

令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討） 報告書

2021 年 3 月 26 日

 株式会社三菱総合研究所

セーフティ&インダストリー本部

目次

1. 本事業の概要	1
1.1 目的	1
1.2 事業の内容	1
2. 外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する見直し	5
2.1 自家用電気工作物の点検に関するヒアリング調査	5
2.2 保安管理業務の現状調査及びスマート保安技術導入の検討	5
2.2.1 現状調査	5
2.2.2 スマート保安技術導入の検討	10
2.3 平成15年経済産業省告示第249号（電気事業法施行規則第52条の2第1号口の要件等に関する告示）等の検討	13
3. 外部委託承認制度におけるスマート保安技術取込みに関する新制度案の検討	15
3.1 既存の認定制度の整理	15
3.1.1 「組織」に対する認定制度	15
3.1.2 「装置・システム」に対する認定制度	17
3.2 ステークホルダー間のメリット・デメリット整理	19
3.3 需要設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討	19
3.3.1 需要設備における月次点検の遠隔化の検討	19
3.3.2 「推奨スマート保安キュービクル」の開発・普及促進制度の検討	24
3.3.3 「推奨スマート保安キュービクル」の実現に向けた実施項目案	26
3.4 太陽電池発電設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討	28
4. 外部委託承認制度における管理技術者・保安法人（保安業務従事者）の技能、知識を補完する研修カリキュラム案の検討	35
4.1 実務経験年数を研修により代替している事例の整理	35
4.1.1 調査対象・方針	35
4.1.2 調査手法	35
4.1.3 調査結果	35
4.2 スマート保安技術が適用・普及する際の研修カリキュラム案の検討	43
4.2.1 調査対象・方針	43
4.2.2 調査手法	44
4.2.3 調査結果	44
4.3 サイバーセキュリティ上のリスクとその対策の検討	48
4.3.1 遠隔監視・制御技術の導入において必要となるネットワークの構成	48
4.3.2 サイバーセキュリティ上の脅威とその波及影響・対策案	52
4.4 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの検討	60

5. スマート保安技術導入に向けた自家用電気工作物の保安管理業務に関する基準等の検討	63
5.1 「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」の開催	63
6. まとめ	67
添付資料	68

目 次

図 2-1 需要設備 A（月次点検） 現状の作業内容・所要時間	7
図 2-2 需要設備 B（年次点検） 現状の作業内容・所要時間	7
図 2-3 需要設備 C（年次点検） 現状の作業内容・所要時間	8
図 2-4 需要設備 D（月次点検） 現状の作業内容・所要時間	8
図 2-5 需要設備 E（月次点検） 現状の作業内容・所要時間	8
図 2-6 太陽電池発電設備 A（月次点検） 現状の作業内容・所要時間	9
図 2-7 太陽電池発電設備 B（月次点検） 現状の作業内容・所要時間	9
図 3-1 認定液化石油ガス販売事業者制度における認定条件と特例	16
図 3-2 スーパー認定事業者制度における認定条件とインセンティブ	17
図 3-3 月次点検のセンサーによる代替性の検討フロー	19
図 3-4 各センサーの需要設備に対する実装イメージ	21
図 3-5 推奨スマート保安キュービクルの普及に向けたスケジュールと実施項目案	26
図 3-6 太陽電池発電設備におけるスマート保安技術導入の方向性	29
図 3-7 太陽電池発電設備における月次・年次点検項目	29
図 3-8 太陽電池発電設備の点検項目の直接代替の概要図	33
図 3-9 太陽電池発電設備の点検項目の間接代替の概要図	33
図 4-1 公認心理師の資格取得ルート	36
図 4-2 介護福祉士の資格取得ルート	39
図 4-3 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（現状）	49
図 4-4 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（スマート保安キュービクルの 導入①）	49
図 4-5 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（スマート保安キュービクルの 導入②）	50
図 4-6 太陽電池発電設備におけるネットワークの全体像の一例（出力抑制旧ルール）	51
図 4-7 太陽電池発電設備におけるネットワークの全体像の一例（出力抑制新ルール）	51

表 目 次

表 2-1 自家用電気工作物の点検に関するヒアリング調査の概要.....	5
表 2-2 現状調査対象設備	6
表 2-3 需要設備 A（年次点検） 適用を想定するスマート保安技術.....	11
表 2-4 需要設備 B（年次点検） 適用を想定するスマート保安技術.....	11
表 2-5 太陽電池発電設備 A（月次点検） 適用を想定するスマート保安技術.....	12
表 3-1 「装置・システム」に対する既存の認定・審査制度.....	18
表 3-2 各センサーが適用できる可能性のある設備	20
表 3-3 各センサーの性能要件やその他の条件の項目案.....	24
表 3-4 現場作業省力化に向けた実施プロセス案	30
表 3-5 遠隔監視技術導入に向けた実施プロセス案	31
表 3-6 現地点検の遠隔代替案	34
表 4-1 実務経験施設（公認心理師）	36
表 4-2 実務経験の代替にあたり大学院において履修が必要となる科目（公認心理師）	38
表 4-3 実務者研修カリキュラム及び履修免除の対象となる資格（介護福祉士）	40
表 4-4 喀痰吸引等研修カリキュラム（介護福祉士）	41
表 4-5 「福祉系高校ルート」で定められている履修科目（介護福祉士）	42
表 4-6 実務経験年数を代替する研修カリキュラムの時間数（公認心理師・介護福祉士）	43
表 4-7 研修カリキュラム案の検討における参考文献等.....	44
表 4-8 スマート保安技術導入の観点より必要となる知識・スキル.....	44
表 4-9 セミナー項目案	47
表 4-10 現状において実施されているセキュリティ対策の一例.....	52
表 4-11 ネットワークを活用したスマート保安における脅威の観点とリスクの例.....	53
表 4-12 想定される脅威とその波及影響・被害（データサーバー）	54
表 4-13 想定される脅威とその波及影響・被害（監視・制御サービス拠点端末、遠隔監視用シーケンサ・PCS、遠隔監視用センサー・Web カメラ、現場事業所ルータ、各種端末）	55
表 4-14 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（労働安全）	57
表 4-15 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（公衆安全）	57
表 4-16 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（安定供給）	58
表 4-17 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの目次案.....	60
表 5-1 WG 委員一覧.....	63
表 5-2 第 1 回 WG の開催概要.....	64
表 5-3 第 2 回 WG の開催概要.....	64
表 5-4 第 3 回 WG の開催概要.....	65
表 5-5 第 4 回 WG の開催概要.....	66

1. 本事業の概要

1.1 目的

外部委託承認制度¹が適用できる自家用電気工作物は、老朽化したビルの建て替えや都市開発等に伴う業務ビル（高圧）の設置件数増加に加え、固定価格買取制度（F I T制度）の導入により太陽電池発電設備や風力発電設備を中心に再エネ発電設備数も急増していることから、全体的に増加傾向にある。このように電気保安人材の需要は高まる一方、各種電気工作物の保安を担う電気主任技術者は、高齢化の進展や入職者数の減少等により将来的な人材不足が見込まれており、このままでは電気工作物の適切な保安を通じた国民の安心・安全の確保という社会的要請に応えられなくなるおそれがある。

経済産業省では、こうした状況を踏まえて継続的な保安体制を構築していくために、保安を担う電気主任技術者等の人材確保をはじめ、再エネ発電設備等の電気工作物に係る適切な保安確保のための電気保安制度の在り方等について、令和元年9月から「電気保安人材・技術ワーキンググループ」において検討を行い、同年11月に電気保安人材に関する一連の課題について中間報告を取りまとめた。また、この中間報告を踏まえ、令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の点検におけるスマート保安の技術動向調査）として、再エネ発電設備等の保安業務の高度化に資するスマート保安技術等に関する調査を実施した。

本事業では、令和2年度も継続して検討を進めるため、前年度調査結果を基に自家用電気工作物のスマート保安技術の導入に向けた方策及び関連する規制等の在り方について調査を行った。

1.2 事業の内容

本事業では、以下に示す4つの項目について、調査、検討を行った。各実施項目について、以降にて説明する。なお、本事業の調査検討は、外部委託承認制度が適用できる自家用電気工作物として「需要設備」、「太陽電池発電設備」を対象とした。

「風力発電設備」については、令和元年の調査事業において、近年は設備の大型化により単機出力が2000 kWを超えるものが多く建設され、出力規模においても2000 kWを超えるサイトの割合が年々増加していることが確認されている²。そのため、将来的に外部委託承認制度の適用件数が減少していくと考えられる。また、風力発電設備特有の保安管理項目の点検は風車メーカーや専門のメンテナンス事業者が実施しており、電気主任技術者自らが直接確認することが少ないことも確認されている。そのため本事業では、件数の増加が見込まれる「需要設備」、「太陽電池発電設備」における電気主任技術者、設置者を中心としたスマート保安技術の導入を検討することとして、「風力発電設備」は検討の対象外としている。

¹ 電気事業法における事業用電気工作物のうち一定規模以下の自家用電気工作物については経済産業大臣の承認を受けることで保安管理業務を外部に委託することができる制度

² 株式会社三菱総合研究所「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の点検におけるスマート保安の技術動向調査）報告書」

(1) 外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する見直し

a. 自家用電気工作物の点検に関するヒアリング調査

現在の月次点検における保安管理業務の項目と所要時間について把握するため、保安法人や管理技術者へのヒアリング調査を行った。調査では、現在の月次点検における保安管理業務の、スマート保安技術での代替性についても併せて意見を伺った。

b. 保安管理業務の現状調査及びスマート保安技術導入の検討

月次、年次点検における保安管理業務の項目と所要時間について把握するため、規模や設置場所が異なる需要設備 5 か所、太陽電池発電設備 2 か所に対して現地調査を行い、調査結果を整理した。また、1.2(1)a にて実施したヒアリング結果も併せて整理した。

さらに、現地調査結果を踏まえて、スマート保安技術を活用した場合に考えられる現場点検業務の省力化効果について検討を行った。

c. 平成 15 年経済産業省告示第 249 号（電気事業法施行規則第 52 条の 2 第 1 号口の要件等に関する告示）等の検討

本業務にて実施した「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」において、需要設備の現場での月次点検を、センサー等を活用した遠隔からの点検に代替することについて議論した。この議論と並行して、経済産業省電力安全課において作成された月次点検の周期的な遠隔化を認める「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」及び「平成 15 年経済産業省告示第 249 号（電気事業法施行規則第 52 条の 2 第 1 号口の要件等に関する告示）」の改正案についても、当該 WG において議論した。

(2) 外部委託承認制度におけるスマート保安技術取込みに関する新制度案の検討

a. 既存の認定制度の整理

自家用電気工作物の保安管理業務にスマート保安技術を柔軟かつ迅速に取り込めるような新制度を検討するにあたっての参考情報として、既存の認定制度の調査と整理を行った。調査は「組織」に対する認定制度と、「装置・システム」に対する認定制度について行った。

b. ステークホルダー間のメリット・デメリット整理

スマート保安技術の取込みが新制度等によって促進された場合の、各ステークホルダー間のメリット・デメリットを、過年度調査を踏まえて検討した。

c. 需要設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討

需要設備におけるスマート保安技術の導入促進のために、需要設備の現場での月次点検を、センサー等を活用した遠隔点検に代替することを検討した。

まず、「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の

点検におけるスマート保安の技術動向調査)」にて行われた、需要設備の技術面における月次点検の遠隔化の検討を再確認し、月次点検の現場業務をセンサー等による遠隔点検に代替することが可能であるか検討した。検討は、保安法人や管理技術者へのヒアリング結果も踏まえて行った。また、センサー等の設置イメージの作成や性能等の要件の項目レベルでの整理も併せて行った。

次に、現場点検を遠隔点検に代替するにあたって、需要設備がセンサー類の設置要件を確実に満たすようにするための方策を検討した。具体的には、遠隔点検の普及段階においては「第三者認証を活用した新設のキュービクル」に対して遠隔点検を認めることとし、第三者認証として「推奨スマート保安キュービクル」を開発していくことを検討した。また、メーカーによる「推奨スマート保安キュービクル」の開発を促進する方策として、予め「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」と「平成15年経済産業省告示第249号（電気事業法施行規則第52条の2第1号ロの要件等に関する告示）」に、「第三者認証を取得した機械器具等を使用する場合には、月次点検のうち外観点検・測定について三月のうち二月を遠隔での点検に代えられる」という旨のインセンティブを規定することを検討した。具体的な規定内容は1.2(1)cにて検討、作成した。

最後に、「推奨スマート保安キュービクル」を実現し、普及させていくために必要な実施項目について検討した。

d. 太陽電池発電設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討

太陽電池発電設備における今後のスマート保安技術の導入促進のために必要となる取組みを検討した。スマート化の方向性を「現状の保安規程・点検項目をベースとした省力化」、「遠隔監視（＋データ分析）による早期発見・即時対応」、「現地点検の遠隔代替（事故防止の観点）」の3つに分類し、スマート保安技術導入の促進のために今後実施すべきと考えられる事項を整理した。

(3) 外部委託承認制度における管理技術者・保安法人（保安業務従事者）の技能、知識を補完する研修カリキュラム案の検討

a. 実務経験年数を研修により代替している事例の整理

保安管理業務の外部委託を受託するために必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラムを検討するにあたって、類似する他事例の調査・整理を行った。具体的には、「公認心理師」、「介護福祉士」の事例を調査し整理した。

b. スマート保安技術が適用・普及する際の研修カリキュラム案の検討

スマート保安技術が適用・普及する際に必要となると考えられる研修カリキュラムの案を、経済産業省電力安全課において検討された、保安管理業務の外部委託を受託するために

必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラム³に追加する形で検討し整理した。また、研修カリキュラム案を圧縮し、1～2 時間程度のセミナー形式にて実施することを想定した場合の講習項目を併せて検討し整理した。検討においては、保安法人や有識者へのヒアリング結果を活用した。

c. サイバーセキュリティ上のリスクとその対策の検討

スマート保安技術の導入において懸念される、サイバーセキュリティ上のリスクとその対策について検討した。検討においては、保安法人や遠隔監視サービス提供事業者にアンケート調査、ヒアリング調査を行った。また、有識者委員にも意見を伺った。

まず、遠隔監視・制御技術の導入において必要となるネットワークの構成について、現状と将来の想定に分けて整理を行った。次に、整理したネットワーク構成を踏まえて、サイバーセキュリティ上の脅威とその波及影響の洗い出しを行い、サイバーセキュリティ上の脅威に対する対策案を検討した。

d. 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの検討

サイバーセキュリティに関する既存のガイドラインを基に、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの項目案を検討した。

(4) スマート保安技術導入に向けた自家用電気工作物の保安管理業務に関する基準等の検討

a. 「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」の開催

「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」を 4 回開催し、「(1)外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する見直し」、「(2)外部委託承認制度におけるスマート保安技術取込みに関する新制度案の検討」、「(3)外部委託承認制度における管理技術者・保安法人（保安業務従事者）の技能、知識を補完する研修カリキュラム案の検討」での調査、検討内容について有識者委員による議論を行った。

³ 経済産業省 第 4 回産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ（2021 年 1 月 22 日開催）「資料 5 電気保安人材を巡る課題の検討状況について」、https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/004.html、2021 年 3 月 25 日閲覧

2. 外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する見直し

2.1 自家用電気工作物の点検に関するヒアリング調査

点検に関する見直しに向けた情報収集のため、関係者へのヒアリング調査を実施した。ヒアリング対象は下記のとおりである。

表 2-1 自家用電気工作物の点検に関するヒアリング調査の概要

#	対象	実施日時
1	保安法人 A 社	2020 年 7 月 20 日 (月) 11:00-12:00
2	保安法人 B 社	2020 年 9 月 24 日 (木) 15:00-16:00
3	保安法人 C 社	2020 年 10 月 26 日 (月) 14:00-15:00
4	電気管理技術者 D 氏	2020 年 10 月 26 日 (月) 15:00-16:00
5	電気管理技術者 E 氏	2020 年 10 月 29 日 (木) 11:00-12:00
6	保安法人 F 社	2020 年 10 月 30 日 (金) 11:00-12:00
7	保安法人 G 社	2020 年 12 月 15 日 (火) 14:00-15:00
8	保安法人 H 社	2020 年 12 月 18 日 (金) 13:00-14:00
9	保安法人 I 社	2020 年 12 月 18 日 (金) 11:00-12:00

2.2 保安管理業務の現状調査及びスマート保安技術導入の検討

需要設備及び太陽電池発電設備のスマート保安技術導入を検討するために、実際の保安管理業務における作業内容や作業時間等に関して、現地調査を行った。

2.2.1 現状調査

表 2-2 に示す需要設備 5 か所と太陽電池発電設備 2 か所について、現状の月次点検あるいは年次点検において、必要とされている時間を調査した。時系列での作業内容と、それぞれに費やしている時間を図 2-1～図 2-7 に示す。なお、図に記載の点検に要する時間は調査を行った施設における一例であり、同程度の規模の設備であっても設備構成や周囲環境条件により所要時間が異なる。

表 2-2 現状調査対象設備

設備・点検	設置場所	設備容量	設備情報
需要設備 A (月次点検)	屋内 (1 階) キュービクル	496kW	架空電線路、支持物等 1 式 高圧受電盤 1 面 高圧切替分岐盤 1 面 高圧分岐盤 1 面 3 局断路器盤 4 面 進相コンデンサ盤 1 面 高圧変圧器盤 4 面 低圧切替盤 3 面 低圧分岐盤 11 面 非常用発電装置 1 台 空調機 21 台 送風機 2 台 積算電力量計測盤 3 面 分電盤 4 面 局舎主幹盤 1 面 ポンプ 1 式
需要設備 B (年次点検)	屋内 (1 階) キュービクル	249kW	高圧受電盤 1 面 高圧変圧器盤 1 面 低圧切替盤 1 面 低圧分岐盤 5 面 非常用発電装置 1 台
需要設備 C (年次点検)	屋内 (1 階) キュービクル	119kW	受電盤 1 面 変圧器盤 1 面 低圧切替盤 1 面 低圧分岐盤 4 面 非常用発電装置 1 台
需要設備 D (月次点検)	3 階建工場・屋上 キュービクル	370kVA	架空電線路・屋外 PAS 1 式 高圧受電盤 1 面 低圧電灯盤 1 面 低圧動力盤 1 面 配電盤 3 か所 (各階 1 か所)
需要設備 E (月次点検)	5 階建ビル・屋上 キュービクル	400kVA	地中電線路・引込設備 1 式 高圧受電盤 1 面 高圧コンデンサ盤 1 面 低圧電灯盤 2 面 低圧動力盤 2 面 屋外空調用分電盤 7 つ (1 か所に集合) 消防ポンプ制御盤 1 式 屋内動力盤 1 か所 屋内電灯盤 10 か所 (各階数か所)
太陽電池発電設備 A (月次点検)	屋外キュービクル	1,940kW	受電盤 1 面 変圧器盤 4 面 PCS 収容箱 2 台 PCS (500kW) 3 台 接続箱 30 台
太陽電池発電設備 B (月次点検)	屋外キュービクル	446kW	受電盤 1 面 変圧器盤 2 面 PCS 収容箱 1 台 PCS (399kW) 1 台 接続箱 6 台



