
火災時安全停止回路解析に係る 検討状況について

2022年 11月

原子力エネルギー協議会

電力中央研究所 原子力リスク研究センター (NRRC)

1. はじめに

- 2022年3月10日の第52回技術情報検討会において、原子力規制庁より「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（LER）の調査への対応方針（案）」が報告され、令和4年度の上期末を目途に、事業者との意見交換を実施したい旨が示された。
- また、5月11日に日本版インフォメーションノートイス（NIN）「原子力発電所の火災時安全停止能力に関わる米国運転経験調査から得られた潜在的懸案事項」が通知された。

2. 事業者の対応方針について (1/2)

- 5月11日に日本版IN(第51回技術情報検討会で紹介された、米国の火災時安全停止回路解析に関連する**32件のLER情報**)が発出。
- 新規基準に適合しているプラントは、**火災時に安全停止に必要な機器に対して系統分離対策を実施しているため、火災時の安全停止機能は確保されていると考えている。**
- 但し、事業者としては自主的安全性向上の取り組みとして今後**短期対応 (LER情報分析による現状把握)**を行うとともに、**中長期的対応 (火災PRA、回路解析手法検討)**について検討を実施していく方針。

2. 事業者の対応方針について (2/2)

【短期対応：LER情報分析】

- INで示された32件のLERに関する情報を収集するとともに、自主的安全性向上の観点で対応が必要なものがないか内容を精査し、必要に応じて対応を検討する。(今年度中目途)

【中長期対応：火災PRAにおける回路解析対応】

- 火災PRAは、PRA手法の1つとして回路解析を実施することとしており、2020年6月に原子力リスク研究センター（NRRC）にて国内原子力発電プラントを対象とした火災PRAガイドを策定。
- 2022年度は、モデルプラントによる火災PRAガイドの実機評価適用研究の2年目であり、2021年度に収集したケーブル情報に基づき、火災PRAにおけるタスク16「回路故障モード尤度解析」を2023年度までに試行予定。

