第１４回講義　　2026 年 9 月 19 日

原子力エネルギーの転換点
～新ビジョンを示せ～

東京大学名誉教授　岡本 孝司

原子力は、事故を起こさずに安全に使うと極めて有効なシステムであり、事故を起こさないシステムにしてうまく使っていくと我々の国民の生活、福祉の向上につながるということを本日はお話ししたいと思います。

講演のポイント

1. **世界のエネルギー需要と脱炭素化の動向**
   世界の一次エネルギー消費は経済成長とともに単調増加している。脱炭素化が世界的な要請となる中、安定したベースロード電源として原子力発電が再評価されており、ＣＯＰ２９のサテライトで「２０５０年までに原子力を３倍に拡大する」という宣言が採択された。
2. **日本のエネルギー事情とベストミックス**
   エネルギー資源が極めて乏しい日本においては、特定の電源に依存せず、太陽光、風力、火力、水力、そして原子力をバランスよく組み合わせた「ベストミックス」を目指すことが極めて重要。原子力も重要なオプションの一つとして維持していくことが求められる。
3. **既存原子力発電所の有効活用と長期運転**
   原子力発電所の新設には莫大な費用と時間がかかる。そのため、厳格な安全審査を経た既存炉の再稼働を急ぎ、適切な保全管理の下で長期運転を行うことが求められる。
4. **次世代革新炉への期待と新ビジョン**
   安全性を高めた次世代軽水炉や、投資リスクが低い小型モジュール炉（ＳＭＲ）、超安全でクリーン水素製造など多目的利用が可能な「高温ガス炉」の開発により世界をリードする新ビジョンが必要である。

1.　はじめに

私は原子力工学を学び、長年にわたり大学の研究炉や学生の教育に携わってきました。東京大学が東海村で保有する研究用原子炉の管理も長年担当してまいりました。福島第一原子力発電所事故では、津波の影響を十分に見抜けなかったことは研究者としての反省点です。そのうえで、原子力は万能ではなく、事故が起きれば環境や国民生活に甚大な影響を与える一方、安全に利用できれば非常に有用なシステムです。いかに事故を起こさないシステムにして、国民の生活や福祉の向上に役立てていくか、本日はそのビジョンをお話ししたいと思います。

まず、原子力とは何かを考えてみたいと思います。火力発電所は化石燃料を燃やしてお湯を沸かし、その蒸気でタービンを回して電気を作ります。原子力発電は、この熱源がウランの核分裂に置き換わったものです。発電所では核分裂を安全にコントロールし、お湯を沸かす仕組みになっています。

2.　世界のエネルギー需要と脱炭素化

各国の発電電力量を見ると、米国や中国、日本など各国で大量の電気が作られています。特に中国の発電量は突出しており、約９兆ｋＷｈの電気を作っていますが、その大部分は依然として石炭火力です（スライド１）。

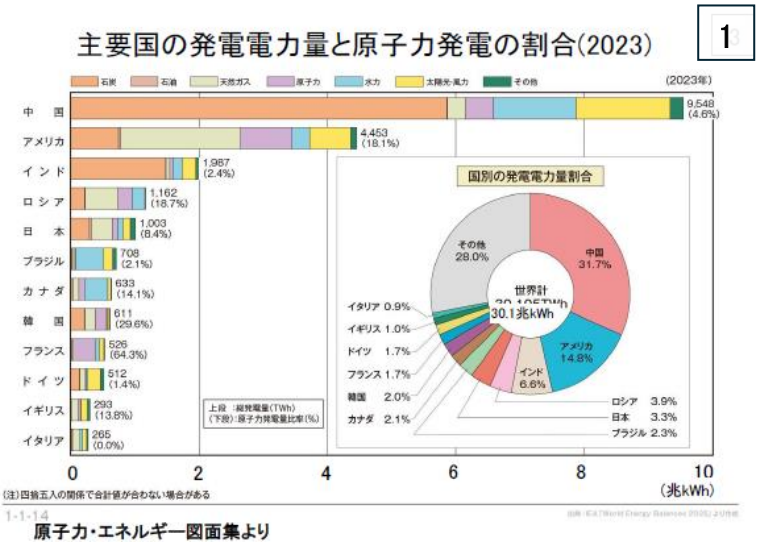
次に世界全体の一次エネルギー消費量の推移について見ていきます。電気だけでなく、自動車のガソリン等も含めた一次エネルギー消費量は、過去から現在に至るまで単調に増加し続けています（ス

