

シビアアクシデント評価研究グループ

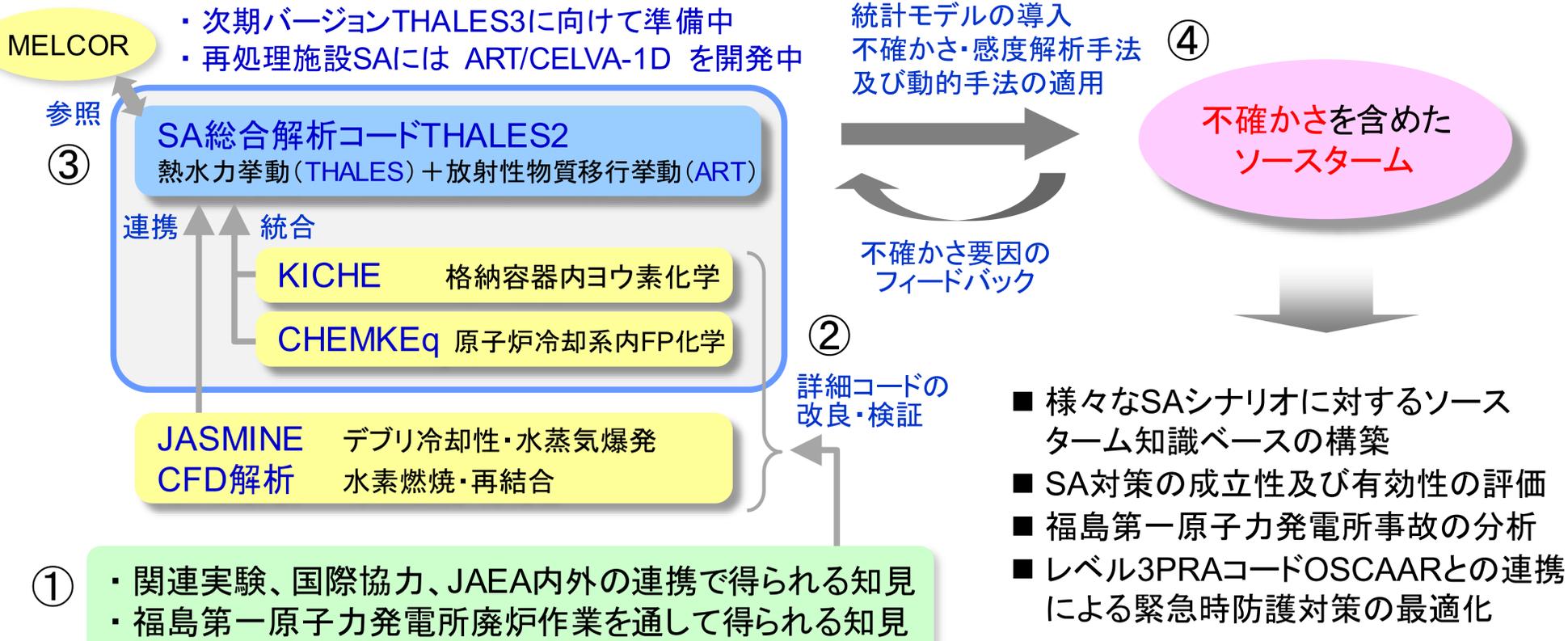
—リスク評価技術の高度化及びその不確かさの低減に向けて—

シビアアクシデント評価に関する研究

【目的】 不確かさ及び感度解析を含めたソースターム評価手法の高度化

【進め方】

- ① 実験, 国際協力, 機構内外連携による技術的知見の取得
- ② 個別の重要現象を評価するための解析コードの整備
- ③ 知見及び成果のシビアアクシデント(SA)総合解析コードへの集約
- ④ SA総合解析コードを活用したソースターム評価



