

再生可能エネルギーの導入拡大に向けた 一般送配電事業者の取組みと課題について

2022年 6月 6日
送配電網協議会

➤ 本日は、再生可能エネルギーの導入拡大に向けた一般送配電事業者の取組み、および、工事・保全・運用面での課題と対応について、ご説明させていただきます。

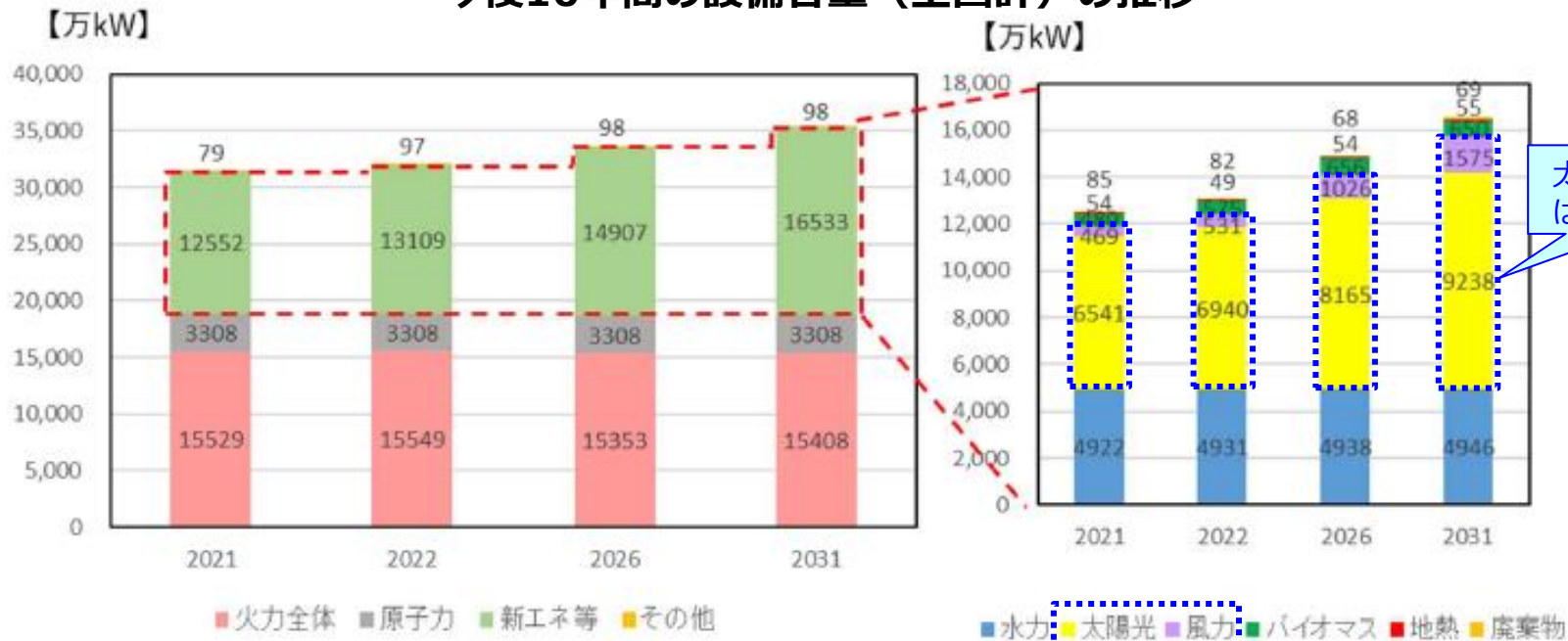
1. 再エネ導入拡大に向けた一般送配電事業者の取組み
2. 再エネ導入に伴う工事・保全・運用面の課題と対応



(参考) 再生可能エネルギーの連系状況

- 電力広域的運営推進機関が取りまとめた2022年度供給計画によると、
 - ・2021年度末時点(推定値)の**系統接続量は、太陽光で約6,541万kW、風力で約469万kW**（再エネ合計：12,552万kW）
 - ・今後10年間では、**太陽光で約1.4倍、風力は約3.4倍に増加する見込み**

今後10年間の設備容量（全国計）の推移



※各電源の設備容量の合計値は、事業者から提出された数字を機械的に積み上げたものである。

(出典)電力広域的運営推進機関「2022年度供給計画の取りまとめ」図3-1をもとに作成
 [注]太陽光・風力は、一般送配電事業者が、系統連系申込状況や接続可能量、過去の伸び率の実績を基に、設備容量の導入見通しを立てて積み上げたもの

- 1. 再エネ導入拡大に向けた一般送配電事業者の取組み**
2. 再エネ導入に伴う工事・保全・運用面の課題と対応



再生可能エネルギー導入に係る業務

- 一般送配電事業者は、発電事業者からの連系申込を受けた後、**接続検討、接続契約手続き、設備工事を行い、系統連系後は、巡視・点検、修繕工事等の保全業務を行うと共に、設備点検に伴う停止調整、停止操作等の運用業務を行っている。**
- **再エネ導入拡大に向け、各業務段階で様々な課題に取り組んでいる。**(次スライド以降で説明)

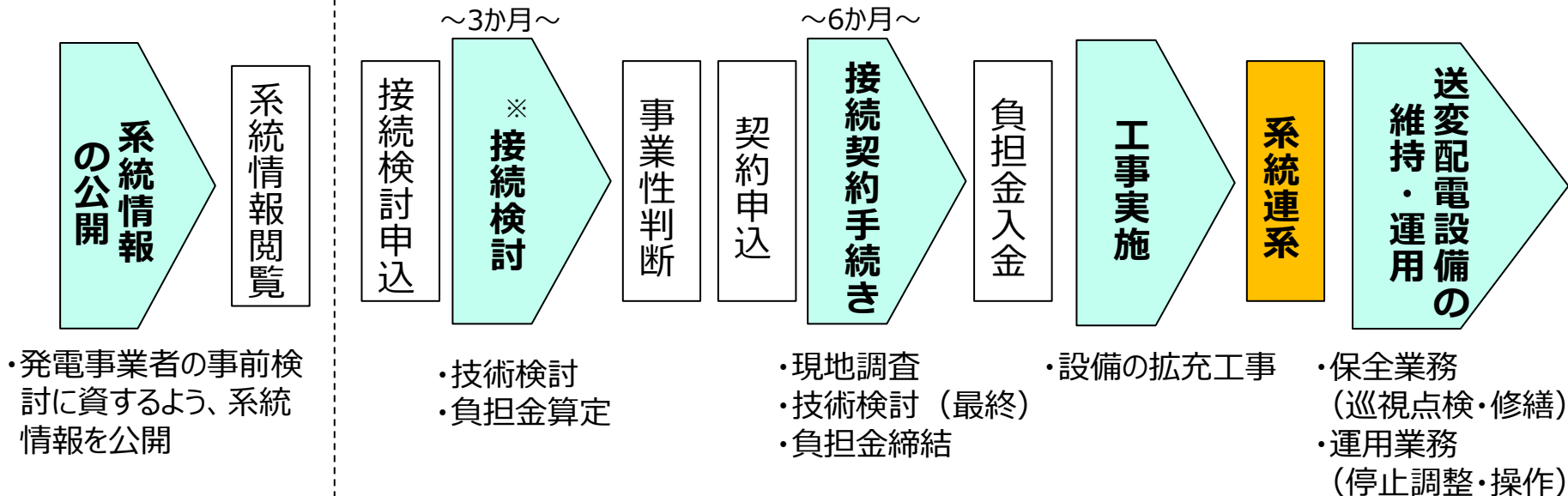
【高圧（50kW）以上の申込みの場合】



: 発電事業者



: 一般送配電事業者



※低圧（50kW未満）の申込は、一般的に高圧連系に比べて系統に与える影響が限定的なため、接続契約申込み前の接続検討は不要。



再エネ導入拡大に向けた取組み（系統情報の公開）

- 建設地点や投資採算性等の判断に資する、**系統の「空き容量マップ」を公開し、発電事業者の予見性向上に努めている。**
- また、**連系後の事業運営の予見性向上の観点から、予想潮流や作業停止計画等、実運用に資する情報も公開している。**

