

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
新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査
（火力発電所の遠隔監視に向けた要件等検討事業）**

報告書

令和2年11月

 **株式会社三菱総合研究所**

目次

1. 本事業の概要	1
1.1 背景と目的	1
1.2 事業の内容	2
2. 遠隔監視制御導入の考え方	3
2.1 検討の前提となる考え方	3
2.2 用語の定義	5
2.3 遠隔監視制御に関する規制整備状況	5
2.4 遠隔監視制御に関する保安要件	9
2.5 検討の範囲	10
3. 遠隔常時監視制御方式の定義	11
3.1 「監視」と「制御」の整理	11
3.2 遠隔常時監視制御方式のパターン	12
4. 遠隔常時監視制御方式のリスク評価の考え方	20
4.1 保安リスク評価の一般的な考え方	20
4.2 リスク評価の観点と検証ポイント	21
4.3 リスク変化と対策および検証ポイント	23
5. 遠隔常時監視制御方式を導入するための行政手続き	27
5.1 概要	27
5.2 手続きの流れ	27
6. 「汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視制御導入の手引き」の作成	33
6.1 手引きと電技省令・解釈との関係	33
6.2 手引きの取り纏め方針	34
7. 大規模火力発電所の遠隔監視に係る規制の在り方検討委員会の運営	35
7.1 委員会開催概況	35
7.2 委員会における主な論点	38
8. まとめ	40

図目次

図 1 自然災害等大規模災害時の発電事業者の体制例	4
図 2-2 電技省令第 46 条第二項の発電所における監視制御方式	7
図 2-3 基本的なコンセプト	10
図 3-1 監視・制御の実施場所の類型	13
図 3-2 パターン①（構内の監視制御所からの監視・制御）	15
図 3-3 パターン②（構内からの監視・構内の監視制御所からの制御）	15
図 3-4 パターン③（構外の監視所からの監視・構内の制御所からの制御）	16
図 3-5 パターン④（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの監視制御） ..	16
図 3-6 パターン⑤（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの制御）	17
図 3-7 パターン⑥（構内の監視所からの監視・構外の制御所からの制御）	17
図 3-8 パターン⑦（構内の監視制御所からの監視制御・構外の制御所からの制御） ..	18
図 3-9 パターン⑧（構外の監視制御所からの監視・制御）	18
図 3-10 パターン⑨（構外の監視所からの監視・構外の制御所から制御）	19
図 4-1 遠隔監視制御化におけるリスク評価	20
図 4-2 監視と制御の遠隔化に伴うリスク変化（リスク評価の観点・検証ポイント）	22
図 4-3 リスク評価の観点と検証ポイントの整理	22
図 5-1 工事計画の審査プロセス	28
図 6-1 本手引きと電技省令・電技解釈の関係	33
図 7-1 第三回検討委員会資料抜粋	39

表 目 次

表 2-1	監視・制御に関する用語	5
表 2-2	現行の電技省令第 46 条第一項に該当する発電所の監視方式.....	6
表 2-3	現行の電技省令第 46 条第二項に該当する発電所の監視方式.....	6
表 4	現状の構内遠隔常時監視・構内遠隔制御における要件.....	9
表 5	監視制御の遠隔化に伴う設備への既存の保安要件	9
表 3-1	現行の監視・制御に係る業務と遠隔常時監視方式要件化の必要性.....	12
表 3-2	監視・制御の実施場所のパターン一覧	14
表 7-1	第一回検討委員会概況	36
表 7-2	第二回検討委員会概況	36
表 7-3	第三回検討委員会概況	37

1. 本事業の概要

1.1 背景と目的

火力発電設備の高経年化等による保守管理需要に対応していくためには、従来の点検手法（作業員の五感や経験則による現場監視等による判断等）では作業負担が大きいことから、IoT 等の新技術を導入し、保守管理の効率化・自動化、そして現場の負担軽減につなげていくことが重要である。特に、汽力を原動力とする発電所や出力 1 万 kW 以上のガスタービン発電所（以下、「大規模火力発電所」という。）では、電気設備の技術基準を定める省令（以下「電技省令」という。）第 4 6 条、及びその解釈（以下「電技解釈」という。）第 4 7 条において、「技術員による発電所構内での常時監視」が必要とされている。しかし、国内の火力発電所においては、既に IoT 等の活用等により継続的にデータを取得し、AI 等を活用して当該データから事前に異常の予兆を把握し、対策を行うなどの取組が進んでいるところであり、大規模火力発電設備において日頃の現場点検・監視を遠隔監視としても現在以上の保安が確保できることが確認されれば、大規模火力発電設備の保守管理の高度化を一層促進するものと期待できる。

大規模火力発電所の遠隔監視制御の実現化に向け、昨年度事業（「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（遠隔監視制御活用拡大のための要件等検討事業）」）では、電技省令第 4 6 条第一項で規定された大規模火力発電所における常時監視の遠隔化の前提となる、遠隔監視導入のメリット、火力発電所の監視業務に関する用語、これまでの管理体制（監視方式）などの基本情報を整理し、その結果、汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視の導入の手引き案（以下、「ガイドライン案」という。）を取りまとめた。さらに、電技省令第 4 6 条第一項で規定された大規模火力発電所における常時監視機能の遠隔化（発電所構外に施設した監視所（中央制御室等）からの常時監視を可能とする）のため、関連する電技省令第 4 6 条第一項の見直し案及び新たな電技解釈の改正案（第 4 7 条の 2）を作成したところである。

本事業においては、現行法令では常時監視の場所に対する要件のみを規定しており制御の場所に関する制約が直接的には規定されていないことから、発電所構外に施設した監視所等からでも常時監視を可能とすべく、大規模火力発電所の監視と制御の在り方の整理をし、それを踏まえてさらに加えるべき要件の整理とその評価等について有識者を交えて実施する。

1.2 事業の内容

本事業では、電技省令第 46 条第一項で規定された汽力発電所及び定格出力 1 万 kW 以上のガスタービン発電所（以下適宜、「汽力及び大型ガスタービン発電所」と表記する）における常時監視制御の遠隔化のため、以下の構成に基づき検討を行った。

（１） 大規模火力発電所における「制御」と「監視」に関する整理

昨年度事業の成果に関する第 2 2 回電力安全小委員会における議題に関し、監視と制御の場所の観点から、既に遠隔常時監視制御が可能な発電所における要件を十分評価した上で大規模火力発電所に関しても要件を整理するべきとの意見があり、現行の電技省令第 4 6 条及び電技解釈第 4 7 条における「監視」と「制御」について整理を行った。

（仕様書「（１）大規模火力発電所における「制御」と「監視」に関する整理」に相当）

（２） 省令及び解釈案の見直し等と改正案の作成

（１）で整理した結果を踏まえ、大規模火力発電所の遠隔監視制御活用拡大のために、昨年度事業で作成した省令案及び解釈案に見直すべき点がないかについて検討を行い、見直した法令案を提案した。また、昨年度の成果であるガイドライン案について、（１）で整理した結果を踏まえた上で加えるべき必要な要件とその評価を行い、上位の電技解釈に入れ込む形で案を作成した。

（仕様書「（２）省令及び解釈案の見直し等と改正案の作成」に相当）

（３） 大規模火力発電所の遠隔監視に係る規制の在り方検討委員会の運営

遠隔常時監視制御の導入のために開催した大規模火力発電所の遠隔監視に係る規制の在り方検討委員会の運営、開催状況及び主な議論の内容を整理した。（仕様書「（３）大規模火力発電所の遠隔監視に係る規制の在り方検討委員会の運営」に相当）

2. 遠隔監視制御導入の考え方

2 章では、遠隔監視制御の検討の前提となる考え方、火力発電所の監視制御業務に関する用語、これまでの管理体制（監視制御方式）などの基本情報を整理した。

2.1 検討の前提となる考え方

本規制の見直しにおいては、以下のような前提に基づいて検討を行う。

(1) 保安のスマート化

産業保安規制では以下に示すスマート化を推進している。

産業保安規制のスマート化（電気事業法含む産業保安 5 法）

- 時代の変遷に伴い、技術の進歩や市場・国際的潮流の変化等、産業保安を取り巻く状況は常に変化している。今後の方向性として、保安水準の維持・向上、重大事故の撲滅といった目標の達成に向けて、これらの変化に迅速・柔軟かつ効果的・効率的に対応できるような「賢い」規制へと進化させていくこと（＝産業保安規制のスマート化）が必要である。
- 各分野（高圧ガス保安法・液化石油ガス保安法・火薬類取締法・電気事業法・ガス事業法の産業保安 5 法）について、現行法を前提としつつ、技術基準等を全体的に見直していく。
- 性能規定化を行っていない分野については、速やかに性能規定化に向けた検討を実施する。
- 民間提案を含む複数の規格を機動的に取り入れる枠組みを構築することで、企業の技術開発や創意工夫を阻害しないような規制とする。

出所：「産業保安規制のスマート化に向けて～技術基準等の全体的な見直し～、平成 27 年 3 月」より抜粋、経済産業省、2020 年 3 月 9 日下記 URL にて確認
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/pdf/hoan_pdf/005_04_01.pdf

(2) 常時監視と巡視点検

電技省令第 46 条では汽力及び大型ガスタービン発電所に対して「常時監視」が求められているが、常時監視すべき具体的な監視項目は、法令上は規定されていない。（電気事業法施行規則第五十条において、「保安規程において（中略）巡視、点検及び検査に関すること（中略）を定める」と規定されているが、具体的な巡視の頻度や方法、実施義務に関しては規定されていない。）また、「常時監視」の「常時」についても、「途切れることなく常に」なのか「一日に一回程度」なのかについても法令上は明確化されておらず、実態としては事業者側で必要と判断された頻度での現場状態確認が行われている。

このような状況から、発電所の現場において広く一般的に行われている現場の巡視点検については、その具体的な実施方法については基本的には自主保安の範疇であり事業者の判断で規定する内容であると解釈することが可能である。つまり、事業者自らが常時監視の

一部として位置づけた巡視点検についてはその遠隔化に際して電技省令第 46 条において求められる構内での常時監視と同等の水準であることを説明する必要性があるが、常時監視の一部として位置づけられない巡視点検については、自主保安の範疇で機能同等性を確認したうえで高度化することが可能であると解釈することができる。

(3) 遠隔化

通常、監視制御の文脈において「遠隔」という言葉は、「発電所構内」と対比して「発電所構外＝遠隔」という意味で使われている。“発電所と同一構内とは、発電所建屋を含んだ構内境界線全般にさく、へい等を施設し、一般公衆が立ち入らないように施設したもの”(電気設備の技術基準の解釈の解説 第 47 条)である。即ち、「遠隔」という言葉は、発電設備からの距離という点では非常に幅の広い範囲を示しうるものとなっている。然しながら計測制御技術の発達に伴い、近年では多くの火力発電所や石油精製化学プラント等では、プラント設備から数百m離れた中央制御室において、常時伝送されてくる運転データを監視し、それに基づいて同様に離れた場所から制御を行っている。これはシステム構成としては既にある程度遠隔化された監視制御が発電所構内において実現化している状態と理解することが可能である。本報告書ではこの監視制御について必要に応じて「構内遠隔監視制御」と表現するものとする。(単に「遠隔監視制御」という場合には「構外監視制御」を意味する。)

(4) 大規模災害時の体制

自然災害等の大規模災害時には、発災直後に遠隔監視制御所は、安全停止等、異常時の対応を行い、現地では防災対応要員が現場初期対応を行う。その後、現地で災害対策本部が設置され、防災対応要員が応援者到着まで対応、本社に災害対策総本部が設置され、本社等より復旧対応要員が派遣されるのが一般的である。

大規模災害時には、「遠隔化された制御機能により異常時の対応が行われること」「防災対応要員により現地における応急処置が行われること」が重要であり、構外の監視制御所と発電所構内の技術員・防災対応要員等従業員間でのコミュニケーションギャップ等、監視制御の遠隔化による保安リスク変化について確認しておくことが重要である。

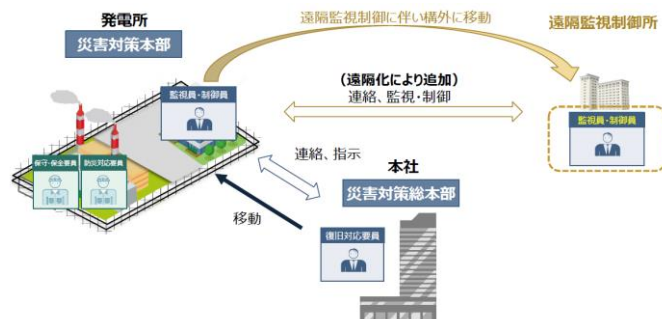


図 1 自然災害等大規模災害時の発電事業者の体制例

2.2 用語の定義

本資料において遠隔常時監視を説明する上での用語の定義を以下に示す。なお、以下に示す用語の定義は、省令及び事業者の運用上の普遍的な定義ではなく、あくまでも電技省令・解釈の改正に伴い実施が認められる遠隔常時監視を説明するためという位置づけである。

