

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	放射性廃棄物処分に關するリスクとコミュニケーションの研究
Title(English)	
著者(和文)	大越実
Author(English)	MINORU OKOSHI
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第7018号, 授与年月日:2007年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鳥井 弘之,藤井 靖彦
Citation(English)	Degree:Doctor of Engineering, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第7018号, Conferred date:2007/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner;
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

放射性廃棄物処分に関するリスクと コミュニケーションの研究

原子核工学専攻

大 越 実

目 次

第 1 章 序論	1
1.1 我が国の放射性廃棄物処分の現状	1
1.2 放射性廃棄物処分の諸課題	2
1.3 放射性廃棄物処分のリスクに関する検討課題	2
1.4 放射性廃棄物処分のコミュニケーションに関する検討課題	4
1.5 本研究の目的及び構成	5
第 1 章の参考文献	6
第 2 章 クリアランスレベルの算出方法に関する考察	8
2.1 はじめに	8
2.2 クリアランスレベルの算出方法の概要	9
2.2.1 算出の基本的考え方	9
2.2.2 線量の目安値	9
2.2.3 評価対象物	10
2.2.4 評価対象核種	11
2.2.5 評価経路	12
2.2.6 計算モデルの概要	14
2.2.7 評価用パラメータ	20
2.3 クリアランスレベルの算出結果	21
2.4 考察	23
第 2 章の参考文献	28
第 3 章 極低レベル固体廃棄物の埋設処分方法に関する考察	31
3.1 はじめに	31
3.2 埋設処分方法の検討	31
3.2.1 埋設対象廃棄物	31
3.2.2 廃棄物の運搬方法及び粉じんの発生防止策	33
3.2.3 埋設処分施設の構造の検討	34
3.3 安全評価の方法及び結果	36
3.4 今後の検討の方向性	41
3.5 まとめ	42
第 3 章の参考文献	43
第 4 章 クリアランス制度の理解促進方策に係る考察	45
4.1 はじめに	45
4.2 不安及び疑問に思っている事項の調査・分析方法	46
4.3 不安要因の分析結果	47

4.3.1 構造分析結果	47
4.3.2 不安要因の背景分析結果	49
4.4 理解促進に係る対応策	55
4.4.1 理解促進の総論に関する検討	55
4.4.2 理解促進の各論に関する検討	56
4.4.3 信頼の確保	58
4.5 考察	59
4.6 結論	61
第4章の参考文献	62
第5章 原子力施設の受容性の影響因子に関する分析-テキストマイニング手法を用いた意見分析-	64
5.1 はじめに	64
5.2 分析対象意見の選定	64
5.3 分析方法	66
5.4 結果	67
5.5 考察	74
5.5.1 クラスタ分析結果	74
5.5.2 少数意見の分析結果	82
5.6 まとめ	84
第5章の参考文献	85
第6章 放射性廃棄物管理施設の立地におけるリスクコミュニケーションと合意形成	87
6.1 はじめに	87
6.2 リスクコミュニケーションの定義及び実施判定基準	88
6.3 フィンランド及びスウェーデンのリスクコミュニケーション事例の分析	88
6.3.1 調査方法	88
6.3.2 調査結果	89
6.3.3 本事例から学ぶべきこと	96
6.4 日本のリスクコミュニケーション事例の分析	97
6.4.1 放射性廃棄物処理施設建設の経緯	97
6.4.2 調査対象及び調査方法	99
6.4.3 調査結果	99
6.4.4 本事例から学ぶべきこと	103
6.5 リスクコミュニケーションの実効性向上と合意形成に関する考察	105
6.6 まとめ	109
第6章の参考文献	110

第 7 章 結 論	112
7.1 本 研 究 の 総 括	112
7.2 今 後 の 課 題	114
第 7 章 の 参 考 文 献	116
Appendix	117
謝 辞	129

第 1 章 序論

1.1 我が国の放射性廃棄物処分の現状

原子力発電，原子力の平和的利用目的のための研究開発並びに医療，研究及び産業分野での放射性同位元素(以下「RI」という。)の利用に伴って，多種多様な放射性廃棄物が発生している。放射性廃棄物の発生量は，一般廃棄物及び産業廃棄物の発生量と比べ，非常に少ない¹⁾。また，放射性廃棄物の発生量を低減することは可能であるし，放射性廃棄物の発生者は，発生量を最小化するための努力をしなければならない²⁾。しかしながら，その発生量を完全にゼロにすることはできない。

発生した放射性廃棄物については，その後の放射性廃棄物管理を円滑に行うために，その性状，含有放射性核種の種類，放射能レベル等に基づき分類を行わなければならない。その上で，放射性廃棄物管理に投入できる限られた人的・経済的資源を有効に利用する観点から，放射性廃棄物が潜在的に有する放射線学的な危険性(リスク^{a)})に応じた管理(処理及び処分)を行うことが望ましいと考える。

わが国においては，原子力委員会³⁾及び原子力安全委員会⁴⁾が，放射性廃棄物が潜在的に有する放射線学的な危険性に応じた処理方式及び処分概念を提唱してきている。すなわち，気体状及び液体状の放射性廃棄物のうち，当該放射性廃棄物の濃度が法令に定める排気及び排水の濃度限度^{b)}以下のものについては，放射能濃度のモニタリングをしながら環境(大気圏及び水圏)中に排出している(拡散型処分)。一方，排水濃度限度を上回る放射能濃度の液体廃棄物をセメントなどで固型化したもの及び元々固体状の放射性廃棄物については，人工バリアと天然バリア(埋設深度の浅深を含む。)を適切に組み合わせた多重バリアの考え方をを用いて，国内において埋設処分を行うことが基本的な方針となっている(管理型又は隔離型処分)。また，放射能レベルが極めて低く，リスクが無視しえる固体状の放射性廃棄物については，通常の産業廃棄物として処分，或いは，再生資源として再利用する方針となっている。

本方針に基づき，現在，原子力発電所から発生した一部の低レベル放射性廃棄物が，青森県六ヶ所村にある日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて埋設処分されている^{c)}。しかしながら，その他の放射性

^{a)} リスクの定義については，研究者によって異なる。リスクは，特定の影響事象の確率と定義され，原子炉安全分野では，事故や故障の発生確率とその影響度の積として定義される場合がある。本研究では，望ましくない事象の発生確率を定量的に議論しないため，リスクをより一般的な「放射性廃棄物管理に起因する被ばくにより，健康上望ましくないことが起こる可能性」と定義する。

^{b)} 「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」他に，周辺監視区域外の水中及び空気中の濃度限度が，核種別に定められている。

^{c)} 2007年6月末現在，均質固化体 136,683 本と充填固化体 57,592 本を埋設し

廃棄物については処分のめどが立っておらず^d，発生元の施設又は専用の集中保管施設で保管管理されている状況が続いている。

1.2 放射性廃棄物処分の諸課題

原子力発電による電力の安定的な供給及びRIの利用を引き続き実施するためには，発生する全ての種類の放射性廃棄物に対する処分方策を確立する必要がある。また，確立に当たっては，社会からの受容性に配慮するとともに，放射性廃棄物が潜在的に有する放射線学的な危険性に応じた合理的な処分方策を志向することが望ましいと考える。

わが国においては，原子炉施設からの低レベル放射性廃棄物の処分に関する体制整備に始まり，順次，法制度の整備及び実施体制の整備が進められてきているものの，いわゆるウラン廃棄物やTRU廃棄物については，処分のための法制度及び実施体制は未確立の状態にある。また，放射性廃棄物管理施設(処理施設及び処分場)の立地活動に関しても，立地地域における住民の合意が得られずに，立地活動が困難な状況が続いている^e。

山地らは，現行の放射性廃棄物の規制では，個別放射性廃棄物対策を考えていくには限界があるとしており，放射性廃棄物の管理を環境問題として位置づけた「放射性廃棄物基本法」の制定を提案している⁵⁾。放射性廃棄物基本法の骨格として，「社会，経済，環境に対するリスクに基づいた判断を行うこと」，「放射性廃棄物政策決定プロセスへの国民の参加」，「科学的に適正なリスク評価方法の使用と利用した情報・方法の公開」を提案している。

山地らの提案は有益な提案であると考えるが，いかに本提案を社会に実装していくかが重要な課題として残されている。すなわち，社会が放射性廃棄物管理に投入可能な経済的資源及び人的資源の適正な配分を考慮した上で，個々の放射性廃棄物が有する潜在的な放射線学的な危険性に応じた放射性廃棄物管理のための科学技術を確立するとともに，その考え方を社会に伝え，放射性廃棄物処分場の立地等の意思決定過程に一般市民を関与させるための方策等の社会技術を検討しなければならない。

1.3 放射性廃棄物処分のリスクに関する検討課題

図 1-1 に，放射性廃棄物管理の全体フローの概略を示す。放射性廃棄

ている。

^d日本原子力研究所(現日本原子力研究開発機構)において，動力試験炉JPDRの解体実地試験に伴って発生した放射能レベルが極めて低い放射性コンクリート廃棄物約1,670トンを試験的に東海研究所(現原子力科学研究所)敷地内で埋設処分した例がある(第3章参照)。

^e処分場の立地活動については，原子力環境整備機構(NUMO)が，高レベル放射性廃棄物の処分場候補地点(概要調査地区)の一般公募を2002年12月から実施している。また，大学等のRI使用施設や(独)日本原子力開発機構等の原子力に係る研究開発施設から発生してくる低レベル放射性廃棄物(いわゆる「RI・研究所等廃棄物」)については，(財)原子力研究バックエンド推進センター(RANDEC)が，浅地中処分施設の処分場の立地活動を進めている。しかしながら，現時点においては，候補地点は決定しておらず，両者とも立地活動に苦慮している状況にある。

物の発生から処分までを考えた場合に、解決すべき科学技術的検討課題としては、放射性廃棄物が潜在的に有する放射線学的な危険性(リスク)に応じた分類基準の確立、そのリスクの大きさに応じた処分技術の確立がある。

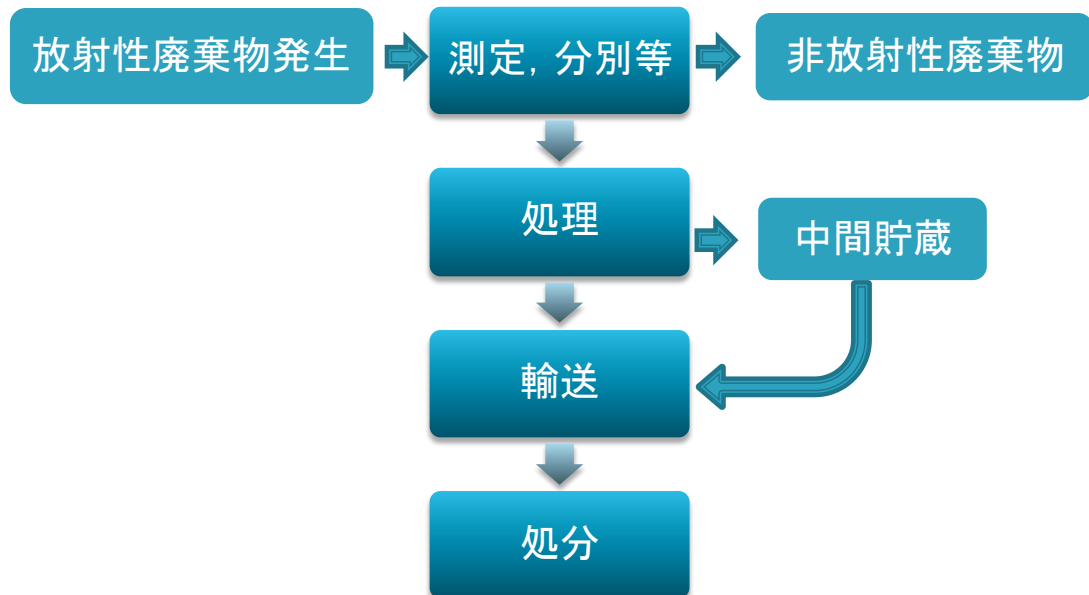


図 1-1 放射性廃棄物管理の全体フローの概略

放射性廃棄物の分類基準としては、特に、放射性物質によって微量には汚染されているが、放射性廃棄物としては管理する必要が無い物の判断基準を整備する必要性が指摘されてきている⁴⁾。わが国においては、従来、このような基準値が存在しないため、放射線管理区域から発生した廃棄物であるとの理由により、汚染の可能性が無い物も放射性廃棄物として厳重に管理をすることが求められており、科学的に合理的な管理がなされているとはいえない状況にある。国際原子力機関(IAEA)は、規制管理下にある放射線源をそのリスクが無視しえることから規制管理の対象としなくてもよいとする制度について、クリアランス(clearance)という概念を提唱し、国際的にも本用語が使用されるようになってきた⁶⁾。その際の判断基準となるクリアランスレベルについても、IAEA等の国際機関において検討がなされてきている⁷⁾。しかしながら、わが国の社会制度及び原子力・放射性物質の規制体系に照らし合わせた場合に、IAEA等の国際機関において検討されたクリアランスレベルを導入することが妥当か否かを検証する必要があると考える。

一方、クリアランスレベルを上回る放射性固体廃棄物については、安全かつ合理的に埋設処分していかなければならない。埋設処分を行うにあたっては、その潜在的な放射線学的な危険性の大きさに応じた多重バリアの考え方をを用いて安全確保を図ることが基本方針となっている⁴⁾。このような考え方にに基づき、原子力施設の廃止措置に伴って大量に発生する、放射能レベルが極めて低いコンクリート等の放射性固体廃棄物(以下「極低レベル放射性固体

廃棄物」という。) については、素掘トレンチによる簡易な埋設処分が可能であるとされている⁴⁾。米国等においても、同様な簡易な埋設処分は実施されてきてはいるものの、処分対象物、地質、気象条件等の自然環境条件等が異なるため、直接的な参考とはならない。このため、今後の原子力施設の廃止措置に伴って大量に発生する極低レベル放射性固体廃棄物を対象に、わが国に適した埋設処分方法に係る技術的な検討が必要である。また、その安全性を実証するための安全評価手法を確立しなければならない。

1.4 放射性廃棄物処分のコミュニケーションに関する検討課題

今後、放射性廃棄物管理の全体スキームを構築していく上でも、特に、放射性廃棄物処分場の立地を進めていく上でも、技術的な側面からの課題解決と同様に社会的な課題解決が必要であると考ええる。具体的な社会的検討課題としては、放射性廃棄物管理に係る理解を促進するために、一般公衆に放射性廃棄物管理に係るリスク情報をどのように伝えるか、また、一般公衆に放射性廃棄物管理に係る意思決定にどのように参加してもらうかが重要である。

リスクを伴う活動に係る意思決定を行ううえで、リスクコミュニケーションが必要であるとされている⁸⁾。我が国においても、近年になって、化学物質の管理⁹⁾、食品安全¹⁰⁾の分野を中心に、リスクコミュニケーションの必要性が訴えられるようになってきた。しかしながら、わが国におけるリスクコミュニケーションの歴史は浅く、必ずしも有効に機能しているとはいえない状況にある¹¹⁾。原子力の分野においては、原子力委員会が、「リスクについて関係者が相互に情報や意見を交換、評価し合い、その過程の中で、関係者間の理解レベルの向上が図られるようなコミュニケーション(リスクコミュニケーション)の考え方に基づいて国民と原子力に関するコミュニケーションを図っていくことが必要である」としている¹²⁾。しかしながら、原子力安全委員会が平成 14(2002)年に開催したパネル討論会への出席者を対象にして実施したアンケート結果によると、原子力のリスクコミュニケーションについては、「全くなされていない」が 7.3%、「現状で十分である」は 0.0%、「現在以上に必要である」は 67.1%となっている¹³⁾。このように、原子力の分野においてリスクコミュニケーションの必要性が認められているにもかかわらず、実際には実施された例は極めて少ない^{f, 11)}。その理由としては、関係者間でリスクコミュニケーションの必要性に関する認識が十分に深まっていないこと、原子力事業者自らがリスクコミュニケーションを実施するという意識が低いこと^g、原子力事業者の閉鎖性等によると考えられる。

^f 同文献では、平成 13 年から平成 16 年までに実施された原子力分野における双方向型リスクコミュニケーション実務事例として、7 件の代表例が紹介されている。これらの事例には実施されてから時間が経っていないものもあり、試行錯誤の中からようやく定まった運営方法を見出しつつある状況の事例もあるとしている。

^g 参考文献 13)においても、また、原子力委員会が「原子力政策大綱」を策定するに当たって募集した意見(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/tyoki/sakutei2004/sakutei33/siryol.pdf>)においても、国が主体となってリスクコミュニケーションを実施する

今後、原子力の分野においてリスクコミュニケーションを推進していく観点からも、リスクコミュニケーションの概念を正しく把握するとともに、リスクコミュニケーションの有効性やその限界、効果的なリスクコミュニケーション方法論を把握しておくことが必要であると考え。また、コミュニケーションの範囲にとどまることなく、放射性廃棄物管理に係る意思決定への関係者(ステークホルダー)の参加についても検討していかなければならないと考える。

経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)は、放射性廃棄物管理分野での社会的な観点からの経験に関する情報交換を行うために、Forum on Stakeholder Confidence (FSC)を主催している¹⁴⁾。FSCにおいては、全てのステークホルダー間における効果的な対話を確保するための方法を探求するとともに、意思決定過程の信頼を強化するための方法について検討している。この検討結果は、わが国における一般市民の放射性廃棄物管理に対する理解を推進する上で参考となるものである。

しかしながら、社会的な側面の検討に当たっては、各国の放射性廃棄物管理に係る規制制度、社会的・文化的な環境等に十分配慮することが重要である。このため、国内外における放射性廃棄物管理分野におけるリスクコミュニケーション事例を分析し、我が国の放射性廃棄物処分のコミュニケーションに関する課題の解決方法を考察する。

1.5 本研究の目的及び構成

本研究においては、リスクの考え方に基づいた放射性廃棄物管理を社会制度に実装し、放射性廃棄物処分に関する諸課題を解決するため、科学技術的及び社会技術的、双方の観点からの検討を行う。科学技術的な観点からの検討については、今後本格化することが想定されている原子力施設の廃止措置に伴って大量に発生することが想定されている放射能レベルの極めて低い放射性固体廃棄物の管理方式について検討を行う。これらの放射性廃棄物を安全かつ合理的に管理する方策を確立することが、今後の原子力施設の廃止措置の成否に大きな影響を与える可能性が高いからである。

一方、放射性廃棄物処分場の立地及びクリアランスの実施については、我が国も含め、諸外国においても社会的な受容性を得られない場面が多々発生している。一般市民の放射性廃棄物に関する理解を促進するためには、放射性廃棄物管理の安全性を向上させることはもちろん必要である。しかしながら、技術的な側面から安全性を検討するだけでは不十分であり、放射性廃棄物管理を推進するためには、社会的な側面からの検討が必要不可欠である。

本研究論文の構成の概要は次のとおりである。

第2章では、わが国の放射性廃棄物管理において残されていた課題の一つであったクリアランスを安全に実施するための判断基準となるクリアランスレベ

ことを要望する意見が寄せられている。

ルについて、無視し得るリスクレベルを基に、わが国の社会的及び自然的状況を考慮した算出方法を考察する。

第 3 章では、極低レベル固体廃棄物を、当該放射性廃棄物が有するリスクに基づき、安全かつ合理的に埋設処分を行うための処分方策を技術的な観点から考察する。

第 4 章では、原子力安全委員会及び原子力安全・保安院が、クリアランスに関する報告書を取りまとめるにあたって実施した意見公募結果を基に、クリアランスに対する一般市民の不安点及び疑問点を明らかにする。それらの不安点及び疑問点を解消し、今後クリアランスを実施していくに当たって国民の理解を得るための方策についての考察を行う。

第 5 章では、原子力施設に関する意見公募に対して寄せられた意見をテキストマイニングの手法を用いて分析することにより、一般市民が原子力に対して抱いている忌避要因を明らかにする。また、その分析結果を基に、原子力に関する理解促進策について考察を行う。

第 6 章では、放射性廃棄物管理施設の立地に当たっての合意形成方策について社会的側面からの検討を行う。検討に当たっては、わが国の放射性廃棄物処理施設建設時点におけるリスクコミュニケーション事例とフィンランド及びスウェーデンにおける放射性廃棄物処分場の立地における事例を比較検討することにより、放射性廃棄物管理施設の立地におけるリスクコミュニケーションのあるべき姿について考察を行う。

第 7 章では、本研究で得られた成果と今後の課題をまとめて結論とする。

第 1 章の参考文献

- 1) 電気事業連合会，原子力・エネルギー図面集 2005-2006，(財)日本原子力文化振興財団(2006)
- 2) International Atomic Energy Agency, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA(1995)
- 3) 原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会，放射性廃棄物処理処分方策について，原子力委員会(1985)
- 4) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全規制専門部会，低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方について，原子力安全委員会(1985)
- 5) 山地憲治編，どうする日本の原子力-21世紀への提言-，74，日刊工業新聞社(1998)
- 6) International Atomic Energy Agency, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA(1996)
- 7) International Atomic Energy Agency, Clearance Levels for Radionuclides in Solid Materials, IAEA-TECDOC-855, IAEA(1996)

- 8) 吉川 肇子, リスク・コミュニケーション, 14, 福村出版(1999)
- 9) 関澤 純, 化学物質の安全とリスクコミュニケーション, 安全工学, 42(1), 36-43(2003)
- 10) 山田 由紀子, 食品の安全性とリスクアナリシス, 安全工学, 42(1), 16-23(2003)
- 11) 豊田 聖史, 科学技術としての原子力におけるリスクコミュニケーション-学術的知見と実務的事例の整理・分析-, 安全工学, 45(3), 140-145(2006)
- 12) 原子力委員会, 原子力の研究, 開発及び利用に関する長期計画, 原子力委員会(2000)
- 13) 原子力安全委員会, パネル討論会「リスクと, どうつきあうか-原子力安全委員会は語り合いたい-」アンケート結果について, <http://www.nsc.go.jp/anzen/sonota/panel/panel002/panel002.htm> (2002)
- 14) Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, Stakeholder Confidence and Radioactive Waste Disposal, First Workshop and Meeting of the NEA Forum on Stakeholder Confidence in the Area of Radioactive Waste Management, OECD(2000)

第 2 章 クリアランスレベルの算出方法に関する考察

2.1 はじめに

ある固体状物質に含まれる微量の放射性物質に起因する線量が、自然界の放射線レベルに比較して充分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであるならば、当該物質を放射性物質として扱う必要がないと考えられる。このような概念が、国際原子力機関(IAEA)¹⁾、国際放射線防護委員会(ICRP)²⁾等の国際機関において以前から提唱されてきた。この概念を表す用語として、*de Minimis*(ラテン語で、「検察官は些細なことに関与しない」の意)、*exemption* などが使用されてきた。現在は、IAEA の提唱により以下のような分類・定義が定着している³⁾。

- ・ *Exclusion*(規制除外) - 自然界に存在する放射線源のほとんどは、規制の対象としてなじまないため、もともと規制の対象にならないことをいう。宇宙線や天然放射性物質(人体中の⁴⁰K等)の大部分は、規制のしようがないか、或いは、規制をしても効果がほとんどないことから、規制除外が適用される。
- ・ *Exemption*(規制免除) - ある放射線源に起因して被ばくが発生したとしても、人の健康に対するリスクが無視できる場合には、放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源が放射線防護の規制体系に入らないことをいう。このような例としては、校正用線源、煙感知器等がある。
- ・ *Clearance*(クリアランス) - ある放射線源に起因して被ばくが発生したとしても、人の健康に対するリスクが無視できる場合には、放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源を放射線防護の規制体系から外してもよいことをいう。対象となる放射線源の代表例は、原子力施設において発生するごく僅かの放射性物質を含む廃棄物や再利用可能な物である。

クリアランスと呼ばれていないものの類似の規制行為については、既に、スウェーデン、イギリス、フィンランドで実施されている⁴⁾。しかしながら、その際の判断基準となる放射能濃度については、各国が独自に定めた慣習的な基準である。このため、必ずしも、放射線学的な危険性に基づいて、統一的には設定はされていない⁴⁾。

一方、クリアランスされた金属スクラップは、クリアランスを実施した当該国内にとどまらず、国際的に流通する可能性がある。このため、国際的に整合性の採れた基準の制定が強く望まれており、IAEA をはじめとする国際機関において基準値の検討が実施されてきている。例えば、IAEA は、1996 年 1 月、原子炉施設等における比較的多量の廃棄物等の固体状物質を主に念頭に置いて、その考え方、算出方法等を記載した技術文書「固体状物質に含まれる放射性核種のクリアランスレベル」⁵⁾(以下

「TECDOC-855」という。)を出版した。しかしながら、TECDOC-855は、欧米の各種文献に示されたクリアランスレベルまたはその類似の基準値の算出結果を比較検討することによりクリアランスレベルを設定しており、線量規準に基づいた独自のクリアランスレベルを算出していない。また、欧州委員会(EC)においても、クリアランスレベル類似の基準値を算出している⁶⁾が、EU加盟国内での適用を念頭に置いた検討となっており、クリアランスレベルを算出するに当たって想定している社会的条件等がわが国の実情に必ずしも合致していない。

このため、本研究においては、わが国の社会環境、自然環境等を考慮に入れた上で、わが国に適用可能なクリアランスレベルを算出するための方法論について検討を行った⁷⁾。

2.2 クリアランスレベルの算出方法の概要

2.2.1 算出の基本的考え方

クリアランスレベルについては、放射線防護に係る線量基準値に基づく誘導限度値(例えば、排気・排水の濃度限度値)の算出と同様に、以下の様な手順で算出することとした。

- ① クリアランスレベルを算出するための線量目安値の設定
- ② クリアランス対象物の選定と物理・化学的観点及び放射線学的な観点からの特徴付け
- ③ 公衆に対する被ばくを生じる可能性のある経路の選定
- ④ 選定された経路に対する計算モデルの設定
- ⑤ 計算に使用するパラメータ値の選定
- ⑥ 線量目安値に相当する放射能濃度の計算

以下に、上述した各検討手順の概要について述べる。

2.2.2 線量の目安値

IAEA、国連食糧農業機関(FAO)、国際労働機関(ILO)、世界保健機関(WHO)等は、「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」³⁾(以下「BSS」という。)を共同で出版しており、その中でクリアランスレベルの判断の指標としては、「人の健康に対するリスクが無視できること」とされている。また、このようなリスクレベルを導き出すための方法として、IAEA⁸⁾は2種類の考え方、すなわち、

① 自然界の放射線レベルに比較して十分小さい。

② 人の健康に対するリスクが無視できる線量

を基に設定することを提案しているが、いずれの方法でも基準となる個人の実効線量は数 $10 \mu\text{Sv}/\text{年} \sim 100 \mu\text{Sv}/\text{年}$ となる。ただし、一人の個人が複数のクリアランスされた行為又は線源から被ばくする可能性も考慮に入れて、 $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ の個人の実効線量を個々のクリアランスされた線源又は行為に対する線量の目安値として用いることを提案している。

同様に、放射線審議会基本部会報告書⁹⁾、ICRP²⁾等の報告書においても $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ の個人の実効線量を用いることを提案していることから、本研究においては、クリアランスレベルを算出するための目安線量としては $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を用いる。

2.2.3 評価対象物

原子力施設、放射線同位元素の使用施設等の運転及び廃止措置に伴って、放射性物質を含んだ固体状物質が発生してくる。これらの施設の内、

- ①原子炉施設の場合には低レベル放射性廃棄物の埋設処分に係る安全基準等の策定及びその適用の実績があること、
- ②原子炉施設の場合には放射性物質の起源が主に中性子に起因した放射化であるため放射性核種の種類、その組成等が比較的均一であること、

③軽水炉及びガス炉の場合には各種データが蓄積されていること等の理由から、主な原子炉施設(軽水炉及びガス炉)における固体状物質を対象としたクリアランスレベルの検討を行った。このため、評価対象物の種類及び量は、主な原子炉施設(軽水炉及びガス炉)の廃止措置等に伴い発生する廃棄物等の種類及び推定される発生量を基に設定する。

110万kW級の沸騰水型軽水炉(BWR)及び加圧水型軽水炉(PWR)、16万kWガス冷却炉(GCR)の原子炉施設1基当たりの廃止措置に伴い発生する廃棄物等の推定量は、表2-1に示すとおりである¹⁰⁾。表2-1に示すように、廃止措置に伴い発生する廃棄物等のうちクリアランスレベル以下と想定されるものの大部分は金属とコンクリート(保温材等を含む。)であり、例えば、BWRで約53万トン(「放射性廃棄物でない廃棄物の基本的考え方」※による廃棄物等も含む。)と推定されている⁷⁾。

原子炉施設の廃止措置及び運転に伴い発生する廃棄物等のうち、クリアランスレベル以下と想定されるものの大部分は金属とコンクリート(保温材等を含む。)と推定されることから、クリアランスレベルの設定に当たっては、金属及びコンクリートがそれぞれ再利用又は産業廃棄物と同様に処分されるものと想定した。可燃物については、全て、放射性廃棄物として焼却処理するものとし、今回の評価の対象から除外した。

なお、原子炉の解体を行うに当たって、クリアランスレベル以下であることが検認された後は、特に、「放射性廃棄物でない廃棄物」との区分をすることなく一括で解体することが想定されている。このため、廃止措置の過程

※ 原子力安全委員会「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(第2次中間報告)」¹¹⁾で示された考え方で、管理区域内で発生した廃棄されるもののうち、汚染がないことが明らかなもの、または、汚染した部分を分離したもの。

で、「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象物との混合が生じることから、クリアランスレベルの算出に当たっては、これらの混合を考慮した。

また、クリアランスされたものについては、その後の埋設処分及び再利用の過程において、他の汚染していない物質との混合が想定されることから、それらによる希釈も考慮に入れた。具体的な、希釈に対する説明は、「2.2.7 評価用パラメータ」で述べる。

表 2-1 原子炉解体に伴って発生する放射性廃棄物，クリアランス対象廃棄物量等の推定結果¹⁰⁾

	BWR 110 万 kWe	PWR 110 万 kWe	GCR 16 万 kWe
放射性廃棄物量	12,100 ton	6,200 ton	23,000 ton
クリアランス対象 廃棄物量	29,000 ton	12,000 ton	11,000 ton
上記のうち金属	21,000 ton	3,000 ton	1,000 ton
上記のうちコンクリート	8,000 ton	9,000 ton	10,000 ton
放射性廃棄物でない廃棄物	495,000 ton	477,000 ton	121,000 ton

2.2.4 評価対象核種

原子炉施設から発生するクリアランス対象物には、原子炉構成機器(金属及びコンクリート)の中性子による放射化及び核燃料物質の核分裂に伴って生成した放射性核種が含まれることになる。本研究においては、放射化及び核分裂に伴って生成する放射性核種のうち、比較的半減期が長く、かつ、生成量が大きいとともに、放出する放射線の種類等の放射線学的な特徴を考慮して、以下の 20 核種を評価対象核種として選定した。

^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{41}Ca , ^{54}Mn , ^{55}Fe , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{60}Co , ^{65}Zn ,
 ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{239}Pu ,
 ^{241}Am

本研究においては、評価対象核種としてウランの同位体を選定しなかったが、表 2-2 に示すように、 ^{239}Pu 及び ^{241}Am と比較して、存在量が少ないためである¹⁰⁾。

表 2-2 炉型別の汚染物中の U 同位体，
 ^{239}Pu 及び ^{241}Am の核種組成比¹⁰⁾

核種名	BWR	PWR	GCR
^{235}U	2.73×10^{-13}	1.71×10^{-11}	4.29×10^{-10}
^{238}U	2.48×10^{-12}	2.05×10^{-10}	1.33×10^{-8}
^{239}Pu	1.90×10^{-9}	1.79×10^{-7}	3.37×10^{-6}
^{241}Am	2.49×10^{-10}	5.43×10^{-8}	7.78×10^{-7}

なお、本研究で提案するクリアランスレベルの算出方法は、「2.2.7 評価用パラメータ」に示した元素及び核種の種類に依存したパラメータの数値を除けば、全ての種類の放射性核種に対して適用可能な手法である。

2.2.5 評価経路

クリアランスレベルの算出に当たっては、クリアランスされた金属及びコンクリートは、非原子力施設から発生する「金属屑」及び「コンクリートガラ」と同様の取扱いを受けるものとし、再利用又は産業廃棄物と同様に埋立て処分されることを想定した。また、想定に当たっては、わが国の法律に基づく規制及び社会的慣習に則って再利用又は処分されることを想定した。例えば、埋立て処分の方法としては、わが国における埋立て処分の現状を基に、内陸埋立てと海面埋立ての2種類を想定した。

次に、評価対象物が、産業廃棄物と同様に埋設処分又は再利用（再使用を含む。）される場合を想定して、クリアランスされた後に現実的に起り得ると想定される評価経路を網羅的に想定した後、最終的な評価経路を選定した。すなわち、埋設処分については、125 経路を想定した後、線量評価を行うまでもなく他の経路と比較して線量が十分に小さいと判断される経路及び被ばく時間、線源までの距離等の被ばく状況から判断して他の類似した経路の評価結果に包含されてしまう経路を除外した。この結果、図 2-1 に示す 41 経路を評価対象として選定した。

再利用に係る評価経路の選定に当たっては、再利用に係る安全性を広範囲に検討する観点から、「金属屑」から通常製造されることはない自動車、船舶等についても評価対象に加えた。その結果、再利用（再使用）については、同様に 77 経路を想定した後、図 2-2 に示す 32 経路を選定した。

なお、評価経路の選定に当たっては、クリアランスレベルを満足していることの検認が終了した後は、放射性物質として考慮する必要がないことから、放射線防護の観点からの管理は行われないものとした。

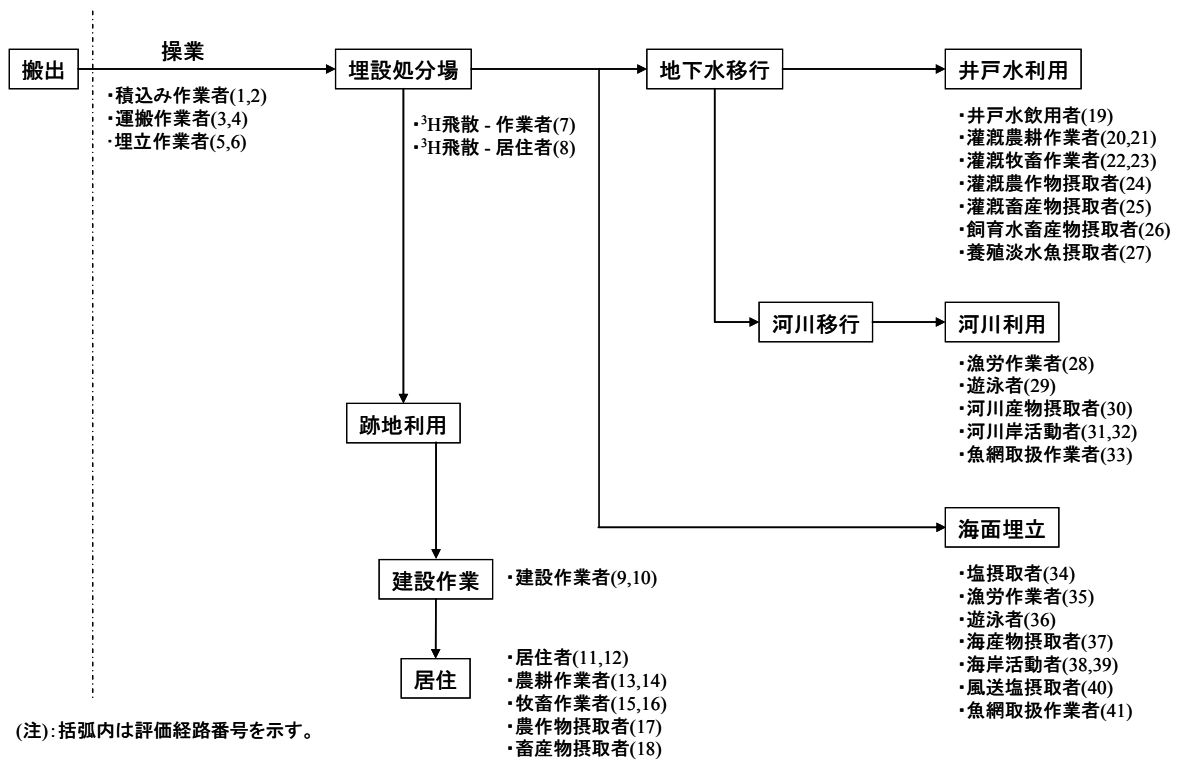


図 2-1 クリアランスレベルの算出において想定した埋設処分に係る評価経路

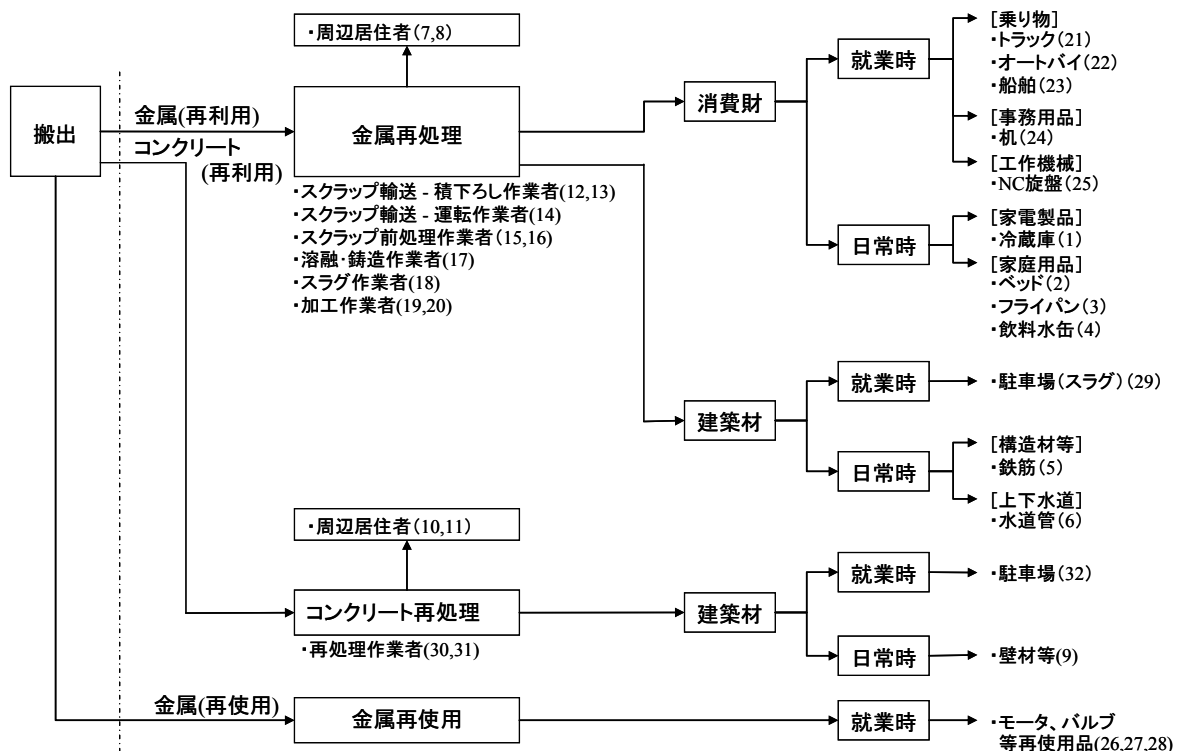


図 2-2 クリアランスレベルの算出において想定した再利用/再使用に係る評価経路

2.2.6 計算モデルの概要

被ばく線量の評価手法として、決定論的手法と確率論的手法がある¹²⁾、¹³⁾。決定論的手法は、現在、原子力施設の安全審査で最も一般的に使用されている手法で、各パラメータ値を固有値に設定する。したがって、評価結果は単一の被ばく線量で与えられる(図 2-3 参照)。一方、確率論的安全評価手法では、個々のパラメータ値が有する分布範囲と分布形状を考慮した確率分布を考慮する。したがって、評価結果は、被ばく線量の分布またはその期待値として与えられる(図 2-3 参照)。本手法は、感度解析や不確かさ解析に極めて有効であるが、以下に示す問題点も指摘されている¹³⁾。

- ①パラメータ値の確率分布形の決定には多くのデータが必要である。
- ②計算結果に良好な収束を得るためには膨大な計算回数が必要である。
- ③決定論的解析に比べて、計算結果の取扱い(説明)が困難である。