ライド２）。

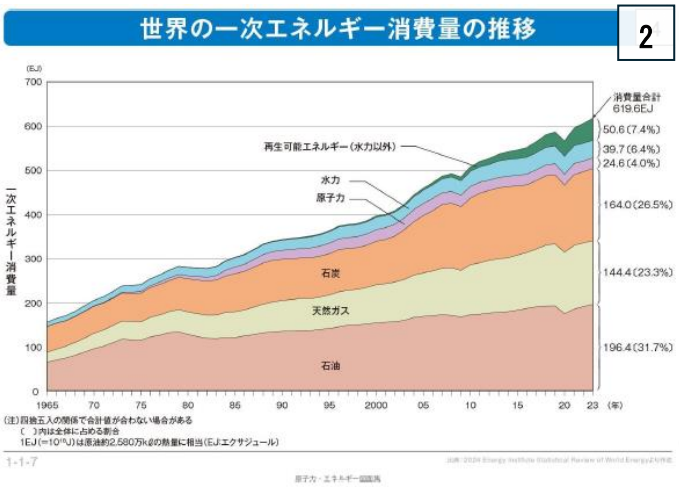
なぜこのようにエネルギー消費が増え続けるのでしょうか。一人あたりのＧＤＰとエネルギー供給量の相関を見ると、国が豊かになるほどエネルギーを多く消費することが明確にわかります（スライド３）。今後、人口の多いインドや中国がさらに経済発展すれば、膨大なエネルギーが必要となります。

ＩＥＡの予測（World Energy Outlook 2025）では、２０５０年には約６０兆ｋＷｈの電気が必要となります（スライド４）。これを脱炭素電源で賄うには原子力

