

電気保安分野におけるスマート保安導入に係る 進捗状況のフォローアップについて

令和4年4月25日

経済産業省 電力安全課

- 1. アクションプランと取組内容**
2. 規制の見直し／事例の横展開
3. 技術実証・導入支援、表彰制度
4. K P I の設定

スマート保安のアクションプランの策定

- 2021年3月、スマート保安官民協議会の下に設置された電力安全部会において、**電力安全分野のスマート保安アクションプランを策定**。その中で、今後導入が期待されるスマート保安技術及びその導入促進に向けた官民の取組をまとめた。

スマート保安アクションプランの概要

【将来像】電気設備の保安力と生産性の向上を両立

● 技術実装を着実に推進

- 現時点で**利用可能な技術は2025年までに確実に現場実装を推進**
- **保安管理業務の更なる高度化に向け、新たな技術の実証を推進**

● 2025年における各電気設備の絵姿

- 風力・太陽光発電所：遠隔常時監視装置やドローン等の普及による**巡視・点検作業の効率化**
- 火力・水力発電所：発電所構外からの**遠隔常時監視・制御の普及、高度化**
- 送配電・変電設備：ドローン等の普及による**巡視・点検作業の効率化**
- 需要設備：**遠隔による月次点検の実施**、現地業務の生産性向上等



将来像の実現のためのアクション（短期～長期の時間軸を設定）

官のアクションプラン

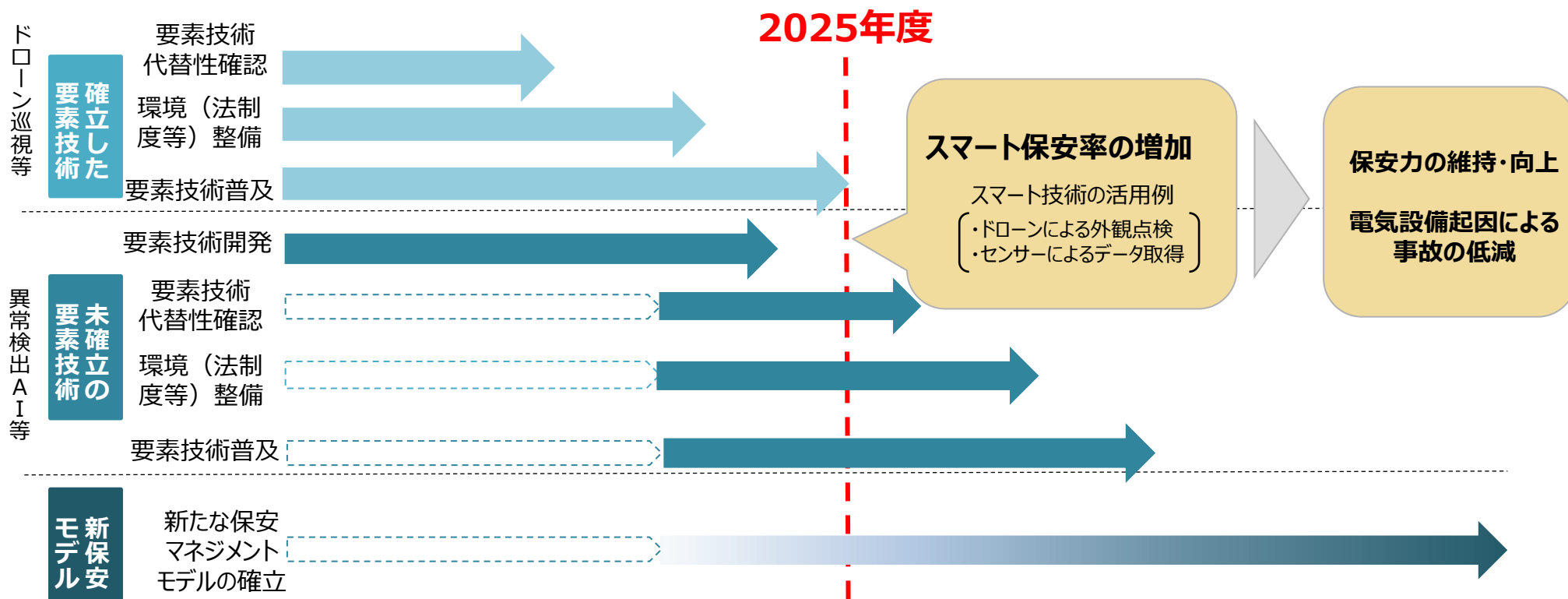
- スマート保安に対応した**各種規制の見直し・適正化**
- 専門家会議（スマート保安プロモーション委員会）を設置し、スマート保安**技術の有効性確認を通じた普及支援**

民のアクションプラン

- スマート保安技術の**技術実証・導入**
- スマート保安の体制・業務を担える**デジタル人材の育成**や**サイバーセキュリティの確保**

(参考) 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。



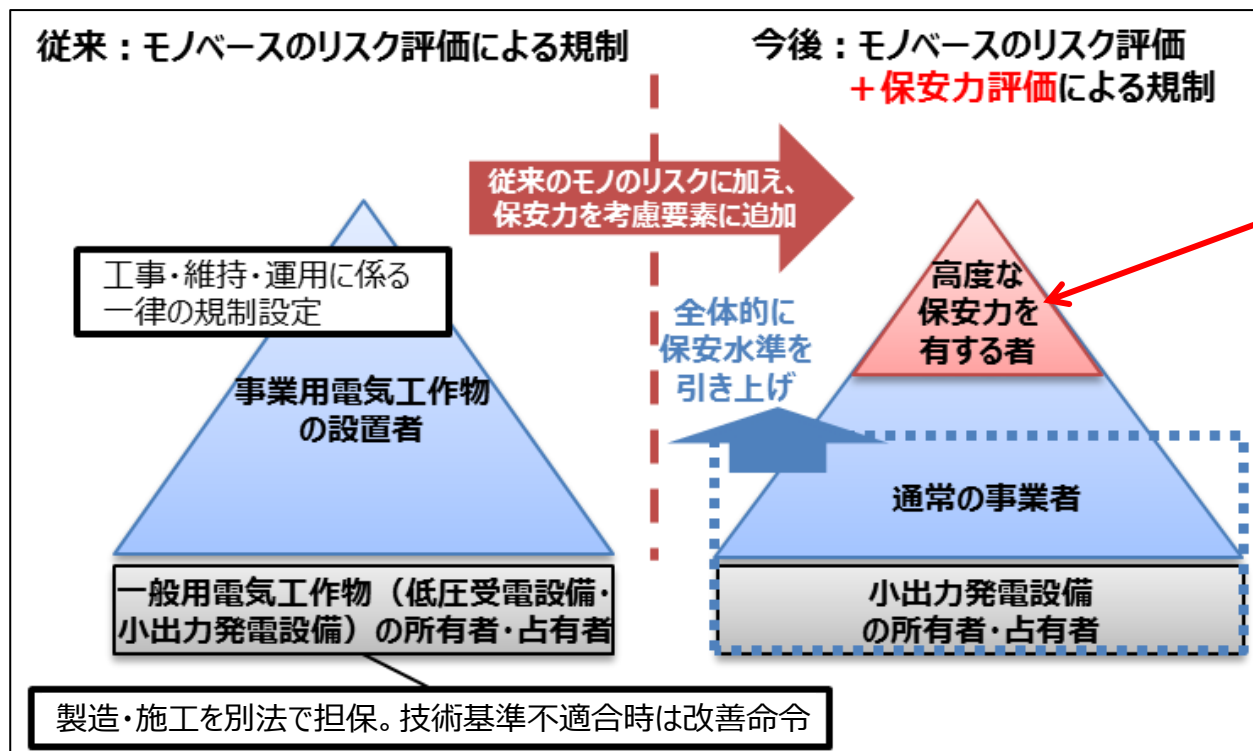
1. アクションプランと取組内容
- 2. 規制の見直し／事例の横展開**
3. 技術実証・導入支援、表彰制度
4. K P I の設定

高度な保安力を有する事業者に対する規制の見直し

- 産業保安基本制度小委員会※1が令和3年12月にとりまとめた「最終とりまとめ」において、「テクノロジーを活用しつつ、自立的に高度な保安を確保できる事業者」に対する認定制度を創設し、画一的な個別・事前規制から、行政によるチェック機能の担保策を講じた上で、自己管理型の保安へ移行することが掲げられた。
- これを踏まえ、こうした高度な保安力を有する事業者に対する規制のあり方を見直すべく、令和4年3月に電気事業法の改正案※2が閣議決定され、現在、第208回通常国会にて審議中。

