

「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた
中長期ロードマップの改訂のための検討のたたき台」にいただいた
学識経験者の意見の概要

平成25年6月

1. 中長期の取組の実施に向けた基本原則について

- 【原則1】～【原則4】は妥当であるものの、本来の原則的姿勢として「ハザードの除去（使用済燃料の取り出しとデブリの取り出し）」を「可及的速やかに」進めることが重要である。「安全確保」「国民と地域理解」を必須要件としながら、「Best Available Technology (BAT)」を適用しながら「As Soon as Practically Achievable」な取組を進める・・という原則の宣言が欲しい。
- 計画が燃料に偏りすぎているのという印象がある。燃料が最もリスクが高いために、その処理を急ぐことは正しい判断だが、その先に、原子炉の解体という大きな作業があり、そこを見通した部分が少し手薄になっている。デブリを100%取り出すことは不可能であり、原子炉解体と並行して取り出し作業が進むと考えられる。燃料だけに特化する戦略もあると思うが、その場合でも、原子炉解体を後で考えるのではなく、解体も念頭に置いて計画を進める必要がある。例えば本格コンテナを最初から作っておけば、廃止措置にもそのまま利用でき、結果的に廃止措置完了が早くなることも考えられる。総合的にリスクを低減できるように検討を進めるべきではないか。
- リスク管理が極めて重要である。トータルリスクを減少させるために、俯瞰的、総合的な検討が必要であり、原則の一つにできないか。リスクコミュニケーションもこのような観点で考える必要がある。
- 原子力事故は世界のどこで起きても、その原因、対応等について、それぞれの国が、自国の原発の安全運転のためにも、他人事とせず検討する。これは、安全条約等での国際的合意事項であり、国際的な情報共有について、基本原則として記載しておくことは重要である。

2. 中長期の取組の実施に係る安全確保の考え方について

- 廃炉の作業が長期間に及び、長引くほど、劣化、疲労、腐食などの問題が生じたり、さらなる災害が発生する等のリスクが高まるので、できるだけ廃炉工程を前倒しにして、早く廃炉を達成することが重要である。
- 経年劣化に注意すべきである。

- 一般的な作業安全が最もリスクが高い。放射線被ばくによるリスクも高いが、アスベスト対策、高所作業、高温作業など、一般の作業環境に対する十分な配慮が必要である。作業員の方が放射線で亡くなることは無いと考えるが、一般的な事故のリスクが大変高くなっている。
- 合理的な規制がトータルリスク低減に必要である。
- 政府・東京電力中長期対策会議が廃止され、廃炉対策推進会議が設置されたことにより、原子力安全・保安院が抜け、原子力規制委員会が規制当局として参加したことの意味の違いを述べるべき。いかに安全を確保しながら合理的に廃炉を推進して、最終的な国民の安全に到達するかは規制としても難しい問題である(廃炉活動を制限すれば廃炉活動からは危険は生じないが、廃炉という目標は達成されない)。規制にはこの背景のもと、合理的な規制制度を準備していただく必要がある。
- デブリ取り出し等、これまでに遭遇したことがない状態があり得るので、現段階できちんとした判断基準が策定できるのかは、やや不確実である。判断基準を明確にするには、規制にとっても、規制の根拠となる科学技術的情報を得るための研究開発が必要である。スケジュールに合わせて規制が策定できるほど、状況は優しくないことを懸念している。

3. 中長期の具体的対策について

3-1. 燃料取り出し、デブリ取り出しについて

- 記載されているプランの上部コンテナや本格コンテナの設置のオプションについては、格納容器の冠水によるデブリ取り出しが不可能となった場合には、かなり概念が変わる可能性がある。気中取り出しになった場合には、本格コンテナでないと対応が難しい可能性が高い。
- 線量低減の初号機として、ガレキが散乱していない2号機から行うことは妥当と考える。しかし、2号機の建屋内が高線量であるのは、機器・系統内の汚染の影響が考えられる。したがって、汚染調査が機器・系統内部からのものか、外部に付着したものかにより、対応の仕方が異なってくるため、早めの見極めが必要である。
- 燃料デブリの性状把握は、現在は模擬でしかできず、本格的には実デブリの性状が把握できてからの課題である。2016年から取り出し工法、装置開発の本格化とあるが、その前には実デブリの性状把握が必要である。他方、処理・処分に関しては実デブリの性

