

経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課 御中

令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査 (電気保安のスマート化に伴うサイバーセキュリティ等に関する検討)

報告書

2022年2月

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 | 2 |
| 2. | キュービクルの遠隔点検に係るスマート化機器の性能等及び実証実験の先行事例に関する調査 | 4 |
| 2.1 | カメラ・センサの性能等の調査・整理 | 4 |
| 2.1.1 | カメラの種類と性能の比較 | 4 |
| 2.1.2 | 温度センサの種類と性能の比較 | 5 |
| 2.1.3 | 音響センサ・振動センサの種類と性能の比較 | 6 |
| 2.2 | 実証実験の先行事例の収集 | 6 |
| 2.3 | キュービクルメーカー・センサメーカーへのヒアリング調査 | 7 |
| 3. | スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討 | 9 |
| 3.1 | スマート保安キュービクルの実証実験 | 9 |
| 3.1.1 | 実証実験概要 | 9 |
| 3.1.2 | 実証実験結果 | 10 |
| 3.2 | 認証要件検討会の開催 | 16 |
| 3.3 | 認証要件の検討 | 17 |
| 3.3.1 | 従来の月次点検における点検箇所及び特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等の整理 | 18 |
| 3.3.2 | 現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するためのスマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方 | 26 |
| 3.3.3 | 認証機関の要件に関する整理 | 27 |
| 3.3.4 | 認証要件の素案 | 29 |
| 4. | 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討.. | 32 |
| 4.1 | 検討会の開催 | 32 |
| 4.2 | ガイドラインと人材育成の検討 | 33 |
| 4.2.1 | 自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン | 33 |
| 4.2.2 | 人材育成 | 41 |
| 5. | 保安規程の標準モデルの策定に向けた調査検討 | 51 |

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| 5.1 | 保安規程の例に関する調査..... | 51 |
| 5.2 | 産業保安監督部が公開する保安規程モデルに基づく検討..... | 51 |
| 6. | まとめ..... | 53 |

図 目次

| | |
|---|----|
| 図 3-1 実証実験対象キュービクル..... | 9 |
| 図 3-2 キュービクル内の機器配置..... | 10 |
| 図 3-3 ズームカメラ撮影条件 撮影対象:VCB 撮影ポイント E1 | 11 |
| 図 3-4 撮影結果:VCB | 11 |
| 図 3-5 撮影結果:VCB のズーム | 12 |
| 図 3-6 ズームカメラ撮影条件 撮影対象:CT 撮影ポイント E1 | 12 |
| 図 3-7 撮影結果:CT..... | 13 |
| 図 3-8 撮影結果:CT のズーム..... | 13 |
| 図 3-9 監視カメラ撮影条件 撮影ポイント:B3 | 14 |
| 図 3-10 撮影結果(監視カメラ)..... | 14 |
| 図 3-11 全方位カメラ撮影条件 | 15 |
| 図 3-12 撮影結果(全方位カメラ)..... | 15 |
| 図 3-13 全方位カメラの注目領域の補正結果 | 16 |
| 図 4-1 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成に向けた今後の取組案..... | 50 |

表 目次

| | |
|--|----|
| 表 2-1 カメラの種類と性能の比較..... | 4 |
| 表 2-2 温度センサの種類と性能の比較..... | 5 |
| 表 2-3 音響センサ・振動センサの種類と性能の比較..... | 6 |
| 表 2-4 保安法人における実証事業の概要..... | 6 |
| 表 2-5 ヒアリング調査の実施先一覧..... | 7 |
| 表 2-6 キュービクルメーカー・センサメーカーへのヒアリング調査結果..... | 8 |
| 表 3-1 スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討会委員..... | 17 |
| 表 3-2 高圧受電設備の月次点検における点検箇所(JEAC8021-2018)..... | 18 |
| 表 3-3 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:零相変流器..... | 19 |
| 表 3-4 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:断路器..... | 19 |
| 表 3-5 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:負荷開閉器..... | 20 |
| 表 3-6 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:遮断器..... | 21 |
| 表 3-7 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:計器用変成器..... | 21 |
| 表 3-8 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:高圧カットアウト..... | 22 |
| 表 3-9 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:変圧器..... | 22 |
| 表 3-10 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:進相用コンデンサ..... | 23 |
| 表 3-11 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:直列リアクトル..... | 24 |
| 表 3-12 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:避雷器..... | 24 |
| 表 3-13 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:高圧母線等..... | 25 |
| 表 3-14 既存の認証制度の例..... | 28 |
| 表 4-1 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討会委員..... | 32 |
| 表 4-2 ガイドライン案の目次構成..... | 34 |
| 表 4-3 ガイドラインの策定に関する検討会での議論..... | 38 |
| 表 4-4 電気設備の保安に関する既存の講習・セミナー等..... | 42 |
| 表 4-5 太陽光・風力発電設備の保安に関する既存の講習・セミナー等..... | 44 |
| 表 4-6 サイバーセキュリティに関する既存の講習・セミナー等..... | 46 |
| 表 4-7 人材育成に関する検討会での議論..... | 48 |
| 表 5-1 産業保安監督部が公開する保安規程モデル..... | 52 |

1. 本事業の概要

1.1 目的

固定価格買取制度(FIT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生可能エネルギー発電設備の設置数が急増している。また、高圧受電する施設の増加に伴い、需要設備の設置数も増加している。これらに伴い電気事業法に基づく保安規程の届出も年間約10万件にまで増大しており、このうち、保安規程の記載事項に変更があった場合の変更の届出が過半数を占めており、事業者からは当該届出に相当な時間と労力がかかっているとの声がある。他方、これら電気工作物の保安を担う電気主任技術者等の電気保安人材は、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懸念されており、このままでは電気工作物の保安の確保による国民の安心・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、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(以下、「制度WG」という。)において、人材不足対策の一環として、外部委託承認制度における保安管理業務の月次点検を遠隔化し、移動時間を含む1つの事業場にかかる作業時間を短縮化及び効率化することを検討してきた。

令和2年度までの検討の結果に基づき、キュービクル式高圧受電設備(以下「キュービクル」という。)等の需要設備における月次点検の遠隔化の短期的目標として、「スマート保安キュービクル(仮称)」(製造段階で監視カメラ、センサ等のスマート化機器が取り付けられたキュービクル)の第三者認証制度を構築し、認証を受けたキュービクルを導入した事業場においては、通常現地で実施している月次点検を3月に1回現地で、3月に2回遠隔地で実施できるよう措置するとともに、スマート保安キュービクルの開発を促進するため、当該制度に係る改正を先行して行うことが効果的であるとし、令和2年度中に制度改正を実施している。

第三者認証を前提としたスマート保安キュービクル制度を進めるに当たり、電気事業法において、認証機関を指定又は登録する規定はなく、複数の者が当該制度における第三者認証機関になりうることから、その認証要件の設定を各々の機関に任せただけの場合、第三者認証制度としての実効性、公正性が確保できない可能性がある。そのため、具体的な認証要件を国として設定することが、当該認証制度の品質確保のために必須と考えられる。加えて、具体的な認証要件をガイドライン等の形で公表することにより、メーカーにおける製品開発の更なる促進が期待される。

他方、これらスマート保安キュービクルを含めスマート化技術の普及拡大に伴い、ネットワークの構成要素の増加や各種センサや端末の誤操作、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生じるおそれがあり、制度WGでは当該リスクへの具体的な対策について専門家による集中的な議論が必要であること、スマート化技術を電気保安に用いる場合は電気事業の用に供する電気工作物と同様の規制体系にすべき、サイバーセキュリティを担う人材育成が必要との意見がある。

なお、スマート保安キュービクル制度は、その性質上、新設のキュービクルに限定され、既設のキュービクルに適用させることはできないが、スマート保安キュービクル制度の認証要件は、今後、既設のキュービクルに対する制度適用に係る要件等の検討のベースになると考えられる。

本事業は、スマート保安キュービクル制度の品質確保を図るため、当該認証に係る具体的な要件を

検討するほか、自家用電気工作物のスマート化技術に係る技術動向の調査や当該技術を導入した場合に必要となるサイバーセキュリティ対策の具体的な内容等を検討するとともに、現在、各産業保安監督部等に届出されている定型的な保安規程の記載内容や変更内容等を整理分析し、標準モデルの策定や軽微な変更の範囲の設定に向けた検討を行うことを目的として実施した。

1.2 事業の内容

本事業の事業内容を以下に示す。なお、本事業の実施にあたっては、経済産業省商務情報政策局産業保安グループ電力安全課(以下「電安課」という。)と、事業内容に関して協議の上、事業を進めた。

(1) キュービクルの遠隔点検に係るスマート化機器の性能等及び実証実験の先行事例に関する調査

電安課が令和2年度に実施した調査(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)の結果を踏まえた上で、キュービクルの遠隔点検に必要なスマート化機器の仕様や性能について文献調査やヒアリング等により調査を行った。また、キュービクルの遠隔監視に向けてスマート化機器の実証実験を行っている先行事例を調査・収集した。

(2) スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討

スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件について、以下の事項を検討した。

- (1)の調査結果等を基に、キュービクルの月次点検における外観点検及び測定を遠隔地から適確に実施するための技術要件と当該要件を満たすことの確認方法
- キュービクルの保安管理業務の受託者への情報伝送に必要な通信機器や通信方式に関する技術要件
- その他、必要な技術要件

なお、技術要件と当該要件を満たすことの確認方法の検討にあたっては、キュービクル内部をカメラで撮影する実証実験結果の提供を電機メーカーより受けた。

これら検討を実効性の高いものとするため、電気設備や電気保安の専門家による検討会を3回開催し、認証要件について検討した。

(3) 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討

電安課が令和2年度に実施した調査(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、電気保安のスマート化・高度化に向けた基礎調査)の結果を踏まえた上で、令和3年4月にスマート保安官民協議会電力安全部会において取りまとめられた「電気保安分野スマート保安アクションプラン」に記載されているスマート化技術を前提に、自家用電気工作物のサイバーセキュリティ対策の具体的な内容を検討し、ガイドライン(案)として取りまとめた。また、サイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成方法等について検討した。

サイバーセキュリティ対策の具体的な内容の検討・ガイドライン(案)作成にあたっては、電気事業者向

けのサイバーセキュリティガイドラインである「電力制御システムセキュリティガイドライン JEAG 1111-2019」(一般社団法人日本電気協会情報専門部会)を参考に、自家用電気工作物に適した内容となるよう検討した。

サイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成方法等の検討にあたっては、人材育成に活用可能な、ガイドライン(案)を要約した電子ファイル形式のリーフレットを併せて作成した。

これら検討を行うため、サイバーセキュリティの専門家や電気工作物の遠隔監視・遠隔制御、電気工作物の保安管理業務の専門家等からなる検討会を3回開催した。

(4) 保安規程の標準モデルの策定に向けた調査検討

事業用電気工作物の種類毎(水力発電所、火力発電所、太陽電池発電所、風力発電所、需要設備)、電気主任技術者の選任形態毎に、これら電気工作物の設置者が属する業界団体の協力を得て、事業用電気工作物の種類毎に保安規程の標準モデルの素案を検討した。

2. キュービクルの遠隔点検に係るスマート化機器の性能等及び実証実験の先行事例に関する調査

2.1 カメラ・センサの性能等の調査・整理

スマート保安キュービクルに適用するカメラ・センサの技術要件を検討するにあたり、前提調査として、導入が想定されるカメラ・センサの種類、及び各種機器の基本的な性能、導入時のメリット・デメリットなどについて、市販品をベースに調査を実施した。なお、センサとしては温度センサ、音響センサ、振動センサに着目して調査した。

2.1.1 カメラの種類と性能の比較

視覚による点検(目視点検)の遠隔監視手段として、監視カメラの設置が考えられる。キュービクルでの活用が想定される監視カメラとして、用途・撮影範囲に応じて表 2-1 に示すような種類のカメラが想定される。

近接監視カメラは安価である反面、複数の点検箇所毎の設置が必要となる。一方で、広範囲カメラ・魚眼カメラ・360°カメラは1台で広い範囲を点検可能である反面、1台当たり1万円~10万円程度と価格が高いため、予算次第で投入可能数が限定される。

表 2-1 カメラの種類と性能の比較

| | 近接監視カメラ | 広範囲カメラ | 魚眼カメラ | 360°カメラ |
|-------|---|----------------------------------|--|--|
| 特徴 | 点検対象箇所に近接する形で設置して撮影を行うカメラ | 広角レンズにより、広範囲(180°)の一括撮影を行うカメラ | 魚眼レンズにより幅広い範囲(360°)を一括で撮影可能なカメラ | パン・チルト機能によりカメラの向きを移動させることができ、ある一か所から複数の箇所を撮影可能 |
| メリット | 監視箇所の詳細な確認が可能 カメラの操作が不要 | 設置台数の削減が可能 カメラの操作が不要 | 設置台数の削減が可能 カメラの操作が不要 | ズームなどにより監視箇所の詳細な確認が可能 設置台数の削減が可能 |
| デメリット | 点検対象箇所毎に設置が必要 | 測定対象箇所が監視可能となる設置位置の検討が必要 | 画角内の端の方は歪みが大きく、別途画像の加工などが必要 | カメラの操作が必要 |
| 価格※ | 1か月レンタル 3000円~8000円 | 約1万円~2万円 | 約7万円 | 約10万円 |
| 具体例 | 解像度:高画質の場合 2592×1932 防塵・防滴:IP65相当 | 解像度:2560x1440 画角:水平180°、垂直90° | 解像度:2192×2192 防塵・防滴:IP66相当 画角:180° カメラ側で歪み補正が可能 | 解像度:1920×1080 防塵・防滴:IP66相当 |

※価格は上記具体例に関する参考値

2.1.2 温度センサの種類と性能の比較

触覚・嗅覚による点検では、例えば異常発熱の有無等を確認している。これを遠隔化する手段として、温度センサの設置が考えられる。キュービクルでの活用が想定される温度センサとして、表 2-2 に示す温度感知シール・熱電対・放射温度計などが候補として挙げられる。

温度感知シールについては、既にキュービクルでの保安管理において導入実績があり、単価が安いことから複数個の導入が容易である。一方で、測定結果のデジタル出力ができないことから、温度データを取得するためには、目視やカメラの併用が必要となる。測定結果のデジタル出力が可能な方法として熱電対や放射温度計がある。前者は単価が安い一方で、測定が必要な箇所毎に設置が必要である。後者は非接触で広い範囲の温度を一括測定可能であるが、非接触であることから精度が環境に左右されること、単価が高いというデメリットがある。

