

# レベル2 P S Aにおける事故シナリオと ソースタームの知見について

日本原子力研究所  
村松 健

原子力安全委員会安全目標専門部会  
第5回性能目標検討分科会  
平成17年5月25日

# 報告の目的

性能目標のパラメータとして、炉心損傷頻度のほかに、格納容器の破損やソースタームの特性を考慮したパラメータとしてLERF, LRF, CFF, ECFFといったパラメータがあげられている。これらのパラメータの選択のための参考として、算出の方法や関連する知見を述べる。

## 内容

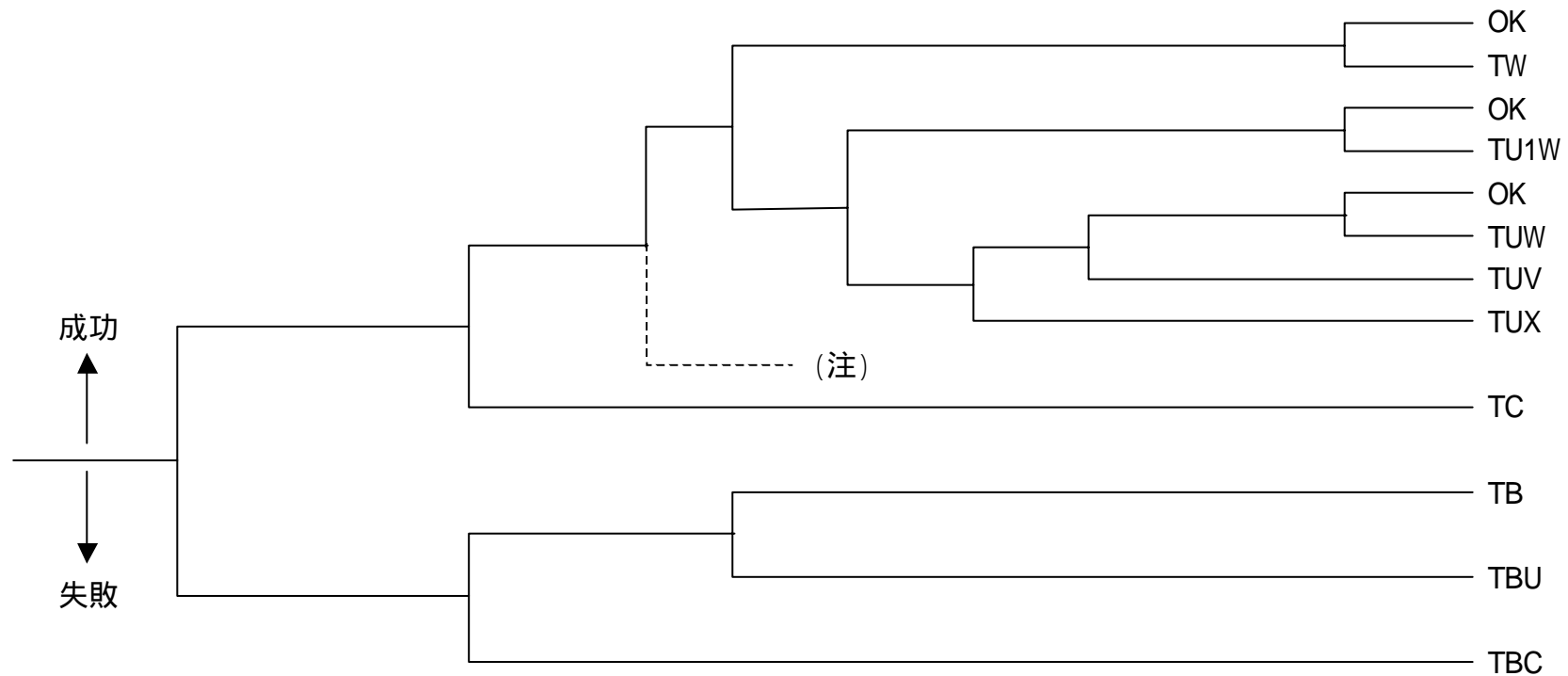
- レベル2 PSAにおける事故シナリオの分類
- ソースタームの評価例
- 簡易モデルによるLERFの算定
- まとめ

# レベル2 P S Aにおける事故シナリオの分類

- **炉心損傷事故シーケンス**： 炉心損傷を防止するための安全設備や運転操作の成功失敗で事故シナリオを分類
- **プラント損傷状態**： 炉心損傷事故シーケンスを、その後の事故進展の類似性で分類
- **格納容器破損事故シーケンス(事故進展ビン)**： プラント損傷状態毎に格納容器イベントツリーを作成して格納容器破損に至るシナリオを分類し、その結果得られた各パスを格納容器破損事故シーケンスという。また、格納容器破損事故シーケンスを、ソースタームへの影響の観点で類似のものに分類したものを事故進展ビンという。
- **ソースタームの評価は格納容器破損事故シーケンス(または事故進展ビン)に対して行う。**

