

# 電気保安分野における アクションプランの概要 (案)

# 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

- 電気保安のスマート化の将来像
- メンテナンス及びオペレーションの作業プロセスの変化
- 技術実装の道筋とターゲットイヤー

## 3. 具体的な保安上の課題及び導入が期待される技術

- 電気設備ごとの技術実装の道筋
- 電気設備ごとの保安の将来像と導入が期待される技術

## 4. 新技術の実用化・導入に必要な取組

- アクションプランの実行方針
- 新技術の実用化・導入に必要な官の取組
- 新技術の実用化・導入に必要な民の取組
- 新技術の実用化・導入に必要な取組とフォローアップ

## 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、太陽電池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力の共有は止めることのできない業務であり、そのための保安作業についても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
- 災害の激甚化
- 風力・太陽電池発電設備の設置数・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. スマート保安官民協議会とアクションプランの位置づけ

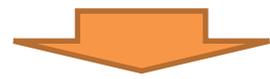
- スマート保安官民協議会で策定された「スマート保安推進のための基本方針」の下、スマート保安に資する新技術の導入や、それを促進する規制・制度の見直しなど、官民によるスマート保安の実践に向けた具体的な「アクションプラン」を策定する。
- 電気保安に係る「アクションプラン」の策定は、スマート保安官民協議会の下に設置される電力安全部会で行う。

## 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

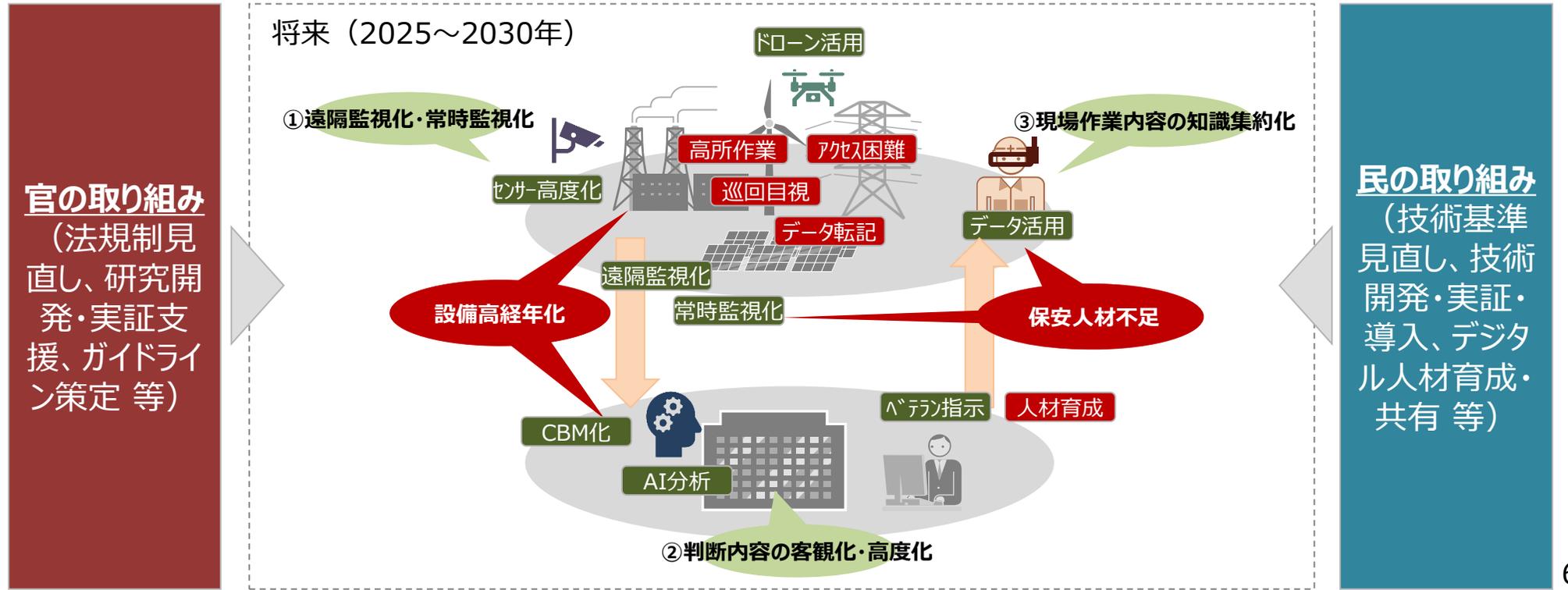
- ◆ IoT/AI等の新技術の実証・導入  
テーマ例
  - ・巡視ドローン・ロボット導入
  - ・IoT/AIによる常時監視、異常の検知・予知
  - ・現場の効率化、人員の代替
- ◆ スマート保安技術を支える人材の育成

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. 電気保安のスマート化の将来像

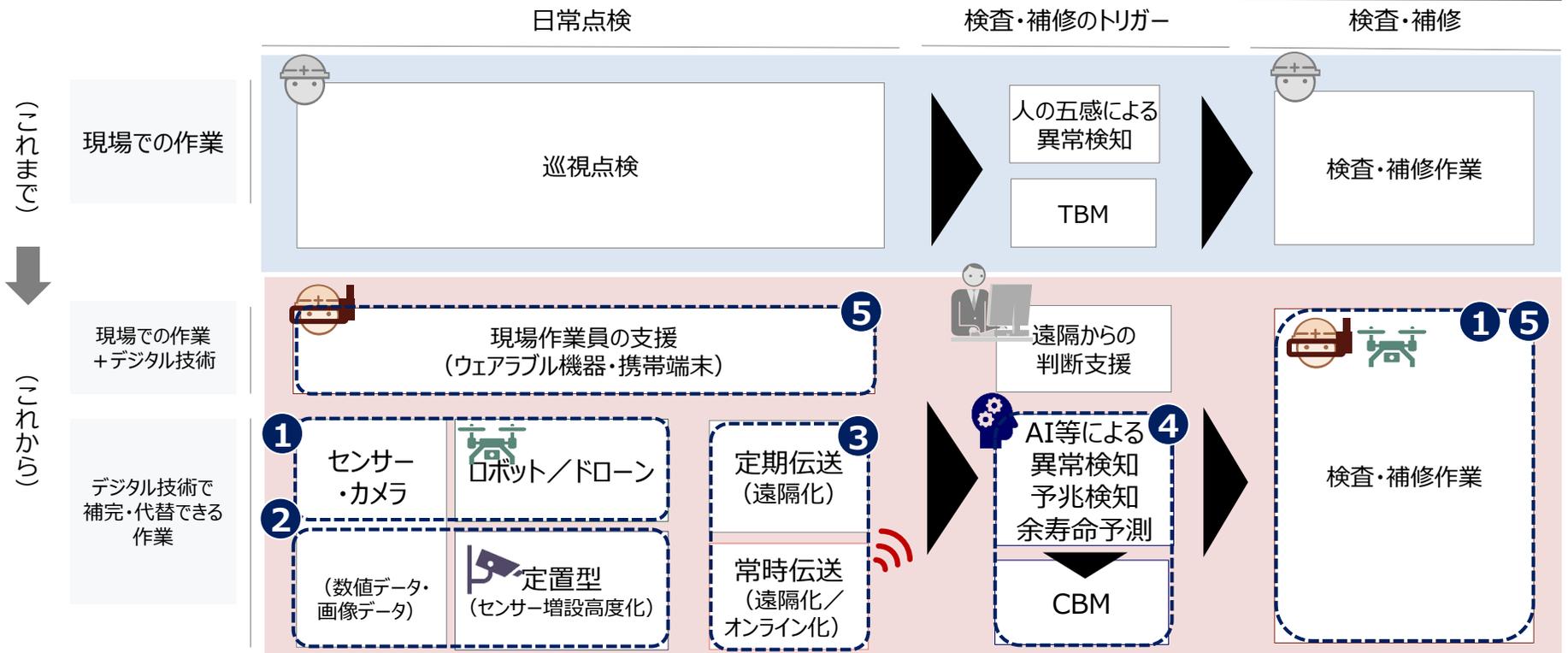
- 従来の保安活動を、以下のような技術で補完・代替。
  - ① 定置センサーの増設やドローン・ロボットによる可搬センサーの現場搬送によって、労働集約的であった現場作業が合理化され、機器による**常時監視化・遠隔監視化**が普及・拡大。
  - ② センサーの高度化・増設によるデジタルデータ化及び、AI活用による処理情報量の拡大と判断精度の向上によって、これまで一部が主観的・暗黙知であった**判断内容が客観化・形式知化**。
  - ③ 各種設備状況データの分析と携行機器の活用によって、**現場作業内容がより知識集約化**。
- 事業者がスマート保安を導入していくことにより、事故の予兆を早期に発見し、電気設備起因の事故の低減を目指す。



# 2-2. メンテナンス及びオペレーションの作業プロセスの変化

- これまで行ってきた保安に係る情報取得、状況判断、制御・補修について、システム化可能な部分のスマート化を推進し、人が行う作業と先端技術を組み合わせる。
- スマート保安として開発・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・カメラ、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。
- 他方、これまでの保安業務についての協力事業者や地元企業との関係も踏まえ、新しい保安の全体像を整理していく必要がある。

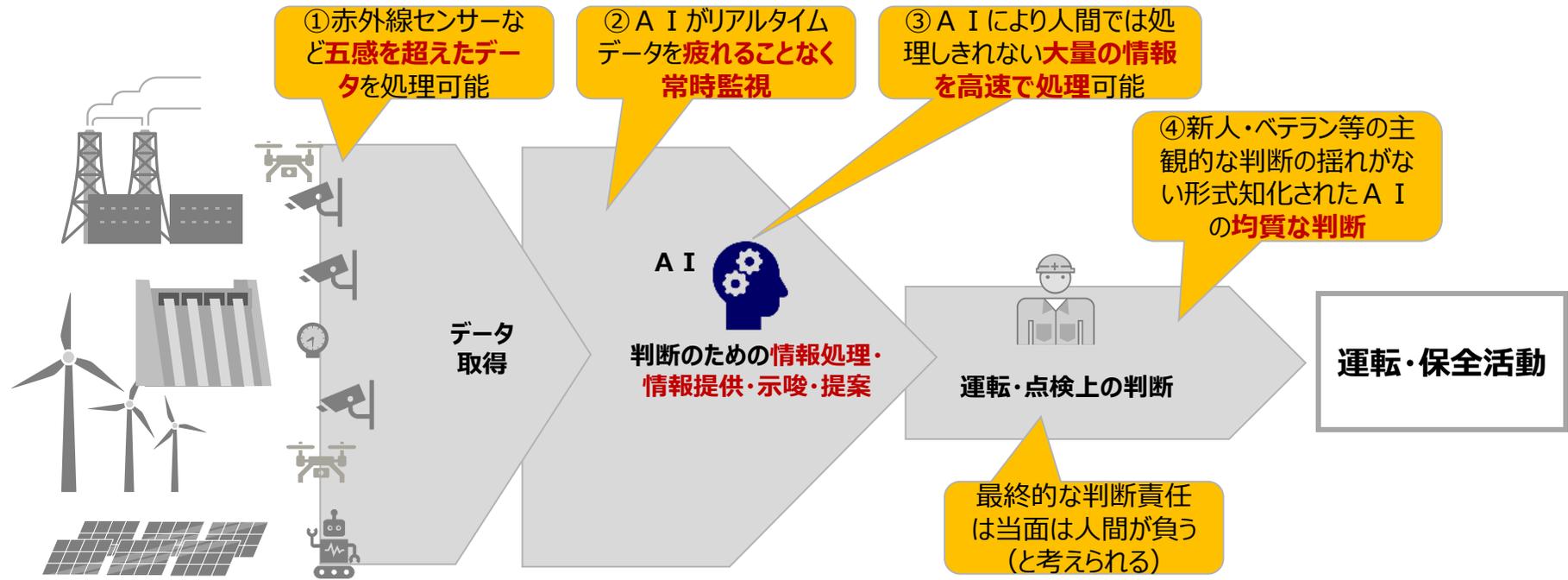
メンテナンス及びオペレーションの作業プロセス



TBM=Time Based Maintenance. 設備の状態に関係なく、定期的にメンテナンスを実施すること。  
 CBM=Condition Based Maintenance. 老朽化や異常検知といった設備の状態を予知し、必要と判断された時にのみメンテナンスを実施すること。

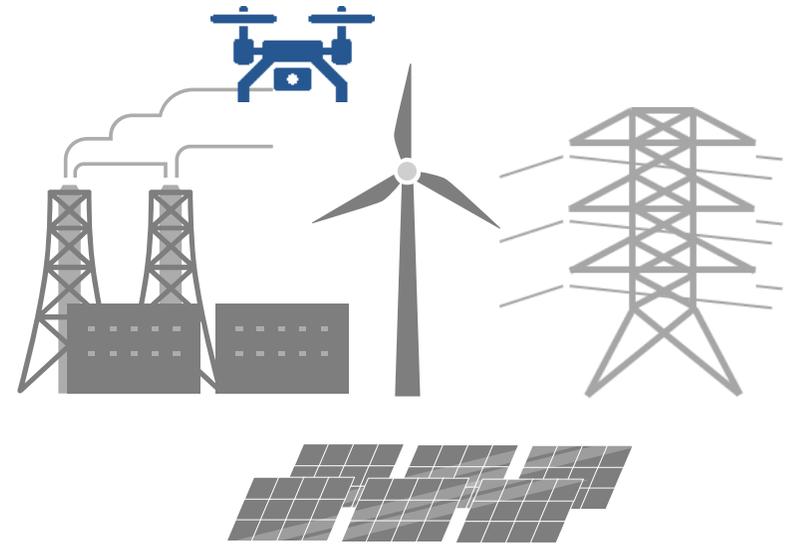
## 2-3-1. 電気保安におけるAI導入のイメージ（2025年）

- 定置センサー・ドローン搭載センサー等により取得・蓄積されるデータが格段に増加、それらビッグデータを活用し、人間を超越した「記憶容量」「処理速度」を備えたAI技術の進展により、保安分野でも人間の判断の判断・補助としてのAIの活用が拡大。
- 具体的には、下記の観点から画像診断や故障予兆検知等の分野で活用が進む。①人間の五感を超えたセンシング情報の活用、②常時監視機能、③処理速度の向上・効率化、④判断における主観的・暗黙知な差異の排除。



## 2-3-2. 電気保安におけるドローン導入のイメージ（2025年）

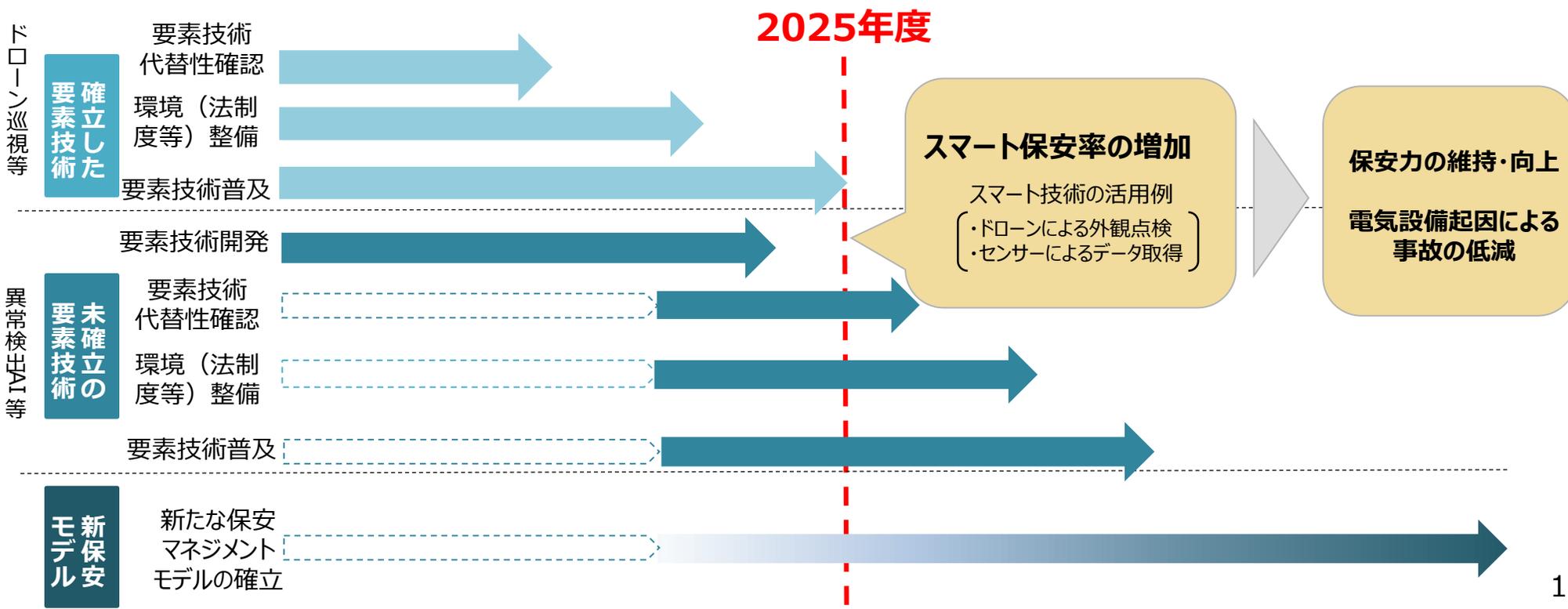
- ドローンによる有人地帯での目視外飛行（レベル4）に向けた取組が進んでいる。
- 特に送配電・風力・太陽電池発電設備の点検に用いる場合、設備の立地の観点、同一条件でのデータ取得の観点から自律飛行によるセンシング（画像取得）が期待される。
- 火力発電設備の点検に用いる場合、防爆規制へ対応したドローンが期待される。
- ドローンでのセンシングによる現場点検の補完性・代替性を確認しながら、自主保安および法定検査に導入されていく可能性がある。



「空の産業革命に向けたロードマップ2020～我が国の社会的課題の解決に貢献するドローンの実現～」

## 2-4-1. 技術実装の道筋とターゲットイヤー

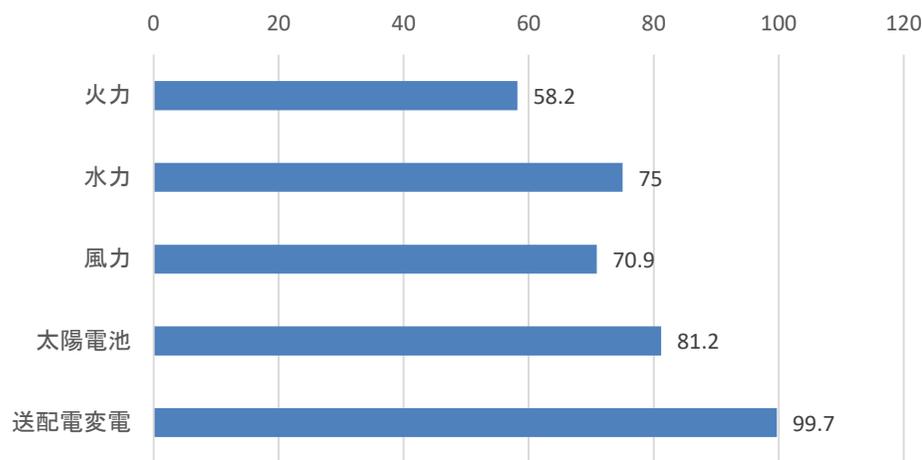
- まずは2025年に向けて、個別の保安業務の効率化を進めるべく、すでに一定程度確立している要素技術について、既存の保安業務の補完性・代替可能性について実証を進めるとともに、法令や業界指針の必要な環境整備を進め、その普及を図る。現在、未確立の要素技術については、その開発・実証を進め、要素技術を組み合わせた保安システム全体のマネジメントモデルの実証を行い、技術が確立した段階で徐々に実用化を進めていく。
- それぞれの導入については、設備付帯型（センサー等）の技術については、小規模な試行実施から進めていき、有効性を確認したうえで、新設・リプレースの段階での導入が見込まれる。他方、設備非付帯型（ドローン・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。
- スマート保安の導入を促進し、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を増加させ、事故の予兆を早期に発見し、電気設備起因の事故の低減を目指す。



## 2-4-2①.スマート保安技術導入の足下の状況

- 発電事業者・送配電事業者を対象にアンケートを行った※1ところ、点検時の現場記入事項の電子化（携帯端末の活用）や危険箇所の定置用カメラによる遠隔監視等の技術をスマート保安技術として1つ以上導入※2している発電所等の割合は、火力では58.2%、水力では75.0%、風力では70.9%、太陽電池では81.2%、送配電・変電では99.7%であり、過半数の発電所等において一定程度効果の見える個々の技術の導入を実施しているものと考えられる。
- 今回のアンケートでは、個々の技術の具体的内容や、複数の技術の組み合わせについては調査はしておらず、本アクションプラン3. に掲げるようなスマート保安の実装に向けては、今後、必要となり得るデータ（基礎的な電流、電圧の他、温度、振動、水位、日照等）やその取得、分析に必要な技術の導入状況や動向について、調査の精緻化が必要。

スマート技術導入率(%)



(スマート保安技術導入率=導入発電所※3等の数/発電所等の総数×100(%))

＜スマート保安技術別導入率＞

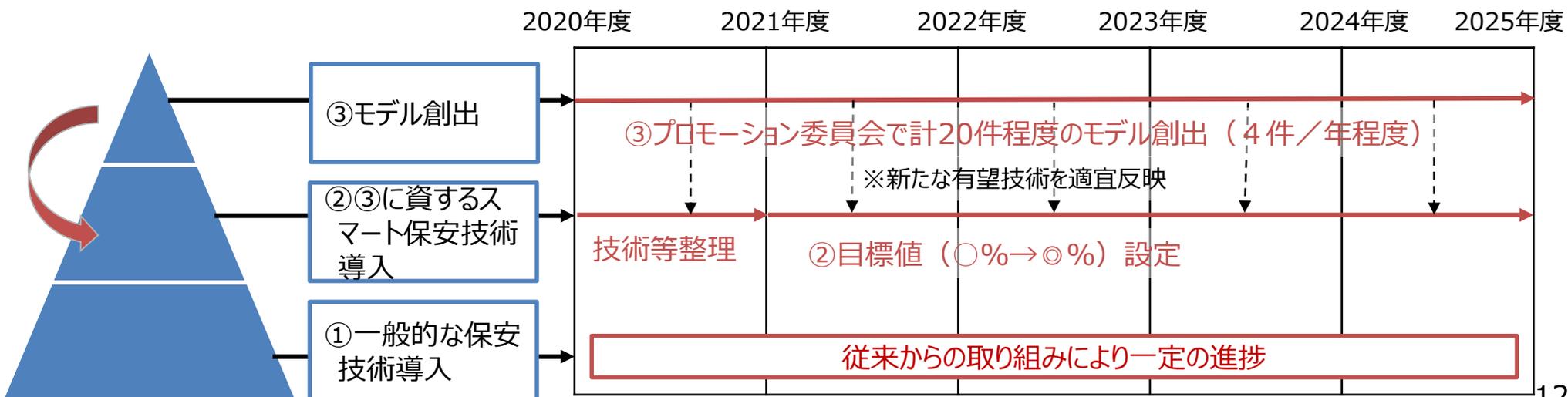
	火力	水力	風力	太陽電池	送配電・変電
①ドローンによる巡視または点検	19.2	4.6	13.7	12.3	44.7
②センサーまたはカメラによる発電所構外からの遠隔監視※4	7.9	64.6	50.6	61.8	43.5
③AI(数値データや画像データからの異常診断)	11.3	1.5	15.8	10.6	9.7
④メンテナンス計画のCBM化	48.0	46.9	10.0	8.5	35.0
⑤現場作業でのウェアラブル端末・携帯端末の活用	11.3	56.3	10.9	23.8	85.2

(配布数:1168、回答者数:425、回答率36.4%※5)

※1風力・太陽電池については、工事計画届出の対象設備。※2アンケートの性質上、実際には技術を導入している場合でもスマート保安として自覚的には活用していない者や、スマート保安を極めて先進的なものだと考え、基本的なデータのみを取得している場合に該当しないと考えている場合もあり、今後フォローアップしていく際には精査が必要。※3:送配電・変電設備については設備を管理している事業所の数。※4送配電・変電設備については「センサーまたはカメラによる遠隔監視」※5:風力・太陽電池発電については、FIT認定情報に基づき、設備ID毎に配布した数。管理設備をまとめて回答するケースと設備ID毎に回答するケースが混在。

## 2-4-2②.スマート保安技術導入に係るKPIの考え方

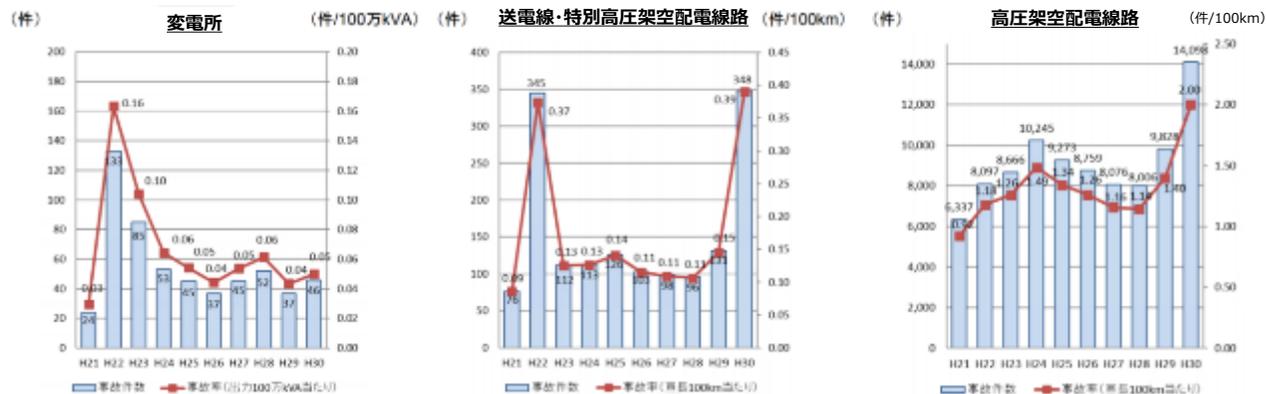
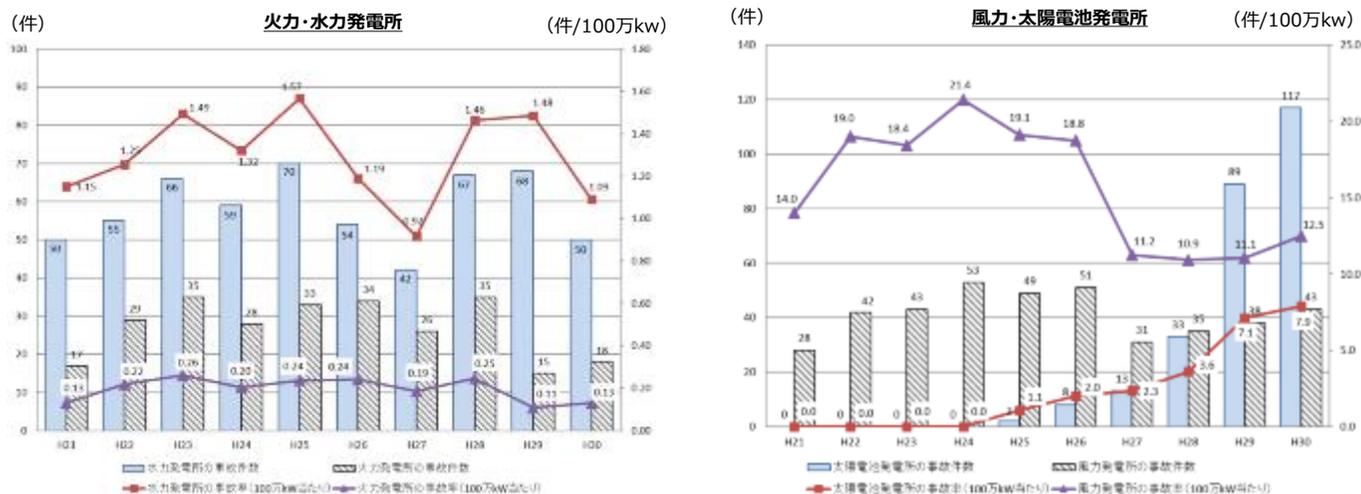
- スマート保安技術の導入目標について、【①】については、一定程度の導入状況を確認。本アクションプランでは、【③】の取組についてKPIを設定。今後、フォローアップを行う際、【②】を整理し、新たなKPIの設定を検討。
  - 点検時の現場記入事項の電子化（携帯端末の活用）や危険箇所の定置用カメラによる遠隔監視等の足下の業務効率化も含めた一般的な技術を導入し、業務効率化を図る。【①】
    - ✓ 本取り組みについては、上述のとおり、既に一定の進捗が見られるところ。
  - ③等のモデルの実装に必要なデータ（電流等の基礎的なデータに加え、AIによるCBM等に必要となる温度、振動、日照、水位等）の整理を行い、データを取得できるIoT機器等の導入率の向上を図る。【②】
    - ✓ 本取り組みについては、③の取り組みを踏まえて、本アクションプラン3. 等の実装に資する技術（組み合わせを含む）を整理し、2021年度に新たなKPIを設定することを検討する。なお、当該KPIについては、必要に応じフォローアップの際に随時追加・見直しを行う。
  - トップランナーによるIoT機器やAI等の機器を組み合わせた高度なスマート保安（業務の一層の効率化、代替化等の本アクションプラン3. に掲げる形態）のモデル創出を同時に図る。【③】
    - ✓ 各参画団体の協力を得て、プロモーション委員会でのモデル創出を2025年度までに20件程度を目指す。



