

原子力の**本質**を探る

第5回

原子力利用の研究開発と究極の目標

NPO法人
ニュークリア・サロン 出澤 正人

長期的展望と段階的実用化へ

わが国の原子力利用の開発は、当初から「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」を策定し、約五年間隔で見直しつつ研究開発が進められてきた。長期にわたって先を展望し、着実に研究開発を進めながら、段階的に実用化していくというステップを踏んできている。平成一七年から「原子力政策大綱」に変わっているが長期開発の考え方は変わらない。化学反応に根ざした文明から核反応に根ざした文明へ緩やかに転換しているという認識に基づけば、このような長期的なとらえ方が必要である。

長期的な原子力の研究開発において長年にわたる目標として位置づけられてきた高速増殖炉実用化への過程としての「もんじゅ」や原子燃料サイクル確立への過程として六ヶ所再処理工場が、福島第一原子力発電所被災事故の衝撃から「脱原子力依存」の流れによって見直しが求められるという現状は、前述した長期にわたる原子力利用の展望や哲学が見失いながわっているのではないかと懸念される。事故で放出された放射性物質による低線量率のリスクへの恐れから、原子力利用そのものの信頼

を損なったという見方もある。

しかし、原子力利用開発は、文明を支えるエネルギーとして緩やかに転換し移行している過程であり、社会から支援される方向に歩みさせていくという視点で見ると、この事故は、調査、検証報告等に基づき過酷事故防止、防災、自然災害のリスクの観点から必要な対策を施し、低線量率放射線の健康リスクに関する社会的理解を深め、原子力利用に相応しい社会全体の深層防護を進化させなければならず、そのために一時的に研究開発の進捗が減速することはあっても長期展望を変えなければならぬものではない。

核融合反応と核分裂反応

長期にわたる原子力利用を展望した時、持続可能な文明を支える資源と環境からの制約を受けないエネルギー源を求めるといふ究極の目標を社会で共有することは重要である。

その一つは核融合反応によるエネルギーシステムである。太陽の中心部では、巨大な重力にバランスする形で核融合反応が起きている。地球上で核融合反応を実現するためには、燃料プラズマを高温に加熱し、かつ、十分な反応を起こすために密度と時間の積がある一定値以上でなければ

ならないという、ローソン条件を満たす必要がある。磁気閉じ込め方式の核融合では低密度のプラズマを長時間（一秒以上）保持することを目指すのに対し、燃料プラズマを固体密度よりもさらに高密度に圧縮、加熱し、プラズマが飛散してしまう以前、すなわちプラズマがそれ自体の慣性でその場所に留まっている間に核融合反応を起こしてエネルギーを取り出すことを目指した慣性核融合が考えられているが超長期的な研究課題である。

もう一つは、核分裂反応によるエネルギーシステムである。核分裂の連鎖反応は、約二〇億年前に地球上の自然原子炉で行われていた現象であるが、一九世紀末からの核物理学の発見の成果を基に一九四二年にエンリコ・フェルミ等が、核分裂反応を持続的に制御できることを実証し、エネルギー源として利用する可能性が開かれた。しかし、第二次世界大戦中であつたため、瞬時に核分裂反応エネルギーを開放する核兵器として利用されたという事実があり、放射能恐怖のトラウマともなっている。一八六六年ノーベルのダイナマイトの発明と対比され、戦争と平和の両面に利用されたが二度と戦争に使われてはならない。その決意が一九五



