

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２年度補正産業保安高度化推進事業  
（水力発電設備における保安高度化推進事業）**

---

報告書

2021 年 3 月 26 日

エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社



## 目次

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. 事業概要</b> .....                                                | <b>1</b>  |
| 1.1 背景と目的 .....                                                     | 1         |
| 1.2 事業内容 .....                                                      | 1         |
| <b>2. 令和2年度スマート保安技術実証事業費補助金（産業保安高度化推進事業）の発電事業者への実証事業内容の調査</b> ..... | <b>3</b>  |
| 2.1 アンケート調査 .....                                                   | 3         |
| 2.1.1 アンケート調査の概要 .....                                              | 3         |
| 2.1.2 アンケート調査結果.....                                                | 4         |
| 2.2 実証事業内容の調査 .....                                                 | 10        |
| 2.2.1 実証事業内容調査の概要 .....                                             | 10        |
| 2.2.2 実証事業内容調査の結果 .....                                             | 11        |
| <b>3. 水力発電設備のスマート保安に関するガイドラインの策定</b> .....                          | <b>12</b> |
| 3.1 水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会の開催 .....                    | 12        |
| 3.2 ガイドラインの作成 .....                                                 | 14        |
| <b>4. まとめ</b> .....                                                 | <b>18</b> |

## 表 目 次

|       |                           |    |
|-------|---------------------------|----|
| 表 2-1 | アンケート調査の概要 .....          | 3  |
| 表 2-2 | アンケート調査項目 .....           | 3  |
| 表 3-1 | 第 1 回検討会の実施概要 .....       | 13 |
| 表 3-2 | 第 2 回検討会の実施概要 .....       | 14 |
| 表 3-3 | ガイドライン目次と各章の概要 .....      | 14 |
| 表 3-3 | 参考のために調査したその他のガイドライン..... | 16 |

## 1. 事業概要

### 1.1 背景と目的

発電時の CO<sub>2</sub> 発生低減への社会からの強い要請や FIT 制度の開始以来、我が国では太陽光、風力をはじめとする再生可能エネルギーによる発電が増加の一途をたどっている。一方、旧来からある発電手法のうち、水力発電については、太陽光発電や風力発電と異なり安定的に電力の供給が可能な再生可能エネルギーであり、調整力としての役割が期待されているところである。ただ、比較的規模が大きな出力の発電所を保有するものの設備更新に対する資金が潤沢でない公営の水力発電設備においては、設備の経年化及び技術的ノウハウを持つ職員の定年退職等による保守管理体制の弱体化が懸念されているところであり、今後、設備の適切な保守管理を続けていくためには、センサーやそれによって得られるデータの活用等を通じた先進的な手法の導入が求められている。

「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（水力発電設備における保安高度化推進事業）」においては、それまでに調査結果を基に、設備の規模、出力、点検の手法等に応じた巡視の頻度・項目など点検の在り方の見直しを行うとともに、ICT、IoT を活用した先進的な手法を導入する水力発電設備に対する保守管理に関する要件の検証や導入プロセスの検討等を実施し、これらの導入を促進するためのガイドラインの要件の整理を行った。

本事業では、本年度別途補助事業として行われるスマート保安技術実証事業に採択された発電事業者の実証内容を調査するとともに、有識者による意見も踏まえながら、水力発電事業者が ICT 等を活用したスマート保安を導入する際に参考となるガイドラインを作成した。

### 1.2 事業内容

#### (1) 令和2年度スマート保安技術実証事業費補助金（産業保安高度化推進事業）の発電事業者への実証事業内容の調査

##### 1) ガイドラインへのニーズ調査

本事業で作成するガイドラインは、水力発電設備における保安管理業務のスマート化に係るノウハウを水力発電事業者間で共有・水平展開することを目的としている。このような目的を踏まえたガイドラインの作成資するため、スマート保安の導入状況や導入における課題認識、ガイドラインに対するニーズを公営水力発電事業者へのアンケート調査によって把握した。

##### 2) 実証事業内容の調査

「令和2年度補正産業保安高度化推進事業費補助金事業」の実証事業では、水力発電所を対象とした IoT 機器・データ利活用による保安業務現場作業における省人・遠隔化技術の開発・実証が進められている。ガイドラインでは、今後スマート保安を導入しようとする事業

者が参照する先行事例として、同実証事業での取り組みを取り上げる。このため、同実証事業に採択された発電事業者に対し、（２）で策定するガイドラインのための情報収集、分析等を実施した。

## **(2) 水力発電設備のスマート保安に関するガイドラインの策定**

### **1) 水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会の開催**

「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会」(以下、検討会という)を２回開催し、事務局として調整・取りまとめを行った。具体的には、検討会委員の選定、出席者の日程調整、ガイドライン概要資料の作成、議事録の作成、ガイドラインに対する委員からの意見の取りまとめ等を行った。

### **2) ガイドラインの作成**

（１）において実施したアンケート調査や実証事業調査の結果、（２）の検討会での議論や委員からのご意見を踏まえ、「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 ー導入フェーズー」を作成した。

## 2. 令和2年度スマート保安技術実証事業費補助金（産業保安高度化推進事業） の発電事業者への実証事業内容の調査

### 2.1 アンケート調査

本事業で作成するガイドラインは、水力発電設備における保安管理業務のスマート化に係るノウハウを水力発電事業者間で共有・水平展開することを目的としている。ガイドラインの作成に先立ち、より多くの水力発電事業者からのガイドラインに対するニーズを把握するため、アンケート調査を実施した。アンケート調査の対象は、スマート保安の導入への関心が高く、また、共通的な課題を抱えていると考えられる公営水力発電事業者とし、ガイドラインに対するニーズだけでなく、スマート保安に関する取り組み状況・課題等についても併せて調査した。

#### 2.1.1 アンケート調査の概要

アンケート調査の概要を表 2-1、アンケート調査項目を表 2-2 に示す。

表 2-1 アンケート調査の概要

|       |                                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査の概要 | 水力発電事業者が保守・保安業務に ICT・IoT 等の先進技術（スマート化技術）を導入する際に参考となるガイドラインの作成に向けて、公営電気事業者に対し、スマート化技術導入プロセスにおける課題やガイドラインへのニーズについて調査した |
| 対象者   | 公営電気事業者経営者会議の会員である公営水力発電事業者                                                                                          |
| 調査期間  | 2020 年 10 月 21 日～2020 年 11 月 4 日                                                                                     |
| 回答数   | 25 件（25 会員より全員回答）                                                                                                    |

