

## 特集 原子力発電を考える



# 原子力発電の展望

ウクライナ危機で顕在化したエネルギー安全保障問題。  
電力の需給逼迫回避と脱炭素化推進へ、  
国も原子力の今後の活用に向け、新增設や建て替えを含め、様々な検討を始めた。  
エネルギー自給率の低い日本で原子力の必要性が高まるなか、  
改めて「原子力発電」について考えた——

藤沢久美 × 秋元圭吾  
国際社会経済研究所 理事長 地球環境産業技術研究機構 主席研究員



YOU'S

[ユーズ] December 2022 | No.6

CONTENTS

特集

原子力発電を考える

02 [対談] 藤沢久美×秋元圭吾  
原子力発電の展望

09 DATA BOX 三石誠司  
「食料自給率38%のリスク」

11 ACTIVE KANSAI  
原子力の未来を拓く——  
関西現場レポート

18 余話一話 牛窪 恵  
「注目ワードから紐解く 2023年トレンド大予想」

19 かんてんUpdate  
安全確保を最優先に——  
原子力発電のいま

Web サイト限定コンテンツも  
順次公開していきます。  
ぜひアクセスください。



関西電力 ユーズ 検索

## ● ウクライナ危機と電力需給逼迫で ● 改めて突きつけられた原子力の重要性

藤沢 ウクライナ危機を皮切りに、原子力を含めエネルギー選択をどうするか、私たち自身が真剣に考える必要があると痛感していますが、秋元さんはエネルギーをめぐる現状をどう捉えていますか。

秋元 世界的な脱炭素化の流れのなかで、再生可能エネルギーと原子力の重要性が増大。日本では2020年10月に当時の菅首相が脱炭素社会実現を打ち出すも、再エネはともかく、原子力は11年の東京電力福島第一原子力発電所事故を引きずり、後回しにされてきました。事故後、エネルギー基本計画を何度も議論しましたが、常に原子力はできるだけ削減する方向。ウクライナ危機で改めてエネルギー安全保障・安定供給、経済性を考えたとき、原子力の必要性が浮き彫りになりました。電力の需給逼迫も重なって、社会の認識が変化しており、国も原子力推進に動き始めたのが現状です。

藤沢 原子力は電力安定供給や脱炭素化に向けても重要な役割を果たすにもかかわらず、震災後はそれを議論する空気がなかった。今、空気は変わってきたと理解していいですか。

秋元 そう思います。21年10月のエネルギー基本計画も従来同様、原子力は削減方向の記述でしたが、その後、急速に状況が変化しました。欧米でも原子力に否定的だった国が、あっという間に手のひら返し。欧州は理念を打ち出すのが得意で、必要があればうまく理屈をつけて変えています。

## ● 先進国の原子力活用は ● 途上国のエネルギーアクセス改善にも資する

藤沢 ドイツなどまさにそうですね。コロナ禍で海外の変化を直接肌で察知する機会が減っていますが、皆さん自国の事情で、最適なエネルギーは何かを考え、政策を変えている。日本も右往左往せず、日本としてどういうエネルギー構成にすれば、将来的にも世界的にも優位なポジションを取れるかを、そろそろ冷静に考える必要があります。変化は悪いことでは



藤沢久美 ふじさわ くみ

国際社会経済研究所 理事長

1967年大阪府生まれ、奈良県育ち。大阪市立大学卒。95年日本初の投資評価会社IFIS起業、2000年シンクシンク・ソフィアバンクの設立に参画、13年から代表を務め、22年4月より現職。政府各省審議委員、日本証券業協会理事など公職に加え、上場企業の社外取締役なども兼務。著書『最高のリーダーは何もしない』『あの会社の新人は、なぜ育つのか』など。

<https://kumifujisawa.jp/>

ない。政策は国民の幸せのためにあるので、変わることも当然あり得ます。

秋元 私も22年夏、久しぶりに渡欧し、原子力政策について欧州の研究者と話し合意したのが、原子力の活用は自国のメリットだけではないということです。ウクライナ危機で化石燃料の価格が高騰するなか、先進国が原子力を使えば、化石燃料に余裕が出て価格が低下し、途上国のエネルギーアクセス改善にもつながります。日本だけでなく世界に貢献できるエネルギー政策を持つことを考えたいですね。

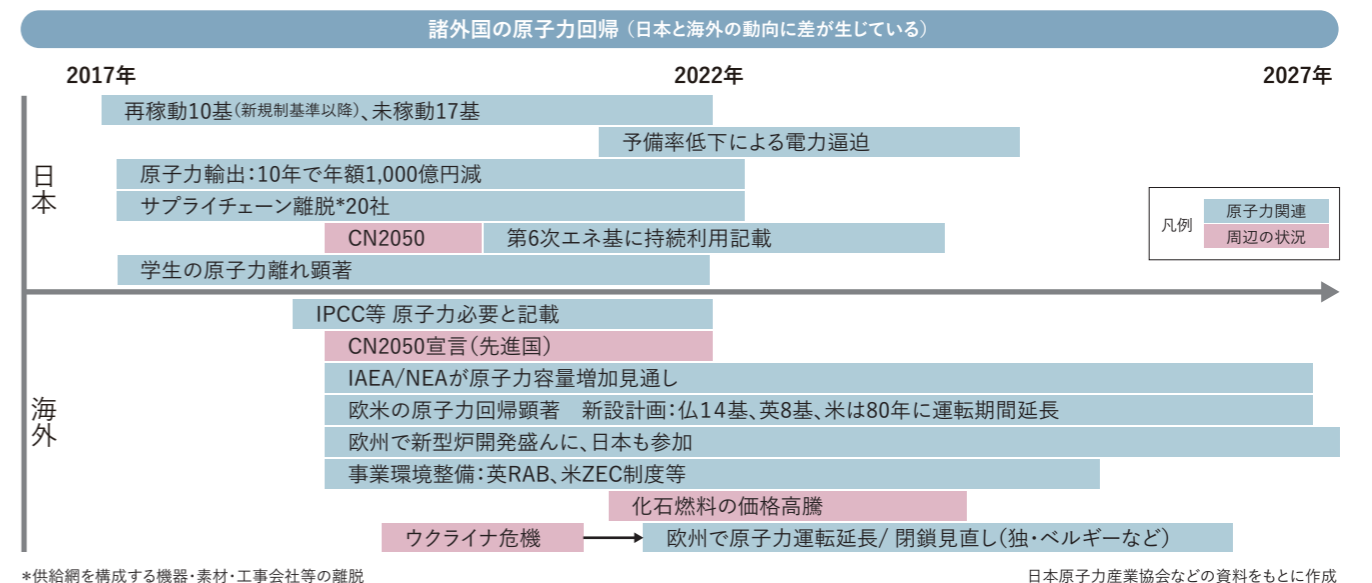
藤沢 今の視点はすごく大事。先進国だけで仲間づくりをする時代は終わり、途上国も一緒に仲間づくりをするにあたって、エネルギーをどう分け合うかは非常に大切です。

秋元 そうです。原子力を途上国で使うのはハードルが高い。日本で使うことが、間接的に海外にも良い影響を与えるわけです。

## ● 技術流出・国富流出で「瀬戸際」の原子力 ● 経済安全保障へ、再エネとの二項対立を解く

藤沢 ただ、原子力が重要と言っても、いやいや、再エネが伸びているから大丈夫だという声も多く聞きます。原子力と再エネの二項対立はどう考えればいいですか。

秋元 脱炭素化には、再エネの拡大はもちろん必須ですが、再エネで全て賄えるのかということが問題です。再エネはエネルギー密度が低いので、量を増やすには膨大な土地が必要。国土面積の狭い日本では、建設が難しい土地での開発も必要になるため、発電単価は高騰します。また変動性が高く、電力の需給調整は至難の業。少ないうちは火力で調整できますが、量を増やすと蓄電池など系統安定コストが膨大に。さらに地域偏在性。北海道は風力、九州は太陽光の適地ですが、大需要地まで運ぶには送電線増強等の費用が高みます。





一方、原子力は比較的安く、大量の電気を賄えるものの、活用には社会の理解が必要です。そういった特性を踏まえないといけないので、やはりエネルギーをどうミックスしていくかに帰結します。

**藤沢** 日本の経済安全保障の観点からも、再エネと原子力は両方必要だと考えています。というのも、日本は非常に早く太陽光や風力に着手しましたが、今やほとんど外国製。日本の経済力という点では、国富流出が甚だしい。一方で原子力は、まだ日本が世界の中で優位に立つことができ、経済力の源になる技術。これを上手に使わないと、日本は地球に優しい国になっても、国富流出で国民には優しくない国になる。今こそ経済安全保障を考えたいですね。