## 2-4-2③.スマート保安技術の効果に係るK P I の考え方

- スマート保安の導入の効果を定量的に把握するため、電気設備の事故について、災害の発生状況も踏まえながら、事故率の維持等のトレンドを確認する。

### ＜電気設備別 事故件数及び事故率の推移＞



(出所：独立行政法人製品評価技術基盤機構 電気保安統計の現状について (平成30年度電気保安統計の概要))

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**

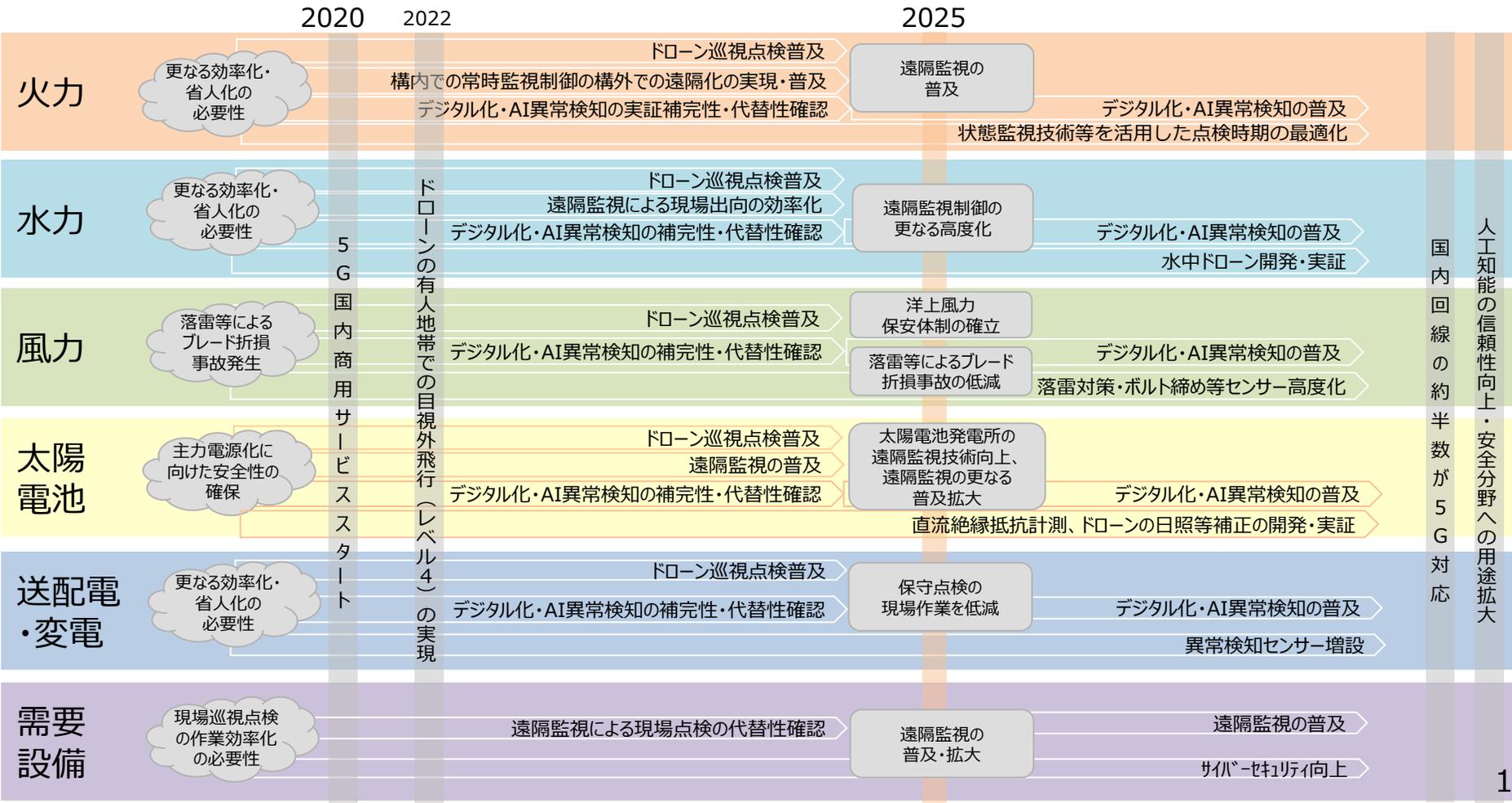
# 3-1. 電気設備ごとの技術実装の道筋

● 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

## 3-2. 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

- 2020年度内に、一定の留意事項の下で常時監視・制御の遠隔化を可能とする関連規程類を改正。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、保安力の向上を図りつつ、点検の省力化等、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。

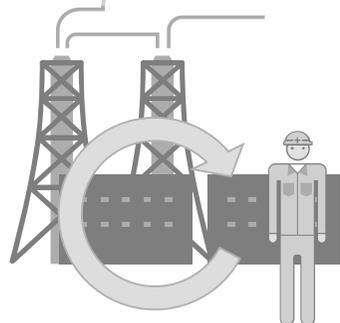
## 3-2. 火力発電分野における技術①巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化

- 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

1日に1回以上の巡視点検

使用前・定期安全管理審査実施要領（内規）



構内常時監視は  
既にデータ中心

技術員による  
構内における常時監視

電気設備に関する技術基準を定める省令  
第四十六条第一項



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

規制の見直し

遠隔で巡視点検・監視/制御OK  
巡視点検のロボットによる代替OK

必要なセンサー設置

自律型ロボット開発

保安活動の集約化

「電力制御ネットワークの分離」など電力  
制御セキュリティの確保を前提

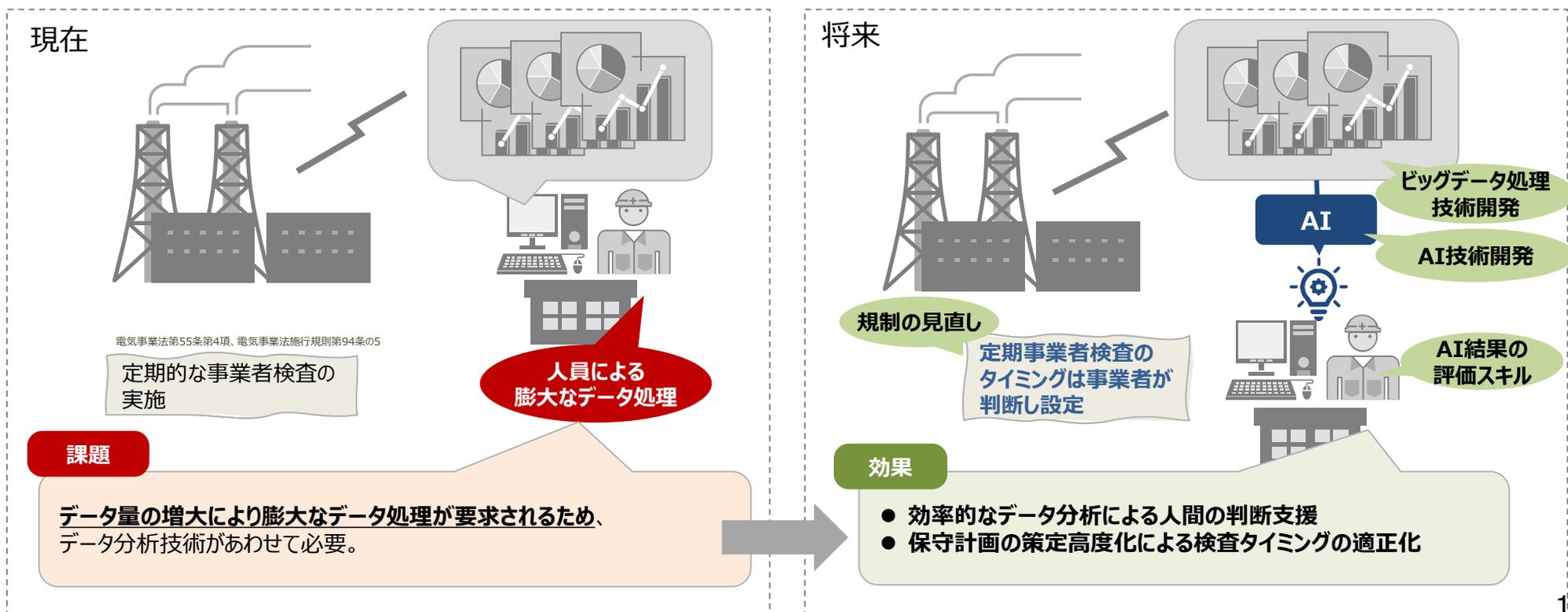
サイバーセキュリティ  
セキュアな通信技術

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

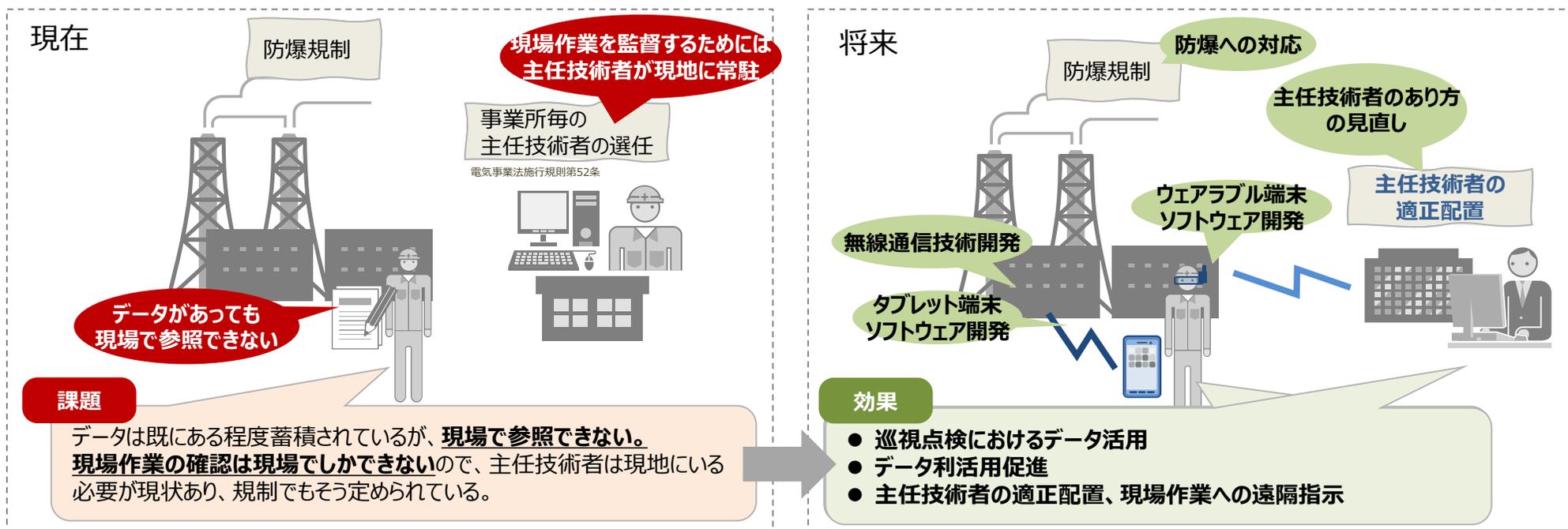
## 3-2. 火力発電分野における技術②AI活用による保安活動の判断支援

- 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。



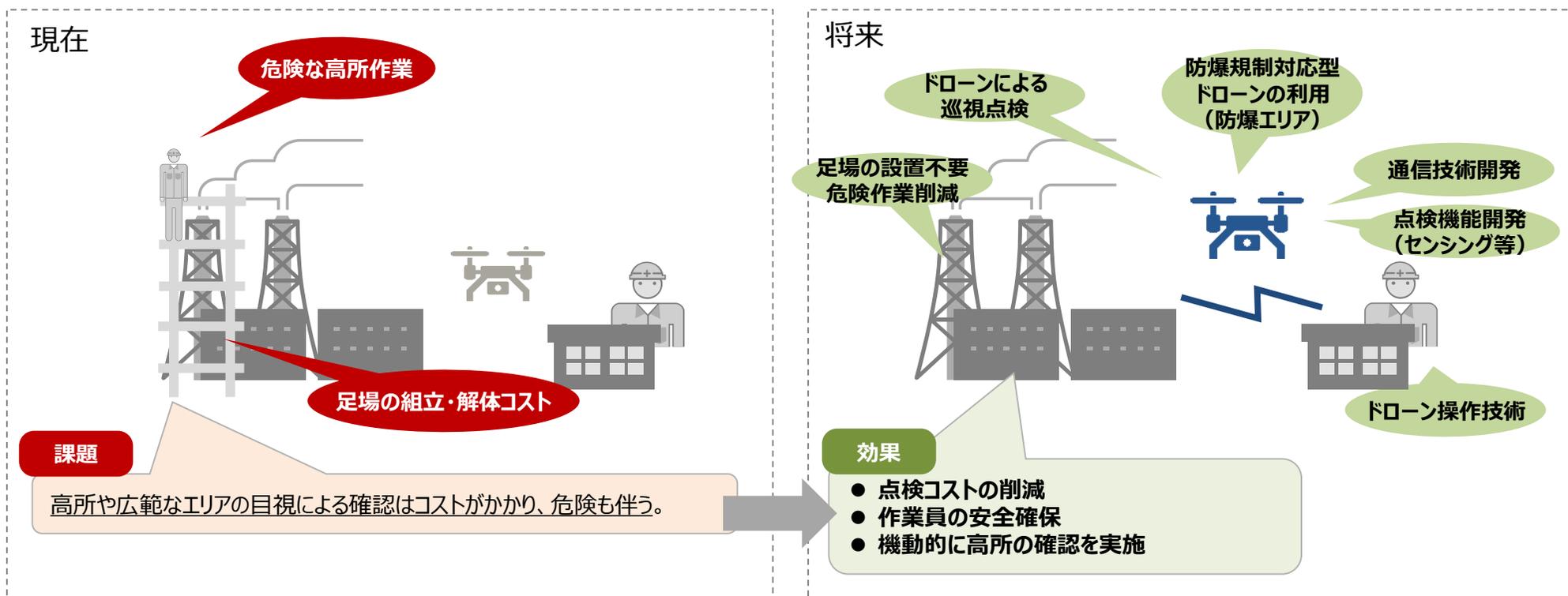
## 3-2. 火力発電分野における技術③デジタル端末の活用による現場作業高度化

- 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。



## 3-2. 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。また、防爆エリアでは、防爆規制対応型ドローンの導入が期待される。



### 【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。

### 3-3. 水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。
- 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

- 2020年度に、水力発電設備のスマート化のガイドラインを策定し、スマート保安の導入を推進。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：水中ドローンや機器の異常進展メカニズムに基づくデータ解析による点検時期の最適化等）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。

### 3-3. 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

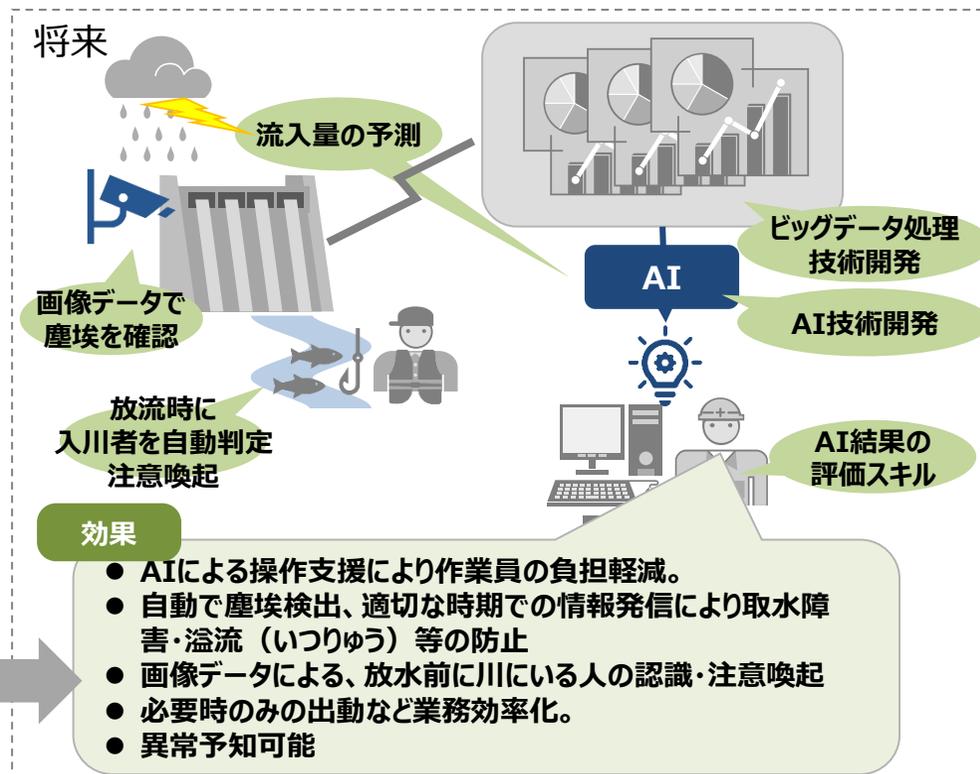
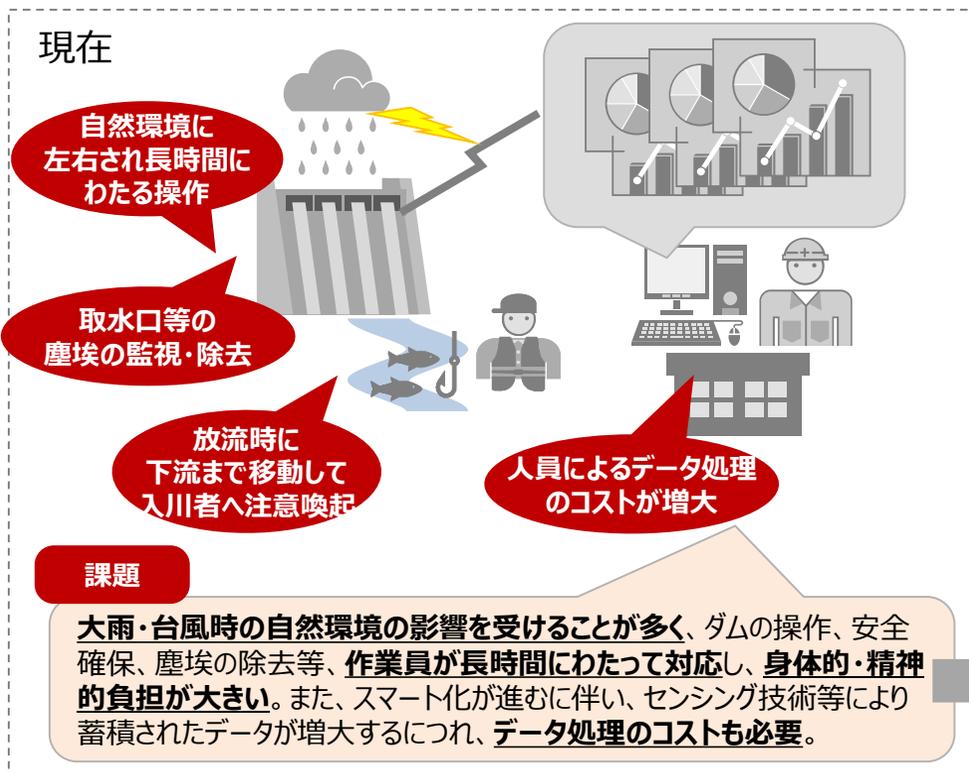


効果

- 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。

### 3-3. 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。



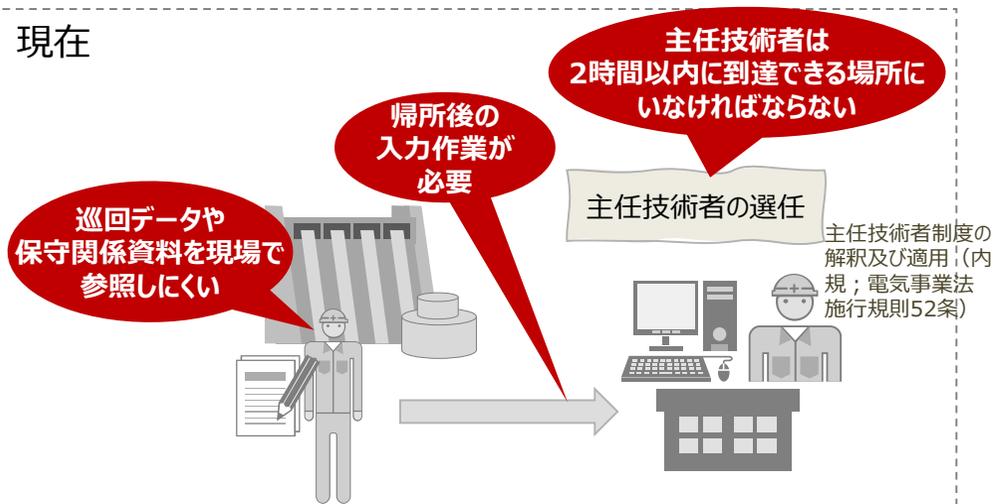
#### 【その他の課題】

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。

### 3-3. 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。

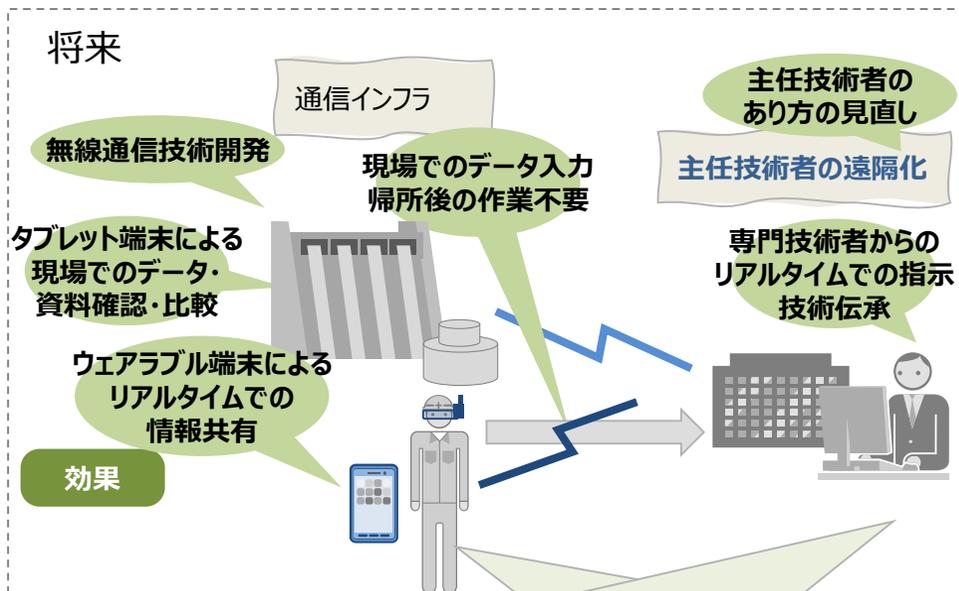
現在



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行なければならない**。

将来



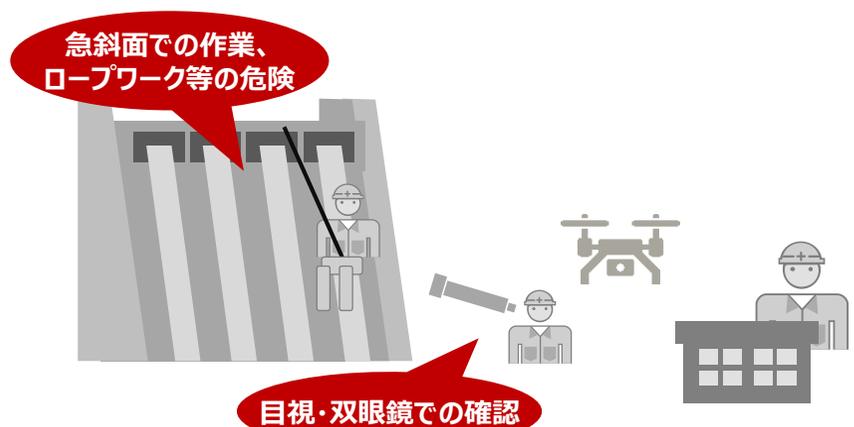
効果

- 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。

### 3-3. 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。

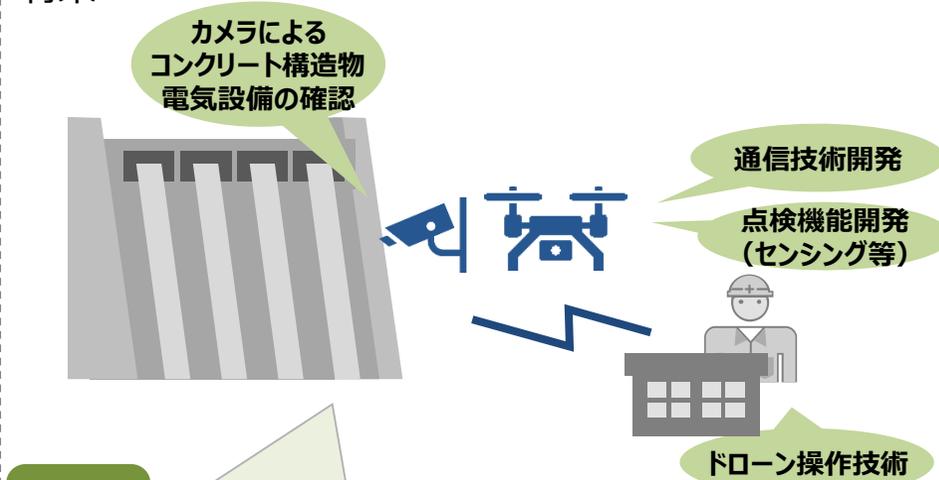
現在



課題

コンクリート構造物や電気設備の外観の巡視・点検では目視や双眼鏡などを用い、時間も労力もかかる。高所からのロープワークや急斜面に設置された鉄管の点検など、危険作業が存在。

