

## 海外再処理に伴い発生する返還廃棄物について

原田光久\*

日本は、海外に再処理を委託しており、この結果、再処理に伴い発生する高レベル廃棄物及び低レベル廃棄物が返還されることとなっている。このうち、高レベル廃棄物（ガラス固化体）については、1995年に仏国 COGEMA 社からの返還が開始されており、今後、英国 BNFL 社からの返還も予定されている。低レベル廃棄物に関して、仏国からは、固型物収納体及びピチューメン固化体、英国からは、セメント固化体及び雑固体の返還が計画されている。また、最近の状況として、英国からの廃棄物の交換に関する提案、仏国からの低レベル廃液の固型化方法変更の提案があった。

**Keywords : 返還廃棄物, ガラス固化体, 固型物収納体, CSD-C, CSD-B, ピチューメン固化体**

Japanese electric power companies entrust spent fuel reprocessing to U.K. and France. After reprocessing, high level wastes and low level wastes are to be returned. High level wastes (vitrified residue) from COGEMA of France have been returned to Japan since 1995, and those from U.K. BNFL will also be returned. As for low level wastes, CSD-C and bitumen solidification wastes from France, and cement solidification wastes and technological wastes from the U.K. are to be returned. Recently, BNFL proposed waste substitution, and COGEMA proposed to change solid method of low level waste fluid.

**Keywords: return waste, vitrified residue, CSD-C, CSD-B**

### 1 返還廃棄物の概要

日本の電気事業者は、仏国 COGEMA 社及び英国 BNFL 社に約 7,100 トン・ウラン（軽水炉約 5,600 トン・ウラン、ガス炉約 1,500 トン・ウラン）の使用済燃料の再処理を委託しており、英仏は、共に再処理に伴い発生する放射性廃棄物について、原則として委託国に返還する政策をとっている。このため、海外再処理に伴い発生する放射性廃棄物【高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）、低レベル放射性廃棄物（TRU 廃棄物）】が日本に返還される。

これまでの実績として、仏国 COGEMA 社から、1995 年より、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の返還を受け、青森県六ヶ所村の日本原燃(株)の施設で一時貯蔵を行っている。

今後は、仏国 COGEMA 社からは、低レベル放射性廃棄物（TRU 廃棄物）、英国 BNFL 社からは、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）及び低レベル放射性廃棄物（TRU 廃棄物）の返還が行われる予定となっている。

なお、仏国は、国内法（1991 年成立：通称バタイユ法）で外国から持ち込まれた使用済燃料の再処理に伴い発生する放射性廃棄物の国内での貯蔵を再処理のために必要とされる技術的期間を超えて行うことを禁じている。

また、返還廃棄物の輸送は、約 2 ヶ月間を要する国際輸送であり、輸送ルートの沿岸国等から輸送の安全性等についての懸念が示されている。

### 2 返還高レベル廃棄物

返還されたガラス固化体は、最終処分までの 30 年間から 50 年間、日本原燃（株）の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターに貯蔵することとしている。

仏国 COGEMA 社からは、12 回の輸送で、ガラス固化体が約 1,350 本返還される予定であり、1995 年より、これまでに 10 回の輸送で、計 1,016 本のガラス固化体を受け入れている。英国 BNFL 社からは、約 850 本のガラス固化体が返還される予定であり、2007 年度からの返還開始を目前に調整中である。

なお、日本原燃の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターは、1 期貯蔵施設（貯蔵容量 1,440 本）が 1995 年に操業を開始しており、現在、2 期貯蔵施設（貯蔵容量 1,440 本）を建設中となっている。

### 3 返還低レベル廃棄物

#### 3.1 COGEMA 社からの返還廃棄物

仏国 COGEMA 社の場合、再処理に伴い発生する低レベル放射性廃棄物のうち、固体については、固型物収納体（ハル・エンドピースなどを圧縮により固型化したディスクを容器に収納）、液体についてはピチューメン固化体（アスファルトにより固化）として返還される予定である。

