

福島での燃料デブリ特性化に関する NDA システムの フィージビリティ・スタディ

概要:

福島原発事故の後、技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID) により、燃料デブリ除去プロジェクトが始められた。経済産業省の平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金：原子炉格納容器内部調査技術の開発」を IRID が受託し、その組合員である三菱重工業(MHI)がその検討を実施した。

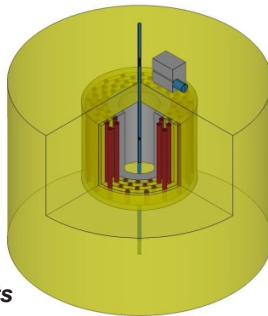
この検討の成果はミリオンテクノロジーズの協力により達成された。

- ミリオンは、炉心試料内の核分裂生成物質量評価に関する NDA (非破壊分析) システムのフィージビリティ・スタディを実施した。
- この研究の一部として、以下に示す 3 つの測定技術が調査された。
 - γ 線スペクトロスコピー
 - パッシブ中性子同時計数法
 - 差動ダイアウェイ法 (DDT 法) によるアクティブ中性子計数法
- 試料は、コンクリート、ステンレス及び熔融燃料の未知の混合物から構成される。
- BWR (沸騰水型原子炉) は、様々な型の燃料から成り立ち、PWR (加圧水型原子炉) と比較して未知のパラメータが加わる。

プロジェクトの主要な要素:

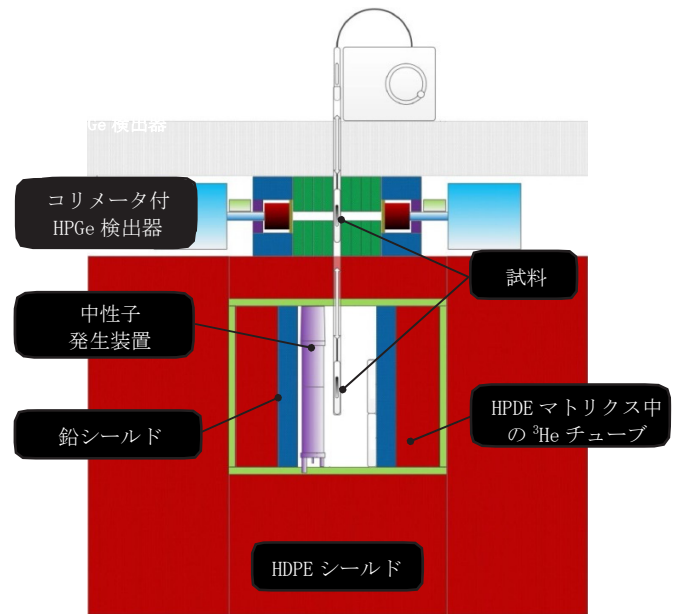
- 核分裂生成物管理ばかりでなく臨界安全管理が、このプロジェクトにおいて重要である。
- NDA システムは、主な核分裂生成物の同位体質量を測定することを目的とする。
- 従来のバーンアップ測定法は、損傷燃料に適用できない：試料は、様々な燃料タイプの混合体から成り立つ可能性がある。
- この問題を解決するために、複数の未知パラメータが複数の測定技術を必要とする。
- 高濃度不均一物質は、実験室での試料の非代表性の困難さとなる。そのため、非破壊技術が必要とされる。
- NDA システムの周辺線量率は、最大許容値を超えてはいけない。
- 検出器自体は、測定される高濃度放射性物質から防護される必要がある。

MCNP モデリング



CANBERRA™ のソリューション:

- 既存の設計に基づく文献研究が、システムの基本設計の定義をもたらした。
 - コリメータ付高純度 Ge 検出器を用いた γ 線スペクトル分析
 - アクティブとパッシブ測定 (PNCC と DDA) を可能にする、減速材内の ^3He チューブをカドミウムでラップした中性子測定システム (HDPE)
 - D-T パルス中性子発生装置
 - 試料カプセルは、全システムを通るチューブの中に移動される
 - 鉛と HDPE シールドは、 ^3He チューブの損傷を防ぎ、システムの周囲を低線量率に維持
- NDA システムのフルモデリングは、MCNP®計算コードを用いて実行された。
- パラメトリック研究が、遭遇しうる試料組成の全レンジをカバーするために実効された。
 - 数百の計算が実行された。
- 現実的な γ 線と中性子システム応答が計算された。
- γ 線スペクトロメトリ測定不確かさの評価は、ISOCS™ソフトウェアの IUE (ISOCS Uncertainty Estimator) で実行された。
- 原子炉内の全燃料タイプに対して、本来の特性の妥当性を見つけるための使用済燃料データの分析。



概念システム設計図



Visit our Measurements and Expertise (M&E) page.



MIRION
TECHNOLOGIES

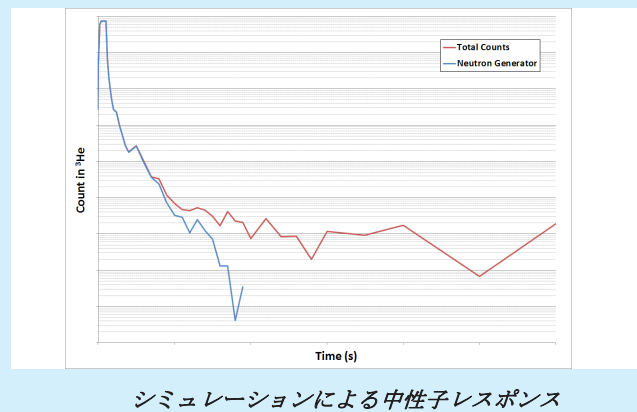
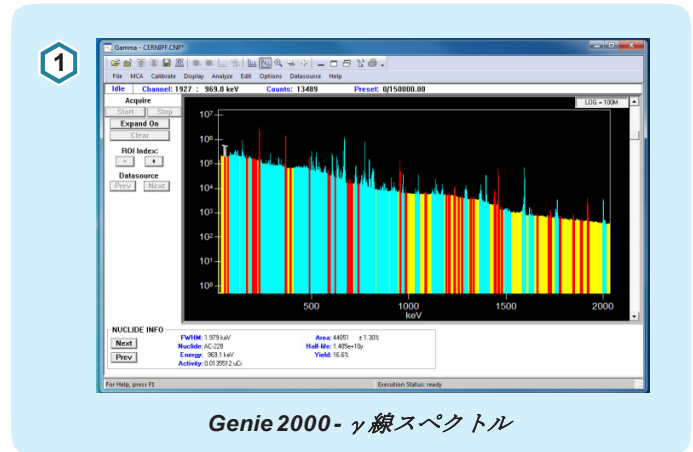
福島での燃料デブリ特性化に関する NDA システムのフィージビリティ・スタディ

ケーススタディ

測定サービス&専門的技術コンサル(M&E)

使用された道具と技術:

- ① Genie™ 2000 アルゴリズム
- ② MCNP 計算コード
- ③ ISOCS-IUE 機能 (不確かさ推定機能)



著作権は、2017 の Mirion Technologies 社またはその系列会社に帰属します。Mirion、Mirion ロゴ、CANBERRA、ISOCS、Genie とここにある Mirion 製品の他の商品名は、Mirion Technologies 社やアメリカ合衆国や他の国のその支部の商標や登録商標です。MCNP はロスアラモス国家安全保障の商標、または登録商標です。サード・パーティーの商標はそれらのそれぞれに帰属します。

成果

- トータルの測定不確かさが変数の全てを考慮してどのように最小化されるかを示すために、実績ある NDA システム技術の標準的および革新的のデータアルゴリズムが組み合わせられた。例えば、DDA 分析に関して、即発中性子と遅発中性子両方が使われた。
- 「DDA」技術を使用した中性子測定のための自動自己遮蔽評価
- 着目核種に対する最小検出可能放射能と質量の計算
- トータル測定不確かさ評価に対する拡張不確かさ分析
- 性能、コスト、重量及び ALARA 原則に対する設計の最適化