表 2-1 監視・制御に関する用語

用語		説明
大区分	小区分	
常時監視		発電所の保安に係る異常事象を技術員が発見するために、以下のような項目を監視すること ➤ 発電所の運転状態 ➤ 遮断器や弁等の開閉状態 ➤ その他、事故防止に必要な発電所内系統の監視
	制御 （発電所構内では起動及び停止・安全停止等の制御、中央給電指令所では運転状態の制御（指令）を実施と想定）	発電所の保安に係る事象・予兆に対して、異常事象の拡大を防ぐために、以下のような項目に対して停止や操作をすること ➤ 発電所の起動 ➤ 発電所の停止・安全停止 ➤ 発電所の運転状態（出力・周波数等）の制御 ➤ 遮断器や弁等の開閉操作 ➤ その他、事故防止に必要な発電所内系統の停止・操作
巡視		技術員が発電所を巡回して行う、運転状態の監視 （本資料では巡視を常時監視の規制上の必須要件とは位置付けない。）
技術員		設備の運転又は管理に必要な知識及び技能を有する者 （電技解釈の第1条第3号で定義）
	巡視員	技術員のうち、発電所構内の巡回・巡視を行う者。
	監視員	技術員のうち、監視を行う者。
	制御員	技術員のうち、制御を行う者。
	監視制御員	技術員のうち、監視と制御いずれも行う者。
防災対応要員		非常時に応急措置を実施する者 技術員の要件を満たさない者でもよい
処置		系統隔離や消火等、現場での活動が必要な事故の収拾をつける行為
構外の監視制御所 ／構外監視制御所		遠隔常時監視制御方式を導入した際、遠隔で発電所を監視制御する施設

2.3 遠隔監視制御に関する規制整備状況

電技省令第46条は、第一項が“汽力及び大型ガスタービン発電所”を対象とし、第二項が“その他の発電所及び変電所”を対象としている。これらの発電所及び変電所に対しては、基本的には“発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視”すること（本報告書では「構内常時監視方式」と呼ぶ）が求められている。

“汽力及び大型ガスタービン発電所” に対しては「構内常時監視方式」以外の監視方式は認められていない。“その他の発電所及び変電所” に対しては、「遠隔常時監視制御方式」、「随時巡回方式」、「随時監視制御方式」が電技解釈第 47 条で定められている。

表 2-2 現行の電技省令第 46 条第一項に該当する発電所の監視方式

現状	従来方式 (構内常時監視方式)	遠隔常時監視制御方式
汽力	○	×
ガスタービン (1万kW以上)	○	×

表 2-3 現行の電技省令第 46 条第二項に該当する発電所の監視方式

現状	従来方式	遠隔常時監視制御方式	随時巡回方式	随時監視制御方式
ガスタービン※第9項	○	1万kW未満	1万kW未満	1万kW未満
内燃力とその廃熱を回収する ボイラーによる汽力※第10項	○	×	×	2000kW未満
内燃力※第8項	○	○	1000kW未満	○
地熱※第7項	○	○	×	○
燃料電池※第6項	○	PAFC、PEFC、MCFC、SOFCであって100kPa未満		
水力※第3項	○	○	2000kW未満	○
風力・太陽光※第4・5項	○	○	○	○
移動用発電設備 ※第11項	○	×	880kW以下	×

(1) 電技省令第 46 条第二項の発電所の監視方式

電技省令第 46 条第一項では“発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視”（「常時監視方式」）のみが認められてきた。また電技省令第 46 条第二項の発電所に対しては、現行では下図のとおり「遠隔常時監視制御方式」、「随時巡回方式」、「随時監視制御方式」の 3 種類が認められてきた。

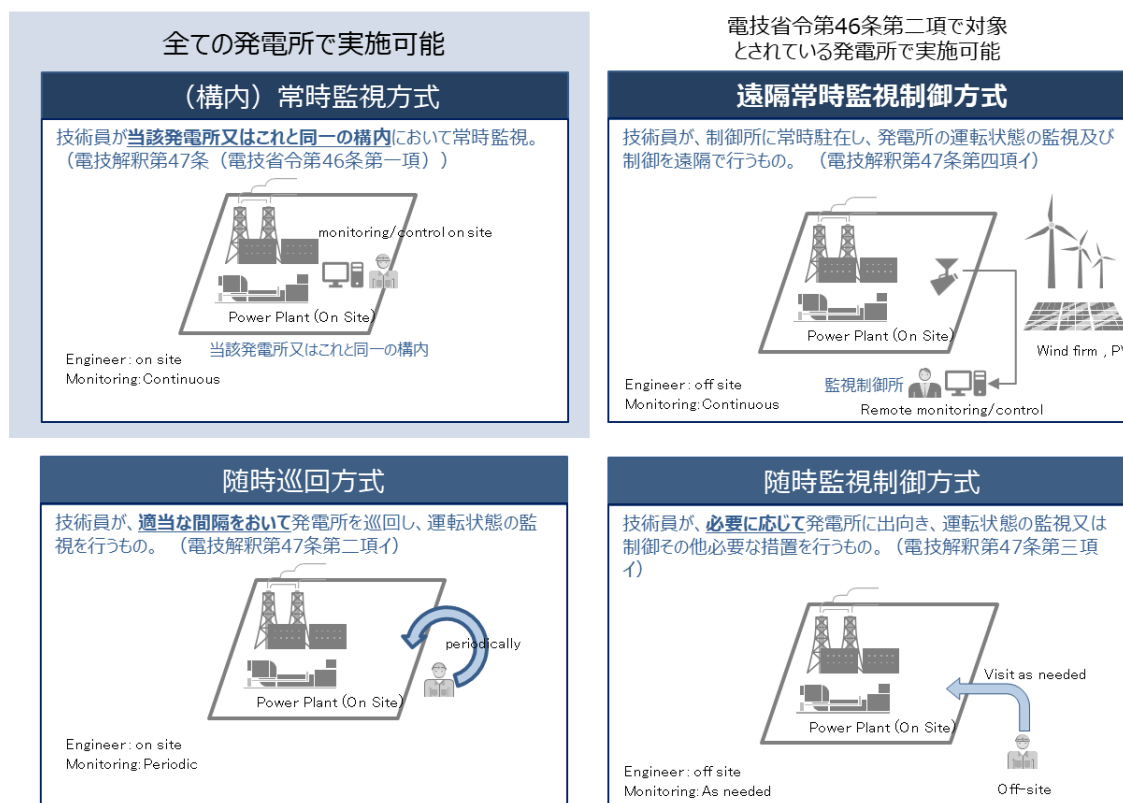


図 2-2 電技省令第 46 条第二項の発電所における監視制御方式

A) 常時監視方式

「常時監視方式」は、“技術員が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視（電技解釈第 47 条及び電技省令第 46 条第一項）”するもの。すべての発電所に対して実施することが可能な方式。

B) 遠隔常時監視制御方式

「遠隔常時監視制御方式」は、“技術員が、監視制御所に常時駐在し、発電所の運転状態の監視及び制御を遠隔で行う（電技解釈第 47 条第四項イ）”もの。この場合の監視制御所とは発電所構外の遠隔地にあることが想定されている。電技省令第 46 条第二項で対象とされている発電所の一部で実施することが可能な方式。

C) 随時巡回方式

「随時巡回監視方式」は“技術員が、適当な間隔において発電所を巡回し、運転状態の監視を行うもの（電技解釈第 47 条第二項イ）”。電技省令第 46 条第二項で対象とされている発電所の一部で実施することが可能な方式であり、主に太陽光発電、風力発電を想定した方式である。

D) 随時監視制御方式

「随時監視制御方式」は、“技術員が、必要に応じて発電所に出向き、運転状態の監視又は制御その他必要な措置を行うもの（電技解釈第 47 条第三項イ）”。電技省令第 46 条第二項で対象とされている発電所の一部で実施することが可能な方式であり、主に太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電等を想定した方式である。

(2) 電技省令第 46 条第一項の発電所の監視制御方式（遠隔常時監視制御方式）

従来行われてきた発電所構内の中央制御室における技術員による常時監視又は制御を、発電所構外の監視制御所（近隣の火力発電所の監視制御所を活用することも可能）から遠隔で行う方式を「遠隔常時監視制御方式」という。電技省令第 46 条第一項が改正され、遠隔常時監視制御が「同等の常時監視」と見做される場合に、構外の監視制御所からの監視制御が可能となる。ただし、事故発生時の防災対応要員は別途発電所に必要であり、発電所の無人化が可能になるわけではない。

2.4 遠隔監視制御に関する保安要件

電技省令第46条第一項に該当する“汽力及び大型ガスタービン発電所”の現行の規制上の要求・業界基準などを以下に示す。

基本的には現行方式においても「常時監視の構内における遠隔化」が既になされている実態があるため、本検討では「常時監視の構外への遠隔化」に伴って追加で考慮すべき要件を検討する。

表 4 現状の構内遠隔常時監視・構内遠隔制御における要件

機能区分	機能	規制上の要件	業界基準	事業者規定
監視	状態監視	火技省令第十一条、十七条、二十三条（計測装置） 火技解釈第17条（計測装置） 火技解釈第27条（計測装置） 火技解釈第35条（計測装置）	火力発電所の計測制御規程（JEAC3201-2018） 発電用蒸気タービン規程（JEAC3703-2015） 発電用ガスタービン規程（JEAC3704-2018）	○ （巡視点検は自主保安での規定内容）
	警報	火技省令第十五条（警報及び非常停止装置） 火技解釈第24条（警報及び非常停止装置）	火力発電所の計測制御規程（JEAC3201-2018） 発電用蒸気タービン規程（JEAC3703-2015） 発電用ガスタービン規程（JEAC3704-2018）	○
	監視におけるサイバーセキュリティ	電技省令第十五条の2 → ● 電技解釈第37条の2	●電力制御システムセキュリティガイドライン（JES CZ-0004-2019）	○
制御	自動安全停止	火技省令第二十一条（非常停止装置） 火技解釈第24条（警報及び非常停止装置） 火技解釈第33条（非常停止装置）	火力発電所の計測制御規程（JEAC3201-2018） 発電用蒸気タービン規程（JEAC3703-2015） 発電用ガスタービン規程（JEAC3704-2018）	○
	制御対応操作	電気事業法施行規則50条（運転・操作）	火力発電所の計測制御規程（JEAC3201-2018）	○
	制御におけるサイバーセキュリティ	電技省令第十五条の2 → ● 電技解釈第37条の2	●電力制御システムセキュリティガイドライン（JES CZ-0004-2019）	○
保守	応急処置 保安体制・組織 主任技術者の職務 保安教育 保安のPDCA 巡視・点検・検査	電気事業法施行規則第五十条（保安規程） 消防法第十六条 等	—	○
その他	耐震設計	電気事業法施行規則第五十条（保安規程） 火技解釈第1条の2（耐震性の確保） → ●	●火力発電所の耐震設計規定（JES CT-0001-2019）	

遠隔化に伴い施設される設備は、既存の要件に適合する必要がある。構外に施設される監視制御所に対しては、一般的な建築物に求められる建築基準法が規制上の要件として挙げられる。通信設備・システムについては、「サイバーセキュリティの確保」及び「電気保安通信設備の施設」と「災害時における通信の確保」が電技省令で求められている。また、業界基準として「電力制御システムセキュリティガイドライン」「電力保安通信規程」が整備されている。

表 5 監視制御の遠隔化に伴う設備への既存の保安要件

施設・設備	規制上の要件	業界基準
構外の監視・制御所	建築基準法 等	
通信設備・システム	電技省令第十五条の二（サイバーセキュリティの確保） → ● 電技省令第五十条（電力保安通信設備の施設） 電技省令第五十一条（災害時における通信の確保） 電技解釈第135条（電力保安通信用電話設備の施設） ※	●電力制御システムセキュリティガイドライン（JES CZ-0004-2019） 電力保安通信規程（JES CE-0009-2017）

2.5 検討のスコープ

本検討における電技省令見直しの趣旨は、電技省令第 46 条（安全停止までをスコープとし、危険物漏洩などを想定した消防法や毒劇法の応急措置は対象には含まない）においてこれまで求められてきた「発電所と同一の構内における常時監視」を、「発電所と同一の構内における常時監視と同等の常時監視（構外からの遠隔常時監視制御など）」でも可能とするよう規制を緩和することにある。コンセプトを以下に図示する。（遠隔常時監視制御方式では監視又は制御を構外遠隔化する方式である。下図では監視、制御ともに構外遠隔化する場合を描画。）

