

私の意見「核燃料サイクルの必要性」

2015.3.16 碓本岩男

1、まえがき

日本の核燃料サイクルについては、高速増殖炉「もんじゅ」、六ヶ所の再処理施設の運転開始が遅れている^(注1)こともあり、原発（軽水炉）の推進、再稼働には賛成している人でも、核燃料サイクルには否定的な意見を持っている人もいる。

池田信夫氏は、原発（再稼働）の必要性は認めているものの、以前から、自らのブログで核燃料サイクル（再処理）、高速増殖炉（FBR）に否定的な意見を発表している^(注2)。否定的な理由は経済（採算）性とウラン埋蔵量である^(注3)。

筆者は、核燃料サイクルに係わる仕事をしてきたこともあり、エネルギー問題の中での核燃料サイクルの必要性について改めて考えてみたい。

2、エネルギーの重要性

エネルギー問題を考える時に考慮すべき観点として、よく3Eと略して言われる①Energy security、②Economy、③Environmental conservationがある。

エネルギーがあればこそ、国の隅々まで生活に必要な食料、物品が運ばれ、寒さ、暑さを克服できる環境が作られ、多くの品物が作られ、人の移動も容易に行え、高度な医療も行える。エネルギーがあるから、資源もなく狭い日本でも約1億3千万人が、比較的豊かに暮らせていけるのである。エネルギーのない江戸時代の日本の人口が約3千万人であり、しかもこの時代の多くの人々が今とは比べられないほど貧しい生活をしていたことを考えれば、人が生きていくためにエネルギーがどれだけ重要、必要であるかは誰にでも分かることである^(注4)。

それほど重要なエネルギーが日本には必要な量のたった6%しかない。エネルギー自給率は世界の最低レベルであり、日本にとってエネルギーの確保、即ち①Energy security（エネルギーの安全保障）が最重要な問題であることも容易に分かることである。価格の高いエネルギーであっても必要な量は買わざるを得ないし、場合によっては、今の日本のように化石燃料に頼り、地球環境を考慮してエネルギーを選択する余裕もないのである。エネルギーが多くあれば、石油の代替ともなりうる水素も作れ、食料の増産も可能なのである。

3、エネルギーの安全保障

エネルギーの安全保障とは、「日本に必要な量のエネルギーが安定的、かつ適切な価格で手に入れられる状態を維持すること」である。

この問題の根本的な解決策は、他国に頼ることなく手に入るように日本のエネルギー自給率を100%とする（100%に近づける）ことである。自給率が100%（近く）であれば、

海外から調達した方が国内で調達するより安価な場合は、輸入するという手段が選択肢になる。この国内調達という選択肢がないと、どんなに価格の高いエネルギーであっても買わざるを得なくなる。(円安にも係わらず、原油価格がピーク時の約 1/2 になっている現状は、今の日本にとって非常に幸運な時期であるということに過ぎない)

エネルギー自給率の数値の意味は、国情(生活レベル、主要産業:工業、農業、水産業、観光業、国の位置、人口等)により異なり、例えば、常夏の位置にあり人口が少なく自然に恵まれた国は、エネルギーをほとんど必要としないので、エネルギー自給率はその国の指標として意味を持たない。従って、エネルギーによる恩恵で比較的豊かな暮らしをしている主要国の自給率で見る必要がある。

エネルギー自給率 100% (以上) を達成している国は主要国の中でロシア、カナダ、オーストラリア、ノルウェイ、デンマークしかないが、アメリカ(約 80%)、イギリス(約 70%)、フランス(約 50%)、中国(約 90%)、インド(約 75%)、ブラジル(約 90%) も高い自給率になっている。ドイツは約 40%、韓国は約 20%である。原子力エネルギーを除くとフランスは 10%程度、韓国は 2%程度まで自給率が下がる。

日本の場合(韓国も同様)には、工業製品の輸出で成り立っている国(エネルギー資源には恵まれていないフランスには農業、観光資源がある)なので、エネルギー依存度が高く、他国よりエネルギー自給率の向上を目指していかなければならない。

自給率の向上以外の次善の策としては、海外からのエネルギーの調達(輸入)の多重性、多様性を確保する策が挙げられる。

エネルギーの安全保障でも原発の安全設計における多重性、多様性の考え方と同じであり、化石燃料の輸入元(地域、国)を多くする(多重性)、多くの種類のエネルギーを利用する(多様性)ことが、安定的、かつ適切な価格で手に入れるために重要になる。過去に、中東の石油だけに頼っていたためにオイルショックが起こり、アメリカの石油だけに頼っていたために太平洋戦争が起こってしまった事実がある。

ただし、日本がエネルギー調達の多重性を確保し、一国だけに頼っている状態ではないとしても、他国に日本の生殺与奪権を委ねていることは変わらない。エネルギーは戦略物質であり、ロシアがヨーロッパに大きな政治的影響力を持っているのも、豊富なエネルギー資源を持ち、ヨーロッパに輸出しているからである。

