

メキシコ原子力等エネルギー政策

— メキシコ政府エネルギー関連部局との意見交換の概要 —

新妻 健一

(第三特別調査室)

1. はじめに
 2. メキシコ概況
 3. 意見交換の概要
 4. おわりに
- (参考) 日程概要

1. はじめに

去る平成 29 年 9 月 3 日より 10 日の間、「アメリカ合衆国及びメキシコ合衆国における通商・産業政策、エネルギー安定供給政策及び原子力政策等」に関する実情調査（平成 29 年度海外特定事項調査）を行う機会を得て両国を訪問した¹。

本稿は、メキシコ合衆国（以下「メキシコ」あるいは「墨」という。）における原子力を含むエネルギー政策に焦点を当て、意見交換の概要を紹介しようとするものである。

本稿執筆に当たって、同国は原子力発電所を有し、気候変動対応のためのクリーンエネルギー導入に力を入れるなど日本の施策を考える際に参考になり得ると思料し、また、基本的に政府情報等はスペイン語での公開のため情報入手が必ずしも容易でないこともあり、メキシコにおける意見交換²で得た成果を共有することに、一定の意味があると考えた。

¹ 今回は、経済産業委員会調査室調査員と第三特別調査室調査員との合同派遣で、経済産業委員会調査室東田慎平調査員及び第三特別調査室新妻健一調査員（本稿執筆）の 2 名での派遣となり、メキシコに向け出国し米国より帰国した（メキシコ 9 月 3 日～6 日、米国 9 月 6 日～9 日、（参考）日程概要参照）。

² 原子力安全・保障措置委員長及び原子力研究所長という同国のトップとの意見交換の機会に恵まれたこともあり、そのトップの発言概要を掲載している（後述 3.（2）及び（4））。

2. メキシコ概況

(1) 経済概況

メキシコは、1990年代前半に、APEC（アジア太平洋経済協力）参加（1993年）、NAFTA（北米自由貿易協定）発効（1994年）、OECD（経済協力開発機構）加盟（同年）を実現した。1994年12月にいわゆる通貨危機が発生し、その後は深刻なリセッションを経験したものの、同危機を境に生じたペソ安によって貿易収支が黒字に転化し、GDP成長率は1996、1997年に5%超の高成長を記録、さらに、1999年、2000年には、好調な米国経済と石油価格高騰を背景に輸出が拡大した。

近年の成長率を見ると、米国経済の悪化を受けた自動車を始めとする輸出製造業の不振等の影響により2007年に3.2%、2008年には1.4%へと低下、2009年には、世界的な経済危機の影響により-4.7%となった。その後、2010年に5.1%へと回復、2011年、2012年に4.0%、2013年に1.4%、2014年には2.1%となった。また、当時の原油価格の低迷を受けて2015年1月に歳出削減措置を発表したが、その後の米国経済の回復基調・ペソ安の影響により北米輸出が堅調となり、国内民間消費も好調となったことから、2015年に2.5%、2016年には2.3%と、7年連続のプラス成長を記録している。なお、NAFTA発効以降、米国との経済関係が強まっており、輸入全体の約47%、輸出全体の約81%を米国が占める。

日墨貿易関係を見ると、貿易総額は、日墨EPA（経済連携協定）発効前の2004年には7,962億円だったが、2015年にはその約2.3倍の18,426億円となった（対墨輸入2.45倍、対墨輸出2.26倍）。近年、メキシコ進出日本企業数が加速的に増加しており、2008年に366社だったものが2016年には1,111社へと増加した。

なお、メキシコ輸入総額（3,952億ドル、2015年）に占める日本の割合は4.4%で、米国（47.3%、1,868億ドル）、中国（17.7%、700億ドル）、EU³（11.1%、437億ドル）に次ぐ世界第4位であり、また、メキシコの輸出総額に占める日本の割合は0.8%で、メキシコの輸出先として世界第7位となっている。

(2) エネルギーをめぐる概況

メキシコのエネルギー自給率は、2015年は105%（World Energy Balances 2016, IEA（国際エネルギー機関））と、10年前（2006年）の145%から低下し続けている。同国の石油生産は、2004年のピーク後、急速に減少したことから新規石油ガス田の開発が急務だったが、石油・ガスの国家独占が開発を遅らせ、さらに90年代以降の発電セクターにおける輸入LNG（液化天然ガス）の使用量増加等もあり生産減少傾向に歯止めがかからず、こうした状況に対処するため民間活力の導入が急務と見られていた。そこで、2012年12月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領の下、同国は1938年より国家が独占していた石油・電力分野を民間開放するため、2013年12月20日に憲法を改正し、2014年には一連のエネルギー改革法を施行した。現在、エネルギー改革が行われており、電力市場開放の

³ メキシコ輸出入ともに、EUは1国としてカウントした。

推進、電力コスト削減、民間活力を活用したクリーンエネルギー導入の推進、メキシコ湾の大水深油田開発、さらに埋蔵量世界第6位といわれるシェールガス開発と、その進展が期待される。

メキシコは、国家収入の3割をエネルギー収入が占める原油輸出国である（日本の原油総需要の1%を供給）。ただ、昨今の原油をめぐる国際環境の変化を受けて原油輸出が減少し、その一方で、国内での自動車利用の増加等を背景としてガソリン需要が高まっており、その需要を満たすため、主に米国から精製油を輸入する実情にある。また、地球温暖化対策、都市部の深刻な大気汚染問題への対応⁴が待ったなしとなっている。政府は、クリーンエネルギー（風力、地熱、太陽光等）導入へ積極的に取り組み、現在、同国でのクリーンエネルギーシェアは15.2%（2015年）で、これを2021年には35%へ高めるとしている。さらに、メキシコ北部の国境沿いからメキシコ湾岸という広大な地域においてシェールガスが有望視されており、既に、米テキサス州との国境イダルゴ（コアウイラ州）で2011年からシェールガス生産が開始、今後、民間参入による開発の加速化が期待されている。