図 2-1 需要設備 A（月次点検） 現状の作業内容・所要時間



図 2-2 需要設備 B（年次点検） 現状の作業内容・所要時間

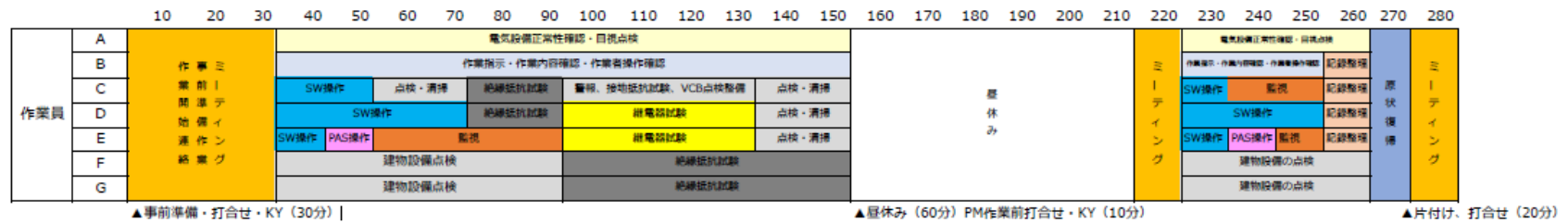


図 2-3 需要設備 C（年次点検） 現状の作業内容・所要時間

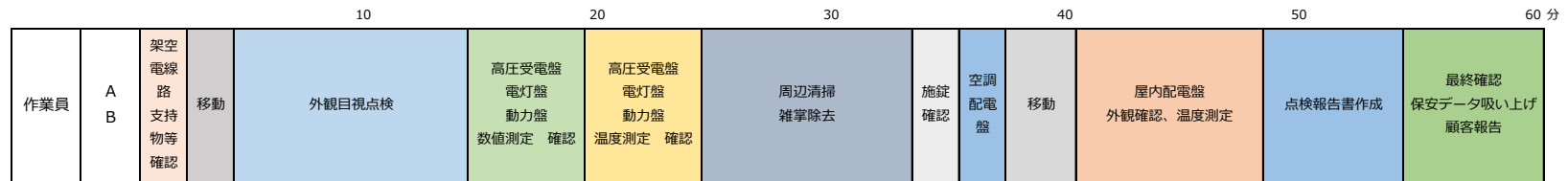


図 2-4 需要設備 D（月次点検） 現状の作業内容・所要時間

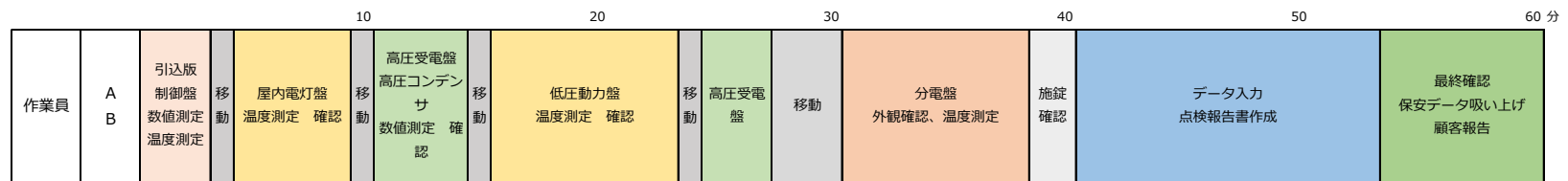


図 2-5 需要設備 E（月次点検） 現状の作業内容・所要時間

		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125分					
作業員	A	需要設備（30分）						太陽電池・接続箱（15分）		PCS収容箱・本体・UPS データ計測装置（15分）		フェンス、架台（40分）										割れパネルの バイパス化 （1枚@25分）									
	B	空調（15分）		需要設備（15分）				太陽電池・接続箱（15分）																							
	C	太陽電池・接続箱（45分）										割れパネルのバイパス化（2枚@55分）										割れパネルの バイパス化 （1枚@25分）									
	D	太陽電池・接続箱（45分）																													
	E	太陽電池・接続箱（45分）										割れパネルのバイパス化（2枚@55分）																			
	F	太陽電池・接続箱（45分）																													
		▲事前準備・打合せ・KY（20分）										▲昼休み（60分）+AM作業の振り返り、打合せ・KY（25分）										▲休憩（20分）					▲片付け、打合せ（20分）				

図 2-6 太陽電池発電設備 A (月次点検) 現状の作業内容・所要時間

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
作業員	A	需要設備（11分）											PCS収容箱・本体・UPS等(6分)								
	B	太陽電池・架台・接続箱（17分）																			
	C	太陽電池・架台・接続箱（20分）																			
	D	太陽電池・架台・接続箱（20分）																			
		▲事前準備・打合せ・KY（10分）																			
		▲片付け、打合せ（10分）																			

図 2-7 太陽電池発電設備 B (月次点検) 現状の作業内容・所要時間

需要設備の月次点検では、需要設備 D、E において 2 名で約 60 分の所要時間だった。一方で、需要設備 A は設備構成が多く、また低圧分岐盤や空調機等は数も多いため、1 名で約 250 分の所要時間だった。

以下に、保安法人に対して実施した需要設備の点検作業に関するヒアリング調査の結果を示す。これにより、需要設備における月次点検の現状調査結果が実態に近いことを確認することができた。

- ・ 需要設備の月次点検は基本的に 1 名で行っている。必要な時間としては、1 時間半から 2 時間程度である。冬場はキュービクルに積もった雪の除去や凍結した扉の開閉に 1 時間程度かかることがある。年次点検は 2 名で行っている。
- ・ 需要設備の月次点検は 1 名で行っており、必要な時間は平均で 1 時間程度である。大きいところでは 2 時間程度である。年次点検は、2～3 名で行う。大きな施設であれば、6 名近くで行うこともある。
- ・ 需要設備の月次点検に必要としている時間は、今回の調査のうち需要設備 D、E の点検作業の例とほぼ同等である。

2.2.2 スマート保安技術導入の検討

前節で現状を調査した設備のうち、需要設備 2 か所と太陽光発電所 1 か所について、スマート保安技術をどのように適用可能か検討した。

表 2-3～表 2-5 に、適用を想定したスマート保安技術の内容を示す。複数の作業項目に対して、スマート保安技術による省力化が期待できると考えられる。

表 2-3 需要設備 A（年次点検） 適用を想定するスマート保安技術

作業項目	適用を想定するスマート保安技術の内容
架空電線路・支持物等	・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒屋外への移動時間の削減
高圧受電盤・高圧切替分岐盤・高圧切替盤・3極断路器盤・進相コンデンサ盤・高圧変圧器盤・低圧切替盤・低圧分岐盤	・電圧、電流、温度等のデータを自動計測の一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒盤間移動、扉開錠/施錠時間の削減
非常用発電装置	・燃料、潤滑油量、始動用蓄電池電圧等のデータを自動計測の一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒各メーター間移動、測定時間の削減
空調機	・消費電力、温度、圧力等のデータの自動計測、運転状態を一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒各装置間移動時間の削減
送風機、ポンプ	・電圧、電流等のデータの自動計測を一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒各装置間移動時間の削減
積算電力量計測盤、分電盤、局舎主幹盤	・電圧、電流、温度等のデータを自動計測の一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒盤間移動、扉開錠/施錠時間の削減

表 2-4 需要設備 B（年次点検） 適用を想定するスマート保安技術

作業項目	適用を想定するスマート保安技術の内容
電気設備正常性確認・目視点検	・全体作業の圧縮に伴って削減
作業指示・作業内容確認・作業操作確認	・全体作業の圧縮に伴って削減
SW操作	・活線状態で測定可能な試験器を使用することで停電切替えのSW操作時間が削減
PAS操作	・一部、停電作業が残るためPAS操作の作業時間に変更なし
絶縁抵抗試験	・活線状態で測定可能な試験器を使用することで一部の測定時間が削減
接地抵抗試験	・測定器設置の作業時間が削減
継電器試験	・現行の継電器の機能及び技術では作業時間に変更なし
点検・清掃	・他作業の合間で実施するため、他作業時間の短縮に伴い時間圧縮
記録整理	・自動計測に伴い記録の自動化により転記、データ整理時間の削減
監視	・一括画面表示に伴い一か所での監視ができるため、一部の作業時間が削減
原状復帰・確認	・一括画面表示、カメラ等で確認できるため、移動時間及び盤開閉時間が削減

表 2-5 太陽電池発電設備 A（月次点検） 適用を想定するスマート保安技術

作業項目	適用を想定するスマート保安技術の内容
需要設備	・電圧、電流、発電電力等のデータを自動計測による一括画面表示で確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒盤間移動、扉開錠/施錠時間の削減
空調	・電圧、電流、消費電力、温度等のデータを自動計測の一括画面表示で確認 ⇒コンテナ間移動、扉開錠/施錠時間の削減
PCS	・電圧、電流、発電電力等のデータを自動計測による一括画面表示で確認 ・装置警報履歴の確認 ・カメラ画像診断（目視点検の代替） ⇒コンテナ間移動、扉開錠/施錠時間の削減
PCS 収容箱	
データ収集装置	
UPS	
太陽電池・接続箱	・ドローン利用による割れパネル等の発見の効率化 ・MCCB 温度等を自動計測による一括画面表示で確認 ⇒歩行速度の増加による移動時間の削減、個別の温度測定作業時間の圧縮
フェンス・架台	・ドローン利用により、歩行による目視点検はなくなるが別途画像を確認する時間が必要 ⇒若干の時間短縮
割れパネル対応	（・実作業のため基本的に時間短縮はなし）

2.3 平成15年経済産業省告示第249号（電気事業法施行規則第52条の2第1号口の要件等に関する告示）等の検討

本報告書の5.1にて述べる「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討WG」において、3.3にて検討した需要設備の現場での月次点検の、センサー等を活用した遠隔点検への代替について議論を行った。この議論と並行して、経済産業省電力安全課において作成された、月次点検の周期的な遠隔化を認める「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」及び「平成15年経済産業省告示第249号（電気事業法施行規則第52条の2第1号口の要件等に関する告示）」の改正案についても当該WGにおいて議論した。改正案を以下に示す。

主任技術者制度の解釈及び運用（内規） 改正案 （※下線部が改正部分）

4. （略）

（1）～（6）（略）

（7）（略）

①（略）

② 月次点検を、次に掲げる要件の全てに従って行うこと。

なお、告示第4条第4号に規定する太陽電池発電所（告示第4条第4号の2及び第4号の3に規定する受変電設備を除く。以下②において同じ。）又は告示第4条第8号口に規定する需要設備に係る月次点検については、電気管理技術者等が当該設備の設置場所（以下「現地」という。）と異なる場所（以下「遠隔地」という。）から適確に行える場合にあっては、現地又は遠隔地のいずれかで行うことができるものとする。このうち、告示第4条第8号口に規定する需要設備にあっては、3月に1回以上を現地で行わなければならない。また、遠隔地で点検を実施する場合にあっては、その旨を保安規程に規定すること。

イ（略）

（イ）点検項目

（a）～（d）（略）

（e）その他必要に応じて、保安規程に定める項目

（ロ）対象設備等

（a）～（h）（略）

（i）その他必要に応じて、保安規程に定める設備

ロ（略）

ハ イ及びロの点検のほか、設置者及びその従事者に、日常巡視等において異常等がなかったか否かの問診を行い、異常があった場合には、電気管理技術者等としての観点から点検を行う。その際、告示第4条第8号口に規定する需要設備に係る問診を遠隔地で行う場合にあっては、設置者又はその従事者は、原則として現地にて問診を受けるものとする。

平成十五年経済産業省告示第二百四十九号（電気事業法施行規則第五十二条の二第一号口の要件等に関する告示） 改正案 （※下線部が改正部分）

2. 3 （略）

（点検頻度）

第四条（略）

一 ～ 七（略）

八 前号のイからまでの設備条件の全てに適合する信頼性の高い需要設備であつて、次のイ又はロに掲げるものにあっては、それぞれ次の掲げるとおりとする。

イ 低圧電路の絶縁状態の適確な監視が可能な装置を有する需要設備又は非常用照明設備、消防設備、昇降機その他の非常時に使用する設備への電路以外の低圧電路に漏電遮断器が設置してある需要設備 隔月一回以上

ロ 低圧電路の絶縁状態の適確な監視が可能な装置を有する需要設備であつて、当該需要設備の設置場所と異なる場所から適確に点検を実施できるよう措置（第三者認証を取得した機械器具等を使用する措置を言う。）した需要設備 毎月一回以上

九 ～ 十三（略）

3. 外部委託承認制度におけるスマート保安技術取込みに関する新制度案の検討

3.1 既存の認定制度の整理

自家用電気工作物の保安管理業務にスマート保安技術を柔軟かつ迅速に取り込めるような新制度を検討するにあたっての参考情報として、既存の認定制度の調査と整理を行った。

調査では、経済産業省や産業保安監督部がスマート保安技術の活用を条件として従来とは違う点検方法（例えば、現地での月次点検を遠隔点検で代替する等）を認めていくことを想定し、スマート保安技術活用の認定手段の参考となり得る類似の既存制度を整理した。調査は、スマート保安技術が活用されていることを「組織」に対して認定する場合と、スマート保安技術そのものである「装置・システム」を認定する場合の2つについて行った。

3.1.1 「組織」に対する認定制度

「組織」に対する既存の認定制度として、「認定液化石油ガス（LP ガス）販売事業者制度」、「スーパー認定事業者制度」を整理した。

「認定液化石油ガス販売事業者制度」は、一般消費者等の保安の確保を目的として、LP ガスの保安の高度化に特に積極的に取り組んでいるLP ガス販売事業者を認定する制度である⁴。LP ガスの販売エリアに応じて都道府県知事、産業保安監督部長、経済産業大臣が認定を行っており、販売事業者による設備・システムの整備等を条件に、点検・緊急時対応の体制を特例として緩和することが認められている。具体的な条件や特例を図 3-1 に示す。事業者が高度な保安管理技術や体制を構築し保安認定事業者やゴールド保安認定事業者の認定を受けることで、保安管理コストを合理的に削減することができる。

⁴ 経済産業省「認定液化石油ガス販売事業者」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/lpgas/anzen_torikumi/ninteijigyousha.html、
2021 年 3 月 25 日閲覧

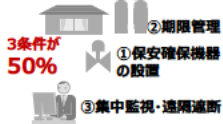
		通常事業者	保安認定事業者 (第二号 LP ガス販売事業者)	ゴールド保安認定事業者 (第一号認定 LP ガス販売事業者)	追加特例
条件					+ 一般消費者等の設置する燃焼器の全てが下記いずれか ・ CO 警報機&遮断機能 ・ 不完全燃焼防止装置 ・ 屋外式燃焼器
特 例	選任基準		—	2 / 3	2 / 3
	緊急時対応	30分以内に到着	40キロメートル以内	40キロメートル以内	60キロメートル以内
	定期供給設備点検等	4年に1回以上	—	(一部) 10年に1回以上	(一部以外も) 5年に1回以上

図 3-1 認定液化石油ガス販売事業者制度における認定条件と特例

出所) 経済産業省「認定液化石油ガス販売事業者」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/lpgas/anzen_torikumi/ninteijigyousha.html (2021 年 3 月 25 日閲覧) をもとに株式会社三菱総合研究所作成。

「スーパー認定事業者制度」は、石油・石化・化学プラントにおいて多様化する災害、プラントの高経年化、熟練従業員の減少等に対応するため、IoT、ビッグデータの活用、高度なリスクアセスメント、第三者による保安力の評価の活用等の高度な保安の取り組みを行っている認定事業者を「スーパー認定事業者（特定認定事業者）」として経済産業大臣が認定するものである⁵。事業者は、新技術の活用といった条件を満たすことにより、稼働率向上につながる保安管理上の裁量をインセンティブの形で得ることができる。具体的な条件やインセンティブを図 3-2 に示す。

⁵ 経済産業省「新認定事業者制度」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/sp-nintei/、2021 年 3 月 25 日閲覧

		通常の事業所	認定事業所	スーパー認定事業所
条件			① リスクアセスメントの実施 ② PDCA サイクルによる保安体制の継続的改善 ③ 教育訓練の実施 ④ 検査組織の設置 ⑤ 保安・運転・設備管理組織の設置 等	認定事業所の要件に加えて以下が必要 ① 高度なリスクアセスメントの実施 ② IoT、ビッグデータ等の新技術の導入 ③ 高度な教育の実施 ④ 連続運転期間、検査手法の適切な評価体制の整備 ⑤ 第三者機関によるアドバイスを実施
インセンティブ	連続運転期間	1 年間	4 年間等（大臣に認められた期間）	8 年以下（事業者がリスクに応じ自由に設定）
	完成・保安検査	都道府県が検査	事業者自らが検査	事業者自らが検査
	検査方法	告示に定められた方法（KHKS）	大臣に認められた方法	事業者が自由に設定した方法
	設置・変更工事	軽微な変更を除き、都道府県の許可	許可不要な軽微変更範囲の拡大	許可不要な軽微変更範囲の更なる拡大
	認定期間		5 年間	7 年間
	保安力の見える化		認定マークを活用	スーパー認定マークを活用

図 3-2 スーパー認定事業者制度における認定条件とインセンティブ

出所）経済産業省「新認定事業者制度」

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/sp-nintei/（2021 年 3 月 25 日閲覧）をもとに株式会社三菱総合研究所作成。

3.1.2 「装置・システム」に対する認定制度

「装置・システム」に対する既存の認定・審査制度として、表 3-1 に示す 5 つを整理した。認定・審査対象の観点で見ると、製品そのものを認定・審査対象とする場合（防災製品認定、道路管理時の点検支援技術に関するガイドライン、計量器の型式承認）、製造事業者を認定して製品に表示を行う場合（防災物品の登録表示者認定）、製品と設置状況を合わせて審査対象とする場合（絶縁監視装置による点検頻度低減）があった。また、認定・審査機関の観点では、官公庁が行う場合と外部機関が行う場合があった。

表 3-1 「装置・システム」に対する既存の認定・審査制度

基本情報						認定制度の内容		認定を受けるメリット			
制度名	認定対象	認定機関	認定申請者	概要	認定機関の位置づけ	認定要素・基準	法的拘束力	安全性・信頼性の担保	ビジネス性(開発・製造者)	ビジネス性(利用者)	機能代替性
防災製品認定※1	防災製品	公益(消防機関含む有識者委員会)	製造者	製品の一定の防災性能を認定	消防庁の技術基準通知を受け、公財が制度開始	性能品質管理	△ 消防庁による使用の推奨	○ 一定の防災性能を担保	○ 製品の販売促進	○ 消費者に対する安全性の担保	
防災物品の登録表示者認定※2	製造事業者	消防庁登録確認機関(公財、一財)	製造者	防災基準を満たした製品として防災表示を行うことを許可	消防法に基づく登録確認機関として選定	基礎的体制品質保証体制	○ 高層建築物での使用義務	○ 防災性能を担保	△ 製品の販売促進	△ 消費者に対する安全性の担保	
道路管理時の点検支援技術に関するガイドライン※3	点検新技術	規制官庁(国交省)	製造者	点検支援技術の性能値をカタログ化 点検実施者の技術活用を支援	(なし)	従来手法との同等性※ 詳細な基準なし	(特になし。 技術をカタログ化)	○ 従来手法と同等以上を担保	○ 新技術の販売促進	○ 適切な点検支援技術選定による業務効率化	○ 点検支援技術の活用を想定
計量器の型式承認※4	特定計量器	産業技術総合研究所・日本電気計器検定所	製造者	製造された同型式の計器に対する個々の構造検定を省略可能	特定計量器検定検査規則にて指定	JISによる規定(構造・試験方法、等)	△ 大量生産品に対して実質的に必須	○ 信頼性・基準適合を担保	○ 同型式の計器の製造効率化	△ 消費者に対する信頼性維持	
絶縁監視装置による点検頻度低減※5	設置状況(装置)	規制官庁(経産省)	電気工作物設置者	設置条件を満たすことで点検頻度を低減可能	(なし)	設備条件・スペックの規定	△ 点検頻度の特例を受ける場合に必要	○	△ 装置の販売が促進	○ 保安管理業務の効率化	○ 現場点検を装置により代替

※1：日本防災協会、「『防災製品いろいろ』パンフレット」、

https://www.jfra.or.jp/member/pdf/seihin_pamphlet_etc.pdf、2021年3月25日閲覧

※2：日本防災協会、「『防災物品いろいろ』パンフレット」、

https://www.jfra.or.jp/member/pdf/buppin_pamphlet_etc.pdf、2021年3月25日閲覧

※3：国土交通省、「新技術利用のガイドライン(案)」、平成31年2月、

https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo5_1.pdf、2021年3月25日閲覧

※4：産業技術総合研究所、「国立研究開発法人産業技術総合研究所が行う計量法に基づく検定、検査等及び特定標準器による校正等に関する規程」、

https://www.aist.go.jp/Portals/0/resource_images/aist_j/outline/comp-legal/pdf/keiryohoukanren.pdf、2021年3月25日閲覧

※5：経済産業省、「主任技術者制度の解釈及び運用(内規)」、2021年3月1日、

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/files/syuningijutsusya_naiki.pdf、2021年3月25日閲覧

3.2 ステークホルダー間のメリット・デメリット整理

スマート保安技術の取込みが新制度等によって促進された場合の、各ステークホルダー間のメリット・デメリットを、「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の点検におけるスマート保安の技術動向調査）」を踏まえて検討した。

3.3 需要設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討

需要設備におけるスマート保安技術の導入促進のために、需要設備の現場での月次点検を、センサー等を活用した遠隔からの点検に代替することを検討した。

3.3.1 需要設備における月次点検の遠隔化の検討

「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の点検におけるスマート保安の技術動向調査）」にて行われた需要設備の技術面における月次点検の遠隔化の検討をベースとした、月次点検のセンサーによる代替性の検討を行った。検討のフローを図 3-3 に示す。検討では、月次点検項目の状態確認方法の洗い出しを行い、その確認方法を代替可能と考えられるセンサーの種類を整理した。そして、センサーの設置イメージの検討を行った。

「令和元年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（自家用電気工作物の点検におけるスマート保安の技術動向調査）」においては、複数のセンサーでの代替と一部の計測項目の遠隔伝送によって月次点検の各項目をセンサーで代替し遠隔化できる可能性があり、臭気の確認については、多種多様な臭気に対して感度を持たせることが難しい臭気センサーを必須とせずとも、温度、電流、電圧、電力等の計測によって代替できる可能性があるとの結論に至っている。本業務では、この結論を再確認するとともに、各センサーがどの設備の点検に適用できるかという観点での整理を行った。結果を表 3-2 に示す。また、実際の需要設備への実装イメージを図 3-4 に示す。

