

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT CENTER TOPICS

1989.9.NO.12

目次

スペインにおける放射性廃棄物管理.....	①
センターのうごき.....	⑧

スペインにおける放射性廃棄物管理

1. はじめに

スペインは伝統的な農業・水産業の国とみられているが、1960年代以降は自動車産業はじめ各種の工業が飛躍的に発展して、工業生産高が農水産業の生産高を上まわるようになり、1986年には欧州共同体(EC)にも加盟することになった。

この活動を支えるために約90%の石油を国外から輸入しており、また石炭産出国(年約2100万吨)でありながらさらに約30%を追加輸入して使用している。原子力利用にも早くから着目して1951年には原子力委員会(JEN)を設けて調査研究と発電炉の準備をはじめ、1968年には第1号発電炉を動かし、現在10基、784万kWの発電容量を有する世界第9位の原子力発電国となっている。一次エネルギー中で電力の占める割合は約20%で、うち、水力13%、原子力7%となっている。

2. 原子力開発とその体制

1951年に産業エネルギー省(MIE)に原子力委員会がおかれ、委員会はマドリードに直轄の研究所を設け、材料試験炉JEN-1等の施設を整備して各種の研究をはじめた。1986年の改編によりJEN研究所は名称も環境・技術・エネルギー研究センター(CIEMAT)と改められたが、現在も所員約2100名を擁する原子力の中心的研究機関として活動を続けている。

1960年代の半ばには電力会社により代表的な3種の発電炉の導入が行われた。そして1968年にはウェスティングハウス社の16万kW PWRがホセカブレラ(ゾリータ)で、'71年にはGE社の46万kW BWRがガローニョで、また'72年にはフランスのコンソーシアムによる50万kW GCRがバンデロス1号炉として、それぞれ運転をはじめた。ただこれら第一世代発電炉では国産化率は40~50%にとどまっていた

この状態を改め原子炉および核燃料の国産化をすすめるために、まず政府と民間企業が出資して1971年にはスペイン(全国)ウラン公社(ENUSA)が、また'72年には原子力機器公社(ENSA)がそれぞれ設立された。

スペインはヨーロッパではフランス、スウェーデンに次ぐウラン産出国(埋蔵量33,000トン)であり、ENUSAはそのフロントエンド機関としてウランの採鉱・製錬および燃料成型加工を担当する会社である。サエリセス・エルチコ、ラアバ、アンドゥハル(現在閉鎖)において採鉱・製錬が、またフスバドにおいて200トン/年の成型加工工場の運転が行われている。ウラン濃縮については国内で行なう計画はなく、ユーロディフに11.1%の資本参加をしてその濃縮ウランの供給を受けることにしている。

再処理については、JEN研究所時代にその試験炉の使用済燃料の再処理研究が行われ、第2研究所にパイロットプラントをつくる計画もあったが、現在はバンデロス-1のGCRの使用済燃料をフランスへ送り再処理してもらうだけで、他はそれぞれの原子炉プールで貯蔵したのちは中央の乾式貯蔵施設にうつし、いずれ最終処分することが考えられている。

1980年には王令により原子力安全委員会(CSN)が設立され、原子力の安全性について産業エネルギー大臣に助言するとともに、原子力施設の安全査察にあたることとなった。(なおスペインは1978年新憲法により君主国にもどった。)

さらに第二世代の原子力発電所が1977年の国家エネルギー計画、'81年の新国家エネルギー計画にそって建設され、アルマラス-Ⅰ(93万kW PWR)、アスコ-Ⅰ(93万kW PWR)、コフレンテス(100万kW BWR)の各発電炉がそれぞれ1981年、'83年、'84年に運転をはじめた。国産化率も60~64%に達した。改良は引き続き進められ国産化率70~78%の第三世代発電炉(いずれもPWR型)のアルマラス-Ⅱ(93万kW)、アスコ-Ⅱ(93万kW)、バンデロス-Ⅱ(98万kW)、トリリョ-Ⅰ(104万kW)がそれぞれ1983年、'85年、'88年、'88年に運転に入った(図1)。