※作成中のガイドライン素案を添付した上でアンケートに回答頂いた

表 2-2 アンケート調査項目

| 調査項目                        |                                                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 現状のスマート化技術導入検討状況についてお尋ねします。 |                                                                                      |
| Q1                          | 現在、スマート化技術の導入を検討していますか。（選択式：①導入を予定している／検討中である、②導入実績はあるが、今後の導入予定はない、③導入実績も予定もない）      |
| Q2                          | Q1 で「①導入を予定している／検討中」、②「導入実績はある」とご回答された方にお尋ねします。<br>⇒スマート化技術の内容と、導入の目的を教えてください。       |
| Q3                          | Q1 で「②③今後の導入予定がない」とご回答された方にお尋ねします。<br>⇒スマート化技術導入を検討していない場合：検討しない（できない）理由があれば教えてください。 |
| スマート化技術導入のプロセスについてお尋ねします。   |                                                                                      |
| Q4                          | スマート化技術導入プロセス（①計画立案②経営層への提案③予算確保④ベンダー折衝⑤調達管理⑥実装・設置⑦人材確保）において、どのようなところに課題がありますか。      |
| Q5                          | Q4 の①～⑦以外に重要なプロセスとして検討が必要な、重要な事項はあります                                                |

| 調査項目 |                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------|
|      | か。                                                            |
|      | スマート化計画の制約についてお尋ねします。                                         |
| Q6   | ネットワーク基盤に関し、障壁・課題があれば教えてください。                                 |
| Q7   | デジタル人材確保に関し、障壁・課題があれば教えてください。                                 |
| Q8   | 予算確保に関し、障壁・課題があれば教えてください。                                     |
| Q9   | その他、スマート化技術導入における制約があれば教えてください。                               |
|      | 添付した「導入ガイドライン（素案）」についてお尋ねします。                                 |
| Q10  | 導入ガイドラインに整理されていることが望ましい項目があれば教えてください。                         |
| Q11  | 導入ガイドライン（素案）P.11 のようなチェックリストを作成予定です。チェックリストに必要な項目があれば教えてください。 |
| Q12  | スマート化技術導入ガイドラインへの期待・ご要望があれば教えてください。                           |
|      | スマート化技術導入に関する取り組み事例紹介（補助事業を中心に）についてお尋ねします。                    |
| Q13  | 補助事業紹介に関しガイドラインに整理してほしい項目があれば教えてください。                         |

※上記に加えて自由記述欄も設けた。

## 2.1.2 アンケート調査結果

表 2-2 に示した各アンケート調査項目に対する各事業者からの回答を整理した結果（類似した回答をマージ）を以下に示す。

アンケートからは、スマート保安の導入プロセスのうち、計画立案・経営層への提案における費用対効果の定量化やスマート保安の導入を進める人材の育成について、多くの回答が寄せられており、特に重要な課題として事業者の間で認識されていることが分かった。

### (1) スマート化技術導入の検討状況（アンケート Q1 に対する回答）

|                      |      |
|----------------------|------|
| ①導入を予定している／検討中である    | 18 社 |
| ②導入実績はあるが、今後の導入予定はない | 7 社  |
| ③導入実績も予定もない          | 0 社  |

### (2) スマート化技術の内容と導入の目的（アンケート Q2 に対する回答）

|                 |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 遠隔監視・WEB<br>カメラ | <ul style="list-style-type: none"> <li>作業員の作業負荷軽減のため</li> <li>遠隔監視所からの設備状態監視、運転状況、水象状況、機器故障・トラブル、現地気象状況、工事進行状況の把握のため</li> <li>遠隔地からの故障復帰操作、遠隔操作のため</li> <li>複数の発電所情報を一元管理するため</li> </ul> |
| ドローン（空<br>中・水中） | <ul style="list-style-type: none"> <li>作業員の作業負荷軽減、業務効率化のため、発電施設、水圧鉄管、隧道等の施設内の調査に使用</li> </ul>                                                                                            |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>作業員の危険防止のため、送電線鉄塔等の高所設備を点検する</li> <li>ドローンによる映像データと点検データ等を地理情報システム（GIS）ソフトと連携する</li> <li>災害時における、設備点検や危険箇所へのアプローチ手段のため</li> <li>水中ドローンにより点検作業を効率化</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| タブレット                | <ul style="list-style-type: none"> <li>巡視点検の作業効率化、作業負荷軽減のため</li> <li>巡視点検における現地映像データ、異常状態のリアルタイム共有、情報交換の迅速化のため</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ウェアラブルカメラ            | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラブルの早期復旧のため</li> <li>点検作業の効率化のため</li> <li>若手職員の技能向上のため</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 通信・データ処理システム（IoT 含む） | <ul style="list-style-type: none"> <li>計測機器の設置及び計測データの取得により、設備状態を分析することで、保守管理を効率化・省力化する</li> <li>遠隔地からのモニタリングにより、保守管理業務を効率化・省力化する</li> <li>各種計測データを常時収集し、機器異常の早期発見、計画外停止削減、ならびに故障発生時対応を強化する</li> <li>発電所内の無線環境整備により、制御所等とリアルタイムで情報共有する</li> </ul>                                                                                                                          |
| その他                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>発電効率の維持・向上に向けた新技術の導入が必要である</li> <li>メンテナンスレベルを維持・向上するための新技術の導入が必要である（例：4足歩行ロボットによる巡視）</li> <li>現場作業時における遠隔サポートのための技術（例：スマートグラス）が必要である</li> <li>現場作業記録を現場入力でデジタルデータ化し、管理の効率化が必要である</li> <li>新技術の導入にあたり費用対効果を踏まえた検討が必要である</li> <li>AIを活用した危機状態等の分析が必要である</li> <li>過去のトラブル対応事例をデータベース化し閲覧することで、設備トラブル時の対応を迅速化・効率化することが必要である</li> </ul> |

### (3) スマート化技術導入を検討しない（できない）理由（アンケート Q3 に対する回答）

- 導入による効果や費用対効果が不明確であり、導入検討に踏み切れない。
- すでに導入済みのスマート化技術による遠隔監視及び定期巡視点検により、当面の保全管理を行っていく。

(4) スマート化技術導入プロセスにおける課題（アンケート Q4 に対する回答）

|          |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①計画立案    | <ul style="list-style-type: none"> <li>導入による費用対効果を定量的に示すことができない、また今後のコストパフォーマンスについて効果が見通せない</li> <li>先行事例を参考にしたいが、新技術や導入例は情報収集が難しい</li> <li>スマート化技術の知識不足、またスマート化に精通した職員が不足している</li> <li>通信インフラ整備が必要である</li> <li>組織の将来的な事業展開・組織体制の方針が不透明である</li> </ul> |
| ②経営層への提案 | <ul style="list-style-type: none"> <li>費用対効果を定量的に示すことができず、客観的な評価・実証が難しい</li> <li>導入による削減効果や今後のコストパフォーマンスについて効果が見通せない</li> <li>機器システムが特定の会社に限定されてしまう</li> <li>他公営での導入実績が少ない</li> </ul>                                                                 |
| ③予算確保    | <ul style="list-style-type: none"> <li>導入効果を示すことが難しい</li> <li>（予算を検討する際に）他社実績から検討する以外の方法がない</li> <li>経営状態が厳しいため、予算確保が難しい</li> </ul>                                                                                                                   |
| ④ベンダー折衝  | <ul style="list-style-type: none"> <li>相談すべきベンダーが分からない、または有望な検討委託依頼先が不明である</li> <li>スマート化に向けた構想に対応でき、スマート化技術を扱えるベンダーが入札参加資格を有していない</li> <li>ベンダーの言い値価格になっている</li> </ul>                                                                               |
| ⑤調達管理    | <ul style="list-style-type: none"> <li>システムがメーカー固有技術になり、入札に適さない（無競争の調達先）</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| ⑥実装・設置   | <ul style="list-style-type: none"> <li>新技術の導入による費用対効果の評価が困難であり、想定した効果を満足できるか不明である。</li> <li>地形等の環境条件及び地権者、管理者との交渉などが課題となる</li> <li>導入した技術の信頼性が懸念される</li> </ul>                                                                                        |
| ⑦人材確保    | <ul style="list-style-type: none"> <li>通常業務を行いながらの実証実験等が困難である</li> <li>人材育成に対応可能な研修機関が不明である</li> <li>スマート化に精通した人材が不足している、また人事異動のため人材が安定しない</li> <li>デジタル人材確保の代わりに、維持管理職員の削減につながる懸念がある</li> <li>ドローン等の高い操作技術を要する場合、計画的な人材育成が必要となる</li> </ul>           |

