

令和4年度電気保安のスマート化推進に関する
業界別推進状況の把握調査・分析業務
報告書

令和4年10月

株式会社日本総合研究所

「令和4年度電気保安のスマート化推進に関する業界別推進状況の把握調査」
ご協力のお礼

経済産業省ではスマート保安官民協議会を設置（令和2年6月29日）し、産業保安分野でのスマート保安（※スマート保安：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をいう。）の導入促進の取組を加速させています。当該協議会の下に設置された電力安全部会において「電気保安分野 スマート保安アクションプラン（令和3年4月）」が策定され、「スマート保安技術モデルの実装に資する技術(組合せを含む)を整理し、2021年度に新たなKPIを設定することを検討する」こととされました。これを受け、弊機構では「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」を実施し（請負業者：株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所）、電気設備ごとに現状と今後の取組状況の把握・評価を行い、経済産業省に報告しました。

その後、経済産業省は、スマート保安官民協議会電力安全部会を開催（令和4年4月25日）し、将来に向けた電気保安のスマート化推進に向けた新たなKPIの設定について、電気設備ごと特性を考慮した保安技術における2025年時点の導入率を目標とする『スマート保安導入に係るKPI』として提示いたしました。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」こととされたことから、弊機構では、前年度に引き続き、今年度も「電気保安のスマート化推進に向けたスマート保安技術の導入実態調査（令和4年度）」を実施することといたしました（請負業者：株式会社日本総合研究所）。

本アンケート調査では、(1)電気設備別の「スマート保安導入に係るKPI」の進捗及び「電気保安分野 スマート保安アクションプラン」への取組状況について、現状及び2025年における導入想定を調査・分析し、課題把握するとともに、(2)スマート保安プロモーション委員会の円滑運営及びスマート保安推進に向けた今後の活動又は取組内容を検討することを目的としております。

本アンケートは、電気保安の維持・向上にご尽力されている各業界団体及び事業者の皆様にご協力を賜り、作成したものとなっております。おかげさまで147事業所様からご回答をいただき、今年度も調査結果報告書を発行することとなりました。

本アンケートにご協力いただいた皆様には心より感謝申し上げます。

独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）
国際評価技術本部 電力安全センター

内容

第1章	はじめに	1-1
1.1	調査方法	1-1
1.2	調査対象	1-1
第2章	スマート保安導入に関するアンケート結果	2-2
2.1	調査内容	2-2
2.1.1	スマート保安導入に関する人材育成の体制	2-2
2.1.2	スマート保安に関する個別技術の導入状況	2-4
2.1.3	電気設備別の個別設問	2-6
2.2	分析手法	2-19
2.3	電気設備ごとの分析結果	2-20
2.3.1	火力発電	2-22
2.3.2	水力発電	2-35
2.3.3	風力発電	2-48
2.3.4	太陽電池発電	2-61
2.3.5	送配電・変電所	2-74
2.3.6	需要設備	2-87
第3章	スマート保安導入に向けた KPI	3-100
3.1	分析手法	3-100
3.2	分析結果	3-101
3.2.1	火力発電	3-101
3.2.2	水力発電	3-103
3.2.3	風力発電	3-105
3.2.4	太陽電池発電	3-107
3.2.5	送配電・変電所	3-109
3.2.6	需要設備	3-111
3.2.7	まとめ	3-112
第4章	スマート保安プロモーション委員会に対する提言	4-113
4.1	スマート保安プロモーション委員会の位置づけ	4-113
4.2	調査内容	4-113
4.2.1	委員会の認知度	4-113
4.2.2	スマート保安プロモーション委員会の活動内容の把握状況	4-114
4.2.3	委員会に期待する役割・活動内容	4-114
4.2.4	スマート保安プロモーション委員会を活用したい保安技術モデル	4-115
4.3	調査結果	4-116
4.3.1	委員会の認知度	4-116
4.3.2	スマート保安プロモーション委員会の活動内容の把握状況	4-117
4.3.3	委員会に期待する役割・活動内容	4-118

4.3.4	スマート保安プロモーション委員会を活用したい保安技術モデル	4-119
4.3.5	スマート保安への意見・要望	4-120
4.3.6	スマート保安プロモーション委員会への意見・要望	4-121
4.3.7	まとめ	4-125
第5章	おわりに	5-126
5.1	独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）からの提言（スマート保安技術の導入推進及びスマート保安プロモーション委員会の運用について）	5-126
5.1.1	はじめに	5-126
5.1.2	スマート保安技術の導入推進	5-126
5.1.3	プロモーション委員会の運用	5-127
5.1.4	まとめ	5-128

第1章 はじめに

本アンケート調査は、電気設備別の「スマート保安導入に係る KPI」の進捗及び「電気保安分野スマート保安アクションプラン」への取組状況について、現状及び 2025 年における導入想定を調査・分析し、課題把握すると共に、スマート保安プロモーション委員会の円滑運営及びスマート保安推進に向けた今後の活動又は取組内容を検討することを目的として実施した。

1.1 調査方法

Microsoft Excel にて作成したアンケートフォームを電気設備ごとの関連業界団体を通じて事業者にメール送付し、電気保安のスマート化推進に関するアンケート調査への協力依頼とメールでの回答送付を依頼した。

なお、回答事業者名称の記載は任意とすることや、メール送付先を所属業界団体かアンケート専用設置したメールアドレスかを選べるようにすることなどにより、回答率の向上を目指した。

アンケート調査の設問はスマート保安に関する 4 テーマとし、アンケート送付を 2022 年 7 月 27 日に行い、アンケートの回答期限を 2022 年 8 月 25 日として実施した。

1.2 調査対象

Table 1-1 にアンケート調査にご協力いただいた業界団体一覧を示す。

Table 1-1 アンケート調査にご協力いただいた業界団体一覧

団体名称
電気事業連合会
公営電気事業経営者会議
火力原子力発電技術協会
日本風力発電協会（JWPA）
太陽光発電協会（JPEA）
送配電網協議会
電気保安協会全国連絡会
全国電気管理技術者協会連合会

第2章 スマート保安導入に関するアンケート結果

本章では、スマート保安導入に関するアンケート結果として、電気設備ごとにスマート保安人材の育成体制、スマート保安に関する個別技術の導入状況、新たな KPI に関する電気設備別の実施状況を整理した。

なお、電気設備は、各種発電設備、送配電設備、需要設備など多種多様であり、それぞれ設備構成や保安方法が異なり、スマート保安の個別技術の効果や必要性、導入の容易さも異なる。これらの事情から、各設備の特性を考慮し、それぞれの保安力の維持・向上と生産性の向上に資するスマート保安技術の導入・運用状況について調査・把握を行うこととした。

2.1 調査内容

2.1.1 スマート保安導入に関する人材育成の体制

新たな保安技術を導入するには、専門分野の人材育成の重要性は高く、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）を整理し、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て、スマート保安に必要な能力（統括管理、技術レベル、設計等）を補完する必要がある。

スマート保安推進に向けて、スマート保安導入に関する人材育成の体制について以下の 5 項目をアンケートにて確認した。

【設問】

1. 経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。
（経営者又は従業員の誰かがスマート保安の知識習得に係る外部機関主催の研修又は講習（訓練、発表、視聴など与えられる学習）を受講しているあるいは受講する仕組み又は制度があるかの設問（外部の研修や講習への参加））
2. 組織内でスマート保安に関する勉強会（共通の目標や感心事を持つ人が定期的に議論して学ぶ会合等で自主的活動）を企画・開催している。
（スマート保安の知識等に関する自主的な社内の勉強会を企画・開催しているあるいは開催等を行う予定があるかの設問。（内部における勉強会））
3. 組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。
（スマート保安に関する運用知識又は具体的な導入技術内容等について、計画的に社内研修を実施する又は資格(IT 関係や情報処理あるいはシステム工学関係等)などを取得させる体制が構築されているかあるいは構築の予定はあるかの設問。（人材育成プラン））

4. スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。

(スマート保安導入を推進する中心的なプロジェクトリーダーが育成されているか又は外部からの人材登用あるいは活用体制があるかの設問。(プロジェクトリーダーの育成))

5. スマート保安技術の導入又は取組事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。

(スマート保安に関する情報が社内周知される仕組みの構築されていることや外部への情報発信や外部の人材育成(内部研修・講習への外部人材の参加又は外部向けの講演又はサポート)を行うなどの体制があるかあるいは構築の予定はあるかの設問。(情報発信と外部貢献)なお、外部への情報発信のみ又は外部の人材育成のみでも「導入」を選択する。)

【回答】

- 実施済み：既に実施又は運用中である。
- 概ね実施：構築が完了し、概ね実施又は運用中である。
- 一部実施：構築が完了しており、一部が実施又は運用中である。
- 試験・評価中：構築中、構築準備中、運用試験中、運用評価中のいずれかの場合
- 検討中：検討中又は事前準備中
- 予定無し：検討開始前又は一時保留中
- 空白：無回答

2.1.2 スマート保安に関する個別技術の導入状況

電気保安の保安管理に用いる IoT 機器の導入及びデジタル化には、各業界設備の管理手法やノウハウを考慮しつつ、効果的かつコストパフォーマンスの高いものが求められており、導入できる設備規模や特殊性から、独自の研究・開発及び管理システム開発が重要と認識される。

各業界設備に必要とされる保安技術の優先度は異なると想定されるが、既に一定程度確立している要素技術を活用し、既存の保安業務の補完性・代替可能性について実証・導入を進めると共に、IoT・AI 等の未確立の要素技術は、研究・開発・実証を進め、技術が確立した段階で徐々に実用化を進め、スマート保安技術として導入する方向性が示されている。

スマート保安推進に向けて、スマート保安技術を 6 つのカテゴリーで区分し、個別技術の導入状況についてアンケート調査を行った。

【設問】

1. 現場作業のデジタル化（可搬型：五感から数値判断へ）
 - 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(帰所後を含む)
 - その他（ ）
2. ドローン等の活用した巡視等の代替点検（無人ボート・車両やロボット類を含む）
 - 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
 - その他（ ）
3. 各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視（固定設置）
 - 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
 - その他（ ）
4. 運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応
 - 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
 - その他（ ）

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

- 携帯端末機（タブレット等）の活用
- 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
- その他（ ）

6. 高度な統計手法又は AI を活用した業務支

- 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
- その他（ ）

【回答】

- 実施済み：既に実施又は運用中である。
- 概ね実施：構築が完了し、概ね実施又は運用中である。
- 一部実施：構築が完了しており、一部が実施又は運用中である。
- 試験・評価中：構築中、構築準備中、運用試験中、運用評価中のいずれかの場合
- 検討中：検討中又は事前準備中
- 予定無し：検討開始前又は一時保留中
- 空白：無回答

2.1.3 電気設備別の個別設問

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共に、法令や業界指針の必要な環境整備を進め、その普及を図り、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モデルの実証を行い、徐々に実用化を進めていく。

スマート保安を導入促進するためには、既存技術の組合せや既に確立されている保安技術の詳細内容や導入状況又は課題等を整理・把握する必要がある。

電気設備は、各種発電設備、送配電設備、需要設備など多種多様であり、それぞれ設備構成や保安方法が異なり、スマート保安の個別技術の効果や必要性、導入の容易さも異なる。これらの事情から、各電気設備の特性を考慮し、それぞれの保安力の維持・向上と生産性の向上に資するスマート保安技術の導入・運用状況について調査・把握を行った。

1. 火力発電

(1) 点検におけるドローン活用

【設問】

ドローンをどのような業務に活用している(準備・試験・評価中を含む)のか教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも活用していない又は予定がない。
- ② 業務への活用を検討中である。
- ③ 構内全域の安全確認の巡視に活用している。
- ④ 構造物(建物や煙突等)の高所における外観点検に活用している。
- ⑤ 煙突内の内壁確認に活用している。
- ⑥ 水管やダクト等の特殊場所の巡視点検又は定期点検に活用している。
- ⑦ タンクヤード等の外観点検に活用している。
- ⑧ トラブル発生時又は災害発生時の機動的な安全確認点検に活用している。
- ⑨ その他 ()

(2) データ活用による保安活動支援

【設問】

収集又は蓄積された計測データの活用への取組状況(準備・試験・評価中を含む)について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① まったく活用していない又は予定がない。
- ② 計測データの活用について検討中である。
- ③ 統計手法によりデータ解析による異常予兆検知に活用している。
- ④ AIを活用したデータ解析による異常予兆検知に活用している。
- ⑤ 統計手法により複数の点検結果解析(総合評価)による寿命予知に活用している。
- ⑥ AIを活用した複数の点検結果解析(総合評価)による寿命予知に活用している。
- ⑦ 統計手法によりデータに基づく保守計画策定への活用に活用している。
- ⑧ AIを活用したデータに基づく保守計画策定への活用に活用している。
- ⑨ その他 ()

(3) 巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化

【設問】

遠隔監視/制御の運用状況について実施している内容を教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 現場確認が主であり、監視専用の施設等は設置していない。
 - ② 遠隔監視又は遠隔制御を実施する監視所の設置を検討中又は準備中である。
 - ③ 計測数値(電圧、電流、温度、圧力等)や監視カメラ類を活用し、構内監視所で遠隔監視している。
 - ④ 計測数値(電圧、電流、温度、圧力等)や監視カメラ類を活用し、構外の監視所で遠隔監視している。
 - ⑤ 監視データ(アナログ)のデジタル化を推進している。
 - ⑥ IoT 機器の追加導入による監視データの充実を推進している。
 - ⑦ 構内の監視所で遠隔監視と遠隔制御(運転操作)を実施している。
 - ⑧ 構外の監視所において、遠隔監視と遠隔制御(運転操作)を実施している。
 - ⑨ 発電所の集中遠隔監視体制を検討又は構築中である。(集中監視所で複数の発電所を監視)
 - ⑩ その他 ()
- (4) 構外からの遠隔監視・遠隔制御への取組状況

【設問】

火力発電では構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入が期待されていますが、現時点での取組状況を教えてください。

【回答】

- ① 構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入予定はない。
- ② 導入に向けて検討中である。
- ③ 試験実施中又は運用に向けた準備中である。
- ④ 一部の業務について遠隔監視・遠隔制御を実施している。
- ⑤ 概ねの業務の遠隔監視・遠隔制御を実施している。
- ⑥ 全ての業務の遠隔監視・遠隔制御を実施している。
- ⑦ 複数の発電所を専用の監視所で集中して遠隔監視・遠隔制御を実施している。
- ⑧ その他 ()
- ⑨ 不明

2. 水力発電

(1) デジタル端末(タブレット、ウェアラブルカメラ等)の活用による電子データと現場効率化

【設問】

タブレット等の現時点の活用状況(準備・試験・評価中を含む)について教えてください。(複数選択:複数点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。
- ② 業務への活用を検討中である。
- ③ 現場巡視結果データの電子データ化を推進するのに活用している。
- ④ 現場で前回データや資料あるいは監視映像等を参照又は閲覧に活用している。
- ⑤ 計測データの自動取得によるデータ反映等の現場作業効率化支援に活用している。
- ⑥ 現場点検における人の点検結果判断を支援(誤入力や判定ミスの防止等)に活用している。
- ⑦ 新人の現場 OJT 研修に活用(単独作業による後方遠隔支援:複数人を一人の指導者が対応)に活用している。
- ⑧ 相互通話による通常業務の遠隔支援による作業指導・指示や現場確認の実施に活用している。
- ⑨ 緊急時対応等における緊急又は高度技術指導・指示や状況確認に活用している。
- ⑩ その他 ()

(2) 点検におけるドローン活用

【設問】

ドローンをどのような業務に活用(準備・試験・評価中を含む)するのか教えてください。(複数選択:複数点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。
- ② 業務への活用を検討中である。
- ③ 構内及び周辺地域の安全又は状況確認の巡視に活用している。
- ④ ダム本体や附属建造物等の巡視点検に活用している。
- ⑤ ダム貯水湖、取水口及び支流の状況確認(流木、スノージャム、ごみ、水量等)の巡視点検に活用している。
- ⑥ 水圧鉄管、水槽又は送水路の巡視点検に活用している。
- ⑦ 放水路とその周辺の巡視点検あるいは放水時の下流域の安全確保に活用している。
- ⑧ トラブル発生時又は災害発生時の機動的な安全確認点検に活用している。
- ⑨ その他 ()

(3) 設備点検に係る作業の高度化

【設問】

水力発電では設備点検に係る準備作業に多くの費用と労力を費やし、危険作業も存在することからこれらの作業の改善を図るための効果的な技術とはどのようなものと考えていますか。(複数選択: 1点チェック)

【回答】

- ① 判らない又は不明
 - ② 計測装置や監視カメラ又は各種センサー類を活用した遠隔常時監視
 - ③ 非破壊・非接触検査測定装置(X線、レーザー等)の活用
 - ④ 遠距離からの可搬設置型観測検査技術(レーザー、音波、水管音の音質分析等)
 - ⑤ ドローン等に搭載したカメラや可搬型検査機器(レーザー、熱画像、音波等)の活用
 - ⑥ 計測データや各種センサーデータの AI を活用した総合分析により点検内容や時期を決定
 - ⑦ その他 ()
- (4) データ活用についての取組状況

【設問】

水力発電では取得しているデータの解析や AI 活用により、遠隔監視・制御の更なる高度化が期待されていますが、現時点での取組状況を教えてください。

【回答】

- ① 保留中又は計画がない。
- ② 実施内容を検討又は準備中である。
- ③ 監視データ(アナログ)のデジタル化や IoT 機器の導入を推進しており、データ解析まで至っていない。
- ④ データ解析に着手又はシステム開発中である。
- ⑤ データ解析や AI 活用による運転管理を試験実施中である。
- ⑥ データ解析や AI 活用による自動運転又は運転支援を実施している。
- ⑦ その他 ()
- ⑧ 不明

3. 太陽電池発電

(1) 巡視・点検でのドローン・ロボットの活用

【設問】

ドローン・ロボットの活用状況について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも活用は考えていない又は不明である。
- ② 業務への活用に向けて検討中である。
- ③ 業務への活用に向けて開発中又は運用試験中である。
- ④ 一部の巡視点検に限り活用している。
- ⑤ モジュールの発電不具合箇所の抽出(赤外線カメラ等の活用)に活用している。
- ⑥ パネル清掃、除草等の補助業務に活用している。
- ⑦ 構内の定例巡視点検に積極的に活用している。
- ⑧ 災害時等の構内全域の被害状況の把握に活用している。
- ⑨ その他 ()

(2) 点検・計測結果の電子保存及び活用状況

【設問】

稼働率の向上にはデータ活用が重要であるが、データの取得方法やデータ保存・活用についての取組について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 活用は考えていない又は不明
- ② 点検結果は手書きの紙による処理であり、電子データとして取得していない。
- ③ 電子データ化や電子データ保存はしているが、データ活用はしていない又は活用できていない。
- ④ 取得している電子データ活用について検討中又は研究中である。
- ⑤ 計測値の電子データを活用して発電量等の管理のために閲覧や統計分析を実施している。
- ⑥ データ分析による異常箇所の抽出又は異常予兆の自動検知を実施している。
- ⑦ AI等の活用による保守・メンテナンス計画を策定している。
- ⑧ その他 ()

(3) 遠隔常時監視の普及

【設問】

遠隔常時監視の運用レベル状況について実施している内容を教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 遠隔監視は導入していない。
 - ② 導入に向けて検討中又は研究・開発中である。
 - ③ 発電量や電圧等の計測データの閲覧監視(必要な時に監視データを確認)を実施している。
 - ④ PCS等の警報データが閲覧又は通知メール等で確認することが出来る。
 - ⑤ 監視センター(外部組織を含む)で発電所の運転状況(計測、警報等)を常時監視している。
 - ⑥ 監視センター(外部組織を含む)でPCS等の遠隔制御(運転停止・再開等)が実施又は可能である。
 - ⑦ 発電所の受変電設備の計測数値や継電器類の警報データ等を常時監視している。
 - ⑧ 発電所の受変電設備の遮断器類の開閉等の操作について、構外から遠隔制御が実施又は可能である。
 - ⑨ その他 ()
- (4) PCS 遠隔復帰

【設問】

電力送配電線等の停電トラブル等によるPCS停止時の遠隔復帰の運用状況について教えてください。

【回答】

- ① 判らない又は不明
- ② PCS本体に機能がないので運用していない。
- ③ PCS等に遠隔復帰の機能はあるが活用又は運用していない。
- ④ 遠隔復帰の導入又は運用に向けて検討中又は開発・研究中である。
- ⑤ 電力依頼の出力調整でPCSの遠隔操作による復帰を運用しているが、トラブル等では運用していない。
- ⑥ 電力との取決めによりトラブル時のPCSの遠隔操作による復帰(投入)を運用している。
- ⑦ 停電復帰時には、PCSの自動復帰(投入)が動作又は運用している。
- ⑧ その他 ()
- ⑨ 空白

4. 風力発電

(1) 遠隔異常確認技術

【設問】

各種センサー類(カメラ等)の設置による遠隔監視所からの異常有無の確認等ができる仕組みの活用状況を教えて下さい。

【回答】

- ① 判らない又は不明
- ② 人による現地巡視点検で実施しており、遠隔監視は特に導入していない。
- ③ 導入を検討中又は準備中である。
- ④ 異常確認(計測数値や警報等)について、構内の監視所にて遠隔監視している。
- ⑤ 異常確認(計測数値や警報等)について、構外の監視所で遠隔監視している。
- ⑥ 異常確認(計測数値や警報等)について、構内及び郊外の複数の監視所で遠隔監視している。
- ⑦ その他 ()
- ⑧ 空白

(2) ドローン巡視点検技術

【設問】

ドローン等を活用した巡視・点検の取組状況について教えて下さい。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 導入又は活用していない。
- ② 導入・活用を検討中である。
- ③ 研究・運用試験実施中である。
- ④ 一部の定例巡視点検に活用している。
- ⑤ 定例巡視点検に活用している。(主たる役割)
- ⑥ 定期年次点検に活用している。
- ⑦ 災害時や非常時の状況確認に活用している。
- ⑧ その他 ()

(3) ブレード健全性診断技術

【設問】

風力発電ではブレード健全性診断技術の確立が期待されているが、効果的な診断技術はどのようなものと思いますか。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 判らない又は不明
- ② カメラ映像解析による損傷確認
- ③ 各種センサー類をブレードの表面又は内部に装着(AE センサー等)
- ④ 非破壊・非接触検査手法(X線、レーザー等)
- ⑤ ドローン搭載型の可搬型検査機器(レーザー、音波等)
- ⑥ 遠距離からの可搬設置型観測検査技術(レーザー、音波、風切り音の音質分析等)
- ⑦ 雷電流等の感知・測定と AI 活用によるデータ解析・損傷状況予測の技術
- ⑧ その他 ()

(4) 風力発電設備における現状の課題

【設問】

スマート保安を推進するための技術的課題又は問題点について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 特になし又は不明
- ② 保守部品不足又は取得期間や継続的なメンテナンスの確保
- ③ 老朽化に伴う更新又は撤去に係る費用
- ④ 保守・メンテナンス費用の削減(運用コスト)又は保守事業者の確保
- ⑤ 計測データや制御関連技術の公開(遠隔監視・制御に向けて)
- ⑥ 後付けのセンサー類や計測装置の設置(既設設備へのスマート保安技術の導入)
- ⑦ 遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保
- ⑧ ドローン等の運用に係る規制の更なる緩和
- ⑨ サイバーセキュリティ対策又は対応
- ⑩ その他 ()

5. 送配電・変電所

(1) 遠隔監視による巡視・点検等の効率化

【設問】

各種センサー類(カメラ等)の設置による遠隔監視所からの異常有無の確認等できる仕組みの活用状況(準備・試験・評価中を含む)を教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。
- ② 業務への活用を検討中である。
- ③ 電圧、電流等の計測データや警報データの集中管理に活用している。
- ④ 各種センサー・ネットワークカメラの設置(画像認識を含む)に活用している。
- ⑤ 車両等に監視カメラやセンサー等を設置し、移動巡視点検を実施に活用している。
- ⑥ ドローンやロボットを活用した定例巡視点検に活用している。
- ⑦ ドローン等による災害時等における被害状況把握と臨時巡視等に活用している。
- ⑧ 構外に設置された監視所からの遠隔監視・制御を実施に活用している。
- ⑨ その他 ()

(2) 巡視・点検におけるドローン技術活用状況

【設問】

巡視点検又は定期点検におけるドローン等の具体的な活用状況について教えてください。

【回答】

- ① 導入又は活用していない。
- ② 研究・運用試験実施中である。
- ③ 目視内飛行による定例巡視、災害時等の臨時巡視等に活用している。
- ④ 目視外飛行による定例巡視、災害時等の臨時巡視等に活用している。
- ⑤ 定例巡視に加えて定期点検に活用している。(目視内飛行)
- ⑥ 定例巡視に加えて定期点検に活用している。(目視外飛行)
- ⑦ その他 ()
- ⑧ 空白

(3) ウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援

【設問】

効果的な人材育成に向けたウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援の仕組みへの取組(準備・試験・評価中を含む)について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。
 - ② 業務への活用を検討中である。
 - ③ 新人の現場 OJT 研修に活用(単独作業による後方遠隔支援:複数人を一人の指導者が対応)に活用している。
 - ④ 定例巡視点検での遠隔による点検サポート(経験の少ない職員や高度事例遭遇時の相談支援等)に活用している。
 - ⑤ 作業員の安全確保や手順遵守の確認に活用している。
 - ⑥ ベテラン作業員や主任技術者の遠隔後方支援による点検・整備業務の作業指導・指示や現場確認に活用している。
 - ⑦ 緊急時対応等における緊急又は高度技術指導・指示や状況確認に活用している。
 - ⑧ その他 ()
- (4) AI 等活用による故障予兆把握・災害対応

【設問】

送配電・変電設備では、ビッグデータの活用による保守点検の最適化が期待されているが、実施に向けた課題や問題点を教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 特に無し。
- ② 必要な IoT センサー類の選定や技術導入に迷っている。
- ③ 取得データ量の蓄積が確保されていない又は蓄積中である。
- ④ 対象とする設備範囲が多く、どこまで実施するか又は導入順番に苦慮している。
- ⑤ 費用対効果が確保できない又は不明瞭である。
- ⑥ データ解析又はシステム設計に必要な技術者や技術力が不足している。
- ⑦ AI 活用による予測や判定の精度確保や評価に苦慮している。
- ⑧ サイバーセキュリティー対策等が進んでいない。
- ⑨ その他 ()

6. 需要設備

(1) 遠隔監視技術

【設問】

需要設備において、遠隔監視技術を導入するメリットを教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 特になし又は不明
 - ② 遠隔監視による月次点検の代替(回数変更無し:現地訪問回数の削減)
 - ③ 遠隔常時監視による月次点検頻度の見直し(点検回数の削減)
 - ④ 遠隔常時監視による停電年次点検頻度の見直し(停電点検+無停電年次点検の組合せ)
 - ⑤ 遠隔常時監視による年次点検の周期見直し(年次点検は3年1回:無停電年次点検は必要により実施)
 - ⑥ 事故・トラブル時に現場対応前にカメラ等で事前確認が可能
 - ⑦ 災害発生時における変電設備等の健全性の確認(可視カメラや各種センサー類)
 - ⑧ 災害時に複数の事故が発生した場合、状況の事前確認により対応順位が決められる。
 - ⑨ 何時でも何処からでも受電設備等の健全性を確認(現場出向の時間削減)
 - ⑩ その他 ()
- (2) 点検・計測結果の電子保存及び活用状況

【設問】

作業の効率化やデータ活用の促進には、電子データ化(タブレット等の使用)と保存が重要であるが、現時点での取組について教えてください。(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 活用は考えていない又は不明
- ② 点検結果の記録は手書きの紙による処理であり、電子データにしていない。(紙による保存)
- ③ 紙により現場処理しているが、事務所等でパソコン等に入力し電子データにして保存している。
- ④ タブレット等で現場入力し、報告書印字やデータ保存をしている。
- ⑤ 電子データはサーバー等に保存され、いつでも内部利用・閲覧可能となっている。
- ⑥ サーバー等に保存され顧客データは、対象顧客がインターネット等で閲覧可能となっている。
- ⑦ 保存データを活用して、顧客検索や報告書作成等の支援に活用されている。(名称、住所、設備、前回記録等)
- ⑧ 保存データのAI活用(業務支援)について検討中又は開発中である。
- ⑨ その他 ()

(3) スマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度

【設問】

現在、月次点検の遠隔代替としてスマート保安キュービクルに向けた準備が進められていますが、内容等をご存じですか?(複数選択:レ点チェック)

【回答】

- ① 名称も聞いたことがない。
- ② 聞いたことはあるが内容はよく知らない。
- ③ スマート保安キュービクルは、月次点検を遠隔代替することが主たる目的である。
- ④ スマート保安キュービクルには、低圧絶縁監視装置の設置が必要である。
- ⑤ スマート保安キュービクルは、第三機関による製品認証されたものとなる。
- ⑥ スマート保安キュービクルを導入すると、現地月次点検は3カ月に1回、他の2カ月は遠隔月次点検となる。
- ⑦ 既設キュービクルは個別認証となると考えられるので、当面は新規設備で導入・運用されると想定される。
- ⑧ その他 ()

(4) スマート保安キュービクルの活用意思

【設問】

設置者又は保安管理技術者の立場で、月次点検の遠隔代替のスマート保安キュービクルの普及について、感じていることあるいは思っていることを、もっとも適切な回答で選択して下さい。

【回答】

- ① 不明・保留
- ② スマート保安キュービクルの内容を理解していないので判断できない。
- ③ 設置者の負担増では、普及は難しいと考える。
- ④ 明確な導入メリットを感じないので、普及は難しいと考える。
- ⑤ 設置者や設計関係者が導入を判断するので、それに従いたい。
- ⑥ 種々の条件やメリット等を考慮して、その都度、導入を検討・判断したい。
- ⑦ 電気保安のスマート化推進に向けて、積極的に導入を検討したい。
- ⑧ その他 ()
- ⑨ 空白

2.2 分析手法

アンケート結果は、「電気保安分野 スマート保安アクションプラン」で区分されている電気設備ごとに集計・分析することとした。各設問の現状及び進捗の把握がし易いように、現時点の取組状況（現状）、2025年の取組状況（2025年）について、導入推進への取組姿勢が見えるように回答内容に重みを付けたポイント評価とし、この数値をレーダーチャートや折れ線グラフとして表示・可視化した。

なお、各回答内容変化や2025年の目標に向けての詳細な取組状況が分かるように、棒グラフによる比較を参考として表示した。

ポイントの重みは、人材育成、個別技術では、現時点の取組状況、2025年時点の取組状況について、「実施済み」を5点、「概ね実施」を4点、「一部実施」を3点、「試験・評価中」を2点、「検討中」を1点、「予定無し」及び「空白」を0点とし、合計点をアンケート回答件数で除することで平均値を評点とした。

2.3 電気設備ごとの分析結果

アンケート結果を基に電気設備ごとのスマート保安技術導入に対するスマート保安人材の育成体制、スマート保安に関する個別技術の導入状況について、2021年、現在の取組状況の評価に加えて2025年の導入目標が確認できるように整理した。

また、電気設備別のスマート保安技術導入に係る技術内容や課題等についての個別の設問を設け、今後のスマート保安推進の参考データとして整理した。

Table2 に電気設備別のアンケート回収結果を示す。

Table2 電気設備別のアンケート回収結果

電 気 設 備		回収件数
火力発電		21
水力発電		31
太陽電池発電	特別高圧	8
	高圧	19
風力発電	特別高圧	18
	高圧	4
送配電・変電設備		33
需用設備	特別高圧	0
	高圧	13
合 計		147

本アンケート調査は、業界団体を通じて事業者配布して回答をいただいたが、回答結果から、一部の電気設備においては、スマート保安推進に積極的な事業者又は最先端技術を導入している事業者の回答が多いのではないかと推測される内容となっていることも十分に考慮する必要がある。

また、電気設備又は業界団体ごとの事情により、スマート保安推進に対する取組姿勢が異なることや、新たな KPI が設定されて期間が短いこと及び技術革新の流れが速く導入する技術も日進月歩で変わっていることから、導入計画等の見直しが検討あるいは実施される可能性があることも考慮する必要がある。

- ◆ 例1：2021年にスマート保安の実態について初めての調査を行い、現状把握と推進の道筋を確認し、2022年のアンケート調査では、技術導入の進捗及び定着を継続的に確認することを目的とした。しかしながら、スマート保安の道筋が明確であるか不明瞭に感じられるかによって、電気設備ごとの事業者に関心度の違いが発生し、アンケートへの協力あるいは回答結果に微妙な影響を与えた可能性がある。

- ◆ 例 2：一部の業界団体の事業者では、「高度な保安力を有する者」との関連性を懸念し、アンケート結果の回答内容がより慎重かつ厳密になったのではないかと、あるいは技術導入を見直したのではないかとと思われるものが見受けられた。
- ◆ 例 3：新たな KPI は、2021 年のアンケート調査結果から今後導入推進されると想定される保安技術を主として設定されたが、アンケート実施日までの期間が短く、周知及び準備が十分でなかったこともアンケート結果に微妙な影響を与えた可能性がある。
- ◆ 例 4：火力発電では、再生可能エネルギーの拡大及び燃料費の高騰により、火力発電全体の稼働状況が見通せないことや電力不足に対する休止設備の再稼働など、スマート保安導入の投資回収が見通せないことから、導入に慎重になっている状況にあると考えられる。なお、火力発電は、事業者の事業規模や設備形態も多岐に渡っており、運転・保守の方法が個社の競争力に大きく影響を与える競争分野であることを考慮する必要がある。
- ◆ 例 5：水力発電は、既設の比較的古い設備が多く、既に成熟した技術が導入されており遠隔監視や遠隔操作などを運用して計測データを集積しており、ガイドラインも着実に整備される状況にあり、再生可能エネルギーの一端を担う期待も大きくなっている。一方、スマート保安推進に係るデータ処理又は活用するマンパワー不足に苦慮している状況も見られる。
- ◆ 例 6：風力発電では海外製品が多く、個別のデータ及び技術の公開は困難な状態にあり、後付けのセンサー類は認められないなどの制約があることから、スマート保安の導入推進はメーカー主導と考えられる。
- ◆ 例 7：太陽電池発電では、巡視点検においてドローンによりモジュール表面の点検は可能であるものの、モジュール裏面は確認できないという懸念点があり、現場導入が滞っていると思われる。
なお、太陽電池発電設備では、外部委託として電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者が保安管理している割合が大きく、その時の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことが懸念される。
- ◆ 例 8：需要設備は 8 割強が外部委託であり、スマート保安キュービクルの導入が不透明な現状では判断に迷っている実態があること、スマート保安を導入するメリットが見出せないなどの意見が多いこと及び現場でのスマート保安に関する認知度が低いことが、2022 年のアンケート調査の回収数に大きく影響した可能性がある。
また、電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことが懸念される。

2.3.1 火力発電

(1) 人材育成

Figure 2-1 に火力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-2 に火力発電における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-3 に火力発電における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）、設問 3（スマート人材）、設問 4（リーダー育成）及び設問 5（外部人材支援）とも、多少の強弱はあるものの、前年に引き続き非常にバランス良く、着実に取り組まれている。
- 2021 年は「空白」とした回答が 5～7 件あったが、2022 年は 1～2 件に留まり、多くは「予定無し」あるいは「検討中」へ移行したと想定され、各事業者の経営環境などを考慮しつつ業界全体としてはスマート化の取組が推進されたと思われる。
- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）について、2021 年対比でやや評価が下がっているが、2021 年に既に講習や研修が完了して「実施済み」とし、2022 年は「検討中」あるいは「予定無し」と回答したのではないかと分析している。
- 設問 3（スマート人材）、設問 4（リーダー育成）について、「予定無し」との回答が目立つが、一つの想定として事業者単位での人材育成や技術情報発信は困難であると判断し、効果的かつ迅速な対応が可能な事業協力や外部技術等の導入へかじ取りしたことが考えられる。

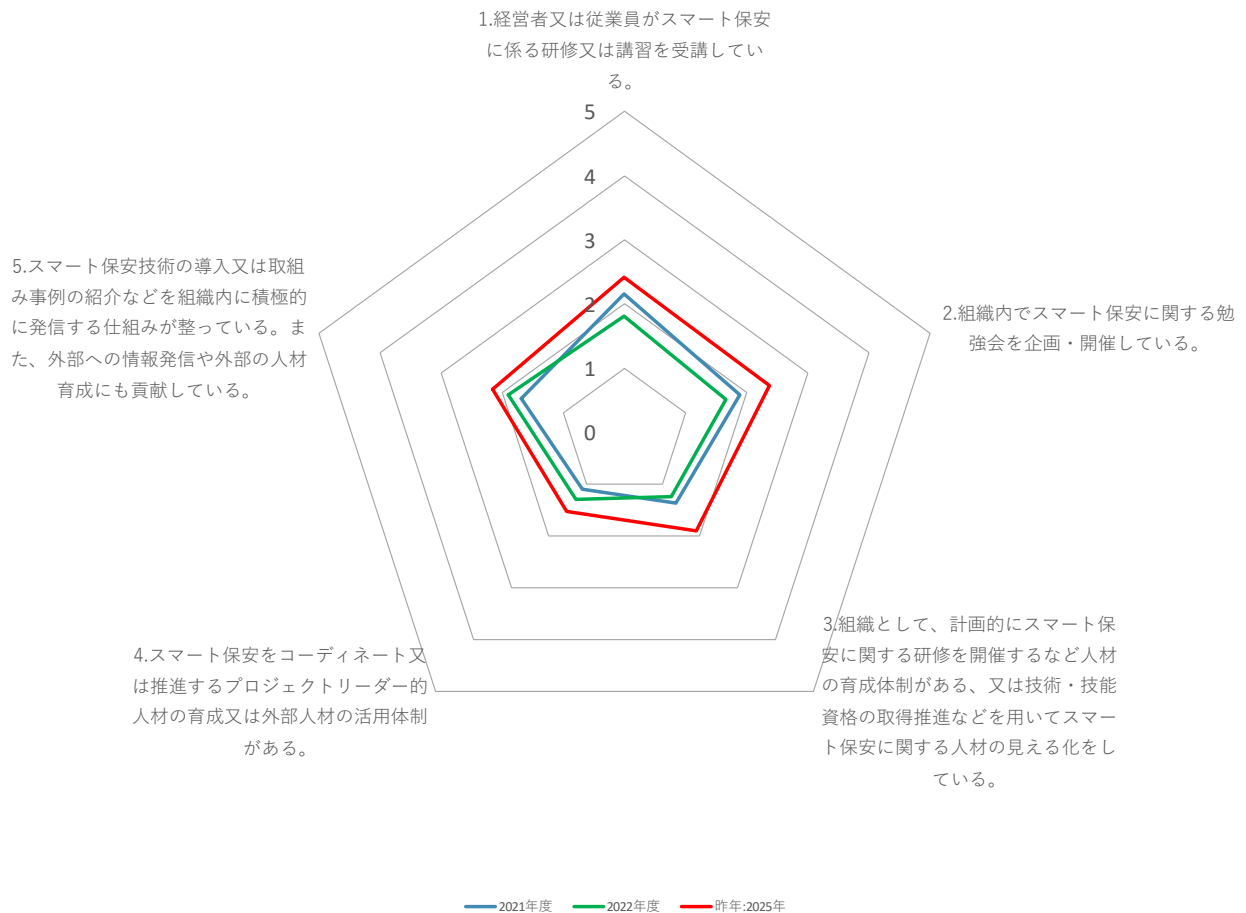


Figure 2-1 火力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況

Table 2-1 火力発電における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1. 経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	2.2	1.8	-0.3	2.4	2.5
2. 組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	1.9	1.7	-0.2	2.4	2.6
3. 組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	1.4	1.2	-0.1	1.9	1.8
4. スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	1.1	1.3	0.2	1.5	2.0
5. スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	1.7	1.9	0.2	2.2	2.4