しかし漸く経済成長も停滞し反原子力運動の激化もあって、新国家エネルギー計画は翌1982年に見直され(PEN-83)、原子力発電もこれら10基をもって一段落させることとなった。ほとんど完成し

ていた第二世代のレモニス-Ⅰ、-Ⅱ炉のほか、第三世代のトリリョ-Ⅱ、バルデカバレロ-Ⅰ、-Ⅱ各炉の工事も凍結されることになった。



図1 スペインの原子力施設

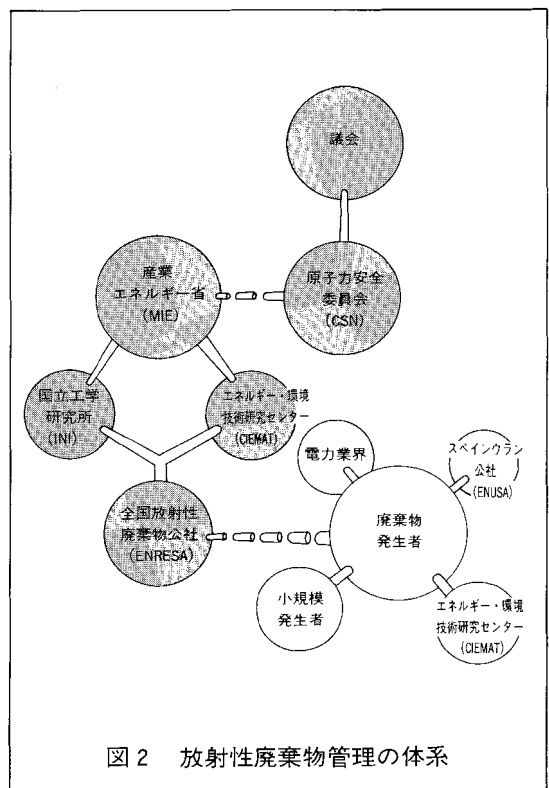


図2 放射性廃棄物管理の体系

そして核燃料サイクルの最後をしめくくる廃棄物管理の機関として1984年に全国放射性廃棄物公社(ENRESA)が王令により設立された。法的には産業エネルギー省の環境・技術・エネルギー研究センター(CIEMAT)と国立工学研究所(INI)の出資による有限会社の形をとっている。(図2)。

3. 放射性廃棄物の発生と廃棄物公社

放射性廃棄物はこれらの原子力研究センター、原子力発電所、核燃料サイクル施設、およびラジオアイソトープ(RI)を利用している病院・大学等から出されている。それらは大きく低中レベル廃棄物と高レベル廃棄物に分類されているが、ほかにウランの採鉱・製錬から出される放射能レベルはきわめて低いが大量のウラン鉱滓(ティリング)がある。主として半減期30日未満の短寿命の $\beta\gamma$ 核種を含み、長寿命の α 核種はごく少量しか含まないものを低中レベル廃棄物とよび(低レベル・中レベルはパッケージの表面線量率が200ミリラド/h以下であるか以上であるかにより区別)、短寿命核種の放射能レベルが高く長寿命核種を相当量含み、発熱性のものを高レベル廃棄物とよんでいる。

784万kWの原子力発電体制で原子炉は稼働率70%で30年間運転されるものと想定され、またGCR1基分の使用済燃料がフランスで再処理されガラス

固化体とその他の廃棄物として返還されるほかは、使用済燃料はそれぞれの原子炉プールから中央の乾式貯蔵場に移されて貯蔵され、のち容器に封入され最終処分にまわされる。原子炉および燃料サイクル施設は運転終了後は解体撤去され、運転廃棄物と同じようにこれら解体廃棄物も廃棄物公社にわたされる。大学・病院等の小規模のRI利用機関からの廃棄物はCIEMAT研究センターで処理されてから廃棄物公社に引きとられる(図3)。

