

オーラル・ヒストリー

（地層処分研究開発）

坪谷隆夫 — 編

発刊に寄せて

国立大学法人 東北大学 教授

新堀 雄一

本書では、わが国の高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物の処分の基盤構築に携わり、牽引された研究開発の専門家、政策担当者、学識経験者、そしてジャーナリストの第一線の方々、異なる立場から当時の様子を語っている。特徴的なことは、この書は、単なるヒストリーではなく、ここで登場する方々の多くが現在もなお、地層処分に何らかの形で携わっており、将来に向けての人材育成、社会とのかかわりや実施主体のガバナンスのあり方を含む地層処分の事業の進め方、言葉の理解や使い方についての当時と現状との乖離とその弊害、さらには、トランス・サイエンスとしての学術的な基盤の発展性についても、具体的に意見を述べていることにある。

内容は1999（平成11）年11月に核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）が提出した「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性―地層処分研究開発第2次取りまとめ―」や2000（平成12）年3月の核燃料サイクル開発機構・電気事業連合会から提出された「TRU廃棄物処分概念検討書」が中核となっている。特に、1989（平成元）年の原子力委員会が定めた

「地層処分研究開発の重点項目とその進め方」の前夜から2000年にかけての取り組みが、赤裸々に語られており、海外からのレビューや国際的な協力の経緯や背景を含め、その収束過程が明快となっている。

無論、口述の中には、専門家に見られる細かく述べない言葉のキャッチボールもある。そこにも当時の息遣いと一種のリアリティを感じる。また、立場の違いから、言葉一つとってもその受け止め方の違いがわかり、見え方が異なっていたことにも気付かされる。読み手は、これらの口述を、1つのジグソーパズルを組み合わせるような感覚で、自ら理解していくことになる。それがまさにオーラル・ヒストリーという形式の真髄であり、それらを次の世代に活かす貴重なものになっている。

歴史的に見れば、各時代の共通認識は瞬間的なものであり、後から学ぶものの理解を超えてしまう。この問題が、地層処分研究開発にも既に始まっていることを筆者らは危機感を持って認識している。本書はこの問題の解決に取り組むという新たな試みであり、放射性廃棄物処分システムの性能評価研究の黎明期の状況を含む多くを学ばなければならないもの一人として、本書の取りまとめと多くの方々のご協力に深甚なる敬意と謝意を表す次第である。

「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分技術的信頼性―地層処分研究開発第2次取りまとめ―」（以下、第2次取りまとめ、1999（平成11）年11月、核燃料サイクル開発機構）および「TRU廃棄物処分概念検討書」（以下、第1次TRUレポート、2000（平成12）年3月、核燃料サイクル開発機構・電気事業連合会）は、わが国における地層処分計画にきわめて重要な役割を果たしている。

これらの報告書は、主に1980年代後半から2000年初頭にかけて計画的に実施された地層処分研究開発成果に基づいている。地層処分研究開発は、原子力委員会に設けられていた放射性廃棄物対策専門部会を中心に策定された研究開発政策に沿って実施されてきた。特に第2次取りまとめは、最終処分の実施に向けてわが国における地層処分の技術的な信頼性を示すにとどまらず、最終処分地の選定などの最終処分政策や安全基準策定などの安全規制政策に技術的な拠り所を与える役割が明確に定められた。TRU廃棄物処分における第1次TRUレポートでも高レベル放射性廃棄物処分第2次取りまとめに与えられた役割と同様の役割が与えられ、両報告書によってわが国における地層処分の技術基盤が整備されたといつてよい。最終処分政策については2000（平成12）年5月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（以下、最終処分法）が成立され、わが国における最終処分の基盤となる制度

が整えられた。

いずれの報告書も、単に学会等において公表されただけではなくドラフト段階から第三者のレビューを受けつつ社会に広く公開された。これは、原子力委員会などが地層処分が社会の信頼を得ていく上で何よりも重要なことは地層処分技術について社会と情報の共有をすることだと早くから指摘していたことを受けたものである。これらの報告書は研究開発に携わってきた専門家だけでなく、政策担当者、学識経験者、ジャーナリストなど幅広い関係者の参画によって取りまとめられ、活用されてきた。

公開された第2次取りまとめや第1次TRUレポートについては、これまでに多くの解説論文が執筆されている。しかし、報告書作成過程で指導的な役割を果たしてきた多くの人材は世代交代を迎え、報告書からは知ることが難しい経験は暗黙知のままに失われようとしている。

このたび、第2次取りまとめなどの作成に関わった関係者のインタビューなどを著作物としてまとめることが企画された。関係者へのインタビューを記録としてまとめることは近年、欧米だけでなくわが国においても「オーラル・ヒストリー」として注目されている。オーラル・ヒストリーはカリフォルニア大学（UC）バークレー校のトーマス・ピグフォード教授が原子力開発、放射性廃棄物管理分野で果たしてきた業績をインタビューで綴った「原子力および放射性廃棄物分野の構築」が個人の業績を後世に伝えるものとしてこの分野の専門家には知られている。

このたびの企画は、複数の関係者の口述をもとにわが国における地層処分研究開発の歴史の一断面を遺す試みである。

このような背景の中で、第2次取りまとめなど報告書を取りまとめる過程における主要なトピックス

とそれを構成するエピソードを抽出し、それらについて関係者にインタビューしオーラル・ヒストリーを著作することにした。わが国における地層処分はこれから長い年月を刻んで歴史が遺されるものと考えられるが、「オーラル・ヒストリー地層処分研究開発」は、当時どのような考えで、どのようにして報告書がとりまとめられたのか、その背景を当事者自らの言葉で証言してもらったものである。

第1章「国の研究開発方針の転換」は、わが国の原子力政策の司令塔であった原子力委員会の専門委員として活躍された鈴木篤之・東京大学名誉教授のインタビューである。

鈴木先生は1980年代後半に顕著になってきた地層処分計画の行き詰まりから地層処分技術が社会の信頼を受けるためにはニアフィールド研究に重点を置いた多重バリアシステムの研究開発が重要であるとする原子力委員会の研究開発指針「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の重点項目とその進め方」（以下、「重点項目とその進め方」、1989（平成元）年）を中心になって取りまとめられた。

ニアフィールド研究については、動力炉・核燃料開発事業団（動燃）にあつて若い頭脳としてアイデアを提供した高瀬博康氏にもインタビューをする。さらに、鈴木先生は、第2次取りまとめが進む1995年頃の「動燃改革」においても地層処分研究を核燃料サイクル開発機構の中核業務に位置づけた科学技術庁（現文部科学省）・新法人作業部会の部会長の重責にあたられており、第4章の「核燃料サイクル開発機構の発足と地層処分研究の推進」でもインタビューした。

第2章「ENTRY計画と国際協力」においては、新たな地層処分研究開発方針に基づく研究開発を

進める上で重要な役割を果たすために東海村に建設された2つの研究施設であるENTRYおよびQUALITYについて述べるとともに佐久間秀樹氏への紙上インタビューにより本格化する地層処分分野の国際協力を掲載した。

佐久間氏は1990年代に積極的に進められた地層処分研究開発における国際共同研究、国際協力協定の締結、OECD/NEA（経済協力開発機構・原子力機関）における活動、日本における国際会議の開催などで中心的に活躍をされた。

また、イアン・マッキンレー氏にもインタビューを行った。スイスにおける地層処分の研究開発と実施の責任主体であるNagra（スイス放射性廃棄物管理共同組合）はわが国の地層処分計画に現在も引き続き積極的に協力をしているが、マッキンレー氏は早くからNagraの国際部門の責任者として活躍され、わが国の第2次取りまとめにも多大な貢献をしていた。

第3章「第1次取りまとめ（H3レポート）」は、『重点項目とその進め方』に沿って初めて取りまとめられた地層処分研究の成果について語られる。また、地層処分研究開発の成果物がいわゆる「箱物」ではなく研究開発レポートであることを示した点でも注目される。さらに、その後の第2次取りまとめの方向付けを行う上で包括的な報告書の試金石ともなった第1次取りまとめがどのようにして取りまとめられたか。国内外でどのような評価を受けたか。その経緯について当時第一線で研究開発にあたった石黒勝彦氏にインタビューした。

第4章では、第2次取りまとめについて様々な動きをまとめて紹介する。

第4章第1項「第2次取りまとめの社会的側面」では、川上幸一先生（原子力政治経済学）、天沼倞氏と村野徹氏（動燃における地層処分研究の先駆け）をはじめとするすでに故人となった有識者の活動を振り返った。さらに、この章では、国、動燃、および電気事業者が事業化の準備に向けて設立した高レベル事業推進準備会（SHP）の初代専務理事・鈴木康夫氏がまとめられたSHPの活動記録を同氏の了承のもとに掲載した。

第4章第2項「第2次取りまとめに向けた原子力委員会の活動」では、原子力委員会・原子力バックエンド対策専門部会（部会長・熊谷信昭・大阪大学名誉教授）および高レベル放射性廃棄物処分懇談会（座長・近藤次郎・元日本学術会議会長、中央環境審議会会長・当時、以下処分懇）社会的受容性に関する特別会合（いずれも1995（平成7）年、9月設置）にジャーナリストの立場から委員を務められた鳥井弘之氏（日本経済新聞論説委員・当時）に登場いただいた。

地層処分研究開発を評価する役割の原子力バックエンド対策専門部会はその報告書（1997（平成9）年9月）で、地層処分の技術的信頼性を明示するとともに、処分予定地の選定および安全基準の策定に資する技術的抛り所を提示する第2次取りまとめに對する技術的考え方を示す。

併せて、第2次取りまとめに盛り込まれる事項および第2次取りまとめに向けて実施すべき技術的重点事項―を提示した。

原子力バックエンド対策専門部会報告書は後に原子力委員会が国として第2次取りまとめを技術的に評価するためのいわば「仕様書」を示したことになる。

処分懇では第2次取りまとめの進捗をにらみつつ、地層処分の実施方策が審議された。これらの原子力委員会の活動は、情報公開法の制定に先立って公開で実施された。ここでは第2次取りまとめが技術と社会を繋ぐ重要な役割を担って作業が進められたことが語られた。

第4章第3項「核燃料サイクル開発機構の発足と地層処分研究の推進」および第4項「第2次取りまとめ（H12レポート）」は、増田純男氏、梅木博之氏、および坪谷隆夫の鼎談を中心としている。

第2次取りまとめの最中に「もんじゅ」ナトリウム漏洩事故・虚偽報告（1995（平成7）年12月）および東海アスファルト固化施設火災爆発事故（1997（平成9）年3月）が起き、それを契機として、動燃改革に向けて科学技術庁に新法人作業部会（部会長・鈴木篤之・東京大学教授・当時）が設置された。その結果、核燃料サイクル開発機構が発足したが、動燃事業団法において「付帯業務」とされた第2次取りまとめを中心とする地層処分研究開発は高速炉開発と並び「本来業務」に位置づけられた。この章は、地層処分研究開発がこのように高いステータスを与えられただけでなく特定の研究リーダーが継続してプロジェクト・マネジメントを担う体制のもとに第2次取りまとめに向けた体制が確保されたことを明らかにする。併せて、鈴木先生のインタビューでその当時の状況を紹介した。この章では再び、マッキンレー氏にインタビューした。

第5章「地層科学研究」では、地層処分研究の基盤となる深地層の科学的研究を指導した山川稔氏にインタビューした。

「重点項目とその進め方」では、地層処分観点から深地層における現象を理解する深地層の科学的研究が新たな研究領域として設定された。動燃では、この研究領域を地層科学研究として東濃地科学センターを中心に展開した。地層科学研究はその後、瑞浪超深地層研究所計画および幌延深地層研究センター計画に発展、展開された。

第6章「第1次TRUレポート」は、動燃と電気事業者の共同作業の成果である報告書の作成経緯を、間野正氏および原啓二氏（動燃側）、藤原啓司氏（電力側）とのインタビューで振り返った。

第7章「最終処分法と地層処分政策」は、放射性廃棄物政策の司令塔の役割を果たした原子力委員会を事務局として支えた科学技術庁原子力局廃棄物政策課の初代課長・有本建男氏にインタビューした。第4章で紹介される原子力委員会における地層処分研究開発政策および処分懇における高レベル放射性廃棄物処分の事業化に関わる幅広い検討の経緯が語られる。さらに、最終処分法制定（2000（平成12）年）を機に、研究開発を除く地層処分政策が科学技術庁（現文部科学省）から通商産業省（現経済産業省）に円滑に引き継がれたことについても話が及ぶ。

各章では、研究開発の中核機関であった動燃で一貫して地層処分研究開発に携わった増田純男氏、梅木博之氏、それに坪谷隆夫による鼎談でインタビューではカバーしきれなかった多くのエピソードを回想した。

この著作が第2次取りまとめなどを紐解く若い地層処分研究者や技術者にいささかでも役に立つことを願うものである。

*本文には、「第2次取りまとめ」「2000年レポート」「H12レポート」との表現が出てくるが、いずれも同じ報告書を意味する。発言者の思い入れも考慮し、発言通りの記述とした。同様に「第1次取りまとめ」「H3レポート」も混在する。また、第1次TRUレポートについては「TRUレポート」との記述がある。

オーラル・ヒストリーとは

公式文書記録は、あるひとつの観点から捉えた結論を伝えるが、オーラル・ヒストリーは聞き取りの対象となる事象について、当事者や関係者が自らの経験や記憶として語る情報を記録したものである。従ってオーラル・ヒストリーは、物事の立体的な事実（異なる観点からの見方や異なる結論の可能性）を明らかにすることができる。ある制度が実際の現場の運用場面では臨機応変に用いられた経緯などは、公的な文書記録には伝えられない、オーラルによって初めて捉えることができる歴史である。このようにオーラル・ヒストリーは公式文書記録を相互補完的に補うものであり、公式文書を代替するものではない、という点に留意する必要がある。

（出典）上野、永田・「オーラル・ヒストリー研究の科学技術政策分野への応用に関する検討」（2010年、文部科学省科学技術・学術政策研究所）

オーラル・ヒストリー
 (地層処分研究開発)

目次

発行に寄せて……………	002
はじめに……………	004
第1章 国の研究開発方針の転換 ……………	015
処分地選定政策の行き詰まり……………	016
多重バリア概念の登場……………	021
世界に先駆けた日本のニアフィールド・アプローチ……………	025
鈴木篤之氏インタビュー……………	030
高瀬博康氏インタビュー……………	057
第2章 ENTURY計画と国際協力 ……………	073
ENTURYの発想……………	074
QUALITY―地上に地下深部の環境を実現……………	081

高瀬博康氏インタビュー……………	083
世界が注目 本格的な国際協力の展開……………	087
佐久間秀樹氏インタビュー(紙上)……………	088
イアン・マッキンレー氏インタビュー……………	094
第3章 第1次取りまとめ(H3レポート) ……………	115
進展する研究開発・最初の成果物 H3レポート……………	116
石黒勝彦氏インタビュー……………	121
第4章 第2次取りまとめ(H12レポート) ……………	141
1. 第2次取りまとめの社会的側面……………	142
社会とのコミュニケーション ENTURYが重要な役割……………	142
事業化に向けた準備の開始……………	147
鈴木康夫氏寄稿……………	149
高レベル事業推進準備会のあゆみ……………	149
2. 第2次取りまとめに向けた 原子力委員会の活動……………	166
原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会……………	166

鈴木篤之氏インタビュー……………	166
原子力バックエンド対策専門部会と処分懇の関係……………	169
鳥井弘之氏インタビュー……………	171
3. 核燃料サイクル開発機構の発足と 地層処分研究の推進……………	202
第2次取りまとめのさなかに動燃改革……………	202
鈴木篤之氏インタビュー……………	203
4. 第2次取りまとめを支えた人材……………	206
ドラフト段階から情報公開……………	206
イアン・マッキンレー氏インタビュー……………	210
オールジャパン体制の構築と厳しい取りまとめ期限……………	220
国際的な高級専門家の招聘……………	222
高い評価に欠かせなかった国際レビュー……………	224
第5章 地層科学研究……………	229
深地層中の現象を解明する新たな研究領域の設定……………	230
山川稔氏インタビュー……………	231

第6章 第1次TRUレポート……………	263
成功した動燃―電力の共同作業……………	264
藤原啓司・間野正・原啓二氏インタビュー……………	265
第7章 最終処分法と地層処分政策……………	283
大きかった地層処分政策の司令塔の存在……………	284
有本建男氏インタビュー……………	286
代わりに……………	305
インタビュー協力者……………	308
「オーラル・ヒストリー地層処分研究開発」 タスクフォース……………	312

第1章

国の研究開発方針の転換

処分地選定政策の行き詰まり

坪谷隆夫 日本では地層処分の研究が1976（昭和51）年から事実上スタートをして今日まで来ている訳ですけれども、最初に、*1 動燃（動力炉・核燃料開発事業団）が中核機関として予算や処分研究をやる人材の確保につとめたということで、増田さんからその辺の経緯をご紹介いただけますか。

増田純男 その前に地層処分という言葉が出る前のことをちょっと触れておきたいと思います。日本で最初に放射性廃棄物対策の方針についてまとめられたのは1962（昭和37）年ですが、当時の廃棄物処理専門部会中間報告書に書いてあるのは、「国土が狭あい、地震のあるわが国では、最も可能性のある処分方法として深海投棄であろう」ということでした。専門家の集約意見ということですが、その後、低レベルの海洋投棄はある程度研究が進みましたが、高レベル処分についての研究実績というのは調べてみてもほとんどありません。

そのまま10年程は手につけられないでいたところ、ローマクラブが1972年に、『成長の限界』というレポートを出してから地球環境問題に関

-
- * 1 **動燃** 動力炉・核燃料開発事業団（PNC）は1967年に設立され、1998年に核燃料サイクル開発機構（サイクル機構：JNC）に改組、さらに2005年には日本原子力研究所と統合して、日本原子力研究開発機構（原子力機構：JAEA）に再編された。
- * 2 **ロンドン条約** 1972年11月にロンドンで開催された海洋汚染防止に関する国際会議において採択された「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約」のこと。「ロンドン条約」と通称され1975年に発効し、高レベル放射性廃棄物も投棄禁止の対象として規定された。わが国は1973年署名、1980年10月批准している。