空き容量マップ^①

2022年5月6日更新

熱容量面の空容量について(154kV以上系統図)

○以下の系統図における特別高圧以上の送電線、変電所の熱容量面での空容量を別表に記載します。

黒: 空容量があり、平常時出力制御が発生する可能性が当面低い系統

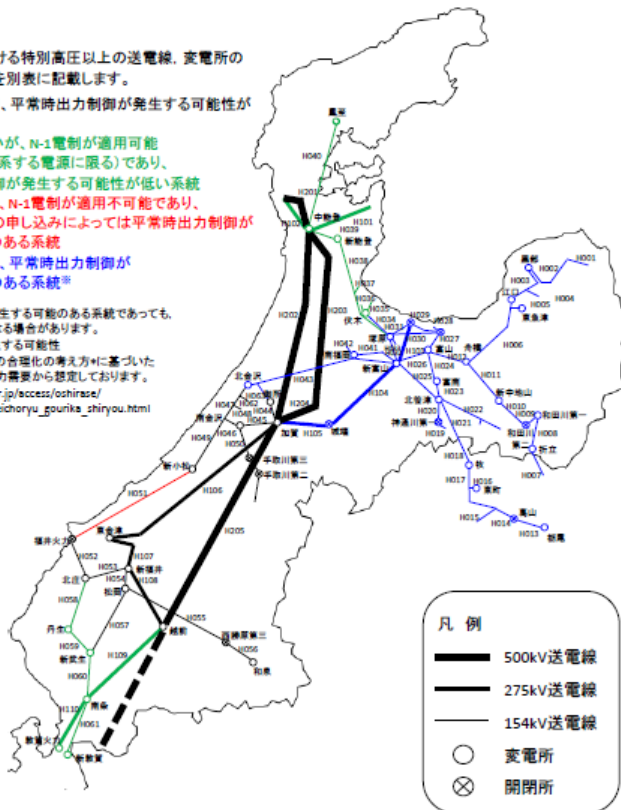
緑: 空容量が無いが、N-1電制が適用可能(特別高圧に連系する電源に限る)であり、平常時出力制御が発生する可能性が低い系統

赤: 空容量が無く、N-1電制が適用不可能であり、今後新規電源の申し込みによっては平常時出力制御が発生する可能性がある系統

青: 空容量が無く、平常時出力制御が発生する可能性がある系統*

*平常時出力制御が発生する可能性がある系統であっても、別途N-1電制が必要となる場合があります。平常時出力制御が発生する可能性については、想定潮流の合理化の考え方に基いた将来の発電機出力・電力需要から想定しております。

* <https://www.occto.or.jp/socets/ochirase/>
2017/180330_souteichoryu_gounika_shiryou.html



送配電に関する情報公開

＜需要・送配電に関する情報の公開条件等＞

	地点別需要・系統潮流実績	系統構成・計画潮流
公開範囲	154kV以上の系統について公開 ※沖縄エリアについては、最大公称電圧である132kVの系統について公開	
実績情報の更新等	1年毎に更新（当初は過去1年分を公開）	

＜系統構成・計画潮流の詳細＞

	系統構成・計画潮流
計画潮流	1年度目、5年度目
送電線の投資・廃止計画	10年間
送電線の作業停止計画	<ul style="list-style-type: none"> 2年分の年間計画 1年以上の過去計画（当初は半年分以上※）
その他	ループ系統については、送変電設備のインピーダンス

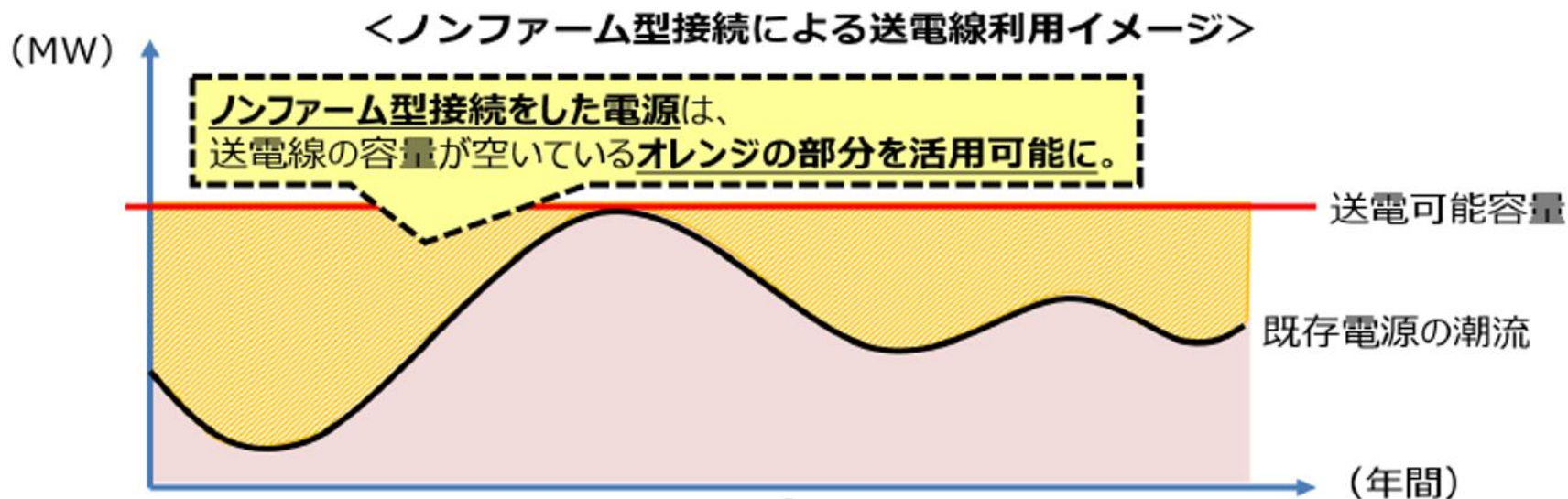
※一般送配電事業者の中には、過去計画については紙面でしか管理していない会社もあり、実務を勘案し、当初は半年分以上とした。

(出典)第10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11月21日）資料4

(出典)北陸電力送配電HP(https://www.rikuden.co.jp/nw_notification/attach/keitouzu154.pdf)

再エネ導入拡大に向けた取組み（接続検討）

- 効率的な設備形成の観点から、2021年より、**容量を確保している発電所が発電していない時間などの「すきま」**（下図のオレンジ色部分）**を活用して、新しい電源の接続を拡大するノンファーム型接続**を導入。
- この方策導入により、**設備増強を回避しつつ、既存設備を最大限活用することで連系量を拡大。**



