

# ネットワークの次世代化に向けた取組と課題

2022年3月30日  
資源エネルギー庁

# 御議論いただきたい点

- 2050年のカーボンニュートラル実現に向けた再エネ大量導入、地震等の災害や需給ひっ迫等へのレジリエンス向上を進めるためには、系統増強、運用の高度化など電力ネットワークの更なる取組が必要。
- また、再エネ導入拡大に伴う非同期電源の増加を踏まえた慣性力の確保や系統対策など、中長期を見据えて新たに行うべき対策もある。
- こうした取組を確実かつ迅速に進めることが重要であり、効率化を前提に必要な投資の確保が必要。
- このような観点を踏まえ、再エネ大量導入小委や電ガ小委において、電力ネットワークの次世代化を進めるに際して欠かせない取組として、ネットワーク運用の広域化、設備・システムの共通化、デジタル化、分散型エネルギーシステムに対応したグリッド形成について御議論いただいたところ。
- 今回は、本WGにおいて、電力ネットワークの次世代化に向けて、各一般送配電事業者が行っている取組や課題を御報告いただくとともに、こうした取組を着実にを行うために検討すべき課題と対応について御議論いただく。
  - ①送配電設備の整備計画
  - ②送配電設備の運用等の高度化・デジタル化
  - ③分散型エネルギーシステムの構築
  - ④設備の調達効率化

# (参考) 今後の電力ネットワーク政策の在り方 (基本的な視点)

(出所) 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39回)  
基本政策分科会 再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第15回) 合同会議 (2022年2月14日) 資料3

- 2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、官民挙げた取組が進められる中で、国民生活及び経済活動に欠かせない電力の供給を支える電力ネットワークは、これまで以上に重要な役割を担うこととなる。
- まず、ネットワーク全体の安定性を確保しつつ、太陽光をはじめとする小規模かつ多数の電源の早期の接続を可能とするためには、ネットワーク運用の高度化を前提としたノンファーム型接続の適用拡大とともに、プッシュ型のネットワーク整備が必要となる。
- また、国際競争が一層厳しさを増し、経済社会の変化のスピードが速くなっている中で、データセンター等の大規模な電力需要に速やかに対応することが、産業政策の観点からも欠かせない。
- こうした環境変化を踏まえ、今後の電力ネットワーク政策の在り方の検討に際しては、以下の視点に立って検討を進めることとしてはどうか。
  - ・電源及び需要を含めた電力システム全体の最適化
  - ・長期的な電源及び需要の動向を先取りしたネットワーク整備・運用
  - ・広域的なネットワークと地域分散型ネットワークの管理・運用のバランスと融合
  - ・再エネ政策や火力政策、更には情報産業政策等の他分野の政策との連携
- また、こうした政策を実現するため、レジリエンス、脱炭素、DX化等の観点から、次世代投資として何が必要か、あわせて検討を進めてはどうか。

# (参考) 今後の検討課題①

(出所) 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39回)  
基本政策分科会 再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第15回) 合同会議 (2022年2月14日) 資料3

## 【電力ネットワークの役割・機能】

- 電力ネットワークの役割・機能について、どのように考えるか。電源及び需要を所与として、両者を効率的に結ぶだけでなく、ネットワークの最適利用に向けて電源や需要を積極的に誘導するためには、どのような方策が考えられるか。
- 日々の電力需給に関する情報や、発電、潮流等に関する情報等、一般送配電事業者が保有する電力ネットワークに関する情報を積極的かつできる限りリアルタイムに公開するような取組が進められているところ。これら取組を進めていく上で、スケジュール、情報公開の拡大による効果、関係事業者間の競争上の影響等を踏まえ、どのような課題が考えられるか。

## 【ネットワーク整備の在り方】

- より多くの電源接続を可能とする上で、設備増強（ハード）と混雑管理の高度化（ソフト）のバランスについて、どのように考えるか。ノンファーム型接続の適用拡大により、短期的にはネットワークの利用率が上昇する一方、中長期的には送電線混雑による出力制御の増加が見込まれる中、送電線の増強の在り方について、どのように考えるか。
- 広域的なネットワークの管理・運用と、地域分散型のネットワークの管理・運用のバランスについて、どのように考えるか。広域的なネットワーク形成の観点から、地域間連系線や地内基幹系統の増強を広域的に進めつつ、配電レベルで分散化する電源や需要に効率的に対応するためには、どのような方策が考えられるか。
- さらに、今後のカーボンニュートラル社会を見据えれば、地域分散型ネットワークと中央のネットワークを融合した管理・運用が不可欠と考えられる中、配電事業者や一般送配電事業者におけるこうしたイノベティブな融合を後押しし、従来の実証段階から実用段階へと至らしめるため、どのような方策が考えられるか。