状が把握できてからでよい課題である。デブリに関しては安定にキャスクに収納した段階で、まず一段落すると考えるべきである。

- 燃料デブリの取り出しに係るスケジュール設定において、止水が大きな要因。仮に、水を張らずに燃料デブリを取り出す場合には、スカイシャインの考慮等も必要であるため、遮蔽の観点からコンテナの設計の再検討が必要となる場合もあり得る。ロードマップの継続的な見直しの項目として留意しておくべき。また、それぞれの炉で止水技術の困難さは異なるので、号機ごとにスケジュール管理をする必要がある。
- 燃料デブリの臨界管理では、「再臨界を防止する必要があることから、未臨界評価やモニタリング技術の開発を行う」とあるが、効率的な対応のために、「中性子吸収体の添加あるいは挿入」も視野におくべき。
- 多量にボロン注入が行われ、圧力容器内で事象が収まった TMI と異なり、福島ではペDESTAL部のボロン性状など不確定要素も多い。また、再臨界の検知は1時間ほどかかり、ボロンの緊急注入もペDESTALへの到達時間を考慮すると、再臨界が起こっても全体で1～2時間の対応できない時間帯があり、作業員の安全確保に大きな課題となる。燃料取り出しには遠隔技術のみでなく、再臨界管理技術との組み合わせが必要。
- 日本としての責任は、福島事故の全貌を明らかにすることと、事故の防止の方法を、証拠を揃えて説明すること。今後の燃料取り出し等にあたっては、注意深く、試料を集め、分析を行う等、事故の詳細を知ることが重要である。計画性のあるサンプル採取と分析は特に重要である。また、模擬実験、再現実験は不可欠。必要なプロジェクトの国際分担等を検討することを望む。
- シミュレーションには限界があることを認識しつつ、高度化の目的、どこまで明らかにするか、限界を知る必要あり。
- 燃料デブリの計量管理は重要な項目であり、「合理的な」手法が必要。

3-2. 汚染水処理計画について

- 極めて多数の配管、タンク等があり、それが長期間の使用を要求されている。各配管機器の耐久性向上のため、さらなる安定保管対策を考えておくべきではないか。
- 遮水壁内に汚染水が漏れ出したことを想定した対応は必要ないか。タンク増設計画は、地下水の浸入の減少が少ない、核種除去後の汚染水の処理が計画どおりに行かない

場合も想定して、大きめに考えておくことが必要ではないか。

- 液体廃棄物の安易な放出や関係各所の了解なしに放出を避けることは当然としても、できるだけ放出をしない仕組みを強化すること、総合的なリスク評価において放出が避けられない可能性に対しても影響を極小化する姿勢を記載できないか。
- 「海への安易な放出」を行わないのは当然である。関係省庁がどのように了解するかが本文だけではわからない。国民、周辺国が納得する国際的な判断基準に準じた説明が必要である。
- 汚染されていない水の海洋への排出については、地元及び国民の理解を早急に得て、実施することが重要である。他方、現在貯留されているトリチウム水の処理は、現実的には非常に困難である。本質的には、水若しくは大気での希釈しか解は無いが、これを社会的に受け入れてもらうことは、現状では、ほぼ不可能である。結果として長期的に増え続けることになる。
- 「海への安易な海洋放出は行わない」は姿勢としては当然のことであると考えられるが、タンクでの保管には限界がある。リスクコミュニケーションにも触れているが、少なくとも汚染を除去した水については、詳細なリスク評価を行った上で安全性を技術的に示して、関係者の理解を得る努力を最大限に行った上で処理するということを示してはどうか。
- ふげんのトリチウム濃度は福島と比べて5万～25万倍と処理しやすいにもかかわらず、トリチウム処理実績は僅かに年間10トン(1.4L/h)。ITERは20L/hと、ふげんより15倍ほどの処理能力だが、福島にある数十万トンの汚染水を処理する能力はない。現実的な対策を提示すべきではないか。
- 港湾内の海水の汚染については、陸地側からの流出が本当にないか、可能性あれば対応が必要ではないか。