（3）原子力等をめぐる概況

ア 原子力発電所

メキシコ首都のメキシコシティから東へ400キロほど離れた、メキシコ湾沿岸のベラクルス州ラグナベルデに原子炉が2基ある（ラグナベルデ原子力発電所）。1号機は1990年7月、2号機は1994年9月にそれぞれ商業運転を開始した（米GE社のBWR-5型で出力は双方82万kW、同国電力需要の5%程度）。また、エネルギー省管轄の原子力研究所（INIEN）には研究炉がある⁵。今後、「メキシコ電力システム開発プログラム2015-2029」により、国内の電力需要増加への対応のため、2026年から2028年にラグナベルデ原子力発電所に3基増設するとしている（具体的スケジュール未定）。なお、日本は同国と原子力の平和利用に関する協力の推進のため、2014年7月より日墨原子力協定を交渉中である。

イ 原子力・放射線研究

メキシコの原子力発電に係る研究や放射線平和利用の研究は、INIENが公的研究所として行っている。同研究所は、原子力発電のほか、原子炉材質、大気中の放射性物質の検知法、放射線医療や放射線を活用した人工皮膚の製造といった放射線の医療活用など、原子力・放射線に係る諸研究に幅広く取り組んでいる。

3. 意見交換の概要

メキシコシティにあるエネルギー省（SENER）原子力政策局、原子力安全・保障措

⁴ メキシコの大気汚染は、経済発展に伴う自動車量の増加、環境対策の不十分な旧式自動車の多さが原因と見られている。そもそも首都メキシコシティは盆地なため大気汚染に拍車がかかっていると見られる。現在、メキシコでは、「Hoy No Circula（今日は運転しない）」と称する曜日ごとの自動車利用制限プログラムの試験的導入、公共交通機関の整備・拡充、道路整備やレンタル自転車整備、電気自動車の利用促進に取り組み、さらに、クリーンエネルギーの導入へ積極的に取り組んでいる。

⁵ TRIGA Mark 3 Reactor 及び Chicago Model 9000。

置委員会(CNSNS)、SENERクリーンエネルギー局及びメキシコ州(Estado de Mexico)にあるINIINを訪問し、それぞれ意見交換を行った。

(1) エネルギー省(SENER)原子力政策局

2017年9月5日(火)、SENER原子力政策局のウェルタ次長と、同国原子力政策について意見交換したところ、その概要は以下のとおりである。

ア エネルギー自給率達成のメキシコで原子力発電を行う背景

現在、メキシコでは、国内電力供給の門戸を、原子力を除き民間に解放する「エネルギー改革」を行っている。また、低炭素社会、クリーンエネルギーへのシフトを確実にするため、原子力発電をクリーンエネルギーと位置付けてクリーンエネルギー政策へ取り組んでおり、2015年にはエネルギー転換法を制定し国全体をクリーンエネルギー化する目標を掲げた。SENERは施策を着実に進めるため、毎年「電力年次計画」を策定、クリーンエネルギーの種類別に、どう進めて行くかを定めそれを着実に実施しエネルギーのクリーン化を進めることとしている。なお、同計画には新たな原子炉整備を含めているため、原子力発電の現状や問題点等の国民への丁寧な説明が必要と考えている。

イ クリーンエネルギー推進と原子力発電

メキシコ総電力量の4%が原子力発電で供給されている(2016年)。今後、2030年度までに総電力供給の8~10%を原子力発電とする計画で、原子力発電は、クリーンエネルギー推進で重要なウェイトを占めている。なお、原子力発電に係る国民意識について2013年に世論調査を行った結果、政府の想定する以上に原子力発電に肯定的な意見の多いことが判明し(回答の30%~40%が肯定的)、原子力発電所等の周辺住民の多くは、原子力発電所の整備により生活環境が向上したとしている。SENERでは、こうした世論調査を踏まえ、原子力発電の有効性や原子力発電のリスクについて情報を公開していくとしている。

ウ 原子力安全性の国民への説明の在り方と原子力安全性の確保策

原子力政策を進める際は、国民とのコミュニケーションが全ての基本となるものであり、特に、次の点が重要である。第一に、地球温暖化対策のためにはクリーンエネルギーへとシフトしていく必要性であり、特にCO₂を排出し続けることは許されないということ。第二に、ラグナベルデ原子力発電所は稼働後30年経つが、この間無事故であること。すなわちメキシコの原子力発電所は非常に安全ということである。第三に、メキシコは原子力の安全確保のため適切な規制機関を有しており、今後も、原子力の安全は的確に確保し続けるということである。こうしたことを踏まえ原子力エネルギーが安全でクリーンなことを国民に説明していくこととしている。

なお、メキシコにも原子力の安全性を懸念する声は少なくはないが、東京電力福島第一原子力発電所事故(以下、文脈により「3.11」あるいは「福島」という。)を直接の契機とした反対運動は起きていない。3.11以降、メキシコは、他国と同様に規制体制の在り方を調査してその結果を踏まえるとともに、IAEA(国際原子力機関)と緊密に連携して安全対策を講じるなど、福島を教訓とした安全措置を取り入れている。