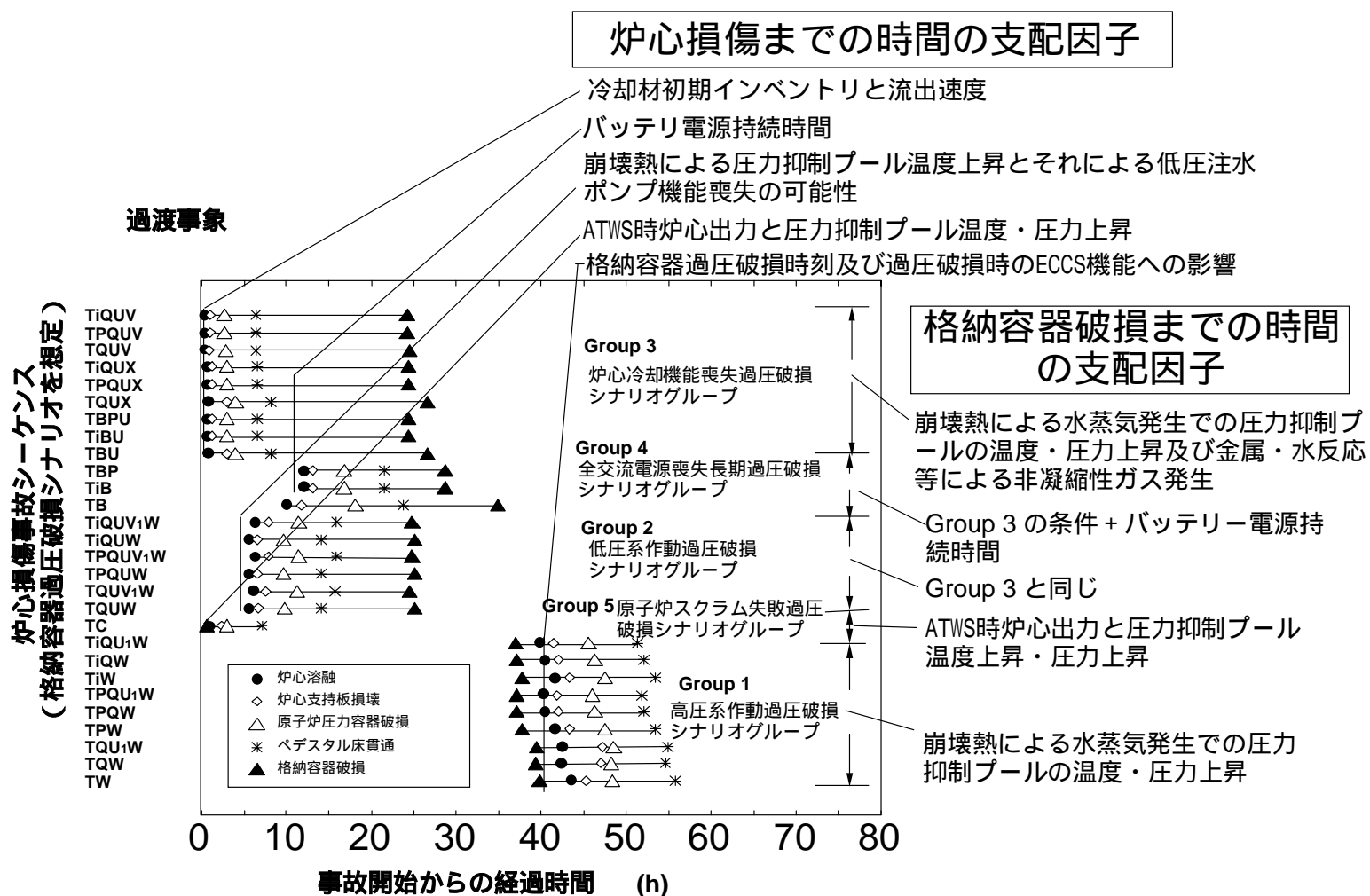
# 炉心損傷事故シーケンスに関するイベントツリーの例

起因事象	非常用電源供給	原子炉反応度停止		原子炉圧力 制御	高圧系による炉心冷却 / 原子炉水位維持		原子炉手動 減圧	低圧系による炉 心冷却 / 原子炉 水位維持		崩壊熱除去
外部電源喪失		制御棒 駆動系	ほう酸水 注入系		原子炉隔離 時冷却系	高圧炉心 スプレイ系		低圧炉心 スプレイ系	低圧 注入系	残留熱除去系
T	B	C		P	U1	U2	X	V	W	

