

参考資料3-3-3 ③ 損傷炉心燃料等の安定的な冷却手段の多様化のための研究開発
SA後の炉心冷却性に関するナトリウム試験(AtheNa)の実施とSA評価技術の確立(3/3)

細目	1年	2年	3年	4年	5年	6年後以降
①RV-GV熱伝達基礎水試験	試験体製作	試験実施・評価				国際協力の可能性有り
②AtheNa-RV試験	試験体設計・製作			試験実施・評価		
期待される研究開発成果		①RV-GV間ギャップ部の自然対流による除熱特性の解明			②炉容器外面冷却によるSA後の除熱性能実証	

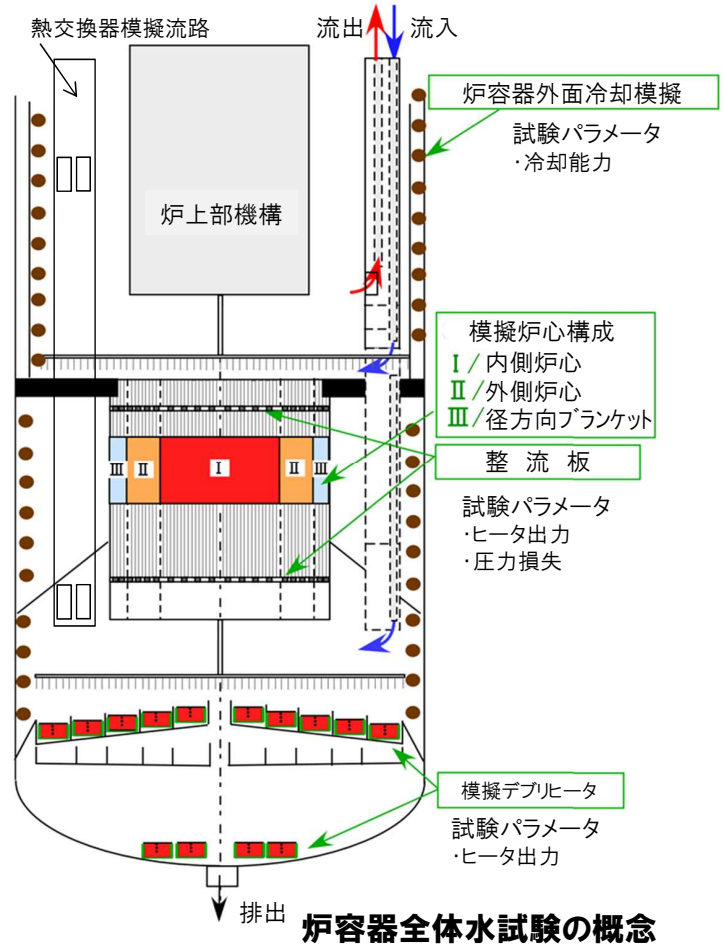
●炉容器内冷却

- 炉容器全体水試験
 - ・ DRACS*とRV外面冷却の相互影響
 - ・ 損傷炉心冷却の基礎特性
- PLANDTL試験(Na)
 - ・ 既存ループの利用
 - ・ 極低流量時の炉心冷却
- PLANDTL-2試験(Na)
 - ・ 既設ループの改造
 - ・ 炉心規模での冷却
 - ・ 冷却器流路形状の効果



