

我が国の原子力開発利用の現状と課題¹

原子力委員会委員長 近藤駿介

皆様、こんにちは。早稲田大学と東京都市大学による共同大学院 共同原子力専攻の創立記念シンポジウムの開催を心からお慶び申し上げます。

我が国の原子力分野においては、近年に至り、関係組織の成長期にこの分野に参加し、その発展をこれまで支えてこられた団塊世代の方々が定年退職期を迎えていること、国際市場の拡大機運を見て原子力産業が事業を拡大する準備をしていること、医療分野を中心に放射線利用が着実に拡大していることなどから、放射線技術者を含む人材の育成に対して関心が高まっています。

このことからして、二つの大学が来年4月より大学院の共同原子力専攻を発足させることは、誠に時宜を得た取組であり、ここに至らしめるまでの東京都市大学の中村学長及び早稲田大学の白井総長をはじめとする関係者の皆様の熱意溢れるご尽力に対して深い敬意を表するとともに、この取組の今後の発展を心から祈念申し上げる次第です。

本日はお時間を頂戴しましたので、低炭素社会実現のための原子力の役割と人材育成というこのシンポジウムのテーマを念頭におきつつ、世界の原子力利用の動向を枕に、我が国の原子力政策の狙いとその達成のための主要課題について個人的見解を述べたいと思います。

さて、世界の原子力発電規模は、この図にありますように、1970年代に急速に拡大しましたが、後半に至り、石油危機によりエネルギー価格体系に劇的変化が生じてエネルギー需要の伸びがスローダウンしたこと、1979年に米国のスリーマイルアイランド原子力発電所で、1986年にはソ連邦ウクライナにあったチェルノビリ原子力発電所で事故が発生して原子力に対する人々の不安感が増大し、北海からのエネルギー資源供給が始まったこともあって、欧米では1980年代後半から新設はなくなりました。

ただし、人口あたりのエネルギー資源量が小さいアジアでは日本、韓国

¹2009年11月11日、早稲田大学・東京都市大学共同大学院 共同原子力専攻創立記念シンポジウムにて講演。

を中心に建設が続き、２０００年に入ってから中国でも建設が連続するようになり、緩やかであります。規模は拡大を続け、２００９年には３０ヶ国で４３６基、３７２GWの発電設備が運転され、世界の電力の約１５％、一次エネルギーの５．５％を供するまでになりました。

最近に至っては、経済成長が著しい中国は２０２０年には７０GWの運転を目指すとし、インドは現在６基を建設していて２０２０年には設備規模を８倍にするとしています。

また、久しく新設がなかった欧州でも現在２基の原子力発電所の建設が行われていますし、米国でもエネルギーの中東依存度の減少の重要性に鑑み、政府が原子力発電所の新規建設の３０年振りの再開を後押しするべく、工期の遅れ等に伴う投資リスクを小さくする債務保証制度を用意したことから、１０を超える原子力発電所の建設許可申請が提出されています。

国際原子力機関（ＩＡＥＡ）によれば、現在、５０以上の国が原子力発電に関心を表明し、トルコ、エジプト、ヴェトナム、ナイジェリアを含む１２の国が発電所新設計画に積極的に取り組んでいるので、今後１５年間に７０基の新設が予想され、２０３０年には現在の約倍の設備規模である７５０GWに至ることもあるべしとしています。

こうした関心の高まりの原因の第１は、このところ各国で原子力発電所は安全に運転されていること、第２は各国でエネルギー、とりわけ電力需要が高まっていること、第３はエネルギー資源価格が上昇し、原子力発電の経済性が高まったこと、そして第４は、地球温暖化対策の推進のために低炭素エネルギー源の採用が求められ、原子力発電は大規模な供給力の実現が実証されている有力な低炭素エネルギー源として評価されるようになってきていることです。

気候変動に関する政府間パネル（ＩＰＣＣ）が、気候変動の影響が小さく留まるような水準に温室効果ガス濃度を安定化させるには、２０５０年の世界の温室効果ガス排出量を２０００年の半分以下にする必要があるとしたことを受けて、国際エネルギー機関ＩＥＡの「エネルギー技術展望２００８」はこれを実現するシナリオの一つとして、同年の世界の電力の２５％を原子力発電により供給する案を示しています。

