

原子力の本質を探る

第12回

エネルギー資源創生

NPO法人 ニュークリア・サロン 出澤 正人

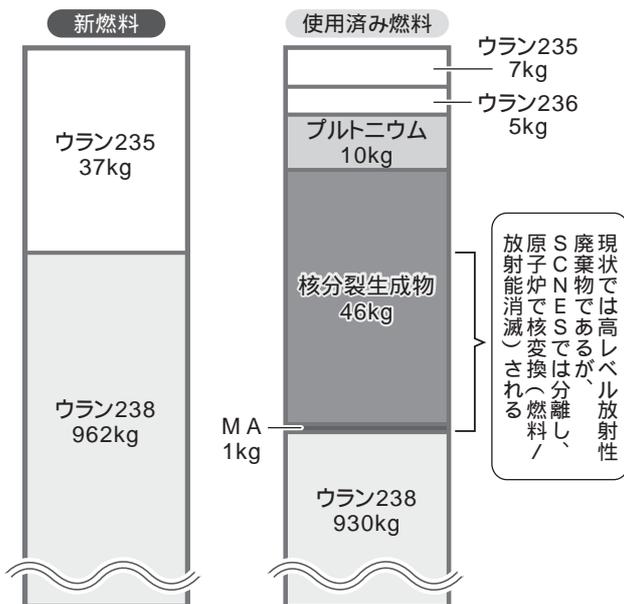
致命的なりスク回避へ

再生可能エネルギーや省エネは最大限進めるにしても、持続可能な文明を支えるエネルギーには、化学反応エネルギーが必要である。しかし、化学反応エネルギー資源は資源枯渇問題と環境負荷問題を抱えており、これを解決するためには、化学反応エネルギーから核反応エネルギーへの転換が必然である(第六回)。天然に存在する核反応エネルギー資源の核分裂性物質は、ウラン²³⁵のみで、軽水炉はウラン²³⁵を三〜五%に濃縮した燃料を用いているため、軽水炉だけでは核反応エネルギー資源も約八〇年で枯渇すると見込まれている。しかし、核反応エネルギーの特徴は、中性子核反応利用によりエネルギー生産と同時に新たな核反応エネルギー資源を創成し資源枯渇問題から解放されることである(第五回、第一〇回)。天然ウランの九九・三%を占めるウラン²³⁸は、中性子との核反応で核分裂性物質に変換していく。これによって天然に得られるウラン²³⁵の約一〇〇倍の新たな資源を生み出すことができるため原子力利用の開発発当初から高速増殖炉の実用化を目指していた(第一〇回、第一一回)。無資源国である日本の原子力利用開

発は、そのことを長期的に展望し、原子燃料サイクル、高速炉開発を着実に研究し実用化することを目指して進んできた(第五回)。

資源枯渇と環境負荷(次回説明)という致命的なりスクを回避すること、および核反応エネルギー利用は放射線利用と不可分であり、放射線の健康へのリスクは科学的な理解に基づき放射線防護と一体であることについての全体像が国民的レベルで理解されることが緊要である。この理解に基づくリスク認識が常識として醸成されていくと、

核反応エネルギー利用反対の立場の人々の言動が如何に空しい齷しであるかを見抜けるようになるだろう。中性子との核反応で創生された資源は使用済み燃料の中に存在している。その組成、量は、原子炉の運転(中性子エネルギー、運転期間、中性子量、燃料物質量)によって異なる。軽水炉での



軽水炉燃料の燃焼前後の組成の変化

出典:「原子力 自然に学び 自然を真似る」p194 図8-1

使用済み燃料組成は図に示すように、ウラン、超ウラン元素(TRU)、ネプチウム、プルトニウム、アメリカシウム、キュリウムなど、核分裂生成物などであるが、これらは再処理工程で化学的に必要な分離をする。ウラン、TRUは核反応エネルギー資源として、また、核分裂生成物は様々な元素からなるが、有用物質と廃棄物に分類される。現在の再処理工程では、ウランとプルトニウム以外はまとめて分離し高レベル放射性廃棄物としてガラス固化体とする。