DRACSによる損傷炉心の除熱特性を明らかにし、安全強化策に反映

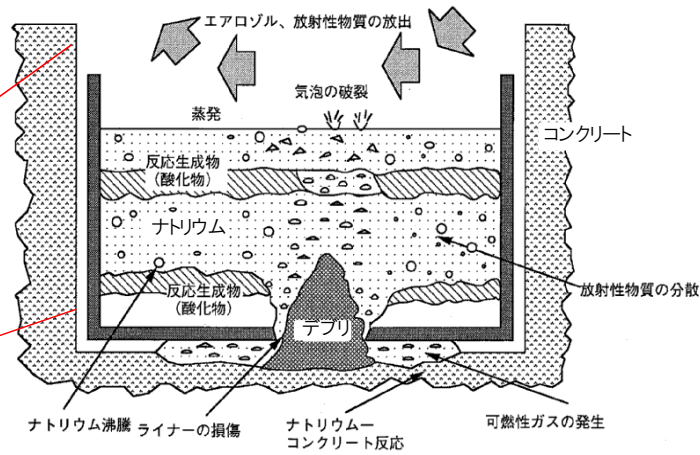
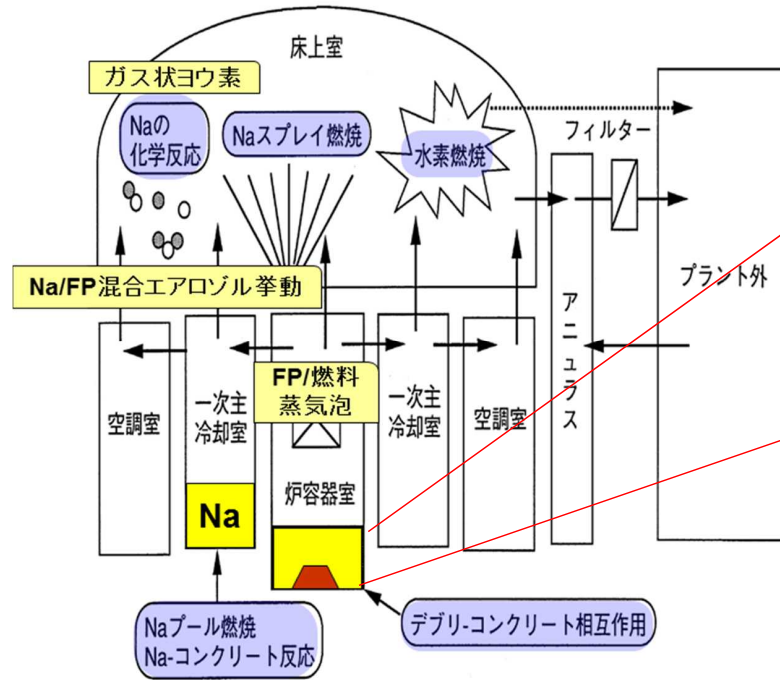
* DRACS: 原子炉直接冷却系



炉容器全体水試験の概念

細目	1年	2年	3年	4年	5年	6年後以降	
① 炉容器全体水試験	試験体製作		試験実施・評価				国際協力の可能性有り
② PLANDTL 試験 (Na)	試験実施・評価						
③ PLANDTL-2試験 (Na)	試験体設計・製作		試験実施・評価				
期待される研究開発成果	②極低流量時の炉心冷却性能のデータ取得				①SA後の損傷炉心に対する冷却特性の把握	③DRACSによる損傷炉心除熱性能実証	

参考資料3-3-3 ③ 損傷炉心燃料等の安定的な冷却手段の多様化のための研究開発 炉外事象安全性評価手法開発 (1/2)



損傷炉心燃料デブリ落下に伴う諸現象

シビアアクシデント時の格納容器内諸現象

ナトリウム冷却高速炉特有の事象について、
評価手法の改良・検証を実施

複雑な現象を要素現象レベルで解明



評価手法 (CONTAIN/LMR) を構成する
解析モデルの改良・検証

参考資料3-3-3 ③ 損傷炉心燃料等の安定的な冷却手段の多様化のための研究開発 炉外事象安全性評価手法開発 (2/2)

細目	性能試験	2Cy	3Cy	4Cy	5Cy~9Cy	10Cy以降	
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)	40%出力プラント 確認試験 燃料 交換 出力上昇試験 第1サイクル	定期点検 第2 サイクル	定期点検 第3 サイクル	定期点検 第4 サイクル	定期点検 第5 点検 定期点検 第6 点検 定期点検 第7 点検 定期点検 第8 点検 定期点検 第9 点検 定期点検 第10 点検 ...		
① 炉外事象安全性評価 手法開発	解析モデルの機能確認、検証・改良	解析モデルの改良、総合的検証				安全性向上評価報告	国際協力の 可能性有り
	要素試験による現象解明、検証用データ取得	複合現象を含む総合的検証用試験データ取得					
期待される 研究開発成果	① 要素試験・検証等による安全評価に用いる標準ツールとしてCONTAIN/LMRコードの整備結果				① 複合現象を含む総合的検証による安全評価ツールの評価精度と信頼性の向上、基盤データの蓄積結果		