## (参考) 今後の検討課題②

(出所) 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39回)  
基本政策分科会 再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第15回) 合同会議 (2022年2月14日) 資料3

### 【費用負担と回収方法】

- 電力ネットワークの整備コストの負担について、どのように考えるか。ネットワークの拡大は、再エネの導入拡大や供給の安定性向上、需給調整の効率性向上等の複数の効果を有する中で、その費用負担について、どのように考えるか。
- 例えば、再エネの早期接続を可能にするための地域内の設備増強について、その費用を回収する仕組みについて、どのように考えるか。

### 【効率性の向上】

- 電力ネットワークの次世代化を進めつつ、その維持・増強コストの低減を図るため、これまで進めてきた仕様の統一化やデジタル技術の活用等において、更に取り組むべき課題は何か。例えば、運用の高度化に不可欠なデジタル化の推進に当たり、技術面、人材面等でどのような課題と対応が考えられるか。
- 電化が進む中、ネットワークの増強コスト低減に向けて、データセンターや大型蓄電池等の大規模な需要の立地誘導や、EV等の制御の高度化によるピークシフト等を進める上で、どのような課題と対応が考えられるか。

# 主な課題等①

## 【系統整備・増強】

- 調整力等の調達の確実な確保、更なる連系線増強等の費用負担については、再エネポテンシャルの高いエリアに負担が偏らないよう、国全体でこれらを支えられる仕組み作りが必要。また、電源や需要の最適配置が図られるような政策的な立地誘導を進めていくことが重要。【北海道】
- 増強によって大きな再エネ導入効果が期待できる地内基幹系統（ex.青森県下北エリア）においては、全国に再エネ導入等の便益が裨益することから、再エネポテンシャルの大きいエリアへの負担の偏りを避けるため、整備費用を国全体で支える必要。【東北】
- 既設設備の最大限の有効活用を図ったうえで、費用対効果を確認し、基幹系統の増強を進めていく必要がある。連系拡大に同調した段階的な設備増強を行うことも必要。【北海道】
- 至近年で設備更新が必要となる高経年設備に着目し、単純な設備更新だけでなく、高経年化設備の撤去を含むプッシュ型設備増強を検討。【東京】
- 洋上風力等における効率的な設備形成として、隣接する海域等での系統接続において、個別に接続する場合、非効率な設備形成となる可能性がある。電源ポテンシャルに応じた効率的な設備形成が望ましい。【九州】
- ローカル増強規律による増強判断には、電源ポテンシャル想定の蓋然性を高めることが重要。これが、再エネ電源の早期連系や増強規模の適正化につながる。【中部】
- 設備増強の実施時期や設備容量の設定にあたっては、地域別に再エネ電源がどの程度増加するかの想定が重要。【四国】

## 主な課題等②

### 【系統運用高度化・デジタル化】

- 混雑時の出力制御は、当面は一般負担であるため、非混雑系統へ立地のインセンティブが働かないことから、非混雑系統へ立地するインセンティブにつながる制度が必要。【中部】
- オンライン代理制御導入後は、柔軟な調整が可能なオンラインでの出力制御が基本になるため、気象予測等の直近実績を用いた「短時間予測（3時間先）」等の精度向上が課題。【九州】
- 再エネ出力制御量の低減に向けて、オンライン化の更なる拡大も必要。【九州】
- 調整力の調達にあたっては、過大なコスト負担を回避し、実運用に必要な調整力を確保することが重要。【北海道】
- 再エネの連系拡大に伴い、インバータ電源非同期電源が増加する一方、火力発電所等の同期電源が減少することにより基幹系統の電圧調整能力が低下し、適正電圧の維持が課題。【北海道】
- 再エネ電源や蓄電池を活用して平常時の系統電圧を適正維持する電圧運用、同期発電機の運転台数減少に伴う系統慣性力低下への対策、需給運用における予測誤差リスクの反映方法や、蓄電池等の調整カリソースの活用について検討が必要。【東北】