これらの低レベル廃棄物の返還数量について、現時点では、固型物収納体が、約 3,600 本（約 680m<sup>3</sup>）、ピチューメン固化体が、約 1,100 本（約 250m<sup>3</sup>）と想定しており、最大予想値としては、それぞれ、約 4,400 本、約 1,200 本と想定している。

#### 3.2 BNFL からの返還廃棄物

英国 BNFL 社の場合、再処理に伴い発生する低レベル放射性廃棄物のうち、燃料被覆管等についてはセメント固化体、操業に伴う雑固体廃棄物については雑固体として返還される。

これらの低レベル廃棄物の返還数量について、現時点では、セメント固化体が、約 4,500 本（約 2,500m<sup>3</sup>）、雑固体が約 6,000 本（約 9,000m<sup>3</sup>）と想定している。

Recent situation of the return waste by Mitsuhsu Harada  
(harada.mitsuhsu@tepcoco.jp)

\* 東京電力(株) 原子燃料サイクル部 Tokyo Electric Power Company  
〒100-8568 東京都千代田区内幸町 1-1-3

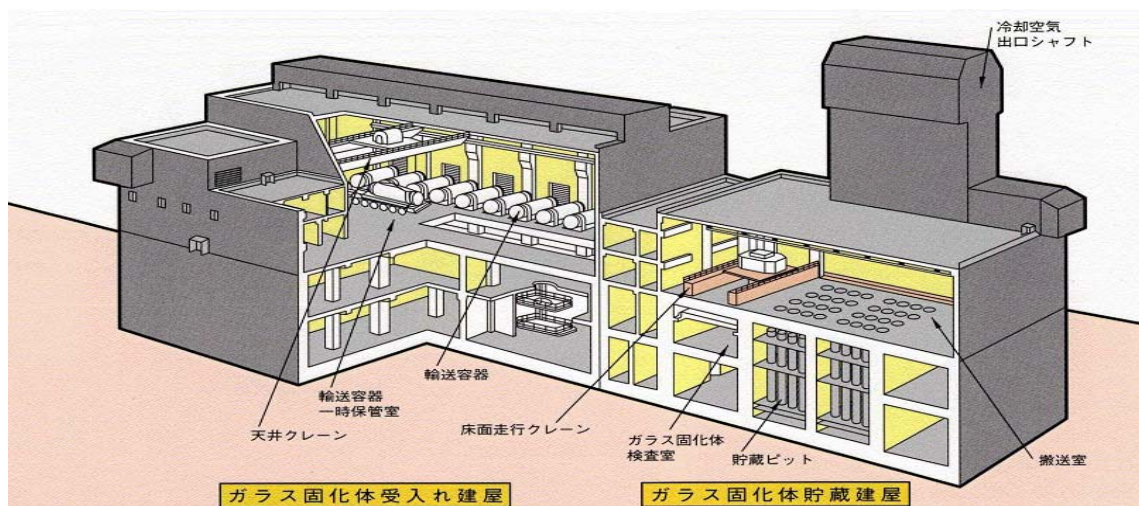


Fig. 1 Outline of storage facility for high level wastes (vitrified residue).

Table 1 Summary of return waste from U.K. and France.




