

電気保安分野における アクションプラン (案)

前回ご指摘頂いた論点

- 7月22日の第1回電力安全部会の議論で、下記のような指摘をいただいたところ。

①電気保安の将来像とターゲットイヤーについて

- 既存のスマート保安技術を調査・整理し、実態を適切に把握したうえで、検討を行うべきではないか。
- 保安レベルの維持を大前提として、予防保全へのシフトや定期保全の効率化を進めるべきではないか。
- 技術開発や技術導入状況を踏まえた目標を設定し、各々の状況に応じた進展を評価するべきではないか。

②新技術の実用化・市場形成に必要な取り組みについて

- 国は、スマート保安技術の社会実装の加速化に向けて、規制の見直しを行うとともに、技術の導入支援や好事例に対する表彰を行うべきではないか。
- 民間事業者は、技術開発とともに、保安従事者や経営層の意識改革を進めるべきではないか。
- サイバーセキュリティ、通信技術はスマート保安における共通技術であるので、重点的に取り組むべきではないか。

③新技術導入に係る妥当性確認の仕組みについて

- 技術に立脚した第三者の確認に基づく、誰もが納得できる仕組みが必要ではないか。
- 第三者による確認は重要だが、その仕様に限定されない配慮も必要ではないか。

アクションプラン 目次（案）

1. 背景

- 電気保安をとりまく課題とスマート化
- スマート保安官民協議会と電気保安分野アクションプランの位置づけ

2. 電気保安の将来像とターゲットイヤー

- 電気設備分野全体の将来像
- 技術実装の道筋とターゲットイヤー
- 電気設備ごとの課題・2025年前後の絵姿

3. 具体的な保安上の課題及び導入が期待される技術

- 人間とシステムの役割分担の在り方
- 電力保安の現場におけるAI・ドローン導入のイメージ（2025年）
- 電気設備ごとの導入が期待される技術

4. 新技術の実用化・市場形成に必要な取り組み

- 経営トップのコミットメントとビジョン
- スマート化に対応する規制のあり方
- 技術実証、設備導入
- 人材育成
- サイバーセキュリティ

5. 新技術の妥当性確認の仕組みづくり

- 技術の妥当性確認に必要な論点
- スマート保安プロモーション委員会の設立

電気保安分野におけるアクションプラン(案)

1. 背景

1-1. 電気保安をとりまく課題とスマート化

- 需要設備等の高経年化や再エネ発電設備が増加する一方、電気保安に携わる電気保安人材の高齢化や電気保安分野への入職者の減少が顕著。また、台風や豪雨等の自然災害が激甚化し、太陽光発電や風力発電等の再エネ発電設備の事故が増加。
- さらに、新型コロナウイルス感染症の拡大下においても、重要インフラである電気の保安は止めることができない業務であり、安定的な業務継続が必要。このように電気保安分野では、構造的な課題や様々な環境変化への対応が求められているところ。
- こうした課題を克服するため、電気保安分野においてIoTやAI、ドローン等の新たな技術を導入することで、保安力の維持向上と生産性の向上を両立（=電気保安のスマート化）させていくことが重要。

電気保安の課題

- 電気保安を担う人材不足
- 需要設備等の高経年化
- 太陽光・風力発電の設置数・事故数増加
- 新型コロナウイルス感染症下での電気保安の継続

IoT・AI,ドローン等の新たな技術の導入

電気保安のスマート化

- ◆ 保安力の維持・向上
- ◆ 生産性向上

1-2. 電気保安のスマート化に必要な取組

- 自主保安の原則の基、事業者によってスマート保安の取組が進んでいる。
- そのため、新技術の導入の阻害になっている規制・制度で求めている要件の見直し（「規制の総点検」）が必要。
- 加えて、スマート保安を普及するための実証支援やガイドライン策定、人材育成などもあわせて進める必要がある。

2-1. 電力安全分野における取組事例①

<p>送配電</p> <p>ドローン-AIを用いた正確な鉄塔腐食判定</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 従来、年間約1,200基の鉄塔をベテラン社員が目視で検査。鉄塔を登るリスクの軽減や作業時間の短縮が課題となっていた他、判断に個人差が発生してしまうことも課題となっていた。 ✓ カメラ付きドローンで撮影した鉄塔をAIで解析することで、正確な腐食診断が可能。その結果、80%の作業時間の削減も期待。 	<p>受電</p> <p>ウェアラブルカメラと携帯情報端末を活用した保守点検</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要設備の保守点検業務において、ウェアラブルカメラ等を活用し、現場での不具合事象の録画や、点検手順等の相談・指示などの支援システムを構築。技術者の負担軽減と均一的な保安管理品質の確保を図る。 ✓ 保守点検や検査結果、設備の型式等の情報をデータベース化し、AIを活用した予兆管理も実施。
<p>発電</p> <p>火力発電所における設備パトロールの自動化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 発電所内のパトロールは、所員が目視で行っており、また異常兆候の発見に当たっては、経験に頼る部分もあった。 ✓ 自立型のカメラ付きドローンに所内を飛行させ、映像をAIが分析。巡視員の経験を教師データとすることで、ノウハウの定量化も実現。 	<p>再エネ</p> <p>風車の状態監視データとAIの活用による故障予知技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本国内の風力発電設備は、気候条件等によりメンテナンス頻度が高く、稼働率が低い状況にある。 ✓ AIを用いてCMSデータを解析する手法を開発。大型部品の異常兆候の検出に成功。

出所) スマート保安官民協議会 第1回 電力安全部会 資料4

2-4. スマート保安促進のための仕組み作り

- 事業者におけるスマート保安を促進していくためには、民間事業者における技術開発・実証事業への支援を行うと共に、実証事業等の成果を踏まえたガイドラインの策定やインフラメンテナンス大賞といった表彰制度などにより先進事例の普及を強力に行っていくことが必要ではないか。

スマート保安の普及のための施策例

<p>技術開発・実証事業への支援 スマート保安技術開発等支援 (令和2年度補正予算: 20億円)</p>	<p>先進事例の普及に向けた仕組みづくり (ガイドラインの策定、先進事例の表彰等)</p>	
<p>産業インフラの遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安の技術実証の実施。</p> <p>スマート保安の推進により、産業インフラの安全性・効率性を維持、向上することで、安全な事業継続を確実なものとし、将来にわたって国民の安全・安心を創り出すことを目指す。</p>	<p>水力発電設備のスマート化に関するガイドライン</p>	<p>インフラメンテナンス大賞 (令和2年度 経済産業大臣賞創設)</p>
<p>産業インフラの遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安の技術実証の実施。</p>	<p>スマート保安実証事業の成果等も踏まえつつ、水力発電設備のICT等を活用した遠隔保守を導入する際に参考となるガイドラインを策定。ガイドラインを他の水力発電事業者にも横展開を行うことで、水力発電全体のスマート化を促進。</p>	<p>日本のインフラ事業者等のメンテナンス力の向上と、メンテナンス産業の活性化を図ることを目的として、2016年11月に国土交通省及び関係5省庁（総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、防衛省）により設立。インフラのメンテナンスにおける優れた取組や技術開発を行う事業者を表彰し、ベストプラクティスとして広く紹介。</p> <p>第4回（令和2年度）からは、インフラメンテナンス大賞に電気・ガス設備を対象とする経済産業大臣賞を新設することとし、電力・ガス事業者等のスマート保安に向けた取組の加速及び高度なメンテナンス技術の開発の促進を図る。</p>

出所) スマート保安官民協議会 第1回 電力安全部会 資料4

1-3. スマート保安官民協議会と電気安全分野アクションプランの位置づけ

- スマート保安官民協議会で策定された「スマート保安推進のための基本方針」の下、スマート保安に資する新技術の導入や、それを促進する規制・制度の見直しなど、官民によるスマート保安の実践に向けた具体的な「アクションプラン」を策定する。
- 電力安全に係る「アクションプラン」の策定は、スマート保安官民協議会の下に設置される電力安全部会で行う。

官 (経済産業大臣、関係局長)

- ◆ 技術革新に対応した保安規制・制度の見直し

テーマ例

- ・ドローンを検査規格に位置づけ
- ・遠隔監視による高度化・効率化
- ・AIの信頼性評価のガイドライン

- ◆ スマート保安促進のための仕組み作り・支援（事例の普及、表彰制度、技術開発支援等）

スマート保安官民協議会

基本方針

- ① 基本的な考え方
- ② 具体的な取組
- ③ 取組のフォローアップ



分野別部会

アクションプラン

産業保安に関する分野別の取組の具体化・促進

民 (業界団体トップ)

石油、化学、電力、ガス、鉄鋼、計装、エンジニアリング、メンテナンス等

- ◆ IoT/AI等の新技術の実証・導入

テーマ例

- ・巡視ドローン・ロボット導入
- ・IoT/AIによる常時監視、異常の検知・予知
- ・現場の効率化、人員の代替

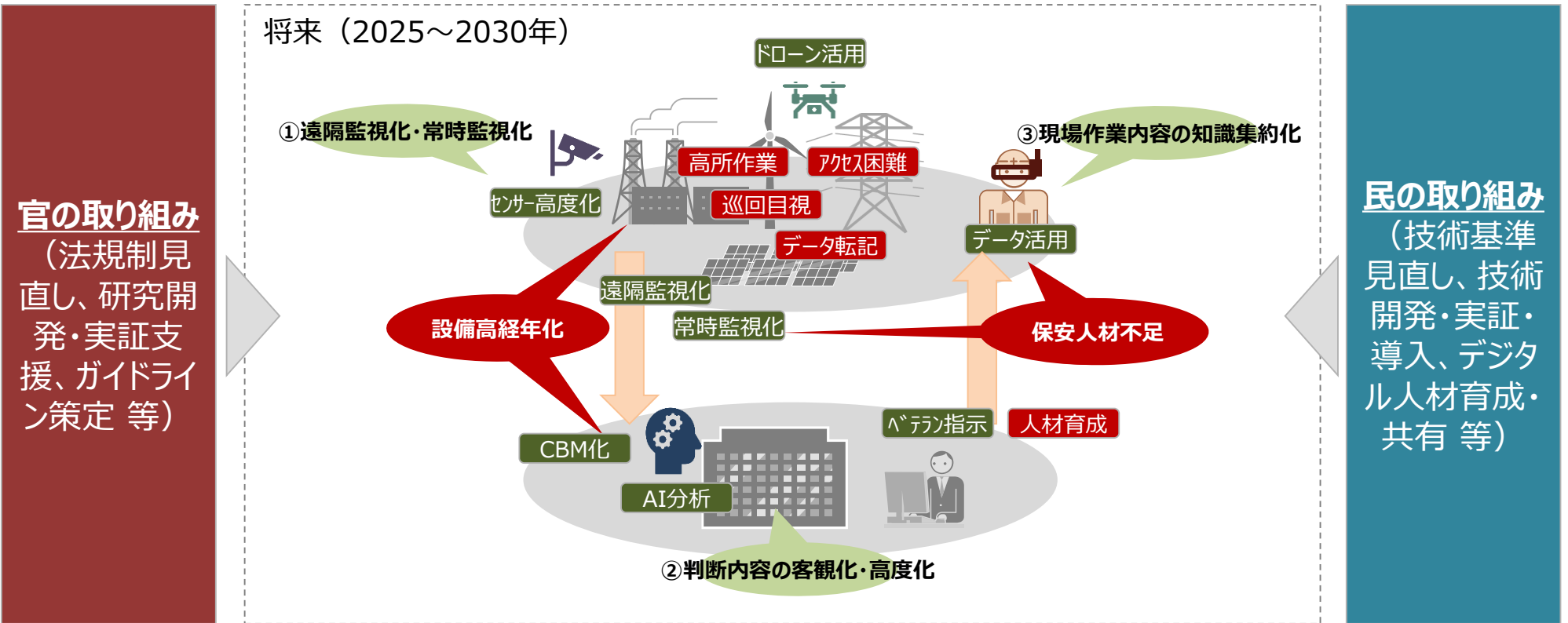
- ◆ スマート保安技術を支える人材の育成

電気保安分野におけるアクションプラン(案)

2. 電気保安の将来像とターゲットイヤー

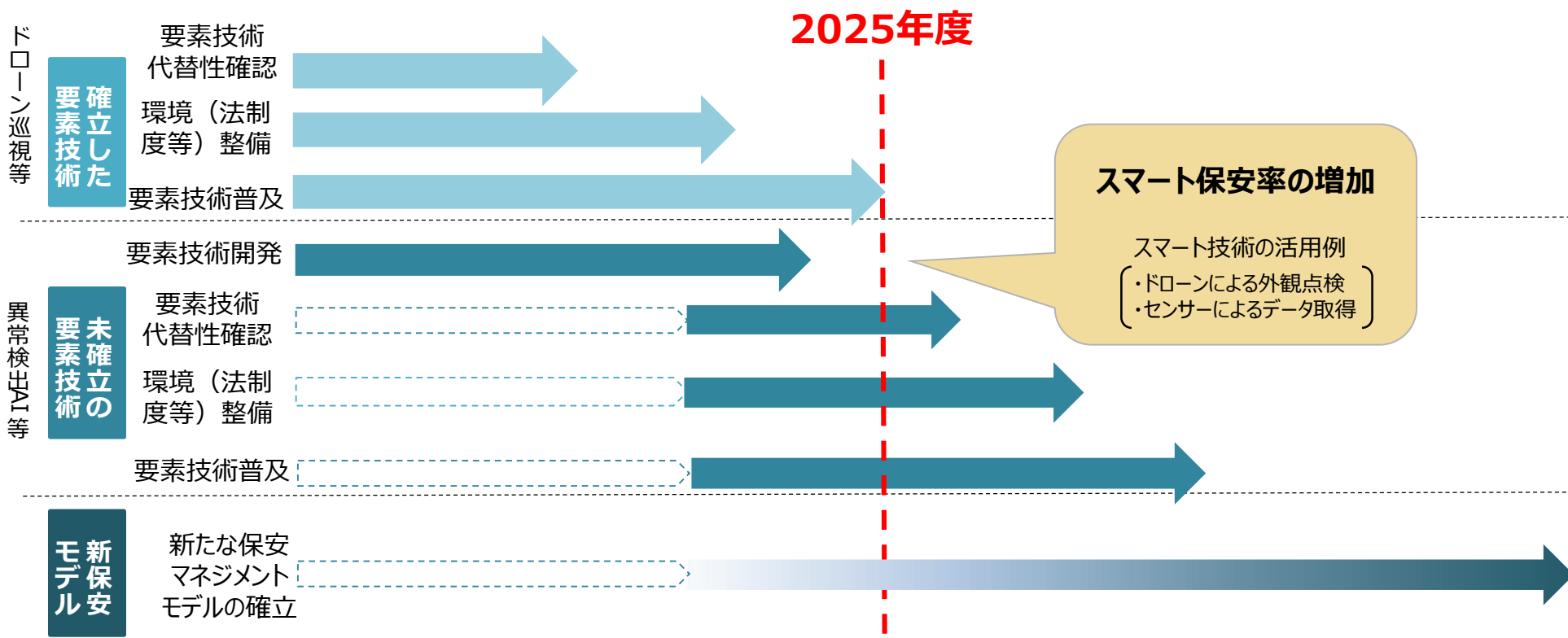
2-1. 電気設備分野全体の将来像

- **設備高経年化・保安人材不足などの課題に保安のスマート化・高度化で対応**
 - ① 定置センサーの増設やドローン・ロボットによる可搬センサーの現場搬送によって、労働集約的であった現場作業が合理化され、機器による**常時監視化・遠隔監視化が普及・拡大**する。
 - ② センサーの高度化・増設によるデジタルデータ化及び、AI活用による処理情報量の拡大と判断精度の向上によって、これまで一部が主観的・属人的であった**判断内容が客観化・高度化**される。
 - ③ 各種設備状況データの分析と携行機器の活用によって、**現場作業内容がより知識集約化**される。