この規模の原子力発電を実現するには、今後40年間、毎年約25基のプラントを運転開始させ、この年に現在の3倍強の1400GWの原子力発電所を運転している必要があります。過去に、一年のうちにこの規模の設備を導入したことがありますから、これはできないことではないでしょうが、長期間にわたってこのペースを維持していくためには、建設資金、設備生産能力、建設能力、運転要員などでボトルネックが生じないように、世界各国の関係者が連携協力する必要があることは確かだと思います。

ところで、我が国は1960年代後半に原子力発電を開始して以来、着実に設備規模を増大させ、2000年代に入ってから総発電電力量の約1/3を原子力発電が分担するようになっていきます。原子力発電所は、海外情勢に左右されずに発電を継続できますから、国産エネルギーと同等の安全保障性能を有するので、国産エネルギーに勘定するとしますとそうしないと4%でしかないエネルギー自給率が19%になります。また、これによって化石燃料を燃料とする火力発電所を置き換えていることがもたらす二酸化炭素排出量の削減量は年間約3億トン、我が国の年間二酸化炭素排出量の約20%に相当します。

そこで、原子力委員会としては、我が国は、放射線が学術、医療、産業など様々な分野において安全かつ効果的に利用され、原子力発電が安全で、経済的なエネルギー源として広く利用され、エネルギー安定供給の確保と地球温暖化対策に貢献している状態の実現をビジョンに掲げ、その実現のために次の7つの目標の達成を皆様をお願いしています。

その第1は、原子力利用が平和の目的に限定されること、その安全が確保されることを確かにするための取組を着実に進めていくこと、

第2は、必要なインフラ、知見、これらを支える人材の供給を確かにし、これらに対する国民の信頼を確保していくこと。

第3には、原子力発電所の建設と運転、そして廃止措置を着実に進めていくこと。

第4は、使用済燃料はある期間貯蔵したのちに再処理工場において再処理し、回収したU・Puを、当面はMOX燃料に加工し、軽水炉で確実に使用していく一方、原子力施設の操業や廃止に伴って発生する放射性

廃棄物を適切に管理・処分し、再処理の過程で発生する高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化して冷却貯蔵した後に地層処分することとし、そのための地層処分場を開設していくことです。

第5は、学術の進歩、産業の振興、そして人々の福祉の向上に至るまで多面的に応用されている放射線を今後とも安全かつ効果的に利用していくことです。

第6は、より燃料利用効率の高い高速増殖炉とその燃料サイクル技術、中小型炉、原子炉熱を用いた水素製造技術、核融合などの革新的原子力エネルギー技術の研究開発を着実に推進していくことです。

第7は、こうした取組を推進するにあたって、相互裨益の追求や人類の福祉の向上に貢献するため、国際社会と連携し、協力していくことです。

次に、それぞれの目標の達成を目指して、直面している課題や、それに関して関係者にお願いしていることをいくつか申し上げます。

国際社会は、核兵器不拡散条約（NPT）によって、原子力平和利用活動を各国の奪い得ない権利とした上で、核不拡散、すなわち核兵器保有国が増えないことを確実にするために、各国が有する機微な核物質を用いる活動を全てIAEAに申告し、それらが平和利用以外に用いられている可能性がないことをIAEAが検認する、いわゆる保障措置活動の下に置くことを義務化しています。

また、イラクにおいて未申告施設で原子力技術に係る活動が行われていたことが発覚してからは、原子力活動以外の関連活動についてもIAEAに対して情報を提供し、それらに対するIAEAの臨機の立ち入り検査や任意の場所におけるサンプリング検査を認めることを約束する「追加議定書」を受け入れることを各国に求めています。

我が国は、原子力基本法で原子力活動を平和利用に限定していますから、当然のことながら、これらの国際取り決めに率先して受け入れ、国内にこうした検認体制を整備していますが、同時に、近隣諸国に対してこれらの受け入れを推奨し、NSGガイドラインに加えて、この受け入れを機微物質等の貿易を許可する条件にもってきています。

また、核物質等が妨害破壊行為を通じて安全保障上の脅威をもたらすことのないように、核物質防護措置の実施を通じて、こうした物質等の不法な移転を防護し、発見して大事に至らないようにするための取組を、核物質防護機能の整備のあり方に関する IAEA の勧告を踏まえて整備すべきことを法律に定めて、皆様に実施をお願いし、その状況を適宜に検査させていただいております。

さらに、こうした取組に失敗しますと、世界の原子力平和利用の取組に強いブレーキが掛かりますので、行政や現場においては、これらの取組が正しく行われることに最大限の注意が払われるよう、トップマネジメントが職場にこうした取組を大事にする組織文化、これ保障措置文化、原子力防護文化と呼んでいます。これらを醸成していく責任を十分に果たしていただくようお願いしています。