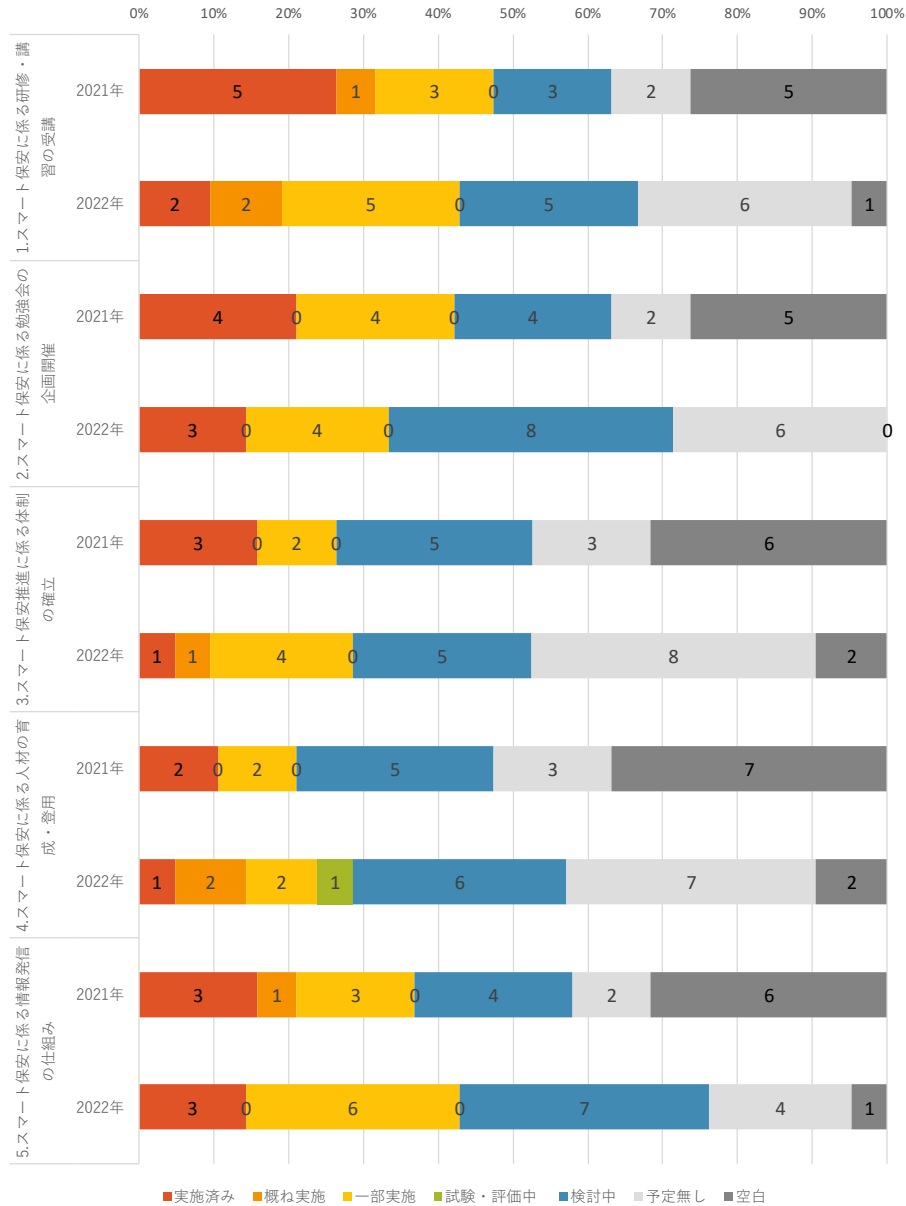


Figure 2-2 火力発電における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-2 火力発電における人材育成の現時点の取組状況

内容		現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	5	1	3	0	3	2	5
	2022年	2	2	5	0	5	6	1
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	4	0	4	0	4	2	5
	2022年	3	0	4	0	8	6	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	3	0	2	0	5	3	6
	2022年	1	1	4	0	5	8	2
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	2	0	2	0	5	3	7
	2022年	1	2	2	1	6	7	2
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	3	1	3	0	4	2	6
	2022年	3	0	6	0	7	4	1

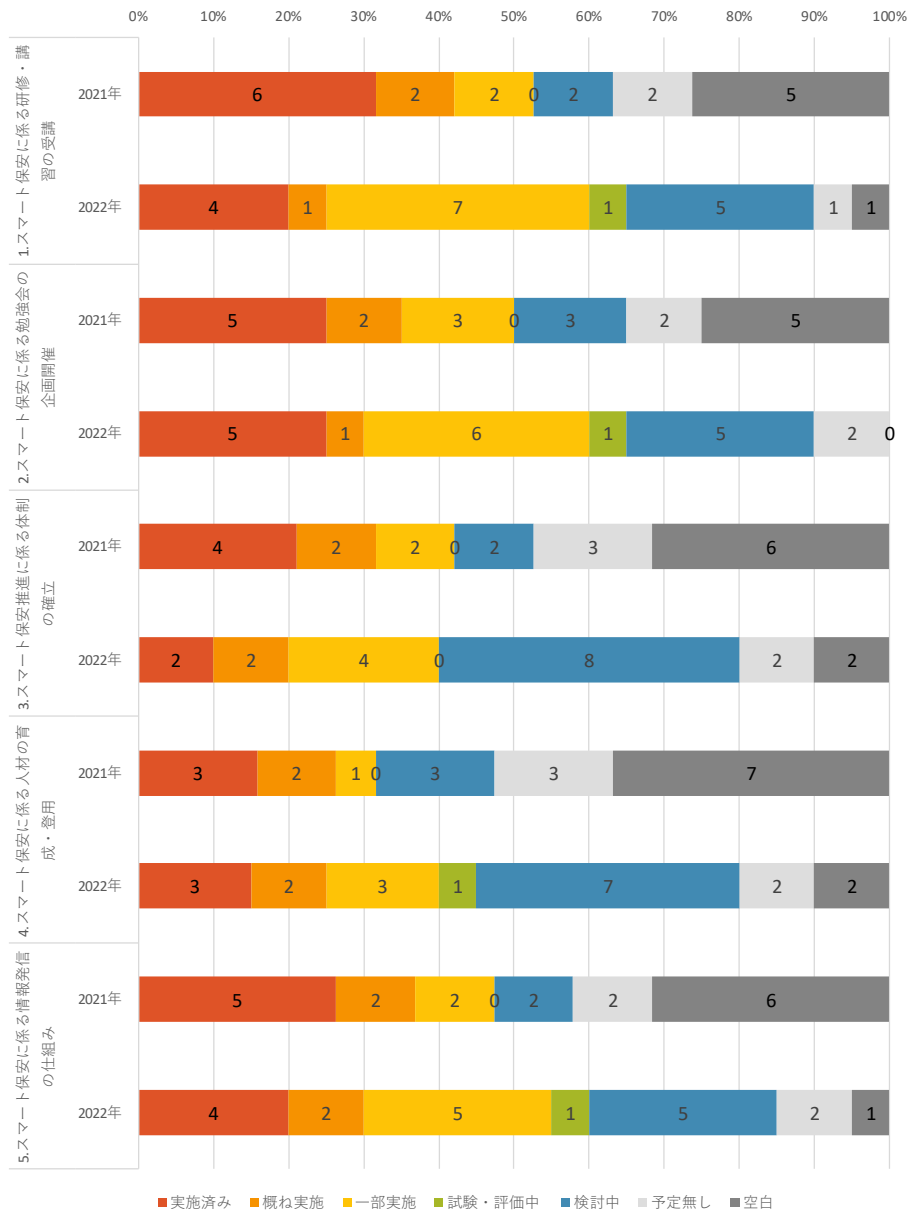


Figure 2-3 火力発電における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-3 火力発電における人材育成の2025年の取組状況

内容		2025年の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	6	2	2	0	2	2	5
	2022年	4	1	7	1	5	1	1
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	5	2	3	0	3	2	5
	2022年	5	1	6	1	5	2	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	4	2	2	0	2	3	6
	2022年	2	2	4	0	8	2	2
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	3	2	1	0	3	3	7
	2022年	3	2	3	1	7	2	2
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	5	2	2	0	2	2	6
	2022年	4	2	5	1	5	2	1

(2) 個別技術

Figure 2-4 に火力発電における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-5 に火力発電における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 2（ドローン等の活用）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の現場支援）いずれの評点も前年対比で強弱はあるものの順調に増加している。全体的には、順調かつ積極的な展開であると分析している。
- 「空中ドローン」、「総合評価による寿命予知」の評点は前年対比で最も伸びており、KPI と関係する分野の個別技術活用が特に積極的に推進したことがうかがえる。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、前年対比で全体的に大きく導入が進んでいる。今後も積極的な導入展開が行われると思われる。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては「空中ドローン」、「水中・水上ドローン（水管を含む）」の導入が大きく進んでいる。今後も技術発展や運用実績により積極的な導入・運用が進むものと想定される。
- 設問 3（遠隔状態監視）においては、火力発電設備の運用実態から「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサー（温度計・熱電対等）」は前年時点で既に高い導入水準にあった。特に「可視カメラ（目視）」については、今年も引き続き大きく導入が進んでおり、保安要員による監視業務の効率化が進んでいることがうかがわれる。なお、「温度関係センサー（温度計・熱電対等）」と「環境関係センサー（臭い・埃等）」は、多くが「一部実施」に移行したと思われる。新たなセンサーへの移行や他の監視装置の活用により、技術として置き換わる可能性があり、今後の進展が期待される。
- 設問 4（遠隔操作）においては、全ての技術が既に高い評点にあり、今年も順調に進捗しており、既におよその目標値を達成している。
- 設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、「ウェアラブルカメラ」の導入が大きく進んでいる。全体的に目標値に向けて順調な進捗であり、2023 年以降の現場作業の可視化や作業支援の進展が期待される。
- 設問 6（AI 活用の現場支援）においては、「総合評価による寿命予知」について大きく導入が進んでいる。一方 AI は、機械学習や深層学習といった手法の登場により近年は第 3 次ブームを迎えているところであるが、依然として現場への適用には課題が多く山積している分野でもある。「データ分析による異常予測」や「点検結果の自動判定（高度を除く）」への AI 活用はデータの累積と分析及び現場実証試験が重要であり、一歩ずつ着実な現場導入が望まれている。

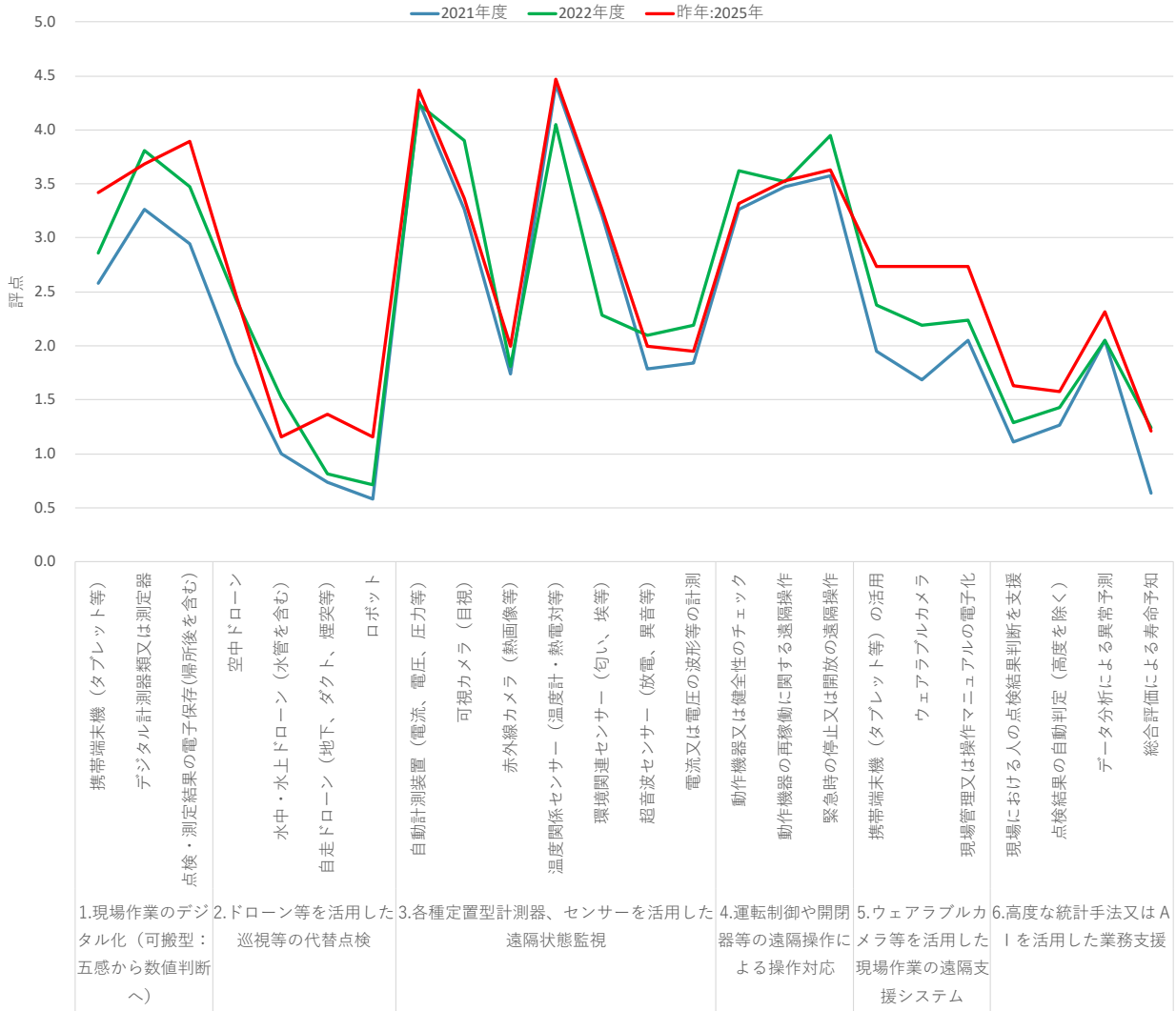


Figure 2-4 火力発電における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-4 火力発電における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1. 現場作業のデジタル化 (可搬型: 五感から数値判断へ)	携帯端末機 (タブレット等)	2.6	2.9	0.3	3.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.3	3.8	0.5	3.7
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2.9	3.5	0.5	3.9
2. ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	1.8	2.4	0.6	2.5
	水中・水上ドローン (水管を含む)	1.0	1.5	0.5	1.2
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.7	0.8	0.1	1.4
	ロボット	0.6	0.7	0.1	1.2
3. 各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	4.3	4.2	-0.0	4.4
	可視カメラ (目視)	3.3	3.9	0.6	3.4
	赤外線カメラ (熱画像等)	1.7	1.8	0.1	2.0
	温度関係センサー (温度計・熱電対等)	4.4	4.0	-0.4	4.5
	環境関連センサー (匂い、埃等)	3.2	2.3	-0.9	3.3
4. 運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	超音波センサー (放電、異音等)	1.8	2.1	0.3	2.0
	電流又は電圧の波形等の計測	1.8	2.2	0.3	1.9
	動作機器又は健全性のチェック	3.3	3.6	0.4	3.3
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	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.5	3.5	0.1	3.5
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.6	4.0	0.4	3.6
	携帯端末機 (タブレット等) の活用	1.9	2.4	0.4	2.7
6. 高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	ウェアラブルカメラ	1.7	2.2	0.5	2.7
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2.1	2.2	0.2	2.7
	現場における人の点検結果判断を支援	1.1	1.3	0.2	1.6
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	1.3	1.4	0.2	1.6
	データ分析による異常予測	2.1	2.0	-0.0	2.3
総合評価による寿命予測	0.6	1.2	0.6	1.2	

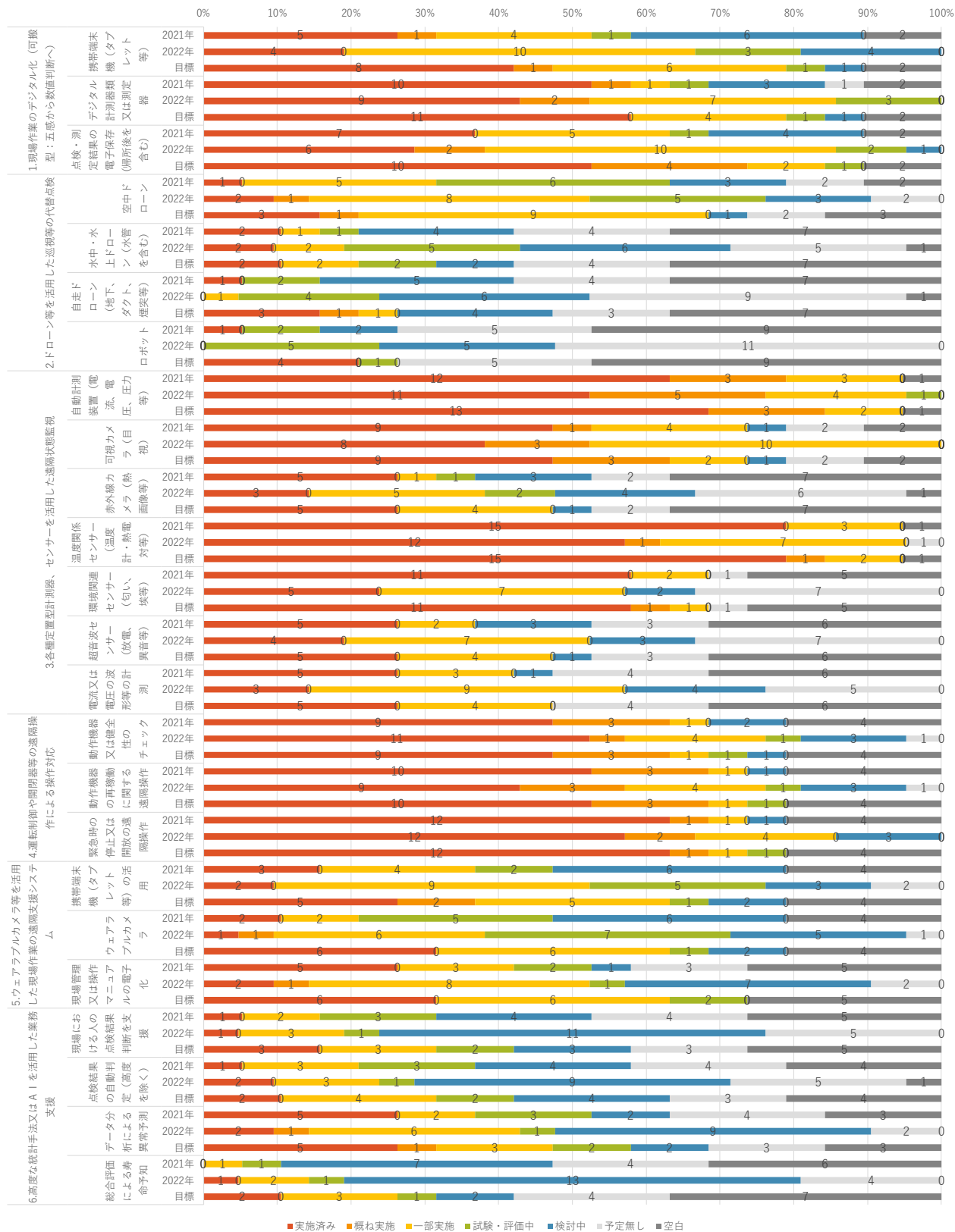


Figure 2-5 火力発電における個別技術活用の状況

Table 2-5 火力発電における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	5	1	4	1	6	0	2
		2022年	4	0	10	3	4	0	0
		目標	8	1	6	1	1	0	2
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	10	1	1	1	3	1	2
		2022年	9	2	7	3	0	0	0
		目標	11	0	4	1	1	0	2
点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	7	0	5	1	4	0	2	
	2022年	6	2	10	2	1	0	0	
	目標	10	4	2	1	0	0	2	
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	1	0	5	6	3	2	2
		2022年	2	1	8	5	3	2	0
		目標	3	1	9	0	1	2	3
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	2	0	1	1	4	4	7
		2022年	2	0	2	5	6	5	1
		目標	2	0	2	2	2	4	7
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	1	0	0	2	5	4	7
		2022年	0	0	1	4	6	9	1
		目標	3	1	1	0	4	3	7
	ロボット	2021年	1	0	0	2	2	5	9
		2022年	0	0	0	5	5	11	0
		目標	4	0	0	1	0	5	9
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	12	3	3	0	0	0	1
		2022年	11	5	4	1	0	0	0
		目標	13	3	2	0	0	0	1
	可視カメラ(目視)	2021年	9	1	4	0	1	2	2
		2022年	8	3	10	0	0	0	0
		目標	9	3	2	0	1	2	2
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	5	0	1	1	3	2	7
		2022年	3	0	5	2	4	6	1
		目標	5	0	4	0	1	2	7
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	2021年	15	0	3	0	0	0	1
		2022年	12	1	7	0	0	1	0
		目標	15	1	2	0	0	0	1
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	11	0	2	0	0	1	5
		2022年	5	0	7	0	2	7	0
		目標	11	1	1	0	0	1	5
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	5	0	2	0	3	3	6
		2022年	4	0	7	0	3	7	0
		目標	5	0	4	0	1	3	6
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	5	0	3	0	1	4	6	
	2022年	3	0	9	0	4	5	0	
	目標	5	0	4	0	0	4	6	
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	9	3	1	0	2	0	4
		2022年	11	1	4	1	3	1	0
		目標	9	3	1	1	1	0	4
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	10	3	1	0	1	0	4
		2022年	9	3	4	1	3	1	0
		目標	10	3	1	1	0	0	4
緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	12	1	1	0	1	0	4	
	2022年	12	2	4	0	3	0	0	
	目標	12	1	1	1	0	0	4	
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	3	0	4	2	6	0	4
		2022年	2	0	9	5	3	2	0
		目標	5	2	5	1	2	0	4
	ウェアラブルカメラ	2021年	2	0	2	5	6	0	4
		2022年	1	1	6	7	5	1	0
		目標	6	0	6	1	2	0	4
現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	5	0	3	2	1	3	5	
	2022年	2	1	8	1	7	2	0	
	目標	6	0	6	2	0	0	5	
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	1	0	2	3	4	4	5
		2022年	1	0	3	1	11	5	0
		目標	3	0	3	2	3	3	5
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	1	0	3	3	4	4	4
		2022年	2	0	3	1	9	5	1
		目標	2	0	4	2	4	3	4
	データ分析による異常予測	2021年	5	0	2	3	2	4	3
		2022年	2	1	6	1	9	2	0
		目標	5	1	3	2	2	3	3
	総合評価による寿命予知	2021年	0	0	1	1	7	4	6
		2022年	1	0	2	1	13	4	0
		目標	2	0	3	1	2	4	7

(3) 設備別設問

Figure 2-6 に火力発電における点検におけるドローン活用の現状、Figure 2-7 に火力発電におけるデータ活用による保安活動支援の現状、Figure 2-8 に火力発電における巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化の現状、Figure 2-9 に火力発電における構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入への期待・取組の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問1（点検におけるドローン活用）について、多くの事業者が何らかの点検業務にドローンを活用あるいは検討している。ドローンの特性を活かして、構造物の高所、煙突内の内壁、水管・ダクト等、準備を含めて大きな負荷がかかることが想定される特異な場所の作業者の安全確保や点検において、高い運用率を示している。なお、「②業務への活用を検討中」との回答も多いことから、多種多様な業務への活用により更なる安全確保と効率化が進むことが期待される。
- 設問2（データ活用による保安活動支援）について、「③統計手法による異常予兆検知」に6割弱、「④AIを活用した異常予兆検知」に4割弱の事業者が回答した。火力発電では、従来から実施していた異常予兆検知がAIを活用したものへと徐々に移行していることが推定される。また、6割程度の回答事業者では、何らかの業務への「②計測データの活用」について検討が進められており、設備実態に合わせて着実に導入が進められると思われる。3割程度の事業者では、計測データを「寿命予知」や「保守計画策定」に活用する取組も進められている。
- 設問3（巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化）について、9割以上の回答事業者が「③計測数値や監視カメラ類を活用した構内における遠隔監視」を実施している。「⑤監視データのデジタル化」や「⑥IoT機器を活用したデータ収集」に回答事業者の5割が取り組まれている現状は、業界全体の点検・監視のデジタル化・遠隔化における積極的な取組が反映されているものと考えられる。
- 設問4（構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入への期待・取組）について、現状においては「①構外からの遠隔監視や遠隔制御の導入予定はない」が6割弱、「②導入に向けて検討中」が3割を占めており、火力発電においては消防法の関連で保安要員を常駐させることが義務付けられている他、種々の制約により、構外からの遠隔監視や遠隔制御の実施が非常に難しいことが反映された結果ではないかと認識している。前述の事由による構外からの遠隔監視実施の難しさや、実施の費用対効果を踏まえて、業界全体が苦悩している実態が反映されているものと考えられる。電気事業法と他の法律を一元的に規制の見直しを進めないと、外部からの遠隔監視や遠隔制御の進捗は停滞すると推察される。

点検におけるドローン活用

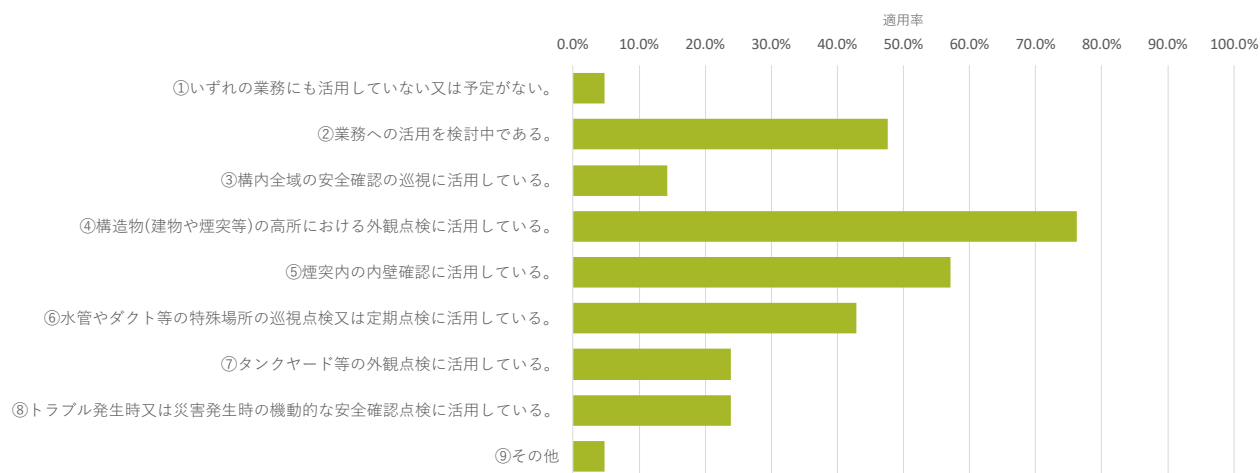


Figure 2-6 火力発電における点検におけるドローン活用の現状

Table 2-6 火力発電における点検におけるドローン活用の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも活用していない又は予定がない。	1	4.8%
②業務への活用を検討中である。	10	47.6%
③構内全域の安全確認の巡視に活用している。	3	14.3%
④構造物(建物や煙突等)の高所における外観点検に活用している。	16	76.2%
⑤煙突内の内壁確認に活用している。	12	57.1%
⑥水管やダクト等の特殊場所の巡視点検又は定期点検に活用している。	9	42.9%
⑦タンクヤード等の外観点検に活用している。	5	23.8%
⑧トラブル発生時又は災害発生時の機動的な安全確認点検に活用している。	5	23.8%
⑨その他	1	4.8%

データ活用による保安活動支援

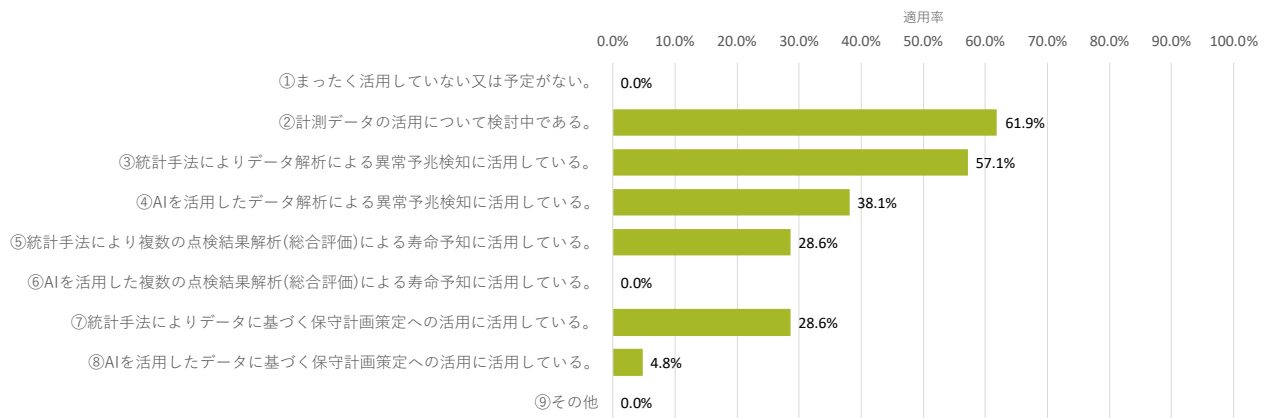


Figure 2-7 火力発電におけるデータ活用による保安活動支援の現状

Table 2-7 火力発電におけるデータ活用による保安活動支援の現状

内容	回答数	適用率
①まったく活用していない又は予定がない。	0	0.0%
②計測データの活用について検討中である。	13	61.9%
③統計手法によりデータ解析による異常予兆検知に活用している。	12	57.1%
④AIを活用したデータ解析による異常予兆検知に活用している。	8	38.1%
⑤統計手法により複数の点検結果解析(総合評価)による寿命予知に活用している。	6	28.6%
⑥AIを活用した複数の点検結果解析(総合評価)による寿命予知に活用している。	0	0.0%
⑦統計手法によりデータに基づく保守計画策定への活用に活用している。	6	28.6%
⑧AIを活用したデータに基づく保守計画策定への活用に活用している。	1	4.8%
⑨その他	0	0.0%

巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化

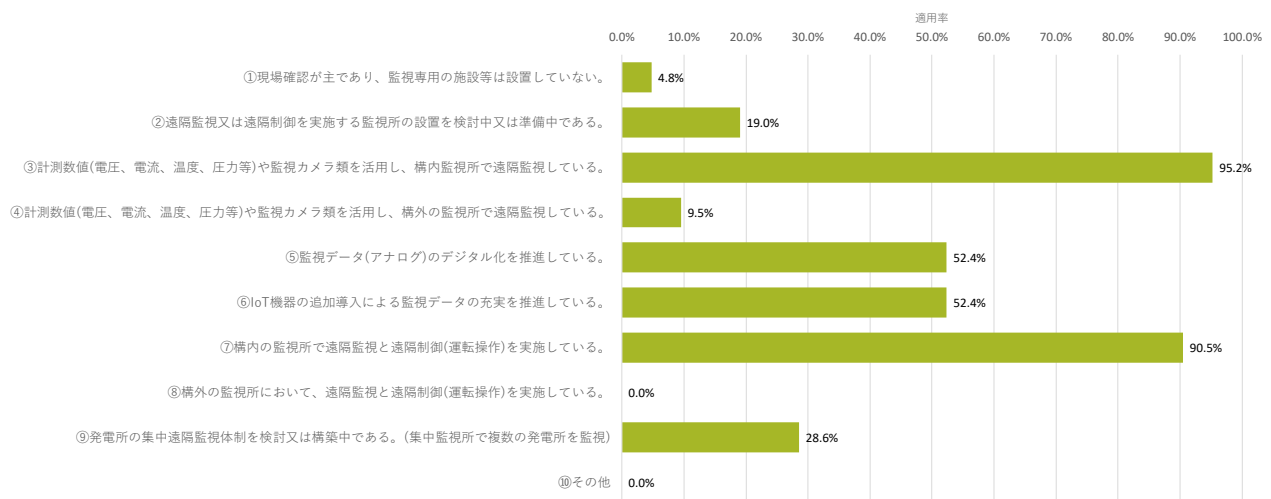


Figure 2-8 火力発電における巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化の現状

Table 2-8 火力発電における巡視点検・監視/制御のデジタル化・遠隔化の現状

内容	回答数	適用率
①現場確認が主であり、監視専用の施設等は設置していない。	1	4.8%
②遠隔監視又は遠隔制御を実施する監視所の設置を検討中又は準備中である。	4	19.0%
③計測数値(電圧、電流、温度、圧力等)や監視カメラ類を活用し、構内監視所で遠隔監視している。	20	95.2%
④計測数値(電圧、電流、温度、圧力等)や監視カメラ類を活用し、構外の監視所で遠隔監視している。	2	9.5%
⑤監視データ(アナログ)のデジタル化を推進している。	11	52.4%
⑥IoT機器の追加導入による監視データの充実を推進している。	11	52.4%
⑦構内の監視所で遠隔監視と遠隔制御(運転操作)を実施している。	19	90.5%
⑧構外の監視所において、遠隔監視と遠隔制御(運転操作)を実施している。	0	0.0%
⑨発電所の集中遠隔監視体制を検討又は構築中である。(集中監視所で複数の発電所を監視)	6	28.6%
⑩その他	0	0.0%

構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入への期待・取組

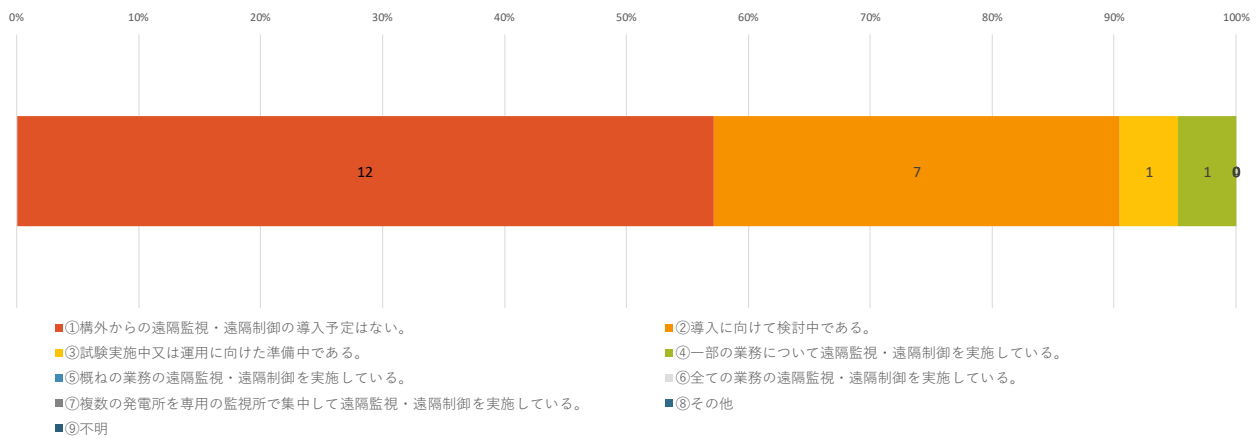


Figure 2-9 火力発電における構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入への期待・取組の現状

Table 2-9 火力発電における構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入への期待・取組の現状

内容	回答数	構成率
①構外からの遠隔監視・遠隔制御の導入予定はない。	12	57.1%
②導入に向けて検討中である。	7	33.3%
③試験実施中又は運用に向けた準備中である。	1	4.8%
④一部の業務について遠隔監視・遠隔制御を実施している。	1	4.8%
⑤概ねの業務の遠隔監視・遠隔制御を実施している。	0	0.0%
⑥全ての業務の遠隔監視・遠隔制御を実施している。	0	0.0%
⑦複数の発電所を専用の監視所で集中して遠隔監視・遠隔制御を実施している。	0	0.0%
⑧その他	0	0.0%
⑨不明	0	0.0%

2.3.2 水力発電

(1) 人材育成

Figure 2-10 に水力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-11 に水力発電における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-12 に水力発電における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）、設問 3（スマート人材）、設問 4（リーダー育成）及び 設問 5（外部人材支援）とも、対前年比で大きく進展かつ着実に進捗している。
- 全ての項目において、2021 年に設定した 2025 年の目標は既に達成されている。
- 2021 年は「空白」の回答が 11～16 件あったが、2022 年は「空白」の回答は 0 件となっており、多くは「予定無し」あるいは「検討中」に移行したと想定され、各事業者の経営環境などを考慮しつつ、業界全体としてはスマート化への取組が推進されたと思われる。
- 各設問に対し、「予定無し」との回答が現状でも 3 割前後を占める結果となっており、事業者のスマート保安人材の育成や要員確保に苦慮している実態が反映されているものと想定される。

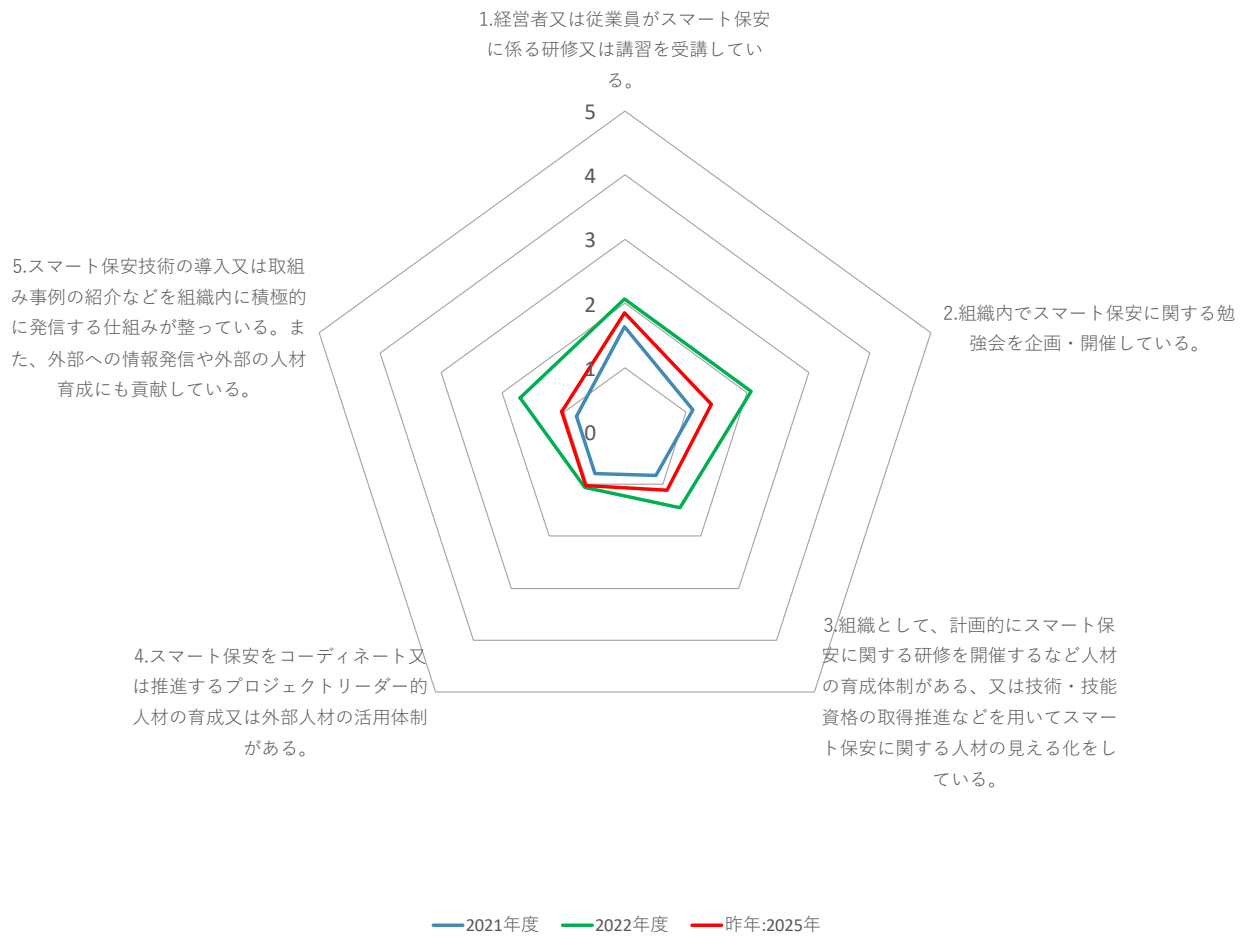


Figure 2-10 水力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況

Table 2-10 水力発電における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1.経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	1.6	2.1	0.4	1.9	2.3
2.組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	1.1	2.1	0.9	1.4	2.5
3.組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	0.8	1.5	0.6	1.1	1.9
4.スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	0.8	1.1	0.3	1.0	1.5
5.スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	0.8	1.7	0.9	1.0	1.9

