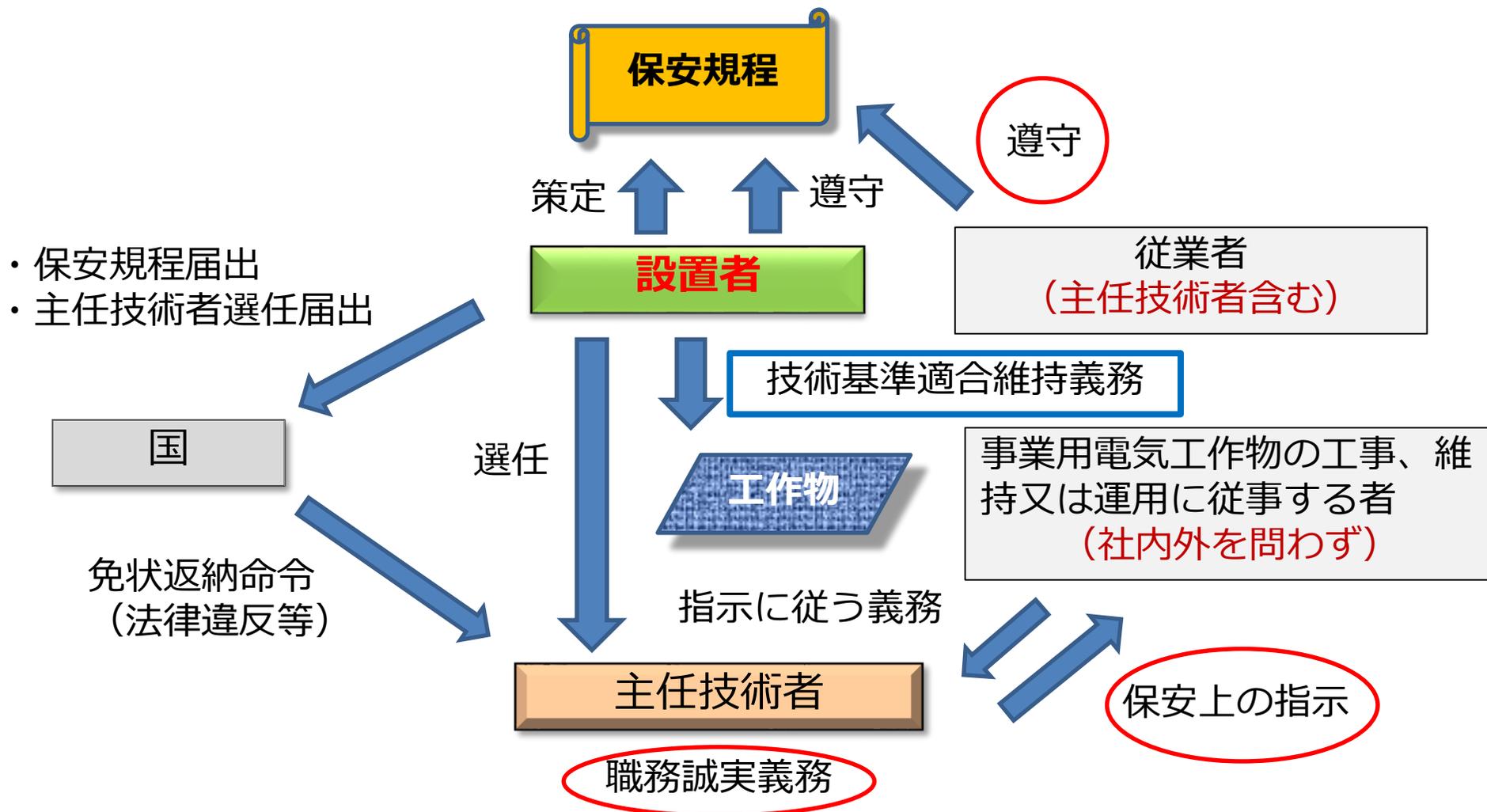


電力安全分野における スマート化の現状

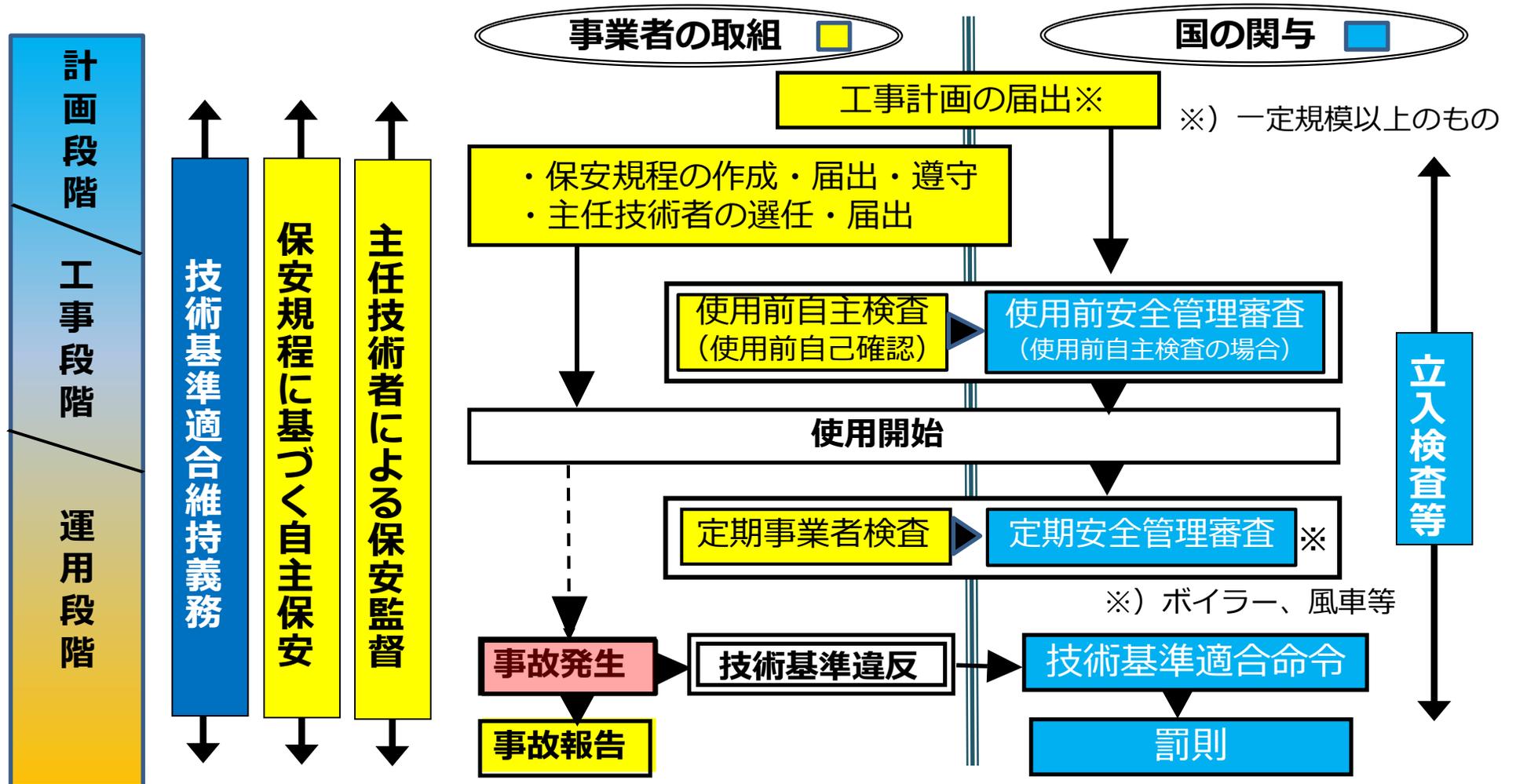
1. 電気安全の基本的考え方 (自主保安の原則)

1-1. 電気事業法に基づく自主保安体制

- 電気工作物の保安については、自主保安の原則の下、設置者に対し、電気工作物の技術基準への適合義務（法第39条）や保安規程の遵守義務（法第42条）が課されており、具体的な電気保安の取組は設置者に任されているところ。



(参考) 自主保安体制 (時系列)



(参考) 技術基準とその対象範囲

発電所	原動力設備等	電気設備等	
		電気設備の技術基準	
水力発電所	ダム・水路・水車等 水力設備の技術基準	発電機・変圧器等	<ul style="list-style-type: none"> ・制御設備 (遠隔監視等) ・入構規制 (柵・塀等) ・公害防止 (騒音・振動等)
火力発電所	ボイラー・タービン等 火力設備の技術基準	発電機・変圧器等	
燃料電池発電所	燃料電池設備	変圧器等	
風力発電所	風車・支持物等 風力設備の技術基準	発電機・変圧器等	
太陽電池発電所	—	太陽電池パネル	
流通設備	—	変圧器、送電線等	
需要設備	—	変圧器、負荷設備等	

2. スマート保安官民協議会・ 電力安全部会における検討

「スマート保安官民協議会」の設置について

スマート保安官民協議会資料(一部修正)

- 急速に進む技術革新やデジタル化、少子高齢化等が一層深化する環境変化の中、官民が連携し、IoTやAIなどの新技術の導入等により産業保安における安全性と効率性を追求する取組、いわゆるスマート保安を強力に推進するため、官民のトップによる「スマート保安官民協議会」を設置する。
- 協議会では、スマート保安の基本的な方針を明確化し、その重要性と取組の方向性を官民で共有する。この共通認識の下、①企業は、新技術の開発・実証・導入等の取組を主体的に推進し、②国は、保安規制・制度の見直しを機動的に行う。これにより、スマート保安による一層の安全性向上や企業の自主保安力の強化を実現するとともに、ひいては関連産業の生産性向上・競争力強化を図る。

