

令和5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5年12月

株式会社リベルタス・コンサルティング

「令和 5 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、電気設備ごとの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、以降毎年度、スマート保安技術の導入実態調査を実施しており今年度も「令和 5 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」を実施することといたしました（請負業者：株式会社リベルタス・コンサルティング）。

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 159 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

目次

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	スマート保安に関する個別技術の導入状況.....	2-2
2.1.2	電気設備別の個別設問.....	2-4
2.2	分析手法.....	2-16
2.3	電気設備ごとの分析結果.....	2-17
2.3.1	火力発電.....	2-20
2.3.2	水力発電.....	2-29
2.3.3	風力発電.....	2-38
2.3.4	太陽電池発電.....	2-47
2.3.5	送配電・変電所.....	2-56
2.3.6	需要設備.....	2-66
2.3.7	スマート保安へのご意見・ご要望.....	2-75
第3章	スマート保安導入に向けた KPI	3-79
3.1	分析手法.....	3-79
3.2	分析結果.....	3-80
3.2.1	火力発電.....	3-80
3.2.2	水力発電.....	3-82
3.2.3	風力発電.....	3-84
3.2.4	太陽電池発電.....	3-86
3.2.5	送配電・変電所.....	3-88
3.2.6	需要設備.....	3-90
3.2.7	まとめ.....	3-91
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	4-92
4.1	スマート保安プロモーション委員会の位置づけ.....	4-92
4.2	調査内容.....	4-93
4.3	調査結果.....	4-95
4.3.1	知名度.....	4-95
4.3.2	内容把握.....	4-96
4.3.3	期待又は要望.....	4-97
4.3.4	スマート保安プロモーション委員会へのご意見・ご要望.....	4-98

第5章	おわりに.....	5-100
5.1	独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）からの提言.....	5-100
5.1.1	はじめに.....	5-100
5.1.2	スマート保安技術の導入推進.....	5-100
5.1.3	プロモーション委員会の運用.....	5-101
5.1.4	まとめ.....	5-102

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、進捗状況及び課題を把握すると共に、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

MicrosoftExcel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もメール送付し、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で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3テーマとし、アンケート送付を2023年9月25日に行い、アンケートの回答期限を2023年10月20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
東京電気管理技術者協会

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に関する個別技術の導入状況、導入推進に係る KPI に関する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「現時点の取組状況」及び「2025 年時点の取組状況」の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 ドローン等を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（温度計・熱電対等）
 - 環境関連センサ（匂い、埃等）
 - 超音波センサ（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を活用した業務支援
 - 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

常時監視：計測装置やセンサ類のデータを常に目視監視している方式

予防保全管理：故障を発見する点検管理ではなく、予め異常の予兆を捉えて故障する前に対処する点検管理手法

【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 電気設備別の個別設問

2025年に向けて、電気設備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) 巡視或いは点検等におけるドローン活用(ロボットを含む)

【設問】

ドローンをどのような業務に活用するのか教えて下さい。(複数回答)

- ① 活用していない又は予定がない。
- ② 検討又は準備中
- ③ 構内全域の安全確認の巡視
- ④ 構造物(建物や煙突等)の高所における外観点検
- ⑤ 煙突内の内壁確認
- ⑥ 水管やダクト等の特殊場所の巡視点検又は定期点検
- ⑦ タンクヤード等の外観点検
- 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
- 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について教えて下さい。(複数回答)

- ① 活用していない又は予定がない。
- ② 検討又は準備中
- ③ 統計手法によりデータ解析による異常予兆検知
- ④ AIを活用したデータ解析による異常予兆検知
- 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
- 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
- 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
- ⑧ AIを活用したデータに基づく保守計画策定への活用
- ⑨ その他

(3) 監視/制御に係るデジタル化・遠隔化の状況

【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 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。
- 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、構外の監視所で遠隔監視している。
- ④ 監視データ(アナログ)のデジタル化を推進している。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 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。
- ⑧ 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)
- ⑨ その他

(4) 高経年設備の維持管理の課題

【設問】

火力発電では高経年設備の維持管理が課題とされていますが、現時点での取組状況を教えてください。

- ① 高経年設備は保有していない。
- ② 保留中又は計画がない。
- ③ 効果的な管理手法や採算等を総合的に検討中である。
- ④ 研究・運用試験実施中である。
- ⑤ 積極的に導入を推進している。
- ⑥ 高経年設備に対する対応は終了している。
- ⑦ その他

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化と現場効率化

【設問】

タブレット等の現時点の活用状況について教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 開発中又は試験実施中(導入に向けた検討中を含む)
- ③ 現場巡視結果データの電子データ化を推進
- 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
- 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
- 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)
- 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)
- 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
- ⑨ 緊急時対応等における緊急又は高度技術の対応指導・指示や状況確認
- ⑩ その他

(2) 点検におけるドローン活用(ロボットを含む)

【設問】

ドローンをどのような業務に活用するのか教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 研究・運用試験実施中である。(導入に向けた検討中を含む)
- ③ 構内及び周辺地域の安全又は状況確認の巡視
- ④ ダム本体や付属建造物等の巡視・点検
- 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
- ⑥ 水圧鉄管、水槽又は送水路の巡視・点検
- 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
- 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
- ⑨ その他

(3) スマート保安推進に対する障害

【設問】

水力発電設備のスマート保安を推進するのに障害となっている内容を教えてください。

(複数回答)

- ① 保留又は不明
- ② 導入技術への情報不足
- ③ 研究・開発、導入（初期投資）又は運用費用（ランニングコスト）関係
- ④ スマート保安導入に関する技術力・開発力の不足
- ⑤ 推進プロジェクトリーダー又は専門技術者不足
- ⑥ 情報システム開発に関わる期間又は人材確保への不安
- ⑦ 職員の雇用・配転問題、技術力低下等
- ⑧ 法、規則、内規、手続き等
- ⑨ 特許、肖像権、守秘義務
- ⑩ その他

(4) ガイドラインの公開後のスマート化推進状況

【設問】

「水力発電設備におけるスマート化技術導入ガイドライン」が公開されていますが、貴組織における水力発電設備のスマート化推進について、現時点での取組状況を教えてください。

- ① スマート保安は導入しない。
- ② 保留中又は実施計画を作成していない。
- ③ 実施内容を検討又は準備中である。
- ④ 導入に向けて、開発中又は試験実施中である。
- ⑤ 一部の保安技術を導入し、更に導入推進中である。
- ⑥ ガイドラインに沿った保安技術を既に導入済み又は完了済である。
- ⑦ その他

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。（複数回答）

- ① 活用は考えていない。
- ② 活用に向けて検討中又は研究・開発中である。
- ③ 運用試験中又は一部の巡視点検に限り活用している。
- ④ 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。
- ⑤ パネル清掃、除草等の補助業務に活用している。
- ⑥ 構内の定例巡視・点検に積極的に活用している。
- ⑦ 災害時等の構内全域の被害状況の把握に活用している。
- ⑧ その他

(2) 点検・計測結果のデジタル化、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。（複数回答）

- ① データ取得や活用は考えていない又は不明
- ② データ活用したいが、点検結果は手書きの紙による処理であり、電子データとしては取得していない。
- 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・実証試験中である。
- 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 警報管理とは別に、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。
- 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) 遠隔常時監視の導入・普及状況

【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。（複数回答）

- ① 遠隔監視の導入活用は考えていない又は不明。
- 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 発電所の運転状況(計測、警報等)を常時監視している。(外部組織による監視を含む)
- ⑥ PCS等の遠隔制御(運転停止・再開等)が実施又は可能である。(外部組織による監視を含む)
- ⑦ 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。(外部組織による監視を含む)
- ⑧ 受変電設備の遮断器類の開閉等を構外から遠隔制御にて実施又は可能である。(外部組織による制御を含む)
- ⑨ その他

(4) 太陽電池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 計測データの活用方法や制御関連技術情報の公開(遠隔監視・制御に向けて)
- ⑥ 後付けのセンサ類や計測装置の設置に係る技術情報の公開(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又はガイドラインの策定
- ⑨ サイバーセキュリティー対策又は対応
- ⑩ スマート技術による防犯対策の構築(ケーブル盗難対策等)
- ⑪ その他

4. 風力発電

(1) 遠隔監視・制御システムの導入・運用状況

【設問】

各種定置センサ類(計測装置、センサ類、可視カメラ等)の設置による遠隔監視所からの異常有無の監視や運転と開閉器類の制御等ができる仕組みの活用状況を教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 導入に向けて検討中、研究・運用試験実施中である。
- ③ 構内監視所等から遠隔監視装置を活用して一部の巡視・点検等を実施している。
- ④ 構外監視所等から遠隔監視装置を活用して一部の巡視・点検等を実施している。
- ⑤ 構内監視所等から発電所運転や開閉器類の制御を実施している。
- ⑥ 構外監視所等から発電所運転や開閉器類の制御を実施している。
- ⑦ 遠隔監視システムに AI を活用している。(判断・支援)
- ⑧ その他

(2) ドローン等による巡視・点検の運用状況(ロボットを含む)

【設問】

ドローンやロボット等の活用が推進されていますが、どの様な業務に活用しているか教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 導入に向けて検討中である。
- ③ 導入に向けて研究・運用試験実施中である。
- ④ 定例或いは一部の巡視に使用
- ⑤ 定例或いは一部の点検に使用
- ⑥ 台風通過時等における臨時の設備安全確認
- ⑦ 災害時等における被害状況把握と臨時巡視等
- ⑧ その他

(3) ブレードの健全性の診断技術

【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。（複数回答）

- ① 判らない又は不明
- ② 移動式(ドローンを含む)の可視カメラ映像解析による損傷確認
- 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)
- 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(高感度カメラ、レーザー、音波等)
- ⑥ 必要に応じた遠距離からの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 電流又は振動センサ等による測定データ解析
- ⑧ 雷電流等の感知・測定
- ⑨ 複合観測データを AI 活用によりデータ解析し、損傷状況予測の技術
- ⑩ 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 計測データの活用方法や制御関連技術情報の公開(遠隔監視・制御に向けて)
- ⑥ 後付けのセンサ類や計測装置の設置に関する技術情報の公開(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又はガイドラインの策定
- ⑨ サイバーセキュリティー対策又は対応
- 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】

各種センサ類(計測装置、センサ類又は可視カメラ等)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を教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 新規導入を研究・運用試験実施中である。
- ③ 電圧、電流等の計測データや警報データの集中管理
- ④ 固定式の各種センサ・ネットワークカメラの設置(画像認識を含む)
- ⑤ 車両等(ドローン等を除く)に監視カメラやセンサ等を設置し、移動巡視を実施
- ⑥ ドローンやロボットを活用した定例巡視
- 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
- ⑧ 構外に設置された監視所からセンサ類を活用した遠隔監視・制御を実施
- ⑨ AIを活用した機械判定或いは設備トラブルの予防保全等
- ⑩ その他

(2) 巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用状況

【設問】

ドローンやロボット等の活用が推進されていますが、どの様な業務に活用しているか教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 導入に向けて検討中である。
- ③ 導入に向けて研究・運用試験実施中である。
- ④ 定例或いは一部の巡視に使用
- ⑤ 定例或いは一部の点検に使用
- ⑥ 台風通過時等における臨時の設備安全確認
- ⑦ 災害時等における被害状況把握と臨時巡視等
- ⑧ その他

(3) ウェアラブルカメラ等の活用による遠隔現場支援(育成を含む)

【設問】

効果的な業務遂行或いは人材育成に向けたウェアラブルカメラ等の活用による遠隔現場支援の仕組みへの取組について教えてください。(複数回答)

- ① 導入又は活用の予定はない。
- ② 新規導入を研究・運用試験実施中である。
- 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)
- 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)
- ⑤ 作業員の安全確保や手順遵守の確認或いは現場指導に活用
- 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
- ⑦ 事故や災害緊急時対応等における緊急又は高度技術の対応指導・指示や状況確認
- ⑧ その他

(4) AI 等活用による故障予兆把握・判定支援

【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。(複数回答)

- ① 特に無し。
- ② 必要な IoT センサ類や導入技術の選定に迷っている。
- ③ 分析に必要なデータの蓄積が不十分或いは収集準備中である。
- ④ 対象とする設備範囲が多く、どこまで AI 活用するか判断又は導入順番に苦慮している。
- ⑤ 導入に対する費用対効果が不確定又は不明瞭である。
- ⑥ データ解析又はシステム設計に必要な技術者や情報処理力が不足している。
- 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) 遠隔監視技術の導入メリット

【設問】

保安業務管理の受託者として、遠隔監視のスマート保安技術を導入するメリットを教えてください。（複数回答）

- ① 特になし又は不明
- ② 月次点検の遠隔監視による点検代替(遠隔による月次点検の実施:現地訪問が不要)
- 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(停電年次点検の周期変更 3年に1回等)
- ⑤ 遠隔常時監視による無停電年次点検の廃止(定例を廃止し、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できる。
- 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)と点検・測定データ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(パソコンを含む)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た顧客データは、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業務支援に活用している。(名称、住所、設備、前回記録等)
- ⑧ 保存データの AI 活用(機械判定等の業務支援)について検討中又は開発中である。
- ⑨ その他

(3) 月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

【設問】

月次点検の頻度変更に必須と思われるキュービクルに導入すべきスマート保安技術について教えてください。（複数回答）

- ① 設置の必要なし
- ② 電圧及び電流計測装置（データ取得）
- ③ 可視カメラ(監視カメラ、Webカメラ等)
- ④ 高圧絶縁監視装置(高圧地絡電流検知による方式で部分放電等を除く)
- ⑤ 熱関係装置(熱画像カメラ、放射温度計等)
- ⑥ 部分放電関係装置(ウルトラフォン、超音波センサ、TEVセンサ等)
- ⑦ 環境関係装置①(匂いセンサ、オゾン検出器等)
- ⑧ 環境関係装置②(粉塵、塩分等)
- ⑨ 環境関係装置③(温度、湿度)
- ⑩ その他

(4) 停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

【設問】

停電年次点検の頻度変更に必須と思われるキュービクルに導入すべきスマート保安技術について教えてください。（複数回答）

- ① 設置の必要なし
- ② 電圧及び電流計測装置（データ取得）
- ③ 可視カメラ(監視カメラ、Webカメラ等)
- ④ 高圧絶縁監視装置(高圧漏れ電流等)
- ⑤ 熱関係装置(熱画像カメラ、放射温度計等)
- ⑥ 部分放電関係装置(ウルトラフォン、超音波センサ等)
- ⑦ 環境関係装置①(匂いセンサ、オゾン検出器等)
- ⑧ 環境関係装置②(粉塵、塩分等)
- ⑨ 環境関係装置③(温度、湿度)
- ⑩ その他

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、取組状況について、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、各回答内容変化や目標に向けての詳細な取組状況が分かるように、横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、個別技術では、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に関する個別技術の導入状況について、2021年、2022年、現在の取組状況の評価に加えて導入目標（2021年に設定した2025年取組状況）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。

Table 2-1 に電気設備別のアンケート回収結果を示す。

Table 2-1 電気設備別アンケート回収結果

電 気 設 備		回収件数
火力発電		20
水力発電		32
太陽電池発電	特別高圧	11
	高圧	30
風力発電	特別高圧	15
	高圧	3
送配電・変電設備		34
需用設備	特別高圧	0
	高圧	14
合計		159

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。

今年度のアンケート調査は、スマート保安推進に向けたアクションプランが示されて3年目となることから、業界団体を中心に事業者においてもスマート保安への理解が進み、積極的な取組が展開されている関係で、調査結果に影響を及ぼす事態が確認されている。

(業界団体との情報交換及び技術動向調査より得られた内容)

- スマート保安技術を適用・運用していた業務に対して、新たな施策の取組に着手し対象業務範囲を拡大したために、回答の実施レベル(ステータス)を見直した。

例1：昨年度までは、取組対象領域を目視内飛行として「実施済み」と報告していたが、今年度は目視外飛行を見据えた取組に変更して段階的に実施しているために、「一部実施」と報告した。

例2：時間と共に技術が進歩し、より実用性のあるツールが出てきたために、ツール拡大や機材変更等を行った。

ウェアラブルカメラは、スマートフォンなどのモバイル端末で代用可能であることから、導入・運用している機材について別機材への置き換えを開始した関係で、

「一部実施」或いは「検討中」にステータスを変更した。

例3：導入・運用してはいるが、業務改善や費用効果について当初想定していた効果が見込めないために、新たな機材等の検討を開始又は試験・評価の結果で実用困難と判断したことにより、「予定無し」或いは「検討中」などのステータスへ変更した。

例4：センサ類やデータ解析技術の技術革新が進み、現在導入又は一部実施中の機材について、精度や費用効果等を考慮しつつ、新たな機材への代替変更を検討中である。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、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或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。

- 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、2023年とアンケート調査を継続して、スマート保安技術の導入進捗状況の確認と課題抽出を目的としている。しかしながら、電気設備ごとに保安業務で抱えている課題やスマート保安技術の導入による諸課題解決についての具体的な要求などの違いが大きく、アンケート調査への協力或いは回答結果に微妙な影響を与えている可能性がある。
- アンケート調査の回収率を確保するために、業界団体に協力依頼を行い原則無記名で実施している関係で、事業者数の増減及び回答担当者の変更により、集計結果に微妙な影響を与えている可能性は否定できないことを考慮する必要がある。
- AI活用については、機械学習、深層学習（ディープラーニング）技術が日進月歩で進化しており、特に画像認識精度は大きく向上し、業務への導入・運用への取組が進められている。
一方、技術の進化が速いために、現時点まで導入促進していた技術や想定していた業務範囲の見直しが求められる、一見進捗が停滞しているように見えるが、AIの活用は業務の効率化に寄与することは明白であり、現場では堅実かつ着実な導入推進が行われていることも考慮する必要がある。
- 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、新たな技術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。
- 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、ガイドラインも整備・公開され、近年、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ジタル化や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、投資費用も大きいことから導入に慎重となっている事態がうかがえる。

- 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。
なお、風力発電設備は、陸上及び海上設置に限らず、単機当たりの発電容量も増大かつブレードの半径も大きくなっており、現場作業に係るスマート保安技術よりも遠隔監視・制御の推進やメンテナンス技術の確保が重点と思われる。
- 太陽電池発電設備は、小規模事業用電気工作物が増加した関係で今年度のアンケート調査に対する関心度が高く、回答数が増加し、調査結果に影響を及ぼすことが懸念されたが、微小な影響に留まった。ただし、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、各々のアンケート回答により、調査結果に影響を及ぼすことを考慮する必要がある。
なお、アンケート調査での要望事項が多数あったことから、スマート保安を導入することにより、業務効率と保守費用軽減への期待は大きいと思われる。
- 送配電・変電所では、業界団体内での情報共有により技術力向上と活用促進が進み、事業者の導入技術レベルが上昇して、新たな技術の採用や新たな施策の取組が積極的に行われ、対象とする業務範囲の拡大や新たな機材の選択など、導入技術や目標の変更が行われたために、アンケート調査の回答結果に大きな影響を与えていることに留意する必要がある。
- 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、設置者や事業者が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中々上昇しないことが、アンケート調査結果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により、調査結果に影響を及ぼすことを考慮する必要がある。

2.3.1 火力発電

(1) 個別技術

Figure 2-1 に火力発電における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-2 に火力発電における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 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若干の増減が見られ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。
- 「携帯端末機（タブレット等）を活用」、「現場管理又は操作マニュアルの電子化」、「データ分析による異常予測」の評点は前年対比で最も伸びており、今年度において目標を達成している。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、着実な導入が進んでおり、既に目標達成が見込まれるが、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、増加傾向にあるロボットを除き、前年と同水準となっている。今後も自動化技術の発展や運用実績の積み重ねにより更に導入・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、「赤外線カメラ（熱画像等）」と「電流又は電圧の波形等の計測」は、前年に引き続き今年も導入が進んでおり、「可視カメラ」とならんで目標を達成し、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、「環境関係センサ（臭い・埃等）」は、新たなセンサへの移行や他の監視装置の活用による技術として置き換わる可能性があり、今後の動向を注視する必要があると想定される。
- 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、「携帯端末機（タブレット等）を活用」と「現場管理又は操作マニュアルの電子化」の導入が前年から大きく進んでいる。これらは目標値を達成しており、今後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、「データ分析による異常予測」が大きく導入が進んでおり、他の記述も着実に進捗し、ほとんどの項目が既に目標達成となっている。一方 AI は、機械学習を更に発展させた深層学習（ディープラーニング）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、得意分野の「画像認識」や「ロボットによる異常検知」の研究・開発が進められており、更なる導入促進が期待される。

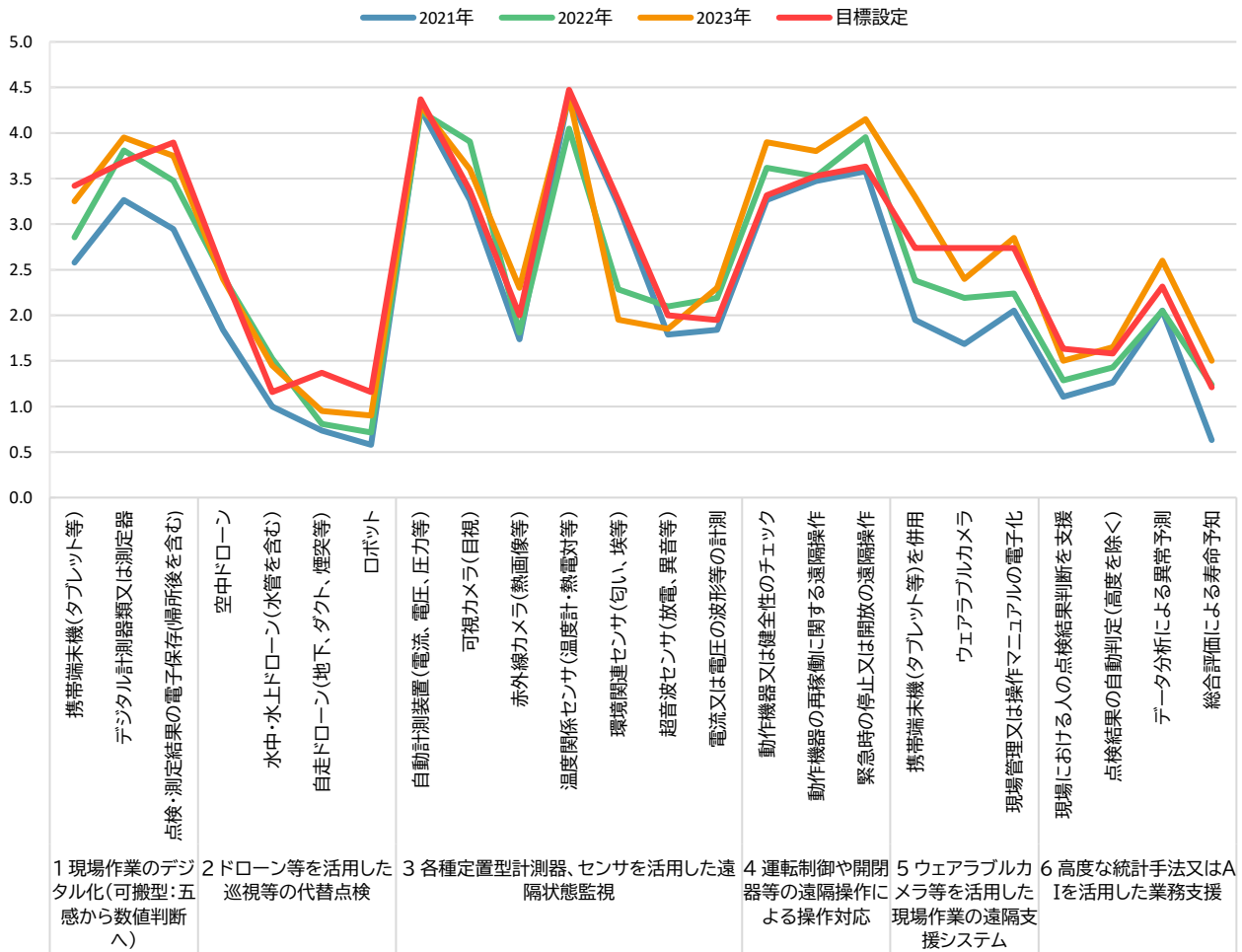


Figure 2-1 火力発電における個別技術活用の取組状況

Table 2-2 火力発電における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	3.3	0.4	0.7	3.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.3	3.8	4.0	0.1	0.7	3.7
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	2.9	3.5	3.8	0.3	0.8	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	2.4	-0.0	0.6	2.5
	水中・水上ドローン(水管を含む)	1.0	1.5	1.5	-0.1	0.5	1.2
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	0.7	0.8	1.0	0.1	0.2	1.4
	ロボット	0.6	0.7	0.9	0.2	0.3	1.2
3 各種定置型計測器、センサ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	4.3	0.1	0.0	4.4
	可視カメラ(目視)	3.3	3.9	3.6	-0.3	0.3	3.4
	赤外線カメラ(熱画像等)	1.7	1.8	2.3	0.5	0.6	2.0
	温度関係センサ(温度計・熱電対等)	4.4	4.0	4.4	0.4	-0.0	4.5
	環境関連センサ(匂い、埃等)	3.2	2.3	2.0	-0.3	-1.3	3.3
	超音波センサ(放電、異音等)	1.8	2.1	1.9	-0.2	0.1	2.0
	電流又は電圧の波形等の計測	1.8	2.2	2.3	0.1	0.5	1.9
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	3.3	3.6	3.9	0.3	0.6	3.3
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.5	3.5	3.8	0.3	0.3	3.5
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.6	4.0	4.2	0.2	0.6	3.6
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	携帯端末機(タブレット等)を活用	1.9	2.4	3.3	0.9	1.4	2.7
	ウェアラブルカメラ	1.7	2.2	2.4	0.2	0.7	2.7
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2.1	2.2	2.9	0.6	0.8	2.7
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	1.1	1.3	1.5	0.2	0.4	1.6
	点検結果の自動判定(高度を除く)	1.3	1.4	1.7	0.2	0.4	1.6
	データ分析による異常予測	2.1	2.0	2.6	0.6	0.5	2.3
	総合評価による寿命予知	0.6	1.2	1.5	0.3	0.9	1.2

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

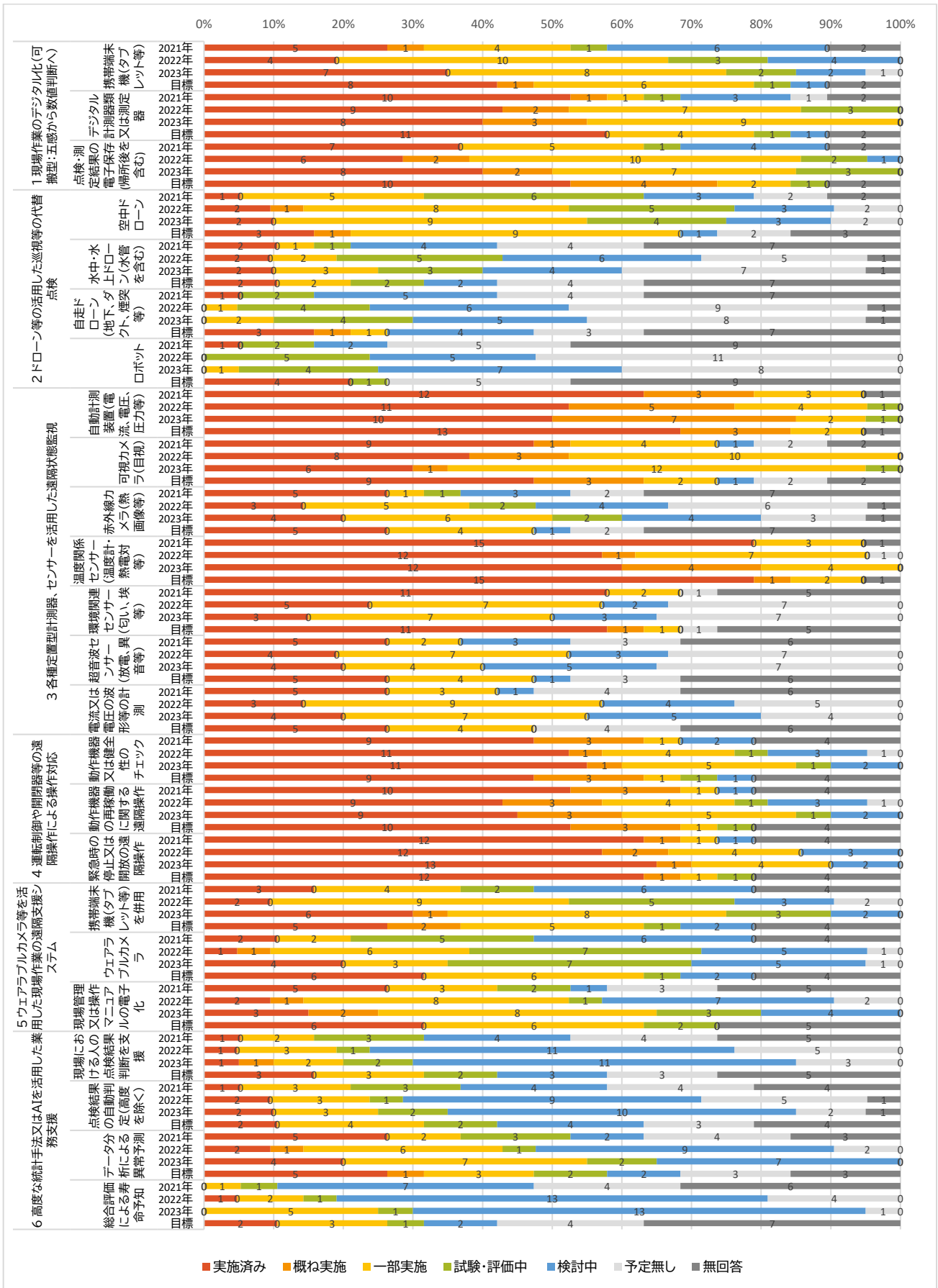


Figure 2-2 火力発電における個別技術活用の状況

Table 2-3 火力発電における個別技術活用の状況（回答数）

項目	対象年	回答件数								合計
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	19
		2022年	4	0	10	3	4	0	0	21
		2023年	7	0	8	2	2	1	0	20
		目標	8	1	6	1	1	0	2	19
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	10	1	1	1	3	1	2	19
		2022年	9	2	7	3	0	0	0	21
		2023年	8	3	9	0	0	0	0	20
		目標	11	0	4	1	1	0	2	19
	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	19
		2022年	6	2	10	2	1	0	0	21
		2023年	8	2	7	3	0	0	0	20
		目標	10	4	2	1	0	0	2	19
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	19
		2022年	2	1	8	5	3	2	0	21
		2023年	2	0	9	4	3	2	0	20
		目標	3	1	9	0	1	2	3	19
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	2	0	1	1	4	4	7	19
		2022年	2	0	2	5	6	5	1	21
		2023年	2	0	3	3	4	7	1	20
		目標	2	0	2	2	2	4	7	19
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	1	0	0	2	5	4	7	19
		2022年	0	0	1	4	6	9	1	21
		2023年	0	0	2	4	5	8	1	20
		目標	3	1	1	0	4	3	7	19
ロボット	2021年	1	0	0	2	2	5	9	19	
	2022年	0	0	0	5	5	11	0	21	
	2023年	0	0	1	4	7	8	0	20	
	目標	4	0	0	1	0	5	9	19	
3 各種設置型計測器、センサ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	19
		2022年	11	5	4	1	0	0	0	21
		2023年	10	7	2	1	0	0	0	20
		目標	13	3	2	0	0	0	1	19
	可視カメラ（目視）	2021年	9	1	4	0	1	2	2	19
		2022年	8	3	10	0	0	0	0	21
		2023年	6	1	12	1	0	0	0	20
		目標	9	3	2	0	1	2	2	19
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	5	0	1	1	3	2	7	19
		2022年	3	0	5	2	4	6	1	21
		2023年	4	0	6	2	4	3	1	20
		目標	5	0	4	0	1	2	7	19
温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	15	0	3	0	0	0	1	19	
	2022年	12	1	7	0	0	1	0	21	
	2023年	12	4	4	0	0	0	0	20	
	目標	15	1	2	0	0	0	1	19	
環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	11	0	2	0	0	1	5	19	
	2022年	5	0	7	0	2	7	0	21	
	2023年	3	0	7	0	3	7	0	20	
	目標	11	1	1	0	0	1	5	19	
超音波センサ（放電、異音等）	2021年	5	0	2	0	3	3	6	19	
	2022年	4	0	7	0	3	7	0	21	
	2023年	4	0	4	0	5	7	0	20	
	目標	5	0	4	0	1	3	6	19	
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	5	0	3	0	1	4	6	19	
	2022年	3	0	9	0	4	5	0	21	
	2023年	4	0	7	0	5	4	0	20	
	目標	5	0	4	0	0	4	6	19	
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	19
		2022年	11	1	4	1	3	1	0	21
		2023年	11	1	5	1	2	0	0	20
		目標	9	3	1	1	1	0	4	19
	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	19
		2022年	9	3	4	1	3	1	0	21
		2023年	9	3	5	1	2	0	0	20
		目標	10	3	1	1	0	0	4	19
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	12	1	1	0	1	0	4	19
		2022年	12	2	4	0	3	0	0	21
		2023年	13	1	4	0	2	0	0	20
		目標	12	1	1	1	0	0	4	19
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）を併用	2021年	3	0	4	2	6	0	4	19
		2022年	2	0	9	5	3	2	0	21
		2023年	6	1	8	3	2	0	0	20
		目標	5	2	5	1	2	0	4	19
	ウェアラブルカメラ	2021年	2	0	2	5	6	0	4	19
		2022年	1	1	6	7	5	1	0	21
		2023年	4	0	3	7	5	1	0	20
		目標	6	0	6	1	2	0	4	19
	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	19
		2022年	2	1	8	1	7	2	0	21
		2023年	3	2	8	3	4	0	0	20
		目標	6	0	6	2	0	0	5	19
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	19
		2022年	1	0	3	1	11	5	0	21
		2023年	1	1	2	2	11	3	0	20
		目標	3	0	3	2	3	3	5	19
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	1	0	3	3	4	4	4	19
		2022年	2	0	3	1	9	5	1	21
		2023年	2	0	3	2	10	2	1	20
		目標	2	0	4	2	4	3	4	19
	データ分析による異常予測	2021年	5	0	2	3	2	4	3	19
		2022年	2	1	6	1	9	2	0	21
		2023年	4	0	7	2	7	0	0	20
		目標	5	1	3	2	2	3	3	19
総合評価による寿命予知	2021年	0	0	1	1	7	4	6	19	
	2022年	1	0	2	1	13	4	0	21	
	2023年	0	0	5	1	13	1	0	20	
	目標	2	0	3	1	2	4	7	19	