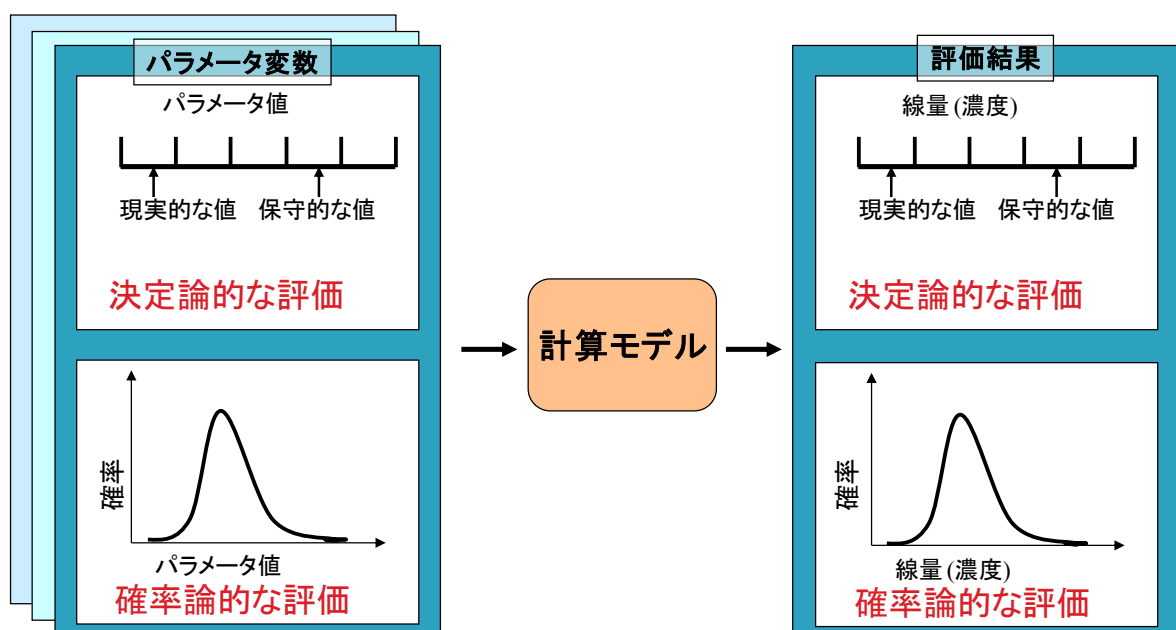


図 3-2 決定論的手法と確率論的手法の比較

本研究においては、線量規準に基づく単一の放射能濃度基準値を設定するという観点から、決定論的手法を用いてクリアランスレベルの算出を行った。

具体的な被ばく線量を評価するための計算モデルについては、2.2.5 で選定した評価シナリオに基づき、被ばく源となる放射性物質をモデル化した上

で、数学的モデルを構築した。数学的モデルの構築に当たっては、原子力安全委員会の審査指針¹⁴⁾、IAEAの報告書^{13), 15)}を参考にした。以下に、クリアランスレベルの計算モデルの概要について述べる。

汚染形態については、再使用品(原子炉施設内で使用されていた機器)については、その物品の表面のみが均一に汚染していると想定したが、その他の金属及びコンクリートについては全体が均一に汚染しているものとした。

(1) 外部被ばくに係る評価モデル

外部被ばく線量の計算を行うに当たっては、線源の幾何形状を適切にモデル化する必要がある。本研究においては、被ばく経路毎に線源となるべき物を同定し、その性状及び形状について自己吸収を考慮した均質な体積線源、半無限平板又は表面汚染線源にモデル化した。また、外部被ばくの線量換算係数については、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2¹⁶⁾又はSn法一次元輸送計算コードANISN-JR¹⁷⁾を用いて求めた。なお、外部被ばく線量を計算するための一般式は、以下の様に表される。

$$D_{EXT}(i) = [C_m(i) \text{ or } C_s(i)] * S * t * D_{CF,EXT}(i) \quad (1)$$

ここで、

$D_{EXT}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (Sv/y)

$C_m(i)$: 体積線源中の核種 i の濃度 (Bq/g)

$C_s(i)$: 表面汚染線源中の核種 i の濃度 (Bq/cm²)

S : 外部被ばくに対する遮へい係数 (-)

t : 被ばく時間 (h/y)

$D_{CF,EXT}(i)$: 核種 i の単位濃度当たりの外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g or Sv/h per Bq/cm²)

である。

なお、再利用された金属で製造された製品中の放射性物質濃度を算出するに当たっては、溶融時における元素の製品(インゴット)への移行を考慮する。また、副産物(スラグ及びダスト)中の放射性物質濃度を算出するに当たっては、溶融時における元素の移行と見掛け上の濃縮を考慮する。この際の移行係数は、元素の物理・化学的な性状、溶融時条件等に基づき文献¹³⁾を基に設定する。また、見掛け上の濃縮は、元々の金属スクラップに比べて、生成する副産物の重量が減少するために生じるものであり、本研究においては文献調査結果に基づき、スラグに対して10、ダストに対して200の濃縮係数¹³⁾を使用した。

(2) 吸入被ばく

吸入被ばくの評価に当たっては、被ばく経路に応じて、空気中の吸入摂

取可能なダスト濃度を以下の２種類の方法で評価した。

①質量濃度法

②再浮遊係数法

このうち、質量濃度法においては、空気中の吸入摂取可能なダスト濃度が直接パラメータ値として与えられており、その際の吸入被ばく線量を次式で求めた。

$$D_{INH}(i) = C_m(i) * f * B * t * D_{CF,INH}(i) \quad (2)$$

ここで、

$D_{INH}(i)$: 核種 i の吸入摂取に伴う預託実効線量当量 (Sv/y)

f : 空気中のダスト濃度 (g/m^3)

B : 呼吸率 (m^3/h)

$D_{CF,INH}(i)$: 核種 i の吸入摂取に係る線量換算係数 (Sv/Bq)

である。なお、空気中のダスト濃度は、取り扱う物質の性状、作業内容等によって変化するが、本解析においては文献調査結果に基づき、 $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ から $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ の範囲で値を設定した。

再浮遊係数法の場合には、空気中の吸入摂取可能なダスト濃度は、再浮遊係数、再浮遊可能な汚染の割合及び表面汚染密度等によって決定されることになる¹¹⁾。その際の吸入摂取被ばく線量は、一般的に次式で計算した。

$$D_{INH}(i) = C_s(i) * F_l * f_s * B * t * D_{CF,INH}(i) \quad (3)$$

ここで、

F_l : 再浮遊可能な汚染の割合 (-)

f_s : 再浮遊係数 (cm^{-1})

である。

(3)経口摂取被ばく

本解析においては、経口摂取被ばくが次の３種類の形態で発生するものとした。

①放射性物質を含んだ食品(農畜水産物)及び井戸水の摂取

②再利用金属で製造されたフライパン、水道管及び飲料水缶から溶出した放射性物質の摂取

③指等に付着した剥離性汚染物の摂取

食品の経口摂取に伴う被ばく線量の評価は、一般的に次式で表される。

$$D_{ING}(i) = \sum_n C_n(i) * Q_n * G_n * \exp(-\lambda_i * t_{vn}) * D_{CF,ING}(i) \quad (4)$$

ここで、

$D_{ING}(i)$: 食品中に含まれる核種 i の経口摂取に伴う預託実効線量当量 (Sv/y)

$C_n(i)$: 食品 n 中の核種 i の濃度 (Bq/g)

Q_n : 食品 n の摂取率 (kg/y)

G_n : 食品 n の市場希釈係数 (-)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})

$$\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i) \quad (5)$$

$T_{1/2}(i)$: 核種 i の半減期 (y)

t_{vn} : 食品 n の輸送時間 (d)

$D_{CF,ING}(i)$: 核種 i の経口摂取に係る線量換算係数 (Sv/Bq)

である。なお、本解析においては、保守的な評価となる様、全ての関連する被ばく経路において、市場希釈係数は 1、輸送時間は 0 と置いた。

再利用金属で製造されたフライパン、水道管及び飲料水缶から溶出した放射性物質の摂取は、別々の被ばく経路として評価した。例えば、フライパンの使用に伴う経口摂取被ばくは、次式で評価した。

$$D_{ING}(i) = C_m(i) * R_e * A_f * \rho_{Fe} * t_f * D_{CF,ING}(i) \quad (6)$$

ここで、

R_e : 鉄の腐食速度 (cm/h)

A_f : フライパンの表面積 (cm^2)

ρ_{Fe} : 鉄の密度 (g/cm^3)

t_f : フライパンを使用した調理時間 (h/y)

である。

再使用品を使用した際に、表面汚染が作業者の手等に付着した後、誤って経口摂取した際の被ばく線量については、IAEA¹³⁾が示した以下の式にしたがって計算した。

$$D_{ING}(i) = C_s(i) * F_l * F_r * t * D_{CF,ING}(i) \quad (7)$$

ここで、

F_r : 剥離性汚染の経口摂取率 (cm^2/h)

である。

(4) 地下水による放射性核種の移行評価モデル

埋設処分に係る評価においては、コンクリート及び金属廃棄物が、産業

廃棄物処分における安定型処分場と同じ構造を有する処分場において処分されるものとした。このため、評価に当たっては、処分直後から、放射性物質が地下水中に漏出してくるものとして評価を行った。

処分場からの放射性物質の漏出量を評価するに当たっては、放出係数モデル¹⁵⁾15)を使用した。放出係数は、廃棄物中に含まれる核種濃度と浸出液中に含まれる当該核種の濃度の比で表される¹⁸⁾。放出係数モデルを使用した場合、処分場からの核種の漏出量は次式によって与えられる。

$$J(t,i) = \eta_i * C_w(i) * W * \exp\{-(\lambda_i + \eta_i) * t\} \quad t > 0 \quad (8)$$

ここで、

$J(t,i)$: 時刻 t における核種 i の漏出量 (Bq/y)

η_i : 核種 i の漏出率 (1/y)

$$\eta_i = \frac{R_{IN}}{H_D} * R_c(i) \quad (9)$$

R_{IN} : 浸透水量 (m/y)

H_D : 処分場厚さ (m)

$R_c(i)$: 核種 i の放出係数 (-)

である。

漏出した放射性核種は、帯水層中を地下水とともに移行するが、帯水層土壌の密度、空隙率及び帯水層の厚さが一定であると仮定すれば、地下水中の放射性核種の濃度は、一般的に次式で表される¹⁹⁾。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} R_s(i) * C_{GW}(x,t,i) = & D_x \frac{\partial^2 C_{GW}(x,t,i)}{\partial x^2} - U_s \frac{\partial C_{GW}(x,t,i)}{\partial x} \\ & - R_s(i) * \lambda_i * C_{GW}(x,t,i) \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、

$C_{GW}(x,t,i)$: 地下水中の核種 i の濃度 (Bq/m³)

U_s : 地下水の実流速 (m/y)

$R_s(i)$: 核種 i の遅延係数 (-)

$$R_s(i) = 1 + \frac{1-f_s}{f_s} Kd_s(i) * \rho_s \quad (11)$$

f_s : 帯水層の空隙率 (-)

ρ_s : 帯水層土壌の真密度 (kg/m³)

$Kd_s(i)$: 核種 i の分配係数 (m³/kg)

D_x : x 方向の分散係数 (m²/y)

$$D_x = D_{mx}|U_s| + D_d \quad (12)$$

D_{mx} : x 方向の分散長 (m)

D_d : 分子拡散係数 ($3.15 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{y}$)

である。なお、計算に当たっては、保守的に、各核種の濃度が最も高くなる様な時間を評価時間に選んだ。

地下水中の放射性物質濃度は、放射性物質を含んだ地下水とその周囲に存在している放射性物質を含まない地下水との混合を考慮して計算されている。この場合の井戸水中の放射性物質濃度は、次式によって求められる。

$$C_{ww}(t,i) = C_{GW}(x_w, t, i) * R_w \quad (13)$$

ここで、

$C_{ww}(t,i)$: 井戸水中の核種 i の濃度 (Bq/m^3)

x_w : 処分場の下流端から井戸までの距離 (m)

R_w : 井戸水の混合割合 (-)

である。

また、処分場から漏出した放射性物質は、地下水とともに移行した後、最終的には、川又は海に流入するとした。この場合、川又は海に流入する放射エネルギーは次式で計算した。

$$A(t,i) = f_s * W_D * h_s * \left\{ U_s * C_{GW}(x_{WB}, t, i) - D_x \frac{\partial}{\partial x} C_{GW}(x, t, i) \right\}_{x=x_{WB}} \quad (14)$$

ここで、

$A(t,i)$: 時刻 t に川又は海に流入した核種 i の量 (Bq/y)

x_{WB} : 処分場の下流端から川又は海までの距離 (m)

である。この場合、河川水又は海水中的放射性物質の濃度は、次式で計算される。

$$C_{WB}(t,i) = \frac{A(t,i)}{V_{WB}} * \exp(-\lambda_i * t_{WB}) \quad (15)$$

ここで、

$C_{WB}(t,i)$: 河川水又は海水中的核種 i の濃度 (Bq/m^3)

V_{WB} : 河川水量又は海の交換水量 (m^3/y)

t_{WB} : 河川又は海への地下水の流入地点から評価地点までの移動時間 (y)

である。なお、評価に当たっては、保守的に、河川又は海への地下水の流

入地点から評価地点までの移動時間は考慮しなかった。

(5) 灌漑土壌の放射性物質の濃度

農業用地に井戸水を灌漑用水として撒布するものとし、その濃度は蓄積するものとして、土壌中の放射能濃度を計算した。また、核種の土壌中移動による減衰効果を考慮し、土壌中濃度は次式で計算した。なお、灌漑水中の放射性物質の濃度は、井戸水中の放射性物質に等しいものとし、(15)式で計算した。

$$C_S(t,i) = F_R \int_0^t \frac{V_{IK} * C_I(t,i)}{P} e^{-EL(i)*t} dt \quad (16)$$

ここで、

$C_S(t,i)$: 時刻 t における灌漑土壌中の核種 i の濃度 (Bq/kg)

$C_I(t,i)$: 時刻 t における灌漑用水中の核種 i の濃度 (Bq/m³)

V_{IK} : 農作物 k に対する灌漑水量 (m³/m²・y)

P : 土壌実効表面密度 (kg/m²)

F_R : 放射性物質の土壌残留係数 (-)

$EL(i)$: 土壌中放射性物質の実効減衰係数 (y⁻¹)

$$EL(i) = \lambda_i + RMS(i)$$

$RMS(i)$: 核種 i の土壌中移動による残留核種の減衰係数 (y⁻¹)

ただし、

$$RMS(i) = \frac{RAIN + V_{IK} - EVAPO}{f_u * s_u * COEFF}$$

$$COEFF = \alpha \left\{ 1 + \frac{(1 - f_u) * \rho_u * Kd_u(i)}{f_u * s_u} \right\}$$

ここで、

α : 実効土壌深さ (m)

2.2.7 評価用パラメータ

クリアランスレベルの算出においては、評価経路に応じて様々なパラメータが使用されるが、これらのパラメータの多くは本来一つの確定した値ではなく、ある分布型、分布幅を持ってばらついていると考えられる。このため、クリアランスレベルを算出するためのパラメータの設定に際しては、標準的である成人を評価対象とし、原則として現実的と考えられる値を選択した。また、現実的な値を設定することが困難であるパラメータについては保守的な値を用いてクリアランスレベルを算出した。

吸入被ばくと経口摂取に係る被ばく線量の換算係数については、ICRP

の報告書 (Publ. No. 30²⁰⁾と No.48²¹⁾ に示された年摂取限度を基にして算出された値²²⁾、²³⁾を使用した。

クリアランスレベルの算出に使用したパラメータのうち、主要な元素及び核種に依存しないパラメータを Appendix の表 A-1 から A-5 に示す。また、元素及び核種に依存するパラメータを Appendix の表 A-6 から A-8 に示す。

2.3 クリアランスレベルの算出結果

上述した決定論的な計算手法とパラメータを使用して、原子炉において生成する主要な 20 核種について、被ばく経路ごとに、単位濃度 (Bq/g) 又は単位表面密度 (Bq/cm²) 当たりの被ばく線量を評価した。その後、被ばく経路毎に、各核種単独で 10 μ Sv/y の被ばく線量となる濃度又は表面汚染密度を求めた。さらに、このようにして得られた計算結果のうち、核種毎に最も低い濃度を生じる被ばく経路を決定経路として、また、その際の濃度又は表面汚染密度をクリアランスレベルの算出結果とした。表 2-3 に核種毎の決定経路とクリアランスレベルの算出結果を示す。

なお、クリアランスレベルの算出に当たっては、放射線学的な影響のみを考慮した。もし、クリアランス対象物に、非放射性の鉛等の重金属が混入している場合には、当然のことながら、特定産業廃棄物としての規制対象となる。このような非放射性の重金属の影響については、クリアランスレベルの算出に当たって考慮するのではなく、現行の法令に従って判断すべきであると考ええる。一方、個々の放射性核種が有する化学的毒性に対する配慮については、クリアランスレベルが非常に低く、最もクリアランスレベルが高い ⁵⁵Fe でさえも 3000 Bq/g である。算出したクリアランスレベルを元素濃度に換算すると、⁵⁹Ni が最も濃度が高くて 0.2 ppm にしかない (表 2-4 参照)。また、表 2-4 に示したように、産業廃棄物として海洋投入処分が可能な廃棄物の判定基準²⁴⁾と比較した場合に、基準を十分に下回っていることから、化学的毒性をクリアランスレベルの設定に当たっては考慮する必要がないと判断した。

表 2-3 算出したクリアランスレベル

(単位: Bq/g)

核種名 ^{*1}	算出結果 ^{*2}	決定経路 ^{*3}		
		評価経路番号		経路名
³ H	200	埋設処分	17	跡地利用(農作物摂取)
¹⁴ C	5	埋設処分	27	地下水利用(淡水産物摂取)
³⁶ Cl	2	埋設処分	25	地下水利用(灌漑畜産物摂取)
⁴¹ Ca	80	埋設処分	24	地下水利用(灌漑農作物摂取)
⁵⁴ Mn	1	埋設処分	5	操業(埋立作業・外部)
⁵⁵ Fe ^{*4}	3000	再利用	26	再使用・外部
⁶⁰ Co	0.4	埋設処分	5	操業(埋立作業・外部)
⁵⁹ Ni	600	埋設処分	25	地下水利用(灌漑畜産物摂取)
⁶³ Ni	2000	埋設処分	18	跡地利用(畜産物摂取)
⁶⁵ Zn	1	埋設処分	5	操業(埋立作業・外部)
⁹⁰ Sr	1	埋設処分	17	跡地利用(農作物摂取)
⁹⁴ Nb	0.2	埋設処分	11	跡地利用(居住者・外部)
⁹⁹ Tc	0.3	埋設処分	17	跡地利用(農作物摂取)
¹²⁹ I	0.7	埋設処分	19	地下水利用(井戸水飲用)
¹³⁴ Cs	0.5	再利用	29	駐車場(スラグ)・外部
¹³⁷ Cs	1	再利用	29	駐車場(スラグ)・外部
¹⁵² Eu	0.4	再利用	29	駐車場(スラグ)・外部
¹⁵⁴ Eu	0.4	再利用	29	駐車場(スラグ)・外部
²³⁹ Pu	0.2	再利用	13	積み下ろし・吸入
²⁴¹ Am	0.2	再利用	13	積み下ろし・吸入

*1: 代表的な放射性核種(20核種)についての算出結果である。

*2: グラム当たりのベクレル数(Bq/g)として示されているが、少なくとも10トン程度の固体状物質ごとに平均化された濃度であるとして算出している。

*3: 決定経路及び評価経路番号については図2.1及び図2.2を参照。

*4: ⁵⁵Feは再使用経路が決定経路となるので、単位はBq/cm²である。

表 2-4 クリアランスレベルに相当する元素濃度と海洋投入処分に係る判定基準²⁴⁾

核種名	クリアランスレベル (Bq/g)	左記に相当する元素濃度 (ppm)	海洋投入処分に係る判定基準 (ppm)
³ H	200	5.58E-07	-
¹⁴ C	5	3.03E-05	-
³⁶ Cl	2	1.64E-03	-
⁴¹ Ca	80	3.47E-02	-
⁵⁴ Mn	1	3.49E-09	-
⁵⁵ Fe	3000	3.37E-05	-
⁶⁰ Co	0.4	9.57E-09	-
⁵⁹ Ni	600	2.01E-01	1.2
⁶³ Ni	2000	9.15E-04	1.2
⁶⁵ Zn	1	3.29E-09	20
⁹⁰ Sr	1	1.98E-07	-
⁹⁴ Nb	0.2	2.89E-05	-
⁹⁹ Tc	0.3	4.78E-04	-
¹²⁹ I	0.7	1.07E-01	-
¹³⁴ Cs	0.5	1.04E-08	-
¹³⁷ Cs	1	3.11E-07	-
¹⁵² Eu	0.4	6.12E-08	-
¹⁵⁴ Eu	0.4	4.10E-08	-
²³⁹ Pu	0.2	8.71E-05	-
²⁴¹ Am	0.2	1.57E-06	-

2.4 考察

今回算出したクリアランスレベルの妥当性を確認するために、欧州共同体委員会 (EC) が提案しているクリアランスレベルに類似した基準値との比較検討を実施した。今回算出したクリアランスレベルは、原子炉施設の解体等に伴って発生する金属とコンクリートを念頭において算出されたものである。本研究で算出したクリアランスレベルと EC の検討結果を比較するに当たっては、EC が RP 89⁶⁾ 及び RP 113²⁵⁾ において提案している金属及びコンクリートに対する質量濃度単位のうち、小さな値と比較することとした。比較した結果を表 2-5 に示す。

表 2-5 からわかるように、EC の提案しているクリアランスレベルと本研究で算出したクリアランスレベルは、最大でも一桁の差であった。また、EC の丸めを行う前の数値と比較すると、もっとも差のある ⁵⁵Fe と ⁵⁹Ni でも約 5 倍であっ

た。このような相違が生じている理由について、決定経路が類似している核種について考察を行った結果を表 2-6 及び以下に示す。

①埋立作業 (^{54}Mn , ^{60}Co 等)

表 2-6 に示したように、主として、年間作業時間と遮へい係数のパラメータの相違により、EC の $10\mu\text{Sv/年}$ 相当濃度の計算結果は、本研究の算出結果の約 5 分の一となっている。

②農作物摂取 (^{90}Sr , ^{99}Tc)

表 2-6 に示したように、農産物の年間摂取量、希釈係数、土壌-農産物移行係数、経根係数及び経口摂取に係る線量係数の相違により、EC の $10\mu\text{Sv/年}$ 相当濃度の計算結果は、 ^{90}Sr 及び ^{99}Tc でそれぞれ、本研究の算出結果の約 2 倍及び 4 倍となっている。

③地下水飲用 (^{129}I)

表 2-6 に示したように、主として、埋設処分場への処分量、希釈係数、飲料水の摂取量、経口摂取に係る線量係数等の相違により、EC の $10\mu\text{Sv/年}$ 相当濃度の計算結果は、本研究の算出結果の約 6 分の一となっている。

④ダスト吸入 (^{239}Pu , ^{241}Am)

表 2-6 に示したように、主として、年間作業時間、作業者の呼吸率、作業場のダスト濃度、希釈係数、吸入摂取に係る線量係数の相違により、例えば ^{239}Pu では、EC の $10\mu\text{Sv/年}$ 相当濃度の計算結果は、本研究の算出結果の約 3 分の一となっている。

なお、本研究が考慮していない評価経路として、クリアランスされたコンクリート片を含む土壌を子供が直接経口摂取するという経路がある。EC の検討²⁶⁾では、当該評価経路において、子供(1~2歳)が年間 100 グラムのコンクリート片を含む土壌(混合比 1:10)を経口摂取するとしており、 ^{55}Fe 、 ^{59}Ni 及び ^{63}Ni の決定経路となっている。

これに対して、IAEA の再利用に関するクリアランスレベルの算出¹³⁾において、身体に付着したダストの経口摂取率についての検討が行われている。その検討結果によれば、このような経口摂取率は年齢に依存するが、成人の作業者の場合であれば、経口摂取率として 0.01g/h の値が妥当であると判断されている。また、米国環境保護庁(EPA)の評価²⁷⁾においては、農作物摂取に伴う土壌の摂取量として 1 日当たり 0.1 グラムの数値が提案されている。これらの数値と比較してみた場合、EC の評価対象者が幼児であることを考慮したとしても、年間 100 グラムのコンクリート片を含む土壌を直接経口摂取するという想定はかなり保守的であると判断される。

以上に述べたように、本研究で算出したクリアランスレベルと EC の提案している基準値とはよく一致していると結論付けられる。これは、考慮している評価経路、使用しているパラメータの値等に相違はあるものの、①決定経路となる被ばく経路が同じように考慮されていること、②被ばく線量の評価モデ

ルが類似していること、③評価に使用しているパラメータについては、日欧の社会的・自然的条件が考慮されているものの大きな相違がないことから、算出された数値に大きな差がないことによるものである。

本研究成果は、原子力安全委員会における主な原子炉施設におけるクリアランスレベル²⁷⁾の検討に使用された。

表 2-5 本研究で得られた計算結果と EC の提案値との比較 (単位:Bq/g)

核種名	本研究で得られた結果			EC		
	クリアランスレベル	決定経路		金属とコンクリートのうち最小値	丸めを行う前の左記の濃度	決定経路
³ H	200	埋設処分	跡地利用(農作物摂取)	100	62	井戸水飲用 ^{*3}
¹⁴ C	5	埋設処分	地下水移行(淡水産物摂取)	10	10	〃
³⁶ Cl	2	埋設処分	地下水移行(灌漑畜産物摂取)	1	1.1	野菜摂取 ^{*4}
⁴¹ Ca	80	埋設処分	地下水移行(灌漑農産物摂取)	^{*2} -	^{*2} -	^{*2} -
⁵⁴ Mn	1	埋設処分	操業(埋立作業者外部)	0.1	0.26	埋立作業 ^{*5}
⁵⁵ Fe	3000 ^{*1}	再利用	再利用・外部	1000	610	直接摂取 ^{*6}
⁶⁰ Co	0.4	埋設処分	操業(埋立作業者外部)	0.1	0.089	埋立作業
⁵⁹ Ni	600	埋設処分	地下水移行(灌漑畜産物摂取)	1000	2900	直接摂取
⁶³ Ni	2000	埋設処分	跡地利用(畜産物摂取)	1000	1200	〃
⁶⁵ Zn	1	埋設処分	操業(埋立作業者外部)	1	0.38	埋立作業
⁹⁰ Sr	1	埋設処分	跡地利用(農作物摂取)	1	1.5	野菜摂取
⁹⁴ Nb	0.2	埋設処分	跡地利用(居住外部)	0.1	0.14	埋立作業
⁹⁹ Tc	0.3	埋設処分	跡地利用(農作物摂取)	1	1.4	野菜摂取
¹²⁹ I	0.7	埋設処分	地下水移行(井戸水飲用)	0.1	0.12	井戸水飲用
¹³⁴ Cs	0.5	再利用	駐車場(スラグ)	0.1	0.14	埋立作業
¹³⁷ Cs	1	再利用	跡地利用(居住外部)	1	0.4	〃
¹⁵² Eu	0.4	再利用	駐車場(スラグ)	0.1	0.2	埋立作業
¹⁵⁴ Eu	0.4	再利用	駐車場(スラグ)	0.1	0.18	〃
²³⁹ Pu	0.2	再利用	積み下ろし・吸入	0.1	0.077	吸入 ^{*7}
²⁴¹ Am	0.2	再利用	積み下ろし・吸入	0.1	0.091	〃

(注)*1: ⁵⁵Feのクリアランスレベルは表面汚染物の再利用経路が決定経路であり、その単位は Bq/cm²である。*2: EC は ⁴¹Ca のクリアランスレベルを算出していない。*3: コンクリート片の埋設処分場等の近傍に位置する井戸水の飲用。*4: 埋設処分場跡地で栽培した野菜の摂取。*5: 埋設処分場等におけるγ線による作業者の被ばく。*6: コンクリート片を含む土壌を子供が直接摂取。*7: コンクリート片の処理作業に従事する作業者のダスト吸入に伴う内部被ばく

表 2-6 本研究で使したパラメータと EC で使したパラメータの主たる相違点の比較

シナリオ名	パラメータ名	EC	本研究
埋立作業	年間作業時間(時間/年)	1800	1000
	遮へい係数(-)	—	0.4(埋設作業に重機を使用することを想定)
農作物採取	農作物の年間摂取量(kg/年)	100(野菜)	71(米),79(米以外の農産物)
	希釈係数(-)	0.1(埋設処分時における他の廃棄物との混合)及び 0.03(農産物を栽培する際の耕作に伴う混合希釈)	0.1(解体時の「放射性廃棄物でない廃棄物」と混合)及び 0.625(処分場での空隙の充填材との混合)
	土壌-農作物移行係数(Bq/g-wet)/(Bq/g-dry)	⁹⁰ Sr:0.3 ⁹⁹ Tc:5	⁹⁰ Sr:0.18(米)及び0.55(米以外の農産物) ⁹⁹ Tc:0.63(米)及び210(米以外の農産物)
	経根移行係数(-)	—	0.1
	経口摂取線量係数(μSv/Bq)	⁹⁰ Sr:9.3×10 ⁻² (IAEA S.S. No.115 ³⁾ の子供1-2歳の値) ⁹⁹ Tc:4.8×10 ⁻³ (同上)	⁹⁰ Sr:3.6×10 ⁻² (ICRP Pub.30 ²⁰⁾) ⁹⁹ Tc:3.4×10 ⁻⁴ (同上)
	埋設処分量(トン)	10万	50万
	希釈係数	0.2	0.1
	地下水摂取量(ℓ/年)	500	610
地下水利用	井戸水の混合割合	—	0.33
	希釈水量(m ³)	1×10 ⁴	2.19×10 ⁵
	経口摂取線量係数(μSv/Bq)	¹²⁹ I:1.1×10 ⁻¹ (IAEA S.S. No.115 ³⁾ の成人の値)	¹²⁹ I:7.4×10 ⁻² (ICRP Pub.30 ²⁰⁾)
	年間作業時間(時間/年)	1800	1000
ダスト吸入	作業者の呼吸率(m ³ /時間)	1.5	1.2
	作業場のダスト濃度(mg/m ³)	5	0.5
	ダストへの濃縮係数(-)	3	—
	希釈係数(-)	0.1	0.7
	吸入摂取線量係数(μSv/Bq)	²³⁹ Pu:3.2×10 ¹ (IAEA S.S. No.115 ³⁾ の作業者の値) ²⁴¹ Am:2.7×10 ¹ (同上)	²³⁹ Pu:1.2×10 ² (ICRP Pub.48 ²¹⁾) ²⁴¹ Am:1.2×10 ² (同上)

第 2 章 の 参 考 文 献

- 1) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Considerations Concerning "de Minimis" Quantities of Radioactive Waste Suitable for Dumping at Sea Under General Permit (Report of An Advisory Group Meeting, Vienna, 2-6 July 1979) ,IAEA TECDOC Series No. 244(1981)
- 2) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, ICRP Pub. 46, ICRP(1985)/ 邦 訳 : 放 射 性 固 体 廃 棄 物 処 分 に 関 す る 放 射 線 防 護 の 諸 原 則 , 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会 (1987)
- 3) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No.115, IAEA(1996)
- 4) Menon, S., Teunckens, L., Application of Exemption Concepts Overview of Practices in Some Countries, Proceedings of Waste Management '94, 2, 1281-1285(1994)
- 5) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Clearance Levels for Raionuclides in Solid Materials; Application of Exemption Principles – Interim Report for Comment-, IAEA-TECDOC-855, IAEA (1996)
- 6) European Commission (EC), Recommended Radiological Protection Criteria for the Recycling of Metals from the Dismantling of Nuclear Installations, Radiation Protection No. 89,EC(1998)
- 7) 大越実,高橋知之,木村秀雄,関武雄,坂井章浩,吉森道郎,山本英明,主な原子炉施設におけるクリアランスレベルの算出方法について,保健物理,34,187-197 (1999).
- 8) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, Safety Series No.89, IAEA(1988).
- 9) 放射線審議会基本部会,放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について,放射線審議会(1987)
- 10) (財)原子力環境整備センター,原子力発電所の運転及び解体に伴い発生する廃棄物の物量,性状等に関する資料集,(1999)

- 11) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会，低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について(第2次中間報告)，原子力安全委員会(1992)
- 12) (社)日本原子力産業会議編，放射性廃棄物管理－日本の技術開発と計画，110，(社)日本原子力産業会議，(1997)
- 13) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Exemption Principles to the Recycle and Reuse of Materials from Nuclear Facilities, Safety Series No.111-P-1.1, IAEA(1992)
- 14) 原子力安全委員会，発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について，原子力安全委員会(1989)
- 15) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control: Interim Report, IAEA-TECDOC-401, IAEA (1987)
- 16) Y. Sakamoto and S. Tanaka, QAD-CGGP2 and G33-GP2: Revised Versions of QAD-CGGP and G33-GP (Codes with the Conversion Factors from Exposure to Ambient and Maximum Dose Equivalents), JAERI-M 90-110, (1990).
- 17) K. Koyama, Y. Taji, K. Minami, T. Tsutsui, T. Ideta and S. Miyasaka, ANISN-JR, a One-dimensional Discrete Code for Neutron and Gamma-ray Transport Calculations, JAERI-M 6954, (1977).
- 18) A. V. Pinner, C. R. Hemming and M. D. Hill, An Assessment of the Radiological Protection Aspects of Shallow Land Burial of Radioactive Wastes, NRPB-R161, (1984).
- 19) 加藤正平，大久保勝一，片桐浩，国分守信，放射性廃棄物浅地中埋設処分による地下水移行経路からの被曝線量の試算，保健物理，22，453-465 (1987)
- 20) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30 Part 1 (and subsequent parts and supplements), Vol. 2 No. 3-4 through Vol. 8 No. 4, Pergamon Press, Oxford (1977 - 1982)
- 21) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Metabolism of Plutonium and Related Elements, ICRP Publication 48, Pergamon Press, Oxford (1986)
- 22) 河合勝雄，橘晴夫，服部隆充，須賀新一，ICRP Publication 30 に基づく単位摂取量当たりの預託実効線量当量等の一覧表，JAERI-M 87-172 (1987).
- 23) 河合勝雄，外川織彦，山口勇吉，須賀新一，沼宮内弼雄，電

離放射線防護関係法令に準拠するためのアクチニド元素に関する単位
摂取量当たりの預託実効線量当量等の一覧表 (JAERI-M 87-172
補遺), JAERI-M 90-022 (1990)

- 24) 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準(昭和48年2月総理
府令5号, 改正平成7年10月2日総理府令51号)
- 25) European Commission, Recommended Radiological Protection
Criteria for the Clearance of Buildings and Building Rubble from
the Dismantling of Nuclear Installations, Radiation Protection
113, EC (2000)
- 26) European Commission, Definition of Clearance Levels for the
Release of Radioactively Contaminated Buildings and Building
Rubble, Radiation Protection 114, EC (2000)
- 27) U.S. Environmental Agency, Risk Assessment Guidance for
Superfund. Volume I. Human Health Evaluation Manual (Part A),
EPA/540/1-89/002, EPA (1989)
- 28) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会, 主な原
子炉施設におけるクリアランスレベルについて(報告書及び付属資料),
原子力安全委員(1999)

第 3 章 極低レベル固体廃棄物の埋設処分方法 に関する考察

3.1 はじめに

原子炉施設の設計寿命は、30 年から 40 年といわれている。一方、より一層原子力発電所の安全性を向上するとともに、既存施設の有効利用を図る観点から、原子炉施設の運転をできるだけ長期化しようという長寿命化のための研究や検討が各国で行われている¹⁾。しかしながら、原子力発電所の安全性を確保する観点から、また、経済性の観点から、原子力発電所の運転を停止する時期がいずれ来る。運転を停止した原子力発電所は、跡地の有効利用等を考慮して、5 年から 10 年程度の冷却期間後、解体撤去を行うことがわが国の基本的な廃止措置の方針となっている¹⁾。

原子炉施設の解体に伴って、発生量は比較的少ないものの、炉内構造物のように、運転中の放射化に伴って放射能濃度が比較的高い低レベル放射性廃棄物が発生する。その一方で、放射能は極めて低いが、発生量が非常に多い放射性廃棄物も発生してくる。これらの放射性廃棄物の埋設処分に当たっては、当該放射性廃棄物が潜在的に有する放射線学的な危険性に応じた処分を行うことが提唱されている²⁾。原子炉施設の廃止措置に伴って発生する放射性廃棄物のうち、大量に発生することが予想されている極めて放射能レベルの低い固体廃棄物については、人工バリアを設けずに素掘トレンチによる簡易埋設処分を行うことが提案されている³⁾。

しかしながら、簡易埋設処分の概念は示されているものの、具体的な安全確保策については示されていない³⁾。このため、埋設処分方法の確立を目指して、動力試験炉 JPDR(BWR、電気出力 12.5MW)の解体実地試験⁴⁾に伴って発生した極低レベルの放射性コンクリート廃棄物を使用して、当該廃棄物を安全かつ合理的に埋設処分を実施するための技術的検討を実施した。具体的には、安全確保上重要な要素である埋設施設の構造、廃棄物の定置方法等の具体的な埋設処分方法並びに安全評価手法を検討した⁵⁾。

3.2 埋設処分方法の検討⁶⁾

3.2.1 埋設対象廃棄物

埋設対象とした極低レベル放射性廃棄物は、放射能濃度が 4Bq/g 以下の JPDR の放射線遮へいコンクリートの外側部分(図 3-1 参照)及び原子炉建屋等の放射線管理区域内の床、壁等の汚染したコンクリート構造物の表面の線分のはつり工事に伴って発生したものである。これらの廃棄物のうち、放射線遮へいコンクリートについては、原子炉の運転中に発生する中性子の影響により放射化している。また、床、壁等のコンクリート構造物については、構成機器の放射化に伴って生成した放射化生成物及び核分裂生成物を

含む冷却水等の漏えいに伴い二次的な汚染をしている。

試験に使用した極低レベルコンクリート廃棄物は、放射化したコンクリートが約 1,310 トンと二次的汚染したコンクリート約 360 トン、合計約 1,670 トンである。また、コンクリート廃棄物の物理的形狀としては、塊状または粉体状のように大きさが小さいものから、遮へいプラグのようなブロック状のものまで分布していた。表 3-1 に試験に使用した極低レベルコンクリート廃棄物中に含まれている主要な放射性核種の最大放射能濃度と放射エネルギーを示す。

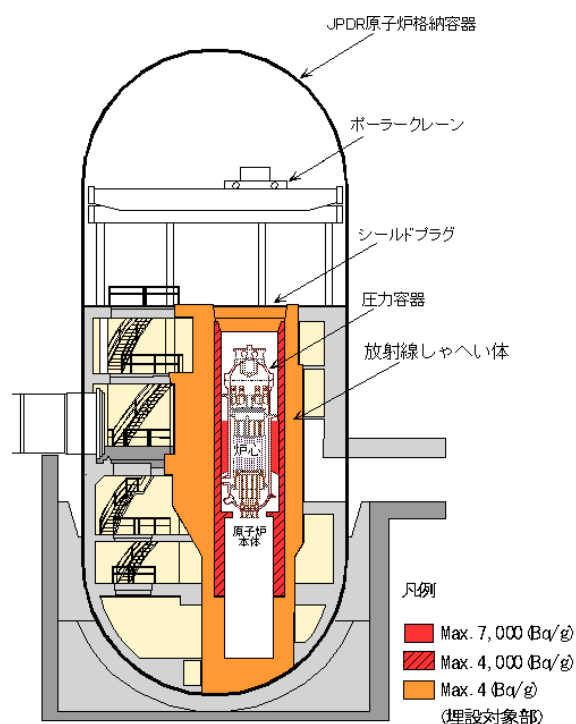


図 3-1 埋設対象物(放射化コンクリート)の発生場所

表 3-1 埋設対象とした極低レベル放射性廃棄物の核種別の最大放射能濃度と放射エネルギー

核種名	最大放射能濃度 (Bq/t)	放射能 (Bq)
^3H	1.1×10^6	2.1×10^8
^{14}C	2.0×10^4	1.6×10^7
^{36}Cl	7.7×10^1	1.3×10^4
^{41}Ca	4.8×10^3	8.2×10^5
^{60}Co	1.6×10^5	9.8×10^6
^{63}Ni	3.0×10^4	2.4×10^7
^{90}Sr	2.0×10^4	1.6×10^7
^{137}Cs	1.0×10^4	2.4×10^6
^{152}Eu	1.1×10^5	1.9×10^7
^{154}Eu	5.0×10^3	8.6×10^5
α 線放出放射性物質	6.4×10^2	5.1×10^5

3.2.2 廃棄物の運搬方法及び粉じんの発生防止策

極低レベル固体廃棄物については、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉等の規制に関する法律」(以下「原子炉等規制法」という。)上、ドラム缶等の容器に固型化せずに埋設処分することが可能である。しかしながら、埋設処分の対象とした極低レベル固体廃棄物には、放射線管理区域内の床、壁等の表面を削り取ることに伴って発生した粉体状のコンクリート廃棄物も含まれている。このような粉体状のコンクリート廃棄物を容器に封入せずに、処分施設へ運搬及び定置作業をすることは、放射性物質を含んだ粉じんの飛散に伴う放射能汚染を生じる可能性がある。このため、汚染の発生を防止する観点から、極低レベル個体廃棄物を輸送専用の大型の金属製容器に収納して運搬及び定置する方法と、大型のプラスチック製の容器(フレキシブルコンテナ^a)に封入して運搬及び定置する方法で、比較検討した。

その結果、

- ① 輸送専用容器を使用する場合には、廃棄物を定置する際に、運搬専用容器からの取り出す必要がある。そのため、廃棄物の定置作業中に発生する粉じんを回収するための排気設備等が必要となる。また、取り出し作業時に運搬専用容器が飛散した粉じんにより汚染する可能性があることから、除染設備が必要となるとともに、二次廃棄物が発生する。
- ② フレキシブルコンテナに封入することにより、極低レベル固体廃棄物の発生から埋設までに時間を要する場合であっても、保管管理が安全に行える。
- ③ 埋設処分をする廃棄物については、「原子炉等規制法」で国による放射能濃度、重量等の確認を受けることが義務付けられているが、フレキシブルコンテナに収納された状態であれば、個々の廃棄物の識別が容易となり、廃棄物の確認に円滑に対応ができる。

