

研究指導 石光真 教授

# 原子力発電のバックエンド問題を解決するには

小林和志

## 1. 研究動機・目的

東日本大震災にともなう福島原発の事故発生により、日本の原子力を取り巻く環境は大きく変わった。それに伴い、使用済核燃料の再処理・中間貯蔵／最終処分に係る、いわゆる「原子力のバックエンド問題」についても、従来方針を単純に追認することは困難な状況に到っている。

そもそも原子力バックエンド問題は、原発の維持・縮減のいずれの方向性を問わず、抜本的解決が迫られる問題である。よって本研究では、この原子力バックエンド問題について、主に放射性廃棄物の処理と中間貯蔵の問題についての解決方法について考察していく。

## 2. バックエンドとフロントエンド

原子燃料製造や発電所運転は一般に「フロントエンド事業」と呼ばれる。一方、使用済み燃料の処理、原子炉の廃炉事業などに関しては「バックエンド事業」と呼ばれる。

## 3. 放射性廃棄物の中間貯蔵

放射性物質に汚染された廃棄物を、最終処分をするまでの間、安全に管理・保管するための施設である。

### ➤ なぜ今中間貯蔵が問題なのか

一つ目は、今除染などで発生している放射性廃棄物が行き場をなくしていること

二つ目は、原発から取り出された燃料棒がまだ原発の敷地内に置かれていることである。

### ➤ 候補地の選定

現在、中間貯蔵施設建設の候補地がいくつかあ

げられているが、どこも住民の反対を受け、選定が思うように進まない状況である。

ではこの問題を解決するにはどうすればよいか。

経産省によると、2013年3月末時点で日本国内には17000トンの使用済み核燃料があり、各原発内の貯蔵施設に約14000トン、六ヶ所村の再処理工場に約2900トン保管している。原発内の貯蔵施設の容量は約2000トン、再処理工場の空き容量は3000トンなので、空き容量は6100トンとなり7割以上が埋まっている。このため東電と日本原電は使用済み核燃料を陸上に保管する施設をほかの電力会社に先駆け建設した。この中間貯蔵施設は5000トンの容量があり、青森県の陸奥市にすでにある。単純にこれと同じ施設を各電力会社が3つ建設すれば日本全国にある使用済み燃料棒のすべてを貯蔵しておく。これが中間貯蔵施設の問題の解決策ではないかと考える。しかし今考えるべきは中間貯蔵の問題ではなく、最終処分の問題である。

## 4. 放射性廃棄物処理処分法のシナリオ

### ① 全量再処理

使用済み核燃料は適切な期間貯蔵された後、六ヶ所村の再処理工場での再処理をする

### ② 部分再処理

使用済み核燃料は再処理をするが、再処理能力を超えるものは直接処分をする

### ③ 全量直接処分

使用済み核燃料は全量直接処分をする

## 5. 再処理と直接処理

### I. 再処理

原子力発電所の使用済燃料から再利用できるウラ

ンとプルトニウムを取り出すシステム、これを「再処理」と呼ぶ。

さらに再処理を行うと高レベル放射性廃棄物と低レベル放射性廃棄物の2つの種類のものが生まれる。

#### ➤ 低レベル放射性廃棄物について

原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物は主に再処理を行った場合、燃料を直接処理場合の両方に発生する。それらは主にドラム缶に詰めて、原子力発電所内の貯蔵庫に保管する。その後、青森県六ヶ所村にある日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センターに運ばれ、コンクリートピットに埋設処分されている。

#### ➤ 六ヶ所村低レベル放射性廃棄物埋設センター

ここでは、原子力発電所や再処理施設から出る低レベル放射性廃棄物は青森県六ヶ所村の日本原燃の再処理事業施設内にある。低レベルの放射性廃棄物のほとんどはここに運ばれ、埋没処分される。