(2) 設備別設問

Figure 2-3 に火力発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用の現状、Figure 2-4 に火力発電におけるデータ活用による保安活動支援、Figure 2-5 に火力発電の監視/制御に係るデジタル化・遠隔化の状況、Figure 2-6 に火力発電の高経年設備の維持管理の課題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、多くの事業者が何らかの点検業務にドローンを活用或いは検討している。ドローンの特性を活かして、「構造物（建物や煙突等）の高所における外観点検」や「煙突内の内壁確認」「水管やダクト等の特殊場所の巡視点検又は定期点検」といった危険度の高い或いは作業準備に多大な労力が必要な業務等において、高い運用率を示している。今後も、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、「統計手法による異常予兆検知」に7割、「AIを活用した異常予兆検知」に4割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、「活用していない又は予定がない。」と回答している事業者はなく、何らかの業務へのデータの活用による保安活動支援について実運用や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。
- 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「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。」と「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。」と回答しており、業界全体の点検・監視の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。デジタル化については、「監視データ（アナログ）のデジタル化を推進している。」と「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。」が共に5割と、データ活用の更なる活用に向けて着実な導入推進が進められていると思われる。
- 設問4（高経年設備の維持管理の課題）について、「高経年設備は保有していない。」と「高経年設備に対する対応は終了している。」とを合わせた1割強が対策不要な現状である一方で、「効果的な管理手法や採算等を総合的に検討中である。」が8割を占めており、社会情勢や経済性等を評価しつつ対応を決める必要があり、業界における今後の重要な課題の1つと推察される。

巡視或いは点検等におけるドローン活用(ロボットを含む)

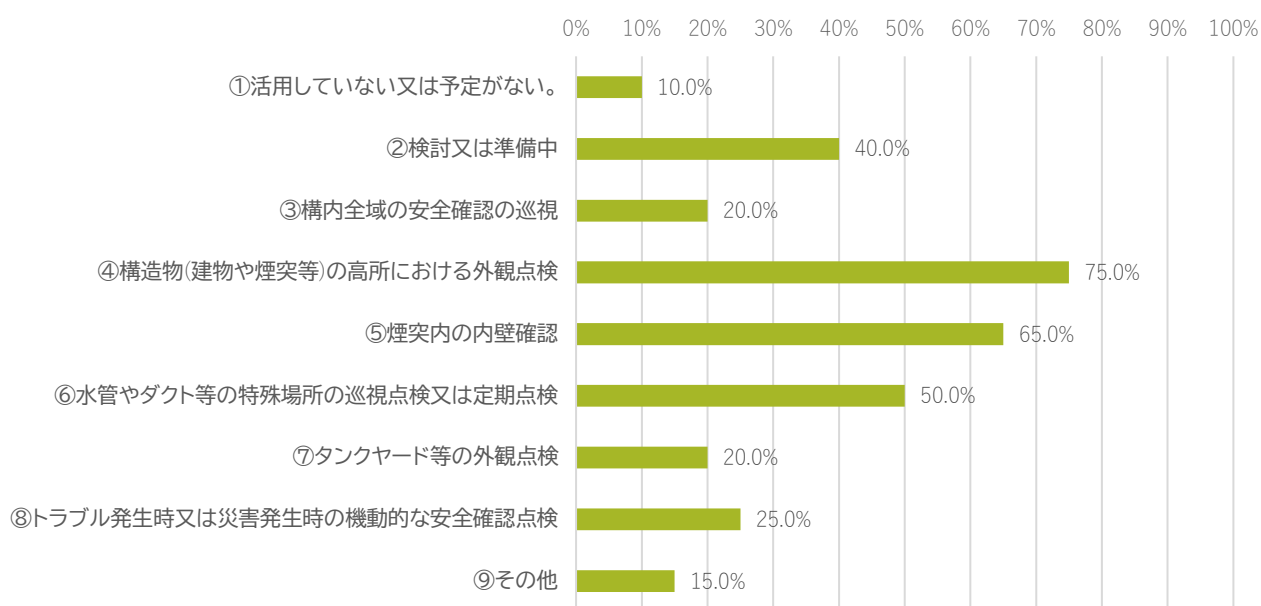


Figure 2-3 火力発電の巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用の現状

Table 2-4 火力発電の巡視・点検におけるドローン活用の現状 (回答数)

内容	回答数	適用率
①活用していない又は予定がない。	2	10.0%
②検討又は準備中	8	40.0%
③構内全域の安全確認の巡視	4	20.0%
④構造物(建物や煙突等)の高所における外観点検	15	75.0%
⑤煙突内の内壁確認	13	65.0%
⑥水管やダクト等の特殊場所の巡視点検又は定期点検	10	50.0%
⑦タンクヤード等の外観点検	4	20.0%
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	5	25.0%
⑨その他	3	15.0%

データ活用による保安活動支援

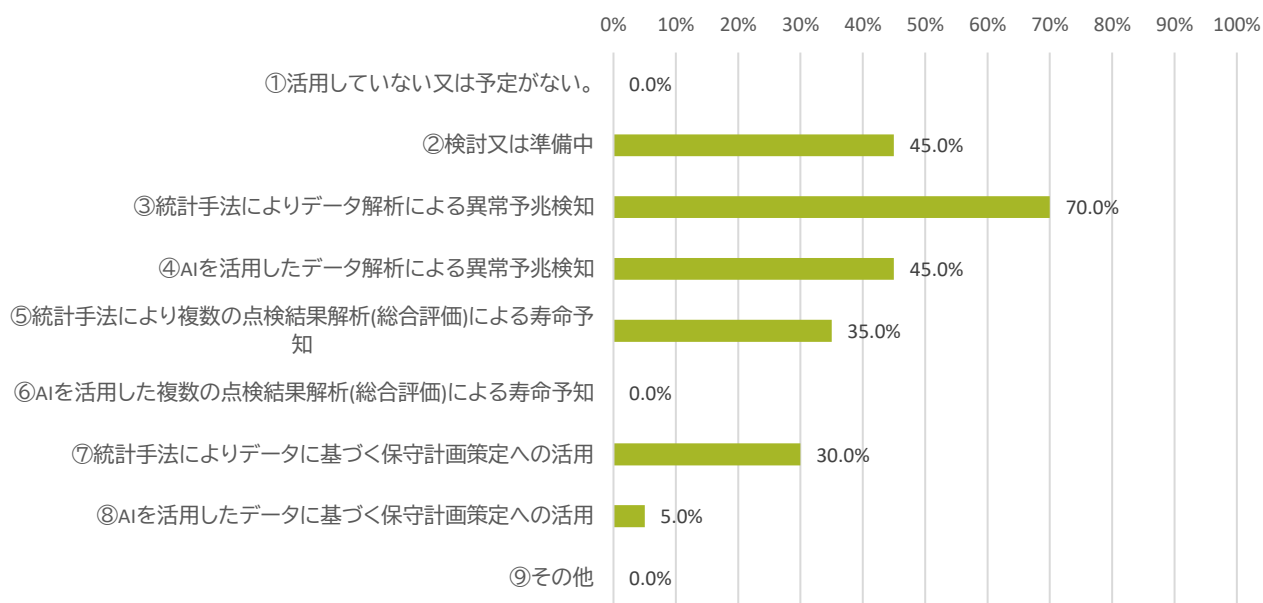


Figure 2-4 火力発電のデータ活用による保安活動支援

Table 2-5 火力発電のデータ活用による保安活動支援 (回答数)

内容	回答数	適用率
①活用していない又は予定がない。	0	0.0%
②検討又は準備中	9	45.0%
③統計手法によりデータ解析による異常予兆検知	14	70.0%
④AIを活用したデータ解析による異常予兆検知	9	45.0%
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	7	35.0%
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	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	6	30.0%
⑧AIを活用したデータに基づく保守計画策定への活用	1	5.0%
⑨その他	0	0.0%

監視/制御に係るデジタル化・遠隔化の状況

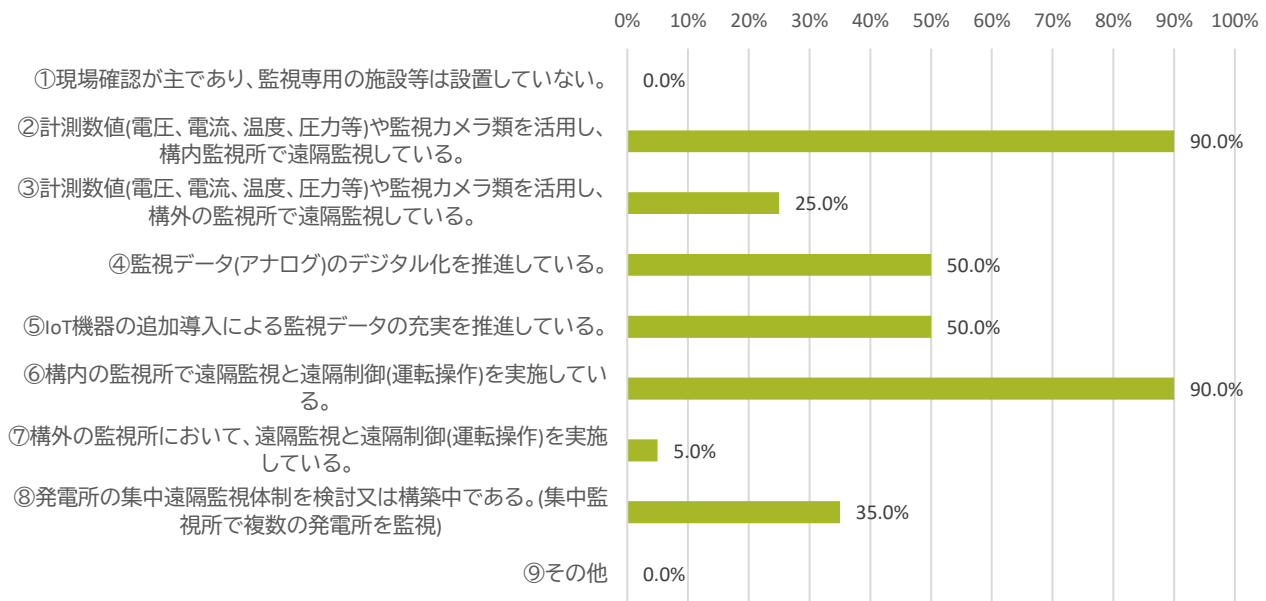


Figure 2-5 火力発電の監視/制御に係るデジタル化・遠隔化の状況

Table 2-6 火力発電の監視/制御に係るデジタル化・遠隔化の状況 (回答数)

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。	0	0.0%
②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。	18	90.0%
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、構外の監視所で遠隔監視している。	5	25.0%
④監視データ(アナログ)のデジタル化を推進している。	10	50.0%
⑤IoT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。	10	50.0%
⑥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。	18	90.0%
⑦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。	1	5.0%
⑧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)	7	35.0%
⑨その他	0	0.0%

高経年設備の維持管理の課題

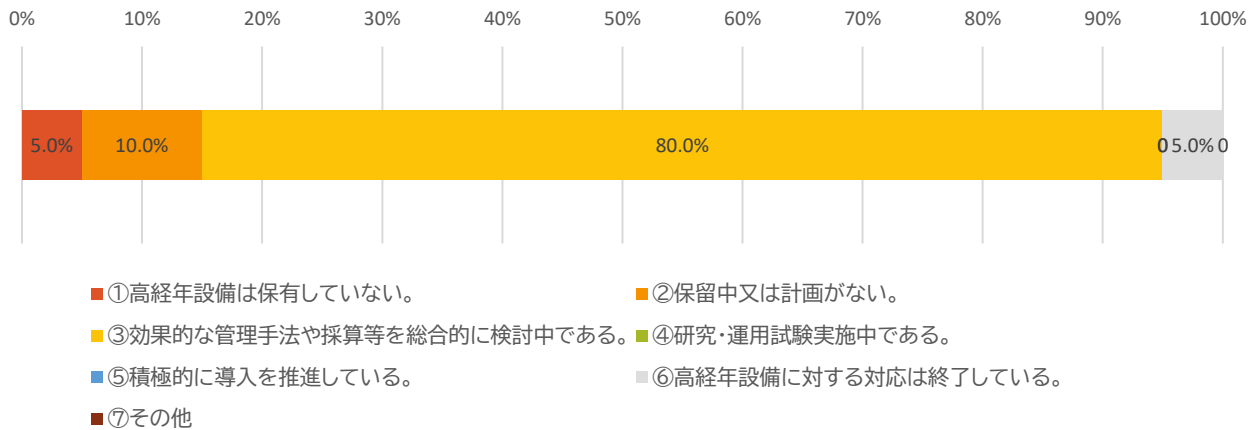


Figure 2-6 火力発電の高経年設備の維持管理の課題

Table 2-7 火力発電の高経年設備の維持管理の課題（回答数）

内容	回答数	構成率
①高経年設備は保有していない。	1	5.0%
②保留中又は計画がない。	2	10.0%
③効果的な管理手法や採算等を総合的に検討中である。	16	80.0%
④研究・運用試験実施中である。	0	0.0%
⑤積極的に導入を推進している。	0	0.0%
⑥高経年設備に対する対応は終了している。	1	5.0%
⑦その他	0	0.0%

2.3.2 水力発電

(1) 個別技術

Figure 2-7 に水力発電における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-8 に水力発電における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 設問1（現場作業のデジタル化）は順調に進捗しており、その他の設問については前年より進捗が後退或いは同等となっている項目が目立つ結果ではあるが、総合的には一部の項目を除き2021年から着実に導入推進している。
- 設問1（現場作業のデジタル化）においては、前年とほぼ同水準の状況にあるものの、既に目標達成となっている項目もあるが、「デジタル計測器類又は測定器」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。
- 設問2（ドローン等の活用）においては、「水中・水上ドローン（水管を含む）」は活躍の場が限定されるものの前年から着実に導入が進んでおり、水力発電特有の効果的な場面での導入が進んだと思われる。なお、「自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）」は導入に対して減少傾向が見られ、「予定無し」と回答する事業者が年々増加しており、今後の動向に注視する必要があると思われる。
- 設問3（遠隔状態監視）においては、「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」や「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサ（温度計・熱電対等）」は2021年から既に高い導入水準にあり、点検業務の効率化が進められていると推察される。また、「温度関係センサ（温度計・熱電対等）」と「電流又は電圧の波形等の計測」は前年から取組が更に進んでおり、着実に導入推進されている状況と思われる。
- 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、既におよその目標値を達成しているが、「予定無し」と回答する事業者が若干増加している。
- 設問5（現場作業の遠隔支援）においては、「携帯端末機（タブレット等）を活用」と「ウェアラブルカメラ」は「実施済み」と回答した事業者が減少して、「予定無し」と回答した事業者が増加したことにより、前年より進捗が後退している反面、「現場管理又は操作マニュアルの電子化」取組が前年から更に進み、目標値を達成している。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は機械学習を更に発展させた深層学習（ディープラーニング）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、前年とほぼ同水準の取組となっており、導入に向けた堅実な取組がうかがわれる。

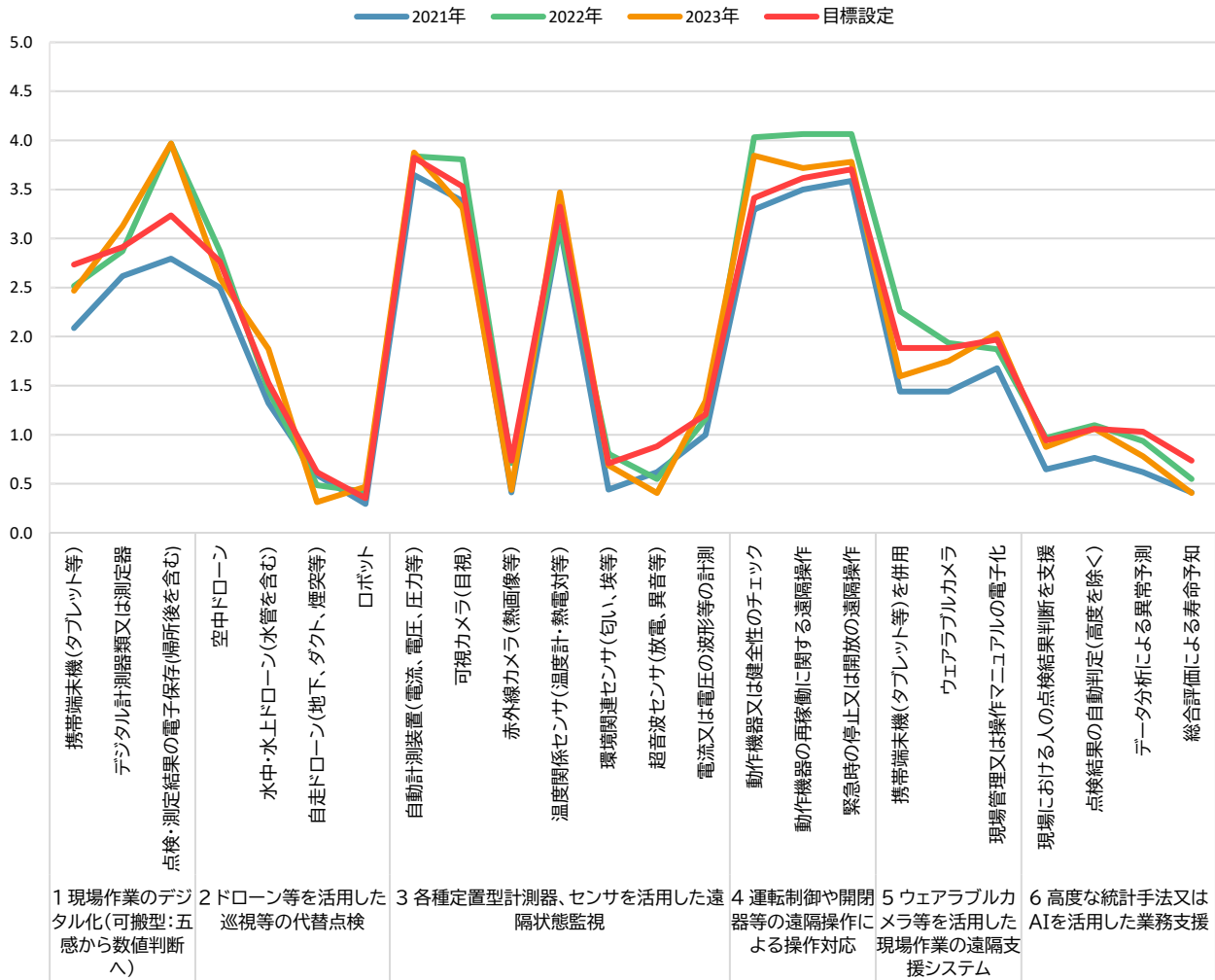


Figure 2-7 水力発電における個別技術活用の取組状況

Table 2-8 水力発電における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	2.5	-0.0	0.4	2.7
	デジタル計測器類又は測定器	2.6	2.9	3.1	0.3	0.5	2.9
	点検・測定結果の電子保存 (帰所後を含む)	2.8	4.0	4.0	0.0	1.2	3.2
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	2.5	2.9	2.6	-0.3	0.1	2.8
	水中・水上ドローン (水管を含む)	1.3	1.5	1.9	0.4	0.6	1.5
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.6	0.5	0.3	-0.2	-0.3	0.6
	ロボット	0.3	0.4	0.5	0.0	0.2	0.4
3 各種定置型計測器、センサを活用した遠隔状態監視	自動計測装置 (電流、電圧、圧力等)	3.6	3.8	3.9	0.0	0.2	3.8
	可視カメラ (目視)	3.4	3.8	3.3	-0.5	-0.1	3.5
	赤外線カメラ (熱画像等)	0.4	0.7	0.4	-0.3	0.0	0.7
	温度関係センサ (温度計・熱電対等)	3.1	3.1	3.5	0.3	0.4	3.3
	環境関連センサ (匂い、埃等)	0.4	0.8	0.7	-0.1	0.2	0.7
	超音波センサ (放電、異音等)	0.6	0.5	0.4	-0.1	-0.2	0.9
	電流又は電圧の波形等の計測	1.0	1.2	1.3	0.2	0.3	1.2
	動作機器又は健全性のチェック	3.3	4.0	3.8	-0.2	0.5	3.4
4 運転制御や開閉器等の遠隔操作による操作対応	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.5	4.1	3.7	-0.3	0.2	3.6
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.6	4.1	3.8	-0.3	0.2	3.7
	携帯端末機 (タブレット等) を活用	1.4	2.3	1.6	-0.7	0.2	1.9
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	ウェアラブルカメラ	1.4	1.9	1.8	-0.2	0.3	1.9
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	1.7	1.9	2.0	0.2	0.4	2.0
	現場における人の点検結果判断を支援	0.6	1.0	0.9	-0.1	0.2	0.9
6 高度な統計手法又はAIを活用した業務支援	点検結果の自動判定 (高度を除く)	0.8	1.1	1.1	-0.0	0.3	1.1
	データ分析による異常予測	0.6	0.9	0.8	-0.2	0.2	1.0
	総合評価による寿命予測	0.4	0.5	0.4	-0.1	-0.0	0.7

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

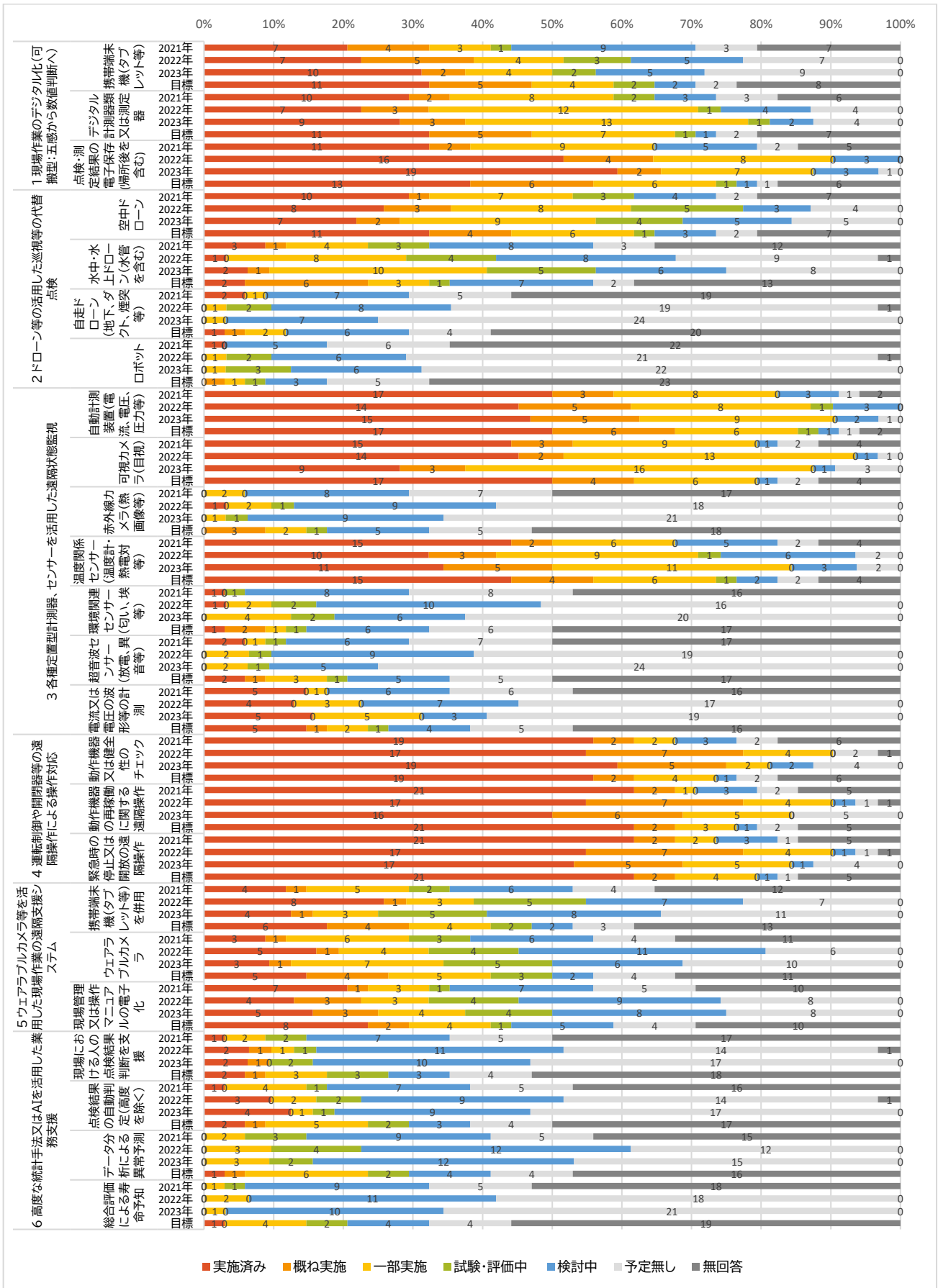


Figure 2-8 水力発電における個別技術活用の状況

Table 2-9 水力発電における個別技術活用の状況（回答数）

内容	対象年	回答件数								合計
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	34
		2022年	7	5	4	3	5	7	0	31
		2023年	10	2	4	2	5	9	0	32
		目標	11	5	4	2	2	2	8	34
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	10	2	8	2	3	3	6	34
		2022年	7	3	12	1	4	4	0	31
		2023年	9	3	13	1	2	4	0	32
		目標	11	5	7	1	1	2	7	34
	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	34
		2022年	16	4	8	0	3	0	0	31
		2023年	19	2	7	0	3	1	0	32
		目標	13	6	6	1	1	1	6	34
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	34
		2022年	8	3	8	5	3	4	0	31
		2023年	7	2	9	4	5	5	0	32
		目標	11	4	6	1	3	2	7	34
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	3	1	4	3	8	3	12	34
		2022年	1	0	8	4	8	9	1	31
		2023年	2	1	10	5	6	8	0	32
		目標	2	6	3	1	7	2	13	34
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	2	0	1	0	7	5	19	34
		2022年	0	0	1	2	8	19	1	31
		2023年	0	0	1	0	7	24	0	32
		目標	1	1	2	0	6	4	20	34
	ロボット	2021年	1	0	0	0	5	6	22	34
		2022年	0	0	1	2	6	21	1	31
		2023年	0	0	1	3	6	22	0	32
		目標	0	1	1	1	3	5	23	34
3 各種設置型計測器、センサ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	34
		2022年	14	5	8	1	3	0	0	31
		2023年	15	5	9	0	2	1	0	32
		目標	17	6	6	1	1	1	2	34
	可視カメラ（目視）	2021年	15	3	9	0	1	2	4	34
		2022年	14	2	13	0	1	1	0	31
		2023年	9	3	16	0	1	3	0	32
		目標	17	4	6	0	1	2	4	34
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	0	0	2	0	8	7	17	34
		2022年	1	0	2	1	9	18	0	31
		2023年	0	0	1	1	9	21	0	32
		目標	0	3	2	1	5	5	18	34
	温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	15	2	6	0	5	2	4	34
		2022年	10	3	9	1	6	2	0	31
		2023年	11	5	11	0	3	2	0	32
		目標	15	4	6	1	2	2	4	34
	環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	1	0	0	1	8	8	16	34
		2022年	1	0	2	2	10	16	0	31
		2023年	0	0	4	2	6	20	0	32
		目標	1	2	1	1	6	6	17	34
	超音波センサ（放電、異音等）	2021年	2	0	1	1	6	7	17	34
		2022年	0	0	2	1	9	19	0	31
		2023年	0	0	2	1	5	24	0	32
		目標	2	1	3	1	5	5	17	34
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	5	0	1	0	6	6	16	34	
	2022年	4	0	3	0	7	17	0	31	
	2023年	5	0	5	0	3	19	0	32	
	目標	5	1	2	1	4	5	16	34	
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	34
		2022年	17	7	4	0	0	2	1	31
		2023年	19	5	2	0	2	4	0	32
		目標	19	2	4	0	1	2	6	34
	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	34
		2022年	17	7	4	0	1	1	1	31
		2023年	16	6	5	0	0	5	0	32
		目標	21	2	3	0	1	2	5	34
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	21	2	2	0	3	1	5	34
		2022年	17	7	4	0	1	1	1	31
		2023年	17	5	5	0	1	4	0	32
		目標	21	2	4	0	1	1	5	34
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）を併用	2021年	4	1	5	2	6	4	12	34
		2022年	8	1	3	5	7	7	0	31
		2023年	4	1	3	5	8	11	0	32
		目標	6	4	4	2	2	3	13	34
	ウェアラブルカメラ	2021年	3	1	6	3	6	4	11	34
		2022年	5	1	4	4	11	6	0	31
		2023年	3	1	7	5	6	10	0	32
		目標	5	4	5	3	2	4	11	34
	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	34
		2022年	4	3	3	4	9	8	0	31
		2023年	5	3	4	4	8	8	0	32
		目標	8	2	4	1	5	4	10	34
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	34
		2022年	2	1	1	1	11	14	1	31
		2023年	2	1	0	2	10	17	0	32
		目標	2	1	3	3	3	4	18	34
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	1	0	4	1	7	5	16	34
		2022年	3	0	2	2	9	14	1	31
		2023年	4	0	1	1	9	17	0	32
		目標	2	1	5	2	3	4	17	34
	データ分析による異常予測	2021年	0	0	2	3	9	5	15	34
		2022年	0	0	3	4	12	12	0	31
		2023年	0	0	3	2	12	15	0	32
		目標	1	1	6	2	4	4	16	34
総合評価による寿命予測	2021年	0	0	1	1	9	5	18	34	
	2022年	0	0	2	0	11	18	0	31	
	2023年	0	0	1	0	10	21	0	32	
	目標	1	0	4	2	4	4	19	34	

