

地層処分研究開発に係る背景情報の調査

(核燃料サイクル開発機構 契約業務最終成果報告書)

2001年2月

財団法人 エネルギー総合工学研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合には、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to :
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

地層処分研究開発に係る背景情報の調査

松井 一秋*、蛭沢 重信*、河本 治巳*

核燃料サイクル開発機構が、第2次取りまとめ以降の研究開発において直面する課題にどのように対応するか、また、これまでの成果を効果的に普及するためにどのような活動を実施していくべきかかという側面から、それらに関連する背景情報の調査を行うこととし、今年度は大きく以下の2つの課題を設定して調査分析するとともに、関連する最新動向を取りまとめた。

1. 地層処分概念に関する調査・分析

高レベル廃棄物処分方策として、主要な原子力発電国では地層処分を選択している。1990年代に入り社会的な認知・受容を推進するために地層処分の実施に対して柔軟性を持たせる方策が先進諸国で検討されようになってきたが、これらの議論から、以下に着目して調査・整理を行った。

- (1) 廃棄物処分の可逆性 (reversibility)、回収可能性 (retrievability)、及びモニタリング (monitoring) に関する諸外国の検討と目的、国際的評価
- (2) 長期貯蔵の考え方と有効性の考察、国際的評価
- (3) 国際処分場計画の位置付けと役割の考察、国際的評価

2. 収集した各国の教育素材に関する分析・調査

処分の実施までにはまだまだ長い年月が見込まれていることから、若い世代に原子力や廃棄物処分に対する関心を持ってもらうための手段を検討することは極めて重要である。地層処分研究開発の広報の戦略的实施に係る調査として、前年度に海外の放射性廃棄物関連機関を中心に収集した、原子力エネルギー/放射性廃棄物に関連した教育素材を選択・抽出してその内容を以下の項目で詳細に調査・分析し、日本で取り組む際の教訓としてまとめた。

- (1) 各国の原子力/廃棄物関連機関が持つ教育素材の考え方・位置付け・効果
- (2) 収集した各国の特徴的な教育素材の選定およびその詳細な分析
- (3) 各国の教育素材の特徴の比較と日本への適応性検討

本報告書は、財団法人 エネルギー総合工学研究所が、核燃料サイクル開発機構の委託により実施した調査及び研究の成果である。

契約番号：120C0154

開発機構担当部課室および担当者：経営企画本部/バックエンド推進部/

地層処分研究計画グループリーダー 清水和彦

*：財団法人 エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部

Study on the Background Information for the R&D of Geological Disposal

Kazuaki MATSUI*
Shigenobu HIRUSAWA*
Harumi KOMOTO*

Abstract

It is quite important for Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) to analyze the R&D items after "H12 report" and also provide their results of R&D activities to general public effectively. Recognizing the importance of the social consensus to the geological disposal, relating background informations were to be picked up. In this fiscal year, following two main topics were selected and studied.

1. Research and analysis on the options for the geological disposal concept

The major nuclear power-generating countries have almost all chosen deep geological disposal as preferred method for HLW disposal. Since 1990's, to make the geological disposal flexible, the alternative concepts for the disposal of HLW have been discussed promoting the social acceptance. In this context, recent optional discussions and international evaluations on the following topics were studied and summarized.

- (1) Reversibility of waste disposal/Retrievability of waste/Waste monitoring ,
- (2) Long-term storage concept and its effectiveness,
- (3) Present position and role of international disposal

2. Research and analysis on some educational materials collected from foreign countries

Although geological disposal is scheduled to start still in future , it is quite important to study the procedures to attract younger generation and get their proper perceptions on the nuclear energy and waste problems. As the supporting analysis to implement strategically the public relational activities for JNC's geological disposal R&D, particular attention was focused on the educational materials obtained in the last year's survey. Representative educational materials were selected and following items were studied and summarized.

- (1) Basic approach, positioning and characteristics of the educational materials,
- (2) Detailed analysis of the representatively selected educational materials,
- (3) Comparison of the analyzed characteristics and study on its feedback to Japanese materials.

This work was performed by the Institute of Applied Energy under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute

Contract No : 120C0154

JNC Liaison: Nuclear Cycle Backend Division, Geological Isolation Research Project Group, Leader,
Kazuhiko Shimizu

* : Research and Development Division, The Institute of Applied Energy

目 次

I. はじめに	I—1
II. 地層処分概念のオプションに関する調査・分析	
1. 深地処分場における長寿命放射性廃棄物の回収可能性	II—1
1.1 はじめに	II—1
1.1.1 背景	II—1
1.1.2 協調行動の構成と検討範囲	II—1
1.2 回収可能性に関する概念的な理解	II—3
1.2.1 処分概念の開発	II—3
1.2.2 なぜ回収可能性が必要なのか	II—3
1.2.3 「回収可能性」の作業上の定義	II—4
1.3 処分概念に含まれる様々なタイムゾーン	II—5
1.3.1 タイムゾーンの設定	II—5
1.3.2 設定タイムゾーンの概要	II—7
1.4 国別の情報	II—8
1.5 回収可能性と設計	II—12
1.5.1 様々なタイムゾーンにおける回収可能性の特徴	II—12
1.5.2 様々なタイムゾーンにおいて想定される回収方法	II—14
1.6 回収可能性と安全性	II—14
1.6.1 操業及び安全性に及ぼす影響の考察	II—14
1.6.2 検討結果	II—15
1.7 回収可能性の社会・政治的側面	II—16
1.7.1 回収可能性を求める動機	II—16
1.7.2 回収可能性を検討する必要性	II—17
1.8 回収可能性とモニタリング	II—18
1.8.1 モニタリングの目的	II—18
1.8.2 モニタリングと回収可能性	II—18
1.8.3 異なるタイムゾーンを通じたモニタリング	II—19
1.9 回収可能性と放射性物質保障措置	II—21
1.10 結論	II—22

1.10.1	協調行動の全体的な目標	II—22
1.10.2	目標に対する結論	II—22
1.11	参考文献	II—23
2.	高レベル放射性廃棄物の長期貯蔵	II—24
2.1	はじめに	II—24
2.2	長期地表貯蔵の状況	II—24
2.2.1	長期地表貯蔵の利点	II—24
2.2.2	長期地表貯蔵の欠点	II—25
2.3	地層貯蔵を補完する長期貯蔵の可能性	II—25
2.4	フランスにおける長期貯蔵の検討	II—26
2.4.1	まえがき	II—26
2.4.2	放射性廃棄物の長期貯蔵の研究	II—27
2.4.3	世界各国の貯蔵の状況	II—27
2.4.4	現在研究中の数種類の貯蔵概念	II—28
2.4.5	長期安全性の原則に関する基準	II—28
2.4.6	法律の適用を受ける全ての対象は超長期貯蔵で管理可能	II—29
2.4.7	長期的な挙動に関する研究開発	II—29
2.4.8	国家評価委員会による評価活動総括	II—30
2.5	スイスの長期貯蔵概念	II—32
2.5.1	はじめに	II—32
2.5.2	スイスの廃棄物管理概念の基本的な要素	II—32
2.5.3	監視付き長期地層処分概念	II—37
2.5.4	処分概念の評価	II—40
2.5.5	結論および勧告	II—41
2.5.6	原子力産業界および環境保護団体の反応	II—44
2.6	参考文献	II—45
3.	国際処分場	II—46
3.1	はじめに	II—46
3.2	安全保障／核不拡散問題	II—46
3.3	処分場の長期的な安全性	II—48
3.4	環境への悪影響を最低限にする	II—50

3.6	経済的な問題	II—50
3.6	パブリック・アクセプタンス	II—51
3.7	政治的な問題	II—53
3.8	国際処分場に関する具体的なイニシアチブ	II—53
3.9	結論および展望	II—54
3.10	最近のパンゲア動向	II—55
3.11	国際処分場プロジェクトへの反応/評価	II—56
3.12	参考文献	II—58

III. 収集した各国の教育素材に関する調査・分析

1.	はじめに	III—1
2.	各国の原子力/廃棄物関連機関の考え方・位置付け	III—2
2.1	背景	III—3
2.2	業界からの観点	III—9
2.3	学校側からの観点	III—23
2.4	総合的見解	III—28
3.	収集した各国の特徴的な教育素材の詳細分析	III—30
3.1	米国	III—30
3.1.1	選択された教育用資料の目的、内容及び利用	III—30
3.1.2	選択された教育用資料の詳細、特徴及び効果	III—32
3.1.3	教育用資料の選択（選択理由、代表的な特徴）	III—34
3.1.4	選択された資料の詳細分析	III—35
3.2	スウェーデン	III—47
3.2.1	要約	III—47
3.2.2	特徴的構造	III—47
3.2.3	「深くで」と一般公衆の受容性（アクセプタンス）	III—50
3.2.4	詳細な内容の記述	III—52
3.3	フランス	III—67
3.3.1	フランスのANDRAによる2冊の刊行物	III—67
3.3.2	「将来の世代(Future Generations)」	III—68
3.3.3	「岩石層の真ん中で (In the Heart of the Rock)」	III—78

3.4 ドイツとスイス	Ⅲ—85
3.4.1 情報提供資料の内容	Ⅲ—85
3.4.2 政策の一般情報提供文書への言い替え	Ⅲ—96
3.4.3 情報提供アプローチの見通し	Ⅲ—101
4. 比較分析と日本への適用性	Ⅲ—112
4.1 日本の状況	Ⅲ—112
4.1.1 日本の学校教育制度	Ⅲ—112
4.1.2 日本の原子力（エネルギー）教育	Ⅲ—112
4.1.3 日本の原子力教育の課題	Ⅲ—115
4.2 比較分析と教訓	Ⅲ—117
4.2.1 素材分析からの特徴の比較	Ⅲ—117
4.2.2 素材分析結果からの教訓	Ⅲ—121
5. 参考文献	Ⅲ—122
IV. おわりに	Ⅳ—1

I. はじめに

I. はじめに

核燃料サイクル開発機構は関係研究機関の協力のもとに、わが国における地層処分の技術的信頼性並びに処分予定地の選定および安全基準の策定に資する技術的拠り所を示すための「地層処分研究開発第2次取りまとめ」を平成11年11月に原子力委員会に提出した。これに対して平成12年10月に「地層処分の技術的信頼性が示されており、地層処分の事業化に向けての技術的拠り所となる」との国の評価が示された。また、処分事業を推進するための枠組みを定めた法令が整備され、これに基づき平成12年10月には処分事業実施主体である「原子力発電環境整備機構」が発足し、平成12年は高レベル廃棄物の地層処分を巡って大きな区切りの年となっている。

しかし、世界で高レベル廃棄物の処分場は未だ存在せず、その実現に向けて精力的な努力がかたむけられている。ほとんどの国がその処分方策として選択している地層処分概念について見ても、社会的安全・安心の観点から新たな考え方を導入することが各国で議論されてきており、日本における今後の地層処分事業と研究開発にも影響を与える可能性があると考えられる。地層処分研究開発成果を如何に広く普及させ、理解につなげて行くかという課題並びに、第2次取りまとめ以降の研究開発で直面する課題を抽出し、それらに係る背景情報の調査を行うこととし、今年度は大きく以下の2つの課題を取り上げた。

1. 地層処分概念に関する調査・分析

高レベル廃棄物処分対策として、主要な原子力発電国では1980年代に考えられる方策（海洋低下処分、宇宙処分、氷床処分、永久貯蔵等）を評価し好ましい方法として地層処分を選択している。国際原子力機関（IAEA）や経済協力開発機構/原子力機関（OECD/NEA）では、この地層処分を最善のものとして確認してきたが、1990年代に入り社会的な認知・受容を推進するために地層処分の概念に柔軟性を持たせることが先進諸国で検討されるようになってきている。これらの議論はまだ国により異なり、日本の今後の検討にも影響を与える可能性がある課題であるので、以下の概念に着目して調査・整理する。

- (1) 廃棄物処分の可逆性（reversibility）、回収可能性（retrievability）及びモニタリング（monitoring）に関する諸外国の検討と目的、国際的評価
- (2) 長期地上貯蔵の考え方と有効性の考察、国際的評価
- (3) 国際処分場計画の位置付けと役割の考察、国際的評価

2. 収集した各国の教育素材に関する調査・分析

若い世代に原子力や廃棄物処分に対し、理解や関心を持ってもらうための手段を検討することは極めて重要である。一方で、教育の問題は国情に大きく左右される要素を持っていることに留意する必要がある。地層処分研究開発の広報の戦略的实施に係る調査として、平成11年度に海外の放射性廃棄物関連機関を中心に収集した、原子力エネルギー／放射性廃棄物に関連した教育素材を対象にしてその内容を詳細に調査・分析し、日本への適応性を検討するとともに教訓を抽出する。このため、以下の項目を調査・整理する。

- (1) 各国の原子力／廃棄物関連機関の考え方・位置付け
- (2) 収集した各国の特徴的な教育素材の詳細分析
- (3) 比較分析と日本への適用性

II. 地層処分概念に関する調査・分析

1. 深地処分場における長寿命放射性廃棄物の回収可能性

1.1 はじめに

1.1.1 背景

原子力計画を推進している大部分の国は、長寿命放射性廃棄物処分に関する調査を実施してきた。欧州の様々な国で開発中の処分概念は、それぞれの原子力計画、各国の地質学的なオプションおよび廃棄物管理政策に基づいたものであり、各国ごとに著しい相違が存在する。長寿命放射性廃棄物の深地処分を行う最終処分場の立地および許認可プロセスが進むうちに、欧州の多くの国の一般市民が、処分された放射性廃棄物を回収する可能性を維持する、さらには強化することを強く望んでいることが明らかになった。

こうした回収可能性を優先する意向を実現に移せるかどうかに関する情報を提供するのには、廃棄物管理機関の責任であるが、回収可能性を以前よりも重視することにより、設計、許認可、操業、比較的容易に回収を行える期間の長さ、安全性、核物質保障措置、モニタリング等の面に影響が生じるものと考えられる。

このような認識を踏まえてEUが実施した回収可能性についての検討結果を中心に取りまとめを行った。

1.1.2 協調行動^{註1}の構成と検討範囲

(1) 構成

各国の様々なアプローチを比較すると共に、回収可能性の明確な解釈と作業上の定義を行うことを目的として実施された今回の「協調行動」には、欧州諸国でそれぞれ長寿命放射性廃棄物処分概念の開発を担当する機関が参加した。それらは、SCK-CEN(ベルギー)、POSIVA(フィンランド)、ANDRA(フランス)、DBE(ドイツ)、NRG(オランダ)、ENRESA(スペイン)、SKB(スウェーデン)、NAGRA(スイス)およびNirex(英国)の9機関である。

この協同行動の目的は、深地処分場に処分された長寿命放射性廃棄物の回収可能性^{註2}に関する様々な見解を系統立った方法でまとめることであり、特定の側面の分析が実施され

^{註1} "Concerted action"を示すもので、EU加盟国の全部または多くが、特定の課題について共通の理解または共通の意見を得るために欧州委員会の監督の下に行う協調活動のこと

^{註2} "Retrievability"は一般に廃棄物およびその容器で成る廃棄物パッケージを回収するために処分場システムが持つ能力を言うのに対し"Reversibility"はこれらも包含し開発の段階を元に戻すことが出来る処分場システムの能力として区分されるが、協調行動の作業のための定義がなされている。

た。

このため以下のテーマを検討する特別なタスク・グループが設立された。

- 1) 長寿命放射性廃棄物の最終処分に係る様々なタイムゾーン^{註3}における回収可能性。
- 2) 回収可能性が処分場の安全性に与える影響。
- 3) 社会-政治的な要素。
- 4) 回収可能性とモニタリング。
- 5) 回収可能性が核物質保障措置の実施に与える影響。

(2) 目標、範囲

この協調行動に関する目標及び検討の範囲は以下の通りである。

- 1) 回収可能性の概念の明確な解釈と、作業上の定義を確立すること。
- 2) 長寿命放射性廃棄物の最終処分に係る様々なタイムゾーンにとっての回収可能性の意義に関する共通の理解を、可能な範囲において実現すること。
- 3) 様々な処分概念に回収可能性を組み込む方法についての理解を深めること。

^{註3} 処分概念は、廃棄物の処分場への収納や処分場の閉鎖等の複数の期間に分割することができる。各期間（タイムゾーン）はそれぞれ対象廃棄物を処分する一連の処分方策の中の一部を構成している。
頁II-5を参照のこと

1.2 回収可能性に関する概念的な理解

1.2.1 処分概念の開発

(1) 処分概念の開発の主な目標

- 1) 長寿命の放射性廃棄物処分場を安全な方法で建設、操業、閉鎖および密封^{註4}する。
- 2) 人間および環境の永続的な防護を、将来の世代がこの安全性の確保への積極的なかわりを持ったり、維持したりする必要のない形で達成する。

IAEAは「処分」を「承認を受け、指定された施設に、廃棄物を回収の意図なく定置すること」(1995年、IAEA安全シリーズ111-F)と定義している。

(2) 回収可能性にかかる2つの原則

各国の処分概念の開発に携わっている廃棄物管理機関は以下の2つの原則に合意している。

- 1) 廃棄物パッケージ^{註5}の回収可能性を盛り込むことは、上記2つの目標に矛盾しない。
- 2) 回収可能性を強化する措置によって、処分場の操業安全性や長期的な安全性を担保する処分性能が損なわれることがあってはならない。

1.2.2 なぜ回収可能性が必要なのか

近年高まってきた回収可能性を支持する意見は、きわめて多様な観点に基づくと共に、異なった側面に対応している。最も頻繁に出される見解は、次のようなものである。

(1) 安全性および操業に関するもの

- 1) 処分は、廃棄物パッケージの定置に何らかの問題が生じた場合には、撤回できるものでなければならない。
- 2) 廃棄物パッケージが定置作業中および定置後に所定の性能を示さなかった場合には、廃棄物パッケージの回収が必要となる可能性がある。
- 3) 処分場がより後の段階で所定の性能を示さなかった場合に、廃棄物パッケージの改

^{註4} 放射性物質が漏れないように物理化学的に堅牢な状態に閉じ込めること

^{註5} 廃棄物パッケージとは廃棄物の処理、輸送、調整、貯蔵および処分のために準備した廃棄物形態とその容器のこと

修が必要となる可能性がある。

(2) 許認可に関連するもの

1) 段階的な決定および許認可プロセスを容易にするために、回収可能性が盛り込まれなければならない。

(3) 社会的な性格のもの

1) 放射性廃棄物には潜在的な有用性をもつ材料が含まれており、将来の社会がこうした資源の活用を望む可能性がある。

2) 将来世代に意思決定を行うオプションを残すために、処分に関する決定を取り消し不能なものとするべきではない。

3) 有用物質を再利用し、処分すべき廃棄物の量を最低限にすることに関する見解および/または技術は、将来異なったものとなる可能性がある。

4) 予防的なアプローチおよび不確実性の認識を考慮した場合、回収可能性を優遇するのは当然である。

(4) 廃棄物管理に関するもの

1) 将来の新技术または知見によって、それ以前の処分に関する方針が変更されるか、処分された廃棄物パッケージが回収される可能性がある。

2) 廃棄物パッケージを回収可能な状態に保つ設計上の特徴が盛り込まれた処分場の方が、処分後の廃棄物についてよりよい管理および監視を実施できる可能性が高い。

(5) パブリック・アクセプタンスに関するもの

1) 一般市民の受け入れは、主要な決定が撤回可能である処分概念の方が良好なものとなる可能性がある。

一方で、回収可能性を優遇するこうした意見に対立する意見では、回収可能性が安全性にとっての制限要素となること、複雑さが増すこと、保障措置およびコストへの影響などが取り上げられている。

1.2.3 「回収可能性」の作業上の定義

(1) 「回収可能性」の定義に関する異なる見解

1) 「処分作業を取り消す可能性」：より広く取り消し可能性と同意に解釈

2) 「社会にとって利益をもたらし、安全な方法で廃棄物の回収するために必要な技術的および管理面での措置全体」：具体的な実施に注目した解釈

これらの意見を踏まえて、具体的な活動で使用する作業上の定義として、EU協調行動では以下の定義を採用している。

「処分場システムによってもたらされる、何らかの理由によって回収が望まれた場合に廃棄物パッケージを回収する可能性」

この定義の下で、貯蔵または処分された廃棄物パッケージの回収可能性は、次の3つの基本条件によってコントロールされると考えられる。

- 1) 廃棄物パッケージへのアクセス可能性。
- 2) 廃棄物パッケージへの廃棄物の封じ込め。
- 3) 廃棄物パッケージの回収に関する技術的な実現可能性。

これらの基本条件は、すべての処分概念に関するあらゆるタイムゾーンについて分析することができる。このタイムゾーンは、次のように考えられる。

1.3 処分概念に含まれる様々なタイムゾーン

各国の長寿命放射性廃棄物処分概念では例外なく、廃棄物パッケージが基本的に同じ条件にとどまる、すなわち廃棄物パッケージの回収条件がゆっくりと変化するかまったく変化しないきわめて長い期間をいくつか特定することができる。これらの「受動的な」期間は、その他の「受動的な」期間と比較的短い活動期間によって分離され、タイムゾーンを構成する。回収可能性の目標、廃棄物パッケージの回収技術、さらには回収可能性が処分場の設計、安全性、保障措置およびモニタリングに与える影響などはすべて、関連するタイムゾーンに応じて異なってくる。回収可能性に関する見解の共通点および相違点を理解するために、いずれの処分概念にも共通したタイムゾーン構成を設定することのできる一般的な方法を開発する必要がある。

1.3.1 タイムゾーンの設定

図1に、汎用処分概念の模式図を、表1に処分概念の一般的な区分を示した。

個別の廃棄物パッケージに関して、これらのタイムゾーンは受動的あるいは能動的期間のいずれかとして定義することができる。受動的期間(パッケージが処分セルに定置されているが、当該セルの埋め戻しはまだ行われていない段階など)では、当該廃棄物パッケ

一ジの回収に関する3ついずれの基本条件も本質的に変化しない。能動的な期間(処分セルの埋め戻しや密封が行われる期間)では、基本3条件の一つあるいはそれ以上が変更されている。

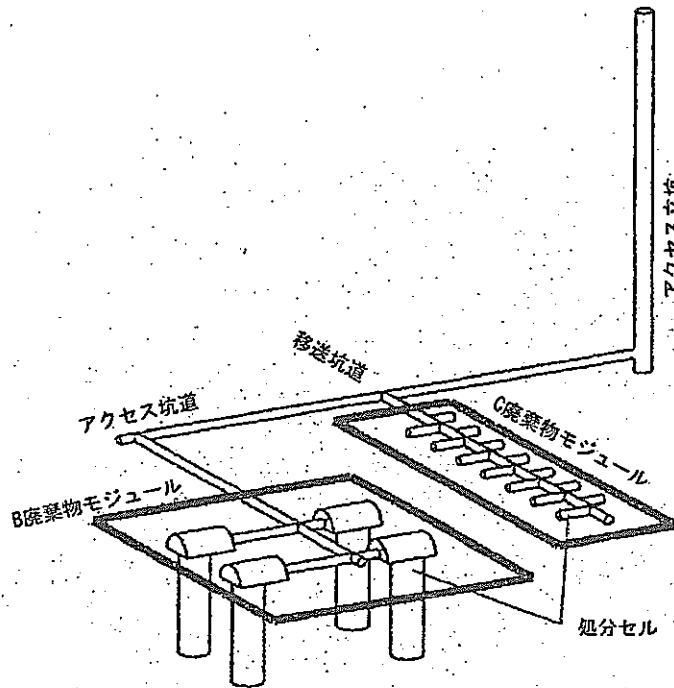


図1 汎用処分概念の模式図

表1 13の異なるタイムゾーンへの処分概念の汎用分類

(能動的/受動的の別は、廃棄物パッケージの状態とアクセス可能性の変化)

ゾーン番号	内容	標準的な継続時間(年)	能動的/受動的の別
1	地表または近地表での中間貯蔵	0~100	受動的
2	処分場の設計・建設と最初の処分セルの完成	10~20	受動的
3	1つの処分セルに廃棄物パッケージを収容する期間	<5	能動的
4	処分セルの埋め戻しおよび密封前に、パッケージへのアクセスが維持される時期	0~>100	受動的
5	処分セルの埋め戻しと密封	<1	能動的
6	移送坑道の埋め戻し前に、埋め戻し・密封済みの処分セルへのアクセスが維持される期間	0~>100	受動的
7	移送坑道の埋め戻し	1~5	能動的
8	移送坑道の埋め戻しの後に、アクセス坑道を開いた状態に維持する期間	0~>100	受動的
9	アクセス坑道の埋め戻し	1~5	能動的
10	アクセス坑道の埋め戻し後に、アクセス立坑を開いた状態に維持する期間	0~>100	受動的
11	立坑の埋め戻しおよび密封	1~5	能動的
12	制度的管理を伴う閉鎖後段階	0~500	受動的
13	制度的管理を伴わない閉鎖後段階	無期限	受動的

1.3.2 設定タイムゾーンの概要

(1) タイムゾーン1：地表または地表近くでの中間貯蔵

廃棄物パッケージの中間貯蔵が行われる唯一の典型的な受動的期間をカバーするものである。この期間は、すべての廃棄物パッケージにおいて同じではない。この期間の長さは、0年から100年以上となる可能性がある。

(2) タイムゾーン2：処分場の設計および建設と最初の処分セルの完成

処分場の建設期間に加え、最終処分概念の明確化や処分場の詳細な設計に必要と見積もられる期間だけをカバーするものである。

(3) タイムゾーン3：一つの処分セルへの廃棄物パッケージの充填期間

処分セルの充填期間をカバーするが、その埋め戻しはこの中に含まれない。しかし特定の国の処分概念ではセルの埋め戻しは廃棄物パッケージの定置作業と不可分なものである。このタイムゾーンでは、廃棄物パッケージ埋め戻し材(または緩衝材)がパッケージの周囲に、人工バリアの一つとして適用される。

(4) タイムゾーン4：処分セルの埋め戻しおよび密封までパッケージへのアクセスが維持される期間

一つの処分セルへの廃棄物パッケージの収容が完了したものの、埋め戻しは行われていない期間をカバーする。いくつかの処分概念では処分セルへの充填が終了し次第埋め戻しが行われるためこのタイムゾーンは無い。

(5) タイムゾーン5：処分セルの埋め戻しおよび密封

処分セルの埋め戻しおよび密封をカバーするものである。特定の国の処分概念においては、能動的なタイムゾーンであるタイムゾーン3および5が一つの活動として組み合わせられている。

(6) タイムゾーン6：埋め戻しおよび密封の終了した処分セルがアクセス可能な状態に保たれるが、処分坑道の埋め戻しは行われていない期間

移送に使用される坑道を通じて密封された処分セルへのアクセスが可能である期間、すなわちこれらの坑道が埋め戻される以前の期間をカバーするものである。このタイムゾーンは、廃棄物処分単位においてすべての廃棄物定置作業が終了した後に始まる。

(7) タイムゾーン7：移送坑道の埋め戻し

移送坑道の埋め戻しと密封をカバーするものである。

(8) タイムゾーン8：移送坑道が埋め戻された後、アクセス坑道が開かれた状態に維持される期間

処分概念のなかの一つまたはそれ以上の廃棄物処分単位(モジュール、また当てはまる場合にはそれぞれの移送坑道)が閉鎖され、埋め戻された時点に始まるものである。

(9) タイムゾーン9：アクセス坑道の埋め戻し

アクセス坑道の埋め戻しという能動的な期間をカバーする。

(10) タイムゾーン10：アクセス坑道（アクセス立坑と処分坑道を連結する。日本では連絡坑道と言う）が埋め戻された後、アクセス立坑が開かれた状態に維持される期間

アクセス坑道が埋め戻された後の期間を言う。一部の処分概念ではアクセス立坑はアクセス坑道の埋め戻しに続いて直ちに埋め戻され、密封される。

(11) タイムゾーン11：立坑の埋め戻しおよび密封

立坑の埋め戻しおよび密封をカバーするものである。

(12) タイムゾーン12：制度的管理を伴う閉鎖後段階

制度的管理期間をカバーするものである。この制度的管理は、処分場システムおよびその収容物に関する情報の能動的な保管に限定される可能性もあるが、モニタリング期間が含まれる場合もある。

(13) タイムゾーン13：制度的管理を伴わない閉鎖後段階

制度的管理期間が終了した時点に開始する。

1.4.1 国別の情報

(1)活動参加機関が提出した背景情報の重点

- 1) 現在検討されている標準処分概念
- 2) 各国における回収可能性に関する背景情報および「回収可能性」の定義付け
- 3) 回収可能性に伴う技術、安全および経済的問題に関する参加各国の見解
- 4) 回収可能性に関連して現在実施されている研究開発の活動

表2 様々な処分概念における回収可能性の組み込みレベル

	ベルギー	フィンランド	フランス	ドイツ*	オランダ	スペイン	スウェーデン	スイス 1	スイス2	英国
廃棄物のタイプ	HL/SF	SF	IL/HL/SF	LL/IL/HL/SF	HL	HL/SF	SF	LL/IL	HL/SF	IL
母岩(標準)	粘土	結晶質岩	粘土/結晶質岩	岩塩	岩塩/粘土	粘土/結晶質岩	結晶質岩	泥灰岩	粘土/結晶質岩	未定
処分概念に固有の回収可能性	あり	あり	あり	なし	あり	あり	あり	あり	あり	あり
回収可能期間の長さ	未定	OP+	未定	NA	OP+	未定	OP+	OP+	OP+	OP+
回収可能性に関する規制/義務	未定	あり	あり	なし	あり	未定	未定	未定	未定	未定
公衆の関心事としての回収可能性	あり	あり	あり	不明	あり	あり	あり	あり	あり	あり
予想される設計調整	未定	未定	未定	なし	未定	未定	未定	あり	未定	未定
可能な操業面での調整	未定	あり	未定	なし	あり	未定	あり	あり	未定	あり
調査中の回収可能性	あり	あり	あり	なし	あり	あり	あり	あり	あり	あり

LL 低レベル放射性廃棄物

IL 中レベル放射性廃棄物

HL 高レベル放射性廃棄物

SF 使用済核燃料

NA 適用外

OP 操業期間のみ

OP+ 操業期間後も継続

*ドイツの項目は現在のゴルレーベン処分場概念に基づく。

ドイツ連邦共和国では現在、新たな国際的な展開にあわせて、処分済放射性廃棄物の回収可能性の再検討が行われている。

表2に、国別情報の一部をまとめた。

現時点において、ほとんどすべての国の長寿命放射性廃棄物の地層処分計画で回収可能性の問題に関する調査が実施されており、回収可能性を強化する手段を含めて検討されている。参加した機関のほとんどが、回収可能性が公衆の関心事の一つになっていること、また社会的な意思決定との関連において重要であることを指摘している。

(2) 回収可能性が重要問題の一つとして取り上げられる以前に開発されたいくつかの処分概念では、高品質の多重バリアシステムの利用によって当初の意図に係わらず可逆性のきわめて高い処分システムが実現している。例えば、長期の健全性を持つキャニスターによる封入は安全性と回収可能性を担保している。

(3) 処分概念の大部分において、より長い期間にわたり回収可能性を同じレベルに保つ目的で、また柔軟性が高く段階的な社会の意思決定プロセスを可能にする目的で、一定のタイムゾーンを延長することは、一般的に可能だと判断されている。

表2に示した概要は、今後の検討の指針として役立つ現時点での簡単なまとめとみなすことが出来る。

1.4.2 各国の処分概念におけるタイムゾーンの設定

参加したすべての機関が、標準の処分概念に関して13のタイムゾーンを設定している。表3に、参加機関が提供したタイムゾーン情報をまとめた。この表に示したタイムゾーンのそれぞれの継続期間は、現時点での想定あるいは推定である。

表3 欧州9ヶ国の様々な処分概念で見積もられたタイムゾーンとその継続時間

国名	ベルギー	フィンランド	フランス	ドイツ	オランダ	スペイン	スウェーデン	スイス1	スイス2	英国
廃棄物のタイプ	HL/SF	SF	IL/HL/SF	HL/SF	HL	HL/SF	SF	LL/L	HL/SF	IL
タイムゾーン:										
1. 地表/近地表での中間貯蔵期間	50年	20~40年	IL:10年 HL:30~50年	15~60年	50~100年	40年+	40年	0~40年	40年+	0~100年
2. 処分場の設計・建設、最初の処分セルの完成	10年	15年	15~20年	13年	12~17年	15年	5~10年	6年	15年	20年
3. 廃棄物パッケージを1つの処分セルに収容する期間	1~5年	<1週間	IL:数ヶ月~数年 HL:数日	0年	数日	2日	1週間	数年	1年	3年
4. 処分セルの埋め戻し・密封まで、パッケージへのアクセスを維持する期間	-	<1日	1~15年	-	-	<1日	<1日	0~100年	<1日	0~>100年
5. 処分セルの埋め戻し・密封	1年(3に含まれる)	<1週間	数週間	-	廃棄物の定置直後	(3に含まれる)	(3に含まれる)	1年	(3に含まれる)	5ヶ月
6. 移送坑道の埋め戻しまで、埋め戻し・密封された処分セルへのアクセスを維持する期間	-	<1ヶ月	1~15年	-	>25年	<1日	-	-	-	0~>100年
7. 移送坑道の埋め戻し	-	1年	数週間	-	1~5年	数日	数ヶ月	-	-	5年
8. 移送坑道の埋め戻し後、アクセス坑道を開いておく期間	未決定	20~40年	未決定	0.5~5年	-	<5年	30年+	-	0~15年	0~>100年
9. アクセス坑道の埋め戻し	1~5年	1年	5年	1~2年	(7に含まれる)	1年	数年	-	1年	5年
10. アクセス坑道の埋め戻し後、アクセス立坑を開いておく期間	-	-	未決定	4.5年	-	-	-	未決定	0年	0~>100年
11. 立坑の埋め戻し・密封	1~5年	1年	1~5年	1.5年	1~5年	4年	数年	2年	2年	1~2年
12. 制度的管理を伴う閉鎖後期間	未決定(100~300年)	未決定	0~500年	未定義	未定義	未決定(×100年)	未決定	未決定	未決定	未決定
13. 制度的管理を伴わない閉鎖後期間	無期限	無期限	無期限	未定義	無期限	無期限	無期限	無期限	無期限	無期限
国名	ベルギー	フィンランド	フランス	ドイツ	オランダ	スペイン	スウェーデン	スイス1	スイス2	英国

(アクセス坑道とは、アクセス立坑と処分坑道を連結する坑道であり、処分坑道が存在しない処分概念では、アクセス坑道はアクセス立坑を処分セルと直接結ぶ)

1.5 回収可能性と設計

1.5.1 様々なタイムゾーンにおける回収可能性の特徴

表4は、以下の2つの質問に対する各国の回答をまとめることにより、回収可能性をコントロールする条件の変化を示したものである。

1つのタイムゾーンから次のタイムゾーンに移行する際に、

- (1) 回収の技術が変化するかどうかの有無を、さらに、
- (2) 廃棄物へのアクセスに関して、また廃棄物の封じ込めに関して、どのような条件が変化するか。

表4では、すべての国がタイムゾーン間の移行に伴って廃棄物パッケージへのアクセスが変化するものと、見なしていることが示されている。

閉鎖後のタイムゾーンに入ってもかなりの期間にわたって廃棄物が廃棄物パッケージ中に封じ込められるとしても、これらのタイムゾーンへ移行した後のアクセス可能性の変化によって、廃棄物パッケージの回収にそれまでとは異なった技術が必要となる可能性がある。

表4 タイムゾーン別の回収可能性の推移

タイムゾーンの移行	オランダ(ENCN)-HLW		ベルギー(SCK)-SF/HLW		英国(Nirex)-ILW/LLW		フィンランド(Posiva)-SF		ドイツ(DBE)-SF/HLW	
	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正
1→2	なし		なし		なし		なし	/	なし	/
2→3	あり	(最初の)廃棄物パッケージへのアクセス	あり	(最初の)廃棄物パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	廃棄物パッケージへのアクセス
3→4	適用不可	適用不可	なし		なし		適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
4→5	適用不可	適用不可	適用不可	適用不可	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	適用不可	適用不可
5→6	なし	アクセス	適用不可	適用不可	なし		なし		適用不可	適用不可
6→7	適用不可	適用不可	適用不可	適用不可	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	適用不可	適用不可
7→8	適用不可	適用不可	なし		あり	パッケージへのアクセス	なし		適用不可	適用不可
8→9	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	廃棄物パッケージへのアクセス
9→10	なし		適用不可	適用不可	なし		適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
10→11	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	廃棄物パッケージへのアクセス
11→12	なし	パッケージへのアクセス	?	パッケージへのアクセス?	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	廃棄物パッケージへのアクセス
12→13	なし	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性	あり	パッケージへのアクセス	あり	廃棄物パッケージへのアクセス

タイムゾーンの移行	スペイン(ENRESA)-SF/HLW		フランス(ANDRA)-HLW/LLW/SF		スウェーデン(SKB)-SF		スイス(NAGRA)-HLW/SF		スイス(NAGRA)-LLW/LLW	
	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正	技術の変化	条件の修正
1→2	なし		なし		なし		なし		なし	
2→3	あり	(最初の)パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	(最初の)パッケージへのアクセス	あり	(最初の)パッケージへのアクセス	あり	(最初の)パッケージへのアクセス
3→4	適用不可	適用不可	なし		適用不可	適用不可	適用不可	適用不可	なし	
4→5	適用不可	適用不可	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	適用不可	適用不可	あり	パッケージへのアクセス
5→6	適用不可	適用不可	なし		なし		適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
6→7	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
7→8	なし		なし		なし		適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
8→9	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	なし		あり	パッケージへのアクセス	適用不可	適用不可
9→10	なし		なし		なし		なし		適用不可	適用不可
10→11	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス	あり	パッケージへのアクセス
11→12	なし?	パッケージの健全性? パッケージへのアクセス	?	パッケージの健全性?	あり	パッケージへのアクセス	?	パッケージへのアクセス	?	パッケージの健全性?
12→13	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性	あり	坑道健全性の 漸進的劣化	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性	あり	パッケージへのアクセス パッケージの健全性

1.5.2 様々なタイムゾーンにおいて想定される回収方法

大部分の処分場概念において、処分セルの埋め戻しおよび密封以前（タイムゾーン3）の廃棄物パッケージの回収は技術的に比較的単純なものであり、廃棄物の定置に使用されたのと同じかそれに似通った設備を用いて実施することができる。しかしその後、処分セル、処分坑道、アクセス坑道およびアクセス立坑等とより多くの埋め戻しや密封が段階的に実施されるのに応じて、埋め戻し材の撤去や、輸送設備の設置及び廃棄物パッケージ自体を回収するために特殊な技術が必要となる可能性がある。大部分の処分概念では廃棄物パッケージへの廃棄物の封じ込めは100年から1000年間維持されるものと考えられているが、制度的管理を伴う閉鎖後段階（タイムゾーン12）でも廃棄物パッケージが健全性を失った場合でもその回収自体は技術的に実現可能なものと見なされている。

すでに存在する概念の回収可能性は、設計変更によって強化することができる。その方法としては、撤去が比較的容易な埋め戻し材および密封材を使用すること、処分場レイアウトの変更、廃棄物パッケージと最初の人エバリアの間に回収を容易にするライニング（高品質の鋼鉄ライナーの設置等）を施すことなどが挙げられる。また回収可能性を強化するための措置の二次的なグループには、受動的タイムゾーンの期間を延長することが含まれる。したがって廃棄物パッケージへのアクセス可能性を低減する措置(例えば埋め戻しまたは密封)を延期することによって、より長い期間にわたり高水準の回収可能性を維持できる可能性がある。受動的タイムゾーンの期間をそのタイムゾーンにもともと計画されていた期間だけ延長した場合も、一般的には処分場設計あるいは当該タイムゾーンにおける廃棄物パッケージの回収技術の変更は必要ないものと考えられている。

1.6 回収可能性と安全性

1.6.1 操業および安全性に及ぼす影響の考察方法

回収可能性を高めるために処分場の操業上および長期的な安全性が犠牲にされてはならないという点で、意見の一致がある。回収可能性が処分概念の操業上および長期的安全性に及ぼす影響の考察について以下の2つの基本段階を用いた共通方式によって行われた。

- (1) 深地層処分場への廃棄物パッケージの定置とその後の段階的な閉鎖というサイクル全体を、前に定義した13のタイムゾーンに分ける。
- (2) 参加国は、上記の13のタイムゾーンそれぞれについて、現在自国の処分概念でど

のような回収可能強化措置が検討されているかについて分析し、関連する操業上および長期的安全性の側面について特定した。

基本的に、回収可能性を高める可能性のある措置として、次の2種類を特定できる。

- 1) かなり長い期間にわたり廃棄物パッケージの回収に必要な作業を容易にするため、処分場概念の設計面の一部を変更し、撤去が容易な埋め戻し材と密封材を使用する。
- 2) 廃棄物パッケージへのアクセス可能性をより長期にわたって同様なレベルに維持するため、処分場の全体または一部の閉鎖を延期する。

それぞれの概念においては安全機能を阻害することなく回収可能性を高める設計上の可能性が実現されている。同時に、これらの安全機能によってこの種の設計調整に限度が課せられ、回収可能性の強化にも一定の限度が設けられる。表5に回収可能性強化のために検討されているタイムゾーン延長の可能性の例を示す。

表5 回収可能性強化のために検討されている
タイムゾーン延長の可能性

灰色の部分は、特定の国で延長が検討されているタイムゾーンを示す。

ブランクの部分は延長の検討がなされていないタイムゾーンを示す。

(* =現在のゴルレーベン概念に基づく、** =スイスのLLW/ILW)

国名	受動的なタイムゾーン			
	4	6	8	10
	処分セルを開いておく	移送坑道を開いておく	アクセス坑道を開いておく	アクセス立坑を開いておく
ベルギー				
フィンランド				
フランス				
ドイツ*				
オランダ				
スペイン				
スウェーデン				
スイス**		適用不可	適用不可	
英国				

1.6.2 検討結果

現行処分概念の回収可能性は、設計変更措置によって、あるいは処分場閉鎖を延期することによって強化できる。こうした措置を講じた場合にも、特定の処分概念が操業または長期的安全性に関する規準を遵守する能力が損なわれることはないというのが、一般的な

見解である。このことは、各国の処分概念ごとに、その概念に関連する問題を系統的に分析することによって証明しなければならないことを示している。

多くの処分概念において、回収可能性を強化するための手段として処分場設計の変更、例えば廃棄物パッケージへの容易なアクセスをより長期間にわたり可能にしたり、地下構造の安定性をより長い期間にわたり確保するように処分セルの設計を変更することなどが検討される。現時点では、こうした設計上の調整が処分場の長期的な安全性および操業安全性に与える影響は重要なものではないと考えられている。

回収可能性の強化につながるその他の設計の特徴(例えば除去可能な埋め戻し材、耐久性の高いコンテナなど)の場合も、閉鎖後の安全性にマイナスの影響を与えるとは考えられていない。

処分場あるいはその一部分の閉鎖を延期することは、操業および長期的安全性の両面で影響を及ぼす可能性がある。具体的な処分概念について、長期的安全性に関する次のような効果を分析しなければならない。

- 1) 処分場の換気期間の延長および地圏での排水期間の延長に伴って生じる効果
 - 2) 母岩の長期的な安定性、岩石の支持力と処分場の密封の耐久性に関連した効果
 - 3) 延長された操業期間中に処分場が誤用されたり放棄された場合に生じるリスク
- これによって、しっかりとした持続可能な管理の必要性がクローズアップされる。

操業安全性への影響の分析には、作業員に関する従来型および放射線学的なリスクや、公衆および環境に生じ得る影響を含めていなければならない。適切な設計措置及び操業手順によって操業安全性を確保することができるという点で、広範な合意が成立している。

1.7 回収可能性の社会・政治的側面

1.7.1 回収可能性を求める動機

回収可能性の根底にある重要で明らかな動機は、地層処分が不可逆な過程であるとの考えを打ち消す広義なもの、必要な場合に対策が取れるとの限定的なものがある。

国によって取り扱いの考えに巾があるが、回収可能性は次の意味において重要である。

- (1) 段階的な意思決定・実施プロセスの一部として。したがって回収可能性は技術的な意味での柔軟性をもたらすこと

- (2) 倫理的な責任ある取り組みの一要素として。将来の世代が現時点の処分決定を覆すためのオプションを利用すべき場合、様々なオプションを残すこと
- (3) 処分プロジェクトを前進させる上で、公衆の信頼感や受け入れ姿勢を強める一つの方法として
- (4) 管理および監視に関するオプションを改善するための一つの方法として。

回収可能性は、安全な永久(受動的)処分へ向けての段階的な取り組みの一部であり、この種の取り組みに含まれるあらゆる段階を(原則として)覆すことが可能になる。

回収可能性の問題は、意思決定に関する現時点の人類の態度と軌を一にしている。行動や決定を覆せるかどうかは人間のリスク認識に影響を及ぼす重要な特性の一つであり、そのため意思決定においても重要な要素である。

倫理面から考えた場合、廃棄物管理決定における一定のレベルの取り消し可能性は望ましいと言える。

1.7.2 回収可能性を検討する必要性

決定が撤回不能なものではない段階的な意思決定プロセスを用いることで、様々な利害関係グループが安心感を得るものと見られている。その意思があるならば前の決定を覆すためのオプションが必要である。これは不確実性が存在するケースにおける意思決定を容易にするための手続きの一つである。

その結果、多くの国における実施機関が将来を見越して、回収可能性について調査し、必要に応じてこの回収可能性を高める具体的な措置を講じる決定を下している。近い将来建設される処分場は数十年間にわたって操業され、それらが密封されるのはさらに先のことになるが、処分場の設計および開発の中で必要な措置を講じるためには、今の時点で回収可能性について検討しておく必要がある。

多くの計画において、放射性廃棄物の地層処分を実施するための優先的なオプションとして、段階的なアプローチが採用されている。つまり処分施設計画の実施に当たり、一つの段階から次の段階に移行するのが適切であるかどうかを、またいつその状態になるかを逐次判断しながら進む柔軟性がもたらされる方法を採用することが意図されている。回収可能性は、深層処分に対するこうした段階的なアプローチにとって不可欠な要素の一つであると考えられる。これは、回収可能性によって処分プロセスを逆転させることが可能に

なり、または必要な場合には廃棄物パッケージを地下施設から回収できるためである。この意味において回収可能性は、社会-政治的な意思決定プロセスにとっての重要な要素の一つである。

回収可能性はまた、廃棄物管理に関する倫理的に責任あるアプローチの一部と見なされている。しかし倫理面での検討が廃棄物管理決定を撤回する可能性を盛り込むことに有利に働くとしても、この検討によってプロジェクト実施の様々な段階にどのレベルの回収可能性を組み込むべきかという問題に直接的な回答がもたらされるわけではない。将来の世代のためにオプションを開かれたまま維持する場合であっても、回収をどの程度容易なものにするかを決定するのは、さらにはどの水準の監視、保守および安全性が必要かを決定するのは、プロジェクトを実行する現世代である。そのためには、将来の世代に影響を与えることが不可避なくつかの判断を行わなければならない。

1.8 回収可能性とモニタリング

1.8.1 モニタリングの目的

長寿命放射性廃棄物の地層処分ではモニタリングを実施する理由は以下の通りである。

- (1) 処分場の設計、建設、また処分場の長期的な安全性評価で利用される情報の提供
- (2) 処分場が作業員、公衆および環境に及ぼす影響に関する情報の提供
- (3) 核物質保障措置要件への対処
- (4) 社会的な意思決定プロセスの支援（システム性能の監視、廃棄物パッケージの回収可能性条件に関するデータの提供）

現在の処分設計においては、長期的な安全性はモニタリングにまったく依拠していない。むしろ安全性は、すぐれた科学と健全な工学、適切に建設された処分場、そして信頼性の高い形で実施される操業手順に依存している。モニタリングの役割は、処分場システムが想定通りに機能しているのを証明することにより、この基本的な安全性に関する保証を提供することである。

1.8.2 モニタリングと回収可能性

処分場開発計画には、広範囲にわたるモニタリング計画が含まれるものと考えられる。この種のモニタリングの目的は様々であるが、広い視野に立った場合、モニタリング計画は国家または国際的な規制への遵守を立証し、社会が行う意思決定プロセスを支援するよ

う設計されることになる。

モニタリングを実施する根拠がどのようなものであれ、モニタリング・データによって要求される基準が満たされていないことが明らかにされた場合、あるいはこれらのデータによって処分システムが許容外の挙動を示していることが明らかになった場合、それに伴い是正措置が必要となる可能性がある。最終的な意味での是正措置は、廃棄物の回収である。この観点から、回収可能性はモニタリングに付随するものとみなすことができる。

一方で、モニタリングとは結びつかない回収可能性を実現する根拠も存在する。その例として、将来の世代にオプションを提供することが挙げられる。この場合には、回収可能性が一義的問題であって、モニタリングが付随的な役割を果たすもので逆ではない。この観点に立つ場合、モニタリングが回収可能性に役立つ方法として次の3点が挙げられる。

1) 廃棄物パッケージの健全性を判定するコンテナ材料や廃棄物へのアクセス可能性に関する処分場内の環境条件（温度、放射線）等一定のパラメーターを監視することにより、実際の回収作業がどれ程度容易あるいは複雑なものであるかを判定するだけで無く廃棄物パッケージの回収可能性を明らかにするために用いられる。

2) タイムゾーンにもよるが、処分セル、処分坑道、アクセス坑道およびアクセス立抗の閉鎖を延期する決定を行う上で必要なデータを収集するために利用される可能性がある。

3) 作業の撤回を可能にするために設定された様々なシステムがその目的に適した状態を維持しているかどうか立証するために用いられる可能性がある。

1.8.3 異なるタイムゾーンを通したモニタリング

(1) タイムゾーン1および2

廃棄物パッケージが中間貯蔵場に置かれている期間のアクセスは容易である。環境条件の監視は容易である。

(2) タイムゾーン3および4

地下環境(温度、水飽和など)の監視によって、廃棄物パッケージの条件を判断するのに十分なデータを入手することができる。放射性廃棄物が存在することで一部の区域へのアクセスは難しくなるが、そのためにモニタリングの実施が妨げられることはないものと思われる。これらのタイムゾーンが10年以上延長された場合には、モニタリング装置を交換または保守できる必要が生じるだろう。

(3) タイムゾーン5および6

処分セルの埋め戻しおよび密封後にモニタリングの対象となるパッケージ環境は、埋め戻し材の内部環境である。監視される主要なパラメータは、温度、水飽和条件および地球化学条件である。最初の2点は継続的な監視が可能であるが、3点目に関するデータはおそらくサンプリングを通じて収集されることになるだろう。

アクセス可能な地下空洞に関して、岩石の動きを対象としたモニタリングが継続される。密封された区域内では、アコースティックエミッション（非破壊分析法の1つ：音響放射法）により岩石の重要な動きを探知することができる。このタイムゾーン期間中に、埋め戻された処分セルから廃棄物パッケージの遠隔回収装置を物理的に据え付ける必要があるか否かという問題が、それぞれのケースごとに判断される。

(4) タイムゾーン7、8、9および10

当初はアクセス路を通じて、さらにその後は立坑を通じて、地下施設の一部にアクセスすることができる。これにより「パッケージ環境」のモニタリングの継続が可能になるが、作業の難度は増すことになる。アクセス可能な状態が維持されているうちは、地下空洞での岩石の動きを対象としたモニタリングを実行できる。立坑およびアクセス坑道からの埋め戻し材の撤去(または新たな立坑やアクセス坑道の建設)は、通常の地下掘削手順に従う。

(5) タイムゾーン11および12

処分場とその収容物へのアクセスは、地表からの試錐孔か遠隔モニタリング技術(アコースティック・エミッション法など)を用いてなされる。パッケージ環境の監視は、処分場に直接つながっているボアホールからしか実施できない。この種のボアホールは処分場の長期的な安全性にとって大きな不利益となり得るため、ボアホール建設を決定する際には、慎重な比較考量が必要である。処分場が地表レベルまで埋め戻しおよび密封された状況では、処分場の再掘削は、少なくとも処分セルに近づくまでは、通常の地下掘削手順に従うことになるだろう。