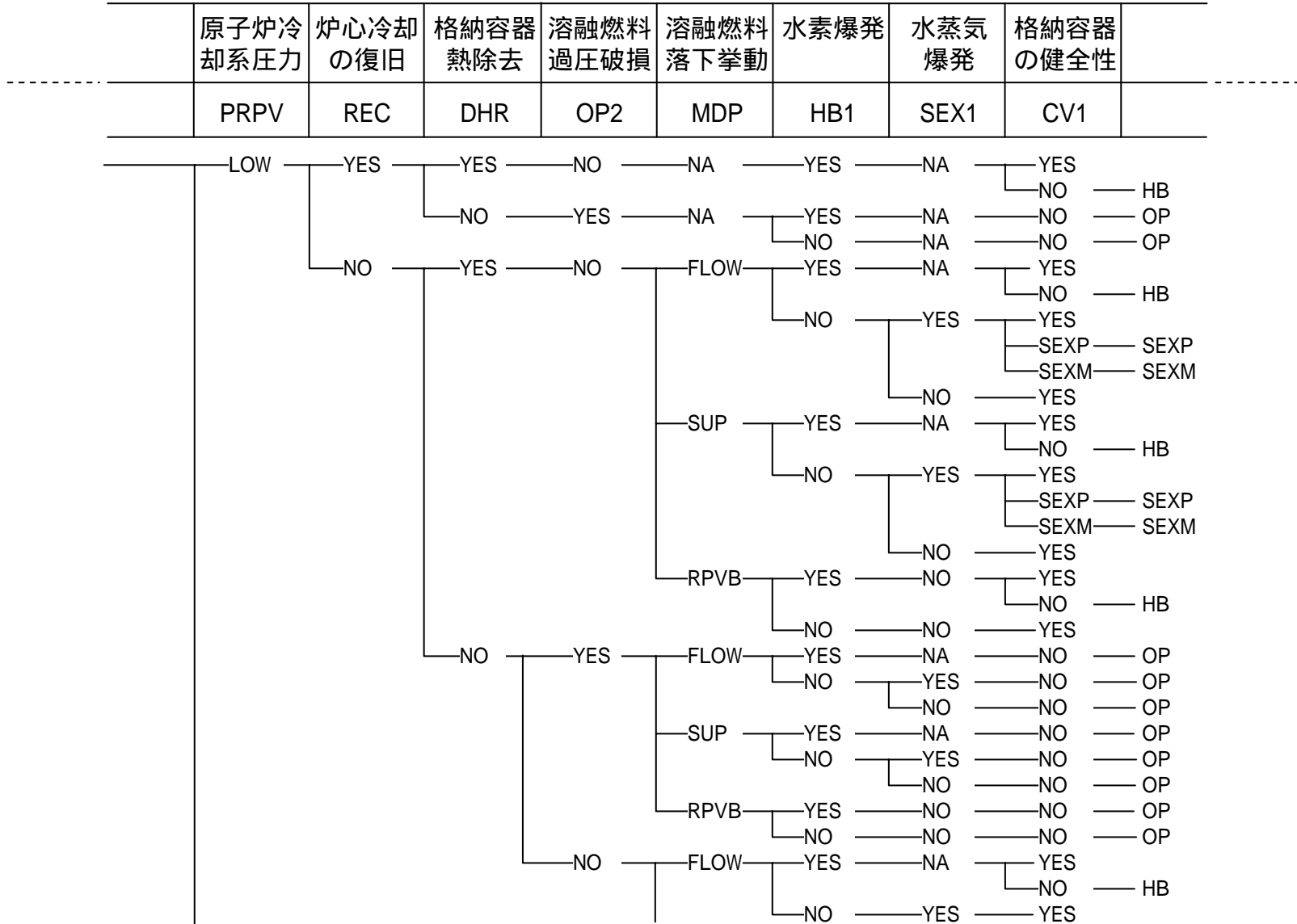


注) 逃がし安全弁による原子炉圧力制御には成功すると仮定する。

# 炉心損傷事故シーケンスの事故進展の類似性による分類



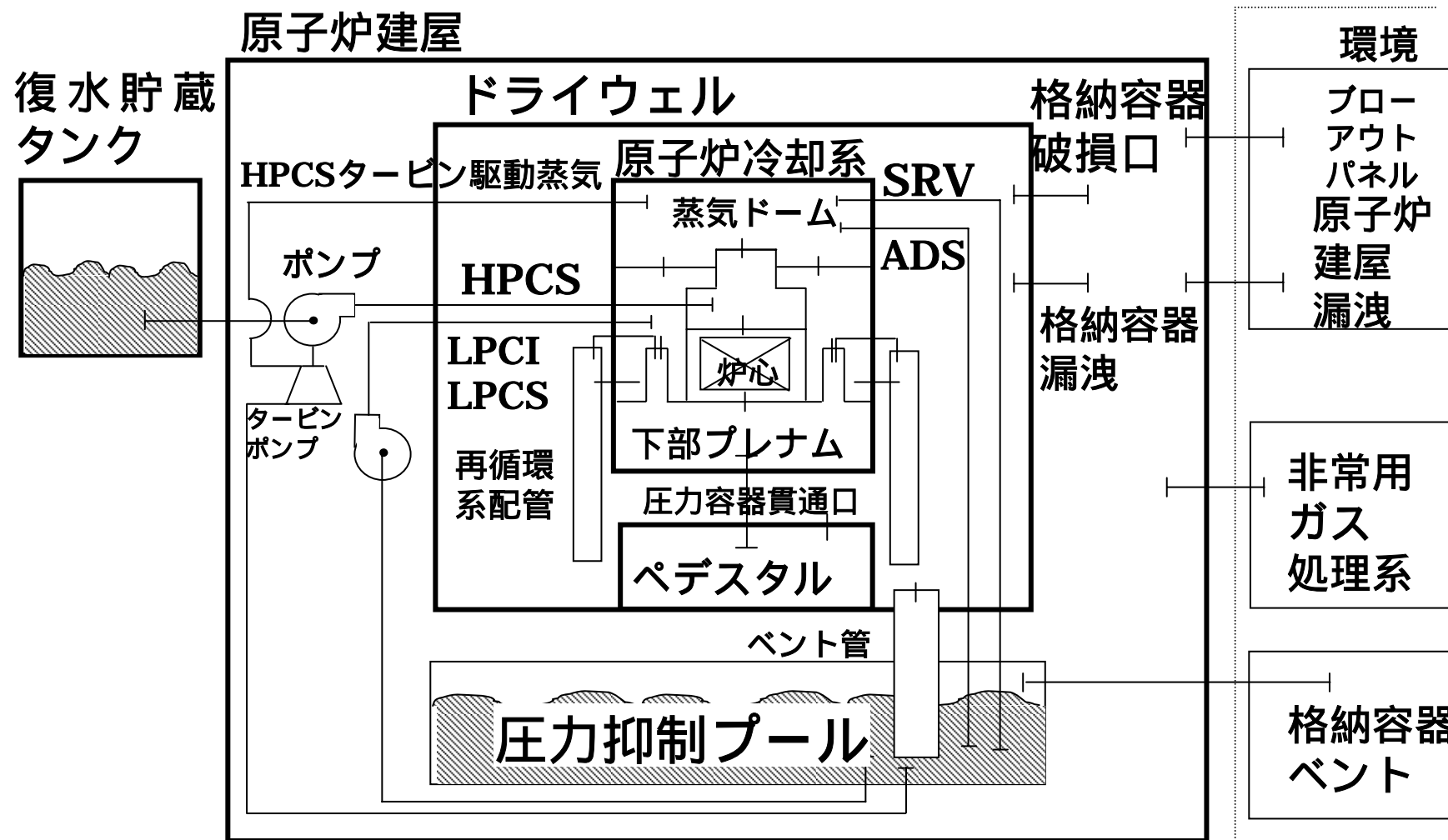
# 格納容器イベントツリーの例



# ソースタームの評価例