等の点において、フレキシブルコンテナに優位性があることから、フレキシブルコンテナを使用することとした。

本研究で使用したフレキシブルコンテナは、JIS Z 1651の規格に合致するものであり、大きさは直径約 1m、高さ約 1m、内容積が約 800 リットルであった。また、構造としては、ポリエチレンとポリエステル^aの 3 層構造である。フレキシブルコンテナ入りの粉体状のコンクリート等廃棄物の外観を図 3-1 に示す。なお、ブロック状の廃棄物については、運搬及び定置作業中に粉じんが発生する可能性は低いので、全体をプラスチックシートで梱包することにより、運搬及び定置を行った。

^aポリエチレンやポリプロピレン等の丈夫な化学繊維で編まれたシートで作成されたバッグ。穀物や石炭、石灰石、土砂などの粉状物質の梱包・輸送に適しており、平均的なもので1トン程度の重量物を充填することができる。バッグ上部には丈夫な吊りベルトが付けられており、バッグをフォークリフトやクレーン等で持ち上げるのに適している。



図 3 - 1 極低レベル個体廃棄物を収納したフレキシブルコンテナの外観

3.2.3 埋設処分施設の構造の検討

埋設試験を実施する場所としては、日本原子力研究所東海研究所(現日本原子力研究開発機構原子力科学研究所)の敷地内の海岸部に近い、砂丘地帯を選定した。試験場としてこの場所を選定した理由としては、砂は放射性物質の吸着能力が一般的に低いこと、また、透水係数も大きく、地下水の流れが比較的速いことから、放射性廃棄物の埋設処分条件としては不向きではあるが、このような場所で埋設処分の安全性を実証することにより他の地域でも埋設処分が可能であることを実証するために適した場所であると判断したためである。

埋設処分施設の設計に当たっては、(a)埋設処分施設からの放射性物質の漏出量の低減、(b)敷地の有効利用、(c)建設コスト低減の観点から検討を行った。その結果、埋設した放射性廃棄物からの放射性物質の生活圏への移行は、主として地下水を経由して発生する。このため、埋設した放射性廃棄物と地下水との接触を低減するために、埋設した放射性廃棄物底面が平均地下水面より1m上に定置するようにした。また、埋設した放射性廃棄物が地表面から浸透した雨水と接触することを低減する観点から、廃棄物層の側面及び上面を難透水性の土壌で覆うこととした。これにより、放射性物質の漏出量の低減化を図ることが可能になる。

本施設の設置場所は砂層であることから、埋設処分場周囲の土壌の崩壊に配慮した土留めを施工し、垂直掘り工法で、埋設処分施設を建設した。これにより、敷地を有効に利用することが可能となった。試験に使用する約1,670トンの極低レベル固体廃棄物を定置するため、埋設用トレンチは、約45m×約16m×深さ約3.5mの寸法となった。

また、埋設処分施設内部を仕切り壁により、6区画に分割した。これにより、

廃棄物定置作業中の雨水浸透防止用の覆い(テント)の寸法を小さくすることができ、埋設処分施設の建設費を低減することが可能となった。図 3-2 に廃棄物を定置する前の埋設処分施設の外観を示す。

廃棄物の埋設処分施設の定置方法としては、フレキシブルコンテナ収納廃棄物の場合は、トレンチの区画ごとに、約 90 個を定置し、フレキシブルコンテナどうしの空間には土砂を充填した後、有害な空隙がないことを確認し、さらにその上面を約 25cm 程度の厚さの土砂で覆い、これを 3 段まで繰り返した。充填用の土砂は、埋設用トレンチ外周側壁と廃棄物の間約 40cm 及び 3 段目の上面約 30cm には周辺の土砂に比して透水性の低いものを、それ以外の部分には周辺の土砂と同等の透水性のものを用いた。プラスチックシートで梱包したブロック状廃棄物の場合は、区画の最下段に定置し、フレキシブルコンテナ収納廃棄物の場合と同様に、空隙に土砂の充填を行った。周辺地盤の性状から、比較的重量が大きいブロック状廃棄物どうしは積み重ねを行わなかった。

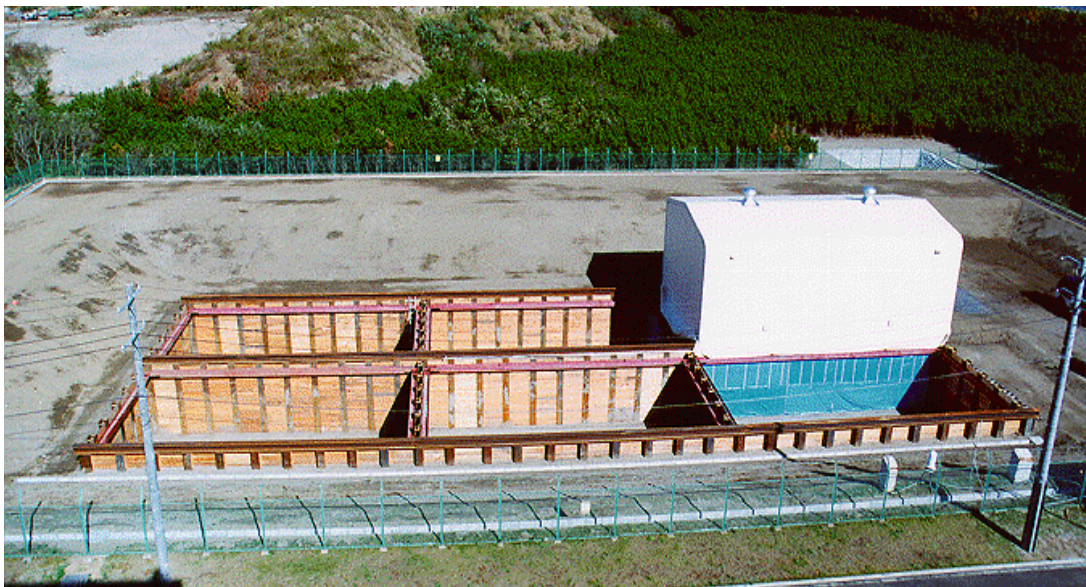


図 3-2 廃棄物定置前の埋設処分施設の外観

廃棄物定置作業は、平成 7 年(1995 年)11 月下旬に開始し、平成 8 年(1996 年)3 月末にすべての定置作業を終了するまで約 4 カ月を要した。この間定置した廃棄物の個数は、フレキシブルコンテナ収納廃棄物が合計約 1,440 個、ブロック状廃棄物が約 20 体であった。

この定置作業を 6 区画すべてについて終了した後、廃棄物上面に、施設周辺と同性状の土砂を用いて厚さ約 2.2m となるように覆土を施工した。この上部覆土は土砂を締め固めながら行い、施工後、透水試験を実施して周辺の土壌に比して透水性が大きいことを確認した。その後さらに、覆土上面に植生を施した。上部覆土の施工には、植生を含め、約 2 カ月を要した。図 3-3 に廃棄物の定置及び覆土完了後の埋設処分施設の断面概念図を示

す。

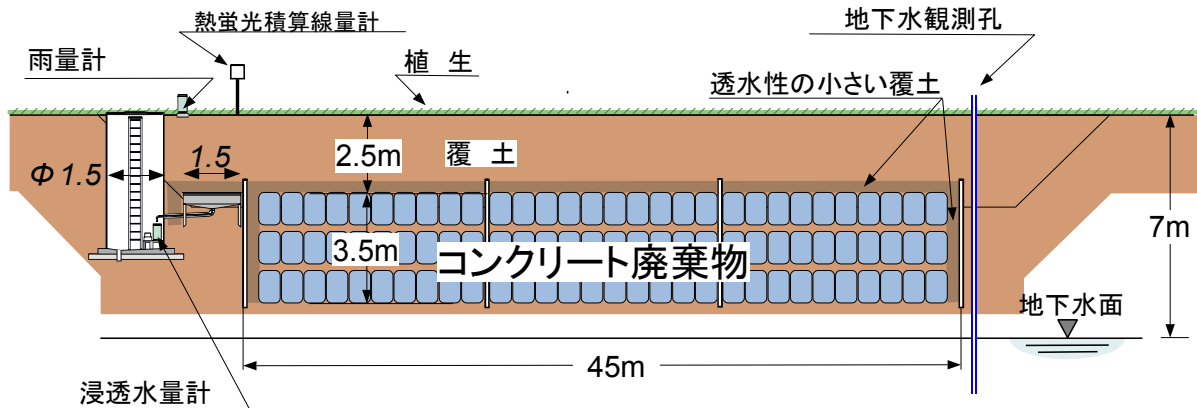


図 3-3 廃棄物埋設処分施設の断面概念図

3.3 安全評価の方法及び結果

埋設処分に伴って発生することが想定される周辺環境への放射線学的な影響を評価するための手法について検討した。評価では、施設管理の条件に応じた期間に区切り、それぞれ保守側となるように条件を設定し、計算によって一般公衆に与えると考えられる放射線被ばく線量を求めることとした。以下に、選定した評価経路、計算方法、パラメータ及び結果について述べる。

(1) 埋設段階及び保全段階の期間における評価

この期間においては、廃棄物の定置作業が実施されること、覆土完了後は掘削等の特定行為を制約または禁止するという一定の管理がなされているという条件を考慮し、以下のような被ばく経路を想定して線量当量評価を行った。

- ① 埋設されるコンクリート廃棄物からの外部被ばく(スカイシャイン^γ線による被ばく)
- ② 埋設されたコンクリート廃棄物から漏出した放射性物質が地下水を経由して海に至り、この影響を受けた海産物の摂取による内部被ばく

評価経路に基づいて構築した評価モデルによる線量当量の計算方法は、以下のとおりである。

- ・埋設されるコンクリート廃棄物からの外部被ばく:埋設用トレンチ内に定置されたコンクリート廃棄物からのスカイシャインガンマ線によって、周辺監視区域の外に居住する人が受ける外部被ばくの実効線量当量は、ANISN-DOT 接続計算により、単位線源強度及び単位面積当たりの非固型化コンクリート等廃棄物からのスカイシャインによる実効線量当量を距離毎に計算し、さらに、この計算結果を補間処理することによって求めた。

- ・海産物摂取による内部被ばく：放射性物質が埋設されたコンクリート廃棄物から漏出し、地下水を通じて、海に移行することに起因する経路について評価した。

コンクリート廃棄物からの放射性物質の漏出パターンは、定置作業の期間終了時には埋設した廃棄物中の放射性物質の全量が漏出するものとして、次式で計算した。

$$J'(t,i) = q(i)/t_0' \quad (1)$$

ここで、

$J'(t,i)$: 時刻 t における非固型化コンクリート等廃棄物からの核種 i の漏出量 (Bq/y)

$$q(i) = C_w(i) \cdot W \cdot \exp(-\lambda(i) \times t_{st}) \quad (2)$$

t_{st} : 漏出開始までの期間 (y)

t_0' : 漏出期間 (y)

である。

帯水層中の放射性物質の移動、海水中放射能濃度及び海産物摂取による内部被ばく線量については、それぞれ、(3)式から(7)式を用いて計算した⁷⁾。なお、安全評価に用いた主要なパラメータ及びその値を表 3-2 から表 3-4 に示す。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} R_s(i) * C_{GW}(x,t,i) = & D_x \frac{\partial^2 C_{GW}(x,t,i)}{\partial x^2} - U_s \frac{\partial C_{GW}(x,t,i)}{\partial x} \\ & - R_s(i) * \lambda_i * C_{GW}(x,t,i) \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、

$C_{GW}(x,t,i)$: 地下水中の核種 i の濃度 (Bq/m³)

U_s : 地下水の実流速 (m/y)

$R_s(i)$: 核種 i の遅延係数 (-)

$$R_s(i) = 1 + \frac{1-f_s}{f_s} Kd_s(i) * \rho_s \quad (4)$$

f_s : 帯水層の空隙率 (-)

ρ_s : 帯水層土壌の真密度 (kg/m³)

$Kd_s(i)$: 核種 i の分配係数 (m³/kg)

D_x : x 方向の分散係数 (m²/y)

$$D_x = D_{mx}|U_s| + D_d \quad (5)$$

D_{mx} : x 方向の分散長 (m)

D_d : 分子拡散係数 (3.15×10^{-2} m²/y)

また、

$$C_{WB}(t,i) = \frac{A(t,i)}{V_{WB}} * \exp(-\lambda_i * t_{WB}) \quad (6)$$

$C_{WB}(t,i)$: 海水中の核種 i の濃度 (Bq/m³)

V_{WB} : 海の交換水量 (m³/y)

t_{WB} : 海への地下水の流入地点から評価地点までの移動時間 (y)

である。なお、評価に当たっては、保守的に、海への地下水の流入地点から評価地点までの移動時間は考慮しなかった。

海産物の経口摂取に伴う被ばく線量の評価は、一般的に次式で表される⁸⁾。

$$D_{ING}(i) = \sum_n C_n(i) * Q_n * G_n * \exp(-\lambda_i * t_{vn}) * D_{CF,ING}(i) \quad (7)$$

ここで、

$D_{ING}(i)$: 海産物中に含まれる核種 i の経口摂取に伴う預託実効線量当量 (Sv/y)

$C_n(i)$: 海産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/g)

Q_n : 海産物 n の摂取率 (kg/y)

G_n : 海産物 n の市場希釈係数 (-)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)

$$\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i) \quad (8)$$

$T_{1/2}(i)$: 核種 i の半減期 (y)

t_{vn} : 海産物 n の輸送時間 (d)

$D_{CF,ING}(i)$: 核種 i の経口摂取に係る線量換算係数 (Sv/Bq)

である。なお、本解析においては、保守的な評価となる様、全ての関連する被ばく経路において、市場希釈係数は1、輸送時間は零と置いた。線量係数については、国際放射線防護委員会 (ICRP) の提案している線量係数を使用した⁹⁾⁻¹²⁾。

これらの想定経路での計算の結果、線量当量が最大になると考えられる被ばく経路は、表 3-5 に示すとおり、スカイシャイン^γ線による外部被ばくであり、その値は 1.2×10^{-5} mSv/y となった。

(2) 保全段階終了後における評価

保全段階終了後については、埋設処分施設が何らの制限もなく跡地利用に開放されることを想定し、一般的事象 (発生確率の高い事象) として考えられる以下のような被ばく経路について線量当量評価を行った。

① 埋設されたコンクリート廃棄物から漏出した放射性物質が地下水

を経由して海に至り、この影響を受けた海産物の摂取による内部被ばく

② 埋設地の跡地を部分的に掘削する建設作業に従事する作業者の直接γ線による外部被ばく及び粉じん吸入による内部被ばく

③ 部分的に掘削した建設残土上に建築した住居での居住者の直接γ線による外部被ばく及び粉じん吸入による内部被ばく

これらの想定経路での計算の結果、表 3-4 に示すとおり、線量当量が最大になると考えられる被ばく経路は、掘削した建設残土上に居住する人の直接γ線による被ばくであり、その値は $6.2 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/y}$ となった。

このほか、保全段階終了後において、一般的と考えられる事象よりも発生頻度は小さいが、線量当量の評価の観点から影響が大きいと考えられる以下の被ばく経路を想定して線量当量評価を行った。

④ 埋設地の跡地を全量掘削する建設工事に従事する作業者の直接γ線による外部被ばく及び粉じん吸入による内部被ばく

⑤ 全量掘削により発生した残土上に建築した住居での居住者の直接γ線による外部被ばく及び粉じん吸入による内部被ばく

⑥ 埋設地の直近に設置した井戸からの地下水飲用による内部被ばく

これらの想定経路での計算の結果、表 3-5 に示すとおり、線量当量が最大になると考えられる被ばく経路は井戸水飲用による内部被ばくであり、その値は $6.2 \mu\text{Sv/y}$ となった。

以上に述べたように、いずれの想定でも予想される線量当量の値は十分小さなものであり、十分安全なものであるとの結論を得た。

表 3-2 被ばく評価に使用した分配係数と海産生物への濃縮係数

核種名	分配係数 (mL/kg)	海産生物への濃縮係数 (L/kg)		
		魚類	無脊椎生物	海藻
^3H	0.0	1.0×10^0	1.0×10^0	1.0×10^0
^{14}C	0.0	1.8×10^3	1.4×10^3	1.8×10^3
^{36}Cl	0.0	1.3×10^{-2}	1.9×10^{-2}	7.6×10^{-2}
^{41}Ca	4.0×10^0	5.0×10^{-1}	1.3×10^1	5.0×10^0
^{60}Co	7.0×10^1	1.0×10^2	1.0×10^3	1.0×10^3
^{63}Ni	1.3×10^2	1.0×10^2	2.5×10^2	2.5×10^2
^{90}Sr	6.9×10^2	1.0×10^0	6.0×10^0	1.0×10^1
^{137}Cs	3.4×10^2	3.0×10^1	2.0×10^1	2.0×10^1
^{152}Eu	3.1×10^1	2.5×10^1	1.0×10^3	5.0×10^3
^{154}Eu	3.1×10^1	2.5×10^1	1.0×10^3	5.0×10^3
$^{241}\text{Am}^*$	4.1×10^1	2.5×10^1	1.0×10^3	5.0×10^3

*: α線放出放射性物質を ^{241}Am で代表させた

表 3-3 被ばく評価に使用した主要なパラメータ
(制度的な管理期間中の評価)

被ばく経路	パラメータ名	設定値
制度的な管理期間中の評価		
スカイシャイン線	評価点までの距離	410 m
	被ばく時間	8760 h
海取経路	放出までの時間	0 y
	放出継続期間	0.5 y
	地下水流速	73 m/y
	土壌空隙率	0.4 (-)
	土壌密度	2700 kg/m ³
	海までの距離	190 m
	地下水量	2336 m ³ /y
	海洋の交換体積 ・ 魚類と無脊椎生物 ・ 海藻	・ 4.2×10 ⁸ m ³ /y ・ 8.4×10 ⁸ m ³ /y
	海産物の摂取率 ・ 魚類 ・ 無脊椎生物 ・ 海藻	・ 73 kg/y ・ 7.3 kg/y ・ 14.6 kg/y

表 3-4 被ばく評価に使用した主産物摂取要なパラメータ
(管理期間終了後の評価)

被ばく経路	パラメータ名	設定値
2. 管理期間終了後の評価 (通常シナリオ)		
建設シナリオ	放射性廃棄物と土壌の混合率	0.10 (-)
	被ばく時間	100 h
	空気中のダスト濃度	7.5×10 ⁻⁶ kg/m ³
	呼吸率	1.2 m ³ /h
	制度的な管理期間	29.75 y
居住シナリオ	放射性廃棄物と土壌の混合率	0.10
	被ばく時間	8760 h
	空気中のダスト濃度	1.0×10 ⁻⁷ kg/m ³
	呼吸率	0.96 m ³ /h
3. 管理期間終了後 (低確率シナリオ)		
地下水飲用シナリオ	放出までの時間	29.75 y
	放出継続期間	1 y
	飲料水の消費量	0.61 m ³ /y
建設シナリオ	放射性廃棄物と土壌の混合率	0.27 (-)
	被ばく時間	300 h
居住シナリオ	放射性廃棄物と土壌の混合率	0.27 (-)

表 3-5 被ばく線量の評価結果と線量規準

被ばくシナリオ	線量評価結果 (mSv/y)	線量規準
1) 制度的管理期間 - スカイシャイン - 海産物摂取	1.2×10^{-5} 5.4×10^{-6}	1 mSv/y + ALARA ^b
2) 制度的管理期間終了後 (通常シナリオ) - 海産物摂取 - 建設 - 居住	3.3×10^{-9} 7.0×10^{-6} 6.2×10^{-1}	10 μ Sv/y
3) 制度的管理期間終了後 (低確率シナリオ) - 地下水飲用 - 建設 - 居住	6.2×10^{-3} 6.7×10^{-5} 1.7×10^{-3}	10 μ Sv/y を著しく 超えないこと

3.4 今後の検討の方向性

本検討で得られた成果を基に、将来の商業用発電炉の解体で発生する極低レベル固体廃棄物の埋設処分を考えた場合には、①処分施設の大型化、②金属廃棄物の埋設方法、③粉じんの飛散防止措置に関する課題について解決する必要があると考える。以下に、各検討課題の検討方針を示す。

(1) 処分施設の大型化に関する課題と解決方法の案

今回実施した検討では、約 1,670 トンの極低レベルの放射性廃棄物を埋設処分した。一方、110 万 kW 級の原子力発電所 1 基の解体により、BWR では約 1 万トン、PWR では約 3 千トンの極低レベル固体廃棄物が発生してくる。将来的には、順次、原子力発電所は解体されていくので、その発生量は全量で 60 万トンを超えるものと推定される。これだけの大量の極低レベル固体廃棄物を効率的に埋設処分するためには、処分施設を必要に応じて容易に拡張できるようにするため、モジュール化する必要があると考える。

(2) 金属廃棄物の埋設方法に関する課題と解決方法

本検討では、コンクリート廃棄物のみを対象とした検討を実施した。しかしながら、極低レベルの放射性廃棄物には、金属製の廃棄物も含まれている。これらの金属廃棄物には、鉄筋、配管等がある。

コンクリートの廃棄物については、容器に固型化せずにそのまま埋設処分したとしても、地中で安定であり、長期にわたってその強度を維持し続けるものと考えられる。一方、金属廃棄物については、容器に固型化せずに、そのままの

^b ALARA(As Low As Reasonably Achievable)：合理的に達成できる限り被ばく線量を低く抑えることを示した放射線防護の考え方である。

形状で処分すると、地中で腐食し、地表面の陥没のような悪影響を生じる可能性がある。

このため、中空の配管等については、あらかじめ内部にモルタルを充填することにより内部の空洞を解消する処理をすることが考えられる。しかしながら、本処理方法では、作業効率とコストの面から有効ではないと考える。そのため、廃棄物定置後の埋め戻し時に、空洞内部に埋め戻し材の土砂が効率よく充填されるように、配管の径及び長さを考慮に入れて、切断する方法が望ましいと考える。なお、空洞部分に確実に土砂が充填されるように、充填する土砂の粒径、水分管理を行うとともに、適切な転圧方法を検討する必要がある。

(3) 粉じんの発生防止方法の課題と対応策

廃棄物定置作業時の粉じん発生防止策として、廃棄物をフレキシブルコンテナに充填する方法を使用した。本方法は、粉じん発生の防止に加えて、廃棄物取扱が容易になるとともに、二次廃棄物の発生がなくなる等の利点がある。その一方で、フレキシブルコンテナに充填する作業が煩雑である。また、フレキシブルコンテナの購入費用が必要になるといった欠点がある。

このため、これらの課題を解決するために、以下のような方法が考えられる。

「極低レベル放射性廃棄物を大型の運搬容器に収納した上で、解体現場から処分場まで運搬する。処分場内で容器を開け、直接廃棄物を定置する。発生した粉じんは、雨水浸入防止用の上屋内に設置したフィルタにより除去する。」

大型の金属性容器であれば、廃棄物の収納効率も良い上に、収納、運搬及び定置作業を効率よく実施することが可能になる。また、初期投資は掛かるものの、繰り返し使用することができることから費用的にも有利である。

ただし、廃棄物の定置作業時に舞い上がった粉じんが、容器表面に付着する可能性がある。そのため、廃棄物運搬容器をさらに収納するためのコンテナ等を準備する必要がある。

本検討においては、発生した粉じんをフィルタで除去する方法については、費用の観点から採用を断念したものである。しかしながら、商業用発電炉からの極低レベル廃棄物の発生量を考えた場合には、処分場の操業期間も長くなり、粉じんの除去設備の設置は経済的に十分成り立つと考える。しかしながら、極力粉じんの発生を防止する観点から、コンクリート廃棄物に適度な湿気を与える等の前処理を検討する必要がある。

3.5 まとめ

放射性廃棄物の埋設処分については、当該放射性廃棄物が有する潜在的な放射線学的な危険性に応じた処分を行うことが以前から提唱されてきた。放射性廃棄物のうち、極低レベル個体廃棄物については、簡易な埋設処分が可能であるとされてきた。しかしながら、処分概念と法令上の技術基準[°]があ

[°] 原子炉等規制法「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の廃棄物埋

ったのみであり，具体的な処分方法及び処分施設は確立していなかった。

今回，極低レベルコンクリート廃棄物をフレキシブルコンテナに収納したこと，垂直掘りで処分施設を建設し，内部を分割したことにより，多くの問題を解決することができた。その結果，安全性と経済性の向上に貢献できたと考える。

本検討で得られた知見は，商業用発電炉の解体に伴って発生する極低レベル固体廃棄物の処分方法の検討に当たって考慮された¹³⁾。解体廃棄物の合理的な処分の確立は，今後の原子力発電を進めていく上で必要不可欠である。これまでに得た経験を基に，合理的な処分方法の確立に向けて検討する必要があると考える。

第 3 章の参考文献

- 1) 原子力安全委員会，原子力安全白書(平成元年)，原子力安全委員会(1989)
- 2) 原子力委員会，原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画，原子力委員会(2000)
- 3) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全規制専門部会，低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方について，原子力安全委員会(1985)
- 4) 宮坂靖彦，他，JPDR 解体実地試験の概要と成果，原子力学会誌，38，553-576 (1996)
- 5) M.OKOSHI, M.YOSHIMORI, M.ABE: Near Surface Disposal of Very Low Level Waste Generated from Reactor Decommissioning and Related Safety Requirements, IAEA-SM-341/70, 417-424, (1997)
- 6) 阿部昌義，大越実，吉森道郎，極低レベルコンクリート廃棄物の埋設実地試験，デコミッショニング技報，15，50-58 (1996)
- 7) 加藤正平，大久保勝一，片桐浩，国分守信，放射性廃棄物浅地中埋設処分による地下水移行経路からの被曝線量の試算，保健物理，22，453-465 (1987)
- 8) 原子力安全委員会，発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について，原子力安全委員会(1989)
- 9) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30 Part 1 (and subsequent parts and supplements),

設の事業に関する規則」第 6 条において，廃棄物埋設施設の技術上の基準として，①埋設時に溜り水がないこと，また，雨水の浸入防止すること，②放射性物質の飛散の恐れがある時は，飛散防止のための措置を講じること，③埋設が終了した後において空隙がないこと，④危険物を埋設しないこと，⑤表面を周辺の土壌に比して透水性の大きくない土砂で覆うこと，が規定されている。

- Vol. 2 No. 3-4 through Vol. 8 No. 4, Pergamon Press,(1977 - 1982)
- 10) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Metabolism of Plutonium and Related Elements, ICRP Publication 48, Pergamon Press(1986)
- 11) 河合勝雄, 橘晴夫, 服部隆充, 須賀新一, ICRP Publication 30 に基づく単位摂取量当たりの預託実効線量当量等の一覧表, JAERI-M 87-172 (1987)
- 12) 河合勝雄, 外川織彦, 山口勇吉, 須賀新一, 沼宮内弼雄, 電離放射線防護関係法令に準拠するためのアクチニド元素に関する単位摂取量当たりの預託実効線量当量等の一覧表 (JAERI-M 87-172 補遺), JAERI-M 90-022 (1990)
- 13) 総合エネルギー調査会・原子力部会, 原子力発電所の解体廃棄物, 平成 10 年 8 月 28 日付総合エネルギー調査会・原子力部会資料, (1998)

第 4 章 クリアランス制度の理解促進方策に係る考察

4.1 はじめに

クリアランス^a制度が社会に定着するためには、国、原子力事業者はもちろんのこと、クリアランスされた物の再生利用又は処分にかかわる関係者、一般市民の理解と協力が不可欠であるとされている¹⁾。しかしながら、現状、クリアランスの実施について、一般市民の理解が十分に得られているか不明な状況にある。その一方で、わが国におけるクリアランス制度の整備は、近年精力的に進められてきている。

わが国におけるクリアランスに関する検討は、原子力安全委員会がクリアランスを実施する際の判断基準となるクリアランスレベルの設定及び検認^bの基本的考え方に関する検討を、また、経済産業省原子力安全・保安院及び文部科学省がクリアランスの規制制度に関する検討を、それぞれ分担して実施してきた。

その結果、2005 年 5 月に、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(以下「原子炉等規制法」という。)にクリアランス制度を取り入れるための法改正が行われた。また、2005 年 12 月には、クリアランスに係る経済産業省令と文部科学省令が制定された。これらの法令整備の結果、クリアランスを実施するための法的な環境整備が完了した。日本原子力発電(株)は、クリアランスに係る法制度の整備を受けて、2006 年 6 月 2 日に、東海発電所の解体に伴って発生する金属くずをクリアランスするための放射能濃度の測定及び評価方法の認可申請を行った。

クリアランスされた物は、放射性物質としての特殊性を考慮する必要がないため、通常のスクラップとして再生利用することが、または、通常の廃棄物として処分することが可能となる。今後、社会がクリアランスを許容するようになるためには、クリアランスが安全・安心であるという社会的合意を得ることが必要不可欠である。原子力安全委員会は、クリアランスに関する社会的受容性を得るため、科学的な検討に加えて、行政庁及び事業者がそれぞれの立場において国民の理解を得るための広報活動等を行うことを提案している²⁾。また、衆議院は、上述した原子炉等規制法を改正する審議の際に、「制度の内容や趣旨を広くわかりやすく広報等を行うことにより、地元の理解に万全を期す

^a クリアランスとは、ある放射線源から受ける放射線の影響(リスク)が無視しえる場合に、当該放射線源を放射線防護の観点からの規制管理の対象からはずすことをいう。その結果、クリアランスされた放射線源については、放射性物質としての特殊性を考慮する必要がなくなる。クリアランス対象物の代表例としては、原子力発電所の廃止措置で発生するごくわずかに放射性物質で汚染した金属とコンクリートであり、これらの資材は、有用資源として再生利用又は通常の産業廃棄物として処分されることが想定されている。

^b 検認とは、クリアランスレベルを用いて、「放射性物質として扱う必要がない物」であることを原子力事業者が判断し、その判断に加えて規制当局が適切な関与を行うことをいう。

るとともに、国民の間で誤解や風評が生じないように十分周知徹底に努めること」とする附帯決議を採択している。

上記広報活動等のクリアランスの理解促進活動を的確かつ効果的に実施するためには、一般市民がクリアランスについてどのような疑問及び不安を抱いているかを正確に把握する必要がある。しかしながら、一般市民がクリアランスについて具体的にどのような疑問及び不安を抱いているかについて調査分析した報告例は見当たらない。このため、本研究においては、原子力安全委員会及び経済産業省原子力安全・保安院がクリアランスに係る報告書の取りまとめに当たって募集したパブリックコメントに寄せられた意見を分析し、意見を寄せた一般市民がクリアランスに対して不安及び疑問に思っている事項並びにその背景要因を分析した。また、不安及び疑問に思っている事項への対応策を検討することにより、わが国におけるクリアランス制度の定着に向けた理解促進方策を提言する。

4.2 不安及び疑問に思っている事項の調査・分析方法

本研究では、表 4-1 に示したクリアランス関連の報告書²⁾⁻⁷⁾に対するパブリックコメントに対して提出された意見⁸⁾⁻¹²⁾を分析対象とした。これら全 5 回のパブリックコメントに対して提出された意見書の総数は、220 件であった。

しかしながら、これらの意見書には、一件に複数の意見が記載されているものが多数含まれている。そのため、分析に当たっては、複数の意見が示されていた意見書については、提出された意見内容に応じて意見の細分化を行った。

細分化した意見は多岐にわたるため、意見を分類した上で、理解しやすい形に表現し、関係者が共通の認識を持てるように、構造分析を実施した。クリアランスに反対又は賛成する理由及び提案内容を基に分類を行った。また、意見の構造分析の手法としては、KJ 法^{c, 13)}を使用した。

構造分析の手法としては、コンピュータ利用を前提とせず人間の創造性を重視した KJ 法と数理的論理性、コンピュータ利用を前提とした ISM(Interpretive Structure Modeling)法や DEMATEL(Decision Making Trial & Evaluation Laboratory)法がある¹⁴⁾。このうち、KJ 法は、①表面的な

^c KJ 法とは、定性的情報をボトムアップ的にまとめる方法である。あるテーマに関する思いや事実を単位化し、グループ化と抽象化を繰り返して統合し、最終的に構造化して状況をはっきりさせ、解決策を見出す方法(問題解決の技法)の一つである。KJ 法を用いた構造分析の一般的な手順は、以下のとおりである。

①単位化(元ラベル化):テーマをめぐる事実や思いを一つ一つの意味のまとまりごとに単位化して一文の形で出していく。

②グループ編成[グループ化(ラベル集め)・抽象化(表札つけ)]:似ている項目をグループ化し、それぞれのグループについて、そのグループ内の項目がなぜ集まったのかを要約した表札を付け、その下の階層の項目は隠す。上記作業をグループが 5 個乃至 6 個になるまで繰り返す。

③構造化(図解化):グループ同士の関係を考えて空間配置し、関係記号を付けて図解を完成させる。

言及の背後にある構造を読み取ることができる、②複数の調査者が所有するデータを統合した上で分析し、そこから得られた知見を共有することができる、③経験的事実をある程度まで一般化し、経験的事実から理論を導出する基盤を得ることができる、などの特徴を有している¹⁵⁾。このため、KJ法は、クリアランス関連の報告書に対して複数回実施されたパブリックコメントに寄せられた意見を分析し、その意見の背後にある不安要因を分析するとともに、対応策を検討するために適した方法であると考えられる。したがって、本研究においては、KJ法を用いて、意見を寄せた一般市民が有しているクリアランスの不安要因に関する構造分析を行った。

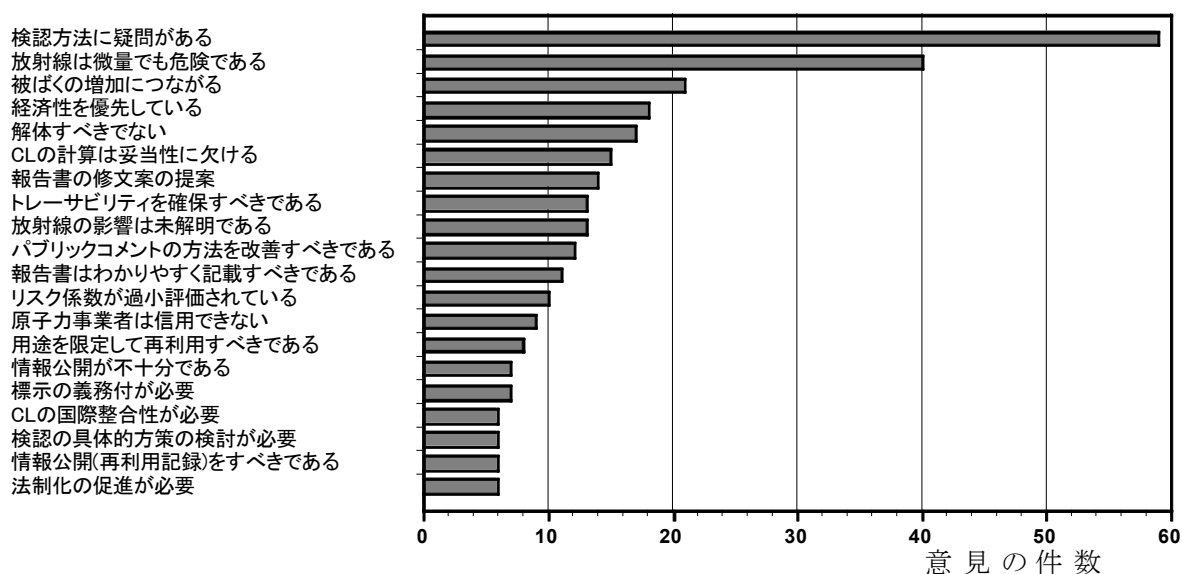
表 4-1 分析対象としたパブリックコメント

意見公募者	実施時期	意見公募対象報告書名	提出意見書数
原子力安全委員会	1999 年	主な原子炉施設に係るクリアランスレベル ²⁾	118
	2001 年	重水炉、高速炉に係るクリアランスレベル ³⁾ 原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について ⁴⁾	11
	2003 年	核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて ⁵⁾	3
	2004 年	原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について ⁷⁾	29
原子力安全・保安院	2004 年	原子力施設におけるクリアランス制度の整備について ⁶⁾	59

4.3 不安要因の分析結果

4.3.1 構造分析結果

クリアランスに反対又は賛成の理由と提案内容によって分類した結果、総数 430 件の意見が抽出された。主要な意見別の件数を図 4-1 に示す。また、それらの意見について KJ 法¹³⁾を用いた構造分析を行った結果を図 4-2 に示す。本構造分析の結果から、クリアランス制度の導入に反対している人々が抱いている不安要因は、以下の事項に大別することができる。



(注) : CL は、クリアランスレベルを意味する。

図 4-1 クリアランスのパブリックコメントに対して寄せられた主要な意見数

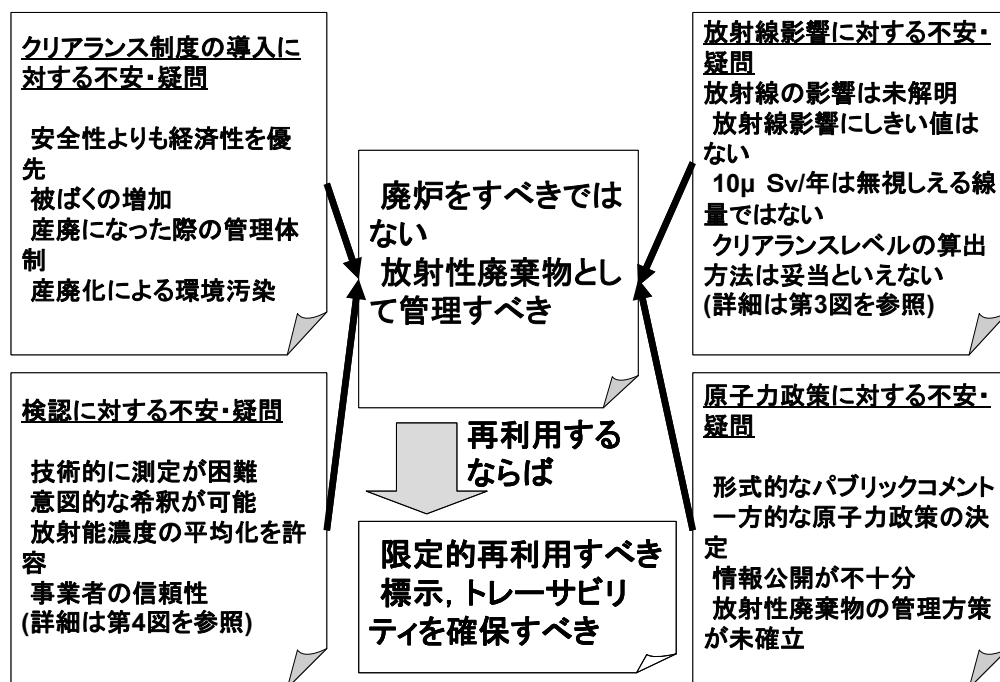


図 4-2 クリアランスの不安要因の構造図

- ① クリアランス制度の導入に当たっては、安全性よりも経済性が優先されている。その結果、通常の産業廃棄物(以下「産廃」という。)として処分又は通常のスクラップとして再生利用されることにより、知らない間に被ばくする可能性がある。また、クリアランス物を受け入れる産業廃棄物業界の管理体制に不安を感じる。
- ② 放射線の健康影響には、未知・不明な部分が多い。放射線の影響

には「しきい値」がなく、微量でも危険である。クリアランスの規準線量である $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ ²⁾は、無視し得る被ばく線量とはいえない。また、クリアランスレベルの計算方法の妥当性にも疑問がある。

③ クリアランスレベルを判断するための放射能濃度測定(検認)は、技術的に困難である。また、クリアランスレベルを満足するために、意図的な放射能濃度の希釈や平均化が行われる可能性がある。また、検認を実施する原子力事業者は、信頼性にかける。

④ 原子力に係る情報公開が不十分であるとともに、規制方針・方策の決定方法が非民主的である。また、パブリックコメントの周知、提出された意見の報告書への反映等が不十分である。

その結果、クリアランス制度は導入せずに、放射性廃棄物として厳重に管理することを求める意見が大多数を占めていた。また、廃炉をしなければ、クリアランス制度を導入する必要もないのではないかとする意見も複数あった。なお、クリアランス制度を導入しないことによって、放射性廃棄物管理に関する費用が増加するのであれば、電気料金の値上げを受け入れるとの少数意見もあった。

また、今後、クリアランスした物を再生利用するのであれば、原子力施設内で限定的に再生利用するか、或は、トレーサビリティと標示を義務付けることにより、クリアランスされた資材から製造されたことがわかるようにしてほしいとの意見が複数あった。

4.3.2 不安要因の背景分析結果

図 4-2 に示した主要な不安要因について、当該不安要因が生じている背景要因について、提出された意見書の記載内容を基に分析を行った。これらの背景要因を分析することによって、各不安要因を解消するための適切な理解促進策の検討が可能になると考える。以下に、各不安要因の背景分析結果を示す。

(1)「安全性よりも経済性を優越」と「被ばくの増加」

原子力事業者は、クリアランス制度を導入することで、放射性廃棄物として管理すべき物量が減少するため、処理処分費用の負担が軽減される可能性がある。その一方で、一般市民は、クリアランスの実施に伴い、わずかとはいえ、放射線被ばくに伴うリスクが増加する可能性がある。このように、利益と不利益が異なる者に対し発生することに対し、「クリアランスによって恩恵を受ける人とその危険を引き受ける人が一致することなしに、この暴挙が行われてはなりません」とした意見(11)-28^{d)}が寄せられていた。