これら放射性廃棄物の発生量は表1のように推定されている。

放射性廃棄物公社の基本政策は、放射性廃棄物管理において必要とされる活動を明確にしそれを管理することであり、個々の活動を他の工学機関、サービス機関に委託して行わせることが認められている。公社の活動計画は全体放射性廃棄物計画(GRWP)として1987年以来毎年つくられ、産業エネルギー省の承認を得て実施に移されている。

実際に行なう主要な活動は、

- a) 放射性廃棄物の取扱いおよび調整、
ウラン採鉱・製錬鉱滓の調整、
施設解体廃棄物の管理
- b) 放射性廃棄物の集荷輸送システムの確立、
- c) 一時貯蔵および最終処分のサイトの決定と施設の設計・建設および運転、
最終処分施設の長期管理、

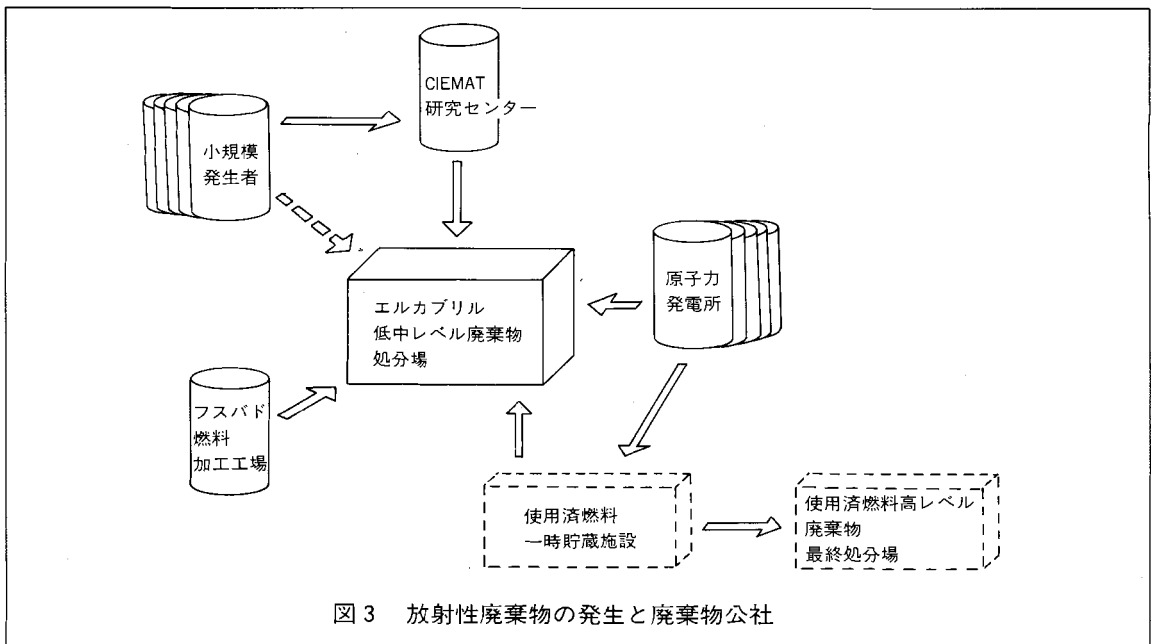


図3 放射性廃棄物の発生と廃棄物公社

d) 廃棄物管理にかかわる経済政策に必要な技術的および経済的研究, および

e) 広報活動,

とされている。

現在, 廃棄物公社は国の補助を一部うけているが, 廃棄物発生者負担の原則に基づいて小規模発生者からは直接サービス費を, また電力事業者からは売上げ電力量に比例する料金(現在1.4%)を, それぞれ徴収することになっている。

4. 低中レベル廃棄物の処理処分

一般に放射性廃棄物はそれぞれの発生個所において前処理(調整)されているが, 低レベルの液体は凝集沈殿, イオン交換, 蒸発等の方法が適用され, 濃縮物はセメント固化され220ℓドラム缶その他の容器に入れられている。なお第一世代のアルマラス炉では初期に尿素フォルムアルデヒド樹脂による固化を行っていたが, pH1~2の遊離水が65~70%容しみだしてくることがわかり, 真空蒸留したのち残渣を圧縮処理してペレット状にしドラム缶につめ, セメント固化をし直すことになった。

