

2010年度 循環ワーカー養成講座 第3回

『放射性廃棄物に関するわれわれの責任

—高レベル放射性廃棄物の地層処分について—

講師 増田 純男 氏 (元原子力発電環境整備機構理事)

日時 2010年8月4日(水) 18:30~20:30

会場 ノルドスペース セミナールーム (東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー)

はじめに

今日の話は、私がほぼ30年やってきました地層処分についてです。まず、廃棄物問題をどう考えるべきか、高レベル放射性廃棄物対策が何故必要かについて触れたいと思います。2つ目に、現在は地層処分という技術が選択されていますので、なぜそれを選択するのか、どういう対策なのかということの説明させていただきます。3つ目には、既に準備段階から実際に処分を行う段階に入っていますが、現状はどうか、社会からどう受け取られているか、そして最後に、地層処分は安全性に疑問があるという受け止められ方もしているので、安全性



はどうなっているのか。多くの方に安全性を納得してもらって、事業に対する理解をいただくということが課題ですので、その辺について考察してみたいと思っています。

1.高レベル放射性廃棄物対策について

我々は今、いろいろなものを使っていますが、元は地球の中にある資源を掘り出してきて、そこから不要なものを取り除くことで初めて製品ができます。①製品をつくる過程で廃棄物が出る。②せっかくつくった製品でも、価値がなくなれば廃棄物になってしまいます。車などは好例です。もうひとつ、③資源はモノをつくるだけではなくて、石油も原子力もエネルギーを取り出す過程で廃棄物が出ます。この3つを考えると、資源の利用は結局、廃棄物問題に帰結します。ですから資源の利用は、廃棄物対策が適切に行われることによって初めて正当化されるという考え方が廃棄物管理の哲学ではないかと考えます。

「循環型社会」というのは、フローのエネルギーに頼るということと思いますが、それに対して、石油・石炭・天然ガスというのは、地球が長い時間かけて貯めたものですから、ストックのエネルギーです。それとはまったく別のエネルギー源である原子核のエネルギーを使うというのがあります。

昔、薪や油を燃やしていた時代は、CO₂が出れば植物によって循環され、フローが成り

立ったわけですが、近代のエネルギー利用状況になると、とてもそれでは間に合いませんので、18世紀から石炭、19世紀から石油、20世紀は天然ガスと、化石資源を使うようになってきました。それによって、循環可能量を越える廃棄物が出てきたことが、現在最大の廃棄物問題であると考えられます。

原子力と比較してみましょう。例えば、出力 100 万 kw の炉を 1 年間運転するために、火力発電所では石油が 250 万 t くらい使われます。その結果、500 万 t ぐらいの二酸化炭素が出ます。同じだけのエネルギーを原子力で得ようとする、ウランはだいたい 30t くらい必要です。

ウランを核分裂させることによってエネルギーがでます。その核分裂による生成物は今の技術では使えませんので、廃棄物となります。CO₂は我々の吐く息にも含まれますから、毒性はないですが、非常に大量に出ますので、それが地球温暖化の原因になるのではと心配されています。

原子力廃棄物の量は極めて少ないですが、放射能が高いので近づくと極めて危険。両者の対策は非常に異なっており、大量に出てしまった CO₂の（廃棄物）対策をすることは、ほとんど不可能なので、排出の抑制が図られています。一方、原子力廃棄物は量がきわめて少ないので発生抑制対策は不要ですが、近づくと危険なので、我々の環境から完全に隔離しなければいけないという対策が取られています。

高レベル放射性廃棄物とは何か、という説明をします。原子力発電所では、新しい燃料を 3 年くらい入れておくと取り替えることになります。それを「使用済み燃料」と言っています。多くの国では使用済み燃料を捨てていますが、日本では使用済み燃料の中から、再処理によって核分裂生成物を取り除き、ウランとプルトニウムをリサイクルするという考え方を採っています。ウランとプルトニウムは、原子力発電所でもう一度燃料として使うため、リサイクルされます。

再処理後の核分裂生成物を含む放射性廃棄物は、ガラス原料と混ぜて 1,200 度ぐらいの熱をかけて固めます。核分裂生成物は熱を加える過程で無機の酸化物になって、それがガラスの原料であるシリカやアルミナなどの成分とガラス構造をつくります。ですから、正しい言い方はガラス固化というよりガラス化です。実際にどのようなものかといいますと、高さが 1.3m くらい、外形が 40cm くらいのもので、台所の外にプロパンガスのボンベが置いてありますが、あれに似た形のもので、