エ 使用済燃料（高レベル放射性廃棄物⁶）の最終処分、核燃料サイクル

メキシコでは、使用済燃料を原子力発電所敷地内に整備された核燃料プールで保管している。来年度には、原子力発電所敷地内で整備中のドライキャスク⁷保管庫へと移送する予定である。そもそも使用済燃料の最終処分は、地層処分⁸が技術的に十分可能で適当だろうが、地層処分も、現時点で地球上において実現されているところはない⁹。今後、50年も経てば、メキシコでも地層処分の在り方を議論できる環境が整ってくると思っており、その際には、最終処分場となる場所の検討が必要になり、国民理解の醸成、整備予定地周辺住民の懸念等を十分に受け止め検討する必要がある。なお、使用済燃料の再利用（核燃料サイクル）については、過去に議論されたことはあるが、これまで何ら決定、実施されたことはない。

（２）原子力安全・保障措置委員会（CNSNS）

2017年9月5日（火）、ハルトマン委員長¹⁰を始めとする幹部とメキシコ原子力規制について意見交換したところ、その概要は以下のとおりである。

ア 組織概要

メキシコの原子力政策は、メキシコ憲法及び関連法により¹¹、原子力政策を担う政府機関と原子力規制・監視を担う政府機関に分かれており、当委員会は原子力の規制・監視に係る独立権限を有しており、原子力及び放射線運用及び安全確保ルールに基づいて、規制・監視活動を行っている。

メキシコの原子力発電所である、ラグナベルデ原子力発電所は、メキシコ総発電量の4%を担っている。なお、INIENが研究用原子炉を保有している¹²。

⁶ 高レベル放射性廃棄物とは、既定の燃焼度に達した後に原子炉から取り出された燃料のうち、再処理（ウラン及びプルトニウム（再利用）と、ストロンチウム90等核分裂生成物及びアメリカシウム241等のアクチニド（高レベル放射性廃棄物）とに分離すること）をせず、廃棄物として直接処分する場合を含む。

⁷ ドライキャスクとは、使用済燃料プールから一定期間冷却したのち、鋼鉄などで作られた筒状の容器（キャスク）の倉庫に移し替えて空冷保管すること。（参考）米国原子力規制委員会（NRC）ホームページ〈<https://www.nrc.gov/waste/spent-fuel-storage/dry-cask-storage.html>〉（平30.3.15最終アクセス）

⁸ 地層処分とは、将来の人間の管理に委ねずに済むよう、地下深くの安定した岩盤に閉じ込め、人間の生活環境から隔離して処分することで、深い地層が本来持つ性質（①酸素が少なく、ものが変化しにくい、②ものの動きが非常に遅い、③人間の生活環境から遠く離れている）を利用し、将来にわたり人間の生活環境に影響を与えないようにする方法で、我が国では、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律により、地下300メートルより深い地層に処分するとされている。

（参考）「放射性廃棄物について」〈http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/hlw/hlw01.html〉（平30.3.15最終アクセス）

⁹ 「諸外国における地層処分事業の取り組み状況（2017年9月現在）」

〈<https://www.numo.or.jp/chisoushobun/overseas/efforts.html>〉（平30.3.15最終アクセス）

¹⁰ Juan Eibenschutz Hartman（CNSNSホームページ〈<https://www.gob.mx/cnsns/estructuras/juan-eibenschutz-hartman>〉（平30.3.15最終アクセス））

¹¹ メキシコ憲法第27条に基づく原子力関係規制法（Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear（1984年原子力法））。（参考）Energy policies beyond countries Mexico 2017（IEA）P.179、「Law Regulatory Of The Article 27 Constitutional Nuclear」〈<https://www.global-regulation.com/translation/mexico/560371/law-regulatory-of-the-article-27-constitutional-nuclear.html>〉（平30.3.15最終アクセス）

¹² 前述2.（3）ア

当委員会の約 200 人の職員のうち、その半数が原子力関連資格を有し、このほかが事務担当者等となっている。当委員会の組織は、大きく分けて、原子力安全部門、放射線安全部門、物理的環境安全・維持部門、技術的サポート I T 部門の 4 つの部門で構成されており、I A E A 規範にのっとり規制・監視活動を行っている。当委員会の最も重要な役割である規制・監視は、安全確保に係る適切な規制基準を設けて基準の遵守状況を監視する役割と、実際の検査を行う役割である。

イ 法的枠組

原子力に係る法的枠組であるが、まず上位規範にメキシコ憲法があり、これに次いで諸外国等との諸協定・条約、国内法となっている。また、現在、当委員会では、原子力規制について、メキシコ工業規格との整合性を図るために新たな制度設計を行っているところである。実は、メキシコの原子力規制は、これまで原子力発電所の製造元である米国の規制をそのまま適用してきた。これは米国原子力規制が I A E A 規範を採用しているため、こうした取扱いが続けられていたためだが、今回の新たな制度設計は、それを見直そうというものである。先に述べたように、当委員会は S E N E R の一機関だが、監視・規制権限が独立しており、1984 年原子力法第 50 条により、原子力の安全、放射線の安全、施設の安全、国民の安全確保が任務とされており、有資格者の養成・認定や事業者の規則遵守の確保も任務である。なお原子力政策で最も重要なことは 1984 年原子力法第 19 条において「安全」とされている。

ウ 安全確保策の概要

原子力発電所の安全確保のためには、まず人的要因による問題発生の防止が挙げられる。当委員会は安全確保対策の一環として、原子力発電所全職員の意識向上に取り組んでいる。例えば、非常時に警報が鳴動しない場合の対応、遠隔監視システムによる対応等であり、あらゆる事態を想定した緊急時対応を定めている。ラグナベルデ原子力発電所は、施設それ自体が、求め得る最高品質となるよう建設されており、稼働中の現在も最高品質の維持のために品質管理が重視され、品質基準の適合性確認検査が 2 年ごとに行われている。なお、同発電所は I S O 認証¹³を受けている。