またアンドウハルのウラン鉱山では集積されている鉱滓から出るラドンの対策として, 50cm厚の粘土層で鉱滓をおおう野外試験を終り, この120万トンの鉱滓の処理を順次すすめていくことになっている。

CIEMAT研究センター, 原子力発電所, およびENUSAの燃料サイクル施設では, 処理済みの低中レベル廃棄物は各サイトで一時貯蔵したのち,

低中レベル廃棄物一時貯蔵施設へトラックで陸送している。

一時貯蔵施設はマドリードの南450km, コルドバ県のシェラルバラナのエルカプリル地区に1961年CIEMATにより建設され, 現在は廃棄物公社に移管されその管理下にある。用地は広さ12km²あって, その台地上に3棟の一時貯蔵庫がつくられている。ここは結晶片岩, 片麻岩, 雲母片岩の褶曲したシェラモレナ山地中にあり, 岩石のひび割れは少なく, 最高地下水位も深い。

廃棄物公社はさらにこの地域の地質, 水文, 地震特性等を詳しく調べ, 条件のよい24haを選んで低中レベル廃棄物処分施設をつくる計画をまとめた。1988年5月には予備安全解析と環境影響評価の報告書をそえて処分場の設置許可申請を, 産業エネルギー省と原子力安全委員会に提出した。

中心となる施設は管理区域につくられる廃棄物受入れ・調整棟と浅地埋施設である。受入れ・調整棟は小規模発生者からCIEMATを経てもちこまれる固体廃棄物の圧縮, セメント固化, ドラム缶づめ, およびシンチレーション廃液と生物廃棄物の焼却を行なうとともに, 原子力発電所から運びこまれる固体廃棄物をスーパー圧縮機(図4参照)で減容処理する所である。受け入れ量としては12年間で58,000m³が想定されている。

浅地埋施設では, セメント固化体パッケージをモジュール式のコンクリートピットに収納し, 満杯になればモルタルを注ぎ鉄筋コンクリートの蓋をかぶせ, 不透水性のカバーと覆土を施したのち植生がなされる(図5)。収容量は47,700m³で,

表1 放射性廃棄物の発生量

廃棄物の種類		1983年推定(m ³)	1988年推定(m ³)	1987年末貯蔵量(m ³)	
高レベル 廃棄物	使用済燃料	5,500(t)	9,600 (5530t)	442(t)	
	再処理返還ガラス固化体		100		
低中レベル 廃棄物	原子力発電所運転から	98,940	62,600	8,489	
	原子力施設解体から	130,500	139,700		
	燃料成型加工から	1,730	1,600		99
	再処理返還から	14,270	14,000		
	使用済燃料貯蔵・容器封入から	21,000	15,300		
RI利用から	9,160	10,300	1,810		
極低レベル 廃棄物	-ウラン製錬鉱滓		7,840,000+	5,040,000	