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等の新技術の開発・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

- ◆ スマート保安を支える人材の育成

官：スマート保安の促進 保安規制の見直しと支援・仕組みづくり

【保安規制の見直し】

- 電力・高圧ガス分野の保安検査等の規制・制度について、新技術の導入の阻害要因になっているものがないか、年内に規制の総点検を実施
- 総点検の結果を踏まえ、規制の具体的な見直しへ
(見直しの例)

目視点検のドローンによる代替を基準に明記

設備状態の適確な把握による定期検査周期の合理化

遠隔監視による監視要員の必置規制の緩和

【支援・仕組みづくり】

- 技術開発・実証事業への支援
- 先進事例の普及に向けた仕組みづくり
(ガイドラインの策定、先進事例の表彰等)

(取組例)

- スマート保安技術開発等支援 (R2補正予算: 20億円)
- 技術開発等の成果を踏まえたガイドラインの策定
例: プラントにおけるドローン・AIの利用ガイドライン
- インフラメンテナンス大賞 (今年度、経産大臣賞創設)

民：スマート保安の主体的な推進 ヒト・モノ・技術への積極投資

【新技術の導入】

- 安全性と生産性を高めるIoT/AI等新技術の積極的な導入と人材育成
(ドローン、リアルタイムのモニタリング、遠隔監視等)

(新技術の例)

ドローンの導入により、足場を要する箇所の点検が容易に。

センサー等を活用したリアルタイムのモニタリングにより、設備の健全性や劣化状況の適確な把握が可能に。

遠隔監視 (カメラ、センサー等) により、監視業務の省力化・自動化が可能に。

【技術開発等への投資】

- 安全性・生産性の飛躍的な向上に向けた技術開発 (イノベーション) への投資

(技術開発等の例)