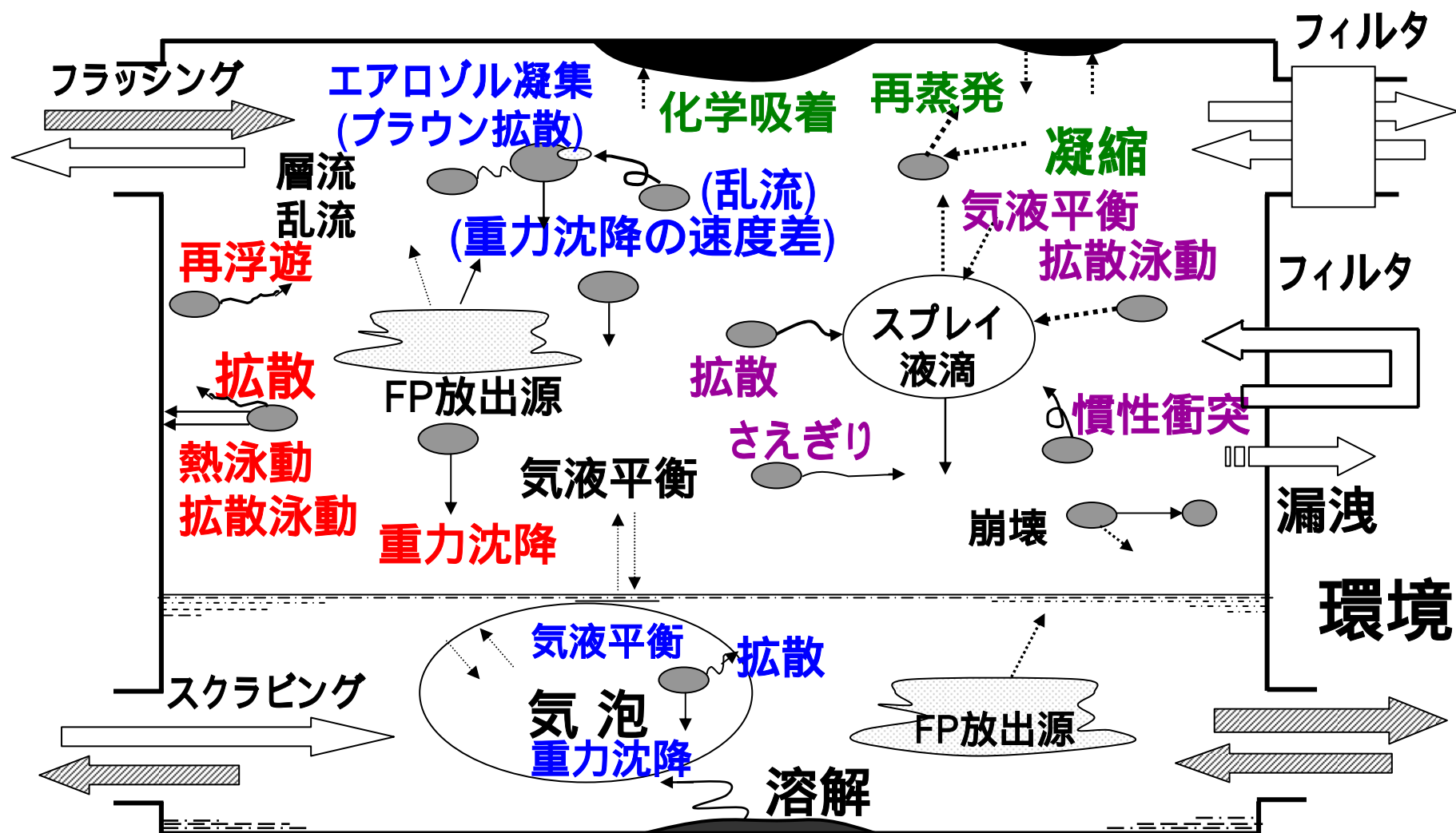
- 原研では、Mark-II格納容器をもつ110万kW級BWR-5をモデルプラントとしてPSA研究を実施してきた。その一環として原研で開発された総合的シビアアクシデント解析コードTHALES-2を用いてソースターム評価を実施した。
- この評価を例として一般的な知見を示す。