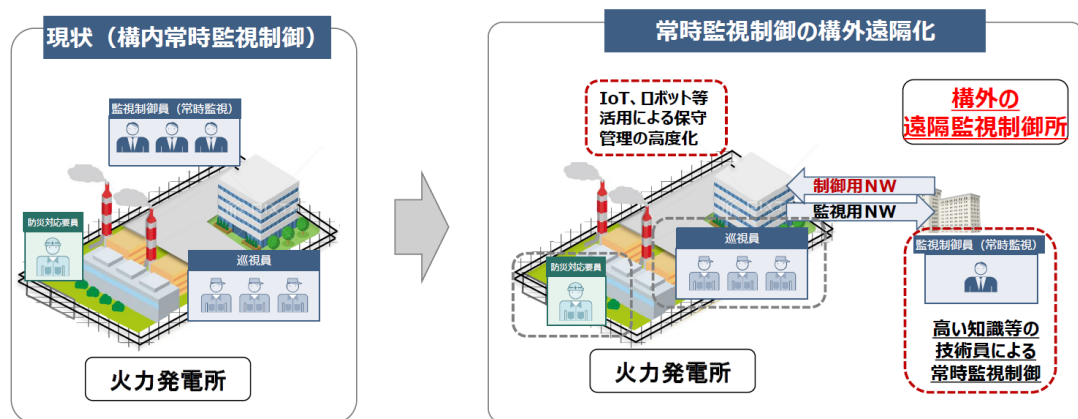


図 2-3 基本的なコンセプト

3. 遠隔常時監視制御方式の定義

3 章では、現状行われている「監視」と「制御」を整理した上で、今回新しい技術の活用に伴い実施が可能と考えられる「遠隔常時監視制御方式」の具体的な実施パターンについて検討した。

3.1 「監視」と「制御」の整理

現状、汽力及び大型ガスタービン発電所を始めとする電技省令第 46 条第一項で対象とされている発電所では、構内で常時監視及びそれに付随する制御が行われている。但し、構内で当直員により行われている監視及び制御について、具体的にどのような業務活動を指すのか電技解釈等含め整理はされていない。今回、新たに汽力及び大型ガスタービン発電所に対し「遠隔常時監視制御方式」の適用を検討するにあたり、現状構内で当直員により行われている業務を整理し、今回主な対象とする監視及び制御の活動を特定する。なお、検討にあたっては現場の実態を適切に把握するために電気事業連合会及び火力原子力発電技術協会の助言を得て検討した。

現状行われている監視の活動として、「プラント運転状態の監視」と「異常時の対応（警報発報時の監視強化）」が挙げられる。

「プラント運転状態の監視」は、平常時に異常がないかどうか運転状態を監視する活動であり、発電所の異常の有無を判断するための重要な機能の一つである。

「異常時の対応（警報発報時の監視強化）」は、発電所の異常をセンサー等が感知した際に発報される警報をきっかけに、平常時から行っている監視を強化する活動である。この活動もまた、「プラント運転状態の監視」と並んでプラントの異常の有無や状態の遷移を把握するための重要な機能を担っている。

これら監視の活動 2 種類は、いずれも発電所の異常の有無を把握するための重要な機能を有するため、遠隔常時監視制御を行う際に要件化が必要な活動である。

次に、現状行われている制御の活動として、「給電負荷変化指令の対応操作」、「プラント起動操作・通常停止操作」、「異常時の対応（非常停止操作）」、「異常時の対応（遮断器の開放操作）」、「異常時の対応（非常用発電設備の起動操作）」が挙げられる。

「給電負荷変化指令の対応操作」は、中央給電指令所等から系統全体の給電負荷を調整することを目的とした発電所の出力を変更する制御である。この制御は基本的に自動制御で行われ、必要に応じ手動制御も可能である。電技省令第 46 条で求めている発電所内の異常に対応するための制御ではないため、今回要件化する活動の対象にはならない。

「プラント起動操作・通常停止操作」は、発電所を起動もしくは停止する制御である。この制御は基本的に自動制御で行われ、必要に応じ手動制御も可能である。前述の「給電負荷変化指令の対応操作」と同様に、電技省令第 46 条で求めている発電所内の異常に対応するための制御ではないため、今回要件化する活動の対象にはならない。

「異常時の対応（非常停止操作）」、「異常時の対応（遮断器の開放操作）」、「異常時の対応（非常用発電設備の起動操作）」はいずれも発電所内の異常に対応するための制御である。このうち、「異常時の対応（非常停止操作）」と「異常時の対応（遮断器の開放操作）」は基本的に自動制御で行われ、必要に応じ手動制御も可能である。「異常時の対応（非常用

発電設備の起動操作)」はインターロックによる自動起動である。自動起動である「異常時の対応（非常用発電設備の起動操作）」は人間によって行われていないため遠隔化の対象とせず、人間が行う場合が存在する異常時の対応である「異常時の対応（非常停止操作）」と「異常時の対応（遮断器の開放操作）」を今回要件化する活動の対象とする。

上記の議論を一覧化したものを以下表に示す。今回検討する「遠隔常時監視制御方式」では、監視は「プラント運転状態の監視」と「異常時の対応（警報発報時の監視強化）」、制御は「異常時の対応（非常停止操作）」と「異常時の対応（遮断器の開放操作）」を要件化の対象の活動とする。

表 3-1 現行の監視・制御に係る業務と遠隔常時監視方式要件化の必要性

分類	現状		遠隔常時監視制御方式 要件化の必要性
	監視・制御に係る当直員の業務	実施場所	
監視	プラント運転状態の監視	中央制御室	○
	異常時の対応（警報発報時の監視強化）	中央制御室	○
制御	給電負荷変化指令の対応操作 ※基本的に中央給電指令所による自動制御（必要に応じて手動制御も可能）	中央制御室	×
	プラント起動操作（ボイラ点火、タービン昇速、並列） プラント通常停止操作（解列、タービン停止、ボイラ消化） ※基本的に自動制御（必要に応じて手動制御も可能）	中央制御室 ※必要に応じ現場	×
	異常時の対応（非常停止操作） ※インターロックによる自動停止（必要に応じて手動制御も可能）	中央制御室	○
	異常時の対応（遮断器の開放操作） ※インターロックによる自動開放（必要に応じて手動制御も可能）	中央制御室	○
	異常時の対応（非常用発電設備の起動操作） ※インターロックによる自動起動	現場	×

3.2 遠隔常時監視制御方式のパターン

前項で検討した、「遠隔常時監視制御方式」の対象となる監視及び制御の活動について、それが遠隔化されるパターンを整理し、本検討で実現を目指す具体的な「遠隔常時監視制御方式」のパターンを検討した。なお、以下で「監視」は「プラント運転状態の監視」と「異常時の対応（警報発報時の監視強化）」、「制御」は「異常時の対応（非常停止操作）」と「異常時の対応（遮断器の開放操作）」の活動をそれぞれ指す。

監視・制御を遠隔で行う場合について、大きくは監視・制御を同じ場所構外から行う場合と、監視・制御を違う場所から遠隔で行う場合に分けられる。監視・制御の実施場所を模式的に示した図を以下に示す。電気事業連合会及び火力原子力発電技術協会の助言を得て、より具体的に実態に則した形で監視・制御の遠隔化のパターンと「遠隔常時監視制御方式」で実現可能なパターンを検討した。

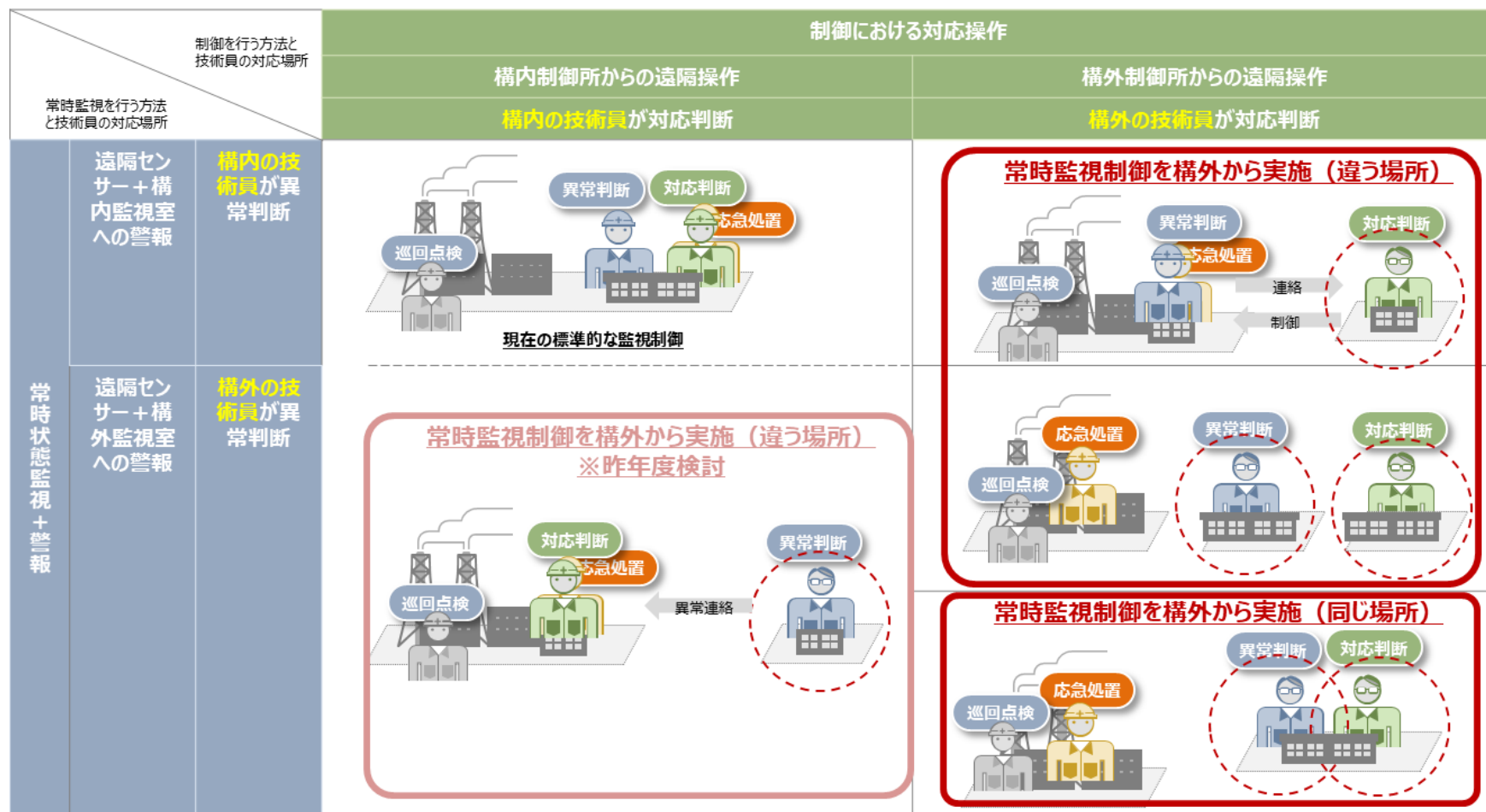


図 3-1 監視・制御の実施場所の類型

監視・制御の実施場所のパターンを、現状の実施可否問わず整理した表を以下に示す。大きくは、「同一構内で監視（制御）」「遠隔監視制御（監視のみ構外）」「遠隔監視制御（制御のみ構外）」「遠隔監視制御（監視制御とも構外）」の4つに分類できる。その中で、さらに具体的な実施場所のパターンを整理すると、全9パターンに整理される。それらのパターンのうち、監視もしくは制御を構外のみで行う5パターンが現行の法令で実施ができず、今回「遠隔常時監視制御方式」としてはこの5パターンを念頭に置いて検討を行う。

表 3-2 監視・制御の実施場所のパターン一覧

パターン分類		監視の場所	制御の場所	現状の実施可否
同一構内で監視（制御）	①	構内監視制御所（中央制御室）		○
	②	構内（構内の別部屋等で警報受信による異常検知）	構内監視制御所（中央制御室）	○
遠隔監視制御	監視のみ構外	③ 構外監視所	構内制御所	×
		④ 構内監視制御所（中央制御室）＋構外監視所	構内監視制御所（中央制御室）	○
		⑤ 構内＋構外監視所（構内の別部屋等で構外監視所からの連絡により異常検知）	構内監視制御所（中央制御室）	×
	制御のみ構外	⑥ 構内監視所	構外制御所	×
		⑦ 構内監視制御所（中央制御室）	構内監視制御所（中央制御室）＋構外制御所	○
	監視制御とも構外	⑧ 構外監視制御所（監視・制御を同じ場所で行う）		×
		⑨ 構外監視所（別の場所）	構外制御所（別の場所）	×