AIを活用した設備劣化の正確な予測

AIによる大規模プラント設備群の運転最適化 (設備不具合の減少等により数百億円規模の生産性向上)

スマート保安とは、

- ①国民と産業の安全の確保を第一として、
 - ②急速に進む技術革新やデジタル化、少子高齢化・人口減少など経済社会構造の変化を的確に捉えながら、
 - ③産業保安規制の適切な実施と産業の振興・競争力強化の観点に立って、
 - ④官・民が行う、
- 産業保安に関する主体的・挑戦的な取組のこと。

具体的には、

- ①十分な情報やデータによる科学的根拠とそれに基づく中立・公正な判断を行うことを旨として、
 - ②IoTやAIなど安全性と効率性を高める新技術の導入、現場における創意工夫と作業の円滑化などにより産業保安における安全性と効率性を常に追求し、
 - ③事業・現場における自主保安力の強化と生産性の向上を持続的に推進するとともに、
 - ④規制・制度を不断に見直すことによって、
- 将来にわたって国民の安全・安心を創り出すこと。

2-1. 電力安全分野における取組事例①

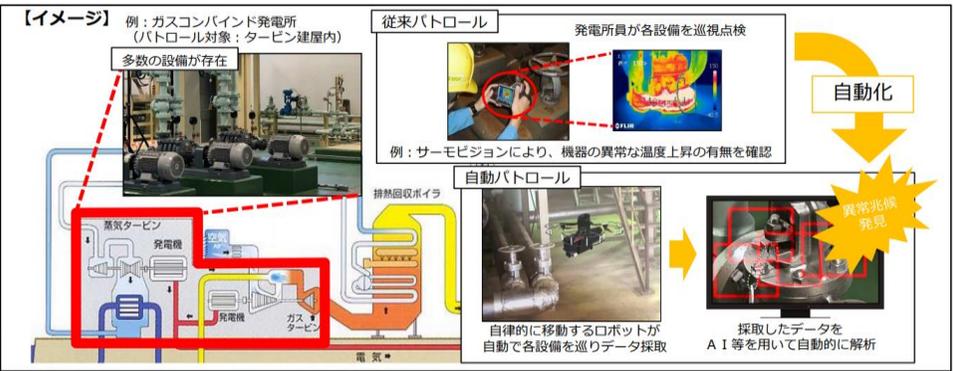
ドローン・AIを用いた正確な鉄塔腐食判定 送配電

- ✓ 従来、年間約1,200基の鉄塔をベテラン社員が目視で検査。鉄塔を登るリスクの軽減や作業時間の短縮が課題となっていた他、判断に個人差が発生してしまうことも課題となっていた。
- ✓ カメラ付きドローンで撮影した鉄塔をAIで解析することで、正確な腐食診断が可能。その結果、80%の作業時間の削減も期待。



火力発電所における設備パトロールの自動化 発電

- ✓ 発電所内のパトロールは、所員が目視で行っており、また異常兆候の発見に当たっては、経験に頼る部分もあった。
- ✓ 自立型のカメラ付きドローンに所内を飛行させ、映像をAIが分析。巡視員の経験を教師データとすることで、ノウハウの定量化も実現。



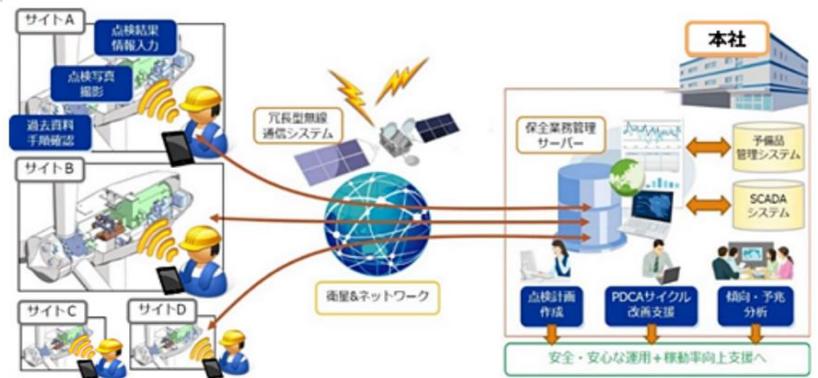
ウェアラブルカメラと携帯情報端末を活用した保守点検 受電

- ✓ 需要設備の保守点検業務において、ウェアラブルカメラ等を活用し、現場での不具合事象の録画や、点検手順等の相談・指示などの支援システムを構築。技術者の負担軽減と均一的な保安管理品質の確保を図る。
- ✓ 保守点検や検査結果、設備の型式等の情報をデータベース化し、AIを活用した予兆管理も実施。



風車の状態監視データとAIの活用による故障予知技術 再エネ

- ✓ 日本国内の風力発電設備は、気候条件等によりメンテナンス頻度が高く、稼働率が低い状況にある。
- ✓ AIを用いてCMSデータを解析する手法を開発。大型部品の異常兆候の検出に成功。



2-1. 電力安全分野における取組事例②

- 新技術を用いた高度かつ効率的な保安は各種メディアで取り上げることも少なくなく、スマート保安に対する社会の関心や期待の高さがうかがえる。
- また、メーカー等が新技術を用いたスマート保安の在り方を提案しており、これらの技術の保安分野への活用を実際に実現できるか、検討を行うことも重要。

<ドローンを用いた太陽光パネルの点検> (日本経済新聞 R2.4.28)

