付加価値」への需要が高まっている。

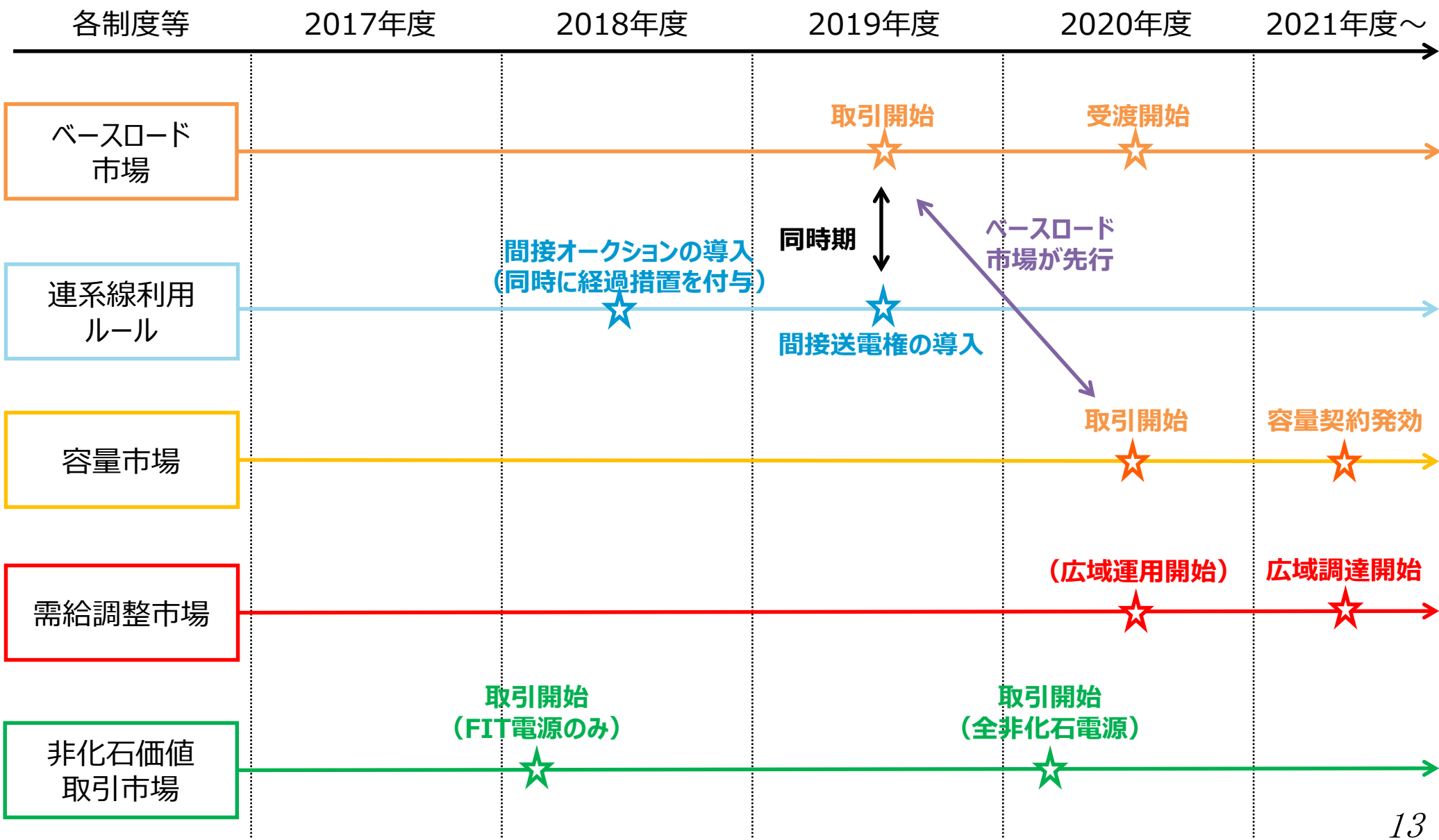
RE100参加企業（140社）

再エネ調達手段の例

積水ハウス	太陽光発電設置住宅のオーナーから、FIT買取制度終了後の余剰電力を購入等
大和ハウス	自社未利用地を活用した再生可能エネルギーによる発電事業を推進等
イオン	店舗による太陽光発電設備の導入等
マルイ	FIT買取制度終了後の風力発電所の再エネ電力を中心にブロックチェーン P2P により、個別に受給マッチングして供給等
富士通	海外のデータセンターをはじめ国内外の拠点において、各地域に応じた最適な手段を検討し、再エネ由来の電力調達を拡大等

（出典）各社公表情報から資源エネルギー庁作成

各制度の導入時期について



1．エネルギーシステム改革について

2．ネットワークの現状と取り組み

持続的な電源・NW投資による３Eの高度化

(温暖化対策)
パリ協定の締結・実行
⇒再エネ主力電源化等による脱炭素化社会の実現

(安定供給)
我が国初のブラックアウト
⇒電力インフラの強靭化による安定供給の強化

(経済効率)
新技術・デジタル化の進展
⇒電力コストの最大限の抑制

３Eをさらに高いレベルでバランスさせるため、電力政策・システムの進化が必要

電源政策

○再エネ政策のパラダイムシフト
主力電源化に向けて、「自立化・長期安定事業化」と「系統制約の徹底解消」が鍵
- ➢電源政策としてのFITからの段階的卒業
- ➢ネットワーク増強等の投資促進

○過少投資問題への対応
脱炭素化・電力インフラ強靭化等で投資ニーズは増大するが、電力需要や卸市場価格の低迷による収入減で投資余力・意欲が減退
- ➢投資予見性を向上させる投資回収の仕組み