# THALES-2によるBWR Mark-IIプラントのポリリューム区分図

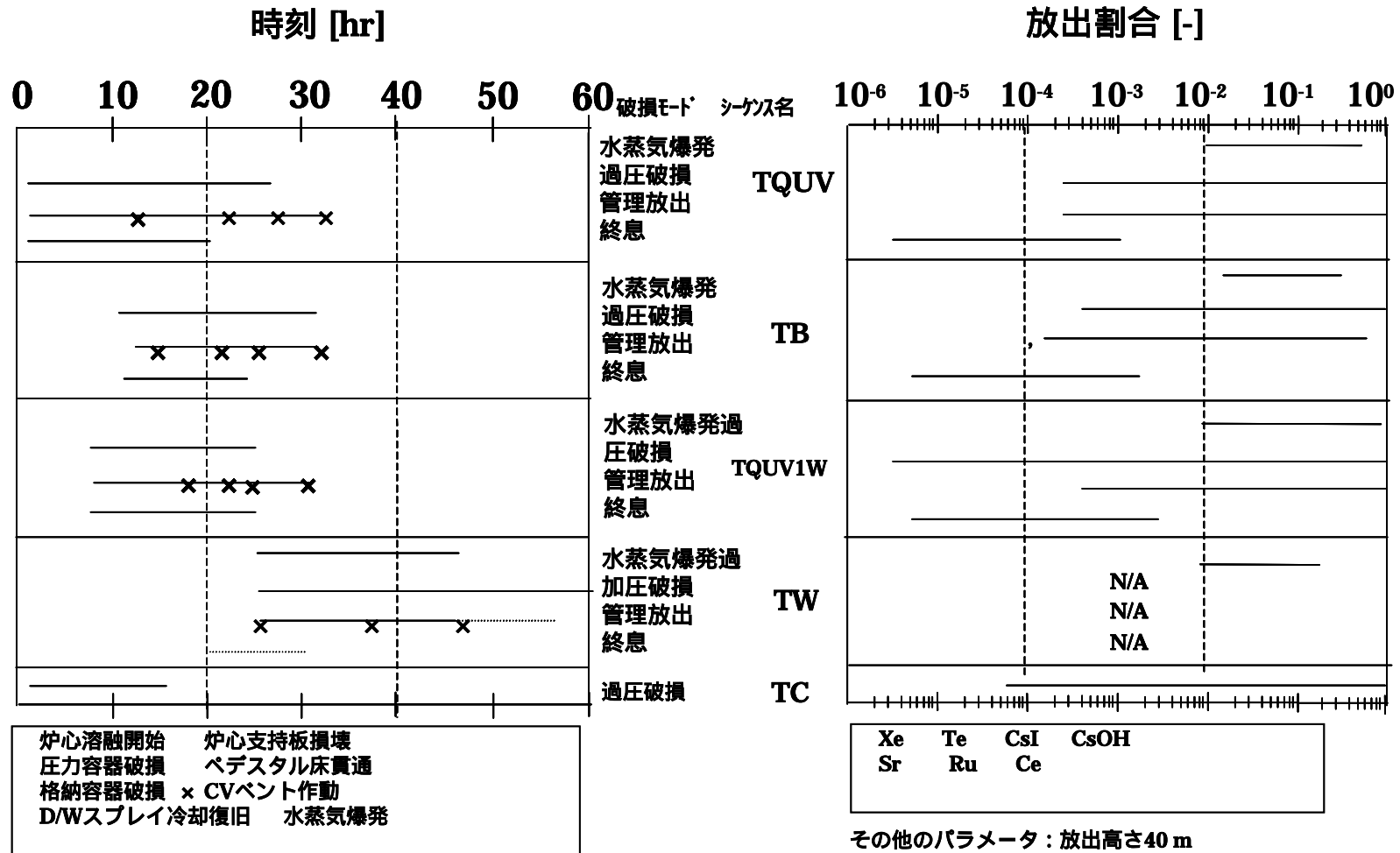




# THALES-2コードにおけるFP移行挙動の模式図