(2) 設備別設問

Figure 2-9 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 2-10 に水力発電点検におけるドローン活用の現状、Figure 2-11 に水力発電におけるスマート保安推進に対する障害の現状、Figure 2-12 に水力発電におけるガイドラインの公開後のスマート化推進状況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、「導入又は活用の予定はない」が2割弱あるものの、「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」と「現場巡視結果データの電子データ化を推進」が5割前後、「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）」が3割弱の事業者で活用されている。なお、「開発中又は試験実施中（導入に向けた検討中を含む）」が3割強となっていることから、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、活用例では、「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」が6割弱で最も多いが、「構内及び周辺地域の安全又は状況確認の巡視」、「ダム本体や附属建造物等の巡視・点検」、「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」、「水圧鉄管、水槽又は送水路の巡視・点検」も4割から5割の事業者が活用しており、徐々に設備の特徴を考慮した点検業務への適用場面が拡大していると思われる。
- 設問3（スマート保安推進に対する障害）について、8割強の事業者が「研究・開発、導入（初期投資）又は運用費用（ランニングコスト）関係」と回答しており、「導入技術への情報不足」、「スマート保安導入に関する技術力・開発力の不足」、「推進プロジェクトリーダー又は専門技術者不足」が共に4割強となっており、情報、技術、要員など幅広い条件整備が必要であると思われる。
- 設問4（ガイドラインの公開後のスマート化推進状況）について、「一部の保安技術を導入し、更に導入推進中である。」が5割強、「実施内容を検討又は準備中である」と「導入に向けて、開発中又は試験実施中である」とを合せて3割強となっていることから、多くの事業者でガイドラインを参考として着実にスマート化を推進している状況が見られる。

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化と現場効率化

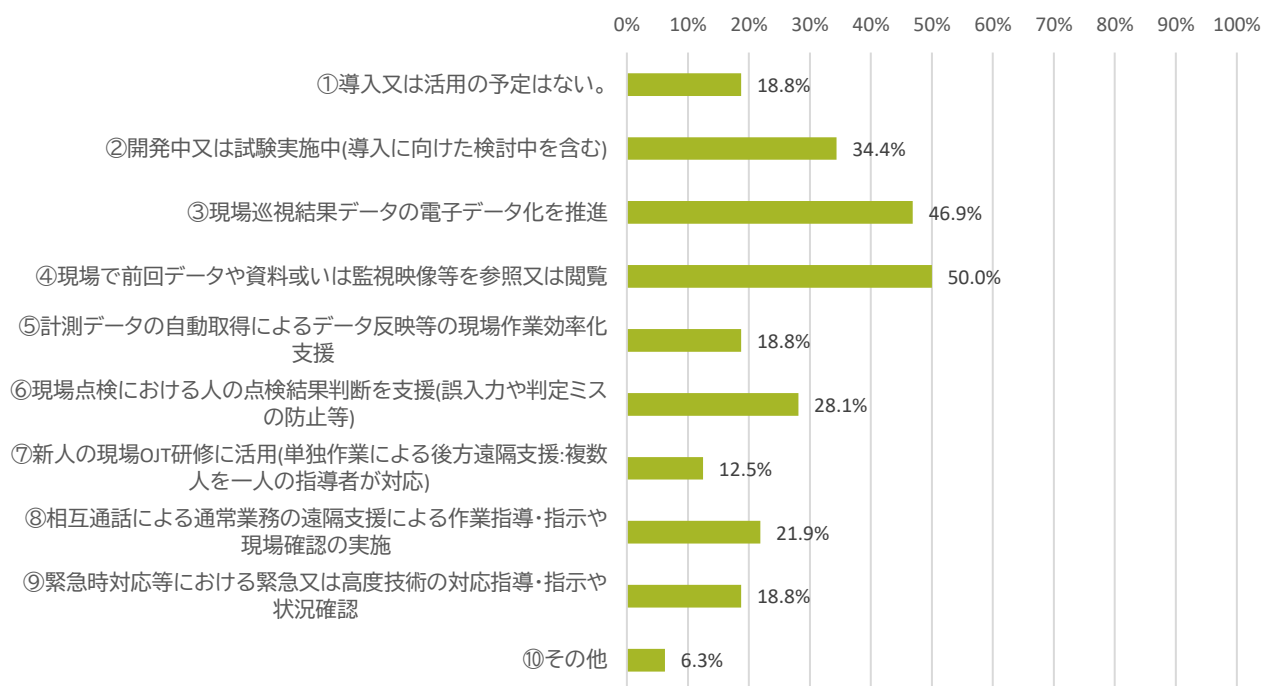


Figure 2-9 水力発電におけるデジタル端末の活用による電子データと現場効率化の現状

Table 2-10 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
(回答数)

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	6	18.8%
②開発中又は試験実施中(導入に向けた検討中を含む)	11	34.4%
③現場巡視結果データの電子データ化を推進	15	46.9%
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	16	50.0%
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	6	18.8%
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)	9	28.1%
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)	4	12.5%
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	7	21.9%
⑨緊急時対応等における緊急又は高度技術の対応指導・指示や状況確認	6	18.8%
⑩その他	2	6.3%

点検におけるドローン活用(ロボットを含む)

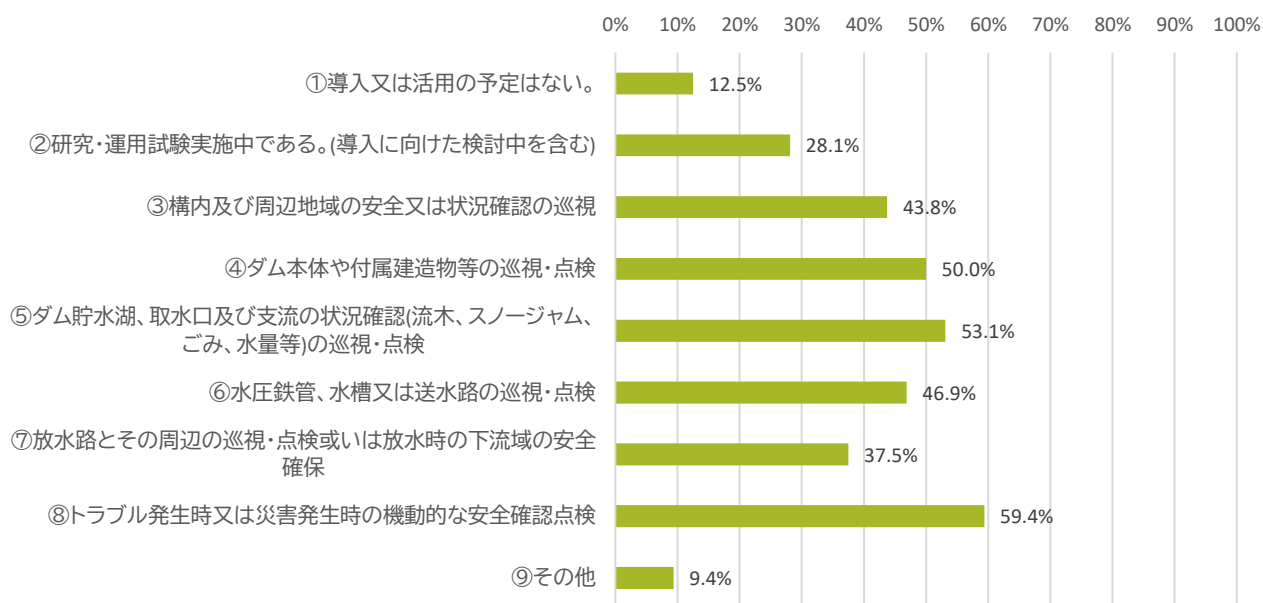


Figure 2-10 水力発電点検におけるドローン活用の現状

Table 2-11 水力発電点検におけるドローン活用の現状 (回答数)

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	4	12.5%
②研究・運用試験実施中である。(導入に向けた検討中を含む)	9	28.1%
③構内及び周辺地域の安全又は状況確認の巡視	14	43.8%
④ダム本体や付属建造物等の巡視・点検	16	50.0%
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	17	53.1%
⑥水圧鉄管、水槽又は送水路の巡視・点検	15	46.9%
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	12	37.5%
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	19	59.4%
⑨その他	3	9.4%

スマート保安推進に対する障害

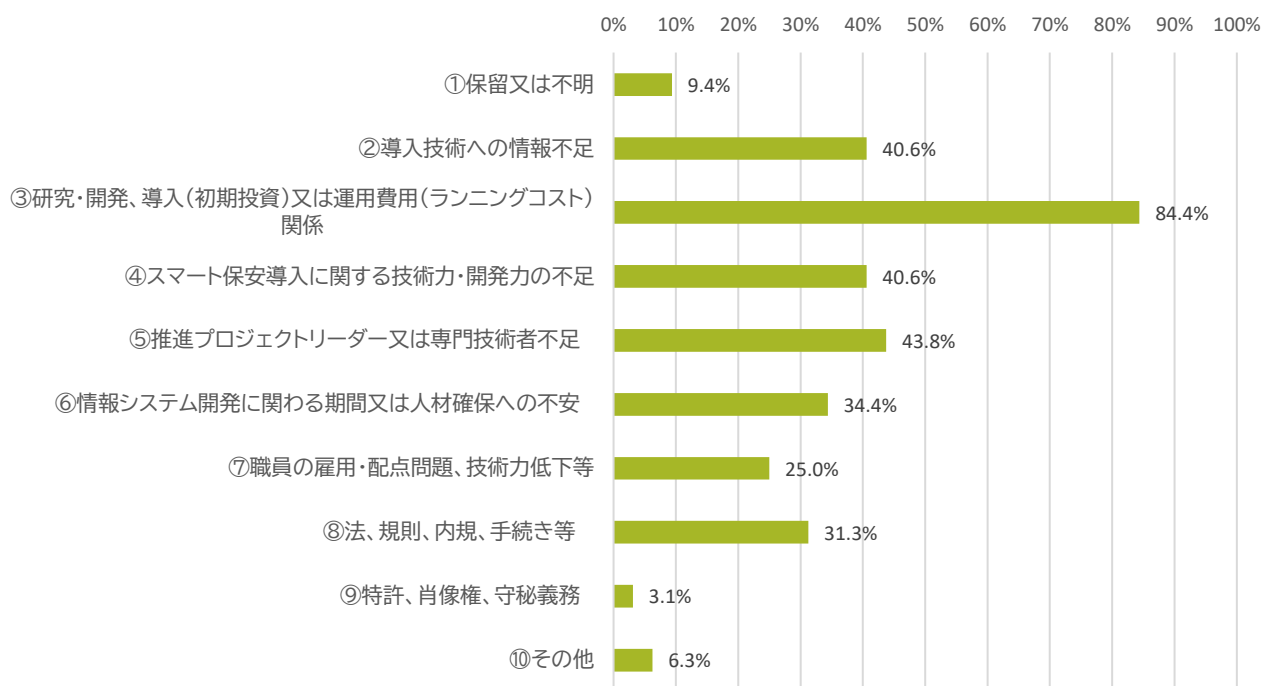


Figure 2-11 水力発電におけるスマート保安推進に対する障害の現状

Table 2-12 水力発電におけるスマート保安推進に対する障害の現状（回答数）

内容	回答数	適用率
①保留又は不明	3	9.4%
②導入技術への情報不足	13	40.6%
③研究・開発、導入（初期投資）又は運用費用（ランニングコスト）関係	27	84.4%
④スマート保安導入に関する技術力・開発力の不足	13	40.6%
⑤推進プロジェクトリーダー又は専門技術者不足	14	43.8%
⑥情報システム開発に関わる期間又は人材確保への不安	11	34.4%
⑦職員の雇用・配点問題、技術力低下等	8	25.0%
⑧法、規則、内規、手続き等	10	31.3%
⑨特許、肖像権、守秘義務	1	3.1%
⑩その他	2	6.3%

ガイドラインの公開後のスマート化推進状況

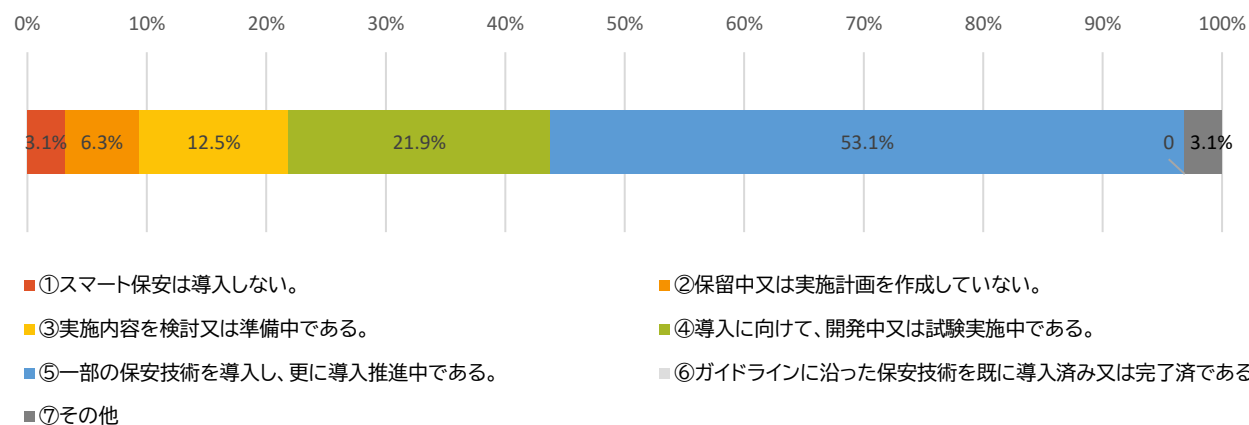


Figure 2-12 水力発電におけるガイドラインの公開後のスマート化推進状況

Table 2-13 水力発電におけるガイドラインの公開後のスマート化推進状況（回答数）

内容	回答数	適用率
①スマート保安は導入しない。	1	3.1%
②保留中又は実施計画を作成していない。	2	6.3%
③実施内容を検討又は準備中である。	4	12.5%
④導入に向けて、開発中又は試験実施中である。	7	21.9%
⑤一部の保安技術を導入し、更に導入推進中である。	17	53.1%
⑥ガイドラインに沿った保安技術を既に導入済み又は完了済である。	0	0.0%
⑦その他	1	3.1%

2.3.3 風力発電

(1) 個別技術

Figure 2-13 に風力発電における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-14 に風力発電における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 設問4（遠隔操作）は着実に進捗しているが、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）においては、前年を下回る項目や総合進捗が後退している項目も多く見られるが、検討中からの進捗が見られる項目も少なくなく、今後の展開を注視する必要がある。
- 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、「実施済み」が減少し「予定無し」と回答する事業者が増加しており、現場の点検手法や遠隔監視の技術動向を見極めつつ、今後の展開を注視する必要がある。
- 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」の導入が着実に進み、今後も積極的な導入・運用が進むものと想定される一方、それ以外の項目は風力設備での活用シーンが少ないことから、「予定無し」と回答する事業者が増加しており、現状に留まると想定される。なお、空中ドローンは、海上での運用を考慮すると風力や気温などの要求も厳しくなると推察され、特殊な技術を搭載した多様機種が投入されるのでは想定している。
- 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）」、「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサ（温度計・熱電対等）」は前々年、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、目標を大きく上回っている。なお、「超音波センサ（放電、異音等）」は「検討中」が減少し「予定無し」と回答する事業者が増加し、効果的な遠隔状態監視の選定に苦慮していると想定されるが、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着実に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、「実施済み」と「検討中」が減少し「予定無し」が増加していることから、現場作業のデジタル化・支援から遠隔操作・制御の充実に、限られたリソースを集中することを選択しているものと想定される。
- 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」の導入が進んでおり、着実な取組が行われている。なお、その他の項目においては依然として現場への適用には課題が山積している分野でもあり、AI活用による寿命予知を含めて慎重に進むものと思われる。

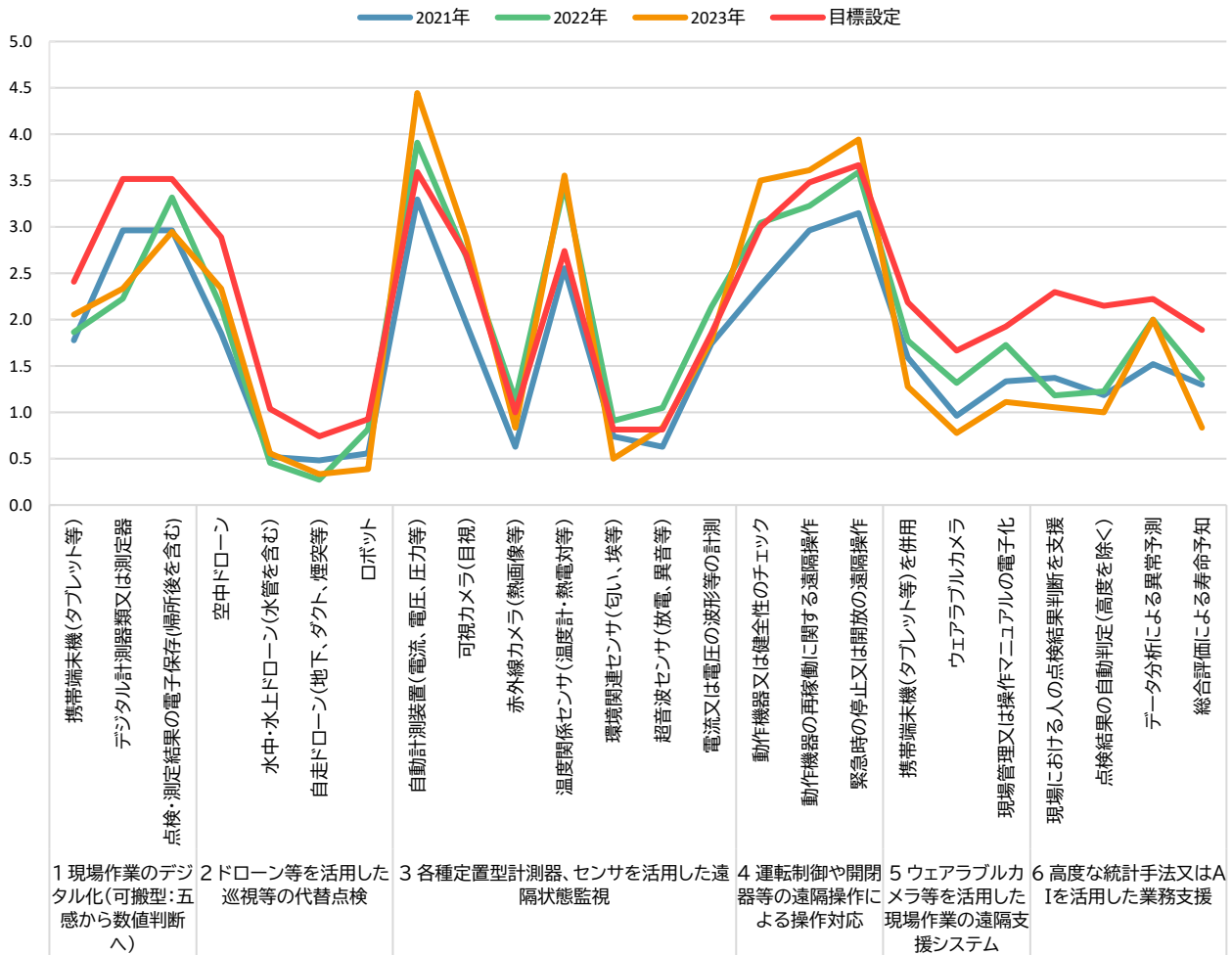


Figure 2-13 風力発電における個別技術活用の取組状況

Table 2-14 風力発電における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	2.1	0.2	0.3	2.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.0	2.2	2.3	0.1	-0.6	3.5
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	3.0	3.3	2.9	-0.4	-0.0	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	2.3	0.2	0.5	2.9
	水中・水上ドローン(水管を含む)	0.5	0.5	0.6	0.1	0.0	1.0
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	0.5	0.3	0.3	0.1	-0.1	0.7
	ロボット	0.6	0.8	0.4	-0.4	-0.2	0.9
3 各種定置型計測器、センサ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	4.4	0.5	1.1	3.6
	可視カメラ(目視)	2.0	2.7	2.9	0.2	0.9	2.7
	赤外線カメラ(熱画像等)	0.6	1.1	0.8	-0.3	0.2	1.0
	温度関係センサ(温度計・熱電対等)	2.6	3.5	3.6	0.1	1.0	2.7
	環境関連センサ(匂い、埃等)	0.7	0.9	0.5	-0.4	-0.2	0.8
	超音波センサ(放電、異音等)	0.6	1.0	0.8	-0.2	0.2	0.8
	電流又は電圧の波形等の計測	1.7	2.1	1.8	-0.4	0.0	1.9
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	2.4	3.0	3.5	0.5	1.1	3.0
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.0	3.2	3.6	0.4	0.6	3.5
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.1	3.6	3.9	0.4	0.8	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)を併用	1.6	1.8	1.3	-0.5	-0.3	2.2
	ウェアラブルカメラ	1.0	1.3	0.8	-0.5	-0.2	1.7
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	1.3	1.7	1.1	-0.6	-0.2	1.9
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	1.4	1.2	1.1	-0.1	-0.3	2.3
	点検結果の自動判定(高度を除く)	1.2	1.2	1.0	-0.2	-0.2	2.1
	データ分析による異常予測	1.5	2.0	2.0	0.0	0.5	2.2
	総合評価による寿命予測	1.3	1.4	0.8	-0.5	-0.5	1.9

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

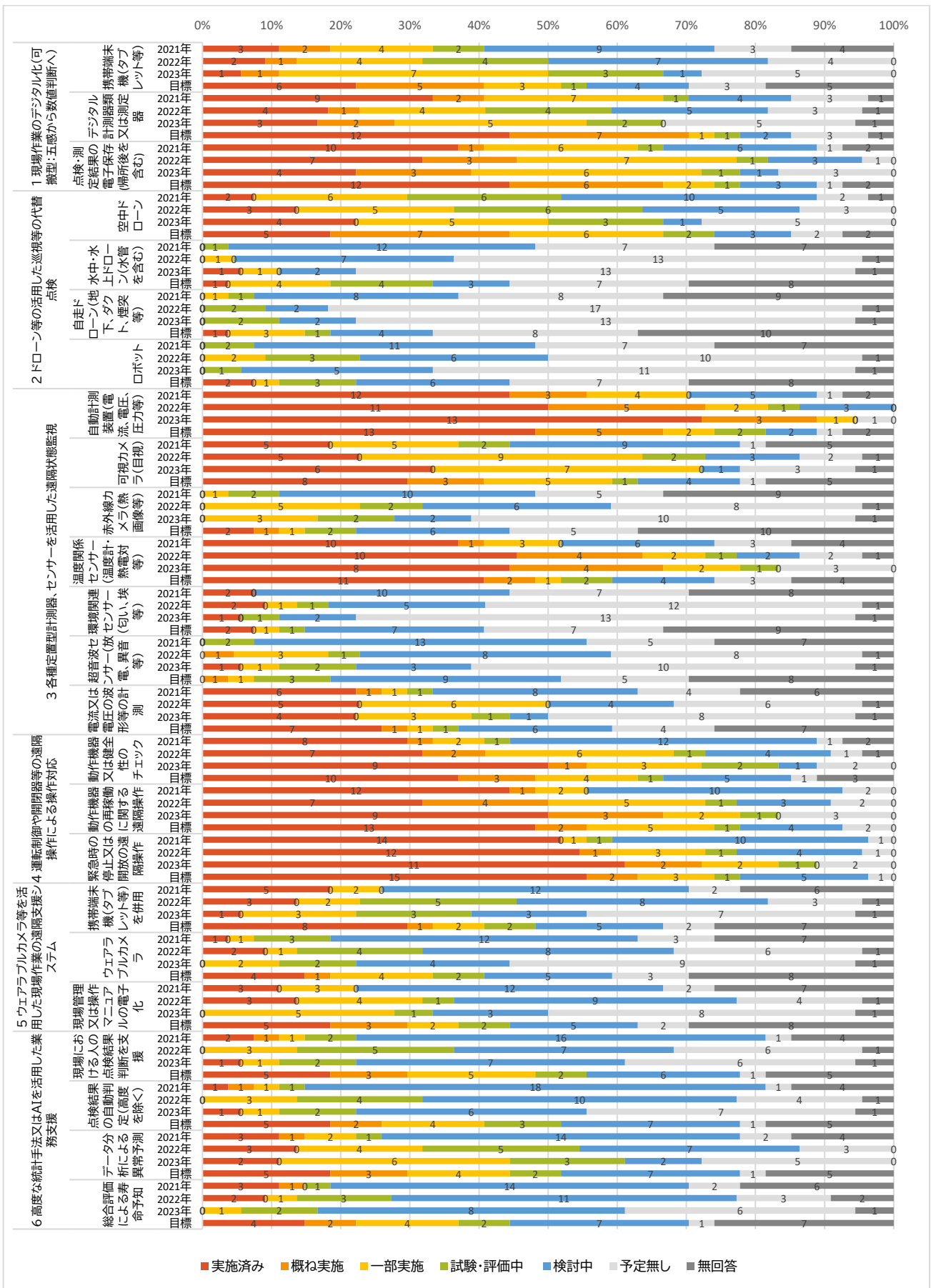


Figure 2-14 風力発電における個別技術活用の状況

Table 2-15 風力発電における個別技術活用の状況（回答数）

内容	対象年	回答件数							合計	
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	27
		2022年	2	1	4	4	7	4	0	22
		2023年	1	1	7	3	1	5	0	18
		目標	6	5	3	1	4	3	5	27
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	9	2	7	1	4	3	1	27
		2022年	4	1	4	4	5	3	1	22
		2023年	3	2	5	2	0	5	1	18
		目標	12	7	1	1	2	3	1	27
	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	27
		2022年	7	3	7	1	3	1	0	22
		2023年	4	3	6	1	1	3	0	18
		目標	12	6	2	1	3	1	2	27
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	27
		2022年	3	0	5	6	5	3	0	22
		2023年	4	0	5	3	1	5	0	18
		目標	5	7	6	2	3	2	2	27
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	0	0	0	1	12	7	7	27
		2022年	0	0	1	0	7	13	1	22
		2023年	1	0	1	0	2	13	1	18
		目標	1	0	4	4	3	7	8	27
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	0	0	1	1	8	8	9	27
		2022年	0	0	0	2	2	17	1	22
		2023年	0	0	0	2	2	13	1	18
		目標	1	0	3	1	4	8	10	27
	ロボット	2021年	0	0	0	2	11	7	7	27
		2022年	0	0	2	3	6	10	1	22
		2023年	0	0	0	1	5	11	1	18
		目標	2	0	1	3	6	7	8	27
3 各種設置型計測器、センサ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	27
		2022年	11	5	2	1	3	0	0	22
		2023年	13	3	1	0	0	1	0	18
		目標	13	5	2	2	2	1	2	27
	可視カメラ（目視）	2021年	5	0	5	2	9	1	5	27
		2022年	5	0	9	2	3	2	1	22
		2023年	6	0	7	0	1	3	1	18
		目標	8	3	5	1	4	1	5	27
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	0	0	1	2	10	5	9	27
		2022年	0	0	5	2	6	8	1	22
		2023年	0	0	3	2	2	10	1	18
		目標	2	1	1	2	6	5	10	27
	温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	10	1	3	0	6	3	4	27
		2022年	10	4	2	1	2	2	1	22
		2023年	8	4	2	1	0	3	0	18
		目標	11	2	1	2	4	3	4	27
	環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	2	0	0	0	10	7	8	27
		2022年	2	0	1	1	5	12	1	22
		2023年	1	0	0	1	2	13	1	18
		目標	2	0	1	1	7	7	9	27
	超音波センサ（放電、異音等）	2021年	0	0	0	2	13	5	7	27
		2022年	0	1	3	1	8	8	1	22
		2023年	1	0	1	2	3	10	1	18
		目標	0	1	1	3	9	5	8	27
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	6	1	1	1	8	4	6	27	
	2022年	5	0	6	0	4	6	1	22	
	2023年	4	0	3	1	1	8	1	18	
	目標	7	1	1	1	6	4	7	27	
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	27
		2022年	7	2	6	1	4	1	1	22
		2023年	9	1	3	2	1	2	0	18
		目標	10	3	4	1	5	1	3	27
	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	27
		2022年	7	4	5	1	3	2	0	22
		2023年	9	3	2	1	0	3	0	18
		目標	13	2	5	1	4	2	0	27
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	14	0	1	1	10	1	0	27
		2022年	12	1	3	1	4	1	0	22
		2023年	11	2	2	1	0	2	0	18
		目標	15	2	3	1	5	1	0	27
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）を併用	2021年	5	0	2	0	12	2	6	27
		2022年	3	0	2	5	8	3	1	22
		2023年	1	0	3	3	3	7	1	18
		目標	8	1	2	2	5	2	7	27
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	1	3	12	3	7	27
		2022年	2	0	1	4	8	6	1	22
		2023年	0	0	2	2	4	9	1	18
		目標	4	1	4	2	5	3	8	27
	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	27
		2022年	3	0	4	1	9	4	1	22
		2023年	0	0	5	1	3	8	1	18
		目標	5	3	2	2	5	2	8	27
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	27
		2022年	0	0	3	5	7	6	1	22
		2023年	1	0	1	2	7	6	1	18
		目標	5	3	5	2	6	1	5	27
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	1	1	1	1	18	1	4	27
		2022年	0	0	3	4	10	4	1	22
		2023年	1	0	1	2	6	7	1	18
		目標	5	2	4	3	7	1	5	27
	データ分析による異常予測	2021年	3	1	2	1	14	2	4	27
		2022年	3	0	4	5	7	3	0	22
		2023年	2	0	6	3	2	5	0	18
		目標	5	3	4	2	7	1	5	27
総合評価による寿命予測	2021年	3	1	0	1	14	2	6	27	
	2022年	2	0	1	3	11	3	2	22	
	2023年	0	0	1	2	8	6	1	18	
	目標	4	2	4	2	7	1	7	27	

(2) 設備別設問

Figure 2-15 に風力発電における遠隔監視・制御システムの導入・運用状況、Figure 2-16 に風力発電におけるドローン等による巡視・点検の運用状況、Figure 2-17 に風力発電におけるブレードの健全性の診断技術、Figure 2-18 に風力発電設備における現状の課題の調査結果をそれぞれ示す。

