

海外情報連絡会 令和4年度第1回講演会

日時：2022年6月2日（木）9：00－10：00（日本時間）

場所：Zoom オンライン

参加者数：59名

講演名：U.S. Nuclear Power Plant License Renewal and Long-Term Operation（米国における原子力発電所のライセンス更新と長期的な運用）

講師：Steve Nesbit（President of American Nuclear Society/米国原子力学会長）

【講演内容】

米国原子力学会（ANS）のビジョン、使命、現況についての概説の後、米国における原子力発電所のライセンス更新と長期的な運用に関して、以下の内容が紹介された。

米国では現在、92基の原子炉（全て大型の軽水炉）が運用されており、国内の発電量の約20%を担っているが、将来的な原子力の必要性に関しては、政策立案者や環境団体等の間で認識が高まって来ている。しかし、原子力に関する政策は、予算、法律、規制、経済等の様々な面から制約を受けることも事実である。米国におけるエネルギー政策、特に原子力に関する政策を明確に定義することは難しいが、あえて挙げるとすれば、①既存の発電用原子炉の運転の継続、②小型モジュール炉や新型の非軽水炉の開発と普及であると言える。ここで、新しい原子炉の配備に要する時間スケールを考えると、おそらくは既存の原子炉群が今後数年から数10年にわたって米国の原子力発電のバックボーンとなるであろう。

しかしながら、既存の原子炉群の発電量を拡大していくことには限界があり、米国における原子炉が全体的に老朽化している現実に鑑みると、運用ライセンスの更新を行わなければシャットダウンするしかない状況にある。既存の原子炉群からより多くのエネルギーを得るためには、原子炉の出力レベルの向上、設備利用率（即ち稼働時間）の増加、及びプラント寿命の延長を図ることが考えられる。出力レベルの向上に関しては、既に171件が承認されており（同一プラントにおける複数回の出力レベル向上を含む）、今後さらに既存炉の出力レベルを上げられる可能性は非常に少ない。設備利用率（即ち稼働時間）に関しては、1990年代の後半から増加したが、2000年以降は飽和状態に近い。したがって、プラント寿命の延長による長期的な運用こそが現実的なアプローチとなり得る。

プラント寿命の延長による長期的な運用を行うには、十分な安全性と経済性の実証、及び規制当局の承認が必要となる。米国では、1回目のライセンス更新（20年間の延長により最大で60年の運用が可能）は比較的簡単であり、2回目の更新（最大で80年の運用可能）が許可された例もある。ライセンスの有効期限を議論する際には、プラントの寿命に関する技術的な問題だけではなく、経済的あるいは財政的な問題も含める必要がある。1990年代には、プラントの建設コストが当初の予想より遥かに高額だったことがわかり、規制の枠組みも十分に整備されておらず、長期的な運用が「費用対効果」の面で有効であるかの判断も難

しい状況にあった。このような状況において、米国の規制委員会（NRC）、事業者、及び利害関係者たちは互いに協力し、ライセンス更新のための実行的なフレームワークを確立し、NRC はライセンスの更新要件（10 CFR Part 54）を発行した。

ライセンス更新のためのプロセスにおいては、安全に対する影響と環境に対する影響を評価することが必要になる。安全に関しては、更新対象となるプラントへの事業者側の計画を評価することとし、許容できない劣化がないことの絶対的な証拠は必要ない（許容できないレベルに達する前に劣化は検出できる）としている。また、環境に関しては、NUREG-1437, Rev.1 に基づいて評価することとし、使用済み核燃料の継続的な貯蔵の影響を含めてサイト固有の状況を検討することとしている。また、公衆による意見を反映する機会も重要である。

1998 年に申請された 1 回目のライセンス更新は順調に審査され、NRC は 2000 年にこれを承認した。その後、多くのプラントにおけるライセンスの更新が実現し、2000 年代にはライセンス更新が日常的なマターとなった。2010 年代には、いわゆる「原子カルネッサンス」による大型軽水炉建設への関心が薄れてきたが、一方で運転期間をさらに 20 年延長する（合計で 80 年の運用が可能となる）2 回目のライセンス更新（Subsequent License Renewal：SLR）への関心が依然として残っていた。

