総合講演・報告２「高温ガス炉の安全性について
（「プリズマティック型高温ガス炉の安全設計プロセス」研究専門委員会中間報告)」

(1) 研究専門委員会の活動状況

(1) Status of the research committee

電力中央研究所　　植田　伸幸

1. はじめに

高温ガス炉は安全性に優れ、高温の核熱を発電以外の用途にも利用できることから、第４世代原子炉のひとつとして、世界各国で実用化に向けた研究開発が進められている。我が国では高温工学試験研究炉（HTTR）を用いた高温ガス炉の技術基盤の確立が、日本原子力研究開発機構（JAEA）により進められている。平成 26 年 4 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」をはじめ、「経済財政運営と改革の基本方針 2014」（いわゆる「骨太の方針」）（平成 26 年 6 月閣議決定）や「日本再興戦略」改定 2014（平成 26 年 6 月閣議決定）において、高温ガス炉などの安全性の高度化に貢献する技術開発の国際協力等を行うことが明記されており、東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえて、安全性の高度化に対する高温ガス炉への期待が高まっている。

諸外国では、欧米において 1960 年代から高温ガス炉技術の研究開発が進められてきたが、近年では、米国、韓国において実証炉の概念設計、中国において実証炉の建設が進められている。特に中国やインドネシアにおいては、商用炉の導入計画を有しており、高温ガス炉に関する国際競争が高まりつつある状況にある。我が国の高温ガス炉技術の優位性を保ちつつ当該技術を海外へ積極的に展開し、原子力安全の国際貢献に資するため、HTTR の設計、建設、運転・試験などを通じて蓄積した知見を取り込んだ高温ガス炉の安全基準を早急に示す必要がある。

このような背景のもと、平成 25 年 4 月に日本原子力学会「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会を設立し、高温ガス炉の固有の安全性を反映させた実用高温ガス炉の安全要件の検討を進め（図１）、平成 27 年 3 月までの２カ年の検討内容をとりまとめた。

高温ガス炉の安全基準の整備にあたり、「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会の検討を経て作成された高温ガス炉における新たな安全確保方策に係る安全要件を具体化するため、安全設計と安全評価との相互関係を踏まえた安全設計プロセスを検討し、安全設計及び安全評価に関する基本的な考え方を構築することが必要であると考える（図２）。そこで、高温ガス炉の安全設計プロセスを具現化することを目的として、平成 27 年度より日本原子力学会に専門委員会を設立し、検討を開始した。

本報告では、研究専門委員会の活動の概要について報告する。

2. 検討の進め方

高温ガス炉の安全基準作成の一環として、高温ガス炉の新たな安全確保方策に係る安全要件（機能要求）と安全指針（性能水準要求）をつなぐ考え方を構築し、昨年度までに作成した安全要件の実用高温ガス炉への適用性を確認すると共に、安全要件を具体化していく安全設計プロセスについて、安全設計と安全評価を繰り返していく際の手順や設計基準事象選定、設計評価項目、判断基準、評価手法などに関する基本的な考え方をまとめる（図３）。

なお、高温ガス炉全般を対象とするが、燃料要素形式については、我が国で技術開発を行っているプリズマティック型（ブロック型）を中心に検討を進めている。

以下に、各検討項目の概要を示す。また、検討スケジュールを図４に示す。

① 安全設計プロセスの検討

安全設計、システム設計、安全評価などに関するプロセスを系統的に整理し、安全設計のプロセス、性能要求項目（安全設計における評価項目）をまとめる。検討に際しては、設計と評価の相互関係を整理し、安全評価におけるリスク論の適用も視野に入れる。

② 設計基準事象の検討

決定論的手法及び確率論的手法を活用し、事象の包絡性を考慮しつつ、多重故障を伴う事象シーケンスを含む設計基準事象選定の考え方を構築する。また、代表的な設計に対する、具体的な設計基準事象の検討も行う。

③ 許容基準の検討

保守的評価に加え、最適評価の適用性を考慮しつつ、安全上重要な構築物、系統及び機器（SSC）に対する許容基準をまとめる。

④ 新たな安全性評価法の検討

水炉や高速炉で適用されている確率論的安全評価に拘らない、高温ガス炉の特長を踏まえた、新たな安全評価手法の可能性について、動的安全性、受動的安全性、固有の安全特性などを定量的に比較するための評価指標を含めて検討する。