各パターンの具体的な監視・制御の実施場所について、以下詳述する。

パターン①（構内の監視制御所からの監視・制御）

現状、主に行われている運用として、監視・制御ともに構内の監視制御所（中央制御室等）から行っているパターンを、パターン①とする。これが現状電技省令第 46 条第一項で想定されている実施方法と考えられる。

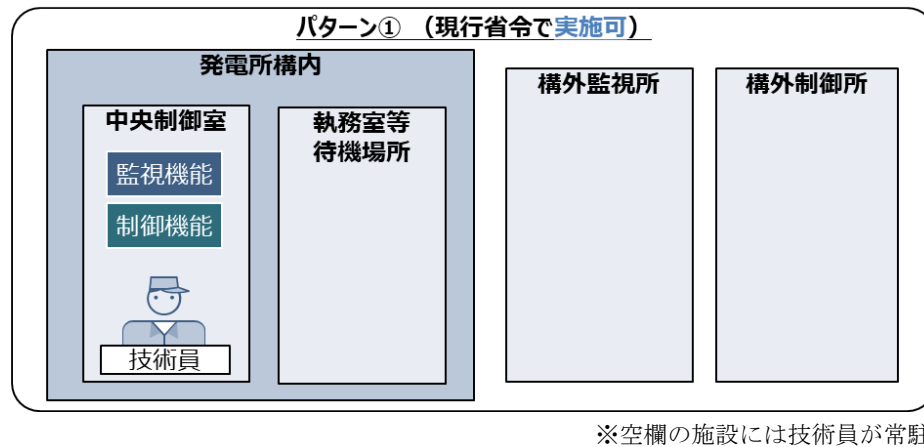


図 3-2 パターン①（構内の監視制御所からの監視・制御）

パターン②（構内からの監視・構内の監視制御所からの制御）

構内で監視・制御を行うパターンとして、構内の監視制御所（中央制御室等）とは別部屋にて速やかに設備異常を検知（警報受信）し、構内の監視制御所（中央制御室等）で制御するパターンが、実際の運用上存在する。これをパターン②とする。このパターンも現行の電技省令第 46 条第一項の範囲でも実施可能である。

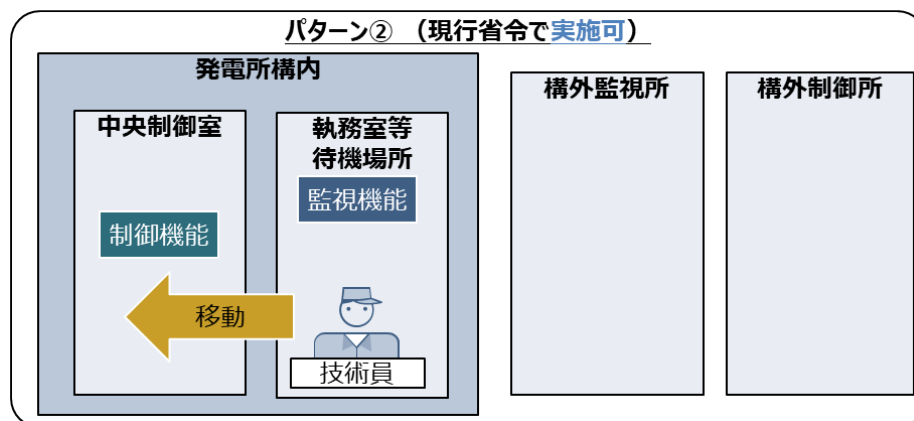


図 3-3 パターン②（構内からの監視・構内の監視制御所からの制御）

パターン③（構外の監視所からの監視・構内の制御所からの制御）

構外の監視所からの指示に基づき、構内の制御所（監視機能を有しない、または構内常時監視を行わない）から制御する場合を、パターン③とする。

このパターン③は、構内からの常時監視を実施しないため、現行の電技省令第46条第一項では実施できない。また、構内の監視制御所（中央制御室等）がある発電所においては、監視機能も付随し通常は運用されているため、このパターンが実現される発電所の可能性としては新設される発電所等が想定される。

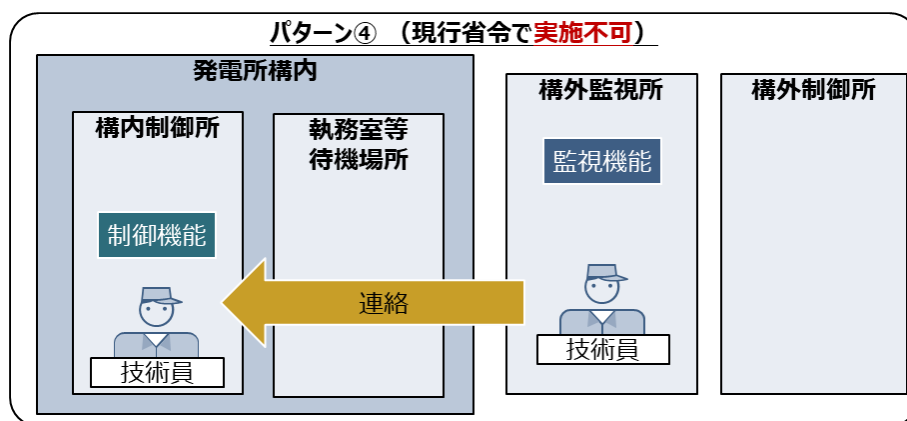


図 3-4 パターン③（構外の監視所からの監視・構内の制御所からの制御）

パターン④（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの監視制御）

構外の監視所から監視を行っているが、構内の監視制御所（中央制御室等）で監視・制御を行っており、構外の監視所からの監視及び制御の指示は補助的である場合を、パターン④とする。

このパターンでは、あくまで同一構内に監視・制御機能があって運用されており、構外の監視機能は補助的であるため、現行の電技省令第46条第一項で実施可能である。

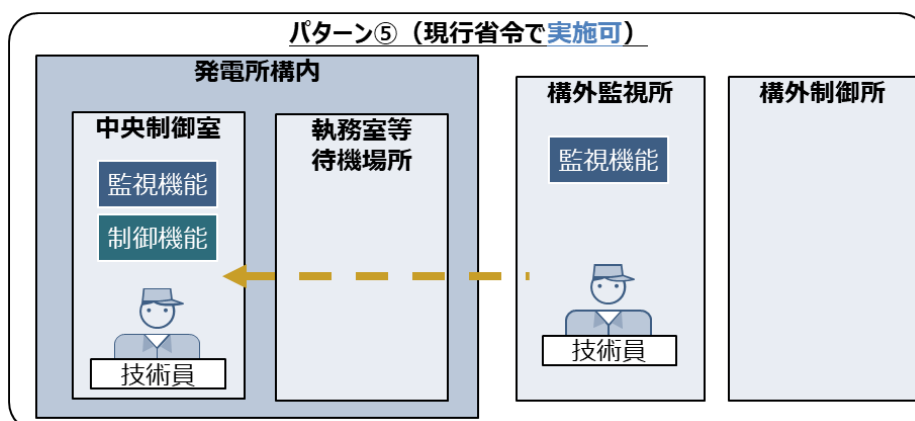


図 3-5 パターン④（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの監視制御）

パターン⑤（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの制御）

構内の監視制御所（中央制御室等）とは別部屋に常駐し構内の監視制御所（中央制御室等）で対応する場合でも、構外の監視所のみで監視を行っており、構内の監視制御所（中央制御室等）とは別部屋にて構外の監視所からの連絡に応じて、構内の監視制御所（中央制御室）で対応する場合を、パターン⑤とする。

このパターン⑤の場合、監視機能が構外にあるため、現行の電技省令第 46 条第一項では実施が不可能である。

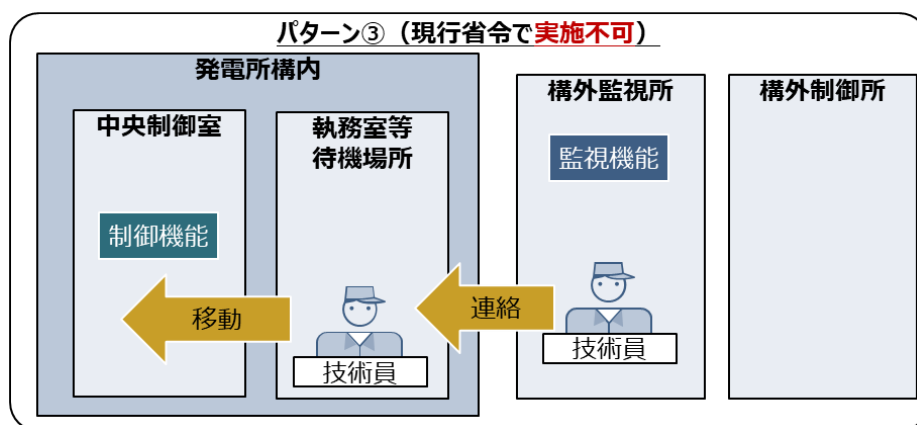


図 3-6 パターン⑤（構外の監視所からの監視・構内の監視制御所からの制御）

パターン⑥（構内の監視所からの監視・構外の制御所からの制御）

構内の監視所（制御機能を有しない）からの制御の指示に基づき、構外の制御所から制御する場合を、パターン⑥とする。

このパターン⑥は、構内に制御機能がないため、現行の電技省令第 46 条第一項では実施できない。また、構内の監視制御所（中央制御室等）がある発電所においては、制御機能も付随するため、このパターンが実現される発電所の可能性としては新設される発電所等が想定される。

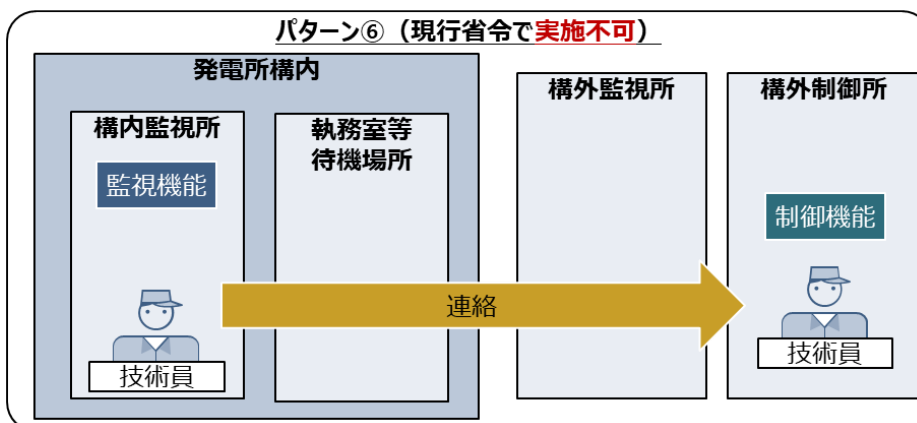
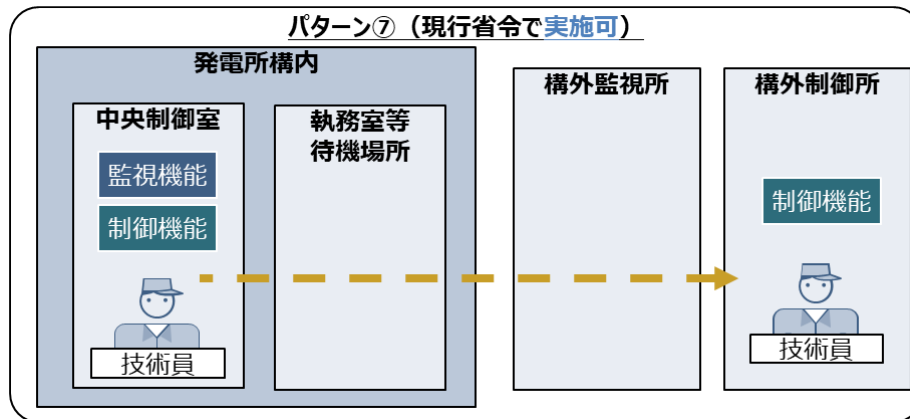


