

資料4-2-1 フランスの安全目標に対する取り組み

第4回 安全目標検討合同WG
2024年11月7日

ASNの取組み

- 既設プラントについては、確率論的な安全目標を規制において定義していないが、PSAの結果の分析に基準値を設定するよう安全規則に定めている。また、事象の条件付き炉心損傷確率を用いて *événement précurseur* (前兆事象) を選定し、重要な事象に対する対策を検討することを求めている。意思決定プロセスにおいてPSAの結果の分析に用いられる参照値(Reference values)はオーダーとして考慮されなければならない。
[Basic safety rule 2002-1 of 26th December 2002]。
- 新設プラントについては、Technical Guide に、不確かさとすべての種類の故障とハザードを考慮したうえでCDFを目標値($10^{-5}/(\text{炉年})$)未満にすることを要求している。
[Technical guidelines for the design and construction of the EPR]。
- Basic safety ruleとguidelinesは法的な拘束力がない(Non-binding)。

EDFの取組み

- 事象のスクリーニングのために確率論的な基準値を定め(ASNと非公式な調整の結果の可能性あり)、前兆事象(Precursor)を選び、顕著な事象はPSAを用いて劣化シナリオを検討し、その結果に応じ、対応をASNに報告している
[NEA/CSNI/R(2009)16、NEA/CSNI/R(2019)10を参考に記載]。

ASNとEDFの過去の経緯

- 1980年頃に産業省が官報に記載されない、一般に非公開の指針書を用いて、安全目標の確率値の採用について非公式にEDFと議論したが、EDFの反対により採用を見送り、決定論的アプローチが安全評価の基礎となった。その後、EDFは既設プラントの運用管理に確率論的な目標値を利用しているが、これらは、規制要求ではなく、参照値/指標値としてEDFと規制が非公式に協議し、設定したものと推定される。
- このような仕組みが作られた背景として、同じ学校で教育を受け、共通の文化を持つ規制と産業界の専門家が原子炉プロジェクトで一緒に働き、「小さな世界」を形成している事が影響していると考えられる[フランス政府機関の研究所の論文(本資料の3ページ目)]。

現在のASNのPSA活用の位置づけ

◆考え方

- ASNの方策は、安全性を維持するだけでなく、定期的に安全性を高めること。その目的のためには、**確率論的な安全目標を定義することには反対の立場**
 - ・ 確率論的な目標への遵守を証明するのは非常に難しい
 - ・ 一度目標が達成された場合、例えば安全性向上が低コストで可能であっても、その取り組みが制限されるという負の効果が生じる可能性がある
- 確率論的な目標は方向性を示す値として使用できるが、**規制における制限(limit)としては使用できない**
- 安全性向上の観点で**効果的な設計・運用改善を特定する事や、重要性に応じて問題事項をランキングするためのツール**としてのPSAの有効性は認識している
[NEA/CSNI/R(2019)10を参考に記載]

◆既設プラントのSafety rules

- ASNのwebsiteのLa réglementation (規制)という項目のRègles fondamentales de sûreté (RFS, 基本的な安全ルール)に記載あり
- 全体的なCDFは改善点を評価するための要素であり、**基準値(Reference values)**はPSAの結果を分析するために使用され、**基準値はオーダーで考慮し、結果を評価する唯一の手段であってはならない**
- ある事象に関する条件付きCDFが**基準値(Reference value: $10^{-6}/(\text{炉年})$)**よりも大きい場合は、その事象は前兆事象(**événement précurseur**)とする
[Basic safety rule 2002-1 of 26th December 2002を参考に記載]

◆新設プラントのSafety rules

- CDFを目標値(**$10^{-5}/(\text{炉年})$**)未満にすることを要求している。

[Technical guidelines for the design and construction of the EPRを参考に記載]

現在のASNのPSA活用の位置づけ

- PSAの活用についてEDFとIRSNが詳細な技術的な議論を実施している。
- PSAの活用例
 - 定期安全審査
 - Tec. Specs. のSSCの分類、AOTの延長の判断
 - 運転事象の分析 1993年以降、体系的なPSAに基づく”Precursor event”プログラムを実施してきた。条件付き炉心損傷確率が 10^{-6} より高い事象を前兆事象(Precursor)とみなす、 10^{-4} を超過する事象は規制当局が短期的な是正措置の設定とそれによるリスク軽減の評価を要求する。PSAは上記スクリーニングに用いられた後、劣化シナリオの推定と評価に用いられる
 - 事故時手順書、過酷事故手順書の最適化