- 風力発電設備は、陸上及び海上設置に限らず、単機当たりの発電容量も増大かつブレードの半径も大きくなっており、更なる遠隔監視や制御及び効果的な点検・診断手法の技術導入が進められると想定される。
- 設問1（遠隔監視・制御システムの導入・運用状況）について、「発電所運転や開閉器類の制御を実施」が最も導入が進んでいる技術であり、構内監視所等よりも構外監視所等が2倍も導入・運用されている実態が見受けられ、「遠隔監視装置を活用して一部の巡視・点検等を実施」も同様な回答となっている。また、「運転や開閉器類の制御」が「遠隔監視を活用して一部の巡視・点検等」の2倍程度の回答があることも特徴的であり、「発電所運転や開閉機器の制御」への関心が高いことがうかがわれる。
- 設問2（ドローン等による巡視・点検）について、「定例或いは一部の点検に使用」が5割、「定例或いは一部の巡視に使用」が3割弱の他、「災害時等における臨時巡視等に活用する」との回答が多数あり、ほとんどの事業者で取組が進められている。広大な敷地に点在或いは洋上に設置されることがある風力発電設備においては、ドローン運用への期待は高く、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、「移動式（ドローンを含む）の可視カメラ映像解析による損傷確認」が8割弱と最も多くの事業者が回答しており、他の診断技術にも高い期待があり、効果的な診断技術の確立が望まれている。風力発電設備の故障による復旧に係る期間が長くなっており、予防保全としての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「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」との回答が7割強ともっとも多いが、「標準化又は互換性確保」や「更新又は撤去にかかる費用」など5項目について3割から4割強の回答があることから課題は多岐にわたっており、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。

遠隔監視・制御システムの導入・運用状況

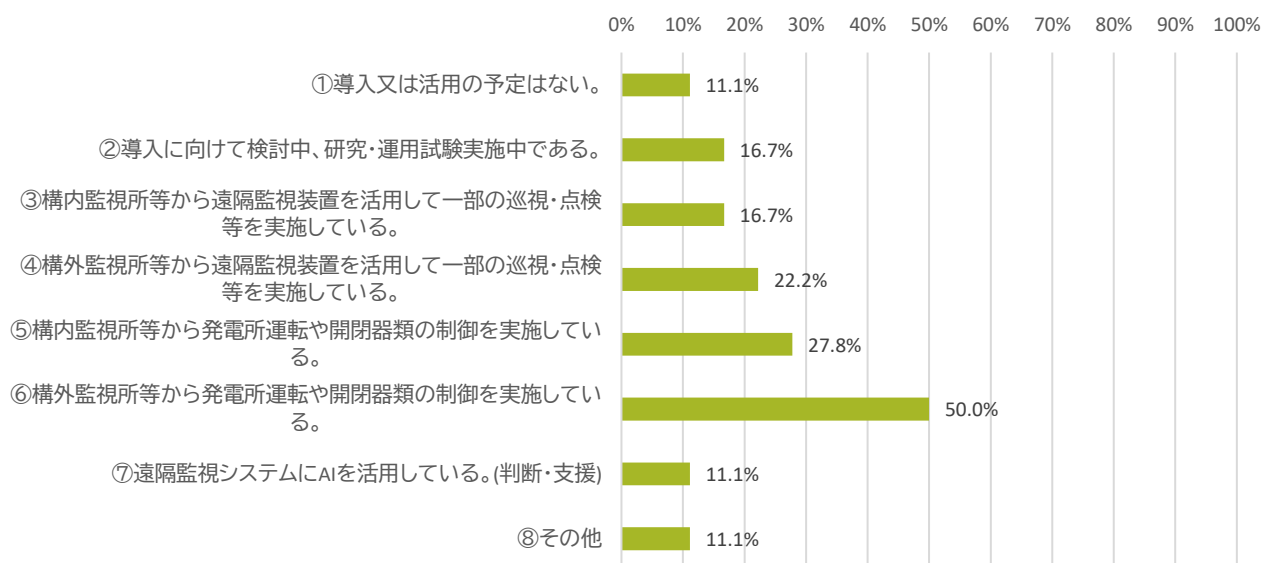


Figure 2-15 風力発電における遠隔監視・制御システムの導入・運用状況

Table 2-16 風力発電における遠隔監視・制御システムの導入・運用状況 (回答数)

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	2	11.1%
②導入に向けて検討中、研究・運用試験実施中である。	3	16.7%
③構内監視所等から遠隔監視装置を活用して一部の巡視・点検等を実施している。	3	16.7%
④構外監視所等から遠隔監視装置を活用して一部の巡視・点検等を実施している。	4	22.2%
⑤構内監視所等から発電所運転や開閉器類の制御を実施している。	5	27.8%
⑥構外監視所等から発電所運転や開閉器類の制御を実施している。	9	50.0%
⑦遠隔監視システムにAIを活用している。(判断・支援)	2	11.1%
⑧その他	2	11.1%

ドローン等による巡視・点検の運用状況(ロボットを含む)

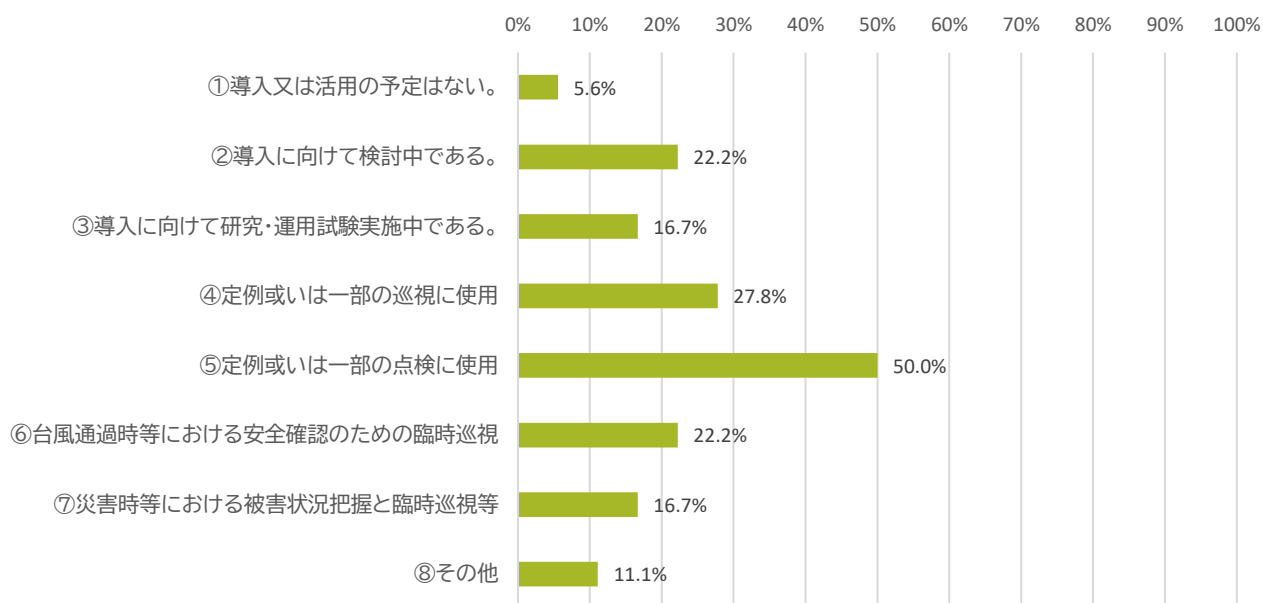


Figure 2-16 風力発電におけるドローン等による巡視・点検の運用状況

Table 2-17 風力発電におけるドローン等による巡視・点検の運用状況 (回答数)

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	1	5.6%
②導入に向けて検討中である。	4	22.2%
③導入に向けて研究・運用試験実施中である。	3	16.7%
④定例或いは一部の巡視に使用	5	27.8%
⑤定例或いは一部の点検に使用	9	50.0%
⑥台風通過時等における安全確認のための臨時巡視	4	22.2%
⑦災害時等における被害状況把握と臨時巡視等	3	16.7%
⑧その他	2	11.1%

ブレードの健全性の診断技術

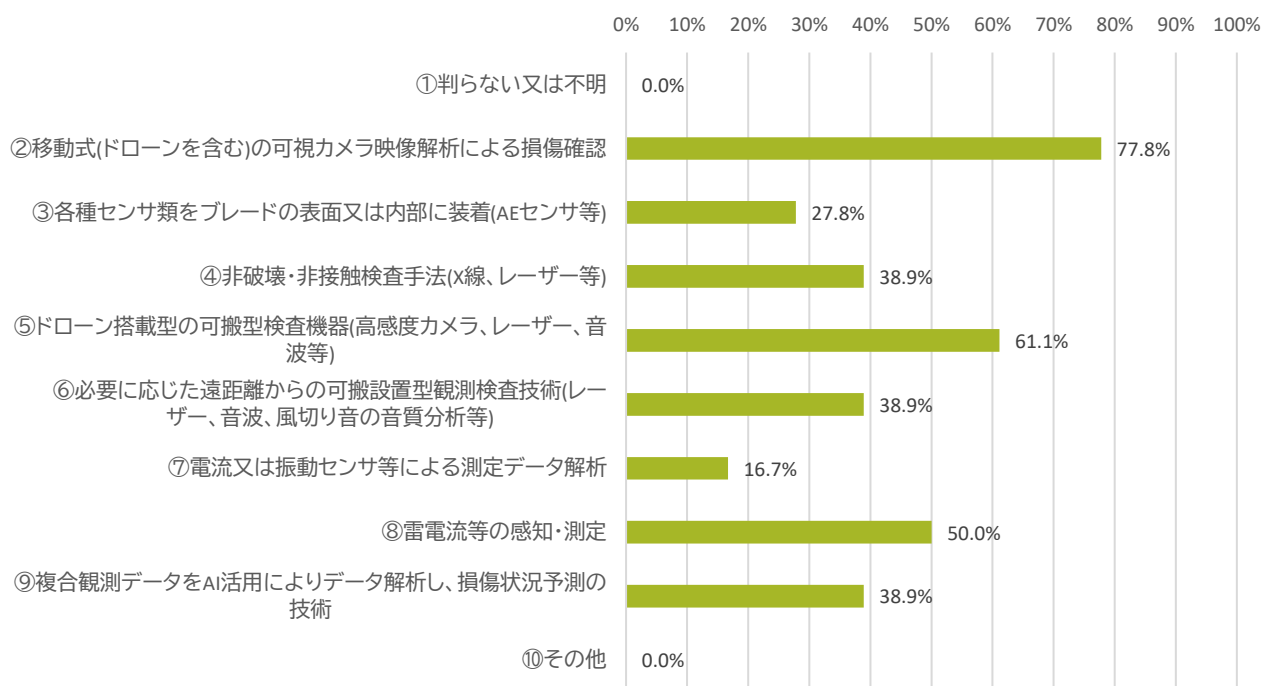


Figure 2-17 風力発電におけるブレードの健全性の診断技術

Table 2-18 風力発電におけるブレードの健全性の診断技術 (回答数)

内容	回答数	適用率
①判らない又は不明	0	0.0%
②移動式(ドローンを含む)の可視カメラ映像解析による損傷確認	14	77.8%
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)	5	27.8%
④非破壊・非接触検査手法(X線、レーザー等)	7	38.9%
⑤ドローン搭載型の可搬型検査機器(高感度カメラ、レーザー、音波等)	11	61.1%
⑥必要に応じた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	38.9%
⑦電流又は振動センサ等による測定データ解析	3	16.7%
⑧雷電流等の感知・測定	9	50.0%
⑨複合観測データをAI活用によりデータ解析し、損傷状況予測の技術	7	38.9%
⑩その他	0	0.0%

風力発電設備における現状の課題

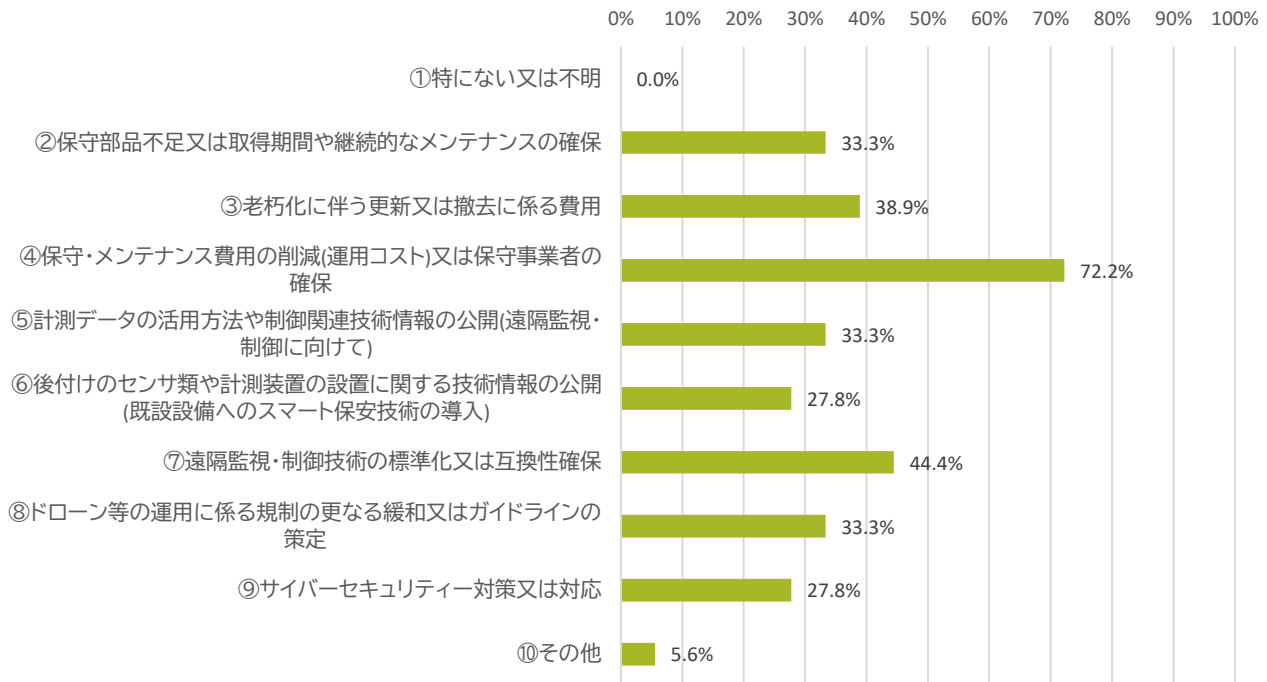


Figure 2-18 風力発電設備における現状の課題

Table 2-19 風力発電設備における現状の課題（回答数）

内容	回答数	適用率
①特になし又は不明	0	0.0%
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	6	33.3%
③老朽化に伴う更新又は撤去に係る費用	7	38.9%
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	13	72.2%
⑤計測データの活用方法や制御関連技術情報の公開(遠隔監視・制御に向けて)	6	33.3%
⑥後付けのセンサ類や計測装置の設置に関する技術情報の公開(既設設備へのスマート保安技術の導入)	5	27.8%
⑦遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保	8	44.4%
⑧ドローン等の運用に係る規制の更なる緩和又はガイドラインの策定	6	33.3%
⑨サイバーセキュリティ対策又は対応	5	27.8%
⑩その他	1	5.6%

2.3.4 太陽電池発電

(1) 個別技術

Figure 2-19 に太陽電池発電における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-20 に太陽電池発電における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 太陽電池発電設備は、小規模事業用電気工作物が増加した関係で今年度のアンケート調査に対する関心度が高く、回答数が増加して回答結果が大きく変動することを懸念していたが、技術評価についてはさほどの影響は無かったと思われる。
- 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）において、一部の項目を除き前年比から概ね増加している。なお、特別高圧設備など大規模設備ほど現場作業のデジタル化への評点が低い傾向にある一方、ドローンの活用や遠隔監視・操作の評点が高い傾向にあり、設備規模の幅が広い太陽電池発電設備は設備実態に合わせたスマート保安の導入が進められていると想定される。
- 設問 1（現場作業のデジタル化）においては、「携帯端末機（タブレット等）」が「一部実施」や「検討中」と回答する事業者が増えた関係で、一時的に総合評価が前年を下回ったと想定している。他の項目も着実に導入件数が増加しており、全ての項目において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」の導入が前年に引き続き順調に推進している。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「可視カメラ（目視）」、「温度関係センサ（温度計・熱電対等）」、「赤外線カメラ（熱画像等）」は前年から大きく推進しており、既に高い導入水準にある。更に、「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」や「電流又は電圧の波形等の計測」の導入も大きく進んでおり、全体的に遠隔状態監視による効率化が推進されてきていることがうかがわれる。
- 設問 4（遠隔制御）と設問 5（現場作業の遠隔支援）においては、全ての技術が前年時点で目標を上回っており、更なる導入推進を目指して今年も実数ベースでは堅実な導入展開が続いていると想定される。
- 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予測」が順調に進捗しており、今後は AI 活用への取組を地道に実施することが期待されている。なお、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。
- 小規模事業用電気工作物に分類される太陽電池発電設備（10kW 以上～50kW 未満）については、業界団体を中心に標準的な保守管理について整理し、必要なスマート保安技術について検討する必要があると思われる。

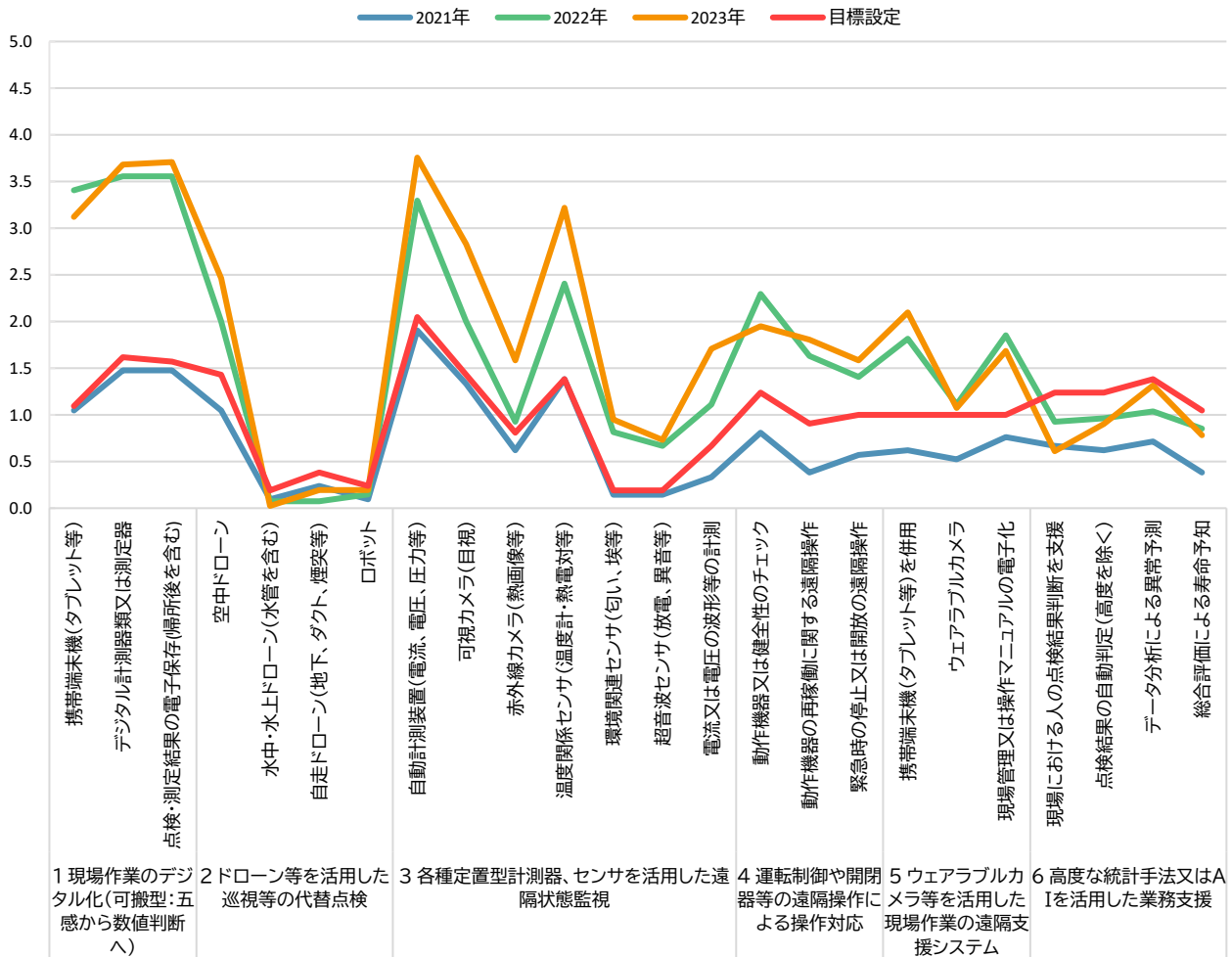


Figure 2-19 太陽電池発電における個別技術活用の取組状況

Table 2-20 太陽電池発電における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	3.1	-0.3	2.1	1.1
	デジタル計測器類又は測定器	1.5	3.6	3.7	0.1	2.2	1.6
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	1.5	3.6	3.7	0.2	2.2	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	1.0	2.0	2.5	0.5	1.4	1.4
	水中・水上ドローン(水管を含む)	0.1	0.1	0.0	-0.0	-0.1	0.2
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	0.2	0.1	0.2	0.1	-0.0	0.4
	ロボット	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2
3 各種定置型計測器、センサを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	1.9	3.3	3.8	0.5	1.9	2.0
	可視カメラ(目視)	1.3	2.0	2.8	0.8	1.5	1.4
	赤外線カメラ(熱画像等)	0.6	0.9	1.6	0.7	1.0	0.8
	温度関係センサ(温度計・熱電対等)	1.4	2.4	3.2	0.8	1.8	1.4
	環境関連センサ(匂い、埃等)	0.1	0.8	1.0	0.1	0.8	0.2
	超音波センサ(放電、異音等)	0.1	0.7	0.7	0.1	0.6	0.2
	電流又は電圧の波形等の計測	0.3	1.1	1.7	0.6	1.4	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	2.0	-0.3	1.1	1.2
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	0.4	1.6	1.8	0.2	1.4	0.9
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	0.6	1.4	1.6	0.2	1.0	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)を併用	0.6	1.8	2.1	0.3	1.5	1.0
	ウェアラブルカメラ	0.5	1.1	1.1	-0.0	0.5	1.0
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	0.8	1.9	1.7	-0.2	0.9	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	0.6	-0.3	-0.1	1.2
	点検結果の自動判定(高度を除く)	0.6	1.0	0.9	-0.1	0.3	1.2
	データ分析による異常予測	0.7	1.0	1.3	0.3	0.6	1.4
	総合評価による寿命予測	0.4	0.9	0.8	-0.1	0.4	1.0

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

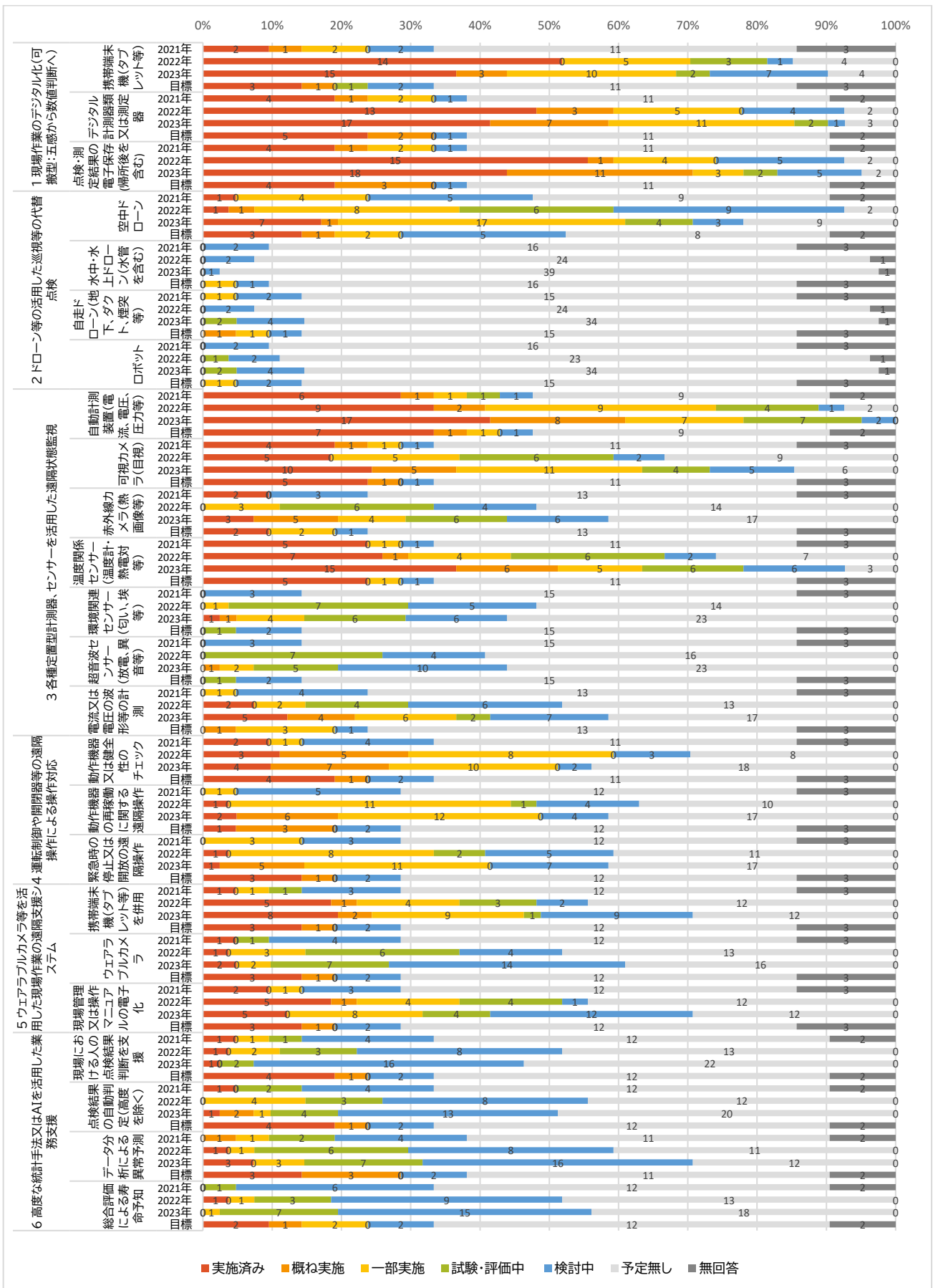


Figure 2-20 太陽電池発電における個別技術活用の状況

Table 2-21 太陽電池発電における個別技術活用の状況（回答数）

内容	対象年	回答件数								合計
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	21
		2022年	14	0	5	3	1	4	0	27
		2023年	15	3	10	2	7	4	0	41
		目標	3	1	0	1	2	11	3	21
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	4	1	2	0	1	11	2	21
		2022年	13	3	5	0	4	2	0	27
		2023年	17	7	11	2	1	3	0	41
		目標	5	2	0	0	1	11	2	21
	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	21
		2022年	15	1	4	0	5	2	0	27
		2023年	18	11	3	2	5	2	0	41
		目標	4	3	0	0	1	11	2	21
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	21
		2022年	1	1	8	6	9	2	0	27
		2023年	7	1	17	4	3	9	0	41
		目標	3	1	2	0	5	8	2	21
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	0	0	0	0	2	16	3	21
		2022年	0	0	0	0	2	24	1	27
		2023年	0	0	0	0	1	39	1	41
		目標	0	0	1	0	1	16	3	21
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	0	0	1	0	2	15	3	21
		2022年	0	0	0	0	2	24	1	27
		2023年	0	0	0	2	4	34	1	41
		目標	0	1	1	0	1	15	3	21
	ロボット	2021年	0	0	0	0	2	16	3	21
		2022年	0	0	0	1	2	23	1	27
		2023年	0	0	0	2	4	34	1	41
		目標	0	0	1	0	2	15	3	21
3 各種設置型計測器、センサ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	21
		2022年	9	2	9	4	1	2	0	27
		2023年	17	8	7	7	2	0	0	41
		目標	7	1	1	0	1	9	2	21
	可視カメラ（目視）	2021年	4	1	1	0	1	11	3	21
		2022年	5	0	5	6	2	9	0	27
		2023年	10	5	11	4	5	6	0	41
		目標	5	1	0	0	1	11	3	21
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	2	0	0	0	3	13	3	21
		2022年	0	0	3	6	4	14	0	27
		2023年	3	5	4	6	6	17	0	41
		目標	2	0	2	0	1	13	3	21
	温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	5	0	1	0	1	11	3	21
		2022年	7	1	4	6	2	7	0	27
		2023年	15	6	5	6	6	3	0	41
		目標	5	0	1	0	1	11	3	21
	環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	0	0	0	0	3	15	3	21
		2022年	0	0	1	7	5	14	0	27
		2023年	1	1	4	6	6	23	0	41
		目標	0	0	0	1	2	15	3	21
	超音波センサ（放電、異音等）	2021年	0	0	0	0	3	15	3	21
		2022年	0	0	0	7	4	16	0	27
		2023年	0	1	2	5	10	23	0	41
		目標	0	0	0	1	2	15	3	21
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	0	0	1	0	4	13	3	21	
	2022年	2	0	2	4	6	13	0	27	
	2023年	5	4	6	2	7	17	0	41	
	目標	0	1	3	0	1	13	3	21	
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	21
		2022年	3	5	8	0	3	8	0	27
		2023年	4	7	10	0	2	18	0	41
		目標	4	1	0	0	2	11	3	21
	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	21
		2022年	1	0	11	1	4	10	0	27
		2023年	2	6	12	0	4	17	0	41
		目標	1	3	0	0	2	12	3	21
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	0	0	3	0	3	12	3	21
		2022年	1	0	8	2	5	11	0	27
		2023年	1	5	11	0	7	17	0	41
		目標	3	1	0	0	2	12	3	21
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）を併用	2021年	1	0	1	1	3	12	3	21
		2022年	5	1	4	3	2	12	0	27
		2023年	8	2	9	1	9	12	0	41
		目標	3	1	0	0	2	12	3	21
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	0	1	4	12	3	21
		2022年	1	0	3	6	4	13	0	27
		2023年	2	0	2	7	14	16	0	41
		目標	3	1	0	0	2	12	3	21
	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	21
		2022年	5	1	4	4	1	12	0	27
		2023年	5	0	8	4	12	12	0	41
		目標	3	1	0	0	2	12	3	21
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	21
		2022年	1	0	2	3	8	13	0	27
		2023年	1	0	0	2	16	22	0	41
		目標	4	1	0	0	2	12	2	21
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	1	0	0	2	4	12	2	21
		2022年	0	0	4	3	8	12	0	27
		2023年	1	2	1	4	13	20	0	41
		目標	4	1	0	0	2	12	2	21
	データ分析による異常予測	2021年	0	1	1	2	4	11	2	21
		2022年	1	0	1	6	8	11	0	27
		2023年	3	0	3	7	16	12	0	41
		目標	3	3	0	0	2	11	2	21
	総合評価による寿命予測	2021年	0	0	0	1	6	12	2	21
		2022年	1	0	1	3	9	13	0	27
		2023年	0	0	1	7	15	18	0	41
		目標	2	1	2	0	2	12	2	21

(2) 設備別設問

Figure 2-21 に太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用状況、Figure 2-22 に太陽電池発電における点検・計測結果のデジタル化、電子保存及び活用状況、Figure 2-23 に太陽電池発電における遠隔常時監視の導入・普及状況、Figure 2-24 に太陽電池発電設備における現状の課題の調査結果をそれぞれ示す。