(5) スマート化技術導入プロセスにおけるその他の課題（アンケート Q5 に対する回答）

- ・ スマート化技術の導入可否、及び既設ネットワークシステムとの接続に関する検討プロセス
- ・ スマート化技術の維持管理、耐用年数、設備更新等に係る将来コストに関する検討プロセス
- ・ 情報セキュリティシステムの構築と管理に関する検討プロセス
- ・ 人材育成の計画に関する検討プロセス
- ・ 各技術の導入に係る法的・制度的規制について

(6) ネットワーク基盤に関する障壁・課題（アンケート Q6 に対する回答）

- ・ ネットワーク環境
  - 立地地域等の関係（山間部等）からネットワーク基盤が整備されていない、または整備にコストがかかる。
  - 回線事業者のサービスエリア内であっても、回線速度に差がある、または光回線サービスが提供されていない。
  - 既存の通信回線が細いため、監視項目が増やせない。
  - 高速・大容量通信を実現するためには、自営線での通信回線を活用する必要がある。また LGWAN 系と外部系で分離されているため、データ連携が難しい
  - 土砂崩れなどにより通信線が被災しやすい。
- ・ セキュリティー
  - セキュリティーの不安から、クラウドやインターネット等を利用した技術の使用には懸念がある。
  - 一般ネットワークから隔離されたシステムのためのセキュリティソフトの利用が難しい。
  - サイバーセキュリティ・ネットワーク管理の技能習得が難しい。
- ・ コスト
  - 新技術遠隔監視システムを追加構築した場合、既存システムの改修費用は莫大となり、整備費用の確保が困難となる。
  - 広域的な連携をしていくにあたって、メーカー毎の連携が上手く取れない部分が多いため、費用が高くなる
- ・ その他
  - 検出器の誤動作や故障を細かく拾いすぎて、装置異常が継続する場合がある。

(7) デジタル人材確保に関する障壁・課題（アンケート Q7 に対する回答）

- ・ 新技術の変化が速く、人材を安定的に確保できない。また採用制度が対応していない。
- ・ 内部でデジタル人材を確保する余裕がない、または職員のスキルアップでどの程度まで対応できるかが不透明。
- ・ デジタル人材を育成する研修制度等の仕組みがない、またデジタル人材を育成する機関・団体の情報は一般的な情報源（新聞、インターネット等）でしか入手できない。
- ・ どの分野に精通した研修を取り入れるべきか分からない。

- ・ 研修（時間）と予算の確保に課題がある。
- ・ 兼務併任等によりスピード感のある計画実行が難しい。
- ・ 業務関連知識を兼ね備えたデジタル人材の確保が見込めない、またデジタル技術に特化したプロフェッショナル人材を一定の職場に配置するのが難しい。

#### (8) 予算確保に関する障壁・課題（アンケート Q8 に対する回答）

- ・ 導入効果や費用対効果について説明が困難である。
- ・ 導入のための施工計画が単年度で完了する内容とならない（補助制度が利用しにくい）。
- ・ 恒常的に発生する装置の維持費、デジタル機器の更新費用が嵩む（耐用年数が短いため）。
- ・ 交渉対応、補修等がメーカー主導のため、費用が言い値で不明確となる

#### (9) その他、スマート化技術導入に関する制約（アンケート Q9 に対する回答）

- ・ 設備更新のため長期間発電停止すると売電収入が得られないため、施工時期・方法の検討が必要である。
- ・ 導入による発電停止は避けなければならない、安全側の視点に立った慎重な検討が必要となる。
- ・ 業務効率化による人員削減の懸念や、導入後の体制に関する説明性が難しい。
- ・ 技術導入にあたっての経営層への説明が難しい。
- ・ ネットワーク基盤等に係る情報セキュリティの確保が不明である。
- ・ 装置やソフトウェア等の仕様が統一されておらず、業者が限定される（高価になる）状況がある。
- ・ 機器及び設備のメンテナンスに係るコストが発生する。
- ・ 地形等の環境条件による立地特性を考慮する必要がある。
- ・ 人間ならば現場で感じ取れる微妙な変化（温湿度・臭気・小さな音など）の検知がスマート化技術では困難な場合がある。
- ・ 故障診断等の分析結果に対する判断は、人間が検証を行う必要があり、二度手間となる。
- ・ 人手不足のため、スマート化技術導入に係る詳細な調査や検討等に多くの時間を費やすことが困難。

#### (10) スマート化技術導入ガイドラインに整理されていることが望ましい項目（アンケート Q10 に対する回答）

- ・ スマート化技術の類型毎に、具体的な活用事例（特にメリット・デメリット、イニシャルコスト、ランニングコスト、費用対効果、機器更新年数、必要となるスキル）を整理してほしい。
- ・ スマート化技術の評価方法や見直し（発電設備の規模別・種類別・運用リスク別等に区分）について知りたい。
- ・ セキュリティ対策の在り方や統一的な点検基準を知りたい。
- ・ スマート化技術に係るシステム互換性や、信号変換の共通化に関する情報整理が欲しい。
- ・ スマート化技術導入に向けた外部委託先（デジタル人材を育成する研修機関、スマート化技術の導入に関するコンサルティング業者、スマート化技術を取り扱い可能な民間事

業者)の紹介が欲しい。

- ・ 補助事業等の導入に向けたサポートの情報が欲しい。
- ・ スマート化技術の類型毎に、水力発電設備の保守における具体的な活用方法が知りたい。

#### (11) スマート化技術導入ガイドラインに含まれるチェックリストに対する要望（アンケート Q11 に対する回答）

- ・ スマート化の導入を検討・計画するためのツールとして、セルフチェックリストになることが必要である。
- ・ スマート化技術の適用評価を、発電設備の規模別・種類別・運用リスク別・目的別に区分して使えることが必要である。
- ・ 導入後の管理体制についてチェックできる項目が必要である。
- ・ スマート化前後の費用を比較できる項目が必要である。
- ・ チェック結果から導入候補となる技術を例示する必要がある。