(6) タイムゾーン13

タイムゾーン13では、「回収可能性に関連するモニタリング」は行われない。

1.9 回収可能性と放射性物質保障措置

「放射性物質保障措置」協定は、核兵器製造において一定の役割を果たす可能性のある有意量の核分裂性物質が存在している場合にのみ適用される。このため、この種の核分裂性物質の処分に利用される処分場は、「国際的な放射性物質保障措置」に基づく措置の対象になるものと予想される。

(1) 使用済燃料処分に關する現在の保障措置政策

現在のIAEAの公式政策は、「放射性物質保障措置」協定自体の効力が維持される間は、使用済燃料は「放射性物質保障措置」の対象であり続けるというものである。現在、実際的な保障措置を実施するための技術的方法を開発するために、多くの国際的検討が進められている。

(2) 実施の諸側面

実際の「放射性物質保障措置」協定における査察の目標は、主として2つの問題、すなわち放射性物質の量と転用検知の適時性に基づいて設定されたものである。検知が適時に行われれば、核拡散当事者の目標が達成される前に、国際レベルで早期対策を講じることができるといえる。

査察の実際的な範囲と頻度を考えると、適時性に関する目標も依然として重要である。この面では、処分場から核分裂性物質を回収するのに要する時間が重要である。地層処分場に収容された使用済核燃料の場合、回収に要する時間は最短で1日未満(処分セルが開いている場合のみ)だが、埋め戻しおよび密封が終了した処分場の場合には、使用済核燃料を地表に運び出せるようになるまで、数年間が必要であろう。

このため使用済核燃料は今後も、処分場閉鎖後に至るまで継続される「放射性物質保障措置」の対象であり続けるものと思われるが、その一方で、将来のタイムゾーンにおける使用済核燃料の回収可能性を強化する目的で採られる様々な措置も、比較的早い時期における「放射性物質保障措置」の実施に影響を及ぼす可能性がある。

処分セルを開いたまま維持する場合、処分場は地表または近地表の中間貯蔵場ときわめて類似した状況に置かれるため、おそらく同じような「放射性物質保障措置」原則が適用されることになろう。しかし回収可能性の強化を取り入れた設計が持ち得る意味については、放射性物質保障措置を担当する諸機関によって今後詳細な判断がなされることになる

う。

1.10 結論

EUの行った最新の回収可能性に関する協力行動の目標を再掲し、合意された結論を以下に示すこととする。

1.10.1 協力行動の全体的な目標

- (1) 回収可能性概念の明確な解釈と、作業上の定義を確立すること
- (2) 長寿命放射性廃棄物の最終処分に係わる様々なタイムゾーンに対する回収可能性の意義に関し共通の理解を、可能な範囲において実現すること
- (3) 様々な処分概念に回収可能性を組み込む方法についての理解を深めること

1.10.2 目標に対する結論

- (1) 次に示す回収可能性概念の作業上の定義について、参加国の合意が得られた。

「処分場システムによってもたらされる、何らかの理由によって回収が望まれた場合に廃棄物パッケージを回収する可能性」

- (2) 長寿命放射性廃棄物処分プロセスを、地表における中間貯蔵から閉鎖後期間に至る13のタイムゾーンに分割した。この方法により各処分概念の様々なタイムゾーンに応じて回収可能性がどのように変化するかの理解を深めることができた。

- (3) 回収可能性は、次の三基本条件によってコントロールされる。

- 1) 廃棄物パッケージへのアクセスの可能性
- 2) 廃棄物パッケージへの廃棄物の封じ込め
- 3) 廃棄物パッケージ回収の技術的な実現可能性

廃棄物パッケージへのアクセス可能性は、タイムゾーンを経て処分プロセスの進展に応じて低減するのが一般的であり、廃棄物パッケージの回収のために異なった技術が必要となる可能性がある。

処分プロセスのいずれの段階についても、廃棄物パッケージの回収に必要な技術は現時点ですでに利用可能であるという点で、合意が成立している。

- (4) 既存の処分概念では、上述した3つの基本条件の中で、処分の閉鎖後段階でかなり

の期間が経過するまで、一定水準の回収可能性が確保されていることになる。

- (5) 処分概念に回収可能性を含めるか、回収可能性を強化する根拠が挙げられている。これらは、何かがうまくいかない事態への恐怖心の緩和から資源の再利用に至る広範なものである。この根拠は一般的に、将来の世代に決定を行うオプションを提供するという形で表現することができる。
- (7) 回収可能性を支持する論拠に対し、安全性、複雑さ、保障措置およびコストなどの面での限定要素を想定することができる。
- (8) 回収可能性を強化する措置が、処分場の操業面での安全性あるいは長期的な安全性に関する能力を損なうものではないという点で、全体的な合意がある。
- (9) この合意の制限の範囲内で、いくつかの組織が回収可能性を強化する方法について検討している。一般に考慮されている設計変更は、より長い期間にわたり廃棄物パッケージへのアクセスを比較的容易な状態に維持するためのものである。これを達成する方法の一つとして、埋め戻し、閉鎖および密封段階を処分プロセスの後の段階に延期するやり方がある。
- (10) モニタリングおよび核物質保障措置に関する回収可能性の影響も検討された。この種の影響は、様々な概念間で著しく異なったものとなる。

1.11 参考文献

- (1) J.B.Grupa et.al "Concerted action on the retrievability of long -lived radioactive waste in deep underground repositories, EUR 19145EN
- (2) J.Vrijen,"Reversibility/Retrievability Issues and Implications",Euradwaste 1999,Proceedings, P41(1999),EUR 19143 EN
- (3) PJ Richardson,"Development of Retrievability Plans" (1999/3)
- (4) Report to the 41th General Conference of the IAEA on the 3rd Scientific Forum,Radioactive Waste Management:Turning Options into Solutions(2000/9)
- (5) Phil Metcalf "The Safety of Radioactive Waste Management: The Cordoba Conference and Beyond"(2000/9)

2. 高レベル放射性廃棄物の長期貯蔵

2.1 はじめに

廃棄物発生主要国が、高レベル放射性廃棄物の処分方策の意思決定にどのように至ったかについては、一般公衆に向けて地層処分を擁護する上で可能性のある長所という観点から検討し報告するに値する。地上での長期貯蔵方策に関しては、近年になって関心が徐々に高まってきている。貯蔵期間については違いがあり、程度には差があるが現在もなお検討が行われている。

過去に検討されてきた5つの基本的な代替方策、すなわち、海洋底下処分、宇宙への処分、氷床中への処分、長期的地表貯蔵及び深孔処分の中で、長期地表貯蔵には特にフランスとスイスが関心を示している。フランスの場合、1991年の放射性廃棄物管理法により、高レベル放射性廃棄物の最終的処分に関する意思決定が2006年まで先送りされたが、その決定の基礎となるのは、地下研究施設での地層処分の可能性、核種分離/変換技術、前処理と長期地上貯蔵といった3分野での研究計画による成果であるとしている。スイスの場合、1988年に地層処分概念が承認されたが、処分サイトは選定されておらず、中間貯蔵が行われているところである。連邦政府では、地層処分と長期貯蔵を比較する調査を行い2000年に報告書をまとめるに至っている。

2.2 長期地表貯蔵の状況

地球の表面付近での長期貯蔵も検討されてきているものの、余り受け入れられてはこなかった。しかし、現状において、フランスとスイスで公式に検討を表明し、その研究が実施されている。長期地上貯蔵に関する論議は、様々な問題を巡って展開されている。この方策に関しては、現世代において生じた廃棄物に対する比較的大きな責任を将来の世代に委ねることへの倫理的な問題が存在している。このオプションは、短中期的にみると比較的费用がかからないが、長期的には非常に高額となることから、それに要する費用は大きな問題であるといえる。さらに、これは潜在的に危険な物質を比較的人間が手に入れやすい状態に置くことから、安全性と立入の可能性に関する問題も抱えている。

この方策は、恐らくは最終的な解決を先送りするものであろうと見なされている。

2.2.1 長期地上貯蔵の利点

長期貯蔵は、将来の選択に対して比較的高い柔軟性を持つと共に、その技術は比較的良好に理解されている。この方策に固有ないくつかの利点には以下のものが含まれる。

- 1) 回収可能性：長期地表貯蔵は、将来において回収の必要性が出てきた場合に、その回収の可能性を最も容易に実現できる。廃棄物の回収は、その廃棄物を管理するより

良い方策が開発された場合、あるいは、使用済燃料のエネルギーとしての価値が徐々に高まっていると見なされるような場合に、意味を持つてくるようになる可能性があると思われる。

- 2) 十分理解された技術：地上貯蔵は比較的良く理解されており、そのための技術は、継続的な研究開発の対象になっているが、比較的よく確立されている。
- 3) 一般公衆の感情：廃棄物管理関係者の一部は、予期しない封じ込め機能損傷時にタイムリーに対処できる可能性があることから、一般公衆は長期貯蔵・監視を徐々に支持するようになってきているとの見解を持っている。

2.2.2 長期地上貯蔵の欠点

しかし、地上付近での長期貯蔵に対しては、以下のような、多くの倫理面及び安全面での懸念が存在している。

- 1) 将来の世代への責任放棄：一部諸国のHLW管理計画には、現世代により生み出された放射性廃棄物を管理する責任を将来の世代に委ねないとの明確な目標が含まれている。長期貯蔵は、この目標に反するものであると一般に見られている。
- 2) 積極的な管理の必要性：地上付近での長期貯蔵は、HLWの長期的管理に関して広く認識されている基本方針に相反するもの。（如何なる最終的概念においても、受動的な管理と限定的な制度的監視だけを求めるべき、積極的な制度的監視と監督が必要）
- 3) 人間との接触/核不拡散問題：地上付近での貯蔵は、非常に危険な放射性物質と人間との接触の非常に大きな可能性を残すことになる。特に、核兵器級物質への立入を非常に高いレベルで許すことになる。

2.3 地層処分を補完する長期貯蔵の可能性

ほとんどの政府が、深地層処分場を高レベル放射性廃棄物処分のための最善の方策であると考えている。しかし、長期貯蔵方策は、前述の通り、現在フランスにおいて研究・評価されてきているところである一方で、スイスでは政府の諮問を受けた専門家グループが地層処分と長期貯蔵を比較する調査を行い、新たな長期地層貯蔵概念を2000年に報告書をまとめている。

地層処分戦略「リシンキング：再考」に関連したものと考えることができるかもしれない最近の一つの傾向は、処分場が恒久的に閉鎖される以前の期間、そして、もっと広く、廃棄物を完全に回収可能な状態にしておく期間に関連したものが多くなっている。その一例として、米国エネルギー省では、廃棄物の定置操業を開始してから少なくとも150年間を「保守可能寿命期間」とすることを現在考えているが、処分場の閉鎖を300年程度まで引き延ばすことになるような検討を行ってきていることから、実際の保守可能寿命期間は、もっと延長されることになるかもしれない。

同様に、スイスの当局者は、HLW処分場に関する計画を再検討し、現在では最初の回収可能貯蔵期間を300年まで延長しようとしている。このようなスイスの回収可能貯蔵期間の延長の理由の一部には、低・中レベル放射性廃棄物処分施設の立地提案に対するヴェレンベルグ(Wellenberg)自治体の拒否に伴う経験や、回収可能期間の延長が一般公衆の信頼醸成に役立つ可能性があるとの判断がある。以下では、主として現在フランスとスイスで評価が行われている長期貯蔵についてその概要を示すこととする。

2.4 フランスにおける長期貯蔵の検討

2.4.1 まえがき

仏国会は1991年12月30日、半減期が長い高レベル放射性廃棄物に関する管理研究法を採択し、中期的にこのタイプの廃棄物の管理に関する解決策を実現するため独自の枠組みを設定した。法により定められた3つの方針（廃棄物の分離・変換、回収可能あるいは回収不能な処分、長期貯蔵）に従って、仏原子力庁（CEA）と放射性廃棄物管理機構（ANDRA）が開始した研究の成果の総括は、2006年に行われることが定められている。

これらの3つの方針は、排他的なものではなくむしろ相互補完的である。成果が上がらなかった当初の一時期を経て、2000年現在では、幾つかの具体的な成果が見られている。ただし、まだ今後の計画を明確にし、特に安全の観点から、それらの計画の信頼性を確立する必要がある。政府が1998年に決定し、1999年に実施に移した措置（放射性廃棄物のインベントリーの作成、ビュール地下研究所の設置、第二の研究所のための花崗岩質の用地の探索、長期貯蔵のための計画草案の作成）により、法律が定めた当事者は研究を継続することができるだろう。

3つの方針に関する計画のうちには、世論と、世論を媒介するメディアからの懐疑、さらには拒否を引き起こすものもある。従って、技術者サイドで何らかの選択肢がコンセンサスを得ていても、市民からの支持を取り付けなければならないし、さらに、一般の市民の希望を考慮し、計画に修正を加えることができるようであればならないが、このためには、一般の市民との対話が必要になる。この点では、フランスにおいて遺伝子組み替え作物に関して行われたように、また、北欧諸国において多くの事柄に関して行われたように、「市民会議」を開催することが有益であろう。

半減期が長い高レベル放射性廃棄物は、量はごくわずかだが、長期にわたって高い毒性を持つ特徴がある。現在高レベル放射性廃棄物が貯蔵されている条件は良好であり、

研究や議論に十分な時間をかけることができると考えられている。

2.4.2 放射性廃棄物の長期貯蔵の研究

1991年12月30日付の法が示した第三の方向性の研究は、放射性廃棄物の処理と長期的貯蔵に関するものである。1997年にCEAはこの部門を強化した。2006年には決定者に対してこの部門に関する現実的な可能性を提供することを目標としている。

(1) 研究はまず第1に、以下を目的とする新たな処理方法を対象にする。

- 1) 各種の一次廃棄物を対象にした利用可能な処理体制の構築。
- 2) 分離した半減期の長い放射性核種用に、優れた遮断性を持つ特殊な固形化材料の開発。

(2) 研究は第2に、長期間にわたって管理を行う場合の適性を決めるため、廃棄体の長期間にわたる挙動を対象にしている。

モデルと環境に関するデータを組み合わせることで、処分場や貯蔵場の設計者に必要な数値評価を提供し、廃棄体の適性を具体的に評価する。また、廃棄体の特性を記述するための手段を規定する。この研究は、モデル、準拠した数値、実物を対象にしたその実証手段を記述した文書の形で、2001年に結果を具体化させ、文書は毎年改訂する予定である。

(3) 研究の第3の部分は、将来に向けて選択の可能性を開いておくために、100年単位で一時貯蔵する場合の廃棄体の管理手法を明確に規定することを目的としている。

これにより、安全性と耐久性に関する超長期貯蔵に固有の基準を策定することができる。現在、全世界で発表されている貯蔵の耐久性に関する性能にはかなりのばらつきがある。利用されている技術はおおむね同じであるが、実証手段にはかなりの違いがあり、またいつも明確に示されているわけではない。「超長期貯蔵」の基準に関する考察は1997年に開始され、それ以来、産業界との協議や評価・検査当局への報告の対象となっている。

2.4.3 世界各国の貯蔵の状況

多くの原子力発電国では以下に示す二つの必要が生じている。

(1) 貯蔵を集中管理する手法の構築

(2) 貯蔵期間を100年単位のスケールにまで延長する

国際原子力機関（IAEA）は、「最低100年」の期間にわたって使用済み燃料を貯蔵するために、技術上ならびに法規上の問題に関する考察を組織している。貯蔵は、今後数十年間の主要な管理方法として提示されている。

米国では、貯蔵の認可期間は最大で20年間である。サイクル終了までに必要な期間を考慮して、認可期間を100年に延長することが現在検討されている。

日本では1999年には発電所外（AFR：Away from reactor）の管理型貯蔵施設の法的な基盤が整備された。2010年から50年間の操業を予定している。

フランスでは、現在すでにさまざまなスケールの貯蔵を実施するのに必要な技術力を備えている。したがって、以下の問題を調べつつ、この技術力を進歩させることが課題となっている。

「廃棄物の管理方法ならびに将来の原子炉の台数に関する選択肢を開いたまま残すことにより、100年単位での貯蔵を可能にするだけの柔軟性を確保することが必要になる。始めからこうした長期間を念頭にして設計した貯蔵所を展開すべきなのだろうか？その場合には、短期の貯蔵所の定期的な更新と比べて、どのようなことが問題になってくるのか？集中管理であるにせよそうでないにせよ、浅地下であろうと地上であろうと、単一の施設を設置するべきか？処分場との間で、どのような制約を共有することになるのか？」

2.4.4 現在研究中の数種類の貯蔵概念

将来の貯蔵のあり方に関する各種の概念を組み合わせて、さまざまな研究と評価の基盤として使用する。これと並行して進められる研究開発を踏まえて、2003年以降には、長期貯蔵について、一つ、ないしは複数の提案に絞り込む作業を進める予定となっている。

現在採用されているさまざまな種類は以下に示した通りである。

- 1) 丘陵の側面を利用した浅地下貯蔵。
- 2) トーチカのようなタイプの穴状の施設。
- 3) 地上貯蔵所。

2.4.5 長期安全性の原則に関する基準

超長期貯蔵の特徴は、社会の恒常的な監視下に置かれた施設として、設計段階から、300年以下の期間にわたって、安全面と経済面で持続可能な条件で廃棄体の保存と回収を

保証することにある。貯蔵所は最終的処分となることを目的に設計されていない。

こうした目標は、持続的な調査により把握された挙動を踏まえて、施設の安全性基準を持続的に変更することによってのみ達成されうる。

このために、このように100年単位で運営されるというスケールの施設である場合に、安全性の原則を規定する必要がある。安全性の原則の総体は、超長期貯蔵の「システム」基準を規定することであり、「システム」基準は現在、生態系、産業、社会面の環境が100年間でどのように変わるのか分からないという点を考慮した15点程度の基本原則により構成されている。

2.4.6 法律の適用を受けるすべての対象は超長期貯蔵で管理可能

第3の方向性に関する研究において、廃棄体のタイプはその数よりも重要である。貯蔵所は、必要に応じて貯蔵単位が拡張ができるように設計されており、数量の増減には対応が比較的容易である。反面、安全性は、廃棄体と、それを収納するモジュールとの間の相性に依存している。使用済み燃料の場合でも半減期の長い廃棄物の場合でも、超長期貯蔵の廃棄体には内部にケースのあるコンテナが使われる。コンテナは標準仕様で、これを将来建設される可能性がある処分場との互換性をどうするかについては、放射性廃棄物管理機関（ANDRA）との間で協議が進められている。使用済み燃料の集合体をそれぞれケースに入れることにより、長期的に基本的な安全性をよりよく確保することができる。

2006年には、長期貯蔵の概念が規定されるが、これは1991年12月30日付の法により定められた研究のすべての方向性を探るという上で、極めて重要な意味を持っている。過去二年間にわたりこの問題を分析したことで、この重要性に応じた新しい見通しを立てることができた。

2.4.7 長期的な挙動に関する研究開発

廃棄体の長期的な挙動に関する研究は、安全性の制御の中心にある。これは特に、100年単位のスケールで、廃棄体の遮断性と回収可能性を保証することが目的となる。遮断性の問題は、使用可能な放射線学のリストに関する知識を踏まえて取り扱われる。回収可能性については、廃棄体の外面が万全の状態を保たれるにはどのようなメカニズムが必要かを把握することが必要である。したがって、貯蔵にとっては、次の点で、100年単位のスケールでの挙動を研究することが必要であることが強調されている。

1) 使用済み燃料（被覆の耐用限界、ガス圧、固体化材料の変化）

2) 金属製キャニスタの腐食

腐食の速度は、周囲の大気の組成によって変わってくるため、このメカニズムをよく把握した上で監視をする必要がある。こうした研究は、構成する素材が経過時間と温度に応じてどのように変化するかに関する研究により補完される。開発は主に、耐久性のあるコンテナ技術が中心になる。使用済み燃料ないしは半減期の長い廃棄物のコンテナが100年単位のスケールで工業的な信頼性があることを実証するための方法および尺度を設定することが目的となっている。

2.4.8 国家評価委員会（CNE）による評価活動総括（1994年～1999年）

国家評価委員会（CNE）は、1991年12月30日付の放射性廃棄物管理研究法により1994年に設立された。毎年1回（通常は6月に）フランスならびに外国における研究の進展状況に関する報告書を政府に提出する義務を負っている。

委員会は、評価報告書作成のため研究の「当事者」を対象にしたヒアリングを通じて、どのような科学的進展が得られたのか説明を受けるが、法律の定めた期限（2006年）に、それまでになされた研究について、総括的な評価報告書を政府に提出する予定であり、政府はこれを、場合によっては処分場の設立を許可する法案とともに、議会に提出することとなっている。

（1）評価作業総括（1994年～1999年）

研究プログラムと初期段階で得られた成果とを詳細に評価することで、委員会は、特に政府に、いくつかの行動が必要であることに注意を喚起することとなった。

1) 長期貯蔵と地層処分のために考慮に入れるべき廃棄物の量（現在の量の把握と長期的な推移の予測）ならびに性質に関する知識を向上する。

2) 法律は長期貯蔵の研究をすることを求めているが、その対象を明示していないので、長期貯蔵の目的とどの程度の期間とするのかを明確にする必要がある。

（2）委員会の勧告の実現状況－将来の展望

委員会の意見と勧告は概して効果を発揮している。

仏原子力庁（CEA）は、廃棄体の挙動のモデル化を含み、長期貯蔵について、これと関連性のある取り組みを続けている。

今後、委員会の活動は、研究プログラムの分析よりも、プログラムの実施状況の観察と研究結果の評価に向けられることになる。2001年から、この点で重要な次のような進

歩がなされる予定である。

- 1) CEAが研究を進めている長期貯蔵の概念の選択について、プロジェクトを見直し、選択をより強固にする。

(3) 社会的側面

地層処分に関する技術的問題は総体的に解決されたと見なされているが、科学・技術界が埋設に寄せる信頼を一般の人々と共有していると言えないのが現状である。

特に、地層処分という概念が、技術および環境面での厳しい制約にかなうだけでなく、社会的、政治的なアクセプタンスを得ることに成功しなければならないという点が最近になってますます強く認められるようになった。ここで必要となることは、尊重すべき倫理的義務と現在および未来のリスクを減らす必要性を考慮に入れた上で埋設という解決法をいつどこで実施すべきか決定すること、また必要な場合には他のオプションが検討されることを保証すること、さらに地層処分という手段の選択に社会を参加させること、そしてこの戦略をよりよく受け入れさせることであると言える。

2.5 スイスの長期貯蔵新概念

2.5.1 はじめに

スイスでは1998年末に、モニッツ・ロイエンベルガー連邦エネルギー相によって設立された「エネルギー協議」作業グループが、放射性廃棄物管理の基本的な問題に関する最終報告書を発表し、廃棄物処分の概念に関して環境保護団体が求める「監視付き回収可能な長期貯蔵」の概念をより深く検討するように勧告した。この勧告は原子力発電事業者と環境保護団体という相反する立場の主張を橋渡しするものとして注目された。

1999年初頭には、連邦評議会、立地州（原子力発電所の立地州とNidwalden（ニトバルデン）州）、環境保護団体および原子力発電事業者間で、既存の発電所の寿命および廃棄物管理に関する議論が行われたが、大きな進展は見られなかった。この状況を踏まえて、連邦環境・運輸・エネルギー・通信省は1999年6月に"放射性廃棄物の処分概念に関する専門家グループ"（EKRA）の設置を決定した。

EKRA（座長：W.ヴィルディ ジュネーブ大学地質学教授）はその後いろいろな廃棄物管理概念を確認した上で、「監視付き長期地層貯蔵」の新概念を打ち出し、これを最終処分、中間貯蔵および無期限貯蔵概念と比較検討した。この概念評価で特に重視された点は、

- (1) 能動的および受動的安全性
 - (2) 監視と管理
 - (3) 回収可能性
- の3つの要素であった。

1999年6月と12月にはEKRAのヒアリングが開催され、環境保護団体を含めて関係機関が討議に参加した。EKRA最終報告書^{註1}は2000年2月7日に公表された。以下でEKRA報告書に沿って、提示された「監視付き長期地層貯蔵」新概念の概要を見ることとする。

2.5.2 スイスの廃棄物管理概念の基本的な要素

まず図1にスイスにおける放射性廃棄物貯蔵・処分の前提を示す。

^{註1} 本報告書は環境保護団体の参画も得て概念の討議が行われ、その結論に対してスペクトルはあるが、多方面から評価が得られている特徴を持っている。

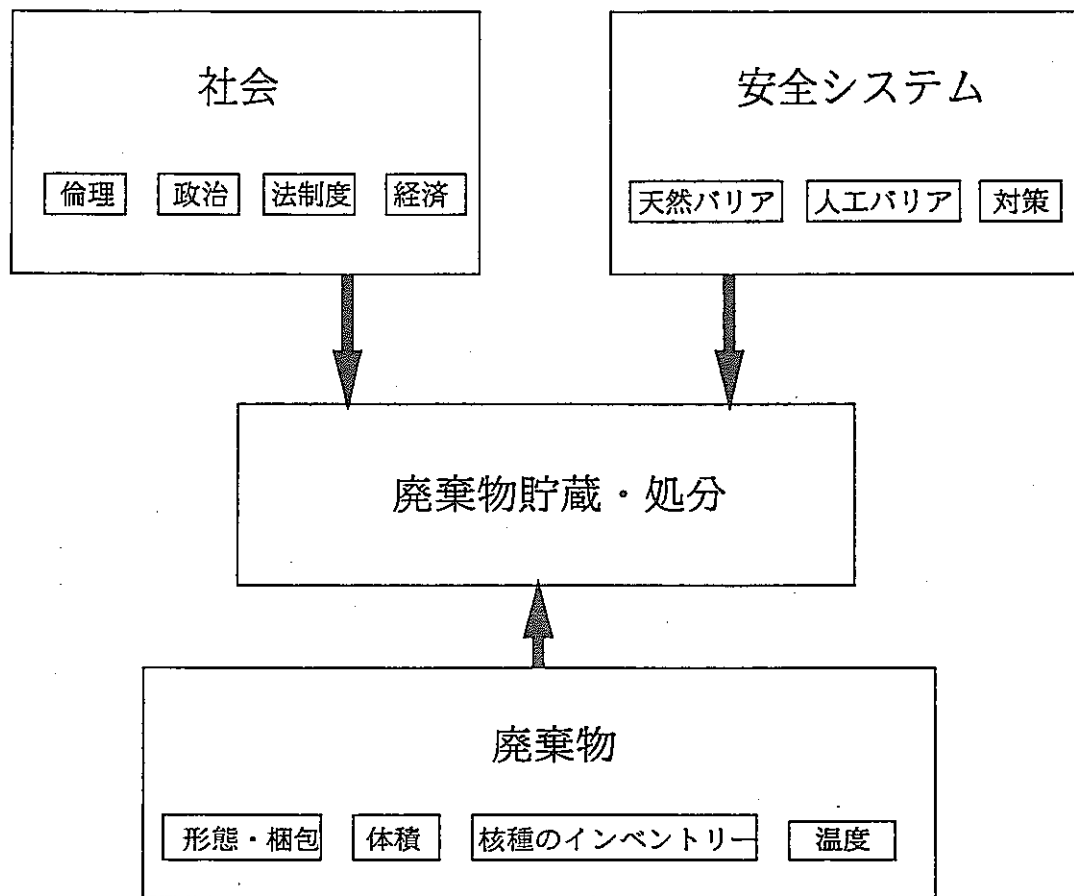


図1. スイスにおける放射性廃棄物貯蔵・処分の前提

2.5.2.1 廃棄物カテゴリー

スイスでは、その毒性、長寿命核種の成分および長期的な安全性に関する分析結果に基づき、様々な廃棄物タイプが3つのカテゴリーに分類されている。すなわち、低-中レベル廃棄物(L/ILW)、長寿命中レベル廃棄物(TRU)、高レベル廃棄物(HLW)である。現在までに発生しているのは、操業廃棄物とMIR（医療、産業、研究）廃棄物の一部分だけであり、デコミッションング廃棄物はまだ存在していない。また、再処理オプションの放棄によって燃料要素が直接処分されることになり、それに伴って廃棄物量が増加することにも注意する必要がある。

2.5.2.2 処分概念

スイスにおける放射性廃棄物管理の各種概念を図2に示し、以下に概要を述べる。

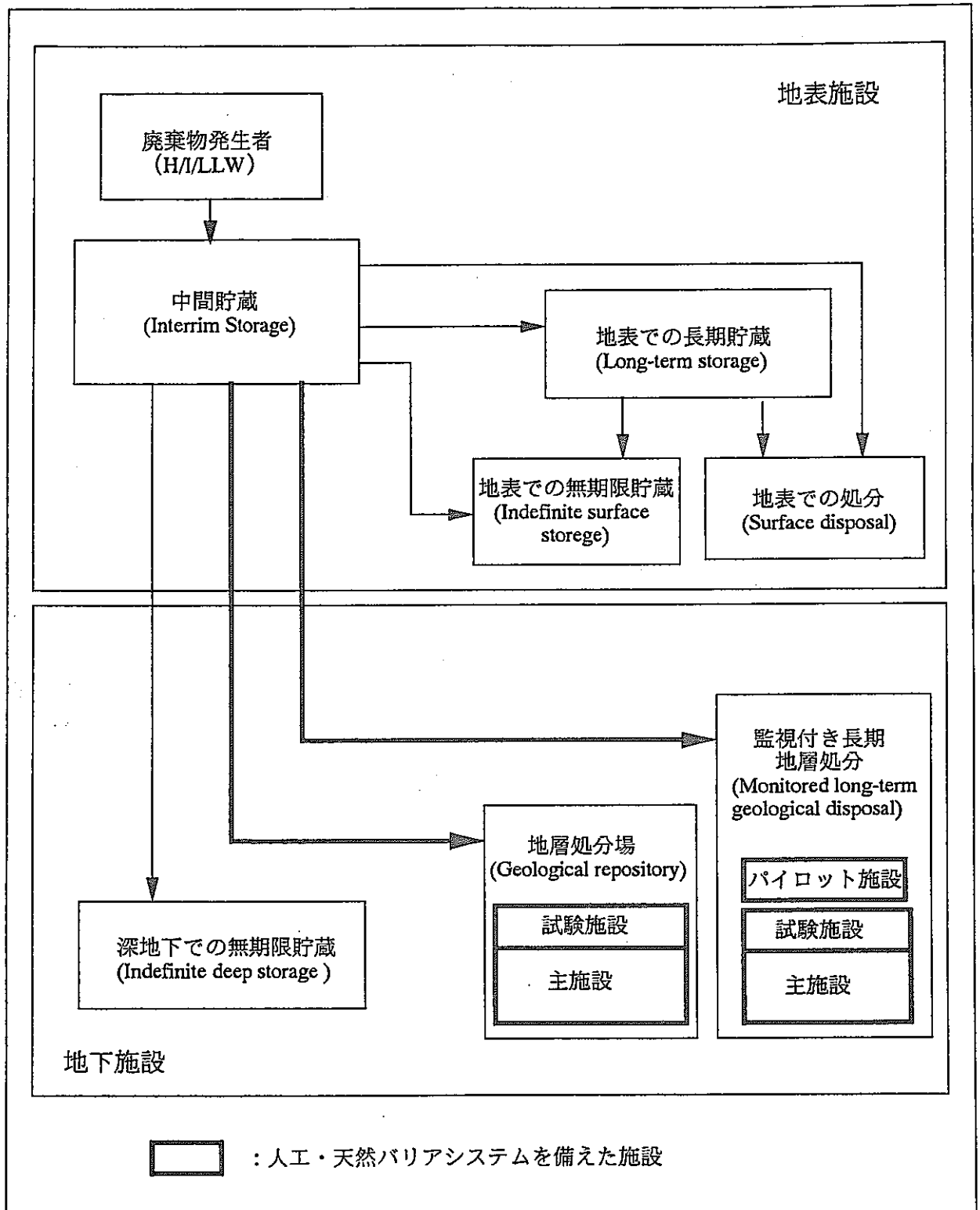


図2. 放射性廃棄物管理の各種概念

(1) 中間貯蔵

連邦原子力施設安全本部（HSK）のR-14指針（放射性廃棄物の前処理および中間貯蔵）によると、廃棄物を中期的に貯蔵するために、専用の中間貯蔵施設が建設されることになっている。しかしこれらの廃棄物は後日、最終処分のために取り出されることが前提となっている。中間貯蔵の場合、人間および環境の防護は人工的なバリア（廃棄物マトリックス、廃棄物コンテナ、貯蔵建屋、関連するインフラ）および安全措置（廃棄物、建屋、インフラの監視）に基づくものとなる。中間貯蔵施設の寿命は一般に数十年間に制限されている。

(2) 無期限貯蔵

中間貯蔵の後、廃棄物を地表あるいは地下処分施設に移動することができる。現時点では以下のタイプの施設が検討されている。

1) 無期限貯蔵

無期限貯蔵は、いわゆる「保管概念」に対応するものである。そのためには、地表または地下に建設される専用施設が用いられる。無期限貯蔵施設では、埋め戻しも密封も行われない。

無期限貯蔵では、必要な貯蔵期間にわたり廃棄物の有害な影響から人間および環境が保護されると共に、いずれの時点においてもモニタリングおよび回収を過度な経費を伴わずに実施できなければならない。

防護は人工的なバリアおよび安全措置に基づくものである。この種の施設では、許可を受けた人物がいかなる時点においても廃棄物に接近することができる。廃棄物の回収に必要な作業は、その定置に必要な作業を上回るものではない。

2) 監視付き長期貯蔵

「エネルギー協議作業グループ」の最終報告書において、複数の環境保護組織により、スイスの新たな処分概念の一部として監視付き長期貯蔵概念が導入された。環境保護組織の代表者たちは、この概念について次のように説明している。

イ) 長期貯蔵の目標は、適切な設計と動的概念を選択することにより、監視付き長期貯蔵施設の枠内で実現されるはずである。保管概念とは明確に一線を画している。

ロ) 監視付き長期貯蔵は、管理措置および廃棄物回収可能性を伴うものである。

ハ) 監視付き長期貯蔵を、処分場に至る過渡的な段階の一つとすることは可能である。しかしこのケースにおいても、長期貯蔵を単に処分場に至るステップの一つとして見るのではなく、新たな哲学(数百年または数千年にわたる施設のモニタリングを可能にし、こうした期間にわたり機能することのできる構造が設定されるようにする哲学)を実現する手段となされるべきである。

ニ) 基本的な問題は、監視付き長期貯蔵の中心的な特徴の一つである回収可能性が、最終処分と両立できないことである。

環境保護派の人々が提案しているような監視付き長期貯蔵の概念が無期限貯蔵と同じものにならないためには、以下に示す要件が必要である。

イ) 無期限貯蔵とは異なり、監視付き長期貯蔵の場合には無期限にわたる保守義務は設定されない。貯蔵ゾーンおよび空洞が早い段階で埋め戻されなければならない。モニタリングは主として施設の変遷および健全さを対象として実施される。

ロ) 将来の世代が望む場合に、廃棄物定置プロセスは可逆的なものでなければならない。したがって廃棄物の回収可能性を強化する措置が講じられる。

ハ) 監視付き長期貯蔵施設は、それが地表に建設されるか地下深部に建設されるかにかかわらず、過渡的な方策の一つと見るべきである。長期的な安全性を確保するためには、ある特定の時点において、当該施設を最終処分場に、転換できなければならない。

(3) 処分場

HSKのR-21指針では処分は、「回収の意図なく行われ、保守を伴わない放射性廃棄物の生物圏からの永久的な隔離」と定義されている。

処分場は人間および環境を、廃棄物が潜在的な有害性を備えている期間全体にわたり、将来の世代に何らの責任を負わせることなく、保護しなければならない。

現在までに廃棄物処分の分野で行われたの研究の大部分は地層処分場概念(GEL)に焦点を絞ったものであり、すでにいくつかの国でL/ILWを対象とした施設が操業されている。処分場の埋め戻し、密封および閉鎖後の人間および環境の保護は、天然および人工バリア系によって確保される。廃棄物が定置された後、処分場は可能な限り迅速に閉鎖される。この後に、地上におけるモニタリングの実施が予定されている。地層処分概念では、主施設の加えて、何らかのテスト施設が設置されるのが一般的である。

(4) 監視付き長期地層処分

EKRAは、委任事項により最終処分と環境保護派によって示されたアイデアを組み合わせ、**「監視付き長期地層処分」**の概念を開発した。

この**「監視付き長期処分施設」**は、処分場の場合と同様の長期安全性に関する要件を満たすと同時に、回収可能性の必要性を考慮したものである。

この概念では、従来の地層処分場と同様の主要基本構造を備えた主施設のほかに、1ヶ所のテスト施設と1ヶ所のパイロット施設が同じ岩盤内に建設される。テスト施設は選定されたサイトの適性を確認するためのもので、主施設に廃棄物を搬入する前に運転される。廃棄物の大部分は主施設に定置されるが、一部はパイロット施設に搬入される。監視付き長期地層処分概念で予定されているモニタリングおよび管理は、パイロット施設で実施することができる。これは、主施設が将来地層処分場に移行する際に、こうした活動に伴う悪影響をいかなる面でも受けないことを意味する。このパイロット施設は主施設とは空間的に隔てられており、操業期間をより長期間にわたるものとすることができる。パイロット施設で異常が発見され、対処の必要が認められた場合、主施設の再開が可能となる特徴を持っている。

2.5.3. 監視付き長期地層処分概念

2.5.3.1 技術的設計

以下に、監視付き長期地層処分施設(KGL)の設計の一つの可能性を示す。図3にその施設概念を示す。

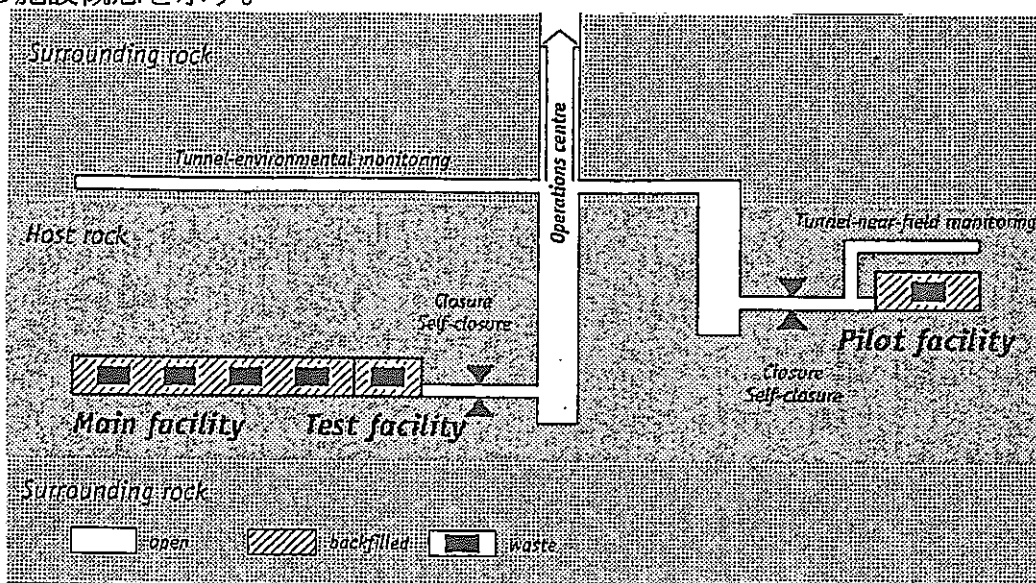


図3. 監視付き長期地層処分の施設概念

(1) システム要素

監視付き長期地層処分概念は一般的に、テスト施設、主施設およびパイロット施設のシステム要素で構成される。この3つのシステム要素の目的は以下の通りである。

(2) テスト施設

テスト施設はサイト調査中、またはその直後に建設され、操業許認可に必要な安全性の立証を達成する上で必要なサイト固有の研究を進めるための岩石研究所の機能を果たす。主施設が操業を開始した後は、パイロット施設の補助施設としてテスト施設の操業を継続することができる。

テスト施設での調査の目的は、主施設で発生すると考えられる安全性にとって重要なプロセスを理解することにおかれる。主施設の一部を再現する形でテストを実施し、未解決の問題を岩石研究所での具体的な実験を通じて調査することができる。

(3) 主施設

主施設は、廃棄物のほとんどが定置される場所であり、長期的な安全性を確保するために、主施設が建設されるサイトの選定方法および母岩は、処分場に設定されているものと同じ要件を満たさなければならない。

廃棄物が定置された後、空洞は即座に埋め戻される。アクセス立坑および坑道と施設のモニタリングおよび管理区域は、モニタリング段階を通じて開いた状態に維持されるため、構造的な強化を施す必要がある。操業・モニタリング段階では、施設の開いた部分で排水および保守を実施しなければならない。

操業・モニタリング段階には、アクセス・ゾーン内の特別設備(プローブなど)を用いてニアフィールドの観察を行うことができる。

(4) パイロット施設：パイロット施設は以下のような機能を果たす。

- ・人工バリアとニアフィールドの長期的な変遷の監視。
- ・長期的な安全性の実証に用いられた予測モデルの検証。
- ・主施設の閉鎖後の長期的な管理を可能にする実証施設としての役割。

パイロット施設では、主施設とは異なり、一定のタイムリミットが過ぎた後に破壊実験を行い、処分システム構成要素に関するより正確な情報を入手することができる。パイロット施設で得られた結果は、テスト施設と、主施設の建設および操業段階から得られた結果と共に、長期的な安全性を確認するための重要な情報である。主施設の閉鎖許可を得るためには、これらの結果の詳細な評価が不可欠である。

パイロット施設での調査は、安全面の理由により主施設から廃棄物を回収すべきかどうかを決定する上での基礎ともなる。

パイロット施設での観察に基づき、主施設において次のような活動を実施することができる。

- ・人工バリア(そしてある程度は天然バリア)の監視。
- ・人工バリアの修復および改良。
- ・ニアフィールド又は地圏への予想外の放射性核種の漏洩が起きた場合の浄化措置
- ・廃棄物の回収。

2.5.3.2 実施

監視付き長期地層処分施設の建設にとっての絶対的な前提条件の一つは、サイト調査が成功裏に完了することである。また施設の建設、操業および適切な閉鎖を行うには、立案および実施面での品質を確保し、必要な場合には是正措置を講じられるような独立したプロジェクトおよび管理構造が必要である。公開性、透明性および十分な技術力が、公衆の信頼と受け入れを実現する上での中心的なパラメータである。このためにはさらに、施設の操業期間全体を通して維持および継続されることになる模範的な情報およびコミュニケーション・システムが必要である。

(1) 踏査・計画立案段階

踏査・計画立案段階は、サイトの調査および特性調査、そして施設の様々な構成要素の立案で構成される。同時に、作業の監督や品質管理のための計画およびシステムが指定される。サイト調査の結果が肯定的なものであれば、計画立案および建設を開始することができる。

(2) 建設段階

建設段階の第一歩は、テスト施設とパイロット施設の建設である。主施設の建設は操業・モニタリング段階において段階的に進められる。

(3) 操業・モニタリング段階

テスト施設とパイロット施設の操業と共に、操業・モニタリング段階が開始される。

1) テスト施設

テスト施設操業の目的は、主施設の安全性を実証するために必要な情報を収集

することである。テスト施設で得られた情報に基づいて主施設の最終設計を選定することができる。

2) パイロット施設

処分施設とニアフィールドのモニタリングおよび管理は、パイロット施設で立案および実現される。

3) 主施設

テスト操業の結果が肯定的なものであった場合、その次の段階を開始できる。

主施設のアクセスおよび操業区域の全面的な建設が実施される。定置区域は当初1部分のみ建設されるが、処分スペースの必要に応じて空洞を追加し、テストすることができる。

空洞が掘削されて利用可能な状態になった場合、廃棄物の定置開始によって主施設の実際の操業段階が開始される。

廃棄物が定置され次第、主施設の空洞を直ちに埋め戻し、密封する。処分ゾーンとその周囲のニアフィールドへのアクセスを容易にするために、アクセス坑道とサービス坑道は開いたまま維持するこの段階では、廃棄物の回収を過度の技術的努力や財政コストを伴わない形で実施することができる。

(4) 閉鎖・閉鎖後段階

操業・モニタリング段階が完了して初めて、主施設のアクセス坑道とサービス坑道の最終的な閉鎖が行われる。これには数十年から百年以上の期間がかかると思われる。この期間中に、安全性評価モデルの確証を実施することができる。主施設の最終的な閉鎖のためには、いっそうの安全解析が必要である。

パイロット施設をその後も開いた状態に維持し、主施設よりも後に閉鎖するという方法も考えられる。これは将来の世代の決定することである。

監視付き長期地層処分施設の様々な構成要素に関する研究は、地層処分場の場合に比べてそれほど進んでいない現状にある。主としてパイロット施設の建設、さらに操業・モニタリング段階における処分施設の安全システムの面で研究を加速してゆく必要がある。

2.5.4 処分概念の評価

スイスで提案されている放射性廃棄物管理の各種概念（無期限地表貯蔵、長期地表貯蔵、地表処分、無期限深層貯蔵、監視付き長期地層処分、地層処分場）を比較評価し

た。これら概念の違いは、主としてそれぞれの安全システムに関するものである。

2.5.4.1 評価の基礎

(1) 手順

様々な概念を比較するためには、建設後のすべての段階をカバーする総合的な安全比較を行う必要がある。評価の際には、次のような2段階の手順がとられる。

- 1) 評価基準としては最優先されるのは、安全性である。したがって第一に調査すべきポイントは、操業・モニタリング段階と閉鎖後段階において達成可能な安全性のレベルである。
- 2) この後でその他の社会的規準(行動の自由、発生者支払い原則、受け入れなど)が評価に組み込まれる。

(2) 評価基準

以下の4点の基準があるが、最優先されるのは安全性である。

- 1) 人間および環境の安全
- 2) あらゆる世代の自由。そして社会および住民グループ・世代間の公平
- 3) 発生者支払い原則の遵守
- 4) 受容性

2.5.5 結論および勧告

2.5.5.1 結論

様々な廃棄物管理概念の評価を通じて、EKRAは次のような結論に達した。

(1) 中間貯蔵

中間貯蔵施設の安全システムは、短期的な貯蔵期間を対象として設計される。この種のシステムは、長期的な安全性に関する重要な要件を満たすものではない。

(2) 地表施設および無期限貯蔵施設

地表に立地された廃棄物処分施設(無期限貯蔵、長期貯蔵および処分を目的とするもの)、さらに地下深部の開かれた状態の施設(無期限深層貯蔵を目的とするもの)は、いずれもモニタリングを必要とするものであり、したがって長期的安全基準を満たす

ものではない。

(3) 地層処分

現在の知識に基づいた場合、長期(10万年を超える期間)的な安全性に関する要件を満たす形で放射性廃棄物を隔離する唯一の方法は、地層処分である。この概念は、人工バリアおよび天然バリアの組み合わせに基づいて廃棄物の隔離を確保するものである。回収可能性、すなわち閉鎖後の処分場から廃棄物を回収する可能性は、原則的には実現可能であるが、この概念の不可欠な部分を構成するものではない。

(4) モニタリング、管理および回収可能性／監視付き長期地層処分概念

廃棄物処分に関して、回収可能性原則を重視する社会の要請がある。このためEKRAは「監視付き長期地層処分」という、処分と回収可能性を組み合わせる概念を開発した。この概念では、実際の廃棄物定置施設(主施設)に加えてテスト施設およびパイロット施設の建設が見込まれており、また地層処分に先立ってモニタリングが実施され、廃棄物の回収が容易な期間が設定される。この意味で、監視付き長期地層処分の概念は、長期的安全性と回収可能性の両方に関する要件を考慮したものである。この概念では、途中で廃棄物の回収を行う何らかの理由が発生しない限り、地層処分が段階的なやり方によって実現される。

(5) 地層処分概念と監視付き長期地層処分概念との比較

地層処分概念を監視付き長期地層処分の要素を含む形に拡張する際には、安全面での配慮がなされる。

安全面からみた、モニタリング段階での監視付き長期地層処分の利点を以下に示す。

- 1) 知識の増加および技術の進歩の結果として、安全性の強化が可能となる。
- 2) 予想外および望ましくない展開が生じた場合に、早期に発見できる。
- 3) 廃棄物の回収、あるいは必要な場合には施設の修復が容易になる。

一方モニタリング段階における監視付き長期地層処分の不利な点は、以下の通りである。

- 1) 被曝時間が、とくに操業要員にとって、長くなる。
- 2) 第三者による望ましくない侵入のリスクが拡大する。

- 3) 現時点では予測困難な社会-政治的な展開により悪影響を及ぼす事態が発生する
(戦争、社会体系の変化、社会および技術面での衰退、伝染病など)。

監視付き長期地層処分が最終的には地層処分に向かう段階的な手順に関しては、回答を見出すべき未解決の問題がいくつも存在する。

監視付き長期地層処分の概念を導入した場合、最終地層処分の場合よりも多くの建設および操業コストがかかることになるだろう。

さらに踏み込んだ内容の調査によって監視付き長期地層処分概念が地層処分の場合と匹敵するレベルの安全性を実現できることが示された場合には、監視付き長期地層処分は(それによってもたらされる回収可能性が高いことから)優先オプションとなるはずである。

2.5.5.2 勧告

放射性廃棄物管理の第一の目的は、人間およびその環境に対し、放射性廃棄物に伴って生じる危険性に対する無制限の保護をもたらすことである。地層処分場は、この目標を満たす形で廃棄物を処分する唯一の手段である。EKRAが提示した監視付き長期地層処分概念では、社会の要請、とくにモニタリング、管理および強化された回収可能性に関する要請が考慮に入れられている。

EKRAは、その委任事項に基づき、次のような活動方針を勧告している。

(1) 公衆による議論

放射性廃棄物管理問題に関する公衆による議論が奨励されなければならない。

(2) 原子力関係の法律

1) あらゆるタイプの廃棄物を地層処分することが、法律において規定されなければならない。プロジェクト立案者は、継続中のプロジェクトにおいて監視付き長期地層処分概念に適用するのに応じて、モニタリング、管理および強化された回収可能性の側面に関する文書化を実施する義務を負うべきである。

2) 廃棄物管理計画が原子力発電所運転者から財政面で独立したものとなるようにする措置をすぐにも講じると共に、必要な制度的変更を推進するべきである。

(3) Wellenberg (ヴェレンベルグ) のL/ILWプロジェクト

1) 現在入手されている情報に基づき、Wellenbergサイトは地層処分と監視付き長期地層処分の両方に関する基準を満たすものと考えられる。このプロジェクトは継続

されるべきであり、その際に「Wellenberg修正処分概念」が出発的として役立つ。

(4) HLW/TRU計画

1) 現在調査されている母岩(オパリナス粘土)は、原則として地層処分と監視付き長期地層処分の両方に適したものである。処分の実現可能性を立証するためのプロジェクトが受け入れられたことから、サイト特性調査が進められるべきであり、施設の立案およびサイト調査が開始されなければならない。国際処分オプションは、いかなる場合においても、スイス国内で処分問題を解決することの代わりとなるものではない。

(5) 実現に向けたスケジュール

1) 両方のプロジェクトの実現に向けたスケジュールが作成されなければならない。またその進捗状況が定期的にチェックされるべきである。

2.5.6 原子力産業界および環境保護団体の反応

(1) ヴェレンベルク・プロジェクトの実施主体であるヴェレンベルク放射性廃棄物管理協同組合(GNW)は、EKRAの報告書を支持しており、今後の調査の詳細を決定するために報告書の分析を行う予定であるとした。ヴェレンベルク・サイトの地層が、地層での長期管理貯蔵と最終処分の両方の要件を満たしているというEKRAの結論によって、サイトでの探査坑の建設許可手続きへのハードルはなくなったと見られている。探査坑からの調査はEKRAの勧告に基づくGNWの廃棄物管理・処分コンセプトがいかんして実現可能であるかを調べるものである。

(2) 放射性廃棄物の処分責任を考えるフォーラム(フォーラムVERA)もGNWと同様、EKRAの調査結果を歓迎している。同フォーラムは、当局が放射性廃棄物の処分計画に関するEKRAの勧告を早期に実行に移すべきであると強調している。

