

青森県大間原子力発電所の運転上の原子力安全性に関して
設計・建設及び原子力安全にかかる公開資料の不足及び不完全性

ジョン・H・ラージ 第3意見書

2017年2月21日

本意見書の正式版は英語のものである。

青森県大間原子力発電所の運転上の原子力安全性に関して
設計・建設及び原子力安全にかかる、公開資料の不足及び不完全性

ジョン・H・ラーズ第3意見書

- 1 私は SE18 4BQ イギリス国ロンドン市 ハハロード レポジトリード1ゲートハウス所在のジョン・H・ラーズです。
- 2 原子力工学にかかる私の経験及び資格については、2016年12月29日付第1意見書に記載したとおりです。
- 3 私は、軽水型原子力発電所（LWR）の設計及び運転に精通しています。これには、加圧水型原子炉（PWR）、沸騰水型原子炉（BWR）及び、現在大間で建設中の改良型沸騰水型原子炉（ABWR）が含まれます。
- 4 大間原子力発電所の建設は、当初2008年ころに営業運転を開始する計画であったものの、日本の国内耐震基準の見直しを考慮した設計変更をするために、計画が延期されたと認識しています。その後、2011年3月の地震とそれにもなつて発生した津波の中で、福島第一で運転中であったBWR3基が壊滅的な機能不全に陥ったことを受け、大間における建設作業は2012年10月ころまで再度中断されました。
- 5 裁判所もご存じのとおり、2011年の福島第一原発事故後、日本における原子力安全規制の枠組が根本的に変革され、それに続けて新たに作成された原子力規制委員会（NRA）の原子力発電所の新規性基準（2012年9月作成）（①）及び、これとは別に2013年4月ころに概要若しくは案として示された「設計基準の新規制基準骨子」（②）、「重大事故対策」（③）、「地震及び津波」（④）が漸次導入されてきたところです。
- 6 大間原子力発電所の建設計画、直近の状況は、NRAの新規制基準（第5段落の①乃至④）に適合する「安全性向上」に向けた工事が、2023年ころ完成予定とされているのに対して、2018年まで開始する予定がないというものです。

- 7 この時系列に従えば、NRA の新規規制基準に対応し、これを満たすのに必要な大間原子力発電所の基本的設計への変更（すなわち「安全性向上」策）は、2013 年 4 月以降まで本格的に開始していなかったということになります。
- 8 実際、新規規制基準に応じて、大間原子力発電所を運転する電源開発株式会社は、2014 年のどこかの段階で、NRA に「原子炉設置変更許可申請書」（ICR）を提出しています。ただし、私は公開されている記録によっても、同書面の提出の詳細について明らかにすることができていません。
- 9 私の経験では、確立された規制枠組が、安全性が確認されている原子炉の設計の一つでもあらたな要素を導入（すなわち改定）することを考慮し承認するには、規制機関と申請者側との間で複数回、相当な時間をかけてやり取りをすることが必要です。
- 1 0 大間原子力発電所の 2014 年の「原子炉設置変更許可申請書」（ICR）については、第 5 段落の①乃至④がなお概要または草案にとどまっていたことから、相当程度、その意味内容の承認や詳細な解釈が必要であったと思われます。加えて、大間原子力発電所が既に一部建設されていたこと、とりわけ i) 原子炉建屋の建設が相当進んでいたこと、及び ii) 大間原子力発電所を福島第一原発事故後の新規規制基準に適合するようにするために必要な個々の「安全性向上」策がいずれも工学的に複雑で大規模なものであったことから、さらに時間その他の資源を費やすことが必要だったと考えられます。
- 1 1 以上の理由から、電源開発株式会社の 2014 年の「原子炉設置変更許可申請書」（ICR）は簡略なもので、その提出後に相当な検討と改定が必要であったと考えております。
- 1 2 欧米では、大間原子力発電所のように既存・未完成の原子力発電所に同様の変更を加え、規制基準を満たすのにかかる時間を推測する方法として、当該問題点、項目、機器の状況を追うということが考えられます。例えば、イギリスでは、審査の進捗状況は、許可の変更や条件、規制点、設計承認確認及び、最後に許可を通じて公開されます。これらの規制枠組の各段階は、技術評価ガイド、原子力施設の安全評価原則、建設前・試運転前安全報告等、種々の国際・国内基準や実施規則に適合していなければなりません。
- 1 3 実際、ABWR 型の原子力発電所は現在米国原子力規制委員会（NRC）及びイギリス原子力規制局（ONR）でそれぞれ独立して審査されています。いずれも書面審査で行われ、建設開始前に汎用・詳細設計が規制承認手続を経なければなりません。