○分散型エネルギーの推進

NW政策

○NWの広域化・強靭化ニーズの拡大
レジリエンスと再生可能エネルギー拡大の両立を図るNW政策の再構築
- ➢地域間連系線等の増強・活用拡大（費用負担の在り方も合わせて検討）
- ➢需給調整市場創設等によるNWの広域化
- ➢分散型エネルギーと調和的なNWの在り方の検討

○次世代NWへの転換に向けた託送制度改革
- ➢再エネ接続含めた「機動的な次世代投資の確保」と「更なる効率化促進」の両立
- ➢災害対応に資する託送制度の在り方

電力ネットワークを取り巻く構造的変化（まとめ）

再エネ主力電源化　⇒系統増強フェーズへの移行、地域偏在性の高まり

レジリエンス強化の必要性　⇒送電の広域化、災害からの迅速な復旧

設備の老朽化　⇒更新の必要性の高まり

電力需要見通しの不透明化　⇒投資の予見可能性低下

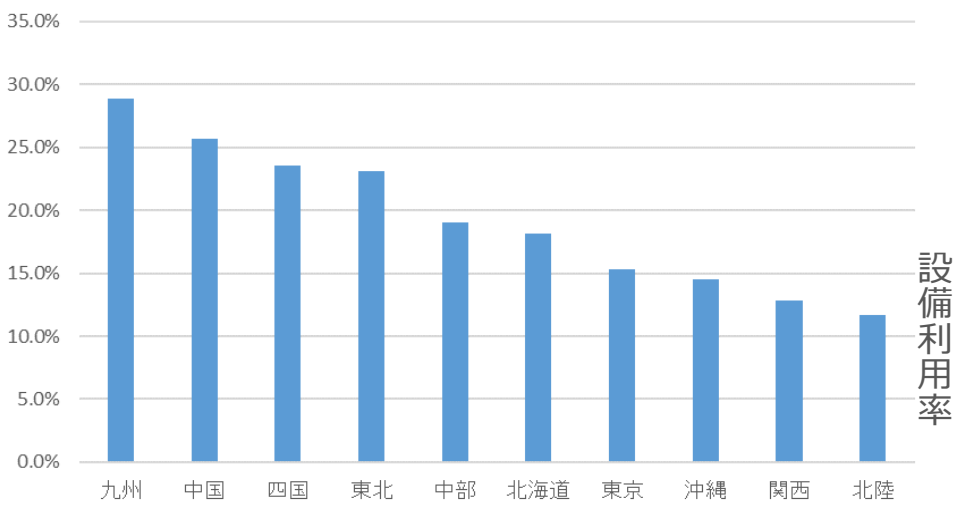
デジタル化の進展　⇒配電の分散化、電気の流れの双方向化

構造的変化①　再エネ主力電源化

- 再エネのさらなる大量導入には、**系統の増強が必要**。
  この際、FIT賦課金は全国負担だが、系統費用は地域ごとの負担のため、再エネの地域偏在性によって**地域間で不公平な負担が生じる**ことを踏まえた対応が必要。
- 出力が変動する再エネには、**調整力が必要**になるが、再エネの拡大により**火力発電の利用率が低下**している。このため、必要な投資の確保が必要。

【地域別の再エネ比率（2018年度、水力除く）】

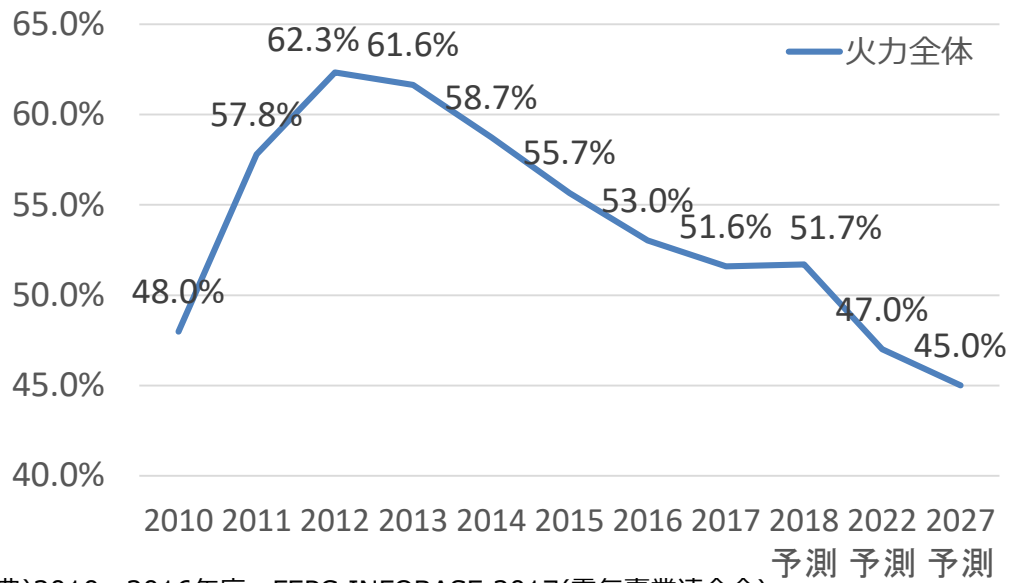
九州、北海道等を中心に再エネの導入が進展しており、これらの地域を中心に系統制約が顕在化。