表 2-2 温度センサの種類と性能の比較

| | 温度感知シール | 熱電対 | 放射温度計 |
|-------|---|--|---|
| 特徴 | 測定対象の温度に該当する部分が発色するシール 一度発色すると元に戻らない不可逆性タイプと、元の色に戻る可逆性タイプの 2 種類がある | 2 種類の金属を用いた回路にて、温度差が生じた際に発生する電圧により温度を測定する方式、接触での測定 ※以下では熱電対の種類の内、主に工業用として広く使われている K 熱電対について示す | 物体からの赤外線量により温度を測定する方式、非接触での測定が可能 |
| メリット | 単価が安い 取扱いが容易 | 特定箇所の温度測定が可能 接触型のため比較的測定精度が高い | 広い範囲の測定が一括で可能 |
| デメリット | データのデジタル出力が不可・カメラ併用 測定精度が低い | 測定箇所すべてに設置する必要がある | 接触型に比べると測定精度が低い (周辺環境の影響を受ける可能性がある) 単価が高い 導体による反射やアクリル板による影響で正確に測定できない可能性がある |
| 価格※ | 1 枚約 300 円 | 長期間レンタル時、月額 1600 円 | 約 40 万円 |
| 具体例 | 液晶温度シール温度が変化すると元の色に戻る可逆性タイプ 測定範囲: 25~100℃ | 解表面温度測定用の熱電対(タイプ K) 太陽光パネルなどに使用されている 測定範囲: -50~210℃(温度精度 ±5℃) | 解基盤の温度状態を常時遠隔で監視・診断可能な放射型温度測定装置 測定範囲: 0~200℃(温度精度 ±5℃) 分解能 32×32 |

※価格は上記具体例に関する参考値

2.1.3 音響センサ・振動センサの種類と性能の比較

聴覚・触覚による点検の遠隔化手段として、音響センサ(集音マイク)と振動センサ(加速度センサ)の設置が考えられる。それぞれのセンサの特徴、メリット・デメリットを表 2-3 に示す。いずれのセンサについても、センサ自体は比較的安価であり、導入自体は容易であるが、外部環境により測定結果が影響を受けやすいこと、センサの出力値のみでは異常判断が難しいというデメリットがある。

表 2-3 音響センサ・振動センサの種類と性能の比較

| | 温度感知シール | 熱電対 |
|-------|--|---|
| 特徴 | 音を電気信号に変換するセンサ | 加速度を測定し、デジタル値として出力するセンサ |
| メリット | センサ自体は比較的小型・安価 | センサ自体は比較的小型・安価 |
| デメリット | センサからの出力値のみでは異常判断が難しく、通常状態からの変異を見ることによる閾値管理、もしくはAIによる音の発生要因診断との併用が必要 外部環境によるノイズ(環境音など)の影響を受けやすい 異常発生源の特定が困難(指向性マイクを用いれば、ある程度は可能) | センサからの出力値のみでは異常判断が難しく、通常状態からの変異を見ることによる閾値管理が必要 外部環境によるノイズ(風などによる振動)の影響を受けやすい |
| 価格※ | 約 9000 円 | 約 1000 円 |
| 具体例 | 天井などに設置可能な集音マイク 周囲温度条件:-10℃~50℃ | 動作加速度:130~200 ガル 周囲温度条件:-25℃~60℃ |

※価格は上記具体例に関する参考値

2.2 実証実験の先行事例の収集

スマート保安キュービクルの技術要件検討にあたり、参考となる先行事例として、保安法人等にて実施された実証事業について調査を実施した。なお、いずれの実証事業も、センサ代替による月次点検の頻度削減を直接的な目的としたものではなく、現行の保安管理業務の高度化・効率化等を目的として実施されたものであるが、今回はカメラ、センサの技術要件検討における参照情報として収集を行った。

各保安法人による実証事業の概要を、それぞれ表 2-4 に示す。

表 2-4 保安法人における実証事業の概要

| | 保安法人 A | 保安法人 B | 保安法人 C |
|-------|--|--|--|
| 目的・概要 | 需要設備におけるIoT、AIを活用した点検システムの構築を目的として、①IoT システムの構築、②AI、機械学習の活用、③遠隔点検の実証の 3 つの | 高圧絶縁監視装置の出力データに対して AI を活用することで、異常発生個所と原因の推定精度の向上のを図ることを目的とした | 設備の経年劣化に伴う故障の予兆を技術者による点検時以外にも把握することを目的とした、AIによる故障予知検出システムの |

| | | | |
|-----------|---|---|---|
| | <p>テーマについて、実証実験を実施</p> <p>①IoT システムの構築:絶縁監視装置や各種センサを用いた、キュービクル内の状態監視システムの構築</p> <p>②AI、機械学習技術を用いて、センサからのデータなどを基にした異常診断の実証</p> <p>③遠隔点検ツールを用いた、遠隔点検の有効性の実証</p> | <p>事業</p> <p>異常発生時に発生する零相電流、零相電圧の波形から異常が発生した箇所と異常事象の種類(樹木接触、ケーブル絶縁破壊など)を判別できるよう AI モデルを構築</p> | <p>開発・検証</p> <p>故障時のセンサからのデータに基づく AI による判定結果と技術者による点検・測定結果を照合させることで、AI による判定精度向上を実施</p> |
| 対象点検・測定領域 | 外観点検、絶縁監視 | 絶縁監視 | 外観点検(主に音・臭いによるもの) |
| センサ・機器類 | <p>①カメラ、温度・音センサ、絶縁監視装置</p> <p>②AI、機械学習</p> <p>③ウェアラブル端末などの遠隔点検ツール</p> | 高圧絶縁監視装置、AI | 各種センサ(音波センサ、臭いセンサ) |

2.3 キュービクルメーカー・センサメーカーへのヒアリング調査

スマート保安キュービクルの実現性や開発にあたっての懸念、またセンサ導入時に検討すべき事項を把握するため、キュービクルメーカー及び関連するセンサメーカーへのヒアリング調査を実施した。調査対象企業の概要を表 2-5 に示す。

ヒアリング調査の結果をまとめたものを

表 2-6 に示す。カメラ・センサの設置について、技術面での懸念点は見られなかった。一方で、主にコストの面では、費用の負担先や費用対効果の面で検討が必要といった意見が見られた。

表 2-5 ヒアリング調査の実施先一覧

| ヒアリング先 | 概要 |
|-------------|-------------------------------------|
| キュービクルメーカーA | 主に中規模電気施設向けのキュービクルを開発・製作 |
| キュービクルメーカーB | 小型～大型の幅広いサイズのキュービクルを開発・製作 |
| キュービクルメーカーC | 主に中規模のキュービクルを開発・製作 |
| キュービクルメーカーD | 高圧～特高の幅広いキュービクルとともに、受変電関連設備全般を開発・製作 |
| センサメーカーE | キュービクルに適用可能なセンサ・機器を開発・製作 |

表 2-6 キュービクルメーカー・センサメーカーへのヒアリング調査結果

| スマート保安キュービクルの開発実現性、採算性に関する意見 | |
|---------------------------------|--|
| 技術面 | 今のキュービクルに対してセンサや通信機器を追加することについて、技術的には可能と考える。 |
| 採算面 | 費用を誰が負担するのか(保安事業者か、設置者か)や、センサ類を追加するだけのメリットを生み出せるか懸念がある。 |
| | キュービクル市場が 100 万台程度、その中で新規キュービクルとなると数が限られ、IoT 等の機器開発・製造にどれだけ資金を投入できるかが不明である。 |
| | 共通規格があれば導入コストを減らせると想定する。 |
| 期間面 | 開発にあたってはそれなりの期間を要する。事前に情報共有がなされれば、先んじて開発を進めることができる。 |
| | その際に、業界団体からの情報共有があれば円滑である。 |
| スマート保安キュービクル実現に向けた技術的な懸念点・示唆・提言 | |
| カメラ | 点検の代替においては、基本的にはカメラの設置が必要と考える。 |
| | 扉と盤の間は狭い。また、ある程度の数のカメラを設置しなければならないと推察する。 |
| | 照明をつけてカメラで配電盤を見る際に、人の目で見るとの同様の色の違いを確認できるかが疑問である。 |
| | すべての機器のすべての面を確実に見るということは難しいが、採算性も含めキュービクル 2 つあたりカメラ 1 台程度が適切かと思う。 |
| | 可動可能な 360°カメラで確認する場合、点検対象の機器毎に、予めカメラの停止位置を決めておくことも可能である。 |
| 熱センサ | 温度を測定する場合、機器の異常発熱は 80℃程度からと考える。そのため、サーモラベルを接続点に設置し、カメラで確認すれば、外部環境に影響されず、機器の発熱を確認できると考える。 |
| | キュービクル上部は高温となるため、シールなどでセンサを設置した場合、外れる可能性が高い。またセンサの配線が外れた場合に、地絡が生じることを懸念する。 |
| その他センサ全般 | 屋外にあるキュービクルもあり、センサも 10 年近く維持できるものでなければならないと考える。 |
| | センサに不具合が生じた場合に、責任分界がどうなるのか。これまでキュービクルメーカー側で保安に係る機器を付けることはほぼなかったため、センサを付けるとなると新たに考慮が必要と考える。 |
| データ伝送 | キュービクル内でのデータ蓄積においては、技術面・コスト面で特段の懸念はない。 |
| | 通信のプロトコルを共通化することにより、規格の違いによるメーカー側と保安事業者・設置者側との間でのトラブルを防ぐことが可能であると考えられる。 |
| その他 | 密閉構造といった要件については、虫が多い、錆の影響がある等の場合は対策が必要だが、一律の必須事項にはすべきでないと考えられる。 |

3. スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討

3.1 スマート保安キュービクルの実証実験

スマート保安キュービクルの技術要件を満たすことの確認方法を検討するにあたって、実際のキュービクルの内部にカメラと照明を設置し、キュービクルの構成要素の状態を目視点検と同様に確認する実証実験が、電機メーカーの協力により実施された。

以下にこの実証実験の概要を示す。なお、本節に示す写真と図は、電機メーカーにより撮影・作成されたものであり、同社の許可を得て掲載している。

3.1.1 実証実験概要

実証実験は電機メーカーの敷地内に設置されたキュービクルで実施された。キュービクルの写真を図 3-1 に示す。

図 3-2 にキュービクル内の機器配置を示す。今回の実証実験においてカメラでの撮影対象とした機器は、図 3-2 の赤枠で示した以下の機器である。

- 高圧引込盤 DS 、 VT
- 高圧配電盤 VCB1、 CT1 、 ZCT1
- 低電圧動力盤 No1 TR2 、 LBS2 、 CB



図 3-1 実証実験対象キュービクル

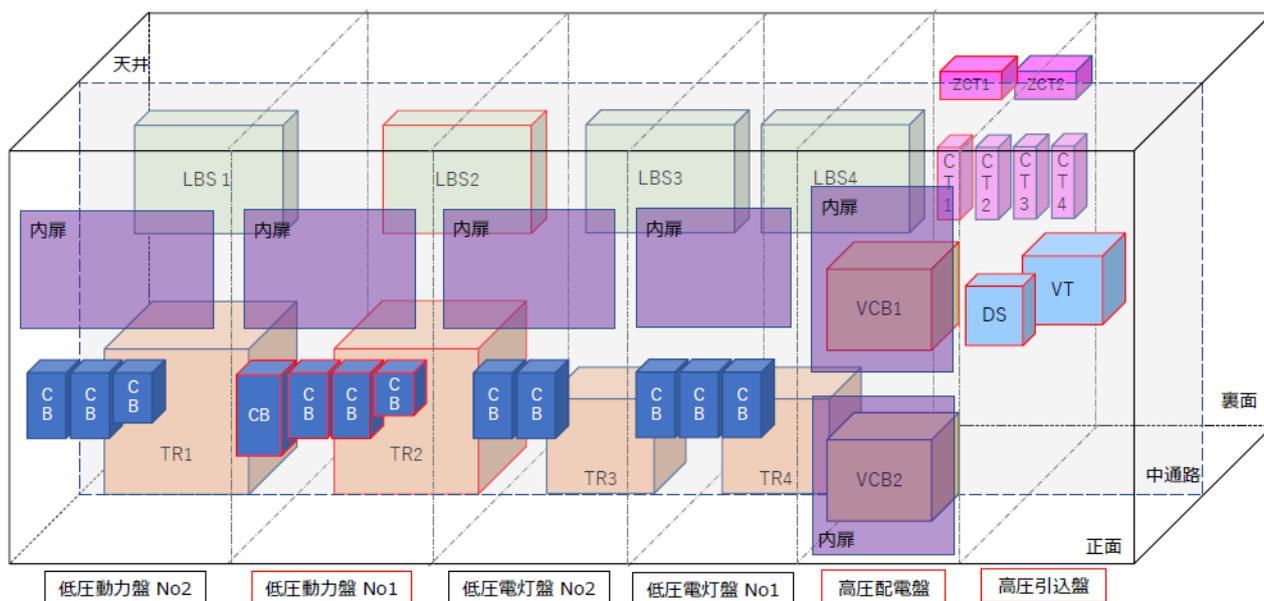


図 3-2 キュービクル内の機器配置

3.1.2 実証実験結果

以下に代表的な実験結果を示す。

図 3-3～図 3-8 にズームカメラ M5525-E を使用した実証実験の条件と結果を示す。このカメラは天井等に取り付けるタイプのカメラで、撮影する方向をリモートで自由に操作することが可能であり、光学 10 倍のズーム機能を有している。図には撮影条件とカメラ設置場所に加えて、撮影結果を通常の状態とズームした状態で示した。実験で得られた画像より、今回のカメラの設置条件において、撮影対象である機器については、通常の撮影とズーム機能を併用することで目視と同様の水準で機器状態の確認が可能であると考えられる。

図 3-9 と図 3-10 に、監視カメラ Planex CS-Qs11-180 を使用した実証実験の条件と結果を示す。このカメラは壁面等に取り付け、広範囲を一括で撮影することが可能なカメラである。実験結果から、カメラの視野内において、かなり詳細に状況を確認できることが分かる。

図 3-11 と図 3-12 に、全方位カメラ M3047-P を使用した実証実験と結果を示す。このカメラは天井等に取り付けるタイプのカメラであり、360 度全方位を一括で撮影することが可能である。図 3-12 は全方位カメラによる撮影結果であるが、カメラから見える範囲を一括で撮影するため、撮影画像は撮影範囲の外周に近づくほど歪んでいる。このため、この写真から特定の機器について確認するためには画像の補正が必要である。図 3-13 は全方位カメラの撮影結果をソフトウェアで補正した結果と、ズームカメラによりほぼ同じ撮影位置から撮影した結果を比較したものである。この全方位カメラの撮影結果を補正したものは、撮影画像から特定機器の箇所を切出したものであるため、ズームカメラ M5525-E で撮影したものと比較して画質が劣っている。一方、端子の脱落の有無や機器の変色といった異常の確認を想定した場合には、両者ともに使用可能と考えられる。