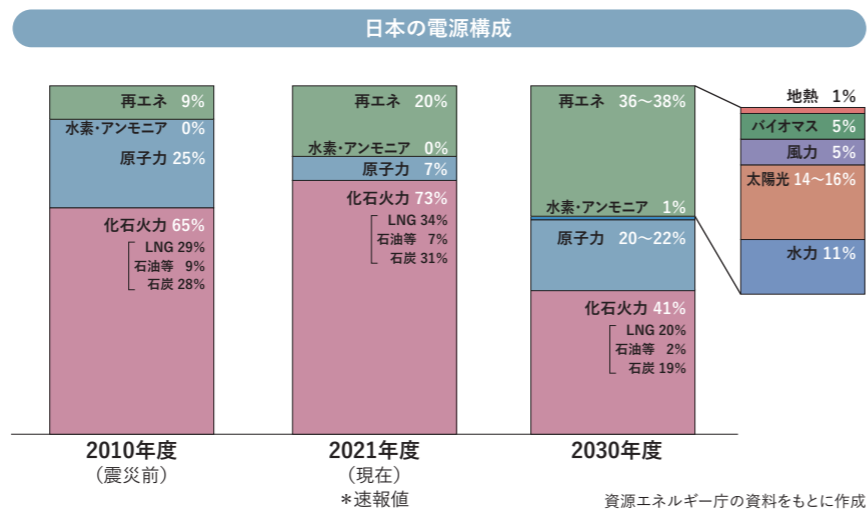
**秋元** 原子力は、このままの状況が続くと、日本から技術が流出するギリギリの瀬戸際です。日本から原子力がなくなれば、将来必要になったとき、外国の技術を使うのか、という話になります。再エネは既に国富が流出しているが、原子力は国内でお金を循環でき、技術力を高める余地もあります。経済安全保障上も産業政策上もエネルギー戦略上も、原子力の活用を今一度考えなければいけないと思います。

**藤沢** ギリギリという状況はすごく怖い。発電所の新增設だけでなく廃炉も、技術者がいないとできないですよ。技術者の育成と技術継承は不可欠です。

**秋元** 英国は原子力を再開しようとしています。1995年以降新增設を行っていないので、既に国内には技術者が十分おらず、コスト高の悪循環。日本はまだそこまでは至っていませんが、かなり危ないのが実態。原子力の技術者は高齢化してきており、実際に原子力発電所の建設などが伴わないと、若い研究者が入ってきません。大学も原子力関係者は減っているので、相当ギリギリのタイミングじゃないでしょうか。

**藤沢** 確かに現場がないと技術は磨けませんからね。

**秋元** 技術継承は時間がかかることを考えると、事態は切迫しています。



## ● 長期安定供給・脱炭素化に資する電源には ● 投資予見性が高まる制度設計を

**藤沢** ギリギリの状況下、原子力を維持するにはどうすればいいですか？

**秋元** 原子力は初期投資が膨大ですが、稼働すれば設備利用率は高く発電電力量も大きいという、長期で回収する形の電源。なので原子力の維持には、長期的な投資回収の高い予見性が必要です。

ところが震災後の電力自由化で、電気事業の先行きは不透明性が増しています。恐らく50年後も我々は電気を使い続け、しかも脱炭素の文脈では電化を進めるので、電気は重要な財。しかし市場経済下では、短期的な電源の優位性が高まり、長期で回収する原子力には投資が集まりにくい。CCSの発電所や水素・アンモニア発電も同様。市場に任せ過ぎると、3年ほどで投資回収しやすい電源ばかりになりかねず、長期の安定供給等に支障を来すおそれもある。初期投資が大きく長期で回収せざるを得ないが、長期的な安定供給、脱炭素化に資する電源には、自由化と折り合いをつけながら、もう少し予見性が高まって投資促進する制度があっていいと思います。

例えば英国が原子力発電所の新設にあたって導入したRABモデルという資金調達手法は総括原価です。英国は自由化先行国ですが、総括原価の制度のほうが投資予見性が高まると考えた。電源特性に応じた制度設計が望ましいですね。

## ● 運転期間延長・デジタル化で安全性を高め ● 新增設・リプレースに向け地域共生を図る

**藤沢** アメリカなどでは原子力の定期検査の間隔、つまり連続運転期間を延ばして、日本もそうすれば原子力の稼働率は上がり有用性が増します。

**秋元** 長期サイクル運転には不安の声もありますが、短い間隔で起動・停止を繰り返すほうがリスクは高いという見方もあります。

**藤沢** 安全性ということではデジタル化を推したいです。10年

### 秋元圭吾 あきもと けいご 地球環境産業技術研究機構(RITE) 主席研究員

1970年富山県生まれ。横浜国立大学大学院工学研究科博士課程修了。RITE入所、2012年より現職。専門はエネルギー・環境システムの分析・評価、地球温暖化対応戦略の政策提言。経済産業省 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員、電力・ガス事業分科会委員など公職多数。共著『長期ゼロエミッションに向けて』『温暖化とエネルギー』など。

<https://www.rite.or.jp/system/members/akimoto.html>

### RABモデル

英国における新設原子力発電所の資金調達手法「規制資産ベース(Regulated Asset Base, RAB)モデル」。規制当局が認可した投資を、規制料金を通じて回収する仕組み。

### 総括原価

総原価(=「適正費用」+「公正報酬」-「控除収益」)を算出し、総原価と料金収入が一致するよう料金単価を定める方式。適正費用とは燃料費、修繕費、減価償却費、人件費など。





### デジタルツイン

インターネットに接続した機器などを活用して、サイバー空間内に現実空間の環境を再現。現実世界と対になる双子を構築し、モニタリングやシミュレーションを可能にする仕組み。

ほど前ですが、私が原子力発電所を見学したときは、入構時のパスポートによる本人確認に始まり、紙が多いと感じました。もっとデジタルを活用すれば、より緻密な管理が可能になり、安全性は増すのではないのでしょうか。

実は私の今の職場は、ゲートも食堂もコンビニも全部顔認証。とても便利で、かつ、セキュリティカードやパスワードの貸し借りもなく安全です。発電所の場合、どういう人がどこにいるかはすごく大事。デジタル技術を使えば、安全をかなり担保できそうです。また先頃、新型原子炉の研究者の話で興味深かったのが、原子力発電所のデジタルツイン。事前に事故の原因と対策などをデジタル上で多様にシミュレーションできるとか。

**秋元** 設計段階で多様な検証ができれば、コストもリスクも下げられます。

**藤沢** もう1つ、原子力推進には立地地域との共生、消費地の理解も大事。実際、働いている人の安全意識は極めて高いと感じました。

**秋元** 原子力は立地地域があってこそ。脱炭素化を考えると、新增設・リプレースは不可欠で、地域との信頼関係なくしては進みません。

まずは頑張っている現場の人の姿を大勢に見てほしいですね。地域の発展に寄与している原子力の良い面もメディアは伝えるべきです。

**藤沢** 今はオンラインでつながるので、全国の子供や若者が対話会やバーチャル見学会に参加できればいいと思います。若い世代にもっと原子力を知ってほしいですね。

**秋元** 私の理解だと、若い世代のほうが原子力に対する理解度が高く、中庸で柔軟な発想を持っています。若い世代が意思決定に関与していくことも重要ですね。

## ● 原子力維持で産業発展・国民の生活を支え、 ● 電力の枠を超える新事業創出も

**藤沢** エネルギー事業者、関西電力への提言をお願いします。

**秋元** 資源小国日本において原子力が経済成長を支えてきました。国民は日々当たり前のように電気を使っていますが、電力会社は停電もほとんど起こ

さず精一杯安定供給を続けている。

震災後の逆風で、原子力の維持は難しくなっているが、長期的に原子力は日本の産業発展・国民の生活を支えるものです。原子力比率が高い関西電力には、S+3E、安全を大前提に、エネルギー安全保障・安定供給と経済性、脱炭素化に資する電源として原子力をコアに、多様なエネルギーミックス実現へ責務を果たしてほしいと切に願っています。

そして従来は電力の安定供給に主眼がありましたが、自由化のなかではデジタルと組み合わせ、新サービスの創出も期待したいです。電力という枠を超え、新しいエネルギー産業、さらにエネルギーを超えた新サービスの提供を追求していただきたい。

**藤沢** 電力会社には、もっと多様なコラボレーションを望みたいですね。ドイツでは電力会社が街なかにインキュベーション施設を設置、スタートアップの人たちにデスクを提供して、新事業創出につなげようとしています。電力会社は自分たちの挑戦を応援してくれるパートナーなんです。

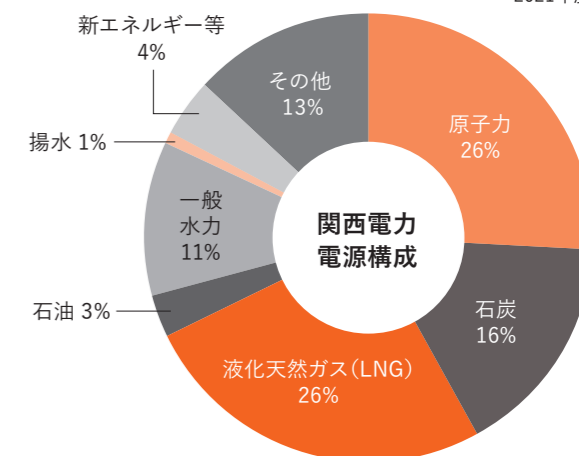
思うに日本の経営層は、もっと自ら外に出て海外を見たほうがいい。1次情報を持つ外国人と直接コミュニケーションすべきだと思います。メディアを通じた情報だけではすでに古くなっていることも多く、現状認識を間違ってしまう。ホットな情報を発信するメディアを自前で持ってもいい。特に日本は科学技術系のジャーナリストが少ないので、公的な存在の電力会社が先導して技術系企業とともにジャーナリスト育成に乗り出してもいいのではないかと思います。

