

核燃料—ある芳しくないフランスの現状

ACRO.eu.org 翻訳 内山田 康 (筑波大学教授、人類学)

フランスの市民放射能測定所(ACRO)がまとめたレポートを基に、内山田 康氏が日本の読者のために言葉を補足あるいは削除して翻訳した上で、新たな情報を加えて内容をアップデートして下さいました。貴重な情報ですので本誌で取り上げました。

フランスはその58基の原子炉を稼働させるために、年によって変動はあるものの、およそ1,200tの核燃料を必要とする。その主要な部分は、天然ウランから新たに作られた核燃料である一方、原子炉から取り出された使用済み燃料をリサイクルしたMOX核燃料が占める割合は極めて小さい。HCTISN [原子力安全の透明性と情報に関する高等委員会]は、フランスにおける核燃料の管理の実情についての報告書を公表したところであり(HCTISN 2018)¹⁾、ACROはこの問題に積極的に取り組んできた。

現場の状況

ウラン235は天然に存在する唯一の核分裂性同位体であるが、ウラン238が大部分を占める天然ウランには0.7%しか含まれていない。フランスの原子炉は濃縮ウランを使い、そのウラン235の存在比はほぼ4%に保たれている(HCTISN 2018: 19)。濃縮ウランを作った残りの天然ウランは劣化ウランとなる。

58基の原子炉からなるフランスの原子力発電所では、毎年およそ1,200tの燃料を消費するが、そのうち1,080tの濃縮ウランは、天然由来のものである。複数の企業によって行われているこの濃縮は、毎年およそ7,800tの天然ウランを必要とし、ウラン235を0.2%から0.3%含む6,720tの劣化ウランを生み出し続けている。オラノ(旧アレヴァ)に蓄積されたその量は300,000tを超える。

核燃料は原子炉内に3年間滞在する。原子炉から取り出された使用済み燃料には、二つの可能な戦略

が存在する。すなわち、

- 何もしない。使用済み燃料は、究極の放射性廃棄物とされ、それ以後数千年にわたって隔離して保管されねばならない。
- 何年もの間貯蔵された後で「再処理」する。この過程において、使用済み燃料は溶解されて、未使用のウラン(いわゆる回収ウラン)、プルトニウム、究極の廃棄物に分離される。

第一の選択は、大多数の国によって選ばれている。第二の選択は、フランス、ロシア、ほぼこれだけだ。英国は2020年に再処理を中止すると宣言しているし、日本は使用済み燃料を再処理する意志を表明しているが、その六ヶ所再処理工場の稼働はすでに当初計画から24年も遅れることが明らかになっている。

現在フランスでは、使用済み燃料からプルトニウムを抽出してリサイクルする政策を選択している。すなわち、毎年、平均10.8tのプルトニウムを109.2tの劣化ウランと混合して、120tのMOX燃料が作られている。

フランスでは炉心燃料の30%程度しかMOX燃料を装荷しないので、24基もの原子炉が必要なのである(MOX燃料も原子炉内に3年間滞在する)。これらは、クリュアス原子力発電所の4基を除き、より古く過渡的な電気出力90万kWの原子炉である。原子炉で一度使用されたMOX燃料は、再処理されない。オラノは、ラ・アークに10,000tに迫る使用済みMOX燃料を保管している。

したがってHCTISNの報告書は次のことを明らかにしている。すなわち：「原子炉に毎年挿入される

1) http://www.hctisn.fr/IMG/pdf/HCTISN_rapport_cycle_2018_de0af1f2.pdf

1,200tの燃料のうち、120tがMOX燃料であり、それは10.8tのリサイクルされたプルトニウムから製造される。

もしも、リサイクルされた物質の量を見積もるならば、(挿入された物質の総量)1,200tに対する(リサイクルされた物質)10.8tの比率となり、つまりリサイクルの比率は1%未満に過ぎないことを認めなければならない。

もしも、物質の持つ潜在的なエネルギーを考慮に入れるならば、濃縮天然ウランから作られた新しい燃料が節約される割合は、(燃料の総量)1,200tに対する(リサイクルに由来する燃料)120tの比率、つまりそれは10%のリサイクル率を表象する。」

以前EDF[フランス電力]は、わずかな部分ではあったが、回収ウランをリサイクルしていた。しかし今では止めている。会社は詳細については語らないまま、このリサイクルを再開すると公表している。オラノは30,000tに迫る量の在庫を抱えており、その大部分はトリカスタンのサイトに保管されている。

サイクル?