(3) グリーンピース・スイスはEKRAの報告書を今後の議論の重要な基礎として評価しており、処分の安全管理対策が従来のコンセプトと比べて強化されていることを歓迎しているが、実際の処分の可能性(可逆性、管理、保守を含む)に関する正確なコンセプトを得るためにはさらなる調査が必要であると指摘している。

このようにEKRAによって作成された処分概念に関する最終報告書は、原子力産業界

と環境保護団体から一定の支持を得ているが、そのスタンスは同一ではない。GNWやNAGRAをはじめとする原子力産業界が報告書を処分場開発計画の実現に向けての第1歩と見なしているのに対して、環境保護団体は長期管理と回収可能性の要素が取り入れられたことを評価しているものの、具体的な処分計画に関しては公衆の理解を得ていないと主張している。

2.6 参考文献

- (1) La gestion des dechets radioactifs : l'etat des recherches debut 2000 CONTROLE No.134 (Avril 2000) ,pp.24-82
- (2) Walter Wildi et al."Disposal Concepts for Radioactive Waste"(EKRA Report)2000
- (3)Report to the 41th General Conference of the IAEA on the 3rd Scientific Forum, Radioactive Waste Management: Turning Options into Solutions(2000/9)
- (4) Phil Metcalf "The Safety of Radioactive Waste Management: The Cordoba Conference and Beyond"(2000/9)

3. 国際処分場

長寿命放射性廃棄物向けの深地層処分場は、現在および将来の世代の安全および安全保障が確保されることが保証された方法によって設計および立地されなければならない。政治的な境界線とは関係のない客観的な根拠に基づいて立地される多国籍施設の場合、それによって防護を最適化することができるし、すべての当事者が利益を得ることができるようになる。貴重な貢献を行うことになる受け入れ国は、物質的なメリットと共に、地球社会からの互恵的な利益を受ける資格をもつことになる。この種の処分場の利用者は、規模の効果によって経済的な節約を見込むこともできる。また世界全体が、地球規模で最適化された解決策により恩恵を受けることができる。ここでは、多国籍処分プロジェクトに関連した安全性、環境、経済性、倫理および公衆に関連する問題について検討する。

3.1 はじめに

一定のプロジェクト参加国から廃棄物を受け入れる多国籍処分場は、受け入れ国、顧客国、さらにはこの事業に直接的には参加しない世界のその他の国々にとってきわめて魅力的なものとなる可能性がある。当事者双方が勝者となる「ウイン・ウイン(win-win)」状況は、いずれの廃棄物管理計画も直面する議論の多い一連の問題にもかかわらず、達成可能なものと見なされている。ここでは、深地層処分場に関して、国際施設の開設を支持する論拠を補強するの二つの異なった役割を示す。

- (1) 長寿命放射性廃棄物を、将来のあらゆる世代の安全性を確保した形で、これらの世代に積極的な保守措置の重荷を背負わせることなく処分する。
- (2) 核軍縮の時代に余剰となった核兵器の解体に伴って取り出される濃縮ウランおよびプルトニウムの悪用の可能性に伴う脅威を最小限にすることにより、世界の安全保障を強化する。

この二つの領域、すなわち安全保障および安全性に関して、国際処分場の実現はすべての当事者にとって利益となる可能性がある。さらには経済性の強化、環境への影響の低減、パブリック・アクセプタンスの強化などの面でのメリットも存在する。ここでは、これらの問題についてそれぞれ論じると共に、現在までに放射性廃棄物処分の国際協力に関して出された提案およびイニシアチブについて、簡単にレビューする。

3.2 安全保障/核不拡散問題

核物質の処分に関連して世界的な関心が持たれている問題の一つは、これらの物質をテ

ロリストまたは「ならず者国家」の政府が悪用することに対する安全保障を実施することである。現在の見積りでは、ロシアと米国の核軍備縮小計画によって、高濃縮ウラン(HEU)が約2,000トン、核兵器に使用可能な品質のプルトニウムが200トン以上余るものと考えられている。とくに旧ソ連圏の社会的および経済的な問題を前にして、これらの物質の一部が不法に転用または悪用されることへの懸念が高まってきている。これまでも、こうした脅威を低減するための概念がいくつか提案され、初期の協定が結ばれている。

これらの核兵器級物質に対処するために、いくつかの単純なオプションが存在する。プルトニウムは混合酸化物(MOX)燃料に成形加工し、それを原子炉内で燃焼させてはるかに核拡散抵抗性の高い使用済燃料にすることができる。また、シンロックなどのマトリックスに組み込むことにより、処分に適した形態に調整処理するやり方もある。高濃縮ウラン(HEU)は、混合希釈を通じて、現世代の原子炉で通常使用されている低濃縮燃料にすることができる。この場合にも最終的に得られるのは使用済燃料であり、核拡散抵抗力の面では優れているが、依然として保障措置は必要である。したがっていずれのオプションに関しても、深地層処分場が適切な終着点を用意することになる。ここで直接関連してくる問題は、処分物質の最終的な行き先に関するものである。米ロ両核兵器国にとって受け入れ可能な中立的な立場にある国において国際処分場が実現することは、必要な協定を実現するプロセスにとって大いに役立つ可能性がある。

さらに、国際処分場における核物質の保障措置には、実施が比較的容易で、より透明性が高く、IAEAおよびその他のいずれかの国々による国際的な監視も実施しやすいという利点がある。こうして強化された保障措置体制は、商業的な原子力発電によって発生した使用済燃料に関しても、同様に重要である。政治的に安定し、保障措置の施行に必要とされるあらゆる適切なメカニズムがすでに備わっている国において処分を実施することのメリットは計り知れないものである。世界中に多数の小規模処分場が分散した場合の方が効果的な監視が困難なのは、明らかである。また、処分場の立地を地球規模で行った場合には、保障措置および査察の観点から際立って有利な特徴を備えたサイトを選定することもできる。このタイプの国際処分場は、軍縮を行う核兵器国や、受け入れ国および処分場の商業的な操業にとっての顧客となる国々だけでなく、世界中の原子力計画を行っている国における信頼感の醸成につながるものである。したがって他の国々から尊敬され、適切な地質学的条件と非の打ち所がない環境および核拡散面での信用を備え、さらにはこの種の

物質の受け入れを進んで行う一つの国が、主要核兵器国の軍縮計画に拍車をかけると共に、通常の使用済燃料に関する保障措置をも改善できると期待される。その結果もまた、当事者双方にとって利益となる。双方の当事者と言うよりは、三方の当事者にとって利益となる「ウイン・ウイン・ウイン状況」と呼ぶことができる可能性もあると言われる。これは、国際処分場が受け入れ国と顧客国にとって直接的な利益をもたらすだけでなく、世界平和の促進に関心を抱くあらゆる国の現在および将来の市民にとっても利益となるためである。

3.3 処分場の長期的な安全性

長期的な安全性の領域では、多国籍処分場と各国レベルのプロジェクトの間に目標とされる安全レベルに関する相違は存在しない。国家レベルの処分場に関して設定されている厳格な安全要件を強化する必要はないし、厳格さの面で低い安全措置が受け入れられるような立地地域または国を探ることが倫理的に正しくない。国際処分場の場合であっても、各国レベルの処分場の場合と同様に、国際的な合意が成立した高レベルの安全性をきわめて長期間にわたって実現する処分システムが必要とされる。当該施設を立地、操業および密封するために必要とされる高水準の科学的、技術的および工学的な基準は、いずれの場合も同じものである。こうした遠い将来を見据えた作業を実施するに当たり、国際処分場の受け入れ候補国において安全または環境基準を緩和したり、反対に過度な強化を行ったりするべきではない。

したがって安全な国際処分場を実現する際の技術的な挑戦は、真剣に取り組まれている国家計画の場合と同様のものとなる。純粹に技術的なレベルで見た場合、各国レベルのものではなく国際的なレベルの処分場に影響を与える新たな考慮事項は、ほとんど存在しない。いずれのケースにおいても処分場は、放射性核種の人工的な封じ込めだけでなく、地層による保持の両方に基づいたロバスト(堅牢)なバリア体系に基づき、立証可能な安全性をもたらすものでなければならない。

しかしどのような場所においても、一定の技術的な問題によって処分概念の選択に影響が及ぶことになる。その最も顕著なものとして、適格な地層が利用できるかどうかという問題が挙げられる。処分場設計は柔軟なものであり、地質条件に関する要件はしばしば人工バリアをより高度なものにすることによって緩和することができる。調査の対象となる地理的な区域を拡大した場合には、「最も安全な」サイトを選ぶという意味でのサイト選定の最適化を行うことができる。しかし処分場の安全性を定量化するための手段の解像度

が限定されていること、また基本的に異なった地質学および水理地質学的な状況の比較はその性格からして困難なものであることから、「最も安全なサイト」を探す試みは非生産的なものでしかないと思われる。

したがって地球規模で地質環境の選定を行う主な利点は、安全性の絶対的なレベルに関するものではなく、むしろ将来の安全性の予測に関する我々の確信の度合いに関するものとなり、処分システムの複雑さ、とくに処分場を収容する地質媒体の空間的および時間的なレベルでの予測可能性に左右される。処分場の将来の挙動に関して信頼性の高い予測を行う問題の難しさは、政治的な境界線によって課せられた制限を考慮することなく、国家レベルを超えた地球レベルで選定された単純かつ安定した地質環境内で、廃棄物質の長期的な封じ込めを達成および立証するアプローチを採用することにより、低減させることができる。処分場の安全性に関する信頼は、受け入れ国、責任ある顧客国および一般公衆の要件の一つであり、この方法によって選択された多国籍施設は、すべての関係者にとって魅力的なものとなる。

上述部分では、長期的な安全性の問題が強調されているが、操業安全性に関する問題も、とくに国際処分場の受け入れ国にとって重要である。原子力施設の安全な操業は、世界の多くの国で、すでに相当以前から確立されている。したがって広い視野に立った場合、国家レベルの処分場と国際処分場オプションのどちらを選択するかという問題に最も直接的な影響を与えるのは、受け入れ候補国において適切な技術的専門知識が活用できるかどうかである。最適な状況としては、受け入れ国に原子力技術能力が存在し、その国自体が安全な処分場プロジェクトを遂行できる場合が挙げられる。そうでなければ、別の国からノウハウを移転しなければならない。

原子力反対派から最も頻繁に提起される操業安全性に関する具体的な問題として、一つの地域のあらゆる廃棄物を1ヶ所の集中処分場に移動する際に、輸送件数が増大するのに伴ってリスクが拡大する問題が挙げられる。しかし単一の共同処分場に伴うリスクが、この共同処分場によって不要となる多数の国家レベルの処分場に伴うリスクの総和よりも低いという事実によって、こうした輸送リスクの拡大がある程度まで相殺される。いずれにしても現在までの実地経験によって、放射性廃棄物の輸送によって生じる放射線学的リスクはいずれの処分戦略においても決定的な要素とはならない。同じことを、輸送コストに関しても指摘することができる。輸送コストは、部分的には輸送リスクに関する公衆の認識に対処するためにとられる様々な措置のために、きわめて高いものとなる可能性があ

る。量の多いLLWの場合と異なり、処分すべき量が限定されているHLWだけを考慮した場合には、長距離輸送は不利だとする通常の経済及びリスク面での判断が当てはまらない可能性がある。

3.4 環境への悪影響を最低限にする

処分サイトを世界的な視野に立って選定した方が、すべての当事者にとって環境保護が容易になる可能性がある。地球規模で見た場合、例えば極東における原子力発電の広範な利用は、二酸化炭素放出量の制限に役立つものである。しかしこの利用拡大が継続されるためには、複雑な地質環境を備える国々にとっても実現可能かつ費用効果の高い処分策が見出されることが不可欠である。国際処分場はこの点においても役立つことができる。各国レベルで見た場合、小規模で人口が密集している国々、あるいは地質学的に複雑でサイトの選定範囲が限定されている国々では、新規かつ大規模な何からの産業プロジェクトを人間環境への影響を最小限にする形で実行する際にも、問題が生じるものである。人々の居住地から遠く離れた場所を確保できる受け入れ国では、立地に関する議論はそれほど激しいものとはならない可能性がある。実際、人が住むのに適さない地域の施設および条件を改善する手段として、十分な資金を伴う処分場実施プロジェクトが利用できる明確な可能性も存在する。

しかし必要とされる輸送およびサイト・インフラストラクチャーを伴う大規模な国際処分場が環境に対して重要な、ひよっとすると鉱山プロジェクトに匹敵するような影響を与えるのは明らかである。受け入れ国および顧客国の負担の不均衡を補うために、受け入れ国側が適切な利益の享受を期待するのは正当なことである。この利益とは、目に見える財政措置の範囲を超え、貿易、政治または外交分野におけるより広範な協定を含むものとなる可能性がある。ここでも目標となるのは、受け入れ国と顧客国の双方にとって潜在的なメリットが存在し、当事者双方にとって利益となる状況を確認することである。

3.5 経済的な問題

処分場の共有に、経済的な観点での魅力が備わっているのは明らかである。深地層処分場のライフサイクル・コストは数十億米ドルに達するものである。この数字は、予想される廃棄物発生量が少ない小国の場合にも当てはまる。

例えばスイスは、その120GW(e)の原子力計画で生じるHLWまたは使用済燃料を処分するためのライフサイクル・コストを、約30億米ドルと見積もっている。深層処分場にとっての費用のかなりの部分が、廃棄物インベントリとは連動しない固定費である。すな

わち、探査費用、立抗を掘削することにより地下にアクセスするための費用、インフラストラクチャーの整備費用、複雑な許認可手続きに要する費用などである。地下により多くの処分容量を追加するために必要となる限界費用は、比較的小さいものである。したがって複数の小国がそれぞれの活動を統合するか、大規模な処分計画において外国で発生した廃棄物の受け入れが認められるようなことがあれば、著しい費用の節約が実現できることになる。

例えば、ドイツの処分計画に関して設定された様々なシナリオの計算において、単に他の処分実施組織とのコスト共有を行うだけで、220億ドイツマルクという標準的な処分コストを約80億ドイツマルクにまで低減できることが示されている。実際、ドイツで処分するために外国から持ち込まれる廃棄物に比較的高い処分価格を設定することによって、160億-260億ドイツマルクという純益を達成することさえ可能だと考えられている。そしてその場合でも、廃棄物処分を委託する側の各顧客にとっての経済的な魅力が損なわれることはない。

処分のために外国の廃棄物を受け入れる国にとっては、膨大な経済的利益が直接得られる可能性がある。また外国において廃棄物を処分する費用を支払う国々にとっては、規模の効果によって処分単価が引き下げられることで財政面での利益も得られる可能性がある(またすぐれた地層条件が確保されるために、きわめて高価な人工バリアが不要になる可能性もある)。社会全体にとっても、多数の国々で費用のかかる技術的および地質学的な作業を重複して行うよりも、その資金を別の方面に回す方が利益になることは言うまでもない。ここでも、公正な交渉によりすべての当事者が勝者となる可能性が存在する。

3.6 パブリック・アクセプタンス

受け入れ国におけるパブリック・アクセプタンスが成立する可能性を想定できるのは、あらゆる当事者が安全性、安全保障および環境および倫理の側面についてきわめて真剣に取り組んでいることが明確に見て取れる場合、さらには経済およびインフラストラクチャーの面での利益がきわめて明確である場合に限られる。思慮深い受け入れ国は、自分たちが「買われる」ことを容認することはなく、それと同時に、国際処分場の受け入れが、自分たちほど恵まれていない国々がその廃棄物に関する自国の道徳的責任を履行することを倫理的な方法によって助ける事業なのだという明確な認識が存在する必要がある。また思慮深い顧客国は、その廃棄物が受け入れられる施設に関し、安全性および環境保護に関して最も高い基準が適用されることが保証される点にこだわることだろう。

廃棄物処分に関する倫理的な問題は、近年長々と議論されている。廃棄物管理関係者が1つの世代における、また世代間の公平性に関して支持する原則がいくつか設定されている。この中には、国境とはかかわりなく現在および将来のすべての人間および環境が適切に保護されることが含まれている。国際処分場がこれらの原則に従った形で実現されなければならないことは明らかである。とくに、処分場の周辺に住む地域住民に関して要求される安全レベルが、処分場立地場所を決定する要因の一つとなることはない。

また軍縮によって生じた不要物質の処分という側面によっても、新しいそして強力な倫理的根拠がもたらされる。その国が受け入れなければ世界のいずれかの場所で大規模な破壊を引き起こすかもしれない物質を保管する責任を引き受けた「責任ある確実な受け入れ国」が、高い道徳的基盤に立っているのは明らかである。地球規模の安全保障の向上は、現在および将来のあらゆる人々にとっての利益となるものである。

こうした議論の余地のないほど肯定的な論拠が存在するにもかかわらず、外国の廃棄物の受け入れに関するパブリック・アクセプタンスの達成は、いずれの受け入れ候補国においてもきわめて困難なものとなろう。こうした世論は、いずれの国においても、放射能に対する恐怖感によって条件づけられる。この恐怖感が合理的なものであるか否かはほとんど問題ではない。廃棄物管理関係者全体が、高い品質の作業に基づいて粘り強く開かれた対話を続けることは、必要とされる水準の公衆の信頼を醸成する上で役立つことになる。

しかし各国レベルのあらゆるケースで見られるいわゆるニムビー(NIMBY=私の裏庭では嫌だ)症候群が、国際的なレベルでも問題になるのは間違いない。あらゆる種類の廃棄物処分施設に関する嫌悪感が広範に存在しており(だからといって処分を目的とした化学的な毒性を伴う廃棄物の国境を超えた輸送が日常的に行われていないわけではない)、放射性廃棄物の場合には状況がとくに困難となる。

その他にも、国際あるいは集中的な国内処分場を自分たちの近くに受け入れようとする人々に不利に働く重要な要素がいくつか存在する。より広範な人々に役立つ何らかの大規模なプロジェクトによって局所的な環境への影響が生じる場合、間違いなく当該地域に反対運動が生じることになる。こうした事態に対処する様々な方法があるが、最も強力な方法は、受け入れ側の地域社会との密接な協議および接触をはかると共に、適切な経済的利益を提供することである。この2点は明らかに国際処分場にも当てはまる。

処分場の安全性に関する認識、経済的利益および倫理的な態度などの問題は、相互に密接に関連したものである。処分場の受け入れが、経済的、社会的および環境面での配慮に

関して通常行われている取捨選択を伴うその他の重要な長期産業プロジェクトの受け入れに匹敵するものだというコンセンサスが十分広範に存在するようになれば、処分のための廃棄物の輸出または輸入に関する倫理的なジレンマは存在しないことになる。ここでの補償は、共通の利益のために役立つことを選択した地域社会の価値判断に基づいて、また重要なプロジェクトの実施に伴う社会的なインフラストラクチャーを開発する上で必要な資源の公正な割り当てに基づいて、実施されることになる。様々な国際共同研究施設の場合にみられたように、国際処分場の受け入れに関して候補地の間で競争が生じる可能性さえ存在する。

3.7 政治的な問題

パブリック・アクセプタンスは、当然のことながら政治的な受け入れと密接に結び付いているが、そのどちらがより強い影響力を与えているかについては議論の余地がある。上述部分では、技術的、経済的または制度的な根拠に基づいて国際処分場に不利に働く障害はほとんど存在しないことを示した。しかし政治的には、少なくとも現在までは、大部分の国にとって国際処分計画を支援するのは困難であることが判明している。

これはとくに、自国がこうした処分場の受け入れ候補国となった場合に当てはまる。実際、一部の国々では、外国の廃棄物を処分のために輸入することを禁止する規定を含む法律が制定されている(フランス、スウェーデン、ロシアなど)。またこうした法律が存在しない場合でも、廃棄物の輸入が政府の方針に反することが明言されている(オーストラリア、英国など)。さらに他の国々では(スイスなど)、放射性廃棄物の輸出さえ法律あるいは規制枠組みによって規制されている(しかし禁止されているわけではない)。

3.8 国際処分場に関する具体的なイニシアチブ

ここでは、国際的な枠組みにおける廃棄物最終処分に関する提案に焦点を絞ることにする。したがって、様々な企画(ウエーク島、マーシャル諸島、ロシアにおけるものなど)については意図的に取り上げなかった。これは、これらの企画が適切な最終的方策を示さない貯蔵提案となっているためである。長寿命廃棄物の長期的な地表貯蔵は適切な長期管理の問題を先送りする上では役立つが、最終処分の代替手段となるわけではない。

より一般的なレベルでは、近年になって国際処分場概念に関する様々な文書がIAEAから、また南アフリカ、ドイツおよびスイスの関係者から提出されるようになった。欧州連合の複数の作業グループが、少なくともメンバー国間の廃棄物交換を認める等価原理につ

いて検討している。またはいくつかの小国(オランダ、スイス、台湾など)が、比較的少量のHLWまたは使用済燃料に関する国際処分策への関心を公に表明するようになった。

自国領土内で外国の廃棄物を処分することへの関心を表明している国さえ、ごく少数ながら存在する(中国、そして最近のロシアの例が挙げられる)。最も新しく公表された提案は、オーストラリアが最も高水準の安全保障および安全性を備えた優れた立地場所を提供できるというものである。しかし、オーストラリアの概念が実現可能性の分析段階を超えて進むには、政府の方針が変更される必要がある。

大部分の国々が外国の廃棄物の受け入れの検討に関して慎重な態度を示していること、また廃棄物の移転に関連してこれまでになされた少数の具体的な提案に対し否定的な反応を示していることは、この問題が依然として政治的にきわめて機微なものであることを示している。政治的な駆け引きの場では、生じ得る経済的なメリットよりもニムビー症候群に基づく反対の方がはるかに重要視されているように思われる。しかし世論に対応することを迫られている政治家にとって、そうした理由は二次的な重要性しか持たない。経済的な利益および/または国際的な利益に関する公衆の認識が、国内および国際的なレベルにおいて廃棄物処分に対する不安よりも優勢にならない限り、政治的な態度の変化が起こるとは考えにくい。

3.9 結論および展望

- (1) 商業使用済燃料の処分計画は、世界の多くの国々において著しい困難に遭遇している。将来の世代に対する責任を果たす上で役立つように、地域または国際処分場を実現する環境面での良好な根拠が存在する。
- (2) 世界的な視野に立ってなされる立地によって選択の幅が広がることにより、安全なサイトの選定が単純化できるだけでなく、安全性を最も説得力のある形で実証できる単純なサイトが選定されるようにすることができる。
- (3) 核兵器の解体に伴って余剰となり、適切な調整処理を施された核物質を定置する受け入れ可能な場所が存在することは、この種の物質をテロリストまたはならず者国家の政府による潜在的な悪用から保護するという緊急を要する活動を推進する上で大いに役立つものである。
- (4) 多くの国々から出される廃棄物を処分するための共同施設に伴う規模の効果およびコスト効率の高いアプローチは、資源の不必要な浪費を防止し、他の用途に回す上で役立つものである。

- (5) この種の概念を退ける有効な倫理的または制度的な論拠は存在しない。廃棄物の輸出入に関する法的な障害は、多分に政治的なものである。
- (6) この種の施設を受け入れることが可能な、あるいはその意思のある国は、相当規模の収入を期待することができる。同様に重要なことであるが、とくに世界の安全保障の強化に向けた努力に貢献することによって、受け入れ国に貿易および外交面での良い影響が生じるのは間違いない。
- (7) その他の有毒廃棄物と比べた場合、放射性廃棄物に対して公衆がとっている態度には合理的な根拠は存在しないが、いずれの国際(または国内)処分場計画においても、高いリスクが存在すると広範に考えられている事実は認識しておかなければならず、公衆のあらゆる懸念に真剣に対処する必要がある。
- (8) 国際プロジェクトの実現可能性調査を国家レベルの処分概念の開発と並行して進めるやり方は、賢明な戦略の一つとなる可能性がある。このアプローチでは、世界規模での最適化に向けた将来のオプションが維持されることになる。
- (9) 責任あるパートナー国である受け入れ国と顧客国間の関係は、そのいずれも処分場が安全かつ確実なものであることが実証可能である点を重視していることから、当事者双方が経済、環境および政治面での利益を得る状況につながり得るものである。
- (10) 地球規模の安全および安全保障を強化する展望も考慮に入れた場合、国際処分を「ウイン・ウイン・ウイン」戦略と呼んでも間違いではない。この場合、利益を受ける第三の当事者は、世界中のあらゆる国々の現在および将来の世代である。

3.10 最近のパンゲア動向

NAGRA, BNFL及びゴルダアソシエーツ社の支援を受けたグループのパンゲア・コンソーシウムは、最適な地層を有し、安定した規制・政治体制を維持しているオーストラリアを国際処分場候補地として選定していたが、この構想はオーストラリア連邦政府に却下された。さらに、西オーストラリア州議会は1999年11月に、国際廃棄物プロジェクトに議会の承認を必要とする法律を制定した。このため、他の潜在的なサイトに関心を移している。パンゲア・コンソーシウムの主要パートナーである英国原子燃料公社(BNFL)、エンテラ・ホリディグス社およびゴルダアソシエイツは2000年1月末に、現在唯一の活動組織であるパンゲア・リソース・オーストラリア(PRA)社の親

会社となるパンゲア・リソーシズ・インターナショナル（P R I）社を設立した。P R I社の目的はP R A社と同様に、

- (1) 国際処分場を受け入れる国で適切なサイトを見つけること、
- (2) プロジェクトを実行に移すために必要な科学／技術／商業活動を行う組織を設立すること、である。

P R I社は放射性廃棄物処分場に適した地層を有すると見られる南米大陸、南アフリカおよびナミビアを含む南半球の国々に焦点を絞って受け入れ国を検討することになるとP R A社の幹部であるC. マッコンビーは語っている。

しかし、P R I社は依然としてオーストラリアを有望なサイトとする見解を堅持しており、オーストラリアの地層調査を続けており、完遂する意向であるとも発言している。

P R I社は国際処分場と核軍縮との結びつきにも重点を置くことになると言われている。P R I社は、原子力発電所から発生した使用済燃料とともに、核兵器解体後に生じる種々の放射性廃棄物を引き取ることも検討している。現在、処分場は放射性廃棄物が地下1 km以上の深地層に貯蔵されるよう設計されることになっているという。

P R I社幹部のマッコンビー氏によると、オーストラリア以外の候補地を検討するにあたってはマイナス面もプラス面もあるという。P R I社は、南アフリカとナミビアの候補地について技術面を調査中であり、その結果はまだ公表できないという。また、オーストラリアのケースと同様に、受け入れ国の政府の同意は得られていない。いずれにせよ、国際処分場プロジェクトは長期的な視野で捉えるべきテーマであり、特に、受入れ国の同意を得るにはかなりの時間と労力を要するものと思われる。

3.11 国際処分場プロジェクトへの反応/ 評価

(1) IAEA

1) 放射性廃棄物管理の安全性に関する国際会議

2000年3月にスペインのコルドバでIAEAが開催した国際会議のセッション5で「放射性廃棄物の地層処分の安全問題」が議論され、英国のWilliams議長が以下のように国際処分場プロジェクトに関する議論を纏めている：

国際処分場は結局のところ、自国内に適合する地層を持っていない国に地層処分の可能性を提供するものであろう。それはまた少量の廃棄物しか持ってない国に、それぞれが独自の処分場計画を実施するよりもむしろ、経済的、技術的な資源を蓄積する機

会を提供することもでき、こうした協力で廃棄物の安全問題に関するより広い合意に向けて寄与することができる。しかしながら、幾つかの各国ベースの地層処分場が安全に実証されるまではこうした国際処分場計画が公衆の受容を得る見込は殆どないと思われる。さらに、それは国家レベルの処分場計画の根底を危うくする可能性があるため、その概念を追求することは逆効果をもたらすかも知れない。

2) IAEA総会44

2000年9月に開催された第44回IAEA総会で、第3回科学フォーラム（放射性廃棄物管理：オプションから解決策へ）が開催され、国際処分場に関しては以下のまとめがなされている。

国際処分場は小規模な原子力計画を持つか原子力計画自体を持たない国が、高コストの国家レベルの処分場計画を持つことなしに自国の高放射性、長寿命廃棄物を処分する1つの手段を提供することができる。しかしながら、国際処分場は議論を呼んでおり、廃棄物処分は第一義的には当該国の責任であることが明確に認識された。

なお、フロアーからの参加も含めて、活発なパネルが行われ、処分場立地に関して特に各国レベルで進展がなされねばならないことが結論されている。

(2) NRC/NAS

米国科学アカデミー／研究協議会（NAS/NRC）は、各国の関係機関との共催により1999年11月に「地層隔離による放射性廃棄物の処分：開発、現状、および技術と政策の挑戦と題する国際ワークショップを開催した。この国際会議のセッションの1つで「国際協力を通じての進展」が取り上げられ、この中で国際処分場に関するPangeaプロジェクトに関する発表が行われ、活発な議論が展開された。

パンゲア・リソースズのPentz氏は、パンゲアの取組みの重点はオーストラリア内だけではなく、他の国のサイトも検討されていたことを明らかにした。プレゼンテーションに続き、活発な議論が行なわれた。スウェーデンの代表は、国の計画を壊してはならないと執拗に指摘し、地方自治体の一部は、国の処分場を立地する場合には、国際的なサイトになるように強制される可能性を心配していると述べた。

(3) スウェーデンの反応

スウェーデンでは最終処分を目的とした放射性廃棄物の輸入は法律（原子力活動法第5a条）で明確に禁止されており、また1995年1月に正式加盟したEUにおいても、他国の廃棄物の受入れを強要することはないとの意思が明確に示されている（Directive

92/3EURATOM)。それにもかかわらず、グリーンピース等の反原子力団体や反原子力政党の緑の党は、「域内共同処分場化」に対する住民の不安をあおり、使用済燃料の最終処分場開発や原子力発電に対する反対運動を続けている。実際に、使用済燃料処分場の候補サイトとなっているコミューンでは、この問題に対する不安が燻り続け、処分場調査サイト絞り込みに関する公聴会では、処分場が完成すれば他のEU諸国の廃棄物が、なし崩し的に持ち込まれるのではないかとの疑問がほぼ毎回提起される状況がある。SKBや行政側は住民の不安を払拭する必要に迫られるが、サイト選定活動の微妙なスケジュールを念頭にして、国際処分場プロジェクトには神経をとがらせている。

3.12 参考文献

- (1) C. McCombie, "Multinational repositories: a win-win disposal strategy", Proc. of ENS Topseal'99 Conference, Antwerp, October (1999)
- (2) D. Pentz, "PANGAEA: An International Repository", Plenary speech, Proc. of WM99 Conference, Tucson, March, (1999)
- (3) C. McCombie, G. Butler, M. Kurzeme, D. Pentz, J. Voss, P. Winter, "The Pangea International Repository: a Technical Overview", Proc. of WM99 Conference, Tucson, March, (1999)
- (4) I. Miller, J. Black, C. McCombie, D. Pentz, P. Zuidema, "High-Isolation Sites for Radioactive Waste Disposal: A fresh look at the challenge of locating safe sites for radioactive repositories" Proc. of WM99 Conference, Tucson, (1999)
- (5) C. McCombie, "Multi-national repositories- Will their time come?", Nuclear Engineering International, July (1997)
- (6) Report to the 41th General Conference of the IAEA on the 3rd Scientific Forum, Radioactive Waste Management: Turning Options into Solutions (2000/9)
- (7) Phil Metcalf "The Safety of Radioactive Waste Management: The Cordoba Conference and Beyond" (2000/9)

Ⅲ. 収集した各国の教育素材に関する調査・分析

1. はじめに

本第Ⅲ部では、平成11年度に実施した「放射性廃棄物関連学習教材の収集調査」の成果を踏まえ、以下の事項に関する調査ならびに分析を行うことを目的にしている。

(1) 各国の放射性廃棄物管理関係機関等による若年者向け広報の取り組みと考え方についての調査

平成11年度の放射性廃棄物関連学習教材の調査では、主としてアメリカ、カナダ、スウェーデン、フランス、スイスおよびドイツの6カ国における放射性廃棄物管理に関係した機関から比較的若年者向けに作成した教材、パンフレットを収集するとともに学校教育の観点から各国の教育カリキュラム/システムを包括的に調査した。この結果、昨年度実施した概括的な作業のみでも、各国における取り組みや表現の違いが浮き彫りにされた。本年度は、学校教育システムの違いに基づくアプローチに着目し、各国における原子力/放射性廃棄物処分の広報戦略の一環として、若年者向けの広報ないしは教育の基本的な考え方について分析を行うこと。

(2) 収集教材についての評価・分析

(1)と並行して、昨年度収集した教材あるいはパンフレットから前項の観点も含めて各国の特徴を体現している素材を選定し、その内容について詳細な吟味を行い、各国の若年者広報への取り組みの相違点を摘出し、各国のアプローチの比較を行うこと。

(3) 各国の教育素材の特徴の比較と日本への適応性検討

代表的な個別素材から把握できる比較分析を踏まえて、我が国での適応性を検討するための若年者向け広報に参考になる点を抽出すること。

2. 各国の原子力/廃棄物関連機関の考え方・位置付け

経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)のもとに、1993年6月28日～30日に英国オックスフォードでセミナー：「教師と原子力(Teachers and Nuclear Energy)」が開催され、その内容が書籍に取りまとめられている。この書籍には、原子力業界、国際機関、教育機関（中等教育教師や国家又は地域の教育監督機関、あるいは、教育課程策定責任を負う他の機関）からの代表が出席した3日間にわたるセミナーで発表された論文の要旨が含まれている。

1993年オックスフォードセミナーの目標は、以下のものであった。

- ①教師に情報を提供し支援することに関する国家的な経験を交換すること
- ②「学校での適切な範囲の内容、そして、バランスのとれた内容での原子力に関する議論で教師を支援する」うえでの教師に対する基本訓練と情報提供の要件について国際的な理解を深めること
- ③「このような試みにおける国家機関、原子力業界及び関連機関それぞれの貢献を調査する」こと

ここでは、本調査分析で対象とする諸国であるカナダ、フランス、ドイツ、スウェーデン、スイス及び米国からの全ての発表論文について検討した。この中に含まれている情報の一部は時代遅れになっている可能性がある点を考慮に入れる必要がある（特に、政策や組織が最近変更されたドイツに関しては）。また、このセミナーの論文要旨集には、開催国である英国からの論文が非常に多く含まれていることも指摘しておく必要がある（例えば、英国原子力産業会議は、このセミナーのスポンサーであった）。英国は本調査分析の対象範囲に含めていないが、注目に値すると見られる英国からの論文の一部については、ここでも若干言及した。このセミナー論文要旨集の中には、国際原子力機関(IAEA)や欧州共同体委員会(CEC)ばかりでなく、ベルギー、フィンランド、イタリア、日本^{註1}及びスペインからの論文も含まれている。

本報告書における全ての引用は、特に明記していない限り、この論文要旨集「教師と原子力」に掲載されている論文の著者、頁数などにより行っている。著者の氏名や論文の表題については、脚注において詳細を示した。

また、本報告書においては、この論文要旨集をオックスフォードセミナー論文要旨集として参照するものとした。

^{註1} Tomonori Onda、エネルギーと環境に関する教育フォーラム、日本原子力分科振興財団 (JAERO)

ここでの検討においては、定まった順序で対象国別に議論していない点に注意が必要である。本報告書では、国別ではなく、取り扱っているテーマ別に検討しており、対象国は個別のテーマに関する検討の中で順不同で取り扱っている。

「教師と原子力」の検討を通じて分類することができたテーマは以下の通りである。

(1) 背景

- ①放射性廃棄物管理分野での教育に関する1991年のNEAワークショップ
- ②なぜ原子力情報を教えるのか？
- ③原子力教育の努力において生じる問題

(2) 産業界からの観点

- ①教育資源を提供する業界の目的と目標
- ②産業界、専門団体及び国家機関から提供される教育用資源

(3) 学校からの観点

- ①教育課程の要件
- ②学校教師により指摘、選択又は使用される資料
- ③学校集団からの質問と要求

(4) 総合的見解

2.1 背景

2.1.1 放射性廃棄物分野での教育に関する1991年のNEAワークショップ

このオックフォードセミナー開催のアイディアは、放射性廃棄物管理分野での教育に明確な焦点を当てた1991年のNEAによる国際ワークショップにおいて出てきたものであった^{註2}。

この1991年に開催されたワークショップの目標について、最初に言及しておく必要がある。このワークショップの目標とは、「放射性廃棄物管理の包括的側面についての教育システムの国際的情報提供に関する基盤の構築を開始すること、そして、この情報提供に関する基盤の構築に必要な基本的ツールと手法を確立し国際的な合意を形成する方向で努力すること」であった (Powell^{註3}、p98)。

^{註2} このワークショップの講演論文要旨集は、既に絶版となっている。

^{註3} R. Powell、「教室で原子力と放射性廃棄物管理を教える：教師が準備する際の考慮事項(Teaching about Nuclear Energy and Radioactive Waste Management in School Classrooms: Consideration for Teacher Preparation)」(ネバダ大学)

「このワークショップで得られた主たる結論の一つとは、原子力問題に関する教育プログラムに参与する教師には、まず最初に、使い勝手が良く入念に準備された教育用ツールが与えられるばかりでなく、適切な情報と訓練も与えられるべきであるということである。」（前文、p5）このワークショップの参加者の意見は、原子力や放射性廃棄物管理に関する追加教材を教室での教育用に作成すべきであるとの点で一致した。また、同ワークショップ参加者は、これら教材を以下のようにすべきであるとの点でも意見が一致した。

- ①科学教育の努力の一部であるべき
 - ②エネルギー教育の一部であるべき
 - ③社会科学と統合すべき
 - ④放射性廃棄物処分だけでなく、一般的な有害廃棄物処分の一部にすべき
 - ⑤包括的な文脈の中で教えるべき
 - ⑥原子力の道徳的及び倫理的側面を含めるべき
 - ⑦原子力科学と技術とのインターフェースをとるべき
 - ⑧科学、数学、歴史、政治科学及び哲学を結び付けた異分野提携のものであるべき
- (p98)

2.1.2 なぜ原子力情報を教えるのか？

NEAの渉外・広報局長J. de la Ferteは、セミナーの開会挨拶において、持続可能な開発において計画立案者が念頭に置くべき教育の位置づけについて、セミナー参加者に思い出させた。国連環境開発会議（1992年、リオデジャネイロ）では、その「行動計画アジェンダ21」において次のように宣言した。「人類が環境に優しく持続可能な開発の問題を評価し、それを受け入れるだけの能力を持つような方向で態度を改める上で、教育は不可欠である。また、価値観、態度及び能力ばかりでなく生態学的及び倫理的問題に関する意識を高めるため、そして、意志決定への一般公衆の効果的な参加を確保するためにも、教育は不可欠である。」（p22）

この教育への位置づけ、そして、科学-技術-社会領域で情報提供を受けた中で将来に対する判断ができるように市民を訓練することに重点を置くとの姿勢は、オックフォードセミナーの論文要旨集全体を通じて、多くの論文の中で指摘されていることである。以下には、本調査で検討した論文から得られた原子力の話題を教えることの正当性に関してとりまとめてある。これらは、以下のように四つの分野に分類することができる。

(1) 情報提供を受けた市民に意志決定への参加

「(我々の)社会は、経済開発にとって不可欠な要因である技術とエネルギーに大きく依存している。もちろん、意志決定プロセスへの市民の参加は、これら要因の正の影響ばかりでなく負の影響についても市民が正しい知識を持ち、そして、客観的な評価ができることを前提にしている。そして、これを学ぶことができるのは学校であり、学校教育の時点から開始する必要がある。」(開会挨拶、p21)

「高レベル放射性廃棄物処分場サイトをどこに、そして、どのように建設するのかといった重大な意志決定を含む科学的及び政治的意志決定に伴う包括的な影響は、人類全てに対して影響を及ぼすことになる。

しかし、このような意志決定では、一般に民主的な参加が必要である。情報を与えられた市民の参加を促す上で、原子力や放射性廃棄物管理に関する情報は、全ての学生に対して適切な形態で提供される必要がある。」(Powell、p101)

(2) 市民における責任感の高揚

ドイツの学校長は、大多数の合意が得られている教育の目標とは、「生徒個人の社会と環境に対する責任を自覚させること、この責任を進んで受け入れるようにすること、そして、将来の生活の中でそれに相応しく行動するようにすること」である

(Schaferhenrich^{註4}、p59)。

「エネルギー現象に関する知識は、将来の市民が社会や環境への義務(責任)を考える上で、そして、もっと技術的な側面を持つ基本的な問題に対して意志決定をできるようにする上での手助けになるはずである。」(Kespy^{註5}、p63)

Powellの論文はさらに続いており、情報を与えられた意志決定者が行うはずの意志決定のタイプについて以下のように言及している。

「適切で効果的な意志決定とは、公益のために個人を犠牲にする力量を持った被選挙人を含み、情報を与えられ、そして、責任を負う覚悟を持った一般公衆が存在する場合により容易になされるだろう。一般公衆に対して情報が与えられておらず、共同体、州又は国家の公益を前にして個人的な利益の方が優先されるような場合、既得権益や権力構造によ

^{註4} B. Schaferhenrich、「教師と原子力：ドイツの現状(Teachers and Nuclear Energy: German Situation)」、総合学校校長

^{註5} A. Kespy、「中等学校レベルでのエネルギーに関する見解：原子力の紹介(Notions of Energy at the Secondary School Level: Introducing Nuclear Energy)」、物理学教授でOFEL

り、その一般公衆にとっての最善の権益が損ねられる可能性がある。明らかに、エネルギーの生産や消費に関する問題に関して科学的かつ技術的な知識を持つことは、現在及び将来の世代にとって差し迫ったニーズである。」(Powell、p97)

しかしながら、本報告の分析としてはこの最後に示されている見解は完全に明確なものでないと考えられる。科学的知識を持つことが、自発的に個人的利益の追求を諦めることに必ずつながるのであるだろうか？科学や技術、そして、原子力発電でさえも、一部の個人や団体の個人的利益につなげることができないのであるだろうか？全ての持続可能なエネルギー解決策とは、必然的に個人の犠牲を伴うはずのものなのであるだろうか？Powellは、どのような種類の「既得権益や権力構造」を考えているのであるだろうか？Powellとしては、反原子力派を指しているとも考えることもできるが、これらの指摘されている言葉は、原子力業界や他の強力なエネルギー同業者組合に対しても完全に適用できるものであるかもしれない。本報告では、このような曖昧な見解や示唆は、有効な意志疎通のツールとはならないとの点を指摘しておきたい。一般の人々は、著者の偏向や選り好み、さらに、自分たちが大事であると思っている価値観に対する如何なる拒絶も、それらを検知する非常に敏感な感覚を持っていると認識すべきであろう。

(3) 自らを取り巻く世界に対する市民の理解とその国のエネルギーの選択

「我々は、自分たちの子供達が無学の世界を受け継ぐことを認めることはできない。これは、犯罪行為である。我々としては、自分たちの子供達が原子力についての教育を受けないのであれば、原子力に頼る世界を子供達が継承することを全く認めることはできない。原子力は、欧州において最大の発電エネルギー源となっている。その利用は過去20年間で10倍に増加している。その利用は半永久的に続くであろう。原子力発電は、酸性雨にも温室効果にも寄与しなかった。これらは、自分たちの子供に我々が教えるべき事実である。我々は、原子力を適切な場所に位置づける、すなわち、原子力が世界においてより重要なエネルギー源の一つであると位置づける必要がある。」(Gittus²⁶、pp24-25)

国家教育システムの監督官が述べているように、「フランスでは、エネルギーの多分野教育の実施を意図している。原子力は、その中に位置づけられている。この教育においては、各市民が国家のエネルギー選択とその環境に及ぼす影響について理解できるようにす

²⁶ J. Gittus、「開会挨拶(Welcoming Address)」、英国原子力産業会議

る必要がある。」(Lebail^{註7}、p149)

(4) 原子力は科学教育において有用な話題である

Powell (p99) は、原子力が科学教育面で適切な話題といえる4項目の特徴を示している。

1. 原子力は本質的に純粋な科学である
2. 原子力は包括的な話題である
3. 原子力は多分野的問題である
4. 原子力は社会的、道徳的及び倫理的問題の議論を可能にする科学—技術—社会的話題である

オックスフォードセミナー論文要旨集において示されている多くの見解は、科学、技術及び社会を相互連携させることの重要性を指摘している。このことは、原子力の物理的又は技術的側面にだけ重点を置くことがもはや無意味であることを示している。社会的側面、すなわち、エネルギー選択の個人、集団、経済及び環境に及ぼす影響にも対応する必要がある。このような見解は、原子力分野における教育アプローチばかりでなく、徐々に多分野的になっている(中央からの命令によって、あるいは、教師の選択によって)一般的な教育アプローチにおける動きを反映したものである。結果的に、多くの論文発表者は、原子力問題の教育に社会科学を結び付けるよう求めている。

しかし、本調査で見える限り、このオックスフォードセミナーの出席者や主催者は、実際のところ社会科学者の出席をほとんど心に描き出していないように思われる。技術者は、原子力問題について科学技術情報だけに限定して教育すべきでないと言及することに価値を見いだしている。しかし、技術者は、社会的側面を導入する上での十分な資格を持っているのであろうか?例えば、このセミナーにおいては、歴史や地理を担当する教師による原子力問題の教育が確かに指摘されている。しかし、訓練を受けた社会科学者(社会学者、心理学者、経済学者、社会地理学者等)、あるいは、人文科学分野からの代表(哲学者、倫理学者)による発表はなされていない。そうではあるが、1993年以前においてさえも、広範な社会科学文献において、原子力や放射性廃棄物問題を含みリスク分野での意志疎通、情報提供及び教育の問題が取り扱われていたと確信を持つことができる。1993年において、これら社会科学者や人文科学者は、産業界や教育関係者により出席を

^{註7} H. Lebail、「原子力に関する教師に対する訓練と情報提供の評価(Evaluating Training and Information to Teachers on Nuclear Energy)」、パリ地区教育監督官

呼びかけられたり、あるいは、注目されていなかったように思われる。2001年の時点において、このレベルにおいて如何なる変化が生じてきているのであろうか、そして、変化が起きていないとするなら、その理由を調べてみることは有益であるかもしれない。

2.1.3 原子力教育の努力において生じる問題

Powell (p101) は、「知識の集合体としての原子力を、教育可能な内容としての原子力に翻訳」しようとする上で生じるいくつかの問題を指摘している。これら問題は、全てのSTS（科学－技術－社会）分野において典型的なものである。本調査では、以下に指摘された問題の一覧を、今後の調査を実施する価値を示す良好な指標であると考えている。

- ①原子力について生徒が学ぶのを手助けする上で最も効果的で有効な教育課程とはどのようなものなのか？
- ②教室での原子力問題の教育において、二つの教育課程、すなわち、将来において科学から恩恵を受ける側のためのものと、将来において科学を生み出す側のための二つものを策定すべきであるのか？
- ③科学に関連した原子力問題を教室で取り上げる上で、適切な教育上の戦略とはどのようなものなのか？
- ④原子力や放射性廃棄物管理の難解な性質を前提として、これら話題を初等学校での科学教育で取り扱うには、どのようにしたら適切なものとすることができるのか？
- ⑤どのような科学の科目（すなわち、物理科学、化学、物理、地球科学、一般科学）で、原子力問題やその内容を教えるべきなのか？
- ⑥現在教室において教えられている他の科学分野（すなわち、生物及び生命科学、環境科学、人体構造）に適合するように、原子力問題についての教育単位を策定すべきなのか？
- ⑦多分野の教師集団が存在する中等学校用として、原子力に関連した問題に関して、地球科学、数学、文学および歴史といった様々分野に統合したどのような教材を策定することができるのか？
- ⑧国家的な統制教育課程が存在する諸国において（例えば、英国はそうであるが、本調査対象諸国には含まれていない）、これら教育課程と適合させるために、原子力や放射性廃棄物管理に関してどのような教材を策定すべきなのか？
- ⑨教師が科学的背景の中に専門化されており、たとえあったにしても、非科学分野における予備知識が限られているような場合、社会的、政治的及び歴史的枠組みで原子力

や関連した問題を教える上で必要な種類の知識や自信のレベルを、これら教師はどのようにしたら獲得することができるのか？

⑩原子力問題が歴史や社会学といった非自然科学的科目において教えられる場合、これらを受講している生徒に対して、どの程度の自然科学的内容を提示すべきなのか、そして、特に、ほとんどが科学からの恩典を受けるだけの側であると思われる生徒が、原子力や放射性廃棄物管理に関して健全な見解を持てるようにする上で、社会科学分野の教師は自然科学についてどの程度知っておくべきなのか？

「これら問題への解答を我々が見つけだそうとし、そして、科学教育過程に比較エネルギーの観点を導入することに価値を見いだした場合に初めて、生徒や最終的には市民をエネルギーについての知識を身に着ける方向に動かし始めることができるようになるだろう」、とネバダ大学の教育学教授であるPowellは指摘している (p102)。

本報告の全体の分析としてみると、1993年のオックフォードセミナーで発表された興味深い講演論文は、これら問題の多くに対処する集会的な試みを提示していると言える。しかし、この論文要旨集における内容は、まず最初にこれら問題の存在を自覚すること、そして、原子力業界により提供される教材や他の教育素材に主たる焦点を置いたものとなっている。たとえあったとしても、現存する教材の品質及び有用性についてや教師の訓練のニーズに関する入念な評価はほとんどなく、また、学校教育時代に原子力に関する教育を受けた青年の知識、態度及び意志決定への長期的な影響に関する慎重な評価はほとんど存在していない。多くの場合、評価の必要性にすらも言及されていない。将来におけるNEA主催のワークショップ又はセミナーにおいて、原子力や放射性廃棄物管理に関する教育課程策定では現在広範に蓄積されてきている国際的な経験に関する厳密な評価に焦点が置かれるようになることを期待したい。

2.2 業界からの観点

2.2.1 業界の教育資源提供の目的と目標

原子力業界や他の機関は、教育用資料を提供することに専念する人材の配置をなぜ決定しているのか？情報提供者側の目的と目標は何なのか？何を求めているのか？

オックフォードセミナー論文要旨集における多くの見解は、業界側の目標が原子力発電への一般公衆の受容性（アクセプタンス）を高めることである点を示唆している。このような目標は、より多くの知識を持つことにより受容性が高まるとの仮定を前提にしている。

「若者や大人は、電気の存在しない市民生活が全く不可能であることを自覚する必要がある。電力の喪失が生活必需品の喪失を意味することを示す必要がある。電力は贅沢品又は特別品ではなく、完全な生活必需品である。電力の利用が人類の日常生活に貢献していることを一般公衆に明確に示すことができれば、一般公衆は発電や送電に対しても、そして、原子力の利用に対しても承認を与えるであろう。」(Piller³⁸、p87、斜字は本報告書において追加)

他のタイプの目標は、将来において「正しい」政治的意志決定、すなわち、業界側の観点からみて正しい政治的決定を促すことにある。ここでも、人々が同じ情報を持てば、同じ意志決定をするであろうとの仮定が前提とされている。

ここで、これらの仮定は「未検証」の仮定とみなすことはできない。それとは逆に、これまでの経験や広く公表されている社会学的及び心理学的研究により、これら仮定は何度も検証されてきている。その結論は常に同じであり、知識と態度との間には直接的な結びつきはなく、情報提供と意志決定の間には直接的な結びつきはないというものである。他の多くの要因、すなわち、個人的、社会的、文化的及び偶発的要因が、個人の態度、意志決定及び行動に影響を及ぼしている。

このような点を踏まえると、社会における業界側の役割の単なる一部として情報の提供を概念化するのが、恐らくはより合理的であるように思われる。このことは、例えばフランスやカナダからの論文が指摘している願望、すなわち、妥当で適切な情報の提供により、情報提供者に対する信用が高まり、最終的には情報提供組織への信頼が高まることになるとの期待とつながることになる。もちろん、このような結果が実際に意志疎通努力によるものであるとの保証はない。信頼とは非常に複雑な現象である。これらについては、例えば、NEAによる最近の刊行物「利害関係者の信頼に関するフォーラム(Forum on Stakeholder Confidence)」(2000年)に収録されている分析を参照にされたい。