本日はありがとうございました。Y

編集／田窪由美子（2022年11月4日対談実施）

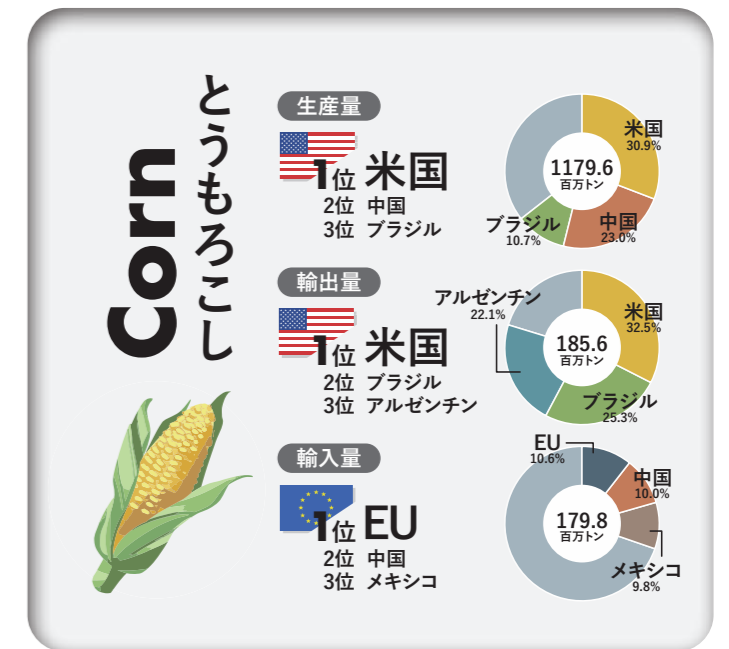
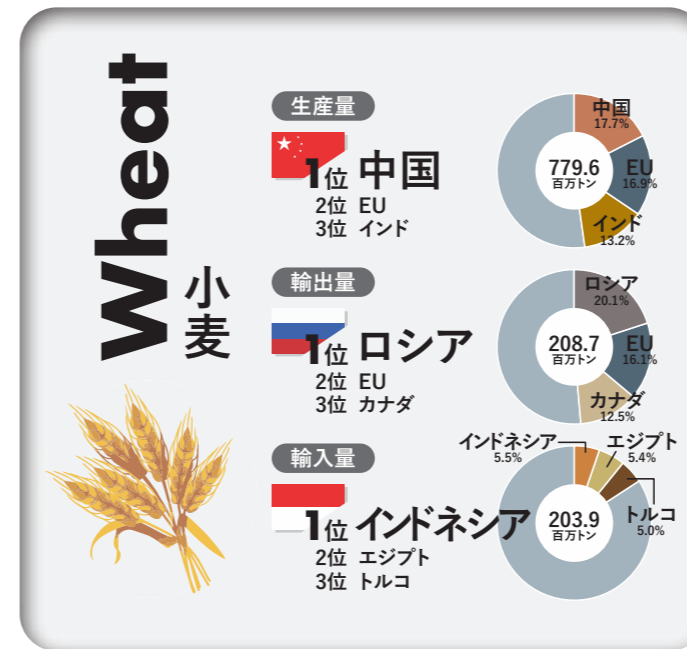
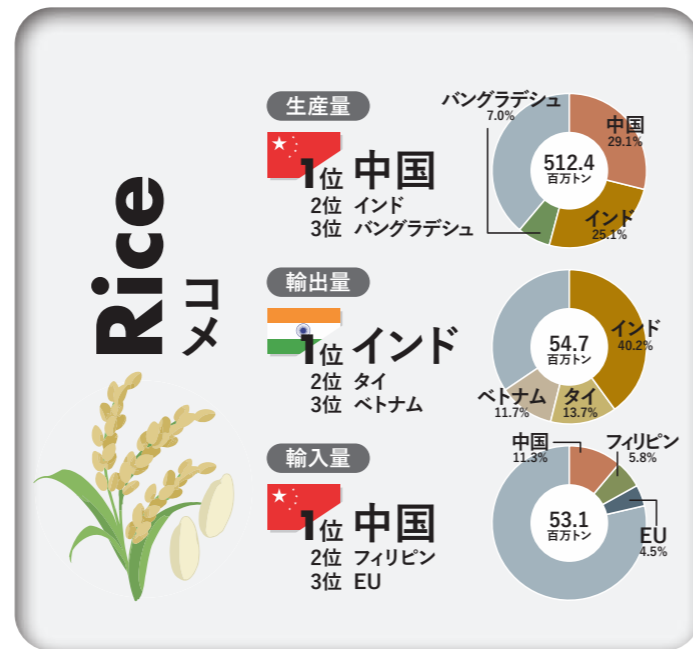
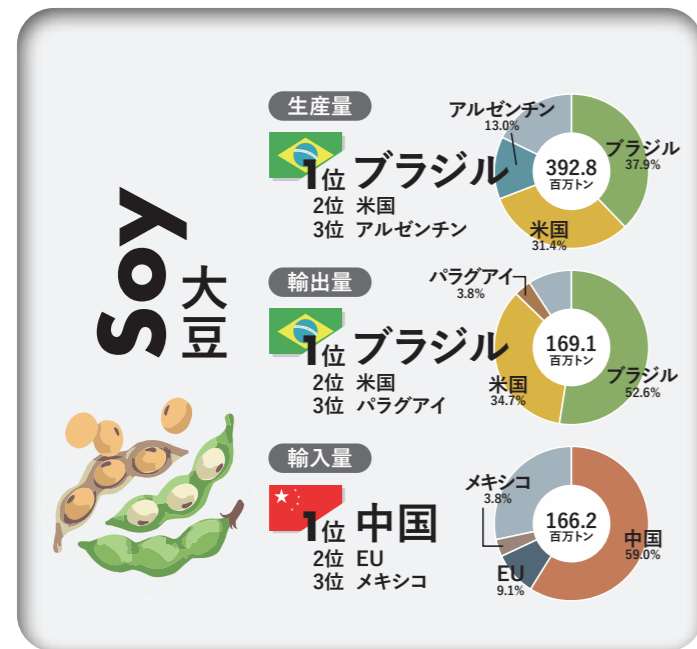
関西電力の電源構成（電源別需給実績）

\*2021年度



\*当社需要に対する発電電力量  
\*他社受電分を含む  
\*四捨五入の関係で合計と一致しない場合がある

穀物別生産・輸出入量の動向 農林水産省の2022年8月食料安全保障月報より作成



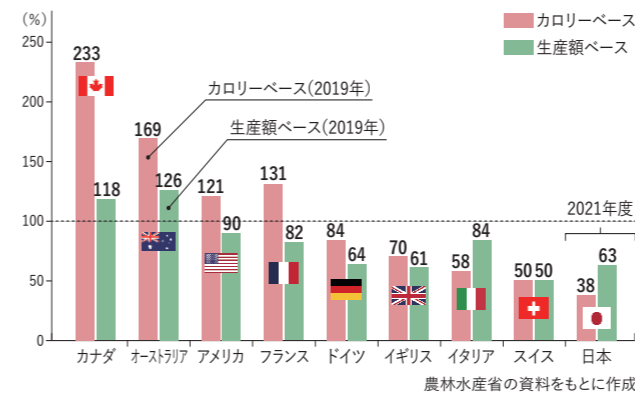
## 品目別輸入量割合から考える食の安全保障

# 食料自給率 38%のリスク

**ウ** クライナ危機の影響で食品の値上げが続いている。食料の国際価格は軒並み高騰しており、食料争奪戦が激化するなか、食の安全保障への関心が高まっている。

過去半世紀、日本人1人当たりが必要とするカロリーは概ね変わらないが、中身は大きく変化した。例えばコメは1,090kcalから475kcalに。代わりに増えたのは、畜産物(肉)と油脂。いわゆる食の欧米化だ。14億人市場の中国でも今、日本と同様に食の欧米化が進み、日本と比較すると既に食肉消費量は10倍以上、油糧種子の搾油量は30倍近くとなっている。大豆の輸入量トップが中国というのも、その結果だ。日本では味噌や豆腐などさまざまな食品に加工される大豆だが、中国を含め世界的には主に油の原料と家畜の飼料として使用する。中国ではコメの輸入量も増加。これは中国産米の価格上昇に伴い、ビーフンなど加工品を中心に安価な外国産米の使用が増えているためだ。アジアの小麦輸入量トップはインドネシア。同

