

海外情報連絡会 第 43 期 (2021 年度) 第 3 回講演会 開催報告

1.日 時： 2021 年 12 月 7 日(火) 9 時 00 分～ 10 時 30 分

2.場 所： Zoom によるオンライン開催、74 名の参加

3.講 演：

「カナダにおける原子力エネルギー利用と放射性廃棄物処分の現状」

【講師】 長崎 晋也氏 (カナダ マクマスター大学 工学部 工学物理学科 教授)

4.講演概要：

【要旨】

カナダは、世界でも最高品質のウラン鉱石を産出し、CANDU 炉というユニークな原子炉を開発・運用しており、原子力エネルギーはオンタリオ州の電力の約 60%、ニューブランズウィック州の約 30%を賄っている。また、最近では小型炉開発でも世界を先導する国の 1 つにもなっている。これらのカナダにおける原子力エネルギー利用の状況に加えて、現在 2 か所まで絞り込まれてきている使用済核燃料の最終処分の現状について、カナダ マクマスター大学の長崎教授にご講演いただいた。

また、カナダでは、原子力だけではなく産業を進める上での先住民との調和の重要性をご説明いただいた。

講演は以下の 4 部により構成：

1. カナダの原子力エネルギー利用現状
2. 放射性廃棄物処分、とくに使用済核燃料の事業現状
3. 先住民との関係
4. McMaster における研究の一部紹介

1. カナダの原子力エネルギー利用現状

カナダは一人当たりのエネルギー消費量が最も多い国である。主要電力は、水力発電が 61%、原子力発電が 15%。一方で、原子力発電所があるオンタリオ州は原子力発電が 60%、水力発電は 26%。また、ウラン資源に恵まれ、世界第 2 位の採掘国であり、特に McArthur River と Cigar Lake は世界第 1、2 位の高濃度のウラン鉱石が採掘されている。

現在、カナダの原子力発電所はオンタリオ州に 18 基とニューブランズウィック州に 1 基存在する。この内、Pickering 発電所の全 6 基は近い将来停止予定である。また、Bruce 発電所 (全 8 基) は現在稼働中の発電所としては世界最大。

エネルギー政策は、カナダ連邦政府は方針を示すのみで、基本は各州で決められている。

カナダは一人当たりの CO2 排出量が最も多い国の一つでもあり、2050 年までにゼロエミッションを掲げる中、SMR も盛んに研究開発が進められており、連邦政府が SMR の Roadmap と Action Plan を示している。

オンタリオ州では、テレビ CM でも流れる程に住民の原子力に対する理解は深い。

12 月 1 日、オンタリオ州の Darlington 発電所では、SMR のタイプを GE 日立製の BWRX-300 に決定したとの発表をリリースしている。

2. 放射性廃棄物処分、とくに使用済核燃料の事業現状

1962 年当時のウラン鉱山は、安全が十分考慮されていない放射性廃棄物処分であったが、その後改善され、現在では計画的に管理されている。

オンタリオ州では、低レベルから高レベルまでの放射性廃棄物処分、および、使用済燃料処分の計画が成され、それぞれ連邦政府へ申請されている。

中・低レベルの放射性廃棄物処分については、OPG(Ontario Power Generation : [Home - OPG](#))が 2017 年に連邦政府へ計画を提出したが、選挙によって政権が変わり、また隣の米国ミシガン州の反対や、特にオンタリオ州の先住民の住民投票で反対多数となったため、本処分計画は中断となっている。

一方、使用済燃料の地層処分は、AECL(Atomic Energy of Canada Limited: カナダ原子力公社)が研究開発を担当し、連邦政府へ Report を提出。Technical 面は問題ないが Social 面としては解決すべき問題があるとされた。この問題を解決すべく、専門家を多く取り込んだ NWMO(The Nuclear Waste Management Organization : [Home | The Nuclear Waste Management Organization \(NWMO\)](#)) が設立され、対象エリアの住民および先住民への説明会や意見収集を含めた調査を行う活動をしている。

NWMO はこれらの活動を基に、APM(Adapted Phased Management : [About Adaptive Phased Management | The Nuclear Waste Management Organization \(NWMO\)](#))と呼ばれる使用済燃料の長期的な処分管理計画を確立。APM は、タウンミーティングなどで住民から意見を集約したもの、また、技術的手法と管理システムの両方を取入れた長期的計画である。NWMO は長期的なスケジュールを立てているが、決定するのは自治体でありマイルストーンはあくまで目安としている。

使用済燃料の物量は、現在、約 300 万本の燃料バンドルが発生しており、最終的には約 550 万本のバンドルを銅コーティングしたキャニスターに入れて地層処分することが計画されている。基本的な概念は日本と同じであり、検討プロセスは建設までの 9 つの STEP のうち、現在、STEP3 あるいは STEP4 あたりである。

Safety(安全に処分できる地質環境など)、Transportation(安全な輸送)、Partnership(住民や先住民との調和)を考慮して、様々な評価や検証をして絞込みを行っている。評価技術の開発や現地の地質調査などを行い、また、地元住民や先住民との対話の継続も行っている。

最終的には 22 ヶ所のから関心表明を受けて、現在、Ignace(地質：花崗岩)と South Bruce(地質：堆積岩)の 2 カ所に絞られ、最終 Selection が行われている。