#### ➤ 高レベル放射性廃棄物について

使用済燃料を再処理してウランとプルトニウムを回収したあとに、核分裂生成物を主成分とする放射能の高い廃液が残る。これが高レベル放射性廃棄物である。

#### ➤ 高レベル放射性廃棄物の輸送

日本では、原子力発電の使用済燃料の再処理を、イギリスとフランスに委託してきた。この再処理から発生した高レベル放射性廃棄物のガラス固化体はフランスからは1995年から、イギリスからは2010年からガラス固化体が返還されてくる。

この輸送は、専用の輸送容器(キャスク)にガラス固化体を納め、専用の輸送船によって運ぶ。

#### ➤ 高レベル放射性廃棄物の貯蔵

高レベル廃棄物はガラス固化体に成形し、冷却のために30～50年間程度の貯蔵を行い、その後搬出し、地下深い地層中に処分することを、日本の基本的な方針としている。貯蔵される間に、ガラス固化体の放射能は減衰し、発熱量も少なくなる。30～50年

後には、当初の発熱量の約3分の1から5分の1に減少する

#### ➤ 再処理のメリット・デメリット

##### メリット

- ・ウラン資源の節約が出来る。
- ・放射性廃棄物の環境負荷を低減できる
- ・最終処分場に必要な用地が減る

##### デメリット

- ・経済性が悪い。
- ・プルトニウムが出来てしまうので核爆弾が作れてしまう。
- ・過酷事故による放射能汚染のリスクがある。
- ・将来の不確実性への対応能力が手に入る。

#### II. 直接処分

原子力発電に使った後の使用済核燃料を再処理せず、そのまま地中に埋設して処分すること。スウェーデンをはじめ韓国、カナダ、フィンランドといった国は直接処分を選択している

#### ➤ 直接処分のメリット・デメリット

##### ➤ メリット

- ・再処理に比べコストが安い。
- ・再処理に比べてコストを抑えることができる

##### ➤ デメリット

- ・廃棄物の量が多くなるため環境負荷が大きい
- ・再処理よりも使用済み核燃料が増えるため、収納に必要な容量が必要

#### 6. 今、直接処分と再処理どちらが求められているか

##### I. コスト面での比較

国の原子力委員会は2011年10月25日、原発のすべての使用済み核燃料からプルトニウムを取り出し再利用する現行の「再処理」のコストは、再利用せずに地中に埋める「直接処分」のコストの2倍になるという試算を発表した。

核燃料サイクルのコスト比較		
処理法	今回の試算	2004年の試算
全量再処理	1.98円	約1.6円
全量直接処分	1.00～1.02円	約0.9から1.1円
※1キロワット当たりの試算		

出展：原子力委員会HPより小林作成。

さらに、今日本の原発は今すぐではないにしろ将来的には廃炉への動きが濃厚になっている。そこで直接処理の2倍のコストがかかるウランの再利用を進めても、現実的ではない。さらに用地の節約といっても、放射性廃棄物は、非常に小さく再処理したところで、ほとんど用地の節約にならない。もっと言えば、再処理によってプルトニウムが発生するため、原爆が作れてしまう。