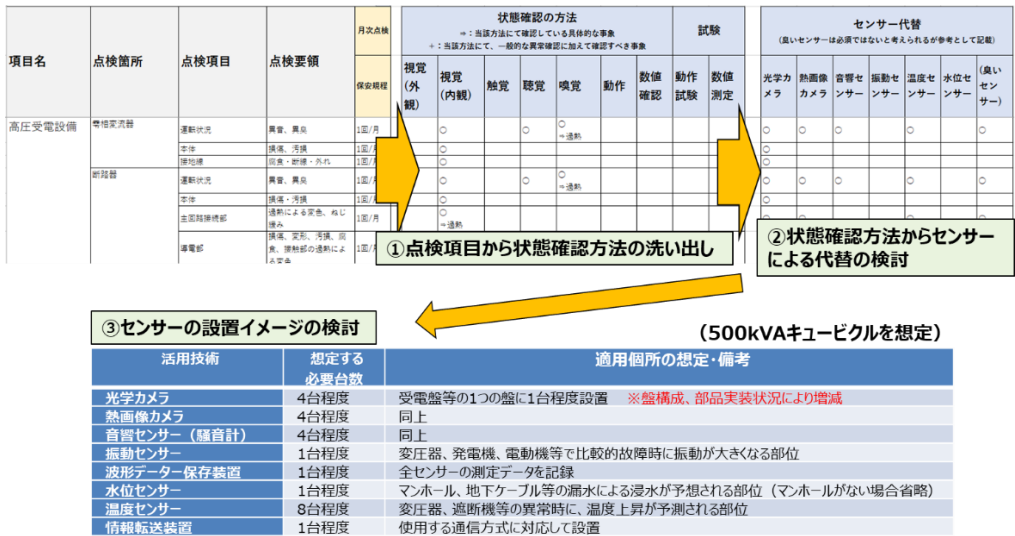


図 3-3 月次点検のセンサーによる代替性の検討フロー

表 3-2 各センサーが適用できる可能性のある設備

：センサー適用可能項目

センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
光学カメラ	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				
センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
熱画像カメラ	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				
センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
音響センサー	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				
センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
振動センサー	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				
センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
温度センサー	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				
センサー名	項目名	高圧受電設備	受・配電盤	電線路	発動発電装置	付加装置
水位センサー	点検箇所	電圧変流器	指示計器等	架空電線路	内燃機関	電動機
		断路器	表示装置	地下ケーブル	発電機	電熱装置
		負荷開閉器	開閉器		指示計器等	照明装置
		遮断器	配線用遮断器・漏電遮断器		表示装置	
		計器用変成器	低圧配線・制御配線		開閉器	
		高圧カットアウト	保護継電器		配線用遮断器・漏電遮断器	
		変圧器	受・配電盤接地装置		主回路・制御配線	
		進相用コンデンサ			保護継電器	
		直列リアクトル			発電機盤接地装置	
		避雷器				
		高圧母線等				
		柱上高圧負荷開閉器				

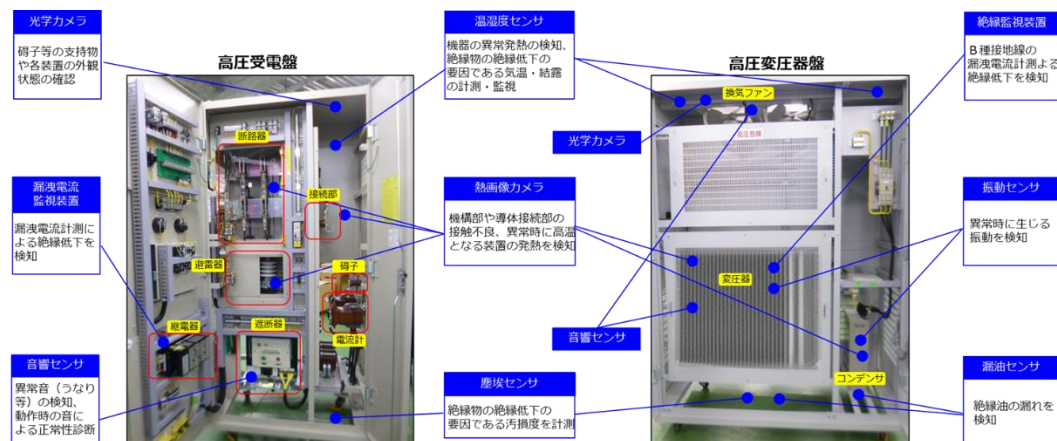


図 3-4 各センサーの需要設備に対する実装イメージ

月次点検のセンサーによる代替性の検討においては、保安法人や管理技術者に対するヒアリング調査も併せて実施した。ヒアリング調査においていただいた意見を以下にまとめる。

センサー等での現場での月次点検の代替性について

(熱・光学カメラ)

- ・ 光学カメラについては、目視点検の代替であるため、実際の点検箇所に設置すればよいと考える。
- ・ 熱画像や光学カメラ等、いくつかの方向から見る必要があると考える。
- ・ キュービクルにカメラを設置することは、防犯の面でも有効であると考えている。
- ・ 監視カメラを需要設備外部に設置すると、設置者や周辺の方を監視することにもなり問題が発生する可能性がある。周囲の環境への配慮が必要とされる。
- ・ 安全性の確保のために、キュービクル内部にアクリル板がついているケースが多く、サーモカメラを用いた場合にはアクリル板の温度しか見ることができないのではないか。

(計測値の遠隔確認)

- ・ 現在現場で確認している計測値の記録を、マルチメーターでの遠隔伝送に代替することについて、大きな課題はないと考える。
- ・ 現場での絶縁抵抗測定を、既存の絶縁監視装置の機能拡充（電流値を遠隔伝送する等）で対応できると無駄がなくてよい。
- ・ 電圧・電流の計測は必要と考える。内部の温度を上げる原因は過負荷である。電流が定格より大きくなれば異常であり、それを感知できればよい。

(水位センサー)

- ・ 例えば3か月に1回、現地点検が残る場合には、水位センサーは不要ではないか。
- ・ 地下設備は自動ポンプを備えている。水位センサーで測れるレベルでは既に浸水しているが、この場合はポンプでの自動排水が働いていると考える。

(振動・音響センサー)

- ・ 変圧器の振動センサーは不要かもしれない。
- ・ 異常音の原因は主に電流と考える、絶縁監視により判断できると考える。

- ・ キュービクルの多くは屋上設置されるが、屋上には給排水設備、エアコンの室外機等様々な機器が設置されている。キュービクルの異常だけを感知するようなセンサーがあればよいが、ほかの機器の音も拾ってしまう可能性がある。精度の担保が難しいと考える。

(温度センサー)

- ・ 温度センサーは、変圧器、コンデンサ、トランス等、異常時に音が発生したり振動が大きくなったりするところに設置することが有効である。
- ・ 寒冷地では、冬になると屋外のセンサーでの計測は難しいのではないかな。
- ・ 外環境の影響として、夏場は直射日光による温度の上昇や、冬場は雪の影響等により温度が低くなる等、正しい温度にならない可能性もありうる。

(臭気センサー)

- ・ 臭気センサーは基本的には有効だが、どこに設置するかが問題である。
- ・ 臭気センサーは難しいと感じている。臭気はほとんどが過熱による焦げ臭さであるため、熱の検知で代替できると考える。
- ・ 過去の加熱跡として黒くなった箇所や、熱を持っていなくても接触不良が起こっている箇所も現場点検では見ている。センサーでの代替は難しいのではないかな。
- ・ キュービクルの多くは屋上設置されるが、排気ファン等があり、飲食店等から排出される匂いの影響もある中で、臭気センサーがどこまで正確に状況を把握できるか疑問である。

(その他)

- ・ 湿気がある等特定の条件では、部分放電センサー等も有効と考えられる。

付帯設備の点検について

- ・ 屋外の電柱のある開閉器が一番事故が多いところであり、点検の必要がある。
- ・ 非常用の発電機があるところは、保安規程で決められているため、毎月一回は試運転を行う。病院等は確実に設置されている。
- ・ 配電盤については、工場では非常に数が多い(10~20 個程度)。月次点検のセンサー代替における課題と考える。
- ・ 低圧の付加設備について、現在は漏電監視装置をキュービクルの中に設置し、それを用いて末端まで検出できるようになっている。

導入コストについて

- ・ 初期費用はかなりかさむと考える。従来の点検形式の費用対効果の方が高いと、多少手間がかかったとしてもそちらを迫及することになると考える。各センサーの更新費用も踏まえて、費用対効果を検証する必要がある。
- ・ 特に小さなキュービクルにおいて、費用対効果がどうなるか懸念がある。
- ・ 一番の課題はコストである。保安法人としては効率化を図れるが、実際に費用を負担するのは設置者である。設置者がどこまでメリットを認識できるかが問題である。
- ・ 古い設備にセンサー等を取り付けても、費用対効果は低いのではないかな。

その他

- ・ センサーは後付けではなく、設備に最初から組み込まれるのが一番望ましく、それで

なければ普及は難しいと考える。新設のキュービクルで要件をクリアしていくのがよいのではないか。

- ・ 需要設備をそっくりそのまま入れ替える、というケースはほとんどない。一番安い費用で最大限の効果を出すという観点で、古くなった部分、故障した部分を逐次入れ替えることがほとんどである。
- ・ 現地点検頻度の減少に伴って、小動物（ヤモリ等）の侵入を防ぐ必要がある。
- ・ 例えば3か月のうちの2か月の月次点検を遠隔で代替できるかは、不安が残る。

ヒアリングでは、センサー等によって現場での月次点検を遠隔点検に代替することに対しては肯定的な意見が多かったものの、センサー代替に対しては懸念点も複数挙げられている。そのため、センサー代替による遠隔点検を実装していくためには、現地点検と比べて保安水準が下がらないことを実証等で確認しながら、各センサーの性能要件や使用環境といったその他の条件を決めていく必要があると考えられる。また、需要設備の月次点検において併せて実施されている配電盤等の付帯設備の点検について意見をいただいております、需要設備と同様に点検の遠隔化が可能であるか引き続き検討する必要があると考えられる。

月次点検の遠隔での代替が可能な需要設備の導入にあたっては、導入コストと費用対効果を懸念する意見が多かった。例えば図 3-4 に示した実装イメージでのセンサーの価格を既製品より算出すると、初期導入費用として120万～550万円程度の想定となるため、今後のコストダウンは必須であると考えられる。

今後の実証等で検討すべきと考えられる、各センサーに求められる性能要件やその他の条件の項目案を表 3-3 に示す。各センサーの性能要件は、その設置環境によっても水準や項目が異なると考えられる。例えば光学カメラが需要設備の内部に設置される場合に照明等が別途必要になる可能性がある。また、需要設備が屋外に設置されている場合には、防水・防塵対策や、周囲の温度・振動による影響の低減が別途必要になると考えられる。

表 3-3 各センサーの性能要件やその他の条件の項目案

対象設備	要件検討の対象	要件検討の対象 (細分化)	要件
需要設備	五感代替センサー (設置場所周辺の要件を含む)	(共通)	・ 個数 ・ 設置場所 (検知箇所) ・ センサー寸法 ・ 警報機能の設置 ・ 耐用年数 ・ センサー側異常の検知手法
		光学カメラ	・ 解像度 ・ 撮影対象付近の明るさ
		熱画像カメラ	・ 解像度 ・ 検出可能な温度範囲
		音響センサー (騒音計)	・ 周波数帯域 ・ ノイズ対策 (S/N 比)
		振動センサー	・ 周波数帯域 ・ ノイズ対策 (S/N 比)
		水位センサー	・ 耐水圧 ・ 検出方式 (フロート、超音波等) ・ 信頼性 (耐久性、精度、誤差等)
		温度センサー	・ 検出可能な温度範囲 ・ 測定方式 (接触式／非接触式)
		(油面センサー)	・ 検出方式 (フロート、超音波等) ・ 信頼性 (耐久性、精度、誤差等)
		(臭気センサー)	・ 測定対象気体
	情報伝送・蓄積システム	NW 構成	・ (既存規格への対応) ・ 制御系 NW との切り離し方 (保守系 NW の設置) ・ 回線サービス (汎用サービス利用/VPN・暗号化)
		データ取得	・ 取得頻度 (例：月次点検＋常時閾値管理) ・ 常時取得時の閾値設定
	運用体制	サイバーセキュリティ	・ (既存規格への対応) ・ 接続端末へのセキュリティ対策 ・ 現地蓄積データの取だし方
		新規設置センサー保守	・ 新規設置センサー等の点検方法 (常時データ確認・年次点検での目視等)

3.3.2 「推奨スマート保安キュービクル」の開発・普及促進制度の検討

需要設備の月次点検の各項目をセンサー等による遠隔点検によって代替するにあたっては、センサー類及び通信回線によって遠隔から主任技術者内規で求める月次点検の外観点検・測定が適正に行えるよう、各センサーが性能要件を満たすだけでなく照明も含めて必要な箇所に必要な向き等で設置される必要がある。また、センサー類の保全に必要な需要設備内部の環境維持も考慮する必要がある。一方で、既存の需要設備へのセンサー設置を想定した場合、設備構成が多種多様であるため、月次点検遠隔化の開発・普及段階においてはセンサー類の適正な設置の担保 (設置者等が自主保安にて確実に実施する、第三者が確認を行う等) が難しいと考えられる。そこで、キュービクルメーカーの製造工程においてセンサー類を必要な箇所に適正な角度等で設置した新設のキュービクルを、月次点検の遠隔点検が可能なキュービクルとして認証する方向性が「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」において示された。新設のキュービクルに対して月次点検の遠隔化を認めていくことで保安水準を維持向上することができると考えられる。また、認証

の活用によって設置者が購入時にスマート保安キュービクルを選択しやすくなり円滑な導入が図られると考えられる。WGでの議論の結果、認証として以下に示す既存の「キュービクル推奨制度」を参考に、「推奨スマート保安キュービクル」を開発していくことが提案された。

キュービクル推奨制度

経緯

- ・ 1969年（S44）にキュービクルの信頼性向上と波及事故、感電死傷事故の防止を目的とし、日本電気協会において開始された第三者認証制度。

基準・審査

- ・ JIS C 4620 に追加基準を設けた「推奨基準」に基づいて審査を実施。例えば、変圧器の温度上昇、防水、耐電圧等に対する基準を追加。
- ・ 波及事故、感電死傷事故の防止を目的とした基準以外にも、「消防法令に基づき消防長（消防署長）が火災予防上支障がないと認める構造」の条件を満たすような基準が設けられている。
- ・ 審査は日本電気協会内に設置された「キュービクル式高圧受電設備推奨委員会」において実施。

認定のメリット

- ・ 波及事故、感電死傷事故の防止を図ることができる。
- ・ JIS C 4620 に適合している。
- ・ 屋内に設置する場合、火災予防上不燃材で区画された室に設置された場合と同等として扱われる。
- ・ 屋外に設置する場合、建築物から 3m 以上距離を保たなければならない規定が、1m 以上に緩和される。

出所）（一社）日本電気協会「キュービクル式高圧受電設備推奨委員会」

<https://www.denki.or.jp/committee/cubicle>、2021 年 3 月 25 日閲覧

（一社）日本電気協会「キュービクル式非常電源専用受電設備認定委員会」

<https://www.denki.or.jp/committee/cubiclepower>、2021 年 3 月 25 日閲覧

（一社）日本電気協会 中部支部「キュービクル式高圧受電設備の推奨」

<https://www.chubudenkikyokai.com/cubicle/recommend.html>、2021 年 3 月 25 日閲覧

また、メーカーによる「推奨スマート保安キュービクル」の開発を促進する方策についても検討した。検討の結果、予め「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」と「平成 15 年経済産業省告示第 249 号（電気事業法施行規則第 52 条の 2 第 1 号ロの要件等に関する告示）」に、「第三者認証を取得した機械器具等を使用する場合には、月次点検のうち外観点検・測定について三月のうち二月を遠隔での点検に代えられる」という旨のインセンティブを規定することとなった。また、遠隔での点検の際の問診はオンライン（電話・メール等）で行うよう規定することとなった。具体的な内容は 2.3 にて検討し、作成した。

3.3.3 「推奨スマート保安キュービクル」の実現に向けた実施項目案

月次点検の遠隔化が可能な「推奨スマート保安キュービクル」を実現し、普及させていくために必要な実施項目について検討を行った。普及に向けたスケジュールと実施項目の案を図 3-5 に示す。

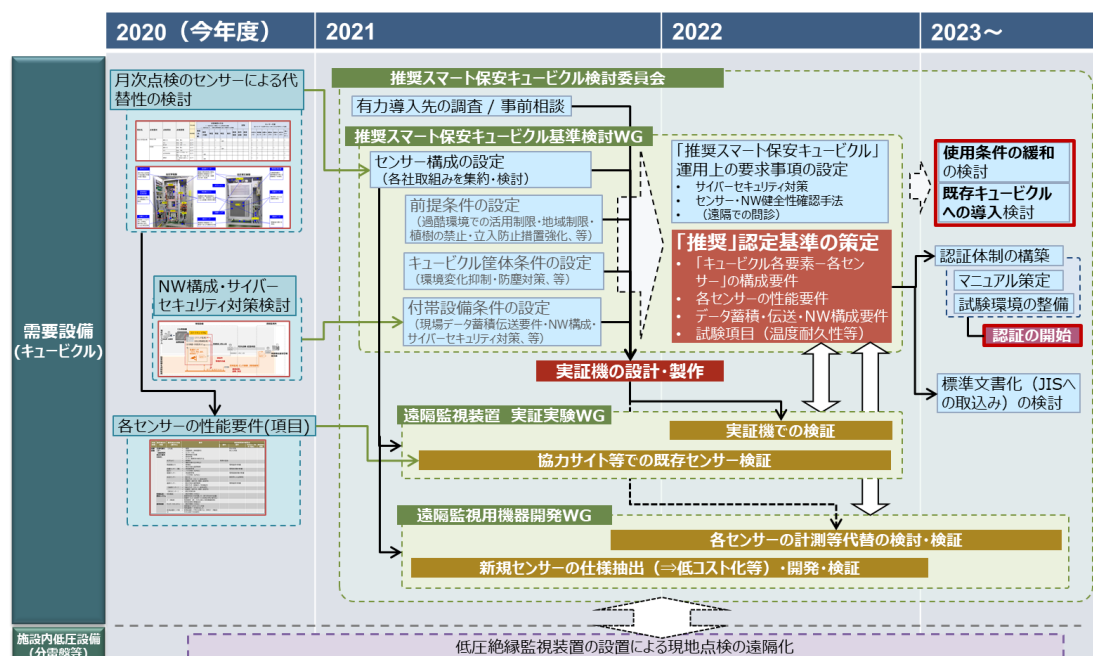


図 3-5 推奨スマート保安キュービクルの普及に向けたスケジュールと実施項目案

推奨スマート保安キュービクルの実現に向けては、本事業で実施した月次点検のセンサーによる代替性の検討結果や各センサーの性能要件の項目整理、ネットワーク構成・サイバーセキュリティ対策の検討結果を踏まえつつ、以下の4つの委員会・WGを組成して各種の検討を進めることを想定している。

- ① 推奨スマート保安キュービクル検討委員会
- ② 推奨スマート保安キュービクル基準検討WG
- ③ 遠隔監視装置実証実験WG
- ④ 遠隔監視用機器開発WG

「推奨スマート保安キュービクル検討委員会」では、3つのWGの議論、検討内容を取りまとめることを想定している。特に、「推奨スマート保安キュービクル基準検討WG」の議論、検討結果を踏まえて、推奨スマート保安キュービクルの認定基準を検証するための「実証機的设计・製作」を行うことを想定している。また、「有力導入先の調査 / 事前相談」として、推奨スマート保安キュービクルの普及促進のため、多くの台数の導入が見込める事業者（ビル賃貸・管理事業者等）や建築事務所等の業界団体への働きかけの可能性を調査し、事前相談を行うことを想定している。

「推奨スマート保安キュービクル基準検討WG」では、推奨スマート保安キュービクルの認定基準を策定することを想定している。「センサー構成の設定」では、カメラや温度センサーによる現地点検の遠隔代替に必要なセンサー構成を具体化し、データ取得頻度、耐候性

能、2重保護の必要性等を含めた各センサーに対する要件の詳細化を行うことを想定している。「前提条件の設定」では、推奨スマート保安キュービクルの導入初期において保安水準を確保するため、センサー類が正常に運用可能と考えられる使用環境等を整理し、例えば豪雪地域等での屋外での使用を制限するといった検討を想定している。「キュービクル筐体条件の設定」では、フィルターや結露防止のヒーター等の、センサー類を良い状態で長く使い続けるための補助的な設備の検討や、現地確認頻度の低下に併せて更なる小動物(ヤモリ等)の侵入防止や防錆措置の必要性等を検討することを想定している。「付帯設備条件の設定」では、4.4にて検討を行った自家用電気工作物に対するサイバーセキュリティガイドラインに沿った対応を検討することを想定している。これらの検討を踏まえて「実証機的设计・製作」を行い、「遠隔監視装置実証実験 WG」、「遠隔監視用機器開発 WG」での検討結果を踏まえて認定基準を策定することを想定している。また、「運用上の要求事項の設定」では、推奨スマート保安キュービクルの認定基準とは別に、現地点検の際に現地表示値と遠隔での値が同一か確認する等のセンサーやネットワーク自体の健全性を随時確認する方法について検討することを想定している。

「遠隔監視装置実証実験 WG」では、「実証機での検証」と「協力サイト等での既存センサー検証」を想定している。これは、本事業で開催した「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」において「どの程度月次点検で確認している項目、対象をセンサー類で代替できるかを慎重に検討する必要がある。」、「不具合状態の検出可否といった様々な検討用のデータを数多く得る観点で、既設のキュービクルでの実証を併せて行う必要がある。」との有識者委員を踏まえたものである。

