

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

(安全管理検査制度の高度化に向けた必要要件等検証事業)

報告書

令和4年2月

一般財団法人 発電設備技術検査協会

本報告書は、一般財団法人 発電設備技術検査協会が国の委託を受けて実施した「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(安全管理検査制度の高度化に向けた必要要件等検証事業)」の報告書です。
本報告書の著作権は、経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課が有しています。

目次

I. 事業計画	1
1. 事業目的	1
2. 事業内容及び実施方法	1
3. 実施工程	3
4. 実施体制	3
II. 調査結果	4
1. 安全管理検査制度の高度化に係る検討に当たっての基礎情報の調査・整理.....	4
1.1 これまでの安全管理検査制度の検討経緯やその考え方についての調査・整理.....	4
1.2 当該検査制度に係る最近の技術動向の調査・整理	13
1.3 当該検査制度に係る最近の海外事例の調査・整理	18
1.4 過去の事故・トラブル実績の調査・分析・整理	60
1.5 ヒアリング等による優良事例の調査	69
1.6 検査周期見直しにおける参考事例や要件整理	71
2. 安全管理審査の内容と対象設備等に関する課題整理と見直し案の作成等.....	75
2.1 ヒアリング調査	75
2.2 過去の事故・トラブル実績から考察した課題整理	77
2.3 見直し案の検討	77
3. 火力発電設備の定期事業者検査の検査周期等に関する課題整理と見直し案の作成等.....	82
3.1 ヒアリング調査	82
3.2 課題整理	86
3.3 火力発電設備の耐久性に関する調査結果	87
3.4 見直し案	89
4. 安全管理審査及び定期事業者検査に係る検討委員会の運営	93
III. おわりに	95

I. 事業計画

1. 事業目的

電力システム改革により電力は自由化され、また FIT (Feed-in Tariff, 固定価格買取制度) 等の導入により、電気事業への新規参集者等が増加・多様化している。一方で、新規参入者の中には、保安に関する十分な知見・経験等を有していない設置者も存在している。加えて、保安に係る人材が減少傾向にある中、昨今の IT (Information Technology, 情報技術) 等や民間活力の活用等を踏まえた官民双方の生産性向上が期待される。かかる状況を踏まえ、第 24 回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会において、我が国全体の電気保安の制度設計について、基礎から改めて検討・検証をすべきと提言がなされた。

本調査は、このうち、安全管理検査制度を総点検し、ゼロベースで検討・検証を行う。具体的には、真に必要な安全管理審査の対象設備や内容等 (インセンティブ含む) を整理・見直すとともに、更なる安全管理検査の重点化の観点から国と登録安全管理審査機関 (以下、登録審査機関という。) の役割分担等について整理する。また、火力発電設備については、設備により定期事業者検査の周期が異なっていることが、事業者の運転計画上の大きな制約要因となっているとの指摘があり、他の設備のインセンティブ付与が必ずしも発電所・組織全体としてメリットを享受するものではないと考えられる。さらに、現行の事業者検査は個別かつ頻繁に開放検査等を求めている可能性があることから、検査周期に加え、検査内容等についても現在の技術動向にかんがみ適切なものであるかどうかを検証し、制度の柔軟化・弾力化を検討していく。

本調査の制度の検証・見直し案作成に当たっては、現在の技術状況や事業者の保安力等にかんがみた上で、有識者を交えて実施し、安全管理検査制度の高度化の実現を目指す。

2. 事業内容及び実施方法

(1) 安全管理検査制度の高度化に係る検討に当たっての基礎情報の調査・整理

以下の基礎情報を調査・整理し、(2) 及び(3)の検討に反映する。

- ① これまでの安全管理検査制度 (使用前及び定期の安全管理審査及び事業者自主検査含む) の検討経緯やその考え方について、文献等を用いて調査・整理する。
- ② 当該検査制度に係る最近の技術動向を文献等により調査・整理する。
- ③ 当該検査制度に係る最近の海外事例 (技術面、規制制度) を文献等により調査・整理する。
- ④ 過去の事故・トラブル実績を電気保安統計等により調査・分析・整理 (設備ごと等) する。
- ⑤ 安全管理審査の実績や電気事業法第 94 条の 2 第 2 項第 1 項に基づく定期事業者検査制度のシステム S 取得等事業者の保守管理等の取組に係る優良事例を文献やヒアリング (5 社程度) 等 (以下、ヒアリング等による優良事例という。) により調査・整理する。
- ⑥ 厚生労働省の令和 2 年度実施の委託事業「ボイラー等に係る開放検査周期の延長検査周

期見直しにおける参考事例や要件整理等検討事業」の調査報告書から、火力発電設備の定期事業者検査周期の見直し検討において参考となる事例（以下、検査周期見直しにおける参考事例という。）や要件等を整理する。

(2) 安全管理審査の内容と対象設備等に関する課題整理と見直し案の作成等

(1)の調査に加え、日常の点検、保守管理、過去の検査結果や検査実施体制の現状について、事業者及び登録審査機関等からヒアリング（5社程度）等を行い、現行の使用前及び定期安全管理審査の対象設備の範囲や審査内容、受審時期やインセンティブの在り方（評定区分の見直し、ディスインセンティブ含む）、審査体制、登録審査機関制度等をゼロベースで検証するとともに、設備（火力発電、風力発電、水力発電、送変電設備、太陽光発電、需要設備）ごとの課題に対応した見直し案等を作成する。

なお、火力発電設備の受審時期やインセンティブについては、(3)の検討結果も踏まえ整理すること。また、風力発電設備の検討においては、令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（落雷対策・定期安全管理審査制度のレビュー）の成果も踏まえ整理する。

(3) 火力発電設備の定期事業者検査の検査周期等に関する課題整理と見直し案の作成等

(1)の調査に加え、事業者によるメンテナンスの計画（CBM(Condition Based Maintenance)計画等）、火力発電所の日常の保守点検等、稼働時の火力発電設備の耐久性（高稼働や起動・停止の頻度等最近の運転状況を含む）等、過去の検査記録等を事業者等からヒアリングを行う、更に、現在の火力発電設備の製造技術やメンテナンス技術等についてメーカー等からヒアリングを行う。その結果を踏まえ、火力発電設備の定期事業者検査の検査内容及び検査周期等について周期設定の基本的考え方含む検証を行うとともに、火力発電の設備ごとの課題に対応した見直し案等を作成する。

(4) 安全管理審査及び定期事業者検査に係る検討委員会の運営

本事業の調査・検討内容を実効性の高いものとするために、火力発電設備に関する専門家及び事業者等を中心とした外部有識者が7名程度の委員会（必要に応じ、業界団体等、登録審査機関、産業保安監督部等がオブザーバー参加）を運営する。委員会の開催方法は、対面又はウェブを用いた開催、あるいは対面及びウェブのハイブリット開催とする。委員の選定については、委員会での意見等が特定の業界や団体等の意見のみに固執したものにならないよう考慮する。委員会では、主に(2)及び(3)の検討内容について議論し、事務局として調整・取りまとめ、(1)から(3)の検討結果を踏まえた概要資料の作成、出席者の日程調整、議事録の作成等、運営を行う。

●委員会テーマ

第1回安全管理審査及び定期事業者検査に係る現状と論点整理について

第2回安全管理審査及び定期事業者検査の検証内容と見直しの方向性について

第3回安全管理審査及び定期事業者検査の見直し案について

II. 調査結果

1. 安全管理検査制度の高度化に係る検討に当たっての基礎情報の調査・整理

1.1 これまでの安全管理検査制度の検討経緯やその考え方についての調査・整理

1.1.1 電力安全規制の見直し概要

電気工作物の安全確保は、昭和 39 年（1964 年）に制定された電気事業法を中心に、技術基準適合性を設置者に義務付けるとともに、工事計画の審査、使用前検査、運転開始後の定期検査といった各段階において、国による直接的な関与を位置付けた仕組みとして整備されてきた。その後、安全実態の向上等を踏まえて自己責任原則を重視した安全規制の合理化等を基本方針とした規制の見直しが行われてきた。この様な電気保安規制の主な変遷を図 II-1 に示す。また、以下に、安全管理審査制度に係る見直しの経緯等を整理する。

a) 平成 7 年（1995 年）の見直し

設置者等による自主的な保安確保を前提に、審査や検査といった国が直接関与する範囲を大幅に縮小、また、工程中検査や定期検査についても記録による確認を大幅に取り入れる等の改正を行うなど、自己責任原則を重視した安全規制の合理化等を基本方針とした規制に見直された（原子力発電設備を除く）。

主な見直しの内容は、発電設備及び送・変電設備などについての工事計画認可・届出範囲の大幅な見直し、使用前検査における検査不要な範囲の設定及び多段階検査の簡素化、溶接検査において工程毎の検査から溶接に係る品質管理・品質保証システムのチェックへの変更、そして、火力発電所のボイラー・タービンの定期検査インターバルを 2 倍に延長することである。

これらの検討の経緯は、電気事業審議会 需給部会 電力保安問題検討小委員会の報告として「電力保安規制の合理化方策」に取りまとめられている。

なお、火力発電所のボイラー・タービンの定期検査インターバルについては、昭和 62 年（1987 年）5 月に通商産業省資源エネルギー庁公益事業部長通達「電気事業法第 47 条による定期検査の時期変更承認等の変更について」により、ボイラーで最長 12 カ月、タービンで最長 24 カ月延長できるようになり、累積運転時間が 10 万時間超または起動回数が 2500 回超では余寿命診断により健全性が確保できる場合は同様に定期検査の時期を延長できる制度が整備されていた。

b) 平成 9 年（1997 年）の見直し

新技術を迅速に取り入れる観点から技術基準（省令）が性能規定化され、これまでの詳細な仕様を規定したものから設備が達成すべき性能、目標を定性的に規定した基準に改定された。それに伴い、要求事項を満たす具体的判断基準は、技術基準解釈（内規）へ移管された。また、この見直しでは、環境影響評価法が制定されるに当たり、発電所固有の手続きを電気事業法で規定するための改正が行われた。これにより、発電所に係る環境影響評価の手続きにおいて、一般ルールについては環境影響評価法で規定し、発

電所固有の手続きについては電気事業法で規定された。

c) 平成 11 年（1999 年）の見直し

1) 見直しの内容

国際化や自己責任原則と市場メカニズムに立脚した自由な経済社会を目指す社会状況や、経済構造改革の推進、民間能力の活用及び市場が健全に機能するための環境整備の必要性などの状況下において、安全規制についても、基準・認証制度全体の見直しの中で自己責任を原則としながら、国の関与を最小限の範囲・内容にすること等の統一的な観点から制度の点検が行われた。電力安全の分野でも、基準・認証制度全体の見直しや電気事業規制見直しとの整合を図りつつ、安全レベルを維持・向上させることを大前提に平成 10 年（1998 年）10 月から議論が重ねられ、平成 11 年（1999 年）8 月に電気事業法が改正された。この電気事業法改正に向けて、産業構造審議会基準認証部会及び電気事業審議会基本政策部会の下に電力安全問題検討合同小委員会が設置され、平成 11 年（1999 年）1 月に報告書「新たな電力安全確保システムの構築に向けて」が取りまとめられた。この報告書の概要は 2) に後述する。

平成 11 年（1999 年）8 月に改正された電気事業法の主な点を以下の（1）から（3）に記す。この改正で導入された安全管理検査制度の概要を図 II-2 に示す。

(1) 国の認可・検査から設置者等による自己確認による制度への移行

原子力発電設備を除く事業用電気工作物について、工事計画認可は原則として廃止され、届出化された。また、国による使用前検査、溶接検査及び定期検査が廃止され、技術基準への適合確認を設置者が自ら行うことを基本とするとともに、設置者に対し、検査、記録の作成・保存が義務付けられ、設置者が自ら行う検査が法定自主検査に位置付けられた。

(2) 自主検査の実施体制に対する審査の仕組導入

法定自主検査が求められる事業用電気工作物の設置者に対して、自主検査の実施に係る体制を国が審査する制度、すなわち安全管理審査制度が創設された。この制度には、それぞれの設置者の自主検査の実施に係る体制（組織、検査の方法、工程管理等）に応じ、国による審査頻度に差を設ける等、設置者の安全性の向上に向けた取組を促す仕組み（インセンティブ）も導入された。

(3) 指定代行機関の活用及び民間企業の参入

安全管理審査について、その業務を国が指定する指定代行機関（「指定安全管理審査機関」）に行わせることができるものとされ、また、その業務を行う指定安全管理審査機関については民間企業の参入が可能とされた。

2) 報告書「新たな電力安全確保システムの構築に向けて」の概要

報告書は全 5 章からなっており、第 1 章では電力安全確保システムを取り巻く環境の変化を、第 2 章では今後の電力安全確保システムの在り方、その達成に向け当面の対策として実施すべきことを第 3 章及び第 4 章に、中長期的視点から取り組むべきことが第 5 章に記載されている。このうち、第 1 章から、安全規制の見直しに対する当時の社会的要請及び電力安全の状況を、第 3 章から将来の在るべき姿の実現に向けた当面の取組を、そして第 5 章中長期的に取り組むべき課題として記述されている概要を以下に示す。

(1) 安全規制の見直しに対する当時の社会的要請

報告書では、制度見直しの背景として、「行政改革委員会等における指摘」、「基準・認証制度の見直し」、「事業規制の見直し」に加えて、溶接検査における「不正行為の防止への取組」が述べられている。この不正防止への取組とは、平成 9 年（1997 年）9 月に発覚した不正行為を契機に、溶接検査制度の在り方について更なる検討が行われ、電気事業審議会需給部会電力保安問題検討小委員会で、以下の方向性が取りまとめられた。

- ・ 技術基準適合性確認の責任の所在が設置者等にあることを改めて明らかにし、国の役割を電気工作物そのものの技術基準適合性の確認ではなく、ルールの設定とその遵守状況の確認を行うことへ移行。
- ・ 品質保証手法の導入による、設置者、メーカー及び溶接業者におけるモラル向上。
- ・ 品質向上、合理化を促進するインセンティブが働く仕組みの導入。
- ・ 溶接技術基準の性能規定化による新技術の開発・導入促進。

(2) 電力安全の状況

報告書では、電力安全の現状として、「電気事故の件数及び死傷者数については、中長期的には大幅な減少が見られたものの、近年はほぼ同じレベルで推移し、下げ止まりの傾向を示している。また、事故の発生要因を見ると、国の検査の対象である電気工作物そのものの不具合で発生しているものは少なく、操作ミスや設備の保守不備等に起因するものが大半を占める。このため、今後更に安全性を向上させていくためには、現行の国による検査の頻度を増やすなど国の直接的な関与を強化することよりも、むしろ自己責任原則を徹底し、設置者等による保安確保への自主的な取組を一層促していくことにより、人的要因により発生している事故等を減らしていくことが重要である。」ことが述べられていた。

(3) 将来の在るべき姿の実現に向けた当面の取組

報告書では当面の取組として、「自主保安の実施状況を確認する仕組の導入」、「事前規制に係る国の関与の最小限化」、「国の体制の見直し」について述べられ、「自主保安の実施状況を確認する仕組の導入」では、安全管理調査（仮称）の創設、民間第三者機

関の活用、インセンティブが働く仕組みの導入が検討された。

安全管理調査（注：現在の安全管理審査）の創設では、「自己責任を原則とする新たな安全確保システムの下では、国の認可や検査を廃止すべきであるが、安全水準を維持しつつ将来目指すべき安全確保システムの実現への円滑な移行を図るためには、設置者等による安全確保への取組状況を評価し、これに応じた必要な措置を講ずる仕組みが必要である。」と方向性が示されている。そして、「具体的には、電力保安問題検討小委員会における溶接検査制度の見直しに係る議論を踏まえ、公共の安全確保及び環境の保全上特に重要なものを対象とし、設置者等に対して品質管理の状況（電気工作物の技術基準適合性維持・確認の実施状況等）について、客観的な評価を受けることを義務付ける仕組みとすることが必要である。」と述べられている。

そして、「このような民間事業者における品質管理の状況を確認する仕組みは、電気工作物規制としては新たな試みであり、当該業務を行い得る能力を備えた民間組織も判断基準も現状では存在しない。このため、安全管理調査（注：現在の安全管理審査）は、当面は国の業務として位置付けるべきである。さらに、実際の運用に際して必要となる調査対象、調査方法、判断基準等、具体的な仕組みについては、客観的かつ透明な場で制度の詳細について検討を行うことが必要であり、その際にはこの新たな制度が、現行制度と比較し民間事業者の負担増とならないよう留意することが必要である。」と述べ、さらに「将来的には、設置者等が自らの責任により民間の第三者を活用し、技術基準適合性の確認や品質管理状況の評価を受けたり、自主保安の状況について、迅速かつ効果的に、設置者等が自ら説明・報告を行うといった状況になってきた場合には、これに応じた、安全管理調査（注：現在の安全管理審査）を、縮小・廃止していくこととすべきである。」とも述べられていた。

(4) 中長期的に取り組むべき課題点

中長期的に取り組むべき課題点として、「規制がなくとも一定の安全水準が確保し得る社会システムの構築」を目指し、「自己責任意識の醸成に向けた取組に加え、以下の点について中長期的に取り組んでいくことが必要である。」とまとめられていた。

- ・ 技術開発・導入促進による潜在的危険性の低下
- ・ 民間による検査ビジネスの定着
- ・ 被害救済措置の充実

d) 平成 29 年（2017 年）の見直し

平成 11 年の電気事業法改正により創設された安全管理検査制度は、①事業用電気工作物の使用開始前に事業者が検査を行い、その実施に係る体制を審査する「使用前安全管理審査」、②ボイラー・タービン等の耐圧容器類等の溶接について事業者が検査を行い、その実施に係る体制を審査する「溶接安全管理審査」、及び ③発電用のボイラー・タービン等について、一定期間ごとに事業者が検査を行い、その実施に係る体制を審査する「定期安全管理審査」の三種類の審査が措置されていた。

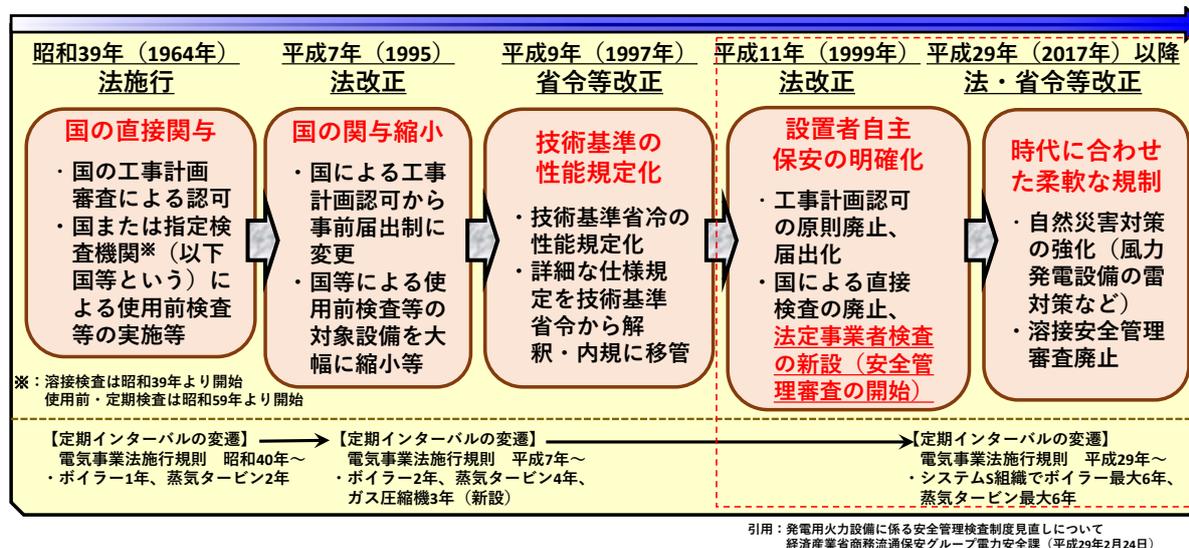
このうち、②「溶接安全管理審査」については、溶接部の施工不良が原因の事故件数は十分低い水準であり、また溶接安全管理審査で設置者に対して改善の必要性が指摘された件数も極めて少ないなどの理由から、溶接については、十分な施工品質や品質管理体制が確保されており、溶接固有の検査体制の審査を受けることを事業者に課す必要性が薄れてきたと考えられ、溶接安全管理審査は廃止され、使用前・定期安全管理審査に統合し、審査の中で設置者が行う溶接検査の適切性を事後審査する方針とした。

これらの検討は、発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直し検討会で平成28年（2016年）4月から12月に検討され、平成29年（2017年）1月に報告書「発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直し検討会における検討結果概要」に取りまとめられている。

なお、この検討会において、火力発電設備の定期事業者検査のインターバルの見直しも行われているが、それについては、1.1.2に示す。

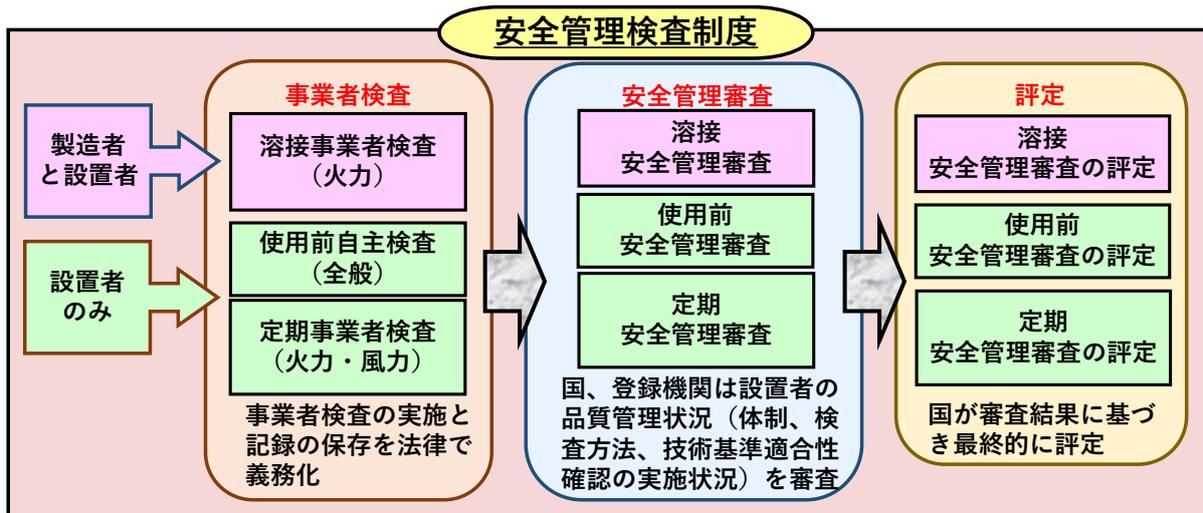
他方、③「定期安全管理審査」については、対象が発電用のボイラー・タービン等や発電用原子炉に限られていたが、風力発電設備におけるメンテナンス不良等に伴い、事故件数が増加しており、風車の落下等の重大な事故も複数発生していたことから、対象が拡大され、風力発電設備が追加された。

このような安全管理審査の変遷を図II-3から図II-5に示す。



- ・昭和39年（1964年）に制定された電気保安規制は、**多発する電気事故等**を背景に国による直接的な関与を位置付けた仕組みを整備した。
- ・平成7年（1995年）以降、他法令に先駆けて**自己責任原則を重視した安全規制**へ見直した。
- ・平成11年（1999年）以降、**国は設置者の検査体制を審査**することへの大幅な変更を行った。

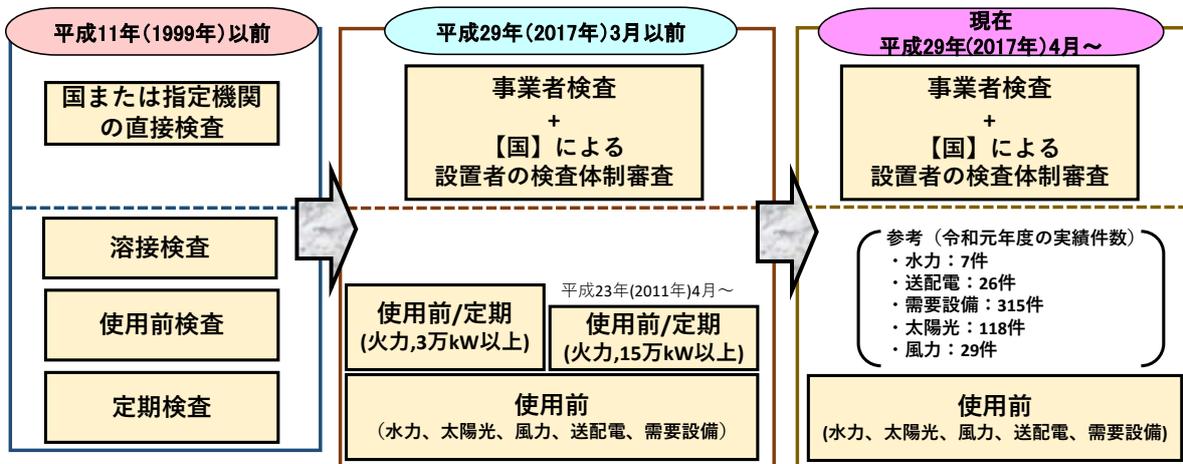
図 II-1 電気保安規制の主な変遷



引用：発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直しについて
経済産業省商務流通保安グループ電力安全課（平成29年2月24日）

- ・安全管理検査制度は、「適切な検査を実施できる者」（設置者による自主的な保安の仕組）が検査を行うことを担保する仕組である。
- ・設置者が検査義務を負い（設置者責任）、その検査品質を国または登録機関が安全管理審査を通じて担保する。
- ・安全管理審査は、国または登録機関が設置者の検査実施体制を審査する仕組である。

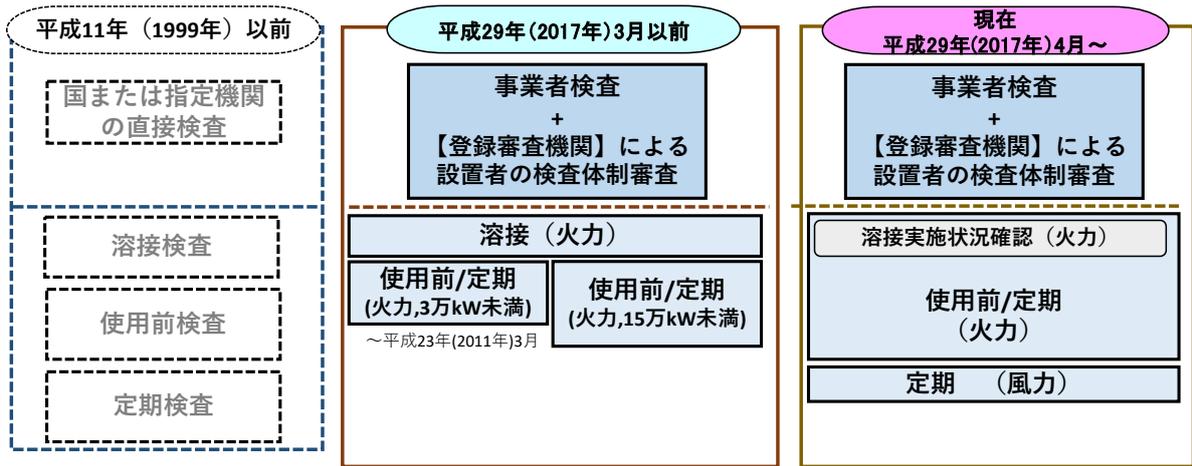
図 II-2 安全管理検査制度の流れ



引用：発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直しについて
経済産業省商務流通保安グループ電力安全課（平成29年2月24日）

- ・旧制度から現行制度までの改正の中で国の関与が次第に縮小された。
- ・平成29年度から、火力は全て登録審査機関へ委任。
- ・現行制度では、国は水力、太陽光、風力送、配電、需要設備の使用前の審査を実施。

図 II-3 国が実施する検査及び国による安全管理審査の変遷



引用：発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直しについて
経済産業省商務流通保安グループ電力安全課（平成29年2月24日）

