

2010 年技術レポート（2009 年度分）
「安全確保構想 2009」
レビュー報告書

平成 22 年 3 月

社団法人 日本原子力学会
「NUMO 2010 年技術レポートレビュー」
特別専門委員会

「NUMO2010 年技術レポートレビュー」特別専門委員会
「安全確保構想 2009」のレビュー報告書

目 次

はじめに	1
「安全確保構想 2009」の原案に対するレビュー	3
1. 総括的コメント	3
2. 安全確保構想 2009 の基本方針について	4
3. 段階的進め方と安全確保のロードマップについて	7
4. セーフティケースについて	8
5. 地層処分に必要な技術について	10
6. 組織・体制について	11
7. リスクマネジメントと品質保証について	13
委員会および委員構成	15
委員会開催実績	16

はじめに

高レベル放射性廃棄物の最終的な取り扱いについては、地中深く人間の生活環境から隔離することによる地層処分の概念が提唱されてから50年以上経過した。

その間に多くの国において、また国際共同研究により安全な処分の実現を目指した研究開発が着実に進められてきた。そのような結果、1990年頃に地層処分の専門家の間では、基本的には、安全な処分の実現のための技術および長期にわたる安全性を評価する技術の双方が得られたとのコンセンサスが得られている。世界的なレベルでのこのような専門家の合意を受け、地層処分に関わる現在の技術開発は、具体的な立地場所を特定するために必要になる詳細な調査技術や立地場所の地質環境に適した処分場の施工技術の開発、また、安全評価に関しては、より精緻な評価を行うための技術開発などが中心になっている。

処分場の立地地域の選定に関わる活動についてみると、技術開発の着実な進展を経て、1980年代にはいくつかの国において地層処分場の立地地域を選定する動きがみられた。しかしながら、立地地域の選定活動が順調に推移した国は少なく、多くの国で困難な状況を経験した。このようなことを契機に1980年代半ばから2000年頃にかけて、複数の国で地層処分の進め方などに関する再検討が行われた。その結果、処分の実施主体、地層処分に直接関係する研究者等処分事業の関係者の間では、処分事業を段階的に進め、各段階の節目において関係者が対話を繰り返しながら、科学的にも、社会的にも処分事業に対する信頼を高めていく方法が共通認識として定着してきた。今後は、まず、地層処分の関係者や地層処分に関心を持つ人々に、地層処分事業を理解してもらい、事業の段階的な進め方や各段階で行われていくことが妥当であるかについて判断してもらうことが重要である。そのために、処分の実施主体は、幅広く関係者の関心を呼ぶ情報提供に努め、対話の努力を積み重ねることが肝要である。

高レベル放射性廃棄物等の地層処分は、安全確保自体が目標となり、次に示すような特徴を有する事業である。

- ① 事業期間が、調査に着手してから処分場を立地し、操業から処分場の閉鎖までおよそ100年の長期にわたる。
- ② 人間や環境への放射線による潜在的な危険性が数十万年から百万年にもおよぶ可能性があり、技術的にも社会的にも避けることのできない不確実性を含む。
- ③ 地層処分は、②で述べた不確実性の存在を前提にしつつ、事業の開始前に遠い将来にわたりその安全性を示さなければならない。

地層処分は、このように不確実性を含むことを認識した上で、科学技術的に最大限の努力をして安全確保のための方法を示しつつ、最終的には社会がその時代の価値観に従って判断をしていくという社会的側面の強いプロジェクトである。

社会判断の前提には、地層処分で採用される技術が信頼できるものか、その技術開発のアプローチが妥当なものであるか、開発およびその主体が必要な技術を備え、事業実施にふさわしい組織体制を整えているか、といった点が重要になる。

日本原子力学会は、原子力発電環境整備機構（以下、NUMO と呼ぶ）が原案を示した「安全確保構想 2009 ～安全な地層処分の実現のために～」(以下、「安全確保構想 2009」と呼ぶ)について、公表前にレビューすることを依頼された。このため日本原子力学会は、原子力工学、地盤工学、地質学、リスクマネジメントなど多様な専門家で構成される「NUMO2010年技術レポートレビュー」特別専門委員会（以下、当特別専門委員会、と呼ぶ）を設置し、2009年12月から2010年3月まで「安全確保構想 2009」のレビューを行なった。

NUMOによれば、「安全確保構想2009」は、2010年度に取りまとめる予定の「NUMO2010年技術レポート」の核となる安全確保構想を先行的に取りまとめたもの、とされている。

当特別専門委員会は、NUMO 担当者から「安全確保構想 2009」について説明を受け、委員の専門領域に照らした幅広い視点からの検討を行なった。本報告書は、各委員から提出された「安全確保構想 2009」に対する意見をまとめているが、統一的な見解を示すといった調整を特にはせず、それぞれの専門に基づく意見を示したものである。ここで示した各委員からの意見が「安全確保構想 2009」に加え、次に予定されている「NUMO2010年技術レポート」の作成にあたって参考にされることを希望する。