「遠隔監視用機器開発 WG」では、「各センサーの計測等代替の検討・検証」と「低コスト化に向けた新規センサーの仕様抽出・開発・検証」を想定している。これは、「月次点検で確認している項目・対象を、カメラ等を含むセンサーで直接的に代替するには、高度なセンサーが多数必要となり経済的な負担も大きい。カメラ画像以外のデータ分析等による間接的な監視により、設置するカメラ等のセンサーを必要最小限とする検討も必要。」、「普及を考えると、数十万程度の導入費用を目指してパッケージ化する必要がある。」との有識者委員を踏まえたものである。

需要設備の月次点検では、分電盤といった施設内の低圧設備の点検も併せて行われることが多い。そのため、キュービクルだけでなく、これらの点検の遠隔化も併せて検討する必要がある。例えば、低圧絶縁監視装置での監視による点検の遠隔化を検討することを想定している。

また、将来的には、推奨スマート保安キュービクルの導入初期において限定される使用条件の緩和を検討することや、既存のキュービクルへのセンサー導入による月次点検の遠隔化を検討することが考えられる。

3.4 太陽電池発電設備における今後のスマート保安技術普及促進のために必要な取組みの検討

太陽電池発電設備における今後のスマート保安技術導入促進のために必要となる取組みを検討した。スマート保安技術の導入有無に係わらず、太陽電池発電設備における保安管理の目的としては大きく以下の2つに分けられると考えられる。

- ✓ 公衆安全の確保：飛散・火災等含めた電気事故防止
- ✓ 供給責任の担保：電力の安定供給、事故時の迅速復旧

この2つの目的を前提としたうえで、スマート保安技術の導入の方向性を検討し、以下の3つに分類した。また、概要を図 3-6 に示す。

1. 現状の保安規程・点検項目をベースとした省力化

主に公衆安全を確保する観点から、点検の現場作業の合理化に資するスマート保安技術の導入により、点検の高度化・省力化を行う。スマート保安技術導入による直接的なメリットである点検の省力化効果は保安管理技術者が享受できると考えられ、保安管理技術者がスマート化を進める主体となると考えられる。

2. 遠隔監視及びデータ分析による早期発見・即時対応

主に安定供給・迅速復旧の観点から、設備稼働状況を示すデータを遠隔で取得・分析するスマート保安技術を導入し、不具合事象の早期発見を行う。スマート保安技術導入による直接的なメリットとして稼働率の向上が考えられるが、これは設置者（発電事業者）が享受できると考えられ、設置者がスマート化を進める主体となると考えられる。

3. 現地点検の遠隔代替

現在の点検項目について、カメラやその他センサー、遠隔監視装置等のスマート保安技術を導入し、月次点検の遠隔代替を行う。

以降では、スマート保安技術普及促進のための取組みについて、上記の3つの方向性に分けて検討結果を示す。

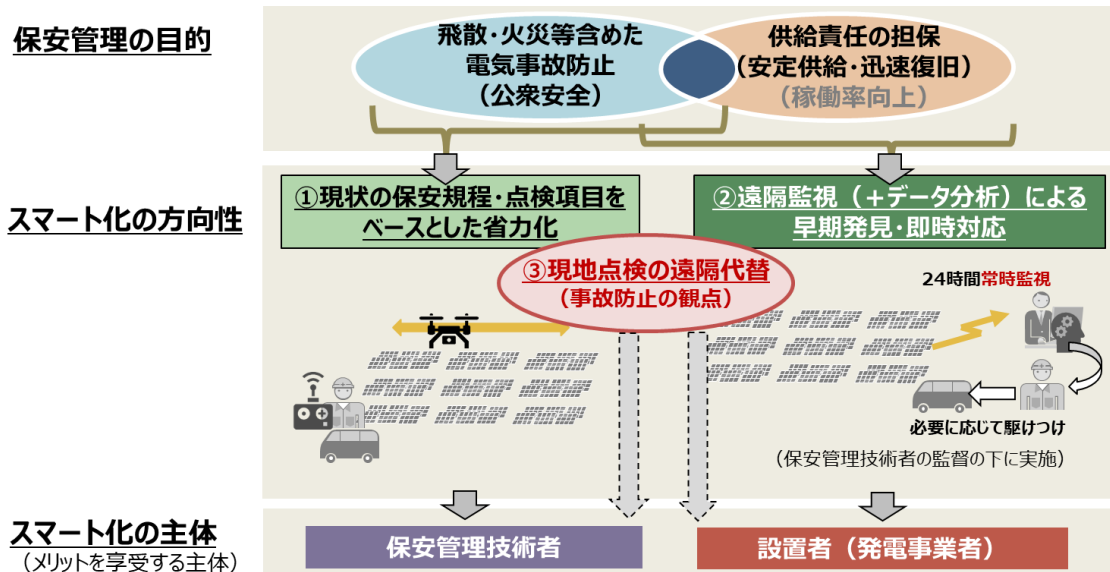


図 3-6 太陽電池発電設備におけるスマート保安技術導入の方向性

また、上記 3 つの方向性検討の前提として、現在の太陽電池発電設備における月次・年次点検項目の概要を図 3-7 に示す。このうち、月次点検項目については、外観や配線・各種機器の外観点検が主になっている。

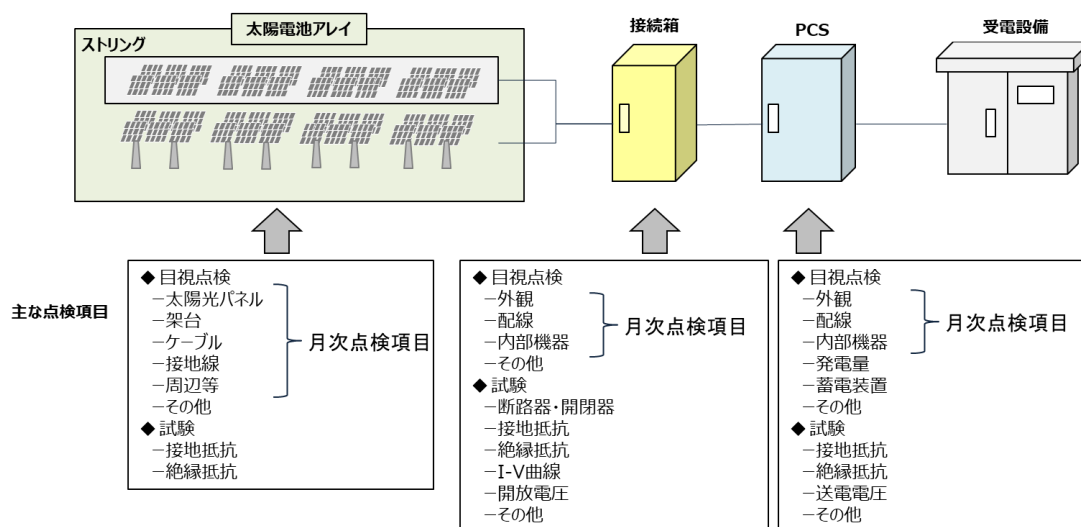


図 3-7 太陽電池発電設備における月次・年次点検項目

1) 現状の保安規程・点検項目をベースとした省力化

現場点検作業省力化に向けた段階と、具体的な実施内容の案を表 3-4 に示す。省力化に向けては、まず現状の点検項目をベースに、導入可能な技術を整理し、その省力化効果について試算・実証を通じた検証を行う必要があると考えられる。また、これら技術について、例えばドローン等では利用申請等の手続きが生じるため、技術導入に係る手続きを整理し、

マニュアル化・簡略化することにより、導入の枠組みを整備する必要があると考えられる。

導入効果の制度への反映に際しては、例えば将来的に導入効果の試算結果を基にした換算係数の見直しの検討を行うことが考えられる。また、現場点検業務の省力化効果が認められると判断される技術要件を策定し、それを第三者認定機関にて認定する制度を構築することにより、省力化に資するスマート保安技術の導入がしやすい環境が整備されることが考えられる。

表 3-4 現場作業省力化に向けた実施プロセス案

概要	スマート保安技術導入に向けた段階	具体的な実施内容（案）
技術・効果検討	技術導入による効果の検証・提示	✓ ドローンや画像診断ツール等、現場作業省力化に資する技術の整理。 ✓ 上記技術導入に伴う省力化効果の試算。 ✓ 実証試験を通じた検証。
導入枠組み整備	技術活用時の手続きの簡略化検討	✓ 技術導入に係る手続きの整理（ドローン利用申請等）。 ✓ 一連の手続きのマニュアル化、技術導入の枠組み整備。
導入効果の制度への反映	外部委託承認制度における換算係数低減 換算係数低減に伴う技術要件の検討	✓ 省力化効果の定量的な実証結果による、削減された点検時間に応じた換算係数の見直しの検討。 ✓ 点検項目・実証結果を基にした、削減効果が認められると判断される技術要件の策定。
導入しやすい環境整備	第三者認定等の活用検討	✓ 上記で策定した技術要件を基にした、各技術の認定制度の検討。また、必要に応じた第三者認定機関の設置等の検討。

2) 遠隔監視及びデータ分析による早期発見・即時対応

遠隔監視及びデータ分析技術導入に向けた段階と、具体的な実施内容の案を表 3-5 に示す。本方向性においては、スマート化の主体になると考えられる設置者側のインセンティブを明確にしなければ、技術導入が促進されないと考えられる。そのため、技術導入による効果検証を行う必要があると考えられる。例えば、遠隔監視による発電ロスの減少等、経済性への効果の算定が必要と考えられる。また、保安管理者目線での、遠隔監視技術を用いた常時監視等による点検精度向上の効果試算も、設置者における技術導入の判断材料になると考えられる。

導入の枠組み検討としては、遠隔監視項目として点検項目を標準化し、遠隔監視技術導入が容易となるよう制度構築を行う必要があると考えられる。また、技術認定制度等を活用し、

技術導入による設置者の経済的な効果を分かりやすくすることや、遠隔通信に係るネットワーク体制を例示すること等により、設置者にとって技術導入しやすい枠組みを整備することが効果的と考えられる。

制度への反映としては、遠隔監視技術の導入効果を月次点検の在り方に落とし込むことが想定される。既に導入されている遠隔監視技術での経済性・点検精度の検証を行い、その導入効果を基に月次点検の在り方を検討し、保安規程における点検内容の記載事項を検討することが考えられる。

遠隔監視技術による経済性・点検精度の効果は、太陽電池発電設備の規模に応じて異なってくると予想される。また、規模によって導入可能な遠隔監視技術のレベルも異なってくる。例えば、ストリング監視装置等は基本的には数 MW のメガソーラー等大規模発電設備への導入が前提になっており、小規模設備では採算が取れない可能性がある。実証を通じた効果検証では、太陽電池発電設備の規模に応じたベストプラクティスを明らかにすることが求められる。

表 3-5 遠隔監視技術導入に向けた実施プロセス案

概要	スマート保安技術導入に向けた段階	具体的な実施内容（案）
技術・効果検討	技術導入に伴う設置者目線での経済性調査 保安管理技術者目線での効果整理	✓ 遠隔監視による発電ロスの抑制といった設置者のインセンティブの明確化、それに伴う経済的なメリットの調査・整理。 ✓ 常時監視化による点検精度向上等、保安管理技術者目線での効果の整理。
導入枠組み整備	監視項目の標準化検討・第三者的な検証	✓ 遠隔監視項目の標準化等、遠隔監視技術導入が容易な環境の整備。 ✓ 標準化した項目に対する検証。
	技術認定等による設置者の導入促進策の検討 ネットワーク体制の検討	✓ 設置者の技術導入の助けとなる技術認定制度等の整備。 ✓ 設置者・保安管理技術者・データ管理者等の、遠隔監視ネットワーク当事者間の関係性の整理。
遠隔監視効果の検証	遠隔監視化による保安実態の検証	✓ 遠隔監視化による経済性・点検精度等効果の実証。
導入効果を制度に反映	月次点検の在り方を検討 保安規程における点検内容の記載事項検討	✓ 遠隔監視技術の点検精度や導入効果を基とした遠隔監視を前提とした場合の月次点検の在り方の検討。それにあわせた、遠隔監視化を行う場合の保安規程への記載事項の具体化。

3) 現地点検の遠隔代替

経済産業省「第4回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ」⁶において、太陽電池発電設備の月次点検の遠隔化についての検討がなされ、今後遠隔点検が的確に行えると判断された設備については、遠隔での月次点検が認められる見込みとなっている。特に、図 3-7 に示すように、月次点検項目はそのほとんどが目視点検となっており、監視カメラ等による直接的な代替が可能な見込みである。

一方で、目視点検項目は多種多様なことから、すべての目視点検項目をカメラで代替した場合、カメラの設置台数が非常に多くなる。そのため、目視点検項目をすべてカメラで直接代替する場合と、一部項目について数値データにより間接代替する場合の2つについて検討を行った。

ア) 点検項目の直接代替

図 3-8 に、目視点検項目をカメラ等で直接代替するイメージを示す。太陽電池アレイについては、主にパネル・架台・ケーブル及び周辺状況の目視点検が求められている。各太陽電池パネルについて、パネル監視用のカメラ及び架台・ケーブル監視用のカメラの設置が想定される。しかし、大規模設備になるとパネルの数が多く、各パネルにカメラを設置することが現実的ではないため、遠隔自律ドローンを用いたパネルの上方からの監視、遠隔自律ロボットによる架台・ケーブル類の監視を行うことも選択肢となりえる。

接続箱・PCS については、外観及び内部の各種機器の目視点検が求められており、各設備の外部と内部の必要箇所にカメラを設置することが想定される。

電圧・電流値については、SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) の導入により遠隔監視・データ取得が可能となる。

⁶ 経済産業省「第4回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ」、「資料5 電気保安人材を巡る課題の検討状況について」、
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/004_05_00.pdf、2021年3月25日閲覧

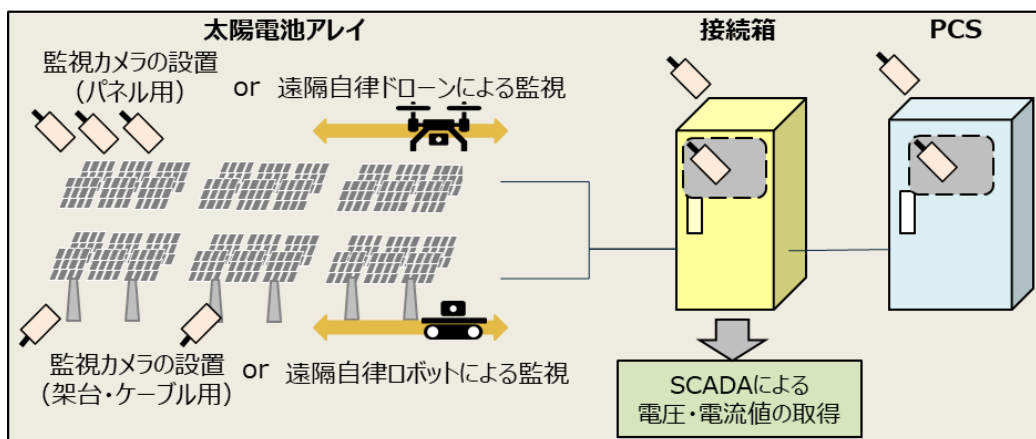


図 3-8 太陽電池発電設備の点検項目の直接代替の概要図

イ) 点検項目の間接代替

前項で示した直接代替では、太陽電池アレイ周辺及び接続箱・PCS 内外に大量のカメラの設置が求められるが、遠隔代替の普及を検討するうえではコストが高くなると考えられる。より実現性を高める方策として、電流値・電圧値、温度情報等の数値データから機器の状態を推測する間接代替が考えられる。

間接代替のイメージを図 3-9 に示す。太陽電池アレイについては、電気的な設備ではない架台部分はカメラもしくは自立走行ロボット等を活用した直接代替が必要であるが、パネル・ケーブルの状態については、SCADA により取得されたストリング単位での電流値・電圧値から状態をある程度推定することが可能と考えられる。また一部のストリング監視技術では、電流値・電圧値の推移から、パネル単位での故障原因の特定まで可能なものも存在する。接続箱・PCS 内部の機器については、絶縁監視装置の導入、温度測定器の導入により、異常動作の事前把握が可能になると見込まれる。

上記の場合、カメラの導入は架台周辺や接続箱・PCS 周辺等の限定された箇所のみとすることができる。点検項目の直接代替・間接代替案を表 3-6 に示す。

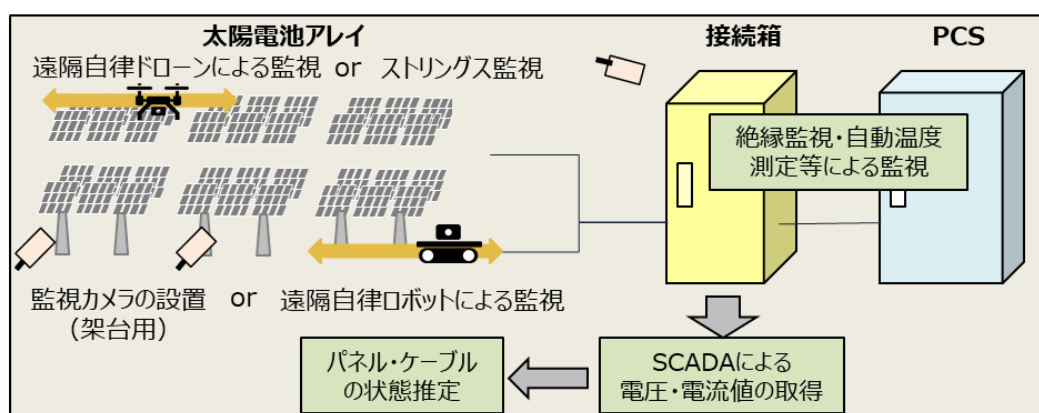


図 3-9 太陽電池発電設備の点検項目の間接代替の概要図

表 3-6 現地点検の遠隔代替案

点検箇所	点検項目	点検項目の直接代替	点検項目の間接代替
太陽電池アレイ	太陽電池パネル	カメラもしくはドローン	ドローンもしくはストリング監視装置
	架台	カメラもしくはロボット	カメラもしくはロボット
	接地線		
	周辺状況		
	ケーブル		ストリング監視装置
接続箱・PCS	外観	カメラ	カメラ
	配線		絶縁監視、温度測定等の数値データ
	内部機器		
電圧・電流		SCADA	SCADA

4. 外部委託承認制度における管理技術者・保安法人（保安業務従事者）の技能、知識を補完する研修カリキュラム案の検討

4.1 実務経験年数を研修により代替している事例の整理

保安全管理業務の外部委託を受託するために必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラムを検討するにあたって、類似事例の調査・整理を行った。

4.1.1 調査対象・方針

資格取得等における実務経験年数を研修等で代替している例として、「公認心理師」及び「介護福祉士」を選定し、研修内容・時間と代替可能な実務経験年数の対応関係を整理した。

4.1.2 調査手法

関連する公開文献の収集・整理を通じた机上調査を行った。

4.1.3 調査結果

(1) 公認心理師

a. 資格概要

公認心理師は、「公認心理師法」に基づく国家資格であり、文部科学大臣及び厚生労働大臣により指定された試験機関・登録機関等を通じて運用されている。同資格を有する者は、心理学に関する専門的知識及び技術を持ち、下記4つの業を行うことができる⁷。

- | |
|--|
| 一 心理に関する支援を要する者の心理状態を観察し、その結果を分析すること。 |
| 二 心理に関する支援を要する者に対し、その心理に関する相談に応じ、助言、指導その他の援助を行うこと。 |
| 三 心理に関する支援を要する者の関係者に対し、その相談に応じ、助言、指導その他の援助を行うこと。 |
| 四 心の健康に関する知識の普及を図るための教育及び情報の提供を行うこと。 |

出所) 一般財団法人 日本心理研修センター「2 資格制度の概要 (3) 法の内容」、http://shinri-kenshu.jp/support/examination.html#exam_001_anchor_03 (2021年3月11日閲覧) より引用。

b. 資格取得ルート

図 4-1 に公認心理師資格の取得ルートの全体像を示す。資格取得方法は、区分 A～C、D1、D2、E～G の計 8 ルートとなっている。なお、区分 D1、D2、E～G は制度改定に伴う特例措

⁷ 一般財団法人 日本心理研修センター「2 資格制度の概要」、http://shinri-kenshu.jp/support/examination.html#exam_001_anchor_03、2021年3月11日閲覧

置（経過措置）であるため、ここでは分析の対象外とする。

区分 A 及び区分 B を比較すると、区分 B では 4 年制大学卒業後に一定期間以上の実務経験を求めているが、区分 A ではその実務経験期間を「大学院での所定の科目の履修」で代替している。