2000年末までの全国の低中レベル廃棄物固化体を受け入れることができる。管理期間としては100～300年が考えられている。

非管理区域には放射線管理・医務・分析・洗濯等を行なう一般サービス棟、補助サービス棟、工務棟、排水処理棟、出入管理・消防棟、見学広報棟等が予定されている。

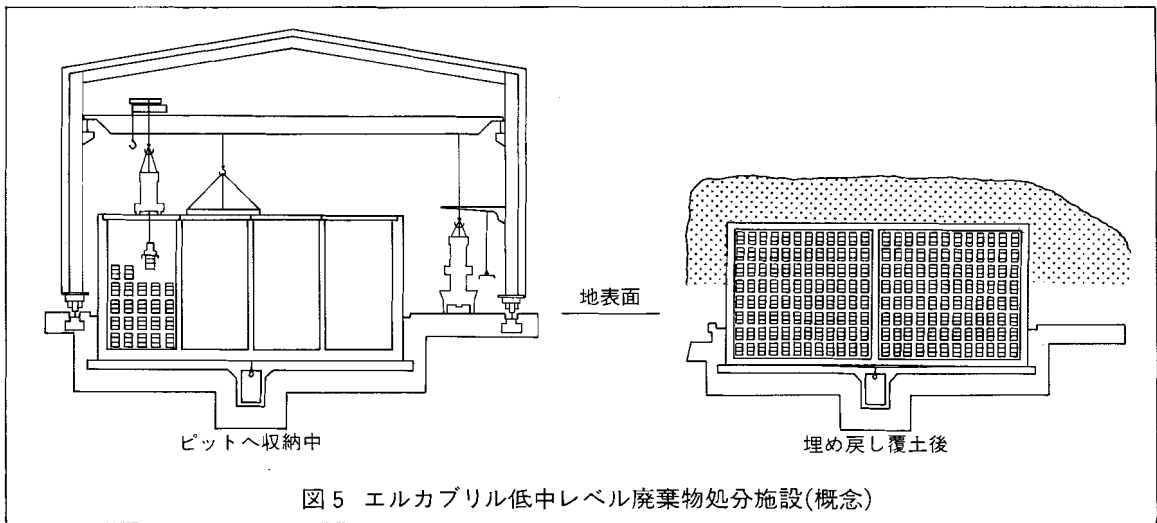
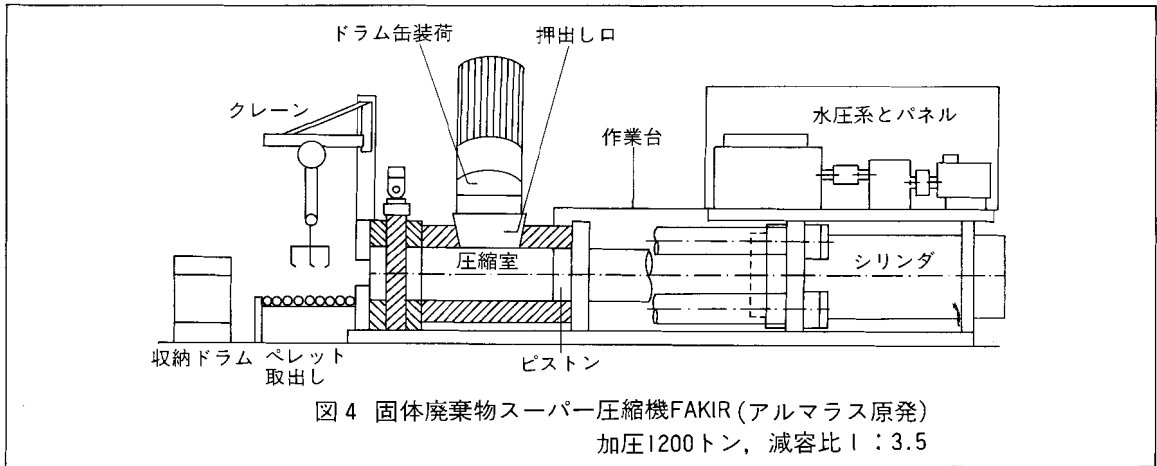
なお小規模のRI使用者の出す廃棄物はCIEMAT研究センターへ集められ処理されたのち、エルカブリルの貯蔵施設へ送られている。また医療用RI利用のセンターとしてバルセロナにサンタクロ・サントパウ病院があり、そのRI廃棄物も同様にCIEMATで前処理のちエルカブリル貯蔵施設へ送られている。

RI廃棄物委託費は現在CIEMATおよびENUSAからの圧縮性固体はドラム缶(220ℓ)入りか $52,000$

ペセタ、その他の容器の場合は $236,400$ ペセタ/ m^3 ときめられている。小規模RI利用者からの廃棄物委託費は固体では25ℓまでが $10,450$ ペセタ、動物死体では $30,900$ ペセタ、また液体ではH-3、C-14の $0.4mCi$ 以下、 $\beta\gamma$ の $1\mu Ci$ 以下、で25ℓまでのものが $19,500$ ペセタ、それ以上の放射線量ならば $46,450$ ペセタときめられている。密封線源は20ℓまでが $31,950$ ペセタ、80ℓまでが $59,750$ ペセタである(なお1ペセタはほぼ1.1円相当)。