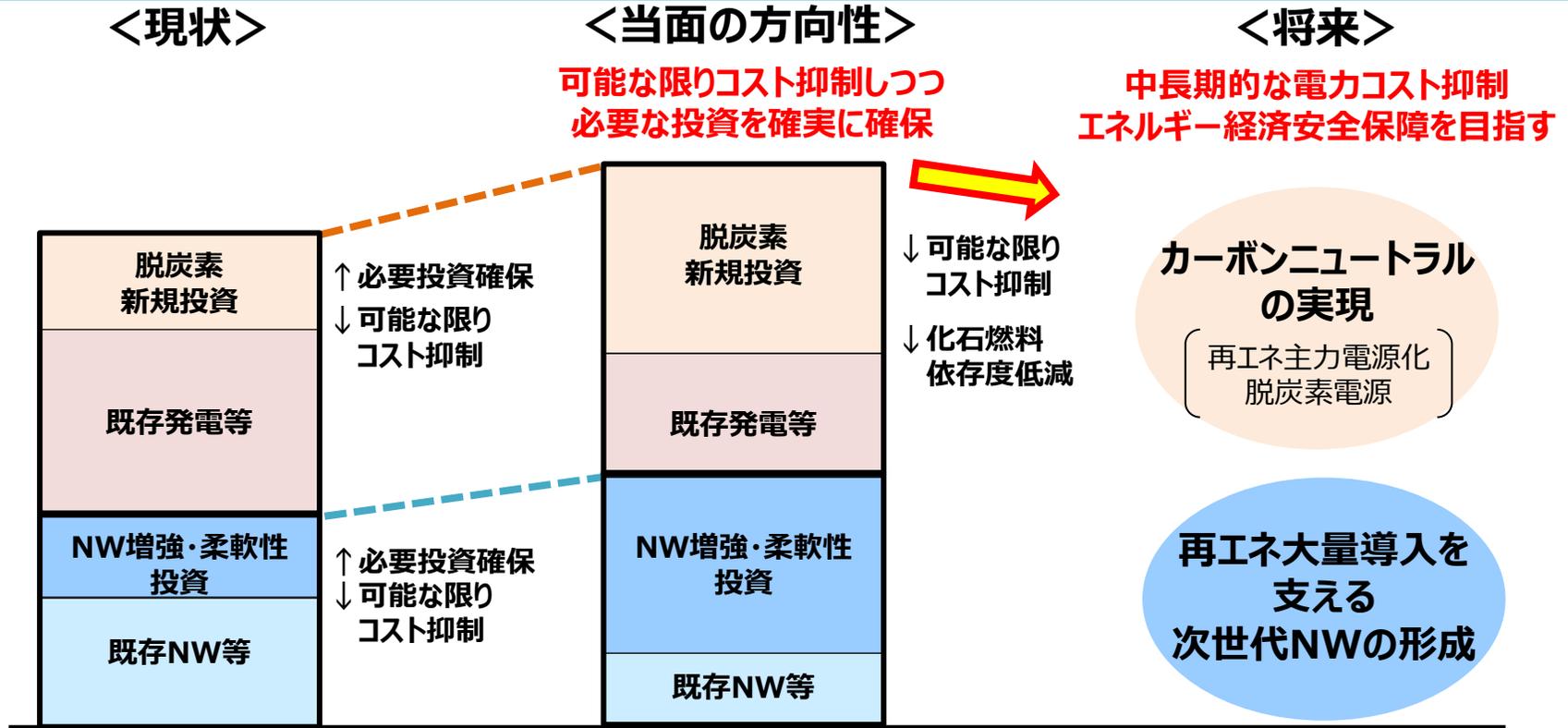
### 【分散型グリッド】

- 社会実装されるための課題として、制御可能な分散リソースの普及拡大、分散リソースの制御技術や応動のインセンティブ、系統保護技術等が考えられる。【東京】
- 地域マイクログリッドの取組や配電事業を検討する事業者との的確かつ円滑な連携。【各社】

# (参考) 持続可能なエネルギーシステムの実現に向けた方向性

(出所) 第43回 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 (2021年12月27日) 資料4

- カーボンニュートラルの実現に向けて、脱炭素電源の増強や、再エネを支える送配電網の増強・柔軟性の確保が不可欠。
- このような電力システムへの新たな投資は、化石燃料依存度の低減を通じ、中長期的な電力コスト抑制やエネルギー経済安全保障に寄与。
- このため、当面は、可能な限りコストを抑制しつつも、将来の持続可能なエネルギーシステムの実現に向け、必要な投資を確実にやっていくことが重要。
- そのためには、これらの投資に要するコストを確実に確保していくことが必要。