将来



効果

- 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
- また発電停止時間短縮による収益の改善等の効果

【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。

## 3-4. 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離隔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。

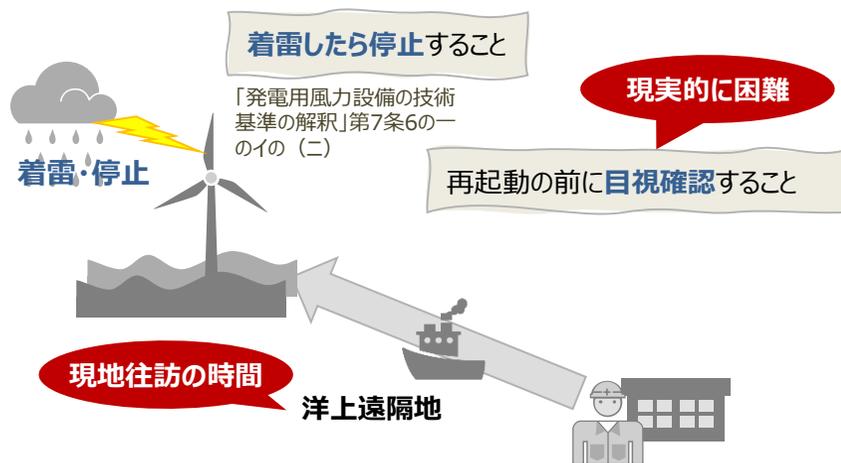
### 2025年の絵姿

- 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。これらの取組を通じ、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。

### 3-4. 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。

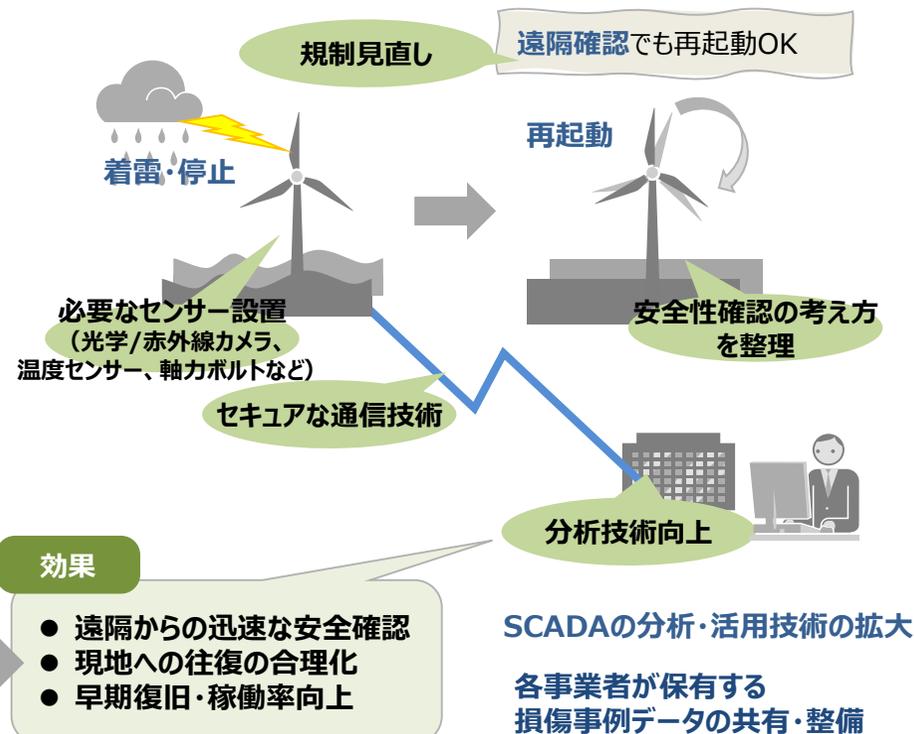
現在



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。

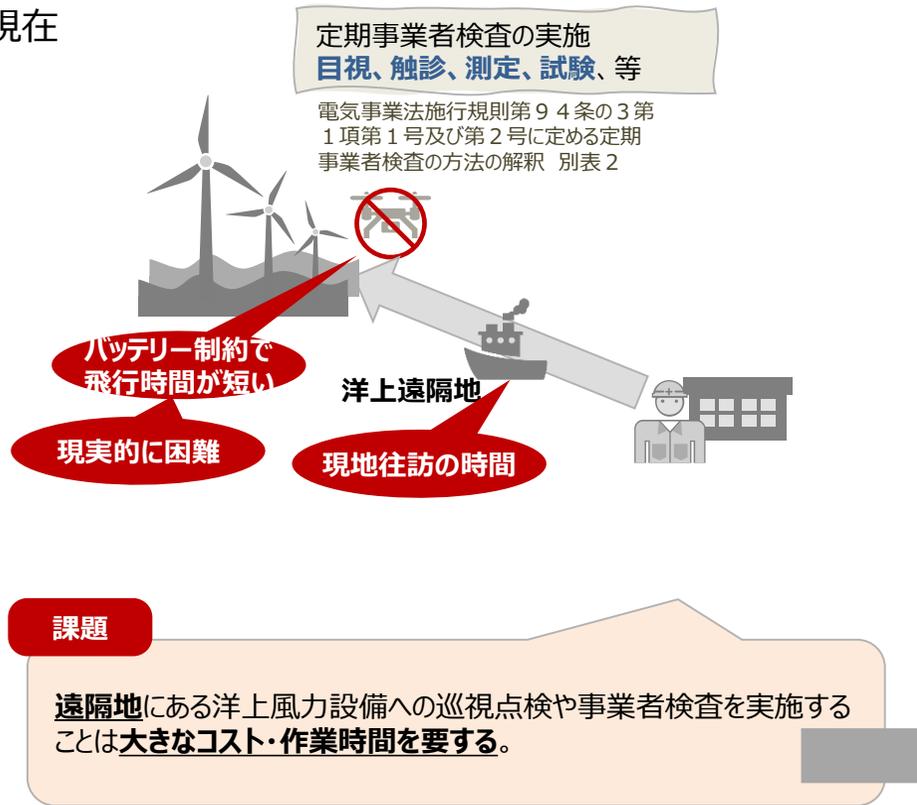
将来



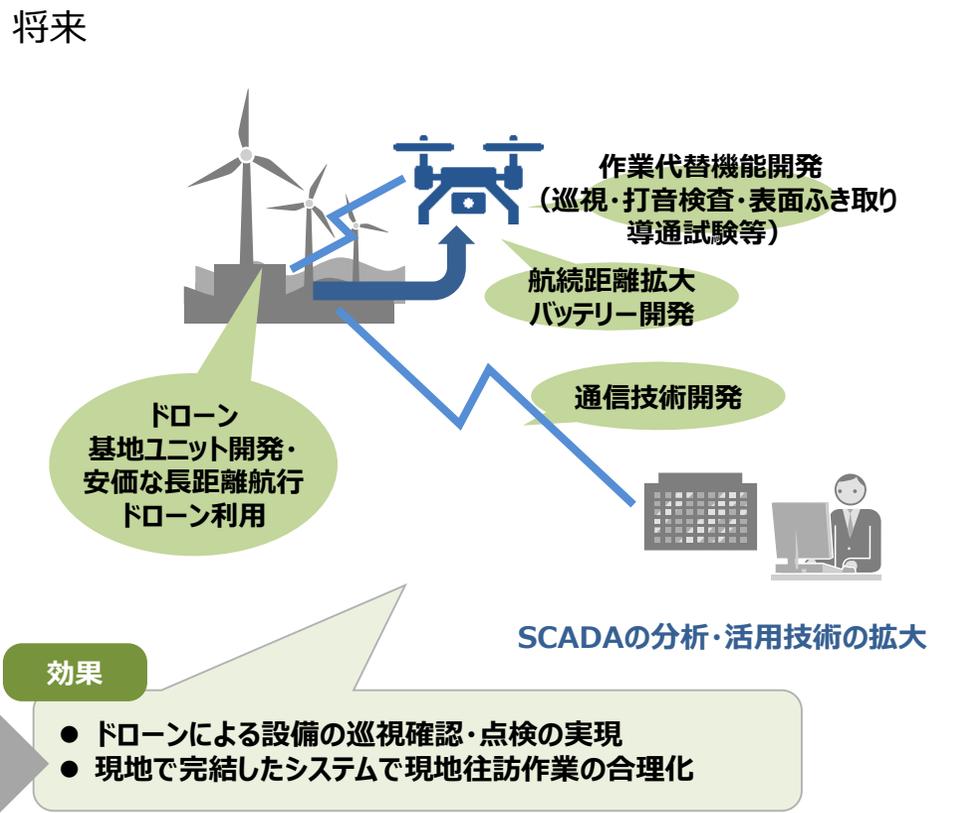
### 3-4. 風力発電分野における技術②洋上風力でのドローン巡視点検技術

- 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。

### 3-4. 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

## 3-5. 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。

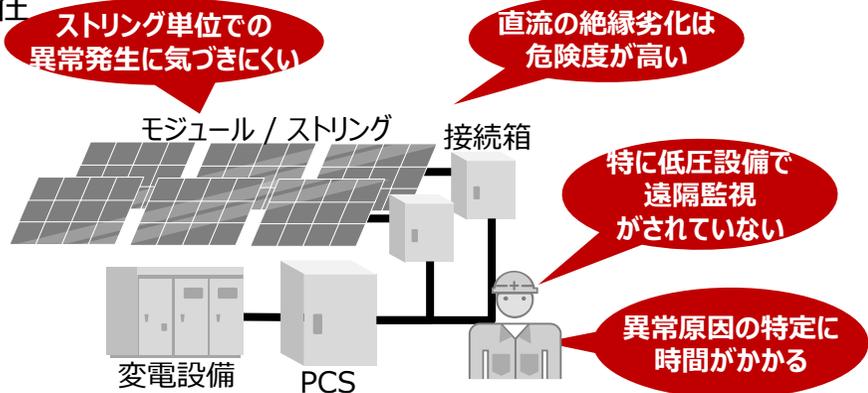
### 2025年の絵姿

- 2020年度には、現場訪問による点検と同等以上の保安レベルを確保できる手法については、外部委託における太陽電池発電所の月次点検において、遠隔点検への代替について所要の改正を行う。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。これらの取組を通じ、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。

### 3-5. 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。

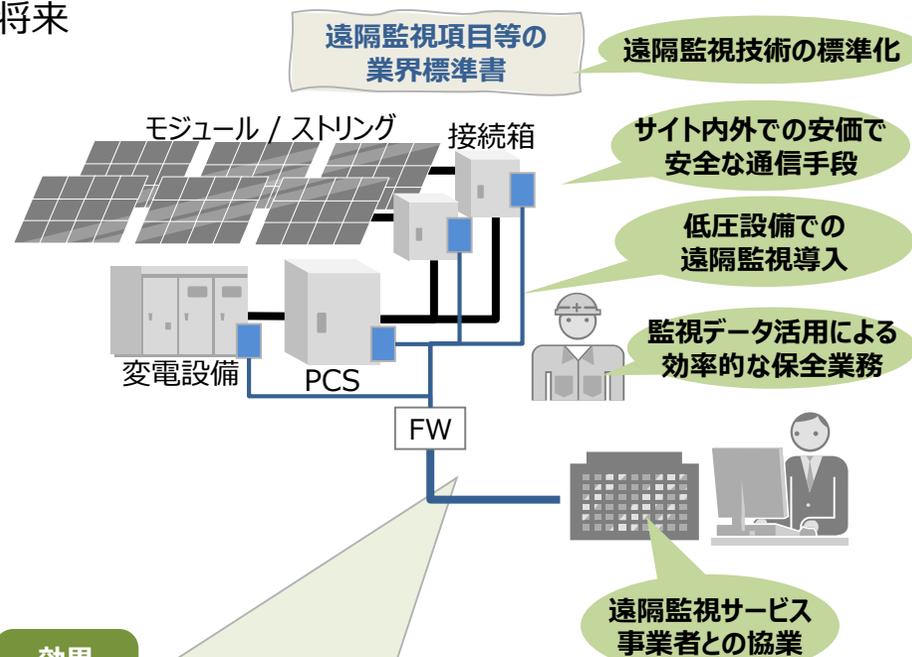
現在



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



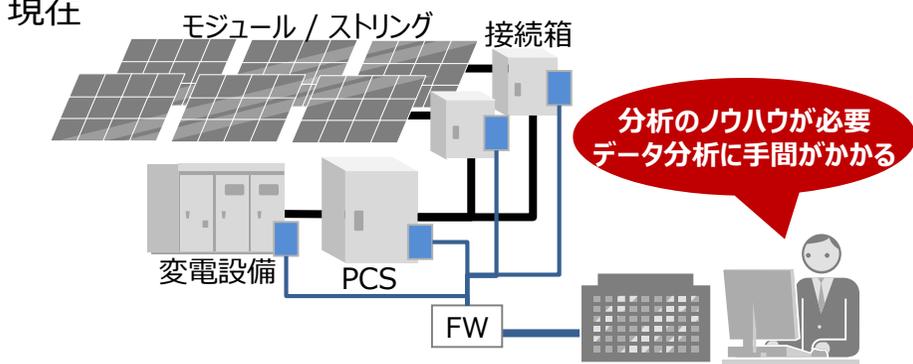
効果

- 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

### 3-5. 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

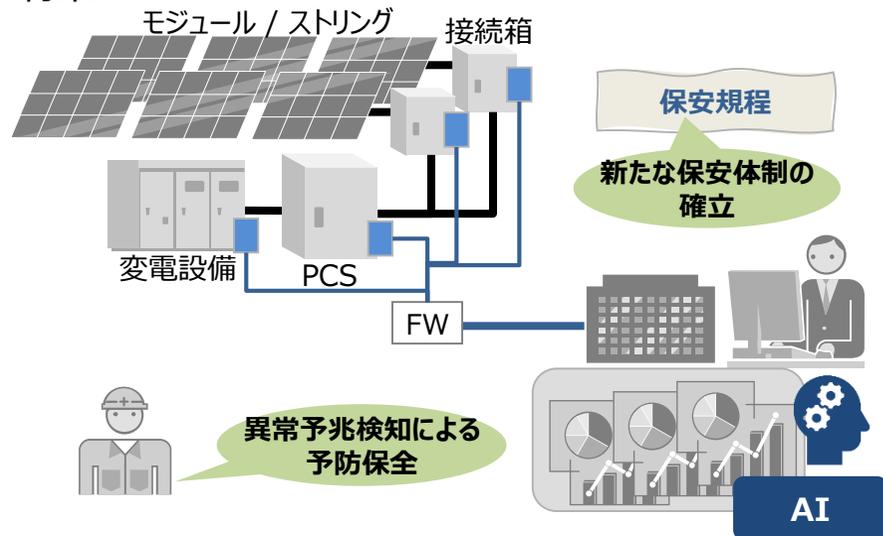


異常発生初期段階での見落としの懸念

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



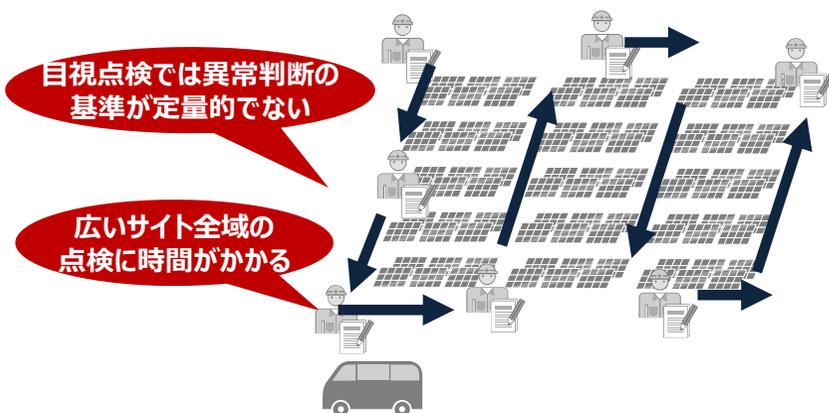
効果

- 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

### 3-5. 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。

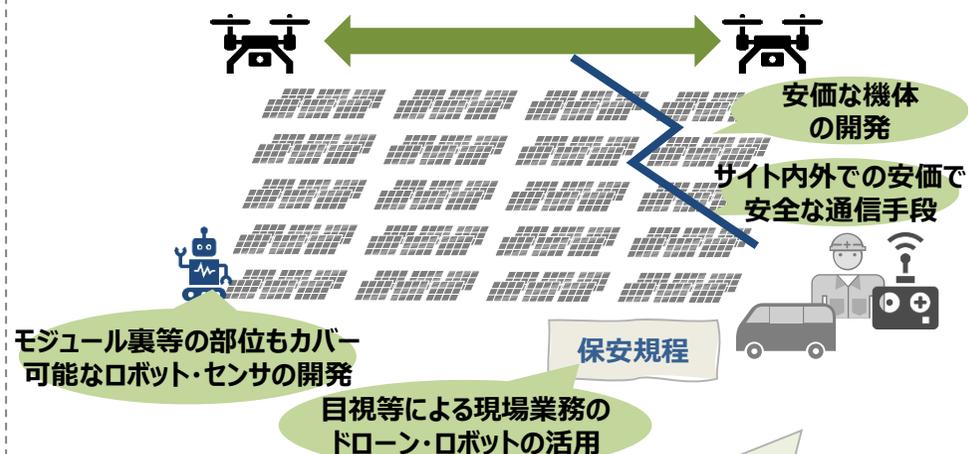
現在



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。

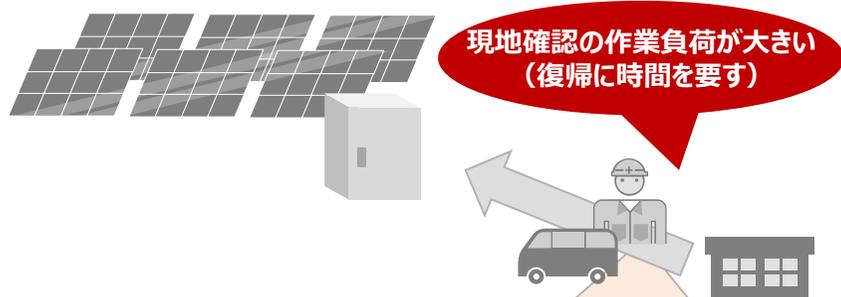
【その他の課題】

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。

### 3-5. 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。

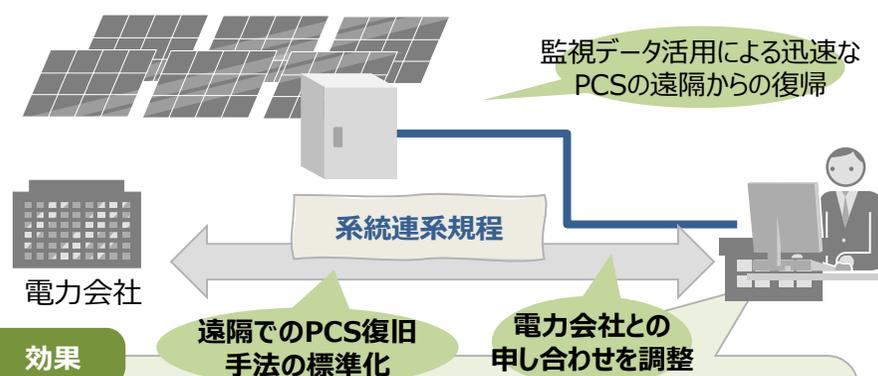
現在



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



- PCS停止時の迅速な自動復帰が可能

## 3-6. 送配電・変電設備の保安の将来像（2025年）

### 保安の課題

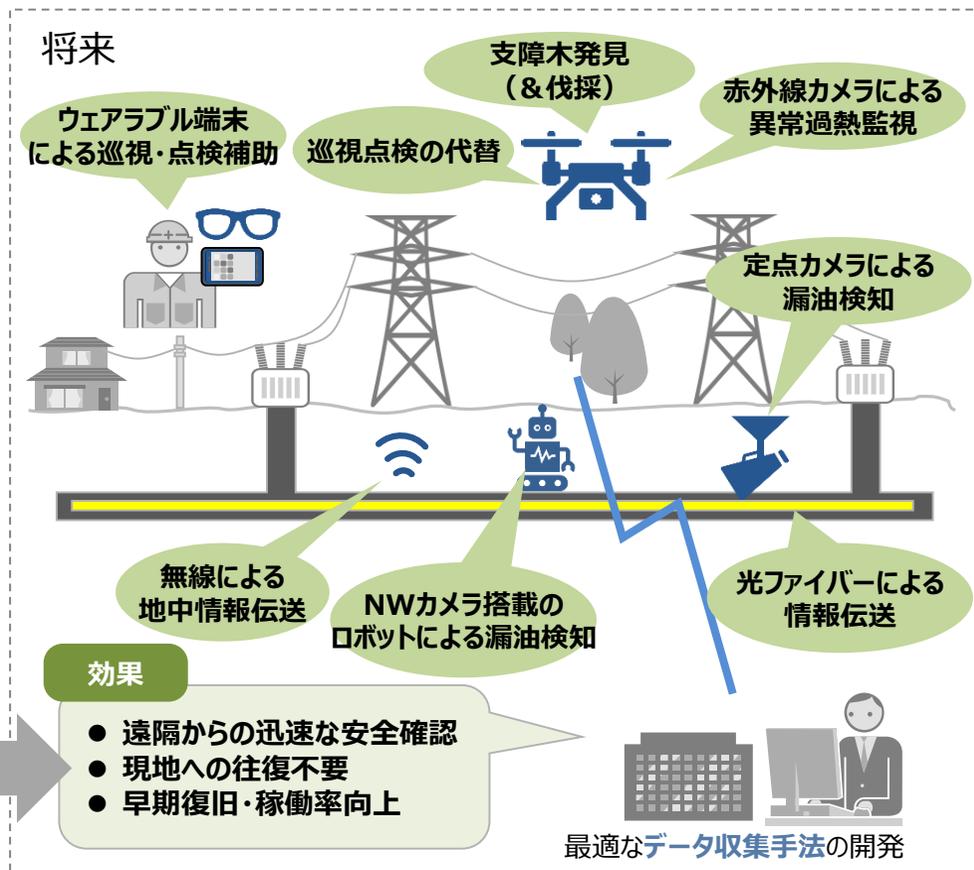
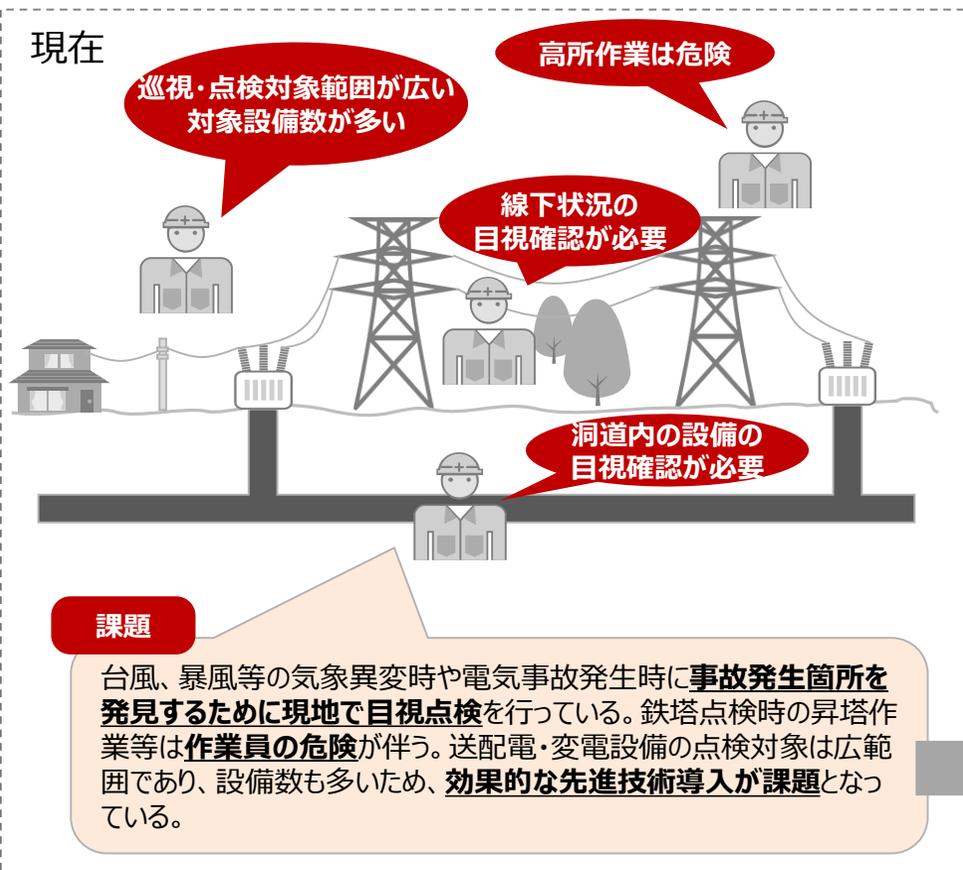
- 送配電・変電設備は発電設備と比較して設備数が多く、高所・僻地・地中などでは特に巡視点検に係る時間的・人的負担が大きい。
- 送配電・変電設備について、①高所や地中等、巡視点検実施にあたり作業安全上配慮が必要な設備が多い他、②設置後50年を超える高経年化設備も増えており、従来より高度な設備維持管理が必要。

### 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。

### 3-6. 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

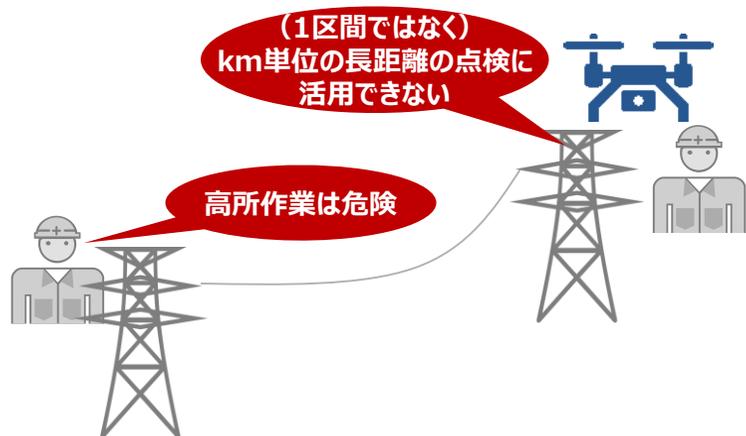
- 山岳地帯、高所、地中等での送配電・変電設備の巡視・点検には危険が伴う。また、巡視・点検対象の範囲が広く、設備数も多いため作業員の負荷が大きい。
- 変電所におけるセンサー・ネットワークカメラの増設、ロボット・ドローンの活用、ウェアラブル機器を用いた巡視・点検、センシングデータの遠隔伝送等により、事故・故障発生箇所を迅速に特定することが可能となる。
- 設備数が多いため、センサー増設だけではセンサー管理作業が新たに発生することとなり効率化に繋がらない。効率的・効果的な新技術の導入が求められている。