また、福島第一発電所の事故も、多重性という安全対策が、想定外の大きさの津波という共通要因で機能しなかったことが直接的な原因であり、世界全体のエネルギー不安(エネルギーの逼迫、高騰、政情不安など)という共通要因で、多重性という対策も機能しないリスクがある。次善の策と言っても、対処療法であり、エネルギー安全保障の根本的な解決にはならないのである。エネルギー自給率を高める(手段を持っている)ことがエネルギー安全保障を確保する基本である。

4、エネルギーの種類、特徴

エネルギーを人類が比較的容易に手にできて、使えるようにするためには「大量にあること」、「集中してあること」が必要であり、更に、「エネルギー密度が高いこと」も重要である。

一次エネルギーは大別すると3種類しかない。

①化石燃料（石炭、原油、天然ガス、シェールオイル、シェールガス、メタンハイドレードなど）

②再生可能エネルギー（水力、風力、地熱、バイオマス、太陽光・熱、波力など）

③原子力（核）エネルギー（核分裂、核融合：ウラン、プルトニウム、トリウム、二重水素、三重水素など）である。

この3種類のエネルギーには以下の特徴がある。

化石燃料は、これまでは大量かつ集中しており、エネルギー密度も比較的高い。しかも、取扱いが比較的容易であり、二次エネルギー等、他のエネルギーへの変換も容易なので、利便性が高い。一方、最近では、枯渇、価格変動（高騰）、地球環境保全（地球温暖化）が問題となっている。

日本では石油はほとんど採れない（必要量の1%未満）が、石炭は、価格の高騰があり経済的に成り立てば、今の使用量の100年分程度は採掘できる埋蔵量はある。ただし、石炭の場合には地球環境保全の問題以外にも、採掘する時の労働環境の問題、落盤事故の問題もあり、最も人的被害の大きいエネルギーである。

シェールオイル、シェールガスについては、岩石を水圧破壊し、化学薬剤を入れる採掘方法のため採掘費用が高額になるが、原油価格、天然ガス価格の高騰により採算が取れるようになった。しかし、在来型の原油に比べて高価なエネルギーになり、エネルギー収支比（EPR）も低く、土壌汚染の懸念も指摘されている。

再生可能エネルギーは国産エネルギーであり自給率向上に寄与する。太陽光エネルギーは大量（無尽蔵）にあるものの集中しておらず、エネルギー密度は著しく小さいので効率（設備利用率）が悪過ぎる。しかも天候に左右されるので、エネルギーの供給が不安定である。安定供給のためにはバックアップ電源、蓄電器が必要となり、土地価格が安い場所（僻地）などに立地しようとする、送電網も新たに作る必要が生じるので、これも高価なエネルギー（電源）となる。また、風力発電は、不安定だけでなく、周波数、電圧変動など、作った電気の品質に問題がある。水力は既に多くが建設済みであり新規立地の余地はほとんどなく、地熱には発電規模の問題がある。

原子力エネルギーは、核燃料サイクルを含めると大量かつ集中しており、他のエネルギーに比べてエネルギー密度が圧倒的に大きい。このため、効率的ではあるが、危険性も大きい（リスクが大きいのではない）。

原子力エネルギーは3E全てに優れたエネルギーであり、工学（科学）的意味の安全性についても優れている。また、エネルギー収支比（EPR）でも化石燃料、再生可能エネルギ

一より遥かに大きい値となっている。感情論を別にすれば、原子力エネルギーは安全で優れたエネルギーなのである。

5、核燃料サイクルの必要性

エネルギー自給率が6%程度しかない日本では、準国産エネルギーとも言える原子力エネルギーを有効に利用することは当然のことである。

ウランの埋蔵量については、100年程度とされてきたが、シェールオイル、シェールガスが採掘されるようになったのと同様、ウラン価格が上昇すれば、これまでは採算が合わなかった新たなウラン鉱山からの採掘が期待できるので、埋蔵量は数百年規模になると言われている。ただし、埋蔵量（大量にあるか否か）だけではなく、集中してあるか否かも重要であり、数百年分の埋蔵量を当てにすることにはリスクがある。

1970年代前半はバレル当たり3ドル程度であった石油価格が2010年には100ドルまで高騰（現在は約50ドル）したように、エネルギー物質は戦略物質であり、需要と供給の経済的原則だけで価格が決まらず政治的要因、投機的要因も大きいのである。ウラン価格の今後の推移についても、数十年先がどのようなになっているかは不透明であり、更に、ロシアの天然ガスのように、価格とは無関係に、政治的理由で輸出を止めるという状況もありうるのである。

池田氏は、埋蔵量だけではなく、海水からのウランの捕集（国産エネルギーになり自給率も向上する）も根拠にして、ウランが長期に亘って手に入り、コストも現状の2倍程度なので、核燃料サイクルより安いと主張している。ただし、その根拠は研究段階（小規模）の捕集結果であり、2倍程度というコストもこの研究結果に基づく試算^(注5)である。即ち、現状では、海水からのウランの捕集技術は、核燃料サイクル技術のように実用化、商業化された技術ではなく、ウランが長期に亘って安定的、かつ適切な価格で手に入るかを見通せているという状態ではないのである。