「安全確保構想 2009」は全体としては、「NUMO2010年技術レポート」の基礎となる内容を簡潔に表しているものと思われ、基本的な考え方やそれに基づく事業推進の考え方のおおよその方向性は示されているものと理解される。しかし、実際には「安全確保構想 2009」へのそれらの記載は十分ではないところがあると考えられ、「NUMO2010年技術レポート」ではさらに踏み込んで書いていただきたい事柄や、少し物足りなく感じたところなどについてもコメントとして示した。

「1. 総括的コメント」では、各委員から提出されたコメントに基づき、「安全確保構想 2009」全体に関し、事業の長期性、長期間にわたる安全確保、および不確実性の存在など、地層処分事業に特徴的なことを踏まえ、それらへの対処にあたっての基本的な考え方に関わる部分を中心に意見をとりまとめた。

「2. 安全確保構想2009の基本方針について」から「7. リスクマネジメントと品質保証について」に関しては、「安全確保構想2009」において NUMOが強調したい事項を中心に各項目へのコメントを列挙している。

「安全確保構想 2009」の原案に対するレビュー

1. 総括的コメント

- 1.1 地層処分の長期にわたる安全性の厳密な意味での実証は、不可能である。また、その安全評価には、避けがたい不確実性がともなわれる。実証が不可能であり避けがたい不確実性を伴うという地層処分に特徴的なこの困難に対して、NUMO はどのように対応しようとしているのか、その基本方針だけでも明らかにしておく必要がある。
- 1.2 地層処分が直面している最も大きな困難は、今や、自然科学的な事柄より、むしろ社会的な問題であることは、世界中の国々で広く認識されているところである。地層処分の実現に向けて、実施主体たる NUMO は「安全確保構想 2009」および次に続く「2010 年技術レポート」において、自然科学的な技術だけではなく、人文・社会科学も含めた学際的な知を活用する社会技術的側面についても、可能な範囲で言及しておくべきであろう。
- 1.3 NUMO は、まず、安全確保のための基礎的な取り組みの方針として、方針 1¹から方針 3 までを示している。しかし、事業を段階的に進めるべき事などは、見方によれば当然のことであり、ここに取り立てて方針として示すまでもない事と思われる。しかし、明らかではあるが、地層処分を進める上での重要事項として改めて方針として示すことも必要であろう。その上で、「安全確保構想 2009」の「安全確保に向けたロードマップ」において、3つの方針それぞれについてより具体的な取り組み方針が示されていることが求められる。さらに、方針に基づく具体的かつ詳細な計画が、次年度に予定されている「2010 年技術レポート」で述べられる必要がある。
- 1.4 関係者の信頼を得て、それを持続させながら事業を推進していくために必要なこととして、NUMO は自らの技術力を示す必要がある。設立以来 10 年にわたり実施されてきた調査研究成果については、今回示されたロードマップの中でのそれぞれの位置づけなどが分かる形で示され、今後、従来成果に基づきどのような方針と計画を持って推進するかを示すことが必要になる。

また、(独)日本原子力研究開発機構 (JAEA) 他の関係機関が実施し、それぞれの機関において蓄積されてきている調査、研究開発の成果は、NUMO の地層処分事業に有機的に統合されるべきことから、NUMO はわが国における地層処分事業の調査、研究開発の研究管理的役割を果たしていくことも求められるであろう。
- 1.5 方針 1 から方針 3 は地層処分事業を進めるにあたっての取り組み姿勢を示したものである。方針 1 から方針 3 について理解してもらうためには、初めに、高レベル放射性廃棄物等の地層処分の取り組みに対する基本的考え方に係わる次の点を記述するのが望ましい。

¹ 方針 1 から方針 3 の内容は、「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」(2009 年 12 月、原子力発電環境整備機構)からの抜粋を 5～6 ページの囲み (□) 内に示している。

- (1) まず、地層処分の必要性について述べる。高レベル放射性廃棄物はそのままで危険であり、それを如何に安全にマネジメントしていくかという基本的考え方を示したうえで、地層処分の必要性の記述が必要である。放射性廃棄物の危険性を認識しているからこそ、マネジメントは慎重に段階的に積み上げていくという基本的考え方である。
- (2) 地層処分事業の長期にわたる安全性は、実証が不可能である。その実証できない安全性を、様々な不確実性をも乗り越えて、いかにして確認していこうとしているのかを示すことが基本的考え方として必要である。
- (3) 「安全確保構想 2009」では、セーフティケースを事業管理のための概念的な枠組みとして用いることが表明されている。セーフティケースを段階的に示していくことと各段階において限られた情報の中でどのように安全を示してゆくか、その考え方をまとめて示すことが重要である。