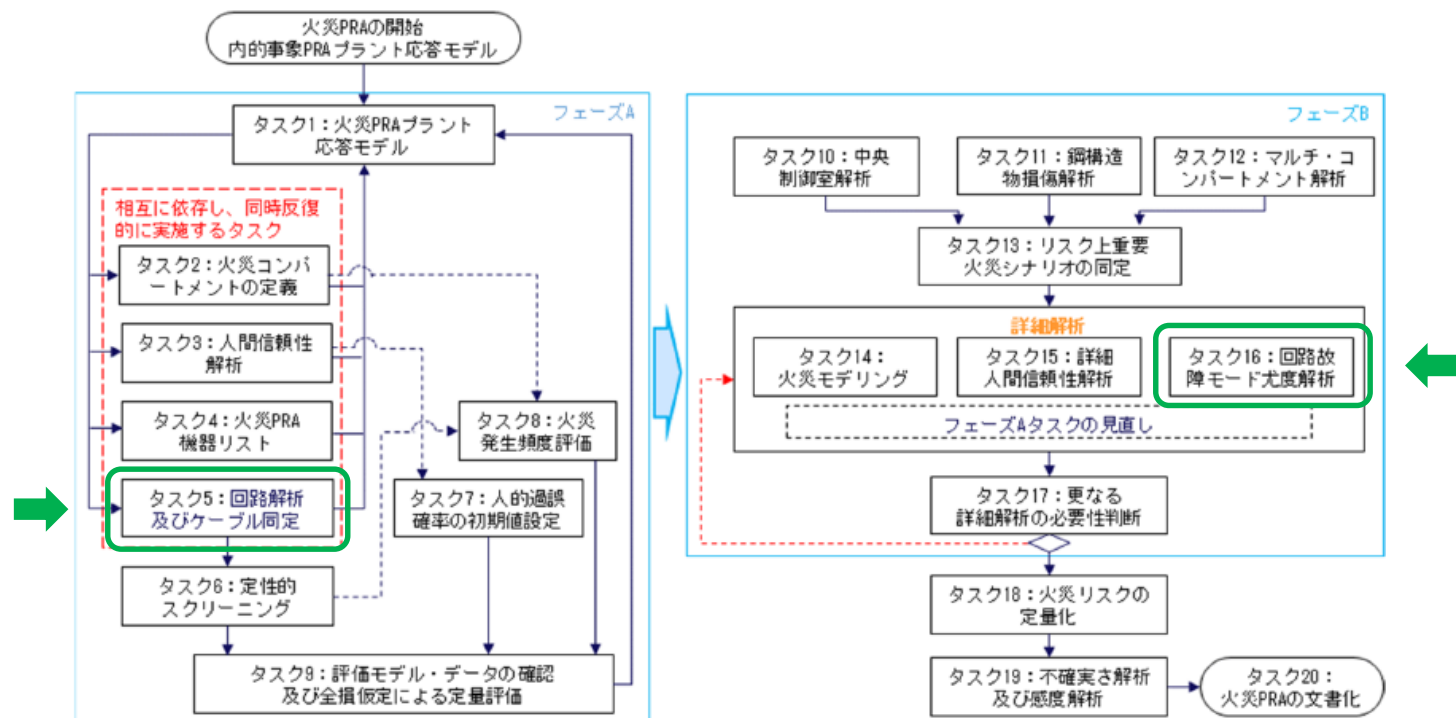


図 火災PRA 全体フローチャート

表 火災PRAを構成する各タスクの概要 (回路解析関連抜粋)

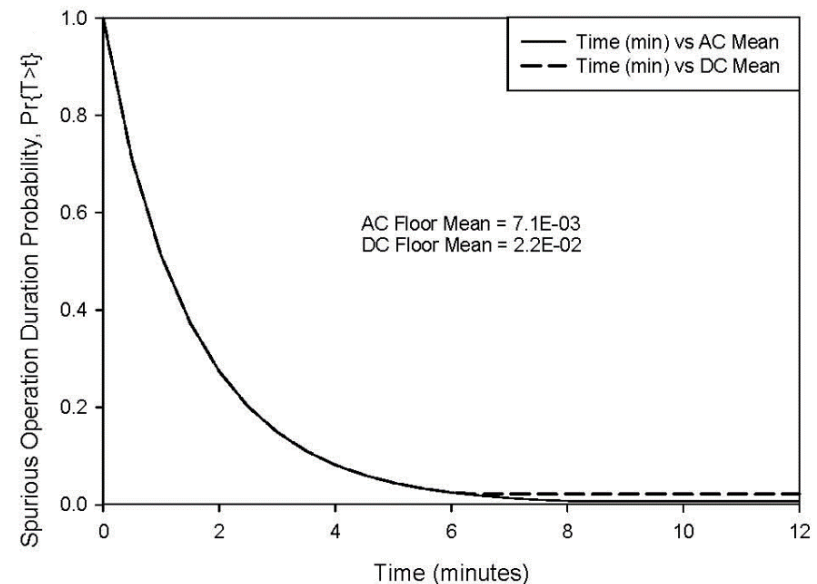
タスクタイトル		概要
5	回路解析及びケーブル同定	<ul style="list-style-type: none"> 火災PRA機器リストに登録された機器に係る基事象の機能喪失を発生させる回路要素（ケーブル、電源、インターロック）を同定 上記で同定されたケーブルの配置を同定 回路要素間の依存性を同定 機器、故障モード、ケーブル、電線路、火災コンパートメントの関連付け
16	回路故障モード尤度解析	<ul style="list-style-type: none"> リスク上重要なシナリオのケーブル損傷による誤動作確率を回路の設計情報に基づき定量化

◆タスク5：回路解析及びケーブル同定

- 火災PRA機器の適切な動作に必要な回路及びケーブルを同定
- ケーブル損傷モードとその影響を評価し、火災PRA機器の適切な動作を阻害（含、機器の誤動作）するケーブルを同定