原子炉から取り出された[使用済み燃料の]1%未満しかリサイクルされていないにも拘わらず、原子力産業と公的諸機関は、フランスの戦略は「閉じたサイクル」であると語る。再処理しないもう一つのオプションは、「開かれたサイクル」の問題であり、それは物笑いの種と紙一重であるとも語る。それはまたサイクルの上流と下流にかかわる問題だ。もしも、それが真に閉じたサイクルだったならば、それには上流も下流もないだろう。

原子力産業は自らの能力に誇りを持っている。すなわち極めてエネルギーに富むプルトニウムは、天然ウランを10%節約することができる。しかし、ウランを濃縮する際に優先されるのは「経済的な最適化」であって、資源の節約ではない。もしも、劣化ウランに含まれるウラン235の含有量が0.20%であるならば、フランスの原子力発電所に合計7,436tの

天然ウランを供給しなければならない。しかし、劣化ウラン中のその含有量が0.30%であるならば、それは9,002tでなければならない。この場合の差異は17%以上となる。ところで、含有量が少なくなるほどウラン235を取り出すためにかかる費用は高くなる。天然ウランの市場価格が安ければ、天然ウランをより多く使用する方がより優位であり、高ければ劣化ウランをさらに[濃縮して]劣化させる方が、より優位となる。原子力産業界は経済的な最適化に専心し、資源の節約はその関心事ではない。よって、再処理の目的は、天然資源の使用を節約することではないのである。

どんな中期的な進化があるのか?

2015年8月18日の法令資料に掲載された「エネルギー転換と緑の増大に関する法律」は、中長期的な目標として、2025年には原子力による発電の割合を50%にすると見通しを立てている。たとえこの2025年の見通しが実現できなかったとしても、現在の多数派政権は、MOX燃料を使用する、より古い原子炉の使用を止めて原子力の割合を減らす目標を変えていない。

よって、この法律の施行はリサイクルの量を減らすことにつながり、それはさらにラ・アークの再処理工場の稼働にも影響を与えるだろう。だが、この主題はタブーとなっている。EDFはこの主題について2016年6月に作成された「サイクルのインパクト2016」というタイトルの調査結果をASN[原子力安全局]に提出した。IRSN[放射線防護原子力安全研究所]は、これについて専門家による評価を行い、それは2018年5月に提出された。ACROはこの二つの報告書を手に入れるために力を尽くしたが、EDFの報告書は秘密のままであり、IRSNは2018年5月にその報告書の一部を伏せた別バージョンを公表したが、ほとんど全ての数字は黒塗りになっている²⁾。

しかし、この文書が漏洩したためにACROはIRSNによる分析結果を手に入れることができた。

2) https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20181024_Publication-rapport-IRSN-sur-cycle-du-combustible-nucleaire-en-France.aspx

そして、複数ある使用済み燃料の貯蔵プールが、飽和状態に近づいていることを明らかにした。すなわち、フランスの使用済み燃料の再処理の全てを引き受けるラ・アグには、あと7.4%を超える余裕しか無いのだ。使用済みMOX燃料が蓄積する結果、2030年頃には複数の使用済み燃料の貯蔵プールは飽和状態になるだろう。EDFはそれまでに中央集中化した一つの新しい貯蔵プールをつくらうとしているが、それがうまくいかなければ、フランスの原子力発電所は停止しなければならなくなる。

もしもMOX燃料を消費する古い原子炉が停止した場合、この法律により、その分の再処理は減らさねばならない。そして普通の核燃料が貯蔵プールの飽和に拍車をかける。再処理工場あるいはMOX燃料の製造工場において故障が起きた時、これらの貯蔵プールはおよそ1年で飽和するだろう。

このようにして、フランスの原子力産業は、国の72%の発電を担うものの、極めて脆弱なシステムである。これら貯蔵プールが飽和したならば、それは短期間のうちに全ての原子力発電所の完全な停止という国家にとっての深刻な困難に帰結するだろう。これは極めて憂慮すべきことだ。

評価を与えられていない物質

300,000tの劣化ウラン、10,000tの再処理されていない使用済み燃料、それに30,000tの回収ウランは、「価値を高める物質」とされ、廃棄物として分類されていない。EDFは回収ウランを濃縮あるいはリサイクルに使いたいと言っているが、劣化回収ウランには使い道がない。

原子力産業と国の諸機関は、この在庫はフランスをクウェートと同じくらいに豊かにする宝だと考えている。SFEN[フランス原子力学会]も同じ無尽蔵のエネルギーについて語る。しかしそこにはある小さな問題、一つの些細な問題がある。これら全ての物質の価値を高める技術を持っていないのだ。ならばそれを探るか。それはほとんど1世紀をむなしく

費やすこととなる。

実際この研究はすでに、2006年6月28日の放射性物質および放射性廃棄物の持続可能な管理計画法の中の目的に含まれ、長期的には第四世代の原子炉として展開されている。この計画はASTRIDと呼ばれており、最も楽観的な者でさえ、その実用化は今世紀の後半よりも前になるとは考えていない。

