【熱流動・構造・遮蔽・核解析の複数領域を横断した施設設計研究】

核燃料サイクル工学研究所の再処理施設は2018年に廃止措置段階へと移行しました。廃止措置は今後約70年間にわたる長期プロジェクトですが、既存施設の除染・解体を進めるだけでなく、発生する廃棄物の処理及び保管管理のための新たな施設の建設も必要となります。

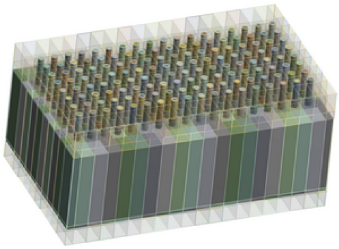
原子力施設の設計においては構造設計、崩壊熱除去、放射線遮蔽、臨界安全といった異なる複数分野の知識・解析スキルが必要とされます。また、このような複雑なシステム全体を最適化設計するためには各分野間のコミュニケーションを密にし、適切なトレードオフの判断とフィードバックを素早く繰り返すことが求められます。

本開発においては、新規施設の設計の上流工程において複数分野の解析評価を同時並行的に進めることで、設計の早期段階における問題解決・最適化に取り組んでいます。そこでは最近話題のPythonやR言語といったデータ分析基盤も活用しており、さらに3Dレーザースキャナーを活用したBuilding Information Modelingの取り組みも計画しています。

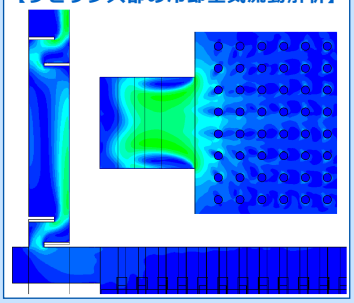
複数分野の解析評価を統合しシステム全体として設計解の最適化を図る

熱流動解析

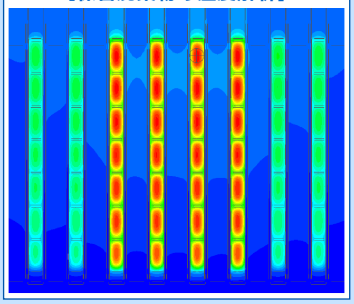
【廃棄物保管設備の3次元モデル化】



【ラビリンス部の冷却空気流動解析】



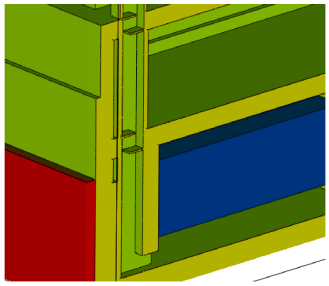
【保管廃棄物の温度解析】



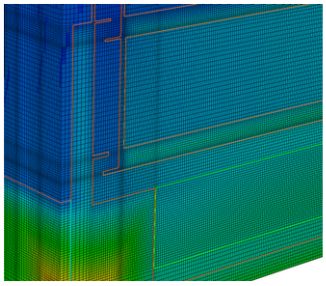
ANSYS FLUENTやSTAR-CCMなどの3次元熱流動解析プログラムを用いて、設備の詳細なモデルに基づく崩壊熱除去のシミュレーションを実施。

遮蔽解析

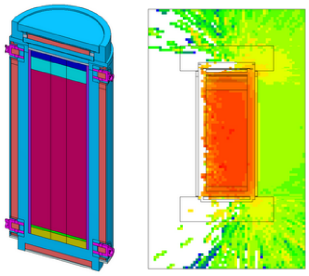
【遮蔽ラビリンスの３次元モデル化】



【自動分散低減手法の活用】



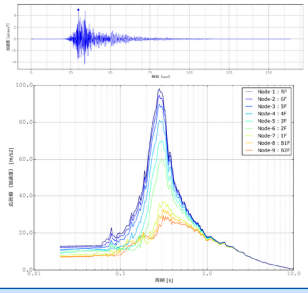
【輸送容器の遮蔽解析】



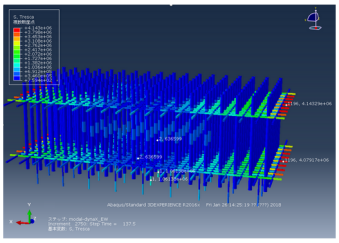
3次元モンテカルロ法粒子輸送コードMCNPやSCALEコードシステムのMAVRICを用いた深層透過遮蔽解析を実施。モンテカルロ法の自動分散低減手法の活用。

構造解析

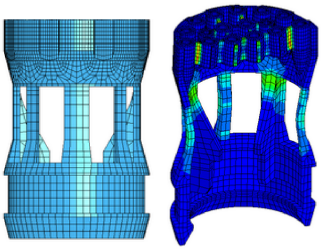
【地盤・建屋の地震応答解析】



【廃棄物保管架台の地震応答解析】



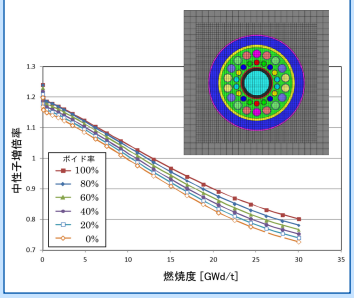
【有限要素法による構造物応力解析】



有限要素法構造解析プログラムのABAQUSや土木・建築向け3次元動的解析プログラムT-DAP IIIなどによる構造強度、地震時応答シミュレーションを実施。

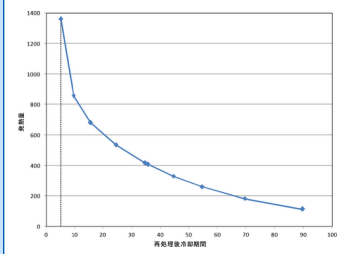
核解析

【燃料集合体の実効断面積の計算】

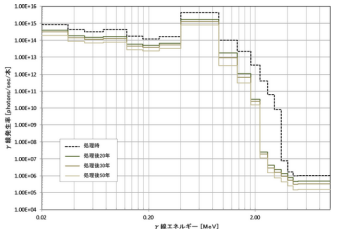


【燃焼・放射性崩壊の計算】

◆廃棄物の崩壊熱量の推移



◆放射線スペクトルの時系列変化



SCALEコードシステムのTRITON・KENOや燃焼計算コードORIGEN、3次元モンテカルロ法粒子輸送コードMVPを用いた核計算・臨界計算・燃焼計算を実施。