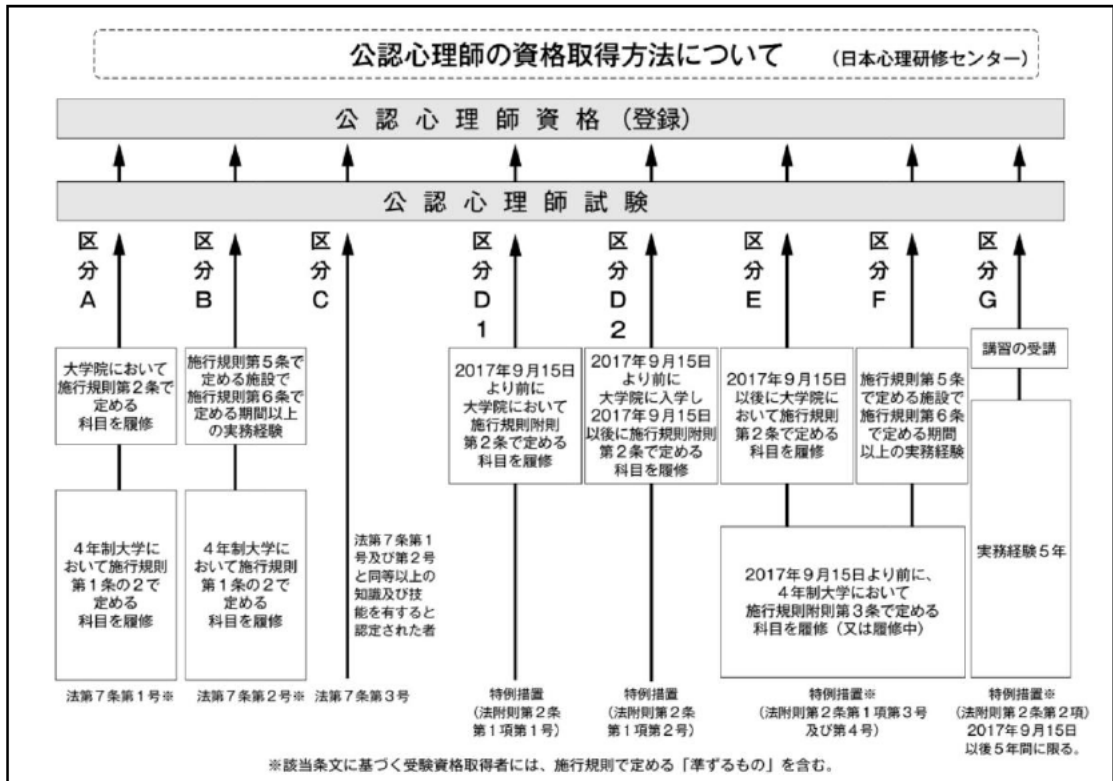


図 4-1 公認心理師の資格取得ルート

出所) 一般財団法人 日本心理研修センター「3 受験資格取得ルート」、http://shinri-kenshu.jp/support/examination.html#exam_001_anchor_03（2021 年 3 月 11 日閲覧）より引用。

区分 B では、4 年制大学における科目履修後、表 4-1 に示す施設での「2 年以上の実務経験」が条件となっている。

表 4-1 実務経験施設（公認心理師）

#	科目名
1	学校
2	裁判所
3	保健所又は市町村保健センター
4	障害児通所支援事業若しくは障害児相談支援事業を行う施設、児童福祉施設又は児童相談所
5	病院又は診療所
6	精神保健福祉センター
7	救護施設又は更生施設
8	福祉事務所又は市町村社会福祉協議会
9	婦人相談所又は婦人保護施設
10	知的障害者更生相談所

#	科目名
11	広域障害者職業センター、地域障害者職業センター又は障害者就業・生活支援センター
12	老人福祉施設
13	無業青少年の職業生活における自立を支援するための施設
14	労働者に対する健康教育及び健康相談その他労働者の健康の保持増進を図るため必要な措置を講ずる施設
15	更生保護施設
16	介護療養型医療施設又は介護老人保健施設若しくは地域包括支援センター
17	刑務所、少年刑務所、拘置所、少年院、少年鑑別所、婦人補導院若しくは入国者収容所又は地方更生保護委員会若しくは保護観察所
18	国立児童自立支援施設
19	ホームレス自立支援事業を行う施設
20	独立行政法人国立重度知的障害者総合施設のぞみの園
21	発達障害者支援センター
22	障害福祉サービス事業、一般相談支援事業若しくは特定相談支援事業を行う施設、基幹相談支援センター、障害者支援施設、地域活動支援センター又は福祉ホーム
23	認定こども園
24	子ども・若者総合相談センター
25	地域型保育事業を行う施設
26	1.から25.の施設に準ずるものとして文部科学大臣及び厚生労働大臣が認める施設

出所) 下記を基に株式会社三菱総合研究所作成

厚生労働省「公認心理師法施行規則」、

https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=80ab6108&dataType=0&pageNo=1、2021年3月11日閲覧

一般財団法人 日本心理研修センター「3 受験資格取得ルート」、

http://shinri-kenshu.jp/support/examination.html#exam_001_anchor_03、2021年3月11日閲覧

実務経験の代替にあたり、区分 A で定められている履修科目の内容を表 4-2 に示す。計 10 科目のうち 1 科目は実習（「心理実践実習」）となっており、実習時間については「450 時間以上」という指定がある。

この点より、実務経験の代替にあたっては、座学のみならず実習も取り入れることで、実践力の担保を図っていることが示唆される。

表 4-2 実務経験の代替にあたり大学院において履修が必要となる科目（公認心理師）

#	科目名
1	保健医療分野に関する理論と支援の展開
2	福祉分野に関する理論と支援の展開
3	教育分野に関する理論と支援の展開
4	司法・犯罪分野に関する理論と支援の展開
5	産業・労働分野に関する理論と支援の展開
6	心理的アセスメントに関する理論と実践
7	心理支援に関する理論と実践
8	家族関係・集団・地域社会における心理支援に関する理論と実践
9	心の健康教育に関する理論と実践
10	心理実践実習(実習の時間が四百五十時間以上のものに限る。)

出所) 下記を基に株式会社三菱総合研究所作成

一般財団法人 日本心理研修センター「3 受験資格取得ルート」、http://shinri-kenshu.jp/support/examination.html#exam_001_anchor_03、2021 年 3 月 11 日閲覧

公益社団法人 日本精神科病院協会「公認心理師資格についての Q&A」、
<https://www.nisseikyoo.or.jp/images/education/kenshuukai/kouninshinrishi/QA20171004.pdf>、2020 年 6 月 17 日
 閲覧

(2) 介護福祉士

a. 資格概要

介護福祉士は、「社会福祉及び介護福祉法」に基づく国家資格であり、厚生労働大臣により指定された試験機関・登録機関を通じて運用されている。同資格を有する者は、専門的知識及び技術を持って、身体上又は精神上の障害があることにより日常生活を営むのに支障がある者に対して、心身の状況に応じた介護を行い、またその者及びその介護者に対して介護に関する指導を行うことができる⁸。

b. 資格取得ルート

図 4-2 に介護福祉士資格の取得ルートの全体像を示す。資格取得方法は、大きく分けて「養成施設ルート」、「実務経験ルート」、「福祉高校系ルート」、「経済連携協定 (EPA) ルート」の計 4 ルートとなっている。

「実務経験ルート」と「福祉系高校ルート」を比較すると、「実務経験ルート」では「3 年以上の実務経験」と研修が求められているが、「福祉系高校ルート」では「新カリキュラム」の履修のみで代替している。

⁸ 厚生労働省「介護福祉士の概要」、

https://www.mhlw.go.jp/kouseiroudoushou/shikaku_shiken/kaigohukushishi/、2021 年 3 月 11 日閲覧

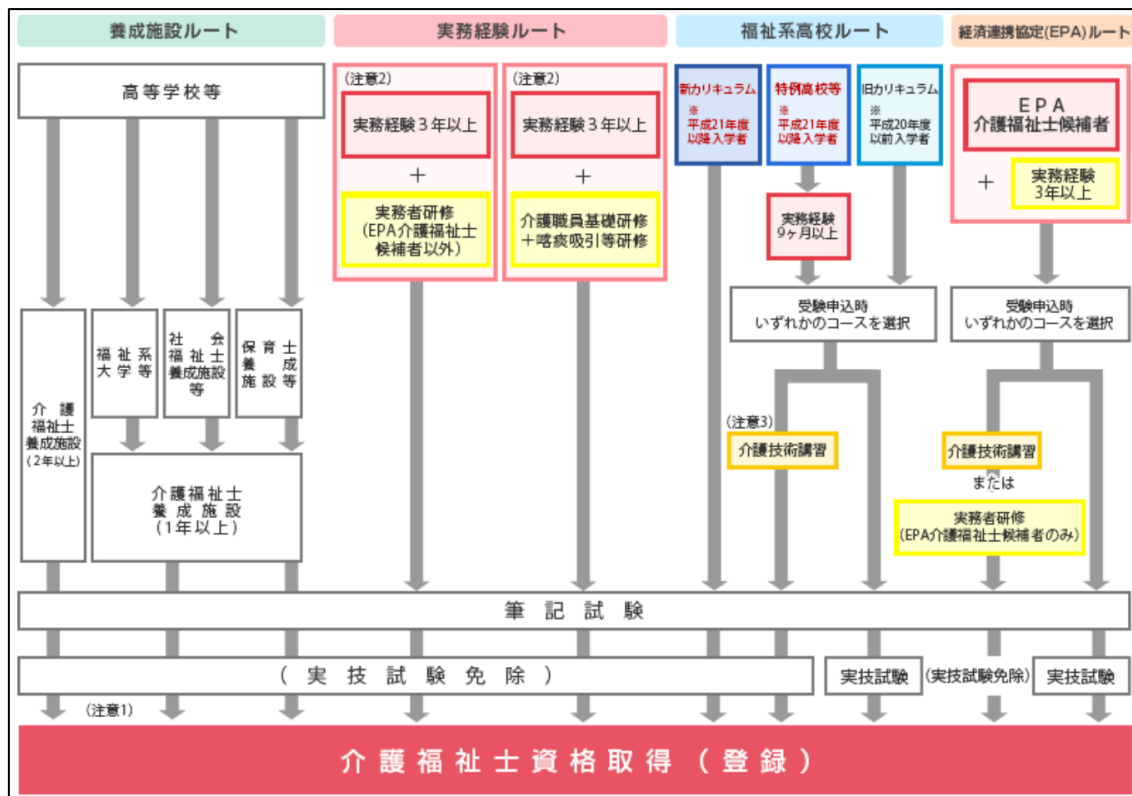


図 4-2 介護福祉士の資格取得ルート

出所) 公益財団法人 社会福祉振興・試験センター「介護福祉士国家試験 / 受験資格(資格取得ルート図)」、<http://www.sssc.or.jp/kaigo/shikaku/route.html> (2021年3月11日閲覧)より引用。

「実務経験ルート」では、「3年以上の実務経験」に加えて、「実務者研修(合計450時間)」の履修が必要となる。なお、関連する各種資格を保有する者は、同研修のうち一部の科目の履修が免除される。「実務者研修」のカリキュラム及び各種資格により免除される科目を表4-3に示す。

表 4-3 実務者研修カリキュラム及び履修免除の対象となる資格（介護福祉士）

#	科目名	時間数	履修免除の対象となる資格				
			介護職員 初任者 研修	訪問介護員研修			介護職員 基礎研修
				1 級	2 級	3 級	
1	人間の尊厳と自立	5	-	-	-	-	-
2	社会の理解Ⅰ	5	-	-	-	-	-
3	社会の理解Ⅱ	30	○	-	○	○	-
4	介護の基本Ⅰ	10	-	-	-	○	-
5	介護の基本Ⅱ	20	○	-	-	○	-
6	コミュニケーション 技術	20	○	-	○	○	-
7	生活支援技術Ⅰ	20	-	-	-	-	-
8	生活支援技術Ⅱ	30	-	-	-	○	-
9	発達と老化の理解Ⅰ	10	○	-	○	○	-
10	発達と老化の理解Ⅱ	20	○	-	○	○	-
11	認知症の理解Ⅰ	10	-	-	○	○	-
12	認知症の理解Ⅱ	20	○	-	○	○	-
13	障害の理解Ⅰ	10	-	-	○	○	-
14	障害の理解Ⅱ	20	○	-	○	○	-
15	こころとからだのしくみⅠ	20	-	-	-	○	-
16	こころとからだのしくみⅡ	60	○	-	○	○	-
17	介護過程Ⅰ	20	-	-	-	○	-
18	介護過程Ⅱ	25	○	-	○	○	-
19	介護過程Ⅲ	45	○	○	○	○	-
20	医療的ケア	50	○	○	○	○	○
	合計	450	320	95	320	420	50
	免除時間数	-	130	355	130	300	400

出所) 下記を基に株式会社三菱総合研究所作成

厚生労働省「実務者研修認定ガイドライン（平成 24 年 5 月）」、

https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/seikatsuhogo/care/dl/care_11.pdf、2021 年 3 月 11 日閲覧

「実務経験ルート」では、「3 年以上の実務経験」に加えて「介護職員基礎研修」及び「喀痰吸引等研修」の履修により取得する方法もある。表 4-4 に「喀痰吸引等研修」のカリキュラムを示す。なお、「介護職員基礎研修」は既に廃止されているため詳細は割愛する。

表 4-4 喀痰吸引等研修カリキュラム（介護福祉士）

#	形式	科目名	時間数（回数）
1	講義	人間と社会	1.5
2		保健医療制度とチーム医療	2.0
3		安全な療養生活	4.0
4		清潔保持と感染予防	2.5
5		健康状態の把握	3.0
6		高齢者及び障害児・者の喀痰吸引概論	11.0
7		高齢者及び障害児・者の喀痰吸引概論実施 手順解説	8.0
8		高齢者及び障害児・者の経管栄養概論	10.0
9		高齢者及び障害児・者の経管栄養実施手順 開設	8.0
10		筆記試験	1.0
-		合計	50.0
11	演習	喀痰吸引・口腔内	(5 回以上)
12		喀痰吸引・鼻腔内	(5 回以上)
13		喀痰吸引・気管カニューレ内部	(5 回以上)
14		経管栄養・胃ろう又は腸ろう	(5 回以上)
15		経管栄養・経鼻経管栄養	(5 回以上)
16		救急蘇生法	(1 回以上)
17	実地研修	喀痰吸引・口腔内	(10 回以上)
18		喀痰吸引・鼻腔内	(20 回以上)
19		喀痰吸引・気管カニューレ内部	(20 回以上)
20		経管栄養・胃ろう又は腸ろう	(20 回以上)
21		経管栄養・経鼻	(20 回以上)

出所) 下記を基に株式会社三菱総合研究所作成

「喀痰吸引等研修～研修課程（2）～」、厚生労働省、

https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/seikatsuhogo/tannokyuuin/dl/4-1-1-1.pdf、2021 年
3 月 11 日閲覧

実務経験の代替にあたり、「福祉高校系ルート」で定められている履修科目の内容を表 4-5 に示す。公認心理師と同様、演習（「介護総合演習」）や実習（「介護実習」）も取り入れることで、実践力の担保を図っていることが示唆される。

表 4-5 「福祉系高校ルート」で定められている履修科目（介護福祉士）

#	科目名	単位数
1	社会福祉基礎	4
2	介護福祉基礎	5
3	コミュニケーション技術	2
4	生活支援技術(医療的ケアを含む)	10
5	介護課程	4
6	介護総合演習	3
7	介護実習	13
8	こころとからだの理解	8
9	人間と社会に関する選択科目	4
	合計	53 (1855 時間 ⁹)

出所) 下記を基に株式会社三菱総合研究所作成

公益財団法人 社会福祉振興・試験センター「福祉系高校 新カリキュラム（平成 21 年度以降入学者）」、http://www.sssc.or.jp/kaigo/shikaku/k_03.html、2021 年 3 月 11 日閲覧

⁹ 1 単位時間を 50 分とし、35 単位時間の授業を 1 単位として計算するものとするを標準とし、算出した場合。

(3) まとめ

公認心理師及び介護福祉士の事例について、それぞれ設定されている①実務経験年数と②実務経験を代替可能な研修カリキュラムの時間数（科目数）を比較し、③実務経験 1 年を代替する研修の時間数の目安を算出した。結果を表 4-6 に示す。

表 4-6 実務経験年数を代替する研修カリキュラムの時間数（公認心理師・介護福祉士）

資格名	①実務経験年数	②実務経験を代替可能な研修カリキュラムの時間数（科目数）	③実務経験 1 年を代替する研修の時間数の目安
公認心理師	<u>2 年以上の実務経験</u>	大学院における認定 <u>10 科目</u> の履修 ※うち <u>450 時間以上の実習を含む</u>	<u>630 時間</u> ※実習以外の認定科目について、1 科目＝2 単位、1 単位＝45 時間とした場合
介護福祉士	実務経験 <u>3 年以上</u> ＋研修 <u>450 時間</u> ※関連資格・研修受講有無により、実務研修は一部免除となる場合あり	高等学校における認定科目計 <u>1855 時間</u> の履修	<u>468 時間</u> ※実務経験 3 年以上＋研修 450 時間で算出した場合
	実務経験 <u>3 年以上</u> ＋講義 <u>50 時間</u> ＋ <u>演習</u> ＋ <u>実地研修</u>		

出所) 前段の調査結果を基に株式会社三菱総合研究所作成

上記を踏まえて、既存の他事例においては、実務経験 1 年あたり 468～630 時間分の研修で代替しているということが分かった。

ただし、いずれの資格についても、研修実施主体は教育機関（公認心理師：大学院、介護福祉士：高等学校）であり、研修の受講完了までに要する期間はおよそそれぞれ定められている実務経験年数に相当している点には留意が必要である。これら 2 つの資格制度における実務経験の代替については、「資格取得プロセスの効率化」というよりは「（高等学校や大学院で身に付く）専門性に対する評価」という意味合いの方が強いものと推測される。

4.2 スマート保安技術が適用・普及する際の研修カリキュラム案の検討

スマート保安技術が適用・普及する際に必要となると考えられる研修カリキュラムの案を、経済産業省電力安全課において検討された電気主任技術者の外部委託において必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラムに追加する形で検討し整理した。

4.2.1 調査対象・方針

スマート保安技術が適用・普及する際に必要となると考えられる研修カリキュラムについて、1～2 日間程度で実施可能な内容・分量であることを念頭に調査・検討を行った。また、研修カリキュラム案を圧縮し、1～2 時間程度のセミナー形式にて実施することを想定

した場合の講習項目の併せて検討し整理した。

なお、本検討においては、本事業の他の実施項目と同様に、「スマート保安技術」として主に「遠隔監視技術（主に需要設備向け）」「現地作業効率化技術（主に太陽電池発電設備向け）」の2点に着目した。

4.2.2 調査手法

主に下記2点の方法で調査を行った。

- ① 関連する公開文献の収集・整理を通じた机上調査
- ② 保安法人や有識者へのヒアリング

①関連する公開文献の収集・整理を通じた机上調査については、主に下記の文献を参照した。

表 4-7 研修カリキュラム案の検討における参考文献等

#	文献名	主な参照内容
1	JPCERTCC (2018) 「工場における産業用 IoT 導入のためのセキュリティファーストステップ ～産業用 IoT を導入する企業のためのセキュリティガイド～」	・ 産業において IoT を導入する際に、情報セキュリティの観点より、現場従事者が理解しておくべき項目・内容の参考とした。
2	一般社団法人日本能率協会 (JMA) 「IoT/AI 人材育成講座」	・ 製造現場等への IoT/AI 導入にあたり習得すべきスキルの考え方や、研修/講座の設計の参考とした。

出所) 株式会社三菱総合研究所作成

②保安法人や有識者へのヒアリングについては、保安法人1社に対して実施した他、本事業の他の調査項目において実施したヒアリング結果についても適宜活用することとした。

4.2.3 調査結果

(1) 必要となる知識・スキルの整理

カリキュラム案の検討にあたり、まずは電気主任技術者が関与する業務項目ごとに、スマート保安技術導入の観点より「必要となる知識・スキル」を整理した。なお、業務項目については、ヒアリングで得られた示唆も踏まえ、「保安規程に必要な記載内容（電気事業法施行規則 第50条）」を基に抽出した。整理結果を表 4-8 に示す。

表 4-8 スマート保安技術導入の観点より必要となる知識・スキル

業務項目	必要となる知識・スキル	
	詳細項目	概要
前提知識	業務の全体概要	・ スマート保安業務の実施にあた

業務項目	必要となる知識・スキル	
	詳細項目	概要
	関連法令	り必要となる前提知識。
保安業務の実施	準備事項	・ スマート保安業務の実施にあたり、事前に必要となる準備、点検用機器に関する知識。 ・ 実際の点検実務の流れや異常検知時対応等の具体的な実務の内容。
	センサー等の取扱方法	
	監視・診断方法	
	監視・診断結果の管理方法	
	異常検知時の対応	
災害、非常時の対応	災害・非常時等の遠隔地からの対応	a 災害・非常時等の遠隔地からの対応事項等。
情報セキュリティ	情報セキュリティの体制・環境	b 電気主任技術者として把握すべき情報セキュリティの体制・環境（ネットワークのパターン等）、対策内容（機器における対策、データ管理における対策等）。
	想定される脅威・リスク	
	具体的な対策内容	

出所) 株式会社三菱総合研究所作成

(2) 研修カリキュラム案の検討

前段で整理した「必要となる知識・スキル」について、机上調査やヒアリング・WGの場で保安法人や有識者等から得られた情報・意見を基に「研修項目」及び「講習内容」として詳細化し、研修カリキュラム案を作成した。

