

## 火災時安全停止回路解析に関わる米国事業者事象報告書の調査(案)

令和 4 年 1 月 20 日

技術基盤課

### 1. はじめに

IN2014-10[1][2]は、回路の故障が 2 次火災又は設備の損傷を誘発させる可能性に関連した米国原子力発電所(NPP)における運転経験を紹介するもので、火災起因のホットショートにより安全停止機能もしくはその能力が影響を受ける可能性について、認可取得者に検討するよう推奨している。この「回路の故障が 2 次火災又は設備の損傷を誘発させる可能性」は、第 12 回技術情報検討会(平成 27 年 1 月 19 日)[3]にて要対応技術情報と分類され、将来的な火災影響評価ガイドへの反映要否を含めた検討が開始された。令和 3 年 6 月には、NRA 技術ノート「米国における火災時安全停止回路解析の調査」[4]が発行され、安全停止回路解析の概要、関連する米国 NRC 規制活動とともにいくつかの事業者事象報告書(LER)が紹介された。LERには、3 年毎火災防護検査等において発見、指摘された具体的な課題(潜在的課題含む)が含まれており、こうした情報は、国内 NPP における類似課題の有無や、検査着目点を検討する上で有用なので、関連する LER を技術基盤課で抽出し、調査・分析することとした。

### 2. 定義と関連情報

#### 2.1. 火災時安全停止回路解析

火災時に原子炉を安全停止状態に到達・維持するのに必要な設備・機器の電気回路(ケーブル配線含む)の可用性や能力、リスクを分析評価すること。

#### 2.2. ホットショート

火災による高温の影響で導体間の絶縁材が破壊され短絡し、電氣的に接続されること。図 1 から図 3 にホットショートの概念と影響例を示す。表 1 には、ケーブル間ホットショートの起こりやすさを絶縁材の組合せごとに示す。

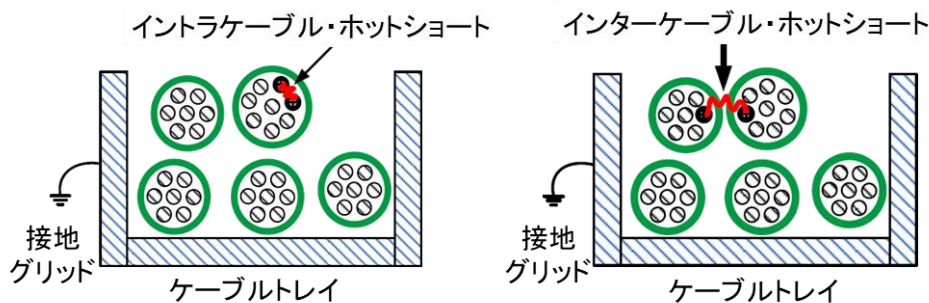


図 1 (左)イントラケーブル・ホットショート、(右)インターケーブル・ホットショート[5]

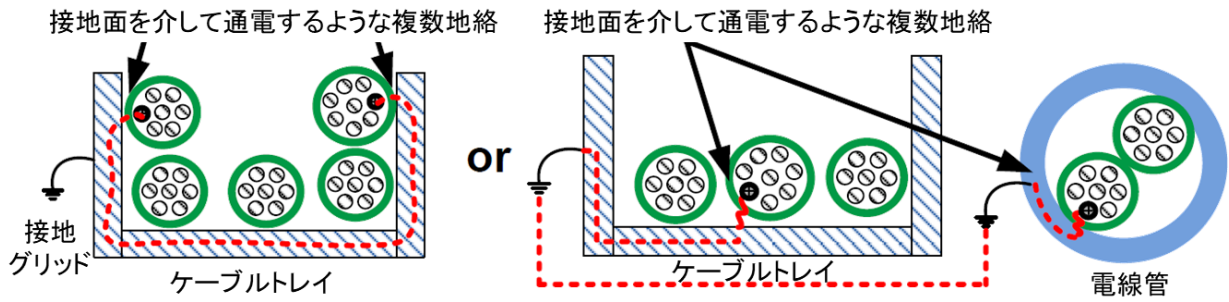


図 2 接地面を介したインターケーブル・ホットショート[5]

