

# 原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT CENTER TOPICS

1989.3.NO.10

## 目次

フィンランドにおける放射性廃棄物の管理.....	①
センターのうごき.....	⑧

## フィンランドにおける放射性廃棄物の管理

### 1. はじめに

スカンジナビアの最東部に位置するフィンランドは、日本よりやや小さい約34万km<sup>2</sup>の国土に、500万人弱の人口を持つ。湖沼と森の美しい国土には、氷河時代の影響を受けた低平な部分が多く、最高点でも1300m程度の高さである。国土の約1/3が北極圏にあって、アイスランドに次ぐ世界最北の国でもある。

このような気候と農林業や鉱工業を主とする一人当たりの所得が世界十数位であることから、国民一人当たりのエネルギー消費量の大きな国に属している。しかし、石炭や石油の国内産出は無く輸入に依存しており、国内エネルギー資源としては、水力と、量的には世界第一の賦存量と言われる泥炭程度しかない。1983年からのエネルギー政策は、国家安全保障、国内経済活動、エネルギーの経済的利用、国産エネルギー資源の利用比率の

増加などを考慮したエネルギー源の多様化と分散とを図ることを主眼としている。

この結果、一次エネルギー供給に占める純国産エネルギーの比率は、1986年で27.7%であって、その主なものは、水力9.7%、泥炭5.5%、それに産業廃棄物の利用からのものが9%を占めている。地域暖房も35%の家庭に行きわたっており、今世紀末には50%になると言われている。フィンランドの地域暖房の特徴は、熱と電力の併給率が高いことに加えて、地域暖房される建物の省エネルギー対策が進んでおり、1972年には建物1m<sup>2</sup>当たり年間72kWhを要していたのが、1985年には約7割の50kWhに低減されていることにも見られる。原子力発電についても、チェルノブイリ事故以後、新しい原子力発電所の計画は控えられてはいるものの、隣国であるスウェーデンのような将来の原子力発電の廃止、既存プラントの閉鎖解体は意図されて

いない。原子力発電所としては、国有会社であって、最大のエネルギー供給をしているイマトラン電力会社(IVO)のロビイサと、民間の産業電力会社(TVO)のオルキルオトの2ヶ所がある。前者は、ソ連製の44万KWeのPWR2基を持ち、後者は、スウェーデンのアセアトム社製の71万KWeのBWR2基を設置している。この2発電所からの原子力発電電力量の総発電電力量に占める比率は、1987年で36.5%であって、 $\frac{1}{2}$ を超えている。1987年の原子力発電電力量は、185億KWhであり、一人当たりの年間原子力発電電力量は、3700KWh以上となっている。

放射性廃棄物管理政策に関する政府決定が、1983年11月に行なわれ、これが現在の計画の基礎となっている。

フィンランドの放射性廃棄物に関して特徴的なことは、以下の2点になろう。

一つは、ソ連供与の発電炉に係わるものであって、その使用済燃料はソ連が引き取るので、外国との契約が出来なければ、使用済燃料は再処理しないで、廃棄物として処分する方針を国としては採用することになっているが、この発電炉の使用済燃料の処分は考えなくてよいことである。

もう一つは、放射性廃棄物の処分をも包含した放射性廃棄物管理の法的規制について、1970年代後半から約10年間にわたる長期の検討を行なった上で、基金制度を含む財政面の配慮も加えた1987年原子力法の制定を見たことである。

## 2. 法規制

原子力発電の開始に対処して、フィンランド政府は、1957年制定の原子力法の全面的な改訂を意図し、1978年2月、貿易産業省(KTM)内に原子力法委員会が設けられて審議が開始された。委員会は、1980年に、新原子力法の目的や範囲、一般原則、許認可手続、所管官庁等を主とした報告書を発表し、1982年には、放射性廃棄物管理に関する検討報告書を提出している。

### 2.1 新原子力法

1987年法律990号として1987年12月11日付で議会を通過して成立した新しい原子力法は、1988年3月1日から実施された。新原子力法は、表1に示すように、12章、84条から成るものであって、