日本と諸外国の食料自給率



国はコメが主食のイメージだが、食生活の変化を反映し、麺やパンに加工できる小麦の輸入が伸びている。とうもろこしの生産・輸出货量トップはアメリカだが、飼料やバイオ燃料として8割を自国で消費しており、輸出に回るのは生産量の2割に過ぎない。輸出はあくまで国内の余剰分という位置づけだ。今後国内消費が増えれば、輸出货量は減る可能性がある。

日本の食料自給率はカロリーベースで38%、世界

1位の農産物純輸入国だ。世界中から食料を調達しているが、生産国の状況により影響を受けやすい。加えて、中国や新興国の輸入量増加に伴い、買い手としての日本の存在感は低下している。

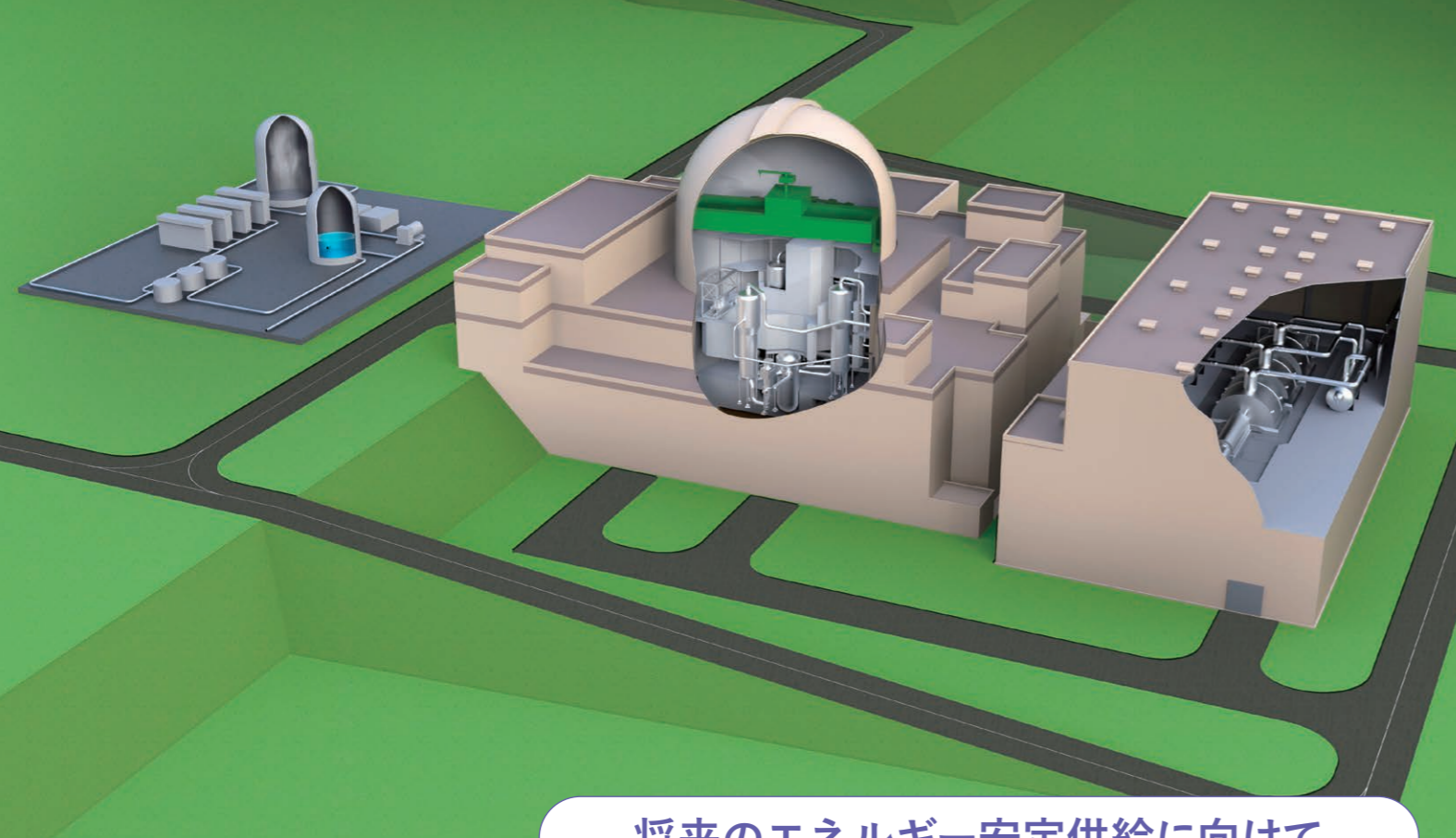
広がり過ぎたサプライチェーンはリスクが大きい。食料安全保障のためには、国内での農産物増産を含め調達網を見直し、不測時の代替手段を考えておくこと。さらに、長期的な視野で食料生産に携わる次世代を育てていく取組みなども必要だろう。Y



**三石誠司** みついでいせい  
宮城大学 食産業学群  
フードマネジメント学類 教授

1960年生まれ。神戸大学大学院修了。博士(経営学)。全国農業協同組合連合会等を経て、2006年より現職。農林水産省食料・農業・農村政策審議会委員などを歴任。

# 原子力の未来を拓く——関西現場レポート



革新軽水炉 SRZ-1200 イメージ

## 将来のエネルギー安定供給に向けて

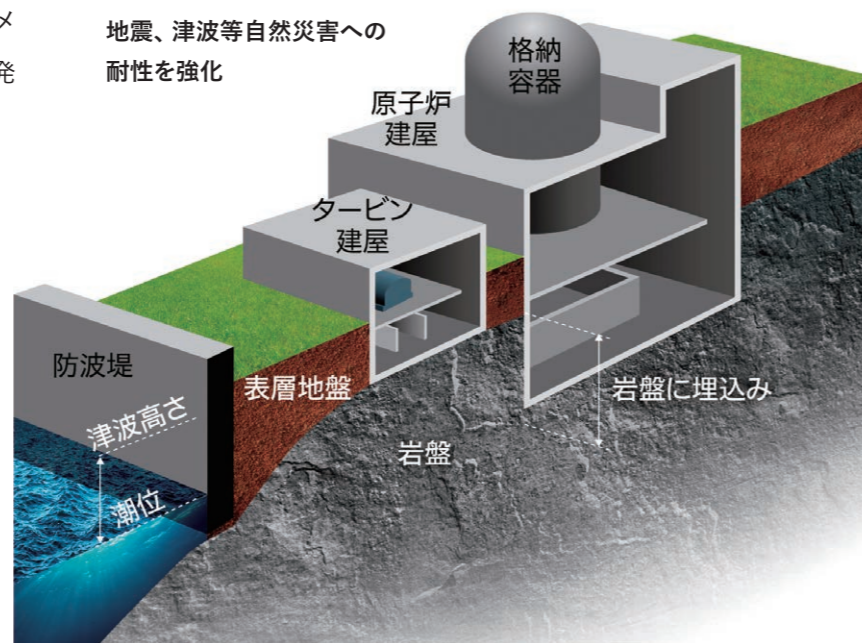
### 次世代原子炉開発

2 050年のゼロカーボン達成に加え、ウクライナ危機による燃料価格の高騰やエネルギーセキュリティの観点から、世界各国で原子力の重要性が見直されている。日本でも準国産エネルギーである原子力に対する社会の期待が高まり、活用に向けた動きが加速している。

こうしたなか、将来を見据えた次世代軽水炉の開発が進んでいる。神戸市にある三菱重工業原子力セグメントがその拠点だ。関西電力など電力4社と共同開発

する120万kW級の革新軽水炉「SRZ-1200」は2030年代半ばの実用化を目指す。福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、「既設の加圧水型軽水炉（PWR）で強化したシビアアクシデント対策に加え、炉心損傷に備える対策もより高度に設計に織り込み、安全性、信頼性は革新的に進化している」と話すのは、原子力

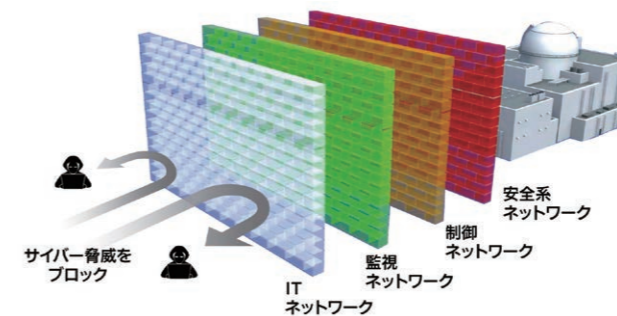
地震、津波等自然災害への  
耐性を強化



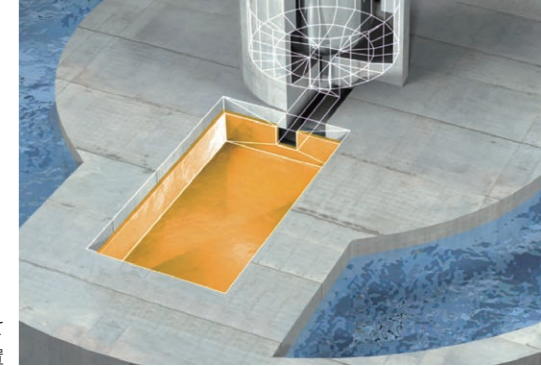
西谷 順一  
三菱重工業原子力セグメント  
原子力技術部次長

技術部次長の西谷順一さんだ。

SRZ-1200は地震、津波など自然災害への耐性やテロ、サイバー攻撃、航空機事故など外からの脅威に対するセキュリティを強化。加えて万が一の重大事故に備えて、溶融デブリを格納容器内で確実に保持・冷却するコアキャッチャを設置。さらに、放出される放射性物質の量を低減し、影響を発電所敷地内に留めるシステムの設計にも取り組む。さらなる再エネの拡大を見込んで、電力需要の細かい変化に合わせた出力調整機能も盛り込み、電力システムの安定化に貢献する。



