

## 第二部:来るべき災害に「備えている原子力発電所と備えが必要な我が家」

### 引き続き地震に警戒が必要

令和6年能登半島地震では、富山県内でも氷見や新湊、富山市の北部などで震度5強を観測しました。氷見では家屋の倒壊など、大きな被害に見舞われました。県内には呉羽山断層帯、砺波平野断層帯東部といった今後動く可能性の高い活断層があります。隣の石川県にある森本・富樫断層帯も同様です。富山県



全域で引き続き、地震に備えなければいけません。

ほかにも、海岸部であれば津波、山間部から平野部は洪水、山間部は土砂災害に気を付ける必要があります。

立山の弥陀ヶ原火山による火山災害にも要注意です。富山は災害が少なく、雪が降らなければ住みやすいイメージがありますが、防災上の観点から言えば、いつ災害が起きてもおかしくないエリアに住んでいることを忘れないでください。

### 原子力発電所での備え

原子力発電所は、これらの自然災害による環境への影響を最小限に抑えるため、一般建築よりもはるか高い安全基準で設計・建設されています。地震や津波、洪水、台風、竜巻、暴風、大雪、火災、火山の噴火など、あらゆる自然災害を想定し、国の新規制基準の適合性審査を受けています。

元日の能登半島地震では志賀原子力発電所の変圧器に油漏れが生じ、心配された方もいらっしゃると思います。しかし、安全上重要な設備は健全で、多重化された電源により外部からの電力供給も可能な状態でした。また万一、外部電源が使えなくなっても、非常用ディーゼル発電機や電源車で電力を確保できるようになっていますので、発電所の安全性は十分に保たれていたと言えます。

このように、原子力発電所は種々の災害に備えています。100%の安全はないとの考えで、事故防止のための訓練、事故発生時の対応訓練を年間400回も実施しています。行政でも住民の避難を中心とした訓練を行っています。原子力災害で特徴的なのは、5キロ圏内だけでなく、30キロ圏内でも避難の必要があることです。富山県で言えば、氷見が志賀原子力発電所の30キロ圏内に位置し、志賀町で全員避難が必要な状況になったと

一般災害 (水害・土砂災害など)		原子力災害		
警戒レベル	地区住民の対応	原子力発電所の事態	PAZ (5km圏) (志賀町)	UPZ (30km圏) (氷見市)
レベル2	避難場所 避難経路の確認	警戒事態	高齢者等避難 準備	(情報収集)
レベル3	高齢者等避難	施設敷地緊急事態 (原災法第10条)	高齢者等避難	屋内退避準備
レベル4	全員避難	全面緊急事態 (原災法第15条)	全員避難	屋内退避
レベル5	災害発生 ただちに命を守る 行動を	事故により放射性物質 放出	500 $\mu$ Sv/h: 避難 20 $\mu$ Sv/h: 1週間以内に避難	

きには、屋内退避を行うことになります。

### 我が家に必要な備え

一方で皆さんのご家庭の備えは万全でしょうか。地震発生時は机やテーブルの下に潜る、あるいは出口を確保して待機することが大切です。慌てて外に出ると、車にはねられたり、屋根瓦が落ちてきたり、塀が倒れてきたりするリスクがあるので気を付けましょう。物が倒れないように支えるよりも、自分の安全を守ることを優先してください。あらかじめ転倒防止対策をしておけば、家具を支える必要もありません。

台所で強い揺れを感じた場合は、速やかにそこから離れましょう。電子レンジが飛んできたり、食器棚が倒れてガラスが飛散したりと、台所には危険がいっぱいです。コンロの火を消すのは揺れが収まってからにしてください。慌てて近づくと、やかんや鍋が飛んできてやけどをする危険性があります。

家具類が倒れ、外へ避難する際には、通電火災やトラッキング火災の防止のため、電気のブレーカーを落としてから出るようにしてください。すぐに自宅に戻れないかもしれませんので、非常持ち出し袋を持って避難しましょう。

また、富山県では、洪水や地震、建物危険度、液状化、津波、土砂、内水氾濫、ため池災害、火山災害に関するハザードマップが用意されているので、日頃から確認し、自宅周辺の災害リスクを把握しておくことが重要です。もしも災害が起きた場合は、警戒レベルに応じて適切な避難行動を心がけましょう。

災害発生時は、「自分は大丈夫」という正常性バイアスや、「周りの人が避難していないから大丈夫」という同調性バイアスが心理的に働くので、これらに惑わされず適切な判断を下してください。