2-2. 技術実装の道筋とターゲットイヤー

- まずは2025年に向けて、個別の保安業務の効率化を進めるべく、すでに一定程度確立している要素技術について、既存の保安業務の**補完性・代替可能性について実証**を進めるとともに、法令や業界指針の適正化といった環境整備を進め、その普及を図り、スマートの保安導入を推進する。
- 現在未確立の要素技術については、その開発・実証を進め、遠隔監視・制御の実現のため、要素技術を組み合わせた保安システム全体のマネジメントモデルの実証を行う。技術が確立した段階で徐々に実用化を進め、**スマート技術を保安活動の中で利用（ドローンによる外観点検や、センサーによるデータ取得等）する発電所数の割合の増加を目指す**。
- それぞれの導入については、設備付帯型（センサー等）の技術については、小規模な試行実施から進めていき、有効性を確認したうえで、新設・リプレースの段階での導入が見込まれる。他方、設備非付帯型（ドローン・ウェアラブル機器等）については、技術毎の業務代替性を確認後、順次の導入が見込まれる。



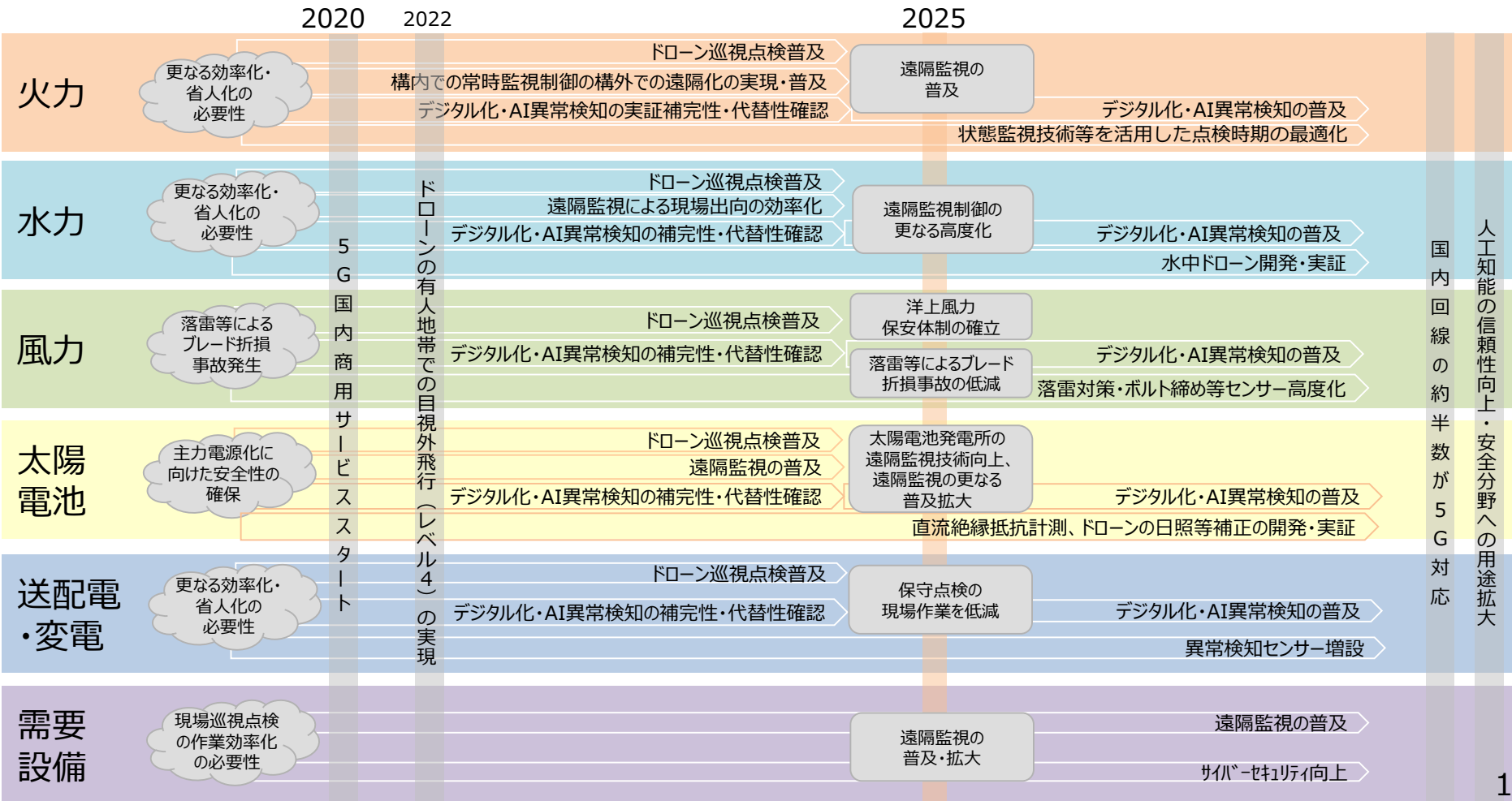
2-3. 電気設備ごとの技術実装の道筋

● 現時点で利用可能な技術は2025年までに確実に社会実装し、研究途上の技術については引き続き開発・実証を進め2025年度以降の社会実装を目指す。

社会変化と電気保安の変化

- 社会全体のデジタル化→ネットワーク化→①遠隔監視化・常時監視化（点検頻度の合理化）
- 設備老朽化→AI等による②判断内容の客観化・高度化
- 保安人材減少→可能な限りの自動化の推進→③現場作業内容の知識集約化

電気設備別の技術



国内回線の約半数が5G対応
人工知能の信頼性向上・安全分野への用途拡大

2-4. 火力発電所の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 保安力の維持・向上を図ることを前提としつつ、設備高経年化や保安人材不足等の直面する課題への対応も必要。
- 火力発電設備については、①設備が多岐にわたり点検箇所も広範囲なため、日々の巡視・点検に多くの時間と労力がかかるほか、②定期事業者検査では、それまでの運転状況や設備の劣化状況に関わらず一定のインターバルで設備を停止し検査を行う必要があることや、設備の開放や設備内部の点検用足場組立等、検査準備等の作業にも多くの時間と労力がかかり、煙突、他の高所・狭隘部等の点検、危険作業も存在。③通常時も発電設備の常時監視制御及びその他の法令順守のために、一定の職員が昼夜問わず常駐し、体制維持が必要。

2025年の絵姿

- 2025年においては、センサーやドローン等について、現在の巡視点検における補完性・代替性を確認した上で、例えば遠隔常時監視、点検の省力化を促進し、保安力の向上を図りつつ、コスト面での更なる合理化を目指す。また、有用であるが現在確立していない技術（例：状態監視技術等を活用した点検時期の最適化）の開発を促進する。
- スマート技術の活用を通じ、保安力の維持・向上を図るとともに、異常の予兆を的確に把握することにより、計画的なメンテナンスに寄与することで、計画外停止を低減し、調整電源やベースロード電源としての機能を果たす。

2-5. 水力発電所の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 水力発電所は、山間僻地に設置される場合が多く、その保守管理は台風や大雨などの自然条件に左右されるなど、時間的・人的負担が大きい。
- 具体的には、①遠隔監視に加え、巡視点検を多いところでは月に数回実施。発電所・ダムまで数人が数時間かけて往復し、現場でのデータ収集など多大なコスト。②ダム等の点検におけるロープワークや水路水中部の潜水など、高い危険性。③自然条件により、数日間に渡る洪水吐ゲートの操作や、長時間にわたる取水口の除塵作業、冬季の除雪作業など、負担が大きい。

2025年の絵姿

- 2025年においては、すでに一定程度技術が確立し、導入の進むセンサーやウェアラブル機器について、現在の巡視点検における補完性・代替性を確認し、活用を促進することで、①遠隔監視の更なる高度化や、②点検時間等の削減により、保安に係るコスト合理化を目指す。また、有用であるが、現在確立していない技術（例：水中ドローン等）の開発を促進する。
- スマート技術の活用を通じ、保安力の向上を図るとともに、異常の予兆を的確に把握することにより、計画的なメンテナンスに寄与することで、計画外停止の削減を目指す。

2-6. 風力発電所の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 陸上風力発電設備については導入が順調に進捗。洋上風力発電設備についても、今後案件形成が進捗していく見込み。
- 一般的に風力発電設備の保守作業にあたっては、①高所での点検が必要であるなど、風力発電設備構成に起因する作業コストに加え、②風況や住環境等との一定の隔離距離を前提とした立地が必要であるためアクセスが困難、その他③メンテナンス人材や主任技術者の不足といった課題が挙げられる。

2025年の絵姿

- 2025年においては、一定程度技術が確立したセンサーやドローン等の本格活用を目指す。また有用であるが未確立の技術（例：導通試験やボルトの増締めスマート化等）については、その開発を促進する。
- 2025年においては、スマート技術の導入による保安力の向上により、事故率の維持・低減を目指す。また、将来的にはセンサーやドローンから取得したデータを活用した予兆診断の実現を目指す。これらの取り組みを通じ、地域社会から受容される再エネ型地域社会の構築への貢献を図る。

2-7. 太陽電池発電所の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 太陽電池発電設備については導入が順調に進捗。低圧設備（≡小出力発電設備）から高圧（2 MW未満）、特別高圧（2 MW）と設備のレベルの差異に応じて、参入する事業者も多様化の傾向。
- 太陽電池発電設備は、①回転機による発電機構がなく、直流発電を行う太陽電池モジュールと、直流を交流に変換するPCSを有する他、②アレイサイトでの目視点検（モジュール表面）が必要。また、③近年、住居等から離れた地区への設置も増えており、災害等緊急時の対応も課題。

2025年の絵姿

- 2025年においては、すでに一定程度技術が確立し、導入の進むセンサーやドローンについて、現在の巡視点検における補完性・代替性を確認し、活用を促進する。また、有用であるが、現在確立していない技術（例：直流絶縁抵抗計測、ドローンの日照等補正、熱探知の組み合わせ）の開発を促進する。
- 2025年においては、スマート技術の導入による保安力の向上により、事故率の維持・低減を目指す。また、将来的にはセンサーやドローンから取得したデータを活用した予兆診断の実現を目指す。これらの取り組みを通じ、地域社会から受容される再エネ型地域社会の構築への貢献を図る。

2-8. 送配電・変電設備の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 送配電・変電設備は発電設備と比較して設備数が多く、高所・僻地・地中などでは特に巡視点検に係る時間的・人的負担が大きい。
- 送配電・変電設備について、①高所や地中等、巡視点検実施にあたり作業安全上配慮が必要な設備が多い他、②設置後50年を超える老朽化設備も増えており、従来より高度な設備維持管理が必要。

2025年の絵姿

- 2025年においては、すでに一定程度技術が確立し、導入の進むカメラ・ドローンによる架空線点検業務等の有効性を確認の上、業務の遠隔化・省人化を図る。また、センサー情報等を元にした高度なデータ分析を行うことで、設備保守作業・リプレース作業の合理化を図る。
- 現在の巡視点検における項目の内、既存技術で代替できる項目と、追加情報・技術開発が必要な項目（例：設備異常自動検出・診断AI等）を峻別し、前者についてセンサ・画像等を用いた保安業務の代替を行い、限られた人材で高度な保安レベルを維持する。

2-9. 需要設備の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 電気主任技術者に関しては、**既存人材の高齢化**の進展や**入職者数の減少**等により、**将来的な人材不足**が見込まれる。
- 需要設備における月次点検では、現地への移動に時間・負荷がかかっている。

2025年の絵姿

- スマート保安技術の活用により、**月次点検の遠隔代替**や**現地業務の合理化**（保安水準を維持させつつ省力化）が期待される。
- 月次点検を遠隔代替し、業務時間を削減、人材不足を緩和。
- スマート技術の導入による保安力の向上により、事故率の維持・低減を目指す。

電気保安分野におけるアクションプラン(案)

3. 具体的な保安上の課題及び導入が期待される技術

3-1. 人間とシステムの役割分担の在り方

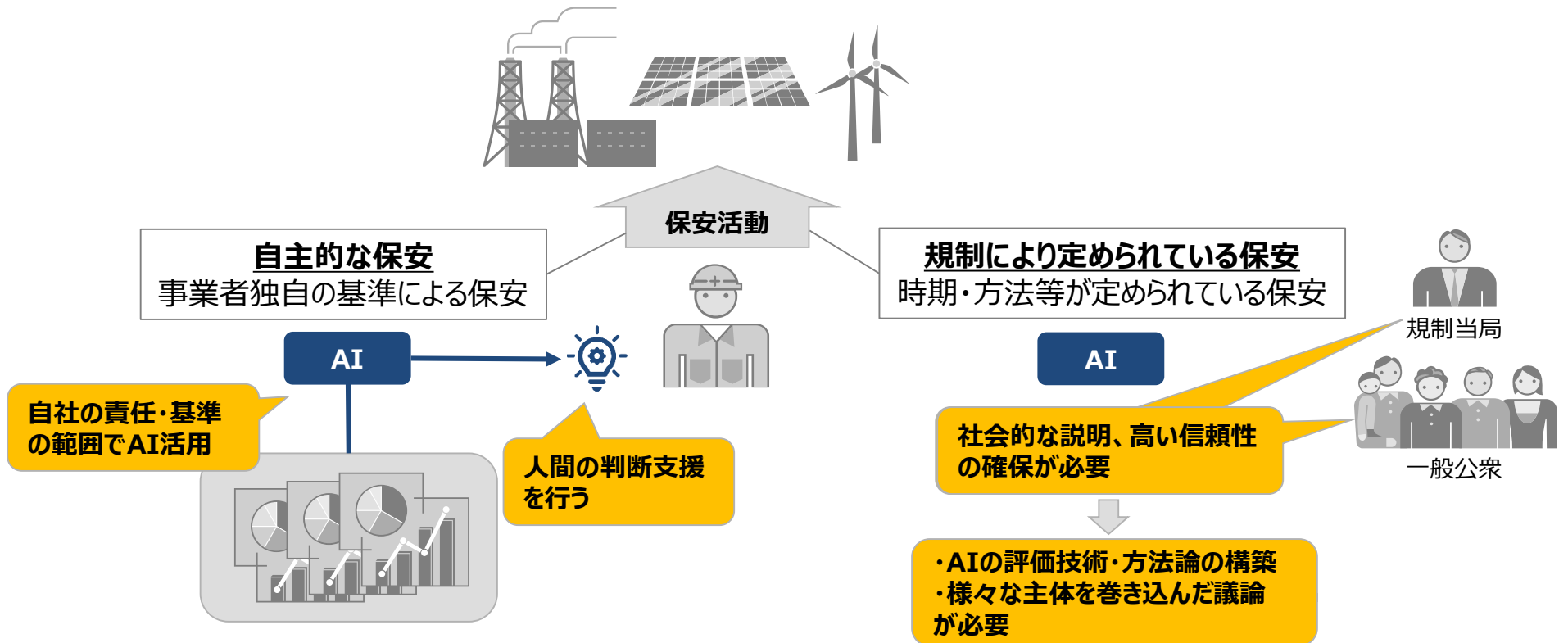
- これまで行ってきた保安に係る情報取得、状況判断、制御・保守について、システム化できる部分はアウトソース化し、人間の能力と先端技術を融合させる。
- スマート保安として導入が期待される技術分野は、①ロボット・ドローン、②センサー、③定期・常時伝送、④異常検知・予兆検知・CBM、⑤ウェアラブル機器・携帯端末等。