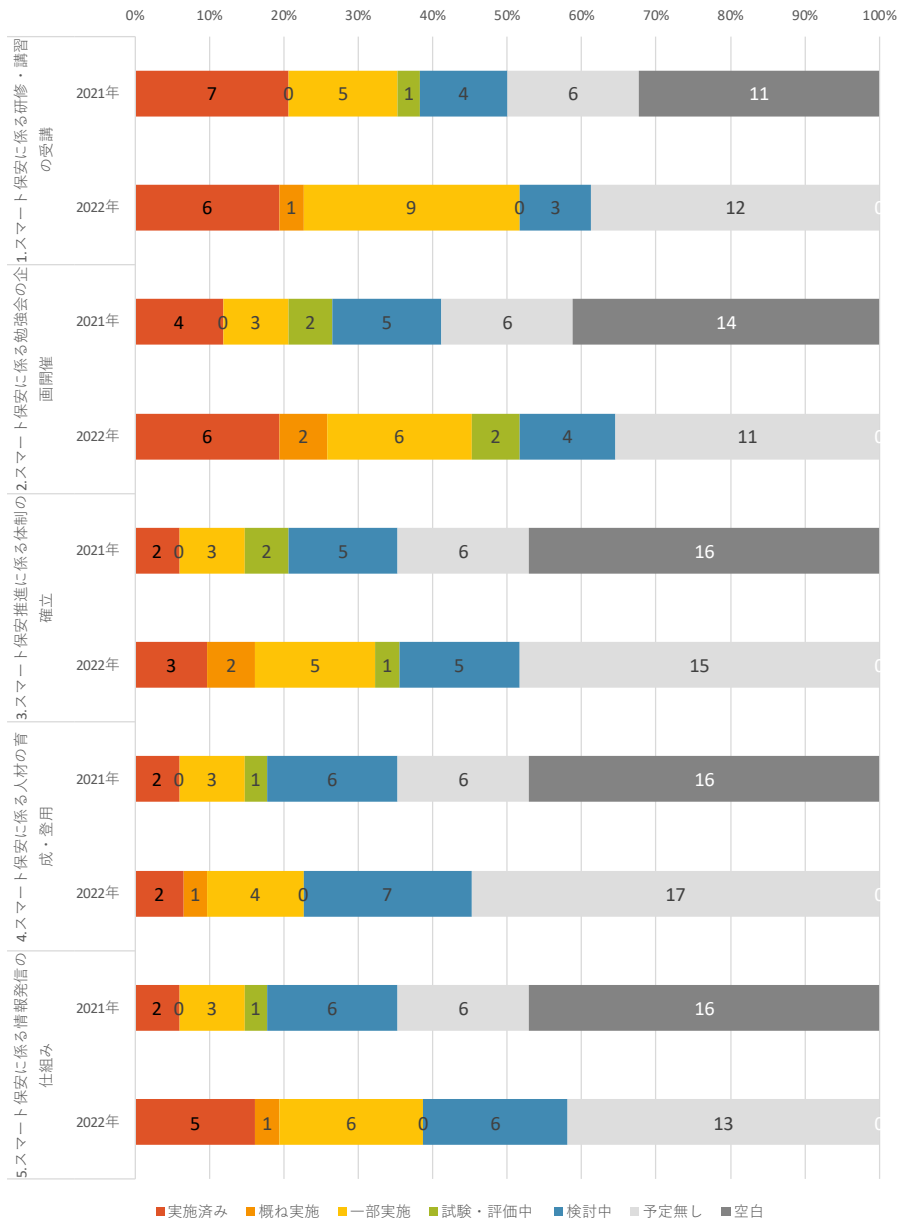


Figure 2-11 水力発電における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-11 水力発電における人材育成の現時点の取組状況

内容		現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	7	0	5	1	4	6	11
	2022年	6	1	9	0	3	12	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	4	0	3	2	5	6	14
	2022年	6	2	6	2	4	11	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	2	0	3	2	5	6	16
	2022年	3	2	5	1	5	15	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	2	0	3	1	6	6	16
	2022年	2	1	4	0	7	17	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	2	0	3	1	6	6	16
	2022年	5	1	6	0	6	13	0

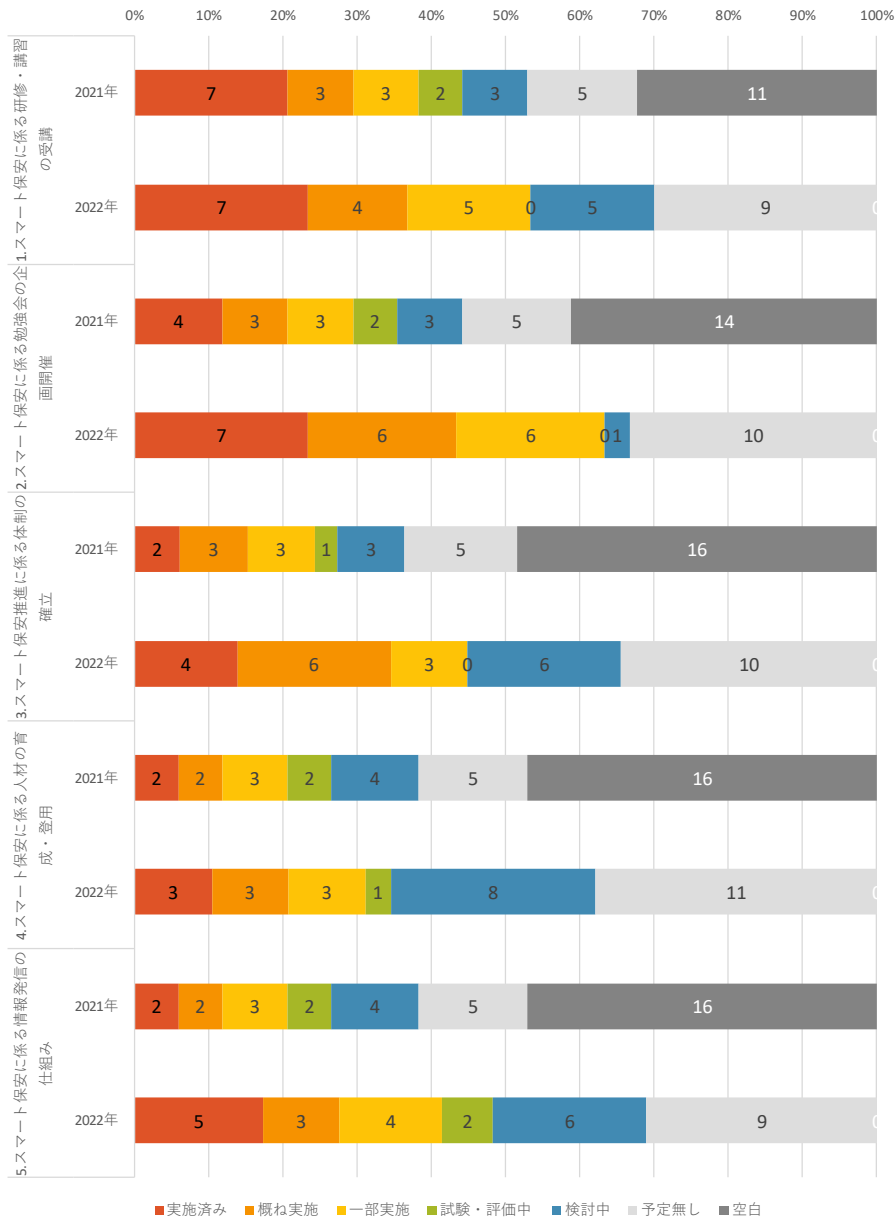


Figure 2-12 水力発電における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-12 水力発電における人材育成の2025年の取組状況

内容	2025年の取組状況							
	実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	7	3	3	2	3	5	11
	2022年	7	4	5	0	5	9	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	4	3	3	2	3	5	14
	2022年	7	6	6	0	1	10	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	2	3	3	1	3	5	16
	2022年	4	6	3	0	6	10	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	2	2	3	2	4	5	16
	2022年	3	3	3	1	8	11	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	2	2	3	2	4	5	16
	2022年	5	3	4	2	6	9	0

(2) 個別技術

Figure 2-13 に水力発電における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-14 に水力発電における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 2（ドローン等の活用）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の業務支援）いずれの評点も前年対比でおおむね増加しており、順調に推進している。なお、2021 年は「空白」の回答が多少あったが、2022 年は「予定無し」、「検討中」に移行しており、事業者が個別技術を選別し、試験実施等に進むなど全体的にスマート化への取組が進展していると推察される。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、全個別技術が着実に進捗しており、特に「点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)」が前年対比で最も大きく導入が進んでいる。点検データのデジタル化と保存はデータ分析の前提条件であり、今後も積極的な導入推進が行われると想定される。KPI である「携帯端末機(タブレット等)」の導入が着実に進んでおり、積極的な導入推進が図られていると思われる。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては、KPI である「空中ドローン」は前年対比における推移状況から着実に導入が進んでおり、今後も積極的かつ広範囲の導入・運用が進むと想定される。水中、自走ドローン等は活躍の場が限定される関係で、効果的な一部場面での導入が進められると思われる。
- 設問 3（遠隔状態監視）においては、水力発電設備の運用実態から「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサー（温度計・熱電対等）」は前年時点で既に高い導入水準にあり、粛々と導入推進されている状況と思われる。特に「可視カメラ（目視）」については、今年も大きく導入が進んでおり、保安要員による点検業務の効率化が進められていると推察される。
- 設問 4（遠隔操作）においては、全ての技術が既に高い評点にあり、今年も順調に進捗しており、既におよその目標値を達成している。
- 設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、KPI の一つでもある「ウェアラブルカメラ」の導入が大きく進んでおり、積極的な遠隔業務支援体制の構築が進められているものと思われる。既におよその目標値を達成しており、今後の更なる進展が期待される。
- 設問 6（AI 活用の業務支援）においては、AI は機械学習や深層学習といった手法の登場により近年は第 3 次ブームを迎えているところであるが、依然として現場への適用には課題が多く山積している分野でもあり、AI の現場活用に苦慮している実態も見受けられるが、前年対比で「一部実施」、「試験・検討中」の割合が増えており、導入に向けた堅実な取組がうかがわれる。

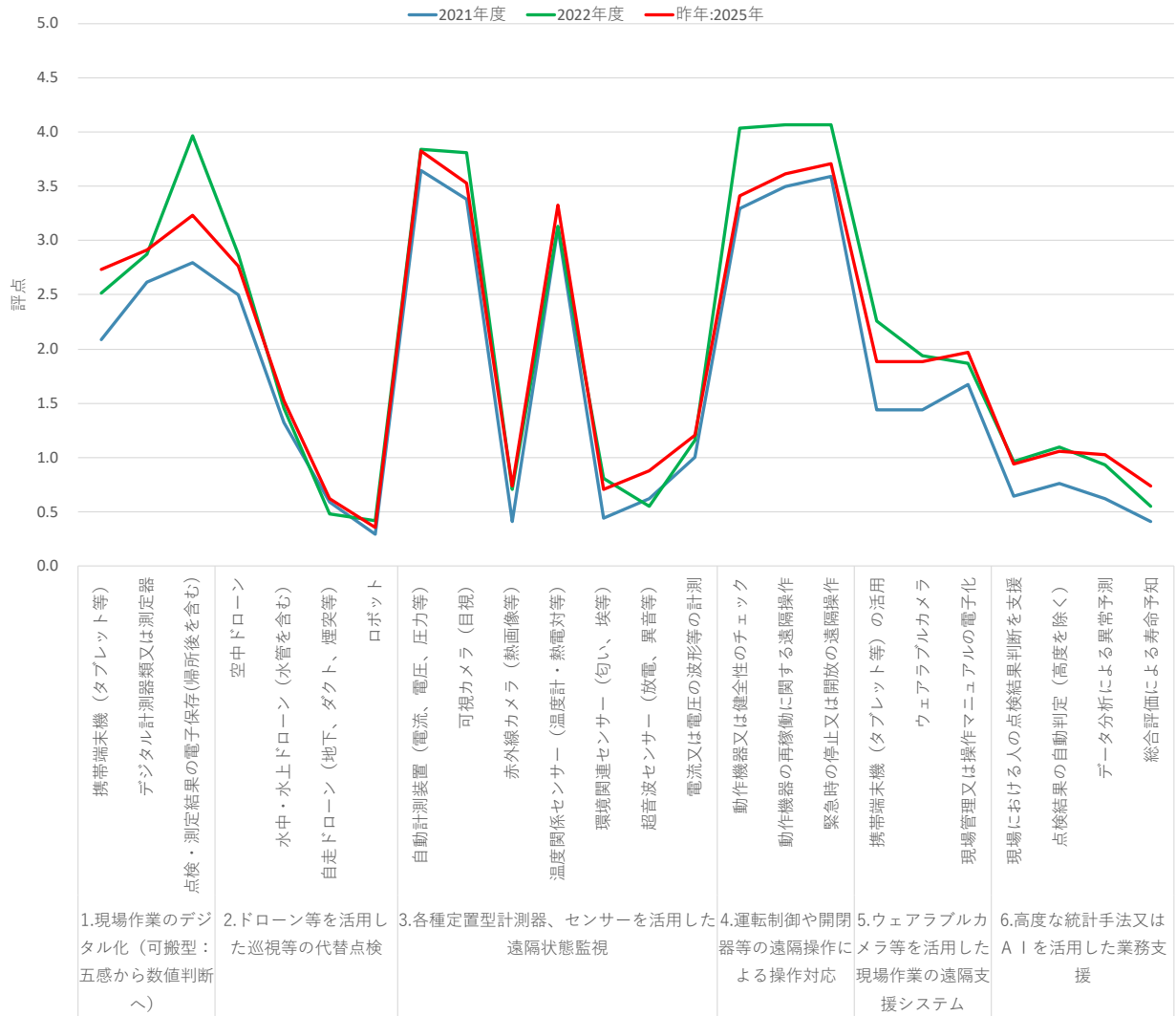


Figure 2-13 水力発電における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-13 水力発電における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1.現場作業のデジタル化 (可搬型: 五感から数値判断へ)	携帯端末機 (タブレット等)	2.1	2.5	0.4	2.7
	デジタル計測器類又は測定器	2.6	2.9	0.3	2.9
	点検・測定結果の電子保存 (帰所後を含む)	2.8	4.0	1.2	3.2
	空中ドローン	2.5	2.9	0.4	2.8
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	水中・水上ドローン (水管を含む)	1.3	1.5	0.1	1.5
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.6	0.5	-0.1	0.6
	ロボット	0.3	0.4	0.1	0.4
	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	3.6	3.8	0.2	3.8
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	可視カメラ (目視)	3.4	3.8	0.4	3.5
	赤外線カメラ (熱画像等)	0.4	0.7	0.3	0.7
	温度関係センサー (温度計・熱電対等)	3.1	3.1	0.0	3.3
	環境関連センサー (匂い、埃等)	0.4	0.8	0.4	0.7
	超音波センサー (放電、異音等)	0.6	0.5	-0.1	0.9
	電流又は電圧の波形等の計測	1.0	1.2	0.2	1.2
4.運転制御や開閉等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	3.3	4.0	0.7	3.4
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.5	4.1	0.6	3.6
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.6	4.1	0.5	3.7
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	携帯端末機 (タブレット等) の活用	1.4	2.3	0.8	1.9
	ウェアラブルカメラ	1.4	1.9	0.5	1.9
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	1.7	1.9	0.2	2.0
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	0.6	1.0	0.3	0.9
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	0.8	1.1	0.3	1.1
	データ分析による異常予測	0.6	0.9	0.3	1.0
	総合評価による寿命予知	0.4	0.5	0.1	0.7

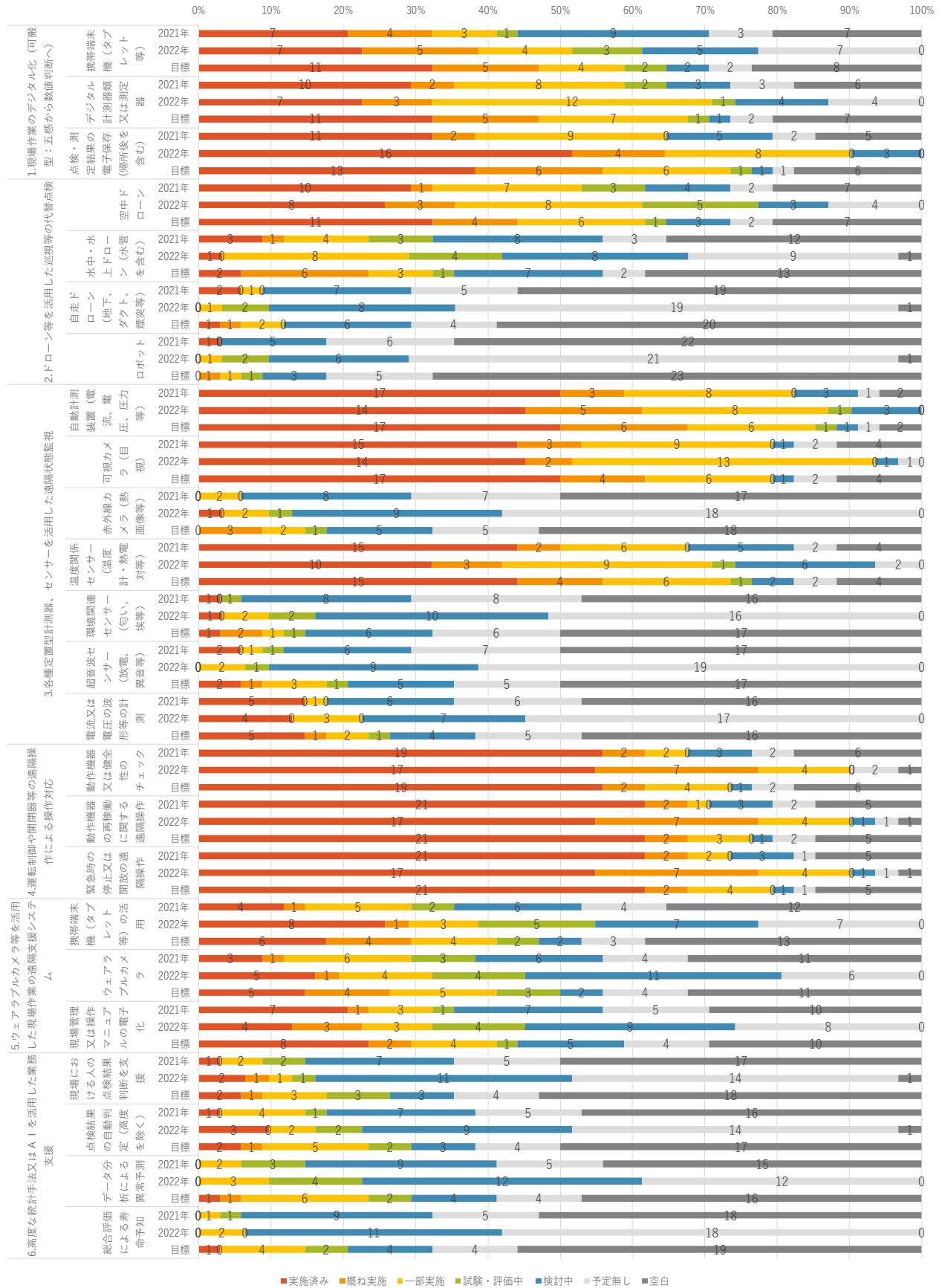


Figure 2-14 水力発電における個別技術活用の状況

Table 2-14 水力発電における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	7	4	3	1	9	3	7
		2022年	7	5	4	3	5	7	0
		目標	11	5	4	2	2	2	8
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	10	2	8	2	3	3	6
		2022年	7	3	12	1	4	4	0
		目標	11	5	7	1	1	2	7
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	11	2	9	0	5	2	5
		2022年	16	4	8	0	3	0	0
		目標	13	6	6	1	1	1	6
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	10	1	7	3	4	2	7
		2022年	8	3	8	5	3	4	0
		目標	11	4	6	1	3	2	7
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	3	1	4	3	8	3	12
		2022年	1	0	8	4	8	9	1
		目標	2	6	3	1	7	2	13
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	2	0	1	0	7	5	19
		2022年	0	0	1	2	8	19	1
		目標	1	1	2	0	6	4	20
	ロボット	2021年	1	0	0	0	5	6	22
		2022年	0	0	1	2	6	21	1
		目標	0	1	1	1	3	5	23
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	17	3	8	0	3	1	2
		2022年	14	5	8	1	3	0	0
		目標	17	6	6	1	1	1	2
	可視カメラ(目視)	2021年	15	3	9	0	1	2	4
		2022年	14	2	13	0	1	1	0
		目標	17	4	6	0	1	2	4
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	0	0	2	0	8	7	17
		2022年	1	0	2	1	9	18	0
		目標	0	3	2	1	5	5	18
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	2021年	15	2	6	0	5	2	4
		2022年	10	3	9	1	6	2	0
		目標	15	4	6	1	2	2	4
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	1	0	0	1	8	8	16
		2022年	1	0	2	2	10	16	0
		目標	1	2	1	1	6	6	17
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	2	0	1	1	6	7	17
		2022年	0	0	2	1	9	19	0
		目標	2	1	3	1	5	5	17
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	5	0	1	0	6	6	16	
	2022年	4	0	3	0	7	17	0	
	目標	5	1	2	1	4	5	16	
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	19	2	2	0	3	2	6
		2022年	17	7	4	0	0	2	1
		目標	19	2	4	0	1	2	6
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	21	2	1	0	3	2	5
		2022年	17	7	4	0	1	1	1
		目標	21	2	3	0	1	2	5
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	21	2	2	0	3	1	5
		2022年	17	7	4	0	1	1	1
		目標	21	2	4	0	1	1	5
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	4	1	5	2	6	4	12
		2022年	8	1	3	5	7	7	0
		目標	6	4	4	2	2	3	13
	ウェアラブルカメラ	2021年	3	1	6	3	6	4	11
		2022年	5	1	4	4	11	6	0
		目標	5	4	5	3	2	4	11
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	7	1	3	1	7	5	10
		2022年	4	3	3	4	9	8	0
		目標	8	2	4	1	5	4	10
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	1	0	2	2	7	5	17
		2022年	2	1	1	1	11	14	1
		目標	2	1	3	3	3	4	18
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	1	0	4	1	7	5	16
		2022年	3	0	2	2	9	14	1
		目標	2	1	5	2	3	4	17
	データ分析による異常予測	2021年	0	0	2	3	9	5	15
		2022年	0	0	3	4	12	12	0
		目標	1	1	6	2	4	4	16
	総合評価による寿命予知	2021年	0	0	1	1	9	5	18
		2022年	0	0	2	0	11	18	0
		目標	1	0	4	2	4	4	19

(3) 設備別設問

Figure 2-15 に水力発電におけるデジタル端末の活用による電子データと現場効率化の現状、Figure 2-16 に水力発電における点検におけるドローン活用の現状、Figure 2-17 に水力発電における設備点検に係る作業の高度化の現状、Figure 2-18 に水力発電における遠隔監視・制御の更なる高度化への期待・取組の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問1（デジタル端末の活用による電子データと現場効率化）について、「①導入又は活用の予定はない」との回答は少数であり、「②業務への活用を検討中」、又は既に活用をしているとの回答が多数であった。活用事例として最も多いのは「③現場巡視結果データの電子データ化」で5割弱、次に「④現場でのデータ参照又は閲覧」で4割弱、「⑧通常業務の遠隔支援」と「⑨緊急又は高度技術指導」で3割程度の事業者から活用しているとの回答があった。デジタル端末を活用した電子データ化と現場業務の効率化のための運用方法が確立されつつあり、今後も拡大の方向に進むと推察される。
- 設問2（点検におけるドローン活用）について、「①導入又は活用の予定はない」とする回答は1割弱であり、ほとんどの事業者が何らかの点検業務にドローンを活用又は検討している。活用事例では、「⑧トラブル又は災害発生時の機動的な安全点検」が5割、「④ダム本体や付属建造物の巡視」、「⑤貯水湖、取水口、支流の状況確認」が共に5割弱の事業者から活用しているとの回答があった。なお、「②業務への活用を検討中」の回答が5割弱あったことから、今後も適用業務への適用が進むと思われる。
- 設問3（設備点検に係る作業の高度化）について、8割強の事業者が「②計測装置や監視カメラ又は各種センサー類を活用した遠隔常時監視」が作業改善のために効果的な技術であると回答しており、更なる遠隔監視による設備管理が望まれている。また、「⑤ドローン等を搭載したカメラや可搬型検査機器(レーザー、熱画像、音波等)の活用」の回答が7割強、「⑥AIを活用した点検内容や時期の決定」の回答が6割弱あったことから、効果的な設備診断技術の構築とAI活用による自動判定等の技術開発を進める必要性がうかがわれる。
- 設問4（遠隔監視・制御の更なる高度化への期待・取組）について、「③監視データ(アナログ)のデジタル化やIoT機器の導入を推進しており、データ解析まで至っていない」が全体のうち4割弱、「①保留中又は計画がない」が3割弱を占める結果となった。事業者の事業環境にもよるが、データ解析については、開発又は試験的な実施を含めて、着手している事業者は少数であると想定される。

デジタル端末の活用による電子データと現場効率化

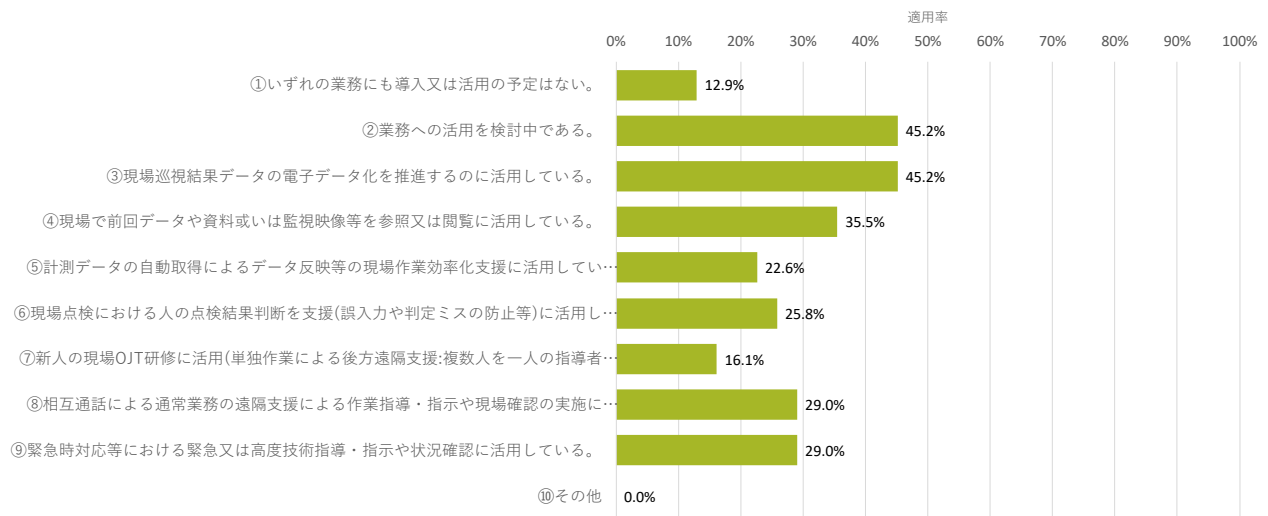


Figure 2-15 水力発電におけるデジタル端末の活用による電子データと現場効率化の現状

Table 2-15 水力発電におけるデジタル端末の活用による電子データと現場効率化の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。	4	12.9%
②業務への活用を検討中である。	14	45.2%
③現場巡視結果データの電子データ化を推進するのに活用している。	14	45.2%
④現場で前回データや資料或いは監視映像等を参照又は閲覧に活用している。	11	35.5%
⑤計測データの自動取得によるデータ反映等の現場作業効率化支援に活用している。	7	22.6%
⑥現場点検における人の点検結果判断を支援(誤入力や判定ミスの防止等)に活用している。	8	25.8%
⑦新人の現場OJT研修に活用(単独作業による後方遠隔支援:複数人を一人の指導者が対応)に活用している。	5	16.1%
⑧相互通話による通常業務の遠隔支援による作業指導・指示や現場確認の実施に活用している。	9	29.0%
⑨緊急時対応等における緊急又は高度技術指導・指示や状況確認に活用している。	9	29.0%
⑩その他	0	0.0%

点検におけるドローン活用

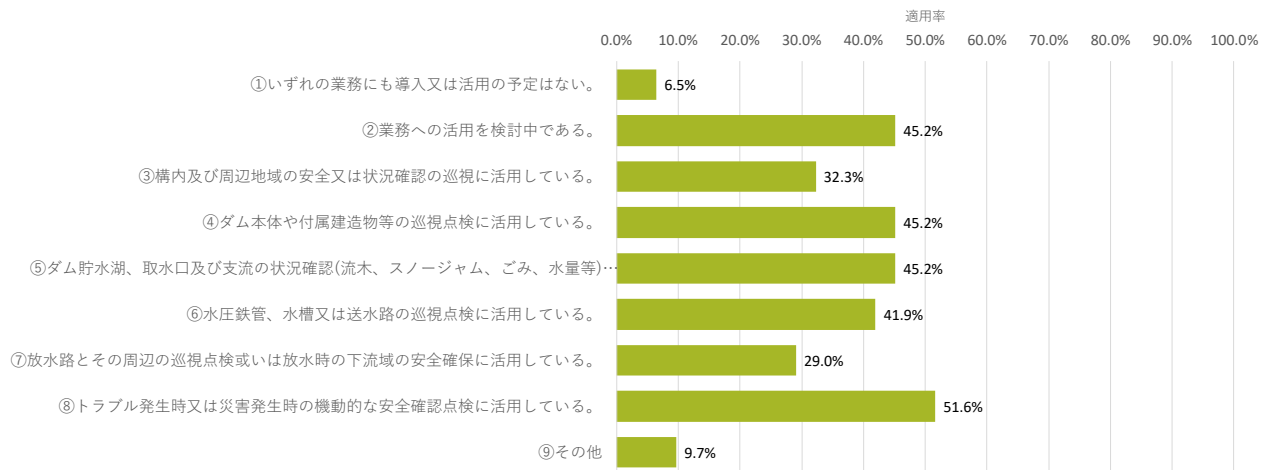


Figure 2-16 水力発電における点検におけるドローン活用の現状

Table 2-16 水力発電における点検におけるドローン活用の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。	2	6.5%
②業務への活用を検討中である。	14	45.2%
③構内及び周辺地域の安全又は状況確認の巡視に活用している。	10	32.3%
④ダム本体や附属建造物等の巡視点検に活用している。	14	45.2%
⑤ダム貯水湖、取水口及び支流の状況確認(流木、スノージャム、ごみ、水量等)の巡視点検に活用している。	14	45.2%
⑥水圧鉄管、水槽又は送水路の巡視点検に活用している。	13	41.9%
⑦放水路とその周辺の巡視点検或いは放水時の下流域の安全確保に活用している。	9	29.0%
⑧トラブル発生時又は災害発生時の機動的な安全確認点検に活用している。	16	51.6%
⑨その他	3	9.7%

設備点検に係る作業の高度化

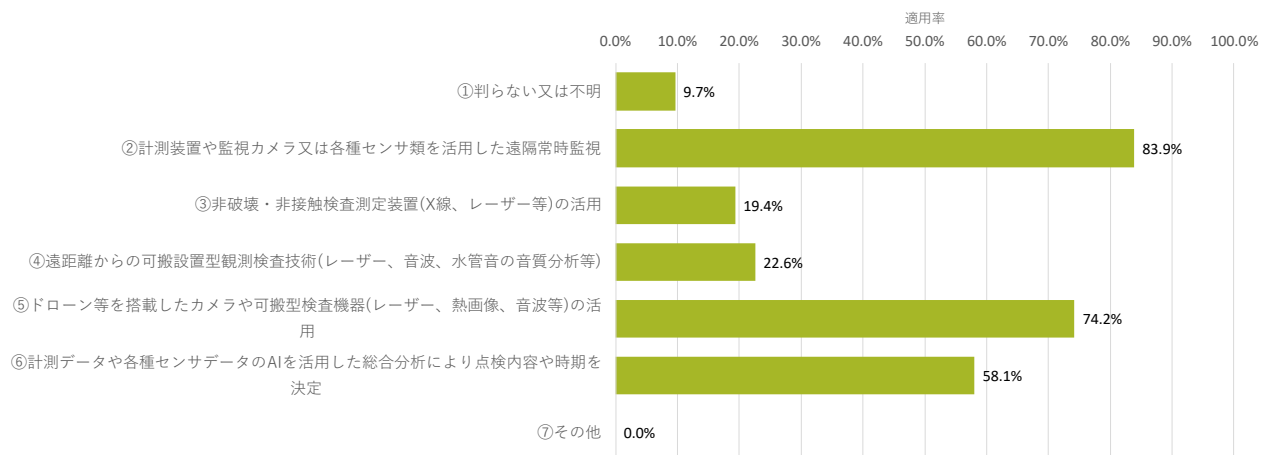


Figure 2-17 水力発電における設備点検に係る作業の高度化の現状

Table 2-17 水力発電における設備点検に係る作業の高度化の現状

内容	回答数	適用率
①判らない又は不明	3	9.7%
②計測装置や監視カメラ又は各種センサ類を活用した遠隔常時監視	26	83.9%
③非破壊・非接触検査測定装置(X線、レーザー等)の活用	6	19.4%
④遠距離からの可搬設置型観測検査技術(レーザー、音波、水管音の音質分析等)	7	22.6%
⑤ドローン等を搭載したカメラや可搬型検査機器(レーザー、熱画像、音波等)の活用	23	74.2%
⑥計測データや各種センサデータのAIを活用した総合分析により点検内容や時期を決定	18	58.1%
⑦その他	0	0.0%

遠隔監視・制御の更なる高度化への期待・取組

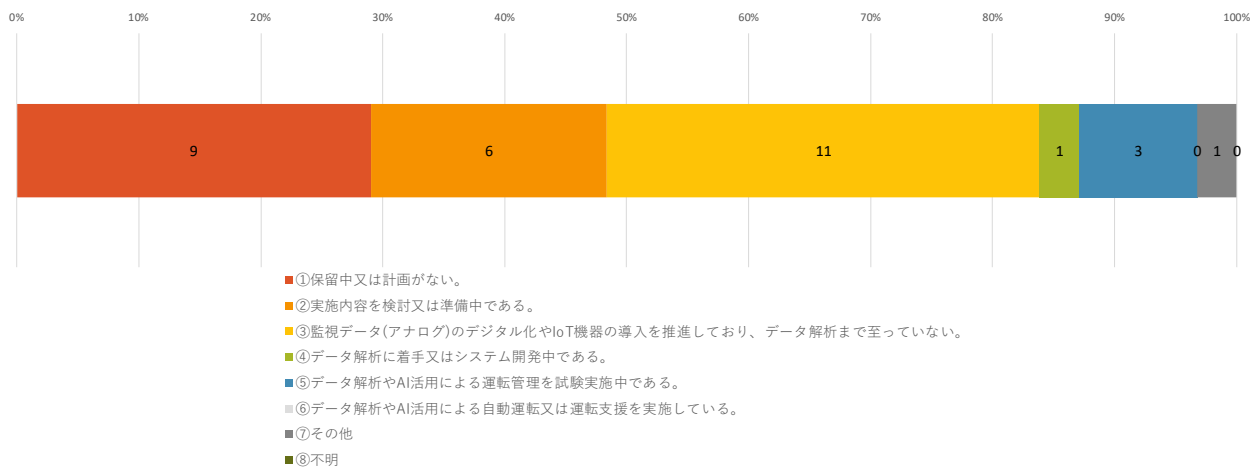


Figure 2-18 水力発電における遠隔監視・制御の更なる高度化への期待・取組の現状

Table 2-18 水力発電における遠隔監視・制御の更なる高度化への期待・取組の現状

内容	回答数	構成率
①保留中又は計画がない。	9	29.0%
②実施内容を検討又は準備中である。	6	19.4%
③監視データ(アナログ)のデジタル化やIoT機器の導入を推進しており、データ解析まで至っていない。	11	35.5%
④データ解析に着手又はシステム開発中である。	1	3.2%
⑤データ解析やAI活用による運転管理を試験実施中である。	3	9.7%
⑥データ解析やAI活用による自動運転又は運転支援を実施している。	0	0.0%
⑦その他	1	3.2%
⑧不明	0	0.0%

2.3.3 風力発電

(1) 人材育成

Figure 2-19 に風力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-20 に風力発電における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-21 に風力発電における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）と設問 2（社内勉強会）については、2021 年と取組状況が同程度であった。設問 3（スマート人材）、設問 4（リーダー育成）及び設問 5（外部人材支援）は取組が進んでおり、多少の強弱はあるものの着実にバランス良く取り組まれている。全体として、2021 年には「空白」の回答が 3～5 件あったが、2022 年は 0 件となっており、「予定無し」あるいは「検討中」に移行していると思われ、業界全体でスマート保安人材の育成の取組が進んでいると推察される。
- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）については、2021 年の「実施済み」の回答が、2022 年に「概ね実施」あるいは「一部実施」の回答へ移行したと思われる。原因として、年間計画の研修等がまだ実施されていない状況で回答されたため、あるいは回答主体によって回答基準が異なっているためと考えられる。

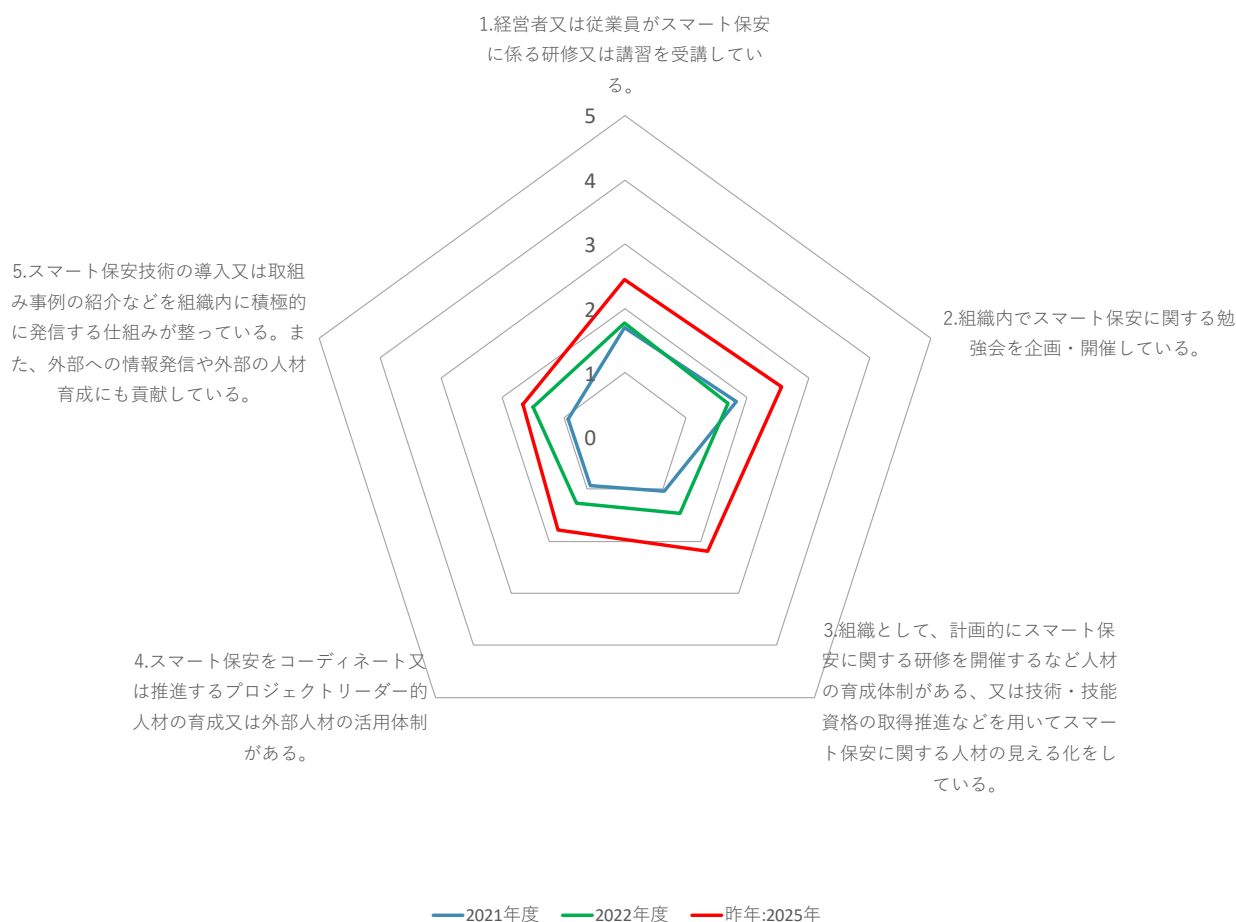


Figure 2-19 風力発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況

Table 2-19 風力発電における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1.経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	1.7	1.8	0.1	2.4	2.5
2.組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	1.8	1.7	-0.1	2.6	2.3
3.組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	1.0	1.5	0.4	2.2	2.1
4.スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	0.9	1.3	0.3	1.8	1.9
5.スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	0.9	1.5	0.6	1.7	2.0