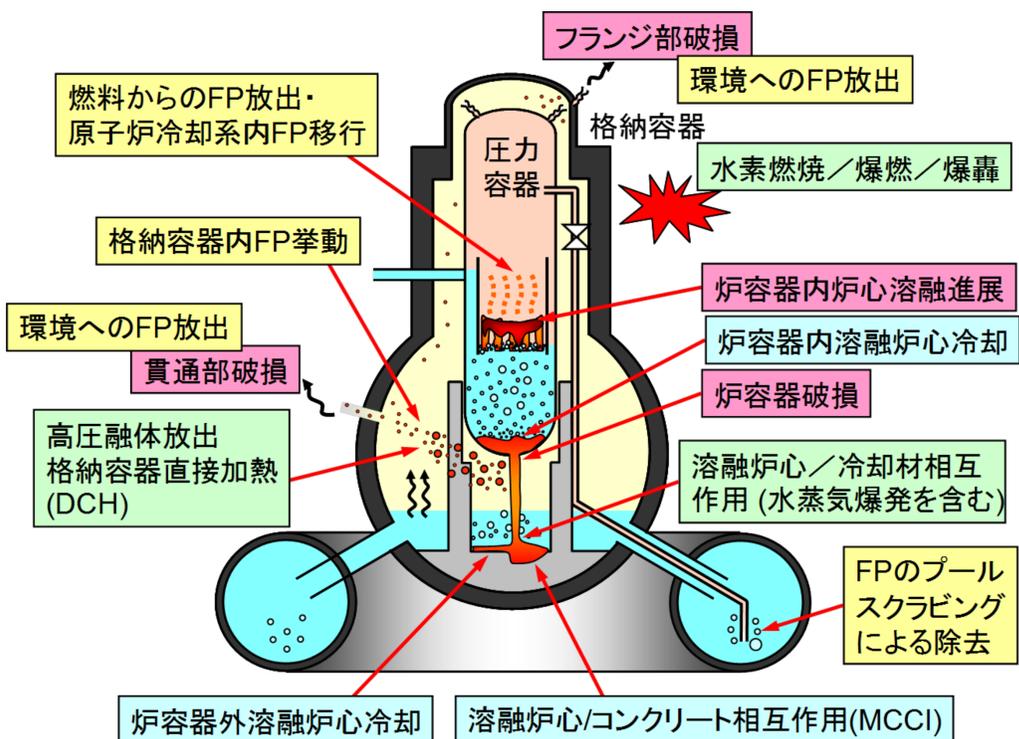
—最近の研究活動の紹介—

シビアアクシデント総合解析コード THALES2 の改良

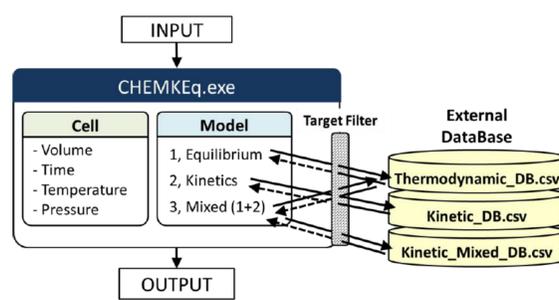
THALES2: SA時の複雑で多様な物理的・化学的現象や工学的安全設備の作動を模擬し、事故進展及びソースターム等の事故影響を評価

核分裂生成物(FP)化学計算機能の強化に向けて

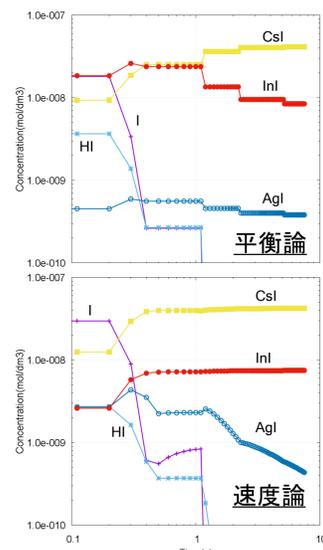
- ・ FPの化学形は移行挙動及び放出量に影響を及ぼす
 - ・ 従来の評価では固定された化学組成を仮定
 - ・ 化学組成は、セシウム等について平衡を仮定する平衡論で精度よく評価できる一方で、ヨウ素について化学反応速度の考慮が必要
- 平衡論及び反応速度論を取り扱い可能な汎用的な化学組成評価コードCHEMKEqを開発
(Ito et. al., JAEA-Data/Code 2018-012, 2018)