災害はいつ起こるか分かりません。自分自身と大切な家族を守るため、非常持ち出し袋の準備や家具の転倒防止対策など、まずは小さな一歩でも踏み出すことが大切です。

### 講師

NPO法人 富山県防災士会事務局長

うえだ しほ  
**上田 司穂 氏**



### 会社の略歴

1981年 北陸電力入社  
1984年 火力部門から原子力部門へ配属以降、原子力の放射線、化学分野を担当その後、原子力広報を担当  
2024年 原子力広報業務を卒業し、5月退社

### 防災士の略歴

2014年 防災士資格取得  
2019年 NPO法人 富山県防災士会理事就任  
2021年 上記 事務局長就任  
現在に至る



# エネルギー講演会

## 講演録

北陸原子力懇談会は、このほど東京都市大学の高木直行教授とNPO法人富山県防災会の上田司穂事務局長を講師に招いてエネルギー講演会を開催しました。

第一部では、高木氏が原子力の新たな活用法として期待される医学、宇宙分野での最新の取り組みを、第二部では、上田氏が原子力発電所での取り組みを交えながら自然災害に対する家庭の備えの重要性を紹介しました。

### 講師

東京都市大学大学院 共同原子力専攻(都市大・早大)

理工学部 原子力安全工学科 教授

たかき なおゆき

**高木 直行 氏**

NPO法人 富山県防災士会事務局長

うえだ しほ

**上田 司穂 氏**

### 会場開催

2024 **10.28** [月] 14:00-16:00

ホテルグランテラス富山3F

オンライン配信 [録画配信]

2024 **11.11** [月] - **11.25** [月]

# 第一部：新時代を迎える原子力～革新炉と医学・宇宙への応用～

## GXでエネルギー政策を転換

私は大学で原子力を専攻し、16年間在籍した東京電力では高速炉の実証炉など新型原子炉の開発に携わりました。東日本大震災の3年前に退職して大学に移り、現在は、革新炉や原子力の医学、宇宙分野への応用に関する研究をしています。

本題に入る前に、まず地球温暖化の話をしします。大気中のCO<sub>2</sub>濃度と地球の平均気温に関係があるとして、温暖化の原因と考えられているCO<sub>2</sub>の排出を減らす取り組みが地球規模で始まっています。

わが国でも2022年、岸田内閣のもとGX(グリーントランスフォーメーション)実行会議が立ち上がり、地球環境の保護とエネルギーの安定供給には原子力発電所の再稼働が必要との認識に立ち、国のエネルギー政策が大きく転換されました。

この会議では2030年に原子力比率を20～22%に戻すため、原子力規制委員会が定めた新規規制基準を満たし、地元合意の取れた既設の原子力発電所を再稼働する方針を打ち出しました。さらに、安全性を確認した上で原子力発電所の運転期間を20年延長して最大60年にするとともに、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発、建設を進め、廃炉決定した原子力発電所の敷地内で建て替えていくなどを閣議決定しました。

## DX進展で電力需要が急増

世界のエネルギー事情を見ても、脱炭素電源投資の重要性が増しているのに加えて、DXの進展による電力需要の増大が顕著となっています。

近年、「ChatGPT」に代表される生成AIが急速に進化し、その動作やデータセットの学習に大量の電力が必要になりました。このため、例えばグーグルはカイロス・パワーの小型原子炉から電力を調達すると発表し、アマゾンもデータセンターの電力供給を目的に原子力発電事業に投資する契約を締結しています。マイクロソフトも、スリーマイル島にある原子力発電所からデータセンターに電力供給を受ける契約をしました。わが国でも、半導体工場の新規立地やデータセンター需要に伴い、国内の電力需要が約20年ぶりに増加する見通しとなっています。

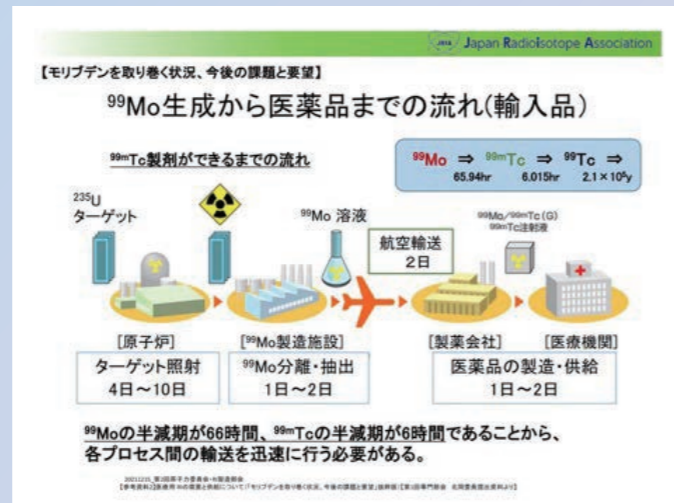
このように、近年のCO<sub>2</sub>削減、DX進展による電力需要の増加などから、世界中で原子力が見直される状況が生まれているのです。