#### (12) スマート化技術導入ガイドラインへの期待・ご要望（アンケート Q12 に対する回答）

- ・ 基本的な考えや方針だけでなく、モデル発電所や具体的な事例紹介を増やし、導入による費用対効果やメリット・デメリットを定量的に示すことで、導入検討における拠り所としたい。
- ・ 各種システム開発業者の主要技術や、新規技術の紹介、簡易的なスマート化から効果の高いスマート化など、幅広い技術の取り扱いをしてほしい。
- ・ チェックリストの活用方法についても、例を付け加えて分かりやすくしてほしい。
- ・ 水力発電所への導入提案や、技術アドバイザー制度があると良い。
- ・ 自治体の規模の違いや、都市部・地方との違い（5G 対応エリア等）を考慮してほしい。
- ・ 将来のスマート化技術導入を見据えた人材育成を考える必要がある。
- ・ 現場での使用形態、用途、改修・更新方法といった実運用を想定した整理が必要である。
- ・ 各技術の導入に係る法的・制度的規制や適用される規格等の記載
- ・ 技術導入に活用できる補助金等の一覧の記載
- ・ どうすれば保安管理レベルを維持できるかを示すことが必要である。（第3章第2節2）
- ・ そもそもスマート化が進めば、巡視の概念自体が変わると思われる。
- ・ 現状が望ましいと判断される場合、ガイドラインに縛られるものではないことの明確化

#### (13) 補助事業紹介（事例紹介）に関しガイドラインに整理してほしい項目（アンケート Q13 に対する回答）

- ・ 先進技術導入事例の紹介
  - ICT/IoT や AI の導入事例
  - 先進各国、電力事業者、ならびに公営企業・民間企業等での様々な技術導入事例の紹介（水力発電事業に限らない）や、設備導入を進める際のトラブルやその解決策について可能な範囲での紹介
  - 設備導入を進める際のトラブルやその解決策（実証事業を含めて）
  - 導入機器（メーカー、型式、価格等）、制御システム、通信回線に関する情報

- 現場の用途・ニーズに応じて推奨する技術
- ・ 導入にかかるコスト、効果（費用対効果）
  - 導入により効率化された事例
  - 導入費用及びランニングコスト
  - 小規模水力発電所でも費用対効果が見込める事例
- ・ セキュリティ対策
- ・ 調達
  - 設備の仕様共通化、仕様統一による低価格化の可能性
  - 確保できる調達先の多様化の可能性
  - 調達管理、実装（工事又は委託の発注）の具体的な方法
- ・ 管理スキルと人材維持方法
- ・ その他
  - 補助事業の活用プロセス

#### (14) その他自由記述

- ・ 保守管理業務にあたる職員の技能向上、及び技術継承のためにも、スマート化技術を活用できると考えられる。
- ・ 長年の管理実績や操作員・作業員の経験などから判断していた部分を、どのように AI に任せていくかは課題である。発電所の現場感覚が薄れないよう、バランスを保ちながら導入する必要がある
- ・ 個別の施設に併せたカスタマイズ・チューニングには時間を要すると考えられる。
- ・ 事後的なシステム構築ではなく、最初から設備にスマート化技術が組み込まれた事例を知りたい。
- ・ 規模の大きな事業者やメーカーのノウハウや多くの実証実験を行った結果をオープンにしてほしい。
- ・ 将来的な発展のため、各技術の統一化・標準化が必要であり、それにより導入費用の低減も期待される。
- ・ ビッグデータの蓄積、AI 分析等の活用を目指すためには、それに係るデジタルデータ管理の標準化及びその導入支援（補助金等）が必要と思われる。
- ・ ガイドラインに示された課題が限定的でアプローチが薄いと思われる。
- ・ スマート化で一番の課題は動機づけである。10 年、20 年先の電気事業のあるべき姿はどうか、何を指すべきなのかをガイドラインで示し、動機づけとして活用できるものになりたい。

## 2.2 実証事業内容の調査

### 2.2.1 実証事業内容調査の概要

スマート化の先行事例としてガイドラインに掲載するため、「令和 2 年度補正産業保安高度化推進事業費補助金事業」の「類型 C（発電所遠隔制御）（火力・水力・太陽光発電所等を対象とした IoT 機器・データ利活用による保安業務現場作業における省人・遠隔化技術の

開発・実証)」に参加している4者における5つの取り組み事例を調査した。

事例1：水力発電所遠隔モニタリング実証事業（長野県）

事例2：遠隔監視・指示・操作を用いた水力発電施設保安実証事業（山梨県）

事例3：ネットワークカメラによる発電所等の監視強化実証事業／

特定小電力無線通信による曾見川雨量データ伝送実証事業（宮崎県）

事例4：水力発電IoT・ICT技術適用に関する研究開発（概念実証）事業（中国電力）

調査項目は、2.1で得られた水力発電事業者の課題認識やガイドラインへのニーズを踏まえて、以下の通りに設定した。なお、当初は調査票を用いての調査を想定していたが、より詳細な情報を得るため、ヒアリングによる調査を実施した。

#### ＜実証事業内容の調査項目＞

- ・ 実証事業の概要
- ・ 期待される効果
- ・ 費用対効果・予算措置
- ・ 人材確保・育成・技術継承
- ・ ベンダーとの折衝
- ・ ネットワーク基盤・セキュリティ対策

#### 2.2.2 実証事業内容調査の結果

ヒアリング調査により、アンケートで重要課題として認識されていた費用対効果の定量化については、実証事業の計画立案時等の初期段階で詳細に定量的試算を行っている事例は無く、定性的な効果に基づいてスマート保安の導入に着手しているとの結果が得られた。また、今後、確実に人員が減少することが分かっている環境に置かれた事業者については、スマート化技術の導入が事業自体の存続のために必要という経営判断がなされており、必ずしも定量的な費用対効果だけにとらわれずスマート保安の導入を決定するケースもあり得ることが分かった。なお、いずれの実証事業でも、導入を終えた次年度以降に、費用対効果の検証を行うという状況であった。

実証事業内容の調査結果は、別添資料の「水力発電設備における保安全管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 ー導入フェーズー」の第4章として整理した。

### 3. 水力発電設備のスマート保安に関するガイドラインの策定

#### 3.1 水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会の開催

「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会」（以下、検討会という）を2回開催し、事務局として調整・取りまとめを行った。2.1や2.2の調査結果の報告、ガイドライン案の提示、出席者の日程調整、議事録の作成等、運営を行った。

検討会の委員は、専門性を踏まえ、経済産業省電力安全課殿と協議の上、以下のメンバーを選定した。

<委員>（敬称略）

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 青山 和浩 | 東京大学工学系研究科人工物工学研究センター 教授          |
| 浅川 晴俊 | 公営電気事業経営者会議 事務局長                  |
| 黒本 欣弘 | 電気事業連合会 工務部 副部長                   |
| 澤田 賢治 | 電気通信大学 i-パワードエネルギー・システム研究センター 准教授 |
| 平井 和行 | 株式会社 明電舎 社会インフラ事業企画本部 ソリューション企画部  |