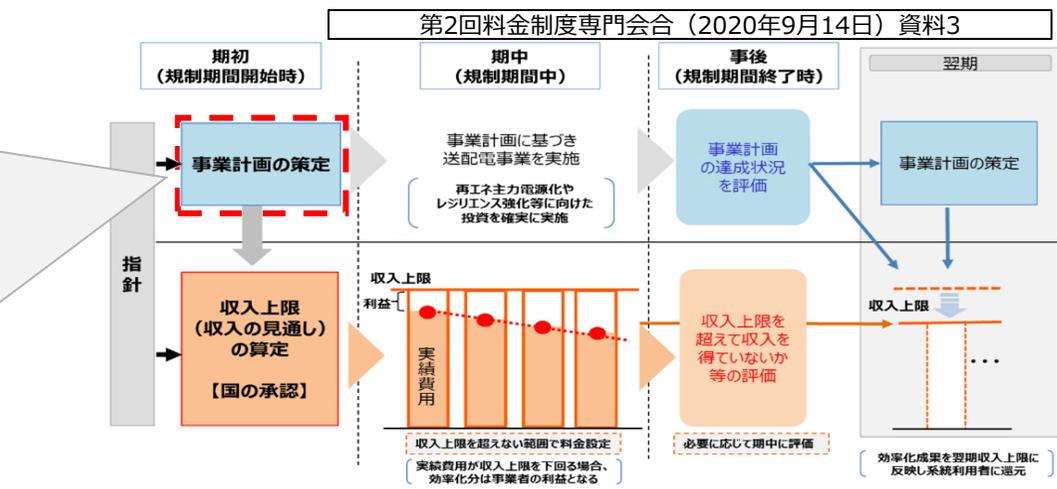
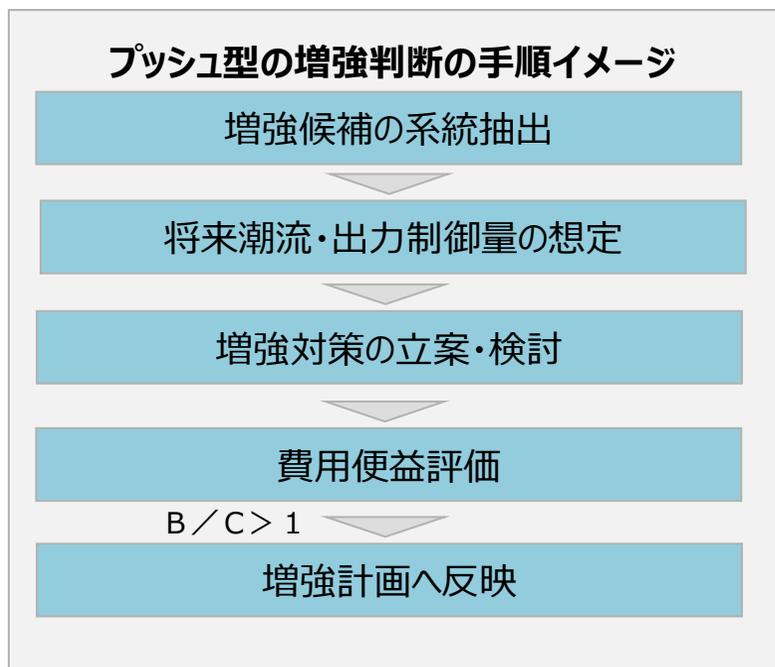
# (参考) ローカル系統等の整備に係る方向性

(出所) 第35回 再生可能エネルギー大量導入・次世代ネットワーク小委員会 (2021年9月7日) 資料2 一部編集

- ローカル系統の増強判断の規律については、基幹系統における取組も参考にしつつ、検討を深めていくこととした。
- 2023年度に導入されるレベニューキャップ制度の下で、地域間連系線及び地内基幹系統の増強は、電力広域機関が策定するマスタープラン等に基づき、また、**ローカル系統等の増強は、一般送配電事業者が自主的に策定する増強計画に基づき、行われることとなる。**

※レベニューキャップ制度の詳細設計の議論では、「ローカル系統における投資拡充について、事業者自身が、増強の費用便益分析として増強費用と再給電費用などを比較し、自律的に判断して増強計画を作成していくことも重要」とされている。

- 今後、各一般送配電事業者が策定する投資計画が、**送配電設備の確実な増強等の観点から、必要な投資量が確保されていることを確認しながら、計画的かつ効率的に増強等を進めていく。**



将来潮流の想定方法	過去実績等を考慮した将来の電源ポテンシャルを踏まえ、簡易的に将来潮流を想定して算出する。
用いる便益項目・諸元	「燃料コスト削減効果」と「CO2対策コスト削減効果」とし、全国一律の単価を用いる。

## (参考) ノンファーム型接続の適用拡大の方向性

- 再エネ導入拡大の鍵となる送電線の増強には一定の時間を要することから、**早期の再エネ導入を進める方策の1つとして、2021年1月より全国の空き容量の無い基幹系統において、送電線混雑時の出力制御を条件に新規接続を許容する「ノンファーム型接続」の受付を開始した。**
- 今後、再エネ主力電源化に向けて、基幹系統より下位のローカル系統等についても、ノンファーム型接続の適用の仕方について検討を進めていく必要がある。
- ローカル系統への適用については、先行して一部で試行的に取り組んでいるが、今後、**2022年度末頃を目途にノンファーム型接続の受付を順次開始することを目指して検討を進めている。**
- また、配電系統への適用については、当面、2020年度から行っている、分散型エネルギーリソース（DER）を活用したNEDOプロジェクトを進め、その結果を踏まえつつ、配電系統（高圧以下）への適用範囲の拡大を検討していく。