「太陽光発電設備大手のウエストHDはドローン世界最大手の中国DJIと組み、太陽光発電設備のドローンを使った太陽光発電設備の保守管理事業を始めた…」

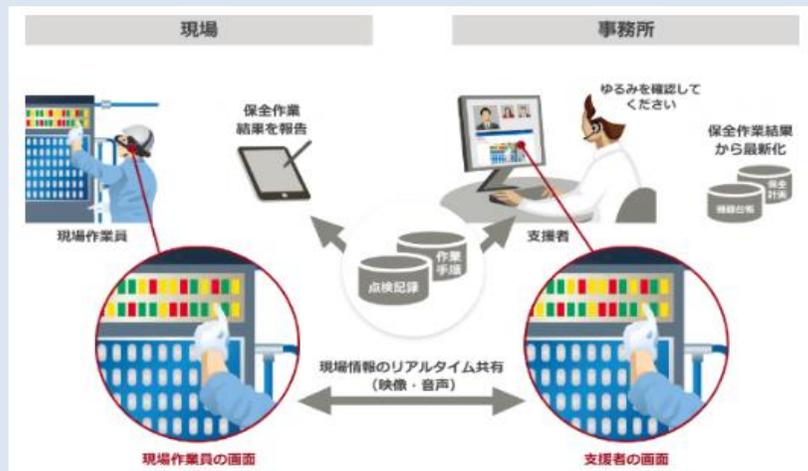


遠隔操作により太陽光パネルを点検するドローン

<電力会社によるドローンやAIの活用> (日刊工業新聞 R1.6.13)

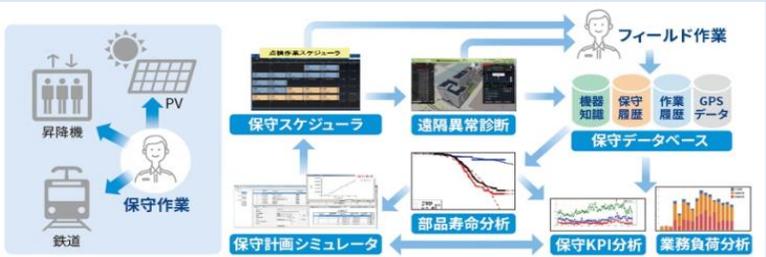
「電力会社が発電所や送配電設備の保守点検で、ドローンとAIを積極的に活用している。保守点検は電力の安定供給を支える業務だが、膨大な自社施設をカバーする人手の確保は、少子高齢化で難しくなる。それを補う手段として活用が進んでいる。」

<富士通が提案する保守点検の遠隔指示>



<https://www.fujitsu.com/jp/innovation/digital/maintenance/theme01/index.html>

<東芝が提案するAIを用いたデータ分析>



<https://www.toshiba.co.jp/tech/ai/catalog016.htm>

2-2. スマート保安を支える人材の育成

- 電気保安分野におけるデジタル技術の導入・活用には、新たな技術の導入コストと効果を適切に評価していくことが重要。
- また、電気保安人材の高齢化が進む中、新たな技術の導入・活用には、現場の声も取り入れながら、サイバーセキュリティ対策も含め新技術への対応に向けた研修等を行っていくべきではないか。

スマート保安に関する人材育成の例

■ ドローン操縦者の育成

- ー 室内用小型機、実機での飛行訓練
- ー 法規、機体仕様等の基礎知識の習得



2-3. 技術革新に対応した規制・制度の検討（規制の総点検）

- 保守・点検におけるドローンの活用やIoT・AIによる常時監視・異常検知など、電気保安分野の現場において新技術の導入が見込まれる中、各種規制や制度についても機動的な見直しを進めていくことが重要。
- かかる観点から、電力分野の保安検査等の規制・制度について、新技術の導入の阻害要因になっているものがないか、令和2年中を目処に「総点検」を実施し、その結果を踏まえて、必要な規制・制度の見直しに取り組む、ことが求められているところ。