また、原子力発電所の、設計、施工、竣工、運営に至るまで全てを監視し、安全性と関わりが全く無い一部の事項を除き、あらゆる変更事項は、全て再承認を得る必要がある。さらに、原子力発電所監視のため、隔年ごとに、安全基準の適合性確認検査を行うとともに、定期的な立入検査も行っている。この隔年ごとの適合性確認検査では、現場における諸検査に加え、原子力発電所自身で定める安全規定の遵守状況、原子力発電所周辺の線量履歴、ささいな事故を含む全ての事案履歴の確認、財務状況を検査し、環境影響評価報告書等の提出も求め、その後、評価することとされている。当委員会は、こうした情報の全てを統一的に審査し、適合性確認検査を承認することとなる。

そして、さらなる実効性のある規制措置とするため、国内法の諸規定のみならず、I

¹³ I S O 認証とは、国際標準化機構（I S O: International Organization for Standardization）の制定する品質保証等の国際規格の認証のこと。

SO品質管理の考え方、IAEAの評価手法や米国NRC¹⁴の定める安全基準等に照らして総合的に評価することや、IAEA保障措置（OSART（運転安全調査団）監査の受入れ）、ICRP26（国際放射線防護委員会1977年勧告）の「線量当量限度」に基づく放射線安全規制等を講じている。

当委員会では、東京電力福島第一原子力発電所事故について、これまでも情報収集しており、EU等とも協力して福島後の事故対策の在り方を研究している。また、福島の教訓を活かすことの重要性を踏まえ、福島と同様の事故がメキシコで発生した場合を想定して、関係国、関係機関とともに対応策の構築に取り組んでいる。

＜ハルトマン委員長の東京電力福島第一原子力発電所事故の所感＞

日本は、様々な天変地異や自然災害に見舞われることが非常に多く、自然界から受けるダメージの大きな国と承知している。ただ、そうした大きな地震や台風被害に遭いながらも、それを克服し施策への確に反映し、原子力発電所の安全性についても同様の態度で真摯に取り組んでいる。こうした日本の態度には非常に驚きながら感銘を覚えるものである。実は、若いころ日本を訪問したことがあり（1963年）、原子力発電所の安全対策等を勉強させてもらった¹⁵。その際、日本側カウンターパートより「日本は、歴史的に自然災害に見舞われ続けてきたので、日本人の頭には、災害時対応がしっかり刻み込まれ国民に浸透しており、小学校でも商店でも工場でも、災害に遭った際取るべき行動がインプットされている」と聞き、非常に驚いたことを覚えているが、そうした土壌が今回の適切な対応につながっているのだと思う。なお、東京電力福島第一原子力発電所事故が重大事故だったことは十分に理解しているが、この事故を直接の原因として亡くなった方はいないことと承知している¹⁶。

（3）エネルギー省（SENER）クリーンエネルギー局

2017年9月5日（火）、メキシコ・エネルギー省クリーンエネルギー局のロドリゲス担当課長と、主にメキシコクリーンエネルギー政策について意見交換したところ、その概要は以下のとおりである。

ア クリーンエネルギー政策推進の背景

メキシコは、昨今、地球温暖化によるものと考えられる洪水災害や強い台風に見舞われることが多い。特にカリブ海に面するユカタン半島は、標高が低いことから台風の直撃を受けやすく、近年、多大な被害を受けている。メキシコは、地球温暖化の顕在化の結果と言い得るようなこうした状況を目の前にし、元々産油国でもありエネルギーの大部分を原油に依存していたとはいえ、現在、原子力発電を含むクリーンエネルギーの活

¹⁴ 米国原子力規制委員会（United States Nuclear Regulatory Commission）

¹⁵ 日本では1957年8月27日JRR-1初臨界、1962年9月12日JRR-3（国産）初臨界、1963年10月26日JPDR発電試験成功。その後1966年7月25日に東海発電所稼働。

¹⁶ 参考までに「東日本大震災における震災関連死の死者数（平成29年9月30日現在調査結果、平成29年12月26日復興庁）」によると、震災関連死（東日本大震災による負傷の悪化等により亡くなられた方で、災害弔慰金の支給等に関する法律に基づき、当該災害弔慰金の支給対象となった方（実際には支給されていない方も含む。))の死者数は3,647人。なお後掲、脚注21参照。

用に本腰を入れ始めている。なお、原子力発電をクリーンエネルギーに含めることについて、必ずしも皆が受け入れているということでもないとは認識している。なお、メキシコは、産油国とはいえ精製工場が十分に整備されていないことから、米国に原油を売却し、米国で精製されたガソリン製品を輸入する実態にある。すなわち産油国であるにもかかわらず、産油国のプラス面を得られていない現実がある。実際、国内で原油精製を行うと言っても技術的な課題や、日々変動する原油価格の国内経済への悪影響を考慮すると、ガソリンを米国から輸入する現状を受け入れざるを得ない現実にある。

イ エネルギー改革とクリーンエネルギー

メキシコ財政は、これまで多くの部分をエネルギーに割いてきた。メキシコには、エネルギー関係公社として「PEMEX（石油公社）」及び「CFE（電力公社）」があり、PEMEXは原油を採掘し輸送して流通させる役割、CFEは発電し送電して需要側に届ける役割で、これを行うため多額の政府補助金が支払われていた。

