

「第4世代ナトリウム冷却高速炉の安全設計ガイドライン」研究専門委員会報告
Research Committee Report on Safety Design Guidelines for Generation-IV Sodium-cooled Fast Reactor

(1) 安全設計ガイドラインの構築方法

(1) Development Approach of Safety Design Guideline

*堀 公明¹

¹ 東海大学

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故後、我が国のみならず世界各国において原子力プラントに対する様々な安全性の向上活動が行われている。ナトリウム冷却型高速炉（SFR）の開発については、これまで積極的に進めてきた仏国・露国・中国・インドで着々と推進されており、国際的に SFR の安全要件の世界標準を構築するニーズが一層高まっている。日本原子力学会は2011～2012年度に特別専門委員会を設置し、第4世代 SFR の安全設計クライテリア（SDC）の構築に関する議論を行い^[1]、その成果は第4世代炉国際フォーラム（GIF）の SDC レポート^[2]に反映された。ここで SDC は基本性能要求であり安全指針の階層上は IAEA SSR2/1 に相当するが、より実効性を持つ具体的な形で国際標準として展開することが重要となる。そのため、GIF では SDC における技術的要件をより詳細に展開して定めることを目的として、安全設計ガイドライン（SDG）の構築が進められてきた。

このような GIF での活動と呼応して、本研究専門委員会は2013年より国際的な SDG の構築に向けて、国内外の関連安全基準及び安全関連技術開発の最新動向を調査するとともに、第4世代 SFR の設計を特徴づける主要な安全機能を具体化するための考え方や安全設備が備えるべき要件について検討してきた。本委員会の SDG 構築に関わる位置づけと関連する会議体を図1に示す。本委員会での検討結果は、GIF での議論に日本案として反映され、SFR の安全確保の基本的な考え方と SDG の技術的根拠整備に貢献している。

今回の総合報告では、第4世代 SFR の SDG の構築方法、関連する国際レビューにおける論点、安全アプローチ SDG 及び系統別 SDG の構築に際し本委員会中間報告^[3]以降に論点となった事項の概要、さらには GIF における各国の SDC/SDG に対応した次世代 SFR の検討状況などについて報告する。

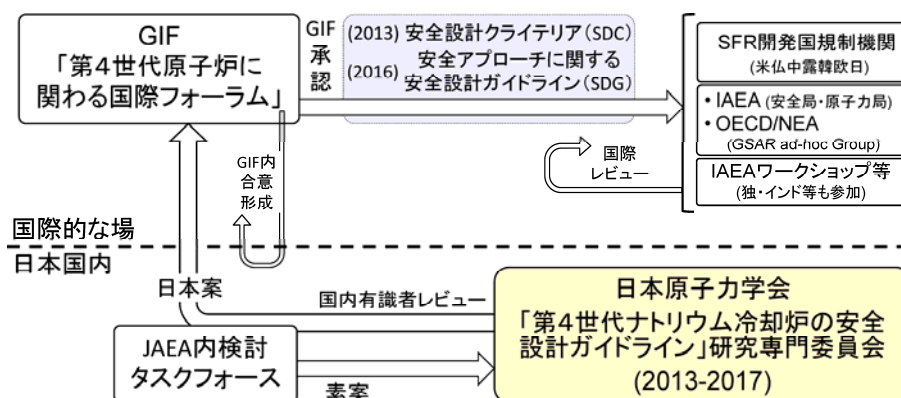


図1 安全設計ガイドライン（SDG）構築に関わる位置づけと関連会議体

2. 安全設計ガイドラインの構築方法

SDG は、基本性能要求である SDC を基に、SFR の主要系統を構成する設備を設計する際に考慮すべき安全設計要求のレベルにまで展開するものであり、展開した結果は基本的安全機能（止める、冷やす、閉じ込める）に対応した主要な系統である炉心系、冷却材系、格納系からなる「系統別 SDG」としてまとめられる。この展開を行うにあたり、第4世代炉 SFR として目指すべき共通の安全設計方針とその対応方策を示すものが「安全アプローチ SDG」である。SDC を元に、SDG の構築を進める基本的な手順を図2に示す。実際に設計に適用する際に実効的なものとするために、各国の設計概念や開発状況を把握して念頭に置き

た上で、各国の設計概念に共通して適用すべきガイドラインとして安全設計要求を定めることとした。国によって具体的な設計は異なる（崩壊熱除去の系統容量や数など）ものの、SFR の設計技術は共通点が多く、設計基準事故に対する安全設計対策には大きな違いは見られない。一方、設計基準事故を超える設計拡張状態については、想定事象とそれに対する対策の範囲が広範囲に及ぶことからプラント設計に与える影響は大きく、SFR 共通の考え方を整理した安全設計の標準化に対するニーズが非常に高い。このため「安全アプローチ SDG」としては、設計拡張状態のうち特に、SFR 炉心の反応度特性に関連した炉心損傷の防止と炉心損傷後の影響緩和に関する事項、並びに、ナトリウム冷却材の自然循環能力を活用した崩壊熱除去機能の維持に関する事項に着目した検討を実施する手順とした。

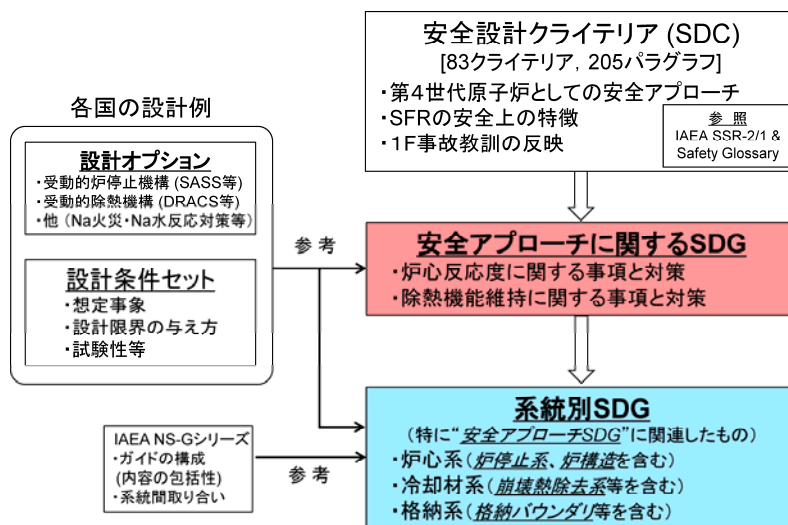


図2 安全アプローチに関する安全設計ガイドライン（SDG）及び系統別 SDG の構築手順

3. 終わりに

GIF では、安全設計クライテリアを各国の設計に展開するためのガイドラインとして、炉心反応度特性及び崩壊熱除去の維持に関わる SDG を策定し、現在、系統別 SDG を構築中である。本研究専門委員会では、我が国のナトリウム冷却高速炉技術に基づいた専門的見地から貢献するため、関連情報を収集して検討を行った。検討にあたっては、我が国のこれまでの SFR 開発に関わる技術・経験の蓄積を積極的に国際的に提案する観点から、GIF に先行して SDG 素案に対し国内ステークホルダーからの委員によるレビューを進めた。以降の報告では、これまでの GIF を含めた検討状況及び今後の展望について示すとともに、各国の次世代 SFR の設計検討に関する最新情報を踏まえた総合討論を行う。

参考文献

[1] AESJ 安全設計クライテリア 特別専門委員会 報告書(2013), [2] GIF SDC-TF/2013/01 (2013), [3] 本会 2015 年春の年会, 総合講演・報告 2.

*Takaaki Sakai¹

¹Tokai University