## 3-6. 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。

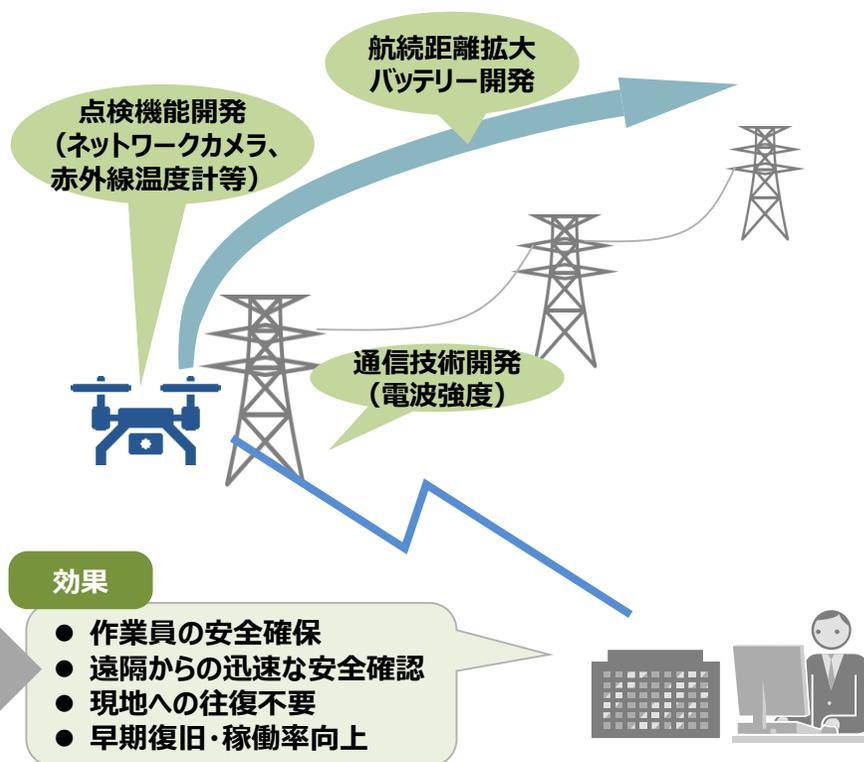
現在



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



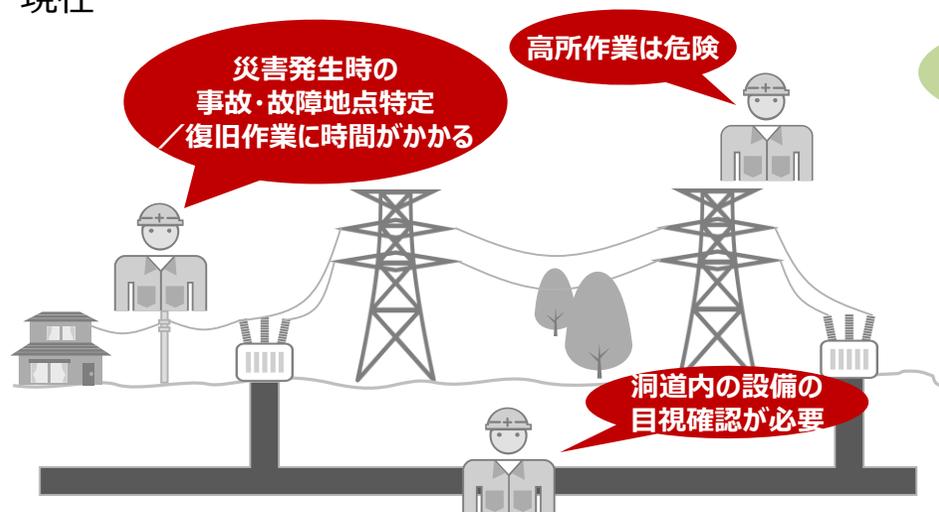
【その他の課題】

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、万が一の墜落時の公衆災害緩和、飛行周辺住民の不安解消が課題。

### 3-6. 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、設備機器保守の最適化が期待できる。これらの活用には、多くのデータの蓄積が必要であり、業界全体でデータの蓄積・共有ができる仕組みが求められる。また、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・カメラの設置にあたっては、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、サイバーセキュリティ確保とコスト性能を鑑みた最適なデータ収集手法およびデータストレージ方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設備の基本的状態が把握できる程度の解像度を有した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。また路上設備は、道路規制により年末・年度末の作業不可や夜間作業となることが多い。

将来

赤外線温度センサー搭載  
異常過熱診断

マイクによる音響診断

最適なデータ収集  
手法の開発

油中ガスセンサーによる  
変圧器異常傾向予測

交通量予測の高度化・  
迂回路への能動的な誘導

ネットワークカメラによる  
画像診断（漏油検知）

効果

- 作業員の確保
- 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



## 3-7. 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。

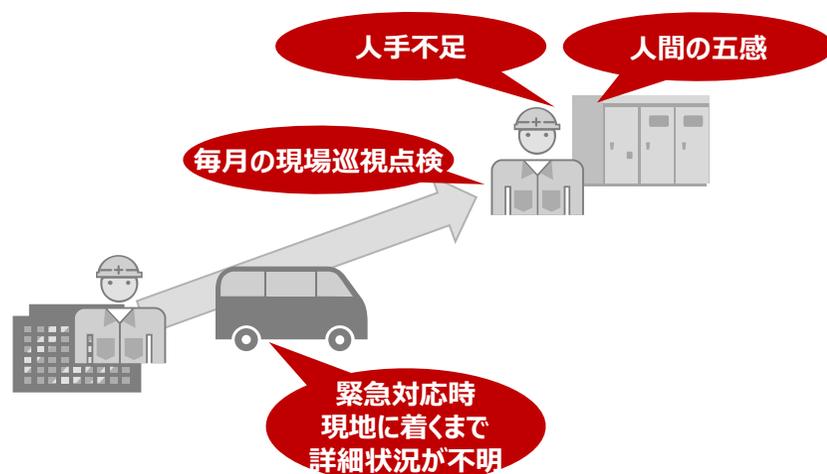
### 2025年の絵姿

- 2020年度には、月次点検の遠隔代替が可能であることが第三者により認証された製品（スマートキュービクル）を導入した場合、外部委託における需要設備の月次点検において、遠隔点検への代替を可能とする所要の改正を行う。また、既設キュービクルに対する遠隔代替や、受電設備のサイバーセキュリティについても検討を進めていく。
- 月次点検を遠隔代替することにより、現場への移動時間及び作業時間の削減が期待される。
- スマート技術の導入により、事故率の低減を目指す。

### 3-7. 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一部代替可能性について第三者評価などが必要。

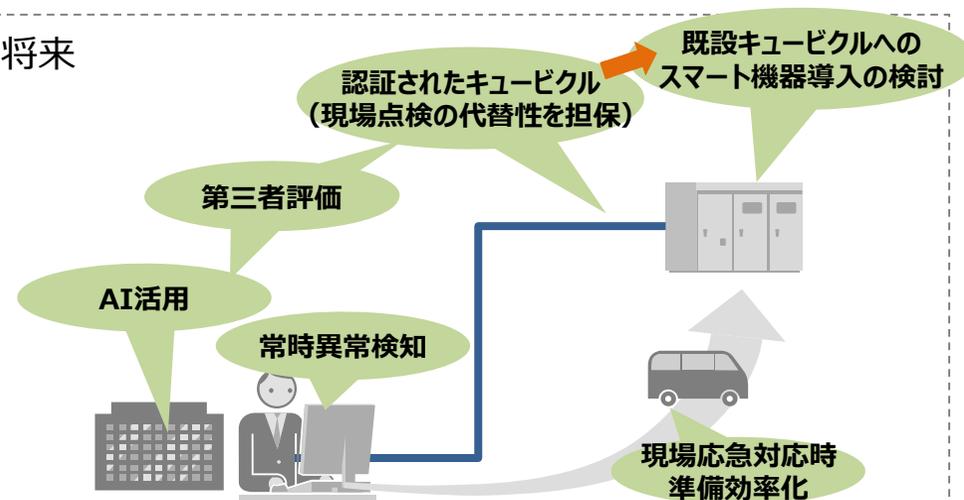
現在



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・導入に必要な取組**

## 4. アクションプランの実行方針

- 電気保安分野におけるスマート保安の推進に向け、まずは2025年度を目処に以下の取組を官民協同して進めていく。
  - データ取得用の技術（IoT（センサー）、ドローン）といった基礎技術の導入促進を図る。
  - スマート保安に係る新技術（AI、IoT、ロボット、ドローン等）を組み合わせた新しい保安モデルの創出を図る。
  - 新しい保安モデルの実現に向け、必要な規制の見直しや、人材の育成を図る。
- 2025年度以降は、それまでに確立した新しい保安モデルの横展開を中心とした取組を図る。

### 2025年度までのアクション

「スマート保安プロモーション委員会」を活用した技術確認（2021年度～）⇒5.

スマート化に対応した規制見直し（一部措置、随時～）⇒4-1②

技術実証（保安モデルの創出支援）（2020年度～）⇒4-1③、4-2①

技術導入（基礎技術の導入支援）  
※事例集・表彰等を通じた横展開等（2020年度～）  
⇒4-1③④⑤、4-2①

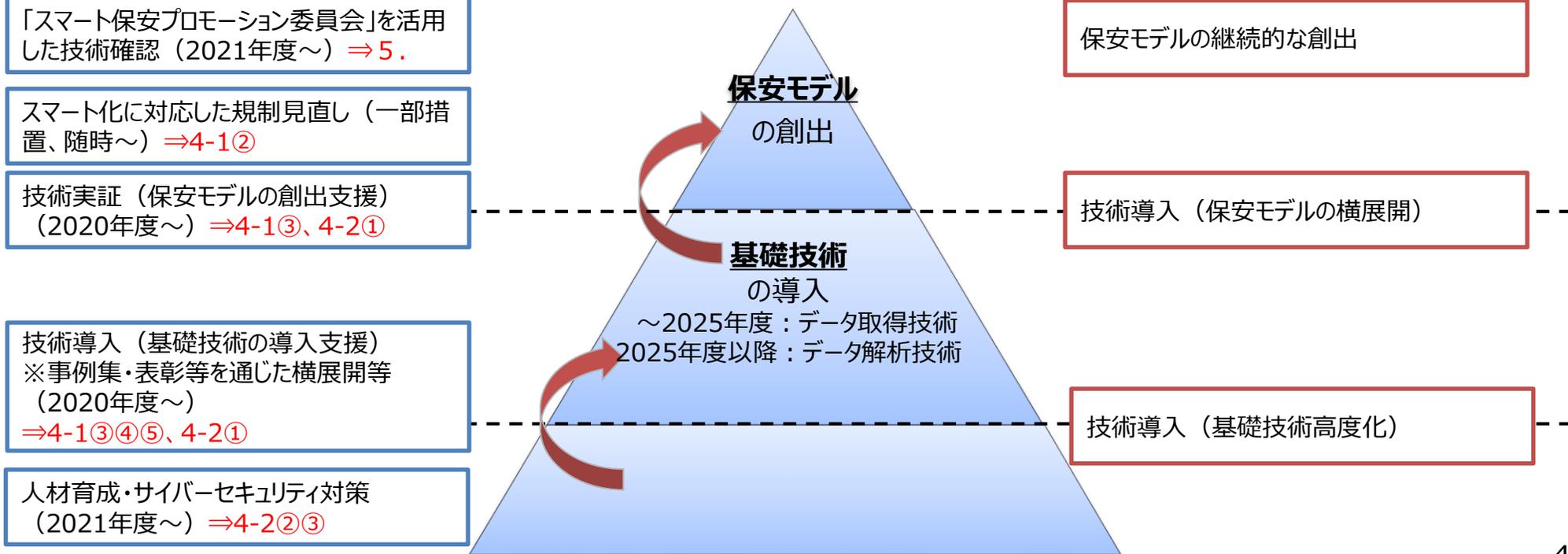
人材育成・サイバーセキュリティ対策（2021年度～）⇒4-2②③

### 2025年度以降のアクション

保安モデルの継続的な創出

技術導入（保安モデルの横展開）

技術導入（基礎技術高度化）



## 4-1. 新技術の実用化・導入に必要な官の取組

- 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. 設置者へのスマート保安の理解促進

- 外部委託を行っている自家用電気工作物の設置者にスマート保安のメリットについて、周知活動を継続的に努めていく。

### 2. スマート保安に対応した規制の見直し

- 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。

### 3. 技術実証・導入

- 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とともに、スマート保安の導入を促進する。

### 4. スマート保安の導入に関するガイドライン・事例の横展開

- 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・事例の横展開を行う。

### 5. 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。

# 4-1. 官の取組①設置者へのスマート保安の理解促進

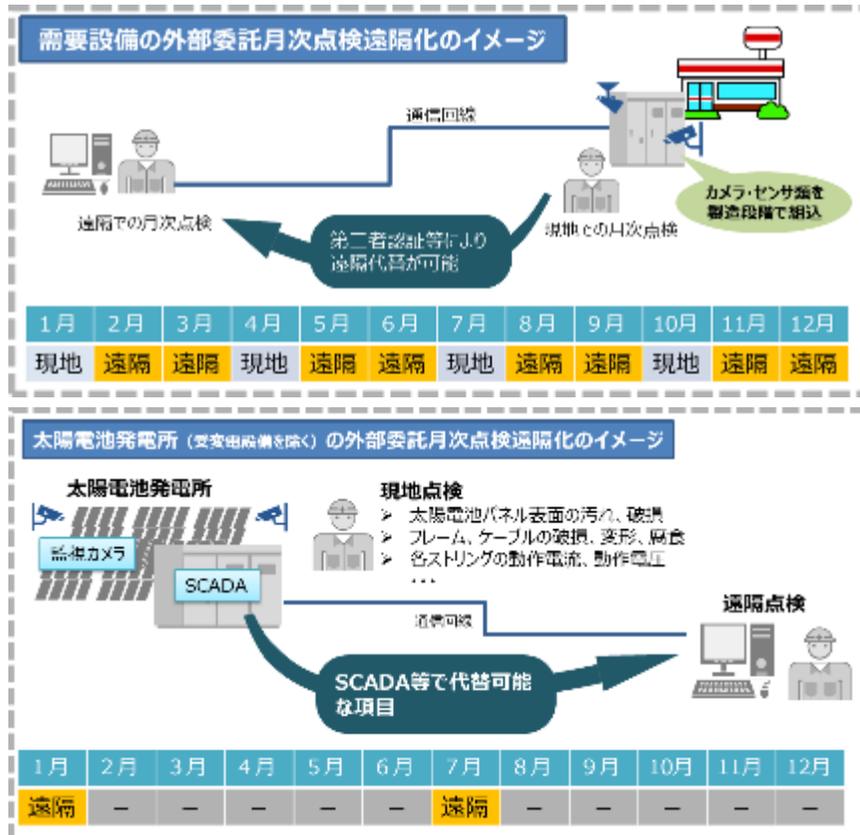
- 自家用電気工作物のスマート保安については、設置者によるスマート保安技術の導入が必要。
- スマート保安技術の導入・拡大のため、設置者のスマート保安への一層の理解を促進すべく、関係業界団体とも協力しつつ、スマート保安のメリットについて、周知活動を継続的に努めていくこととする。

## <周知方法案>

- 経済産業省は、周知文書を作成し、ウェブサイトに掲載するとともに、電気主任技術者や電気管理技術者、電気保安法人等に協力を依頼し、設置者への配布を行う。
- 再生可能エネルギーやビルメンテナンス、中小企業等の関係団体に協力を依頼し、傘下の事業者への周知を行う。

## <周知内容の例>

- スマート保安導入のメリット（遠隔点検によるコロナ禍対応、保安高度化による事故防止、制度見直しに向けた検討状況等）



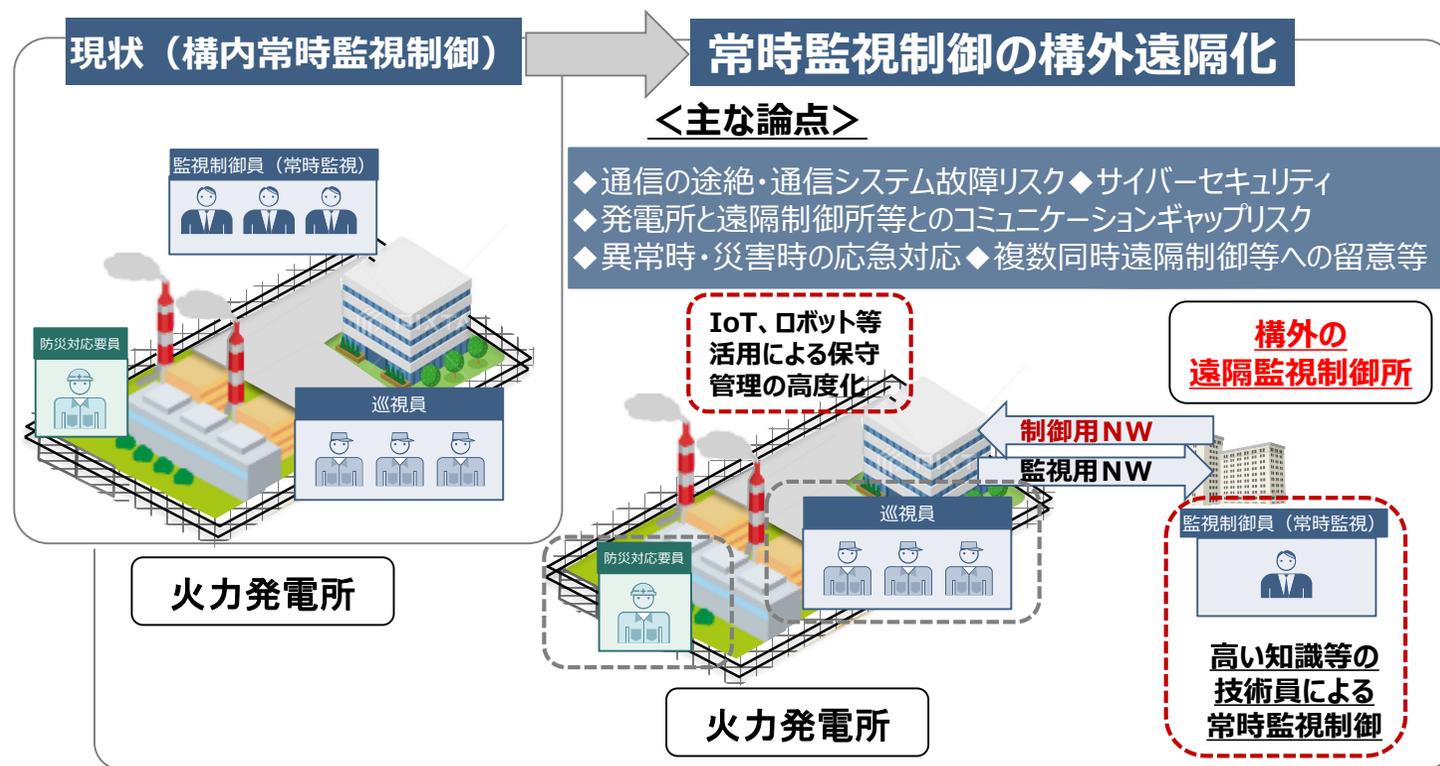
## 4-1. 官の取組②スマート保安に対応した規制の見直し（概要）

- 規制の総点検を踏まえ、電気事業者等にアンケートやヒアリングを実施し、スマート保安導入の課題となる法令等を整理。
- IoT技術を活用した、火力発電設備における発電所構外からの遠隔での常時監視・制御や、外部委託承認制度における需要設備の月次点検の遠隔代替を可能とする。
- 引き続き、スマート保安に対応した規制となるよう、見直しの検討を行っていく。

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
電技省令第46条 電技解釈第47条	・運転監視・制御、巡視点検 ・保安に関する文書・記録の管理	汽力発電所及び定格出力1万kW以上のガスタービン発電所における常時監視制御の遠隔化
平成15年経済産業省告示第249号 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）	・月次点検の方法	月次点検の遠隔での点検方法の規定

# (参考) 火力発電所における常時監視制御の遠隔化

- 一定規模等の火力発電所\*は、異常時に確実な早期発見・制御が必要とされることから、発電所構内において技術員の常時監視・制御が求められている\*\*。  
\* 全ての火力発電所及び定格出力1万kW以上のガスタービン発電所  
 \*\* 電気設備の技術基準を定める省令第46条に規定。
- IoT技術等の進展や活用により、発電所構外からの遠隔での常時監視・制御が可能となるとともに、保守・管理の高度化も期待されるところ。
- 今般、一定の留意事項の下で、異常時の制御等の安全確保も含めた常時監視・制御の遠隔化は可能との事務的検討結果を踏まえ、関連規程類の改正や事業者向けの遠隔化導入に係る手引き書を2020年度内に策定・公表する予定。



## 導入に当たっての環境整備

### ◆ 電技・解釈の改正

- 電技省令第46条第一項に「確実な常時監視及び異常時の安全・確実な制御・停止措置が行える発電所の場合、同一構内等での常時監視を求めない旨」を追記。
- 電技解釈に「火力・ガスタービン発電所の常時監視制御を遠隔化の要件 (異常時に安全かつ確実に制御・停止できるよう措置等)」を追記。

### ◆ 遠隔化導入に当たっての「手引き」の策定

- 遠隔化導入事業者向けの留意点 (通信システムの事故・故障、サイバーセキュリティ、コミュニケーションギャップ、異常時・災害時の対応等)
  - あらかじめのリスク評価の実施
  - 行政手続き 等
- をまとめた手引きを策定。

## (参考) 外部委託承認制度における需要設備の月次点検の遠隔代替

- 外部委託承認制度における月次点検の要件は、主任技術者制度の解釈及び運用（内規）において規定。月次点検の遠隔代替についても、同内規で規定することを想定。
- スマートキュービクルの開発・製造を促すため、**令和2年度中の改正を行う。**

(月次点検の遠隔代替に係る内規の改正案)

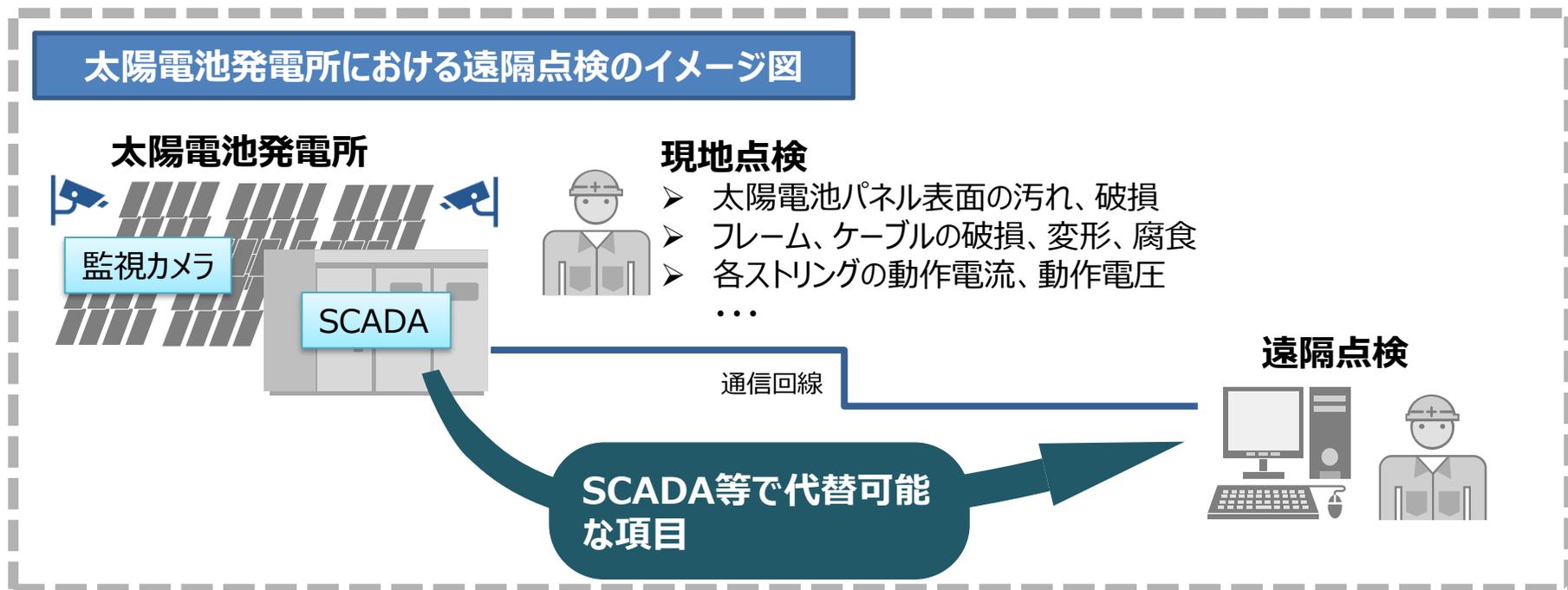
- ① 設備構成として、以下の設備を有しているものとする。
  - 高圧受変電設備を遠隔で監視する装置
  - 負荷設備を遠隔で監視する低圧電路絶縁監視装置
  - 監視情報を伝送できる通信回線
- ② **月次点検のうち問診についても電話やWeb会議等での遠隔化を可能とする。**  
ただし、設置者は需要設備が設置された事業場で問診を受けることを原則とする。
- ③ 地絡保護継電器付PASが設置されている等、信頼性の高い需要設備に限るものとする。
- ④ **月次点検は、需要設備の電圧及び設備容量の大小にかかわらず、毎月1回以上行うこととし、3月に1回以上を現地にて、3月に2回以上を遠隔地にて行うことができることとする。**

(月次点検の遠隔代替スケジュールのイメージ)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
現地	遠隔	遠隔	現地	遠隔	遠隔	現地	遠隔	遠隔	現地	遠隔	遠隔

## (参考) 太陽電池発電所の月次点検の遠隔代替

- 太陽電池発電所の遠隔監視においては、SCADAや監視カメラなど、既にスマート化機器の導入実績があり、こうした機器を月次点検等で活用できるようにして欲しいとの声が寄せられている。
- 現場訪問による点検と同等以上の保安レベルを確保できる手法については、外部委託における太陽電池発電所の月次点検において、現地点検を遠隔点検で代替することも可能とする。あわせて、遠隔（オンライン）による保安規程に基づく保安研修の受講についても明確化。（令和2年度中に所要の改正を行う。）