- 1 4 例えば、イギリス原子力規制局（ONR）の日立 GE の ABWR の汎用設計評価（GDA）は 2013 年 1 月に開始されましたが、設計承認を得られるのは早くとも 2017 年 12 月（合計約 5 年）になる見通しです。その後も、原子力発電所の建設予定場所の固有の条件への適合が要求される最終許可段階を経なければならず、これは 18 か月から 2 年かかると見込まれます。
- 1 5 ここで注目すべきは、NRC と ONR に提出されている ABWR 案において、福島第一原発事故（2011 年）の前の汎用設計および詳細設計が、福島第一原発事故を受けて大きく改正されていることです。これが特に顕著なのは原子炉建屋の鉄筋コンクリート製の格納容器、炉心溶融融解後の対策（すなわちコリウムキャッチャー）、そして原子力発電所の立地外の外部送電線（多重化による）や、地域ないし全国の電力供給網のインフラの保護と確保です。
- 1 6 ここで強調したいのは、大間原子力発電所の場合、同じような手続が、出来たばかりの原子力規制機関（NRA）との関係で、概略的、草案的で安全性の立証に乏しい規制要件（第 5 段落の①乃至④）を通じてとられるということと、それが既に原子炉建屋の相当部分（つまり、原子炉や中間燃料冷却プールを収容し、これらを最終的に格納する巨大な鉄筋コンクリートの構造物）を含め、一部建設されている原子力発電所についてとられるということです。
- 1 7 第 6 段落において、私は、福島第一事故を受けた安全性の向上措置が、大間原子力発電所においては、2018 年にならないと導入されないということを指摘しました。
- 1 8 これは、これらの安全性向上措置の最終設計がなお固まっておらず、NRA の承認を得ていないということを意味するよう思われます。これは、電源開発株式会社の主管技術長である小林哲朗氏が、異常事態や事故に対する「放射性物質の閉じ込め機能」という 3 層の基本的安全機能が達成された旨、裁判所に提出した陳述書（第 2 安全対策の基本的な考え方）で述べていることから明らかです。
- 1 9 大間原子力発電所の原子炉建屋の格納容器の最終設計、規制上の承認及び建設がまだ完了していないことから、私は、全ての合理的に想定されうる外部及び／あるいは内部の事象／事故に対し、最終的で安全上核心的に重要な格納容器が十分であるとの小林氏の意見には賛同しかねます。実際、小林氏は、最終的な格納容器の設計（これは私の調査ではなお公開されていないものです）が、大間原子力発電所の原子炉建屋の建設が進み、実質的に変更不可能な段階にあることにより影響を受けないのか、という疑問に答えていません。

- 20 私の考えでは、大間原子力発電所の原子炉建屋の建設が相当進展していることは、「安全性向上」策の一部の実施や最適な設計の障害となります。この意味で、小林氏の「大間原子力発電所は現在建設中なので、議論されている新規の対策を設計に組み込むのが比較的容易であるという利点があります」という意見には賛同できません。私は、むしろ逆であり、とりわけ既存の構造物や機器のために、本来であれば採用し得た設計が採用できなくなるということを強く感じます。
- 21 (第13段落の) 欧米における ABWR の規制の在り方に関して言えば、福島第一原発事故後の設計評価では多国間設計評価プログラム (MDEP) に情報を蓄積しています。これにより米国 NRC, スウェーデン SSM、フィンランド STUK、イギリス ONR などの原子力規制機関が、技術情報や技術評価の調査結果や意見を共有することが可能になり、これらの情報は日本の NRA にも伝えられます。
- 22 多国間設計評価プログラム (MDEP) は、福島第一原発事故から生じた課題、とりわけ i) 安全における漸進的改善、ii) 外的危険、iii) 安全機能の信頼性、iv) 炉心溶融を伴う事故、v) 設計上の防災対策、vi) 使用済み核燃料プール、さらに、より一般的には vii) 安全性分析など主要な安全領域について、運転中の各 ABWR 原子力発電所がどのようにして取り組むのかという課題に対処するために、汎用 ABWR の開発にかなりの進歩を遂げてきました。
- 23 多国間設計評価プログラム (MDEP) は、2014 年に発足しましたが、なお既存の ABWR 原子力発電所の許容可能な安全稼働に必要な改善に対する最終的な推奨事項を公刊しておらず、さらにここで重要なのは、現在規制評価段階にある ABWR 計画に対する規制枠組を具体的に見直していないことです。
- 24 ここで私が言いたいのは、2017 年になっても、欧米の独立原子力規制機関の多くが、なお (汎用的なものも個別の施設に応じたものも含め) 許容可能な安全性を確保した ABWR 型の原子力発電所を最終的に確定していないということです。
- 25 私の考えに対して、日本の原子力規制機関の NRA は、電源開発株式会社の技術担当の小林哲朗氏と同様の立場を立っていると考えます。
- 26 それは、小林氏の陳述書も、反対尋問における証言も、福島第一原発事故が提起した問題に答えていないからです。小林哲朗氏の原子力発電及び原子力安全の分野における資格と経験が十分であることについては、私も大いに敬意を表するところですが、このような結論に至らざるを得ません。

