

## 内容

### ■シビアアクシデント評価研究

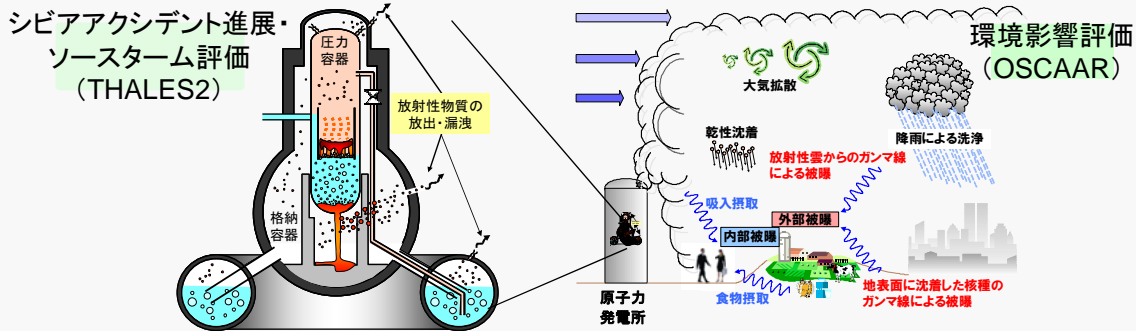
シビアアクシデント時におけるソースターム(環境中に放出される放射性物質の量や化学形)の評価手法(THALES2コード等)を整備し、環境影響評価や防災計画の検討等に必要の知見を導出

### ■環境影響評価・被ばく評価研究

放射性物質の環境中移行や公衆被ばくに係わる評価手法(OSCAARコード等)を整備するとともに、屋内退避、避難、移転等の防護措置の有効性に関する定量的解析や費用便益分析等を用いて長期防護措置を最適化

### ■再処理施設のソースターム評価研究

放射性物質(ルテニウム)の移行や化学的挙動をモデル化し、事故時における環境放出量を評価



## 福島第一原子力発電所事故への適用

### シビアアクシデント評価研究の例

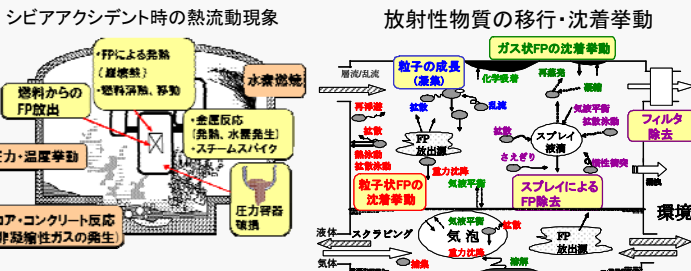
#### 事故進展及びソースタームに係わる解析評価

##### ●背景と目的

- 福島第一原子力発電所における事故の状況を把握するためには、シビアアクシデント時の様々な現象や運転員の操作等を考慮できるシビアアクシデント総合解析コードによる解析が有効

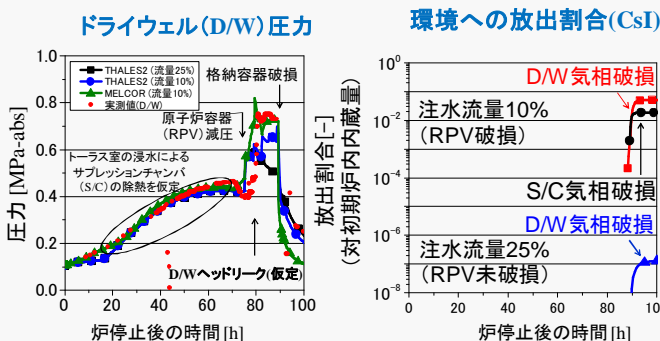
THALES2コードを用いた解析により  
炉内状況や放射性ヨウ素、セシウム等の環境放出量を評価

THALES2コードで取り扱える現象



##### ●解析例(2号機)

- 実測値及び米国のMELCORコードと比較しつつ、事故の進展、ソースタームに及ぼす消防ポンプによる原子炉容器への注水流量や格納容器破損位置の影響を評価



### 環境影響評価・被ばく評価研究の例

#### 慢性摂取による内部被ばく評価手法の開発

##### ●背景と目的

- 福島事故に伴い、広範囲にわたり放射性物質が沈着
  - ✓ 地表沈着物の再浮遊に伴う吸入による被ばく
  - ✓ 汚染された飲食物の摂取による被ばく
  - ✓ 放射性物質を含有した花粉等の吸入による被ばく
- 慢性摂取(継続的な摂取)に対する信頼性の高い内部被ばく評価手法の確立が必要
  - ✓ ICRP刊行物には慢性摂取に関するデータが不足
  - ✓ ホールボディカウンタ等に必要の体内残留関数等の評価

#### 慢性摂取による内部被ばく評価コードDSYS-Chronicの開発

##### ● DSYS-Chronicコード

- ICRPの線量評価手法に準拠
  - ✓ 呼吸気道モデル (publ. 66)
  - ✓ 体内動態モデル (Publ. 30, 56, 67, 68, 69, 71, 72)
  - ✓ 胃腸管モデル (Publ. 30)

