

原子力発電部会
「次期軽水炉の技術要件検討」ワーキンググループ

【第1回議題】

海外規制の動向について

2018.7.23

目次

1. 本WGの議論に参考とする海外規制について
2. 主な海外規制要求の動向
 - a. IAEA関連
 - b. 米国規制関連
 - c. 英国規制関連
 - d. フィンランド規制関連
3. WGで議論する項目に関連する海外規制例
 - ① 恒設／可搬型SA設備関連
 - ② 特重設備に関連・相当する海外規制
 - ③ 溶融炉心冷却関連
4. まとめ

1. 本WGの議論に参考とする海外規制について(1/2)

- 本WGでは、海外の規制動向も参考にしながら次期軽水炉の技術要件を検討することとする。
- 参考にしたい海外情報は、IAEA安全基準や欧米主要国の規制である。
- それら基準・規制においてWGで議論する項目に関連する情報を調査し、第2回WG以降、その内容を紹介するとともに、WG議論の参考情報とする。
- IAEA安全基準、欧米主要国の規制が整理されている資料として、新規制基準を策定する際、NRAが整理し、第1回「発電用軽水型原子炉の新安全基準に関する検討チーム」(2012.10開催)で提出された以下の資料がある。(本WGの参考1-4を参照)

・参考資料6「福島第一原子力発電所事故を踏まえた国内外での教訓」

- 本資料では、安全設計審査資料、耐震設計審査指針、立地審査指針、安全評価審査指針の要件毎に、関連する1F事故調等の教訓、関連するIAEA安全基準及び欧米主要国(米国、英国、仏国、独国、フィンランド)の規制が整理されている。

1. 本WGの議論に参考とする海外規制について(2/2)

- また、WGで議論する項目(案)「可搬型SA設備」、「特重施設」に関連する規制として、前述の第1回検討チーム(2012.10)で提出された以下の資料もある。(本WGの参考1-5を参照)

・資料2「外部事象に対する安全対策の考え方について(案)」

- 本資料は、外部事象に対する安全対策の考え方について整理された資料であるが、本資料の中で設計基準を超える外部事象への対応例として、米国および仏国の海外規制が紹介されている。
- さらに、IAEA安全基準に関しては、AESJ原子力安全分科会で取り纏められた以下の技術レポート(2014.6発行)もある。(本WGの参考1-6を参照)
 - ・原子力安全の基本的考え方について(第Ⅱ編)「原子力安全確保のための基本的な技術要件と規格基準の体系化の課題について」
 - 本資料において、IAEA SSR-2/1及び2/2に対して、1F事故の教訓や指摘事項を踏まえて充実すべき技術要件が検討・整理されている。
- これら資料からの情報も参考にWGの議論を進めるが、これら資料の発行日以降アップデートすべき情報は都度確認しながら進めることとする。

2. 主な海外規制要求の動向(1/5)