心が集まって、1975年に^{*2}ロンドン条約ができて、高レベル放射性廃棄物の海洋投棄禁止ということになりました。

それで日本でも慌てて専門部会が招集されて、先程坪谷さんが言われた1976年ですから、つまりロンドン条約が発効してわずか1年後、「^{*3}放射性廃棄物対策についての原子力委員会決定」というのが初めて出されて、そこで高レベル廃棄物はガラス固化し30年から50年間貯蔵した後に処分することとして、地層処分に重点を置いた研究を動燃が行うこととする、ということになり動燃に廃棄物対策室ができました。私は最初のメンバーとして配属になり、それ以来今に至ってガラス固化や地層処分と付き合うこととなりました。

計画はまず5段階方式で地層を選ぶための調査を進めるということで、日本で可能性のある地層を選んで、その中から有効と思われる地層を選び出し、さらに有効と思われる地層から試験地を決めて模擬固化体を用いて試験的な処分してみる。続いて、実固化体を用いて試験的な処分して、それでうまくいけば処分場にするという、今考えればとんでもない計画ですが、そのような計画がしばらく進められてきたわけです。

当時動燃には、日本だけではなくて世界中の地質に詳しい地質屋さんがたくさんいました。これはウラン探鉱をやっていた関係ですが、それで、資源部OBの人たちを中心にして地層に関する調査研究が進められていました。

* 3 1976年原子力委員会決定 1976年10月8日、原子力委員会は、わが国の放射性廃棄物対策の基本方策として、高レベル放射性廃棄物はガラス固化して30～50年間貯蔵した後、地層処分することとし、研究開発は動燃を中核推進機関とする。低レベル廃棄物は民間の責任において処理の形態に応じて海洋処分と陸地処分をあわせて行う。処理・処分費用は発生者責任とすること等を決定した。



増田純男氏

です。

その頃に、科学技術事務次官をされていた石渡鷹雄さんが副理事長として動燃に來られて、「今日日本で進めている地層処分研究のやり方として、本当に地層を探すことが先なんだろうか」と、まあ、こんなことをおっしゃられていました。私はその少し前に、カリフォルニア大学（UC）バークレー校のトーマス・ピグフォード先生のところへ地層処分の性能評価を研究していましたので、石渡さんからの問いに対して何かメモをつくれといわれ、思いつきのメモを書いて石渡さんに説明に行きました。

その頃、1980年代の中頃ですけれど、当時、アメリカでは、*4 N A S（全米科

最初の頃は、既存のボーリングデータや地質調査の情報をもとにしてどういう地層が良いかという机上の調査でしたが、そのうちにだんだんとそういうデータが足りなくなってくる。で、ボーリング調査を行うようになってきたわけです。地層処分では、将来の人間がそこを掘ると困るということで、「資源のない地層」ということがサイトの有力な条件の一つでしたが、資源がないところにボーリングをする理由というのはおかしくなってきた、そのうちにだんだん社会問題を引き起こすようになってきたよう

増田純男氏（ますだ・すみお）

動力炉・核燃料開発事業団および核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）において地層処分研究開発業務に従事し「地層処分研究開発第2次取りまとめ」を統括（当時）。

学アカデミー）が、通称ビッグフォード・レポートと呼ばれている『放射性廃棄物の隔離システムの研究報告書』を出していました。

1983年にそのレポートが出された直後、その年の10月頃から1年間、当時東京大学の助教授だった鈴木篤之先生が『エネルギーレビュー』誌に10回にわたってレポートの解説記事の連載をされました。単なる翻訳ではなく考察を加えた記事であり、私も大変興味深く読みました。そこには非常に魅力のあることがたくさん書いてありました。

単に地質環境に捨てるのではなくて、自然の地質環境には本来的にものを閉じ込める力、包蔵性能があるのでそれに依存するのが地層処分概念の基本である。ただ、処分地によってそのような性能には若干差があるから、それを補い廃棄物の隔離性能をさらに確かなものにするために、その処分地の特性に合わせて工学バリアを設けて多重バリアを設計することができる、ということでした。最近は「天然バリア」「人工バリア」といっていますけれども、その頃、鈴木先生は天然バリアではなく「自然バリア」と訳されていました。自然に働くバリアです。

人工バリアの方もいつの間にか人工バリアになってしまっていますけど、当時は「工学バリア」と訳されて、^{カネム}閉じ込め機能を工学的に設計・施工されたバリア^{カネム}としていました。要はそのことであって、地質の特性、あるいは規準に合わせて設計できるということが重要な要件ということだと思います。同じ頃、NASレポートが出た直後ぐらいに、スウェーデンも『*5 K B S ー 3』というレポートをまとめて、多重バリアについ

* 4 全米科学アカデミー 全米科学アカデミー (NAS) は1863年に設立された民間の非営利学術団体。米政府への科学的なアドバイスなどを行う。会員は米国内約2250人と国外約440人。うち約200人がノーベル賞の受賞者。実動部隊に全米研究評議会 (NRC) がある。



坪谷隆夫氏

をつくり出したきつかけとなったと思います。

坪谷 おそらく動燃の石渡さんを中心とした動き、すなわち当時の動燃の動きそのものが原子力政策を担う原子力委員会、あるいは科学技術庁にインパクトを与えたということが行われていて、動燃でやろうと考えていることと、国の考えていることを常に一致させるような大きな動きの中で、石渡さんの判断ってというのがあったと思います。

鈴木先生のお話が出ましたが、後ほど鈴木先生に直接お話を伺って、どういう活動をされたのか、当時のことを語っていただこうと思います。鈴木先生のもとですと研究活動をされ、後に動燃においになった梅木さんが、その辺の事情も、実は今まであま

て言及している、スイスも『*6プロジェクト・ゲベル1985』という報告書の中で多重バリア概念を提示している、というような状況でしたので、私は処分地選定の前にすることは、多重バリアシステムの性能に着目した研究である、というようなことを申し上げたところ、石渡鷹雄副理事長が、「どうも、俺もそういうことではないかと思っていた」と言われて、動燃の中で若い人が集まって勉強会が始まりました。それが、坪谷さんから話があった1976年以降の大きな変動の中で、今のような概念

坪谷隆夫氏（つばや・たかお）

動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構）東濃地科学センター所長を経て理事・環境技術開発推進本部長、核燃料サイクル開発機構特別技術参与（地層処分研究・地層科学研究担任）（当時）。

り話してない事情がおりじゃないかと思いますが、ぜひご紹介したいただけありがたいと思います。

多重バリア概念の登場

梅木博之 ありがとうございます。今、増田さんが話をされたように、ちょうどその時期に国際的に大きな動きがあったのは触れておくべき重要な事実だろうと私も思います。

当時、私は鈴木先生のもとで地層処分にかかわる基礎的な研究をしていた訳ですけども、地層処分をシステムとして捉える”ということがターニングポイントだったのではないかと思います。

ちよつと振り返ってみますと、システムとして地層処分を扱うこととの発端となったこととして、当時パシフィック・ノースウエスト研究所のハリー・バークホルダー博士が1980年に米国原子力学会誌に投稿された論文『放射性核種移行モデルと地質媒体中の崩壊生成物』、これは地層中の放射性核種のふるまいを物質移動理論に基づいて数式化されたんですね。地層と工学的なバリア等を含む多重バリアシステムの中で放射性物質がどう動くか、逆にいえば如

-
- * 5 **KBS-3レポート** スウェーデンの放射性廃棄物処分実施主体であるSKB（スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社）の前身であるSKBF（スウェーデン核燃料供給会社）が、スウェーデン議会の要請を受け、1977年の高レベルガラス固化体の処分報告書（KBS-1）、1978年の使用済み燃料の処分報告書（KBS-2）に続いて、1983年に公表した多重バリア処分概念の包括的な安全評価書。英語版は4分冊から構成されている。
 - * 6 **プロジェクト・ゲベール1985** スイスの放射性廃棄物処分実施主体であるNagra（放射性廃棄物管理共同組合）が、連邦政府の要請を受けて1985年に公表した包括的な安全評価書。低中レベル廃棄物、高レベル廃棄物の地層処分の実現性を明示している。9分冊から構成され、9冊目が英語版での概要版となっている。



梅木博之氏

何に放射性物質の動きを封じて半減期に従って崩壊させ、人間の生活環境に影響を与えないようにシステムを設計するか、という地層処分システムの安全性を評価する上で極めて重要な役割を果たす先駆的な研究であったといえます。いまお話に出たピグフォード・レポート、それからKBS-3やプロジェクト・ケベールの中核となっているのは、放射性物質がシステムの中でどう挙動するかを数学的に表現したモデル解析に基づく性能評価あるいは安全評価と呼ばれるアプローチです。

こうしたことが世界的にも日本の中でも大きく動いているときに、私はたまたま研究室にいたんですけど、その当時は岩に放射性物質がどう吸着するか、ガラス固化体が地下水の条件でどう溶解するか、といったシステムの構成要素の特性を実験的に調べたり、放射性核種移行モデルの研究をやっていました。後に、ピグフォード先生の下で学位を取得し、UCバークレー校教授として国際的にも著名な安俊弘さんは研究室の後輩で、同時期に有限要素法で亀裂媒体中の核種移動の解析的な研究に取り組んでいました。まあ、大学ですから基礎的なメカニズム研究や方法論の研究が中心となりますが、そういういったことがシステム全体として統合する動きに徐々になっていくかと思っています。

梅木博之氏（うめき・ひろゆき）

動力炉・核燃料開発事業団および核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）で2000年レポートチーム統合化グループリーダー（当時）。

当時、*7 JSSプロジェクトってというのがあって、日本とスウェーデンとスイスがガラス固化体についての国際共同研究を行っていたのですね。日本からは電力中央研究所が参加されています、その関係でプロジェクト・ゲベールをまとめたチャールズ・マッコンビー博士が来日されて、日本で講演が行われました。私はその講演を拝聴してシステムの統合というのはこういうものかと非常に感銘を受けたことを記憶しています。

増田さんから話があったように、その時期は、3つの典型的なレポートが出てきて、地層処分地の安全性、あるいはシステムというものをどう扱うかという上で一つの金字塔になったのだらうと思います。

増田さんと一緒に仕事をさせていたと思うようになったのは1987(昭和62)年からです、その年の秋だったと思いますけれども、当時すでに地層処分についての国際共同研究は様々に進んでいたのですが、*8 INTRAVALというプロジェクトがその年から始まりました。これは、スウェーデンの当時の規制機関SKIが主催でOECD/NEAが協賛するような格好で始まりまして、先程申しました地層中の放射性物質の動きを扱う数学モデルがどれぐらい実験値を説明できるかという、モデルのバリデーション、日本では「確証」と訳されますが、これをやりましょうというものでした。動燃に入って数カ月後、早速、「そこに行つてこい」って

* 7 JSS プロジェクト 日本、スイス、スウェーデンの3カ国が1984年～1988年に、フランスの再処理工場から発生した実ガラス固化体を対象に浸出試験などを実施した研究プロジェクト。日本からは電力中央研究所が参加。成果には Grambow のガラス固化体の溶解浸出モデルのほか、動燃のガラス固化体に係る研究報告書などがある。

* 8 INTRAVAL プロジェクト INTRAVAL(1987～1993)は、OECD/NEAがINTERCOIN(1981～1986)、HYDROCOIN(1984～1990)プロジェクトを統合し、第3段階のプロジェクトして実施したもので、地質媒体中の放射性核種移行のモデルの確証を目的とした国際共同プロジェクト。

言われまして、個人的には国際協力という場に足を踏み入れる最初のきっかけになったものでした。放射性核種の地層中の移動のモデルがどのぐらい現象を表現しているか、ということが中心的テーマであり、実験で測定したものとモデルによる推定がどれくらい一致するかということがこの放射性廃棄物の処分システムの信頼性を握る鍵だ、とみんな考えていたわけですよ。

ところが、その後の経緯で、これは話が少し飛びますけれども、バリデーションというのは放射性廃棄物処分システムが安全を確保しなければいけない数万年とか、数十万年とかっていう時間スケールとか、ものすごく大きな地層を含む空間スケールに全時間、全空間にわたってそのモデルが機能するってことをどうやって保証するのかっていう話になることに皆さん気がつく訳です。安全性を議論するうえでバリデーションというものをどう考えるべきかという議論は、それから1990年代半ば過ぎまで国際的な潮流になっていました。結局は、90年代末頃までには性能評価あるいは安全評価に用いる地層処分システムのモデルをバリデーションすることの意味をこれ以上追求するのは徒勞であり、バリデーションからコンフィデンスという地層処分システムの信頼性とかその確かさについての確信度のようなものに軸足が変遷していくことになるのです。当時はまさにそういうことで、このバリデーションというの一つと一つとってみてもどうすれば処分システムの安全性を評価することができるか、国際的に盛んに議論され大きな流れとなっていた時期でした。

そのシステムの評価をテーマとした大きな国際会議が開始されたのもこの頃で、OECD/NEAが主催して1989年に安全評価の国際会議が初めて開催されました。その当時、増田さんを筆頭として、まあ今から考えると非常に稚拙なものであったような気もしますが、先程話されたように工学バリアと

天然の地層と組み合わせたようなシステムで評価するというような考え方とか、非常に初歩的なモデルを使った解析結果を初めて国際的な場に論文として提出したことを覚えています。

「高レベル放射性廃棄物管理の国際会議」と冠された会議がラスベガスにおいて開始されたのも1990年だったと思いますが、そのラスベガス会議でもシステムをどう評価するかというのが大きなテーマになっていました。1992年のラスベガス会議は、日本の地層処分安全確保についてのアプローチを国際的に示した最初の場でもありました。これは「ニアフィールド性能を中心とした安全確保のアプローチ」です。そこに行き着くまでには、日本が置かれた当時の状況のなかでどのように研究開発を進めるかについて動燃内で議論がありました。

地層処分システムというのは確かに地質のバリアと工学バリアとを両方合わせたシステムなのですが、どういう性能配分でそれを規定するかというのは国によっても違いますし、岩を何にするかとか、人工バリアをどういうふうに設計するかはいろいろ考え方があります。岩は先程のお話にあったように全体の性能を満たせばよく、設計するというものでもないわけですから、ある日突然、増田さんがほとんど動物的な勘ともいえる突然の啓示で、「日本は、ニアフィールド・アプローチだ」と話したことを非常によく覚えています。

世界に先駆けた日本のニアフィールド・アプローチ

増田 動物的な勘じゃないんです、それは。他の国では、地層処分システムができあがるためにはサ

イト条件が必要で、次いでサイトにどういふものをつくるかという技術基準があつて、処分システムの設計ができる。例えば、アメリカではユッカマウンテンが決まっていたり、ドイツが岩塩層だとか、カナダやスウェーデンが盾状地とか、処分地層が決まっているのですけれど、日本はそれに失敗してそういうアプローチは取れなかつたのですね。それから、アメリカは当時すでに、* 10 CFR 60という規制基準が提案されていて、こういうものを作ればいいという性能目標があつた。日本は基準もないし、サイトの条件も決まつてない。そうすると「何かできることはないのか」ということで、話し合つていたところ「そう言えば、人工バリアだつたら、先につくつて、それに合うようにサイトを選んだり、それを守るような基準を作つたらいいんじゃないか」ということで「人工バリアにもつと力を入れたらいいんじゃないか」ということになつたのです。

坪谷 それを言い出した地層処分の研究グループは、相当いろんなところから批判をされて、地層処分というのは地層が第一であつて、なぜそんな人工バリアを中心でいくんだという批判がありましたよね。

増田 梅木さんの話にバークホルダー氏の名前が出たところで大事な話を思い出しました。バークホルダーは地層処分研究に化学工学的なアプローチを取り入れて研究方法を飛躍的に向上させたということで、日本のプログラムにも大いに貢献した人です。そのこととは別に、日本にとって非常に大きな良い影響を残すきっかけとなつた出来事がありました。その頃に、ピグフォード先生の研究室に京都大学の東邦夫先生が日本から初めて留学

* 9 10 CFR Part 60 米国で1982年に制定された核廃棄物政策法に基づき、NRC（米原子力規制委員会）が1981年に制定した一般の地層処分に対する規定。ユッカマウンテンについては、1992年に10CFR Part63に規定されている。

されて、着任早々にバークホルダーのペーパーの中から彼の数式の間違ひを見つけ、それによって核種移行の評価結果が大きく変わったということがあったそうです。その一件でピグフォードさんが日本にはこういう優秀な学者がいるのだと東先生に絶大な信頼を寄せ、また当時^{*10}バッテル研究所の重職になっていたバークホルダーの指示で、東先生の属するピグフォード研究室への委託研究がさらに拡大されることになったそうです。東先生への信頼は、そのまま日本の研究者への期待ということになり、以降、ピグフォード研究室には何代にもわたって日本からの留学生が受け入れられることになったのです。東先生のおかげで、バークホルダーは図らずも日本にとって、二重の恩人ということになりました。

梅木 さつき申し上げたNEAの会議でも、システムで評価するんだけども主流はやはり地層です。それで、その会議の中で、のちに我々と一緒に研究をすることになるアメリカのアプテッド博士が発表した論文があつて「たしかに地層というのは、『ビッグブラザー』であり工学バリアは『リトルブラザー』」だけど、工学バリアの役割にもっと注目しましょう」ということを謙虚な言い方ではありましたが主張され、工学バリアが少しづつ前面に出され始めたように思います。当時はそういう話もあるなという程度で受け止められていました。