放射能を持っているということを除けば、物理的・化学的に考えるとガラスと同じ性質を持つものです。無機物で、中に揮発性のもの（ガス）は入っていません。10 万世帯の 1 年分の電力をすべて原子力でつくったと仮定すると、このガラス固化体が 1 本発生します。別の換算では、一生 80 年のうちに我々が使う電気をすべて原子力でまかなったとして出るガラスの量は、一人あたりゴルフボール 3 つ分ぐらいといわれています。

それぐらいの量ですから、決して量的に問題になるわけではありません。ただし、この中には放射能が半分くらいになるのに 30 年くらいかかる、極めて放射能の高い、核分裂生

成物が入っているのです、数百年間にわたって、大変高い放射線を出します。ガラス固化体から 1m の位置に人間がいると、2 秒間で職業人の年間被曝限度の放射線を浴びてしまいます。しばらくそばに立っていれば確実に死ぬ、というくらいのもすごい量の放射能を持っています。ある程度近づけるようになるまでにも数万年かかります。近づくと大変危険だという特徴の廃棄物です。ただし、物理的にも科学的にも安定で、爆発するようなものではありません。

2.地層処分の考え方

日本には、すでに昨年末現在で、ガラス化されたものが 1,660 本くらい、将来、再処理してガラス化するものが 23,000 本分くらいあります。放射線というのは、その間に遮へい物を置くと遮ることができるという特徴がありますので、現在、遮へい体を置くという管理をしています。



【日本原燃（株）貯蔵管理センター 出典：資源エネルギー庁放射性廃棄物ホームページ】 上の写真は、六ヶ所村にある日本原燃の貯蔵管理センターというところです。コンクリートに鉄の蓋がしてある円筒状の貯蔵ピットの中に 9 本ずつ縦積みに入っています。コンクリートの厚さは約 2m。先ほど、1m のところにいるとほとんど即死するような量だと言いましたが、このように立ってられるのは、遮へい物があるからです。現在は、この貯蔵管理センターのピットの中に入れて、安全に貯蔵管理されています。これによって、影響を受けた人はいませんし、この状態であれば、きわめて安全に貯蔵管理することができます。

ただし、貯蔵管理を続ける場合の期間というのは、（放射能が）低レベルになるまでの万年単位を考えなければなりません。貯蔵施設は工学的な施設ですから、やがてコンクリートが劣化したりして建て替えなければなりません。例えば 1 万年とすると、施設の寿命が 100 年としても 100 回建て直さなければいけないわけです。人間の管理がいつまで続くのか、貯蔵施設の建て直しなど、財源の裏付けも必要ですし、制度に頼ることについては限界があり、人間の歴史的スケールでの安全性が保証の限界だろうということになり、貯蔵ではない方法、つまり、最終的には処分しなければなりません。

放射線は距離に反比例して弱くなります。地表の遠くに置くと、自分からは遠くなるけれど、誰かには近づくことになるので、宇宙、地下、あるいは海の底というように垂直

方向の遠くなるわけです。我々が住む足元（地下）というのは、地質学や鉱山の開発等でも分かっていますから、地下深部を利用しようというのが、地層処分のそもそもの発想です。

地下 300m の深いところに施設を作って、その中に 1 本 1 本、ガラス固化体を置き、最終的に施設はすべて埋め戻して、岩盤の中にガラス固化体があるような状況をつくらうというのが地層処分の考え方です。

ではなぜ、地層処分が選ばれたのでしょうか。原則として考えなければいけないことは、人間の管理は本当に確実かということです。人間の歴史は文明的にどんなに長く見ても万年オーダーですから、制度的な管理に依存しすぎないようにしなければいけない。誰もセプテンバーイレブン(9.11)の前には、こんなことが起こるなんて思わなかった。しかし現実にもこういうことも起きる訳ですから、制度的管理に依存することの危うさがあります。1982 年に、制度的管理に依存しないという原則を、OECD・NEA（Nuclear Energy Agency＝原子力局）が国際的な集約意見としてまとめています。

また、倫理的に世代間の負担の公平性を考えた時、例えば原子力発電をどれぐらい続けるかと考えた時に、せいぜい世代を越えるくらい。例えば現状のまま貯蔵を続けると、将来世代に負担がかかるかもしれない。過度の負担をかけないようにしないとイケない。一方で、将来世代の選択の自由を完全に奪うことは公平性に欠けるという考え方もある。それから、汚染発生者負担の原則（Polluter Pay Principle）という環境の原則があります。汚染発生者というのは当然我々の世代です。将来世代の人も出すかもしれないけれども、現在世代は間違いなく出していますから、やはり責任を負うべきです。