メンテナンス及びオペレーションの作業プロセス



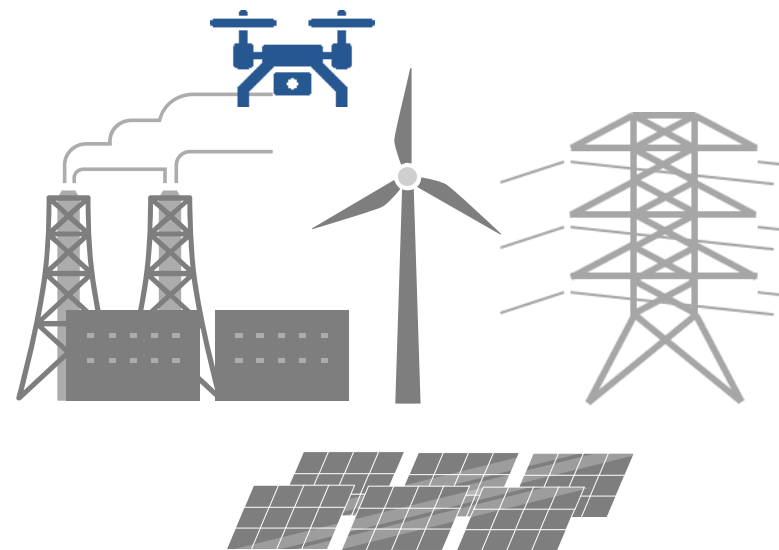
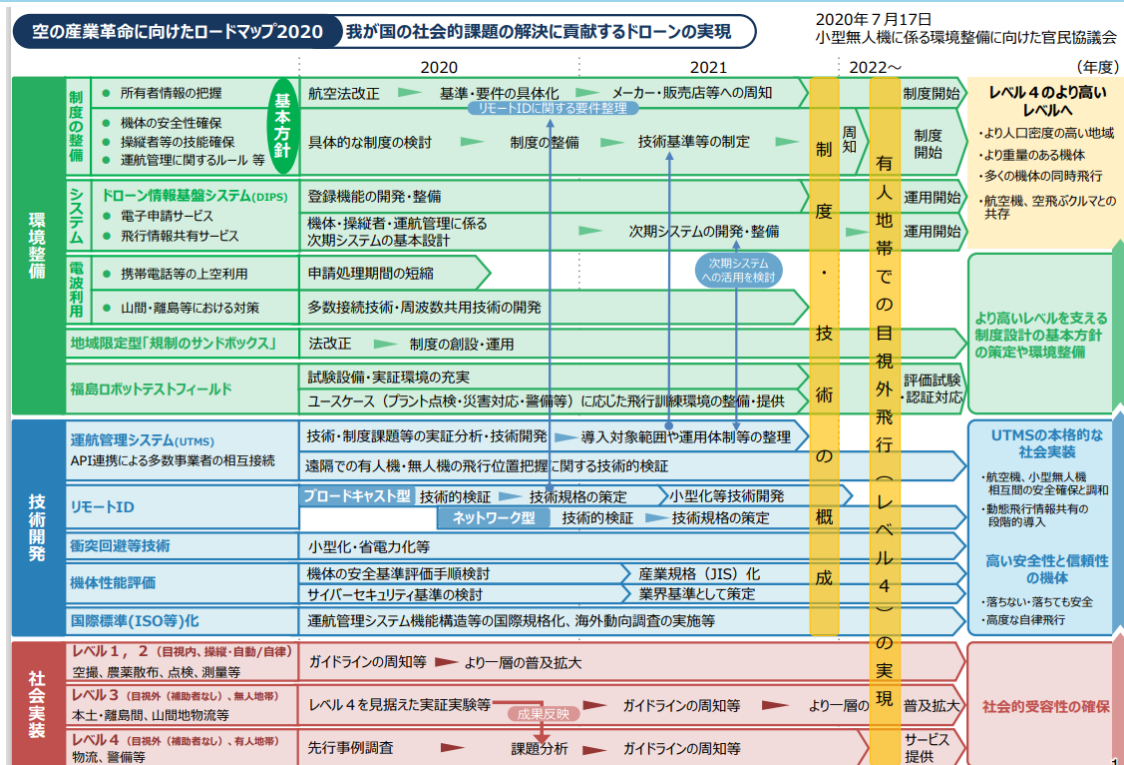
3-2. 電力保安の現場におけるAI導入のイメージ（2025年）

- データの蓄積やAI技術の進展により、自主的な保安の領域を中心にAI活用が開始。
- AIの判断のみに基づく保安活動は行われないと思われ、AIは人間の判断支援として用いられる。
- 規制により時期や方法が定められている保安へのAI活用は、高い信頼性が必要であることから、AIの評価技術・方法論の構築、様々なステークホルダーを巻き込んだ信頼性に関する議論が必要と見込まれる。



3-3. 電力保安の現場におけるドローン導入のイメージ（2025年）

- ドローンによる有人地帯での目視外飛行（レベル4）に向けた取り組みが進んでいる。
- 特に送配電・風力・太陽光発電設備の点検に用いる場合、設備の立地の観点、同一条件でのデータ取得の観点から自律飛行によるセンシング（画像取得）が期待される。
- 火力発電設備の点検に用いる場合、防爆規制へ対応したドローンが期待される。
- ドローンでのセンシングによる現場点検の補完性・代替性を確認しながら、自主保安および法定検査に取り込まれていく可能性がある。



3-4. 火力発電分野における技術①巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化

- 通常時も発電設備の常時監視制御及びその他の法令順守のために、一定の職員が昼夜問わず常駐し、体制維持が必要。
- 巡視点検・監視/制御といった保安活動のデジタル化・遠隔化ができれば、巡視点検や監視/制御に係る適正体制の構築が可能。
- 技術的には現場のセンシング技術、サイバーセキュリティが必要。規制としては、構内での常時監視や安全管理審査におけるインセンティブ要件としての1日に1回以上の巡視点検といった規制要件の見直しが必要。また、火災予防や危険物管理等の観点から、応急時対応で求められる要件の整理とその評価ができれば、将来的には、発電所の無人化の選択肢の可能性もありうる。

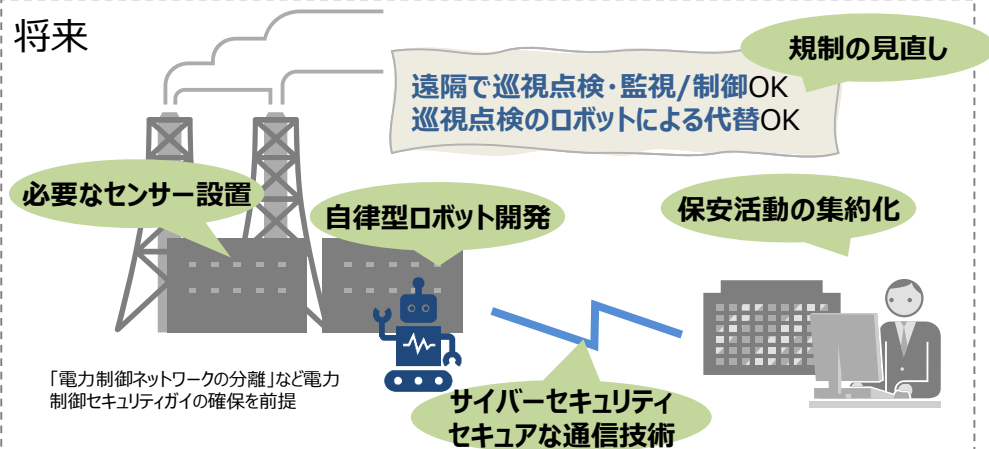
現在



課題

現地での巡視点検は、感染症拡大といった**有事の際に継続が困難**。
構内の監視はデータ中心に行っており、**既に構内遠隔化が実現している**。

将来



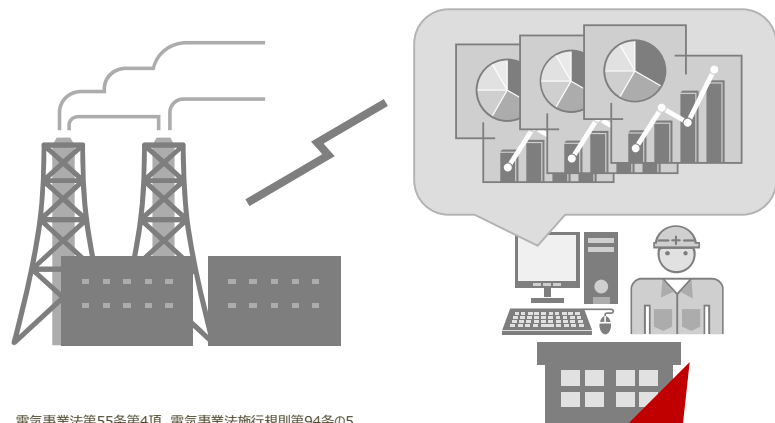
効果

- 遠隔で巡視点検・監視/制御といった保安活動を実施、人員を集約

3-4. 火力発電分野における技術②AI活用による保安活動の判断支援

- センシング技術等により蓄積されたデータが増大するにつれ、膨大なデータ処理も必要。
- AI活用によるデータ分析で人間の判断支援が行われることにより、データ活用の効率化が可能。 さらに、異常予兆検知や保守計画策定への活用など、AIの分析結果は幅広い活用方法が期待される。
- ビッグデータ処理やAI技術の開発が必要。 また、異常に係るデータの信頼性等が専門的見地から認められれば、安全管理審査・定期事業者検査周期の柔軟化の検討に有効。

現在



電気事業法第55条第4項、電気事業法施行規則第94条の5

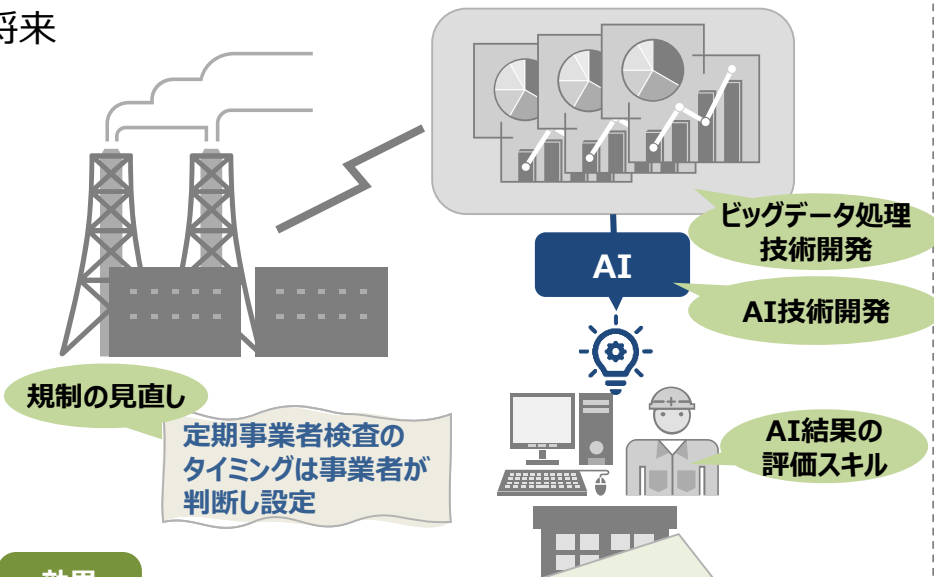
定期的な事業者検査の実施

人員による
膨大なデータ処理

課題

データ量の増大により膨大なデータ処理が要求されるため、データ分析技術があわせて必要。

将来



ビッグデータ処理
技術開発

AI技術開発

AI結果の
評価スキル

規制の見直し

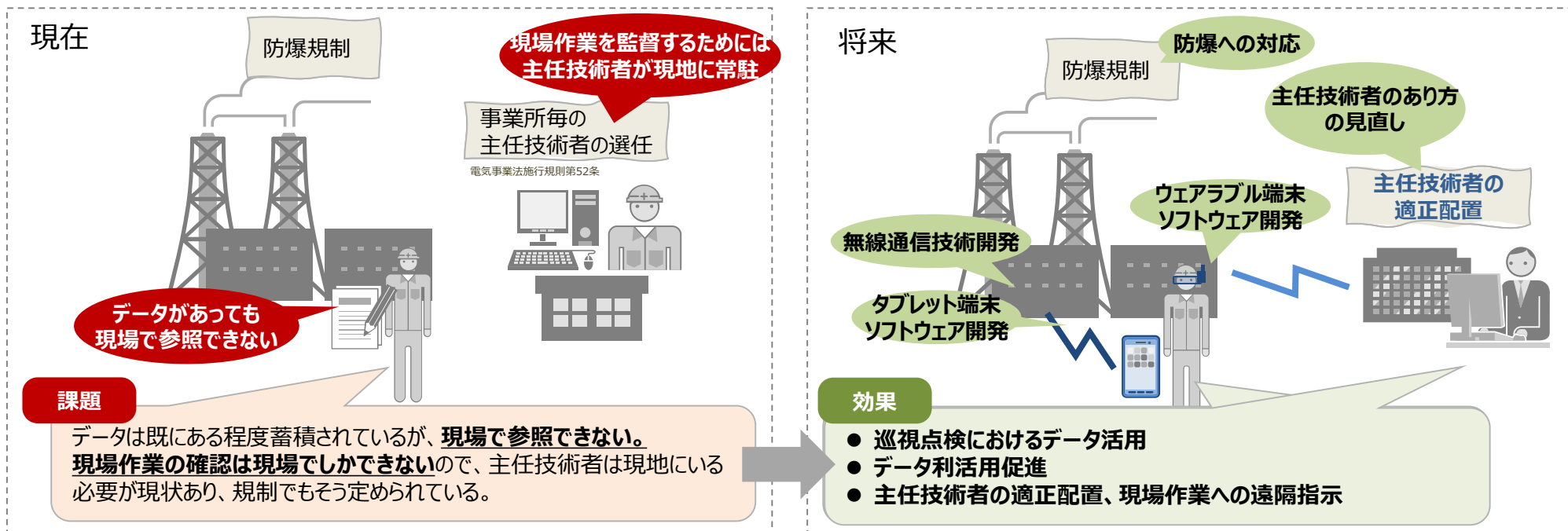
定期事業者検査の
タイミングは事業者が
判断し設定

効果

- 効率的なデータ分析による人間の判断支援
- 保守計画の策定高度化による検査タイミングの適正化

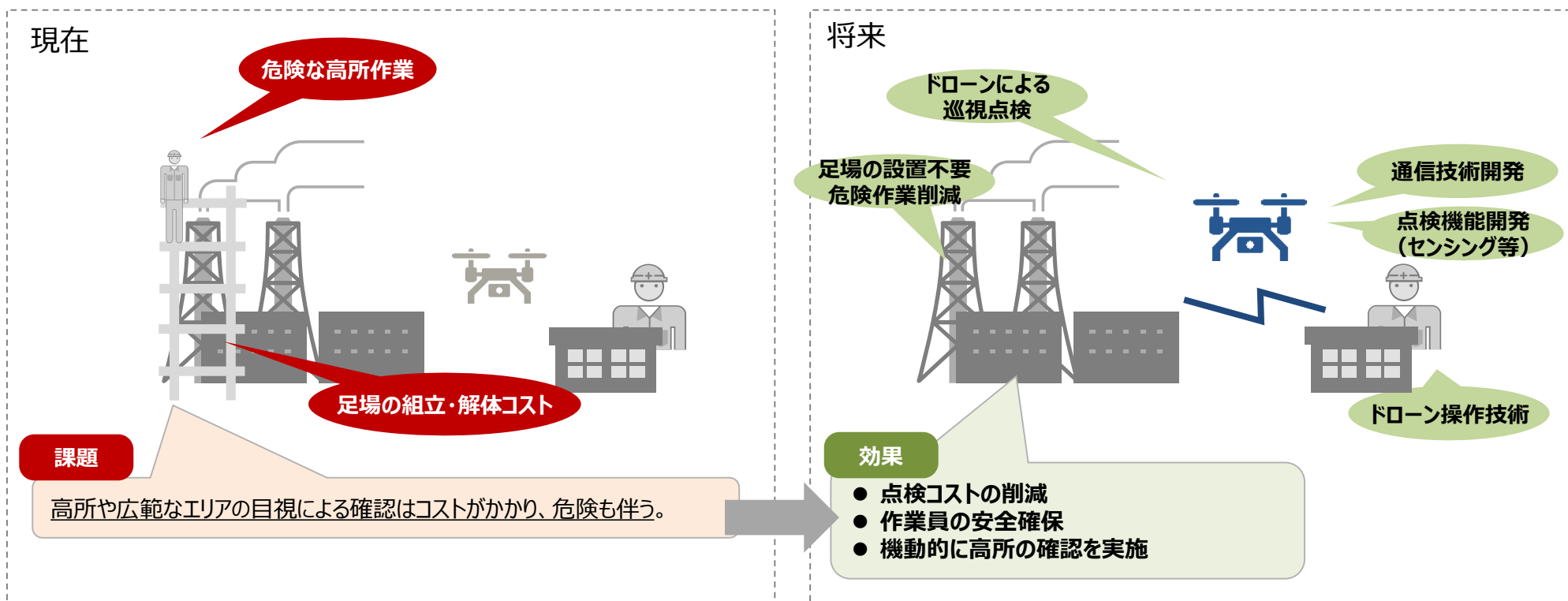
3-4. 火力発電分野における技術③デジタル端末の活用による現場作業高度化

- 現場では、電子化されたデータがあっても現場で参照できない部分や、判断が個人の経験に依存する部分も存在。また、現場作業監督のため主任技術者が現地に常駐しなければならない。
- タブレット端末やウェアラブル端末を用いることで現場でデータを参照したり現場や作業の状況を遠隔で確認することにより、データ活用による現場作業の高度化やベテラン作業員や主任技術者による遠隔の作業指導や現場確認が可能。
- 防爆エリアでは防爆対応の電子機器の利用が求められている。また、デジタル端末による遠隔化に伴い、緊急時対応等の課題を解決した上で事業所毎に設置していたボイラー・タービン主任技術者の適正配置ができる可能性がある。