また、原子力推進者が中心となった決定により、一方的に、微量とはいえ、一般市民がクリアランスされた物から被ばくするかもしれないことに対する懸念

^{d)} ここで、11)-28は、当該意見が参考文献11)の意見集の意見番号28で提出されていたことを意味する。同種の意見が複数寄せられていた場合には、代表意見を示した。また、意見の引用に当たっては、意見の中から該当する部分を原文のまま記載した。

を示す意見^eが寄せられていた。

その帰結として、放射性物質で汚染された物は、その汚染レベルが極めて低いとしても、放射性廃棄物として分別し、厳重なる管理を実施すべきであるとする意見が多数提出されていた^f。

また、クリアランス制度の導入は、老朽化した原子炉の立替のための廃炉、すなわち原子力の継続を前提としている。寿命の尽きた原子力施設を解体しなければ、クリアランス対象物を含めた放射性廃棄物が新たに発生することはないので、クリアランス制度も必要ないのではないかとする意見も複数寄せられていた^g。

社会は、有用な原子力発電や放射線・放射性物質の利用に付随するリスクを適切に管理していく必要があると考える。しかしながら、社会がリスク管理に使用可能な人的及び経済的資源は有限である。このため、社会としては、リスクが大きかつリスクの低減が可能な課題に対して、優先的に資源を投資し、そのリスクを低減することが、リスク管理の観点からは効果的である。その一方で、極めて小さなリスクをさらに低減することに資源を使うことは効果的ではない。このようなリスク管理の考え方は、明示的に又は暗黙のうちに、社会活動に普遍的に取り入れられているものではある。

仮に、クリアランスを実施せずに、当該資材を放射性廃棄物として適切に処理処分したとしても、放射性物質を完全に処分施設内に閉じ込めることは困難であることから、そのリスクが完全にゼロにすることはできない。また、原子力施設を解体せずに管理をし続けたとしても、施設内に放射性物質が残存している限りは、周辺環境に与えるリスクを完全にゼロにすることはできない。

このようなリスク管理の議論を理解するためには科学的な知識が必要であることから、国(規制当局)及び原子力事業者は、一般市民には説明しても理解されないのではないかという思いがあり、定性的に「安全」を説明してきた事例が過去には見られた。このことも、リスクに基づいた安全管理の考え方が、一般市民に浸透していない一因であると考ええる。すなわち、国、原子力事業者、一般市民を含めた関係者間での議論の不十分さが、理解を阻害している背景要因の一つになっているものと思われる。

(2)「産廃になった際の管理体制」と「産廃化による環境汚染」

寄せられた意見からは、過去に発生した産廃の不法投棄等の不適切な管理事例が、産廃の管理体制に対する一般市民の不信感を醸成していると考えられる^h。このため、クリアランスされた物が産廃になった場合にだけ完全な管

^e「自然界からも放射線を被曝しているのです、それよりも小さければよいという論理は捨てる側の論理であり、埋め立て処分ないし再使用に伴って被曝するものに一方的にリスクを負わせるものである。」(8)-61)

^f「低レベルでも全ての放射性廃棄物は厳重に保管・管理して下さい(クリアランスしないで下さい)」(8)-66)

^g「解体せず密閉した状態で管理を続けるほうが放射能が拡散する恐れは少ない。クリアランスレベルなど議論する必要はない。」(8)-49)

^h「現状の産業廃棄物処分場でも、廃棄する時点で化学毒物の有無・濃度が十分にチェックされていない。周辺環境汚染が明らかになってはじめて化学毒物の違法な投棄

理が行われるという保証はなく、不適切な管理が行われるのではないかという懸念を惹起しているⁱ。

加えて、現行の産廃の管理体制においては、放射性物質を含む廃棄物を受け入れることを前提としていないので、管理体制が十分に整っておらず、クリアランスされた物の適切な管理が行えないのではないかという点にも一般市民は不安を抱いている^j。

また、産廃処分場周辺の地下水汚染等の環境汚染事故を見聞することにより、クリアランスされた物が産廃処分場に処分された場合には、放射性物質が地下水に漏出し、飲用水源を汚染するのではないかという不安を抱いている^k。加えて、産廃処分場に一緒に処分された内分泌かく乱物質等の有害物質と放射性物質による、想定外の複合的な環境汚染を引き起こすのではないかという懸念も抱いている^l。

(3)「放射線影響」

国際原子力機関(IAEA)²⁰⁾及び欧米の複数の国の規制当局^{21,22)}は、クリアランスレベルの規準となる $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ は無視しえるリスクに相当する被ばく線量であり、放射線防護の対象にはならないと考えている。

しかしながら、放射線影響について懸念を持っている一般市民からは、「 $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ の被ばく線量は『人の健康に対するリスクが無視できる』レベルとあるが、放射線の影響にはこれ以下であれば安全という値はないので、無視できるものではない。微量な放射線でも遺伝子を傷つけ、人の健康に何らかの否定的影響を与えることは原理的に認めざるを得ない以上、どのような根拠に基づき無視できると判断できるのか。ICRPでは、ガンや遺伝障害について『しきい値』はないとしている。『しきい値』説は正しいのか。」(12)-1)を含め、多数の懸念及び不安を示す意見が寄せられていた。

また、 $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ は、通常環境におけるバックグラウンド(BG)放射線レベルの変動範囲並びに無視しうるリスクレベル及びリスク係数から設定されているが、BGレベルは核実験等の人的行為によって増加しており不変ではないこと^m、また、国際放射線防護委員会(ICRP)によるリスク係数も見直されていることから、 $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ は無視できる線量ではないとの意見が寄せられていた。

さらに、環境中での放射性物質の実際の挙動とクリアランスレベルを算出するための計算の仮定には相違があると考えられ、 $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ に相当する濃

が問題とされる。」(8)-1)

ⁱ「一般産業廃棄物の処理の不正や管理不行届きは枚挙にいとまがない。クリアランス制度による廃棄物だけが適正に運用されると言えるのか。」(12)-29)

^j「廃棄物処理法の廃棄物は『放射性物質で汚染されたものを除く』と定義されている。すそきりが実施されたとき、『放射性廃棄物として扱う必要がないもの』がクリアランスレベルを守っているかどうか受入れ側で検査できる体制にない。」(8)-54)

^k「クリアランスレベルが導入されると、環境中に放射性物質が放出され、食品及び水分の摂取により放射性物質が体内に混入する危険がある。」(12)-9)

^l「内分泌かく乱物質やその他の理由によって人々の生命力に異変が生じているが、それと複合的な効果が勘案されての結果であろうか？」(8)-114)

^m「自然界の放射線レベルが果して不変のものかどうか。一体何年前からのデータで不変だから自然の状態と言い切れるのでしょうか。」(8)-72)

度でクリアランスを行ったとしても、環境に汚染が広がり、高いリスクを受ける可能性があるⁿ、としている。これらの要因間の相互関係を図4-3に示す。

一般市民がこのような不安及び疑問を投げかけている背景としては、放射線被ばく及び原子力の潜在的危険性に対する恐怖感、自分たちの管理が及ばないことに対する不安感が挙げられる。

また、放射線の影響、BG放射線レベルの変動範囲及びクリアランスレベルの算出方法のような科学的事実について、一般市民と専門家の間に見解の相違があることもクリアランスに対する不安・疑問の一因となっている。特に、微量放射線の影響(放射線影響のしきい値の有無)については、専門家の間でも見解が異なる^oため、放射線影響は未解明であるとの認識を一般市民に与えていると思われる。さらに、クリアランスレベルの算出に当たっての保守的な評価条件(評価シナリオ、モデル等)が、一般市民にはよく理解されていないと考えられる^p。

なお、放射線影響については、いまだに誤解に基づく意見(例えば、天然放射性物質と人工放射性物質ではその影響の程度が異なる)も見られた^q。

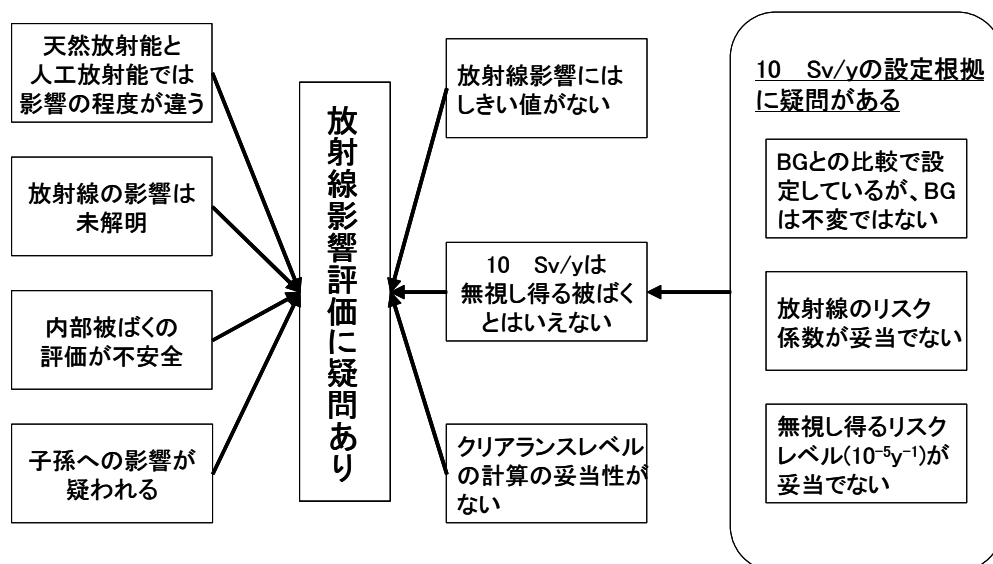


図4-3 放射線影響関連の不安要因の相互関係

ⁿ「放射能の影響及び放射能の環境中での挙動は、現在の段階では未だ解明していないことが多い。現在の知見でいくら評価しても、今後どのような影響があらわれるかは不明だから、他の廃棄物と混入して一般の処分場に廃棄することは危険。」(8)-5)

^o米国科学アカデミーのBEIR-VII Phase2委員会報告書¹⁶⁾は、放射線影響の「直線しきい値なし仮説」は科学的に正しいとしている。その一方で、フランス医学アカデミーとフランス科学アカデミーの共同報告書¹⁷⁾は、「直線しきい値なし仮説」を数十 mSv より低い線量の範囲で適用することの妥当性について疑問を呈している。

^p「シナリオに基づく計算の仮定を変えれば結果が変わる典型である。もともとその程度の確からしさしかないものであるから、安全余裕を別途大きくとるべきである。」(11)-29)

^q「天然に存在する自然放射線と違って人工放射性核種は放射線量がどんなに微量でもそれに比例して突然変異が起こることが証明されています。」(10)-3)

(4)「検認(放射能濃度測定)」

検認については、放射能濃度がクリアランスレベルを超える物であっても、放射性物質で汚染していない同種の物質と混合し、放射能濃度を低減することにより、クリアランスレベル以下とすることが可能ではある。このような意図的な希釈の結果、本来であれば放射性廃棄物として管理されるべき物が産廃等になり、環境中に排出される放射エネルギーが増加する結果、環境汚染や被ばくの増加につながるのではないかとすることに対して、疑問が呈されている^r。放射能濃度の平均化については、クリアランス対象物にスポット的に放射能濃度が高い部分があっても、当該物全体の重量で放射能濃度の平均化を行うことによりクリアランスレベル以下となれば、クリアランスされることになる。その結果、スポット状に残存した高いレベルの汚染から集中的に被ばくするのではないかとという不安が背景にある^s。

また、クリアランス対象物の物量は多量であり、検認に多くの人的・経済的資源を必要とすることから、経済性が優先されてチェック漏れが発生するのではないかとする懸念も示されていた^t。加えて、過去の原子力施設における事故発生、データ捏造等の不祥事が、測定を行う原子力事業者に対する不信感に増幅をかけていた^u。

過去に発生した身元不明線源(orphan sources)に起因する台湾での放射線事故¹⁸⁾も、クリアランスの実施に向けた不安要因の一因となっている^v。このような身元不明線源による事故は、放射能濃度の高い線源であっても、管理の網をすり抜けてしまうのであるから、放射能濃度の低いものであればより容易に検認の網をすり抜けてしまうのではないかとする懸念を惹起させることになっていると考える。これらの要因間の相互関係を図 4-4 に示す。

^r「『局所的にレベル以上の部分があっても、平均することにより目安値に対する被曝上の影響はないと評価している』…つまりいくらでもごまかしがきく」(11)-23)

^s「たまたま強い放射線を出す物質の集まった部分の再利用品に長年月接していたらどうなるか。また、短時間でも嬰兒が接したら安全とは言い切れない思う。」(9)-5)

^t「原発を安上がりするためのクリアランス制度である以上、『検認』においても安全性が徹底して優先されることにはならない。」(12)-8)

^u「日本は放射性物質・廃棄物に対する安全意識が欠落している。このような意識の欠ける人々がクリアランスレベルに基づいて廃棄物を扱うことは、大変な誤りである。」(8)-86)。

^v「台湾でおこった被曝事故を思い起こすとぞっといたします。」(8)-15)

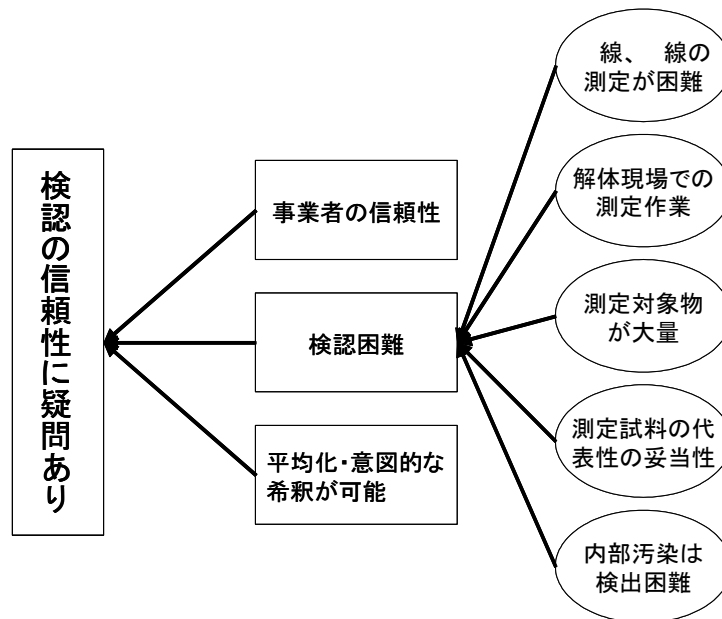


図 4-4 検認関連の不安要因の相互関係

(5)「非民主的な意思決定」と「情報公開が不十分」

パブリックコメントに対してせっかく意見を提出しても、自分たちの意見が政策決定に反映されにくいことに対する不満，不信感が、「パブリックコメントの期間は1カ月と短く，また，広く周知されておらず形式的である」(8)-39)との意見として寄せられていた。また，原子力に関する情報公開が従来十分実施されてこなかったことに対する不信感がある^w。このため，クリアランスの実施状況についても情報公開が十分なされずに，クリアランスされた物から知らない間に自分たちが被ばくするのではないかという不安感がある^x。

加えて，原子力の政策決定者の目線が原子力及び放射性物質の利用を推進する人たちにのみ向けられているとこと等に対する不満がある^y。すなわち，原子力利用に係る政策を一方的に押し付けられているという感情が，クリアランスの疑問・不安を増大させている可能性がある。

(6)「放射性廃棄物の管理方策が未確立」

国及び原子力事業者は，放射性廃棄物管理方策が未確立なまま原子力利用を推し進めてきたにもかかわらず，原子力施設の廃止措置に伴う放射性廃棄物管理対策が急務になったとして，クリアランス制度を導入しようとすることについては，無責任であると一般市民は思っている^z。

^w「国民に情報公開も十分せず審議も国民に認知したものとなっていないのに，今回重水炉，高速炉等におけるクリアランスレベルをだしてきたことはもってのほか。」(9)-10)

^x「原発廃材の搬出・再利用先全てについて記録を残し，公開を義務づけるとともに，責任の所在を明確にするため，リサイクル製品に表示を義務づけるべきである。」(12)-27)

^y「現在までに一方的に進められてきた原子力行政そのものが問いなおされているのであり，廃棄物問題でも過去に決めた方針を押しつけるのではなく，原点に立ち返り，是非を議論すべきである。」(8)-48)

^z「原発は，その導入の時から廃止時の処理が議論されてきた。・・・(中略)・・・しかし，日

4.4 理解促進に係る対応策

4.4.1 理解促進の総論に関する検討

合意とは、「人々の間でコミュニケーションによってある命題が相互承認されている状態、ないし、そうみなすことが適切であるような状態である」とする定義がある¹⁹⁾。本定義にあるように、個々人が有する多様な意見を収斂させ、「合意」を形成するためには、関係者間でのクリアランスの必要性、安全性等に関する意見交換が必要不可欠となる。また、合意に反対した者も合意結果を受容する必要があることから、受容を可能にするためには、その合意過程の正当性が必要となる。

そのため、合意形成を行うためには、関係者の範囲を特定した上で、合意形成を行うための場を設定する必要がある。本研究においては、合意形成の場とは、関係者がクリアランスに関する情報を交換し、疑問及び不安を解消するとともに、クリアランスの実施に向けて合意を形成するために話し合うための会合、ワークショップ等の機会と定義する。このような合意形成の場については、国レベルでの合意形成と個々のクリアランス案件ごとの合意形成の2種類が考えられる。

まず、国レベルの合意形成の場の設定については、ある特定の個人を対象としたものではなく、広く国民全体を対象として実施する必要がある。これに対して、個々のクリアランス案件ごとの合意形成の場の設定については、例えば、クリアランスされた金属スクラップを受け入れる製鉄会社と原子力事業者間での合意形成を目的として、あるいは、クリアランスされた廃棄物を受け入れる産廃処分場の事業者と原子力事業者間での合意形成を目的として、ある特定個人を対象として設定する必要がある。

放射性廃棄物の処分においても、放射性廃棄物を国内において埋設処分をするという政策に対する国レベルでの合意形成に加えて、ある特定の地域において埋設処分を実施するという地域レベルでの合意形成が必要となる。しかしながら、放射性廃棄物の処分に関しては、埋設処分場の立地地域の数及び範囲が限定されるのに対し、クリアランスについてはその本質上、再生利用も想定されることから、埋設処分場の立地における合意形成の対象範囲に比べてその合意形成範囲が非常に広がる可能性がある。このため、地域レベルでの合意形成に加えて、全国レベルでの合意形成の必要性が高くなると考える。

誰が合意形成を進めるかということについては、クリアランスに関する情報を所有している原子力事業者が主体的に進めるべきであると考え。合意を形成するためには、情報の質及び量の偏在を解消し、一般市民の側が合意可能か否かの判断を行うに足る情報を共有して初めて、意思決定が可能になる

本の政府や業者は問題を見做し、電力消費をまひ続けた。炉の耐用年数が近づくにつれ、焦った業界は専門家を使って『微量汚染は見做できる』とクリアランス概念を導入しようとしているのである。」(11)－25)

からである。また、一般市民は情報を得ることによって、直接的ではないが、クリアランスに対する管理の可能性を実感することができると考える。人々は、自分たちが管理をできない事項に対しては不安を感じる傾向があることから、間接的とはいえクリアランスに対する管理の可能性を実感することが重要であると考ええる。

合意形成の場に参加する関係者は多様な意見を所有している。これらの意見を収斂させ、合意形成に至るためには長時間を要することが想定される。そのため合意形成の場は、可能な限り早期に設定すべきであると考ええる。

意見交換等に伴って、情報の受け手は、受け取った意見をその当該個人が所有する知見等に基づき一旦解釈を行ったうえで、情報を所有することになると考えられる。情報の送り手として重要なことは、何を伝えたかではなく、どのように伝わったかである。よって、正しく情報を理解してもらうためには、同じ情報を繰り返し伝えることが重要であると考ええる。また、どのように情報が伝わっているかを確認する観点から、情報の受け手から送り手へのフィードバックを行うシステムを策定することが重要である。

4.4.2 理解促進の各論に関する検討

クリアランスに関する理解を促進するためには、先に述べたように、合意形成のための場を設けて、関係者が問題解決に向けて意見を交換する必要がある。クリアランスを実施する国及び原子力事業者は、一般市民との意見交換に当たって、図 4-2 に示した主要な不安要因及び疑問のうち、技術的要素を多く含む「放射線影響に対する不安・疑問」と「検認に対する不安・疑問」については、正確かつ分かり易い情報を提供することが理解促進につながると考える。一方、政策的要素を多く含む「クリアランス制度の導入に対する不安・疑問」と「原子力政策に対する不安・疑問」については、正確な情報提供に加えて、当該政策の必要性について説明責任を果たすことが重要である。必要性の説明については、嶋林の研究²³⁾においても、一般市民は原子力の必要性の説明を安全性や運転に伴うリスク等に比べて時間をかけて聞きたいとしている調査結果^{aa}が得られており、必要性の説明の重要性が高いといえる。

以上に述べた共通的な理解促進策に加えて、図 4-2 に示した主要な不安要因及び疑問に対応した具体的な理解促進のための提案を以下に示す。なお、理解促進に必要な信頼の確保策については、4.4.3 項において改めて議論を行う。

提言 1: 共同監視委員会の設置

^{aa} 近所に原子力発電所が建設されると仮定したときに、「必要性」、「通常運転時のリスク」及び「安全管理現場スタッフの誠実さ」を説明内容として、説明を聞くために割いてもよい時間を調査した結果、「必要性」に対する説明に対してもっとも時間を割いてよいとする調査結果が得られている。

「検認に対する不安及び疑問」を解消するため、一般市民と原子力事業者とで構成するクリアランスの監視委員会を設置し、実際の検認手順・方法の確認、放射能測定記録の確認等を市民自らが実施することを提案する。共同監視を行うことによって、市民が抱いている疑問・不安点である、測定の抜けがないこと、原子力事業者が意図的な希釈と平均化を行っていないこと等の確認も行うことが可能になると考える。また、市民による監視は、①市民参加、②専門家が行っていることに対する市民による確認、③自らの監視結果に責任を持つという自己責任の観点から、クリアランスの理解促進に当たって効果的である。

なお、監視委員会の委員の選定に当たっては、市民が原子力事業者の意図によって選定されるのでは、監視結果に不透明性が残ることになる。そのため、委員会による監視結果の透明性を確保する観点から、委員を公募で選定する等の代表性を説明できる公平な手続きで選定する必要がある。

共同監視委員会の設置が困難な場合には、一般市民に、実際の検認作業を公開することにより、放射能濃度の検認が確実に行われていることを実感する機会を提供することも効果的であると考ええる。このような現場公開を行うことによって、一般市民による、クリアランスに対する管理の可能性の意識を高めることが可能になる。

なお、検認方法を一般市民に説明する場合には、当該検認方法を使用できる理由、前提条件等の科学的事実を正確かつ丁寧に説明する必要がある。特に、内部被ばくが問題となる α 核種については、ICRPの線量評価が低すぎるという意見^{bb}や劣化ウラン弾による被害情報を基にその影響を懸念する意見^{cc}があることから、濃度評価方法を十分に検討しておく必要がある。

提言 2: 排出者責任の遵守

クリアランスされた物が産廃になった後の「環境汚染の不安」と「管理体制の不安」については、原子力事業者が、産廃の発生者としての責任（排出者責任）を積極的に遵守することで解消に努めるべきであると考ええる。具体的な対応策としては、原子力事業者が、産廃の引き受け手に実績のある産廃業者を選定するようにし、選定に当たっては、書類確認にとどまらず、実際の処分場の操業状況等を現地で確認する。また、クリアランスされた物が適切に埋設処分されたことの確認については、単にマニフェストで確認するのではなく、排出した原子力事業者が、適正に処分されたことを実際に現地で確認するとともに、その結果を積極的に公表することが重要である。

提言 3: 微量放射線影響の継続的研究

「放射線影響に対する不安・疑問」に応えていくためには、専門家でも見

^{bb} 「ICRPの放射線リスクモデルは、外部被ばくによる影響はある程度反映しているが、特に α 核種による低線量内部被ばくは医療関係者や科学者で議論されていることから、クリアランスの導入は放射線防護の観点から合理性はないのではないか。細胞レベルの評価も必要ではないか。」(12)-9)

^{cc} 「1991年湾岸戦争で使用された劣化ウラン弾による小児ガン、白血病などで、どれほどの子どもたち、家族が苦しんでいることか。」(11)-13)

解が分かれている現状を踏まえ、微量放射線の影響に関する科学研究を国内及び国際レベルで引き続き精力的に進め、その成果を積極的かつ分かり易く公開する必要がある。また、本来尊重されるべき放射線防護のための安全側の仮定が、その真意が正しく伝わらないことにより、かえって合意形成を阻害することになっている可能性もあるので、引き続き、放射線影響に対する科学的事実をわかりやすく説明する必要がある。

加えて、クリアランスの制度が社会に定着するまでの間は、原子力施設内での再生利用を行うことも検討すべきであろう。その際に、再生利用に伴う作業場所等における放射線量を実測し、クリアランスレベルの設定の妥当性を評価することも効果的である。

提言 4: 原子力政策決定の透明性確保

「原子力政策に対する不安・疑問」については、直接的な理解促進策とはいえないが、原子力に関する政策内容の妥当性に加えて、政策決定者が、その決定過程の正当性、透明性を確保できるように情報公開を行うとともに、説明責任を果たすことにより、間接的にはあるが理解が深まるはずである。

原子力政策に対する意見募集が形式的であるとする意見に対しては、原子力に関する政策決定に際しては、検討途中での情報発信も含め、十分な周知と適切な意見公募期間を設定することにより、広く国民の意見を聴くとともに、その結果を政策決定に際してどのように活用したかを明確に示していく必要がある。

4.4.3 信頼の確保

4.3「不安要因の分析結果」に示したように、一般市民のクリアランスに対する安心感を増進するためには、信頼の獲得が重要な要素である。また、原子力事業者に対する不信感が、クリアランスに対する不安・疑問を増幅している可能性があることから、信頼を確保する必要がある。

杉山²⁴⁾は、社会学者ナイトハルトの研究を引用し、「信頼は認識的なレベルでのコミュニケーションの欠如を社会的なレベルで埋め合わせをする機能を持つ」としている。また、科学コミュニケーションは、「信頼」を抜きにして、単に知識を流し込むということに限定されてはならないとしている。

信頼は重要であるとされながらも、必ずしも、信頼という概念の多義性により十分な研究が行われてこなかった。ここでは、信頼に対するより具体的な定義を行っている山岸の定義²⁵⁾を用いて、クリアランスに関する信頼を高めるためにはどのような活動をすべきかについて考察を行う。

山岸は、信頼は、以下の二つの期待で構成されているとしている。

- 能力に対する期待：社会関係や社会制度の中で出会う相手が、役割を遂行する能力を持っているという期待
- 意図に対する期待：相互作用の相手が、信託された責務と責任を果たすこと、またそのためには、場合によっては自分の利益よりも他者の利益を尊重する義務を果たすことに対する期待

上記二種類の期待をクリアランスに当てはめて考察してみると以下のようになる。

- 能力に対する期待：クリアランスを実施する原子力事業者が、クリアランス対象物を適切に分別するとともに、その放射能濃度を適切に測定する技術的能力を有していることである。また、規制当局と指定確認機関が、原子力事業者が実施する放射能測定方法及び測定結果の妥当性の判断を的確に実施できる技術的能力を有していることである。
- 意図に対する期待：原子力事業者が、クリアランス対象物量を増やすために意図的な希釈を行わないこと、認可された放射能測定方法に基づき、クリアランス対象物の放射能濃度の測定を正確に行い、適切にその記録を作成し、公開することである。また、規制当局と指定確認機関は、原子力事業者が行った結果に誤りがないかを厳格に確認することである。さらに、各当事者が、各々の責務を果たすために、独立した体制を整備するとともに、実施結果に対して責任を持つことである。

上記二種類の期待に対する対応は、特別な内容ではない。クリアランスを実施する側及び規制する側が、適正な技術的能力を有するように研鑽を積むとともに、倫理観の涵養、品質保証体制を構築することによって対応できることであると考ええる。

上記の成果が外部から見えるようにするために、検認に関する理解促進策の項でも述べたように、一般市民と原子力事業者との共同監視委員会を設置し、透明性の確保と積極的な情報公開を実施することも、信頼性を獲得する上で有用であると考ええる。

また、原子力事業者が、クリアランスの実施体制及び実施責任者をホームページや広報誌で公開することも、クリアランスの実施に係る責任体制が一般市民にとってもわかるようになり信頼獲得に役立つと考える。

4.5 考察

本研究では、クリアランスに関する理解促進を進めるため、クリアランスに関連する報告書に対するパブリックコメントに基づき、クリアランスに対する疑問・不安要因を分析し、その対応策を提案した。対応策としては、一般市民個人がクリアランスに関する正確な知識を身につけることでクリアランスの理解が進むものと考え、関係者が合意形成の場を形成し、クリアランスに関する疑問・不安を解消するための情報を提供することを提案した。

正確な知識の必要性については、欧州連合加盟国 25 カ国に対する放射性廃棄物に関するアンケート調査結果²⁶⁾にも現れている。図 4-5 に示すように、アンケート回答者の放射性廃棄物に関する質問^{dd}への正答率と低レベル

^{dd}放射性廃棄物に関する知識を確認するために行われた質問は以下のとおりである。
質問 1: 全ての放射性廃棄物は危険である(誤り), 質問 2: 研究センターの中には放射性廃棄物を発生しているところがある(正解), 質問 3: 低レベル放射性廃棄物を発生

放射性廃棄物(LLW)の輸送及び貯蔵に危険性を感じる割合は負の相関関係にある(相関係数は、それぞれ、 -0.57 と -0.56)。本結果から見ると、放射性廃棄物に関する正しい知識が増えることにより、放射性廃棄物を危険に感じる割合も減少する傾向が認められている。

また、(社)日本原子力学会「先端原子力の社会的啓発に関する調査」特別専門委員会²⁷⁾は、『技術的安全と社会的安心の「ギャップ」を解消するためには、科学技術の諸問題に対して、一般の人々が自分自身の主体的な判断で自分の態度を決定できる正しい、また十分な知識を身につけることが重要である。』としており、原子力を含めた科学技術に関する不安を解消するためには、情報の受け手が主体的に判断できるような質と量の情報を提供することを提案している。

その一方で、原子力に対して否定的な意見を持つ人々は、安全性に対する説明が通り一遍の場合には、逆にその説明に対して不信感を抱くという研究結果²⁸⁾も得られている。そのため、情報提供に当たっては、分かりやすく簡略化された情報とオリジナル生データと併せて提供することが提案されている²⁹⁾。

以上のことから、本稿で提案したように、クリアランスの理解促進に当たって、一般市民に正確な情報を伝えることは有効であると考ええる。ただし、単なる知識の一方的な伝達では啓蒙的になりすぎて逆に反発感を感じる可能性があることから、情報の受け手の意見を十分に聞く双方向的な情報伝達を実施する必要がある。

なお、本検討において提案した理解促進策は、短期的にクリアランスの理解を促進することを目的としている。しかしながら、長期的に見た場合には、国民全体の科学的リテラシーが向上することによって、リスク管理に関する理解も深まり、結果的にクリアランスに関する理解も深まるものと考ええる。このため、学校における科学教育の充実が望まれる。

する病院がある(正解)、質問4:放射性廃棄物には数種類がある(正解)、質問5:非核産業の中には低レベル放射性廃棄物を発生するものがある(正解)、質問6:原子炉でのみ高レベル放射性廃棄物は発生する(誤り)、質問7:放射性廃棄物は他の有害廃棄物と同程度の量発生している(誤り)

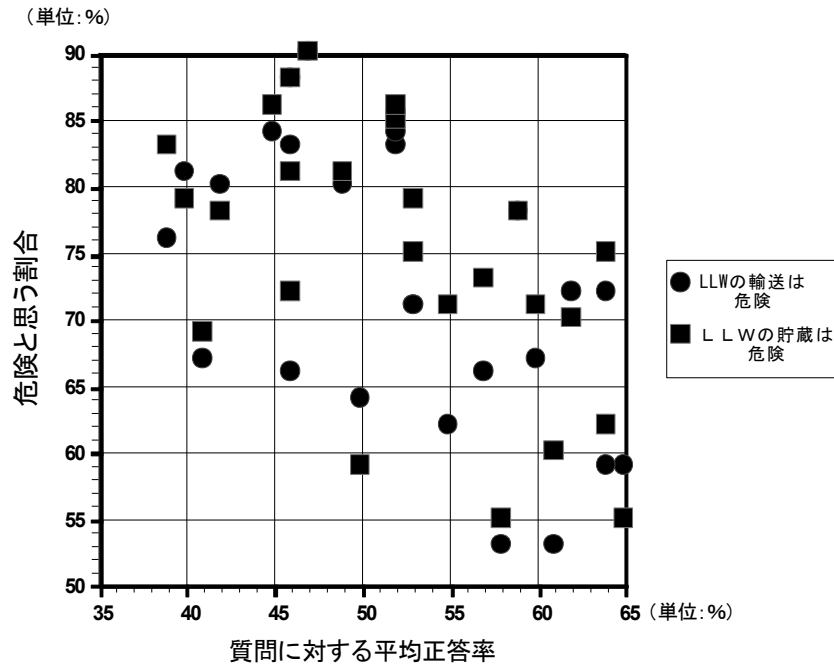


図 4-5 欧州連合加盟国に対する放射性廃棄物管理に関する質問の正答率と危険性の認識に対する相関関係(参考文献 26 を基に著者が作図)

4.6 結論

クリアランス制度が、今後わが国に定着するためには、一般市民による制度への理解が必要不可欠である。このため、本研究においては、一般市民がクリアランスに抱いている不安及び疑問について、クリアランスに関する 220 件のパブリックコメントを対象に KJ 法を用いて分析した。その結果、主として、①クリアランス制度の導入、②検認の技術的成立性及び実施者の信頼性、③微量放射線の危険性、④非民主的な原子力政策の決定方法、にあることを解明した。

上記分析結果を基に、クリアランスの理解促進策として、国及び原子力事業者のクリアランス制度の導入に対する説明責任等の履行に加えて、以下の 4 つの理解促進策の提案を行った。

提案 1: 共同監視委員会の設置

提案 2: 排出者責任の遵守

提案 3: 微量放射線影響の継続的研究

提案 4: 原子力政策決定の透明性確保

現状では、一般市民の多くがクリアランス制度について十分に認知しているとはいえないと思われる^{ee}。そのため、今回分析対象としたパブリックコメントに寄せられた意見は、必ずしも、一般市民の平均的な意見とはいえないかもしれ

^{ee} NPO 法人の「あすかエネルギーフォーラム」が原子力関係の用語の理解度を調査した結果によると、「クリアランスレベル」という用語を知っていた人は調査した人の中の 3.2%であり、原子力関係用語の中でも理解度が低い結果となっている(2007年 5 月 24 日付原子力産業新聞)。

ない。このため、今後の課題としては、より広範な一般市民のクリアランスに対する不安及び疑問を把握することにより、理解促進策の充実を図る必要があると考える。

第 4 章 の 参 考 文 献

- 1) 伊藤洋一，原子力施設におけるクリアランス制度の整備，エネルギーレビュー，42-45，8(2004)
- 2) 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会，主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて，原子力安全委員会(1999)
- 3) 原子力安全委員会原子力安全基準専門部会，重水炉，高速炉等におけるクリアランスレベルについて，原子力安全委員会(2001)
- 4) 原子力安全委員会原子力安全基準専門部会，原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について，原子力安全委員会(2001)
- 5) 原子力安全委員会原子力安全基準専門部会，核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて，原子力安全委員会(2003)
- 6) 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会，原子力施設におけるクリアランス制度の整備について，経済産業省(2004)
- 7) 原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会，原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(2004)
- 8) 原子力安全委員会，意見公募実施結果-「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて[報告書案](平成10年12月15日 原子力安全委員会 放射性廃棄物安全基準専門部会)」に関する意見について(第28回放射性廃棄物安全基準専門部会資料(2000年2月15日開催))(2000)
- 9) 原子力安全委員会，意見公募実施結果-「重水炉，高速炉等におけるクリアランスレベルについて」及び「原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について」の意見公募実施結果(第3回原子力安全基準専門部会資料(2001年7月3日開催))(2001)
- 10) 原子力安全委員会，「核燃料使用施設(照射済み燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて」に関する意見について(第12回原子力安全基準専門部会資料(2003年4月9日開催))(2003)
- 11) 原子力安全委員会，「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」に対する意見募集の結果について(第4回放射性廃棄物・廃止措置専門部会資料(2004年12月9日開催))(2004)
- 12) 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委

- 員会事務局，「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」
(案)に寄せられたパブリックコメントに対する考え，
<http://www.meti.go.jp/feedback/data/i40930dj.html>，(2004)
- 13) 川喜多二郎，発想法，中央公論社，66(1986)
 - 14) 竹村哲，問題解決の技法-合意形成のための支援化システム考-，海文堂，15(1999)
 - 15) 今田高俊編，社会学研究法・リアリティの捉え方，有斐閣，82(2000)
 - 16) Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation; Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation - BEIR-VII Phase2, The National Academies Press(2005)
 - 17) Académie des Sciences - Académie nationale de Médecine; Dose-effect relationships and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation(2005)
 - 18) 佐藤ニナ，松浦千秋，総被曝者の時代，海鳴社，73(1996)
 - 19) 合意形成研究会，カオスの時代の合意学，創文社，11(1994)
 - 20) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No.115, IAEA(1996)
 - 21) Gerechikov, et al.; Evaluation of the Application of the Concepts of Exemption and Clearance for Practices According to Title III of Council Directive 96/29/EURATOM of 13 May in 1996 in EU Member States Volume 1: Main Report and Volume 2: Appendices, Radiation Protection 134(2003)
 - 22) Nuclear Regulatory Commission, National Rulemaking Issue Notation Vote. SECY-05-0054(2005)
 - 23) 嶋林ゆう子，私信，(2006)
 - 24) 杉山滋郎，科学コミュニケーション，思想 2005 年 5 月号，岩波書店，68-82(2005)
 - 25) 山岸俊男，信頼の構造，東京大学出版会，46(1998)
 - 26) European Commission; Eurobarometer Survey “Radioactive Waste” Special Eurobarometer 227/Wave 63.2 - TNS Opinion & Social, EC (2005)
 - 27) 日本原子力学会「先端原子力の社会的啓発に関する調査」特別専門委員会，新しい原子力文明へ-原子力の技術的安全と社会的安心への道筋-，202(2001)
 - 28) 松本隆信，塩見哲郎，原子力発電のリスクコミュニケーションにおける安全対策情報の効果，INSS Journal, 34-49, 11(2004)
 - 29) 下岡浩，エネルギー情報提供のための手法検討報告書(3)，(財)エネルギー総合工学研究所(2001)

第 5 章 原子力施設の受容性の影響因子に関する分析

- テキストマイニング手法を用いた意見分析 -

5.1 はじめに

一般市民の原子力施設に対する忌避感¹⁾は、原子力施設が潜在的に有する放射線学的な危険性への恐怖感のみに依拠しているのではなく、原子力事業者への不信感¹⁾も含め、多くの要因が複雑に影響していると考えられる。また、忌避感の要因は、原子力施設の種類によっても異なると考えられている。豊田は、「原子力発電のリスクに関する市民の主な関心は、事業者や規制行政の安全確保に向けての取り組み姿勢にある。一方で、核燃料サイクルに関しては技術固有の安全性に関して市民の関心の多くが集まっている。」としている²⁾。したがって、一般市民の原子力施設に対する忌避感が根ざしている要因を特定しないまま、受容性を得るための活動を実施したとしてもその効果は期待できないことになる。すなわち、一般市民の原子力施設に対する主要な忌避要因を特定することにより、原子力施設に関するリスクコミュニケーションを効果的に実施することが可能になると考える。

一般市民の原子力施設に対する忌避要因を特定するにあたって、アンケート調査が従来から広く行われている^{例え}³⁾。アンケート調査は、多数の人々の意見を定量的に把握する観点からはすぐれた手法であるといえる。しかしながら、あらかじめ質問者が作成した選択肢の中から回答を選択する手法では、個々の人々が真に抱いている意見を把握するという観点からは限界がある。一方、一般市民が自由記述した文章を近年研究開発が進められてきているテキストマイニング手法^aで分析することにより、個々人が抱いている真の意見を定量的に把握することが可能となると考える⁴⁾。テキストマイニングの手法については、心理学の分野等では、既に多くの使用実績がある。その一方で、原子力分野でのテキストマイニングの使用実績は非常に限られている⁵⁾。

このため、本研究では、原子力に関する各種意見公募に対して寄せられた一般市民の意見をテキストマイニング手法を用いて分析することにより、原子力施設に対する忌避要因を解析する。また、解析結果を基に、原子力施設に関するリスクコミュニケーションを円滑に実施するための方策について提案を行う。

5.2 分析対象意見の選定

原子力に関連する事項に対して一般市民が提出した意見としては、国の機関(原子力委員会、原子力安全委員会、原子力安全・保安院及び文

^a テキストマイニングとは、形式化されていないテキストデータ(通常 of 自然文)を単語などに分割し、その出現頻度や相関関係などをデータマイニングの手法を使って解析することで、一定の知見や発想を得るテキストデータ分析手法の総称である。

部科学省)が作成した報告書案等に対するパブリックコメントに対して提出されたものがある。国の機関が作成した報告書に対するパブリックコメントは、原子力に対して一般市民が提出した意見の好例である。また、地方自治体が、当該自治体に立地している原子力施設の運転再開等に際して、住民の意見を聴取した際に提出された意見がある。これらの意見のなかから、本研究においては、以下の観点から分析対象とする意見を選定とした。