(※1) 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 産業保安基本制度小委員会

(※2) 「高圧ガス保安法等の一部を改正する法律案」の一部。

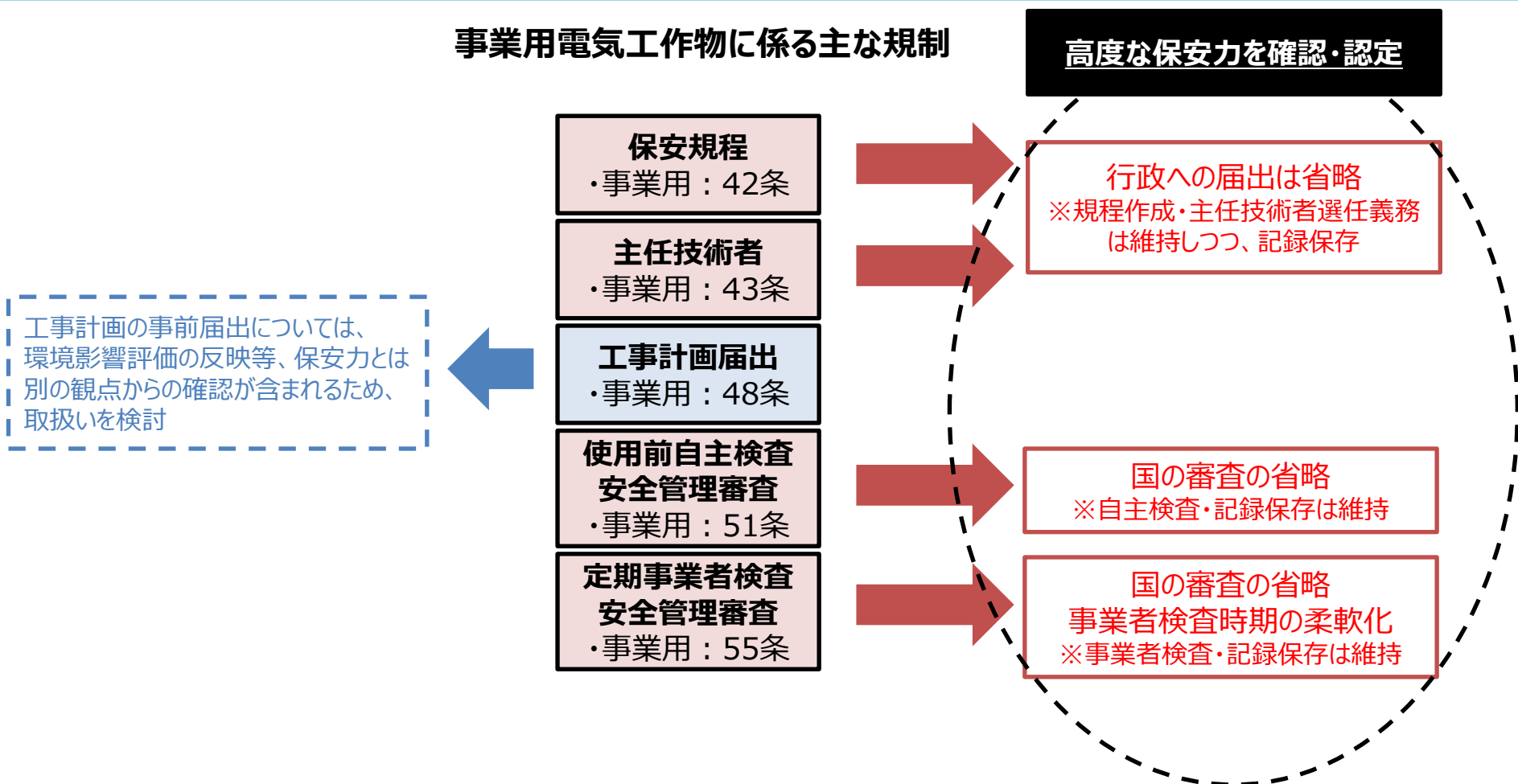


「高度な保安力を有する事業者」に対する規制のあり方を見直し

(参考) 電気事業法上の行政手続の特例

- 「高度な保安力を有する者」として認定を受けた者については、現行の保安規制における行為規制は維持しつつ、届出等の行政手続は簡略化し、より自主性を高めることが適切。
- 具体的には、電気事業法に基づく事業用電気工作物に係る設備変更の手続や規程・人員に関する手続、国の審査については、届出等の手続の不要化や自己管理型の検査等を幅広く許容することを検討（記録保存義務は維持）。

事業用電気工作物に係る主な規制



(参考) 高圧ガス保安法等^(※)の一部を改正する法律案の概要

※高圧ガス保安法、ガス事業法、電気事業法、情報処理の促進に関する法律

令和4年3月
経済産業省
産業保安グループ

背景

- ✓ 近年、産業保安分野において、**革新的なテクノロジーの進展、保安人材の不足、電力の供給構造の変化、災害の激甚化・頻発化、気候変動問題への対応の要請**など、様々な環境変化が生じており、これらを踏まえた**保安規制の見直し**が必要。

法案の概要

- ✓ (1) スマート保安[※]の促進、(2) 新たな保安上のリスク分野への対応／災害対策・レジリエンスの強化、(3) カーボンニュートラル実現に向けた保安規制の整備の3つを柱に、**高圧ガス保安法、ガス事業法、電気事業法**等の改正を行う。

※ スマート保安：産業保安分野におけるIoT、ビッグデータ・AI、ドローン等の活用を通じた安全性と効率性の向上。「人の力・技術」との連携・融合。

(1) スマート保安の促進

- ✓ 「**認定高度保安実施事業者制度**」の創設【高圧・ガス・電力】

「テクノロジーを活用しつつ、自立的に高度な保安を確保できる事業者」を厳格に審査・認定し、安全の確保を前提に、その保安力に応じ、手続や検査の在り方を見直す。

- ・ 許可・事前届出を**事後届出・記録保存**へ
- ・ 国等と事業者双方が行う検査を事業者による検査のみに
- ・ 常時監視・遠隔監視の普及を踏まえ、**検査時期や保安人員の配置を柔軟化** 等

⇒ **テクノロジーの活用促進により、保安レベルの向上と人材不足への対処**



ドローン・IoTによる点検



ビッグデータ・AIによる異常予兆検知・運転最適化

(2) 新たな保安上のリスク分野への対応／災害対策・レジリエンスの強化

- ✓ **太陽光・風力発電設備の保安規制の見直し【電力】**

小規模な太陽光・風力発電設備[※]を、「小規模事業用電気工作物」と位置付け、基礎情報の届出や使用前の自己確認等の対象とする。

※出力が10kW以上50kW未満の太陽光・20kW未満の風力発電設備

- ・ **設備の設置者の基礎情報の届出義務**（設備の種類、設置場所及び管理者等）
- ・ **技術基準維持義務、使用前自己確認**（事業者が設備の安全性を事前に確認）等