使用カメラ：ズームカメラ M5525-E
 (画素数 1920x1080 360°操作 光学10倍ズーム)
 撮影ターゲット(下図): VCB1
 LED光源の明るさ：1100lm相当
 撮影ターゲットにおける照度：143lux
 撮影ポイント(下図)

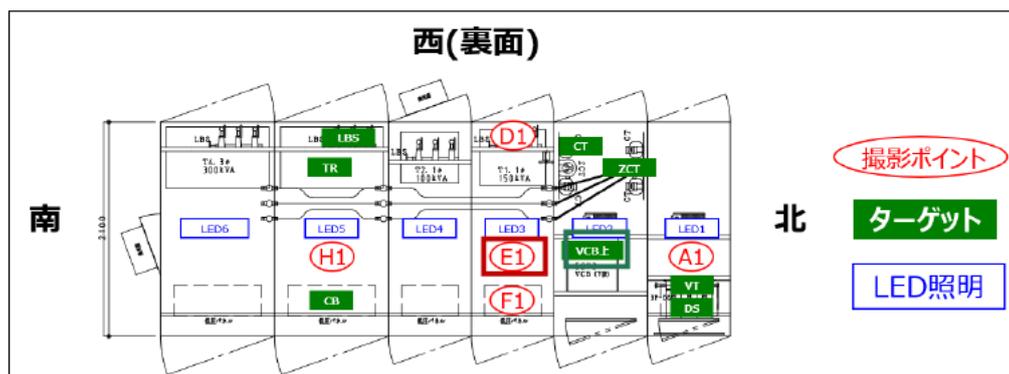


図 3-3 ズームカメラ撮影条件 撮影対象:VCB 撮影ポイント E1



図 3-4 撮影結果:VCB

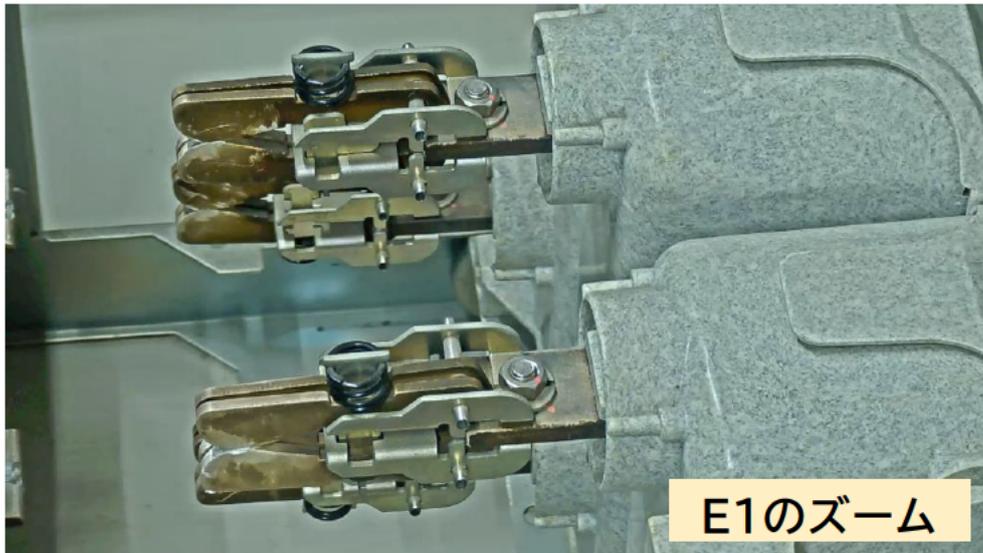


図 3-5 撮影結果:VCB のズーム

使用カメラ：ズームカメラ M5525-E
<https://www.axis.com/ja-jp/products/axis-m5525-e>
 (画素数 1920x1080 360°操作 光学10倍ズーム)
 撮影ターゲット(下図): CT1
 LED光源の明るさ：1100lm相当
 撮影ターゲットにおける照度：138lux
 撮影ポイント(下図)

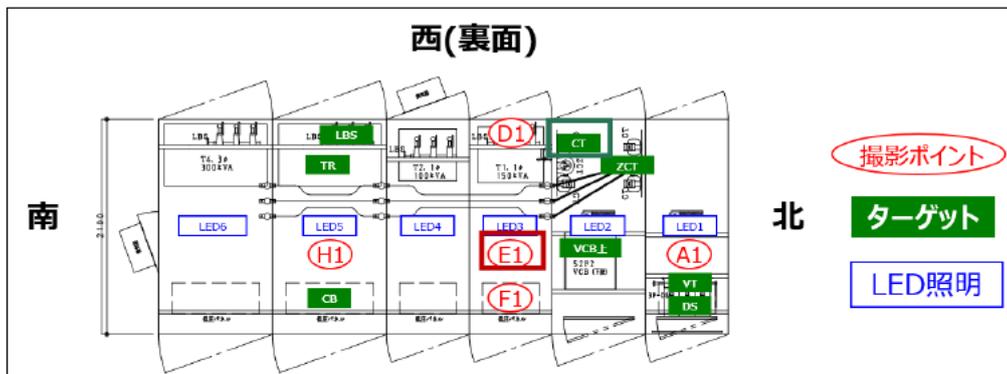


図 3-6 ズームカメラ撮影条件 撮影対象:CT 撮影ポイント E1



図 3-7 撮影結果:CT



図 3-8 撮影結果:CT のズーム

使用カメラ：監視カメラ Planex CS-QS11-180

<https://www.planex.co.jp/products/cs-qs11-180/>

(画素数 2560x1440 広範囲一括撮影)

LED光源の明るさ：1100lm相当

撮影ターゲット (右図 )：VCB1、ZCT1

撮影ポイント (右図 )：B3

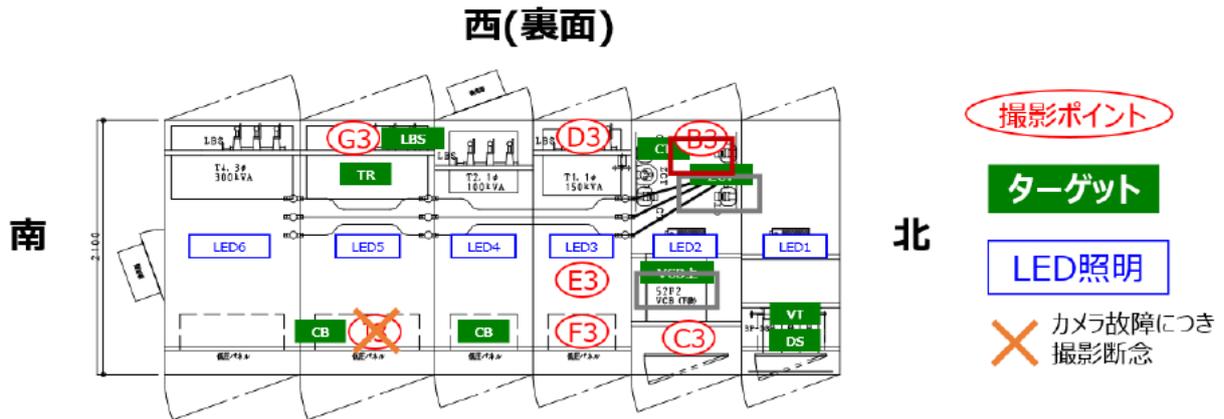


図 3-9 監視カメラ撮影条件 撮影ポイント: B3

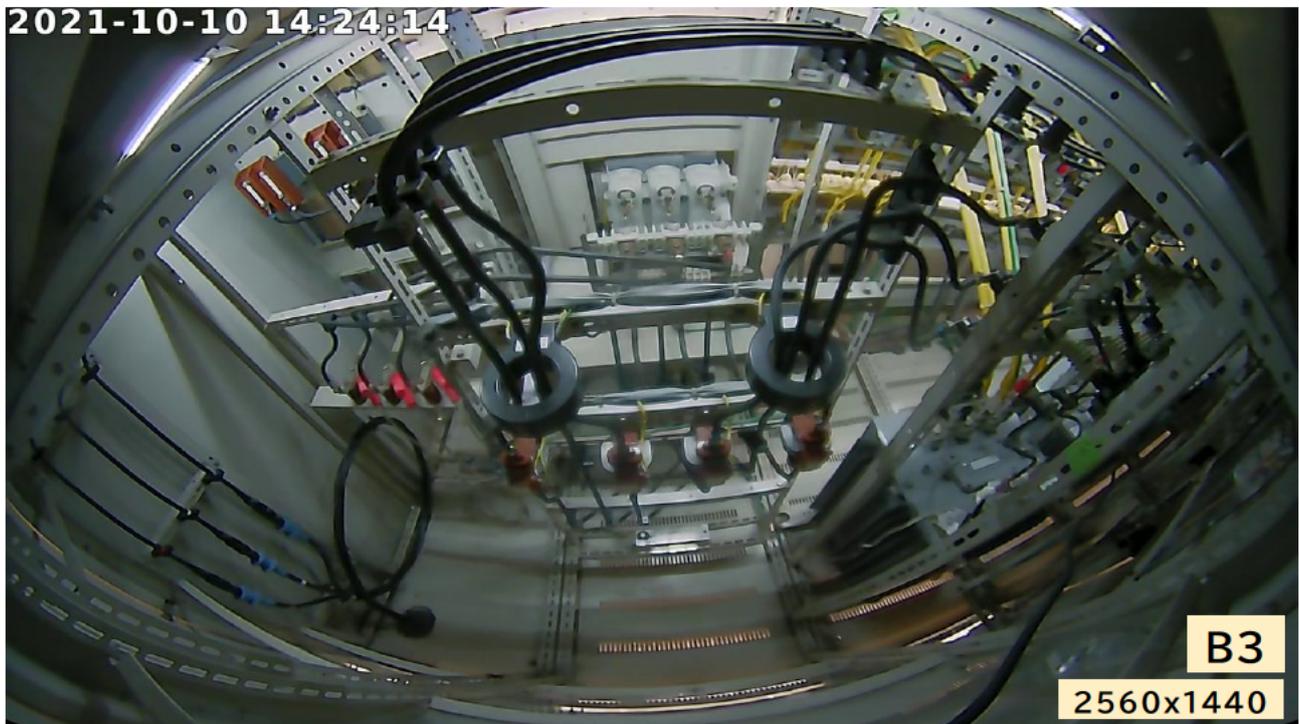


図 3-10 撮影結果(監視カメラ)

全方位カメラ画像の補正画像とズームカメラとの比較

使用カメラ：全方位カメラ M3047-P

(画素数 2048x2048 全方位一括撮影)

撮影ポイント：E2

画像補正ソフト：電機メーカー製ソフトを使用

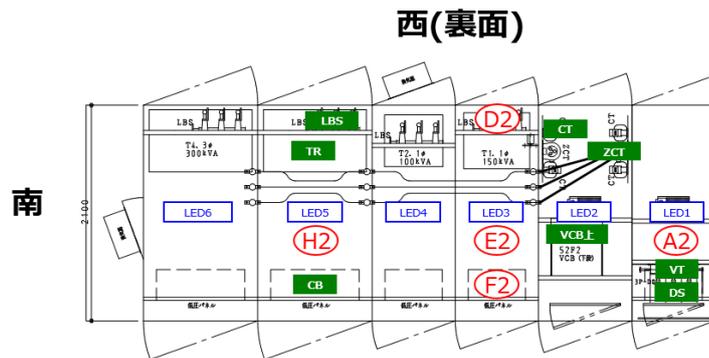
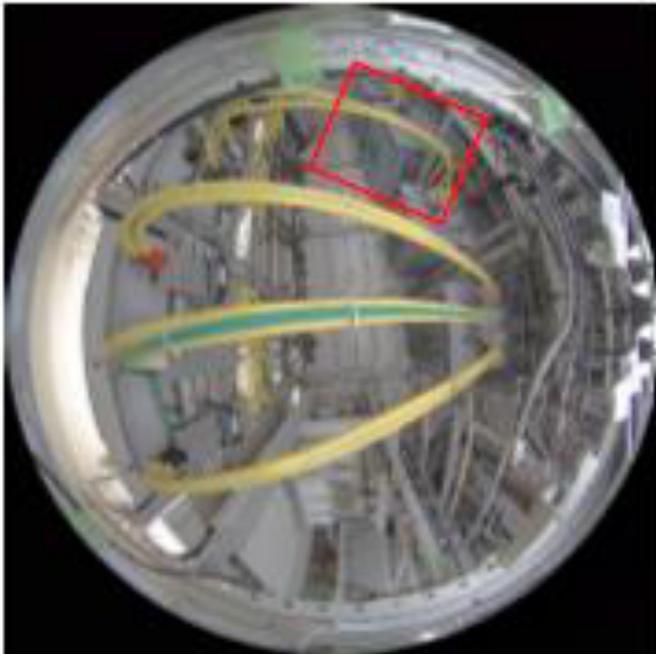


図 3-11 全方位カメラ撮影条件



注目領域

図 3-12 撮影結果(全方位カメラ)



図 3-13 全方位カメラの注目領域の補正結果

3.2 認証要件検討会の開催

スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件の検討を実効性の高いものとするため、専門家から構成される検討会を設置・運営した。

下記の通り、検討会を開催した。なお、検討会の委員長を道下教授にお願いした。

名称：スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討会

開催回数：3回

開催日：第1回 2021年10月11日(月) 10:00

第2回 2021年12月2日(木) 10:00

第3回 2022年1月11日(火) 13:00

構成員：表 3-1 に示す。

表 3-1 スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討会委員

敬称略 五十音順

| | 氏名 | 所属・役職 |
|--------|--------|---|
| 委員 | 宇都 幸男 | 独立行政法人 製品評価技術基盤機構 国際評価技術本部 電力安全センター 技術専門職 |
| | 春日 克之 | 全国電気管理技術者協会連合会 常任理事 |
| | 齊藤 卓也 | 全日本電気工事業工業組合連合会 技術・認証委員会 |
| | 都竹 純二郎 | 電気保安協会全国連絡会 技術力向上専門委員会 委員長 |
| | 馬場 旬平 | 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 教授 |
| | 道下 幸志 | 静岡大学 学術院工学領域 電気電子工学系列 教授 |
| | 米本 和浩 | 一般社団法人日本電設工業協会（株式会社関電工 戦略技術開発本部 技術開発ユニット 技術研究所 副長） |
| 実証試験協力 | 電機メーカー | |
| 事務局 | | 株式会社三菱総合研究所 |
| | | 株式会社 NTT ファシリティーズ |

