

SDC-TF : 安全設計基準タスクフォース

安全設計基準タスクフォース (SDC-TF) は、2 つ目のガイドラインとなる SFR 安全設計ガイドラインレポート「Safety Design Guidelines on Structures, Systems and Components for Generation IV Sodium-cooled Fast Reactor Systems (第4世代ナトリウム冷却高速炉システムの構造、システム、およびコンポーネントに関する安全設計ガイドライン)」(SSC SDG)の最初の草稿を完成させ、OECD/NEA の先進原子炉の安全に関するワーキンググループ (WGSAR) と IAEA からの外部フィードバックを反映して、最初のガイドラインである「Guidelines on Safety Approach and Design Conditions of Generation IV SFR Systems (第4世代 SFR システムの安全アプローチと設計条件に関するガイドライン)」(SA SDG) を改訂した。

SDC-TF は、フェーズ I 活動の成果として 2013 年に SFR 安全設計基準 (SDC) レポートを完成させ、国際組織 (IAEA、MDEP、NEA/CNRA、および有効な SFR 開発プログラムを有す GIF 加盟国、つまり中国、EC、フランス、日本、韓国、ロシア、米国の規制機関) に配布し、それら国際組織からのコメントに基づいてレポートを修正した。SDC-TF は、レポートを修正するために、2016 年に発行された IAEA SSR 2/1 改訂 1 の多くの技術的記述を採用した。これには、TEPCO の福島第一原発事故から学んだ教訓を反映する新しい規定も含まれている。SDC-TF は、GIF 専門家グループ (EG) と政策グループ (PG) が承認した後、2017 年に改訂した SFR SDC レポートを発表した。

SDC-TF は、SDC を満たし、SFR 固有の安全問題に対処する方法に関する一連の推奨事項として、SFR 安全設計ガイドラインを作成している。SA SDG の目的は、技術的な問題を明確にし、さまざまな設計オプションと共に推奨事項を提供することにより、SDC の第4世代 SFR 設計トラックへの実際の適用を促進することである。ガイドラインでは、重大な事故の防止と軽減、実際に排除すべき状況 (熱除去の喪失に関連する問題など)、および SFR 反応度特性の考慮事項が説明されている。SDC-TF は、外部レビューを受けるために、SA SDG を NEA GSAR (NEA WGSAR の前身) と IAEA に送った。SDC-TF は、IAEA からの 23 のコメントおよび WGSAR からの 128 のコメントに対する解答を修正した SA SDG レポートに盛り込み、コメントを求めるために、2019 年に改訂版を GIF EG メンバーに送った。

SSC SDG の目的は、設計プロセスで SDC を実際に適用する際に、その設計で最高レベルの安全性を確保できるように、SFR 設計者を指導および支援することである。SSC SDG は、SA SDG の推奨事項と各 SSC 設計との架け橋となっている。さらに、SSC SDG には、SAS DG で扱われていない SDC レポートの要件を満たすための推奨事項が記載されている。SSC SDG の推奨事項には、原子炉停止機能喪失事象 (Anticipated Transient Without Scram : ATWS) に対する SFR の反応度特性を考慮した対策、および炉心の露出と崩壊熱除去機能の完全な喪失を実際に排除するための対策が含まれている。SA SDG で扱われていない推奨事項は、高温、放射線条件下での燃料と材料、およびナトリウム火災、ナトリウム-水反応、格納システムの負荷要因などのさまざまな危険に対する対策に関するものである (たとえば、図 SDCTF1 は、SSC SDG 開発に向けた検討プロセスを示している。)。SSC SDG では、炉心システム、冷却材システム、および格納システムの 3 つの基本的な安全システムが説明されている (具体的に言うと、表 SDCTF1 に記載されている SFR 固有の安全機能に関する選択された 14 の焦点が含まれている。)。SDC-TF は、第4世代 SFR システムの設計特性、および IAEA NS-G シリーズの説明、定義、およびフォーマットを参照して、推奨事項を作成した。現在の SSC SDG は主に主要コンポーネントを取り上げているが、燃料処理や燃料貯蔵システムなどの他の SSC も扱う予定である。2019 年、SDC-TF