シビアアクシデント時の諸現象



各モデルのインターフェースの統一及び外部データベース参照形式のため容易に化学組成が推定可

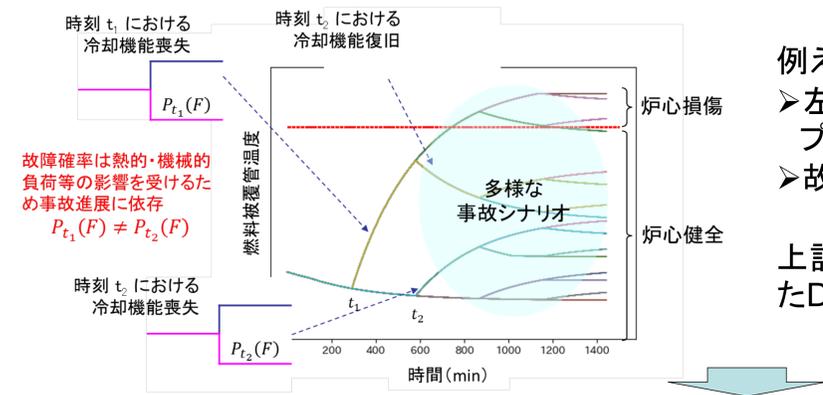


動的な確率論的リスク評価(DPRA)手法の開発

従来のPRAにおける課題

- イベントツリー解析では、イベントの発生順序は固定されるため、時間的な影響を考慮できない
 - 事故進展によるプラント状態の変化をイベントツリーに反映できない
- ⇒事故シナリオの網羅性が十分とは言えない