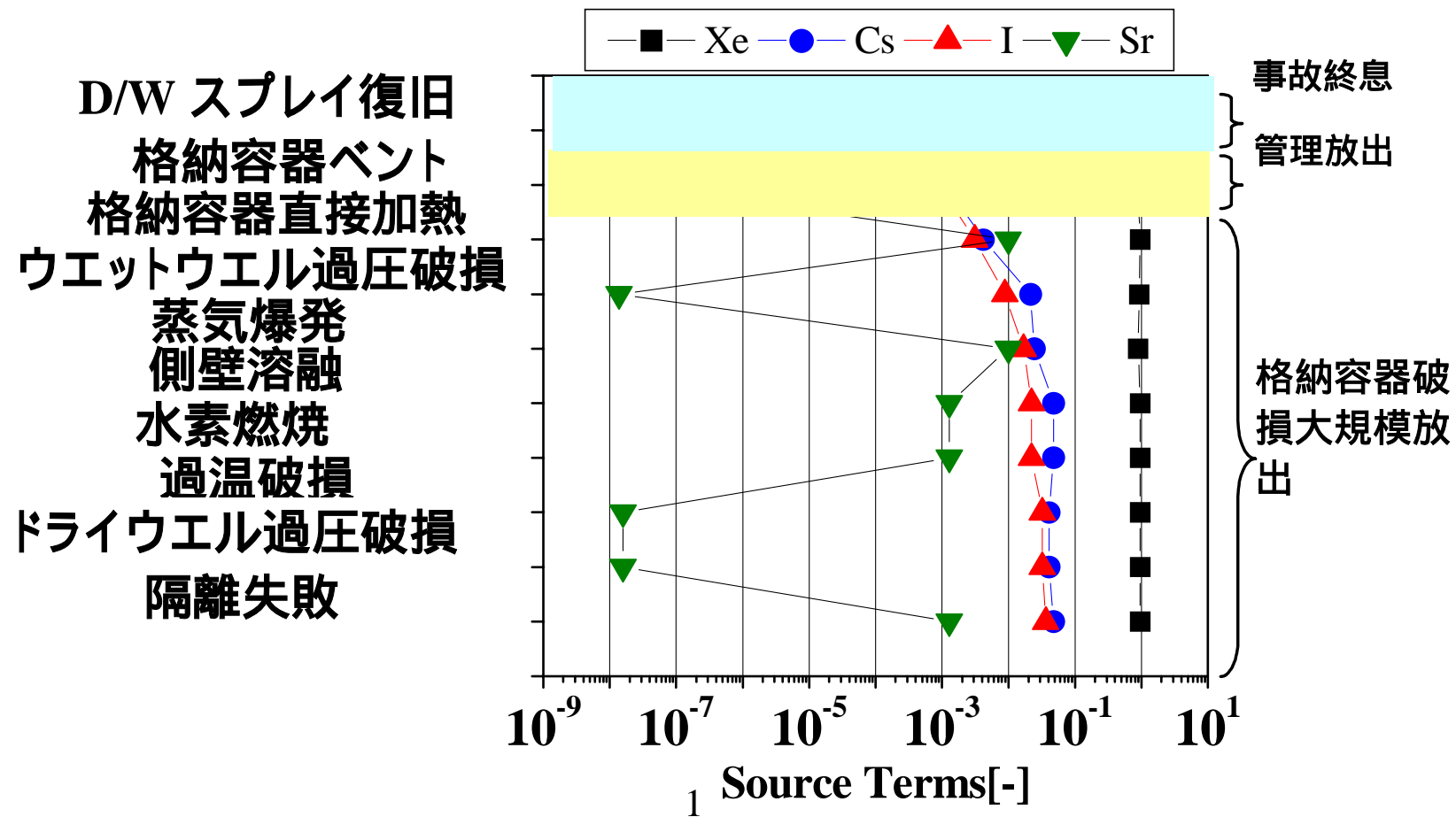


# ソースタームの評価例

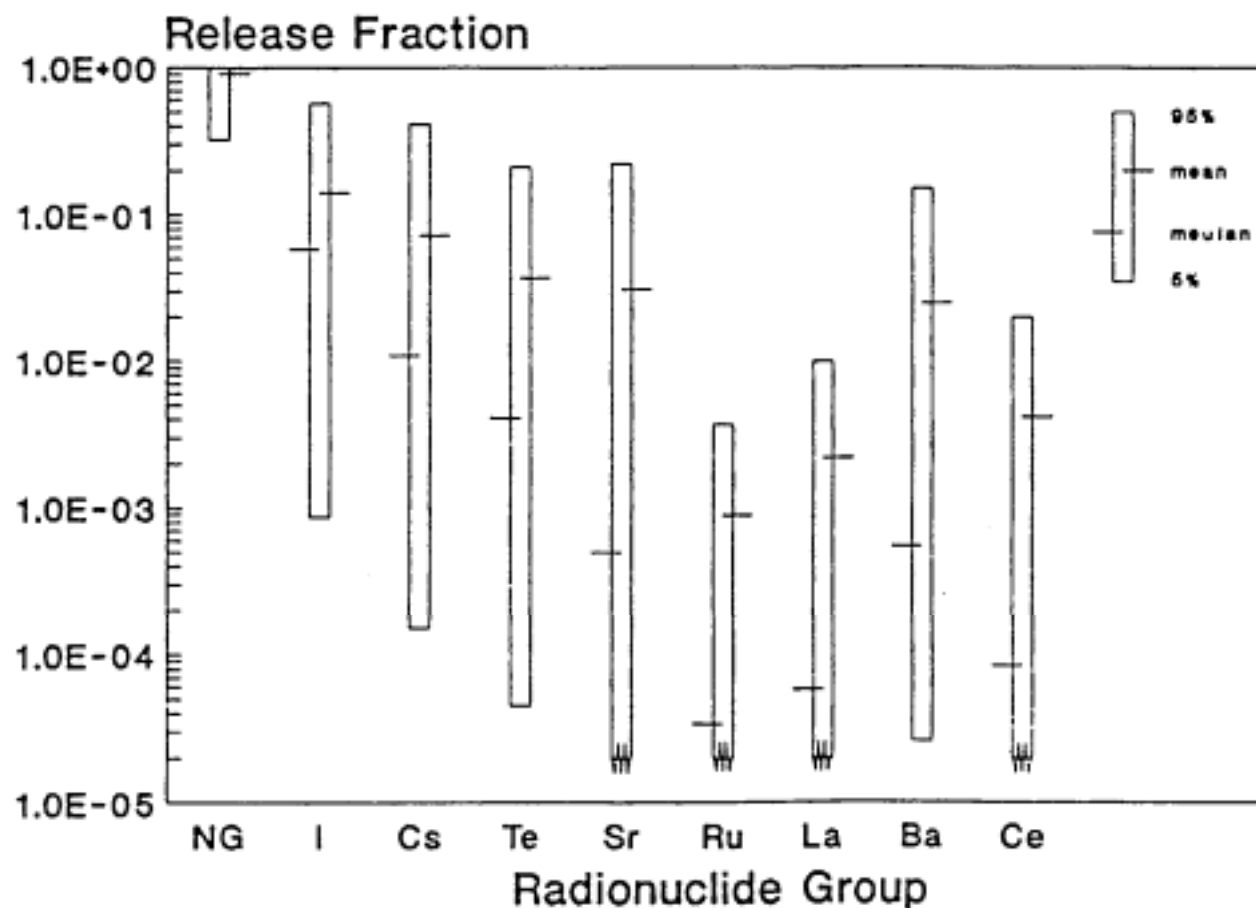