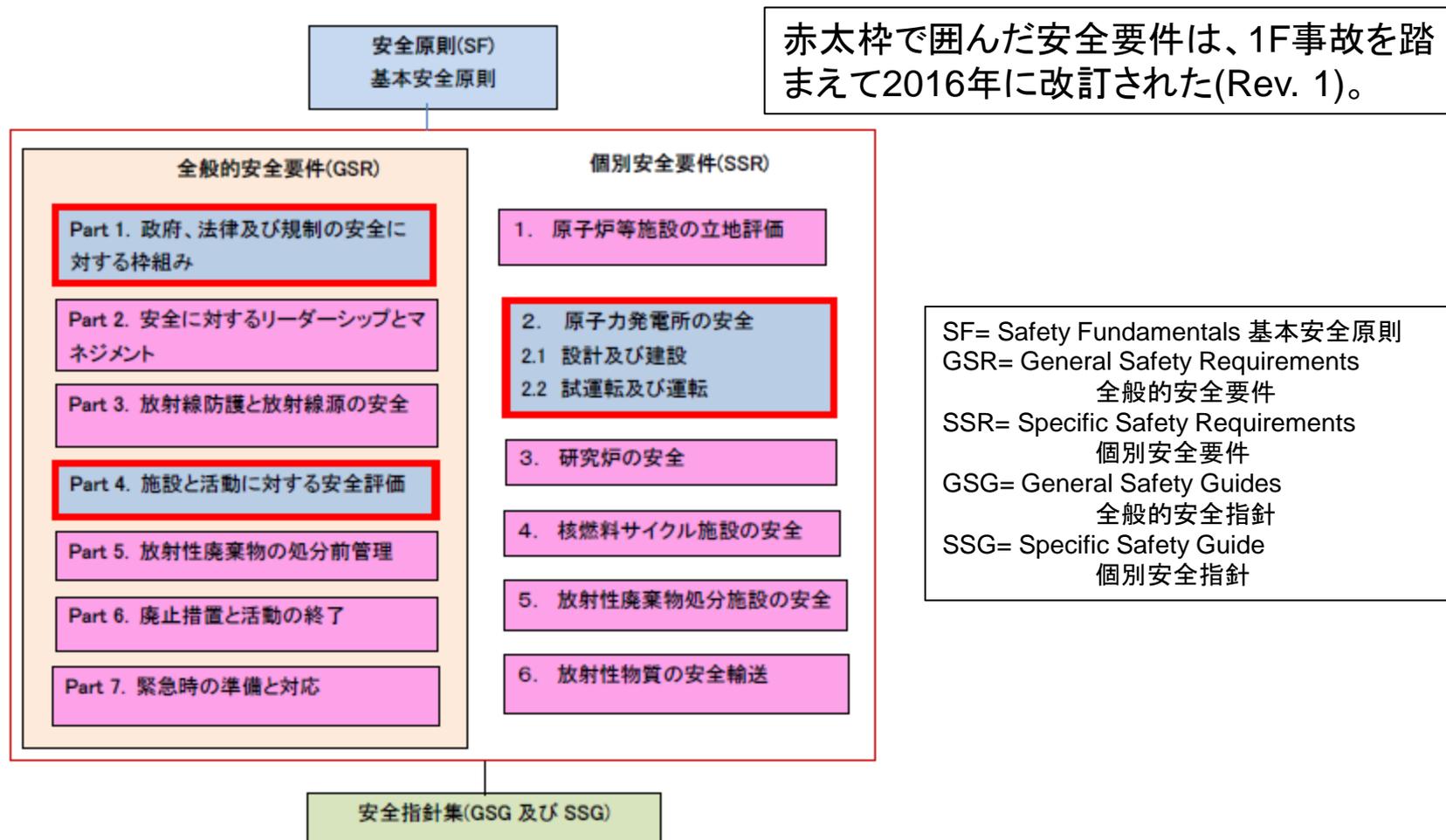
本章では、IAEA安全基準及び主な海外規制の動向を以下に示す。

a. IAEA安全基準関連

- 1F事故の経験等を踏まえ、IAEA安全基準の一部が改訂され、Rev.1として2016年に発行(次頁参照)
- そのうち、設計に係わる個別安全要件が纏められているSSR-2/1の主な改訂は以下の通り。
 - 深層防護の各層間の可能な限りの独立性
 - 共通要因故障への対処
 - 複数基設置サイトにおける同時ハザードの考慮
 - 設計条件を超える自然ハザードに対する適切な余裕確保
 - 使用済燃料プール(SFP)の燃料露出の防止対策 など
- 更に、SSR-2/1 Rev.1の改訂版の発行に際しては、導入されるコンセプトの目新しさ(novelty)や議論の複雑さ(complexity)を補足する文書としてTECDOC-1791「Considerations on the Application of the IAEA Safety Requirements for the Design of Nuclear Power Plants」が同年2016年に発行

2. 主な海外規制要求の動向(2/5)

【参考】IAEAの安全基準の構造



出典:「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査」報告書(エネルギー総合工学研究所)、2017年3月

2. 主な海外規制要求の動向(3/5)

b. 米国の状況

- 米国のSA対応は1985年8月8日に発布されたNRC Policy Statement(50 FR 32138)を受けて、継続的な検討・議論を経て既存の審査基準に要求が展開されてきている。
- 2001年9月11日の同時多発テロを受けて、NRCは、翌2002年にセキュリティ強化を目的に暫定補償措置命令(EA-02-026)を発行(B.5.b項:総合対抗計画)。2009年に、B.5.b項などの要求事項を10CFR50.54(hh)「航空機脅威通報への対応と火災及び爆発に対する緩和措置要件」として規制化。
- また、1F事故を受けて、NRCは「短期的評価タスクフォース(NTTF)」を立ち上げ、2011年7月12日、提出されたタスクフォース報告書では今後検討すべき安全強化策として、12の勧告が取り纏められた。

2. 主な海外規制要求の動向(4/5)

c. 英国規制関連(SAPs Safety Assessment Principles)

- SAPs 2006年度版から、以下を踏まえ2014年度版がリリース。設計基準を超えた内的事象／外部事象に対する決定論、確率論を組み合わせた解析要求(EHA.18)の追加、航空機衝突の要求(EHA.8)に対し、振動、燃料火災などの航空機衝突により発生する間接影響への考慮といった要求に関する解釈・定義などアップデート。
 - 福島第一発電所の経験反映
 - 2006年以降の国際的な安全基準の進展、関連する実施例(IAEA SSR-2/1等)

(関連する主な要求例)