- 太陽電池発電設備は、小規模事業用設備（低圧受電）から大規模設備（特別高圧受電）まで大小様々な発電容量の設備があり、電気設備の構成も異なることや無人施設が多いことから、巡視点検のデジタル化や遠隔常時監視の技術導入・推進が促進されている。
- 設問1（巡視・点検でのドローン・ロボットの活用）について、「運用試験中又は一部の巡視点検に限り活用している。」と「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。」が共に5割強の回答に留まっており、保守点検への活用が進んではいるが、保守点検の代替点検として確立していないことから、伸び悩みの感があると感じられ、早急な条件整備が必要と思われる。
なお、都市近郊部、周辺地域或いは建物屋上に設置されている太陽電池発電所におけるドローン運用については、騒音問題に加えてカメラ運用におけるプライバシー配慮などの課題があり、社会の認知にはもう少し時間が必要と思われる。
- 設問2（点検・計測結果のデジタル化、電子保存及び活用状況）について、電子データの収集・保存は進んでいるが、活用状況については「発電量等の管理のために閲覧や統計分析を実施」が3割強、「異常箇所の抽出又は異常予兆の自動検知を実施」が1割強の回答に留まっており、「検討中又は研究・実証試験中」が3割弱の回答となっていることから点検・計測結果のデジタル化、電子保存は着実に進んでいるが、活用については今後の進展が期待される。
- 設問3（遠隔常時監視の導入・普及状況）について、「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。」は9割弱の事業者が回答しており、また、「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。」が8割弱、「発電所の運転状況（計測、警報等）を常時監視している。（外部組織による監視を含む）」が7割強の事業者が回答していることから、多くの事業者で遠隔監視が積極的に導入・普及されている。また、遠隔制御は「PCS等の遠隔制御（運転停止・再開等）が実施又は可能」が5割強、「受変電設備の遮断器類の開閉等を構外から遠隔制御にて実施又は可能」が3割弱の回答があることから、遠隔常時監視と制御の有効活用に向けた条件整備が期待される。
- 設問4（太陽電池発電設備における現状の課題）について、「後付けのセンサ類や計測装置の設置に係る技術情報の公開（既設設備へのスマート保安技術の導入）」と「遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保」が5割弱で最も多く、次いで「ドローン等の運用に係る規制の更なる緩和又はガイドラインの策定」や「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」が4割強となっている。
新たな課題として「スマート技術による防犯対策の構築（ケーブル盗難対策等）」が4

割弱を含めており、盗難被害件数が増大し、復旧に係る時間と費用が事業者への負担となるために、即急な盗難防止対策などの幅広い内容の課題があることがうかがえる。

巡視・点検でのドローン・ロボットの活用

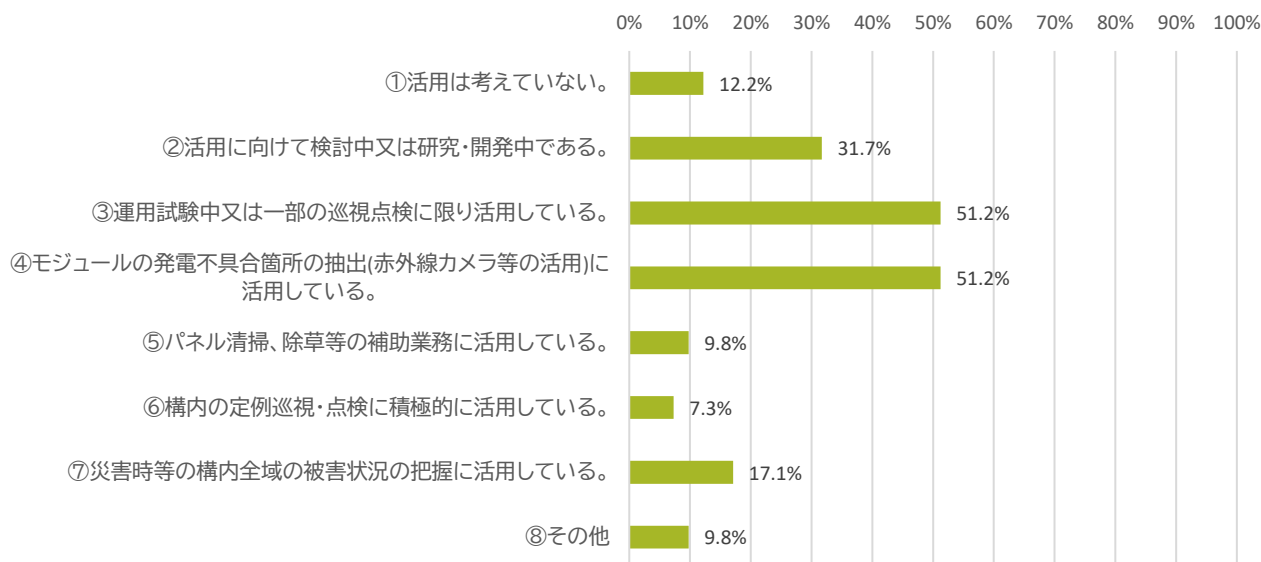


Figure 2-21 太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用状況

Table 2-22 太陽電池発電における巡視・点検でのドローン・ロボットの活用状況 (回答数)

内容	回答数	適用率
①活用は考えていない。	5	12.2%
②活用に向けて検討中又は研究・開発中である。	13	31.7%
③運用試験中又は一部の巡視点検に限り活用している。	21	51.2%
④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。	21	51.2%
⑤パネル清掃、除草等の補助業務に活用している。	4	9.8%
⑥構内の定例巡視・点検に積極的に活用している。	3	7.3%
⑦災害時等の構内全域の被害状況の把握に活用している。	7	17.1%
⑧その他	4	9.8%

点検・計測結果のデジタル化、電子保存及び活用状況

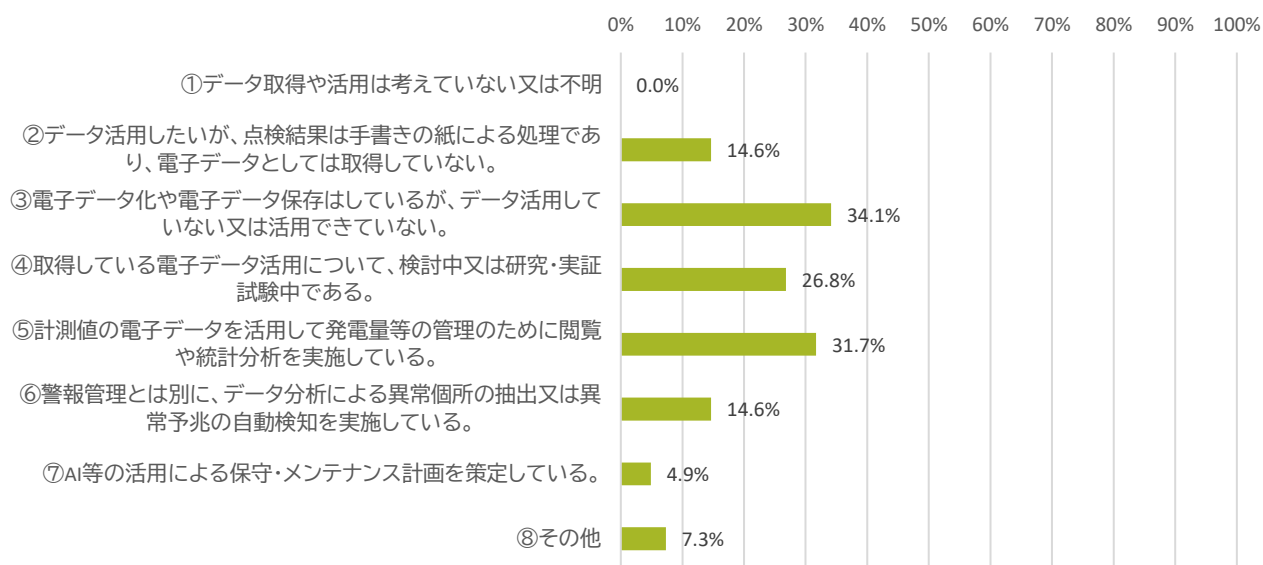


Figure 2-22 太陽電池発電における点検・計測結果のデジタル化、電子保存及び活用状況

Table 2-23 太陽電池発電における点検・計測結果のデジタル化、電子保存及び活用状況
(回答数)

内容	回答数	適用率
①データ取得や活用は考えていない又は不明	0	0.0%
②データ活用したいが、点検結果は手書きの紙による処理であり、電子データとしては取得していない。	6	14.6%
③電子データ化や電子データ保存はしているが、データ活用していない又は活用できていない。	14	34.1%
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・実証試験中である。	11	26.8%
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。	13	31.7%
⑥警報管理とは別に、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。	6	14.6%
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。	2	4.9%
⑧その他	3	7.3%

遠隔常時監視の導入・普及状況

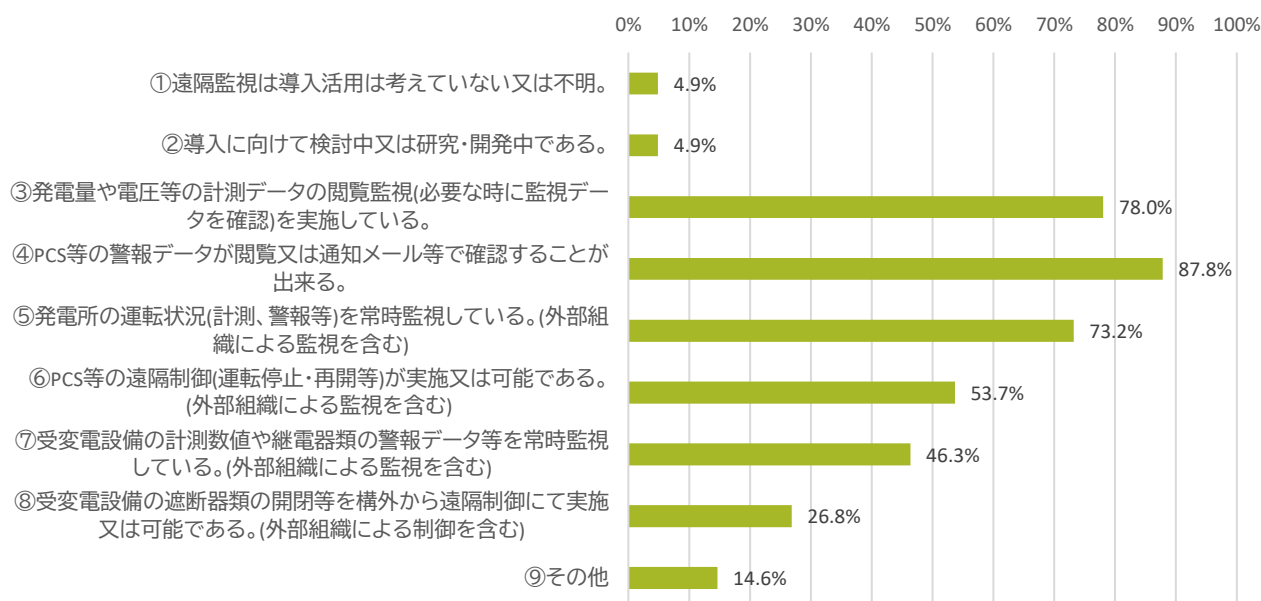


Figure 2-23 太陽電池発電における遠隔常時監視の導入・普及状況

Table 2-24 太陽電池発電における遠隔常時監視の導入・普及状況 (回答数)

内容	回答数	適用率
①遠隔監視は導入活用は考えていない又は不明。	2	4.9%
②導入に向けて検討中又は研究・開発中である。	2	4.9%
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。	32	78.0%
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。	36	87.8%
⑤発電所の運転状況(計測、警報等)を常時監視している。(外部組織による監視を含む)	30	73.2%
⑥PCS等の遠隔制御(運転停止・再開等)が実施又は可能である。(外部組織による監視を含む)	22	53.7%
⑦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。(外部組織による監視を含む)	19	46.3%
⑧受変電設備の遮断器類の開閉等を構外から遠隔制御にて実施又は可能である。(外部組織による制御を含む)	11	26.8%
⑨その他	6	14.6%

太陽電池発電設備における現状の課題

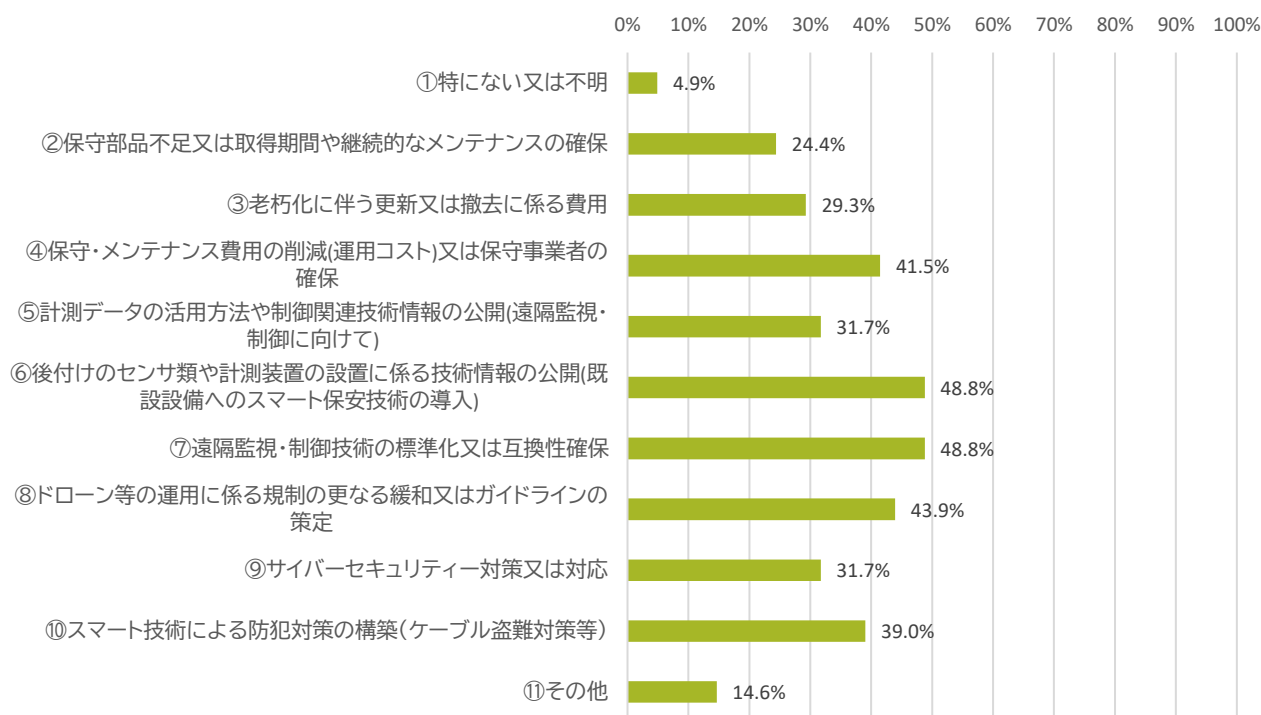


Figure 2-24 太陽電池発電設備における現状の課題

Table 2-25 太陽電池発電設備における現状の課題 (回答数)

内容	回答数	適用率
①特にない又は不明	2	4.9%
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	10	24.4%
③老朽化に伴う更新又は撤去に係る費用	12	29.3%
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	17	41.5%
⑤計測データの活用方法や制御関連技術情報の公開(遠隔監視・制御に向けて)	13	31.7%
⑥後付けのセンサ類や計測装置の設置に係る技術情報の公開(既設設備へのスマート保安技術の導入)	20	48.8%
⑦遠隔監視・制御技術の標準化又は互換性確保	20	48.8%
⑧ドローン等の運用に係る規制の更なる緩和又はガイドラインの策定	18	43.9%
⑨サイバーセキュリティー対策又は対応	13	31.7%
⑩スマート技術による防犯対策の構築(ケーブル盗難対策等)	16	39.0%
⑪その他	6	14.6%

2.3.5 送配電・変電所

(1) 個別技術

Figure 2-25 に送配電・変電所における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-26 に送配電・変電所における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 送配電網協議会では、スマート保安の技術情報についての共有化を進め、効果的かつ費用効果の高い技術導入の促進を図っており、会員の技術力向上と活用促進が進み、個々の会員の導入技術レベルが上昇していることから、積極的に新たな技術の採用や新たな施策に着手し、対象とする業務範囲を拡大するなどにより、逐次、導入技術や目標の見直しが行われていることから、アンケート調査の回答結果に大きな影響を与えていることに留意する必要がある。
 - ※ 一例としてドローンの活用については、今年度より目視外飛行に向けた新たな施策に着手し、対象とする業務範囲を拡大したために、前年度までは取組対象領域を目視内飛行として「実施済み」と報告していたが、今年度は目視外飛行を見据えた取組のため、「一部実施」と報告した。
- 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）の多くの項目が前年或いは一昨年から進捗が下回る回答となっている。
- 設問1（現場作業のデジタル化）においては、前年時点で既に高水準なレベルに達しており、「携帯端末機（タブレット等）」と「点検・測定結果の電子保存（帰所後を含む）」は回答に若干の変動はあるものの前年と同評点となり、「デジタル計測器類又は測定器」は連続して減少していることから、新たな施策への取組などの動向を注視しつつ、今後の展開に期待する。
- 設問2（ドローン等の活用）においては、今年度より目視外飛行に向けた新たな施策に着手し、対象とする業務範囲を拡大するとした事業者が「実施済から一部実施」へと後退した回答となった影響で、「空中ドローン」の導入は堅実に進められているものの評点としては後退した結果となった。「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、「予定無し」と回答する事業者が増加していることから前年と同水準のままで、一部業務において導入・運用が行われると想定される。
- 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、「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、「自動計測装置（電流、電圧、圧力等）」、「赤外線カメラ（熱画像等）」、「電流又は電圧の波形等の計測」は継続的に評点が後退している。なお、ほとんどの項目で「予定無し」が増加していることから、センサ類は技術進歩も早く新たな代替技術の選択肢が増加していることも、今回の回答結果に表れたと推察される。なお、一部の項目を除き新たな技術の運用が追加された「一部実施」の回答数が多いことから、今後は着実に導入促進が進むと想定される。

- 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るものの、「予定無し」と回答する事業者が微増しており、継続的に評点が後退している。なお、「一部実施」の回答数が一定数あることから、設備毎に必要な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」が前年同水準となっている他は進捗が低下しているが、機材変更や代替可能な技術への転換により今年度は「一部実施」と回答した事業者が多数あり、今後とも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、多少の強弱はあるものの前年とほぼ同水準の評価点となっている。なお、AIの活用については、より高度な解析手法や精度向上に向けた仕組みの検証が地道に進められており、今後も着実に導入進捗が図られると想定される。

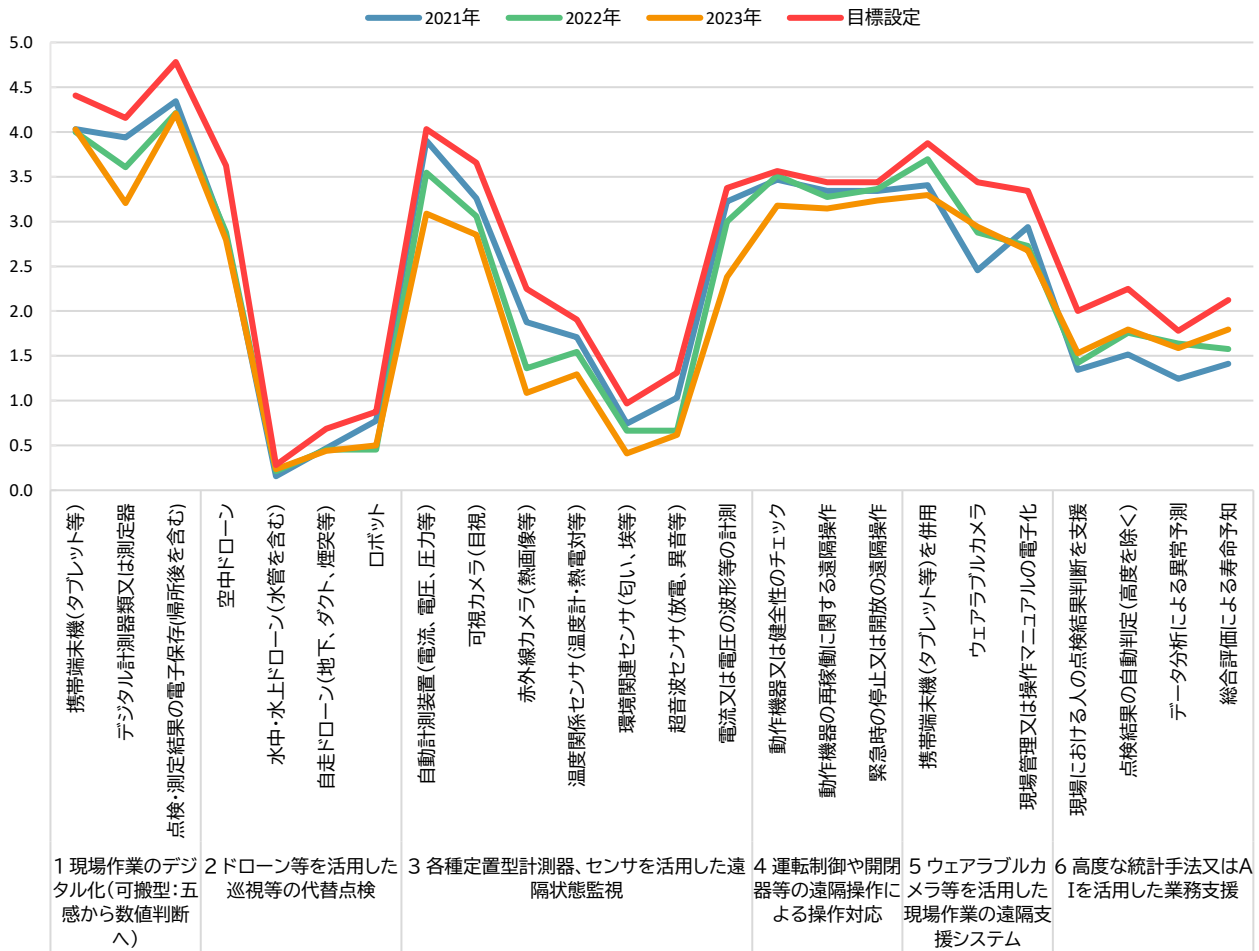


Figure 2-25 送配電・変電所における個別技術活用の取組状況

Table 2-26 送配電・変電所における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	4.0	0.0	-0.0	4.4
	デジタル計測器類又は測定器	3.9	3.6	3.2	-0.4	-0.7	4.2
	点検・測定結果の電子保存(帰所後を含む)	4.3	4.2	4.2	-0.0	-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	2.8	-0.1	-0.0	3.6
	水中・水上ドローン(水管を含む)	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.3
	自走ドローン(地下、ダクト、煙突等)	0.5	0.5	0.4	-0.0	-0.0	0.7
	ロボット	0.8	0.5	0.5	0.0	-0.3	0.9
3 各種定置型計測器、センサを活用した遠隔状態監視	自動計測装置(電流、電圧、圧力等)	3.9	3.5	3.1	-0.5	-0.8	4.0
	可視カメラ(目視)	3.3	3.1	2.9	-0.2	-0.4	3.7
	赤外線カメラ(熱画像等)	1.9	1.4	1.1	-0.3	-0.8	2.3
	温度関係センサ(温度計・熱電対等)	1.7	1.5	1.3	-0.3	-0.4	1.9
	環境関連センサ(匂い、埃等)	0.7	0.7	0.4	-0.3	-0.3	1.0
	超音波センサ(放電、異音等)	1.0	0.7	0.6	-0.0	-0.4	1.3
	電流又は電圧の波形等の計測	3.2	3.0	2.4	-0.6	-0.8	3.4
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	3.5	3.5	3.2	-0.3	-0.3	3.6
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	3.3	3.3	3.1	-0.1	-0.2	3.4
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	3.3	3.4	3.2	-0.1	-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	携帯端末機(タブレット等)を併用	3.4	3.7	3.3	-0.4	-0.1	3.9
	ウェアラブルカメラ	2.5	2.9	2.9	0.1	0.5	3.4
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	2.9	2.7	2.7	-0.1	-0.3	3.3
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	1.3	1.4	1.5	0.1	0.2	2.0
	点検結果の自動判定(高度を除く)	1.5	1.8	1.8	0.0	0.3	2.3
	データ分析による異常予測	1.2	1.6	1.6	-0.0	0.3	1.8
	総合評価による寿命予測	1.4	1.6	1.8	0.2	0.4	2.1

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

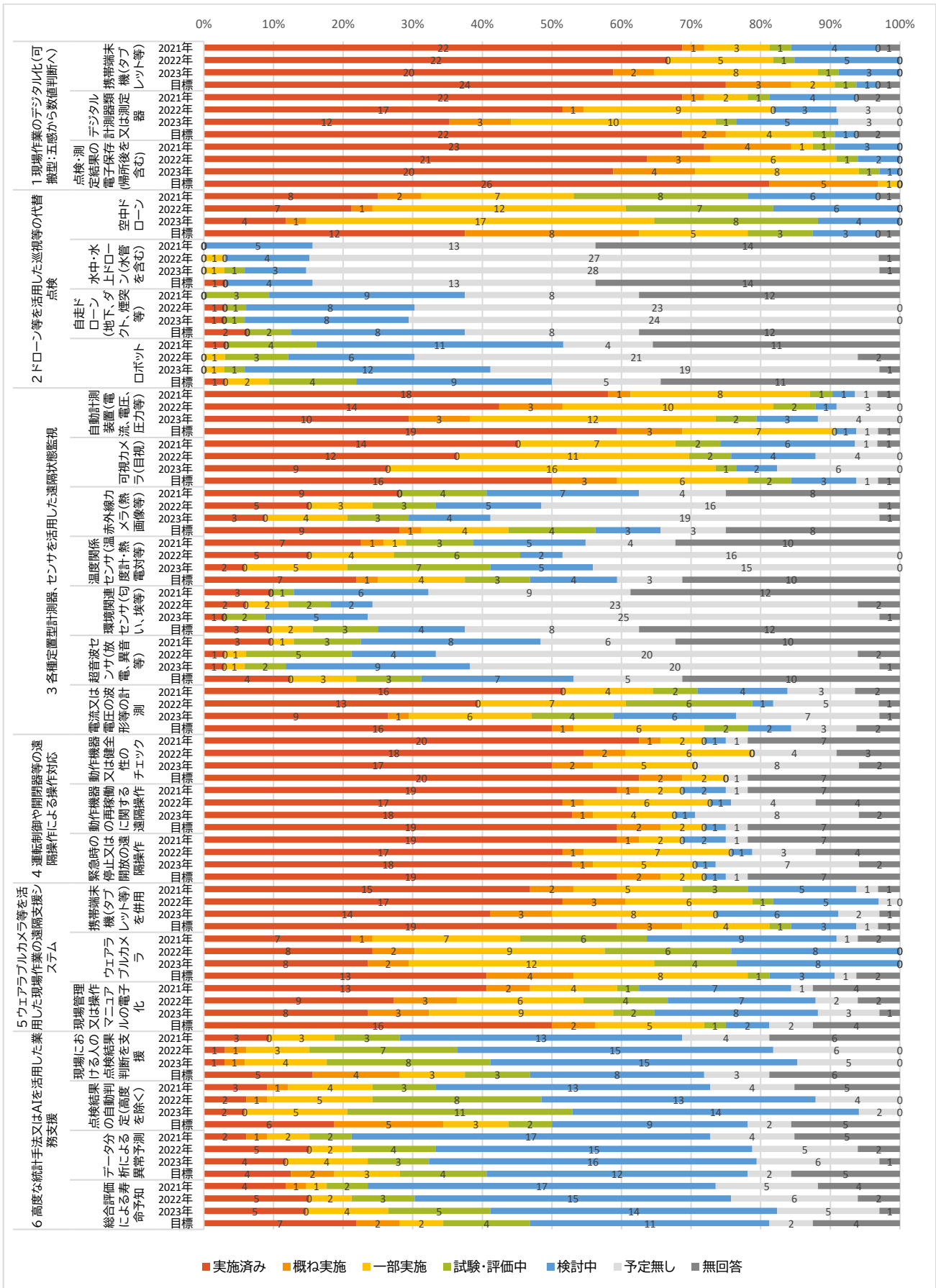


Figure 2-26 送配電・変電所における個別技術活用の状況

Table 2-27 送配電・変電所における個別技術活用の状況（回答数）

内容	対象年	回答件数								合計
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	32
		2022年	22	0	5	1	5	0	0	33
		2023年	20	2	8	1	3	0	0	34
		目標	24	3	2	1	1	0	1	32
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	22	1	2	1	4	0	2	32
		2022年	17	1	9	0	3	3	0	33
		2023年	12	3	10	1	5	3	0	34
		目標	22	2	4	1	1	0	2	32
	点検・測定結果の電子保存(届所後を含む)	2021年	23	4	1	1	3	0	0	32
		2022年	21	3	6	1	2	0	0	33
		2023年	20	4	8	1	1	0	0	34
		目標	26	5	1	0	0	0	0	32
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	32
		2022年	7	1	12	7	6	0	0	33
		2023年	4	1	17	8	4	0	0	34
		目標	12	8	5	3	3	0	1	32
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	0	0	0	0	5	13	14	32
		2022年	0	0	1	0	4	27	1	33
		2023年	0	0	1	1	3	28	1	34
		目標	1	0	0	0	4	13	14	32
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	0	0	0	3	9	8	12	32
		2022年	1	0	0	1	8	23	0	33
		2023年	1	0	0	1	8	24	0	34
		目標	2	0	0	2	8	8	12	32
	ロボット	2021年	1	0	0	4	11	4	11	31
		2022年	0	0	1	3	6	21	2	33
		2023年	0	0	1	1	12	19	1	34
		目標	1	0	2	4	9	5	11	32
3 各種設置型計測器、センサ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	2	1	1	1	1	31
		2022年	14	3	10	2	1	3	0	33
		2023年	10	3	12	2	3	4	0	34
		目標	19	3	7	0	1	1	1	32
	可視カメラ（目視）	2021年	14	0	7	2	6	1	1	31
		2022年	12	0	11	2	4	4	0	33
		2023年	9	0	16	1	2	6	0	34
		目標	16	3	6	2	3	1	1	32
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	9	0	0	4	7	4	8	32
		2022年	5	0	3	3	5	16	1	33
		2023年	3	0	4	3	4	19	1	34
		目標	9	1	4	4	3	3	8	32
	温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	7	1	1	3	5	4	10	31
		2022年	5	0	4	6	2	16	0	33
		2023年	2	0	5	7	5	15	0	34
		目標	7	1	4	3	4	3	10	32
	環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	3	0	0	1	6	9	12	31
		2022年	2	0	2	2	2	23	2	33
		2023年	1	0	0	2	5	25	1	34
		目標	3	0	2	3	4	8	12	32
	超音波センサ（放電、異音等）	2021年	3	0	1	3	8	6	10	31
		2022年	1	0	1	5	4	20	2	33
		2023年	1	0	1	2	9	20	1	34
		目標	4	0	3	3	7	5	10	32
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	16	0	4	2	4	3	2	31	
	2022年	13	0	7	6	1	5	1	33	
	2023年	9	1	6	4	6	7	1	34	
	目標	16	1	6	2	2	3	2	32	
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	32
		2022年	18	2	6	0	0	4	3	33
		2023年	17	2	5	0	0	8	2	34
		目標	20	2	2	0	0	1	7	32
	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	32
		2022年	17	1	6	0	1	4	4	33
		2023年	18	1	4	0	1	8	2	34
		目標	19	2	2	0	1	1	7	32
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	19	1	2	0	2	1	7	32
		2022年	17	1	7	0	1	3	4	33
		2023年	18	1	5	0	1	7	2	34
		目標	19	2	2	0	1	1	7	32
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）を併用	2021年	15	2	5	3	5	1	1	32
		2022年	17	3	6	1	5	1	0	33
		2023年	14	3	8	0	6	2	1	34
		目標	19	3	4	1	3	1	1	32
	ウェアラブルカメラ	2021年	7	1	7	6	9	1	2	33
		2022年	8	2	9	6	8	0	0	33
		2023年	8	2	12	4	8	0	0	34
		目標	13	4	8	1	3	1	2	32
	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	32
		2022年	9	3	6	4	7	2	2	33
		2023年	8	3	9	2	8	3	1	34
		目標	16	2	5	1	2	2	4	32
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	32
		2022年	1	1	3	7	15	6	0	33
		2023年	1	1	4	8	15	5	0	34
		目標	5	4	3	3	8	3	6	32
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	3	1	4	3	13	4	5	33
		2022年	2	1	5	8	13	4	0	33
		2023年	2	0	5	11	14	2	0	34
		目標	6	5	3	2	9	2	5	32
	データ分析による異常予測	2021年	2	1	2	2	17	4	5	33
		2022年	5	0	2	4	15	5	2	33
		2023年	4	0	4	3	16	6	1	34
		目標	4	2	3	4	12	2	5	32
総合評価による寿命予測	2021年	4	1	1	2	17	5	4	34	
	2022年	5	0	2	3	15	6	2	33	
	2023年	5	0	4	5	14	5	1	34	
	目標	7	2	2	4	11	2	4	32	