3.3 認証要件の検討

製造段階でスマート化機器(カメラ・センサ類)が取付けられ、かつ認証された製品(スマート保安キュービクル)は、月次点検の遠隔化が認められている。このスマート保安キュービクルについて、主任技術者制度の解釈及び運用(内規)別紙に記載する技術要件の素案(認証機関における認証要件の制定に資するもの)の検討を実施した。

なお、電力安全小委員会における議論を踏まえ、本事業における検討の前提条件は以下の通りとした。

- ・ 本事業で検討する技術要件は、2021年4月1日付けの点検頻度告示及び主技内規の改正により点検の遠隔化が認められた、新規に設計・製造されるキュービクルが対象である(既設キュービクルは対象外である)。
- ・ 本事業で検討する技術要件では、スマート保安技術の導入によって現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準が確保されることを適切に確認していくことが必要である。
- ・ 現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準の確保を前提として、スマート保安キュービクル普及の観点から、低コスト化(イニシャル・ランニング)に向けてキュービクルメーカーが創意工夫できるよう、一定の柔軟性を持たせた要件を検討することが必要である。
- ・ 既設キュービクルへの適用や点検頻度の延伸は、本事業の検討対象外である。

3.3.1 従来の月次点検における点検箇所及び特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等の整理

高圧受電設備の月次点検における外観点検及び測定を遠隔地から適確に実施するため、「高圧受電設備のうち従来月次点検で点検している機器等」を対象に、従来の月次点検における点検箇所及び特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を整理した。

なお、「高圧受電設備のうち従来月次点検で点検している箇所」は、JEAC8021-2018「自家用電気工作物保安管理規程」に高圧受電設備の月次点検における点検箇所として記載されている機器とした(表 3-2 参照)。

表 3-2 高圧受電設備の月次点検における点検箇所(JEAC8021-2018)

| 項目名 | 点検箇所 |
|--------|---------------|
| 高圧受電設備 | 零相変流器(ZCT) |
| | 断路器(DS) |
| | 負荷開閉器(LBS) |
| | 遮断器(CB) |
| | 計器用変成器(VT・CT) |
| | 高圧カットアウト |
| | 変圧器 |
| | 進相用コンデンサ |
| | 直列リアクトル |
| | 避雷器 |
| | 高圧母線等※1 |

出所) JEAC8021-2018「自家用電気工作物保安管理規程」

※1:受電設備の施設状況の確認であり、引込設備(区分開閉器、引込線、支持物、ケーブル等)は含まれない。

(1) 零相変流器(ZCT)

零相変流器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-3 に示す。

表 3-3 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領：零相変流器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|----------------|------|----------|------|
| | | | 保安規程 |
| 零相変流器 (ZCT) | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、汚損 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |

出所)JEAC8021-2018

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 故障による零相電流検出不可となるリスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか、目視確認をする必要がある。
- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部の変色、緩み、配線の断線がないか、目視確認をする必要がある。

(2) 断路器(DS)

断路器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-4 に示す。

表 3-4 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領：断路器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|-------------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 断路器 (DS) | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷・汚損 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [*] | 1回/月 |
| | 導電部 | 損傷、変形、汚損、腐食、接触部の過熱による変色 | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂 | 1回/月 |
| | 操作機構部 | 腐食、損傷、汚損 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。

出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 汚損、発錆による機構部の動作不良リスクが想定されるため、可動部に異常がないか目視確認する必要がある。
- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部の変色、緩みがないか目視確認する必要がある。
- ・ 故障による動作不良リスクが想定されるため、本体の変形、破損、異物の付着等がないか目視確認する必要がある。

- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、主回路接続部の温度状態(温度計又はサーモラベル等)を確認する必要がある。

(3) 負荷開閉器(LBS)

負荷開閉器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-5 に示す。

表 3-5 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:負荷開閉器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|----------------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 負荷開閉器 (LBS) | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷・汚損 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 導電部 | 損傷、変形、汚損、腐食、接触部の過熱による変色 | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂 | 1回/月 |
| | 操作機構部 | 腐食、損傷、汚損、異物侵入有無 | 1回/月 |
| | 高圧ヒューズ | 過熱による変色、汚損、損傷、亀裂、溶断表示の確認 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食、損傷、汚損 | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。
出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 汚損、発錆による機構部の動作不良リスクが想定されるため、可動部に異常がないか目視確認する必要がある。
- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部及びヒューズ本体の変色、緩みがないか目視確認する必要がある。
- ・ 故障による動作不良リスクが想定されるため、本体の変形等、破損、異物の付着がないか目視確認する必要がある。
- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、主回路接続部の温度状態(温度計又はサーモラベル等)を確認する。

(4) 遮断器(CB)

遮断器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-6 に示す。

表 3-6 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:遮断器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|-------------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 遮断器 (CB) | 運転状況 | 異音、異臭、油量、ガス圧力、開閉表示 | 1回/月 |
| | 外箱部 | 損傷、変形、汚損、亀裂、漏油 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂、変形 | 1回/月 |
| | 操作機構部 | 腐食、損傷、汚損 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。

出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 故障による動作不良リスクが想定されるため、本体の変形、破損等がないか目視確認する必要がある。
- ・ 汚損、発錆により機構部の動作に支障をきたすリスクが想定されるため、可動部に異常がないか目視確認する必要がある。
- ・ 故障による機構部不良リスクが想定されるため、本表示部の入/切状態の表示が正常か否か目視確認する必要がある。

(5) 計器用変成器(VT・CT)

計器用変成器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-7 に示す。

表 3-7 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:計器用変成器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|-------------------|---------|--------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 計器用変成器 (VT・CT) | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、汚損、亀裂 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色 | 1回/月 |
| | 二次配線接続部 | 過熱による変色 | 1回/月 |
| | 高圧ヒューズ | 過熱による変色、汚損、損傷、亀裂、溶断表示の確認 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |

出所)JEAC8021-2018

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、碍子部の変色、発熱、配線の断線がないか目視確認する必要がある。
- ・ 故障による計測不能リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか目視確認する必要がある。

(6) 高圧カットアウト

高圧カットアウトについて、従来の月次点検における点検箇所を表 3-8 に示す。

表 3-8 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:高圧カットアウト

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|----------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 高圧カットアウト | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、汚損、亀裂、腐食 | 1回/月 |
| | 高圧ヒューズ | 過熱による変形、汚損、損傷、亀裂 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。
出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 過負荷保護不可リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか目視確認する必要がある。

(7) 変圧器

変圧器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-9 に示す。

表 3-9 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:変圧器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|------|--------|----------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 変圧器 | 運転状況 | 異音、異臭、油量、過熱状態、過負荷状態 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、変形、汚損、亀裂、腐食、変色、漏油、振動 | 1回/月 |
| | | 吸湿防止剤の変色 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂、漏油 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |
| | 試験等 | 低圧電路の漏洩電流測定(B種接地工事接地線において) | 1回/月 |
| | その他 | PCB 使用・保管の表示 | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。
出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部の変色、緩み、配線の断線がないか目視確認する必要がある。
- ・ 油入変圧器への水混入による絶縁耐圧低下リスクが想定されるため、コンサベータの状態、呼吸装置の変色の有無を確認する必要がある。
- ・ 地震等による倒壊リスクが想定されるため、取付ボルト(or 基礎ボルト)の取付状態(耐震の状態)を目視確認する必要がある。
- ・ 絶縁劣化による絶縁破壊リスクが想定されるため、プッシング部の異音、異臭、発熱がないか確認する必要がある。
- ・ 機器不良リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか目視確認する必要がある。

(8) 進相用コンデンサ

進相用コンデンサについて、従来の月次点検における点検箇所を表 3-10 に示す。

表 3-10 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領:進相用コンデンサ

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|----------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 進相用コンデンサ | 運転状況 | 異音、異臭、過熱状態 | 1回/月 |
| | 本体 | ふくらみ、損傷、汚損、腐食、漏油 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂、漏油 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |
| | その他 | PCB 使用・保管の表示 | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。
出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部の変色、緩み、配線の断線がないか目視確認する必要がある。
- ・ 地震等による倒壊リスクが想定されるため、取付ボルト(or 基礎ボルト)の取付状態を目視確認する必要がある。
- ・ 機器不良リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形(ふくらみ)、破損等がないか目視確認する必要がある。

(9) 直列リアクトル

直列リアクトルについて、従来の月次点検における点検箇所を表 3-11 に示す。

表 3-11 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領：直列リアクトル

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|---------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 直列リアクトル | 運転状況 | 異音、異臭、過熱状態 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、汚損、亀裂、腐食、漏油 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 絶縁物 | 損傷、汚損、亀裂、漏油 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |
| | その他 | PCB 使用・保管の表示 | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。

出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 抵抗増大による発熱・発火リスクが想定されるため、端子部の変色、緩み、配線の断線がないか目視確認する必要がある。
- ・ 地震等による倒壊リスクが想定されるため、取付ボルト(or 基礎ボルト)の取付状態を目視確認する必要がある。
- ・ 機器不良リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか目視確認する必要がある。
- ・ 発熱・発火リスクが想定されるため、本体の温度状態(温度計又はサーモラベル等)を確認する必要がある。

(10) 避雷器

避雷器について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-12 に示す。

表 3-12 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領：避雷器

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|------|--------|----------|------|
| | | | 保安規程 |
| 避雷器 | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 本体 | 損傷、汚損、亀裂 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色 | 1回/月 |
| | 接地線 | 腐食・断線・外れ | 1回/月 |

出所)JEAC8021-2018

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 故障による機能不良リスクが想定されるため、本体のひび割れ、変形、破損等がないか目視確認する必要がある。
- ・ 水侵入による内部短絡リスクが想定されるため、パッキンの状態が正常か否か目視確認する必要がある。
- ・ 接地線の接続状況を目視確認する必要がある。

(11) 高圧母線等

高圧母線等について、従来の月次点検における点検箇所を表 3-13 に示す。

表 3-13 高圧受電設備の月次点検における点検箇所及び点検要領：高圧母線等

| 点検箇所 | 点検項目 | 点検要領 | 月次点検 |
|-------|--------|---------------------------|------|
| | | | 保安規程 |
| 高圧母線等 | 運転状況 | 異音、異臭 | 1回/月 |
| | 母線 | 損傷、汚損 | 1回/月 |
| | 主回路接続部 | 過熱による変色、ねじ緩み [※] | 1回/月 |
| | 維持物 | 損傷、汚損、亀裂、脱落 | 1回/月 |

注意)「ねじ緩み」は JEAC には記載がないが、ヒアリング調査等の結果、点検している場合が多いことが明らかとなったため、事務局判断で追記しているものである。

出所)JEAC8021-2018 に MRI 追記

また、特に注意して点検すべきリスクの高い箇所等を以下の通り整理した。

- ・ 樹木との接触による地絡、短絡リスクが想定されるため、周辺障害物との離隔が十分か否か目視確認する必要がある。
- ・ 電柱倒壊による地絡、短絡リスクが想定されるため、電柱の傾き、支線の錆等の異常がないか目視確認する必要がある。
- ・ 電力室への浸水、水トリーリスクが想定されるため、マンホール内高圧母線ケーブルの浸水・異常の有無を確認する必要がある。

3.3.2 現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するためのスマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方

3 回にわたる検討会において、現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保することが可能なスマート保安キュービクルに設置されるべきセンサについて、議論を行った。検討会では、委員から目視点検の代替の観点からカメラを必須とする案と、カメラは必須とせずセンサを必須とする案が提案された。普及導入を図るための低コスト化に対しては、カメラを必須としないことが効果的と考えられるものの、技術実証データの不足等より、現場での外観点検と同等の保安レベルを確保可能な、カメラに代わる最小限のセンサ及びそれを適用する機器の特定には至らなかった。

このため、検討会では、当面の間カメラを必須とする案を採用し、カメラを必須とせずセンサを必須とする案については、今後、民間による技術実証の動向を注視し、継続的に知見の収集に努めることが適切であるとの結論を得た。具体的には、「現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するためのスマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方」として、以下を取りまとめた。

| 現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するための スマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方 |
|--|
| <p>外観点検について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 視覚の代替(目視試験)となる監視設備(カメラ等)は、設置を求めるものとする。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 設置するカメラ等は、月次点検対象となりうる構成機器について、少なくとも一方向から確認できる視野を持つこと。 ・ なお、上記の方法と同等以上の確認ができる(記載されている手法を別の手法によって代替できる)場合は、上記による方法でなくてもよい。 2. 触覚・嗅覚(熱の検知)の代替となる措置(熱検知機器等)は、設置を求めるものとする。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 熱検知機器の設置については、スマート保安キュービクルメーカーではなく、スマート保安キュービクル設置者に対して、設置を求めるものとする。なお、必要な箇所・必要な設置台数等については、電気主任技術者の判断とする。 ・ また、上記の方法と同等以上の確認ができる(記載されている手法を別の手法によって代替できる)場合は、上記による方法でなくてもよい。 3. 聴覚の代替(振動等の検知)となる措置(振動センサ等)は、現行の月次点検と同等の保安レベルの確保という観点からは優先度が低いものと判断し、設置を義務とはしない。 <p>測定について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電圧値の適否及び過負荷等 電圧、負荷電流測定の結果を遠隔で確認可能な措置を求めものとする。 2. 低圧回路の絶縁状態・変圧器のB種接地工事の接地線に流れる漏えい電流測定の遠隔化は、低圧絶縁監視装置で監視することを前提に省略を認めるものとする。 |

参考)事故等の未然防止の観点から、振動センサの取付けが有効であることは間違いないが、協調領域(設置義務)として求めるものではなく競争領域として規定することで、イニシャル・ランニングコストの低コスト化に向けたキュービクルメーカーや設置者による創意工夫を期待するものとする。

参考)熱検知機器については、必ずしも放射温度計やサーモカメラや熱電対等のようなものを設置する必要はなく、サーモラベルをカメラ等で監視する手法でも問題ない。

3.3.3 認証機関の要件に関する整理

「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)」において月次点検の遠隔化においては「第三者認証を取得した機械器具等」を使用する旨が規定されており、適合性評価機関が調達者の代理として適合性評価(第三者認証)を実施することが想定される。