参考（令和2年度の実績件数）
・火力：924件（含むシステム）
・風力：113件

- ・旧制度から現行制度までの改正の中で**権限委任範囲が拡大**された。
（登録審査機関に**火力、燃料電池及び風力（定期）の審査権限が委任**）
- ・登録審査機関では、**国への登録時に申請した範囲**において審査を実施。

図 II-4 登録審査機関での安全管理審査の変遷

括弧内の数値は審査件数、国の審査件数は令和元年度、登録機関の審査件数は令和2年度
出典：第5回 電気保安制度WG 資料1及び
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/files/shinsakensuu-sui.pdf

設備等		～1999年	1999年8月 (2000年7月施行)	2011年4月 ～2017年3月	2017年4月～
火力	溶接	国の 直接検査 「設備に着目 した検査」	登録審査機関の審査 (2004年2月以前は指定審査機関)	登録審査機関の審査	廃止 (記録確認に移行)
	定期/ 使用前		3万kW未満		国の審査
			15万kW未満 15万kW以上		
風力	定期 (500kW以上)	—	—	—	登録審査機関の審査 (113件)
	使用前 (500kW以上)	国の 直接検査 「設備に着目 した検査」	国の審査	国の審査	国の審査 (29件)
水力	使用前		国の審査	国の審査	国の審査 (7件)
太陽光	使用前 (2千kW以上)		国の審査	国の審査	国の審査 (118件)
送変電	使用前 (17万V以上)		国の審査	国の審査	国の審査 (26件)
需要施設	使用前 (1万V以上)		国の審査 (2003年9月～1万V以上)	国の審査	国の審査 (315件)

「設備に着目した検査」から「事業者の組織としての保安力を審査」へ

図 II-5 設備毎の安全管理審査体制の変遷

1.1.2 火力発電設備の定期安全管理検査制度の変遷

平成 29 年（2017 年）3 月以前の定期安全管理検査制度では、火力発電設備の定期事業者検査は、ボイラーでは 2 年毎、タービンでは 4 年毎に実施されており、定期事業者検査を適切に実施できる体制が継続的に構築されている場合に定期事業者検査の時期を延伸できることとされていた。この制度は、定期事業者検査の適切な実施を担保する仕組みとしては十分に機能しているものの、主に以下の二つの課題が指摘された。

- ・ 事業者が主体的に自主保安水準を高める仕組みとして設定しているインセンティブが、検査体制を構築・維持するコストに見合った優遇措置とはなっていない。
- ・ そもそも定期事業者検査の周期が保守的であり、設備毎にも周期が異なることから、これが設備管理上の大きな制約要因となっている。

そこで、平成 28 年（2016 年）4 月から見直しが検討された。具体的には、日常的な保守・点検や設備安全性（IoT（Internet of Things）等による常時監視・予兆把握技術の導入など）に関する力量を、設置者自らどのように継続的に改善しているか、その妥当性を評価し、これに応じて検査時期を延伸する仕組みの導入が検討された。

この検討では、東日本大震災後の電力需給を巡る状況にかんがみ適用された震災特例の実績を踏まえて、火力発電設備に係る定期事業者検査の実施時期の延伸が検討された。震災特例とは、東日本大震災後の需給ひっ迫等を受け、法定定期検査（定期安全管理検査）を繰り延べる特例措置であり、平成 23 年（2011 年）3 月 29 日より運用が開始された。震災特例による延長承認は、「時期変更が必要な理由、異常の早期発見／異常時の措置等について確認されたものについて、1 年を限度として連続 2 年まで実施時期の延長を承認」する制度であり、その際の留意事項として、「異常の早期発見に努めること、万が一異常が発生した場合は適切な措置を講じること等」が要求されていた。この運用の際にボイラーでは、余寿命診断、保守管理状況により設備の健全性が確認されたものについて、2 年を限度として 1 回に限り実施時期の延長が承認できる制度も活用され、一部のプラントではボイラー及び蒸気タービンともに最長 6 年まで延伸された。

震災特例の実績として、この間の火力発電設備の報告対象事故の件数及び発生率は減少傾向であること、また軽微な故障等に伴う計画外停止の件数も、震災特例を受けていない設備の計画外停止件数と有意な差が無いことなどが示された。

平成 29 年（2017 年）1 月に公開された報告書「発電用火力設備に係る安全管理検査制度見直し検討会における検討結果概要」は次の通り、

- ・ インセンティブを付与しているシステムの組織区分を、「事業者の保安力」に応じて 3 つに細分化し、前回の審査結果で認めた定期事業者検査の実施時期・受審時期の延伸期間を上限に、設置者が適切な時期に実施することを基本とする。

新制度の対象設備は、震災特例による定期事業者検査延伸の実績があつて、計画外停止等の件数に有意な差がないことが既に確認されている「ボイラー等」と「蒸気タービン」に限定。

- ・ 審査基準は、現行制度の考え方を踏襲しながら、①現行の使用前・定期審査の審査基

準、②定期事業者検査時期変更承認基準及び新たに規定する、③事故・不具合状況や高度な運転管理に係る審査基準を統合することとし、この中で、溶接検査の実施状況に関する確認項目を追加するとともに、高度な運転管理に関する要件については、IoTやBD (Big Data) の活用状況や事故・運転状態値の逸脱に対して適切な処置が講じられていることを設定。

- ・ 最大6年の延伸が可能なシステムの組織については、高度な保守管理体制が求められることから、最低3年間インセンティブを付与された実績を審査申請の要件として設定。
- ・ 定期事業者検査の延伸が可能なシステムの組織で審査において不適合事項が検出された際には不適合のレベルに応じて猶予措置を設定し、一定期間が経過しても設置者において改善が見られない場合、国から不適合の評定結果を通知することに加え、審査を通じて継続的改善を促し事業者の保安力の向上を図る仕組みを構築するため、一定の条件を付与。
- ・ 審査方法は、新制度でも書類審査と実地審査を継続し、高度な運転管理に係る審査では、改正法施行後の溶接検査に係る審査と同様に、設置者は、登録審査機関に日常的な保守・点検や設備安全性 (IoT・所内専用監視設備等による常時監視・予兆把握など) といった運転管理に係る現在の実施状況及び継続的改善に向けた品質管理体制の取組状況をまとめた“総括資料”を提示し、登録審査機関は、総括資料等に基づき聞き取り調査とその根拠資料の内容確認をもって設置者が実施する取組を審査し、設置者が実施する定期事業者検査時期の妥当性を評価。

この報告を受け、平成29年(2017年)3月に火力発電設備の定期安全管理検査制度が見直された。火力発電設備の定期安全管理検査制度の変遷を図II-6に示す。

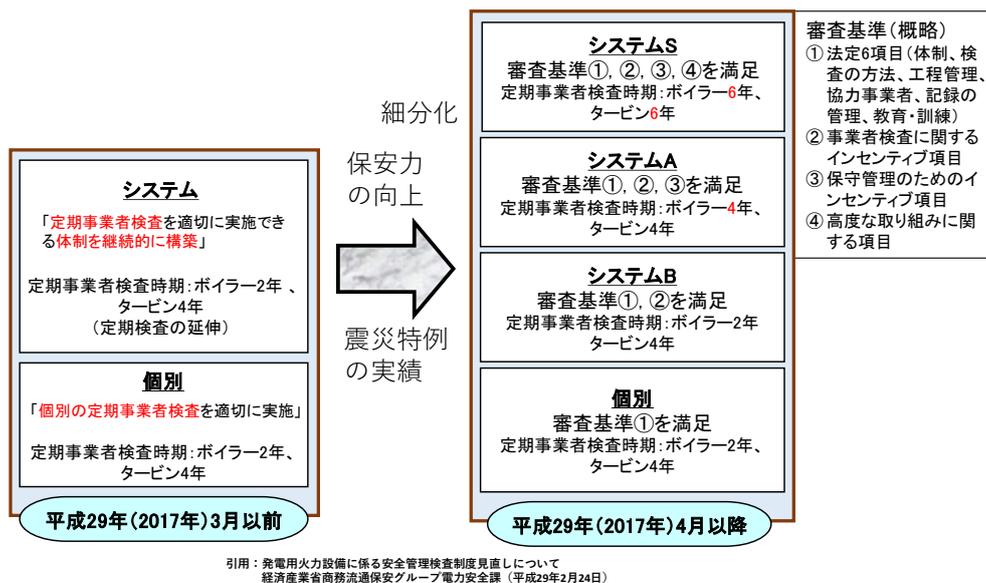


図 II-6 火力発電設備の定期安全管理検査制度の変遷

1.2 当該検査制度に係る最近の技術動向の調査・整理

当該検査制度に係る技術の種類として、運転管理技術（情報通信技術の活用を含む）、製造技術、保守・保全技術（状態監視技術を含む）等を調査の対象とし、状態監視技術では、電力分野以外の技術動向も調査した。

1.2.1 各設備へのIoT等活用の動向

発電設備の分野、変電・送配電設備の分野及び需要設備の分野において、検査（保守・保全を含む）や監視という視点で技術動向を調査した。この視点では、IoT（Internet of Things, モノのインターネット）、ICT（Information and Communication technology, 情報通信技術）、AI（Artificial Intelligence, 人工知能）が重要なキーワードとなる。インターネット検索で「〇〇電力」、「火力発電」、「水力発電」、「風力発電」、「太陽光発電」、「変電」、「送配電 or 送電」、「需要設備 or 受電設備」、「IoT or ICT」のキーワードを組み合わせて検索し、当該検査制度に関係する技術動向を調査した。令和3年（2021年）9月時点で、電力会社（発電会社、送配電会社）の技術動向及びメーカーやエンジニアリング会社の技術動向から代表的な42件の事例を整理した。

IoTやICTを活用しプラントの状態（例えば、火力発電所の場合は圧力や温度などの運転データ）を収集し、データを可視化して共有、そしてデータを解析して運転の効率等が最適になるような制御、さらには制御の自動化へ展開している例もあり、最適化や自動化へAIを活用している例が多かった。

表 II-1 に IoT 等の適用先と主な導入目的（用途）を示す。

表 II-1 IoT 等の適用先と主な導入目的

適用先		主な導入目的
発電	火力	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視・制御／自動制御[1], [2], [3], [7], [8], [13], [14], [15], [17], [22] 設備の運用の高度化・効率の最適化[3], [7], [8], [13], [14], [16], [20], [22] 設備の安定運転・利用率向上[8], [13], [18] 予兆の監視[13], [14], [15], [22]
	水力	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視（スマート保安）[21], [25], [38], [39], [40] 設備の運用の高度化・効率の最適化[19], [40] 通信インフラの整備や計測・通信用の電源確保[23]
	風力	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔管理・点検・点検の自動化（ドローンとの併用）[24], [36], [37] 点検の最適化（点検時期）[24] 仮想発電所（VPP: Virtual power plant）[6]

表 II-1 IoT 等の適用先と主な導入目的（続き）

適用先		主な導入目的
発電	太陽光	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔点検・点検の自動化(ドローンとの併用)[34], [35], [42] 遠隔監視(発電効率の監視等)[32], [33], [41], [42] 仮想発電所(VPP: Virtual power plant)[5], [6]
変電・送配電		<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視・点検(ドローンや遠隔目視との併用も含む)[4], [8], [9], [10], [11], [26], [27] 通信インフラの整備や計測・通信用の電源確保[12]
需要設備		<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視(スマート保安)[28], [30], [31] 予防保全(遠隔での絶縁劣化監視)[29]

参考文献(URL は令和 4 年(2022 年)2 月 10 日再確認)

- [1] https://www.hepco.co.jp/hepcowwwsite/corporate/research/outline/pdf/iot_ai.pdf
- [2] <https://www.atpress.ne.jp/news/201919>
- [3] https://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/_icsFiles/afiedfile/2020/05/28/1214991.pdf
- [4] https://www.tohoku-epco.co.jp/pastnews/press/_icsFiles/afiedfile/2019/11/28/1b1204580.pdf
- [5] https://www.tohoku-epco.co.jp/pastnews/normal/_icsFiles/afiedfile/2018/04/24/1196971.pdf
- [6] https://www.tohoku-epco.co.jp/pastnews/normal/_icsFiles/afiedfile/2018/05/30/b1-1197170.pdf
- [7] https://www.tepco.co.jp/fp/companies-ir/press-information/press/2018/1476019_8629.html
- [8] https://www.tepco.co.jp/press/release/2016/1347802_8626.html
- [9] https://www.tepco.co.jp/pg/company/press-information/press/2017/1465460_8686.html
- [10] https://www.chuden.co.jp/resource/seicho_kaihatsu/kaihatsu/techno/techno_webtenzikai2020/techno_webtenzikai2020_45.pdf
- [11] https://www.chuden.co.jp/resource/seicho_kaihatsu/kaihatsu/techno/techno_webtenzikai2020/techno_webtenzikai2020_48_2.pdf
- [12] https://www.chuden.co.jp/publicity/press/_icsFiles/afiedfile/2020/02/12/170509.pdf
- [13] https://www.jera.co.jp/information/20201001_535
- [14] <https://www.jera.co.jp/business/om/om-service/remote-monitoring>
- [15] <http://www.rikuden.co.jp/hoshin/attach/torikumi-shosai.pdf>
- [16] https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2018/0329_2j.html
- [17] https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2017/0919_1j.html
- [18] https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2018/0703_1j.html
- [19] https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2018/0918_2j.html
- [20] https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2019/0205_1j.html
- [21] <https://www.energia.co.jp/info/2021/13167.html>
- [22] http://www.okiden.co.jp/shared/pdf/news_release/2020/200402.pdf
- [23] https://www.jpowers.co.jp/news_release/pdf/news190312.pdf

- [24] https://www.jppower.co.jp/news_release/pdf/news201007_1.pdf
- [25] https://www.jppower.co.jp/news_release/2021/04/news210413.html
- [26] https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2017/04/72_04pdf/b04.pdf
- [27] <https://sei.co.jp/company/press/2020/08/prs086.html>
- [28] <https://www.ksdh.or.jp/service/security/multi.html>
- [29] <https://www.ksdh.or.jp/service/security/multi.html>
- [30] https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieiej/38/4/38_217/_pdf/-char/ja
- [31] https://www.meidensha.co.jp/news/news_03/news_03_01/1237402_2469.html
- [32] https://www.toshiba.co.jp/pv/solar/cloud/index_j.htm
- [33] https://www.fujielectric.co.jp/about/promotion/system_solution/download/solar_power_remote_monitoring_and_maintenance.html
- [34] <https://afterfit.co.jp/news/press211209.html>
- [35] <https://www.shin-ei.ne.jp/solar/maintenance/drone/>
- [36] https://www.hitachi.co.jp/products/energy/wind/products/htw2000_86/scada/index.html
- [37] <https://www.ntn.co.jp/japan/news/press/news201800120.html>
- [38] <https://news.kddi.com/kddi/business-topic/2021/11/5540.html>
- [39] <https://www.kddi-research.jp/newsrelease/2021/121401.html>
- [40] <https://www.hitachi-power-solutions.com/energy/wind-solar/wind-power/service/index.html>
- [41] <https://sei.co.jp/string/>
- [42] <https://www.nesic.co.jp/news/2019/20190422.html>

1.2.2 状態監視保全に関する技術動向

本調査における定期事業者検査周期の検討に資するため、他分野において定期的に実施される検査の周期の検討事例を調査する。その際、密接に関連する技術分野の対象として、メンテナンス技術に関連する状態監視保全（Condition Based Maintenance、以下、CBM という。）技術の動向も調査した。CBM は、高圧ガス保安の分野で CBM を取り入れた開放検査周期の延長拡大が令和元年（2019 年）に制度化され、現在 4 事業所が認定されている。

他分野の例として、船舶の検査では平成 6 年（1994 年）に日本海事協会が制定した機関予防保全設備規則に CBM が導入され、CBM を船級維持検査に利用するための要件をより詳細に規定した規則に改正するとともに、令和元年（2019 年）に CBM ガイドラインが発行され、令和 3 年（2021 年）5 月に第 2.0 版が発行されている[1]。ガイドラインでは、CBM 方式の検査の申請方法や CBM 方式の検査の方法の解説とともに、CBM の対象機器と手法の選定指針も記載されており、リスク評価に基づく検討事例が示されている。

また、鉄道車両においても平成 13 年（2001 年）に鉄道に関する技術上の基準を定める省令（国土交通省令第 151 号）、施設及び車両の定期検査に関する告示（国土交通省

告示第 1786 号) が性能規定化され、安全性が確保されれば機器毎に検査周期を鉄道事業者が定めることができるようになり、定期検査の延伸、さらには CBM 導入が取り組まれている模様である[2][3]。現時点では CBM の導入はされていないものの、告示に示されている要件「耐摩耗性、耐久性等を有し、機能が保持されていればこの限りではない。」を満足した車両毎に対し、事業者が新たな（告示によらない）保安体系を作成して告示への適合性を証明した上で、定期検査周期を設定している[2]。近年は一部の機器に対して電車で動作状態のモニタリングを行い、状態監視専用のネットワークによりビッグデータの収集・蓄積が実現されている模様である。調査した時点では、状態監視が可能な機器は、デジタル変換が可能なものに限られており、台車、輪軸及び車体等の動作状態のデジタル化が難しい機器は今後の検討項目とされている[4]。将来像として、運転中の機能確認に置き換えることが困難な項目については、従来の定期検査と同様な検査を行うものの、状態監視により車両運用中に機器の状態を把握し運転中の機能確認が可能な機器に対して新たな保全方法を加えたモニタリング保全体系の構築に取り組まれている[4]。

各分野における定期的実施される検査の周期と延伸の条件等を表 II-2 から表 II-4 に示す。

表 II-2 高圧ガス保安における検査周期

高圧ガスの保安	一般事業者	認定事業者	スーパー認定事業者	スーパー認定事業者 (CBM 適用)
設備停止検査の 周期	基本 1 年	通常 2 年 (4 年/6 年も可)	最大 8 年	
開放検査の周期	基本 3 年	最大 12 年	最大 12 年	最大 余寿命 × 0.5

表 II-3 鋼船規則に規定する期間計画検査の検査方式[1]

	定期的な検査	期間継続検査 (CMS)	期間計画保全検査 (PMS)	期間状態監視保全 検査(CBM)
海事協会 CBM ガイド 開放の時期	5 年毎	5 年以内の間隔	5 年以内の間隔 (運転時間に基づく 開放検査も条件に よる可)	状態監視及び診断 の結果に異常が認められ必要な場合
必要なコンピュータ システム	—	—	保全管理システム	保全管理システム 状態監視システム

表 II-4 鉄道車両の定期検査周期の延伸例[2][4]

電車の検査 周期	国土交通省告示 第 1786 号	新保全体系[2]	モニタリング保全体系(新型車両)[4]
状態・機能 検査	90 日毎	機能保全(月) 90 日毎、 (年)360 日毎	A 保全／B 保全 90 日／360 日毎
重要部検査	4 年又は 60 万 km 毎	指定保全 60 万 km 毎、	C 保全 80 万 km 毎
		装置保全 120 万 km 毎[2]、 (新型 160 万 km 毎[4])	(将来 状態監視) D 保全 160 万 km 毎
全般検査	8 年毎	車体保全 240 万 km 毎 (新型 320 万 km 毎[4])	

参考文献

- [1] 日本海事協会：CBM ガイドライン(第 2.0 版)，(2021)
- [2] 中島他：新保全体系の導入による車両メンテナンス革命—プラットフォームの共通化にかかるライフサイクルコストの低減の提案—，総合車両製作所技報 創刊号，p.34 (2013)
- [3] 穴見：スマートメンテナンスの取組状況，JR EAST Technical Review 62，p.5 (2019)
- [4] 見田、赤萩：鉄道車両の状態基準保全への取り組み，非破壊検査 69(9)，p.456 (2020)

1.3 当該検査制度に係る最近の海外事例の調査・整理

1712（正徳2）年に T. Newcomen が開発した Newcomen 機関以降、1830（文政13）年頃までのボイラーは、圧力が 0.05～0.07 MPa 程度の大気圧蒸気機関であり、当時の未熟な製造技術でも破裂事故は生じなかった。

Newcomen 機関では、シリンダー内において蒸気を冷却水によって凝縮することにより蒸気の膨張と収縮を繰り返しているためエネルギーロスが大きかったが、1769（明和6）年に J. Watt による Newcomen 機関を改良した Watt 機関では、凝縮器（コンデンサー）をシリンダーと分離することでエネルギーロスを低減し、熱効率を高めることが出来た。凝縮器をシリンダーと分離したことは、ボイラー圧力を大気圧以上に高められる可能性を有しており、この事は、熱効率を高められる可能性も有していた。しかし、J. Watt はボイラー圧力を上げることには猛烈に反対しており、1800（寛永12）年に特許が満期失効するまでは、ボイラー圧力が大気圧であるボイラーが製作されていた。特許の満期失効後、R. Trevithick 等によりボイラー圧力は数気圧となり、熱効率をより向上させた高压蒸気機関が出現した[1, 2]。

1830（文政13）年頃は、圧力が 0.2～0.3 MPa 以上のものが製作されるようになり、未熟な製造技術のため破裂事故が生じるようになった。特に 1800（寛永12）年代終わりから 1900（明治33）年代初めにはボイラーの破裂事故が急増し、1870（明治2）年から 1910（明治43）年の 40 年間で 10,000 件以上のボイラーの破裂事故が発生、多くの犠牲者を出すに至った。

1880（明治13）年4月7日に設立された米国機械学会（The American Society of Mechanical Engineers、以下、ASME という。）では、1884（明治17）年にこれらの事故を防止するため、ボイラーの性能試験に関する標準を作成するための委員会を設置し、ボイラーの性能試験に関する標準（Standard Method of Steam Boiler Trial）を制定した。同様に、蒸気機関車や蒸気ポンプ等の性能試験に関する標準を作成する委員会を設置し、これらの安全性を性能試験により検証しようとした。これらの委員会は、その後対象機器を、コンプレッサ、ブロワ、内燃機関、タービン、安全弁、原子力発電機器等に広げ、性能試験規格（Performance Test Code）を多数発行している[3-6]。

ボイラーの安全確保のための安全規則、構造規格及び検査制度等について、当時からその必要性は認識されていたが、製造時の技術を規格化する活動はなかなか進展しなかった。1877（明治20）年に米国ボイラー協会（American Boiler Manufacturers' Association）がボイラーの製造標準の作成を試みたが、関係者の利害が一致せず作成には至らなかった。

1900（明治33）年代に入るとボイラー製造者の技術的改良や適切な試験の実施により、ボイラーの破裂事故件数は減少し始めたが、1905（明治38）年に Massachusetts State の工場においてボイラーが破裂して 58 人が死亡し 117 人が負傷する大事故が起きた。この大事故を契機として同州に初めてボイラーの製造に関する安全規則が制定された。この動きは他の州や市に影響を与え、各州市に安全規則が制定された。これらの安全規則は、その内容がまちまちで不十分なものであり、各州市間で互換性を欠く上

にボイラーへの要求品質を十分に規定することが出来なかった[3, 5, 6]。

この様な背景があり、1911（明治 44）年に ASME はボイラー製造に関する統一した規格を作成する目的でボイラー規格委員会（ボイラー及び圧力容器規格委員会の前身）を設置した。この委員会の委員は、ボイラーの製造者、使用者、材料製造者、公益機関、保険会社、行政機関、学会及び他分野等の様々な分野の Engineer で構成され、より公平な規格の制定が考慮された。1914（大正 3）年に最初のボイラー製造規格が制定されると、その後は 1923（大正 12）年に温水用ボイラー規格、1924（大正 13）年に材料規格、1925（大正 14）年に圧力容器規格、1937（昭和 12）年に溶接認定規格、1971（昭和 46）年に非破壊試験規格と続いて制定され、現在のボイラー及び圧力容器の製造規格としての体制が整った。その他の多くの分野に対する多くの規格も制定されると共に精力的に改正がなされている[3, 5, 6]。なお、1914（大正 3）年に制定されたボイラー製造規格は、発電用ボイラー規格として改正されている。

1919（大正 8）年には、統一した規格を各州市で適用し、安全性を有しかつ互換性のあるボイラーと圧力容器を米国全土に設置させるため、各州市で安全に関する行政を担当している Chief Inspector からなる National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors（以下、NBBI という。）が組織され、1945（昭和 20）年に最初の National Board Inspection Code（以下、NBIC という。）を発行した[3, 4]。

1.3.1 連邦法による規制[7]

この様に、19 世紀前半までは、ボイラーと圧力容器に関する規制は、全米的な組織である ASME や NBBI が策定した民間基準等を用いつつ、州毎に規制が行われてきた。

その後、連邦は、1970（昭和 45）年に労働安全衛生法（The Occupation Safety and Health Act、以下、OSHA という）を制定している。この OSHA は、労働安全衛生の観点から連邦政府が行う必要制定限度の規制を規定するとともに、各州が行う各般の規制について OSHA と同等以上の規制内容の採用を義務付けるものである。

実際には、OSHA に基づく規制は、各州が定める規則が実効性を持ち、その中で引用される民間基準が実質的に適用されることとなっている。しかし、各州が引用する民間基準は比較的安全性のリスクが大きなボイラー、圧力容器等の耐圧危機に対するもので、それ以外については、OSHA の引用する民間基準をそのまま適用していることが多い。

この法律は、「本法に基づいて策定された基準の執行を許可し、各州の安全で衛生的な労働条件を保証する努力を支援、促進し、労働安全衛生の分野における研究、情報、教育、訓練を実施することにより、労働者のための安全で衛生的な労働条件を保証するため、又その他の目的のため」に制定された。

制定以前は職場の安全や健康を守る包括的な法律は存在せず、仕事に関連した事故で 14,000 人以上の労働者が死亡、250 万人近い労働者が職場での事故や傷害で障害を負い、ストライキによる損失労働日数の 10 倍が労働災害で失われていた。推定では約 30 万件の新しい職業性疾病が発生していた。これらにより、生産性や賃金、医療出費、

障害補償による損失は国の経済に莫大な損害を与え、人的損失にいたっては計算できないほどであった。

これを実際に改善し、事業者や労働者たちを支援し、米国の職場で発生する傷害や疾病、死亡者数を削減するため、労働省の一機関である労働安全衛生庁（Occupational Safety and Health Administration）が執行機関として同年に設立されている。設立後の約 30 年間に於いて、職場での死亡数は 62%、労働災害・疾病の発生率も 40%減少している。一方、雇用は 2 倍に増え、約 1 億 1,500 万の労働者が約 700 万ヶ所の事業所で働いている。

この様に多大な成果はあったが、現在でも職場には重大なハザードや不安全な状態が存在し、毎年、約 6 万人が労働災害で死亡、職場での暴露が原因となった疾病で推定 5 万人もの労働者が死亡、労働災害で約 600 万人近い労働者が傷害、職業性傷害及び疾病にかかる費用が 1,700 億ドル以上となる状況が発生している。

OSHA は、製造業、建設業、港湾荷役業、造船業、船舶解体業、船舶修繕業、農業、法曹業、医療業、慈善救済事業、災害救助業、労働組合及び私立の学校等のさまざまな分野の民間の事業者と労働者が適用対象となる。しかし、自営業者、家族だけで経営している農場、他の連邦機関の連邦法規が規定する諸団体で働く人々（炭鉱労働者、特定のトラック運転手及び運輸労働者、原子エネルギー労働者も含まれる）及び州政府や地方自治体の公務員は適用対象とはならない。