[[NEA/CSNI/R\(2019\)10](#)を参考に記載]

フランスの原子力安全に関する法体系

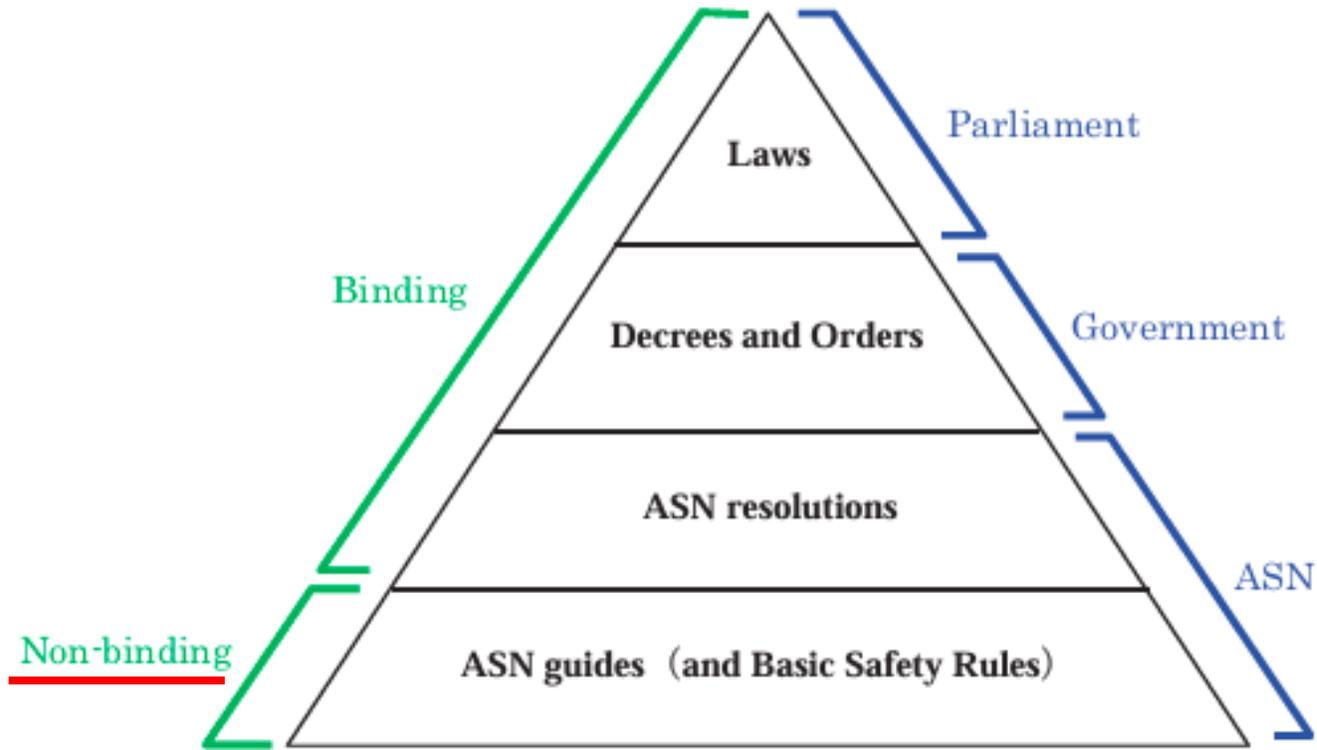


図 1-2 仏国の原子力規制の法体系図

(注) ASN REPORT on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2016, ML15173A250 - Operating Experience for Fuel Cycle Facilities in France for FCIX 2015 を基に作成。

[内閣府調査報告 平成29年度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から抜粋]

フランスの研究機関が投稿した規制と産業界の関係に関する過去の経緯

- 同じ学校で教育を受け、共通の文化を持つCEA(原子力庁)とEDFの専門家たちは原子炉プロジェクトで一緒に働き、フランスにおける「小さな世界」を形成した。
- 多くのフランスの専門家にとって、リスク分析を数値だけに頼ることは、専門家間の「技術的対話」を放棄することになり、安全性評価の基礎を失うことを意味する
- 1977年か1984年にかけて、官報に記載されない、一般に非公開の指針書を用いて、産業省原子力施設安全課(SCSIN)が、安全評価に確率論的な目標値を使用し、「発電所の1ユニットが許容できない結果を引き起こす全体的な確率は年間 10^{-6} を超えてはならない」とするようEDFに推奨したが、EDFは異議を唱え、議論の結果、産業省は推奨を強制しない事になった。
- これ以降、確率論的な目標は技術的リスク分析の指針としてのみ使用され、受け入れ可能な限界として明示されることはなくなった。専門家間の対話と結びついた決定論的アプローチが、安全性評価の基礎になった。
- [成川先生から提供いただいたフランスの政府機関であるInstitut Mines-Télécom (IMT)が発行する「Annales des Mines」という学術誌の論文: Réguler les risques nucléaires par la souplesse : genèse d'une singularité française (1960-1985)の機械翻訳を参考に記載]