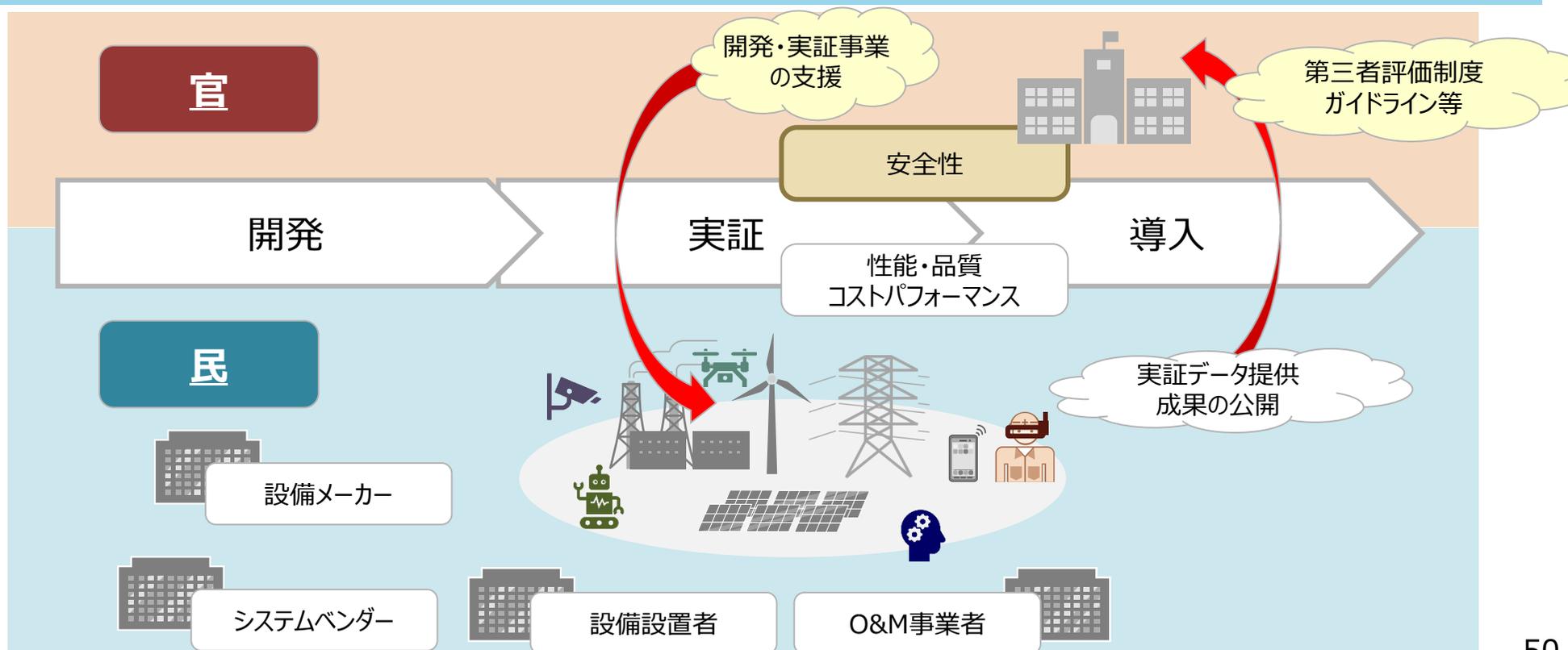
## 4-1. 官の取組②スマート保安に対応した規制の見直し（概要）

### ＜今後、見直しを検討する規制＞

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"> <li>・保安業務に係る組織・体制</li> <li>・巡視点検</li> </ul>	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）
電気事業法 施行規則第94条	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期事業者検査</li> </ul>	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
使用前・定期安全管理審査実施要領（内規）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・巡視点検</li> </ul>	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
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）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主任技術者の保安監督業務</li> </ul>	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主任技術者の適正配置
施行規則第52条 平成15年経済産業省告示第249号第4条	<ul style="list-style-type: none"> <li>・巡視点検</li> </ul>	自家用発電設備に対する点検頻度の緩和

## 4-1. 官の取組③技術実証・導入

- スマート保安に活用可能な技術の開発においてはIoT機器・データ利活用による保安業務の現場作業における省力・遠隔化技術の開発や、保安業務AIの開発が期待される。
- 官の役割としては、スマート保安の実証事業や導入への支援、成功事例の共有・普及などによって支援を行っていくほか、公共安全性の観点から保安水準を維持・向上できることを技術実証において確認することが必要である。
- 令和2年度第3次補正予算において「産業保安高度化推進事業」を用意しており、予算面でも事業者の技術実証を支援していく。

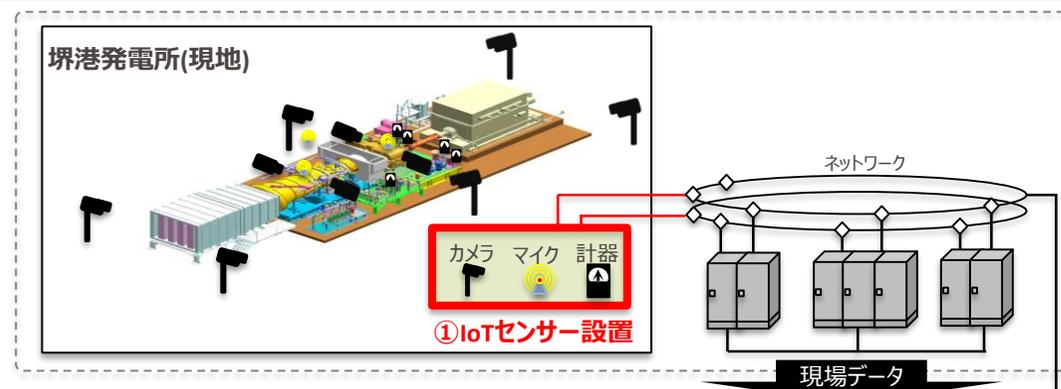


# 【参 考】 令和元年度補正産業保安高度化推進事業 実証事業① 関西電力株式会社

## IoT/AIを活用した巡視点検自動化システム実証事業

<b>実施体制</b> (単独申請)	関西電力 株式会社
<b>事業概要</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火力発電所では電力の安全・安定供給に向け、設備の異常を早期に発見し、トラブルを未然に防止するため、発電所所員が定期的に設備の巡視点検を行っているが、設備が多岐にわたるため多くの労力と時間を要しており、人的リソースを大量に投入している。他方で、将来技術者の人材不足も予想される中、スマート保安を促進し従来の巡視点検手法に代わる新技術開発が喫緊の課題とされている。</li> <li>火力発電所にIoTセンサーを設置することで遠隔での設備状態の確認を可能にし、画像・音響データに対してAI診断する機能を有した巡視点検自動化システムを構築することにより、巡視点検の自動化・遠隔化を目指す。</li> <li>技術員の五感や経験則を頼りに実施してきた巡視点検をIoT/AI活用により自動化することで、労働生産性の向上、保安力の向上(点検品質の向上および均質化)、ノウハウのシステム化(技術継承)が期待される。</li> </ul>

### 発電所におけるセンサー設置対象とその役割



### 監視所 ④巡視点検自動化システム



### 期待される効果

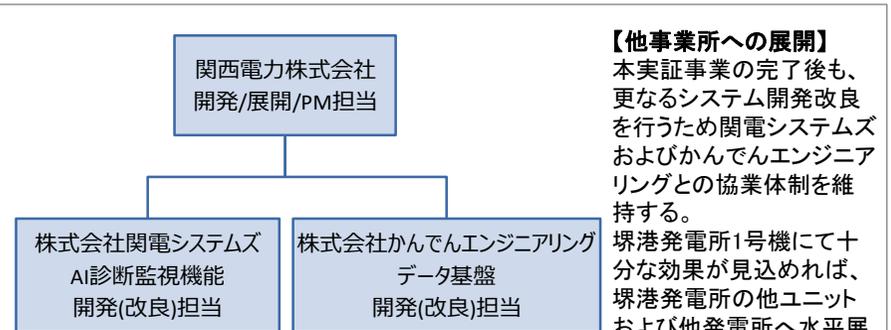
#### 【保安力向上効果】

- ✓ 日に複数回点検できるようになり、異常状態の早期発見が可能
- ✓ 巡視点検を遠隔化することで、点検作業に伴うリスク低減
- ✓ 有事の際に遠隔地からサポートすることで対応を迅速化したり、遠隔地での体制構築が可能

#### 【現場作業の省力化・無人化】

- ✓ 巡視点検の自動化・遠隔化に伴い点検員の省力化が可能となり、労働生産性に寄与

### 実証事業完了後の事業イメージ



# 【参 考】 令和元年度補正産業保安高度化推進事業 実証事業② 関西電力株式会社

## ドローン・AI等を活用した煙突筒身内部の劣化検出システムの構築実証事業

実施体制 (単独申請)	関西電力 株式会社
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>煙突筒身内部点検では、筒身を保護するために設置されているライニング材の状態を把握する目的があるが、現状では作業員がゴンドラ仮設に搭乗して実施するゴンドラ点検方式と煙突の壁面に数ヶ所設置されているマンホールから作業員が覗き込んで行うマンホール点検方式を併用し点検している。</li> <li>AI・ドローン等の新技術を活用した点検方式へ移行することで、保安業務の安全性担保と現場作業における省人・遠隔化を同時に実現する事を目指す。</li> <li>本実証事業完了後は、他の事業所、事業者にも実装・展開する計画である。具体的には、他設備への導入や他電力会社以外にも製鉄所やごみ焼却炉等の点検サービス受託に向けた活動を実施する予定である。</li> </ul>

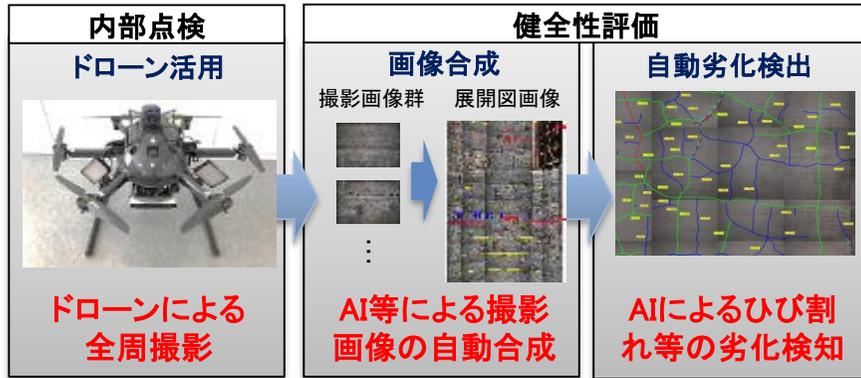
### 事業概要

現状



ドローン・AI等を活用した煙突筒身内部の劣化検出システムを構築する

### AI・ドローン等の新技術を活用した点検方式



### 期待される効果

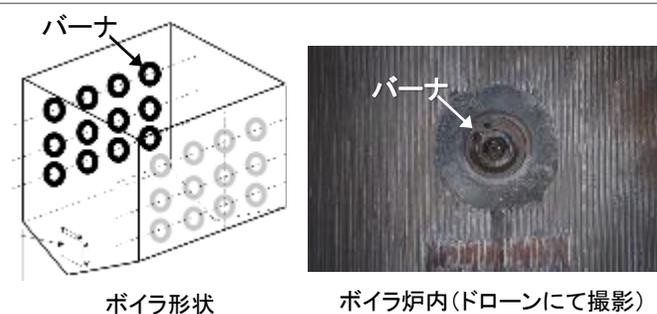
#### 【保安力向上効果】

- ✓ 煙突筒身内部の保全状態レベルが向上するため、火力発電所の遠隔監視体制実現に寄与
- ✓ 高所作業リスクの低減
- ✓ 感染症拡大等の緊急事態でも保安力を確保し、予期せぬ運転停止等の安全を損ねる事態を防止する能力維持が可能

#### 【現場作業の省力化・無人化】

- ✓ 煙突筒身内部点検における現場作業が省人化が可能

### 実証事業完了後の事業イメージ



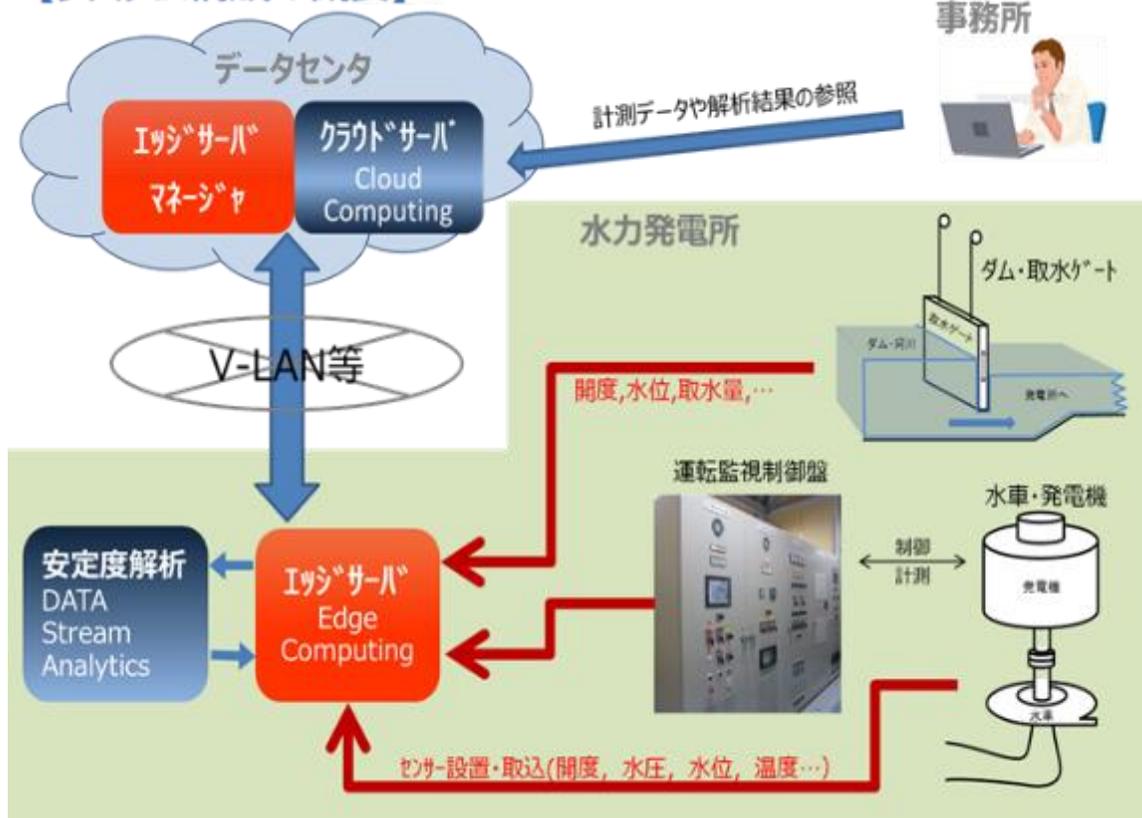
#### 【他業界への展開】

本実証事業完了後は、他の事業所、事業者にも実装・展開する計画である。具体的には、火力発電所のボイラへの導入や他電力会社以外にも、製鉄所やごみ焼却炉等の点検サービス受託に向けた活動を実施する予定である。

## 水力発電システムへのIoT・ICT技術の適用に関する研究開発事業

水力発電所等における各種センサーデータのリアルタイムな見える化

### 【システム構成の概要】



### ＜具体的な実施内容＞

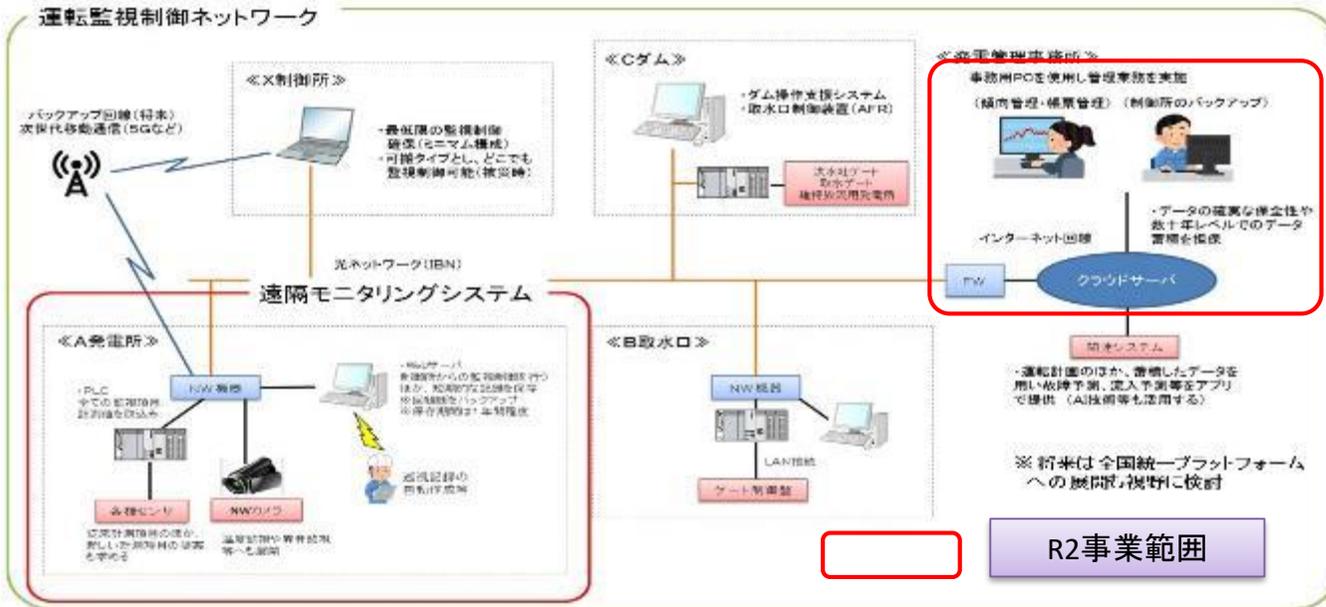
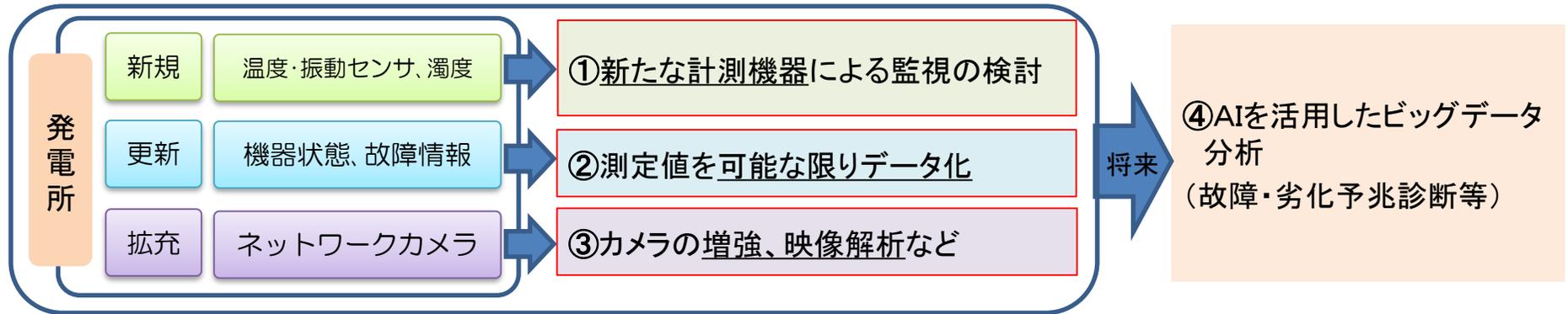
- ✓ 水力発電所の水車・発電機，取水ダムの取水ゲートに設置する各種センシング値（温度，振動，水位等）をデジタル化し，IoT装置（エッジサーバ等）に取り込み蓄積する。
- ✓ 通信回線（V-LAN等）を通じ，データセンターに設けたクラウドサーバとのデータ通信や，保守員事務所からアクセスしてリアルタイムにデータを参照するシステムを構築。

### ＜期待される効果＞

- ✓ 定期的に行う巡視点検におけるデータ取得の省力化や，機器の健全性のリアルタイム把握による異常や不具合への早期対処を実現する。

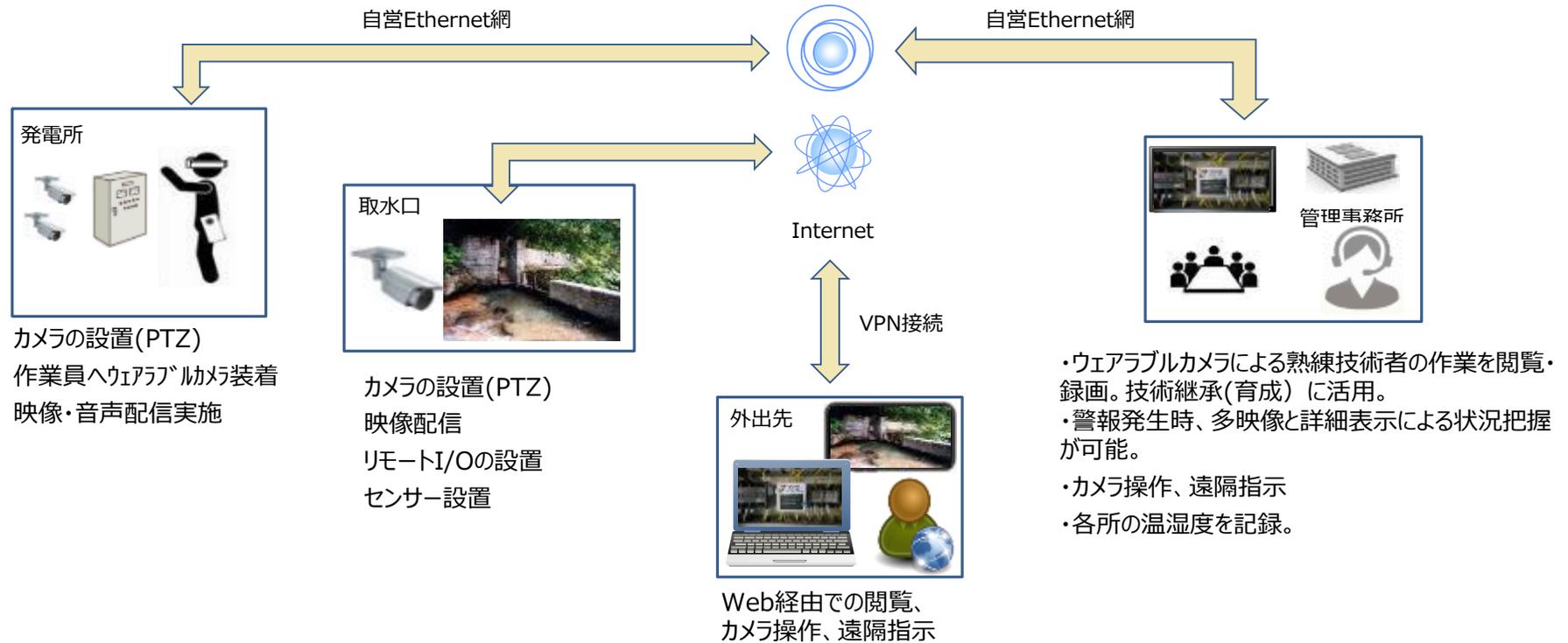
# 【参 考】 令和元年度補正産業保安高度化推進事業 実証事業④ 長野県企業局

## 水力発電所遠隔モニタリング実証事業



- ### <具体的な実施内容>
- ✓ 温度、振動等新たなセンサー類を設置し、機器情報のデータ化やトレンド管理、故障時等の導入の状況を分析し、有用性を実証。
- ### <期待される効果>
- ✓ 将来のあらゆる機器情報のデータ化やトレンド管理による保守の効率化・高度化（故障予知分析等）を目指す。

## 遠隔監視・指示・操作を用いた水力発電施設保安実証事業



### <具体的な実施内容>

- ✓ インターネット回線を利用したWebカメラ等による遠隔監視・制御、遠隔指示による省力化。
- ✓ センサ蓄積データ情報の分析と活用。

### <期待される効果>

- ✓ 取水口等監視カメラのインターネット回線を利用した遠隔監視、リモートIOによる早期復旧操作。
- ✓ 熟練技術者の技術を遠隔から活用、機器点検作業員の目線映像を記録、研修等に活用。現場作業員の技術力向上。

④ネットワークカメラによる発電所等の監視強化実証事業

⑤特定小電力無線通信による曾見川雨量データ伝送実証事業

○ ネットワークカメラによる監視強化

<具体的な実施内容>

- ✓ 7か所の発電所等にネットワークカメラ等を新設及び増設し、故障等にどの程度ネットワークカメラが活用されたか検証する。

<期待される効果>

- ✓ 故障時は現場に行って状況を確認していたが、遠隔で把握することにより、現場到着前に必要な対応や復旧方法の検討等が行え、早期の復旧が期待できる。

○ 雨量データ伝送

<具体的な実証内容>

- ✓ 険しい山奥にあるため電源や通信手段のなかった曾見川沿いに雨量局を設置し、雨量データを特定小電力無線で綾第一発電所に送信。
- ✓ 電源に太陽光パネルを設置し、無線の中継局は、送電線鉄塔に設置し、マルチホップ方式で伝送する。

<期待される効果>

- ✓ 受信したデータを企業局LANを使い、曾見川下流にある古賀根橋ダム等での観測を可能にし、洪水予測に活用する。

雨量データ伝送概要



## 4-1. 官の取組④スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

### 水力発電設備の保守管理に係るスマート化ガイドライン

- 水力発電設備の保守管理に係るスマート化導入を促進するため、現在、『水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン』を作成・準備中。
- 本ガイドラインは、今後、ICT等を活用した遠隔保守の導入を検討している水力発電事業者において一つの手引きとして活用してもらうことが目的。
- このうち、今年度は企画・導入フェーズのガイドラインを作成し、来年度、管理・運用フェーズのガイドラインを作成予定。
- 本ガイドラインの項目として、スマート化技術導入プロセスにおいて留意すべき事項や計画立案のためのチェックリスト等を記載するとともに、スマート保安実証事業の導入事例を紹介予定。

#### 水力発電設備の保守管理に係るスマート化 技術導入ガイドライン 【目次案】

##### 第1章 本ガイドラインの目的

- 第1節 はじめに
- 第2節 適用範囲
- 第3節 用語及び定義

##### 第2章 水力発電設備の保安管理業務のスマート化の考え方

- 第1節 水力発電設備の保安管理業務
- 第2節 スマート保安の方法と保安管理業務のプロセス
  - 1. 水力発電設備の保安管理業務の将来像
  - 2. 水力発電設備のスマート化技術
- 第3節 リスクマネジメント

##### 第3章 水力発電設備の保安管理業務のスマート化計画立案

###### 第1節 スマート化計画の目的

- 1. 保安力の維持・向上
- 2. 生産性の向上

###### 第2節 スマート化計画の策定における留意事項

- 1. 事業環境の把握  
(保安管理業務、ネットワーク基盤、情報セキュリティポリシー等)
- 2. 予算措置・費用対効果
- 3. 新技術利用
- 4. セキュリティ対策
- 5. デジタル人材