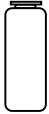


再処理委託先	名称	内容物等	寸法等	外観	想定返還数量
COGEMA	ガラス固化体	高レベル放射性廃液	高さ：約 1.3m 外径：約 0.4m 容積：約 170L 重量（最大）：550kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $3.5 \times 10^{14}$ Bq $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $4.5 \times 10^{16}$ Bq		約 1,350 本 (約 260m <sup>3</sup> )
	固型物収納体	ハル・エンドピース 雑固体廃棄物	高さ：約 1.3m 外径：約 0.4m 容積：約 170L 重量（最大）：850kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $6.2 \times 10^{12}$ Bq $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $7.4 \times 10^{14}$ Bq		約 3,600 本 (約 680m <sup>3</sup> )
	ピチューメン固化体	工程沈殿物	高さ：約 0.9m 外径：約 0.6m 容積：約 210L 重量（最大）：250kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $1.3 \times 10^{11}$ Bq  $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $5.2 \times 10^{12}$ Bq		約 1,100 本 (約 250m <sup>3</sup> )
BNFL	ガラス固化体	高レベル放射性廃液	高さ：約 1.3m 外径：約 0.4m 容積：約 170L 重量（最大）：550kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $3.5 \times 10^{14}$ Bq $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $4.5 \times 10^{16}$ Bq		約 850 本 (約 160m <sup>3</sup> )
	セメント固化体	ハル・エンドピース スワーフ 工程廃棄物等	高さ：約 1.2m 外径：約 0.8m 容積：約 560L 重量（最大）：2,000kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $3.7 \times 10^{12}$ Bq $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $6.1 \times 10^{14}$ Bq		約 4,500 本 (約 2,500m <sup>3</sup> )
	雑固体	雑固体廃棄物	高さ：約 1.2m 外形：約 1.0m×約 1.2m 容積：約 1,500L 重量（最大）：4,000kg $\alpha$ 放射能量（最大）： $1.6 \times 10^{10}$ Bq <sup>*1</sup> $\beta \gamma$ 放射能量（最大）： $4.8 \times 10^{10}$ Bq <sup>*2</sup>		約 6,000 本 (約 9,000m <sup>3</sup> )

Table 2 Status of return of high level wastes (vitrified residue).

回数	入港年月日	ガラス固化体数	再処理委託先
第1回	1995年4月26日	28本	COGEMA
第2回	1997年3月18日	40本	
第3回	1998年3月13日	60本	
第4回	1999年4月15日	40本	
第5回	2000年2月23日	104本	
第6回	2001年2月20日	192本	
第7回	2002年1月22日	152本	
第8回	2003年7月23日	144本	
第9回	2004年3月4日	132本	
第10回	2005年4月20日	124本	
計		1016本	

### 3.3 貯蔵管理及び処分

低レベル廃棄物については、処分までの適切な期間貯蔵した後、処分のために施設より廃棄物を搬出することとしており、COGEMA社からの返還開始が、2013年度と想定されていることから、これにあわせて、貯蔵管理施設を建設し、一時貯蔵することを検討している。

返還される低レベル廃棄物の処分概念については、「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」（原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会、2000年3月）にて検討され、国内再処理施設から生じる低レベル放射性廃棄物（TRU廃棄物）とともに安全に処分することが可能との見通しが示されており、「TRU廃棄物処分の安全規制に関する基本的考え方」については、現在原子力安全委員会において検討中となっている。

なお、「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」（原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会、平成12年3月）では、英国から返還される低レベル放射性廃棄物については、“発生量の試算例”には加えていないが、国内の再処理施設から発生するセメント固化体、雑固体廃棄物と同じセメントで固化されたものと考えることが可能であり、これまでと同様の評価により安全に処分が可能との見通しが得られる廃棄物と考えられる。

## 4 最近の提案

### 4.1 COGEMA社からの提案

#### 4.1.1 提案の概要

COGEMA社より、低レベル廃液の固化方法をアスファルトによる固化（ビチューメン固化体）から、ガラスによる固化（低レベル廃液固化体）に変える提案を受けている。固化方法の変更により、大幅な減容化が可能となり、低レベル廃液固化体を選択した場合、返還されるビチューメン固化体約1,100本（約250m<sup>3</sup>）が、低レベル廃液固化体28本程度（約5m<sup>3</sup>）となり、

これに伴い、輸送回数の低減及び低レベル放射性廃棄物の日本での貯蔵管理施設の規模縮小が可能となる。

#### 4.1.2 低レベル廃液固化体

COGEMA社からの提案を受け入れた場合、ガラス固化される低レベル廃液は、UP2-400の廃止措置に伴う洗浄廃液となる。洗浄廃液は、30g～100g/リットル程度の比較的高いナトリウム濃度となり、ホウ素、硫黄をはじめ、僅かながらセリウム、鉄、モリブデンも含まれると想定される。

仏国での初期試験では、ナトリウムを比較的多く含む廃液であっても、浸出性能が安定したガラスが製造できることが確認されており、ガラス固化体と同様、CEA（仏国原子力庁）とCOGEMAとで、低レベル廃液固化体に関する技術開発（廃液組成の把握・選定/固化ガラス組成の選定/最適なプロセスの選定）を進めている。