##### (1) 第1回検討会の実施概要

第1回検討会では、主に以下の内容を共有・議論・検討した。

- ・ 事務局から、本事業及び本事業で作成するガイドラインの目的、アンケート調査結果、ガイドライン素案を共有し、アンケート調査結果（ガイドラインに対するニーズ）を踏まえ、ガイドライン作成の方針やガイドラインの構成・内容について様々なご意見を頂いた。
- ・ ガイドラインの全体方針としては、スマート化技術の導入を促進することを目指し、ガイドラインとしての要求事項のレベルを高く設定し過ぎないことが望ましいとの意見があった。
- ・ ガイドラインの内容については、事業者にとって課題となっているスマート化技術導入に係る費用対効果の見える化について、定量的な効果を示すことが困難な場合であっても、定性的な効果（保安以外のプラス面等も含む）について示すことの重要性が議論された。また、スマート保安官民協議会<sup>1</sup>での課題認識やスマート化に向けた道筋・将来像との整合を図ることの重要性が指摘された。

---

<sup>1</sup> [https://www.meti.go.jp/shingikai/safety\\_security/smart\\_hoan/denryoku\\_anzen/index.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/denryoku_anzen/index.html)

表 3-1 第 1 回検討会の実施概要

|                                                  |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日 時：2021 年 11 月 24 日（火）16:00～18:00<br>場 所：Web 会議 |                                                                                                                                                                  |
| 議事次第                                             | 1. 開会<br>2. 経済産業省殿よりご挨拶<br>3. 委員紹介<br>4. 事業概要<br>5. スマート化ガイドラインの作成について<br>6. スマート化ガイドラインに関するアンケート調査<br>7. 今後のスケジュール                                              |
| 配付資料                                             | 資料 0-1. 第 1 回検討会議事次第<br>資料 0-2. 検討会委員名簿<br>資料 1. 事業概要<br>資料 2. スマート化ガイドライン作成について<br>資料 3. アンケート調査結果のまとめ<br>参考資料 1. 本事業の仕様書<br>参考資料 2. スマート化ガイドライン第一版－導入フェーズ－【素案】 |

## (2) 第 2 回検討会の実施概要

第 2 回検討会では、主に以下の内容を共有・議論・検討した。

- ・ 事務局から、第1回検討会でのコメントに対する対応（ガイドラインへの反映等）、ガイドライン案について共有した。
- ・ ガイドライン第 3 章に掲載するチェックリストの項目やチェックリスト位置付けについて議論した。また、機器仕様等のガイドラインへの掲載については、水力発電事業者がベンダーとの折衝の際に確認すべきことが分かるという利点があるものの、技術の進歩により情報が直ぐに陳腐化する恐れがある等の意見があった。
- ・ スマート化技術導入に必要な人材の育成方法として、実証事業での取り組みについて共有する勉強会、ベンダーによる講習会、E-learning等を活用することが挙げられた。

表 3-2 第 2 回検討会の実施概要

|                                                 |                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日 時：2021 年 2 月 22 日（月）10:00～12:00<br>場 所：Web 会議 |                                                                                                                                                                      |
| 議事次第                                            | 1. 開会<br>2. 前回議事録の確認<br>3. 第 1 回検討会コメントへの対応について<br>4. スマート化ガイドラインについて<br>5. 今後の進め方                                                                                   |
| 配付資料                                            | 資料 0-1. 第 2 回検討会議事次第<br>資料 0-2. 検討会委員名簿<br>資料 0-3. 第 1 回検討会議事録<br>資料 1. 第 1 回コメント対応<br>資料 2. スマート化ガイドラインの概要・論点<br>資料 3. 今後の進め方<br>参考資料 1. スマート化ガイドライン第一版 ー導入フェーズー【案】 |

### 3.2 ガイドラインの作成

2.1 アンケート調査、2.2 実証事業内容の調査、3.1 検討会での議論等を通じて、「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 ー導入フェーズー」を作成した（ガイドライン本体は、本報告書の別添資料とする）。ガイドラインの目次と各章の概要を表 3-3 に示す。

表 3-3 ガイドラインの目次と各章の概要

| 目次                                                                                                                                                                                                                        | 概要                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 章 本ガイドラインの目的<br>第 1 節 はじめに<br>第 2 節 適用範囲<br>第 3 節 用語及び定義                                                                                                                                                              | 本ガイドラインを作成する背景、目的、適用範囲、用語の定義について記載。                                                    |
| 第 2 章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化の考え方<br>第 1 節 水力発電設備における保安管理業務<br>1. 保安管理業務の位置付け<br>2. 現在の保安管理業務が直面している課題<br>第 2 節 スマート保安の方法と保安管理業務のプロセス<br>1. 水力発電設備における保安管理業務の将来像<br>2. 水力発電設備のスマート化技術の実装に向けた道筋<br>第 3 節 スマート保安導入により期待される効果 | 水力発電設備を対象とした保安の全体像や課題、スマート化に向けた道筋や将来像（2025 年の絵姿）について、「スマート保安官民協議会・電力安全部会」での議論をも踏まえて記載。 |
| 第 3 章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化計画の策定                                                                                                                                                                                         | 主に、公営水力発電事業者へのアンケート調査結果を参考に、スマ                                                         |

| 目次                                                                                                                                                                                                              | 概要                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 第1節 スマート化計画の進め方<br>第2節 スマート化計画の策定における留意事項<br>1. 保安全管理業務の現状把握<br>2. スマート化に伴う変化の把握<br>3. 費用対効果<br>4. 人材確保・育成・技術継承<br>5. ベンダーとの折衝<br>6. ネットワーク基盤・セキュリティ対策<br>第3節 スマート化計画の策定のためのチェックリスト                             | スマート化計画立案時に必要な検討項目や考え方を記載。また、計画策定における留意事項等を確認するためのチェックリスト例を掲載。                   |
| 第4章 水力発電設備における保守管理業務のスマート化事例<br>第1節 実証事例1（長野県）<br>1. 実証事業の概要<br>2. 期待される効果<br>3. 費用対効果・予算措置の方法<br>4. 人材確保・育成・技術継承<br>5. ベンダーとの折衝<br>6. ネットワーク基盤・セキュリティ対策<br>第2節 実証事例2（山梨県）<br>第3節 実証事例3（宮崎県）<br>第4節 実証事例4（中国電力） | 実証事業に参加している事業者へのヒアリング調査を基に、実証事業で直面した課題やその克服方法等の取り組みについて記載。<br>※第2節以降の項構成は、第1節と同じ |

なお、本ガイドラインの作成にあたっては、新技術導入、費用対効果の試算、人材育成等の観点から、スマート保安、DX（デジタル・トランスフォーメーション）、ドローン、AI、IoTセキュリティ等を扱った資料についても調査している。参考として、表 3-4 に調査した文献の一覧を示す。

