

# 米国原子力発電所の火災防護検査における 指摘事項の傾向分析

Trend analysis of findings in the fire protection inspection of U.S. nuclear power plants

徳久 聡 (Satoshi Tokuhisa) \*1

**要約** わが国では、原子力発電所に対して規制当局が実施する検査制度の見直しが行われており、これまでの国による規制から、事業者の自主規制により安全水準の向上を目指したものとなっている。具体的には、これまで規制当局が実施してきた使用前検査や施設定期検査を廃止し、事業者が検査や主体的な合否判定を行い、事業者自ら問題点を改善するというものである。検査制度の見直しに当たっては、米国の発電所において2000年より開始され、検査、評価、強制措置の仕組みを統合したものである原子炉監視プロセス (Reactor Oversight Process; 以下、ROP) を参考としている。本研究では、ROPのうちの一つである、火災防護3年毎検査について、米国で公開されている米国原子力規制委員会 (Nuclear Regulatory Commission: NRC) 公式ホームページで入手可能な、検査報告書から指摘事項を抽出して分析することで、今後国内の原子力発電所の火災防護における安全水準向上のために参考となり得る手掛かりを調査した。

**キーワード** 火災防護, NRC, ROP

**Abstract** In Japan, the inspection system implemented by the regulatory authorities for nuclear power plants is being reviewed currently, and it is intended to improve the safety level through voluntary actions of operators based on national regulations. Specifically, the pre-use inspections and facility periodic inspections that have been carried out by the regulatory authorities have been abolished, and the business operators conduct inspections and make voluntary pass/fail judgments themselves to solve safety problems. In reviewing the inspection system, operators refer to the Reactor Oversight Process (ROP), which started in 2000 at power plants in the United States and integrates the inspection, evaluation, and enforcement measures. In this study, reported results from the fire protection triennial inspection, one of the ROPs, were taken from the inspection reports on the official website of the US Nuclear Regulatory Commission (NRC). By extracting and analyzing the issues pointed out, we investigated possible clues that can be used as references for improving the safety level in fire protection of nuclear power plants in Japan.

**Keywords** fire protection, NRC, ROP

## 1. 背景および目的

原子炉監視プロセス (Reactor Oversight Process; 以下、ROP) とは、NRCが米国内の運転中商業炉に対して行っている監視の枠組みであるが、これは検査、評価、強制措置の仕組みが統合されたものである。ROPの目的は、発電所の安全パフォーマンスを評価し、それに応じた規制行為をタイムリーに実施することにより、事業者の対応状況を監視して一定の基準による評価を行うことである。このよ

うな規制活動は一般公衆に公開され、規制活動の透明性が確保されている。<sup>(1)</sup>

本研究では、上記ROPの考え方を取り入れた国内での新検査制度において、今後国内にて参考となりうる検査の事例を調査するため、ROPの中のひとつの検査を選定した。選定にあたっては、2000年4月に米国でROPが導入されて以降、これまでに相当数の指摘がある火災防護3年毎検査を対象とした。火災防護3年毎検査とは、承認された火災防護プログラムにおいてクレジットが取られ

\*1 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

ている構築物、系統、及び機器が、それらの認可ベースの機能を遂行できることを3年に1回の頻度で確認する検査である。

## 2. 実施内容

調査では、ROPの検査報告書より指摘事項（以下、Finding）を抽出した。Findingとは、規制当局であるNRCの検査官が検査マニュアル（Inspection Manual Chapter, 以下IMC）のフローに基づき、事業者に対して違反を指摘したものであり、安全重要度が高い順より、「赤」、「黄」、「白」、「緑」と色分けがなされている。「赤」の場合は、安全重要度が高いこと、「黄」は安全重要度が実質的なものであること「白」は安全重要度が低から中程度であること、「緑」は安全重要度が非常に低いことを示している。このFindingを分析することにより、今後、国内の原子力発電所で、火災防護における安全水準向上の参考となり得る手掛かりを調査した。

火災防護3年毎検査について、NRC公式ホーム

ページ (<https://www.nrc.gov/>) に電子データとして保存されている報告書より、Findingの記載箇所を抽出し、整理した。

### 2.1 2000年から2019年までのFindingの調査

火災防護3年毎検査が開始された2000年から、至近の2019年までの報告書より、各発行年におけるFindingの数およびFindingの色分けごとの件数を調査した。種類調査結果を表1に示す。なお、色分けにあたり報告書内に「緑」と記載されておらず、「非常に低い安全重要度」、「安全重要度が低い」等の表現が記載されている場合は、「緑」に分類した。また、未定（TBD）、色なし（No color）、緑より大きい（greater than green）、その他（other）等で記載されており、色の分類の記載がなかったものは「その他」に分類した。