直接処分する使用済燃料をも含めた放射性廃棄物を意味する核廃棄物の管理を強調したものとなっている。もちろん、新原子力法の特徴は、核廃棄物管理だけに限定されている訳ではなく、ウラン採鉱、原子力施設、核物質の使用、核不拡散等が取り込まれている。以下、核廃棄物管理に着目して、特徴を述べることにする。ただし、費用負担関連については、紙数の関係で省略する。

第1章の第1条「この法律の目的」には、核廃棄物管理の実施が、原子力の利用の一般原則、原子力利用の許認可及び管理、所管官庁の3項目と並んで、規定の対象であると記述されている。第3条「定義」には、核廃棄物と核廃棄物管理が定義されている他、原子力施設の定義の中に核廃棄物の大規模処分を行なう施設が明記されている。

第3章の第9条「許可保持者の義務」では、その操業によって核廃棄物を発生する者には、廃棄物管理の義務があるとしており、その内容として、核廃棄物管理の全ての対策と適切な準備、費用負担の2項目が挙げられている。また第10条「義務の継続」では、許可の取り消しや期限切れとなっても第9条、第6章、第7章に規定する義務は免責されないとしている。廃棄物管理義務が消滅するのは、第6章第32条によって、事業や廃棄物の譲渡に際し、申請によって義務消滅が認められた場合、廃棄物が国外へ合法的に譲渡された場合、廃棄物がフィンランド放射線・原子力安全センター(STUK)の確認を得て処分され、国へ費用が支払われた場合の三つに限定されている。

第4章の第11条「原則決定」は、主要な原子力施設の建設には、内閣の原則決定が必要であることを規定している。主要な原子力施設としては、熱出力50MWを超える原子炉、核廃棄物の処分場として用いられる施設、それに上記2種類の施設と同程度の施設(例えば使用済燃料の貯蔵や処理の施設)と記述されている。第12条には、内閣の原則決定に該当する申請があった時は、フィンランド放射線・原子力安全センターから予備的安全性事前評価書を、環境省や立地予定の地方自治体からの意見書を、それぞれ得なければならないとされている。第15条「議会への通知と議会の決定」には、内閣の原則決定に対して、議会が拒否権を持つこと、議会の決定前には、申請者は着工して

はならないことが規定されている。なお、内閣の原則決定に関しては、第12章の第75条によって上訴することは出来ないとされている。

第5章の第16条「許認可所管官庁」では、原子力施設並びにウランやトリウムの採鉱や濃縮についての建設及び操業の許可は、内閣が所管し、それ以外は、貿易産業省の所管であるとしている。貿易産業省の許認可権限は、下部規定によって、フィンランド放射線・原子力安全センターに委任出来るとされている。許可の発給条件として、核廃棄物管理の準備の方法が、廃棄物の最終処分と施設の閉鎖（計画上、廃棄物を取り出さない状態に移行すること）までを含めて満足であり、適切であることが、建設許可に対しては第19条、操業許可については第20条に一般施設に対して規定されている。また重要な原子力施設にあっては、さらに費用負担に関する第7章の規定に合致すべきことが、第21条に述べられている。第24条「許可の有効期間」では、建設許可には有効期間はなく、操業許可には有効期間があるとされている。面白いのは、第27条「賠償」で、許可が取り消されたり、操業許可申請が拒否された場合には、國が賠償金を払うとしていることである。勿論払わない場合のことも規定している。

以降の第6章と第7章は、核廃棄物だけに關するもので、これだけで条文数26、全体の条文数の約3分の一を占めている。

表1 1987年原子力法

第1章	目的と範囲	(1-3)
第2章	一般原則	(4-7)
第3章	許可申請から発生する義務	(8-10)
第4章	原則に関する内閣決定	(11-15)
第5章	許可	(16-27)
第6章	核廃棄物管理	(28-34)
第7章	核廃棄物管理の費用に関する財政規定	(35-53)
第8章	原子力所管官庁	(54-56)
第9章	他の法令及び所管官庁間の協同	(57-62)
第10章	監督と強制措置	(63-68)
第11章	制裁	(69-74)
第12章	雑	(75-84)