出所：広域機関　2019年度供給計画のとりまとめ

【火力発電の利用率の推移】

火力発電（石炭・LNG・石油）の設備利用率は、FITが開始された2012年度の62.3%をピークに低下傾向。2027年度には45%まで低下する見通し。

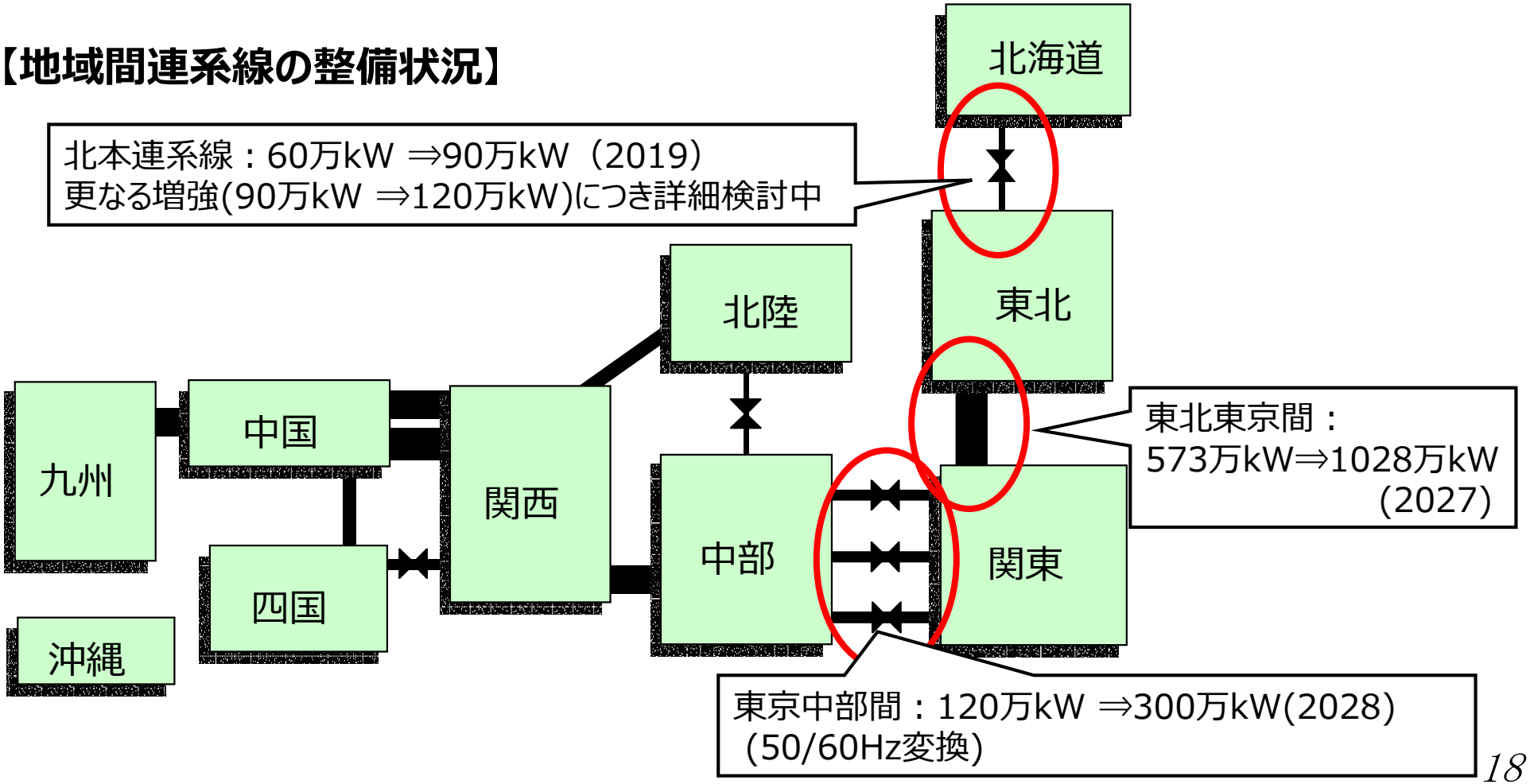


(出典)2010～2016年度：FEPC INFOBASE 2017(電気事業連合会)、
2017年度以降：平成30年度 供給計画の取りまとめ(電力広域的運営推進機関)
(注)2010～2015年度は10電力計。2016年度以降は日本全体。

構造的変化②　レジリエンス強化

- レジリエンスの観点から**連系線を増強し**、**系統を広域化・相互融通可能**にすることで停電リスクを低下させる。
- また、十分な供給力等の確保も必要である。

【地域間連系線の整備状況】



（参考）我が国における連系線の費用負担①これまでの変遷

（出所）第2回脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会（平成31年３月２６日）　資料1　一部加工

＜震災以前の費用負担決定方法＞

- 東日本大震災後に各種制度整備がなされるまでは、**建設目的・利用度合等を勘案して受益する電力会社間の協議により費用の負担割合を決定**（電力系統利用協議会（ESCJ）設立後は、費用負担割合の決定方法について**一定のルールを策定したが、詳細は協議で決定**）。

＜震災以後の費用負担決定方法＞

- **下記4つのプロセスが進展**。後者２つは、費用負担ガイドラインの策定、電事法改正等に基づく連系線増強プロセスの整備（国、電力広域機関、事業者からの３つの提起パターンと電力広域機関による広域系統整備計画の策定等）を踏まえて負担割合を決定。

連系線(万kW)	費用負担者	負担の考え方
新北本増強（60⇒90）	一般負担（北海道）	ESCJの下、電力会社間の協議。主に**北海道エリアの安定供給確保の観点**から、北海道電力が全額負担。
FC増強①（120⇒210）	9社の一般負担	ESCJの下、電力会社間の協議。**安定供給確保、取引活性化等の観点**から９社負担とし、受益に応じて負担割合を決定。
FC増強②（210⇒300）	9社の一般負担	広域系統整備計画において、**広域的な安定供給確保の観点**から、９エリアの受益に応じて負担割合を決定。
東京東北間増強	特定負担と一般負担（東北、東京）	広域系統整備計画において、費用負担ガイドライン及び送配電等業務指針を基に受益者を確定（発電事業者からの提起であることを踏まえ、特定負担と一般負担を整理）し、**受益に応じて負担割合**を決定。特定負担者の離脱を受けて、費用負担の再整理が必要。