表 3-4 参考のために調査したその他のガイドライン

| No | 文書名 / 発行元                                                    | 概要及び参考情報                                                                                                                                                                | URL                                                                                                                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | DX レポート～IT システム「2025 年の崖」の克服と DX の本格的な展開～ / 経産省              | <ul style="list-style-type: none"> <li>DX 推進における現状課題、推進上の課題と対応策に関する調査報告書</li> <li>組織(経営・部門・人材)、ベンダーとの関係、リスク管理等に関する対策を検討</li> </ul>                                      | <a href="https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/20180907_report.html">https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/20180907_report.html</a> |
| 2  | デジタル・トランスフォーメーションを推進するためのガイドライン (DX 推進ガイドライン) Ver. 1.0 / 経産省 | <ul style="list-style-type: none"> <li>上記資料 1 の検討会における提言を受けて作成されたガイドライン</li> <li>DX を実現する上で基礎となる IT システムの構築について示されているが、初版のためか、ボリュームはコンパクト (全 10 ページ)</li> </ul>         | <a href="https://www.meti.go.jp/press/2018/12/2018121212004/2018121212004-1.pdf">https://www.meti.go.jp/press/2018/12/2018121212004/2018121212004-1.pdf</a>                                                 |
| 3  | スマート保安先行事例～安全性と収益性の両立に向けて～ / 経産省                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>スマート化投資の事例集と、その整理 (メリット、成功要因の整理)</li> </ul>                                                                                      | <a href="https://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170410002/20170410002.html">https://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170410002/20170410002.html</a>                                                           |
| 4  | COBIT4.1 / IT ガバナンス協会 (ITGI)                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>IT 管理についてのベストプラクティス集 (フレームワーク)</li> <li>マネージャ、監査人、IT ユーザーに一般に通じる尺度や判断基準、ビジネスプロセスやベストプラクティスを提供</li> </ul>                         | <a href="https://www.itgi.jp/application/files/3515/5092/0189/COBIT41_J.pdf">https://www.itgi.jp/application/files/3515/5092/0189/COBIT41_J.pdf</a>                                                         |
| 5  | IT 投資マネジメントガイドライン / 日本情報処理開発協会                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>IT 投資マネジメントのプロセスと IT 投資の評価方法の考え方を提示</li> <li>実際に組織の IT 投資プロジェクトを推進する際に有用なガイドラインを目指して作成</li> </ul>                                | <a href="https://www.jipdec.or.jp/library/publications/itinvestment_managementguideline.html">https://www.jipdec.or.jp/library/publications/itinvestment_managementguideline.html</a>                       |
| 6  | プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン Ver2.0 / 総務省、等                | <ul style="list-style-type: none"> <li>プラント運転の各状態におけるドローン活用方法 (操縦者、機体の要件、計画書の作成・提出、点検方法等) について</li> </ul>                                                               | <a href="https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200327009/20200327009-2.pdf">https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200327009/20200327009-2.pdf</a>                                                         |
| 7  | AI 利活用ガイドライン / 総務省                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>AI の利活用に関して留意すべき事項と、その対応について自主的に検討することを促すことを目的としたガイドライン</li> <li>開発、契約についても言及</li> </ul>                                         | <a href="https://www.soumu.go.jp/main_content/000637097.pdf">https://www.soumu.go.jp/main_content/000637097.pdf</a>                                                                                         |
| 8  | プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン / 総務省、等                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>プラント保安分野に特化して AI の信頼性 (プラントの安全性や生産性向上のために期待される品質を果たすこと) を適切に管理する方法を提示</li> <li>プラント保安分野特有の観点から、分野横断的な AI 信頼性の評価の方法を提示</li> </ul> | <a href="https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201117001/20201117001-2.pdf">https://www.meti.go.jp/press/2020/11/20201117001/20201117001-2.pdf</a>                                                         |

| No | 文書名 / 発行元                                         | 概要及び参考情報                                                                                                                                                                                    | URL                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | IoT セキュリティガイドライン<br>／ 総務省                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT 機器やシステム、サービスについて、その関係者がセキュリティ確保等の観点から求められる基本的な取り組みに関するガイドライン</li> <li>5つの指針として、基本方針の制定、リスク分析、安全安心の設計、ネットワーク構築・接続、運用・保守の在り方を提示</li> </ul>         | <a href="https://www.soumu.go.jp/main_content/000428393.pdf">https://www.soumu.go.jp/main_content/000428393.pdf</a>                                                                                                               |
| 10 | IoT セキュリティ対応マニュアル 産業保安版 / 経産省、NEDO                | <ul style="list-style-type: none"> <li>プラントデータ利活用に向けた IoT セキュリティ対応マニュアル</li> </ul>                                                                                                          | <a href="https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/security_manual.pdf">https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/security_manual.pdf</a> |
| 11 | デジタル・トランスフォーメーション (DX) 推進に向けた企業と IT 人材の実態調査 / IPA | <ul style="list-style-type: none"> <li>DX 推進のために必要となる人材や推進体制、現状の問題点や阻害要因とその解決などに関し、DX 取り組み事例の調査を通じて工夫点の類型化を行った調査報告書</li> <li>IT 人材の確保・養成に関する実態調査による抽出された課題と、解決の方向性を提示</li> </ul>            | <a href="https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20200514_1.html">https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20200514_1.html</a>                                                                                                                 |
| 12 | 「IT 人材白書 2020」 概要 / IPA                           | <p>下記に関する調査結果を報告</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザー 企業 の IT 人材を取り巻く変化</li> <li>IT 企業の IT 人材を取り巻く変化</li> <li>デジタルビジネス推進企業 動向</li> <li>IT 人材動向 先端 IT 従事者 、 先端 IT 非従事者</li> </ul> | <a href="https://www.ipa.go.jp/jinzai/jigyoku/about.html">https://www.ipa.go.jp/jinzai/jigyoku/about.html</a>                                                                                                                     |

#### 4. まとめ

本事業では、公営水力発電事業者へのアンケート調査や実証事業内容の調査、有識者による検討会での議論を通じて、水力発電事業者が ICT 等を活用したスマート保安を導入する際に参考となる「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 ー導入フェーズー」を作成した。

アンケート調査では、公営水力発電事業者 25 者におけるスマート保安の導入状況や導入における課題認識、ガイドラインに対するニーズを調査した。調査結果からは、スマート保安の導入プロセスのうち、計画立案・経営層への提案における費用対効果の定量化やスマート保安の導入を進める人材の育成が、特に重要な課題として認識されていることが分かった。

今後スマート保安を導入する事業者が参照する先行事例として、「令和 2 年度補正産業保安高度化推進事業費補助金事業」の実証事業での取り組みをガイドラインの中で取り上げるため、同実証事業に採択された発電事業者に対し、スマート保安の導入プロセスにおける課題や課題の解決方法等をヒアリング調査した。ここで、アンケートで重要課題として認識されていた費用対効果の定量化については、実証事業の計画立案時等の初期段階で詳細に定量的な試算を行っている事例はなく、定性的な効果に基づいてスマート保安の導入に着手しているとの調査結果が得られた。また、今後、確実に人員が減少することが分かっている環境に置かれた事業者については、スマート化技術の導入が事業自体の存続のために必要という経営判断がなされており、必ずしも定量的な費用対効果だけにとらわれずスマート保安の導入を決定するケースもあり得ることが分かった。