ここでは、1993年の論文要旨集において指摘されている目標に関する対照的な見解の一部を示すものとする。

(1) ドイツの業界と連合団体

ドイツの電力業界は、1930年から学校に情報を提供してきている。ドイツの共同体の多くの構成員による原子力論議が盛んになった時点から(1970年代から)、「特に、ドイツの大手電力会社は、これらのかつてない議論の中で際立った特徴を示した。これら電

³⁸ W. Piller、「電力分野、特に原子力に関するスイスでの若者及び学校教育(Youth and School Work in Switzerland in the Electrical Energy Sphere, Particular Nuclear Energy)」、INFEL

力会社からの代表は、自分たちの見解を示すために、無数のパネル討論に参加し、そして、講演を開催した。」(Deutschmann^{註9}、電力会社VEW社に所属、p249)「電力業界の目標とは、『原子力発電』のテーマを客観化し、学校監督官、教師及び生徒とさらなる議論をするための土台を構築するために、原子力を他のエネルギー源に関する話題の文脈の中で議論することであった。」(p251)

「1975年に設立されたドイツ原子力情報グループ(IK)は、原子力に関する知識を広め、原子力に対する一般公衆の受容性を高める業務を与えられた。政治や経済の分野におけるオピニオンリーダーに加えて、教師も対話の目標グループにされた。」(Koelzer^{註10}、p91)

ドイツにおける政治的動向を踏まえれば、このIKの会員機関(電力会社、製造企業、研究センター及び政府機関から構成される)や他の機関による努力は、知識と受容性とを結び付けることに期待したような成功を取めなかったと総括できるかもしれない。

(2) スウェーデン—発電所代表

「原子力業界としては、異なるエネルギーの側面やエネルギー生産に関するより広範な基盤を提供するために、教師の知識レベルを高めることに貢献する必要がある。これが、将来において正しい政治的意志決定を達成するための唯一の方策である」(Danielson^{註11}、p172)。

この原子力業界の代表が、自分として何を「正しい政治的意志決定」と考えているのかについて全く議論していないことには驚かされる。原子力業界内部における一部の人々は、前提とする時点において一つの正しい意志決定だけが存在し、それが必ず原子力を支持するものであると考えているとみることが可能なのであろうか?このような考え方が存在するとして、これにより原子力発電や業界に対して一般公衆がしばしば表明している拒否反応や不信感を説明することができるのであろうか?恐らく、市民は、この種の見解が示唆している全体主義的イメージに対して敏感に反応するであろう。

(3) フランス—CEA

若干ではあるがより思いやりがあり、恐らくはより現実的な見解が、フランス原子力庁

^{註9} H. Deutschmann、「VEW社の学校向け原子力情報提供(Nuclear Energy VEW Information for School)」、VEW社

^{註10} W.Koelzer、「教師への原子力問題情報の提供：ドイツにおける全国的情報提供サービス(Informing the Teachers on Nuclear Energy Issues - a Nationwide Information Service in Germany)」、IK

^{註11} S. Danielsson、「スウェーデンの事例(Swedish Example)」、オスカーシャム原子力発電所

(CEA)のMarty^{註12}により示されている。Martyは、一部の人が仮定している原子力発電に関する知識と受容性との結びつきに疑問を投げかけている。

「OECDでは、そのセミナー講演文献の中で、『原子力の知識』と『原子力開発計画の容認』との間に正の相関性の存在することを想定している。これがどうしていけないのか？しかし、若干の疑念が浮かんでくる。原子力問題は意見対立のある問題である。」
(Marty、p193)

Martyは、「なぜ意志疎通をはかろうとするのか？研究開発の公的機関であるCEAにおいて、一般公衆との意志疎通をはかることは業務であり義務である。十分な意志疎通をはかることで、CEAに対する信用が増すことになる。これは、CEAの業務範囲とする原子力発電のイメージを高める働きをすることにもなる。」(p193)

(4) スウェーデン—放射性廃棄物管理機関 (SKB)

スウェーデンのSKBは、CEAが示している考え方の一部を共有しているように思われる。SKBは、一般公衆、知識を持っている人達や原子力関係機関との間の関係について、さらに柔軟とさえ思われる見解を示している。

「スウェーデンの廃棄物管理計画を実施していくために、SKBでは地域共同体の信頼を勝ち取る必要がある。これには、SKBの現状及び将来の活動に対する科学者や技術者ばかりでなく、政治家や一般公衆による理解が必要である。強固で永続的な信頼は、SKBの行う作業において広く行き渡っている高い科学的及び技術的基準の実証や、その作業を支配している基本的な倫理原則の実証を通じてだけ構築できるものである。従って、SKBの実績を判断する必要がある人々、あるいは、そうでないのであれば、SKBの活動により影響を受ける人々が、放射性廃棄物管理の側面について幅広い知識を有していることが不可欠である。」(Ahlen等^{註13}、p242)

SKBでは、「知識と信頼との結びつき」を示唆していない。SKBにおける仮定は、もっと柔軟な考え方を前提にしている。それは、以下のようなものである。SKBは、自分たちの実績基準を明確にする必要がある。SKBは、それら基準を満足していることを実証する努力をする必要がある。市民は、SKBの実績を評価する必要がある。そして、市民は、幅広い知識を持つことで、その実績が意味することについての理解が深まることにな

^{註12} D. Marty, 「原子力問題に関する教師の訓練と情報の源(Sources of Training and Information to Teachers on Nuclear Energy Issues)」, CEA

^{註13} A.Ahlen,G.Wernoif,E.Ejlander, 「深くでに関する教育課程：スウェーデンの放射性廃棄物に関する事実と議論 (A Curriculum at Depth Facts and Debate in Sweden's Radioactive Waste)」, SKB

ろう。

(5) スイス

INFELのWalter Pillerは、教育分野での活動に対して、特に厳格で、ほとんど命令的ともいえる呼びかけをしている。Pillerは、「環境面の理由から、近い将来は原子力発電に頼る必要があり、そのために、INFELは横断的な「電力会社の情報センター」であるが、積極的に原子力推進の立場をとっている」と述べている。

「その目標するところは、電力供給公益事業者が、エネルギーや関連する環境問題に懸念を抱く青年層との議論相手になることである。」(p85、p87)

Pillerが示した戦略とは、以下のようなものである。

「意志疎通の開始点は、人間が環境の中で生きている（エネルギー消費者としての人間）という点である。あらゆる活動に電力消費が関係していることを明確に示す必要がある。」(p85)

「青年層は、以下のような点に確信を抱くようにすべきである。

- | |
|--|
| <p>①繁栄、自由、安全及び機動性は、日常の仕事に始まって全ての娯楽活動に至るまで電力消費と直接関係している。</p> <p>②水力又は原子力による電力供給は、現状において最も環境に優しいエネルギー源である。</p> <p>③スイスの電力公益事業者は、環境保護に対して積極的に対応しており、環境への負荷の少ないエネルギー供給分野での研究に積極的に貢献している。</p> <p>④代替エネルギー源は未だに研究段階にあり、エネルギー供給面で僅かしか貢献できないでいる。」(p85)</p> |
|--|

「この目的とするところは、スイスが抱えるエネルギー問題の論議を青年層に促すことである。ここにおいて、原子力を別個の問題として議論するのではなく、全てのエネルギー源との関連の中で議論することが重要である。」原子力発電に伴い創出される雇用や温室効果の源にならない特性も前面に押し出すべきである、とPillerは述べている(p88)。

Pillerは、明らかな事実を指摘している。恐らく教師は、「原子力が進むべき唯一の方策である」といった強い調子の主張を採用することで、年のいかない生徒に強い印象を与えることができるかもしれない。しかし、原子力業界側が、このような上からの強圧的な態度で生徒に教えることを、教師に対して納得させることができるかどうかははなはだ疑

問である。

(6) 米国

米国原子力学会、すなわち、1万6000名の技術者、科学者、物理学者及び教育者を会員として抱える国際的な非営利団体は、その主たる目標として、「原子力科学技術や類似の科学技術の理解と進歩及び環境の保護」とを掲げている (Zacha^{註14}、p274)。これは明らかに広範で中立的な目標設定であり、そして、恐らくは現在の世界で原子力への共感を得る上で必要と思われる環境面での考慮が加えられている。「同学会は、原子力科学技術の有益な利用に関する全ての事柄に関して、その個人会員を通じて総合的で客観的な技術情報源となっている。」「同学会の目標は、中立的又は反原子力派の教師を原子力推進派に変えようとするのではなく、これら教師の政治的立場を同学会は問題としていない。同学会の目標は、生徒が関心や興奮を持ち続けられるような方法で、生徒に対して放射線や原子力科学に関する事実を教えられるように、教師に知識と資料とを提供することである。非常に成功している教育プログラム、すなわち、教科書内容調査作業に関しても、同学会の目標は、教科書を原子力推進の方向に変えることではなく、むしろ、原子力科学技術に関する情報が正確で科学的に妥当であるかどうかを調べることである。」 (p277)

(7) カナダ

カナダ原子力学会(CNA)では、正式の教育プログラムを作成した。その目標とするところは、以下に示す通りである。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">①「教育者と生徒との綿密な研究を通じた教育者側のニーズを特定し明確にすること②教育者、生徒、両親及び業界との間により良い関係を確立すること③科学、技術、エネルギー及び社会の問題についてのより深い理解を学生にもたらしこと④「原子力業界に既に関心を持っている教育者や生徒の支持を維持すること」 <p>(Summers & Hynes^{註15}、p74)</p> |
|--|

この最後の目標項目と受容性を新たに生み出したり高めたりする目標との差異を指摘しておく必要がある。

^{註14} N. Zacha、「米国原子力学会の教育窓口プログラム(The American Nuclear Society's Educational Outreach Program)」、ANS

^{註15} R. Summers & S. Hynes、「教育とCNA：カナダの包括的目標へのアプローチ(Education and the CNA: a Canadian Approach to a Global Agenda)」、CNA

「これらの目標は、CNAが対象とする集団に原子力業界に対するより深い理解を促すばかりでなく、原子力業界にCNAが対象とする集団、すなわち、教育者、生徒及び両親に対するより深い理解を促すことも意図したものである。」

2.2.2 業界、専門家集団及び国家機関により提示される教育資源

「現在学校に通っている生徒が原子力や放射性廃棄物処分に関する将来の意志決定者になることから、原子力の科学的及び社会的側面の教育は、現状において科学担当教師にとっての不可欠な教育課程面での考慮事項となってきた。」（Galliot、1991年^{注16}、オックスフォードセミナー論文要旨集のp95で引用）しかし、オックスフォードセミナーで発表された非公式の調査では、科学担当教師や他の学科を担当する教師の間で、原子力に関する情報の教育に割く時間に極めて大きな差異のあることが示されている（フランスの歴史及び地理を担当する教師は、自分が受け持つ年間40時限の内で10分から5時間の時間を割いている）。この差異は、以下のような様々な要因によるものである。

- ①少ない年間教育時間の中に多くのタイプの情報を組み込む必要性
- ②この問題に対して教師自身が持っている関心のレベル
- ③原子力分野での訓練、あるいは、少なくとも教師個人の同分野や問題への精通度
- ④魅力的で容易に利用できる教材を入手できる可能性
- ⑤他の教育資源へ接触できる可能性（重点を絞った教師の訓練、サイト訪問、学校を巡って訪問する外部講演者等）

明らかに、原子力業界や専門家集団は、教材や他の教育資源を提供する試みを行っているところである。本節では、本調査対象国のそれぞれにおいて提供されている異なる教育資源ばかりでなく、その裏にある哲学やオックスフォードセミナーで明らかにされた実績情報について検討する。

なお、情報が1993年のものであることに注意する必要がある。より新しいものは、2000年に配布された文書資料を収集した前年度の報告書に示されている。

(1) ドイツーIK

ドイツの原子力情報グループ(IK)は、「原子力を学ぶ(Lessons on Nuclear Energy)」と呼ばれる年間2回発行される定期刊行物を配布している。その各号では、特定の原子力に関

^{注16} 「放射性廃棄物管理分野での教育 (Education in the Field of Radioactive Waste Management)」、原子力機関 (NEA) ニュースレター、第9巻、第2号、8-13頁。これは、恐らく1991年のセミナーで発表された論文である。

する話題（ウラン、原子炉、再処理、放射線防護、廃止措置、経済性）を取り扱っている。6ページ分の一般情報に加えて、生物、化学、地理、物理及び社会科学を担当する教師向けの専門情報が盛り込まれている。この情報は、1頁が文章で1頁が図という構成となっており、教室で投射するためにコピーができるように工夫されている。ドイツの学校長であるSchaferhenrichは、この定期刊行物による基本情報及び話題性のある（現状の）情報の配布は「素晴らしいシステム」であると言及している（p59）。

また、IKでは、16枚のカラー図面のそれぞれが1頁の文字情報で補完されている「原子力：スライド用情報(Nuclear Energy, Information on Transparencies)」も配布している。

2冊の書籍、すなわち、「原子力基本情報(Basic Information on Nuclear Energy)」と「放射能と放射線防護(Radioactivity and Radiation Protection)」とが刊行されており、これらはそれぞれ技術的及び科学的話題だけを取り扱っている。各書籍は約150頁から構成されており、約150枚のほとんどカラーの図面と約60の表が含まれている。

最後に、「ドイツの原子力施設サイト(Nuclear Installation Sites in Germany)」の図、あるいは、「NPPの概略図(Schematic Diagram of a NPP)」といったポスターもある。様々な技術的テーマを取り扱った映画やビデオも、利用することができる。

(2) ドイツ－VEW社

発電会社であるVEW社では、電力供給者は電力を供給するだけでなく、専門家会議や教育課程、セミナー、発電施設訪問、教室で利用する情報媒体、そして、教育課程作成で地方や地域の教育作業グループとの協力を意味する「教育への参加」といった形態で一般情報を提供することもできると指摘している（Deutschmann、p250）。ここでは、総合学校の生命科学分野を担当する教師も参加者に含まれた「VEW社がこれまでに主催した中で最も価値があり最善の情報提供の行事」について述べる。この行事は、何回も繰り返し開催されており、以下に示すようにリンゲン原子力発電所での講演や周辺地域全体の訪問が含まれている。

- ①核分裂と放射能の影響に関する講演と討議
- ②燃料要素製造施設、原子力発電所、ウラン濃縮施設の訪問（説明、見学及び討論）
- ③超高速磁気浮揚車両への試乗を含むMAGLEV輸送システム実験施設の訪問（p253）

最後に、VEW社では、毎年開催されるドルトムント太陽エネルギーフォーラムにおいて、再生可能エネルギーの情報センターを開設している。「再生可能エネルギーの可能性のある利用が、モデルを使用した説明、展示及び実証目的のための実験の中で全ての関係

者に明確に提示されるようになっている。」(p254)

(3) フランス—CEA

D.Martyは、「教育界」との意志疎通をはかるためにCEAが採用しているアプローチについて、以下のように述べている。

- ①地方レベルにおいて、CEAの各研究センターは、教師や教育機関との関係を保っている。
- ②これらの地方レベルの活動は、全国的な「科学の祭典」フェスティバル（毎年日曜日の1日間、民間又は公共を問わずフランスの全ての研究機関が訪問者に一般開放される）において補強される。
- ③CEAの国立原子力科学技術研究所(INSTN)は、物理担当教師に対する訓練を継続的に行っている。
- ④大学レベルにおいて、CEAでは同庁の研究所で研究をしている多数の博士課程学生に対し支援を与えると共に、大学に資源と教授を提供している。

「CEAとしては、多量の見せかけの資料で教師を溢れさせようとはしておらず、むしろ、教師が欲しいと思った時に入手できる間近に置かれた内容のしっかりした文書を用意する道を選択している。自発的な姿勢を示すことが重要である。」(p194)。教師は、CEAに対して文書請求をしている。CEAの情報提供部局では、毎年900件の文書請求を受け取っており、その内の600件は教師からのものである。

もちろん、CEAでは、以下のような情報を提供して文書請求を促す努力をしている。

- ①科学又は大衆雑誌の発行：「CEAにとっての鍵(Keys to the CEA)」は、160校の教育文書センターに送付されており、「CEAの挑戦(The Challenges of the CEA)」は4800校の学校図書館に送付され、「さらに学ぶことを望む人々を作り出している。」1991年から1992年にかけて、2000件の新規購読申し込みがなされた。
- ②地方の初等学校で研究センター緊急時避難計画を勉強するといった教育プロジェクト
- ③二つの人気のある移動展示（フランスの全ての原子力機関が共同で資金を提供している「原子からの光 (Light from Atoms)」、そして、「原子力の安全と防護(Nuclear Safety and Protection)」)
- ④一般開放フェスティバル

「しかし、これら全ての努力は、教師が生徒を原子力推進の方向で教え込むことを保証するものでない。『原子力の知識』は、事実上の『原子力の受容』を意味しない。CEA

は、多くの情報源が耳障りな矛盾する意見や主張を展開している中で、原子力に関して中立的な立場から情報を提供している一つの情報源である。」教師も他の市民と同様にマスコミを利用していることから、CEAにとってマスコミに情報を提供することが重要となっている。CEAとしては、以下のようにする必要がある。

- ①CEAの合法的な役割に従って意志疎通をはかること
- ②情報源の評判を考慮すること
- ③これら他の情報源に対しても意志疎通をはかること
- ④如何なる情報源からの誇張も市民の側が是正できるようにすること」(p195)

CEAでは、このような中で、CEAの管轄範囲に対応する分野に対する信頼が高まるであろうことを期待している。

(4) フランスーCogema社

フランスの原子燃料会社であるCogema社では、自社で行っている様々な活動を一覧にしている^{註17}。これら活動の中には、サイト訪問、施設訪問を要請することができる近隣の学校とサイトとの間の「結び付き」、展示会及び他の便宜が含まれている。Cogema社では、情報通信技術を用いた教育カタログを通じて多数の教育用文書を提供している。

また、Cogema社では、他の機関と協力も進めている。これら機関は「原子からの光(Light from Atoms)」展示会に参加しており、この展示会には毎年1万2000名の生徒が入場している。これら機関はフランス原子力学会(SFEN)の行事にも貢献しており、講演会やパリ科学博物館(発見宮殿[Discovery Palace])への教師見学会を主催している。また、Cogema社では、この古い博物館における20枚の展示パネルの交換費用を負担することとした。そして、Cogema社は、新規の科学博物館(科学都市[Science City])におけるエネルギー展示について検討するパイロット委員会に参加している。これらのCogema社を含む機関は、高校生を対象として毎年開催されるエネルギーショーを組織する他の委員会にも参加している。

(5) スイスーINFEL

INFEL、すなわち、「電力利用情報センター(Information Center for Electric Power Utilization)」では、教師用の四半期雑誌「電力(Power)」を配布している。この「電力」に

^{註17} I. Ferec、「何が教師にとっての情報源であり、それらは適切のものなのか：Cogema社の事例(What are the Sources of Information for the Teachers and are They Appropriate: the Case of Cogema)」、Cogema社

は、原子力や廃棄物処分に関する最新の情報、教師へのサイト訪問や訓練への招待、教材準備への示唆、学校訪問予定、短信ニュース及び仕事の概要が含まれている。また、INFELでは、様々な教育補助教材、発電所立地地区のための窓口業務、青少年向けの娯楽/学習会を提供している。この青少年向けの企画には、マウンテンバイク競技会、電動ゴーカート競技会、休暇キャンプ、屋外フェスティバル、そして、(科学的知識により直接的に関係している) 青少年向け研究プログラムや技術週間がある。

(6) 米国-ANS

ANSでは、中学生用の30分ビデオ「宇宙へのタイムアウト(Time Out for Outer Space)」を提供している。「タイムトラベルの物語を手段として用いて、日常生活における多くの原子力科学技術の利用、すなわち、原子力発電から放射線医療、そして、煙検知器、空電除去装置、中詰めゲージ等の産業利用に至るまでの利用に焦点を当てている」(Zacha、p276) 「原子力年代記(Nuclear Chronicle)」ポスターの表側には1942年から1992年までの歴史的出来事が一覧で示されており、裏側には科学や社会科学科目の教育計画が示されている。その他補完資料として、紀元前400年から1942年に至る年表があり、追加の教室での演習や実験が加えられている。

教師用の無料ニュースレター「反応(re- actions)」は、年間で5回発行されており、簡単な教室での実験ばかりでなく、話題性のある情報が含まれている。1993年において、購読者数は2万となっている。ANSの長期的な目標は、米国内の全ての学区にニュースレターを配布すること、すなわち、10万部を配布することである。

実験準備で教師を支援するCD-ROM、又は、教師が必要な装置を有していない場合に直接教室で使用するCD-ROMも計画した。

また、ANSでは、同学会が作成した資料の存在を示すために、全米教育会議にも出席することを計画した。

(7) カナダ-CNA

CNAは、二種類の文書を評価し改訂する前に、どのような種類の教育課程教材がカナダにおいて既に存在しているのかと、教師が何を必要としているのかを検討するように提案した。これら二種類の文書は、高校生と一般住民を対象にした原子力問題についての22項目のファクトシートから構成される「質問と回答(Questions and Answers)」と、初等教育生徒を対象にした情報冊子である「U-238の科学(Science of U-238)」であった。

(8) スウェーデン—SKB

「情報を提示する最も効果的な方法は、人々との双方向の対話である。この目的のために、SKBでは、総合的展示プログラムを策定した」(p243) 展示物を積み込んだ自動車トレーラーが、学校や町村を訪問し、SKBの廃棄物輸送船Sigyn号は港を訪れて展示会を開催している。

残念なことであるが、論文においては、双方向の対話がどのように、そして、いつの時点で行われるのかについての記述がない。この論文での記述を踏まえると、SKBの職員が情報を提供し、訪問者は「廃棄物取扱装置のモデルと模型」から学んでいるように思われる。訪問者からのどのような種類の疑問や意見にも耳を傾けることが奨励され、それに対してSKB側が、どのように質問の意味を理解して回答を試みるかで、「双方向」における対話のイメージが完成することになる。訪問している一般公衆が、「双方向の対話」に参加できていると考えていない可能性は常にある。

このようなことから、本調査では以下の見解に達している。SKBが示しているような洗練され柔軟な関係を情報提供者側が示しているとしても、評価活動を常に実施して報告することが必要であることが示唆される。敏感で現実的な哲学を持つことは望ましいが、それだけでは十分でない。情報提供側の組織は、自分たちが実際に一般公衆の中に住みついているとのイメージを持たれるようにしなければならない。また、このような組織は、目標を掲げて実際にその目標を達成していかなければならない。これが情報提供手法を調整すると共に、必要に応じ目標を修正する方法であると考ええる。

また、Ahlen等は、「深くで(At Depth)」(本報告書において後で分析する青少年向け文書)が策定された理由にも言及している。「明日の意志決定者は、現在の高校生である。この理由から、SKBでは現状において学校を対象とした情報提供活動に焦点を絞っているとところである。」(p243)

SKBでは、教師と一緒に展示会を訪問した学級の生徒は強い興味を示すとともに、さらなる情報提供を求めることを見い出した。「この理由は容易に説明することができた。科学や公民といった科目の教科書や教育案内書には、放射性廃棄物に関する情報はほとんど含まれていない。原子力や発電はどこでも取り扱われているが、放射性廃棄物に関する(いくつかの)事実は不完全で時代遅れのものとなっている。」従って、SKBでは、教育課程で使用する教育資料において、「このスウェーデンの教育において空白となっている場所を埋める」ことを決断した。

SKBでは、「深くで」に加えて、人気のある地理の科学紹介書を提供しており、この中では非常に長い間隔での見方が取り扱われている。「スウェーデンは放射性廃棄物にどのように対処しているのか(How Sweden Takes Care of its Radioactive Waste)」との表題の小冊子は、事前知識を必要としないものである。より詳細な内容のものは他の冊子に記述されており、ビデオではSKBの施設での廃棄物の取り扱いが紹介されている。

この論文からは、「双方向の対話」が実際にどのように実施されているかについて、もう少し詳しい内容を読みとることができる。情報提供担当者は、「情報提供元から直接」情報を提供するため、「若い世代の『普通の人々』と出会い、彼等の疑問や見方に耳を傾け、とりわけどのような問題を最も重要と考えているのかを見つけだすために学校を訪問する。」(p244)

本調査における感想と意見として、フィードバックが新たな情報提供資料を作成する上で実際に有用であるという点は、恐らくさらに強調する必要があるだろう。この廃棄物管理会社から一般公衆が何を求めているのかを、より深く理解する試みも有益でないのであろうか？本調査では、こうした見解がSKBに適用可能であるものと考えている。すなわち、SKBでは、オスカーシャムの一般住民との「対話」と呼ばれることに最近進んで身を委ねているが、この原子力施設が立地されている共同体は、深地層処分場の立地が検討されている場所であり、共通の意志決定プロセスにおける基本的な仲間として取り扱われている。この共同体の住民達は、頭の中にある全ての厳しい質問を投げかけ、SKBはそれらに回答する努力をしている。この「オスカーシャムの経験」は、例えば、1999年にヴァルドー(Valdor)で開催された国際シンポジウムの講演要旨集^{註18}の中で報告されている。この講演要旨集は、将来において分析してみる価値のある非常に興味深い文書であると考えられる。

SKBでは、全てのスウェーデンの高校と接触し、校長宛の書簡と一緒に教育課程で使用する資料を配付している。成人教育センターにも接触し、「総合」学校(中等教育低学年)に参考用資料を配付している。

教師は、郵送料無料のクーポンを使用して、各学校に送付された情報提供資料カタログの中から必要なものを発注することができる。教師は、以下のようなことを要請することもできる。

^{註18} ヴァルドー(Valdor)：「リスクに関する意志決定の価値(Values in Decisions on Risk)」。
K. Andersson (編集)、「第一回ヴァルドーシンポジウム講演要旨集(Proceeding of the First Valdor Symposium)」、ストックホルム：Karinta Konsult、1999年。この国際シンポジウムは、放射性廃棄物管理の意志決定における当事者間の意志疎通の問題を主に取り扱っている。

- ①SKBの学校訪問、即ち、説明する情報提供担当者や移送展示トレーラーの学校訪問。
- ②教師の会合（一般に、学校訪問の前夜に行われる）：SKBや放射性廃棄物管理に関する情報が、軽い飲食物と一緒に提供される。教育課程で使用する教材が、教育上の助言をなされながら提示され、検討会を行う時間が設けられている。
- ③教師を対象としたさらなる教育：学校又はSKBの施設で開催されるセミナー。技術的な情報と現状における社会的論議の両者についての検討が行われる。
- ④SKBの施設に対する見学会
- ⑤ビデオテープ

全ての情報提供は、見学会の旅費を除いて無料で行われている。これらは、SKBに直接要請することも、あるいは、視聴覚教育機関を通じて要請することもできる。

SKBでは、要求されていない情報素材の提供をためらうことなく行っている点を指摘しておく必要がある。全ての中等学校では、このような資料を受け取っている。これは、フランスのCEA（CEAでは、教師が情報提供要請をすることが重要であると考えている）やCogema社（無差別に資料を送付しても多くは捨てられることになり資源の無駄使いになることを承知しているため、同社では「無差別に」は資料を送付していない）の見解と全く逆の立場である。オックスフォードセミナーでのNirex社による指摘、すなわち、「政治的な問題、特にNirex社が論議のある分野で活動している場合、Nirex社としては、教育機関に要請されていない如何なる資料も送付していない」（p259）との指摘は注目する必要がある。

本調査の意見として、SKBが要請されていない文書を送付することにためらいを見せないこと、あるいは、論議のある分野の情報で教師を「溢れさせる」ことで拒否反応が生じるのを恐れていない理由を探ってみるのも興味深いことであろう。スウェーデンの教師は、送りつけられた資料の山の多くをゴミ箱に投げ入れるのであろうか？スウェーデンの教育者は、フランスや英国の教師よりも、送りつけられた資料の作成に投資された資源に敬意を払う傾向が強いのであろうか？教師達は、SKBにより代表される権力により敬意を払う傾向があるのであろうか？あるいは、毎年新たな資料を受け取る教師達が、その資料の価値を積極的に認め、そして、送られてきた資料の内容を再度自発的に検討するという限りにおいて、SKBが以前に行った情報提供活動に成功を収めているのであろうか？評価を行って見ないことには、これら問題に対して回答を与えることができない。

SKBの情報提供の調査から得られた同機関の対話や評価に対する本調査での見解は、

漠然としていると思われるかも知れない。ここでは、SKBが評価を実施してきていないとか、あるいは、対話をしようとしていないということを示唆するものではない。より正確には、SKBによる情報提供が非常に詳細で思慮深いものであり、多くの問題やアイデアを頭に浮かべることができることを分析者に可能にするものである言えよう。本調査の意図するところは、一般的な情報提供からはほとんど示唆されることがないような重要な問題点を拾い出すことである。

2.3 学校からの観点

2.3.1 教育課程の要件

このオックスフォードセミナー論文要旨集中からは、本調査対象諸国いずれにおいても教育課程要件に関する記述は見つけだせなかった。

(1) ドイツ

Schaferhenrichによると、エネルギーの生産と供給とはドイツの学校教育課程での必須項目とされている。物理担当の教師には、「多分野的アプローチをすること、資源不足、エネルギー消費などについて生徒に提示し議論することが期待されている。」「賛成」及び「反対」の両意見を取り扱った資料は、学校側又は生徒が手に入れる必要がある。発電所への教育見学は、第12学年の生徒に対して行うよう勧められている。この施設訪問は、原子力物理を専攻している学生にとっては必須となっている。化学の授業において、放射能や原子力発電の社会的問題を議論することが可能であり、そのような議論をすることが望ましいとされているが、地理や生物の授業において（少なくとも1993年で）、原子力の問題の取り扱い是非常に低い位置づけとなっている。

(2) スイス

スイスの物理学教授(Kespy)は、エネルギーに関する教育が中等学校の第3学年から行うことが勧められていると指摘している。当初における教育は、日常生活に関連付けた定性的なものに限定されている。進級するにつれて、生徒達は、異なる形態や資源のエネルギーに関するより定量的かつ詳細な内容に「慣らされて」いくことになる。純粹に科学的な内容とは別に、「熟練した教育者としての教師は、完全に現実的かつ公平な立場から、それぞれのエネルギー形態や資源の利用に伴う社会面、環境面及び経済面への影響を授業の中に持ち込む必要がある。」(p64)。これには、教師自身が十分な情報を持ち、十分な

訓練を受けている必要がある。

(3) スウェーデン

エネルギー問題は、13歳から15歳の生徒の地理及び物理の教科の中に含まれている。「エネルギーに関する教育では、エネルギー生産構造、異なるエネルギー資源やそれらがどこに存在するのかについての一定の知識を生徒に与えることを目指している。エネルギーや関連する問題の基本的な知識は、原子力発電を含め物理の授業において教えられている。(Danielsson、p172)

(4) カナダ

「カナダの州及び地域の教育省は、エネルギー、環境、科学、技術、社会及び開発といった総合的問題相互の結びつきに関して生徒が理解を深めるの手助けするとの試みの中で、『持続可能な開発』についての革新的な教育課程に対する指針を定めることをしている。」(Summers & Hynes、p75)

2.3.2 学校教師により指摘、選択又は使用される資料

オックフォードセミナーの論文要旨集において、2カ国からの論文で教育界からの明確な見解が示されている。

(1) ドイツ

学校長(Schaferhenrich)により報告されているように、ドイツにおける情報提供の試みは三つの要素、すなわち、冊子やビデオを通じた基本情報の刊行と配布、現状での出来事や動向等も取り扱った定期刊行物や時事資料の刊行と配布、エネルギー情報センターでの補足訓練から構成されている。二つの教師集団への対応がなされており、知識を持っている教師には、話題性のある内容の資料や教示的な説明文書が配布され、原子力に関する知識の乏しい教師に対しては、学級での授業における具体的な段階に関する内容のものも提供されている。

このような資料は、教科書や雑誌よりも生徒にとって魅力があり、準備に時間を費やすことなく利用でき、情報が豊富で詳しい内容のものであること、すなわち、教育課程要件を満足した多分野的なものであること(物理だけを取り扱った資料は許容できない)、そして、中等学校の低学年と高学年の両者を念頭に入れたものであることが必要である。

(2) フランス

Gigue^{註19} (p154) は、フランスの歴史及び地理を担当する教師が求めている資料に関して、調査により以下の点が明らかになったとしている。

- ①教室で使用する教科書：これら教科書は、原子力問題を教えるには「不十分」であるとされ、一部の教師は大学レベルの書籍を使用している。
- ②新聞やニュース雑誌（一般に国内の出版元から入手可能である）。
- ③一般的な科学出版物：これらに対して、調査対象の教師は大きな関心を示している。
- ④フランス電力庁、あるいは、CEAにより作成された文書

また、Gigueは、この調査に回答した教師により提出された要望も報告している。これらの社会教育を担当する教師は、以下のようなことを望んでいる。

- ①技術的テーマを対象にしたものであるが、経済的な面も含めた多様な情報：フランス、欧州連合、他の諸国におけるエネルギー政策、費用、同地域での原子力発電所の経済的利点、廃棄物の経済面での影響
- ②環境に関する情報：リスク、エネルギー埋蔵量、将来に見込まれること、経済的側面
- ③地理的情報：ウラン鉱山、原子力発電所、廃棄物施設の場所を示した国家レベル、欧州及び世界を対象とした地図

教師達は、このような情報が毎年更新されるような冊子の形態で提供して貰えることを期待している。

最も好ましい形態は、多様な情報、すなわち、一方の側の主張だけでなく多様な見解が示してある文章、技術的な図のスライド、地図、説明文章が付け加えてある巧みに構成されたスライドを含む「一式の資料集」である。原子力発電所（NPP）がどのように機能するのかが示されている15分から30分のビデオも、教師の側から要望されている。

最終的に、教師達の側では、原子力業界や研究機関が主催する見学会、講演会及び訓練セミナーの開催を要望しているが、他の見方、すなわち、生態学者、リスク分析者、土地利用計画専門家の見解も聞きたがっている。

2.3.3 学校集団からの質問や要求

ここでも、オックスフォードセミナーの論文要旨集には、本調査対象国それぞれからの

^{註19} J. Gigue、「フランスの歴史及び地理担当教師による学校での原子力問題を論議する (Discussing Nuclear Energy Issues at School by History and Geography Teachers in France)」、パリ地区 教育監督官

学校側の要求に関する情報は含まれていなかった。

(1) ドイツ

学校長 (Schaferhenrich、p60) は、世界のエネルギー供給から、世界的な気候の変化の可能性や世界の様々な地域でのエネルギー不足の方向に「基本的な問題が変化」していることを指摘している。(このような情報が学校に提供されている資料において、あるいは、生徒からの質問において見られるのかどうかは把握できていない。)

電力会社であるVEW社では、再生可能エネルギー源、熱と電力の併給、環境と廃棄物処分及び原子力利用技術に関心を持つ教師からの要望に注目することとしている。

(2) フランス

オックスフォードセミナーで発表する目的で、教育監察官が30名の歴史及び地理を担当する教師を対象として簡易調査を実施した。その結果として、「フランスの原子力に対する合意が形成されていること」を反映して原子力の話題が広範に教えられているが、このような合意形成にも係わらず「生徒が疑問を持っている」ことが明らかになった。青少年層は、特に将来においてなされる選択に関して大きな懸念を表明している。倫理的問題が浮上してくることになるこれら疑問に対応するために、教師の側としては、より洗練された訓練と、「容易に利用できる形態での」最新で多分野を包含した客観的な情報を望んでいる (Guigue、p150)。

「チェルノブイリ事故により教育界は大揺れとなった」、と教育監督官であるLebailは述べている (p148)。「教師達は、環境と安全に関して生徒や両親の抱く心配をどのようになだめるのか知る必要がある。」

(3) スウェーデン

SKBの情報提供担当者は、他の諸国における放射性廃棄物管理が「関心を呼ぶ話題となっており」、継続的に開催されている教育セミナーに出席する教師の間で「しばしば論議の対象になっている」ことに注目している (Ahlen等、p245)。

1990年代初めにおける教室での議論で最も多い疑問は、スウェーデンの地盤についての安全性や地震等に関するものであった。「現状の生徒 (1993年) は、スウェーデンの放射性廃棄物管理について全体として信頼感を持つようになっている。東欧諸国、特にロシア連邦における廃棄物管理は、やはり大きな不安材料になっている。他の諸国での廃

棄物の取り扱いや代替手法について多くの疑問が投げかけられている。また、スウェーデンがECに加盟した場合、スウェーデンが他の諸国からの放射性廃棄物に対処することを強いられるかもしれないとの不安もある。この問題は、スウェーデンのマスコミにおいても過去に大きな話題となっている。（注：1993年1月以降、スウェーデンは放射性廃棄物の輸入を禁止している。）」（p247）

「教師達は、現在SKBと接触し、見学会や説明会の開催を要請している。現実には、これらの活動により、高校教育において空白になっている部分が埋められていることが確認されている。このような教育課程を利用してきている教師は、一般に非常に積極的である。これら教師達は、事実と討論材料の両者が含まれている教育課程の真価を認めている。すぐにも原子力発電に対する立場を示すことをSKBに期待した人々は、そのような考えを改めた。一般に、教師達は、SKBから提供される情報が公平で完全であると考えているが、時間についてはしばしば短かすぎる場合がある。講演で説明を受ける以前における知識は非常に僅かでしかないことから、1講義（40分）では時間が若干短すぎる。」

（p246）ある教師が今後は少なくとも2講義に申し込むつもりであると述べている点が引用されている。

（4）スイス

Pillerは、教師達から最も頻繁に受ける質問について、それらはINFELが配布した資料（1993年）の中で取り扱われていない以下のものであるとしている。

- ①東欧と西欧の原子力発電所の間にある安全性の比較
- ②従業員の安全リスク
- ③冷却塔の気候への影響
- ④原子力発電所から電力が1/3しか発電されず、2/3が廃熱となっている理由
- ⑤加圧水型炉と沸騰水型炉の長所と短所
- ⑥原子力発電所当たりのコスト
- ⑦1kWh当たりのコスト
- ⑧原子力発電所が地下に建設されない理由
- ⑨プルトニウムが「悪者の手に」落ちないようにするために、どのような安全防護体制が講じられているのか
- ⑩故障、事象及び事故の差異
- ⑪TMIとチェルノブイリで実際に何が起きたのか
- ⑫事故又は事象が生じた場合、どの程度のスイス国民に情報が伝達されるのか

Pillerによると、このような質問は、若年層にとって原子力発電所の物理的及び技術的プロセスが二次的な関心事であることを示しているとしている。第一優先事項は、原子力の住民への直接的影響に関する質問に回答することである。このテーマの一部への対応がなされるまで、INFELからの資料を使用する教師は余りに少ないままで推移することになろう、とPillerは述べている。

2.4 総合的見解

結論として、ここでは論文要旨集「教師と原子力」に含まれているNEAの総合的見解^{注20}の一部を引用する。この総合的見解には、セミナーにおける討議で明らかになった点の一部が含まれているものと思われる。

(1) 「数年前、業界側から提供される教育資料は多目的広報機関における密室の中でまだ作成されていた。今日では、しばしば教師が密接に関与して企画作成される特別なものとして見なされている。成功した実験の経験を有している一部の諸国においては、この分野における業界側の役割とは、施設、資金及び生データ、すなわち、科学的及び技術的ノウハウを提供することに限定されるべきであるとの立場が広く認識されている。その後、この生の素材は、『教師のために教師により』編集されることになる。教育資料の作成や訓練課程の編成を下請けで請け負っている教育機関は、関係する資料や訓練課程を改善する目的での調査、検査及び様々な種類の評価を通じて『教師-業界』からのフィードバックを慎重に考慮に入れながら、そのような作業を大学の研究者や講師陣を活用して行うであろう。このようなフィードバックを考慮することが不可欠である。」(pp296-297)

(2) 「原子力に関する情報の提供や教師の訓練を行っている機関の中で、産業界は最も重い負担を背負っている。それら活動は長期的なアプローチのもので、現状においては厳密な意味で宣伝的なものではなく、そして、経済的な要因に左右されないものとなっている。政府の省庁(教育、産業、保健)は、公に又は戦術的に、業界自身へあるいは、中間的機関又は非政府機関に責任を委譲しており、それら機関は、訓練計画の企画と実施に必要な能力を大学から調達している。」(p297)

(3) 「訓練プロセスに関与する両側の人々は、お互いに知り合っているべきである。訓練の受講者は、原子力のような機微な分野の場合には特に、過度に疑い深い目で訓練提供者側に対して要求をしてくる。しかし、教師は業界に対して疑念を抱く可能性もあるが、それとは逆に、集団として教師が反原子力で単に結束しているだけと考えている人々に

^{注20} H. Pitsch、「教師と原子力：総合報告書(Teachers and Nuclear Energy, Synthesis Report)」

とっても同じことがいえる。訓練活動は、公平な情報提供の場であると同時に、相互信頼を醸成する場になるよう企画する必要がある。」(p298)

(4) 「また、セミナーにより、学ぶのを楽しむこと、すなわち、恐らく知識の吸収にとって最も強力な力であると思われること、の重要性が明らかになった。能動的な手法が、訓練における最も重要な構成要素である。」(p299)

(5) 「教師の訓練活動への参加や資料の提供は、戦略的な思考が含まれている必要がある。職業上や連絡上のネットワークは、情報を広める上で重要な役割を演じることになる。訓練の費用は、教師の支払いで賄うべきではない。」(p299) 「マスコミは、教育界と競合して、教育界に対して強い圧力を行使している。」(p300)

この最後の総合的見解は、実際の調査からも明らかである。フランスの住民を対象にした最近のインタビュー調査において、全ての年齢層の大人が、原子力分野の知識やイメージの源として、自分たちが見たテレビのドキュメンタリー番組を非常に頻繁に指摘している点に注目する必要がある。高校生も同じドキュメンタリー番組を見ていると考えるのが合理的である。このことは、原子力産業や機関が科学ドキュメンタリーへの投資を考えること、または、テレビの記者やプロデューサーとの関係構築を試みる事が良いことを示唆している。これらテレビ専門家を通じて一般公衆に与えられる原子力のイメージが良いものであるとは限らず、しばしば、逆のイメージであることが経験上示唆されている。しかし、長い時間をかけながら、社会的話題に敏感に反応して行われる討論会やインタビューに参加し、原子力の専門家がどのように責任ある態度で業務を行っているかを目に見える形で残していき、「イメージ改善に向けての努力を積み重ねていく」ことが恐らく好ましいであろう。

3. 収集した各国の特徴的な教育素材の詳細分析

3.1 米 国

3.1.1 選択された教育用資料の目的、内容及び利用

米国において、原子力と放射性廃棄物に関して、三つの主要な機関が広報活動を行っている。それら機関とは、米国原子力学会(ANS)、原子力エネルギー協会(NEI)及び連邦エネルギー省(DOE)である。

DOEの民間放射性廃棄物管理局(OCRWM)は、原子力と放射性廃棄物に対処する恐らく最も総合的な教育プログラム、すなわち、「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物 (Science, Society, and America's Nuclear Waste)」と呼ばれる4部から構成される教育課程案内書を作成した。ここでは、この素材を詳細に検討する。

OCRWMは、米国の高レベル放射性廃棄物を永久に地層に処分する国家的サイトを見つけ出す業務を行っている。OCRWMのユッカマウンテンプロジェクトが、ネバダ州ユッカマウンテンが米国の民間及び軍事使用済燃料や軍事高レベル放射性廃棄物を処分する深地層処分場として相応しい場所であるかどうかを見極めるために実施されているところである。結果として、この教育資料は、主に放射性廃棄物や使用済燃料に対する教師と生徒の理解を手助けするよう作成されているが、原子燃料サイクルの他の側面にも注意が向けられている。

案内書は1992年に刊行されたが、1995年に改訂が行われた。この改訂の多くは、米国の再処理に関する政策の変化を反映したものである。他の改訂項目は、監視付き回収可能貯蔵(MRS)施設の方向に重点がシフトされたことを含む処分場設計面での変化を反映したものである。OCRWMでは、現状では同案内書を改訂する計画はないと述べている。

この案内書は、商業用原子力発電所からの使用済燃料と軍事活動からの高レベル放射性廃棄物の管理に関連した科学的及び社会的問題に関する情報を提供している。この教育課程、そして、生徒演習支援読本には、エネルギーや発電に関する概要、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の発生源、発生量、発生場所及び特性に関する情報、放射線の線源、タイプ及び影響、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の管理や処分についての米国の政策や他の諸国の活動概要、放射性廃棄物管理システムの構成要素も示されている。

この教育課程は、米国の数校の大学と7州からの高校教師により策定、検討及び試験された。また、DOE、NAGRA及びOECD/NEAが主催した国際会議の出席者によっても検討された。この資料は、第8学年から第12学年の生徒に利用されることを想定している。1995年現在、2万冊以上の教師用案内書と約20万冊の生徒用読本の配布要請がなされ、

米国の50州全てと外国の48カ国の多様な科目の教育者に配布されている、とOCRWMでは述べている。

しかし、米国の教育システムは高度に分権化されており、これら資料が最終的にどこで、どのように使用されたのかについて、たとえ少しであっても見極めることは非常に困難である。教育課程は、個別の州により決定されている。連邦教育省は、地域の学校教育課程を管理することを法律で禁止されている。1979年教育省組織法の第103(a)条では、「教育省の設置は、連邦政府の教育における権限を増大させるものでも、あるいは、州や地方の学校システムに委ねられている教育面の責任を削減するものでもない」としている。さらに、同法では以下のように規定している。

「教育長官又は同省の他の如何なる担当者により管理されるプログラムの規定も、如何なる教育機関、学校又は学校システムの教育課程、指示プログラム、管理又は職員に対して、あるいは、如何なる認可機関又は協会に対して、あるいは、如何なる教育機関や学校システムによる図書館に納める図書、教科書又は他の教育資料の内容に対して、設置法の範囲にある場合を除いて、如何なる指示、監督又は管理を行使することを、教育長官又は如何なる他の同省担当者に許可していると解釈してはならない。」

国家的に統一された教育課程は必要とされていないが、米国の教育システムに関する比較的最近の動きの中から、「教育基準」というものが出現している。これらのいわゆる基準は、連邦政府、州政府、教育委員会、全米科学アカデミー及び他の機関により策定されたものであり、生徒がより高い教育基準を達成する方法として策定されたものである。ほとんどの州において、生徒達は、読み書き、数学、科学、歴史、保健及び健康等の異なる分野で一定の知識レベル又は基本的理解を達成していることを求められるであろう。一部の州では、生徒達に対して、教育の次のレベルに進級するのに標準試験に合格することを求めることまでしている^{注21}。

米国の一部の州の教育基準の事例は、以下のように原子力のいくつかの基本的側面を学ぶ必要性を示している。

- ①例えば、メイン州において、高校の生徒は、「物質とエネルギーの関係や核分裂や核融合のプロセスを通じて物質がどのようにエネルギーを環境中に放出するのかを」理解し、「記述することが」できるようにすべきであるとしている^{注22}。

^{注21} 試験は、通常において各学年レベルで行われている。より一般的には、4年間隔で（第4学年、第8学年、第11学年）の試験が行われている。

^{注22} メイン州、「学習結果(Learning Results)」、1997年7月

②カリフォルニア州において、高校レベルの生徒は、核分裂や核融合を含む原子力プロセスについて理解し知ることが必要であるとしている^{注23}。

③ワシントン州において、生徒達は、「エネルギーが物質とシステムを持っていること、そして、貯蔵エネルギー、運動エネルギー及び熱エネルギーを含み、光、電氣的、機械的、音、原子力及び化学的のものといった様々な形態で得られることを理解」する必要があるとしている^{注24}。

米国の50州それぞれにおける州の教育基準又は教育課程は膨大な文書で構成されており、各学年毎に存在している点を指摘しておく必要がある。ここで示した3州の事例は、「原子力」をキーワードにしたコンピュータ検索により得られた典型的な事例である。

また、今回の大統領選挙でジョージ・ブッシュ氏が大統領に選出されたことで、このような基準の利用が加速化されそうである点も指摘しておく必要がある。基準を強調した教育改革は、ブッシュ政権初期における政治課題の一つにされる見込みである。ブッシュ大統領が「小さな政府」という哲学の持ち主であることから、一連の全米統一基準が作成されることはなさそうだが、同政権が州独自の基準を州が作成することを促す構想を打ち出す可能性は大きい。

3.1.2 選択された教育用資料の詳細、特徴及び効果

「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」は、4部から構成されている。この各部分(ユニット)には、教育者への挨拶文、ユニット案内書、教師用案内書、生徒用読本及び多くの生徒演習が含まれている。また、各ユニットでは、OCRWMから無料で別個に入手することができるビデオテープといった支援資料も引用することとしている。

ユニット全体は、用語集や索引を除いてほぼ900頁から構成されている。米国の提案廃棄物管理システムを取り扱っているユニット4は、300頁以上から成っている。後節においてもっと詳細に述べてあるように、この資料のほとんどは完全に技術的な内容となっている。

この「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」は、電話や郵便を介してOCRWMに問い合わせることで入手することができ、また、DOEのウェブサイト(<http://www.doe.gov/progdocs/edresource/edresource.htm>)からダウンロードすることもできる。各ユニットの概要を、以下に示す。

^{注23} カリフォルニア州、「カリフォルニア州学習内容基準(California Academic Content Standards)」

^{注24} ワシントン州、「基本学校学習要件(Essential Academic Learning Requirements)」

(1) ユニット1：放射性廃棄物

この最初の案内書では、生徒にエネルギーと発電について紹介し、自分たちの社会における放射性廃棄物の関連性を議論している。同案内書は、放射性廃棄物の異なるタイプ、発生場所及び発生源に関する検討を行っている。

このユニットの目標は、生徒達に廃棄物が発生するプロセスについて習熟させること、そして、生徒が重要な役割を果たすことになるであろう国家的挑戦が放射性廃棄物管理であることを彼等に印象づけることである。また、このユニットでは、原子力発電をほぼ全州で使用される多くのエネルギーの一つとして描き出すこととして、原子力発電プロセスを啓蒙しようともしている。

このユニットは、約225頁から構成されている。

(2) ユニット2：電離放射線

このユニットは、天然と人工の両形態における放射能と放射線に関する情報が示されている。また、このユニットでは、原子構造、同位体特定、電離放射線の生物学的側面の基礎についても議論がなされている。廃棄物処分の長期的計画立案の必要性についての生徒の理解を促すために、放射能崩壊と半減期については詳細な議論がなされている。

このユニットでは、電離放射線の基礎について学級での理解を促す以上に、人工放射線を多くの形態の放射線の中に単なる一つであると一貫して描いている。生徒達は、自分自身の被曝線量を計算するよう求められ、ほとんど全ての被曝が自分たちに比較的馴染みのある線源からのものであることが分かるように構成されている。

このユニットは、200頁を若干超える頁数で構成されている。

(3) ユニット3：放射性廃棄物政策法

このユニットでは、放射性廃棄物システムの重要な要素、すなわち、1982年放射性廃棄物政策法と廃棄物管理システムの開発における一般公衆の役割を特定することとしている。

このユニット3では、処分場サイトを決定する際のDOEの立場に類似させて、生徒達を一貫して意志決定の立場に置くようにしている。この中で、確率の概念が詳しく示されている。

また、このユニットでは、国家的な廃棄物管理への一般公衆の参加の重要性を強調しており、民主的プロセスで個人が果たす役割の重要性を指摘している。サイトがまだ選定されていない点が大きく強調されているが、ユッカマウンテンが特性評価に向けて選択したプロセスが詳しく述べられている。

このユニットは、約130頁から構成されている。

(4) ユニット4：廃棄物管理システム

この最後のユニットは、廃棄物管理システムの構成要素と同システム開発における困難な作業について述べている。また、同ユニットは、地層処分場に関して可能性のある構造的設計と立地や性能で必要な環境面での特性も検討されている。

ユニット4は、このシリーズの中で最も複雑かつ量的に大きなものとなっている。多重バリア概念の説明と有害廃棄物輸送中に講じられる安全措置の記述に、多くの部分が割かれている。生徒達は、多くの物理的実験をするように求められる。生徒達は、人口や概観といった基準に基づいてユッカマウンテンサイトの模型調査をするように求められる。生徒達には、理解したような同サイトが、廃棄物処分場選定の連邦基準を満足していることが示されることになる。