上記課題の解決を図るため、事故進展シミュレーションに基づくリスク評価手法(動的なリスク評価手法)の開発に着手

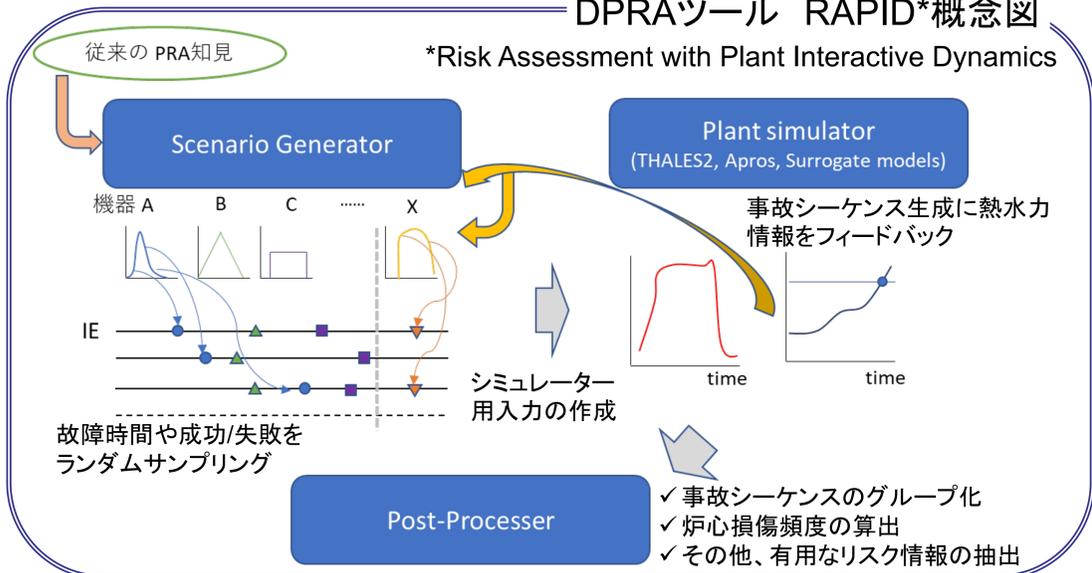


例えば、

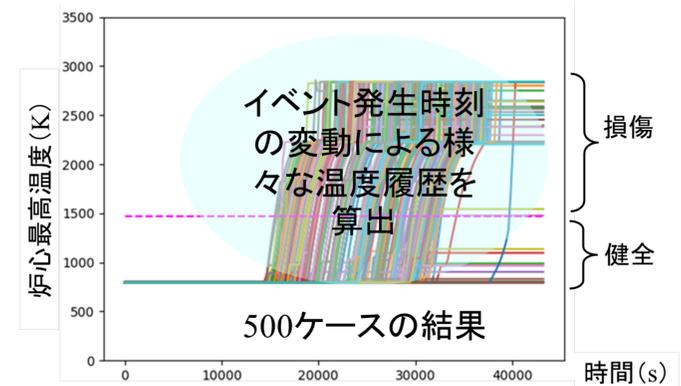
- 左図のように、冷却設備の作動/故障、また復旧のタイミングによりプラント状態は変化
- 故障の発生タイミングも温度や負荷等に依存