### <ノンファーム型接続の適用等のスケジュール>

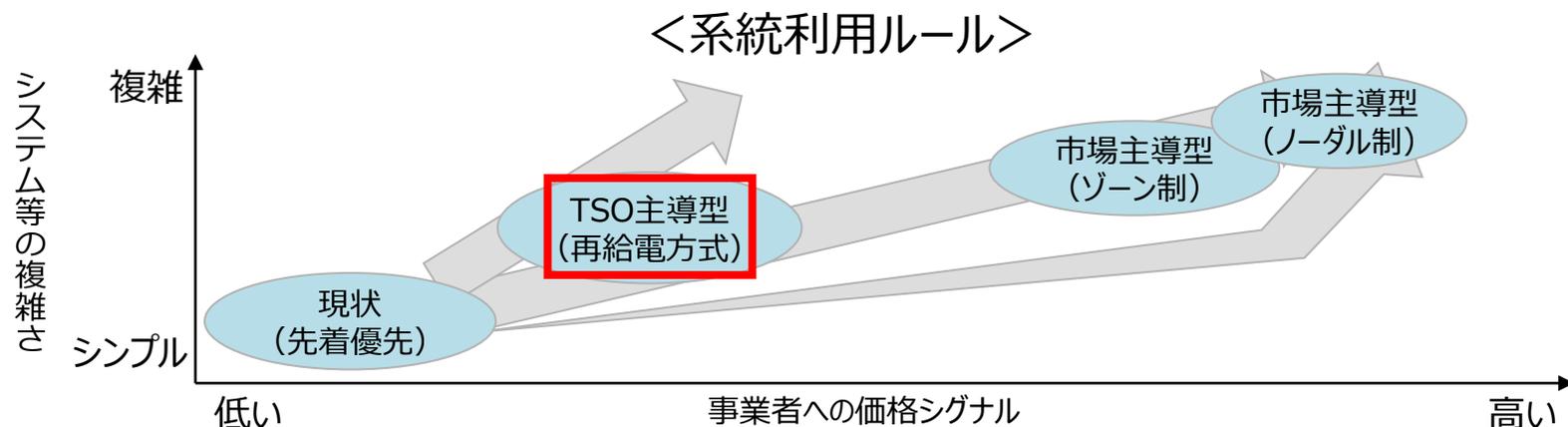
	2021年	2022年	2023年	2024年
基幹系統	▼2021年1月：空き容量の無い基幹系統に適用	▼2022年4月：全基幹系統に適用*		
ローカル系統	▼2021年4月：東電PGエリアでの試行適用		▼2023年3月頃（2022年度末頃）ローカル系統に適用*	
配電系統	<FS調査> ユースケース・要件検討等	方向性の取りまとめ	シミュレーション・実施フロー検証・小規模実証等	

\* 連系電圧が基幹系統の電圧階級である電源に限る。

\* ローカル系統への適用範囲等は、NEDO実証（東電PGエリアでの試行適用）を踏まえ別途検討する予定。

# (参考) 再エネ大量導入のための混雑管理の在り方

- 送電線の容量制約により、接続されている全ての電源の発電量を流せない場合、現行のルールは、後から接続したものを先に制御することとなっている（先着優先）。
- 先着優先の考え方の下では、ノンファーム型接続をした再エネより、従前から接続されている石炭火力等の発電が優先される。このため、本小委員会に加えて、電力広域機関や電力・ガス取引監視等委員会で各課題が議論され、送電線混雑時に、CO2排出が少なく、限界費用が安い再エネの発電が、石炭火力等より優先されるように、系統利用ルールの見直しを進めてきた（再給電方式）。
- 市場を活用する新たな仕組み（市場主導型：ゾーン制やノードル制）への将来的な移行を見据えながら、当面は、S+3Eの観点から、CO2対策費用、起動費、系統安定化費用といったコストや、運用の容易さを踏まえ、送配電事業者の指令により電源の出力を制御する再給電方式の導入に向けて検討してきた。
- 今後は、再給電方式の円滑な導入に向けた検討を深めるとともに、将来的な市場主導型への移行を見据えた議論を進める。