ユニット4は、約320頁から成っている。

3.1.3 教育用資料の選択（選択理由、代表的な特徴）

この資料が選択されたのには、いくつかの理由がある。まず第一に、政府機関としてのOCRWMは、米国の教育用資料の他の主たる提供源である専門機関よりも中立であると認識されており、このために、学校システムは比較的自発的意志で同資料を利用しようとする可能性が高い。連邦政府の他の機関（DOEの原子力・科学技術局、原子力規制委員会）も資料を作成しているが、OCRWMは米国の廃棄物を管理する最終的な責任を負っており、一般公衆の受容性を獲得する努力に最も利害関係を持つ機関である。

さらに、「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」は、本調査で見つけた中で最も総合的な教育課程である（非常に包括的すぎるきらいはあるが）。最後に、この4部から構成される資料の利用に関して収集できたデータは不完全なものであるが、本調査で見つかった他の如何なる教育課程におけるものと比較すると、より完全なものである。

また、この資料は、廃棄物管理問題に重点を置いている。ほとんどの諸国におけるのと同様に、米国における原子力発電に対する一般公衆の受容性は、国家の廃棄物管理に関す

る戦略に伴う問題により徐々に遅延をきたしてきている。このために、国家廃棄物管理プロセスへの生徒の理解を促すことに焦点を絞ったOCRWMの試みは、特に注目するに値するものであり、「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」は、米国の教育用資料の利用について、原子力発電と放射性廃棄物に対する一般公衆の受容性（アクセプタンス）を促すとの観点から検討する目的で分析を行うのに絶好の資料である。

3.1.4 選択された資料の詳細分析

3.1.4.1 概観

「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」は、一般公衆がリスクを統計的確率ではなく、大部分は慣れ親しんでいる事象に基づいて認知しているとの考えに基づいて明らかに作成されている（ユニット4の20頁を参照のこと）。

この900頁の4部から構成される教育課程は、教師と生徒に原子力発電、放射性廃棄物及び使用済燃料に関するほぼ全てを習熟させることを試みた大変な労作である。この資料は、原子力発電又は放射性廃棄物管理アプローチを直接的に支持するというよりも、そのほぼ全ての局面を啓蒙しようと目論んでいる。最終的な目標は、原子力発電を他の資源と同様に問題点と利点とを併せ持つ「単なる別のエネルギー資源」であるとの見方を生徒達が持つようにすることであるように思われる。

このプロセスの中で、OCRWMは発電と核分裂及び核融合の基礎に関する入門書を提供している。この教育過程では、放射性廃棄物の基礎、そして、これを管理する連邦政府のプロセスについて説明している。人体への電離放射線の影響が、米国の処分場設計、サイト承認プロセス及び処分場設計と同様に詳細に述べられている。

各ユニットにおける目標は、慎重な説明や習熟を通じて受容性を高めることであるが、以下に示すようないくつかのより巧妙な戦略が一貫して流れている。

- ①電力は重要であり、米国において原子力は電力の重要なエネルギー源である。
- ②原子力発電は、長所と短所を兼ね備えた単なるもう一つのエネルギー源にすぎない。
主たる短所は、廃棄物と使用済燃料の管理である。
- ③民主主義の構成員として、生徒は放射性廃棄物と使用済燃料に対処する国家的挑戦の成功を手助けする責任を負っている。
- ④国家の放射性廃棄物管理は、多くの管轄機関や団体が関与するプロセスである。
- ⑤ユッカマウンテンサイトは調査されているところであるが、処分場としてまだ選定されたわけではない。

⑥地層バリアは国際社会により最適なものとして選択されており、処分場設計は多重バリア概念を採用することになる。

全体として、この資料は全ての側面を網羅した有益なものである。技術的素材を進んで教えようとし、この話題に多くの時間を割くことができる教師が担当する教室においては、貴重な教育用のツールになる可能性がある。さらに、この資料は、原子力発電を最初から最後まで説明し、そのプロセスを啓蒙しようとする整然と整理された労作であるように思われる。この資料の大部分が教室で利用されたとすると、その生徒と教師は、自分たちの国のエネルギー構成要素の一つとして原子力発電を受け入れる可能性が大きいように思われる。

この案内書が強く求めていることの一つは生徒による演習（実習）活動であり、この資料の残りのほとんどに比較して、この生徒による演習は、より技術的正確さについて配慮しているように思われる。この演習活動は容易に実施できるように配慮されており、非常に効果的に生徒を国家の原子力政策意志決定者の立場に置くことにしている。

しかし、この資料の容量がもっと少なく、技術的な内容も少なければ、もっと有効であろうとも考えられる。この資料の4部全ては言うまでもなく、このユニットの一つに示されている指示に従って学ぶのに必要な時間を割くことは、米国の高校においてはほとんど不可能であろう。個人的活動で利用することもでき、それが貴重である可能性も否定できないが、この資料の底に流れている主たるメッセージ、すなわち、幅広い層が原子力発電に慣れ親しむようにするとの観点からすれば、そのような使い方は不完全なものといえよう。

技術的内容が多く量的に膨大であることに加えて、この資料の一部の事例では、原子力政策関係者にとっては馴染みがあるが、恐らくは生徒や教師が混乱すると思われる用語が使用されている。多くの事例において、この資料の作成者は、このような用語を単純な用語に置き換える努力を一生懸命している。その一方で、努力をしても報われないと判断した場合には、その用語を簡単なものにする努力を諦めてしまっているように思われる。

要約すれば、この資料は全体を網羅したもので有効性を発揮する可能性を持っているが、量的に膨大すぎるように思われる。この点は各ユニットで言えることであるが、それぞれにおいて採用されているアプローチは若干異なっており、以下においてユニット毎に別個に分析を行うこととする。

3.1.4.2 ユニット1：放射性廃棄物

このユニットは、「放射性廃棄物とは何であり、自分たち（生徒達）として何を必要があるのか」という問題に対応しようとしている。この資料では、以下に示す一連の指摘をすることで、生徒が放射性廃棄物問題を理解することが重要であるとしている。

①電力は重要である。

②原子力発電は、一つの重要な電力源である。

③生徒は、原子力発電の主たる欠点である放射性廃棄物に対処する国家的挑戦に重要な役割を果たすことができるであろう。

これらの指摘をするために、この資料の作成者は、電力の形態のエネルギーが重要であるとの単純な指摘を手始めにして、膨大な情報を取り扱っている。このユニットは、比較的長い「エネルギーと電力を考える(Energy and Electricity Review)」と題された節で始まっている。ここでは、位置エネルギーや運動エネルギー、そして、エネルギー変換といった基本的な概念が示されている。米国の電力会社のシステムが示されている。初歩的なものであるが、この資料は電力が日常生活でどのように使用されているかに重点を置いている。この部分は、教育課程全体の中で恐らく最も基本的なものと言えよう。

その後、このユニットでは、米国で電力生産に利用されている全ての資源について述べ、それぞれの長所と短所の一部を要約すると共に、生徒に自分達の州で使用されている資源を調べるように求めている。この資料が暗示しているメッセージは、電力が重要であるばかりでなく、原子力発電も電力を生み出す上で重要であるというものである。生徒は、全国レベルでの原子力発電量の時系列変化を図化する演習活動を行うよう促され、自分たちの州の電力生産における原子力の果たしている役割を概略として理解していることを示す図を作成するように求められている。

原子力発電の国家的な重要性が理解されたものと想定して、その後、生徒は放射性廃棄物管理という「国家的挑戦」に乗り出すことを促される。実際問題として、このユニットの生徒に対する最初の言葉は、「この冒頭の文章を読んだ時点で、きみたちは高レベル放射性廃棄物を管理する予定の世代に属することになる」となっている。そして、その後には、「放射性廃棄物問題で情報を与えられた上で意志決定ができるようになる必要がある」との文章が続いている (ix頁)。

この資料には、責任を受け入れることを促すよう企画されたいくつかの演習が含まれている。その一つにおいて、何も知らされていない生徒が、床全体にゴミ箱が置かれた教室の中に案内される。生徒は何もしないよう告げられ、数分間ゴミ箱の間に座るよう促される。その後、教師は、ゴミ箱が問題であると感じたかどうか、そして、それが誰の責任

であると考えたかどうかを尋ねるように促されている。これと同じことが、国家の放射性廃棄物管理の状況にも向けられるようにされている。

この資料は、様々な表、地図及び図を通じて、初歩的なものであるが原子力発電所や他の施設が全土に散らばっていること、程度に差はあるものの原子力発電所からの電力に全員が依存していることを繰り返し明らかにすることで、責任感というものを吹き込んでいく。このような考えを支える資料は多岐にわたっている。

しかし、この資料の作成者は、原子力に対する一般公衆の受容度を高めるとの目標から、原子力発電は単に発電のための多くの資源の一つにすぎず、全ての資源と同様に短所を持っているとの点を強調している。例えば、教師用案内書には、以下のような示唆が含まれている。

「電力生産に使用される各エネルギー源は、長所と短所の両者を持ち合わせている。主要なエネルギー源に関連した長所と短所とは何なのか？供給の信頼性（国家安全保障への影響を含む）、大気汚染、廃棄副産物、費用等といった要因を検討しなさい。」

(5頁) その後、この案内書では、主要なエネルギー源全ての長所と短所の一覧表を掲載している。例えば、石炭の場合、この資料では、長所として低い費用や国内埋蔵量の存在を掲げている。また、この資料は、問題点として、採掘時での石炭の有害性、供給の限定性、大気汚染を生じる点を指摘している。

この教育課程では、異なるタイプの放射性廃棄物について記述し、それぞれが、その安全要件に従った方法で管理されることを強調している。驚くことに、放射性廃棄物自身の記述には多くの紙面が割かれていない。このユニットでは、その管理の周辺に存在しているより大きな問題に対して非常に多くの紙面を割いている。

この資料は、4つのタイプの放射性廃棄物、すなわち、高レベル、低レベル、超ウラン及びミルテリングについて若干詳細に述べている。この資料では、極めて直接的に情報を与える姿勢を示しており、明確な記述をしている。廃棄物自身に関して、いくつかの指摘がなされている。まず最初の指摘は、放射性廃棄物は軍事及び医療活動を含む多様な発生源から生じており、エネルギー生産からだけ生じているものではないという点である。第二に、この資料は、異なるタイプの廃棄物には異なるタイプの取り扱いが必要であり、それぞれが厳格に規制され、適切に管理される点を明確にしている。

このユニットにおけるいくつかの個別的指摘は、指摘しておく価値のあるものである。最初に、この資料では、米国の原子力発電の将来に関して、以下に示すように他のエネルギー源と比較する中で積極的な見解を示している。

「原子力発電により生産される電力は1950年代以降全体として増加してきており、この傾向は継続している。1984年以降、原子力発電は石炭火力に続いて、米国の発電電力量の中で二番目の地位を占めてきている。新規の原子力発電所の発注は1978年以降なされてきておらず、1974年以降に発注された原子炉は建設されなかったが、建設中であった多くの原子炉は、既に完成して発電を行ってきているか、あるいは、近い将来に発電を開始する予定になっている。」(10頁)

第二に、この資料では、米国の電力規制緩和を巡る現状での熱い議論については時代遅れの見解を示している。この資料は、電力会社のサービスのあり方を述べる中で、規制緩和の概念を基本的に無視しており、「1社以上の電力会社が同じ顧客集団に電力を供給するのは無駄で高くつくことから、特定の地域に電力を供給するのは電力会社1社だけであり、その地域に他の電力会社は電力を販売していない」と述べている(生徒用読本、7頁)。

このような特徴は、この資料を生徒にとって部分的に分かりやすいものにするためのものかもしれない。しかし、この資料の改訂時(1995年)において、規制緩和がまだ初期段階にあったという事実を反映している可能性の方が大きいように思われる。それでも、規制緩和は当時において確実に視野の中に入っている問題であり、それを無視している点は興味深いことである。

最後に、この教育課程全体のほとんどと同様に、このユニットには、分かりづらい特殊な分野でしか使用されていないものであり、生徒にとって不明瞭と思われる用語が含まれている。例えば、このユニットでは、DOEは可能性のある処分場サイトを検討する責任を負っていると簡単に記述するのではなく、その代わりに、「放射性廃棄物政策修正法は、連邦DOEに対してサイト特性評価を実施するように規定している」といった記述で同じこと示す道を選択している。原子力業界に慣れ親しんでもらおうとする中で、「サイト特性評価」という用語に対する説明はほとんどなされておらず、恐らく多くの生徒は混乱するものと思われるが、この資料全体を通じて同用語が繰り返し使用されている。

3.1.4.3 ユニット2：電離放射線

このユニットは、同教育課程の残りの部分と同じように徹底的なアプローチを使用して、電離放射線の全ての側面について学級の理解が深まるようにしている。ここでも、完全な理解が受容性を高める最初の段階であるとの考えが明白に現れている。また、この資料では、被曝を低減するために、すなわち、リスクの観点をさらに低減するために講じら

れる遮蔽や他の手段についても議論している。生徒に自分自身の被曝線量計算をする方向に効果的に導き、原子力発電が比較的僅かしか寄与していないことを示唆しようとしている。

このユニットでは、原子構造の基礎、同位体の特定及び電離放射線の生物学的側面を記述している。放射能崩壊や半減期も、廃棄物処分の長期的計画立案の必要性を学生が理解するのを促すために詳しく議論されている。全体として、このユニットは極めて技術的な内容となっており、原子力発電の文脈の中で放射線を完全に記述する過程で、化学や人体生物学の問題を取り扱っている。生徒は、半減期を計算するように求められ、いくつかの非常に挑戦的な数学や化学の演習問題を行うことになる。

このような事実に基づく情報提示の中で、この資料の作成者は、いくつかの重要な指摘を行おうとしている。その最初の点は、多くの電離放射線発生源が存在し、人工放射線源はその構成要素であるが、ほとんどの線源は天然起源のものであるということである。その目標とするところは、放射線が様々なレベルで自分たちの周りに日常的に存在している点を指摘することで、生徒と教師に安心感を与えようとしているように思われる。ここでのメッセージは、自分たちの周りに日常的に存在する全ての放射線源の中で、原子力発電は実際には極めて小さい寄与源でしかないということである。

生徒には、ジェット機での旅行中において、ラドンに晒される結果として、そして、カリウムや炭素を含有する食物を毎日摂取する結果として放射線に被曝することが告げられる。また、喫煙、医療措置、ランタンマントルに晒されることでも全て被曝する可能性がある、と生徒には告げられる。

この教育課程では、さらに一步踏み込んで、原子力発電又は処分場からの電離放射線による被曝線量見積値は微量であり、被曝線量の大部分は他の線源からによるものである点を示唆することをしている。平均的な個人の被曝線量である約360ミリレムの内、天然起源の線源による寄与が80%以上であるとの点が、生徒に繰り返し告げられることになる。原子力発電活動の結果としての被曝（「職業上、フォールアウト及び原子燃料サイクル」として記述される）は、線源として明確には特定されておらず、むしろ「種々雑多な」線源に含まれている。種々雑多な線源は、寄与度が1%未満のものであるとされている（生徒用読本、7頁）。

一つの演習の中で、生徒は、過去の週において摂取した食物の結果としての内部放射線への自身の被曝線量を見積もるように求められる（38頁）。また、生徒には、選択された飛行機による移動の結果や故郷での宇宙放射線による被曝を全体として見積もる上で必

要なデータも与えられることになる。

最終的に、生徒は作業用シートの助けを借りて、自分自身の個人被曝線量を見積もるように求められる。生徒は、原子力発電や放射性廃棄物が自分自身の放射線被曝の非常に僅かな部分しか占めないとの結論に必然的に到達することになる。(103頁) この生徒による演習が、このユニットにおいて恐らく最も重要であり、原子力発電と廃棄物に対する受容性を高める上で最も効果的でありそうに思われる。

個人被曝線量計算のための作業用シートからは、「原子燃料サイクル」の結果としての年間平均被曝線量を0.1ミリレム、「原子力発電所」の結果としてのものを0.05ミリレム、「放射性物質の輸送」の結果としてのものを0.01ミリレム、低レベル放射性廃棄物処分サイトの結果としてのものを0.1ミリレムと特定している。興味深い点は、この演習には、計算の中に高レベル放射性廃棄物処分場からの被曝が含まれていないことである。この資料の作成者は、この演習に伴う指摘の中で、「予想される」被曝線量が定置段階で「EPAの指針である25ミリレム/年を大幅に下回り」、そして、使用済燃料の輸送に伴うものは極僅かであると特定している(103頁)。

このユニットは、電離放射線に人体が被曝した場合の影響を極めて効果的に示しているように思われる。しかし、このユニットでは、低レベルの放射線と様々な疾病との関係について若干混乱を招く表現をしている。全体として、この資料では、多くの事柄により癌や遺伝的影響が引き起こされ、低レベルの放射線も可能性のある原因全体から切り離すことはできないという点を示唆している。しかし、この資料は、ある点において、「多くの事柄により癌又は遺伝的影響が生じることになる。これらの影響は、放射線により生じたものと区別することはできない。従って、低レベルの電離放射線に被曝した影響を正確に見極めることは非常に難しい」ことを示唆している(生徒用読本、4頁)。しかし、教師用案内書では、「天然起源放射線源は、米国の住民において一般に想定される癌による死亡の1-3%にしか寄与していないということが、科学者の間では一般に受け入れられている」ということを示唆している(47頁)。

高レベルの放射線に関して、この資料では、それにより癌が生じる可能性があるとの事実を極めて明確に示している(生徒用読本、25頁)。しかし、障害児出産への放射線影響の可能性についての記述には明確さが欠けている。「障害児出産：生命の事実(Birth Defects: A Fact of Life)」と題された読本において、この資料の作成者は、「電離放射線による遺伝的な障害は人間において観測されきていないが、そのような欠陥を予測させる十分なデータが研究室レベルからは得られている」と述べている(生徒用読本、27

頁)。

最後に、このユニットにおける資料は、非常に複雑で量的に多いと同時に、ほとんどの場合において効果的なものであると考えられる。ほとんどの内容は、高学年の生徒に相応しいものである。例えば、放射能崩壊の計算において、生徒は対数を使用することを求められるが、これは米国の多くの高校生にとって、極めて挑戦的なものであるように思われる。

3.1.4.4 ユニット3：放射性廃棄物政策法

このユニットでは、米国の放射性廃棄物管理の時間的枠組みや責任を明記した1982年の法律だけでなく、それ以上のものを取り扱っている。ここでは、米国の放射性廃棄物を管理しているプロセス全体を取り扱っており、単純なアプローチを採用している。ほぼ全ての演習は、放射性廃棄物に対処する政策立案者と同じ立場に生徒を置くように意図されている。その目標とするところは、生徒に同様の意志決定をするように強いること、そして、それから踏み込んで、現状における原子力政策立案者が直面している難しい選択への理解を促すことである。

いくつかの演習では、原子力政策立案者が直面しているのと類似した意志決定をすることを生徒に求めている。生徒には、技術的問題と社会的問題との違いが示され、それぞれに対応することが求められる。この演習が基本的に目標とするところは、大規模プロジェクトに伴う段階の数とタイプとを生徒に紹介すること、長期的な計画立案の重要性を指摘すること、そして、最後に、「DOEが放射性廃棄物管理計画で直面している業務の複雑さについての結論を引き出すこと」である(7頁)。

別の演習では、生徒に対してグループに分かれて、NWPAに関する一連の主要な質問に回答するよう求めている。それぞれの質問、そして、それぞれにおいて引き出される回答は、この法律と全体としての米国の廃棄物管理プロセスを生徒が受け入れるのを促すように企画されている。一つの質問では、「放射性廃棄物政策法と修正法では、放射性廃棄物処分の技術的及び社会的側面の両者をどのように考慮しているのか？それがなぜ重要なのか？」と尋ねている(13頁)。さらに、生徒は、米国の民主主義プロセスに参加し、米国の廃棄物管理への「挑戦」の一翼を担うように極めて直接的に求められることになる。最後に、このユニットでは、処分場の選択が、既往の結論となっているのではなく、多くの関係者が参加する慎重なプロセスの中で行われることを強調している。最終的に、生徒には、確率の概念とその廃棄物管理政策への利用とが紹介されることになる。

教師は、このユニット全体を通じて、国家的問題に対する個人の責任の感覚を教えるように求められている。NWPAは、このタイプの参加を促す模範的な道具として提示されている。このユニットにおける最初の演習への案内の中で、教師には、以下に示す米国建国の父の一人で第三代大統領であるトーマス・ジェファークソンによる発言の引用が提示されている。

「自分としては、社会における最終的な権力の安全な落ち着き場所が人民自身以外にないことを承知しているが、健全な自由裁量により管理するのに人民が十分精通していないとするなら、それへの対応策は、人民からそれを取り上げるのではなく、教育により自由裁量を教え込むことである。」（2頁）

その後、教師は、引用したジェファークソンの言葉とNWPAに対して考えていることについて生徒の発言を促すように求められている。教師は、「現状で実在する事例としてNWPAと1987年修正法とを使用し、それを参加型民主主義の学級内検討の出発点」として討議を行うように求められている（2頁）。

また、このユニットでは、多くの紙面を割いてリスクと確率の概念も説明している。生徒は、確率を計算するように求められる。また、全ての人間活動にはリスクがつきまわっており、政策立案者の業務がそのようなリスクの管理であるとの事実に関する広範な議論も展開されている。この議論の目標とするところは、以下の二つであるように思われる。

- ①原子力発電のリスクを管理し、原子力発電のリスクを他の全てのリスクとバランスさせることを求められる原子力政策立案者と同じ立場に学生を置くこと
- ②原子力発電の利用に伴うリスクが他の多くの活動ほどには大きくなく、そして、そのリスクが大きいとの認知することは、恐らく知識不足によるものであるとの点を示唆すること

生徒は、この二番目の点を明確にするために、評価致命傷原因を使用して喫煙、飲酒、スキー及び原子力発電の利用を含む30項目の活動をランク付けするよう求められる。生徒は、これら活動をリスクの最も高いものから、最も低いものに向かって順序付けるよう求められる。それが終わってから、生徒には、原子力発電が30項目の内の20番目に順位付けられている実際の評価により得られた順位表が示されることになる。また、生徒には、この研究で得られた別の結果、すなわち、非専門家集団が原子力発電を30項目の活動全ての中で最もリスクが大きいとしている結果も提示される（教師用案内書、20頁）。

ここでは、多くの非専門家、理解不足のために、原子力発電を実際よりも危険である

と認識していることを明確に示そうとしている。

最後に、このユニットでは、NWPAにおいて規定されている複数関係者参加プロセスを一貫して訴えることで生徒を安心させようとしている。生徒は様々な演習活動を通じて、同政策法を読破し、その主要な部分を書いて再表現することを求められている。このユニット全体を通じて、同政策法の主たる目標がプロセスに従うことである点と、多様な集団が同プロセスに参加することが強調されている。問題への回答の試みを通じて、生徒は州やインディアン部族を含む様々な集団が果たす固有の役割を詳しく検討するよう求められている。ここでのメッセージとは、これら集団全てが十分配慮されたプロセスに参加するとの点、そして、如何なる意志決定もまだなされていないが、ユッカマウンテンサイトで現在調査が行われているとの点である。

3.1.4.5 ユニット4：廃棄物管理システム

この最後のユニットでは、提案処分場と廃棄物輸送システムが詳細に述べられている。両システムの開発が難しいことが強調されている。また、この資料では、処分場立地に必要環境面での特性に関する議論にも多くの紙面を割いている。

全体として、このユニットでは、以下のような点の再確認に重点を置いている。

廃棄物輸送と処分の問題は複雑であるが、以下のようなものである。

①処分場と廃棄物の輸送は、既に十分理解されてる多くの技術を採用している。

②多様な機関が、立地、特性評価及び設計プロセスに関与している。

生徒用読本では、各機関の責任を詳細に説明している。そして、その後のパズルにおいて、生徒は各機関の役割を再記述することが求められている。

③処分場は多重バリアプロセスを採用する予定である。

生徒に対しては卵を落下の衝撃から保護する「多重バリア」保護システムを構築するよう求める演習が課せられ、それを通じて同概念の理解を促すことがなされている。このプロセスは、廃棄物キャニスターに対してなされる30mの落下試験に対比されている。

さらに、生徒用読本には、処分場を構成する各タイプのバリアの概要と概要図が慎重に示されている。そして、その後のパズルの中で、生徒は各タイプのバリアを再度表現することが求められている。

④処分場サイトの選定は、慎重で首尾一貫した方法で実施されているところであり、(本教育課程作成時点において)同サイトは全ての要件を満足している。

この概念を補強するために、生徒はユッカマウンテン地域に非常に良く似たサイトの模型分析を実施するよう求められる。生徒は、地理、人口分布及び土地所有権の面からサイトを評価するよう求められる。ユッカマウンテンに非常によく似た地域に対する分析の後、そのサイトがDOEのサイト選定基準を満足しているとの結論に生徒は導かれることになる。その延長線上で、生徒はユッカマウンテンが許容可能なサイトであるとの結論を頭に描くことになる。また、生徒には、ユッカマウンテンサイトが連邦政府の安全基準を全て満足している点（少なくとも同資料作成時において）が直接告げられることになる。

生徒には、吸着特性、熱伝導度及び可塑性を含む地層の特性についての多くの情報が与えられる。生徒はクイズにより各特性に対する理解度が試され、これら特性の多くに対する多くの実験試験をするよう求められる。

当初において、多様な科学的実験に多くの時間を費やす理由が不明確であるかもしれない。これに対する回答も、この資料全体を通じて同じである。すなわち、この資料の作成者は、原子力政策立案者が直面している問題を生徒が理解すれば、原子力と放射性廃棄物に関して将来なされる予定の選択を受け入れる可能性が大きくなると明らかに考えている。

また、多くの紙面が廃棄物輸送に関連した安全対策の説明に費やされている点も指摘しておく必要がある。明らかに、OCRWMでは、この廃棄物管理システムの部分が一般公衆の受容を得る上で最も大きな障害の一つであると考えている。

廃棄物輸送の安全性についての再保証を示す中で、以下のような点が強調されている。

- ①放射性廃棄物は、40年間にわたって輸送されてきている。
- ②輸送経路の設定やキャニスター設計の全ての段階は、リスクを最小限にするよう配慮されてきている。
- ③多くの機関が安全に対する責任を共有している。
- ④キャスクは、多くの異なる方法で試験されてきている。
- ⑤全ての影響を受ける州には、多くの情報が与えられることになろう。

一つの典型的な演習において、生徒には自分たちの州における州知事の役割が与えられている。生徒には、運輸省が有害物質輸送経路の計画立案にどのような基準を使用しているかが告げられ、自分たちの州を通過する有害物質輸送経路を設定するよう求められることになる。

この教育課程の残りの部分の場合と同様に、このユニットの部分も、利用するには余り

にも技術的で難解であるように考えられる。例えば、このユニットには、ゼオライトに関する一連の背景情報が示されている。それは、以下のような文章から始められている。

「ゼオライトのモノ珪酸アルミニウムの枠組み構造はシリカ四面体、すなわち、4個の酸素原子により中央の1個の珪素原子が取り囲まれているものである。珪素の原子価（最大電荷）は+4であるのに対して、各酸素原子の電荷は-2である。従って、四面体構造の SiO_4 は、 $-4[+4+4(-2)]$ の電荷を持つはずであり、錯陰イオンに分類されることになる。」

このような高いレベルの詳細な内容を示すことが、この教育課程において有効かどうか疑問である。より多くの図の利用に重点を置くべきであり、そうでない場合には、そのような資料は多くの高校生にとって不適切であると思われる。

しかし、このユニットは、提案されているユッカマウンテン処分場設計を理解する上で特に有効である。各構成コンポーネントが、生徒用読本の中で十分に記述され図示されている。スライドや生徒の演習において、設計の図示は特に明確で有効である。

3.2 スウェーデン

3.2.1 要約

Svensk Karnbranslehantering Aktiebolagによる「深くで(At Depth)」^{注25}は、SKBによる若年層を対象とした主たる情報提供ツールである。この「深くで」は、再生紙で印刷され、いくつかの「反文化」的要素と「設計」グラフィック的要素とが組み合わされている。教師用案内書とオーバーヘッド用スライドとが一緒になっており、技術的側面に重点を置いた資料であるように思われる。この年齢層を対象とした他の冊子と同様に、SKBが学校システムに配布している教師用教材カタログ（「教育におけるエネルギー」）に掲載されている。

この内容のほとんどは、一般的な教育努力として位置づけられるものかもしれない。SKBの主たる努力ポイントは、放射性廃棄物問題についてのSKBの考え方を将来の有権者および潜在的政策立案者に示すことである。この冊子の大部分は、科学的な内容を平易に解説するために、この冊子全体が明らかに客観的トーンで貫かれている。従って、原子、アルファ放射線又は核分裂生成物を説明している部分とより政治的又はより見解に基づいて記述されるべき内容の他の部分との間の移行が、非常に不明瞭なものとなっていることに注意が必要である。

3.2.2 特徴的構造

3.2.2.1 章／節

「深くで」を構成する6つの章は、以下のようになっている。

- 1.我々は解決すべき問題を抱えている
- 2.あなたはどのように解決していくつもりなのか？
- 3.これが解決に向けて我々が考えていることである
- 4.場所を見つけ出すために
- 5.選択はあなたがたの手に
- 6.事実と用語集

^{注25} 以前、「深い中で(In the Deep)」と翻訳していた点を指摘しておく必要がある。論文要旨集「教師と原子力(Teachers and Nuclear Energy)」に論文を発表したAhlen等から、「深くで(At Depth)」の方が好ましい翻訳であることを知らされた。この表題の曖昧さは意図的なものである。すなわち、これは、この冊子によりなされている「詳細(in-depth)」で広範な説明と、深地層処分場(deep repository)解決の両者にひっかけたものである。また、1993年当時において、Ahlenが報告しているように38頁から構成される冊子にすぎなかったが、1993年以降において大幅な手直しが行われている点も指摘しておく必要がある。

これらの「章」又は節には番号が割り振られていないが、全てにおいて、燃料ペレットが全体に描かれた頁と「章の表題」だけで1頁を構成しているものが導入部となっている。

しかし、一般的な感覚で「章」が記述されている（例えば、ある話題を記述した連続的な文章で数頁が構成されているといった）と考えることは現実的でない。このSKBの冊子において、最も長く取り扱われているテーマでも、見開きの隣接する2頁の中に納められており、独立した事実に基づく記述が、頻繁に小さな空間に張り付けられている。ほぼ頁をめくる毎に、新たなテーマ又は側面が取り上げられている。主たる内容は平易な科学的なものとして表現できるものであり、以下に示すような科学的及び技術的テーマが主に取り扱われている。

- ①電力生産における原子力の重要性
- ②原子力発電所がどのように機能するのか
- ③原子力発電所の操業で発生する異なるタイプと量の廃棄物
- ④放射線、電離化放射線、ベクレル、シーベルト、自然バックグラウンド放射線、ラドンとは何か
- ⑤どんな放射線が原子燃料に含まれるのか
- ⑥放射線が危険な理由と線量限度
- ⑦リスクとは何か

その後、以下のような他のタイプのテーマが、SKBとその役割をより直接的に扱っている頁で取り上げられてる。

- ①SKBに関する事実
- ②スウェーデンの政治における原子力発電問題の政治的歴史に関する非常に限定的な流れ
- ③SKBが廃棄物をどのように取り扱い、廃棄物を取り扱うためにどのような計画をしているのか（輸送、中・低レベル廃棄物処分場、使用済燃料中央貯蔵施設、封入、深地層貯蔵）

また、この冊子では、ナチュラル・アナログや他の6カ国（フィンランド、日本、アメリカ、ロシア連邦、フランス、ドイツ）における廃棄物問題の対応に関する情報も示しており、6種類の代替手法（1-燃料再処理、2-核変換、3-監視付き地上貯蔵、4-宇宙処分、5-海洋処分、6-深地層掘削孔）に関する簡明な議論も示されている。

一つの節では、より明確に社会科学的側面を取り扱っており、SKBにより計画されて

いる立地プロセスについての情報が示されている。SKBが経験したストールマンとマローでの地域住民投票で敗れた2件の大きな痛手についても記述されているが、その内容は非常に短いものとなっている。

3.2.2.2 写真や図の利用：「目に見えないものの可視化」

この冊子では、紙面が許す限り、文章よりも写真や図の方を多用する方法を選択している点は重要である。100頁の内、如何なる図資料も使用されていないのは3頁^{註26}しかなく、26頁程度は紙面の半分以上が図で埋められている。60枚程度の写真と47枚の図が使用されている。このような図表示を多用している動機は何であろうか？非常に多くの図表示をするには、明らかに原稿作成や印刷に多大な労力を必要とすることから、このような選択がなされた理由を考えてみる価値はあろう。一つの仮説は、写真や図面の広範な使用によって放射性廃棄物問題の「啓蒙」を意図しているということである。恐らく、このような図や写真の多用は、原子力発電や放射性廃棄物のリスク認知に関してしばしば見られる「目に見えない/手の届かない/制御できない」といった側面を避けるための意図的な努力であろう。従って、このような選択がなされたのは、若年層に可視的に訴えかけることができる可能性のある色彩豊かなレイアウト、魅惑的な書体や他の編集面での特徴を活用しようとする意図ばかりでなく、放射性廃棄物問題で係わってくる「目に見えない」電離放射線の概念を、目に見える具体的でより理解しやすいものにするために入念に考慮された努力でもあると判断できる。

この冊子に示されている107枚の写真/図面のいずれも、電離放射線のもつ負の意味合いと直接関係するものはない。マスコミによる原子力発電や放射性廃棄物問題の報道において子供達がよく目にする負の側面に焦点を当てた非常に強烈な図資料とは、これらは恐らく非常に際立った対照を示していると言えよう。何らかの「負」の側面を実際に示しているのは癌の原因を図示した1枚の図であり（23頁の）、原子力業界からの線量寄与は、人体被曝線量への赤刷りされた人工線源からの寄与と一緒にされている。

3.2.2.3 意志疎通の単位：見開きの隣接する 2頁

この冊子を見る際、それぞれの見開きの隣接する2頁を、重要かつ「最大の」意志疎通単位としてみるのが重要である。若い政治家の意見を記述した頁と事実及び用語を示した頁だけしか、見開きの隣接する2頁を超えて文章が掲載されている例はない。特に、

^{註26} 26頁、51頁および81頁である。

「我々は解決すべき問題を抱えている(We have a problem to solve)」部分に示されている事実と情報の全ては、見開きの隣接する2頁に紙面が限定されている各情報提供単位内に収まるように、文章を整える大きな努力がなされている。例えば、16頁と17頁において、放射線、電離放射線、異なるタイプの電離放射線、ベクレル、シーベルト及び線量用語の全てが、見開きの2頁の中で説明されている。時として、この意志疎通単位がもっと小さい場合もあり、1頁より小さい「事実記述枠」（例えば、8頁の「環境保護業務」）、あるいは、1頁のもの（例えば、31頁のSKBに関する事実）もある。放射性廃棄物管理のような複雑な事柄を対象にしていることを踏まえると、同冊子の各意志疎通単位が、見開きの2頁にしか利用できない限られた紙面に収まるように構成されていることは注目すべきことである。

3.2.3 「深くで」と一般公衆の受容性（アクセプタンス）

3.2.3.1 「我々共通の問題」

この冊子から発信されている中心的論点、そして、SKBによる他の情報提供努力においても見られることは、繰り返し指摘されている「単純な」メッセージ「我々全員が共通の問題を抱えている」という点、すなわち、電力を消費しているスウェーデンの市民として、全員が発電により生じた廃棄物を管理する共通の責任を負っているというものである。これは、誤った記述ではない。しかし、客観的にみて、これだけでは不完全である。現実問題として、料金を支払っている電力消費者は、少なくとも消費者としての責任を既に果たしてきている。すなわち、子供達に対して、両親や他のスウェーデン市民は「廃棄物問題を解決する」ために消費電力に対して課せられた特別税を既に支払ってきているとの情報を提供するのが正解であろう。廃棄物管理問題に対処するための「資金は確保されており」、現状（1997年末）でSKBには220億クローネの資金が積み立てられているとは述べられているが、これら資金を子供達の両親と市民がこれまで支払ってきており、そして、今後も支払い続けることになるとの事実は、この冊子の中で全く触れられていない。従って、市民が責任を果たすために何かを、すなわち、非常に重要な何かをしてきているとの情報を持たない読者は、「何かをする必要がある」との差し迫った考えを持つことになるかもしれない。SKBが、この市民により払い込まれた多額の資金を管理する責任を負っていることは真実である。従って、SKBの廃棄物管理活動は、子供達が寄付をする道義的責任を持つような純粋に利他的な活動ではない。このような点の指摘が欠如していることは、この「深くで」において失望させられる特徴である。

この冊子から発信されている指摘を受け入れるとすると、その読者は既に電力消費者としての責任、すなわち、結局のところSKBにより示唆された言葉で「我々にとって共通の問題」を受け入れたことにもなる。「我々にとって共通の問題」という考え方を受け入れたと考えれば、その後において、技術的問題、すなわち、耐久性があり安定な様々な貯蔵解決策とはどのようなものなのか等の詳細な事柄に話題が移っていくのは「自然の」流れであるといえる。

3.2.3.2 他の注目点

① 電離放射線による治療と被害の側面の一体化

電離放射線の潜在的な有害性が、保健の意味合いから示されている。電離放射線は癌を治すかもしれないと同時に、癌を引き起こす可能性も持っている。原子力発電からの線量寄与分と保健治療に伴う線量とを一体化したものが、23頁の図に繰り返されている。

② 6種類の代替手法の短所、そして、長所も

現状において好ましい解決策とされている深地層処分に代替する方法での処理について、非常に簡単ではあるが、全体としては偏見のない情報が示されている。代替方策における有利な主張もなされているが、しばしば、非常に重要な欠点の指摘で代替方策の記述が締めくくられている。

③ 可視化が困難な事柄を具体的でより有形のものにする

先に述べたように、写真や図を多用することで、内容をより具体的で有形のものにするための顕著な、そして、入念な努力がなされている。

④ 一般公衆の知識レベルを高める可能性のある効果

本冊子の主たる力点は、一般公衆の教育という言葉で最も良く表現することができる。非常に複雑な事柄を単純化された方法と図や写真を多用して示すことに完全に成功していると判断することができる。この冊子を見た限り、放射性廃棄物分野に関係した主要な基本概念を読者に教え込むことに成功しているように思われる。一般公衆を対象とした総合的であるが、それでも理解可能な情報提供が放射性廃棄物分野においては極めて希であることを考えれば、この冊子はさらなる価値を持っているといえる。原子燃料廃棄物だけに対象を狭めるのではなく、広範な放射線に係わる分野を対象にしていることから、教材を

入手するのが難しい技術分野内での教育補助教材として、しばしばこの冊子を利用できるかもしれない。従って、読者に対して与える同冊子の最大の効果は、放射性廃棄物問題が関係する広範なテーマについての知識レベルを高めることであるだろう。

ここでは、同分野における知識の高まりが、廃棄物管理計画に対する受容性と常に多かれ少なかれ関連性を持っているのかどうかについて判断はさておくとして、一般公衆に対する教育努力が広範な対象者に対してなされるとするならば、明らかに、スウェーデンの一般公衆は、より多くの情報を提供された中で放射性廃棄物問題に対する判断ができるようになるだろう。

3.2.4 詳細な内容の記述

この冊子の一部についての詳細な内容を、以下に示す。

4頁：燃料ペレットの写真

5頁：「我々は解決すべき問題を抱えている」（「我々」がSKBを指すのか、それとも、「全てのスウェーデン人」を指すのかは明記されていない。）、章1

6-7頁：「廃棄物は存在する」との表題が付けられたフォルスマーク原子力発電所の写真

7頁：

「スウェーデンでは、20年以上にわたって原子力発電により電力を生産してきている。現状において、原子力発電は、同国電力供給量の約50%を構成している。このことは、あらゆる電灯、あらゆる電気調理器具、あらゆる計算機の半分がが原子力発電からの電力で稼働していることを意味している。光、動力及び熱を生み出す電力からは、しかし同時に放射性廃棄物も生じている。スウェーデンの将来におけるエネルギー供給がたとえばどのような形態になったとしても、この廃棄物は存在することになる。

廃棄物は、このスウェーデン内で対処しなければならない。内閣と議会とは、そうすること決定し、そして、スウェーデン原子燃料・廃棄物管理会社(SKB)は、スウェーデンの放射性廃棄物の面倒をみることをしている。SKBでは、現状において既に操業中のシステムと将来に対する計画を持っている。」

8-9頁：木々の上に霧が垂れ込めている秋の湖の写真。この写真の中に、「環境保護業

務」と表題をが付けられた文章用の枠が設けられている。

8頁：文章用枠：環境保護業務

放射性廃棄物の面倒をみることは、重要な健康及び環境保護面の両業務を履行することである。廃棄物は、間違った取り扱いをすると大きな損害を引き起こす可能性がある。しかし、放射線と有害要素が周辺に拡散されない限り、健康を心配する必要はない。1970年代から、原子力発電業界は、その操業に対する責任を負い続けてきている。その時以来、原子力発電所の所有者が、そこから生じる廃棄物の面倒をみることができていることを政府に対して実証できなければ、その原子力発電所の操業は認められないことになっている。これらの責任を全うするための技術、資金及び知見は存在している。研究団体の大多数は、廃棄物の面倒をみるスウェーデンのシステムが非常に高い水準にあることに同意している。保健と環境保護に関する業務において非常に単純明快なことは、それをやり遂げなければならないということである。

9頁：資金は確保されている

廃棄物の面倒をみるための費用は、現状の電力価格の中に既に含まれている。1997年において、原子力発電からの電力1kWh当たり約100c (1/100スウェーデンクローナ(SEK)) が別枠として確保された。このことは、1997年において8億SEKが別枠で確保されたことを意味している。さらに、毎年約15億SEKの利子収入がある。これらの資金は、廃棄物管理にだけ使用される「Riksgldeb」特別会計に置かれている。1997年末の時点で、約220億SEKが蓄積されていた。2000年において、その額は約450億SEKとなる見込みである。

10-11頁：廃棄物はここからやって来る

図：10頁に4カ所の原子力発電所の写真、そして、それらの所在場所が示してあるスウェーデンの地図

スウェーデンは、主に原子力により電力を生産していることに起因する放射性廃棄物を抱えている。少ない量の廃棄物が、医療、産業及び研究活動に伴い発生している。廃棄物は危険であり、その面倒をみる必要があり、そうしなければ、人間、動物及び自然に対してリスクをもたらす可能性がある。

スウェーデンの原子力発電は、スウェーデンの電力供給の約50% (約70 TWh) を供給

している。残りの電力は、主に水力発電により供給されている。同国には4か所の原子力発電所があり、全部で12基の原子炉が存在している。それらは、Skaneのパーセベック、Hallandのリングハルス、Smalandのオスカーシャム、Upplandのフォルスマルクの各原子力発電所である。

燃料としてのウラン：原子力発電所において、ウランは燃料として使用される。ウランは、世界中の全ての地域に存在し、多くの諸国で採掘されている。スウェーデンには、開発するに値するウラン資源は存在していない（原子炉で利用される以前の濃縮ウランの写真）。このために、スウェーデンはオーストラリア、カナダ及びロシア連邦からウランを購入している。ウランは採掘場で採掘されて粉碎され、鉱石に含まれるウラン235の含有量が非常に小さいために濃縮されることになる。このウランは小さなセラミックの円筒形に成形されることから、これらは「Kutsar」（スウェーデン語で）と呼ばれている。これらは長い管の中に充填され、その後、この管は原子炉の燃料要素を構成することになる。原子炉内には、100トン程度のウランが存在している。毎年、この燃料の1/5が未使用の燃料と交換されている。

原子力発電プラントでどのように発電がなされるのであろうか：原子炉内で、ウランは分裂する。分裂したウラン原子核から、中性子が放出される。これら中性子は順次他の原子核を分裂させることになり、連鎖反応生じる。この連鎖反応の中で、熱が生じる。この熱が水を蒸気に加熱するのに使用される。この蒸気はタービンを回転させるのに使用され、その回転力が発電機に伝えられることになる。蒸気がタービンを通過した段階で、この蒸気は水に凝縮され、原子炉のタンクに循環される。

12-13頁 異なる種類の廃棄物

原子力発電所では、異なる種類の廃棄物が発生する。この廃棄物は、放射能元素のタイプと量に従って低レベル、中レベル、高レベル放射性廃棄物に分類されている。この分類は、その廃棄物をどのように処理する必要があるかによりなされている。低及び中レベル放射性廃棄物の場合、貯蔵による解決策、すなわち、フォルスマルク原子力発電所の外側に操業放射性廃棄物処分場（SFR）が存在している。高放射性廃棄物は、現状において、オスカーシャム原子力発電所に立地している使用済燃料中央貯蔵（CLAB）施設の水を張ったプールに貯蔵されている。従って、この中間貯蔵の後に、この廃棄物は深地層貯蔵に引き渡す必要がある。放射性元素が廃棄物中にどの程度長く存在するかに従って、長寿命と短寿命の廃棄物の間にも区分がなされている。これは、必要とされる最終貯蔵の種類

を決定することになっている。

①操業廃棄物：原子力発電所が操業されると、一部の放射性元素は水中や燃料の周辺に出てくる。これら元素はフィルターやイオン交換物質により捕集され、水は精製されることになる。これらフィルターは定期的な間隔で交換され、中レベル放射性廃棄物の主要な部分を構成することになる。原子力発電所では、汚染されている可能性のある防護服、布きれ、工具、交換部品の面倒さえもみることを行っている。この廃棄物は低レベル放射性廃棄物であり、500年程度封じ込める必要のある元素を含有している。

②使用済燃料：原子力発電所からの廃棄物における99%の放射能は、使用済燃料に含まれている。その容量として占める割合は5%にすぎない。これは高放射性廃棄物であり、多量の電離放射線を放出し、多量の熱を生じるものである。そのために、遮蔽と冷却の双方を行う必要がある。1000年後、直接的な放射線はほとんど存在しなくなる。しかし、この燃料の有害性は残っていることから、国内的に処分するとすれば、これは10万年間にわたって封じ込める必要がある。

③解体廃棄物：原子力発電所を解体する必要がある場合、特定の部品は放射性廃棄物として取り扱う必要がある。原子炉の特定の部品は高い放射能を帯びており、使用済燃料の場合と同じ方法で取り扱う必要がある。残りのものは、500年間まで封じ込める必要のある低・中レベル放射性廃棄物である。

14-15頁：そんなに多量の廃棄物が存在することになるのか

図：14頁は、廃棄物総容量を図示するために、グローブ(Globe)と呼ばれるストックホルムにある有名なスポーツ(コンサート)会場を使用している。このグローブの総容量は60万 m^3 である。

図におけるカラーの使用：黄色は短寿命廃棄物(500年未満)の容量を、赤色は長寿命廃棄物(ほぼ10万年)の容量を示すのに使用されている。

15頁：14頁におけるのと同じ色使いの1リットルドラム缶が、そのドラム缶内の各要素を記述した文章(50%：解体廃棄物、40%：運転廃棄物、5%：原子炉部品、5%：使用済燃料)と一緒に示されている。

15頁：これだけの量の廃棄物が生じるであろう

12基の原子炉が2010年まで操業された場合、約20万 m^3 の放射性廃棄物が生じることになろう。2010年までの累積総容量は、スポーツスタジアム「グローブ」の容積の約1/3

である。この廃棄物は固体の状態である。約10%は長寿命元素であり、その長寿命元素の内の約50%は高放射性使用済燃料である。9万 m³は運転廃棄物、10万 m³は解体廃棄物である。全ての原子炉が現時点で閉鎖された場合、面倒をみる必要のある廃棄物の容量は15万 m³になろう。4人から構成される1家族が1年間で使用する電力を発電するのに原子力発電から生じる廃棄物は、1リットルのコンテナで十分貯蔵することができる。

16-17頁：放射線とはなにか

放射線は、波と粒子の形態でエネルギーを輸送する。いくつかの事例としては、可視光線、紫外放射線、極超短波、ラジオ波、エックス線、放射性元素からの放射線が挙げられる。原子核が余剰エネルギーを持つと、原子核は放射線を放射する。原子核は、この余剰エネルギーを放出し、より安定な状態に遷移していく。これらエネルギーを放出する原子の原子核は、不安定で放射性であると呼ばれる。

16頁の図：プロセスの様々な段階（原子炉が運転を停止した後の原子炉内で発熱量300万 W/t、200万 W/t（電気機関車を稼働させる必要なのと同じエネルギー量））において原子燃料から放出されるエネルギー量が示されている。約20万 W/tでCLABに搬送された場合、30-40年後には1000 W/t程度に（すなわち、加熱器と同じエネルギーレベル）、1000年後には100 W/t程度に（すなわち、電灯と同じエネルギーレベル）なる。

電離放射線：電離放射線とは、その放射線が通過した原子から電子を追い出すことが出来る程度に高いエネルギーを持つ電磁及び粒子放射線に対する用語である。電子を失った原子は電離されることになり、電価を持つこととなる。

異なるタイプの電離放射線：アルファ放射線は、ヘリウム元素の正電荷の原子核から構成されるものである。アルファ放射線は、例えば、ウラン、プルトニウム及びラドンのような重い不安定な元素から放出される。アルファ放射線は空気中で数cmしか移動せず、紙類又は衣服を通過できない。ベータ放射線は電子から構成されている。ベータ放射線は空気中を20m程度移動することができるが、厚手の衣服又は窓を通過することはできない。ガンマ放射線は、非常に高いエネルギーを持った電磁波により構成される。可視光線と同じであるが、エネルギーが非常に大きい場合でも、コンクリート、鉛あるいは数mの水を通過することはできない。

ベクレルとシーベルトとは何か？：物質の放射能は、崩壊する原子の数、すなわち、一定時間において放射線を放出し変化する原子の数である。放射能は、ベクレル(Bq)で計測される。1Bqは、1秒当たり1つの原子の崩壊と同じである。異なる原子は異なる種類の放射線を放出する。異なる種類の放射線では、それらのエネルギーレベルが変化していることから、同じ破壊力を持つてはいない。このことは、放射線量を計算する際に考慮されることになる。放射線の影響線量は、シーベルト(Sv)で計測される。日常生活や原子力産業に関連した線量は、ミリシーベルト(mSv)、すなわち、1/1000シーベルトの単位で計測される。線量限度は、単一の事象に対するものと年間累積線量の両方で設定されている。

17頁の図：人間の放射線への被曝は、外部からの直接放射線を通じてか、あるいは、食物、飲料物又は呼吸を通じて体内に取り込まれた放射性元素からのいわゆる内部放射線により生じる可能性がある。直接放射線は、例えば、鉛、コンクリート又は水で放射線源を遮蔽することで、それ自体を防護できる可能性がある。

①意見：この冊子の残りの部分とは逆に、ここにおける特定の図は貧弱な意志疎通基準のものであると評価できるかもしれない。文章とラベルが実際に一致しておらず、図中に内部放射線を示すものが全く示されていない。

18-19頁：放射線はどこにでも存在する

18頁：農耕地帯、森林及び湖のカラー写真

19頁：放射性元素はどこにでも存在する。自然バックグラウンド放射線は、主に宇宙から、自分自身の体から、そして、岩盤からやってくる。宇宙からの放射線は、地球の大気により一定程度が吸収されてしまう宇宙線である。

自分自身の体からの放射線は、体内の放射性カリウムや他の放射性元素からのものである。人体には、一般に約100Bq/kgが含まれている。土地や岩盤からは、例えば、どこにでも少量存在しているウラン、ラジウム、カリウム及びトリウムからの放射線がやってくる。

①ラドン—最大の放射線源：ラドンは、ラジウムが崩壊する際に生成される放射性ガスである。一部の建築材、そして、岩盤にさえもラジウムが含まれている。ラドンの放射性崩壊生成物、すなわち、いわゆるラドン娘核種は塵粒子に付着し、体内の肺に入り込む可能性がある。ラドンの娘核種はアルファ放射線を放出するものであり、それらが体内に入