OSHA を施行する規則として、29 CFR 1910 が発行されている。この規則の 1910.2(g) では、「国内総意基準：National Consensus Standard」が定義されている。この定義では、「国家的に認知された基準作成機関により採択され発行された基準もしくは改正基準であり、その手順により労働長官又は労働次官が、その基準の適用範囲又は規定により利害及び影響を受ける者がその採択について実質的に合意したと判断をしたもので、多様な意見を考慮できるように作成され、労働長官又は労働次官が、他の適切な連邦機関に諮問した後に、国内総意基準として指定したものをいう。」とされている。また、1910.3(b)(1) では、「労働安全衛生法の制定過程から、米国規格協会及び米国消防協会が国内総意基準を定める主たる機関として議会より認められていることが明らかである。OSHA の第 6 条(a)項に準じて 1971（昭和 46）年 5 月 29 日に採択された国内総意基準は、この 2 機関からのものである。しかしながら、どのような機関であれ、OSHA の第 3 条(9)項が意味する範囲で、自らを国内総意基準の作成機関と考える機関は、任意に労働次官に対し書面にて、その機関のいずれかの基準が OSHA の第 3 条(9)項に定義する「国内総意基準の条件を満たすものであるか」という点につき、労働次官が判断する上で有用な全ての関連情報を提出するように求められている」と規定している。米国規格協会が承認された ASME 規格（例、ASME BPV Code Section I）も国内総意基準として扱われるものと考えられる。1910.6 において、ASME のボイラー、圧力容器及び配管等の規格は引用されている。

1.3.2 州規則等による規制

米国の規制は、下記のように州等の行政管区（Jurisdiction）毎に行われている。

a) 規制の行政管区（Jurisdiction） [8]

米国におけるボイラーと圧力容器に関する規制の行政管区（州、郡、市）を表 II-5 に示す。米国におけるボイラーと圧力容器に関する規制の行政管区は州、群又は大都市であり、その数は 66 である。行政管区毎に州規則等により規制しているが、Idaho State と Wyoming State の 2 つの行政管区はボイラーも圧力容器も規制していない。Connecticut State、Florida State、Louisiana State、Montana State、New Mexico State、South Carolina State、South Dakota State、West Virginia State、Albuquerque City 及び Miami City の、計 10 の行政管区はボイラーのみ規制し圧力容器は規制していない。一方で、圧力容器のみを規制している行政管区はない。

b) 行政管区（Jurisdiction）の規則の制改正 [8]

規則を制改正する権限を与えられた委員会を組織している行政管区と、組織していない行政管区がある。

例えば、Maryland State では、この委員会を組織し、1919（大正 8）年にボイラーを対象として規則が制定され、1974（昭和 49）年に圧力容器を含んだ形に改正され、1975（昭和 50）年に施行されている。最新版は、2004（平成 16）年 7 月付けで改正されている。規則名は「Annotated Code of Maryland, Public Safety Article, Title 12, Subtitle 9, Boiler and Pressure Vessel Safety Act.」である。

c) 行政管区（Jurisdiction）における技術基準と工場認定 [8]

1) 技術基準

各行政管区は、州規則等でボイラーと圧力容器に関して製造時と供用期間中の規制を行っているが、ここでは具体的な要求は少なく、民間規格を引用することで具体的な要求をしている。各行政管区が引用している民間規格は、ASME、NBBI、米国石油協会（American Petroleum Institute、以下、API という）及び米国防火協会（National Fire Protection Association、以下、NFPA という）等が発行しているものであり、各行政管区により相違がある。例として、Maryland State が引用している民間規格を次に示す。

- ASME BPV Code
- National Board Inspection Code (NBIC)
- API-510, Pressure Vessel Inspection Code
- ASME Code B31.1, Power Piping
- ASME CSD-1, Controls and Safety Devices for Automatically Fired Boilers
- NFPA-85, Boiler and Combustion Systems Hazards Code

各行政管区が共通して引用しているのは、ASME BPV Code 及び NBIC である。主に製造時については ASME が発行している ASME BPV Code を、供用期間中については NBBI が発行している NBIC をそれぞれ引用することによって具体的な要求をしている。

表 II-6 に各行政管区が引用している NBIC と ASME BPV Code の年版を示す。引用さ

れている NBIC は、1998 年版から現行版とまちまちとなっている。同様に ASME BPV Code についても 1986 年版から現行版とまちまちとなっている。

表 II-7 に各行政管区が引用している ASME BPV Code の Section を示す。主要な構造 (Construction) Code としては Section I : Power Boilers, Section IV : Heating Boilers, Section VIII : Pressure Vessels があり、これらを製造するにあたっての サービス Code としては、Section II : Materials, Section V : Nondestructive Examination, Section IX : Welding and Brazing Qualifications があるが、必ずしも各行政管区が全ての構造 (Construction) Code と サービス Code を引用してはいない。また、Code Case という暫定 Code についても同様となっている。

2) 工場認定要求

各行政管区は、NBIC 及び ASME BPV Code を引用しているため、NBIC 及び ASME BPV Code で要求される品質管理が十分なことを示す工場認定を施工工場が有している必要がある。

各行政管区が要求する NBIC 及び ASME BPV Code の工場認定を表 II-8 に示す。NBIC では、R : Repair と VR : Safety Relief Valve Repair があるが、必ずしも各行政管区が全ての工場認定を要求しておらず、New Mexico State のように工場認定を要求していない行政管区もある。ASME BPV Code では、各 Section により製造される機器により工場認定が異なる。例えば、Section I : Power Boilers により製造する場合でも Stamping A は Power Boiler Assemblies を、Stamping M は Miniature Boilers を、Stamping S は Power Boilers を、Stamping E は Electric Boilers を、Stamping PP は Pressure Piping を、Stamping V は Power Boiler Safety Valves を製造することが出来る。これらについても、NBIC の工場認定と同様に必ずしも各行政管区が全ての ASME BPV Code での工場認定を要求しているわけではない。なお、NBIC 及び ASME BPV Code で要求される工場認定は、3 年毎に更新する必要がある。

d) 規制の対象[8]

各行政管区により相違があるが、一般的には、低温、低圧、低容量のものは対象とならない。例として、Maryland State では、次のものを除く全てのボイラー及び圧力容器は対象となる。

- ① 連邦政府が管理又は規制するボイラー及び圧力容器
- ② 運輸省 (Department of Transportation) の仕様により製造され、マークが付与され、維持され、定期的に再使用が承認された圧縮ガスの輸送又は貯蔵用の圧力容器
- ③ 列車用の空気タンク
- ④ 他の州規則に基づいて運転される車両用の空気タンク
- ⑤ 運転圧力 15 psi (0.1 MPa) 以下の圧力容器とサスペンションとしてのみ使用される水、空気及び油を内包する圧力容器で次の条件の何れも超えない場合
 - ・ 設計圧力 300 psi (2 MPa)
 - ・ 設計温度 210 °F (99°C)

- ⑥ 温水ボイラーで次の条件の何れも超えない場合
 - ・ 200,000 BTU (1 BTU=1 lb の水を 1 °F 高めるに必要な熱量) の入熱
 - ・ 水温 210 °F (99°C)
 - ・ 公称容量 120 gallons (0.45 m³)
- ⑦ 次の条件以下の圧力容器
 - ・ 体積 5 ft³ (1.42 m³) で圧力 250 psi (1.7 MPa)
 - ・ 体積 1.5 ft³ (0.04 m³) で圧力 600 psi (4.1 MPa)
 - ・ 内径 6 inch (152 mm) (圧力制限なし)
- ⑧ 次の機械装置
 - ・ ポンプ
 - ・ コンプレッサ
 - ・ タービン
 - ・ 発電機
 - ・ 油圧式及び空気圧式のシリンダー
- ⑨ 空調、冷凍システムの復水器又は蒸発缶で水を含んでいる次の部分
 - ・ ハロゲン化炭化水素系冷媒を使用している
 - ・ ANSI/ASH RAE Standard 15 に従って製造時点で組み立てられる
 - ・ 次の条件の何れも超えない場合
 - 設計圧力 300 psi (2 MPa)
 - 設計温度 210 °F (99°C)

e) 検査要件

1) 製造時の検査

以下では、ボイラーの製造規格である ASME BPV Code Section I 及び圧力容器の製造規格である ASME BPV Code Section VIII-1 について、それぞれ General で規定されている製造時の検査要件をまとめる。

なお、Section I と Section VIII-1 は同じ ASME BPV Code の範疇ではあるが、体裁が異なるため、原著の表現に配慮し、Section I については製造時の検査における確認内容としての要件、Section VIII-1 については製造者の責務及び公認検査員（以下、AI という）の責務としての要件という観点でそれぞれまとめた。また、(1) 項を通じ、AI によって行われる “Inspection” のことを「検査」と表記することとした。

(1) ASME BPV Code Section I による検査

① 対象機器と検査の実施時期

ボイラー、過熱器、水冷壁及び節炭器を検査対象の機器としている。機器に対する検査は建設中及び完成後の供用前のタイミングで行われるが、AI が特別に指示した場合には、その指示に従って検査が行われる。

なお、検査の実施場所は、建設中の現地あるいは機器を製造している工場となる。

② 資格

製造又は組立てを行う者が、規格で求められている活動範囲に対して有効となる工

場認定を持っていること。例えば、Power Boiler であれば“S”の工場認定を所持しているかどうかの確認が行われる。

③ 品質管理

承認されている品質管理プログラムの継続監視と、全ての変更内容が Section I の要求事項に従っているかどうかの確認が行われる。

④ 規格類の整備

製造や組立てを行うに当たり、必要となる規格や追補 (Addenda)、事例規格 (Code Case) を保有していること。

⑤ 設計計算

製造者が行った設計計算についていくつか選定し、それらが Section I の要求事項に従っているかどうか AI によるレビューが行われる。

⑥ MAWP を確定するための試験の立会いと承認

Section I の規定、すなわち公式設計 (Design By Rule) を用いて、最大許容運転圧力 (Maximum Allowable Working Pressure, MAWP) を確定するための機器の肉厚を算出することが難しい場合には、検定水圧試験 (Proof test) を実施して MAWP を確定する。AI はこの検定水圧試験に立会い、確定した MAWP を承認する。

⑦ 材料管理

認定工場が要求事項に従って十分に管理していること。この中には、材料が正しく識別できる状態にあるとともに、必要な材料認証や試験報告書等の文書が揃っており、発注通りの材料を受け入れる管理体系であるかどうかという点が含まれる。また、板材等を切断して小分け管理する必要がある場合には、そのトレーサビリティが確保されるような手段が設けられていること。

⑧ 製作管理

溶接を行う前に、溶接される部分の仕上げ状態や錆・異物がないことを、認定工場に所属する作業員によって点検されていること。

⑨ 溶接施工法及び溶接士の資格

全ての溶接施工法、溶接施工法の資格記録、溶接士及び自動溶接士の資格記録が、Section I の要求事項に従っていること。

⑩ 補修溶接

補修溶接が必要となる場合、補修溶接の方法とその適用範囲が容認されていること。また、認められた溶接施工法と、資格のある溶接士及び自動溶接士のみが適用されていること。

⑪ 熱処理

要求されている全ての熱処理が実施され、かつ適切に文書化されていること。

⑫ 非破壊試験

要求されている非破壊試験が資格を有する試験員によって行われており、その試験結果が適切に文書化されていること。

⑬ 水圧・耐圧試験

要求されている試験が実施されていることの確認と、その試験への立会い。

⑭ 製造者データレポート

製造記録である製造者データレポート (Manufacturers Data Report、以下 MDR という) が正しい記載であることをあらかじめ確認した後に、認定資格を有する製造者の代表責任者によって署名がなされていること。

⑮ 刻印

刻印を行う前であれば機器が Section I の要求事項に合致していること、刻印を行った後であれば刻印が正確に打刻されていること、刻印ではなく銘板を掲げる場合にあっては適切に掲げられていること。

⑯ その他

AI には製造者の設計計算をいくつか選定しレビューする責務があるため、製造者は AI の要請に対応できるよう設計計算書を準備すること。

(2) ASME BPV Code Section VIII-1 による検査－製造者の責務

① 資格

ASME のボイラー圧力容器委員会が認めた、建設しようとするプラントで使用するクラスの圧力容器を製造するために必要な資格を所持していること。なお、Section VIII-1 の General では、“U” の工場認定が与えられている圧力容器の検査、及び“UM” の工場認定が与えられている小型圧力容器の検査に関する一般的な要求事項が規定されている。

② 品質管理

General の本文中には製造者への要求としての品質管理に対する明確な記述はないが、Mandatory Appendix において規定されている品質管理システムへの取り組みに関して AI による確認が行われるため、品質管理は製造者の責務と考えられる。

③ 設計計算

容器又は部品の製作に用いた図面と設計計算書を用意すること。

④ 材料管理

容器又は部品の製作に用いられる全ての材料を識別すること。また、製作前には必要厚さと欠陥の有無を点検するとともに、Section VIII-1 での当該材料の適用可否を確認すること。さらに、材料を特定するためのトレーサビリティを維持すること。

⑤ 製作管理

胴及び鏡部分が、許容公差の範囲内で所定の形状に成形されているか点検すること。また、組み立てる前に、溶接に際して部品が正しく位置合わせされた状態にあること、組み立て面が清浄であること及び位置合わせの公差が保たれていることを点検すること。さらに、製作の進捗に応じて、材料へのマーキング、欠陥のないことの証明及び寸法形状が保持されていることを点検する。

⑥ 溶接施工法及び溶接士の資格

溶接施工法の資格について、製造に適用する前にあらかじめ認証を受けていること。

また、溶接士及び自動溶接士の資格について、作業に適用する前にあらかじめ認証を受けていること。

⑦ 補修

全ての母材について、補修を行う場合はその方法と範囲について事前に AI の承認を受ける。ただし、補修ができないほどの欠陥が存在する場合は承認を拒否されることがある。

⑧ 熱処理

必須となる熱処理を確実にを行うための管理の実施。

⑨ 非破壊試験

容器又は容器の部品に対して実施した非破壊試験の記録の準備。放射線透過試験（以下、RT という）を実施した場合には、RT フィルムの保持することを含む。

⑩ 衝撃試験

衝撃試験が要求されている場合、その文書を準備する。

⑪ 水圧・耐圧試験

水圧・耐圧試験の実施と、試験中に要求されている検査の実施。

⑫ MDR の準備

要求されている MDR を規定の様式に従って作成し、AI の承認を得る。

⑬ Partial Data Report (PDR)

部品製造者が容器製造者と異なる場合、部品製造者と部品製造者を監督する AI に対してデータレポートが要求されている。このデータレポートを PDR といい、容器製造者は部品製造者から PDR の提供を受け、これを確保する。

⑭ 文書管理

RT 写真や超音波探傷試験の試験報告書、MDR その他、Section VIII-1 の要求事項に関連する文書を提供すること。

⑮ 刻印

所定の刻印や銘板が適用されており、かつ該当する容器に対して確実に適用されていること。

⑯ AI への配慮

AI が責務上の十分な活動が行えるよう、製造者として以下の対応を行う。

- ・ フリーアクセス権限の付与。
- ・ 定期的な作業進捗の報告。
- ・ 検査等の作業が可能となった際の事前通知。
- ・ 圧力容器及びその部品の検査。
- ・ 工場及び現地それぞれにおける、文書化された品質管理システムの写しの準備。
- ・ 文書化された品質管理システムの記述には、AI への付託を含む。
- ・ 検査時に必要な図面、計算書、仕様書、手順書、工程表、補修手順書、試験結果その他の文書全てについて、品質システムの中で AI がアクセスできるようにしてお

くこと。

⑰ その他

圧力容器の大量生産に伴ってAIが要求されている責務を遂行することが現実的ではない場合には、AIと協力し要求事項を維持する方法を十分かつ詳細に説明する検査手順及び品質管理手順を準備すること。

(3) ASME BPV Code Section VIII-1による検査—AIの責務

① 品質管理

製造者が有効な工場認定を所持し、かつ品質管理システム活動に取り組んでいること。

② 設計計算

当該機器の設計計算が可能であること。

③ 材料管理

容器の建設に用いられる材料が、Section VIII-1の要求事項に従っていること。

④ 溶接施工法・溶接士

全ての溶接施工法及び溶接士・自動溶接士の資格が認証されていること。

⑤ 熱処理

溶接後熱処理を含む熱処理が実施されていること。

⑥ 非破壊試験

要求されている非破壊試験が行われ、かつ試験結果が許容範囲内であること。また、容器に対する目視検査を行い、材料の欠陥あるいは形状の狂いがないこと。

⑦ 衝撃試験

要求されている衝撃試験が行われ、かつ試験結果が許容範囲内であること。

⑧ その他の試験

非破壊試験と衝撃試験を除く、その他の試験が要求されている場合、当該試験が行われ、かつ試験結果が許容範囲内であること。

⑨ 水圧又は気圧試験

水圧又は気圧試験の立会と試験時の外観検査の実施。

⑩ 内部・外部検査

ノズルや補強部品等を接続する前の、容器の内外面の形状が適切であること。

⑪ MDR

容器について、Section VIII-1の要求事項に従うと判断できる場合、MDRに関する検査認証に署名する。この署名はAIが承認したことを示すが、AIが製造者の受け持つあらゆる責任を引き受けることを意味するものではない。

⑫ 刻印

要求されている刻印がなされている、及び全ての銘板が所定の容器に掲示されている。

⑬ 転刻

材料の識別番号が適切に転刻されていることを確認するための目視検査を行う。

(4) 供用期間中の検査[8]

各行政管区により相違があるが、Power Boiler について供用期間中の内部検査 (Internal Inspection) インターバルを図 II-7 に示す。51 の行政管区では1年のインターバルとなっている。13の行政管区では1年から延長できているが、最長でも5年である。ボイラーを規制していない2つの行政管区を除いて、全ての行政管区では基本は1年となっている。

また、圧力容器の供用期間中の内部検査 (Internal Inspection) インターバルを図 II-8 に示す。基本は1年から4年と幅があり、2年が最も多い。延長できる規定もあるが、Power Boiler と比較すれば長い期間が設定されている。

なお、圧力容器については、発電所で用いられるものに限らず、一般産業用としてのものも含んでいる。

供用期間中の検査は NBIC に従って行われる。NBIC は4つのパートで構成されており、供用期間中の検査に関する事項は Part 2 に規定されている。ここでは Part 2 で規定された供用期間中の検査に関する設備共通の一般事項について述べる。

なお、NBIC では圧力が負荷される機器等を総称して “Pressure-Retaining Items” と表記しており、以下では “圧力保持機器” という用語で記載する。

① Scope (範囲)

供用期間中検査のための一般要求事項と指針が提供されていることに加え、検査担当者の安全のための注意事項が述べられており、公衆及び検査員の安全は、あらゆる検査活動の最も重要な側面であると謳われている。そのため、NBIC では公衆あるいは検査員の安全に係る要求事項が、ASME BPC Code に比して多く規定されている。

② Administration (行政)

行政管区の定める要求事項では、検査頻度や範囲、種類、内部検査か外部検査のいずれか、あるいはその両方か、並びに文書について述べられている。行政管区に応じて検査の要件は異なるため、検査員は機器が設置されている行政管区の規制について熟知している必要がある。

行政管区によって特別に要求されていなければ、他の規制当局が監督権限と責任を有する他の規格や要求事項に基づく検査は、検査員の義務に含まれない (例えば、環境、建設、電気、運転、未定義の業界規定など)。

③ Reference to Other Codes and Standards (他の基準等の参照)

関連する他の既存の基準や規格あるいは運用は、行政管区による要求があった場合、検査員によるレビュー及び承認の対象となる。NBIC の要求事項とこれらの基準、規格、及び運用との間に齟齬又は不一致がある場合、優先順位は次の順となる。

- ・ 権限を持つ行政管区の要求事項。
- ・ NBIC の要求事項。
- ・ NBIC を除く、他の基準や規格、運用の要求事項。
- ・ 広く認知されかつ一般的に受け入れられている適切な工学的運用であって、NBIC で引用又は参照している要求事項。

④ Personnel Safety (人員の安全)

連邦を始め、州、地域あるいは地方の規制や規則とともに、所有者又は使用者の安全プログラムや検査員の雇用先による安全プログラムあるいは同様の規格も含む、適用される全ての安全規制に従う。そのような安全規制がない場合、所有者又は使用者は、検査員が十分と判断できる程度に慎重であって、かつ一般的に受け入れられている工学的な安全手順を採用する。

検査員は、安全装置の操作には流体、ガス及び蒸気の排出が含まれることに留意し、機器の点検中は適切な保護具を着用するとともに、機器をロック及び遮断し、除染を行われていることを確認する。また、内部検査を行う前に閉鎖空間内部に立ち入る許可を取得し、自身が検査している機器や場所に係る、プラントの安全規則を遵守することが求められる。

⑤ Equipment Operation (機器操作)

検査員は、所有者又は使用者の機器を自身で操作してはならない。操作は、所有者又は使用者の従業員であって、機器に精通し、かつそのタスクを実行する資格を有する者によってのみ行われなければならない。

⑥ Inservice Inspection Activities (供用期間中の検査活動)

供用期間中検査を実施する上で、チェックリストの使用が推奨されている。設備の状態や操作及び保守方法に関して、検査員に指摘された全ての欠陥又は不備は、検査時に所有者又は使用者と議論し、そのような欠陥又は不備を修正するための推奨事項は文書化する。

⑦ Pre-Inspection Activities (検査前活動)

検査を実施する前に、既知の履歴のレビュー及び現在の状態の大まかな評価を実施する。これには、次のような情報に対するレビューを含める。

- ・ 前回の検査日
- ・ 行政管区による現在の検査認証
- ・ ASME の工場認定又は設計規格のマーク
- ・ NBBI や行政管区への登録番号
- ・ 容器の運転状態と内容物 (全ての固有の危険性について、所有者を交えて、過去の検査報告書、操作/保守記録と試験記録、過去の検査から未対応の推奨事項を議論)
- ・ 肉厚点検の記録、特に腐食又は侵食について考慮しているもの
- ・ 保守又は交換と関連する記録のレビュー
- ・ 保守及び運転記録を含む、設置状況全般に係る状況観察
- ・ また、検査を補助するため、次の作業についてあらかじめ考慮する必要がある。
- ・ 試験又は校正のための、圧力ゲージ又はその他の機器の取り外し
- ・ 各機器とその附属品の検査及び試験のためのアクセス性の確保

⑧ Inspection Planning (検査計画)

検査計画は、供用中に損傷が発生したかどうか判断するために必要な検査活動の範囲を規定した文書である。検査計画には、圧力保持機器の継続使用が適切であることを

確認するために必要な試験方法、試験員の資格及び試験頻度について規定している。検査計画には次の内容が含まれることがある。

- ・ 特定の機器に影響を及ぼす既知又は予想される損傷メカニズム
- ・ 損傷メカニズムの検出及び評価を行うための要求される非破壊試験の適用場所と程度
- ・ 非破壊手法によるサーベイやプロセス状態の変化といった、腐食や侵食に対して必要となる監視活動
- ・ 試験及び検査を実施するための準備
- ・ 予想される検査及び評価の時間間隔

直近の運転履歴（例えば、プロセスの変動又はプロセスの不調、あるいは運転の逸脱等）及び変更記録は、検査計画の作成中に確認する。

検査が計画されている間隔や活動範囲から逸脱する場合は、それらが正当であり、かつ文書化される必要がある。計画されている活動が完了するまでに、安全な運転をより確実にするため、延期期間の間で設備に対する追加のモニタリングを行うことができる。

⑨ Preparation of Internal Inspection（内部検査のための準備）

所有者又は使用者は、圧力保持機器を内部検査用に準備しておく責務がある。職業上の安全及び健康に関する規制（すなわち、連邦、州、地方あるいはその他）の要求事項と同時に、所有者あるいは使用者自身のプログラムや検査員の雇用者の安全プログラムが適用される。内部検査の準備が適切になされていない場合、検査員には検査を拒否する権限がある。圧力保持機器の検査のための準備は、以下の方法又は検査員の判断に従って行う。

- ・ 容器が他の容器と共通のヘッダーに接続する、あるいは液体や気体が存在する系統に接続する場合、その容器は、所有者又は使用者の定めた手順に従ってバルブを閉止及びロックし、タグ付けによって隔離する。
- ・ 毒性又は可燃性物質が含まれる場合、追加の予防安全措施として、容器手前の配管系統を取り外す又は空にしてもよい。容器を隔離する手段は、職業上の安全及び健康に関する規制や手順に従って行う必要がある。ボイラーや燃焼圧力容器の燃料供給及び点火システムは、所有者又は使用者の定めた手順に従ってロックアウトやタグアウトを行う。
- ・ 容器の加温又は冷却速度は、損傷を防止する速度とする。ボイラーの内部検査に係る準備に当たり、損傷を防止する速度で十分に冷却されるまで水抜きは行わない。
- ・ 容器内の全ての液体を排出し、かつ、全ての毒性又は可燃性ガスならびに汚染物質を除去する。容器内雰囲気を許容限度以下に維持するため、空気ブロワあるいはファンを用いた機械的な換気装置の連続使用が必要となる場合がある。容器内の可燃性ガスの除去及び換気中、安全な雰囲気が得られる前に空気中の蒸気濃度が可燃性範囲を通過することがある。通過中における爆発又は火災の発生を排除するため、必要な全ての予防措置を講ずる。

- ・ マンホール板やハンドホール板、洗浄栓、検査プラグその他の部品等、検査に要求された部品は取り外しておく。
- ・ 全ての予防安全措置が講じられるまで、検査員は容器に立ち入らない。容器の温度は、検査者が過剰な熱にさらされるおそれのないこと。立入者が毒物又は危険物にさらされることのないよう、容器表面は必要に応じて清掃を行う。
- ・ 検査員からの要請あるいは規制や手順として要求されている場合、責任者は、検査員が容器内にいる間、その外で待機するとともにその活動を注視し、必要に応じて検査員と連絡を取り合う。責任者は救急援助を呼ぶ手段とともに、場合に応じて、個人が容器内へ入らずに立入者を救助することができる手段を確保する。

⑩ 検査後の活動 (Post-inspection Activities)

- ・ 機器の全ての検査又は試験中、実際の操作及び保守の実施状況は検査員によって記録され、それらが許容されるかどうか判断される。
- ・ 検査員は、機器の状態、運転及び保守の遂行に関する全ての欠陥又は不備は、検査時に所有者又は使用者と話し合いを行い、必要な是正措置を推奨する。この場合、不備が十分に是正されているかどうか確認するため、フォローアップ検査を実施する必要がある。
- ・ 検査文書には、項目の説明、分類、識別番号、検査間隔、検査日、検査の種類と実施した試験の内容、並びに検査員の所属機関、行政管区、あるいは所有者や使用者が必要とするその他の情報といった適切なデータが含まれる。検査員は、検査報告書に不適合、意見、又は推奨事項を記載の上、日付を記入しサインする。検査員は、必要に応じて検査報告書の写しを保管・配布する。
- ・ 検査報告書の様式や体裁は、行政管区の要求事項に従う。行政管区が存在しない場合は、NBIC や検査機関、あるいは所有者や使用者が指定する他の様式を適切に用いてもよい。

f) 検査証明書[8]

検査に合格となった機器について、有効期間が記載された検査証明書が行政管区から発行される。例として、Maryland State では、Power Boiler で有効期限は 12 カ月の検査証明書が、圧力容器で有効期限は 24 カ月の検査証明書が発行される。検査証明書を取得しないでボイラー又は圧力容器を運転した場合は、\$5,000 以下の罰金又は 5 年以下の懲役となることがある。

g) NBBI による登録[9]

ボイラー及び圧力容器と関連機器については、ほとんどの行政管区の規則により法的に強制されているため、NBBI に登録されなければならない。2021 年度から 2017 年度のボイラーの登録数の推移を図 II-9 に、圧力容器の登録数の推移を図 II-10 に示す[10]。

h) 公認検査機関[11]

NBBI は、検査を行う機関として公認検査機関を承認している。

1) NBBI が承認している New Construction Authorized Inspection Agencies

製造時検査を行う組織である New Construction AIA は、ASME が QAI-1 により認定した公認検査機関を NBBI が NB-360 により承認している。QAI-1 により認定されるため、公認検査機関は、行政管区、保険会社又は第三者機関である必要がある。ASME で認定された 36 組織の内、35 組織が NBBI に承認されている。また、NBIC の補修、取替の検査を実施するためには、NB-381 の要件にも対応する必要がある。

NBBI が承認している New Construction AIA を表 II-9 に示す。各 New Construction AIA は、検査可能な ASME での Section と検査可能な NBIC の補修、取替に細分化されて認定及び承認されている。なお、New Construction AIA は、3 年毎に更新する必要がある。