その結果、Findingの色分けごとの2000年～2019年の間の合計件数については、赤が0件、黄が1件、白が7件、緑が500件、その他が47件となった。

表1 2000年から2019年における、Findingの数およびFindingの色の種類

報告書発行年 (年)	報告書数 (個)	Findingの数 (個)	Findingの色分け			
			黄	白	緑	その他
2000	16	21	0	1	19	1
2001	26	24	0	1	18	5
2002	19	24	0	1	18	5
2003	25	47	0	0	28	19
2004	23	27	0	1	24	2
2005	26	25	0	1	20	4
2006	22	32	0	0	30	2
2007	21	27	0	0	27	0
2008	26	41	0	0	40	1
2009	26	37	0	0	37	0
2010	15	18	1	1	15	1
2011	26	40	0	1	39	0
2012	19	27	0	0	25	2
2013	20	30	0	0	28	2
2014	20	26	0	0	26	0
2015	21	34	0	0	34	0
2016	21	32	0	0	29	3
2017	20	21	0	0	21	0
2018	20	13	0	0	13	0
2019	21	9	0	0	9	0
計	433	555	1	7	500	47

また、2011年より以前においては、黄が1件、白が7件だったのに対して、2012年以降は、黄が0件、白が0件であった。なおFindingの色が、黄、白となったものについて、発電所名、報告書発行年、Findingの概要で表したものを表2に示す。

次に表1をもとに発行年毎のFinding数をグラフで表したものを図1に示す。2000年から2017年は各年のFindingの数が25個前後であるが、2018年は13件、2019年は9件と減少傾向を示した。

次に、報告書内に記載されたFindingの種類傾向を確認するために、Findingの種類（IMCの中で項目分けしているもの）を分類した。なお、

NRCのIMCのうち、IMC 0609 Appendix F（火災防護の重要度決定プロセス（指摘の色を評価するプロセス）関係が記載されているもの）の改訂でFindingの種類項目が多岐にわたることより、Findingが多い項目の傾向を把握するため、過去20年でFindingの数が10個以上のものを抽出した。結果を図2に示す。なお、図中の赤色の点線は、IMCが改訂された年（2001年、2004年、2005年、2013年、2018年）を表したものである。なお、それぞれの改訂の概要として、2001年は火災シナリオの定義の追加等による改訂、2004年はリスク情報を提供するため新しい定性的および定量的分析ステップ

表2 Findingの概要（色が黄、白となったもの）

色	発電所名	発行年	概要
黄	Browns Ferry	2010	高温停止状態を達成し、維持するために必要な1系統のケーブルと機器について、20箇所の防火区域で火災による損傷がないことを保証できなかった。
白	Salem	2000	1号機と2号機の4160Vac 開閉器室の二酸化炭素濃度試験において、必要な50%のCO2濃度に到達または維持できないと判断した。
白	Palisades	2001	ケーブル布設室の北西部分に煙探知器を不適切に配置した。
白	Oconee	2002	運転認可者の火災防護認可に記載されている運転員の措置が適切に実施しなかった。（その後のフォローアップで白と分類した。）
白	Turkey Point	2004	防火区域での火災に対して、3号機と4号機の機械設備室に全エリア火災検知器と恒設消火システムがなかった。
白	Crystal River	2005	ケーブルを火災による損傷から物理的に保護または分離できず、代わりにNRCが承認していない現地の運転員の手動措置に依存していた。
白	Browns Ferry	2009	手順0-SSI-001「安全停止指示書」の改訂により、利用可能な機器を利用して、狭い範囲のスケールで原子炉水位を+2インチ以上に復旧および維持する運転員の能力に基づく条件を追加した。
白	Cooper	2011	原子力発電所の緊急時手順に含まれるいくつかの手順において、書面通りに機能することが繰り返し保証できていなかった。