スウェーデンやフィンランドとの違いは、表明した自治体は全て nuclear 施設の導入は初めての自治体である。

3. 先住民との関係

カナダで処分事業を進めていく上で、先住民との関係が重要であり、ヨーロッパ文化と先住民文化をどのように調和を取りながら計画を進めていくのかがポイントである。最近話題になった過去のカトリック学校での虐待をめぐる先住民側の反発が一例であり、我々技術者が先住民との調和を取る事が大切である。また、ヨーロッパ文化と先住民文化の価値観と処分事業をどう折り合いをつけていくかという事が重要である。

4. McMaster における研究の一部紹介

McMaster 大学の紹介。世界トップ 100 大学としてカナダで選ばれる常連 4 校の内の一つ。プール型の教育用原子炉がある。原子力専門の学科はなく、Department of Engineering Physics での演習・講義とその他の講義の一部として原子力工学を学ぶことが出来る。

カナダで原子力を学べる大学は、McMaster 大学と Ontario Tech 大学の 2 校のみ。

カナダの原子力のリーダーの多くは McMaster 大学出身。

現在のカナダの原子力教育の特徴として以下の 2 つが挙げられる。

① UNENE(University Network of Excellence in Nuclear Engineering: unene.ca)

大学の教育、研究開発能力の支援と開発を目的とした官民と連携した組織によって研究開発を行っている。研究費は NSERC(The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada: [NSERC - Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada \(nserc-crsng.gc.ca\)](http://NSERC - Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (nserc-crsng.gc.ca)))へ共同で申請をする。

② National Generation IV Program

NSERC のプロジェクトで、現在では McMaster 大学が中心となった小型炉研究開発が行われている。人材育成として学生を中心にしたプロジェクト。

カナダの理工学系の研究費は殆ど全て民間とのマッチングファンドでないと、国は費用を出さない。産業界と一緒に研究が進められている。

長崎教授の研究紹介

小型炉から出てくる廃棄物の処分はどうあるべきかを検討するため、どのような廃棄物がどのタイミングで出てくるのかを研究調査し、将来の電力需要予測および現在の電力設備容量を踏まえて、小型炉を導入する最適なタイミングを予測するなどの研究を行っている。

質疑応答

Q) CANDU 炉の天然ウラン燃焼度は低いはずなので、使用済燃料量がホッケーリンク 8 面分では少ないのでは？燃焼度は？

A) CANDU 炉の燃焼度は 6,000~7,000 MWd/トンと、PWR/BWR の 30,000~50,000MWd/トン程度と比べて小さい。一方で、天然ウラン燃料の利用効率は PWR、BWR よりは若干高い。実態はカナダでは 19 基しか動いていないので、物量は少なくなっている。

Q) 中低レベル廃棄物の処分場の候補地としてヒューロン湖近郊の自治体 (Kincardine) から反対があったにもかかわらず、なぜ、使用済燃料の処分場の候補地が同じ湖近郊の自治体から手が上がったのか。

A) South Bruce が手を挙げた時期は、Kincardine はまだ候補地であった。また、South Bruce や Kincardine 周辺の自治体の住民は比較的多く(半数以上)が賛成。恐らく、Kincardine のプロジェクトは、先住民の反対がなければ決まったと考える。先住民の反対は、彼らのプロジェクトへの招集や説明が開始段階からでなく計画がかなり固まった後の段階であったことによる不信感からと思う。

使用済燃料の処分場でも恐らく同じような問題が起こるだろうが、NWMO は、Kincardine の例から、開始時期から先住民の協力を得ながら行っていて、OPG に比べて上手くやれているように見える。

Q) カナダで 22 もの自治体から関心表明があった理由を知りたい。例えば、NWMO はオンタリオ州等の有望と思われる州でどのような働きかけをしたか。

A) 有望州など個別への働きかけは行っていないはず。そのようなことをするとネガティブに働くので、基本的にはボランティアに手を挙げてもらっている。22 自治体の関心表明が挙がったのは、カナダは気候的に厳しい国であり、インフラの発展や雇用を生み出したい等の特有の背景があると考えている。

Q) OPG が SMR の炉型を GE 日立の BWRX-300 を選択した背景を知りたい。

また、カナダ規制機関が多くの SMR の炉型を審査しているが、何らかの希望があるのか。低レベル廃棄物のウランの中で 20%に近いものを使いたいという構想がかなりあると聞いているが、その動きをどのように考えているか。

A) 詳細は不明だが、3つの選択肢から実現可能性から選択したものと考えている。

高濃度ウラン燃料を使う炉を検討している理由は、長期間続けて運転したいということに加えて、特に遠隔地はディーゼル燃料で発電し、CO₂ 発生の問題になっているという状況があり、オンタリオ州の電気代の 6 倍程度しているため、この問題を解消し長い期間動かせる SMR は有効な手段と考えられている。

処分観点からは、使われ方によって使用済燃料の特徴があるので、具体的に見えてき
てから検討することになるだろう。

Q)GE 日立の SMR や中濃縮ウランの SMR を使うとする場合、濃縮ウラン製造を行って
いないので何処から入手しようとしているのか。また、北部準州への処分場の候補の検
討の可能性は。

A)濃縮ウラン入手のインフラは整っていない。CNN のような研究所が検討するだろし、
また、ウラン鉱石採掘会社のカメコは米国の濃縮ウラン事業にコミットしており、何ら
かの形で入手するだろうと考えている。よって、現状、濃縮ウランが SMR の検討の問
題にはなっていない。

カナダ北部は、現在、道がなく夏の間しか走れないので輸送の観点から難しいだろう。
また、基本的にはカナダ全土は先住民のものという考えがあり、先住民の意向を伺う必
要がある。現実的な選択肢としては住民がいて安全に輸送ができる範囲を検討すること
になるだろう。

以 上