( ) は、条文番号を示す。

## 2. 2 規制の概要

廃棄物発生者が、自己の発生した廃棄物の処分の実施について、まず第一に責任を持つことになっている。廃棄物発生者が処分を実施する能力を持たない場合、或いは喪失したと内閣が認めて命令した場合には、処分の操業責任は國に移るが、この場合にも廃棄物発生者は、処分の費用を負担しなければならない。処分された廃棄物は、第34条の規定によって國の責任の下に移され、國は管理と安全確保のために、これらに対しあらゆる手段を講ずる権利を持つ。

新原子力法に従って、内閣は廃棄物処分場を原子力施設として許可することになった。フィンランド放射線・原子力安全センターは、廃棄物処分場の規制に責任を持つことになっている。同センターは、小規模発生者からの廃棄物の暫定貯蔵も行なう。

新原子力法及び規則には、廃棄物処分の安全に関する詳細規定が、まだ含まれていない。詳細規定は同センターが作成する原案に基づいて、内閣が決定することになっている。同センターが考えている原則は、現在のところ、次のようなものであると言われる。

放射線防護安全目標：処分場の操業段階及びその後の期間も含めて、公衆の如何なる構成員に対しても、被ばく線量の予測値が、年間0.1mSv(10mrem)未満でなければならない。処分した廃棄物によって生活圏内の放射性物質の濃度が上昇したとしても、その増加は、例え局地的にでも無視出来る程度に止まらねばならない。

年間0.1mSvは、浅地中埋設を用いず、また規制免除の概念導入の必要がない国情からであろう。バリアの性能：処分の安全は、マルチバリア（多重障壁）の原則に基づいたものでなければならない。工学バリアは、最小限、数百年にわたって放射性物質の漏出を、効果的に防止し、また制約するものでなければならない。長期放射線防護の観点からの処分の安全性は、人を納得させるように論証出来る長期安定性を備えた工学バリアと天然バリアに基づいていなければならない。

安全性事前評価：処分の安全性は、個々の処分場のサイトと施設に固有の安全性事前評価によって論証されなければならない。この事前評価にあっ

ては、予想される条件と、安全性に関係する事象の両方を包含するものでなければならない。高度の信頼性を以て、放射線防護目標に合致することを論証するには、解析は、放射線的な影響を過大評価するようなものでなければならない。

閉鎖後のモニタリング（監視）：処分の安全目標は、閉鎖後におけるモニタリングの実施の有無やモニタリングの程度などとは、無関係に達成されなければならない。しかしながら、安全性を確実にするためにモニタリングを行なうことの有効性は、評価すべきである。長期間のモニタリングが確実に実施出来ることや、バリアの性能を損なわないで実施出来るような対策の準備が、検討されなければならない。

閉鎖後の制度的管理：処分サイトの周辺を含めて保全区域を設けて、掘削、地下水開発、地下構築物の建設等、有害な影響をもたらすような行為を禁止することを意図している。処分場の記録は、保全区域において処分の安全性を危うくするような上記を目的とする行為が行なわれないことを確実にするため、保存されねばならない。

表2 放射性廃棄物蓄積量・1987年末

Loviiisa原子力発電所		
	体積	放射能
イオン交換樹脂(未固化)	100m <sup>3</sup>	2TBq
蒸発濃縮液(未固化)	380	0.25
雑固体	600	L
その他	25	*

Oikiluoto原子力発電所		
	体積	放射能
イオン交換樹脂(固化)	660m <sup>3</sup>	20
雑固体	800	L
その他	100	*

原子力発電以外		
	体積	放射能
中央貯蔵施設にあるもの	30m <sup>3</sup>	8

L：低レベル廃棄物，※：主に低レベル廃棄物

### 3. 処分廃棄物と処分概念

放射性廃棄物の主要発生源は、原子力発電所である。ヘストホルメン島所在のロベイサ発電所には1977年運転開始した1号機と1981年運転開始の2号機とがある。オルキルト発電所には、1979年運転開始の1号機と1982年運転開始の2号機とがある。これらの発電炉の負荷率は高く、1983-1986年の間に83.8%~93.0%を示している。この間の発電所当たりの従事者被ばくは、年間0.35-2.05人Svを示しており、4基総和で年間2.07~4.9人Svの範囲となっている。