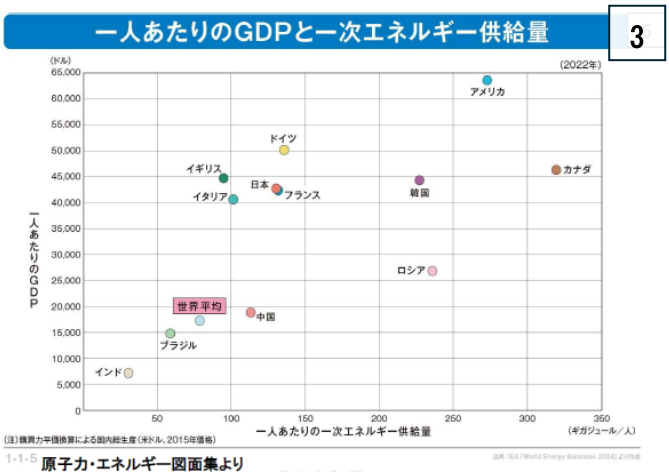
1



2



3

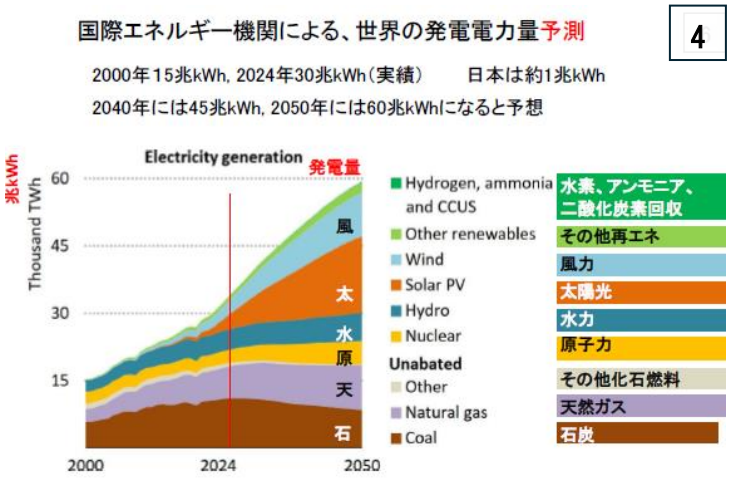


を現在の３倍にする必要があると言われ、世界的な趨勢となっています。

ここで、原子力発電のエネルギー密度の高さについて触れておきたいと思います。

同じ１００万ｋＷの電気を１年間作るために必要な燃料は、石炭火力であれば２３５万トンにも上りますが、原子力であればわずか２１トンのウランで済みます。極めて少ない燃料で膨大なエネルギーを生み出せるのが、原子力の最大の強みです。

4



今後、２０５０年には現在の倍の電気（約６０兆ｋＷｈ）が必要になると予想されています。世界的な脱炭素化の要請の中で、化石燃料を減らしつつ急増する需要に応えるためには、安定したベースロード電源である原子力発電を大幅に拡大していくことが世界的な趨勢となっています。

World Energy Outlook 2025 (https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025)

3.　日本のエネルギー事情とベストミックス

次に、日本のエネルギー事情に目を向けてみましょう。

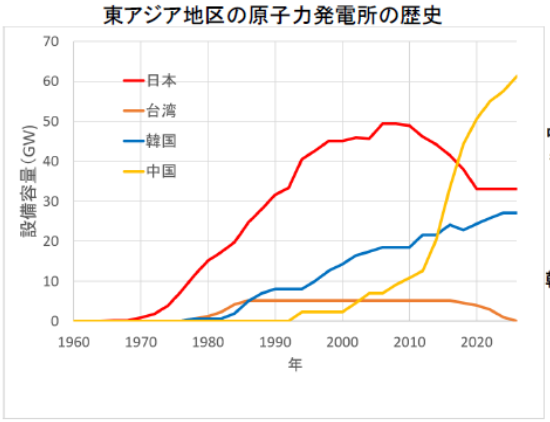
日本が福島事故後に停滞している間に、中国が猛烈な勢いで原発の建設を進めています（スライド５）。日本はエネルギー資源が極めて乏しく、化石燃料のほとんどを輸入に頼っています。ヨーロッパのように他国と送電線やパイプラインで繋がっていない島国であるため、エネルギー安全保障の観点から非常に脆弱な環境にあります。

さらに、二酸化炭素排出量の削減という大きな課題があります。

電源別のＣＯ２排出量を見ると、石炭や天然ガス火力に比べて、原子力や再生可能エネルギーは発電時にＣＯ２を排出しない極めてクリーンな電源であることがわかります。

日本のＣＯ２排出量の内訳を見ると、発電部門だけでなく、産業部門や運輸部門からの排出も大きな割合を占めています（スライド６）。これらを電気に置き換えるとなれば、莫大な電力が必要です。

5



IAEAデータベースより作成

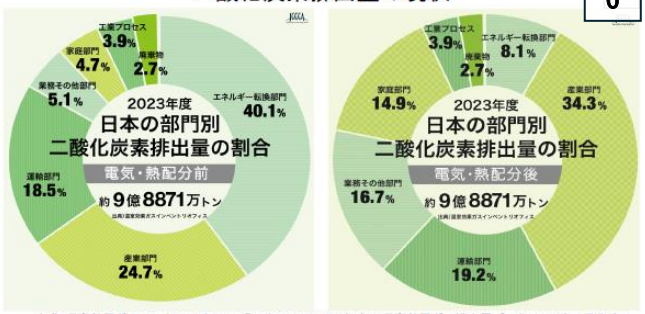
福島事故後、原子力の割合が激減し、化石燃料の割合が増加しました。再生可能エネルギーも増えましたが、全体をカバーするには至っていません（スライド７）。