また、段階的推進の意味と段階的な推進におけるセーフティケースの意義については地層処分の事業展開における基本的な考えであることから、この点についても、基本的考え方として記述しておくことが望ましい。

- 1.6 地層処分は、自然を相手にする事業であることから、可能な限りの精密な調査を前提にしても、想定できない事象に出会うことがある。NUMO は、進展する科学技術の積極的な活用や事業において蓄積されるデータの活用のみならず、地下空間などで起こりうる自然界の想定外の事象にも対処するために、当初の事業の進行計画に固執することなく、事業を段階的かつ柔軟に進行管理するアプローチを選択していることを対外的にも明言する必要がある。また、地層処分は、科学技術の叡智を結集して事業実施の方向性を示した上で、最終的にはその時代の社会の価値観に従って判断される。今後の科学技術および社会制度の不確実性を考えると、技術オプションを用意するため、および将来の人々の選択の可能性も含んだ柔軟な計画を立案し実行に移していくための配慮も必要となる。

2. 安全確保構想 2009 の基本方針について

事業の各段階における安全性と閉鎖後長期にわたる安全性の双方について、実際の事業の中で確保するために三つの方針が示されている。すなわち²、

方針 1：安全性を繰り返し確認しながら、段階的に事業を推進する。

(中略) 地層処分システムの長期安全性の評価においては、評価期間の長期性や地質環境の不均質性に起因する時間的、空間的な不確実性に適切に対処していく必要があ

² 以下、囲み (□) で示した内容は、「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」(2009 年 12 月、原子力発電環境整備機構) で記載されている文章そのままを抜粋し、記載するものである。

る。これに対しては、3段階のサイト選定過程を経ながら、段階的にサイトの地質環境情報を蓄積・詳細化するとともに、地下施設の建設や地下での作業時においても同様に地質環境情報を更新し、上記の不確実性を徐々に低減していくことができる。さらに、科学・技術の最新知見を適切に取り込みつつ段階毎に更新、拡充される地質環境情報に基づき、処分場設計の最適化と安全評価を繰り返し実施することで、地層処分システムの長期安全性と技術的信頼性を向上・強化していくことができる。各段階の節目や途中で安全性の確認を繰り返すことで、安全確保の目標を達成しているかどうか、その時点で優先的に取り組むべき課題が何かを抽出することができる。これにより次段階以降の適切な技術開発計画などの策定にも反映することができる。

(中略)

方針2：信頼性の高い技術を用いて事業を推進する。

(中略) 段階的な進め方によって、十分な信頼度をもって安全確保策を実現していくために、原環機構は、最新の知見を踏まえ、その時点で利用可能な最適で信頼性の高い技術を用いて事業を推進する。「信頼性の高い技術」については、他分野での既往の使用実績や事業を効率的に進める観点での経済性にも考慮し、かつ、適切なレベルで品質を保証できるものであることが重要である。

(中略)

方針3：安全性への信頼感醸成へ向けた技術的な取り組みを行ないながら事業を推進する。

(中略) 地層処分事業は、安全上考慮すべき期間が極めて長期にわたることなどから、社会的にもこれまで経験のない事業であり、立地段階から処分場閉鎖にいたる各段階で国民や地元住民との合意形成が求められる。原環機構は、各段階で安全性の確認を繰り返し、その結果を、安全規制当局をはじめとする国民に示しながら、地層処分の安全性への信頼感を段階的に醸成していく。

(「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009年12月、原子力発電環境整備機構、P15、P18、P21)

レビューコメント：

- 2.1 方針1から方針3で示された内容は、放射性廃棄物の地層処分という安全確保が中心課題である事業においては、自明ではあるが大切なことである。これらに加え、それぞれの方針を実施に移すにあたって考え得る重要な点を示し、如何に実施していくかについて、分かりやすく説明する必要がある。
- 2.2 地層処分事業の安全には、大きく分けて、作業時の安全確保と作業を終了し処分場を閉鎖した後の長期の安全確保がある。将来の人間や環境の防護の考え方、安全の確保方法、および安全の評価方法は、地層処分にとって重要な課題である。それと同じく、処分場の作業時における作業従事者、および公衆に対する環境安全上、また、放