しかし、2012年12月1日に就任したペニャ・ニエト大統領は、長期にわたって続いていたエネルギー市場の政府独占（1938年の石油産業国有化とPEMEXの設立、1960年の民間参入の禁止）を撤廃するため、メキシコ憲法を改正（2013年12月）し、この憲法改正を受け「エネルギー改革法（2014年8月）」が制定され、エネルギー市場への民間参入が解放された。このことにより、例えば、太陽光発電、風力発電、潮力発電等のクリーンエネルギーに係る諸分野で、民間が自らの技術を用いて開発する意欲が高まっており、例えば、風力発電等に対し2019年までに34社が6,600万ドルを投下し52のクリーンエネルギー発電所が設立される見込みで、これにより2016年末で2,000MWであった風力発電が4,000MWとなることが現実的となっている。このようにエネルギー改革によるエネルギー分野への民間参入は、大きなスケールで始まり、非常に速いテンポで進み、安価なエネルギー提供が可能になりつつある。今後、クリーンエネルギーを電源とした送電システムが構築されていけば、これまで電気の来ていない地域へ送電することが可能になると期待している。

ウ 大気汚染の実情

大気汚染の深刻化は、クリーンエネルギー推進の大きな契機となった。大気汚染の解消のために挑戦すべき分野としては、例えばエコカー推進がある。ただ、ハイブリットカー等のエコカー購買層が非常に少ないため浸透していかない現実もある。また、メキシコシティを始めとする各都市では、エコタイプの連結バスや地下鉄等の公共交通機関の導入が進むとともに、自動車への排ガス規制義務付け等が行われている。ただ、メキシコシティは人口2,100万人と巨大でもあり、大気汚染の原因解消への抜本的かつ実効的な施策を講じることは難しい現実がある。そもそもメキシコには、車の利用や所有台数を増やすということが、自らのステータスの高さを示すといった文化的な風潮やメキシコシティの街のづくりが歩行や自転車に向いていないという実情があり、昨今、サイクリングロードの整備や歩道の整備が行われているが、歴史的にサイクリング受入れの土壌があるとは言えず、また、中産階級の多くは都市周縁部に居住しており車が手放せないといった現実もあり容易ではない。

エ 水力発電の重要性

メキシコでは、全電力発電のうち、クリーンエネルギーは20.31%で、そのうち10%が水力発電、5%が風力発電、太陽光発電は1%となっており、今後、太陽光も風力も伸ばしていきたい。特に風力発電が伸び続けており、2016年度末には2,000MW、今後、民間参入によって更に2,000MW増加するものと期待される。なお、水力発電は現在10%だが、今後、最も力を入れていきたいクリーンエネルギーと位置付けている。現在、メキシコの水力発電能力は23,588MWで、引き続き、国内の水脈を確保して水力発電に供することが非常に重要であると考えている。今後、ベースロード電源に関し、水力が化石燃料にシフトしていく方向で取り組み、電力消費のピーク時対応に、水力と化石燃料を組み合わせ活用していく等に取り組みたい。

オ クリーンエネルギーの一層の導入のための取組

今後、クリーンエネルギーの取組を一層進めていくため、クリーンエネルギー認証制度（CEL）を導入した。これはメキシコ・エネルギー規制委員会（CRE）の規程により、大企業や大規模工場の消費電力のうち一定割合をクリーンエネルギーにするというもので、例えば2018年で言うと、電力消費の5%、2019年には5.8%へと段階的に引き上げようとするものである。さらに、国全体でのクリーンエネルギー比率を高めるため、クリーンエネルギー生産施設の企業による導入を奨励している。ただ、一定比率を即時に導入するとしても企業等にとり容易ではなく現実的でもないことから、例えばSENERが今後実施する入札の応募要件に、企業のクリーンエネルギー導入の契機となるような項目を入れ込む等によって、導入を奨励、促進しようとしている。

（4）原子力研究所（ININ）

2017年9月5日（火）、グティエレス所長¹⁷及びウレア技術部長とメキシコにおける原子力研究の概要について意見交換したところ、その概要は以下のとおりである。

ア 組織概要

当研究所は、1955年に開催された国連の原子力平和利用国際会議へメキシコの科学者が招待されたことを契機として、軍事利用には一切関わらず、原子力の平和利用のための研究を目的として1958年に設立された。当研究所の設立後、研究分野の広がりや原子炉規制に関する諸変更を受けて名称や組織は幾度も変わっている（なお、1979年には従前有していたウラン探鉱権限が分離された）。敷地面積は150haと広大で、この敷地内に、基幹施設、研究用原子炉、放射線研究棟、放射性医薬品の製造工場、食品類への放射線照射施設があり、また、研究用の電子顕微鏡、基礎研究用加速施設、原子力関係評価認証関連施設等がある。

当研究所は、憲法第27条及び1984年原子力法に基づき、原子力の平和活用に資する基礎・応用研究等を行うとともに、原子力利用の効率性に係る技術的研究や、原子力等

¹⁷ Dra. Lydia Concepción Paredes Gutiérrez（ININホームページ<<https://www.gob.mx/inin/estructuras/dra-lydia-paredes-gutierrez>>（平30.3.15最終アクセス））

の利活用といった社会的要請等に応えるための研究に取り組んでいる。I N I Nには、博士号、修士号を持つ317名の研究者、病院等の他の機関の原子力（放射線）専門家や事務担当者等が所属している。なお、敷地内は小火器を携行する者が警備に当たるなど、厳しい警備体制が敷かれている。

イ 原子力研究概要

研究分野は、原子力発電等のエネルギー関係や放射線医療関係、環境関係等の全ての放射線関係と放射性廃棄物関係、電離イオン放射測定等の放射線測定関係である。加えて、原子力・放射線関係業務従事者の教育に責任を負っている。