3-3. 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画について

- (作業員の被ばく低減は、)作業員が立ち入り可能な場所の拡大という目的もあるのではないか。エリア周辺のモニタリングだけでなく、サイト内の適切な場所でのモニタリングも必要ではないか。
- 敷地境界は、サイト外の隣接地域と同様、環境全体の汚染の影響を受けて、年当たり

数十 mSv の空間線量となっているはず。既に非常に高い空間線量となってしまうている敷地境界への、新たに設けられる保管施設からの寄与を計算上 1 mSv/年以下にする(この移設のため作業者は余分な被ばくをしている)ことに意味があるとは思えない。また、このような提示の仕方は、現在の敷地境界の実際の線量に対して、これらの値に意味があるように誤解を与える危険性がある。規制は「最終的に」敷地境界の線量が低減されるよう何をすべきかを指示すべきである。

- 敷地境界での放射線量低減は必要なことであるが、敷地内の状況が進展(ガレキの撤去、廃止措置)していくとともに、敷地内の放射性廃棄物の保管スペースが限られてしまっており、作業の進展に支障をきたすことにもつながる。敷地境界の放射線量は、可能な限り低減することを前提に、合理的・効率的な放射性廃棄物の保管場所を考えていく必要がある。

3-4. 固体廃棄物の保管管理と処理・処分に向けた計画について

- ガレキを撤去するに当たり、ガレキに含まれている放射性廃棄物のおおよその特性を把握しておくことが重要である。その後の処理や処分の在り方が変わってくる可能性がある。これを最初からすべて一緒に撤去すると、コスト増につながる可能性もある。
- 既に記載されているが、これまでの分類ではない廃棄物が出てくるので、処分、安全評価の考え方について早めの検討が必要である。伐採木は焼却したほうが良いのではないか。
- 処理処分の「2021年頃を目途に・・・処理処分における安全性に関する技術的見通しを得る」とあるのは、遅すぎるのではないか。特殊性に鑑み、制度的な整備を含めて、早く合理的な廃棄物処理処分のポリシーを決めることが優先である。

3-5. 原子炉施設の廃止措置計画について

- 燃料デブリ取り出し後に、原子炉建屋はどうするのか、放射性廃棄物を敷地内にいつ頃まで保管しておくのか等の福島第一原子力発電所のエンドステートが記載されていない。これらのエンドステートをいつ頃決めるかについては記載しておいた方が地域住民の理解促進のためにも望ましいのではないか。
- 各号機についてデブリ取出しまでのスケジュールは明示されているが、それ以降のことが記載されておらず、廃止措置あるいは廃炉が、いつどのように終了するのか明示されていない。エンドステートについて、複数オプションの検討を開始して、検討内容も開示しながら進めていってはどうか。

4. 研究開発及び人材育成

- ロードマップを実現するには、ターゲットに対して、いつまでに何をやるべきか、具体的な工程を立てるべきである。工程に対して、どのような機器を、どのような手順で開発するのかを計画として作成する必要がある。その計画の中で、現在進められている機器開発を位置付け、今後の開発も、その計画の中で計画的に進める必要がある。
- 研究開発と技術開発、技術の現場使用との時間的整合性に関する記述がどこかに必要ではないか。必要な研究開発成果がタイムリーに出ないといけない。どの部分が真に律速段階かを理解したロードマップ管理が必須である。また、律速段階にある研究開発を加速することも必要である。JAEAは、基礎基盤的な研究開発を大学や他の研究機関と連携して進めることが重要である。
- 研究開発の進捗管理に当たっては、柔軟な対応ができるように、ある程度の余裕を持たせること等、配慮が必要である。
- 現在のロードマップは、機器開発も順調に進むことが前提となっているように見えるが、機器開発には不確定要素も多いので、計画どおり進められるかどうかは断言できない。失敗しては、バックアッププランなど計画を立て直してトライする、という試行錯誤が必要になる。
- 政府・東京電力中長期対策会議が廃止され、廃炉対策推進会議が設置されたことにより、何がどのように変わったのか。前の体制では、研究開発に係る検討を進める項目に、それぞれワーキングチームがこれを担当する形となっていた。枠組みの変更の記載がなく、このため実作業における役割分担と連携に問題がないか、漏れがないか等がチェックしにくくなっている。
- 本ロードマップによって、廃止措置事業は研究開発と一体化しつつ、多種多様な作業工程が連携をとって進める基盤ができたと考える。本案をより実効的なものとするために、全体を俯瞰して詳細な技術に至るまでを横串で徹底的に検討するしくみを、事務局会合の下に持つことが必要ではないか。