(出典) 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

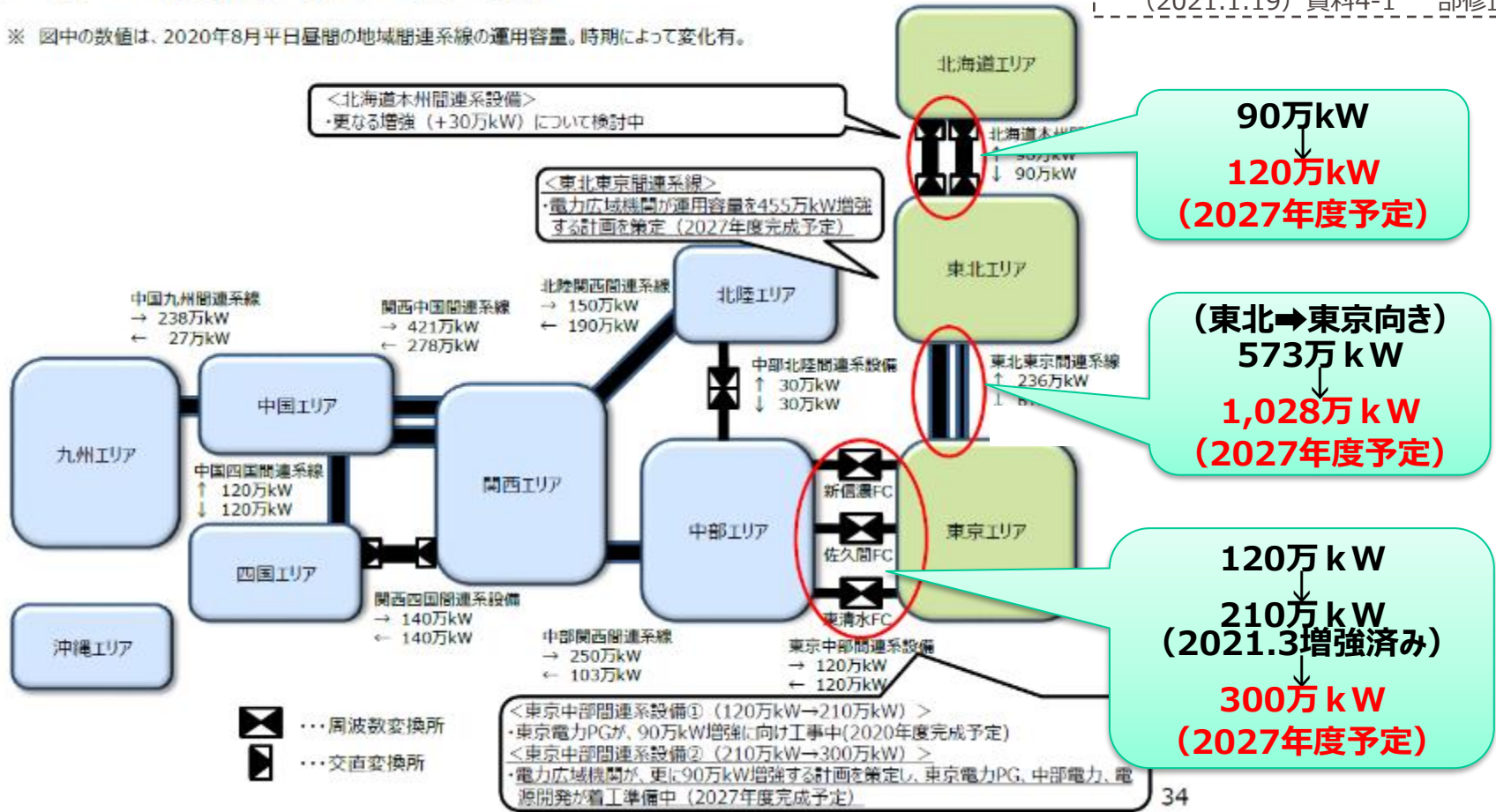
再エネ導入拡大に向けた取組み（工事実施①）

- **地域間連系線の増強工事を実施**。これにより、レジリエンス強化とともに、再エネの出力制御量を減少させ、再エネのポテンシャルを活かすことが可能となる。
- 現在、**北海道本州間、東北東京間、東京中部間（周波数変換設備）**は増強工事中。

（参考）地域間連系線の増強計画

（出典）第29回電力・ガス基本政策小委
（2021.1.19）資料4-1 一部修正

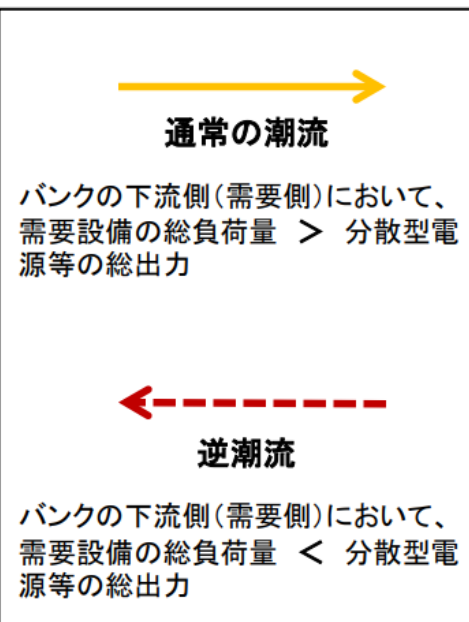
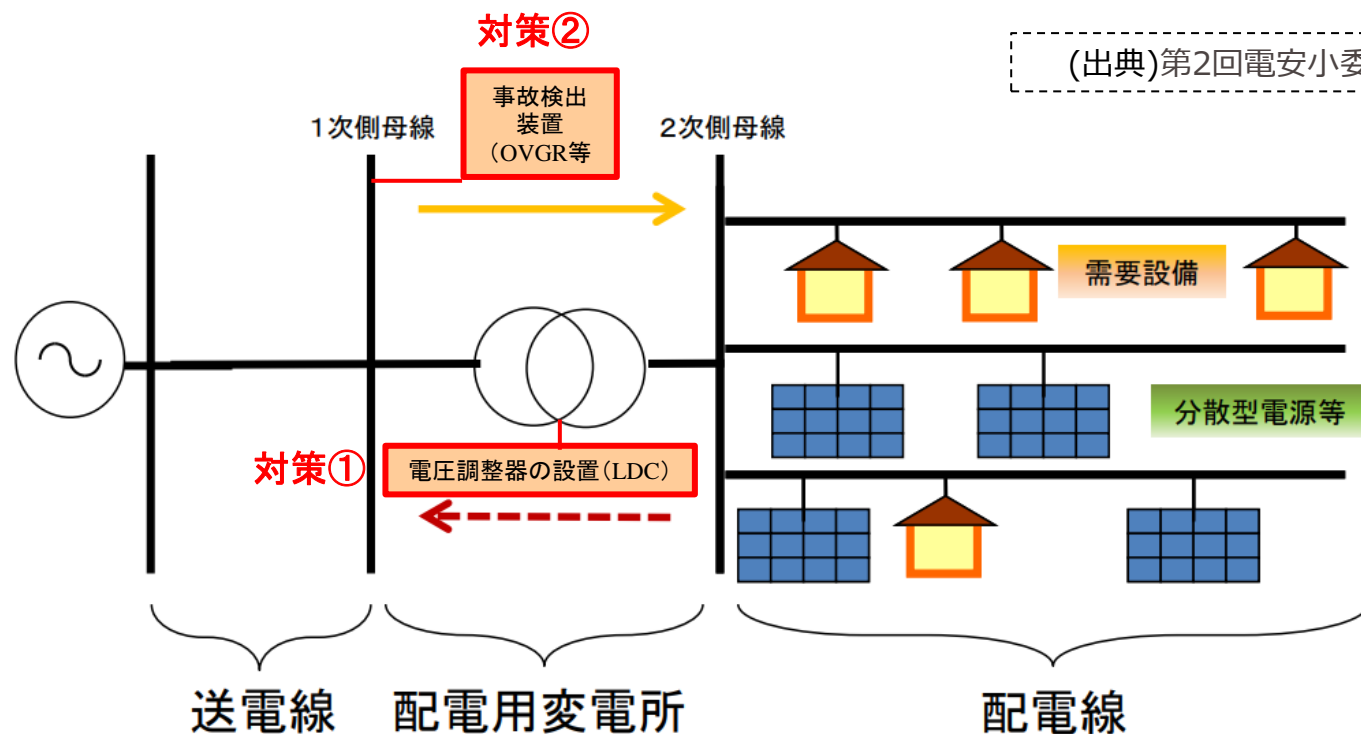
※ 図中の数値は、2020年8月平日昼間の地域間連系線の運用容量。時期によって変化有。