先程の増田さんの話に戻りますが「日本はニアフィールドを中心としたアプローチでいくんだ」ということを1992年のラスベガス会議にペーパーを書いて出したところ、たまたまその会議にいたNagraの人たちが、我々と同じようなレポートを出していたんですね。やはり同じように、ニアフィールドをもうちょっと、ちゃんと詳細にやっつて、そこでほとん

*10 バッテル研究所 バッテル記念財団が運営するDOE（米国エネルギー省）が所管する原子力研究所の一つ。

ど性能をかせぐ。天然バリアは非常に巨大なんですけれども、自分たちで設計できるわけではなく、自然が与えた不均質性が本来的に存在するので、それを把握することにはより大きな不確実性を伴うというわけです。ですから、それを数学モデルで扱うのは非常に苦勞する。それに比べると、人工バリアは小さいけれども信頼性が高く評価できるということが主張の核心部分です。

N a g r a という、当時はスウェーデンのSKB、米国と並んで3大先進国で、N a g r a とかSKBが言うことはものすごく国際的にインパクトがあったわけです。

N a g r a がこういったメッセージを發した時に、我々も同じようなことを言ったもんですから、ほとんど異趣同舟みたいになっちゃってですね。なんて言うか、心強かったし、我々の考えていたことがそんなに的外れではないと、むしろ、これからの主流だというようなことをそのとき非常に強く思ったわけです。そこから先は、それをドライビングフォースとして研究開発が進んだということです。

先ほど坪谷さんから話があったように、当時はそういう状況でしたから、「何言ってるんだ」的な話が国内でもありまして、よく覚えているのは、天沼倅先生が、特に地下研の役割の重要性について非常に強いご意見をお持ちで、やはり地層がちゃんと研究できなきゃ話は進まないだろうというようなことを話していました。それはそれでの射た重要なご意見ですが、それがなければ研究開発が進められないという呪縛からは解き放たれたように思います。そのあとですね、SKBが『*11 SR95』というジェネリックな報告書を出しました。SR95の性能評価を見ますと、明示的には書いていないんですけど、明らかに人工バリアで放射性核種をほとんど閉じ込めるよ

*11 SR95 KBS-3の処分概念を対象に作成された包括的な安全評価書。

うな戦略に切り替えたように読めました。

増田 そうね。

梅木 当時、鈴木先生が「工学バリア重視への流れ」を示すものを探しておられまして、SR95の内容を少し整理してお持ちしたところ、鈴木先生はいろいろな方々に紹介されたようです。天沼先生もそれを聞いてなるほどと思われたというような話は後日談としては伺っております。そういうふうに、1980年代半ばくらいから始まったシステムのものの見方という動きが、それまでの地層だけでなくバランスをくずさないようにしながら徐々に人工バリアに注力するという方向に変遷していったというのがその後十年間くらいの非常に大きな流れなんだろうと思います。

坪谷 ありがとうございます。確かに天沼先生が言われたようなこともあって、地下での研究っていうものの重要性というのは今も以前もあまり変わっていないとは思っていますね。

鈴木先生も原子力委員会の報告書の中に、地下、特に深地層の研究を処分研究からちょっと離すような格好でしっかりやらなさいといけない、そこは純粋なサイエンスなんだから。そういう、地層処分というものの視点から、地層というものについて十分勉強するべきだという主張をされていて、そういう研究が日本でもたゆみなく行われていたということです。

ただ、先程のニアフィールド・アプローチについて、その1990年代の初め頃が、私はやっぱり、日本での大きな地層処分研究の転換点ではなかったかと思えます。

聞き手 坪谷 隆夫

河村 秀紀

鈴木篤之氏インタビュー

—— 本日は、『重点項目とその進め方（高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の重点項目とその進め方）』をはじめとしたわが国の地層処分研究開発に重要な足跡を残されている鈴木篤之先生にインタビューをさせていただきます。

早速ですが、1983年に先生がエネルギーレビュー誌に、ピグフォード・レポートを10回に分けて寄稿されているわけでございます。先生がピグフォード・レポートをご紹介になって6、7年後の1989（平成元）年に、日本では日本の処分研究開発のやり方、進め方に大きな転機がきたことになりました。

最初にピグフォード先生の報告についてどのようなお考えで『エネルギーレビュー』誌、あるいは多くの人たちに知らしめようとお考えになったかということを少し教えていただければと思います。

鈴木 そうですか。うまくご説明できるかどうかかわからないですけども一言でいえば、地層処分分野における科学的考えや科学的詳察の重要性と必要性について同報告が見事に総合的にまとめていることに私自身非常に勉強になり、それを多くの人に紹介したかったからなのですが、折角なので、少しそ

の背景から話をさせてください。

海外で、特にアメリカで地層処分がどういう経緯で進められてきたかといったことは亡くなられた旧動燃の村野徹さんが詳しいのですが、アメリカは1970年にカンザス州にある岩塩廃坑に処分場をつくることをいったん決めていたんですが、それがすぐ駄目になって、それで、そこから迷走が始まるわけです。1982年に「放射性廃棄物政策法」が出ましたが、そこに至るまでにいろんな議論をしてみました。その一環として、全米科学アカデミー(NAS)に専門家が集められ、議論されました。

ピグフォード先生というのはもともと化学工学者で、マサチューセッツ工科大学(MIT)で学位を取り、MITの原子力工学科の創設に参加された後UCバークレー校の先生になられた方で、私にとつては身近な存在でした。そのピグフォード先生がNASのコミッティーの有力なメンバーとして、同報告が出されており、取ってピグフォード・レポートという略称をつけて紹介したわけです。

地層処分の問題がそれほどまでに大きな問題として議論されていた背景についてちょっと触れさせてください。アメリカにアイゼンハワー交換プログラムというのがあり、あるとき、そのプログラムに、エネルギー関係、工学関係の若い日本人をとという話があり、私とその試験を受けて、幸い合格しました。それで、1978年にアメリカに初めて行ったんですね。アイゼンハワー交換プログラムはアメリカの生の姿というか、実態を見てもらおうというのが趣旨というので、これは良いチャンスだと思って、アメリカの原子力関係の国立研究所を見せてほしいと頼んで、客員教授と同等なビザをもらって、実際にほとんど全ての研究所に行きました。

私にとっては大変な刺激で、その一部としてカリフォルニアのバークレーにも寄って、初めてピグ



鈴木篤之氏

フォード先生にその時に会ったのです。当時、^{*12}INFCCE（国際核燃料サイクル評価）つていうのがIAEAで議論されました。そのことにも関連しますが、1970年代にアメリカの原子力は非常に変わったのです。どういうことかっていうと、1960年代までは使用済み燃料について再処理路線をとっていました。ところが、1970年代の前半、フォード政権時代にね、アメリカ政府が再処理にお金を出すのを急にやめた、それでアメリカのバックエンドの話が急転回するんです。米国の電力会社も政府が止めるなら自分たちもできないって言い出し、それで、急に使用済み燃料をどうするかのために起こりました。それと同時に、再処理を前提にクリンチリバーという高速炉の原型炉を建設中だったんだけど、それも議論をしたらして、『フォード・マイターレポート』っていう有名なレポートが出たのが1977年だったのです。

そのレポートは結構刺激的でね、私の記憶ではケネス・アローというノーベル賞経済学者まで入っていかかなり本気で議論をしていました。結果的に、クリンチリバー

鈴木篤之氏（すずき・あつゆき）

東京大学工学部教授として長年わが国の地層処分研究開発を指導。原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会委員、同原子力バックエンド対策専門部会委員、同高レベル放射性廃棄物処分懇談会委員などを歴任。米国科学アカデミー研究協議会運営委員などを兼務（当時）。

の閉止を決定したのは1980年代になってからですが、いずれにしても大変な議論になっていました。1974年のインドの核実験が契機になって、1977年にカーター政権になってから、急に国際的にも核燃料サイクルの見直しをしろと。で、INFC Eとなったわけです。アメリカ国内ではその見直しに国を挙げて取り組んでいて、N A S A Pと呼んでいたのですが、私がちょうど1978年に滞在している頃にアメリカでそのN A S A Pが進められていました。

そういう大議論の実際を見聞きするなかで、これは、自分の研究テーマとしてバックエンドのことに取り組まなければと思ったわけです。同時にピグフォード先生がN A S の委員会の有力なメンバーとして、『放射性廃棄物の隔離システムの研究報告書』を出されたわけで、それを勉強しました。

実はピグフォード先生も私も専門が似ていて、原子炉の燃焼計算なんです。つまり、原子炉というのはウラン燃料を入れるとプルトニウムが生まれてきて、いろいろ組成が変化するのだけれど、プルトニウム自身が燃えながらエネルギーを発生している。そういうのを自分でコードをつくって計算したりしていました。ピグフォード先生もそれが専門なんですよ、もともとはね。処分された高レベル廃棄物の組成が何万年先にどのようなかを計算するのはもともと使用済み燃料の組成を計算していたこともあり、共通項があったんですよ。それで、あのレポートを勉強して、これをぜひ多くの人に知ってほしいと。つまり、科学的に議論することが大事だと思ったもんだか

*12 **INFCE** 1977年、米国のカーター大統領の呼びかけに端を発し、同年5月の先進国7カ国首脳会議（ロンドンサミット）での合意に基づき、原子力平和利用と核不拡散の両立の方途をめざした核燃料サイクル全分野における技術的、分析的作業の実施を目的として2年余りにわたって開催された国際協議プロジェクト。

ら。『エネルギーレビュー』誌に何回かに分けて紹介したと記憶しています。

——サイエンティフィックにバックエンドの研究をするという視点から見ると、廃棄体、いわゆる廃棄体容器の処分における性能に物凄く期待をされるっていう文章ですね。そもそもは。それはどういう経緯なのでしょうか。確かに当時は、特に岩塩みたいなものを念頭におくと、天然バリアのバリア効果みたいなものに重みが置かれていたわけですけども、廃棄体容器の放射能を閉じ込める性能というものの、ピグフォード先生もそうですし、鈴木先生も着目をされたというのは自然のようでもあるんですね、いまだから自然だと皆言うんですけど、当時はやっぱり必ずしもそうでもなかったんじゃないですか。

鈴木 アメリカでは候補地を議論していた段階で、デフスミス、ハンフォード、ユッカマウンテンの3つが残ったんです。それぞれ岩塩、玄武岩、凝灰岩と地層が違いますよ。だから当然そこに、廃棄体としてどういう形のものにすべきかっていうのは、その地層との関係でそれなりの議論はしていたと思うのですが、もともとはサイトの地質環境条件に全て頼るといふ考えが主流でした。これは私のその後の考えにむしろ関係するのだけど、天然の固有のバリア性能に期待するということでした。これは私のその後の考えになると、結局、サイトを選ぶ場合ももっぱらサイトとしての良し悪しだけになって、技術によって安全を確保するという本来の安全の基本的考えが通用しなくなることになりかねない。それぞれのサイトに適した設計があり得るといふのがエンジニアリングの基本ですから、そういう意味で天然バリアとともに、工学バリアの重要性を当初から強調すべきではないかという想いが強かったからだと思います。

—— 1983年のピグフォード先生のレポートそのものに、鈴木先生がその後、平成元年に原子力

委員会での報告書を取りまとめられる素地がうかがえると思います。先生は日本の処分研究について少し考え方を改めた方がいいんじゃないかという指摘をされているんですね。あまり最初から地質を絞り込んでいくようなアプローチというのはおかしいということを示唆されていると思うんです。ピグフォード先生の1983年のレポートをご紹介になった後、1989（平成元）年の原子力委員会の考え方をまとめられるにあたって、その数年の期間で、国内では何かいろいろ議論がありましたか。

鈴木 『エネルギーレビュー』誌にピグフォード先生の報告書を紹介して、前後関係はよく覚えてないですけど、スウェーデンのストリパなどを含めて世界中の地下研めぐりをしていました。それを『エネルギーレビュー』誌に何回か連載して紹介したんですよ。ほとんど全部行ってますね。カナダのホワイトシエル、まだスウェーデンのハードロック・ラボはできてなかったと思うんですけど。スイスのグリムゼルも行きましたよね。ベルギーのモルなんかも行ってね。モルではまだ掘削途中段階だったんですよ。それで、むこうの人が感激してくれてね。わざわざ来てくれたと。それで、一番下まで行こうって言うてくれました。いま、地下研っていったら、普通は必ず立坑を2本掘って、その片方は避難用に使えるようになっていますが、モルは当時そんなことしてないんです。お金がないから1本しかない。1本しかないどころかもうすごく狭いんですよ。そこを膝をぶつけながら降りて行って、最後に横穴を行くんですけど、これがもう全然スペースが無いんですよ。だから立ってられないわけ。

—— 先生は大きいですから。

鈴木 いやいや、そういう問題じゃないんだよ。もう屈んで、ネズミみたいにしてしか動けないんですよ。その一番先端、デッドエンドのところのままで連れて行かれてね。そこでまあ、2、30分、話し込

んじやってね。周りが凍っていたんだけど粘土層の素掘りということもあって、何かちょっと不安になった記憶があります。

—— 当時、モルの建設にはベルギーで標準的に用いられていた粘土を掘削する凍結工法が適用されていたいました。

鈴木 そうなんだね。でも強度的にやはり気を付けないといけない。そんな軟らかい不安定な地層でも処分は技術的に可能性があるということを実感したわけです。そういういろんな地下研めぐりをしたこともあって、海外での議論のなかで、日本で従来のように天然バリアのみにもつばら頼るのはどうかという思いはあったと思いますね。

—— 当時すでに、帯水層というか、地下水面の下を処分場にしようとしているわけですね。現地専門家と鈴木先生が議論したときにやはりピグフォード先生の考え方、あるいはその後の日本の考え方のもとになるような、様々な情報交換っていうのがあったわけですか。

鈴木 いや、特段意識して情報交換したという記憶はありません。天然バリアだけではなく工学バリアとの合わせ技という考えは、程度やタイミングの違いこそあれどこの国でも同じような方向性はあったと思います。私があかそういう意味で特別の役割をしたという気持ちは全くありません。その後徐々にどこの国のプログラムもそうになっていくわけですね。つまり、天然バリアに100%依存するというのもともとあり得ないわけだし。

アメリカも当初は*¹³ユッカマウンテンを決めて、サイトキャラクターゼーションっていうのを非常に重視して、全てのプログラムをつくっていたのですよ。それでやりだして、ユッカマウンテンは大丈

夫だっって言いだしたのだけど、実はやっている最中からDOE（米国エネルギー省）もいろいろ考えが変わってきて、サイトキャラクターゼーションは大事だけでもそれだけじゃだめで、いろいろ工学バリア性能にも依存する、地下水中のトラベルタイムという別の新たな指標を持ち出したりしました。

そういう経緯があり、当初多分これでいいはずだっと思っていたことをやってみたら、そんな簡単じゃないというのがどうしても出てくるわけで、例えば、私はよく覚えてないですけど、ヨーロッパでもスウェーデンなんかは大まじめに何万年かのスケールで考えると、どうしてもあそこは地盤が沈降するんですよ、確か？

—— はい。氷河期がきて氷の重さで沈下します。

鈴木 そういうことから、全部埋没したあとの廃棄体の工学的バリアの性能まで考慮して処分システムを設計している。当初は、そこまでのことは考えてなかったと思うんですよ、私の記憶では。

処分システムというトータル的な捉え方の重要性を指摘している例に、NASがDOEからの委託を受けて委員会がまとめたユッカマウンテンの技術的基準に関する報告書があります。確か^{*14}ユッカマウンテンの技術基準というタイトルで、薄いレポートだったと記憶しています。そこにはビグフォード先生も参加されていて、たしか少数意見として書いていると思うんですよ。彼もまさにその頃に処分システムの性能評価の重要性を特に強調しただのではないかと記憶しています。我々のところから安俊弘先生が彼

*13 ユッカマウンテン放射性廃棄物最終処分場 米国ネバダ州にある高レベル放射性廃棄物最終処分場。実施主体は米国エネルギー省（DOE）、規制主体は米国原子力規制委員会（NRC）。1987年に連邦議会で選定されたが、2009年にオバマ政権により計画の中止が決定された。

のところに行ったりしたのは、そのタイミングじゃないかと思うんだけど。同僚にシャンブレ先生という人がいて、シャンブレさんはフランス人の数学屋さんなんです。それで、解析解を解くのが得意でその人がいろいろと手伝って、ユッカマウンテンの性能評価研究をしていました。そういうなかで、性能評価に係る潜在的被ばくを評価する方法に関連して、委員会とピグフォード先生との間で、クリティカルグループという被ばく評価をするときの条件の設定、その考え方に相異があったと記憶しています。あの委員会は、フランク・パーカー先生が委員長だったんじゃないかと思うなあ。

フランク・パーカーっていう人は、ピグフォード先生と同じく私に大変影響があった先生で、テネシー州にあるバンダービルト大学の先生なんですけど、環境科学が専門なんです。この先生は、ユッカマウンテンじゃなくて¹⁵WIPPの議論で大きな貢献をした人で、WIPPがこれいろいろ揉めたでしょ。揉めて、ようやく実施に漕ぎ着けたわけ。いまでもやっているのはいわば試験的処分なのです。で、5年ごとに安全性のレビューするんですよ。そういう報告書をまとめたのがNASのフランク・パーカーの委員会ですね。

それなんか私は非常に参考になっていて、つまりWIPPは一応

-
- *14 **ユッカマウンテンの技術基準** 連邦議会の要請を受け、NAS（全米科学アカデミー）の下部組織である全米研究評議会が1995年に策定したユッカマウンテン処分場の規制や技術のあり方についてまとめた報告書。リスク評価基準、クリティカルグループ、評価期間などについて規定している。EPA（米国環境保護庁）はこの技術基準をもとにユッカマウンテンへの基準40 CFR Part 197を2001年に策定した。
- *15 **WIPP（廃棄物隔離パイロットプラント）** 米国ニューメキシコ州に建設されたTRU（超ウラン核種）を含む放射性廃棄物の地層処分施設。1999年から操業が開始されている。実施主体はDOE（米国エネルギー省）、規制主体はEPA（米国環境保護庁）、最初の処分パネルは日本の大林組により施工された。