なお、COGEMAラ・アーク工場の場合、従来より、施設の除染廃液を含め、再処理工場の各施設で発生する低レベル廃液は、ビチューメン固化体製造施設（STE3）へ送られ処理されている（現在は、一部の廃液は、処理方法が変更となっている）。

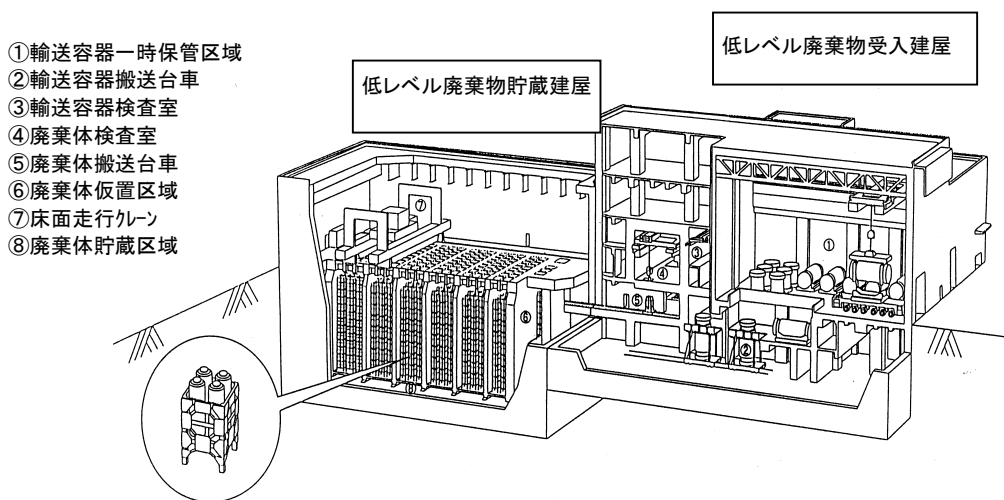
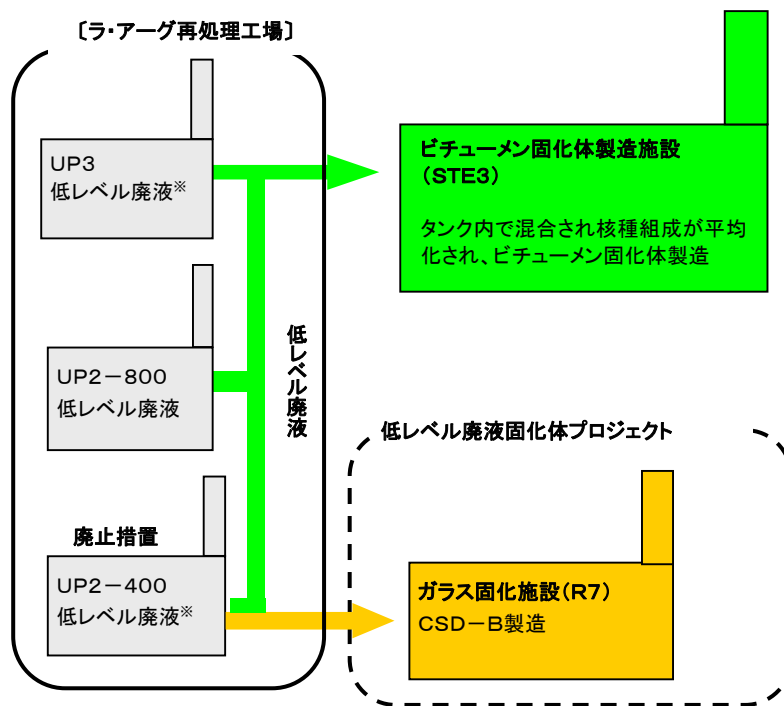


Fig. 2 Outline of storage facility for low level wastes (CSD-C). (Plan)



※: 日本の使用済燃料を再処理

Fig. 3 Treatment of low level liquid waste.