1987年末における放射性廃棄物の蓄積量は、表2に示すようになっている。

#### 3.1 使用済燃料

ロベイサ発電所の使用済燃料は、前述のようにソ連へ返還されるので、処分対象となるのは、オルキルト発電所からのものだけである。

使用済燃料は再処理しなければ、独立処分場をバルチック盾状地に設けて、2020年以降に地層処分することになっている。なお、使用済燃料の貯蔵施設(KPA-store)が、40年程度の貯蔵を目標にオルキルトで1987年9月から稼動している。

#### 3.2 発電炉運転廃棄物

表2から判るように、二つの原子力発電所から発生する廃棄物は、今までのところ、PWR,BWRとして常識的なものである。

これらの低中レベル廃棄物は、発電所敷地の地下、深度50-125mの基盤岩内に空洞を掘削し、その中に処分する方針となっている。

#### 3.3 廃炉廃棄物

既存の発電炉4基は、1977年から1982年に運転開始したものであり、また政策的な供用停止は考えられない国情から、廃炉は来世紀になってからと想定されている。原子力発電事業者に作成が義務付けられている廃炉計画には、廃炉廃棄物の処分までを含めることになっている。現在の計画では、上記3.2発電炉操業廃棄物の処分場を拡張して、廃炉廃棄物も処分することになっている。

### 4. 処分場計画

現時点で確定した計画があるのは、原子力発電所からの廃棄物に対してである。原子力発電所以外の小規模施設から発生する廃棄物は、フィンラ

ンド放射線・原子力安全センターの下で、当面は貯蔵されることになっている。

#### 4.1 原子力発電所敷地地下設置の処分場

フィンランドでは、低中レベル廃棄物の処分には、中深度の基盤岩内の空洞が、最も現実的であると当初から考えられていた。それで、二つの原子力発電所の立地に際しても、地下に処分用空洞が設置出来るようなサイトとして選定された。1980年から1987年まで地下処分場としての調査が実施されて、サイトの適性が予想通りであることが確認された。

まづ発電炉操業に伴って発生する低中レベル廃棄物の処分場としての建設許可申請が、2社から1986年12月に提出された。この申請には、予備的安全解析報告書が添付されている。この安全解析は、四つの型式のシナリオを用いて、行なわれている。

基本シナリオ (標準的と考えられる工学バリアの緩徐な劣化を想定するもの)

現実的シナリオ (基本シナリオから保守性を取り去ったもの)

変動進展シナリオ (基本シナリオから、種々の要因で不利な状態へ進展するもの)

破滅事象シナリオ (処分場が壊滅するようなもの)

その他にも、地域の地下水系や生活圏の条件に悪影響を及ぼすような種々のシナリオも用いられている。このうち変動進展シナリオは、処分システムの安全余裕を解析する目的で用いられたものである。また、これらのシナリオの解析にあたっては、主要バリアの一つが、重大な損傷を受けて、その機能が低下することも仮定して解析が行なわれている。

この予備的安全解析報告書の審査は、原子力法で指定された監督官庁であるフィンランド放射線・原子力安全センターが担当し、1988年3月、オルキオットの処分場が承認された。貿易産業省の許可も出されたので、オルキオット処分場の建設は、1988年4月に開始され、同年10月には700mの斜坑部が完成した。最終安全解析報告書は、1991年末までに出される予定で、巧く行けば1992年に操業開始、そして2055年頃に閉鎖と予想されている。一方、ロビイサ発電所敷地地下のヘストホルメン処分場についての建設許可は、1988年10月に

出されたが、同発電所の廃棄物発生量が予想外に小さいので、発電所所有者であるイマトラン電力会社は、ヘストホルメン処分場の建設開始時期を、5年程度延期することを考えている。

操業廃棄物の処分場の建設許可申請がなされた翌年の1987年には、新原子力法とそれに伴う新規規則等によって、廃炉計画を、1987年を初回として5年毎に更新して規制官庁である貿易産業省に提出することが、原子力発電事業者には義務付けられた。これに伴い廃炉廃棄物の処分の安全解析書の提出が、1987年末までに求められた。