処分とはいつているんだけど、実はいわば試験的な処分で、5年ごとにレビューしますと。それで始めることができたんですね。だから、それが一番早道だったと、当時、採めているなかでしたから。だから、フランク・パーカー先生の考え方は、私は大変参考になったんです。テクニカルスタンダードの報告書のなかでは、パーカー先生たちとピグフォード先生が意見が合わなくて、処分システム全体の性能としての被ばく評価をどのように行うか、計算方法だけの話なのですが、そういうものをどうするかというのが議論になっていましたね。日本には人がほとんど住んでいないユツカマウンテンのようなところはなからね。そういうことは、これまであまり日本ではそんなに議論していないと思いますけど、大変だと思えますよ、これからはね。

『重点項目とその進め方』がつくられた後の研究開発の進め方について、原子力委員会のなかのご議論はどんな感じでしたか。

鈴木 最初の頃は、どういう形でやっていたんです。原子力委員会のなかで、それこそ、先輩の阪田貞弘さんなんかまだいらっしやっただんじやないですか？

はい、あの当時の放射性廃棄物対策専門部会にああいった方々がいらっしやいましたね。

鈴木 対策専門部会ね。部長は誰でしたっけ。

専門部会、生田豊朗さんでしたね。

鈴木 生田先生の部会ですか。

それが親部会で、その下に木村敏雄先生を中心とする技術分科会ができて、鈴木先生は、処分研究開発検討小委員会の方でご活躍なさっていたというわけです。

鈴木 処分研究開発検討小委員会ってというのは誰が……。

メンバーは小出仁さんとか小島圭二先生、中村治人さん、東邦夫先生、増田さんという……。

鈴木 その検討小委員会は、誰がまとめたんですか。

鈴木 先生でした。

鈴木 私ですか。

私どもは、ある種のこれが当時のバイブルのような感じでした。ここで、性能評価、あるいは人工バリアの研究というものを鋭意やるべしと。それからもう一方では、地質関係についてどうもあんまりまだよく分かってないことが多いので、それは地層科学研究として、処分研究と少し距離をおいてやるべきだと。

鈴木 地層科学というのは、坪谷さんが考えられた言葉でしょ。

いえいえ、先生のこれに、ちゃんと書いてありますから。

鈴木 坪谷さんの発明ですよ。

それはまた別としてですね。まあ、それで結局、性能評価の研究とそれに結びつく人工バリアの研究と、あとは地層科学研究という、そういうものに重点をおいて研究開発をすべしということだったと思うんです。やはりそれまでは、処分地を段々と絞り込んでいくというようなアプローチを原子力委員会もとっていたと思います。

鈴木 そうですね。当時の原子力委員会は日本の原子力開発の方向性を決め、国の予算として認めてもらう上から重要な役割を担っており、独りよがりにならないよう国内ばかりでなく海外での考え方に

とくに配慮する必要があった。そういう意味では、処分に関連して日本の考え方が大きく変わったのは、やっぱり海洋投棄が中止になったのが大きいですよ。対象は高レベルではなく低レベル廃棄物ですけど。そこでまず、低レベル廃棄物の処分をどうするかが課題になり、そのサイトを探すことから始まりましたが、一方で高レベル廃棄物の問題もより真剣に考える必要があるという意識が高まったような気がします。当時はサイトをどうやって決めるかが主たる関心事でした。そういうなかで、高レベル廃棄物の地層処分についてもサイトを絞り込んでいくことになりました。海外も、例えばフランスもそういうアプローチだったんですよ。私が出席していたある国際会議で、フランス人の発表者が堂々とスクリーンにフランスの六角形の地図を出してね。で、こういう条件だところがまあ、なんて言っ、段々いろいろと条件を増やしていくと適地の数が減っていくと説明していました。

—— フランスが当時絞り込んだのは4カ所でしたね。

鈴木 4カ所ね。あれは、1991年ですよ。大騒ぎになったの、確か。

—— そうです、1991年のことです。

鈴木 ロカールっていう当時の首相がいきなり凍結宣言をしています。あまりにも大騒ぎになったから。どちらかという中央集権的なフランスでもやはり難しいのかと、妙に実感した記憶があります。だから80年代の後半にはそういうことやっていたんです。私、手を挙げてこう質問しました。「そんなに簡単にサイト特性だけで決まるんですか」と。「技術的なサイト条件からだけ決めて、ここが一番良いから、処分させてくれって言ったって、決まるとは思えませんけどね」って言ったら、あまり相手にしてもらえず、非常に冷たい目で見られました。

—— それは何年のことですか？

鈴木 何年だったか正確には覚えていませんが、80年代の後半だったと思います。

その後ですよ。大騒ぎになってね。でもそんなに間をおかずに、ロカールのその凍結宣言が出て、そして例の『*16 バタイユ・レポート』につながった。

鈴木 サイトをそうやって絞り込んでいくというのは、アメリカも行っていたし。

基本的にはフィンランド、スウェーデンもやはりそこを評価するのが大事だと。いまの日本でもそうなっているんじゃないですか。いまの概要調査地区選定とか。それであるまり優劣を議論しだすと落とし穴にはまる、最終的に処分候補地を1つに絞るという前提を置くのは難しいのではないかと思うんです。結果的にはともかく。想定として1つだっていうのはちよつとあり得ないじゃないかと。アメリカもそれで困っているわけです。アメリカは東と西に分けて、それぞれ処分場を建設するとしていた時代があるんじゃないかね。

—— そうですね。ミシシッピー川を境に。

鈴木 ですから、処分場を絞り込んでいくというのも、当然サイトとして適性があるのかという、そういう議論は必要で、坪谷さんがいう地層科学にも乗ったんですけど、それはあくまでも必要条件であって、それだけやっていても本当の処分システムの実現に必要な研究開発にならない。だからまあ、工学バリア自体の研究開発とともにその全体の処分システムの性能評価を進めるということで、『重点項目とその進め方』の基本

*16 バタイユ・レポート フランス議会のクリスチャン・バタイユ議員が、1991年にフランスにおける高レベル放射性廃棄物処分プログラムの見直しを提唱したレポート。本レポートに基づき2005年まで処分プログラムを停止し、処分方策を決定するための研究を進めることを法律として定めた。

的な枠組みを皆で議論して決めたんじゃないかと、そんな記憶ですけどね。当時はまだ動燃でしょ。

——— そうです。

鈴木 動燃の事務局が非常に強力だった。検討小委とかいって木村敏雄先生のグループの下にできたんじゃない、これ。

——— そうなんですよね。

鈴木 そうでしょ。技術分科会の中の小委員会。

——— それで、さっきのような質問になるわけです。結局は木村先生は地質というか、従来の絞り込んでいくという考え方の先生ですね。その先生のところでは鈴木先生が主査になって、非常に日本の地層処分研究開発が大きく変わる方向性が示されました。結局、地質を絞り込んでいって処分ができるようにするという進め方に対して、一方で、さっきから先生がおっしゃっているような工学的な研究開発というものをしっかりとやって、処分を実現に近づけるといふものと、どういうふうにも日本がこれから進めるかということ、後者の方が非常に明確に出ているのがこの重点項目だと思えます。その結果として、第1次取りまとめ、第2次取りまとめという、研究開発の成果につながっていくわけですね。その延長線上に、恐らく*17セーフティ・ケースという考え方が乗っかってきて、いまはこの国でも結局そういう考え方になっているというふうにいるんです。

*17 セーフティ・ケース 長期にわたる安全性の保証が求められる高レベル放射性廃棄物処分において、その安全性を裏付けるための評価の手法。OECD/NEAの定義では「特定の（放射性廃棄物）処分場の開発段階において、処分場の長期の安全を裏付ける論拠を収集したもの」とされている。

鈴木 この頃、動燃の理事長は石渡さんでしたっけ。

石渡理事長です。石渡さんには、私どもの研究開発を強力にサポートしてもらいました。

鈴木 まあ、いずれにしても原子力委員会事務局と動燃の事務局が、非常に連携してくれて、こういうのをまとめることができたわけです。

—— ちょうど科技庁の原子力局に放射性廃棄物企画官っていう、まだ室の前なんですけれども、企画官を中心とする組織ができて、その初代が結城章夫さんだった。で、平成元年当時は広瀬研吉さんですね。

鈴木 事務局が我々と一緒になってサポートしてくれただんで、こういう形になったと思っています。まあ、別に私が考えていたというか、皆で考えた話なんです。

—— ただ、先生を中心としたベクトルがピシッと合って多分こういう報告書がまとまりました。当時は、性能評価っていう言葉ひとつ、まだ国内にも定着していない、それからもちろん人工バリアとかいろんな言葉はあったにせよ、私どもの東海にもまともな研究施設はひとつもなく、まだスタッフも全く手薄という状況だと思えます。鼎談の中でも出てくるわけですが、性能評価計算を初めてやるような研究者がやっているわけですね。だから、この原子力委員会の報告書がしっかりとした励みにつながっているんだなと思います。

鈴木 いまはもうすっかり姿、形も変わってしまっているんだけど、原子力委員会というと、どちらかという国の原子力に関する研究開発を予算化するにあたって、皆で議論して、その必要性が十分議論つくさされているという形にする場としての役割が大きかったと思います。

当然その頃もうこの高レベル廃棄物の地層処分というのは相当真剣に腰を据えてやらなきゃいけないという雰囲気になっていたのでしょうから、そういう意味で、長期的な研究開発を考えていかなきゃいけないというのがあった。それまで地層処分というのはどちらかというとサイトを決めることが主でね。そして、そのサイトを調べておいてそのうちの良いところを探すという発想だったと思うのです。しかし、そのような他力本願の発想ではいわゆる研究開発を腰を据えて進めていくということにはなり得ないわけで、それでいろいろと実証的なことが可能になるようなことも考えましようということになったわけです。

このインタビューが過去のいろんな話を何故するのかというと、今後、将来のことを考えるとときの参考にしたいというので、私もなるほどなあと思ったのです。いまの話はまさにその点に関連します。いまでもこれからかなり長期的にいわゆる研究開発を続けていくべきなので、そういう意味でいうとこれからはさらに工夫が必要かもしれません。どういうことかという点、日本では原子力について、国の長期的研究開発は文科省、事業は経産省がみるという一種のデマケ（役割分担）が暗黙のうちにあるようですが、地層処分野ではこの境界を立てにくくなっている状況にあります。言い換えれば、事業化への取り組みが一層求められているなか、当然のこととして経産省にその重心が移って研究開発への比重が相対的に低下しつつあり、それを長期的に進めていくことが困難になりつつあるということです。長期的に研究開発を進めていく上では、若い人が、将来やっぱり自分もこの分野で仕事をしてみたいなあという気を起こすような長期的な研究テーマを提示する必要があると思うんですけども、あんまりそういう感じが出てきていないような気がします。いま。まあ、私が知らないだけかもしれませんが。

ね。

—— 結局、実施主体のNUMO（原子力発電環境整備機構）がかつての動燃みたいな立場でアイデアを出していかなきやならないのかもしれないですね。研究開発テーマを含めて。それがいま、研究開発は原子力機構に残って処分事業だけがNUMOの仕事になってしまっているわけです。長い目で研究開発を進めていくというインセンティブは、結局は、本来は事業と研究開発が一体となったようなどころで初めて生まれてくるのではないのでしょうか。

鈴木 それは、いずれそうなるような気がします。幌延や瑞浪などで進めている研究開発で、NUMOを本当に支えるものは、当然、経産省がちゃんと考えるという方向にいくんじゃないかと思えますけど、すぐはいかなくてもそうした方がいいですね。だけどそうなったところで、若い人が自然に魅力的な仕事と感ずるかどうかは別かもしれません。その時にNUMOが若い人を引き付ける提案をすべきだと思います。できればそうなってほしいのですがなかなかそうはならないかもしれない。

アメリカだとやっぱり科学アカデミーみたいなところに、相当そういう意味での機能を期待しているし、委託したりしているのですよ。アメリカのアカデミーの、私は自分自身ボードメンバーになって付き合った経験からいうとね、なるほどと思うのは、いまでも*¹⁸放射性廃棄物技術レビューボード（NWT RB）という組織があり、その委員は兼職ではなく専任です。その人選にはアカデミーが大きく関わっています。

—— NWT RBはアメリカで一番小さい役所だと聞いています。

鈴木 人選に関しては複雑なルールをつくっているようです。それは、アカデミーから確か定員の2

倍を推薦し、その中から政府が決めるというようなルールを法律で決めています。私にまで誰か推薦しないかとくるのですよ。ボードメンバーとして。

つまり、地層処分プロジェクトを進めるときに本場の専門家や学者、そういう人たちの目を注入しようっていうことが、明らかにその意思決定メカニズムの中に入っているのです。組織や人というよりは意思決定のメカニズムの信頼性に重点をおいた考えです。これはもちろん、だいぶ後になってNWT RBを組織するときになってからですが、参考になります。いまの日本ではそこまでのメカニズムを組み込んでいないでしょう。

例えば、政府がつくるいわゆる審議会が同じような機能を果たしているところがありますが、アメリカの今の例の場合は、参考意見を聞くだけではなくそうしなければならぬというメカニズムが先にあるのです。その差が大きいです。

このように、科学者や研究者がいわゆる第三者的な役割を超えて決められた責務を現実にも果たさなければならぬとなると、今度は科学者や研究者の側も考え方が変わってくる可能性があります。専門家や科学者は基本的に自分勝手なところがあり、政府からするとその意思決定に直接関与されることにはリスクがありすぎると感じるかもしれません。しかし、それをある程度許容することが地層処分分野のような長期的課題には不可欠ではないでしょうか。

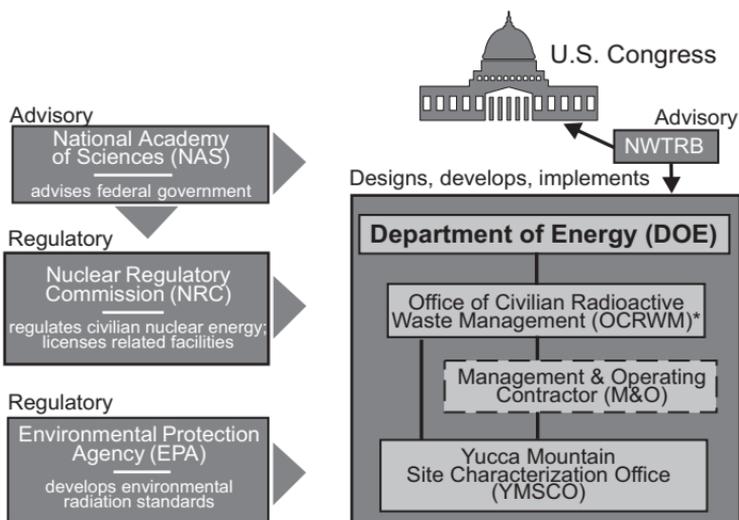
大学の研究者が自由に参加できるような研究は、通常では文科省の予算で進めることになるのですが、地層処分分野でそのような状況をいまつくり出すのは簡単ではなさそ

*18 放射性廃棄物技術レビューボード (NWT RB) 1987年放射性廃棄物政策法修正法に基づいて、ユッカマウンテンの放射性廃棄物処分プログラムに関して、DOE への勧告と議会への助言を目的として1996年に大統領府に設置された独立の評価組織。

うです。そこをよっぽど工夫しないと難しい。

経産省の方が主導してそこを工夫したらできないわけではないような気もしないわけではありませんが。例えば地層処分事業の資金の一部を制度化してそのような目的に使えるようにするとか、ですね。いまのままでは若い人がこの問題に本気で関わろうとしないのではと気になります。この平成元年の『重点項目とその進め方』の報告書案がある時には、当時動燃の人は若い人も含めてやる気がある人が多かったし、そういう意味での一種の方向付けができたんじゃないかと思います。

話が飛躍し過ぎるかもしれませんが、地層処分に特有の課題に超長期の安全評価という通常の科学的な枠組みを超えた問題があります。いまの軽水炉の概念を発明した科学者として知られる米国の物理学者にアルビン・ワインバーグという人がいます。オークリッジ国立研究所の



* The U.S. Geological Survey, a bureau of the U.S. Department of the Interior, and the national laboratories, part of the DOE complex, carry out significant R&D work on this program. In addition, many contractors and subcontractors provide support to the DOE.