ると健康上のリスクをもたらす可能性がある。

スウェーデンの住居環境におけるラドンは、極めて大きな問題になってきている。ラドンが多い土地に建っている住居には、土地を覆う十分な空気遮断カバーがなされていないことから、大きな問題になってくる。近代的な建築技術により、換気が非常に制限されることになる気密性の高い住居が多く建設されており、そのため、一度屋内に入ったラドンは排気されずに室内に留まることになる。

19頁の図：白い家の写真。文章：最大の放射線源は、我々の住居の中に存在するラドンである。

20-21頁：原子燃料内で何が起きるのか？

ウランの原子核が原子炉内で分裂すると、核分裂エネルギーが放出されることになる。生じた二つの分裂片はしばしば放射性元素であり、順番に余剰エネルギーを放射線として放出する。これら放射性元素が、放射性廃棄物の主要部分を構成する。

崩壊とは何か？：放射性元素からの放射線は、時間と共に減少していく。これは、不安定な余剰エネルギーを持つ原子が崩壊し、それらが他の元素に変化することで、放射能が失われていくためである。このプロセスは、全ての原子が安定な非放射性元素に変わってしまうまで続くことになる。しばしば、放射性元素の半減期が話題になることがある。この半減期とは、放射性元素の原子の半分が崩壊してしまうまでに要する時間である。1半減期の経過後においては、当初に存在しておいた原子の半分が残っていることになり、2半減期経過後には1/4の原子が残っていることになる。元素の半減期は、現状の技術で変更させることはできない。一方、半減期は元素が異なれば異なることになる。例えば、プルトニウム-214の半減期は1/1億6400秒であり、セシウム-137の半減期は30年である。

図：20頁と21頁に燃料ペレット

使用前の燃料に含まれるウラン：U-235が約3%、U-238が約97%

使用後の燃料に含まれるウラン：U-235が約1%、U-238が約96%

その上含まれる核分裂生成物：Sr-90とCs-137が2.3%、Pu-239とPu-241が0.8%

21頁右側の図：ウラン-238の様々な崩壊生成物が示されている。すなわち、ウラン元素は放射性であり、いくつかの段階を経て自然に崩壊する。全ての段階で、アルファ線、ベータ線、および/あるいは、ガンマ線が放射され、新たな元素が生成されることになる。ウラン鉱石には、様々な崩壊生成物全てを見つけだすことができるかもしれない。

最も一般的なウラン同位体であるウラン-238の半減期は45億年である。このことは、現状におけるウラン-238の量は、45億年程度前の地球創世時に存在していた量の約半分であることを意味している。この図には、ウラン-238が安定な鉛-206に向かっていく14段階のプロセスが示されている。

22-23頁：これが放射線が危険な理由である

一度に人間が500mSvの線量に被曝すると、疾病、嘔吐及び下痢を伴った急性放射線症候群になる可能性がある。放射線により重大な病気になるのは、全身に1000 mSvを超える放射線を浴びる場合である。主に、造血組織と腸粘膜とが損傷を受けることになる。6000mSvを超える線量被曝は致命的である。一定時間経過後に生じる可能性のある疾病の事例は、死に至る致命傷や癌であり、遺伝的影響も否定することはできない。このような疾病は、100 mSvを超える被曝を一度に受けた場合に観測されてきている。

22頁の図：磁気共鳴(MR)装置操作員の肩越しに撮影された頭部断層診断を実施しているMR装置の写真

(23頁) 有害な放射線、そして、有益な放射線：物理学者ウィリヘルム・レントゲンは、1800年代末に、骨を透過しないが、体の柔らかい臓器を透過する放射線の一種を発見した。さらに、この放射線は写真フィルムを感光させた。世界中の全ての医師が、骨の診断にレントゲン装置を利用し始めるまでに長い時間はかからなかった。それと同時に、多量の放射線被曝により、頭髪の脱毛や皮膚の損傷といった障害を引き起こすことも発見された。医師達は、放射線により細胞が壊される可能性があるとして理解した。現在でも、癌腫瘍を治療するのに放射線が利用されている。しかし、放射線は癌を引き起こす可能性もある。従って、診療においてどのように放射線を利用するのかについては、詳細な規制が存在している。スウェーデンの医療分野からの放射性廃棄物は、SKBにより管理されている。

限界はどこか？：原子力発電所では、電離放射線が利用されている。そのために、原子力発電所や放射性廃棄物は、次のような広範な安全防護規制に従って処理されている。限度値、すなわち、電離放射線の存在する場所で作業する作業員にとって許容される最高線量限度は、現状において5年間平均で年間20mSvに設定されている。そして、1年間の被曝線量は、単一年において50mSvを超えてはならないことになっている。原子力発電所で現在働いている職員は、平均で年間3mSvの被曝を受けている。一般公衆は、原子力発電、医

療及び他の放射能の係わる活動から平均で年間1mSvを超える被曝を受けてはならないことになっている。SSI（放射線防護研究所）では、異なる状況での限度値を見極める作業を共同で行っている。SSIでは、スウェーデン全土に散らばっている約30カ所に計測基地を持っている。これらの計測基地では、空気中と地上からのガンマ放射線を継続的に計測している。可能な限り低い放射線レベルにすることが、自然の方向といえる。

23頁の図：スウェーデンにおける癌発病原因が示してある。この図の数値は、8項目の癌罹患原因、すなわち、食事要因、喫煙、他の生活習慣要因、紫外線放射、住居の中のラドン、医療を含む電離放射線、一般的な大気汚染、作業環境要因の相対的な重要度を示すものである。X軸には、1000件を単位とした癌発症件数が示してある。食事習慣要因は1万件の癌発症を、ラドンでは約1,200件の癌発症を、医療を含む電離放射線では約800件の癌発症を示している。

25頁：何がリスクなのか？

リスクは、毎日の生活の中で自らが晒されているものである。一部のリスクには、例えば道路を横断する時のように、それをほとんど知ることなく対処している。他のリスクは、より徹底的に分析される傾向のものである。分析が非常に徹底的になされたとしても、保険を支払うことさえしている。他のリスクは、例えばオゾン層の減少のように、専門家の手助けを受けてしか特定できないものもある。

被曝と危険：どんな種類のリスクであったとしても、リスクを区別する何らかの質的なものを常に特定することが可能かもしれない。まず最初に、リスクは常に、脅威となる危険に関連付けられる。第二に、リスクは常に二つの要素、すなわち、①脅威がどの程度の頻度で、そして、どの程度の範囲で生じるのか？、②脅威が生じた場合に、それがどの程度長く続くのか？、といったことで比較されると言うことができるかもしれない。

事例として、1時間の不法駐車を引き合いに出せるかもしれない。この場合、二つの問題、すなわち、どの程度の確率で交通監視官がやって来そうなのか、そして、監視官がやってきた場合、その結末はどのようになるのかについて予想することになるかもしれない。最初の懸念は、危険に晒される、あるいは、危険に直面する可能性に関するものである。そして、二番目のものは、危険の程度に関するものである。これら側面を一緒にして重み付けることで、リスクが引き出されることになる。

放射性廃棄物のリスク

人間や環境から放射性元素を封じ込めることで被曝は限定されることになるが、そのような状態は容易に手に入らないと考えるべきである。これは、封入や深い場所への貯蔵を伴う様々な手段を通じて達成されることになる。放射性元素の危険性は、部分的には放射能に、そして、部分的には崩壊が生じている放射線の種類に左右されることになる。一般には、以下のような二種類の危険性が特定されている。

- ① 直接放射線：被害を被る道筋（直接的に晒される）に位置していれば、体が放射線に直接晒されることになる。
- ② 内部放射線、すなわち、「有毒性」：これは、例えば、食物、飲料物あるいは呼吸を通じて体の中に放射性元素が取り込まれたことを意味している。

直接放射線は、最初の数百年間において最も強い。このため、放射線からの完全な防護を達成するために、全ての放射性廃棄物の取り扱いは水中で行われることになる。長期的に燃料が深い場所の貯蔵場所に定置された場合、内部被曝を検討することが最も重要となる。この危険からの防護は、深い場所の貯蔵施設に定置された燃料の周りに配置される防護バリアによりなされることになる。

分析の容易さ：放射性元素の複合的な危険性は、比較的容易に計算することができる。どのような放射性元素が放射性廃棄物中に含まれているかが分かれば、特定の期間経過後に、どの程度放射線が残っているかは計算できることになる。これは、実際のシステムの利用が限られているようなシステムを設計する際に有効である。さらに、その危険性は時間と共に失われていくことになる。例えば、重金属に関連した危険性とは逆に、放射性元素の危険性は時間の経過と共に終焉に向かって行くことになろう。数千年と時間は永遠のように感じるかもしれないが、技術的な方法で自然自身に伴うリスクを計算した場合、1000年という期間は特に長いものではない。

27頁の図に対する文章：人々は、廃棄物の輸送に関連したリスクが大きいとしばしば認知し、かつ感じている。技術的な観点からすると、そのリスクは非常に小さい（原子力発電所から港まで道路で廃棄物を輸送する車両の写真、SKBの廃棄物輸送船Sigyn号の写真）。

見出し頁の短い記述：この問題をあなたはどのように解決するつものなのか？ 章2

30-31頁：これがどのように我々が考えているかである

我々にとっての出発点は、原子力発電所からの電力を消費している現世代が、廃棄物の面倒を適切にみる責任を負う必要があるということである。このことは、廃棄物を貯蔵するのに現状で利用できる手法を試験し、実践に移していく必要があるということの意味している。自分たちが示唆していることが最善の可能性を持ったものであることを、我々は知る必要がある。将来の社会に関してほとんど何も分かっていないことから、可能な限り現状においてできることを全て行うべきである。資金は確保されており、我々は手法を有しており、そして、我々の社会は廃棄物問題に良好な方法で対処することができる民主的な社会である。従って、我々としては、可能な限り迅速に廃棄物問題を解決できると考えている。一般に、将来の世代は、廃棄物管理に関してなされた意志決定を翻すことができるが、必ずしもそうなるとは限らない。廃棄物への対処を先送りすることは、将来の世代が口を出す機会が増加すること、そして、新たな技術的革新によりシステムが改善されるかもしれないことの両者を意味することになるかもしれない。その一方で、スウェーデンが100年後にどのようになっているのかや、資金がその時点においても確保されているのかどうかについては、誰にも分かっていない。

31頁：SKBについて的事实

SKBは、原子力発電所を保有する4社（Vattenfall社、Barseback Kraft社、OKG Aktiebolag社及びForsmarks Kraftgrupp社）により、1972年に設立された。SKBは、廃棄物に対する責任を負っており、新規施設の研究開発及び計画立案の責任も負っている。SKBでは、フォルスマルクに放射性運転廃棄物の最終処分場であるSFRを建設した。使用済燃料の集中型中間貯蔵施設であるCLABが、オスカーシャムの近くに建設された。スウェーデンの岩盤のいずれかの場所に建設される予定の深地層処分場に最終的に貯蔵できるようになるまで、CLABにおいて使用済燃料は貯蔵されることになる。SKBは、政府からの許可に従って作業をしてきており、SKI（原子力発電検査局）とSSIを通じて国家による監督を受けている。SKBの活動は、異なる法律と規制、とりわけ、原子力活動法、放射線防護法、資金調達法により規制されている。SKBでは3年毎に提出する研究報告書(FUD)の中で、作業の進捗状況を政府に報告している。1993年に、最初のサイトの予備選定研究が開始された。予備選定調査は、5カ所から10カ所の全ての場所で行われる予定である。その後、少なくとも2カ所でのより詳細な調査が実施されることになる。そして、この内の1カ所で集中的な調査が実施され、最終的に、最終深地層処分場所が選択されることになる。これら作業は、約15年をかけて行われる予定である。1997年において、SKBには約

700名の従事者がいるが、その内の約100名は同社により雇用されている。

32-33頁：いくつかのよくなされる質問

質問1：電力会社について

各スウェーデン人は、毎年平均して1万6000kWhの電力を消費しており、その半分は原子力発電からのものである。この原子力発電からの電力の利用は、放射性廃棄物に適切な対処がなされなかった場合のリスクを負うだけの価値があるほど大きなものなのであるか？

質問2：責任について

どのような社会であっても、放射性廃棄物を処分する施設を将来において整備する必要がある。現世代は、安全な方法で最終的に処分されるべき廃棄物に対する責任をとるべきなのか、それとも、それを将来に先送りすべきなのか？

質問3：政治家の役割について

SKBの役割は、廃棄物問題を解決することである。これは正しいのか、あるいは、政府や議会がより大きな責任を負うべきなのか？

質問4：他の廃棄物について

放射性廃棄物の取り扱い、他の環境廃棄物、例えば、重金属の取り扱いと比較される絶好の事例としてしばしば見られている。放射性廃棄物に対する基準は過大視されているのか？あるいは、他の環境的に危険な廃棄物に対してさえ適用されるのと同じ基準とすべきなのか？

34-35頁：政治家の意見

スウェーデンは、1970年代に原子力の大規模な開発を開始した。この決定は、1960年代と1970年代の初めに、広範な政治的合意を伴って行われた。スウェーデンでの最初の商業用原子炉による発電は、1972年にオスカーシャム原子力発電所で開始された。1976年の選挙後、保守党政権はいわゆる「条件」を導入した。この法律は、廃棄物に対処する安全な方法が確立されていることを発電側が実証できるまで、新規の原子炉は操業すべきでないことを規定した。研究者は、深さ500mの地層に鉛の容器に入れて処分することを勧告した。1979年3月に、米国のハリスバーグに近い原子力発電所で炉心溶融事故が発生した。西側の原子炉が備えている頑丈な原子炉格納容器のおかげで、その損傷は原子炉自体の内側に限られた。このハリスバーグでの事故後になされた議論で、議会側は国民投票

によりスウェーデン国民の意見を問うことを決定した。3種類の異なるオプションが設定された。この3つのオプション全ては、原子力発電を中止すべきであるとの点で一致していたが、その中止プロセスの時間的枠組みには違いがあった。1980年3月の国民投票後、議会は、全てのスウェーデンの原子力発電所の操業を2010年に中止することを決定した。1997年に政府は、操業を中止する予定のバーセベック原子力発電所の2基の原子炉の内の1基の操業を1998年に中止し、その原子力発電中止計画を開始する決定をした。

新たな法律：社会党－民主党連立政権が1982年に誕生し、以前の原子力法と「条件法」とは、原子力技術操業に関する法律で置き換えられた。この法律において、廃棄物管理の全体責任は発電者側に置かれることになった。この責任はSKBが負うことになり、SKBでは、施設の研究、建設及び操業を実施し、そして、その活動に関する情報を提供している。当局は、SKBの活動を調査し監視している。この法律は特に、原子力発電側に対して、安全性と放射線に関して受入可能な最終処分解決策が存在することを実証するように求めている。さらに、発電側は、この分野における研究開発を実施する必要がある。1984年に、処分解決策(BS-3)が、安全性と放射線防護に関して実現可能なものとして受け入れられた。1986年、1989年、1992年及び1995年に、SKBでは研究開発計画をSKIに提出し、それら計画全てが受け入れられた。

これが廃棄物処分に向けて我々がどのように計画立案しているかである 章3

- ・ 38-39頁：第1節：これが我々がどのように放射性廃棄物の面倒を見ているかである
(副題：低・中レベル放射性廃棄物、高放射能廃棄物、燃料の取り扱い)
- ・ 40頁：第2節：輸送
- ・ 41頁：第3節：SFR
- ・ 42頁：第4節：CLAB
- ・ 43頁：第5節：封入
- ・ 44-45頁：第6節：深地層処分 (副題：地上から非常に深い地下)
- ・ 46-47頁：第7節：4つのバリア (副題：放射性燃料、封入容器、ベントン石粘土、岩石層)
- ・ 48-49頁：第8節：手法の開発 (副題：安全第一、Äspo研究所、Äspoでのユニークな発見)
- ・ 50-51頁：第9節：安全解析 (副題：異なる事象、岩石層の重要さ)

- ・ 52-53-54-55頁：第10節：ナチュラル・アナログ（副題：天然原子炉、天然貯蔵、化石化した木）
- ・ 56-57頁：第11節：他の諸国ではどのようになされているのか？（副題：フィンランド、日本、米国、ロシア連邦、フランス、ドイツ）
- ・ 58-59頁：第12節：他の諸国でのSKBの活動（副題：バルチック委員会、ムルマンスクでの協力）
- ・ 60-61-62-63頁：第13節：代替手法（副題：燃料再処理、核変換、防護貯蔵、宇宙処分、海洋底処分、深地層処分孔）

場所を見つけだすために（66-81頁） 章4

- ・ 第1節：国のどこに深地層貯蔵場所を立地すべきか（副題：段階的な開発）
- ・ 第2節：これがどのように我々が進めているかである（副題：概観調査、予備調査、サイト調査、詳細調査）
- ・ 第3節：環境影響（副題：国際的な要求、地域との協力）
- ・ 第4節：これが正しい場所か？（副題：一つの事例Osthammer、4カ所の実地の地域）
- ・ 第5節：誰が決定するのか？（事実箱：自治体の拒否権）
- ・ 第6節：若い政治家は何を考えるのか？

7つの青年政治組織の代表に対して、放射性廃棄物に関する以下の共通の質問についての意見を聞くためのインタビューがなされている。

- ①国内の全ての自治体がスウェーデンの放射性廃棄物の面倒をみるのを拒否した場合、何をなすべきなのか？
- ②議会と政府が廃棄物に対してどんな道徳的責任を負っているのか？
- ③全ての原子力発電実施国は同じ問題を抱えている。このようなことから、国際協力は可能性のある解決策となり得るのか？ そうだとすれば、このことは、スウェーデンが他国に廃棄物を搬出する、および/あるいは、他国の廃棄物を受け入れることを意味するのであろうか？

選択はあなたがたの手に（84-89頁） 章5

3名から4名のグループで行う模擬演習が^{註27} 企画されている。この模擬演習の中で、生徒達には、5カ所の代替立地場所、すなわち、①自治体の中心、②島、③鉱山、④岩石層、⑤産業地区が提示される。これら5カ所の代替立地場所のそれぞれについて、4つのパラメータ、すなわち、a)周辺、b)人口、c)輸送、d)経済に関する概要文章が与えられる。

模擬演習での作業

- ①5カ所の代替立地場所のそれぞれについての要約を作成し、自分の考える賛成/反対の主張が何であるかを引き出す。
- ②自分が適切であると考えるところを選択する。
- ③自治体としてとるべき行動、そして、この立地を利用するため、すなわち、自治体全体にとっての便益を得るために自治体として何を要求すべきなのかについて、どのように考えるのかを記述する。
- ④学級において結果を発表する。

事実と用語 (91-97頁) 章6

56項目の説明をしている図や写真を含む参考資料である。

^{註27} オックフォードセミナーの論文要旨集 (NEAの刊行した「教師と原子力」) において、この模擬演習は英国のNirex社により開発され、この資料の利用許可をSKBに与えたことが明らかになった。

3.3 フランス

3.3.1 フランスのAndraによる2冊の刊行物

Andraでは、1990年代の地下研究施設サイト評価の間に地域住民に情報を提供する目的で、一連の連載漫画冊子を作成した。これら特色ある冊子は、技術的な文章と社会意志決定問題に焦点を当てた絵物語とから構成されている。分析する最初の冊子（将来の世代「Future Generations」）では31,994年の未来の男性が、地下研究施設の受け入れ問題に直面している村の地方意志決定者の一人として動くために、現在のフランスに送り戻されてくる。ここで設定されている意志決定者達は、地方の選挙で選ばれた議会の議員である。この非常に小さい市民集団の中から、放射性廃棄物や原子力発電に関する問題についての多くの異なる意見が提示されている。この冊子は、1カ所のサイトへ明確に結び付けず、1990年代の3カ所の地下研究施設候補サイトが特定される以前の1994年に作成されたものであった。この冊子は、村議会を形成する小さな意志決定集団よりなされる質問や懸念のタイプを簡単に描き出している。これらは、1980年代にAndraが蓄積した経験、そして、恐らくは、C.Bataille議員が廃棄物法制定以前の公聴会や1992年の仲介活動で収集した情報に基づいたものであると考えられる。

分析対象の第2の冊子は、「岩石層の真ん中で(In the Heart of the Rock)」(1999年)である。この冊子は、東部の県に所在するビュール(Bure)村が選定された後に刊行されるもので、このサイトや地下研究施設の建設及び目的が議論されている。

Andraの資料には著作権表示、すなわち、翻訳、複製及び改作の全ての権利が全ての諸国において厳格に留保されているとの告示がなされている。

AndraのThomas Busuttil長官から、二番目の冊子の内容が、当初において地方の新聞に12週間に分割されて白黒の連載として掲載されとの情報を得た。これは、実際のビュールサイトをカバーする新聞だけに掲載された。

Busuttil長官は、一時期においてフランスの新聞での連載漫画掲載は伝統的なものであったが、その伝統は薄れてきていると指摘している。（それとは対照的に、大人や子供向けの図解連載本や漫画雑誌は非常に流行り続けている。）Andraでは、週間連載漫画という伝統的に人気のある形態を採用することに対して、その採用を躊躇うことはしなかった。この試みが、広範な住民との接触を図る上で、そして、これら住民に喜んでもらう上で成功であったとされている。Andraの評価では、一般に接触するのが非常に難しく、放射性廃棄物管理に関するメッセージに対して最も寡黙な存在である女性層や若年層が、新聞での連載を好意的に受け止め、それに対して関心を示したことが明らかになった。

Andraでは、12回から構成される各連載の最後において、この白黒の連載漫画が気に入ったのであれば、そして、Andraに書面で要請してもらえば、色刷りで全てをひとまとめにした冊子を送付しますとの文章を付け加えた。また、この冊子は、フランスにおける廃棄物管理について、あるいは、特に地下研究施設問題についての情報提供をAndraに求める如何なる人物も入手することが可能であった。これら冊子は、現在でも配布され続けている。

本調査における分析では、これら冊子の形態は、連載漫画形式で社会的テーマを取り扱い、文章の形態で技術的情報を取り扱ったものとして要約できると考えている。現在手に入れることができる冊子では、それぞれに分割した形態のものは存在していないため、新聞に掲載されたように12のユニットに要素を分割しないことにする。

3.3.2 「将来の世代(Future Generations)」

3.3.2.1 冊子「将来の世代(Future Generations)」の要約

文学的な連載漫画についてのフランスの長い伝統が、この18頁の冊子の中では生かされている。控えめな科学フィクション物語が映画的に処理されて描かれており、将来の世代の代表が地下研究所を受け入れるか否かを巡る論議をしている20世紀の村議会に「入り込んでいく」シナリオとなっている。

一人の女性が、31994年の一人の青年に対して、彼が過去に時間を遡る旅に出発する前に、「第一に、自分の役割を逸脱してはいけない。議論しなさい、議論以外には何も無い。必要なことは、意思決定することではなく、単に人々が問題について自覚ようになることである」と語りかける。このシナリオは、「将来の世代のために現在だれが話すことができるのか？」という問題への工夫に富んだ回答である。

この若者は、地方の学校教師で村議会議員に選出された人物として1994年の村議会に登場してくる。一人の女性議員は、廃棄物管理が国家的な問題であるとの事実を受け入れるが、自分たちの村が選ばれた理由に疑問を投げかける。一人の老齢の髭を生やした議員は、貯蔵センターは別の場所に既にあり、原子力発電は止めるべきであると発言する。この女性は、「それは別の議論である」と応酬する。この女性は、学校の教師が示唆しているように、技術開発の可能性を待つのではなく自分たちの世代で責任をとる必要があるとも感じている。別の若い女性は、廃棄物を宇宙に打ち上げたり、砂漠や海底に埋葬するとの考えに皮肉的である。「廃棄物を出しながら製品を輸出するのに一生懸命になっているのに、その廃棄物をなぜ第三世界に送り出すことをしないのか！」学校の教師は、地震

や気候の変化にも係わらず、どの場所よりも地下においてより確実に廃棄物を隔離できるであろうことを示唆する。老人は、自分の関心に沿って数字を解釈する科学者に対して懐疑的である。地区の情報委員会は、地下研究施設を地域が管理する機会として引き合いにだされる。法律や土地利用規則は、自分の土地を売却したがる農民の村議会議員を納得させるために引き合いにだされる。開発の機会はあるのか？「この村の住民の人口は20世紀初頭において1,000人であったが、現在では350名を数えるだけであるというのが紛れもない事実である。」村長が、この村は地下研究所（URL）を受け入れることで年間6000万フラン（約920万エキュ）の資金が投下される地域グループの一部になるであろうとの事実を投げかけたことから、この会議は紛糾することになる。「これは、我々を買収するものである。」「いや違う。これら産業サイトとしては一般的なものである。」「あるいは、これはリスクへの報酬である。」「そのリスクとは？廃棄物が定置されるまでには、20年間の時間的余裕があるであろう。公開審議の中で、ANDRA側の職員の様子を見ることができる。地域内において共同行動が起きるであろう。」

このような形態で、廃棄物施設の立地論議において聞かれる多くの典型的なテーマが、生き生きとした連載漫画の中で巧みに展開されている。二名の男性登場人物、すなわち、髭を生やした老人の「環境保護者」と自分の土地に関心がある田舎の農民の「分別のある発言」が漫画の中で数多く登場している。これらの人物は、責任ある態度と役人を信頼する姿勢を示しており若干年齢の高い姿で描かれている。

各ページの下にテーマが解説的な文章で書かれており、ここでも再び、分別、興味ある事実及び民主的に管理された科学への信頼が強調されている。これら段落は、漫画の「モーモット」、すなわち、「小さな家族共同体を作って、深く細長い巣で暮らすげっし類の動物」と一緒に描かれている。

3.3.2.2 冊子「将来の世代(Future Generations)」の詳細

この18頁から構成される冊子の最初の3頁は、連載漫画の舞台設定、すなわち、西暦31994年における人類が、西暦60000年に予想される氷河期に向かって気候が徐々に寒冷化していったために屋内で暮らしているとの設定の説明に主に割かれている。一人の男性が、「論戦以外の何物でもない議論の喚起、すなわち、現在求められているのは意志決定ではなく、人々は単に何が問題になっているのかを自覚する必要があるとの議論を喚起する」との任務を担って、現代に戻ってくる。この男性は、村議会に参加するために未来から時間に戻ってくることになり、その現代において、彼はその村の学校教師として振る舞うこ

とを期待され、そのように議員達から認知されている。このような舞台設定は、現状における難しい問題、すなわち、放射性廃棄物管理に関する論議で誰が将来の世代のための発言ができるのかといった問題に対処する賢い対応と言える。この教師に村長が挨拶をし、「我々は放射性廃棄物について話し合う必要があり、これは重大な問題である」と発言する。

3頁の下の部分では、文章によって放射能の概念についての説明がなされており、それには危険という表現を伴わせている。ここでの分析を通じて、Andraの提示した文章においてはAndraの用語を使用して示すものとする。本文章内に引用符が付けられている場合、それはAndraにより使用されているものであることを示している。

この文章は、次のような書き出しで始まっている。「特定の原子の原子核は放射能を持っている。すなわち、その原子核は不安定で、過剰なエネルギーを光線の形態で放出する。光線は物質を通過することができ、その物質に線量と呼ばれるエネルギー量を与えることができる。高い線量において、この光線は生きている細胞を変えたり、あるいは、破壊することができる。」そして、これに続く二つの段落では、天然及び人工放射性同位体の概念を紹介しており、そして、原子力発電所(NPP)[90%]から、あるいは、医療機関、研究機関又は産業界から発生する廃棄物の割合が示されている。

3頁：欄外のスケッチに、日光浴中（日光に有害な放射線が含まれていることを巧妙に示唆させることをして）に厄介な創造物からの攻撃を受けているユーモラスなマーモット（「小さな家族集団で生活し、地中深くの穴の中で冬眠する齧歯類の動物」として定義される）が描かれている。

4頁：

連続した漫画により、村議会の女性議員が「放射性廃棄物は実際のところ国が論議する問題であり、我々がどうしてそれに特に関係してくることになるのか？」と発言していることが示されている。髭を生やした老人が、「オーブ(Aube)県に既に廃棄物貯蔵サイトが存在するのではないかね？」と尋ねる。「そのセンターは、短寿命廃棄物だけを管理するものである」、と村長が応じる。「ここでは、半減期が数千年の非常に有害な廃棄物について議論しているところなんだよ。」

文章では、放射性廃棄物が放射線の強度により特性付けられる（低、中及び高レベル）ことを説明している。また、この廃棄物自身が、それに含まれる元素により左右される速度で非放射性廃棄物に不可逆的に変質していくことになる。その半減期は、健康に危険を

もたらしることができる期間である。従って、以下に示すような二つの分類がある。

①低又は中レベル、短寿命廃棄物：300年以内に、自然バックグランドレベルの放射能と比較できるレベルになる。使用される新用語は「年代低減可能(chronodegradable)」である。従って、これら廃棄物は、「生物学的低減可能(Biodegradable)」廃棄物と同じような方法で管理することができる。これら廃棄物は、オーブとマンシュ(Manche)に貯蔵されている。

②高レベル、長寿命廃棄物：二つのタイプの放射性元素、すなわち、急速に崩壊する非常に高い放射能のもので数百年で年代低減可能なものと非常に崩壊が遅く（数万年又は数千年）放射能レベルの非常に低いものを含有する原子力発電所のウラン「燃焼」に伴う「燃えかす」である。これらの管理には、寿命が永遠であるような他の産業廃棄物と同様の解決策が必要である。

(いくつかの新たな技術用語、例えば、放射性元素や崩壊が説明も無しに使用されている点に注意する必要がある。技術的な情報と貯蔵センターの場所を含む廃棄物管理に係わる情報が、この文章の中に混在している。)

5頁：

連続した漫画の中で、老人が原子力発電を止めれば、この問題は解決することになると発言している。道理をわきまえた女性議員が「それは別の論議である」と発言し、村長が「いずれにしても、現在までに発生している廃棄物は管理する必要がある」と付け加えている。教師が、「その量は多くない。我々としては、この廃棄物全てを破壊してしまう可能性のある新たな手順が出現するのを待つこともできるかもしれない」との発言している。

住民当たりフランスで年間に発生する廃棄物量、すなわち、100kgの有害廃棄物を含む2500kgの産業廃棄物、1kgの放射性廃棄物、100gの長寿命放射性廃棄物を説明するのに、この文章ではマトリオシュカ（ロシアの人形）を使用している。原子力発電所での放射性廃棄物の中間貯蔵は、「貯蔵容量面での問題を抱えておらず、いずれにしても、ほとんどの放射性廃棄物は、可能性のある処分場について検討する前に、少なくとも20年間にわたり冷却する必要がある。」

(この文章の中で、「問題」と「解決」とが同じ「意味合いで」で使用されている。中間貯蔵が可能であるばかりでなく、困難にも直面していないとしている。そして、いずれにしる、この廃棄物について他には何もできないような文面になっている。この文章は管

理面での選択を説明しておらず、例えば、SKBの「深くで(At Depth)」の場合のように、読者に対して、それら選択肢を示していない。すなわち、この文章では、なされている選択は最善のものであり、恐らく唯一のものであろうとの点を指摘する試みがなされている。)

6-7頁

「廃棄物を破壊する手順が見つからなかったらどうなるのか?」、と道理をわきまえた女性が尋ねる。「問題を先送りしてはだめだ。我々自身の世代が廃棄物を作り出しのであるから、自分たちで解決策を見つけだすべきであり、孫達の手に委ねるべきではない。」この連続漫画では、深地層処分に代わる他の代替策(宇宙、砂漠又は海洋処分)を検討しており、これら代替策は、このグループの女性議員達による不公平であるとのあざけりにより否定される。

この連続漫画と文章の両者は、これらの頁においてフランス廃棄物法の考え方を紹介しており、非常に確実に人間と環境を保護することができる決定的な管理方策を完全なものにするために時間をかける決定、すなわち、廃棄物の容量と寿命を低減することを目指した研究を15年間実施するとの決定をしたと述べている。しかし、これらの手段によっても全ての廃棄物を完全に無くしてしまうことはできないであろうから、いずれにしても、深地層処分の可能性を研究する必要がある。この法律では、高レベル、長寿命廃棄物の管理を、自然、環境及び健康を考慮して、そして、将来の世代の権利を考慮して実施する必要がある点を明記している。また、同法律では、輸入された放射性廃棄物を、再処理に必要な技術的期間を超えてフランス国内に留め置いてはならないことも明記している。

この文章の次の部分では、廃棄物パッケージの概念と多重バリア(キャニスター、処分場、地層環境)の必要性について説明している。非常に狭い巣の中で冬眠しているマーモットの図は、巧妙に象徴的役目をしている。他の挿し絵において、マーモットは我々の一員であるかのように描かれ、ここでは、廃棄物を連想させるかのように描かれている。

8-9頁

この連続漫画では、時代を経て残っている人工構造物(ピラミッド、但し、時代を経る中で侵入され宝物が略奪されているが)について検討している。教師は、地下の「避難場所」は最後まで耐えることができるであろうことを示唆する。「地下? 忘れ去れるのではないか?」、と髭を生やした老人が口をはさむ。「それはない、1000世代にわたって

保護すべきだ」、と教師が発言する。この文章では、時間の経過に伴う耐久性の観点、そして、建設段階での作業員の安全性という観点からの母岩層に必要とされる事柄の説明が続いている。深さが1000mを超えると、「地層の壁」の厚さは、封じ込め価値の面で加わるものは何もないが、処分場で働く職員の事故リスクは大きく跳ね上がることになる。

国際協力による研究では、最も好ましいタイプの母岩層を特定している。非常に幸運にも、それらのいくつかがフランスには存在している。それら母岩層とは、いずれも自浄力を有している粘土層と岩塩層である。花崗岩層と片岩層とは、非常に安全な横抗を掘削できるといふ素晴らしい機械的特性を有している。しかし、水理学的研究では、その岩石層に小さな亀裂が存在する可能性を考慮する必要がある。この母岩層の品質だけでは、サイトの選定理由としては不十分である。重要な地層現象（火山、大規模な断層等）による脅威のある地域は避けなければならない。従って、数万年にわたり安定性が証明されている地域が最も好ましいものとなる。

10-11頁

「地震についてはどうか?」、と若い農夫が尋ねる。「これこそ、この地域が本問題に関係することになった本当の理由である。この地域が数万年にわたって安定している場所であると聞いている」、と村長が述べる。「それをどのように証明するのかね?温暖化又は寒冷化を考慮に入れなくても、3万年という時間の中では、あらゆる種類の事柄が起きる可能性がある」、と若い女性が発言する。「それは正しい指摘であるが、何が起きたとしても、廃棄物は、地上においてよりも地下の方がより安全に貯蔵できることになろう」、と教師が応じる。

「地下にするとしても、自分の裏庭では困る」、と老人が発言する。「そんなことを議論しているのではないんだよ。落ち着いて下さい。どのような場所であろうと廃棄物を置くことは、ここで議論する問題でなく、実際にそのようなことは法律で禁止されている。サイトが実際に好ましいかどうかについての地下研究施設での15年間にわたる調査が、ここで議論している問題なんだよ」、と村長が発言する。「そのような説明では、自分としては全く納得できない。最も都合のいいように結果を解釈することは可能である」、と老人が発言する。

ここでの文章は、プレートテクトニクス理論や気候変動モデルを引き合いに出して、「地球変動予測の新たな多分野科学」について記述している。これらによる研究の結果から、フランスは主要な地球変動事象の影響範囲外にあること、すなわち、北部欧州氷帽の

最大拡大線の南側に、南部欧州の地震多発地帯の北西側に位置していることが明らかになっている。

封じ込め手法については、世界中の「第一世代」研究所での研究が既に終わっており、「第二世代」の研究施設に入るフランスの2か所の研究施設は、その地層封じ込め手法の妥当性を確認するために実際の地下に建設される予定になっている。「可逆的」及び「不可逆的」処分の技術的及び経済的側面も、評価される予定となっている。もしも仮に、15年間をかけた調査により地層処分の実現性が示された場合、国民議会と上院とが、地下研究施設をベースとした処分場の建設を新たな法律で許可することになるかもしれない。

12-13頁

教師が、「自分と同じように、誰でも地域情報提供委員会に参加し、調査結果を綿密に調べることが可能である」と発言する。この委員会では、独立した専門家を呼ぶことが可能である。「自分の畑はどうなるのかね？自分の所有地が、一晩の内に掘り返されたらどうなるね？」、と若い農夫が不安を口にする。「そんなことは全くない。最初に公開審議会が開催され、誰もが役場にある関係書類一式を閲覧することができる」、と村長が発言する。

ここでの文章では、地下研究施設サイトに設置される予定の地方情報提供委員会の機能と構成についての説明がなされている。（実際問題として、このような委員会は、候補サイトにおいて既に必要性が明らかになった以前の段階で設置されていた点を指摘しておく必要がある。）これら委員会は、研究の推移を見守り、補完情報の提出を求める。そして、これらの委員会は、必要と考える何らかの手段（新聞、説明会、ポスター等）を通じて、情報を一般住民に提供することになる。

廃棄物法により見込まれる管理面の枠組みが説明されている。地下研究施設での作業は、「集中的な」努力により地方の被選挙役人と住民が納得するまで開始できない。如何なる公共事業の場合と同じように補償が支払われ、影響調査が実施され、公開審議においてばかりでなく、町、県及び地域の被選挙議会による賛成決議が必要である。

（ここで提供されている情報は、読者を安心させるか否かのいずれかに導く可能性があり、それは良く知られ十分整備されたフランスの官僚制度への読者個人の態度に左右されるかもしれない点を指摘しておく必要がある。これらの多重要件は、熟考された公平な意志決定を保証することになったり、あるいは、「規則に従うこと」が「権利を得ること」

よりも重要であることを示すことになるかもしれない。従って、行政に対する信頼についての態度は、この情報に対する読者による評価において重要な要因になる可能性がある。いずれにしても、法律で必要とされている「集中的な」努力を実施しようと試みた花崗岩層候補サイトでの最近の経験は、行政側の計画と市民とが対立した場合の結果が予測できない方向に動くことを示している。)

14-16頁

ここで、連続漫画は、地下研究施設建設プロジェクトで得られる経済的便益に話を転じている。この集落の人口は、1900年の1000名から1994年には350名に減少しており、このプロジェクトは過疎化に対処する一つの方策になるかもしれない。「さらにとして」、村長は、この村は年間予算6000万フラン（約920万ユーロ）を持つ公的関係者グループの一員になるであろうと指摘する。「これは、我々を買収するということか」、と老人が発言する。「それはちがう。産業施設誘致に対する通常の予算配分である」、と若い農夫が発言する。「そうすると、これはリスクへの報酬かね」、と老人が続ける。「どんなリスクかね?」、と若い農夫が尋ねる。「少なくとも20年間経過するまで、ここには廃棄物が存在しないであろう。」「公開審議の中で、Andraの職員に直接接することができる。」「共同歩調をとるべきであるように思われる。」これら発言が会議室に残っている議員から発せられ、教師は発言することなく背後に控えている。

(放射性廃棄物に起因するリスクは議論されてきているか、あるいは、少なくとも技術的文章の中では言及されてきているが、この連続漫画の中では、リスクの考え方には全く触れられていない点に注意する必要がある。若い女性は、現在から20年間にわたってはリスクが全く存在しないと発言しているように思われる。しかし、将来のリスクが重要でないのであれば、なぜ放射性廃棄物を管理する必要があるのかと問いただすことが出来るかもしれない。まるで「集団思考」現象が描き出されているように思われ、この議会自身は、科学的及び社会的不確かさの問題をもっと綿密に議論することはせず、地下研究施設は容易に実現できるものと確信しているように思われる。しかし、このような問題は、放射性廃棄物管理関係者の間で非常に重要なものであると広く認識されている。これら問題を排除すべきでなく、これらを質問する人々を角の方に追いやるべきではない。)

ここでの文章は、地下研究施設の作業によりもたらされる投資について、丹念に仕上げられた数行で示している(科学研究に計上されない少なくとも15億フランと、その後の年間7000万フランの経費)。150名の雇用が創出され、その地域の住民が新規雇用に

において最優先で雇用される予定である。「施設見学」を含むサービス産業部門での間接的な雇用も創出され、地域基盤開発もなされる予定である。予算が年間6000万フランの公共関係者グループには、Andra、国、地域、県及び市町村が含まれることになるだろう。

将来からやってきた男性は自分の世界に戻っていき、3万年の時間を戻って1994年にやってきた彼を見送りにきた女性に対して、「気候は非常に温和であり、戻ってこれたら幸せであろうに」と発言する。彼女は、「次の任務まで休んでいきなさい」と返事をする。

裏表紙

ここの図のない文章の中で、Andraが公共機関であること、廃棄物発生者とは独立した存在であること、最終的な廃棄物の深地層処分ばかりでなく、廃棄物の減容や寿命を短くするための研究を実施する役目を担っていることの説明がなされている。この最終的なタイプの研究は、地下研究施設のおかげで実施できることになるであろう。この実験から唯一言えることは、深地層処分方策が超長期を対象にした選択安全基準に対応するものであるのかどうかである。この研究の結果は、国家委員会により毎年評価される予定であり、2010年頃に、議会は放射性廃棄物管理に関する法律を制定する予定となっている。

(この短い文章は、CEAが廃棄物の減容と短寿命化の研究に係わっているとの事実に言及していない。この冊子においては、廃棄物法が制定されることになった社会的紛争の歴史、すなわち、同法が規定している選択への示唆を与える可能性のある事柄については全く言及していない。)

3.3.2.3 冊子「将来の世代(Future Generations)」の語調に関する見解

分析の結果として、本冊子の技術的文章の内容を理解するには、一定レベルの科学的知識を読者が必要としているとの印象を受けた。SKBの「深くで」の教示的内容の文章と比較し得るような文章はない。この冊子の読者は、詳細な定義もなされていない用語を常に理解するよう求められ、そこに示されているメッセージに順応していかなければならない。このことは、フランスの高校における教育スタイル、すなわち、生徒に「言い含める」というよりも「生徒を引き上げる」ことを目標とする教育スタイルにある程度典型的なものであるように思われる。しかし、「将来の世代」を文章を読んだ読者は、放射能、廃棄物及びその管理に関して、SKBの「深くで」における同様の頁を読んだ読者と比較し得る理解レベルを獲得できないであろうと思われる。(もちろん、この18頁の冊

子は、100頁から構成される冊子と同じ教示的内容を含めることはできないが、この2冊の冊子において提供したい情報が非常に異なるスタイルで提示されていることを強調しておきたい。)

また、放射性廃棄物分野の技術面、管理面及び社会面に関する情報が、文章の中に混在している点も既に指摘した通りである。恐らく、これは比較的僅かの紙面しか検討に割かれていないとの事実、すなわち、全部で約45段落(それぞれの段落は、3行から10行の範囲で変化している)しか割かれていない点と関係している可能性がある。

この冊子の連続漫画の部分においても、読者は提示されているメッセージに「順応」することを求められている。村議会で展開される議論に対して骨の折れる説明はなされておらず、非常に僅かな言葉でしか情報が提供されていない。この冊子の読者は、連続漫画のキャラクターによる簡便な発言から情報や社会的意味合いをくみ取るには、室内に座っている説明会の聴講者と同じような「速度で理解して」いく必要がある。情報を吹き込む上では、これはむしろ効率的で自然な方法であるように思われる。それは、情報開示の感覚を与えるものである。

しかし、どのような観点が連続漫画の中で欠落しているか発見することは、読者にとってほとんど意味がないとの意見があるかもしれない。この冊子は、原子力発電又は廃棄物処分場の反対派により指摘される様々なタイプの反対意見を具現化して示すために十分練り上げられた労作である。しかし、文章の中で、これらの意見は、不合理なもの、あるいは、ばかげたものとして巧妙に示されている。常に、「合理的な」キャラクターの一人から鋭い反撃が加えられている。これらキャラクターは、リスクに関する全ての疑問を不問にして、制度に全幅の信頼を置いている。

科学界により真剣に検討されてきている方策さえも、社会的合唱により嘲笑されている。すなわち、海洋底に廃棄物を定置する可能性も、第三世界に不公平に廃棄物を投棄するのと同じようなものとして拒否されている。これらに基づくと、この連続漫画は倫理的内容を伴った社会的な説教の恐らく非常に代表的なものであると同時に、人間の交際において非常に一般的な短絡、誤解、間違った連想及び集団思考現象の典型であるとも考えることができる。Andraとしては、別のタイプの説教を選択することが可能になった場合にも、同じように不完全な人間の論理を現実的なものにならしめようとし、尊敬されるキャラクターの口を借りてあたかも「科学的に正しい」かのような言葉を提示しようとすることを指摘しておきたい。

従って、多くの典型的な意見又は立場が漫画での論議の中で示されているが、専門的及

び国家レベルの論議において重要な側面が「将来の世代」においてはほとんど欠落している。その側面とは科学的な不確かさであり、これは社会的な不確かさとも関係してくるものである。恐らく議会により選択される前に、深地層処分方策に対する研究は必要であるとの点は確実に言うことができる。しかし、この研究に関する知識面での難しさ、不確かさの余裕度、何が分かり又は分かっていないかについてしなければならない選択やそれに伴う行動については、この冊子で全く触れられていない。科学的研究プロセスは、むしろ明確かつ簡明なものとして示すべきである。

国家レベルの論議において顕著な別の問題は、恐らくもっと公に認められていることであるが、この冊子の中では非常に辛辣に取り扱われている。その問題とは、原子力発電と廃棄物管理との間の関係である。合理的な村議会議員は、原子力発電の望ましさに関する議論を省き、いずれにしても、既存の廃棄物は管理する必要があると発言している。最近において、この原子力発電と放射性廃棄物との連携問題がフランスの市民にとっては恐らく非常に重要であり、もっと多くの情報を提供する対応が必要になるかもしれないとの現実が、Andraの新長官の前には出現してきている。

3.3.3 「岩石層の真ん中で (In the Heart of the Rock) 」

3.3.3.1 冊子「岩石層の真ん中で (In the Heart of the Rock) 」の要約

この冊子では、前述の冊子と同じ村会議員が、数名の仲間や少年と一緒に、ビュールの地下研究施設サイトを訪問するためにやってきるとの設定になっている。この冊子も16頁と裏表紙の文章、すなわち、合計で18頁から構成されている。この冊子では、「将来の世代」と同じように、連続漫画による社会的問題についての物語と技術的な解説的文章とを区分して示してはいない。全ての情報は、冊子に登場する技術者によりあたかも説明されているかのように示されている。この技術者は、時には「対話調」で話し、別の場合には、彼による説明が文章として活字化されている。訪問者は質問を投げかけたり、あるいは、地下研究施設サイトとその機能についての理解を深める上での助けになるような知的な発言をしている。

3.3.3.2 冊子「岩石層の真ん中で (In the Heart of the Rock) 」の詳細

表紙の裏側と1頁

3カ所の候補サイトの位置が示され、学校教師が、その地層の地質的特徴が示唆されているフランスの地図の側に立っている。訪問者は、髭を生やした技術者により「東103

プラットフォーム」に案内される。最初に、この技術者は、全体として約50kmの範囲の地域をカバーし、オトマルヌ県とミューズ県との県境に近いビュールの村が描かれている道路地図を見せ、次に、このビュールがCallavo-Oxford粘土層の420m上に位置していると発言する。

この沖積層は、海洋底に埋没していた1億5500万年前に形成された。小さな少年が、「そして、その側に恐竜が住んでいた」と叫び声をあげる。このようにすることで、少年の大昔への関心と知識欲を、この物語に惹き付ける。

2-3頁

「多分ね」、と技術者が答える。「しかし、この我々の地域の地質年代は、それよりもだいぶ前の3億5000万年から始まっている。」（彼は「我々の」地域と言っており、彼がパリかおれでないことに注意する必要がある。）

このフランスの北部地区全体にわたって異なる沖積層が分布していることが分かっており、この地域の地層面での知見は既に多く蓄積されていることが知られている。そして、Andraでは、数本の試錐孔を掘削するといった調査を継続することで、このサイトが好ましい特性であることを確認した。このビュールの下にある粘土層について記述され、若干離れて存在する2本の「みぞ」又は断層についても記述されている。しかし、このビュールは、均質で過去数百万年にわたって安定な状態を保っている数百平方kmの地層の範囲内に存在している。この「東103プラットフォーム」の下にある粘土層は、2つの好ましい特徴、すなわち、この地層を囲んで不透水性のチョーク層が存在すること、将来やってくる氷河期の如何なる影響も回避するのに十分な深さであることを理由に選択された。「しかし、気候は温暖化に向かっているとされているけど」、と老人が叫ぶ。

この頁の下の方では、ユーモラスな表情のマーモットが、フランスの1億5000万年前における温暖な気候について議論している。

4-5頁

現在予期されている温暖化が終わった後、今後6万年の内、すなわち、地質年代からみれば「明日」には氷河期がくると見込まれていることされている。地図には氷河の範囲が示されており、マーモットにより描かれた図には、過去と将来における気温の変動が示されている。

女性が、粘土は柔らかく容易に形成されるものであると発言する。技術者は、地下にあ

る粘土は非常に固く圧縮されていると返事をし、掘削時によく使用されている支柱が、ここでの地下掘削には必要になるであろうと述べる。

6-7頁

ここでは、異なる地層の分布が示され、粘土層の鉱物組成が、粘土片の顕微鏡写真を含め詳細に述べられている。この粘土は、高レベル長寿命放射性廃棄物を隔離する「強力な箱」としての又は安全能力を有する性質を持っている。「安全？爆発から保護するため？放射線を防ぐため？」「ちがいます。廃棄物は完全に不活性なパッケージの中で固体の形態で貯蔵され、それらからの放射線は一定の厚さのコンクリート、鋼又は鉛で容易に遮断することができます。」

水は処分の効果を変質させる上で重要な役割を演じる可能性のある唯一の要因であり、数万年の時間範囲の中で、コンテナを腐食し、放射性元素を溶解し、それらを拡散させる可能性がある。粘土には僅かの水分が含まれているが（4～8ボリュームパーセント）、水が存在する空隙は水を循環させるのが不可能なほど小さいものである。微細構造の解明を含め粘土片に対する研究を行っているところである。放射性元素はそれぞれ独自の化学的挙動をする特性を有しているが、10万年をかけたも粘土層内で10mを超えて移動することができない。「そのような時間を経過する中で、放射能崩壊による恩典を受けられることになる」、と女性が付け加える。マーモットが、ハンモックのような崩壊線図の上に寝そべており、「放射能の低減」については承知しているよと発言する。これは、マーモットが駄洒落やユーモアに富んだ言葉を使っているもう一つの事例である。

8-9頁

採掘方法について詳細に述べられている。その方法は、発破を仕掛けて進みながら粘土層に向かって掘り下げていく「伝統的な」なものとなろう。各段階において、新たに掘削した壁を支持コンクリートで覆う前に、その岩肌を科学者が検査するであろう。これにより、同地域の地質学的な歴史に関する情報が得られることになろう。ここでの文章は、採掘者や地質学者により実施される作業に関する興味深い情報を使えることを示している。

10-11頁

ここでは、Chllavo-Oxford粘土層で水平に掘削された横抗において実施される予定の特別な研究が示されている。母岩層への掘削の影響を調査するために、計器が水平に掘った

横坑にセットされる。

12-13 頁

ここでは、全ての情報が、キャラクター間の対話形式で提供されている。訪問者は、技術者の案内で実際の横坑を通して歩いており、「自分自身で計器を設置し」、そして、掘削の影響がどのように検査されるのかを考えることをする。調査される予定のもの、すなわち、呼吸ばかりでなく水蒸気や微生物からの二酸化炭素の存在に伴う酸化による岩石の変質、コンクリートや鋼により使用される新たな化学元素についての会話が交わされている。「これらに伴う変動が、横坑の周りにおいて数十cmに限定され続けることを確実にする必要がある。」

「地下研究施設の目標は、廃棄物コンテナを有効に封じ込めることができるかどうかを見極めることであることから、この処分場の横坑は封鎖される可能性が非常に高い」、と技術者はこの混同したメッセージの中で発言している（処分場と地下研究室の目標を混同している）。この技術者は、3つのバリアー（キャニスター、工学バリア、天然粘土層バリア）について詳細に説明し、工学バリアに対しては試験を行う必要があるとしている。特に、埋め戻し、封鎖及び密閉材としての粘土の品質は試験する必要がある。注目すべき点は、水が循環できる自由空間を制限することである。ベントナイトのような粘土は、使用時においては不飽和状態であり、その後、周辺の岩石層に存在する僅かの水で再含水化して膨張することになる。廃棄物コンテナからのと同様の熱負荷を想定した実験により、この再含水化を防げるかどうかについての試験が行われる予定である。