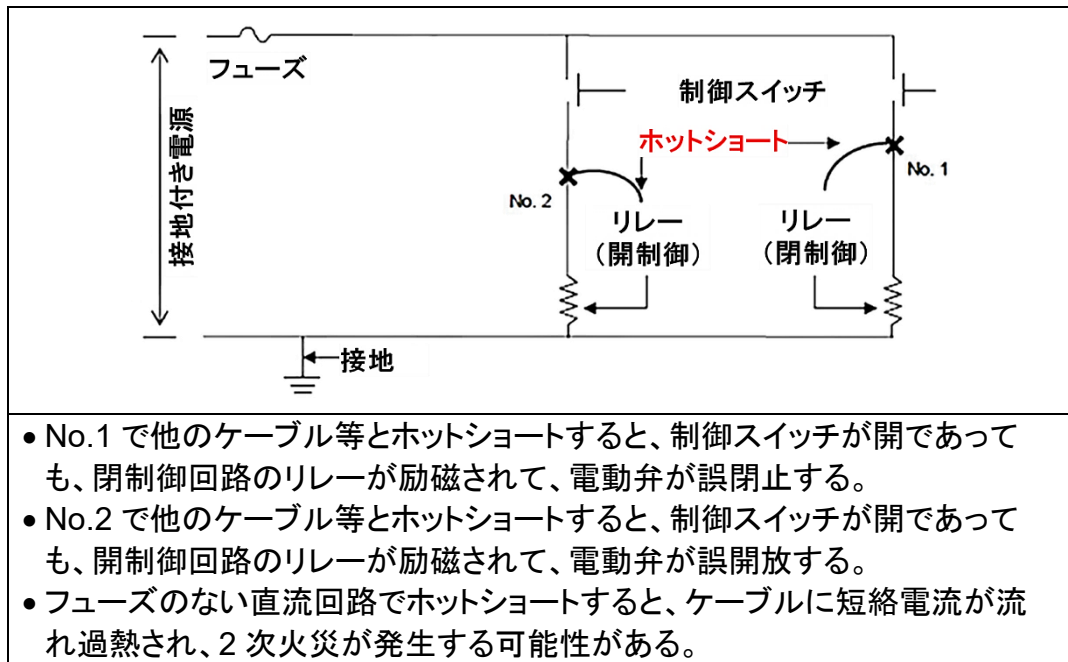


図 3 ホットショートの影響の例[5]

表 1 絶縁材組合せに対するインターケーブル・ホットショート可能性[4]

ソース側 ケーブル絶縁材	ターゲット側 ケーブル絶縁材	ホットショート 発生箇所数	可能性
熱硬化性	熱硬化性	1(図 1 のケース)	起こり難い
		2(図 2 のケース)	起こり得ない
熱硬化性	熱可塑性	1(図 1 のケース)	起こり得る
		2(図 2 のケース)	起こり難い
熱可塑性	熱可塑性	1(図 1 のケース)	起こり得る
		2(図 2 のケース)	起こり得る～起こり難い
熱可塑性	熱硬化性	1(図 1 のケース)	起こり得ない
		2(図 2 のケース)	起こり得ない

### 2.3. 米国規制情報等

#### 2.3.1. 10CFR50.48「火災防護」

本規制の(a)において、運転認可取得者は 10CFR50 附則 A の基準 3(GDC-3)を満足する火災防護計画(FPP)を持たねばならないとしている。(b)では、1979-01-01 以前に運転許可が

与えられた NPP に対する特定の一般課題に関して、GDC-3「火災防護」を満足するために要する火災防護特性は 10CFR50 附則 R に規定されるとある。(c)では、例外項目があるが NFPA805「全米防火協会 軽水発電炉のパフォーマンスベース火災防護基準」が本規制の参照として承認されたことが明示されている。全ての認可取得者は自主的に、(c)と NFPA805 に従ったリスク情報を活用したパフォーマンスベースの火災防護プログラムを採用することができる。

2005 年に、いくつかのパイロット NPP で NFPA805 への移行が自発的に行われた。それらのパイロット NPP から、2008 年に NFPA805 を採用する認可変更要求(LAR)が提出され、2010 年に承認された。2019 年 5 月現在、43 基の NPP が LAR を発行し、移行が完了もしくは実行中である。[6]