ここで極めて重要なのが「ベストミックス」という考え方です。

太陽光や風力といった再生可能エネルギーの導入拡大はもちろん必須ですが、天候に左右されるため、それだけでは安定した電力供給を維持することは困難です。一方で、輸入に頼る化石燃料に過度に依存すれば、燃料価格の高騰や供給不安のリスクに直面します。

日本のエネルギー政策において、特定の電源にのみ依存するのではなく、太陽光、風力、石炭、天然ガス、水力、そして原子力をバランスよく組み合わせるベストミックスを目指すことが不可欠です。原子力も重要なオプションの一つとして確実に維持・活用していくことが強く求められます。

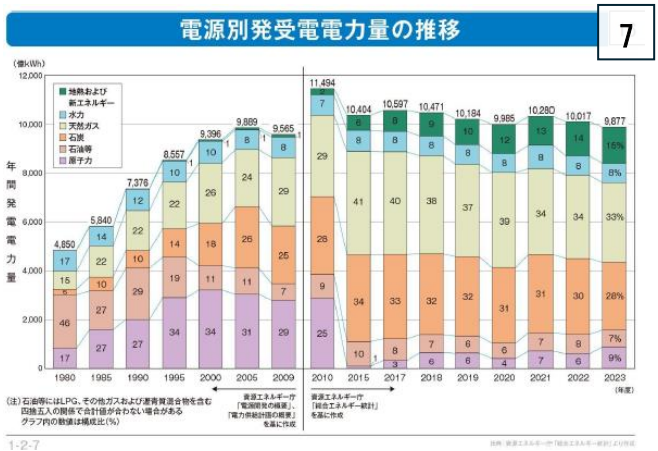
6



出典)温室効果ガスインベントリオフィス「日本の1990-2023年度の温室効果ガス排出量データ」(2025年4月発表)
排出量の単位は[百万トン-二酸化炭素(CO2)換算]
【電気・熱配分前排出量】は、発電や熱の生産に伴う排出量を、その電力や熱の生産者からの排出として計上した値。
【電気・熱配分後排出量】は、発電や熱の生産に伴う排出量を、電力や熱の消費量に応じて各部門に配分した後の値。