- 27 小林氏が福島第一原発事故が提起した安全問題に詳細に答えていないのは、大間原子力発電所の設計変更案（小林氏の陳述書第6参照）がなお詳細に検討され確定されていないことによると思われます。設計変更案がなお確定されていないというのは、多国間設計評価プログラム（MDEP）で根本的な見直しが見直しが現在進行中であることから言えます。
- 28 例えば、（小林氏の）陳述書の6.2においては、熔解した原子炉圧力容器の下部鏡板から落下する約100トンの熔解燃料コリウムへの対応も含め、格納容器損傷の予防手段を検討しています。
- 29 もともと ABWR はコリウムの溶融流出シナリオを想定して設計されたものではないため、私としてはいささか即興的であると考えますが、大間原子力発電所では、コリウムを散水により冷却して、原子力圧力容器(RPV)内に留めることを意図しています。ここでの危険は、小林氏も認めるとおり、熔解コリウムは、燃料集合体から RPV の底にある水に落下するか、RPV の底からコリウムの緊急冷却水が溜まった「ドライウェル」に落ちることであり、いずれの場合も溶融熔解コリウムが水に落下して激しく水蒸気爆発する危険があります。
- 30 これと対照的なのは、フランスのヨーロッパ型加圧水型炉（EPR）で、これはコリウムが RPV を貫通するように溶け落ちさせ、その下にある床上で対処することを想定して設計された初めての原子炉です。
- 31 基本的には、ヨーロッパ型加圧水型炉（EPR）はこの過程で水を使用することを全く想定しておらず、これにより可能な限りコリウムの水への落下による水蒸気爆発の発生や、水蒸気とジルコニウム合金燃料被覆材の発熱反応による水素の発生を防止します。ヨーロッパ型加圧水型炉（EPR）が溶融熔解コリウムを「受け止め」るピットは、特別に開発されたセラミック製を施され、コリウムの超高温に耐え、（セメント系）コンクリートと直接接触した場合に、非凝縮性ガスの発生を抑えるようになっています。「受け止め」ピットからのコリウムの流れは、溶岩のような溶融熔解コリウムが、内部に遠隔地の冷却用の貯水槽に接続した冷却水配管が埋め込まれた冷却床に拡散するよう、複数の浸食可能な土手やダムを通じてコントロールされます。
- 32 4つのヨーロッパ型加圧水型炉（EPR）原子力発電所に設置され、いずれも建設が相当程度進んでいる溶融熔解後のコリウムを管理するシステムは、完全に個別発電所に合わせて設計開発されたもので、コリウムに替わって溶融熔解ウランを用いた大規模な試験が施されてきたものです。さらに、同システムは、5つの国の原子力規制機関（フランス、米国、中国、フィンランド、イギリス）において、承認された安全装置です。

3 3 イギリスにおいては、ONR も、現在汎用設計評価（GDA）を受けている GE-日立の ESBWR 原子力発電所（経済的に簡略化された BWR ですが、現在は UK-ABWR と呼ばれています）で提案されている溶融熔解コリウムの管理システムを検討しており、溶融熔解後のコリウムを留めることができるという主張にも頷けるところがあることを認めるものの、「このシステムの安全性を支える主張や証拠は、我々の考えでは、適切なレベルの信用性をもって安全性を示すのは容易ではないだろう」と述べています（ONR-HSE Public Report on the Generic Design Assessment of New Nuclear Reactor Designs - GE-Hitachi Nuclear Energy International LLC ESBWR Nuclear Reactor - Step 2 Fundamental Safety Overview 参照）。私は、UK ABWR の溶融熔解後コリウム管理システムに関する最終決定は、MDEP（第 2 2 段落）の最終報告書まで行われないと考えます。小林氏のいう溶融熔解後のコリウム管理システムについて、小林氏は「貯水槽の付近にコリウムシールドと呼ばれるものを施す計画がある」（電源開発株式会社陳述書の 6.4 及び図 6-7 参照）と述べていることから、明らかに計画段階にあるに過ぎないということがわかります。開発されれば、それは既存の地下リアクターピットまたはサンプに押し込まなければなりません。その稼働には、非常に激しい水蒸気爆発の危険も伴うことが認められています（電源開発株式会社陳述書の 6. iii 参照）。この危険性は「非常に小さい」と言われていますが、全く数量化されていませんし、さらに重要なのは、NRA の新規規制基準-重大事故対策において溶融熔解コリウムの管理が現在では必要となっていますが、公開された記録を見ても、この概略的スキームが既に承認を得ているか、あるいは承認を得る見通しであることを示すものはありません。