再エネ導入拡大に向けた取組み（工事実施②）

- 再エネ導入拡大に伴い、従来の電気の流れ（大規模発電所→需要地）が変化。
- 電気の流れが逆向きになった場合、**電圧を適正に管理するための設備対策（対策①）**や、**配電用変電所に新たな事故検出装置の設置（対策②）**が必要となる。
- **更なる再エネ導入を可能**とするため、多くの箇所ではこれら設備対策を実施している。

（出典）第2回電安小委（2013.3.19）資料8 一部修正



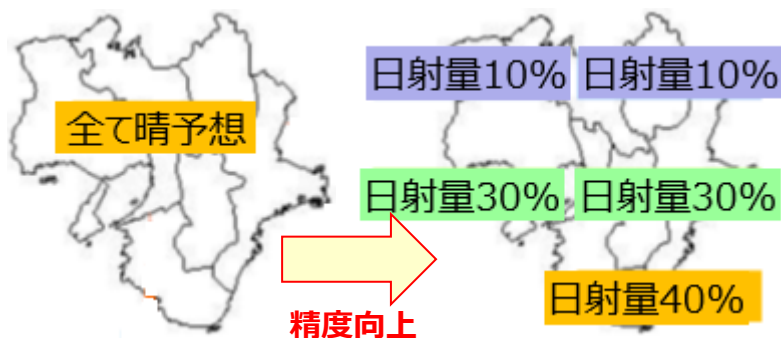
再エネ導入拡大に向けた取組み（運用面①）

- 再エネ導入拡大に伴い、電気の消費量が少ない春秋を中心に余剰電力が発生するため、一般送配電事業者は、**火力の出力抑制、揚水発電所の水の汲み上げ等、最大限の対策を実施。**
- それでも余剰電力を解消できない場合、再エネの出力制御をせざるを得ない状況となるが、**様々な運用の工夫を行い、再エネ出力制御量の低減に取り組んでいる。**

【再エネ出力制御量低減に関する取組み例】

【再エネ出力予測精度向上（イメージ）】

再エネの出力予測誤差を考慮して出力制御を行うことから、**再エネの最大限の利用には再エネの出力予測精度の更なる向上が有効。**



地理的粒度の適正化
気象予測の精度向上

(出典)広域機関 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会資料（第43回）をもとに作成

【再エネ出力制御のオンライン化、オンライン代理制御】

再エネを最大限利用可能とするため、**発電する直前の出力予測に応じて出力制御が行えるオンライン化を推奨。**
また、本来オフラインが分担する出力制御分をオンラインが代わりに実施する**オンライン代理制御の導入により、再エネを最大限利用。**

【オンライン代理制御による制御量低減効果（九州における試算結果）】

【単位：万kWh】

	制御量 (実績)	制御量 (導入時の試算)	制御量低減 効果
オフライン設備	10,305	11,163	▲17%
オンライン設備	3,187		

(備考)九州における2019年4月の太陽光発電の制御実績に基づき試算した結果。制御量がオンライン設備の最大発電量を下回る時間帯は全てオンライン制御を実施し、上回る時間帯はオンライン制御とオフライン制御を併用したと仮定。

(出典)資源エネルギー庁 系統WG資料（第18回、第23回、第28回）を一部修正

(参考) 再エネ出力制御の状況

- 2018年度以降、九州本土エリアで再エネ出力制御が実施されており、本年4月に東北、中国、四国、5月には北海道エリアで、初めて出力制御が行われた。

	九州エリア			
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
太陽光・風力接続量※1	904万kW 太陽光 853万kW 風力 51万kW	1,002万kW 太陽光 944万kW 風力 58万kW	1,088万kW 太陽光 1,029万kW 風力 59万kW	1,154万kW 太陽光 1,091万kW 風力 63万kW
年間の出力制御率※2	0.9%	4.0%	2.9%	3.9%

	北海道エリア	東北エリア	中国エリア	四国エリア	九州エリア
	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度
太陽光・風力接続量※1	272万kW※1 太陽光 214万kW 風力 58万kW	914万kW※1 太陽光 735万kW 風力 179万kW	652万kW※1 太陽光 616万kW 風力 36万kW	340万kW※1 太陽光 312万kW 風力 28万kW	1,154万kW※1 太陽光 1,091万kW 風力 63万kW
年間の出力制御率※2	0.35%※3、4 (2022年度見込み)	0.33%※3、4 (2022年度見込み)	0.06%※3、4 (2022年度見込み)	0.01%※3、4 (2022年度見込み)	5.2%※3、4 (2022年度見込み)
出力制御実施日	5/8、5/15	4/10、17、23、 24、30 5/2~6、8、10、15	4/17、30 5/2~5、22	4/9、16、17、30 5/2~5、8、22	4/1~10、16、17、19、 20、22、28、30 5/3、4、14、 16~18、22

(出典) 資源エネルギー庁 系統WG (第39回)資料 1



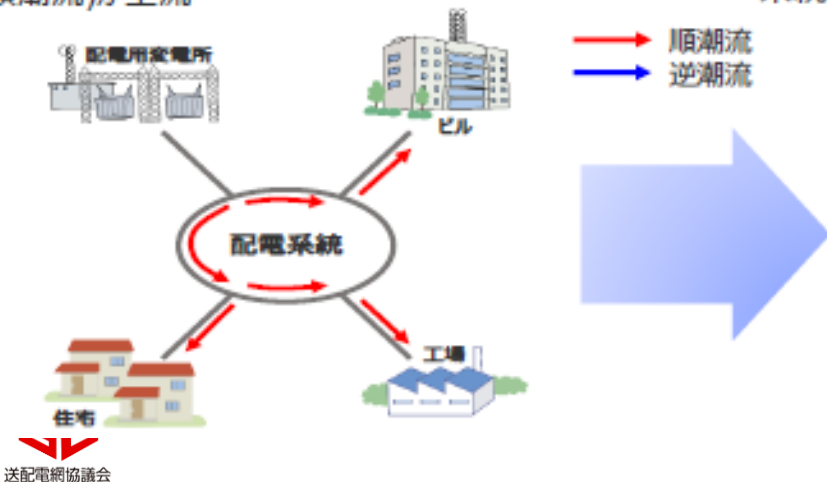
再エネ導入拡大に向けた取組み（運用面②）

- 再エネ導入拡大に伴い、太陽光発電設備等から電気が流れ込むことで、**配電系統の電気の流れが複雑化**している。
- これにより、**従来の一方向の電気の流れにおける電圧管理・制御では、適正な範囲に電圧を維持することが困難**になっている。
- 一般送配電事業者各社は、**センサ付開閉器の設置やスマートメーターシステムの活用**などを行い、**配電系統の高度化（よりきめ細かな電圧管理・制御）**を推進。