＜太陽光パネルの崩落＞



＜風車の羽根の脱落＞



令和3年4月～12月
末までに報告された小
出力発電設備の事故
件数は**158件**。

- ✓ **ガス事業者間の災害時の連携強化【ガス】**

災害時におけるガス事業者間の連携計画の事前策定を義務付け。

※電気事業法における災害時連携計画と同様の仕組みを導入。

(3) カーボンニュートラル実現に向けた保安規制の整備

- ✓ **燃料電池自動車の規制の一元化【高圧】**

高圧ガス保安法と道路運送車両法の両法が適用される**燃料電池自動車等**について規制を一元化（**高圧ガス保安法から適用除外**）。

- ✓ 「**登録適合性確認機関**」による確認制度の創設【電力】

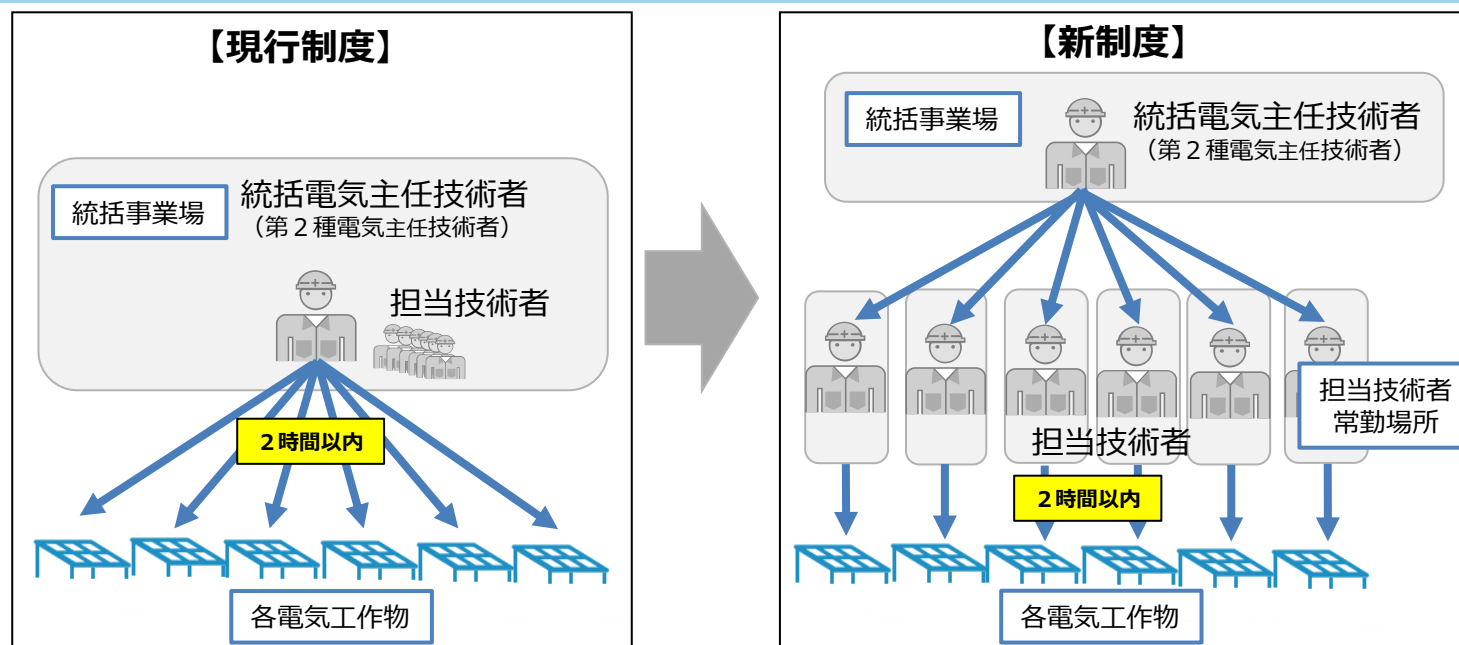
今後導入が進む**風力発電設備**について、安全かつ迅速な審査を行うため、工事計画届出の審査について、**専門機関**（「登録適合性確認機関」）が**技術基準の適合性を確認する仕組みとする**。

(法令)道路運送車両法
(所管)国土交通省



電気主任技術者の配置要件の見直し

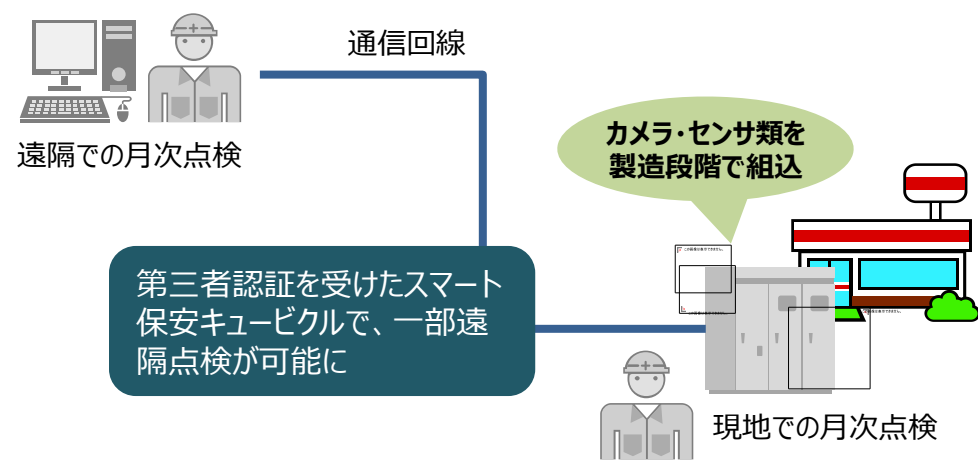
- 今後、大規模な再エネ発電設備は、山間部や洋上等でも開発されていく見込み。一方で、5万V以上で電力系統へ接続する場合には、第2種電気主任技術者の選任が必要であるが、地方では第2種電気主任技術者が大きく不足する見込み。
- こうした状況を踏まえ、遠隔監視等のスマート保安技術の活用や、第2種電気主任技術者による確実な監督を前提に、（第2種資格を有しない）担当技術者が2時間以内に現場へ到達できる体制（新たな統括制度）も可能とし、安全確保と再エネの導入拡大の両立を図る。
- なお、新たな統括制度では、担当技術者への的確に指示ができるよう、①担当技術者への教育・研修の徹底、②サイバーセキュリティの確保、③災害時の対処方針の策定等を保安規程での明確化を求め、労働安全の確保や災害時の的確な対応を確認する。
- また、担当技術者が現場作業を安全に実施できるよう、担当技術者の要件として①相応の知識及び技能を有する者※であること並びに②非常時連絡体制及び方法、発災後の安全確保及び遮断器等の操作手順を定期的に教育することを厳格に確認する。※電気主任技術者免状保有者、電気工事士免状保有者、認定校卒業生、産業保安監督部セミナー等受講者など



スマート化された需要設備の点検手法の見直し

- 令和3年4月1日付けで点検頻度告示及び主技内規を改正し、第三者認証を受けたスマート化機器付きキュービクル（いわゆる「スマート保安キュービクル」）について、3月に1回を現地点検、残り2回を遠隔点検とすることを可能とした。
- これについて、第三者認証の技術要件として求められている監視カメラ（光学カメラ）によるキュービクル内部の監視部位についての適正な視認性や、監視情報を外部伝送する際の通信回線との接続の汎用性などを具体化。
- 今後、既設キュービクルへスマート化機器を後付けした場合の取扱いや、需要設備の点検方法・頻度の更なる延伸を検討していく。

需要設備の外部委託月次点検遠隔化のイメージ



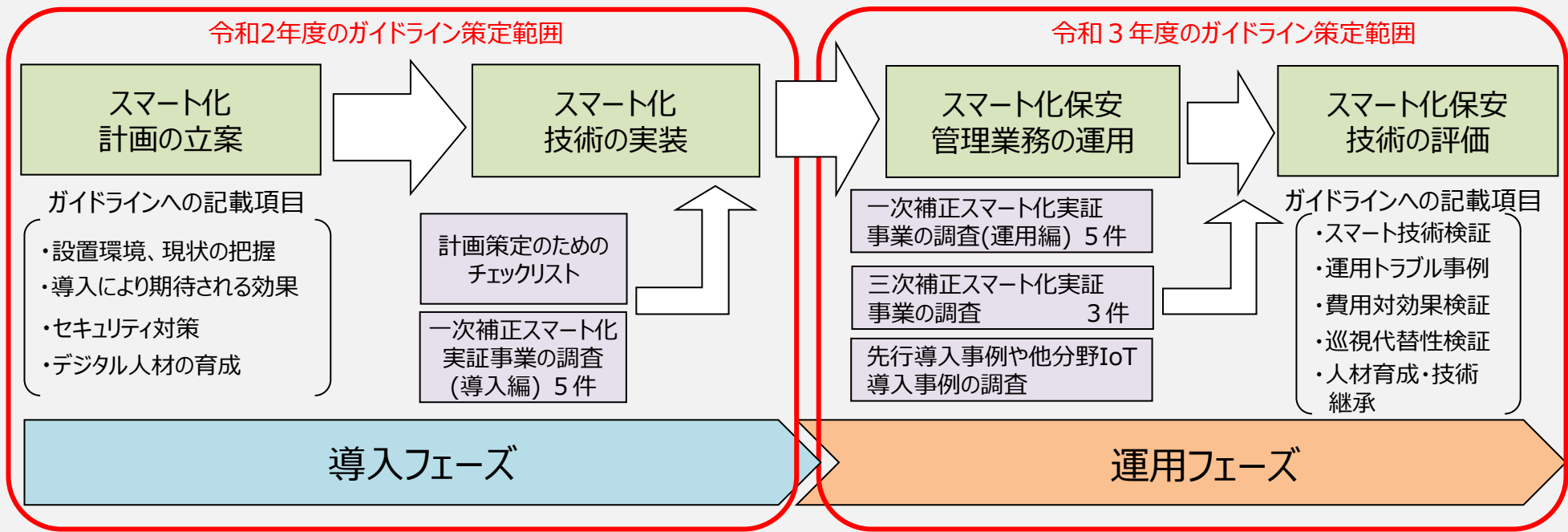
（告示、内規で定める主な要件）

- ・遠隔点検が適確にできるものであって、第三者認証を受けたものであること。
- ・遠隔点検の実施について保安規程に規定していること。
- ・責任分界点又はその近傍に、G付PAS等があること。
- ・低圧電路絶縁監視装置が設置されていること。
- ・遠隔地で問診を行う場合、設置者又はその従事者は原則として現地にて問診を受けること。