## 全量輸入に頼る放射性医薬品の自給に向けて

原子力の医学応用について紹介したいと思います。ご存じのように、わが国のがん患者数は増加の一途をたどり、国民の2人に1人が罹患し、3人に1人ががんで亡くなっていますが、この国民病とも呼べるがんの診断で、放射性医薬品が活用されています。うち75%をモリブデン/テクネチウム製剤が占め、静脈注射やカプセル状の薬を飲んで体内から出るガンマ線を計測し、がんの有無や部位などを調べる核医学検査が行わ

れています。

このモリブデン/テクネチウム製剤の日本における市場規模は150億円弱に上りますが、原料となるモリブデン99溶液のほぼ全量をヨーロッパ、南アフリカ、オーストラリア、カナダから輸入する状況が続いています。その製造方法は、まず原子炉でターゲット照射を行い、専用の施設で分離、抽出して溶液化します。



難点はモリブデン99の半減期が66時間と短く、製造から供給までの各プロセス間の輸送を迅速に行う必要があることです。仮に、輸入に使う国際便が火山爆発による火山灰の影響などで欠航すると、供給が止まってしまう。実際、過去に何度かこのトラブルに見舞われています。

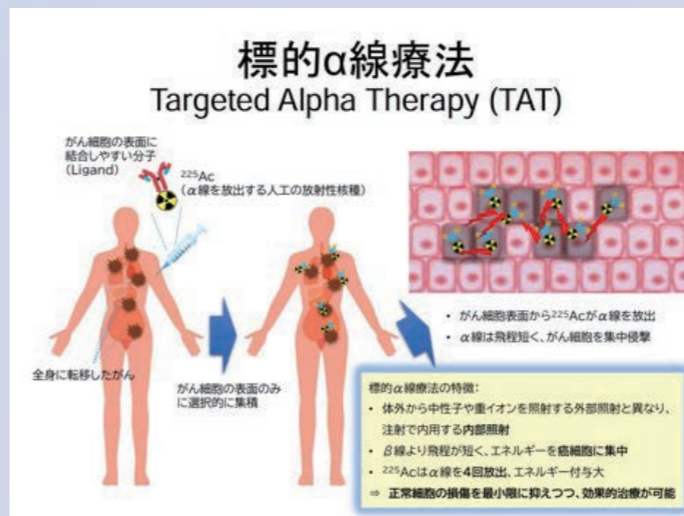
この問題を解決するため、国内でモリブデン99を製造する道を探っています。そのひとつが商業用原子炉の活用です。文部科学省の研究予算もつき、私が所属する東京都市大学のほか金沢大学、日本原子力研究開発機構、三菱重工業との連携を進めています。実現すれば、原子力発電所1基で国内需要の約半分を賄うことができます。

CO<sub>2</sub>を出さない電源としては太陽光や風力もあり、別に原子力に頼らなくても良いのではないかとこの認識が社会の中に大分あるようですが、太陽光や風力が逆立ちしてもできないのが、この「核変換」という自然界にないものを作り出すという能力でして、これを社会の福祉に役立てることができないかと考えています。

## 転移がんに標的アルファ線療法

がん治療の面でも、近年、標的アルファ線療法の有効性が認められ、短寿命アルファ線源のアクチニウム225に注目が集まっています。がん細胞の表面に結合しやすい薬剤にアクチニウム225を結合して注射し、放出されるアルファ線ががん細胞を集中的に攻撃する仕組みです。正常細胞の損傷を最小限に抑えて患者の負担を軽減し、転移したがんの治療にも適しています。

従来ある重粒子線療法は局所がんが対象の上、重イオンを発生させる大規模な加速装置を備えた病院でなければ受けられない制約がありました。一方、標的アルファ線療法は注射や点滴だけでよく、手軽に受けられる点も患者にとって福音と言えるでしょう。



標準治療法として一般化するまでまだ時間がかかりそうですが、自然界に存在しないアクチニウム225の安定供給がこれからの課題になります。原料はラジウムで、高速炉内で中性子を照射した後にアクチニウムを化学分離する方法が検討されています。この実験が可能なのは、世界で日本原子力研究開発機構が茨城県に保有する高速増殖炉の実験炉「常陽」だけです。このアドバンテージを活かし、2年後、再稼働が予定される常陽でアクチニウム製造の実証実験を行うことが、国の推進アクションプランで決まっています。