規制・制度の見直しに当たっての論点例

<総論>

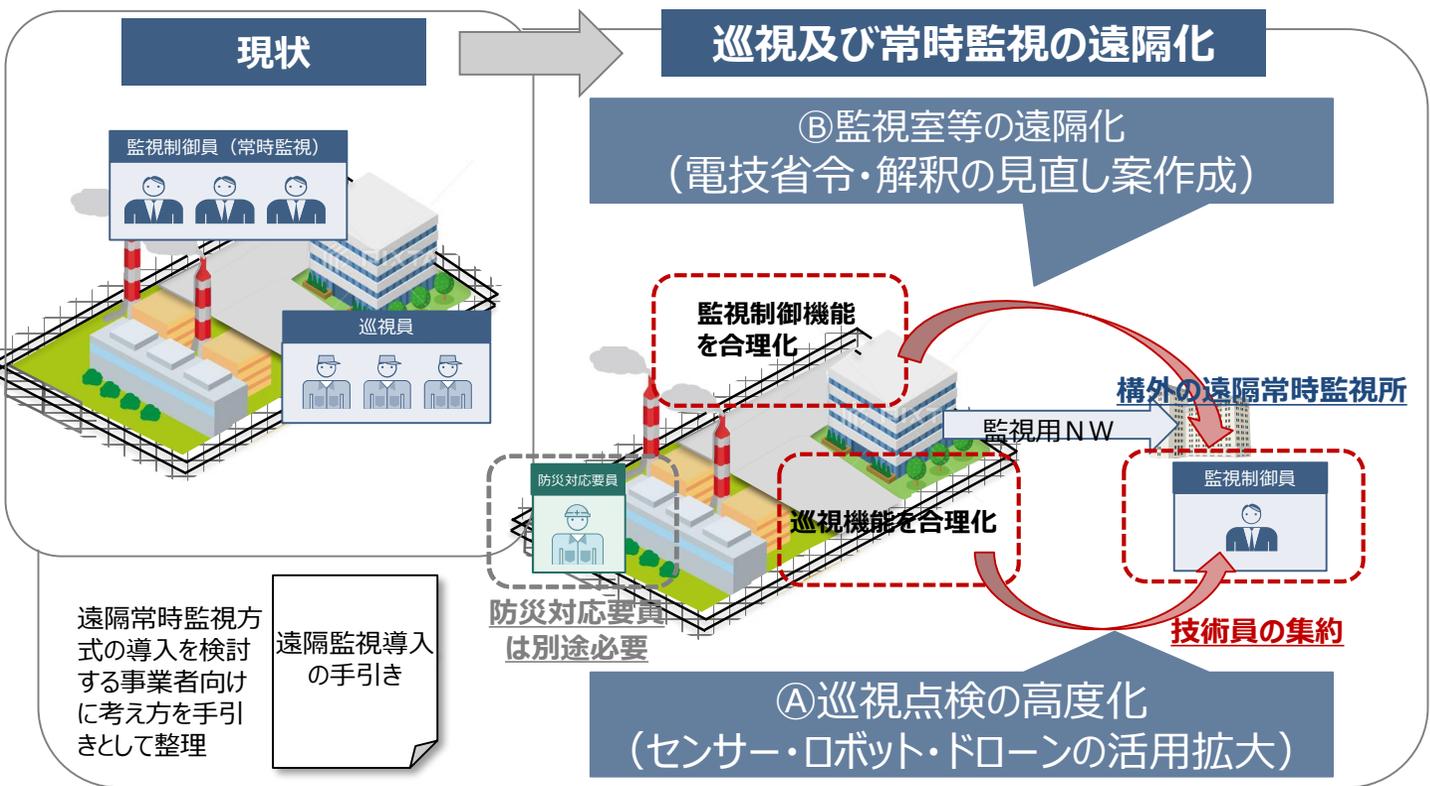
- ✓安全性向上や企業の自主保安力の強化の観点からの規制緩和
- ✓保安規制の考え方（「目視等（人の感覚や経験）」×「時間」 ⇒ 「常時監視」）
- ✓安全性の向上や自主保安力の強化、生産性向上との両立
- ✓新型コロナウイルスの感染防止の観点から講じられた柔軟な保安規制の運用を踏まえた個別規制の見直し
- ✓新たな技術・データの利活用を促進する仕組み（例：ドローン飛行の条件、「目視」の定義） 等

<個別規制>

- ✓発電所等の電気設備の遠隔監視を可能とするための技術の性能や基準等の整理（点検頻度等）
- ✓デジタル技術を活用した国等の安全管理審査・検査のあり方 等

【規制の見直し例①】火力発電所の遠隔監視

- 火力発電所の構内のパトロールは、現場作業員が目視で行うことが主流。効率性に加え、ベテラン作業員の経験等に異常兆候の発見を依存するなど課題。電気事業法では、発電所構内での常時監視は可能であるものの、発電所構外での遠隔監視は認められていない。
- 発電所構内での常時監視のみが可能な火力発電所※に関して、令和元年度にIoTやAI等による発電所構外からの常時監視（遠隔常時監視）の実現に向け、①巡視・点検の高度化、②監視所等の遠隔化の観点から、遠隔監視の導入方法について整理。※汽力及び1万kW以上のガスタービン発電所



- 遠隔監視の導入にあたり発電事業者が特に留意しておくべき事項**
- 大規模災害時の想定
 - サイバーセキュリティ対策
 - 巡視点検の高度化に伴う現場状態監視機能（センサー機能）の代替性（個別に検討・評価）
 - 遠隔監視所で監視を行う技術員の判断スキルの担保
 - 応急措置に対する考慮（消防法等他法令を含む）
 - 監視と制御の場所に関する評価

- その他の検討内容**
- 遠隔常時監視方式を導入する際には、工事計画届出に際して関連資料を提出する手続きで運用
 - 巡視点検の代替時の異常判断機能のAI代替は本件対象外

出典：三菱総合研究所「遠隔監視制御活用拡大のための要件等検討事業報告書」（令和2年3月）

【規制の見直し例②】 オンライン安全管理審査

- 新型コロナウイルスの感染防止の観点から、事業者の御協力を得て、電気事業法に基づく使用前安全管理審査を、オンライン会議システムを活用し実施。

- ・安全管理審査は、定期安全管理審査と一部の発電設備に係る使用前安全管理審査を除き、国（本省、各産業保安監督部）が自ら実施。
- ・本省では、事業者の使用前システム安全管理審査（以下、「システム安管審」という。）について、文書審査及び実地審査をオンラインで実施（所要日数は概ね3～4日（移動を含めると、1週間））。
- ・安全管理審査は、事業者の所在地等で実施されるため、審査員の確保（業務のやりくり）や移動等に大きなコストを要し、業務の生産性に大きな支障。
- ・事業者にとっても、安全管理審査に向け、現場・本店サイドと大きなコストを払っている状況。



新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言の発令に伴い、オンライン（Skype）による審査を実施。

【規制の見直し例③】自家用電気工作物の保安管理業務の高度化①

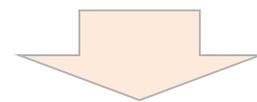
- 自家用電気工作物の保安管理業務では、電気工作物の規模や点検頻度により算出される換算値の合計が33点未満。
- この点数制度について、**デジタル技術による保安管理業務への効果を調査し、点検頻度、換算係数・圧縮係数の見直し**を進める（2020年度内の制度改正を目指す）。

<点検頻度等の見直し方針（案）>

- ✓ 現行の作業内容・作業時間などのデータを現地調査等により収集し、現行のデータに改めるとともに、スマート保安技術を導入した場合の点検頻度、換算係数・圧縮係数を見直す。
- ✓ 保安管理の水準を向上するスマート保安技術を容易に保安管理業務に取りこむための制度検討を実施（例：技術の性能規定化、組織の保安管理技術を基にした認定制度）