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

水力発電設備のスマート化ガイドラインの策定

- 水力発電設備は、高経年化や保安人材不足等の直面する課題への対応と生産性の向上を図るため、保安力の維持・向上を図ることを前提としつつ、IoTやAI、ドローン等のスマート保安技術の導入を促進することが必要。
- 今後こうしたスマート化技術を活用した遠隔保守管理技術の導入を検討している水力発電事業者「手引き」として御活用いただくことを目的に、『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』を策定。
- 令和2年度にはスマート化導入における計画策定時のガイドラインを策定し、令和3年度は、スマート保安の実証事業に基づく費用対効果や巡視の代替性検証などの成果を取りまとめ、スマート化技術を活用した保守管理・運用時のガイドラインを策定。



(参考) 水力発電設備のスマート化ガイドラインの項目

- ユーザーの利便性を考慮し、導入フェーズと運用フェーズは1冊のガイドラインとして再構成した。
- スマート保安技術を活用した保守管理・運用の進め方・留意事項を第4章として新規に追加。また、実証事業等の具体事例を第5章に追加。
- 第5章のスマート化事例は、導入編で示した「期待する効果」や「スマート保安類型」との紐づけを明示する等の工夫により、ユーザーニーズに合わせて参考とすべき事例にたどり着きやすくする工夫を施した。

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 第一版 – 導入フェーズ&運用フェーズ–

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 水力発電設備における保安管理業務のスマート化の考え方

第1節 水力発電設備における保安管理業務

第2節 スマート保安の方法と保安管理業務のプロセス

第3節 スマート保安導入により期待される効果

第3章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化計画の策定

第1節 スマート化計画の進め方

第2節 スマート化計画の策定における留意事項

第3節 スマート化計画の策定のためのチェックリスト

第4章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術の運用

第1節 スマート化技術の運用フェーズの進め方

第2節 スマート化技術の運用フェーズにおける留意事項

第5章 水力発電設備における保守管理業務のスマート化事例

第1節 水力発電所遠隔モニタリング実証（長野県企業局）

第2節 遠隔監視・指示・操作を用いた実証（山梨県企業局）

第3節 ネットワークカメラによる監視、雨量データ伝送実証（宮崎県企業局）

第4節 IoT・ICT技術適用に関する研究開発（中国電力株式会社）

第5節 令和3年度 AIを活用した水力発電所運転計画支援システム 実証事業（長野県企業局）

第6章 スマート保安技術の先行事例

第1節 関西電力の事例

第2節 北海道電力の事例

※導入フェーズガイドラインからの主な変更箇所
(新規記載・更新) を赤字で示す。

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

令和4年4月
経済産業省
産業保安グループ電力安全課

1. アクションプランと取組内容
2. 規制の見直し／事例の横展開
- 3. 技術実証・導入支援、表彰制度**
4. K P I の設定

スマート保安技術の実証（令和2年度第3次補正 産業保安高度化推進事業）

- 電気保安分野のスマート保安アクションプランでは、現時点で利用可能な技術を2025年までに確実に現場実装することが目標として掲げられた。この目標達成に向けて、各業界においてスマート保安技術の現場への導入のため、その性能・品質について技術実証が進められている。
- 経済産業省においても、産業保安高度化推進事業（令和2年度第3次補正予算）において、電力分野で18件の事業を採択し、技術実証を支援。

令和2年度第3次補正 産業保安高度化推進事業 交付先一覧		
申請者（幹事社）	対象電気設備	事業名称
三菱重工業株式会社	火力発電設備	石油ガスプラント等の引火性ガス雰囲気内で無人巡回点検を行う防爆ローバの開発実証事業
三重エネウッド株式会社	バイオマス発電設備	IoTセンサーとデータ解析技術を活用したバイオマス発電所の保安管理高度化事業
長野県企業局	水力発電設備	令和3年度 AIを活用した水力発電所運転計画支援システム実証事業
神奈川県企業庁	水力発電設備	神奈川県営発電所における遠隔モニタリングシステム構築事業
徳島県企業局	水力発電設備	企業局「スマート保安」推進事業
イオスエナジーマネジメント株式会社	風力発電設備	風力発電機の外観点検業務におけるAIを活用した経年劣化管理システム構築事業
株式会社グリーンパワーインベストメント	風力発電設備	風力発電所の外観点検業務における自動飛行ドローンを活用した点検システム構築事業
白馬ウインドファーム株式会社	風力発電設備	風力発電所遠隔監視システム (FACIAS) 更新によるスマート保安技術の導入
株式会社スマートエナジー	太陽光発電設備	太陽光発電施設のスマート保安対応システムの構築
オーナンバ株式会社	太陽光発電設備	太陽光発電設備における、監視データを活用した保安技術の高度化検証
九州電力送配電株式会社	送電設備	送電設備の保安業務におけるAIを活用した判定高度化実証
株式ハイテックシステム	送電設備	送電鉄塔遠隔監視用クラウドAIシステム構築
ルーチェサーチ株式会社	送電設備	水素燃料電池ドローンの開発
丸紅株式会社	送電設備	送電線におけるデジタルツインを活用した高度メンテナンス構築事業
一般社団法人東北電気保安協会	需要設備	中小規模自家用電気工作物の受変電設備におけるAIを活用した点検システム構築事業2021
伊藤忠プラントエック株式会社	需要設備	小規模高圧需要設備におけるAIを活用した点検システム構築事業
一般財団法人関西電気保安協会	需要設備	高圧絶縁監視装置と超音波センサーの組合せによる総合絶縁監視システムの開発・性能評価事業
内外電機株式会社	需要設備	スマートキュービクル実現に向けた遠隔監視システムの構築事業

【事例1】送電設備の保安業務におけるAIを活用した判定高度化実証

実施体制	九州電力送配電株式会社
事業概要	■ 実証を行うAIは、送電設備の保安業務のうち、ヘリコプターで送電線上空から撮影した画像データを基に、評価対象とする設備及び構造物等の自動抽出及び異常有無の自動判定を目的としたものである。 〔実証する保安業務〕 (a)送電鉄塔の劣化判定に伴う鉄塔部材抽出の自動化 (b)鉄塔敷地周辺及び送電線下の異常有無判定の自動化（異常箇所を自動抽出） (c)送電線の異常有無判定の自動化（既存システム判定結果の正常画像仕分けを自動化） ■ 保安業務の中の「判定」というフローにおいて、従来、社員が撮影画像から対象物の抽出、状況確認、判断するプロセスにAIを搭載して業務の高度化を図る。

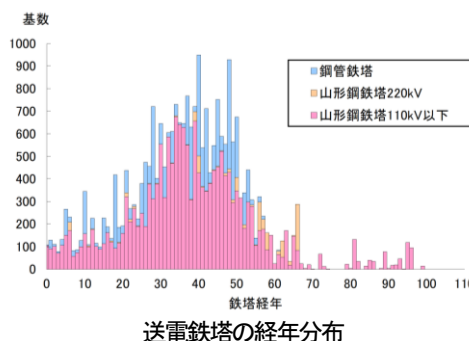
1) 実証に取り組む背景

業界課題・ユーザーニーズ等

- 電力自由化の進展や再生可能エネルギーの大量導入といった近年の事業環境変化に伴い、電力品質を適正に維持しつつ、保安業務などの更なる効率化を進める重要性が一層高まっている。
- また、送電設備の高経年化が進展しており、電力の安定供給を維持していくためには、ドローンやヘリコプター等を活用した設備情報の効率的な取得、AIや画像解析技術を活用した劣化判定の自動化などの保安業務の高度化が急務課題となっている。

送配電事業の課題・ニーズ

- ✓ 当社の送電設備の保安方法は、大半が自ら現場に出向いて目視確認により判断してきた（マンパワーに依存してきた）が、今後は効率的な保安方法への改善が急務である。
- ✓ 設備状況の判断方法も、定性的なランク評価から可能な限り定量評価（デジタルデータ化）して余寿命評価等の予測診断する方法へ改善が必要である。