# (参考) 再給電方式（調整電源の活用）の導入に向けたスケジュール

- 基幹系統利用ルールの見直しにおいては、再給電方式（調整電源の活用）を2022年中、再給電方式（一定の順序）を2023年中までに開始することを目指して検討を進めている。
- 2022年中に開始予定の再給電方式（調整電源の活用）の具体的な開始時期は、**2022年12月を基本**としつつ、それより早くノンファーム型接続適用電源が系統連系できる可能性があるエリアについては、**順次開始**することとした。
- また、再給電方式（調整電源の活用）の実施に向けては、**十分な周知期間を確保する必要**があり、2022年12月には全ての一般送配電事業者が再給電方式を開始することを踏まえ、**2022年1月25日に各社及び電力広域機関より周知、広報を始めた**。

＜再給電方式（調整電源の活用）の導入に向けたスケジュール＞

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度以降
再給電方式 (調整電源の活用)	2022年1月25日に 周知、広報を開始	2022年12月末までに開始	再給電方式 (調整電源の活用)	
【参考】 再給電方式 (一定の順序)			2023年中の 開始を目指す	再給電方式 (一定の順序)

- TSOの広域化に対し、DSOの分散グリッド化を進める意義としては、次のようなものが考えられる。

## 1. 地域の電力供給レジリエンスの向上

- ・ 災害時等に、オフグリッド化し独立運用することにより、配電エリア内の需要家に対して電力供給サービスを継続することが可能となる。

## 2. 地域再エネの地産地消ビジネスの深化

- ・ 地域新電力などが、地域再エネを調達して地域に供給することに加え、平時から分散グリッドの運用を行うことにより、地域で、発電・配電・小売のサプライチェーン全体を担うことが可能となる。
  - ※FIP制度を活用し、小売が地域再エネを相対契約で調達を行えば、小売は電力市場価格リスクを負うことなく電力調達が可能となり、発電はプレミアムを得ることが可能。
  - ※電気だけでなく、他の公益サービスも含めた地域サービスへの展開も可能 (シュタットベルケモデル)

## 3. 再エネの大量かつ効率的な導入

- ・ 再エネ大量導入の下では、送配電網は柔軟性の向上が不可欠であるところ、EVやDRなども含めた地域リソースも活用した分散グリッドモデルは、中長期的に再エネの大量かつ効率的な導入に資する。
  - ※地域で再エネを活用するように需給・系統管理を行う分散グリッドの導入は、短期的にはコスト増や地域再エネの出力抑制増につながる可能性もある。
  - ※それでも、中長期的に日本全体で再エネの大量かつ効率的な導入を目指すためには、送配電網の柔軟性の向上が不可欠であることを踏まえれば、こうした先進的な取組を支えるための短期的なコスト増については、地域だけでなく系統全体で支えていくことが重要。

# (参考) 分散化・デジタル化に対応したネットワーク形成の在り方

(出所) 第5回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会 (2019年6月28日) 一部編集

- 多数の分散型電源 (太陽光、EV等) をデジタル技術でまとめて制御・活用するアグリゲーターや、個人間で取引を行うP2Pといった新たなビジネスが進展

- 「広域化する送電網」と「分散化する配電網」の機能分化が進展

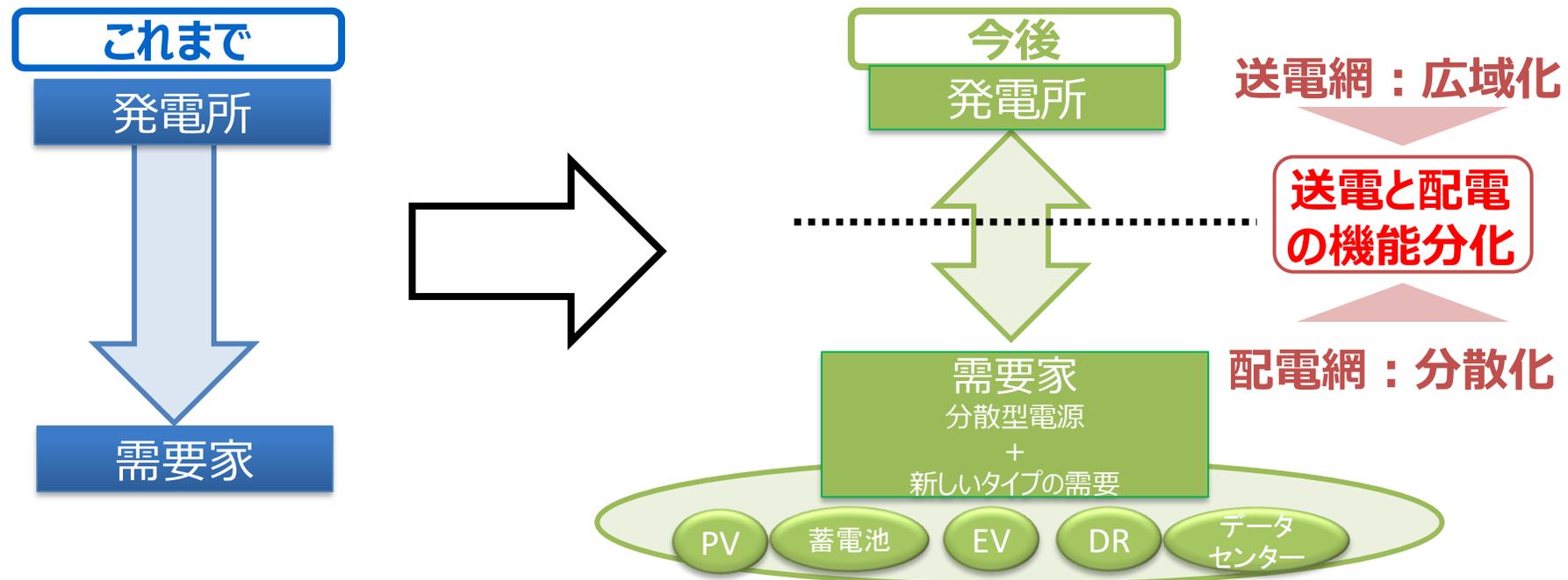
⇒これらの環境変化に対応するため、電気事業の関連制度の在り方について検討が必要ではないか