#### a) GDC-3「火災防護」

安全上重要な構造物、系統及び機器(SSC)は、他の安全要求事項と矛盾することなく、火災及び爆発の確率と影響を最小化するように設計・配置されなければならない。プラント内で適用可能な場所全て、特に格納容器や制御室のような場所は、不燃で耐熱性のある材料を使わなければならない。安全上重要な SSC に対する火災影響を最小化するように適切な容量と機能を有する火災検知器と消防設備を設計・配置しなければならない。消防設備は、それが破裂したり誤操作したりしても、SSC の安全機能を阻害することがないように設計されなければならない。

#### b) 10CFR50 附則 R「1979-01-01 以前に運転開始した実用発電炉に対する火災防護プログラム」

##### III.G「安全停止能力に対する火災防護」

1. 安全停止に重要な SSC に対して火災防護機能を付加しないといけない。
  - a. 制御室または緊急制御盤から高温停止状態に到達・維持するのに要するシステムの 1 系列は火災損傷と無縁でなくてはならない。
  - b. 制御室または緊急制御盤から冷温停止状態に到達・維持するのに要するシステムは 72 時間以内に修理できなければならない。
2. ホットショート、開回路もしくは地絡によって、高温停止状態に到達・維持するのに必要な多重系列システムの動作を妨げたり、誤動作させる可能性のある複数のケーブル／機器(関連非安全系回路含む)が、格納容器外の同一火災区画にある場合は、少なくとも 1 系列が火災損傷を受けないように、以下の手段を最低一つ備えること。
  - a. 3 時間定格の防火バリアによる多重系列のケーブル・機器ならびに非安全系回路の分離。防火バリアの一部もしくは支持用の鋼構造は、バリアに要求されるものと同等の耐火性を持つこと。
  - b. 可燃物や火災ハザードがない状態で水平距離 20 フィート(約 6 m)以上離すことによる多重系列のケーブル・機器ならびに非安全系回路の分離。かつ、当該火災区画に火災検知器と自動消火システムを据え付けること。

- c. 1 時間定格の防火バリア内で、1 系列のケーブル・機器ならびに非安全系回路の格納。かつ、当該火災区画に火災検知器と自動消火システムを据え付けること。

不活性化していない格納容器内では、上記の手段の一つまたは以下の火災防護手段の一つを備えること。

- d. 可燃物や火災ハザードがない状態で水平距離 20 フィート(約 6 m) 以上離すことによる多重系列のケーブル・機器ならびに非安全系回路の分離。
- e. 当該火災区画に火災検知器と自動消火システムの据え付け。
- f. 不燃性放射エネルギー遮へいによる多重系列のケーブル・機器ならびに非安全系回路の分離。

3. 以下の場合、代替／専用停止能力を備えること。

- a. G2 要求事項を満足しない場合
- b. 懸念される区画にある高温停止に要する多重システムが、防消火活動により損傷したり、防消火システムの誤動作や破裂により損傷したりする場合。

#### c) NFPA805「軽水発電炉のパフォーマンスベース火災防護基準」

決定論的の火災防護要件(10CFR50.48(b)、つまり 10CFR50 附則 R)は、火災時に安全停止を可能とする安全系を介した火災防護工学的余裕(engineering margin)を確立することをねらったものである。リスク情報を活用した自主的基準(NFPA805)は、決定論的アプローチに関わる規制負荷を低減し、原子力安全を維持しつつ認可取得者の火災防護活動に柔軟性を付加するものでなくてはならない[6]。なお、2006 年には RG1.205「既設軽水炉プラントに対するリスク情報を活用したパフォーマンスベース火災防護」も発行されている<sup>a</sup>。

#### 2.3.2. 火災防護検査

NRC 検査目的は、火災損傷または延焼を防ぐために用いる火災検知・抑制システム／機器と防火バリアの状態と動作状況に関する FPP が適切に遂行されていることを検証することである。また、オンサイト消防隊の訓練や演習状況を検証することも目的である。[6]

一般に、許認可ベースは 2 つある：決定論とリスク情報を活用したパフォーマンスベース。決定論では 10CFR50.48(a)、(b)と附則 R 下で許可された運転プラントの年毎検査に火災防護検査が含まれる。リスク情報を活用したパフォーマンスベースでは、NFPA805 を介した 10CFR50.48(c)がベースとなり[6]、3 年毎火災防護検査が行われる。[8]