従って、自前（国産）のエネルギーが得られる核燃料サイクルという多様性を確保する手段を止める（放棄する）のは、安全保障という観点からは大いに問題である。エネルギー資源を持たない日本は、エネルギーを確保するためのどんな手段も維持しておく必要があり、日本で核燃料サイクルを完成（商業化）させることはエネルギーの安全保障の観点からは必須なことである。

原子力エネルギーを利用する技術は実用化、商業化されているとはいえ、高度に専門的な知識、技術が必要であり、必要になった時に始めればすぐにできるという技術ではないのである。このため、常に人材の確保と、技術を維持、向上させていく必要があり、核燃料サイクル（高速増殖炉、再処理、燃料製造）技術も同様である。

日本は世界で唯一、平和利用のための再処理（核燃料サイクル）を認められている国である。一度この権利を放棄してしまえば、技術を失うという問題だけではなく、政治的問題として、二度と再処理の権利をアメリカから認めてもらえなくなる可能性も高く、エネ

ルギー自給率向上、エネルギー安全保障の確保の手段を永遠に失うことに繋がってしまう。

また、世界を考えてみれば、エネルギーの恩恵を受けて比較的豊かな暮らしをしている人、国は僅かであり、エネルギーを必要としている人、国は多くある（テロが起こる要因は世界に貧困、格差があり、これに起因する教育不足によるものであろう）。化石燃料は取扱いが容易であり、価格高騰の問題はあるものの、技術的、経済的弱者への配分を考えなければならぬエネルギーである。日本のように技術力が高い国が、新たな資源（エネルギー）を生み出せる核燃料サイクルを推進し、平和利用していくことは、世界の平和、弱者救済にも貢献することにもなるのである。

6、まとめ

エネルギー自給率が著しく低い日本にとって、エネルギー問題は日本の存亡に係わる重要問題であり、エネルギー安全保障の確保は、いつでも最重要課題である。

核燃料サイクルは、日本のエネルギー自給率を高め、エネルギー安全保障を確保するための重要な手段（技術）であり、一度手放してしまうと、政治的、技術的理由で二度と手に入らない手段となりうるのである。豊富なウラン埋蔵量がありそうだから、という池田氏の言う不確かな理由だけで放棄できる手段ではないのである。

現状ではエネルギーの入手が容易、豊富という状況であったとしても、「備えあれば憂いなし」と言うように、エネルギー資源を持たない日本は、将来のリスクを回避するために、エネルギーを確保するためのどんな手段も放棄せずに維持しておく必要がある。

以上

（注1）遅れている理由の多くは、科学的、技術的要因ではなく、メディアの反原発キャンペーンに迎合した政策や、非科学的な規制などの政治的理由である。「もんじゅ」の遅れの理由については以下に示した通りである。

私の意見「技術屋の視点」エネルギー問題に発言する会 2013.5.28

（注2）<池田信夫 blog>

- ①「核燃料サイクルは必要か」 2012.11.02
- ②「核廃棄物の問題は解決できる」 2013.2.11
- ③「非在来型ウランの埋蔵量について」 2013.2.11
- ④「核燃料サイクルの出口戦略」 2013.2.24
- ⑤「再処理をやめれば最終処分場はできる」 2013.11.19
- ⑥「核燃料サイクルというフィクション」 2013.12.09
- ⑦「使用済み核燃料の問題は解決できる」 2015.02.18
- ⑧「核燃料サイクルの『2018年問題』」 2015.02.22

<GEPR>

- ⑨「トイレなきマンション」を終わらせよう・使用済み核燃料を考える[言論アリー

ナ・下「核燃サイクルの是非」] 2015.3.2

(注3) ⑦「使用済み核燃料の問題は解決できる」の中では高速増殖炉は技術的に困難、と言っているが、②「核廃棄物の問題は解決できる」、③「非在来型ウランの埋蔵量について」では技術の問題ではないと言っており、⑨『「トイレなきマンション」を終わらせよう・・・』でも経済性を理由としている。

(注4) 3月3日の国会の集団的自衛権の議論で、ホルムズ海峡の自衛隊の機雷除去に関連し、民主党の枝野幹事長が、「石油が入って来なくても便利で快適な暮らしができなくなるだけである」、「中東以外にも石油は採れる」という発言をしていた。堺屋太一氏が、石油が輸入できない場合の日本の影響についてのシミュレーション結果に基づき「油断」という小説を発表しているが、今の日本のエネルギー事情は、中東の依存度が高く、石油で約80%（日本の備蓄量は約5ヶ月分）、LNGで約40%（日本の備蓄量は約0.5ヶ月分）となっており、小説「油断」に書かれた状況とほとんど同じ状況である。

自給率の著しく低い日本のエネルギー問題は国民の死活問題なのであって、民主党の幹事長がエネルギー問題に危機意識がなく、こんな楽観的考えしか持っていないことは、国民にとって不幸であり、民主党政権時代、今のエネルギー問題の混迷の原因を作った福島第一原発事故対応がひどかった理由も伺える。

(注5) 「モール状捕集システムによる海水ウラン捕集のコスト試算」、玉田正男、瀬古典明他、日本原子力学会和文論文誌、2006年