エネルギー分野では、高出力炉を始めとする新型原子炉等の新技術に関する研究、電力会社等へのアドバイス等を行っている。また、医療分野では、放射線治療に係る研究、原子核を用いたPET¹⁸等の研究、放射性薬剤の開発研究のほか、病院に設置される放射線関連機器類を所掌しており、移植に用いる皮膚や骨の放射線殺菌に係る技術開発等にも、病院と連携して取り組んでいる。食品安全分野では、食品の殺菌・滅菌のための食品照射を研究し、環境関連分野では、環境保護のために、放射線の汚染濃度測定装置に係る研究を、専属の空気汚染、海洋汚染、土壌汚染研究者が行っている。このほか、地球温暖化効果の研究等に取り組んでいる。

原子力発電所関係では、ラグナベルデ原子力発電所に関連する様々なシミュレーションを行っている。例えば、発電効率、発電の安定性の研究、原子炉内部の放射線による素材の耐久性を始め原子炉寿命の予測等を行っている。また、原子力発電所で用いられる設備等の在り方を様々な側面から研究しており、例えば、ケーブル1本、電線1本等に化学的・物理的な圧力を加えたり、温度を上げたり、あるいは放射線を照射することで、新品のケーブルを、40年間経って老朽化した状態にする等であり、放射線の高リスク企業において取り扱われる全ての素材を研究対象としている。

さらに、統計的手法による安全性の研究、例えば、ある設備の事故が他の設備に与える影響を統計的手法により分析・予測する研究を行うほか、新たな原子力発電所を整備する場合の経済効果等についても研究している。

ウ 医療研究概要

医療分野に関し、メキシコで当研究所のみが可能な諸研究を行っている。例えば、診察や治療に放射線を活用する際に用いる機器類の製造、検査、薬剤製造を、当研究所から公的・私立医療機関へ供給するほか、放射線測定機器の較正のための放射線レファレンスパターンを設定し検査に活用している。また、当研究所には、医療研究向け原子炉、ガンマ線ラボ、放射性同位体や放射性薬剤（RI薬品）、皮膚や骨等の移植の際に用いる組織の製造施設があり、こうした分野に用いるための医療研究向け研究炉が1968年11月に稼働し、これまで研究や教育への活用やRI薬品の製造等に用いられてきている。さらに、ガンマ線プラントでは、コバルト60を使用した使い捨て医療器具の放射線照射

¹⁸ PETは、Positron Emission Tomography（陽電子放出断層撮影）の略で、放射能を含む薬剤を用いる、核医学検査の一種。

や漢方薬を含むドライフーズや化粧品といったモノの物理的科学的延命措置（殺菌・消毒）を行うほか、移植用の皮膚組織や骨の製造を手掛けている。この皮膚等の製造は基本的に豚の表皮を原料に用いて製造している。このほか、医療用ガーゼ等の代替となる生物学的製剤（biologicals）表皮を製造しており、例えば重度のやけどや強度の複雑骨折の際に必須となるもので、もちろん美容整形等にも使われている¹⁹。

このように実用化に向けた様々な技術開発を行っており、2015年からは諸研究結果の司法解剖への活用といった取組を始めたところである。

エ 放射線防護²⁰研究概要

放射線防護研究の主な目的は、原子力施設で突発事故等が発生した際に放射線による障害等を避けることで、外国から輸入される様々な物資についての放射線防護基準値に係る研究や検査方法を確立するための研究を行っている。輸入物資には、様々な形態、いろいろな部位のものがあり、形態等の相違に応じた適切な分析手法の確立が必要であることから、検査手法の確立、適切な検査基準も研究している。

なお、現在行われている検査が適切なものとなっているか、適切に遵守され得る基準となっているか等について、常に海外専門家と情報共有等を行っている。

オ 試料分析等

当研究所には、放射能の強い物質を安全に取り扱うことが可能な種々の部屋からなるメキシコ唯一の大規模なホットラボ（実験室）がある。ここでは、原子力発電所の燃料棒の金属部分を対象とする経過観察、様々な試料解析等に係る研究を行っている。

また、当研究所には、いわゆる原子物理学という「2MVタンデトロン加速器（荷電変換機構を備え高速イオンビームを発生させる装置）」を有し、放射線高リスク企業からの様々な課題解決依頼に応じており、例えば、種々の電子顕微鏡も用いたナノマテリアル解析等がある。さらに、自然界に存する放射性物質の調査、医療や工業等で発生する放射性物質の調査を行うほか、医療や工業等の場で発生する放射性廃棄物の一時的な保管場所を提供している。なお、当研究所の諸施設は、企業を含む様々な分野の者の教育訓練にも用いられている。

カ 汚染モニタリング

環境汚染への対応として、環境汚染や大気汚染のモニタリングシステムを開発している。そして、電子産業や石油産業等の排出する環境汚染状況をシミュレートし、それを企業活動にフィードバックする等に取り組んでいる。例えば、石油産業に関し、石油、ガス、硫化水素のモニタリング用計器を開発し、石油工場から排出される硫化水素、これは有毒性・腐食性を持つことから、当研究所の研究結果を工場でのモニタリングに活用するとともに、モニタリングネットワークを構築して汚染状況を監視している。また、環境関連法令の遵守状況を監視するほか、移動モニタリング装置等の大気汚染防止監視システムにより、大気中の分子粒子類、特に毒物・劇物等の調査分析を行っている。

¹⁹ 「IAEA Research on Radiation Sterilization Tissue Banking」（ICARST2017）

²⁰ 放射線防護とは、人間とその環境を、放射線被ばくや放射性物質による汚染から防護し、放射線障害の発生を防止することをいい、国際放射線防護委員会（ICRP）が基準等を定めている。