世代内においても負担の公平性を考えないといけません。政策決定プロセスについても、現状ではどうしても国や電力会社がリードして、それを納得してもらおうという形をとっていますが、倫理的にも大きな問題、世代を越える問題ですから、世代内における意思決定への参加というのは、負担の公平性を図る意味でも非常に重要です。

さらに、適切な資源配分。例えば、廃棄物容器が腐食することを考えたとき、金や白金の容器を使えば確実かもしれないけれど、将来世代にとって希少な資源になるものを不当に使いすぎるのは、倫理的に正しくないという点があります。

もうひとつ、この問題では世代内のすべての国民が実際に参加することになるわけなので、処分場を受け入れる地域と受け入れなくて済む地域との負担の公平の問題があります。

技術的には、地下深部は安定的であるということと、ものが動きにくいという点があります。地表ではいろいろな自然現象や人間の行為の影響を受けますが、地下深部はそれに比べてきわめて安定性が高い。それから、地下には酸素がない。モノが変質するというのは酸化が一番大きく、人間の老化も長い間の紫外線と酸素だと言われています。地下には全く酸素がないので、化学的に安定だということになります。

このような、様々な理由から、処分場を地下深部に置くということは世界的にも共通し

た考え方になっています。

3.最終処分場事業の計画と現状及びその社会的課題

2000年は、日本の地層処分計画のターニングポイントになった年でした。1999年に私が在籍していました核燃料サイクル開発機構（現・日本原子力研究開発機構）、その前身の動燃時代も含めて、1976年から研究してきた約四半世紀分の研究成果を取りまとめて、日本における地層処分の技術的信頼性に確かな見通しがあるという報告書を出しました。5,000ページくらいの報告書です。それを1999年の終わりに国に提出・報告し、国は約半年かけてレビューしました。

国内の学術的レビューだけではなく、国際レビューも受けました。OECD・NEAに評価委員会をつくってもらい、原子力廃棄物処分で先行している国の専門家に集まってもらって、一週間缶詰で内容を説明して質問を受け、いろいろなコメントをもらいました。国も原子力委員会が国際的な専門家と日本の専門家も集めて、大きな討論会を3日間行いました。その結果、原子力委員会が日本でも地層処分を行うための技術基盤が整ったという判断をし、これを技術的拠り所として、2000年6月7日には経済産業省が提出した最終処分の事業を進めるための法案が国会を通りました。これによって、最終処分を行うための制度が整ったこととなります。

法案には、地層処分を行うために、基本方針とその方針を全うするための計画を5年ごとにつくり経済産業大臣の認可を必要とすることが書かれています。最初の基本方針は2000年9月に閣議決定がされ、ここで関係機関の役割と連携、事業を進めるための透明性の確保、国民の理解促進が必要であること、地域との共生を考えて行かなければいけないということなどが決まりました。

実施主体となる原子力発電環境整備機構。英名は Nuclear Waste Management Organization of Japan(通称 NUMO)ですから、原子力廃棄物対策機構です。NUMOは2000年10月18日に発足し、私は当時の核燃料リサイクル開発機構からこちらに移籍しました。

処分費用は、核燃料サイクル開発機構による技術的信頼性に関する報告書に示されている処分概念をもとにして、約3兆円と見積られました。それを電気料金に換算すると1kwhあたり13銭となります。処分事業が行われるのが数十年先で、完全に終わるのはさらに100年ぐらい先になりますから、その間の資金の運用を考え、十分な見積もり根拠のある金額が設定されています。

処分費用は、既に2000年から徴収されています。原子力発電量が年間約3千億kwhなので、既発電量分と併せて年間700億円くらい積立が行われています。既に10年経っていますから7,000億円。この基金を年2%で運用するための機関が指定されています。

選定プロセスについては、意思決定に関する公平性という観点で、一気に決めてそこに押し付けるということではなく、段階的に徐々に決めていくことが、2001年の「基本的考え方」の中で述べられています。

安全規制についても、核燃料サイクル開発機構の技術報告書をもとに考え方がまとめられており、処分概念、安全確保の基本的考え方、処分地に要求される環境条件、処分に係る安全規制をどう進めていくかということなどが、原子力安全委員会により定められています。10年経ちますので、そろそろ見直しが行われることになっています。