全国地球温暖化防止活動推進センター(JCCCA) Webより

7



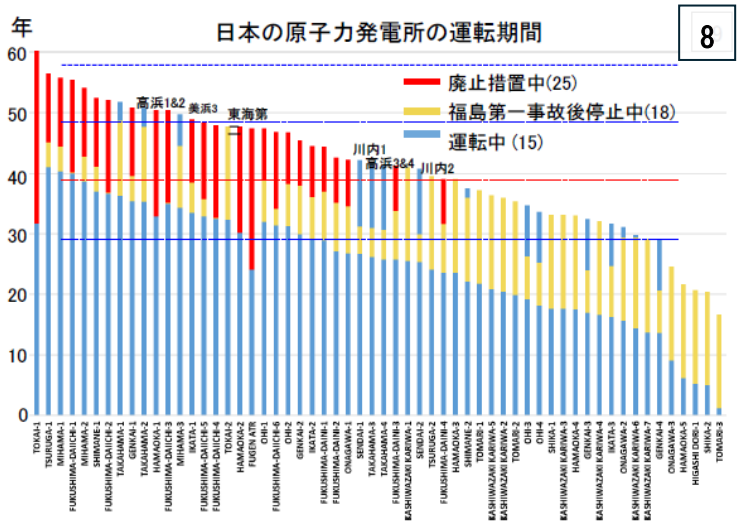
1-2-7

4. 既存原子力発電所の有効活用と長期運転

日本の原子力発電の現状を見てみましょう。福島の事故後、多くの原発が停止し、不足分を化石燃料で補ってきました。これにより、電気代の高騰や国富の流出が生じています。

現在、日本には多くの原子力発電所が存在しますが（全５８基（研究段階含む））、廃止措置中が２５基、事故後停止中が１８基、実際に運転中なのは１５基に留まって

8

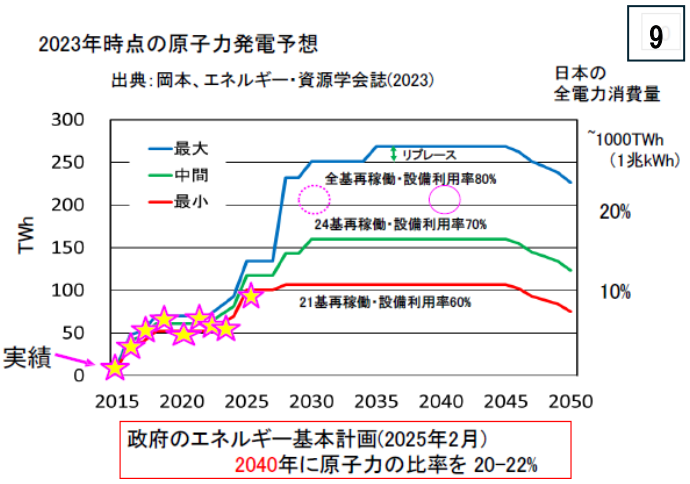


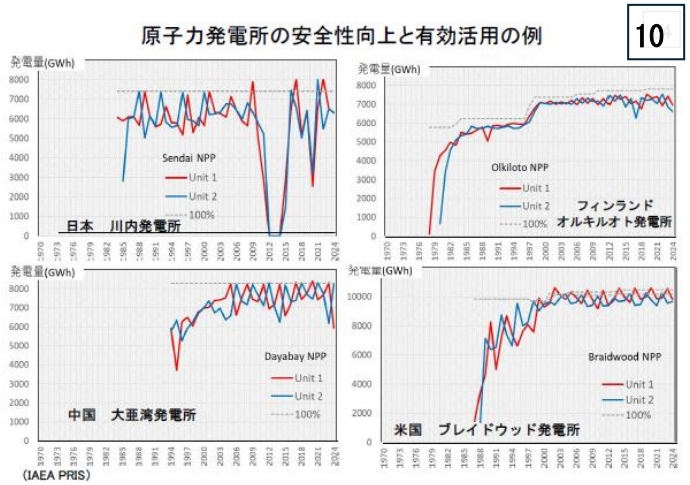
います（スライド８）。既存の原発をいかに有効活用するかが鍵です。

日本の原子力発電所の運転期間を見ると、建設から４０年を超える古いプラントが多く存在しています。原子炉の運転期間は原則４０年、最大６０年とされてきましたが、法改正により安全審査等で停止していた期間を除外することが可能となり、実質的に６０年以上の運転が見込めるようになりました。

原子炉が停止している間は、中性子の照射による材料の劣化がほとんど進まないため、この除外は科学的にも合理的な判断と言えます。これにより、実質的に６０年以上の長期運転が見込めるようになりました。米国ではすでに８０年までの運転延長が認められている事例もあります。

既存の原発が再稼働し運転延長を行ったとしても、２０４０年代には寿命を迎えるプラントが増え始めます（スライド９）。目標を維持するためには、既存炉の活用だけでなく、新しい原発の建設（リプレースや新設）を検討すべき時期です。





しかし、ただ古いプラントを漫然と動かせばよいわけではありません。既存炉の安全性向上と有効活用が不可欠です。米国の原子力発電所も、かつては頻繁に停止し、稼働率が低い時期がありました。しかし、リスクに基づく保守管理規則（メンテナンスルール）が導入されたことで、トラブルが減少し、稼働率が劇的に向上しました。日本でもこうした合理的な規制と保全の仕組みを取り入れ、安全性を高めつつ、既存の設備を有効に活用していく必要があります（スライド１０）。