3-4. 火力発電分野における技術④点検におけるドローン活用

- 煙突等高さのある構造物やタンクヤード等は危険が大きく、安全対策のためのコストもかかる。
- 各設備の劣化状況をドローンで撮影することにより、移動・巡視時間の削減、落下等の労働災害の低減、難点検箇所における不具合の早期発見、足場の設置が不要になるため工事コストの削減、機動的な高所の確認の実施が可能。
- ドローン技術の実証等、ドローン操作技術の習得が課題。



【その他の課題】

ドローンの飛行許可には時間がかかり、特に、公共の安全確保に影響する場合において迅速な飛行が行えないことが課題。

3-5. 水力発電分野における技術①巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化

- 水力発電所は一部遠隔監視を行っているものの、現場での巡視・点検によるデータ収集も実施。山間僻地への巡回時の人的・時間的コストに加え、点検時の判断は作業員の経験による部分も存在。
- 現在、行われている遠隔監視技術に加え、巡視点検時の確認項目についてセンサーを用いて、これまでの巡視点検よりも高頻度に計測・分析することによって、異常の予兆検出や早期発見につなげる。また、巡視・点検頻度や作業時間の効率化や、データに基づいた統一的な保安が可能。
- 技術的には現場のセンシング技術、データの通信技術やサイバーセキュリティが必要。山間部であることから、通信インフラが整備されていない場所が存在。

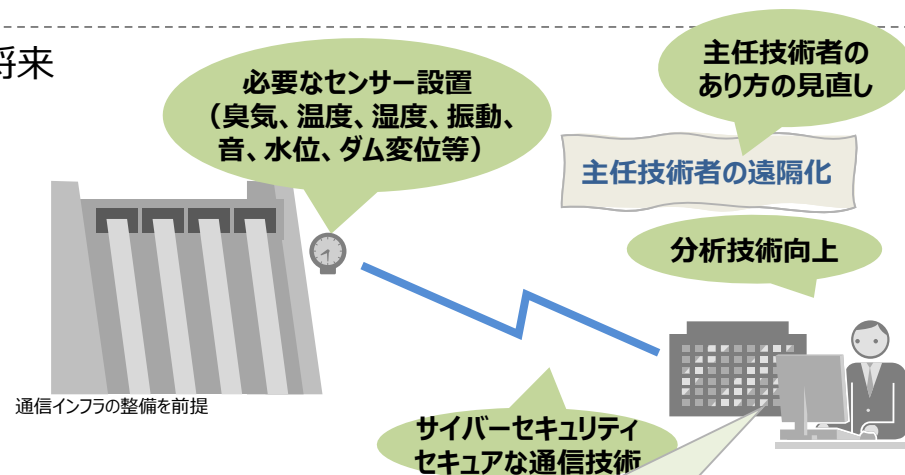
現在



課題

既に遠隔化が導入されているが、人間の五感により収集している情報も多く、現場での巡視・点検によるデータ収集が存在。巡回時の人的・時間的コストに加え、点検時の判断は作業員の経験による部分も存在。

将来

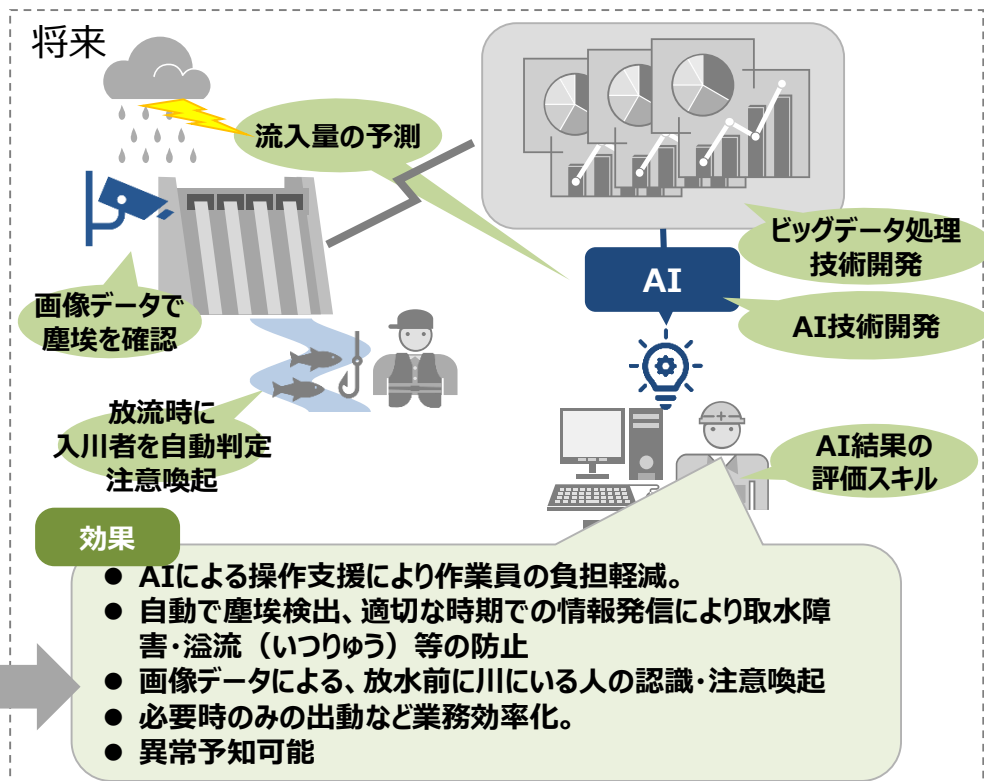
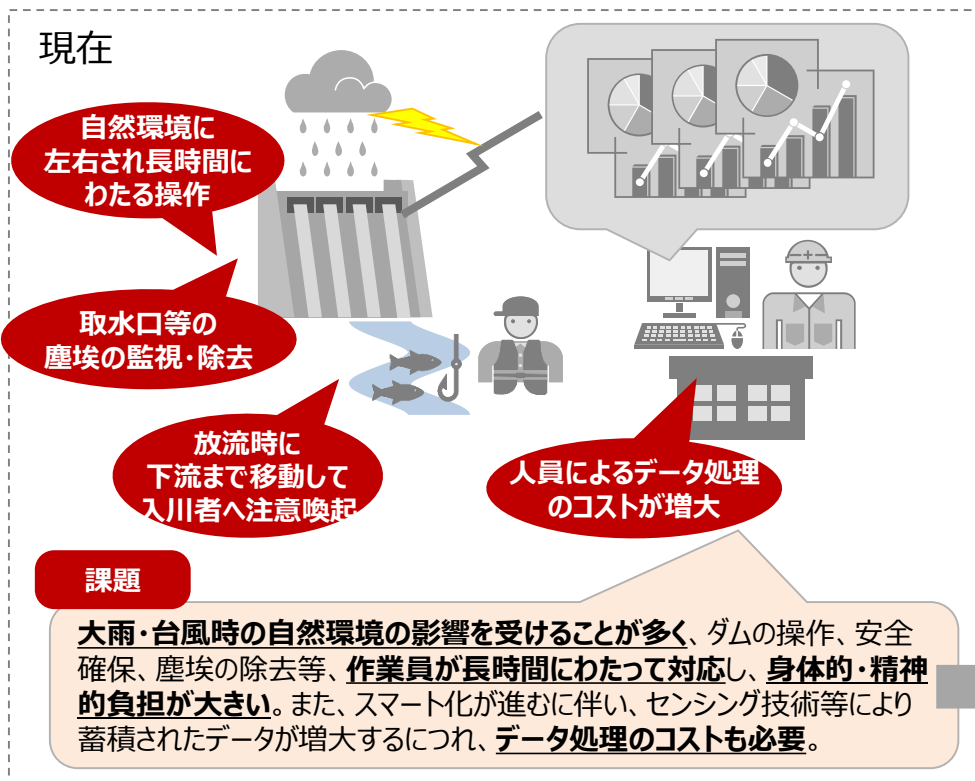


効果

- これまでの巡視点検よりも高頻度に計測・分析
- 異常の予兆検出や早期発見。
- 作業時間の効率化
- データに基づいた統一的な保安。

3-5. 水力発電分野における技術②AI活用による保安活動の判断支援

- 大雨・台風時の自然環境の影響を受けることがあり、ダムの操作や安全確保等、長時間の作業に係る負担が大きい。また、スマート化が進むに伴いデータ処理のコストも必要。
- AIによる流入量予測などの操作支援により、作業員の負担軽減。画像データからの塵埃検出及び情報配信により、取水障害等の防止及び必要時のみの出勤など業務効率化。
- ビッグデータ処理やAI技術の開発が必要。



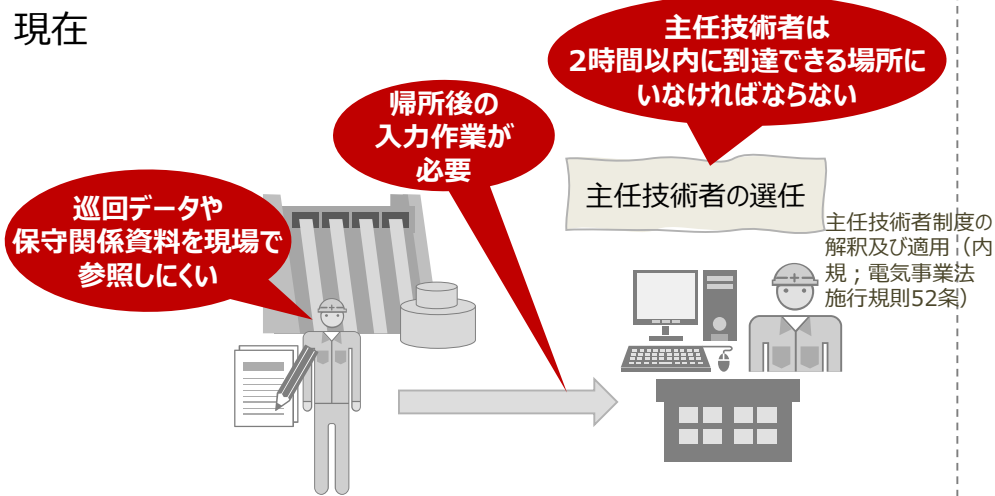
【その他の課題】

ドローンの目視外飛行の許可には時間がかかり、機動的な巡視・点検に活用できないことが課題。

3-5. 水力発電分野における技術③デジタル端末の活用による現場作業高度化

- 巡視・点検においては、巡回データや各種資料の確認を紙で行うことは非効率であり、帰所後の机上作業も存在。
- ウェアラブル端末により、リアルタイムに遠隔からの指示、監視が可能になることで、状況把握、異常時の早期対応が可能。タブレットにより、現場での関係資料の確認や、巡視・点検データの入出力により帰所後の机上業務が削減。
- デジタル端末による遠隔化に伴い、緊急時対応等の課題を解決した上でダム水路主任技術者の要件を適正化できる可能性がある。一方、遠隔化にはデータの通信技術が必要となるが、発電所の多くが山間部であることから、通信インフラが整備されていない場所が存在。

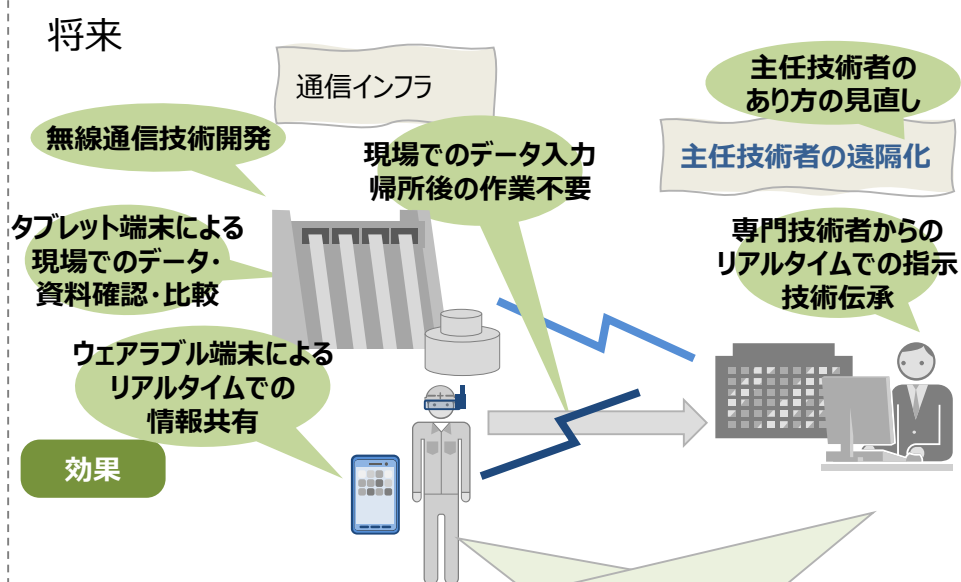
現在



課題

水力発電所は山間僻地にある場合もあることから、**移動時間のコストが大きく、人材不足の中で、巡視点検において、保安レベルを維持しつつもマンパワーの合理化が必要**。前回までの巡視・点検結果や障害履歴、各種図面等の保守関係資料の確認を紙で行うことは非効率。また、帰所後に報告内容を改めてパソコンに入力するなどの作業が存在。また、ある程度の遠隔監視は導入しているが、**主任技術者は2時間で到達できる場所にいなければならない**。