「処分地に要求される環境条件」については、2002年9月に原子力安全委員会から、明らかに不適切な場所の要件が挙げられています。地下深部であっても隆起があつて、さらに浸食されるようなところ、地震そのものというよりも、地震によって断層のずれが生じるようなところ、マグマを吹き上げるような火山地帯、火山の熱影響をうけるところも避けられます。せっかく地下深部に置いたつもりが、鉱物資源の開発のためのボーリングにぶち当たったらいけないので、鉱物資源のあるところもよろしくない。それから、岩盤の特性はあまり柔らかいものでない方がよい。こういったことが、原子力安全委員会のガイダンスとして決められています。

主管大臣は経済産業大臣で、基本方針策定に対する認可、建設についての許認可を行います。また、原子炉設置者は拠出金を納付するということになっています。これを NUMO に納め、集められたお金は原子力環境整備促進・資金管理センターというところが管理をして、NUMO の事業推進にあたり必要な経費は、経済産業大臣の認可を経て拠出金を取り戻すというかたちになります。

制度ができ、いよいよ 2002 年 12 月 19 日、公募の手続きに入りました。文献調査をすることになれば、将来処分場になる潜在的な場所となりますので、それを NUMO が指定するとやはり押し付けになりますから、公募方式をとっています。公募があつたところについて、いろいろ文献を調べ、概要調査を行う場所を選びます。概要調査ではボーリングや物理探査を行って、実際の地下深度を調べ、良さそうなところは、さらに精密調査をします。精密調査では、実際に地下に施設をつくって地下深部から調査を行い、最終的に建設を行う地域を決めていくという段階的プロセスです。

応募を求める資料は、①解説、②応募要領、③処分場の概要、④選定上の考慮事項（望ましい条件、好ましくない条件）、⑤共生プログラムをパッケージし、当時 3,239 あつた全市町村に配りました。

「処分場概要」では、処分場とはどういうものか、どういう場所に設置するか、基本的にどんなことをするのか、などをいろんなパターンをつくって説明しています。選定上の考慮事項では、先ほどの法定要件、例えば火山の中心から半径 15km 以内にある地域や隆起・侵食の著しいところは応募資格がない、現在から 170 万年前までの第四紀の未固結堆積物は、きわめて新しい地層なのであまり好ましくないとか、そこに重要な鉱物資源があれば、将来世代が掘るかもしれませんから、好ましくない。こういったことを学術的な根拠をもとに説明した資料です。

例えば噴火については、過去 170 万年前から現在までの間、活動している活火山は、日本に約 350、正確に言うと 348 あると言われているのですけれど、調べてみると、同じ火

山がほぼ同じ場所で再噴火しています。地下に溜っているマグマの量が増えて出てくる時に、地殻からつながっているマグマの道「火道」を通るわけです。それで 15km 以内で繰り返し噴火するというこのようです。170 万年前からみていると、15km 以上離れていれば、再噴火の可能性はきわめて少ないと言われています。

地域共生策というのは、100 年以上続く地層処分の事業は地域に様々な経済効果があるという観点から、事業規模を想定して見積もったものです。5 年おきに見直すことになっていまして、最近、見直されており、これはわりと最新の数字です。それから、世代内の公平性ということで、ボランティアになる地域には交付金が出ます。交付金は、廃棄物処分を行うための拠出金（基金）からではなく、国の電源開発に関する特別会計から支払われることになっています。文献調査に応募した段階で 10 億円。概要調査、ボーリング調査が始まれば、20 億円となっています。

最初に応募があったのは、私がまだ NUMO に在籍していた頃。高知県佐賀町からでしたが、正式な応募にはなりません。続いて複数の自治体で応募を検討している様子がありましたけれども、正式な応募があったのは、高知県東洋町一カ所です。ところがこの東洋町も、6 割の住民が反対署名をして、さらに県知事、隣接市町村が反対表明。最終的には県議会で反対決議され、応募が取り消されました。そのときの反対表明の申入書に、南海地震が起きれば保管容器が破損するような事態が起き、この辺り一帯に環境汚染が広まるとあったことによって、ほとんどの方がこれは危険だと認知されて応募を取り下げることになってしまいました。この辺りの地域では、一番最近では 1940 年代に M8 レベルの大きな地震が起きており、1000 年以上前から、100～150 年おきくらいに地震が起きているので、地震が起これば放射性廃棄物の施設は影響を受けて、環境汚染を引き起こすんじゃないかと心配されたようです。例え、地震が起きても、それが直接的に環境汚染につながるということには、もちろんならないんですけども。