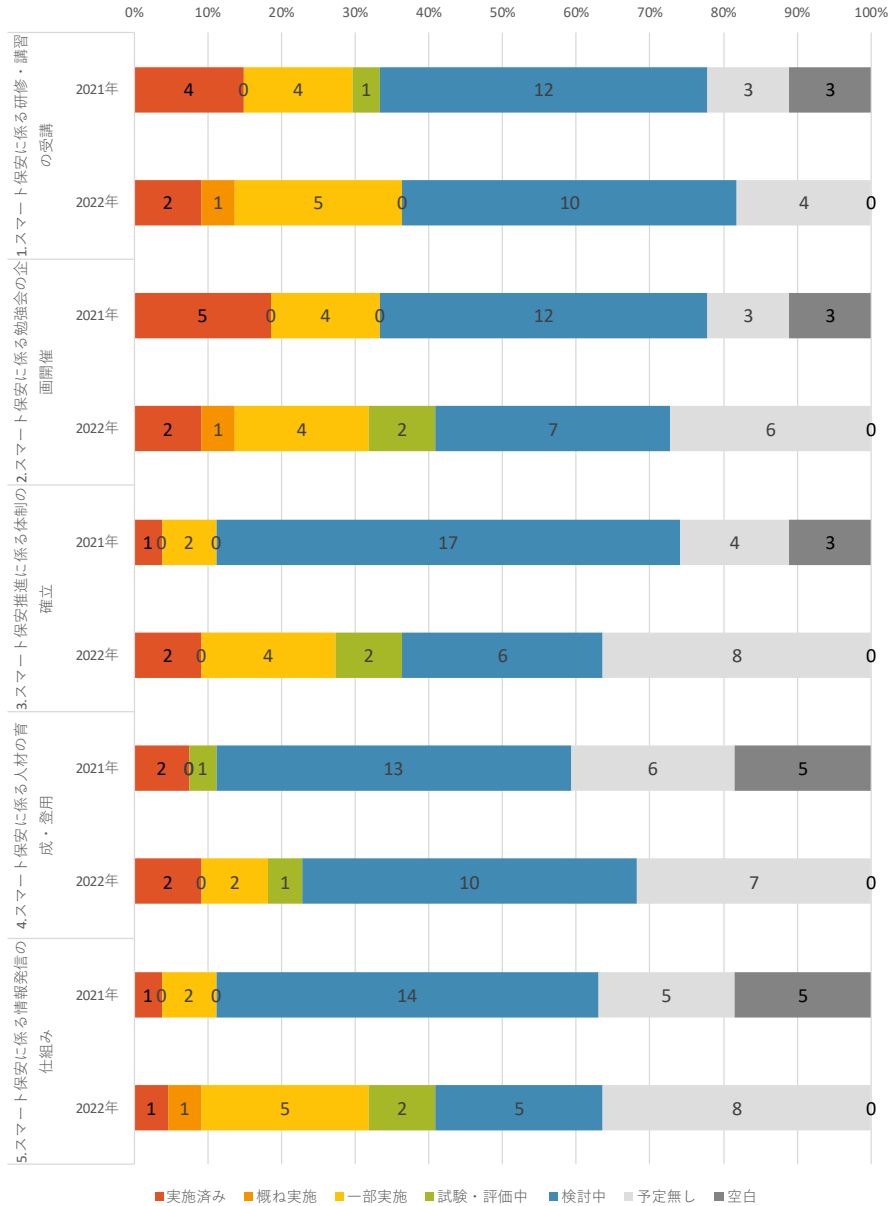


Figure 2-20 風力発電における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-20 風力発電における人材育成の現時点の取組状況

内容		現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	4	0	4	1	12	3	3
	2022年	2	1	5	0	10	4	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	5	0	4	0	12	3	3
	2022年	2	1	4	2	7	6	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	1	0	2	0	17	4	3
	2022年	2	0	4	2	6	8	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	2	0	0	1	13	6	5
	2022年	2	0	2	1	10	7	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	1	0	2	0	14	5	5
	2022年	1	1	5	2	5	8	0

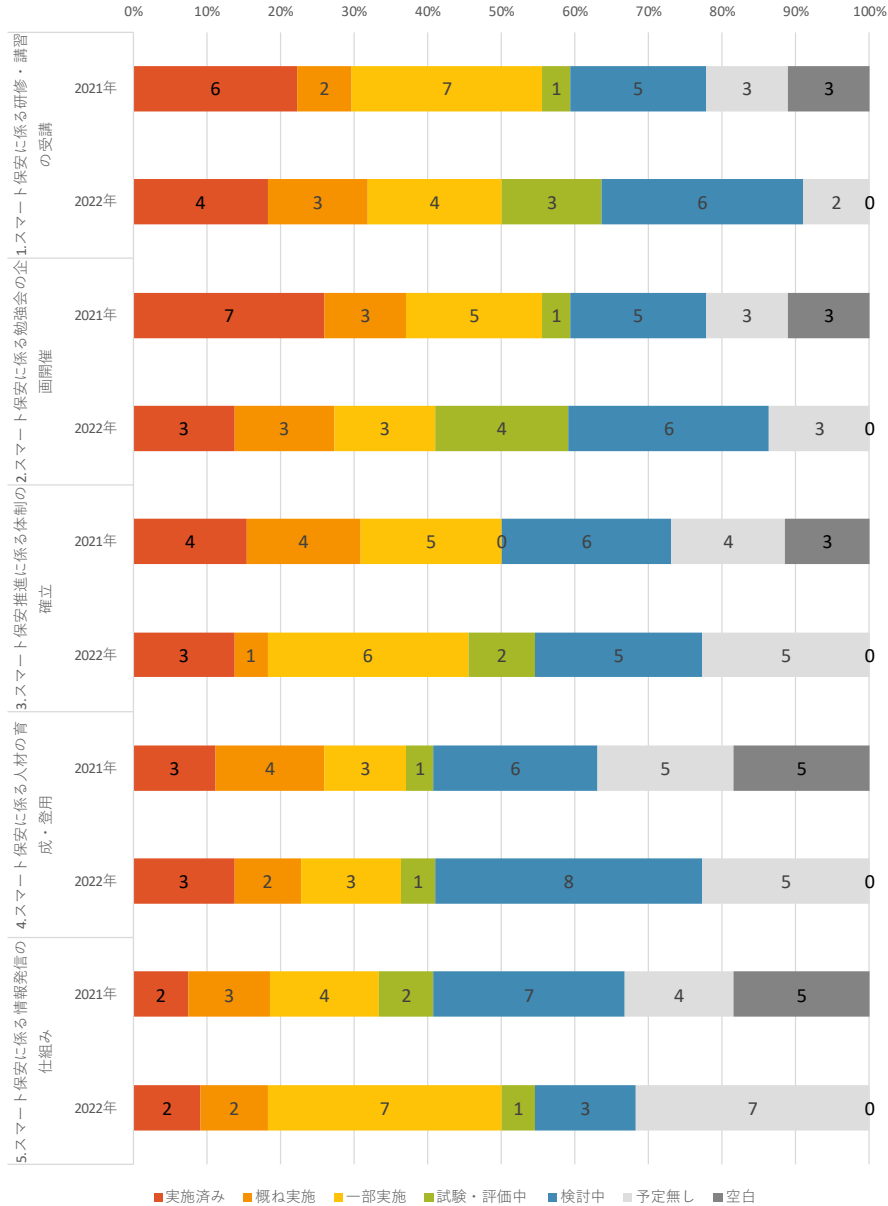


Figure 2-21 風力発電における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-21 風力発電における人材育成の2025年の取組状況

内容		2025年の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1. スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	6	2	7	1	5	3	3
	2022年	4	3	4	3	6	2	0
2. スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	7	3	5	1	5	3	3
	2022年	3	3	3	4	6	3	0
3. スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	4	4	5	0	6	4	3
	2022年	3	1	6	2	5	5	0
4. スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	3	4	3	1	6	5	5
	2022年	3	2	3	1	8	5	0
5. スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	2	3	4	2	7	4	5
	2022年	2	2	7	1	3	7	0

(2) 個別技術

Figure 2-22 に風力発電における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-23 に風力発電における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 2（ドローン等の活用）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の現場支援）において、評点は前年対比でおおむね増加している。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、設備の特殊性を考慮して、慎重に導入又は運用が進められていることがうかがわれるが、「電子保存」は積極的な導入展開が期待される。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては、KPI の一つである「空中ドローン」の導入が着実に進んでいる。今後も積極的な導入・運用が進むものと想定される。
- 設問 3（遠隔状態監視）においては、風力発電設備の運用実態から「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「温度関係センサー（温度計・熱電対等）」は前年時点で既に高い導入水準にあり、今年も順調に推移している。なお、「可視カメラ（目視）」の導入が進んでおり、トラブル時の確認作業や機械監視による点検の効率化等が進むものと推察される。
- 設問 4（遠隔制御）においては、全ての技術が前年時点で既に高い導入水準にあり、今年も順調に推移している。
- 設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、全ての技術が順調に推移しているが、KPI の一つである「ウェアラブルカメラ」は着実に導入が進んでいると思われ、今後も導入・運用が進むものと想定される。
- 設問 6（AI 活用の現場支援）においては、「データ分析による異常検知」の導入が大きく進んでおり、着実な取組が行われている。なお、AI 活用は依然として現場への適用には課題が多く山積している分野でもあり、データ解析を含めて慎重に進むものと思われる。

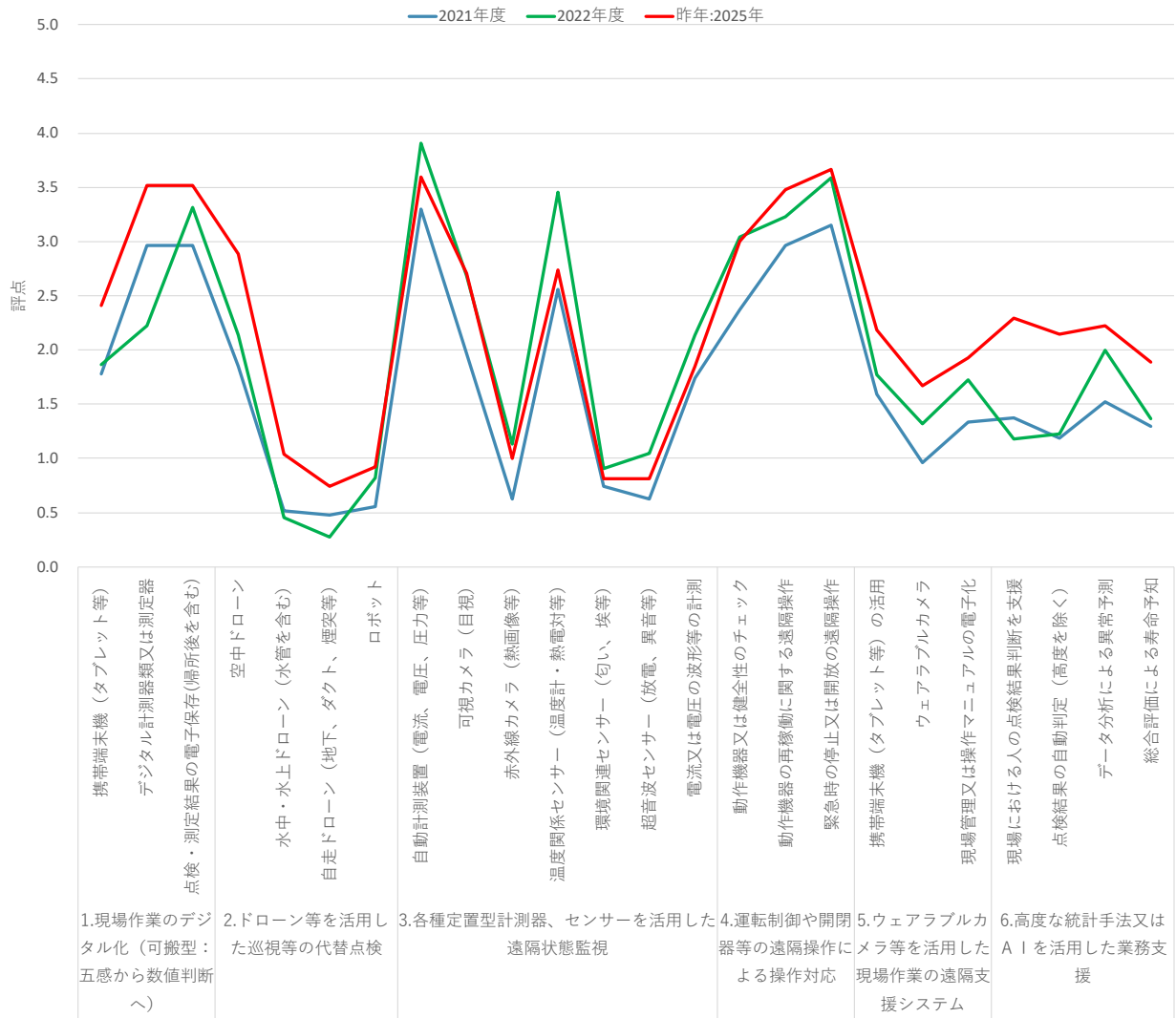


Figure 2-22 風力発電における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-22 風力発電における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1.現場作業のデジタル化 (可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機 (タブレット等)	1.8	1.9	0.1	2.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.0	2.2	-0.7	3.5
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	3.0	3.3	0.4	3.5
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	1.9	2.1	0.3	2.9
	水中・水上ドローン (水管を含む)	0.5	0.5	-0.1	1.0
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.5	0.3	-0.2	0.7
	ロボット	0.6	0.8	0.3	0.9
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	3.3	3.9	0.6	3.6
	可視カメラ (目視)	2.0	2.7	0.7	2.7
	赤外線カメラ (熱画像等)	0.6	1.1	0.5	1.0
	温度関係センサー (温度計・熱電対等)	2.6	3.5	0.9	2.7
	環境関連センサー (匂い、埃等)	0.7	0.9	0.2	0.8
	超音波センサー (放電、異音等)	0.6	1.0	0.4	0.8
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	電流又は電圧の波形等の計測	1.7	2.1	0.4	1.9
	動作機器又は健全性のチェック	2.4	3.0	0.7	3.0
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.0	3.2	0.3	3.5
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	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.1	3.6	0.4	3.7
	携帯端末機 (タブレット等) の活用	1.6	1.8	0.2	2.2
	ウェアラブルカメラ	1.0	1.3	0.4	1.7
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場管理又は操作マニュアルの電子化	1.3	1.7	0.4	1.9
	現場における人の点検結果判断を支援	1.4	1.2	-0.2	2.3
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	1.2	1.2	0.0	2.1
	データ分析による異常予測	1.5	2.0	0.5	2.2
	総合評価による寿命予知	1.3	1.4	0.1	1.9

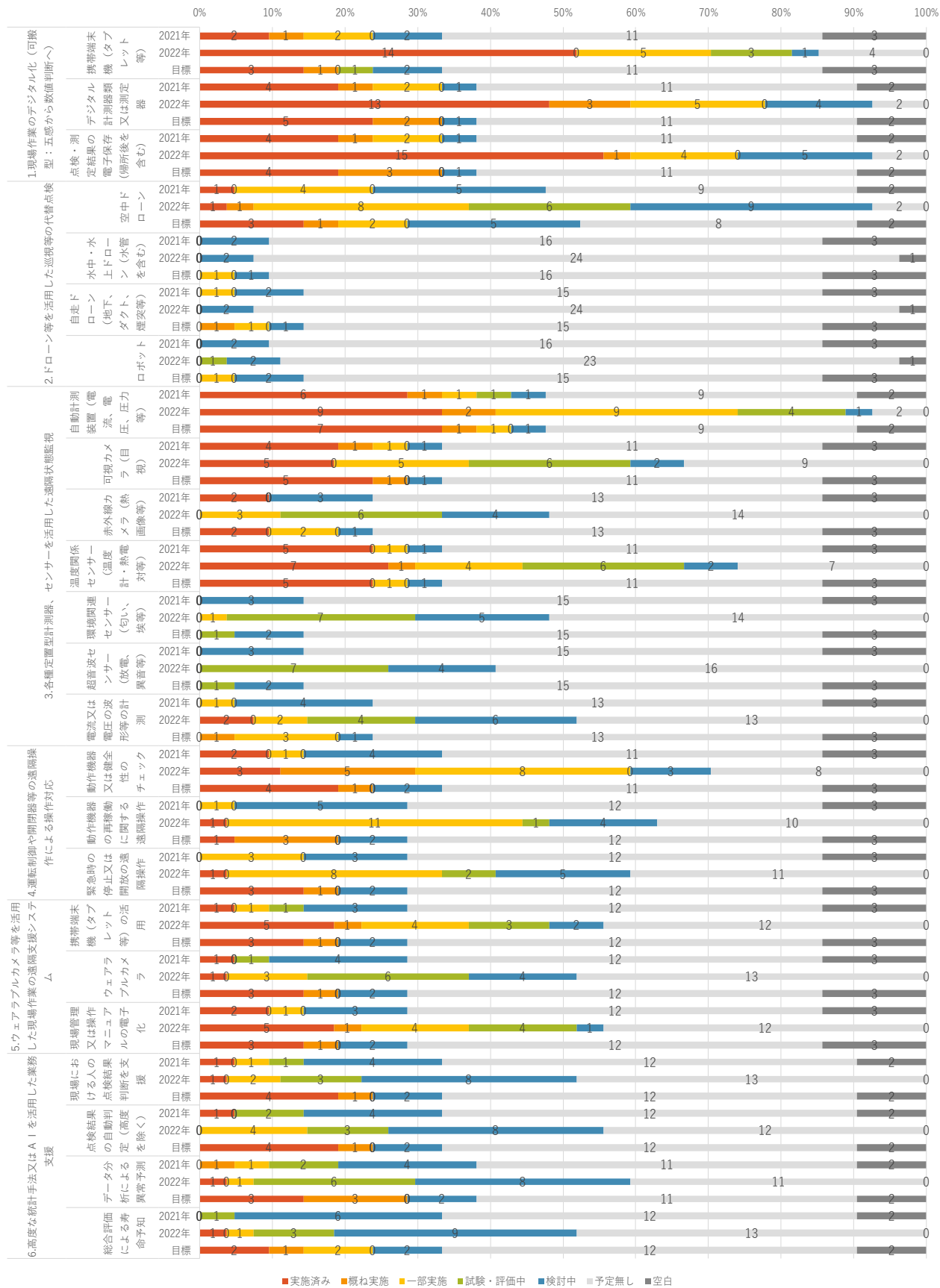


Figure 2-23 風力発電における個別技術活用の状況

Table 2-23 風力発電における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	3	2	4	2	9	3	4
		2022年	2	1	4	4	7	4	0
		目標	6	5	3	1	4	3	5
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	9	2	7	1	4	3	1
		2022年	4	1	4	4	5	3	1
		目標	12	7	1	1	2	3	1
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	10	1	6	1	6	1	2
		2022年	7	3	7	1	3	1	0
		目標	12	6	2	1	3	1	2
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	2	0	6	6	10	2	1
		2022年	3	0	5	6	5	3	0
		目標	5	7	6	2	3	2	2
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	0	0	0	1	12	7	7
		2022年	0	0	1	0	7	13	1
		目標	1	0	4	4	3	7	8
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	0	0	1	1	8	8	9
		2022年	0	0	0	2	2	17	1
		目標	1	0	3	1	4	8	10
ロボット	2021年	0	0	0	2	11	7	7	
	2022年	0	0	2	3	6	10	1	
	目標	2	0	1	3	6	7	8	
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	12	3	4	0	5	1	2
		2022年	11	5	2	1	3	0	0
		目標	13	5	2	2	2	1	2
	可視カメラ(目視)	2021年	5	0	5	2	9	1	5
		2022年	5	0	9	2	3	2	1
		目標	8	3	5	1	4	1	5
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	0	0	1	2	10	5	9
		2022年	0	0	5	2	6	8	1
		目標	2	1	1	2	6	5	10
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	2021年	10	1	3	0	6	3	4
		2022年	10	4	2	1	2	2	1
		目標	11	2	1	2	4	3	4
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	2	0	0	0	10	7	8
		2022年	2	0	1	1	5	12	1
		目標	2	0	1	1	7	7	9
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	0	0	0	2	13	5	7
		2022年	0	1	3	1	8	8	1
		目標	0	1	1	3	9	5	8
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	6	1	1	1	8	4	6	
	2022年	5	0	6	0	4	6	1	
	目標	7	1	1	1	6	4	7	
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	8	1	2	1	12	1	2
		2022年	7	2	6	1	4	1	1
		目標	10	3	4	1	5	1	3
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	12	1	2	0	10	2	0
		2022年	7	4	5	1	3	2	0
		目標	13	2	5	1	4	2	0
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	14	0	1	1	10	1	0
		2022年	12	1	3	1	4	1	0
		目標	15	2	3	1	5	1	0
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	5	0	2	0	12	2	6
		2022年	3	0	2	5	8	3	1
		目標	8	1	2	2	5	2	7
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	1	3	12	3	7
		2022年	2	0	1	4	8	6	1
		目標	4	1	4	2	5	3	8
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	3	0	3	0	12	2	7
		2022年	3	0	4	1	9	4	1
		目標	5	3	2	2	5	2	8
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	2	1	1	2	16	1	4
		2022年	0	0	3	5	7	6	1
		目標	5	3	5	2	6	1	5
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	1	1	1	1	18	1	4
		2022年	0	0	3	4	10	4	1
		目標	5	2	4	3	7	1	5
	データ分析による異常予測	2021年	3	1	2	1	14	2	4
		2022年	3	0	4	5	7	3	0
		目標	5	3	4	2	7	1	5
総合評価による寿命予知	2021年	3	1	0	1	14	2	6	
	2022年	2	0	1	3	11	3	2	
	目標	4	2	4	2	7	1	7	

(3) 設備別設問

Figure 2-24 に風力発電における遠隔異常確認技術の現状、Figure 2-25 に風力発電におけるドローン巡視点検技術の現状、Figure 2-26 に風力発電におけるブレード健全性診断技術、Figure 2-27 に風力発電における風力発電設備における現状の課題の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問1（遠隔異常確認技術）について、「⑥異常確認について、構内及び構外の複数の監視所で遠隔監視している」の回答が5割弱、「⑤構外の監視所で遠隔監視している」の回答が2割強と、構外からの遠隔監視の実施が併せて7割近くを占めており、業界内で遠隔監視による異常確認が推進されている状況がうかがわれる。
- 設問2（ドローン巡視点検技術）について、「④一部の定例巡視点検に活用」～「⑦災害時・非常時の状況確認に活用している」と回答した事業者は、いずれも2割に満たず、現時点ではドローンの巡視点検技術の活用は、限定的であることがうかがわれる。風力発電設備は、広大な敷地に点在あるいは洋上に設置されることが多いことから、自動航行技術の開発や運用基準などの整備により、今後導入促進されることが期待される。
- 設問3（ブレード健全性診断技術）について、8割以上の事業者が「②カメラ映像解析による損傷確認」を効果的な診断技術だと思いと回答しており、次に「⑤ドローン搭載型の可搬型検査機器」と「⑦雷電流等の感知・測定とAI活用によるデータ解析・損傷状況予測」の回答が4割以上と、期待が高い結果となった。その他の技術についても3割前後の回答があることから、ブレードの健全性診断の技術開発に期待が高いことがうかがわれる。
- 設問4（風力発電設備における現状の課題）について、風力発電設備の特殊性から「④保守・メンテナンス費用の削減又は保守事業者の確保」との回答は5割強、続いて「⑦遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保」との回答が5割、「⑥後付けのセンサー類や計測装置の設置」との回答が4割という結果となった。大型洋上風力発電設備の拡大に向けて、官民で協力して課題解決を急ぐ必要があると思われる。

遠隔異常確認技術

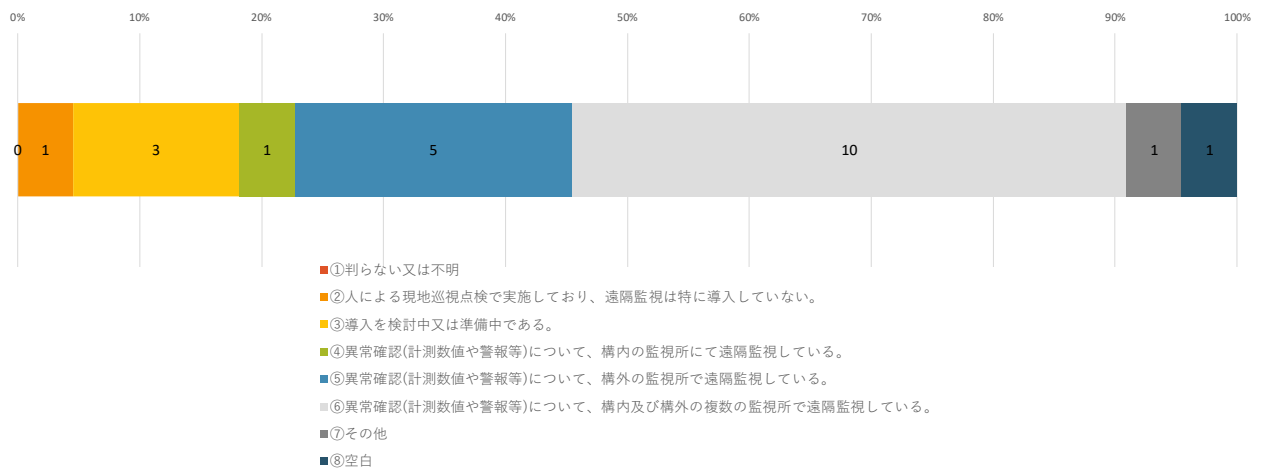


Figure 2-24 風力発電における遠隔異常確認技術の現状

Table 2-24 風力発電における遠隔異常確認技術の現状

内容	回答数	構成率
①判らない又は不明	0	0.0%
②人による現地巡視点検で実施しており、遠隔監視は特に導入していない。	1	4.5%
③導入を検討中又は準備中である。	3	13.6%
④異常確認(計測数値や警報等)について、構内の監視所にて遠隔監視している。	1	4.5%
⑤異常確認(計測数値や警報等)について、構外の監視所で遠隔監視している。	5	22.7%
⑥異常確認(計測数値や警報等)について、構内及び構外の複数の監視所で遠隔監視している。	10	45.5%
⑦その他	1	4.5%
⑧空白	1	4.5%

ドローン巡視点検技術

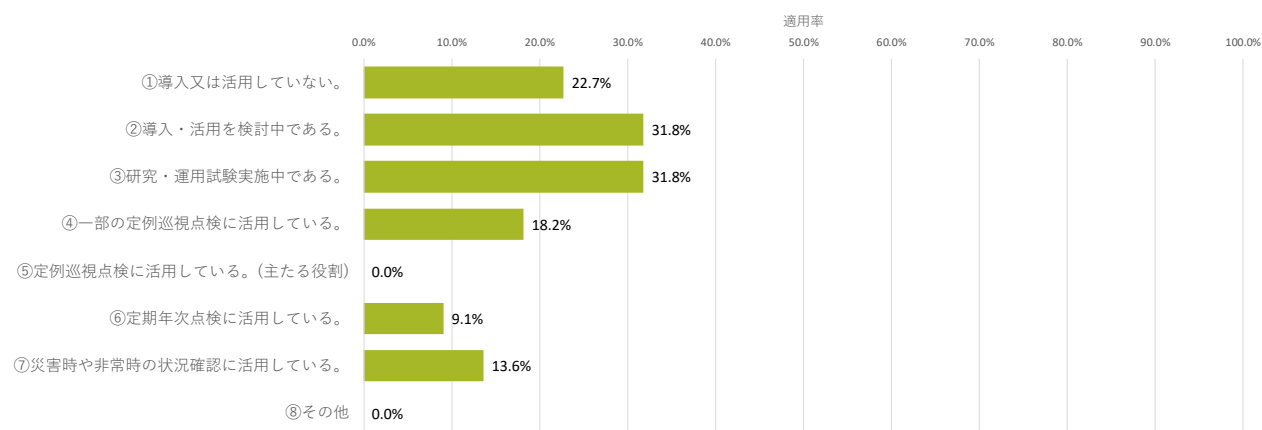


Figure 2-25 風力発電におけるドローン巡視点検技術の現状

Table 2-25 風力発電におけるドローン巡視点検技術の現状

内容	回答数	適用率
①導入又は活用していない。	5	22.7%
②導入・活用を検討中である。	7	31.8%
③研究・運用試験実施中である。	7	31.8%
④一部の定例巡視点検に活用している。	4	18.2%
⑤定例巡視点検に活用している。(主たる役割)	0	0.0%
⑥定期年次点検に活用している。	2	9.1%
⑦災害時や非常時の状況確認に活用している。	3	13.6%
⑧その他	0	0.0%

ブレード健全性診断技術

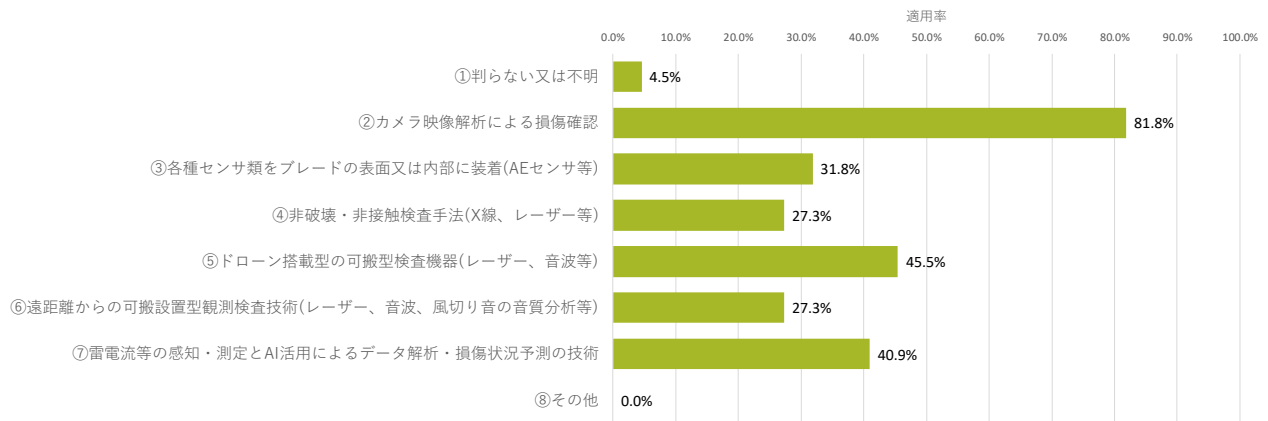


Figure 2-26 風力発電におけるブレード健全性診断技術に対する期待

Table 2-26 風力発電におけるブレード健全性診断技術に対する期待

内容	回答数	適用率
①判らない又は不明	1	4.5%
②カメラ映像解析による損傷確認	18	81.8%
③各種センサ類をブレードの表面又は内部に装着(AEセンサ等)	7	31.8%
④非破壊・非接触検査手法(X線、レーザー等)	6	27.3%
⑤ドローン搭載型の可搬型検査機器(レーザー、音波等)	10	45.5%
⑥遠距離からの可搬設置型観測検査技術(レーザー、音波、風切り音の音質分析)	6	27.3%
⑦雷電流等の感知・測定とAI活用によるデータ解析・損傷状況予測の技術	9	40.9%
⑧その他	0	0.0%

風力発電設備における現状の課題

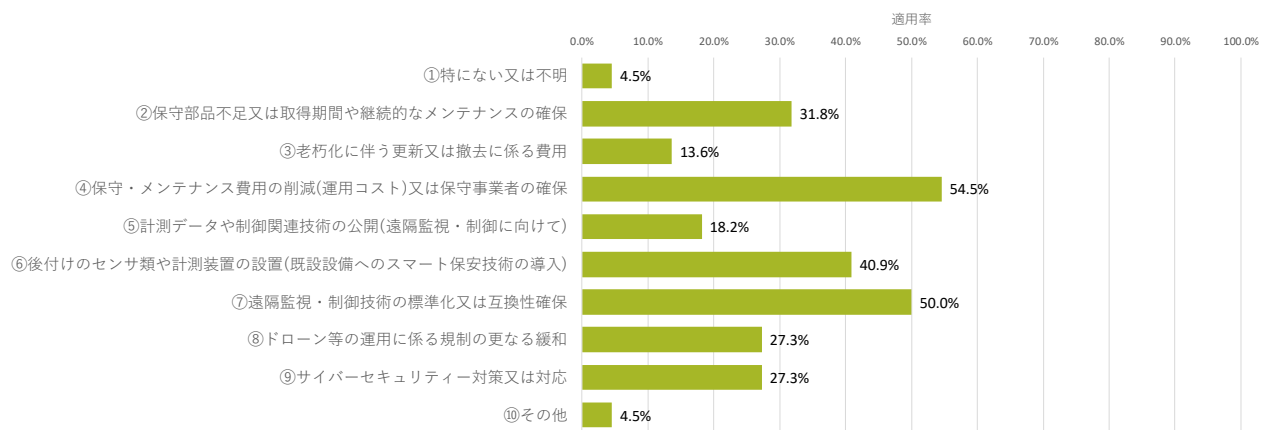


Figure 2-27 風力発電における風力発電設備における現状の課題の現状

Table 2-27 風力発電における風力発電設備における現状の課題の現状

内容	回答数	適用率
①特になし又は不明	1	4.5%
②保守部品不足又は取得期間や継続的なメンテナンスの確保	7	31.8%
③老朽化に伴う更新又は撤去に係る費用	3	13.6%
④保守・メンテナンス費用の削減(運用コスト)又は保守事業者の確保	12	54.5%
⑤計測データや制御関連技術の公開(遠隔監視・制御に向けて)	4	18.2%
⑥後付けのセンサ類や計測装置の設置(既設設備へのスマート保安技術の導入)	9	40.9%
⑦遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保	11	50.0%
⑧ドローン等の運用に係る規制の更なる緩和	6	27.3%
⑨サイバーセキュリティー対策又は対応	6	27.3%
⑩その他	1	4.5%

2.3.4 太陽電池発電

(1) 人材育成

Figure 2-28 に太陽電池発電における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-29 に太陽電池発電における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-30 に太陽電池発電における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）、設問 4（リーダー育成） 及び 設問 5（外部人材支援）とも、実施状況に変動はあるものの、前年対比で比較的大きな進展が見られ、着実に進捗しているものと思われる。
- 設問 3（スマート人材）については、前年対比で評点が同程度であり、事業者のスマート保安人材確保に苦慮している実態が反映されているものと想定される。
- 全ての項目において、2021 年に引き続き、2022 年も「予定無し」の回答が全体の半数近くを占める結果となった。これは、太陽電池発電設備においては、高圧受電の割合が大きいことから、投資目的の事業者が多数を占めことや、電気主任技術者を外部委託していることが影響しているものと推察している。

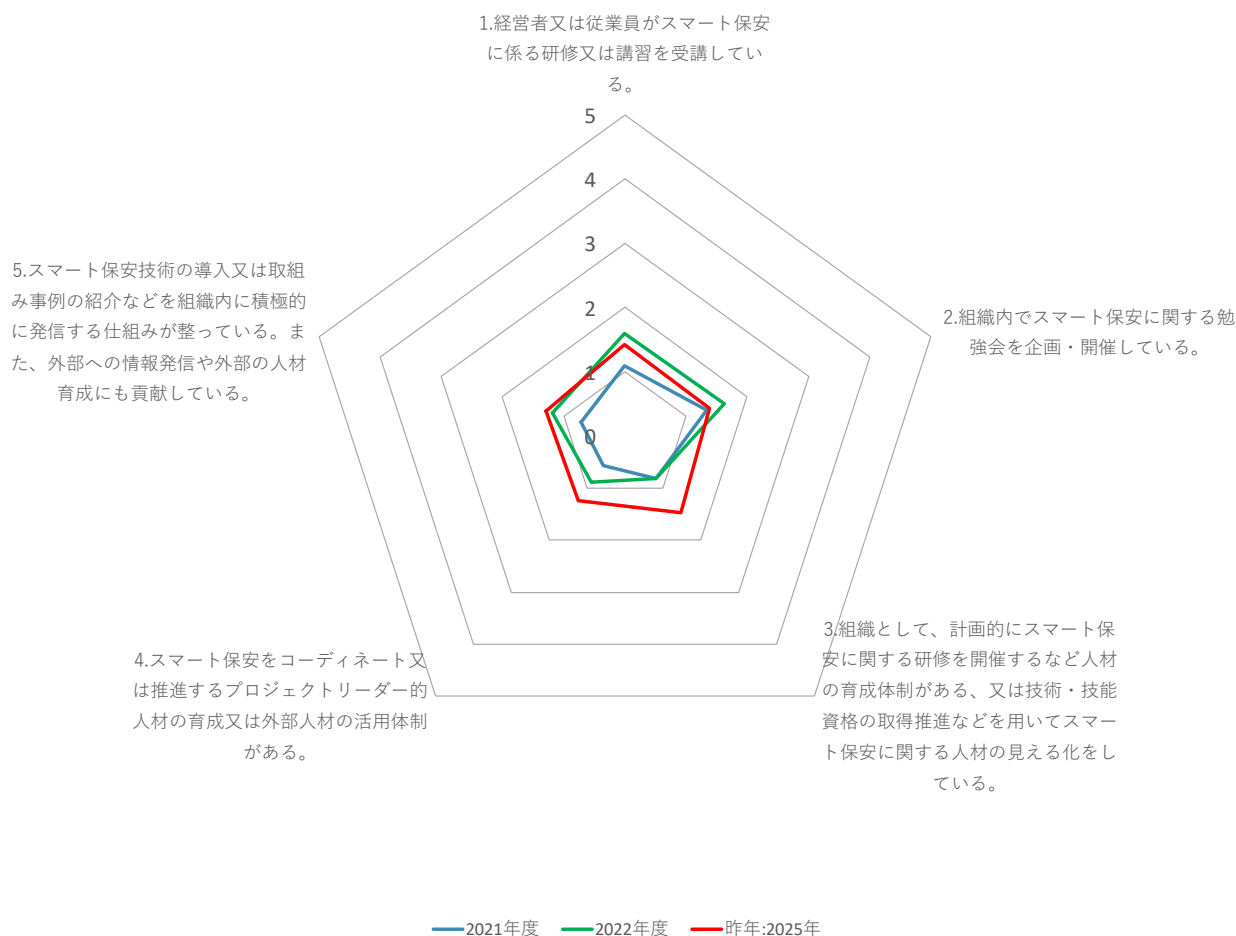


Figure 2-28 太陽電池発電における人材育成の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-28 太陽電池発電における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1.経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	1.1	1.6	0.5	1.4	2.4
2.組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	1.3	1.6	0.3	1.4	2.6
3.組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	0.8	0.8	0.0	1.5	1.9
4.スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	0.6	0.9	0.3	1.2	2.0
5.スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	0.7	1.2	0.5	1.3	1.9