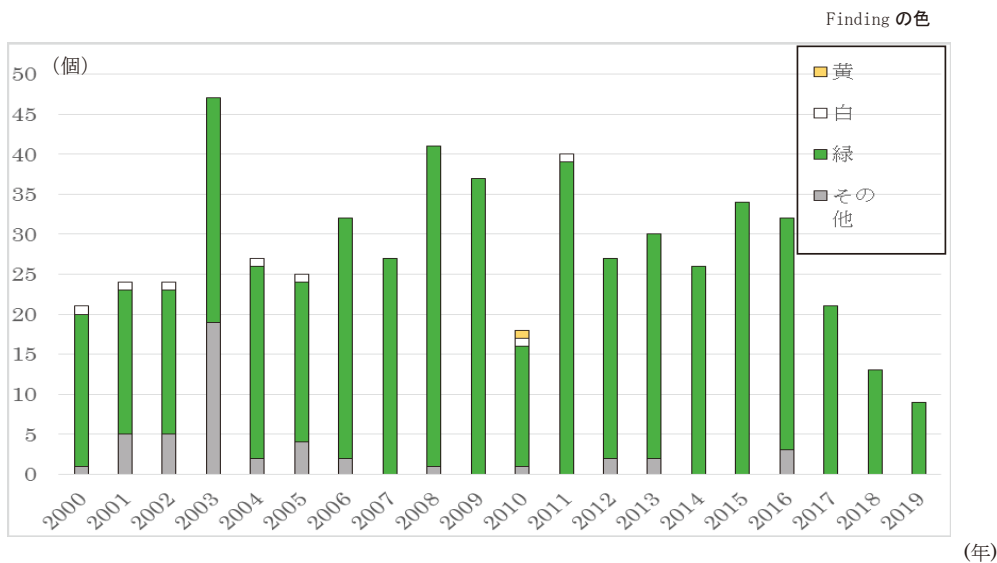


図1 年毎のFindingの数

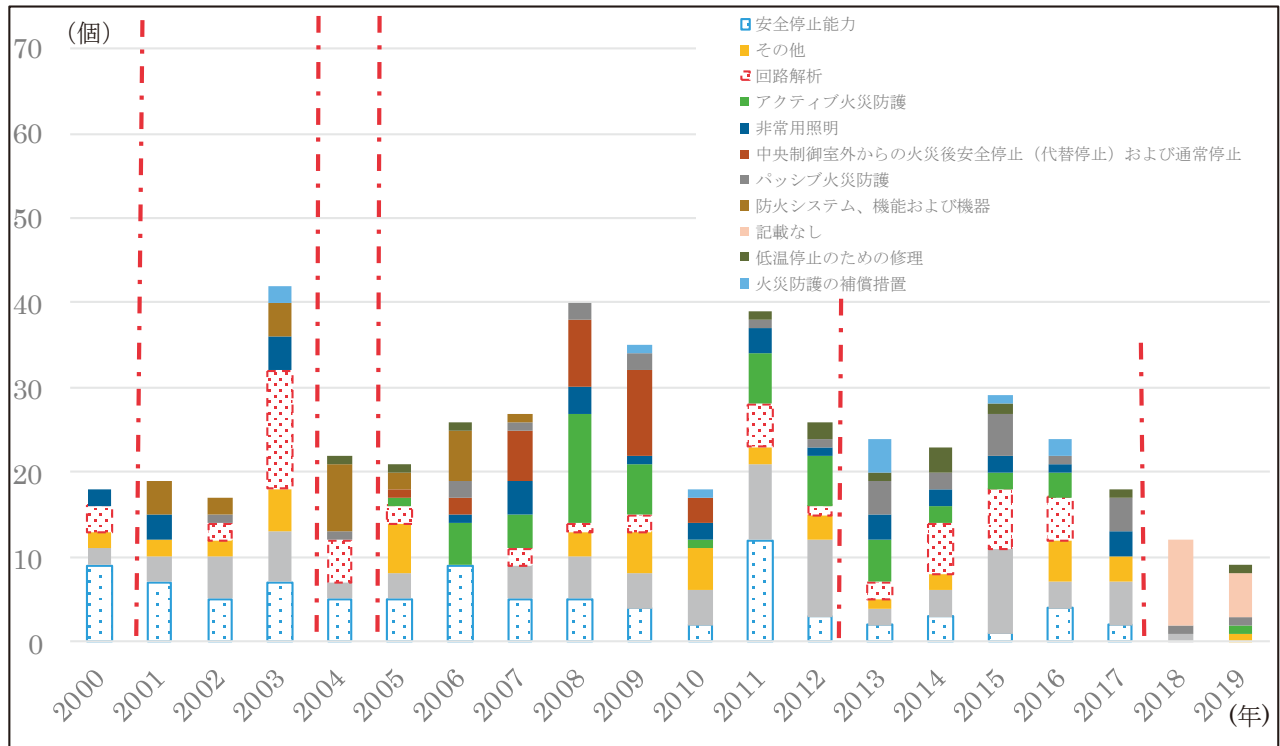


図2 Findingが多い項目に対する年毎のFindingの傾向

の導入等による改訂，2005年は想定される高い信頼度の火災の火炎強度のための統計数の変更等による改訂，2013年および2018年は火災指摘事項のスクリーニング質問の変更等に伴う改訂である。

Findingの項目のうち、「記載なし」については、検査報告書のFindingの項目を記載する欄が空白となっていたものである。

Findingのうち、IMCの改訂において変更がなかった「安全停止能力」「代替停止能力」「回路解析」「非常用照明」については、毎年ではないが、継続的に指摘があった。