ここからは、当時、東洋町の応募失敗について私が個人的な見解として勝手に分析したことです。原子力の推進派としての、あるいは事業者としての責任は全くないことをご理解頂いた上で、お聞きいただきたいと思います。

実際、いろいろな自治体が検討してくださったんですけども、表に出たとたんに断念してしまいました。首長さんが共通して言っているのは「安全性を自分で説明できない」ということ。取りざたされれば、当然安全が確かであることを自ら言わなければいけないが、説明がわからない、自信がないということで、説得を断念されたということがありません。

これは、安全性や技術的信頼性に対する説明の理解が不十分であるということが現在に至る課題として大きく残っていることと思います。

四半世紀にわたり 1 千億円を超える巨額な国費を投じた研究開発成果をもとに、包括的な技術報告書が取りまとめられ、ハイレベルな学術的国際レビューを受けて、地層処分概念の安全性が確認され、地層処分の実施に当たって、確かな技術的信頼性があるものと確

認められました。それをもとに国会でも議論し、安全性に問題がないということで実施に関する法律が成立したということは、民主的な手続きが踏まれた結果のはずですけれども、残念ながら実体としては、国民に認知されたとは言えない。たぶん皆さんも、この安全性の問題は難解で、十分には納得されていないというのが実状と思います。

それから、交付金を出すということに対しても誤解があります。金で危険な施設を押し付けるとするのはおかしいという見方がありますが、むしろ、この考え方が本当はおかしいのです。

こういう状態というのは NIMBY(Not in my backyard) といって、総論としては必要だけど私のところはダメだという、国際的にも迷惑施設と言われているものに対する現象です。これについて、ハーバート・インヘーバー先生というリスクに関する学者が、お金はボランティアの正当な報酬と書いています。世代内の負担の公平というのは正しくはこのように考えるべきではないかと思えます。

4.地層処分の安全性とその理解促進のための課題

もうひとつ、安全性の問題があります。処分場は地下につくってしばらくは人間が介在して操業します。地下の施設を完全に埋め戻して閉鎖するまでの数十年間は通常の原子力施設と同じですので、六ヶ所村の貯蔵施設と同じような管理をすればいい。でも、人間による管理の確実性は、放射能の影響が完全になくなる期間には及ばないので、閉鎖した後の数万年間単位の安全確保のために、地質環境の中に多重にバリアを設けて影響を受けないような受動的な仕組みに依存する方が確実と考えられます。

制度的管理を行う場合は、放射性物質を「閉じ込める」とか「入れる」とか、人間が主語になる機能が有効です。それに対して地下の持っている機能は地下から自然に与えられるものです。例えば、「閉じ込められる」とか放射性物質の地下水へのしみ込みが「遅らされる」とか、受け身で表現される機能ですので、「受動的」と言います。人間が介在しない機能ですから、人間がミスをして自然に働いてくれる。自然の持つこのような受動的な機能からなる施設をつくらうというのが地層処分の基本です。

そのためには、深い地質環境で、人間と接触しないようなところが必要です。地上の人間活動や火山等の影響を受けにくく、水を通しにくい、還元性のある性質をもっているところを選び、そこにガラス固化体を厚い鉄の容器に入れ、さらに容器の外側にベントナイトという粘土を置きます。この粘土は水を吸うとふくれる性質があり、将来地下



【多重バリアによる受動的な安全確保システム
出典：原環機構，2002】

水が入って来たとしてもふくれることによって水を遮断する性質があります。

さらに、たとえ数千年から数万年経って、放射能が出てきたとしても、岩盤や土壌には物質を吸着する性質があります。微粒子もろ過する作用があるので、溶け出てくるのを遅らせる効果があります。受動的なシステム全体で、放射性物質が出てくるのを抑え、さらに動きを遅らせる作用が期待できます。

他の化学物質と違う放射性物質の特徴は、時間が経つと安定な物質に変わって放射能を出さなくなることです。ウランは、放射線を出さなくなるまでに46億年かかります。高レベル廃棄物になると、半減するまでに数十年。半減期が短いものほど高い放射能を持っています。放射性物質は、放射線を出すことによって放射能が減るという法則があるので、確かなのは時間が経てば放射性物質が消えるということです。多重のバリアを設けて地下におくことによって、地下で放射能が減衰する効果を持たせようということで、理論的にはそれが最も確かなことといえます。