作成にあたっては、WGにていただいた意見も反映させた。主な意見は以下のとおり。

【必要な知識・スキルについて】

- ・ 今後は電気主任技術者においても、データを読み取るスキルが求められるようになるのではないかと。また、AIの活用が進む中で、自動予知に係る知識・スキル等も、将来的には必要になるのではないかと。
- ・ 統計学の基礎等、ビッグデータ解析に関連する知識・スキルを検討に含めるべきだと考えている。定期的な目視点検と比べ、遠隔監視では常に情報を取得する状態になる。そのような状況でのデータ解析スキルが重要となる。また、取得したデータを踏まえたトレンド管理も重要である。これらの知識・スキルの習得、あるいは解析作業を簡易化するようなアプリケーションの開発が必要となるのではないかと。
- ・ 遠隔監視の導入が進んだとしても、現場を知らないとデータを見ても正確な分析・予測ができない。現場における基礎的な知識等は必要不可欠であると考えている。
- ・ 現場作業員への負担軽減のため、情報セキュリティに関する内容はできる限り基礎教育にとどめる等、簡素化する方針で進めていただきたい。情報セキュリティの専門的な部分については、別途専門人材を確保するような体制を考えるべきである。
- ・ 基準検討とも共通するが、どのような通信路でデータを伝送するのか、そのパターンアーキテクチャによって必要な知識も異なる。ネットワークのパターンアーキ

- テクチャを明確化できると、より具体的に議論を進められるのではないか。
- ・ スマート保安に関しては、外部委託される人は、現時点では経験したことがないと思う。スマート保安に関する研修は、どんどん行えばよいと思うが、時間の問題もあるため最小限として、その他のところで研修を充実するべきであると思う。

必要な知識・スキルの詳細化にあたっては、上記 WG 意見にもあったとおり「データ分析のための知識・スキル」を確実に含めたうえで、「情報セキュリティに関連する知識・スキル」については、基礎的なものを必要最低限の範囲で含める方針とした。

また、研修カリキュラム案においては、各研修項目について想定される「時間数」や「講師の条件」や、経済産業省電力安全課において検討された保安管理業務の外部委託を受託するために必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラムとの対応も併せて整理を行った。整理結果の詳細は巻末の添付資料「スマート保安技術が適用・普及する際の研修カリキュラム案」を参照のこと。

(3) セミナー形式とする場合の実施項目の検討

前段で検討した研修カリキュラム案の項目・内容のうち、1～2 時間のセミナー形式で紹介する場合に取り扱うべき項目について、その「目的」及び「セミナー内での説明方針」と共に整理を行った。整理結果を表 4-9 に示す。

表 4-9 セミナー項目案

#	項目	内容	目的	セミナー内での説明方針
1	スマート保安の知識	a スマート保安の目的 b スマート保安システムの全体像、代替技術の概要 c スマート保安に関わるステークホルダー	スマート保安に関する基本概念・全体像の理解、留意すべき法令の理解	研修カリキュラム案で整理した項目・講習内容に基づき、セミナー内で詳細に説明。
2	関連法令の知識	a スマート保安導入の前提となる法令等（電事法及び技術基準・解釈） b その他留意すべき関連法例等（サイバーセキュリティガイドライン、航空法及び関連条例、小型無人機等飛行禁止法、電波法令、ドローン		
3	スマート保安技術導入にあたり習得すべき知識・実務	a スマート保安関連機器の知識 b スマート保安における監視・診断の実務 c スマート保安における事故応動の実務 d スマート保安における情報セキュリティの知識	スマート保安を導入するにあたり習得すべき知識・実務項目の全体像の把握	各電気主任技術者において、今後自主的に勉強いただく際の参考としていただくことを想定し、項目レベルでの紹介にとどめる。

出所) 株式会社三菱総合研究所作成

また、第 4 回 WG の場でセミナー形式での実施の検討結果を報告したところ、委員より概ね賛同を得ることができた。

【セミナー形式での実施について】

- ・ 実務経験の代替講習に対しては、1 週間の短い講習で 2 年間の実務経験を本当に短縮できるのかという意見も聞いている。そのことを踏まえると、この 1 週間の講習に加えて、スマート保安の内容を更に入れ込むのは困難と感じる。スマート保安を導入するには、主任技術者セミナーを通じて、メリットを周知させていく必要がある。そのような形で、実務経験の代替講習以外の部分に取り込んでいくべきかと思う。

- ・ スマート化については、様々な方法が考えられる。ある方法に決め打ちするのではなく、セミナーを通じて様々な事例を提示していくことが重要である。またスマート保安技術自体、年々進歩していくものであるため、適宜最新情報を取り入れながら、共有していく必要がある。
- ・ セミナー形式での実施に賛成である。現在の実務経験の代替講習に入れ込むのは困難である。セミナーの内容について、法令の内容より、スマート保安技術導入にあたっての知識・実務の方が聴衆の関心が高いと思われる。法令の内容と技術的な内容を半々程度で構成した方が、最新の動向等をつかむうえでも効果的かと思う。また、時間も1～1時間半程度とするのがよいと考える。

4.3 サイバーセキュリティ上のリスクとその対策の検討

スマート保安技術の導入において懸念される、サイバーセキュリティ上のリスクとその対策について検討した。検討においては、保安法人4社と、太陽電池発電設備の遠隔監視サービスを提供する事業者3社にヒアリング、アンケート調査を行った。また、公的研究機関1か所及び有識者委員にも意見を伺った。

アンケート、ヒアリング調査では、下記のような内容で質問を行った。

①設備の遠隔監視に係るネットワーク構成の現状

- ・ 遠隔監視や遠隔制御の有無。
- ・ 携帯電話回線、インターネット回線等の外部ネットワークとの接続の有無。
- ・ サイバーセキュリティ対策の実施の有無。

②今後、遠隔監視技術が導入されることを想定した場合のサイバーセキュリティ

- ・ 想定される遠隔監視・制御の内容（どの設備・装置を遠隔監視・遠隔制御するか）。
- ・ 遠隔監視・制御におけるデータ通信（内部ネットワーク、外部ネットワーク）。
- ・ サイバー攻撃における侵入箇所、攻撃先、攻撃を受けた場合に想定される被害。
- ・ 必要となるサイバーセキュリティ対策。

4.3.1 遠隔監視・制御技術の導入において必要となるネットワークの構成

遠隔監視・制御技術の導入において必要となるネットワークの構成について、ヒアリング、アンケート調査を踏まえて現状と将来の想定に分けて整理を行った。

需要設備におけるネットワーク構成の全体像の一例を図 4-3、図 4-4、図 4-5 に示す。需要設備においては、現在多くの設備で低圧絶縁監視・デマンド監視が行われている。ネットワークの構成として通信事業者が提供する専用の携帯電話回線を用いている例がある。監視装置の運用においては、ソフトウェア更新のためネットワークを通じた監視装置への操作が行われる場合がある。なお、今回の調査においては、ウイルスの侵入やデータ改ざんといったサイバー攻撃を受けている事例は確認できていない。

現場での月次点検を遠隔で代替できるだけのセンサーが設置された「推奨スマート保安キュービクル」の導入においては、マルチメーターやセンサーからの情報を取得し、かつセンサーに対する指示・操作を行うためのネットワークが必要になると考えられる。図 4-4、

図 4-5 では、これを現在の常時監視のためのネットワークとは別に準備することを想定している。また、図 4-5 は取得データの項目や量の増加に伴う遠隔監視データの取りまとめ、解析を行う専門事業者の参入の可能性を考慮したものとしている。図 4-4、図 4-5 のようにネットワーク構成要素が増加することで、各種センサーや端末に対する誤操作、ウイルス感染、物理的脅威、通信妨害、盗聴、改ざんといったサイバーセキュリティ上のリスクが今後新たに生じる可能性がある。

現状の需要設備におけるネットワーク構成では、需要設備そのものに対する制御を遠隔から行う仕組みにはなっていない。そのため、スマート保安キュービクル導入時のネットワーク構成においても需要設備そのものへの遠隔制御を想定していない。この場合、需要設備の不正操作といったリスクはないと考えられる。



図 4-3 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（現状）

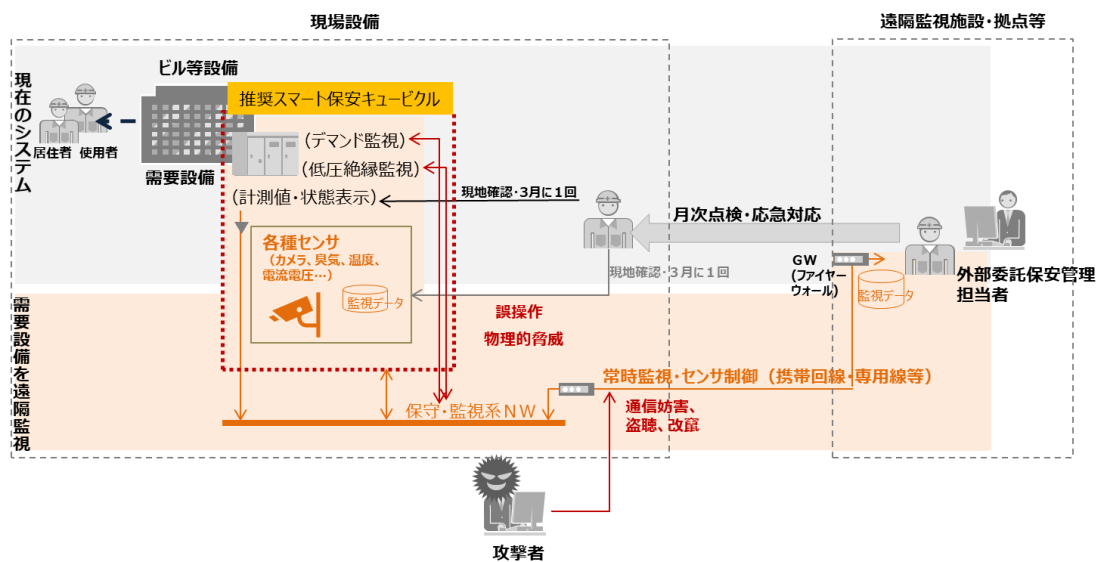


図 4-4 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（スマート保安キュービクルの導入
①）

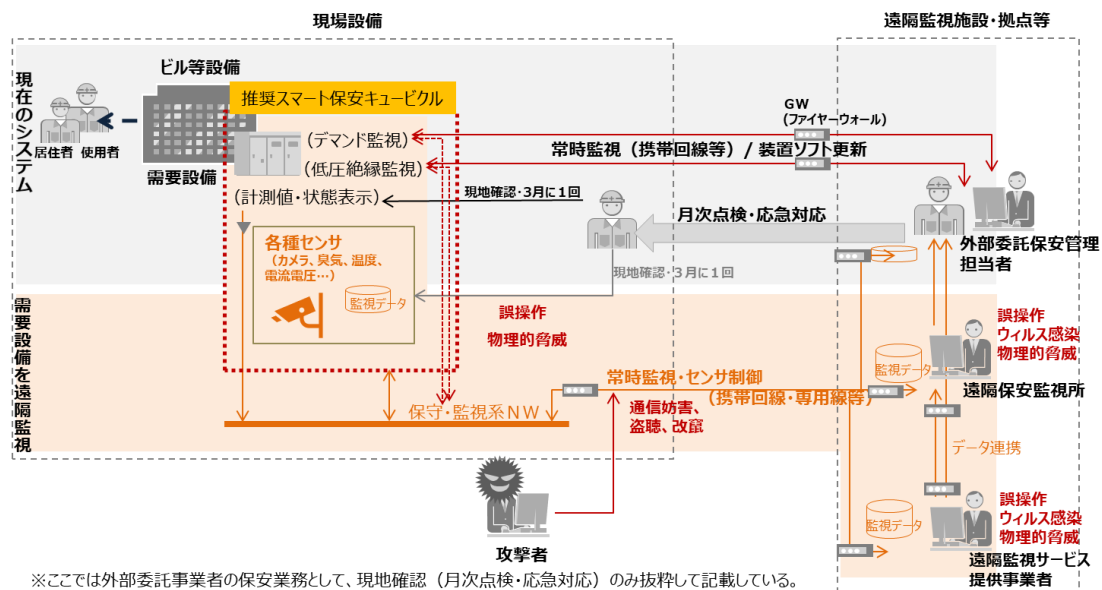


図 4-5 需要設備におけるネットワークの全体像の一例（スマート保安キュービクルの導入
②）

太陽電池発電設備におけるネットワーク構成の全体像の一例を図 4-6、図 4-7 に示す。太陽電池発電設備においては、現在様々な遠隔監視サービスが提供されており、保安管理担当者へのアラート送信等も行われている。太陽電池発電設備では、需給バランスの維持等を目的とした出力抑制（出力制御）¹⁰が行われることがあるが、出力抑制への対応の方法は、2015 年 1 月に施行された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則の一部を改正する省令」以前の主に PCS の現地操作を想定した旧ルールと、2015 年 1 月以降の PCS の自動制御を想定した新ルールで異なっており、ネットワーク構成も異なっている。図 4-6 に示す旧ルールに対応したネットワーク構成では、当初現場にて出力抑制のための PCS の操作が行われていたが、図 4-6 のように保安法人や遠隔監視サービス事業者によって、設置者が遠隔で出力抑制のための PCS の操作ができるサービスが提供されている。一部の地域では、旧ルールでの出力抑制操作の遠隔化に加えて、太陽電池発電設備側の不具合によらない系統側の問題による PCS の停止に対する現場復帰操作の遠隔化も行われている。一方で、図 4-7 に示す新ルールに対応したネットワーク構成では、PCS が直接電力会社のサーバーと通信し出力抑制スケジュールを読み込むことで出力抑制が行われている。この場合、太陽電池発電設備側の不具合によらない系統側の問題による PCS の停止に対する現場復帰操作の遠隔化を行うためには、別途ネットワークが必要になると考えられる。

なお、これらのネットワーク構成はあくまで一例であり、保安法人や個人の電気主任技術者によって図 4-6、図 4-7 とは異なるネットワークを構築している場合がある。

¹⁰ 経済産業省 資源エネルギー庁「なるほど！グリッド / 出力制御について」、
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saie/enecho/grid/08_syuturyokuseigyo.html、2021 年 3 月 25 日閲覧

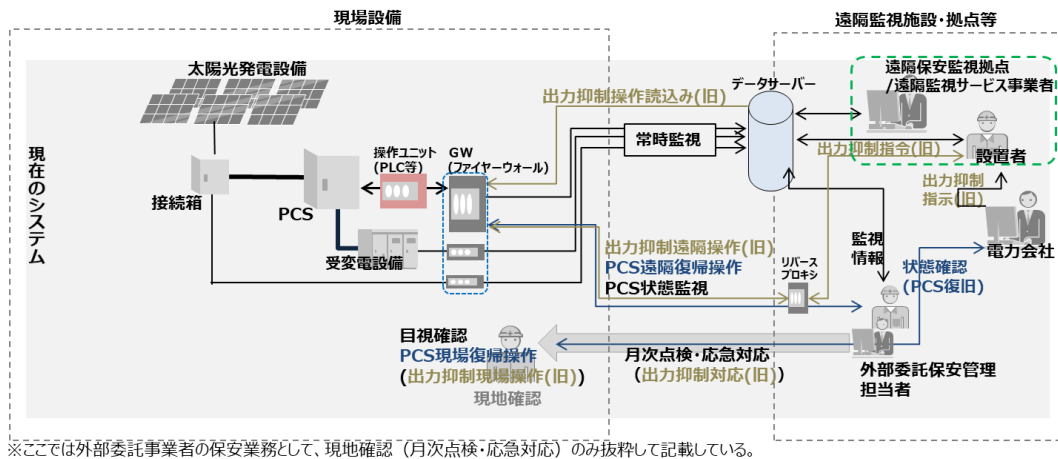


図 4-6 太陽電池発電設備におけるネットワークの全体像の一例（出力抑制旧ルール）

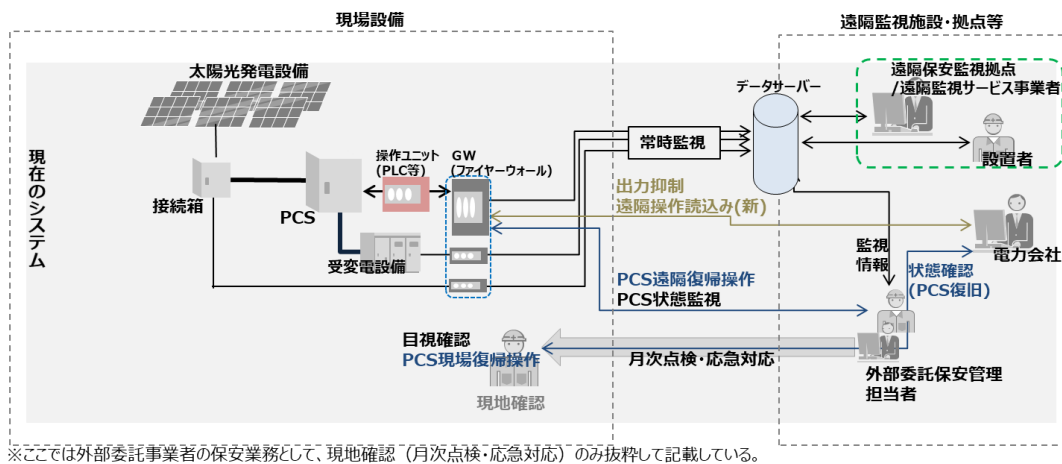


図 4-7 太陽電池発電設備におけるネットワークの全体像の一例（出力抑制新ルール）

表 4-10 にアンケート、ヒアリング調査を基に整理した、現状において実施されているセキュリティ対策の一例を示す。データ改ざん、情報漏洩、通信妨害といった被害を避けるため、インターネット VPN、IP-VPN が使用されている例があった。また、ルータ・ゲートウェイのデフォルト設定の変更、各種端末へのウイルス対策ソフトのインストール、ファイアーウォールの設定といった基本的な対策が行われている。

表 4-10 現状において実施されているセキュリティ対策の一例

想定される脅威	想定される被害	対策の概要	備考
通信サービス（インターネット）からの不正アクセス	- データ改ざん - 情報漏洩 - 通信妨害（データ伝送の遮断/遅延）	インターネット VPN	インターネットを使用するため、外部からの侵入リスクがある。回線混雑の影響あり。
		IP-VPN（閉域 VPN）	通信事業者が保有する回線を使用。
管理者・設置者端末等のアクセスポイントからの侵入	- データ改ざん - 情報漏洩 - 不正操作、誤動作	ルータ・ゲートウェイのデフォルト設定（ポート番号、ログイン ID）の変更	発電事業所構内の無線 NW 等への適用を含む。
		各種端末（PC 等）へのウイルス対策ソフトのインストール	—
		ファイアーウォールの設定（GW、リバースプロキシ）	—

4.3.2 サイバーセキュリティ上の脅威とその波及影響・対策案

アンケート、ヒアリング調査の結果、及び 4.3.1 にて整理したネットワーク構成を踏まえて、サイバーセキュリティ上の脅威とその波及影響の洗い出しを行い、サイバーセキュリティ上の脅威に対する対策案を検討した。

(1) サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）が公開している「制御システム セーフティ・セキュリティ要件検討ガイド（ケーススタディ編）」^{11,12}に示される「脅威の識別（脅威の観点例）」に基づいて、ネットワークを活用したスマート保安における脅威の観点とリスクの例を表 4-11 に整理した。需要設備における低圧絶縁監視装置での遠隔監視等、通信回線を用いて自家用電気工作物を遠隔で監視する場合においては、インターネットからの不正アクセス、管理者・設置者端末等のアクセスポイントからの侵入といったサイバー攻撃によって、データの改ざん、情報漏洩、通信妨害（データ伝送の遮断・遅延）といった被害が生じる可能性がある。また、太陽電池発電設備の出力制御付き PCS の遠隔操作等、遠隔制御が可能な機器・ネットワーク構成になっている場合は、不正操作、誤動作といった被害も生じる可能性がある。

また、図 4-3～図 4-7 を踏まえて想定される脅威とその波及影響・被害を、ネットワークの構成要素であるデータサーバー、監視・制御サービス拠点端末といった対象ごとに整理した。整理結果を表 4-12、表 4-13 に示す。なお、表中の赤字の項目は、太陽電池発電設備において想定されるものである。

¹¹ 独立行政法人情報処理推進機構「「制御システム セーフティ・セキュリティ要件検討ガイド」を公開～安全関連システムのセキュリティ向上にむけて～」<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20180319.html>、2021 年 3 月 25 日閲覧

¹² 独立行政法人情報処理推進機構「制御システム セーフティ・セキュリティ要件検討ガイド（ケーススタディ編）」<https://www.ipa.go.jp/files/000064729.pdf>、2021 年 3 月 25 日閲覧