今後の地域間連系線の費用負担ルール

（出所）第3回脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会　事務局提出資料2　一部加工

- 連系線増強に伴う３Eの便益のうち、**広域メリットオーダーによりもたらされる便益分**については、**原則全国負担**としてはどうか。その際、再エネ由来の効果分（価格低下及びCO２削減）に対応した負担については、**FIT賦課金方式の活用も選択肢**として検討。
- **安定供給強化の便益分**については、受益する**各地域の電力会社**（一般送配電事業者）**負担**することを検討。

便益（３E）　　**費用負担**

価格低下

CO2削減

原則全国負担 ⇒

- ✓ **徴収方法は全国託送方式**
- ✓ **再エネ由来の効果分については、FIT賦課金方式も選択肢として検討**

安定供給

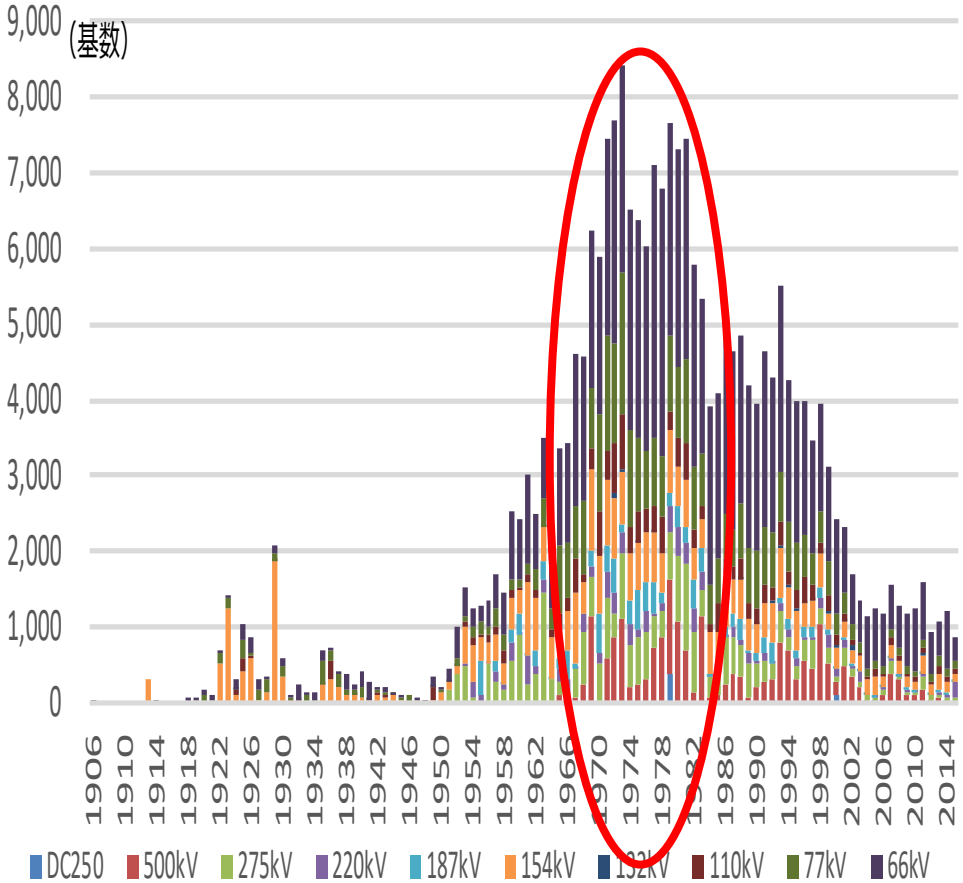
地域負担 ⇒

- ✓ **各地域の電力会社負担（地域の託送料金）**

構造的変化③　設備の老朽化

- 既存送電網の多くが1970年代に集中投資されたものであり、**設備の老朽化が進展。今後大きな更新投資が必要。**
- 火力発電についても老朽化が進み、同様に、**今後大きな更新投資が必要**。