水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン検討会では、アンケート調査結果や実証事業内容の調査結果も踏まえ、事務局が作成したガイドライン案について、様々な議論が行われた。事業者にとって重要な課題として認識されている費用対効果の取り扱いについては、定量的な効果だけにとられることなく、定性的な効果（保安以外のプラス面等も含む）についても着目することの重要性が議論された。また、スマート化技術導入に必要な人材の育成方法としては、実証事業での取り組みについて共有する勉強会、ベンダーによる講習会、E-learning 等を活用することが意見として挙げられた。

以上の調査結果や検討会での議論を踏まえ、「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 ー導入フェーズー」を作成した。水力発電所を対象としたスマート保安の取り組みは、スマート保安官民協議会においてターゲットイヤーとして定められた 2025 年に向けて今後一層加速することが期待される。このような状況に合わせ、本ガイドラインについても、今後、スマート化技術導入の先行事例としてより多くの事業者による取り組みを紹介していくとともに、実証事業を通じた費用対効果の検証方法・結果、スマート化を推進する人材の育成、既存技術の継承等について、より具体化していくことが望ましい。また、運用フェーズへの拡張により、事業者におけるスマート化保安導入に係る取り組みを包括的に支援することが期待される。



令和2年度補正産業保安高度化推進事業（水力発電設備における保安高度化推進事業）報告書

2021年3月

エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社  
数理システム事業部

# 令和 2 年度補正産業保安高度化推進事業 (水力発電設備における保安高度化推進事業)

---

報告書概要版

2021年3月

エム・アール・アイリサーチアソシエーツ株式会社

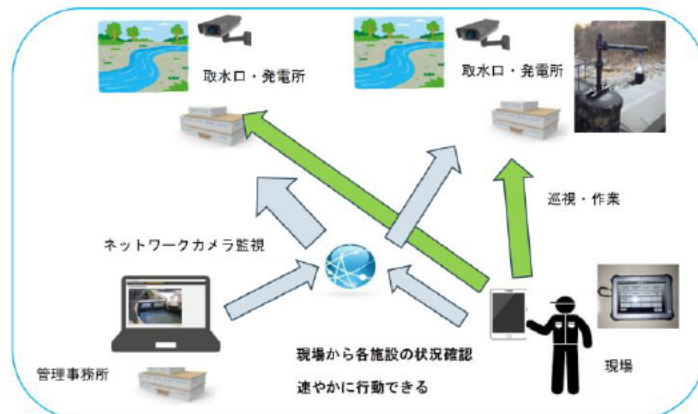
# アンケート調査・実証事業内容の調査

- 実証事業内容の調査の前段階として、公営電気事業者に対し、スマート化技術導入プロセスにおける課題やガイドラインへのニーズについて調査した。計画立案・経営層への提案における費用対効果の定量化やスマート保安の導入を進める人材の育成が特に重要な課題として事業者の間で認識されていることが分かった。
- 実証事業の採択事業者（長野県、宮崎県、山梨県、中国電力）に対し、実証事業で直面した課題やその克服方法等についてヒアリングし、事例集として取りまとめ、ガイドラインに掲載した。

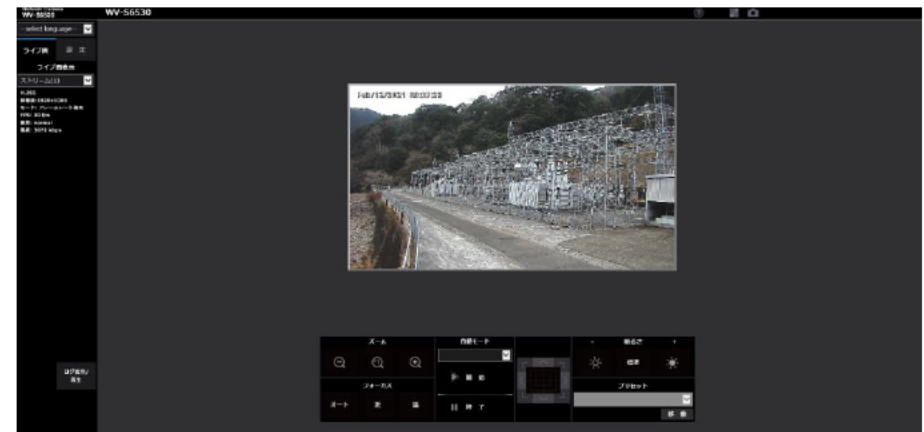
## 奥木曾発電所

|               |            |
|---------------|------------|
| 水車軸受（スラスト）温度  | 38.9℃      |
| 水車軸受（ガイド）温度   | 50.8℃      |
| 発電機軸受（1号機側）温度 | 35.6℃      |
| 発電機軸受（2号機側）温度 | 36.0℃      |
| 2号ガイドベーン開度    | 0.0%       |
| 2号鉄管水圧        | 1.20 MPa   |
| 2号ケーシング水圧     | 0.00 MPa   |
| 2号吸出し管水圧      | -0.003 MPa |
| 2号ランナ側圧       | 0.00 MPa   |
| 2号ランナ背圧       | -0.02 MPa  |

<水車制御盤の監視画面（長野県様）>



<遠隔監視（山梨県様）>



<ネットワークカメラの監視画面（宮崎県様）>



<センサーデータの収集設備（中国電力様）>

# スマート化技術導入ガイドライン検討会・ガイドラインの作成

- 有識者検討会では、アンケート調査結果を踏まえた事業者の課題認識、ガイドラインの内容について議論。
- 費用対効果としては定性的な効果（保安以外のプラス面等も含む）についても着目することの重要性が議論され、人材の育成方法としては実証事業での取り組みを共有する勉強会、ベンダー講習会、E-learning等を活用することが意見として挙げられた。