# ソースターム評価例

BWRでの炉心冷却失敗シーケンスの評価例

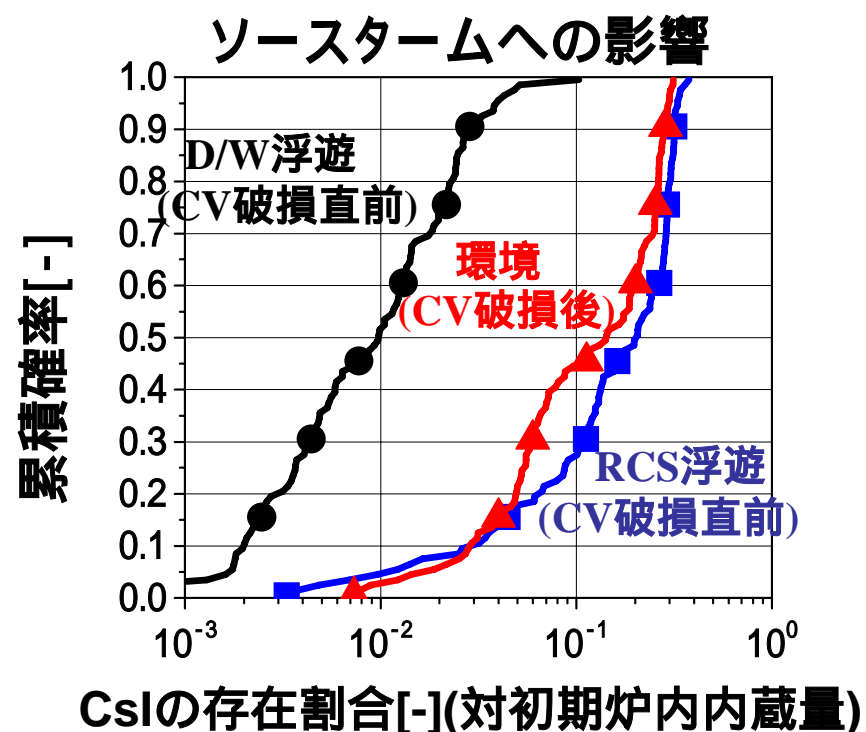
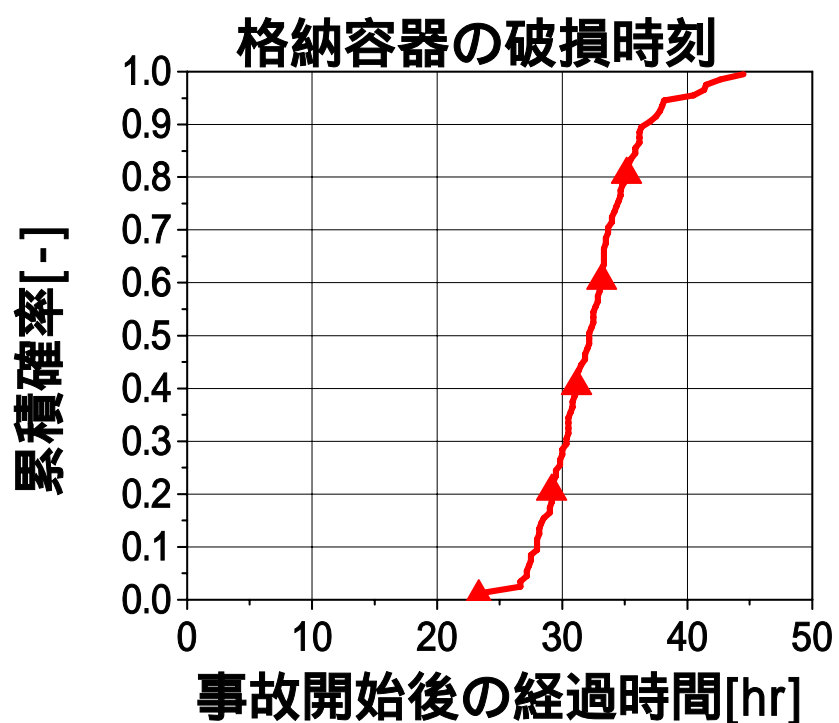