射線安全上の課題も同じく重要である。特に処分場の立地に係わる関係者にとっては、後者の課題への取り組み姿勢はより重要度が増すものと思われる。

- 2.3 一般的な公共事業にも例があるように、事業の長期性で問題になるのは、長期事業の継続性の問題である。長い事業期間ではさまざまな変化が想定されるが、そのような変化に対応できる柔軟性を備えていることが示されていると良い。
- 2.4 信頼性の高い技術に関しては、NUMO が設立以来実施し、蓄積されてきた実績を示すことが信頼につながることになる。JAEA で蓄積された知見も吸収して NUMO として技術の蓄積を図ってきたという実績を示すことが必要である。今後の展開についてロードマップで示すことは良いことであるので、それに加え、今までの蓄積についても記述していくことが必要である。実績を踏まえた計画が、今後の方向性が見えるような内容になっているかが大事である。
- 2.5 NUMO 設立時に技術開発課題が整理され、それら技術課題が計画的に開発されてきて、現段階では、i) 確立された技術、ii) 開発中の技術、iii) 今後開発が進められるもの、というように整理されることが必要である。真摯に取り組んできていることが示し得るような資料の作成が望まれる。それをロードマップとして表現することによって現在までにどのように進展してきたかを示すことが NUMO の技術力および組織に対する信頼にもつながると思われる。
- 2.6 組織をみる場合には、例えば、後戻りの可能性やそのチェック機能を組織が持っているかどうかなど、簡単には解決できそうにない重要な点がいくつかある。それらに如何に対処しているかを示していくことも必要とされる。少し先をみながら課題を抽出しそれを継続的に段階的に解決しつつ進んでいくという姿が示されると良い。
- 2.7 「NUMO2010 年技術レポート」に対しては、地層処分に係わる業界、関連領域の専門家等は、それぞれの専門家にとって必要あるいは有益な情報、また、地層処分事業にとっての重要度が理解できるような情報整理がされており、それらが容易に取得できるようになっていることを望む。「安全確保構想 2009」もそうであるが、特に「NUMO2010 年技術レポート」では、情報がそのように整理されて示されることを希望する。
- 2.8 人材育成については、「安全確保構想 2009」においてその重要性に鑑み計画的な取り組み方針が記述されている。可能であれば、NUMO 組織内の人材育成に加えて、関連する領域の専門家の幅広い協力が得られていくための姿勢についても言及されていることが望ましい。
- 2.9 方針 1「安全性を繰り返し確認しながら、段階的に事業を推進する」で示されたように、事業の推進においては、技術的にみても、各段階でチェックポイントがあり、場合によっては後戻りや方向転換もあるような進め方とそれに対応できる組織体制になっていることを示すことが住民の安心につながり、ひいては組織信頼につながるものと思われる。そのためには時間も費用も必要になる可能性があるが、全体としてみ

るとそれが妥当なプロセスであるということも含めて示し、そのような進め方が理解されることが必要になる。

- 2.1.0 方針2「信頼性の高い技術を用いて事業を推進する」に関しては、深部掘削技術など、信頼性の高い技術を如何に実証していくか、それを住民などの関係者に如何に示していくかということが重要になる。地層処分に必要とされる技術に対する懸念に対し、どのように応えて説明していくかは信頼性を得ていく上で大切なことである。
- 2.1.1 方針3「安全性への信頼感醸成へ向けた技術的取組みを行いながら事業を推進する」に関しては、100年にも及ぶ事業の性格からすると持続可能性という面が重要になる。その一つに技術者を如何に確保し、育て、かつ維持していくかは重要なことであり、組織信頼の一重要事項として表明しておくことが必要となる。
- 2.1.2 実施方策の「事業全体を俯瞰した計画の策定」に関しては、事業全体を俯瞰して計画的に全体が如何に進められていくが見えるシステムになっていることが必要である。
- 2.1.3 実施方策の「閉鎖後長期安全性の繰り返しの確認」に関しては、モニタリングが重要な役割を果たすと思われる。300m以深といった深度でのモニタリングの実現性、継続性さらに実証性に対する懸念や地震があった後の処分場の安全性の確認方法に対する懸念など、一般の人々の関心事項にどのように応えるかということも課題になっていくと思われる。そのための対応の方法についての記述が必要であろう。
- 2.1.4 実施方策の「事業期間中の安全対策と環境保全」に関しては、操業中安全に関しては米国の廃棄物隔離パイロットプラント（WIPP）など安全に操業している事例も示すことが一般の人々の安心にとって有用である。

3. 段階的進め方と安全確保のロードマップについて

NUMOによる報告書では、三つの基本方針にそって安全確保策を展開するために安全確保のロードマップが示された。ロードマップに従って事業の段階毎に行なうべきことが体系的に整理されている。NUMOによる記述は次の通りである。

100年といった長期にわたる事業を効率的に推進するためには、事業全体を俯瞰した計画を策定し、一定期間毎に計画を見直しながら事業に反映することが有効である。そこでここでは事業全体を俯瞰した「安全確保に向けたロードマップ」（以下「安全確保ロードマップ」という）を作成することとした。安全確保ロードマップでは各段階における安全確保に向けた目標、安全確保に係わる要件、実施事項（安全確保のための実施事項）を各段階について記述する。安全確保ロードマップは事業の進展とともに、それまでの進展や新たな状況変化を反映しつつ詳細な内容に改訂していく必要があるが、現時点の安全確保ロードマップでは事業全体を10の段階に分類している。具