2) NBBI が承認している Inservice Authorized Inspection Agencies

供用期間中検査を行う組織は、行政管区又は NBBI が NB-369 で承認した Inservice AIA である必要がある。また、NBIC の補修、取替の検査を実施するためには、NB-381 の要件にも対応する必要がある。

NBBI が承認している Inservice AIA を表 II-10 に示す。46 組織が NBBI に承認されている。各 Inservice AIA は、行政管区が要求する供用期間中検査と NBIC の補修、取替に細分化されて承認されている。なお、Inservice AIA は、3 年毎に更新する必要がある。

例として、Maryland State では、NBBI が承認している Inservice AIA の中から Maryland State に事務所を置く 4 つの Inservice AIA を紹介すると共に、Inservice AIA となっている 14 の保険会社を紹介している。設備に保険がかけられている場合は、保険会社が検査しなければならない[12]。

3) NBBI が承認している Owner-User Inspection Organization (OUIO)

圧力容器の供用期間中検査を行う組織については、確立された検査プログラムを維持し、その組織と検査手順が NBBI の NB-371 及び NB-381 を満たすと NBBI により承認された場合、自社設備については、所有者-ユーザーに検査が任されている。

なお、OUIO は、3 年毎に更新する必要がある。OUIO の組織名については、公開されていない。

i) 公認検査員[13]

公認検査員は、NB-263 により説明されている教育、経験、雇用及び検査の要件を満たした者に資格として与えられる。

NBBI では主に、Inservice Inspector と Authorized Inspector を承認している。Inservice Inspector は、供用中の検査を実施する資格のある個人に発行される。供用中のボイラーと圧力容器の定期検査に要求される。

Authorized Inspector は、ASME BPV Code の要求に応じて、ボイラー及び圧力容器の検査を実施する資格のある個人に発行される。

NBBI は、全ての要件が完了すると、公認検査員に証明書と資格カードを発行する。資格を有する公認検査員は、NBBI が指定する継続教育訓練コースを完了し、資格を毎

年更新する必要がある。

例として、Maryland State では、公認検査員は NBBI 及び Maryland State 労働産業委員会に承認される必要がある。加えて、この公認検査員は公認検査機関 (AIA) によって雇用されている必要がある [12]。

1) 公認検査員の種類 [14]

公認検査員は、Inservice Inspector、Authorized Inspector 以外にも監督者 (Supervisor) を含めて 5 つの資格がある。公認検査員の資格の種類と要求事項を表 II-11 に示す。監督者 (Supervisor) は、Inspector への教育を実施し、検査上での課題を整理し、Inspector の活動を監査する役割を有している。Inservice Inspector、Authorized Inspector は、NBBI の試験に合格する必要があるが、それ以外は主に経験と各必要なコースの完了により資格が与えられる。

2) 公認検査員への知識要求 [15, 16]

Authorized Inspectors への知識要求の主要項目を表 II-12 に、Inservice Inspectors への知識要求の主要項目を表 II-13 に示す。技術的な知識要求の他に、規格知識の要求、品質管理知識の要求及び検査員としての責任と義務などの理解も要求されている。

参考文献

- [1] 石谷清幹、赤川浩爾、蒸気工学、株式会社コロナ社、1991年3月20日、第23版
- [2] 菅原菅雄、蒸気ボイラ及び蒸気原動機、丸善株式会社、昭和45年3月10日、第7版
- [3] ASME 規格の基礎知識[改訂版]、財団法人日本規格協会、1989年1月6日、改訂版第1版
- [4] 寺本憲宗、ボイラー技術の系統化調査、平成19年3月30日、独立行政法人国立科学博物館
- [5] 熊谷伸一、ASME 品質保証マニュアル、昭和56年8月1日、株式会社アイピーシー
- [6] Arthur M. Greene, Jr., History of The ASME BOILER CODE, The American Society of Mechanical Engineers
- [7] OSHA の全て、
<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/usa/ministry/all-about-osh/allaboutosha-index.html#2>
- [8] National Board Synopsis of Boiler and Pressure Vessel Laws, Rules and Regulations, NB-370, NBBI, This edition was last updated 8/20/2020
- [9] Application for Authorization to Register, NB-211, Rev. 10, NBBI
- [10] Bulletin Fall 2021, NBBI
- [11] Authorized Inspection Agencies/Owner-User Inspection Organizations,
<https://www.nationalboard.org/index.aspx?pageID=7>
- [12] Boiler and Pressure Vessel Safety - Safety Inspection,
<https://www.dllr.state.md.us/labor/safety/boil.shtml>
- [13] Commissioned Inspectors, <https://www.nationalboard.org/index.aspx?pageID=390&ID=392>
- [14] Rules for Commissioned Inspectors (RCI-1), NB-263, 2021, NBBI

[15] The National Board Body of Knowledge for Authorized Inspectors, NB-331-NC, Rev. 6, NBBI

[16] The National Board Body of Knowledge for Inservice Inspectors, NB-331-1, Rev. 6, NBBI

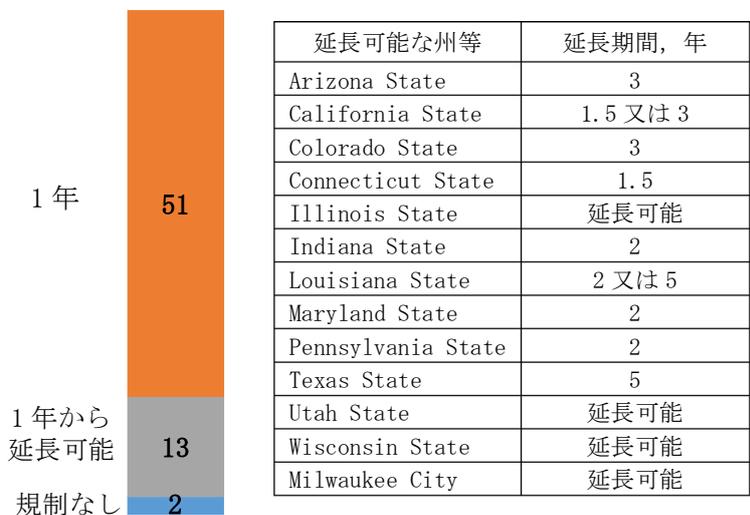


図 II-7 Power Boiler の供用期間中の内部検査 (Internal Inspection) インターバル

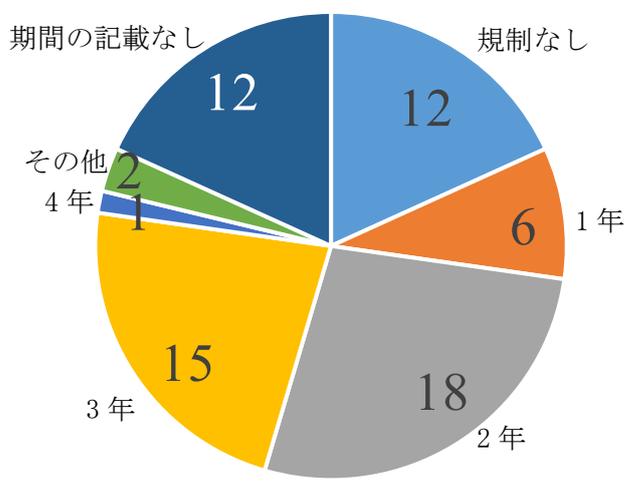
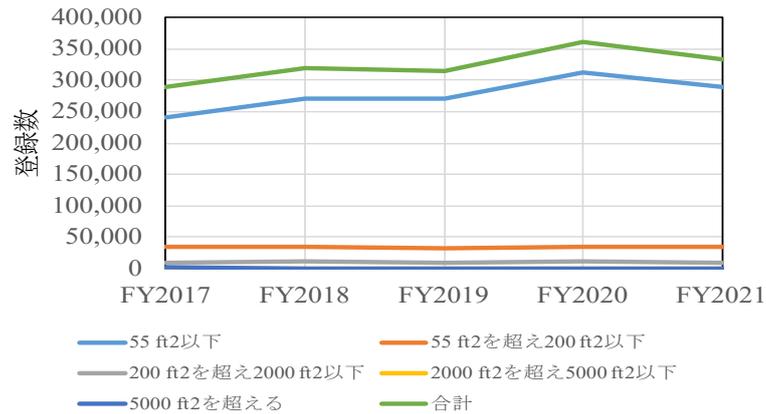
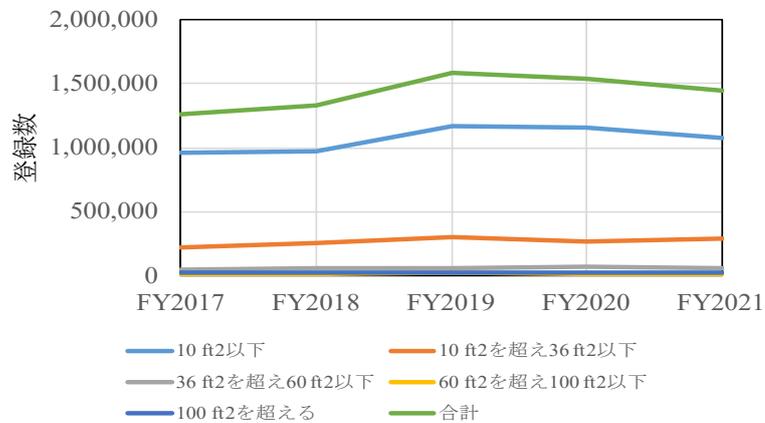


図 II-8 圧力容器の供用期間中の内部検査 (Internal Inspection) インターバル



加熱表面の面積 S (ft ²)	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021
$S \leq 55 \text{ ft}^2$	240,754	271,221	271,394	313,227	288,506
$55 \text{ ft}^2 < S \leq 200 \text{ ft}^2$	35,870	34,909	31,899	35,896	34,068
$200 \text{ ft}^2 < S \leq 2000 \text{ ft}^2$	10,481	10,765	9,992	10,675	10,006
$2000 \text{ ft}^2 < S \leq 5000 \text{ ft}^2$	736	599	526	539	566
$5000 \text{ ft}^2 < S$	1,686	814	581	571	587
合計	289,527	318,308	314,392	360,908	333,733

図 II-9 2017 年度から 2021 年度のボイラーの登録数の推移



内面積 S (ft ²)	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021
$S \leq 10 \text{ ft}^2$	961,653	967,870	1,172,450	1,156,917	1,071,061
$10 \text{ ft}^2 < S \leq 36 \text{ ft}^2$	217,523	260,768	296,996	270,438	284,894
$36 \text{ ft}^2 < S \leq 60 \text{ ft}^2$	53,104	57,772	64,189	65,751	55,082
$60 \text{ ft}^2 < S \leq 100 \text{ ft}^2$	14,183	17,913	19,504	17,234	12,329
$100 \text{ ft}^2 < S$	19,823	25,511	27,110	24,476	19,121
合計	1,266,286	1,329,834	1,580,249	1,534,816	1,442,487

図 II-10 2017 年度から 2021 年度の圧力容器の登録数の推移

表 II-5 米国におけるボイラーと圧力容器に関する規制の行政管区(州、郡、市)

No.	行政管区 (略号)	規則		No.	行政管区 (略号)	規則	
		BL	PV			BL	PV
1	Alabama (AL)	Y	Y	34	North Dakota (ND)	Y	Y
2	Alaska (AK)	Y	Y	35	Ohio (OH)	Y	Y
3	Arizona (AZ)	Y	Y	36	Oklahoma (OK)	Y	Y
4	Arkansas (AR)	Y	Y	37	Oregon (OR)	Y	Y
5	California (CA)	Y	Y	38	Pennsylvania (PA)	Y	Y
6	Colorado (CO)	Y	Y	39	Rhode Island (RI)	Y	Y
7	Connecticut (CT)	Y	N	40	South Carolina (SC)	Y	N
8	Delaware (DE)	Y	Y	41	South Dakota (SD)	Y	N
9	Florida (FL)	Y	N	42	Tennessee (TN)	Y	Y
10	Georgia (GA)	Y	Y	43	Texas (TX)	Y	Y
11	Hawaii (HI)	Y	Y	44	Utah (UT)	Y	Y
12	Idaho (ID)	N	N	45	Vermont (VT)	Y	Y
13	Illinois (IL)	Y	Y	46	Virginia (VA)	Y	Y
14	Indiana (IN)	Y	Y	47	Washington (WA)	Y	Y
15	Iowa (IA)	Y	Y	48	West Virginia (WV)	Y	N
16	Kansas (KS)	Y	Y	49	Wisconsin (WI)	Y	Y
17	Kentucky (KY)	Y	Y	50	Wyoming (WY)	N	N
18	Louisiana (LA)	Y	N	51	Albuquerque, NM	Y	N
19	Maine (ME)	Y	Y	52	Buffalo, NY	Y	Y
20	Maryland (MD)	Y	Y	53	Chicago, IL	Y	Y
21	Massachusetts (MA)	Y	Y	54	Detroit, MI	Y	Y
22	Michigan (MI)	Y	Y	55	Los Angeles, CA	Y	Y
23	Minnesota (MN)	Y	Y	56	Miami, FL	Y	N
24	Mississippi (MS)	Y	Y	57	Miami-Dade County, FL	Y	Y
25	Missouri (MO)	Y	Y	58	Milwaukee, WI	Y	Y
26	Montana (MT)	Y	N	59	New Orleans, LA	Y	Y
27	Nebraska (NE)	Y	Y	60	New York, NY	Y	Y
28	Nevada (NV)	Y	Y	61	Omaha, NE	Y	Y
29	New Hampshire (NH)	Y	Y	62	Puerto Rico	Y	Y
30	New Jersey (NJ)	Y	Y	63	Seattle, WA	Y	Y
31	New Mexico (NM)	Y	N	64	Spokane, WA	Y	Y
32	New York (NY)	Y	Y	65	St. Louis, MO	Y	Y
33	North Carolina (NC)	Y	Y	66	Washington, D.C.	Y	Y

注) BL : ボイラー PV : 圧力容器 / Y : 規則あり N : 規則なし

表 II-6 米国行政管区が要求する NBIC 及び ASME の Code 年版(州、郡、市)

No.	行政管区 (略号)	NBIC		ASME Code	
		Edition	Addendum	Edition	Addendum
1	Alabama (AL)	2017	—	2017	—
2	Alaska (AK)	2017	—	2013	—
3	Arizona (AZ)	2007	—	2007	—
4	Arkansas (AR)	—	—	2004	—
5	California (CA)	—	—	2007	—
6	Colorado (CO)	2017	—	2015	—
7	Connecticut (CT)	1998	2000	Current	Current
8	Delaware (DE)	2019	—	2019	—
9	Florida (FL)	1998	1999	1998	1999
10	Georgia (GA)	2019	—	2019	—
11	Hawaii (HI)	2017	—	2017	—
12	Idaho (ID)	—	—	—	—
13	Illinois (IL)	2019	—	2019	—
14	Indiana (IN)	2015	—	2015	—
15	Iowa (IA)	2019	—	2019	—
16	Kansas (KS)	2007	—	2007	—
17	Kentucky (KY)	Accepted	—	Accepted	—
18	Louisiana (LA)	2004	2005	2004	2005
19	Maine (ME)	2001	2002/2003	2004	—
20	Maryland (MD)	2019	—	2019	—
21	Massachusetts (MA)	2017	—	2017	—
22	Michigan (MI)	2011	—	2010	2011
23	Minnesota (MN)	Current	—	Current	—
24	Mississippi (MS)	—	—	Current	—
25	Missouri (MO)	2007	2008	2007	2008
26	Montana (MT)	—	—	2004	—
27	Nebraska (NE)	2015	—	2015	—
28	Nevada (NV)	2013	—	2013	—
29	New Hampshire (NH)	2015	—	2015	—
30	New Jersey (NJ)	2013	—	2015	—
31	New Mexico (NM)	1998	—	1998	—
32	New York (NY)	Current	—	Current	—
33	North Carolina (NC)	Current	—	Current	—
34	North Dakota (ND)	2019	—	2019	—
35	Ohio (OH)	2017	—	2017	—
36	Oklahoma (OK)	Current	—	Current	—
37	Oregon (OR)	2017	—	2015	—
38	Pennsylvania (PA)	2011	—	2010	2011
39	Rhode Island (RI)	2017	—	2017	—
40	South Carolina (SC)	2017	—	Current	—
41	South Dakota (SD)	2001	—	2001	—
42	Tennessee (TN)	Current	—	Current	—
43	Texas (TX)	Current	—	Current	—

表 II-6 米国行政管区が要求する NBIC 及び ASME の Code 年版(州、郡、市) (続き)

No.	行政管区 (略号)	NBIC		ASME Code	
		Edition	Addendum	Edition	Addendum
44	Utah (UT)	2015	—	2017	—
45	Vermont (VT)	2004	—	—	—
46	Virginia (VA)	2015	—	2015	—
47	Washington (WA)	Current	—	Current	—
48	West Virginia (WV)	2004	2006	2007	—
49	Wisconsin (WI)	2011	—	2010	—
50	Wyoming (WY)	—	—	—	—
51	Albuquerque, NM	Current	—	Current	—
52	Buffalo, NY	—	—	2001	2002
53	Chicago, IL	—	—	2007	—
54	Detroit, MI	—	—	2001	2002
55	Los Angeles, CA	—	—	2001	2002
56	Miami, FL	—	—	2001	2002
57	Miami-Dade Co., FL	—	—	2001	2002
58	Milwaukee, WI	2011	—	2010	—
59	New Orleans, LA	1998	2000	2001	2002
60	New York, NY	1998	2000	1986	—
61	Omaha, NE	2013	—	2013	—
62	Puerto Rico	Current	—	Current	—
63	Seattle, WA	Current	—	Current	—
64	Spokane, WA	2004	—	2004	—
65	St. Louis, MO	—	—	1998	—
66	Washington, D.C.	—	—	2001	2002

表 II-7 米国行政管区が要求する ASME の Code Section(州、郡、市)

No.	行政管区 (略号)	Code Section												
		I	II	IV	V	VI	VII	VIII-1	VIII-2	VIII-3	IX	X	XII	CC
1	Alabama (AL)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N
2	Alaska (AK)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
3	Arizona (AZ)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	N	—	Y
4	Arkansas (AR)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
5	California (CA)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
6	Colorado (CO)	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
7	Connecticut (CT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N	—	Y
8	Delaware (DE)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
9	Florida (FL)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N	—	N
10	Georgia (GA)	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y	—	Y
11	Hawaii (HI)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
12	Idaho (ID)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Illinois (IL)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
14	Indiana (IN)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
15	Iowa (IA)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
16	Kansas (KS)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
17	Kentucky (KY)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	—	Y
18	Louisiana (LA)	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y	N	—	Y
19	Maine (ME)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
20	Maryland (MD)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
21	Massachusetts (MA)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y	—	N

表 II-7 米国行政管区が要求する ASME の Code Section(州、郡、市) (続き)

No.	行政管区 (略号)	Code Section												
		I	II	IV	V	VI	VII	VIII-1	VIII-2	VIII-3	IX	X	XII	CC
22	Michigan (MI)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	Y	N	—	Y
23	Minnesota (MN)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
24	Mississippi (MS)	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	N	N	N	—	Y
25	Missouri (MO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
26	Montana (MT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N	—	N
27	Nebraska (NE)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
28	Nevada (NV)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
29	New Hampshire (NH)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	N
30	New Jersey (NJ)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
31	New Mexico (NM)	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	Y	N	—	N
32	New York (NY)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	—	Y
33	North Carolina (NC)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
34	North Dakota (ND)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	—
35	Ohio (OH)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
36	Oklahoma (OK)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	—	N
37	Oregon (OR)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
38	Pennsylvania (PA)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	N	—	N
39	Rhode Island (RI)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
40	South Carolina (SC)	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
41	South Dakota (SD)	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N	Y	N	—	N
42	Tennessee (TN)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

表 II-7 米国行政管区が要求する ASME の Code Section(州、郡、市) (続き)

No.	行政管区 (略号)	Code Section												
		I	II	IV	V	VI	VII	VIII-1	VIII-2	VIII-3	IX	X	XII	CC
43	Texas (TX)	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	N	Y	Y
44	Utah (UT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
45	Vermont (VT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
46	Virginia (VA)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
47	Washington (WA)	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
48	West Virginia (WV)	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	—	Y
49	Wisconsin (WI)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
50	Wyoming (WY)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	Albuquerque, NM	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N	Y	N	—	Y
52	Buffalo, NY	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	N	N	N	—	Y
53	Chicago, IL	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
54	Detroit, MI	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	N
55	Los Angeles, CA	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	—	Y
56	Miami, FL	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	N	—	Y
57	Miami-Dade Co., FL	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	N	—	Y
58	Milwaukee, WI	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
59	New Orleans, LA	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	N
60	New York, NY	Y	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Y	N	—	Y
61	Omaha, NE	Y	N	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	—	Y
62	Puerto Rico	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y
63	Seattle, WA	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	Y

表 II-7 米国行政管区が要求する ASME の Code Section (州、郡、市) (続き)

No.	行政管区 (略号)	Code Section												
		I	II	IV	V	VI	VII	VIII-1	VIII-2	VIII-3	IX	X	XII	CC
64	Spokane, WA	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
65	St. Louis, MO	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—	N
66	Washington, D.C.	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	—	Y

注 1) Y : 規則要求あり N : 規則要求なし

注 2) 各 Section について

I : Power Boilers

II : Materials

IV : Heating Boilers

V : Nondestructive Examination

VI : Care and Operating of Heating Boilers

VII : Care of Power Boilers

VIII-1 : Pressure Vessels

VIII-2 : Pressure Vessels (Alternate Rules)

VIII-3 : Pressure Vessels (Alternate Rules for High Pressure)

IX : Welding and Brazing Qualifications

X : Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels

XII : Transport Tanks

CC : Code Cases

表 II-8 米国行政管区が要求する NBIC 及び ASME の工場認定(州、郡、市)

No.	行政管区 (略号)	工場認定	
		NBIC	ASME
1	Alabama (AL)	All	All
2	Alaska (AK)	R, VR	All
3	Arizona (AZ)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, UM, UV, UD, U2, U3, UV3, V
4	Arkansas (AR)	R, VR	All
5	California (CA)	None	All
6	Colorado (CO)	R, VR	All
7	Connecticut (CT)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, V
8	Delaware (DE)	R, VR	All
9	Florida (FL)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, V
10	Georgia (GA)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, RP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
11	Hawaii (HI)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, UM, UV, V
12	Idaho (ID)	None	None
13	Illinois (IL)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, RP, S, U, U2, UM, UV, V
14	Indiana (IN)	R	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
15	Iowa (IA)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
16	Kansas (KS)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, UM, V
17	Kentucky (KY)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, PP, S, U, UV, V
18	Louisiana (LA)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, S
19	Maine (ME)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, RP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
20	Maryland (MD)	R	All
21	Massachusetts (MA)	R, VR	H, M, PP, S, U, UM
22	Michigan (MI)	R*	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, V
23	Minnesota (MN)	R, VR	All
24	Mississippi (MS)	VR	A, E, H, HLW, HV, M, S, U, UV, V
25	Missouri (MO)	R, VR	All
26	Montana (MT)	R, VR	A, E, H, HV, S
27	Nebraska (NE)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, V
28	Nevada (NV)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, UM, UV, V
29	New Hampshire (NH)	R, VR	A, H, PP, S, U, UV
30	New Jersey (NJ)	R	All
31	New Mexico (NM)	None	A, E, H, HLW, HV, PP, S, V
32	New York (NY)	R, VR	A, E, H, M, PP, S, U, V
33	North Carolina (NC)	R, VR	All
34	North Dakota (ND)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, RP, S, U, U2, U3, UD, UV, UV3, V
35	Ohio (OH)	R, VR	All
36	Oklahoma (OK)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
37	Oregon (OR)	R, VR	A, H, HLW, PP, S, U, U2, U3, UM, V
38	Pennsylvania (PA)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
39	Rhode Island (RI)	R, VR	All
40	South Carolina (SC)	R	H, HLW, S, U
41	South Dakota (SD)	None	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, V
42	Tennessee (TN)	R, VR	All

表 II-8 米国行政管区が要求する NBIC 及び ASME の工場認定(州、郡、市)(続き)

No.	行政管区 (略号)	工場認定	
		NBIC	ASME
43	Texas (TX)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, UD, U2, UV, V
44	Utah (UT)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, RP, S, U, U2, U3, UM, UV, V
45	Vermont (VT)	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, UM, UV, V
46	Virginia (VA)	R	All
47	Washington (WA)	R, VR	All
48	West Virginia (WV)	R, VR	A, E, M, PP, S, V
49	Wisconsin (WI)	R, VR	All
50	Wyoming (WY)	None	None
51	Albuquerque, NM	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, S, U, UM, UV, V
52	Buffalo, NY	R, VR	H, S, U
53	Chicago, IL	All	All
54	Detroit, MI	None	All
55	Los Angeles, CA	R, VR	A, H, HLW, HV, M, PP, S, U, UM, UV, V
56	Miami, FL	None	None
57	Miami-Dade Co., FL	None	None
58	Milwaukee, WI	R, VR	All
59	New Orleans, LA	R, VR	All
60	New York, NY	R, VR	A, H, HLW, M, PP, S, UV, V
61	Omaha, NE	R, VR	A, E, H, HLW, HV, M, PP, S, U, U2, U3, V
62	Puerto Rico	R, VR	All
63	Seattle, WA	All	All
64	Spokane, WA	R, VR	A, E, H, HLW, M, PP, S, U, U2, UV, V
65	St. Louis, MO	R	H, S, U, U2
66	Washington, D.C.	VR	A, E, H, PP, U
* High-pressure repairs and/or alterations to any boiler			
NBIC Stamping			
R : Repair (design only, metallic or non-metallic repairs and/or alterations, either in the shop only, field only or in both shop and field.)			
VR : Safety Relief Valve Repair			
ASME Stamping			
Section I :			
A : Power Boiler Assemblies		E : Electric Boilers	
M : Miniature Boilers		PP : Pressure Piping	
S : Power Boilers		V : Power Boiler Safety Valves	
Section II : None			
Section IV :			
H : Cast Iron Heating Boilers & Other Heating Boilers			
HLW : Lined Potable Water Heaters		HV : Heating Boilers Safety Valves	
Section V, VI, VII : None			
Section VIII :			
Division 1:			
U : Pressure Vessels		UM : Miniature Vessels	
UV : Pressure Vessels Safety Valves		UD : Pressure Vessels Rupture Discs	

表 II-9 NBBI が承認している New Construction AIA

No.	名称 <国 籍>	検査タイプ								
		ASME								NBIC
		I	IV	VIII-1	VIII-2	VIII-3	X	XI	XII	R
1	ARISE Boiler Inspection and Insurance Company Risk Retention Group <United States>	○	—	○	○	○	○	—	○	—
2	ABSG Consulting Inc., an Affiliate of ABS Boiler & Marine Insurance Company <United States>	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	Alberta Boilers Safety Association (ABSA) Alberta 州から指定された組織 <Canada>	○	○	○	○	○	—	—	—	○
4	APAVE SA <France>	○	○	○	○	○	○	—	—	○
5	Authorized Inspection Associates, LLC <United States>	○	○	○	○	○	○	—	○	—
6	British Engineering Services Ltd. <United Kingdom>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
7	British Columbia Safety Authority British Columbiad 州から指定された組織 <Canada>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
8	Bureau Veritas Inspection and Insurance Company <United States>	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	State of California Department of Industrial Relations, Division of Occupational Safety and Health Pressure Vessel Unit <United States>	○	○	○	○	○	○	—	—	—
10	China Special Equipment Inspection and Research Institute <China>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
11	C&P SRL <Italy>	○	○	○	○	○	○	—	—	○
12	DAMARC Quality Inspection Services, LLC <United States>	○	○	○	○	○	—	—	○	—
13	DNV GL AS <United Arab Emirates>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
14	Factory Mutual Insurance Company <United States>	—	—	—	—	—	—	—	—	○

表 II-9 NBBI が承認している New Construction AIA (続き)