なお半減期30日以下の短寿命のRI廃棄物は、固体では貯蔵して減衰させ、液体では有資格者の指示に従って一定量づつ希釈して下水に放流することが認められている。

また現在は放射性廃棄物の埋設について規制免除レベルは定められていないが、放射性物質の貯蔵については10cm離れたところの線量率が $1\mu Sv/h$



以下で産業エネルギー省の認めた場合には、放射線に関する規制をうけないこととされている。

5. 放射性廃棄物の処分の目標と要件

放射性廃棄物の処分施設では、廃棄物を人間と人間環境から隔離して、起り得る放射性核種の漏出による放射線被ばくが許容レベル以下に抑えられるように保証することを目標としている。これを廃棄物の形態・容器・工学バリアおよびサイトの地質条件から成る処分システム全体により達成することにしているが、そのため**処分施設のサイト選定のための要件として、以下の13項目が1985年に原子力安全委員会によって示されている。**

- 1) 処分施設が設けられる岩体の形状と大きさは、そこに処分施設自体と周辺緩衝域を設け、確実に廃棄物の隔離ができるだけのものであること。
- 2) 処分施設は、処分される廃棄物の種類と量に適切に対応できる地質特性と深度をもつ岩体中に設けること。
- 3) 処分サイトは、その地質特性が処分場設置と廃棄物隔離に対して適切であることを識別し評価できるような場所に選ぶこと。
- 4) 処分施設は、必要な隔離期間のあいだ造山運動的に安定であると考えられる地質構造の中に設けること。

- 5) 処分サイトは、地震とそれに関連する地殻運動が廃棄物の隔離に許容できないような影響をあたえることのない地域に選ぶこと。
- 6) 処分サイトは、地熱の勾配が異常に高くまた火山活動が近年認められるような地域を避けて選ぶこと。
- 7) 処分サイトは、周辺地勢の地理特徴が廃棄物の隔離にとって有利である地域に選ぶこと。
- 8) 処分サイトは、地球化学的および物理化学的な地質条件から、放射性核種の生物圏への移行がすく抑制されると考えられる地域に選ぶこと。
- 9) 処分サイトは、廃棄物の隔離に不利な影響をあたえることのない地質工学的特性をもち、また廃棄物・施設・地質等の相互作用も考慮した地質工学的安定性を備えた所に選ぶこと。
- 10) 処分施設は、浅地埋設の場合にも地層処分の場合にも、地表のプロセスや事象によって廃棄物隔離にとり許容できないような影響をうけることのない所に設けること。
- 11) 処分サイトは、都市・工場等の地域区別、将来の発展開発、処分場運営に対するその他の影響を考慮し、低人口地域に選ぶこと。
- 12) 処分サイトは、現在および将来の天然資源の開発によって廃棄物の隔離が妨げられる可能性