委託事業において
調査・検討

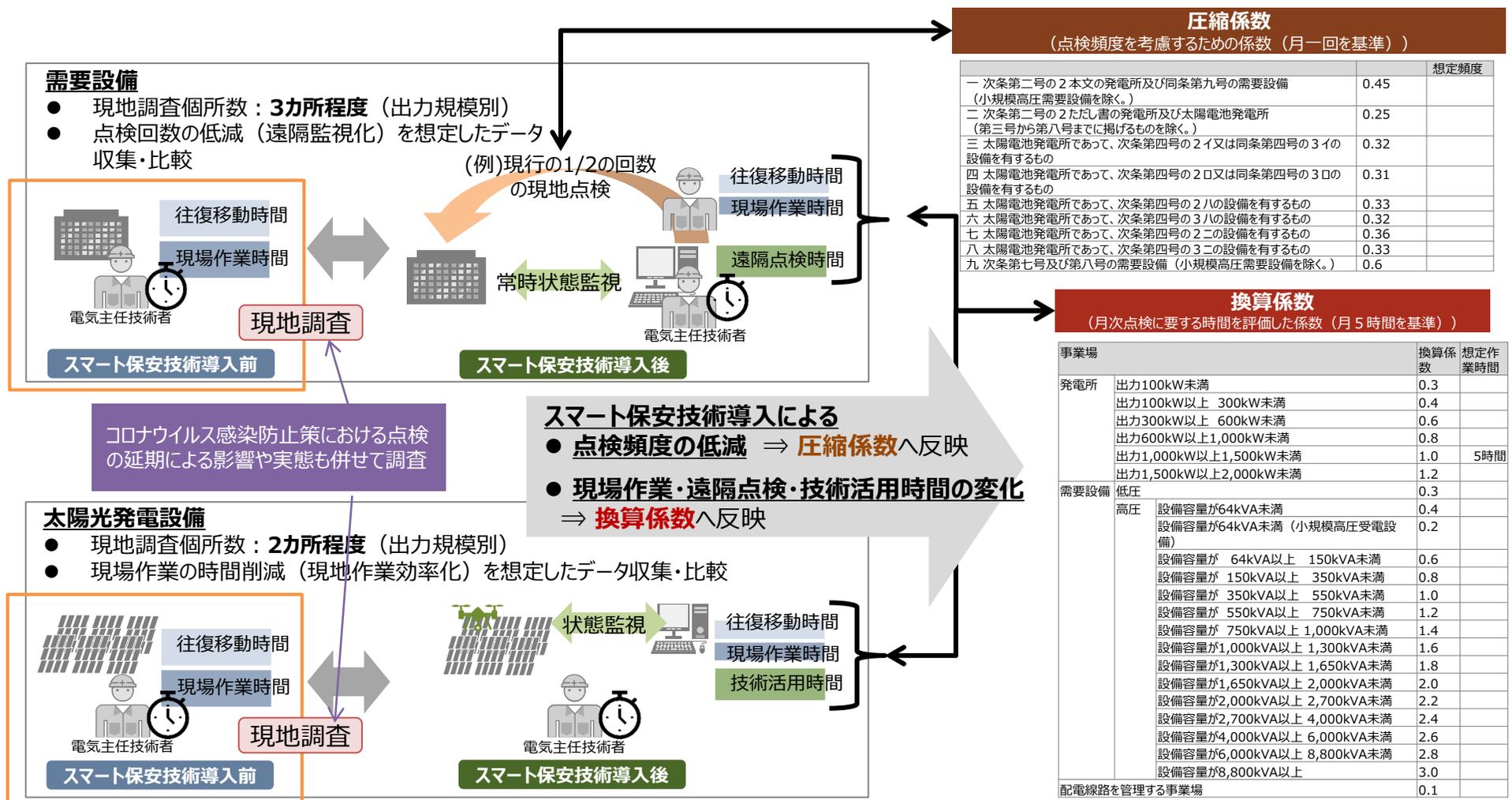
年内に告示改正案を作成



年明けから改正作業に着手

【規制の見直し例③】自家用電気工作物の保安管理業務の高度化②

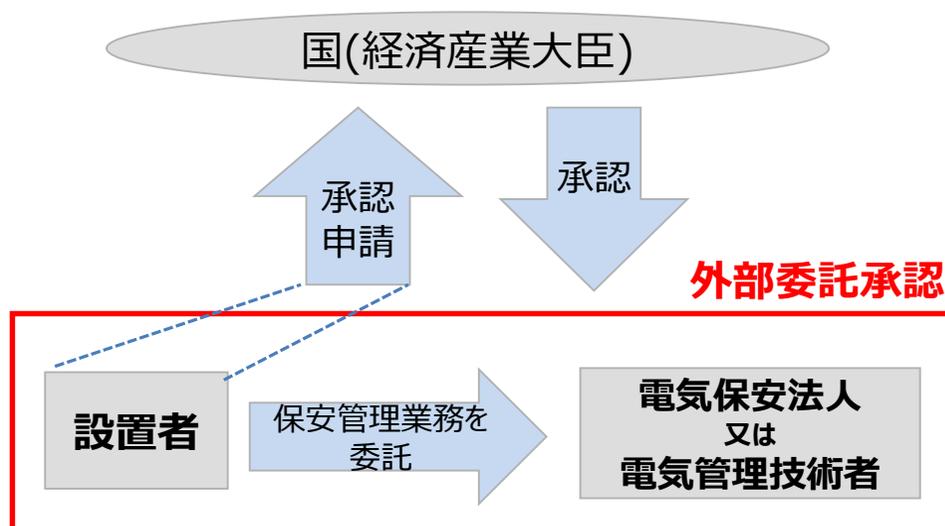
- 現地調査において、作業内容・作業時間などのデータを現地調査等により収集。併せてスマート保安技術導入（例：遠隔監視化）を想定したデータ収集も実施し、比較。
- 電気保安水準の確保・向上を前提に、比較結果を元に点検頻度等を見直す。