この中には、マイナーアクチニド(MA) プルトニウム以外のTRU)が含まれ、半減期が長いため、高放射性廃棄物処分の社会受容を困難にしている理由ともなっている。

全TRUをエネルギー資源へ

当初プルトニウム²³⁹は兵器用として生産する目的があったため、それに適した原子炉(天然ウラン、黒鉛/重水減速)とプルトニウムを純粋に抽出するための再処理技術が開発された。しかし、発電用の軽水炉では、炉内で創成されたプルトニウム²³⁹が核分裂し、約30%の発電を担い消耗(燃焼)しているため、使用済み燃料に残存するプルトニウムは兵器用としては適していない。六ヶ所村の再処理工場では、プルトニウムを単体で分離せずウランと混合した状態で扱うことにより、兵器への転用をさらに難しくしている。

ウランとプルトニウムを混合した燃料はMOX(Mixed Oxide)燃料と呼ばれ、創生された核反応エネルギー資源である。MOX燃料の原子炉内での特性は、ウラン燃料との違いは

少ないので、既存の軽水炉の取り替え燃料の一部(約三分の一)として安全に用いる(ブルサール)ことができる。現在建設中の大間原子力発電所(ABWR 改良型沸騰水型軽水炉)では、初期炉心から全燃料にMOX燃料を使用する設計が採用されている。

エネルギーの高い中性子による核分裂で発生する中性子の個数(二・九個/核分裂)は熱中性子による核分裂で発生する中性子の個数(二・五個/核分裂)に比べて多い。そのため、熱中性子を利用する軽水炉では、核分裂性核種の生成割合(転換率)は〇・六程度であるが、高速炉の転換率は高くなる。転換率が一・〇であれば、エネルギー生産に使われた核分裂性物質の量と同量の資源を生産することになり、一・〇より大きくなれば、消費した量より生産する量が多いということになる。この場合の転換率は増殖率と呼ばれる。高速増殖炉は、中性子減速材を使わずエネルギーの高い中性子による核分裂反応を用いて、エネルギー(電力)とエネルギー資源(核分裂

性物質)を同時に生産する高速炉という意味である。MAのエネルギー資源としての役割(中性子吸収に対する核分裂反応割合)は軽水炉に比べ、高速炉では約一〇倍である。

核分裂性物質の生成量と核分裂反応による消費量のバランスは原子炉の設計で異なるが、いずれにしても、時間をかければ全てのウラン²³⁸を核分裂性物質に変換することができる。創生されたTRUの質量数が奇数のものが核分裂性物質であり、偶数のものは中性子を吸収して核分裂性物質に変換するため、TRUの全てが新たなエネルギー資源と考えることができる。平和利用では、プルトニウム²³⁹を区別して扱う必要がなく、従って、プルトニウムとMAとの区別も、MAを高レベル廃棄物として処分する必要もなくなる。

遠隔操作、ロボット技術開発が必要

このように、SCNES(自ら整合性のある原子力システム)では、再処理でTRUを一括して分離し、成型加工を経て、リサイクル燃料と

して原子炉内に最適配置する。高放射線下での成型加工工程には遠隔操作、ロボット技術が必要になるため他産業における技術開発と相乗し有効な開発を進める必要がある。リサイクル燃料には使用済み燃料中のウラン、TRU以外に軽水炉のウラン濃縮施設から排出される劣化ウランも利用する。

高速炉の運転開始には多量の核分裂性元素を必要とするため、あらかじめ軽水炉の使用済み燃料を再処理し、回収したTRU(当初はプルトニウム)で高速炉燃料を製造する。例えば、最初の高速炉は、軽水炉使用済み燃料三〇年分のプルトニウムが必要である。実用化段階では社会需要に応じた電力量と物質量のフーパーバランスを最適化するよう原子炉基数、増殖率、再処理量を決定していくことになる。

なお、トリウムは豊富な天然資源であり、中性子核反応によって、核分裂性核種(ウラン²³³)に変換されることを原子力開発当初実証し、現在も研究が進められている。核反応利用の実用化路線の歴史における選択と集中により先行しているウランサイクル技術実績をもとにしてトリウム利用の可能性も拓かれる。



他産業の技術開発と相乗し有効な開発を