## (広域化)

- 需給調整市場の創設 (一般送配電事業者の業務等)
- コストの削減やレジリエンス強化に資する仕様の統一化・共通化

## (分散化)

- アグリゲーターやP2P等の新ビジネスの電気事業法上の位置づけの検討
- 「電気計量制度」を改革し、画一的・厳格な電気の計量方法に係る規制を一部合理化
- スマートメーター等の電力データを活用し、多様なビジネスモデルを創出



# (参考) 次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの将来像

### エネルギー産業のメガトレンド

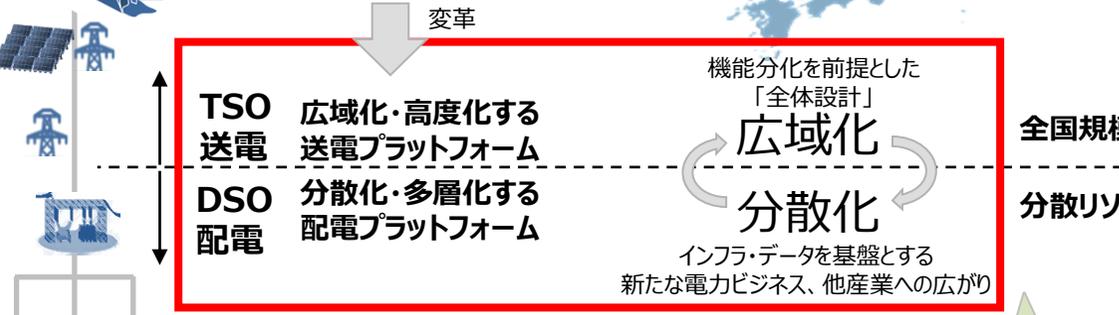
- パリ協定を踏まえたエネルギー転換・**脱炭素化**
- 人口減少を踏まえた持続可能なインフラ整備、**レジリエンス強化**
- AI・IoTやブロックチェーン技術など、**デジタル化**の進展

### 日本全国のバックボーンを形成

- 日本全国**で再エネを最大限に受け入れ、レジリエンスを強化するため、**基幹系統・調整力** (慣性力・同期化力も含む) の**増強**や、IoTを活用した**需給運用の広域化**
- 分散化した配電部門に対する「バックアップ」「電力品質維持」機能を提供

### グローバル展開

- 複数のハード・ソフトを組み合わせたシステムパッケージによる**グローバル展開**
- 海外で得た知見・ノウハウを国内に還元



全国規模での再生可能エネルギーの最大限の導入とレジリエンス強化

分散リソースを最大限活用した3Eの高度化、新たなビジネスの基盤



### 電力データを用いた社会課題の解決や、新たな価値の創造へ

- オープンイノベーションとセキュリティ確保のバランスの取れた電力データ活用の在り方の更なる追求、ステークホルダーの議論への参画 (ex. グリッド・データ・バンク・ラボ)
- 電力と他産業の融合による社会課題解決や新ビジネスの創出**  
自治体等による防災対策の高度化  
見守りサービス支援、空き家対策  
金融機関による本人確認の高度化  
スマートホームの実現、宅配効率化  
不動産投資、小売・飲食出店計画 等
- society 5.0**を支える  
[data free flow with trust]の実現