「工学バリアは、我々が廃棄物を回収できないようにするのであるだろうか？将来の技術発展で、廃棄物を破壊又は再利用できるようになるのなら、我々としては、回収ができるようにする必要がある。」

14-15 頁

「処分場の全て又は一部を封鎖しても、可逆性は保たれることになる」、と技術者は回答する。「処分場の研究とは、パッケージをどのように定置するのかと、それらをどのように回収するのかの双方を研究することを意味している。自分自身で確かめてください。」

訪問者は、キャップや栓の無いパッケージを引き上げるのに何が必要かを考える。これは、同じ掘削装置を使用して、横坑の補強に慎重に対応しながら行うことができる。

キャップがある場合、横坑の入口を再度掘削する必要がある。固い岩盤をどのように掘削するのは知っているよ、と小さな少年が発言する。

「しかし、このキャップは可逆性にとっては障害になるかもしれない」、と若い農夫が反論する。「それとは逆に、可逆性を促進することになったらどうしますか?」、と技術者が応答する。機械的な変形又は化学的な腐食からコンテナを保護するであろう素材について、研究をする必要がある。

「コンテナ内に放射性廃棄物を入れて試験するつもりなのですか?」「いいえ違います。これは法律で禁止されており、そのようなコンテナで実験をする必要はありません。我々の目標は粘土層を調査し、工学バリア用の素材を見極めること、言い換えれば、採用されている処分解決策に対して提案するために、地層環境と完璧に相性のいいものを確保することです。」「Andraだけが、この地下処分場で活動するのですか?」

16頁

Andraは、1機関だけで活動することはしない予定である、Andraでは、既に他のフランスの機関やスイス (Mont TerriとGrimselの図)、ベルギー、スウェーデン及びカナダの研究所の研究者と協力している。これら諸国からの研究者は、この地下研究施設を訪問し、経験や結果を交換することになる。独立した国際的な専門家も、ここでの作業を検討するであろう。

「このサイトが処分場を受け入れることができるのかどうかは、何時の時点で明らかになるのであろうか?」「この地下研究施設は、実験が実施されるにつれてデータが収集できるようになり、Andraでは2006年に結果を提出する必要がある。現状で我々が待ち望んでいる結果は、この足下から490m下で得られるものである。」

後側の表紙の裏表紙

ここには、2006年の意志決定で出される可能性のある以下のような結果の一覧が示されている。

サイトが不適切と判断された場合、このサイトは元通りに修復されることになる。

もしもAndraの結果が、安全当局の基準を完全に満足し、国家評価委員会から建設を支持する判断が出された場合、政府は処分場を建設するための法律を議会に上程することになるかもしれない。このことは、「二つの他の研究活動」(以下に示されているような、長期地上貯蔵、廃棄物の長期的有害性の低減、深地層処分の研究)からの結果を考慮に入

れた地域との協議や国家レベルの論議が行われることを意味している。これら論議が終わった時点で処分場建設の意志決定がなされた場合でも、建設や行政手続き上必要とされるリード期間を考えると、その建設作業は2020年以前には開始できない可能性がある。

Andraの結果が有望性を示すものではあるが、2006年の時点で結論がでなかった場合、研究を延長する新たな法律を上程するのが政府の役目になるであろう。この法律は廃棄物法の精神を踏まえたもので、想定される評価チェック時点で政府と議会による意志決定を可能にするために、その根拠となる科学的及び技術的情報を一緒に収集して政府と議会に提示しなければならないであろう。

3.3.3.3 冊子「岩石層の真ん中で (In the Heart of the Rock)」に関する見解

ここでの詳細な検討から、ほとんどの情報が深地層地下研究施設サイト、母岩層の特性、掘削技術及び実験の目標に関するものを取り扱っていることは明らかである。技術者は、訪問者が地下研究施設の廃棄物封じ込め能力を試験するために実施されるはずの実験を考える上で積極的な役割を果たせるように導いている。

このおもしろい手法を採り入れた冊子において、Andraの示している立場は、効果的な意志疎通をはかることにある。読者が発見の喜びが感じられるようになっている。この冊子は非常に多くの技術情報で溢れているが、十分な長さや詳細さの情報が、読者に対して段階的に、すなわち、実際の学習経験の場にいるのと同じような方法で提供されている。この冊子の読者は、より深い理解が得られると共に、地下研究施設の作業が興味深く有益なものであるとの感覚も恐らく抱くことは間違いない。このような理由から、この冊子は中学校又は高等学校の科学の科目における素晴らしい教材になるかもしれない。この冊子は研究の喜びを分け与えており、地質関係の事実を読者に提供している。

また、この「岩石層の真ん中で」は、地下研究施設の活動に関する知識と一緒に信頼と安心の感情も生み出すかもしれない。

如何なる地下研究施設候補サイトも特定されていない段階で作成された「将来の世代」が、技術レベルでの記述に混乱があり、時として社会的問題の教示レベルに明確さが欠けているように思われた点を指摘するのは興味深いことである。これに対して、「岩石層の真ん中で」では、Andraにとって具体的な設定をすることが可能となっており、読者に対して段階的かつ明白な理解を確実にもたらすような内容になっている。この漫画冊子は、外部の会社、すなわち、Prodiadact Technologies社との協力で作成された。恐らく、この作成チームにとって、具体的な設定を踏まえて教示的な文章を作成することは、より容易な

ことであつたであろう。また、Andraの同作成チームへの助言者は、地下研究施設で予定される地層関係の研究に関する指針を示すとの観点からすると、恐らくは「そのチームの中心」になっていたものと思われる。最後に、Andraが地下研究施設サイトを獲得したことを含め、与えられた任務にある程度成功を納めたとの事実は、社会的に好ましくないとする観点からなされる同プロジェクトへの反対意見を取り扱う必要がないと考えるに至ったのかもしれない。この冊子では、訪問者による質問や懸念を単純すぎるとか、あるいは、間違っていると示唆するような姿勢が薄れている。その代わりに、これらの質問に対しては、一般に経験に基づく内容で対応されている。しかし、「将来の世代」と同様に、「岩石層の真ん中で」でも、科学的不確かさの議論がなされていない点に注意する必要がある。従って、読者からみて、自分自身又はAndraの理解が完全なのか、あるいは、恐らく疑問が残っていないのかどうかを見極めることが難しくなっている。

3.4 ドイツとスイス

ここは3つの部分から構成されている。まず最初は、ドイツとスイスから得られた情報提供資料の内容に関するものである^{註28}。二番目の部分では、原子力発電や廃棄物処分に
関する政策/哲学が公開文書の中にどのように翻訳されているかについて検討している。
最後の三番目の部分では、これらアプローチにより放射性廃棄物管理への受容性が獲得で
きる見込みについて検討している。

3.4.1 情報提供資料の内容

3.4.1.1 ドイツ

3.4.1.1.1 ポートフォリオ（紙挟みに入れる薄い資料集）「環境保護に向けた安全処分 （Safe Disposal for Environmental Protection）」

このポートフォリオは、原子力と廃棄物処分に
関する異なる話題に対応した以下に示す
5種類のリーフレットから構成されている。

- | |
|--|
| A)リーフレット「ゴルレーベンのBLG訪問」 |
| B)リーフレット「放射性廃棄物の中間貯蔵－廃棄物発生段階から貯蔵に相応しい製品ま
で」 |
| C)リーフレット「フランスとドイツでの再処理からの廃棄物の返還：BLGにおけるガ
ラス固化キャニスターの中間貯蔵」 |
| D)リーフレット「直接永久処分に
に向けた処分の過程での重要な段階：CASTORキャス
クを使用した燃料要素の中間貯蔵」 |
| E)リーフレット「ゴルレーベンの原子力サイト操業における安全第一：環境を保護する
安全手段」 |

これらリーフレットは、ゴルレーベンで中間貯蔵施設を操業している会社である
Brennelementelager Gorleben GmbH(BLG)により作成されたものである。ドイツの原子力サ
ービス会社（GNS）により配布されたこれら二カ国語の文書は、もはや入手できない。最
近のポートフォリオ（2001年）は、ゴルレーベンのBLGだけを取り扱っている。ここで
は上記の5種類のリーフレットだけを対象に分析する。

このリーフレットは、平易なドイツ語で書かれており、技術用語の使用は避けられてい
る。このリーフレットのテーマは、特定の話題を取り扱うそれぞれの多くの段落の中で議

^{註28}ここでは、ドイツとスイスの両国における文書に対する分析を一緒に行った。受容性を高める戦略に関
する検討では、国別に別個の2つの章として取り扱うのは実際的でないと判断し、これらを一括して取り
扱っている。

論されている。文章を補完する写真と図も掲載されている。このリーフレットは、「一般公衆」を対象に作成されており、青少年又は原子力施設周辺の住民といった特定のグループを対象としたものではない。

以下には、これらリーフレットの要約を示した。

(a)リーフレット「ゴルレーベンのBLG訪問」

このリーフレットには、ゴルレーベンの使用済燃料集合体貯蔵施設の概要が示されている。このリーフレットにおいて取り扱われている話題のほとんどは、他のリーフレット(b-e)の内の一つにおいて、より詳細に議論されている。

ここでの文章は、ドイツのエネルギー供給における原子力発電の重要性に言及することから始まっている。その後、安全で環境的に適切な廃棄物処分が、責任あるエネルギー生産にとっての不可欠な部分であるとして紹介している。ゴルレーベンのBLG社は、放射性廃棄物処分の3つの部分を対象にしており、そのそれぞれの概要の記述は以下のようになっている。

- ①低レベル放射性廃棄物を対象とした廃棄物貯蔵(Abfall-Lager)：この部分の文章では、このタイプの廃棄物がどこで発生するのか（原子力施設からばかりでなく、研究又は医療利用からも）、そして、それがゴルレーベンでどのように貯蔵されるのかについての説明がなされている。
- ②使用済燃料と他の発熱性廃棄物(Transpotbehalterlager)を対象とした貯蔵：ここでの文章では、ゴルレーベンで使用する長期中間貯蔵用に開発された特別なキャスク（コンテナ）の存在について述べている。また、貯蔵ホール大きさや貯蔵容量が示されており、このキャスクが貯蔵の全期間を通じて制御システムと接続されていることが付け加えられている。
- ③パイロット・コンディショニング・プラント(Pilot-Konditionierungsanlage)の操業：このプラントは、使用済燃料集合体の直接永久処分に必要な新技術を開発するために使用されるものである。この文章では、ドイツの原子力発電プラントからの廃棄物処分に向けたさらなる技術開発の重要性を強調している。

このリーフレットでは、これらのより技術的な問題に加えて、ゴルレーベンの貯蔵施設を見学する機会に関する情報も示されている。この中には、技術的なモデルの展示やゴルレーベンに関するビデオを提供している情報提供センターの概要が含まれており、ゴルレーベンの場所を示した地図と訪問するための交通手段などが示されている。

(b)リーフレット「放射性廃棄物の中間貯蔵－廃棄物発生段階から貯蔵に相応しい製品まで」

このリーフレットには、いわゆる廃棄物キャンペーンの登録から全体が完了したキャンペーンの文書化までの貯蔵手続きの段階を描いた図が示されている。以下の段階について、詳細な情報が提供されている。

- ①廃棄物キャンペーンの登録
- ②コンディショニングに向けての準備（廃棄物タイプの決定、適切なコンディショニング手法とキャスクの選定、検査計画の作成）
- ③コンディショニングの登録（監督当局への申請、監督当局による独立専門家の任命、監督当局から公表される計画）
- ④コンディショニング、すなわち、減容のための蒸発、焼却又は粉碎（必要な場合、原廃棄物のコンディショニング施設への輸送、専門家による文書の作成、独立した専門家の検査報告書のドイツLuneburg市通商監督事務所への提出）
- ⑤Luneburg市通商監督事務所による貯蔵承認
- ⑥Deutsche Bahn（ドイツ鉄道協会）による輸送
- ⑦貯蔵（独立した専門家による監督下で）
- ⑧BLG社の報告（輸送廃棄物の送り主への受け取り通知、Luneburg市通商監督事務所への現状でのインベントリの報告）
- ⑨完了した廃棄物キャンペーンの最終文書化

2つの別個の段落で、(1)貯蔵手続きの監督及び承認のプロセスと(2)この低レベル放射性廃棄物の発生源とそれがゴルレーベン処分場でどのように貯蔵されるのかの説明がなされている。

(c)リーフレット「フランスとドイツでの再処理からの廃棄物の返還：BLGにおけるガラスキャニスターの中間貯蔵」

このリーフレットは、再処理により生じる高レベル放射性廃棄物の側面を取り扱っている。以下の話題について記述されている。

- ①再処理により生じる放射性廃棄物のガラスキャニスターを使用した最適な処理：この段落においては、高放射能を有する廃棄物の輸送と貯蔵に使用されるガラスキャニスターの中で、高レベル放射性廃棄物がどのように処理されるかが記述されている。別の段落では、「溶解」、すなわち、放射性物質のガラス固化の意味が簡単に説明され

ている。もう一つの段落は、品質管理と制御の問題を取り扱っている。この記述は、管理プロセスに関連する当局者と手続きの一覧によりなされている。

②ガラスキャニスターの輸送と貯蔵に使用されるキャスクの記述：この文章では、この輸送と貯蔵のためにドイツにおいて現在利用されている2つのタイプのキャスク、すなわち、CASTOR HAW 20/28とTS 28Vの記述がなされている。このキャスクの技術的特徴についての記述に加えて、もう一つの段落では、キャスク輸送中における安全性に関する組織面の問題が取り扱われている。

③ガラスキャニスターの中間貯蔵が、廃棄物処分に向けての重要な作業として示されている。人と環境を保護するために講じられる安全対策が一覧で示されており、ドイツにおいて設定されている限度値への尊重が強調されている。

承認、検査及び報告のプロセスにおいて含まれる以下の段階が、図の中で要約されている。

- ①生産の管理
- ②輸送許可
- ③輸送・貯蔵キャスクへの装荷
- ④輸送の承認
- ⑤フランスとドイツの鉄道協会による輸送
- ⑥BLGにおける廃棄物の貯蔵
- ⑦BLGでの完全な文書の保管

さらに、関係する機関や当局についての短い説明もなされている。

このリーフレットの最後の段落では、ドイツにおける再処理から発生する放射性廃棄物の法的根拠が取り扱われている。その文章では、原子力発電がドイツにおける電力需要の1/3を賄っていること、原子力発電電力会社が返還放射性廃棄物に対する法的責任を負っていることを指摘している。この文章では、フランス及び英国での再処理キャンペーンに関する既存の条約にも言及している。

(d)リーフレット「直接永久処分に向けた処分の過程での重要な段階：CASTORキャスクを使用した燃料要素の中間貯蔵」

このリーフレットは、使用済燃料集合体の輸送と貯蔵に使用されるキャスク（コンテナ）に焦点を当てている。このリーフレットは、原子力発電所の燃料がどのように取り扱われるのか、すなわち、どの程度の頻度で燃料交換が行われ、それがどのようになされる

かの記述から始まっている。その後、このリーフレットでは、放射性廃棄物処分の安全性に関する2つの側面、すなわち、キャスク自体の安全性と輸送中の安全性を取り扱っている。

ーキャスクの安全性：このリーフレットは、使用済燃料集合体の輸送と貯蔵のために開発された特別のキャスク、すなわち、いわゆるCASTOR型キャスクについて説明している。このキャスクは、以下の3項目の主要な安全目標を満足するよう開発された。

- ①使用済燃料の放射線防護
- ②大事故においてさえも、放射性物質に対する安全な封じ込めを確保すること
- ③燃料からの熱を除去すること

さらに、この文章では、このキャスクがどのように製造され、その冷却システムがどのように機能するのかについても説明している。

2つの別個の段落では、以下の点について記述している。

- ①CASTOR型キャスクがゴルレーベンで貯蔵される方法とその健全性がどのように検証されるのかについて
- ②蓋システムの構築とその機能確保のために講じられる安全対策

ー輸送中の安全性：この文章では、様々な組織面、技術面及び人員面に関する手段によりリスクの無い輸送が保証されているとしている。特に、輸送経路近くの人口又は護衛要員に対してリスクをもたらさないことが強調されている。2m離れた距離を通過するCASTOR型キャスクの輸送に伴う被曝（被曝線量：0.28 μ Sv）と飛行機での2時間半の飛行に伴う被曝（被曝線量：10 μ Sv）との比較が、輸送に伴う放射線被曝レベルが無視できる程度であることを説明するために使用されている。また、この段落では、ドイツで毎年実施されている使用済燃料輸送の回数も報告している。

さらに、寸法や重量が異なるCASTOR型キャスクの詳細も、表形式で示されている。

図には、放射性廃棄物の輸送と貯蔵に義務付けられている様々な許可、検査及び報告が示されている。これらには、以下のものが含まれている。

- ①輸送許可
- ②装荷前での監督当局による検査
- ③装荷中及び装荷後での監督当局による検査
- ④輸送承認

⑤ドイツ鉄道協会による輸送

⑥ニーダザクセン州環境省とIAEA及びユーラトムの査察官により監視される中間貯蔵施設への貯蔵

このリーフレットの最終段落では、ドイツの電力供給の文脈から論議した技術的側面を記述している。その文章では、原子力発電の電力の全体に占める割合が示してあり、ドイツの電力供給における原子力発電の重要性が強調されている。この文章では、「直接永久処分」が廃棄物処分のための再処理に対する代替策であること、それが1994年以降ドイツで許可されたことを説明している。ドイツの電力会社は、将来における廃棄物処分方策として両者を利用する予定であるとしている。

(e)リーフレット「ゴルレーベンの原子力サイト操業における安全第一：環境を保護する安全手段」

このリーフレットでは、環境を保護するために講じられる様々手段について記述している。ここでは、以下の3つの問題が検討されている。

①放射性廃棄物と使用済燃料集合体の中間貯蔵：ここでの文章は、ゴルレーベンに貯蔵される大量の放射性廃棄物が、低レベルの放射線だけを放出し、熱を生じないものであることに言及することから始まっている。このタイプの廃棄物を貯蔵し管理する方法が、簡単に記述されている。その後、使用済燃料集合体と発熱性の放射性廃棄物に対処する上での問題が取り扱われている。この高放射性物質の輸送と貯蔵のために特に開発されたキャスクの説明がなされ、キャスクの設計で講じられた安全手段（例えば、封入）と貯蔵施設での安全手段（例えば、冷却と換気）が強調されている。

②周辺の管理：この段落では、ゴルレーベンの廃棄物処分サイト周辺の環境がどのように管理されているかを説明している。この文章では、天然及び人工の放射能及び放射線の監視が同施設の操業が開始される以前から実施されてきていること、それ以来継続的実施されてきていることを説明している。また、同施設の操業者としてのBLG社に加えて、ニーダーザクセン州の環境保護担当当局が独自の管理計画を実施していること、全ての計測結果が年次報告書の形態で公表されていることにも言及している。ここでの文章は、同施設からの放射線による被曝が法的要求限度値を遙かに下回っていること、そして、サイト地域外での放射線に増加が見られてきていないことを述べて締めくくられている。

③パイロット・コンディショニング・プラント(Pilot-Konditionierungsanlage: PKA)：PKA

が、直接永久貯蔵における廃棄物処分概念の重要な要素として描かれている。このプラントは、使用済燃料の「コンディショニング」のための技術、すなわち、永久貯蔵に相応しいようにする方向で使用済燃料を処理し梱包する技術を試験するために使用されるものである。ここでの文章は、安全手段、例えば、飛行機の墜落に対する防護又は「ホットセル」の封入といったことを強調しながら、PKAの建設に関する説明をしている。このPKAの建設は、(簡略化した)建物配置計画と写真を使って説明されている。

別の段落では、環境中における放射能に関する情報を提供している。その文章は、宇宙線や地中線源からの天然放射線の記述から始められている。比較のために、ゴルレーベン周辺でのバックグラウンド放射線レベルが、ドイツの他の2カ所(いずれもゴルレーベンよりも高い場所にある)における数値と一緒に示されている。また、この文章では、人間文明に起因した放射能に関する情報も提供している。医療利用、大気圏内の核実験、研究、産業及び住居からの放射性物質が主要な線源であるとされている。最後に、ドイツ全土での異なる放射線レベルが、異なる色で様々な平均放射線値が示してある図の中で示されている。

最後の段落は、このリーフレットの話題、すなわち、一般的な政治的及び法的観点から環境に対する安全性の問題に割かれている。ドイツの原子力発電利用を規制する法律への言及がなされ、限度値の概念が手短かに説明されている。この段落は、ゴルレーベンの廃棄物処分場の開発と建設が、法的及び政治的要件によりどのように形成されていったのかを記述して締めくくられている。

3.4.1.1.2 ビデオ「探査鉱山ゴルレーベン(Exploratory Mine Gorleben)」

このビデオ「探査鉱山ゴルレーベン」には、放射性廃棄物を永久貯蔵する処分場としての岩塩層の適切さに関する地質学的調査の概要が示されている。

分析の観点からすると、このビデオは、それぞれが異なる話題を取り扱っている以下の4つの部分に区分することができる。

- (1)このテーマへの導入部
- (2)岩塩層周辺における地震波計測
- (3)岩塩層の探査
- (4)将来展望

以下には、このビデオが取り扱っている話題の詳細な内容について、画像に対する解説文章の言い換えや要約をすることで示した（各区部における時間は括弧内に示してある）。

(1)導入部（0分-1分30秒）

このビデオ「探査鉦山ゴルレーベン」は、数百年前に形成された地下岩塩構造が示してある地図を示すことから始まっており、ドイツにおける最も有名な岩塩層の一つが、隣接しているゴルレーベンの集落にちなんで命名されたとしている。その後、このビデオは、ドイツの放射性廃棄物永久貯蔵概念が、地下における深地層に放射性廃棄物を貯蔵することを計画している点に言及している。その後、ドイツの貯蔵プロジェクト、すなわち、モルスレーベンの永久貯蔵処分場、コンラッドのシャフトプロジェクト、ゴルレーベンの鉦山探査が羅列されている。

このビデオでは、ゴルレーベン岩塩層とその周辺地域で現在行われている探査についての説明が続いている。この探査活動には、道路、電力及び水を含む十分整備された基盤が必要である。このビデオは、鉦山の2つの巻き上げ塔を映し出し、その後、地下での掘削が順調に進捗していることを示唆する岩塩廃棄物の山の方に画面を移している。

(2)岩塩層周辺での地震波計測（1分30秒-5分20秒）

この部分では、地震波計測の方法が示されて、地盤構造を探索するための音波の利用が説明されている。地盤に音波が発せられ、それが異なる道筋で反射されてくる。この「フィードバック」が記録され、分析されることになる。

ほぼ500平方kmの区域を調べるためには、相当の長さの計測ラインが必要となる。このビデオは、この計測地域には同岩塩層の近くを流れているエルベ川も含めて示している。これらの計測ラインは、途中で途切れさせることができない。そこで、一方の堤防から他方の堤防とを結び付けるために、いわゆる「地中聴音器」が川底に設置されている。このビデオでは、このような計測が水中でさえもできる手法が存在していると述べている。その後、地球物理学者が、岩塩層上の地層構造を明らかにするデータを解析しているところが示されている。そして、いわゆる「エアガン」、すなわち、水中計測のために川底に圧力波を発する方法が説明されている。

このビデオでは、地震波の計測が地中構造に関する膨大なデータを収集する上で有効な手法であると述べている。しかし、さらに詳細な情報を得るのは、地中を実際に「調べて

みる」必要がある。これが、岩塩層上の浅い地層に約500本の試錐孔を掘削することによって行われ、三次元の地下地図が得られることになる。

その後、浅い地層の構成が説明されている。このビデオは、掘削された試錐孔のほとんどが、地下において生じる変化の有効な指標である地下水を監視するために利用されていると述べている。この部分の最後で、浅い地中に掘削された多くの試錐孔の場所を示す地図が示されている。

(3)岩塩層探査 (5分20秒-13分20秒)

この話題は、岩塩層に孔を掘削することなく岩塩層をどのように探査するのか、そして、なぜ岩塩層を探査するのかについて尋ねることから始められている。このビデオでは、岩塩層には多様な異なるタイプのものが存在し、その一部が永久貯蔵に非常に相応しいものであると述べている。

このビデオでは、浅い地中層200m以上と岩塩層600mとを通過して鉾山の縦坑を掘り下げていく方法を示しており、排水をしながら不安定な地中に縦坑を掘削していくプロセスの説明をしている。地盤を補強するために、約半年間を要する冷凍化を最初に行う必要があった。浅い地中に縦坑を構築するには、それを耐水性及び耐圧性のものにする必要があった。この浅い地層を通過してしまうと、岩塩層に補強を施すことで多くの安定な空洞を構築することが可能であることから、岩塩層中での建設作業は比較的容易となる。

その後、このビデオは、どのように縦坑掘削作業が進捗しているのかを示し、この鉾山の2本の縦坑が主横坑を介して相互に接続されていることを説明している。この掘削作業に講じられている安全対策への言及が、バケツが上下する映像を示しながらなされている。このビデオは、この鉾山を補強するために、採掘廃棄物を地上に運び出すのに合わせて、アルミニウム素材を運び降ろす必要があると説明している。

その後、このビデオは、主横坑から伸びた他の横坑が、岩塩構造を分析するためのコア掘削や試料採取が行われる探査区域に伸びていると説明している。この横坑の方向を定めるためにレーザが利用されている映像が示され、横坑掘削のための発破がどのように準備され実施されるのかが示されている。

この後、この岩塩層が2億5000万年程度前の海水滲が干上がった結果として形成されたとの説明がなされている。残留した塩の層が他の層により覆われ、全ての氷河期を経て岩塩層が形成された。これらの気の遠くなる時間スケールの理解を促すために、比較手法が採用されている。この岩塩層の形成される全期間が24時間で終わるとしたら、人類の存

在は最後の20分間にしかすぎないとしている。その後、鉱山からボタ山への岩塩の輸送が手短に順番を追って示されている。

最後に、永久貯蔵のための地層として、この岩塩層を詳細に探査する理由が示されている。ここで示されている理由は、まず最初にドイツにおいて利用できる地層であること、二番目には、何年にもわたる調査により、岩塩層が永久貯蔵のための厳しい要件を満足していることが明らかにされていることである。

(4)将来展望 (13分20秒-13分40秒)

この部分は、本ビデオの簡単な最終部分である。この探査作業が2000年以降も継続される予定であること、放射性廃棄物の永久貯蔵要件を探査結果が満足しているかどうかは将来になって示されるであろうことが指摘されている。(2000年6月の政策合意に基づいて現在中断中)

3.4.1.2 スイス

冊子「管理下の放射性廃棄物(Radioaktive Abfälle unter Kontrolle)」

この24頁の冊子は、放射性廃棄物処分の様々な側面についての紹介をしている。この冊子では、一般公衆に情報を提供することを目的としており、青少年又は原子力施設近隣の住民といった特定の目標集団を対象にしたものではない。この冊子は平易なドイツ語で書かれており、説明用に多くの写真、図及び表が使用されている。以下における本冊子の要約には、この文章の中で取り扱われているテーマが示してある。

この冊子は、現代産業社会における電力の必要性と電力供給面での原子力発電の重要性を指摘することから始まっている。あらゆる人間活動により廃棄物(広い意味で)が発生し、もちろん、原子力の利用によっても廃棄物は生じることになるとの説明が続いている(2-3頁)。しかし、放射性廃棄物は、以下に示す重要な2つの点で他の廃棄物と異なっていると主張されている。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">①これは放射能を有しており、そのために人類にとって危険である②原子力利用の結果として生じる廃棄物の量は非常に少量であり、それを収集して環境から隔離することが技術的にも経済的にも実現可能である |
|--|

図を使用して、放射性廃棄物の量が、スイスで発生する他のタイプの固体及び気体廃棄物の量と比較されている。(この冊子の中でなされているほとんど全ての主張は、写真、図又は表で説明されている。)

次に、この冊子では、放射線から如何に人類を防護できるかの問題を取り扱っている(4-5頁)。異なる放射線源の一覧が示され(宇宙線、人工等)、半減期の概念が説明されている。被曝期間、放射線源との距離及び放射線遮蔽への言及が、放射能防護との観点からなされている。

原子力発電所から発生する異なるタイプの放射性廃棄物が、次の頁(6-7頁)で取り扱われている。これらの中には、放射性の気体及び液体廃棄物や固体放射性廃棄物が含まれている。その後、短寿命、長寿命の中レベル及び高レベル放射性廃棄物の差異についての説明がなされ、原子力発電所から発生する各タイプの廃棄物の量が示されている。

この後、燃料の再処理問題が取り上げられている(8-9頁)。この中には、使用済燃料集合体輸送の安全性に関する短い段落が含まれており、それに続いて、使用済燃料の再処理が有効な理由についての説明がなされている。ここでの主張は、再処理により放射性物質に蓄積されているエネルギーのより有効な利用が可能になるというものである。利用価値のない高放射性の核分裂生成物をガラス固化体に変えるプロセス、そして、それを鋼製のキャスクに格納するプロセスの説明がなされている。

その後の数頁は、異なるタイプの放射性廃棄物をどのように貯蔵するかの問題に割かれている(10-17頁)。多重安全バリアの概念が紹介され、その放射性廃棄物貯蔵への利用が取り扱われている(10-11頁)。最初に、地下の横坑での長寿命中レベル及び高放射能廃棄物の永久貯蔵が説明されている(12-14頁)。その後、短寿命及び低レベル廃棄物を貯蔵する異なる方策が説明されている(15-17頁)。両者において、多重バリアを通じての放射性廃棄物貯蔵に対する高い安全要件の履行が強調され説明されている。

その後、この冊子では、NAGRA(スイス放射性廃棄物管理共同組合)の存在を紹介している。このNAGRAは1972年に設立され、永久貯蔵用処分場の研究、計画立案及び建設を行っている。この中には、異なる技術タイプの永久貯蔵に関する検討、適切な貯蔵場所の地質学的及び水理学的条件の検討、そして、人工及び天然安全バリアに関する実験が含まれている(18-19頁)。

探査掘削による候補貯蔵場所における地質学条件の検討が、非常に詳細に説明されている(20-21頁)。別の段落では、計測や検査のための革新的な手法が開発され試験されているグリムゼル(Grimsel)地域にある地下研究所についての記述がなされている(22-23頁)。

最後の頁には、やはりINFEL(電力利用情報センター)により配布されているエネルギー供給や環境問題に関する他の多くの冊子の一覧が示されている(24頁)。

3.4.2 政策の一般情報提供文書への言い替え

3.4.2.1 ドイツ

原子力や廃棄物処分の政策が一般の情報提供文書においてどのように言い替えられているかをより理解する上で、ドイツでの原子力に関する一般での議論における主要な話題を思い出してみることが手助けになるかもしれない。これら話題とは以下のものである。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">①原子力発電所運転のリスク②原子力発電のエネルギー面での便益（及びリスク）③軍やテロリズムによる核物質の悪用 |
|--|

原子力発電に関する一般での議論において恐らく最も重要な側面は、人類や環境にもたらされるリスクであろう。早い時期（1970年代と80年代）において、原子力発電所の事故リスクについての論争が一般での論議において支配的であったが、その後になると、中間及び永久貯蔵のリスク、核物質輸送のリスク、輸送及び貯蔵に使用されるCASTOR型キャスクの信頼性といった追加的の話題にも議論が拡大していった。実際問題として、放射性廃棄物処分場の安全性や、ドイツの発電所又はラアーグ（フランス）やセラフィールド（英国）の再処理サイトとゴルレーベンといった処分場との間の使用済燃料輸送のリスクに関する論争が、原子力に関する論議では支配的になった。ゴルレーベンとCASTOR型キャスクによる輸送とが、原子力発電に対する抗議の「象徴」になった。例えば、CASTOR型キャスクによる輸送では、反原子力派による多かれ少なかれ暴力的な攻撃から輸送を護るために、最大で4万名の警官を動員して警備しなければならなかった。

原子力の便益の問題が、一般での論議において二番目の大きな話題になっていた。面白いことに、この便益の側面さえも、しばしばリスクという言葉で言い替えられた。原子力推進派は、原子力発電を放棄することのリスクを強調した。これら推進派は、原子力発電放棄に伴って、石油産出国への依存度が高まること、そして、ドイツの産業界の国際競争力の低下、最終的には国家繁栄の低下につながる可能性のあるエネルギー費用が増大することになると主張した。しかし、原子力反対派は、原子力発電の経済的リスクを非常に強調している。これらの主張は、原子力発電への莫大な経済資源の配分が主たる理由になっていた。実際、太陽エネルギー又は風力発電といった代替エネルギー生産手段の開発に積極的でない国は、原子力発電に対して資源を集中する傾向があると思われる。言うまでもなく、いずれの立場に対しても、反対側からは疑問が投げかけられた。

軍又はテロリズムによる核物質の悪用は、それほど大きな話題とはならなかったが、それでも常に話題として存在している。旧ソ連邦の崩壊に伴って、旧共産諸国の一部における

軍事核物質管理における安全防護面での欠陥が明らかになったため、それ以降において、同問題の重要性への認識が特に高まることになった。もちろん、この問題はドイツの原子力産業が責任を負うべき種類の問題ではないが、少なくとも原子力発電の反対側からすると、核物質の悪用は社会にとっての理論的なリスクばかりでなく実際のリスクでもあると見なされた。

これらが、原子力業界と1998年の政権交代まで原子力利用を支持していたドイツ政府及び行政当局が対処を迫られた話題であった。原子力業界ばかりでなくドイツ政府や行政当局も、原子力発電への受容性を高めるための宣伝キャンペーンを一定の範囲で展開したが、その基本的なアプローチは、原子力発電の便益について、そして、リスク問題を推進の立場から言い替えた安全性についての情報を提供することであった。このアプローチの土台となっているのは、人々が「正しい」情報だけを持ち、原子力発電がどのように行われるのかを理解したならば、原子力発電を良好な費用/便益比を伴った合理的なエネルギー方策として受け入れるであろう（少なくとも一定の範囲で）との仮定であった。

先に分析したポートフォリオ「環境保護に向けた安全な処分」ばかりなくビデオ「探査鉾山ゴルレーベン」も、このアプローチに確実に従っているものである。しかし、ビデオに関しては、原子力発電と廃棄物処分の問題を積極的に取り扱っていない点を指摘しておく必要がある。これら話題へ唯一言及しているのは、放射性廃棄物の永久貯蔵に向けたドイツの概念を述べているところである。その後においては、「放射能」又は「原子力」といった言葉は、どこにも使用されていない。このビデオの焦点は、地層と掘削の側面にほぼ独占的に当てられている。これらについては、素人にこの話題を総合的に理解してもらえるように若干詳細かつ教示的な方法で取り扱われている。

このビデオにおいては、先に概述したドイツの原子力論議における重要な問題を全く取り扱っていない。安全問題について簡単に触れているが、一般での論議で大きな話題となっているゴルレーベン岩塩層への放射性廃棄物処分問題という観点ではなく、鉾山での掘削作業との観点から安全問題が取り扱われている。むしろ、放射性廃棄物処分場としての岩塩層の安定性には触れられないままとなっている。もっと正確に言うならば、このビデオの最後において説明されているように、岩塩層が永久貯蔵に対する安全要件を満足するかどうかは、この探査の結果しだいであろうということになる。

このビデオは原子力発電と廃棄物処分問題を直接的に取り扱っていないことから、原子力発電と廃棄物処分に対する受容度を高めたとすることはできない。しかし、このビデオは、ゴルレーベンの鉾山探査の技術的側面を説明する中で、一般公衆に対して有益な背景

情報をもちろん提供することになっている。

ポートフォリオ「環境保護に向けた安全な処分」は、ドイツにおける原子力発電と廃棄物処分を巡って一般での論議を支配している問題について非常に積極的に対応している。この教示的なポートフォリオは、放射性廃棄物処分問題に関する概要を示す（1つのリーフレットで）と共に、この問題の重要な側面（すなわち、提供側からみて重要とみなされた）に関するもっと詳細な情報も提供する（別個のリーフレットで）ように構成されている。このような情報提供の形態により、読者はどこからでも読み始めることができると共に、何の案内が無くても廃棄物処分に関するテーマ全体を読み下していくことが出来るようになっている。

ここでの話題の選択をみると、このポートフォリオの作成者であるBLG社が、原子力発電問題での自らの役割を熟知していることを示している。このポートフォリオで取り扱われているテーマは、廃棄物処分に直接関連した側面に限定されている。一般的議論で議論的になっていた（そして、未だに的となっている）他の側面は、この冊子において取り扱われていない。しかし、一つの重要な例外がある。すなわち、現状でのドイツの電力供給への貢献という観点からの原子力発電における便益の側面が、概要の示してあるリーフレット（ゴルレーベンのBLG訪問）ばかりでなく、他の4種類のリーフレットの内の2つ（「フランスとドイツでの再処理からの廃棄物の返還：BLGにおけるガラス固化キャニスターの中間貯蔵」と「直接永久処分にに向けた処分の過程での重要な段階：CASTORキャスクを使用した燃料要素の中間貯蔵」）においても強調されている。ドイツのエネルギー供給における原子力発電の必要性は、原子力推進派と反対派との間の論争における「ホット」な問題の一つであるが、これらのリーフレットでは事実を示すだけに留まり、この論争の一方の側に加担することを巧妙に避けている。これらのリーフレットで示されている事実とは、現状においてドイツ全体で約30%の電力が、そして、BLG社のあるニーダーザクセン州のようなドイツの一部の州では約60%もの電力が原子力発電所により発電されているというものである。

原子力利用に関連したもう一つの重要な問題は、原子力発電所からの全ての放射性廃棄物の永久貯蔵を確実なものとするドイツの原子力発電業界の義務に関するものである。この点は、ドイツの「Atomgesetz」（原子力利用法）により求められている。実際問題として、この問題は論争に参加している全ての政党や団体間で意見が一致している恐らく唯一の事柄であろう。すなわち、それらの政党や団体は、ドイツの原子力発電所からの放射性廃棄物は、他の諸国へ永久貯蔵に向けて「輸出」すべきでないという点で意見が一致し

ている。もちろん、これは、全ての貯蔵に係わる活動に対して、非常に強固な合法性を与えることになっている。ここでの「唯一」の論争点は、放射性廃棄物を貯蔵する特定の方策が安全面と経済性面からみて合理的かどうかという点である。

これらのリーフレットは、最近になってドイツが従ってきている2つのアプローチ、すなわち、使用済燃料の再処理と直接永久貯蔵についての情報を提供している。それらアプローチに関連した様々な技術的及び手続き面の話題が、これらのリーフレットにおいて取り上げられている。この話題の取り扱いは、全ての文章を通じて強調されている側面、すなわち、輸送や貯蔵に使用される手順と技術の安全性を強調する側面からなされている。このことは、ドイツの原子力発電を巡る一般での論議において、安全性の側面が極めて重要なものとして取り上げられている点を反映している。

中間及び永久貯蔵のための処分場としてのゴルレーベンの適合性と輸送と貯蔵に使用されるCASTOR型キャスクの安全性は、グリーンピース (www.greenpeace.deを参照のこと) といった環境保護団体により、厳しくかつ繰り返し批判されてきている。これらのリーフレットは、このような批判については言及していない。しかし、ドイツの廃棄物処分論議に大きな影響を及ぼしたいくつかの重要な出来事が、このポートフォリオが作成された(1997年9月)後に起きている点を指摘しておく必要がある。1998年4月に、ラアーグ(フランス)からドイツへのCASTOR型キャスクを使用した輸送に対する監督責任を負っているフランスの当局は、放射能限度値を5倍も上回る汚染の存在を発見した。1998年5月、当時のAngela Merkel環境相は、ドイツでの放射性物質輸送を全面的に中止した。(総合的な安全チェックがなされた後の2000年1月に、CASTOR型キャスクを使用した輸送への許可が、皮肉なことに連合90/緑の党に所属するJurgen Trittin環境相により再度与えられることになった。)

1998年の社会民主党と連合90/緑の党との連立政権への政権交代に伴って、ドイツの原子力発電を巡る状況は大きく変化することになった。2000年6月に、ドイツ政府と電力業界とは、原子力発電の利用を「段階的に廃止する」計画で合意した。その最も重要な点は以下のものである。

- ①各ドイツの原子力発電プラントは、その操業開始時点から32年間にわたり操業することを認められるであろう。
- ②海外での使用済燃料集合体の再処理は、2005年7月に中止される予定である。その後において、放射性廃棄物の全ての処分は、ドイツでの中間及び永久貯蔵に限定されることになろう。

③1979年から行われているゴルレーベンの岩塩層に対する調査は、概念及び安全関係の問題が解決するまで中断されることになる。

この合意がなされる以前においてさえ、環境省では、高放射性廃棄物の永久貯蔵に対するゴルレーベン岩塩層の適合性に関して大きな疑念を表明してきていた。永久貯蔵に相応しい場所を特定し選定するプロセスへの一般公衆の参加は、このプロセスにおける重要な側面であることが既に発表されているが、現時点で、この参加が実際にどのように行われるのかは不透明である。

3.4.2.2 スイス

スイスは、原子力利用に関してドイツと極めて似通った状況にある。スイスの電力の約40%が、原子力発電所により発電されている。ドイツの場合と同様に、スイスの法律でも、再処理後又は直接のいずれかで放射性廃棄物を永久貯蔵するように求めている。

原子力発電の利用に関する一般での論争についても、スイスとドイツの両国における状況は極めて似通っている。スイスでは原子力発電利用に対する強い反対勢力が存在してきており、その論議における焦点は、ドイツにおけるものと基本的には同じである。もちろん、両国の間には重要な違いもある。すなわち、スイス政府は原子力発電の「段階的廃止」を計画しておらず、将来においてもスイスのエネルギー供給で原子力発電が主要供給源であると考えている。

スイスの電力会社の広報機関であるINFELにより作成された冊子「管理下の放射性廃棄物」は、原子力への受容度を高める上で、INFELが宣伝戦略にではなく、放射性廃棄物処分に関する情報提供に頼っていることを示している。

スイスの冊子の形式は、ドイツのポートフォリオ「環境保護に向けた安全な処分」とは異なっているが、両文書の内容は極めて似通ったものとなっている（もちろん、それぞれの国の特殊性を反映するようになっているが）。これら諸国における一般での論議で支配的な話題が基本的に同じであるとの事実を踏まえれば、このようになっていると驚くには当たらない。従って、両文書を比較することは有益であるかもしれない。

スイスの冊子は、（ドイツの概要を示したリーフレットと同様に）スイスでのエネルギー供給における原子力発電の重要性を強調することから始まっている。そして、読者は、スイスが永久貯蔵のために全ての放射性廃棄物を引き取る責任があることも知らされることになる。このことから、スイスにおいて放射性廃棄物の永久貯蔵以外には代替策のないことが明らかにされている。なお、この点については、論争に係わっている政党や団体の

間で意見が一致している。

ドイツのポर्टフォリオに比較して、このスイスの冊子では、より背景的な情報、例えば、スイスで発生する廃棄物量についてや、あるいは、半減期といった重要な概念又は異なるタイプの放射性廃棄物についての情報を提供している。しかし、これらの差異を別にすれば、両国の文書は重要な側面に関して極めて似通ったものとなっている。すなわち、両文書とも、全ての手順を管理するために講じられている措置や放射性廃棄物処分に使用される技術を特に強調している。スイスの文書においては、このことが「管理下にある放射性廃棄物」という表題にさえも反映されている。このメッセージは明白である。すなわち、放射性廃棄物処分を安全なものとするためにあらゆる手段が講じられているということである。

また、この冊子では、永久貯蔵に適した場所の探査の説明に数頁を割いている。これは、可能な限り安全に放射性廃棄物を永久貯蔵するために講じられる努力を印象的に見せることになっている。しかし、永久貯蔵の適合性評価に関連した科学的不確かさについては、この文章の中で言及されていない。

この後半における側面は、論争のある問題と安全手段に関する不確かさに対して対応する一般戦略を示しているといえる。すなわち、これらの問題の存在を否定することはしていないが、単に敢えて言及することはしないというものである。この点については、ドイツの資料ばかりでなく、スイスの冊子においても同じである。

3.4.3 情報提供アプローチの見通し

先に分析したドイツとスイスの文書は、事実を提示する形態で廃棄物管理問題を取り扱っているが、それらが明確に目指していることは、放射性廃棄物処分への受容度を高めることである。この戦略は2つの側面から特徴付けることができる。その第一は、リスク問題を安全性の見地から取り扱っていること、すなわち、人類又は環境への危険を阻止するために講じられる安全対策を強調する取り扱いをしていることである。第二の点は、両国におけるエネルギー供給への現状での貢献との観点から原子力の便益を主張すると共に、放射性廃棄物の永久貯蔵の必要性が法的に規定されていることも主張していることである。

このような「情報提供アプローチ」は、原子力発電や廃棄物処分に対する受容度を獲得する上でどの程度成功しているのであろうか？OECD/NEAが主催した会議の論文要旨集に対する検討で示されているように、対象とする問題についての知識とそれへの態度とが

単純な線形関係では示されないことが、態度や信念に関する研究から明確に示されている。

従って、たとえ情報提供が上記のような方針でなされたとしても、単なる情報の提供だけで、原子力発電や廃棄物処分を支持する方向に態度が導かれるであろうと期待するのは、余りにも単純すぎるように思われる。情報提供が人の態度形成に対して直接的に大きく影響しないのは、以下に示すような少なくとも2つの重要な変数が存在するからであると考えられる。

まず最初に、提供される情報が、常に一定の状況の中で解釈されるということである。この状況は、情報を受ける側の知識、価値観、経験及び期待により左右されるものである。この状況が、事実レベルにおいて、与えられた情報を理解するのかどうかや、それをどのように理解するのかを決定することになる。評価レベルにおいて、情報の受け手側が認知した情報提供側の想定目標と動機が、提供された情報を信頼できるものとして見なすかどうかを、即ち、この情報を信じるのかどうかや内容に同意するのかどうかを決定することになる。

事実の理解という面で見ると、ここで分析したドイツとスイスの文書に関して、廃棄物処分のような複雑な問題に素人が入り込み易いように慎重に配慮されている、と確実に言うことができる。これらの文章は巧みに構成されており、説明のために多くの写真、図及び表を使用している。評価レベル、すなわち、情報の信頼性に関して、明確な答えを出すことは難しい。提供された情報を信頼できるものとみなすかどうかは、情報の受け手側が、対象となっている問題へ、そして/あるいは、情報の提供者側への態度を既に決定しているかどうか特に左右されることになる。ここでは、人々がある話題に関する情報を、一般的には異なる情報源から受け取っていることを考慮することも重要である。この結果も、様々な情報源からの情報が一致しているか、あるいは、矛盾しているかどうか左右されることになる。

第二の点は、情報提供の効果も受け手側の情報処理の仕方に左右され、物事をより複雑にさえする可能性があるということである。態度の変更や信念に関する有名なモデルは、情報の体系的処理と発見的処理とを区別することをしている^{註29}。体系的情報処理とは、個人が情報、その意味や含意を真剣に進んで考えようとし、情報に向き合って考え込み努力して検討することである。このような方法で処理された情報は、個人に対して長い期間

^{註29} Cf. Chaiken, S. (1980): Heuristic versus Systematic Information Processing and Use of Source versus Message Cue in Persuasion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 752-766; and Petty, R.E. & Cacioppo, J.T. (1986): *Communication and Persuasion, Central and Peripheral Routes to Attitude Change*, New York

にわたり影響を与えることになるであろう。一方、発見的（習慣利用）情報処理は、真剣に考えたり努力することをせず、それに時間をかけることもしないより表面的な方法でなされるものである。情報を与えられた個人は、メッセージの内容を真剣に検討するのに代わって、「外部的な」手掛かり（メッセージの長さ、情報提供者に対する「イメージ」等のような）を使用することになる。その結果として、発見的に処理されている情報の影響は、不安定で短期的なものとなりそうである。

情報が体系的に処理されるのか、あるいは、発見的に処理されるのかどうかを決定する上で鍵となる変数は、情報を処理する上での動機と情報を理解する能力である。個人が情報を理解する動機付けと能力の両者を持ち合わせている場合においてだけ、体系的な方法で情報が処理されることになろう。既に指摘したように、ドイツとスイスの文書は、素人の理解を促進する上で巧みに構築されている。しかし、動機の側面については、取り扱いがより難しくなる。文書の受け取り側の多くは、恐らく情報に関心を持っていると思われ、特に、文書の入手を積極的に求めてきた受け手は関心を持っているが、他は関心を持っていないかもしれない。しかし、問題に関心を持っている情報の受け手は、一般的には自分の態度を既に固めており、しばしば十分な情報を持っているという点を指摘しておく必要がある。新たな情報は、そのような背景の上に解釈されることになり、しばしば、これがその影響力を決定することになろう。一方、まだ自分の態度を決定しておらず、また、一般的には僅かしか知識を有していない人々についてみると、どのような影響があるのか見極めるのは困難であろう。本調査で分析したスイスとドイツの文書のように巧みに構成された情報提供資料は、一部に関心をもたらす上での助けになるかもしれない。

これらの検討結果を踏まえると、情報提供の効果は多くの変数により左右されることになり、そのために、それを評価したり予測するのが難しいことが示唆される。特に、原子力発電や廃棄物処分の場合のように、社会レベルで論争がされている問題においては、このようなことが当てはまる。このことは、原子力発電や廃棄物処分への受容度を高めることを目標とした情報提供が無駄であることを意味するのであろうか？それは、確実に否である。情報の提供を差し控えることは、「一般公衆には関心がない」とのメッセージ、すなわち、伝達する中で恐らく最悪ともいえるメッセージを伝えることになろう。態度への影響が極めて不透明であったとしても、情報提供はすべきである。そして、巧みに構築された情報を提供することは、それが有効性を発揮する確率を高めることになろう。