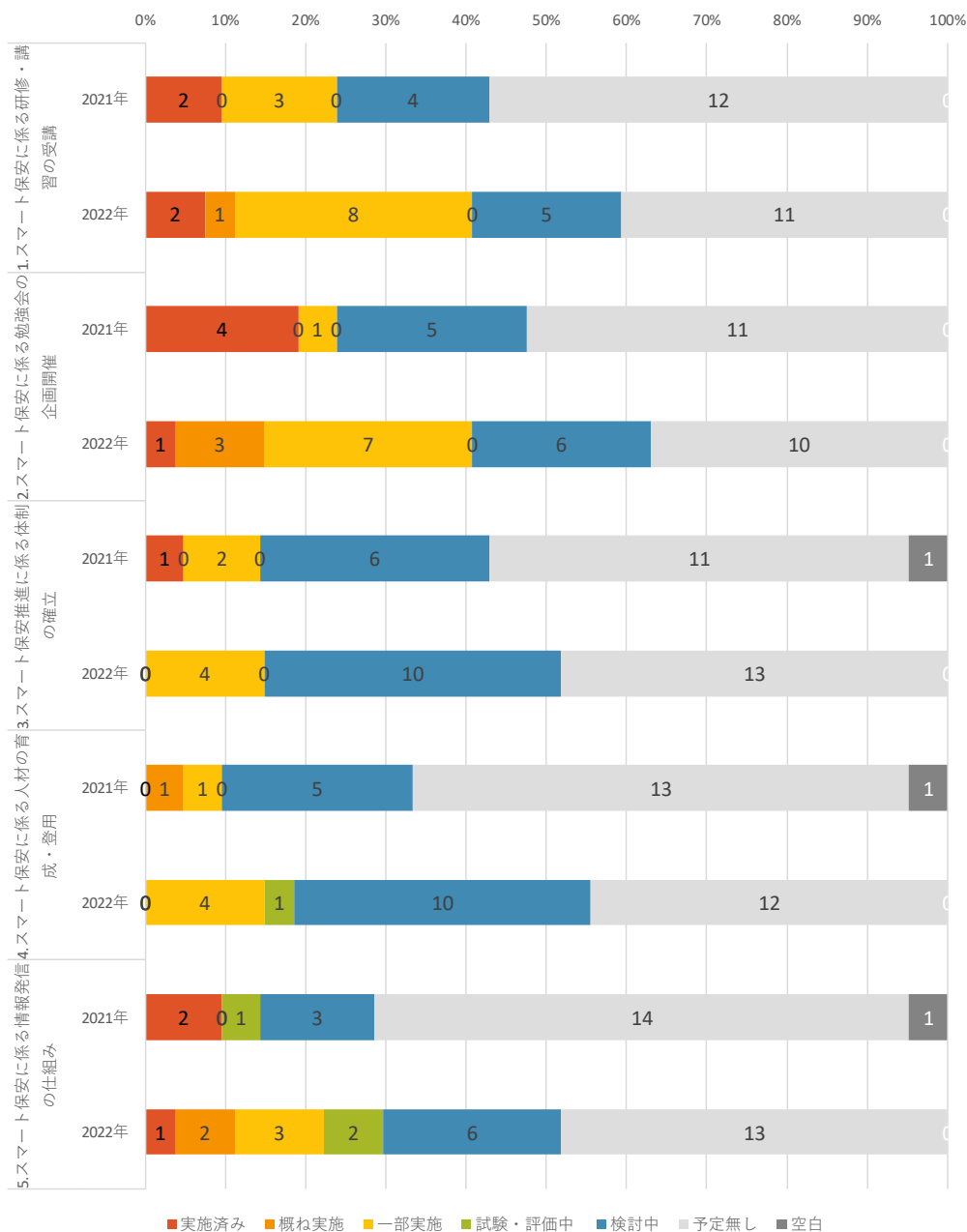


Figure 2-29 太陽電池発電における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-29 太陽電池発電における人材育成の現時点の取組状況

内容	年	現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	2	0	3	0	4	12	0
	2022年	2	1	8	0	5	11	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	4	0	1	0	5	11	0
	2022年	1	3	7	0	6	10	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	1	0	2	0	6	11	1
	2022年	0	4	0	0	10	13	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	0	1	1	0	5	13	1
	2022年	0	0	4	1	10	12	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	2	0	0	1	3	14	1
	2022年	1	2	3	2	6	13	0

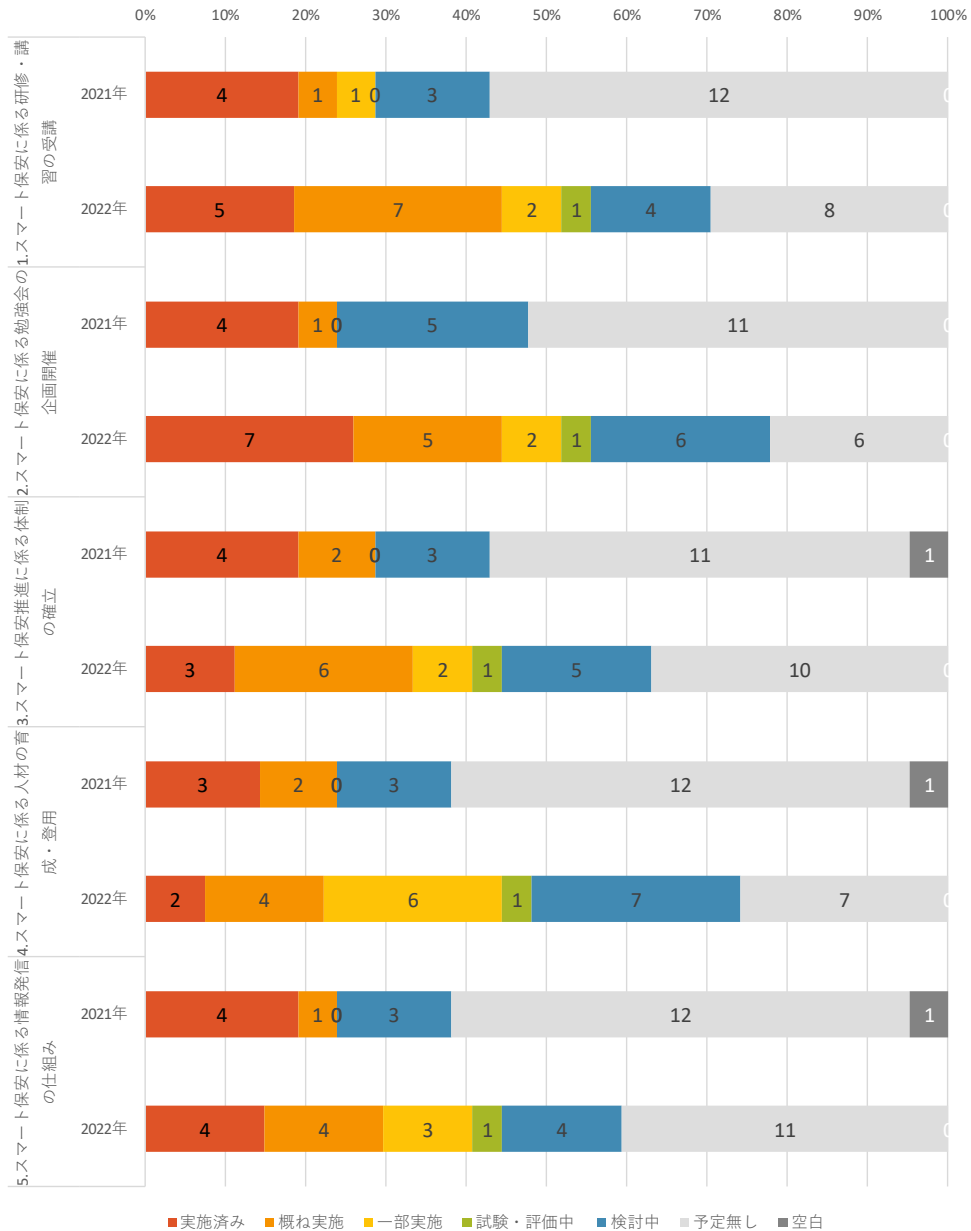


Figure 2-30 太陽電池発電における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-30 太陽電池発電における人材育成の2025年の取組状況

内容		2025年の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	4	1	1	0	3	12	0
	2022年	5	7	2	1	4	8	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	4	1	0	0	5	11	0
	2022年	7	5	2	1	6	6	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	4	2	0	0	3	11	1
	2022年	3	6	2	1	5	10	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	3	2	0	0	3	12	1
	2022年	2	4	6	1	7	7	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	4	1	0	0	3	12	1
	2022年	4	4	3	1	4	11	0

(2) 個別技術

Figure 2-31 に太陽電池発電における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-32 に太陽電池発電における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 太陽電池発電設備は、電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者が保安管理している割合が大きく、その時の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。
2022 年はスマート保安への関心度の高い電気保安法人の回答数が増加した関係で、多くの保安技術において、2021 年に比較して評点が大きくなっているところが見られる。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 2（ドローン等の活用）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の現場支援）について、強弱はあるもののいずれの評点も前年対比でおおむね増加している。
- 「携帯端末機（タブレット等）」、「点検・測定結果の電子保存（帰所後を含む）」及び「空中ドローン」の評点は前年対比で大きく伸びており、KPI と関係する分野の個別技術活用が特に推進されていることがうかがわれる。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においてはいずれの項目も前年対比で飛躍的に大きく導入が進んでいる。今後も順調な導入展開が行われると想定される。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては、太陽電池発電所の設置環境の関係で「空中ドローン」の導入が大きく進んでいる。その他の技術については、活用できる環境が限定的であり、一部環境において導入・運用が進むものと想定される。
- 設問 3（遠隔状態監視）においては太陽電池発電設備の運用実態から「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサー（温度計・熱電対等）」は前年時点においても高い導入水準にあったが、今年は更に導入が推進されている。今後も遠隔状態監視の導入が進み、効率化が推進されることがうかがわれる。
- 設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、いずれの項目も強弱はあるものの大きな進捗が見られる。今後も順調な進捗が期待される。
- 設問 6（AI 活用の現場支援）においては、いずれの項目も前年対比で僅かな進捗となっているが、AI 活用への取組が地道に実施されていることがうかがわれる。データ解析による設備の健全性診断や、効果的な発電量の管理など、AI 活用による業務効率化や設備管理の簡素化が可能と思われるので、今後の取組が期待される。

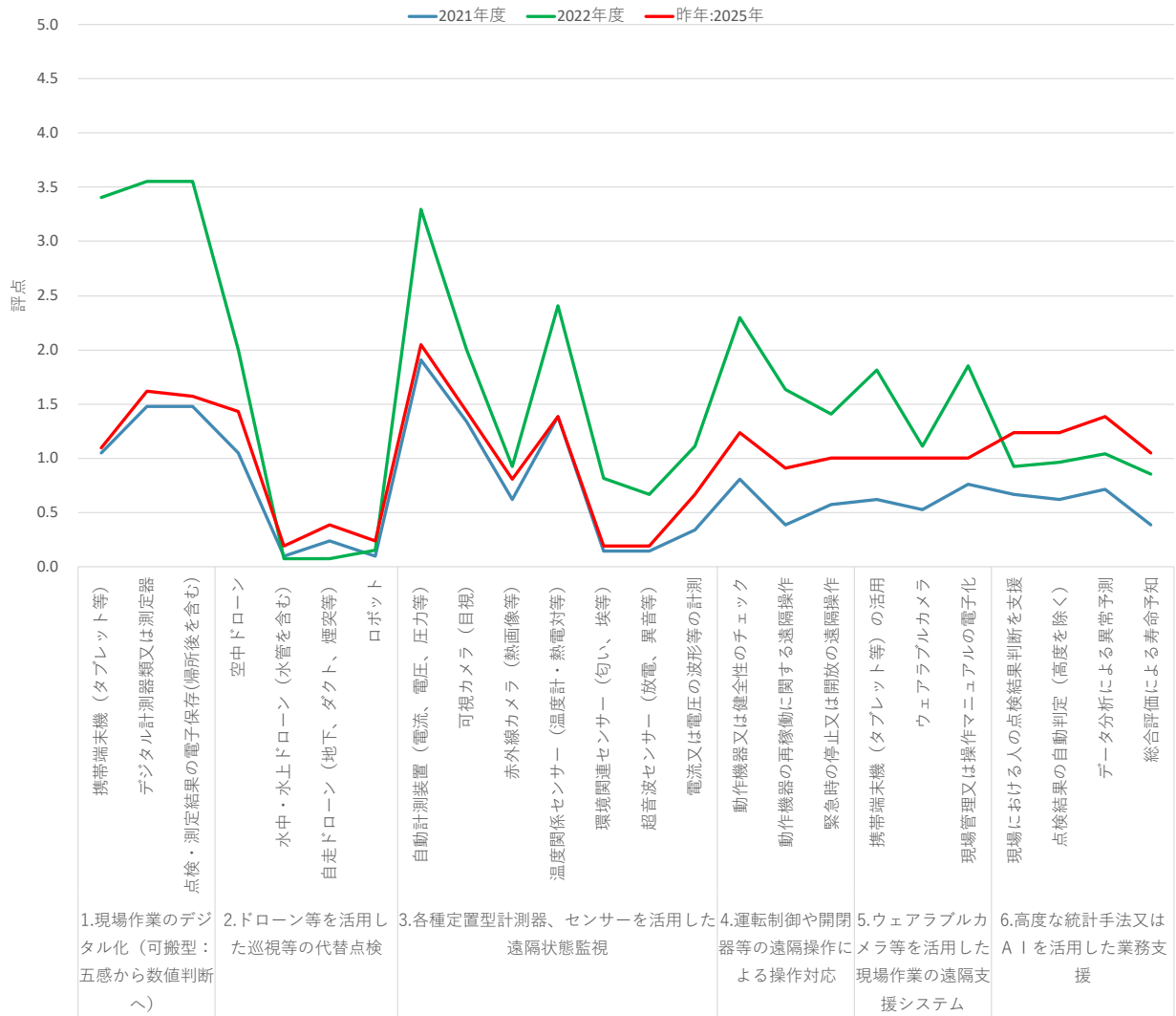


Figure 2-31 太陽電池発電における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-31 太陽電池発電における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	1.0	3.4	2.4	1.1
	デジタル計測器類又は測定器	1.5	3.6	2.1	1.6
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	1.5	3.6	2.1	1.6
	空中ドローン	1.0	2.0	1.0	1.4
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	水中・水上ドローン(水管を含む)	0.1	0.1	-0.0	0.2
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	0.2	0.1	-0.2	0.4
	ロボット	0.1	0.1	0.1	0.2
	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	1.9	3.3	1.4	2.0
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	可視カメラ(目視)	1.3	2.0	0.7	1.4
	赤外線カメラ(熱画像等)	0.6	0.9	0.3	0.8
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	1.4	2.4	1.0	1.4
	環境関連センサー(匂い、埃等)	0.1	0.8	0.7	0.2
	超音波センサー(放電、異音等)	0.1	0.7	0.5	0.2
	電流又は電圧の波形等の計測	0.3	1.1	0.8	0.7
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	0.8	2.3	1.5	1.2
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	0.4	1.6	1.2	0.9
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	0.6	1.4	0.8	1.0
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	0.6	1.8	1.2	1.0
	ウェアラブルカメラ	0.5	1.1	0.6	1.0
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	0.8	1.9	1.1	1.0
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	0.7	0.9	0.3	1.2
	点検結果の自動判定(高度を除く)	0.6	1.0	0.3	1.2
	データ分析による異常予測	0.7	1.0	0.3	1.4
	総合評価による寿命予測	0.4	0.9	0.5	1.0

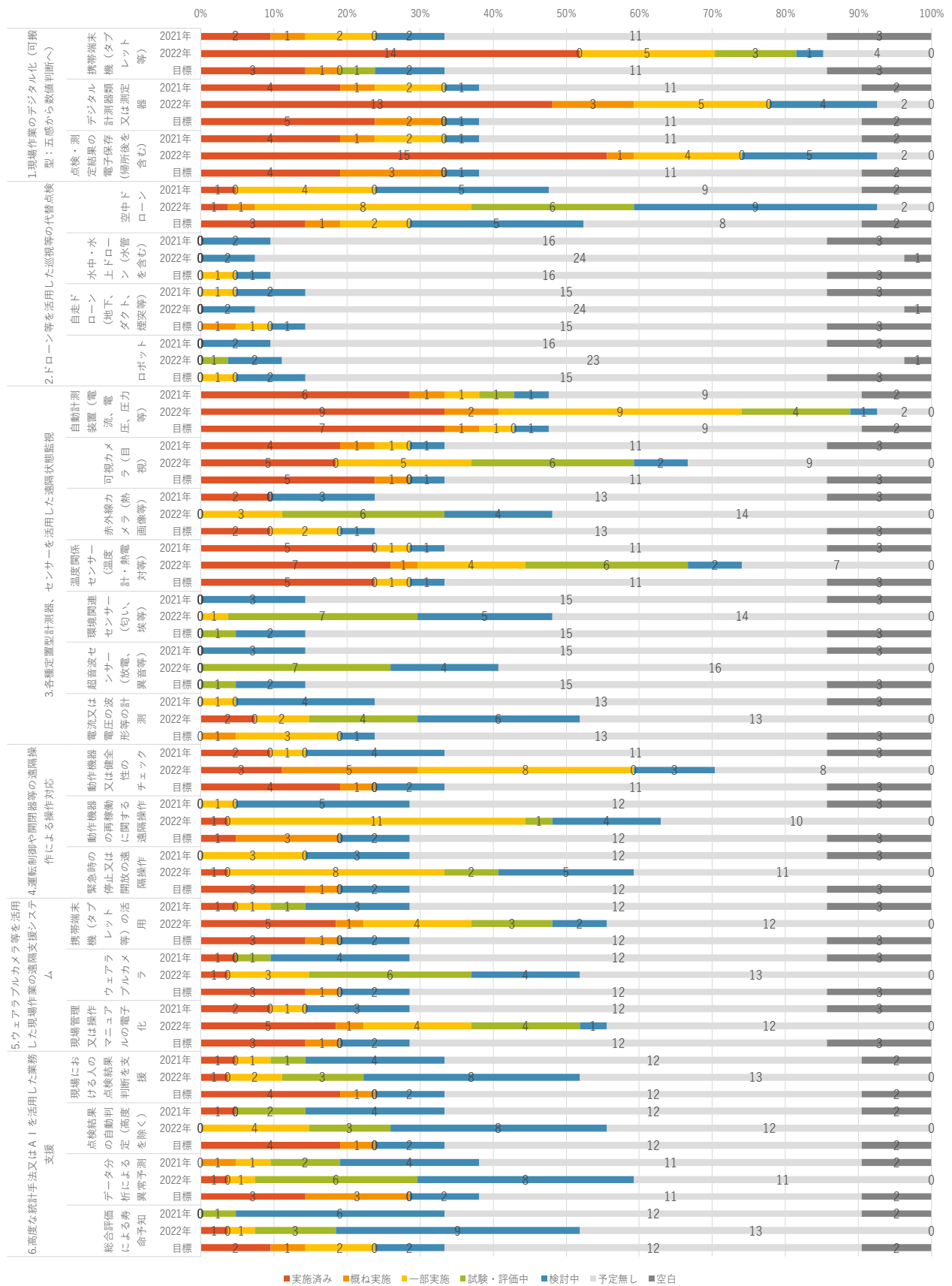


Figure 2-32 太陽電池発電における個別技術活用の状況

Table 2-32 太陽電池発電における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	2	1	2	0	2	11	3
		2022年	14	0	5	3	1	4	0
		目標	3	1	0	1	2	11	3
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	4	1	2	0	1	11	2
		2022年	13	3	5	0	4	2	0
		目標	5	2	0	0	1	11	2
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	4	1	2	0	1	11	2
		2022年	15	1	4	0	5	2	0
		目標	4	3	0	0	1	11	2
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	1	0	4	0	5	9	2
		2022年	1	1	8	6	9	2	0
		目標	3	1	2	0	5	8	2
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	0	0	0	0	2	16	3
		2022年	0	0	0	0	2	24	1
		目標	0	0	1	0	1	16	3
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	0	0	1	0	2	15	3
		2022年	0	0	0	0	2	24	1
		目標	0	1	1	0	1	15	3
	ロボット	2021年	0	0	0	0	2	16	3
		2022年	0	0	0	1	2	23	1
		目標	0	0	1	0	2	15	3
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	6	1	1	1	1	9	2
		2022年	9	2	9	4	1	2	0
		目標	7	1	1	0	1	9	2
	可視カメラ(目視)	2021年	4	1	1	0	1	11	3
		2022年	5	0	5	6	2	9	0
		目標	5	1	0	0	1	11	3
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	2	0	0	0	3	13	3
		2022年	0	0	3	6	4	14	0
		目標	2	0	2	0	1	13	3
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	2021年	5	0	1	0	1	11	3
		2022年	7	1	4	6	2	7	0
		目標	5	0	1	0	1	11	3
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	0	0	0	0	3	15	3
		2022年	0	0	1	7	5	14	0
		目標	0	0	0	1	2	15	3
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	0	0	0	0	3	15	3
		2022年	0	0	0	7	4	16	0
		目標	0	0	0	1	2	15	3
	電流又は電圧の波形等の計測	2021年	0	0	1	0	4	13	3
		2022年	2	0	2	4	6	13	0
		目標	0	1	3	0	1	13	3
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	2	0	1	0	4	11	3
		2022年	3	5	8	0	3	8	0
		目標	4	1	0	0	2	11	3
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	0	0	1	0	5	12	3
		2022年	1	0	11	1	4	10	0
		目標	1	3	0	0	2	12	3
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	0	0	3	0	3	12	3
		2022年	1	0	8	2	5	11	0
		目標	3	1	0	0	2	12	3
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	1	0	1	1	3	12	3
		2022年	5	1	4	3	2	12	0
		目標	3	1	0	0	2	12	3
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	0	1	4	12	3
		2022年	1	0	3	6	4	13	0
		目標	3	1	0	0	2	12	3
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	2	0	1	0	3	12	3
		2022年	5	1	4	4	1	12	0
		目標	3	1	0	0	2	12	3
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	1	0	1	1	4	12	2
		2022年	1	0	2	3	8	13	0
		目標	4	1	0	0	2	12	2
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	1	0	0	2	4	12	2
		2022年	0	0	4	3	8	12	0
		目標	4	1	0	0	2	12	2
	データ分析による異常予測	2021年	0	1	1	2	4	11	2
		2022年	1	0	1	6	8	11	0
		目標	3	3	0	0	2	11	2
	総合評価による寿命予知	2021年	0	0	0	1	6	12	2
		2022年	1	0	1	3	9	13	0
		目標	2	1	2	0	2	12	2

(3) 設備別設問

Figure 2-33 に太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用の現状、Figure 2-34 に太陽電池発電における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状、Figure 2-35 に太陽電池発電における遠隔常時監視の普及の現状、Figure 2-36 に太陽電池発電における PCS 遠隔復帰の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（巡視・点検でのドローン・ロボットの活用）について、「①活用を考えていない又は不明」との回答は 1 割弱と少なく、「②活用に向けて検討中」の回答が 5 割、「③開発中又は運用試験中」の回答が 3 割弱となっており、ドローン・ロボットを業務に活用したいというニーズが高いことがうかがえる。活用事例として最も多いのは「⑤モジュールの発電不具合箇所の抽出」が 3 割、続いて「⑥パネル清掃・除草等の補助業務」が 1 割弱となっており、保守点検よりも保全業務に活用されていることがうかがえる。
- 設問 2（点検・計測結果の電子保存及び活用状況）について、「③電子データ化や電子データ保存はしているが、データ活用はしていない又は活用できていない」と回答した事業者が 6 割程度あった一方で、「⑤電子データを活用して発電量等の管理のために閲覧や統計分析を実施」との回答が 4 割弱、「⑥異常個所の抽出又は異常予兆の自動検知を実施」との回答が 1 割程度あり、今後、着実にデータ活用が進んでいくと想定される。
- 設問 3（遠隔常時監視の普及）について、9 割の事業者が「④PCS 等の警報データが閲覧又は通知メール等により確認することが出来る」と回答しており、また、8 割弱の事業者が「③計測データの閲覧監視を実施」と回答していることから、多くの事業者が何らかの監視を実施していると思われる。ただし、「⑤監視センターで運転状況を常時監視」、「⑥監視センターで遠隔制御を実施・可能である」の回答は 3 割程度に留まり、今後の導入促進が期待される。
- 設問 4（PCS 遠隔復帰）について、運用しているとの回答も一部あるが、ほとんどの事業者において、一般送配電事業者との運用ルールにより制限があることから、現時点では困難であると想定される。今後、安全性と PCS 構造及び効率化等を総合的に評価し、実施に向けた検討が進められることが期待される。

巡視・点検でのドローン・ロボットの活用

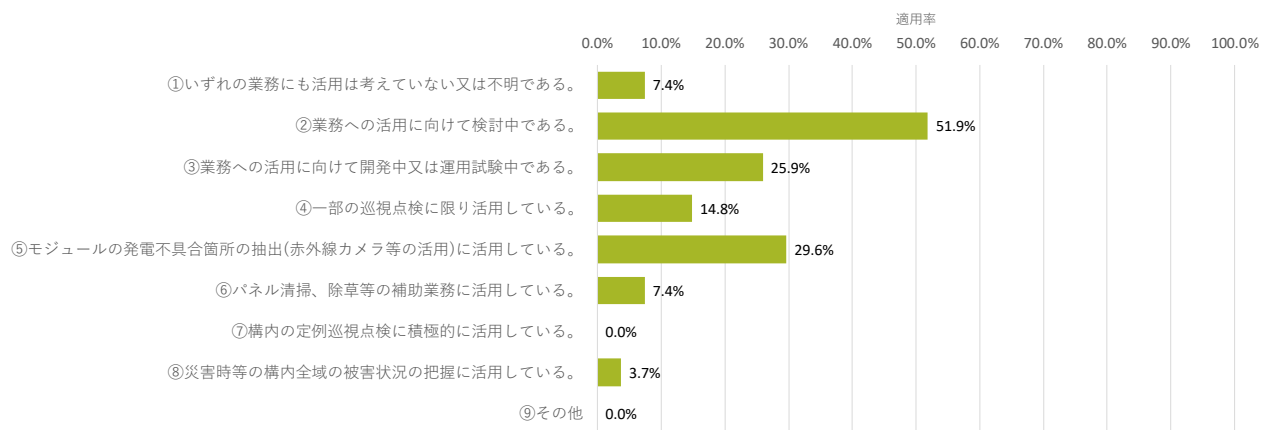


Figure 2-33 太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用の現状

Table 2-33 太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも活用は考えていない又は不明である。	2	7.4%
②業務への活用に向けて検討中である。	14	51.9%
③業務への活用に向けて開発中又は運用試験中である。	7	25.9%
④一部の巡視点検に限り活用している。	4	14.8%
⑤モジュールの発電不具合箇所の抽出(赤外線カメラ等の活用)に活用している。	8	29.6%
⑥パネル清掃、除草等の補助業務に活用している。	2	7.4%
⑦構内の定例巡視点検に積極的に活用している。	0	0.0%
⑧災害時等の構内全域の被害状況の把握に活用している。	1	3.7%
⑨その他	0	0.0%

点検・計測結果の電子保存及び活用状況

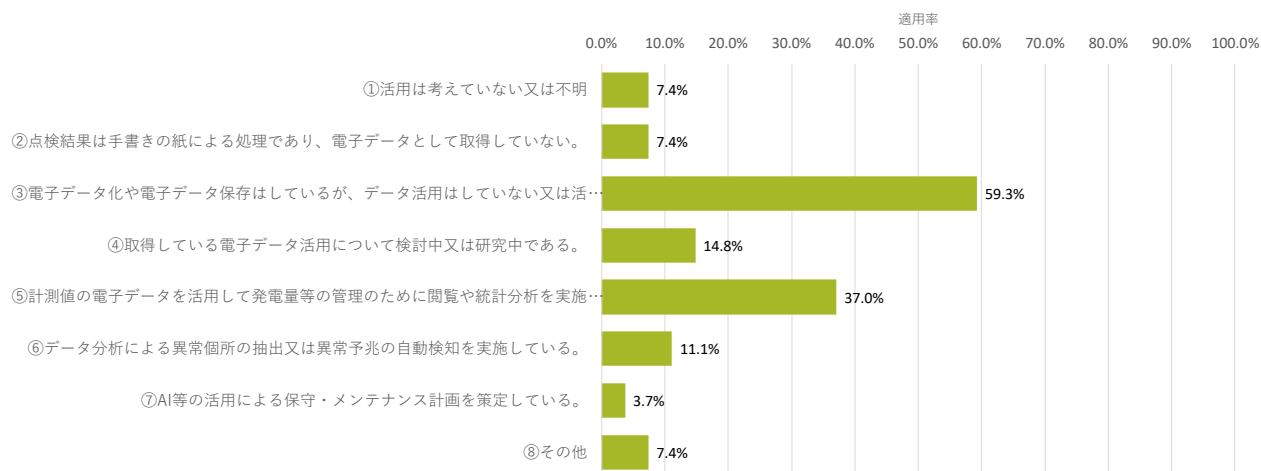


Figure 2-34 太陽電池発電における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状

Table 2-34 太陽電池発電における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状

内容	回答数	適用率
①活用は考えていない又は不明	2	7.4%
②点検結果は手書きの紙による処理であり、電子データとして取得していない。	2	7.4%
③電子データ化や電子データ保存はしているが、データ活用はしていない又は活用できていない。	16	59.3%
④取得している電子データ活用について検討中又は研究中である。	4	14.8%
⑤計測値の電子データを活用して発電量等の管理のために閲覧や統計分析を実施している。	10	37.0%
⑥データ分析による異常個所の抽出又は異常予兆の自動検知を実施している。	3	11.1%
⑦AI等の活用による保守・メンテナンス計画を策定している。	1	3.7%
⑧その他	2	7.4%

遠隔常時監視の普及

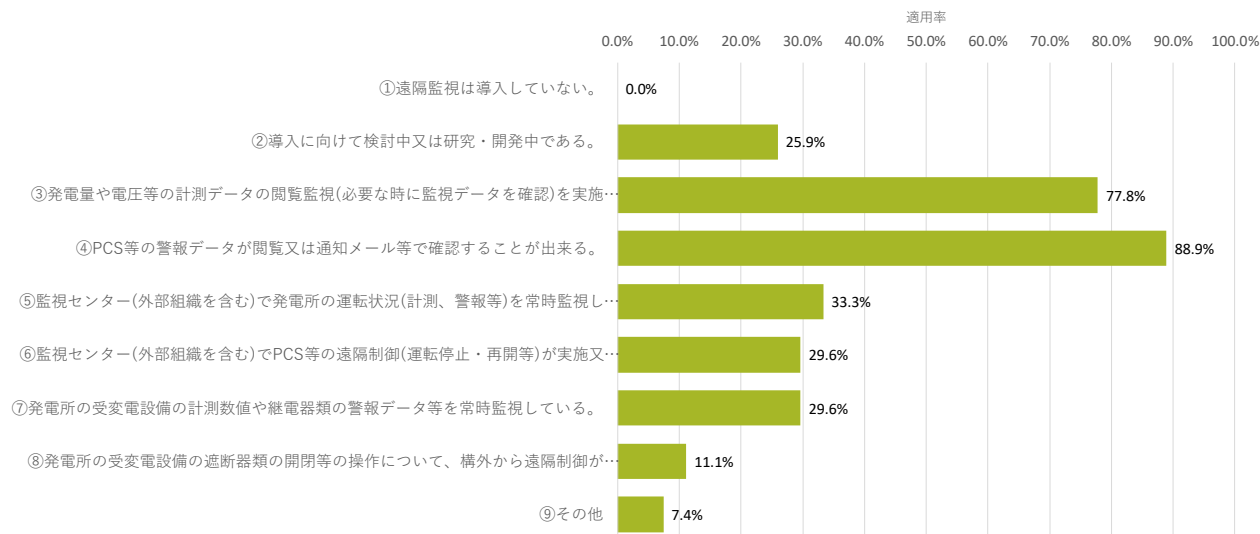


Figure 2-35 太陽電池発電における遠隔常時監視の普及の現状

Table 2-35 太陽電池発電における遠隔常時監視の普及の現状

内容	回答数	適用率
①遠隔監視は導入していない。	0	0.0%
②導入に向けて検討中又は研究・開発中である。	7	25.9%
③発電量や電圧等の計測データの閲覧監視(必要な時に監視データを確認)を実施している。	21	77.8%
④PCS等の警報データが閲覧又は通知メール等で確認することが出来る。	24	88.9%
⑤監視センター(外部組織を含む)で発電所の運転状況(計測、警報等)を常時監視している。	9	33.3%
⑥監視センター(外部組織を含む)でPCS等の遠隔制御(運転停止・再開等)が実施又は可能である。	8	29.6%
⑦発電所の受変電設備の計測数値や継電器類の警報データ等を常時監視している。	8	29.6%
⑧発電所の受変電設備の遮断器類の開閉等の操作について、構外から遠隔制御が実施又は可能である。	3	11.1%
⑨その他	2	7.4%

PCS 遠隔復帰

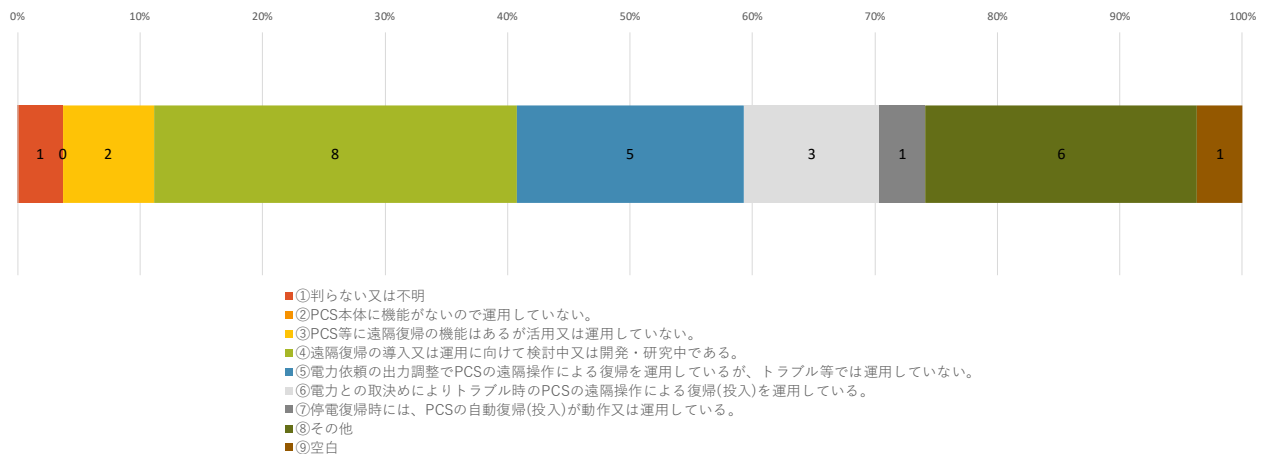


Figure 2-36 太陽電池発電における PCS 遠隔復帰の現状

Table 2-36 太陽電池発電における PCS 遠隔復帰の現状

内容	回答数	構成率
①判らない又は不明	1	3.7%
②PCS本体に機能がないので運用していない。	0	0.0%
③PCS等に遠隔復帰の機能はあるが活用又は運用していない。	2	7.4%
④遠隔復帰の導入又は運用に向けて検討中又は開発・研究中である。	8	29.6%
⑤電力依頼の出力調整でPCSの遠隔操作による復帰を運用しているが、トラブル等では運用していない。	5	18.5%
⑥電力との取決めによりトラブル時のPCSの遠隔操作による復帰(投入)を運用している。	3	11.1%
⑦停電復帰時には、PCSの自動復帰(投入)が動作又は運用している。	1	3.7%
⑧その他	6	22.2%
⑨空白	1	3.7%

2.3.5 送配電・変電所

Figure 2-37 に送配電・変電所における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-38 に送配電・変電所における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-39 に送配電・変電所における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）、設問 3（スマート人材）、設問 4（リーダー育成）及び設問 5（外部人材支援）とも、2021 年は取組状況に強弱があったが、2022 年は多少の差はあるものの非常にバランスがとれており、またレベルの高い取組状況となっている。
- 設問 2（社内勉強会）、設問 4（リーダー育成）及び設問 5（外部人材支援）については、前年対比で大きく進展し、既に 2025 年の目標値を超えてはいるが、今後も着実な進展が想定される。
- 設問 1（講習受講）については、前年対比で、「実施済み」の回答割合が減り、「一部実施」の回答割合が増える結果となった。原因として、事業者が年間計画の研修において現状では実施途中であること又は既に主たる研修が終了していると事業者が判断したことや、あるいは単純に回答者の判断基準の違いが表れたことが想定されるが、高い評点を維持していることから影響はないと思われる。なお、他の電気設備においては、既にスマート保安に関する研修等は受講終了しており、今年は計画が無いので「予定無し」と回答したとのご意見もあった。

(1) 人材育成

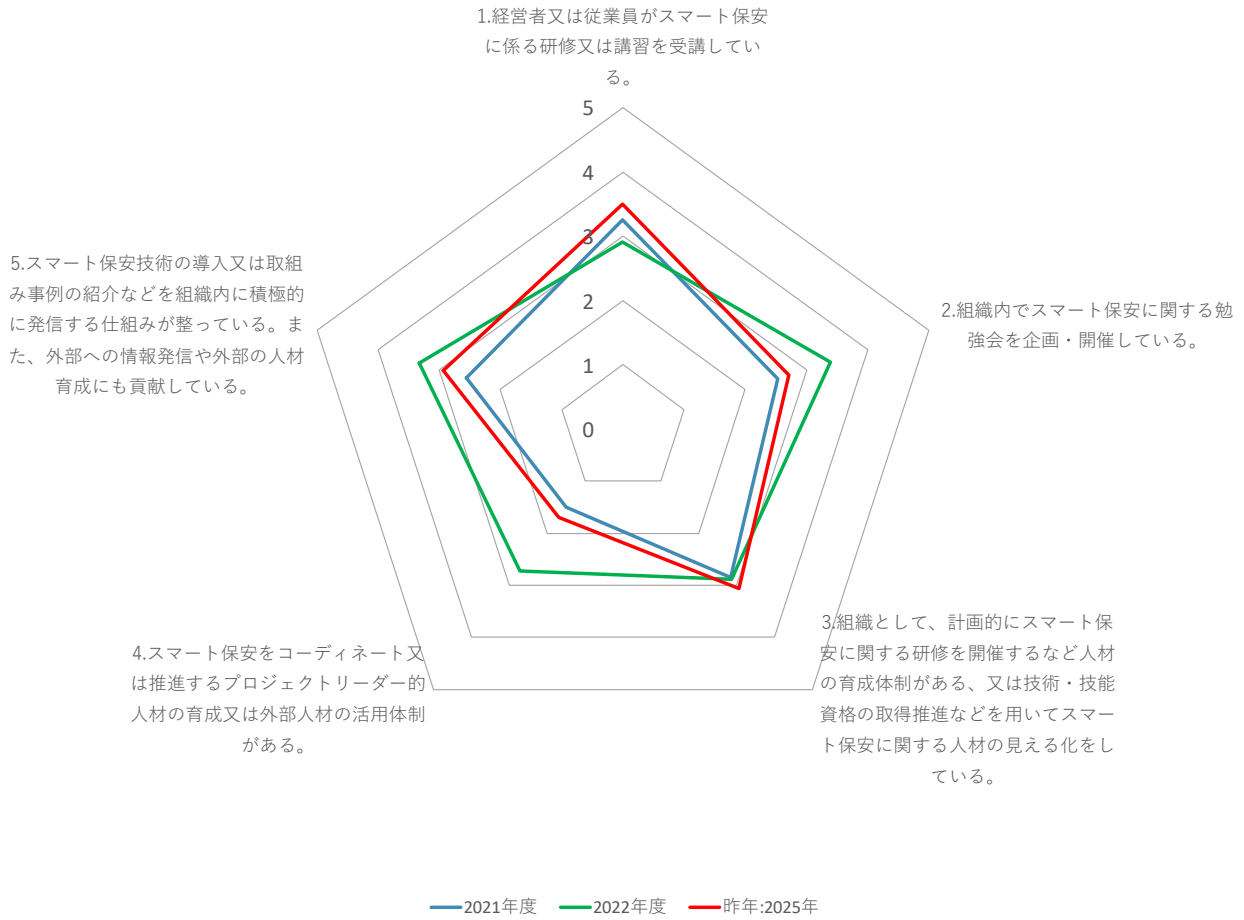


Figure 2-37 送配電・変電所における人材育成の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-37 送配電・変電所における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1. 経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	3.3	2.9	-0.3	3.5	3.2
2. 組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	2.5	3.4	0.9	2.7	3.8
3. 組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	2.8	2.9	0.0	3.1	3.2
4. スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	1.5	2.7	1.2	1.7	3.6
5. スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	2.6	3.3	0.8	2.9	3.9