地下に置いたガラス固化体が人間に影響を与える可能性のあるプロセスとして、火山や断層が処分場を破壊して廃棄物を地表に持ち上げたりすることを検討しておく必要があります。地質学では火山の場所や活動の起きやすさはかなり明確な法則性が調べられています。処分場を設置する所を地質学的によく調べることによって、影響を避けられるかどうかを判断することが可能です。それから、人間が地下に接近する手段を考えると、典型的なのはボーリングですが、ボーリングは深さ1,000mで1億円ぐらいお金がかかりますから、何もないところに打つことはないだろうと思われませんが、例えば金・銅の鉱山があるところは将来掘るかもしれませんから避けます。

このような直接的な影響は処分の場所を選定するときに、回避できたとしても、日本列島は雨が多く降ります。周りが海で囲まれ、急峻な山がありますから海の水が蒸発して雨として降ってくる。雨は山を流れて地下に浸みこんでいきますから、日本列島はどこを掘っても地下水が出ます。例えば、アメリカの処分場は地下水が全くないような砂漠の真ん中を選んでいて訳ですけども、日本は、非常にありがたい資源ですが、どこを掘っても地下水がありますから、地下水の動きによって地表に至る可能性というのは、当然考えなければいけません。

レジュメにわざわざ書きましたが、水に放射線をいくら当てても水は放射能を持つようにはなりません。光を水に当てても水は光らないことと同じで、放射線を水に当てても放射能をもつことにはなりません。水に放射性物質が溶け出す反応が、水が放射能を持つ過程になります。ガラスの成分の多くがケイ素ですが、地下水は既にケイ素をたっぷり含んでいるので、ガラスをそれ以上は溶かしづらいという法則に基づき、ガラスの水への溶解度を調べる根拠になります。

それから、水の動き。地下400~500mというのは海水面より低いですから、水の動きの勾配はほとんどついていない。水の動きは、圧力と水の通りやすさによって解析することができます。電気の流れ、つまり電流が電圧と抵抗で決まるのと同じような法則です。

こうなったらどうなるかということ、予測して評価するのが安全評価のやり方です。数万年にわたる変化を同じ空間で同じ時間を使って実験することはできませんので。すべて予測によって、安全性を確かめるしか方法はありません。ここに示してある FEP リストというのは、安全性へ影響を及ぼす様々な性質(Feature)や、事象(Event)、それにどういう反応が起きるか(Process) ということのリストをつくって、何がどう進展していくかということ、シナリオとして描くために用いられるものです。

例えば、地下水によって放射性物質が動いてくるモデルというのは、処分場を地下 1,000m くらいに置いたケースの場合、処分場から 100m くらいのところに断層の破碎帯があると想定すると破碎帯はすき間が大きいので、水の動きが速くなり、やがて、井戸を掘るような地表近くのところの帯水層に入り、さらに川に入り、その川の水を使って農業や牧畜が行われて、それを人間が摂取する、というシナリオに基づいて、作られています。

また、年間 1mm ずつ地層が隆起すると想定して、100 万年後に地表に出る場合でも、100 万年分は放射能が減衰していますから、受ける放射線被曝の量は現在提案されている処分に関しての安全基準を下回っています。花崗岩がむき出しの所などからは、自然の放射線を直接受けたり、ビルの中にもセメントや花崗岩を材料に使っていますから、放射線を受けています。こういった自然放射線による被曝量に比べても十分小さい。

バーナード・コーエン先生というピッツバーグ大学教授が 1979 年当時からいろいろなリスクを評価しています。当時なかった事象についても後から数値化して追加したものもあるということです。いろいろなリスクについて、その行為によってその人の寿命がどれくらい短くなるかという値を比較した研究結果として発表されたものです。この研究によると、これは私も意外だったんですが、男性が生涯独身でいると 10 年くらい寿命が短い。それから喫煙は 6~7 年くらい短くなる。心臓病、大気汚染などもあります。原子力産業は、当時のコーエン先生の資料で 0.02 日というのが出ているのですが、その後地層処分が付け加えられて、0.007 日、つまり「分」のオーダーです。この値と同等なリスク値は、「少し太めの人パンを一切れ余分に食べるリスク」、つまり、その分だけカロリー摂取が増えるから余計に太るリスク。それから煙草を一本余計に吸うリスク。3 年間に歩行者が 1 回道を横切ったことに対するリスク。1 年間に 300m 余計に運転したことに対するリスクに相当すると考察されています。