上記のような現象を考慮するため、動的イベントツリー解析を利用したDPRAツールRAPIDを開発

DPRAツール RAPID*概念図



RAPIDとシビアアクシデント解析コードTHALES2を連携させ、炉心損傷頻度を試算
→ 基本的な機能を確認



原子力規制庁からの受託事業(レベル1確率論的リスク評価手法高度化)で得られた成果の一部である。

再処理施設における蒸発乾固事故解析手法の整備

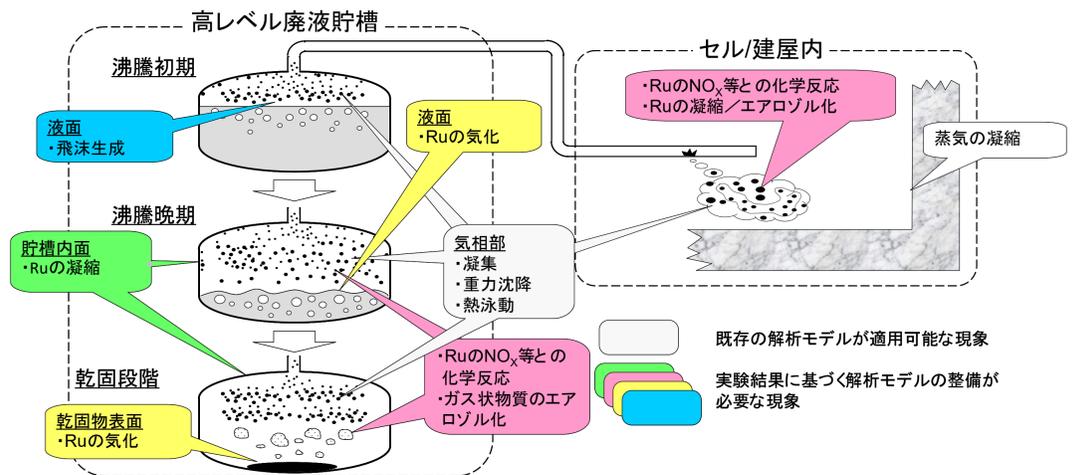
蒸発乾固事故(リスク上、最も重要)の特徴

- 沸騰により多量の水蒸気および硝酸蒸気の発生
- 放射性物質の硝酸塩の脱硝反応によるNO_xガスの発生
- 沸騰による廃液の飛沫生成、ガス状Ruの発生

⇒貯槽を含めた施設内での熱流動状態および凝集、沈着等のエアロゾルの移行挙動解析が必要

施設外への放射性物質の移行量評価に必要なデータ

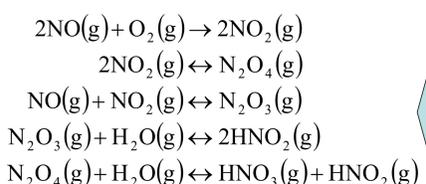
- 貯槽を含めた施設内の熱流動条件
- 飛沫同伴による不揮発性物質の移行
- ガス状Ruの発生量
- 気相中のガス状Ruの化学変化
- Ruの凝縮水への移行挙動



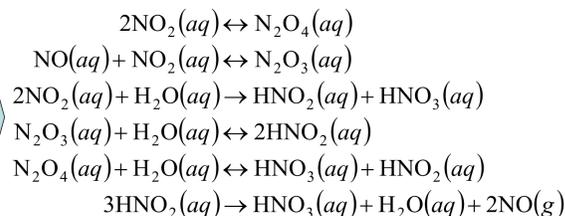
高レベル廃液貯槽の沸騰事故で想定されるエアロゾル等の生成、移行沈着現象

事故時の施設内の窒素酸化物の化学的挙動解析(1)

気相部での化学反応



液相部での化学反応



気液間の移行は、反応管内の気相でのミスト(液相)との間のHenry法則に従う平衡を仮定

SCHERNコードを整備(2)

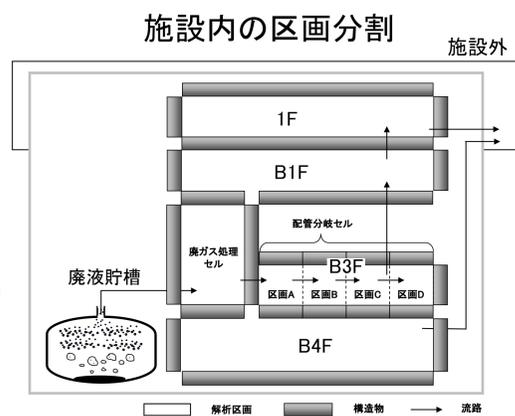
施設外への放射性物質の移行量評価への活用

熱流動解析コードにより施設内の流入出蒸気量、温度
SCHERNによる施設内の区画ごとの気液各相での各化学種の濃度

- (1) 吉田 一雄 他, 「再処理施設の高レベル廃液蒸発乾固事故でのFP硝酸塩の脱硝に伴い発生するNO_xの化学的挙動解析」, 日本原子力学会和文論文誌, Vol.18, No.02, pp.69-80 (2019).
- (2) 桧山 美奈 他, SCHERN: 再処理施設の高レベル廃液蒸発乾固事故でのNO_xの化学的挙動解析プログラム, JAEA-Data/Code 2019-006

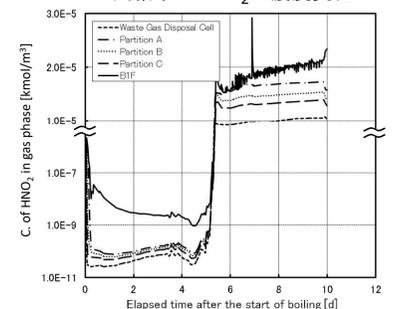
仮想的な実規模施設での試行解析(1)

- HNO₂等の液相濃度の解析結果を基に実験データ等に基づくRuの液相への移行速度式を用いて、凝縮水に移行するRu量が推定可能



図は、参考文献(1)より一部和訳して転載

移行経路の各セル内でのHNO₃, HNO₂の濃度変化
気相中のHNO₂の濃度変化



液相中のHNO₃, HNO₂の濃度変化