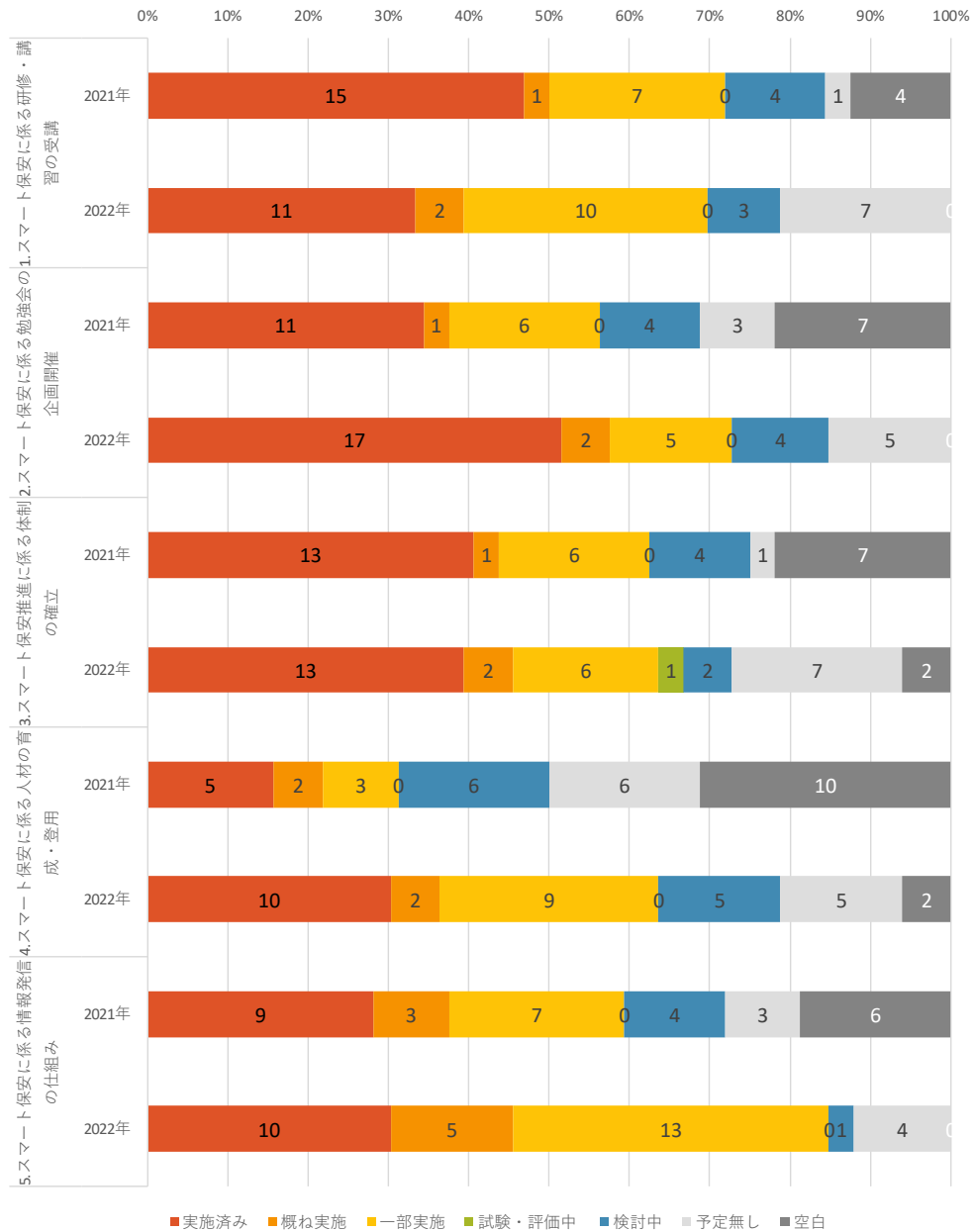


Figure 2-38 送配電・変電所における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-38 送配電・変電所における人材育成の現時点の取組状況

内容		現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	15	1	7	0	4	1	4
	2022年	11	2	10	0	3	7	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	11	1	6	0	4	3	7
	2022年	17	2	5	0	4	5	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	13	1	6	0	4	1	7
	2022年	13	2	6	1	2	7	2
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	5	2	3	0	6	6	10
	2022年	10	2	9	0	5	5	2
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	9	3	7	0	4	3	6
	2022年	10	5	13	0	1	4	0

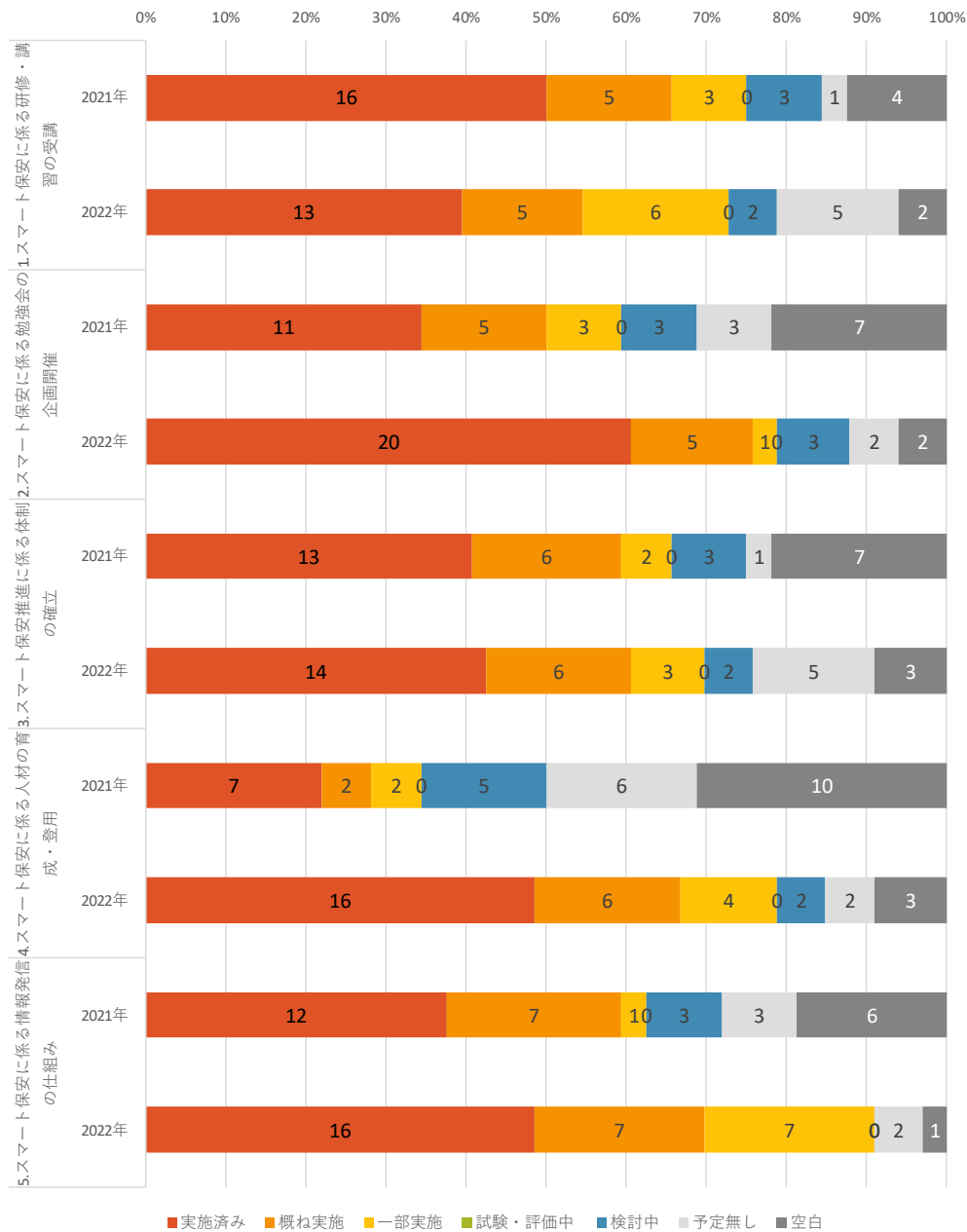


Figure 2-39 送配電・変電所における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-39 送配電・変電所における人材育成の2025年の取組状況

内容	年	2025年の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	16	5	3	0	3	1	4
	2022年	13	5	6	0	2	5	2
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	11	5	3	0	3	3	7
	2022年	20	5	1	0	3	2	2
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	13	6	2	0	3	1	7
	2022年	14	6	3	0	2	5	3
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	7	2	2	0	5	6	10
	2022年	16	6	4	0	2	2	3
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	12	7	1	0	3	3	6
	2022年	16	7	7	0	0	2	1

(2) 個別技術

Figure 2-40 に送配電・変電所における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-41 に送配電・変電所における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 2（ドローン等の活用）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の現場支援）のいずれにおいても、前年対比で評点が若干低下している技術が多く見られる。2021 年と 2022 年の回答を比較すると、「実施済み」から「一部実施」へ移行している状況が多く見られ、より回答に慎重となったことが結果として表れたことが推察されるため、今後の進捗状況を注視することとしたい。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、前年時点で非常に高水準なレベルに達しており、2022 年は現状維持となっているが、2025 年に向けて着実な導入展開が行われると想定される。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては、「空中ドローン」の導入が堅実に進められている。「空中ドローン」以外については、設備実態により活躍の場が限られることもあり、一部業務において導入・運用が進むものと想定される。
- 設問 3（遠隔状態監視）においては、送配電・変電設備の運用実態から「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「可視カメラ（目視）」、「電流又は電圧の波形等の計測」は前年時点で既に高い導入水準にあるが、2021 年と 2022 年の回答を比較すると「実施済み」から「一部実施」へ移行している状況が多く見られ、2022 年では僅かに評点が減少した。センサー類は技術進歩も早いことから、設備や技術の導入に対して慎重であることが、回答結果に表れたと推察される。
- 設問 4（遠隔操作）においては、いずれの項目も前年時点で既に高い水準にあり、今年は現状維持となっていることから、引き続き必要に応じた導入が着実に進められると思われる。
- 設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、KPI の一つである「ウェアラブルカメラ」や、「携帯端末機（タブレット等）の活用」が順調に推移しており、現場作業の可視化や作業支援の進展が期待される。
- 設問 6（AI 活用の現場支援）において、全ての技術について積極的に活用する方向で進んでいると想定され、着実に進捗している。



Figure 2-40 送配電・変電所における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-40 送配電・変電所における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1.現場作業のデジタル化 (可搬型：五感から数値判断へ)	携帯端末機 (タブレット等)	4.0	4.0	-0.0	4.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.9	3.6	-0.3	4.2
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	4.3	4.2	-0.1	4.8
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2.8	2.9	0.0	3.6
	水中・水上ドローン (水管を含む)	0.2	0.2	0.1	0.3
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.5	0.5	-0.0	0.7
	ロボット	0.8	0.5	-0.3	0.9
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	3.8	3.5	-0.2	4.0
	可視カメラ (目視)	3.2	3.1	-0.1	3.7
	赤外線カメラ (熱画像等)	1.9	1.4	-0.5	2.3
	温度関係センサー (温度計・熱電対等)	1.7	1.5	-0.1	1.9
	環境関連センサー (匂い、埃等)	0.7	0.7	-0.1	1.0
	超音波センサー (放電、異音等)	1.0	0.7	-0.3	1.3
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	電流又は電圧の波形等の計測	3.1	3.0	-0.1	3.4
	動作機器又は健全性のチェック	3.5	3.5	0.0	3.6
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.3	3.3	-0.1	3.4
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	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.3	3.4	0.0	3.4
	携帯端末機 (タブレット等) の活用	3.4	3.7	0.3	3.9
	ウェアラブルカメラ	2.5	2.9	0.3	3.4
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2.9	2.7	-0.2	3.3
	現場における人の点検結果判断を支援	1.3	1.4	0.1	2.0
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	1.6	1.8	0.2	2.3
	データ分析による異常予測	1.3	1.6	0.4	1.8
総合評価による寿命予知	1.5	1.6	0.1	2.1	

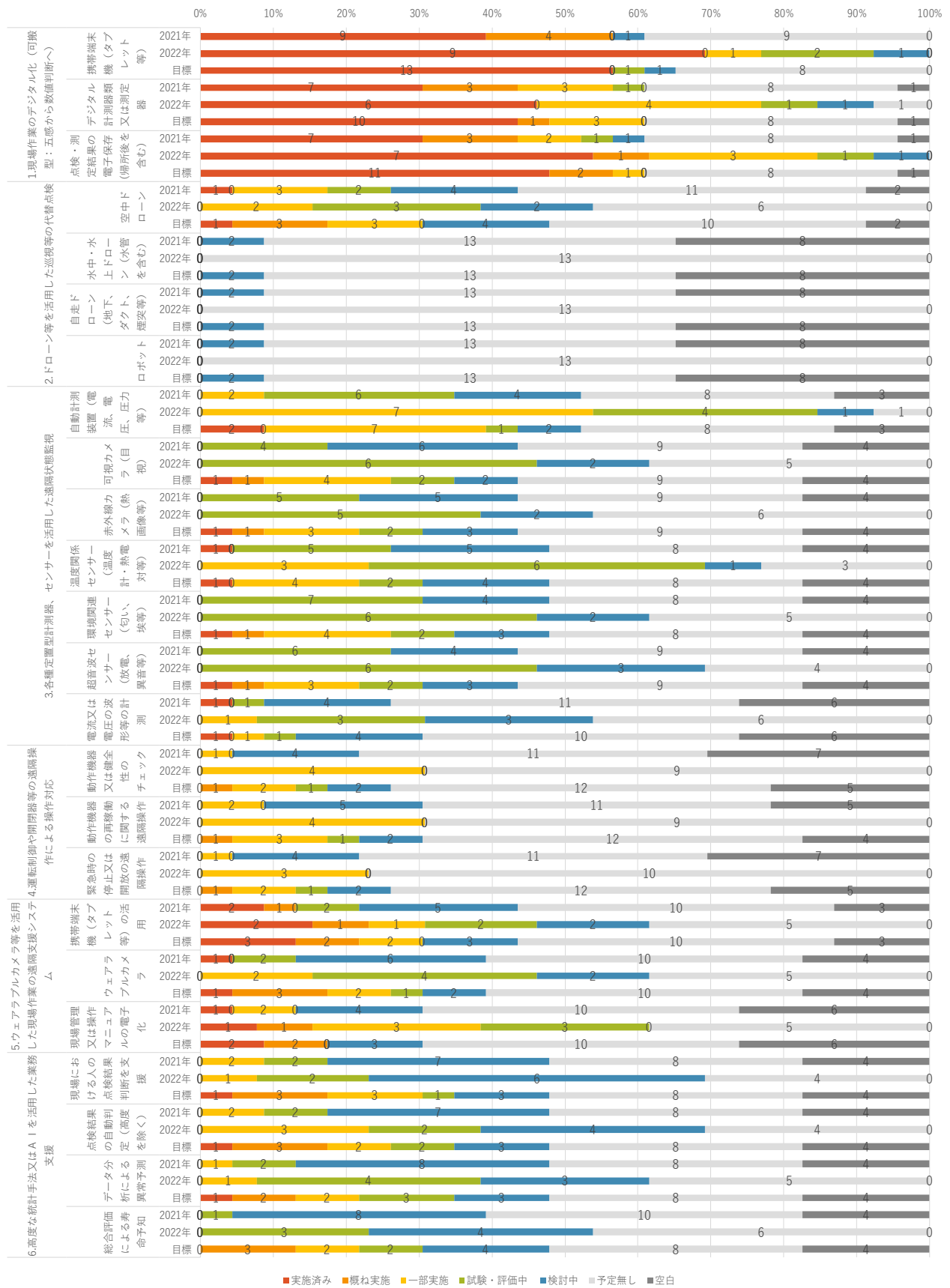


Figure 2-41 送配電・変電所における個別技術活用の状況

Table 2-41 送配電・変電所における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白	
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	22	1	3	1	4	0	1
		2022年	22	0	5	1	5	0	0
		目標	24	3	2	1	1	0	1
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	22	1	2	1	4	0	2
		2022年	17	1	9	0	3	3	0
		目標	22	2	4	1	1	0	2
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	23	4	1	1	3	0	0
		2022年	21	3	6	1	2	0	0
		目標	26	5	1	0	0	0	0
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	8	2	7	8	6	0	1
		2022年	7	1	12	7	6	0	0
		目標	12	8	5	3	3	0	1
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	0	0	0	0	5	13	14
		2022年	0	0	1	0	4	27	1
		目標	1	0	0	0	4	13	14
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	0	0	0	3	9	8	12
		2022年	1	0	0	1	8	23	0
		目標	2	0	0	2	8	8	12
	ロボット	2021年	1	0	0	4	11	4	11
		2022年	0	0	1	3	6	21	2
		目標	1	0	2	4	9	5	11
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	18	1	8	1	1	1	1
		2022年	14	3	10	2	1	3	0
		目標	19	3	7	0	1	1	1
	可視カメラ(目視)	2021年	14	0	7	2	6	1	1
		2022年	12	0	11	2	4	4	0
		目標	16	3	6	2	3	1	1
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	9	0	0	4	7	4	8
		2022年	5	0	3	3	5	16	1
		目標	9	1	4	4	3	3	8
	温度関係センサー(温度計・熱対等)	2021年	7	1	1	3	5	4	10
		2022年	5	0	4	6	2	16	0
		目標	7	1	4	3	4	3	10
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	3	0	0	1	6	9	12
		2022年	2	0	2	2	2	23	2
		目標	3	0	2	3	4	8	12
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	3	0	1	3	8	6	10
		2022年	1	0	1	5	4	20	2
		目標	4	0	3	3	7	5	10
	電流又は電圧の波形等の計測	2021年	16	0	4	2	4	3	2
		2022年	13	0	7	6	1	5	1
		目標	16	1	6	2	2	3	2
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	20	1	2	0	1	1	7
		2022年	18	2	6	0	0	4	3
		目標	20	2	2	0	0	1	7
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	19	1	2	0	2	1	7
		2022年	17	1	6	0	1	4	4
		目標	19	2	2	0	1	1	7
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	19	1	2	0	2	1	7
		2022年	17	1	7	0	1	3	4
		目標	19	2	2	0	1	1	7
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	15	2	5	3	5	1	1
		2022年	17	3	6	1	5	1	0
		目標	19	3	4	1	3	1	1
	ウェアラブルカメラ	2021年	7	1	7	6	9	1	2
		2022年	8	2	9	6	8	0	0
		目標	13	4	8	1	3	1	2
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	13	2	4	1	7	1	4
		2022年	9	3	6	4	7	2	2
		目標	16	2	5	1	2	2	4
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	3	0	3	3	13	4	6
		2022年	1	1	3	7	15	6	0
		目標	5	4	3	3	8	3	6
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	3	1	4	3	13	4	5
		2022年	2	1	5	8	13	4	0
		目標	6	5	3	2	9	2	5
	データ分析による異常予測	2021年	2	1	2	2	17	4	5
		2022年	5	0	2	4	15	5	2
		目標	4	2	3	4	12	2	5
	総合評価による寿命予知	2021年	4	1	1	2	17	5	4
		2022年	5	0	2	3	15	6	2
		目標	7	2	2	4	11	2	4

(3) 設備別設問

Figure 2-42 に送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の現状、Figure 2-43 に送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン技術活用状況の現状、Figure 2-44 に送配電・変電所におけるウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援の現状、Figure 2-45 に送配電・変電所における AI 等活用による故障予兆把握・災害対応の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（遠隔監視による巡視・点検等の効率化）について、「①導入又は活用の予定無し」の回答は 0 件であり、全ての事業者で何らかの取組を実施していることがうかがえる。活用事例としては、「⑦ドローン等による災害時等における被害状況把握と臨時巡視等に活用」との回答が 7 割弱、次に「③電圧・電流等の計測データや警報データの集中管理」と「④各種センサー、ネットワークカメラのデータ管理に活用中」の回答が 6 割程度となっている。ドローンやセンサー等の多種多様なデータを取り扱うことで、遠隔監視による巡視・点検等を効率化する取組の実態がうかがわれる。
- 設問 2（巡視・点検におけるドローン技術活用状況）について、「③目視内飛行による巡視等」と「⑤定例巡視と定期点検に活用（目視内飛行）」の回答の合計が 5 割弱、「②研究・運用試験実施中」の回答が 3 割を占める結果となり、ドローンを活用した巡視・点検に向けて積極的に取り組まれていることがうかがえる。今後は目視外飛行での活用に向けて、条件整備等の検討が進むことが期待される。
- 設問 3（ウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援）について、多くの事業者で設備実態と課題解決に向けて導入又は活用の検討が進められている状況であることがうかがわれる。活用事例としては、「⑤作業員の安全確保や手順順守の確認」、「⑥遠隔後方支援による作業指導・指示」、「⑦緊急時対応等における緊急又は高度技術指導・指示や状況確認」との回答がそれぞれ 2 割前後であった。
- 設問 4（AI 等活用による故障予兆把握・災害対応）について、「④判定の精度確保や評価に苦慮」との回答が 6 割強、「⑤費用効果が確保できない又は不明瞭」が 5 割弱、「⑥技術者や技術力が不足」が 4 割弱、「②導入順番に苦慮」が 5 割弱、「②センサー類の選定や技術導入に迷っている」が 3 割となっており、性能評価の方法、技術人材の確保及び先行事例の周知などの広範囲な支援が必要であると思われる。

遠隔監視による巡視・点検等の効率化

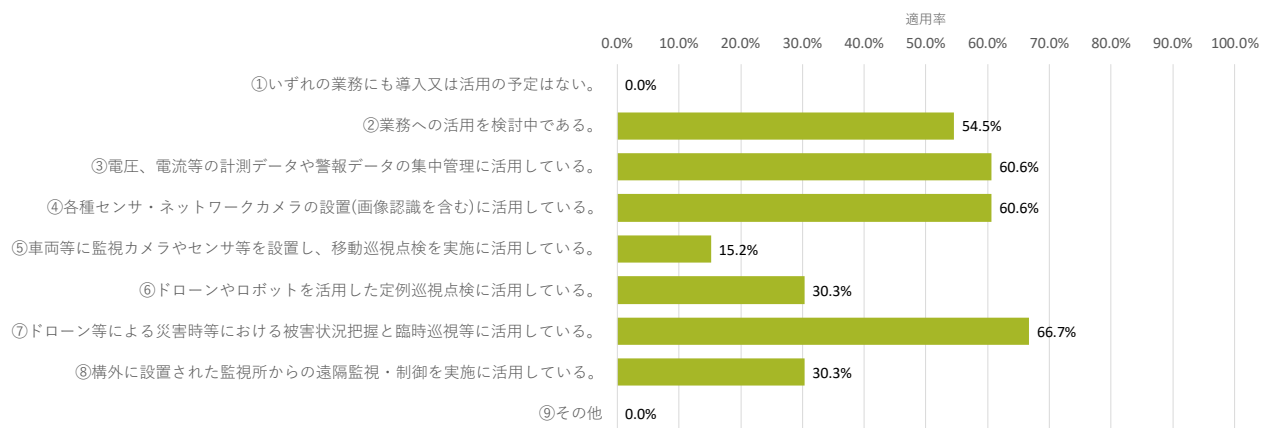


Figure 2-42 送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の現状

Table 2-42 送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。	0	0.0%
②業務への活用を検討中である。	18	54.5%
③電圧、電流等の計測データや警報データの集中管理に活用している。	20	60.6%
④各種センサ・ネットワークカメラの設置(画像認識を含む)に活用している。	20	60.6%
⑤車両等に監視カメラやセンサ等を設置し、移動巡視点検を実施に活用している。	5	15.2%
⑥ドローンやロボットを活用した定例巡視点検に活用している。	10	30.3%
⑦ドローン等による災害時等における被害状況把握と臨時巡視等に活用している。	22	66.7%
⑧構外に設置された監視所からの遠隔監視・制御を実施に活用している。	10	30.3%
⑨その他	0	0.0%

巡視・点検におけるドローン技術活用状況

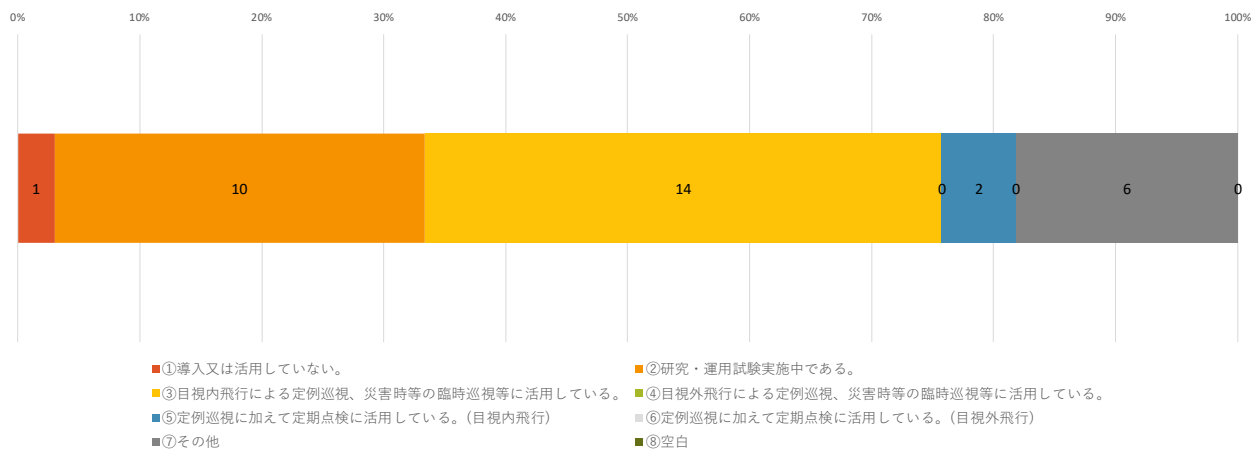


Figure 2-43 送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン技術活用状況の現状

Table 2-43 送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン技術活用状況の現状

内容	回答数	構成率
①導入又は活用していない。	1	3.0%
②研究・運用試験実施中である。	10	30.3%
③目視内飛行による定例巡視、災害時等の臨時巡視等に活用している。	14	42.4%
④ 目視外飛行 による定例巡視、災害時等の臨時巡視等に活用している。	0	0.0%
⑤定例巡視に加えて定期点検に活用している。(目視内飛行)	2	6.1%
⑥定例巡視に加えて定期点検に活用している。 (目視外飛行)	0	0.0%
⑦その他	6	18.2%
⑧空白	0	0.0%

ウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援

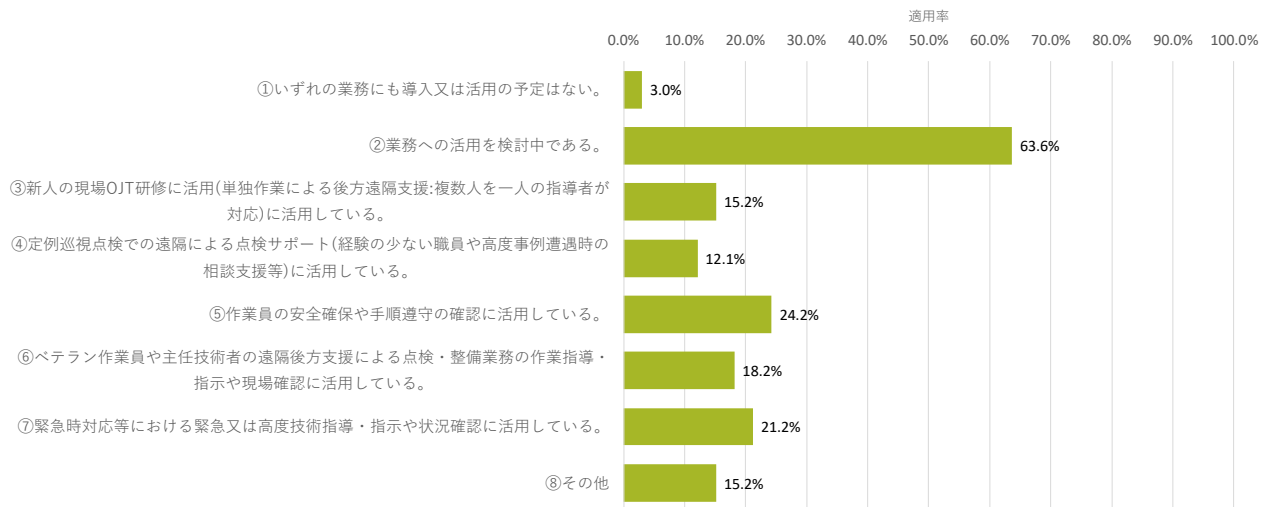


Figure 2-44 送配電・変電所におけるウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援の現状

Table 2-44 送配電・変電所におけるウェアラブルカメラ等の活用による現場育成支援の現状

内容	回答数	適用率
①いずれの業務にも導入又は活用の予定はない。	1	3.0%
②業務への活用を検討中である。	21	63.6%
③新人の現場OJT研修に活用(単独作業による後方遠隔支援:複数人を一人の指導者が対応)に活用している。	5	15.2%
④定例巡視点検での遠隔による点検サポート(経験の少ない職員や高度事例遭遇時の相談支援等)に活用している。	4	12.1%
⑤作業員の安全確保や手順遵守の確認に活用している。	8	24.2%
⑥ベテラン作業員や主任技術者の遠隔後方支援による点検・整備業務の作業指導・指示や現場確認に活用している。	6	18.2%
⑦緊急時対応等における緊急又は高度技術指導・指示や状況確認に活用している。	7	21.2%
⑧その他	5	15.2%

AI 等活用による故障予兆把握・災害対応

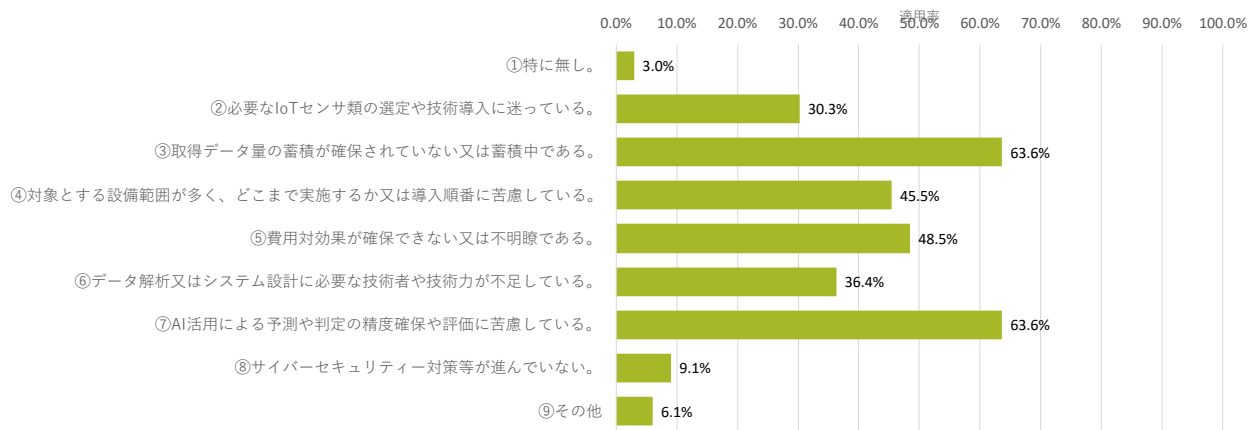


Figure 2-45 送配電・変電所における AI 等活用による故障予兆把握・災害対応の現状

Table 2-45 送配電・変電所における AI 等活用による故障予兆把握・災害対応の現状

内容	回答数	適用率
①特に無し。	1	3.0%
②必要なIoTセンサ類の選定や技術導入に迷っている。	10	30.3%
③取得データ量の蓄積が確保されていない又は蓄積中である。	21	63.6%
④対象とする設備範囲が多く、どこまで実施するか又は導入順番に苦慮している。	15	45.5%
⑤費用対効果が確保できない又は不明瞭である。	16	48.5%
⑥データ解析又はシステム設計に必要な技術者や技術力が不足している。	12	36.4%
⑦AI活用による予測や判定の精度確保や評価に苦慮している。	21	63.6%
⑧サイバーセキュリティ対策等が進んでいない。	3	9.1%
⑨その他	2	6.1%

2.3.6 需要設備

(1) 人材育成

Figure 2-46 に需要設備における人材育成の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-47 に需要設備における人材育成の現時点の取組状況、Figure 2-48 に需要設備における人材育成の 2025 年の取組状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（講習受講）、設問 2（社内勉強会）、設問 4（リーダー育成）及び設問 5（外部人材支援）については、多少の強弱はあるものの、前年に引き続き非常にバランス良く取り組まれている。
- 全体的に、「空白」、「予定無し」との回答割合が前年対比で 20～40%程度減少していた。アンケート回答数が前年対比で 3 割程度減少しており、2021 年に「空白」、「予定無し」と回答した事業者が、2022 年は回答を保留したものと推定される。この様な結果から、各設問とも多少評点が高くなったと推定される。

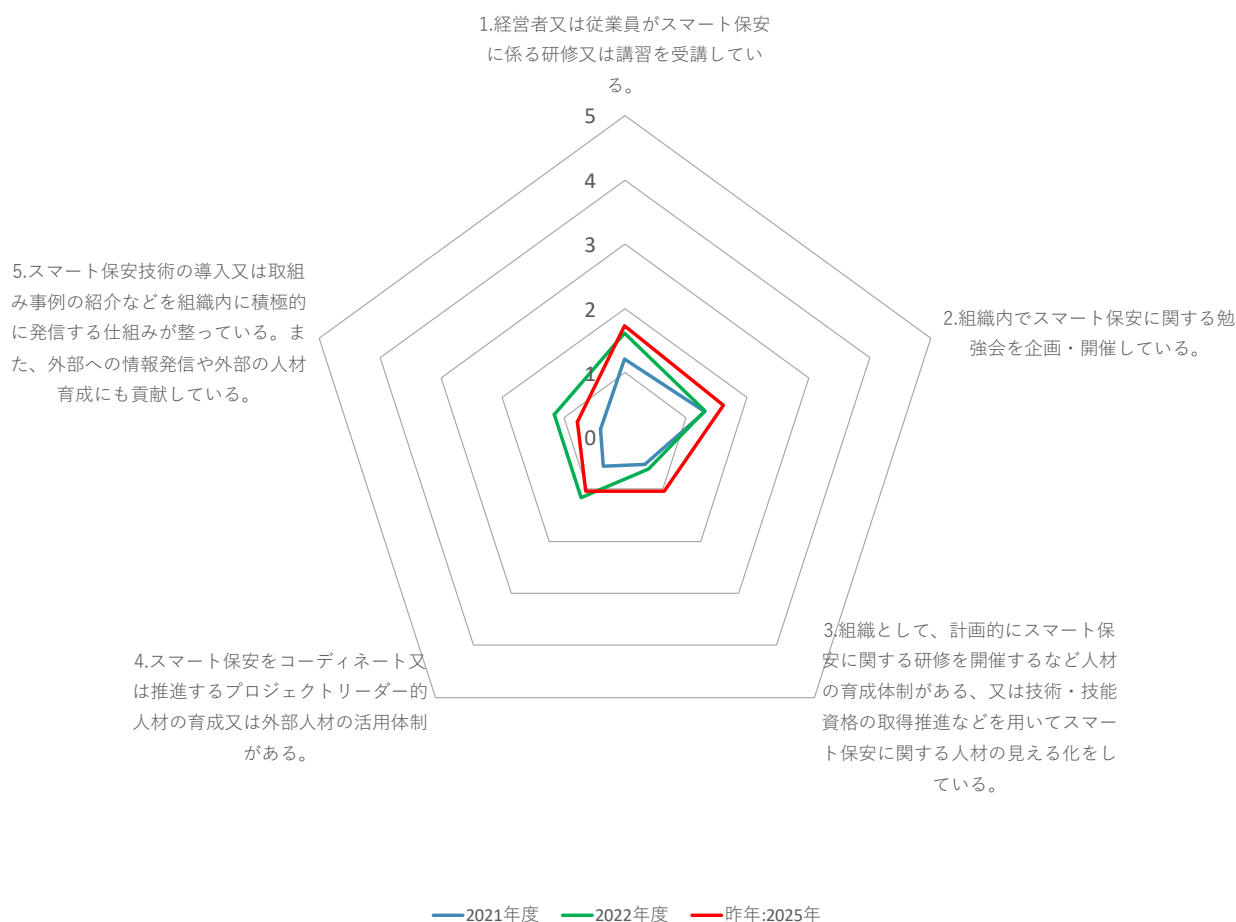


Figure 2-46 需要設備における人材育成の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-46 需要設備における人材育成の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	参考:今年:2025年
1.経営者又は従業員がスマート保安に係る研修又は講習を受講している。	1.2	1.6	0.4	1.7	2.6
2.組織内でスマート保安に関する勉強会を企画・開催している。	1.3	1.3	0.0	1.6	2.5
3.組織として、計画的にスマート保安に関する研修を開催するなど人材の育成体制がある、又は技術・技能資格の取得推進などを用いてスマート保安に関する人材の見える化をしている。	0.5	0.6	0.1	1.0	2.4
4.スマート保安をコーディネート又は推進するプロジェクトリーダー的人材の育成又は外部人材の活用体制がある。	0.6	1.2	0.6	1.0	2.4
5.スマート保安技術の導入又は取組み事例の紹介などを組織内に積極的に発信する仕組みが整っている。また、外部への情報発信や外部の人材育成にも貢献している。	0.4	1.2	0.8	0.8	2.3

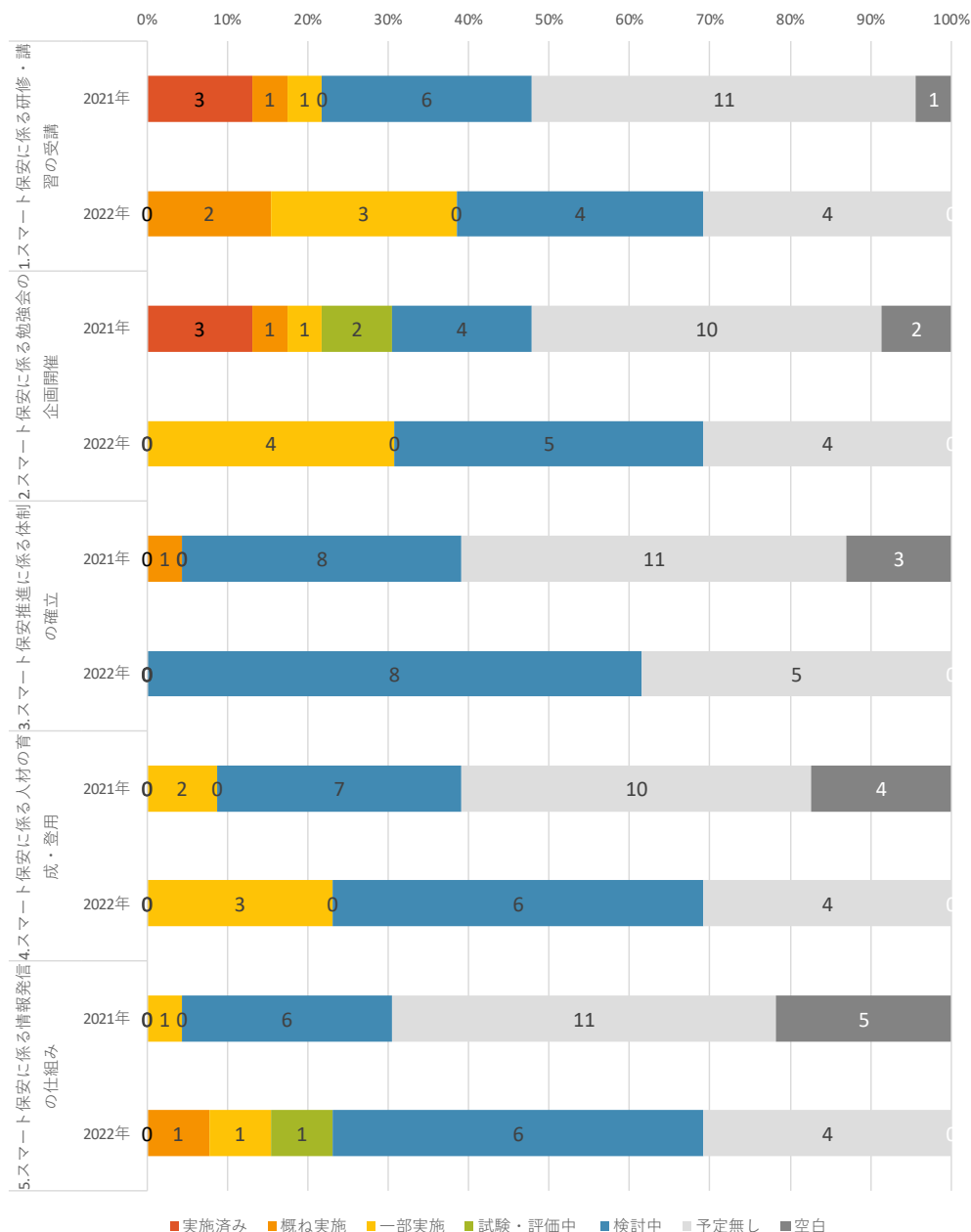


Figure 2-47 需要設備における人材育成の現時点の取組状況

Table 2-47 需要設備における人材育成の現時点の取組状況

内容		現状の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	3	1	1	0	6	11	1
	2022年	0	2	3	0	4	4	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	3	1	1	2	4	10	2
	2022年	0	0	4	0	5	4	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	0	1	0	0	8	11	3
	2022年	0	0	0	0	8	5	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	0	0	2	0	7	10	4
	2022年	0	0	3	0	6	4	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	0	0	1	0	6	11	5
	2022年	0	1	1	1	6	4	0