1987年12月に提出された廃炉計画に添付されている安全解析書には、次のように記載されている。オルキオット発電所では、深度50~90mに設ける二つの岩洞内に放射化金属廃棄物を処分するとして評価が実施されている。ロビイサ発電所では、原子炉容器を一体のままで、発電所の敷地約100mの深さに設けた空洞に処分することとし、岩洞底部に容器を定置し、コンクリートを充填して閉塞するとして解析している。

これらの廃炉廃棄物処分の安全解析にあつては、処分場の即時建設するのではないこともあると思われるが、オルキオット処分場では、現実的シナリオと基本シナリオ、ヘストホルメン処分場では、基本シナリオと変動進展シナリオと、いずれも2型式のシナリオを用いている。解析結果は、クリチカルグループの個人線量率で、図1のように

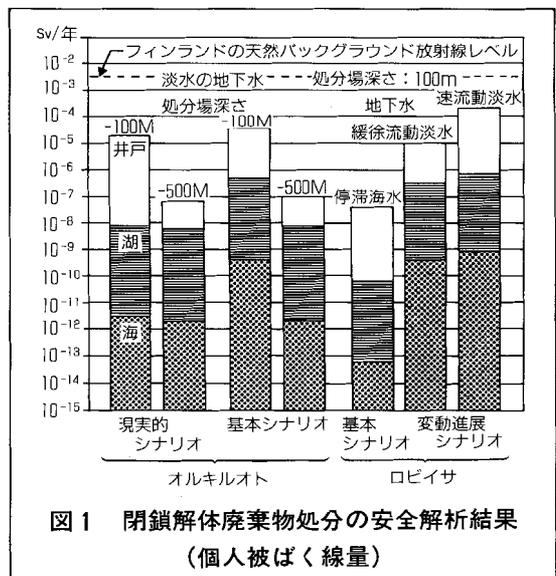


図1 閉鎖解体廃棄物処分の安全解析結果 (個人被ばく線量)

示されている。大きな個人線量率を招来するのは、次の3経路によるものである。

- a. 地下水が流入する海岸線部(略号「海」)
- b. 陸地隆起に伴って生成する湖(「湖」)
- c. 処分場近辺に掘削される井戸(「井戸」)

さて、操業廃棄物処分場の現時点での設計は、当初案からやや変化して、次のようである。

1992年完成目標で建設中のオルキルト処分場は、図2に示すように、深さ60~90mに設けたサイロと呼ばれる直円筒形の岩洞(径24m、高さ30m)二つと、竖坑や斜坑などの坑道群から構成される。サイロの一つは、中レベルのアスファルト固化体収納用であり、厚さ約50cmの鉄筋コンクリートで内貼りされている。もう一つのサイロは、低レベルの雑固体廃棄物収納用である。図2からは廃炉廃棄物処分地区への拡張への考慮が、坑道部分にうかがえる。

ヘストホルメン処分場の方は、深度100~125mに設ける中レベル固化廃棄物収納用の大型長方形岩洞一つと低レベル雑固体廃棄物収納用の小型長方形岩洞四つから成る岩洞群、それに坑道群から構成される。図3に示すように、廃炉廃棄物収納用の大断面積の長方形岩洞二つも描かれているが、

これはオルキルト処分場と異なり、建設中ではなく、全体が計画の段階にあるからであろう。

浅海底の大陸棚内ではないことを除けば、スウェーデンのSFRの設計に近いものと言えよう。

#### 4.2 使用済燃料処分場

オルキルト発電所を所有し、操業している産業電力会社(TVO)は、使用済燃料を結晶質岩体内に地層処分することを考え、安全な処分を目標に、広範な調査検討を行なって、1985年にまとめた報告書を、安全規制当局へ提出した。これを受けたフィンランド放射線・原子力安全センターは、提示された処分概念の安全性について、当面好意的な姿勢を採っているが、より一層の研究開発を今後実施して、安全性事前評価における不確実性を減少させる必要のある幾つかの領域があることを認識している。

次に処分場としての可能性のあるサイトや代替処分概念を評価するための性能解析や手順が、開発された。TVOは、上記検討において5ヶ所を調査の対象として既に挙げており、1992年までに調査を行なうとしている。現在は、図4に示す5ヶ所の内、ヒュリユンサルミ(花崗岩)とクフモ(花崗片麻岩)の2ヶ所を調査している。