なお、適合性評価とは、「規格・基準」通りに行われているか否かを確かめる行為のことを言う。マネジメントシステム認証の場合であれば、認証を受けた企業は、第三者による認証の証明を調達者に示すことで、マネジメントの品質を説明することができる。また、製品認証の場合には、製造事業者は第三者による製品が製品基準に適合していること(認証)の証明を調達者に示すことで、製品の品質を調達者に説明することができる。

本項では、第三者適合性評価機関のひとつである認証機関の要件の検討を目的として、既存の認証制度の例を表 3-14 の通り整理した。

表 3-14 既存の認証制度の例

| 規格・法令 | マネジメントシステム 認証 | ウインドファーム認証 | 電気用品安全法(電安 法) | 誘導灯認定(消防法) | 認定キュービクル | 推奨キュービクル |
|------------------|---|---|---|---|--|--|
| 認証等の対象 | 組織のマネジメントシ ステム(品質、環境、食品 等) | 出力 500kW 以上の風 力発電所 | 特定電気用品の適合性 検査 | 消防法令で規定される誘 導灯 | キュービクル式非常電源 専用受電設備 | キュービクル式高圧受電 設備 |
| 認証等の基準・規格 | ISO 9001、ISO 14001、ISO 22000 等 | JIS C 1400-1、JIS C 1400-2 等 | 電安法で定められた技 術基準 | 誘導灯及び誘導標式の 基準(消防法施行規則に 基づく消防庁告示) | 消防庁告示第7号(改正 第8号)キュービクル式 非常電源専用受電設備 の基準、 JISC4620 キュービクル 式高圧受電設備、 (その他、JEA による、 JIS を補完する規定) | JISC4620 キュービク ル式高圧受電設備、 その他、JEA による、JIS を補完する規定、 「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。 |
| 認証等実施機関 | 認定機関に認証された機 関 | 認証機関として認定を取 得した機関 現状では NK(日本海事 協会)。 | 登録検査機関 現状では JET、JQA、 JIA、UL ジャパン 等。 | 登録認定機関 現状では JEA(日本電気 協会)。認定事務を日本 照明工業会が協力。 | 登録認定機関 現状では JEA(日本電気 協会)。 | JEA が基準策定・認証を 実施 |
| 認証機関の認定要 件 | ISO/IEC 17021-1 (JIS Q 17021-1)適合 性評価—マネジメントシ ステムの審査及び認証を 行う機関に対する要求事 項—第1部:要求事項 等 | ISO/IEC 17065 (JIS Q 17065)適合性評価 —製品、プロセス及び サービスの認証を行う機 関に対する要求事項 | 国際標準化機構及び国 際電気標準会議が定め た製品の認証を行う機関 に関する基準に適合する ものであること。(電安法 第31条) | 消防法施行規則 第31 条の5 | 消防法施行規則 第31 条の5 | — |
| 認証機関の認定・審 査機関 | 認定機関 現状では、JAB、NITE 認定センター 等 | 認定機関 現状では、JAB が認定を 行っている。 | 経済産業大臣 電安法に基づき NITE が 必要な調査を行うことが 可能。 | 総務省消防庁 | 総務省消防庁 | — |

3.3.4 認証要件の素案

3.3.2 にて提示した「現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するためのスマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方」に基づき、「主任技術者制度の解釈及び運用(内規)の改正案」及び「内規別紙:需要設備の設置の場所と異なる場所から適確に点検できるよう措置(第三者認証を取得した機械器具等を使用する措置をいう。)した需要設備の要件の案」を、以下の通り作成した。

| 検討会での議論を踏まえた、主任技術者制度の解釈及び運用(内規)の改正案 |
|--|
| <p>(委託契約書に明記された者による保安管理業務の実施等)</p> <p>(7)規則第53条第2項第5号の「電気工作物の工事、維持及び運用の保安に関し、設置者及び委託契約の相手方の相互の義務及び責任その他必要事項が委託契約に定められていること」は、次に掲げる全ての事項を委託契約書等から確認できることとする。</p> <p>…(略)</p> <p>② 月次点検を、次に掲げる要件の全てに従って行うこと。</p> <p>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号ロ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つては、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号ロに規定する需要設備にあつては、<u>需要設備の設置の場所と異なる場所から適確に点検できるよう措置(第三者認証を取得した機械器具等を使用する措置をいう。)した需要設備が別紙に定める要件を満たすものであり、かつ電気管理技術者等が必要と判断した箇所に熱検知機器を設置したものとし、3月に1回以上を現地で行わなければならない。</u>また、遠隔地で点検を実施する場合にあつては、その旨を保安規程に規定すること。</p> <p>イ 外観点検を、(イ)に掲げる項目について、(ロ)に掲げる設備等を対象として行う。</p> <p>(イ)点検項目</p> <ul style="list-style-type: none">(a)電気工作物の異音、異臭、損傷、汚損等の有無(b)電線とそれ以外の物との離隔距離の適否(c)機械器具、配線の取付け状態及び過熱の有無(d)接地線等の保安装置の取付け状態(e)その他必要に応じて、保安規程に定める項目 <p>…(略)</p> <p>※下線部が追記案である。</p> |

検討会での議論を踏まえた、主任技術者制度の解釈及び運用(内規) 別紙の案

需要設備の設置の場所と異なる場所から適確に点検できるよう措置
(第三者認証を取得した機械器具等を使用する措置をいう。)した需要設備の要件

1. 需要設備の機械器具等の要件

(1) 情報収集機器

- ① 情報収集機器は、受電点の負荷側に最初に設置される受電設備(キュービクル式受電設備に限る。以下同じ。)及び当該受電設備から高圧の電圧(600ボルトを超えるもの)で引き出される場合の電気を受電する場所に設置する受電設備に施設するものであること。
- ② 需要設備の受電設備の中に、必要なカメラを振動等の影響により位置ずれや脱落等がないように堅牢に取付けたものであること。
- ③ 情報収集機器は、任意の時間に情報をデジタル信号として出力できるものであること。
- ④ カメラは、それぞれ高圧用の断路器、遮断器、負荷開閉器、変圧器、計器用変成器(零相変流器を含む。)、調相設備及び避雷器であって、高圧受電設備の中に設置されているものについて、可動部、端子部、接続部等を少なくとも一方向から見た場合において、電路が引き出された部位(製品として隠蔽された部位であるものを除く。)及び本体の大半を撮影できるものであること。
- ⑤ カメラは、画素数が300万画素以上^{※1}のカラー画像であること。
- ⑥ カメラによる撮影の際に、撮影箇所の照度が200ルクス以上^{※2}となるよう必要な光源が点灯するものであること。
- ⑦ 受電設備の主遮断装置の一次側又は二次側の近傍の電路における電圧及び電流の値を遠隔で確認可能な措置を講じているものであること。
- ⑧ 上記②～⑥に規定される方法現地での外観点検と同等以上の保安レベルが確保できると認められる場合は、上記②～⑥に規定される方法によらなくてもよい。

(2) 情報伝送機器

- ① 情報伝送機器は、低圧電路の絶縁監視装置で使用する情報伝送機器を流用することができることとし、流用しない場合にあつては、制御系回路から独立した構成とできるものであること。
- ② 情報収集機器で収集した情報を遠隔地に適確に伝送できること。
- ③ 情報の伝送先である電子計算機を含め、必要なサイバーセキュリティ対策を確保すること。

2. 第三者認証を行う機関の要件

第三者認証を行う機関は、次の要件を全て満たすものであること。

- ① 第三者認証を行う機関は、一般社団法人又は一般財団法人であること。
- ② 過去に法又は法に基づく処分に違反し、罰金以上の刑に処せられ、その執行を終わり、又は執行を受けることがなくなった日から2年を経過しない者が役員にいないこと。
- ③ 保安全管理業務に係る事業者又はその構成員である者が役員にいないこと。
- ④ 認証の業務を行う部門に管理者を置くこと。
- ⑤ 認証の業務の管理及び精度の確保に関する文書が作成されていること。
- ⑥ 上記⑤に掲げる文書に記載されたところに従い、認証の業務の管理及び精度の確保を行う部門又は組織を置くこと。

- ⑦ 全国の認証を受けることを希望する者に対して、認証の業務を公正に行うことができる体制を有していること。
- ⑧ 認証を行うための委員会を設置し、6人以上の委員で構成し、その三分の二以上に外部の学識経験者、有識者等をあてること。
- ⑨ 認証の業務に関する事項で次に掲げるものを記載した帳簿を備え付け、認証を行った日からこれを5年間保存すること。
- イ 認証の申込みをした者の氏名及び住所(法人にあっては、名称及び主たる事務所の所在地)
 - ロ 認証の申込みを受けた年月日
 - ハ 機械器具等の形状、構造、材質、成分及び性能の概要
 - ニ 機械器具等を設備等技術基準の全部又は一部に適合していることを検査した日
 - ホ 上記ニの検査をした者の氏名
 - ヘ 認証の有無(認証をしない場合にあっては、その理由を含む。)
 - ト 認証の有無を通知した日
 - チ 受電設備に取付ける機械器具等の選定及び適正な取付の確認について、必要な規程を策定していること。
 - リ 機械器具等の適正な取付について、当該機関の職員が製造事業者の工場又は需要設備の設置場所において確認できるシステムを構築していること。ただし、既に確認した機械器具等が、同一の型式の情報収集機器を同一の型式の受電設備の同一の位置に取付ける場合にあっては、この限りでない。
- ⑩ 1. 及び2. ①から⑨までの要件を満たすことについて、産業保安グループ電力安全課の確認を受けたものであること。

※1:「日本非破壊検査協会規格(NDIS)NDIS3414」“記録器具の種類及び使用上の留意点”を基に設定

※2:第2回検討会委員提案数値を採用(照度については、500lx程度あるとよく見えるが、実証試験より200lx未満でも確認は可能と考えられ、また変電所の基準である200lxとするのがよい)

4. 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討

4.1 検討会の開催

自家用電気工作物のサイバーセキュリティ対策の具体的な内容をガイドライン(案)としてまとめるとともに、併せてサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成方法等について検討を行うため、専門家から構成される検討会を設置・運営した。

下記の通り、検討会を開催した。なお、検討会の委員長を橋本准教授にお願いした。

名称：自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討会

開催回数：3回

開催日：第1回 2021年10月18日(月) 9:00

第2回 2021年12月1日(水) 10:00

第3回 2022年1月12日(水) 13:00

構成員：表 4-1 に示す。

表 4-1 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討会委員

敬称略 五十音順

| | 氏名 | 所属・役職 |
|-----|--------|---|
| 委員 | 石川 誠司 | 一般社団法人日本電設工業協会（株式会社関電工 エンジニアリング部 エンジニアリングソリューションチーム 主任） |
| | 奥原 雅之 | 東京都立産業技術大学院大学 産業技術研究科 教授 |
| | 小林 正 | 全国電気管理技術者協会連合会 保安問題研究委員会 委員 |
| | 佐々木 弘志 | 独立行政法人情報処理推進機構 産業サイバーセキュリティセンター 専門委員 |
| | 角谷 靖明 | 一般社団法人日本風力発電協会 系統・設備運用部長 |
| | 但見 収司 | 電気保安協会全国連絡会 技術力向上専門委員会 委員 |
| | 西園 昭宏 | 一般社団法人太陽光発電協会 系統担当部長 |
| | 橋本 正樹 | 情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 准教授 |
| | 元島 仁志 | 送配電網協議会 工務部 副部長 |
| | 綿田 俊介 | 電気事業連合会 情報通信部 副部長 |
| 事務局 | | 株式会社三菱総合研究所 |
| | | 株式会社 NTT ファシリティーズ |

4.2 ガイドラインと人材育成の検討

4.2.1 自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン

(1) ガイドライン策定の背景と目的

スマート化技術の普及拡大に伴い、ネットワークの構成要素の増加や各種センサや端末の誤操作、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生じるおそれがある。また、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では、当該リスクへの具体的な対策について専門家による集中的な議論が必要であるとの意見もある。

これらを背景として、自家用電気工作物にスマート化技術を導入した場合に必要なサイバーセキュリティ対策を示すことを目的に、本事業では、「自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン(以下、ガイドラインという。)」の案を策定した。

自家用電気工作物の保安管理の責任は、原則として設置者が担っていることから、ガイドラインは基本的には設置者に対して提示することを想定して策定した。ガイドラインの記載事項を参考とした具体対策の実装については、設置者が単独で実施するだけでなく、電気主任技術者等やベンダー、サイバーセキュリティの専門家等の監督や支援の下、設置者が実施(又は実施を委託)することも想定した。なお、設置者が保守点検を委託する場合や遠隔サービス提供事業者等のシステムを利用する場合には、保守点検を行う事業者、遠隔サービス提供事業者等においても、必要に応じてガイドラインで提示するサイバーセキュリティ対策が実施されることが望ましいものとしてガイドライン案を策定した。

(2) ガイドラインの構成

ガイドライン案の策定にあたっては、「電力制御システムセキュリティガイドライン JEAG 1111-2019」(一般社団法人日本電気協会情報専門部会)、「スマートメーターシステムセキュリティガイドライン JEAG1101-2019」(一般社団法人日本電気協会情報専門部会)を参考とした。表 4-2 に、今回策定したガイドライン案の目次構成を示す。

ガイドラインの各事項とその解説は「電力制御システムセキュリティガイドライン」をベースとしながら、設置者が保守点検を委託し、委託先が所有する遠隔監視システム、制御システムを利用する場合や、遠隔サービス提供事業者等のシステムを利用する場合があること等を踏まえて策定した。一方で、目次は、セキュリティ対策を機器、通信、システム、運用、物理毎に整理している「スマートメーターシステムセキュリティガイドライン」を参考にして構成しており、「電力制御システムセキュリティガイドライン」とは異なっている。

表 4-2 ガイドライン案の目次構成

| 自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン(案) 目次 | |
|--|-------------------------|
| 第1章 総則 | 第1-1条 目的 |
| | 第1-2条 適用範囲 |
| | 第1-3条 システムの構成 |
| | 第1-4条 想定脅威 |
| | 第1-5条 用語の定義 |
| 第2章 組織 | 第2-1条 体制 |
| | 第2-2条 役割 |
| | 第2-3条 セキュリティ教育 |
| 第3章 文書化 | 第3-1条 文書管理 |
| | 第3-2条 実施状況の報告 |
| 第4章 セキュリティ管理 | 第4-1条 セキュリティ管理 |
| 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 |
| | 第5-2条 機器の取扱い |
| 第6章 通信のセキュリティ | 第6-1条 暗号・通信プロトコルの最適化 |
| | 第6-2条 ネットワークの管理 |
| 第7章 システムのセキュリティ | 第7-1条 システムのセキュリティ |
| 第8章 運用のセキュリティ | 第8-1条 システムの管理 |
| | 第8-2条 機器の管理 |
| | 第8-3条 データの管理 |
| | 第8-4条 セキュリティパッチの適用 |
| 第9章 物理セキュリティ | 第9-1条 物理セキュリティ |
| 第10章 セキュリティ事故の対応 | 第10-1条 情報の収集 |
| | 第10-2条 セキュリティ事故の対応 |
| | 第10-3条 セキュリティ事故の報告と情報共有 |
| | 第10-4条 周知と訓練 |