◆タスク16：回路故障モード尤度解析

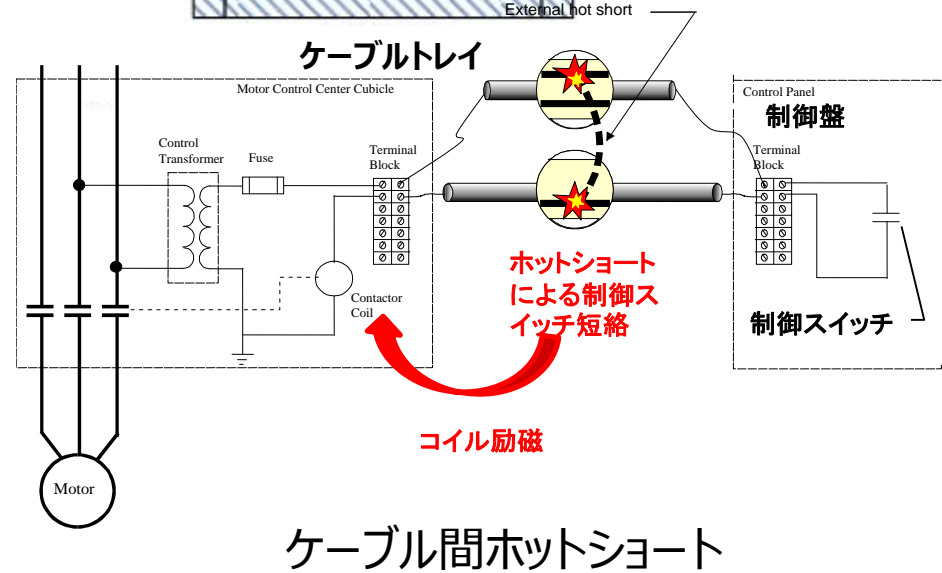
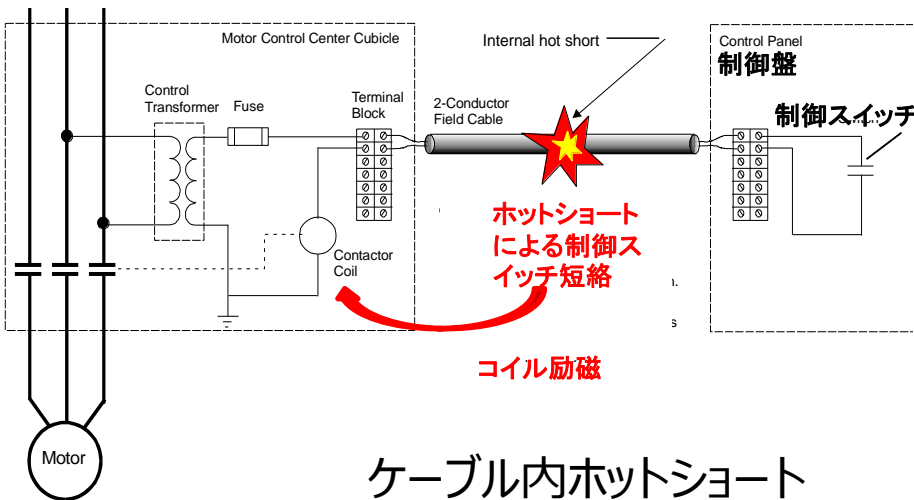
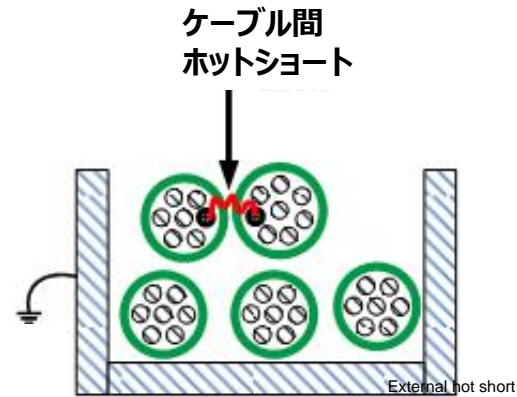
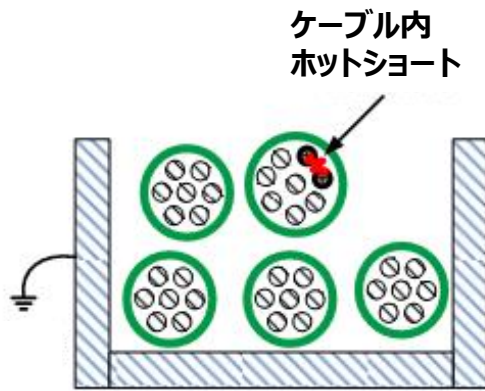
- 火災によるホットショート故障モード確率の推定
 - ✓ 誤動作に至るホットショートが懸念される回路と故障モード（次頁参照）を同定し、NUREG/CR-7150に記載のデータによる確率算定
- 誤動作継続解析（右図）
 - ✓ ホットショート解消可能回路についてホットショート状態の継続時間確率推定
- 誤動作確率推定
 - ✓ ホットショート故障モード確率と継続時間確率による誤動作確率推定