この SLR については様々な追加対応が検討され、実際に複数の申請もなされたのだが、NRC は 2022 年 2 月 24 日に SLR を無効とする決定を下した。これは、1 回目のライセンス更新に関わる NRC の規制（10 CFR Part 51）に関連しており、NRC は SLR 即ち 2 回目のライセンス更新に対してもこれを適用していたからである。規制を改訂してこの問題に対処するには、おそらく数年間が必要と考えられる。2050 年までに炭素排出量を実質ゼロにするためには SLR が必須であるとする事業者もあり、稼働を継続するプラントにとって SLR は比較的安価なオプションとして残すべきと考えられる。SLR を魅力的なものにするため、クリーンエネルギーに対する広範な政策開発が米国では必要となるだろう。

一方、ライセンス更新については各国で規制の要件と実情が異なるので、IAEA が国際協力に基づいて安全報告書 IGALL（International Generic Ageing Lessons Learned；Safety Report Series No.82）を 2015 年に発行し、2017 年に改訂している。IGALL は主に米国における経験に基づいているものの、米国でのライセンス更新がプラントの受動的コンポーネントに重点を置いているのに対して、IGALL では能動的コンポーネントも対象にするなど、米国の規制を超越している面もある。原子炉の少ない国では、IAEA のプログラムを通して国際協力の恩恵を受けることができる。

講演は最後に、以下のようにまとめられた：

- 現在稼働中の原子力発電所の寿命延長は、クリーンで信頼性の高い電力を今後数 10 年にわたって供給する上で重要な手段である
- 米国では、原子炉のライセンス更新を行うための実行的なフレームが確立されている

- 現在の SLR (2 回目のライセンス更新) に関しては、解決すべき問題がある
- ライセンス更新に関して米国が得た教訓は、IGALL プログラムを通して世界的に共有することができる
- 寿命延長の最終的な決定は、経済的な他の事項を考慮して行われるものである

【質疑応答】

Q1) 原子力には検討すべき 2 つの側面がある。1 つは、運転中の既設炉の活用方法であり、もう 1 つは新型炉の新設に関わるものである。我々はプラント運用に関する米国のサクセスストーリーから色々と学ぶべきだと考える。我々は新型炉の新設に苦勞しているが、それら新型炉のライセンス取得に向けた準備活動についてお聞かせ願いたい。会長は 1 月の Nuclear Newswire の記事の中で新型炉の新設に関わる法律上の問題に腐心されている旨を述べておられるが、それらについてお聞かせいただきたい。なぜなら、日本の原子力開発の本質的な部分に関わるからである。

ANS 会長：非常に重要な話題だと思う。米国では、規則を書き留めて規則に従っていることを確認する従来の方法に慣れている人々と、確率論的リスク評価つまりリスク情報に基づいて安全性を評価する方法を使用したい人々の間で緊張関係があると言える。それが、新しいライセンスの枠組みを導入する上で非常に難しい部分だと思う。あなた方がリスク情報に基づく安全評価を支持しているのは興味深いところだが、私は新型炉開発に携わる人々が確率論的リスク評価 PRA (日本では PSA と呼んでいたと思う) に過度に依存しているのではないかと疑っている。従来の方法を変化させることに不安を感じている人がいるのもまた事実だ。NRC は実際、リスク情報に基づく規制 (10 CFR Part 53) の下で新しいフレームワークを考え出す良い仕事をしており、私は NRC がこれらを活用した効率的な方法で新型炉にライセンスを供与できる何かを導入するものと楽観視している。

Q1-2) NRC と比較して、事業者側の準備は不十分であるということか？

ANS 会長：従来の方法を変えたくない人は、NRC と事業者の両方にいると思う。私は NRC に苛立ちを感じることもあるが、彼らは良い仕事をしており非難はしたくない。NRC を非難したくないのは、事業者側にもやり方を変えたくない人がいるからだ。新型炉のライセンス審査において必要とされる体制に至るためには、我々全員が多少の譲歩をする必要があるように思う。

Q2) 技術的な質問となるが、講演の中で「許容できない劣化がないことの絶対的な証拠は必要ない」と述べておられたが、許容できない劣化が発生する前にどのようにして欠陥を検出するのか？