五つの目標を同時に達成するSCNSES

三年、アイゼンハワー大統領の「平和利用宣言」であり、平和利用に供するという原点が最も重要である。

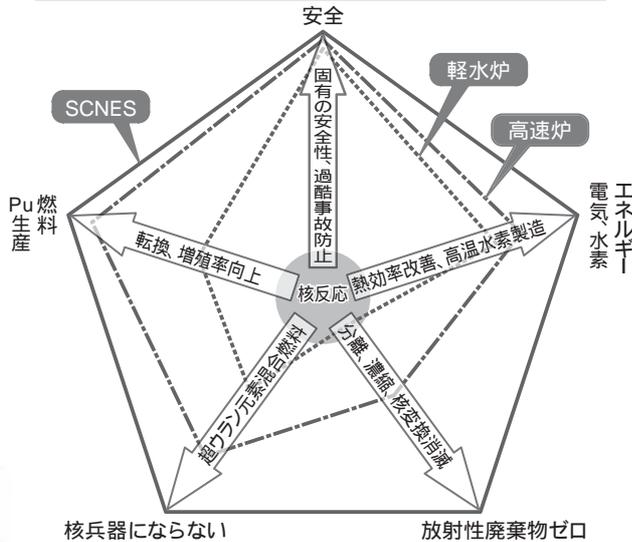
軽水炉は自然原子炉と原理は同じ

核分裂エネルギーを、安全・安定に所用のエネルギーを取り出す背景には極めて絶妙な自然の計らいがある。

核分裂で放出される中性子は二〜三個あり、これらの中性子は異なる核分裂生成物から時間遅れ（数秒から数十秒）を伴って放出される。この遅れて出る中性子（遅発中性子という）があるために臨界（連鎖反応開始）に達した後の出力を機械的装置で容易に制御できる程度上昇することができ、また、出力が増えようと核反応を抑制するという固有の特徴（負の反応度係数）を安全設計に取り入れることができる。

この安全上の優れた特徴を生かし、核分裂反応のエネルギーを熱エネルギーとして取り出し発電するシステムとして軽水型原子力発電所を実用化し世界で一六％の電力を生産するまでになっている。軽水炉は、数％の低濃縮ウランを燃料に、普通の水

核分裂反応利用の究極の姿(SCNES)へのイメージ



を減速材、冷却材に用いているが、自然原子炉と同様な構成を採用していたことが分かったのは、開発がかなり進んだ一九七二年であった。アフリカのガボン共和国にあるオクロ・ウラン鉱山に自然原子炉が発見され詳しく調査された。

約二〇億年前にウラン²³⁵は約三％（半減期七億年、現在〇・七二％）であり、地下水が減速材、冷却材として働き、長期間（数十万年）間歇泉のような運転が続けられていたと推定されている。自然原子炉で発生した放射性核分裂生成物は、現在では放射能は無くなっているが、その場に留まっており、高レベル放射性廃棄物の地中処分方法の有効性を実証していることも重要な知見である。

一九五六年に日本の地球化学者黒田和夫博士が自然原子炉の存在を予言していたという事実も興味深い。

整合性のある原子力システムSCNES

核分裂反応の特徴は、核分裂時にエネルギーと核分裂生成物、中性子ができることであり、これらを最大限有効に利用することが目標となる。エネルギーは熱、電気、水素製造等化学反応利用、中性子は核分裂連鎖反応とそれ以外の核反応に有効に使い、資源問題と環境問題の解決を開発目標とする。核分裂生成物は放射

線源、レアメタルなど有用物質の利用、廃棄物は、放射能を消滅/低減させ環境負荷を減らす。このように核反応とリサイクルにより上記目標を整合的に成立する原子力システムを科学的成立性を一九九一年に藤家洋一博士が提唱し、自ら整合性のある原子力システム (Self-Consistent Nuclear Energy System SCNES) と名づけている。その後、この概念は国際的なGIEFプロジェクトにも繋がっているが、一般社会には知られていない。

SCNESは、原子炉内で行われる核反応を「安全性を確保」しつつ、「エネルギー生産」、「燃料生産」、「核分裂生成物の放射能消滅」について、核分裂エネルギーと中性子個数のバランスから整合性を持って成立させ、合わせて燃料組成が「核兵器転用抵抗性」を有するようにという五つの目標を同時に達成する原子力システムである。中性子個数のバランスでは、核分裂で発生する中性子を利用することから、一回の核分裂で発生する中性子の個数が多い高速炉が有利である。更に、放射能消滅の効率を増すために、放射能を消滅させるべき同位元素の濃縮にレーザー濃縮を用いることが考えられ、科学技術の成果を総合して取り組むものである。