#### 2.3.3. IN92-18「制御室火災時に遠隔停止能力を喪失する可能性」[10]

制御室火災時に、高温停止状態に到達・維持するのに必要なモータ作動弁(MOV)において、MOV の制御回路に係る導線と通常通電の導線の間でホットショートする可能性がある。火災により制御室が使えない場合は、遠隔停止盤から MOV を操作するが、もし MOV に防護機能がないう場合、遠隔操作する前に当該 MOV が損傷する可能性がある。トルクスイッチをバイパスして

<sup>a</sup> 最新版は 2021 年に発行された Rev. 2 [7]である。

ホットショートによる短絡電流がモータに流れ、巻線が損傷し、MOV は手動操作もできなくなり、安全停止を達成・維持する能力が失われる可能性がある。

### 3. 調査・分析方法と結果・考察

以下に示す 2 ステップで、調査を行った。結果分析とその考察を併せて示す。

(1) 3 段階スクリーニングにより、火災時安全停止回路解析に関わる LER を抽出する。

① 件名キーワード検索

図書登録日:2010-01-01 から 2021-07-31

件名キーワード:fire、spurious、circuit analysis、Appendix R、OR NFPA805

検索結果:101 件

② 本文キーワード検索

キーワード: fire AND {(inspection OR finding) OR (cable、circuit、short、open、OR spurious)}

検索結果:45 件

③ 抽出:LER 本文に、安全停止回路解析に関わるプロセス等を用いて、火災時安全停止能力に関わる課題・懸念を発見・指摘した情報が含まれるもの。

結果:別紙 1 スクリーニング結果(抽出 29 件、スクリーニングアウト:16 件)

(2) 抽出された 29 件に IN2014-10 で紹介された 3 件を加えた 32 件の LER を分析し、個々に事象概要、安全評価、原因、是正処置・教訓などを 1 件 1 葉シートにまとめる。必要に応じて、参考情報などで補足する。国内原子力発電所において類似問題の存在可能性を考察する。

抽出された LER は全て、制御室等の火災によりその区画内を通るケーブルがホットショートする可能性があり、その影響で火災時安全停止能力が疑問視されることを報告している。ただし、その安全影響度は軽微で、代償措置も取り得ると報告されている。

その調査結果を 3 つの観点(A)ホットショートする可能性のある場所とその主要な影響、B)影響を受ける主要な機器・システムまたは解析・手順等／懸念される悪影響、C)懸念が存在した期間<sup>a)</sup>で分類し、結果と考察を表 2 にまとめる。

表 2 分析結果

A)	ホットショートする可能性のある場所とその主要な影響	件数
A1	過電流保護が付加されていない DC 制御回路で、ホットショートによる故障電流によりケーブルが過熱され、元の火災区画とは別の場所で 2 次火災が発生	6
A2	火災により制御室が使えない場合にそれ以外の場所から安全停止できる機能を有した装置があるが、火災時に制御室側の回路が完全に遮断・隔離されないため、制御室内のホットショートにより、安全上重要な機器が誤動作	13
A3	制御室以外の火災によるホットショートでも、安全上重要な機器が誤動作	10

<sup>a)</sup> 10CFR50 附則 R「1979-01-01 以前に運転開始した実用発電炉に対する火災防護プログラム」を鑑み、運転開始が 1979-01-01 以前か以後か、改造が懸念の起点かどうかで分類。

A4	動力作動弁(POV)に係るホットショート問題(IN92-18)等の代償措置が未確立もしくは必要な運転員操作余裕時間が非保守的である懸念	3
考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も多いのは A2 であり、制御室火災時に制御室側の回路を隔離・遮断する設計に不備があることが原因である。例えば加圧器逃し弁が、制御室火災起因のホットショートで誤開放したら LOCA となり得る。同様に格納容器隔離弁が誤開放したら、格納機能の喪失となり得る。安全関連機器に影響するような制御室側回路のホットショートが起こらないことを示せない場合は、そのホットショートによる安全性(炉心損傷、格納容器破損)への影響評価が必要と考えられる。</li> <li>次に多いのは A3 であるが、次の B)と併せて考察する。</li> <li>A1 は、DC 制御回路に過電流保護が適切に付加されていない設計欠陥であり、火災影響評価よりも品質保証の枠で取り扱う問題と考えられる。</li> <li>A4 は件数は少ないが、深層防護の観点から、制御室火災時に制御室側回路の隔離に失敗した(安全上重要な機器がホットショートで誤動作した)際の運転手順をレビューする必要性を示していると考えられる。</li> </ul>	