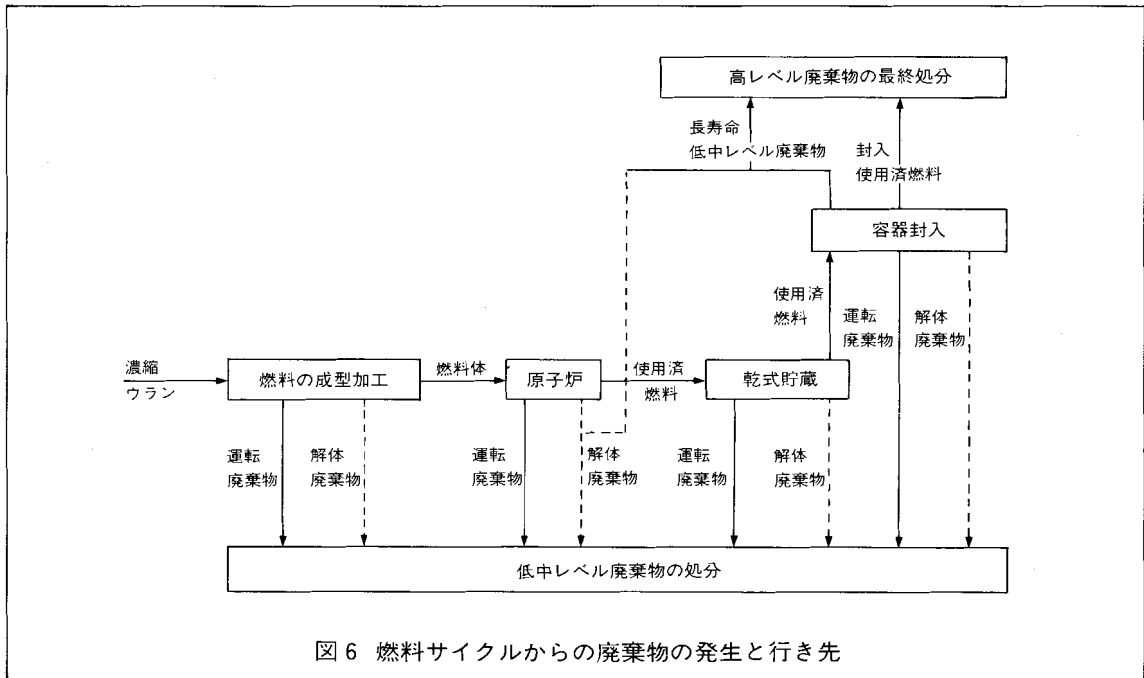


図6 燃料サイクルからの廃棄物の発生と行き先

のある所は避けること。

13) 処分施設は、それを設けても環境条件を著しく悪化させることのないような所に設けること。

これらの要件に従って選ばれたサイトに廃棄物を処分する際には、問題となるグループに属するなどの個人も0.1mSv/年(10ミリレム/年)以上の放射線を受けることのないように規制される。

6. 高レベル廃棄物の取扱いと処分

原子炉から出される使用済燃料は、GCRの燃料が例外的にフランスで再処理されて高レベルのガラス固化体と低中レベルの固化体として返還されるほかは、すべてそれぞれの原子炉プールで原則として10年間貯蔵されたのち、中央の乾式貯蔵施設へ運ばれ約40年間貯蔵されることになっている。

次いで高レベルの燃料体は容器に封入され地層処分されるが、ガラス固化体と長寿命の α 廃棄物も同様に処分される(図6)。候補地層としては花崗岩、岩塩、および粘土の層が検討され、全国的地質調査が行われ、1988年には11の候補地域が選ばれた。

廃棄物公社は西部の花崗岩地帯に地下研究施設(IPES)を設けCEC共同研究の一環として研究をすすめる案をまとめたが、国境を接するポルトガルの抗議等があり断念しなければならなかった。

表2 放射性廃棄物管理費*(1989年)

区 分	金 額 (億ペセタ)
研究開発	525.22
輸送	304.54
低中レベル廃棄物	
貯蔵	544.44
避雷針 処分	17.11
再処理(GCR)	865.20
高レベル廃棄物	
最終処分	4354.22
施設の解体撤去	2101.68
計	8712.41 ↓ 8777.26

*原子力発電量 2.2×10^{12} kWh

11の候補地域は2000年までに数カ所にしぼられ、その中から1カ所が選定され2010~20年頃までに処分場が建設され運用されることが考えられている。

廃棄物管理費については毎年見直されており、表2に1989年1月改訂のものを示す。現在は原子力発電量に比例して1.4%の廃棄物管理費が集められているが、これからすると次年度以降は1.49% (0.40ペセタ/kWh)に改められることになろう。なお表中の避雷針の項は、放射性元素を使ったものが約2万本輸入されて使われているので、それを撤去して処分するための費用を示すものである。