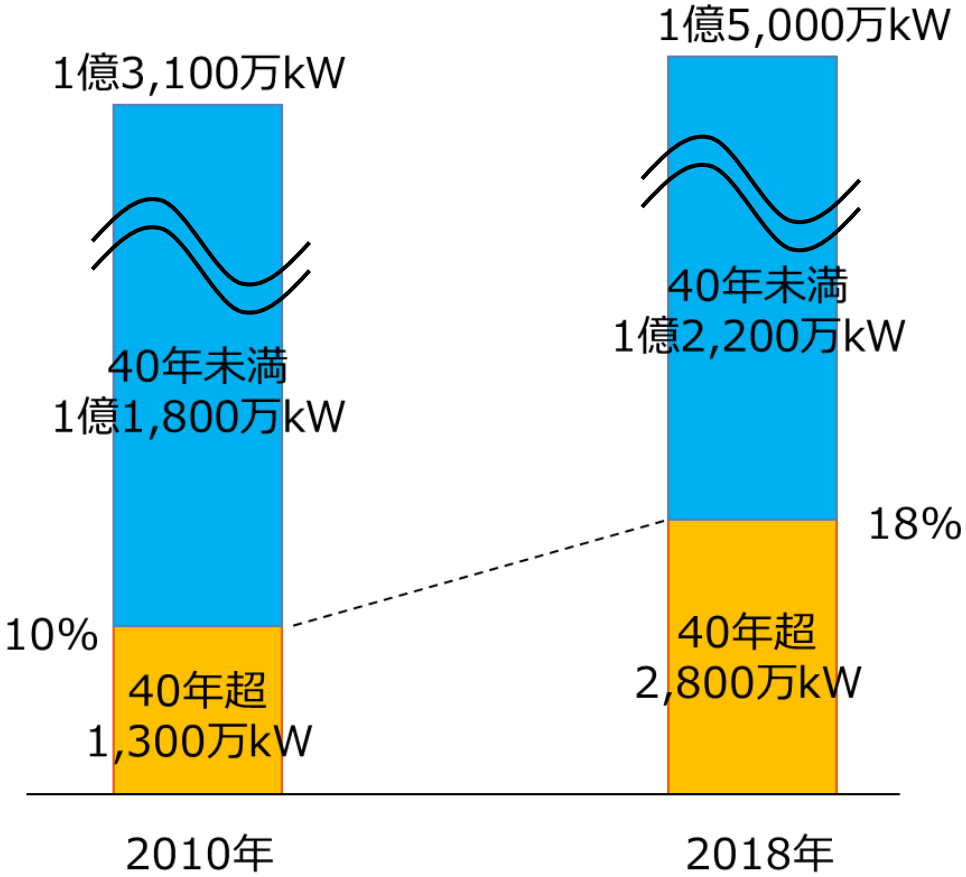
【送電設備の老朽化】



送電鉄塔の製造年

出所：広域系統長期方針
（平成29年3月電力広域的運営推進機関）

【火力発電の老朽化】

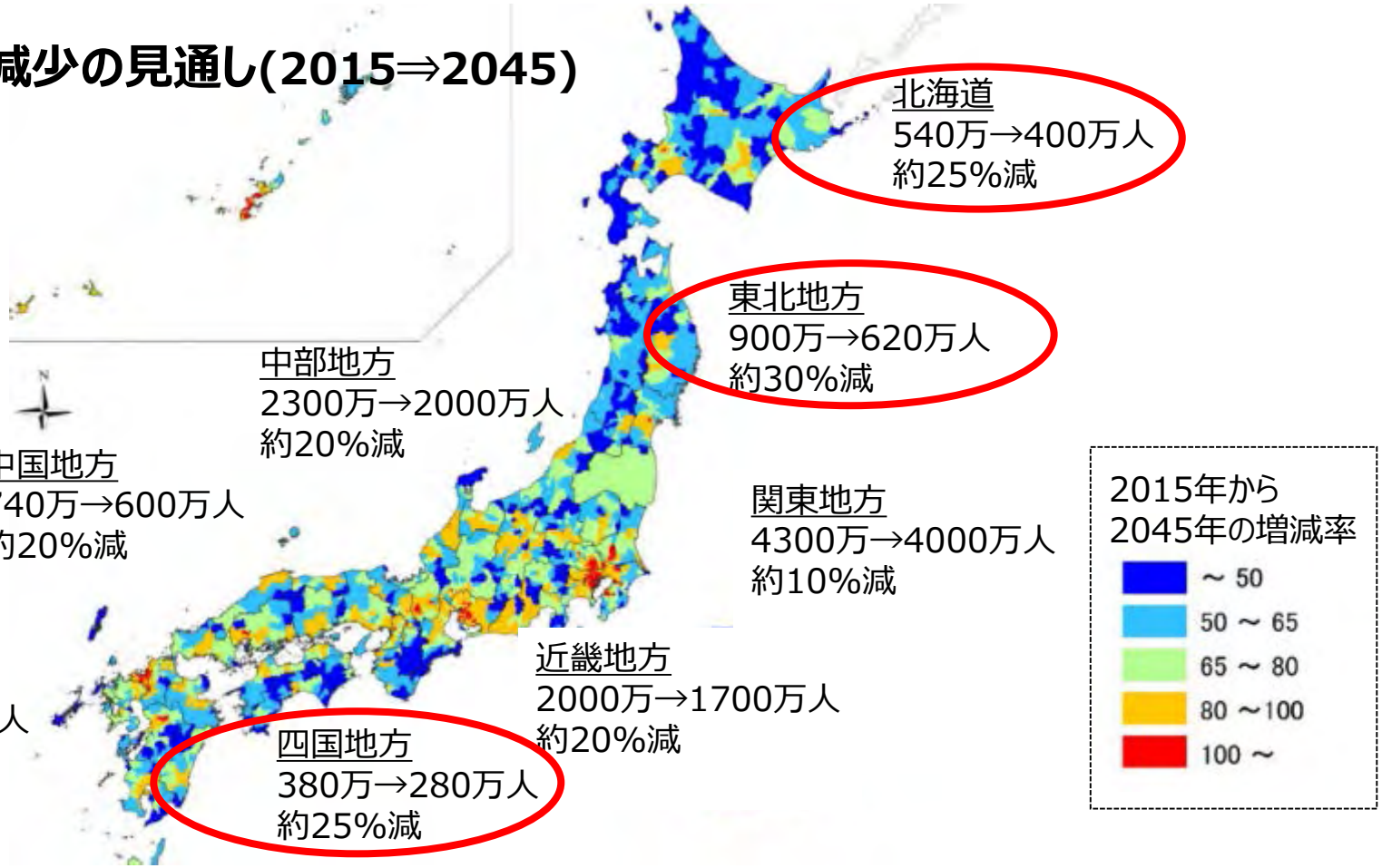


「電力需給の概要2012」、「平成30年度供給計画の取りまとめ」を活用

構造的変化④　電力需要見通しの不透明化

- 人口減少等の影響により、**将来の電力需要見通しは不透明。**
- 投資回収の予見性が低下し、**送配電網の投資が停滞。**

人口減少の見通し(2015⇒2045)