そもそも大気汚染は、人の健康を害することから重要な研究対象であり、適切な分析・評価を可能とするよう積極的に取り組んでいる。なお、政府の大気汚染モニタリングシステムに関し、当研究所は知見の提供等を通じて協力しており、システムの評価や、追加的規制の必要性等について助言等を行っている。システムの監視対象は、大気・水・土壌であり、こうしたところで発生した汚染物が、どういう経緯で運ばれ、どういった形で環境にインパクトを与えるのかを研究するため、メキシコ全土をカバーするモニタリングシステムが設置されており、そこから得られた情報は、当研究所のシステムを通じ、メキシコ全国の関係者が共有している。

＜グティエレス所長の原子力の必要性及び国民理解の醸成についての考え方＞

（ア）冒頭所感

我々は、日本の方々に降りかかった東日本大震災という大きな困難を決して忘れてはならない。日本は地震の群発地域であって、そのうえ東京電力福島第一原子力発電所という大変な事故があったのである。日本は高い技術を有する国であり、エネルギー関連でも高い見識を持つ国と考えている。この世には原子炉を持つ国、持たない国があるが、あらゆる国が放射能汚染の可能性から逃れられず、原子力設備を一切有していなくても被ばくがあり得ないとはいえない。放射性物質は色もなく匂いも無いため、放射能や放射性物質がどういったものなのかを説明することは容易でない。ただ、重要なのはエネルギーを生み出すということは、どのような形であっても、大なり小なり、必ず何らかの影響を及ぼすものであり、全てのエネルギーにはそうしたリスクが内在しているということである。

（イ）原子力の有用性の周知方策

原子力を平和的に活用するに当たり、原子力の有用性に関し国民の理解を得るためには、小学校を始め基礎教育段階から教えていく必要がある。その際は、原子力の有用性だけを取り上げて説明するよりも、むしろ原子力を含め全てのエネルギーにはリスクと有用性のあることを理解させることが重要である。I N I Nは学生生徒向けに「APPS Nucleares」という季刊誌を発行し、I N I Nの諸研究活動とともに原子力や放射能に係る正確な知識を伝えることに積極的に取り組んでいる。

（ウ）メディアの功罪

原子力に関する国民理解の醸成には報道メディアの影響が非常に大きい。例を挙げると、東日本大震災により東京電力福島第一原子力発電所事故が発生したが、同じとき、地震と津波により石油精製工場で大火災が発生した。ただ、メキシコでは原子力発電所の事故だけがクローズアップされ、石油精製工場の大火災は全くニュースにならなかった。また、東日本大震災で犠牲となった約2万人²¹は、地震や津波による犠牲ではなく原子力発電所事故によるとの誤解もあった。こうした情報の不十分さが原子力への恐怖を必要以上にあおっていると感じている。現実問題として、国民はマスコミ情報に頼らざ

²¹ 死者19,630人、行方不明2,569人（平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の被害状況（平成30年3月1日現在、消防庁））。

るを得ないが、不十分な情報によって誤った理解をしてしまうと、これを元に戻すことは困難である。こうしたこともあり、実際に事故が起きた日本では、国民に原子力の有用性を理解してもらうことは容易でないものと感じる。

(エ) 使用済燃料の処分

放射性廃棄物は、医療用、工業用、研究用等と、エネルギー産業用以外の分野でも発生するが、こうした分野については、使用される放射性物質の寿命が短いこともありリスクは大きくなく、その安全性等が問題として取り上げられることもほとんど無い。他方、原子力発電所から発生する高レベル放射性廃棄物、すなわち使用済燃料は半減期が数百万年レベルのものもあって事情が異なる。この使用済燃料処分の在り方は、原子力発電の在り方に直結する。

現在、使用済燃料の処分については、各国で研究が進められて実現化への道筋が整いつつある。例えば、高温高エネルギー炉と低温低エネルギー炉のコンビネーションにより放射性核種の寿命を短くするといったものである。ただ、こうした技術を実現するには高い技術力と資金が必要なことは言うまでもなく、そもそも使用済燃料の処分を含む原子力の活用は、各国がコスト面や環境面、技術力に応じて講じるべき問題であり、必要とされる技術力を育む資源や資金の無い国は、原子力には立ち入るべきでない。

(オ) 世の中に存するリスクと原子力リスク

原子力リスクは国民の重大な関心事項である。ただ、リスクの高い産業は他にもある。例えば航空産業は、正に高リスク産業であって、このことは広く国民で認識が共有されている。これまで様々な重大事故やミスは繰り返されているが、事故後に調査分析が徹底的に行われ、その結果が次のリスクコントロールに反映される。しかし事故は再び起こる。このように航空産業は100%安全とは言えないとの認識は共有されているが、航空産業は人類に必要であり飛行機は利用され続けている。

他方、原子力発電所は、飛行機ほど大事故を起こしておらず、飛行機事故ほど人が死んでいるわけではなく、原子力への人々の恐怖は、核兵器への恐怖そのものであって、平和利用されているにもかかわらず、核兵器への嫌悪感と同様の偏見を持たれていると感じている。ただ、核兵器は大量破壊兵器であって原子力発電所はこれとは全く異なる。

(カ) クリーンエネルギーとしての原子力発電

原子力の平和的活用を進めるには、原子力発電所自体の在り方だけでなく、使用済燃料の処分の在り方も重要である。また、世の中には、経済的に原子力発電を行う余裕の無い国、その国に賦存するエネルギーで十分との国もあり、原子力発電は全ての国が行えるものでもない。そもそもエネルギー生産に100%安全なものも無いことから、エネルギーをどう生産しどう使うかの判断は、最終的には国民に委ねるしかない。