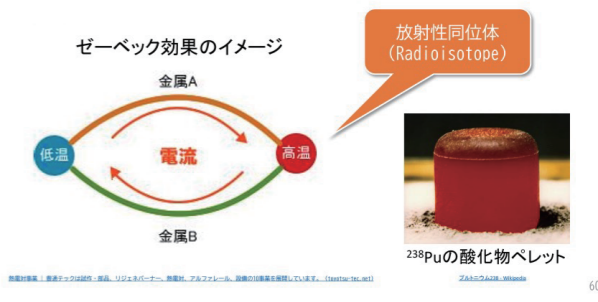
## 原子力電池が宇宙船で活躍

続いて、原子力の宇宙応用について紹介します。日本の小惑星探査機「はやぶさ2」の成果に世界の注目が集まりましたが、搭載の太陽光パネルでは火星の手前までしか飛行できません。地球から離れるほど太陽光強度が下がるためです。片や今から40年以上前に打ち上げられたアメリカの宇宙船は、火星から遠く離れた海王星や冥王星を超えて飛行し、現在も信号を送ってきています。それが可能なのは、原子力電池を搭載しているからです。

原子力電池は種類の異なる2つの金属をつなぎ、片方を熱すると起電力が発生して電流が流れる「熱電対」の仕組みを活用しています。プルトニウム238の酸化ペレットを使うことが多く、プルトニウム238の自然崩壊に伴って出る熱を熱電対で電気エネルギーに変えています。ちなみに、プルトニウム238はIAEAが行う核査察の対象外で、核兵器の原料にはなりません。

## 原子力電池 RTG (Radioisotope Thermoelectric Generator)

・放射性物質の崩壊エネルギー(熱)を熱電対で電気エネルギーに変える電池

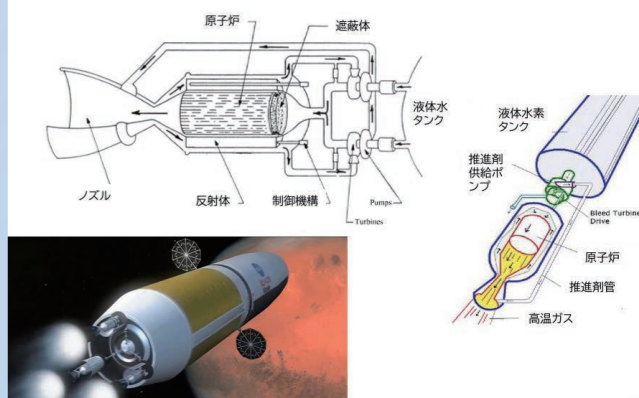


## 宇宙開発に向けた原子炉の応用

将来、月面有人探査を実施する場合の電力供給源として期待されるのが原子炉です。これは夜の極低温の環境では太陽光発電は使えないからで、JAXAでは2030年までに40kg程度の発電目標を立てています。今後、ロケットに積載する原子炉の重量をいかに抑えるかが課題と言えます。

また、NASAでは原子力ロケットの研究、開発が始まっています。将来、火星探査の有人飛行を実現するには、ロケットを高速化して宇宙飛行士が浴びる宇宙放射線量を減らし、健康リスクを低減する必要があるからです。

## 原子力ロケットの原理



いずれにしても、原子力の安全や価値を広く認知してもらうには、言葉より実践が何よりも大切です。今日、お話したように、原子力は持続可能な炭素フリー電源の側面だけでなく、発電所を医療物質の製造所として機能させ、人類の未来を占う宇宙開発の分野でも大きく貢献することができます。このことが広く周知、理解され、原子力発電所が社会から歓迎されるものになればいいなという思いで、話を終わらせていただきます。

### 講師

東京都市大学大学院  
共同原子力専攻(都市大・早大)  
理工学部 原子力安全工学科 教授

たかき なおゆき  
高木 直行 氏



1992年東京工業大学大学院原子核工学専攻博士課程修了後、東京電力入社。本店技術開発本部・原子力研究所新型炉研究室、原子力設備管理部・原子炉安全技術Grなどで高速炉や次世代軽水炉開発業務に従事。2008年東電を退職。東海大学工学部原子力工学科教授を経て2012年より現職。経済産業省革新炉WG委員。訳書に「衰退するアメリカ原子力のジレンマに直面して」(日刊工業新聞社)、「放射線と現代生活～マリー・キュリーの夢を求めて～」(ERC出版)、「高速スペクトル原子炉」(ERC出版)。