2) 実証を通じて期待される効果(当初の想定)

- (a) 送電鉄塔の劣化判定
- 【現場作業の省力化】
- ✓ 年間の評価可能基数が約16倍増加
(400基/年⇒6,500基/年)
 - ✓ 年間の基当り業務量が▲99.9%削減
(0.525人日/基⇒0.0006人日/基)
- 【保安力の向上】
- ✓ 判定結果のデータ蓄積・強化学習によって最適かつ効果的な改修計画策定が可能
- (b) 送電線下の異常有無判定
- 【現場作業の省力化】
- ✓ 年間業務量が▲93.8%削減
(32.0人日/年⇒2.0人日/年)
- (c) 送電線の異常有無判定
- 【現場作業の省力化】
- ✓ システムの判定精度向上により異常箇所の確認業務量が▲70.0%削減
(10.0人日/年⇒3.0人日/年)

3) 実証内容 及び 4) 実証成果 (次頁に記載)

【事例1】送電設備の保安業務におけるAIを活用した判定高度化実証

3) 実証内容

期間内に行った実証の内容や方法

■各保安業務におけるAI開発内容及び検証方法は以下のとおり。

実証項目	(a) 送電鉄塔の劣化判定	(b) 送電線下の異常有無判定	(c) 送電線の異常有無判定
①仕様要件・学習データの作成	- 送電鉄塔の特徴分析 - 仕様要件の整理 - 学習データ作成要件 - 物体検出AIの開発目標 - 部材抽出AIの開発目標 - 鉄塔学習データ作成	- 対象懸案の特徴分析 - 仕様要件の整理 - 学習データ抽出要件 - 懸案抽出AIの開発精度 - 懸案学習データ抽出	- 異常判定結果の特徴分析 - 仕様要件の整理 - 学習データ抽出要件 - 異常判定AIの開発精度 - 電線学習データ抽出
②AI開発検討・検証	- 開発AIのモデル/アルゴリズム検討 - 開発AIの検証 - 課題抽出と改善検討 - AIの信頼性評価 - 各パラメータの影響評価	- 開発AIのモデル/アルゴリズム検討 - 開発AIの検証 - 課題抽出と改善検討 - AIの信頼性評価 - 各パラメータの影響評価	- 開発AIのモデル/アルゴリズム検討 - 開発AIの検証 - 課題抽出と改善検討 - AIの信頼性評価 - 各パラメータの影響評価
③運用システムの設計検討・構築	- システム仕様要件の整理 - システム設計・構築 - システム実証	- システム仕様要件の整理 - システム設計検討	- システム仕様要件の整理 - システム設計・構築 - システム実証

■各保安業務のシステム概要図（ ：AI開発範囲）



4) 実証成果

開発・導入した技術・システムの評価・検証結果

(a) 送電鉄塔の劣化判定

- ✓ 物体検出AI及び部材抽出AIの精度は開発目標以上で、十分実用可能なレベルにある。
- ✓ 誤検出率は若干高いものの、背景等の誤検出分を色調で分類評価することで、AI信頼性を確保することとした。

AI開発区分	開発目標		検証結果
	要求精度	成功率	
物体検出AI	鉄塔検出率100%	90%	95.9%(472/492)
部材抽出AI	部材抽出率≥80%	90%	89.8%(442/492)
	誤検出率≤10%	80%	65.4%(322/492)

(b) 送電線下の異常有無判定

- ✓ 懸案別の正検出率・誤検出率ともに、開発目標を下回る結果となったが、2022年度のシステム構築に向けて未検出重機及び誤検出項目の学習追加等を今後改善予定。

AI開発区分	開発目標		検証結果		
	要求項目	成功率	重機	造成	合計
懸案抽出AI	懸案の正検出	70%	37.2%	55.2%	42.5%
	懸案の誤検出	30%	32.1%	8.5%	24.7%

(c) 送電線の異常有無判定

- ✓ 保安影響の小さい異物付着の誤判定が開発目標を下回ったが、十分実用可能なレベルにある。また、正常画像及び異常画像の学習追加及び複数要因が有る場合の異常判定条件見直しにより今後改善予定。

AI開発区分	開発目標		検証結果
	要求項目	成功率	
異常判定AI	正常画像の正判定	70%	84.3%
	異常画像 損傷変形の誤判定	0%	0.0%
	異物付着	20%	35.7%

間接補助事業の効果（実証を通じて得られた効果）

(a) 送電鉄塔の劣化判定

【現場作業の省力化】（当初想定と同等）

【保安力の向上】

- ・当面は導入前と同様（データ蓄積のため）

- ・今後はAIを活用して経年評価を予定

【その他気づき】

- ・物体検出AIと部材抽出AIの2つのAIモデル活用

(b) 送電線下の異常有無

【現場保安力の向上】（当初想定と同等）

【その他気づき】

- ・継続的な学習データ蓄積・強化学習が可能なシステム構成

(c) 送電線の異常有無判定

【現場保安力の向上】

- ・異常検出の判定精度が8.4%向上

- ・異常箇所の確認業務量が84.3%削減

【その他】

- ・継続的に学習データ蓄積・強化学習が可能なシステム構成
- ・複数要因有る場合の保安影響を踏まえた判定条件設定
- ・画像解析ベースの一部解析機能へのAI活用可能性

【事例2】送電鉄塔遠隔監視用クラウドAIシステム構築

実施体制	株式会社ハイテックシステム
事業概要	【目的】送電鉄塔の保守点検作業をA I（人工知能）を活用して遠隔監視を可能にすること。 【概要】①鉄塔設置にセンサー（風速風向計1台と支柱4本に精密傾斜計）データをL P W A（Low Power Wide Area）通信方式でクラウド上に収集する。＜注記：LPWA通信は、省電力（バッテリー駆動）で通信距離は数キロメートルのため山間部に適する＞ ②クラウド上にA I（MTSYSTEMWeb演算コアを開発）を構築して、異常状態と異常原因を解析する。 ③解析結果可視化と異常発生メールを発信するクラウドシステムを開発することで、遠隔監視を可能にする。

1）実証に取り組む背景

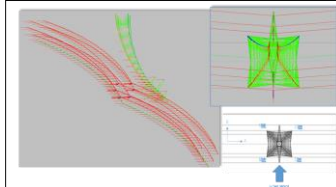
【業界課題】を3件にまとめる。

- ①近年台風の大型化による強風で送電鉄塔の倒壊対応。＜①写真＞
- ②一方、鉄塔保安の立場からは、経年劣化による健全性の低下を発見するために実施している保安業務も人員不足という課題。
- ③経年劣化には、塩害、腐食、基礎部の歪みなどがあるが、その状態が鉄塔の倒壊に与える影響を定量的に判断する基準を有していないという課題。

【ユーザーニーズ等】を3件にまとめる。

- ①強風が送電鉄塔に与える影響を定量的に評価したい。
- ②現在実施している巡視点検や精密検査では、定性的な外観点検（塩害有無、腐食有無、基礎部水平確認、鉄塔歪み確認）以外に、強風の影響を現場データにより定量的に評価したい。＜②図＞
- ③送電鉄塔の保安業務は、人員対応では多大なコストが発生するので、人工知能（A I）による遠隔監視で対応したい。＜③図＞

- ①強風で倒壊した鉄塔 ②風の影響コンピュータ解析 ③AI遠隔監視



2）実証を通じて期待される効果（当初の想定）

【保安力の向上】

- ・A Iによる異常兆候監視による定量的情報による保安力の向上。

【現場作業の省力化・無人化】

- ・A Iと遠隔監視による対応。

【日常点検・定期検査等の保安業務の安全性担保】

- ・遠隔監視による人員派遣頻度の削減による対応。

【現場作業の省力化・遠隔化】

- ・A Iによる自動異常兆候判定・クラウド遠隔監視システムからの異常発生メールの発信による即時対応が可能。

・A I 遠隔監視
システム構成図
全自動保安システム

- ①データ収集部
- ②情報処理部
- ③A I 演算部
- ④保安情報出力部
- ⑤異常メール発信部



3）実証内容 及び 4）実証成果（次頁に記載）

【事例2】送電鉄塔遠隔監視用クラウドAIシステム構築

3) 実証内容

期間内に行った実証の内容や方法

1. ハードウェアの実証の内容

- ①送電鉄塔にセンサー装置設置
- ②LPWA通信でデータをクラウドサーバーに通信

2. 装置仕様:データ

- ①風速風向計:風速m/s、風向:360度
- ②温湿度計:温度℃、湿度RH%
- ③精密傾斜計4台:分解能0.0001°
- ④通信装置:LPWA(低消費電力で長距離の通信)
- ⑤太陽光パネル+バッテリー電源:12V360W+100Ah