多層、多様な手法でサイバー脅威から防御



溶融炉心対策として  
コアキャッチャを設置

このほか三菱重工業では、分散型小規模電源として30万kW級の小型モジュール炉、離島やへき地で使用するマイクロ炉、水素製造に適した高温ガス炉、原子燃料サイクルを担う高速炉などの開発も推進。いずれも2040年以降の実用化を目指している。

日本では2011年以降、原子力発電所の新增設計画が停止し、原子炉の製造に必要な高度な技術や部品などのサプライチェーンの維持が懸念されている。「一技術者として、原子力をエネルギー源として使っていくことは地球の将来に有益だと考えている。原子力技術を維持し、若い技術者を育てるためにも新しいプラントを早期に実現できるよう取り組んでいきたい」

### 脱炭素実現に向けた三菱重工業原子力事業の取組み

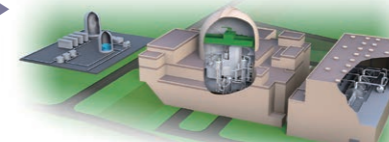
既設軽水炉



既設プラントの再稼働推進

革新軽水炉

研究開発/設計/建設



革新軽水炉(次世代軽水炉)

将来炉

研究開発/設計/建設

小型炉、高温ガス炉、高速炉、マイクロ炉ほか

核融合炉

ITER計画\*

原型炉

核融合炉

© ITER Organization, <http://www.iter.org/>

2020

2030

2040

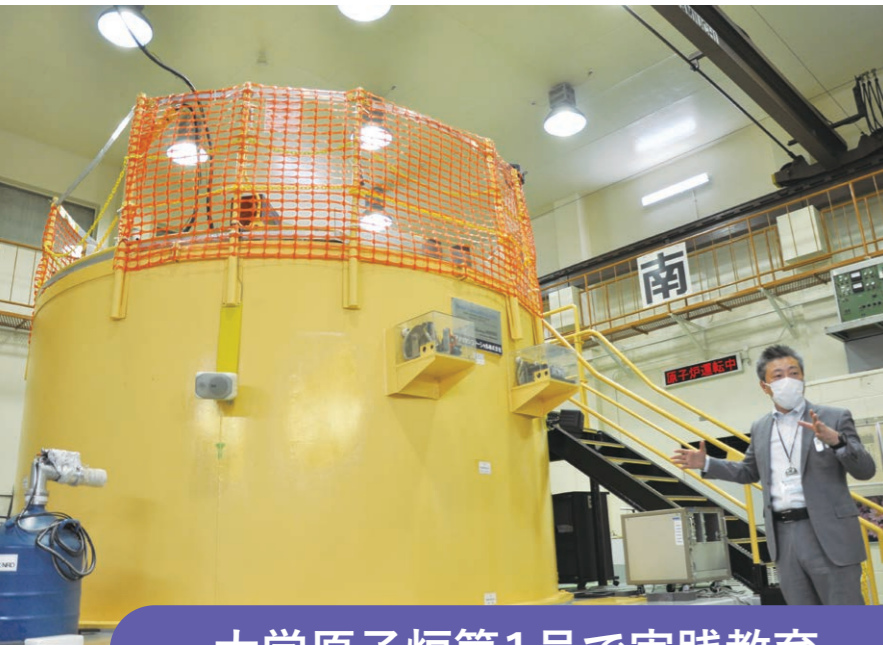
2050

\*ITER計画:核融合炉実験炉実現に向け7極(日、EU、米、露、中、韓国、印)政府により進められている大型国際プロジェクト

(写真提供:三菱重工業)



右／原子炉の運転を学ぶ海外の若手技術者・研究者  
下／近畿大学の教育用原子炉



**若林源一郎**  
近畿大学  
原子力研究所教授  
1970年生まれ。九州大学  
大学院工学研究科博士課程修了。専門は放射線工学。九州大学助教、近畿大学准教授を経て、2020年より現職。

## 大学原子炉第1号で実践教育

## 近畿大学の原子力人材育成

**原** 子力の活用には専門知識を持つ人材が欠かせない。人材育成の重要な担い手が、近畿大学原子力研究所だ。日本のエネルギー安定供給に向け、原子力の実践教育が必要と考えた初代総長・世耕弘一氏が原子炉の導入を決断。1961年に日本初の大学原子炉として運転を開始した。

近大原子炉は熱出力が1Wと小さいので、格納容器や圧力容器、冷却装置も必要ない。核分裂生成物の生成がわずかで、汚染や被曝の恐れが少ないため、炉心への接近や燃料操作が容易にできるのが特徴だ。「数式を解けば頭では理解できる。加えて実習を行うことで、数式どおりに動くかどうかリアルな体感を得て、研究の面白さを知る。工学分野は、実習で勘所を磨くことが何より大切」と、若林源一郎教授は強調する。

原子炉実習では、学生が原子炉の起動→臨界調整→出力変更→停止までの一連の操作を行い、基礎的な原子炉物理・放射線計測を体験する。全国14の大学・大学院および高専生に加え、アジア太平洋、ア

フリカを中心に海外からの研修生も受け入れている。取材当日、原子力研究所では国際原子力機関(IAEA)の協力による研修会が開かれており、アジア、アフリカの若手研究者・技術者10人が原子炉運転を体験していた。

全国の大学で原子力を学べる学部が減り、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故以降は学生の志望者数が減少している。「とはいえ、逆風のなかでも原子力に興味を持ち、学びたいという学生は存在し、意欲も高い。その受け皿を用意しておくことが重要だ。原子力利用は医療、宇宙、産業分野など裾野が広く、原子力発電所を持たないオーストラリア等でも科学インフラとして原子炉を持っており、理工学研究に生かしている。原子力先進国としてエキスパート育成に尽力していきたい」。原子力発電所の安全・安定運転や新增設にも原子力人材は不可欠だが、現在原子炉を保有する大学は近畿大学と京都大学だけだ。近大原子炉が果たす役割はますます大きくなっている。

**原** 子・分子レベルで物質の構造や機能を解明するナノサイエンス。その研究を支えているのが兵庫県佐用町の播磨科学公園都市にある大型放射光施設「SPring-8」だ。光速近くまで加速した電子の進行方向を曲げ、発生した放射光で、ナノ(10億分の1)の世界を可視化することができる。SPring-8は、世界最高峰の高輝度放射光が利用できる施設として1997年に稼働した。

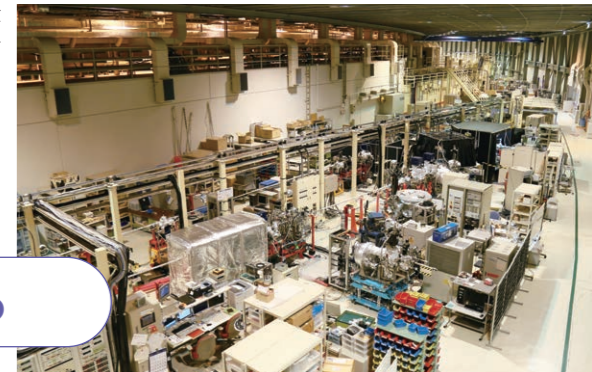
宇宙分野から生活関連までSPring-8の活用領域は広い。宇宙分野では、JAXAの探査機「はやぶさ2」が小惑星リュウグウから持ち帰った隕石に含まれる、含水鉱物や炭素物質の分布の観察に使われた。最近では新型コロナウイルス感染症の重症患者に使われる体外式膜型人工肺(ECMO)のチューブ改良に貢献。身近なところではシャンプーや虫歯予防ガムの商品開発への活用も。研究だけでなくさまざまな科学捜査にも使われており、2021年公開の「科捜研の女 一劇場版」のロケ地にもなった。

運用開始から25年、現在SPring-8のアップグレード計画が進められている。「多くの大学や研究機関、企業が利用しており、施設停止は困るという声も多く、

2024年東北大学での新中型放射光施設の運用開始を待って着手する」と石川哲也センター長。最大の改修ポイントは28年頃に計画している加速器の入れ替え。現在の100倍程度明るい放射光を発生できるようになるという。明るさが100倍になると時間内に得られるデータ量が大幅に増えることから、スーパーコンピュータ「富岳」との連携も強化していく。