⑤ IAEA CRP における活動のフォローアップ

JAEA が参画している IAEA の高温ガス炉の安全設計に関する協力研究計画（Coordinated Research Project: CRP）の第 1 回研究調整会合において、下記の方針が定められたことから、当該活動をフォローし、必要に応じて本研究専門委員会の活動に反映させる。

日本が提案した安全要件をベースに、米国のアプローチによって作成した安全要件、独、中国や南アフリカ等における過去の許認可に関する知見によって補完することにより、1 つの安全要件としてまとめる。

3. 成果の活用

本成果は、今後の高温ガス炉の安全指針（性能水準要求）の策定などに活用する。

4. おわりに

本総合報告・講演では、活動の概要（本報告）に加え、本研究専門委員会における中間報告として、高温ガス炉の特長を踏まえた安全設計の考え方をセッション(2)で報告すると共に、安全設計の特長の基盤である燃料と主要な構造材料である黒鉛の安全性についてそれぞれ、セッション(3)、(4)で報告する。また、国際標準化を目指した活動として、IAEA の CRP における活動状況についてもセッション(5)で報告する。

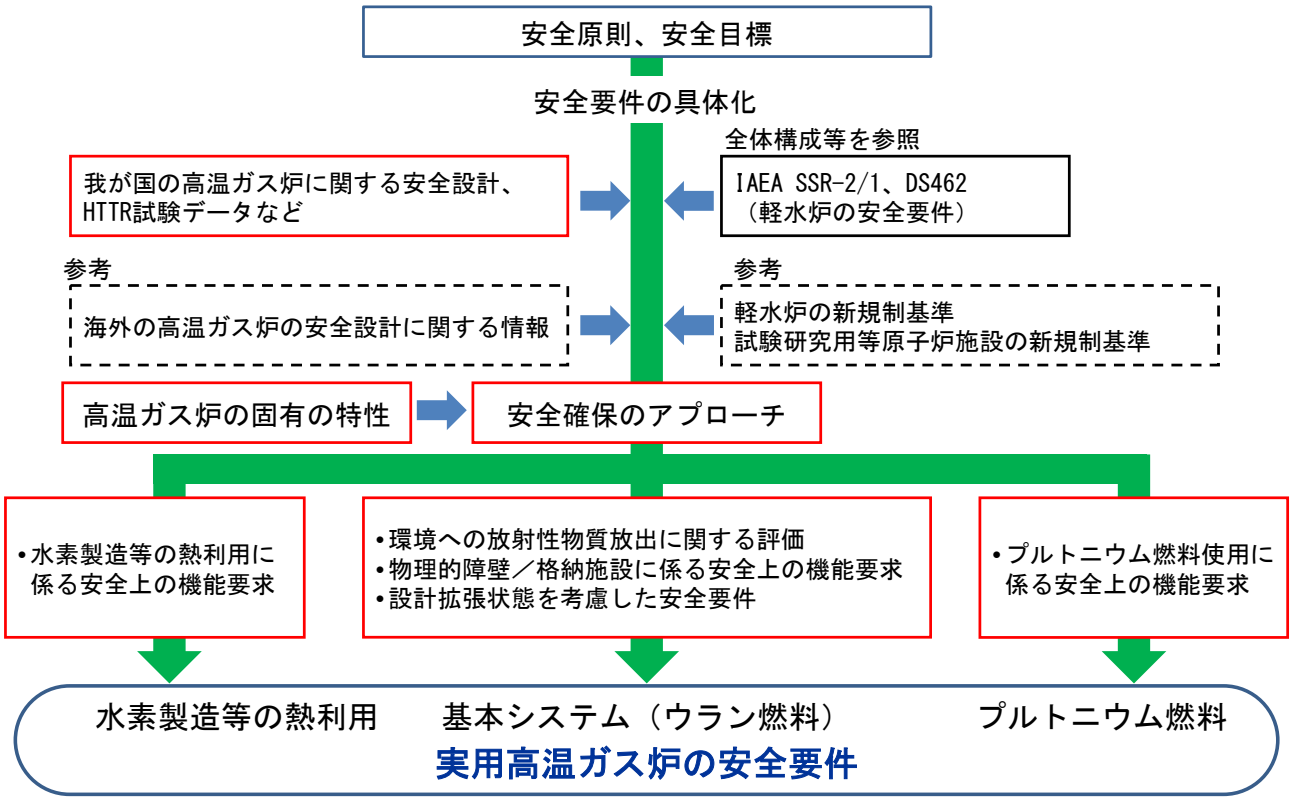

図１　「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会の概要（前研究専門委員会）における検討フローの全体概要