4.2 BNFL からの提案

4.2.1 提案の概要

英国 BNFL 社は、日本の電気事業者を含む海外再処理契約者に対して、低レベル放射性廃棄物を高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に交換して返還することを提案している。（英国では substitution と呼ばれている。）

この提案を受け入れれば、英国から返還される低レベル放射性廃棄物は、ガラス固化体約 150 本になると想定できる。この結果、輸送回数の低減（37 回の返還低レベル廃棄物輸送が 1 回（ガラス固化体）に低減）が可能であり、また、英国 BNFL 社から返還される低レベル放射性廃棄物の日本での貯蔵管理施設の建設が不要になることから、選択に向けた検討が進められている。（一部のドイツの再処理契約者は、既に廃棄物交換を行うための契約を締結している。）

なお、英国 BNFL 社の提案の背景には、廃棄物交換に関する英国政府の決定がある。英国政府は、ITP（Integrated Toxic Potential）という指標を用いて計算で、放射線による影響が同等であることを示すことにより、1995 年に雑固体、2004 年 12 月にはセメント固化体を高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に替えて返還できることを決定している。

4.2.2 廃棄物交換の指標

英国政府は、異なる放射性廃棄物の間であっても、放射性廃棄物に含まれる放射性核種毎の放射線による人への潜在的影響を一定期間中で合計し、これが等しければ異なる放射性廃棄物の放射線による影響は同等であり、放射性廃棄物の交換が可能としている。

具体的には、放射線による人への潜在的影響は、放射性廃棄物に含まれる放射性物質を経口摂取すると仮定したときに受ける放射線の量（実効線量<sup>※1</sup>）で評価し、廃棄物処分後、500～10 万年の間<sup>※2</sup>の人への潜在的影響の合計が交換前後の廃棄物間で等しくなるようにすることとしている。

英国政府が用いた指標を数式で表すと、ITP（Integrated Toxic Potential）は、以下のとおりとなる。

$$ITP = \int [\sum (\text{廃棄物中の核種毎の放射線量 (Bq)} \times \text{標準人の年間の水摂取量 (m}^3\text{)} / \text{核種毎の年間 1mSv に相当する経口摂取限度 (Bq)})] dt$$

※1：放射線の種類に関係なく、放射線による全身被ばくに伴う（確率的）影響の程度を表す放射線防護上の指標。

※2：英国放射性廃棄物管理諮問委員会（RWMAC：Radioactive Waste Management Advisory Committee）報告(1994 年 6 月)による。