(参考) 外部委託承認制度の概要

- 自家用電気工作物の設置者は、電気設備の保安監督のため電気主任技術者の選任が義務づけられているところ。「外部委託承認制度」は、一定規模未満の自家用電気工作物の設置者が、電気保安法人又は電気管理技術者と保安管理業務に係る委託契約を結び、かつ、保安上支障がないと経済産業大臣の承認を得た場合、電気主任技術者の選任を免除される制度。
- 保安管理業務の受託者は、特定の受託者が多数の電気工作物の電気保安を担当することで、個々の電気工作物の点検がおろそかになる事態を防止するため、一定の範囲内で電気保安管理業務を受託することができる。

<外部委託承認制度のスキーム>



(参考) 外部委託承認における受託可能な事業所数

- 外部委託承認制度においては、個々の電気工作物の点検がおろそかになる事態を防止するため、**自家用電気工作物の規模や点検頻度により換算値を算出し、換算値の合計が33点未満**の範囲で保安管理業務を受託することとされている。
- 自家用電気工作物の種類や発電量によって保安に要する時間等が異なるため、**設備の性質に応じて個別に係数を設定し**（換算係数）、さらに**点検頻度に応じた係数**を設定（圧縮係数）。換算係数に圧縮係数を乗じた値が換算値。
- 一般的に、33点の上限で受託可能な事業場数は、50～60箇所程度。

発電量・出力に応じて
個別に設定されている
換算係数



点検頻度を考慮
した**圧縮係数**



換算値

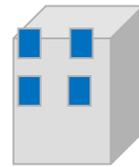
例：需要設備の場合、
 ・電圧700～550kVA：1.2
 ・電圧550～350kVA：1.0
 ・電圧350～150kVA：0.8

：発電所の場合
 ・出力2000～1500kW：1.2
 ・出力1500～1000kW：1.0
 ・出力1000～600kW：0.8

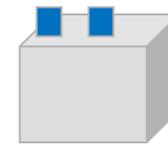
例：設定された点検の頻度が
 ・毎月実施：1.0
 ・2ヶ月に1回：0.6
 ・半年に1回：0.25

<換算値の算定例>

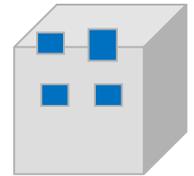
500kVA需要設備
換算係数：1.0
毎月点検(圧縮係数:1)



100kVA需要設備
換算係数：0.6
3か月点検(圧縮係数:0.45)



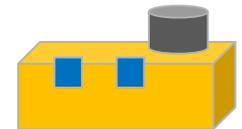
800kVA需要設備
換算係数：1.4
隔月点検(圧縮係数:0.6)



700kVA需要設備
換算係数：1.2
毎月点検(圧縮係数:1)



1000kW発電所
換算係数：1.0
3か月点検(圧縮係数:0.45)



$$\begin{aligned} \text{換算値の合計} &= 1.0 \times 1 + 1.2 \times 1 + 0.6 \times 0.45 + 1.4 \times 0.6 + 1.0 \times 0.45 \\ &= 3.76 \text{点} (<33 \text{点}) \end{aligned}$$

(参考) 電気保安規制の全体像

- 基本原則は自主保安。その上で、リスクに応じた追加的な措置が存在。

<保安規制>	規制概要	事業用 電気工作物	一般用 電気工作物
技術基準適合 (命令) 〔法39条、40条、56条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術基準に適合させる義務 	●	●
保安規程作成・届出・遵守 〔法42条、56条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 点検方法等を記載した自主ルールを定める義務 	●	
主任技術者選任・職務誠実 〔法43条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 保安業務の監督者（有資格者）を選任する義務 	●	
工事計画届出 〔法48条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置等の工事の計画を事前に届け出る義務 	△	
使用前 安全管理検査 〔法51条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事計画届出対象のうち一部を除き、使用前に技術基準適合性の自主検査、記録保存を行う義務 ● 検査体制についての国等の審査を受ける義務 	△	
溶接 安全管理検査 〔法52条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● ボイラー、タービン等の溶接の際に、技術基準適合性の自主検査、記録保存を行う義務 ● 検査体制についての国等の審査を受ける義務はない 	△	
定期 安全管理検査 〔法55条〕	<ul style="list-style-type: none"> ● ボイラー、タービン等の電気工作物に対し、定期的に技術基準適合性の自主検査、記録保存を行う義務 ● 検査体制についての国等の審査を受ける義務 	△	
<環境影響評価>	【注】 ●は当該義務が課されることを示す。△は一部のものについて当該義務が課されることを示す。		
発電所の環境アセス 〔法46条の2～〕	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境影響評価の各段階（方法書、準備書、評価書）において、経済産業大臣が審査、勧告・命令が可能 	△	

2-4. スマート保安促進のための仕組み作り

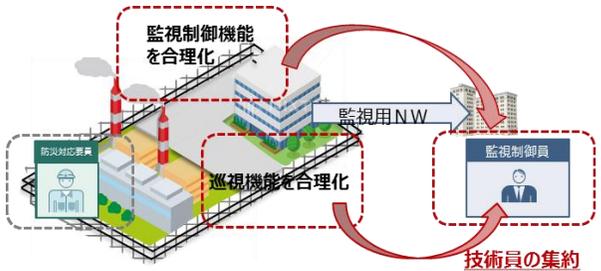
- 事業者におけるスマート保安を促進していくためには、民間事業者における**技術開発・実証事業への支援**を行うと共に、実証事業等の成果を踏まえた**ガイドラインの策定**や**インフラメンテナンス大賞**といった**表彰制度**などにより先進事例の普及を強力に行っていくことが必要ではないか。