No.	名称 <国 籍>	検査タイプ								
		ASME								NBIC
		I	IV	VIII-1	VIII-2	VIII-3	X	XI	XII	R
15	The Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company <United States>	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16	Intertek Industry Services (Pty) Ltd <South Africa>	○	—	○	○	—	—	—	—	○
17	ICIM S.p.A. <Italy>	○	○	○	○	○	—	—	—	○
18	Korea Authorized Inspection & Research Institute Co., Ltd. <Republic of Korea>	○	○	○	○	○	—	—	○	○
19	KR Hellas Ltd. <Greece>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
20	Lloyd's Register Verification Limited <United Kingdom>	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21	State of New Jersey, Department of Labor and Workforce Development <United States>	○	○	○	○	○	—	—	—	—
22	North Carolina Department of Labor <United States>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
23	Province of Nova Scotia <Canada>	○	○	○	○	○	—	—	—	—
24	Technical Standards and Safety Authority Ontario 州から指定された組織 <Canada>	○	○	○	○	○	—	—	—	○
25	Province of Prince Edward Island <Canada>	○	○	○	○	○	○	—	—	—
26	Regie Du Batiment Du Quebec <Canada>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
27	RINA Services S.p.A. <Italy>	○	○	○	○	—	—	—	—	—
28	Technical Safety Authority of Saskatchewan Saskatchewan 州から指定された組織 <Canada>	○	○	○	○	○	○	—	○	—
29	SGS United Kingdom Limited <United Kingdom>	○	○	○	○	○	○	—	○	○

表 II-9 NBBI が承認している New Construction AIA (続き)

No.	名称 <国 籍>	検査タイプ								
		ASME								NBIC
		I	IV	VIII-1	VIII-2	VIII-3	X	XI	XII	
30	TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG <Germany>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
31	TUV Rheinland AIA Services, LLC <United States>	○	○	○	○	○	○	○	○	—
32	TÜV Thüringen e.V. <Germany>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
33	TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH <Austria>	—	—	—	—	—	—	—	—	○
34	TÜV SÜD Industrie Service GmbH <Germany>	○	○	○	○	○	○	—	○	○
35	Velosi Certification Services LLC An Applus+のグループ会社 <United Arab Emirates>	○	○	○	○	○	○	—	○	○

注) ○ : 対象とする — : 対象外

ASME I : Rules for Construction of Power Boilers

ASME IV : Rules for Construction of Heating Boilers

ASME VIII 1 : Rules for Construction of Pressure Vessels, Division 1

ASME VIII 2 : Rules for Construction of Pressure Vessels, Division 2, Alternative Rules

ASME VIII 3 : Rules for Construction of Pressure Vessels, Division 3, Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels

ASME X : Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels

ASME XI : Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components

ASME XII : Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks

NBIC R : National Board Inspection Code, Repairs and Alterations

表 II-10 Inservice AIA

No.	名称 ＜国籍＞	検査タイプ	
		行政管区要求の供用期間中検査	NBIC 要求の補修、取替の検査
1	ARISE Boiler Inspection and Insurance Company Risk Retention Group ＜United States＞	○	○
2	ABSG Consulting Inc., an Affiliate of ABS Boiler & Marine Insurance Company ＜United States＞	○	○
3	Acuren Inc. ＜Canada＞	○	○
4	American Boiler Inspection Service, Inc. ＜United States＞	○	○
5	Argent Inspections, Inc. ＜United States＞	○	○
6	Anchor Risk Solutions Corp. ＜Canada＞	○	—
7	Arizona State Boiler Inspectors LLC ＜United States＞	○	○
8	Atlantic Services, Inc. ＜United States＞	○	—
9	Authorized Inspection Associates, LLC ＜United States＞	○	○
10	Aviva Insurance Company of Canada ＜Canada＞	○	○
11	B and M Risk Advice Inc. ＜Canada＞	○	○
12	The Boiler Inspection and Insurance Company of Canada ＜Canada＞	○	—
13	Boiler and Pressure Vessel Inspections - Arizona LLC ＜United States＞	○	—
14	Bureau Veritas Inspection and Insurance Company ＜United States＞	○	—
15	CNA ＜United States＞	○	○
16	Canadian Engineering & Inspection Ltd. ＜United States＞	○	—
17	The Cincinnati Insurance Companies ＜United States＞	○	—
18	Chubb Limited ＜United States＞	○	—
19	Comprehensive Mechanical Integrity Services Inc. ＜Canada＞	○	—

表 II-10 Inservice AIA (続き)

No.	名称 <国籍>	検査タイプ	
		行政管区要求の供用期間中検査	NBIC 要求の補修、取替の検査
20	Coastal Inspection Services, Inc. <United States>	○	○
21	DAMARC Quality Inspection Services, LLC <United States>	○	○
22	DNV GL AS <United Arab Emirates>	○	○
23	Encorus Group Engineering, P.C. <United States>	○	—
24	Factory Mutual Insurance Company <United States>	○	○
25	Groupe Conseil en Appareils Sous Pression Inc. <Canada>	○	○
26	GTT OnSET <Canada>	○	○
27	The Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company <United States>	○	—
28	Intact Insurance <Canada>	○	—
29	Insparisk, LLC <United States>	○	○
30	Korea Energy Agency (KEA) <Republic of Korea>	○	—
31	Liberty Mutual Insurance Company <United States>	○	○
32	Lloyd's Register Verification Limited <United Kingdom>	○	—
33	MAC Inspection & Welding Agency, LLC (MIWA) <United States>	○	○
34	RMF Engineering, Inc. <United States>	○	—
35	Royal & Sun Alliance Insurance Company of Canada <Canada>	○	○
36	Sompo International <United States>	○	—
37	Starr Indemnity & Liability Company <United States>	○	—
38	Team Industrial Services <United States>	○	○
39	The Travelers Companies, Inc. and all of its subsidiaries and affiliates <United States>	○	—

表 II-10 Inservice AIA (続き)

No.	名 称 <国籍>	検査タイプ	
		行政管区要求の供用期間中検査	NBIC 要求の補修、取替の検査
40	TUV Rheinland AIA Services, LLC <United States>	○	○
41	VSE Corporation, GLOBAL Division <United States>	○	—
42	Westech Inspection, Inc. <United States>	○	—
43	XL Insurance America, Inc. <United States>	○	○
44	XL Specialty Insurance Company <United States>	○	—
45	Zurich Insurance Company Ltd <Canada>	○	○
46	Zurich Services Corporation <United States>	○	○

注) ○ : 対象とする — : 対象外

表 II-11 公認検査員の種類

No	種類	要求事項
1	Authorized Inspector	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高等学校卒業以上の教育を受けている。 ・ 行政管区、公認検査機関又は OUIO 等の組織に雇用されている。 ・ NB-263 に記載されている必要な教育と経験を満たしている。 ・ NBBI の試験に合格している。 ・ ASME 工場認定を保持している工場又は現地の製造サイトで、ASME コードに従って認定された圧力機器の製造と検査に関する 80 時間以上の実地トレーニングを受けている。ASME 工場認定への共同レビューにオブザーバーとして参加し、研修生としての最大 8 時間は、80 時間のトレーニング要件に含むことができる。 ・ National Board Authorized Inspector Commission コースを完了している。
2	Inservice Inspector	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高等学校卒業以上の教育を受けている。 ・ 行政管区、公認検査機関又は OUIO 等の組織に雇用されている。 ・ NB-263 に記載されている必要な教育と経験を満たしている。 ・ NB-263 に記載されている必要な教育と経験を満たす代わりに、NB-380 に記載されている National Board Inservice Inspector Training Program を完了している（このプログラムは、800 時間の指導を受けた実地検査トレーニングと、NBBI の The National Board Inservice Commission コースの完了を組み合わせたもの）。 ・ NBBI の試験に合格している。
3	Repair Inspector	<ul style="list-style-type: none"> ・ Inservice Inspector の資格を有する者が、工場又は現地で、NBIC に準拠した修理／改造の検査に関する 80 時間以上の実地トレーニングを受けている。National Board Certificate of Authorization の共同レビューにオブザーバーとして参加し、研修生としての最大 8 時間は、80 時間のトレーニング要件に含むことができる。 ・ Authorized Inspector の資格を有する者が、工場又は現地で、NBIC に準拠した修理／改造の検査に関する 40 時間以上の実地トレーニングを受けている。Board Certificate of Authorization の共同レビューにオブザーバーとして参加し、研修生としての最大 4 時間は、40 時間のトレーニング要件に含むことができる。 ・ National Board Repair Inspector コースを完了している。
4	Authorized Inspector Supervisor	<ul style="list-style-type: none"> ・ Authorized Inspector として、ASME コードの規定に基づいて、検査などの ASME BPV コード関連の作業に 2 年間以上従事しているか、又は ASME コードに基づく工場検査の管理に 2 年間以上従事している。 ・ National Board Inspector Supervisor コースを完了している。
5	Owner-User Inspector Supervisor	<ul style="list-style-type: none"> ・ Inservice Inspector としての 2 年以上の経験がある。 ・ Owner-User Inspection Organization によって雇用される。 ・ National Board Inspector Supervisor コースを完了している。

表 II-12 AIに要求される主要な知識

1. AIの責任と義務

以下への RCI-1 及び ASME QAI-1 の知識

- ・公認検査機関 (Authorized Inspection Agencies)
- ・公認スーパーバイザー (Authorized Inspector Supervisors)
- ・公認検査員 (Authorized Inspectors)

2. ボイラーと圧力容器の種類と用語

ボイラーと圧力容器のタイプ及びそれらに対応する部品を識別する能力

3. コードの構成と内容

ASME のボイラー及び圧力容器コードブックの構成の理解、コードブック及び関連ドキュメント内の適切な要件を見つける能力

4. 品質管理システム

以下によって定義される品質管理システム要素の知識と理解

- ・ ASME BPV Code Section I, Appendix A-301
- ・ ASME BPV Code Section IV, Appendix F
- ・ ASME BPV Code Section VIII, Div. 1, Appendix 10

5. 設計

Power boiler、Heating boilers、Boiler external piping 及び Pressure vessels に適用可能な設計規則と公式に精通している必要がある。

一般的な設計には、次のルールが含まれる。

- ・シェルとドラム
- ・配管、ヘッダー、ノズル
 - －形成された平板
 - －ブレースとステーの表面
 - －溶接サイズ
- ・ノズル補強
- ・プレハブ又はあらかじめ作成された圧力部品
- ・フランジ
- ・継手効率
- ・リガメント効率

6. 材料

以下に適用される規則に基づいて材料の受け入れを決定する能力

- ・ ASME コードの建設セクション
- ・製品形状に基づく寸法公差
- ・マーキングと許可されたマーキング方法
- ・圧力部品と非圧力部品
- ・ ASME 規格以外の規格で製造された材料
- ・欠陥のある材料の補修

表 II-12 AIに要求される主要な知識（続き）

- ・材料認証

7. 製造

以下を含む製造要件への準拠を判断する能力

- ・準拠する一般的な製造規則
 - －カッティングとエッジ
 - －冷間成形の制限
 - －円筒形、円錐形、球形のシェルの真円度の制限
 - －形成されたヘッドの公差
 - －ラグとフィッティングアタッチメント
 - －ねじ山付きステー用の穴
 - －チューブ用の穴
- ・管理する溶接製造規則
 - －責任
 - －許可された溶接プロセス
 - －手順の資格要件
 - －溶接士及び溶接オペレータの資格要件
 - －溶接面のクリーニング
 - －アライメント公差
 - －ピンホール
 - －完成した溶接継手
 - －すみ肉溶接
 - －溶接欠陥の補修
 - －ピーニング
 - －溶接金属表面

8. 非破壊試験（NDE）

以下を含むNDEの要件を決定する能力

- ・NDEが必要な場合
- ・許可されているNDE方法
- ・個々のNDE方法の利点と制限
- ・手順の資格要件
- ・NDE員の資格要件
- ・NDEレポートの要件

9. 試験と熱処理

次の試験と熱処理の要件、及び可能な免除と代替案に精通している必要がある。

- ・衝撃試験
- ・熱処理
- ・耐圧試験

表 II-12 AIに要求される主要な知識（続き）

10. 測定及び試験装置（M&TE）の校正

以下の作業標準とマスター標準を含む M&TE の校正の要件の理解

- ・キャリブレーション頻度
- ・キャリブレーション方法
- ・精度
- ・マスタースタンダード
- ・識別
- ・記録

11. データレポートとスタンピング

特定のタイプの建設に適用されるデータレポート及び関連するスタンピング要件を決定する能力

12. 記録保持

ASME BPV Code Section I、IV 及び VIII に適用されるレコード保持要件を決定する能力

表 II-13 Inservice Inspector に要求される主要な知識

1. 供用期間中検査

NBIC Part 2 検査に概説されている、圧力保持アイテムの供用期間中検査の要件に精通している必要がある。これには、内部／外部検査要件、安全及び隔離された空間への立ち入り要件及び劣化に関する知識が含まれる。

2. ボイラーと圧力容器の種類と用語

ボイラーと圧力容器のタイプ及びそれらに対応する部品を識別する能力

3. 劣化又は故障の原因となる状態

以下を含む、圧力保持アイテムに対する運転の影響を識別及び理解する能力

- ・腐食と劣化の種類
 - －水による腐食
 - －プロセス流体による腐食
 - －水素による劣化
 - －応力腐食割れ
 - －大気腐食及び製造中の腐食
 - －エロージョン及びエロージョンコロージョン
 - －他の種類の腐食
- ・損傷メカニズム
 - －機械的及び熱的な課題
 - －高温の課題
- ・腐食の計算
 - －腐食速度の決定
 - －腐食平均
 - －分散したピitting
 - －溶接部から離れた表面
 - －皿型ヘッドの中央部分の腐食
 - －推定残存寿命と腐食速度

4. 設置

以下の要件を含む、圧力保持アイテムの設置に関する一般的な要件を特定して理解する能力

- ・蒸気／温水暖房ボイラー
- ・給湯ボイラー
- ・飲料水ヒーター
- ・圧力容器
- ・配管
- ・電力／暖房ボイラー
 - －機器の要件
 - －ソース要件
 - －排出要件
 - －オペレーティングシステム
 - －コントロールとゲージ

表 II-13 Inservice Inspector に要求される主要な知識 (続き)

ー圧力逃し弁

5. コード計算

再評価と残存寿命に適用される計算を実行する能力

例えば

- ・内圧下のコンポーネント
 - ーチューブ、配管、ドラム、シェル、ヘッダー、ヘッドなどのアイテムの最小必要厚さ又は最大許容使用圧力 (MAWP) の計算
- ・静的なヘッド計算
 - ー容器 MAWP と容器コンポーネント MAWP の違い
 - ー容器コンポーネントの静的ヘッド圧力
 - ー任意の容器コンポーネントの全圧 (MAWP+静的ヘッド)
- ・残存寿命と検査間隔の計算
 - ー金属損失 (腐食の平均化を含む)、腐食速度、残りの耐用年数及び検査間隔の計算

6. 非破壊試験

圧力保持アイテムの設置と供用期間中検査のための検査と試験を実行するための要件とガイドラインを定義し、理解する能力

次の非破壊検査方法の原則を定義し、理解する能力

- ・放射線透過試験
- ・超音波探傷試験
- ・磁粉探傷試験
- ・浸透探傷試験
- ・目視試験

7. 圧力試験

圧力保持アイテムの設置と供用期間中検査のための検査と試験を実行するための要件とガイドラインを定義し、理解する能力

次のようなさまざまな圧力テストの方法と原則を定義して理解する能力

- ・液圧試験
- ・空気圧試験
- ・リーク試験
- ・真空試験

8. 圧力逃がし装置

以下を含む、圧力装置の設定圧力及び逃がし能力要件を定義及び理解する能力

- ・アプリケーションと制限
- ・圧力と容量の設定
- ・設定圧力と許容偏差
- ・不適切なパフォーマンスの原因
- ・検査と頻度決定の理由
- ・検査及びテストサービス手順

表 II-13 Inservice Inspector に要求される主要な知識 (続き)

- ・保守検査の安全慣行

9. 制御及び安全装置

以下を含む、コントロールとデバイスを定義及び理解する能力

- ・燃料系
- ・水系
- ・火系
- ・リミットスイッチとデバイスタイプ
- ・レベルインジケータ

1.4 過去の事故・トラブル実績の調査・分析・整理

1.4.1 電気保安統計の分析・整理

電気保安統計から過去の事故・トラブル実績を設備毎に分析した。電気保安統計は、電気関係報告規則第2条（定期報告）及び原子力発電工作物に係る電気関係報告規則第2条（定期報告）に基づき、電気事業法第38条第4項各号に掲げる事業を営む者から経済産業大臣に提出された電気保安年報及び電気関係報告規則第3条（事故報告）に基づき、自家用電気工作物を設置する者から経済産業大臣又は電気工作物の設置場所を管轄する産業保安監督部長に提出された電気事故報告の件数がまとめられたものである。以下では、前者を事業用と呼び後者を自家用という。本調査では、平成12年（2000年）から電気事故の種類毎の件数の推移を集計し、主に設備・機器の破損に着目して被害箇所や原因を分析した。

なお、電気保安統計における発電支障の扱いは平成28年（2016年）から変更されており、平成27年（2015年）以前は「水力発電所に属する容量5万キロボルトアンペア以上の発電機又は火力発電所若しくは原子力発電所に属する容量15万キロボルトアンペア以上の発電機が、当該発電所の電気工作物の故障、損傷、破壊等により3時間以上運転を停止した事故」であり、平成28年（2016年）以降は、「電気関係報告規則第3条に規定する事故」である。

図 II-11 は、水力発電設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、水力発電設備の事故件数の大半（90%以上）は事業用である。事故種類は、大部分が電気工作物の破損であり、その半数が主要な電気工作物であり、被害箇所は水車、取水設備である。事故の原因としては、水害といった自然災害や自然劣化である。事故件数全体の推移は、自然災害の影響による多少の増減はあるものの、ここ数年間は100件弱でほぼ横ばいと言える。

図 II-12 から図 II-14 は、火力発電設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。図 II-12 は事業用及び自家用の合計であり、全体の事故件数はここ数年間では年間120件前後で横ばいと言える。火力発電設備の事故件数は事業用と自家用ので推移の傾向が異なるため、各々図 II-13 及び図 II-14 に分けて分析する。事業用の事故件数の推移は、数年前までの80件前後での横ばいから近年は減少し50件弱で横ばいとなっている。一方、自家用は50件から90件前後で横ばいで推移し2019年度は90件程度であった。事故の種類も事業用と自家用で傾向が異なり、事業用では電気工作物の破損事故の比率は1/3～1/4程度であり大半は発電支障や供給支障事故であった。自家用は大部分が主要な電気工作物の破損事故であった。表 II-14 は、火力発電設備の事故被害箇所毎の事故件数の推移である。表中の分母は主要な電気工作物の破損の件数を、分子は当該被害箇所の件数である。主要な電気工作物の破損の被害箇所は、汽力発電設備ではボイラー及び蒸気タービンの破損、ガスタービン発電設備ではタービン翼の破損（表中ではその他に分類）が主であった。破損の原因は設備不良及び保守不良であり、事業用及び自家用ともに破損箇所及びその原因に差異は無かった。

図 II-15 は太陽光発電設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。

件数は事業用及び自家用の合計であるが、太陽光発電設備の事故件数の大半（95%以上）は自家用である。事故件数全体の推移は増加傾向である。事故種類は、大部分が主要な電気工作物の破損であり、主な事故の原因と被害箇所は、自然災害によるパネル及び架台の破損、設備不良によるパワーコンディショナー（PCS:Power Conditioning System）であった。

図 II-16 は風力発電設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、近年の風力発電設備の事故件数の大半（90%以上）は自家用である。事故件数全体の推移は、増減はあるものの年間 40 件程度で横ばいである。事故種類は、大部分が主要な電気工作物の破損であり、主な事故の原因と被害箇所は、自然災害（風雨）及び保守不良による風車の破損、設備不良による電気設備の破損であった。

図 II-17 は変電設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、事故件数の大半（95%以上）は事業用である。事故件数全体の推移は、自然災害の影響により増減はあるものの年間 100 件程度で横ばいと言える。事故種類は、大部分がその他の電気工作物の破損及び供給支障であり、主な電気工作物の破損被害箇所は変圧器、遮断器及び回路、事故の原因は自然災害及び設備・保守不良であった。

図 II-18 は送電線路及び特別高圧配電線路のうち架空設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、ほぼ（99%以上）事業用である。事故件数全体の推移は、自然災害の影響により大きく増加する年度もあるが、近年の事故件数は増加傾向と言える。事故種類は、大部分がその他の電気工作物の破損及び供給支障であり、事故の状況は接地や短絡、原因は自然災害（風雨）が主であった。

図 II-19 は高圧配電線路のうち架空設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、ほぼ（99%以上）事業用である。前述の送電線路及び特別高圧配電線路と同様に、事故件数全体の推移は、自然災害の影響により大きく増加する年度もあるが、近年の事故件数は増加傾向と言える。事故種類は、大部分がその他の電気工作物の破損及び供給支障であり、事故の状況は接地や短絡、原因は自然災害（風雨）が主であった。

図 II-20 は需要設備の事故件数の推移を事故の種類毎に示したグラフである。件数は事業用及び自家用の合計であるが、大部分（95%以上）が自家用である。事故件数全体の推移は、減少傾向であったが、近年は横ばいと言える。事故の種類は、感電死傷が10%程度あるものの、大部分がその他の電気工作物の破損及び供給支障であり、被害箇所はケーブル、原因は保守不備（自然劣化）であった。

ここに示した事故の実績調査・分析結果は、後述する制度見直しの検討で考慮する。

水力 事業用+自家用
(ほぼ(90%以上)事業用)

出典：電気保安統計

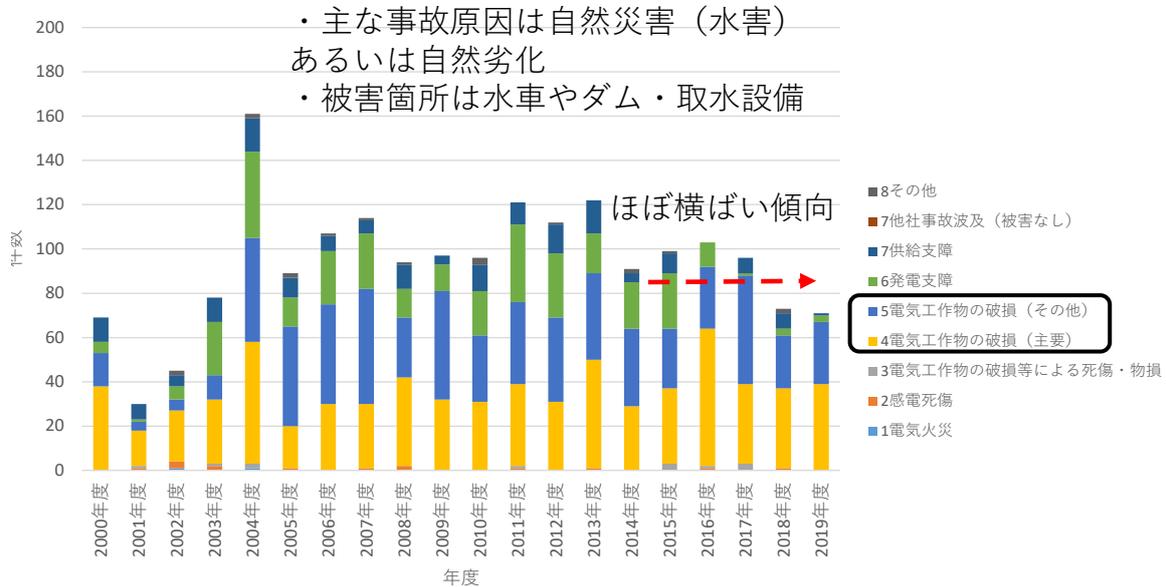


図 II-11 水力発電設備の事故件数の推移(事業用及び自家用)

火力 事業用+自家用
(近年は半数以上が自家用)

出典：電気保安統計

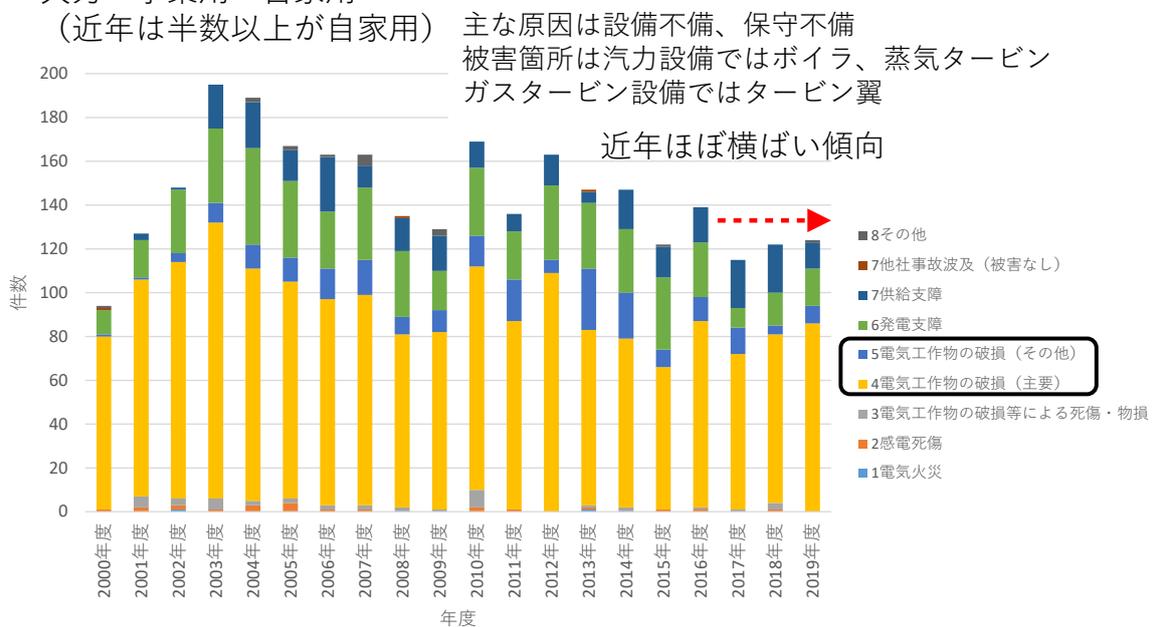


図 II-12 火力発電設備の事故件数の推移(事業用及び自家用)

火力 事業用

出典：電気保安統計

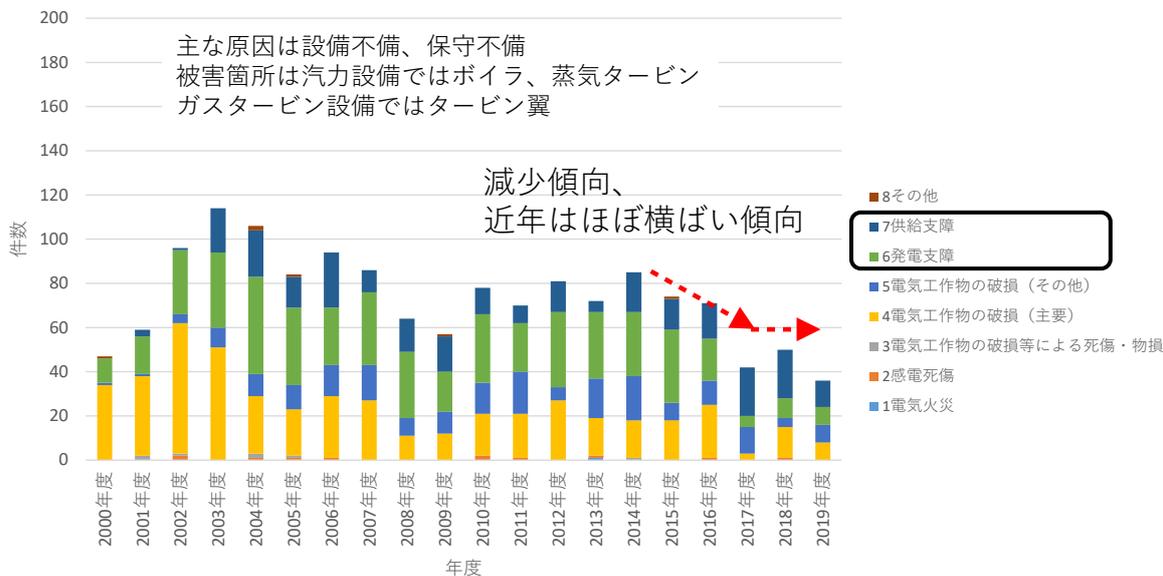


図 II-13 火力発電設備の事故件数の推移(事業用)