0.40ペセタ/kWhは米国に比べて約4倍になるが、低中レベル廃棄物の処分と施設の解体撤去も対象に含めていることは考慮されなければならない。

7. 国際関係

スペインの原子力は初期の発電炉導入時代にはいくつかの先進国の指導と援助をうけて利用開発を進めたが、最近是国内体制も整い技術もすすんで、欧州共同体委員会(CEC)、経済協力開発機構の原子力機関(OECD/NEA)、および国際原子力機関(IAEA)の一員として、他の国々と協調と競争のもとに発展を続けている。ポルトガル、フランスおよび西ドイツの間には二国間協力協定も結ばれていて技術交流が盛んである。

初期・中期の出来事として注目されるのは、OECD/NEA諸国による低レベル廃棄物の大西洋への投棄処分に対して、水産国であり投棄海域にも近いということから多大の関心と懸念を示し、ついにロンドン条約締結国協議会の場で投棄の凍結決議をもちだして多数決によりこれをかちとったことである。

また最近はフランスとの協力協定をとおして廃棄物の陸地処分について多大の指導と援助をうけている。一時期、西ドイツはKWU社のPWRをトリリョーI、-IIとして売込むことに成功して影響力を強めたが、新規発電炉計画の凍結にあい、現在はバックエンド面からするフランスの影響力が強い。

(石原健彦)

センターのうごき

第27回理事会開催

第27回理事会が、平成元年6月16日(金)に開催され、昭和63年度事業報告及び決算が承認されました。

平成元年度調査研究受託状況

平成元年度の事業として、平成元年4月1日以降8月末までの間に、科学技術庁、通産省などと、次の受託契約が行われました。

なお、電力共通研究については、“核種の環境への移行挙動の改善に関する研究”他2件を前年度より継続実施中です。

委託元	調査研究課題()内：契約日	備考
科学技術庁	● 海洋処分の評価システムに関する調査研究 (元. 6. 15)	国際動向調査、安全評価モデルの検討等
通商産業省	● 低レベル放射性廃棄物最終貯蔵安全性実証試験 (元. 8. 24) ● 放射性廃棄物処理最適化調査 (元. 8. 24) ● 放射性廃棄物有効利用システム開発調査 (元. 8. 24) ● 原子炉廃止措置廃棄物処理処分方法調査 (元. 8. 24) ● ウラン廃棄物処理処分システム開発調査 (元. 8. 24) ● 高レベル放射性廃棄物等の処理処分に関するフィージビリティ調査 (元. 8. 24) ● 海外再処理返還固化体受入システム開発調査 (元. 8. 24)	検査機器機能確認試験等 放射性廃棄物処理システムの最適化調査 金属等廃棄物の有効利用システム検討、技術確認試験等 原子炉廃止措置に伴う特有廃棄物の処理処分の検討等 ウラン廃棄物の処理処分方法検討、技術確認試験等 TRU廃棄物の処理・処分に関する検討 返還TRU廃棄物の受入システム等
電力共通研究	● 低レベル放射性廃棄物の輸送に関する研究 (その2) (契約手続中) ● 低レベル放射性廃棄物の基準整備に関する研究 (契約手続中) ● 埋設処分用雑固体廃棄物の固化化方法確立に関する研究 (契約手続中) ● 金属等廃棄物の再利用方策の研究 (契約手続中) ● TRU廃棄物の処分システムに関する調査研究 (その2) (契約手続中)	輸送物等の搬出機器の整備に関する検討等 廃棄体の技術基準適合に係る確認方法と濃度下限値等の検討 合理的な雑固体の埋設処分用廃棄体の選定 有用廃棄物再利用の技術的経済的検討及び実証試験 TRU廃棄物の合理的な処分システムの組み合わせの検討
日本原子力研究所	● 海洋底下処分技術の調査 (元. 7. 10)	海洋底下処分

編集発行

財団法人 原子力環境整備センター
〒105 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 第15森ビル
TEL 03-504-1081(代表) FAX03-504-1297