次に安全の確保です。原子力安全とは健康影響を生じるような被ばく等が発生しないことです。このことが十分な確かさをもっていえるように、まずは、原子力施設内での従業員の放射線被ばく及び施設から放出される放射性物質による公衆の放射線被ばくを定められた制限値以下にすることは勿論、これらを合理的に達成可能な限り低くする措置を講じることをお願いしています。

第2には、設備の設計・建設・運転に当たって、十分に保守的な設計を行い、自然現象による悪影響、人の過誤、機械の故障等による異常の発生可能性を十分小さくすること。併せて、それにも関わらず異常は発生すると考え、異常を検出したら核分裂の連鎖反応を停止し、燃料の冷却を確保してその異常が「燃料の破損」という事故に至らないよう、事故発生防止策を講じることを求めています。

同時に、しかし、人は誤り、機械は故障することがありますから、そうしたことにより事故、つまり、燃料から放射性物質が放出されることあるべしとして、その影響を制限値以下にする閉じ込め等の工夫、すなわち事故影響緩和策を講じることを求めています。

さらに、深刻な放射線影響が発生する事態の発生可能性が極めて小さくなるよう、適切な事故管理対策及び防災対策を講じること、そして、その妥当性を確率論的リスク評価できちんと確認することをお願いしています。

国は、これらのことがきちんに行われる約束を確認してから事業を許可し、さらに適宜にその約束が果たされている事を監査するという規制行政を行っていますが、この行政の推進にあたって大切なのが、その品質マネジメント、具体的には、意味のある監査を行っているかどうか調査するとか、運転経験の分析と安全研究等によって新知見を見出し、それを遅滞なくこうしたことを定めた技術的要件等に反映していくといった取組を絶えず行っていたいくことです。

この点で、近年の最大の課題は、柏崎・刈羽原子力発電所で、設計基準地震動を超える地震動を経験して、その原因分析を通じて重要な新しい知見を得たことです。そこで現在は、すべての原子力施設に対して、これらの知見を踏まえて耐震安全性評価を実施し、所要の補強を速やかに実施することを求めています。が、これはまだ道半ばと聞いております。

第3の原子力発電の運転・新設・廃止措置を着実に推進していくことに関しては、第1に、現在の我が国の原子力発電所の設備利用率が国際水準を下回っているので、これを改善すること、第2に原子力発電所の新設計画を着実に推進していくことをお願いしています。

最近になって、2020年までに地球温暖化対策を大胆に進めるとの総理の方針が示されましたので、いまや、原子力発電所の稼働率を欧米水準に高めること、その設備容量を現在から9基増の約62GWとすることが喫緊の課題になっております。

とはいえ、発電所の稼働率が低いのは、主として、地震に見舞われたBWR発電所の運転再開に時間を要しているからですから、まずは、すでに述べた耐震安全性の再評価及びそれに基づく補強作業を着実に実施することです。その上で、定格出力を向上させる努力や、機器の分解検査の間隔を経験を踏まえて最適化していく、信頼性中心保全方式の採用を進めていくことが重要と申し上げています。

一方、原子力発電所の新增設の推進に当たっては、原子力発電の有用性に対する認識は増大してきていますが、原子力発電に不安を感じる人の割合はなお50%を超えていますから、原子力発電の推進について国民の間に多様な意見があることを踏まえて、関係者は原子力発電の安全確保の考え方と実際の取組を中心に、国民の皆様と対話する機会を質・量

ともに一層充実していくべきと考えています。

また、原子力発電所の立地に協力していただいている自治体に対して、実現される公益性を根拠に、国民に負担いただいてその発展を支援する制度を整備してきていますが、この制度を、公平性の観点から絶えず見直しつつ、充実を図っていくことも重要と考えています。同時に、発電所の運転者には、地域住民の一人として、地域社会の持続的発展を目指す取組の企画・推進に参加していくことが大切と申し上げています。

さらに、我が国は今日までに、原子力発電所の建設・運転の取組やこれに関係する制度及び、これらを維持するのに必要な人材を育成し、必要な知識の創造・管理を行う教育・研究開発能力を築き上げてきていますが、これらを引き続き維持・充実していくことが大切です。そこで、基礎・基盤的な知識創造活動を充実して推進すると共に、適切な人材が継続的に供給されるよう配慮することも国民の信頼を得ていくために重要です。