体的に 10 の段階とは、概要調査地区選定段階、精密調査地区選定段階、最終処分施設建設地選定段階（地上での調査、地下での調査）、安全審査の段階、建設段階、操業段階（操業期間中、操業の終了・閉鎖措置計画認可申請）、閉鎖段階、閉鎖後～事業廃止の段階である。各段階で実施する内容は、その段階における安全確保の目標のために直接必要なものに加え、一部の実施内容は次段階以降の検討に活用されるものも含む。

（「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009 年 12 月、原子力発電環境整備機構、P16）

レビューコメント：

- 3.1 ロードマップについては、全体の大きな流れと各事項の関係、および各事項の内容が理解できるように明確に記述されていることが必要である。まず、全体が理解できる概要版的な記述が必要とされる。これに、現在の詳細版が続くような二段階の示し方が良いのではないか。
- 3.2 「安全確保構想 2009」では、「安全性を繰り返し確認しながら、段階的に事業を推進する」ことが方針 1 とされており、また、安全性を確保することができることをセーフティケースの概念で立証しようとすることが表明されている。その上で、安全確保に向けた目標、安全確保に係わる要件、各段階の実施事項等を含み、事業全体を俯瞰した「安全確保に向けたロードマップ」を作成することが強調すべき点の一つとして取り上げられている。総括的コメントで述べたように、少なくとも、段階的推進、安全を示すためのセーフティケース、さらに全体計画を俯瞰するロードマップが、それぞれの関係が明確に記述され、全体に整合のとれたものとなっていることが必要である。
- 3.3 「安全確保に向けたロードマップ」では、「各段階における安全確保に向けた目標」が示されている。その内容についてみると、「目標」として各段階の終了時点における事業の目標が示されており、その達成に向けた各段階の節目における行為が記述されている。しかし、「安全確保に向けた目標」は、それら事業目標を達成するために前提として示されるべきものである。「安全確保に向けた目標」というのにふさわしい内容にする必要がある。

4. セーフティケースについて

「安全確保構想 2009」において NUMO は、地層処分事業における安全確保の目標の一つについて次のように述べている。「天然バリアと人工バリアから構成される多重バリアシステムにより、放射性廃棄物が数万年以上の長期にわたり、人間の生活圏に有意な影響を及ぼさないようにすることである。」これを実現するための概念として国際的に定着してきてい

るセーフティケースの概念の導入を次のように述べている。

安全確保策を施し、様々な証拠や論拠に基づいて、地層処分システムが長期にわたって安全性を確保することができることを立証したものが、近年国際的に幅広く受け入れられているセーフティケース³の概念である。原環機構は、上記の三つの安全確保策を、2.1 (4)で示した事業のスケジュールや経済性を十分に考慮しながら、段階的な事業の展開に即して実施し、関連する証拠や論拠を逐次統合化していく。この過程の中でセーフティケースを構築し、段階的に精緻化していくとともに、事業の節目ごとに法令で定められた報告書や別途自主的に作成する補足資料を作成し、各段階でのセーフティケースを示す文書として公表していく。なお、セーフティケースについては、国の地層処分に係る安全規制制度のあり方に関する議論（原子力安全・保安部会、2006）の中でも、安全について様々な論拠等を収集した総合安全説明書を事業の各段階で策定することの検討を事業者に求めており、原環機構としても上記の文書を提示することによってそれに応えていく。

（「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009年12月、原子力発電環境整備機構、P10）

レビューコメント：

- 4.1 セーフティケースの概念自体は、不確実性を含むがその不確実性を段階的に徐々に低減し、安全確保の信頼性を段階的に積み上げていく地層処分事業にとってふさわしいものである。事業の進展の過程で示されるセーフティケースでは、その時点までの情報に基づいて地層処分の安全性あるいは安全の見通しが示されると同時に、次の段階において明確にされるべき目標とその目標に向けて解決すべきリスク要因が特定されることが重要である。その上で、抽出されたリスク要因を低減し、解明していくために必要とされる調査や開発のための計画が示されることも重要である。
- 4.2 NUMOによれば、「安全確保に向けたロードマップ」を示すことが「安全確保構想 2009」のポイントの一つであるとされているが、ロードマップにおいてセーフティケースをより明確に位置づけることが必要であると思われる。特に、概要調査段階と精密調査段階でどのような取り組みを行なうかは記述が必要である。建設段階において突然「セーフティケースの更新」が記述されているが、少なくとも、前段階でのセーフティ