参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発 炉心損傷時の挙動分析のための試験(EAGLE試験等)の実施(1/4)



IGR (Impulse Graphite Reactor)

照射による核分裂反応を利用し、大型試験体(約60本のピン束試験体)の使用とパルス出力(最小半値幅120ms)・準定常出力(数分～数10分)の組み合わせによる**集合体規模の燃料溶融が可能**な世界唯一の試験用原子炉。



EAGLE炉外試験装置

誘導加熱により約3,000℃の融体を約3リットル生成。試験体を耐圧性の高い鋼製格納容器内に組み入れ、**高温高圧条件下の厳しい試験**を実施できる装置。



MELT試験装置

誘導加熱等を用いて約2,300℃の融体を約20リットル生成。遮蔽構造を有する地下試験施設に試験体を設置し、高強度の連続エックス線と高速度・高解像度カメラを組み合わせ**ナトリウム中の微粒化/堆積挙動を高速で可視化**する施設。

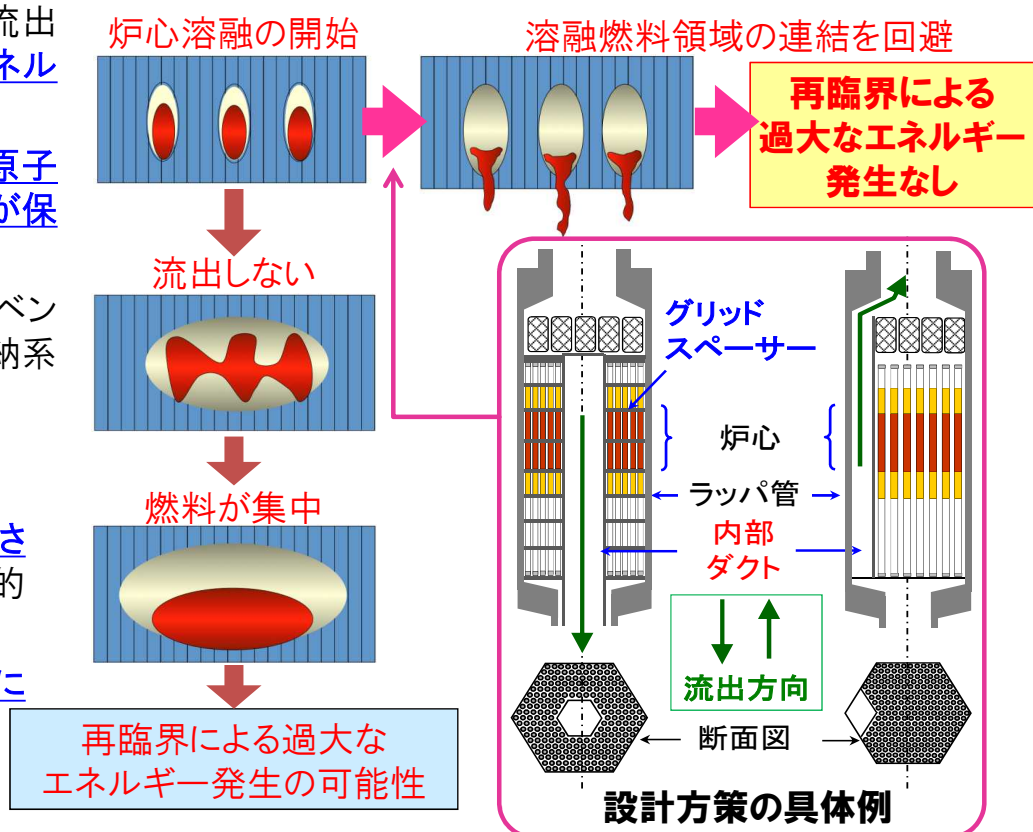
参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発 炉心損傷時の挙動分析のための試験(EAGLE試験等)の実施(2/4)