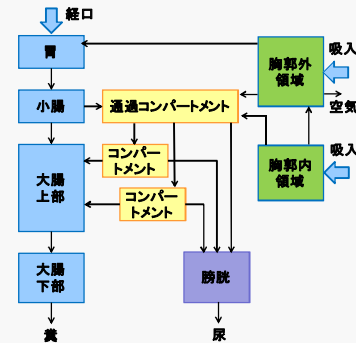
##### 慢性摂取モデル

$$\frac{dq}{dt} = A(t) \cdot q(t) + I(t)$$

q(t): 体内放射能  
A(t): コンパートメント間の移行行列  
I(t): 慢性摂取による供給項

##### ●適用例

- 水道水中<sup>131</sup>Iの摂取制限による甲状腺回避線量の評価
- スギ花粉中<sup>137</sup>Cs慢性摂取による内部被ばく評価



## より科学的なシビアアクシデントの評価と実効性の高い原子力防災を目指して

日本原子力研究開発機構 安全研究センター リスク評価・防災研究グループ

確率論的安全評価 (PSA) は、原子力施設で起こり得る事象を対象に、炉心損傷事故等の発生頻度と公衆や社会への影響を定量的に推定し、潜在的なリスクを総合的に評価する手法です。

本研究グループは、原子力施設のもつ潜在的なリスクに関する情報を活用した合理的で透明性の高い規制の構築を支援するため、PSA 手法を用いたシビアアクシデント評価研究、環境影響評価・被ばく評価研究、再処理施設のソースターム評価研究、また、原子力事故・故障情報の収集、分析を行っています。さらに、2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故後、これまでに得た知見を活用した研究に取り組んでいます。ここでは、以下の 2 つの研究成果をご紹介します。

### 1. シビアアクシデント評価研究

福島第一原子力発電所事故の炉内状況など事故の状況を把握するためには、シビアアクシデント時の様々な現象や運転員の操作等を考慮できるシビアアクシデント総合進展解析コードが必要です。原子力機構が開発した軽水炉シビアアクシデント時のソースターム解析コード THALES2 を福島第一原子力発電所の事故解析に適用することで、炉内状況や放射性ヨウ素やセシウムへの放出量の評価を進めています。THALES2 コードは、以下の図に示すようにシビアアクシデント時の様々な熱流動挙動や放射性物質の移行・沈着挙動の考慮が可能であり、福島第一原子力発電所の事故状況の把握や評価手法の高度化を進めています。

適用例として、2 号機解析を紹介します。実測値及び米国の MELCOR コードと結果を比較しつつ、事故の進展、ソースタームに及ぼす消防ポンプによる原子炉容器への注水量や格納容器破損位置の影響を検討しています。本解析では、消防ポンプによる注水量として東電公表値の 10% 及び 25% におけるドライウェル圧力と環境への CsI の放出割合を示しています。

トラス室への津波浸水によるサプレッションチャンバ(S/C)からの除熱を仮定することで、ドライウェル圧力を良く再現できています。また、環境への CsI の放出は、原子炉容器(RPV)破損など炉心損傷が進展し、雰囲気中の放射性物質濃度が比較的高くなるドライウェル気相部の破損ケースが最も多く、環境までの移行経路がソースタームに及ぼす影響が大きくなっています。今後も現象など不確かさの影響を考慮しつつ、解析評価手法の高度化を進める予定です。

### 2. 環境影響評価・被ばく評価研究

福島第一原子力発電所事故により、環境中に放出された放射性物質を吸入あるいは汚染された飲食物を摂取し続ける、いわゆる慢性摂取による公衆の内部被ばくの影響が生じるという懸念が拡がりつつありました。公衆の内部被ばく線量評価にあたりホールボディカウンタによる体外計測法が用いられていますが、急性摂取を仮定した評価方法であるため、被ばく線量を過剰に推測する可能性があり、慢性摂取に対し最新知見に基づく信頼性の高い内部被ばく線量評価手法の確立が課題となっています。これまでに開発された慢性摂取による内部被ばく計算コードは国内外で開発されていますが、いずれも今回の事故に対し、モニタリングデータ等の実測値を用いて長期間にわたり摂取し続けた場合に対する線量評価には適切ではありませんでした。

そこで、これまでに原子力機構が開発した内部被ばく線量係数計算システム DSYS (Dose SYStem) の機能を拡張し、長期間にわたる慢性摂取による内部被ばく線量評価を行う計算コード DSYS-Chronic を開発しました。DSYS は、ICRP が規定した呼吸気道モデル (Publ.66)、胃腸管モデル (Publ.30)、代謝・体内動態モデル (Publ.30, 56, 67, 69, 71, 72)、膀胱モデル (Publ.67) 及び線量評価モデル (Publ.56) に準拠し、図に示すコンパートメントモデルにより体内の各臓器・組織内の放射性物質の挙動を計算することで、一般公衆に対する吸入、経口及び注入摂取による臓器・組織毎の残留放射能及び、実効/等価線量係数を計算するコードです。しかし、DSYS は急性摂取を仮定した線量評価手法であるため、これに慢性摂取モデルの評価式を加えることで、DSYS-Chronic では慢性摂取による内部被ばく線量評価も可能にしました。本計算コードは、水道水中  $^{131}\text{I}$  の摂取制限による甲状腺回避線量の評価やスギ花粉中  $^{137}\text{Cs}$  慢性摂取による内部被ばく評価等、福島事故後の慢性摂取による内部被ばく評価に活用されています。