###### 第3節 スマート化計画の立案のためのチェックリスト

##### 第4章 水力発電設備の保安管理業務のスマート化事例

###### 第1～4節 実証事例（4事業者）

## 4-1. 官の取組④スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

- 現在、関連分野にて以下のようなガイドライン・事例集が公表されており、電気保安分野においても参考とすることが出来る。

分類	ガイドライン・事例集名	電気保安分野にて参考となる点
IoT機器・AIシステム活用事例	「スマート保安先行事例集」(経済産業省 保安課)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラント、電力、ガス、インフラ等の事業者による、保全・保安業務へのスマート化技術の活用事例が掲載されている。</li> <li>● 電気保安分野においては、特に電力事業者による高所の目視確認の代替のためのドローン活用や、計測データを活用した異常予兆検知システムの導入事例が参考になる。</li> <li>● 例えば、「2 スマート化投資のメリット」や「3 スマート化投資の成功要因」では、スマート技術導入によるメリットや成功要因が分類整理されており、技術導入を検討する際に参考になる。また、「4.2 企業別個表」では、スマート化技術の導入経緯から導入効果までが具体的に記載されており、スマート化技術の活用イメージを持つことができる。</li> </ul>
	「プラントにおけるドローン活用事例集」(石油コンビナート等災害防止3省連絡会議)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラントの保安におけるドローン活用の実証実験の事例や、国内外の企業での活用事例が掲載されている。</li> <li>● 電気保安分野においても、電力事業者にとってドローン活用のユースケースを検討する際に参考になる。</li> <li>● 例えば、「2 実証実験の事例」では、ドローン運用事業者の選定、飛行目的・飛行計画の設定、リスクアセスメント、実験における確認の実施や記録作成といった実証実験の一連の流れが具体的に紹介されており、電気保安分野でのドローン活用の実証を検討するうえでも参考になる。また、「3 国内企業の事例」、「4 海外企業の事例」では、事例毎に想定したリスク事象、リスク対策、活用の課題点などが記載されており、電気保安分野で技術導入を検討する際にも参考になる。</li> </ul>
	「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」(石油コンビナート等災害防止3省連絡会議)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラントの保安におけるドローン活用の留意点が整理されている。</li> <li>● 電気保安分野においても、ドローン活用の留意点を整理する際に参考になる。</li> <li>● 例えば、「第2章 通常運転時におけるプラントでのドローンの活用方法」では、ドローン運用事業者・操縦者・機体の要件や、ドローンの活用にあたってのリスクアセスメントの例など、プラントのみならず発電所等電気設備にも適用できるポイントが多く記載されており、ドローン活用の計画立案時などに参考になる。</li> </ul>
	「無人航空機性能評価手順書」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドローンの性能評価の指標を設定し、ドローン機器の性能をランク付けし比較可能な情報が整理されている。</li> <li>● 電気保安分野においては、ドローンの活用を検討する際に求められるドローンの性能の検討やドローンの比較に参考になる。</li> <li>● 例えば、「4.3 耐風性能」では、ドローンが有する耐風性能について気象庁の定める水準との対応関係も含め整理されており、ドローンに求める水準の検討や活用するドローン機体の比較において参考になる情報が記載されている。その他にも、ドローン活用に際して基準となりうる性能について情報が整理されている。</li> </ul>

## 4-1. 官の取組④スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

分類	ガイドライン・事例集名	電気保安分野にて参考となる点
AIの品質評価	「機械学習品質マネジメントガイドライン」(国立研究開発法人産業技術総合研究所)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械学習を利用したシステム・サービスの開発において、目標や基準を設定することによる品質向上や、主体間での共通認識の醸成を目的として情報が整理されている。</li> <li>● 電気保安分野においては、機械学習を利用する際の品質設定・確保の参考になる。</li> <li>● 例えば、「1.5 実現目標とする外部品質特性」では、機械学習の品質の分類や考え方について記載されており、機械学習を利用したシステムの要件定義を網羅的に行うための参考となる情報が記載されている。</li> </ul>
	「AIプロダクト品質保証ガイドライン」(AIプロダクト品質保証コンソーシアム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● AIプロダクトの開発における品質保証の考え方について整理されている。</li> <li>● 電気保安分野においては、AIを利用したシステムに求められる品質や品質保証のあり方の参考になる。</li> <li>● 例えば、「7. 産業用プロセス」では、具体的に産業用プロセスでのAI活用について、AIとそれ以外のサブシステムの関係(7.3)や開発に際しての想定されるステークホルダーの整理(7.4)、具体的な留意点の例示(7.6)など、AI開発・導入において前提となる情報から実際の開発・導入まで検討する際に参考となる情報が記載されている。</li> </ul>
契約	「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」(経済産業省)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● あらゆる事業活動におけるデータ契約及びAI技術を利用したソフトウェアの開発・利用に関する契約について基本的な考え方が解説されている。</li> <li>● 例えば、データ編ではデータを他事業者へ提供するケースや、複数事業者が関与することで新たなデータが創出されるようなケースについて契約書の案が、AI編ではアセスメント段階、PoC段階、開発段階、追加学習段階それぞれについてモデル契約書が示されている。また、契約書作成時に生じる疑問に対し、「相談事項および検討の観点」という形でユースケースが紹介されており、電気保安分野でデータ契約、AI技術利活用に係る契約における交渉や契約書作成時に参考になる。</li> </ul>
	「データの利用に関する契約ガイドライン産業保安版」(経済産業省/国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データの利用に関する契約について、「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」も踏まえ産業保安(特にプラント分野)に特化し考え方が解説されている。</li> <li>● 例えば、プラントデータ活用スキームのユースケース、取引事例等が示されているほか、データの保護に関する知的財産権等の法制度、データ不正利用防止措置、プラントデータの管理方法・開示方法に関する義務等、データ利用における留意事項が整理されている。</li> <li>● また、契約の対象となるデータの特定、プラントデータの利用態様についての規律等、契約における法的論点について整理したうえで、契約において定めることが望ましい事項について取引事例とともに解説しており、IoTやビッグデータ等の利用を通じて保安のスマート化を進める電力事業者が、データ契約、AI技術利活用に係る契約において契約書を作成する際に参考になる。</li> </ul>

## 4-1. 官の取組⑤表彰制度

### ● 「インフラメンテナンス大賞」

経済産業省は、国土交通省、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、防衛省とともに「インフラメンテナンス大賞」を実施。これは、「日本国内における社会資本のメンテナンス（以下「インフラメンテナンス」という。）に係る優れた取組や技術開発を表彰し、好事例として広く紹介することにより、我が国のインフラメンテナンスに関わる事業者、団体、研究者等の取組を促進し、メンテナンス産業の活性化を図るとともに、インフラメンテナンスの理念の普及を図ることを目的」としている。今後も引き続きインフラメンテナンス大賞などの表彰制度を実施し、事業者によるスマート保安化を促進する。



#### <第4回 インフラメンテナンス大賞 電気保安関連の取組>

##### 経済産業大臣賞

代表団体名	案件名
関西電力送配電株式会社	設備情報を用いた効率的な更新計画の策定
東北電力ネットワーク株式会社ほか	AIを活用した送電鉄塔の腐食劣化度診断システム開発・運用

##### 優秀賞

代表団体名	案件名
北海道電力株式会社ほか	コンクリート柱の鉄筋破断診断装置の開発、実用化
北海道電力株式会社ほか	苫東厚真発電所4号機におけるボイラー保守技術高度化システムの導入
株式会社日立製作所ほか	パネルの半導体特性を活用した、太陽光発電設備のメンテナンス技術
株式会社シーテック	送電鉄塔の保守から生まれた小土木（KODOBOKU）技術

## 4-2. 新技術の実用化・導入に必要な民の取組

- 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. 技術実証・導入

- 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、それに必要な人材育成を図る。また、業界全体でのスマート技術の向上・普及を目指す。

### 2. 人材育成

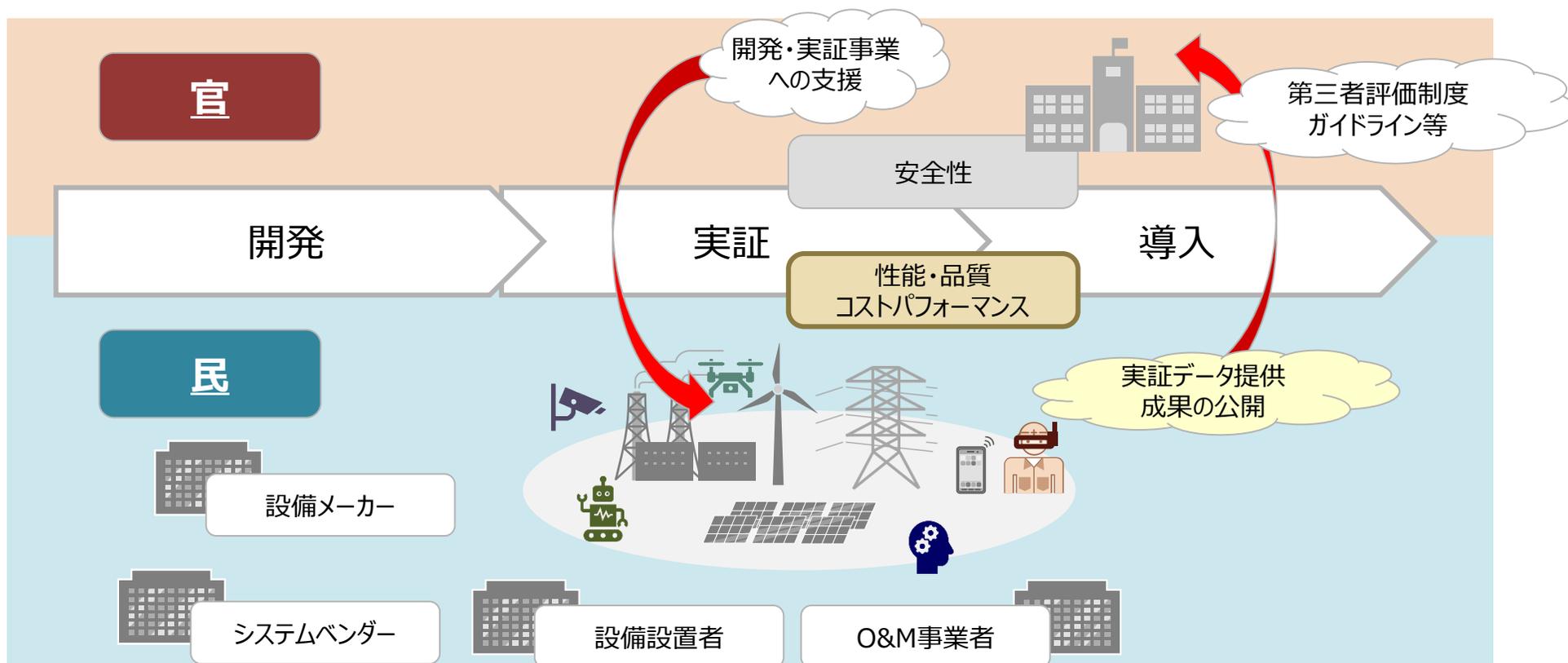
- 新しい電気保安の姿に基づいた、新しい電気保安体制・業務(スキル・役割・責任分担の再設計)を整理。デジタル人材の新規・中途採用や、共同事業、外部研修の活用等を通じ、スマート保安に必要な能力を補完していく。

### 3. サイバーセキュリティ

- スマート保安技術の導入においては、サイバーセキュリティの確保が重要。制御系NWは分離させることを前提に保安用の各種システムを構築。また、サイバーセキュリティ対策を実施するための人材育成も必要。

## 4-2. 民の取り組み①技術実証・導入

- スマート保安に活用可能な技術の開発においてはIoT機器・データ利活用による保安業務の現場作業における省人・遠隔化技術の開発や、保安業務AIの開発が期待される。民の役割としては、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と共に、技術導入促進のためのコストパフォーマンスの確認・確保もまた重要である。



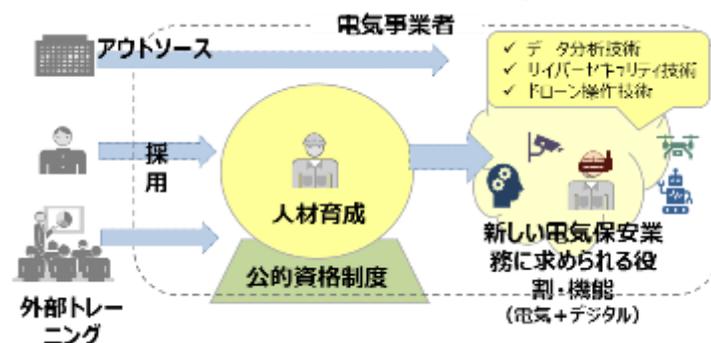
## 4-2. 民の取り組み②人材育成

スマート保安の導入に当たっては、3つの職層において必要な能力が異なる。①経営層においては、スマート保安の意義を理解し必要な経営判断をする能力、②企画・システム設計担当者においては、スマート保安の導入を企画し管理できる能力、③現場の作業員においては、スマート技術を実際に保安活動に使用するための各種ノウハウが必要。

そうした能力を補完するものとして、デジタル人材の新規・中途採用や、ITベンダー等との共同事業、外部研修の活用が有効。また、人材育成を通して、新しい電気保安業務に求められる技術（ドローン利用のノウハウやサイバーセキュリティノウハウ等）の価値が可視化。他方、保安のスマート化が進めば、現場出向が少なくなり、実機に触れることで習得していた電気設備そのものへの理解の低下も懸念されるため、対策が必要。

職層	電気保安のスマート化に求められる能力				
経営トップ 経営層	経営トップのコミットメント 【課題A】電気保安業務のスマート化・人材育成に対する経営判断・組織的なリソース投入が必要				
事業者の スマート保安導入の 企画・システム設計 担当者	スマート保安システム企画導入能力 【課題B】スマート保安システムの企画導入をリードできる知見が必要				
現場の スマート保安 人材	現場設備の理解 【課題E】電気設備そのものへの理解が低下することに対する懸念	ドローン利用ノウハウ	サイバーセキュリティノウハウ	AI利用ノウハウ	IoT現場機器利用ノウハウ 【課題C】社内の人材育成の方法の充実・強化が必要

### <デジタル人材育成の取組>



### <第四次産業革命スキル習得講座認定制度>

IT・データを中心とした将来の成長が強く見込まれ、雇用創出に貢献する分野において、社会人が高度な専門性を身に付けキャリアアップを図る、専門的・実践的な教育訓練講座を経済産業大臣が認定する制度。

「専門実践教育訓練給付制度」と連携し、訓練経費及び訓練中の賃金の一部を助成。

## 4-2. 民の取組③サイバーセキュリティ

- スマート化に伴い、**監視装置等が通信回線へ接続**されることとなり、悪意のある者からの攻撃の機会ともなっていく恐れが高まるため、**サイバーセキュリティ対策が必要**。
- 電力制御システム等については、「**電力制御システムセキュリティガイドライン**」等を技術基準（ハード対策）の解釈及び保安規程（マネジメント等ソフト対策）にて定める事項に関する内規にエンドースし、事業者に対応を求めているところ。
- これに加えて、サイバーセキュリティ対策を実施するための人材育成が必要であり、企業の対策状況に合わせた外部の人材育成プログラムの活用が有効。例えば、（独）情報処理推進機構 産業サイバーセキュリティセンター（ICSCoE）が開講する、サイバーセキュリティを経営課題として認知するための「**戦略マネジメントセミナー**」や、重要インフラのセキュリティの中核を担う人材を育成するための「**中核人材育成プログラム**」等がある。



### （独）情報処理推進機構 産業サイバーセキュリティセンター 開講プログラム

#### 「戦略マネジメント系セミナー」

サイバーセキュリティは経営課題であること及び経営層をはじめ関係者が認知すべきセキュリティ機能の重要性の理解を目指す。

2020年度はオンラインで開講。先進事例・課題や解決策・ノウハウなどを体系的に学ぶプログラムを提供。



#### 「業界別サイバーレジリエンス強化演習（CyberREX）」

業界別に、シナリオによる実践的演習の形式を中心としたトレーニングを行う。ビジネスパートナーが直面するサイバーセキュリティ規制やガイドライン等の解説に関する集中講義と演習を実施。

※電力業界を対象としたコースを定期的の開講。

➤ 対象業界（今年度実績）：  
情報通信・自動車（スマートモビリティ・製造）、ガス、金属、石油、化学、電力、鉄道、ファクトリーオートメーションなどの業界

➤ 電力業界からの参加実績：  
H29：6名、H30：12名、R1：17名、R2：19名

#### 「中核人材育成プログラム」

重要インフラ企業を中心にセキュリティの中核を担う人材育成を目標としたプログラム。

電力、石油、ガス、化学、自動車、鉄道分野等の企業からセキュリティ担当予定者を1年間派遣させ、制御系セキュリティに精通する講師により、実機を使った模擬プラントを実際に攻撃して脆弱性を洗い出す等の実践的なプログラムを行う。



### 4-3. 新技術の実用化・導入に必要な取組とフォローアップ

- 本アクションプランは電力安全部会において、官と民とが議論し策定したもの。官と民それぞれがアクションプラン策定の主体として、**電気保安の将来像を達成するため、積極的にスマート保安の導入に取組み**、電力安全部会及びスマート保安官民協議会においてその内容・進捗のフォローアップを行う。

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の確認、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

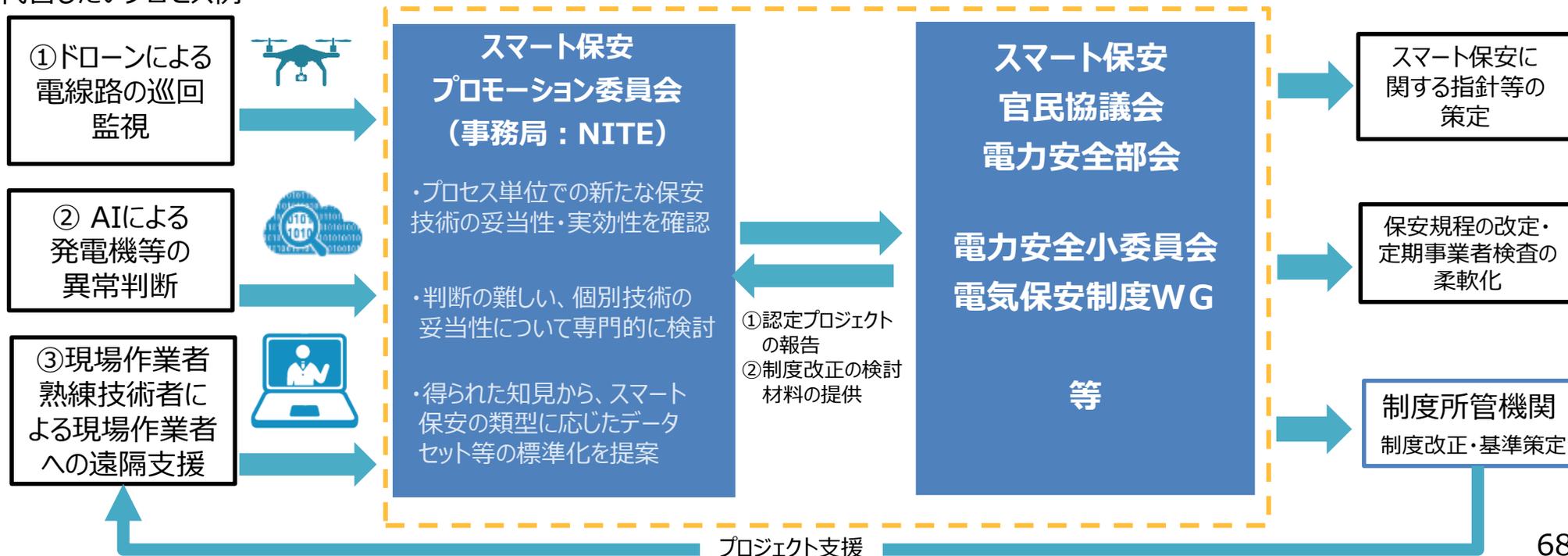
### インシデント発生時 の対応方法

- 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・共有する場を設けてはどうか。
- このため、スマート保安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、既存の電気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



## **(参考 1) 官の取り組み③ガイドライン・事例集の策定**

# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「スマート保安先行事例集」																						
発行元、時期	経済産業省 保安課, 2017年4月																						
分類	IoT機器・AIシステム活用事例																						
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラント、電力、ガス、インフラ等の事業者による、保安・保安業務へのスマート化技術の活用事例をまとめた事例集。</li> </ul>																						
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特に電力事業者による高所の目視確認の代替のためのドローン活用や、計測データを活用した異常予兆検知システムの導入事例が参考になる。</li> <li>● <u>2 スマート化投資のメリット</u>、<u>3 スマート化投資の成功要因</u>：スマート技術導入によるメリットや成功要因が分類整理されており、技術導入を検討する際に参考になる。</li> <li>● <u>4.2 企業別個表</u>：スマート化技術の導入経緯から導入効果までが具体的に記載されており、スマート化技術の活用イメージを持つことができる。</li> </ul>																						
イメージ	 <p>スマート保安先行事例集 ～安全性と収益性の両立に向けて～</p> <p>平成29年4月 経済産業省 保安課</p> <div data-bbox="866 639 1295 1215"> <h3>1.2. 本事例集におけるスマート化投資の技術について</h3> <p>本事例集では、従来より大量・多岐の情報を電子データとしてリアルタイムに取得・共有する技術や、人では気づかない異常の予兆検知の技術を導入・活用し、プラントの収益性や安全性を向上する取組をとりあげて紹介した。スマート化技術の代表例は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>スマート技術の事例</th> <th>具体的な活用方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>3Dデータの活用</b> 現場を高精度に映像を映像化</td> <td>・現場で点検データや作業メモをクラウドで入力する上で、現場の電子化を促進</td> </tr> <tr> <td><b>センサーの活用</b> より大量・多岐のデータを取りリアルタイムに活用</td> <td>・高圧ケーブルの温度を監視し、異常を早期に検知可能</td> </tr> <tr> <td><b>データの活用</b> 作業記録等を電子データ化してノウハウを蓄積</td> <td>・故障履歴等の解析・故障予測プロセスをデータベースに蓄積して活用</td> </tr> <tr> <td><b>異常予兆検知</b> 異常モデルを予測し、人では気づかない予兆を検知</td> <td>・過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知</td> </tr> <tr> <td><b>ドローン活用</b> 高所作業や危険な場所の点検を自動化し、作業効率を向上</td> <td>・ドローンシステムの導入や無人ドローンの活用</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="1373 639 1802 1215"> <h3>2.2. 安全性向上の手段としてのスマート化</h3> <p>本事例集では安全性向上の手段として「作業履歴の管理」、「計測データの蓄積・可視化」、「従来把握できなかった状態の監視」、「故障の予測」の4つに分類した。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>事例の概要</th> <th>該当企業*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>作業履歴の管理</b> 作業履歴の蓄積・可視化による作業効率の向上</td> <td>12/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ</td> </tr> <tr> <td><b>計測データの蓄積・可視化</b> 計測データの蓄積・可視化による異常予兆検知の向上</td> <td>7/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ</td> </tr> <tr> <td><b>従来把握できなかった状態の監視</b> 従来把握できなかった状態の監視による異常予兆検知の向上</td> <td>13/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ</td> </tr> <tr> <td><b>故障の予測</b> 過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知</td> <td>10/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ</td> </tr> </tbody> </table> <p>*企業によっては複数のカテゴリが該当</p> </div>	スマート技術の事例	具体的な活用方法	<b>3Dデータの活用</b> 現場を高精度に映像を映像化	・現場で点検データや作業メモをクラウドで入力する上で、現場の電子化を促進	<b>センサーの活用</b> より大量・多岐のデータを取りリアルタイムに活用	・高圧ケーブルの温度を監視し、異常を早期に検知可能	<b>データの活用</b> 作業記録等を電子データ化してノウハウを蓄積	・故障履歴等の解析・故障予測プロセスをデータベースに蓄積して活用	<b>異常予兆検知</b> 異常モデルを予測し、人では気づかない予兆を検知	・過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知	<b>ドローン活用</b> 高所作業や危険な場所の点検を自動化し、作業効率を向上	・ドローンシステムの導入や無人ドローンの活用	事例の概要	該当企業*	<b>作業履歴の管理</b> 作業履歴の蓄積・可視化による作業効率の向上	12/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ	<b>計測データの蓄積・可視化</b> 計測データの蓄積・可視化による異常予兆検知の向上	7/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ	<b>従来把握できなかった状態の監視</b> 従来把握できなかった状態の監視による異常予兆検知の向上	13/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ	<b>故障の予測</b> 過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知	10/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ
スマート技術の事例	具体的な活用方法																						
<b>3Dデータの活用</b> 現場を高精度に映像を映像化	・現場で点検データや作業メモをクラウドで入力する上で、現場の電子化を促進																						
<b>センサーの活用</b> より大量・多岐のデータを取りリアルタイムに活用	・高圧ケーブルの温度を監視し、異常を早期に検知可能																						
<b>データの活用</b> 作業記録等を電子データ化してノウハウを蓄積	・故障履歴等の解析・故障予測プロセスをデータベースに蓄積して活用																						
<b>異常予兆検知</b> 異常モデルを予測し、人では気づかない予兆を検知	・過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知																						
<b>ドローン活用</b> 高所作業や危険な場所の点検を自動化し、作業効率を向上	・ドローンシステムの導入や無人ドローンの活用																						
事例の概要	該当企業*																						
<b>作業履歴の管理</b> 作業履歴の蓄積・可視化による作業効率の向上	12/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ																						
<b>計測データの蓄積・可視化</b> 計測データの蓄積・可視化による異常予兆検知の向上	7/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ																						
<b>従来把握できなかった状態の監視</b> 従来把握できなかった状態の監視による異常予兆検知の向上	13/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ																						
<b>故障の予測</b> 過去の異常履歴を基に突発的な故障を検知	10/25社 三菱電機、日立製作所、東芝、パナソニック、三菱重工、日立建設、日立システムズ、日立製作所、日立システムズ																						