表 4-11 ネットワークを活用したスマート保安における脅威の観点とリスクの例

脅威の観点	脅威の種類	内容	スマート保安におけるリスクの例
通信妨害	輻輳	DoS 攻撃	監視データの伝送が遮断/遅延すること で、異常発生時の対応が遅延する。
	遮断	物理的に切断（ケーブル切断）	
	電波妨害	遮蔽物設置、同一周波数帯を使用した通信妨害	
不正アクセス	盗聴	情報が傍受・窃取され登用、悪用される	- 監視データが漏洩し、悪用される。 - 不正アクセスにより監視データが書き換えられ、異常発生時の対応が遅延する/異常が発生していないにも関わらず駆け付け対応をしてしまう。
	情報窃取	ID/PW 情報、データ、設定情報等窃取	
	機能・サービスの低下、停止	情報の書換え、削除等により機能が低下・停止	
改ざん	不正データ設定	不正なシステム設定値に変更される	監視データが書き換えられ、異常発生時の対応が遅延する/異常が発生していないにも関わらず駆け付け対応をしてしまう。
	不正コマンド・メッセージ発行	正しくないコマンド、メッセージを送信し不正動作をさせる	
	ログ消去・喪失	操作履歴を消去、改ざんし追跡不能状態にする	
脆弱性利用	脆弱性露見	脆弱性を悪用される	- 監視データが漏洩し、悪用される。 - 不正アクセスにより監視データが書き換えられ、異常発生時の対応が遅延する/異常が発生していないにも関わらず駆け付け対応をしてしまう。
	不正中継	悪意のあるアクセスの踏み台として利用される	
物理的脅威	盗難・紛失	機器、装置が盗み出される	- 監視用のカメラ・センサーが盗難・破壊され、監視を継続できなくなる。 - ネットワーク機器が盗難・破壊され、監視データの伝送が遮断/遅延する。
	破壊	機器、装置が破壊され動作不能になる	
	保守・廃棄時の窃取	保守作業、廃棄時に機器から不正に情報を取出す	
誤操作	保守作業、廃棄時に機器から不正に情報を取出す	操作者の誤った操作、設定による脅威の発現	- 現場保存データの間違った管理により、監視データが漏洩する。 - 監視用のカメラ・センサー、ネットワーク等の誤操作により、システムが停止し、常時監視が妨げられる。
ウイルス感染	ウイルス感染	ウイルス感染した機器、記憶媒体により感染する脅威	ウイルスに感染した監視用の IoT 機器（カメラ・センサー等）や PC 等から監視データが漏洩する/間違った監視データが伝送される。

出所) 情報処理推進機構 (IPA) 「制御システム セーフティ・セキュリティ要件検討ガイド (ケーススタディ編)、p/36 (脅威の識別 (脅威の観点例))」 <https://www.ipa.go.jp/files/000064729.pdf> (閲覧日: 2021 年 3 月 19 日) より引用し株式会社三菱総合研究所にて追記。

表 4-12 想定される脅威とその波及影響・被害（データサーバー）

想定される脅威				波及影響・被害					
対象	侵入経路	内容	脅威種別	設備異常への対応業務	設備被害 設備	労働安全 保守作業員	公衆安全 近隣住民・施設 利用者	安定供給 電気利用者/電力会社	ビジネス 保安事業者/ 発電事業者
データサーバー	通信サービス（インターネット） 事業所構内LAN	監視データ等の改ざん	改ざん	故障情報の書換えによる、異常発生対応の遅れ	異常発生の見落としによる設備故障の発生		異常発生の見落としによる設備重大事故の発生	改ざんされた故障情報に基づく電力供給停止	不要な駆け付け対応の発生
		制御指令（出力抑制等）の改ざん	改ざん			出力制御カレンダーの改ざんによる意図しない発電に起因する現場での負傷		出力制御カレンダーの改ざんによる意図しない停止・供給による一部範囲の停電	遠隔制御の中断 管理事業者の信頼低下
		監視データ等の情報搾取	不正アクセス						監視データの漏洩。管理事業者の信頼低下
		遮蔽物の設置、同一周波数帯での通信妨害	通信妨害	通信妨害中の、異常発生対応の遅れ					駆け付け対応の発生
		悪意あるアクセスの中継	脆弱性利用						監視データの漏洩による管理事業者の信頼低下
		ランサムウェア等によるサービス停止	ウイルス感染	障害発生中の、異常発生対応の遅れ	障害長期化での異常見落としによる設備故障の発生			障害発生中の、出力制御の遅延	経済的損失 管理事業者の信用低下
		データセンター / プラットフォームの障害	その他	障害発生中の、異常発生対応の遅れ	障害長期化での異常見落としによる設備故障の発生			障害発生中の、出力制御の遅延	遠隔監視サービスの停止 管理事業者の信頼低下

赤字は太陽電池発電設備において想定される項目

表 4-13 想定される脅威とその波及影響・被害（監視・制御サービス拠点端末、遠隔監視用シーケンサ・PCS、遠隔監視用センサー・Web カメラ、現場事業所ルータ、各種端末）

想定される脅威				波及影響・被害					
対象	侵入経路	内容	脅威種別	設備異常への対応業務	設備被害	労働安全	公衆安全	安定供給	ビジネス
					設備	保守作業員	近隣住民・施設利用者	電気利用者/電力会社	保安事業者/発電事業者
監視・制御サービス拠点端末	通信サービス（インターネット） デジタルデバイス接続箇所（USB ポート等）	ウイルス感染による不正操作	ウイルス感染		不正操作による機器異常・故障発生	意図しない発電に起因する現場での負傷	不正操作に起因する設備重大事故の発生	意図しない停止・供給による一部範囲の停電	遠隔制御の中断 管理事業者の信頼低下
		ウイルス感染によるデータ漏洩	ウイルス感染						監視データの漏洩。管理事業者の信頼低下
		監視データ等の情報搾取	不正アクセス						監視データの漏洩。管理事業者の信頼低下
		偽警報の発報	不正アクセス	監視拠点・保守拠点の混乱		誤った情報に基づく現地作業による負傷リスク		電力供給停止	不要な保守要員への連絡、現地駆け付けの発生
遠隔監視用シーケンサ PCS	通信サービス（インターネット） デジタルデバイス接続箇所（USB ポート等）	ウイルス感染による設定値改ざん、又は不正操作	ウイルス感染	障害発生中の、異常発生対応の遅れ	不正操作・改ざんに起因する機器異常・故障発生	意図しない発電に起因する現場での負傷	不正操作・改ざんに起因する設備重大事故の発生	電力供給停止	不要な駆け付け対応の発生
		ウイルス感染によるデータ漏洩	ウイルス感染						監視データの漏洩。管理事業者の信頼低下
		設定値改ざん、又は不正操作	不正アクセス	障害発生中の、異常発生対応の遅れ	不正操作・改ざんに起因する機器異常・故障発生	意図しない発電に起因する現場での負傷	不正操作・改ざんに起因する設備重大事故の発生	電力供給停止	不要な駆け付け対応の発生
	需要設備内部及び周辺	監視用機器の盗難/破壊	物理的脅威	障害発生中の、異常発生対応の遅れ	破壊行為に起因する機器異常・故障発生		破壊行為に起因する設備重大事故の発生	障害対応中の電力供給停止	盗難・破壊による損害
	点検者所有端末	誤操作による故障	誤操作		不要な故障発生				管理事業者の信頼低下
遠隔監視用センサー Web カメラ	通信サービス（インターネット）	悪意あるアクセスの中継	脆弱性利用	障害発生中の、異常発生対応の遅れ				障害対応における電力供給停止	現場対応の発生 管理事業者の信頼低下
	事業所構内 LAN	設定値改ざん、不正操作	不正アクセス	障害発生中の、異常発生対応の遅れ				障害対応における電力供給停止	現場対応の発生 管理事業者の信頼低下
現場事業所ルータ	通信サービス（インターネット）	大量かつ連続したサイバー攻撃による通信妨害	通信妨害	障害発生中の、異常発生対応の遅れ				障害対応における電力供給停止	不要な駆け付け対応の発生
各種端末	空間伝搬	電磁波盗聴	不正アクセス						監視データ、設備データ、顧客データの漏洩 管理事業者の信頼低下

赤字は太陽電池発電設備において想定される項目

想定される脅威は、ネットワークの構成要素を対象としたうえで、侵入経路、内容、脅威種別に分類して整理した。波及影響・被害は、「設備異常への対応業務」、「設備被害」、「保守作業員等への労働安全面」、「近隣住民・施設利用者への公衆安全面」、「電気利用者や電力会社への安定供給面」、「保安事業者や発電事業者へのビジネス面」に分類して整理した。電気保安の観点では、特に「労働安全面」と「公衆安全面」の波及影響・被害を回避、又は低減することが求められる。また、「安定供給面」の波及影響・被害も低減することが求められる。

4.3.1 において、需要設備では遠隔制御が行われないネットワーク構成を想定している。一方で、太陽電池発電設備では、出力抑制における PCS の遠隔制御が現在でも実装されている場合がある。そのため、太陽電池発電設備においては不正操作に起因する波及影響・被害を想定している。

「設備異常への対応業務」への影響としては、主に通信障害によって設備異常の把握ができずに対応が遅れることが考えられ、ネットワークの各構成要素に対して対策が必要になると考えられる。「設備被害」では、不正操作による機器故障や、遠隔監視で取得するデータの改ざんによって異常を見落とすことによる機器故障等が考えられる。特にデータサーバーや監視・制御サービス拠点端末、遠隔監視用シーケンサ、PCS に対する対策が必要になると考えられる。

「保守作業員等への労働安全面」での被害・影響としては、主に不正操作によって生じる意図しない発電に起因する、現場での負傷が考えられる。「近隣住民・施設利用者への公衆安全面」での被害・影響としては、不正操作のみならず、遠隔監視データの改ざんによって異常を見落とすことによる設備の重大事故の発生が考えられる。特にデータサーバーや監視・制御サービス拠点端末、遠隔監視用シーケンサ、PCS に対する対策が必要になると考えられる。

「電気利用者や電力会社への安定供給面」での被害・影響としては、設備故障だけでなく、通信障害やサイバー攻撃への対応における電力供給の停止が考えられる。また、「保安事業者や発電事業者へのビジネス面」での被害・影響としては、現場への駆け付け対応の発生による業務負荷の増大や、監視データの漏洩による事業者としての信頼低下等が考えられる。これらに対して、ネットワークの各構成要素への対策が必要になると考えられる。

(2) サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例

表 4-14、表 4-15、表 4-16 に、表 4-12、表 4-13 から「保守作業員等への労働安全面」、「近隣住民・施設利用者への公衆安全面」、「電気利用者や電力会社への安定供給面」の波及影響・被害を抜粋し対策例を整理した結果を示す。

表 4-14 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（労働安全）

想定される脅威				波及影響・被害	対策例	
対象	侵入経路	内容	脅威種別	労働安全	共通項目	個別項目
				保守作業員		
データサーバー	通信サービス(インターネット)	制御指令(出力抑制等)の改ざん	改ざん	出力制御カレンダーの改ざんによる意図しない発電に起因する現場での負傷	- ネットワークの閉域網化 - ネットワークの監視 (FW、IPS/IDS、WAF) ※ - ウイルス対策ソフト、OS 等の最新化 - アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用 - 暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	データバックアップ
監視・制御サービス拠点端末	通信サービス(インターネット) デジタルデバイス接続箇所 (USB ポート等)	ウイルス感染による不正操作	ウイルス感染	意図しない発電に起因する現場での負傷		- USB ポート等の物理的施錠 - システム二重化
遠隔監視用シーケンサ PCS	通信サービス(インターネット) デジタルデバイス接続箇所 (USB ポート等)	ウイルス感染による設定値改ざん、又は不正操作 設定値改ざん、又は不正操作	ウイルス感染 不正アクセス	意図しない発電に起因する現場での負傷		- データバックアップ - USB ポート等の物理的施錠

赤字は太陽電池発電設備において想定される項目

※FW : Fire Wall, IPS: Intrusion Prevention System, IDS: Intrusion Detection System, WAF: Web Application Firewall

表 4-15 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（公衆安全）

想定される脅威				波及影響・被害	対策例	
対象	侵入経路	内容	脅威種別	公衆安全	共通項目	個別項目
				近隣住民・施設利用者		
データサーバー	通信サービス(インターネット) 事業所構内 LAN	監視データ等の改ざん	改ざん	異常発生の見落としによる設備重大事故の発生	- ネットワークの閉域網化 - ネットワークの監視 (FW、IPS/IDS、WAF) ※ - ウイルス対策ソフト、OS 等の最新化 - アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用 - 暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	データバックアップ
監視・制御サービス拠点端末	通信サービス(インターネット) デジタルデバイス接続箇所 (USB ポート等)	ウイルス感染による不正操作	ウイルス感染	不正操作に起因する設備重大事故の発生		- USB ポート等の物理的施錠 - システム二重化
遠隔監視用シーケンサ PCS	通信サービス(インターネット) デジタルデバイス接続箇所 (USB ポート等)	ウイルス感染による設定値改ざん、又は不正操作 設定値改ざん、又は不正操作	ウイルス感染 不正アクセス	不正操作・改ざんに起因する設備重大事故の発生		- データバックアップ - USB ポート等の物理的施錠
	需要設備内部及び周辺	監視用機器の盗難/破壊	物理的脅威	破壊行為に起因する設備重大事故の発生	- 出入口セキュリティ強化 (生体認証) - 機械警備強化 - 監視装置を施錠できる盤内に設置	

赤字は太陽電池発電設備において想定される項目

※FW : Fire Wall, IPS: Intrusion Prevention System, IDS: Intrusion Detection System, WAF: Web Application Firewall

表 4-16 サイバーセキュリティ上の脅威・波及影響に対する対策例（安定供給）

想定される脅威				波及影響・被害	対策例	
対象	侵入経路	内容	脅威種別	安定供給 電気利用者/電力会社	共通項目	個別項目
データ サーバ	通信サービス（インターネット） 事業所構内LAN	監視データ等の改ざん	改ざん	改ざんされた故障情報に基づく電力供給停止	- ネットワークの閉域網化 - ネットワークの監視（FW、IPS/IDS、WAF）※ - ウイルス対策ソフト、OS等の最新化 - アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用 - 暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	データバックアップ
		制御指令（出力抑制等）の改ざん	改ざん	出力制御カレンダーの改ざんによる意図しない停止・供給による一部範囲の停電		
		ランサムウェア等によるサービス停止	ウイルス感染	障害発生中の、出力制御の遅延		システム二重化
		データセンター/プラットフォームの障害	その他	障害発生中の、出力制御の遅延		
監視・制御サービス拠点端末	通信サービス（インターネット）	ウイルス感染による不正操作	ウイルス感染	意図しない停止・供給による一部範囲の停電	- アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用 - 暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	USBポート等の物理的施錠
	デジタルデバイス接続箇所（USBポート等）	偽警報の発報	不正アクセス	電力供給停止		システム二重化
						USBポート等の物理的施錠
遠隔監視用シーケンサ PCS	通信サービス（インターネット）	ウイルス感染による設定値改ざん、又は不正操作	ウイルス感染	電力供給停止	- 出入口セキュリティ強化（生体認証） - 機械警備強化 - 監視装置を施錠できる盤内に設置	- データバックアップ - USBポート等の物理的施錠
	デジタルデバイス接続箇所（USBポート等）	設定値改ざん、又は不正操作	不正アクセス	電力供給停止		
	需要設備内部及び周辺	監視用機器の盗難/破壊	物理的脅威	障害対応中の電力供給停止		
遠隔監視用センサー	通信サービス（インターネット）	悪意あるアクセスの中継	脆弱性利用	障害対応における電力供給停止	- ネットワークの閉域網化 - ネットワークの監視（FW、IPS/IDS、WAF）※ - ウイルス対策ソフト、OS等の最新化 - アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用・暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	データバックアップ
	事業所構内LAN	設定値改ざん、不正操作	不正アクセス	障害対応における電力供給停止		
現場事業所ルータ	通信サービス（インターネット）	大量かつ連続したサイバー攻撃による通信妨害	通信妨害	障害対応における電力供給停止	- アカウント制限、二重認証、生体認証、ユーザ ID/パスワード管理 - セキュリティマニュアルの整備・運用・暗号化/暗号鍵管理 - アクセスログ管理/異常アクセス検知	負荷耐性強化

赤字は太陽電池発電設備において想定される項目

※FW：Fire Wall, IPS: Intrusion Prevention System, IDS: Intrusion Detection System, WAF: Web Application Firewall

サイバー攻撃による被害を回避、軽減するためのサイバーセキュリティ対策の例として、以下が挙げられる。

- 通信のセキュリティ対策：
ネットワークの閉域網化、ネットワークの監視（FW、IPS/IDS、WAF 等）、通信の暗号化等。なお、複数機器のファイアーウォールを仮想的にまとめる場合には、ファイアーウォールが攻撃され停止した場合の影響が大きくなると考えられる。ファイアーウォールの設置形式についても検討が必要と考えられる。
- 機器のセキュリティ対策：
ウイルス対策ソフトの導入、OS 等の最新化、USB ポート等の使用制限・物理的施錠等。
- 運用上のセキュリティ対策：
アカウントの制限、アクセス端末の制限、セキュリティマニュアルの整備、システムの二重化等。

サイバー攻撃による被害が生じた際に迅速に対応するためには、原因特定のためのアクセスログの記録・管理、データのバックアップ、被害発生時の対応手順等の事前確認、組織内の体制・役割分担の明確化等も有効と考えられる。また、大規模なサイバー攻撃により複数の設備が同時に攻撃を受け、多くの設備が使用不能となった場合には安定供給に大きく影響する。そのため、このような攻撃が発生した際に迅速に情報共有が可能な、業界全体での体制面の構築も有効と考えられる。

太陽電池発電設備での遠隔制御による不正操作、誤動作による被害の対策としては、上記のような一般的な対策に加えて「出力制御機能付 PCS の技術仕様について（太陽光発電協会・日本電機工業会・電気事業連合会）¹³」や「電力制御システムセキュリティガイドライン（（一社）日本電気協会）」等を参照し対策を検討することが有効と考えられる。

なお、資源エネルギー庁・独立行政法人情報処理推進機構（IPA）より発行されている「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン（ERAB サイバーセキュリティガイドライン）」では、以下の 4 つの観点を前提として対策を進めるよう記載されている。

- ・ 標的型攻撃を想定すること。
- ・ インシデント検知のためにシステムのログを取得すること。
- ・ 閉域網だから安全であるという考えに立脚しないこと。
- ・ セキュリティ対策については、安全な状態が完全に達成されることはなく、継続的に対策を改善すること。

出所）資源エネルギー庁・独立行政法人情報処理推進機構（IPA）「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン」、<https://www.meti.go.jp/press/2019/12/20191227004/20191227004-1.pdf>（2021 年 3 月 25 日閲覧）、「3.3. ERAB システムが想定すべき脅威」より引用。

表 4-14、表 4-15、表 4-16 では標的型攻撃を想定し、対策の一つとしてアクセスログの記録・管理を挙げている。一方で、ERAB サイバーセキュリティガイドラインにて述べられているように、閉域網だから安全であるという考えに立脚しないこと、またセキュリティ対策を継続的に改善していくことも必要と考えられる。

¹³ 太陽光発電協会・日本電機工業会・電気事業連合会「出力制御機能付 PCS の技術仕様について」、<http://www.jpea.gr.jp/pdf/pcs.pdf>、2021 年 3 月 25 日閲覧

4.4 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの検討

サイバーセキュリティに関する既存のガイドラインを基に、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの目次案を検討した。

本ガイドラインの対象者は、基本的には自家用電気工作物の設置者を想定している。一方で、記載事項を参考とした具体対策の実装は電気主任技術者の監督の下で行われると想定されることや、電気主任技術者がサイバーセキュリティの専門家に相談するといった形も想定される。また、遠隔監視サービスのみを運用する事業者も参画してくることが想定される。そのため、本ガイドラインを具体化していく際には、電気主任技術者やシステムの運用者等、様々な立場においても適用可能となるよう留意する必要がある。

本ガイドラインの目次案の検討は、一般社団法人日本電気協会より発行されている「電力制御システムセキュリティガイドライン」及び「スマートメーターシステムセキュリティガイドライン」、また資源エネルギー庁・独立行政法人情報処理推進機構（IPA）より発行されている「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン（ERAB サイバーセキュリティガイドライン）」の記載内容のうち、自家用電気工作物スマート保安における援用可能性が認められる項目を抜粋する形で行った。目次項目案を表 4-17 に示す。

参照元の要求レベルにおいて「勧告」とあるものは、各ガイドラインにおいて実装を義務としているものであり、特に「電力制御システムセキュリティガイドライン」においては電気設備の技術基準で規定されているものである。また、「推奨」とあるものは、各ガイドラインにおいて実装を検討するべきとしているものである。なお、各項目の具体的な記述内容や要求レベルは、4.3 で行ったサイバーセキュリティ上のリスクとその対策の検討の結果等を踏まえて今後検討していく必要がある。

表 4-17 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの目次案

自家用電気工作物のスマート化におけるセキュリティガイドライン（仮） 目次案			参照元の 要求レベ ル	参照元		
				電力制御シ ステムセキュ リティガイドラ イン	スマートメー ターシステム セキュリティ ガイドライン	ERAB サイバ ーセキュリテ ィガイドライン
第1章 総則	第1-1条 目的	本ガイドラインにおける規定事項	—	○	○	○
	第1-2条 適用範囲	本ガイドラインの適用範囲とする事業者・施設・システム等	—	○	○	○
	第1-3条 システムの構成	本ガイドラインの適用対象とするシステムを構成する機器・設備等	—			○
	第1-4条 想定脅威	セキュリティ対策の前提とする脅威	—	○	○	○
	第1-5条 用語の定義	本ガイドラインにおいて掲げる用語の定義	—	○	○	
第2章 組織	第2-1条 体制	1. 経営層の責任 2. 管理組織の設置 3. 目的の明確化	勧告	○	○	
	第2-2条 役割	1. 責任者の設置 2. 役割の定義 3. 委託先等の対応	勧告	○	○	
	第2-3条 セキュリティ教育	1. 教育の計画・実施 2. 教育効果の確認	勧告	○	○	○