➤ 従来の安全評価

- 溶融炉心物質が炉心周辺に流出せず、**再臨界による過大なエネルギー発生に至る状況を想定**。
- 発生するエネルギーに対して**原子炉容器や格納容器の健全性が保たれることを確認**。
- 高出力化する場合、燃料インベントリが大幅に増加するため、格納系の設計に過大な負担。

➤ 将来に向けた取組

- 溶融炉心物質を早期に流出させる設計方策の採用**、合理的な格納系の設計を可能とする。
- 設計方策の有効性を実験的に確認**する。

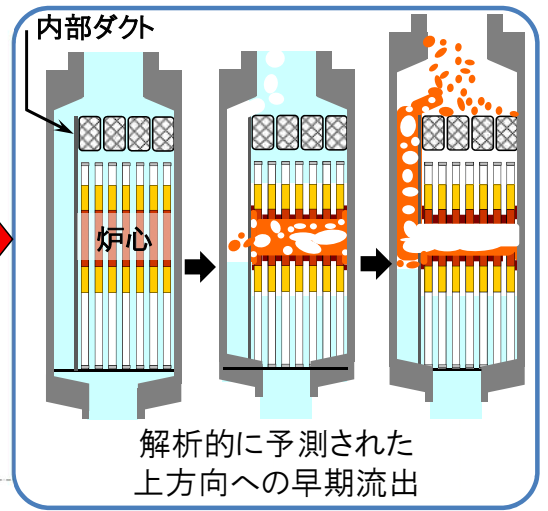
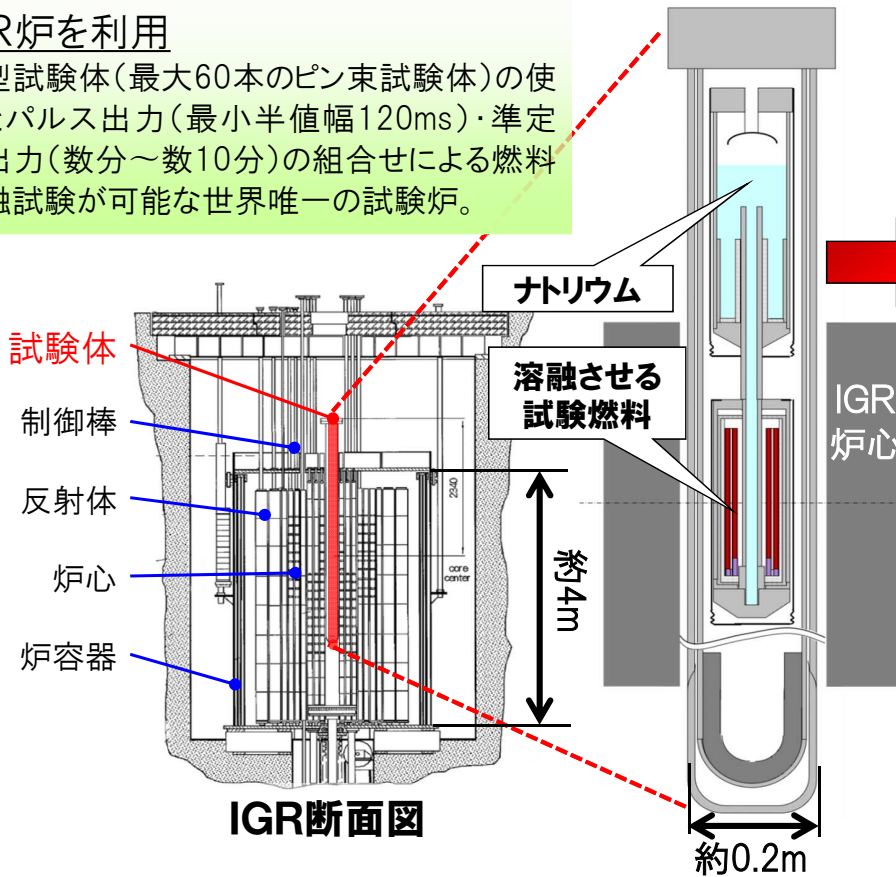