将来



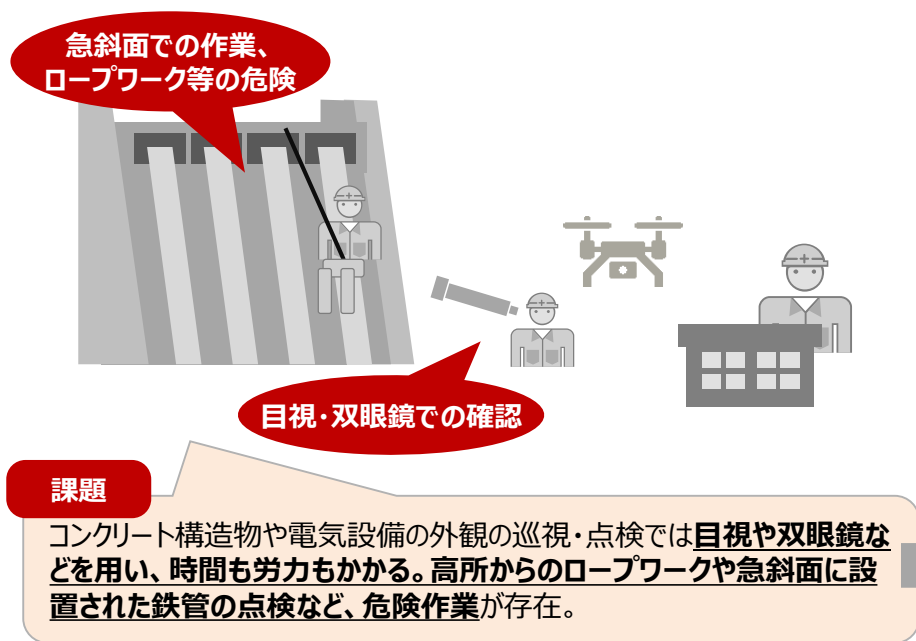
効果

- 遠隔の技術者からの操作指示、監視。各種対応の省人化。
- 異常の早期発見・対応。
- メーカー等との意思疎通の円滑化により、工期・工事関連人員の削減。
- 現場で巡回データや保守関係資料の確認。
- 数値データの入出力、比較、報告書の作成。
- 帰所後の机上業務の削減。

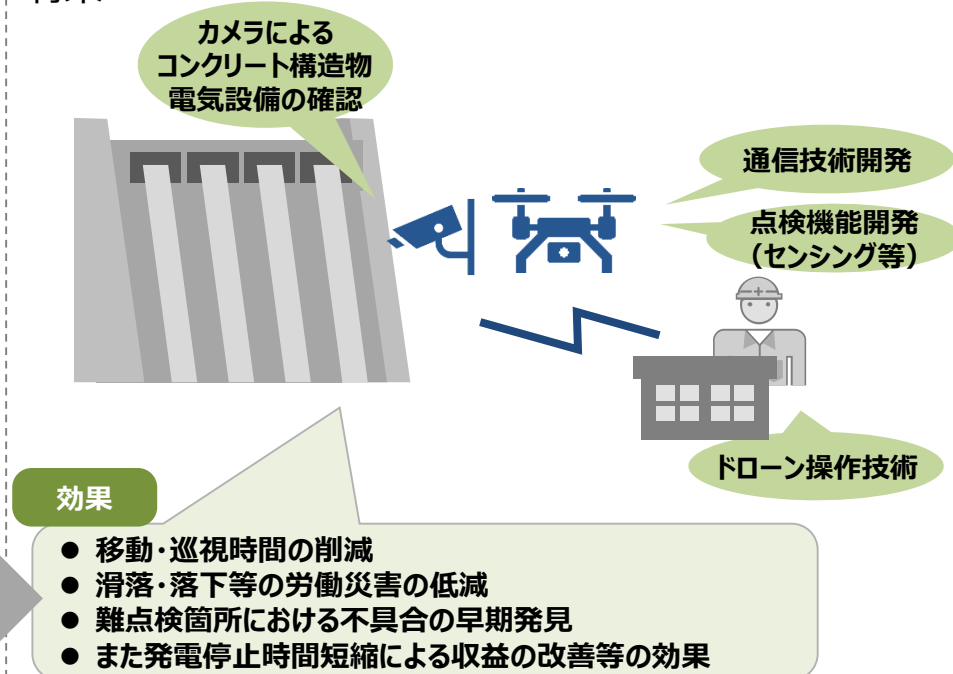
3-5. 水力発電分野における技術④点検におけるドローン活用

- コンクリート構造物や電気設備の巡視・点検では目視や双眼鏡、ロープワーク等が用いられ、時間及び労力のコスト、急斜面等での危険作業が存在。
- 各設備の劣化状況をドローンで撮影することにより、移動・巡視時間の削減、滑落・落下等の労働災害の低減、難点検箇所における不具合の早期発見、足場の設置が不要になるため工事コストの削減、また、発電停止時間短縮による収益の改善等の効果。
- ドローン技術の開発・実証、ドローン操作技術の習得が課題。

現在



将来



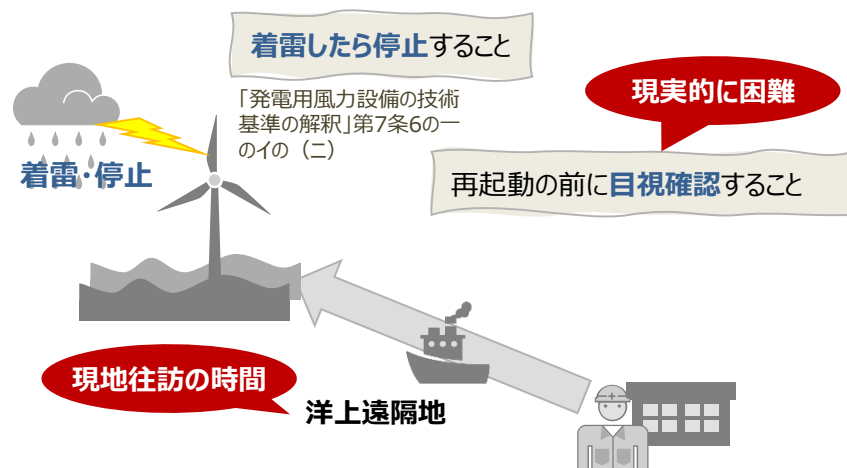
【その他の課題】

ドローンの飛行許可や、道路、河川の使用許可には時間がかかり、災害時等に迅速な飛行が行えないことが課題。

3-6. 風力発電分野における技術①洋上風力での遠隔異常確認技術

- 日本のエネルギー政策において洋上風力の活用拡大は喫緊の課題である一方、遠隔地の洋上風力では、現地往訪が容易ではなく（往復時間、荒天時）、従来の陸上風力と同様の保守作業には事実上困難も多い。
- SCADA及びAI等の最新の分析技術を活用して遠隔からの異常有無の確認を行うことで、現地往訪することなく着雷時等における実態的な安全性確認ができれば、遠隔での再起動が可能。
- 現状では、一般的に再起動時の目視確認が求められており、洋上風力発電の運転環境を踏まえた再起動のための安全性確認及び検査基準の考え方の整理及び規制要件の見直し等が必要。

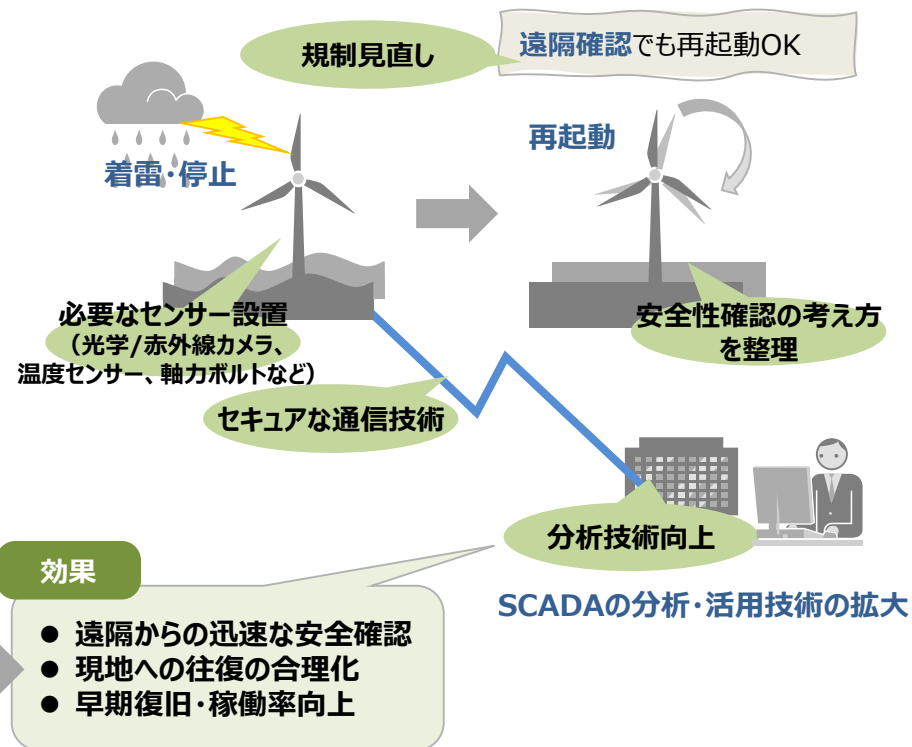
現在



課題

洋上風力は現地を往復するだけで一日がかりで荒天の際には数日間近寄ることも出来ない。落雷で発電停止するたびに再起動のために目視点検が必要とすると、陸上と違って設備近隣住民もいないし、ダウンタイムが徒に長くなるだけではないか。

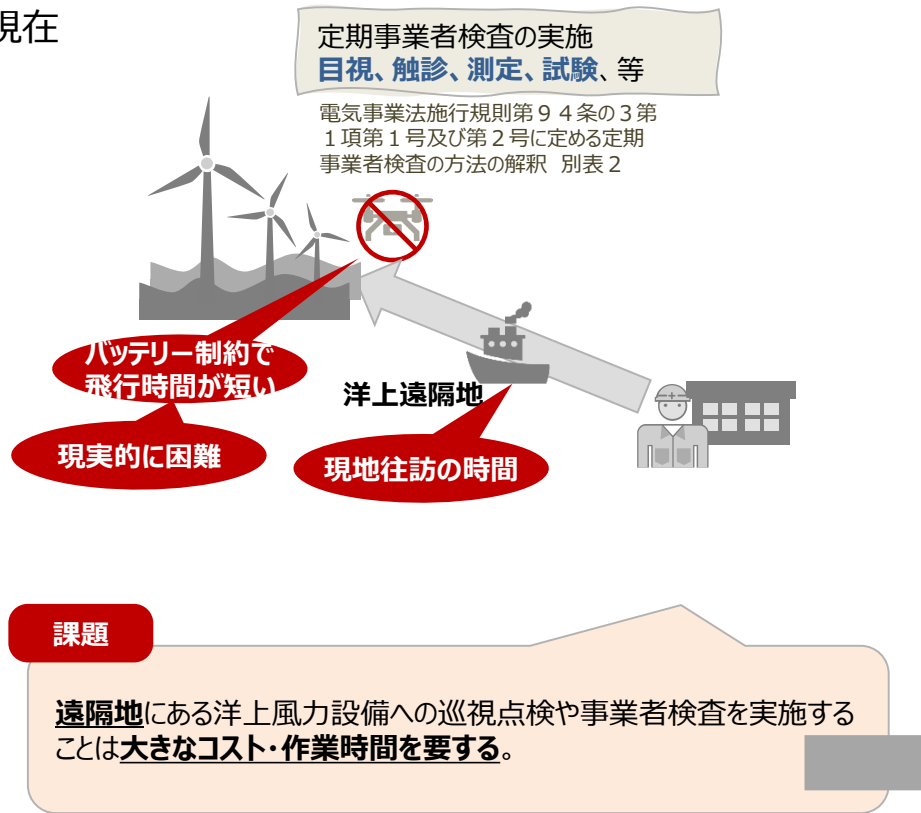
将来



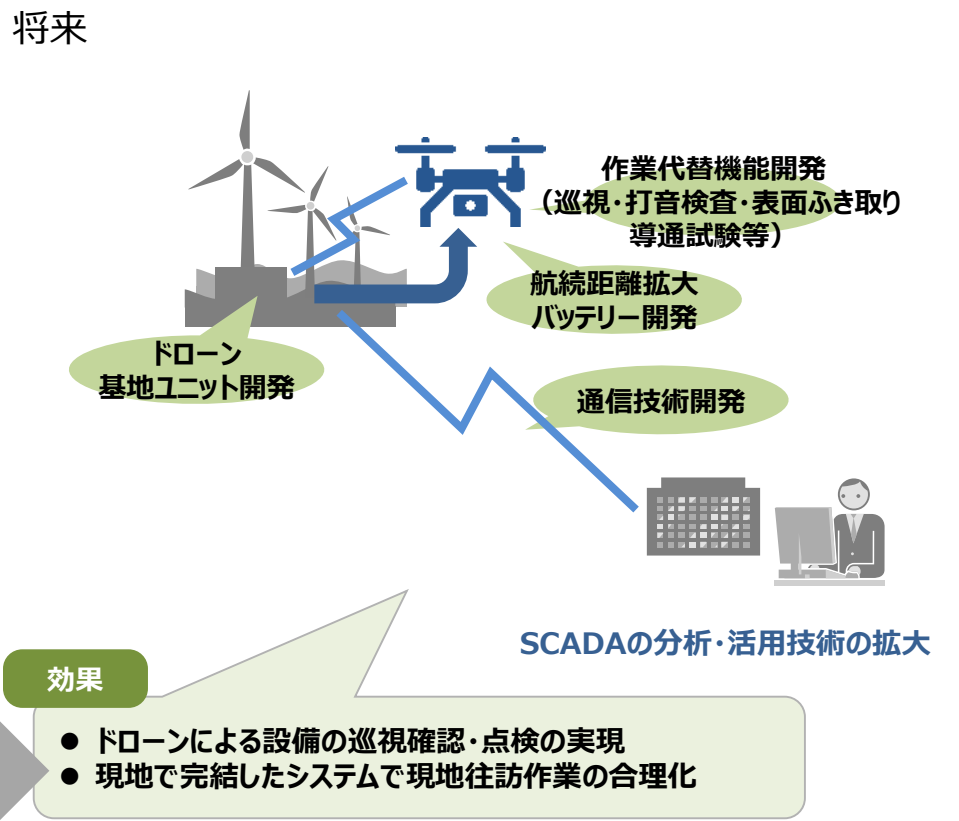
3-6. 風力発電分野における技術②洋上風力でのドローン巡視点検技術

- 日本のエネルギー政策において洋上風力の活用拡大は喫緊の課題である一方、遠隔地の洋上風力では、現地往訪が容易ではなく（往復時間、荒天時）、従来の陸上風力と同様の保守作業には事実上困難も多い。
- ドローンやROV（水中ドローン）技術を活用することにより、遠隔洋上風力発電設備での巡視点検・定期点検を高度化・合理化することが期待される。
- 現状では、ドローン自身の航続距離、自律飛行、点検能力に技術的な課題があるためこれらの技術開発が必要。

現在



将来



【その他の課題】

ドローンの目視外飛行の許可には時間がかかり、機動的な巡視・点検に活用できないことが課題。

3-6. 風力発電分野における技術③ブレード健全性診断技術

- 日本では落雷等を要因とするブレードの折損事故が無くならない一方で、着雷した可能性のあるブレードの健全性確認の方法が基準化されておらず（主観的）、ロープワークによる高所での近接確認は危険を伴い、また精密検査をするためにはブレードを取り外す必要がありダウンタイムの拡大に繋がっている。
- ブレードへの落雷後等に活用可能なブレードの点検・補修ガイドラインは作成を行っているところ。同時にブレードの健全性診断を行うための抜本的により効率的な技術開発（非破壊・非接触検査手法、可搬型検査機器（ドローン搭載可能）の開発等）が期待される。
- 現在のボトルネックは技術開発であり、その後、必要に応じて規制の見直しを検討する必要。