5.　次世代革新炉への期待と新ビジョン

原発の新設には莫大な投資が必要であり、国が投資リスクを低減する仕組みが不可欠です。

現在、世界で開発が進む大型軽水炉は、過酷事故対策が大幅に強化されています。日本でもメーカーが新設計の原子炉を開発しています。三菱重工が提案する次世代加圧水型軽水炉は、最新の安全基準を満たし、テロ対策や過酷事故対策が万全に施されています。

一方で注目を集めているのが小型モジュール炉（ＳＭＲ：Small Modular Reactor）です。工場で組み立てて運べるため、建設期間の短縮と初期投資の低減が可能です。米国では、トランプ政権は大型原子力発電所の建設を唱えていますが、電力会社は小型モジュール炉を指向しています。

日本が強みを持つ次世代炉に「高温ガス炉」があります（スライド１１、１２）。日本が世界に誇る研究施設として、茨城県大洗町にある高温工学試験研究炉（ＨＴＴＲ）があります。

高温ガス炉は、冷却材に水ではなく安定なヘリウムガスを使用し、燃料には耐熱性の高いセラミックで被覆された微小球状燃料（ＴＲＩＳＯ燃料）を用います。この原子炉の最大の特徴は「物理的に安全性が確保されている」つまり「超安全」であるという点です。万が一、電源が完全に喪失し、冷却材の循環がすべて止まるという福島事故のような過酷な事態に陥ったとしても、高温ガス炉は制御棒を挿入しなくても自然に停止し、炉心の熱は外側へ自然に放熱されてゆっくりと冷えます。燃料が溶融することは物理的に起こり得ないのです。

実際にＨＴＴＲでは、冷却系をすべて停止させるという過酷な模擬試験を実施し、何もしなくても原子炉が安全に停止し、冷えることを世界で初めて実証しました。

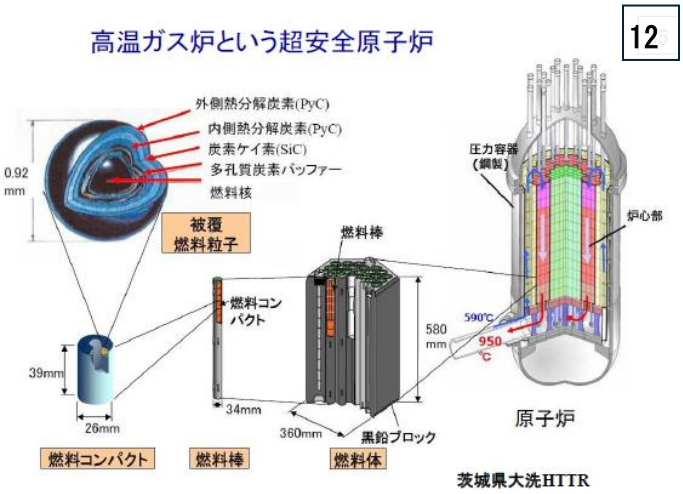
さらに、高温ガス炉は発電以外の多目的利用が可能です。

高温ガス炉は、約９５０度という極めて高い温度の熱を取り出すことができます。この高温の熱を利用して、水を熱化学的に分解する「ＩＳ法」を用いることで、二酸化炭素を一切出さずにクリーンな水素を大量に製造することが可能になります。

水素は次世代のクリーンエネルギーとして期待されており、自動車の燃料や製鉄プロセスの脱炭素化など、幅広い産業分野での活用が見込まれています。

高温ガス炉は、単に電気を作るだけでなく、水素製造や産業用熱の供給、海水の淡水化など、脱炭素社会を支える「多目的エネルギーシステム」として機能するのです（スライド１３）。