OECD/NEA/CSNI/R(2009)16に記載のフランス取組み

- 原則として、フランス原子力安全機関(ASN)は、確率論的リスク基準値をいかなる規制文書でも定義する必要はないと考えている。その主な理由は、ASNの目的は常に安全性を向上させることであり(安全性を維持することだけではない)、確率論的基準に適合していることが実証された場合、補足的な安全性向上に対するモチベーションが低下する可能性があるからである。
- 1977年に1300MWeプラントの主な技術的オプションの検討中に、ASNは全体的な確率論的目標(許容できない事象の確率は 10^{-6} /year等)を設定した。[報告者註: 1977年の産業省原子力施設安全課とEDFの議論と関係があると推定される] 補足情報として以下を記載。
 - 全体的な目標(overall objective)は「容認できない結果」という観点から規定されているが、この「容認できない結果」は法律や規則では規定されていない。
 - 10^{-6} 値はPWRプラントの「目標」であるが、EDFはこの目標が達成されたことを示す必要はない。
- PSAの活用において、正式な基準に基づくものではないが、電力提案の可否はケースバイケースで、いくつかの指標値(orientation value)(相対的または絶対的)を示すことができる。例えば
 - 停止時に関し、確率論的なターゲットとして炉心損傷頻度 10^{-6} /炉年がASNによって設定された
 - 前兆事象の選定に関する確率論的な閾値
- これらの目標を達成するために、設計者は有用な指針を与える指標値(orientation value)として確率論的安全目標を提案しているが、これは厳密な限界値ではなく、安全当局の要求には対応していない。
- 一般的に言って、フランス安全局(ASN)は、PSAを有益なツールとみなしている。特に、設計や運転の修正に値する箇所を特定することによってフランスPWRの安全性を向上させたり、問題を重要度の高い順にランク付けしたりするのに有効である。しかし、確率論的基準の設定には賛成していない。

フランス、米国と日本の事象のCDF/CDPのスクリーニング基準の比較

	フランス Precursorの選定 指標: CCDP	米国 ASP program CCDP or ΔCDP	日本 検査指摘事項の重要度 指標: ΔCDF
10 ⁻⁴ 以上	規制当局が短期的な是正措置の設定とそれによるリスク軽減の評価を要求する	赤 : High Safety Significance	赤 : 安全確保の機能又は性能への影響が大きい
10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵	Precursorとみなす	黄 : Substantial Safety Significance	黄 : 安全確保の機能又は性能への影響があり、安全裕度の低下が大きい
10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁶	Precursorとみなす	白 : Low to Moderate Safety Significance	白 : 安全確保の機能又は性能への影響があり、安全裕度の低下は小さいものの、規制 関与の下で改善を図るべき
10 ⁻⁶ 以下		緑 : Very Low Safety Significance	緑 : 安全確保の機能又は性能への影響があるが、限定的かつ極めて小さなものであり、事業者の改善措置活動により改善が見込める
出展	OECD/NEA/CSNI/ R(2009)16 OECD/NEA/CSNI/ R(2019)10	<ul style="list-style-type: none"> ・ NRC website ASP Program ・ Risk Assessment of Operation Events Vol.1 Revision 2.0 	原子炉安全に係る重要度評価に関するガイド <ul style="list-style-type: none"> ・ 附属書1出力運転時の検査指摘事項に対する重要度評価ガイド(目標値の記載はあるがリスク指標の定義式の記載なし)

補足:

- NRCのSignificance determination processの**リスク指標の定義式等の技術的な説明**はIMC-0308 attachment 3に記載あり
- NRAは附属書8 メンテナンスの際のリスク評価に関する重要度評価ガイドにリスク指標の定義式の記載あり。NRAは計画的なオンラインメンテナンスを認めていないので附属書8を適用事例は少ないと考えられる。