現在

ブレード点検方法

風力発電設備におけるブレードの点検等に関するガイドライン（業界基準）の作成及び規制への取り込み

高所作業は危険

着雷した可能性のあるブレード

目視である限り主観的

黒い部分は、、、落雷痕？汚れ？

課題

目視検査では主観的な判断とならざるを得ず、しっかり検査するためにはブレードを取り外さなければならない。（ダウンタイムが拡大する）

取り外して地上に降ろすコストと時間損失

ブレードを取り外して地上設備にて精密診断

将来

着雷した可能性のあるブレード

ドローンによる検査技術開発

遠距離からの観測検査（音響、光学、電磁波）技術開発

小型ロボットによる検査技術開発

効率的な診断技術の開発（出来るだけブレードを取り外さず／可能であれば発電しながらに診断する技術の開発）

効果

- ブレードを取り外すこと（ダウンタイムの拡大）なく落雷の影響を確認可能
- 客観性のある影響判断
- 危険を伴う高所作業の削減

技術実証を経て規制の見直し

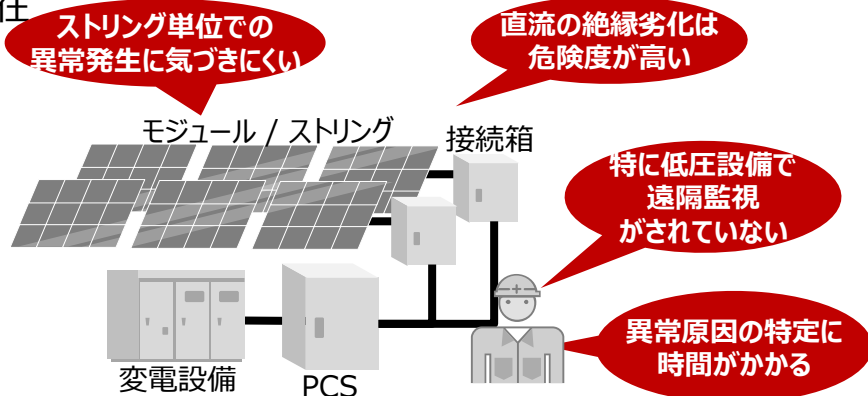
ブレード点検方法

風力発電設備におけるブレードの点検等に関するガイドライン（業界基準）の見直し及び規制への取り込み

3-7. 太陽電池発電分野における技術①遠隔常時監視の普及

- 太陽電池発電の主力電源化に向けて、設備異常の早期発見による稼働率の向上、設備異常箇所の事前把握による現場復旧作業の迅速化、災害後の迅速な健全性把握などが課題である。
- 太陽電池発電分野において遠隔常時監視技術を広く普及（低圧設備での遠隔監視の普及拡大、高圧・特高設備での高度な監視技術の導入）させることで、保安力と稼働率の向上が可能となる。
- 太陽電池発電事業者に対して遠隔常時監視技術の導入意義を明確化することが必要。

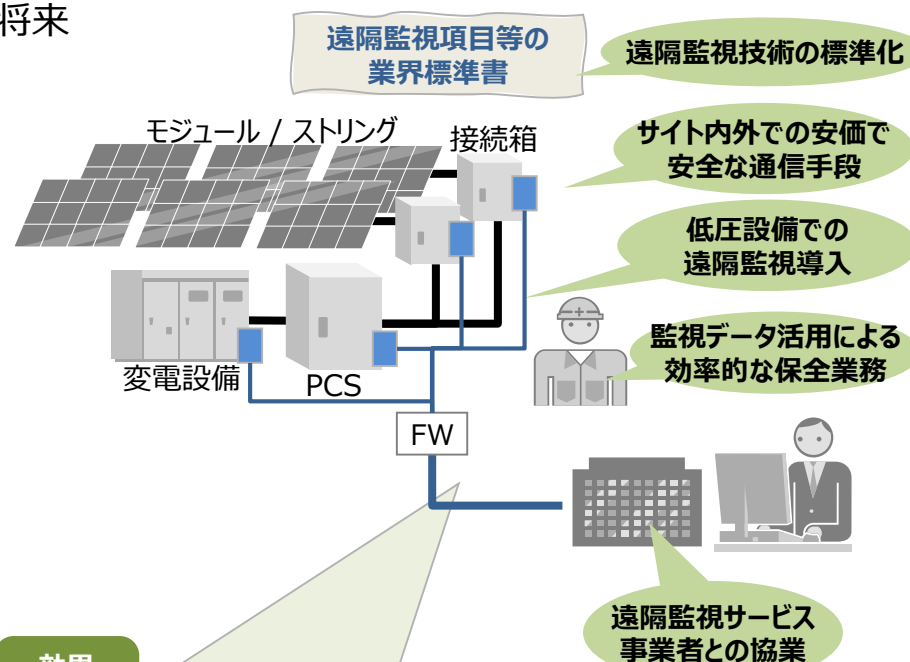
現在



課題

電力の安定供給のための設備の保全、異常発生時の迅速復旧には遠隔常時監視が有効。一方で、低圧設備（～50kW）では普及率が低く、高圧（50kW～2MW）、特高設備（2MW～）でも、ストリング監視やPCS間の出力相対比較、直流絶縁監視等の高度な監視の適用余地がある。

将来



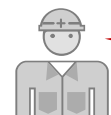
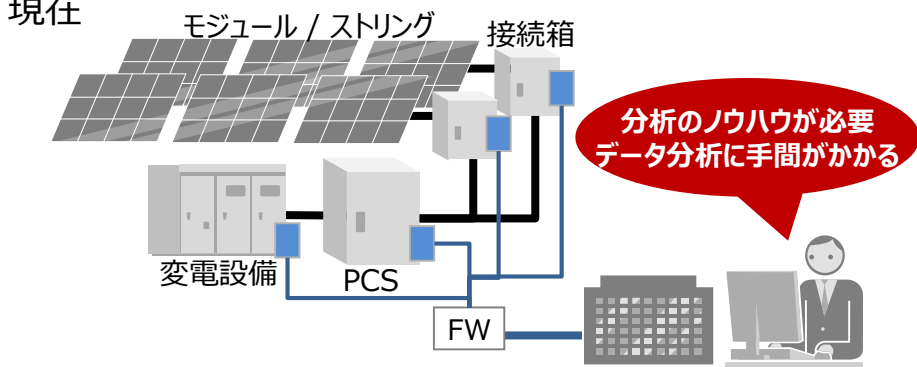
効果

- 高度な監視技術の適用（発電量と日射量の比較・ストリング監視・PCS間の出力比較・直流絶縁監視等）による設備異常の早期発見、稼働率の向上

3-7. 太陽電池発電分野における技術②データ分析による保安高度化

- 太陽電池発電の主力電源化に向けて設備異常の早期発見による稼働率の向上が重要となるが、現在は遠隔常時監視技術が導入されている発電所においても取得したデータの活用が十分になされていないという課題がある。
- データの活用によって、各種の統計分析やAIによる異常予兆検知などが技術的には一定程度可能となっている。

現在

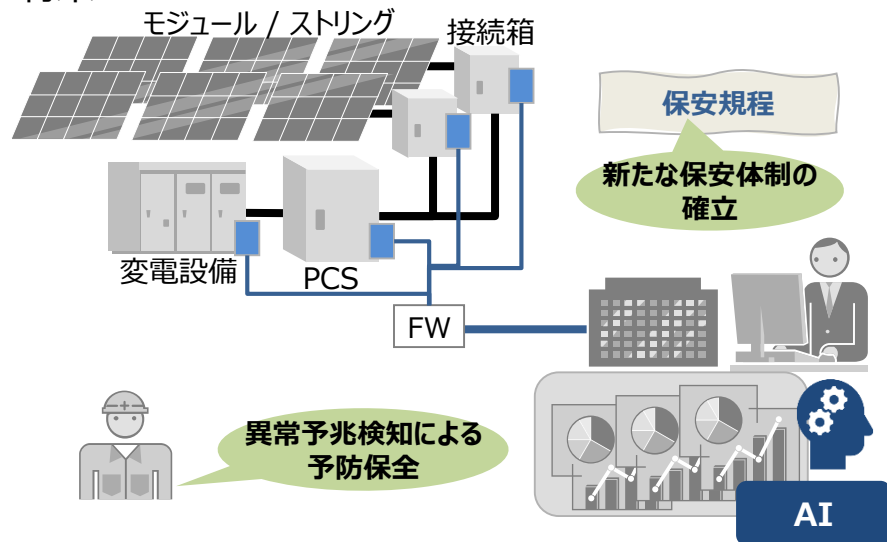


異常発生初期段階での見落としの懸念

課題

閾値管理の場合、異常発生を初期段階で捉えられず、計画外停止の懸念がある。また、時系列データを分析し異常を判断する場合、分析のノウハウが必要であり、手間もかかる。

将来



異常予兆検知による
予防保全

AI

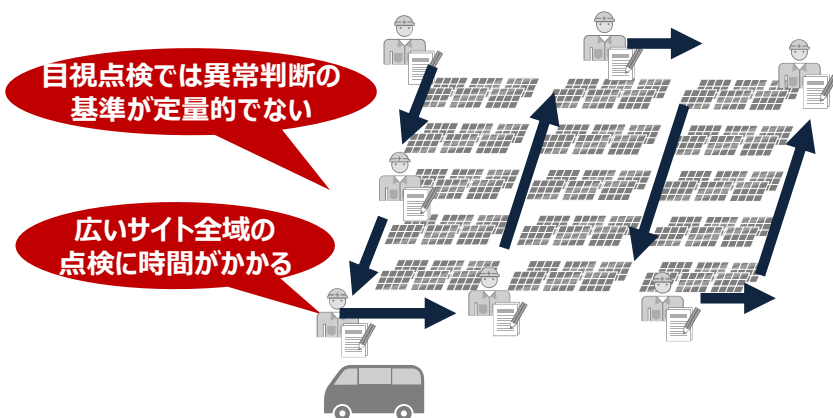
効果

- 遠隔監視を活用した設備健全性確認
- AIによる異常の自動検知、予兆段階での検知
- 技術と人間の点検を組み合わせた将来的な保安体制

3-7. 太陽電池発電分野における技術③巡視・点検でのドローン・ロボットの活用

- 太陽電池発電所ではモジュール等の設備が広域に設置されるため、現場での点検業務に時間がかかり負荷が大きく、また自然災害発生後の復旧においても、現場確認をより迅速に行う必要がある。
- 保安水準を維持・向上しつつ、現場での点検業務を高度化できるドローン・ロボットの活用が期待される。

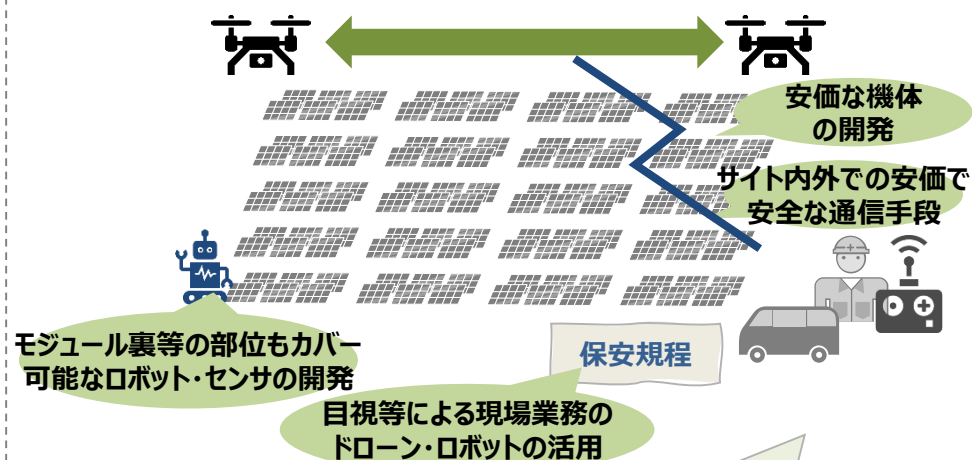
現在



課題

月次点検では現場のモジュールや接続箱等を目視によって確認するが、これらは広域に設置されており作業員の負荷が大きい。また、台風や落雷の発生後の現場確認にも時間がかかる。

将来



効果

- 自律飛行によるデータ取得・伝送で短時間で広範囲の保安管理が実現。
- 台風や落雷後の現場確認の迅速化。
- 特定の項目については、通常画像・熱画像撮影等によるセンシングで目視よりも高精度かつ定量的に異常を判断可能。

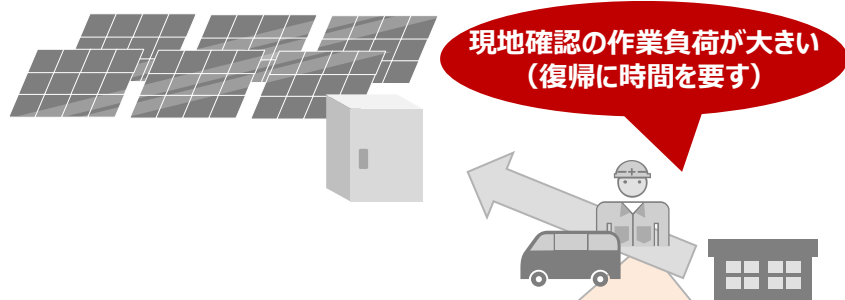
【その他の課題】

ドローンの目視外飛行の許可には時間がかかり、災害等の緊急時に機動的な巡視・点検に活用できないことが課題。

3-7. 太陽電池発電分野における技術④PCS遠隔復帰の普及

- 太陽電池発電の主力電源化に向けて稼働率の向上が重要となるが、トラブル等停止時の並列復帰動作で必要となる手続きは系統側の電気事業者によって異なる基準となっており、遠隔でのPCSの復帰操作が許可されていない地域も多い。
- 遠隔でのPCSの復帰操作については技術的には可能な状況となっており、一部地域では導入されている。
- 遠隔でのPCSの復帰操作について、遠隔での停止原因の特定方法を含め、条件等を整理することで技術の社会普及を促進する。

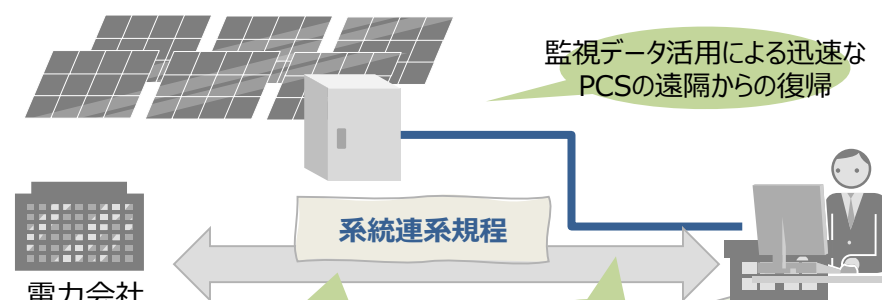
現在



課題

系統側の停電等に伴ってPCSが停止しそれを復旧しようとする際、**多くの場合で現地確認が必要となり**作業負荷が大きい。今後太陽電池の普及が進んだ際には、現地確認のための人員の確保が難しく迅速な復旧が妨げられる可能性がある。遠隔監視データから健全性等を確認し遠隔操作によって並列復帰動作ができるとよい。