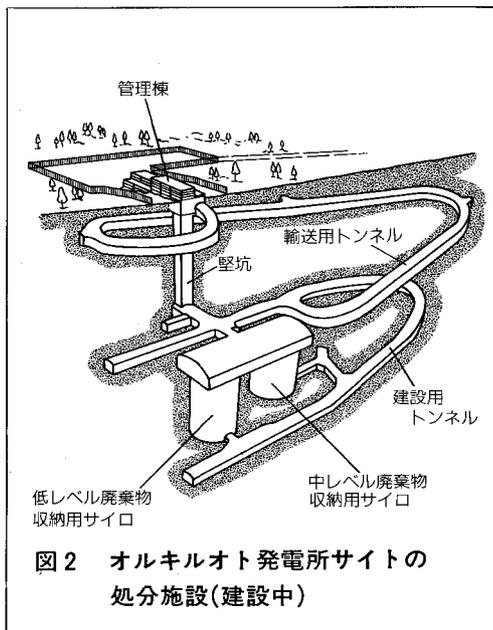


図2 オルキルト発電所サイトの処分施設(建設中)

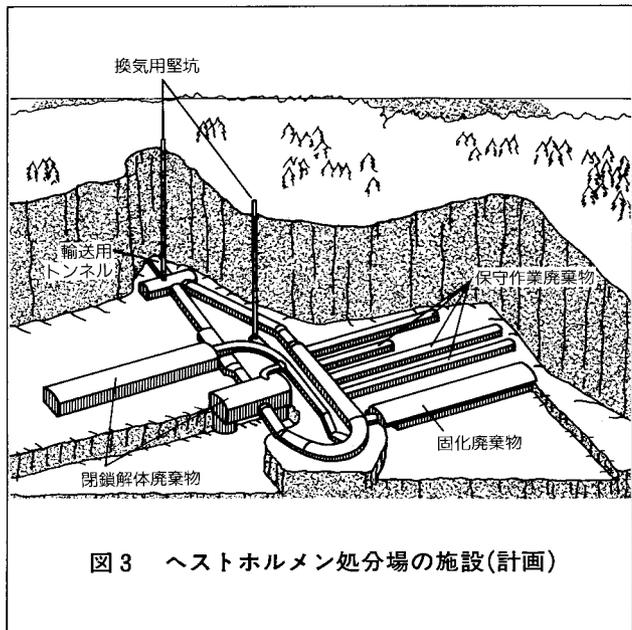


図3 ヘストホルメン処分場の施設(計画)

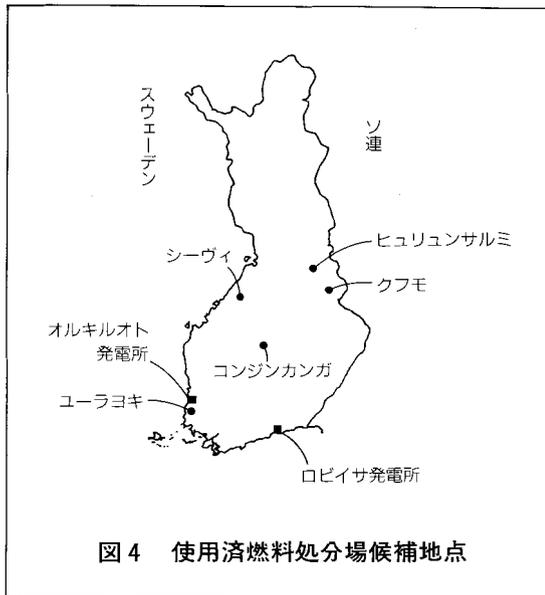


図4 使用済燃料処分場候補地点

代替処分概念の予備的な性能解析の方は1990年完了の目標で実施されており、また、1990年から1992年にわたって実施される予定のサイト特性調査からのデータを用いる、より広範な性能事前評価が意図されている。