- ✓ Engineering principles : external and internal hazards EHA.8 “Aircraft crash”
- ✓ Fault analysis : severe accident analysis
- ✓ Accident management and emergency preparedness AM.1 “Planning and preparedness”

2. 主な海外規制要求の動向(5/5)

d.フィンランド規制関連(YVL)

- 2008年に決議されたフィンランドの新しい原子力法と関連する政令に基づいてYVLガイドの全面的な見直しを開始
- 当初2011年末に発布が予定されていたスケジュールが、1F事故を踏まえ見直されて2013年12月までに順次、新YVLの要求文書が発布(番号体系も全面見直し)
- 新YVLでは、WENRAモデルの深層防護区分を導入する等の欧州での安全要求の動向を踏まえ、大型商用機の衝突に対する実力評価などの航空機衝突に対する設計・評価の要求の具体化、炉心／使用済燃料プールの冷却機能強化(外部電源／水源に3日間期待しない)、最終ヒートシンクの多様性要求等が追加・見直し

(関連する主な新YVL要求文書例)

- ✓ YVL A.11 “SECURITY OF A NUCLEAR FACILITY” (航空機衝突)
- ✓ YVL B.1 “SAFETY DESIGN OF A NUCLEAR POWER PLANT” (SA対策)

3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(1/5)

2章で紹介した参考1-4、1-5を参考に、WGで議論する項目に関連する海外規制を次頁の通り紹介する。(具体的な議論は第2回WG以降)

なお、2012年10月以降に改訂されたIAEA SSR-2/1、英国SAPs、フィンランドYVLは改訂後の内容を記載している。

3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(2/5)

① 恒設／可搬型SA設備関連

● IAEA

- SSR-2/1 Rev.1にて、格納容器からの熱除去(6.28B)、電源供給(6.45A)、SFPへの水補給(6.68)に対して、可搬型設備が安全に使用できるように設計考慮するよう要求あり。但し、これら可搬型設備は必ずしもサイト内に保管しておく必要は無いとの注記有り。
- TECDOC-1791 Chapter 10 “USE OF NON-PERMANENT EQUIPMENT FOR ACCIDENT MANAGEMENT”にて、可搬型設備は設計拡張事象(DEC)でカバーされない状況での有効な手段として考慮されると解説されている。

● 米国「1F事故を踏まえた短期タスクフォース(NTTF)」の「緩和戦略」対応

- 本命令では、設計基準を超える外部事象を緩和するため、①初期段階、②過渡段階、③最終段階の3段階のアプローチを要求。
- 設計基準を超える外部事象後の炉心、格納容器、SFP冷却を維持・回復するためのガイダンス及び戦略を作成、実施及び維持などを要求
- この勧告に対して、産業界(NEI)はFLEX(多様かつ柔軟な対応方策)を提案
 - ✓ 電源及び冷却水の維持または主要な安全機能を修復するための可搬型設備(可搬式ポンプ、発電機、バッテリー、バッテリー充電器、コンプレッサ、ホース、カップリング、その他の補助設備・器具など)
 - ✓ 多様な場所に機器を配置することによって、そのサイトで予測される厳しい自然現象から可搬型設備を合理的に防護

3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(3/5)

② 特重設備に関連・相当する海外規制

● IAEA

- 安全要件として、航空機落下や船舶衝突などの(偶発的な)外部人為事象は立地要件としてNS-R-3「原子炉等施設の立地評価」に規定しているが、セキュリティ関係は別のセキュリティの安全要件に規定されており、SSR-2/1では、特に記載していない。
- 設計要件として、NS-G-1.5「原子力プラント設計における外部事象(地震を除く)」の4.章に航空機衝突に対する設計・評価の具体的な要件を規定
 - 安全機能を有する構造物、機器・設備について航空機衝突事象に対する設計・評価を要求(Paragraph 4.4)
 - 決定論によるハザード評価におけるリファレンスとして添付(annex)に荷重曲線等の構造評価に適用できるデータの記載あり。

● UK SAP 2014 edition 工学的原則: 外的及び内的ハザード EHA.8「航空機衝突」

- 安全機能を有する構造物、機器・設備に対して、機械的強度や振動などの影響に対する健全性(直接的影響)および航空機の燃料による火災・爆発(間接的影響)を評価、燃料侵入を防止するような建屋設計を要求(Paragraph 251,252)

● Fin YVL A.11 Appendix B “Structural resistance and layout in the protection of a nuclear power plant and spent fuel storage against an airplane crash”

- 航空機衝突に対する原子炉および使用済燃料貯蔵の防護のために、建屋構造／配置設計・評価に関する具体的な要求が纏められている(多重なサブシステムの相互の離隔配置、あるいは建屋の背後に配置するなど)。