アップグレードによってデータ量が格段に増える一方、データ処理に使う電力は膨大なものとなり、これまで以上の省エネ化が必要になる。SPring-8のために省電力サーバーや省電力半導体の開発を進めており、これらサーバー等を産業分野でも広く活用してもらえば、省エネ型のデジタル社会実現にもつながる。「SPring-8が世界No.1放射光施設であり続けることが、日本のイノベーション創出に不可欠」と力強く話してくれた石川センター長。ここから生まれるイノベーションに大きな期待を抱き、施設を後にした。

研究を行う実験ホール。ここでの研究が年間1000本を超える学術論文発表に繋がっている。



## ナノサイエンスを支え続ける

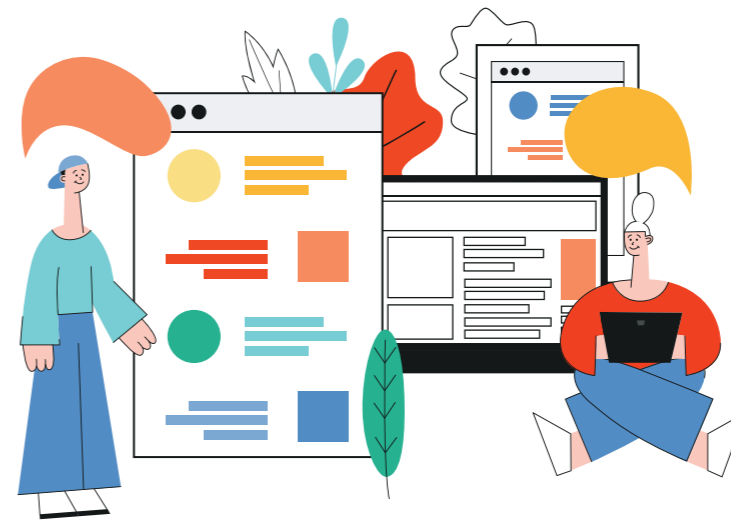
## SPring-8アップグレード計画



**石川哲也**  
理化学研究所  
放射光科学研究センター センター長  
1954年静岡県生まれ。高エネルギー物理学研究所などを経て、95年理化学研究所主任研究員としてSPring-8の建設を統括。2006年より現職。

(写真提供:理研)

注目ワードから紐解く  
2023年トレンド大予想



2023年のトレンドを予想する上で、注目ワードの1つは「イミ消費」。社会貢献や環境問題解決につながるような「意味」を持つものへの消費がZ世代を中心に進み、コロナ禍を経て幅広い世代に広がっている。「意味」として、代表的なものがサステナビリティやSDGs。2025年大阪・関西万博の大屋根が木造になると発表されたが、森林資源の循環利用を図る木造建築への注目が高まっている。ゼネコン大手も木造マンションやビルの建設に力を入れはじめた。フードロスや衣服ロスを減らすという点で、持たない・捨てないライフスタイルへの移行も見られる。23年も幅広い分野で、循環型のシェアサービスやサブスクリプションが出てくるだろう。

もう1つの注目ワードは「ニューレトロ」。Z世代の若者たちは、昭和や平成など古き良きものを「エモい」と感じ、強く惹かれる。仮想空間で売買されるデジタルアートには、意外にも、手づくりのぬくもりが感じられるものが多い。宮城県のお母さんたちが手作りするソックスモンキー「おのくん」がデジタルアート化され、話題になったことも。ただ懐かしむのではなく、レトロなものと最新技術を融合させたサービスや商品が、今後も生まれてきそう。

私は阪神タイガースファンだが、いまや「推し活」は世界規模に。試合や練習風景は全国どこでも動画配信で見ることができ、SNS上でも世界中のタイガースファンとつながれる。立命館大学のカナダ人講師による阪神戦実況ブログは、助っ人外国人選手の自国の家族にも好評だそう。

コロナ禍で多くの人が、自分にとって大切なものを問い直した。社会や環境への意識、人とのつながり、古き良きものの価値を再発見する傾向が、トレンドにも反映されそう。



**牛窪 恵** うしくほめぐみ  
世代・トレンド評論家  
1968年東京都生まれ。トレンド、マーケティング関連の著書多数。「おひとりさま」(05年)、「草食系」(09年)は、新語・流行語大賞に最終ノミネート。フジテレビ「ホンマでっか!?TV」、毎日放送「よんちゃんTV」などでコメンテーター等を務める。

がん治療の進化がめざましい。治療が困難とされる悪性脳腫瘍にも有効な治療法が見えてきた。その一つがホウ素中性子捕捉療法(BNCT)だ。がん細胞に集まるホウ素化合物を点滴し、体外から中性子線を照射してがん細胞を死滅させる。正常細胞にほとんど損傷を与えず、がん細胞のみを狙い撃ちできる画期的な治療法だ。「通常の放射線治療より正常細胞に与えるダメージははるかに小さく、放射線治療後に再発したがんの治療にも使えるのが大きなメリット」と話すのは、宮武伸一大阪医科薬科大学特別職務担当教員教授(特務教授)。悪性脳腫瘍の専門医で、2012年から悪性脳腫瘍のなかで最も予後の悪いがんである神経膠腫に対するBNCTの治験を進めてきた。

BNCTの研究は1950年代からアメリカで行われていたが、使用していたホウ素化合物や中性子線の品質が悪く、期待した結果が得られなかった。それを打開し

たのが日本におけるPET(陽電子放出断層撮影)という医療画像診断技術の進展だ。がん細胞だけに取込まれるホウ素化合物の開発によつて的確な診断が可能になり、同じホウ素薬剤で治療ができるようになった。さらに病院内に設置できる小型軽量で安全な加速器<sup>\*1</sup>が開発され、中性子を安定的に照射できるようになったことで、BNCTによるがん治療が大きく前進した。

2020年、頭頸部がんの保険診療が開始。脳腫瘍では、再発した神経膠腫に対して、開発企業<sup>\*2</sup>による企業主導治験が終了、承認申請に向けた準備が進んでいる。「既存の治療法では十分な成果が期待できない再発性神経膠腫の効果的な治療につながる」と宮武特務教授。がんと闘う人たちの希望となるBNCT治療のさらなる拡大に向け、宮武特務教授の挑戦は続く。

\*1 電磁波などにより粒子を加速しエネルギーを高める装置

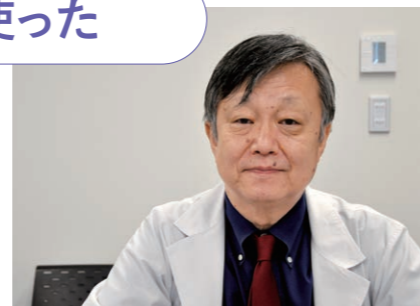
\*2 大阪医科薬科大学におけるBNCTの開発企業は、加速器BNCTは「住友重機械工業」、ホウ素薬剤は「ステラファーマ」

原子核を構成する粒子「中性子」を使った

次世代がん治療



BNCT治療の様子

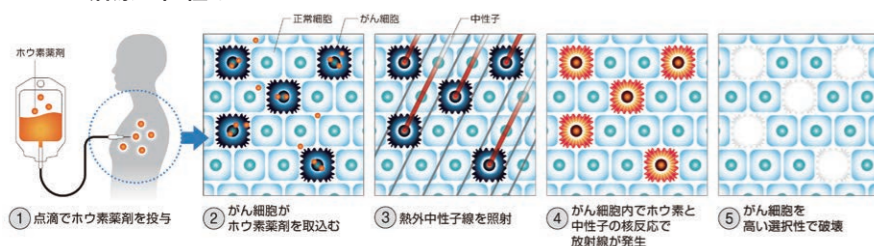


**宮武伸一**  
大阪医科薬科大学  
関西BNCT共同医療センター 特務教授  
1954年、京都府生まれ。京都大学医学部卒、同大学院修了後、母校で研究に携わる。2014年から大阪医科薬科大学医学部附属病院がんセンターで悪性脳腫瘍に対するBNCT治験を責任医師として主導。2020年より現職。



関西BNCT共同医療センター内に設置した加速器

BNCT治療の仕組み



# 安全確保を最優先に—— 原子力発電のいま

原子力7基体制の実現によるゼロカーボン化推進と  
安定供給体制強化に取り組む関西電力。  
一途にひたむきに安全を追求する現場の姿を追った——



高浜発電所

## 安全最優先で 安定運転を積み重ねる

厳しさを増す気候変動で、世界各国がゼロカーボン社会実現に向けた目標を掲げるなか、確立された脱炭素技術である原子力への期待が高まっている。

日本が目標として掲げる「2050年カーボンニュートラル」を実現するため、ゼロカーボン電源である原子力は重要な役割を担っている。また、エネルギー資源の乏しい日本では「S+3E」の観点から、バランスの取れた電源構成が求められる——そう口火を切ったのは関西電力執行役常務の水田仁。「出力の安定性に優れ、エネルギー密度が高く、発電時にCO<sub>2</sub>を出さない原子力はベースを支える主要な電源。燃料となるウランの産出国は地域的に偏っておらず、昨今の需給逼迫やエネルギーセキュリティという観点からも、原子力の果たす役割は大きい」と強調する。