- ① 過去に他の研究者によって分析された意見は除く(例えば、参考文献 6), 7))。
- ② 原子力施設の種類によって、忌避感の要因が異なると考えられるため、異なる種類の原子力施設に対して提出された意見を選定する。
- ③ 原子力の忌避感に対する地域的な影響を分析する観点から、地方自治体が実施した意見募集結果を含める。
- ④ 提出された意見総数が少ないものについては、提出された意見に偏りが生じている可能性があるため除外する。

以上の観点から選定し、本研究の分析対象とした意見は以下のとおりである。

- ① 原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について」意見募集結果⁷⁾:高レベル放射性廃棄物の処分に向けた基本的考え方を述べた報告書の取りまとめにあたって、平成 9(1997)年 8 月から平成 10(1998)年 1 月まで原子力委員会が行った意見募集に対して寄せられた意見である。意見数は 535 件、総文字数は 182,168 語である。以下、「処分懇談会意見」と略称する。
- ② 東海村役場「再処理再開の意見書(集)」⁸⁾:核燃料サイクル開発機構(現 日本原子力研究開発機構)から東海村に提出された再処理施設の運転再開の事前了解願いに際して、東海村が平成 12 年(2000 年)に行った意見募集に対して寄せられた意見である。意見数は 98 件、総文字数は 55,804 語であった。以下、「東海村意見」と略称する。
- ③ 福島県「『県民の意見を聴く会』について(開催概要;発言内容要約版)」⁹⁾:福島県が、電源立地県としての立場でエネルギー政策全般を検討するに当たり、平成 13 年(2001 年)に県民の意見を聴いている。意見数は 12 件、総文字数は 10,992 語である。以下、「福島県意見」と略称する。
- ④ もんじゅ安全性調査検討専門委員会「『県民の意見を聴く会』へいただいた意見集」¹⁰⁾:核燃料サイクル開発機構(現 日本原子力研究開発機構)から福井県に提出されたもんじゅのナトリウム漏えい対策等に係る工事計画の事前了解願いに際して、福井県が 2001 年に行った意見募集に対して寄せられた意見である。意見数は 40 件、総文字

数は 14,647 語である。以下、「もんじゅ意見」と略称する。

5.3 分析方法

(1) 分析方法の概要

上記 4 件の意見集について、テキストマイニングを行うため計量テキスト分析用ソフト KHCoder^bを使用して、形態素解析(分かち書き)を実施した。ここで形態素解析とは、文章を形態素(意味をもつ最小の単位:単語)に分解することを言う。例えば、「原子力は重大事故の可能性があるので危険である。」は、「原子力/は/大/事故/の/可能/性/が/ある/ので/危険/で/ある/。」に分解される。

次に、形態素解析して得られた品詞別の形態素の集計を行った。得られた品詞のうち、テキストマイニング上重要でないと考えられる品詞^cの形態素を除いて、出現した単語の集計を行った。

各意見集で上位 100 位までに出現した形態素について、主成分分析を実施して得られた成分付加行列にクラスター分析(抽出法にワード法, 測定方法に平方ユークリッド距離による)を行い, 構成要素の類型化を試みた。そして, 各クラスターの特徴から意見集ごとに, 一般市民が意見募集の対象とした原子力施設(テーマ)についてどのような意見を有しているかを分析した。

クラスター分析では, 単純に意見中の頻出頻度が高い単語を対象とした。その一方で, 出現頻度が高い形態素(単語)は, 一般的な単語である可能性もある。このため, 出現頻度は低い, 各意見集に固有な形態素(単語)を抽出することを試みた。抽出に当たっては, 極力客観的に少数意見を抽出するために, ①4 つの意見集で共通して使用されている形態素(単語)を取り除く, ②残った形態素のうち, クラスター分析に使用された上位 100 語に含まれていた形態素を除く, ③残った形態素のうち, 使用頻度が高く, かつ, 原子力施設の受容性に対して影響を与えていると判断される単語を元の意見に戻り確認しながら抽出した。

(2) 分析に当たっての留意事項

各意見集は, 意見の募集を実施した時点での原子力を取り巻く社会環境によって影響を受けていると考えられる。分析対象とした各意見集の意見公募を実施した時期から判断して, 各意見集に影響を与えたと推定される項目と分析に当たっての留意事項を以下に示す。

「処分懇談会意見」は, 平成 12 年 6 月に成立した「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」と同年 10 月に設立された「原子力発電環境整備機構(NUMO)」のための基礎となる資料であることから, 法律の整備や

^b KHCoder は, 内容分析(計量テキスト分析)もしくはテキストマイニングのためのシェアソフトであり, <http://khc.sourceforge.net/dl.html> からダウンロードが可能である。

^c 固有名詞, 人名, 感動詞, 否定助動詞, 形容詞等を分析対象から除去した。

実施主体の整備に関する意見については、その点を考慮した上で分析する必要がある。

JCO 臨界事故が平成 11 年(1999 年)9 月 30 日に発生している。このため、その翌年に募集された東海村意見は、JCO 臨界事故の影響を強く受けていることが推定される。

平成 13 年(2001 年)5 月 27 日に実施された新潟県刈羽村の住民投票の結果、東京電力(株)柏崎刈羽原発でのプルサーマルの実施に反対する得票が投票総数の 53%を占め、村内の全有権者の過半数を超える得票を得ている。このため、その直後に募集された福島県意見では、上記住民投票結果により影響を受けていると推定される。

平成 12 年(2000 年)3 月に、もんじゅの原子炉設置許可の無効を求める行政訴訟と、核燃料サイクル開発機構(旧動力炉・核燃料開発事業団)を相手に、「もんじゅ」の建設・運転差し止めを求める民事訴訟の両者に対して、福井地方裁判所で行われた第一審で判決が出ている。このため、平成 13 年(2001 年)に募集されたもんじゅ意見は、その裁判結果により影響を受けていると考えられる。

5.4 結果

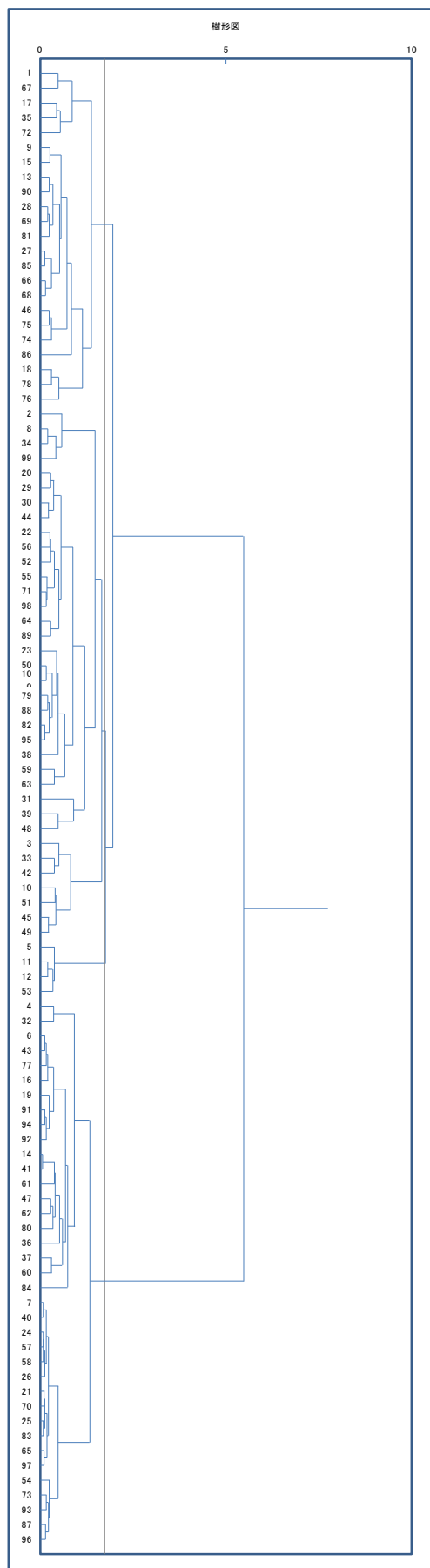
各意見集で上位に頻出した形態素(単語)を意見集別に見た場合には、表 5-1 に示すように、

- (1) 処分懇談会報告意見：高レベル放射性廃棄物の処分という観点から、「立地」、「(発生者)責任」、「地域」、「世代」等の単語が高い頻度で使用されていた。
- (2) 東海村意見：JCO の臨界事故後に実施された意見募集ということもあり、「事故」、「避難」、「防災」、「訓練」等の防災計画の充実を希望する単語が上位に現れている。
- (3) 福島県意見：首都圏に安定的に電力を供給するための原子力発電所の立地県という立場から、「消費」、「供給」、「首都」等の単語が上位に現れている。
- (4) もんじゅ意見：ナトリウム漏洩に伴う火災事故及び運転差し止め訴訟の影響があり、関連する単語が上位に現れている。また、研究段階にある高速増殖炉での事故ということもあり、「技術」、「研究」、「専門家」という単語が上位に現れている。また、「危険」と類似語である「危険性」を加えると、その使用頻度は、他の意見集と比べて高く、もんじゅに対する一般市民の安全性に対する信頼が低いことが伺われる。

図 5-1 から図 5-4 に、各意見のクラスター分析の結果を示す。また、少数意見の集計結果を表 5-2 に示す。

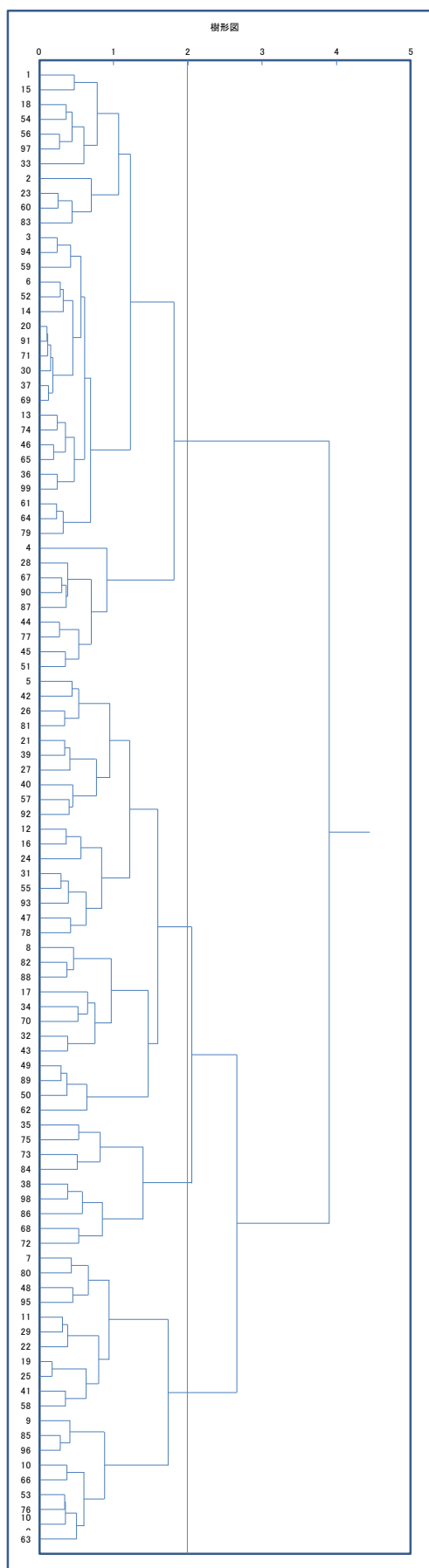
表 5-1 各意見で上位 50 位に現れた単語リスト

No.	処分別議会議見		東海村意見		福島県意見		福井県意見	
	単語	頻度	単語	頻度	単語	頻度	単語	頻度
1	処分	1996	事故	333	原子力発電所	74	もんじゅ	140
2	考える	805	原子力	316	エネルギー	59	事故	108
3	必要	635	再開	248	考える	49	ナトリウム	68
4	見る	616	思う	244	原子力	43	安全	55
5	高レベル放射性廃棄物	596	意見	234	地域	41	原子力発電所	46
6	発生	528	運転	221	思う	40	ない	39
7	国	527	安全	195	問題	36	思う	36
8	思う	520	東海村	182	福島県	35	開発	35
9	国民	508	考える	181	今	34	安全性	33
10	問題	492	問題	180	県	34	地震	32
11	事業	473	再処理工場	180	必要	32	運転	32
12	地層	463	住民	172	人	29	高速増殖炉	29
13	責任	450	村	160	ブルサーマル	28	設計	27
14	地域	401	村民	146	電力	25	考える	26
15	研究	366	JCO	121	国	24	技術	25
16	情報	352	言う	110	電気	23	蒸気発生器	24
17	実施	326	反対	93	安全	22	必要	23
18	プルトニウム	320	エネルギー	90	言う	22	問題	22
19	安全	311	核燃料サイクル開発機構	87	事故	21	燃料	20
20	再処理	300	国	82	立地	21	県民	20
21	主体	296	必要	80	作る	19	配管	20
22	廃棄物	288	村長	77	見る	19	使う	19
23	原子力	285	再処理	71	自分	18	プルトニウム	18
24	議論	282	行う	71	生活	18	原子力	18
25	放射性廃棄物	274	判断	69	県民	17	原子炉	18
26	意見	269	発生	67	進める	16	言う	18
27	原子力発電所	265	臨界事故	67	プルトニウム	15	行う	18
28	求める	255	人	67	エネルギー政策	15	起こる	18
29	技術	253	今	63	環境	14	細管	17
30	立地	253	行政	61	発電	14	再開	17
31	住民	244	施設	58	自然	14	危険	17
32	可能	243	間ク	57	使う	14	間ク	17
33	処理	238	現在	56	発言	13	装直	16
34	理解	237	技術	55	供給	13	安全審査	16
35	行う	230	県	50	原子力発電	13	燃料サイクル開発	16
36	得る	230	関係	49	出す	13	出来る	16
37	選定	227	不安	49	住民	12	国民	15
38	方法	225	将来	49	地方	12	軽水炉	15
39	明記	215	原子力施設	48	意見	12	検査	15
40	固化	206	動力炉・核燃料開発事業団	48	理解	12	場合	15
41	ガラス	203	放射性廃棄物	48	振興	12	国	15
42	情報公開	198	管理	45	大変	12	関係	14
43	言う	195	対策	45	電源	11	意見	14
44	エネルギー	194	議会	43	資源	11	住民	13
45	動力炉・核燃料開発事業団	194	被ばく	43	消費	11	研究	13
46	報告書	193	原子力発電所	43	現在	11	工事	13
47	施設	190	利用	42	国民	10	調査	13
48	基本	181	影響	41	政策	10	今	13
49	公開	179	危険	41	非常	10	ECT	13
50	電力会社	176	事業	40	持つ	10	委員会	13



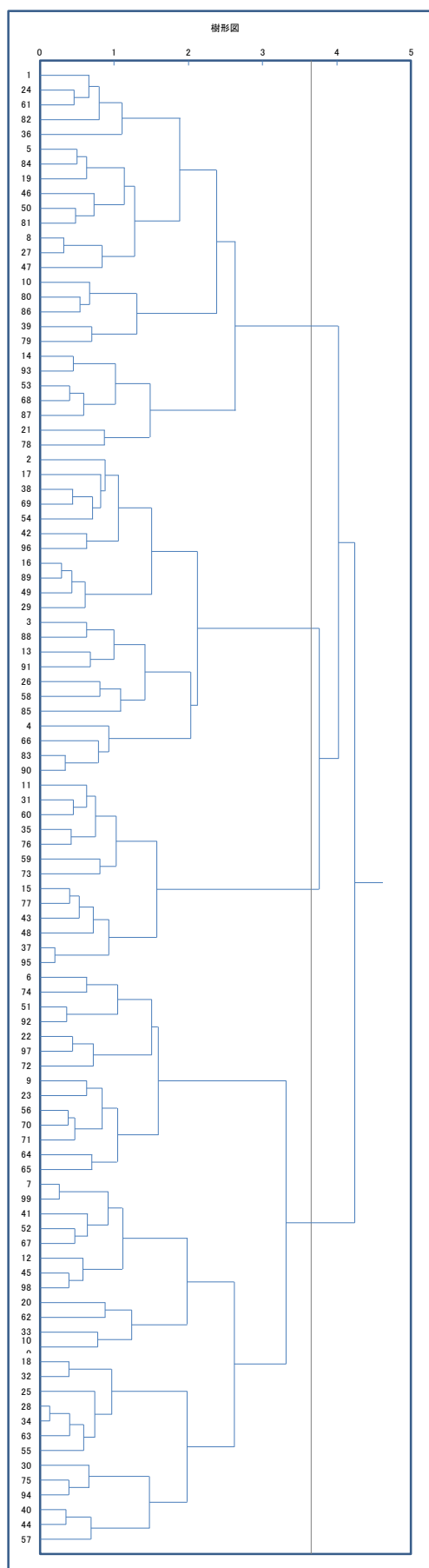
No.	単語	
1	国民	}
67	問題	
17	世代	
35	議論	
72	高レベル放射性廃棄物	
9	原子力	}
15	エネルギー	
13	方法	
90	言う	
28	社会	
69	現在	}
81	原子力発電	
27	一般	
85	見る	
66	日本	
68	今	}
46	管理	
75	放射性廃棄物	
74	廃棄物	
86	思う	
18	事故	}
78	動力炉・核燃料開発事業団	
76	原子力発電所	
2	事業	
8	主体	
34	実施	}
99	国	
20	電気	
29	費用	
30	長期	
44	確保	}
22	環境	
56	関係	
52	建設	
55	検討	
71	場合	}
98	示す	
64	明確	
89	行う	
23	政策	
50	推進	}
100	案	
79	報告書	
88	得る	
82	安全性	
95	進める	
38	理解	}
59	必要	
63	重要	
31	処分	
39	選定	
48	調査	}
3	地層	
33	研究	
42	施設	
10	技術	
51	信頼	}
45	開発	
49	計画	
5	地域	
11	立地	}
12	住民	
53	共生	
4	責任	
32	発生	
6	情報	}
43	公開	
77	情報公開	
16	基本	
19	姿勢	
91	聞く	}
94	書く	
92	述べる	
14	ガラス	
41	固化	
61	可能	}
47	消費	
62	明らか	
80	電力会社	
36	意見	
37	処理	}
60	安全	
84	考える	
7	プルトニウム	
40	明記	}
24	上記	
57	募集	
58	実行	
26	地中	
21	方針	}
70	自ら	
25	最初	
83	原子力利用	
65	真剣	
97	生じる	}
54	中止	
73	再処理	
93	出す	
87	求める	
96	止める	

図 5-1 処分懇談会意見クラスター分析結果



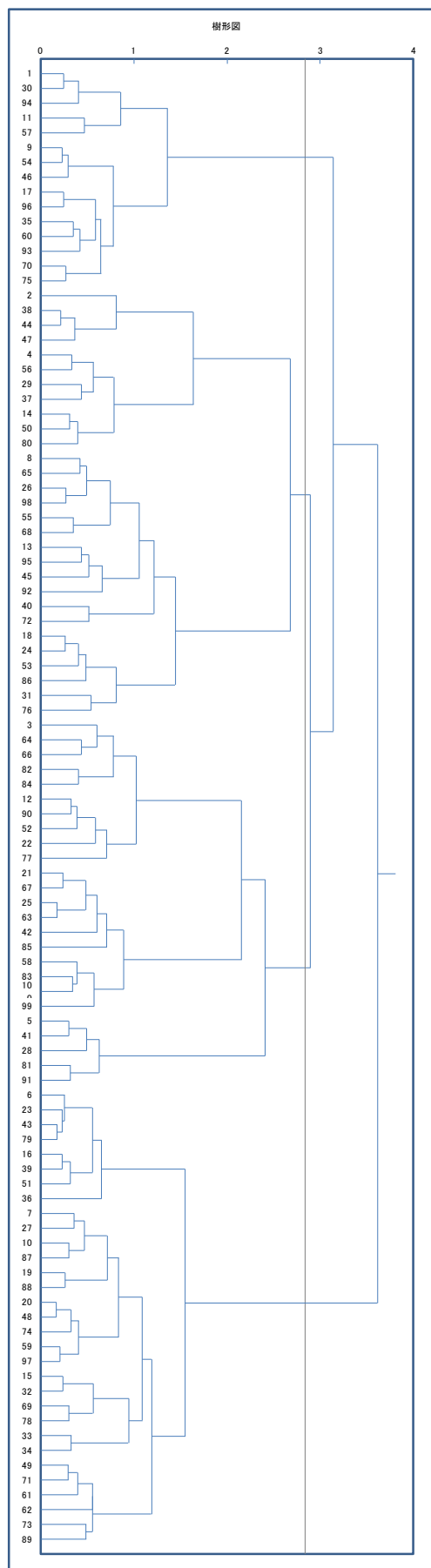
No.	単語	
1	事故	クラスター 1-1
15	体制	
18	職員	
54	場所	
56	方々	
97	関連	
33	放射能	
2	原子力	
23	村政	
60	意見	
83	発言	クラスター 1-2
3	住民	
94	理解	
59	再開	
6	村長	
52	考え	
14	方法	
20	周辺	
91	保管	
71	影響	クラスター 1-3
30	新聞	
37	情報	
69	被ばく	
13	火災	
74	爆発	
46	アスファルト	
65	施設	
36	原因	
99	評価	クラスター 1-4
61	運転	
64	発生	
79	作業	
4	村民	
28	理由	
67	管理	
90	容認	
87	確認	
44	内容	クラスター 2-1
77	対応	
45	村議	
51	条件	
5	エネルギー	
42	資源	
26	電気	
81	生活	
21	プルトニウム	
39	経済	クラスター 2-2
27	世界	
40	電力	
57	国民	
92	発電	
12	責任	
16	子ども	
24	企業	
31	立場	
55	自分	クラスター 2-3
93	お願い	
47	姿勢	
78	賛成	
8	技術	
82	開発	
88	研究	
17	環境	
34	人間	
70	利用	クラスター 2-4
32	一般	
43	政策	
49	状況	
89	推進	
50	当局	
62	反対	
35	状態	
75	実施	
73	訓練	クラスター 3
84	防災	
38	現状	
98	組織	
86	計画	
68	対策	
72	避難	
7	行政	
80	発展	
48	具体	クラスター 4-1
95	議論	
11	被害	
29	議員	
22	地域	
19	社会	
25	産業	
41	システム	
58	現実	
9	議会	クラスター 4-2
85	処理	
96	解決	
10	事業	
66	関係	
53	基本	
76	確保	
100	認識	
63	判断	

図 5-2 東海村意見クラスター分析結果



No.	単語	
1	エネルギー	クラスター 1-1
24	二酸化炭素	
61	場合	
82	見る	
36	開発	
5	電気	
84	使う	
19	ダム	
46	必要	
50	非常	
81	作る	クラスター 1-2
8	自分	
27	発電	
47	安全	
10	プルトニウム	
80	言う	
86	持つ	
39	反対	
79	思う	
14	電源	クラスター 1-3
93	違う	
53	不安	
68	原子力発電	
87	感じる	
21	火力	
78	考える	
2	原子力	
17	政策	クラスター 2-1
38	増設	
69	核燃料サイクル	
54	平和	
42	議論	
96	暮らす	
16	国民	
89	支える	
49	大変	
29	供給	クラスター 2-2
3	地域	
88	得る	
13	地方	
91	含める	
26	生活	
58	今	
85	出す	
4	電力	
66	福島県	クラスター 3
83	進める	
90	立つ	
11	環境	
31	理解	
60	今後	
35	利用	
76	地球温暖化	
59	現在	
73	発電所	クラスター 4-1
15	資源	
77	ウラン燃料	
43	影響	
48	自然	
37	実施	
95	変わる	
6	事故	
74	MOX燃料	
51	危険	クラスター 4-2
92	送る	
22	責任	
97	長い	
72	安全性	
9	県民	
23	知事	
56	東京電力	
70	刈羽村	
71	住民投票	クラスター 4-3
64	ブルサーマル	
65	原子力発電所	
7	立地	
99	県	
41	対応	
52	重要	
67	エネルギー政策	
12	住民	
45	確保	
98	多い	
20	世代	
62	結果	
33	消費	
100	人	
18	産業	
32	振興	
25	県内	
28	発言	
34	検討	
63	今回	
55	十分	
30	意見	
75	放射性廃棄物	
94	起きる	
40	交付	
44	施設	
57	問題	

図 5-3 福島県意見クラスター分析結果



No.	単語	
1	事故	}
30	設計	
94	起きる	
11	軽水炉	
57	判断	
9	細管	}
54	実験	
46	試験	
17	耐震	
96	持つ	
35	関係	}
60	危険	
93	見る	
70	ECT	
75	蒸気発生器	
2	ナトリウム	}
38	工事	
44	改造	
47	漏洩	
4	技術	
56	信頼	}
29	運転	
37	研究	
14	火災	
50	停止	
80	温度計	}
8	原子力	
65	問題	
26	原因	
98	ない	
55	発表	}
68	絶対	
13	科学	
95	起こす	
45	発生	
92	出来る	}
40	使用	
72	原子力発電所	
18	ひび割れ	
24	方法	
53	反対	}
86	考える	
31	配管	
76	原子炉	
3	地震	
64	十分	}
66	場合	
82	炉心	
84	耐震設計	
12	住民	
90	起こる	}
52	審査	
22	被害	
77	安全審査	
21	行政	
67	今	}
25	体制	
63	不安	
42	対策	
85	思う	
58	安全	}
83	専門家	
100	県	
99	国	
5	燃料	}
41	冷却	
28	開発	
81	福井県	
91	聞く	
6	県民	}
23	専門	
43	推進	
79	委員会	
16	立場	
39	調査	}
51	検討	
36	意見	
7	ブルニウム	
27	世界	
10	国民	}
87	使う	
19	経済	
88	言う	
20	データ	
48	公開	}
74	高速増殖炉	
59	必要	
97	立つ	
15	政府	
32	再開	}
69	結果	
78	核燃料サイクル開発機構	
33	装置	
34	検査	
49	確認	}
71	もんじゅ	
61	可能	
62	重要	
73	安全性	
89	行う	

図 5-4 福井県意見クラスター分析結果

表 5-2 少数意見集計結果

処分懇談会意見			東海村意見			もんじゅ意見			福島県意見		
単語	品詞	出現数	単語	品詞	出現数	単語	品詞	出現数	単語	品詞	出現数
先送り	サ変名詞	24	近い	形容動詞	5	破損	サ変名詞	7	悲惨	形容動詞	3
賠償	サ変名詞	13	健康	形容動詞	14	破断	サ変名詞	7	痛み	名詞	3
代替	サ変名詞	12	冷静	形容動詞	9	腐食	サ変名詞	7	都会	名詞	3
回収	サ変名詞	9	元気	形容動詞	3	点検	サ変名詞	6			
幅広い	形容詞	14	前向き	形容動詞	3	故障	サ変名詞	5			
若い	形容詞	12	無責任	形容動詞	3	損傷	サ変名詞	5			
近い	形容詞	10	万全	形容動詞	3	改良	サ変名詞	4			
浅い	形容詞	9	神話	名詞	10	溶接	サ変名詞	4			
透明	形容動詞	38	使命	名詞	8	薄い	形容詞	5			
公正	形容動詞	28	オフサイトセンター	名詞	7	いい加減	形容動詞	4			
確実	形容動詞	21	核シェルター	名詞	7	万全	形容動詞	4			
迷惑	形容動詞	20				細管	名詞	17			
無責任	形容動詞	17				ひび割れ	名詞	10			
無理	形容動詞	17				断層	名詞	9			
円滑	形容動詞	16				伝熱管	名詞	7			
強引	形容動詞	15				さや管	名詞	5			
あいまい	形容動詞	14				熱交換	名詞	4			
無関心	形容動詞	13				ピンホール	名詞	3			
安易	形容動詞	12									
不透明	形容動詞	11									
やっかい	形容動詞	9									
難解	形容動詞	6									
不公平	形容動詞	6									
地下水	名詞	43									
選択肢	名詞	32									
サイト	名詞	28									
根拠	名詞	27									
受益	名詞	22									
温度	名詞	19									
ツケ	名詞	18									
責務	名詞	16									
第三者	名詞	16									
次世代	名詞	13									
活断層	名詞	9									

5.5 考察

5.5.1 クラスタ分析結果

図 5-1 から図 5-4 にクラスタ分析の結果得られたデンドログラム(樹系図)を示す。図の縦軸には、各意見集のテキストマイニングの結果得られた上位 100 位までの形態素を示す。なお、各番号別の形態素の内容をデンドログラムの右側の表に示してある。図の横軸は、クラスタ間の距離を示している。クラスタ分析においては、100 個の形態素をはじめは一つのクラスタと考え、互いの距離の近いもの(出現傾向が似ている形態素。共起関係にある。)から順にクラスタを融合していくことにより、クラスタ化した結果を示している。

(1) 処分懇談会意見(図 5-1 参照)

- ① 本意見集は、サブクラスタを含め 8 個のクラスタに分類することができた。意見を寄せた一般市民が、高レベル放射性廃棄物の処分に対して問題や疑問を抱いている要因について以下に述べる。
- ② クラスタ 1-1 では、「高レベル放射性廃棄物」の「問題」については、「世代」間負担の問題も含め、「国民」的な「議論」が必要であることを示唆している(No.283「現世代と後世代の間の役割分担、後世代に対する現世代の責任等の倫理に係わる議論が、国民的に十分尽くされているとは言えないため、その議論が尽くされる必要がある。」)^d。
- ③ クラスタ 1-2 では、「エネルギー」源として「原子力(発電)」が有力であるといわれているが、「放射性廃棄物」の「管理」方法に対する疑問を呈していると考えられる(No.433「高レベル放射性廃棄物の地層処分の見直しを求めます。既存する放射性廃棄物は地上での管理をし、今後の原子力発電は規模を縮小し、太陽光発電へと政策の変更を求めます。」)。
また、過去に「動力炉・核燃料開発事業団」が引き起こした「事故」の記憶があり、「原子力発電所」の安全性に懸念を示していると考えられる(No.41「絶対安全と言われ続けてきた動力炉・核燃料開発事業団の度重なる事故に、今や、国民全体が原子力発電の存在そのものに不安感を抱いていると言っても過言ではない。」)。
- ④ クラスタ 2-1 では、処分の実施主体に当たっては、国が積極的に関与するか、あるいは、国が直接実施することを求めている(No.508「処分の実施主体は、廃棄物を発生させた電力事業者が本来おこなうべきですが、極めて長期間管理する必要のあることから、経営上の問題を抱える民間企業体やその連合体でなく、国が直接おこなうべきである。」)。

^d 意見のうち、クラスタ分析結果の元となる代表的な意見を原文のまま抜粋して示した。

- ⑤ クラスタ－2-2 では、処分に係る「費用」を「長期」にわたって安定に「確保」するための「電気」事業者の責任が問われている(No.210「資金は、長期管理のケースなどもふくめて、いかなる事態にも対応が可能なだけの額が確保されなければ、それこそ世代責任が果たせません。・・(中略)・・。電力会社の責任を明らかにし、経営の健全化を伴ってのことであれば、事業資金を電気料金の原価に算入することは適当です。」)。

処分場の建設が、自然及び生活「環境」に与える影響への懸念に加えて、深地層「環境」という特殊な環境に建設されることの不安が示されている(No.435「処分方法については安全に実施され、環境に影響がないこと・・(中略)・・。地域が処分地を受け入れるには、安全性への不安、生活環境変化への不安等の解消である。」、No.10「我が国の深層地質環境について案では『地層処分』へ世論誘導的に長期安定性を強調しているが、釜石鉱山ほか一ヶ所の少数実験だけでは我が国の地下に地層処分の適地ありと断定する根拠としては薄弱」)。

また、処分場の建設に当たっては「安全性」と「理解」を得ながら進めることが必要であり(No.19「高レベル放射性廃棄物の処分については、処分を行う上で技術的に安全性が確保されることが前提であり、処分技術について国民の理解と信頼を得て社会的に安心をあたえること」)、処分場の「選定」では「調査」が重要であることを示唆している(No.134「候補地選定では何と何を基に選ばれたのかを示す、ただ単に選んだのではなく技術的根拠を基に調査した結果だということを示す、その基準は事前に明確に決めておく必要はある。」)。

- ⑥ クラスタ－2-3 では、「地層」の「研究」「施設」と「技術」「開発」が必要であることを示唆している(No.124「処分の実現にあたっては、処分技術の安全性が立証されていることが前提となり、地層の研究施設で処分技術の実証試験を行うことが必要であるので、研究施設の建設を着実に進める必要がある。」)。

また、原子力に関する「信頼」が揺らいでいる状況が指摘されていた。(No.470「視界を遮ったまま国民を外野席に置いて、一方的に関係者の利益擁護を優先させたプロセスを設定しようとしてきたことが、国民の信頼を大きく損ねてきた原因でもある。」)

- ⑦ クラスタ－2-4 では、処分場の「立地」「地域」の「住民」との「共生」の在り方についての検討が必要であることを示唆している(No.455「地域共生のあり方については、地域共生策の策定主体は地元自治体であること、つまり、地元自治体が自立的かつ長期的発展に向けたビジョンを主体的につくることを前提として考えるべきである。」)。
- ⑧ クラスタ－3-1 では、廃棄物の「発生」者「責任」のとらえ方については、

合意が得られていない状況が見て取れる(No.205「『原子力発電により社会生活を維持している』国民が、受益者として処分資金を負担するものとされ、また、処分について議論し、必要な制度を確立したりする責任があるとされるのは、いかにも奇妙な立論です。発電の方法はいろいろあるなかで、原子力発電を採用したのは電力会社です。その際、国民は何ら承認を求められませんでしたし、十分な情報すら与えられませんでした。放射性廃棄物発生の一の責任は、電力会社にあります。また、再処理事業者、国にも責任があります。これらの責任をはっきりさせることなく国民一般に押しつけるのでは、やはり問題の解決につながりません。」)。

高レベル放射性廃棄物の処分を推進するのであれば、「情報公開」が必要であるとしている(No.114「国策であれば、電力会社と県に任せず国と政府がもっと前面にでて情報公開・十分な説明を国民に行い、国民の議論を興しそして最終的に国民の理解を得る等して責任持って推進すべきと思う。」)。

- ⑨ クラスター3-2 では、「プルトニウム」の利用に対する懸念が示されており、プルトニウムを発生させる使用済燃料の「再処理」を「中止」することを「求める」意見が出されている(No.130「プルトニウムも、すでに莫大な在庫量を抱えていること、これ以上必要ないことを明記し、抽出してしまったプルトニウムの処理を至急考えるよう国・電力会社へ求めるべきです。」)。

(2) 東海村意見(図5-2参照)

- ① 本意見集は、サブクラスターを含め11個のクラスターに分類することができた。以下に、意見を寄せた一般市民が再処理工場の運転再開に際していかなる点に不安及び疑問を抱いているかを述べる。
- ② クラスター1-1 では、「事故」を防止する観点からの管理、監視等の「体制」に対する疑問と、「事故」が発生した際の緊急事の「体制」に対する不安が示されている(No.92「これまでの事故をどのように反省したのでしょうか？はなはだ疑問です。・・(中略)・・安全規制体制の強化、せめてアメリカのNRC並みの規制体制を作っていく道筋を明らかにしていくこと。住民も参加する防災訓練などを含む防災体制の強化。」)。
- ③ クラスター1-2 では、原子力施設が「周辺」に与える「影響」、各原子力施設内に「保管」されている放射性廃棄物の「影響」を懸念している(No.75「東海村の事故であっても、その被害や影響は周辺地域を巻き込まずにはいません。」、No.83「高レベル放射性廃棄物の処理方法及び、安全に保管する方法の技術的確立が、まだまだ未熟の状態」)。
- ④ クラスター2-1 では、「プルトニウム」利用の「経済」性に疑問が持たれ、

「世界」的に利用を中止していく中で、日本だけが利用を進めようとするに対する懸念が示されている(No.35「世界で再処理を続け、プルトニウムを取り出している国は、3か国だけとか。プルトニウムの処分に困り-MOX燃料にして原子力発電を続けるつもりなのですが、やはり安全性や費用が問題です。」)。

- ⑤ クラスター2-2 では、原子力施設の安全確保に対する企業の責任が問われている[°](No.16「地域住民が真に理解できる具体的な安全対策を一般に公開し、企業は責任を持って必ずこれを実施する。」)。
- ⑥ クラスター2-3[†]では、原子力施設の安全性を確保するには、「技術」「開発」や「研究」が必要という意見(No.98「高度な技術と産業基盤を有する我が国が、安全確保や情報公開等を前提として原子力の研究開発を継続させて行くことが必要と考えられる。」)に加えて、原子力に関する「技術」が未確立であるにもかかわらず、基礎的な「研究」を省略して「開発」を優先したことに対して懸念を示している(No.87「原子力技術は未だ100年にも満たない経験であり、未確立の技術であるが故にトイレなきマンションといわれるのです。十分な基礎研究もせず開発優先の政策が、このまま政府や業界だけの都合の推進されれば、数万年から億年単位の放射性廃棄物を、子孫の末代まで押しつけることになるでしょう。」)。
- ⑦ クラスター3-1 と 3-2 は、いずれも、原子力事故に対する懸念であり、「防災」「訓練」を「実施」する必要性に加えて、「避難」も含めた防災「対策」の立案が求められている(No.56「事前に図上訓練を十分に行い、防災計画の欠陥を洗いだし改善したうえで、村民の一部(1,000 人位か)が参加する規模に縮小して、訓練を実施してはいいか。」、No.29「住民の防災や避難対策等、内部と外部要因の両面の対策がしっかりでき上がって初めて企業行政、住民の共存、共栄が図られる」)。
- ⑧ クラスター4-1 と 4-2 では、東海村の産業や社会的な発展に関連する意見が集まったクラスターであり、原子力施設の忌避感に対する要因を示した意見は含まれていなかった。

(3) 福島意見(図 5-3 参照)

- ① 福島意見は、サブクラスターを含め 9 個のクラスターに分類することがで

[°] クラスター2-2 では、「企業」、「責任」及び「子ども」が共起関係にあるということで近くに分類されている。しかしながら、原文に戻って確認したところ、この 3 つの単語が同時に使用されている意見はなかった。「子ども」と「責任」を同時に使用していた意見が 2 通あり、子供の健康や将来を懸念する意見の中で、万が一の事故時の責任体制を疑問視する意見が述べられていた。

[†] クラスター2-4 に「反対」という単語が分類されているが、共起している「当局」という単語と合わせて検索をした結果、既に国と県が再処理工場の運転再開について安全上問題がないと判断しているのにもかかわらず村民の意見を聞こうとしているのは「反対」意見を多く集めたいためではないかという疑問を呈する意見に起因するものであり、反対要因を示す意見ではなかった。

きた。以下に、意見を寄せた一般市民が原子力のいかなる点に不安及び疑問を抱いているかを述べる。

- ② クラスタ1-2 では、「プルトニウム」の利用に対する「反対」感が示されている(No.D「プルサーマルで使われるプルトニウムは、わずか2ないし3%、へたをすると1%を切るようなものだ。これがほんとうにリサイクルになるのか。・・(中略)・・刈羽の反対者は女性が6割反対、男性は5割。女性は生む性特有の動物的勘が働く。」)。
- ③ クラスタ1-3 では、「電源」立地県として、「原子力発電」に対する「不安」や悩みが示されていた(No.F「原子力発電が同じ県内にあることは不安である。・・(中略)・・福島県の特徴として電源立地県であるということがあげられるが、それを福島県の誇りとして出す人はあまりいない。」)。
- ④ クラスタ2-1 では、電力「供給」県として「国民」の生活を「支える」「大変」さを理解してほしい旨の要望が示されていた(No.E「浜通り地方は大変な発電所を抱え、日本有数の電力供給地帯である。少なくとも我々が発電をし、支えるものは、福島県を支えているのではなく日本全国の国民生活、経済、それを全部支えている。そういうものを忘れないで欲しい。」)。
- ⑤ クラスタ2-2 でも、クラスタ2-1 と同様に、「福島県」の「電源」立地県としての不安や原子力政策の「進め」方に対する疑問が呈されている(No.G「今、東京電力が進めようとしている核燃料サイクルは海外でもその例がないと聞いている。そのプルサーマル計画を日本で、しかも福島県で実施しようとしている。福島県を実験台にしようとしたのだ。・・(中略)・・電力を作る地元民の苦労や犠牲の上に立っての電力であることを都知事は知らないのか。」)。
- ⑥ クラスタ3 では、「地球温暖化」等の「環境」問題を考えた場合に原子力の利点が認識されている一方で、より「環境」に配慮したエネルギー「資源」に転換することを求めた意見が示されていた(No.B「化石燃料は燃やすことにより二酸化炭素を発生させ地球温暖化に大きな影響を与える。ウラン燃料は地球温暖化におよぼす影響はないが、放射線による身体的な影響が考えられる。これらを考えると、環境に優しいエネルギーの開発が待たれる。」)。
- ⑦ クラスタ4-1 では、クラスタ1-2 でプルトニウムの利用について不安と疑問が呈されていたのと同様に、「MOX 燃料」を使用した「プルサーマル」計画に対する不安が示されていた(No.K「裁判の過程で東京電力は、MOX燃料のデータを示さず、MOX燃料の安全性に問題がないことを証明できなかった。決定は却下だったが、燃料への疑惑が晴れたわけではない。・・(中略)・・、『事故はあり得ない』とか『絶対安全』というのは通用しなくなった」、No.G「ウラン燃料用の軽水炉で強力な

MOX燃料を使用することは、石油ストーブにガソリンを入れると同じことで危険だと言うことはハッキリしている。そして原子力発電所の相次ぐ事故、臨界事故、チェルノブイリ事故、もんじゅの事故、これらの事故や犠牲を出していながら国のエネルギー政策は変わっていない。溜まる一方の使用済燃料、高レベル放射性廃棄物、廃炉の処理など安全性とはほど遠い多くのことが山積している。・・(中略)・・未来ある次の世代の子供たちに『負の遺産』を残してはならない。これは大人の責任だ。』)。

「刈羽村」での「プルサーマル」計画に対する「住民投票」の結果を県としても尊重すべきではないかとする意見が示されていた(No.D「刈羽村の住民投票を受けて、やはり福島県でもプルサーマルはやめるべきだということを、国にはっきり言うべきだと思う。」)。

- ⑧ クラスター4-2 では、現状のエネルギー消費の状況を継続すると、次「世代」に悪影響を及ぼすのではないかとする意見が寄せられている(No.L「私たちがエネルギー消費をこのまま維持するために原子力がどうしても必要なんだ、というこの理論は誰のためのものなんだろうか。将来の人たちは果たしてどうやって生きているんだろうか。これはやはり、今生きていて、これを選択する人の重大な責任である。・・(中略)・・日本だけではなく地球規模での重要な問題だ。何とか次の世代を育む生き方を目指して欲しい。・・(中略)・・エネルギー政策というものが、果敢に省エネルギー政策に転換されなければならないと思う。」)

- ⑨ クラスター4-3 では、「放射性廃棄物」の問題や電源三法「交付」金が問題点として示されていた(No.F「最近、原子力のメリットとして二酸化炭素を出さないことで温暖化対策に効果があると全面的に押し出しているが、それは事実として認めるが、放射性廃棄物の最終処理という二次的問題を生みだしていることをちゃんと伝えるべきだ。」、No.G「町の活性化を図るための財源を、原子力発電所の交付金を目当てにして進めることしかできないのか。未来ある次の世代の子供たちに「負の遺産」を残してはならない。これは大人の責任だ。」)。

(4) もんじゅ意見(図 5-4 参照)

- ① もんじゅ意見では、サブクラスターを含め 8 個のクラスターに分類することができた。以下に、意見を寄せた一般市民が「もんじゅ」の運転再開に際していかなる点に不安及び疑問を抱いているかを述べる。
- ② クラスター1-1 では、もんじゅの「設計」に問題があり、「事故」が「起きる」かもしれないことに対して不安感が示されている(No.25「5年前の事故で分かったことは、優秀どころか考えられないようないい加減な設計でつくられ、ずさんな技術で運転されていることです。・・(中略)・・温度計の形を変えて同じ事故は起こさないにするだろうが、全体として到底信

頼できるものではない。事故は予想しない箇所で発生する。」)

- ③ クラスタ－1-2 では、「蒸気発生器」の「細管」の破断に不安が呈されており、単なる「実験」では不十分であり、実規模装置での実証「試験」が必要ではないかという意見が示されていた(No.18「コンピュータ解析試験で済ませてはいないか。システムを構成する重要機器については、実機規模での実証試験を義務づけることが必要ではないか」)。また、「蒸気発生器」の欠陥を検査するための「ECT」⁸の性能に対する疑問が呈されていた(No.39「『もんじゅ』ECTの検出精度では、蒸気発生器の安全性を保証できない」)。加えて、「もんじゅ」の「耐震」性に不安が示されていた(No.37「『もんじゅ』の安全性を徹底的に洗いなおすとすれば、その耐震性についても、現行の基準やこれまでの耐震設計手法によればいいという考え方でなく、最新の科学的知見に基づいて見直しを行なうべきである。」)。
- ④ クラスタ－2-1 では、「ナトリウム」の「漏洩」防止のための「改造」「工事」について、疑問を呈する意見が寄せられていた(No.24「改造工事そのものが事故の対応のための改造であると考えられます。これでは『もんじゅ』に対する県民の安全性に対する心配は大きくなる一方で、問題ではないかと考えます。」)。
- ⑤ クラスタ－2-2 では、「もんじゅ」で使用されている「技術」や「研究」成果に「信頼」が置けないとしている(No.25「ずさんな技術で運転されていることです。・・・(中略)・・・動燃は「ナトリウム技術については永年の研究の蓄積がある」と豪語していたのに、あまりにもお粗末。」)。
- ⑥ クラスタ－2-3 においても、2-2 と同様に、「科学」者及び「科学」技術に対する不信感が示されている(No.11「応力腐食による配管の割れ、ひび入り等は科学者であれば容易に予測できるはずだし、予測しなければならないのだ。・・・(中略)・・・科学の粋を集めた原子力発電所がこんなに簡単に事故だ、事故だでは何とも情け無い」)。
- ⑦ クラスタ－2-4 では、「原子炉」の「配管」やシュラウドの「ひび割れ」に対する不安感が示されている。
- ⑧ クラスタ－3-1 では、「耐震設計」や「炉心」損傷に対する評価について、「安全審査」が十分実施されておらず、事故が起きた場合に、「住民」に「被害」を及ぼすのではないかと不安感が示されている(No.29「『もんじゅ』はその炉心特性から、炉心崩壊事故を起こす危険性が軽水炉と比べて格段に高く甚大な被害が起こるといわれているが、「もんじゅ」の安全審査で国は仮想事故が起こった場合でも炉内存在量の0.00034%にあたる51キュリーしかプルトニウムが大気中に放出されず安全だとしている。アメリカ原子力委員会「WASH-14001」における軽水炉の重大事故時のプルトニウム放出量(PWR0.