# ソースタームの不確かさの評価例



# ソースタームの不確実さの評価例(原研)

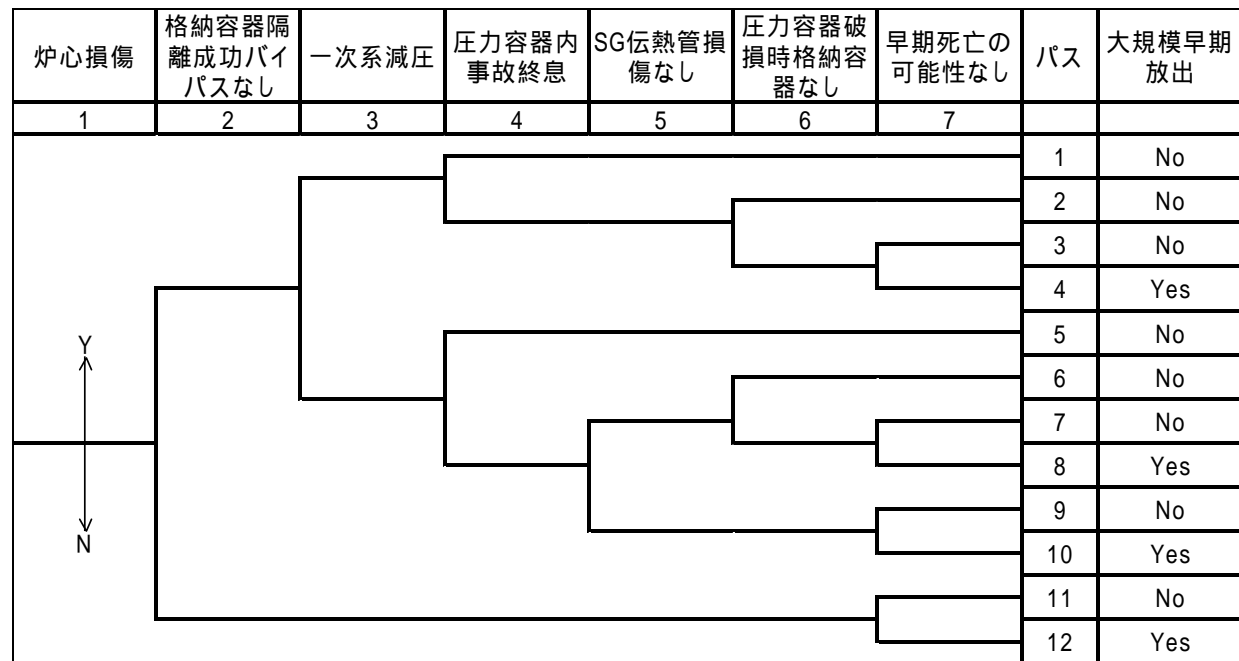
対象シナリオ: 炉心冷却機能喪失シーケンスのTQUV、過圧破損



# LERF算定用簡易格納容器イベントツリーモデルの例

- 米国では早期大規模放出頻度 (LERF) の簡易評価法が提案されている。(NUREG/CR-6595, Rev.1)
- ここでは、水蒸気爆発等の物理現象による破損確率については、ある程度広いプラントを包絡できる大きめの値を提示しており、LERFの許容値に対して大幅に余裕のある場合はこのイベントツリーによる評価値を用いても良いとされている。

- プラントの設計にそって個別に評価を行うことが基本であり、我が国ではそのための評価手法の標準が原子力学会において進められているが、安全目標への適合性の観点のみであればこうした手法や一般的評価値も用いると考えられる。



# まとめ

- ソースタームは、格納容器破損に至る事故シーケンス(格納容器破損事故シーケンス、または事故進展ビンと呼ぶ)毎に算出される。
- 格納容器破損に至る事故シーケンスは、炉心損傷事故シーケンスを事故進展の類似性で整理したプラント損傷状態と格納容器の破損モードの組み合わせとして表現される。
- 格納容器破損事故シーケンス毎に算出されるソースタームに対して、条件付き個人リスクの算出や早期/後期の区別がなされる。この結果をもとに早期破損頻度や早期放出頻度が評価される。
- ソースタームは、格納容器破損事故シーケンスによって3から4桁程度の幅に広がり、主要な影響因子は、格納容器破損モードの相違(エネジェティック事象によるか否か、バイパスか否か、管理放出か否か等)である。
- 格納容器破損事故シーケンス(事故進展ビン)のソースタームの不確かさ幅については、評価例は少ない。特定のシナリオについては(上下に)1桁程度との評価例がある。
- 米国では早期大規模放出頻度の簡易評価法が提案されている。安全目標への適合性判断の目的ではこのような考え方もある程度利用可能と考えられる。(ただし、格納容器設計や運転管理への利用ではより詳細な方法が必要となりうる。)