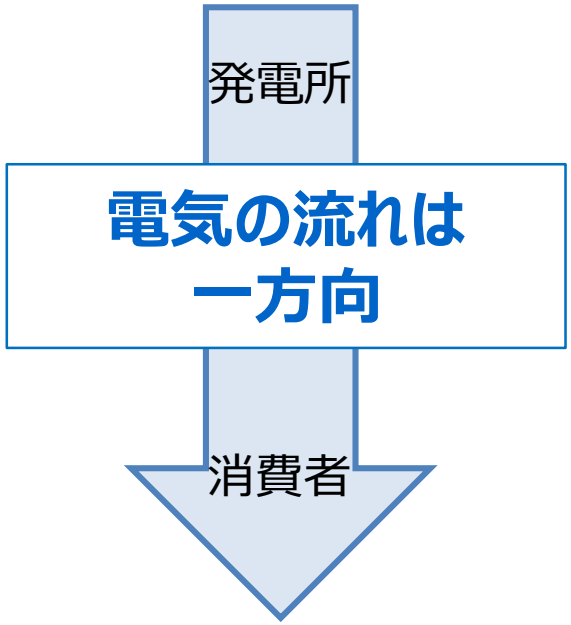


国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来 推計人口」（平成30（2018）年推計）より

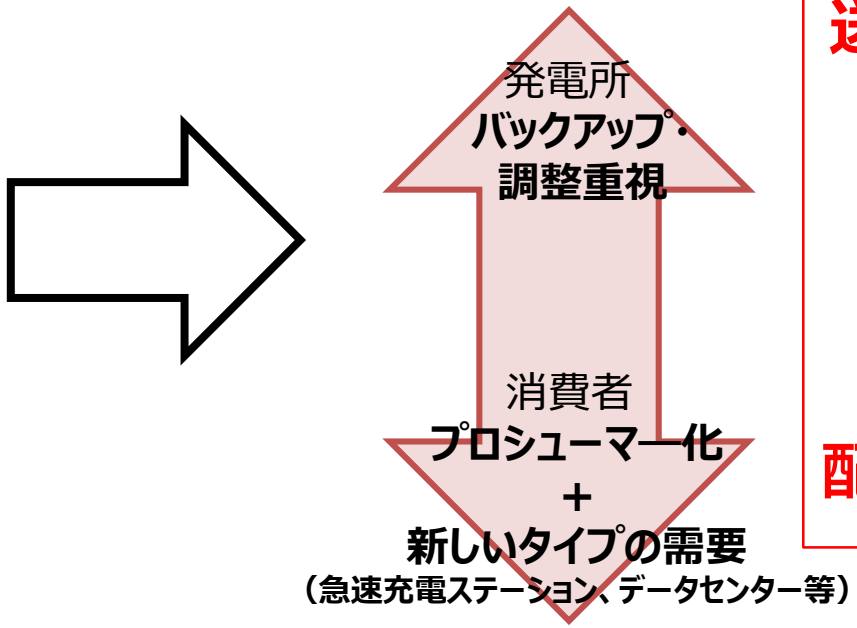
構造的変化⑤　分散化とデジタル化の進展

- 太陽光などの分散型電源やEVなどの普及により、**電気の流れは双方向化が進み**、**デジタル技術による制御が必要**となる。
- 発電の分散化に加えて、**大規模なデータセンターやEVの充電ステーション**など**新しいタイプの電力需要**が発生