³ セーフティケースについては、NUMOの「安全確保構想 209」において、次の説明がある。「OECD/NEAの議論では、セーフティケースは、「A safety case is the synthesis of evidence, analyses and arguments that quantify and substantiate a claim that the repository will be safe after closure and beyond the time when active control of the facility can be relied on.（セーフティケースは閉鎖された後の制度的な管理の維持が保証できないような時間枠においても、処分場が安全であり続けるとする主張を定量化し立証するための証拠、解析さらには論拠の統合体である）」と定義されている（OECD/NEA, 2004）。なお、セーフティケースは、操業期間中の作業員の安全など、事業各段階の安全性についても含まれる場合がある（IAEA, 2009）。」

ケースについての記述が必要である。

- 4.3 セーフティケースはなじみの無い人々にとってはわかりにくく理解し難い面もあるため、NUMO が現在考えるセーフティケースの全体像がわかる概念図などを示すことができれば、関係者の間の議論に役立つことが期待される。

5. 地層処分に必要な技術について

技術の整備・進展に関し、次の通り NUMO としての取り組み姿勢が表明された。すなわち、

3.2.1 計画的な技術の整備

(中略)

原環機構としては、事業全体を俯瞰して安全確保に向けた原環機構の取組みを検討することにより必要な技術の洗い出しを行なう。(中略) また、「事業の各段階で安全確保のために必要な技術は何か」、「技術の目標到達レベルは何か」、「その時点において得られている技術のレベルはどの程度か」などを明確にした上で、どの時点で技術開発を開始する必要があるかを考慮して、必要なタイミングで必要な技術が使えるよう計画的に整備を行う。

(中略)

付録 2. 2000 年以降の地層処分技術の整備状況

(中略)

文献調査地区を公募中の現段階までにおいては、概要調査地区選定に必要な技術開発については、すでに全ての技術開発を終了しており、応募があり次第、文献調査を開始する準備が整っている。現在は、次段階の精密調査地区選定に必要な技術開発を進めている。また、処分事業を着実に実施する観点から事業管理手法の整備にも取り組んでいる。第 2 次取りまとめ以降、基盤研究開発では、国内 URL の建設に合わせて、地表からの調査技術および実際の地質環境への適用可能な評価手法の整備と工学的実現性の提示を目標として、平成 24 年までの計画で研究開発が進められている。

(「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009 年 12 月、原子力発電環境整備機構、P19、P 付 2-1)

レビューコメント：

- 5.1 2000 年に NUMO が設立されて以降、現在まで NUMO が蓄積してきた技術を記述する必要がある。それは地層処分を実施する組織に対する信頼構築にとってまず必要となる情報である。
- 5.2 NUMO は、JAEA などの関係機関が実施し蓄積してきている基盤研究開発の成果を有効

活用しつつ、今後の事業展開を図るものと思われるが、わが国で長年蓄積されてきた研究開発成果を効果的に活用、あるいは技術移転、継承していくことについてより踏み込んだ計画を表明する必要があるのではないか。

- 5.3 地層処分事業は、地下坑道掘削・施工技術、地下環境調査技術、人工バリア開発技術、安全評価技術等、多岐にわたる専門領域の技術力を有する組織の力を動員して初めて実現していくものである。これら全てを事業主体が備える必要はなく、それぞれの専門領域に応じた専門の組織が共同で実施していくことが必要とされる。地層処分事業は、候補地の選定、候補地域でのサイト特性調査に始まり、処分場の建設、操業から閉鎖に至るまで、約100年にも及ぶ可能性のある事業である。そのような事業の長期性を考えると、事業の実施主体には、それぞれ必要になる技術の開発、維持および継承に特段の配慮をする開発に係わる管理能力が備わっている必要がある。また、NUMOの事業推進をサポートする様々な技術を保有する機関がNUMOを支えていくという状況を創り出し、かつ維持していく枠組みについても記述することが望まれる。
- 5.4 当面、地層処分事業にとって必要な技術は、「概要調査地区選定段階(文献調査段階)」に関わる技術と「精密調査地区の選定(概要調査段階)」に必要とされる技術に焦点を当てた記述になっている。文献調査段階は既存の文献や資料に基づき検討が行なわれることから、「技術」の内容が理解されにくい。また、「応募があり次第、迅速な対応」は技術の領域というより、技術に基づく信頼や社会合意の展開というとらえ方ができるため、違いを明確にしておく必要がある。
- 5.5 NUMOにおける過去10年の事業の結果としての成果と今後の基盤研究開発との関係が不明確である。「安全確保構想2009」では、「現在は、次段階の精密調査地区選定に必要な技術開発を進めている。」と述べられているが、一方基盤研究開発では「地表からの調査技術および実際の地質環境への適用可能な評価手法の整備と工学的実現性の提示を目標として～研究開発が進められている」と記述されている。この一環としてJAEAでは地下研究施設を利用した研究開発も続けられており、両者の区別を明確にしておく必要がある。
- 5.6 わが国では、地層処分が必要とされる深地下での調査の経験はそれほど多くはなく、予期しなかった事象などに遭遇することも想定しておく必要がある。そのような様々な場合も想定して、対処できる柔軟性を持った技術開発への取り組みが必要とされる。