⁸ ECT は、Eddy Current Test(渦電流探傷検査)の略である。

4%、BWR0.5%)と比較しても非現実的である。・・(中略)・・『もんじゅ』は耐震設計と熱応力設計という相反する条件の妥協の上に設計されているものであり、軽水炉よりも地震に弱いと思われます。前述した地震が起こり「もんじゅ」が損壊したならば、私達住民に取り直しのつかない被害を与えることとなります。現行の耐震設計審査指針ではそれらの点が十分に考慮されていません。))。

- ⑨ クラスター3-2 では、「今」の原子力「行政」や推進の「体制」、安全「対策」、「国」、「県」及び「専門家」に対する「不安」感が示されている(No.31「ナトリウム漏洩事故以後、県民の不信感は増し、安全点検や調査が行われても不安でなりません。『もんじゅ』を推進しようとする技術者や専門家の点検や調査では、片寄った見方に陥りやすいと思うからです。))。
- ⑩ クラスター3-3 では、プルトニウムを「燃料」に使用すること、「燃料」破損の可能性、また、ナトリウムを「冷却」材に使用することに対する不安が呈されている。
- ⑪ クラスター4-1 では、福井県が設置した「もんじゅ安全性調査検討専門委員会」が、「県民」の立場ではなく、「推進」の立場で議論をしているのではないかという疑問を呈している(No.39「私の見るところ6人の『委員会』の先生は、ほとんどが『もんじゅ』推進の立場に立っておられ、・・(中略)・・。私は『委員会』には、『もんじゅ』について賛成、反対の意見を持つ多くの学者・技術者、知識人、研究者、県民の方に入っただき、徹底した論議が必要だと考えます。))。そのため、県民を含めた多様な人々による「調査」「検討」を行うことを提案している。(No.31「真剣に『もんじゅ』の安全を考えるのならば、賛成や推進派の点検や調査意見を聴くだけでなく、高速増殖炉の危険を訴え反対している技術者や専門家の点検や調査意見も採り入れ、平等で公平な立場から安全性の調査検討がなされるべきだと思います。))
- ⑫ クラスター4-2 では、「プルトニウム」を利用した高速増殖炉の「経済」性や「世界」的に開発が撤退していく中で、日本だけが利用を進めようとすることに対する懸念が示されている(No.39「従来のプルトニウム利用路線にしがみついて、『もんじゅ』の運転を再開することは、新たな事故の危険と、国費のばく大な浪費をうみだすことにつながります。国民の声を聞くというのであれば、プルトニウム利用を中心とした原子力発電所推進政策の根本をこそ見直すべきです。))。
- また、「もんじゅ」に関するデータの「公開」も求められている(No.15「『もんじゅ』は一体何処にあり、一体何をしているのかということがとても気になりました。此の際「もんじゅ」の良いところ、悪いところ、すべて公開したらどうでしょうか。できる範囲で中も公開したらどうでしょうか。」、No.39「耐震設計データの公開は安全性を保証するうえでかせませ

ん。また、原子力開発・利用にあたっては、「民主」、「自主」、「公開」の原則が原子力基本法で定められています。「委員会」として核燃料サイクル開発機構に情報の公開を求め、データを出させて「もんじゅ」の耐震性をチェックすべきです。』)。

さらに、「政府」は「もんじゅ」の運転「再開」させようとしているが、運転「再開」に当たっては、「安全性」が「重要」であり、「装置」の「検査」や「確認」が求められている(No.36「小さな傷でも発見できる新しいEC T装置が開発されるか、それに変わるものが開発されるなど、安全が確認できなければ運転再開すべきでない。』)。

5.5.2 少数意見の分析結果

抽出した少数意見を取りまとめた表 5-2 を見た場合に、以下のことが推察される。

- ① 処分懇談会意見では、放射性廃棄物の問題を「先送り」にしてきたことが問題の根本にあるとしている(No.322「現世代が処分を先送りし、ツケを後世代に残してはならないとか、消費地域の住民と処分場立地地域の住民との間の「公平」を強調しているが、問題を先送りしてきた者の責任を不問にする擦り替えであり、容認できません」)。

また、放射性廃棄物の問題は、「やっかい」で「迷惑」な問題だと捉えている(No.229「人類は、まだ核物質を、処理する技術を持たないにもかかわらず、我国はどんどんとやっかいな原子力発電所のゴミを出しています。」、No.232「候補地について、公募としているが、このような迷惑施設を喜んで受け入れる地域があるとは考えがたい。・・・(中略)・・・最終処分場の必要性を国民全体が理解し、どの地域でも受け入れることのできる様な土壌づくりが十分行われた上でスタートしなければ、やっかいなものの押しつけあいになり、処分場の出来た地域が他の地域と共生することができない孤立した結果になるのではないだろうか。』)。

処分方法の検討では、「回収」をも考慮した「代替」手法の検討が必要であると考えている(No.513「「地層処分」一途の方針自体の見直しが必要で、その他の多様な代替措置を幅広く検討するべきである。」、No.394「日本は地震大国である。回収と常時の監視がより容易な地上または地表近くに保管場所をつくることを検討すべき。』)。

処分を進めるにあたっては、「透明」、「公平」に行うこと、また、「強引」に進めてはならないとしている(No.488「今急いで強引に地層処分を押し進めるのではなく、今やっと始まったばかりの議論に原子力発電や再処理の可否までを含めた本質から始めるべきである。』)。

- ② 東海村意見では、原子力施設が住宅地に「近い」ところにあることについての不安(No.31「住居は旧動力炉・核燃料開発事業団の爆発

現場から最も近い距離にある。」、No.82「東海村の現実」はJCOの臨界事故によって、いつのまにか裸の原子炉と住居が隣り合わせになっていたように、世界中からその異常さで注目された。」、事故が発生した場合の健康影響に対する不安が示されていた(No.47「再度事故を起こさないという保証はない、ここでの事故は放射能をまき散らす(健康に甚大な被害をもたらす)」)。そのため、万一の事故に備えた「オフサイトセンター」や「核シェルター」に言及する意見があった。また、日本の原子力発祥の地としての自負感に伴う「使命」及び将来世代に対する「使命」を感じているとともに(No.81「もっと原子力開発の最先端を担っている誇りと使命感を持っていたきたい。」、No.54「二度とこのような事故を起こさないようにするのが、将来を担った我々の使命ではないでしょうか。」)、原子力の安全「神話」が崩れたことに伴う、懸念が示されていた(No.65「再処理工場の安全宣言は、相変わらず安全神話の上に成り立っている物のように見えてしまうのです。今度事故が起きてもたぶん“想定外”と片づけられるのでしょう。」)。

- ③ もんじゅ意見では、少数意見においても、頻出数の高い単語と同様に、もんじゅの配管等の機器の板厚が「薄い」ことや「溶接」の不良に対する不安(No.18「『もんじゅ』の蒸気発生器細管は、約10mの管を7～14本ずつ溶接して繋ぐ。それをループ状に曲げて束ねる。ナトリウム中に溶接箇所が来ないような作り方が細管設計の常識であり、SPX、SNR300のループを除き、全ての高速増殖炉はその常識を踏襲してきた。『もんじゅ』はその常識から外れている。」、「熱伝導の高いナトリウムを冷却剤として使うために、配管の厚さが非常に薄くされている。核燃料サイクル開発機構(元動燃)技術者の表現を借りれば『ベランベランの配管』である。」)、また、運転中の各種トラブル(「故障」、「破損」、「破断」等)に対する不安が示されていた(No.11「原子力発電所発電機の故障は、よくもまあこんなに出てくるものだと思われている。」、No.22「『もんじゅ』は研究開発炉であるから事故やトラブルが起こり得ます。…(中略)…。ナトリウム漏れの原因は、温度計のさや管の設計に際して破損のメカニズムは全く考慮されていなかった(後略)」、No.39「もんじゅの蒸気発生器は、外側を4～500℃の高温の2次系ナトリウムが流れ、その内側を140本の伝熱管(パイプ)が通っており、熱交換により127気圧、483℃の水蒸気を作り出され、発電機を回します。もし、この伝熱管が破断したら、大事故が起こります」)。
- ④ 福島県意見では、意見集全体の語彙数が少ないこともあり、少数意見として特記すべき単語は少ない。その中で、多数意見にもあったように、福島の原子力発電所立地県としての「痛み」を「都会」の人たちに分かってほしいとする要望が示されていた(No.C「電力の大量消費地である都会の人は、電力県に対する感謝の念が少ない。立地住民

の不安や痛みが理解されていない。県として大いに啓蒙して、都会から感謝の念が持たれるような運動も必要ではないか。』)。

5.6 まとめ

本研究で対象とした4つの意見集をテキストマイニングの手法を用いて分析した結果、以下のことがわかった。

- (1) 原子力施設の種類の如何を問わず、4つの意見集において、プルトニウム利用(プルサーマル)と放射性廃棄物管理が不安及び疑問点として共通的に指摘されていた。このことから、今後の放射性廃棄物の処分場の立地活動も含めた原子力利用活動を進めるにあたっては、この2点について、明確な方針と対応策を立てるとともに、国民に対して情報開示を行いながら説明を行う必要がある。
- (2) 今回の意見分析の結果では、もんじゅと高レベル放射性廃棄物処分については、技術的信頼を求める意見があった。原子力発電所(福島)では、技術的に成熟していることもあり、技術的信頼を求める意見は見当たらなかった。この点については、豊田が指摘した「原子力発電のリスクに関する市民の主な関心は、事業者や規制行政の安全確保に向けての取り組み姿勢にある。一方で、核燃料サイクルに関しては技術固有の安全性に関して市民の関心の多くが集まっている。」¹⁾としている見解と一致していた。
- (3) 一般市民の原子力の受容性には、原子力事業者、国及び地方自治体に対する信頼感が大きく影響するという結果がこれまでのアンケート調査では得られている(例えば¹²⁾)。しかしながら、今回の分析結果では、「信頼」は出現頻度が小さく、重要なキーワードとはなっていなかった。これは、今回の分析対象とした意見を寄せた一般市民の原子力事業者等への信頼感が低いために、信頼感の有無を議論する段階まで到達していないためと考える。その一方で、4つの意見集で、共通的に原子力事業者等への責任を問う意見が見られた。これは、「信頼」以前の問題として原子力の安全確保に関する責任体制を明確にしてほしいとする意見の表れであると考ええる。

関係者が「責任」を持って原子力を実施していることを理解してもらうためには、以下のような対策が有効であると考ええる。

- ・ 体制の明確化：推進側と規制側の役割の明確な分担を行う。担当する職員の任期を長くすることにより、職員の専門家としての資質の向上と対外的な安定性を確保する。
- ・ 放射性廃棄物処分に係る国民的議論の喚起：放射性廃棄物は既にある問題として、原子力利用の恩恵にあずかった現世代が責任をもって処分することの道付けをするために、国民的規模での議論を行うための努力を行う。

- ・ 不測の事態に対する配慮：不足の事態を常に想定しておくことにより、万が一不測の事態が発生した場合の対応が後手に回ることとを避ける努力が必要である。

(4) 意見集の分析結果を個別にみた場合には、

- ・ 高レベル放射性廃棄物の処分では、放射性廃棄物の発生者責任の明確化、技術的信頼性の構築、立地基準の明確化、地域との共生をいかに図るかが重要である。なお、本分析結果は、高レベル放射性廃棄物を対象としたものではあるが、これらの阻害要因が、低レベル放射性廃棄物の阻害要因を包含していると考えられるので、低レベル放射性廃棄物の処分の実施に当たっても参考になる。
- ・ 東海村で引き続き原子力利用を進めるには、避難訓練を含めた防災計画の充実、放射線による健康影響の情報伝達が重要である。
- ・ 福島県で原子力利用を進めるには、東京を含めた電力消費地の人々の感謝の気持ちをいかに福島県民に伝えるかが重要である。また、原子力発電に対する依存割合を低減し、原子力発電所の数を減らすという観点から、省エネ対策の推進とクリーンエネルギーを含めた電源の多様化を進める。
- ・ もんじゅは、ハード面での安全対策を十分に講じる必要がある。また、原子力の規制及び推進側にいる国及び県の行政官、原子力事業者、専門家の技術的能力に対する不信感があるので、不信感を払拭するための基礎的データを含めた情報公開活動等を進める必要がある。

一般市民の原子力忌避要因については、意見を募集した時期によっても、その時代背景を受けていると考える。しかしながら、同種の意見募集が継続的に実施されていないため、その影響を除去して、個々の原子力施設に対する一般市民の意見を分析できてはいない。このため、引き続き、テキストマイニングの手法を用いて原子力に関する意見集を分析し、データを蓄積することにより、一般市民の原子力に関する不安要因の特定に努めていく必要がある。

第 5 章の参考文献

- 1) 木村浩，古田一雄，鈴木篤之，原子力の社会的受容性を判断する要因一居住地域および知識量による比較分析，日本原子力学会論文誌，379-388，2(4)(2003)

- 2) 豊田聖史, 科学技術として原子力におけるリスクコミュニケーション-学術的知見と実務的事例の整理・分析-, 安全工学, 140-145, 45(3), 2006
- 3) 岡本浩一, 宮本聡介編, JCO 事故後の原子力世論, ナカニシヤ出版, 113(2004)
- 4) 藤井美和, 小杉孝司, 李政元編著, 福祉・心理・看護のテキストマイニング入門, 中央法規, 25(2005)
- 5) Akihide KUGO, et al., Text Mining Analysis of Public Comments Regarding High-level Radioactive Waste Disposal, Journal of Nuclear Science and Technology, 755-767, 42(9), (2005)
- 6) 下岡浩, 「原子力政策大綱」決定までの軌跡ーパブリックコメントから読み解く民意分析(上)新計画の構成(案)(平成17年6月), 62-71, 52(1), (2006)
- 7) 大越実, 鳥井弘之, 藤井靖彦, クリアランス制度の理解促進方策に係る考察, 日本原子力学会論文和文誌, 印刷中
- 8) 原子力委員会, 高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書案「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について」に寄せられた意見,
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/waste-manage/sonota/sonota12/siryo34.htm>, (1998)
- 9) 東海村役場, 「再処理再開の意見書(集)」, (2000)
- 10) 福島県, 「県民の意見を聴く会」について(開催概要; 発言内容要約版),
<http://www.pref.fukushima.jp/chiiki-shin/energy/kentou/kikukai-yoyaku.htm>, (2001)
- 11) もんじゅ安全性調査検討専門委員会, 「県民の意見を聴く会」へいただいた意見集,
<http://www.atom.pref.fukui.jp/monjyu/H130922-iken/H130922-iken-1.pdf>, (2001)
- 12) 田中豊, 高レベル放射性廃棄物地層処分場立地の社会的受容を決定する心理的要因, 日本リスク研究学会誌, 45-52, 10(1)(1998)

第 6 章 放射性廃棄物管理施設の立地における リスクコミュニケーションと合意形成

6.1 はじめに

原子力環境整備機構 (NUMO: Nuclear Waste Management Organization of Japan) は、高レベル放射性廃棄物の処分場の立地選定のための概要調査地区の一般公募を 2002 年 12 月から開始した。また、(財) 原子力研究バックエンド推進センター (RANDEC: Radioactive Waste Management and Nuclear Facility Decommissioning Technology Center) は、放射性同位元素 (以下「RI」という。) の使用施設及び原子力の研究開発機関から発生した放射性廃棄物、いわゆる「RI・研究所等廃棄物」の処分場用地の立地選定を進めている。しかしながら、現時点においては、両者とも処分場の候補地点を決定するには至っていない。放射性廃棄物管理施設 (処理施設及び処分施設) を含めた原子力施設の立地については、一般公衆の原子力、放射線に対する恐怖心もあり、社会的受容性が得られずに、わが国も含めて世界各国で立地に困難な状況が生じている。

このような問題を解決するため、原子力委員会は、原子力施設の立地に当たっても、リスクを伴う他の事業活動と同様に、リスクコミュニケーションが必要であるとしている¹⁾。しかしながら、原子力安全委員会がパネル討論会の参加者に対して実施したアンケート調査結果²⁾によると、原子力のリスクコミュニケーションについて、「現状で十分である」とする意見は 0.0% であり、「全くなされていない」とする意見が 7.3%、「現在以上に必要である」とする意見が 67.1% を占めており、原子力分野では十分なリスクコミュニケーションが実施されていないと認識されている。

原子力分野において十分なリスクコミュニケーションが実施されていない理由の一つとしては、その必要性及び有用性は認識されているものの、実施経験がほとんどなく、リスクコミュニケーションの方法論が十分に確立していないことがあげられる。

このため、本研究においては、放射性廃棄物管理施設の立地に際してのリスクコミュニケーションの方法論の確立を目指して、リスクコミュニケーション事例を調査分析した。事例調査の一例目としては、フィンランド及びスウェーデンの使用済核燃料の処分場の立地に際してのリスクコミュニケーション事例を、また、二例目としては (社) 日本アイソトープ協会が実施した放射性廃棄物処理施設の増設に関するリスクコミュニケーション事例を調査分析することにより、リスクコミュニケーションを進める上での教訓を得た。また、学び取った教訓等を基に、今後、放射性廃棄物管理施設の立地に際してリスクコミュニケーションを実効あらしめるための方策について考察を行った。

6.2 リスクコミュニケーションの定義及び実施判定基準

リスクコミュニケーションの定義は研究者によって異なるが、米国研究審議会(NRC: National Research Council)による、「リスクコミュニケーションとは、個人とグループそして組織の間で人の健康又は環境のリスクに関する情報や意見を交換する相互作用的过程である」とする定義³⁾が広く使用されている。本研究においても、以下の調査・分析において本定義を使用するものとする。

また、NRCは、コンセンサスを必要とする公の問題に関するリスクコミュニケーションの成功の判断基準として、「影響を受ける人々や関心を持っている人々の間で関係する問題や決定の理解が深まり、関係者が入手可能な知識の範囲内において的確に知らされていると満足した時である。」としている⁴⁾。したがって、NRCの基準では、リスクコミュニケーションは、関係者間での合意形成を必ずしもその成功の判断基準としてはいない。

そして、米国環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)は、行政や企業等が適切なリスクコミュニケーションを進めるための基本的な考え方と態度として、以下の基本原則を示している⁵⁾。

- ①市民団体・地域住民等を正当なパートナーとして受け入れ、連携すること
- ②コミュニケーション方法を注意深く立案し、そのプロセスを評価すること
- ③人々の声に耳を傾けること
- ④正直、率直、オープンになること
- ⑤他の信頼できる人々や機関と協調、協働すること
- ⑥メディア(マスコミ)の要望を理解して応えること
- ⑦相手の気持ちを受けとめ、明瞭に話すこと

本研究では、リスクコミュニケーションが成功したか否かの判断基準としては、上記のNRCのリスクコミュニケーションの成功の判断基準を使用するものとする。加えて、今回の事例調査のリスクコミュニケーションの主たる担い手が行政及び企業であること、EPAの提案が具体的なリスクコミュニケーションの方針を示していることから、各事例においてEPAの基本原則に示された対応が採られた程度に基づいてリスクコミュニケーションの実施状況の判断を行うこととする。

6.3 フィンランド及びスウェーデンのリスクコミュニケーション事例の分析

6.3.1 調査方法

フィンランド及びスウェーデンの放射性廃棄物処分の規制機関及び実施機関である、フィンランド放射線・原子力安全局(STUK)^a、Posiva社^b、スウェー

^a STUK(Säteilyturvakeskus)は、社会保健省傘下の独立系の規制・研究機関である。STUKは原子力施設の建設や運転に関する許可は付与しないが、安全規制要件を満足しているとする同センターの意見書がなければ、許可が付与されることはない。2004年末現在の職員総数は315人で、うち、核廃棄物・核物質規制部門の職員数は19名である。

^b Posiva社(Posiva Oy)は、フィンランドに2社ある電力会社TVO社(Teollisuuden

ーデン原子力発電検査局 (SKI)^c、スウェーデン放射線防護局 (SSI)^d及びスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB)^eを訪問し、使用済燃料の処分施設の立地に関するリスクコミュニケーションの実施状況、その方法等に関するインタビュー調査を実施した。

インタビュー調査は、2005年9月に各機関を大越が訪問して実施した。インタビュー時間は、1機関あたり1時間30分から3時間であった。また、インタビュー対象者は、各機関とも1名^fであった。

なお、今回のインタビュー調査は、使用済燃料の処分を実施又は規制する組織に属する者のみを対象とした調査である。このため、フィンランド及びスウェーデンの一般市民或は地方自治体に属する者の使用済燃料の処分場の立地に対する意見等については、文献調査により把握に努めた。

6.3.2 調査結果

スウェーデン及びフィンランドとも、放射性廃棄物処分に関する意思決定に住民等のステークホルダー(関係者)をどのように参加させるかについて苦心をしつつも、意思決定の早い段階からの関係者の参加を促しつつ、リスクコミュニケーションを実施している。その結果、フィンランドでは2001年に処分場の立地地点が決定されている。また、スウェーデンでは、現在、SKBが処分場の立地地点を決定するための詳細調査を2箇所の候補地点で精力的に進めている。表6-1に、スウェーデン及びフィンランドにおける使用済燃料の処分場の立地選定に関する経緯を示す。

両国の立地活動におけるリスクコミュニケーションのための方法論としては、放射性廃棄物処分場の立地に関する環境影響評価(EIA: Environmental Impact Assessment)への関係者の参加という点を除けば、通常のリスクコミュニケーションにおいて採用されている地域住民への説明会の開催、施設見学会、広報誌及びウェブを通じた広報等のごく一般的な手法であり、特別な手法は採用されていない。以下に、関係者へのインタビューに基づき、スウェーデン及びフィンランドにおける処分場の立地活動に係るリスクコミュニケーションを成功させる上で重要と考えられる事項についてとりまとめた。

Voima Oy)とFPH社(Fortum Power and Heat Oy)の出資により、1995年に設立された使用済燃料の処分実施主体である。

^c SKI(Statens kärnkraftinspektion)は、原子力活動法に基づく規制と許認可要件への遵守状況を確認するために、原子力施設の規制検査と評価を行う。また、原子力活動法に基づく原子力施設の監督を行う。2004年末現在の職員総数は125人で、うち、原子力廃棄物安全局の職員数は14名である。

^d SSI(Statens strålskyddsinstitut)も、SKIと同様に、原子力施設の規制検査と評価を行う。また、放射線防護法に基づく規制と許認可要件への遵守状況の監督を行う。2004年末現在の職員総数は118人で、うち、25名が放射性廃棄物に直接関連する業務を担当している。

^e SKB(Svensk Kärnbränslehantering AB)は、スウェーデンに4社ある電力会社の出資によって設立され、原子力発電所に存在する使用済燃料と放射性廃棄物の取扱、輸送及び処分の実施主体である。

^f STUK:情報担当官、Posiva社:副社長、SKB:上級副社長、SSI:放射線防護官、SKI:核廃棄物安全室調査官

表 6-1 スウェーデン及びフィンランドでの使用済燃料処分場の立地に係る主要な経緯

年	スウェーデン	フィンランド
1977	SKB が 11 箇所で地質調査のためのドリリングを開始	—
1980	2 箇所の調査地点で反対運動が起こり、全地点でのドリリングを中止	—
1983	—	政府が、処分のための計画(2000 年の処分場サイトの正式決定)を決定
1986	—	TVO 社が、Olkiluoto を含む 5 箇所の地点で予備調査を開始
1992	SKB が研究開発及び実証(RD&D)に関する報告書を公開し、処分場立地に向けた基本的考え方を提示	上記 5 地点でのより詳細な調査を開始
1993	SKB が、全国の自治体に公募申し入れを行い、8 候補地点でフィージビリティ調査を行うことを決定。Storuman でのフィージビリティ調査を開始	詳細調査の結果、4 自治体を処分場候補地点として提案
1994	Malå でのフィージビリティ調査を開始	1996 年以降の放射性廃棄物の輸出入を禁止
1995	Nyköping と Östhammar でのフィージビリティ調査を開始。Storuman では、住民投票の結果、調査の継続を拒否	—
1996	—	Posiva 社設立
1997	Oskarshamn でのフィージビリティ調査を開始。Malå では、住民投票の結果、調査の継続を拒否	Posiva 社が環境影響評価(EIA)を開始(1999 年まで)
1998	Tierp でのフィージビリティ調査を開始	—
1999	Hultsfred と Älvkarleby でのフィージビリティ調査を開始	Posiva 社が環境影響評価等に基づき、Eurajoki 市 Olkiluoto 地区を候補地点とする「原則決定(DiP)」の申請を実施
2000	SKB は、Oskarshamn, Östhammar, Tierp の 3 地点に絞り、詳細調査を行うことを提案し、環境省の許可を取得した	Eurajoki 市議会が承認決議を実施 政府も原則決定を承認
2001	Östhammar が詳細調査の受け入れを表明	議会が政府の「原則決定」を承認
2002	Oskarshamn が詳細調査の受け入れを表明 Tierp は受け入れ拒否を表明	—
2004	—	Posiva 社が深地下の岩盤特性の研究施設(ONKALO)の建設を開始

(1) 段階的な意思決定方法

スウェーデンでは、表 6-1 に示すように、1980 年代に、地域住民の反対運動にあつて処分場の立地活動が中断した経緯がある。このため、SKB は、立地場所の決定から処分場の操業までを一段階で実施する方針から、地元自治体の了解を得ながら、段階的[§]に立地選定及び処分施設の操業を進めて

[§] 処分場の候補地点への公募結果に基づき、フィージビリティ調査、詳細調査を通じて処分場の候補地点を 1 箇所に絞り、詳細な特性調査を実施する。その後、処分場に処分総量の 10% の廃棄物を受け入れて評価を実施し、安全性が確認された後に、

いく方針に切り替えた。また、SKBは、1990年代の中頃から環境影響評価のための協議を開始したが、協議方法や仕組みも含め、市民、地方自治体、政府機関等の多様な関係者と協議しながら進めてきた。さらに、地方自治体や非政府組織(NGO: Non-Governmental Organization)が、環境影響評価等の意思決定過程に参加しやすくなるように、廃棄物基金から資金の提供が行われている^h。

このようなコミュニケーションの結果であるか否かは断定できないが、SKBによるアンケート調査では、処分場の候補地点である Oskarshamn と Östhammar の住民は、スウェーデン全体の住民よりも自分の住む場所に処分場を建設することに賛意を示しているⁱ。

フィンランドにおいては、放射性廃棄物処分場を含めた原子力施設の許可発行に当たっては、次の3段階からなる許可プロセスが採用されている。

- ・ 原則決定－政府により付与され、議会により承認される。
- ・ 建設許可－政府により付与される。
- ・ 運転許可－政府により付与される。

原子力事業者は、「原則決定(DiP: Decision in Principle)」の申請を行うに当たって、環境影響評価結果に関する書類を添付することが求められている^j。また、政府が、「原則決定」を行うに当たっては、STUKによる安全性確認に加えて、当該施設の建設予定地の自治体はその建設に賛成であることも求められている。さらに、政府が行った「原則決定」に対する議会の承認が必要とされている。このような一連の「原則決定」の過程を通じて、意思決定プロセスの透明性が確保されている。また、段階的な意思決定であるため、柔軟性がある。原子力事業者にとっては、次の段階に進んでよいか否かを示す

定常的な操業状態に移行するとしている。

^h フィージビリティ及び詳細調査の対象となった地方自治体は、意思決定に必要な検討を行うための資金(年間約 435,000 ユーロ)の提供を廃棄物基金から受けることができる。資金の使用に当たっては SKI の承認が必要であるが、地方自治体の判断で予算を執行でき、例えば、専門的な内容の妥当性を判断するために、コンサルタントを雇用するため等に使用されている。また、SKI は、ステークホルダーを積極的に意思決定に関与させるために、NGO の活動に期待をしている。しかしながら、NGO は、会合への参加者の調整、定期的な会合でのコメントの作成等を行っているものの、その活動は活発とはいえない。このため、政府は最近になって、NGO が環境影響評価の活動に参加できるように、SKI の承認を受ければ、年間約 325,000 ユーロを上限として受け取ることができる制度を新設した。なお、受給をうけることができる NGO の基準として、会員数が 2,000 人以上であり、かつ、民主的な運営形態であることが要求されている。

ⁱ 「あなたの住む自治体に使用済燃料の処分施設の適地があることがわかった場合に、あなたは処分場の立地に賛成しますか或は反対をしますか」という質問を行っている。その結果、絶対賛成と賛成を含めた割合が、Oskarshamn と Östhammar では、それぞれ 76% と 71% であるのに対し、全国では 41% となっている。

^j 環境影響評価の実施に当たっては、まず計画書を作成した段階で、対象地域住民を含めた関係者に計画が公表され、コメントを求めることになっている。また、環境影響評価と「原則決定」手続きの間に、国民、地元自治体、隣接自治体、関係機関、周辺諸国が意見表明(口頭或は書面)や見解書を提出する機会が与えられている。さらに、報告書については、公聴会を含めた地域住民や自治体の見解もあわせ、最終的には監督官庁である貿易産業省(KTM: Kauppa- ja teollisuusministeriö)の見解書により、実施された評価の適切さについての判断が示されることになる。

ための根拠を用意すれば良く、負担の軽減にもつながっている。なお、「原則決定」以降の段階においては、議会の承認や自治体からの承認は必要とされない。

経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA: Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy agency))が開催したフィンランドの使用済燃料の立地決定に関するワークショップでの討議結果によれば⁶⁾、ワークショップに出席していたフィンランド人の一部からは、EIA過程への住民参加の機会及び住民の意思決定への関与割合に対して公平性がなかったとの意見が示されていたものの、大多数の参加者は、EIA過程への住民参加の機会については、十分確保されていたとの認識を示していた。また、情報の提供の程度についても、多すぎたという少数意見があるものの、大多数の参加者は充分であったとの認識を示していた。その一方で、処分の代替案に対する情報提供が不十分であったこと、また、資金面の問題により反対派が独自の専門家を雇用できなかったことについて不満感が示されていた。

欧州連合(EU: European Union)は、1998年、2001年及び2005年に、一般市民を対象とした放射性廃棄物に関するアンケート調査(以下「EU廃棄物調査」という。)を実施している⁷⁻⁹⁾。調査の一環として、放射性廃棄物に関して十分な情報が与えられているか否かについての満足度に関する調査が継続的に実施されている。その調査結果によると、図6-1に示したように、満足度は各国とも低いもののスウェーデンとフィンランドの市民は、EU加盟国^kの中では、情報提供に対する満足度が約30～50%と安定して高いことが分る。フィンランドは、DiP手続きの過程の中で一般市民に対する情報提供が行われた効果により、満足度が上昇しているものと推測される。

(2) 規制機関の積極的な参加

処分の実施主体であるSKB及びPosiva社が、処分に関する安全性の説明責任を負っていることはいうまでもないことである。しかしながら、両国の規制機関とも、その立場を堅持しつつも、住民に対する安全性の説明を積極的に実施してきている。

スウェーデンでは、使用済燃料の処分は長期かつ費用のかかる事業であることから、その事業を円滑に実施するために、SKI及びSSIは従来の規制の枠組みを適切に拡張し、処分場の立地に関する申請が提出される前から対応を行ってきている。例えば、SKIとSSIは、自治体の要請により、環境影響評価に参加している。

フィンランドでは、住民や意思決定者が、処分に関する正確な情報を入手

^k 2005年の調査ではEU加盟25カ国を調査対象としているが、1998年及び2001年の調査対象が当時のEU加盟15カ国(ベルギー、オランダ、ルクセンブルグ、ドイツ、フランス、イタリア、イギリス、アイルランド、デンマーク、ギリシャ、スペイン、ポルトガル、スウェーデン、フィンランド、オーストリア)であることから、ここでは、15カ国の平均と原子力発電所を所有する主要な6カ国の調査結果を示した。

することが困難であったり、入手できる情報は否定的なものであったりした。このため、STUK は、住民が放射線と放射性廃棄物について誤った認識¹を持っている可能性があるとして、それを是正する観点から、1990年代の後半から、自らの判断で住民に対する説明を行ってきた⁶。ただし、放射性廃棄物処分の推進と規制の明確な役割分担を行うべきであるとしている。STUK はあくまでも規制当局であり、国民の安全を守るのが目的であり、廃棄物の処分を推進しようという意識は無いとのことであった。このような STUK の参加については、OECD/NEA のワークショップのフィンランド参加者の大多数から高く評価されていた⁶。

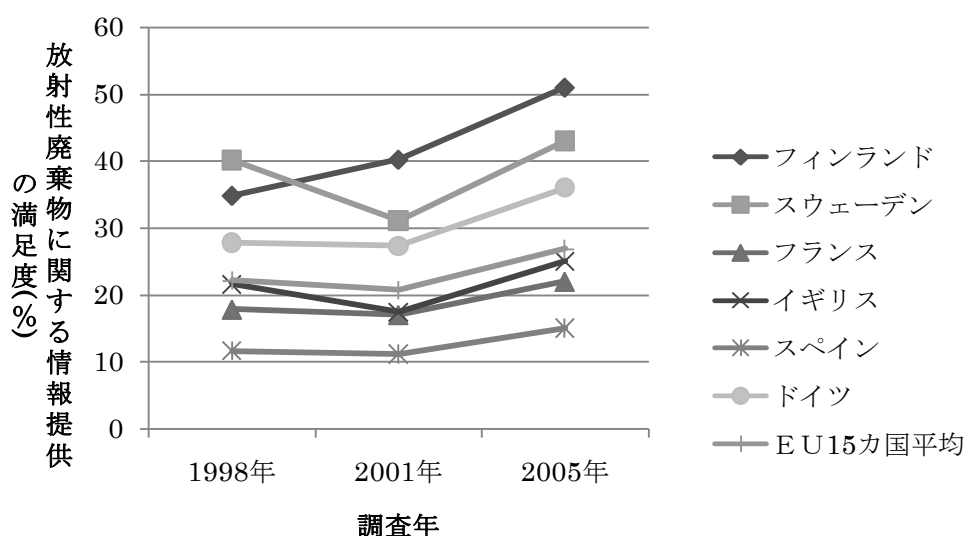


図 6-1 放射性廃棄物に関する情報提供の満足度の調査結果
(参考文献 7)－9)を基に筆者が作成)

(3) 信頼感の醸成

関係者の合意を得るための主要な要因として、スウェーデンでは SKB 及び規制当局 (SKI 及び SSI) に対する一般市民の信頼を挙げていた。また、信頼を得るための条件としては、透明性及び公開性並びに組織と業務の中立性^mが強調されていた。具体的には、SKB が 3 年ごとに国に提出する放射性廃棄物に関する研究開発と実証 (RD&D: Research, Development & Demonstration) 報告書¹⁰)を規制当局が審査することによって、放射性廃棄物管理に関する計画がどこまで進行し、何が分かっていないかが明確となり、

¹ 一般市民の認識としては、「地下に処分された廃棄物からの放射線は、地上の人間に対して重大な危険性を及ぼす。」「処分場の近くでは、散歩、狩猟、魚釣り、木苺やきのこ採りはできない。」「放射性廃棄物の危険性は、稼動中の原子力発電所よりも大きい。」というものであった。

^m 透明性の確保の一環として、SKB と規制当局との距離を置いた関係を挙げていた。その例として、公式な会合の席で会う場合を除けば、SSI の職員が、SKB の職員と会食を共にすることはないし、タクシーと一緒に乗車することも無いとのことであった。

透明性及び公開性の確保が可能となるとしている。さらに、スウェーデンでは、昔から情報公開及び施設公開ⁿを積極的に実施して来ており、この事実が行政当局を含め、各機関に対する人々の信頼感を醸成してきたと考えられるとしていた^o。

フィンランドにおいても、同種の取り組みが始まっており、3年ごとに、原子力発電所から発生する放射性廃棄物管理に関する研究開発と設計検討の成果と将来計画を記載した報告書を提出することが2002年に義務付けられた。これを受けて、2003年には、2004年～2006年の3ヵ年における原子力発電所から発生する放射性廃棄物の管理計画に関する報告書¹¹⁾が取りまとめられ、STUKに提出された。STUKでは、外部の専門家を入れて報告書の内容について審議を行い、計画面での改善を提案している。また、フィンランドではSTUKの存在が国民によく知られていること及びその信頼性が高いこと、さらに入手できる限り最大限の情報に基づき機微な質問にも誠実な対応をすることが、コミュニケーションの円滑な実施にとって有利に働いているとのことであった^p。