火力 自家用

出典：電気保安統計

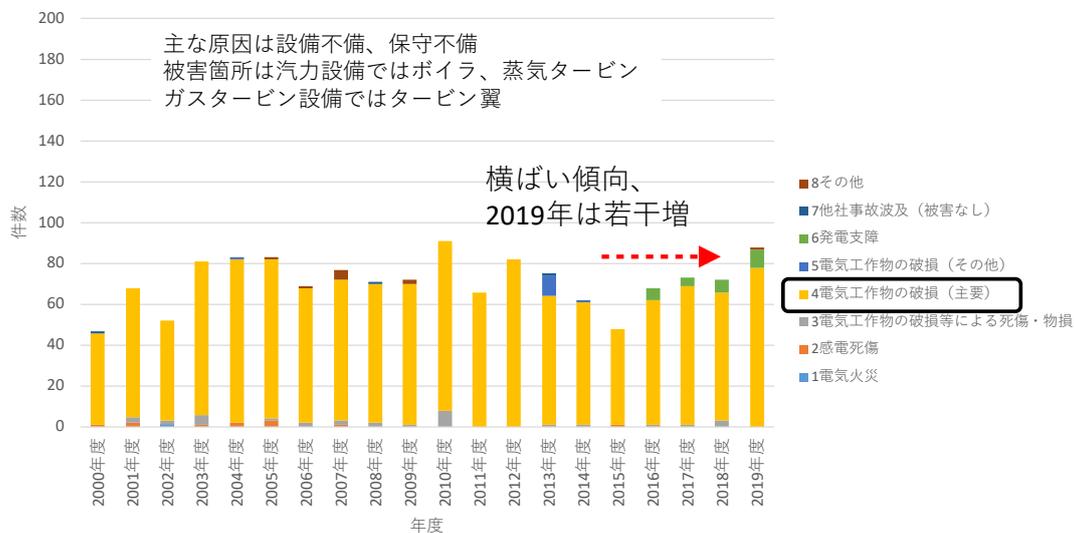


図 II-14 火力発電設備の事故件数推移(自家用)

表 II-14 火力発電設備の事故被害箇所毎の事故件数の推移

設備及び事故被害箇所			平成 28 年度 (2016 年度)	平成 29 年度 (2017 年度)	平成 30 年度 (2018 年度)	令和元年度 (2019 年度)
事業用	汽力	ボイラー	9/18	3/5	6/10	3/8
		蒸気タービン	2/18	1/5	3/10	1/8
		その他	7/18	1/5	1/10	4/8
	ガスタービン	空気・ガス圧縮機	1/7	2/8	0/3	0/1
		その他	6/7	6/8	3/3	1/1
自家用	汽力	ボイラー	56/62	45/52	48/57	61/68
		蒸気タービン	3/62	6/52	9/57	6/68
		その他	3/62	1/52	0/57	1/68
	ガスタービン	空気・ガス圧縮機	2/2	0/7	1/6	2/8
		その他	0/2	7/7	5/6	4/8

分母は電気工作物の破損の件数、分子は当該箇所の事故件数を示す。

太陽光 事業用+自家用
(ほとんどが(95%以上)自家用)

出典：電気保安統計

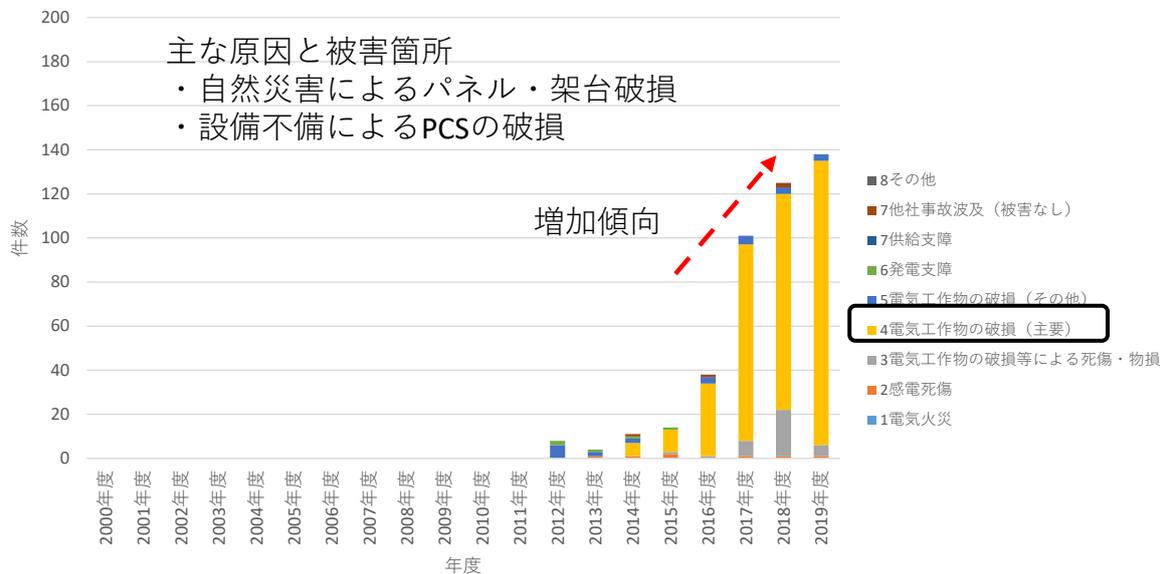


図 II-15 太陽光発電設備の事故件数推移(事業用及び自家用)

風力 事業用+自家用
(近年はほぼ(90%以上)自家用)

出典：電気保安統計

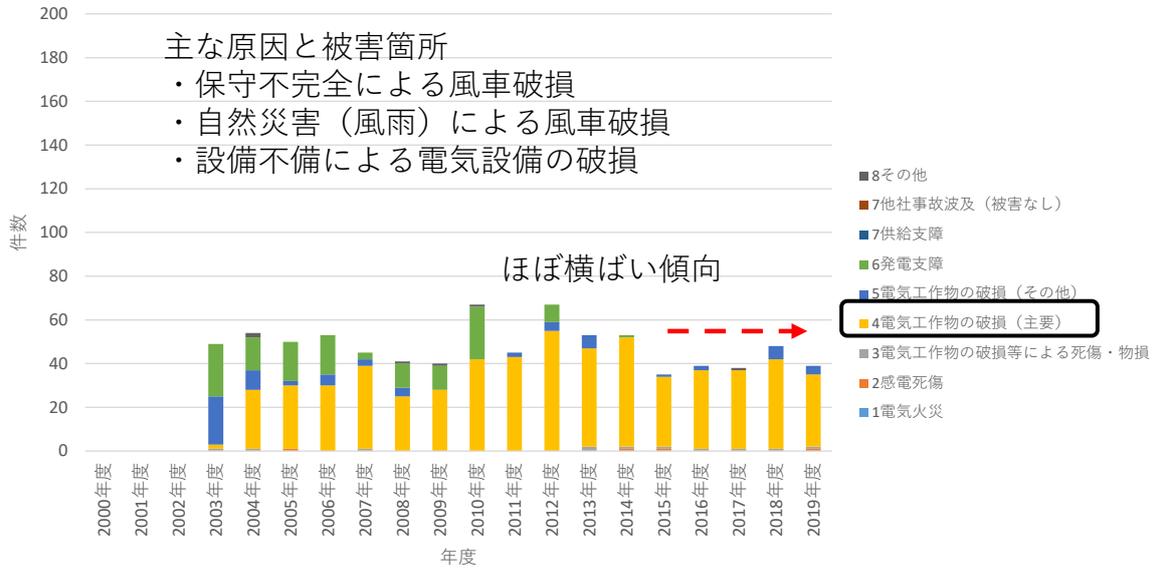


図 II-16 風力発電設備の事故件数推移(事業用及び自家用)

変電 事業用+自家用
(ほとんどが(95%以上)事業用)

出典：電気保安統計

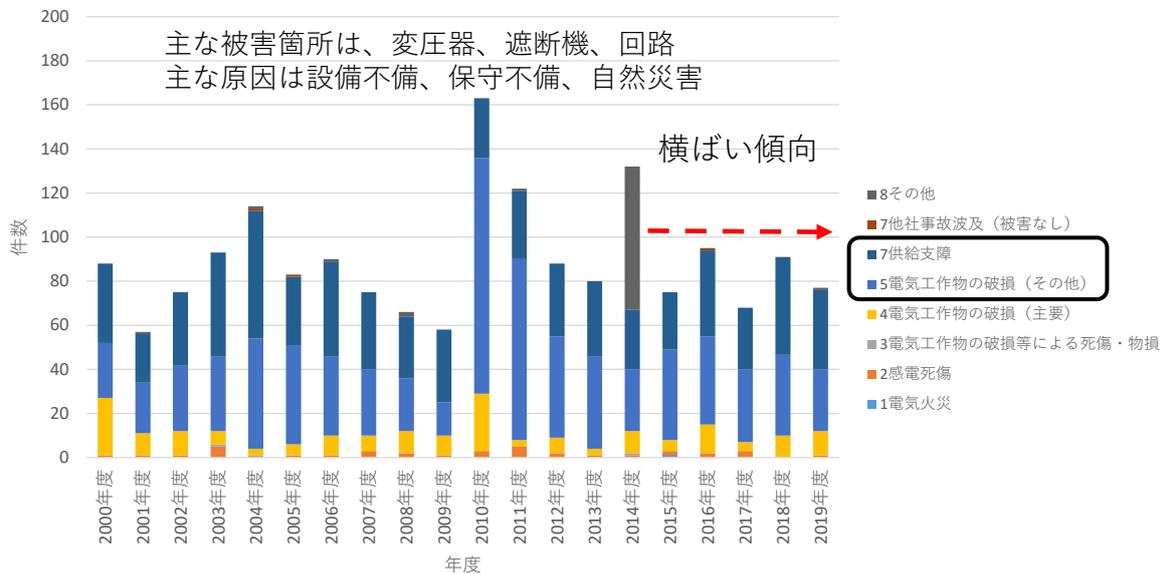


図 II-17 変電設備の事故件数推移(事業用及び自家用)

送電線路、特別高圧配電線路（架空）
事業用+自家用（ほぼ全て（99%以上）事業用）

出典：電気保安統計

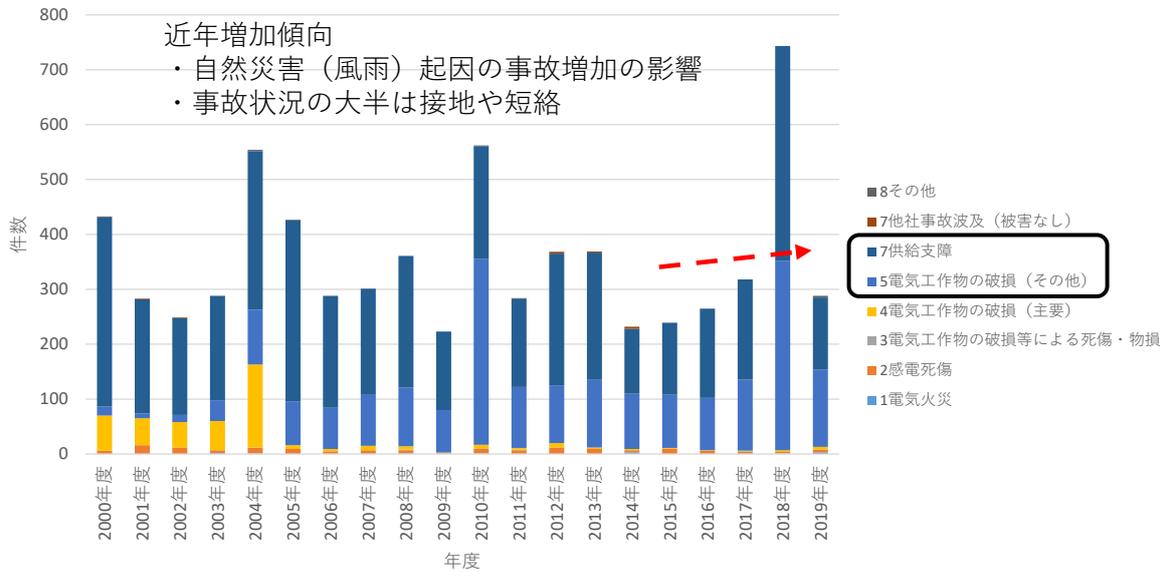


図 II-18 送電線路及び特別高圧配電線路(架空)の事故件数推移(事業用及び自家用)

高圧配電線路（架空）
事業用+自家用（ほぼ全て（99%以上）事業用）

出典：電気保安統計

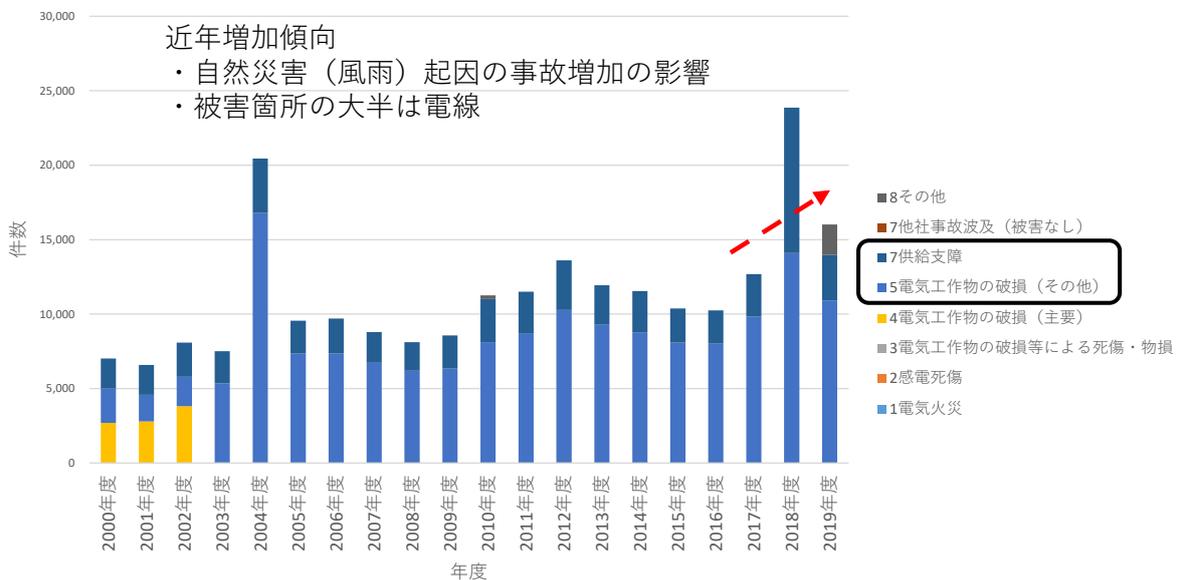


図 II-19 高圧配電線路(架空)の事故件数推移(事業用及び自家用)

需要設備 事業用+自家用
 (ほとんどが(95%以上)自家用)

出典：電気保安統計

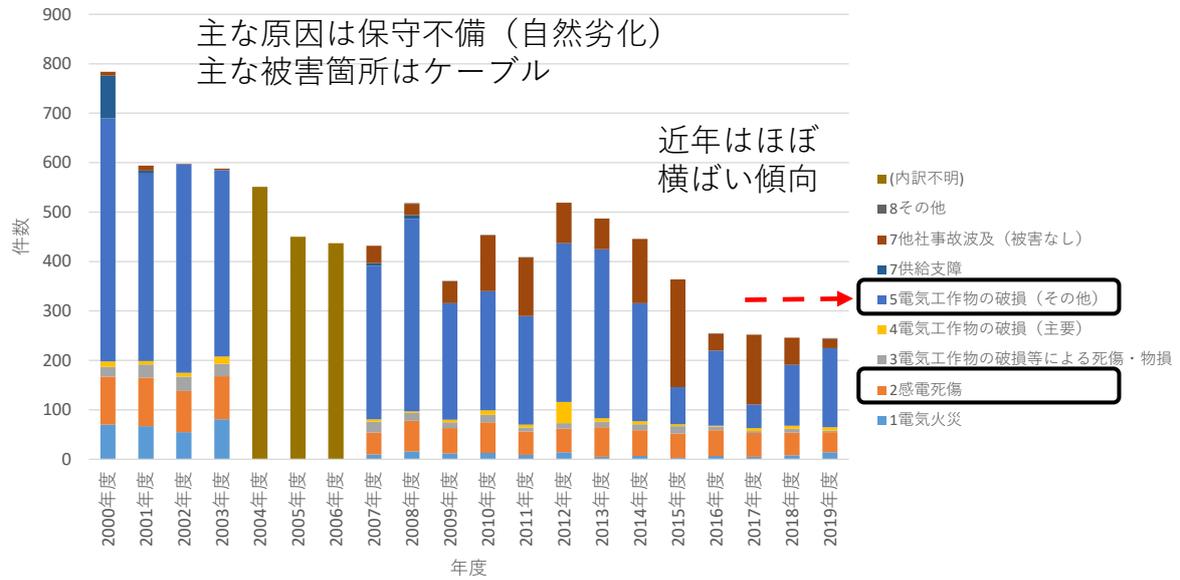


図 II-20 需要設備の事故件数推移(事業用及び自家用)

1.4.2 設備利用率の推移

事故・トラブルに関連するデータとして、火力発電設備の定期事業者検査周期の見直しに資する知見の一つとして、設備利用率の推移を調査した。図 II-21 は、経済産業省資源エネルギー庁が公開している電力調査統計から 2004 年度から 2015 年度までの旧一般電気事業者火力発電設備の設備利用率のデータを整理したグラフである。従来、火力発電設備は、いわゆるベースロード電源（例えば石炭火力）からミドル電源（LNG 等）、ピーク電源と多様な役割を担ってきたが、東日本大震災（2011 年 3 月）以降ベースロード電源の役割を担うようになり設備利用率が上昇している。近年は、再生可能エネルギーの調整力としての役割が一層高まり、設備利用率が低下していると考えられる。今後、運用環境の変化による事故・トラブルが顕在化する可能性が考えられる。

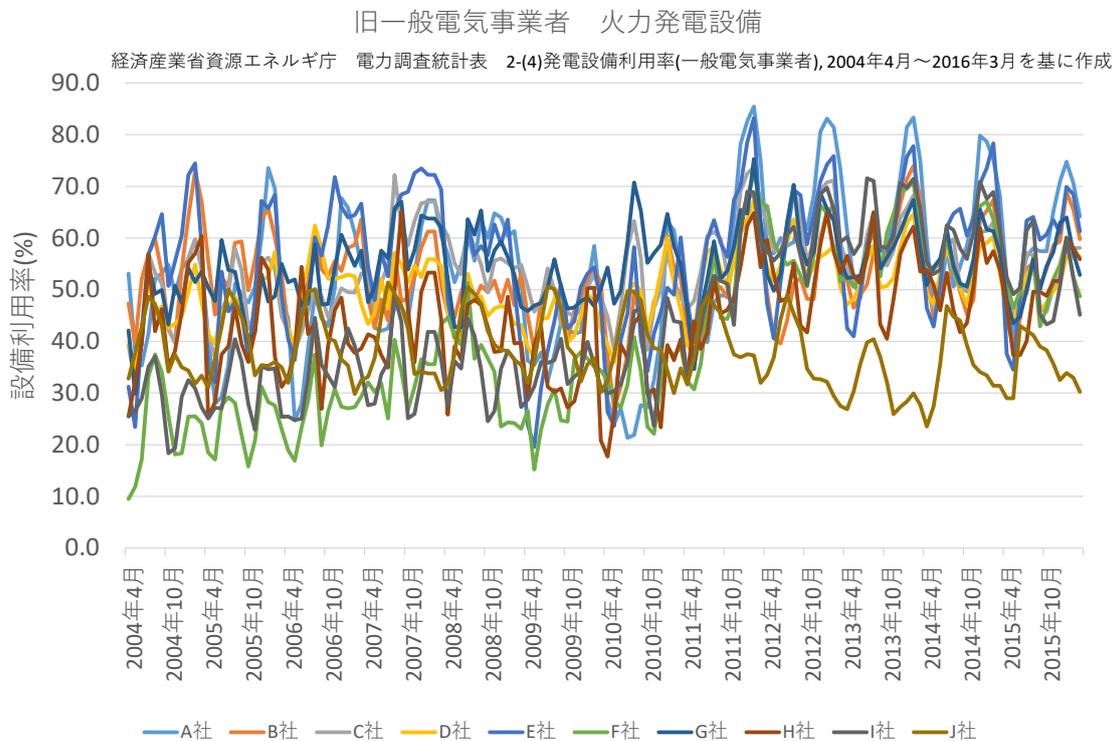


図 II-21 旧一般電気事業者の火力発電設備の設備利用率の推移

1.5 ヒアリング等による優良事例の調査

a) ヒアリング調査の概要

火力発電設備の定期安全管理審査におけるシステム S 取得事業者から、保守管理の取組に係る優良事例をヒアリング調査した。また、第 1 回及び第 2 回委員会でもオプザーバーに協力をしていただき、高度な保守管理の取組事例を紹介していただいた。

b) ヒアリング調査方法

システム S を取得している設置者の中から 6 社に協力をしていただき、あらかじめ質問事項を送付し、訪問あるいは WEB 会議でヒアリングを実施した。ヒアリングの時間は 1 時間から最大で 2 時間とした。ヒアリング調査の期間は 2021 年 9 月から 12 月の 3 か月間、ヒアリングの項目を以下に示す。

- ・ 日常保守管理の体制
- ・ 異常、事故防止等への対応（水平展開を含む）
- ・ 保守管理の取組の成果（具体例、代表例）
- ・ 保守管理の取組に当たり導入した技術、技術者の力量・経験の向上等の事例
- ・ 今後、導入を検討している技術
- ・ 保守検査の取組の今後の方針（例 CBM や IoT 等）
- ・ 定期事業者検査周期や安全管理審査制度に対する意見、在り方 等

c) ヒアリング調査結果の概要

ヒアリング調査結果のうち、保守管理体制・方法に関する主要な項目を以下に示す。これらの項目及び第 1 回及び第 2 回委員会で紹介していただいた優良事例から、システム S を取得した設置者には、審査基準を越えて高度な保安力を有し、自主裁量による保安が可能な設置者が存在していることが確認された。

- ・ IoT によるプラントデータのモニタリング（遠隔監視）、データ分析等による運転状態の可視化、発電効率管理 等
- ・ AI を用いた運転最適化 等
- ・ IoT や専用監視盤による異常予兆の監視・管理
- ・ ドローン、ロボット、3D 計測技術等の点検への活用
- ・ 不具合情報の共有による暗黙知の見える化、他社の不具合情報の分析（トラブルの未然防止）等
- ・ トラブル対応の訓練（シミュレータ活用）等
- ・ 人材育成／開発センターでの訓練に加えて、ブラザーシスター制度の活用 等

具体的な保守管理の方法について整理した結果を図 II-22 に示す。図中の、IoT（プラントの運転状態等のデータを ICT で収集管理）と AI 技術は、ほとんどの設置者で導入されていた。また、遠隔あるいは広域の監視にドローン活用が進んでおり、後述するメーカーやエンジニアリング会社の動向と同様に設置者への導入も進んでいる模様で

ある。CBM(状態監視保全)やRBM(Risk Based Maintenance, リスクに基づく保守管理)は各1件であったが、CBMについては余寿命予測も広い意味では状態監視保全でありそれらも含めると複数社で導入されていた。同様に、RBMも機器毎に重要度を考慮して保全を最適化している事例を含めると複数社で技術導入が行われていた。

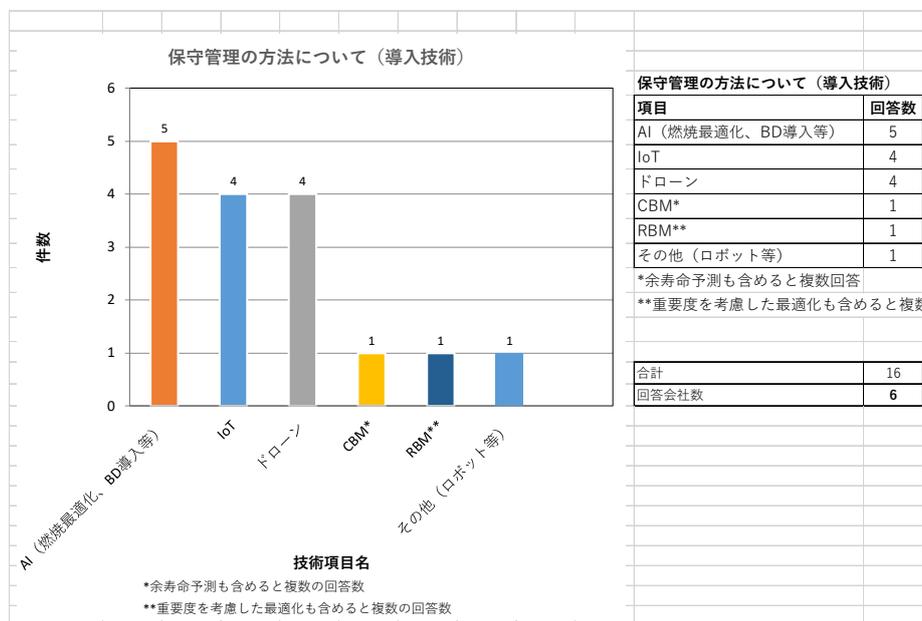


図 II-22 保守管理方法に関するシステム S 取得設置者からのヒアリング調査結果

1.6 検査周期見直しにおける参考事例や要件整理

1.6.1 労働安全衛生法に基づくボイラーと電気事業法に基づくボイラーの比較

「ボイラー等に係る開放検査周期の延長当検討事業」の調査報告書（以下、“調査報告書”という。）から火力発電設備の定期事業者検査周期の見直し検討において参考となる事例や要件を整理するが、それに先立ち、労働安全衛生法に基づくボイラー（以下、労基対象ボイラーという。）及び電気事業法に基づくボイラー（以下、電事対象ボイラーという。）の用途や仕様等を比較する。表 II-15 に電事対象ボイラーと労基対象ボイラーの主要な項目の比較結果を示す。この様な相違点を踏まえて、“調査報告書”の検査周期に関する内容を調査・整理する。

表 II-15 電事対象ボイラーと労基対象ボイラーの主要な項目の比較

項目	電事対象ボイラー	労基対象ボイラー
蒸気を作る目的	発電(蒸気タービンの駆動)	動力、加熱、乾燥、洗浄、暖房、発電等 多様な目的
ボイラーの形式 (代表例)	大型:貫流ボイラー 中型:強制循環ボイラー	主に自然循環ボイラー
燃料の種類 (代表例)	燃料の種類は限定 (石炭、重油、ガス)	燃料の種類は多様 (石炭、重油、ガス、残渣油、石油コークス、木屑等)
運用の形態	主に負荷調整用 (起動停止回数が多い)	主に一定負荷運用 (起動停止回数が少ない)
設置場所 (代表例)	事業用:主に海岸沿い 家用:工場等に隣接	多様な場所(工場に隣接、ビルや大規模施設内等)
蒸気温度 (代表例)	おおむね約 300℃～600℃程度 (事業用の大型は 593℃以上)	おおむね 180℃以下 (通常 100℃超)
最高使用圧力 (代表例)	おおむね 2 MPa～30 MPa 程度 (事業用の大型は 24.1 MPa 以上)	おおむね 1 MPa 以下 (通常 0.1 MPa 超)
定期事業者検査／開放検査の周期	2年 (システム A:最大4年) (システム S:最大6年)	性能検査:1年 開放検査周期認定制度により最大12年(2年、4年、6年、8年の区分)、ただし運転時検査又は停止時検査は毎年実施
検査・審査の方法	設置者が定期事業者検査を実施し、その体制や検査方法等を安全管理審査し、最終的には国が確認(評定)。	登録性能検査機関が検査を実施