この人材育成に関しては、第1に、求人側が仕事の意義や将来の可能性について社会に正しい情報を提示すること、第2に、その可能性に挑戦するためのトレーニングを与える教育環境を整備すること、そして、第3に、人材需要があることを奨学金を用意するなどして、態度で示すことが大切です。

併せて、関係官庁においても、第1には、我が国が唯一の被ばく国であることを十分に踏まえた上で、義務教育において、エネルギー・環境、放射線・放射能、放射性廃棄物の処理・処分などについての常識を身につける教育をきちんと行うこと、第2には、大学等における専門教育環境の整備について競争的資金の制度を整備するなどして関係者の創意工夫を促すこと、また、人材育成は国際的にも関心が高いので、国際的にも魅力のある取組を行うことを求めることなどを文科省や経済産業省にお願いしてきています。

さて、第4の目標は核燃料サイクルの取組です。原子炉に装荷された燃料は炉心に数年間滞在した後に取り出されます。フィンランド、スウェーデンでは、この使用済み燃料を高レベル放射性廃棄物として地下深く埋める、つまり、地層処分することにしていますが、米国はどうしたらよいか、これからまた考えると言っています。これに対して、フランスや

我が国はこれを再処理して回収されるウラン・プルトニウムを加工して軽水炉で利用することになっています。

で、我が国は、当初、この再処理を欧州の再処理事業者に委託しつつ、東海村に建設した東海再処理工場の運転経験を踏まえて、六ヶ所村に非核兵器国では唯一の商業用再処理工場を建設しました。現在、この工場は、使用前検査を受検中ですが、最終段の放射性廃棄物をガラス固化する施設の運転手順の確立に手間取っていて、操業開始までには少なくともあと一年はかかるようです。

そこで、当面の課題は、第 1 に、この困難を克服して六ヶ所工場を本格操業させること、第 2 にすでに欧州の再処理事業者に委託して回収されているプルトニウムを軽水炉の燃料に加工して既存の軽水炉で使用する、これを我が国ではプルサーマルと略称していますが、これを推進すること、第 3 に六ヶ所工場で回収されるプルトニウムを用いて軽水炉用の燃料を製造する MOX 燃料工場の建設を進めること、第 4 に、我が国で 1 年間に発生する使用済燃料は 1000 トンを超え、六ヶ所工場では毎年 800 トンしか再処理できませんので、これを当分の間貯蔵しておく中間貯蔵施設、これ、リサイクル燃料貯蔵施設と呼んでいます、この整備を計画通り進めることです。

併せて、再処理工程で発生する高レベル放射性廃棄物はガラス固化し、その発熱量が処分に適した水準に低下するまで地上で保管した後に地層処分することになっていますので、この処分場を開設することも必要です。現在は、この処分が我が国でも安全に実施できることがこれまでの研究開発で示されたことを踏まえて、この処分場の立地点を全国の自治体に対して公募し、応募をお願いしているのですが、未だ応募がありません。

そこで、国、処分の実施主体である原子力発電環境整備機構 (NUMO) 及び電気事業者に対して、現在、北海道の幌延及び岐阜県の瑞浪において建設中の地層処分技術の研究のための地下研究施設を一般公開するなどして、処分の安全確保の仕組み等を国民が理解できる機会を増やすと共に、各自治体や国民に対して、処分場立地の公益性、立地を受け入れた自治体の発展に対して国民全体が支援すべきこと等に関して対話を進める取組を格段に強化することをお願いしています。

私自身も各地で自治体の皆さんにこの応募を検討されるよう、お願いし

てきていますので、この機会に皆さんにも友人、知人を通じて、あるいはふるさとにおいて、是非応募を検討して下さいと働きかけるよう、お願いを申し上げます。

以上、原子力のエネルギーとしての利用について述べてきましたが、放射線の利用も重要です。放射線には原子のレベルで物質を見ることができ、調べることができる、そして加工することができるという特徴があり、学術、工業、医療、農業等の多方面にわたって利用されています。

これを売り上げで見ると、加工手段として放射線を用いる半導体、タイヤ、電線、発泡体、熱収縮チューブ類の製造、滅菌処理といった工業利用、放射線のがんの治療やX線撮影、断層撮影、核医学検査等の診断に用いる医学・医療分野が大部分を占めています。

一方、見る、調べるという機能で学術界や産業界で大活躍なのが放射光施設SPring-8やJ-PARC施設です。J-PARCの中性子ビームは、他の方法では見るのが難しい物質の姿をとらえたり、中性子の引き起こす核反応の結果発生する放射線の種類とエネルギーを分析して他の方法ではできない調べものをするのに威力を発揮することが期待されています。