EU廃棄物調査⁷⁻⁹⁾では、放射性廃棄物管理に関して、どのような情報源が信用できるかについて調査を行っている。調査した年によって、結果は変動しているが、調査結果のうち、2005年に実施したEU加盟25カ国の中で原子力先進国である6カ国の調査結果⁹⁾について、表6-2に示す。本調査結果によると、スウェーデンの各情報源に対する信用度は、他の国に比べて高い。また、国の放射性廃棄物管理に対して責任を有する機関(SKB)に対する信頼が46%と、NGOや国際機関と同程度の信頼を得ている。フィンランドは、スウェーデンに比べれば、各情報源に対する信頼の程度が低いものの、独立系の科学者と国の放射性廃棄物管理に対して責任を有する機関(Posiva社)に対する信頼感が比較的高い。

(4) 原子力に関する議論の存在

スウェーデンでは、チェルノブイル事故後、原子力に反対する意見が強かった。しかしながら、原子力発電の漸次撤退の議論に伴って、様々な代替エネルギー源について議論を実施した結果、環境に優しく、かつ、十分な供給力のあるエネルギー源としては原子力が一番であることが国民に認識されたため、

ⁿ SFR 低中レベル放射性廃棄物処分場と Äspö の岩盤研究所に、2004 年は、各々約 10,000 人の訪問者があった。また、SKB の所有する輸送船で調査地点等を訪問し、船上でのセミナー等を実施している。2004 年は、訪問範囲を絞ったため、例年より参加者が少なく、参加者は約 11,500 人であった。

^o 情報公開の徹底振りの例として、SSI では、見知らぬ人が突然 SSI に現れ、職員のパソコンの中にある情報を見せてくれといわれれば、全てのファイルを見せることになるとのことであった。もちろん国家機密等の公開できない情報はあがるが、それ以外は全て公開するのが原則であるとのことであった。

^p STUK は積極的にマスコミ及び一般市民に対する対応を行っている。STUK の職員は、曜日及び時間帯に関係なく、マスコミ及び一般市民からの質問に対応をすることとなっている。

現在のところ、欧州の中で原子力に対する賛成派が最も多いと思われる⁹⁾。放射性廃棄物に関する議論についても、原子力の漸次撤退に関する国民投票のための議論を経験する中で、深まってきたと考えられている¹²⁾。

フィンランドでは、エネルギー供給がフィンランド国民にとって重要な関心事の一つであることから、エネルギー問題を放射性廃棄物管理問題と結びつけることが処分場に関する公衆の支持を高める上で役立った可能性があるという意見が示されている¹²⁾。また、政府が行った使用済燃料管理に関する一連の決定(1993年に貯蔵オプションを検討対象から除外、1994年に1996年以降の放射性廃棄物の輸出を禁止¹⁾)が、現状を変化させる必要性に関する社会的な認知を高める役割を果たしたと考えられている¹²⁾。

表 6-2 放射性廃棄物管理に関する情報源として信頼できる機関に関する調査結果 (参考文献 9)を基に筆者が作成)

	スウェーデン	フィンランド	ドイツ	スペイン	フランス	イギリス	EU25 各国平均
環境を憂慮している NGO	50%	33%	32%	31%	48%	38%	39%
独立系の科学者	58%	55%	44%	32%	43%	41%	38%
原子力技術の平和利用のための国際機関	50%	37%	33%	15%	33%	29%	30%
放射性廃棄物管理に責任を有する国の機関	46%	34%	36%	14%	23%	20%	26%
国の政府	28%	22%	13%	30%	14%	16%	19%
EU	10%	14%	9%	15%	14%	13%	14%
メディア	6%	20%	13%	22%	11%	10%	13%
原子力事業者	26%	18%	8%	8%	15%	16%	11%

(注): 複数回答が認められているため、回答の合計は 100%を超える。

(5) 放射性廃棄物管理の全体計画の提示

スウェーデンとフィンランドは、わが国に比べ、原子力及び放射性物質の利

⁹⁾ EU は、2005 年に、原子力発電所で作られたエネルギーを肯定するか否かについて EU 加盟 25 カ国の市民に対して調査を行っている⁹⁾。その結果によると、スウェーデンは肯定する割合が 64%と、ハンガリーの 65%について第 2 位である。なお、フィンランドは 58%で第 5 位であり、EU25 各国平均は 37%であった。

¹⁾ FPH 社が所有する Loviisa 発電所は、旧ソ連製 VVER 型原子炉であり、本法律が施行されるまでは、使用済燃料は旧ソ連に返還されていた。

用規模が小さく、放射性廃棄物の管理に関する全体計画を立案しやすいという面はある。しかしながら、両国とも、放射性廃棄物の処理処分の全体計画を定め、計画の推進を図っている^{13,14)}。

(3)で述べたように、スウェーデンでは、SKBが3年ごとに国に提出する放射性廃棄物に関するRD&D報告書¹⁰⁾において処分の全体計画が提案されている。また、フィンランドでは、(3)で述べた報告書¹¹⁾に加えて、原子力法で、原子炉施設の許可取得者は、毎年、放射性廃棄物管理についての概略計画(5年間)と詳細計画(1年間)を作成して貿易産業省(KTM: Kauppa- ja teollisuusministeriö)に提出すること、KTMはこれらについてSTUKの見解書を得る必要があることが定められている。

(6) 経済的メリット

両国とも、処分場の立地に伴う地元への経済的なメリットとしては、処分場を設置するための建設作業の地元発注、新しい施設ができることによって生み出される新たな雇用、出来上がった施設の固定資産税^s、さらには従業員がその地に住むことによる地元自治体の税収増加等があるとしてある。

しかしながら、上記以外の処分場立地に対する経済的な補償は、スウェーデンでは、現在のところ決まっていないとのことである。フィンランドの場合には、Posiva社本社のEurajoki市への移転にともなう老人ホームの立替のための低金利の融資^t以外に、特別な補償はないとのことである¹⁵⁾。

処分場の立地に伴う税金収入、雇用の増加等の経済的メリットが、処分場の立地の可否の判断に際して有利に働いているものと推測はされる。しかしながら、経済的メリットが立地の受諾の決定要因になっているとは考え難い。

(7) 若年層に対する普及啓発

両国とも、今後の放射性廃棄物管理に関する意思決定において、キャスティングボートを握る可能性のある若年層への広報を積極的に実施している。SKBは、現在立地調査を行っているOskarshamnとÖsthammarの各サイトにある学校で放射性廃棄物管理に関する説明を行うために、2名ずつの職員を配置しているとのことであった。また、若者向けのウェブサイトも2004年に立ち上げており、若年層に向けた広報活動を強化している。SKIも求めに応じて、高校で説明を行っているとのことであった。フィンランドでは、STUKが、Eurajoki市の高校で、放射性廃棄物管理に関する教育を実施している。

6.3.3 本事例から学ぶべきこと

本事例を6.2で述べたリスクコミュニケーションの定義、成功の判断基準及び実施基準と照らし合わせたときに、

^s フィンランドの原子力施設関係の固定資産税の税率は2.2%と通常施設の0.2%と比べ、高く設定されている¹⁵⁾。

^t Posiva社は、Eurajoki市の老人ホームとして使用されていた建物を改修して本社として賃貸契約するとともに、新しい老人ホームの建設のための費用をEurajoki市に対して低金利で融資した¹⁵⁾。

- ・ スウェーデン及びフィンランドの市民が図 6-1 に示したようにかなりの割合で放射性廃棄物に関する情報提供に満足していること
- ・ 表 6-2 に示したように、Posiva 社と SKB が一般市民からの信頼をある程度まで獲得していること
- ・ EIA への参加等を含め関係する人々を正当なパートナーとして積極的に意思決定に関与させる努力を行っていること
- ・ 過去の失敗に学び意思決定方法の改善を行っていること

等の事実から判断して、両国においてリスクコミュニケーションが成功していると判断できるだろう。

スウェーデンとフィンランド及び日本では、文化の相違、放射性廃棄物の規制、規制機関の機能の相違等⁴があることから、スウェーデンとフィンランドの経験を直接わが国に適用することはできないと考える。しかしながら、両国の経験は貴重なものであり、その経験は傾聴に値するものである。

スウェーデン及びフィンランドとも、放射性廃棄物が既に存在しているという事実を真剣に受け止め、その問題を現世代で解決するために関係者が積極的に議論を行っている。スウェーデンでは、過去の失敗に学び、意思決定方法を段階的な意思決定方法に変更している。また、フィンランドでは「原則決定」の制度を意思決定メカニズムに取り入れるることにより、意思決定の透明性及び柔軟性を確保している。

両国とも、地域住民を含めた関係者を意思決定過程に関与させる有効な手法として、環境影響評価を挙げている。また、両国とも、環境評価報告書にどのような評価を盛り込むかについて、関係者と協議しながら検討を行っている⁵。そのため、環境影響評価は報告書ではなくて手続きであると表現されるように、報告書を作成する段階で多様な意見を取り入れた上で、評価を進めていくことによって合意が形成されていくものと思われる。さらには、積極的な情報公開等に基づく、一般市民の規制当局、原子力事業者等に対する信頼感が、リスクコミュニケーションの実施に役立っていると思われる。

6.4 日本のリスクコミュニケーション事例の分析

6.4.1 放射性廃棄物処理施設建設の経緯

(社)日本アイソトープ協会(以下「RI協会」という。)は、RIの使用事業所から発生する放射性廃棄物を一括して集荷・処理するわが国唯一の廃棄事

⁴ 文化の相違、気候・風土等が、リスクコミュニケーションに影響を与えると考える。例えば、スウェーデンでは昔から情報公開が進んでいること、両国とも冬の気候条件が厳しく一般市民のエネルギー供給に関する関心が高いことが、使用済燃料処分場の立地に際してのリスクコミュニケーションに影響を与えていると推察される。しかしながら、本研究では、上記以上の明確な影響要因とその影響の程度について確証を得ることができなかったため、文化の相違、気候・風土等までを考慮に入れたリスクコミュニケーション手法については言及しない。引き続き、調査及び分析が必要と考える。

⁵ フィンランドでは、使用済燃料を地層処分しないとした場合の影響についての評価を要望する意見があり、保管を継続した場合の影響評価が実施されている。

業者である。RI 協会は、1987 年より岩手県滝沢村^Wに設置した「茅記念滝沢研究所」(以下「滝沢研究所」という。)において、医療施設から発生する RI 廃棄物の処理を開始した。滝沢研究所は、盛岡市から北へ約 15km の位置にあり、全国約 1,200 箇所の医療 RI 廃棄物発生事業所から集荷した放射性廃棄物を焼却処理設備と圧縮処理設備で減容処理後、処理済廃棄物の保管を行っている。現在、滝沢研究所で処理可能な放射性廃棄物は、滝沢村との「公害防止に関する協定書」に基づき、医療用の短寿命 19 核種を含む RI 廃棄物に限定されている。

上記以外の RI 廃棄物については、一部処理が行われているが、大部分は未処理のまま RI 協会が保管管理している。このため、RI 協会は、2001 年 8 月に、滝沢研究所で処理可能な RI 廃棄物の範囲を、大学、研究機関等の「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の規制対象施設から発生した RI 廃棄物(以下「研究用 RI 廃棄物」という。)を含む全ての RI 廃棄物に拡張するため、滝沢村に処理施設の増設の申し入れを行った。

上記申し入れに対して、滝沢村は、2002 年 9 月に、建設拒否の回答を RI 協会に対して行った。拒否の理由としては、施設の安全性には問題ないとしながら、村が開いた地元住民説明会で計画への不安の声が多かったことと、最初の誘致を巡って賛成派と反対派が地元を二分した事態が再度起こることを避けるためと説明されている(平成 16 年 9 月 16 日付け朝日新聞)。表 6-3 に、放射性廃棄物処理施設の立地に関する主要な経緯を示す。

表 6-3 RI 協会滝沢研究所の立地及び増設に係る経緯
並びに関係者の活動状況

年月	主要な経緯
1980 年 ～1981 年	RI 協会は、岩手県及び滝沢村とラジオメディカルセンター(RMC) [*] に係る協議を開始
1981 年 5 月	滝沢村が、RI 協会へ RMC 建設要望書を提出
7 月	滝沢村が、「地権者説明会」(柳沢地区)を開催
8 月	滝沢村が、柳沢地区地域説明会を開催(参加者 12 名)し、「総合開発審議会」で RMC 計画の柳沢地区への誘致を決定
9 月	滝沢村が柳沢地区地域説明会を再度開催(参加者 150 名)。反対期成同盟が発足
1982 年 2 月	滝沢村は、柳沢地区への RWMC 誘致を断念。候補地 5 箇所を提示
4 月	滝沢村は、新候補地に一本木地区を決定
5 月	一本木地区建設反対期成同盟会発足、建設反対請願を提出。建設促進期成同盟会発足、建設促進請願を提出
6 月	土地売買契約成立。建設反対請願不採択、建設促進請願採択
7 月	滝沢村が地元説明会開催(約 70 名)、反対派が公開討論会開催(約 250 名)
1983 年 6 月	RI 協会が土木工事に着工(反対派 250 名が示威行動)

^W 滝沢村の面積は約 182km²、人口は約 53,000 人(2006 年 8 月末現在)である。

年 月	主 要 な 経 緯
7 月	一本木土地改良区が工事差し止め仮処分申請（1984 年 1 月却下）
1987 年 6 月	RI 協会が滝沢村と「公害防止に関する協定書」を締結。滝沢研究所の操業開始。滝沢村，RI 協会を相手に損害賠償請求訴訟を提起（1988 年 12 月却下）
1994 年 3 月	RI 協会は，滝沢村に研究用 RI 廃棄物が処理できるよう「公害防止協定（変更協議）」を申し入れ
1995 年 3 月	滝沢村は，「公害防止協定」変更を拒否
2001 年 8 月	RI 協会が，「公害防止協定（変更協議）」を申し入れ
9 月	RI 協会が，南北一本木自治会推薦地域有識者に説明会開催（27 名参加）
11 月	一本木地域住民を対象に説明会開催（28 名参加）
2002 年 1 月 ～3 月	RI 協会が地元住民に説明会開催（全 3 回開催）
2003 年 9 月	RI 協会が滝沢村に新事業計画書を提出
2004 年 6 月	滝沢村議会議長に対し，「新 RMC 構想事業計画調査特別委員会」から新事業の安全性は問題ないとする報告書が提出される。玉山村村議会が反対決議を提出
7 月	公開討論会「新 RMC を考える集い」を開催（約 250 名参加）
8 月	滝沢村が，地元住民他を対象に説明会を開催（約 100 名参加）。反対派が，地域住民を対象に勉強会を開催
9 月	滝沢村議会に質問状を提出，2 万 3 千名の反対署名を村に提出。村長が村議会に対し拒否の経緯を説明

*：当初は，廃棄物処理施設に加えて，RI 医薬品の製造工場も含めた複合施設が建設される計画であったため，本名称で呼ばれている。

6.4.2. 調査対象及び調査方法

(1) 新聞記事に関する調査

滝沢研究所の建設に関する新聞記事を基に，関係者間での交渉経緯，争点，リスクコミュニケーションの実施状況について調査した。調査対象の新聞は，1981 年 9 月から 2004 年 9 月の朝日新聞，毎日新聞及び読売新聞の岩手版，岩手日報並びに盛岡タイムスとした。

(2) インタビュー調査

滝沢研究所の拡張に関してやり取りを行った主要団体の関係者にインタビュー調査を行うことで，新聞記事を補足し，リスクコミュニケーションを実施するうえでの課題について把握を試みた。

インタビューは，平成 2005 年 5 月から 8 月に実施した。対象者は，滝沢村役場職員，地元住民 A(元高校教員)，地元住民 B(滝沢村議会議員)及び RI 協会職員である。インタビューは大越が実施し，インタビュー時間は一人当たり約 2 時間であった。

6.4.3 調査結果

(1) 新聞記事に関する調査結果

新聞記事に現れた RI 協会と住民等との主要なリスクコミュニケーションの実施状況を以下に示す。なお，関係者の個人名については，略字で記載し

た。

当初立地時(1982年(昭和57年)～1989年(平成元年))

- ・ 1982(昭和57)年7月6日に滝沢村主催の第1回地域説明会が開催された(参加者70名)が、反対派はボイコットした。参加者の感想として、「片方で絶対安全といい、一方で汚染があるというので心配で聞きたが、難しい話ばかりで説明会でもサッパリ分らなかった。」(昭和57年7月7日読売新聞)
- ・ 「公開質問状への回答はスリカエ・ゴマカシ・黙殺・責任転嫁を平然と行っており、まともに答えたものは一つもない」として抗議文を郵送した。「協会は地権者だけを相手にし、地元住民への納得のいく説明をしていない。」(昭和57年9月17日毎日新聞)
- ・ 「RI協会のK会長は、突然、滝沢村を訪れ、建設予定地を視察した。反対派住民には会わなかった。工事着工について、『強行着工』もありうることを示唆した。また、地元住民との対話不足について『隠す考えは毛頭なかった。結果的に批判を受けたのはまずかった』としながらも、『全員のコンセンサスは得られない。どこかできらざるを得ない』と述べ、”見切り発車”もやむをえない考えを示した。」(昭和57年11月18日朝日新聞)
- ・ 「協会と村当局は、計画段階からこれまで、『薬品工場』との当初の地元への説明、地権者への抜き打ち的買収、地元には何ら説明もないまま実施された環境放射線調査など、とかく『秘密主義』との批判を浴び、地元が不信感を募らせてきた。その上さらに、住民との公開討論会も拒否し、抗議文すら受け取らないまま、着工の”儀式”を先行させたことは、反対派をますます硬化させた」(昭和58年6月18日朝日新聞)
- ・ 岩手県議会において、M企画調整部長が、「誘致は、村が所要の機関に諮って決めたものであり、コンセンサスはできている」と答弁した(昭和58年7月8日朝日新聞)
- ・ 処理施設と同時期に操業を予定していた医薬品製造メーカーが進出してこない問題で、S滝沢村長は「結果的にだまされた」と述べた。(昭和63年8月12日岩手日報)
- ・ 「村民が『本当に大丈夫だろうか』との不安を拭い去れないのは、操業の詳細が一般に明らかにされていないためであろう。施設周辺の放射線量の測定を実際に行っているのが、日本アイソトープ協会自体であることも『密室での監視』という疑問を招いている。」(平成元年5月4日岩手日報)

以上のように、情報の交換による理解の促進と信頼の向上を目指したリスクコミュニケーションといえるような活動は、RI協会、行政当局、住民の三者間には認められなかった。

拡張申し込み時(2001(平成 13)～2004(平成 16)年)

- ・「協会は地元住民への説明会を2度開き、村に年度内の結論を求めている。『拒否なら、現在の施設撤退も余儀なくされる』と主張する。」(平成 13 年 12 月 8 日朝日新聞)
- ・滝沢村とその周辺の住民らで組織された実行委員会の主催による公開討論会(筆者注:RI 協会も参加した)が滝沢村内で開かれた。村や近隣市村の住民ら 200 人以上が参加した。(平成 16 年 7 月 24 日盛岡タイムス)
- ・(上記実行委員会の)I 委員は、「初めから計画反対ではなく、いろいろな考え方があり、何も知らされずに不安な人もいる。オープンな議論の場としたい」と趣旨を話す。「協会側から出席を快諾してもらった。最初から聞く耳を持たないというのは反対する立場としておかしい。説明をしないで計画を実行しようとする動きと同じになる」。また、T 委員は、「公開の場で専門家を交えて課題を浮き彫りにし、広く学習する機会としたい」と述べた。趣旨に賛同した人は、「村から広報などで何の情報もない。周囲の市町村にもどのような影響があるのか。農業地域であり風評被害や何かあったときの補償があるのか。知りたいことが多い。」と話す。(平成 16 年 7 月 15 日盛岡タイムス)
- ・滝沢村は地元地区住民を対象にした説明会を2回開いた。第1回の説明会には地元、村内外からの傍聴者ら約 100 人が参加した。(平成 16 年 8 月 23 日盛岡タイムス)

以上に述べたように、リスクコミュニケーションの実施状況については、当初立地時に比べて改善はされているものの、全体として、いまだ、争点について双方の主張をしている段階にある。なお、当初立地時には強い不安が示された風評被害に対する懸念(「処理施設が建設されたなら、盛岡市民十人のうち九人までが滝沢村産の農産物を食べない」昭和 57 年 9 月 18 日讀賣新聞)は、RI 協会が滝沢研究所を安全に操業してきたことから、当初立地時に比べれば、大きな争点とはならなかった。

(2) インタビュー調査結果

関係者へのインタビューを実施した結果に基づき、RI 協会の提案した処理施設の拡張に対して同意が得られなかった理由について分析した。以下に、分析に基づき抽出した同意が得られなかった主要要因を示す。

① 明確な意思決定方法の欠如

RI 廃棄物の処理施設の建設に当たっては、地元自治体による法的な許可手続きは必要とされない。しかしながら、今回は、RI 協会と滝沢村とが締結している「公害防止に関する協定書」に基づき、地元自治体と協議を行っている。一方、協議を求められた自治体としては、それに対する判断を行う必要があるが、以下のような問題点が提起されている。

- ・「一地方自治体として立地の可否の判断をくだすことは困難であり、明確な判断基準がない。また、安全性に関する専門的判断をくだせるだけの能力を備えた職員がいないし、判断を行うに当たって、国及び県の援助が得られない。さらに、住民及び隣接自治体の意見も無視することはできない。」^x(村職場役員)
- ・「何故、全国で滝沢村に立地する必要があるのか明確な回答がない。わが国として本当に必要な施設であるならば、国レベルで対応すべきである。住民と折衝していると、何故自分たちが矢面に立つ必要があるか疑問を抱いてしまう。行政は、最終的な判断者としての役割に加えて、事業者と住民の間の調停役も務めなければならない。」(村職場役員)

の意見にあるように、意思決定のための手続きが明確でないこと及び科学的な判断を行うための支援が得られないため、リスクコミュニケーションを円滑に行えていないように思われる。

② 定量的な安全性説明の欠如

当初立地時には、医療用の RI は 19 核種に限定され、全て短寿命であることから、放射線の影響は短期間でなくなるので絶対に安全であるとの説明を行い、定量的な安全性の説明を積極的には行っていない。そのため、後に研究用 RI 廃棄物を受け入れるよう申し入れた際に、「研究用 RI 廃棄物に含まれている RI の種類が医療用の 19 核種に比べ、研究用は 225 核種と格段に多い、半減期も医療用が最長で 273 日なのに研究用は 5,730 年である」との反対意見を誘発した。「RI 協会は、医療用及び研究用 RI 廃棄物の処理の安全性をもっとうまく説明すべきであった。」との発言(地元住民 B)にあるように、安全性の説明に苦慮している状況がうかがえる。

③ RI 協会への不信任感

RI 協会と住民及び行政とのリスクコミュニケーションが成立しなかった大きな要因として、RI 協会に対する不信任感が挙げられる。RI 協会に対する不信任感が住民及び行政に生じている直接的な要因としては、当初立地時に RI 協会が強行的に計画を進めたことに関する記憶がいまだに残っていることに加え、「なぜ滝沢村に研究用 RI 廃棄物の処理施設を建設する必要があるのか明確な説明が無い。」(地元住民 A 及び B)、「情報が小出しに出てくる。問い合わせないと情報を出そうとしない。」(地元住民 A)の意見に代表されるように、RI 協会が説明責任を十分果たさなかったことに起因する不信任感が認められた。

④ 意見交換の機会が少ない

「住民の意見を継続的に聴く体制の整備が必要である。単発的な説明会では氷解しなかった漠然とした不安や疑問が、繰り返し説明を聞き、議論を行う過程で、明確化され氷解する可能性がある。年一回の施設公開だけで

^x 滝沢村に隣接する玉山村議会が 2004 年 6 月に建設の計画中止を求める決議を全会一致で行った

は、住民の理解が深まることはない。」(地元住民 B)の意見に代表されるように、関係者間で意見交換を行う機会が十分確保されておらず、リスクコミュニケーションの障害となっている可能性が示唆された。

そのような意見に対し、「RI 協会としては、住民に対して説明をしたいと考えていたが、地方行政機関との調整に時間を要し、思うように住民に対して説明を行うことができなかった。」(RI 協会職員)としている。

⑤ 放射性廃棄物管理に係る全体計画の欠如

「わが国全体の放射性廃棄物の処分方策が確定していない。そのため、一旦、処理施設を受け入れてしまえば、処理した放射性廃棄物の行く先が現在ないことから、なし崩し的に処分施設も受け入れざるを得なくなってしまう。」の意見(地元住民 A)に代表されるように、研究用 RI 廃棄物の処分を含めた放射性廃棄物管理の全体政策が十分にわが国において確立していないことも、住民の不信感を助長していると思われる。

⑥ メリットが見えない

住民及び地方行政機関は、安全・安心が第一としながらも、地元迷惑施設があることの見返りとして、メリットが見えることを要求している。

- ・「RI 協会の処理施設という迷惑施設があるにもかかわらず、村は衰退・過疎化している。メリットがないのに、迷惑施設だけを受け入れろというのは理解が得られにくい。地元にとってメリットがあるような方策を検討すべきである。」(地元住民 B)
- ・「多少なりともリスクが存在するのに、立地に伴うメリットが少ない。放射線障害防止法の施設では電源三法交付金が交付されない。当初約束をしていた製薬会社も進出してこなかった。」(村役場職員)

このような意見に対して、「RI 協会があることによる地元雇用、固定資産税等のメリットがある。また、普通の工場では見返りが要求されないのに、原子力施設では要求され、不公平である。」(RI 協会職員)と意見は立場により異なっている。

6.4.5 本事例から学ぶべきこと

スウェーデン及びフィンランドの事例は、原子力発電に伴い発生した使用済燃料の処分場の立地に際してのリスクコミュニケーションである。一方、日本の事例は、大学、民間企業等における RI を使用した研究活動から発生した放射性廃棄物の処理施設の立地に関してのリスクコミュニケーションである。

そのため、スウェーデン及びフィンランドの事例では、リスクコミュニケーションの実施主体は民間企業であるものの、国の規制機関が参画した国レベルでのリスクコミュニケーション活動が実施されている。また、リスクコミュニケーションの実施に際して、資金面での支援もなされている。

一方、日本の事例では、研究用 RI 廃棄物の処理については公益性があるものの、処理施設の拡張に際しては一公益法人の活動として、RI 協会が

主体となったリスクコミュニケーションが実施されている。このため、リスクコミュニケーションへの国の関与及び資金的な支援はなかった。その結果、RI協会のリスクコミュニケーションの活動内容及び規模は、スウェーデン及びフィンランドの事例に比較して限定的かつ小規模であった。

上記のような点を考慮に入れたとしても、日本の事例を6.2で述べたリスクコミュニケーションの定義、成功の判断基準及び実施基準と照らし合わせたときに、

- ・関係者間での説明会、公開討論会等は開催されたものの、インタビュー調査結果にあるように関係者が情報提供の程度及び内容に不満を抱いていること
- ・関係者である住民、自治体とRI協会の間に、信頼関係が十分成立しておらず、パートナー関係を構築できていないこと
- ・説明会や討論会は開催されたが、研究用RI廃棄物処理の安全性を十分伝えておらず、リスクコミュニケーションの方法が十分検討されていたとはいえないこと

等を考えると、今回の事例ではリスクコミュニケーションに成功したとはいえない。また、RI協会がリスクコミュニケーションに失敗した主な理由は、以下のように要約することができる。

- ・RI協会には、放射性廃棄物処理施設の拡張に当たって、関係者とのリスクコミュニケーションが必要であるとの認識を有していなかった。
- ・RI協会と関係者間での日常的な意見交換及び情報交換が実施されていなかったため、リスク情報を共有すべき相手方の特定、相手が必要としているリスク情報の内容、質及び量を的確に把握していなかった。
- ・関係者間でリスク情報の理解を深める上で重要な要素となる信頼関係が、関係者間で十分に構築できていなかった。

本事例の分析結果から、今後の放射性廃棄物管理施設に関するリスクコミュニケーションを実施していくうえでの教訓として以下のことが挙げられる。

- ・トップ・ダウン方式(決定→通知→防御)の意思決定方式は、現在では、通用しにくくなっている。関係者が意思決定に関与するボトム・アップ方式(参加→対話→協力)への転換が求められている¹²⁾。その一方で、多様な関係者が意思決定に参画することによる困難さも生じている。このため、意思決定を行うための明確な手順を予め関係者間で話し合った上で手続きに入る必要があるとともに、自治体、住民等の非専門家が科学的な事項に対する正確な判断が行えるような支援体制の整備が必要である。
- ・本事例においては、隣接自治体の反対決議も滝沢村の最終的な判断に影響を与えていると考えられる。リスクコミュニケーションを実施する上で、まず、参加者・参加組織の範囲を的確に決定する必要がある。その際には、リスクコミュニケーションの実施者側の負担は増加するが、フィンラン

ドで行われているように、立地自治体の近隣自治体を含め、参加対象範囲を極力広く取る必要がある。また、最初に決定した参加者の範囲については、固定のものとするのではなく、リスクコミュニケーションの過程で関心を有する人たち・組織が出現した場合には、適宜追加する等の柔軟な対応が必要である。

- ・ 定量的な安全性の説明に加えて、事業者に対する信頼性、事業活動の透明性、情報の公開等が強く求められている。今回の事例では、当初立地時に関係者間で十分な情報・意見交換が行われなかったことにより、信頼関係が損なわれた状況が認められる。一度壊れた信頼関係を再構築するために非常に時間がかかっており、RI協会が施設の安全運転を20年以上継続して実施したとしても、それだけでは信頼関係の再構築には、あまり役立ってはいない。
- ・ 事業者(規制当局)が一度公表した内容を変更することは信義に反すると思われる。RI協会が、一旦、短寿命だから安全であると話したならば、長半減期核種を含んだ廃棄物の処理を同じ場所で行うことには無理があった。放射性廃棄物のように、事業が長期間にわたって続く場合には、将来展開を十分考えたうえで発言すべきである。
- ・ 原子力事業者は、関係者に対する説明責任を有しており、自主的に事業に伴うリスクに関する説明を行う必要がある。その際には、関係者が、リスクに関する情報を共有し、かつ、相互理解できるように、対話を継続する必要がある。
- ・ 現状、わが国では、環境中に排出可能な液体及び気体廃棄物を除くと、原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物の一部しか処分されていない。このため、インタビュー調査においても、放射性廃棄物管理に関する責任体制の明確化を求める意見が示されていた。国及び原子力事業者は、放射性廃棄物の管理体制を完成させるべく、各自の責務を果たすべきである。
- ・ インタビュー調査では、安全・安心が第一という意見が示されており、経済的なメリットのみを前面に打ち出したリスクコミュニケーションは成立しないと思われる。しかしながら、リスクコミュニケーションの最終段階において、住民及び地元自治体の意見を聞いたうえで、事業者が実施可能な範囲でメリットを提供することも合意を得る上で検討すべき価値があると考え^Y。

6.5 リスクコミュニケーションの実効性向上と合意形成に関する提案

本研究では、6.2 に示したように、リスクコミュニケーションの定義として、研究者間で広く用いられている米国研究審議会(NRC)の定義「リスクコミュニケー

^Y 韓国では、2005年6月に、中低レベル放射性廃棄物処分施設誘致地域支援特別法に基づく新たなサイト公募活動が開始され、廃棄物手数料の導入などのより手厚くなった経済的支援などを背景に、立地が進んだという経緯がある。

ションとは、個人とグループそして組織の間で人の健康又は環境のリスクに関する情報や意見を交換する相互作用的过程である」を引用した。また、リスクコミュニケーションの成功の判断基準についても、NRCの「影響を受ける人々や関心を持っている人々の間で関係する問題や決定の理解が深まり、関係者が入手可能な知識の範囲内において的確に知らされていると満足した時である。」を引用した。

したがって、上記定義及び判断基準に従って、本研究で調査対象とした事例の分析を行っていることから、リスクコミュニケーションの限界は、関係者間でリスクに関する情報共有までであると考ええる。その先にある合意形成や関係者間での共同によるリスク管理は、リスクコミュニケーションの範疇に含まれないと考える。

なお、他の研究者によるリスクコミュニケーションの定義¹⁶⁾では、「リスクコミュニケーションの本質は社会全体で情報を共有することによって、社会全体としてリスクが回避できたり、削減できたりすることにある。多くの人々が情報を共有していれば、たとえ予兆は小さなものでも、誰かが気がつく可能性が高くなる。また、問題がおこる前から情報を共有していれば、不信に基づく対立はより少なくなると期待できる。この意味でリスクコミュニケーションとは、コミュニケーションを通してのリスク管理であるといえるだろう。」とされている。本定義にしたがったとしても、リスクコミュニケーションの限界は、ほぼ同一であると考ええる。

今回調査をした北欧及び日本の事例の分析結果から、放射性廃棄物管理施設の立地に関するリスクコミュニケーションの実効性を向上するため、また、リスクコミュニケーションの先にある合意形成を目指すためには、

- ① 住民が立地段階の早期から意思決定に参加し、結論のみを一方的に押し付けられたという状況を作らないこと
- ② 住民が放射性廃棄物管理に関する安全性を正しく判断できるような支援を行うこと
- ③ 広く一般市民に、放射性廃棄物は、既に存在している問題であり、国民が一致団結して解決すべき問題であることを認識してもらうとともに、無用な放射性廃棄物に対する不安を取り除くこと

が、有効かつ必要であると考ええる。そのため、以下を提案する。

提案 1: 放射性廃棄物管理施設の立地の是非、代替案等を検討するため、住民を主体とした委員会を設置する。

提案 2: 住民等の非専門家が放射性廃棄物管理の安全性に関する技術的な事項に対して判断を行えるように、支援制度を整備する。

提案 3: 多くの住民の意思決定への参加を促す観点から、放射性廃棄物の問題を身近に感じることができるよう、放射性廃棄物に対する親近感を増すような活動を原子力事業者等が積極的に実施する。

一番目の提案である「検討委員会の設置」は、住民投票に比べて、(a)双方向的な意見交換を十分な時間をかけて行うことが可能であること、(b)意思

決定過程の透明性が確保できること、(b)賛成・反対の二者択一ではなく、代替案の検討も含め多様な意見の意思決定への反映ができることから、より適切な方法であると考える。

検討委員会を設置するに当たっては、予め、委員の選任手続き、委員会の運営方法、検討結果の承認手続き等の諸手続きを定め、議会等で承認を得ておく必要がある。検討委員会の構成員は、基本的に当該自治体の住民から選出するものとする。ただし、隣接市町村の安全性に対する懸念にも対処する必要があるので、隣接市町村と共同、或は、隣接市町村の住民を委員として追加することを検討すべきである。委員の選出方法は、選挙権を持つ者から地域的な公平性を考慮した公募方式、或は、選挙名簿から無作為に抽出した住民の中から本人の就任の同意が得られた人を委員に任命する等の、委員会の公平性を維持できる形式で実施する必要がある。また、委員会を運営する為の事務局については、委員会に参加する住民の負担、委員会運営の公平性を担保する観点から、民間シンクタンク等を活用することも検討すべきと考える。

委員会での検討方法としては、コンセンサス会議²の例にならい、まず、委員会で鍵となる質問を自ら作成する。その質問に対して回答をしてくれる専門家を自ら選定するものとする。専門家については、技術的事項に的確に回答できる専門的能力が必要なことに加えて、住民の側から見た公平性を有することが必要不可欠である。このため、事務局が作成した分野別の専門家リストの中から、所属、経歴等の情報を基に、住民が適任であると考えてる専門家から説明を受けるものとする。質問に対する専門家の説明について更に質疑を実施し、疑問点の解消及び報告書案の作成を行っていく。安全性の検討を行うに当たっては、高度な専門的知識が要求されることから、必要に応じて専門家の検討委員会への参加を要請する。このような専門家の支援体制については、提案2で述べる。

検討委員会の審議内容は原則全て公開^{aa}とし、委員会資料及び議事録についても全て公開とする。委員会の開催に当たっては、多くの人々が参加、傍聴が可能となるような日時を選定することとする。このように公開で検討を行うことにより、検討過程の透明性を確保する。また、委員会の検討結果については、委員自らの手で文書化を行うことが、委員以外の住民に対する説明責任を果たす際に役立つと考えられる。

本提案の一番の問題点は、専門家ではない住民が主体となって検討する

² コンセンサス会議とは、1980年代半ばにデンマークで生まれた市民参加による技術評価方法の一方式である。会議の中心になるのは、公募によって選ばれた14～16名程度の市民パネルである。会議では、テーマに関係するさまざまな専門家が説明し、市民パネルと専門家パネルの間で質疑応答が行われる。市民パネルはこの議論を踏まえて、パネルのメンバーだけによる討論を重ね、その中で合意にいたるよう努力する。コンセンサス会議は市民に直接的な学習機会の場を与え、専門家によるバイアスのない形で市民による合意決定を尊重するものである。

^{aa} コンセンサス会議では、市民パネルの討論以外は公開されることになっている。

ことにより、結論を得る迄に長期間を要する可能性が高いことがある。ただし、検討結果が文書化されることによって、仮に当該自治体が立地を拒否した場合であっても、何が問題であったかが明確となり、次の候補地点での検討では、それまでの検討結果をベースに新たな検討行うことが可能となる。このため、放射性廃棄物管理施設の候補地を選定するという目標に向けた計画全体の作業量と時間を結果的に節約できると考える。

本提案の二番目の問題点は、検討委員会の検討結果の最終的な承認手続きをどのように行うかである。検討委員会の結論は当然尊重されるべきものではあるが、自治体としての最終判断を行う必要がある、そのための手続きについても予め定めておく必要がある。また、検討委員会には参加していない住民の意見の参酌をどのように行うかも検討しておくべきである。

二番目の提案である「技術的支援制度の整備」は、住民等の非専門家が放射性廃棄物管理の安全性に関する専門的な判断を行うことの負担を軽減し、より多くの住民の意思決定への参加を促すためである。支援制度としては、非政府組織(NGO)又は非営利団体(NPO: Nonprofit Organization)、公的機関(例えば、大学、政府系研究機関)、技術面及び倫理面での審査を受けた技術士(原子力・放射線部門)、或は、海外の民間コンサルタント会社を活用する方策があると考ええる。放射性廃棄物管理施設、特に処分場の立地の場合には、その安全性に係る技術的検討の範囲が多岐にわたることから、複数の機関及び人材が中立性を維持しつつその専門性を発揮できるような支援体制の整備する必要がある。また、スウェーデンにおいて運用されているように、住民等が支援制度を活用するための補助金制度を検討していく必要があると考える。

6.3.2 項で述べたようにフィンランド及びスウェーデンで規制当局が直接住民に説明を行うことが理解促進につながっていること、また、国内事例の調査では規制当局を含めた国の意思決定への関与を望む声があることから、規制当局による住民の技術的支援も有効であると考ええる。すなわち、規制機関の役割を放射性廃棄物管理施設の設置許可に関する安全審査手続きやその後の安全規制に限定することなく、住民への情報提供及び技術的支援のための組織として、柔軟に位置づけることを考えるべきである。言うまでもなく、この場合には、規制当局と推進側との明確な分離が大前提となる。

三番目の提案である「放射性廃棄物に関する親近感を増す」という提案は、無用な不安感を取り除くとともに、放射性廃棄物の問題が国民全体の問題であるということの認識と意思決定への参加を促すためのものである。放射性廃棄物への親近感を増すためには、

- ・ 放射性廃棄物管理施設の見学会の実施
- ・ 若年層への情報提供(啓蒙的になり過ぎないように注意が必要)
- ・ 気軽に議論や情報交換に参加できる環境・雰囲気整備
- ・ 放射性廃棄物を管理している組織、人間と地域社会・住民との融和

等の対策が有効であると考える。

本提案に関する今後の検討課題としては、一番目の提案で記述したように、本提案を社会制度に実装するための具体化を図る必要がある。また、住民を意思決定に参加させることに伴うデメリット(意思決定に要する時間の長期化等)を低減するための方策について検討を行う必要がある。そして、北欧における事例について、日本との文化面の相違点等を明らかにすることにより、さらに、わが国に適したリスクコミュニケーション手法を検討する必要がある。

6.6 まとめ

原子力分野においては、十分にリスクコミュニケーションが実施されていないとする認識がある。本研究の分析対象としたわが国における廃棄物処理施設の拡張時の事例についても、新設時に比べれば、リスクコミュニケーションの改善状況が認められたものの、リスクコミュニケーションの成功目標である、「影響を受ける人々や関心を持っている人々の間で関係する問題や決定の理解が深まり、関係者が入手可能な知識の範囲内において的確に知らされていると満足した時である。」とは、大きな隔たりがある。その一方で、フィンランドとスウェーデンのように、住民等の関係者を意思決定に取り込みながら、放射性廃棄物処分場の立地を着実に進めている国もある。

従来の政府及び原子力事業者の広報活動(いわゆる「PA (Public Acceptance)活動」)は、とかく一般市民に原子力施設の安全性や放射線影響に対する科学的な知識をわかりやすい言葉で伝えれば、社会的受容性が得られるものとして、啓蒙的に実施されてきた傾向がある。さらに、事業者、規制当局、自治体及び住民が、放射性廃棄物に関する意思決定を行おうとした場合、敵対的な関係に陥る可能性があることから、住民を意思決定に関与させることに躊躇し、クローズドされた形で意思決定を行う傾向も見受けられた。

しかしながら、一般市民の環境問題に対する意識の変化、専門家に対する信頼の低下、インターネットの普及等の情報伝達方法の変化に伴い、クローズドした形の意思決定では、合意が得られない事態が生じてきている。このため、放射性廃棄物管理施設の立地に係る意思決定に住民等の関係者を関与させる必要性が生じてきており、今後とも、わが国の国情に合致したリスクコミュニケーション法を探求していく必要があると考える。また、放射線・放射性物質の利用を含め、原子力の開発は国策として進められてきた経緯があるためか、リスクコミュニケーションは、原子力委員会、原子力安全委員会等の公

^{b b} 国内のインタビューでは、原子力事業者の職員が社宅(原子力施設の風上に社宅が建設されているとするうわさもある)に住むとともに、短期で人事異動に伴い地域を去っていくことに対して、地元リスクのみが残されるとする疑問が呈されていた。一方、SKBでは敷地の詳細調査に従事している職員の顔写真と氏名を公開する等している。また、Posiva社は広報担当者に地元出身者を採用している。

的機関が中心となって実施するかのような認識が一部に認められる^{cc}。原子力事業者は、リスクコミュニケーションを自らの問題と捉え、継続的に実施する必要があると考える。

第 6 章の参考文献

- 1) 原子力委員会，原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画（平成 12 年 11 月 24 日），原子力委員会（2000）
- 2) 原子力安全委員会，パネル討論会「リスクと、どうつきあうか-原子力安全委員会は語り合いたい-」アンケート結果について，<http://www.nsc.go.jp/anzen/sonota/panel/panel002/panel002.htm>（2002）
- 3) National Research Council, Improving Risk Communication, National Academy Press(1989)(林祐造，関沢純監訳，リスクコミュニケーション-前進への提言，25，化学工業日報社，1997)
- 4) 同上，85
- 5) Environmental Protection Agency: Risk and decision Making, OPA-87-020, EPA(1988)
- 6) Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, Stepwise Decision Making in Finland for the Disposal of Spent Nuclear Fuel, Workshop Proceedings Turku, Finland 15-16 November 2001, OECD/NEA(2002)
- 7) European Commission, Eurobarometer Survey “Europeans and Radioactive Waste” EB50.0, EC(1999)
- 8) European Commission, Eurobarometer Survey “Europeans and Radioactive Waste” EB56.2, EC(2002)
- 9) European Commission, Eurobarometer Survey “Radioactive waste” EB63.2, EC(2005)
- 10) SKB, RD&D-Programme 2004, Programme for research, development and demonstration of methods for the management and disposal of nuclear waste, including social science research, SKB Report TR-04-21(2004)
- 11) Posiva Oy, Nuclear Waste Management of the Olkiluoto and Loviisa Power Plants: Programme for Research, Development and technical Design for 2004-2006, TKS-2003(2003)
- 12) Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, Learning and Adapting to Societal Requirements for

^{cc} 2005 年に原子力委員会が決定した「原子力政策大綱」の策定時に行った意見募集に対して、原子力委員会を含めた国が主導的に国民への説明を行うことを求める意見が複数寄せられていた。

Radioactive Waste Management Key Findings and Experience of the Forum on Stakeholder Confidence, OECD/NEA(2004).