このように、安全性が極めて高く、多様なニーズに応える次世代革新炉の開発と実用化を進めることが、日本の原子力エネルギーの新たなビジョンとなります。

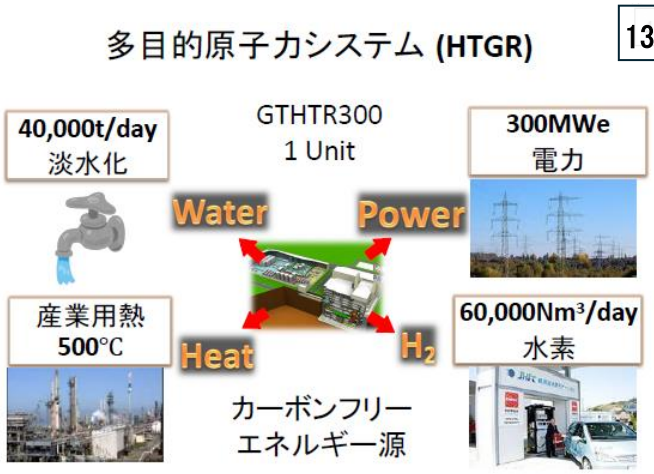


6.　まとめ

最後にまとめとなります。

２０５０年に向けた脱炭素社会の実現と、安定したエネルギー供給を両立させるためには、原子力発電の活用が不可欠です。

まずは失われた国民の信頼を回復し、事故リスクを徹底的に低減する努力を継続することが大前提です。その上で、日本のエネルギー政策において、特定の電源に偏らない「ベストミックス」を追求し、原子力も重要なピースとして維持していくことが極めて重要です。既存の大型炉については、安全性を向上させつつ長期的な有効活用を図る。そして同時に、小型モジュール炉（ＳＭＲ）や高温ガス炉といった、安全性と経済性、多目的利用を兼ね備えた次世代革新炉の開発を国主導で加速させる。これが、私たちが目指すべき新たなビジョンです。



【質疑応答】

Ｑ１：核融合発電についてはいかがでしょうか。将来実用化すればクリーンエネルギーとして期待されると思いますが。
Ａ１：核融合については現在、国際熱核融合実験炉（ＩＴＥＲ）がフランスで建設中ですが、技術的なハードルは極めて高いのが実情です。１億度という超高温でプラズマを制御し、巨大な装置で反応を持続させる必要があります。物理的にプラスの電荷同士をぶつける制御が極めて困難で、実用化にはまだ数十年かかるでしょう。当面は既存の軽水炉や次世代の核分裂炉での対応が現実的です。

Ｑ２：ＩＥＡの予測では再生可能エネルギーへの依存度が高いように見えますが、信頼性はいかがでしょうか。
Ａ２：ＩＥＡの予測は「あるべき姿」として脱炭素の目標に強く引っ張られている部分があります。たとえば、太陽光を現在の１０倍にするというようなシナリオは、土地の制約や蓄電池のコストを考えると現実的には非常に困難です。太陽光や風力といった変動電源だけで脱炭素を完全に達成するのは難しく、ベースロード電源としての原子力がどうしても必要になってくるというのが専門家としての現実的な見方です。

Ｑ３：福島事故の際、電源が失われたことが事故拡大の原因でしたが、バックアップ電源の備えはどうなっていたのでしょうか。
Ａ３：福島第一原発でも、ディーゼル発電機やバッテリー等によるバックアップ電源は当然用意されていました。しかし、想定をはるかに超える大津波により、地下にあった発電機や配電盤が水没し、すべて機能しなくなってしまったのです。
すぐ近くにあった東北電力の女川原発は、敷地が高かったため津波の直撃を免れ、電源を失うことなく安全に停止し、冷却を続けることができました。
現在の新規制基準では、この教訓を踏まえ、津波が到達しない高台への電源車の配備や、テロ対策施設（特重施設）内への予備電源の設置など、多重多様なバックアップが厳格に義務付けられています。