将来



効果

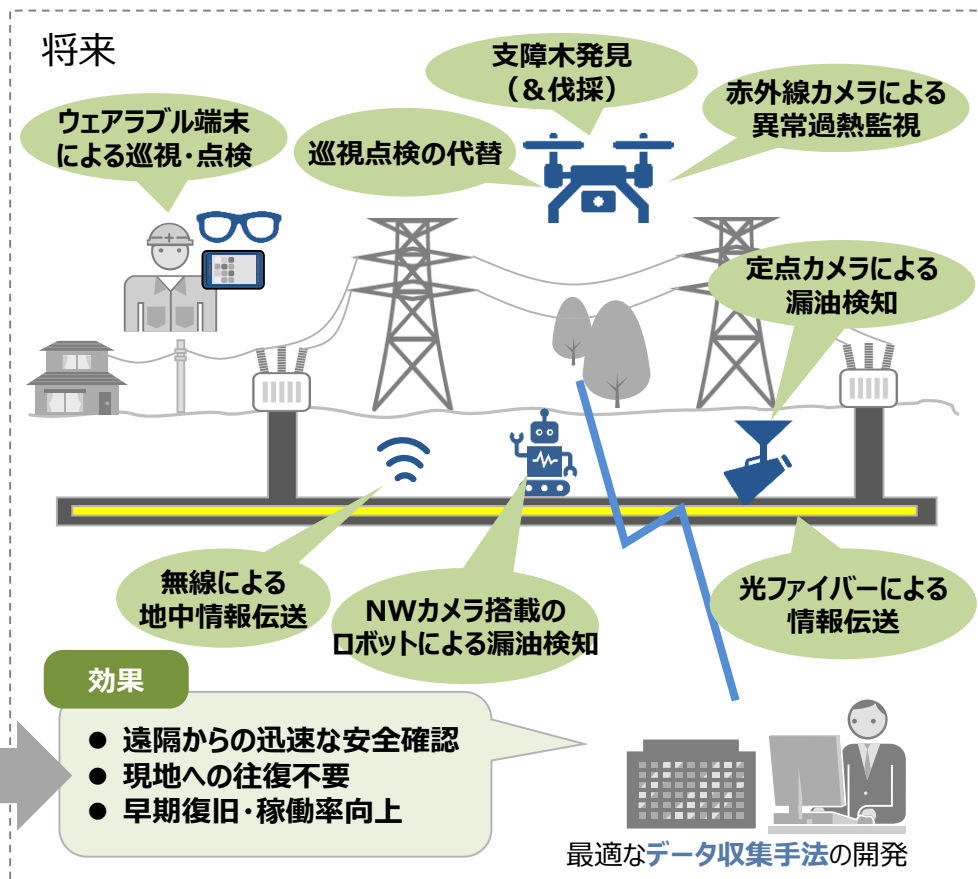
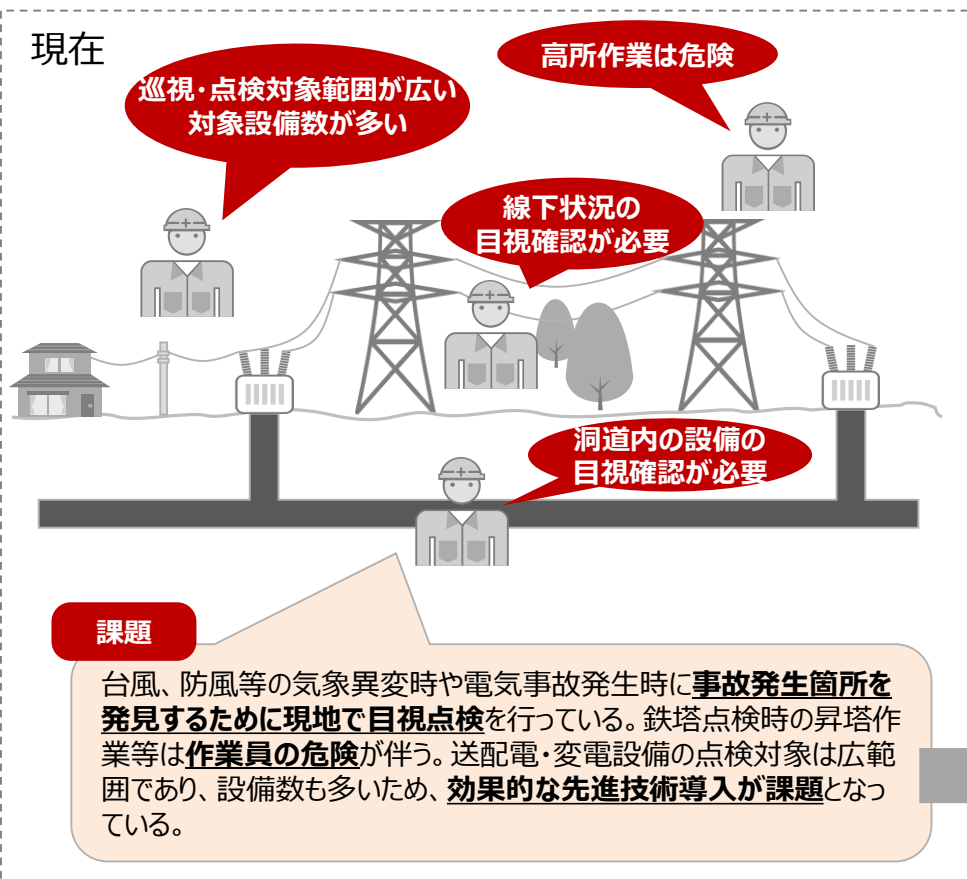
遠隔でのPCS復旧手法の標準化

電力会社との申し合わせを調整

- PCS停止時の迅速な自動復帰が可能

3-8. 送配電・変電分野における技術①遠隔監視による巡視・点検等の効率化

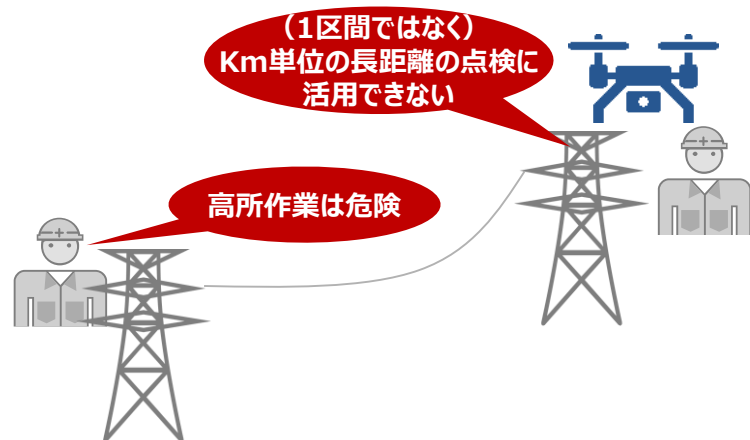
- 山岳地帯、高所、地中等での送配電・変電設備の巡視・点検には危険が伴う。また、巡視・点検対象の範囲が広く、設備数も多いため作業員の負荷が大きい。
- 変電所におけるセンサー・ネットワークカメラの増設、ロボット・ドローンの活用、ウェアラブル機器を用いた巡視・点検、センシングデータの遠隔伝送等により、事故・故障発生箇所を迅速に特定することが可能となる。
- 設備数が多いため、センサー増設だけではセンサー管理作業が新たに発生することとなり効率化に繋がらない。効率的・効果的な新技術の導入が求められている。



3-8. 送配電・変電分野における技術②巡視・点検におけるドローン技術活用

- 山岳地帯、高所、地中等での送配電・変電設備の巡視・点検には危険が伴う。また、巡視・点検対象の範囲が広く、設備数も多いため作業員の負荷が大きい。
- ドローン技術を活用することにより、送配電・変電設備での巡視点検・定期点検の一部を代替することが期待される。
- 現状では、ドローン自身の航続距離、自律飛行、点検能力に技術的な課題があるためこれらの技術開発が必要となる。

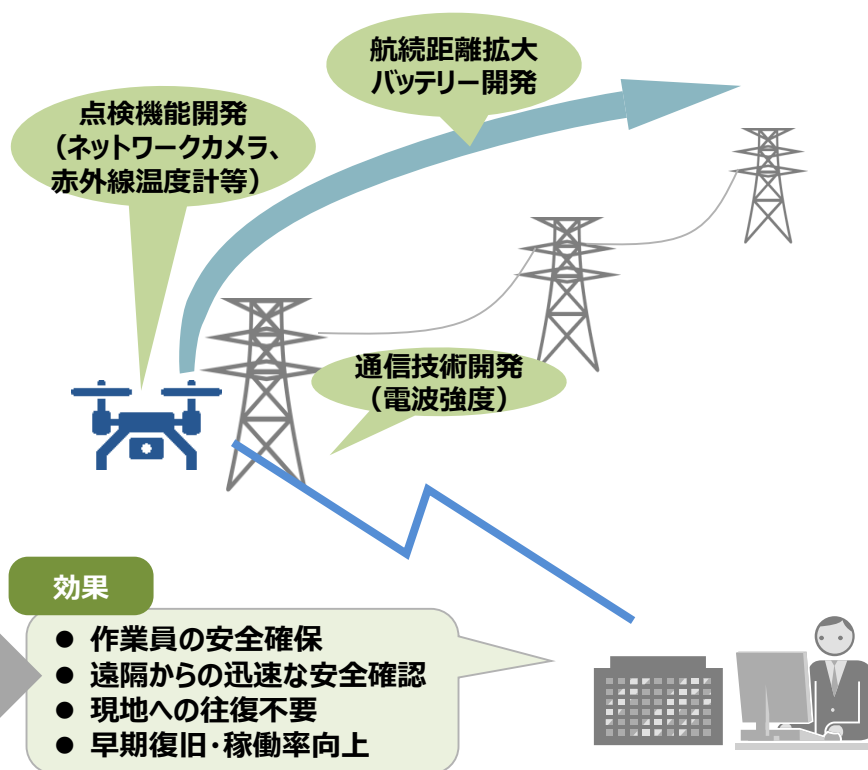
現在



課題

台風、暴風等の気象異変時や電気事故発生時に**事故発生箇所を発見するために現地で目視点検**を行っている。鉄塔点検時の昇塔作業等は**作業員の危険**が伴う。ドローン利用を部分的に開始しているが、**航続距離が短い**ことや、**目視外飛行が制限されている**ことなどから活用拡大には課題がある。

将来



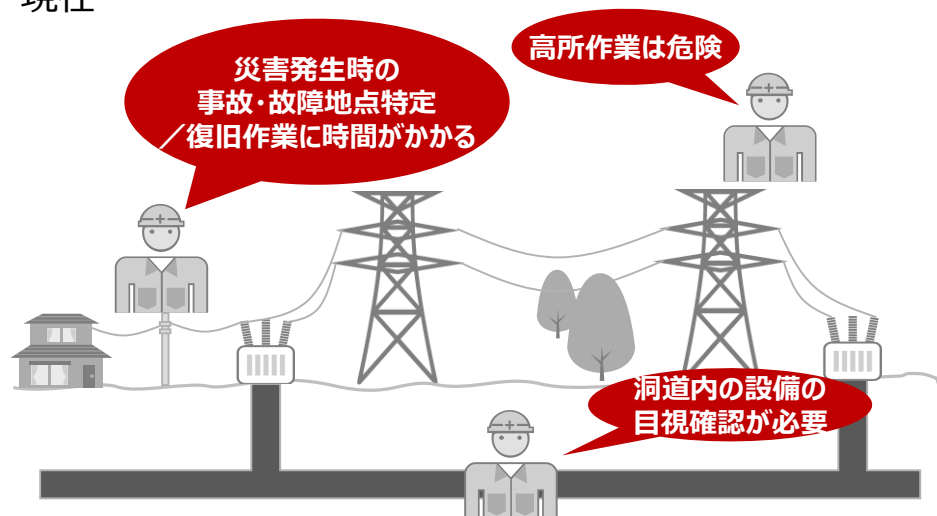
【その他の課題】

ドローンの目視外飛行の許可には時間がかかり、機動的な巡視・点検に活用できないことが課題。

3-8. 送配電・変電分野における技術③AI等活用による故障予兆把握・災害対応

- 定期的に巡視・点検により設備機器の保守・点検を実施しているが、設備設置範囲が広く、設備数が多い。また、自然災害時には、現場に向かうことが困難な状況となり事故発生箇所の特定や状況把握に時間を要することが多い。
- **AI・ビッグデータを活用**することにより、**余寿命予測の精度が向上**すれば、**巡視・点検、設備機器保守が最適化**される。**災害発生時には衛星画像を利用**することで早急な事故・故障対応が可能となる。
- センサー・カメラ設置は必須であるが、設備機器の対象が広範囲であるため、分析・予測技術の開発と合わせて、**最適なデータ収集手法の開発**が求められる。**衛星画像等の災害時に利用可能なデータ**について低コストで利用可能な**データ共有の仕組み**が求められている。

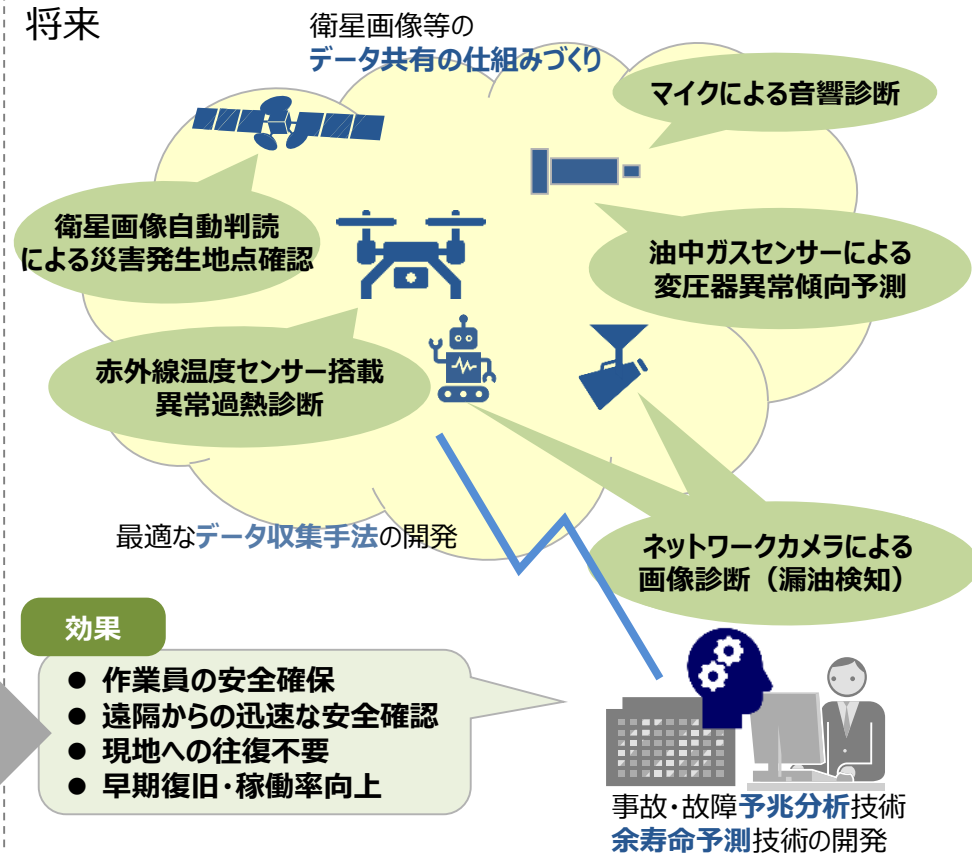
現在



課題

定期的に巡視・点検により設備機器の保守・点検を実施しているが、**設備設置範囲が広く、設備数が多い**。また、**自然災害時には、現場に向かうことが困難な状況となり事故発生箇所の特定や状況把握に時間を要する**。

将来



効果

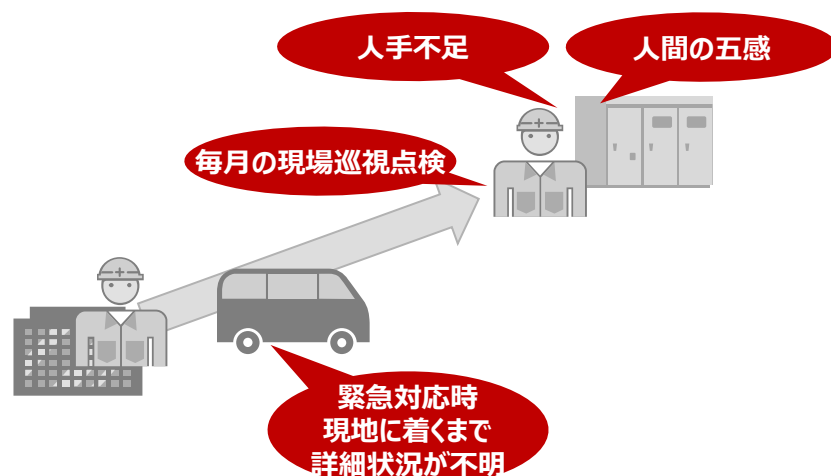
- 作業員の安全確保
- 遠隔からの迅速な安全確認
- 現地への往復不要
- 早期復旧・稼働率向上