- 13) Ministry of Sustainable Development Sweden, Sweden's second national report under the Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management (2005)
- 14) Radiation and Nuclear Safety Authority, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management- 2nd Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention, STUK-B-YTO 243(2005)
- 15) 長野 浩 司 , 欧 州 諸 国 の 高 レ ベ ル 放 射 性 廃 棄 物 処 分 政 策 と 民 意 の 反 映 , 電 力 経 済 研 究 , 48, 1-18(2002)
- 16) 吉 川 肇 子 , 失 敗 し な い た め の リ ス ク コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン の た め の 心 理 学 , Bionics, 28-31(2005).

第 7 章 結 論

7.1 本 研 究 の 総 括

原子力及び放射性物質の継続的利用を行うためには、放射性廃棄物管理(処理・処分)に関する諸課題を解決することが必要である。本研究では、放射性廃棄物処分に関する諸課題を解決するために、リスク管理の観点とコミュニケーションの観点から検討した。第2章と第3章では、放射性廃棄物が有する潜在的な放射線学的な危険性(リスク)に応じた合理的な管理を行う上で必要な安全評価手法、埋設処分方法等の技術的要素について検討した。また、第4章から第6章では、放射性廃棄物管理に関する社会的受容性を高めるために必要な対策について、一般市民の意見、国内外の放射性廃棄物管理施設の立地におけるリスクコミュニケーション事例を分析した。各章における主な研究成果は以下のとおりである。

第2章では、安全性を確保しつつ、放射性廃棄物として埋設処分すべき物量を最小化するために、放射線防護の観点から管理を行う必要がない物と管理すべき物を区分するためのクリアランスレベルの算出方法を示した。本研究では、原子力発電所の解体に伴って発生するコンクリートと金属を評価対象とし、これらの資材が埋設処分又は再利用された場合を想定して、決定論的手法を用いてクリアランスレベルを算出した。評価経路の選定に当たっては、クリアランスされた後の廃棄物等の行く先が特定されていないことから、想定される被ばく事象を網羅できるように、広範な検討を行い、73経路を選定した。選定した評価経路に対して、被ばく線量を評価するための数学的モデルを構築した。また、評価に使用するパラメータについては、我が国の自然・社会環境を考慮しながら、想定される範囲から代表的・平均的な値を原則として選定した。上記の計算条件に基づき、原子力発電所で生成する放射性物質のうち、主要な20核種について、無視し得るリスクレベルに相当する $10\mu\text{Sv/年}$ の線量規準に基づきクリアランスレベルを算出した。算出したクリアランスレベルは、欧州委員会(EC)の算出した基準値と全ての核種が一桁以内で一致していた。

第3章では、原子力施設の解体に伴って大量に発生する極低レベル固体廃棄物をそのリスクに応じて合理的に埋設処分するための検討結果について述べた。研究においては、動力試験炉(JPDR)の解体に伴って発生した極低レベルコンクリート廃棄物約1,670トンを利用して、極低レベル固体廃棄物の簡易埋設処分の概念を具現化するための技術的検討を実施した。主要な検討結果は、以下のとおりである。

- ① 大型のプラスチックバック(フレキシブルコンテナ)に廃棄物を収納することで、廃棄物の運搬・定置が安全かつ容易に実施できた。
- ② ピットを垂直掘りするとともに、内部を6区画に分割することにより、敷地

の有効利用と雨水浸入防止テントの小型化ができた。

- ③ 廃棄物の底面を地下水面より上に設定するとともに、廃棄物の上面及び側面を難透水性の土壌で覆うことにより、放射性物質の漏出を抑制した。
- ④ 固有のサイト条件(自然条件, 社会環境), 廃棄物の特性等を考慮し, 評価経路及びパラメータを用いた安全評価を行うことにより, 簡易埋設処分の安全性を実証した。

第4章では、原子力安全委員会及び原子力安全・保安院がとりまとめたクリアランス関連の報告書案のパブリックコメントに対して提出された意見を KJ 法を用いて分析をすることにより、一般市民のクリアランスに関する不安要因を分析した。その結果、一般市民がクリアランスに対して抱いている主要な不安要因は、以下の4項目であることがわかった。

- ・検認の技術的成立性及び実施者の信頼性
- ・クリアランス物の産廃化に伴う影響
- ・微量放射線の影響
- ・非民主的な原子力政策の決定方法

上記不安要因を解消し、クリアランスに関する理解を促進するため、以下の提案を行った。

提案1: 共同監視委員会の設置

提案2: 排出者責任の遵守

提案3: 微量放射線による健康影響の継続的研究

提案4: 原子力政策決定の透明性確保

第5章では、原子力委員会及び地方自治体が実施した、高レベル放射性廃棄物の処分を含む、4種類の原子力に関する意見公募に寄せられた一般市民の意見をテキストマイニングの手法を用いて分析することにより、原子力施設に対する拒否感の主要な要因を解析した。その結果、原子力施設に共通的な忌避要因と原子力施設・地域に固有な要因があることを解明した。共通的に、プルトニウム利用(プルサーマル)と放射性廃棄物管理に関する不安及び疑問が忌避要因になっていた。また、意見集の分析結果を個別にみた場合には、以下の点が原子力施設に関する重要性を得る上で重要であることがわかった。

- ・高レベル放射性廃棄物の処分では、放射性廃棄物の発生者責任の明確化、技術的信頼性の構築、立地基準の明確化、地域との共生をいかに図るかが重要であると考ええる。
- ・東海村で引き続き原子力利用を進めるには、避難訓練を含めた防災計画の充実、放射線による健康影響の情報伝達が重要であると考ええる。
- ・福島県で原子力利用を進めるには、東京を含めた電力消費地の人々の感謝の気持ちをいかに福島県民に伝えるかが重要である。また、原

原子力発電に対する依存割合を低減し、原子力発電所の数を減らすという観点から、省エネ対策の推進とクリーンエネルギーを含めた電源の多様化を進める必要があると考える。

- ・ もんじゅは、ハード面での安全対策を十分に講じる必要がある。また、原子力の規制及び推進側にいる国及び県の行政官、原子力事業者、専門家の技術的能力に対する不信感があるので、不信感を払拭するための基礎的データを含めた情報公開活動等を進める必要がある。

第6章では、放射性廃棄物管理施設の立地に際してのリスクコミュニケーションの方法論の確立を目指して、リスクコミュニケーション事例の調査分析を実施した。事例調査の一例目としては、フィンランド及びスウェーデンの使用済核燃料の処分場の立地に際してのリスクコミュニケーション事例を、また、二例目としては(社)日本アイソトープ協会が実施した放射性廃棄物処理施設の増設に関するリスクコミュニケーション事例を調査分析することにより、リスクコミュニケーションを進める上での教訓を抽出した。また、その教訓等を基に、今後、放射性廃棄物管理施設の立地に際してのリスクコミュニケーションの実効性を向上させるための方策について考察を行った。その結果、放射性廃棄物管理施設の立地に関するリスクコミュニケーションの実効性を向上するため、また、リスクコミュニケーションの先にある合意形成を目指すためには、

- ① 住民が立地段階の早期から意思決定に参加し、結論のみを一方的に押し付けられたという状況を作らないこと
- ② 住民が放射性廃棄物管理に関する安全性を正しく判断できるような支援を行うこと
- ③ 広く一般市民に、放射性廃棄物は、既に存在している問題であり、国民が一致団結して解決すべき問題であることを認識してもらうとともに、無用な放射性廃棄物に対する不安を取り除くこと

が、有効かつ必要であると考え。そのため、以上の対策を講じるため、以下の提案を行った。

提案 1:放射性廃棄物管理施設の立地の是非、代替案等を検討するため、住民を主体とした委員会を設置する。

提案 2:住民等の非専門家が放射性廃棄物管理の安全性に関する技術的な事項に対して判断を行えるように、支援制度を整備する。

提案 3:多くの住民の意思決定への参加を促す観点から、放射性廃棄物の問題を身近に感じることができるよう、放射性廃棄物に対する親近感を増すような活動を原子力事業者等が積極的に実施する。

7.2 今後の課題

放射性廃棄物をリスクに応じて管理することの意味合いは、リスク管理に投入することができる経済的資源及び人的資源を有効に活用することに主眼がある。すなわち、元々受容可能な小さなリスクを更に低減するために、有限な

経済的資源及び人的資源を利用するよりは、大きなリスクを受容可能なレベルまで低減することに使用したほうが、より有用なリスク管理となる。このため、放射性廃棄物を全て一つの範疇で扱うのではなく、当該放射性廃棄物の有する潜在的な放射線学的危険性(リスク)に応じて分類をした上で、適切な管理(処理・処分)を行う必要がある。

引き続き原子力の利用を進めていくためには、高レベル放射性廃棄物^a、余裕深度対象廃棄物^b及びウラン廃棄物を対象に、埋設処分方法を確立する必要がある。これらの放射性廃棄物には、長寿命の放射性核種が有意な量で含有されており、その影響が長期間継続する。このため、埋設処分の全期間にわたる安全性を確認しようとする、その間の自然環境或は社会環境の変化を定量的に把握することは困難であることから、安全性評価に伴う不確実性が増大する¹⁾。このような不確実性に対処するためには、リスクの考え方を取り入れた安全評価手法が必要不可欠である。例えば、制度的管理期間終了後において、埋設処分施設に誤って侵入した人間の被ばくのように、低発生確率の被ばく事象に対する安全評価手法を確立するための技術的な検討が必要である。

また、放射性廃棄物管理を行っていく上で、放射性廃棄物管理に対する一般市民の理解と信頼感を得ることが必要不可欠である。放射性廃棄物管理施設は、NIMBY²⁾(Not In My Back Yard:私の裏庭は駄目である。すなわち、総論賛成各論反対)^c施設の代表的な例として挙げられるように、一般市民の理解が得られ難い状況が生じている。放射性廃棄物は一般市民にとって馴染みのないものであり、また、埋設処分ということで、人の目が届かないことに対する不安、さらには、計算でしか安全性を証明できないことに対して疑問が生じている。そのため、放射性廃棄物は、その潜在的な危険性(リスク)以上に、「内容がわからないもの」という印象が先行することによって、理解が得られ難い状況が生じている³⁾。このような状況下では、安全評価において精緻に安全評価を実施したとしても、その結果を正確に伝えることができず、関係者の理解が得られ難い状況が生じる。このため、安全評価の結果を関係者に的確に伝えるための仕組み、コミュニケーションの実効性を高めるための検討が今後とも必要である。

現状、我が国においては、原子力発電所から発生した低レベル放射性廃

^a 平成 19 年に行われた特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律等の改正によって、原子炉等規制法の政令第 13 条の 9 に定める濃度上限値を超える TRU 廃棄物については、高レベル放射性廃棄物と併置処分されることとなった。

^b 中性子照射を受けた原子炉の炉内構造物のように、低レベル放射性の中でも放射能レベルが高い廃棄物を対象として、一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度(例えば、地表から 50～100m 程度)への処分を言う。

^c 迷惑施設の立地に対する忌避感を表す類似の概念として、LULU(Locally Unwanted Land Use:地域的に望まれない土地の使用方法)、NIMTOF(Not In My Term of Office:自分の任期中には決定したくない)、BIYBYTIM(Better In Your Backyard Than In Mine:私の裏庭よりもあなたの裏庭のほうが好適である)、BANANA(Build Absolutely Nothing At All Near Anybody:誰のそばにも何も作るべきでない)、がある。

棄物の一部の処分しか実施されておらず、その他の放射性廃棄物については、埋設処分場の立地場所について未決定の状況にある。2007年には、高知県東洋町において、高レベル放射性廃棄物処分場の公募への応募に当たって、住民間に混乱が生じる事態が発生した^d。このような混乱が生じることによって、なお一層放射性廃棄物に関する忌避感が一般市民の間で強まる可能性がある。このため、今後の放射性廃棄物の処分の実現に向けて、リスク及びコミュニケーションからの検討を引き続き行うことが必要不可欠である。

第7章の参考文献

- 1) 高橋知之，原子力施設の環境影響評価における不確実性に関する研究，京都大学学位論文，(2001)
- 2) H. Kunreuther, K. Fitzgerald and T. D. Aarts, Siting Noxious Facilities: A Test of the Facility Siting Credo, Risk Analysis, 13(3), 301-318, (2006)
- 3) 谷垣俊彦，原子燃料サイクルに関する社会意識，INSS Journal, 13, 27-36, (2006)

^d 平成19年1月25日に東洋町町長からNUMOに対して概要調査地区への応募書類が提出された。本応募を受けて、平成19年3月28日に経済産業省から文献調査を開始する許可がNUMOに対して与えられた。しかしながら、その後実施された東洋町の町長選挙で概要調査に反対する町長が当選し、平成19年4月23日に応募を撤回する申し出が出されたため、概要調査は中止となった。

Appendix

表 A-1 再利用されるコンクリート中に占めるクリアランス対象物の割合

	BWR110 万 k We	PWR110 万 k We	GCR16 万 k We
全クリアランス対象廃棄物量	8,000 ton	9,000 ton	10,000 ton
放射性廃棄物でない廃棄物	487,000 ton	443,000 ton	115,000 ton
クリアランス対象物割合	0.016	0.020	0.077
混合率の設定値	0.1		

表 A-2 再利用される金属中に占めるクリアランス対象物の割合

	BWR110 万 k We	PWR110 万 k We	GCR16 万 k We
全クリアランス対象廃棄物量	21,000 ton	3,000 ton	1,000 ton
放射性廃棄物でない廃棄物	8,000 ton	34,000 ton	6,000 ton
クリアランス対象物割合	0.72	0.081	0.14
混合率の設定値	0.7		

表 A-3 原子炉施設から搬出後における他の汚染していない物質との混合

クリアランス対象物	埋設処分対象物	再利用対象コンクリート	再利用対象金属
混合対象物	処分場の中間覆土	混合を考慮せず	成分調整に加えられる汚染していない金属
最終的なクリアランス対象物割合	0.0625	0.1	0.1

表 A-4 埋設処分に係る評価パラメーター一覧

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
共通		混合率 (-)	0.1
		廃棄物の総量 (ton)	500,000
		処分場幅 (m)	200
		処分場長さ (m)	200
		処分場深さ (m)	10
		処分場嵩密度 (g/cm ³)	2.0
		各種作業者の呼吸量 (m ³ /h)	1.2
		居住者の呼吸量 (m ³ /h)	0.96
		農産物,畜産物及び水産物の市場係数 (-)	1
		農産物,畜産物及び水産物の輸送時間 (d)	0
操業	積み込み作業	線源形状	重量 10t, 縦横 100cm,長さ 500cm の直方体,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	0.4
		年間作業時間 (h/y)	1000
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	運搬作業	線源形状	重量 10t, 縦横 100cm,長さ 500cm の直方体,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	0.9
		年間作業時間 (h/y)	1000
	埋立作業	線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	0.4
		年間作業時間 (h/y)	1000
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	トリチウムの飛散	トリチウムの処分場からの平均飛散率 (-)	1E-4
		有効高さ (m)	3
		断面方向長さ (m)	226
		風速 (m/s)	3
		トリチウムを吸入する時間 (作業員) (h/y)	1000
		トリチウムを吸入する時間 (居住者) (h/y)	8760
跡地利用	跡地利用共通	処分場閉鎖後から評価時点までの期間 (y)	10
跡地利用	跡地利用共通	覆土厚さ (m)	0.5
	農作物摂取, 畜産物摂取	根からの吸収割合 (-)	0.1
	農産物摂取	農作物の摂取量 (kg/y)	米:71,葉菜:12,非葉菜:45,果実:22
	畜産物摂取	家畜の飼料摂取量 (kg-dry/d)	肉牛:7.2,乳牛:16.1,豚:2.4,鶏:0.07
		放射性核種を含む飼料の混合割合 (-)	1
		畜産物の年間摂取量 (kg/y,L/y)	牛肉:8,豚肉:9,鶏

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
			肉:7,鶏卵:16,牛乳:44
	建設作業	建設掘削深さ (m)	3
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		建設作業時における遮へい係数 (-)	0.5
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	居住	年間居住時間 (h/y)	8760
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	0.2
		ダスト濃度 (g/m ³)	6E-6
	農耕作業	作業時間 (h/y)	500
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	1
		耕作深さ (m)	1.0
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	牧畜作業	年間作業時間 (h/y)	500
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	1
		耕作深さ (m)	1.0
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
地下水移行	地下水移行共通	浸透水量 (m)	0.4
		帯水層厚さ (m)	3
		地下水流速 (m/d)	1
地下水移行	地下水移行共通	帯水層空隙率 (-)	0.3
		帯水層土壌密度 (g/cm ³)	2.6
		処分場下端から井戸までの距離 (m)	0
		井戸水の混合割合 (-)	0.33
	井戸水飲用	年間飲料水摂取量 (m ³ /y)	0.61
	灌漑共通	灌漑水量 (田) (m ³ /m ² /y)	2.4
		灌漑水量 (畑,牧草地) (m ³ /m ² /y)	1.2
		土壌水分飽和度 (田) (-)	1
		土壌水分飽和度 (畑,牧草地) (-)	0.2
		土壌実効表面密度 (kg/m ²)	240
		灌漑土壌真密度 (g/cm ³)	2.6
		実効土壌深さ (cm)	15
		放射性核種の土壌残留係数 (-)	1
		灌漑土壌空隙率 (-)	0.3
	灌漑農耕作業	年間作業時間 (h/y)	500
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m
		遮へい係数 (-)	1
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	灌漑牧畜作業	年間作業時間 (h/y)	500
		線源形状	無限平板,評価距離 1 m

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
			離 1 m
		遮へい係数 (-)	1
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	灌漑農作物摂取, 灌漑畜産物摂取 共通	農作物 (葉菜,牧草)の栽培密度 (kg/m ²)	2.3
		核種の農作物 (葉菜,牧草)表面への沈着割合 (-)	1
		灌漑水年間生育期間 (d)	60
		weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (1/y)	18.07
	飼育水畜産物摂取	家畜の飼育水摂取量 (L/d)	肉牛:50,乳牛:60, 豚:10,鶏:0.3
	養殖淡水産物摂取	養殖淡水産物 (魚類)の年間摂取量 (kg/y)	0.7
		養殖淡水産物の地下水利用率 (-)	0.33
	河川水利用に係る経路共通	河川水流量 (m ³ /y)	1E+8
地下水移行	河川水利用に係る経路共通	河川までの距離 (m)	100
		河川への地下水流入地点から着目地点までの移動時間 (d)	0
	河川水面作業	河川域上における年間実作業日数 (d/y)	120
	河川での遊泳	河川域における年間実遊泳日数 (d/y)	4
	河川産物摂取	河川産物の摂取量 (kg/y)	魚類:0.6,無脊椎動物:0.25
	河川岸活動者	河川岸土壌の密度 (kg/m ³)	1.5E+3
		年間河川岸実作業時間 (h/y)	500
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	漁網取扱い者	放射性核種の河川水から魚網への移行比 (-)	1
		漁網の密度 (kg/m ³)	1E+3
		漁網の厚さ (m)	1
		漁網の実効半径 (m)	0.5
		河川での出漁の年間実働日数 (d/y)	80
海面埋立	海面埋立に係る全経路	海の交換水量 (m ³ /y)	8E+9
	塩摂取者	塩摂取量 (kg/y)	0.55
		海水中の塩化ナトリウム濃度 (kg/m ³)	30
	海水面作業	海域上における年間実作業日数 (d/y)	120
	海での遊泳	海域における年間実遊泳日数 (d/y)	4
	海産物摂取	海産物の摂取量 (kg/y)	魚類:15.8,無脊椎動物:8.1,藻類:2.2
	海岸活動者	海岸砂の密度 (kg/m ³)	1.5E+3
		年間海岸実作業時間 (h/y)	500
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	風送塩吸入摂取者	空気中に含まれる海水の量 (m ³ -water/m ³ -air)	2E-10
	漁網取扱い者	海域での出漁の年間実作業日数 (d/y)	80
		放射性核種の海水から漁網への移行比 (-)	1

表 A-5 再利用に係る評価パラメーター一覧

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
金 属 (再利 用)	積み下ろし、 運転作業	再利用される金属中のクリアランス対象物割合 (-)	0.7
	上記以外の 経路	再利用される金属中のクリアランス対象物割合 (-)	0.1
	共通	溶融に伴うスラグへの濃縮比 (-)	10
		溶融に伴うダストへの濃縮比 (-)	200
		クリアランスされた後から再利用されるまでの 期間 (y)	1
	冷蔵庫	線源の形状	重 量 100kg, 70cm × 70cm × 170cm, 評価距離 1m
		年間使用時間 (h/y)	1000
	ベッド	線源の形状	重 量 16kg, 100cm × 200cm × 20cm, 評 価 距 離 10cm
		年間使用時間 (h/y)	3000
	フライパン	鉄の腐食速度 (cm/h)	1.5E-6
		フライパンの面積 (cm ²)	707
		フライパンを使用した年間調理時間 (h/y)	180
		鉄の密度 (g/cm ³)	7.86
	飲料水缶	清涼飲料水中の鉄濃度 (g/L)	3E-4
		清涼飲料水の摂取量 (L/y)	130
	鉄筋コンク リート建家 での居住	線源の形状	9m × 9m × 2.4mH, 壁 等 の厚さ (床, 天 井 :20, 壁 15cm), 評 価 点 までの 距 離 床 上 1 m, 部屋 の 中 心
		鉄筋のかぶり厚さ (cm)	3
		鉄筋割合 (%)	0.4
		年間居住時間 (h/y)	6000
	水道管	飲料水中の鉄濃度 (g/L)	3E-4
		年間飲料水摂取量 (L/y)	610
	スクラップ 作業場周辺 居住	スクラップ作業場周辺空气中ダスト濃度 (g/m ³)	1E-4
		年間居住時間 (h/y)	6000
		居住者の呼吸量 (m ³ /h)	0.96
金 属 (再利 用)	スクラップ 作業場周辺 居住	沈着速度 (m/y)	3.15E+5
		ダストの地表面への沈着割合 (-)	1
		沈着した放射性物質のうち残存する割合 (-)	0.5
		放射性核種の放出期間 (y)	5
		土壌実効表面密度 (kg/m ²)	240
		農作物の栽培密度 (kg/m ²)	2.3

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
		放射性核種の農作物（葉菜）表面への沈着割合（-）	1
		農作物（葉菜）の生育期間（d）	60
		weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数（1/y）	18.07
		農作物（葉菜）栽培期間年間比（-）	0.5
		調理前洗浄による粒子状物質の残留比（-）	1
		農作物（葉菜）の年間摂取量（kg/y）	12
		農作物の市場係数（-）	1
		農作物の輸送時間（d）	0
	壁材等	粗骨材使用量（g/cm ³ ）	1
		再生粗骨材使用割合（-）	0.15
		建築材密度（g/cm ³ ）	2.3
		線源の形状	鉄筋コンクリート建屋での居住に同じ
	積み下ろし作業	遮へい係数（-）	1
		線源の形状	重量 25t,線源の密度 3.93g/cm ³ ,253cm×127cmR の半円柱,評価点までの距離 4m
		年間作業時間（h/y）	1000
		呼吸量	1.2
		ダスト濃度（g/m ³ ）	5E-4
	運転	遮へい係数（-）	0.9
	前処理	線源の形状	重量 20t,線源の密度 3.93g/cm ³ ,900cm×60cmR の半円柱,評価点までの距離 2m
		年間作業時間（h/y）	1000
金属再利用	前処理	遮へい係数（-）	1
		線源の形状	重量 0.5t,線源の密度 5.90g/cm ³ ,60cm×30cmR の半円柱,評価点までの距離 2m
		年間作業時間（h/y）	1000
		呼吸量	1.2
		ダスト濃度（g/m ³ ）	5E-4
	溶融・鑄造作業	遮へい係数（-）	1
		線源の形状	重量 10t,線源の密度 7.86g/cm ³ ,100cm×64cmR の半円柱,評価点まで

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
			の距離 1.5m
		年間作業時間 (h/y)	1000
		呼吸量	1.2
	スラグ作業	ダスト濃度 (g/m ³)	1E-3
		年間作業時間 (h/y)	200
		遮へい係数 (-)	1
	加工作業	線源の形状	重量 10t,線源の密度 7.86g/cm ³ ,122cm × 58cmR の円柱, 評価点までの距離 1.5m
		年間作業時間 (h/y)	1000
		呼吸量	1.2
		ダスト濃度 (g/m ³)	5E-4
	トラック	線源の形状	220 × 220 × 200H,厚さ 0.1, 評価点中心
		年間作業時間 (h/y)	1000
	オートバイ	線源の形状	190 cm × 70 cm × 75 cm H, 評価点までの距離 30 cm
		年間作業時間 (h/y)	1000
	船舶	線源の形状	300cm × 500cm × 220cm H,厚さ 0.5cm, 評価点中心の高さ 1m
		年間作業時間 (h/y)	1000
金属再利用	机	線源の形状 (cm)	140 × 70 × 0.65H, 評価点までの距離 30
		年間作業時間 (h/y)	1000
	NC 旋盤	線源の形状	190cm × 130cm × 190cmH, 評価点までの距離 1m
		年間作業時間 (h/y)	1000
	モーター,バルブ等再使用品	線源の形状	重量 1500kg,300cm × 45cmR の円柱, 評価点までの距離 1m
		年間作業時間 (h/y)	200
		呼吸量 (m ³ /h)	1.2
		再浮遊係数 (m ⁻¹)	1E-6

評価経路		パラメータ名及び単位	選定値
		剥離性汚染の経口摂取率 (m^2/h)	1E-4
		剥離性汚染の割合 (-)	0.01
	駐車場(スラグ)	線源の形状	無限平板,厚さ 4 cm 評価点 までの距離 1m
		アスファルトの密度 (g/cm^3)	2.1
		アスファルトへのスラグの混入割合 (-)	0.25
		年間作業時間 (h/y)	1000
コンクリート 再利用	コンクリート 再利用 共通	再利用されるコンクリート中のクリアランス対象物割合 (-)	0.1
	コンクリート 再利用 処理	線源の形状	重量 50t,381cm × 191cmR の半円 柱,評価点まで の距離 2m
		年間作業時間 (h/y)	1000
		呼吸量 (m^3/h)	1.2
		ダスト濃度 (g/m^3)	5E-4
	駐車場(コン クリート)	線源の形状 (cm)	無限平板,厚さ 4 cm 評価点 までの距離 1m
		アスファルトの密度 (g/cm^3)	2.1
		アスファルトへのコンクリートの混入割合 (-)	0.25
		年間作業時間 (h/y)	1000

表 A-6 内部被ばく線量換算係数（吸入・経口）

単位	(μ Sv/Bq)	
核種	吸入	経口
H-3	2.6E-05	1.7E-05
C-14	5.6E-04	5.6E-04
Cl-36	5.5E-03	8.2E-04
Ca-41	3.5E-04	3.3E-04
Mn-54	1.7E-03	7.3E-04
Fe-55	6.9E-04	1.6E-04
Co-60	4.1E-02	7.0E-03
Ni-59	3.6E-04	5.4E-05
Ni-63	8.4E-04	1.5E-04
Zn-65	5.0E-03	3.9E-03
Sr-90	3.4E-01	3.6E-02
Nb-94	9.0E-02	1.4E-03
Tc-99	2.0E-03	3.4E-04
I-129	4.7E-02	7.4E-02
Cs-134	1.4E-02	2.0E-02
Cs-137	8.7E-03	1.4E-02
Eu-152	5.9E-02	1.6E-03
Eu-154	7.0E-02	2.5E-03
Pu-239	1.2E+02	9.7E-01
Am-241	1.2E+02	1.0E+00

表 A - 7 埋設処分経路の評価に使用する元素依存のパラメータ(その1)

元素	土壌から農作物への移行係数			飼料・飼育水から畜産物への移行係数					土壌の分配係数			放出係数	
	米	葉菜、非葉菜、果実	飼料	鶏卵	牛肉	豚肉	鶏肉	牛乳	帯水層	農耕土壌			
(Bq/g-wet) / (Bq/g-dry) (d/kg) (d/L) (ml/g) (-)													
H	5.0E+00	5.0E+00	5.0E+00	2.7E+00	1.0E-02	8.0E-02	2.5E+00	1.5E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.15E+00		
C	5.5E-01	5.5E-01	2.8E+00	2.8E+00	2.0E-02	1.7E-01	3.7E+00	5.0E-03	2.0E+00	2.0E+00	1.0E-01		
Cl	5.0E+00	5.0E+00	7.0E+01	3.0E+00	2.0E-02	3.3E-03	1.0E-02	1.7E-02	1.0E+00	2.7E+01	1.0E-01		
Ca	3.0E-01	3.0E-01	3.5E+00	4.0E-01	2.0E-03	3.3E-03	4.0E-02	3.0E-03	9.0E+00	1.1E+02	3.0E-02		
Mn	2.6E-01	3.0E-01	9.8E+00	6.0E-02	5.0E-04	3.6E-03	5.0E-02	3.0E-05	4.9E+01	4.9E+02	3.0E-02		
Fe	7.0E-04	7.0E-04	4.0E-03	1.0E+00	2.0E-02	2.6E-02	1.0E+00	3.0E-05	2.2E+02	4.9E+03	3.0E-02		
Co	3.2E-03	2.4E-02	1.1E+00	1.0E-01	1.0E-04	2.0E-03	2.0E+00	7.0E-05	6.0E+01	9.9E+02	3.0E-02		
Ni	2.6E-02	2.0E-02	5.1E-01	1.0E-01	5.0E-03	5.0E-03	1.0E-03	1.6E-02	4.0E+02	1.1E+03	3.0E-02		
Zn	1.4E+00	2.6E-01	9.9E-01	3.0E+00	1.0E-01	1.5E-01	7.0E+00	1.0E-02	2.0E+02	1.6E+03	3.0E-02		
Sr	1.8E-01	5.5E-01	1.7E+00	2.0E-01	8.0E-03	4.0E-02	8.0E-02	2.8E-03	1.3E+01	1.5E+02	3.0E-02		
Nb	1.0E-02	4.3E-03	5.0E-02	1.0E-03	3.0E-07	2.0E-04	3.0E-04	4.1E-07	1.6E+02	2.0E+03	3.0E-02		
Tc	6.3E-01	2.1E+02	7.6E+01	3.0E+00	1.0E-04	1.5E-04	3.0E-02	1.4E-04	1.4E-01	1.5E+00	1.0E-01		
I	2.0E-02	2.0E-02	3.4E-03	3.0E+00	4.0E-02	3.3E-03	1.0E-02	1.0E-02	1.0E+00	2.7E+01	1.0E-01		
Cs	7.1E-02	5.7E-02	5.3E-01	4.0E-01	5.0E-02	2.4E-01	1.0E+01	7.9E-03	2.7E+02	2.7E+02	1.0E-02		
Eu	2.0E-03	2.0E-03	4.0E-02	7.0E-03	2.0E-03	5.0E-03	4.0E-03	2.0E-05	3.1E+01	3.1E+01	3.0E-04		
Pu	7.4E-06	7.0E-04	8.0E-04	5.0E-04	1.0E-05	8.0E-05	3.0E-03	1.1E-06	5.4E+02	1.8E+03	3.0E-04		
Am	1.9E-05	3.5E-04	1.2E-03	4.0E-03	4.0E-05	1.7E-04	6.0E-03	1.5E-06	2.0E+03	1.1E+05	3.0E-04		

表 A - 7 埋設処分経路の評価に使用する元素依存のパラメータ(その2)

元素	養殖淡水産物・河川産物への濃縮係数		海産物への濃縮係数				河川水から河川岸土壌への移行係数	海水から海岸砂への移行係数
	魚類	無脊椎	魚類	無脊椎	藻類			
(L/kg)								
(Bq/kg per Bq/cm ³)								
H	1.0E+00	9.0E-01	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C	5.0E+04	9.1E+03	1.8E+03	1.4E+03	1.8E+03	1.8E+03	1.0E-02	1.0E-02
Cl	5.0E+01	1.0E+02	1.3E-02	1.9E-02	7.6E-02	7.6E-02	1.0E-02	1.0E-02
Ca	6.0E+01	3.3E+02	5.0E-01	1.3E+01	5.0E+00	5.0E+00	5.0E-02	5.0E-02
Mn	4.0E+02	1.0E+05	6.0E+02	1.0E+04	2.0E+04	2.0E+04	1.0E-01	1.0E-01
Fe	2.0E+02	3.0E+03	3.0E+03	2.0E+04	5.0E+04	5.0E+04	1.0E-01	1.0E-01
Co	3.0E+02	1.0E+04	1.0E+02	1.0E+03	1.0E+03	1.0E+03	1.0E-01	1.0E-01
Ni	1.0E+02	1.0E+02	5.0E+02	1.0E+02	5.0E+02	5.0E+02	1.0E-01	1.0E-01
Zn	1.0E+03	1.0E+04	2.0E+03	1.0E+05	1.0E+03	1.0E+03	1.0E-01	1.0E-01
Sr	6.0E+01	3.0E+02	1.0E+00	6.0E+00	1.0E+01	1.0E+01	5.0E-02	5.0E-02
Nb	3.0E+02	1.0E+02	1.0E+02	1.0E+03	5.0E+02	5.0E+02	1.0E-01	1.0E-01
Tc	2.0E+01	5.0E+00	1.0E+01	1.0E+03	1.0E+04	1.0E+04	1.0E-02	1.0E-02
I	4.0E+01	4.0E+02	1.0E+01	5.0E+01	4.0E+03	4.0E+03	1.0E-02	1.0E-02
Cs	2.0E+03	1.0E+03	3.0E+01	2.0E+01	2.0E+01	2.0E+01	1.0E+00	1.0E+00
Eu	5.0E+01	1.0E+03	2.5E+01	1.0E+03	5.0E+03	5.0E+03	1.0E-01	1.0E-01
Pu	3.0E+01	1.0E+02	1.0E+00	1.0E+03	1.0E+03	1.0E+03	1.0E+00	1.0E+00
Am	3.0E+01	1.0E+03	1.0E+01	2.0E+03	2.0E+03	2.0E+03	1.0E+00	1.0E+00

表 A-8 再利用経路の評価に使用する元素依存のパラメータ

元素名	溶融過程での金属成分への移行割合			土壌から農作物(葉菜)への移行 係数
	インゴット	スラグ	ダスト	
	(-)			(Bq/g-wet) / (Bq/g-dry)
H	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	5.0E+00
C	1.0E+00	1.0E-01	1.0E+00	5.5E-01
Cl	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	5.0E+00
Ca	1.0E-01	1.0E+00	1.0E-01	3.0E-01
Mn	1.0E+00	1.0E-01	5.0E-02	3.0E-01
Fe	1.0E+00	1.0E-02	5.0E-03	7.0E-04
Co	1.0E+00	1.0E-02	5.0E-03	2.4E-02
Ni	1.0E+00	1.0E-02	5.0E-03	2.0E-02
Zn	1.0E+00	1.0E-02	1.0E+00	2.6E-01
Sr	1.0E-01	1.0E+00	1.0E-01	5.5E-01
Nb	1.0E+00	1.0E-01	1.0E-02	4.3E-03
Tc	1.0E-01	1.0E-01	1.0E+00	2.1E+02
I	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	2.0E-02
Cs	1.0E-03	1.0E+00	1.0E+00	5.7E-02
Eu	5.0E-02	1.0E+00	5.0E-03	2.0E-03
Pu	1.0E-01	1.0E+00	5.0E-03	7.0E-04
Am	1.0E-01	1.0E+00	5.0E-03	3.5E-04

謝 辞

本論文は、筆者が、東京工業大学理工学研究科博士後期課程で行った研究と職場である日本原子力研究所(現 日本原子力研究開発機構)で行った研究をとりまとめたものです。本論文の作成に当たっては、多くの方々のご支援、ご協力をいただきました。ここに、本論文の作成にご協力をいただいた皆様に感謝の意を表したいと存じます。

まず、本論文の取りまとめに当たって、終始ご指導及びご助言をいただきました東京工業大学原子炉工学研究所の鳥井弘之教授と藤井靖彦教授に深く感謝いたします。両先生は、放射性廃棄物処分のリスクコミュニケーションに関する研究を東京工業大学において行いたいという私の突然の希望を快く受け入れ、そして、社会人博士後期課程への入学の道を開いてくれました。また、入学後も、私の考えを学位論文にまとめ上げるため、有益なるご助言を幾多となく与えてくれました。しかしながら、そのうちのほんの僅かしか本論文に活かすことができませんでした。引き続き、両先生からいただいたご助言を今後の研究活動に活かしていきたいと思います。

そして、ご多忙中にもかかわらず、本論文の審査を担当していただきました東京工業大学原子炉工学研究所の山野直樹特任教授、東京工業大学理工学研究科の小澤正基客員教授、東京工業大学原子炉工学研究所の赤塚洋准教授に感謝の意を表します。論文審査の過程で各先生からいただきました有益なご助言を本論文に反映すべく努力はいたしましたが、いまだ十分に反映ができておりません。これらのご助言についても、私の今後の研究活動に活かしていきたいと思います。

東京工業大学原子炉工学研究所助教 林崎規託博士と東京工業大学 21 世紀 COE 研究員 篠田佳彦氏には、ゼミ等を通じて有益なご助言をいただきました。また、社会人という共通の悩みを抱えながら、学位論文の完成をともに目指して頑張った山村修さんと嶋林ゆう子さんにも、ゼミ等で色々と教えていただきました。感謝の意を表します。

鳥井研究室の守山義之男さんには、ゼミで貴重なご意見をいただくとともに、本論文の取りまとめに当たって叱咤激励をいただきました。また、鳥井研究室の古野由美子さんには、学生生活を送る上での事務諸手続きで本当にお世話になりました。感謝の意を表します。

日本原子力研究開発機構バックエンド技術部長 加藤正平氏には、第 4 章及び第 6 章について貴重な意見をいただくとともに、本論文の取りまとめに当たってご配慮をいただきました。そして、第 2 章及び第 3 章の研究のとりまとめに当たっては、多くの職場の同僚からの協力をいただきました。第 5 章のテキストマイニングについては、(有)シードウインの福田豊志さんから有益なるご助言をいただきました。また、第 6 章の放射性廃棄物管理施設のリスクコミュニケーションの事例調査においては、日本、スウェーデン及びフィンランドの多くの関係者の方々のご協力をいただきました。感謝の意を表します。

最後に、私事になりますが、常に私の行動を信じそして温かく見守ってくれた両親に感謝をいたします。また、私を激励しそして応援してくれた息子潤一郎、娘の真理恵と実花に感謝をいたします。そして、常に私の心の支えになってくれた妻の均美に心から感謝をいたします。本当にありがとうございました。