OECDセミナー報告書を含めて各国の教育素材の分析結果を取りまとめて、表1に示す。また、セミナーにおける各団体区分による見方を表2（1/3-3/3）に示した。

表1 原子力及び放射性廃棄物に関する教育資料と戦略

OECD/NEA	米 国	スウェーデン	フランス	ドイツ	スイス
<p>教材名：「教師と原子力」 “Teachers and Nuclear Energy” オックスフォードセミナー 1993年6月28日～30日 主催：OECD/NEA</p>	<p>資料名：「科学、社会、そして、米国の放射性廃棄物」 “Science, Society, and America’s Nuclear Waste” 作成者：米国DOE/OCRWM 1992年発行、1995年改訂</p>	<p>資料名：「より深くで」 “At Depth” 作成者：SKB 1993年発行、その後大幅な改訂</p>	<p>資料名： ①「将来の世代」 “Future Generation” (1994年) ②「岩石層の真ん中で」 “In the Heart of the Rock” (1999年) 作成者：ANDRA</p>	<p>資料名：ポートフォリオ 「環境保護に向けた安全処分」 “Safe Disposal for Environmental Protection” 作成者：BLG、配布：GNS ビデオ：探査鉱山ゴルレーベン</p>	<p>資料名： 冊子「管理下の放射性廃棄物」 作成者：INFEL</p>
<p>本セミナーの目標</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師への情報提供及び支援を目的とした国家的な経験の交換 教師に対する基本訓練と情報提供要件に関し国際的な理解を深める 上記の試みにおける国家機関、原子力業界及び関連機関の貢献調査 	<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 4部構成の教育課程案内書 商業用原子力発電所からの使用済燃料と軍事活動からの高レベル廃棄物(HLW)の管理に関連した科学的及び社会的問題に関する情報の提供。 エネルギーや発電に関する概要、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の発生源、発生量、発生場所及び特性に関する情報 放射線の線源、タイプ及び影響 使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の管理や処分についての米国の政策や他国の活動概要等 米国の数校の大学及び7州からの高校教師により策定、検討及び試験されている。 対象は第8～12学年 50州及び海外48カ国に配布 1995年時点で教師用案内書2万冊以上、生徒用読本役20万冊要請 入手方法として、DOEのホームページからもダウンロード可能 	<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 再生紙使用 「反文化」的要素及び「設計」グラフィック的要素が組み合わされている。 教師用案内書とOHP用スライドが一緒になっており、技術的側面に重点を置いている。 科学的な内容を平易に解説し、全体が明らかに客観的トーンで貫かれている。 ナチュラル・アナログや他の諸国における廃棄物問題の対応に関する情報も掲載。 6種類の代替手法に関する簡明な議論も示されている。 	<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ①「将来の世代」 連載漫画冊子。 1994年の3万年後から地下研究施設の受け入れに直面している地方意志決定者の一人として、現在のフランスに送られてくる。 ここで設定されている意思決定者達は、選挙で選ばれた議会の議員である。 地下研究施設候補サイトが特定される前に作成、使用された。 ②「岩石層の真ん中で」 連載漫画 地下研候補サイトとしてビュール村が選定された後刊行されたもの。 サイト、母岩特性、掘削技術および実験の目標に関する情報 地方新聞に12週間に分割され、掲載。 	<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ポートフォリオ 5種類のリーフレット構成 本リーフレットは既に入手不可能で、現在配布されている物は、ゴルレーベンのBLGのみを取り扱っている。 ビデオ 放射性廃棄物を永久貯蔵する処分場としての岩塩層の適切さに関する地質学的調査の概要 	<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物処分の様々な側面についての紹介。
<p>本セミナーの契機となった1991年NEAワークショップの方向・結論</p> <ol style="list-style-type: none"> 原子力問題に関する教育プログラムに関与する教師は、使い勝手が良くかつ慎重に準備された教育用ツールが与えられるだけでなく、適切な情報と訓練も与えられるべきである。 教材に対する意見は以下の通り <ul style="list-style-type: none"> 科学教育努力の一部であるべき エネルギー教育の一部であるべき 社会科学と統合するべき 放射性廃棄物処分だけでなく、一般的な有害廃棄物処分の一部にすべき 包括的な文脈の中で教えるべき 原子力の道徳的及び倫理的側面を含めるべき 原子力科学と技術とのインターフェースをとるべき 科学、数学、歴史、政治科学及び哲学を結び付けた異分野提携のものであるべき 					

<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー分野における業界側の役割とは、施設、資金及び生データすなわち、科学的及び技術的ノウハウを提供することに限定されるべきである。この生の素材は「教師のために教師により」編集されるものである。 ・教育資料の作成、訓練課程の編成を請け負う教育機関は、関係する資料や訓練課程を改善する目的での調査、検査及び評価から得た「教師-業界」からのフィードバックを慎重に考慮に入れながら、大学の研究者や講師を活用して作業を行うことが不可欠である。 ・訓練プロセスに関与する人々は教える側も、受ける側もお互いをよく知り合っているべきである。訓練活動は公平な情報提供の場であると同時に、信頼を醸成する場となるよう企画する必要がある。 ・学ぶことを楽しむことが非常に重要であり、能動的な手法が訓練における最も重要な構成要素である。 ・教師の訓練活動への参加や資料の提供は、戦略的な思考が含まれる必要がある。これは職業上や連絡上のネットワークは、情報を広める上で重要な役割を演じることになる。訓練の費用は教師の支払いでまかなわれるべきではない。 ・マスコミは、教育界と競い合う関係にあったとしても、教育界に対し強い圧力をかけている。 ・マスコミによる情報提供は、必ずしも原子力のイメージを良いものにするとは限らないが、原子力の専門家達が、テレビのインタビューや討論会等に参加し、どのように責任のある態度で業務を行っているかを明示していく努力を重ねていくことが望ましい。 	<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・米国の教育資料の利用について原子力発電と放射性廃棄物に対する一般公衆の受容性(アクセプタンス)を促すとの観点から検討する上で有効な資料。 ・OCRWM は他の専門機関よりも中立であると認識されている。 ・一般公衆がリスクに対し、統計的確率ではなく、実際の事象に基づいて認知しているとの考えに基づいて作成されている。 ・最終的な目標は、原子力発電を他の資源と同様に問題点と利点とを併せ持つ「単なるもう一つのエネルギー資源」であるとの見方を生徒達が持つようにすることであると思われる。 ・生徒による演習(実習)活動を強く要求している。この生徒による演習に対して、より技術的な正確さについて配慮しているように考えられる。また、容易に実施できるよう配慮されており、非常に効果的に、生徒を国家の原子力政策意志決定者の立場に置いている。 ・資料作成者は、技術用語を単純な用語に置き換えることに非常に努力しているが、それが困難なときはその努力をあきらめてしまっている場合もある。 ・全体 900 ページと資料の容量が大きい。 	<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物問題についての SKB の考え方を、将来の有権者及び潜在的政策立案者に示すことを目標としている。 ・文章よりも図や写真を多用している。原発や廃棄物のリスク認知に見られる「目に見えない/手の届かない/制御できない」といった側面を避けるための意図的努力と考えられる。 ・意思疎通の単位として見開きの隣接 2 ページを採用している。 ・一般公衆の教育という面で非常に効果が高い。 ・SKB は、電力を消費しているスウェーデンの市民として全員が発電により生じた廃棄物を管理する共通の責任を負っているということをこの中で訴えている。 ・一方、実際には、既に電力消費者が廃棄物問題に対する特別税を支払っており、今後も支払い続けることになるということが記述されていない。従って、この冊子を読んだ人は、「何かをする必要がある」という差し迫った考えを持つ可能性がある。 	<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ANDRA の資料には、著作権表示、つまり翻訳、複製及び改作の全ての権利が全ての諸国において厳格に留保されている。 ・フランスにおける連載漫画は伝統的なものである。放射性廃棄物に関するメッセージに対しても、接触が難しい女性層や若年層が好意的に受け止め、関心を示した。 ・連載漫画形式で社会的テーマを取り扱い、文章の形態で技術的情報を取り扱ったものと見なせる。 ①将来の世代 <ul style="list-style-type: none"> ・技術的内容を把握するためには、一定レベルの科学的知識を読者が必要としている。生徒を言い含めるのではなく「引き上げる」ことを目標としている。 ・反対派に指摘される様々なタイプの意見を具現化して示すために十分練り上げられたもの。 ・専門的及び国家的レベルの議論で科学的不確かさ等の重要な側面が欠落している。 ③岩石層の真ん中で <ul style="list-style-type: none"> ・対話調で話している場面と説明が文章化されている場面とが混在。 ・深地層地下研究施設サイト、母岩層の特性、掘削技術及び実験の目標に関する情報を取り扱っている。 ・技術者が、サイトの訪問者が地下研究施設の廃棄物封じ込め能力試験のための実験を考える上で積極的な役割を果たせるように導いている。 ・中・高の科学で非常に良い教材となり得るものである。 ・置換研究施設の活動に関する知識とともに信頼と安心の感情を与える可能性がある。 	<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術用語は使用されていない。 ・一般公衆を対象にしており、青少年あるいは施設周辺住民などの特定のグループを対象にしていない。 ・ドイツでは、原子力発電への受容性を高めるための宣伝キャンペーンを実施、その基本的アプローチは、原子力発電の便益について、そしてリスク問題を推進の立場から言い換えた安全性についての情報を提供することであった。このアプローチの土台となっているのは、人々が「正しい」情報だけを持ち、原子力発電がどのように行われるのかを理解したならば、原子力発電を良好な費用対効果を伴った合理的なエネルギー方策として受け入れられるであろうということであった。 ・ポर्टフォリオ及びビデオともにこのアプローチに確実に従って作成されたものである。ただし、ビデオの方は、原子力発電と廃棄物処分の問題を直接的には取り扱っていない。 ・ポर्टフォリオは、ドイツにおける原子力発電と廃棄物処分を巡り一般で議論されている問題について非常に積極的に対応している。これは作成者である BLG 社が原子力問題での自らの役割を熟知しているからと考えられる。これにより、読者は特別の案内がなくても廃棄物処分に関するテーマ全体を読み下していくことができる。 	<p>分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般公衆を対象にしており、青少年あるいは施設周辺住民などの特定のグループを対象にしていない。 ・説明用に、多くの写真、図及び表が使用されている。 ・ドイツのポर्टフォリオと非常によく似た内容になっている。 ・放射性廃棄物は <ol style="list-style-type: none"> ①放射能を有しており人類にとって危険 ②原子力利用の結果として生じる廃棄物の量は非常に少量で、それを収集して環境から隔離することは技術的及び経済的に可能である。 という 2 つの点から、他の廃棄物とは異なっていると主張。 ・スイスでのエネルギー供給における原子力発電の重要性を強調しており、読者は、スイスが永久貯蔵のために全ての放射性廃棄物を引き取る責任があること、また永久貯蔵以外の代替策がないことを知らされている。 ・永久貯蔵に適した探査の説明は詳しく記述されているが、適合性評価に関連した不確かさについては、その存在を否定はしないものの言及されていない。
		<p>ドイツ及びスイス共通の情報提供アプローチの分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処分への受容度を高めることを目標としている。 ・リスク問題を安全性の見地から取り扱っている。 ・両国におけるエネルギー供給への現状での貢献との観点から原子力の便益を主張するとともに、永久貯蔵の必要性が法的に規定されていることを主張している。 ・廃棄物という複雑な問題を素人が取り組みやすいように慎重に配慮されている。巧みに構築された情報を提供することは、それが有効性を発揮する確率を高めることになると考えられる ・情報提供の効果は多くの変数により左右され評価や予測は難しい。 			

表2 OECD/NEA 教師と原子力(1/3)

業界からの視点

カナダ	フランス	ドイツ	スウェーデン	スイス	米 国
<p>CNA</p> <ul style="list-style-type: none"> 正式の教育プログラムを作成。その目標は以下の通り。 ①教育者と生徒との綿密な研究を通じた教育者側のニーズを特定にし、明確にする。 ②教育者、生徒、両親及び業界との間に、より良い関係を確立すること。 ③科学、技術、エネルギー及び社会の問題についてのより深い理解を学生にもたらしこと。 ④原子力業界に既に感心を持っている教育者や生徒の支持を維持すること。 	<p>CEA</p> <ul style="list-style-type: none"> 一部の人間が仮定している原子力発電に関する知識と受容性との結びつきに疑問を投げかけている発表があった彼は、「なぜ意志疎通を図ろうとするのか？研究開発の公的機関である CEA において、一般公衆との意志疎通を図ることは業務であり義務である。十分な意志疎通を図ること、CEA に対する信頼が増すことになり、また原子力発電のイメージを高める働きをすることにもなる」と述べている。 	<p>VEW 社</p> <ul style="list-style-type: none"> 1930 年代から学校に情報提供 1970 年代から電力会社の代表は、自分たちの見解を示すために無数のパネル討論に参加し講演を開催。 電力業界の目標は「原子力発電」のテーマを客観化し、学校監督官、教師及び生徒とが議論するための土台を構築するため、原子力を他のエネルギーに関する話題の文脈の中で議論すること。 <p>IK</p> <ul style="list-style-type: none"> ドイツ原子力情報グループ(İK)は、原子力に関する知識を広め、原子力に対する一般公衆の受容性を高める業務を付与する。(1975 年) İK の会員機関(電力会社、製造企業、研究センター及び政府機関から構成)等の努力は、知識と受容性とを結びつけることに期待したような成功を収めることはできなかった。 	<p>発電所代表</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力業界は、異なるエネルギーの側面やエネルギー生産に関する、より広範な基盤を提供するため、教師の知識レベルを高めることに貢献する必要がある。これが、将来において正しい政治的意志決定を達成するための唯一の方策である。 <p>SKB</p> <ul style="list-style-type: none"> CEA が示している考え方の一部を共有していると考えられる。 「スウェーデンの廃棄物管理計画の実施のためには、地域共同体の信頼を勝ち得る必要がある。科学者や技術者だけでなく一般公衆による理解が必要で、SKB の実績を判断する必要のある人あるいは、SKB の活動により影響を受ける人々が、廃棄物管理の側面について幅広い知識を有していることが不可欠である」としている。 	<p>INFEL</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境面の理由から、近い将来は原子力に頼る必要がある、そのために積極的に推進の立場をとっているとしている。その目標としては「電力供給公益事業者が、エネルギーや関連する環境問題に懸念を抱く青年層との議論相手になることである」としている。 つまり、スイスが抱えるエネルギー問題の議論を青年層に促すことである。これは原子力を別の問題として議論するのではなく、全てのエネルギー源との関連の中で議論することが重要であるとしている。 	<p>ANS</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力科学技術や類似の科学技術の理解と進歩及び環境の保護を目標としている。 ANS の目標は、生徒に対して、関心や興奮が持ち続けられるような方法で、放射線や原子力科学に関する事実を教えられるように、教師に知識と資料を提供することが重要であるとしている。

表2 OECD/NEA 教師と原子力(2/3)

業界、専門家集団及び国家機関により提示される教育資源

カナダ	フランス	ドイツ	スウェーデン	スイス	米 国
<p>CNA</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「質問と回答(Question and Answers)」高校生と一般公衆を対象にした原子力問題についての 22 項目のファクトシート ・「U-238 の科学(Science of U-238)」初等教育生徒を対象にした情報冊子 	<p>CEA</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教育界との意志疎通のためのアプローチ ①各研究センターの、教師や教育機関との関係の維持。(地方レベル) ②年1回開催の「科学の祭典」で全国的なレベルで補強。全研究機関が一般開放される。 ③INSTN の物理担当教師に対する継続的訓練。 ・教師からの文書請求に対する対応 ①「CEA にとっての鍵」の発行(160 カ所の教区文書センターに配布) ②「CEA の挑戦」4800 校の学校図書館に送付。 ・地方の初等学校で、研究センターの緊急時避難計画を勉強するといった教育プロジェクト ・移動展示(「原子からの光」、「原子力の安全防護」)参加。 <p>COGEMA</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイト訪問、施設訪問を要請することが可能な近隣の学校とサイトの間の「結び付き」 ・「原子からの光」展示会への参加。(12000 人の生徒が参加)。 ・講演会や、パリ科学博物館への教師見学会の主催。 ・新規の科学博物館におけるエネルギー展示を検討するパイロット委員会への参加。 	<p>IK</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「原子力を学ぶ(Lessons on Nuclear energy)」と呼ばれる年間 2 回発行の定期刊行物を配布。特定の原子力に関する話題(ウラン、原子炉、再処理、放射線防護、廃止措置、経済性)と、教師向けの専門情報が掲載。教室で OHP 等で使用できるよう工夫されている。 ・「原子力：スライド用情報(Nuclear Energy, Information on Transparencies)」配布。 ・「原子力基本情報」「放射能と放射線防護」を刊行(カラー図面と表)。各 150 ページ。 <p>VIEW 社</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「教育への参加」という形態で、一般情報を提供することが可能。実施されている行事 ①核分裂と放射能の影響に関する講演と討議。 ②燃料要素製造施設、原発、ウラン濃縮施設訪問。 ③超高速磁気浮揚車両へ試乗を含む MAGLEV 輸送システム実験施設の訪問。 	<p>SKB</p> <ul style="list-style-type: none"> ・展示物を積み込んだ自動車トレーラーが、学校や町村を訪問、また廃棄物輸送船 Sigyn 号が港を訪れて展示会を開催している。 ・「深くで(At Depth)」については、将来における意志決定者を高校生とし、学校を対象とした情報提供活動に焦点を絞った。 ・小冊子「スウェーデンは放射性廃棄物にどのように対処しているのか(How Sweden Takes Care of its Radioactive Waste)」の発行。 ・全ての高校と接触、教育課程で使用する資料を配付。 ・成人教育センターへの接触。 ・教師の会合の開催。 ・教師対象の教育の実施。 ・施設見学会 ・ビデオテープ 	<p>INFEL</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力利用情報センターにおいて、四半期雑誌「電力(Power)」を配布。 ①原子力や廃棄物処分に関する最新情報。 ②教師へのサイト訪問や訓練への招待。 ③教材準備への示唆。 ④学校訪問予定等 ・教育補助教材、発電所立地地区のための窓口業務、青少年向けの娯楽/学習会の提供。 	<p>ANS</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「宇宙へのタイムアウト(Time Out for Outer Space)」(中学生用 30 分ビデオ)の提供 ・原子力年代記のポスター制作。 ・「反応(re-action)」教師用の無料ニュースレター(年間 5 回発行) 10 万部配布目標。 ・実験準備で教師を支援する CD-ROM の制作。 ・作成資料の存在を示すため全米教育会議への参加を計画

表2 OECD/NEA 教師と原子力 (3/3)

学校側からの見方

カナダ	フランス	ドイツ	スウェーデン	スイス
<ul style="list-style-type: none"> 州及び地域の教育省は、エネルギー、環境、科学、技術、社会及び開発など、総合的問題相互の結びつきに関して、生徒が理解を深めるための支援を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 歴史及び地理と担当する教師が必要とする資料。 ①教科書は内容が不十分であるため、一部の教師は大学レベルの書籍を使用している。 ②新聞やニュース記事 ③一般的な科学出版物 ④Edf、CEA により作成された文書。 もっとも好ましい情報としては、一方の主張だけでなく多用な見解が示してあるような多用な情報である。 また原発の機能を説明した15~30分程度のビデオも望まれている。 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーの生産と供給は学校教育課程での必須項目。 物理担当教師には、多分野的アプローチをすること、資源不足、エネルギー消費などについては生徒に提示し議論することが期待されている。 第12学年の生徒に対して発電所見学を進めている(原子力物理専攻の学生は必須)。 情報提供の試みは、以下の三つの要素から構成される。 ①冊子やビデオを通じた基本情報の刊行と配布。 ②現状での出来事や動向などを取り扱った定期刊行物、時事資料の刊行と配布。 ③エネルギー情報センターでの補足訓練。 有識の教師には話題性のある内容や教示的な資料が配付され、また知識が少ない教師に対しては、具体的な段階に関する内容のものを配布。 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー問題は、13~15歳の地理及び物理の教科に含まれている。 エネルギーに関する教育では、エネルギー生産構造、異なるエネルギー資源や、またそれらがどこにあるのかについての一定を知識を与えることを目指している。 基本的な知識は、原子力発電を含め、物理の授業で教えられている。 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての形態のエネルギーに関する教育が中等学校の第3学年から行うよう勧められている。 当初は日常生活に関連づけたものに限定。進級するに連れて、異なる形態や資源のエネルギーに関する定量的かつ詳細な内容にならされていくことになる。

教育界からの質問や要求

フランス	ドイツ	スウェーデン	スイス
<ul style="list-style-type: none"> 教育監査官が30名の歴史及び地理を担当する教師を担当に簡易調査を実施。その結果、フランスの原子力に対する合意が形成されていることを反映して原子力の話題が広範に教えられているが、このような合意形成にも係わらず「生徒が疑問を持っている」ことが明らかになった。青少年層は、将来においてなされる選択に対し大きな懸念を抱いている。 教師の側としては、より洗練された訓練と容易に利用できる形態での最新で多分野を包含した客観的な情報を望んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> 世界のエネルギー供給から、世界的な気候の変化の可能性や世界の様々な地域でのエネルギー不足の方向に「基本的な問題が変化」している。 VEW社では、再生可能エネルギー源、熱と電力の供給、環境と処分、原子力技術に感心を持つ教師からの要望に注目 	<ul style="list-style-type: none"> 他国の廃棄物管理が関心を呼ぶ話題となっており、継続的に開催されている教区セミナーに出席する教師の間で議論の対象となっている。 教師達はSKBにコンタクトをとり、見学会や説明会の開催を要請している。 	<ul style="list-style-type: none"> INFELが配布した資料では、教師からの頻度の多い質問について取り扱われていないものが数多くある。これらの質問は、若年層にとって、原発の物理的及び技術的プロセスが二次的な関心事であることを示している。 第一優先事項は、原子力の住民への直接的影響に関する質問に回答することであるとしている。

4. 比較分析と日本への適用性

4.1 日本の状況

4.1.1 日本の学校教育制度

我が国の教育制度の基本的な枠組みは、教育基本法等によって定められている。また、実際の教育カリキュラムについては、学習指導要領で決められており、教科書も検定制度により判定されるなど、全国的な教育基準や教科書作りの指針がない国が多い中で、制度面での整備が行き届いているところが我が国の教育制度の特徴と言える。

4.1.2 日本の原子力（エネルギー）教育

4.1.2.1 日本におけるエネルギー教育の現状

三菱総合研究所（MRI）では、科学技術庁からの委託業務で、5年ほど前から、今後の原子力PAに必要な一要素として、「エネルギー・環境教育」に関する調査^{注30}を実施した。

調査の内容は以下の通りである。

- (1) 日本の教科書(社会科資料集など)における原子力の記述
- (2) 日本の教育行政における意志決定のメカニズム
- (3) エネルギー・環境教育に関するツール
- (4) 中・高生のエネルギー問題に関する意識調査
- (5) 教員のエネルギー教育に関する意識調査
- (6) 原子力PR館に関する調査等

これらの調査の結果、日本におけるエネルギー教育の現状においては、有効なエネルギー・環境教育が実施されているとは言い難いとしている。

その理由としては、

- ① 他に優先すべき事項（いじめ、高齢化問題）が山積している。
- ② 教員自体にエネルギー・環境教育に関する十分な知識がない。
- ③ エネルギー・環境教育を、具体的に理科や社会などどの教科で取り扱うかが決められていない。
- ④ 原子力などは言葉に対する反感があり、父兄からの反対を受ける。
- ⑤ 受験に関係ない問題は先送りされる。

^{注30} 三菱総研「諸外国におけるエネルギー・環境・原子力にかかわる理解促進活動に関する調査」2000年3月

既存の教科書に掲載されている内容も、海外の記述と比較すると単なるデータ提供に終始しており、データ提供者もエネルギー関係者からのものではない。

教科書は審議会等の厳しい規制を受けているが、副読本（例えば社会科資料集）は、規制を受けていないので、一部の副読本は反対派の意見をそのまま引用したような、非常に偏った記述も見られるものもある。

また、日本の環境教育は、自然教育が中心であり、地球環境問題などの観点には取り組んでいない。

さらには、生徒だけではなく、教員自体にエネルギー・環境問題に対する興味、知識及び取組みが不足しているため、今後は教員に対する適切な指導も必要となってくる。

4.1.2.2 今後の展望

2001年から順次導入される「総合的な学習の時間において」、エネルギー・環境問題への取組が期待されると予想される。

関西電力の原子力安全システム研究所では数年前から総合的な学習の時間のカリキュラムを作成しており、現在いくつかの学校で実験中である。

(1) カリキュラムにおけるエネルギー教育^{註31}

新学習指導用要領におけるエネルギーと環境に関する取扱いを中学校を例に以下にまとめる。

①中学の社会

- ・ 自然環境から見た日本の地域的特色
- ・ 公害防止などの環境保全
- ・ 世界平和と人類の福祉の増大（解決すべき問題として、地球環境、資源・エネルギー問題について）

②中学の理科

- ・ 電流とその利用
- ・ 運動の規則性
- ・ エネルギー資源（人間が利用しているエネルギー；水力、火力、原子力などのエネルギーの有効利用）

③技術・家庭

^{註31} 三菱総研「諸外国におけるエネルギー・環境・原子力にかかわる理解促進活動に関する調査」2000年3月—ここでは、この要約記事である原子力eye, Vol. 46, No. 12 を使用

- ・技術とエネルギー・資源との関係
- ・エネルギーの変換方式や力の伝達の仕組み
- ・自分の生活が環境に与える影響、環境に配慮した生活

(2) 新学習指導要領における原子力に関する学習

更に範囲を原子力に絞って、新学習指導要領を概観してみる。新学習指導要領は中央教育審議会第一次答申、教育課程審議会の答申などを踏まえて作成されている。各教科・科目において、これまで以上に原子力に関する内容を含めた、エネルギーや環境に関する教育の充実が図られている。

a. 社会

中学校の「社会」の地理的分野では、「資源や産業から見た日本の地域的特色」の中で、日本は世界的視野から見てエネルギー資源や鉱物資源に恵まれていない国であることや、環境やエネルギーに関する課題などを抱えていることを大観させるとしている。

公民的分野では、「世界平和と人類の福祉の増大」の中で、人類の福祉の増大を図り、よりよい社会を築いていくために解決すべき課題として、地球環境、資源・エネルギー問題などについて考えさせるとしている。

高等学校においても、同様に地理歴史科、公民科などの科目でこれまで以上に原子力に関する内容を含めた形でエネルギーや環境に関する教育の充実が図られている。

b. 理科

「理科」の第1分野では、「科学技術と人間」の中のエネルギー資源で、「人間が利用しているエネルギーには、水力、火力、原子力など様々なものがあることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識させること」としている。また、「技術・家庭」においても技術分野の学習内容として「技術と環境・エネルギー・資源との関係について知ること」を示している。

高等学校においては、特に理科の分野でエネルギーや環境に関する内容も含め、理科に関する基礎的内容を総合的に学習する科目として「理科基礎」「理科総合A」「理科総合B」の3つの科目が新たに設けられた。

① 理科基礎

「理科基礎」では、「自然の探求と科学の発展」の中で、「エネルギーの考え方」を取

り上げることとしており、「科学の課題とこれからの人間生活」の中で「物質とエネルギー、生命と環境、宇宙と地球などの分野から、現在及び将来における科学の課題と身近な人間生活とのかかわりについて考察させる」としている。

② 理科総合A

「理科総合A」では、「資源・エネルギーと人間生活」の中の「エネルギー資源の有効利用」で「蓄積型の化石燃料と原子力及び非蓄積型の水力、太陽エネルギーなどの特性や有限性及びその利用などについて理解させる」とし、「多様なエネルギー資源が発電や熱源に利用されていること及び蓄積型のエネルギー資源の成因、分布、埋蔵量の有限性及びこれらがエネルギーとして利用できる過程についての概略を扱い、環境への配慮が必要であることにも触れること。原子力に関連して、天然放射性同位体の存在や α 線、 β 線、 γ 線の性質にも触れること」としている。

③ 理科総合B

「理科総合B」では、「人間の活動と地球環境の変化」の中で「生物とそれを取り巻く環境の現状と課題について考察させ、人間と地球環境とのかかわりについて探求させる」とし、「…地球温暖化など生物とそれを取り巻く環境に関する身近な課題を取り上げ、人間と環境とのかかわり、地球環境を保全することの重要性などを平易に扱うこと」としている。

これらの科目は、その内少なくとも1科目を全ての生徒が履修することとしており、原子力を含むエネルギーや放射線、資源及び環境などに関する学習を、科目の選択方法にかかわらず必ず行うこととなり、原子力を含めた形での学習の充実が図られている。

4.1.3 日本の原子力教育の課題

(1) 日本原子力文化振興財団の報告

我が国の原子力教育の課題については、日本原子力文化振興財団がまとめた報告書に最新の状況を踏まえてまとめられている。ここでは、同報告書に示されている我が国の原子力教育の課題の部分抽出した^{註32}。

① 児童・生徒の原子力・放射線に関する基礎的な知識が不正確であったり、不足したりしている。特に、放射線の量と人体への影響など、放射線に対する正確な知識が不足している。

② 原子力発電に関して、その恩恵と課題をバランスよく取り上げる必要がある。

^{註32} 日本原子力文化振興財団「平成11年度原子力に関する教育検討会検討結果のまとめ」、原子力eye, Vol. 46, No.12 の要約記事から引用

- ③ 原子力発電に対する不安や不信に関する内容が多く取り上げられ、児童・生徒の原子力発電に対する正しい認識が育成されない状況がある。
- ④ 原子力発電に関する授業がマスコミのセンセーショナルな記事やニュースなどに基づいて行われる傾向があり、広い視点に立った科学的な情報を学校に提供していくことが必要である。
- ⑤ 我が国の資源・エネルギーの需給状況の実態を踏まえた上で、原子力発電がエネルギー安定供給に果たす役割や今日の私たちの豊かな生活を支えている側面などについても一層充実していくべきである。
- ⑥ 私たちの生活において、医療、農業、工業などの各方面で放射線の果たしている役割を取り上げる必要がある。
- ⑦ 地球温暖化防止に果たす原子力発電の役割を強調すべきである。
- ⑧ 環境問題の中で原子力発電を取り上げる場合、使用済燃料や放射性廃棄物の発生やその処理を強調する傾向にあり、火力発電などに比べて二酸化炭素の発生率が極めて少ないこと（発電過程においてはゼロ）を取り扱うべきである。
- ⑨ 原子力・放射線問題に関する体系的・総合的なカリキュラムが開発されていない。安全やリスクについての見方や考え方の量的な認識が不足していたり、他の産業や各種の危機（リスク）などと比較した、安全やリスクの捉え方の学習が必要である。
- ⑩ 児童・生徒の発達段階や学習段階に応じ、身近で具体的な内容から学習を始めるなど、教育内容や教育方法の開発が必要である。
- ⑪ 関係機関から専門的な講師を招いた授業や講演会、教育の研修会などを積極的に実施する必要がある。
- ⑫ 地域にある原子力発電所、エネルギー館、研究施設などと連携した施設見学やそこでの体験的な学習活動を推進する必要がある。
- ⑬ 地域やサイエンスレンジャー等のボランティア、更には活動拠点となる研究施設、生涯学習施設との複合的連携を図る必要がある。
- ⑭ 関係機関等が教材を作成する場合、学校のニーズにあった、学校で利用される教材を作成する必要がある。その際、関係機関が学校と連携して教材を作成することが必要である。
- ⑮ 学校に原子力・放射線に関する性格で適切な情報を提供するとともに、教材の開発や授業内容・方法の改善などについて支援する機関の設立が望まれる。

(3) 教育者の視点^{註33}

日本における理科教育を中心とした教育の中におけるエネルギー・環境教育に係わる課題について、教育者の視点からの問題提起が行われている報告があり、この中に前述の新学習指導要領への移行に向けての期待等が併せて述べられている。これを以下に簡単に引用する。

日本の現状と新学習指導要領の方向：

日本の理科教育の中で、エネルギーや環境に関する教育は十分行われているのだろうか。残念ながら、現在の日本の高校理科の教科書の中では、火力・水力、そして原子力発電や新エネルギーに関してはほとんどふれられてはいない。…中略…個々の取り組みはあっても、システムとしては行われているとは言い難い。

しかしながら、平成15年には新学習指導要領がスタートする。高等学校の理科でも、新しく「基礎理科」「理科総合A」「理科総合B」という科目が始まり、従来からの科目である「物理」や「化学」などの内容にも変化が見られる。…中略…システムとして、エネルギーや環境にかかわる教育を実施できる体制が整う。従来の日本の教育は、思考力や判断力、問題解決能力の育成が不十分でないかとの指摘に対しての改革である。

4.2 比較分析と教訓

4.2.1 素材分析からの特徴の比較

本報告書では、原子力エネルギー及び放射性廃棄物管理（RWM）に関する教育目的について記述した資料（OECD/NEAの「Teachers and Nuclear Energy」）および昨年度収集した、関係各国の廃棄物管理機関あるいは他の原子力機関によって策定された特徴のある資料について分析・評価を行った。これらは以下のような特徴をもっている。

(1) NEAのオックスフォードセミナー予稿集の分析によって、原子力エネルギーの教育が望まれる数多くの理由が示され、教育によって科学に対する理解を高めることはエネルギーに係わる意思決定に、これまで以上に高い知識を有する国民が参加する結果をもたらすことになることが明らかにされた。つまり、国民の責任意識を高め、自分たちを取り巻く世界及び各国によってなされるエネルギーの選択に対する国民の理解を向上

^{註33} 栗岡 誠司、「教育現場からの提言 教育現場・産業界・大学一体となつての教材開発を」、原子力Eye, Vol.46, No. 12, 2000.12.

することにつながる。原子力エネルギー問題は、科学の学習に豊富な題材を提供してくれるものである。

原子力産業は、明らかに教師のニーズに応えるべくカリキュラムの題材を提供するという課題に挑み、このような内容を教えることに対する教育者側の関心を惹こうとしてきた。多くの事例、少なくともNEAセミナーが開催された1993年には、産業界は、原子力に係わる事項の知識が増すことは、原子力発電の受容性を高めることにつながると信じていた。この仮定は、批判の対象となり得ることから、心理学的研究によって得られた情報を提供し、必ずしも直線関係ではない複雑なプロセスを含むことを補足した（ドイツ及びスイスの章を参照）。

(2) スウェーデンのSKBは、「深くで (At Depth)」と呼ばれる若者向けの極めて詳細な冊子を作製した。これは、SKBの活動を将来も適切に評価できるように、将来の意思決定者に放射性廃棄物の話題を広く理解してもらうための努力の一環である。多くの技術情報を極めて短いものに凝縮する努力が払われ、本調査における範囲では、取り上げた冊子は、おそらく読者の知識や理解を向上させることに成功しているものと考えられた。SKBはある大胆な仮定、すなわち、放射性廃棄物は「我々の共通の問題である」とともに、国民各々は、この問題に対してその責任を受け容れるべきであるという仮定を出発点としている。この仮定が受け容れられている限りにおいて、SKBによる議論や説明はよどみなく進むと言える。この仮定をまず最初に探るかどうかは、おそらく教師に依存する。

(3) フランスのANDRAが作成した素材は、これと対照的に、今日の放射性廃棄物管理の現状に関する社会的、技術的課題について情報を提供するというより間接的なアプローチをとっている。二冊の漫画パンフレットを分析対象として取り扱っているが、これは、フランスの廃棄物法によって求められている地下研究所の地元住民による受け容れの必要性について、公衆を説得することを狙ったものと見られる。研究所候補サイトが抽出される前に発行された最初のパンフレットは、今日のフランスで耳にすることができる様々な観点の考え方とともに、社会的な議論の要点についても示しているが、素人の人々にはおそらく理解しがたい形での技術情報伝達となっている。また、少数派の視点、ないしは研究所プロジェクトには反対の立場の観点を巧妙に退けている。二番目のパンフは、実際のビュール研究所サイトを取り扱ったもので、興味をそそるとともに、理解可能な形で地層に関する情報を流している。但し、どちらのパンフも放射性廃棄物管理が抱える不確かさに関する議論あるいは洞察を提示してはいない。法的な枠組

みである放射性廃棄物管理研究法は、責任、透明性および民主性をキーワードに策定されており、全ての意思決定上の不確かさに応えられるように計画されている。

(4) ドイツとスイスの資料は、安全を強調し、原子力発電が各国にもたらしている便益を示すことによって、放射性廃棄物処分の受容を促そうとしているように見える。このアプローチに対して、分析で人の態度の形成に対する情報の影響を考察する二つの重要なパラメータを示した。一つ目は、知識、価値、経験及び期待に関連した、読者が情報を解釈する状況である。この状況が理解の度合いとその素材の評価を定める（例えば、異なる情報源からの様々な情報が一致しているか、矛盾しているかどうかとも信頼を左右する）。二番目として、読者の情報の処理方法が重要であるということが挙げられた。体系的情報処理と発見的情報処理の2つである。体系的な処理は、「経験則」あるいは外部の合図に対応する発見的処理によって生み出される不安定で短期的なものとは異なる効果を生み出す。このような考え方は、情報の効果は様々な変数に依存し、評価したり予測することが困難であるということを示唆している。これは、特に、社会的レベルで論争になっている、原子力発電や廃棄物処分といった問題について言えることである。

(5) ドイツとスイスの技術資料は、理解しやすく、素人にもおもしろいと言える方法で内容を示している。結論的には、情報の効果が制御できなくても、放射性廃棄物管理の役割の一環として、国民に材料を提供することは重要であると言えることができる。よく考えられた情報を提供することは、効果を与える確率を増すことになるだろう。

(6) 米国については、エネルギー省の民間放射性廃棄物管理局 (OCRWM) が作成した4部構成の "Science, Society, and America's Nuclear Waste" を詳細に分析した。この資料は、簡単に言うと、公衆がリスクに馴染めるように企画されたものである。このカリキュラムは、学生や教師に、原子力発電や、もっと具体的には放射性廃棄物に親しみをもち、気楽に接してもらえようとするため策定されたものである。結果的に、この資料は、直接的に原子力発電を擁護している部分はほとんどなく、このアプローチは極めて巧妙と言える。

親しみを持つという包括的な目標に加え、以下に示す他のいくつかのテーマが一貫して現れている。

- ① 電気は重要であり、米国では原子力は重要な電源となっている。
- ② 原子力発電は、利点と欠点を有する単にエネルギー源の一つである。主な欠点として、廃棄物や使用済燃料の管理が挙げられる。

表3 各国の資料に見るアプローチと日本の現状比較

米国	スウェーデン	フランス	ドイツ	スイス	日本
<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電が問題点と利点とを併せ持つ「単なるもう一つのエネルギー資源」であるとの見方を生徒達が持つようにする。 生徒による演習（実習）活動。 演習に対して、より技術的な正確さについて配慮。 生徒を国家の原子力政策意志決定者の立場に非常に効果的におく。 	<ul style="list-style-type: none"> SKB の考え方を、将来の有権者及び潜在的政策立案者に示すことを目標 文章よりも図や写真を多用。 一般公衆の教育面でも高い効果を得る。 電力を消費しているスウェーデンの市民として全員が発電により生じた廃棄物を管理する共通の責任を負っているということの自覚を促す。 	<ul style="list-style-type: none"> 連載漫画形式で社会的テーマを取り扱い、文章の形態で技術的情報を取り扱う <u>将来の世代</u> 生徒を言い含めるのではなく「引き上げる」 反対意見を具現化して示す。 <u>岩石層の真ん中で</u> 掘削技術及び実験の目標に関する情報を取り扱う。 中学・高校の科学の効果的な教材を目指す。 地下研究施設の活動に関する知識とともに信頼と安心の感情を与える。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術用語は使用されていない。 一般公衆を対象 原子力発電の便益さらに、リスク問題を推進の立場から言い換えた安全性についての情報を提供。 公衆が「正しい」情報を持ち、原子力発電を理解することにより、原子力発電を良好な費用対効果を伴った合理的なエネルギー方策として受け入れるとのシナリオ。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般公衆を対象 説明用に、写真、図及び表を多用。 放射性廃棄物は； ①放射能を有しており人類にとって危険 ②発生する廃棄物の量は非常に少量で、それを収集して環境から隔離することは技術的及び経済的に可能。 スイスでのエネルギー供給における原子力発電の重要性を強調 スイスが永久貯蔵のために全ての自国の放射性廃棄物を引き取る責任があることを明示。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の教科書及び副読本は、データ提供に終始しており、またデータ提供もエネルギー関係者のものはない。 生徒だけではなく教員に対する適切な指導やデータ提供が必要。 2001年度から順次導入される予定の「総合的な学習の時間」において、エネルギー環境問題への取組が期待される。 平成15年からスタートする新学習指導要領において、中学では「社会」、「理科」及び「技術・家庭」で取り組む予定。 高校では「理科基礎」、「理科総合A」、「理科総合B」が加わり、エネルギーや環境にかかわる教育を実施できる体制が整うとされている。
			ドイツ及びスイス共通の分析 <ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物処分への受容度を高めることを目標 リスク問題を安全性の見地から取り扱っている。 両国におけるエネルギー供給への現状での貢献との観点から原子力の便益を主張すると共に、永久貯蔵の必要性が法的に規定されていることを主張 		

- ③ 民主主義社会の一員として、学生には、放射性廃棄物と使用済燃料の取り扱いという国家の課題の解決を支援する責任がある。
- ④ 国家の放射性廃棄物管理は、多くの責任官庁や関係団体による一つのプロセスである。
- ⑤ ユッカマウンテン・サイトは特性調査中であるが、まだ選定された訳ではない。
- ⑥ 地層への埋設は最適な手法として国際社会が選んだ方法であり、処分場設計は多重バリアの考え方に信頼を置いた設計となっている。

この素材には、いくつかの大きな欠点がある。著者は、十分であろうとする努力のあまりに、あまりに長く（900頁を越える量）かつその読者（8年生から12年生）に対しては、あまりに技術的に過ぎるカリキュラムを作り上げてしまった。一部の教育活動では、個人的に有用であったかもしれないが、高校では、このカリキュラム全体を完了するには十分な時間を当てられそうにもない。また、OCRWMが何万部も配布するよう要求したが、米国の非中央集権的教育制度では、どの程度のカリキュラムが、あるいは、どの程度の部分が実際に使われたかを判定することは不可能である。さらに、著者は、時折、原子力の専門家（学生ではなく）には馴染みのある専門用語に頼っている。例えば、ユッカマウンテンの「調査（investigation）」、「探査（exploration）」、「研究（study）」と言う代わりに「特性調査（characterization）」という言葉を繰り返し使うといった例が挙げられる。しかし、いくつかの活動については、極めて有用であり、国家の放射性廃棄物政策立案者が直面する問題に極めて似ている事項に関して、模擬的な意思決定を学生に行わせるといった一貫して有効な作業を提示している素材資料もあることを強調しておく必要はあろう。

表3に、各国の資料に見るアプローチと日本の現状比較を示した。

4.2.2 素材分析結果からの教訓

本調査で個別資料を分析した国は、日本とは違っていずれも統制的な教育体制はとっていない。従って、実際の教育カリキュラムが学習指導要領で決められており、教科書も法律で明確に位置づけられているなど制度面が定まっている日本で、分析資料を教材の観点から見ても直接得るところは少ないと考えられる。

むしろ、オックスフォードセミナーで議論された諸点から、業界や国の機関が教師に原子力／放射性廃棄物情報を伝える際に留意すべき共通点を、各国資料分析から摘出するのが望ましいだろう。それらの教育素材への具体的な反映は、後節で述べる日本の状況を踏まえた検討につなげて行くことを考えるべきだろう。セミナー参加者は、原子力

や放射性廃棄物管理に関する追加教材を教室での教育用に作成すべきであること及びこれら教材で留意すべき観点は以下の通りであることで一致している：

- (1) 科学教育の努力の一部であるべき
- (2) エネルギー教育の一部であるべき
- (3) 社会科学と統合すべき
- (4) 放射性廃棄物処分だけでなく、一般的な有害廃棄物処分の一部にすべき
- (5) 包括的な文脈の中で教えるべき
- (6) 原子力の道徳的及び倫理的側面を含めるべき
- (7) 原子力科学と技術とのインターフェースをとるべき
- (8) 科学、数学、歴史、政治科学及び哲学を結び付けた異分野提携のものであるべき

分析対象とした米国、スウェーデン、フランス、ドイツおよびスイス各国はそれぞれ特徴的な素材を作成しているが、上記の諸点の他、各具体的資料分析から、カリキュラムの時間的制約を考慮して、情報のボリューム、使用する言葉使い等にも十分に配慮する必要があることが共通的に指摘されている。

教師からのニーズも踏まえ必要な情報を包括的に、分かり易く、コンパクトに提供し提供対象の知識レベルを効果的に「引き上げている」点ではスウェーデンのSKBが作成した素材「深くで(At Depth)」が放射性廃棄物管理分野で日本が参照すべき要素を備えているものと考えられる。

参考までに昨年度収集した素材（その一部を本年度詳細分析）概要を表4に示した。

第Ⅲ部参考文献

- (1) OECD/NEA, "Teachers and Nuclear Energy" Oxford Seminar(United Kingdom) 28-30 June, 1993
- (2) USDOE/OCRWM, "Science, Society, and America's Nuclear Waste" 1992, 1995(Rev)
- (3) SKB, "PA OJUPET" 1993, Big Revision after 1993
- (4) ANDRA, "Generations Futures", 1994
- (5) ANDRA, "Au Coeur de la Roche", 1999
- (6) BLG, "Sichere Entsorgung zum Schutz der Umwelt"
- (7) BfS, "ERKUNDUNGS BERGWERK GORLEBEN"
- (8) INFEL, "Radioaktive Abfalle unter Kontrolle"

表4 各情報機関から提供された教材(2/2) (H11年度報告書より)

EDF				DOE/OCRWM	
<p>EDF Multimedia : カタログ 98, フィルムと CD-ROM (資料番号 20) 教師及び組織向け 視聴覚及びソフトウェア補助教材の一覧が示されている文書。テーマは以下の9項目 1. フランス電力庁の現状 2. 電力とエネルギーの普遍性 3. 発電(水力、原子力、火力)、4. 送電と配電、5. 研究と開発、6. 国際、7. 環境、8. 電力利用、9. 文化と世襲財産</p>				<p>DOE/OCRWM 「OCRWM 教師用指導要領」(資料番号 14) 以下の4つのユニットから光子絵 ユニット1:放射性廃棄物、ユニット2:イオン化放射線、ユニット3:放射性廃棄物製法、ユニット4:廃棄物管理システム</p>	
<p>原子力:問答集(資料番号 21) 14歳~16歳向け 科学を目指す学生を対象にした刊行物(新規)。 注目すべき点は、資料中で原子力専門家が非常に強調されていること。間接的な目的の一つとして、原子力分野への就床を考え、科学に大きな関心を持っている学生には効果大。</p>				<p>DOE/NE 「原子力の利用」(資料番号 20,21) 教師/学生用案内 原子力について性格で偏向のない最新情報を、教師及び学生に提供する総合的な教師用キットである。ビデオ「原子を分離させる-興奮する体験」も含まれている。</p>	
<p>大きな秘密(資料番号 20) 8歳~10歳向け 原子力の土地の中で(資料番号 21) 8歳~10歳向け 1989年発行の漫画小冊子。原子と原子炉の働きに関する興味深い事実を掲載。暖かみのある表現。</p>				<p>DOE/EIA 「エネルギー教育用教材 幼稚園から第12学年まで」 (資料番号 15) 一般に無料又は低価格で入手可能なエネルギーに関する教育用資料一覧を、教師、学生及び他の情報利用者に提供することを意図している。</p>	

IV. おわりに

IV. おわりに

世界で高レベル放射性廃棄物の処分場は未だ存在せず、その実現に向けて精力的な努力が傾けられている。ほとんどの国がその処分方策として選択している地層処分概念について見ても、社会的安全・安心の観点から新たな考え方が各国で議論されてきており、日本における今後の地層処分事業と研究開発にも影響を与える可能性があると考えられる。また地層処分研究開発成果を如何に広く普及させ、一般の理解につなげて行くかという課題はますます重要になると考えられ、これらを踏まえて今後の研究開発が直面する課題を大きく2つ設定し、それらに係る背景情報の調査を行った。

1. 地層処分概念に関する調査・分析

「廃棄物処分の可逆性 (reversibility) 、回収可能性 (retrievability) 」については、EUが組織し2000年にとりまとめた「協調行動」の活動報告書を中心に論点を示した。この協調行動の目的は、深地処分場に処分された長寿命の放射性廃棄物の回収可能性に関する様々な見解を系統立った方法でまとめることであり、9つの関連する参加機関により5つの特別タスク・グループで特定の側面の分析が実施された。その目標、範囲は、回収可能性概念の明確な解釈と、作業上の定義の確立、長寿命の放射性廃棄物の最終処分に係る様々なタイムゾーンにとっての回収可能性の意義に関する共通の理解および様々な処分概念に回収可能性を組み込む方法についての理解を深めることであり、この目標に対する個別の合意点を提示している。処分の段階的实施の具体的方策としても回収可能性の議論は今後とも続くものと考えられる。

「長期地上貯蔵の考え方」については、主に仏原子力庁 (CEA) が廃棄物法に従って進めている長期貯蔵の研究開発の状況と2000年2月に公表されたスイスの「監視付き長期地層貯蔵」新概念の概要を取り上げた。

CEAは、廃棄物の挙動のモデル化を含み、長期貯蔵について、これと関連性のある取り組みを続けているが、国家評価委員会 (CNE) は今後研究プログラムの分析よりも、プログラムの実施状況の観察と研究結果の評価に向けることになる。

スイスでは1998年末の「エネルギー協議」による廃棄物管理の基本的問題の議論等を踏まえて、連邦環境・運輸・エネルギー・通信省が1999年6月に"放射性廃棄物の処分概念に関する専門家グループ" (EKRA) の設置を決定した。

EKRAはその後いろいろな廃棄物管理概念を確認した上で、「監視付き長期地層貯蔵」の新概念を打ち出し、これを最終処分、中間貯蔵および無期限貯蔵概念と比較検討した。

この概念評価で特に重視された点は、能動的および受動的安全性、監視と管理、回収可能性の3つの要素であった。1999年6月と12月にはEKRAのヒアリングが開催され、環境保護団体を含めて関係機関が討議に参加し、EKRA最終報告書は2000年2月7日に公表された。ここではEKRA報告書に提示された、「監視付き長期地層貯蔵」新概念に焦点を当てた。

「国際処分場計画」については、サイト問題を世界的に考えるものとも言える。すなわち、長寿命の放射性廃棄物向けの深地層処分場は、現在および将来の世代の安全および安全保障が確保されることが保証された方法によって設計および立地されなければならない。政治的な境界線とは関係のない客観的な根拠に基づいて立地される多国籍施設の場合、それによってもたらされる防護を最適化することができる。すべての当事者が利益を得ることができる。貴重な貢献を行うことになる受け入れ国は、物質的なメリットと共に、地球社会からの互恵的な利益を受ける資格をもつことになる。この種の処分場の利用者は、規模の効果によって経済的な節約を見込むことができる。また世界全体が、地球規模で最適化された解決策による恩恵を受けることができるとしている。ここでは、多国籍処分プロジェクトに関連した安全性、環境、経済性、倫理および公衆に関連する問題について検討し、さらに具体的なパンゲア計画動向や現在の国際的な評価等について補足した。

2. 収集した各国の教育素材に関する調査・分析

「各国の原子力／廃棄物関連機関の考え方・位置付け」に関しては、原子力エネルギー及び放射性廃棄物管理（RWM）に関する教育目的について記述した資料（OECD/NEAの「Teachers and Nuclear Energy」）の分析によって、原子力エネルギーの教育が望まれる数多くの理由が示され、教育によって科学に対する理解を高めることは国民の責任意識を高め、自分たちを取り巻く世界及び各国によってなされるエネルギーの選択に対する国民の理解を向上することにつながるということが明らかにされた。原子力産業は、教師のニーズに応えるべくカリキュラムの題材を提供するという課題に挑み、このような内容を教えることに対する教育者側の関心をひこうとしてきた。また、多くの事例で原子力に係わる事項の知識が増すことは、原子力発電の受容性を高めることにつながると信じていたことを示しているが、この仮定に対しては、心理学的研究によって得られた情報を提供し、必ずしも線形関係ではない複雑なプロセスを含むことを補足した。

「収集した各国の特徴的な教育素材の詳細分析」については。米国、スウェーデン、フランス、ドイツおよびスイスから廃棄物管理に関連する特徴的な素材を選択し詳細に分析

した。資料は米国エネルギー省の民間放射性廃棄物管理局（OCRWM）が作成した4部構成の"Science, Society, and America's Nuclear Waste"、スウェーデンのSKBが作成した「深くで（At Depth）」と呼ばれる若者向けの極めて詳細な冊子、フランスのANDRAが作成した二冊の漫画パンフレット「将来の世代」および「岩石層の真ん中で」、ドイツはポートフォリオ「環境保護に向けた安全処分」とビデオ「探査鉱山ゴルレーベン」、スイスでは電力利用情報センター（INFEL）が作成した冊子「管理下の放射性廃棄物」であり、分析によりその特徴、長所および欠点等を明らかにした。

「比較分析と日本への適用性」では、個別資料を分析した国は、日本とは違っていずれも統制的な教育体制はとっていないため、オックスフォードセミナーで議論された諸点に加えて、業界や国の機関が教師に原子力/放射性廃棄物情報を伝える際に留意すべき共通点を、各国資料分析から抽出することが有効であろうとした。

個別の資料で見れば、米国、スウェーデン、フランス、ドイツおよびスイス各国はそれぞれ特徴的な素材を作成しているが、具体的資料分析から、カリキュラムの時間的制約も考慮して、情報のボリュームや使用する言葉使い等にも十分に配慮する必要があることが共通的に指摘されている。教師からのニーズも踏まえ必要な情報を包括的に、分かり易く、コンパクトにまとめ上げ提供対象の知識レベルを効果的に「引き上げている」点では、スウェーデンのSKBが作成した素材「深くで（At Depth）」が放射性廃棄物管理分野で日本が参照すべき要素を備えているものと結論した。