これらの作業によって、5ヶ所から2～3ヶ所に絞って、詳細なサイト調査を1993年から2000年頃まで行なうと予定している。

## 5. 体制

フィンランドの原子力関連の最高所管官庁は、新原子力法第54条によって、貿易産業省と指定されている。

次にフィンランドの原子力体制で特異的な地位を占めているフィンランド放射線・原子力安全センター(STUK)について述べる。

社会保健省の下にあるSTUKは、1958年放射線防護法の規制機関として設立された放射線防護院を1984年改組したものである。

正規の職員数は、200名以上、その半数以上が大学卒か専門家である。総員の $\frac{1}{3}$ が研究開発に、また、約半数が原子力の監督関連に、それぞれ従事している。

総務部、原子力安全部、検査検定部、監視部の4部と放射生物研究室から成り、他に北部に環境放射能調査研究ステーションを持つ。

新原子力法の第55条において、このセンターは、原子力の安全な利用の監督に責任を持つこととされている。さらに、物的防護、緊急時計画に参画し、また核兵器の拡散防止にも責任があるとされている。これらの責務を遂行するために、下記の事項が同条に箇条書きで示されている。

- 1) 原子力法に基づく申請の処理への寄与。
- 2) 許可の条件や許可に関連する操業の詳細な要求の監督。
- 3) 詳細規則の公布と、また第81条に示されている内閣が公布する安全性や物的防護と緊急時計画に関する一般規則の原案提示。
- 4) 規則の遵守状況の監視。
- 5) 原子力利用に従事する者の資質要求の設定と、その要求に合致させるための管理。
- 6) 他の所管官庁の専門的能力の向上。
- 7) 監督監視のために必要な研究開発の実施と、この分野の国際協力への寄与。
- 8) 監督監視の見地からの時宜に適した提案や声明。

またセンターは、原子力法によって指定されているように、許可申請の審査を担当し、原子力災害時には、賠償責任の監督も行なう。

センターは、申請者の要請により、その計画をチェックし、また安全性や物的防護と緊急時計画に関して考慮すべき事項についての手引きをも作成する。

このように規制機関でありながら、研究開発を法律で義務付けられている例は、余りないと思われる。

同センターの廃棄物管理における役割の幾つかは前にも述べたが、新原子力法第6章には、その他にも第28条で操業許可の発給前に、必要なら環境省と協議して、廃棄物管理の義務の実施に関する決定を行なうとか、第32条では、廃棄物管理の義務のある操業許可保持者に対して、廃棄物管理の義務の終了の判定を行なったり、第33条では、同センターが永久的に処分出来る廃棄物であると確認しなければ、処分は実施出来ない等が記述されている。

## 6. おわりに

フィンランドは、スウェーデンと地続きの隣国であるのにも拘らず、放射性廃棄物の処分は国民の間で大きな議論を呼んでいない。反対運動も処分計画を注目すべき批判の論点として、過去取り上げていない。

一方、技術面にあつては、前にも述べたように、浅地中処分ではなくて、人間接近シナリオの影響が効かない中深度への処分概念を採用する等、スウェーデンと共通する点が多い。これには、ノルディック原子力連絡委員会が、ノルウエー、スウ

エーデン、デンマーク、フィンランドの4ヶ国によって構成されており、この委員会の重要な活動項目の一つが放射性廃棄物関連であつて、連絡が密接なことによるものと思われる。

フィンランドでの原子力発電は、比重は大きいものの、その歴史は比較的新しいので、放射性廃棄物対策も、先進国の経緯や経験を十分に調査解析し、自国への活用を図るといふ、後発の利を活かした国として注目に値するものと言えよう。

(阪田貞弘)

## センターのうごき

### 昭和63年度調査研究受託状況

昭和63年12月以降平成元年2月28日までの間に、次の受託契約が行われました。

委託元	調査研究課題 ( )内：契約日	備 考
科学技術庁	●低レベル放射性廃棄物最終貯蔵システム安全性実証試験 (昭和63.12.1) ●放射性廃棄物の情報管理に関する調査研究 (平成元年1.21)	最終貯蔵に係る埋設・地下水サンプリング等に関する実証試験  内外における放射性廃棄物関連情報の管理に関する調査検討

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) F A X 03-504-1297