6. 組織・体制について

NUMOは、「安全確保構想2009」の「4.2.3 原環機構の組織および国内外協力体制の整備」において、約100年にもわたる事業の長期性に鑑み、長期的視点にたった人材確保と育成について述べている。

(1) 人材の確保・育成・技術継承

地層処分事業は約 100 年にわたる長期事業であり、その組織の整備においては、長期的な視点から事業を支える人材を確保・育成していく必要がある。そこで、事業各段階の実施事項に基づいて、業務量や必要な技術的専門性について検討し、将来の業務の実施体制および組織構成について検討している。

(中略)

人材の育成に関しては、(中略)地層処分の専門技術者として、それぞれの専攻・専門分野に関連が深い専門知識・技能の修得を図る。また、同時に専門分野以外の技術分野についても知識を修得する機会も積極的に設け、広範な知識を持たせるようにし、併せて、事業の推進に必要なプロジェクトマネジメント技術の修得やコミュニケーション能力にも重点を置き育成する。地層処分事業をプロジェクトマネジメント技術は必須さらに、基盤研究開発機関などへの出向により専門知識・技能の向上を図ることなども検討している。地層処分事業では国際的な協力関係も重要であることから、海外の研修機関において研修を実施している他、海外実施主体への派遣や共同研究などを通じた人材交流も計画しており、国際的にも活躍できる人材としての育成にも努める。

(中略)

地層処分は、多岐にわたる科学技術分野で構成されており、すべての分野の専門家や技術者を原環機構だけで確保することできない。そこで、国内の関係機関と協力して、適切な役割分担の下に協力して事業を進めることとしている。

(「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009 年 12 月、原子力発電環境整備機構、P38、P39)

レビューコメント：

6. 1 今の段階では操業に至るまでの期間の組織体制のあり方が重要な課題である。どのような事業や組織であっても予期しなかった出来事が起きたり、適切な判断がなされないことが無いとは言い切れない。必要なことは、それを認識した上で、組織として決定事項をチェックするようなグループがあるなど、柔軟な組織体制を備えていることである。このような組織の柔軟性は、組織に安定感を持たせる上でも大切である。NUMO の組織内外におけるチェックあるいは評価の体制など、チェック機能に係わる取り組み姿勢について記述しておくことが必要である。
6. 2 地層処分事業は 100 年程度続くものとされていることから、人材、技術の継承は配慮して欲しい事項の一つである。多くの技術はとぎれることなく継承されていくと思われるが、安全上要求される地下坑道の安定化のための技術、安全評価に必要とされる地下環境のパラメータの取得技術など、NUMO の処分事業を支える外部機関における地層処分に必要な技術維持にも配慮する記述が必要である。

7. リスクマネジメントと品質保証について

NUMOは「安全確保構想2009」において、「リスクマネジメント」の用語を用いて事業に含まれるリスクの管理について述べてはいない。長期にわたる安全確保に係わる技術的な観点からの不確実性、あるいは事業の長期性に潜む事業管理的な意味での不確実性への対処ということでリスクへの管理方針が述べられている。ここでは、現時点から処分場操業中までの組織としてのリスクマネジメントの観点からのコメントを次の通りとりまとめた。

レビューコメント：

- 7.1 地層処分に内包されているあるいは地層処分に伴うリスクには、処分場の操業から閉鎖に至る事業期間中のリスクと処分場閉鎖後長期の安全に関わるリスクの二つに分けて考えることができる。具体的にどのようなものがあるかが明確ではないため、これらの全体像を明示した方が良いと思われる。地層処分に係わるリスクは何であり、それに対する安全管理などの対策をどのように考えているか、との記述が必要ではないか。
- 7.2 操業中の安全管理のエンドポイントをどのようにおくかという問題がある。放射線安全管理に加え、産業災害、また有害物質に対する安全確保の視点の記述があって良いのではないか。
- 7.3 環境保全の考え方も余り明確でないとの印象を受ける。残土の問題など、課題はいくつか個々には記述されているものの、それぞれが単独に取り上げられており、リスク管理の観点からするとまとまった取り組みがされるようには理解されにくいので、考え方を系統立てて記述する必要があるのではないか。
- 7.4 ISO 31000など組織としてのリスクマネジメントの汎用的な原則や指針が示されている中で、こうした国際的なリスクマネジメントシステムの標準化動向を踏まえ、技術に関する品質保証を含め、組織としてどのようなリスクマネジメントシステムを構築するかについて記述することで、組織としての信頼性が高まるのではないか。
- 7.5 技術の管理部門における品質保証の活動に加え、組織全体としてのリスクマネジメントの部門があって、そこが組織内で、実施部門を監査していくような組織体制があることが外部からみた組織に対する信頼性につながる。その上で、要員計画には、そのようなリスクマネジメント、リスク評価、安全管理に係わる要員を確保していく計画もあることを示してはどうか。