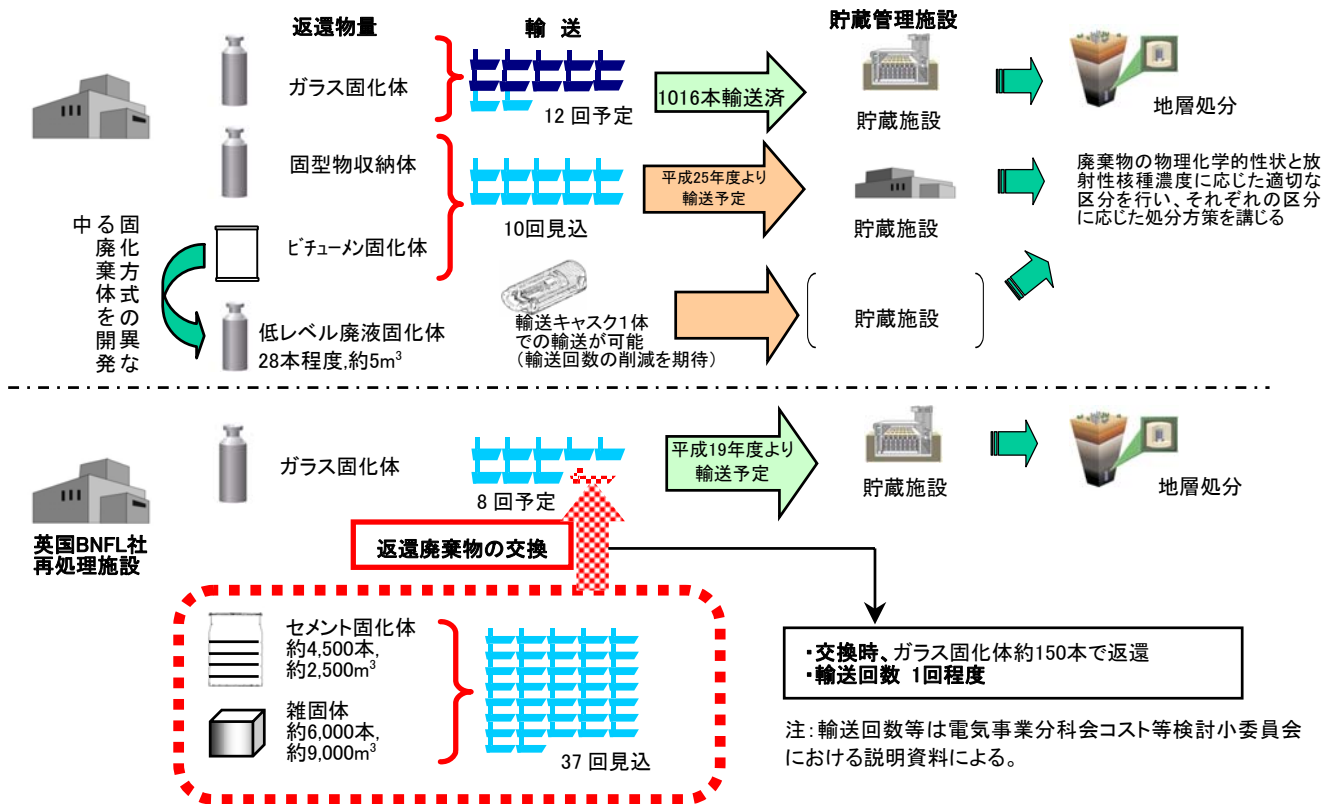


Fig. 4 Outline of return waste from U.K. and France.

### <参考 1 : 廃棄物交換に関する英国の経緯>

- 1986年 英国政府関係者は国会答弁にて外国の使用済燃料を再処理することに伴い発生する放射性廃棄物（セメント固化体、雑固体）を高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に交換して再処理契約者に返還することは検討に値すると発言。
- 1995年 英国政府は放射性廃棄物管理政策に関する白書を発表し、返還する放射性廃棄物の交換をすることができる旨表明。但し、セメント固化体については、発生後 25 年以内に英国内にセメント固化体処分場が整備されることが条件（25 年制約）。
- 1996年 英国 BNFL 社は海外再処理契約者に対し、返還する放射性廃棄物の交換を提案。
- 1997年 英国のセメント固化体処分の実施主体である NIREX 社が処分場としての調査施設建設計画を進めていたが、英国政府は手続きに関する不備などを理由に、同建設計画を却下。
- 1999年 英国上院科学技術委員会が「返還する放射性廃棄物の交換について 25 年制約を課すことは再検討すべき」との見解を含む報告書「放射性廃棄物の管理」を作成し、英国政府に勧告。  
英国政府は、廃棄物管理政策を策定するためコンサルテーション・ペーパー「放射性廃棄物の安全管理について」を発行、さらに最終的に 25 年制約を撤廃すべきかどうかの検討を行うため「廃棄物の交換を許可することの妥当性評価報告書」を発表し、意見公募。
- 2004年 12月 13日 英国政府は 25 年制約を撤廃しセメント固化体をガラス固化体に替えて海外再処理契約者へ返還することができる旨の声明を発表。

### <参考 2 : 2004 年 12 月 13 日英国政府声明の概要>

- セメント固化体をガラス固化体に交換し、海外の再処理契約者へ返還することができる。
- 交換に際して、ITP（Integrated Toxic Potential）を用いることにより、同等な放射線による影響（radiological equivalence）を計算する。
- 放射性廃棄物を交換することによる利点。
  - ・ 広義な環境中立性(broad environmental neutrality)を達成
  - ・ 海外への廃棄物返還が早期に終了
  - ・ BNFL 海外再処理契約者への廃棄物返還輸送回数が 6 分の 1 に減少 など