## 【目次】

### 水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン 第一版 – 導入フェーズ–

#### 第1章 本ガイドラインの目的

##### 第1節 はじめに

##### 第2節 適用範囲

##### 第3節 用語及び定義

#### 第2章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化の考え方

##### 第1節 水力発電設備における保安管理業務

###### 1. 保安管理業務の位置付け

###### 2. 現在の保安管理業務が直面している課題

##### 第2節 スマート保安の方法と保安管理業務のプロセス

###### 1. 水力発電設備における保安管理業務の将来像

###### 2. 水力発電設備のスマート化技術の実装に向けた道筋

##### 第3節 スマート保安導入により期待される効果

#### 第3章 水力発電設備における保安管理業務のスマート化計画の策定

##### 第1節 スマート化計画の進め方

##### 第2節 スマート化計画の策定における留意事項

###### 1. 保安管理業務の現状把握

###### 2. スマート化に伴う変化の把握

###### 3. 費用対効果

###### 4. ネットワーク基盤・セキュリティ対策

###### 5. ベンダー折衝

###### 6. 人材確保・育成

##### 第3節 スマート化計画の策定のためのチェックリスト

#### 第4章 水力発電設備における保守管理業務のスマート化事例

##### 第1節 実証事例1（長野県）

###### 1. 実証事業の概要

###### 2. 期待される効果

###### 3. 費用対効果・予算措置の方法

###### 4. 人材確保・育成・技術継承

###### 5. ベンダーとの折衝

###### 6. ネットワーク基盤・セキュリティ対策

##### 第2節 実証事例2（山梨県）

##### 第3節 実証事例3（宮崎県）

##### 第4節 実証事例4（中国電力）

- ガイドラインは、スマート化技術の導入フェーズでの活用を想定し作成。
- 第2章は、『スマート保安官民協議会・電力安全部会』で示された水力発電所の保安の課題や将来像(2025年の絵姿)を紹介。
- 第3章は、主に、公営企業局様へのアンケート調査結果を参考に、スマート化計画立案時に必要な検討項目や考え方を記載。また、計画策定における留意事項等を確認するためのチェックリスト例を掲載。
- 第4章は、事業者へのヒアリング調査を基に、実証事業で直面した課題やその克服方法等について記載。

# スマート化技術導入ガイドライン

- 定性的な効果（保安以外のプラス面等も含む）を「スマート保安導入により期待される利点（非定量的）の例」として整理
- チェックリストは、スマート化計画策定においてチェックリストを作成する際に参考情報として活用頂くことを想定し、「導入するスマート技術によらない共通チェック項目」、「導入技術毎に追加で設定することが望ましいチェック項目」としてそれぞれ整理。

## ＜スマート保安導入により期待される効果の例＞

| 期待される効果          | スマート化の種類                                                                                                                        | スマート化の種類 |             |             |           |           |           |           |           | 課題・留意等                                              |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------|
|                  |                                                                                                                                 | ①センサー増設  | ②現場映像のデジタル化 | ③センサーデータの活用 | ④点検業務の効率化 | ⑤点検業務の効率化 | ⑥点検業務の効率化 | ⑦点検業務の効率化 | ⑧点検業務の効率化 |                                                     |
| 保守・点検業務の効率化      | センサーの増設、新設、ドローン・ドローンの活用、計測のカメラ読み取りによるデジタル化、データの遠隔伝送等により、巡視点検作業等の効率化を図る。                                                         | ○        | ○           | ○           | ○         | ○         |           |           |           | スマート化環境に合わせた保安レベル維持・向上のための仕組みづくりが求められる。             |
| 少子高齢化等による人材不足の解消 | センサーの増設、新設、ドローン・ドローンの活用、デジタル化、データの遠隔伝送等により、巡視点検作業等の効率化を図る。また、IoT/ICTによりデータを蓄積し監視することで、これまでの属人的な点検から、客観的・判断可能な点検に移行していくことが可能となる。 | ○        | ○           |             | ○         | ○         |           |           |           | 現場での点検業務を完全に代替するまでの技術水準には至っていない。                    |
| 現地移動に係る労務安全向上    | 設備の詳細な情報を遠隔から監視することにより、現地に外出して確認する作業を削減することが可能となり、現地移動時の技術員の事故リスクを低減することが可能となる。                                                 | ○        | ○           |             | ○         | ○         |           | ○         | ○         | スマート化により大幅な改善が期待されるが、立入が困難な箇所（仮にネットワーク基盤は整備されていない）。 |

## 期待される効果（以下）とスマート保安技術との対応を整理

- ✓ 保守・点検業務の効率化
- ✓ 少子高齢化等による人材不足の解消
- ✓ 現地移動に係る労務安全向上
- ✓ リアルタイム監視による設備等異常の早期発見
- ✓ 設備等故障による計画外停止の未然防止
- ✓ 立地周辺地域の安全性向上、防災・減災の強化
- ✓ 人的リソースの有効活用
- ✓ 技術・ノウハウの継承、暗黙知の見える化
- ✓ 制度・規制対応業務の緩和措置の可能性

## ＜保安管理スマート化計画のためのチェックリストの例＞

| 項目 |               | チェック欄                                                                                                                                                                                                                                            | 参考情報                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 共通 | 保安管理業務の現状把握   | 自社の水力発電設備における保安管理業務の現状を把握し、既存業務とスマート化による業務との違いは検討されているか                                                                                                                                                                                          | ・ 第3章第2節1 保安管理業務の現状把握                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|    | スマート化に伴う変化の把握 | スマート化により達成したい目的は明確になっているか<br>スマート化に伴って期待されるメリット・デメリットを比較検討しているか<br>保安レベルは低下しないか（スマート化環境に合わせた保安レベル維持・向上のための仕組みづくり等）<br>技術員が行っていた保安業務の代替として十分な機能を有しているか（現場での点検業務を完全に代替するまでの技術水準に達していない場合の対応策等含む）<br>導入機器が故障した場合のバックアップ、多重防護に関する検討は十分か（修理中の運転への影響等） | ・ 第3章第2節2 スマート化に伴う変化の把握<br>・ 表2 スマート保安導入により期待される利点（非定量的）の例<br>・ 第3章第2節2 スマート化に伴う変化の把握<br>・ 第3章第2節4 人材確保・育成・技術継承<br>・ 第3章第2節2 スマート化に伴う変化の把握<br>・ 「表2 スマート保安導入により期待される利点（非定量的）の例」-「保守・点検業務の効率化」の課題・留意等<br>・ 第3章第2節2 スマート化に伴う変化の把握<br>・ 「表2 スマート保安導入により期待される利点（非定量的）の例」-「少子高齢化等による人材不足の解消」の課題・留意等 |
| 共通 | 費用対効果         | 経営戦略や事業計画と整合したスマート化導入計画となっているか<br>機器購入、設置工事費用等のインフラコストを把握しているか<br>ハードウェア・ソフトウェアの維持・更新費用（ランニングコスト）やリプレイスコストは検討しているか<br>効率化に伴う人件費の削減効果等により定量的（財務的）に示しているか                                                                                          | ・ 第3章第2節3 費用対効果                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|    |               | スマート保安導入のメリットの定量的な効果（非財務的な指標）を具体化・設定しているか                                                                                                                                                                                                        | ・ 第3章第2節3 費用対効果<br>・ 表2 スマート保安導入により期待される利点（非定量的）の例                                                                                                                                                                                                                                             |

- 共通チェック項目は、「保安管理業務の現状把握」、「スマート化に伴う変化の把握」、「費用対効果」、「ネットワーク基盤・セキュリティ対策」、「ベンダー折衝」、「人材確保・育成」に関連して設定。
- 個別チェック項目は、「新規センサー追加」、「ネットワークカメラ設置」、「遠隔伝送、遠隔監視制御」、「クラウドサービス導入」に関連して設定