政府のグリーンTRANSフォーメーション(GX)実行会議でも、原子力を将来不可欠な脱炭素電源と位置づけ、安全の確保を大前提に原子力を最大限活用することや、新增設・リプレースなどについて議論が始まっている。

東京電力福島第一原子力発電所事故を教訓として、国は地震・津波・竜巻・火災といった自然現象や、シビアアクシデントやテロ等から発電所を守るため、規制基準

を制定した。関西電力はこのような事故を二度と起こさないという固い決意のもと、規制の枠組みにとらわれない自主的な取り組みも含めて安全性向上対策工事を推進。審査に合格し、安全性が確認されたものから再稼働を進めており、現在、40年以降運転の認可を得た美浜3号機を含む5基\*の原子力発電所が稼働している。

\*調整運転中のプラントを含む

## 将来に備えることも パイオニアとしての責務

「稼働中の発電所で安全・安定運転を積み重ねていくとともに、23年度に計画している高浜1・2号機の再稼働を安全最優先で実現し、7基全てのプラントで安全・安定運転できるよう緊張感をもって取り組んでいく。安定的にゼロカーボン電気をお届けしていくことが、地域や社会の皆さまからの信頼獲得につながる」



水田 仁 執行役常務

新規制基準	
従来の規制基準	新規制基準
重大事故(シビアアクシデント)を防止するための基準	重大事故(シビアアクシデント)を防止するための設計基準を強化するとともに、万が一、重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設
自然現象に対する考慮	意図的な航空機衝突への対応
火災に対する考慮	放射線物質の拡散抑制対策
電源の信頼性	格納容器破損防止対策
その他の設備の性能	炉心損傷防止対策(複数の機器の故障を想定)
耐震・耐津波性能	内部溢水に対する考慮(新設)
	自然現象に対する考慮(火山・竜巻・森林火災を新設)
	火災に対する考慮
	電源の信頼性
	その他の設備の性能
	耐震・耐津波性能
	テロ対策を新設
	重大事故対策を新設
	設計基準の強化または新設
	地震・津波に関する設計基準の強化



トップドーム設置工事



安全確保を最優先に取り組んだクレーン作業

さらに運用の高度化を目指し、安全性を確保したうえで、定期検査の効率的な実施方法を検討するとともに、最長13カ月の運転サイクルを15カ月に延ばすことを想定し、原子力エネルギー協議会(ATENA)と連携して原子力規制委員会との対話を重ねている。

一方で、日本が将来にわたって一定規模の原子力発電を確保し、技術を維持し続けるには、新增設・リ

プレースが自ずと必要になる。関西電力では、プラントメーカー等と協力し、次世代後続機の技術検討を実施。これまでの運転・保守経験から得られた知見を提供し、より安全性・経済性を向上させた次世代軽水炉について検討。今年9月に発表された、三菱重工業と関西電力を含めた電力4社共同で行う革新軽水炉開発もその1つだ。さらに、高温ガス炉やSMR等新型炉

についても技術的な知見の収集と検討を進めている。

「将来にわたり原子力発電を安全・安定的に活用し続けることは、原子力のパイオニアである関西電力の使命。原子力の安全性をたゆまず向上させていくという強い意志と覚悟のもと、安全最優先で取り組んでいく」。水田は熱く話を結んだ。

の陣頭指揮を執った高浜発電所副所長(土木建築)の片山誠弥だ。高浜発電所では、原子炉格納容器上部遮蔽設置、海水取水設備移設、竜巻防護設備設置工事など、さまざまな工事に取り組んできた。

「安全性向上対策工事は、難易度の高いものばかり。当社の土木建築部門から専門知識を持つ技術者を集結させ取り組んだ」

## 安全性を追求し、難工事に挑む

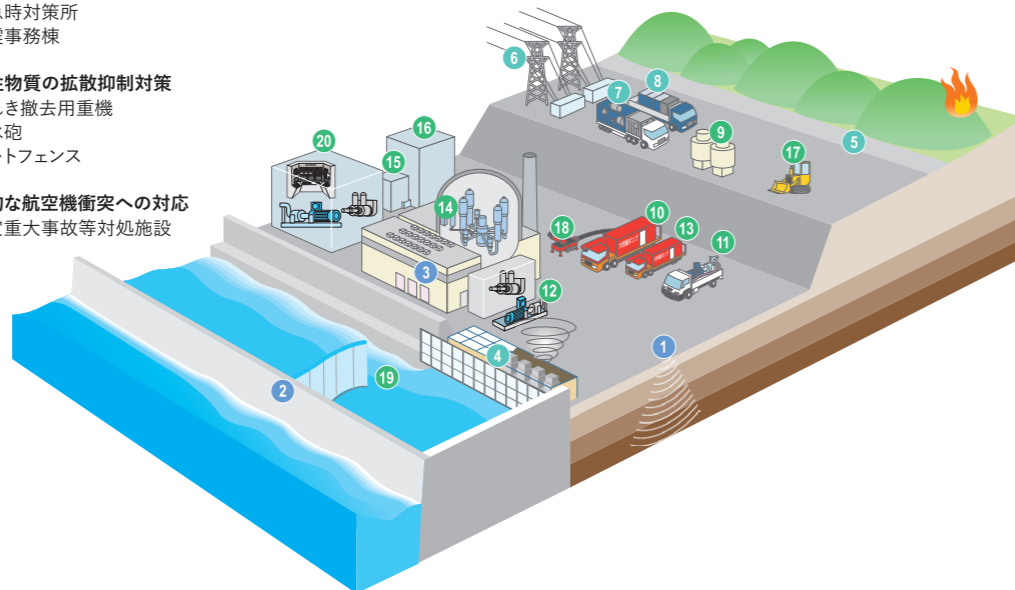
発電所での具体的な取組みを聞くため、高浜発電所を訪ねた。迎えてくれたのは、安全性向上対策工

なかでも困難を極めたのが、原子力発電所では世界初となる原子炉格納容器上部遮蔽、いわゆるトップドーム設置工事だ。万が一の重大事故に備え、円筒状の外部遮蔽壁上部をドーム形状の鉄筋コンクリートで覆うもの。ドーム設置に伴う重量増に対応するため、円筒部分の補強を実施した。出来上がっている構造物の上にドームをつくるという前例のない難工事に挑み、2020年5月に1号機、21年3月に2号機の設置工事を完了させた。

「土木建築工事は日々変化する現場の状況と課題を踏まえながら、安全対策、品質確保、工程管理を行っていく必要があり、頭を悩ませることも多かった」と片山は振り返る。ドーム部分の構築では、地上で組んだ最大約7.7トンにもなる鉄骨の大梁をクレーンで高さ約90mの外部遮蔽壁頭頂部まで運び設置。他工事も同時進行しており作業エリアが限られるなか、片山は

### 主な安全対策

- 耐震・耐津波性能強化**
  - ①トレンチ調査
  - ②防波堤かさ上げ
  - ③水密扉
- 自然現象に対する考慮**
  - ④竜巻飛来物対策設備
  - ⑤防火帯
- 電源の信頼性強化**
  - ⑥外部電源(送電線)
  - ⑦空冷式非常用発電装置
  - ⑧電源車
- 炉心損傷防止対策**
  - ⑨海水ポンプモーター予備品
  - ⑩大容量ポンプ
  - ⑪可搬式代替低圧注水ポンプ
  - ⑫中圧ポンプ
  - ⑬送水車
- 格納容器破損防止対策**
  - ⑭水素濃度低減装置
- 重大事故発生時の災害対策本部**
  - ⑮緊急時対策所
  - ⑩免震事務棟
- 放射性物質の拡散抑制対策**
  - ⑰がれき撤去用重機
  - ⑱放水砲
  - ⑲シルトフェンス
- 意図的な航空機衝突への対応**
  - ⑳特定重大事故等対処施設



高浜発電所 副所長 片山誠弥



工事に必要なエリア確保や高所作業の安全対策に進進。安全最優先で工事を進めた。

「苦労も多かったが、構造物が完成に向かっていく姿を確認できたことは、現場で働くものの特権であり、醍醐味だ」

## 》 工事のプロフェッショナルを育成する

現在、高浜発電所では、1・2号機の再稼働に向け、特定重大事故等対処施設\*設置工事が進んでいる。工事は、ほんの少しの油断が大きな事故につながりかねない。第一線の現場を預かる身として、片山が最も重要視しているのは、社員、協力会社の全員が、毎日元気に家族の元、友人の元、帰るべき場所に帰っていく――。これをあたりまえに繰り返すことだという。

「そのために自分ができることは、現場に足を運び、見えないリスクを肌で感じる」と。片山によると、挨拶や互いの声掛け、整理整頓がおざなりになっていると危険サインだという。



原子炉容器内を点検するためのロボット

原子炉格納容器の表面を目視で念入りに確認

「ルールを遵守し、安全最優先で『考動』する。1つ1つの『あたりまえ』の積み重ねが、地域や社会の信頼醸成につながる。強い責任感と高い技術力を持った『原子力土木建築工事のプロフェッショナル』育成に尽力していきたい」