しかし、こういうデータでは誰も安心しないんですね。リスクの値と人が安全を感じるかどうかアンケートをとった結果を比較した研究があります。例えば、「煙草を吸う」というのと「鎮痛剤を飲む」というのは、オーダー的にだいぶ違いますけれども、リスクと人々の意識が比例しています。煙草に比べると鎮痛剤の方がリスクが小さい。原子力発電所の近くに居住するのは、10 のマイナス 8 乗というリスクです。ちなみに我々がもともと持っているリスクの値は、100 年で死ぬので 10 のマイナス 2 乗です。それに比べると百万分の 1 くらいのリスクということで、この値はエレベーターに乗るリスクとほぼ同じです。実際の原子力発電も 40 何年経って、原子力関連で亡くなった方のことを考えてみると、だい

たい同じだと思われます。ところがアンケートを取ると、こんなに違うわけですね。感覚的に誰もこの値を信じていないということが根底にあるので、この認識のギャップを埋める問題には非常に大きなチャレンジがあると思います。

ウイーンで開かれた IAEA（国際原子力安全機関）の国際会議に行った時、同じ会議に出ていた、サリバンさんという環境問題の教育の専門の方が、原子力発電所はこのくらい危ないということを絵で説明していました。チェルノブイリの近くのタンポポはこんなに大きくなってしまった、1980年に事故があったアメリカのスリーマイルアイランドのバラはこんな奇形が出ている、また、この写真に写っている人は、アメリカのウラン鉱山で働いている作業員だが、目をつぶっている。なぜつぶっているかということ、私の掘ったウランが将来の人に与える影響に対し目をつぶるという意味だと。こうした説明をして、放射線は危険だという説明に使っているのですが、我々はこういう術を持ちません。安全はこういうやり方ではとても説明できません。

以前に、地層処分の安全性の説明について、「あなたの話は音楽でいえば楽譜を見せられているようなものだ。演奏してみせてくれればいいか悪いかわかる」と言われたことがあります。残念ながら、その術も我々専門家は持ちません。演奏することは、感覚に訴える、抽象化するというのですが、地層処分の安全性はそう簡単には抽象化できないからです。例えば地下の施設を中から見れば、地下の壁を見ることができてもその向こう側の本当の地下空間は見ることはできない、化石をみればある時間を切り出してこういうメカニズムがあるということは説明できるかもしれないけれども、全部のプロセスを実証したことにはならないわけです。

経済産業省の HP から、地層処分場について地下でどんなことが行われるかをバーチャルで見ることができます。でも、本当の実証というわけではありません。地下は見えない、放射線は見えない、遠い将来は見えない。直接見えないことを、どうやって説明するか、これが一つの課題だと思います。

「1902年には人間が安全に空を飛ぶ説明は非常に難しかった」でしょう。例えば、流体力学なんかで説明されたとしても、聞いた人は、理解が非常に難しかっただろうと。けれども、ライト兄弟が飛んでくれたことによって、百聞は一見に如かずになりました。ところが地層処分は一見はできない。部分的に切り出して見ることはできるけれども、全体を見ることはできない。そしたら、百聞しかない。

聞いてもらうには、説明する人が信じてもらえることが大前提です。すでに 2000 年に法律が国会を通ったということは、民主的手続きを踏んだのだから、信頼も構築されているはずだという言い分があるかも知れませんが、実際には信頼が構築されている状況とはなっていない。日本語の「信頼」にはいろんな意味があって、英語ではこのへん使い分けています。「confidence」は、自分たちがまず自信を持っていないといけない。確信をもっていないといけない。「soundness」はよくサイエンスに使われます。やはり信頼という意味です。信頼に足るといえるのは **reliable** といいますが、これは特に技術的な信頼を

「reliability」と使います。組織だとか何かあったときの保障に対して「credibility」も使われます。それから組織だとか人間は特に信用が大事ですから「trust」というのも使います。「competence」というのはその人が信頼に足る資格を持っているかということです。compete というのは競争という意味ですから、それだけの力があるという意味です。こういった各種の信頼に対する取り組みが重要ではないかと思えます。