（出典）資源エネルギー庁 系統WG(第37回)資料2-4（中部電力PG）

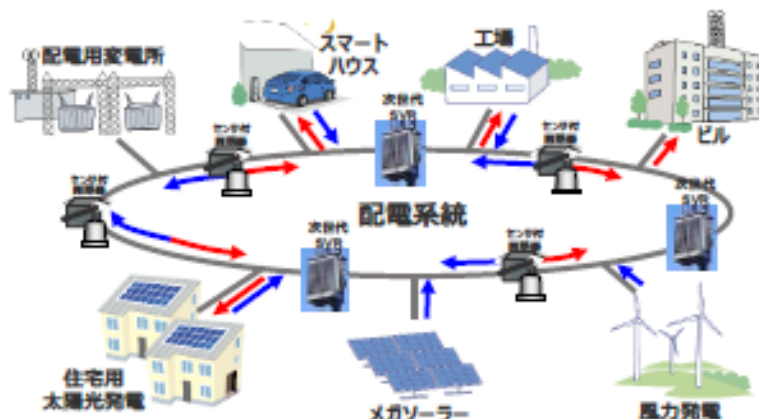
従来の配電系統

従来、お客さまに送る電気の流れは一方向（順潮流）が主流



複雑化する配電系統

住宅用太陽光発電などの余剰電力や、メガソーラー等で発電した電力などが系統に流入する「逆潮流」が増加しており、電圧が変動する原因になっています

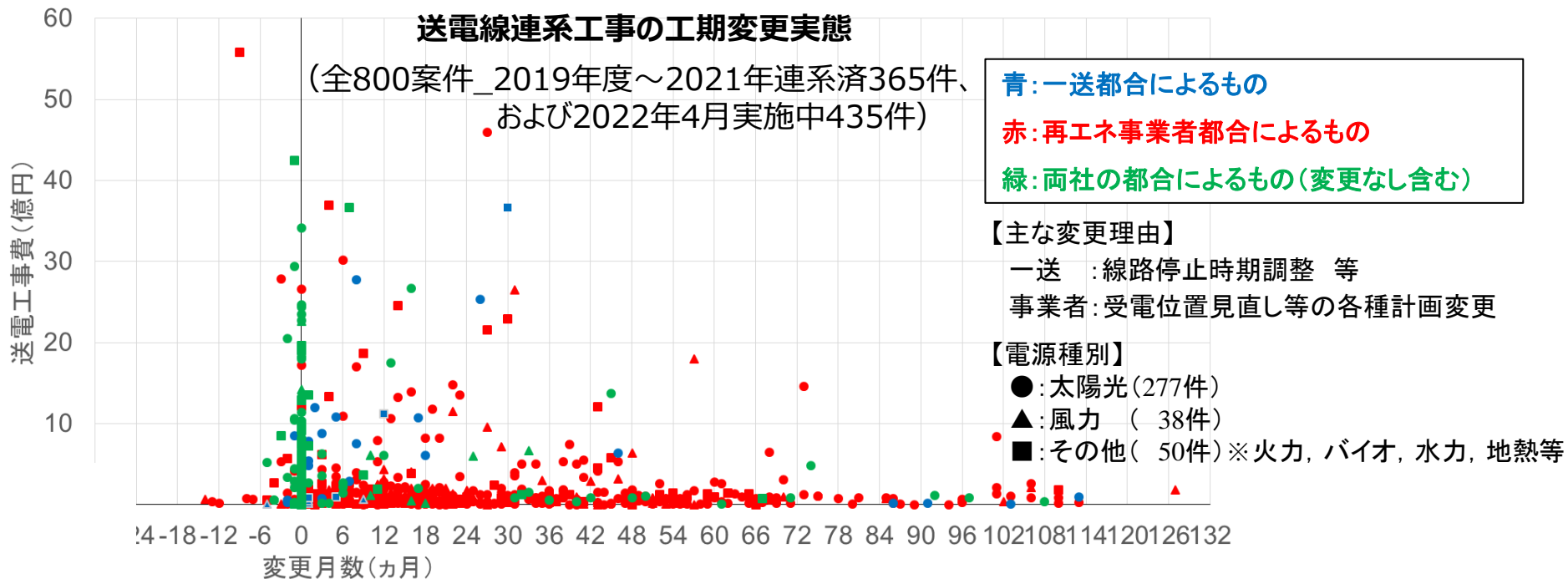


1. 再生導入拡大に向けた一般送配電事業者の取組み
- 2. 再エネ導入に伴う工事・保全・運用面の課題と対応**



① 工事面の課題と対応（事業者都合による計画変更）

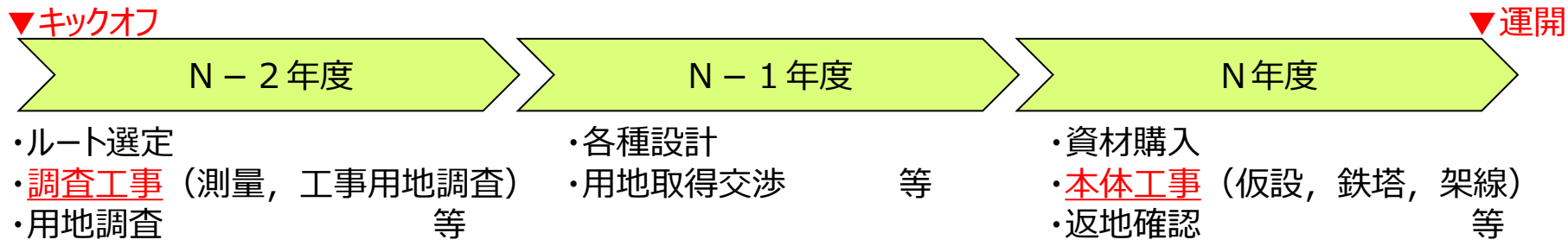
- 近年、**再エネ連系工事**における**事業者都合**（事業用地未取得や負担金未払いなど）による**工期変更（繰延）が多発**。
- 再エネ連系工事の工期変更に対応するため、一般送配電事業者は、改修工事等の自社工事を繰延して施工力を調整する例もあり、**高経年設備の改修が進まない等の影響**が出ており、当初確保していた**施工力が無駄になるケース**も生じている。
- 施工力の有効活用により、再エネ導入拡大と高経年化対策（レジリエンス強化）を両立すべく、**計画変更時は、既工事計画や施工力等を考慮した調整となる旨、再エネ発電事業者にご理解頂くと共に、工程調整へのご協力をお願いしたい。**