3. センサーデータの通信実証方法

センサーデータ1秒周期、通信データは10分周期を確認

4. ソフトウェアの実証の内容

- ①情報処理部:AI演算部とのデータ及び情報交換確認
- ②AI演算部:MT法による、異常傾向予知演算確認

5. データの特徴化

- ①センサーデータをX,Y成分で10個(温湿度風向除外)
- ②3種統計処理を加え、30個のデータでMD値を演算

6. 異常傾向予知情報の実証方法

- ①「監視対象MD(MT)」をグラフ化
・最高風速と傾斜計変位をAI演算結果としてMD値算出
- ②「MD値貢献度分析」をグラフ化
・異常原因に関与するセンサーをMD値の大小で判定
- ③MD値異常メール送信で①②を遠隔確認可能を確認

【センサー】【クラウドAIシステム】



傾斜計

①情報処理部

②AI演算部

【ユーザー】

【ブラウザー】

- ①監視対象MD値グラフ
- ②MD値貢献度分析グラフ
- ③MD値異常メール

4) 実証成果

開発・導入した技術・システムの評価・検証結果

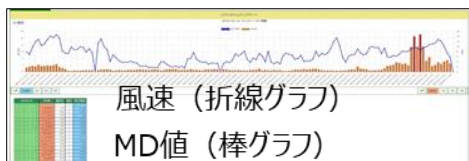
①監視対象MD

(MT)をグラフ化

横軸:時刻(10分)

縦軸左:最高風速

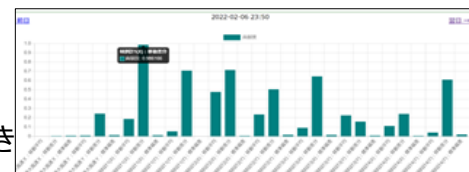
縦軸右:MD値



②MD値貢献度分析をグラフ化

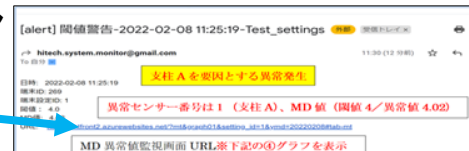
横軸:データ30項目

縦軸左:MD値が大きい程異常原因となる



③MD値異常メール送信

上記①②をURLで即時遠隔確認可能



間接補助事業の効果(実証を通じて得られた効果)

【保安力の向上】

・データを経年で監視できるため、劣化状態を常時把握・傾向を予測できる。

【現場作業の省力化・無人化】

・劣化状況・度合いに応じた現場作業の計画を効率的に立案できる。

【日常点検・定期検査等の保安業務の安全性担保】

・現場業務を事前に把握できるため、不測の事態を回避できる。

【現場作業の省力化・遠隔化】

・遠隔監視により、現場状況を事前に把握できるため、最適な作業準備で省力化できる。

【付帯の効果】

・30項目のデータは、長期間蓄積されているため、コンピュータシミュレーションにも活用できる。

【気付き】

・雪害について、太陽光発電と超音波式風速計は、積雪の影響を受けた。機器選定で対応可能である。

【事例3】水力発電所におけるカメラ及び水中ドローン等による遠隔監視・点検

実施体制	徳島県企業局
事業概要	水力発電所は、山間僻地に設置されており、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、人的負担が大きな課題となっている。また、ダムや発電設備の点検は高所や水中部など、常に危険と隣り合わせである。そこで、施設の保安業務をスマート化することにより、設備点検等作業の省力化、業務の効率化・簡素化を図る。

1) 実証に取り組む背景

- ✓ 徳島県企業局は地方公営企業として、水力発電により県内へのクリーンな電力の安定供給に大きく貢献している。しかし、古くは昭和20年代から営業をおこなっており、設備の老朽化に伴う故障リスクが増大しているため、迅速な故障対応等、適切な設備の維持管理が求められる
(日野谷発電所：昭和27年5月運転開始
令和2年度 水力発電事業の設備トラブル：約100件)
- ✓ 本県設備故障時の対応や日常巡視・点検、工事監督を職員が自ら実施しているが、現場は遠隔地であり、点検箇所によっては危険作業を伴うため、安全性の向上や作業の効率化・省力化が求められている
(電気事業の直営点検件数：年間延べ約700件)
- ✓ 職員の年齢構成が40～50歳台の中堅・ベテランに偏っており、今後、ベテラン職員の有する技術的ノウハウをどのように若手に継承していくかが課題となっている

2) 実証を通じて期待される効果（当初の想定）

- ✓ 点検作業を省力化することにより、作業時間の短縮や作業人員を減らすことができ、職員の負担が軽減される
- ✓ 設備監視や点検の質・精度が向上し、設備トラブルを未然に防ぐことができる
- ✓ 設備異常時の対応を的確かつ迅速に行うことができ、早期復旧が図られ、故障停止等による損失が低減される
- ✓ 危険作業をスマート化し、安全性を向上させることで、労務災害が減少
- ✓ 職場研修などの職員のスキルアップにDXを取り入れることにより、効果的に技能を身につける

3) 実証内容 及び 4) 実証成果 (次頁に記載)

【事例 3】水力発電所におけるカメラ及び水中ドローン等による遠隔監視・点検

3) 実証内容

期間内に行った実証の内容や方法

- ①Wi-Fi環境及びウェアラブルカメラを活用した設備点検、故障対応の実証
日野谷発電所にWi-Fi環境を整備することにより、スマート機器を活用可能とし、実際にウェアラブルカメラを使用した点検作業を実証
- ②ネットワークカメラによる設備及び施設周辺の遠隔監視実証
日野谷発電所構内にネットワークカメラを設置し、河川や発電所周辺、屋外機器等の映像による遠隔監視を実証
- ③水中ドローンによる水中部施設の点検等作業の実証
これまで潜水土に委託していた水中部施設の点検作業を自ら行うため、水中ドローンによる点検を実証

4) 実証成果

開発・導入した技術・システムの評価・検証結果

- ①Wi-Fi環境及びウェアラブルカメラを活用した設備点検、故障対応
→作業効率向上、業務省力化、設備異常等緊急時対応の迅速化効果を確認。
ウェアラブルカメラは技能研修のツールとしても有用。
- ②ネットワークカメラによる設備及び施設周辺の遠隔監視
→故障原因の推定や機器の状態がで、対応が迅速化
災害時の職員を現地派遣する可否の判断が容易になり、安全性を確保。
- ③水中ドローンによる水中部施設の点検等作業
→水中部の点検等作業が直営により安全に実施可能。
潜水土を手配（外部委託）する頻度が減少。

間接補助事業の効果（実証を通じて得られた効果）

- ✓ 作業員間での連絡調整が容易になり、作業効率がアップ
→点検作業時間の短縮 30分/回
- ✓ 発電停止を伴う設備異常時の早期復旧により、発電損失額が減少
→約55万円/時間
- ✓ ウェアラブルカメラの映像を管理事務所と共有し、点検と報告書作成を並行して作業
→報告書作成業務（1時間/回）の効率化・迅速化
- ✓ 映像での施設監視により、異常時等の職員派遣の要否や派遣人数の判断が容易に
→発電所までの移動時間（約1時間半）の削減
施設異常時の職員現地派遣頻度が約2/3に減少
- ✓ 水中ドローンによる直営作業により水中部点検調査の外部委託頻度が減少
→潜水土手配費用の削減 10万～15万円/回

(参考) 産業保安高度化推進事業

産業保安グループ
保安課、高圧ガス保安室、ガス安全室、
電力安全課

令和3年度補正予算案額 **5.0億円**

事業の内容

事業目的・概要

- 電力、ガス等の産業インフラにおける保安人材の枯渇や設備の高経年化などの課題に対処し、国民の安全・安心を確保するためには、IoT、AI、ドローン等の新たなテクノロジーの導入により産業保安の効率性と安全性を向上させる「スマート保安」が重要です。
- さらに、景気後退により資金繰りが悪化している企業においては、保安の維持に対する投資を先送りする傾向があるため、早期の支援により保安への継続的な投資を促す必要があります。
- 本事業では、IoT・AI・ドローン等の新たなテクノロジーを産業保安分野に導入するための技術実証のための取組を支援します。

成果目標

- IoT・AI・ドローン等の新たなテクノロジーを産業保安分野に導入し、多様かつ複雑な保安作業について、機械化・自動化を推進することで、保安業務の合理化・保安レベルの向上を図り、国民・企業の安全の確保につなげるとともに、企業の競争力を強化します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