「防火システムおよび、機能および機器」については2008年以降になく、また「中央制御室外からの火災後安全停止（代替停止）および通常停止」については2005年から2010年のみであり、「アクティブ火災防護」については2005年以降のみであり、「パッシブ火災防護」については、2013年から2017年に多くあるという結果となった。

各年をとおして発生している、「安全停止能力」「代替停止能力」「回路解析」「非常用照明」については、継続的に発生しているため、事例を把握することで、今後も事業者の参考になるとと思われる。

## 2.2 2015年から2019年までのFindingの重点整理

2015年頃以降の指摘の数が減少傾向であったため、減少しても指摘事項として残るものを把握することが重要だと考え、2015年から2019年に発行された検査報告書より、報告書に指摘事項として記載されていたすべてのFindingを計109件抽出した。Findingの種類の数を図3に示す。

抽出したFindingのうち、多かった項目として上位3項目を調査したところ、「Alternative Shutdown Capability（代替停止能力）」およびこれに関連するものが計19件、「Circuit Analysis（回路解析）」およびこれに関連するものが計12件、「Passive Fire Protection（パッシブ火災防護）」およびこれに関連するものが計12件であった。代替停止能力とは、あるエリアにおいて、安全な停止が確保できない場合に代替となる安全停止の操作等であり、Findingの一例として、要求された適切な代替停止手順にて実施していなかったという記載があった。また、パッシブ火災防護とは、耐火壁等であり、Findingの一例として、防火貫通シールの劣化に気づかず識別せず修理しなかったという事例があった。また、回路解析とは、ある電気回路での

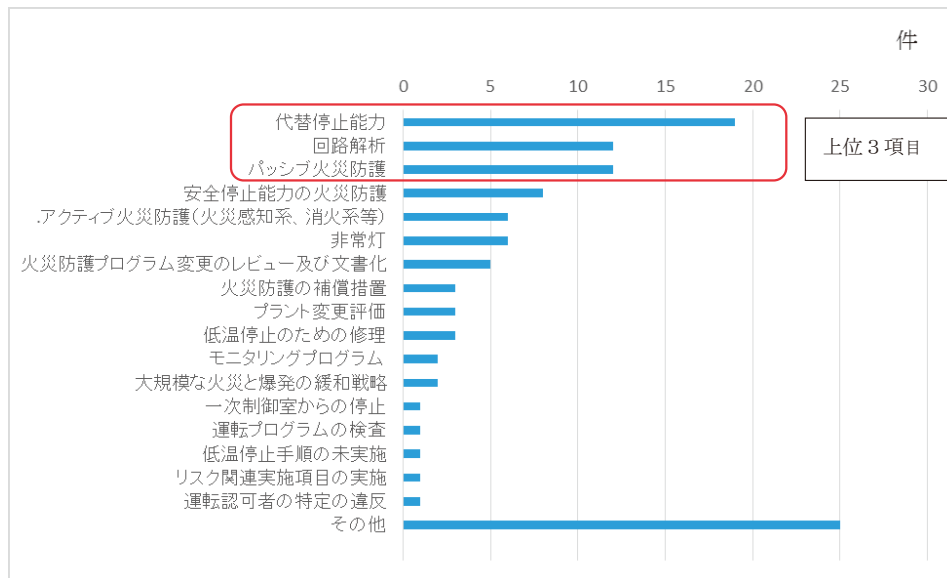


図3 2015年Findingの種類の件数

火災による別の電気回路への影響の解析等であり、Findingの一例として、複数の弁において電気回路設計が不十分で、ケーブル短絡により弁が誤動作する恐れがあるという事例があった。これらの事例についても今後事業者の参考になると思われる。

### 3. まとめ・考察

米国火災防護3年毎検査報告書(2000年から2019年までに発行されたもの)から、Findingを抽出した。その結果、各年の検査報告書に、記載されたFindingの数は25個前後であり、2018年は13件、2019年は9件と減少傾向を示した。減少傾向についてその理由を確認すべく今後も調査していく必要がある。なお、「安全停止能力」「代替停止能力」「回路解析」「非常用照明」については、継続的にFindingとして指摘されているため、これらの事例については、新検査制度を発電所への展開を検討するうえで、事業者にとって参考になりうると思われる。また、Findingの事例を把握することで、検査制度以外の安全対策において参考となり、安全水準向上に期することが考えられるが、今後もFindingの傾向等を注視していく必要がある。

### 参考文献

- (1) 一木邦康, 米国発電所で実施されている安全文化醸成に資する諸活動についての分析, INSS Journal Vol. 19, 2012 P238.