\*原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、格納容器の破損を防止するための機能を持つ施設

## 》 40年以降運転に向けた特別点検

関西電力は9月22日、高浜3・4号機の40年以降運転に向けた特別点検を始めたと発表した。国は原子力発電所の運転期間を原則40年と定めており、延長には原子力規制委員会の認可が必要になる。特別点検は、40年以降運転を検討するにあたり、設備の劣化状況を把握するもの。高浜発電所では既に1・2号機で特別点検を実施、運転期間延長の認可を受け、23年の再稼働を予定している。

「予防保全の観点から蒸気発生器などの大型機器、配管などの取替えは計画的に実施している。但し、原子炉容器やこれを覆う原子炉格納容器、コンクリート構造物は取替えが難しいため、通常の保守管理に加え、特別点検を実施することで設備の健全性を確認している」。そう話すのは、約20年にわたり原子炉保守課に在籍し、原子炉容器や蒸気発生器といった大型機器からそれに付随する設備全般の保守管理に携



高浜発電所 原子炉保守課 原子炉班長 大江寛史

わってきた原子炉保守課原子炉班長の大江寛史。

原子炉容器では、発電を止めて燃料を取り出した後、ロボットを用いた超音波や渦電流を使った非破壊検査や目視検査を実施し、容器本体のひびや割れなどの欠陥の有無を点検する。原子炉格納容器については、鋼板の腐食を防止する表面の塗装状況を念入りに目視し、塗装の剥がれや腐食などの欠陥や異常がないことを確認。コンクリート構造物は、直接サンプルを取り出して、性質の変化や強度、遮蔽能力に問題がないことを確認している。

## 》 若手とともに40年以降運転に万全を期す

1・2号機の特別点検にも携わった大江は「メンバー一同どんな些細な異常でも必ず自分が見つかるという強い信念を持って取り組んだ」と振り返る。

原子炉格納容器の点検では、直径約40m、高さ約60mと広範囲にわたる塗装の健全性を確認するため、大規模な点検用足場を組んで目視を行う。足場が組み立てられないところはカメラを搭載した昇降装置を使用する。

大江は、現場の安全確認を行うとともに、協力会社と一緒に足場に上り目視確認を実施。「点検範囲が広いので複数人で行うが、既に誰かが見ていると思った時点で見落としが生まれる。点検員はそういった考えを持つことなく取り組まなければならない」と厳しく言い切る。とはいえ、点検ではライトの当て方ひとつにもコツがあり、若手社員に勘所を伝えながら点検を行った。

大江が特別点検に携わった1・2号機の再稼働が控えるなか、今後の抱負を聞いた。

「40年を超えたプラントで10年以上稼働していなかったため、設備点検を入念に行い再稼働に万全を期していく。当然私一人ではできないので、設備の特徴や異常の捉え方を若手社員に伝え、保修体制をさらに強化していく。技術継承こそ高経年化炉の安全・安定運転を支えるカギを握る」

## 》 リスクに先手を打って12年ぶりの再稼働へ

11～12年ぶりの再稼働を控える高浜1・2号機では再稼働前の点検が進む。

「安全にプラントを動かせるよう万全を期した状態で、定検係から当直員へボタンタッチすることが今の私たちの使命」。そう話すのは、第一発電室の瀬野司。96年に入社以来、高浜発電所一筋。3交替勤務の運転員を務めたのち、当直主任を経験。現在は定検支援係長として、再稼働前点検を行う定検係を統括している。

第一発電室では、40年以降運転となる1・2号機の再稼働前点検業務にあたる特別チーム「定検グループ」を設置。瀬野たちは定検対象機器の点検を行う保修部門へ引き渡すため、各系統の停止作業や、点検完了後の各系統の復旧作業を行う。

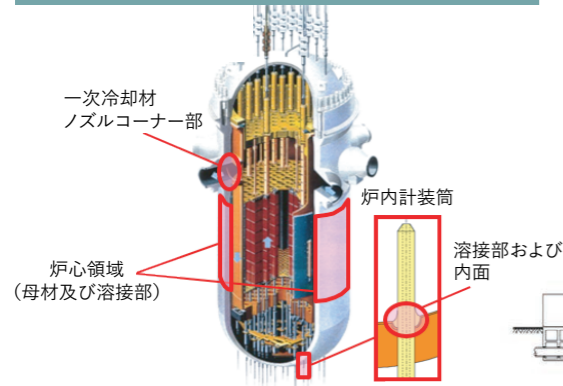
「停止中も必要なメンテナンスを行ってきたが、長く止



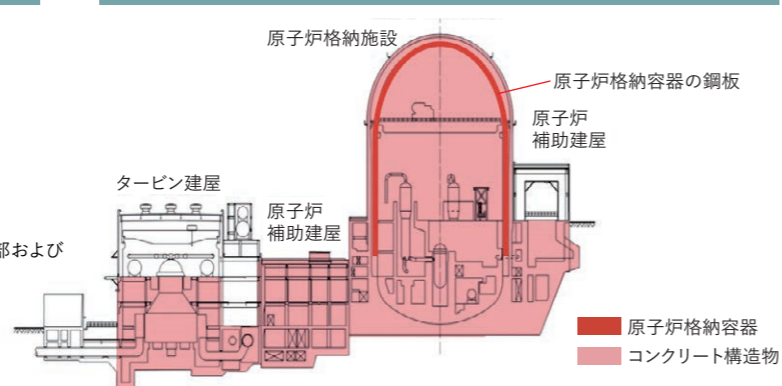
高浜1・2号機の再稼働前点検へ

### 特別点検の実施箇所

#### 原子炉容器点検



#### 原子炉格納容器・コンクリート構造物点検



安全性の確保を大前提とした原子力の最大限活用へ——国でも議論が進むなか、今号のテーマは「原子力発電を考える」です。藤沢久美さん、秋元圭吾さんにご出席いただいた[対談]では、原子力の必要性と課題、今後の方策について議論いただきました。[ACTIVE KANSAI]は、「原子力の未来を拓く——関西現場レポート」として、次世代原子炉開発や人材育成、放射線、放射光の産業、医療分野などでの活用を追いました。[かんでんUpdate]では、発電所が立地する若狭を訪ね、安全を最優先に原子力発電の安全・安定運転に取り組む現場の姿を取り上げました。ウクライナ危機により食料安全保障の問題も浮上。[DATA BOX]では、穀物輸出入量の動向をもとに食の専門家が解説。課題山積ですが、Z世代を中心に新たな動きも。[余話一話]では、牛窪恵さんに2023年のトレンドを予想いただきました。23年が明るい年になりますよう、期待を込めて、新しい『YOU'S』をお届けします。(Y)

Webサイト限定コンテンツも順次公開していきます。  
ぜひアクセスください。



関西電力 ユーズ 検索

# YOU'S

発行●関西電力株式会社 広報室  
 発行人／井上秀之 編集人／盛 真一郎  
 〒530-8270 大阪市北区中之島3丁目6番16号  
 電話 06-7501-0240  
 企画／編集●株式会社エム・シー・アンド・ピー



非常時を想定したシミュレーター訓練

まっていた発電所を動かす際は、どのような不具合が隠れているかわからない。自分の担当範囲に限らず、気がかりな事項に対処し、トラブルの未然防止に努めていく」

高浜発電所では、部署横断でリスクとなりうる事項を抽出し先手を打つ『高浜1・2号機再稼動に向けた先手管理会議』も行い、発電所全体で再稼動に向け取り組んでいる。

## 現場でこそ磨かれる判断力

瀬野が所属する第一発電室は総勢約110人の運転員で構成。ひと口に運転員と言っても、運転操作、発電設備の巡視や定期検査の対応と多岐にわたり、定

高浜発電所 第一発電室 定検支援係長 瀬野 司



期検査を担当する定検支援係、3交替勤務で運転業務を担う当直班、教育・予算・プラント運転の手順書などを管理する運営系の3グループに分かれる。

「運転現場で経験を積むことにより、機器の微妙な異常を判断できるようになるが、プラントが止まっていた10年余り、若手運転員の育成は難しかった」と瀬野。この点は、原子力部門全体の課題であり、関西電力では、稼動中の高浜3・4号機や美浜3号機に若手を常駐させ、運転経験を積ませている。

その上で、当直班に対してはシミュレーターを使った訓練を年8日実施し、運転員、監督者などポジションごとの訓練も年10日実施。有事の場合でも常に冷静な行動ができるよう、徹底的な訓練を重ねる。

日々、再稼動前点検に邁進する瀬野だが、再稼動後の目標は、運転業務を担う当直班を率いて理想のチームを作ることだという。

「以前、発電所見学会で『発電所の運転員に安全を託している』という言葉もらった。その信頼を裏切らないためにも、一人ひとりが自ら考え、主体的に『考動』し、どのような事案も自分事として考えられるメンバーが揃うチームを作りたい」。穏やかな雰囲気です瀬野から、安全への熱い想いと仕事への厳しさを感じた。Y