B)	影響を受ける主要な機器・システムまたは解析・手順等／懸念される悪影響	件数
B1	ケーブルの過熱／2次火災	6
B2	ポンプ誤起動／EDG 過負荷、過充填	3
B3	弁誤開／インターフェイス LOCA、操作余裕時間減少、可用保有水減少、溢水	8
B4	弁誤閉／ECCS 注水不能、充填不能、ポンプサクシオン喪失	3
B5	弁誤動作／安全関連弁損傷・手動操作不能	4
B6	ヒータ誤作動／加圧器ヒータ制御不能	2
B7	フューズ開、遮断器開、リレー誤動作／EDG 自動起動不能、電源喪失、制御異常	6
考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も多い B3 は安全機能・能力の喪失ではなく、LOCA や漏えいの直接原因であり、原子炉安全停止のための系統分離対策とは無関係である。</li> <li>B2、B4、B6 と B7 は、安全機能・能力の喪失であり、適切に系統分離が行われていれば、安全機能が完全喪失する可能性は低い。しかし、運転経験反映による継続的安全性向上にこれらの情報は資する。</li> <li>B5 は弁の制御機構の設計欠陥とも考えられるが、安全関連弁が損傷し、手動操作も不能となる可能性が指摘されている(IN92-18)ことから、注意が必要である。</li> <li>B1 は A1 で示したように設計欠陥問題と考えられる。</li> </ul>	

C)	懸念が存在した期間	件数
C1	1979-01-01 以前に運転開始した NPP の運転開始時点から	9
C2	1979-01-01 以前に運転開始した NPP の改造時点から	3
C3	1979-01-02 以降に運転開始した NPP の運転開始時点から	18
C4	1979-01-02 以降に運転開始した NPP の改造時点から	2
考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>C3 がもっと多く、火災時安全停止に懸念があるのは古いプラント(系統分離に課題がある)に限らないことを示している。</li> <li>C2、C4 は、改造によって火災時安全停止回路に問題が生じたこと示しており、運転開始後の検査の重要性を表す。</li> </ul>	

#### 4. 今後の対応

米国 LER で報告された火災時安全停止能力に関する主要な課題は、①火災等で制御室以



外から遠隔安全停止操作する際に、制御室側回路のホットショートで安全関連機器が誤動作する可能性ならびにそのような誤動作が起こった際の運転員対応手順の不備、②ホットショートによる誤動作が冷却材喪失や格納機能喪失の原因となる可能性、③DC 制御回路に過電流保護が適切に付加されていない場合は、DC 電源回路とのホットショートにより、元の火災区画とは別の区画で2次火災が発生する可能性、④動力作動弁のリミット・トルクスイッチが適切に付加されていない場合は、制御回路のホットショートにより弁が損傷し動作不能となる可能性、⑤プラントの改造によりもたらされる火災時安全停止回路への悪影響もしくは過去の検査では発見されなかった火災時安全停止回路の設計欠陥である。

ただし、いずれの課題も実際に発生したものではなく、米国 NPP において発生する可能性を見出したものである。かつ、それらの課題の発生を想定しても、その安全影響度は低いとされ、懸念される火災区画の監視強化等の代償措置も提案されている。しかしながら、いくつかの課題は原子炉安全停止のための系統が適切に分離されていれば問題ないとする考えを否定している。さらに、米国の3年毎火災防護検査もしくはその準備のための事業者検査でそれらの課題が見つかっていることから、同検査の重要性も示している。