米国の高レベル放射性廃棄物処分プログラムに係る関係機関

人で、私がアイゼンハワー交換プログラムで米国に行ったときにも研究所で会いました。それは1978年ですけど、実は彼は1972年当時に有名なペーパーを書いていました。それはどういふのかというと、「サイエンスと*19トランス・サイエンス」というペーパーで、『*Mirror*』という雑誌に掲載されました。いまはもう絶版になっているので探すのは大変ですけど。それは非常にインプレッシブでした。あの72年当時は、どういふ時代かという、もう旧ソ連が最初に原子力発電に成功していて、その頃格納容器のない旧ソ連型原子炉ができていて、アメリカの科学者たちが大変心配していたわけ、安全は大丈夫なのかと。それが背景にあつて、原子力の安全はどこまで安全に考えなければならぬかということを考えて書いたのがそのペーパーなのです。

ペーパーのなかで、彼はトランス・サイエンスという表現を使っています。これは造語で、サイエンスの域を超えている領域という意味です。ある部分、原子力の安全をどこまで安全に考えておかなければならないかは切りがないところがあつて、いわゆるサイエンスではしきれない部分があるということを彼自身が率直に認めているわけです。それをトランス・サイエンスといっている。そのトランス・サイエンスとして、原子力の安全で大いに関わり合いのあるテーマが、原子炉の炉心溶融事故とそれから低放射線の問題だつて書いてあります。その2つだと。

そのペーパーを読んだときは、私はすぐには気がつかなかったのですけど、段々この高レベル廃棄物の分野に首を突っ込んできて感じているのは、まさにトランス・サイエ

*19 トランス・サイエンス 米国の物理学者アルビン・ワインバーグが1972年に提唱した分野で、「科学に問うことができるが、科学では答えを出せない問題群の領域」とされ、こういった問題の解決のためには科学を超えた次元での議論が必要だとしている。

ンス的なテーマがあるんですよ、ここに。ところが、トランス・サイエンスというとな、例えば吉川弘之先生にその話をすると非常に嫌がられるんです。先生のお考えには科学がすべてみたいところがあって。つまり超科学なんていうのは、あってはいけない。科学でいま分からないことでも、解明していくのが大事だと。まあ、それはそういう意味では正しいんだけど。

しかし、そのワインバーグの時代のサイエンスというのは、不思議なことにナチュラル・サイエンスだけなのです。米国のアカデミーで議論していると分かるのだけど、ソーシャル・サイエンスというのは科学じゃない。古典的な意味では。ナチュラル・サイエンスだけなのです。ナチュラル・サイエンスでは、たしかにしきれない。それで、トランス・サイエンスという言葉を使っている、吉川先生もちょっと誤解されているのだけど、だから、吉川先生からするとソーシャル・サイエンスというのは、立派なサイエンスなのね。

—— サイエンスをナチュラル・サイエンスに限定するとソーシャル・サイエンスはサイエンスとは別の世界なのですね。

鈴木 だから、ワインバーグたちからすると曖昧すぎると、ソーシャル・サイエンス的な分野は。たとえば、エコノミクスにはたしかにそういう面がありますよね。そんなのサイエンスじゃないんだという立場です。だけど、私がその後いろいろ勉強していってなるほどなあと思うのは、1970年代にいわゆるソーシャル・サイエンスというものが、そのワインバーグが指摘するようなトランス・サイエンス的な領域に進入してきているんですよ。つまり、人間が行動したり、何か決めたりすることはどういう根拠や考え方に基づいているかということ自体が科学的に考察されてきているのです。

その後、例えばニューラルネットワークのように、人間の脳の構造そのものを計算機でシミュレーションするような直接的な研究や、人工頭脳、AIといった手法が開発されてきました。その中で、私が一番勉強になったのはハーバート・サイモンという人ですね。この人は「サイエンス・オブ・アーティフィシャル」っていう本を書いたんですね。これがなかなか訳せなくて、その日本語訳が出てくるんですけど、その日本語訳は「システムの科学」と訳していて、そのシステムの科学もその全訳じゃなくて、まあ80%ぐらいかな、翻訳部分は。そのハーバート・サイモンがノーベル賞をもらったのが1978年です。ノーベル経済学賞の経済学という意味はエコノミクスじゃなくて、エコノミック・サイエンスなのですよ。それでハーバート・サイモンの業績っていうのは人工知能とそれから組織論ですね。意思決定論。

彼のその本を読むとわかるのだけど、人間が決めることは実は非常に勝手だし、間違っていることもある。間違っているとしてもすぐに決めてしまう。それを、ではどうやったらより適切に好ましい形で決められるかっていうと、自分以外の人や周囲との接触を積極的にすることによって、そこから得られるいろんなヒントとかサジェスチョンとか、それが重要なんだと、それを取り入れる技術のひとつが、例えば人工知能だと、そういう考え方です。

これは非常にインプレッシブで、段々それがトランス・サイエンスと関わり合いがあるのではないかと感じだしたわけです。そして、実はその後に*20情報の非対称性理論に出くわした。

—— ステイグリッツとかですか。

鈴木 ヨゼフ・ステイグリッツっていう人はね、私とほとんど同じ年なんです。彼はコロンビア大学

の教授ですが、MITでドクターをとったのかな。その学生のころから情報の不完全性にもとづくリスクなど、そういうことを研究していたようです。誰が最初に情報の非対称性という表現を使いだしたかは、よく知りません。誰が言いだしたか分からないけど、いまのFRB（米連邦準備制度理事会）の議長のイエレン氏、彼女のご主人のジョージ・アカロフが、ステイグリッツと一緒にノーベル経済学賞をとったんです。それが2001年だったかな。その時は受賞の理由に、情報の非対称性に関する業績が謳われています。その後、2014年のノーベル経済学賞がまた情報の非対称性なのね。私が情報の非対称性について勉強したのは、90年代後半ぐらい、まだそんなに長くないですね。

トランス・サイエンスというのは、例えば原子力の安全でいうとそのエンジニアリングやサイエンティストからすると、いろいろ考えて多重防護で安全は確保できるといって、理屈はできるんですけど、それを、では本当はどこまでの安全を考えればいいのかというときに、経済性などの要素を考えざるを得なくなる。やっぱりどうしても、ワインバーグ的にはトランス・サイエンスの世界に入っちゃうんですね。

そのトランス・サイエンスというサイエンスの世界では、人間がそういうことをどのようにして決めるかを考えている。わたしはこれを行動科学と称しているのではと考えています。どういうふうなニュアンスや感覚的なことを含めて決め方ややり方がいいのかっていうのがソーシヤル・サイエンスにおける問い掛けだし、そこに情報の非対称性理論などのいろいろな考え方が出てきて大変進化してきている。例えば、ダニエル・カーネマンの

*20 情報の非対称性 情報の非対称性という用語は、米国の理論経済学者ジョージ・アカロフが1970年に発表した論文"The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism"で初めて登場した。

ような考え方。彼もノーベル賞をもらっているのだけれど、これは情報の非対称性という言い方はしていないけれども、中身はそう。著作を読むとそういった捉え方がたくさん出てきます。情報の非対称性というのは基本的には情報の提供者と受け取り手との間の非対称性ですけど、カーネマン的に言いだすと、その個人が持っている情報そのものが非対称だと。前に決めたことといま決めていることは非対称だとかね。いろんな捉え方が研究されています。これはいくら研究しても、研究としては面白いかもしれないけれどそれで問題がすぐに解決することか、例えば、処分問題が行動科学を勉強するとすぐに解決するかって、そんなことない。そんなことないのだけど、ただこれからの若い人にとってはチャレンジングですね、そういう分野は。人間がどういふことを考えようとしているのか、考えなければいけない。

だから、こういうことをこの地層処分分野で進めていったらどうかと。ワインバーグが提起した原子炉の安全はどこまで安全であるべきかっていうのは、基本は原子力エネルギーのもとである核分裂生成物ですよ。それが高レベル放射性廃棄物のもとになっている。もうひとつの低線量の問題は、どこまでの放射線レベルの影響を明らかにしなければならないかということで、ワインバーグ的には、高レベル廃棄物の潜在的危険性のことは自覚されてないんですけど、むしろ一番典型的かもしれない。

日本では、不思議なことに、そういう分野で仕事をしている人があまりいないようです。例えば、ジャン・テイロルという人は2014年にノーベル経済学賞をとった人で、まさに情報の非対称性が専門。これが面白くてね。EDFというフランスの電力会社の人でフランス人なんだけど、EDFは独占企業じゃないですか。そういう独占的企業や事業を規制するのはすごく難しい。どうしてかっていうと、供

給責任を負っているから規制を厳しくするとその責任を負えなくなる。だから規制そのものが甘くならざるを得ない。しかし、だからといって規制をしないわけにはいかないという、一見矛盾する側面をもともともっている。そこを情報の非対称性から理論的に証明しているんです。じゃあ、EDFの規制をどうするのっていわれたら、そこは直接的には出て来ない。だけど独占的事業の規制がいかにも難しい問題かというのを理論的に教えてくれるんですね。ではどうすればいいかについても。そこにいろいろなヒントが隠されています。

独占的事業と同様に、国の研究開発の規制にも似たようなところがあります。規制はしなければならぬがし過ぎると研究開発そのものは進まない、そういうジレンマを本来的に抱えているのですね。そういう問題の捉え方が、地層処分についてもぜひ、必要ではないかと考えています。将来の若い人たちに期待したいと思っています。

—— 最終処分というなかで考えると、自然科学の領域ばかりじゃなくて、トランス・サイエンスのような課題をちゃんと設定できるように雰囲気というか、環境をつくってあげないとなかなか有能な若い世代がこういう分野に飛び込むということをしない可能性もあると。

鈴木 ちよつと飛躍し過ぎているし突拍子もないかもしれないけど、日本っていうのはノーベル賞をとった人は神様じゃないですか。だから、こういう地層処分問題に興味や理解がある人が将来ノーベル賞をとってくれるような可能性を追求できるような若い人たち向けの研究テーマはどうかと考えたりしています。

—— だから、トランス・サイエンスとか、情報の非対称性でノーベル賞をとった方って、皆、海外

の経済学の先生方ですよ。ですからその経済学の先生方にこういう廃棄物問題をそういう目でみていただけるようになると、ずいぶんインパクトがあると思います。

鈴木 私は不勉強だからわかりませんが、経済学の分野で、私がさつきも言ったように、行動科学的なこういう厄介な問題を専門にしている人はあんまりいらっしやらないようですね。

——— どちらかということ、社会科学系の先生は……。

鈴木 それでもどうかなのかしら？ ティロルの経済学賞だったけど、日経の経済教室にすぐその紹介記事が載りました。私の記憶では比較的若い大学の先生でした。何でも、ご自分のペーパーをティロルに直接送ったところ詳細なコメントをくれたことがあって、それがティロルとの唯一の接点のようでした。ティロルの論文は基本的にはゲーム理論。だから、数学なんです。

ゲーム理論の専門家は日本でも優秀な人がたくさんいますが、ゲーム理論を使って廃棄物処分問題や安全規制問題のような厄介な分野まで、そこまで研究テーマとしている人は少ないという印象です。

ノーベル経済学賞の歴史をみると、私の考える行動科学的な研究業績に与えられている例が非常に多い。70年代後半からはそのうち3分の1ぐらい。なぜ、日本ではそういうテーマがそんなポピュラーにならないのか。

ハーバート・サイモンという人は経済学賞とともに*21 チューリング賞といって計算科学のノーベル賞と言われているものも取っている数学屋さんなんです。私がオーストリアのIIASA（国際応用システム分析研究所）に行ったときにつくったエネルギーモデルというのは、数理計画モデルについて、数学なんです。その時に、私が非常に勉強になったのはチャリング・クープマンズと同じ研究が

ループにいたこと。クープマンズっていうのは75年にノーベル経済学賞をとっているんですけど、物理屋さんなんですよね。物理屋で、数理計画、特に線形計画法を経済分析に応用した業績でノーベル経済学賞をとっているんですけど、やっぱり数学なんですネ。

だから私の脈絡でいまお話ししたようなことを考えていくと、クープマンズなんかも行動経済学なんです。いまでこそCO₂の問題で1000年先、2000年先どうだつて議論していますが、その基本は、クープマンズです。

——なるほど。地球温暖化問題は、まさにトランス・サイエンスですね。

鈴木 温暖化そのものは彼はやってないんだけど、長期的な見通しをモデル化してそしてシミュレーションで解析していくことの理論的な基盤をつくったのはクープマンズなんです。これから、科学技術の潜在的な危険性やリスクについてどうやって人間が関わっていくべきかというようなことを考えたときに、それを情報の非対称性という枠組みのなかで、つまりトランス・サイエンス的に考えていく、そういうのは、すぐにはノーベル賞の対象にならないかもしれませんが、10年後、20年後にはなるかもしれない。それぐらいのタイムスパンで考えてもいいような重要なやり甲斐のある問題ですよネ。

——そう思いますね。若手の育成というのはそういう分野でこそ大事なのかもしれません。

2016 (平成28) 年6月

*21 チューリング賞 米国コンピューター学会が年に1度、同分野で革新的な功績を残した人物に贈る賞。

聞き手 坪谷 隆夫

高瀬博康氏インタビュー

—— 鈴木篤之先生にインタビューをしましたが、その中で出てくるニアフィールド・アプローチについて、高瀬さんが相当ご活躍をされたと聞いておりますので、ぜひその辺をお話しいただければありがたいと思っています。

高瀬 ちょっとその直前からお話ししますと、私は1980年代の初頭に東京大学の鈴木先生の研究室に入りました。当時は清瀬量平先生が教授で、鈴木先生は助教教授でした。担当教官は鈴木先生でその下に梅木博之さんが助手でいましたので、寝食を共にして密にご指導いただきました。

最初は地層処分をやるつもりはありませんでした。私は当初はレーザー光ウラン濃縮をやる予定で、いま関西電力にいる水田仁さんが、地層処分を担当する予定だったんです。しかし、突然、鈴木先生が逆がいいなあと言いだしまして、その一言で私のその後の人生のかなりの部分が決まった感じがあります。結果、私が地層処分ということになりました。ついでには梅木さんという人がいるからちゃんと教わりなさいということ、一緒にやらせていただきました。その後、私は日揮という会社に就職しました。日揮だからプラントでもやるのかと思っていましたら相変わらず地層処分をやれということになりました。梅木さんは梅木さんで動燃に入られました。ちょうど同じぐらいの時期ですね。そのあとしばらく



高瀬博康氏

私は日揮という立場で仕事をしていたのですが、1987年に動燃に出向を言い渡されまして動燃に行きました。直属の上司は増田純男さんで、増田さんにあれやれ、これやれといういろいろな言われまして、その中でENTRYとかもやらせていただきましたが、一番最初にまとまったのが『重点項目とその進め方』でした。

ニアフィールド・アプローチは私が言い出したというのほとんどでもない間違いで、例によって増田さんが旗を振ったのは間違いなことです。ただ、増田さんは大変お忙しかったこともあっていくつかのキーワードと精神論をおっしゃるわけです。私は横にへばりついていろいろそれを聞いて、しばらく聞いているうちにひよっとしたらそれはこういうことかなと思つて、それで一応、『重点項目とその進め方』のドラフトをある日一晩で書いたのです。それを出したところ、いいんじゃないかということになつて、それで鈴木先生のところに行ってきました。

鈴木先生は、原子力委員会の処分研究開発検討小委員会でご主査をされていた。

高瀬 その場でその時点までに何度か議論がなされていたのですね。まだ最初のとつ

高瀬博康氏（たかせ・ひろやす）

日揮株から動燃（動力炉・核燃料開発事業団）に出向し、地層処分研究開発に従事（当時）。

かかりの方向性が手探りという状況だったんじゃないかと思います。何度か動燃側から出した資料もこんなもあるよみたいな感じで、やんわりリジェクトされていきました。私の書いたものを先生のところに持っていったところ、先生は「何かいいんじゃないか」みたいなことを珍しくおっしゃられて「じゃあちよつと考えてみましょう」と持っていかれました。その後しばらくして「ちよつとだけ変えてみました」と言われ、見せられましたが、ほとんど書き換えられていました。ただ、高瀬君の言いたい趣旨は残したからという意味のことをおっしゃってできたのが第1稿だったのです。

その時は科学技術庁は広瀬研吉さんが担当官でした。動燃から出向している山本純太さんと高橋哲夫さんがいました。特に高橋さんは科技庁側の実務レベルの担当者で、動燃側は私だったわけです。高橋さんとは何度もやりとりをして改訂を重ねていきました。

—— 高瀬さんが提案をされる前に既に原子力委員会の検討会が進んでいたわけですね。鈴木先生は、地層処分研究開発は工学的な意味での研究開発をきちんとやらなければならないということを強く考えられたということを言われています。ですから、そう考えて原子力委員会の検討もずっと進んでいったんだろうけれども、その考え方を具現化することとして高瀬さんが言われたその1つの考え方を先生として喜んだんだろうと思います。

高瀬 先生が解説をお書きになったピグフォード報告の中にも、ピグフォード先生が直接その中に書かれたそのものか同時期に書かれた別のものかはわかりませんが、EPA（米国環境保護庁）の基準とNRC（米国原子力規制委員会）が1981年に制定した10CFR60の基準とを比較した文章があります。EPAはトータルシステムなんですね。何であれ、結果としてこういう性能が担保できればいい

というものだったんです。それに対して10 CFR 60の方は補助的要件みたいなものを決めていたんですね。人工バリアはここまでやりなさい、天然バリアはここまでやりなさいと。ピグフォード先生の主張には10 CFR のもともある程度の融通の利く柔軟な発想である多重バリアシステムを固定的に要素に役割分割をさせてしまうというやり方は必要だし、不適切だという主張がありました。鈴木先生はもちろんそのことはご存知で、そういう柔軟性を持つべきだという考え方もとあったんじゃないかと思います。そういう柔軟性があるのであれば日本の状況に合った進め方ということで、システムの性能配分の問題を自前で考えてみるべきではないかというのが素地としてあったのではないかと思います。そこで、増田さん独特の創造的な発想の飛躍があると思うんですが、ニアフィールドとおっしゃって、いろいろと私の方に「だってそうだろう」みたいなことをおっしゃるのですが、私は後付けでいろいろと理由を考えたというわけです。多分理由は3つぐらいあると思うんです。

一つはまだ場所が決まっていないうわが国は多様な地質環境を持っているので、やろうと思ってもサイトに重点を置いたような研究はなかなか難しいというのが必要性みたいな感じであると思います。もう一つはサイトが決まらない状況でもニアフィールドあるいは人工バリアということを中心にするれば先行的にあるいは基盤的にいろんな工学的な知恵を使うことができるし、それはピグフォード先生のおっしゃるようなシステムの在り方を考えていくうえでは日本独自の進め方のベースになるということがあると思います。

そして、もう一つ。これは実はかなりドラフトが進んだ後に出てきた話なんです。最終的にはリビジョン90いくつとか100近くまで行ったと思うんですが。私が書いてほぼ書き直していただいたものは含