図 3-7 パターン⑥（構内の監視所からの監視・構外の制御所からの制御）

パターン⑦（構内の監視制御所からの監視制御・構外の制御所からの制御）

構外の制御所から制御を行えるが、構内の監視制御所（中央制御室等）で監視・制御を行っており、構外の制御所からの制御は補助的なものである場合をパターン⑦とする。

このパターンでは、あくまで同一構内に監視・制御機能があり、構外の制御機能は補助的なため、現行の電技省令第 46 条第一項で実施可能である。



※構外の制御所からの制御は補助的なものである。

図 3-8 パターン⑦（構内の監視制御所からの監視制御・構外の制御所からの制御）

パターン⑧（構外の監視制御所からの監視・制御）

構外の監視制御所から、同じ場所で監視・制御を行う場合をパターン⑧とする。

このパターンは、構内に監視・制御機能とにもないので、現行の電技省令第 46 条第一項で実施できない。

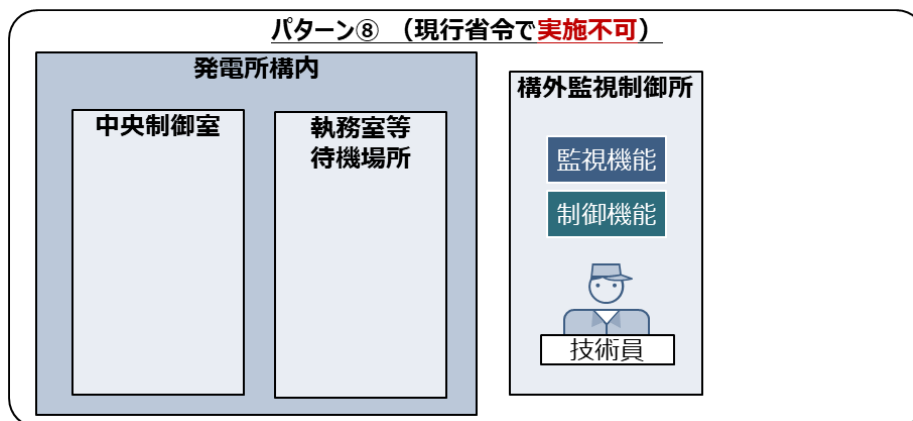


図 3-9 パターン⑧（構外の監視制御所からの監視・制御）

パターン⑨（構外の監視所からの監視・構外の制御所から制御）

構外の監視所と構外の制御所から、別の場所で監視・制御を行う場合をパターン⑨とする。

このパターンは、パターン⑧と同様に構内に監視・制御機能とにもないため、現行の電技省令第46条第一項では実施できない。ただし、パターン⑧と異なり監視機能と制御機能は異なる場所にあるため、パターンとしては区別して取り扱う。

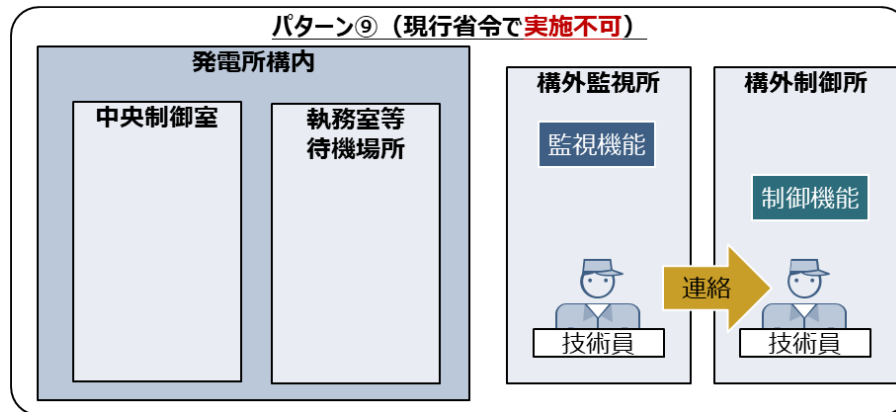


図 3-10 パターン⑨（構外の監視所からの監視・構外の制御所から制御）

4. 遠隔常時監視制御方式のリスク評価の考え方

本章では、遠隔常時監視導入に係る届出に際して考慮しておくべき保安リスク評価の考え方について説明する。ただし、以下に示すリスク評価方法はあくまでも一例であり、①遠隔常時監視制御方式の導入に際して構内からの常時監視と同等水準以上の常時監視機能であること、②遠隔監視制御の導入に際して発電所の保安レベルが低下しないこと、が担保されればその方法は問わない。

本検証の目的は、「監視制御所（中央制御室等）の遠隔化（遠隔常時監視制御方式）を導入してもなお発電所の保安リスクが自社で定める合理的な許容範囲（社会的要請も考慮する必要）であることを確認すること」、である。

4.1 保安リスク評価の一般的な考え方

一般的にリスク評価では、考えられる初期事象（ハザード）について、中間事象（異常現象）を経て結果事象に至るシナリオを網羅的に挙げ、シナリオ毎にリスクの大小、影響度等进行评估する。

従来、監視制御所は発電所構内に施設され、設備状態は情報ネットワークを経由して現場から離れた場所（中央制御室等）で監視しており、いわば既に「構内遠隔化」された状態と考えられる。この監視制御所を発電所構内から発電所構外に移設する場合のリスクは、それらの設備構成・管理体制等に関する差分を考慮することで評価可能であり、許容できないリスク変化に対して適正な対策を講じることで保安リスクの変化を許容範囲に収めることが可能と考えられる。

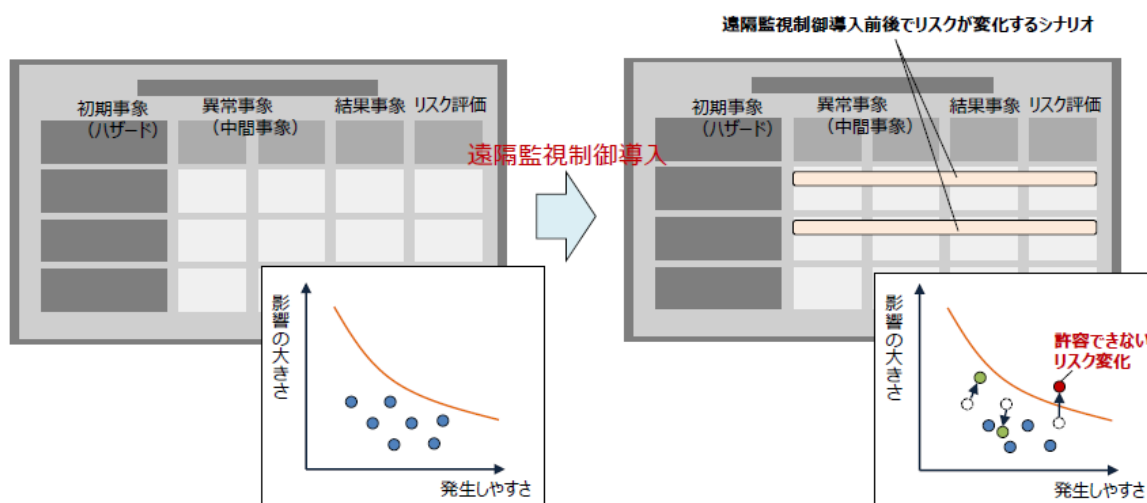


図 4-1 遠隔監視制御化におけるリスク評価

4.2 リスク評価の観点と検証ポイント

監視制御所を発電所構内から発電所構外に設置（または移設）する場合においても、内的ハザード（経年劣化等）および外的ハザード（自然災害、侵入者、サイバー攻撃）に対する事故防止・事故対応を考慮してリスク評価・検証を実施する必要があるが、特に遠隔常時監視制御導入にあたっては以下のような視点からの評価・検証を行うことが望ましい。

既に発電所構内の監視制御所を前提としたリスク評価結果が利用可能であれば、遠隔監視制御導入前後の設備構成・管理体制等に関する差分を踏まえることでリスク評価を行うことができる。

リスク評価・検証を行う際の、重要な観点・ポイントとしては、主に①～⑥の項目が考えられる。

① 遠隔化に伴う通信システムのリスク

監視・制御の遠隔化に伴い、対象との物理的距離は、これまでの数百メートルからはるかに遠くなる。ネットワーク関係のハザードに関するリスク対策が必要である。

② 遠隔化による保安・保守機能（巡視点検）の変化

発電所内の巡視点検等を含めた保安活動については従来通り、事業者の自主保安として実施する。その際に、監視・制御の遠隔化を行っても保安レベルが低下しないことが求められる。

③ 遠隔化に伴う監視情報の制限

監視の遠隔化に伴い、自らの目で即座に現場確認が出来ないため、異常の監視について現状よりも高度な判断スキルが求められるようになる。

④ 監視・制御の場所が異なることによるコミュニケーションリスク

監視技術員と制御技術員が物理的に離れることによるコミュニケーションリスクを考慮する必要がある。

⑤ 複数の発電所を同時に監視・制御するリスク

具体的な対象発電所として、その規模、種類、発電所と遠隔制御所等の距離、一つの遠隔制御所等で制御できる発電所の数等について、特に自然災害発生時などの緊急時対応を考慮した場合の対応可能性を考慮する必要がある。

⑥ 遠隔化による異常時対応の変化

事故・災害等の応急対応については従来通り、現地の保安要員等が対処する。制御の遠隔化をした場合の事故・災害時の応急対応体制について確認する必要がある。
※現在、発電所構内（中央監視制御室）で監視・制御を行っている技術員が防災対応要員を兼務しているケースが多い。監視・制御を遠隔化した際の防災要員に求められる技能要件に注意が必要。

各種ハザードに対し、上記①～⑥の観点に対し評価・検証ポイントの整理を行った。（ア）～（ウ）では、内的ハザード（経年劣化等）および外的ハザード（自然災害、侵入者、サイバー攻撃）に対し、遠隔監視制御導入前後の設備構成・管理体制等に関する差分を踏まえ、事故防止・事故対応それぞれの観点から留意点を示す。（エ）～（カ）では、遠隔監視制御方式を導入することによりリスクが増大する可能性があり、特に注意が必要なものとして

「技術員の能力に関するリスク」「コミュニケーションリスク」「複数発電所を遠隔監視制御する際のリスク」を挙げ、それぞれについて留意点を示す。

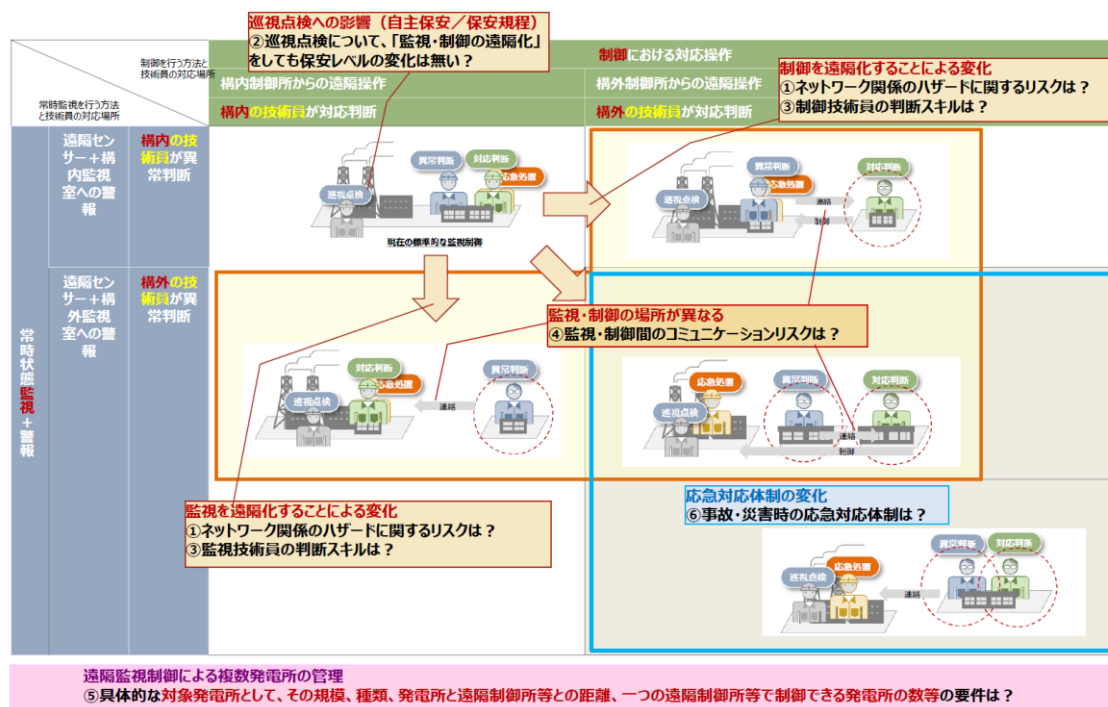


図 4-2 監視と制御の遠隔化に伴うリスク変化（リスク評価の観点・検証ポイント）

		内的ハザード	外的ハザード		
		経年劣化等	自然災害	侵入者	サイバー攻撃
論点	設備	① 遠隔化に伴う通信システムのリスク	(ア)	(イ)	(ウ)
	保守	② 保守機能（巡視点検）	(ア)	(イ)	(ウ)
	監視・制御	③ 監視に用いる情報の制限	(エ)		
		④ 監視・制御の場所が異なることによるコミュニケーションリスク	(オ)		
		⑤ 複数の発電所を同時に監視・制御するリスク	(カ)		
	対処	⑥ 異常時対応	(ア)	(イ)	(ウ)