研究開発についても、「研究開発運営組織」の設置により、総合的なマネジメントが実施されると期待する。ただ、研究開発の現場への直接的寄与と研究開発を通じた人材育成ともに重要だが、時に、相反することがあり、「研究開発運営組織」のマネジメントが適切に実施されることを期待する。

なお、本廃止措置は世界の注目の下、終了までの長期の技術開発が実施されること

が予想されますので、記録保存の役割を「研究開発運営組織」に担ってもらうことも重要と考える。

- 人材育成は、長期的な視点で実施する必要がある。特に大学の果たす役割が非常に重要であり、中核機関を設けるアイデアは評価できる。

一方で、通常の原子炉廃止措置も今後増加してくると考えられ、それらの通常原子炉廃止措置の経験を持つ技術者を含め、福島での廃止措置に関与させるべく人材育成を考慮すべきである。もちろん、福島に特化したロボットや燃料デブリ管理などの技術については特別な専門家が必要であるが、それはさほど多く必要ではない。一般的な廃止措置や原子炉解体に対する知見を持つ、土木、建築、機械、電気といった幅広い基盤知識を備えた数多くの人材が必要となる。具体的な人材像及び人数を含めた人材育成戦略を早急に構築すべきである。

- 安全確保においては、リスクの低減と最適化が重要である。特に、プラント全体としての俯瞰的なリスクを評価できる人材を配置すべき。一部のリスクにとらわれると、全体的なリスクをあげてしまうことが良くあります。小さなリスクをとり、全体のリスクを下げるような考え方が取れるような仕組みを構築しておくことが重要である。

5. 国際社会との協力について

- TMI-2 事故に関しては、米国が復旧計画を国際プロジェクトとして実施し、特に、日本は、人員の派遣も含め、多くの電力関係者が現地駐在し、同計画に参加している。福島事故の復旧作業では、この経験はかなり役に立っているのではないかと推察している。福島事故の復旧に当たっては、同様な国際共同作業的な考え方をとることも、今後の世界の原子力の安全性向上にとって意義があると考えられる。

- 福島原発事故では、破損状況についていけば、何が見つかったとしても驚かない状況。国際的にも事故の詳細な進展についての情報が要求されている。国際機関等での活動に早急に状況が伝えられるよう引き続き努力すべき。

6. 地域との共生及び国民各層とのコミュニケーションについて

- 研究拠点施設は、住民が夢を持てるようなものを行うことを期待する。
- 地下水バイパスの件など、地元漁業者は生活安全の視点から風評被害を判断基準にしている。住民に対する丁寧な説明とともに、住民の理解を通して消費者からも理解を得る仕組みが必要。

- 種々の説明会等において、時間内に技術的な内容を全て説明しようとするが、それではアタマに入らない。分かりやすい説明の仕方を考える必要がある。例えば、SPEEDIについても、「要すれば風の計算。それを踏まえながら避難すれば良い。」というように分かりやすい説明をすれば、住民の方も「そういうことなんだ。」と安心される。これまでの決まりきった説明の仕方を変えていく必要あり。
- 原則としてセキュリティ情報以外は全て公開とし、かつ、技術的な解説を加えるべき。特に、トラブルに対しては、重要なトラブルと重要でないトラブルをしっかりと分別し、例えばランクを分けて公表することが重要。高いリスクにつながるトラブルは重要視すべきだが、例えば過去にあった停電などは、リスクは高くない。
- リスクコミュニケーションの具体論の部分の説明が少なすぎる。トータルリスク低減の必要性とも関連させて更に詳しく書くべき。

(以上)