以上を踏まえ、原子力規制庁において、米国火災防護規制の最近の動向をさらに調査し理解を深めるとともに、国内 NPP 事業者と情報共有を続けていくこととしたい。

## 5. 参考情報

- [1] IN2014-10, POTENTIAL CIRCUIT FAILURE-INDUCED SECONDARY FIRES OR EQUIPMENT DAMAGE, <https://www.nrc.gov/docs/ML1416/ML14169A264.pdf>
- [2] 第12回技術情報検討会、資料12-4、回路の故障が2次火災又は設備の損傷を誘発させる可能性」について、<https://www.nsr.go.jp/data/000094964.pdf>
- [3] 第12回技術情報検討会、議事概要、<https://www.nsr.go.jp/data/000099778.pdf>
- [4] NTEEN-2021-1001、米国における火災時安全停止回路解析の調査、<https://www.nsr.go.jp/data/000356783.pdf>
- [5] NUREG/CR-7150, Joint Assessment of Cable Damage and Quantification of Effects from Fire (JACQUE-FIRE), Volume 1: Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) Exercise for Nuclear Power Plant Fire-Induced Electrical Circuit Failure, <https://www.nrc.gov/docs/ML1231/ML12313A105.pdf>
- [6] INSPECTION PROCEDURE 71111 ATTACHMENT 05, FIRE PROTECTION, <https://www.nrc.gov/docs/ML2023/ML20237F507.pdf>
- [7] REGULATORY GUIDE 1.205, REVISION 2, RISK-INFORMED, PERFORMANCE-BASED FIRE PROTECTION FOR EXISTING LIGHT-WATER NUCLEAR POWER PLANTS, <https://www.nrc.gov/docs/ML2104/ML21048A448.pdf>
- [8] INSPECTION PROCEDURE ATTACHMENT 71111.05XT, Fire Protection - NFPA 805 (Triennial), <https://www.nrc.gov/docs/ML1232/ML12328A167.pdf>
- [9] NRC, Risk-Informed, Performance-Based Fire Protection Overview, <https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/fire-protection/ri-pb-overview.html>
- [10] IN92-18, Potential for Loss of Remote Shutdown Capability During a Control Room Fire, <https://www.nrc.gov/docs/ML0312/ML031200481.pdf>
- [11] 日本原子力学会、AESJ-SC-RK007:2014、原子力発電所の内部火災を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準:2014

## スクリーニング・分析結果

LER 番号	件名	結果	問題・指摘
220/2014-002-00: Nine Mile Point	フューズのない MOV 制御回路	A1 B1 C1	MOV のフューズ(保護)のない DC 回路のホットショートにより、ケーブルの過電流・自己加熱により 2 次火災が発生し得る。
244/2014-002-00: Ginna	複数の火災区画に影響する DC 制御回路が絡むホットショート火災事象	A1 B1 C1	非安全系の DC 制御回路に過電流保護がないと、ホットショートでケーブルが過熱し、2 次火災が発生し得る。
259/2011-010-00: Browns Ferry 1	適切に隔離されなかった DC 電流計ケーブル	A1 B1 C1	火災により制御室退避した際に使う現場のバッテリー盤の安全系電流計回路が、制御室の遠隔電流計回路と適切に隔離されていない。制御室の非安全系電流計の回路が火災時ホットショートの影響で、2 次火災を発生させ得る。
259/2012-004-01: Browns Ferry 1	火災区画でのケーブル火災損傷により RHR サービス水ポンプが誤起動する可能性	A2 B2 C1	制御室火災時に適切に遮断されない制御回路が見つかった。その回路がホットショートすると、補機冷却水系からの誤信号で RHR サービス水ポンプが誤起動し得る。
259/2013-008-00: Browns Ferry 1	火災区画におけるケーブルの火災損傷により RHR ポンプが誤動作する可能性	A2 B2 C1	制御室火災時に適切に遮断されない制御回路が見つかった。その回路がホットショートすると、RHR ポンプが誤起動し得る。
260/2012-005-00: Browns Ferry 2	NFPA805 移行中に特定された第 2 区分 RHR 系統に影響する未解析状態	A2 B4 C1	制御室火災時にホットショートにより LPCI の格納容器内弁の開失敗が発生し得る。
278/2011-004-00: Peach Bottom 3	HPCI の不適切なケーブルルートにより火災後安全停止解析に悪影響	A3 B5 C2	2010 年代の HPCI タービン蒸気供給弁制御回路の改造により、想定火災区画でのホットショートにより HPCI が動作不能となり得ることが判明した。
282/2016-001-00 Prairie Island 1	不適合火災防護手動運転員操作	A3 B5 C1	IN92-18「制御室火災時に遠隔停止能力を喪失する可能性」で指摘されたモータ作動弁(MOV)のホットショートによる故障が、制御室火災以外でも発生し得ることがわかった。
285/2015-006-00: Fort Calhoun	不適切な設計による未解析の火災脆弱性	A2 B6 C2	1983 年に改造した加圧器バックアップヒーターバンクの制御回路の遮断設計に問題を発見。制御室火災時の制御室側でのホットショートにより、ヒータが意図したように動作しない可能性がある。
293/2015-010-00: Pilgrim	電動弁制御回路の脆弱性	A4 B5 C2	IN92-18 で指摘された MOV の問題(トルク・リミットスイッチがないと、ホットショートにより MOV が損傷、手動操作も不能となり得る)の代償措置である火災監視が未確立であることが 2015 年の火災防護検査の準備中に判明した。
305/2012-001-00: Kewaunee	加圧器逃し弁と原子炉ベント弁に対する附則 R 誤動作の懸念	A3 B3 C1	加圧器逃し弁のソレノイド用の制御室から格納容器に至る制御ケーブルが、専用の電線管で引き回されておらず、ホットショートの状態次第では、弁が誤開放し得る。原子炉ヘッドベント弁でも同様の問題が見つかった。I/F LOCA となり得る。
361/2009-005-00: San Onofre 2	DG の配線ミスにより火災隔離能力を喪失	A2 B7 C4	EDG-A の保全作業で火災時遮断(隔離)フューズを誤配線した。この状態では、制御室火災時に遠隔操作ができなくなる可能性がある。
366/2013-004-03: Hatch 2	RHR 停止時冷却系隔離弁に対する想定火災時ケーブル間電気故障の脆弱性	A3 B3 C1	格納容器内 RHR 停止時冷却系隔離弁の制御ケーブルが想定火災でホットショートすると、同弁が誤開放し得る(I/F LOCA)。