Ｑ４：トリウムを利用する原子炉の開発状況と将来性について教えてください。
Ａ４：トリウムはウランよりも埋蔵量が豊富で、インドや中国が熱心に開発に取り組んでいます。資源の観点からは非常に有望な燃料です。
しかし、トリウム単体では核分裂を起こさないという大きな課題があります。核分裂を開始させるためには、ウランなどの中性子を放出する他の物質と組み合わせて使う必要があり、技術的な「ひと手間」と余分なコストがかかってしまいます。
将来の有力な選択肢の一つではありますが、コスト面や技術的ハードルの問題から、日本政府は現在、トリウム炉の開発には積極的ではありません。
一方で、中国はトリウム炉も含め、高温ガス炉や高速炉などあらゆるオプションの技術開発を猛烈な勢いで進めています。日本としても、将来のエネルギーセキュリティの観点から、技術的な選択肢の幅を広げておく意味で、基礎的な研究や動向の注視を続けることは重要だと考えています。

本日は長時間の講義にお付き合いいただき、誠にありがとうございました。日本のエネルギーの未来に向けて、新たなビジョンを皆さまと共有できたのであれば幸いです。これで私の講義を終わります。

岡本 孝司（おかもと こうじ）先生のプロフィール

東京大学大学院　工学系研究科　名誉教授
東京都文京区本郷７－３－１
e-mail: okamoto@n.t.u-tokyo.ac.jp
（日本保全学会理事長）
（日本原子力研究開発機構　シニアアドバイザー）

学歴
昭和 58 年 3 月　東京大学工学部原子力工学科卒業
昭和 60 年 3 月　東京大学大学院工学系研究科原子力工学専門課程修士課程修了
平成 4 年 2 月　博士(工学)取得東京大学大学院工学系研究科

職歴
昭和 60 年 4 月　三菱重工業(株)神戸造船所勤務
昭和 63 年 6 月　東京大学工学部原子力工学科助手
平成 5 年 2 月　東京大学工学部附属原子力工学研究施設助教授
(平成 6 年 3 月　米国テキサスＡ＆Ｍ大学客員助教授)
平成 16 年 4 月　東京大学大学院工学系研究科教授
平成 17 年 4 月　東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
平成 23 年 4 月　東京大学大学院工学系研究科教授
(平成 30 年 4 月～令和 7 年 3 月　日本原子力研究開発機構廃炉環境国際共同研究センターセンター長兼務)
令和 8 年 6 月　東京大学名誉教授
　　一般社団法人日本保全学会理事長

免許・資格　　原子炉主任技術者、高圧ガス保安責任者(乙種機械)、二級無人航空機操縦士

自己紹介
　原子力工学を専門とし、その中でも原子力安全学、原子炉熱流動学など、原子力システムの安全性に関する研究教育を長年にわたり実施してきている。東京大学が保有する原子炉「弥生」の原子炉主任技術者を務めた経験があり、原子力システムの現場での経験も長い。現在、原子炉「弥生」は廃止措置中であるが、退職まで原子炉本部長として廃止措置の安全確保に努めていた。
　福島第一原子力発電所事故の前は、原子力安全委員会の原子炉安全審査部会の委員を長く勤め、もんじゅ再稼働においては、審査部会主査を務めた経験もある。耐震バックチェックの審査委員会メンバーでもあり、耐震設計に関する知見も深い。また、経済産業省の原子力発電所の検査の在り方検討会委員を務めた経験もあり、現在原子力規制委員会が進めている ROP を始めとする発電所の安全性向上に対する進んだ知見を持っている。
　福島第一原子力発電所事故時には、NHK などにおいて事故の概要について解説を行った。事故終息後には、日本原子力学会事故調査委員会委員や、原子力賠償・廃炉支援機構運営委員会委員など、福島第一原子力発電所の廃炉に関する研究、教育活動を積極的に進めている。また、アメリカ、フランス、スイスを始めとした、海外の原子力発電所や規制当局を 30 ヵ所以上訪問するなど、海外の原子力安全規制や、バックエンドに対する深い経験を持っている。英国物理学会フェロー、日本工学会フェローなど