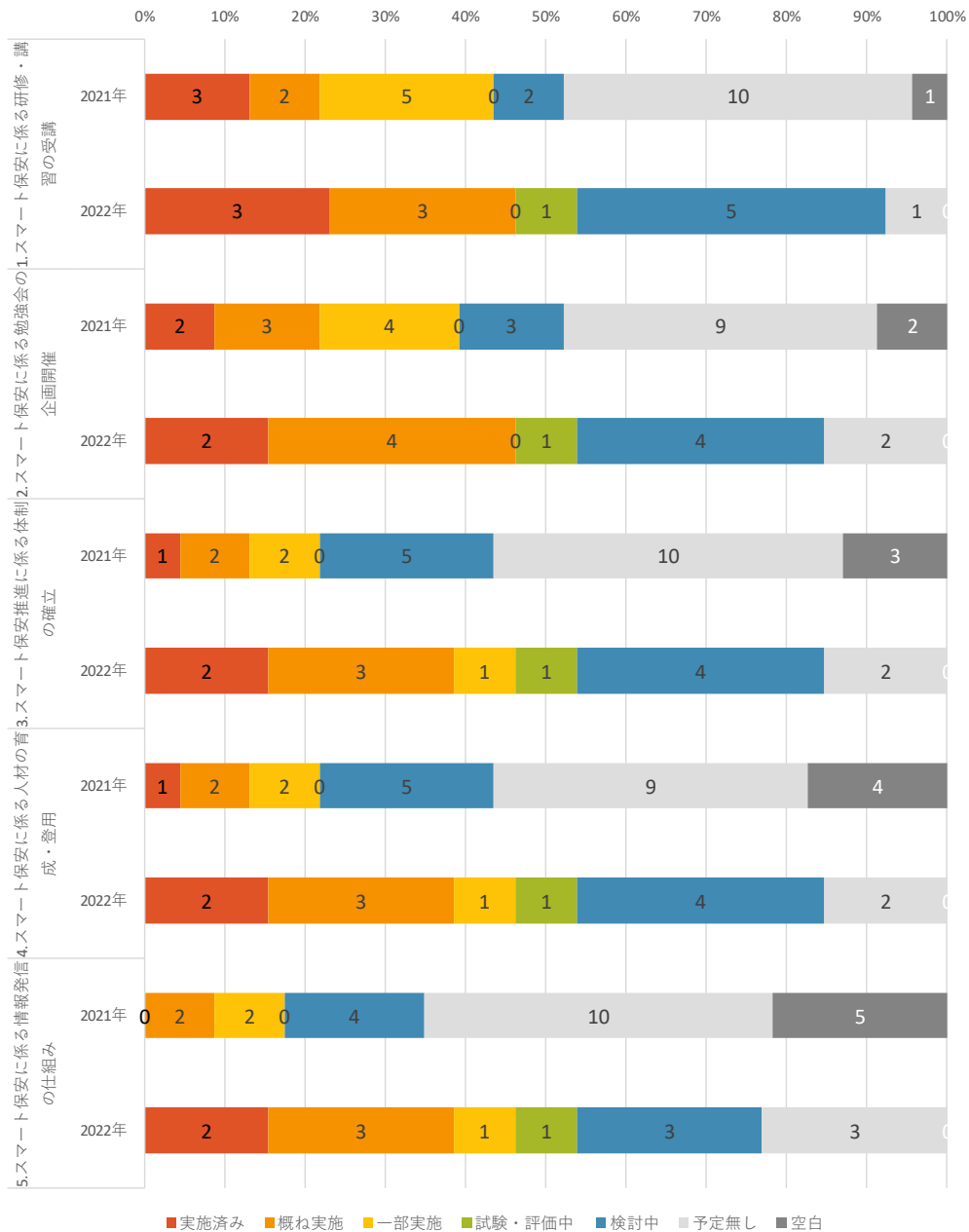


Figure 2-48 需要設備における人材育成の2025年の取組状況

Table 2-48 需要設備における人材育成の2025年の取組状況

内容		2025年の取組状況						
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白
1.スマート保安に係る研修・講習の受講	2021年	3	2	5	0	2	10	1
	2022年	3	3	0	1	5	1	0
2.スマート保安に係る勉強会の企画開催	2021年	2	3	4	0	3	9	2
	2022年	2	4	0	1	4	2	0
3.スマート保安推進に係る体制の確立	2021年	1	2	2	0	5	10	3
	2022年	2	3	1	1	4	2	0
4.スマート保安に係る人材の育成・登用	2021年	1	2	2	0	5	9	4
	2022年	2	3	1	1	4	2	0
5.スマート保安に係る情報発信の仕組み	2021年	0	2	2	0	4	10	5
	2022年	2	3	1	1	3	3	0

(2) 個別技術

Figure 2-49 に需要設備における個別技術活用の 2021 年と現状及び 2025 年の取組状況、Figure 2-50 に需要設備における個別技術活用の状況の調査結果をそれぞれ示す。

- 需要設備は、電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者が保安全管理している割合が大きく、その時の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。
2022 年は、スマート保安への関心度の高い電気保安法人の回答比率が高い関係で、多くの保安技術において、2021 年に比較して評点が大きくなっているところが見られる。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 3（遠隔状態監視）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）、設問 6（AI 活用の現場支援）いずれの評点も前年対比でおおむね増加している。特に設問 1（現場作業のデジタル化）、設問 4（遠隔操作）、設問 5（現場作業の遠隔支援）においては既に 2025 年の目標値は達成されており、今後も大きな進展が想定される。
- 「携帯端末機（タブレット等）」、「点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)」の評点は前年対比で最も伸びており、KPI と関係する分野の個別技術活用が特に推進されていることがうかがわれる。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては前年対比で全体的に大きく導入が進み、非常に高水準なレベルに達している。
- 設問 2（ドローン等の活用）においては慎重な導入姿勢がうかがわれる。特に「空中ドローン」以外の項目については利用の場面が限定されることもあり、2021 年では「検討中」としていたが 2022 年では「導入予定無し」との回答が多数を占めている。
- 設問 3（遠隔状態監視）、設問 5（現場作業の遠隔支援）については、導入レベルは低調ながら強弱はあるものの地道な導入促進が進められていると思われる。
- 設問 4（遠隔操作）においては、慎重かつ堅実な導入姿勢がうかがわれる。一部の需要設備での運用が想定されるが、外部委託設備については今後の規制緩和や技術研究開発等の動向次第での活用が期待される技術であり、地道に研究は続けるとしても当面は見極め感が強いと想定される。
- 設問 6（AI 活用の現場支援）において、外部委託の割合が大きい需要設備への AI 活用は依然として現場への適用には課題が多く山積していると想定され、地道な研究開発の継続と広範囲の支援が必要であると思われる。



Figure 2-49 需要設備における個別技術活用の2021年と現状及び2025年の取組状況

Table 2-49 需要設備における個別技術活用の総合評価

内容	総合評価				
	2021年度	2022年度	前年比	昨年:2025年	
1.現場作業のデジタル化 (可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機 (タブレット等)	2.7	4.1	1.4	3.0
	デジタル計測器類又は測定器	2.5	3.5	0.9	2.7
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2.4	3.9	1.5	2.9
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	1.0	1.1	0.1	1.3
	水中・水上ドローン (水管を含む)	0.1	0.0	-0.1	0.1
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.1	0.0	-0.1	0.1
	ロボット	0.1	0.0	-0.1	0.1
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	1.0	2.3	1.4	1.5
	可視カメラ (目視)	0.6	1.1	0.5	1.2
	赤外線カメラ (熱画像等)	0.7	0.9	0.3	1.1
	温度関係センサー (温度計・熱電対等)	0.9	1.7	0.8	1.1
	環境関連センサー (匂い、埃等)	0.8	1.1	0.3	1.2
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	超音波センサー (放電、異音等)	0.7	1.2	0.5	1.1
	電流又は電圧の波形等の計測	0.5	0.9	0.4	0.6
	動作機器又は健全性のチェック	0.3	0.9	0.6	0.6
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	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	0.5	0.9	0.4	0.7
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	0.3	0.7	0.4	0.6
	携帯端末機 (タブレット等) の活用	1.0	1.8	0.8	1.4
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	ウェアラブルカメラ	0.7	1.2	0.6	1.2
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	0.7	1.8	1.2	0.9
	現場における人の点検結果判断を支援	0.7	1.0	0.3	1.3
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	0.7	1.3	0.6	1.3
データ分析による異常予測	0.7	1.1	0.4	1.2	
総合評価による寿命予知	0.4	0.8	0.3	1.1	

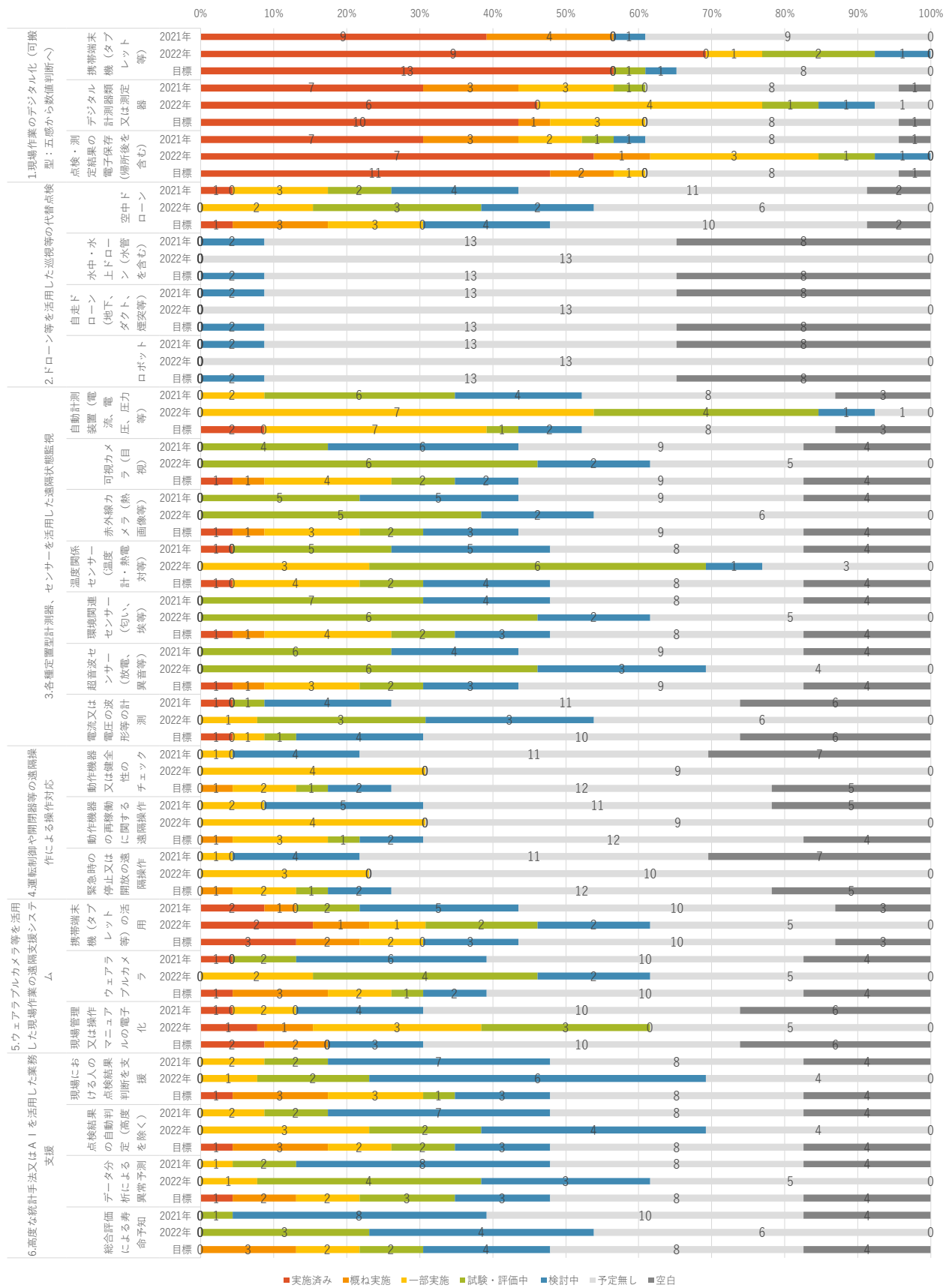


Figure 2-50 需要設備における個別技術活用の状況

Table 2-50 需要設備における個別技術活用の状況

内容		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	空白		
1.現場作業のデジタル化(可搬型:五感から数値判断へ)	携帯端末機(タブレット等)	2021年	9	4	0	0	1	9	0	
		2022年	9	0	1	2	1	0	0	
		目標	13	0	0	1	1	8	0	
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	7	3	3	1	0	8	1	
		2022年	6	0	4	1	1	1	0	
		目標	10	1	3	0	0	8	1	
		点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2021年	7	3	2	1	1	8	1
			2022年	7	1	3	1	1	0	0
			目標	11	2	1	0	0	8	1
2.ドローン等を活用した巡視等の代替点検	空中ドローン	2021年	1	0	3	2	4	11	2	
		2022年	0	0	2	3	2	6	0	
		目標	1	3	3	0	4	10	2	
	水中・水上ドローン(水管を含む)	2021年	0	0	0	0	2	13	8	
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	
		目標	0	0	0	0	2	13	8	
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	2021年	0	0	0	0	2	13	8	
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	
		目標	0	0	0	0	2	13	8	
	ロボット	2021年	0	0	0	0	2	13	8	
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	
		目標	0	0	0	0	2	13	8	
3.各種定置型計測器、センサーを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	2021年	0	0	2	6	4	8	3	
		2022年	0	0	7	4	1	1	0	
		目標	2	0	7	1	2	8	3	
	可視カメラ(目視)	2021年	0	0	0	4	6	9	4	
		2022年	0	0	0	6	2	5	0	
		目標	1	1	4	2	2	9	4	
	赤外線カメラ(熱画像等)	2021年	0	0	0	5	5	9	4	
		2022年	0	0	0	5	2	6	0	
		目標	1	1	3	2	3	9	4	
	温度関係センサー(温度計・熱電対等)	2021年	1	0	0	5	5	8	4	
		2022年	0	0	3	6	1	3	0	
		目標	1	0	4	2	4	8	4	
	環境関連センサー(匂い、埃等)	2021年	0	0	0	7	4	8	4	
		2022年	0	0	0	6	2	5	0	
		目標	1	1	4	2	3	8	4	
	超音波センサー(放電、異音等)	2021年	0	0	0	6	4	9	4	
		2022年	0	0	0	6	3	4	0	
		目標	1	1	3	2	3	9	4	
	電流又は電圧の波形等の計測	2021年	1	0	0	1	4	11	6	
		2022年	0	0	1	3	3	6	0	
		目標	1	0	1	1	4	10	6	
4.運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器又は健全性のチェック	2021年	0	0	1	0	4	11	7	
		2022年	0	0	4	0	0	9	0	
		目標	0	1	2	1	2	12	5	
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	2021年	0	0	2	0	5	11	5	
		2022年	0	0	4	0	0	9	0	
		目標	0	1	3	1	2	12	4	
緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	0	0	1	0	4	11	7		
	2022年	0	0	3	0	0	10	0		
	目標	0	1	2	1	2	12	5		
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	携帯端末機(タブレット等)の活用	2021年	2	1	0	2	5	10	3	
		2022年	2	1	1	2	2	5	0	
		目標	3	2	2	0	3	10	3	
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	0	2	6	10	4	
		2022年	0	0	2	4	2	5	0	
		目標	1	3	2	1	2	10	4	
現場管理又は操作マニュアルの電子化	2021年	1	0	2	0	4	10	6		
	2022年	1	1	3	3	0	5	0		
	目標	2	2	0	0	3	10	6		
6.高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	現場における人の点検結果判断を支援	2021年	0	0	2	2	7	8	4	
		2022年	0	0	1	2	6	4	0	
		目標	1	3	3	1	3	8	4	
	点検結果の自動判定(高度を除く)	2021年	0	0	2	2	7	8	4	
		2022年	0	0	3	2	4	4	0	
		目標	1	3	2	2	3	8	4	
	データ分析による異常予測	2021年	0	0	1	2	8	8	4	
		2022年	0	0	1	4	3	5	0	
		目標	1	2	2	3	3	8	4	
	総合評価による寿命予知	2021年	0	0	0	1	8	10	4	
		2022年	0	0	0	3	4	6	0	
		目標	0	3	2	2	4	8	4	

(3) 設備別設問

Figure 2-51 に需要設備における遠隔監視技術を導入するメリット、Figure 2-52 に需要設備における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状、Figure 2-53 に需要設備におけるスマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度の現状、Figure 2-54 に需要設備におけるスマート保安キュービクルの活用意思の現状の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問1（遠隔監視技術）について、「③遠隔常時監視による月次点検頻度の見直し」と、「⑦災害発生時における変電設備等の健全性の確認」の回答が共に7割、「⑧災害時の状況の事前確認」と「⑨何時でも何処からでも確認」の回答が共に6割の結果となった。約半数の事業者が遠隔監視によって現地での月次点検を一部代替、又は停電年次点検頻度の見直しへ活用することを想定していると思われる。また、平時の点検業務に留まらず、災害発生時の設備確認への活用の希望も高く、業界全体で遠隔監視技術の導入に対する期待度は高いと想定される。
- 設問2（点検・計測結果の電子保存及び活用状況）について、一部の事業者を除き、何らかの点検・計測結果の電子保存及び活用の取組がなされている。活用事例は「④タブレットで現場入力し、報告書印字や電子保存」と「⑦保存データを活用した顧客検索や報告書作成」が共に8割以上の事業者となっており、内部利用・閲覧にも使用されている。なお、現場点検において紙による処理が5割強となっている実態もある一方、3割の事業者では保存データのAI活用まで検討されており、着実にデジタル化が進捗するものと想定している。
- 設問3（スマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度）について、回答事業者の7割は、スマート保安キュービクルについて、その内容を含めて認知していたが、残り3割の事業者への知名度が低い結果となった。
- 設問4（スマート保安キュービクルの活用意思）について、スマート保安キュービクルを認知している事業者は多いが、普及は難しいと考えている事業者が合わせて5割強であり、導入を検討する旨の回答も合わせて2割弱あるものの、現時点で仕様等の詳細が不明瞭なこともあり、保安管理事業者は慎重な姿勢となっていることが伺える。なお、スマート保安キュービクルの導入判断は設置者が行うものであり、設置者や工事関係者への周知や保安管理事業者への明確なインセンティブが重要であると思われる。

遠隔監視技術

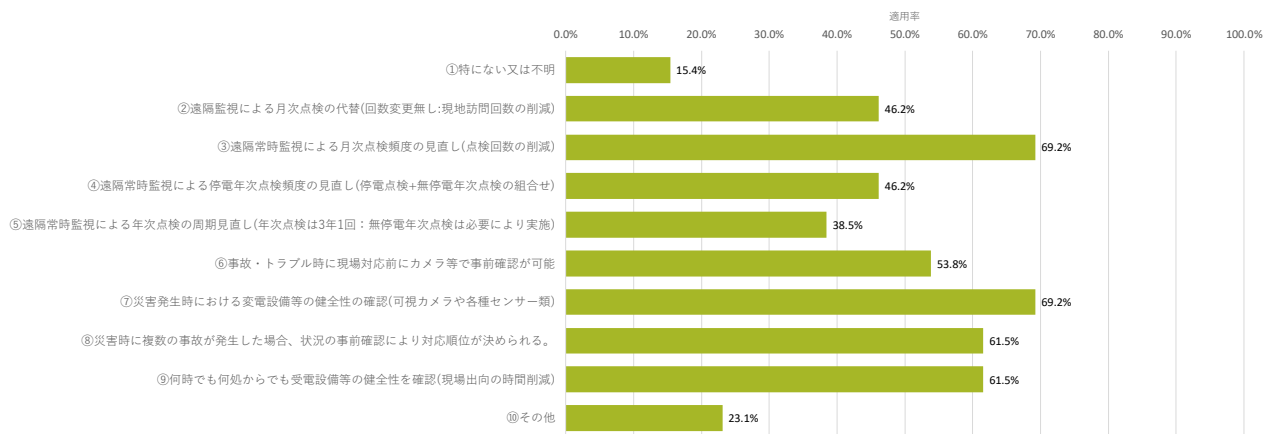


Figure 2-51 需要設備における遠隔監視技術を導入するメリット

Table 2-51 需要設備における遠隔監視技術を導入するメリット

内容	回答数	適用率
①特になし又は不明	2	15.4%
②遠隔監視による月次点検の代替(回数変更無し:現地訪問回数の削減)	6	46.2%
③遠隔常時監視による月次点検頻度の見直し(点検回数の削減)	9	69.2%
④遠隔常時監視による停電年次点検頻度の見直し(停電点検+無停電年次点検の組	6	46.2%
⑤遠隔常時監視による年次点検の周期見直し(年次点検は3年1回:無停電年次点	5	38.5%
⑥事故・トラブル時に現場対応前にカメラ等で事前確認が可能	7	53.8%
⑦災害発生時における変電設備等の健全性の確認(可視カメラや各種センサー類)	9	69.2%
⑧災害時に複数の事故が発生した場合、状況の事前確認により対応順位が決めら	8	61.5%
⑨何時でも何処からでも受電設備等の健全性を確認(現場出向の時間削減)	8	61.5%
⑩その他	3	23.1%

点検・計測結果の電子保存及び活用状況

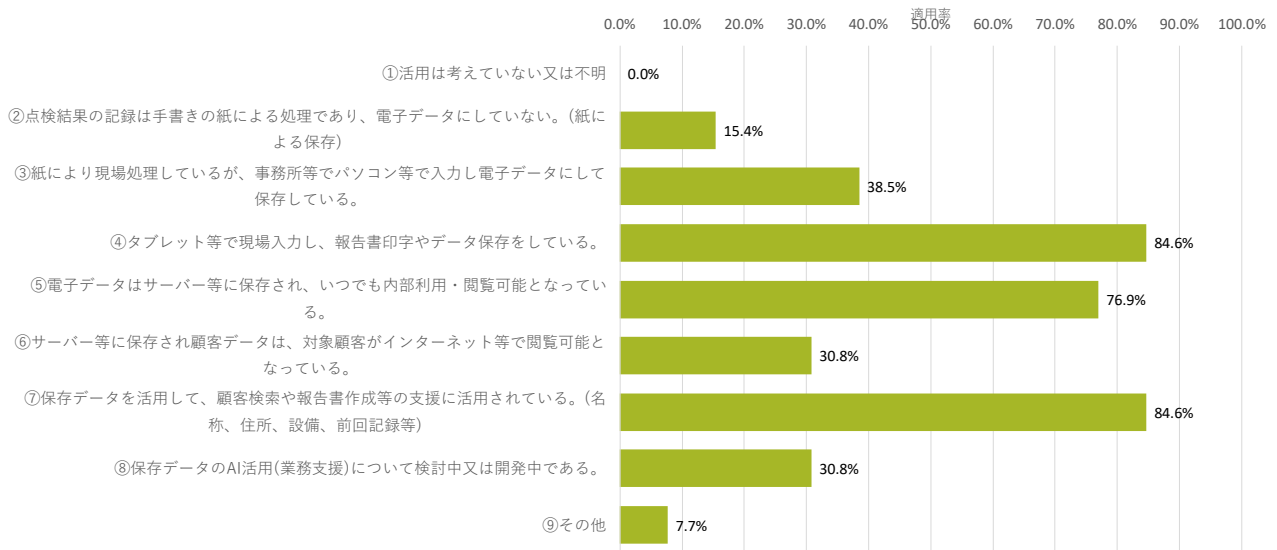


Figure 2-52 需要設備における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状

Table 2-52 需要設備における点検・計測結果の電子保存及び活用状況の現状

内容	回答数	適用率
①活用は考えていない又は不明	0	0.0%
②点検結果の記録は手書きの紙による処理であり、電子データにしていない。(紙による保存)	2	15.4%
③紙により現場処理しているが、事務所等でパソコン等で入力し電子データにして保存している。	5	38.5%
④タブレット等で現場入力し、報告書印字やデータ保存をしている。	11	84.6%
⑤電子データはサーバー等に保存され、いつでも内部利用・閲覧可能となっている。	10	76.9%
⑥サーバー等に保存され顧客データは、対象顧客がインターネット等で閲覧可能となっている。	4	30.8%
⑦保存データを活用して、顧客検索や報告書作成等の支援に活用されている。(名称、住所、設備、前回記録等)	11	84.6%
⑧保存データのAI活用(業務支援)について検討中又は開発中である。	4	30.8%
⑨その他	1	7.7%

スマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度

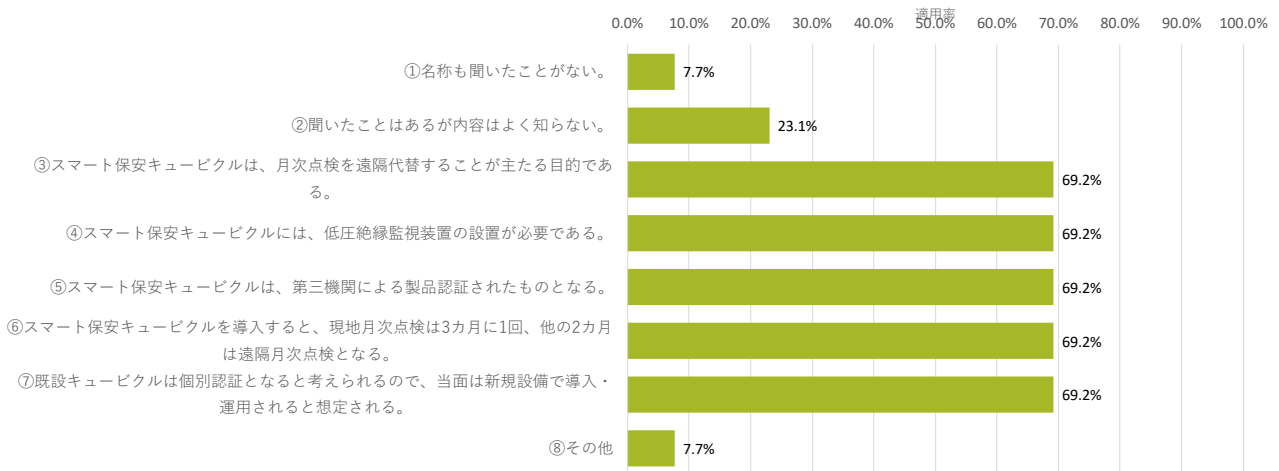


Figure 2-53 需要設備におけるスマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度の現状

Table 2-53 需要設備におけるスマート保安キュービクル(スマートキュービクル)の知名度の現状

内容	回答数	適用率
①名称も聞いたことがない。	1	7.7%
②聞いたことはあるが内容はよく知らない。	3	23.1%
③スマート保安キュービクルは、月次点検を遠隔代替することが主たる目的である。	9	69.2%
④スマート保安キュービクルには、低圧絶縁監視装置の設置が必要である。	9	69.2%
⑤スマート保安キュービクルは、第三機関による製品認証されたものとなる。	9	69.2%
⑥スマート保安キュービクルを導入すると、現地月次点検は3カ月に1回、他の2カ月は遠隔月次点検となる。	9	69.2%
⑦既設キュービクルは個別認証となると考えられるので、当面は新規設備で導入・運用されると想定される。	9	69.2%
⑧その他	1	7.7%

スマート保安キュービクルの活用意思

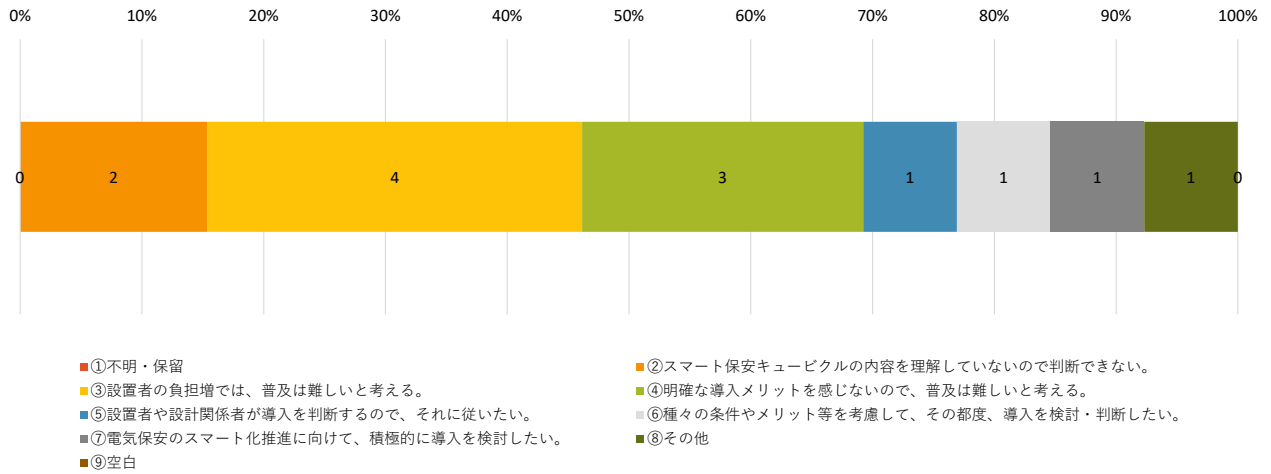


Figure 2-54 需要設備におけるスマート保安キュービクルの活用意思の現状

Table 2-54 需要設備におけるスマート保安キュービクルの活用意思の現状

内容	回答数	構成率
①不明・保留	0	0.0%
②スマート保安キュービクルの内容を理解していないので判断できない。	2	15.4%
③設置者の負担増では、普及は難しいと考える。	4	30.8%
④明確な導入メリットを感じないので、普及は難しいと考える。	3	23.1%
⑤設置者や設計関係者が導入を判断するので、それに従いたい。	1	7.7%
⑥種々の条件やメリット等を考慮して、その都度、導入を検討・判断したい。	1	7.7%
⑦電気保安のスマート化推進に向けて、積極的に導入を検討したい。	1	7.7%
⑧その他	1	7.7%
⑨空白	0	0.0%

第3章 スマート保安導入に向けた KPI

3.1 分析手法

アンケート調査のスマート保安に関する個別技術の導入状況の設問に対する回答結果を基に、新たに設定された KPI の進捗状況について、導入状況を重視した評価手法による分析を実施した。

導入状況を重視した評価手法では、回答結果が「実施済み」と「概ね実施」の合計数を「導入件数」とカウントし、「実施済み」、「概ね実施」、「一部実施」、「試験・評価中」、「検討中」及び「予定無し」の合計数を「対象件数」として、「導入件数」を「対象件数」で除することで導入率とした。

前年のアンケート調査による導入率と今年のアンケート調査による導入率を比較し、進捗状況を把握することとする。

$$\text{導入率(\%)} = \text{導入件数} \div \text{対象件数} \times 100$$

$$\frac{(\text{「実施済み」} + \text{「概ね実施」}) \times 100}{(\text{「実施済み」} + \text{「概ね実施」} + \text{「一部実施」} + \text{「試験・評価中」} + \text{「検討中」} + \text{「予定無し」})}$$

3.2 分析結果

3.2.1 火力発電

Table 3-1 に火力発電における KPI (概要)、Table 3-2 に火力発電における KPI① (空中ドローンによる目視代替・画像データの取得)、Table 3-3 に火力発電における KPI②-1 (データ分析による異常検知)、Table 3-4 に火力発電における KPI②-2 (データの総合評価による設備寿命予知) の調査結果をそれぞれ示す。

- KPI① (空中ドローンによる目視代替・画像データの取得) については、「導入済み」「概ね実施」の回答が 2 件増えており、「一部実施」の回答が 8 件控えているので順調な進捗である。現在の進捗が維持されれば 2025 年時点の目標は達成できると想定される。
- 火力発電の KPI②については、対象が自家発と大手電力が分けられているが、2021 年と 2022 年時点の導入率及び 2025 年時点の導入目標は、それぞれに対象ごとに分けて算出しているものではなく、いずれも全事業者の回答結果を対象として算出していることに留意する必要がある。
- KPI②-1 (データ分析による異常検知) について、導入済みが 2 件減少しており、対象件数は 2021 年 16 件から 2022 年 21 件と 5 件増加したことにより、導入率は大幅な減少となった。原因としては、2021 年は「空白」としていた事業者が「予定無し」あるいは「検討中」に移行したために対象件数が増加したこと及び近年の急速なデジタル技術や AI の浸透により、事業者のスマート保安技術の導入に対する意識が変化し、「実施済み」から「一部実施」へ判断が変わったのではないかと想定している。ただし、評価点(評点)の減少が微小であることや、2021 年「空白」と「予定無し」としていた事業者の大部分が 2022 年は「検討中」に移行したとみられることから、導入への取組は粛々に進められていると思われる。
- KPI②-2 (データの総合評価による設備寿命予知) については、「実施済み」が 1 件増加、「検討中」が 7 件から 13 件へ、「空白」が 0 件となったこと及び評価点(評点)が 0.6 点から 1.2 点へ大きく増加していることから、順調かつ着実な進捗がみられる。設備寿命予知は、今後の AI の活用が普及に大きく影響すると想定される。

Table 3-1 火力発電における KPI (概要)

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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	5.9%	14.3%	25.0%	共通
②	データ分析による異常検知	31.3%	14.3%	37.5%	自家発
	データの総合評価による設備寿命予知	0.0%	4.8%	16.7%	大手電力
長期	発電所構外からの遠隔監視		—		共通

Table 3-2 火力発電における KPI①

内容	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	1	2	1	3
概ね実施	0	1	1	1
一部実施	5	8	3	9
試験・評価中	6	5	-1	0
検討中	3	3	0	1
予定無し	2	2	0	2
空白	2	0	-2	3
合計	19	21	2	19
評価点	1.8	2.4	0.6	2.5
導入率	5.9%	14.3%	8.4%	25.0%

Table 3-3 火力発電における KPI②-1

内容	データ分析による異常検知			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	5	2	-3	5
概ね実施	0	1	1	1
一部実施	2	6	4	3
試験・評価中	3	1	-2	2
検討中	2	9	7	2
予定無し	4	2	-2	3
空白	3	0	-3	3
合計	19	21	2	19
評価点	2.1	2.0	-0.1	2.3
導入率	31.3%	14.3%	-17.0%	37.5%

Table 3-4 火力発電における KPI②-2

内容	データの総合評価による設備寿命予知			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	0	1	1	2
概ね実施	0	0	0	0
一部実施	1	2	1	3
試験・評価中	1	1	0	1
検討中	7	13	6	2
予定無し	4	4	0	4
空白	6	0	-6	7
合計	19	21	2	19
評価点	0.6	1.2	0.6	1.2
導入率	0.0%	4.8%	4.8%	16.7%

3.2.2 水力発電

Table 3-5 に水力発電の KPI（概要）、Table 3-6 に水力発電における KPI①（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）、Table 3-7 に水力発電における KPI②（ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援）の調査結果をそれぞれ示す。

- KPI①（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）について、「導入済み」が1件増加したが、対象件数は2021年27件から2022年31件と4件増加したことにより、導入率は小幅な減少となった。原因としては、2021年で7件あった「空白」の回答が、「予定無し」あるいは「検討中」に移行したために対象件数が増加したことが想定される。なお、評価点（評点）は2.1点から2.5点と着実に増加していることから、タブレット等の活用は順調に進捗している。
- KPI②（ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援）について、導入済みが2件増加したが、対象件数は2021年23件から2022年31件と8件増加したことにより、導入率は小幅な増加に留まった。なお、評価点（評点）は1.4点から1.9点と着実に増加していることから、導入率そのものの進捗は2.0%に留まったが、2021年は「空白」11件の事業者が「予定無し」あるいは「検討中」に移行し、「検討中」が大幅に増加したことから技術導入は堅実に進められていることがうかがわれる。

Table 3-5 水力発電の KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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	40.7%	38.7%	61.5%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	17.4%	19.4%	39.1%
将来	データ分析による異常検知	—		

Table 3-6 水力発電における KPI①

内容	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			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	7	7	0	11
概ね実施	4	5	1	5
一部実施	3	4	1	4
試験・評価中	1	3	2	2
検討中	9	5	-4	2
予定無し	3	7	4	2
空白	7	0	-7	8
合計	34	31	-3	34
評価点	2.1	2.5	0.4	2.7
導入率	40.7%	38.7%	-2.0%	61.5%

Table 3-7 水力発電における KPI②

内容	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	3	5	2	5
概ね実施	1	1	0	4
一部実施	6	4	-2	5
試験・評価中	3	4	1	3
検討中	6	11	5	2
予定無し	4	6	2	4
空白	11	0	-11	11
合計	34	31	-3	34
評価点	1.4	1.9	0.5	1.9
導入率	17.4%	19.4%	2.0%	39.1%

3.2.3 風力発電

Table 3-8 に風力発電における KPI（概要）、Table 3-9 に風力発電における KPI①（空中ドローンによる目視代替・画像データの取得）、Table 3-10 に風力発電における KPI②（ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援）の調査結果をそれぞれ示す。

- KPI①（空中ドローンによる目視代替・画像データの取得）について、「実施済み」の回答が1件増加し、「試験・評価中」の回答には変化が見られなかった。前年対比で回答数そのものが減少しているものの、評価点(評点)が若干増加するにとどまっており、慎重な進捗が見られる。
- KPI②（ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援）について、「実施済み」の回答が1件増加し、「空白」の回答が6件減少している。前年対比で回答数そのものが減少しているものの、慎重かつ着実な進捗が見られる。

Table 3-8 風力発電における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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	7.7%	13.6%	48.0%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	5.0%	9.5%	26.3%
将来	設備状態の把握等の遠隔監視の高度化	—		

Table 3-9 風力発電における KPI①

内容	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	2	3	1	5
概ね実施	0	0	0	7
一部実施	6	5	-1	6
試験・評価中	6	6	0	2
検討中	10	5	-5	3
予定無し	2	3	1	2
空白	1	0	-1	2
合計	27	22	-5	27
評価点	1.9	2.1	0.3	2.9
導入率	7.7%	13.6%	5.9%	48.0%

Table 3-10 風力発電における KPI②

内容	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	1	2	1	4
概ね実施	0	0	0	1
一部実施	1	1	0	4
試験・評価中	3	4	1	2
検討中	12	8	-4	5
予定無し	3	6	3	3
空白	7	1	-6	8
合計	27	22	-5	27
評価点	1.0	1.3	0.4	1.7
導入率	5.0%	9.5%	4.5%	26.3%

3.2.4 太陽電池発電

Table 3-11 に太陽電池発電における KPI（概要）、Table 3-12 に太陽電池発電における KPI①（点検・計測結果の電子保存）、Table 3-13 に太陽電池発電における KPI②（空中ドローンによる目視代替・画像データの取得）の調査結果をそれぞれ示す。

- KPI①（点検・計測結果の電子保存）について、前年対比で飛躍的な進捗が見られた。2021年で半数程度を占めていた「予定無し」の回答が大きく減少し、「実施済み」の回答が急増している。2022年は事業者の積極的な導入促進に加えて、スマート保安への取組姿勢が前向きな事業者の回答が増加したことが影響していると想定している。
- KPI②（空中ドローンによる目視代替・画像データの取得）について、導入率の進捗は2.1%に留まるものの、評価点（評点）が倍増している実態から、2021年に比べ「予定無し」や「空白」の回答が減少し、「一部実施」や、「試験・評価中」、「検討中」へ移行した影響であると評価している。今後も引き続き導入率が着実に増加するものと思われる。
- 太陽電池発電設備は、電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者が保安管理している割合が大きく、その時の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。

KPI①（点検・計測結果の電子保存）については、2022年はスマート保安への関心度の高い電気保安法人の回答数が増加した関係で、2021年に比較して高い進捗率となったと思われる。

Table 3-11 太陽電池発電における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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）	21.5%	55.6%	29.5%
②	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得	5.3%	7.4%	21.1%
将来	遠隔での設備異常検知時の発報等の高度化	—		

（注） KPI①（点検・計測結果の電子保存）は、設定内容を反映するために、同じ事業者の「携帯端末機の導入」と「調査結果の電子保存」の回答数を合計したもので算定した。

Table 3-12 太陽電池発電における KPI①

内容	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）			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	6	29	23	7
概ね実施	2	1	-1	4
一部実施	4	9	5	0
試験・評価中	0	3	3	1
検討中	3	6	3	3
予定無し	22	6	-16	22
空白	5	0	-5	5
合計	42	54	12	42
評価点	1.3	3.5	2.2	1.3
導入率	21.5%	55.6%	34.1%	29.5%

(注) 回答数は KPI の設定内容を反映するために、同じ事業者の「携帯端末機の導入」と「調査結果の電子保存」を合計したものとした。

Table 3-13 太陽電池発電における KPI②

内容	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	1	1	0	3
概ね実施	0	1	1	1
一部実施	4	8	4	2
試験・評価中	0	6	6	0
検討中	5	9	4	5
予定無し	9	2	-7	8
空白	2	0	-2	2
合計	21	27	6	21
評価点	1.0	2.0	1.0	1.4
導入率	5.3%	7.4%	2.1%	21.1%