1.6.2 “調査報告書”の分析

“調査報告書”の目的は、開放検査周期認定制度において当時最大8年とされてい

たものを、最大 12 年とする認定基準を検討することであり、最大 12 年とする技術要件を検討するとともに、12 年を超える周期の検討に資するための要件として状態監視保全（CBM: Condition Based Maintenance）や自主検査導入を念頭におき、その問題点や課題を整理することである。ここでは、最大 12 年とする技術要件と 12 年超の検討状況について分析・整理する。

a) 最大 12 年とする技術要件

1) 検討の方向性

“調査報告書”では、技術的要件の検討の方向性として、現行の 2 年、4 年、6 年又は 8 年の区分に 12 年という区分を追加するという前提で、12 年の要件が検討された。また、高圧ガス保安法では、既に認定保安検査実施者制度、特定認定事業者制度において開放検査の最大間隔が 12 年とされていること、高圧ガス保安法で耐圧性能が要求される容器は第一種圧力容器と同様のものが多いと考えられること等から、高圧ガス保安法上の制度の認定の要件等を参考に検討された。

2) 高圧ガス保安法の制度との比較

高圧ガス保安法の制度を参考にするため、高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定基準（KHK/PAJ/JPCA S 0851(2014)）の規定事項と開放検査周期認定要領の要件を対比して技術要件が検討された。検討では、開放検査周期を 12 年に延伸する際には、余寿命の確保が重要である点が抽出された。

3) 開放検査周期 12 年の要件

開放検査周期を 12 年に延伸する際の技術的要件及び管理の要件として、8 年の要件に対して以下の項目が追加された。

① リスクアセスメント及びその結果に基づく措置の実施（項目の追加）

② 対象ボイラー等の制限（項目の追加）

特定の損傷以外の損傷が生じるおそれがないものに限定され、特定の損傷以外の損傷が発見された場合は認定の対象から除外される。

③ 経年損傷の防止策

開放検査周期が最大 12 年になることに応じて内容を一部見直し。

④ 余寿命の評価

余寿命の評価に関する基準が整備され、当該基準に基づいて評価が行われること。また、余寿命の評価に当たる組織が確立され、必要な知識・経験を有する者により評価が実施されるようになっていること、を要求。

⑤ 変更の管理（項目の追加）

⑥ 自主検査

開放検査周期が最大 12 年になることに応じて内容を一部見直し。

⑦ 要員管理（項目名の変更）

8年までは教育訓練であったものが要員管理の名称になり、開放検査周期が最大12年になることに応じた項目が明記された。

運転、検査、保全の要員、余寿命の評価に当たる要員、各種基準類を作成する要員等の関係要員の要件、教育訓練の必要性及び教育訓練の基準が明確にされ、当該基準等に基づいて教育・訓練計画の立案・実施を含む要員管理が実施されていること、が要求。

⑧ 記録の管理

開放検査周期が最大12年となることに応じ、自主検査記録、余寿命評価に関する記録等の作成、取扱い及び保管に関する管理の基準が定められ、当該基準に基づいて実施されていること、が要求。記録の保存期間は13年間以上。

b) 最大12年とする検討方針に対する事業場の意見

開放検査周期の延長についての事業場からの意見として、長期非開放とすれば開放の機会が減少するので、開放することによる負担が減る、開放のための作業によるリスクが低減できる等のメリットがあるとの回答があり、多くの事業場で延伸を考えると記載されている。

開放検査周期を延長した場合の問題点として運転条件変更等による減肉速度の変化や技術伝承の不足等が指摘されているが、これまでの実績等から対処可能であり、12年でも問題はないとする事業場がほとんどのようである、ということであった。

c) CBM 導入・活用に当たっての課題等

前回開放検査から12年を超える開放検査を可能とするための要件としてCBMを導入することを念頭に、考えらえるCBMの導入等に係る課題、問題点等として以下のことが挙げられていた。

1) 導入の意義・効果

- ・ CBMの導入による効果は何か。
- ・ 導入により安全性は維持・向上するか。

2) 技術的課題

(1) 損傷、故障等の把握の技術

- ・ 機器本体、附属設備等に発生する各種の損傷、故障等について、それを開放しないで把握する技術はあるか。
- ・ その技術は、実務的に適用可能なものか。
- ・ その技術は、十分な信頼性のあるものか。
- ・ その技術を適用するためには、一定の実績が必要ではないか。

(2) 開放検査時期の設定のために必要な損傷の種類等の範囲

- ・ 仮に、状態把握を特定の損傷等の種類に限定して行う場合、状態把握が必要な損傷等の種類はどのようなものか。
- ・ 仮に、状態把握を特定の損傷等の種類に限定して行う場合、特定の損傷等の種類につ

いて、的確に把握する方法はあるか。それは開放検査の時期を設定するに足るものか。信頼性はあるか。安全の確保のためにどのような形で、どのような頻度で状態把握し、どの程度の余裕（安全率）を持たせればよいか。安全性を確実にするためには、一定の実績が必要ではないか。

- ・ 状態把握を行わない損傷等について、状態把握を不要とする技術的担保はあるか。それは合理的なものか。信頼できるものであるか。確実なものとするには、一定の実績を見る必要があるのではないか。
- ・ 既存の技術・経験で評価するとすれば、未知の状況が発生する可能性を考慮して、非開放の期間には上限を設定すべきではないか。

(3) 状況の変化への対応

- ・ 把握している損傷等の状況に変化が生じた場合、それに的確に対応できるか。
- ・ 運転条件の変更等の変化に対する対応は、技術的に確立しているか。

3) 体制的課題

(1) 組織の技術力

- ・ 検査、損傷等の評価、余寿命評価等を含め、安全管理、運転管理、保全管理に係る組織の技術力をどのように担保するのか。
- ・ 組織の技術力の有無をどうチェックするのか。

(2) 公正さ

- ・ 検査、損傷等の評価、余寿命の評価、検査時期の設定等が客観的、中立的に公正に行われるようどう担保するのか。

(3) 組織体制の確立・維持

- ・ 必要な組織体制をどう確立し、維持するのか。

1.6.3 火力発電設備の定期事業者検査周期の見直し検討への反映

定期事業者検査周期延伸に関する技術的要件は、使用前・定期安全管理審査実施要領（内規）（平成 29 年 3 月 20170323 商局第 3 号）のシステム A、システム S の審査基準でも考慮されており、保安力に応じて定期事業者検査周期の延伸の基本的な考え方は同様と言える。

開放検査周期を延長した場合の問題点として挙げられていた、技術伝承の不足については、本調査でのヒアリング調査項目に反映することとした。

2. 安全管理審査の内容と対象設備等に関する課題整理と見直し案の作成等

2.1 ヒアリング調査

a) ヒアリング調査方法

事業者（発電事業者、送配電事業者）、メーカー、エンジニアリング会社及び登録審査機関等の26者から、日常の点検、保守管理、過去の検査結果や検査実施体制の現状に関してヒアリング調査を実施した。これを設備分野（区分）毎に見ると、火力関係が18者、需要設備関係が3者、それ以外の設備（水力、風力、太陽光、変電の各設備）では各1者となっている。ヒアリングの調査方法は、あらかじめ質問事項を送付し、2021年9月から12月の3か月間に訪問あるいはWEB会議方式でヒアリングを実施した。ヒアリングの時間は1時間から最大で2時間とした。ヒアリングの項目を以下に示す。

- ・ 日常点検の方法
- ・ 保守管理の方法
- ・ 過去の検査結果で検出された重大な事象や軽微な事象または特異事例
- ・ 検査実施体制の現状
- ・ 今後の課題
- ・ 安全管理審査制度に対する意見
- ・ 今後の安全管理審査制度の在り方 等

b) ヒアリング調査結果及び課題整理

ヒアリング調査結果の概要として、保守管理、日常点検及び過去の検査結果や検査体制の現状に関する主な項目を示す。

共通する内容として、保守管理は保安規程に基づいて計画されて適切に実施されていること、また、プラント毎にマニュアルに基づいて決められた点検方法・頻度で点検が行われていることが確認された。また、点検の効率化や高精度化のために遠隔監視技術やドローンによる遠隔点検などの新技術導入が試行的に導入され、あるいは導入が検討されている事例も見受けられた。

一方で、風力及び太陽光発電設備では自然災害に起因したトラブルが多いといった課題や、需要設備及び風力発電設備では、電気主任技術者不足が顕在化しつつあるという課題が抽出された。

次に、今後の安全管理審査制度に関する意見等を以下に示す。まず、安全管理審査制度の見直しの要否について調査した結果を図 II-23 に示す。

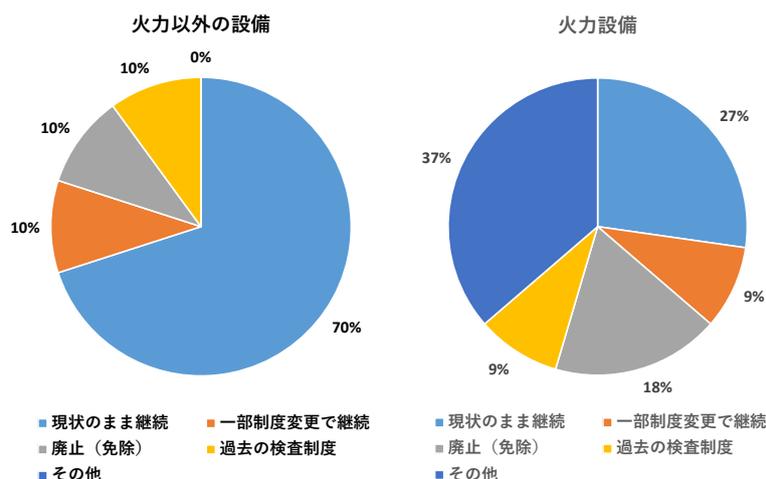
図(a)は、使用前安全管理審査を国が実施している火力以外の設備に関する調査結果であり、8者から10件のご意見をいただいた。

一部、送配電設備では竣工検査と使用前自主検査の内容がほぼ同じであり、使用前安全管理審査を合理化（廃止）できるのではないかという意見や、需要設備では以前の検査制度が望ましいのではないかという意見はあったが、10件中7件は、現状のまま継続というご意見であった。太陽光発電設備では、絶縁耐力試験の見直し（常規対地電圧

による絶縁耐力試験) や、インバータを使用する太陽光発電の特徴から負荷遮断試験の合理化等の要望もあった。

図(b)は火力発電設備関係者に関する調査結果である。14 者から 22 件の意見をいただいたが、約 3 割は現状のまま継続、4 割弱はその他(何らかの第三者確認による制度)、約 2 割は廃止(安全管理審査の免除)であった。

なお、廃止(免除)及びその他(第三者確認)は、主にシステム S 取得設置者からの意見であった。また、溶接部については、以前の制度のように製造者責任でよいのではないかという意見もあった。



(a) 火力以外の設備の関係者

(b) 火力発電設備関係者

図 II-23 今後の安全管理審査制度に関するヒアリング調査結果

登録審査機関に対する調査結果は、仮に審査機関が登録審査機関へ委任された場合であっても、安全管理審査は ISO をベースとしたものであり、火力発電設備の安全管理審査の実績を踏まえると、問題はないという意見であった。

需要設備の関係者に対する調査では、需要設備については、工場や商業施設等にとって代替できない非常に重要な設備であり、特に昨今の情報通信社会下では需要設備のトラブルによる停電が許容されないことなど、発送電の設備と異なる背景であることなど踏まえ、審査を行うに当たっては厳格な審査が求められるといった意見があった。

全体として、登録審査機関へ委任される場合には、各設備に関する知識(特に電気に関する知識や設備毎の相違点等)や審査の方法について、十分に把握及び理解して欲しいという要望、さらに複数の登録審査機関が業務を実施するようになることを考慮すると、審査の内容やレベルに関して審査機関による差異が無いように、審査基準・運用の明確化が必要ではないかという要望があった。本委員会でも同様なご意見があり、審査は ISO ベースであっても技術基準の適合性を確認する必要があるため、制度が形骸化しないように各設備の知識や知見が必要という指摘があった。

2.2 過去の事故・トラブル実績から考察した課題整理

平成 11 年（1999 年）の電力保安制度見直しにおいて、国による使用前検査、溶接検査、定期検査が廃止され国が直接検査を実施する制度から、設置者自ら検査を行い、国はその体制を審査する制度、すなわち安全管理検査制度に移行した。安全管理検査制度創設以降の事故件数の推移は、前述（II. 1.4, 図 II-11 から図 II-20）の通り、水力発電設備、火力発電設備、風力発電設備、変電設備、需要設備については、横ばいあるいは継続的に低下傾向にある。太陽光発電設備及び送電線路等において事故件数は増加傾向であるが、事故原因は主に自然災害起因であった。事故発生を抑制する上で、現行の安全管理検査制度は電力の安全の確保において一定の効果があったものと考えられる。

一方、前述（1.1.1c)2), p.6）の通り、安全管理検査制度が溶接事業者検査の不正防止の観点から創設された制度でもあることをかんがみ、不正防止の観点から不断に安全管理審査の運用を含めて改善させてゆくとともに、更なる保安規制高度化に向けて、昨今の IT 等技術や民間活力の活用等を踏まえた官民双方の生産性向上に向けた見直しも重要である。

2.3 見直し案の検討

2.3.1 見直しの方針

見直し案の検討において、安全管理審査制度の意義を確認し、審査内容・方法、対象設備をはじめ安全管理審査制度の見直しについて検討した。その際、関連する他の調査（工事計画届出、主任技術者制度、事故報告、保安力評価 等）の状況を考慮した。そして、国が実施する必要性や登録審査機関の審査実績等を踏まえて、国との役割分担の見直しについて検討した。

安全管理審査における国と民間との役割分担については、火力発電設備の安全管理審査は、平成 12 年（2000 年）7 月の制度開始時から、使用前及び定期ともに一部を登録審査機関が審査業務を担当（当初は出力 3 万 kW 未満、平成 23 年（2011 年）からは 15 万 kW 未満）し、平成 29 年（2017 年）以降は、火力発電設備は全て登録審査機関が審査を担当してきており、これまで 20 年にわたり登録審査機関では専門的な知見や経験が蓄積されてきた。また、平成 29 年（2017 年）に新たに導入された風力発電設備の定期安全管理審査は、導入時から登録審査機関が審査を担当している。

この様に、登録審査機関は十分な審査実績を有しており、また体制を審査するという審査方法は設備に係わらず同様とも言える。

2.3.2 審査内容の検討

これまで 20 年にわたり登録審査機関が審査を担当してきた火力発電設備の使用前安全管理審査の内容と他の設備の使用前安全管理審査の内容を比較し、登録審査機関による審査対象拡大の可能性を検討した。

設備毎の審査内容の差異について、「使用前及び定期安全管理審査の内容、実施要領

(内規) (平成 29 年 3 月 20170323 商局第 3 号) (以下、内規という。)] を基に検討した。

a) 登録審査機関に対する要求事項

登録審査機関に対する要求事項の概要は、

- ・ 組織運営及び安全管理審査業務について、電気事業法、同施行令、施行規則において要件が規定され
- ・ 安全管理審査については、電気事業法関連法令に加え、設備毎の技術基準、解釈に基づき実施すること
- ・ 審査員については、一定の学歴、実務経験及び品質保証に関する知識を有する者であること

とされている。具体的には、「安全管理検査に関する審査機関は、内規の表 1 に挙げられている安全管理審査に適用する関係法令を基本として、それぞれに要求される法令要求事項を明確にし、業務を遂行しなければならない」とされている。担当業務は、審査機関の役割分担 (内規の表 2) において、「公正にかつ省令に定める方法による安全管理審査の実施」、「法定事業者検査実施組織が法令要求に従って適切に構築され、機能していることを確認する一環として、技術基準適合確認等を的確に行うことができる能力を有しているかについて確認する。」とされている。また、審査項目は、省令第 73 条の 6 又は第 94 条の 5 で定める時期に法第 51 条第 4 項又は法第 55 条第 5 項及び省令第 73 条の 8 第 1 項 (省令第 94 条の 7 において準用する場合を含む。) に規定される項目 (以下「法定審査 6 項目」という。) であり、火力設備及び燃料電池設備の安全管理審査を行う場合にあつては、溶接事業者検査の実施状況及びその結果の確認を行わなければならない (内規 6.4)、とされている。

この様に、審査の考え方・方法は ISO に準じているものの、対象設備毎に固有の技術基準、解釈が設けられており、登録審査機関に審査が委任される場合には、委任される対象設備に対し技術基準適合確認等を的確に行う能力を有することに加え、技術基準適合を確認するためには、設備毎の各種試験の方法ならびに各設備に関する知見も必要と考えられる。

b) 審査項目の比較

各設備の使用前自主検査の項目を比較する。表 II-16 に各設備の使用前自主検査項目の概要を示す。使用前自主検査の項目は、電気事業法施行規則 73 条の 4 の解釈に定められている通り、火力及び水力発電設備には、表 II-17 に示す様に各々機械関係及び土木関係の検査が、電気関係については全ての設備に対して検査が求められている。また、電気関係についてより詳細に見ると、表 II-18 に示す様に、大部分の項目は火力と同様であるが、一部の試験では、試験方法の相違等が確認された。

表 II-16 使用前自主検査の項目比較

項目	火力	水力	太陽光・風力	変電	送配電	需要設備
土木関係	—	○	—	—	—	—
機械関係	○	—	—	—	—	—
電気関係	○	○	○	○	○	○

(使用前自主検査及び使用前自己確認の方法の解釈より)

表 II-17 火力発電設備の機械関係と水力発電設備の土木関係の項目比較

火力発電設備	水力発電設備
A. 機械関係	A. 土木関係
(1) 一般事項	A-1. 岩盤検査(高さ15m以上)
(2) 安全弁試験	(1) 基礎地盤の検査 強度及び水密性など2項目
(3) インターロック試験	A-2. 湛水検査(高さ15m以上)
(4) 非常調速機試験	(1) 施工記録の検査 堤体検査など5項目
(5) 負荷遮断(調速機)試験	(2) 湛水計画の検査 水位上昇計画など3項目
(6) 負荷試験	(3) 現地確認検査 ダム及び洪水吐き:3項目 洪水吐きゲートその他の放流設備:7項目 取水口ゲート、仮排水路又は堤内排水路の閉塞準備状況、防護施設等、湛水池周辺地山の状況
(7) 液化ガス設備保安関係試験	A-3. 工事完成時検査
(8) ガス化炉設備保安関係試験	(1) ダム及び洪水吐き、(2) 洪水吐きゲートその他の放流設備、(3) 取水設備、(4) 沈砂池、(5) 導水路、(6) 放水路、(7) ヘッドタンク又はサージタンク、(8) 水圧管路、(9) 水車及び揚水ポンプ、(10) 地下発電所等、(11) 貯水池又は調整池、(12) 防護施設等
(9) その他	

(使用前自主検査及び使用前自己確認方法の解釈より)

表 II-18 電気関係の使用前自主検査項目の比較

火力発電所	水力発電所		太陽電池発電所		風力発電所		変電所		送電線路		需要設備	
検査項目	検査項目	共通性確認	検査項目	共通性確認	検査項目	共通性確認	検査項目	共通性確認	検査項目	共通性確認	検査項目	共通性確認
(1)外観検査	(1)外観検査	○	(1)外観検査	○	(1)外観検査	○	(1)外観検査	○	(1)外観検査	×	(1)外観検査	○
(2)接地抵抗測定	(2)接地抵抗測定	○	(2)接地抵抗測定	○	(2)接地抵抗測定	○	(2)接地抵抗測定	○	類似なし	—	(2)接地抵抗測定	○
(3)絶縁抵抗測定	(3)絶縁抵抗測定	○	(3)絶縁抵抗測定	○	(3)絶縁抵抗測定	○	(3)絶縁抵抗測定	○	(2)絶縁抵抗測定	×	(3)絶縁抵抗測定	○
(4)絶縁耐力試験	(4)絶縁耐力試験	○	(4)絶縁耐力試験	○	(4)絶縁耐力試験	○	(4)絶縁耐力試験	○	(3)絶縁耐力試験	○	(4)絶縁耐力試験	○
(5)保護装置試験	(5)保護装置試験	○	(5)保護装置試験	○	(5)保護装置試験	○	(5)保護装置試験	○	(4)保護装置試験	○	(5)保護装置試験	○
(6)遮断器関係試験	(6)遮断器関係試験	○	(6)遮断器関係試験	○	(6)遮断器関係試験	○	(6)遮断器関係試験	○	類似なし	—	(6)遮断器関係試験	○
(7)水素及び密封油関係保護装置試験	他に(7)警報表示試験あり、(8)遠隔監視制御試験あり	—	他に(8)制御電源喪失試験あり、(10)遠隔監視制御試験あり	—	他に(8)制御電源喪失試験あり、(10)遠隔監視制御試験あり	—	他に(7)警報表示試験あり、(8)遠隔監視制御試験あり、(11)磁束密度測定あり	—	他に(5)電界強度測定あり、(6)コロナノイズ及び放送波電界強度測定あり、(7)コロナ電磁誘導電圧障害対策確認あり、(8)磁束密度測定あり、(9)送電線引出口遮断器試験あり	—	類似なし	—
(8)発電機固定子冷却関係保護装置試験			(7)総合インターロック試験	×	(7)総合インターロック試験	×						
(9)総合インターロック試験			(9)負荷遮断試験	×	(9)負荷遮断試験	×						
(10)負荷遮断(調速機)試験			(11)負荷試験(出力試験)	×	(11)負荷試験(出力試験)	×						
(11)負荷試験(出力試験)			(11)負荷試験(出力試験)	×	(11)負荷試験(出力試験)	×						
(12)騒音測定	(9)騒音測定	○	(12)騒音測定	○	(12)騒音測定	○	(11)騒音測定	○			(7)負荷試験(出力試験)	×
(13)振動測定	(10)振動測定	○	(13)振動測定	○	(13)振動測定	○	(12)振動測定	○			(8)騒音測定	○
											(9)振動測定	○

○：火力とほぼ同様、—：火力との類似性低い、×：火力と相違
(使用前自主検査及び自己確認方法の解釈より)

c) 見直し案

前述(2.1)の調査結果及び委員会での指摘を踏まえ、以下の対応をすることで、図II-24に示す様に火力以外の設備の使用前安全管理審査を登録審査機関に委任できるものとする。

新たに加わる対象設備に関する知識・知見を得ることが必要であり、その対応案として、技術面及び審査面での研修等が必要と考えられる。また、複数の審査機関が当該業務を実施する可能性があるため、登録審査機関による差異が無いようにすべきであり、そのためには、同じ内容・レベルの審査が実施されるように、審査基準・運用の明確化も必要と考えられる。

設備等		~1999年	1999年8月 (2000年7月施行)	2011年4月 ~2017年3月	2017年4月~
火力	溶接 定期/使用前	国の直接検査	登録審査機関の審査* (2004年2月以前は指定審査機関)	登録審査機関の審査*	廃止 (記録確認に移行) 登録審査機関の審査* (924件)
			国の審査	国の審査	
15万kW以上					
風力	定期 (500kW以上)	—	—	—	登録審査機関の審査* (113件)
	使用前 (500kW以上)	国の直接検査	国の審査	国の審査	国の審査 (29件)
水力	使用前		国の審査	国の審査	国の審査 (7件)
太陽光	使用前 (2千kW以上)		国の審査	国の審査	国の審査 (118件)
送変電	使用前 (17万V以上)		国の審査	国の審査	国の審査 (26件)
需要施設	使用前 (1万V以上)		国の審査	国の審査	国の審査 (315件)

登録審査機関の審査*

括弧内の数値は審査件数、国の審査件数は令和元年度、登録機関の審査件数は令和2年度 出典 第5回 電気保安制度WG 資料1及び https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/files/shinsakensuu-suiti.pdf

*登録審査機関又は国による審査

図 II-24 安全管理審査の内容と対象設備等に関する見直しの案

3. 火力発電設備の定期事業者検査の検査周期等に関する課題整理と見直し案の作成等

3.1 ヒアリング調査

a) ヒアリング調査の方法

火力発電設備関係の設置者（システム S 取得事業者を含む）、メーカー、エンジニアリング会社及び登録審査機関等の関係者 18 者から、日常の点検、保守管理、過去の検査結果や検査実施体制の現状、更に現在の火力発電所の製造技術やメンテナンス技術に関してヒアリング調査を実施した。システム S 取得事業者へのヒアリングは、前述（II. 1.5, 69 ページ）のヒアリング調査に合わせて行った。

ヒアリングの調査期間は 2021 年 9 月から 12 月の 3 か月間、あらかじめ質問事項を送付し、訪問あるいは WEB 会議でヒアリングを実施した。ヒアリングの時間は 1 時間から最大で 2 時間とした。ヒアリングの項目を以下に示す。

【事業者】

- ・ メンテナンス計画（CBM 計画）の内容、方法
- ・ 日常の保守点検の方法、頻度
- ・ 稼働時の火力発電設備の耐久性に関する経験、知見
- ・ 過去の検査記録をベースにした予防保全等の適用事例
- ・ ボイラーやタービンの定期事業者検査周期について意見、要望 等

【メーカー、エンジニアリング会社、審査機関】

- ・ 火力発電設備における最近の製造技術、耐久性等に成果を上げている技術
- ・ 最近のメンテナンス技術
- ・ 製造技術やメンテナンス技術に関して設置者からの要求、要求の変化等
- ・ ボイラーやタービンの定期事業者検査周期について意見、要望
- ・ 安全管理審査制度に対する意見、安管審制度の在り方 等

b) ヒアリング調査結果及び課題整理

1) 日常の点検、保守管理、過去の検査結果や検査実施体制の現状

ここでは個別審査の設置者からのヒアリング調査結果の概要を示す。まず、保守管理が保安規程に基づき計画及び実施されていることは共通であるが、保守管理の高度化や効率化が期待される新技術導入に関しては、一部導入されている技術もあるものの、効果が得られそうな技術を選定しながら導入を検討されている模様であった。保守点検の実績については、割れ発生を経験したプラントでは割れや減肉に対して今まで以上の注意を払っており、点検実績に基づいて点検の方法にフィードバックされていることも確認された。定期事業者検査の周期については、ボイラー 2 年、蒸気タービン 4 年という周期に対して特に問題は無く、検査／点検の計画や技術者の人材育成の計画もこの周期を基にしているということであった。仮に、検査周期が長くなる場合は、技術者の経験の機会が減り人材育成計画に影響を及ぼす恐れがあるという意見であった。

なお、システム S 取得事業者からのヒアリング調査結果の概要は、II. 1.5（69 ページ）に示す。

2) 火力発電設備の製造技術及びメンテナンス技術

メーカー等から火力発電設備の製造技術やメンテナンス技術についてヒアリング調査した結果の概要は、以下及び図 II-25 に示す様に、点検の効率化および高精度・信頼度を目的とした新技術の適用・普及を図っているということであった。

- ・ IoT を用いて遠隔監視、データ収集・分析・可視化のシステムを開発して提供
 - ・ 状態監視保全(CBM)と時間計画保全(TBM)を組み合わせた最適化した保全方法を提供
 - ・ 最新の非破壊試験技術（フェーズドアレイ超音波計測、チューブ内挿型超音波肉厚計測、薄型超音波センサ等）による検査の信頼性向上及び検査の効率化を検討
 - ・ 高所点検へドローンの活用、360° カメラ、異常音や異常臭検知センサ等の活用
 - ・ 部品や機器、記録等にタグ（QR コード）を付け管理し、効率化と信頼性を向上
- 一方、設備の保守に関しては、以下に示す課題も確認された。
- ・ 設備の違いや運用形態次第で一概には言えないが、近年小さな部品レベルのトラブルが目立つ
 - ・ 検査周期が長くなると、技術伝承や人材育成に影響がでる（人事異動のタイミング次第では現場経験が不足）
 - ・ 技術者が高齢化、若手技術者が不足
 - ・ 工期短縮に伴い技術者育成期間が長期化（現場が 3 交替勤務の場合、現場経験の機会が 1/3 になるため、経験期間は 3 倍必要）