参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発
炉心損傷時の挙動分析のための試験(EAGLE試験等)の実施(3/4)

EAGLE-2試験の試験例

IGR炉を利用

大型試験体(最大60本のピン束試験体)の使用とパルス出力(最小半値幅120ms)・準定常出力(数分~数10分)の組合せによる燃料溶融試験が可能な世界唯一の試験炉。



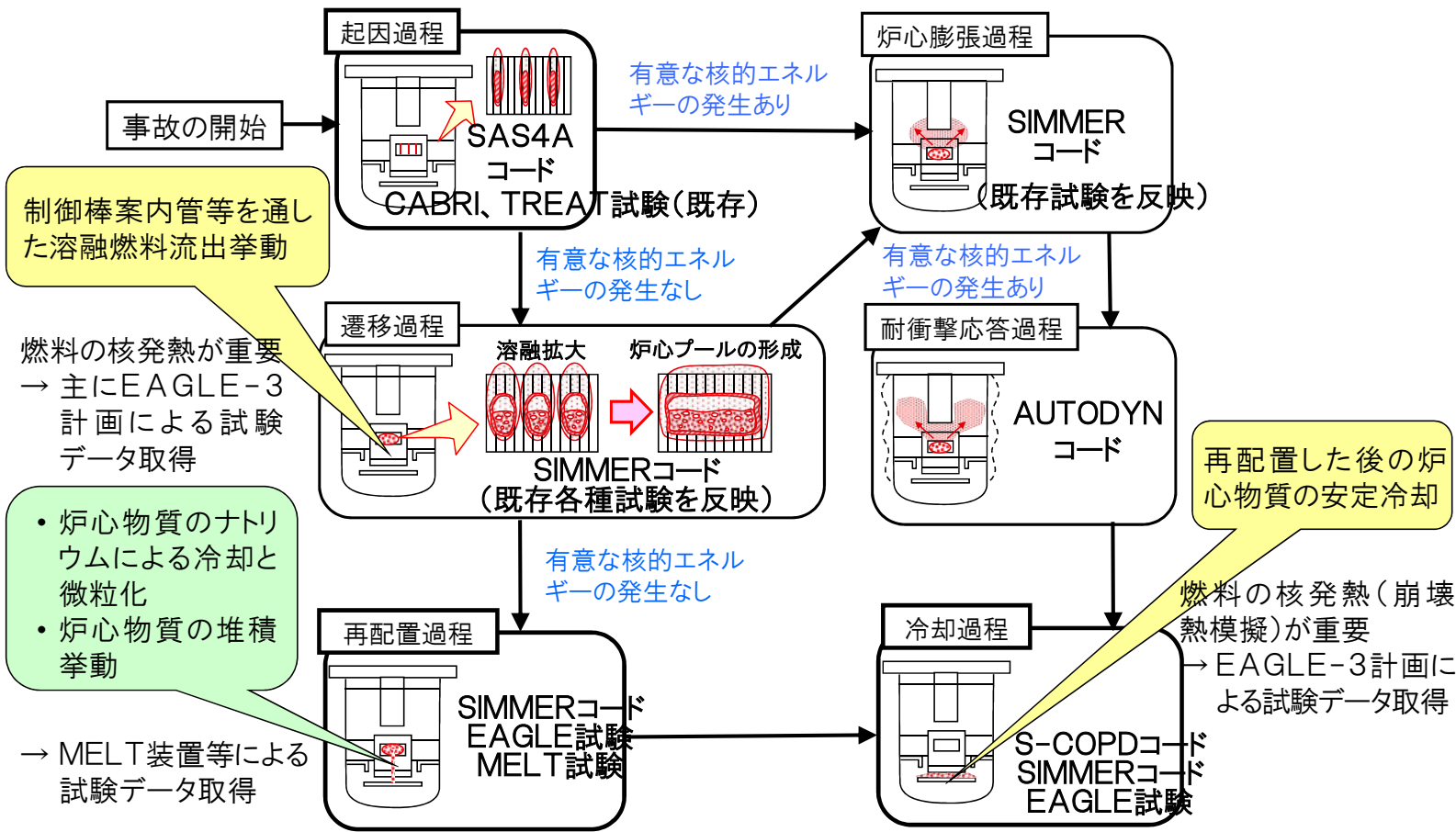
成果概要

- 圧力差により溶融燃料は速やかに上向きに流出
- 上向き流出型の内部ダクト付き燃料集合体は、再臨界を排除し得る有効な設計方策であることを確認

参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発
炉心損傷時の挙動分析のための試験(EAGLE試験等)の実施(4/4)

細目	1~5年	5年後以降	
① EAGLE-3試験	試験成立性検討	国際協力の可能性有り	
燃料再配置挙動試験	試験計画検討		