自家用電気工作物のスマート化におけるセキュリティガイドライン（仮） 目次案			参照元の 要求レベ ル	参照元		
				電力制御シ ステムセキュ リティガイドラ イン	スマートメー ターシステム セキュリティ ガイドライン	ERAB サイバー セキュリティ ガイドライン
第3章 文書 化	第3-1条 文書管理	1. 文書化 2. 文書の管理	勧告	○	○	
	第3-2条 実施状況の報告	1. 報告事項の規定 2. 適切に報告を行うための仕組みの構築	勧告	○	○	
第4章 セキ ュリティ管理	第4-1条 セキュリティ管 理	セキュリティマネジメントシステムの構築	勧告	○	○	
第5章 機器 のセキュリテ ィ	第5-1条 セキュリティ仕 様の確認	1. 機器のセキュリティ仕様 2. 準拠性の確認 3. セキュリティ仕様の変更	推奨	○	○	
	第5-2条 機器の取扱い	継続的な管理を行うための手順の明確化	推奨		○	
	第5-3条 ファームウェア アップデート	ファームウェアアップデートの適切・確 実な実施のための仕組みの構築	勧告	○	○	
	第5-4条 認証	予め許可された機器と通信するための認 証の実施	勧告	○	○	
第6章 通信 のセキュリテ ィ	第6-1条 通信プロトコル	通信路上のセキュリティ確保が可能な通 信プロトコルの選択	勧告	○	○	○
	第6-2条 暗号	1. 暗号の利用 2. 暗号鍵の利用	勧告	○	○	○
	第6-3条 ネットワークの 管理	1. ネットワークへのアクセス制御 2. ネットワークの分離	勧告	○	○	○
第7章 シス テムのセキュ リティ	第7-1条 システム設計	1. プログラムの実行制限 2. コマンド管理 3. 外部記憶媒体の利用制限	1,2: 勧告 3:推 奨	○	○	
第8章 運用 のセキュリテ ィ	第8-1条 システムの管理	1. 管理者権限の管理 2. マルウェア対策 3. 変更管理 4. ログの取得	1:推 奨 2～ 4:勧 告	○	○	○
	第8-2条 機器の管理	機器の管理、状態の監視	推奨	○	○	
	第8-3条 データの管理	関連データの管理・保護	推奨	○	○	○
	第8-4条 脆弱性の管理	脆弱性に関する情報の継続的管理	推奨	○	○	
第9章 物理 セキュリティ	第9-1条 施設及び機器の 管理	1. セキュリティ区画 2. アクセス管理	推奨	○	○	
第10章 セ キュリティ事 故の対応	第10-1条 セキュリティ事 故とセキュリティ事象	セキュリティ事故・事象の定義、証拠の 収集	勧告		○	○
	第10-2条 セキュリティ事 故の対応	セキュリティ事故・事象の対応体制・手 順の明確化	勧告	○	○	○
	第10-3条 セキュリティ事 故の報告と情報共有	1. セキュリティ事故の報告 2. 情報の共有	勧告	○	○	○
	第10-4条 周知と訓練	セキュリティ事故発生時の対応に関する 周知や訓練の定期的実施・改善検討	勧告	○	○	○

目次案の検討において、保安法人等による既存のサイバーセキュリティ対策と目次案との比較も行った。具体的には、保安法人へのヒアリング調査において、既に対策済みと考えられる事項、対策が不十分と考えられる事項を伺った。結果を以下に示す。対策が不十分な可能性のある事項として、需要設備における監視装置関係の機器のセキュリティ対策（第5

章)、運用のセキュリティ対策(第8章)、物理セキュリティ対策(第9章)、厳密な文書化や運用の観点でのセキュリティ事故の対応(第10章)が挙げられた。今後ガイドラインが具体化した際には、保安法人等においてこれらの実装が円滑に行われるよう留意する必要がある。

需要設備の遠隔監視(低圧絶縁監視、デマンド監視等)における既存の対策との比較

目次項目(案)に対して対策済み

- ・ 「絶縁監視装置」・「デマンド監視装置」にて、大手通信会社の携帯電話通信網+専用回線+専用受信サーバー(FWを設置)を利用。
- ・ IP-VPN、独自プロトコルによる暗号化。
- ・ ID・パスワード管理。
- ・ 各種端末(PC等)へのウイルス対策ソフトのインストール。
- ・ 遠隔監視用端末の、施錠できる箇所への設置。
- ・ 遠隔監視用端末はマイコンレベルの制御のためウイルス感染リスクなしと認識。
- ・ デマンド監視サービスに対し、第三者機関による外部からの脆弱性診断を実施し、セキュリティホールを修正。
- ・ 第1章:総則、第2章:組織、第3章:文書化、第4章:セキュリティ管理、第6章:通信のセキュリティ、第7章:システムのセキュリティ。
- ・

目次項目(案)に対して対策が不十分の可能性

- ・ 第5章:機器のセキュリティ(監視装置関係)。
- ・ 第8章:運用のセキュリティ、第9章:物理セキュリティ、第10章:セキュリティ事故の対応(厳密な文書化や運用)。

太陽電池発電設備の遠隔監視における既存の対策との比較

目次項目(案)に対して対策済み

- ・ (需要設備と同様)
- ・ PCSの運転・停止におけるWAF(Web Application Firewall)の設置、及びお客さま専用のポータルサイトからの接続のみに限定。

目次項目(案)に対して対策が不十分の可能性

- ・ (特になし)

5. スマート保安技術導入に向けた自家用電気工作物の保安管理業務に関する基準等の検討

5.1 「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」の開催

「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討 WG」を 4 回開催し、「外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する見直し」、「外部委託承認制度におけるスマート保安技術取込みに関する新制度案の検討」、「外部委託承認制度における管理技術者・保安法人（保安業務従事者）の技能、知識を補完する研修カリキュラム案の検討」での調査、検討内容について有識者委員による議論を行った。

本 WG の委員を表 5-1 に示す。

表 5-1 WG 委員一覧

委員名（敬称略・五十音順）	所属等
宇都 幸男	電気保安協会全国連絡会 技術力向上専門委員会 委員長
春日 克之	全国電気管理技術者協会連合会 常任理事
小林 幸信	一般社団法人日本電気協会 技術部 課長
杉本 完蔵	一般社団法人太陽光発電協会 幹事
新屋 浩二	一般社団法人日本電機工業会 技術戦略推進部 重電・産業技術課 課長
松崎 和賢	中央大学 国際情報学部 准教授
若尾 真治（委員長）	早稲田大学 理工学術院先進理工学部 教授

a. 第1回 WG

以下のとおり、第1回 WG が開催された。

表 5-2 第1回 WG の開催概要

開催日時	2020年7月31日(金) 9:30～11:30
開催場所	オンライン会議
議事次第	1. 開会 2. 経済産業省殿よりご挨拶 3. 委員紹介 4. 事業概要・計画 5. 自家用電気工作物の点検に関する見直し 6. 保安全管理業務に関する基準等の検討 7. スマート保安技術取込みに関する新制度案の検討 8. 研修カリキュラム案の検討 9. 次回以降の WG スケジュール・その他

なお、各議題において、いただいた主な意見の概要を以下に記載する。

- 保安全管理業務に関する基準等の検討
需要設備について、設置するセンサー側の要件だけでなく設備側の要件も検討すべきである、またサイバーセキュリティの要件も明確にすべきといった意見が出された。太陽電池発電設備について、スマート技術としてドローン以外に AI 等の活用も検討すべき、省力化・効率化できるポイントを具体的に示すべきといった意見が出された。
- スマート保安技術の取込みに関する新制度案の検討
スマート保安技術について、全技術者が導入・利用できるようなスキームが必要である、またサイバーセキュリティの観点も追加すべきといった意見が出された。太陽電池発電設備については、導入が想定される各スマート保安技術の特徴・効果を周辺技術含め精査すべきといった意見が出された。
- 研修カリキュラム案の検討
研修カリキュラムについて、データ分析に関する知識・スキルが将来的に必要となること、また情報セキュリティの分野は別途人材を確保する仕組みが必要であるといった意見が出された。

b. 第2回 WG

以下のとおり、第2回 WG が開催された。

表 5-3 第2回 WG の開催概要

開催日時	2020年9月29日(火) 9:30～11:30
開催場所	オンライン会議
議事次第	1. 開会 2. 委員紹介 3. 前回 WG の振り返り・今後の議論の方向性 4. 「需要設備」におけるスマート保安技術導入 5. 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入

	6. 設置者へのスマート保安技術導入の促進策の検討
	7. サイバーセキュリティの検討
	8. 研修カリキュラム案の検討

なお、各議題において、いただいた主な意見の概要を以下に記載する。

- 「需要設備」におけるスマート保安技術導入
スマート技術導入に際してコストダウンが必要であること、センサーを補助する付帯的な設備が必要なこと、また新設のキュービクルだけでなく既設のキュービクルを用いた実証が必要等といった意見が出された。
- 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入
スマート技術導入に際して設置者のメリットを明確にすべきこと、設置場所の条件も考慮すべきこと、また PCS については遠隔監視と遠隔操作の両方の導入が効果的であるといった意見が出された。
- 設置者へのスマート保安技術導入の促進策の検討
設置者にとってのインセンティブとして、保険制度にて優遇する処置を検討すべきとの意見が出された。
- サイバーセキュリティの検討
ネットワークの全体像を把握すべきこと、また制御系システムへの影響を考慮すべきといった意見が出された。
- 研修カリキュラム案の検討
研修制度を検討するに際し、時間的な観点からスマート保安に関する内容をすべて入れ込むのではなく、最小限にとどめるべきであるといった意見が出された。

c. 第3回 WG

以下のとおり、第3回 WG が開催された。

表 5-4 第3回 WG の開催概要

開催日時	2020 年 11 月 10 日(火)15:00～16:30
開催場所	オンライン会議／三菱総合研究所 CR-F 会議室
議事次第	1. 開会 2. 委員紹介 3. 「需要設備」におけるスマート保安技術導入 4. 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入 5. サイバーセキュリティの検討

なお、各議題において、いただいた主な意見の概要を以下に記載する。

- 「需要設備」におけるスマート保安技術導入
センサー自体の健全性を確認・検証できる方法を検討すべきであるといった意見が出された。
- 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入
ドローン以外にもストリング監視等の技術も考慮すべきであること、遠隔監視に加え

て遠隔操作も検討に加えるべきであるといった意見が出された。

- サイバーセキュリティの検討

双方向通信となることを想定した検討をすべきであること、他の国から出されているサイバーセキュリティガイドラインも参照すべきであること、またセキュリティガイドラインを厳格に決めてしまうとスマート技術普及の阻害要因となることを懸念するといった意見が出された。

d. 第4回 WG

以下のとおり、第4回 WG が開催された。

表 5-5 第4回 WG の開催概要

開催日時	2021年2月12日(金)16:00～18:00
開催場所	オンライン会議／三菱総合研究所 CR-F 会議室
議事次第	1. 開会 2. 「需要設備」におけるスマート保安技術導入 3. 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入 4. サイバーセキュリティの検討 5. 研修カリキュラムの検討

なお、各議題において、いただいた主な意見の概要を以下に記載する。

- 「需要設備」におけるスマート保安技術導入

スマート技術の仕様条件緩和検討や既存キュービクルへの導入検討を行うためには推奨スマートキュービクルの開発や普及をまずは進める必要があるといった意見が出された。

- 「太陽電池設備」におけるスマート保安技術導入

現場作業の省力化にあたっては太陽電池発電設備の規模を考慮すべきこと、月次点検の遠隔化にあたってはカメラだけでなく温度や電氣的な測定による代替も検討すべきといった意見が出された。

- サイバーセキュリティの検討

ガイドライン整備にあたっては電気主任技術者がサイバーセキュリティの専門家でないことに留意すべきこと、設置者と運用者療養に適用可能な形とすべきこと、また機器の対策だけでなくサイバー攻撃を受けた際の業界内での情報共有体制の構築も重要であるといった意見が出された。

- 研修カリキュラムの検討

スマート技術の共有はセミナー形式での開催も検討すべきこと、またそのセミナーを通じてスマート導入のメリットを周知させていくべきといった意見が出された。

6. まとめ

本事業では、需要設備と太陽電池発電設備を対象に、外部委託承認制度における自家用電気工作物の点検に関する検討、スマート保安技術取込みに関する新制度案の検討、研修カリキュラム案の検討を行った。また、これらの検討課題に対して「スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討WG」を開催し、有識者委員による議論を行った。

自家用電気工作物の点検に関する検討では、ヒアリング調査と現地調査による保安管理体制の現状把握を行った。また、スマート保安技術の適用を検討した。

スマート保安技術取込みに関する新制度案の検討では、需要設備と太陽電池発電設備それぞれについて、スマート保安技術の普及促進のための取組み案を検討した。需要設備においては、現場での月次点検を、センサー等を活用して遠隔からの点検に代替することが可能な「推奨スマート保安キュービクル」の検討を行った。WGにおいては、センサー等による遠隔点検の有効性を今後慎重に検討する必要があるものの、基本的には遠隔点検が実現可能であるとの認識の基、第三者認証として既存のキュービクル推奨制度を活用した「推奨スマート保安キュービクル」を開発していく方向性が示された。この議論と並行して「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」と「平成15年経済産業省告示第249号（電気事業法施行規則第52条の2第1号ロの要件等に関する告示）」に、「第三者認証を取得した機械器具等を使用する場合には、月次点検のうち外観点検・測定について三月のうち二月を遠隔での点検に代えられる」という旨のインセンティブを規定することとなった。また、「推奨スマート保安キュービクル」を実現し普及させていくために必要な次年度以降の実施項目について検討を行った。太陽電池発電設備においては、「現状の保安規程・点検項目をベースとした省力化」、「遠隔監視（＋データ分析）による早期発見・即時対応」、「現地点検の遠隔代替（事故防止の観点）」の3つのスマート化の方向性に対して、スマート技術導入の促進のための実施内容を検討した。

研修カリキュラム案の検討では、スマート保安技術が適用・普及する際に必要となると考えられる研修カリキュラム案を、保安管理業務の外部委託を受託するために必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラムに追加する場合と、1～2 時間程度のセミナー形式にて実施することを想定した場合で検討した。

研修カリキュラム案の検討においては、スマート保安技術の導入において懸念される、サイバーセキュリティ上のリスクとその対策についても検討を行った。また、既存のガイドラインを基に、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティガイドラインの項目案を作成した。

電気主任技術者等の保安人材の確保が困難となる中、スマート化技術を活用した保安の最適化がより一層必要になると考えられる。特に遠隔での点検・監視技術の実装は、現場への移動といった保安に係るコストを削減しつつ、設備の異常の早期発見によって安定供給にも資することができると考えられる。今後の更なる調査・検討によって、自家用電気工作物の保安管理におけるスマート化が一層加速されていくことが期待される。

添付資料

スマート保安技術が適用・普及する際の研修カリキュラム案

業務項目 ※保安規程に基づく		必要となる知識・スキル	「電気主任技術者の外部委託において必要となる実務経験年数を代替する研修カリキュラム案（経済産業省）」との対応	研修カリキュラム案					講師の条件 （業務経験、資格、役職等）
				研修項目	講習内容	時間数(h)			
						座学	実習	合計	
前提知識	業務の全体概要	・スマート保安の目的 ・スマート保安システムの全体像、代替技術の概要 ・スマート保安に関わるステークホルダー	設備点検方法の知識	スマート保安の知識 【項目の新規追加】	a. スマート保安の目的 b. スマート保安システムの全体像、代替技術の概要 c. スマート保安に関わるステークホルダー	1	0	1	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者
	関連法令	・航空法（無人航空機に係るルール） ・小型無人機等飛行禁止法 ・電波法令（ドローン等に用いられる無線設備について） ・ドローンによる映像撮影等のインターネット上での取り扱い ・無人航空機の飛行を制限する条例等	関連法令の知識	関連法令の知識	a. スマート保安導入時に留意すべき関連法令（航空法および関連条例、小型無人機等飛行禁止法、電波法令、ドローンによる映像撮影等のインターネット上での取扱等） 【研修内容の新規追加】	1	0	1	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者 ・業界団体関係者のうち、関連法令等の対応に携わった経験のあるもの
保安業務の実施	準備事項	・スマート保安を可能とする条件（設備DB・遠隔監視システム） ・各種機器の選定方法（特徴、代替可能な点検項目）	点検用機器の知識	スマート保安関連機器の知識 【項目の新規追加】	a. スマート保安に必要な環境の整備（設備DB、遠隔監視システム等） b. スマート保安関連機器の選定方法（特徴、代替可能な点検項目） c. スマート保安関連機器の機能、取扱方法（光学カメラ、熱画像カメラ、音響センサ、振動センサ、水位センサ、波形データ保存装置、情報転送装置、ドローン等）	2	2	4	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者
	センサ等の取扱方法	・光学カメラの機能、取扱方法 ・熱画像カメラの機能、取扱方法 ・音響センサの機能、取扱方法 ・振動センサの機能、取扱方法 ・水位センサの機能、取扱方法 ・波形データ保存装置の機能、取扱方法 ・情報転送装置の機能、取扱方法 ・ドローンの機能、取扱方法							
	監視・診断方法	・データの取得方法 ・分析手法 ・データの信頼性 ・閾値設定方法	設備点検方法の知識	（6）スマート保安における監視・診断の実務 【項目の新規追加】	a. 監視・診断データの取得方法 b. 監視・診断データの分析方法 c. 監視・診断データの信頼性の確認・判断方法 d. 監視・診断データにおける閾値の設定方法 e. 監視・診断データの保存・管理、承認・授受の方法	2	2	4	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者 ・情報処理技術者（データスペシャリスト等）
	監視・診断結果の管理方法	・電子データの保存、管理 ・電子承認							
	異常検知時の対応	・異常の判断基準 ・遠隔地からの対応事項 ・現場での対応事項 ・センサ等の正常性確認方法、復旧方法 ・監視・診断不能時の対応方法	事故応動の知識	スマート保安における事故応動の実務 【項目の新規追加】	a. 監視・診断データに基づく異常の判断方法 b. 遠隔地からの対応事項（状況・状態確認、遠隔制御による一時措置、復旧作業等） c. 現地での対応事項（状況・状態確認、復旧作業等） d. 監視・診断の継続が不可能な場合の措置	2	2	4	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者
	災害、非常時の対応		・遠隔地からの現場状況の把握 ・遠隔制御による一時措置						
情報セキュリティ	情報セキュリティの体制・環境	・ネットワークアーキテクチャのパターン ・パターンごとのステークホルダー、役割分担	—	スマート保安における情報セキュリティの知識 【項目の新規追加】	a. スマート保安に必要な情報セキュリティの体制（ネットワークアーキテクチャのパターン、ステークホルダーごとの役割分担等） b. スマート保安において想定される情報セキュリティの脅威・リスク c. 情報セキュリティに関するモラル・コンプライアンス d. 点検データ管理における対策のポイント（保存方法・期間、改ざん防止 等） e. 点検用機器における対策のポイント（セキュアな点検用機器の選定、ID・パスワード管理、脆弱性対策、周辺機器との接続時の留意点 等） f. 施設内ネットワークにおける対策のポイント（ID・パスワード管理、接続端末の管理、無線LANの暗号化、通信の監視・異常検知 等） g. 外部ネットワークにおける対策のポイント（セキュアな回線の選定、ネットワーク境界での通信の管理 等） h. サーバにおける対策のポイント（ID・パスワード管理、脆弱性対策、接続端末の管理、ログの確認、ウイルス対策 等） i. クラウドにおける対策のポイント	2	0	2	・業界団体関係者のうち、スマート保安導入に携わった経験のある者 ・情報処理技術者（セキュリティマネジメント、情報処理安全確保支援士等）
	想定される脅威・リスク	・ネットワークアーキテクチャのパターンごとに想定される脅威 ・スマート保安上のリスク							
	具体的な対策内容	・情報漏洩等に関するモラル、コンプライアンスの重要性 ・点検データ管理における対策のポイント（保存方法・期間、改ざん防止 等） ・点検用機器における対策のポイント（セキュアな点検用機器の選定、ID・パスワード管理、脆弱性対策、周辺機器との接続時の留意点 等） ・施設内ネットワークにおける対策のポイント（ID・パスワード管理、接続端末の管理、無線LANの暗号化、通信の監視・異常検知 等） ・外部ネットワークにおける対策のポイント（セキュアな回線の選定、ネットワーク境界での通信の管理 等） ・サーバにおける対策のポイント（ID・パスワード管理、脆弱性対策、接続端末の管理、ログの確認、ウイルス対策 等） ・クラウドにおける対策のポイント							

令和２年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査
（スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の
在り方検討） 報告書

2021 年 3 月

株式会社三菱総合研究所
セーフティ&インダストリー本部
TEL (03)-6858-2581

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討）報告書

委託事業名 令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業
委託調査（スマート保安技術導入に伴う自家用電気工作物の点検等の在り方検討）

受注事業者名 株式会社三菱総合研究所

[illegible]