(2) 設備別設問

Figure 2-27 に送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の状況、Figure 2-28 に送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用状況、Figure 2-29 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遠隔現場支援状況、Figure 2-30 に送配電・変電所における AI 等活用による故障予兆把握・判定支援の状況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、「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」、「電圧、電流等の計測データや警報データの集中管理」及び「固定式の各種センサ・ネットワークカメラの設置(画像認識を含む)」が共に 5 割を超えて活用されており、設備実態に合わせた多様なデバイスを利用してデータを管理しながら遠隔監視により業務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、「災害時等における被害状況把握と臨時巡視等」が 6 割強、「台風通過時等における安全確認のための臨時巡視」が 5 割弱と災害時等のスポット利用は積極的に導入されており、通常の巡視や点検への活用は 4 割前後と伸び悩んでいるが、今後は目視外飛行での活用に向けて、条件整備等を進め積極的な活用による業務の効率化が期待される。
- 設問 3（ウェアラブルカメラ等の活用による遠隔現場支援）について、「作業員の安全確保や手順遵守の確認或いは現場指導に活用」が 5 割、「事故や災害緊急時対応等における緊急又は高度技術の対応指導・指示や状況確認」が 4 割弱と比較的に活用が進んでいる反面、「研究・運用試験中である」が 3 割強となっていることから、新たなデバイスやシステムの変更等により、より効果的かつ運用が容易な遠隔現場支援が可能となると想定される。
- 設問 4（AI 等活用による故障予兆把握・判定支援）について、「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」が 8 割弱、「分析に必要なデータの蓄積が不十分或いは収集準備中である」が 7 割弱、「導入に対する費用対効果が不確定又は不明瞭である」が 5 割、「対象とする設備範囲が多く、どこまで AI 活用するか判断又は導入順番に苦慮している」が 4 割強の回答となっていることから、AI 活用は、一部の業務反映が可能なものについては積極的に活用が進み、比較的高度な判断が必要な業務については、データ解析を進めつつ高度な解析手法や精度向上に向けた仕組みの検証が地道に積み上げられている段階と思われる。

遠隔監視による巡視・点検等の効率化

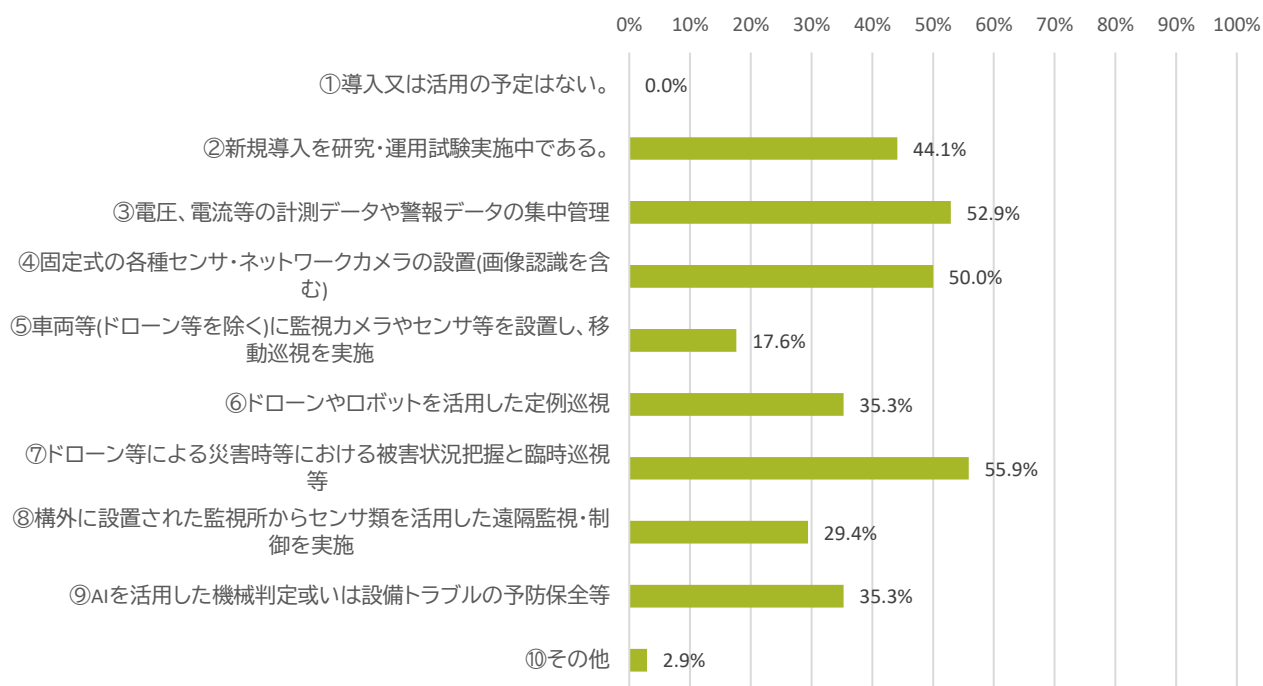


Figure 2-27 送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の状況

Table 2-28 送配電・変電所における遠隔監視による巡視・点検等の効率化の状況（回答数）

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	0	0.0%
②新規導入を研究・運用試験実施中である。	15	44.1%
③電圧、電流等の計測データや警報データの集中管理	18	52.9%
④固定式の各種センサ・ネットワークカメラの設置(画像認識を含む)	17	50.0%
⑤車両等(ドローン等を除く)に監視カメラやセンサ等を設置し、移動巡視を実施	6	17.6%
⑥ドローンやロボットを活用した定例巡視	12	35.3%
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	19	55.9%
⑧構外に設置された監視所からセンサ類を活用した遠隔監視・制御を実施	10	29.4%
⑨AIを活用した機械判定或いは設備トラブルの予防保全等	12	35.3%
⑩その他	1	2.9%

巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用状況

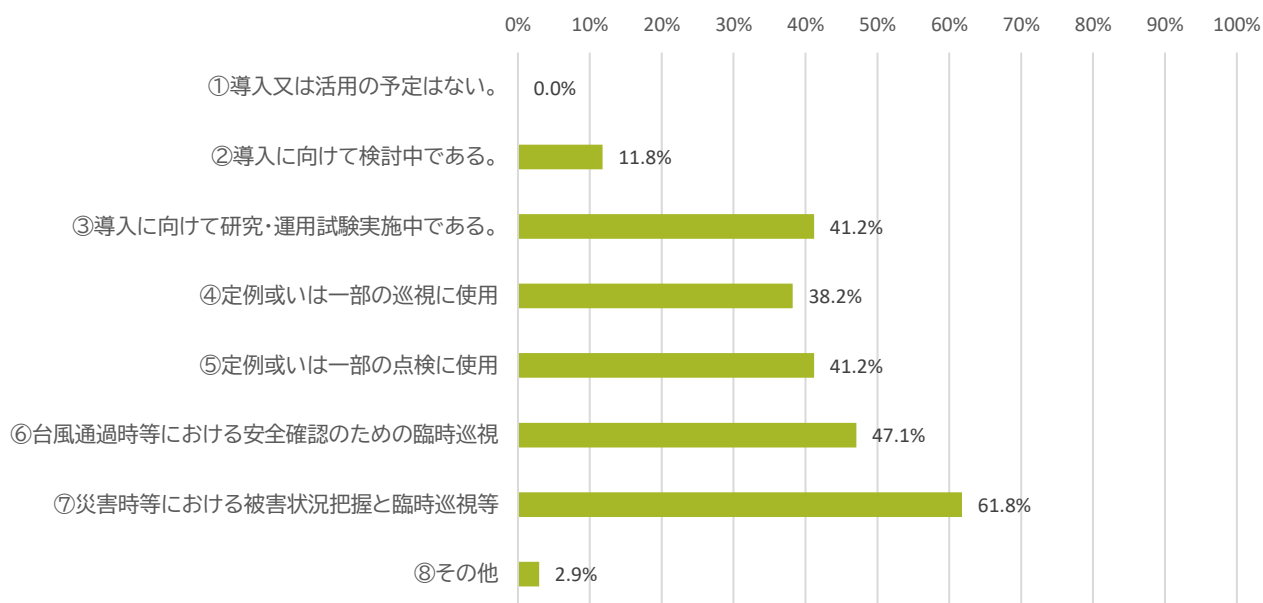


Figure 2-28 送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用状況

Table 2-29 送配電・変電所における巡視・点検におけるドローン・ロボットの活用状況
(回答数)

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	0	0.0%
②導入に向けて検討中である。	4	11.8%
③導入に向けて研究・運用試験実施中である。	14	41.2%
④定例或いは一部の巡視に使用	13	38.2%
⑤定例或いは一部の点検に使用	14	41.2%
⑥台風通過時等における安全確認のための臨時巡視	16	47.1%
⑦災害時等における被害状況把握と臨時巡視等	21	61.8%
⑧その他	1	2.9%

ウェアラブルカメラ等の活用による遠隔現場支援(育成を含む)

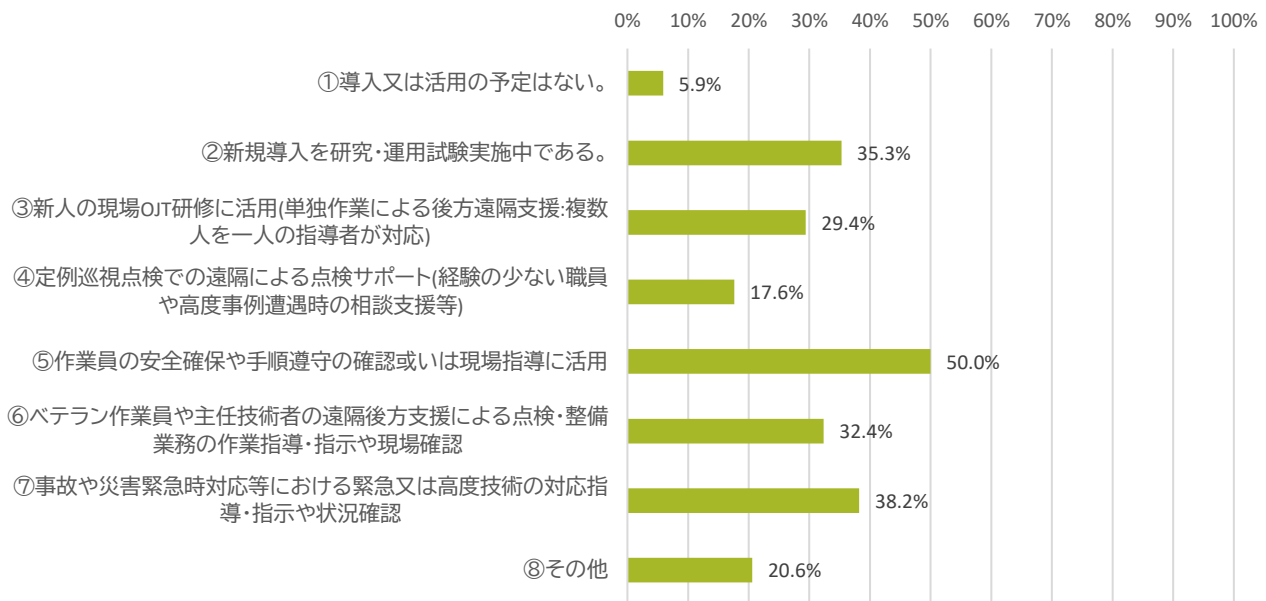


Figure 2-29 送配電・変電所におけるウェアラブルカメラ等の活用による遠隔現場支援状況

Table 2-30 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遠隔現場支援状況

内容	回答数	適用率
①導入又は活用の予定はない。	2	5.9%
②新規導入を研究・運用試験実施中である。	12	35.3%
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)	10	29.4%
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)	6	17.6%
⑤作業員の安全確保や手順遵守の確認或いは現場指導に活用	17	50.0%
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	11	32.4%
⑦事故や災害緊急時対応等における緊急又は高度技術の対応指導・指示や状況確認	13	38.2%
⑧その他	7	20.6%

AI等活用による故障予兆把握・判定支援

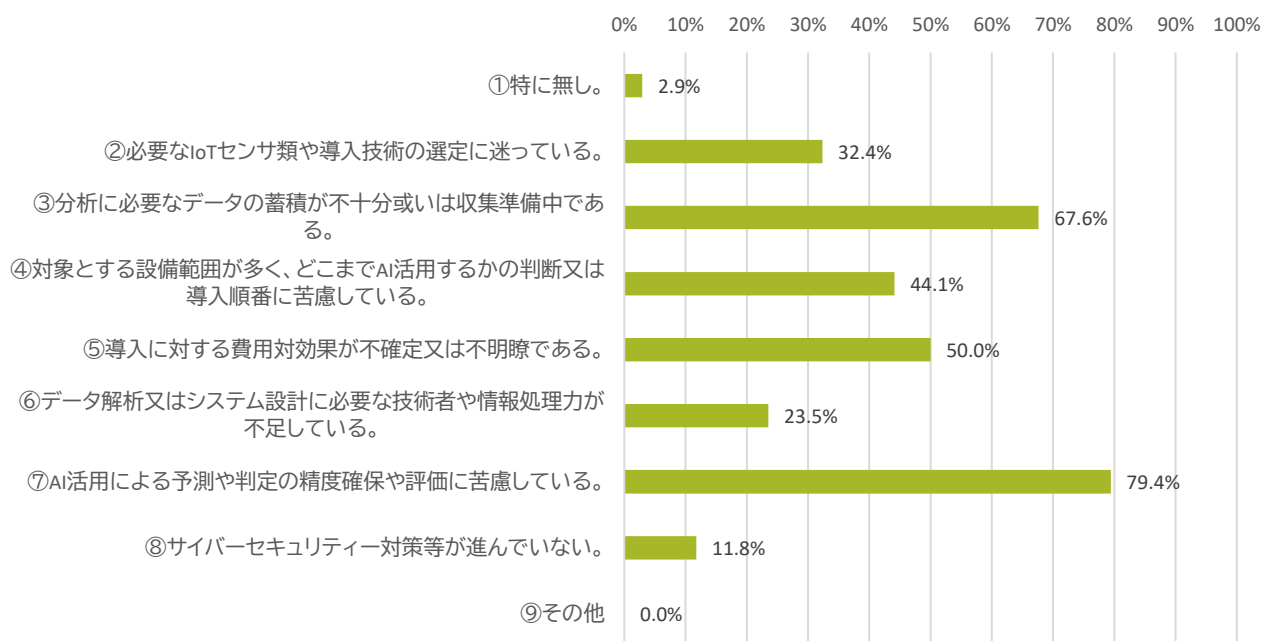


Figure 2-30 送配電・変電所におけるAI等活用による故障予兆把握・判定支援の状況

Table 2-31 送配電・変電所におけるAI等活用による故障予兆把握・判定支援の状況（回答数）

内容	回答数	適用率
①特に無し。	1	2.9%
②必要なIoTセンサ類や導入技術の選定に迷っている。	11	32.4%
③分析に必要なデータの蓄積が不十分或いは収集準備中である。	23	67.6%
④対象とする設備範囲が多く、どこまでAI活用するか判断又は導入順番に苦慮している。	15	44.1%
⑤導入に対する費用対効果が不確定又は不明瞭である。	17	50.0%
⑥データ解析又はシステム設計に必要な技術者や情報処理力が不足している。	8	23.5%
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。	27	79.4%
⑧サイバーセキュリティ対策等が進んでいない。	4	11.8%
⑨その他	0	0.0%

2.3.6 需要設備

(1) 個別技術

Figure 2-31 に需要設備における個別技術活用の取組状況を総合評価点で、Figure 2-32 に需要設備における個別技術活用のそれぞれの回答状況を示す。

- 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）は前年から下回る項目が半数程度となっているが、前々年からは外部委託設備で運用可能な項目については、着実に増加している。
- 設問1（現場作業のデジタル化）においては、前年から減少している項目はあるものの前年時点で非常に高水準にあり、既に目標を達成しているため、同様な水準で推移するものと想定される。
- 設問2（ドローン等の活用）においては、外部委託の業務での活用に馴染まないことから慎重な導入姿勢がうかがわれる。特に「空中ドローン」以外の項目は運用自体が困難との判断により前年に続き「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）については、試行錯誤しながらセンサ類を試行・運用している実態と思われるが、各項目が堅実に進捗していることから地道な導入促進が行われていると想定される。
- 設問4（遠隔操作）においては、現時点では外部委託設備での運用は困難と想定されることから慎重かつ堅実な導入姿勢がうかがわれ、「予定無し」と回答する事業者が増えている。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5（現場作業の遠隔支援）については、前年を下回る評点となっているが「携帯端末機（タブレット等）を活用」と「現場管理又は操作マニュアルの電子化」は低調ながら目標を達成している。なお、「ウェアラブルカメラ」は「一部実施」から「試験・評価中」に回答を変更する事業者や「予定無し」の回答が増加していることから、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山積していると想定され、「一部実施」から「試験・評価中」に回答を変更する事業者があるなど全般的に検討中から先への進みが遅く、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。

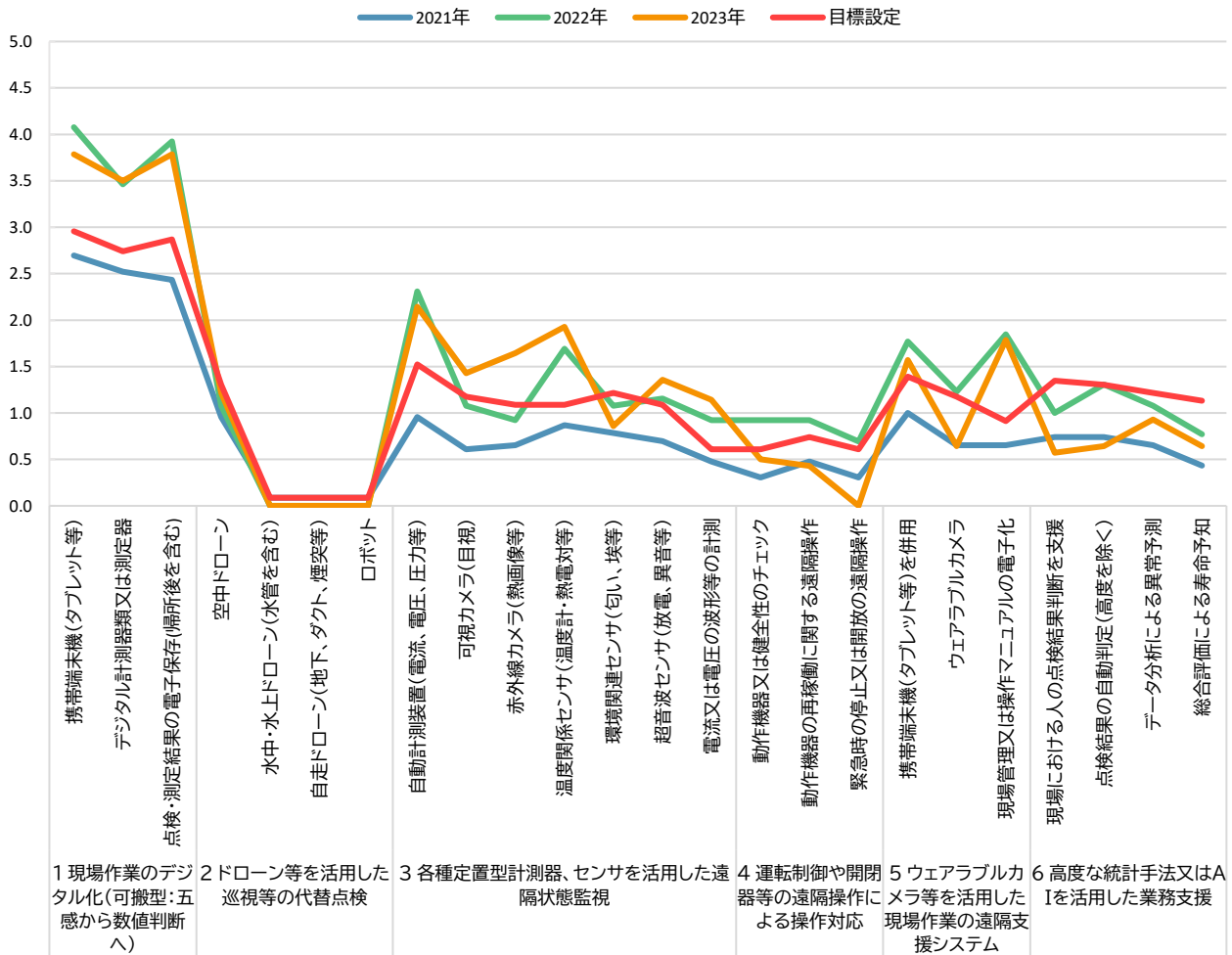


Figure 2-31 需要設備における個別技術活用の取組状況

Table 2-32 需要設備における個別技術活用の総合評価

項目	総合評価			進捗		目標設定	
	2021年 (a)	2022年 (b)	2023年 (c)	前年比 (c-b)	総合 (c-a)		
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	3.8	-0.3	1.1	3.0
	デジタル計測器類又は測定器	2.5	3.5	3.5	0.0	1.0	2.7
	点検・測定結果の電子保存 (帰所後を含む)	2.4	3.9	3.8	-0.1	1.4	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	1.2	0.1	0.3	1.3
	水中・水上ドローン (水管を含む)	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1
	自走ドローン (地下、ダクト、煙突等)	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1
	ロボット	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1
3 各種定置型計測器、センサ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	2.1	-0.2	1.2	1.5
	可視カメラ (目視)	0.6	1.1	1.4	0.4	0.8	1.2
	赤外線カメラ (熱画像等)	0.7	0.9	1.6	0.7	1.0	1.1
	温度関係センサ (温度計・熱電対等)	0.9	1.7	1.9	0.2	1.1	1.1
	環境関連センサ (匂い、埃等)	0.8	1.1	0.9	-0.2	0.1	1.2
	超音波センサ (放電、異音等)	0.7	1.2	1.4	0.2	0.7	1.1
	電流又は電圧の波形等の計測	0.5	0.9	1.1	0.2	0.7	0.6
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	0.3	0.9	0.5	-0.4	0.2	0.6
	動作機器の再稼働に関する遠隔操作	0.5	0.9	0.4	-0.5	-0.0	0.7
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	0.3	0.7	0.0	-0.7	-0.3	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	携帯端末機 (タブレット等) を活用	1.0	1.8	1.6	-0.2	0.6	1.4
	ウェアラブルカメラ	0.7	1.2	0.6	-0.6	-0.0	1.2
	現場管理又は操作マニュアルの電子化	0.7	1.8	1.8	-0.1	1.1	0.9
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	1.0	0.6	-0.4	-0.2	1.3
	点検結果の自動判定 (高度を除く)	0.7	1.3	0.6	-0.7	-0.1	1.3
	データ分析による異常予測	0.7	1.1	0.9	-0.1	0.3	1.2
	総合評価による寿命予知	0.4	0.8	0.6	-0.1	0.2	1.1

注：進捗の計算は、各年の評価点を四捨五入する前の値をもとに計算しており、表示値の計算と異なる場合がある。

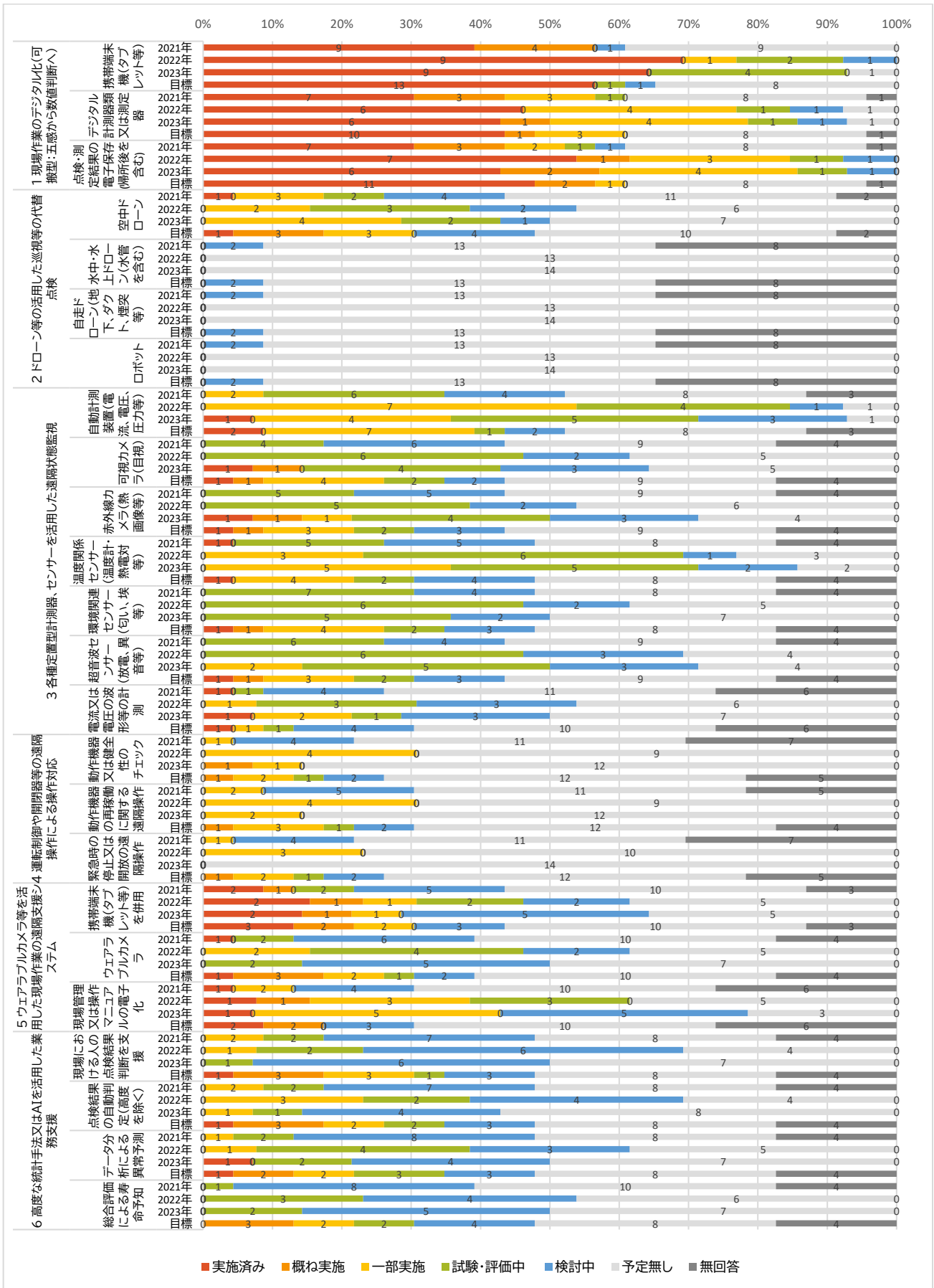


Figure 2-32 需要設備における個別技術活用の状況

Table 2-33 需要設備における個別技術活用の状況（回答数）

内容	対象年	回答件数								合計
		実施済み	概ね実施	一部実施	試験・評価中	検討中	予定無し	無回答		
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	23
		2022年	9	0	1	2	1	0	0	13
		2023年	9	0	0	4	0	1	0	14
		目標	13	0	0	1	1	8	0	23
	デジタル計測器類又は測定器	2021年	7	3	3	1	0	8	1	23
		2022年	6	0	4	1	1	1	0	13
		2023年	6	1	4	1	1	1	0	14
		目標	10	1	3	0	0	8	1	23
	点検・測定結果の電子保存（届後を含む）	2021年	7	3	2	1	1	8	1	23
		2022年	7	1	3	1	1	0	0	13
		2023年	6	2	4	1	1	0	0	14
		目標	11	2	1	0	0	8	1	23
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	23
		2022年	0	0	2	3	2	6	0	13
		2023年	0	0	4	2	1	7	0	14
		目標	1	3	3	0	4	10	2	23
	水中・水上ドローン（水管を含む）	2021年	0	0	0	0	2	13	8	23
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	13
		2023年	0	0	0	0	0	14	0	14
		目標	0	0	0	0	2	13	8	23
	自走ドローン（地下、ダクト、煙突等）	2021年	0	0	0	0	2	13	8	23
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	13
		2023年	0	0	0	0	0	14	0	14
		目標	0	0	0	0	2	13	8	23
	ロボット	2021年	0	0	0	0	2	13	8	23
		2022年	0	0	0	0	0	13	0	13
		2023年	0	0	0	0	0	14	0	14
		目標	0	0	0	0	2	13	8	23
3 各種設置型計測器、センサ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	23
		2022年	0	0	7	4	1	1	0	13
		2023年	1	0	4	5	3	1	0	14
		目標	2	0	7	1	2	8	3	23
	可視カメラ（目視）	2021年	0	0	0	4	6	9	4	23
		2022年	0	0	0	6	2	5	0	13
		2023年	1	1	0	4	3	5	0	14
		目標	1	1	4	2	2	9	4	23
	赤外線カメラ（熱画像等）	2021年	0	0	0	5	5	9	4	23
		2022年	0	0	0	5	2	6	0	13
		2023年	1	1	1	4	3	4	0	14
		目標	1	1	3	2	3	9	4	23
	温度関係センサ（温度計・熱電対等）	2021年	1	0	0	5	5	8	4	23
		2022年	0	0	3	6	1	3	0	13
		2023年	0	0	5	5	2	2	0	14
		目標	1	0	4	2	4	8	4	23
	環境関連センサ（匂い、埃等）	2021年	0	0	0	7	4	8	4	23
		2022年	0	0	0	6	2	5	0	13
		2023年	0	0	0	5	2	7	0	14
		目標	1	1	4	2	3	8	4	23
	超音波センサ（放電、異音等）	2021年	0	0	0	6	4	9	4	23
		2022年	0	0	0	6	3	4	0	13
		2023年	0	0	2	5	3	4	0	14
		目標	1	1	3	2	3	9	4	23
電流又は電圧の波形等の計測	2021年	1	0	0	1	4	11	6	23	
	2022年	0	0	1	3	3	6	0	13	
	2023年	1	0	2	1	3	7	0	14	
	目標	1	0	1	1	4	10	6	23	
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	23
		2022年	0	0	4	0	0	9	0	13
		2023年	0	1	1	0	0	12	0	14
		目標	0	1	2	1	2	12	5	23
	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	23
		2022年	0	0	4	0	0	9	0	13
		2023年	0	0	2	0	0	12	0	14
		目標	0	1	3	1	2	12	4	23
	緊急時の停止又は開放の遠隔操作	2021年	0	0	1	0	4	11	7	23
		2022年	0	0	3	0	0	10	0	13
		2023年	0	0	0	0	0	14	0	14
		目標	0	1	2	1	2	12	5	23
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）を併用	2021年	2	1	0	2	5	10	3	23
		2022年	2	1	1	2	2	5	0	13
		2023年	2	1	1	0	5	5	0	14
		目標	3	2	2	0	3	10	3	23
	ウェアラブルカメラ	2021年	1	0	0	2	6	10	4	23
		2022年	0	0	2	4	2	5	0	13
		2023年	0	0	0	2	5	7	0	14
		目標	1	3	2	1	2	10	4	23
	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	23
		2022年	1	1	3	3	0	5	0	13
		2023年	1	0	5	0	5	3	0	14
		目標	2	2	0	0	3	10	6	23
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	23
		2022年	0	0	1	2	6	4	0	13
		2023年	0	0	0	1	6	7	0	14
		目標	1	3	3	1	3	8	4	23
	点検結果の自動判定（高度を除く）	2021年	0	0	2	2	7	8	4	23
		2022年	0	0	3	2	4	4	0	13
		2023年	0	0	1	1	4	8	0	14
		目標	1	3	2	2	3	8	4	23
	データ分析による異常予測	2021年	0	0	1	2	8	8	4	23
		2022年	0	0	1	4	3	5	0	13
		2023年	1	0	0	2	4	7	0	14
		目標	1	2	2	3	3	8	4	23
総合評価による寿命予測	2021年	0	0	0	1	8	10	4	23	
	2022年	0	0	0	3	4	6	0	13	
	2023年	0	0	0	2	5	7	0	14	
	目標	0	3	2	2	4	8	4	23	