次に中・長期的な観点からの取組で重要なのは研究開発です。中期的には、現在稼働中の軽水炉のリプレイス需要に応える次世代軽水炉の開発、長期的には、現在の原子力発電にはウランを燃料として使っていますが、現在の軽水炉はウランのもつエネルギーの1%以下しか利用していないことから、ウランの利用効率をはるかに高くできる高速増殖炉とその燃料サイクルシステム技術を2050年頃から実用に供することを目標に、開発を推進しています。

さらに、高温ガス炉から得られる高温ガスを用いて、水を熱分解して水素を製造できることが原理的には実証されているので、これの実用化可能性を見極める取組も推進していますし、核融合についても、あるいは新しい量子ビーム源についても、基礎・基盤的取組から先端的取組に至るまで厚い布陣を引いて、その研究開発に取り組んでいます。

7つ目の課題は、国際社会との連携協力です。その第1は、これから原子力発電を行う国への支援です。IAEAはこうした国々が原子力発電を行うのに必要なインフラをきちんと整備していく手引きになるマイル

ストーン文書を発行しましたので、我が国等は、そうした国々がこれに則ってこれらを整備していくことを応援しています。

また、昨年我が国で開催された洞爺湖サミットにおいて我が国は、保障措置、原子力防護、原子力安全を3Sと総称して、新しく原子力発電に取り組む国に対し、これらの確保を応援することを約束しました。

今後とも、こうしたことを通じて各国の国内体制を整備することを積極的に支援する一方、二国間関係を密にし、留学生や研修生の受け入れ、規制行政実務者やプラントの建設・運転担当者の育成支援等、国毎の具体的な計画に沿った支援を継続して、重点的に実施していくことが大切と考えています。

第2は、我が国の原子力産業が海外における原子力発電所の建設活動に参加し、活躍することができるようにすることです。我が国では、世界で原子力発電所の新設需要が無かった間も、電気事業者が着実に原子力発電所を新增設してきたため、複数の原子炉機器供給者が生き残り、また、原子炉の建設に欠かせない超大型鍛造品を製造するオンリーワン企業も育ってきました。

しかしながら、今後の国内市場は、もはや複数の機器供給者が生存できる規模にはならないと予想されます。そこで、皆さんには、国内市場で生き残るなら統合しないといけません。世界市場で勝ち抜くためには、世界市場で勝てるなにかをもたないといけませんから、電気事業者と組んで、きれいさとか高品質へのこだわりなどの我が国の美意識を踏まえたソフトとハードを強みにしてはどうですかと申し上げているところです。

第3には、国際核不拡散政策に取り組むことです。今年4月、米国のオバマ大統領がプラハで核不拡散努力を強化する基本方針を述べ、NPTを強化するためにIAEAの査察資源と権限を強化すべきだが、違反者に対しては直ちに的確な対応をとるが、核兵器を放棄した国々には原子力平和利用の権利があり、ルールに基づいて行動する国々の権利を否定するアプローチは成功しないと考えるとなりました。

そして、我々は気候変動との戦い、全ての人々の生きる機会の増進を目指す努力の一環として原子力の力を使いこなさねばならないので、諸国が核拡散リスクを増大させることなく原子力の平和利用を享受できるように国際核燃料

バンクを含む原子力平和利用のための新しい枠組みを構築しようといいました。

最近、クリントン国務長官はこの枠組みについて、途上国が自分で濃縮、再処理をしないでも取り得る核燃料サイクルの選択肢を国際社会が増やすことが大切と言っています。我が国としては、こうした取組の検討を諸国と共同で行うなどして、核不拡散と原子力の平和利用の両立を目指す新しい国際秩序の形成にも積極的に対応していくべきと考えています。

以上、世界における原子力利用の推進は人類１００年の計に係る問題であること、世界で有数の原子力大国である我が国は、国内においては、立地地域社会の持続的発展を追求しつつ、これの利用を通じてエネルギー安定供給の確保や地球温暖化対策の推進といった公益の実現を追求していくべきあり、国際社会にあっては、その成果を踏まえて、この技術を国民の福祉の向上に生かしたいとする国々を支援し、さらにこの技術を一層持続可能なものにするための技術・制度の革新にも率先して諸国と共同して取り組んでいくべきことを申し上げました。

ご静聴、どうもありがとうございました。