スマート保安の普及のための施策例

技術開発・実証事業への支援 スマート保安技術開発等支援 (令和2年度補正予算:20億円)

産業インフラの遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安の技術実証の実施。

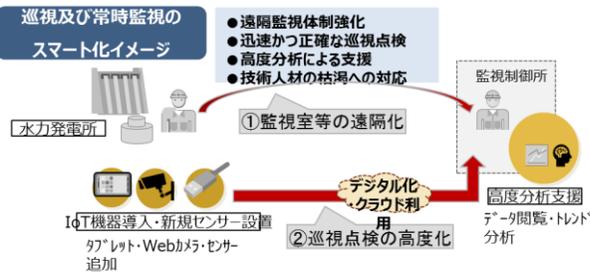
スマート保安の推進により、産業インフラの安全性・効率性を維持・向上することで、安全な事業継続を確実なものとし、将来にわたって国民の安全・安心を創り出すことを目指す。



先進事例の普及に向けた仕組みづくり (ガイドラインの策定、先進事例の表彰等)

水力発電設備のスマート化に関するガイドライン

スマート保安実証事業の成果等も踏まえつつ、水力発電設備のICT等を活用した遠隔保守を導入する際に参考となるガイドラインを策定、ガイドラインを他の水力発電業事業者者に横展開を行うことで、水力発電全体のスマート化を促進。



インフラメンテナンス大賞

(令和2年度 経済産業大臣賞創設)

日本のインフラ事業者等のメンテナンス力の向上と、メンテナンス産業の活性化を図ることを目的として、2016年11月に国交省及び関係5省庁（総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、防衛省）により設立。インフラのメンテナンスにおける優れた取組や技術開発を行う事業者を表彰し、ベストプラクティスとして広く紹介。

第4回（令和2年度）からは、インフラメンテナンス大賞に電気・ガス設備を対象とする経済産業大臣賞を新設することとし、電力・ガス事業者等のスマート保安に向けた取組の加速及び高度なメンテナンス技術の開発の促進を図る。

産業保安高度化推進事業

令和2年度第1次補正予算案額 **20.0億円**

事業の内容

事業目的・概要

- 感染症の拡大等の緊急事態においても、電力、コンビナート等の産業インフラの安全な事業継続等、産業保安の確保は不可欠。
- 産業保安人材の高齢化、設備の高経年化等の環境変化に直面する中、産業インフラの安全性・効率性を維持・向上させ、緊急事態においても産業保安を確保するためには、IoT/AI等の新技術を活用したスマート保安の推進が必要。
- このため、以下の取組を実施する。
 - ①産業インフラの遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安の技術実証の実施（補助）
 - ②スマート保安に適した規制の合理化のための制度見直し、ドローン・AI等新しい保安技術の導入を促すためのガイドライン等の策定（委託）

成果目標

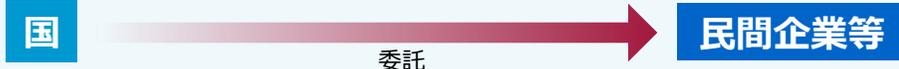
- スマート保安の推進により、産業インフラの安全性・効率性を維持・向上することで、安全な事業継続を確実なものとし、将来にわたって国民の安全・安心を創り出すことを目指す。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

①スマート保安技術実証



②スマート保安制度整備



事業イメージ

①スマート保安技術実証

【産業保安AI実証】

- 産業保安分野のAIは、高度な正確性とAIの判断の説明可能性を確保することが必要。利用可能な学習データが少ない状況でも、正確性・説明可能性の高い産業保安AIの実証を実施。

【防爆ドローン開発・実証】

- 高圧ガス設備近傍は、防爆のため、ドローンの飛行は不可。
- 防爆仕様のドローンを開発することで、設備近傍が飛行可能に。鮮明な画像やレーザーを活用でき、検査を高度化。

【鉄塔管理スマート化実証】

- 鉄塔に風圧等の無線センサーを設置し、遠隔監視。風圧や塩害等によるリスクをリアルタイムに把握・予知。定期的に行っている保守・点検を劣化状況に応じたものとする方式の実証。

【発電所遠隔実証】

- ベテラン作業員が現場で実施している発電所の保守・点検作業を、カメラ・計器等による遠隔モニタリング・制御で代替する方式を検討・実証。

②スマート保安制度整備

【AI信頼性評価ガイドラインの策定】

- AIの誤判断は、安全リスク。AIの高信頼性の証明が必要。
 - AIの学習データ・学習方法等の評価ガイドラインを策定。
- ※その他、規制の合理化や制度見直し、スマート保安の普及に必要な調査を実施

(参考) 水力発電設備のスマート化に関するガイドライン策定について

- 水力発電設備のスマート化を進めるため、センサーにより遠隔で取得したデータを利用した高度分析、クラウドを用いた保守点検システムの構築、タブレット等を活用した現場の見える化など、保守点検の遠隔による高度化・省力化の導入に向けたスマート保安実証事業を実施。公営水力等の中小水力発電事業者に対し、保守点検の遠隔化を進める。
- スマート保安実証事業の成果等も踏まえつつ、水力発電設備のICT等を活用した遠隔保守を導入する際に参考となるガイドラインを今年度中に策定し、ガイドラインを他の水力発電業事業者にも横展開を行うことで、水力発電全体のスマート化を促進する。