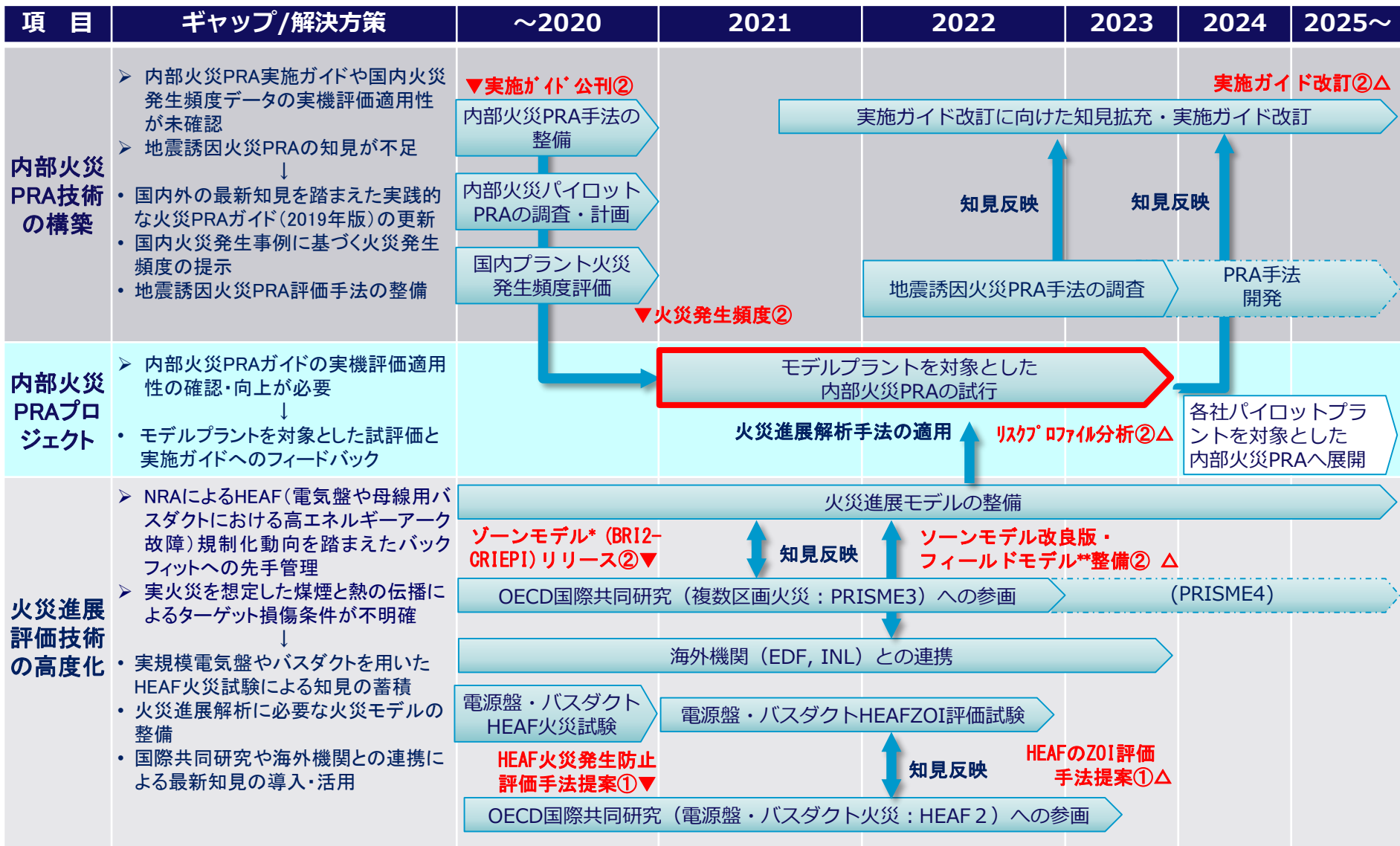
◆ ホットショート

- ケーブル内又はケーブル間の特定の導体が接触する状態。少なくとも短絡している導体の一つが通電状態にあり、解析対象回路への電圧又は電流の印加に至る。

【ホットショート故障モードの例】



(参考) 火災PRA 研究ロードマップ (NRRC HPより抜粋)



* 上下二層の空気層(ゾーン)の形成を前提とした計算負荷の小さい実用モデル
 ** 精緻な空気温度の空間分布が評価可能な数値流体力学モデルで計算負荷が高い