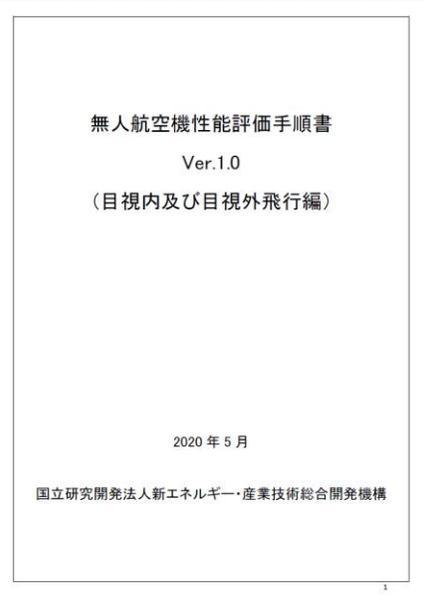
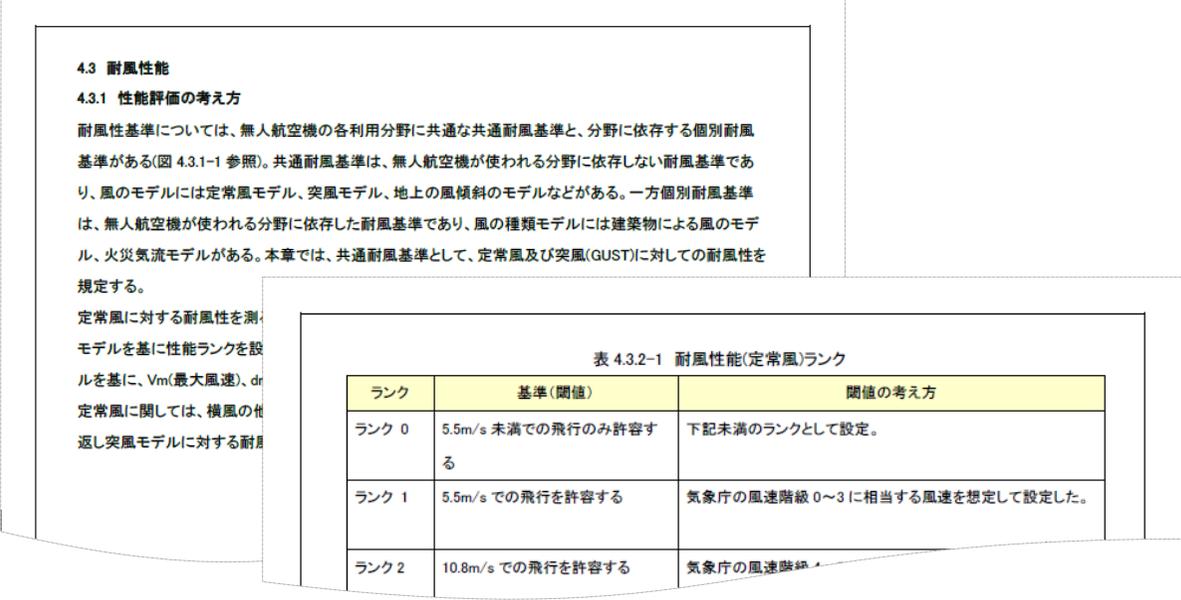
# (参考1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「プラントにおけるドローン活用事例集」
発行元、時期	石油コンビナート等災害防止3省連絡会議, 2019年3月
分類	IoT機器・AIシステム活用事例
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラントの保安におけるドローン活用の実証実験の事例や、国内外の企業での活用事例をまとめた事例集。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>2 実証実験の事例</u>：ドローン運用事業者の選定、飛行目的・飛行計画の設定、リスクアセスメント、実験における確認の実施や記録作成といった実証実験の一連の流れが具体的に紹介されており、電気保安分野でのドローン活用の実証を検討するうえでも参考になる。</li> <li>● <u>3 国内企業の事例</u>、<u>4 海外企業の事例</u>：事例毎に想定したリスク事象、リスク対策、活用の課題点などが記載されており、電気保安分野で技術導入を検討する際にも参考になる。</li> </ul>
イメージ	<div style="text-align: center;"> <h2>2 実証実験の事例</h2> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed gray; padding: 10px; text-align: center;"> <p>プラントにおけるドローン活用事例集</p> <p>2019年3月 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議 (総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省)</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px dashed gray; padding: 10px;"> <h3>ドローンの飛行目的・撮影対象等の選定</h3> <p>【飛行目的】 原油タンクにおいて、地震発生時に浮屋根が揺れることで原油が屋根上に漏れてしまった状態や、屋根の腐食により原油が屋根上に染み出してしまった状態を早期に発見することを想定し、ドローンによる上空からの撮影を行う。</p> <p>【撮影対象】 原油タンク群の浮屋根</p> <h3>ドローン運用事業者の選定</h3> <p>今回の実験では、プラントにおける飛行実績を豊富に有しているなど、特にリスク対策を念頭に、信頼性の高いドローン事業者を選定した。また、飛行可能最大風速10m/s（風洞実験にて風速14～18m/s下での安定飛行の実績あり）、GPSによる飛行ルートの設定、通信遮断時等の自動帰還、障害物自動回避、GPS・センサーによる自律飛行などの機能・性能を持つ、信頼性の高い機体を選定した。</p> <h3>飛行目的・飛行計画の設定</h3> </div> <div style="width: 30%; border: 1px dashed gray; padding: 10px;"> <h3>リスクアセスメント</h3> <p>飛行経路の状態が爆発性雰囲気を生じさせる可能性があるエリアの近傍や火気の制限があるエリアの近傍である点を踏まえ、リスクアセスメントを行った。</p> <p>ドローンの落下等による人的被害や設備の破損のリスクについて、以下の原因を想定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業員、通行車両、設備等の上空での飛行</li> <li>・ 悪天候、強風時での飛行</li> <li>・ 瞬間的な強風によるドローンの落下や制御不能に陥る可能性</li> <li>・ 飛行中の鳥獣との接触</li> <li>・ GPSの不具合及び通信不良等による飛行への影響</li> </ul> <p>また、爆発性雰囲気を生じさせる可能性があるエリアや火気の制限があるエリアへドローンが侵入し、着火するリスクについて、以下の原因を想定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドローンの機能に不具合が生じ、ドローンが停止、落下すること</li> <li>・ ドローンの飛行高度において、耐風性能を超える風速が吹くこと</li> <li>・ 落下等の衝撃によりバッテリーが破損し、着火すること</li> </ul> </div> </div>

# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」
発行元、時期	石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議, 2019年3月
分類	IoT機器・AIシステム活用事例
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石油化学プラントの保安におけるドローン活用の留意点を整理したガイドライン。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>第2章 通常運転時におけるプラントでのドローンの活用方法</u>：ドローン運用事業者・操縦者・機体の要件や、ドローンの活用にあたってのリスクアセスメントの例など、プラントのみならず発電所等電気設備にも適用できるポイントが多く記載されており、ドローン活用の計画立案時などに参考になる。</li> </ul>
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="337 578 768 1182" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>プラントにおけるドローンの安全な運用方法 に関するガイドライン</p> <p>2019年3月 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議 (総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省)</p> </div> <div data-bbox="820 578 1790 1182" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>第2章 通常運転時におけるプラントでのドローンの活用方法</b></p> <p>通常運転時におけるプラントでのドローンの活用にあたっては、図 1.1 の流れに沿って実施することが望ましい。そのため、以下の手順に従い、ドローン運用事業者の選定にあたっては 2.1 節に示す要件を満たし、飛行計画の立案、事前協議の実施、ドローンの活用及び飛行記録の作成を行う。また、操縦者の要件は 2.2 節に示す事項、使用する機体の要件は 2.3 節に示す事項を満たした上で実施することが望ましい。</p> <p><b>2.1 ドローン運用事業者の選定</b></p> <p>プラント事業者は、ドローン運用事業者について、1.3 節に示す航空法の規定に基づき、安全を確保するために必要な体制を満たす事業者を選定する必要がある。</p> <p>また、ドローン運用事業者は、2.2 節に示す要件を満たした操縦者による飛行、2.3 節に示す要件を満たした機体による飛行を実施しなければならない。</p> <p><b>2.2 操縦者の要件</b></p> <p>プラントにおいてドローンを飛行させる操縦者は、プラントの状況に応じ、1.3 節に示す航空法の規定に従った操縦を行うために必要な技量を習得した操縦者でなければならない。必要な操縦技量としては、基本的な操縦技量を有し、加えて業務を遂行するために必要な操縦技量を習得した操縦者でなくてはならない。</p> <p>作業員や車両通行が多いプラントに於いては、</p> </div> </div>

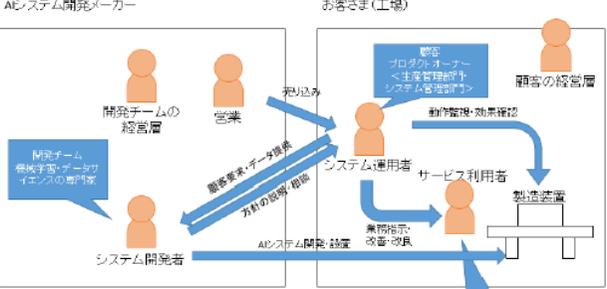
# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「無人航空機性能評価手順書」												
発行元、時期	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2020 年 5 月												
分類	IoT機器・AIシステム活用事例												
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドローンの性能評価の指標を設定し、ドローン機器の性能をランク付けし比較可能な情報をまとめた手順書。</li> </ul>												
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>4.3 耐風性能</b>：ドローンが有する耐風性能について気象庁の定める水準との対応関係も含め整理されており、ドローンに求める水準の検討や活用するドローン機体の比較において参考となる情報が記載されている。その他にも、ドローン活用の際に基準となりうる性能について情報が整理されている。</li> </ul>												
イメージ	 <p>無人航空機性能評価手順書 Ver.1.0 (目視内及び目視外飛行編)  2020 年 5 月  国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構</p>  <p><b>4.3 耐風性能</b> <b>4.3.1 性能評価の考え方</b> 耐風性基準については、無人航空機の各利用分野に共通な共通耐風基準と、分野に依存する個別耐風基準がある(図 4.3.1-1 参照)。共通耐風基準は、無人航空機が使われる分野に依存しない耐風基準であり、風のモデルには定常風モデル、突風モデル、地上の風傾斜のモデルなどがある。一方個別耐風基準は、無人航空機が使われる分野に依存した耐風基準であり、風の種類モデルには建築物による風のモデル、火災気流モデルがある。本章では、共通耐風基準として、定常風及び突風(GUST)に対する耐風性を規定する。 定常風に対する耐風性を測定する際は、風速計を用いた測定モデルを基に性能ランクを設定する。また、突風に対する耐風性を測定する際は、V<sub>m</sub>(最大風速)、dr(突風発生率)を基に、横風の発生率を考慮し、突風モデルに対する耐風性を規定する。</p> <p>表 4.3.2-1 耐風性能(定常風)ランク</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ランク</th> <th>基準(閾値)</th> <th>閾値の考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ランク 0</td> <td>5.5m/s 未満での飛行のみ許容する</td> <td>下記未満のランクとして設定。</td> </tr> <tr> <td>ランク 1</td> <td>5.5m/s での飛行を許容する</td> <td>気象庁の風速階級 0~3 に相当する風速を想定して設定した。</td> </tr> <tr> <td>ランク 2</td> <td>10.8m/s での飛行を許容する</td> <td>気象庁の風速階級 4 に相当する風速を想定して設定した。</td> </tr> </tbody> </table>	ランク	基準(閾値)	閾値の考え方	ランク 0	5.5m/s 未満での飛行のみ許容する	下記未満のランクとして設定。	ランク 1	5.5m/s での飛行を許容する	気象庁の風速階級 0~3 に相当する風速を想定して設定した。	ランク 2	10.8m/s での飛行を許容する	気象庁の風速階級 4 に相当する風速を想定して設定した。
ランク	基準(閾値)	閾値の考え方											
ランク 0	5.5m/s 未満での飛行のみ許容する	下記未満のランクとして設定。											
ランク 1	5.5m/s での飛行を許容する	気象庁の風速階級 0~3 に相当する風速を想定して設定した。											
ランク 2	10.8m/s での飛行を許容する	気象庁の風速階級 4 に相当する風速を想定して設定した。											

# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「機械学習品質マネジメントガイドライン」
発行元、時期	国立研究開発法人産業技術総合研究所, 2020年6月30日
分類	AIの品質評価
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械学習を利用したシステム・サービスの開発において、目標や基準を設定することによる品質向上や、主体間での共通認識の醸成を目的として情報を整備したガイドライン。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>1.5 実現目標とする外部品質特性</u>：機械学習の品質の分類や考え方について記載されており、機械学習を利用したシステムの要件定義を網羅的に行うための参考となる情報が記載されている。</li> </ul>
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="312 591 745 1196" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Rev. 1.0.1.0037 (2020/06/30)</p> <p><b>機械学習品質マネジメントガイドライン</b></p> <p>第1版</p> <p>2020年6月30日</p> <p>国立研究開発法人産業技術総合研究所</p> <p>サイバーフィジカルセキュリティ研究センター テクニカルレポート CPSEC-TR-2020001</p> <p>人工知能研究センター テクニカルレポート</p> </div> <div data-bbox="826 585 1773 1196" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">機械学習品質マネジメントガイドライン 第1版 <span style="float: right;">国立研究開発法人産業技術総合研究所</span></p> <p><b>1.5.1 リスク回避性</b></p> <p>『リスク回避性』（危害・危険回避性／安全性）は、機械学習要素が望ましくない判断動作を行うことを抑制し、システムを用いたサービス提供者・システムにより提供されるサービスの利用者または第三者などに人的被害や経済損失・機会損失などの悪影響を及ぼすリスクを低減する品質特性である。昨今、一層重要視されている「セーフティ&amp;セキュリティ」や「安全・安心」に深く関係する。</p> <p>具体的な事例として、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動運転のための物体認識における、障害物の見落としや種別の誤認識</li> <li>・ 食品工場ラインの混入物検知における異物の見落とし</li> <li>・ 有価証券の自動取引における、不正な入力（見せ玉など）による許容範囲を超えた発注</li> </ul> <p>などが挙げられる。</p> <p>リスク回避性については、多数の人命や企業財産の損失に留まるレベルまで</p> </div> </div>

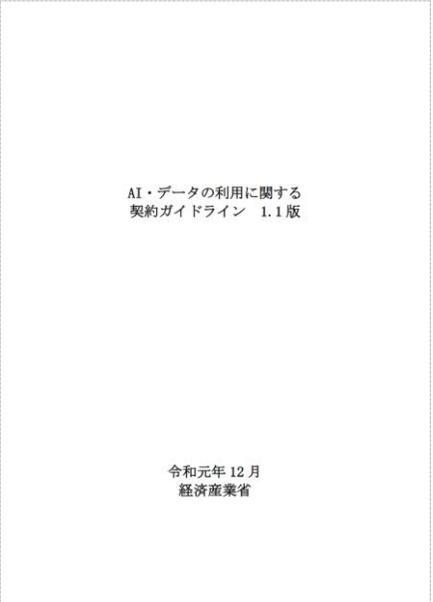
# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「AIプロダクト品質保証ガイドライン」
発行元、時期	AIプロダクト品質保証コンソーシアム, 2020年8月
分類	AIの品質評価
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● AIプロダクトの開発における品質保証の考え方について整理したガイドライン。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>7. 産業用プロセス</u>：具体的に産業用プロセスでのAI活用について、AIとそれ以外のサブシステムの関係（7.3）や開発に際しての想定されるステークホルダーの整理（7.4）、具体的な留意点の例示（7.6）など、AI開発・導入において前提となる情報から実際の開発・導入まで検討する際に参考となる情報が記載されている。</li> </ul>
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="333 611 762 1215" style="text-align: center;">  <p>AIプロダクト品質保証ガイドライン 2020.08版</p> <p>AIプロダクト品質保証コンソーシアム (QA4AIコンソーシアム) 編</p> </div> <div data-bbox="851 611 1715 1215" style="border: 1px solid gray; padding: 10px;"> <h3>7.4 想定ステークホルダー</h3> <p>産業用プロセスWGでは、AIプロダクト開発に関わる関係者をステークホルダーとして定義する。ステークホルダーはAIのシステムを開発するメーカー側とAIを導入するお客さま側に分かれる。お客さま側は主に工場であり、生産性向上にAIを適用することを想定している。ステークホルダーの相関図を図7.4に示し、それぞれの役割を表7.2に記す。</p>  <p>図7.4 スケッチ</p> </div> </div>

# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」
発行元、時期	石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議, 2020年11月
分類	AIの品質評価
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プラント保安分野において機械学習を含むシステムを開発・運用する際に、機械学習の信頼性について関係主体間で認識共有・評価するための情報や考え方を整理したガイドライン。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気保安分野も、プラント保安分野と同様高い安全性が求められるため、電気保安分野での機械学習の活用における信頼性を評価する際に参考となる。</li> <li>● <u>2.1 信頼性評価の 3 品質</u>：機械学習を考える際に電気保安分野でも応用可能な品質の考え方について整理されている。</li> <li>● <u>3.3 ユースケースに基づく信頼性評価の具体的適用</u>：プラント保安分野における機械学習を導入する主要な事例について信頼性評価を適用した内容について整理されているが、そのうち「配管の肉厚予測」や「配管の画像診断」は電気保安分野にも適用しうるユースケースであり、機械学習の信頼性評価のみならずシステムの構成等も参考になる。</li> </ul>
イメージ	<p>The image displays three key elements related to the AI Reliability Evaluation Guidelines for Plant Security:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Left:</b> The cover of the 'プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン' (Plant Security AI Reliability Evaluation Guidelines) document, dated November 2020.</li> <li><b>Center:</b> A flowchart titled '機械学習要素の品質' (Quality of Machine Learning Elements). It outlines a process starting with '信頼性評価' (Reliability Evaluation) which branches into '外部品質' (External Quality) and '内部品質' (Internal Quality). '外部品質' includes 'システム信頼性' (System Reliability) and 'AIパフォーマンス' (AI Performance). '内部品質' includes 'データセットの信頼性' (Reliability of Data Set). The flowchart also indicates a '信頼性評価の進め方' (How to Proceed with Reliability Evaluation) and a '信頼性評価の成果' (Results of Reliability Evaluation).</li> <li><b>Right:</b> A screenshot of a software interface for '配管の肉厚予測' (Pipe Thickness Prediction). The interface shows input fields for '入力' (Input) and '実行' (Execute), and output fields for '出力' (Output). It also displays a '信頼性評価' (Reliability Evaluation) section with various indicators and a '信頼性評価の成果' (Results of Reliability Evaluation) section.</li> </ul>

# (参考1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」
発行元、時期	経済産業省, 2019年12月
分類	契約
概要	● あらゆる事業活動におけるデータ契約及びAI技術を利用したソフトウェアの開発・利用に関する契約について基本的な考え方を解説したガイドライン。
電気保安分野にて参考となる点	● <u>データ編</u> ：データを他事業者に提供するケースや、複数事業者が関与することで新たなデータが創出されるようなケースについて契約書の案が、AI編ではアセスメント段階、PoC段階、開発段階、追加学習段階それぞれについてモデル契約書が示されている。また、契約書作成時に生じる疑問に対し、「相談事項および検討の観点」という形でユースケースが紹介されており、電気保安分野でデータ契約、AI技術利活用に係る契約における交渉や契約書作成時に参考になる。
イメージ	 <p>AI・データの利用に関する 契約ガイドライン 1.1版</p> <p>令和元年12月 経済産業省</p> <p><b>第7 主な契約条項例</b> 1 データ提供型契約のモデル契約書案</p> <p>●●株式会社（以下「甲」という）および●●株式会社（以下「乙」という）は、甲から乙への●●データの提供に関し、以下のとおり契約（以下「本契約」という）を締結する。</p> <p><b>第1条 （定義）</b></p> <p>本契約において、次に掲げる語は次の定義による。</p> <p>① 「提供データ」とは、本契約に基づき、甲が乙に対し提供する、甲が利用権限を有するデータであって、別紙に詳細を定めるものをいう。ただし、提供データには、個人情報の保護に関する法律に定める個人情報は含まない。</p> <p>② 「本目的」とは、乙が、●●することをいう。</p> <p>③ 「派生データ」とは、乙が、提供データを加工、分析、編集、統合等することによって新たに生じたデータをいう。</p> <p><b>&lt;ポイント&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 「提供データ」を定義する。</li><li>・ 提供データの対象、項目、件数等の提供データの詳細の特定が必要である。提供データの詳細等は別紙を用いて特定する。</li><li>・ 契約目的（データを提供する目的）を特定する。</li><li>・ 「派生データ」等解釈に幅のある概念を除外する。</li></ul>

# (参考 1) 官の取り組み③スマート保安の導入に関するガイドライン・事例集の横展開

資料名	「データの利用に関する契約ガイドライン産業保安版」
発行元、時期	経済産業省／国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2018年4月
分類	契約
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データの利用に関する契約について、「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」も踏まえ産業保安（特にプラント分野）に特化し考え方を解説したガイドライン。</li> </ul>
電気保安分野にて参考となる点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プラントデータ活用スキームのユースケース、取引事例等が示されているほか、データの保護に関する知的財産権等の法制度、データ不正利用防止措置、プラントデータの管理方法・開示方法に関する義務等、データ利用における留意事項が整理されている。</li> <li>● 契約の対象となるデータの特典、プラントデータの利用態様についての規律等、契約における法的論点について整理したうえで、契約において定めることが望ましい事項について取引事例とともに解説しており、IoTやビッグデータ等の利用を通じて保安のスマート化を進める電力事業者が、データ契約、AI技術利活用に係る契約において契約書を作成する際に参考になる。</li> </ul>
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="312 691 789 1296" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">データの利用に関する契約ガイドライン 産業保安版 第 2 版</p> <p style="text-align: center;">平成 31 年 4 月</p> <p style="text-align: center;">経済産業省 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託先 株式会社三菱総合研究所</p> </div> <div data-bbox="899 691 1881 1179" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 65%;"> <p style="text-align: center;">図 2-1 プラントデータ活用スキームのユースケース</p> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">(2) ユースケースの契約主体</p> <p style="margin-left: 40px;">検討対象となる契約の主体は以下のとおりである。</p>

## **(参考2) スマート保安具体技術事例**

## (参考2) スマート保安具体技術事例

	設備区分	技術区分	技術内容
1	火力	遠隔監視・制御	発電設備の遠隔監視・制御
2	火力	ロボット・ドローン	ロボット・ドローンによる点検
3	水力	遠隔監視	発電設備の遠隔監視
4	水力	ドローン	水面・水中ドローンによる点検
5	風力	遠隔監視	発電設備の状態監視・異常予兆検知
6	風力	ドローン	ドローンによるブレード点検
7	風力	ロボット	ロボットによるブレード点検
8	太陽電池	遠隔監視	発電設備の遠隔監視
9	太陽電池	ドローン	ドローンによるモジュール点検
10	送配電・変電	ドローン	ドローンによる点検
11	送配電・変電	AI	設備更新計画の策定
12	送配電・変電	非破壊検査	内部鉄筋破断の診断
13	需要設備	遠隔監視	設備の遠隔監視
14	電力設備全般	デジタル端末	タブレット端末・スマートグラスの活用

## No.1 火力：発電設備の遠隔監視・制御

設備区分：	火力	技術区分：	遠隔監視・制御
保安対象：	火力発電設備		
機能概要：	日ごろの現場点検や監視・制御をICT/IoTを導入することにより遠隔監視制御で代替する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>巡視点検の効率化や複数発電所の一括監視・制御による保守体制の適正化。</li> <li>監視データのデジタル化、遠隔伝送により蓄積されたデータを活用した寿命評価の高度化、保守計画の最適化・省力化。</li> </ul>		
概要：	<p>カメラやセンサーを増設することにより、従来発電所構内で行っていた点検・監視・制御を構外の監視制御所で行う。複数の発電所を一括管理することで、人員の集約が実現でき、適正な保守体制の構築が出来る。また、取得したデータをクラウドサーバ等に蓄積し分析することにより、寿命評価の高度化や保守計画の最適化、省力化に活用することが出来る。</p> <p>火力発電所および定格出力1万kW以上ガスタービン発電所では現在、発電所構外での監視・制御は認められていないが、2020年度中の目途に省令改正を目指しており、これにより構内の中央制御室に要員を置かず、発電所構外から監視・制御することが認められるようになる。</p>		



関西電力株式会社「K-VaCSについて」

[https://www.kepco.co.jp/energy\\_supply/energy/thermal\\_power/kvacs/](https://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/thermal_power/kvacs/)  
 (資料提供：関西電力株式会社)

### 第4回インフラメンテナンス大賞 優秀賞

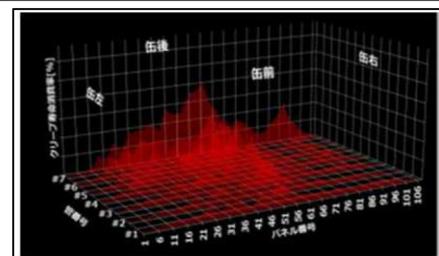
案件名：

**苫東厚真発電所4号機におけるボイラー  
保守技術高度化システムの導入について**

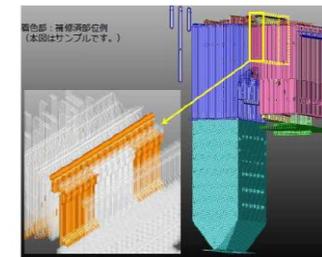
代表団体名：

**北海道電力株式会社 ほか**

ボイラー管の破孔事故が発生すると破孔管の修繕に加えて、類似箇所の点検等が必要となり、長期間の発電停止を余儀なくされる。このため、事故の未然防止等を目的に、苫東厚真発電所4号機において、ICTを駆使したボイラーの運転監視および寿命評価の精度向上ならびに保守計画の最適化・省力化が可能となる「ボイラー保守技術高度化システム」を導入した。



ボイラー配管別の累積寿命消費率3Dグラフ



保守履歴の3D表示  
 (色分けによりわかり易く表示)

経済産業省「第4回インフラメンテナンス大賞」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007.html>

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007-2.pdf>

## No.2 火力：ロボット・ドローンによる点検

設備区分：	火力	技術区分：	ロボット・ドローン
保安対象：	高所設備、発電所構内設備		
機能概要：	光学カメラ等の各種センサーをロボットに搭載し発電所構内の巡視点検を自動化する。 光学カメラ等の各種センサーをドローンに搭載し高所設備に接近し各種検査・診断のためのデータ収集を行う。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種センサーの活用による、高精度のデータ収集。</li> <li>巡視点検の効率化。</li> <li>高所作業のための足場設置コストの削減、高所作業による労働災害の防止。</li> </ul>		
概要：	<p>発電所所員が目視などで確認していた設備情報を、自動走行型のロボットを用いて収集する。AIによって各設備の運転状況が正常かどうか診断を行うことで、巡視点検を自動化することが出来る。</p> <p>自立飛行するドローンを用いて設備点検の自動化を図る。取得したデータを用い、AIによる異常検知や異常原因の推定に活用することを旨とした開発が行われている。</p>		



関西電力株式会社「火力発電所におけるロボット・AIを活用した巡視点検自動化システムの開発について」

[https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2020/0825\\_1j.html](https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2020/0825_1j.html)

[https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2020/pdf/0825\\_1j\\_01.pdf](https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2020/pdf/0825_1j_01.pdf)

(資料提供：関西電力株式会社)

東北電力株式会社、日本ユニシス株式会社「秋田火力発電所での設備パトロール自動化に向けた実証試験の様子。細かな調整を繰り返しながら、複雑な火力発電所内をドローンが自律的に飛行し、模擬した異常箇所を撮影していく（撮影：淡路敏明）」

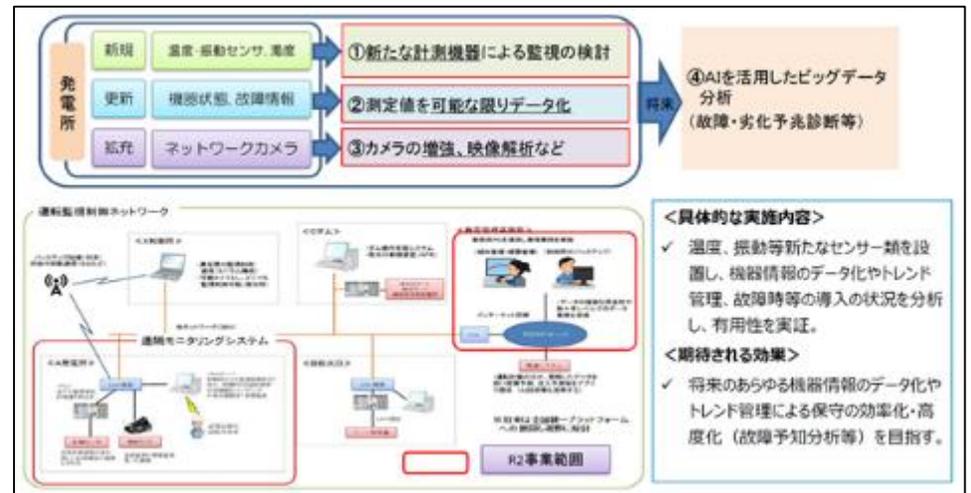
[https://cu.unisys.co.jp/hairpin/akita\\_drone/](https://cu.unisys.co.jp/hairpin/akita_drone/)