は、外部レビューを受けるために、SSC SDG を OECD/NEA WGSAR および IAEA 原子力部門に送った。

世界中で開発されている次世代の先進 LMFR に関しては、GIF と IAEA は、安全アプローチ、安全要件、SDC、および SDG の調和に共通の関心を持っている。これは、特に 2011 年の TEPCO の事故後、重要なトピックになった。それにより、原子力の安全性への注目が高まり、現在稼働中の既存の原子炉と新しい設計の原子炉の国際的な枠組みの重要性が高まっている。2010 年以降、GIF-IAEA 協力の枠組みの中で、SFR の安全性に関する合同 IAEA-GIF 技術会議は 8 回開催されている。SSC SDG は、2019 年 3 月にウィーンで開催された第 8 回 IAEA-GIF ワークショップで発表された。

図 SDCTF 1. SSC SDG の検討プロセス

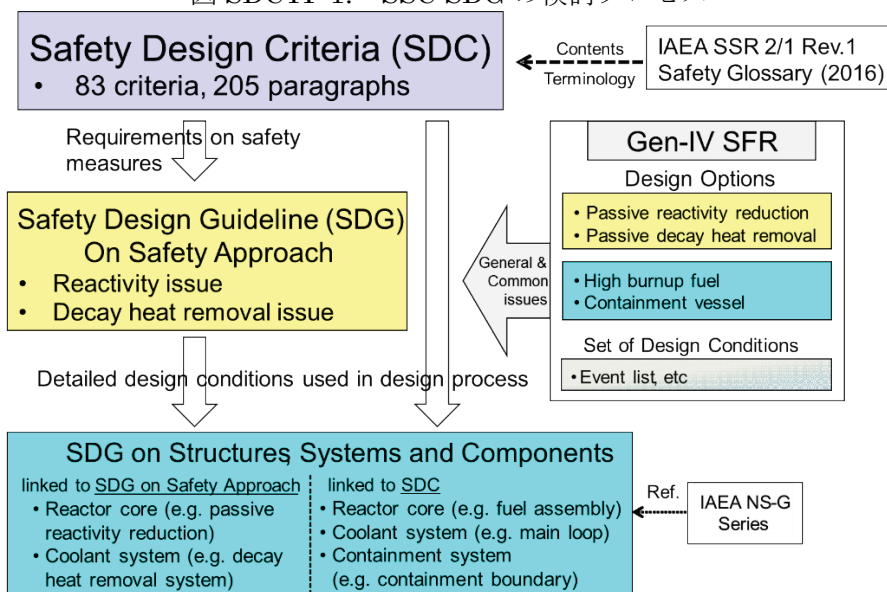


表 SDCTF 1. SFR 固有の安全機能

システム	安全機能	焦点	SDC	安全アプローチに関する SDG
原子炉の炉心システム	炉心燃料の完全性維持	1. 高温、高内圧、高放射条件に耐える燃料設計	✓	
		2. 炉心の冷却性を維持する炉心設計	✓	✓
	反応度制御	3. 稼働中の原子炉の停止	✓	✓
		4. 固有の反応度フィードバックと受動反応度低減を用いた原子炉停止	✓	✓
		5. 炉心損傷事故時の重大なエネルギー放出の防止 (炉容器内終息)	✓	✓
冷却システム	コンポーネントの完全性維持	6. 高温および低圧条件に耐えるコンポーネント設計	✓	
		7. カバーガスとその境界	✓	
	一次冷却システム	8. 原子炉レベルを維持するための措置	✓	✓
		9. ナトリウム漏えい対策	✓	
	ナトリウムの化学反応対策	10. ナトリウム-水反応対策	✓	
		崩壊熱除去	11. ナトリウムの自然循環の適用	✓
	12. 信頼性の維持 (多様性と冗長性)		✓	✓
格納システム	設計概念と負荷率	13. 封じ込め境界の形成とその負荷	✓	
	閉じ込め境界	14. 二次冷却システムの封じ込め機能	✓	

SDC-TF は、以下に記載する SFR 安全文書を作成し、そのミッション(これらは現在レビュー中である) のほとんどを正常に完了した。

- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの安全設計基準
- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの安全アプローチと設計条件に関する安全設計ガイドライン
- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの構造、システム、およびコンポーネントに関する安全設計ガイドライン

残りのトピックについて議論するために、SDC-TF メンバーは SDC-TF が GIF PG 会議(2019 年 10 月、中国威海市)で RSWG に参加することを GIF PG に提案し、PG はそれを承認した。SDC-TF メンバーは、2020 年 4 月の RSWG 会議から新メンバーとして RSWG に参加する。



SDC-TF の Shigenobu Kubo 議長とすべての貢献者