### AI・IoTによる高度なNW運用

- 配電運用の高度化を支える詳細な系統運用データを取得、活用
- データやAI・IoT等を用い、運用を高度化し、**既存NWコストを削減**

### 情報プラットフォームの形成

- スマートメーターを全戸導入予定(2024)
- 電力量、時間、位置情報等のデータを、共通プラットフォームを経由して、プライバシーやセキュリティを確保した形で利用可能**に
- 分散リソースの特性に応じた**多様な計量が可能**に
- これらの情報を用いて新たなビジネスが実現

### 電力取引における事業機会・需要家選択枝の更なる拡大へ

- 需要側リソースの拡大に伴う**需要家のプロシューマ化**や、**AI・IoTの進展**により、新たな電力取引ビジネスを創出
  - ・需要側リソースを活用して、電気の取引や調整を行う**アグリゲーションビジネス**
  - ・需要家がプロシューマとして余剰電力を取引するプラットフォームを提供する**P2Pプラットフォームビジネス** (ローカルマーケット)
  - ・**EV充放電プラットフォーム**と系統利用高度化との融合によるイノベーション
  - ・AI・IoT技術を有する者による**ローカル/マイクログリッドオペレーション**

## (参考) 仕様の統一化に向けたこれまでの取組

- これまで、調達額が大きく、新規の電源アクセスの際にも使用される、架空送電線、ガス遮断器、地中ケーブルの3品目について、全国大での仕様統一に取り組むこととされた。
- 仕様の統一化の対象として選定された品目については、2018年度中に各社において統一に向けたロードマップが作成され、2019年度中に仕様統一が実現した。

(出所) 第11回 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 (2018年12月26日) 資料4

対象品目	イメージ図	選定理由	統一化の方向性
架空送電線 (ACSR/AC)		<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ導入に係る新設工事でも追加的に使用される。</li> <li>全国的な調達額が大きい。</li> </ul> <p>※主に超高電圧で使用される耐熱性の高いアルミ線 (TACSR) も存在するが、電源 アクセスの際に必要なケースの多い、本製品について検討。</p>	<p>仕様数2 → 全国大で統一</p> <p>※アルミ送電線には通常の仕様(ACSR)と、耐食性の高いもの(ACSR/AC)が存在するが、価格差が小さいため、耐食性の高い仕様に全国で統一。</p>
ガス遮断器 (66・77kV)		<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ導入に係る新設工事でも追加的に使用される。</li> <li>各社の仕様が異なり、統一化による効果が大きい。</li> </ul>	<p>10社個別仕様 → 全国大で統一</p>
地中ケーブル (6kVCVT)		<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ導入に係る新設工事でも追加的に使用される。</li> <li>各社の仕様が異なり、統一化による効果が大きい。</li> </ul>	<p>10社個別仕様 → 全国大で統一</p>

# (参考) 災害時の連携推進

- 災害時における相互応援を適切かつ円滑に実施するため、一般送配電事業者10社が共同で、停電の早期復旧に向けた事前の備えと災害発生時の協力、地方自治体や自衛隊といった関係機関との連携に関する計画（災害時連携計画）を策定。
- 応急送電の迅速化を主眼とした「仮復旧」の方針の統一や、全国の電線径に対応した「電線被覆剥取工具（マルチホットハグラー）」の作製・配備、また、高圧発電機車の共通規格の制定などに取り組んでいる。

## ■ 電柱の仮復旧と本復旧の場合の復旧時間（イメージ）

### ① 仮復旧



### ② 本復旧



## ロ マルチホットハグラー

(出所) 第11回 電力レジリエンスワーキンググループ (2020年6月16日) 資料5-1



適合電線  
銅線・アルミ線  
5mm～400mm<sup>2</sup>



## (参考) 仕様統一化や調達方法の改善の具体的なフォローアップ項目

- これまで、各社における仕様統一化や調達方法の改善の取組については、調達における統一化品割合等の**評価項目（KPI）に基づいた評価**に加え、新規取引先の開拓等の**調達の工夫に係る施策の実施状況**について報告を求め、各社比較を実施。

評価項目（KPI）	内容
調達における統一化品の割合	仕様統一化品の購入率
競争発注比率	競争発注の比率
取引先拡大数	取引先の拡大数
調達の工夫に係る施策実施率	下表に掲げられた取組の実施率

調達工夫に係る施策	内容
複数年契約	通常の契約期間を長期化することで有利な条件にて契約
新規取引先開拓	競争環境の活性化のため国内外から新規取引先を開拓
コスト低減提案の募集	取引先から技術提案に限定せず、調達方法等の調達全般に関するコスト低減提案を募る
まとめ発注	契約時期を合わせて調達量を増やしスケールメリットを得る（共同調達を含む）
早期発注	取引先の生産計画平準化を目的として納期的裕度を持たせた発注
シェア配分競争	複数案件をまとめて提示することで、競争の結果により取引先にシェアを配分