3.2.5 送配電・変電所

Table 3-14 に送配電・変電所における KPI (概要)、Table 3-15 に送配電・変電所における KPI① (空中ドローンによる目視代替・画像データの取得)、Table 3-16 に送配電・変電所における KPI② (ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援)、Table 3-17 に送配電・変電所における KPI③ (画像による劣化の自動判定) の調査結果をそれぞれ示す。

- KPI① (空中ドローンによる目視代替・画像データの取得) について、「実施済み」が2件減少し、対象件数が2件増加したことにより、導入率が減少している。「実施済み」と「概ね実施」から「一部実施」へ実施状況が見直された影響と想定される。ただし、「一部実施」の件数が前年対比で大きく増加しており、評価点(評点)も微増していることから、一時的な特異な現象で今後は順調に導入が推進されると思われる。この現象の原因として、近年の急速な社会へのデジタル技術の浸透により、スマート保安導入目標の意識自体に変化が生じ、回答の水準が厳しくなったことが影響したことが想定される。
- KPI② (ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援) について、「実施済み」が2件増加し、評価点(評点)も順調に増加していることから、業界全体で積極的な導入・運用が促進されており、今後の進展が期待される。
- KPI③ (画像による劣化の自動判定) について、「実施済み」が1件減少し、前年の「空白」5件が回答件数として増加したことにより、導入率が減少している。「実施済み」から「一部実施」へ実施状況が見直された影響と想定される。ただし、「試験・評価中」の件数が前年対比で大きく増加しており、評価点(評点)も微増していることから、一時的な特異な現象で今後は順調に導入が推進されると思われる。今年のアンケート調査に関しては、KPIが設定されたことでより慎重に回答が選択されたことが想定される。

Table 3-14 送配電・変電所における KPI (概要)

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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	32.3%	24.2%	64.5%
②	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援	25.8%	30.3%	56.7%
③	画像による劣化の自動判定	14.3%	9.1%	40.7%

Table 3-15 送配電・変電所における KPI①

内容	空中ドローンによる目視代替・画像データの取得			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	8	7	-1	12
概ね実施	2	1	-1	8
一部実施	7	12	5	5
試験・評価中	8	7	-1	3
検討中	6	6	0	3
予定無し	0	0	0	0
空白	1	0	-1	2
合計	32	33	1	33
評価点	2.8	2.9	0.0	3.6
導入率	32.3%	24.2%	-8.0%	64.5%

Table 3-16 送配電・変電所における KPI②

内容	ウェアラブルカメラ等を使用した遠隔での現場支援			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	7	8	1	13
概ね実施	1	2	1	4
一部実施	7	9	2	8
試験・評価中	6	6	0	1
検討中	9	8	-1	3
予定無し	1	0	-1	1
空白	1	0	-1	2
合計	32	33	1	32
評価点	2.5	2.9	0.3	3.4
導入率	25.8%	30.3%	4.5%	56.7%

Table 3-17 送配電・変電所における KPI③

内容	画像による劣化の自動判定			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	3	2	-1	6
概ね実施	1	1	0	5
一部実施	4	5	1	3
試験・評価中	3	8	5	2
検討中	13	13	0	9
予定無し	4	4	0	2
空白	4	0	-4	5
合計	32	33	1	32
評価点	1.6	1.8	0.2	2.3
導入率	14.3%	9.1%	-5.2%	40.7%

3.2.6 需要設備

Table 3-18 に需要設備における KPI（概要）、Table 3-19 に需要設備における KPI（点検・計測結果の電子保存）の調査結果を示す。

- KPI（点検・計測結果の電子保存）について、「予定無し」と回答する事業者が 2021 年に比べて 2022 年は激減したため、「概ね実施」が 6 件減少しても導入率は増加した。
- 回答事業者の件数が減少した背景には、外部委託におけるスマート保安導入の不透明感があり、2021 年にほとんどの質問に「予定無し」と回答された事業者が 2022 年のアンケート調査の回答を保留されたことが大きく影響したのではないかと想定している。
- 需要設備は、電気保安法人と電気管理技術者の電気主任技術者が保安管理している割合が大きく、その時の各々のアンケート回答数により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。

2022 年は、スマート保安への関心度の高い電気保安法人の回答比率が高い関係で、KPI（点検・計測結果の電子保存）において、2021 年に比較して進捗率が大きくなっていると想定される。

Table 3-18 需要設備における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年時点 の導入率	2022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）	51.0%	65.4%	57.8%
将来	遠隔での設備異常検知時の発報等の高度化		—	

(注) KPI（点検・計測結果の電子保存）は、設定内容を反映するために、同じ事業者の「携帯端末機の導入」と「調査結果の電子保存」の回答数を合計したもので算定した。

Table 3-19 需要設備における KPI

内容	点検・計測結果の電子保存（タブレット使用も含む）			
	2021年	2022年	差（参考）	2025年目標
実施済み	16	16	0	24
概ね実施	7	1	-6	2
一部実施	2	4	2	1
試験・評価中	1	3	2	1
検討中	2	2	0	1
予定無し	17	0	-17	16
空白	1	0	-1	1
合計	46	26	-20	46
評価点	2.6	4.0	1.4	2.9
導入率	51.0%	65.4%	14.4%	57.8%

(注) 回答数は KPI の設定内容を反映するために、同じ事業者の「携帯端末機の導入」と「調査結果の電子保存」を合計したものとした。

3.2.7 まとめ

以下、スマート保安導入に向けた新たな KPI に係る今年の調査結果を踏まえ、総括を示す。

- 本アンケート調査は、2021 年の検討を経て 2022 年春に KPI が設定されてからまだ間もない、2022 年 8 月に実施された。KPI が設定されてからの期間が短かったこともあり、調査時点では、KPI の達成に向けた調整を進めていた最中であった事業者も少なくないであろうことが拝察される。実際、KPI に係る設問に限らず、全体的な回答内容を鑑みても一部事業者ではスマート保安推進の現状や、今後について再検討あるいは見直しが行われ、2021 年に比べてより慎重な回答をしていることがうかがわれる。
このことから、断片的な数値ではなく、継続的なアンケート調査によるトレンドを把握し、進捗や動向を評価する必要がある。
- 各電気設備によって採用されている KPI は異なるものの、第 2 章で概観した個別技術活用の状況を踏まえると、KPI に採用されている技術はかなり積極的な導入が進められている傾向があることは明らかである。しかし、KPI を定量的に測るために導入された「導入率」の数値をもって、スマート保安の推進状況を全て伺い知ることは難しいと思われる。新たな KPI 「導入率」は、保安技術を導入した件数をアンケート対象件数の比率としている関係で、設問回答を保留とした場合は対象件数から除外されるなどの統計手法上の留意が必要である。業界の実態を理解するためには、「導入率」だけでなく、評点あるいは回答の内訳まで丁寧に見ることが不可欠である。

第4章 スマート保安プロモーション委員会に対する提言

4.1 スマート保安プロモーション委員会の位置づけ

官民間・業界間でのコミュニケーションツールとして、スマート保安技術やデータを活用した新たな保安方法について、その妥当性を確認する場として「スマート保安プロモーション委員会」(事務局：独立行政法人製品評価技術基盤機構[NITE])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共に、基準策定や規制見直しを進めることとなった。

具体的には、①必要と想定されるデータの画定・取得方法や、②取得したデータに基づく新たな保安技術の妥当性を確認し、③必要に応じて、既存の電力保安関係の委員会と連携し、一定の基準の策定や規制の見直しを図ることとする。

広くスマート保安技術の導入推進を図るためには、プロモーション委員会の仕組みや活動内容の公開及び周知、スマート保安技術のカタログ化による公開の仕組みの構築などの積極的な取組を進める必要がある。現時点のプロモーション委員会の評価及び必要とされる役割・活動内容等の把握を行い、委員会の円滑運用と今後の活動内容を検討・見直すこととした。

4.2 調査内容

上記委員会の運営の方向性を検討すべく、事業者に以下の6つをアンケートにて調査した。

1. 委員会の認知度
2. スマート保安プロモーション委員会の活動内容の把握状況
3. 委員会に期待する役割・活動内容
4. スマート保安プロモーション委員会を活用したい保安技術モデル
5. スマート保安への意見・要望
6. スマート保安プロモーション委員会への意見・要望

4.2.1 委員会の認知度

【設問】

知名度：プロモーション委員会をご存じですか。

【回答】

- 目的や役割を理解している
- プロモーション委員会の設置概要等を知っている又は聞いている
- 名称だけは知っている又は聞いたことはある
- 聞いたこともない
- その他 ()

4.2.2 スマート保安プロモーション委員会の活動内容の把握状況

【設問】

内容把握：プロモーション委員会の活動内容を理解していますか。

【回答】

- 把握・理解している。
- 概ね把握・理解している。
- ある程度把握はしているが理解までは至っていない。
- 把握も理解もしていない。
- プロモーション委員会自体を知らない。
- その他（ ）

4.2.3 委員会に期待する役割・活動内容

【設問】

プロモーション委員会(事務局を含む)に期待又は要望する活動内容を教えて下さい。

【回答】

- 特に無し
- スマート保安に関する相談や問合せ対応を行うこと。
- スマート保安の周知及び認知度向上に関する活動を行うこと。
- スマート保安の推進に係る基礎要素技術や保安技術を創出又は発掘すること。
- 開発・運用している保安技術を第三者機関として評価すること。
- 評価を受けた保安技術を「技術カタログ」として公表すること。
- 保安技術モデルを業界内に普及促進する活動を展開すること。
- 運用に際しての規則やルールに対する見直し等を国等へ提言を行うこと。
- 新たな保安技術モデル化に向けたアドバイス等を行うこと。
- その他（ ）

4.2.4 スマート保安プロモーション委員会を活用したい保安技術モデル

【設問】

プロモーション委員会の取組を活用したい保安技術モデルはありますか。
具体的な案件がある場合はその概要と時期を記載して下さい。

【回答】

- 活用したい。
- 検討したい。
- 活用する予定はない。
- その他 ()

4.3 調査結果

調査結果の概要を以下に示す。

4.3.1 委員会の認知度

Figure 4-1 にプロモーション委員会の認知度（全体）の調査結果を示す。前年対比で「①目的や役割を理解している。」～「③名称だけは知っている又は聞いたことはある。」の割合が約 20%増加しており、事業者に着実にプロモーション委員会の認知度が徐々に浸透していることがうかがわれる。

しかしながら、「聞いたこともない。」～「名称だけは知っている又は聞いたことはある。」が、前年より改善はしているもののまだ約 5 割の事業者の回答となっていることから、更なる知名度向上の活動が求められる。

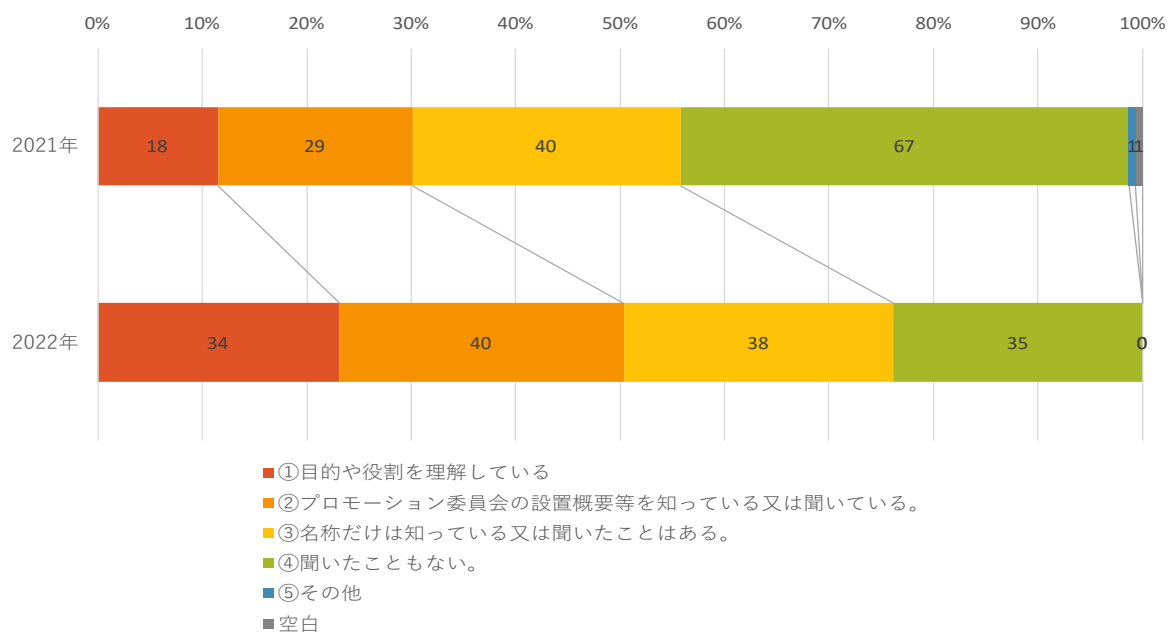


Figure 4-1 プロモーション委員会の認知度（全体）

Table 4-1 プロモーション委員会の認知度（全体）

回答内容	プロモーション委員会の認知度（上段：回答数、下段：構成率）	
	2021年	2022年
①目的や役割を理解している	18 12%	34 23%
②プロモーション委員会の設置概要等を知っている又は聞いている。	29 19%	40 27%
③名称だけは知っている又は聞いたことはある。	40 26%	38 26%
④聞いたこともない。	67 43%	35 24%
⑤その他	1 1%	0 0%
空白	1 1%	0 0%
合計	156 100%	147 100%

4.3.2 スマート保安プロモーション委員会の活動内容の把握状況

Figure 4-2 にプロモーション委員会の活動内容の把握状況（全体）の調査結果を示す。前年対比で「①把握・理解している」～「②概ね把握・理解している」の割合が 10%程度増加しており、事業者側へプロモーション委員会の活動内容が徐々に浸透していることがうかがわれる。

一方「プロモーション委員会自体を知らない」～「ある程度把握はしているが理解までは至っていない」が 前年より改善はしているものの約 7 割をしめていることから、現時点でも多くの事業者においてプロモーション委員会の活動内容が理解されていないことが判明した。

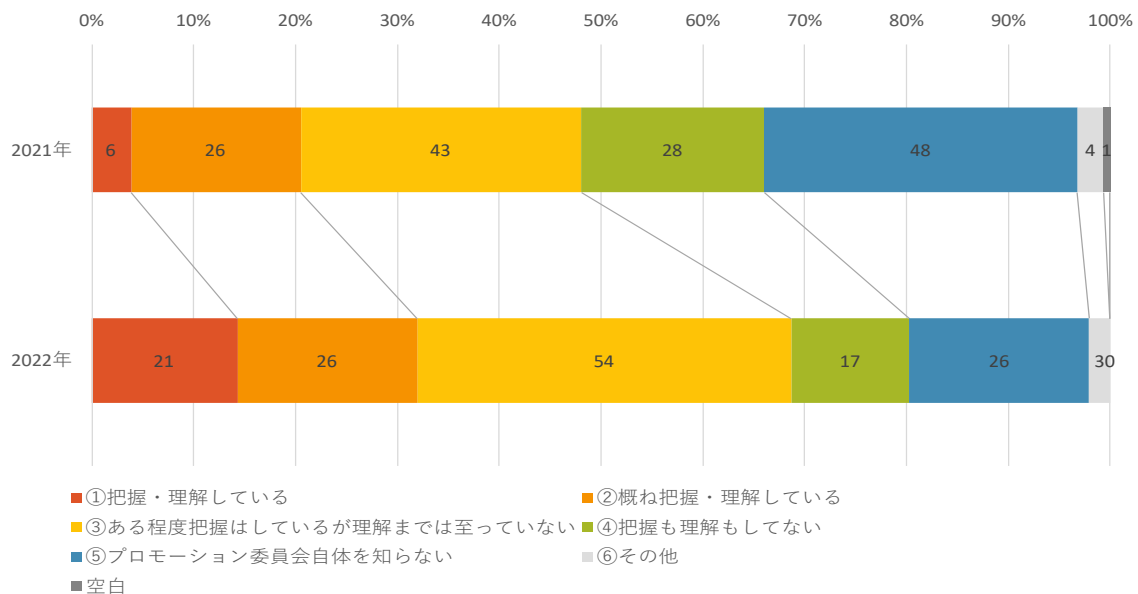


Figure 4-2 プロモーション委員会の活動内容の把握状況（全体）

Table 4-2 プロモーション委員会の活動内容の把握状況（全体）

回答内容	プロモーション委員会の活動内容の把握状況（上段：回答数、下段：構成率）	
	2021年	2022年
①把握・理解している	6 4%	21 14%
②概ね把握・理解している	26 17%	26 18%
③ある程度把握はしているが理解までは至っていない	43 28%	54 37%
④把握も理解もしていない	28 18%	17 12%
⑤プロモーション委員会自体を知らない	48 31%	26 18%
⑥その他	4 3%	3 2%
空白	1 1%	0 0%
合計	156 100%	147 100%

4.3.3 委員会に期待する役割・活動内容

Figure 4-3 にプロモーション委員会に期待する役割・活動内容（全体）の調査結果を示す。全体の半数以上の回答があったのは「運用に際しての規則やルールに対する見直し等を国等へ提言を行うこと。」（66.0%）、「保安技術モデルを業界内に普及促進する活動を展開すること。」（59.9%）、「スマート保安の周知及び認知度向上に関する活動を行うこと。」（42.2%）、「技術カタログの公表」（40.8%）である。

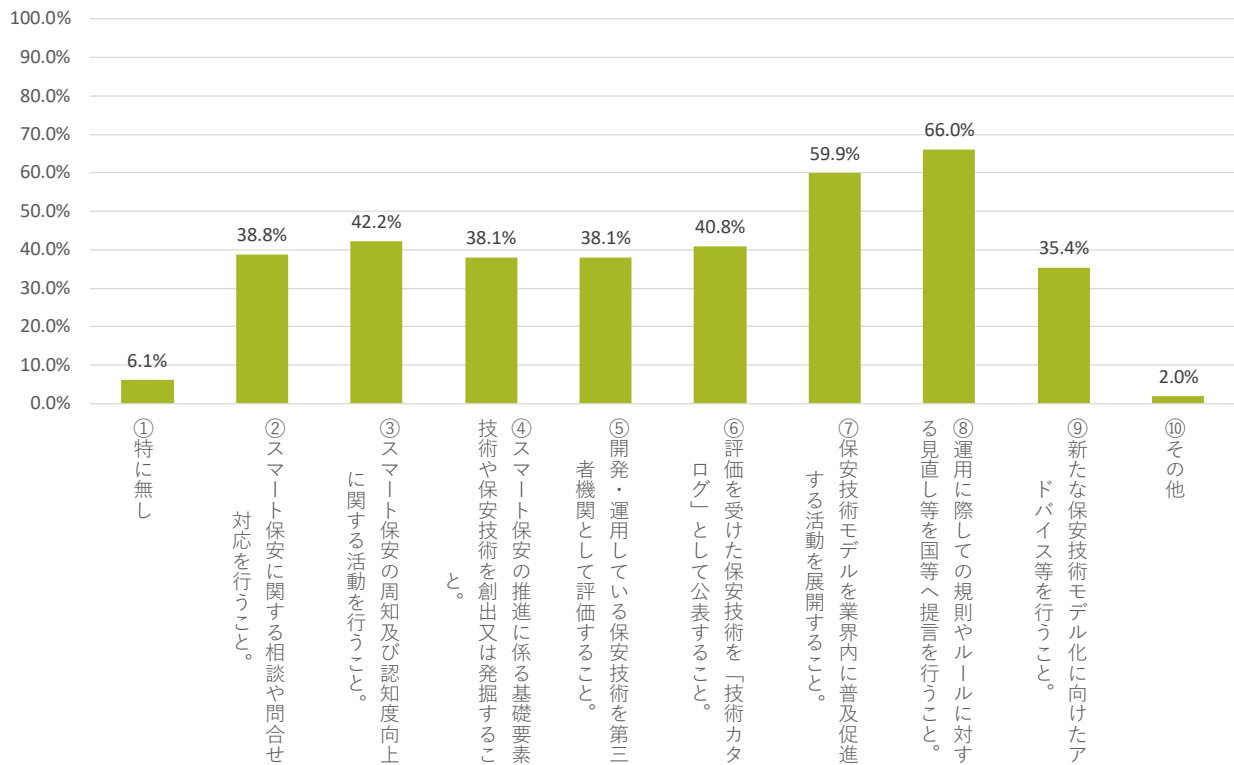


Figure 4-3 プロモーション委員会に期待する役割・活動内容（全体）

Table 4-3 プロモーション委員会に期待する役割・活動内容（全体）

内容	回答数	適用率
①特に無し	9	6.1%
②スマート保安に関する相談や問合せ対応を行うこと。	57	38.8%
③スマート保安の周知及び認知度向上に関する活動を行うこと。	62	42.2%
④スマート保安の推進に係る基礎要素技術や保安技術を創出又は発掘すること。	56	38.1%
⑤開発・運用している保安技術を第三者機関として評価すること。	56	38.1%
⑥評価を受けた保安技術を「技術カタログ」として公表すること。	60	40.8%
⑦保安技術モデルを業界内に普及促進する活動を展開すること。	88	59.9%
⑧運用に際しての規則やルールに対する見直し等を国等へ提言を行うこと。	97	66.0%
⑨新たな保安技術モデル化に向けたアドバイス等を行うこと。	52	35.4%
⑩その他	3	2.0%

4.3.4 スマート保安プロモーション委員会を活用したい保安技術モデル

Figure 4-4 にプロモーション委員会の活用希望（全体）の調査結果を示す。前年対比で「活用したい」～「検討したい」の割合が5%程度増加しており、一部の電気設備ではあるが「活用したい」の回答が7件あることから、事業者側でプロモーション委員会への関心度が増していることがうかがわれる。

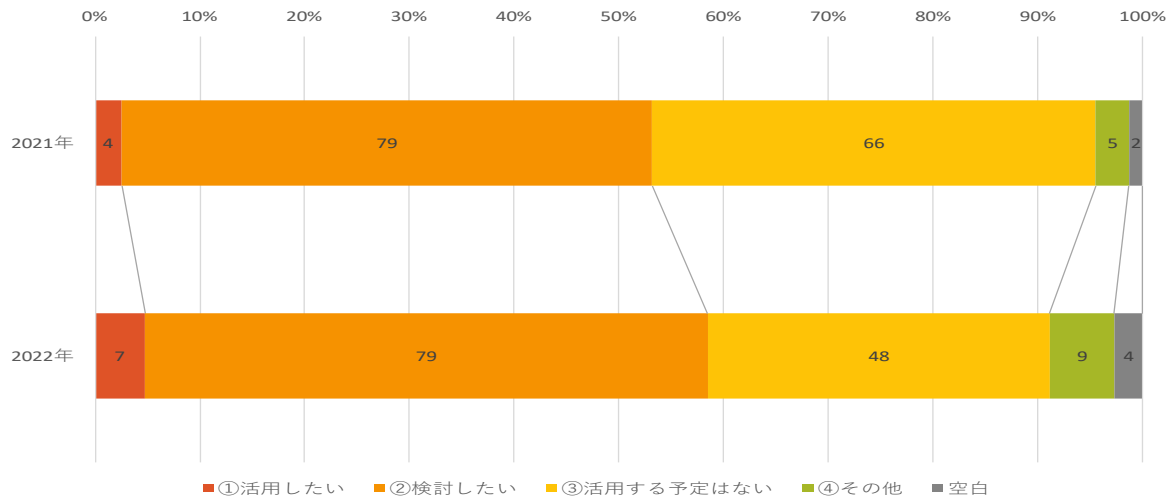


Figure 4-4 プロモーション委員会の活用希望（全体）

Table 4-4 プロモーション委員会の活用希望（全体）

回答内容	プロモーション委員会の認知度（上段：回答数、下段：構成率）	
	2021年	2022年
①活用したい	4 3%	7 5%
②検討したい	79 51%	79 54%
③活用する予定はない	66 42%	48 33%
④その他	5 3%	9 6%
空白	2 1%	4 3%
合計	156 100%	147 100%

4.3.5 スマート保安への意見・要望

4.2.4で「① 活用したい」と回答した事業者に対し、プロモーション委員会を活用し導入検討を進めたい保安技術モデルについてアンケートを行った。回答件数は7件（前年:4件）で、回答者の設備種別は太陽電池発電、送配電・変電設備、需要設備であった。また、委員会から国等へ要望して欲しい内容として、法規の見直しを要求する内容が多かった。

4.3.6 スマート保安プロモーション委員会への意見・要望

Table 4-5 に事業者からスマート保安プロモーション委員会への意見・要望（自由記述）を示す。スマート保安プロモーション委員会への情報提供、アンケートに対する改善、制度設計・整備・見直しに関する要望が目立った。

Table 4-5 スマート保安プロモーション委員会への意見・要望

要望の分類	スマート保安プロモーション委員会への意見・要望
情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ● スマート保安事例集や技術カタログ等の継続的なアップデートのほか、特に効果の高い技術に関する普及促進活動。また周知方法については、HP 等の公表だけでなく、メール等によるプッシュ型の情報共有があるとありがたい。 ● 各社で取り組んでいるもので比較的低コストで効果が上げられた成功事例があれば教えてほしい。 ● 産業保安高度化推進事業の適用範囲や手続きについて、広くご紹介頂きたい。 ● デジタル技術を活用した巡視・点検などを保安規定に反映しやすく、具体例など示して欲しい。個々主任技術者の判断によるのでは推進がすすまない。（A I 等への理解にレベル差があり） ● スマート保安の導入を検討しているが、法規制（ドローンにおける航空法等）等が障害となり、導入が進まないケースがある。そういった情報を定期的に収集して、課題を解決できるような仕組み作りを希望する。スマート保安プロモーション委員会から上記内容について提言してもらいたい。
アンケートに対する改善	<ul style="list-style-type: none"> ● 高圧配電線路は、面的に広がり数が膨大であるため、個々の設備にセンサーを取り付けるようなスマート保安には適しておりませんが、線路の区分開閉器による遠隔制御（電圧、電流計測を含む）やスマートメーターの活用による充停電の把握は、以前と比較して技術が進んでおります。また、スマホ等を利用したりリアルタイムに設備被害状況を把握するシステムも取り入れているところです。保安活動は、各事業者が定める保安規定がベースとなっておりますので、保安規定における保安活動とそれに適した技術動向を紐づける項目があっても良いと感じました。※「予定無し」の記載が、当該取組に後ろ向きではないかと捉えられる事を懸念いたしました。 ● スマート保安の定義を明確化してほしい。（定義がないため設問への回答が困難である）

	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタル計測器の導入及び遠隔操作の対象設備や最低限到達すべき技術基準を 明確化してほしい。（指標がないため、設問への回答が困難である） ● 点検、測定結果の電子保存の対象となる記録類を明確化してほしい。（記録類の定義がないため設問への回答が困難である）
<p>制度設計・整備・見直し</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● スマート保安を導入する為には、これまで人によって行われてきた目視等の五感を用いた点検を機械による点検に代替するため、点検項目や基準を機械の基準に合わせて作成して行く必要があります。適切な点検項目や基準のガイドライン整備推進をお願い申し上げます。 ● 出力制御（受けざるを得ない制度）以外に、O&M では運転に関わる遠隔制御が必要と考えているが、一方でサイバーセキュリティの確保も重要な課題である。アクセルを踏みながらブレーキも容易に踏めるような、制度面と技術面でセットで導入できるようにご指導いただきたい。 ● 現状、スマート保安技術は遠隔監視装置メーカーが開発を牽引する形で普及してきていると思います。事業主にとっても発電所の運用コストや人件費の削減に繋がるので、積極的に導入しています。課題となるのは、法的な部分で、月次点検の回数や駆付け時間をスマート保安の導入を前提とした上で、再検討して頂ければ、さらなる導入メリットが生まれ普及が進むと思います。 ● 電気主任技術者の駆付け時間の緩和がされたが、特高発電所は、資格が2種以上の制限がある、スマート保安などを活かし、資格を3種まで緩和検討してもらいたい。 ● 落雷による、発電停止について、感知システムを設置しているが、冬季雷が多発地域では、停止回数が多くなる。落雷停止電流閾値などが、規程がない。閾値の値の明確化をお願いしたい。 ● 欧州などのスマート保安技術がかなり普及されている国の取組を積極的に取り入れることも必要であると思います。また、新しい技術を実証実験できる場所も検討しなければならないと思います。特に風力発電所は風車メーカーの長期保証期間やレンダー側の要求によってスマート保安を取り入れることが難しい場合もありますので、導入環境の整備も必要になるかと思えます。

	<ul style="list-style-type: none">● スマート保安の観点で、様々なデジタル機器、IoT、遠隔監視等の適用、規制緩和も検討されているが、発電所と言う観点で将来の無人化、遠方化を見据え、電気事業法以外（例えば、「消防法」等）との連携をお願いしたい。● スマート保安は、現在の保安レベルを担保しつつ将来の人手不足等に対応する目的であると考えます。現在、外部委託法人に対する需要設備のスマート保安については、「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」（以下「運用内規」という。）が改正され仕様や点検頻度が示されたが、換算点数や圧縮係数が隔月点検と変わらず、かつ需要設備への導入コストだけが増加する内容のものであり、設置者や法人にとってのメリットが無いため導入促進は難しく、人手不足の解消には至らないものとなっている。今後は、今回改正された運用内規のスマート保安の内容で実績を積んでから、次のステップを考えていると思われるが、人手不足は待ったなしの状況であることから、早期に既設キュービクルへのスマート保安の導入及び規制の見直しの道筋だけでも示していただきたい。● アンケートでも回答したが、運用に際しての規則やルールに対する見直し等を国等への提言を積極的に行っていただきたい。（既設の需要設備・発電設備の月次・年次点検頻度の延伸。また、それに伴う換算点数・圧縮係数の見直し。）● スマート保安が目指すところは、今後の人口減少等に伴う保安要員不足に適切に対応することである、と認識しています。これまでのスマートキュービクルの検討において、目視、音、匂いなど、人間の五感を代替する技術を実装することによって、遠隔点検を実現して頂きましたが、それによって点検頻度が延伸されることにはならず、保安要員の削減には必ずしもつながらないと思います。保安要員の削減につなげるためには、「五感の代替」ではなく、①AI・IoT センサー等の高度な技術を活用し設備事故の予兆を捉えることができる、②設備の状態を常時監視できている、③予兆を捉えることが出来た時は現地に出動できる体制を整えている、といった要件が満たされ、高度な技術の活用による予防保全がなされていれば、点検頻度を延伸し圧縮係数を見直す、という緩和を行う必要があると考えます。
--	---

<p>提言</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ドローン点検は有用であるが、法律上電気設備の保安に関する目視代替が認められていないので、O&M目線で見るとドローン活用は非常に期待は大きいですが、その反面コストが上がるといった欠点がある。ドローンによる空撮は、定期点検の代替となるのは難しいが、例えばドローンの空撮要件を定め、その要件を満たせば定期点検の為に現場へ向かう頻度を低減できる、などのスマート保安によるインセンティブ的な措置が有っても良いと思う。ドローンの空撮要件の事例として、カメラの解像度、被写体からの距離等が考えられる。 ● パネル出力配線コネクタ接続部の変色や過熱、バックシートやジャンクションボックスの発熱の痕跡を点検で見つけることもあるので、ドローンや定置カメラのみ（表面のみ）で現地点検をすべて省略とするのは、慎重にする必要があると感じる。 ● 水力発電設備は山間部に点在しており、携帯電波も届かないところが多々ある。スマート保安を進めるうえでも、通信環境の整備が課題と考えている。 ● AIについては、AIがどのような理由で結果を導き出したかエビデンスが残るシステムが必要と考える。AIの判断結果のとおり実行し、万が一何らかのトラブルが発生した場合、説明ができないため、慎重な対応が必要と考える。 ● IoT機器やAIが持つ可能性には不明瞭な要素（どこまでできるか）も多いうえ、認知度も低いというイメージ。研究・検証を加速させ、広く認識させる必要があると考えている。 ● スマート保安の促進に向けた取組は各社・多部門にわたり積極的に進められているものの、全体的に共通して費用対効果に課題がある。実用化を見据えると、今の先端技術の低廉化が必要と考えている。
-----------	--

<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理の高度化、高効率化は日本の競争力強化に直結すると考えています。スマート保安により予防保全が主の現状から予知保全に大きく変化する社会基盤づくりに期待しています。 ● 国内でスマート保安技術を開発した場合、海外風車メーカーに対してメーカーの LTSA 期間中であっても委員会から積極的に海外メーカーに対して事業者からスマート保安の提案があった場合には取り入れる事を認めるように指導して頂きたい。(国として風車メーカーに対して) ● スマート保安の目的である「人材不足の解消」のためには、スマート保安技術の効果を適正に判断し、換算係数の削減につなげていただきたい。 ● 需要設備に対するスマート保安に関して、企業によってさまざまな保安技術モデルが考えられると思いますので、画一化した仕様にならないようにしていただきたい。 ● スマート保安の目的、意義が不明確である。大規模なプラントをもっている風力発電事業者であれば、自社で検討するかもしれないが、数基しか持たない事業者は導入にはハードルが高い。保守や点検を行う会社の動向により採用するか否かになるのではないか。 ● そもそもスマート保安自体よく理解できていません
------------	---

4.3.7 まとめ

プロモーション委員会の開催及びスマート保安技術カタログの公表など、積極的な情報発信により、限定的な知名度向上が見受けられるが、プロモーション委員会の位置づけやその活動内容への認知度向上を図る必要がある、引き続きスマート保安に関する種々の情報発信を根気よく実施することが望ましい。さらに、国等との継続的協議による法制度の見直しの提言など事業者及び業界の利益となる活動を続けることで存在意義を高めることも重要であると考えられる。

第5章 おわりに

5.1 独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）からの提言

（スマート保安技術の導入推進及びスマート保安プロモーション委員会の運用について）

5.1.1 はじめに

NITE は、スマート保安技術の導入・普及促進を目的に、前年度に引続きアンケート調査「電気保安のスマート化推進に向けたスマート保安技術の導入実態調査（令和4年度）」を行い、アンケート調査の分析結果を踏まえて各業界団体との意見交換を実施した。新たな KPI の進捗状況については、設定からあまり期間が経っていないことから、課題があったり配慮が必要ではないかとの意見もあったりしたが、概ね建設的かつより良いアンケート調査に向けた意見であり、前年より更にスマート保安に対する積極的な取組姿勢を感じた。

スマート保安プロモーション委員会（以下、「プロモーション委員会」という。）は、2022年9月末までに第4号案件までの審議が完了し、順次、技術カタログに掲載・公表している。また、スマート保安に関する問合せや相談が2022年9月末までに26件NITEに寄せられており、スマート保安の必要性と「電気保安分野 スマート保安アクションプラン」を丁寧に説明するなどの活動を粛々と実施している。このような活動により、前年度調査時よりもプロモーション委員会の認知度は着実に向上しているが、「名前も知らない」と回答される事業者が2割超もあることから、更なる情報発信と周知・理解活動が重要課題であると捉えている。

5.1.2 スマート保安技術の導入推進

(1) 電気保安関係者（電力業界を含む）における理解度について

各業界団体からは「スマート保安の定義が不明瞭」、「全電気設備に適用するのか」、「アナログ運用しているがデジタル化が必要か」、「AI やサイバーセキュリティの導入は敷居が高い」などの意見があり、現状においては、事業者によりスマート保安の具体的な取組内容の理解度が異なるほか、電気設備によって導入推進状況に強弱があることを改めて確認する結果となった。

電気保安を取り巻く課題として、電気設備の高経年化、再エネ発電設備及び蓄電設備が増加する一方で電気保安に携わる電気保安人材の高齢化と入職者の減少による人材不足と現場管理技術の継承への早期対応が挙げられる。スマート保安技術の導入促進は、保安力の維持・向上と生産性の向上を両立させるものであり、「将来的な人材不足の解消と技術力の維持・向上」に貢献するものであると考えられる。全ての業界団体にスマート保安への取組に前向きの変化が見られるものの、現時点では様子見や導入検討中、あるいは条件整備中ではないかと感じられるものもあった。したがって、スマート保安技術の導入推進に関しては、各業界団体の事業環境や個別事情を考慮しつつ、どのようなスマート保安技術があるのか周知するとともに、事業者が着実にスマート保安技術の導入推進ができる環境整備が望まれていると考える。

(2) スマート保安推進に向けた仕組み作り

スマート保安を推進するためには、次のような仕組みを構築して電気保安関係者（電力業界を含む）への情報共有と周知・理解活動を促進させることが有効かつ効率的であると見込まれる。同時に、スマート保安技術カタログへの注目度も向上していることから、保安技術の情報発信を積極的に実施することとする。

- ア スマート保安推進に関するアンケート調査の毎年度実施及び分析結果の情報共有
- イ 定例的な各業界団体との意見交換の実施による課題把握と情報提供
- ウ スマート保安を巡る環境変化や最先端技術情報の業界団体との共有
- エ 需要設備の電気保安関係者*に対するスマート保安推進への理解活動
(※ 選任、統括、保安法人、個人技術者、ビル管理会社及び特定の設備所有者等)
- オ 電気設計者や電気工事関係者へのスマート保安関連情報の周知・理解活動
- カ プロモーション委員会の積極的活用の推進とスマート保安技術カタログの充実
- キ 各産業保安監督部との連携強化によるスマート保安技術の社会実装の支援

5.1.3 プロモーション委員会の運用

(1) アンケート調査結果

プロモーション委員会の認知度の調査結果では、「聞いたこともない。」が 23%（前年:43%）、「名称だけは知っている又は聞いたことはある。」が 26%（前年:26%）と、前年より改善はしているがまだ約 5 割の事業者がプロモーション委員会をほとんど知らないことが判明した。

活動内容についても、「プロモーション委員会自体を知らない」が 18%（前年:31%）、「把握も理解もしていない」が 12%（前年:18%）及び「ある程度把握はしているが理解までは至っていない」が 37%（前年:28%）と前年より改善はしているものの約 7 割の事業者がプロモーション委員会の活動内容を理解していないことが判明した。

期待又は要望する活動内容では、回答率の高い項目は「運用に際しての規則やルールに対する見直し等を国等へ提言を行うこと」が 66%（前年:57%）、「保安技術モデルを業界内に普及促進すること」が 60%（前年:58%）、「技術カタログの公表」が 41%（前年:26%）という結果であり、前年と同様の項目であるが要望率が高くなっており、今後のプロモーション委員会の活動・運用の参考とする。

(2) プロモーション委員会の運営

一年間試行錯誤を繰り返しながら運営した結果、審議の進め方、規制当局との協議及び技術カタログの掲載などに一通りの整理が完了した。2022 年 9 月末までにプロモーション委員会で第 4 号案件まで審議が完了し、有用な保安技術として承認されており順調な滑り出しであるが、申請案件（申請された技術の内容）に偏りがあること、案件の継続的な確保及びカタログ掲載の保安技術を各産業保安監督部が技術審査に積極的に活用して頂けることに課題があることを踏まえて、今後はプロモーション委員会の運営に当たり、以下のような活動に着手していく。

- ア スマート保安技術として活用できる基礎要素技術の創出又は開発支援
- イ スマート保安技術(基礎要素技術又は保安技術モデル)の妥当性評価の標準化
- ウ スマート保安技術カタログへの登録・管理・公表の促進
- エ 「基礎要素技術」から「保安技術モデル」へのステップアップ支援

- オ スマート保安技術導入促進に係る必要な規制見直し等の国等への提言
- カ 産業保安監督部の技術審査にプロモーション委員会を活用することによる事務効率化
- キ スマート保安技術の導入に関する相談対応

5.1.4 まとめ

NITE として、スマート保安技術の導入・普及を効果的かつスピード感を持って推進するために、この一年間の活動実績とアンケート調査結果を踏まえて関係各所と協議し、NITE における取組を次のとおり策定・実行することとする。

- 1) スマート保安推進に関するアンケート調査は、KPI の進捗状況とスマート保安の現状を把握するために有効な手法であるので、2025 年まで継続して実施する。
なお、一部の電気設備の KPI では、異なる団体の目標が総合的に設定され、適切な進捗状況の把握に支障が発生する恐れがあり、整理と協議が必要と思われる。
- 2) スマート保安を推進するには、業界団体と事業者の積極的な取組姿勢が不可欠であり、スマート保安に関する周知・PR 活動を精力的に行う。
- 3) プロモーション委員会の開催回数確保とスマート保安技術カタログの充実により、技術情報公開と普及促進を図る。