3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(4/5)

② 特重設備に関連・相当する海外規制(続き)

- 米国 暫定補償措置命令(EA-02-026)/10CFR50.54(hh)
 - 航空機攻撃に対する緩和措置及び対応手順書の策定を要求
 - 認可取得者は、潜在的な航空機脅威が迫っていると通報を受けた場合、対応方法について記載した手順書を作成、維持及び実施しなければならない。
 - 認可取得者は、爆発または火災によってプラントの大部分が喪失した状況で、炉心冷却、格納容器及び使用済燃料プール(SFP)冷却の機能を維持し又は復旧することを目的としたガイダンスおよび方策を作成し、実施しなければならない。
 - これに対し、産業界(NEI)は2011年5月5日にNEI 06-12(B.5.bガイドライン)公表
 - SFPへの内部からの水補給に関する戦略
 - SFPへの外部からの水補給およびスプレイに関する戦略
 - 原子炉及び格納容器に対する強化された指揮・命令機能
 - 原子炉及び格納容器に対する強化された対応戦略(PWRの対応戦略は以下の通り)
 - ・ 燃料取替用水タンク(RWST)への水補給
 - ・ インベントリ喪失を低減する為の蒸気発生器(SG)の手動減圧
 - ・ タービン(またはディーゼル)駆動補助給水ポンプ(AFWP)の手動操作
 - ・ SGの手動減圧及び可搬式ポンプの仕様
 - ・ 復水タンクへの水補給 など

3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(4/5)

② 特重設備に関連・相当する海外規制(続き)

- 仏規制当局(ASN)の補完的安全性評価(ECS)に係わるEDFへの指示
 - 仏原子力安全規制機関(ASN)は2012年6月28日、原子力安全年報2011の公表に併せ、1F事故後に実施された補完的安全性評価(ECS)の結果を受けてフランス電力(EDF)に対する指示を公表
 - EDFに“ハードンドコア”(Hardened Safety Core)の設置を義務付け
 - 複数の施設に影響を及ぼす大規模な事象が発生した場合にも耐えられる頑健性を有した組織と建屋が確保されなければならない。

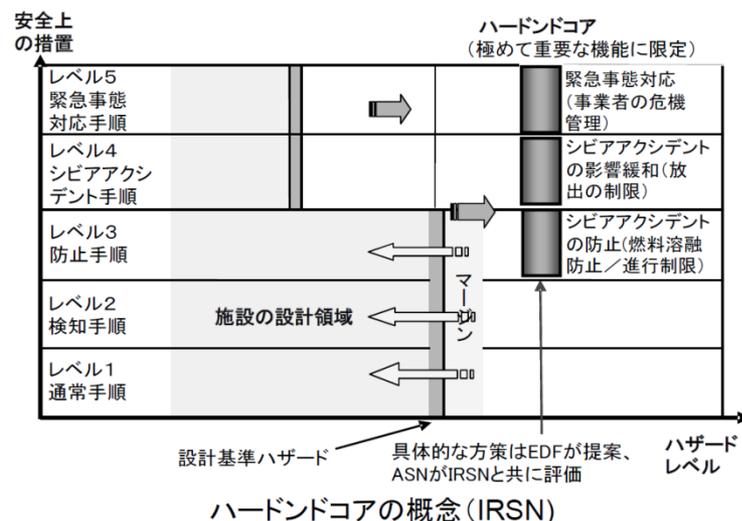
ハードンドコア：原子力施設の頑健性の強化

◆対象事象：

- 例外的規模の自然現象と設計想定又は安全レビューを凌ぐ現象との組み合わせ
- サイトの全施設に影響を与える非常に長期間の電源喪失又はヒートシンクの喪失

◆防護目標：

- 過酷事故の防止又はその進行の制限
- 大規模な放射性物質の放出を抑制
- 事業者の危機管理上の責務実施可能



3. WGで議論する項目に関連する海外規制例(5/5)

③ 溶融炉心冷却関連

- Fr デクレ(2007-534)

- 格納容器基礎部の貫通を避けるため、原子炉からの溶融放射性物質を長時間にわたり回収冷却できる装置を設置することが要求

4. まとめ

- 欧米では福島第一発電所の経験も反映し、IAEA等の国際的な安全要求の議論も参考にしながら要求文書の改訂案が検討されている。
- 第2回WG以降では、個別の議題の議論を展開する上では欧米要求に関しては主にIAEA-SSR-2/1 Rev.1とその補足文書であるIAEA-TECDOC-1791の要求内容を確認しつつ、UK-SAPs、Finland-YVL等のその他欧米要求で特記事項があれば紹介するものとする。
- また、当然ながら、他にも参考となりそうな情報があれば、第2回WG以降、紹介することとする。