LER 番号	件名	結果	問題・指摘
369/2012-001-00: McGuire 1,2	附則 R 不適合により冷温停止に影響する可能性	A3 B5 C3	IN92-18 で指摘された MOV の問題が、両号機の SG の動力作動逃し弁 (PORV) にあることがわかった。想定火災区画での制御回路ホットショートで、弁が損傷し手動操作も不能となり得る。
390/2013-005-00: Watts Bar 1	CVCS 遠心充填ポンプの想定火災起因故障	A3 B4 C3	補助建屋火災により CVCS 充填ポンプ (CCP) のサクシオン弁が偽閉止 (正しい閉信号なしに閉) し、RWST 弁は開かないことから、CCP 故障、RCP シール喪失となり得ることがわかった。
390/2014-002-00: Watts Bar 1	附則 R 解析により特定された非保守的運転員手動操作	A4 B2 C3	附則 R 解析 (安全停止能力に対する火災防護プログラム) で想定した加圧器過充填を防ぐための運転員余裕時間が保守的ではなかった。
390/2015-002-00: Watts Bar 1	附則 R 火災時の加圧器 PORV に偽開放に関する未解析の状態	A4 B3 C3	加圧器 PORV の制御ケーブルが想定火災区画を通っている場合は、ホットショートにより PORV が偽開放すると仮定しなければならない。PORV 隔離が遅れると、SI 信号が出て、加圧器がソリッドになるおそれがある。時間余裕等の確認要。
395/2011-001-00: Summer	附則 R に従う安全停止システムの 1 系列維持失敗の可能性	A3 B7 C3	制御室、ケーブル室または制御建屋火災によるホットショートで安全母線の過電流リレーが作動し得る (給電遮断)。EDG-B の給電遮断器が閉じない可能性もある。当該リレーをリセットする手順が火災時緊急手順に入っていることを確認要。
395/2011-002-00: Summer	附則 R に従う安全停止システムの 1 系列維持失敗の可能性	A2 B7 C4	1985 年の改造によって、火災によって制御室退避した際に EDG-B の制御回路を制御建屋から隔離 (遮断) できるようになった。しかし、1992 年の EDG 制御回路の改造によって、ホットショートにより制御電源のリレーが停電して、EDG の現場制御が妨げられ得るようになった。
397/2015-006-01: Columbia	火災後安全停止に悪影響し得る想定 MSO シナリオ	A3 B3 C3	HPCS の複数の電動弁がホットショートにより偽開放することを MSO シナリオに想定していなかった。SP から CST への流れが形成され、SP 保有水量が減る (安全停止に影響し得る)。
440/2011-001-00: Perry 1	火災防護設計脆弱性による未解析の状態	A2 B7 C3	制御室の 2 つの電流計回路に配線欠陥があり、制御室火災によるホットショートで、それらの電流計遮断器の保護リレーが作動し、安全停止に要する A 系列 ESW ポンプと A 冷凍機の電源が切れ得る。
445/2013-002-00: Comanche Peak 1,2	無保護の電流計ケーブルからの 2 次火災	A1 B1 C3	クラス 1E のバッテリー制御室電流計に過電流保護が付いていないことが判明。制御室外での火災によるホットショートで故障電流が流れると、ケーブルトレイ上で 2 次火災が発生し得る。
454/2015-004-00: Byron 1	誤開放した弁の手動閉止を妨げ得る加圧器電動逃し弁回路の設計欠陥	A2 B3 C3	火災防護点検の際に加圧器 PORV のブロック弁制御回路に設計欠陥が見つかった。制御室火災時のホットショートにより、フューズがバイパスされ制御回路隔離が失敗し得る。
456/2015-003-00: Braidwood 1	誤開放した弁の手動閉止を妨げ得る加圧器電動逃し弁回路の設計欠陥	A2 B3 C3	火災防護点検の際に加圧器 PORV のブロック弁制御回路に設計欠陥が見つかった。制御室火災時のホットショートにより、フューズがバイパスされ制御回路隔離が失敗し得る。