これは高速中性子炉(RNR)に関わる計画であり、スーパーフェニックスが以前やろうとしていたことをこれからやろうとしている。その完成はスーパーフェニックスの予想されていた完成時期よりもさらに1世紀遅れるだろう。それが技術として大きな期待をかけられていたことは知っての通りだ。

しかし、もしも第四世代を放棄するならば、高い価値を与えた廃棄物中の諸物質のほぼ全てを分類し直す必要があり、また全ての報告を見直す必要がある。ASTRIDを信頼する人々がどれだけ少なくなるとも、彼らはそれを守ろうとしている。CEA[原子力庁]はそのプロトタイプ能力を下方修正さえしている。したがって、ACROとFNE(「フランス自然環境」という名の数多くの環境NGOからなる協会)とグリーンピースは次のように主張する。

「この(高速炉に関する)ほとんど実現されなかった約束に基づいて、核物質と核廃棄物に関するフランスの管理政策を確立することには合理性がない。第四世代を必要としない別の管理の方法を提案することが必要だ。(中略)放射性廃棄物の中のいわゆる価値を高めうる諸物質を(廃棄物として)再分類することは、放射性廃棄物の管理に重大なインパクトを与えるだろうし、それは準備されねばならないことだ。フランスでは海外から持ち込まれた放射性廃棄物を保管することは禁じられている。海外(主に日本とドイツ)から送られてきた「価値を高めうる諸物質」は、それぞれの元の国へ送り返されたら廃棄物になるのだろうか。」(日本由来の「価値を高めうる諸物質」のうち95%を占める回収ウランは、廃棄物として分類されていないために、フランスに保管され

ている。しかし、回収ウランは実際のところ価値を持たないから、日本はそれを送り返せとは言わないのではないか。)

情報公開

原子力の管理者たちは、使用済み燃料の95%がリサイクル可能だと強弁するが、それを実現する技術が存在しないことについては何も言わない。それは1%にも満たないのだ。

2010年の時と同様に、HCTISNにより明確な報告を要求したが、今のところ何の音沙汰もない。すなわち：

「しかし、原子力業界および「核燃料サイクル」に利害をもつ団体によって公開された情報と文書は、実施されている「核燃料サイクル」を明確に理解できるようには書かれていない、と高等委員会は指摘する。「核燃料サイクル」に関する報告では、しばしば使用済み燃料の再処理で分離された諸物質の全てが、直ちに価値が高められるかのように、解釈されている。例えば複数の報告において回収ウランの濃縮が根拠として取り上げられているが、それは2013年以降実施されていない。価値を高められうる物質の存在および保管についてはほとんど触れられることがない。結局、公開された諸要素からは、異なる段階にかかる時間を明確に理解することができない。」

よって、高等委員会は、「核燃料サイクル」に関する産業と制度のアクターたちから構成される統一体が、より良い理解のために、以下のことについての情報を確認し完成させた上で、それぞれのサイトにおいて公表することを推奨する。

- フランスで現実に行われている「核燃料サイクル」、特に流動的なものと、実際に価値を高められることを待つ貯蔵されているもの(使用済み燃料、再処理で分離された諸物質、劣化ウラン)、
- 物質の利用と放射性廃棄物の管理に関わる利害をよりよく定義するための、特に次世代の未来のための「核燃料サイクル」の異なる諸段階に費やされ

る時間。

結論

フランスは使用済み燃料を再処理する最後の国である一方で、この主題はタブーとなっている。再処理工場の重要性の低下は避けられないが、そのことは秘密となっている。さらに、施設は永続的に利用されるものではない。普通の核燃料を再処理する場合にかかる余分なコストもまた公表されていない。

核燃料サイクルと廃棄物に関するこの主題は議論に値する。すなわち、もしも現世代が問題について知識を持たなくなったら、未来の世代をどうやって守るのか。原子力業界は伝えるべき論点を持たず、その報告書は秘密となっている。そこで業界は世界のリーダーとしての地位を強調して、ナショナリストの音色を響かせようとする。だがフランスはほぼ一人ぼっちなのだ。

ASTRIDはAdvanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration(工業的実証のための先進的ナトリウム技術原子炉)を意味し、それはスーパーフェニックスと同じ技術を使い、それが実現できなかったことをするための増殖炉プロジェクトである。それは工業化の段階の可能性を実証するという野心のためのものである。スーパーフェニックスの電気出力124万kWに対して、当初このプロジェクトの出力は60万kWだった。しかし2018年の初めに、この事業を所有する原子力庁(CEA)は、財政上の理由から政府に対してその出力を下げることを提案した。2039年の稼働を予想していた60万kWの実証炉を建造することに代えて、今後は10~20万kWに出力を下げたプロジェクトを想定している。その建造については何も決定していないが、その支持者たちは、今世紀後半に完成すると話している。

オリジナルの報告書は

<https://www.acro.eu.org/combustible-nucleaire-un-bilan-peu-radieux/>