これまで



今後



送電網：広域化

＋

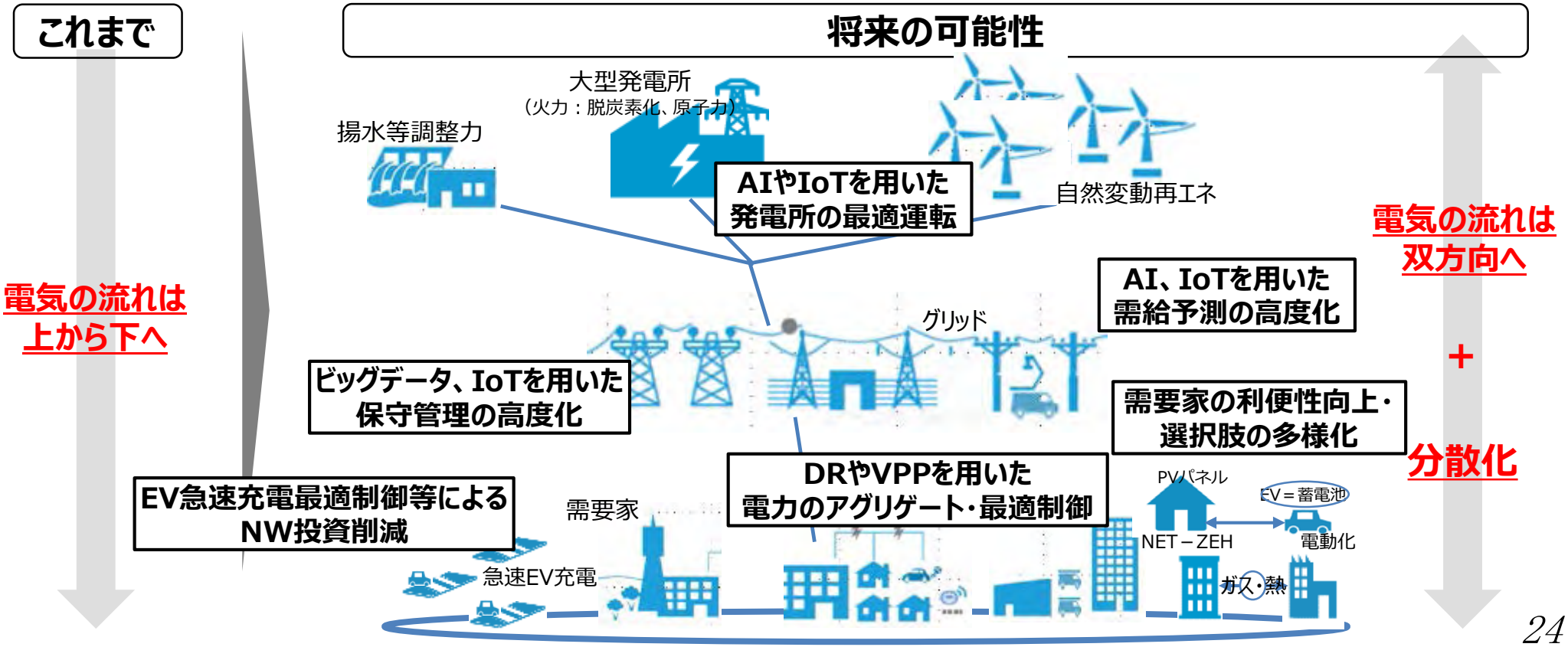
電気の流れは双方向へ

＋

配電網：分散化

デジタル技術によるイノベーションの可能性- 分散化、双方向化、最適化-

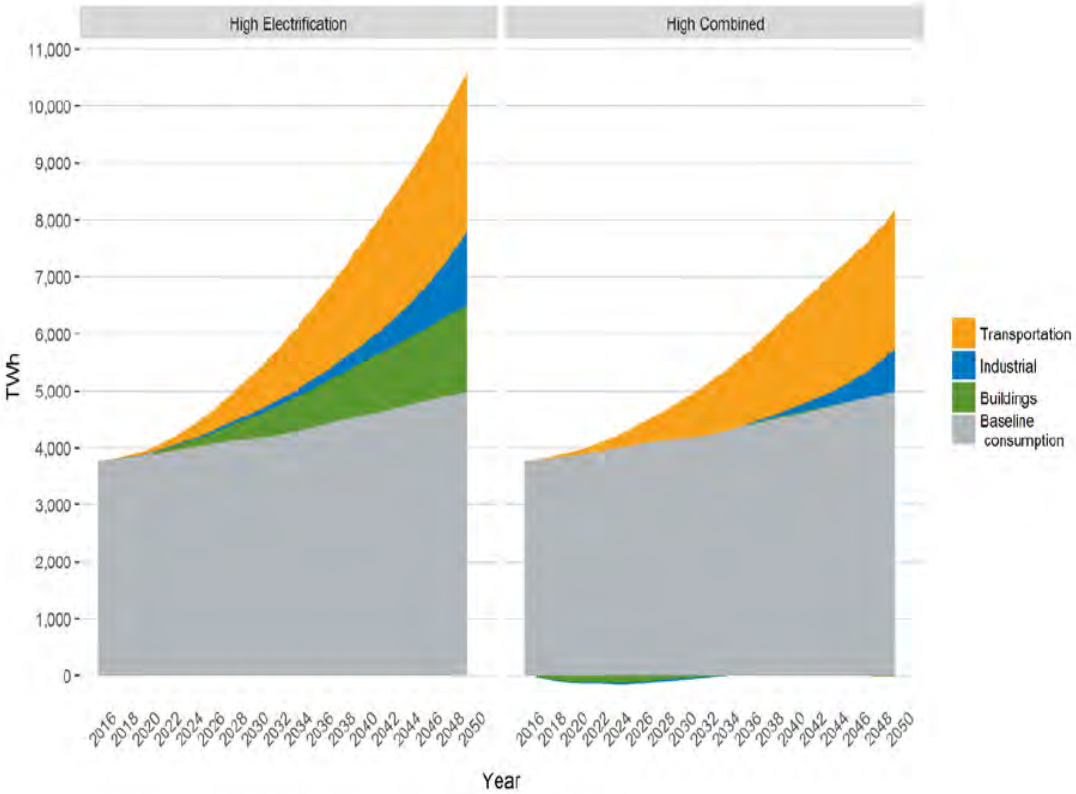
蓄電池等の要素技術の価格低下、**AI等のデジタル化を中心としたテクノロジーが進展。**
⇒電力の世界でも、**コネクティッド・インダストリーによる産業構造転換**が不可避。
⇒これによって、**３Eの高度化（分散型再エネと調和したネットワーク、テクノロジー・ドリブンでのレジリエンス強化、電力コストの最大限の抑制）**を実現。
⇒テクノロジーによる**新たなビジネスの活性化につながる環境整備**が必要。