めないで。鈴木先生が最初に書かれたものから数えてリバイスが100回ぐらいだったと思います。かなり後のほうに先生方に持ち回って事前説明に行ったことがあるんですね。石黒勝彦さんと一緒に、当時京都大学にいらっしやった東邦夫先生のところに行ったときに、ファーフィールドはダメってことではないんだよな、ただニアフィールドをいまはやるべきだということはどういうことなんだろうな、という話になりました。その時にはそういうキーワードはありませんでした、いまの言葉でいうと立証責任みたいなことだと思うんですね。実力はどうかということとは所詮いいようもないので、とりあえず置いておく。恐らく適当な場所に処分場をつくったとすると結果論として地層がやったことというのは多分ものすごく大きなことになるのだと思うんだけど、それを事前に立証するということを考えた場合、特に原子力分野の許認可ということを考えた場合に、天然のものにどこまで期待して、それをしなくても許認可のようなオフィシャルな場で、その品質をどういうふうに担保できるんだということまで考えてみるとおのずと限界があるのではないかということで、実力としてはとりあえず天然バリアのことは脇に置いておくとしても、人工バリアに立脚した品質保証とか立証とかそういうことはありますよねと。それに対して天然バリアでできる立証とはだいぶ違ったものになるのではないか、例えばナチュラルアナログとか。それは必ずしも許認可とかでギシギシやるようなロジックに乗っかっていきにくいものですが、一般の方のご理解とかアースサイエンスをやられている方の合意を得る上ではものすごく重要なことではあるが、原子力のレトリックとか、そういう世界の中ではやはり人工バリア中心で行くべきなんだなあということをお話させていただいた記憶があります。

3番目の理由は話がだいぶ出来上がった後での後付けの話なんです、今になって思うとかなり重要

な点だったなと思います。例えばスウェーデンの*22 SRサイトとか最近のやつでも非常に長寿命の銅製のオーバーパックにかなり依拠したような議論があつて、そのベースになつているのはひよつとするといま申し上げたような立証責任とか許認可ベースでの馴染みややさみみたいな問題を考えられてのことだと思えます。彼らがそっちの方向にハンドルの切つたのはもう少し後のことですので、1989年の段階でそういうことを言っている人たちはあまりいなかったと思います。ひょうたんから駒の部分はかなりあると思います。結果としてみるとそういう側面はあつたかなと思います。

—— 今後のことも考えたときにニアフィールドの方が安全審査もそうだし、セーフティ・ケースという視点から見たときに説明がしやすいということを東先生が言われたわけですね。

高瀬 東先生も伺ったときに最初からそう言われていたわけではなくて、話し合っているなか何かそんな話が出てきたという感じでした。

—— 後ほど第3章で石黒勝彦氏に第1次取りまとめについて話を聞くのですが、その中で10メートルプロジェクトという言葉が出てきます。いうならば人工バリアを中心にニアフィールドの中に放射性物質を閉じ込めるという、鈴木先生を含めて支持を得たということなんでしょうか。

高瀬 まだわが国で地層処分場ができていないことを考えれば最終的な仕上がりがどうなるかということに関してはまだ自由度が残っているといるところだと思ふんですけども、事

*22 SR サイト SKBが2011年に公表した総括的プロジェクト報告書。使用済み燃料直接処分地として選択したフォルスマルクの調査結果をもとに取りまとめている。

業を進めていく上でのビジネスモデルとしてはニアフィールドを重点的にやるといふこれまでのアプローチを進めていくというのは戦略的に合理的だったと思います。

—— 地層処分研究開発は、それにより、第2次取りまとめまで進めることができた。私どもがニアフィールド・アプローチの発想そのものを重要だと思うのは、いま高瀬さんが指摘されたように、その後東海にENTRYがつくられて、そこでもいろいろな成果を生むようになったし、また東海の施設をご覧になった方々が、特に地層処分の専門家でない人たちが、この考え方で（地層処分を）すぐく理解をしてくれたように思います。私がすごく印象的だったのは、さる電力関係者だったんですが、自分は放射能を、廃棄体近傍までを含めてのことだと思っただけでも、廃棄体に閉じ込めるということでないダメなんじゃないかと思う、廃棄体から放射能が漏れて地下水に載ってだんだん薄まるよ、だから安全なんだと言われても多分多くの人はそれでいいやとは言わないんじゃないかと思う、どうも自分は従来の進め方に危惧を抱いていた、と言われたわけですね。ある面、直感的にもそういうことが実現するならすごくいいなあというようなコンセプトではなかったかと思うのですが、欧米でもいろいろな国が事実上これを採用していますよね。もちろん花崗岩しかないような国もあるしフランスのような国もあるんだけれども。いずれにしても地下水が存在しているような系の場合のアプローチの仕方として各国ともみな同じような方向に行っているのではないかと思います。

高瀬 ものすごくざっくりした話ですが、一般の方が処分ということを聞いたときに危ないものを遠く離れた地層中に入れて放っておくのではないかという誤解を生みがちだと思っんです。いい場所を探すというのもその考え方を否定するものではないと思うのですが、ニアフィールド・アプローチとか人

工バリア重視とかいう考え方になると、やはり工学的にできることは一生懸命頑張つてやるんだということを中心していきますので、それは単に危ないものを目につかないところに捨てるんだというのとはちよつと違うというのは思っていただけるところがあるのではないかと考えています。

確か、ニアフィールド・アプローチの別名で、「人事を尽くして天命を待つ」アプローチとか言っていましたけど、天命を待たなければならぬ点は確かに残るんですけど、できるところはやり切るという姿勢が大事なんだということも、どこにも書いていないと思うのですが、そういった側面がありました。

もう一つ、人工バリア・アプローチではないという点が大事だと思つていまして、ニアフィールド・アプローチなんですよね。人工バリア+ a 、さつき10メートルと言つていましたが、そこを取り込んでいるところがある程度、人事を尽くすと言いながら精神論、単なる夢物語ではなくてそれなりに射ているのではないかと思います。佐久間秀樹さんも参加されると思いますが、佐久間さんはこの10メートル部分を、のり代部分をコクーンとかインキュベーターとか言つていました。コクーンって「まゆ」でインキュベーターって「保育器」みたいなものですよ。人工バリアが当初の状態でそのまま機能するわけではないので、やはり周りのものと反応とかして相互に作用しながらある好ましい定常状態になって、その状態でバリア性能とかを発揮してくれると思うんです。そうなるためのコクーン的な意味での10メートルというのは非常に大事なので、そこを無視してどこでもできると言っているわけではないんですね。

人工バリアにしっかりと育ってくれるような環境は選ばないといけない、しかしそれは天然バリアだけで持たそうとするものよりはサイト選定の範囲とか許容度がずいぶん広がるわけで、そういった

意味でも合理性のあるアプローチなのではないかという感じがします。

—— 日本のように多様な地質環境をもったところに対して地層処分の視点からみたときに、第1次取りまとめでいくつかの代表的な地質環境というものを提示して、それをベースにして安全性を考えていったと聞いていますが、いずれの地質環境にあっても人工バリア構成は根本的には同じような構成で済んでいるわけですね。だから、いまだに人工バリアの研究というものが、地質は決まらなくてもできている、進んでいるというのは事実だと私は思います。ガラスの中のアルファ線を出すような放射性核種によるガラスへの影響みたいなものを念頭に置く限り、そんなに大きな論争にはならないようなオーバーバックについても鉄というものを念頭に置く限り、そんなに大きな論争にはならないような知識までいったと思います。もちろん粘土、ペントナイトもそうだと思います。いわゆるニアフィールド・アプローチを考えられて今日に至っているわけですが、高瀬さんとしてまだこういう課題があるなどというふうに思っている部分はどういうものがあるんですか。

高瀬 一般的なわが国の地下深部の環境であればある程度期待できるような、かつ汎用的な人工バリアの雛型というのにはできたと思うんです。これはいつてみれば一般的な、テンプレートみたいなものだと思うんですが、そこでかなりの程度まで安全性を保証できるというのはいいことだと思います。

その一方で、場所が決まってそれぞれの地質環境の個性や特徴が分かった時にそこで何もしないのもちよつとどうかと思います。それはどうということかという、カスタマイズとかテーラーメイドとかその与えられた場所に合わせて、さらに良くする努力というのは多分、あるのだと思います。実際、SRサイトなどを見ると、例えば施工面とかそういう面が大きいのもかもしれませんが、廃棄体の定置基準を

結構嚴格に決めて、不均質な場の中でより良い場所とできれば置かない方がいい場所とを分けて、より良いところに置いて全体の性能を高めるとかそういう余地はかなりあると思います。合理的なコストでできる範囲でどういう最適化、カスタマイズの話がどこまでできるか、ということが大きな課題だと思います。

もう一つは幅広い人たちの間で第2次取りまとめが共有できていると思いますが、ただそれも世の中全般で見るとまだまだ少ないと思われれますので、いま坪谷さんがおっしゃっていたような我々のニアフィールド・アプローチあるいは人工バリアの研究のベースになつていような鉄の問題とかベントナイトの安定性の問題とかそういうものが当事者の間でいいだろうというふうに合意ができていりだけでなくて、例えば地層処分基礎工学とかいう一つの学問体系としてまとまって、それがちゃんと社会的に認知される、例えば大学の講座でもそういうものが教えられていたり前のように一つの学問として学生に受け入れられて、それを勉強するということまでいくと、これは別の大きな課題だと思いますが、社会的な合意ということに関しては大きな進歩だと思えます。

我々当事者内部の話だと、カスタマイズということを含めてより先鋭的に最適化を進めていくということと、それともう一つは、幅広く社会で共有できる知識としての学問体系に整理していくという努力の両方が非常に重要だと思えます。

—— かつて東先生に地層処分工学といった講座を持たないんですかと聞いたことがあります。そのときに、地層処分は学問にはならないんだと言われたことがあります。それで諦めたんです。日本には地層処分工学とか、あるいは地層処分を支えるサイエンス的な講座ってないんですね。余談なんで

すが、ただ、後でインタビュをしますが、地層科学研究という研究を山川稔さんが頑張つてやってくれていました。彼はむしろ、既存の専門分野、例えば第四紀学とか火山学とか地震学とかそういう既存の研究分野の先生方に地層処分という課題を意識してもらつて、その専門分野をベースにして地層処分に關心がある先生方に自ら課題設定をしていただいて研究をしてもらうということを彼はやつてきていると思うんです。

そういうのつて、例えば、ベントナイトとかオーバークックとかあるいはガラスとかそういう面で地層処分の裾野にある課題をちゃんとやつていただいている先生方というのは日本にはいるんですかね。

高瀬 処分全体ではないと思うんですが、ニアフィールドのバリア材料の長期安定性といったことに関して、例えば北海道大学の佐藤努先生はかなり横断的にやつていらっしゃるのではないかと思います。特にガラス、ベントナイト、岩なんていうのは、大きく言うとな成分的にも似たところがありますので、かつ物の出入りがあるとすれば、シリカは一貫して取り扱いがされなければならぬというところシリカやその他の主要な元素を媒介にした一つの共通の分野横断的な学問というのにはあり得るし、もうそれに近いようなことで教えていらつしやるし、考えていらつしやるのではないかと思います。ただ、それにまた別のものが入ってくる、例えば放射線が入ってくるとそこまで体系化されたものは、全体として教えていらつしやる人というのはまだ聞いたことはありません。

—— 本来であれば地層処分工学という講座があつて、そこに粘土、いわゆる粘土工学というのはあるわけですから、そういう先生方に参加していただければいいわけですね。原子力はかつて、それぞ

れの専門分野の人が集まって一つの原子力の講座を構成していたと思います。

高瀬 この前残念ながら安俊弘先生が亡くなった時に、みんなで集まってワークショップみたいなものをやりました。そこでカリフォルニア大学（UC）バークレー校のプログラムの話が出て、実際に向こうに行っていた川崎大介さんが紹介していましたが、あちらでは2つしか講座がなかったということです。一つは安先生が教えていた放射性廃棄物処分で、もう一つは原子炉材料だったかな、この2つなんです。放射性廃棄物処分を学問として体系的に教えていました。

一方で、いろんなところに出かけて受講してもらったり先生方に来てもらったりして非常に学際的なので、関連する他学部、他学科の講座というのが多いわけですね。そういう人たちを集めてきて全体として束ねてみると学生さんとしては処分に必要な知識体系のピラミッドが俯瞰できる、ということになっていられるらしいんです。坪谷さんのおっしゃったのはそれに少し近いのではないかと思います。そういう体系ができればと思います。

—— 鈴木先生がインタビュ어의最後の方で強調されたことが1点あるんですね。それは地層処分そのものがトランス・サイエンスなんだと。先生はそのトランス・サイエンスや情報の非対称性に言及されて、かつ経済学の分野で発展している行動経済学のようなものにもっと関心を持つべきであるということを言われています。そういう社会科学の先進的な研究課題も高レベル廃棄物処分研究の継続的なテーマにしていくことをやらないと若い人が関心を持たなくなるんじゃないかということとを危惧していらっしやいました。

私なんかはN U M Oのお金で寄付講座みたいなものをつくってやったらいいんじゃないかと思うん

です。たいしてお金がかかるわけではないですよ。原子炉を1個つくるわけではないから。極めてソフトウェアを中心とした講座なので。そういうのってどうなんですかね。

高瀬 さつき 言いましたいろんな分野の専門家と学際的にという専門家の中には、やっぱり社会科学系、社会科学といっってはいけないのかもしれないけど、社会科学系の方にもぜひ入ってもらいたいと思います。地層処分システムって何か、という議論は昔からあって、古くて新しい問題だと思っんですが、とかく工学屋の我々としては物の集合体みたいに考えてしまっんですが、たぶん社会科学系の方々からみるとそれは一部分だという考え方だと思うんですね。人がつくるといっものはやはりメンテナンスしないと作動しないものだし、もっというところと人の合意がないと実現できないことはいままでのことをみていると明らかでしょ。ということは地層処分システムというのは実はその背後にある社会制度とか法制度とか、資金の問題とか、社会的合意形成とかそういったものも含めた社会システムのを含めて全体をみるべきではないかということが考え方としてあり得ると思うのです。逆にそうしないと技術屋が、人間が透明人間になって見えなくなると、物の塊としての地層処分システムだけを議論しても先に進まないということがみえてきているという気がしますので、そう考えると人も含めた、鈴木先生のおっしゃる行動科学みたいなものですね、そういうところまで含めてやっていかないと、やっていくべきかどうかということではなくて、やっていかないと先がないのではないかと、所まで来ているのではないかという気がします。

—— かつて近藤駿介先生が原子力委員会の委員長をやっていたときに、研究開発をやらぬ実施主体なんて考えられないと言っていたんですね。先生は自らの言葉で、例えば自動車会社を見てみると、

自分で研究開発をやっているじゃないかと。だからすでに成熟した自動車工学なんだけれども、日々進歩している。こういうことは言わなくてもわかるだろうと先生が言われたことがあります。さつき高瀬さんがおっしゃったように、技術課題については場所が決まればより合理化するとか、最適化をするとか、課題がすぐに見えてくると思うんだけど、場所が決まるまでの間というのはまだ長い道のりがある。とすると、適切な投資をしていく研究開発というものの課題設定がうまくできていないという気がするんですよ。

高瀬 いまちょうど、例で自動車産業のことをおっしゃいましたが、私、この前何かの記事でちらっと見たんですが、自動運転ってあるじゃないですか。あれはもちろん自動車会社が技術開発して自動運転の技術というのはかなり成熟してきているらしいんですけど、いま一番問題になっているのは何かというと法制度との融合らしいですよ。やっぱり万一事故が起こった場合にその責任はどのようになるんだということが現行の法制度ではいまのところうまくすり合わせができていないので、そのところの研究とかをやっているようなんですね。地層処分も似たようなところがあって、単純にモノとしての技術開発をやっていいというのではなくて、それが社会に実装されるためには自動運転の横っちょにある法整備と同じように社会のことを含めたことをやっていかなければならないんです。私の勝手な意見ですが、NUMOさんなんかはそういったところまで視野に入れた研究開発をぜひやっていただきたいなと思います。本当の基礎工学的なことはJAEAさんが散々頑張っただけでやってきているし、今後も黙っていてもやると思いますので、NUMOさんの方で社会への実装というミッションに向けたときに欠けている部分を重点的にやっていくってくれるといいなと思います。

—— 社会への実装というのは社会科学でも相当によく使われていて、そういう分野のある程度経験を積んだ人材を集めた方がいいと思うんです。新しい世紀に入って、そういう社会ニーズが出てきていると私は思います。だから、高瀬さんのおっしゃることはインプレッションで、そういうところに着目して良い人材を集めて研究投資をしてほしいというふうに思います。高瀬さんには、第2章および第4章でもインタビューをします。

2016（平成28）年7月

第2章

ENTRY計画と国際協力

ENTRYの発想

坪谷 増田さんに伺いたいのですが、1990年代の初め頃に動燃の石渡さんが理事長になって、この処分研究の進め方についてトップからの強い指示やサポートが常にあって進み、その結果、当時は地層処分には全く馴染みのなかった東海にその研究拠点というものを置こうということになったわけです。その辺が、ENTRYに結びついているわけですが、増田さんからその背影を少しご紹介いただけます。

増田 人工バリアは当時工学バリアと言っていたんですけども、それに焦点を当ててニアフィールドを中心とした研究となると、ニアフィールド・アプローチの一番の特徴は、例えば地下研究所（地下研）ができたとしても地下を地下研の中から届く範囲の地層を調べればいいんだと、途中からそんなことを梅木さんたちと話していて気がついたんですね。ですから、そうであれば地下研でなくてもトンネルの中からボーリングを掘ればいいんじゃないかというふうになりました。

その頃は釜石の原位置試験も始まっていますし、それから東濃鉾山はもともと、動燃が持っていて、割と我々にもファミリアだったものからです。行ってみると地下は坑道から見えるその先の届く範囲の地層の性能を調べればかなりのことが言えるんじゃないかということで、ニアフィールド研究というのは重要だということになりました。