(2) 設備別設問

Figure 2-33 に需要設備における遠隔監視技術の導入メリット、Figure 2-34 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、Figure 2-35 に需要設備における月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術、Figure 2-36 に需要設備における停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術の調査結果をそれぞれ示す。

- 設問 1（遠隔監視技術の導入メリット）について、「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）」と「月次点検の遠隔監視による点検代替（遠隔による月次点検の実施:現地訪問が不要）」が 6 割前後となっており、半数以上の事業者が遠隔監視によって月次点検の頻度変更或いは現地での月次点検の一部代替を要望していると思われる。また、「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類）」と「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」が 5 割の回答となっており、事故・トラブル時や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、「電子データはサーバー等（パソコンを含む）に保存され、いつでも内部利用・閲覧可能となっている」が 8 割弱となっているが、電子データの活用については、「保存データを活用して、顧客検索や報告書作成等の業務支援に活用」と「報告書印字」が 6 割前後と若干低いが、着実に活用が進んでいると想定される。
なお、現場点検では紙で処理し事務所等で電子データにする事業者が 5 割となっていることから、業務効率を向上させつつ電子データ化の活用を促進するにはタブレット等の導入・活用が効果的であり、更なる活用手法に期待する。
- 設問 3（月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術）について、「高圧絶縁監視装置（高圧地絡電流検知による方式で部分放電等を除く）」と「電圧及び電流計測装置（データ取得）」が 6 割弱、「部分放電関係装置（ウルトラフォン、超音波センサ、TEV センサ等）」が 4 割強の回答であり、熱或いは環境関係装置は 2～3 割程度の回答に留まることから、月次点検の頻度変更には高圧絶縁関係の管理と電圧及び電流計測が必要と思っている事業者が多いと想定される。
なお、「可視カメラ（監視カメラ、Web カメラ等）」は 1 割強の回答となっており、現時点では多くの事業者が活用・運用が困難であると想定していると思われる。
- 設問 4（停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術）について、「高圧絶縁監視装置（高圧地絡電流検知による方式で部分放電等を除く）」と「電圧及び電流計測装置（データ取得）」が 6 割弱、「部分放電関係装置（ウルトラフォン、超音波センサ、TEV センサ等）」が 5 割の回答であり、「環境関係装置①（匂いセンサ、オゾン検出器等）」が 3 割強の回答となっていることから、停電年次点検の頻度変更には高圧絶縁関係の管理と電圧及び電流計測に加えて、一部の事業者においては他のセンサ類の設置が望ましいと思っていると想定される。

なお、「可視カメラ（監視カメラ、Webカメラ等）」は1割強の回答となっており、現時点では多くの事業者が活用・運用が困難であると想定していると思われる。

遠隔監視技術の導入メリット

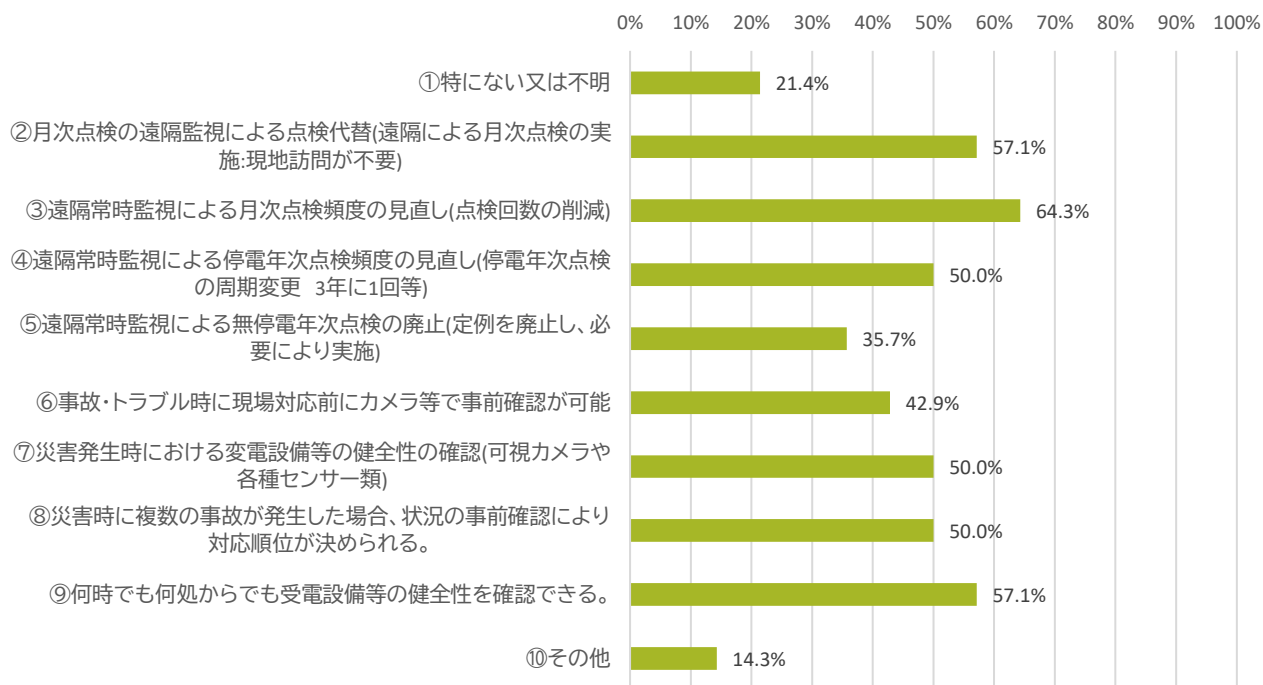


Figure 2-33 需要設備における遠隔監視技術の導入メリット

Table 2-34 需要設備における遠隔監視技術の導入メリット（回答数）

内容	回答数	適用率
①特にない又は不明	3	21.4%
②月次点検の遠隔監視による点検代替(遠隔による月次点検の実施:現地訪問が不要)	8	57.1%
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	64.3%
④遠隔常時監視による停電年次点検頻度の見直し(停電年次点検の周期変更 3年に1回等)	7	50.0%
⑤遠隔常時監視による無停電年次点検の廃止(定例を廃止し、必要により実施)	5	35.7%
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	6	42.9%
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)	7	50.0%
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。	7	50.0%
⑨何時でも何処からでも受電設備等の健全性を確認できる。	8	57.1%
⑩その他	2	14.3%

点検・計測結果の電子保存及び活用状況

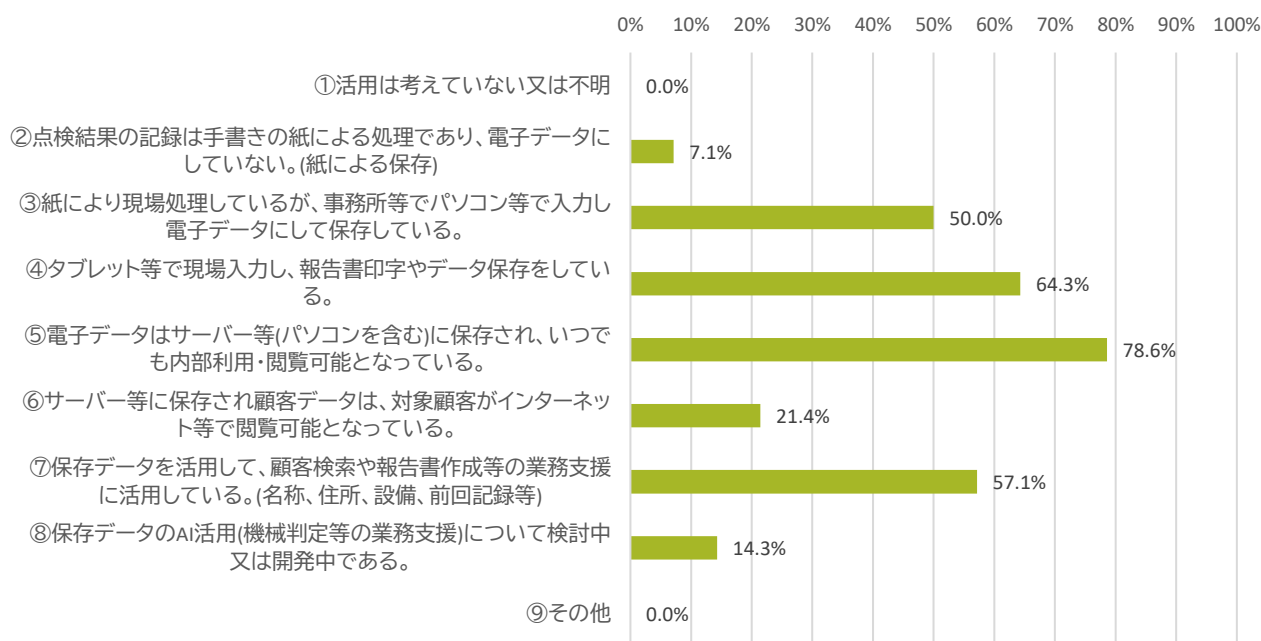


Figure 2-34 需要設備おける点検・計測結果の電子保存及び活用状況

Table 2-35 需要設備おける点検・計測結果の電子保存及び活用状況 (回答数)

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)	1	7.1%
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。	7	50.0%
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。	9	64.3%
⑤電子データはサーバー等(パソコンを含む)に保存され、いつでも内部利用・閲覧可能となっている。	11	78.6%
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。	3	21.4%
⑦保存データを活用して、顧客検索や報告書作成等の業務支援に活用している。(名称、住所、設備、前回記録等)	8	57.1%
⑧保存データのAI活用(機械判定等の業務支援)について検討中又は開発中である。	2	14.3%
⑨その他	0	0.0%

月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

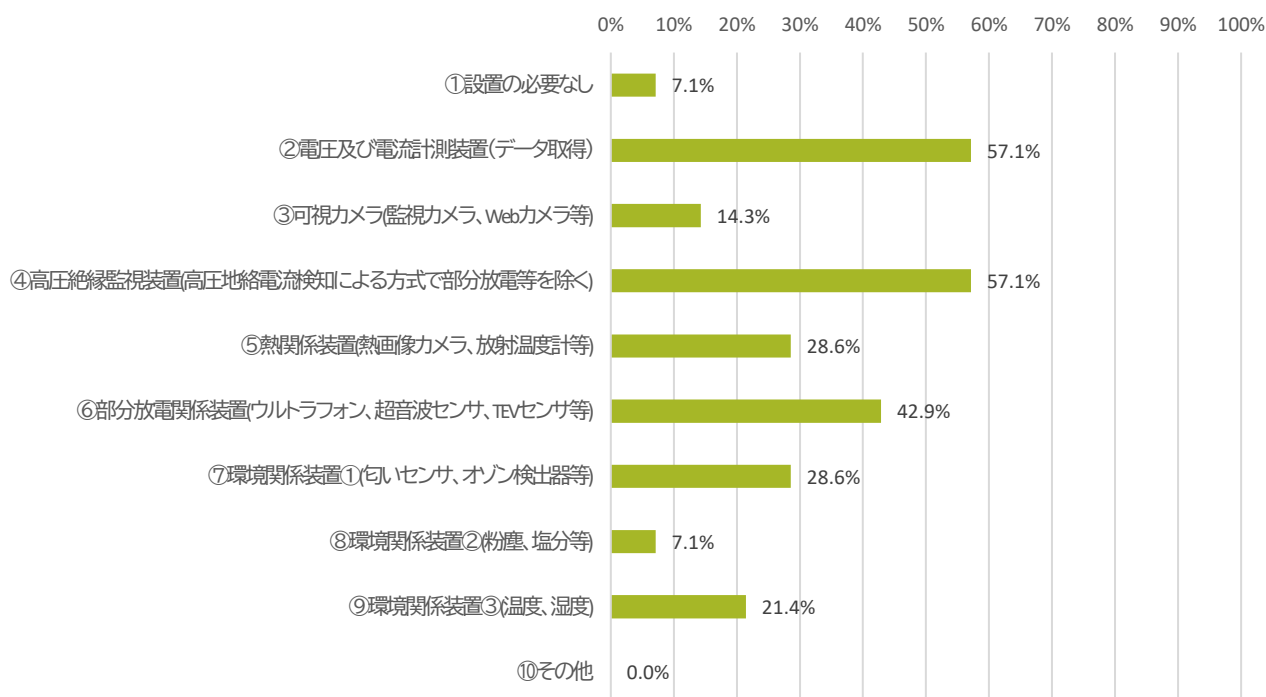


Figure 2-35 需要設備おける月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

Table 2-36 需要設備おける月次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術 (回答数)

内容	回答数	適用率
①設置の必要なし	1	7.1%
②電圧及び電流計測装置 (データ取得)	8	57.1%
③可視カメラ(監視カメラ、Webカメラ等)	2	14.3%
④高圧絶縁監視装置(高圧地絡電流検知による方式で部分放電等を除く)	8	57.1%
⑤熱関係装置(熱画像カメラ、放射温度計等)	4	28.6%
⑥部分放電関係装置(ウルトラフォン、超音波センサ、TEVセンサ等)	6	42.9%
⑦環境関係装置①(匂いセンサ、オゾン検出器等)	4	28.6%
⑧環境関係装置②(粉塵、塩分等)	1	7.1%
⑨環境関係装置③(温度、湿度)	3	21.4%
⑩その他	0	0.0%

停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

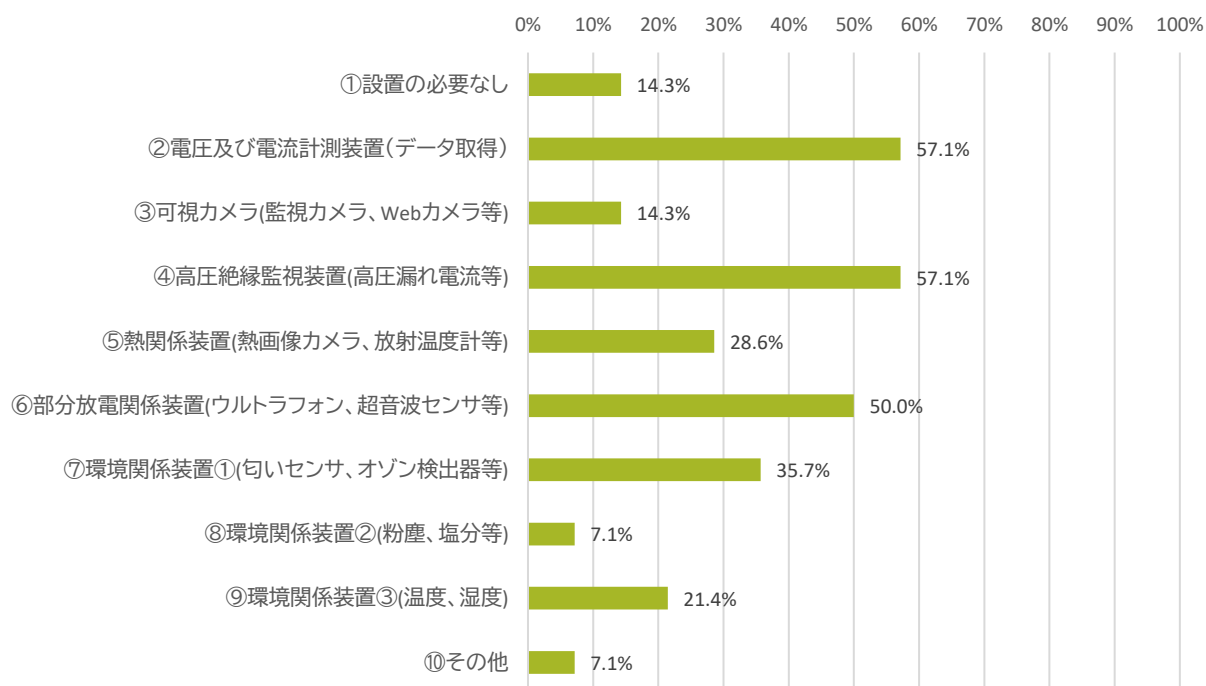


Figure 2-36 需要設備における停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術

Table 2-37 需要設備における停電年次点検の頻度変更に必要なスマート保安技術 (回答数)

内容	回答数	適用率
①設置の必要なし	2	14.3%
②電圧及び電流計測装置 (データ取得)	8	57.1%
③可視カメラ(監視カメラ、Webカメラ等)	2	14.3%
④高圧絶縁監視装置(高圧漏れ電流等)	8	57.1%
⑤熱関係装置(熱画像カメラ、放射温度計等)	4	28.6%
⑥部分放電関係装置(ウルトラフォン、超音波センサ等)	7	50.0%
⑦環境関係装置①(匂いセンサ、オゾン検出器等)	5	35.7%
⑧環境関係装置②(粉塵、塩分等)	1	7.1%
⑨環境関係装置③(温度、湿度)	3	21.4%
⑩その他	1	7.1%

2.3.7 スマート保安へのご意見・ご要望

電源設備ごとに喫緊或いは将来的な課題は異なるもののスマート保安についての技術情報提供、費用面での課題対応、人材についての課題、法規の見直しを要求する内容が多く、普及促進には効果の高いものや適用順位などを整理して、計画的な解消が重要である。

火力発電でのご意見・ご要望

- 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、発電所という観点では、電気事業法以外との連携をお願いしたい。
- ①スマート保安のための機器導入実績について、他社事例を広く紹介していただきたい。
特に**成功事例よりも失敗事例をお聞きして、実運用における課題認識**をしたい。
(対外部向けの成功事例アピールの情報は多方面より入手できるので不要)
- ②スマート機器導入に際し、防爆エリアの課題がある。
また、法に関しても関係省庁が異なることもあるため、非防爆機器の採用は現実的に困難となるケースが多く、本件に対し**関係省庁の横の連携を強く国へ要望**したい。
- ・スマート保安における**技術の適用要件を明確化**していただきたい。
・最低限到達すべき技術水準を示していただきたい。
・電子保存すべき記録類（評価対象）を明確化していただきたい。

水力発電でのご意見・ご要望

- 経済産業省から示された「水力発電設備におけるスマート化技術導入ガイドライン」を参照してドローンやタブレットなどの保守ツールの導入・検討を進めているところ。これからスマート化を進める事業者にとって参考となるよう、**先進事例や新しい取組を積極的にご紹介**いただきたい。
- 五感から数値判断というところで、嗅覚センサの高度化・低コスト化を進めてスマート保安に活用できるようにしていただきたい。
- 独自にスマート保安技術を導入した場合、費用が高額になるケースが多い反面、効果が即時に出るものばかりではないため**費用対効果の説明が難しい**。

風力発電でのご意見・ご要望

- スマート保安技術の**国内外の事例紹介**をいただくと参考になります。
- 今後の普及促進状況を見守りたい。

太陽電池発電でのご意見・ご要望

- 現状レギュレーション上の制約により、スマート保安の普及が鈍化している印象。
様々な企業により**新しい技術・サービスが創出されているが法整備が急務**であると認識。
ドローンによる点検が保安上認められる事により、新しい保安技術やサービス提供につながると思料。
例えば遠隔監視システムによる状態監視を行っている事業者にはドローン点検を代替可とするなど、段階的でも構わないので早期に規制緩和の方向性を望みたい。
また近年多発しているケーブル盗難に対しても有効的な対策（入らせない・切らせない・盗ませない）の普及が急務で、そのためには盗難対策機器・ツールの検出精度等の向上（誤検出の減）や導入コストの減が必要と考える。
- 保安規程の日常点検では五感に頼る点検が謳われていますが、これをスマート保安技術での代替が認められるようになることを強く期待しています。
- 本 SPC 保有の野建て発電所には傾斜面に設置されているものがあり、平地の発電所よりも巡視

及び赤外線による点検の工数を要する状況。平地でも同様ではあるが、特にドローン等を活用しての法定点検の許認可が待ち望まれる状況。

また、屋根上に設置し PPA を行う発電所も保有予定となり、そうした場合は安全のためという意も含め特にドローン等の活用による法定点検工数の削減を実現したい。合わせて PCS の遠隔操作の普及及び、特に RPR が設置されている案件においてはその自動復帰も電力エリア問わず普及されるようにしていただきたい。

また、主任技術者の選任もしくは兼任要件についても、今後の小容量案件の増大も視野に入れ、緩和を含めて事業者及び保安管理業者双方の負担が軽減されるよう検討いただきたい。合わせて各保安監督部により停電点検の頻度や選任/専任要件の見解などが異なるのが現状となるため、スマート保安化がなされる際には指示事項などは統一して示されるよう留意して制定を行っていただきたい。

- 高圧案件は近郊にあるので、ドローンなどは音が大きく近隣に迷惑をかけてしまうので、音の小さいドローンの開発と盗撮ではないという対策が必要。屋根上案件も同様。他設備については以下のとおりです。
 - 高圧案件は運開後時間が経っている案件が多く、監視装置なども古くなっているためスマート保安化するための改造がほぼ難しい。（更新時期に良いシステムがあれば検討）
 - 屋根上案件などは監視カメラを設置することが難しい。（地上高さ制限、雷などの対策も必要。屋根借りの場合は建物所有者との合意も必要）
 - 遮断器の投入などは、一般送配電事業者との申告で現場確認後でないとは投入出来ないの不可。
 - PCS に関しては出力制御なども行っているため遠隔の入切は出来ると思います。系統側由来の停電復帰の場合は、遠隔でも良いと許可していただくか、N-1 電制として復帰していただきたいです。
- 相対的に特高案件は郊外にあるので商用電波が届きにくいので、有線が繋がっていない設備（自動化ドローンやスマホ含むタブレット）は通信を利用したリアルタイムでの使用が難しい傾向にあります。Wi-Fi については距離及び主電源が喪失している時には使用不可。安価な無線通信方法などがあればより自動化しやすくなると感じます。逆に高圧案件は近郊にあるので、ドローンなどは音が大きく近隣に迷惑をかけてしまうので、音の小さいドローンの開発と盗撮ではないという対策が必要。他設備については以下のとおりです。
 - 遮断器の投入などは、一般送配電事業者がとの申告で現場確認後でないとは投入出来ないの不可。
 - PCS に関しては出力制御なども行っているため遠隔の入切は出来ると思います。系統側由来の停電復帰の場合は、遠隔でも良いと許可していただくか、N-1 電制として復帰していただきたいです。
- 現場に即した内容にて進めてほしい。今後は周知を広く進めてほしい。スマート保安の適格化と運用コスト削減も検討して欲しい。
- 太陽光発電は燃料・核物質などの危険物、廃棄物が無く、タービン、大型モーターなども無く、常駐勤務者も居ない発電設備のため、一般的には多くの事業者の方がスマート保安導入メリットを見出せないのが現状だと思える。期待されているのが、月次点検件数の削減及びそれに伴う電気主任技術者不足への対応と思われる。この点を追求し、導入メリットを明確にしていきたいです。自家消費特に PPA は保安力が事業成功の鍵です。
- 現在の法令や業界指針は、人が保安業務を行うことを前提としているためスマート保安技術を見据えた環境整備や解釈の充実を図ることを期待している。
- 太陽光発電所にスマート保安技術を導入することは、保安の省力化・効率化に資する好機であると捉えている。一方で求められる 技術的な水準がオーバースペックな規制とならないことが肝要であると思料する。

スマート保安技術を導入する際の、現行の電気保安規制に関する基本的な考え方としては、事業者側の自主保安の原則のもと、新たなデジタル技術を保安規程に収載して届出することが

基本であると捉えてある。一方で、産業保安監督部での審査において前例がないことを理由に認められない場合があるとの事例も聞き及んでいる。従って、(スマート保安の導入に前向きな考え方を持つ事業者が多いにも関わらず、実際には)太陽光発電所全般にスマート保安の導入が進みづらい理由としては、(実態としては各地の産業保安監督部によって保安規程の審査を受ける規制構造にも関わらず) **自主保安の原則を重視する考え方にも基づき、国から統一的かつ明確な基準が示されていないこと**であると考える。

すなわち、「ある特定の技術を導入すれば、どのような保安規制が簡素化するのか」という基準が明確化されていないことが課題なのではないか。従って、電力安全課が所掌する国全体の電気保安規制のルールとして、スマート保安の技術を導入し、一定の基準をクリアすることにより規制面でメリットを享受することになる、といったインセンティブを明確に示していただきたい。(例えば、遠隔監視にてカバーできる点検項目について方法や頻度を合理化させる、2時間以内駆け付けルールが撤廃されるなど)

また、上記のような基準を設定する際に、例えばすべてのパネルを監視カメラから詳細に確認できることを要件化するなど、**遠隔監視設備の導入・保守に膨大な費用を要するものではなく、費用対効果の面からも投資が進むような基準を示していただきたい**。特に立地や発電所の特性、導入量の増大により**保守人員の不足が想定される太陽光発電所に関しては、スマート保安から得られるメリットが大きく、親和性も高いので先行して、基準/インセンティブの策定を進めるべきではないか**。(早々にベンチマークを設定し、投資を促し導入を進めて実績を積みながらブラッシュアップさせていく方が理に適うはずと思料する)

電気保安規制全般的に(動力部や燃料を頻用する)火力発電設備を念頭に検討された制度が多く、太陽光発電所に対しても同様の保安基準の考え方を適用することは適当でない規制も多いように見受けられる。特に認定高度保安実施設置者制度は、火力発電設備を念頭に制度設計された制度であり、**太陽光発電所にスマート保安を導入する場合などが想定された仕組みとなっていない**。そこで、**認定高度保安実施設置者制度とは別枠で、適切にスマート保安設備を導入・運用している発電事業者を選定し、ハード/ソフトウェアの両面から一定の基準を満たした包括的な提案ができる事業者に対して国がライセンスを交付し、保安規制を緩和する**といった仕組みも検討いただけないか。

- 1.仕様がはっきりしないため国内にこれといったセンサ及び計測機器があまりない。また、あっても高額なため、赤外線カメラ(190万円)も、要所要所に取り付けるのには無理があります。
- 2.当社が調査した限り、多回路ウルトラフォンも小規模経営の企業が多く、安価に販売することに苦労されているとお聞きしています。
- 3.保安規程にドローンを使った日常点検に関する指針及び許可等を提示していただければ、ドローンによる点検業務がもっと広がるのではないのでしょうか。日常点検に入れて良いか各保安業者も躊躇しているように見えます。
- 4.特高メーカー及び国内盤メーカーにスマート保安機器設置についての働きかけを行う必要があると思います。当社が知る国内盤メーカー数社は、ほとんどスマート保安自体を認識していないように思います。
- 5.実際に官庁物件で実施された事例があれば、ご教授ください。「公共建設工事共通仕様書電気工事編」に仕様等掲載がないように思います。なければ掲載ください。
- 6.統括電気主任技術者の管理できる太陽光発電所は、同じ事業者に限り6件までとなっていますが、例えばスマート保安導入により10件までに増やすなど権限拡大できれば、導入は進むのではないのでしょうか。

送配電・変電所でのご意見・ご要望

- **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**。スマート保安を促進させるためには、今の先端技術が低廉化するまで待つか、コストメリットがなくても他のメリット(又は導入させる必要)があることを共通認識として広く展開させる必要がある。
- 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。

需要設備でのご意見・ご要望

- 費用が掛かり過ぎるのでは？補助金等の予定はありますか？
- 保安の質の低下につながらないように進めていただきたい。
- スマート保安が本当に保安管理の向上になればいいが、ただの点検業務の省略化となり保安の低下につながることは避けたい。
- (公社)東京電気管理技術者協会では、タブレットを使用した点検月報の作成に向けて、進めています。会員のスマート保安に対する認識及び保安人材が近い将来に減少していくということが、現実問題としてなかなか理解してもらえない状況です。
今後とも、スマート保安・保安人材の減少を認識してもらえるように、進めていく予定です。
- スマート保安の推進のためには、「機械やセンサを活用できるところは活用し、人が点検すべきところは人が行う」という考えで、活用可能な技術を活用し、できることから推進していくべきと考えます。
絶縁劣化等の電気的な事象は進展が速く、その発見は機械やセンサが得意とする分野であるので、機械やセンサによって常時監視し、異常時には人が駆けつけて対応すればよく、一方、キュービクルの錆や扉の破損等の事象については進展が比較的遅いことから、その発見は人による目視点検がふさわしいため、数カ月（例えば6カ月）に1回、人が確認すればよい、と考えます。
このように、**機械と人との合理的な分業を適切に行うことにより、コストや労力を無駄にすることなく、より少ない要員で、効率性と保安レベルの維持向上を両立していくことができる、**と考えます。
- スマート保安の目的の一つである「人材不足の解消」に向け、**スマート保安技術の効果を適正に判断し、換算件数(圧縮係数)へ反映**することを国に要望してほしい。

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、2021年に設定された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。

ただし、2021年における2025年の導入見通しを「不明」又は「回答保留」とした回答は対象件数としてカウントしていないことから、スマート保安への理解度が高くなっている現時点においては、「回答保留」から「試験・評価中」や「検討中」へと実施レベルが進捗した関係で、スマート保安の導入推進が進んでいるものの「対象件数」のみが増加し、導入率が低下する現象が発生していることに留意が必要である。

導入率(%) = 導入件数 ÷ 対象件数 × 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

Table3-1 に火力発電における KPI（概要）、Table3-2 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）、Table3-3 に火力発電における KPI②-1（データ分析による異常検知）、Table3-4 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、「実施済み」の回答が2件で前年と同数、「概ね実施」が1件減少し、「一部実施」の回答が1件増加しており、前年と大きな変動は見られない。なお、「試験・評価中」が順調に進捗すれば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、2022年及び2023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、「概ね実施」が1件減少し「実施済み」が2件増加したことで、導入率は前年を5.7%上回った。また、「一部実施」が7件あり、徐々に下位の実施レベルから進捗していることから、導入への取組は着実に進められており、目標達成に向けて期待できると想定される。
- KPI②-2（データの総合評価による設備寿命予知）については、唯一の「実施済み」1件が減少したことから、導入率は0%となった。「一部実施」が5件に増加し、「予定無し」が3件減少していることから評点は上昇しており、KPI(導入率)としては減少しているものの前年からの着実かつ地道な進捗が推察される。なお、設備寿命予知は、AIの解析技術や信頼性評価の進展により普及拡大に大きく影響すると想定されることから、今後の展開を注視する必要がある。