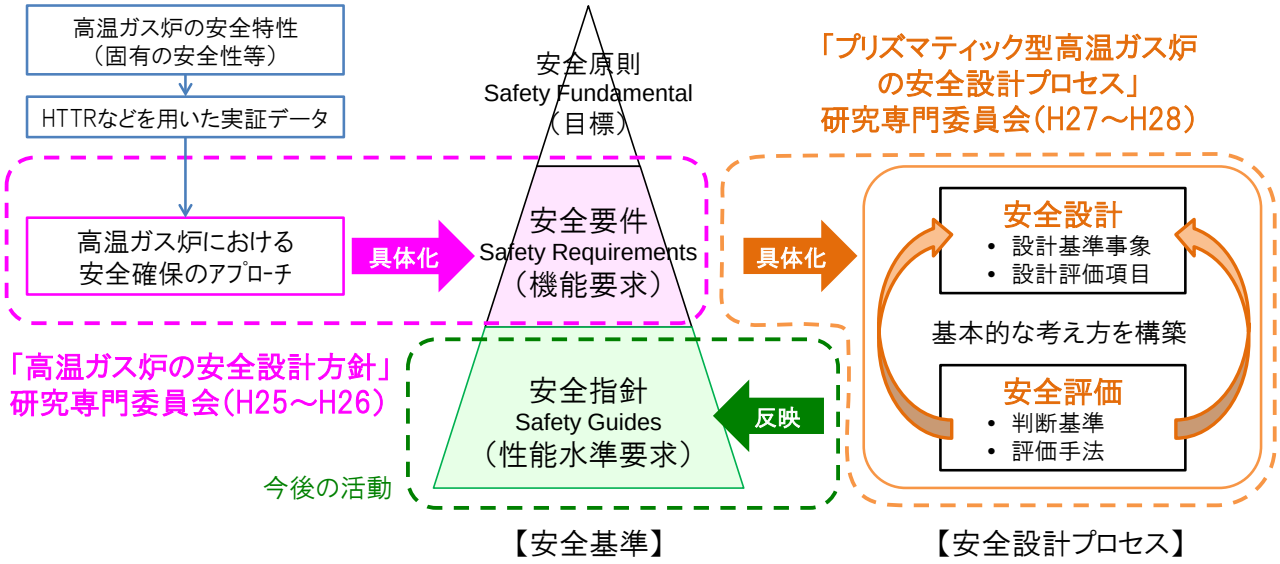

図２　前研究専門委員会と本研究専門委員会の関係

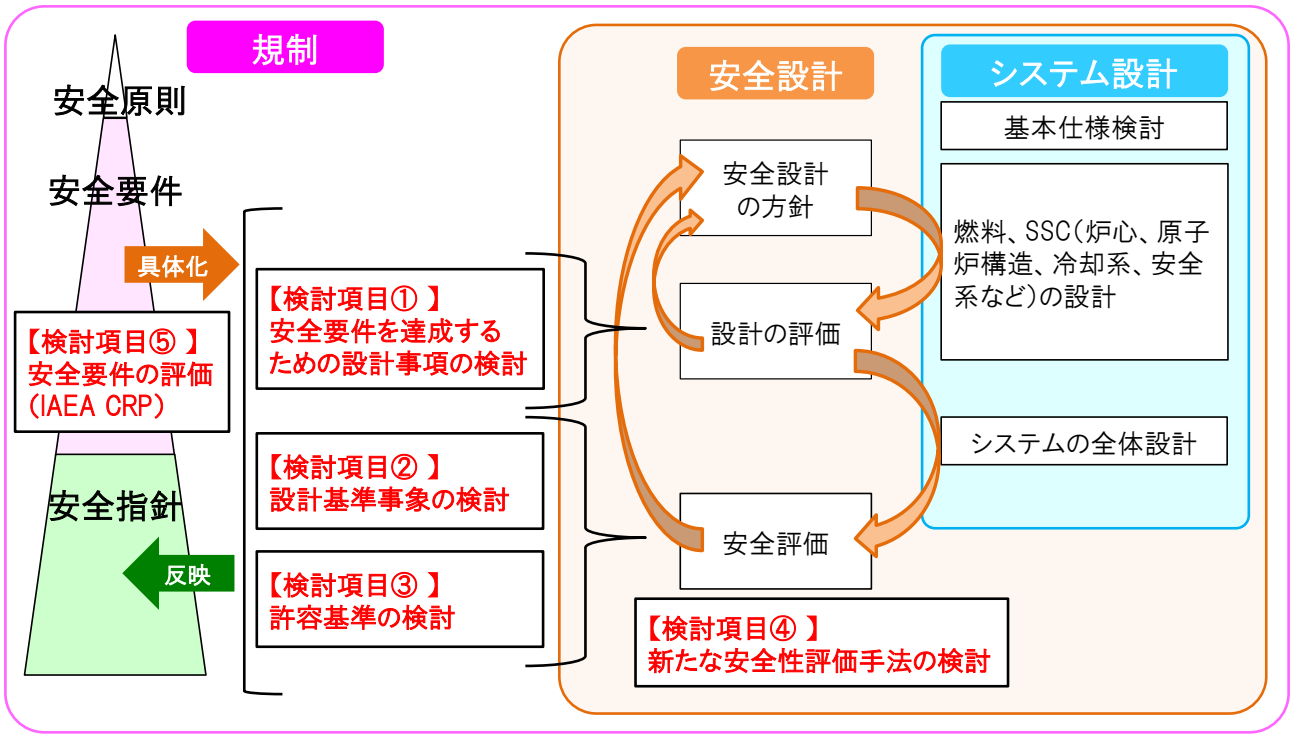