さっきの梅木さんの話で、なんかミック・アブテッドが先に言った感じがあるけれども工学バリア中

心でいこうって言ったのは日本が先に言いだしたことなんです。ところが日本ってというのは発信力がないから、それを聞いていた賢い連中が、リトルブラザーとかビッグブラザーとかうまいことを言ってくれたので、地層処分研究の当時のトレンドになったのです。

そして、*²³ 釜石や東濃の原位置試験の発想から、近いところの地層でいい、それであれば、そういう環境っていうのは地上につくってもいいのじゃないかということ、EN TR Y構想が持ち上がりました。その頃、東海には湯佐泰久さんがいたのですけれど、彼も地上に地下をつくればいいという発想に同調していました。

この頃地層処分にとって何が重要かというのはある程度わかってきていて、地下水の性質というのは放射性核種を閉じ込めたり、施設や人工バリアの健全性を維持するために役立つ地球化学特性が重要なことだということなどです。

そういった条件を地上でつくれば良いということで、例えば雰囲気制御のグロブボックスの中で実験をやれば地下でやったのと同じことじゃないかといった発想になりましたし、そのほかにも例えば、多孔質媒体だったら岩や土の粒子を模擬したようなビーズを詰めて、多孔質媒体っていうものをつくって、さつき梅木さんが言われていたIN TR A V A Lで話題になるような、モデルのバリデーシヨンのために計画した実験ができるということになるかもし

*23 釜石や東濃の原位置試験 動燃は1988年～1997年にかけて、岩手県釜石鉾山の跡地を利用し、坑道を利用した試験を実施した。また、東濃鉾山では、1964（昭和39）年から原子燃料公社が東濃地域でウラン探鉱を開始、同年中に月吉鉾床を発見し、翌年には東濃探鉱事務所が開設された。1967（昭和42）年10月に動力炉・核燃料開発事業団が設立され、1972（昭和47）年9月からは調査立坑の開削を始め、1986（昭和61）年から地層科学研究を開始した。1991（平成3）年第二立坑建設。2010（平成22）年より閉山措置を開始している。

れないという発想でした。

地下は、天与のものですから条件を変えられない訳ですけれども、地上であれば、条件をつくれる、透水係数もつくれるわけです。

例えば、*²⁴マクロ (MACRO) っていう名前でしたけど、ビーズを詰めて表側にアクリルが張ってある水槽のなかで色のついた水がどういふふうに分散していくかを見る。一方では、コンピューターモデルをつくっておいて、どういふふうに分散するか、拡散するかを計算して、その結果とその絵とを合わせてみるとかなり合うんですね、びっくりすることに。

その他にも例えば、地下水は熱の影響も空隙の影響も坑道の影響も圧力の影響も受けるわけですが、そういったものは、実際には連成したプロセスとして出てくるので、実現するのは難しい。それで、例えば岩盤応力はジャッキで、水は強制的に押し込む、あるいは雰囲気温度はヒーターで模擬するといった*²⁵カップル (COUPLE) という実験装置がありましたけど、地上で考えてみてもいろいろ再現できるものがあるんですね。そういったものを一括してやろうというのがENTRYのはじまりでした。

当時、ENTRYという名前の処分研究の仲間が好きだったスナック菓子がありました。地層処分研究にどこから入ろうか、ここから入ろうかっていうので、ENTRYをプロジェクト名にしたのです。初めにENTRYの名前をつけても、結局何の略だか未だにわからないままです。聞かれれば、Engineering Scale Test and Research Facility

*24 マクロ (MACRO) 写真：ガラスビーズを用いて多孔質媒体を模擬し、水と物質の移動挙動を測定し、物質移行モデルの検証に用いる。

*25 カップル (COUPLE) 写真：コンクリート製模擬岩盤に3次元的に力を加え、熱、水、応力の連成挙動を測定し、連成モデルの検証に用いる。

でENTRYというようにしたんですけれども。

だんだんいろいろなアイデアが出てきました。特に大事だったのは、そんな馬鹿なことをやっている奴らがいると世界中が思ってくれたことですね。それで施設完成直後の1993（平成5）年10月にENTRY国際ワークショップをやりました。当時、我々がお世話になったピグフォード先生も来られて、君たちのプロジェクトは極めてアンビシャスだと言われたんですね。で我々は、あのアンビシャスというと、「ボーズ・ビー・アンビシャス」だから褒められたと思ったら、決して……。ドンキホーテみたいなことも言うのであって、必ずしもいい意味ばかり



地層処分基盤研究施設（ENTRY）



多孔質媒体水理試験設備
（MACRO 1）



熱一水一応力連成試験設備
（COUPLE）

（提供）日本原子力研究開発機構

ではなかったわけ。でもただ笑顔でそう言ってくれて、いろんなアイデアを出していただいて、それから世界中の人がおもしろがってやってくれました。

それからもう一つ大事なものは、いい加減なことを言うようですが、そうでもしなければ地層処分研究はお金を使うことがあまりなかったのです。研究開発をやっていることは、一般の人からみれば、「この人たち、どのくらいお金使って真面目に研究しているか」っていうのも一つの指標ではないかと思いました。ボーリングをすれば1本で1億円くらいかかりますけれども、ボーリングをばんばん掘っているとまた問題が起きますから。何かきちんとしたプロジェクトの核になるものはないのかって。

地層処分研究というのは、地質環境の調査研究、処分場や人工バリアを設計したりする工学的な技術開発、それに性能評価研究の3つの領域があります。他の国ではサイトに合わせて施設をつくって施設の挙動を安全評価するってやり方ですけれども、何かその境界条件がないと何のためにやっているのかわかりません。他の研究もその成果が何に役立つのかっていうことがわからなくなります。ですから、性能評価を中心において、地質関係のデータと工学的なデータを性能評価に集約してみて、全体の進み具合だとかどこが足りないのかということの評価すると次の計画ができるので、性能評価を司令塔に置いた包括的な研究開発計画が可能になりました。

石渡勉強会で、石渡副理事長から「性能評価っていうのは何のことだかわからん」、「何が性能なんだ」と度々聞かれました。

梅木 広辞苑で「性能」と「評価」を調べて組み合わせると「これが性能評価だ」といった笑い話のようないことが実際にありました。性能評価というのはいろいろな情報の統合過程であり、さまざまな側面

を有していますから単純に言葉で表してもその真意は伝わりませんよね。

増田 「性能というのは、性質と能力です」、「地質環境や人工バリアのコンポーネントの持っている性質とそれがものを閉じ込める能力、これを合わせて評価するのが性能評価です」と言ったら、一発で理解したふりをしてくれました。やっぱりたいした人だと感心したのを思い出します。

梅木 先ほどの増田さんのお話に関連して、非常に大事なことが2つあったと思うんです。一つは増田さんが話されたようなENTRYでそういった研究をやるうとすると水の動きとか材料の変化っていうことと同時に、相互作用の結果として化学場が変化することになります。こうした化学場の変化が性能評価を行ううえで非常に重要になるということに光が当たったということが挙げられます。

増田 そうですね。

梅木 先程申し上げたパークホルダー氏は、物質移動論を初めて導入したのですけれども、物質移動が起こった結果、地下水の性質が化学的に変化して、それが次のバリアに影響を与えるっていうことがその当時注目され始めたのですね。

それ以前の研究は、例えばオーバパッキングですと腐食についてやるわけですね、当然。当時、閉じ込め能力ですから。そうするとオーバパッキングの腐食速度ばかり測っていたわけですよ。ところが、腐食した結果地下水がどう影響を受けるかと、より還元性が強くなるとかですね。そういうところにも注目しないと先程のニアフィールド全体としてのアプローチという当時注目され始めていた方法が早速適用されました。

この観点で、地球化学シミュレーションっていう当時注目され始めていた方法が早速適用されました。それで、確か1988年だったと思うんですけど、そういう話もやんなきゃいけないんじゃないかな

という話をしていたところに論文が出たんです。いままではほんとに、材料屋さんが材料の方ばかりみていたわけですね。例えばオーバパックの材料として考えられている鉄の性質ばかりみていたんだけど、それを水との相互作用の中で取り扱うようなアプローチが適用され始めて、ニアワールドの化学的な特徴が計算によって表現できるようになったというのは方法論的に大きな出来事であったと思います。

それに関連して、当時は油井三和さんが人形でウランの製錬を研究されていましたが、彼が*26 NEAの熱力学データベースに日本から初めて駐在され、地球化学シミュレーションの基礎となる熱力学データベースをどう地層処分の計算に使うかという技術を日本に持ち帰られました。これがニアワールドの性能を評価するうえで大きく貢献したと思います。油井さんのあとにも宮原要さんが駐在されて、引き続き先端的な情報の吸収が進みました。

NEAのデータベースの熱力学データというのは現在も世界的にも認められ、標準的に使われているデータであり、そういったことが重なって化学場の理解が強固なものになっていったという気がします。

坪谷 動燃が処分研究をやるといっても、あるいは東海で処分研究をやるといっても、そういう研究拠点が当時全く整備されていないといっているんですね。それで、特に東海にENTRYという拠点ができたために、実は動燃の中というよりも、当時原子力委員会や原子力産業会議の学識経験者の皆さんが相次いでENTRYを見学に来られた。

*26 NEA 熱力学データベース OECD/NEA がフランスのサクレーに1978年に設置したデータベースで、熱力学データベースはそのうちの一つ。NEAのデータベースは22カ国が参画している。

私が非常に印象深かったのは、処分をやるんだったら、地層や地質なんか放射能がいくのでは、多分日本ではうまくいかない、国民の支持が得られないだろう、人工バリアの中にしっかり閉じ込められるんだな、ということをずいぶん強く念を押されたことです。で、増田さん、梅木さんたちのそういう研究を見てみると、間違いなくそうだと。ほとんどが人工バリアの中で、放射能を失っちゃいますからご安心いただきたいと申し上げて、動燃の外からのサポートを非常にしっかりと得ていくのにENTRYは重要な施設と私は思うのです。

ENTRYとともに地層処分放射化学研究施設QUALITYも地層処分研究開発になくてはならない研究施設ですね。この研究施設は、1991（平成3）年頃から構想され、1996（平成8）年にはデータがとれるようになりました。

QUALITY―地上に地下深部の環境を実現

増田 QUALITYは、雰囲気制御グローブボックスという酸素濃度を極限にまで下げたグローブボックス群を備えた施設で実際の放射性物質を使うことができます。このグローブボックスは、実際の地下深部における還元性の地下水環境を地上の研究施設で実現でき、ニアフィールドにおける極微小濃度の放射性物質の振る舞いを研究することができます。

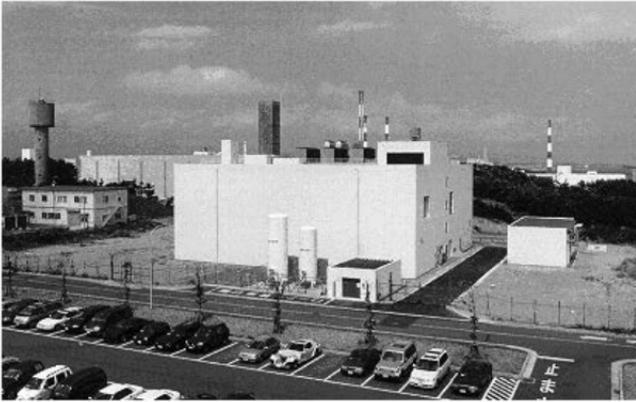
坪谷 従来、そのようなデータは地下深部に放射性物質を持ち込むしかなかったのですから、地層処分研究にとって画期的な研究施設でしたね。

増田 現在も、ENTRYとともにQUALITYは、地層処分研究の信頼性を向上させる研究設備としてだけでなく、多くの人との対話を進める上でなくてはならない場として、幌延、瑞浪の深地層研究施設とともに国内外で大いに活用してほしいと思います。

坪谷 QUALITYは、第2次とりまとめに向けて貴重なデータを提供しましたね。

梅木 地下深部にある還元性の地下水に放射性物質がどのような溶け方をしているのかがわかってきました。これは、いくら深い地層から採取した地下水でも普通の研究施設では空気中の酸素が溶け込んでしまうために放射性物質の化学形が違ってしまい、信頼性の高いデータがとれません。

第2次取りまとめでは、QUALITYを使ってこのような還元性の地下水に溶けた放射性物質が人工バリア材であるベントナイトや実際の岩石との振る舞いを示す多くのデータが活用されました。



QUALITY

聞き手 坪谷 隆夫

高瀬博康氏インタビュー

高瀬 ENTARY 計画もお手伝いをさせていただきましたが、そこでも単なる海外の真似じゃないことをやっていこうという意識があったような気がします。ENTARYは当時米国などからすぐアンビシャスと言われており、アンビシャスとは「ボーイズ・ビー・アンビシャス」だから良いことだと思っていたのですが、「無茶な」というような意味で、全然そうではなかったんです。

何分、ニアフィールド・アプローチですので、本来原位置でやるようなことのかなりの部分も工学規模で室内でやるうということ、装置も玉石混淆だったんだと、正直思います。ENTARY会議の中でも、そんなことやったってダメだよ、それをやっただけ何処そこで失敗したよと言われるわけで、それは非常に貴重な意見なんです。我々の方でそれに対抗してくやしませに言っていたことは、我々から失敗する権利を奪わないでくれと。成長期にあるプロジェクトのなかで自分達で正しいかどうかを考えて責任を持って進めていくというのも大事で、もちろん明らかな間違いという批判も聞きますし、なるべく無駄なことがないように努力はしますが、ある程度専門家の中でこれはやってみないとわからない、ただ必ずしもうまくいくとは限らないよ、くらいなことはやって失敗するという機会を残しておいてくれ、そうすることによって、結果論として世の中のどこか外国でうまくいっているからそのままや

りましたというタイプの研究開発だけでなく、自分たちで考えて先に進めるといふようなことが出来るようになるんだから、という訳の分からないことを演説して、まあそういうものですかということ言われました。

——それは正しいと思います。ENTRYをつくる頃、私もそのような議論をずいぶん聴いていましたが、最初の設備が一発目からうまくいくこと自体が奇跡的なことで、例えば雨水の水質が変わっていく、地下に浸透することによって、そういう設備を地上につくって、それを試してみる、データを取ってみるといふこと自体が非常にユニークだし、へえー、そんなやり方あるのとみんな、言ったと思うんです。まだ、*27ラブロック（LABROCK）とか、思いがけないようなテーマ設定をして装置を開発する。ああいうことって若い人にとっても大事なことだと思います。

高瀬 ENTRYの中にマクロという試験装置があります。ガラスビーズを、粒径の違うものを市松模様に詰めて、それをマクロ2Dといって2次元でやっていたのですが、これでコントロールされた不均質な場をつくってその中で水の流動と溶質の移動の問題を別途、完全に独立でコンピュータシミュレーションで解いて、両方を比較して検証するものだったのですが、あれは、かなりENTRYっぽいものだったなという気がします。

確かあの時はビーズ詰めがかなり大変で、熟練作業だったです。そのために加藤兄弟という双子の兄弟がそれをやっていらっちゃって、彼らじゃないとできないんですよ。その後、予算拡大でマクロ3Dをつくらうとなった時に、最初にやることは三つ子を探してくること

*27 ラブロック（LABROCK） 亀裂性岩盤中の水の流れをコンクリート製模擬岩盤で再現した装置。亀裂性岩盤流動解析モデルの確証に用いる。

だな、という冗談があったことを記憶しています。マクロはそういう工学的にコントロールされた体系で必要なモデルの検証を行うというENTRYの趣旨をある意味よく表現したものだと思います。移流・拡散・分散のモデルですね。

—— 地下では、原位置ではなかなかちゃんとしたデータが取れない、取れたとしても境界条件がはっきりしないということについてはみんな分かっています、それをどういうふうに乗る越えるんだということが、少なくともあのチームの中では真剣に考えられたと思うんです。これは別の所に出てくるんだけど、動燃の経営陣がそういう研究開発の進め方をサポートしてくれたということは大いし、それが結果的に予算にも反映されているし、人材の充当にも寄与したと思うんです。

ところで高瀬さんは、いわゆる*28ラスベガス会議で日本で最初に地層処分国際会議に行ったとのこと。その時の印象って何かありますか。そこから多分日本が地層処分の国際協力を本気でやろうということになったんだらうと思うんです。

高瀬 あの時はまだラスベガス会議がそんなに回を重ねる前だったせいもあるかもしれませんが、結構人が集まっていたんですね。米国人はもちろんですがヨーロッパ系の人もたくさんいらっちゃっていて、発表が終わった後にいろいろと議論する機会があったので、何か注目されている感じはしました。そうは言わなかったですけど、珍しく新しいなあという感じはありました。欧米でやっていることを勉強して、これだけ勉強しましたみたいな発表かと思っていたら、何か日本ではこんなふうにやりたいみたいなことだったので、面白いん

*28 ラスベガス会議 1990年より米国原子力学会と土木学会の協賛によりネバダ州ラスベガスで隔年開催されている国際会議。

じゃないのとなったのです。うちもそうするよ、と言った人は一人も居なかったですが、言っていることはわかる、日本の事情を考えるとそういう考え方もあり得るなあみたいなことはおっしゃっていました。ちょうどその時にきていた英国のグループの人たちとそれが縁で仲良くなったのです。私はその後、英国に行つて、英国でその系統の人たちのところに就職しましたので、そういう意味でいうと私個人としても一つのきっかけとなったような気がします。それで、来たらと言うくらいですから、それなりの評価をもらったのだと思います。

—— 国際会議で新しいことを紹介していく、いわゆるステータスレポートではなく新しいアイデアを紹介するということは、きっとその当時かなり評価されたんだと思います。二重の意味で。日本からそういう新しい考えが出てきたということ。そういう勇気のある人は日本にもいるということなんだろうけれども。当時の国際協力はそんなに地層処分では盛んになっていない頃ですよ。次項で佐久間秀樹さんからも話をしてもらっているんだけど、彼はストリパ中心で紹介をしているんですね。その後もラスベガスで国際会議をやっていますが、国際会議を持つということが米国以外では当時余りなかったですね。