(3) ガイドラインの内容

ガイドライン各条の記載事項は「勧告的事項(設置者等が実施すべきこと)」と「推奨的事項(設置者等が実施の要否及び実施方法を判断すべきこと)」の2つとした。各事項は「推奨的事項」を基本としているが、「自家用電気工作物のうち系統連系する発電設備の制御システム(本ガイドラインで「区分 A」と定義)」については、一般送配電事業者が規定する「系統連系技術要件」で要求している事項、及び「電力制御システムセキュリティガイドライン」で勧告的事項となっている事項を参考に、一部の事項を「勧告的事項」としている。

「電力制御システムセキュリティガイドライン」の記載事項だけでなく、「スマートメーターシステムセキュリティガイドライン」の記載事項を踏まえ、「第 5-2 条 機器の取扱い」においては「ソフトウェアアップデートを適切かつ確実に実施することができる仕組みを構築することが望ましい」旨を、「第 8-4 条 セキュリティパッチの適用」においては「ぜい弱性に関する情報を継続的に管理することが望ましい」旨を追加している。

各章の概要と、「勧告的事項」とした内容を以下に紹介する。

第 1 章 総則

第 1-1 条 目的

第 1-2 条 適用範囲

第 1-3 条 対象となるシステムの区分

第 1-4 条 想定脅威

第 1-5 条 用語の定義

- 本ガイドラインの目的は、「自家用電気工作物の遠隔監視システム、制御システム等のサイバーセキュリティの確保」である。
- 本ガイドラインの対象は、「遠隔監視システム及び制御システム並びにそれぞれのシステムに付随するネットワーク」であり、本ガイドラインは、それらを利用する設置者や保守点検を行う事業者、遠隔サービス提供事業者等に適用される。なお、それ以外の対象システムは、設置者において定めることとしている。
- 具体的な対策は、設置者が判断し実施することとしている。一方で、設置者との協議に基づいて、保守点検を行う事業者、遠隔サービス提供事業者等がその一部を実施することも想定している。
- 「自家用電気工作物のうち系統連系する発電設備の制御システム」を区分 A と定義した。以後の章で、当該設備に対する事項のうち一部を「勧告的事項」としている。
- 脅威として、自家用電気工作物の保安の確保の妨害等を目的としたサイバー攻撃、及びセキュリティに関する管理の不良を想定する。なお、保安の確保には、公衆の安全及び電力系統へ波及する事故の防止を含む。
- サイバー攻撃の例として、遠隔監視システムにおける監視情報の傍受や改ざん、制御システムにおける設定値の改ざんや不正アクセス等が想定される。

| |
|--|
| <p>第2章 組織</p> <p>第2-1条 体制</p> <p>第2-2条 役割</p> <p>第2-3条 セキュリティ教育</p> <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティの確保のために、設置者や関係事業者における責任の考え方や、管理組織の設置等について示している。 <p>【勧告的事項】 区分Aでは、設置者の経営層がセキュリティの確保について責任を負うことを求めている。一方で、保守点検を事業者に委託する場合や遠隔サービス提供事業者等のシステムを利用する場合は、これらの事業者がセキュリティの確保のための実行責任を求め、自らは主に説明責任を負うことも想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティの確保のために、設置者がシステム関係者や関係事業者等に対してセキュリティに関する役割を明確すること等を示している。 <p>【勧告的事項】 区分Aでは、セキュリティの実施目的を明確化し、目的実現のためのセキュリティ管理責任組織を設置すること、セキュリティ管理責任者を任命することを求めている。なお、経営規模によっては、セキュリティ管理組織は個人となることも想定される。</p> |
| <p>第3章 文書化</p> <p>第3-1条 文書管理</p> <p>第3-2条 実施状況の報告</p> <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティに関する情報の文書化、その文書の適切な管理、セキュリティ対策の実施状況に関する組織内・外への報告の仕組み作り等について示している。 |
| <p>第4章 セキュリティ管理</p> <p>第4-1条 セキュリティ管理</p> <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティ対策を継続的に改善し、対策を計画に従って適切に実施することについて示している。これらは、セキュリティ管理を委託する事業者と連携することも想定している。 |
| <p>第5章 機器のセキュリティ</p> <p>第5-1条 セキュリティ仕様の確認</p> <p>第5-2条 機器の取扱い</p> <ul style="list-style-type: none"> • 遠隔監視システム、制御システム等のセキュリティ仕様の明確化、仕様通りであることの確認、システム構成や機能の変更時等におけるセキュリティ対策の見直し等について示している。 • ソフトウェアアップデートを含む、機器のライフサイクルにおける継続的な管理の仕組み作りについて示している。 |
| <p>第6章 通信のセキュリティ</p> <p>第6-1条 暗号化・通信プロトコルの最適化</p> <p>第6-2条 ネットワークの管理</p> <ul style="list-style-type: none"> • 機器間の通信における傍受や、機器が保有する重要データの漏えい、改ざんの危険が高い区画における、データの暗号化、通信プロトコルの最適化による通信データの保護について示している。 • 不正侵入の防止、他ネットワーク内で発生したサイバー攻撃の影響の伝播の防止、不正接続さ |

| |
|--|
| <p>れた機器やサイバー攻撃を受けた機器による不正動作の防止のために、遠隔監視システム、制御システム等における①外部ネットワークとの分離、②接続点の最小化、③接続点の防御、④接続制御、⑤認証、⑥ネットワーク分割について示している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 【勧告的事項】 区分 A では、他ネットワークとの接続点を最小化することを求めている。また、他ネットワークとの接続点に防御措置を講じることを求めている。 |
| <p>第 7 章 システムのセキュリティ</p> <p>第 7-1 条 システムのセキュリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> 不正なプログラムの実行を阻止する仕組みを講じること、本来の操作によらない処理が発行されないようにすることについて示している。 |
| <p>第 8 章 運用のセキュリティ</p> <p>第 8-1 条 システムの管理</p> <p>第 8-2 条 機器の管理</p> <p>第 8-3 条 データの管理</p> <p>第 8-4 条 セキュリティパッチの適用</p> <ul style="list-style-type: none"> セキュリティを保った運用環境の構築、マルウェアの侵入防止、不正侵入や内部不正の確認のために、①管理者権限の適当な割り当て、②機器のマルウェア対策、③外部記憶媒体等の取扱い、④ログの取得について示している。 【勧告的事項】 区分 A では、遠隔監視システム、制御システム等に接続する外部記憶媒体や可搬型の機器のウイルスチェック等を行うことを求めている。 セキュリティ事故の発生の予防、事故の迅速把握・対応のために、機器・外部記憶媒体を管理し保護すること、遠隔監視システム、制御システム等に関連するデータを管理し保護することについて示している。 ぜい弱性を悪用したサイバー攻撃を阻止するために、ぜい弱性に関する情報を継続的に管理すること、セキュリティパッチの適用または代替策の適用について示している。 |
| <p>第 9 章 物理セキュリティ</p> <p>第 9-1 条 物理セキュリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> セキュリティ区画について示している。 |
| <p>第 10 章 セキュリティ事故の対応</p> <p>第 10-1 条 情報の収集</p> <p>第 10-2 条 セキュリティ事故の対応</p> <p>第 10-3 条 セキュリティ事故の報告と情報共有</p> <p>第 10-4 条 周知と訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> セキュリティ事故の対応に必要な情報の収集、事故の対応体制と手順の明確化、事故時の報告、事故から得られた知見の活用、事故発生時の対応に関する周知や訓練について示している。 |

(4) 検討会における議論

3 回の検討会において、ガイドラインの構成と内容について議論が行われた。検討会で提示された主な意見を表 4-3 に示す。

表 4-3 ガイドラインの策定に関する検討会での議論

| | |
|-----------------|--|
| <p>第 1 回検討会</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 電制 GL は、制御を行う設備等を対象としているため、需要設備等については「推奨的事項」とできる可能性を含めて検討する必要がある。また、需要設備と太陽光・風力発電設備で GL を分ける必要はないか。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 基本的に GL を「推奨的事項」として作成。発電設備に対する「系統連系技術要件」との整合をとるために、一部を「勧告的事項」として記載。 ➢ 需要設備において、これらを「推奨的事項」とするか、本検討会においてご確認・ご意見いただきたい。 ➢ 需要設備と発電設備に対応する形で、「制御を伴わない遠隔監視システム」、「制御を伴うシステム」の2つを定義。一方で、それぞれについて GL をどのように書き分けることが可能か、本検討会においてご意見いただきたい。 ● 脅威として「物理破壊」をどう扱うか。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ネットワークを利用する観点で「物理的脅威」をリスクの1つとして取り上げたが、「サイバーセキュリティ」としては対象外として整理。 ● インターネット通信の途絶によるシステム保全についてはどう取扱うか。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ GL 上では「第 10-2 条:セキュリティ事故の対応」が該当と考えられる。一方で、具体的な対策・対応(保安管理上必要となる重要な監視データを喪失しないようにする、途絶した際は現地の確認を行い安全確認する等)は、保安規程側にて整理される形を想定。 ● 広域なサイバー攻撃によるブラックアウトについてどう考えるか。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 海外事例を整理。基本的な対策は GL の第 5 章～第 8 章になると考えられる。その他、特別な対策が必要かどうかについては、今後のガイドラインの更新において随時検討する形を想定。 ➢ 「広範囲の発電事業者に対してサイバー攻撃が発生した場合に業界全体で迅速な情報共有ができる体制面の構築をする」といった、より踏み込んだ対策は、GL とは別に実施する必要があると考えられる。 ● 設備自体がサイバー攻撃の起点となりうる。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 設備自体がサイバー攻撃の起点となることを防止する対策は、第 5 章～第 8 章(特に第 5 章:機器のセキュリティ)が対応すると考えられる。 ● 保安管理に関わる関係者は多様である。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ サイバーセキュリティに対する関係者として、設置者、設置者から委託を受けたセキュリティ関係事業者、外部委託先、遠隔監視サービス事業者の 4 者で整理。本検討会においてご意見いただきたい。 ● ガイドラインの今後の更新について |
|-----------------|--|

| | |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ GL 本体とは別の「まえがき」にて、引続き更新していく旨を記載することを想定。 |
| 第 2 回検討会 | <ul style="list-style-type: none"> ● 推奨/勧告の書き分けについて <ul style="list-style-type: none"> ➤ 必須ではない対応事項については、そもそも「推奨的事項」としても記載すべきではないと認識した。 ● サイバーセキュリティの役割分担を決定できる場合、様々なパターンが生じ収拾がつかなくなる可能性があるため、「設置者と外部委託者間で協議して」等という記載にした方が適切ではないか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 「設置者と外部委託者間で協議の上で決定する」という記載にする必要があると認識した。 ● ステークホルダー毎の所管システムを整理した表等を記載するとよいのではないか。それにより、ステークホルダーの説明責任/実行責任を示せないか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ ステークホルダー毎の所管システムの整理について、解説部分等に記載する方針で検討する。 ● ウイルス対策ソフトの導入についての、記載方法について。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 「運用上の手法でリスクを回避する」等の旨を追記する。 ● 監視システムと制御システムの違いについて議論されているが、監視システムも通信上は制御システムにつながっていると認識している。監視システムへの意図的な攻撃として、例えばマルウェア感染等は起こりうるのか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 保守・監視系 NW に集約されたセンサ類の情報を、外部委託先に伝送するための通信回線に侵入することで、保安データを改ざんすることは可能だと想定している。 ● 本ガイドラインは、最終的には電気設備技術基準に反映され、位置づけが明確化されるという認識でよいか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 本ガイドラインについては、電力制御システムセキュリティガイドラインと同様に電気設備技術基準の解釈の中で規定することを想定している。 |
| 第 3 回検討会 | <ul style="list-style-type: none"> ● 系統連系の有無に基づく区分の設定について。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 制御の有無により影響やリスクの大小が変わる点について認識している。一方で、本ガイドライン上では、基本的には推奨的事項として記載することをベースとした上で、各項目を勧告的事項/推奨的事項に分けて記載をしているが、その分類では系統連系技術要件との整合性を考慮した。すなわち、系統連系技術要件で要求されている項目については、本ガイドラインで勧告的事項として位置づけた。そのため、勧告的事項の対象となる設備を区分 A として位置づけ、本ガイドライン上でそれ以外の設備との差異を付けた。 ➤ 系統連系技術要件では「系統連系される発電設備の制御システム」を対象としてサイバーセキュリティ要件が記載されているため、これに合わせて区分 A の記載の修正を検討する。 |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● 基本的には全て推奨的事項とする方針だが、系統連系技術要件で勧告的事項として規定されている項目は、本ガイドラインでも勧告的事項として記載しているという理解でよいか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 認識の通りである。ただし、マルウェア対策に関する項目のみ、電力制御システムガイドラインでは推奨事項としているため、電力制御システムガイドラインに準拠し推奨としている。 ● 区分 C では監視対象が特に定義されていない。監視装置というと比較的広義であるように感じるため、何等かの定義づけをした方がよいのではないか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 需要設備(キュービクル)の中の構成機器(変圧器等)も監視対象として含まれることを想定している。需要設備全体を監視する、という考え方になると考えている。 ● VPN 以外の手法も用いられるようになっているが、VPN や IP-VPN に限定して記載をしている理由はあるか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 委員からの意見票や昨年までの調査を踏まえ、実際に VPN が用いられているとの情報があったため、今回特出しをする形で追記した。VPN 及びVPN 以外の手法に関する内容について、「解説」という形で別欄を設けて記載することも検討する。 ● セキュリティ教育の担当者を、設置者とすることは困難ではないか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 前回の検討会や意見票でも同様の指摘をいただいております、教育計画策定等は必ずしも設置者が実行するものではないと認識している。表現の見直しを検討する。 ● 可搬型の機器に対する対策として、ウイルスチェックのみとする方針でよいか。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ マルウェアの存在の確認が主目的であるため、「ウイルスチェック『等』」という表記への修正を検討する。 ● 今回のガイドラインの法的な位置づけについて。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 電気保安制度 WG で審議した後、経済産業省としての法令審査を受け、そしてパブリックコメントを実施する。これを踏まえ、電気設備技術基準の解釈の中に、ガイドラインの存在に関する記載を追記するとともに、内規という形でガイドラインを位置づける。本件は国が直接規定するガイドラインという位置づけになる。 |
|--|---|