LER 番号	件名	結果	問題・指摘
461/2011-001-00: Clinton	想定される HPCS 誤作動	A3 B3 C3	電線管内の自動起動ロジック計装ケーブルのホットショートによって、HPCS が誤起動し得る。HPCS 停止ポンプと注水弁も閉するので、RPV 満水後に HPCS を止められない可能性もある。
461/2011-007-00: Clinton	フューズなしの電流計回路	A1 B1 C3	フューズ(保護)のない DC 回路のホットショートにより、接地ループが構成され、過電流により隣り合うケーブルに熱損傷を与え得る。
482/2010-003-00: Wolf Creek	EDG-B 電圧制御回路に係る火災時安全停止の過大	A2 B7 C3	制御室火災のホットショートでユニット・パラレルリレーが通電され、EDG が意図しないモードで運転され、電圧制御にも悪影響し得ることが判明。
482/2010-007-01: Wolf Creek	火災時安全停止火災に起因する MSO 問題	A3 B4 C3	5 件の MSO 問題が特定された。例: 火災区画での火災で 1 台の RHR ポンプ喪失と同時に火災起因の偽 SIS により両 RHR の作動が妨げられ得る。加圧器スプレイ弁が誤開放し、4 台の RCP が制御室から停止できない可能性がある。
482/2010-013-00: Wolf Creek	火災時安全停止回路解析で特定された未解析の状態	A2 B7 C3	制御室火災によるホットショートで EDG-B の励磁器／電圧制御器のフューズが切れ、給電できない可能性がある。制御室火災で加圧器 PORV が誤開し、熱水力解析で要求する 3 分間以内の閉止ができない可能性。制御室火災で EDG-B 室の換気ダンパーが故障し、室温が設計温度範囲から出るおそれがある。
482/2011-008-00: Wolf Creek	火災時安全停止設計の隠れた課題が引き起こす ESW 流動不均衡	A2 B3 C3	制御室火災で CCW 熱交換器からの ESW リターンラインの弁(安全停止には要閉)が開き得ることが判明。重要機器への ESW 流量が減るおそれがある。
528/2012-005-01: Palo Verde 1,2,3	RSS 制御回路欠陥による TS 禁止状態	A2 B6 C3	制御室火災時に B 系列加圧バックアップヒータの制御回路が隔離されない可能性が判明。CVCS 隔離弁にも同様な問題が見つかった。
528/2013-003-00: Palo Verde 1,2,3	過電流保護のない DC 電流計	A1 B1 C3	系列 B と D のクラス 1E バッテリと充電器の電流計回路に過電流保護がついていない。制御室火災によるホットショートで同回路に故障電流が流れると、ケーブルトレイ上でケーブルが 2 次火災し得る。