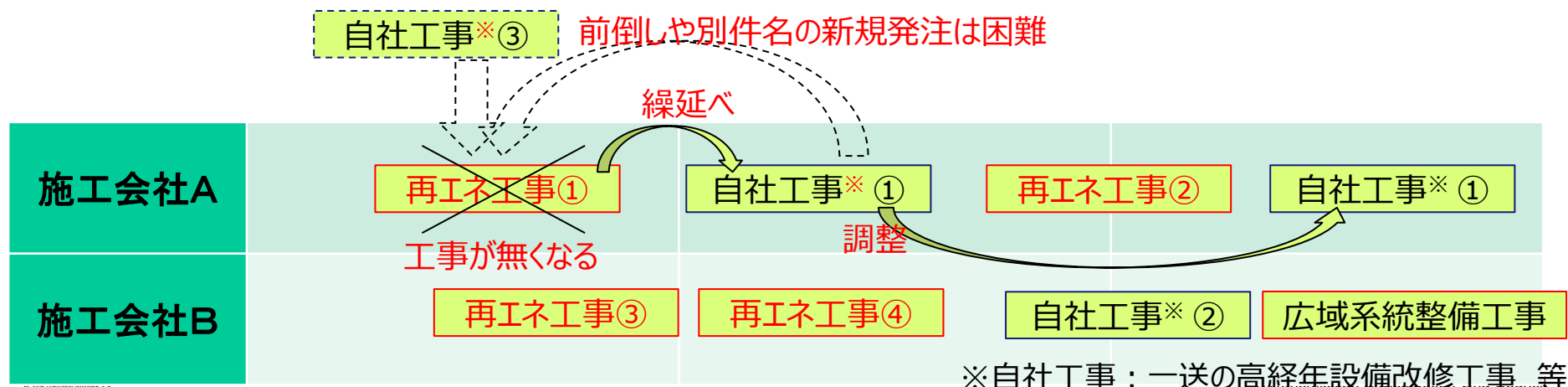
(参考) 送電線工事の流れと施工会社選定について

- 送電線工事は、比較的小規模な工事であっても本体工事の2～3年前から調査や用地交渉を行う必要があり、**急な工程変更（特に前倒し）には対応が困難**。
- 再エネ連系工事が繰延べとなった場合は、一般送配電事業者の設備改修工事を調整代としているが、今後、**新たな託送料金制度下での高経年化対策工事の確実な実施や、広域系統整備計画に基づく工事の実施**を見据えると、**より調整が困難となる**。

送電線工事の一例（鉄塔5基程度建設の比較的小規模工事の場合）



これまでの電工稼働調整の一例

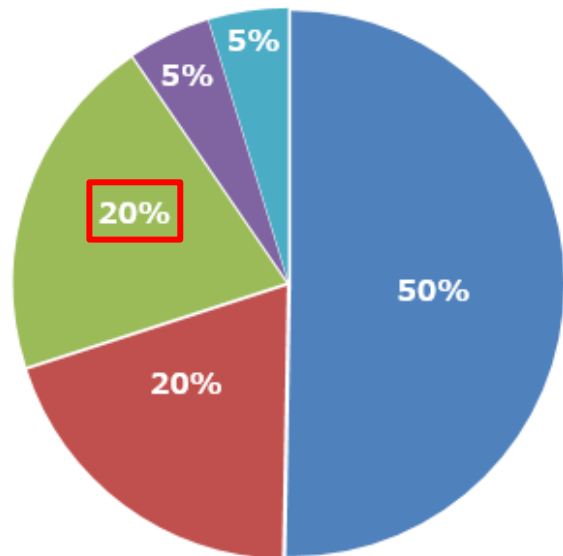


② 工事面の課題と対応（新設電柱の抑制）

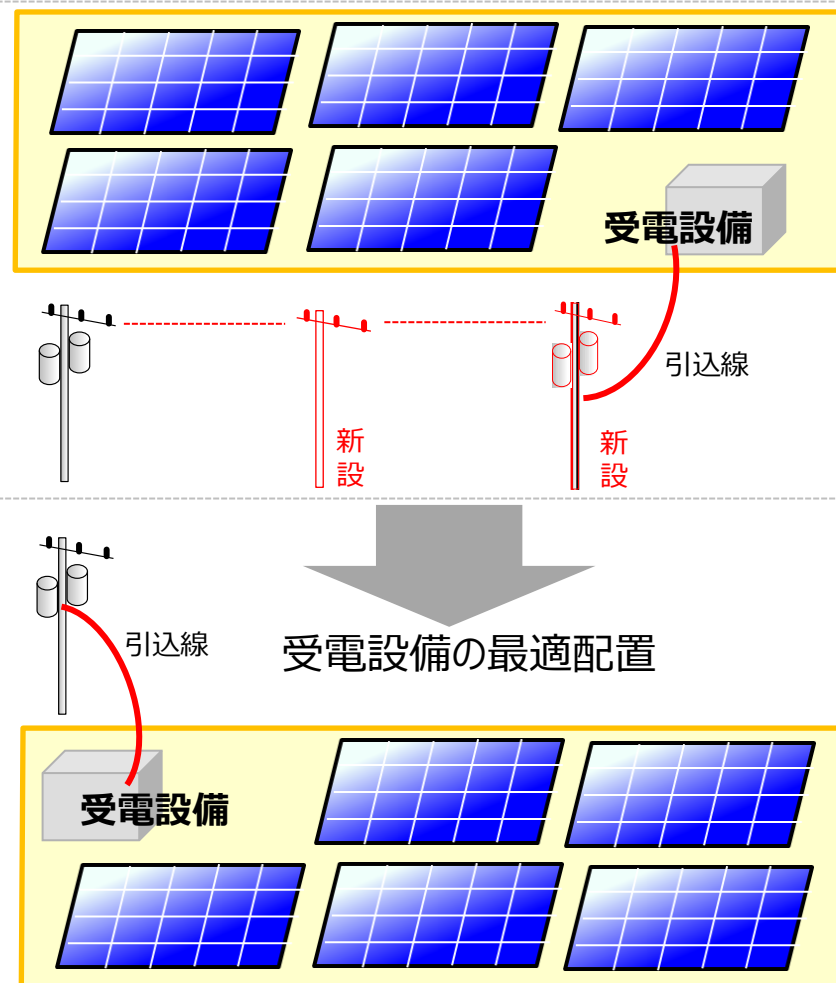
- 一般送配電事業者は、無電柱化の推進等により、新設電柱の削減に努めているが、近年、**再エネ発電所の連系に伴い電柱が増加**している。
- 新設電柱の抑制に向け、再エネ発電事業者には、**最寄りの配電設備に連系（受電設備を最適配置）** いただくよう、ご協力をお願いしたい。

（出典）無電柱化推進のあり方検討委員会(2022.4.12) 資料1 抜粋

新設電柱における用途別の割合



- 個別から数戸の住宅や施設への供給申込み
- 一定規模の住宅建設等に伴う供給申込み
- 再エネ発電所の建設に伴う電柱の新設
- 既存の配電網から離れた住宅や施設への供給ルートの新設
- 市街地開発事業等における電柱の新設



③ 保全面の課題と対応（保安連絡体制の確保）

- 発電設備の事故により停電が発生した場合、迅速かつ的確な情報連絡を行い、速やかな措置を講じる必要がある。
- 主任技術者や担当者が変更となった場合は、発電事業者から、一般送配電事業者に連絡するよう、申合書を交わしているが、連絡を頂けない場合がある。
- 系統事故時に連絡先が分からず、主任技術者との連絡や現地対応等に時間を要し、結果として、事故復旧が遅れ、停電時間の長期化に繋がる虞。
- 停電時間の長期化は、お客さまにご迷惑をおかけするとともに、社会経済活動に影響を及ぼす虞。
- 早期の事故復旧・停電復旧の観点から、緊急事態への対処として、一般送配電事業者と保安監督部等の行政機関との間で相互に保安業務従事者に係る情報共有を図れるような仕組みを構築できないか。

一般送配電事業者



発電事業者



④ 運用面の課題と対応（再エネ発電事業者による誤操作）

- 給電所等から関係箇所に発せられる給電指令は、託送供給等約款や申合書で取り決めているが、近年、給電指令の認識不足等による再エネ発電事業者による機器の誤操作が発生しており、**人身災害や停電に至る虞のある事例も発生**している。
- 誤操作を防止するため、一般送配電事業者は、再エネ発電事業者等に対して、**種々の理解活動に取り組んでいる**。
- 再エネ発電事業者等の更なる理解促進を図るべく、**機器操作における不適切な事例をガイドライン等で定めることはできないか**。