事故・故障予兆分析技術
余寿命予測技術の開発

3-9. 需要設備分野における技術 遠隔監視技術

- 電気保安人材不足が予測される中、現場巡視点検の効率化が喫緊の課題。
- 遠隔常時監視技術を活用することで、現場巡視点検の遠隔代替や作業の合理化及び異常予兆検知による事故の低減が期待される。
- 外部委託承認制度においては点検方法等が規定されているため、現場巡視点検の遠隔代替には制度の見直しが必要。そのためには、新しい遠隔監視技術の人間による巡視点検作業の代替可能性について第三者評価などが必要。

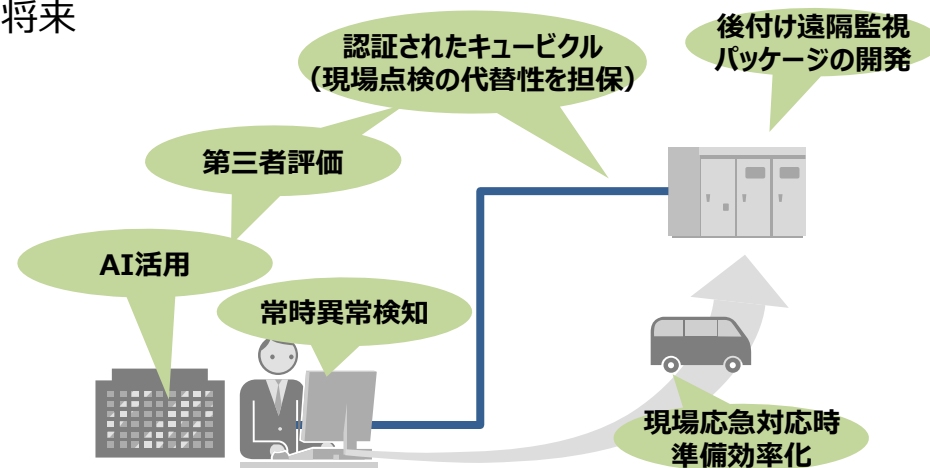
現在



課題

- 巡視点検のために現場往訪が必要（人材不足）
- 駆けつけ対応時は現地に着くまで詳細状況が不明

将来



効果

- 点検作業の合理化・省力化
- 遠隔地で現場の状況を集中監視し、駆けつけ対応時は現場に着くまでに状況把握

電気保安分野におけるアクションプラン(案)

4. 新技術の実用化・市場形成に必要な取り組み

4-1. 新技術の実用化・市場形成に必要な官の取り組み

- 保安の高度化、合理化を進めていくために、技術の導入に当たって必要な官の取組は以下の通り。

1. 規制の見直し

- 新技術の導入のため、各種規制や制度について、保安力の維持を確認した上で合理的な見直しを機動的に進めていく。

2. 技術実証

- 引き続き民間における産業インフラの遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安の技術実証を支援していく。

3. ガイドライン・事例集の策定

- これまでのスマート保安実証事業の成果等も踏まえつつ、ICT等を活用した遠隔保守を導入する際に参考となるガイドライン・事例集を策定し、横展開を行う。

4. 表彰制度

- インフラメンテナンス大賞など、電気分野のメンテナンスにおける優れた取組や技術開発を行う事業者を表彰し、ベストプラクティスとして広く紹介。

4-2. スマート化に対応する規制のあり方（概要）

- 規制の総点検を踏まえ、電気事業者・再エネ関係事業者、その他保安関係事業者等に対し、アンケート・ヒアリング等を実施し、スマート保安を推進するための規制面での対応を整理。

発電分野共通

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
電気事業法第42条 電気事業法 施行規則第50条 (保安規程)	<ul style="list-style-type: none"> ・保安業務に係る組織・体制 ・巡視点検 	保安確保の手段に関する記載の緩和（保安規程の記載事項における巡視、点検という記載） 自家用発電設備に対する点検頻度の緩和（平成15年経済産業省告示第249号）

火力

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
電気事業法 施行規則第52条	<ul style="list-style-type: none"> ・保安業務に係る組織・体制（主任技術者） 	スマート保安技術によるデジタル化・オンライン化に伴う、ボイラー・タービン主任技術者の適正配置
電気事業法 施行規則第94条	<ul style="list-style-type: none"> ・定期事業者検査 	定期事業者検査の実施方法として外観点検が求められている点について、スマート保安技術を活用した方法の自由度を確保した規制への見直し 高度な保安管理ができる事業者に対し、定期事業者検査を行う時期の自由度を確保した規制
電技省令第46条 電技解釈第47条	<ul style="list-style-type: none"> ・運転監視・制御、巡視点検 ・保安に関する文書・記録の管理 	現場機器の状態や現場作業を遠隔操作可能とすることで、現場への指示が正確に伝わることにより、常時監視・制御の遠隔化及び現場巡視の削減を可能とする規制の見直し
使用前・定期安全管理審査実施要領（内規）	<ul style="list-style-type: none"> ・巡視点検 	安全管理審査のインセンティブ関連項目として巡視点検方法及び頻度が定められている点について、スマート保安によるデジタル化・オンライン化に伴う巡視点検の方法及び頻度の自由度を確保

4-2. スマート化に対応する規制のあり方（概要）

水力

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
主任技術者制度の解釈及び運用（内規；電気事業法施行規則52条）	・主任技術者の保安監督業務	デジタル端末による遠隔化に伴い、緊急時対応等の課題を解決した上でダム水路主任技術者の適正配置

風力

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
電技省令15条の2（「電力制御システムセキュリティガイドライン」）	・保安活動全般	インターネットを活用したオンライン技術を前提としたシステムセキュリティのあり方の見直し
電気事業法施行規則第94条の3第1項第1号及び第2号に定める定期事業者検査の方法の解釈	・定期事業者検査 ・巡視点検	ブレード等の設備の検査方法について、スマート保安技術の活用を踏まえた、事業者による検査方法の選択の自由度を確保した規制

送配電・変電

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
電気事業法第48条等	・工事計画	必要書類の提出の電子化

需要設備

スマート保安のボトルネックとなる法令等	主な対象作業	具体的な見直し例
平成15年経済産業省告示第249号第四条	・巡視点検	点検頻度の合理化

4-3. 新技術の実用化・市場形成に必要な民の取り組み

- 保安の高度化、合理化を進めていくために、技術の導入に当たって必要な民の取組は以下の通り。

1. 経営トップのコミットメントとビジョン

- 業界として電気保安の重要性について、明確なビジョンを共有したうえでコミットメントを表明する。

2. 技術実証

- スマート保安技術の活用による保安管理の省力化と保安水準の維持・向上の両立性を技術実証によって明確化する。

(スマート保安プロモーション委員会におけるデータ協力等にも貢献)

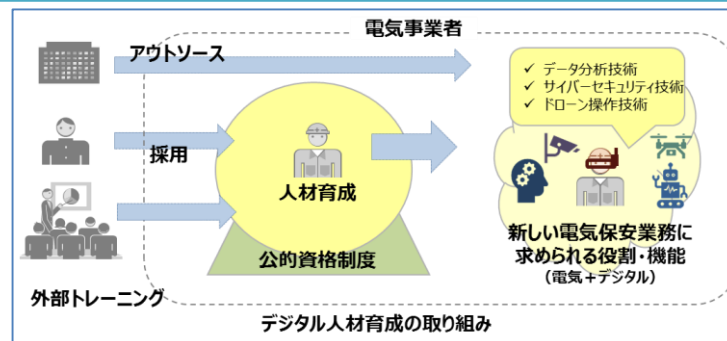
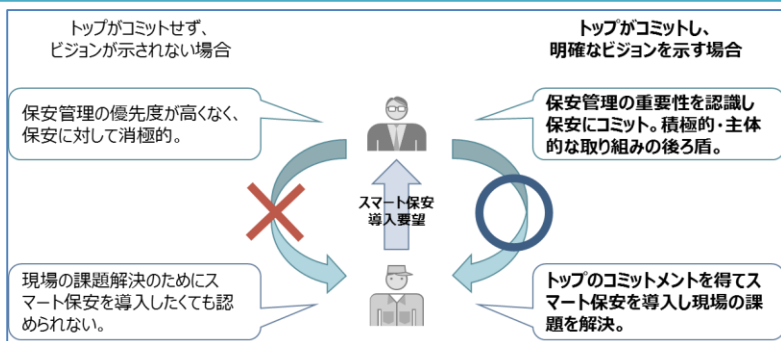
- 実証事業などによって得られたノウハウ・データについては可能な限り業界で共有し、業界全体でのスマート技術の向上を目指す。

3. 人材育成

- 新しい電気保安の姿に基づいた、新しい電気保安体制・業務(スキル・役割・責任分担の再設計)を整理。新しい電気保安業務に求められる技術の価値を可視化・共有し、新しい価値に相応の対価を示すことで業界全体の魅力・入職率アップに資する。

4. サイバーセキュリティ

- スマート保安における新技術活用促進においては、サイバーセキュリティ確保を考慮しながら進めることが重要なポイント。電力制御システムのセキュリティでは「制御系NWは分離させること」が大原則であり、その前提で保安用の各種システムを構築する必要。



電気保安分野におけるアクションプラン(案)

5. 新技術の妥当性確認の仕組みづくり

5-1. 技術の妥当性確認に必要な論点

- スマート保安に係る新技術（AI、IoT、ロボット、ドローン等）が徐々に導入されているところであるが、新たな保安規制の構築（規制の見直し）にあたっては、技術やその運用の妥当性確認、データの蓄積に課題がある。
- 例えば、以下のデータについて、妥当性を整理する必要があると考えられる。

取得すべき 要素データの 選定（方法）

- ① 業務改善（省人化等）に向け、従来目視等で取得してきたデータは何か
- ② 保安の高度化にあたり、分析に必要となるデータは何か
- ③ ①②で画定したデータの妥当性確認

データ取得の 方法 ※通信環境含む

- ① 画定した「取得すべき要素データ」の取得方法
- ② センサー（数量データ）、ドローン（画像データ）等、データ取得技術の画定
- ③ データ取得技術の妥当性（技術水準）
- ④ 異常発生時の検出・通報機能
- ⑤ その他、通信環境やサイバーセキュリティ等、データ通信に係る基盤整備の有無

データ取得の 分析方法 ※原因特定等

- ① AI等を活用したデータ分析。ベースラインと限界値の画定
- ② （又は）遠隔地での技術者による分析可否

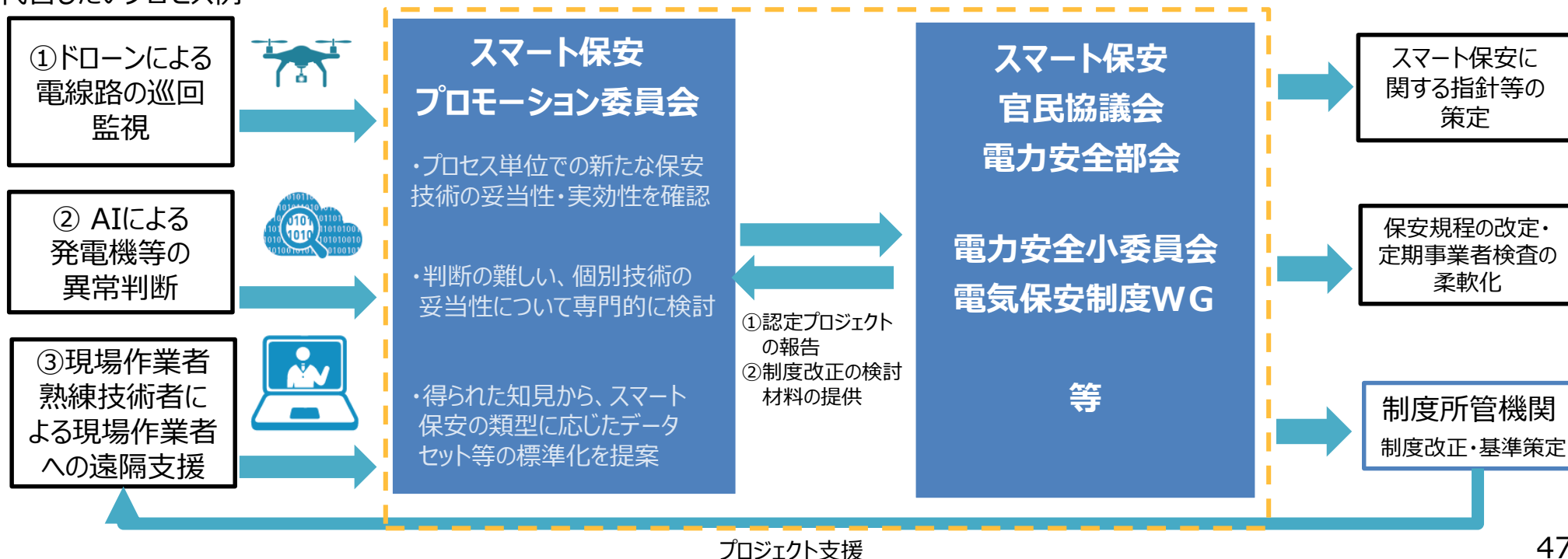
インシデント発生時 の対応方法

- ① 異常検知後の対応フローの画定。設備制御の方法
- ② 発災時における事態対応の方法
- ③ その他、監視・制御システム自体の故障時における対応の方法

5-2. スマート保安プロモーション委員会の設立

- 官民間・業界間でのコミュニケーションツールとして、スマート保安技術やデータを活用した新たな保安方法について、その妥当性を確認する場を設けてはどうか。
- このため、プロモーション委員会を立ち上げ、個別プロセスごとの保安体制の妥当性・実効性を確認するとともに、基準策定や規制見直しを進めてはどうか。
- 具体的には、①必要と思われるデータの画定・取得方法や、②取得したデータに基づく新たな保安技術の妥当性を確認し、③必要に応じて、既存の電力保安関係の委員会と連携し、一定の基準の策定や規制の見直しを図ってはどうか。

代替したいプロセス例



ご議論いただきたいポイント

1. 電気設備ごとの課題認識、2025年時点での絵姿に違和感はないか。
2. 「2. 電気保安の将来像」を実現するために有望な技術は不足はないか。
3. 各技術の導入を進めていくため、導入のボトルネックや、より有効に活用していくための課題の認識は十分か。
 - AIの導入を妨げる法令上のボトルネックはないと認識。今後の課題は技術開発や、より有効に活用していくための合理的な規制の見直しが考えられるが、その他必要な論点はなにか。
 - 遠隔監視制御の導入・高度化により、主任技術者の適正な要件や配備、現場出向頻度を低減できる可能性があるが、必要な論点はなにか。
 - 異常判断の精度の向上により、定期事業者検査の検査時期を事業者が設定できる可能性があるが、必要な論点はなにか。
4. 新技術の導入に当たって必要な取組はなにか。（人材育成等）
 - 民間企業における技術実証や、業界内での取組の共有を進めていくにあたっての課題や必要な論点はなにか。
 - スマート化に係る人材育成については、デジタル人材の採用や、外部講習を受ける等が考えられるが、課題や必要な論点はなにか。
 - サイバーセキュリティに関して、制御系ネットワークは分離させることが原則であるが、そのほかに必要な論点はあるか。
5. 第三者による新技術の妥当性の確認を実施・活用していくために必要な論点はなにか。

スケジュール

- 6月29日 第1回 スマート保安官民協議会
- 7月22日 第1回 電力安全部会
アンケート 8月6日～8月21日（153者）
ヒアリング 7月2日～11月6日（47者）
- 11月18日 第2回 電力安全部会
- 来年2月 第3回 電力安全部会（予定）

	火力	水力	風力	太陽光	送配 変電	合計
アンケート回答者数	12	35	34	39	33	153
ヒアリング者数	9	7	10	8	13※	47