○個別のハザードに対する対策（①②⑥）

(ア) 経年劣化等に対するリスク対策

(イ) 大規模自然災害発生時のリスク対策

(ウ) 人為的攻撃等（侵入者、サイバー攻撃）に対するリスク対策

○全ハザード共通（③④⑤）

(エ) 技術員の能力に関するリスク対策（監視に用いる情報の制限）

(オ) 監視と制御の場所が異なることによるコミュニケーションリスク対策

(カ) 複数発電所を遠隔常時監視制御方式で管理するリスク対策

検証の観点であるリスク要因別の留意事項を、事故防止・事故対応に分けて整理し記載する

リスク要因に寄らない、遠隔化に伴う論点について整理する

図 4-3 リスク評価の観点と検証ポイントの整理

4.3 リスク変化と対策および検証ポイント

構内の監視制御所（中央制御室等）の遠隔化（遠隔常時監視制御方式）を導入するに当たっては、検証ポイントに沿ったリスク評価が必要。その一例を以下に示す。

(ア) 経年劣化等に対する対策

経年劣化等内部ハザードに関連する事故防止・事故対応に対しては、以下の点に留意が必要。

(1) 事故防止

- ① 発電所と構外監視制御所間の通信システム及び発電所構外に設置する構外監視制御所内の新たな設備に監視、平時の保守活動、経年劣化対策が重要。ここで、発電所と構外監視制御所間の通信システムには、事業者が管理する専用線を含み、遠隔化により通信線を延伸した場合においても、事業者が責任を保守管理する必要がある。
- ② 日々の保守活動等に影響を及ぼすことはないか、主任技術者を中心とした保安体制の構築と保安活動の手順等の確認が重要。

(2) 事故対応

- ① 事故発生時に、速やかに状況を確認し、応急措置を講じることが可能な保安規程に基づく主任技術者を中心とした体制、手順等の整備が重要。
- ② 発電所と構外監視制御所間の通信システム等の通信途絶未然防止策として、当該システムが電気設備の技術基準に定める保安通信設備であるとの認識に立って、システムの多重化・多層化・堅牢化が重要。
- ③ 仮に、ネットワークが遮断されたとしても、直ちに運転・設備状態を現場で確認し、安全停止操作ができるような主任技術者を中心とした保安体制・仕組みが重要。
- ④ 事故対応に当たっては、保安教育や訓練の機会を通じて、事故発生時に速やかに対応できるように保安活動を構築しておくことが重要。

(イ) 大規模自然災害発生時のリスク対策

外部ハザードのうち大規模自然災害発生に起因する事故・故障等に対しては、以下の点に留意が必要。

(1) 事故防止

- ① 通信システムが遮断されないよう取るべき防止策の検討が重要。

(2) 事故対応

- ① 事故発生時に、速やかに状況を確認し、応急措置を講じることが可能な保安規程に基づく主任技術者を中心とした体制、手順等の整備が重要。
- ② 発電所と構外監視制御所間の通信システム等の通信途絶未然防止策として、当該システムが電気設備の技術基準に定める保安通信設備であるとの認識に立って、システムの多重化・多層化・堅牢化が重要。防災業務計画を策定する際に、衛星携帯等による複数の通信経路確保を検討することが望ましい。
- ③ 仮に、ネットワークが遮断されたとしても、直ちに運転・設備状態を現場で確認し、安全停止操作ができるような主任技術者を中心とした保安体制・仕組みが重要。
- ④ 地震による揺れや津波・水害に伴う浸水により発電所構内周辺の道路交通に支障を及ぼすことも考えられる。このため、自然災害発生時のリスク低減の観点から、消防法始めとした法令や自主保安に基づき、発電所構内に十分な防災要員を配置することが重要。
- ⑤ 災害時でも、発電所、構外監視制御所、本店等の間で通信が確保できるよう、あらかじめ確認することが重要（防災業務計画の確認、訓練等）。

(ウ) 人為的攻撃等（侵入者、サイバー攻撃）に対するリスク対策

外部ハザードのうち人為的攻撃等（侵入者、サイバー攻撃）に起因する事故・故障等に対しては、以下の点に留意が必要。

(1) 事故防止

- ① 従来通り、発電所構内への侵入者を発見することが可能か確認することが重要。
- ② 新たに設置する構外監視制御所に部外者が侵入できる構造になっていないか確認することが重要。
- ③ 新たに設置する構外監視制御所に侵入者があった場合に直ちに発見することが可能か確認することが重要。
- ④ サイバーセキュリティについては基本的に、電技省令第 15 条の 2、電技解釈第 37 条の 2、及び電力制御システムセキュリティガイドライン (JESZ-0004(2019)) に準じた運用を行う。特に、発電所だけではなく遠隔監視施設におけるサイバーセキュリティ対策についても遺漏なく検討することが必要である点については留意が必要。
- ⑤ 電力制御システムセキュリティガイドラインの PDCA サイクルを回す際に必要な情報収集を行う。例えば、以下の項目について確認することが重要。
 - ・他ネットワークとの接続点の確認（例：保守用の通信設備等）
他ネットワークとの接続境界にある通信設備について日々の保守活動を行い、他ネットワークに何が存在するかを定期的に把握することが重要である。
 - ・ログ採取箇所の確認

ログ採取が可能となる箇所が遠隔化によって増える。「遠隔からの制御の通信を阻害するパターン」「遠隔からなりすましで制御をするパターン」等を踏まえ、どこでログを残すか検討することが重要である。新たに追加する通信機器でもログを採取することを検討し、複数個所でログを採取することが望ましい。

(2) 事故対応

- ① 事故発生時に、速やかに状況を確認し、応急措置を講じることが可能な保安規程に基づく主任技術者を中心とした体制、手順等の整備が重要。
- ② 発電所と構外監視制御所間の通信システム等の通信途絶未然防止策として、当該システムが電気設備の技術基準に定める保安通信設備であるとの認識に立って、システムの多重化・多層化・堅牢化が重要。
- ③ 仮に、ネットワークが遮断されたとしても、直ちに運転・設備状態を現場で確認し、安全停止操作ができるような主任技術者を中心とした保安体制・仕組みが重要。

(エ) 技術員の能力に関するリスク対策

監視制御機能を遠隔した際、発電所構内で実施する監視と比較し、異常判断のための情報量が減り、適切な対応ができなくなる可能性がある。遠隔地点からの常時監視や制御を行うためには、現場での探索的・臨機応変な情報が限定された状態でもなお的確な状況判断（Situation Awareness）に基づいた異常判断・制御対応判断を行う必要がある。

そのため、監視技術員が適切な判断が可能となるよう、以下の点について確認が必要。

- ① 構外監視制御所で監視制御を行う技術員が運転状態を監視し、異常時に対応を判断する際に必要なデータが構外監視制御所に送られているか確認することが重要。
- ② 構外監視制御所で監視制御を行う技術員が①で取得したデータから、異常判断、異常箇所の把握、遠隔制御要否、現場対応要否、対応方法等について構外監視制御所で判断できるか確認することが重要。
- ③ 監視制御技術員の能力の維持管理については留意が必要。
- ④ 上記については、保安規程に基づく保安教育や訓練等を通じて技術員を育成することが重要。

(オ) 監視と制御の場所が異なることによるコミュニケーションリスク

制御機能を現行の発電所構内中央制御室に維持し、監視機能を分離して発電所構外の遠隔常時監視所に移転させるケースが考えられる。このような場合、有事の際の、遠隔常時監

視所と発電所構内の技術員・防災対応要員等従業者間でのコミュニケーションギャップが生じる恐れも考えられる。監視所から制御所への指示伝達におけるコミュニケーションスキルの十分性について、評価することが必要である。

監視と制御を別の場所では実施する際には、以下の点に留意が必要。

- ① 経年劣化、自然災害、人為的攻撃等により異常が発生した際の監視員と制御員間のコミュニケーション方法等、手順整備が必要。
- ② 仮に、通信システムが遮断された場合の対応体制、対応手順の整備が必要。
- ③ 上記の確認のため、日頃からの訓練等を通じてコミュニケーションの円滑化を図ることが重要。

(カ) 複数発電所を遠隔常時監視制御方式で管理する際の留意点

複数の発電所を遠隔常時監視制御方式で管理する際には、以下の点に留意が必要。

- ① 同時に監視・制御が実施可能な妥当な発電所数・規模
- ② 同時に監視・制御が実施可能な妥当な技術員の能力
- ③ 監視・制御機能の冗長性確保 等
- ④ 大規模災害を想定した事故対応計画の策定
- ⑤ 少数の発電所の遠隔監視制御を通じて、実績を積み重ねていくことが重要

5. 遠隔常時監視制御方式を導入するための行政手続き

5.1 概要

遠隔常時監視制御方式を導入するためには、あらかじめ、遠隔常時監視・制御に必要な設備（構外の監視制御所、通信設備含む）・体制等を検討するとともに、第3章で示したリスク評価例に沿って検討した上で、経済産業省本省又は産業保安監督部へ保安に係る行政手続きを行う必要がある。この際、電気事業法第42条に基づく保安規程（変更）届出と第47条（工事計画の適合要件：「技術基準に適合しないものでないこと」「電気の円滑な供給を確保するため技術上適切なものであること」）、第48条に基づく工事計画届出は必須である。

具体的には、発電事業者が、当該リスク評価・検討を踏まえ当該方式を導入する場合、事業用電気工作物の使用（自主検査又事業検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前までに保安規程届出又は変更届出のいずれかにおいて、電気事業法施行規則第50条の事業用電気工作物の規定に準じて①体制・組織等、②保安教育（訓練等含む）、③保安の計画的実施・改善の措置（いわゆるPDCA）、④運転・操作の事項、⑤災害その他非常の場合に採るべき措置等に関することの記載が必要である。

この際、電力保安は、自己責任原則に基づく自主保安が前提であることから、遠隔常時監視制御方式の導入前後においても、事業者は保安規程に基づき保安活動を行うとともに、保安を計画的に実施、評価、改善、いわゆるPDCAを通じてプラントの状態や運転監視制御も含めた日々の保安活動の状況を評価していくことが重要である。

これらは、保安上の観点のみならず、電力供給の確保といった観点からも重要となる。

また、工事計画届出に当たっては、同規則別表第二（発電所／二 変更の工事（二）発電設備の設置の工事以外の変更の工事であつて、次の設備に係るもの 3 附帯設備（1）発電所の運転を管理するための制御装置、及び同規則別表第三（一 発電所（七）附帯設備 1 発電所の運転を管理するための制御装置等）に基づき「制御方法に関する説明書」も添付書類として提出する必要がある。当該説明書には、当該リスク評価の結果の添付を行うことが望ましい。その後、経済産業省或いは産業保安監督部による審査の結果、内容に問題がなければ、当該発電所にて遠隔常時監視の導入が可能となる。

なお、保安規程及び工事計画に関する届出については電気事業法施行令第27条第3項第14号及び第16号に基づいて、提出先（経済産業省本省、或いは、設備の場所を所管する産業保安監督部）が異なる。

5.2 手続きの流れ

本手続きは以下のように整理される。

- ① 事業者は保安規程を届け出る（電気事業法第42条（保安規定の変更を命令可能））／規制当局は先の観点から確認する。
- ② 事業者は工事計画において「遠隔常時監視制御方式」として申請し、審査を受け