<理解促進活動の例>

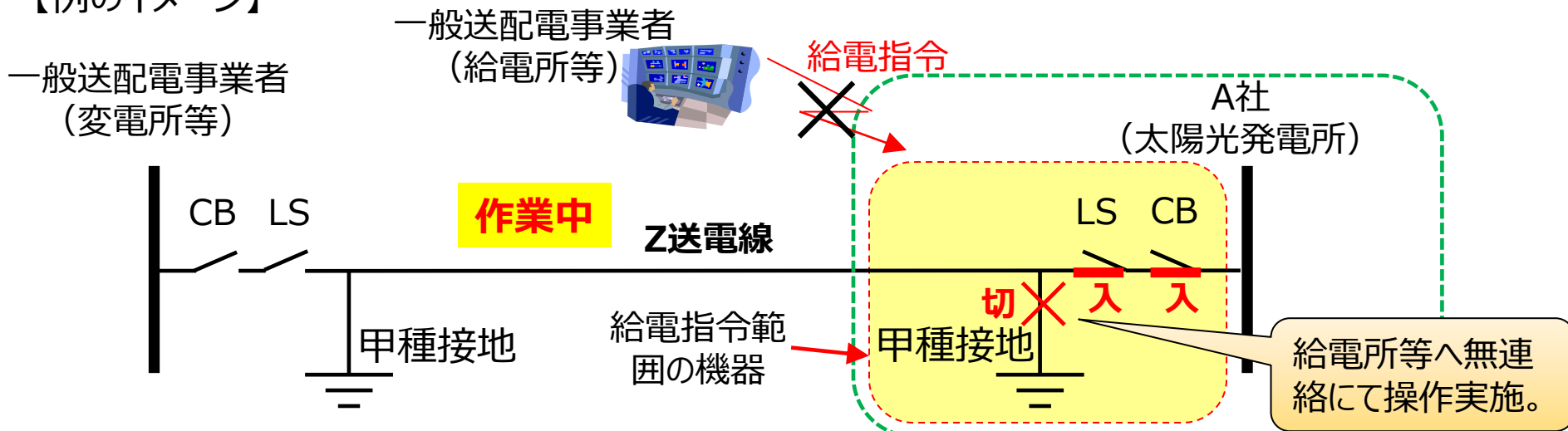
	対象	対応内容
年1回	全事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 停電作業の決定通知に併せて、文書により注意喚起（過去事例や再発防止のポイントなどを伝える）を実施 ● 操作手順の事前打合せ時、対面または電話にて注意喚起を実施
毎月	停電作業予定のある事業者	
都度	新規連系事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 系統制御所との各種対応（連絡対応・給電用語、停電作業手続き・打合せなど）について、連系開始前に対面で指導、説明会を実施 ● 連系事業者の設備を視察し、給電指令範囲の機器の操作方法などを確認・指導
	誤操作をした連系事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 誤操作による影響等を説明し、再発防止の検討を依頼 ● 再発防止対策の確認および指導・助言・教育を実施 ● 事業者設備の操作安全について、トラブル事例等をもとにコンサル活動実施
	全事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護リレー、操作安全などの電力技術を提供し系統運用の理解活動を推進

(参考) 再エネ発電事業者による誤操作の事例

Z送電線の停電作業中に、A社が、給電指令範囲のCB、LS、甲種接地の投入・開放操作を、給電所等は無連絡で実施した。 《⇒ 人身災害の虞》

(原因) 「給電指令範囲の機器は、給電指令による操作」との認識がなかった。

【例のイメージ】



甲種接地：送電線の作業を行う場合に給電指令により、発電所の送電線引出口、送電線のジャンパ開放個所に付ける接地をいう。

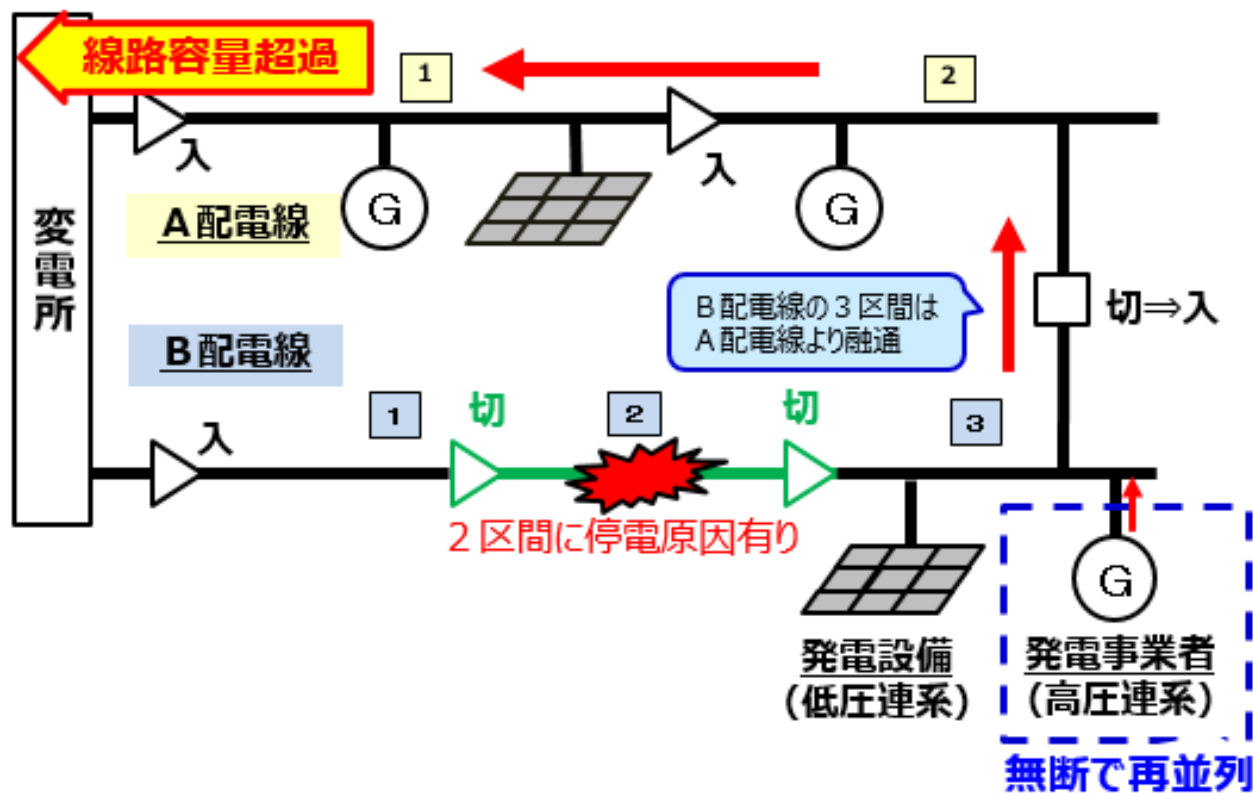
CB：遮断器。常時あるいは事故時の電炉を開閉する能力をもつ装置。

LS：断路器。単に、充電された電路を開閉分離するための開閉器。

(参考) 配電線事故後の再連系の事例

- 高圧配電線事故に伴う系統復電後の発電設備の再並列は、一般送配電事業者と発電設備設置者との間で技術的要件が確認できるまでは、**再並列を行わないこととしているが、無断で再並列されるケースがある。**
- 配電線事故後、系統切替により連系量が増加した場合、**発電事業者が無断で再並列すると線路容量の超過等により停電につながる虞**がある。