Table 3-1 火力発電における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年	2022年	2023年	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%	10.0%	25.0%	共通
②	データ分析による異常検知	31.3%	14.3%	20.0%	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%	0.0%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	1	2	2	0	1	3
概ね実施	0	1	0	-1	0	1
一部実施	5	8	9	1	4	9
試験・評価中	6	5	4	-1	-2	0
検討中	3	3	3	0	0	1
予定無し	2	2	2	0	0	2
空白	2	0	0	0	-2	3
合計	19	21	20	-1	1	19
評価点	1.8	2.4	2.4	-0.0	0.6	2.5
導入率	5.9%	14.3%	10.0%	-4.3%	4.1%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	5	2	4	2	-1	5
概ね実施	0	1	0	-1	0	1
一部実施	2	6	7	1	5	3
試験・評価中	3	1	2	1	-1	2
検討中	2	9	7	-2	5	2
予定無し	4	2	0	-2	-4	3
空白	3	0	0	0	-3	3
合計	19	21	20	-1	1	19
評価点	2.1	2.0	2.6	0.6	0.5	2.3
導入率	31.3%	14.3%	20.0%	5.7%	-11.3%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	0	1	0	-1	0	2
概ね実施	0	0	0	0	0	0
一部実施	1	2	5	3	4	3
試験・評価中	1	1	1	0	0	1
検討中	7	13	13	0	6	2
予定無し	4	4	1	-3	-3	4
空白	6	0	0	0	-6	7
合計	19	21	20	-1	1	19
評価点	0.6	1.2	1.5	0.3	0.9	1.2
導入率	0.0%	4.8%	0.0%	-4.8%	0.0%	16.7%

3.2.2 水力発電

Table 3-5 に水力発電における 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、「実施済み」が3件増加、「概ね実施」が3件減少で、導入率の計算対象の件数に変化はないが、対象件数が1件増加したことにより、導入率は小幅な減少となっており、一般的に導入状況の変動が少ない。なお、「予定無し」が2件増加し、約3割の事業者がタブレット等の導入を断念していると想定されることから、事業者の規模等の違いにより費用効果や導入メリットの評価でタブレット等の活用への明暗が分かれたと思われ、結果的に一進一退の状態と想定される。
- 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件減少し「一部実施」が3件増加していることから、導入率は前年から6.9%減少している。なお、「検討中」が5件減少し、その内の4件が「予定無し」への変更となったと思われ、取組を断念した事業者も出てきていると想定される。ウェアラブルカメラ等の活用については、積極的に導入・運用しているが機種変更により一時的に実施レベルを低下させた事業者がある一方、取組を断念した事業者があることから、今後の展開を慎重に見極める必要があると想定される。

Table 3-5 水力発電における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年	2022年	2023年	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%	37.5%	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%	12.5%	39.1%
将来	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	7	7	10	3	3	11
概ね実施	4	5	2	-3	-2	5
一部実施	3	4	4	0	1	4
試験・評価中	1	3	2	-1	1	2
検討中	9	5	5	0	-4	2
予定無し	3	7	9	2	6	2
空白	7	0	0	0	-7	8
合計	34	31	32	1	-2	34
評価点	2.1	2.5	2.5	-0.0	0.4	2.7
導入率	40.7%	38.7%	37.5%	-1.2%	-3.2%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	3	5	3	-2	0	5
概ね実施	1	1	1	0	0	4
一部実施	6	4	7	3	1	5
試験・評価中	3	4	5	1	2	3
検討中	6	11	6	-5	0	2
予定無し	4	6	10	4	6	4
空白	11	0	0	0	-11	11
合計	34	31	32	1	-2	34
評価点	1.4	1.9	1.8	-0.2	0.3	1.9
導入率	17.4%	19.4%	12.5%	-6.9%	-4.9%	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」が1件の増加に留まっているものの、対象件数が前年から4件減少して18件となったことから、導入率が大幅に増加している。「一部実施」が増加せず「試験・評価中」3件と「検討中」4件が減少し、「予定無し」が2件増加していることから、現状では堅実な進捗は見られるものの大幅な進捗は困難ではないかと想定される。
- 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」の回答が2件減少し、導入率が0%となった。また、「一部実施」が1件増加したものの、「予定無し」が3件増加したことにより半数の9事業者が導入を断念又は保留していることとなる。ウェアラブルカメラ等の活用については、現場支援より遠隔常時監視などの運転に係る技術導入を優先している事業者が多いのではと想定され、今後の進捗を注視する必要があると思われる。

Table 3-8 風力発電における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年	2022年	2023年	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%	22.2%	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%	0.0%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	2	3	4	1	2	5
概ね実施	0	0	0	0	0	7
一部実施	6	5	5	0	-1	6
試験・評価中	6	6	3	-3	-3	2
検討中	10	5	1	-4	-9	3
予定無し	2	3	5	2	3	2
空白	1	0	0	0	-1	2
合計	27	22	18	-4	-9	27
評価点	1.9	2.1	2.3	0.2	0.5	2.9
導入率	7.7%	13.6%	22.2%	8.6%	14.5%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	1	2	0	-2	-1	4
概ね実施	0	0	0	0	0	1
一部実施	1	1	2	1	1	4
試験・評価中	3	4	2	-2	-1	2
検討中	12	8	4	-4	-8	5
予定無し	3	6	9	3	6	3
空白	7	1	1	0	-6	8
合計	27	22	18	-4	-9	27
評価点	1.0	1.3	0.8	-0.5	-0.2	1.7
導入率	5.0%	9.5%	0.0%	-9.5%	-5.0%	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、対象件数の 5 割増加により「実施済み」が 4 件、「概ね実施」が 13 件増加してはいるが、導入率は 1.8%の増加に留まったが、「一部実施」が 13 件控えていることから、着実に導入推進されていると推測される。
- 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、「実施済み」が 7 件と大きく増加したことで、対象件数の増加の中でも導入率は 12.1%増加している。また、「一部実施」が 17 件も控えており、事業者の導入・運用に対する期待が大きく、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、選任電気主任技術者を含めた各々のアンケート回答により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。

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	2022 年	2023 年	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）	21.6%	55.6%	57.3%	29.7%
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%	19.5%	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）					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	6	29	33	4	27	7
概ね実施	2	1	14	13	12	4
一部実施	4	9	13	4	9	0
試験・評価中	0	3	4	1	4	1
検討中	3	6	12	6	9	3
予定無し	22	6	6	0	-16	22
空白	5	0	0	0	-5	5
合計	42	54	82	28	40	42
評価点	1.3	3.5	3.4	-0.1	2.2	1.3
導入率	21.6%	55.6%	57.3%	1.8%	35.7%	29.7%

(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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	1	1	7	6	6	3
概ね実施	0	1	1	0	1	1
一部実施	4	8	17	9	13	2
試験・評価中	0	6	4	-2	4	0
検討中	5	9	3	-6	-2	5
予定無し	9	2	9	7	0	8
空白	2	0	0	0	-2	2
合計	21	27	41	14	20	21
評価点	1.0	2.0	2.5	0.5	1.4	1.4
導入率	5.3%	7.4%	19.5%	12.1%	14.2%	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3件減少し、「一部実施」が5件増加していることから、導入率が大きく減少しているが、機材の見直し、活用業務範囲の拡大或いは有視外飛行へのステージアップ等により一時的に「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。また、「検討中」から徐々に上位の実施レベルへ移行している実態も見受けられることから、現行機種の利用に加えて新たな機材導入・運用に向けた運用試験を積み重ねて慎重に運用拡大が進むと想定される。
- 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」、「概ね実施」は前年と変わらず、対象件数が増加したことに伴って、導入率が若干減少している。なお、「一部実施」が3件増加して12件となっていることから、導入・運用のレベルが着実に上がってきており、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」は前年と変わらないものの、「概ね実施」が1件減少したこと、対象件数が増加したことにより、導入率は減少している。なお、「一部実施」に変化がなく、「検討中」が例年と同水準にあることから、自動判定の精度向上や費用効果の評価に苦慮して実施レベルが上がらないことがうかがえるものの、今後のデータの蓄積、解析手法、判定精度の向上を地道に進めることで実施レベルが上がると想定される。

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	2022年	2023年	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%	14.7%	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%	29.4%	56.7%
③	画像による劣化の自動判定	14.3%	9.1%	5.9%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	8	7	4	-3	-4	12
概ね実施	2	1	1	0	-1	8
一部実施	7	12	17	5	10	5
試験・評価中	8	7	8	1	0	3
検討中	6	6	4	-2	-2	3
予定無し	0	0	0	0	0	0
空白	1	0	0	0	-1	1
合計	32	33	34	1	2	32
評価点	2.8	2.9	2.8	-0.1	-0.0	3.6
導入率	32.3%	24.2%	14.7%	-9.5%	-17.6%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	7	8	8	0	1	13
概ね実施	1	2	2	0	1	4
一部実施	7	9	12	3	5	8
試験・評価中	6	6	4	-2	-2	1
検討中	9	8	8	0	-1	3
予定無し	1	0	0	0	-1	1
空白	2	0	0	0	-2	2
合計	33	33	34	1	1	32
評価点	2.5	2.9	2.9	0.1	0.5	3.4
導入率	25.8%	30.3%	29.4%	-0.9%	3.6%	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					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	3	2	2	0	-1	6
概ね実施	1	1	0	-1	-1	5
一部実施	4	5	5	0	1	3
試験・評価中	3	8	11	3	8	2
検討中	13	13	14	1	1	9
予定無し	4	4	2	-2	-2	2
空白	5	0	0	0	-5	5
合計	33	33	34	1	1	32
評価点	1.5	1.8	1.8	0.0	0.3	2.3
導入率	14.3%	9.1%	5.9%	-3.2%	-8.4%	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 KPI①（点検・計測結果の電子保存）の調査結果を示す。

- KPI①（点検・計測結果の電子保存）について、「実施済み」が1件減少、「概ね実施」が1件増加で、導入件数としては変化がないものの、対象件数が増加したことで導入率は若干減少している。なお、「試験・評価中」が2件増加していることから、導入・運用への取組は順調に進められていると想定される。
- 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、各々のアンケート回答により、調査結果に影響を及ぼすことに留意する必要がある。

Table 3-18 需要設備における KPI（概要）

	スマート保安技術	2021年	2022年	2023年	目標
①	点検・計測結果の電子保存（タブレット使用も含む）	51.1%	65.4%	60.7%	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 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）					
	実施状況			進捗		目標設定
	2021年(a)	2022年(b)	2023年(c)	前年比(c-b)	総合(c-a)	
実施済み	16	16	15	-1	-1	24
概ね実施	7	1	2	1	-5	2
一部実施	2	4	4	0	2	1
試験・評価中	1	3	5	2	4	1
検討中	2	2	1	-1	-1	1
予定無し	17	0	1	1	-16	16
空白	1	0	0	0	-1	1
合計	46	26	28	2	-18	46
評価点	2.6	4.0	3.8	-0.2	1.2	2.9
導入率	51.1%	65.4%	60.7%	-4.7%	9.6%	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 KPI に係る今年の調査結果を踏まえ、総括を示す。

- 本アンケート調査における KPI（導入率）は、2021 年のアンケート調査結果をもとにした検討を経て 2022 年春に業界団体と経済産業省電力安全課が協議し、電気設備ごとの 2025 年時点の導入状況を想定して設定されたものである。2021 年の調査結果により設定した KPI については、スマート保安に対する認知や理解が進み積極的な導入推進が行われている事業者（設備）では、既に導入・運用している保安技術において最新技術の導入や手法の見直し或いは活用業務範囲の拡大や、技術革新や社会の要求事項の変化に対応する仕組みの導入が検討されている際に、その状況に合わせて回答を変更することで、KPI の導入率が低くなるなどといった評価手法上の新たな課題が発生していることが本年の調査で明らかとなった。事例としては、ドローンの活用においては、既に運用レベルにあるものの機材の見直し、活用業務範囲の拡大或いは有視外飛行へのステージアップ等により、「一部運用」や「試験・検証中」に実施レベルの回答を見直した事例が報告されている。

このことから、断片的或いは一時的な数値ではなく、継続的なアンケート調査によるトレンドを把握し、全体的なスマート保安技術の導入進捗や動向により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業界団体で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。KPI「導入率」は、保安技術を導入した件数（「実施済み」と「概ね実施」の合計）をアンケート対象件数（回答件数）の比率としている関係で、導入に躊躇或いは保留としている事業者が設問回答を保留（空白：無回答）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。

技術革新が進む中で業界の実態を的確に把握するためには、「導入率」だけでなく、評点或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、既存の電気保安関係の委員会と連携し、一定の基準の策定や規制の見直しを図ることとする。

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。立上げ後2年を経過し、11件のスマート保安技術を審議・公表したプロモーション委員会の現時点で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・見直すこととする。

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4つをアンケートにて調査した。

1. 委員会の知名度
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. 委員会に期待又は要望
4. スマート保安プロモーション委員会への相談・問合せ

1. 知名度

【設問】

プロモーション委員会をご存じですか。

- ① 目的や役割を理解している。
- 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。
- ③ 名称だけは知っている又は聞いたことはある。
- ④ 聞いたこともない。
- ⑤ その他

2. 内容把握

【設問】

プロモーション委員会の活動内容をご存じですか。

- ① 把握・理解している。
- ② 概ね把握・理解している。
- ③ ある程度把握はしているが理解までは至っていない。
- ④ 把握も理解もしていない。
- ⑤ プロモーション委員会自体を知らない。
- ⑥ その他

3. 期待又は要望

【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。(複数回答)

- ① 特に無し
- ② スマート保安に関する相談や問合せ対応を行うこと。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- ⑩ その他

4. スマート保安プロモーション委員会へのご意見・ご要望

【設問】

- (1) スマート保安へのご意見・ご要望がありましたらご記入をお願いします。
- (2) スマート保安プロモーション委員会へのご意見・ご要望がありましたらご記入をお願いします。

4.3 調査結果

調査結果の概要を以下に示す。

4.3.1 知名度

Figure 4-1 にプロモーション委員会の知名度（全体）の調査結果を示す。「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。」の合計は実数ベースで増加しており、合計の構成率も若干増加しているが、全体的には前年と同様な評価となっている

一方、「聞いたこともない」の回答率が若干減少していることから、事業者への「プロモーション委員会」の知名度は堅実に浸透していることがうかがえる。

「目的や役割を理解している。」と「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。」の合計構成率は前年から微減し、50%を下回っていることから、更なる認知度向上の活動が求められる。

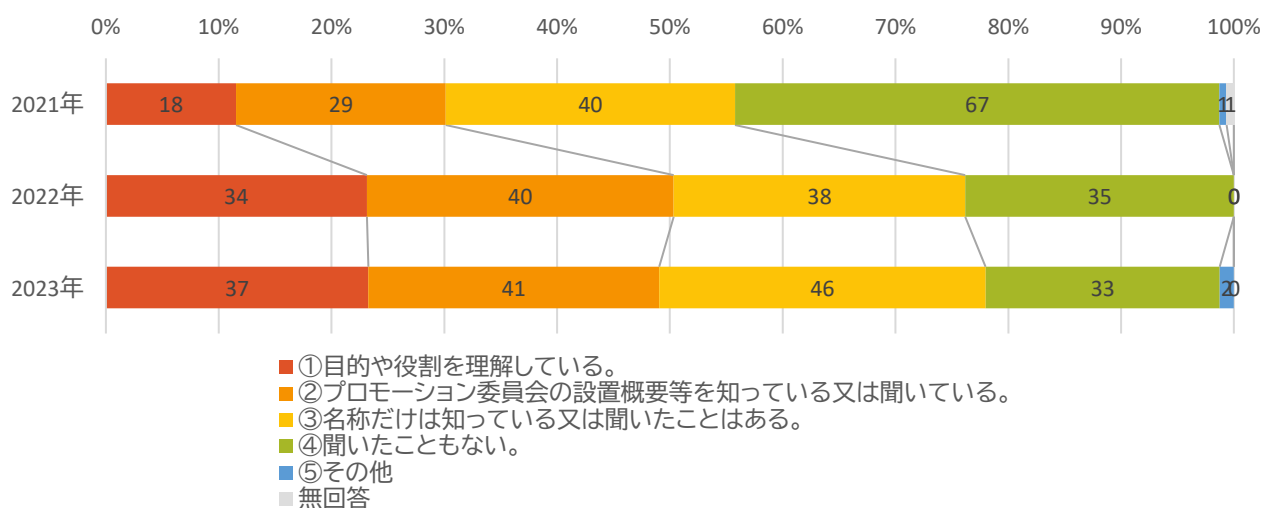


Figure 4-1 プロモーション委員会の知名度（全体）

Table 4-1 プロモーション委員会の知名度（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	2023年
①目的や役割を理解している。	18	34	37
	12%	23%	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	40	41
	19%	27%	26%
③名称だけは知っている又は聞いたことはある。	40	38	46
	26%	26%	29%
④聞いたこともない。	67	35	33
	43%	24%	21%
⑤その他	1	0	2
	1%	0%	1%
無回答	1	0	0
	1%	0%	0%
合計	156	147	159
	100%	100%	100%

その他

- ・ スマート保安（2025年目途）自体は経産省情報で知っている。
- ・ 当該業務に従事した者は認知しているが、そうでない者は認知していない者が多い。

4.3.2 内容把握

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。「把握・理解している」と「概ね把握・理解している」で合計 53 件と前年よりも若干増加しており、3 割強の事業者でプロモーション委員会の活動内容の把握・理解をしていると想定されるが、知名度と比較すると低い状況となっている。

一方で、「把握も理解もしていない。」と「プロモーション委員会自体を知らない。」を合せると 50 件と前年より増加しており、こちらも 3 割の事業者がプロモーション委員会自体を知らない或いは活動内容の把握・理解までに至らない結果となっている。ある程度把握はしている層が一定数存在することから、知名度向上だけでなく、活動内容の理解を得る周知活動が即急に求められる。

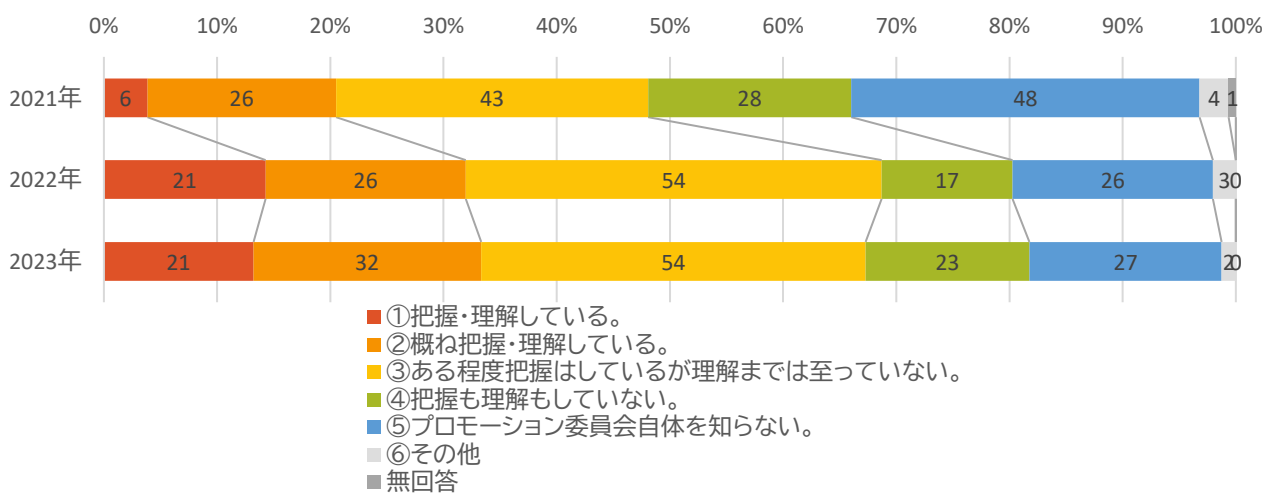


Figure 4-2 プロモーション委員会活動内容の把握状況（全体）

Table 4-2 プロモーション委員会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認知度（上段：回答数、下段：構成率）		
	2021年	2022年	2023年
①把握・理解している。	6 4%	21 14%	21 13%
②概ね把握・理解している。	26 17%	26 18%	32 20%
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%	54 34%
④把握も理解もしていない。	28 18%	17 12%	23 14%
⑤プロモーション委員会自体を知らない。	48 31%	26 18%	27 17%
⑥その他	4 3%	3 2%	2 1%
無回答	1 1%	0 0%	0 0%
合計	156 100%	147 100%	159 100%

その他

- 当該業務に従事した者は認知しているが、そうでない者は認知していない者が多い。

4.3.3 期待又は要望

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。過半数が期待・要望している項目は「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。」（52%）、「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。」（58%）、「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%）の3項目となっている。「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。」が11ポイント、「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。」が6ポイント前年から増加しており、技術情報の公開や新たな技術の創出への期待の高まりがうかがえる。

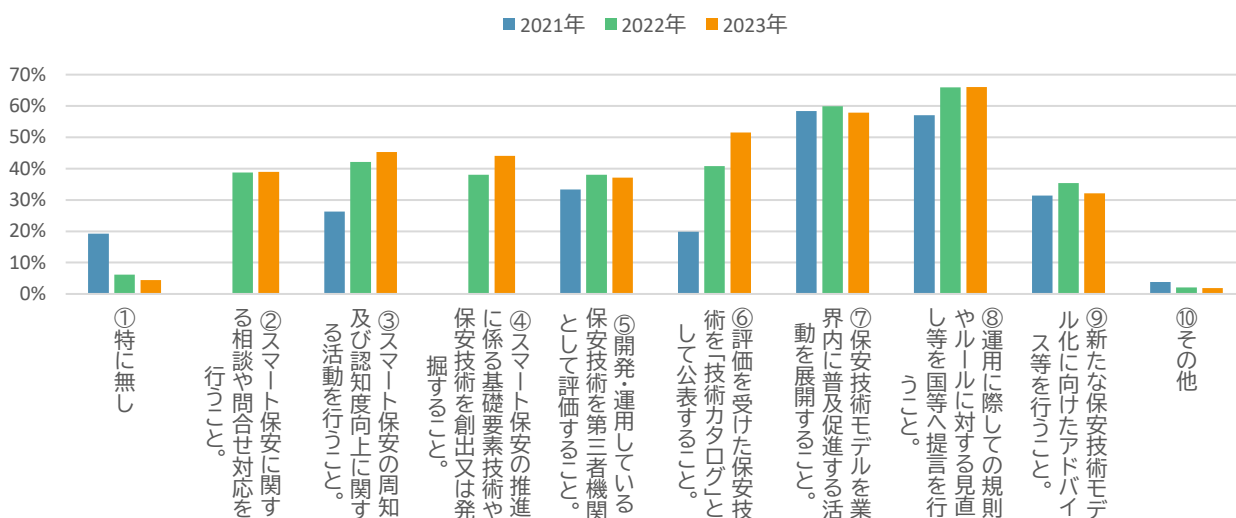


Figure 4-3 プロモーション委員会に期待する役割・活動内容（全体）

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）

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）	
	2022年	2023年
①特に無し	9 6%	7 4%
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 39%	62 39%
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%	72 45%
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%	70 44%
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%	59 37%
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 41%	82 52%
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 60%	92 58%
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%	105 66%
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%	51 32%
⑩その他	3 2%	3 2%
無回答	0 0%	0 0%
合計	147 100%	159 100%

その他

- 技術カタログへの受付・評価数・登録数は限られているので、申請しにくい。従来型の発電設備のみを想定しているように思える。
- Wi-Fi の 5GHz の利用範囲緩和など、国際基準に準拠するよう提言いただきたい
- 安全性、信頼性、コスト評価手法・結果の公開

4.3.4 スマート保安プロモーション委員会へのご意見・ご要望

スマート保安プロモーション委員会への技術カタログ等を含めた情報収集と提供の方法、制度設計・整備・見直しでの国への働きかけ等に関する要望が目立った。

火力発電でのご意見・ご要望

- 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**。
- 各社のスマート保安の採用（効果のあった）事例を展開してほしい。

風力発電でのご意見・ご要望

- 各種規制緩和に向けた国への働きかけを希望します。
- **運用に際しての規則やルールに対する見直しや提言等を国に行っていただくことを期待しております**。

太陽電池発電でのご意見・ご要望

- HP 上のスマート保安技術カタログ等、いつも参考にさせていただいております。
スマート保安の普及は人財不足とされる、技術者に対しての効率的な技術継承の面でも重要であると認識しています。委員会の取組が業界全体の向上・発展につながれば幸いです。引き続き有益な情報発信を期待しております。
- 本意見が偏見かもしれませんが・・・
特高では、高齢の電気主任技術者が多く、スマート保安に対して不安に感じている方も多く見受けられます。主任技術者がスマート保安技術を見学する分には興味津々に見られますが、いざご自身で対応するとなると操作に不安を感じているようです。従ってもう少し身近に感じていただけるような機会を作っていただければと考えています。例えば、**情報収集のための講演会等を行うことで認知が広がると思いますのでご検討いただくと幸いです**。
- 太陽光事業者としては出来るだけスマート保安化を進めたいところであるかと思えます。ただし事業者は費用対効果をみて設備投資を行うので、移行を進めるためには概略とおよその費用がわかる資料などを PR されると人件費と比較して導入検討されると思われます。今後の自己託送や PPA などについては逆に情報のスマート化が大いに役に立つかと思われます。
- 今後、非住宅建物の屋根、同敷地内（カーポート、壁面など）に設置する自家消費（第三者運営）が急速に増え、野立てよりも安全及び安定供給は重要度が格段と上がると予測しています。
電氣的な計測をスマート化・自動化し、構造物・ケーブル・ケーブルラックなどの目視、是正作業（増し締め、錆、結束、交換など）に重点が置けるような保全活動できる環境整備を更に具体的に進めて欲しい。
野立てや住宅とは違う国土交通省が管轄する非住宅の建物や非住宅の火災事故は消防庁など、連携していただき先手を打った施策を期待しています。

- スマート保安プロモーション委員会の「技術カタログ」に掲載された技術を利用して保安規程を作成し届け出た場合は、産業保安監督部での審査が受けやすくなる、という制度であると理解している。
 一方で、現時点で技術カタログに掲載されている技術は、いずれもメーカーからの要請を受けて掲載されるといった経緯からプロダクトアウト的なアイデアが多く、発電事業者としての実運用の改善に資するような技術が掲載されていない点が課題と捉えている。
 また、「技術カタログ」に掲載されている技術を保安規程に記載して届出したとしても、必ずしも産業保安監督部からの審査が通ると限らないといった事例もあると聞き及んでおり、この点も改善が必要と思われる。
国全体の電気保安規制のルールとして、スマート保安の技術を導入し、一定の基準をクリアすることにより規制面で利益を受けることになる、といったインセンティブを明確に示すことが肝要ではないか。
- 新規導入もしくは実証し検討に対する補助金等の助成についての有無をご教授御願います。

送配電・変電所でのご意見・ご要望

- 産業保安高度化推進事業の適用範囲や手続きについて、広くご紹介いただきたい。
- スマート保安プロモーション委員会から、法規制（ドローンにおける航空法等）を定期的に収集して、課題を解決できるような仕組みついて提言してもらいたい。

需要設備でのご意見・ご要望

- 「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事」について、プロモーション委員会として積極的に行っていただきたい。

本アンケート調査へのご意見・ご要望

- 本アンケートにおいて求める水準が不明確なため現状分析が困難な質問事項がありますので、水準などを明確化していただきたい。
 （例えば、「一部実施」などの回答の際に、一部環境構築し運用している状況を指すのか、それとも環境構築がすべて完了したうえで一部分のみ運用している状況を指すのか不明確である。個社毎の感覚に委ねられる回答になってしまい、回答が難しく感じられます。）
 スマート保安で求めるべき個別の要件を示していただきたい。
 （基準にすべき水準を示していただくことで現在の弊社状況を正しく分析することができ、投資の際にも選択と集中が判断しやすくなると想像する）

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、2021 年度からスマート保安技術の導入実態調査を実施しており前年度に引き続き、今年度も「令和 5 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」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。今年度はアクションプランが公表され 3 年目となることから、スマート保安に対する理解度と取組姿勢が本格的に機能しており、導入推進の評価点は着実に上昇している一方、KPI である導入率については一部の項目で一時的に低下を示すものがあり、情報収集をした結果、導入・運用を推進するにあたり、新たな技術（機材）の追加導入、活用する業務を拡大及び更なる効率化や精度向上を目的とした技術の見直しなどの建設的な活動であることが明らかとなり、全体的に前向き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、2023 年 9 月末までに第 11 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、今年度のスマート保安に関する問合せや相談は 2023 年 9 月末までに 19 件 NITE に寄せられており、スマート保安の必要性と定義、「電気保安分野 スマート保安アクションプラン」及び「プロモーション委員会の概要と審査資料等」を丁寧に説明するなどの活動を粛々と実施しており、年々、審査に関する問合せが増加している。この様な地道な活動により、着実に認知度は向上していると思っていたが、プロモーション委員会の知名度と理解度は前年調査時と変わらない結果となり、「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

アンケート調査の分析結果から、電気設備によって導入推進状況に強弱があること、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、スマート保安の理解度が一定程度進んだことにより新たな技術の導入や活用の対象業務を拡大したこと及び効率化や費用効果の評価により一旦導入・運用している保安技術を見直すことなどの建設的な変更があった事象を確認・認識する結果となった。

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ており、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更なる前向きの変化が見られるものの、現時点では検討中や条件整備中と感じられるものもあり、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事業者の課題解決となりうるのか情報提供するとともに、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継続実施と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収集と共有
- エ 電気機器製造事業者及び設置者からのスマート保安に関する相談対応の強化
- オ 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
- カ 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知名度の調査結果では、「聞いたこともない。」が 21%（前年:24%）、「名称だけは知っている又は聞いたことはある。」が 29%（前年:26%）と、前年より知名度は若干改善してはいるが、約 5 割の事業者がプロモーション委員会をほとんど認知してい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 17%（前年:18%）、「把握も理解もしていない」が 14%（前年:12%）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 34%（前年:37%）と前年より若干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するまでに至っ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:66%）と「保安技術モデルを業界内に普及促進すること」が 58%（前年:60%）が前年とほぼ同率であり、「技術カタログの公表」が 52%（前年:41%）、「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」が 44%（前年:38%）という結果であり、前年と同様の傾向となっているが具体的な技術促進に向けた内容の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

幅広い技術内容を公表するために、業界団体やメーカー等から情報を収集し、積極的に技術提案を創出するなどの活動を、試行錯誤をしながら運営した結果、2023年9月末までにプロモーション委員会において第11号案件まで審議が完了し、有用な保安技術モデルや有望な基礎要素技術として承認されている。現状の課題は、申請案件（申請された技術の内容）に偏りがあること、同類技術ではあるが特別な機能を持つ最新技術に対する審議の可否、既設設備へ適用可能な技術・仕組みの発掘（新規設備への適用が多い）及び各産業保安監督部にカタログ掲載の保安技術を技術審査に積極的に活用していただくことなど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あたり、以下のような活動に推進していく。

- 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 同類技術ではあるが特別な機能を持つ最新技術及び設備診断技術は審議対象に追加
- ウ 既設設備のスマート保安推進に係る保安技術の開発促進支援
- 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
- ク AI活用に関する保安技術への委員会審議に係る対応準備を加速

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もって支援するために、この2年間の活動実績とアンケート調査の分析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と課題を把握するために有効な手法の一つであるため、2024年まで継続して実施することとし、それ以降の予定については別途本省電力安全課と協議する。
なお、2021年に設定したKPIについては、スマート保安に対する認知や理解が進み積極的な導入推進が行われている事業者（設備）では、既に導入・運用している保安技術においても最新技術の導入や手法の見直し或いは活用業務範囲の拡大などにより一時的に実施ステージが低下し、KPIの導入率が低くなるなどの新たな課題が発生しており、新たな課題整理と対応についての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、数多くの「実現場における成功活用事例」の周知・PR活動がもっとも効果的であることから、電気設備の設置者やメーカーからの相談・問合せに懇切丁寧に対応し、口コミによる周知拡大を目指す。
- 3) 「技術カタログの公表」の要望が多いことからプロモーション委員会の開催回数確保（年間10回程度）とスマート保安技術カタログの充実により、スマート保安技術の技術情報公開と普及促進を図る。