4.2.2 人材育成

関連分野の既存の講習・セミナー等の調査及び検討会での議論を踏まえ、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成方法等を検討した。

(1) 関連分野の既存の講習・セミナー等に関する調査

自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティに関する教育を実施する機会として活用しうる既存の講習・セミナー等について、①電気設備の保安、②太陽光・風力発電設備の保安、③サイバーセキュリティの3分野に着目して情報の収集・整理を行った。各分野の調査結果(抜粋)をそれぞれ表4-4、表4-5、表4-6に示す。

収集・整理結果より、活用しうる既存の講習・セミナー等の特徴として、以下2点を抽出した。

- 「セミナー」の位置づけで実施されているもの(表4-4 No.3~7等)には、最新技術等の動向を取り上げる傾向が見られ、また、開催年によって柔軟にテーマを変更する余地があると推察されることから、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティに関する教育を実施する機会としても活用できる可能性がある。
- サイバーセキュリティに関する既存の講習・セミナーのうち、受講者にIT分野のスキル・実務経験等が特段求められない講座(表4-6 No.3, 12~14等)については、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティに関する教育を実施する機会としても活用できる可能性がある。

表 4-4 電気設備の保安に関する既存の講習・セミナー等

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|----|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 電気設備 PM セミナー | 一般社団法人日本電気協会 | 全 530 分 (Web セミナー) | 保全現場で活躍する電気主任技術者や管理者、担当者 | <ul style="list-style-type: none"> ・電気設備・機器の突発事故と対策、トラブル事例 ・ユーザーにおける電気設備保全の実態 ・講演&パネルディスカッション |
| 2 | 電気安全セミナー | 一般社団法人日本電気協会北海道支部 | 0.5 日間 (13:25～16:30) | 自家用電気工作物設置者及び電気関係技術者 | <ul style="list-style-type: none"> ・令和2年度自家用電気工作物の立入検査の概要、事故発生状況及び防止対策 ・令和2年度北海道の電気事故 ・低圧電路における絶縁不良とその管理方法 |
| 3 | 電気設備管理(法規・技術)セミナー | 一般社団法人日本電気協会関東支部 | 1 日間 | 電気関連業務(特に電気設備の保守・管理)に従事されている方 | 電気関係法令の重要ポイントや改正概要の解説(電気事業法、省エネルギー法等)及び最近の技術動向をテーマとした講習 |
| 4 | 電気保安セミナー | 一般社団法人日本電気協会中国支部 | 詳細不明 | 記載なし | ・状態保全の取組、最新の診断技術、保全技術 |
| 5 | 電気主任技術者実務セミナー | 一般財団法人九州電気保安協会 | (Web セミナー) | 電気主任技術者 | <ul style="list-style-type: none"> ・最近の電気保安行政について ・近年の落雷被害状況と対策について ・電源用 SPD(基礎編)、電気設備の基本概要 等 |
| 6 | 電気設備保全管理講習会 | 一般社団法人日本電気協会九州支部、中国支部、北陸支部 | 1～2 日間 | 工場や事業場における保守・管理を担当する電気技術者 | <ul style="list-style-type: none"> ・電気設備の材料と絶縁の基礎 ・変圧器、ケーブル、配電盤、遮断器、電動機の保守管理のポイント ・自然災害から電気設備を守る保守管理のポイント&パネルディスカッション |
| 7 | 電気設備メンテナンス技術講習会 | 一般社団法人日本電気協会関東支部 | 1 日間 | 経験 3 年程度以上 | 電気設備の定期点検、設備診断・更新への対応等、設備管理・メンテナンスに役立つ実用的な技術・技能やメンテナンスのポイント等について |
| 8 | 電気保安講習会 | 一般社団法人中部電気保安協会 | 詳細不明 | 保安管理業務の契約をしている顧客 | <ul style="list-style-type: none"> ・電気設備の保安 ・電気の正しい使い方 |
| 9 | 電気講習会 | 一般財団法人関西 | 詳細不明 | 自家用電気設備に係 | ・停電事故につながる高圧電気設備の経年劣化に注意(講演) |

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|----|----------------|------------------------------------|---------------|-----------------------------|--|
| | (自家用電気設備対象)応用編 | 電気保安協会 | | わる経営者・設備管理者・電気主任技術者・保守管理会社等 | ・「追跡！日常作業の電気事故」または「潜入！低圧電気の事故現場」(DVD 上映) |
| 10 | 技術講座 | 一般社団法人日本配電盤制御システム工業会各支部 | 詳細不明 | 記載なし | 業界における最新テーマ(以下は東京支部平成17年度の例) ・低圧遮断器の新 JIS 規格と新 JIS マーク制度 ・トランシーバー変圧器とコンデンサ設備の適用 |
| 11 | 保安管理義務講習 | 主任技術者制度の解釈及び運用(内規)の規定に基づく確認を受けた実施者 | 5 日間(計 29 時間) | 第2種又は第3種電気主任技術者免状の交付を受けている者 | ・電気基礎、関連法令、各種設備の概要 ・月次/年次点検の方法、工事期間中の点検の方法、点検用機械器具の取扱い方法 ・事故応動 ・作業安全、コンプライアンス、新技術 |

出所)以下を基に三菱総合研究所作成

- 1 一般社団法人日本電気協会 第 54 回電気設備 PM セミナー(web セミナー) <https://store.denki.or.jp/frontend/seminar/detail/81>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 2 一般社団法人日本電気協会北海道支部 令和 3 年度電気安全セミナー <http://www.jea-hokkaido.com/kouen.html>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 3 一般社団法人日本電気協会関東支部 2021 年度電気技術者育成講習会のご案内 <http://www.kandenkyo.jp/pdf/2019kousyuuannai.pdf>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 4 一般社団法人日本電気協会中国支部 令和 3 年度講習会のご案内 <https://www.jea-chugoku.jp/koshukai/document/schedule2021.pdf>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 5 一般財団法人九州電気保安協会 電気主任技術者実務セミナー <https://www.kyushu-qdh.jp/dsyunin/>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 6 一般社団法人日本電気協会九州支部 電気設備保全管理講習会(秋季) https://www.keag.jp/capacity/kousyu_09.html(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
一般社団法人日本電気協会中国支部 令和 4 年度講習会のご案内 <https://www.jea-chugoku.jp/koshukai/document/schedule2022.pdf>(閲覧日:2022 年 2 月 25 日)
- 一般社団法人日本電気協会北陸支部 講習会・セミナーのご案内 <https://www.hokuriku-denkiyokai.jp/seminar.html#hozenkanri>(閲覧日:2022 年 2 月 25 日)
- 7 一般社団法人日本電気協会関東支部 2021 年度電気技術者育成講習会のご案内 <http://www.kandenkyo.jp/pdf/2019kousyuuannai.pdf>(閲覧日:2022 年 2 月 8 日)
- 8 一般財団法人中部電気保安協会 電気保安講習会 <http://www.cdho.or.jp/seminar/info/denho.html>(閲覧日:2022 年 2 月 25 日)
- 9 一般財団法人関西電気保安協会 電気講習会(自家用電気設備対象)https://www.ksdh.or.jp/workshop/electricity_office.php(閲覧日:2022 年 2 月 25 日)
- 10 一般社団法人日本計装工業会 計装士技術維持講習 <https://www.jsia->

tokyo.jp/%E6%95%99%E8%82%B2%E7%A0%94%E4%BF%AE%E4%BA%8B%E6%A5%AD/ (閲覧日:2022年2月8日)

11 経済産業省 保安管理義務講習について

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/hoankanrigyoumukoushu.html (閲覧日:2022年2月8日)

表 4-5 太陽光・風力発電設備の保安に関する既存の講習・セミナー等

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|----|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 1 | 太陽光発電 保守管理講習会 | 一般社団法人日本 電気協会北陸支部 | 0.5 日間 (13:00～ 17:00) | 記載なし | <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電設備の構造上のトラブル事例 ・太陽電池直流回路上のトラブル事例 ・太陽光発電設備の系統連系上のトラブル事例 ・太陽光発電設備の設置・メンテナンス上の注意点 ・太陽光発電設備の故障の兆候・更新時期の見極め方 |
| 2 | 太陽光発電 設備保全技 術者 養成講 座 | 一般財団法人再生 可能エネルギー保 全技術協会 | 1.5 日間 | 下記いずれかに該当 ・電気工事の知識経験を有する方 ・建築工事の知識経験を有する方 ・太陽光発電設備の知識経験を有する方 | <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュールの基礎知識 ・システムの基礎知識 ・システム設計と電気工事の基礎知識 ・システムの点検と測定 ・事故事例とその対策の紹介 ・土木設備の保全 ・電気関連法令の基礎知識 ・電気以外の関連法令の基礎知識 ・測定技術 |
| 3 | 技術認定講習会 | 社団法人太陽光発 電検査協会 | 2 日間(い ずれも 10:00～ 17:00) | 太陽光発電システムの 点検従事者 | <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の基礎知識 ・安全作業について ・パルス印加式テスターの基礎・測定 ・測定結果の検証と対策 ・不具合事例の紹介 ・I-V カーブの基礎 ・I-V カーブの見方 |

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|----|-------------|--------------------|--------------------------|--|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・サーモカメラ講座 ・絶縁・接地抵抗 ・積算価格の算出 ・総合と書類作成 ・確認テスト、質疑応答 |
| 4 | 風力発電 コース | 一般財団法人新エ ネルギー財団 | 1 日間 (9:20～ 16:40) | 風力発電に興味をお 持ちの方、風力発電で の事業化を検討される 方 | <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの政策 ・風力発電システム ・風力発電の導入・企画 ・風力発電の事業性評価 ・風力発電の建設、運転保守 |

出所)以下を基に三菱総合研究所作成

- 1 一般社団法人日本電気協会北陸支部 太陽光発電保守管理講習会 <https://www.hokuriku-denkiyokai.jp/seminar.html#taiyoukou>(閲覧日:2022年2月8日)
- 2 一般財団法人再生可能エネルギー保全技術協会 太陽光発電設備保全技術者 養成講座 <http://www.m-ref.or.jp/course.html>(閲覧日:2022年2月8日)
- 3 社団法人太陽光発電検査協会 技術認定講習会 <http://j-pia.or.jp/seminar/index.html>(閲覧日:2022年2月8日)
- 4 一般財団法人新エネルギー財団 新エネルギー人材育成研修会 https://www.nef.or.jp/jinzai/jinzai_huryoku.html(閲覧日:2022年2月8日)

表 4-6 サイバーセキュリティに関する既存の講習・セミナー等

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|-----|-------------------------------------|----------------|--------------------|---|--|
| 1 | セキュリティエンジニア養成講座 | CTC テクノロジー株式会社 | 6 日間(39 時間) | インフラ(サーバ/ネットワーク)設計/構築または運用経験 | ハッキングやログ分析、フォレンジック調査等の演習を通して、セキュリティ対策/運用/インシデント対応に必要な知識を学ぶ。 |
| 2 | CSIRT 能力向上研修 | ネットワンシステムズ株式会社 | 4 日間(30 時間) | 次のいずれか:CSIRT の管理者(リーダークラスまたはメンバー)の経験, インシデントハンドリングを担う管理者(リーダークラスまたはメンバー)の経験, IT に関する業務経験3年以上, IT セキュリティまたは情報リテラシーに関する業務経験1年以上 | CSIRT として必要になる知識習得やインシデント対応のプロセスを事例や訓練を通して考察し、ディスカッションする。 |
| 3 | サイバーセキュリティ技術者育成コース | ヒートウェーブ株式会社 | 78 日間(468 時間) | 特になし | サイバーセキュリティ技術を習得するための実践的な高度技術を基礎から体系的に学習することができる。 |
| 4 | サイバー・インシデントレスポンス・マネジメントコース基礎演習 | 大日本印刷株式会社 | 5 日間(40 時間) | IT 分野で 3 年以上の実務経験 | 一般企業の Windows 系仮想環境にサイバー攻撃を受けてチームで対処するハンズオン演習。 |
| 5,6 | サイバー・インシデントレスポンス・マネジメントコース実践演習 I、II | | I、II 各 4 日間(32 時間) | IT 分野で 3 年以上の実務経験 | Windows 系に Linux 系を加えた仮想環境にサイバー攻撃を受けてチームで対処するハンズオン演習。基礎演習よりも実践的内容。 |
| 7 | サーティファイド・サイバー・オフense・プロフェッショナルコース | | 5 日間(40 時間) | IT 分野に 5 年以上実務経験のある方。ぜひ弱性検査の実務経験があることが望ましい。 | 様々な先端的ハッキングツールと方法論を身につけるための「ハンズオン」を中心とした倫理的ハッキング演習。 |
| 8 | サイバー・インシデントレスポンス・マネジメントコース産業制御系・基礎 | | 5 日間(40 時間) | IT 分野での実務経験に加え、工場・プラントでの実務経験があると望ましい。 | 産業制御機器(SCADA)分野でのサイバー攻撃の脅威や予防方法を身につける。 |

| 番号 | 講座名 | 提供機関 | 講座期間 | 推奨経験 | 概要 |
|----|-----------------------------|---------------------------|----------------|---|---|
| 9 | AITAC 集中セミナー | 一般社団法人 高度 IT アーキテクト 育成協議会 | 95 日 (217 時間) | サーバまたはネットワーク機器の操作経験があること Linux の操作経験があること | インフラ技術、エンジニアに必要なコミュニケーション能力・問題解決のためのスキルを身につける。 |
| 10 | CYBERGYM's Zero to Hero | 株式会社バルクホールディングス | 60 日間 (420 時間) | 3 年程度のシステム開発経験、ネットワーク構築、サーバ構築経験 | 必要な基礎知識の習得から、実践を想定したハンズオントレーニングまで体系的に学ぶ包括的サイバーセキュリティトレーニング。 |
| 11 | ホワイトハッカー育成コース | ヒートウェーブ株式会社 | 36 日間 (108 時間) | ネットワーク構築、ウェブ開発、プログラミング開発等 | CTF を通して、様々な攻撃手法を学び、あらゆる脅威からシステムを守るための防御手段を身につけるコース。 |
| 12 | DigitalHearts CyberBootCamp | 株式会社デジタルハーツ | 8 日間(56 時間) | PC 上で Windows Microsoft Office 系ソフトを扱うことができる程度の素養 | セキュリティ技術者としての知識・技術を提供。 |
| 13 | IoT セキュリティ実践講座 (RESION2) | 一般社団法人 JAIST 支援機構 | 4 日間(32 時間) | ネットワークの運用保守などの業務、情報セキュリティに関連する業務、または、IoT システム、IoT 機器の開発などに関する業務。(今後、IoT システムや IoT 機器の開発に携わる予定のある方を含む) | IoT セキュリティを家電などの模型を使って実践的な演習を通して、セキュリティ技術を習得する。 |
| 14 | サイバーセキュリティ実践 (RECS) | | 4 日間(32 時間) | セキュリティに限らない、プロジェクトマネジメント、リーダー経験 | サイバーセキュリティ基礎から実践までを演習を通して習得する。 |