1. 産業保安AIの実証

- 異常検知による事故・故障等の未然防止、予兆検知によるO&M改善、運転・点検の自動化等、AI等の先進技術の導入により、高度な判断による異常検知・自動制御等の運転最適化を実現する取組を行う。

2. 防爆モビリティの実証

- 電子機器類の使用が禁止されるコンビナートをはじめとした産業保安の現場で使用可能な防爆モビリティ（防爆ドローン、防爆ローバー等）による高所・危険領域点検、巡回による監視データ自動取得等、現場作業効率化を実現する取組を行う。

3. 産業保安分野のデータ収集・活用に係る手法の実証

- 各種センサー、カメラ等のIoT機器等を活用した高度なセンシング技術、新たなデータ収集・蓄積手法、そのデータを活用するシステム等の組み合わせにより、保安活動や設備利用の効率化・高度化等を実現する取組を行う。

第5回インフラメンテナンス大賞

- 国内のインフラメンテナンスに係る優れた取組や技術開発を表彰するため、第5回「インフラメンテナンス大賞」を開催。関西電力株式会社が経済産業大臣賞を受賞。

【経済産業大臣賞】

自律飛行型ドローンを活用した火力発電所煙突内部点検手法の開発（関西電力株式会社）

これまでは、煙突内部にゴンドラ足場を設置して、作業員が目視確認などによって点検していたが、このような点検では高所作業による労災リスクがあるとともに、相応の費用と時間が必要。煙突内部点検に対応するドローンを開発し、従来の点検精度を維持しつつ、作業の安全性と効率性の向上を同時に達成する点検手法を確立した。



自律飛行型ドローン



ドローン飛行状況（煙突下部より撮影）



ドローン搭載カメラによる画像

優秀賞

代表団体名	案件名
株式会社かんでんエンジニアリング	油入変圧器の総合診断
四国電力送配電株式会社	小口径空洞内撮影装置を用いたコンクリート基礎の劣化診断手法の開発
一般財団法人東北電気保安協会	自家用電気工作物の受変電設備におけるAIを活用した点検システム構築

(参考) インフラメンテナンス大賞の概要及び開催実績

- 国民へのメンテナンスの理念の普及、ベストプラクティスの幅広い展開を図るため、国内のインフラメンテナンスに係る優れた取組や技術開発を表彰する制度。過去 5 回開催されており、令和 2 年度より、電力部門が追加となった。

インフラメンテナンス大賞の概要

1	主催者	国土交通省、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、防衛省
2	表彰対象	インフラメンテナンスにかかる特に優れた取組・技術開発 ア) メンテナンス実施現場における工夫部門 イ) メンテナンスを支える活動部門 ウ) 技術開発部門
3	表彰の種類	国土交通他6大臣賞※／特別賞／優秀賞 (※経済産業大臣賞は第4回より設定)

ベストプラクティスの紹介・展開

特別賞
(大臣賞に準ずるもの7件程度)

各大臣賞

(国土交通大臣賞等7省の各大臣最大3部門ずつ計最大21件
このほかに情報通信技術の優れた活用に関する総務大臣賞1件)

優秀賞
(最大21件程度)

開催実績

- ・ 第1回 : 248件の中から28件の受賞者を決定
- ・ 第2回 : 205件の中から32件の受賞者を決定
- ・ 第3回 : 255件の中から32件の受賞者を決定
- ・ 第4回 : 288件の中から35件の受賞者を決定
- ・ 第5回 : 247件の中から33件の受賞者を決定

1. アクションプランと取組内容
2. 規制の見直し／事例の横展開
3. 技術実証・導入支援、表彰制度
- 4. K P I の設定**

スマート保安導入に係るK P I について

- 令和3年3月に策定されたアクションプランでは、策定後に実施すべき事項として、「スマート保安技術を整理した上で、新たなKPIを設定すること」が明記された。
- そのため、NITE（独立行政法人 製品評価技術基盤機構）は、今後活用が期待される各種のスマート保安技術について、足下における各設備（火力、水力、太陽電池、風力、送配変電、需要）での活用状況を確認するとともに、当該技術の将来的な導入可能性を調査。
- こうした結果も踏まえ、今後更に安全レベルを向上させるため、設備単位で課題とその改善に資するスマート保安技術を具体化し、当該技術の導入率を「スマート保安導入に係るK P I」として設定する。
- 本KPIは、引き続きNITEが電気事業者・保安事業者等に対してスマート保安技術の導入状況に係るアンケートを実施し、その進捗を定期的・継続的にフォローアップしていく。
- また、こうしたスマート保安技術の導入は、計画外停止率等の減少を通じて安全性を維持・向上することが目的であることから、電気設備の事故のトレンドについても（自然災害の発生状況も踏まえつつ）継続的に確認・分析する。

＜スマート保安技術の例＞

1現場作業のデジタル化（可搬型：五感から数値判断へ）	2ドローン等の活用した巡視等の代替点検	3各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	4開閉器等の遠隔操作による操作対応	5ウェアラブルカメラ等を活用した現場作業の遠隔支援システム	6高度な統計手法又はAIを活用した業務支援
➢ 携帯端末機（タブレット等） ➢ デジタル計測器類又は測定器 ➢ 点検・測定結果の電子保存	➢ 空中ドローン ➢ 水中・水上ドローン（水管を含む） ➢ 自走ドローン（地下、ダクト、煙突等） ➢ ロボット	➢ 自動計測装置（電流、電圧、圧力等） ➢ 可視カメラ（目視） ➢ 赤外線カメラ（熱画像等） ➢ 温度関係センサー（温度計・熱電対等） ➢ 環境関連センサー（匂い、埃等） ➢ 超音波センサー（放電、異音等） ➢ 電流又は電圧の波形等の計測	➢ 動作機器又は健全性のチェック ➢ 動作機器の再稼働に関する遠隔操作 ➢ 緊急時の停止又は開放の遠隔操作	➢ 携帯端末機（タブレット等）を併用 ➢ ウェアラブルカメラ ➢ 現場管理又は操作マニュアルの電子化	➢ 現場における人の点検結果判断を支援 ➢ 点検結果の自動判定（高度を除く） ➢ データ分析による異常予測 ➢ 総合評価による寿命予知

（出典）：令和3年度スマート保安推進に関する業界別推進状況の調査・分析業務 報告書（株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所）

スマート保安技術導入のK P I【2025年、火力・水力発電設備】

火力発電設備

<課題>

- 設備が多岐にわたり点検箇所も広範囲かつ危険作業（例：煙突等における高所作業）も存在。
- 中長期的な人材不足の中、日々の巡視・点検に多くの時間と労力がかかっている。また、一定周期で設備を停止させ、点検が必要。
- 設備の高経年化の一方で、異常兆候の検知が個人の経験に依存する傾向。

火力発電設備のKPI				
	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標	対象
①	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得	6%	25%	共通
②	データ分析による異常検知	31%	38%	自家発
	データの総合評価による設備寿命予知	0%	17%	大手電力
長期	発電所構外からの遠隔監視	—		共通

水力発電設備

<課題>

- 人材不足の中、設備が山間僻地に存在するため移動コストが大きい。
- 現場での各種情報の確認を紙に頼る傾向。また帰所後に報告内容をパソコンに入力し直す作業が存在。
- 設備内部の点検用足場の組立等、検査準備等の作業にも多くの時間と労力を費やしており、かつ高所での点検等の危険作業も存在。

水力発電設備のKPI			
	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標
①	タブレット等によるデータ収集・分析等のためのデータベース化	41%	62%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	17%	39%
将来	データ分析による異常検知	—	

スマート保安技術導入のK P I 【2025年、風力・太陽電池発電設備】

風力発電設備

<課題>

- ブレードの点検は重機を使用した作業、ロープ高所作業に頼らざるを得ず、コスト、安全性、即応性の観点で改善が必要。
- 風車のメンテナンスを行う人材が不足する一方で、現場（ナセル内）での点検作業やトラブル対応には電気、機械、構造等の様々な知見が必要。

風力発電設備のKPI

	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標
①	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得	8%	48%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	5%	26%
将来	設備の状態の把握等の遠隔監視の高度化	—	

太陽電池発電設備

<課題>

- 設備規模や電気主任技術者の選任形態によってスマート保安技術の導入率や必要となる技術が異なる。
- 点検結果を紙で保存する事業者が多く、経時的なデータ分析が困難。
- 設備規模に比例して、点検にかかるコストが増大。
- 住居等から離れた地区への設置も増えており、移動コストや災害等緊急時の対応も課題。