品質保証についてNUMOは、「技術に関する品質保証の的確な実施」において、サイトの調査・評価段階から閉鎖後長期の安全性に係る技術の品質保証の重要性について次のように述べている。

3.2.2 技術に関する品質保証の的確な実施

地層処分では数万年を超える長期安全性を評価することや、合理的に想定される不確実性を許容しうる頑健な処分システムを構築することが求められる。そのためにはサイト調査・評価においては、調査技術・評価手法や、調査により得られた情報の品質を保証すること、また調査データを設計や安全評価に供する際の統合化過程における情報の品質を保証しなければならない。一方、工学的対策においても、人工バリアや処分施設がそれぞれに期待される機能を発揮するよう設計・施工する上で、それらに係る技術やデータの品質を保証することが重要である。さらに、安全評価では用いるシナリオ、モデル、データ、解析コードなどの品質が十分に保証されていることが重要である。このように地層処分の技術に関する品質保証は、サイト調査・選定、建設・操業、閉鎖を通じ、一貫して行う必要がある。また、閉鎖後長期の安全性に係わる技術の品質保証を一つ一つ着実に実施することで、ひいては直接的に実証できない技術に対してもその信頼性を示すことに繋がる。(後略)

(「安全確保構想 2009 原子力学会レビュー委員会レビュー版」、2009年12月、原子力発電環境整備機構、P20)

レビューコメント：

- 7.6 品質保証が重要なメッセージ項目の一つと捉えてよいと思われる。まず、「サイト選定、工学的対策および安全評価といった安全確保策の各プロセスに係る技術の品質保証」の重要性が述べられている。(3.2.2節)そこでの定義と概要調査地区選定段階における品質保証を述べた箇所(4.2.2節)での具体的記述の対応関係が不明確であるため、品質保証の具体化がわかりにくくなっている。
- 7.7 品質保証とセーフティケースの関係が分かるように示されていない。品質保証は幅広く捉えて考えておくことが必要で、特にセーフティケースとの関係では、品質保証の包括性が必要ではないか。さらに品質保証体系を新たに構築しようとしているというような点を明示してはどうか。

委員会および委員構成

「NUMO2010年技術レポートレビュー」特別専門委員会

(五十音順、敬称略)

主査	東 邦夫	京都大学名誉教授
委員	出光 一哉	九州大学大学院工学研究院
	佐藤 正知	北海道大学大学院工学研究科
	長坂 俊成	(独)防災科学技術研究所
	長崎 晋也	東京大学大学院工学系研究科
	新堀 雄一	東北大学大学院工学研究科
	西垣 誠	岡山大学大学院環境学研究科
	山崎 晴雄	首都大学東京大学院都市科学研究科
	(幹事兼務)	蛭沢 重信
オブザーバ	木下 智之	経済産業省 原子力安全・保安院
	佐藤 稔紀	経済産業省 資源エネルギー庁
説明者	河田 東海夫	原子力発電環境整備機構
	土 宏之	原子力発電環境整備機構
	石黒 勝彦	原子力発電環境整備機構

委員会開催実績

第1回委員会

日 時：平成21年12月7日（月）17：00～19：00

- 議 題： (1) 趣旨説明
(2) 委員長挨拶
(3) NUMO 挨拶
(4) 委員会運営等事務事項の説明
(5) 2009年技術レポート「安全確保構想2009～安全な地層処分の実現のために～」の説明と質疑応答
(6) その他

第2回委員会

日 時：平成22年1月27日（水）10：00～12：00

- 議 題： (1) 第1回委員会における意見の概要紹介
(2) 「安全確保構想2009」アピールポイントとレビューポイントの紹介
(3) 「安全確保構想2009」に対するレビュー報告書構成（案）の審議
(4) その他

第3回委員会

日 時：平成22年2月17日（水）17：00～19：00

- 議 題： (1) 第2回委員会における意見の概要紹介
(2) 「安全確保構想2009」に対するレビュー報告書構成（案）の審議
(3) その他

第4回委員会

日 時：平成22年3月17日（水）10：00～12：00

- 議 題： (1) レビューレポートの最終案について
(2) 「安全確保構想2009」の改訂版の紹介
(3) その他