る（電気事業法第 48 条）／規制当局は先の観点から確認する。

- ③ 規制当局は必要に応じて調査のために立ち入ることが出来る（電気事業法第 107 条）

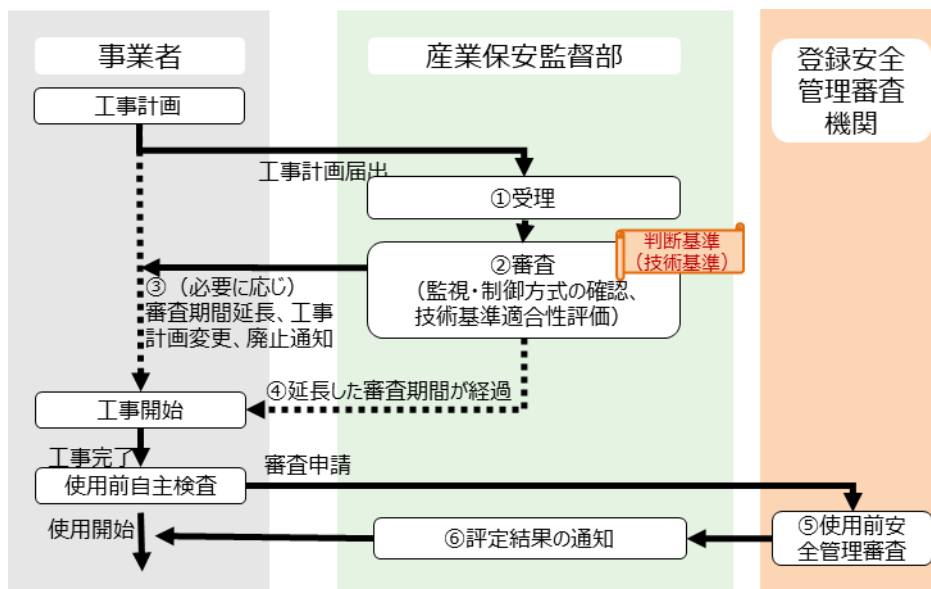


図 5-1 工事計画の審査プロセス

現行要件については、火技省令・火技解釈等の法令文書及びその他の業界基準により実質的な構内での監視制御の技術要件が定められている。一方、電技省令第 46 条第一項の構外での常時監視の実施を認める旨の改定や、電技省令の改定に伴った電技解釈の条項追加等によって規定された構外での常時監視制御の要件が追加されているのみならず、工事計画届出などの確認手続きにおいて従来の構内での監視制御に求められている要件全体を考慮した検討を求める運用が想定されている。

つまり、遠隔常時監視制御方式における状態監視機能、警報発報機能、自動停止等制御機能については、構内常時監視方式と同等の機能水準を要求することとし、その他の要件については、保安リスクマネジメントの留意点として既存の業界基準を考慮した上で工事計画・保安規程を作成することを、手引きで求める形とした。

関連する法令の該当部分を以下に示す。

電気事業法

(保安規程)

第四十二条 事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、主務省令で定めるところにより、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における事業用電気工作物の使用（第五十一条第一項の自主検査又は第五十二条第一項の事業者検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前に、主務大臣に届け出なければならない。

(工事計画)

第四十七条 事業用電気工作物の設置又は変更の工事であつて、公共の安全の確保上特に重要なものとして主務省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画について主務大臣の認可を受けなければならない。ただし、事業用電気工作物が滅失し、若しくは損壊した場合又は災害その他非常の場合において、やむを得ない一時的な工事としてするときは、この限りでない。

2 前項の認可を受けた者は、その認可を受けた工事の計画を変更しようとするときは、主務大臣の認可を受けなければならない。ただし、その変更が主務省令で定める軽微なものであるときは、この限りでない。

3 主務大臣は、前二項の認可の申請に係る工事の計画が次の各号のいずれにも適合していると認めるときは、前二項の認可をしなければならない。

一 その事業用電気工作物が第三十九条第一項の主務省令で定める技術基準に適合しないものでないこと。

二 事業用電気工作物が一般送配電事業の用に供される場合にあつては、その事業用電気工作物が電気の円滑な供給を確保するため技術上適切なものであること

第四十八条 事業用電気工作物の設置又は変更の工事（前条第一項の主務省令で定めるものを除く。）であつて、主務省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画を主務大臣に届け出なければならない。その工事の計画の変更（主務省令で定める軽微なものを除く。）をしようとするときも、同様とする。

4 主務大臣は、第一項の規定による届出のあつた工事の計画が前項各号のいずれかに適合していないと認めるときは、その届出をした者に対し、その届出を受理した日から三十日（次項の規定により第二項に規定する期間が延長された場合にあつては、当該延長後の期間）以内に限り、その工事の計画を変更し、又は廃止すべきことを命ずることができる。

5 主務大臣は、第一項の規定による届出のあつた工事の計画が第三項各号に適合するかどうかについて審査するため相当の期間を要し、当該審査が第二項に規定する期間内に終了しないと認める相当の理由があるときは、当該期間を相当と認める期間に延長することができる。この場合において、主務大臣は、当該届出をした者に対し、遅滞なく、当該延長後の期間及び当該延長の理由を通知しなければならない。

(立入検査)

第七十条 主務大臣は、第三十九条、第四十条、第四十七条、第四十九条及び第五十条の規定の施行に必要な限度において、その職員に、原子力発電工作物を設置する者又はボイラー等（原子力発電工作物に係るものに限る。）の溶接をする者の工場又は営業所、事

務所その他の事業場に立ち入り、原子力発電工作物、帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

2 経済産業大臣は、前項の規定による立入検査のほか、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、電気事業者の営業所、事務所その他の事業場に立ち入り、業務若しくは経理の状況又は電気工作物、帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

3 経済産業大臣は、第一項の規定による立入検査のほか、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、自家用電気工作物を設置する者又はボイラー等の溶接をする者の工場又は営業所、事務所その他の事業場に立ち入り、電気工作物、帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

4 経済産業大臣は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、一般用電気工作物の設置の場所（居住の用に供されているものを除く。）に立ち入り、一般用電気工作物を検査させることができる。

5 経済産業大臣は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、推進機関の事務所に立ち入り、業務の状況又は帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

6 経済産業大臣は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、登録安全管理審査機関又は登録調査機関の事務所又は事業所に立ち入り、業務の状況又は帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

7 経済産業大臣は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、指定試験機関又は卸電力取引所の事務所に立ち入り、業務の状況又は帳簿、書類その他の物件を検査させることができる。

8 前各項の規定により立入検査をする職員は、その身分を示す証明書を携帯し、関係人の請求があつたときは、これを提示しなければならない。

9 経済産業大臣は、必要があると認めるときは、推進機関に、第二項の規定による立入検査（次に掲げる事項を調査するために行うものに限る。）を行わせることができる。

一 第二十八条の四十三の規定による情報の提供が適正に行われていること。

二 第二十八条の四十四第一項の規定による指示を受けた推進機関の会員がその指示に係る措置をとっていること。

10 経済産業大臣は、前項の規定により推進機関に立入検査を行わせる場合には、推進機関に対し、当該立入検査の場所その他必要な事項を示してこれを実施すべきことを指示するものとする。

11 推進機関は、前項の指示に従つて第九項に規定する立入検査を行つたときは、その結果を経済産業大臣に報告しなければならない。

12 第九項の規定により立入検査をする推進機関の職員は、その身分を示す証明書を携帯し、関係人の請求があつたときは、これを提示しなければならない。

13 第一項から第七項までの規定による権限は、犯罪捜査のために認められたものと解釈してはならない。

電気事業法施行規則

(保安規程)

第五十条 法第四十二条第一項の保安規程は、次の各号に掲げる事業用電気工作物の種類ごとに定めるものとする。

一 事業用電気工作物であって、一般送配電事業、送電事業又は発電事業（法第三十八条第四項第四号に掲げる事業に限る。）の用に供するもの

二 事業用電気工作物であって、前号に掲げるもの以外のもの

2 前項第一号に掲げる事業用電気工作物を設置する者は、法第四十二条第一項の保安規程において、次の各号に掲げる事項を定めるものとする。

一 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のための関係法令及び保安規程の遵守のための体制（経営責任者の関与を含む。）に関すること。

二 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者の職務及び組織に関すること（次号に掲げるものを除く。）。

三 主任技術者の職務の範囲及びその内容並びに主任技術者が保安の監督を行う上で必要となる権限及び組織上の位置付けに関すること。

四 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者に対する保安教育に関することであって次に掲げるもの

イ 関係法令及び保安規程の遵守に関すること。

ロ 保安のための技術に関すること。

ハ 保安教育の計画的な実施及び改善に関すること。

五 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安を計画的に実施し、及び改善するための措置であって次に掲げるもの（前号に掲げるものを除く。）

イ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての方針及び体制に関すること。

ロ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての計画に関すること。

ハ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての実施に関すること。

ニ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての評価に関すること。

ホ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての改善に関すること。

六 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のために必要な文書の作成、変更、承認及び保存の手順に関すること。

七 前号に規定する文書についての保安規程上の位置付けに関すること。

八 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての適正な記録に関すること。

九 事業用電気工作物の保安のための巡視、点検及び検査に関すること。

十 事業用電気工作物の運転又は操作に関すること。

十一 発電用の事業用電気工作物の保安に係る外部からの物品又は役務の調達の内容及びその重要度に応じた管理に関すること。

- 十二 発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。
- 十三 災害その他非常の場合に採るべき措置に関すること。
- 十四 保安規程の定期的な点検及びその必要な改善に関すること。
- 十五 その他事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項

6. 「汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視制御導入の手引き」の作成

汽力及び大型ガスタービン発電所（大型ガスタービン発電所）において、構内の監視制御所（中央制御室等）の遠隔化を行う場合の考え方や必要な手続きについて、わかりやすく整理した「手引き」を作成した。なお、手引きについては、適宜別添の「遠隔監視導入の手引き」を参照されたい。

6.1 手引きと電技省令・解釈との関係

本手引きと電技省令・解釈との関係性は、下図のとおりである。

本手引きは、今回の電技省令、電技解釈の変更に伴い、電技解釈の解説から参照されるものであり、遠隔常時監視制御方式の導入を検討するにあたっての基本的な考え方を概説している。より具体的な施設条件などは、発電事業者或いは各発電所において、詳細に議論される必要がある。その議論に際し、本手引きを遠隔常時監視制御方式の検討の入口として活用されたい。

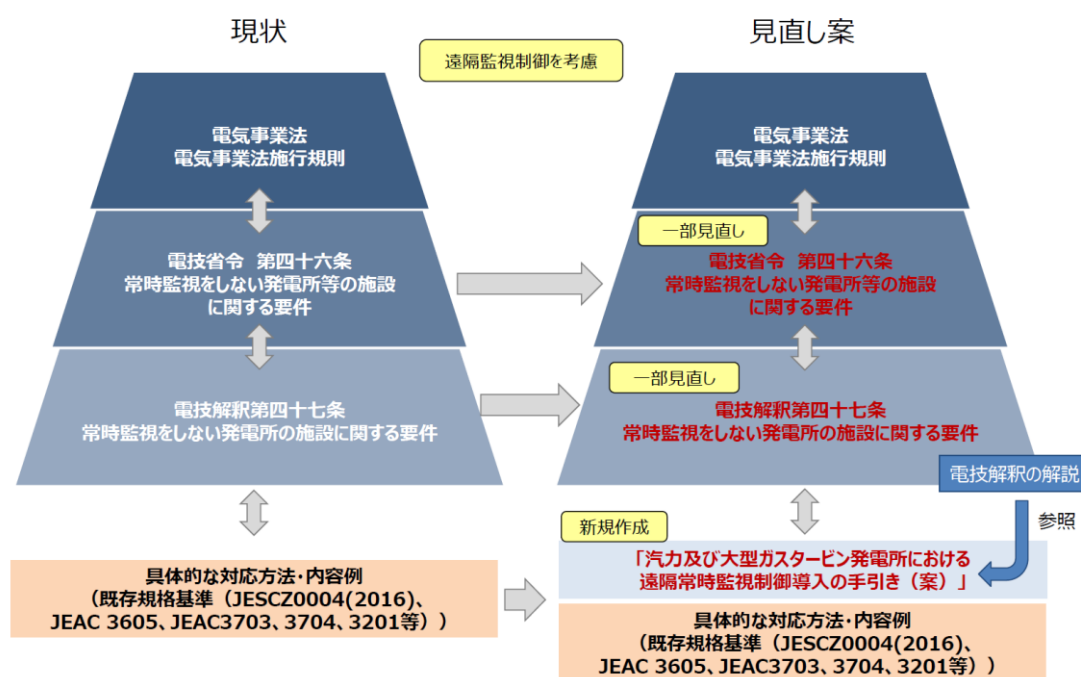


図 6-1 本手引きと電技省令・電技解釈の関係

6.2 手引きの取り纏め方針

(1) 1 章：はじめに

はじめに、1 章では、一般的な計画書、公的文書を踏襲し、以下の構成とした。

- 第 1 節 背景と目的
- 第 2 節 適用範囲
- 第 3 節 本資料の位置づけ（電技省令・解釈との関係）
- 第 4 節 用語の定義

特に、本章では、「本手引きが指す遠隔監視制御とは」、「遠隔監視制御を行う上で電技省令・解釈以外に特に関連する文書」、「常時監視、制御等の用語の定義」、について説明を行い、遠隔監視制御の基本的な考え方が理解しやすい構成とした。