太陽電池発電設備のKPI

	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標
①	点検・計測結果の電子保存（タブレット使用・二次活用も含む）	22%	30%
②	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得	5%	21%
将来	遠隔での設備異常検知時の発報等の高度化	—	

スマート保安技術導入のK P I 【2025年、送配変電設備、需要設備】

送配変電設備

- <課題>
- 巡視・点検対象の範囲が広く、設備点数も多いため、作業員の負荷が大きい。
 - 山岳地帯や高所等での巡視・点検には危険が伴う。
 - 設備の高経年化や人材不足等により、中長期的な保守管理体制の維持に懸念がある。
 - 自然災害発生時、交通ルートが遮断され作業員が現場へ行き状況把握することができない場合がある。

送配変電設備のKPI			
	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標
①	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得	32%	65%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	26%	57%
③	画像による劣化の自動判定	14%	41%

需要設備

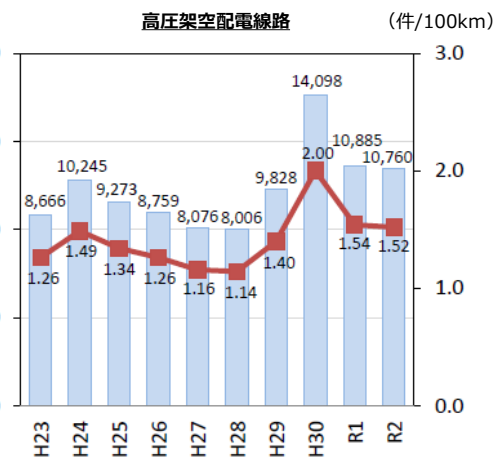
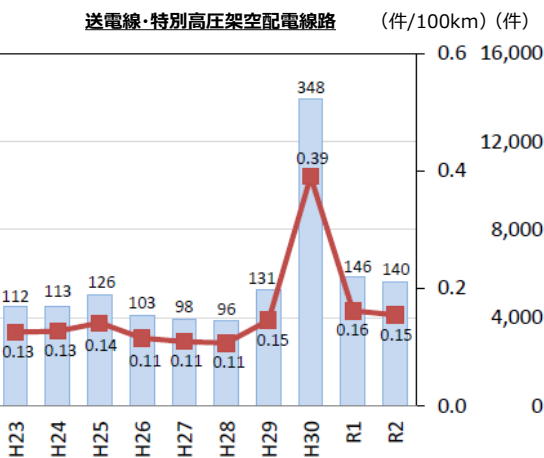
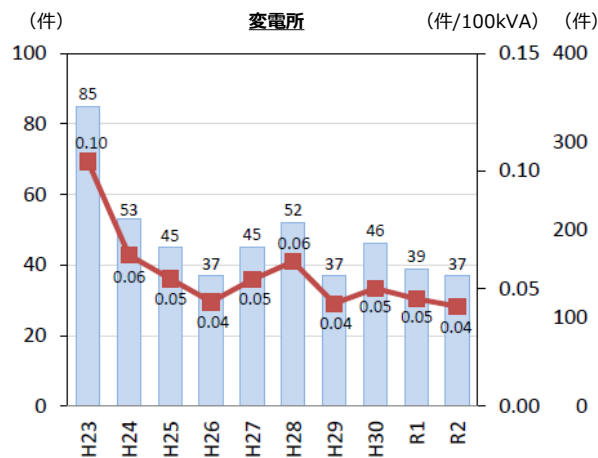
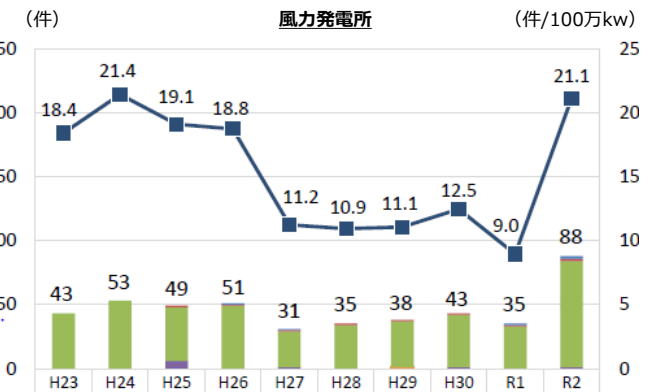
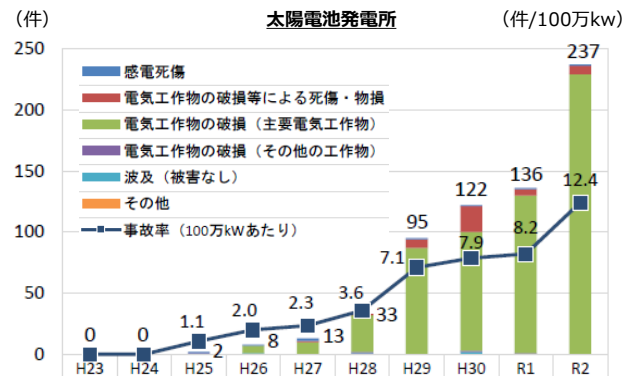
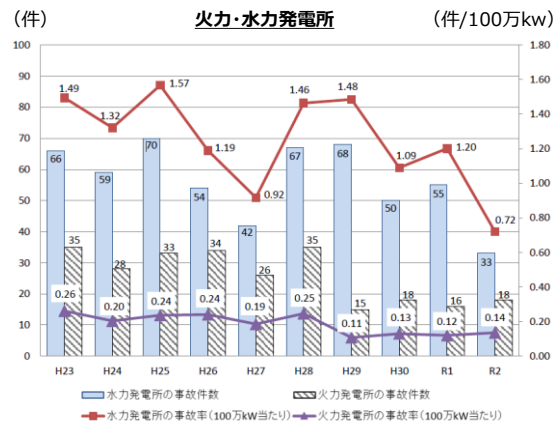
- <課題>
- 紙媒体で点検記録を保存管理しているため、過去データの適時の閲覧やデータの活用が困難。また、書類の紛失リスクや記録・転記等の追加業務が存在。
 - 電気主任技術者の高齢化、減少による将来的な人材不足が見込まれる中、現地への移動時間や計測作業が負担。

需要設備のKPI			
	スマート保安技術	2021年時点の導入率	2025年時点の導入目標
①	点検・計測結果の電子保存（タブレット使用も含む）	51%	58%
将来	遠隔での設備異常検知時の発報等の高度化	—	

電気設備事故の推移（スマート保安技術導入の効果）

- スマート保安技術は、その導入促進を通じて電気設備の安全性の維持・向上等に資するもの。直近の電気設備の事故率を概観すると、太陽電池発電設備を除き、概ね横ばいとなっている。

＜電気設備別の事故件数及び事故率の推移＞

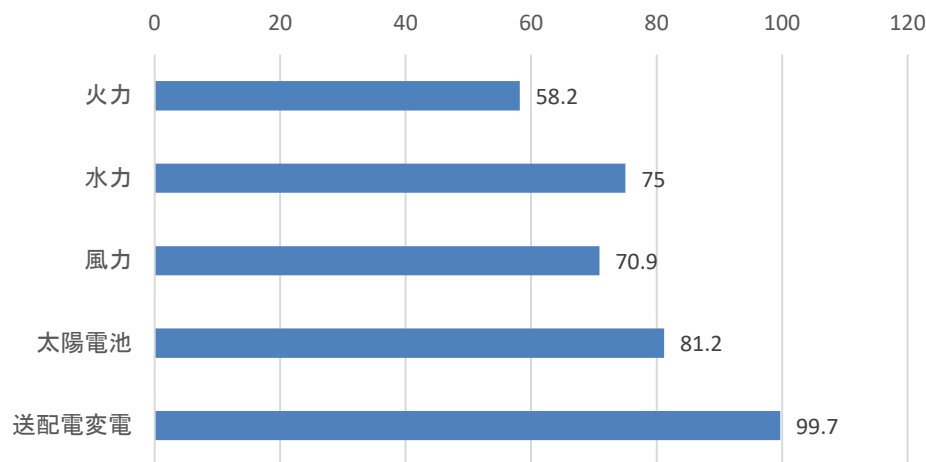


(出典：独立行政法人製品評価技術基盤機構 電気保安統計の現状について（令和2年度電気保安統計の概要））

(参考) 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。

(参考) スマート保安技術導入に係るK P I 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】
 - ✓ 本取組については、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等に必要な温度、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】
 - ✓ 本取組については、③の取組を踏まえて、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。