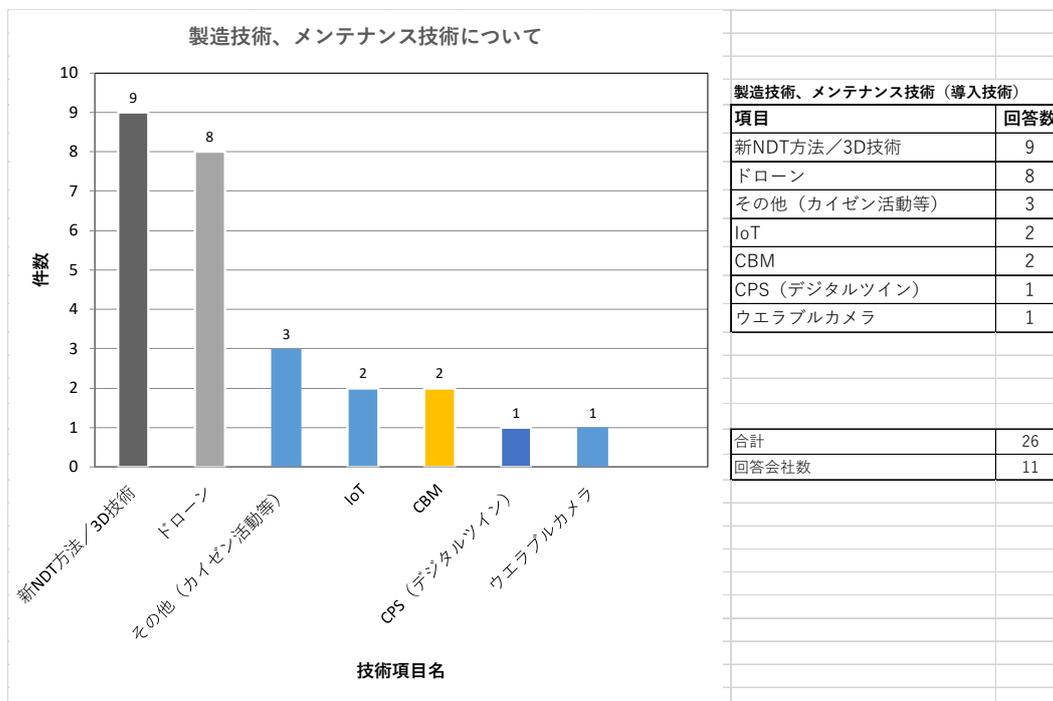


図 II-25 火力発電設備の製造技術、メンテナンス技術に関するヒアリング調査結果

3) 火力発電設備の定期事業者検査の周期に関するヒアリング結果

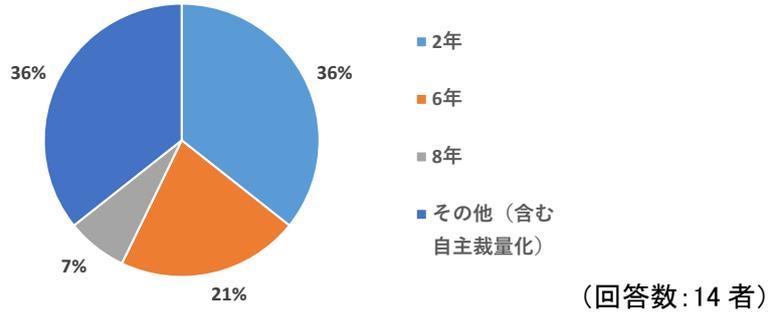
火力発電設備の主要な設備の定期事業者検査の周期について、将来の要望をヒアリング調査した。ヒアリング先は、設置者、メーカー及びエンジニアリング会社等である。

図 II-26 は、ボイラーについて将来最適と考えられる周期の調査結果である。14 者からの回答のうち、約 1/3 は現状の 2 年であったのに対して、約 2/3 は 6 年あるいは自主裁量化という意見であった。現状通りの 2 年は、個別審査の設置者とメーカー及びエンジニアリング会社からの回答であり、システム S 取得設置者は 6 年以上及び自主裁量化という回答であった。図 (b) 及び (c) は、設置者の回答を抽出した結果であり、図 (b) は個別審査の設置者 3 者の回答で全て 2 年周期という回答、図 (c) はシステム S 取得設置者 7 者の回答であり、6 年以上及び自主裁量化という回答であった。

図 II-27 は、蒸気タービンについて将来最適と考えられる周期の調査結果である。同様に 14 者からの回答のうち、約 1/3 は現状の 4 年であったのに対し、2/3 強は 6 年あるいは自主裁量化という回答であった。図 (b) 及び (c) は、設置者の回答を抽出した結果であり、図 (b) は個別審査の設置者 3 者の回答を、図 (c) はシステム S 取得設置者 7 者の回答である。個別審査の設置者からも 6 年という回答があり、システム S 取得設置者は図 (c) に示すように 6 年以上及び自主裁量化という回答であった。

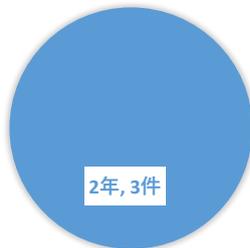
図 II-28 は、液化ガス設備について将来最適と考えられる周期の調査結果である。10 者からの回答のうち、約 2/3 は 3 年以上あるいは自主裁量化という回答であった。図 (b) 及び (c) は、設置者の回答を抽出した結果であり、図 (b) は個別審査の設置者 2 の回答を、図 (c) はシステム S 取得設置者 7 者の回答である。個別審査の設置者は 2 年周期、システム S 取得設置者からの回答では、1 者が 2 年周期という回答であったが 6 者は 3 年以上及び自主裁量化という回答であった。

定期事業者検査の間隔（ボイラー）

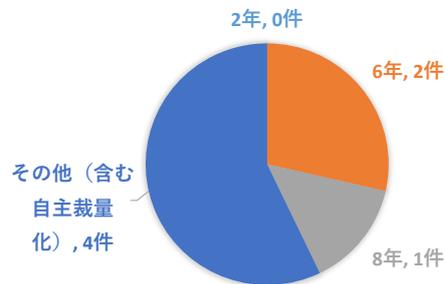


(a) 設置者及びメーカー等からの回答

個別審査の設置者



システムS取得設置者

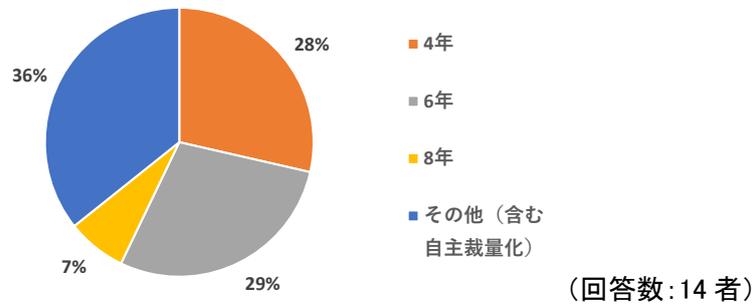


(b) 個別審査の設置者(3 者)からの回答

(c) システム S 取得設置者(7 者)からの回答

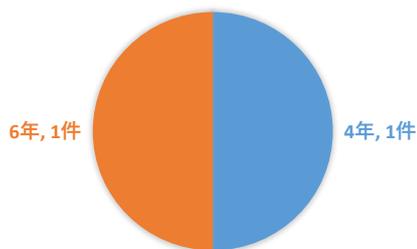
図 II-26 将来最適と考えられる定期事業者検査の周期(ボイラー)

定期事業者検査の間隔（タービン）

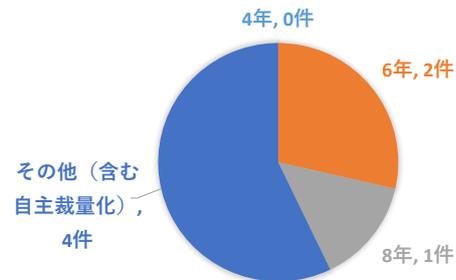


(a) 設置者及びメーカー等からの回答

個別審査の設置者



システムS取得設置者

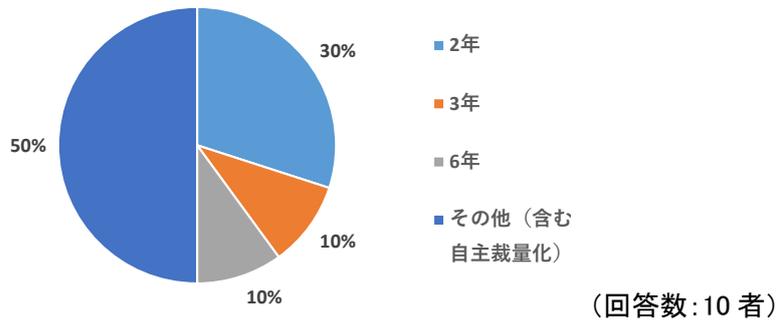


(b) 個別審査の設置者(2 者)からの回答

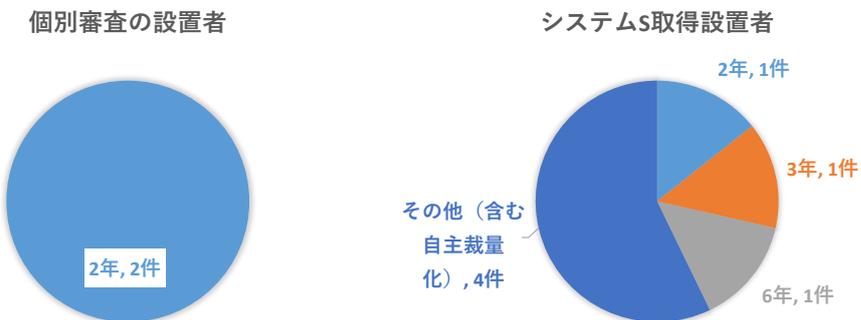
(c) システム S 取得設置者(7 者)からの回答

図 II-27 将来最適と考えられる定期事業者検査の周期(蒸気タービン)

定期事業者検査の間隔（液化ガス設備）



(a) 設置者及びメーカー等からの回答



(b) 個別審査の設置者(2 者)からの回答

(c) システム S 取得設置者(7 者)からの回答

図 II-28 将来最適と考えられる定期事業者検査の周期(液化ガス設備)

3.2 課題整理

ヒアリング調査から抽出された課題は、大きく分類すると設備に関する課題と人材に関する課題と言える。設備に関しては、特にメーカーやエンジニアリング会社の保全技術者の所見として、設備の違いや運用形態次第で異なるものの、近年、小さい部品レベルのトラブルが目立つことであった。この要因の一つには、再生可能エネルギーの導入により、火力発電設備の運用形態が変化しつつあり、週末起動停止（Weekly Start and Stop: WSS）や日間起動停止（Daily Start and Stop: DSS）による金属疲労の影響もあるのではないかと考えられる。この影響については次項で考察する。

人材に関する課題としては、技術者の高齢化とともに中堅・若手技術者が不足し、さらには技能獲得機会の減少が懸念され深刻化していることであった。技術者不足は、希望者（いわゆるなり手）が減少していることも要因の一つであるが、技能面については電力自由化に伴い競争激化する中で、検査周期の延伸等により運転期間の長期化が進められ、また、定期点検等の期間が短縮化される動きも遠因となっているものと考えられる。

具体的には、運転期間が長くなるとトラブルやあるいは潜在的問題が増加し定期点検期間中に対応すべき補修等が増える傾向にある、一方で、定期点検・定期検査については、出来るだけ短期間で実施することが求められ、限られた期間でより多くの保全活

動が必要となる状況に直面することになっている。

このため、保全活動を効率的にこなせるようメーカーや工事事業者をはじめ技術面での工夫等の対応が積極的に進められ、人材面からも時間外勤務の拡大、2交代・3交代制の導入、拡大が行われている。しかし、働き方改革の中で、時間外、休日勤務面で制約が課され中々中堅・若手技術者が集まらない、せっかく就職しても検査周期の延伸等により一人の技術者が一定の時期で経験できる内容が限定されたり、経験出来る機会も減少（人事異動のタイミング次第では特定の重要な現場経験が出来ない、あるいは不足）し、さらに技術者育成機関が長期化（例えば3交代勤務の場合、現場経験の機会が1/2になり育成期間が3倍）するなど人材育成面での懸念が持たれていることが明らかとなった。

3.3 火力発電設備の耐久性に関する調査結果

a) 技術動向の調査結果

前項で、火力発電設備の運用形態が変化に伴う金属疲労の影響の懸念を述べたが、設計での考慮について調査してその影響を考察した。一般に石炭火力発電設備はベース運用（特に大型石炭火力）あるいはミドル運用と言われている。近年、再生可能エネルギー発電設備の増加に伴い、火力発電設備は調整力として役割が一層高まってきた。そのため、DSS 運転の増加といった火力発電設備の運用が大きく変化してきた。火力発電設備の運用変化に伴い、主要機器であるボイラーや蒸気タービン等の耐久性、特に疲労損傷への影響が懸念される。

そこで、“石炭火力発電”、“DSS 運転”、“設計” のキーワードでインターネットの検索による調査を行った。調査の結果、1980年代頃から石炭火力でのDSS 運用に関する調査や研究開発が行われ始め[1][2][3]、1980年代後半にはDSS に対応したプラント設計がなされていることが文献[4][5]で示されていた。1990年頃以前のプラントはベース運用を前提として設計されていたものの、1990年頃以降に運転開始された石炭火力発電設備は、DSS を考慮した設計がなされていると考えられる。

参考文献

- [1]浜松他：DSS 運転ユニットのタービンバイパス蒸気回収システムと省エネルギー効果，電力中央研究所報告 研究報告:282011 昭和 57 年 11 月（1982）
- [2]浜松他：DSS 運転火力ユニット起動時の蒸気回収システムに関する設計研究，電力中央研究所報告 研究報告:283062 昭和 59 年 7 月（1984）
- [3]二川原他：DSS(毎深夜起動停止)火力プラント用デジタル制御システム，日立技評 65(9)，p. 613（1983）
- [4]柏原他:蒸気タービンのDSS化設計，日立技評 69(10)，p. 934（1987）
- [5]山下:火力発電所における最近の制御技術，計測と制御 30(7)，p. 582（1991）

b) 審査基準における考慮

火力発電設備の運用形態の変化の影響については、安全管理審査において、システム S 及びシステム A の審査基準でも考慮されていると考えられる。具体的には、使用前・定期安全管理審査実施要領（内規）（平成 29 年 3 月 20170323 商局第 3 号）添付資料 1-4 第 2 章インセンティブ関連項目 において、3. 異常、事故及び事故防止等の対応、で、「④ボイラー等の事故防止対策として次に掲げる事項が適切に実施されていること。」として、「a) 起動停止の増加による SUS スケール堆積の増加若しくは低サイクル疲労損傷の増加又は炭種追加によるエロージョンの増加が発生するおそれのある箇所には、次の事故防止対策が行われていること。」

起動停止の増加によるもの	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管ベント部について SUS スケール堆積の管理基準が定められ、それに基づいて維持、管理されていること。 ・ 異材溶接部には、インコネル系溶接棒が使用されていること。 ・ 管寄管台はフレキシブル化されていること。 ・ 溶接部端部は R 加工されていること。
炭種追加によるエロージョンの増加によるもの	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管の摩耗性評価に基づく混炭等の運用が定められ、それに基づいて維持、管理されていること。

と定められている。

さらに、「b) 累積時間が 10 万時間を超えるボイラー等にあつては、主要部位の余寿命評価が適切に実施され、その結果算定された余寿命を評価し、適切に管理していること。」また、「c) 次に掲げるボイラー等においては、エロージョン対策又は腐食対策が行われていること。」

エロージョン対策が必要なもの	<ul style="list-style-type: none"> ・ 石炭焚ボイラー ・ 流動床ボイラー ・ パーク焚ボイラー ・ 製鉄廃熱ボイラー ・ セメント廃熱ボイラー
腐食対策が必要なもの	<ul style="list-style-type: none"> ・ ゴミ焼却廃熱ボイラー ・ 黒液燃焼ボイラー

と定められ、疲労に加えて腐食の影響も審査において考慮されていると考えられる。

以上の通り、設計ならびにシステム A 及び S の審査基準の中で、運用形態の変化の影響が考慮されていると考えられる。しかし、プラントの建設年代によっては設計段階で考慮されていない可能性もあり、また、従来想定されていなかったような頻繁な DSS など、運用形態の変化や使用する燃料の差異等が機器の耐久性等へ与える影響については、慎重に考慮する必要があると考える。

3.4 見直し案

3.4.1 見直しの方針

ヒアリング調査を含む、前述の調査結果を踏まえ、火力発電設備の定期事業者検査の検査内容及び検査周期等について周期設定の基本的考え方を含む検証を行うとともに、火力発電の設備ごとの課題に対応した見直し案等を作成した。具体的には、火力発電設備の定期安全管理審査におけるシステム区分と定期事業者検査周期の2項目について、見直しの案を検討した。検討において、別途検討されている認定事業者制度の検討状況を考慮しつつ、本委員会でのご指摘を踏まえ委託元と調整をしながら見直し案をとりまとめた。

3.4.2 定期安全管理審査におけるシステム区分の見直し案

前述のヒアリング結果及び委員会で紹介していただいた高度な保安の取り組み事例の通り、現行の安全管理審査制度を経験し、既に高いレベルの保安力を有している事業者が存在していることを確認した。そして、既に高いレベルの保安力を有している事業者に対し、更なるインセンティブの整備として、認定事業者制度が別途検討されていること[1]を踏まえ、本検討では、現行のシステム区分の審査基準ならびに各区分の件数等を考慮し、新たな区分の方法と審査基準を検討する。表 II-19 には、直近3年間の定期安全管理審査の件数実績を、表 II-20 に火力発電設備における現行の定期安全管理審査の審査基準の概要を示す。システム審査の件数は、個別審査件数の約2~5% (件数は20~39件/年) であり、そのうち約半数(9~24件/年)はシステムSである。この様な審査件数・比率の実績を考慮すると、高いレベルの保安力を有している事業者に対する新たな認定制度が創設された場合、システムS区分を廃止し、残る区分を整理・集約あるいは整理・統合ができるのではないかと考えられる。具体的には、現行のシステムAとシステムBを統合し、個別と新たなシステムの2区分にすることが合理的ではないかと考えられる。

新しいシステム区分の審査の基準は、より高いレベルを目指す指標となることを考慮すると、現行のシステムAとSの間に設定することが適切と考えられる。具体的には、現行のシステムSの審査基準の一つである高度な取組、すなわち各設備から得られたデータを分析して改善につなげるというPDCAサイクルの構築に将来つながるように、その前段階として、表 II-21 に示す様に、運転管理の基盤構築とし、デジタルデータの取得・蓄積及びそのための体制整備とすることが考えられ、これにより後述する火力発電設備の運用環境の変化にも対応を考慮できるものと期待する。

参考文献

- [1] 第8回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ 資料1 2021年11月5日

表 II-19 火力発電設備の定期安全管理審査の件数実績例

	2018 年度	2019 年度	2020 年度
個別	851	834	800
システム B	9	3	8
システム A	6	8	8
システム S	24	9	10

表 II-20 火力発電設備の定期安全管理審査における現行の審査基準

個別の審査基準	システム B の 審査基準	システム A の 審査基準	システム S の 審査基準
法定審査 6 項目	法定審査 6 項目	法定審査 6 項目	法定審査 6 項目
—	継続的な検査 実施体制	継続的な検査 実施体制	継続的な検査 実施体制
—	—	保守管理体制	保守管理体制
—	—	—	高度な取組

表 II-21 現行及び新システム区分案の審査の基準と見直しの案

(a) 現行のシステム区分案と主な審査の基準

項目	システム			個別
	S	A	B	
法定 6 項目	○	○	○	○
継続定期的な検査体制の構築・維持	○	○	○	—
日常の保守管理 (運転管理・日常点検・定期点検)	○	○	—	—
運転状況(温度／圧力超過、振動)	○	○	—	—
運転状況(事故対応、再発防止)	○	○	—	—
高度な運転管理 ①異常兆候の発見・把握のための体制構築 ②運転・保守データの収集・分析・評価・改善	○	—	—	—

(b) 新システム区分案と審査の基準の見直し案

項目	新システム	個別
法定 6 項目	○	○
継続定期的な検査体制の構築・維持	○	—
日常の保守管理 (運転管理・日常点検・定期点検)	○	—
運転状況(温度／圧力超過、振動)	○	—
運転状況(事故対応、再発防止)	○	—
運転管理の基盤 ①デジタル化に係る体制整備 ②運転・保守データの収集・蓄積	○	—

3.4.3 定期事業者検査周期の見直し案

火力発電設備の定期事業者検査の周期について検討した。前述の調査結果等を踏まえると、火力発電設備の事故・トラブル件数は近年継続して減少傾向にある訳ではないこと、ヒアリング調査における運用実態、さらには個々の設備に関する保守管理情報が十分に蓄積されていないことから、現行の周期(蒸気タービン及びその附属設備が4年、1万kW未満のガスタービン設備が3年、蒸気タービン及びその附属設備、1万kW異常のガスタービン設備、液化ガス設備、ガス化炉設備、独立過熱器及びその附属設備、蒸気貯蔵器及びその附属設備、脱水素設備は各々2年)を維持すべきと考えられる。

表 II-22 現行及び新システム案の定期事業者検査周期の見直し案

(a) 現行の定期事業者検査周期

対象設備	検査時期	インセンティブ
蒸気タービン及びその附属設備	4年	システム S:6年
ボイラー及びその附属設備	2年	システム S:6年 システム A:4年
ガスタービン 1万kW未満	3年	インセンティブなし
ガスタービン 1万kW以上 液化ガス設備、ガス化炉設備 独立過熱器及びその附属設備 蒸気貯蔵器及びその附属設備 脱水素設備	2年	インセンティブなし

(b) 新システム案の定期事業者検査周期の見直し案

対象設備	検査時期	インセンティブ
蒸気タービン及びその附属設備	4年	新システム:4年 (インセンティブなし)
ボイラー及びその附属設備	2年	新システム:4年
ガスタービン 1万kW未満	3年	インセンティブなし
ガスタービン 1万kW以上 液化ガス設備、ガス化炉設備 独立過熱器及びその附属設備 蒸気貯蔵器及びその附属設備 脱水素設備	2年	インセンティブなし

4. 安全管理審査及び定期事業者検査に係る検討委員会の運営

本事業の調査・検討内容を実効性の高いものとするために、火力発電設備に関する専門家及び事業者等と中心とした外部有識者による委員会を設置した。委員会を4回開催し、主に2章及び3章の検討内容を議論し、取りまとめを行った。具体的には1章から3章の検討結果を踏まえた資料の作成、出席者の日程調整、議事録の作成、運営を行った。表 II-23 に委員会名簿及び表 II-24 に委員会開催実績を示す。

表 II-23 安全管理審査及び定期事業者検査に係る検討委員会 名簿

(敬称略)

委員区分	氏名	所属
委員長	野本 敏治	東京大学名誉教授
委員	辻 裕一	東京電機大学
〃	青山 和浩	東京大学大学院
〃	齋藤 知久	電気事業連合会
〃	本多 重史	(一社)火力原子力発電技術協会
〃	本庄 暢之	(株)ジェイウインドサービス
〃	村松 健一	SOMPO リスクマネジメント(株)
〃	高橋 祐輔	(一社)日本ボイラ協会
オブザーバー	吉村 光弘	(一社)日本風力発電協会
〃	岩本 誠美	大口自家発電施設者懇話会
〃	田所 康樹	(一社)太陽光発電協会
〃	川原 修司	(一社)電力土木技術協会
〃	黒本 欣弘	送配電網協議会
〃	鷲津 雅也	(一財)電気工事技術講習センター
〃	泉 義和	(株)JERA
〃	中澤 忠廣	関西電力(株)
〃	経済産業省 保安監督部担当者	
委託元	経済産業省 電力安全課	
事務局	(一財)発電設備技術検査協会 溶接・非破壊検査技術センター	

表 II-24 委員会開催実績

	開催年月日
第1回	2021年 9月16日
第2回	2021年11月15日
第3回	2021年12月16日
第4回	2022年 2月 2日

(1) 第1回委員会検討結果

「ヒアリングの実実施計画（案）」及び「安全管理検査制度の高度化に係る検討に当たっての基礎情報の調査・整理」について議論し、現状の確認と検討の方向性を確認していただいた。また、ヒアリングの実実施計画を了承していただいた。

(2) 第2回委員会検討結果

「火力発電設備の受審時期やインセンティブに関する検証と見直しの方向性について」及び「火力発電設備の定期事業者検査周期等に関する検証と見直しの方向性について」、「安全管理審査の内容と対象設備等に関する検証と見直しの方向性について」に関して議論し、以下の様に検討を進めることとした。

- ・ 定期事業者検査周期に関しては、事故の実績や延伸に伴う影響などを考慮して、引き続き検討する。
- ・ インセンティブに関しては、保安力に応じたインセンティブを検討し、システム区分を整理（現行のシステム3区分から1区分）する。
- ・ 各設備の審査機関はヒアリング結果等を踏まえて引き続き検討、登録審査機関の要件等も検討する。

(3) 第3回委員会検討結果

「火力発電設備の定期事業者検査周期等に関する検証と見直し案について」及び「安全管理審査の内容と対象設備等に関する検証と見直し案について」に関して議論し、以下の様に検討を進めることとした。

- ・ 定期事業者検査周期を引き続き検討する。特に、近年の運用環境変化等の中で、保守管理、損傷の実態調査等を踏まえた検討が求められる。
- ・ 安全管理審査の審査機関は、登録審査機関又は国とする方向性で検討を進め、登録審査機関への委任の要件等を引き続き検討する。

(4) 第4回委員会検討結果

「火力発電設備の定期事業者検査周期等に関する検証と見直し案について」見直し案を了承していただいた。審議の中で、今後のインセンティブの在り方の必要性や検討方法（例：時期変更承認の制度を活用し保守管理や損傷の実証データを取得する方法）等、将来に向けた議論があった。

「安全管理審査の内容と対象設備等に関する検証と見直し案について」に関して以下の条件で見直し案を了承していただいた。

- ・ 登録審査機関に対して、新たに加わる対象設備に関する知識・知見を有することが必要（技術面及び審査面での研修等が重要）。
- ・ 登録審査機関による差異が無いようにすべき（同じ内容・レベルの審査が実施されるように、審査基準・運用の明確化が重要）。

III. おわりに

本調査は、安全管理検査制度をゼロベースで総点検・検証し、更なる安全管理検査の重点化の観点から国と登録審査機関の役割分担等について整理することで、見直し案を検討した。これまで20年にわたり登録審査機関が審査を担当してきた火力発電設備の使用前安全管理審査の内容と他の設備の使用前安全管理審査の内容を比較し、登録審査機関による審査対象拡大の可能性を検討した結果、体制を審査するという審査方法は設備に係わらず同様とも言えることから、以下の対応をすることで、火力以外の設備の使用前安全管理審査を登録審査機関に委任できるという方向性をとりまとめた。

- ・ 新たに加わる対象設備に関する知識・知見を得ることが必要であり、その対応案として、技術面及び審査面での研修等が有効。
- ・ 複数の審査機関が当該業務を実施する可能性があるため、登録審査機関による差異が無いようにすべきであり、そのためには、同じ内容・レベルの審査が実施されるように、審査基準・運用の明確化が必要。

また、火力発電設備については、高度な保安力を有する者に対する新たな認定制度の検討を見据えつつ、保安力向上に資する新たな定期安全管理審査のシステムを検討し見直し案を検討した。既に高いレベルの保安力を有している事業者に対し、更なるインセンティブの整備として別制度の設計の必要性を述べ、新たなシステム区分として1区分に単純化すること、及び審査基準は現行のシステムAの審査基準に加えて運転管理の基盤整備を求める方向性を取りまとめた。

今回の調査にあたり、安全管理審査及び定期事業者検査に係る検討委員会の委員並びにオブザーバーの方々、ヒアリング調査先の方々、ご協力いただいたの方々に対しこの場を借りて感謝申し上げます。