## No.3 水力：発電設備の遠隔監視

設備区分：	水力	技術区分：	遠隔監視
保安対象：	水力発電設備		
機能概要：	水力発電所の設備情報・故障情報を収集し遠隔伝送して可視化する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔からの機器状態の詳細把握や、過去データとの比較。</li> <li>異常の早期発見や、事故の未然防止。</li> <li>事故原因究明による、早期復旧や補修計画への活用。</li> <li>点検周期の最適化。</li> </ul>		
概要：	<p>これまで月に1～2回程度の巡視点検で確認していた設備情報（温度、振動等）について、新たに計測機器やネットワークカメラを設置し遠隔伝送することで、発電所から離れた監視制御所で発電設備の監視制御を行うことが出来る。現在、遠隔伝送されクラウドに蓄積されたデジタルデータを用いたAI技術の研究が進められており、発電設備の故障・劣化予兆診断技術の実現が期待される。</p>		



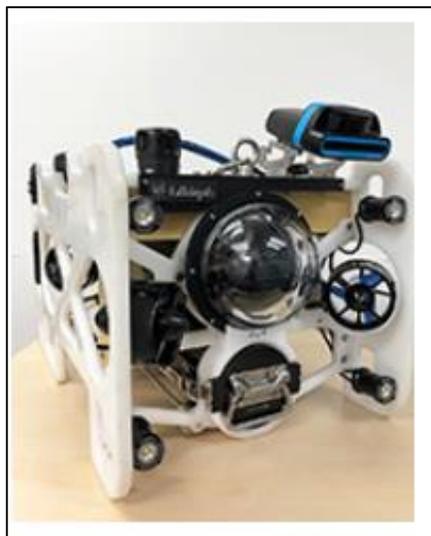
北海道電力 水力部 発電グループ「保守支援装置」  
 (資料提供：北海道電力株式会社)



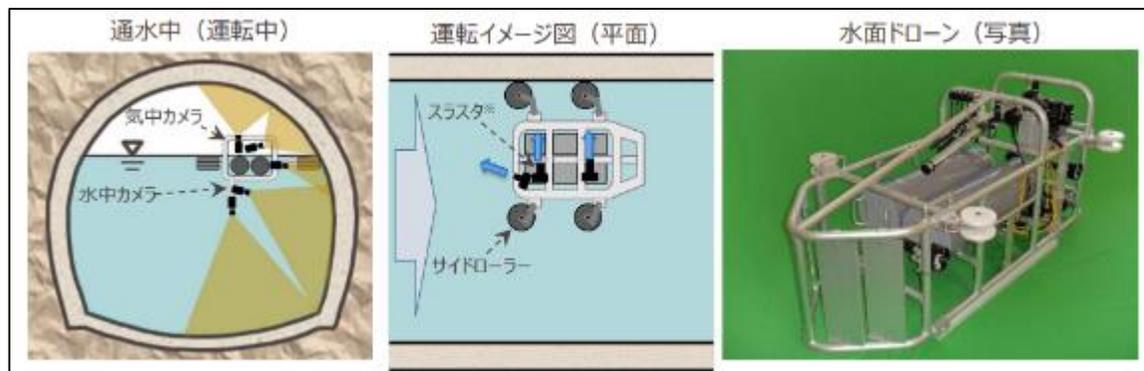
経済産業省 産業構造審議会保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度WG（第4回）「資料3 水力発電設備の保守管理に係るスマート化ガイドライン策定について」  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan\\_shohi/denryoku\\_anzen/hoan\\_seido/004.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/004.html)  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan\\_shohi/denryoku\\_anzen/hoan\\_seido/pdf/004\\_03\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/004_03_00.pdf)

## No.4 水力：水面・水中ドローンによる点検

設備区分：	水力	技術区分：	ドローン
保安対象：	導水路・導水管		
機能概要：	カメラを搭載したドローン（水面ドローン・水中ドローン含む）を用い、水圧鉄管、導水管内等の状態を撮影する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>水圧鉄管や導水管内の作業員入抗が不要になることによる、点検負荷の軽減。</li> <li>導水路における、発電停止を伴わない点検作業の実現。</li> </ul>		
概要：	<p>作業員が目視点検で行っている水力発電所内の水路内点検を、カメラを搭載したドローンを用いて代替する。通常、水圧鉄管の点検では管内に足場を組んで作業員が目視で点検しているが、ドローンを用いて点検することにより、作業員の入抗が不要となり、作業員負荷軽減、点検コスト軽減が可能となる。導水路内の水面ドローンによる点検では、発電中に点検を行うことも可能であり、発電停止による発電量減少を抑制することも期待できる。</p>		



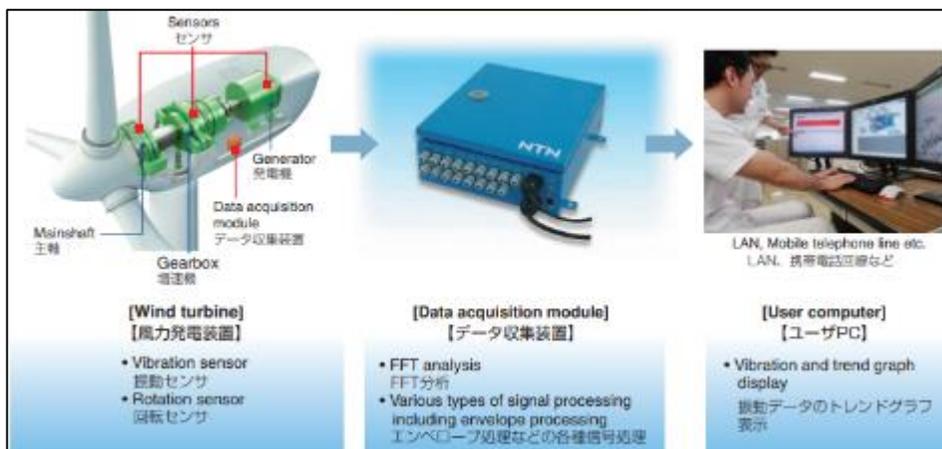
株式会社 FullDepth 「ダムの点検ポイントとDiveUnit300の強み」  
<https://fulldepth.co.jp/usecases/index.html#usecases02>



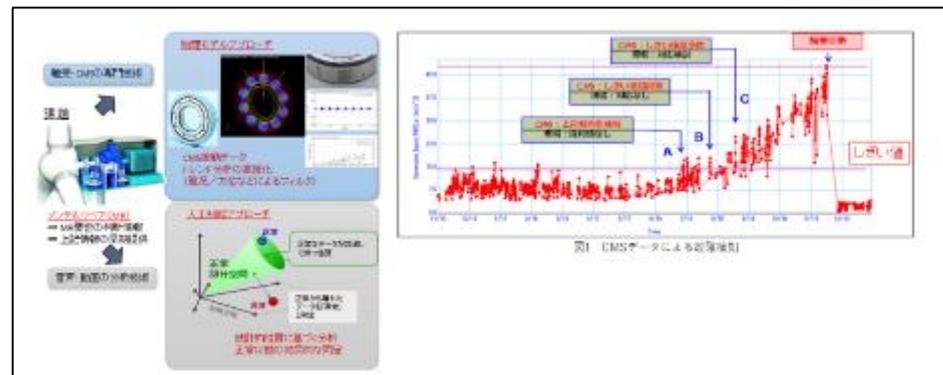
関西電力株式会社「水力発電所導水路の内部点検に活用する水面ドローンの開発について」  
[https://www.kepc.co.jp/corporate/pr/2020/0611\\_1j.html](https://www.kepc.co.jp/corporate/pr/2020/0611_1j.html)  
[https://www.kepc.co.jp/corporate/pr/2020/pdf/0611\\_1j\\_01.pdf](https://www.kepc.co.jp/corporate/pr/2020/pdf/0611_1j_01.pdf)  
 （資料提供：関西電力株式会社）

## No.5 風力：発電設備の状態監視・異常予兆検知

設備区分：	風力	技術区分：	遠隔監視
保安対象：	風力発電設備（軸受け、増速器、発電機など）		
機能概要：	設備の異常を発生初期段階、または予兆段階で把握する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>風車設備の計画的、または迅速な補修による、事故の防止。</li> <li>計画的な交換部品や必要機材の確保と補修による、設備利用率の向上や電力供給の安定化。</li> </ul>		
概要：	<p>風力発電設備の軸受けや増速機、発電機などに設置したセンサ群などから構成される状態監視システム（Condition Monitoring System：CMS）により取得したデータを常時監視・解析して閾値管理等を行うことで、設備の異常を発生初期段階で把握し風車の事故を未然に防ぐことが出来る。</p> <p>また、振動データ等に対してAIを活用した分析を行い異常を予兆段階で把握することで、風車の故障を未然に防止するだけでなく、計画的に交換部品・必要機材を確保して補修を行うことが出来る。これにより、設備利用率の向上や電力供給の安定化が期待できる。</p>		



NTN株式会社「風力発電装置用状態監視システム “ Wind Doctor™ ”」  
<https://www.ntn.co.jp/japan/products/catalog/ja/8405/index.html>  
<https://www.ntn.co.jp/japan/products/catalog/ja/8406/index.html>



NEDO「事故対応から故障予知へ、新たな風力発電のメンテナンス技術を確認—風車の状態監視データとAIの活用による故障予知技術—」

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100939.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100939.html)

## No.6 風力：ドローンによるブレード点検

設備区分：	風力	技術区分：	ドローン
保安対象：	ブレード		
機能概要：	カメラを搭載したドローンでブレードに近接し、高解像度の画像を取得することで外観点検を行う。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高所作業車の手配や専門の高所作業員の確保が不要になることによる、点検の迅速化や高頻度化。</li> <li>• 高所作業が不要になることによる、点検対応者の安全性の向上。</li> <li>• ドローンの移動の素早さによる、ブレード全体の点検にかかる時間の短縮。</li> </ul>		
概要：	<p>作業員が高所作業車の利用やロープワークによる高所作業によって行っているブレードの外観点検を、カメラを搭載したドローンでブレードに近接し、高解像度の画像を取得することで代替する。これにより、高所作業車の手配や専門の高所作業員の確保が不要となり、点検をより迅速に実施できる。また、高頻度化も可能になる。特に、ブレードへの被雷後にブレードの健全性確認を行う場合には、確認から再稼働までの時間を短縮することができるため、設備利用率が向上し電力供給の安定化も期待できる。ドローンは素早く移動することが出来るため、地上からの望遠レンズ搭載カメラでの撮影と比べて点検時間を短縮することが出来る。また、自律飛行を活用することで、更なる点検時間の短縮や点検の高頻度化が期待できる。</p>		



国産の産業用ドローン ACSL-PF2



ドローンが撮影した風力発電機のブレードの先端



独自のSLAM搭載のシステムを取り付け、ブレード点検を行うドローン

株式会社自律制御システム研究所「ACSL、風力発電機の自律飛行点検が可能な国産ドローンの提供を開始ー点検用の画像撮影にかかる時間を大幅に短縮することが可能ー」  
<https://ssl4.eir-parts.net/doc/6232/tdnet/1903617/00.pdf>

テラドローン株式会社「SLAM技術による自律飛行を活用した風力発電設備向け点検サービスを開始 ～従来比約8倍の点検効率、点検後のデータ管理の簡易化、安全性の向上を実現～」  
<https://www.terra-drone.net/blog/page-5860/>

## No.7 風力：ロボットによるブレード点検

設備区分：	風力	技術区分：	ロボット
保安対象：	ブレード		
機能概要：	カメラや導通確認機器を搭載したロボットでブレード上を移動しながら、高解像度の画像の取得やレセプターの導通確認を行う。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"><li>• 高所作業車の手配や専門の高所作業員の確保が不要になることによる、点検の迅速化や高頻度化。</li><li>• 高所作業が不要になることによる、点検対応者の安全性の向上。</li></ul>		
概要：	作業員が高所作業車の利用やロープワークによる高所作業によって行っている、ブレードの外観点検やレセプターの導通確認を、カメラや導通確認機器を搭載したロボットでの点検で代替する。これにより、高所作業車の手配や専門の高所作業員の確保が不要となり、点検をより迅速に実施でき高頻度化も可能になる。特に、ブレードへの被雷後にブレードの健全性確認を行う場合には、確認から再稼働までの時間を短縮することができるため、設備利用率が向上し電力供給の安定化も期待できる。		



LEBO ROBOTICS株式会社「ブレードメンテナンスロボット」<https://www.leborobotics.com/>

## No.8 太陽電池：発電設備の遠隔監視

設備区分：	太陽電池	技術区分：	遠隔監視
保安対象：	太陽電池発電設備		
機能概要：	設備の異常を発生初期段階、または予兆段階で把握する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>故障・劣化したモジュール等の計画的、または迅速な補修による、設備の電氣的な事故の防止。</li> <li>故障・劣化したモジュール等の計画的、または迅速な補修による、設備利用率の向上や電力供給の安定化。</li> <li>広大な太陽電池発電所における異常モジュール等の特定による、現場での保守管理業務の省力化。</li> </ul>		
概要：	<p>ストリングスやPCSの状態（出力など）を遠隔で常時監視し、取得データに対して閾値管理やAIの活用を含む高度な分析を行うことで、モジュール等の設備の故障・劣化を発生初期段階、または予兆段階で把握する。これにより、設備の電氣的な事故を未然に防ぐだけでなく、迅速な対応や計画的な補修が可能となるため、設備利用率が向上し電力供給の安定化も期待できる。現在、多種の遠隔監視システムが提供されており、より高い異常判定精度をもつ分析手法や、AIを活用した異常予兆検知技術の開発等も進んでいる。</p>		



オーンバ株式会社「太陽光発電インテリジェントモニタリングシステム PVU-Finder®」<http://www.onamba.co.jp/?p=691>

### 第4回インフラメンテナンス大賞 優秀賞

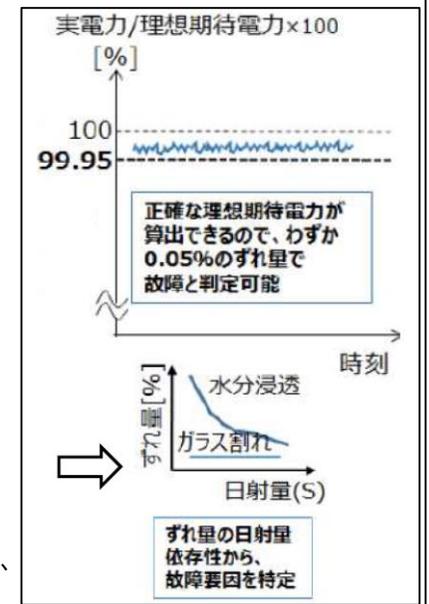
案件名：

**パネルの半導体特性を活用した、太陽光発電設備のメンテナンス技術**

代表団体名：

**株式会社日立製作所 ほか**

太陽光発電設備の計画発電量維持には建設費の約1割の保守費がかかり、普及妨げの一つになっている。パネルの故障判定精度が低く、対策が過剰なためである。本技術では、太陽電池における光と電気特性を表す式を活用し、パネル自体をセンサとして使う新発想により、0.05%変動（従来10%）での故障判定が可能となり、家庭用からメガソーラまで、最適なメンテナンスの立案・実行を提供できる。メガソーラの故障判定精度の向上により、パネル管理費を1/10に低減するとともに、計画発電量に対して1.1倍の発電出力が維持できた。



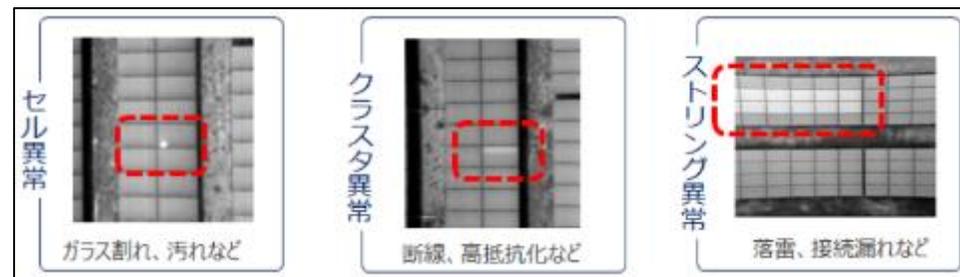
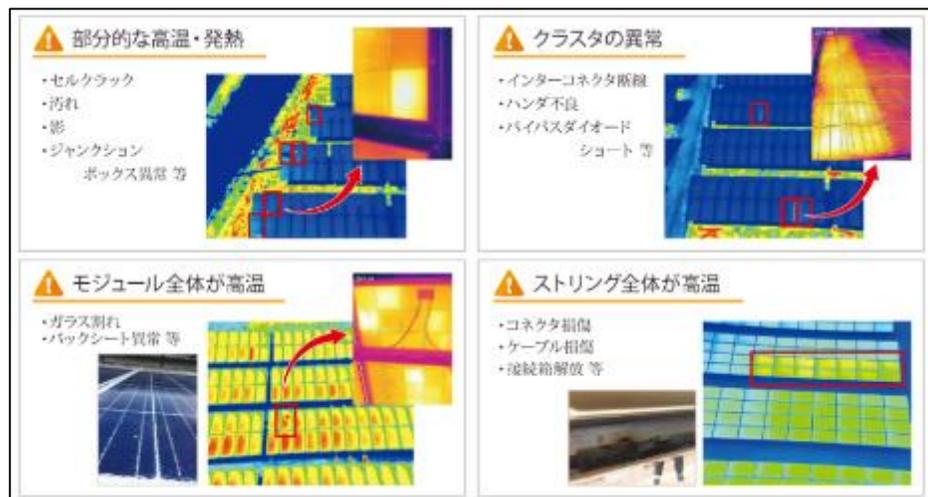
経済産業省「第4回インフラメンテナンス大賞」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007.html>

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007-2.pdf>

## No.9 太陽電池：ドローンによるモジュール点検

設備区分：	太陽電池	技術区分：	ドローン
保安対象：	太陽電池発電設備（モジュール）		
機能概要：	光学・赤外線カメラを搭載したドローンでモジュールを撮影し、画像を取得・解析することでモジュールの点検を行う。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業員の発電所内移動が不要になることによる、目視点検の時間短縮や高頻度化。</li> <li>赤外線画像を用いたモジュールの発熱箇所の検出による、高精度な不具合箇所の抽出。</li> </ul>		
概要：	<p>作業員が広範囲を移動しながら実施していたモジュールの目視点検を、光学・赤外線カメラを搭載したドローンでの画像取得と取得画像の解析による割れ等の異常箇所の検出によって代替する。これにより、点検を短時間で実施でき高頻度化も可能になる。また、赤外線画像の取得・解析によって発熱箇所を検出することで、作業員による目視点検よりも高精度にモジュールの不具合箇所を抽出することが出来る。現在、ドローンを用いた様々な点検サービスが提供されている。</p>		



NECネットエスアイ株式会社「【ドローン×AI活用】太陽電池モジュール点検サービス」  
<https://www.nesic.co.jp/solution/eco/moduletenkenservice.html>

エナジーソリューションズ株式会社「ドローン&クラウドソーラーモジュールIR検査サービス DroneEye」  
<https://www.energy-itsol.com/service/droneeye.html>

## No.10 送配電・変電：ドローンによる点検

設備区分：	送配電・変電	技術区分：	ドローン
保安対象：	高所設備（架空送電線・鉄塔）		
機能概要：	光学カメラ等の各種センサーを搭載したドローンで高所設備に接近し、各種検査・診断のためのデータ収集を行う。また、AIを活用し、さびや欠損、腐食劣化度等を自動判定する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種センサーの活用による、高精度のデータ収集。</li> <li>高所作業のための足場設置コストの削減、高所作業による労働災害の防止。</li> <li>停電を伴わない点検作業の実現。</li> <li>劣化度判定の個人差の解消。</li> </ul>		
概要：	立ち入りが困難な箇所や高所の点検作業にドローンを活用する。地上装置に入力した飛行経路に従ってドローンが自律飛行し、送電線を自動で検知して撮影等検査に必要なデータの収集を行う。取得した画像データをAIで解析し、さびや欠損等の異常を自動で検知可能なサービスも提供されている。		

### 第4回インフラメンテナンス大賞 経済産業大臣賞

案件名：

#### AIを活用した送電鉄塔の腐食劣化度診断システム開発・運用

代表団体名：

東北電力ネットワーク株式会社

送電鉄塔の目視点検による腐食劣化度判定の個人差解消、送電鉄塔の腐食傾向把握と補修工事計画立案の効率化を目的として、撮影した画像情報から送電鉄塔の腐食劣化度をAIで自動判定し、鉄塔情報（位置座標、線路名など）とあわせてデータベース上で一元管理することが可能な「腐食劣化度診断システム」を開発し、運用を開始した。

腐食・劣化度診断システムの開発・運用

AIによる腐食劣化度診断専用アプリケーション

経済産業省「第4回インフラメンテナンス大賞」  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007.html>  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007-2.pdf>



テラドローン株式会社「AI技術を活用した送配電設備向けUAV点検サービスを開始 国内外で90,000 km以上の送配電線点検実績を元に、送配電設備点検に特化したAI技術を開発」<https://www.terra-drone.net/blog/page-6665/>

## No.11 送配電・変電：設備更新計画の策定

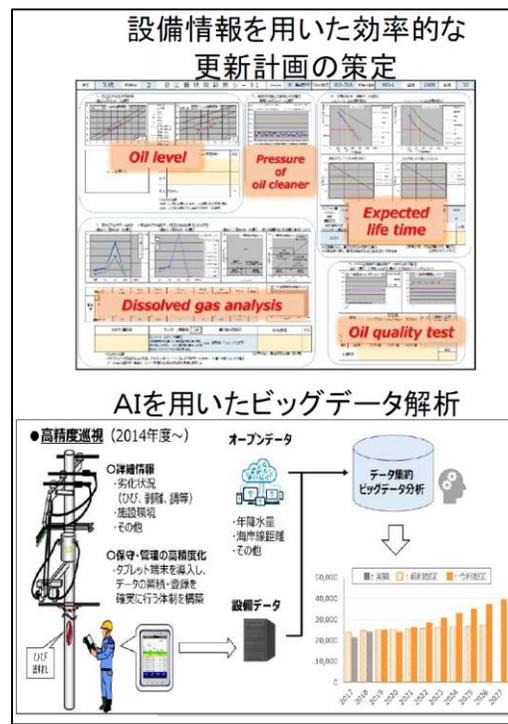
設備区分：	送配電・変電	技術区分：	AI
保安対象：	送電鉄塔		
機能概要：	点検等により収集した設備状態に関するデータベースを構築し、設備改修の必要時期や優先順位を自動判定する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>点検データ、環境データに基づく、設備の腐食速度、余寿命の高精度な推定。</li> <li>設備毎の劣化状況の定量的な評価。</li> <li>回収判断基準の見直し、中長期改修計画策定への活用。</li> </ul>		

### 第4回インフラメンテナンス大賞 経済産業大臣賞

案件名：  
設備情報を用いた効率的な更新計画の策定

代表団体名：  
関西電力送配電株式会社

今後課題となる改修物量の増加、施工力の減少といった事態に対応するため、電力インフラの中心となる変電設備・送電設備・配電設備に対して、設備情報を収集・解析し、設備更新の優先順位を付けを行い、将来に亘る効率的な設備更新計画が策定できる取り組みを行った。変電・送電設備では、点検等により数十年に亘り収集した設備状態に関するデータベースを構築し、設備改修の必要時期や優先順位が系統的に判別できる仕組みを構築した。特に送電設備では、送電線が位置する場所の環境データを収集、解析を行いマップ化し、設備の腐食速度から余寿命を精度よく推定する手法を開発した。また、配電設備は設備数が膨大であるため、AIを用いたビッグデータ解析を行うことで、設備毎の劣化状況を定量的に評価し、改修判断基準の見直し・中長期改修計画の策定に活用している。



経済産業省「第4回インフラメンテナンス大賞」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007.html>

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007-2.pdf>

## No.12 送配電・変電：内部鉄筋破断の診断

設備区分：	送配電・変電	技術区分：	非破壊検査
保安対象：	電柱		
機能概要：	コンクリート柱内部の鉄筋破断の有無を非破壊で診断する。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>日常点検における電柱内部の鉄筋破断の簡易化。</li> </ul>		

### 第4回インフラメンテナンス大賞 優秀賞

案件名：  
**コンクリート柱の鉄筋破断診断装置の  
 開発、実用化**

代表団体名：  
**北海道電力株式会社 ほか**

- コンクリート柱内部の鉄筋破断有無を、非破壊にて簡便に診断できる検査装置を開発。本装置は小型軽量で携帯性に優れ、かつ安価に実用化している。
- 本検査装置は、コンクリート表面から内部の鉄筋を磁石で着磁し、鉄筋が破断している箇所に生じる微弱な磁界の乱れをホール素子により電気信号に変換、更にオペアンプで増幅することで、高精度に検知することを可能とし、日常のメンテナンス作業で簡便に利用されている。



経済産業省「第4回インフラメンテナンス大賞」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007.html>

<https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201127007/20201127007-2.pdf>



## No.14 その他：タブレット端末・スマートグラスの活用

設備区分：	電力設備全般	技術区分：	デジタル端末
保安対象：	—		
機能概要：	タブレット端末やスマートグラス等のデジタル端末を活用し、記録のデジタル化や情報の即時共有を行う。		
保安上の効果：	<ul style="list-style-type: none"> <li>• タブレット端末にて点検記録を即時に電子化することによる、レポートの作成等の省力化。</li> <li>• タブレット端末にて現場点検の際に過去の点検記録等を任意に呼び出せることによる、保安水準の向上。</li> <li>• スマートグラスにて現場の状況を遠隔の事業所と共有しアドバイスを受けられることによる、保安水準の向上。</li> </ul>		
概要：	<p>点検の記録を、紙ではなくタブレット端末への入力に代替する。これにより、点検記録表作成及び保存等の事務処理時間を削減することが出来る。また、設備データの事前登録や、点検対象機器に貼り付けたQRコード等をタブレット端末のカメラで読み込み点検様式や過去の点検記録などを呼び出すといった運用を行うことで、円滑かつ保安水準の高い現場点検が実現できる。現場点検において作業者がスマートグラスを装備することで、現場の状況を遠隔の事業所にいる技術者と共有することが出来る。これにより、経験の少ない作業でもアドバイスを受けながら質の高い点検や事故対応を行うことが出来る。また、遠隔の事業所にいる技術者は、複数の現場の作業者に対して効率的にノウハウを継承することが出来る。</p>		



月次点検

太陽光発電所の巡視・点検

関東電気保安協会「電気と保安 No.546」

[https://www.kdh.or.jp/pdf/safe/es2018\\_03\\_04.pdf](https://www.kdh.or.jp/pdf/safe/es2018_03_04.pdf)



スマートグラスを装着し検査を実施

事務所から現場の様子を確認

スマートグラスを装着した様子

関西電力送配電株式会社「更なる効率化に向けて～スマートグラスの活用～」

<https://www.facebook.com/kanden.jp/photos/pcb.4183419388354029/4183418701687431/?type=3&theater>

(資料提供：関西電力送配電株式会社)