とはいえ、原子力の平和的活用には、基本的には大きなメリットがある。すなわち、原子力エネルギーは全くクリーンなエネルギーであり、地球温暖化現象に悪影響を及ぼす物質を発生しないため、太陽光や風力といったクリーンエネルギー推進の基礎となり得るものである。

(キ) 国民理解の醸成

太陽光エネルギーは、我々の目から見ると美しい。しかし太陽そのものは正に原子炉であって地球へ放射線を降り注いでいることは事実である。ただ、宇宙空間から降り注がれている放射線は、地球上に存在する物質に接触しても何らリアクションを起こさず、そもそも、地球上に降り注ぐ放射線を我々人間はコントロールできない。

我々の暮らしの全ては住み暮らしてきた場所での様々な外的要因に左右されるとともに、高リスク産業によって実現されている部分が多いということを理解したうえで、いかにリスクを低減すべきかを考えなければならない。2010年のメキシコ湾原油流出事故では、海の生物が大量に死に海岸が汚染されたが、石油の利用を止めるとは言えないだろう。結局、国民の生活にとり必要なことは、国民の理解を得ながら、必要性和リスクとのバランスを取って対応するしかない。

(ク) まとめ

国民が原子力や放射線を理解することは容易ではなく、原子力発電に携わる研究者であっても、そのプラス面の真の意味を理解していない者がいるかもしれず、政策立案者、施設整備関係者、人材育成担当者、運用関係者といった関係者は、その分野に係る最高水準の教育を受けて、各人が理解し納得した上で事に当たる必要がある。原子力・放射線は、適切に管理すれば絶対的なメリットがある。そのため、政策を担当する政府や技術を担当する研究者等、全ての関係者は日々の積み重ねの中で情報共有を適切に行い、正確で適切な用語を用いて原子力の真の姿を国民に伝え続けることが何よりも重要かつ必要であり、他方、科学的知見を顧みずに反対することは適当でない。

4. おわりに

今般の意見交換を通じ、エネルギーの安定的調達と調達先の多様化が喫緊の課題の日本（エネルギー自給率は8.4%（2016年速報値））にとって、民間投資を解禁しクリーンエネルギー導入やエネルギー資源開発に取り組むメキシコとは、エネルギー面における連携を深化し、原子力政策でも協力すべき重要な国であることを改めて認識するものとなった。

地球規模での気候変動問題への対応として、CO₂排出源となる化石燃料からクリーンエネルギーへと置き換えを進めることは、産業分野向け電力の安定供給を実現可能とする技術革新が必須だが、対策の重要性を踏まえてしっかり取り組む必要がある。また、原子力の平和的活用は、国民の理解を得て進めるべく正確かつ適切な説明を行って取り組むとともに「福島教訓」を施策に反映することが大切だが、使用済燃料の日々の増加への対応が急務である。国際的には地層処理が適切とされ²²、日本は2015年5月に最終処分に向けた基本方針²³を策定したが、メキシコは決まった方針がなく（なお、同国は使用済燃料の再利用（核燃料サイクル）未実施²⁴）、この点、温度差が感じられた。

²² 最終処分については、宇宙空間に隔離する宇宙処分、深い海の底に隔離する海洋底処分、南極の大陸氷床に処分する方法等が検討されたが、現実的な方策としては成熟していない。

²³ 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）。

²⁴ 使用済燃料の再利用は、「核兵器の不拡散に関する条約（NPT）」及び原子力利用に係る二国間協定等によ

(参考) 日程概要

月 日	午前	午後
9月3日 (日)		成田 17:05 →ロサンゼルス 11:15(UA033)
		ロサンゼルス 13:25 →レオン 18:45(UA5484)
4日 (月)	ホンダロック・メキシコ本社 視察 08:40-10:20	ホンダ・メキシコ 視察 13:00-14:20
		在レオン日本総領事館 概況説明 16:00-16:30
		レオン 17:10 →メキシコシティ 18:20(AM131)
5日 (火)	在メキシコ日本大使館 概況説明 09:30-10:20	CNSNS委員長 意見交換 12:30-13:40
	SENER原子力政策局次長 意見交換 11:00-12:00	SENERクリーンエネルギー担当課長 意見交換 14:00-15:10
		ININ所長 意見交換 17:00-19:10
6日 (水)	メキシコシティ 09:45 UA1567	→ワシントンD.C.(IAD) 15:10
7日 (木)	議会図書館調査局エネルギー政策補佐官 意見交換 9:30-10:50	原子力規制委員会国際課 意見交換 13:00-14:20
		在米日本大使館 概況説明 14:40-15:10
		エネルギー省原子炉安全技術R&D部長 意見交換 15:30-16:40
8日 (金)	日本自動車工業会北米事務所副所長 意見交換 08:45-10:00	ワシントンD.C.(IAD) 12:30 →ニューヨーク(LGA) 13:50(UA6055)
		ジェトロニューヨーク事務所 意見交換 16:00-17:15
9日 (土)	ニューヨーク(EWR) 11:00(UA079)	
10日 (日)		→成田 13:55

※本稿関連部分は黒枠部分。なお時刻は全て現地時間。

【主な参考文献】

- IEA 『Energy Policies Beyond IEA Countries Mexico 2017』 (2017)
- IEA 『Mexico Energy Outlook』 (2016)
- OECD 『OECD Economic Surveys Mexico Overview』 (2017)
- OECD 『Nuclear Legislation in OECD and NEA countries MEXICO』 (2009)
- ININ 『Apps Nucleares #1-#6』 (2015-2017)

(こいづま けんいち)

り、日本のほか、ロシア、イギリス、フランス及び中国が実施している（このほか、インドが高速増殖炉（試験炉、原型炉）の研究に取り組んでいる）。なお米国で核燃料サイクルは行われていない。