電化に伴う電力需要増・低炭素化の可能性

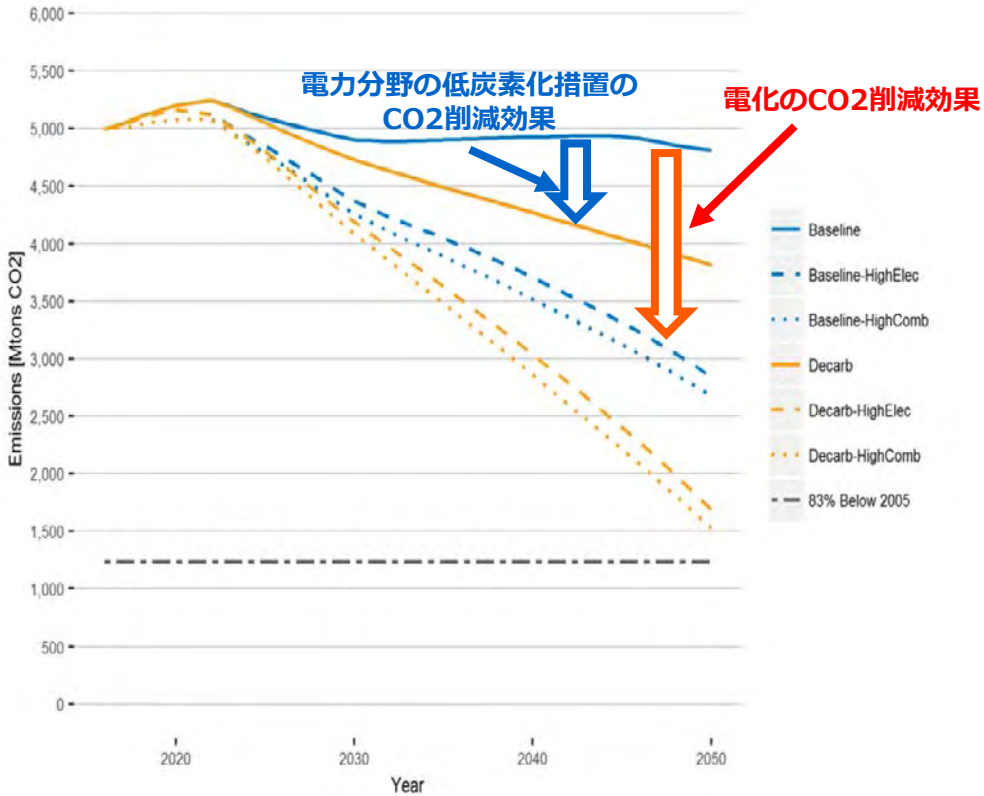
- 米国においては、運輸や業務部門を中心に電化が進展すると、省エネを進めても、2050年に向けて電力需要が増加していくという分析がなされている。
- この分析の中では、電化（ベースシナリオでも主として再エネで需要増を補てん）によるCO2削減効果は、電力分野における低炭素化措置を上回り、これらの合計により大幅なCO2削減が見込まれるとされている。

電化による電力需要増見通し



※左図は、電化による電力需要増見通し、右図は電化および省エネによる電力需要増見通し

電化・電力分野における低炭素化措置によるCO2削減効果



※「Decarbonization（電力分野における低炭素化措置）」は、電力分野のCO2排出量について、2050年に2005年比で83%削減のキャップをかける措置を仮定

（出所） Electrification & Decarbonization: Exploring U.S. Energy Use and Greenhouse Gas Emissions in Scenarios with Widespread Electrification and Power Sector Decarbonization (NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY)

電力NWコスト改革に係る３つの基本方針（概念図）

1. 既存NW等コストの徹底削減

2. 次世代投資の確保（系統増強・調整力等）

3. 発電側もNWコスト最小化を追求する仕組み

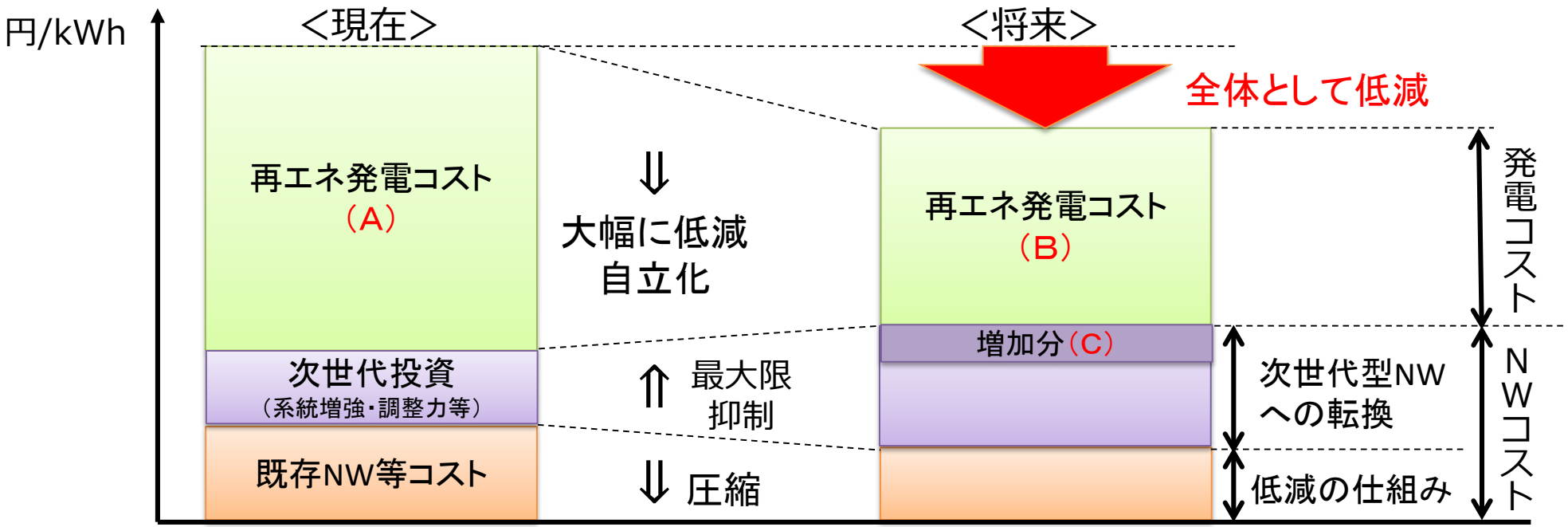
○再エネ大量導入を実現する次世代NWへの転換

○「発電＋NW」の合計でみた再エネ導入コストの最小化

コスト＝ 単価↓ × 量↑

最大限抑制

再エネ導入コスト：　A（現在）　＞　B＋C（将来）



※日本版コネクト＆マネージ等により、必要となるNW投資量を低減させることも必要