燃料再配置挙動試験	燃料再配置挙動炉外試験	燃料再配置挙動炉内試験	
燃料冷却性試験		燃料冷却性炉外試験 燃料冷却性炉内試験	
② MELT試験	溶融燃料デブリ化挙動試験		
微粒化挙動試験	試験装置設計製作		
燃料再配置挙動基礎試験	予備試験	試験実施・評価手法開発	
期待される研究開発成果	① EAGLE-3試験計画を遂行するための技術的実現性の見直し、及び、詳細技術仕様 ② 炉心損傷事故の炉容器内終息の見直しを得るための溶融燃料デブリ化挙動評価手法	① 炉心損傷時の再臨界の防止の見直しを得るための燃料再配置挙動の基礎的知見 ② 炉心損傷時の再臨界の防止の見直しを得るための溶融燃料の再配置挙動評価手法	① 炉心損傷事故の炉容器内終息の見直しを得るための燃料の再配置挙動・冷却性に関する実証的知見

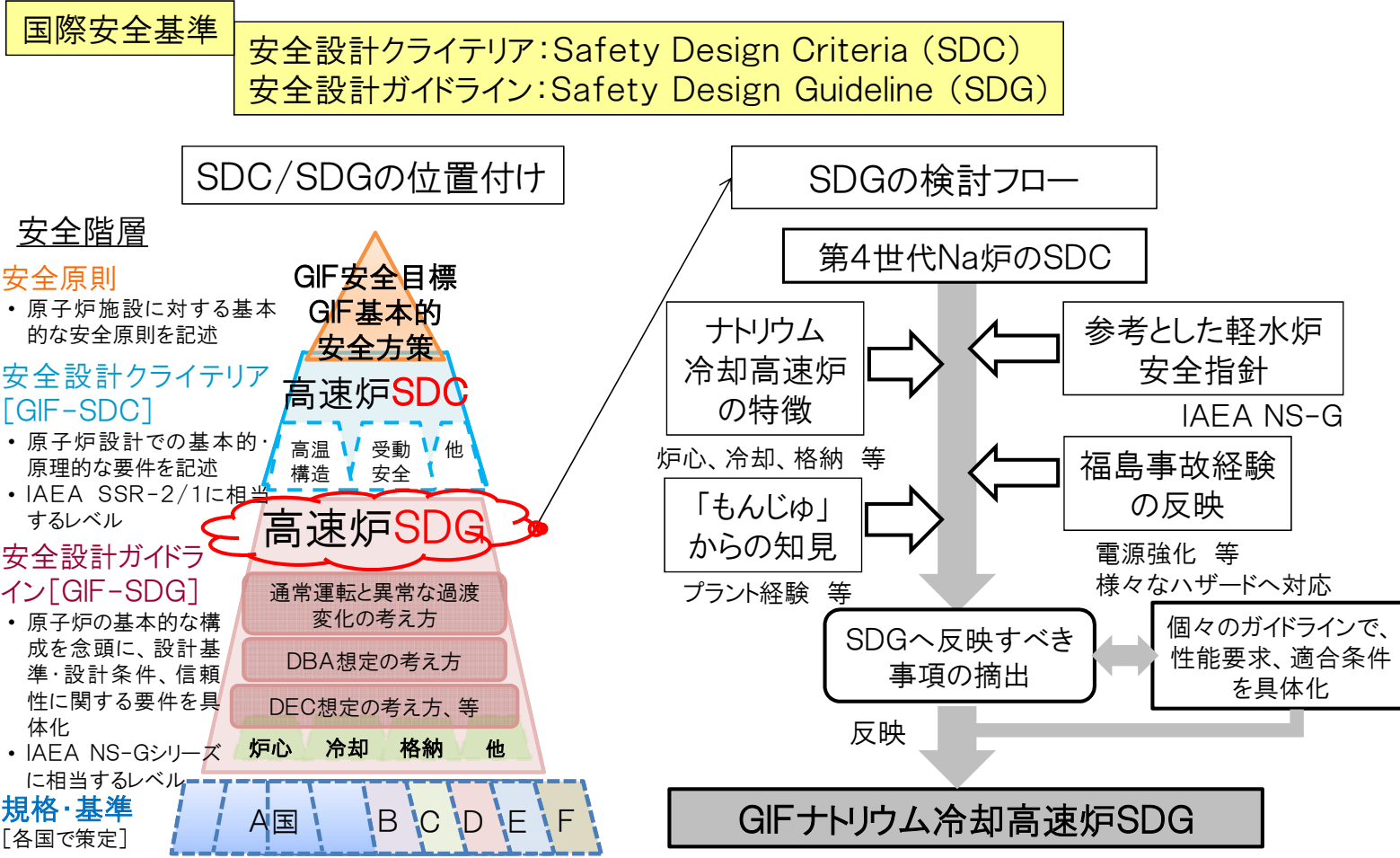
参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発 炉心安全性評価手法の開発と整備 (1/2)