地層処分技術については、安全だということをキチンと説明しなければいけない。特に専門家は、説明技術を自ら持っていなければならない。

規制も competent などという意味で信頼されていないといけない。十分な信頼が得られていない機関がいくら安全だと判定してもだめであって、他の国の規制当局の人たちも、地層処分の問題については、営利事業を規制しているのではないので、規制側にも安全な処分の責任がある、その責任は何かというと、住民側にとって、心配な点を事業者に橋渡しをすることが非常に重要だと言っています。

セーフティケースというのは珍しい言葉なのですが、「地層処分システムの長期的な安全性について人を納得させる十分な論拠」のことです。十分な論拠というのは、こういうプロセスを経て、こういう安全方法を行うということ、あらゆる観点から説明できないといけない。そのための文言です。セーフティケースというのは、もともと、1920年代にイギリスの国鉄で起きた大事故の際に、国鉄が安全性を立証する責任を果す上で使われて以来の言葉のようです。安全性を説明する全体文脈のことで、事業者がそれを作る責任があります。

意思決定のプロセスについては、勝手にどんどん進めていくのではなく、段階的にその都度意思決定をして進めて行くが、問題があれば次には進めず、最終的に廃棄物処分場に廃棄物を埋めた段階であっても、新しい情報によって安全性に問題があるとなれば、後戻りしなければならない。その際、必要に応じて廃棄物の回収可能性を用意しておくという、進め方です。

規制側の行う安全確認も、段階毎に分け、その間の安全確認についてモニタリングして監視するという事です。また、段階的意思決定の過程の透明性、追跡可能性を保証するために必要な情報は常に提供可能でなければならないという考えで、日本原子力研究開発機構が、つい最近報告した、「CoolRepH22」という報告書は、web ベースで必要な情報にアクセスできるシステムになっています。必要な情報のもとをたどっていき、一番元の根拠にもたどることができる情報ベースです。是非見てください。

(<http://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/>)

意思決定プロセスには必ずステークホルダー、すなわち、実施主体以外のすべての関係者、規制当局も関心のある人たちも地元住民も、すべて関わるべきです。フランスでは法律で、あらゆる時点において、回収可能性がなければいけないとしています。ただし、それが安全性への信頼性が低いことの理由によるものであってはならないとしています。これは、何か問題があったときの是正措置として用意するが、回収可能性を高めるための措

置によって操業中に被ばくしたり、閉鎖後に安全性に問題があったりしてはいけない。それから場合によっては、何らかの形で核燃料物質が盗まれる心配についての配慮が重要であり、また、コストの問題も、将来世代になるべく負担にならないように、と書かれています。IAEAの会議でスウェーデンの人が言ったんですけれども、今まで原子力のアプローチというのは、DAD、英語の「ダッド」つまり「お父さん」のやり方だったと表現しました。まず、どこかに行く決めて(Decide)、それを子どもに伝え(Announce)、子どもからクレームがあっても、理由を述べてその決定を守ろうと(Defense)する。この反省として、まず対話によってよく見えるようにする意識改革が必要だということが言われています。これは処分に関連する人たちが最近良く話題にして、認識しようとしていることです。

まとめ

原子力選択の是非に関わらず、廃棄物問題は既に存在しており、逃げられません。対策には人間が管理する方法＝貯蔵と、地球にまかせて人間は受け身となる方法＝地層処分とがあります。地層処分の選定理由には、さまざまな側面がありますが、それぞれに納得できる確かな根拠があります。

廃棄物対策が制度化され、日本人が有しているに違いない公共心に期待した候補地の選定が始まりましたが、残念ながらまだ顕在化していません。NIMBYの問題はまだ解決していません。

安全性の説明技術がうまくいかずに、誰にでも納得いただける状況には至っておらず、この点が大きな課題として残っています。安全性の説明においては、聞き手と話し手との間の信頼がカギで、信頼構築のためには、話し手側の一層の改善努力が必要と思われます。

最後に。1991年にフランスの処分場に関する法律を草案したバタイユさんという国会議員が「原子力エネルギーの未来は、民主主義を発達させるその能力にかかっている」と、法律案説明文の最後に書いています。個人的に、この精神を肝に命じるようにしています。

L'avenir de l'énergie nucléaire dans notre pays dépend de notre capacité à développer la Démocratie.

わが国における原子力エネルギーの未来は、民主主義を発達させるその能力にかかっている。

【出典：クリスチャン・バタイユ議員による高レベル放射性廃棄物の管理に関する報告書、フランス議会科学技術選定評価局、1990年12月】

(この記録は、原田麻里子氏が作成し、増田氏にご加筆・ご修正いただいたものです。)