これらの状況を踏まえると、全量再処理路線、部分再処理路線を棄て全量直接処分を選択したほうが、妥当だと考えられる

## 7. 直接処分の方法

### I. 宇宙処分

打ち上げ時の失敗のリスクが高く、さらに打ち上げ時のコストが高い、そして宇宙技術保有国に限定される。よってこの方法は現実的ではない

### II. 地表付近に処分

技術・制度ともに無期限の維持が困難であり、長期間生活環境に共存することへの懸念もある。よってこの方法は現実的ではない。

### III. 大陸の氷床への処分

輸送のコストが大きい、監視回収が困難である。南極条約の禁止事項である。よってこの方法も現実的ではない。

### IV. 深海底への処分

沿岸諸国の理解が必須である。輸送のコストが大きい。監視回収が困難。ロンドン条約の禁止事項。よって現実的ではない。

### V. 地下深部への処分

生活環境からの隔離ができています。自国の領土内で適地を選定できる。外国でも受け入れ可能な場所がある。現在ある技術が適用できる。受動的な天然の

安全保護昨日が備わっている。監視回収の対応は可能。類似の環境による研究開発が可能である。よってこの方法が最も安全で確実な方法である。

## 8. 地層処分

上でも述べたとおり、地層処分は国内と国外のふたつの選択肢がある。

### I. 国外地層処分

国外での地層処分についてはかつてモンゴルが受け入れを容認していた。有力なウラン産出国であるモンゴルにおいて核廃棄物処分場を建設する構想が国際協調の名の下に検討された。2010年9月に米エネルギー省とモンゴル政府の協議が始まり、2011年2月には日本が参加、その後アラブ首長国連邦も加わり秘密裏に交渉が続いていたが、計画が報道されモンゴル国内で反対の動きが高まり、2011年9月には計画は撤回された。しかしモンゴルはウランの産出国であり、廃坑なども多くあるはずだ。ウランの鉱床は数億年もの間ウランを保存してきた安全な場所であり、放射性廃棄物を地層処分するには最適の場所である。

しかし放射性廃棄物の取引ともなれば、国内外からの反発は否めないだろう。

そこで、考えられる打開策は、CO2の排出権取引のように放射性廃棄物を取引するやり方である。CO2の排出権取引の要領で、放射性廃棄物を取引すれば、後からの回収も可能な上、発展途上国への開発援助にもなる。

### II. 国内地層処分

これまでの研究開発において、日本においても地層処分に適した場所が広く存在していることや、現実的な工学技術により合理的に処分施設を構築できること等の見通しが得られている。また安全性を評価するための手法が開発整備されている等、地層処分の事業化を進めるための技術基盤は整備されている。この点について、1999年11月に旧核燃料サイクル開発機構から、「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分 研究開

発第2次取りまとめ」と題する技術報告書が公表されており、日本においても地層処分を事業化の段階に進めるための信頼性ある技術基盤が整備されている。

## 8. 終わりに

これまで述べてきた、地層処分の優位性、生活環境からの隔離ができていないこと、自国の領土内で適地を選定できることを踏まえれば国内での地層処分が最良の選択肢であり、これが原子力発電のバックエンドの問題を解決するための最良の選択肢であるといえる。

いままで中間貯蔵の問題は放射性廃棄物の問題と分けられて議論されてきた。しかしバックエンドとひとくくりにすることで、原発のバックエンドの問題を流れて理解することができる。この研究の新規性はここにあると考える。

## 9. 参考文献・URL

- 池田信夫『原発「危険神話」の崩壊』2012
- 竹田敏一『知っておきたい原子力発電』2011
- 塚原晶大『核燃料サイクル20年の真実』2006
- 電気事業講座編集委員会『原子燃料サイクル』2007
- 古川和男『原発安全革命』2011
- 吉田英一『地層処分』2012
- 六ヶ所村次世代エネルギーパーク (パンフレット)
- 朝日新聞 <http://www.asahi.com/>
- 核情報 <http://kakujooho.net/>
- 核燃料サイクルをめぐる議論  
<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/issue/0473.pdf#search=%E7%9B%B4%E6%8E%A5%E5%87%A6%E5%88%86+%E3%83%A1%E3%83%AA%E3%83%83%E3%83%88>
- 公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター  
<http://www.rwmc.or.jp/>
- 原子力資料情報室(CNIC) <http://www.cnic.jp/>
- 原子力発電環境整備機構 <http://www.numo.or.jp>
- 原子炉の種類と歴史  
<http://www.konoie.com/nuclear/episode/develop.html>

電気事業連合会 <http://www.fepc.or.jp/index.html>

日本原子力発電株式会社 <http://www.japc.co.jp/>

日本原燃株式会社 <http://www.jnfl.co.jp/>

六ヶ所村次世代エネルギーパーク

<http://www.rokkasho.jp/6energypark>

わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JNC-TN1400-99-024.pdf>

ATOMICA <http://www.rist.or.jp/atomica/index.html>

NUMO <http://www.numo.or.jp/>