ANS 会長：技術的に何を懸念するかによって検出方法は変わってくるだろう。例えば、ご存知かと思うが、原子炉容器の溶接材料のサンプルを調べ、照射後の定期的なテストによって脆性破壊の影響を受けやすくなっているかどうかを判断することができる。また、あらゆる

る種類の非破壊検査を実施することも可能だ。このような検査を実施して、材料が許容限度以上に劣化していないことを確認することができる。課題となるのは、検査や評価のためにアクセスできない部位にある材料が対象となる場合である。電気ケーブルはその一例であり、ケーブルにアクセスして状態を判断することは現実的ではない。そのような場合、何等かの分析的アプローチに頼る必要がある。あるいは、定期的な交換を行う必要がある。必要な期間に完全な状態であることがこれらによって証明できない場合は、交換する必要がある全てのものを毎回交換することになる。さらに付け加えるならば、原子力以外の分野では、遠隔操作でテストや評価を行う技術が30~40年前と比較して格段に進歩しており、これらの新技術を活用して従来の方が妥当であることを確認することもできるだろう。

Q3) 私は現在、日本原子力学会 (AESJ) の国際委員会のメンバーであり、協力拡大の観点から ANS と AESJ の関係をどのようにすべきか議論している。学術的な活動と事業的な活動とを繋げる ANS の役割が何であるかについて、お伺いしたい。ANS がその分野で良い役割を果たしておられるなら、その経験や情報を交換したい。

ANS 会長 : NRC と ANS の遣り取りは、2つの基本的なカテゴリーに分類されると思う。1つは、我々ANSの解析コードと標準が機能することである。我々はNRCが受け入れている共用解析コードを開発しており、一般的なライセンス供与プロセスにおける大きな支援ツールとなっている。もう1つは、ライセンス上の諸問題について、NRCと随時、遣り取りすることである。我々はNRCを介して特定の事業主や会社と技術的な対話を行うことができ、米国内の原子力研究所の持つ専門的な知識を持ち込んで彼らの仕事を補完することができると思う。一例として、アナハイムで開催される次回の年次総会で、私は新型炉のライセンスの枠組みを主導するための論文(ライセンスの近代化プロジェクトの続編)を発表する。これは、NRCや業界関係者と非公式の場で気兼ねなく議論する絶好の機会だと思う。国際協力の側面に戻ると、我々はANSの国際委員会の活性化にも取り組んで来た。

Q3-2) 私は以前、ANSの国際委員会のメンバーだった。私の質問の根底には、多くの人々がまだ原子力を信頼していないということがあるが、原子力に関連する学会は技術的な専門知識に立脚しているので、我々には人々から信頼される機会があると思う。

ANS 会長 : 私はANSの会長として、首都ワシントンで政策立案者と多くの会合を持った経験がある。彼らはANSを技術専門家と見なしているため、業界関係者より信頼できると考えている。ANSの多くのメンバーは大学教授や著名なフェローであり、業界を直接代表する人達のような利己心を持っていない。

Q4) 事故に強い燃料 ATF の開発は、日本よりも米国の方が進んでいる。既存施設への ATF の導入は SLR のインセンティブになるだろうか？

ANS 会長 : 事故に強い燃料がプラントの全体的な安全性に大きく影響するとは思わない。事故に強い燃料の導入や設計の改善は燃料性能の向上に寄与するかもしれないが、必ずし

もライセンス更新や SLR に必要であるとは確信していない。燃料を改善したのでライセンス更新を正当化する、というわけにはいかないだろう。

Q5) あなたはウクライナに対するロシアの攻撃を非難する声明を ANS と発表したけど、今後もこの活動を続けるか？

ANS 会長：そのつもりだ。ロシア人がチェルノブイリを去った今、ウクライナ戦争における核的な側面はやや減退した。もちろん、ザポリージャ原発の問題はまだ残されているが、しかし、それは元に戻せる可能性がある。IAEA のグロッシ事務局長は、この困難な国際問題に対して非常に上手く対処してきた。グロッシ事務局長の努力を我々全員が支援すべきだと思う。

司会者：貴重なご講演とご議論に感謝する。閉会。

以上