参考資料3-3-4 ④炉心損傷時の再臨界の防止と事象の炉容器内終息を図るための研究開発 炉心安全性評価手法の開発と整備 (2/2)

細目	～「もんじゅ」性能試験	(「もんじゅ」性能試験開始後)～3年	3年後以降
① SAS4A整備	「もんじゅ」安全評価に向けたコード整備・試験検証解析		国際協力の可能性有り
② SIMMER整備	「もんじゅ」安全評価に向けたコード整備・試験検証解析		
③ SAS4A/SIMMER統合解析システム整備	コードシステム設計	システム開発 検証研究・実機適用研究によるコード整備	
期待される研究開発成果	①、② 許認可コードとして整備された高速炉シビアアクシデント解析システム	③ 解析精度を向上させ、適用範囲を拡大した高速炉のシビアアクシデントの統合解析システム	

参考資料3-3-5 ⑤高速炉の安全基準に資する研究開発 SA等の研究成果の安全基準への反映 (1/2)



参考資料3-3-5 ⑤高速炉の安全基準に資する研究開発 SA等の研究成果の安全基準への反映 (2/2)

細目	1年	2年	3年	4年	5年	6年後以降
多国間フレームでの安全基準の国際標準化 ① IAEAにおけるSDC標準化 ② GIF/INPRO (IAEA) 連携 ③ GIF (高速炉開発国側)におけるSDG標準化		SDCの国際標準化		SDGの国際標準化		
日本国内における安全基準の構築 ④ 原子力学会におけるSDG素案のレビュー ⑤ JAEA等によるSDG構築	SDCレポート提示	SDC/SDG標準化に関する会合	SDGレポート提示			
		第2期GIF SDCタスクフォース				
		レビューを反映し JAEAから提案				
		日本原子力学会「第4世代Na炉のSDG検討」研究専門委員会				
		SDG検討タスクフォース				
期待される研究開発成果	③国際標準SDCレポート (開発側)	⑤METI受託報告書	③国際標準SDGレポート (開発側) ④原子力学会SDG委員会報告書 ⑤METI受託報告書	①国際標準SDCレポート (IAEA) ④原子力学会SDG委員会報告書 ④原子力学会誌SDG解説記事 ⑤METI受託報告書		①国際標準SDGレポート (IAEA)

※ SDC: Safety Design Criteria
SDG: Safety Design Guideline
破線部は予定