図３　本研究専門委員会における検討の全体像

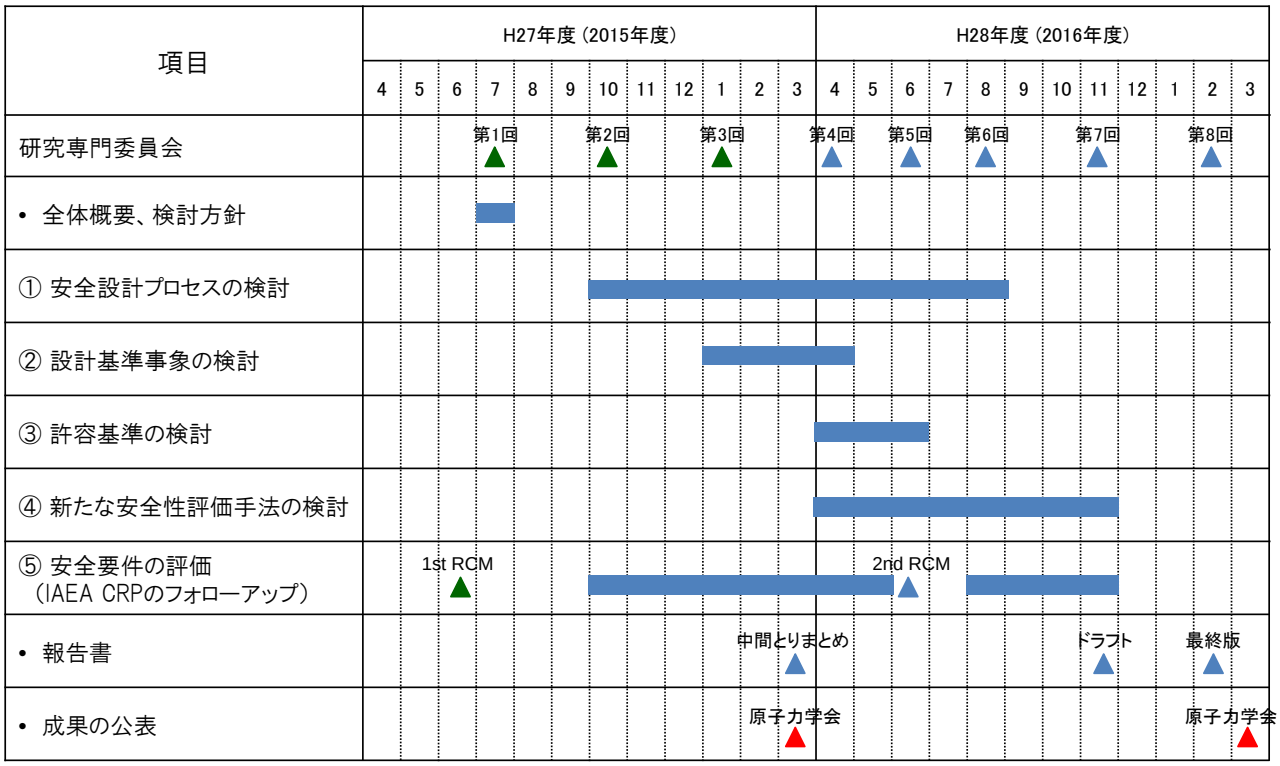

図４　本研究専門委員会の検討スケジュール