(2) 2 章：電技省令第 46 条第一項の発電所における遠隔常時監視制御方式等の導入

次に、2 章では、1 章の導入的内容から、「電技省令第 46 条第一項に該当する発電所への遠隔常時監視制御方式等の導入」に焦点を絞り、監視と制御を実施する場所に着目し、監視制御の遠隔化のパターンを整理した。本章の構成は以下のとおりである。

- 第 1 節 概要
- 第 2 節 監視制御所等の遠隔化のパターン

(3) 3 章：遠隔常時監視制御のリスク評価例

監視制御所（中央制御室等）の遠隔化（遠隔常時監視制御方式）を導入するに当たっては、検証ポイントに沿ったリスク評価が必要である。3 章では、遠隔常時監視制御のリスク評価の一例を示し、リスク対応の考え方について述べている。

(4) 4 章：遠隔常時監視制御方式を導入するための行政手続き

最後に、4 章では、遠隔常時監視制御方式を導入するために必要な行政手続きについて概要を整理するとともに、手続きの際の留意点を示した。

7. 大規模火力発電所の遠隔監視に係る規制の在り方検討委員会の運営

7.1 委員会開催概況

検討委員会は、発電事業、保安、サイバーセキュリティ等の観点から、計5名の有識者によって組成し、検討を行った。本検討委員会の委員は、次のとおりである。

(五十音順、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 (座長)

佐川 平 電気事業連合会 工務部

澁谷 忠弘 横浜国立大学 先端科学高等研究院
リスク共生社会創造センター 教授

高木 愛夫 一般社団法人 火力原子力発電技術協会 技術部

松崎 和賢 中央大学 国際情報学部 准教授

表 7-1 第一回検討委員会概況

開催日時	2020年9月1日（火）10:00～12:20		開催場所	Web 会議（Teams）
出席者 （敬称略）	委員	東京大学	青山	
		横浜国立大学	澁谷	
		中央大学	松崎	
		火力原子力発電技術協会	高木	
		電気事業連合会	佐川	
	オブザーバー	火力原子力発電技術協会	本多	
	委託元主担当	経済産業省電力安全課	望月、田中、角銅	
	事務局	三菱総合研究所	柴田、藤田、富士岡、田中(記)	
議事次第	1.	開会		
	2.	経済産業省殿よりご挨拶		
	3.	委員紹介		
	4.	事業概要		
	5.	昨年度検討結果		
	6.	今年度調査実施方針		
	7.	「監視」と「制御」の整理		
	8.	監視制御の遠隔化に向けた論点		
	9.	今後のスケジュール		

表 7-2 第二回検討委員会概況

開催日時	2020年10月7日（水）15:00～17:00		開催場所	Web会議（Skype）
出席者 （敬称略）	委員	東京大学	青山	
		横浜国立大学	澁谷	
		中央大学	松崎	
		火力原子力発電技術協会	高木	
		電気事業連合会	佐川	
	オブザーバー	火力原子力発電技術協会	本多	
	委託元主担当	経済産業省電力安全課	望月、田中、角銅、浅海	
事務局	三菱総合研究所	柴田、藤田、富士岡、田中(記)		
議事次第	1.	開会		
	2.	第一回検討委員会委員コメントへの対応		
	3.	監視制御の遠隔化の検討における前提		
	4.	「監視」と「制御」の実施状況 (電気事業連合会 佐川委員より情報提供)		
	5.	遠隔常時監視制御方式のパターン		
	6.	監視制御の遠隔化に向けた論点と検証の観点		
	7.	今後のスケジュール		

表 7-3 第三回検討委員会概況

開催日時	2020年11月10日（火）10:00～12:15		開催場所	Web会議（Webex）
出席者 （敬称略）	委員	東京大学	青山	
		横浜国立大学	澁谷	
		中央大学	松崎	
		火力原子力発電技術協会	高木	
		電気事業連合会	佐川	
	オブザーバー	火力原子力発電技術協会	本多	
	委託元主担当	経済産業省電力安全課	望月、角銅、浅海	
	事務局	三菱総合研究所	柴田、藤田、富士岡、田中(記)	
議事次第	1.	開会		
	2.	第二回検討委員会委員コメントへの対応		
	3.	監視制御の遠隔化に向けた論点と検証の観点		
	4.	法令類・遠隔常時監視制御導入の手引き(案)		
	5.	今後のスケジュール		

7.2 委員会における主な論点

電技省令第 46 条第一項で規定された汽力及び大型ガスタービン発電所に対する遠隔監視制御導入のための電技省令第 46 条・電技解釈第 47 条の見直し案、遠隔常時監視制御の導入・運用に関するガイドライン（汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視導入の手引き）について、有識者のご意見・ご指導を踏まえ作成した。

委員会における主な論点を以下に示す。

- 遠隔常時監視制御導入の目的は無人化ではなく、導入後も発電所に係る法令類の要件から防災対応要員等が現場に残る。
- 遠隔常時監視制御方式は、監視か制御の少なくとも一方が遠隔化されている監視制御方式として定義する。昨年度の議論では監視と制御は同一の場所で実施されるべきという意見があったが、監視と制御が別の場所で行われる場合のコミュニケーションリスクは当該リスクを踏まえ適切に対応を取られれば許容可能と見込まれるため、事業者の自由度の観点からも別の場所で行われることを認めることが望ましい。
- 遠隔常時監視制御方式に必要な要件としては、異常時に安全に制御・停止できることを念頭に定める。よって、電技解釈第 47 条の法令案では、既存の電技省令第 46 条第二項に対して定められている遠隔常時監視制御方式を参照し、より潜在的なリスクが高い電技省令第 46 条第一項の発電所において必要な追加要件について検討する。その結果、発電所が制御不能となる状況は避けるべきという観点から制御機能が遠隔化されている場合に構外監視制御所の電源喪失が生じた場合の異常時安全制御・停止について要件に加えることを検討すべきである。
- 汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視制御導入の手引きは、あくまで事業者が遠隔監視制御導入を行う際の留意点に関する参考資料であるため、留意点に対する具体的な対策事項等を記入することで規制強化となるような状況は避けるべきである。
- 手引きに記載される各留意点は、事業者の自主保安の範囲で対策され、保安規定に反映されて経済産業省或いは産業保安監督部に届出がなされる必要がある。
- 遠隔監視制御導入における留意点の検討では、監視制御の遠隔化によって構造的に生じる変化と、それらが内的・外的ハザードに曝された際のリスクという 2 つのポイントから検証する必要がある。より具体的な検証のポイントとしては、敷設される遠隔通信システムに生じる異常の対策から、それを扱う技術員に求められる要件まで網羅的に検討すべきである。
- 遠隔監視制御導入における留意点の一つとしてサイバーセキュリティが挙げられ、こちらは一般的には既存の電力制御システムセキュリティガイドラインを遵守することが対策となるが、特に遠隔監視制御導入において考慮すべきポイントが存在するため、手引きに記載して注意喚起を行うべきである。

第三回検討委員会の検討資料の一部抜粋を以下に示す。

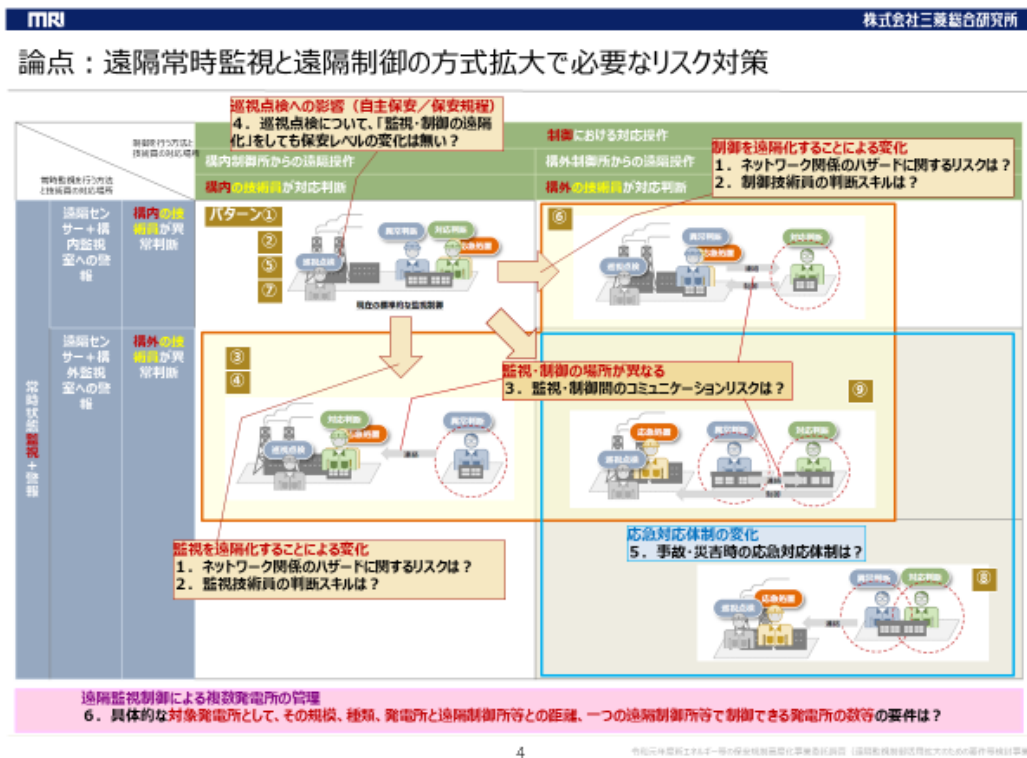


図 7-1 第三回検討委員会資料抜粋

8. まとめ

本事業では、現在、汽力発電所及び定格出力 1 万 kW 以上のガスタービン発電所における発電所において、発電所又は同一構内でのみ施設が認められている技術員の常時監視・制御について、昨今の IoT 等の新技術等を導入・活用することによって、発電所構外での遠隔地においても、当該常時監視・制御が実現可能であるかを大規模火力発電所の監視と制御の在り方の整理をし、それを踏まえて更に加えるべき保安上の要件等の整理とその評価方法等について有識者を交えて実施した。併せて、規制見直し等法令上の整理等も行った。この見直し等によって、発電所の保安管理及び運転管理の選択肢が拡大することが期待される。

検討に当たっては、電技省令第 46 条で要求されている常時監視制御の監視項目や制御項目、監視制御方法（巡視点検の位置づけを含む）に関して、発電事業者における自主保安の考え方に応じた柔軟な適用が可能なように、遠隔常時監視制御の考え方、現行の関連法令について確認した上で、発電事業者が行うあらかじめのリスク評価や追加的に講じることが望ましい対策等の検証ポイント等を整理した。検証ポイント等の整理に際しては、遠隔化によりリスクが変化する点に着目し論点を挙げ、経年劣化等の内的ハザード、自然災害、侵入者、サイバー攻撃等の外的ハザードに対してそれぞれ事故防止、事故対応の観点からリスク評価等において重要なポイントを抽出し整理した。

これらの検討結果を踏まえて、今後遠隔監視制御を導入する発電事業者の参考となるよう、「汽力及び大型ガスタービン発電所における遠隔監視導入の手引き」を取り纏めた。

今後は、規制当局における環境整備として、早急な必要となる法令等の規定類の見直しや整備が望まれる。また、遠隔常時監視制御における具体的な監視制御項目などの要件については、必要に応じて業界における民間自主規格の整備等が期待される。

電力保安は、自己責任原則に基づく自主保安が前提であることから、遠隔常時監視制御方式の導入前後においても、事業者は保安規程に基づき保安活動を行うとともに、保安を計画的に実施、評価、改善、いわゆる P D C A を通じてプラントの状態や運転監視制御も含めた日々の保安活動の状況を評価していくことが重要である。併せて、遠隔常時監視制御方式が保安上の観点のみならず、電力供給の確保といった観点からも丁寧に継続的にその効果等を検証するとともに、事例紹介等を通じてスマート保安の促進につながることを願ってやまない。

二次利用未承諾リスト

頁	図表番号	タイトル
12	表 3-1	現行の監視・制御に係る業務と遠隔常時監視方式要件化の必要性
14	表 3-2	監視・制御の実施場所のパターン一覧

令和2年度
新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査
(火力発電所の遠隔監視に向けた要件等検討事業)

報告書

発行 令和2年11月
発行者 株式会社 三菱総合研究所
〒100-8141
東京都千代田区永田町二丁目10番3号
電話 : 080-2281-6362