3 4 大間原子力発電所で「計画」されている溶融熔解コリウム対策に関する私の検討は、電源開発株式会社の裁判所への陳述書が非常に一般的な内容であるため限定的なものとなっています。小林哲朗氏の意見に関する私の結論は、電源開発株式会社の作成した陳述書の提案する設計が、私のような職業エンジニアにとって、大間原子力発電所で提案されているこの極めて重要な安全装置につき、十分な情報を前提とした意見を形成するには詳細や確実性が十分ではないというものです。

3 5 同様に、私は、電源開発株式会社の提出した陳述書の情報が許す限りで、電源開発株式会社が大間原子力発電所を NRA の福島第一原発事故後の新規規制基準に適合させる設計とする設計施工への変更として主張する他の重要な点についても検討しました。このために、私は特に、重大事故への対策（として予定されているもの）、すなわち第 6 段落にいう電源開発株式会社の「安全性向上」策に着目しました。

- 3 6 私が特に着目するのは、i)混合酸化物燃料（MOX）の放出率及び、その超ウラン元素（アクチニド元素）の揮発性、粒子の大きさ（呼吸による摂取量）及び拡散と沈着の程度、ii)著しい外部または内部の事象に対する原子炉建屋の鉄筋コンクリート構造の耐力、iii)可動な電源装置に過剰に頼っていることやそのような電源装置の著しい外部事象への脆弱性、iv)電源開発株式会社の災害防止計画（NRAの原子力緊急時対応指針で求められるもの）です。
- 3 7 これら i)ないし iv)は、程度の差こそあれ、大間原子力発電所を、福島第一原発事故前から同事故後の新規規制基準に適合させるために必要な「安全性向上」策の最終的な形や実施に頼るものです。
- 3 8 しかし、私が確認した証拠や情報は、「安全性向上」策が、NRAの承認を受け、大間原子力発電所で実施（2018年から2023年まで実施予定）されるまでに準備が進んでいないことを強く示唆します。「安全性向上」策の個別及び総合的な効果の分析を、極めて抽象的にしか提示できていません。
- 3 9 加えて、公開された記録で大間原子力発電所の「安全性向上」策の詳細な情報を探しましたが、大間原子力発電所に固有の情報は得られていません。日本における同僚が日本語文献やNRAの資料を検索したにもかかわらずです。
- 4 0 換言すれば、大間原子力発電所がNRAの新規制基準に適合しているかということ、正確な情報をもって私やその他の職業エンジニアが専門的に判断できるに足る信頼性ある技術的・具体的情報が非常に少ないということです。
- 4 1 このような詳細な情報の欠如は、裁判所に提示されている情報についても同様なことが言えるもので、工学上、技術上の点について十分な情報に基づく判断を妨げられる可能性があることを恐れます。
- 4 2 私はこの他にも、福島第一原発事故前の既存の設計が、どのようにNRAの新規制基準（第5段落の項目①乃至④）の安全性基準に適合するように修正されるのかについて懸念があります。特に、これらの安全性向上作画が2018年まで実施されず、2023年ころまで完成しないのでなおさらです。
- 4 3 結論：現時点では、私は2023年ころに試運転が予定されている大間原子力発電所が、その後に著しい外部・内部事象にさらされた場合にどうなるのか、評価することができません。したがって、電源開発株式会社が示し、NRAが支持している福島第一原発事故後のセーフティー・ケースが最終的かつ完全な実施をされるまで、裁判所が判断を留保することが適切かもしれません。

4 4 本書面中で、私は自身の知識の範囲内になるものとそうでないものとを区別して述べていることをここに述べます。私の知識の範囲内のものは正確なものです。私が示した意見は、専門家としての真摯かつ事実に基づく意見です。

ジョン・H・ラージ

JOHN H LARGE

LARGE & ASSOCIATES

CONSULTING

ENGINEERS, LONDON