出所)以下を基に三菱総合研究所作成

1~14 経済産業省 第四次産業革命スキル習得講座一覧「ネットワーク、セキュリティ:14 講座」

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/jinzai/reskillprograms/pdf/kouzaichiran.pdf>(閲覧日:2022年2月8日)

(2) 検討会における議論

第1回、第3回検討会において人材育成について議論が行われた。検討会で提示された主な意見を表4-7に示す。

表 4-7 人材育成に関する検討会での議論

| | |
|--------|--|
| 第1回検討会 | <ul style="list-style-type: none"> ● <u>業務量が変わらない中で、サイバーセキュリティ等の追加的な対策が必要となることにより、かえってリスクが高まる(自宅に業務を持ち帰り、そこから流出するなど)というケースが過去にもあった。自助努力の範囲をどう位置づけるのかについて、本件でも慎重に検討することが必要なのではないか。</u> ● <u>電気主任技術者資格の試験において、自然エネルギーの利用に関する内容は既に盛り込まれている。今後はサイバーセキュリティやスマート保安に関する内容も取り入れるという方向性がありうるか。また、能力向上のためのカリキュラムを検討していくという方向性もありうるか。</u> <ul style="list-style-type: none"> ➢ <u>外部委託における実務経験年数短縮のための講習については、既に全国の電気保安協会でも実施いただいている。この講習の1科目として「新技術」という項目を設定していただいております。サイバーセキュリティについても言及いただいております。試験への反映についても将来的には必要だと認識しており、現在検討を進めている。</u> ● <u>電気保安に関わらず全ての業界で、「サイバーセキュリティを専門にしない方々におけるサイバーセキュリティ対策の重要性」が増しており、大きな課題となっている。こういった方々を「プラスセキュリティ人材(従来の業務にプラスしてサイバーセキュリティに関する知識が必要)」と位置づけ、業界毎に初級向けのプログラムを検討していく必要があると考えている。本件に関して、本事業で検討する啓発用パンフレットから着手し、少しずつ強化していく必要があるかと思う。</u> ● <u>「経営トップのコミットメントの下に仕事を最適化した上でサイバーセキュリティ対策を推進する」という進め方は浸透しづらいと考える。個人の電気主任技術者においてはサイバーセキュリティ対策の重要性を理解していただくという点も現状では困難と考える。</u> |
| 第3回検討会 | <ul style="list-style-type: none"> ● <u>本ガイドラインに関するサイバーセキュリティ教育は、電気主任技術者にとって必須の内容になると認識している。したがって、電気主任技術者の資格を所管する機関との協力が重要になるのではないかと考える。そうした機関における取組(セミナー等)や電気主任技術者のコミュニティのようなものがあれば、連携できるとよい。</u> <ul style="list-style-type: none"> ➢ <u>少なくともガイドラインについては、関心のある人にものみ展開するのではなく、全員に知らせることが重要ではないかと考える。業界誌などへの寄稿やリーフレットの掲載も一案である。</u> ● <u>事業者にとって、まずは今回作成したガイドラインの中身が分かるようなもの</u> |

| | |
|--|---|
| | <p>が必要になると思う。電力制御システムセキュリティガイドラインについても、その中身を勉強した後に、派生的にセキュリティについても勉強したという方も多かったと思う。まずはガイドラインの内容の理解を深めていただくための取組を行うとよいと思う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>ガイドラインに基づくチェックシート、「知ってほしいこと」のチェックリスト等を作成し、対策として求めるレベル感を明確化した上で議論するとよいのではないか。</u> ● 電気主任技術者において、既存の業務で忙しい中、新しい分野について追加的に勉強する必要が生じた際に、どの程度時間をとれるのが疑問。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 全国電気管理技術者協会連合会では、年に 2-3 回、有志による技術向上のための講習会を実施している。また、<u>必須の講習(期間は 1 日で、新しい法令や新技術等も取り上げる)が 5 年に 1 回あり、その中に本件の内容を組み込むことは可能だ</u>と思う。それ以外に追加的な時間をとることは現実的ではないと感じる。 ➤ 電気主任技術研修会を受講することもあるが、主に保安教育のためのネタ探しという意味合いが強く、<u>実務上の必要性を基に受講</u>している。 ● 「サイバーセキュリティに関する既存の講習・セミナー等」として記載されている講習・セミナーの多くはハードルが高いと感じる。より期間が短いものの方が現実的ではないか。また、同様に検討に含まれていた「(独)情報処理推進機構 産業サイバーセキュリティセンター 開講プログラム」のうち、「中核人材育成プログラム」は 1 年間かけて実施するものであり、本件での活用は考えにくい。「戦略マネジメント系セミナー」や「業界別サイバーレジリエンス強化演習(CyberREX)」は活用の余地があるかもしれない。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>一定程度の需要があれば、IPA において本件に特化したプログラムを開講することもありえる。</u>「業界別サイバーレジリエンス強化演習(CyberREX)」では修了証も発行しており、そうした仕組みは活用できるかもしれない。 |
|--|---|

(3) 検討結果の取りまとめ

(1)及び(2)の結果を踏まえ、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成に向けた今後の取組案を短期/中・長期施策に分けて検討し、図 4-1 の通り取りまとめた。

これらの施策を進める中で、自家用電気工作物におけるスマート保安の普及状況(=サイバーセキュリティへのニーズの高まり)に合わせ、中・長期的に人材育成の取組をステップアップさせていく方向性が考えられる。

ガイドラインの内容に関する周知、理解促進

1. 周知・理解促進資料の作成
 - リーフレットの作成 ★R3年度に作成
 - ガイドラインの要点をまとめたチェックリストの作成
2. 周知・理解促進資料の展開
 - 関連団体等を通じた配布、講習等での説明
【講習の例】全国電気管理技術者協会連合会の技術講習(年2-3回)・必須講習(5年に1回) 等
 - 経済産業省Webサイト、業界誌等への掲載
【業界誌の例】「電気と保安(各電気保安協会)」「新電気(オーム社)」 等

知識・技能の認定の仕組み構築

- 電気主任技術者試験への反映(一般社団法人電気技術者試験センターとの連携)
- 修了証付きの特化プログラムの開発(IPA等との連携)

図 4-1 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成に向けた今後の取組案

5. 保安規程の標準モデルの策定に向けた調査検討

5.1 保安規程の例に関する調査

電気工作物の保安規程の代表例を収集するため、電気工作物の設置者等が所属する下記業界団体に、団体に用意している保安規程の標準モデルの提供を依頼した。

- (一社)火力原子力発電技術協会
- 公営電気事業経営者会議
- (一社)太陽光発電協会
- (一社)日本風力発電協会
- 電気保安協会全国連絡会

依頼後、上記団体に相談を進める中で、保安規程の標準モデルの整備状況を確認したところ、団体として保安規程の標準モデルを用意していないことが分かった。

5.2 産業保安監督部が公開する保安規程モデルに基づく検討

一部の産業保安監督部は、保安規程の標準モデルを Web ページで公開している。表 5-1 に、公開している産業保安監督部と保安規程モデルが公開されている URL を示す。これらの保安規程モデルを比較すると、基本的な構成は共通であり、内容について大きな差はなかった。ただし、条と節の組み立て方や、使用する用語の違い、詳細な要求事項の有無などに差があった。

上記確認を経て、できるだけ標準的な保安規程モデルを検討するために、各保安規程モデルが含む要素を、できるだけ多く含み、いわば産業保安監督部が公開する保安規程モデルの最大公約数になるような暫定標準保安規程モデルを作成した。

その上で、5.1 で相談した各団体にこの暫定標準モデルについての確認を依頼し、内容の充分性、表現の適切性、修正の必要性等の観点から意見を得た。この意見を踏まえて電気工作物の種類毎(水力発電所、火力発電所、太陽電池発電所、風力発電所、需要設備)の標準保安規程モデルを検討した。

表 5-1 産業保安監督部が公開する保安規程モデル

| 産業保安監督部 | URL |
|------------------|---|
| 関東東北産業保安監督部 | https://www.safety-kanto.meti.go.jp/denki/jikayou/youshiki.html |
| 関東東北産業保安監督部 東北支部 | https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.safety-tohoku.meti.go.jp%2Fdenki%2Fdenkihoan%2Fjikayou%2F20200401new%2Fyoushiki%2Fmodelrei.doc&wdOrigin=BROWS ELINK |
| 中部近畿産業保安監督部 | https://www.safety-chubu.meti.go.jp/denryoku/yoshiki/index.html |
| 中部近畿産業保安監督部 近畿支部 | https://www.safety-kinki.meti.go.jp/denryoku/jikayou/list.htm |
| 中国四国産業保安監督部 | https://www.safety-chugoku.meti.go.jp/denki/jikayou/file/2_2hoankitei.htm |
| 九州産業保安監督部 | https://www.safety-kyushu.meti.go.jp/denki/shinsei/jikayo/form/hoankitei-model.pdf |

6. まとめ

本事業では、スマート保安キュービクル制度の品質確保を図るための認証要件と、遠隔監視時に必要なサイバーセキュリティ対策の内容等に関して、以下の調査検討を行った。

- キュービクルの遠隔点検に係るスマート化機器の性能等及び実証実験の先行事例に関する調査
- スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討
- 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討
- 保安規程の標準モデルの策定に向けた調査検討

調査検討内容については、専門家から構成される 2 つの検討会を設置し議論を重ねることで、一定の結論を得た。

(1) キュービクルの遠隔点検に係るスマート化機器の性能等及び実証実験の先行事例に関する調査

スマート保安キュービクルに適用するカメラ・センサの技術要件を検討、議論するにあたり、前提調査として、導入が想定されるカメラ・センサの種類、及び各種機器における基本的な性能、導入時のメリット・デメリットなどについて調査・整理した。また、参考となる先行事例として、保安法人等にて実施された実証事業について調査した。

スマート保安キュービクルの技術要件の検討、議論における参考とするため、キュービクルメーカー及び関連するセンサメーカーへのヒアリング調査を実施し、スマート保安キュービクルの実現性や開発にあたっての懸念、またセンサ導入時に留意すべき事項を把握した。

(2) スマート保安キュービクルの第三者認証制度における認証要件に関する検討

スマート保安キュービクルの技術要件を満たすことの確認方法を検討するにあたって、電機メーカーの協力を得て、実際のキュービクルの内部にカメラと照明を設置し、キュービクルの構成要素の状態を目視点検と同様に確認を行う実証実験結果の提供を受けた。その結果、カメラの視野の範囲においては、目視と同様の水準で機器状態を確認できることが分かった。

製造段階でスマート化機器(カメラ・センサ類)が取付けられ、かつ認証されたスマート保安キュービクルについて、主任技術者制度の解釈及び運用(内規)別紙に記載する技術要件の素案(認証機関における認証要件の制定に資するもの)の検討を実施した。3 回にわたる専門家で構成される検討会において、現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保することが可能なスマート保安キュービクルに設置されるべきセンサについて、議論が行われたが、技術実証データ不足もあり、現場での外観点検と同等の保安レベルを確保可能な最小限のセンサ及びそれを適用する機器の特定には至らなかった。このため、検討会では、当面の間カメラを必須とする案を採用し、カメラを必須とせずセンサを必須とする案については、今後、民間による技術実証の動向を注視し、継続的に知見の収集に努めることが適切との結論を得た。具体的には、「現行の月次点検で実施している内容と同等の保安水準を確保するためのスマート保安キュービクルに設置すべきセンサの考え方」を取りまとめた。

(3) 自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティや人材育成等に関する検討

自家用電気工作物にスマート化技術を導入した場合に必要なサイバーセキュリティ対策を示すことを目的に、3回にわたる専門家で構成される検討会での議論を経て、「自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン」の案を策定した。

自家用電気工作物の保安管理の責任は、原則として設置者が担っていることから、このガイドラインでは、基本的には設置者に対して提示するものとした。記載事項を参考とした具体対策の実装については、設置者が単独で実施するだけでなく、電気主任技術者等やベンダー、サイバーセキュリティの専門家等の監督や支援の下、設置者が実施(又は実施を委託)することも想定して作成した。なお、設置者が保守点検を委託する場合や遠隔サービス提供事業者等のシステムを利用する場合には、保守点検を行う事業者、遠隔サービス提供事業者等においても参照されることが望ましいものとした。

また、関連分野の既存の講習・セミナー等の調査及び検討会での議論を踏まえ、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成方法等の検討を行った。3回にわたる検討会での議論を踏まえ、自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成に向けた今後の取組案を短期/中・長期施策に分けて検討し、「自家用電気工作物におけるサイバーセキュリティを担う人材の効果的な育成に向けた今後の取組案」としてまとめた。

(4) 保安規程の標準モデルの策定に向けた調査検討

電気工作物の保安規程の代表例を収集するために、電気工作物の設置者等が所属する業界団体に保安規程の標準モデルの整備状況を確認したところ、団体として保安規程の標準モデルを用意していないことが分かった。

産業保安監督部が公開している保安規程の標準モデルを比較検討し、基本的な構成は共通であること、内容に大きな差はないこと、ただし、条と節の組み立て方や使用する用語、詳細な要求事項の有無などには差があることが分かった。こうした分析を踏まえ、産業保安監督部の各保安規程モデルが含む要素をできるだけ多く含む暫定標準保安規程モデルを作成した。電気工作物の設置者等が所属する業界団体に同モデルに関する意見照会を行った結果、各団体から非常に有用な意見や指摘が得られ、これらをまとめることで、今後、標準的な保安規程モデルの策定を進める際のベースとなるモデルを作成することができた。

令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査(電気保安のスマート化に伴うサイバーセキュリティ等に関する検討) 報告書

2022年2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