《配電線事故後の無断再並列（例）》



- ✓ B配電線2区間で事故発生
- ✓ B配電線3区間は系統切替による融通で、A配電線より送電
- ✓ 高圧の発電事業者の連携不足等により**無断で再並列**
- ✓ A配電線の**線路容量超過により停電**。

⑤ 運用面の課題と対応（作業停電の困難化）

- 作業停止は、一般送配電事業者の求めに応じるよう託送供給等約款などで取り決めているが、**昼間の停止に対し発電事業者（特に太陽光発電）の協力が得られず停止交渉が難航する場合があります、夜間作業や無停電工事等が発生**。今後、再エネ等の系統連系の増加に伴い、これらの問題が増加する虞がある。
- 一般送配電事業者は、作業員の適正な労働環境や安全確保に係るコスト抑制の観点から、**昼間作業の実施に向け、再エネ発電事業者等への理解活動等、種々の対策に取り組んでいる**。
- 再エネ発電事業者等の更なる理解促進を図るべく、作業停止における**望ましくない事例をガイドライン等で定めることはできないか**。

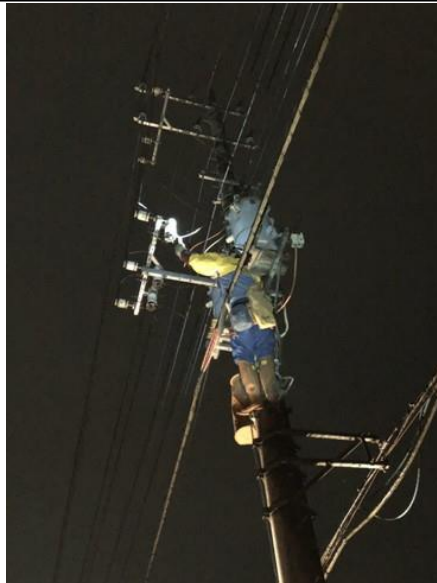
<取組み例>

分類	取組み内容
事前説明・調整	<ul style="list-style-type: none"> • 定期的に訪問し、停電調整を含めた系統利用ルール等を説明するなど、理解促進の取組み • 停電作業の必要性について詳細に説明 • 事業者への情報提供と停止調整を早期に実施し、調整・検討の期間を確保 • 昼間帯の停止困難設備は、早期に連携し、調整・検討の期間を確保 • 事業者の要望を聞き取り、合意できるよう工法・工程の見直し等も含めて調整
作業	<ul style="list-style-type: none"> • 長期停止作業について、必要に応じ、系統変更や仮設備設置、送電線のジャンパー開放※により作業を実施（供給信頼度の低下や対策コストの増加） • 作業同調による停電日数の削減、複数年での分割実施

(参考) 作業停電の困難化に伴う対応

- **夜間作業は、作業員の安全確保面で留意が必要**であり、安全確保のため機材の追加準備や人件費増により**工事コストが増加**する。また、労働環境の変化により、**働き方改革**が進められる中、**電工の離職率の増加や採用難**も懸念される。
- **無停電工事**は、停電を回避するためのパイパス等の**仮設備の追加設置が必要**となるため、**工事コストが増加**している。
- 更に、発電事業者の増加に伴い、**複数事業者との停止作業に係る調整コストが増加**しており、**将来的にも対応が困難になる虞**。

【夜間作業の状況】



夜間作業では、投光器等を用いて手元足元の視界を確保のうえ作業を行う。

昼間作業と比較して更に安全確保面に留意が必要となる。

(出典) 東京電力ホールディングス

再エネ発電事業者による誤操作

37 託送供給等の実施

(3) 発電量調整供給の場合

チ 当社は、系統運用上の制約その他によって、低圧で受電する場合を除き、発電契約者または発電者に給電指令を行なうことがあります。この場合、発電契約者および発電者は当社の給電指令にしたがっていただきます。なお、当社は、38（給電指令の実施等）および 75（保安等に対する発電者および需要者の協力）(4)に定める事項その他系統運用上必要な事項について、発電者と別途申合書を作成いたします。

75 保安等に対する発電者および需要者の協力

～前略～

(4) 当社は、必要に応じて、託送供給または発電量調整供給の開始に先だち、接続供給電力または発電量調整受電電力をしゃ断する開閉器の操作方法等について、発電者および需要者と協議を行ないます。

作業停電の困難化

38 給電指令の実施等

(2) 当社は、低圧で受電または供給する場合を除き、次の場合には、契約者、発電契約者、発電者または需要者に給電指令を行ない、発電者の発電または需要者の電気の使用を制限し、もしくは中止し、または振替供給もしくは発電量調整供給の全部もしくは一部を中止することがあります。

～中略～

イ 当社が維持および運用する供給設備に故障が生じ、または故障が生ずるおそれがある場合

ロ 当社が維持および運用する供給設備の点検、修繕、変更その他の工事上やむをえない場合

～中略～

ホ その他電気の需給上または保安上必要がある場合

(出典) 東北電力NW 託送供給等約款

⑥ 運用面の課題と対応（電圧フリッカ対応）

- **太陽光発電導入量の大きいエリアでは、太陽光発電用PCS※1から発生する無効電力の影響により、全国的に電圧フリッカ（照明がちらつく現象）の発生が確認**されている。
- **中でも、2020年以降、九州南部の広い範囲において電圧フリッカが発生。その対策として発電事業者、PCSメーカー、監督省庁にご協力をいただき、PCSの設定変更の対象エリアを拡大しながら進めている。**
- **九州エリア以外の太陽光導入量が多いエリアでも、同事象が発生する可能性があるため、再エネ発電事業者をはじめ関係者の皆様には、引き続き、PCS設定変更へのご協力をお願いしたい。**

※1 PCS：パワーコンディショナ

（参考）九州南部におけるPCS設定変更実施状況（2022年3月末現在）

電圧階級	対策エリア	設定変更依頼量	変更済量
特高	九州南部全体 (2020.4～)	813MW (37件)	794MW:98%
高圧	先行対応エリア (2020.7～)	363MW (365件)	361MW:99%
	拡大エリア※2 (2022.3～)	625MW (665件)	114MW:18%
低圧 10kW 以上	先行対応エリア (2020.10～)	136MW (1,766件)	74MW : 54%
	拡大エリア※2 (2021.4～)	58MW (354件) ※敷地分割を対象	45MW : 78%



※2 2022年2月以降、一旦収束していた電圧フリッカの再発に伴いPCS設定変更エリアを拡大

- 一般送配電事業者は、再エネ導入拡大に対応すべく、様々な取組みを行っている。
- 一方、再エネ導入拡大に伴い、工事・保全・運用面で課題も出てきている状況。
- 一般送配電事業者は、これら課題の解決に向け、再エネ発電事業者等に、送配電事業へのご協力をお願いするとともに、種々の理解活動を行っているところ、今後の更なる再エネ導入拡大にも対応すべく、国レベルでも、再エネ発電事業者等の理解促進に繋がるご対応の検討をお願いしたい。
- 一般送配電事業者は、2050年カーボンニュートラル達成に向け、引き続き、再エネ発電事業者を始め、様々なステークホルダーの皆さまと共に、再エネ導入拡大に貢献して参ります。

(参考) 送配電網協議会について

- 2020年4月に、電力各社の送配電部門の法的分離がなされたことを踏まえ、**2021年4月に電気事業連合会から独立した組織として「送配電網協議会」を設立。**
- 送配電網協議会は、**一般送配電事業者10社を会員とし、送配電設備の工事・維持・運用に係る業務を実施**している。