高瀬 そうですね。ラスベガス会議に出て発表したのも新しかったと思うし、増田さんは当時、その直前ぐらいから*²⁹PACEプロジェクトというのをやっていたと思うんですね。あの辺の国際協力を国内のことと並行して先んじてやっていたということは先見の明があったんだと思います。

世界が注目 本格的な国際協力の展開

坪谷 各国とも動燃を中心とする日本の地層処分研究成果に注目しだして、ギブ・アンド・テイクを求め、また地層処分にはあまり商業秘密が絡まないということもあって、各国との国際協力があの当時進展をいたしました。1990(平成2)年頃、中国からも王駒さんという北京地質研究院の若い地質屋さんがウラン資源開発の協力チャネルで動燃に来て、東海に滞在して地層処分研究を勉強していました。彼は動燃の地層処分研究開発の一員として積極的に活躍したのち中国に戻って処分地選定の中心メンバーとなりました。現在、北京地質研究院の幹部(副院長)となっています。

地層処分の国際協力の例として特筆される国際共同研究である*30 ストリパ計画について、佐久間秀樹さんからお話をさせていただこうと思います。あるいは、国際協力という点では先程話が出ましたNagraの国際関係の責任者だったイアン・マッキンレー氏も大変日本の研究開発に協力をいただいたということもあって、そのイアン・マッキンレー氏に対しては河村さんから改めてインタビューをしていただきます。

-
- *29 PACE プロジェクト DOE (米国エネルギー省) の研究機関である PNNL (パシフィックノースウエスト国立研究所) と動燃との地層処分の性能評価研究に関する国際共同研究の名称。
 - *30 国際ストリパ計画 OECD/NEA が主催した国際共同研究。スウェーデンのストリパ鉱山(鉄鉱石)跡地を活用して1976年から1992年まで3つのフェーズに分けて実施された。

佐久間秀樹氏インタビュー（紙上）

佐久間　ここで取り上げられている1987年頃の国際共同研究について、もしも当時の関係者にその目的を尋ねることができれば、みな異口同音に、地層処分技術開発を国際共同という形で進めることが、一国では限られたテクニカルコミュニティの幅を広げ、結果的に成果の信頼性を高め、経済的にも無駄を省くことができるなどの点において極めて優れていると、答えることでしょう。

それから三十数年、各国の自然環境や社会環境といった観点からも最適とされる、地層処分コンセプトが各国で実現の段階にあることを考えれば、感無量ですが、とにかく当時は誰もが何も知らず、そして誰もがすべてを知りたがっていた、まさにそのような時期でした。驚くべきことにスウェーデンではすでに、その後、世界的な地層処分コンセプトの一つとなっていくKBS-3が形を見せ、スイスでもこれに類似した概念が主たる研究開発の軸として、つまり検証されるべき対象として示され、このような理由から強力な国際共同研究のフレームの必要性がその黎明期に浮上しました。

ただし、地層処分の概念を実際の地質環境のいかなる規模と状況を対象とし、いかな

佐久間秀樹氏（さくま・ひでき）

動燃（動力炉・核燃料開発事業団）で海外ウラン資源探鉱に参加後、地層処分研究開発に従事。その間、OECD/NEA、IAEAなどにおける地層処分に関わる社会科学分野の報告書のとりまとめなどに参画。

る天然現象に工学的現象が組み合わさった様々な事象群について、どのような時間的、空間的な分解能でどのように確かめて行けばよいのか、さらにどれだけの地質の種類について、どのくらい行えれば十分に検収されたと言えるのかについて、誰にも何もわかっておらず、わからないなら解りそうなどころからやってみよう、どれだけやれば (How enough is enough) についても、何らかの方向性が出てくるに違いないという、まさにファイト一発の研究志向が充満しており、その場に登場したのが、最低限のインフラを備えた正におあつらえ向きのストリパ鉱山でした。

当時、研究のスケール、予算、規模、視野の広さ、そして何よりも結果の公開性とそこに至る速度などの観点や、その後の地層処分研究への影響の大きさから比較すると、OECD/NEA国際ストリパ計画が群を抜いていたと結論せざるを得ません。ですから本日は当時私の経験したストリパ計画の姿を思い出しながら、地層処分研究開発における第1期のテクニカルコミュニティが誕生したころのお話を紹介したいと思います。つまり、ストリパ計画フェーズⅢのころのテクニカルコミュニティについてです。

——では最初にストリパ計画はどのように始まったのか？ また佐久間さんとの関係についても簡単にご紹介ください。

佐久間 私は1977年に動燃の資源部に入社しました。いわゆる探査屋で、精神的にも物理的にも廃棄物処分からは全く遠い場所で、ひっそりと大人しくカナダの担当として、東京とカナダに半年ずつ暮らすという真面目な生活を送っていました。1986年の早春のある日、増田さんに出会うまでは。

そんな私の机の上に置かれた辞令は環境地質課を主務とする兼務辞令でした。

私は例え話が好きなのですが、この時には、辞令一枚でゾウの餌探しから、糞掃除に配置転換された動物園の従業員のようだと思えて笑ってしまいました。環境部門に移ったばかりの私が本格的に活動を開始した際の担当分野の一つが国際共同研究であり、なかんずく最初の出張となったのが、ストックホルムで開催されたストリパ計画の管理運営委員会となりました。

この役は、参加各国の組織の理事職・部長職が就く「名誉職」であったのですが、上司の増田さんに「行ってよ」と言われ、また前任者の村野さん「あなたいらつしゃれば？」と言われて逃げ場を失った状態でした。3カ月前まで雲南省で「戦後本域に入った最初の日本人」として中国の地質屋さんや水牛と暮らしていた私が、ピンストライプのスーツで北欧の街に入ることになったわけです。

それは知りませんでした。随分ショックでしたか。

佐久間 ええ。それは正に動物園並みの衝撃でした。企業内転職と言えるかもしれませんが、例えば共同という一言をとつても、資源では探査・調査という言葉があとに来ますが、処分では研究・開発と来ますよね。まずこれが決定的に違います。はっきり言えば探査という競争が、処分では技術的な相互援助を意味するわけでこれはほぼ180度の違いと言ってもよいでしょう。

同様な技術を用いても目的そのものや、アクションに違いが出てきます。例えば同様な物理探査の機器を用いて地下を調べるとして資源探査ではただひたすら周囲とコントラストを持った地点（異常点）が調査の対象とされるのに対し、処分ではひたすら均質な地質環境が目指されることになります。

よく聞かれるように資源の世界では早いもの勝ち、どんな手段をどんな順で用いても結果オーライでプロセスは問われない。これに対し処分の世界では、調査の一挙手一投足がプロセスと結果の即時公表



OECD/NEA 国際ストリパ計画の会議の様子（手前から2人目が佐久間氏）

を求められ、公表の成否はプロジェクトの生死とつながるというのもまんざら間違いではありませんでした。

—— テクニカルコミュニティとしてのストリパの特徴は。

佐久間 先に述べたように、ストリパ計画フェーズⅢの共同研究開発は、OECDがSKBに管理運営を委託し、その下に、亀裂媒体の地下水理と核種の移行タスクフォースグループと、地下水の水道をシールするためのシーリングタスクフォースグループが置かれていました。管理運営委員会は各国から1人（佐久間＝動燃）、タスクフォースの研究代表者は床次正安先生（東京大学）、大西有三先生（京都大学）のほかそれぞれ必要なモデラー屋や実験屋が加わって、とにかくそれぞれのレベルにおいて計画策定の段階から自主・民主・公開を原則に徹底的な話し合いが続けられました。

今思えば、それは、予算は足りないが時間は十分にあり、権限はないがやる気は十分にあり、研究開発の統一目標ははっきりしていないが、共有できるデータや成果は

山のようにあるという不思議な環境でした。群雄割拠というか、周辺にいる同業者たちを説得することができれば、自分の提案が認められプロジェクトとして求められ翌年には評価されて予算と名声が少し増える。というやる気のある研究者や、やる気のある教育者にとっては、たまらない数年間だったといえます。

まさに、ひとつのテクニカルコミュニティの創成期であり、あの頃あそこにいた若いマネージャーたちはその後、各国実施機関において、あるいは規制機関においてそれぞれ重要な職責を果たすようになり、若い教育者たちは地層処分を専門に研究する学者となっていくわけですが、ストリパにとって特徴的だったのは、成長した後にも自らの若い日々の経験やお互いの関係が、まるで同窓会のように残ることになったというところにあると考えています。私自身にとっても、ストリパ合同技術委員会（JTTC）メンバーであったことが、その後の処分分野における二国間協定の立ち上げ、国際会合の管理や運営、日々の情報交換、人材養育における人集めなどの加速剤、潤滑剤としてどれだけ役に立ったかわかりません。

——なるほど。佐久間さんを育てたプロジェクトだったわけですね。

佐久間 皆さん何らかの形で自分を育ててくれた国際的な経験をお持ちだと存じますが、私にとって、その時期が地層処分のコンセプトがまさに定着しようとしていた頃のストリパ計画であったことと、そのレベルが技術的意思決定レベルのJTTCだったということに尽きることから、先人としての村野さんや増田さん達にあらためてお礼を申し上げたいところです。

最後に皆さまの記憶をリフレッシュして頂くために、ストリパ計画の基本情報のみ確認しておきます。

1976（昭和51）年にスウェーデンと米国が中央スウェーデンのストリパ鉱山を利用して開始した原位置試験計画に端を発し、1980（昭和55）年からはOECD/NEAの3段階、合計12年の計画として実施され1992（平成4）年に終了しました。

計画の運営にはSKBが、さらに技術管理には参加各国がそれぞれ派遣する代表1名からなるJTICがあたることとなりました。

さらにフェーズⅢのタスクフォースのうち、亀裂系媒体における地下水中の物質移動に関しては京都大学の太西先生、シーリングについては東京大学の床次先生にお願いしました。

2016（平成28）年6月（紙上参加）

イアン・マッキンレー氏インタビュー

—— 今回のインタビューでは、マッキンレーさんが25年ほど前に動燃の招へいで来日され、高レベル放射性廃棄物処分プログラムに参画されたときの経緯や印象についてご意見をお伺いしたいと考えています。滞在時には当時の動燃の専門家や上層部の方々とお話する多くの機会があり、特に当時準備していたH3レポートの作成にかかわられたと記憶しています。H3レポートへの参画が引き金となって、公表の後も日本の処分プログラムに深く携わってこられたことも含め、多くのご経験がおりだと思えます。今日はその辺のところを中心にお聞きします。

マッキンレー わかりました。日本に来て一緒に作業したことはとても興味深いことでした。日本に来る前に合気道を習っていたので、特に日本の文化への印象が強かったかもしれません。

訪日する前は、スイスでプロジェクト・ゲベールが議会で承認された直後でした。私はこの報告書の英語の概要版を妻のリンダとともに作成する業務に参画していました。その関係もあり、H3レポートの議論や英語版作成に携わることができたのはとても興

イアン・マッキンレー氏

スイス・Nagraにおいてプロジェクト・ゲベール1985、Kristalline-1レポートの作成に従事。R&D コーディネータ、国際協力技術支援部長として日本との共同研究等を担当。

味深いことでした。当時英語圏以外の国で英語版の報告書を作成することは稀でしたし、国際的に地層処分への認識を共有するためにも英語版報告書作成の重要性は認識されつつあった時代でしたから。

現在では多くの技術レポートが英語で作成され、国際的なレビューを受けるようになってきています。スイス、スウェーデン、フィンランドなどがその例ですね。母国語で作成するのは規制主体への対応のためとされています。

—— マツキンレーさんが来日されたのは、7月初旬の蒸し暑い梅雨時でしたね。何カ月ほど滞在されたのですか。

マツキンレー 2カ月でしたが、いろいろたくさんあったのもっと長くいたような気がします。その間、妻リンダとともに新宿の小さなアパートで暮らしました。日本での暮らしは観光で訪れるのとは違い、仕事を一緒にしましたので、短い期間だったけど本当に興味深いものでした。

最初に動燃本社を訪問したときその作業環境の違いに驚きました。広いオープンスペースに多くの人々がびっしり座って仕事しているものですから。これまで考えられない環境でしたね。それに皆さん、夜遅くまでタフに働いていらっしやる、土曜日も日曜日も出勤している、これは驚異でした。でもこの仕事のスタイルを私も楽しむようになっていきました。

—— それが最初のカルチャーショックだったんですね。

河村秀紀氏（かわむら・ひでき）

（株）大林組から動力炉・核燃料開発事業団に出身し、ファーフィールド研究、第1次取りまとめ業務を担当（当時）。



イアン・マッキンレー氏

マッキンレー 本当に、いわゆるクレージーといふほど働いている人がいました。スイスで先ほどの報告書を作成するとき
に2、3回16時間ほど作業したことがありましたが、ここでは
毎日16時間以上働いているのですから。よく「クレージー・ジャ
パニーズ・サラリーマン」と呼んでいました。専門家と呼ばれ
るグループがこれほど働くことはみたことがありません。それ
が第一印象だったかもしれません。

—— 来日当時の年齢はおいくつでしたか。

マッキンレー 25年前ですから37歳ぐらいでしょうか。

—— なぜ来日することになったのですか。動燃からの要請
だったのですか。

本とスイスは極めて類似した自然環境、社会環境にあることがお互いに認識されていたと思います。小
さな面積、高い人口密度、高度な文明、活発なテクトニクスと複雑な地質構造、ガラス固化体の地層処
分、ロバストな人工バリアの導入などです。スイスではスウェーデンや米国、ドイツなどの共同研究
を進めていましたが、環境や廃棄物の種類が大きく異なりました。日本の処分プログラムが最もスイス
に近かったのです。

技術協定を結ぶことで相互に専門家の交流などを実施しましたが、最も重要なことは類似する処分環境や処分概念を有する両国が緊密に協力することでした。日本に来る前にスイスの原子力研究所（EIR）から Nagara に移り、研究開発のコーディネータをしていました。そこで日本との共同研究の窓口としての仕事をしていたことも訪日の理由です。

—— 来日されたときに作業環境についての第一印象についてお伺いしたのですが、日本の処分プログラムについてはいかがでしたか。まださほど明確にされていない点もあったと思います。

マツキンレー そうですね。当時の日本とスイスの処分プログラムでの最も大きな違いは、Nagra はすでにサイト選定の段階にあったということですね。処分を想定する岩盤への深層ボーリングを行っていたし、そのデータを用いてプロジェクト・ゲベルを作成していました。実際のサイトの条件を用いて安全評価などをしていたことが日本のジェネリックなアプローチと大きく異なる点だったかと思われます。しかし構築した人工バリアシステム概念はロバストで強力である点から類似していました。当時、使用済み燃料の直接処分を目指すスウェーデンでは銅製のキャニスターを採用していました。

その背景には規制側からの要求もありましたが、使用済み燃料から揮発性核種の瞬時放出を防ぐために耐腐食性の高い銅製の容器に10万年以上にわたり閉じ込める、その状態を確保するために緩衝材を設置するという安全概念を導入したからです。

一方スイスでは、ガラス固化体の処分ということで長期にわたる完全な閉じ込めの必要はなく、ある期間これを確保したのち長期に還元雰囲気を維持する銅製オーバーパックと拡散支配の場を構築できるベントナイト緩衝材との組み合わせで安全を確保する考え方を採用していました。このようなバリアシ



動燃と Nagra の国際共同研究調印式（1988年）。動燃の林政義理事長（左）と Nagra のハンス・イスラー理事長（写真提供 佐久間秀樹氏）

システムは、母岩の特性に関する不確実性がより大きなサイト選定の初期段階でも素晴らしい性能を確保できるものでした。当時、サイト選定作業を進めている中で岩盤のバリアとしての特性は期待しているほど高いものではないのかという疑問を持ったからです。その中で、強力な人工バリアシステムの構築は極めて大きな意味を持ちました。その概念と思想がプロジェクト・ゲベールに導入されています。このような考え方は、H3レポートでの横置き概念と類似しています。

一方、H3レポートでの縦置き概念には疑問を持っていました。この概念はスウェーデンのKBS-3概念に影響を受けていると思われる。KBS-3概念は使用済み燃料からの瞬時放出に対する坑道掘削時の影響領域の存在を大きく意識したもので、影響領域外にキャニスターを定置することから概念が構築されています。ガラス固化体から放出される核種では掘削影響領域の影響は小さく、あえて避ける縦置き概念は安

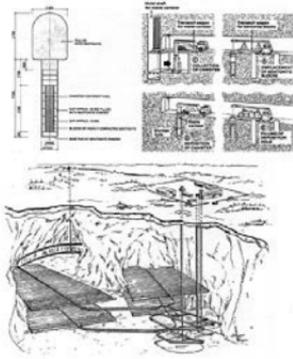
全性の観点からはそれほど意味がありません。H3レポート公表の後、H12レポート、NUMOのレポートにもこのような竖置き概念が継続されて存在しますが、なぜ竖置きかといった議論が必ずしも尽くされていないのが残念です。

また、H3レポート時代の処分概念がそのまま2015年まで継続されていることについても十分なレビューが繰り返して行われてきたのかという点には疑問が残ります。物事の理解を進め、技術的実現性をはかる上でH3レポートの処分概念は当時としては素晴らしいものでした。処分プログラムが事業段階になり、事業としてより安全に、効率的に、品質よく処分場を構築する観点から処分概念は適宜見直されなければなりません。世界では、フィンランドが処分場建設認可の段階に入っておりKBS-3の竖置き概念を踏襲していますが、フィンランドでは5日に1本のキャニスターの設置なので問題はありません。日本では1日5本の設置です。より効率的な方法が求められています。彼らが遠隔で操作して設置する最新の装置を用いるとして、日本ではそれを少なくとも25セット用意し、並行して操作することになるのですよ。これは実作業を考えれば現実的ではありません。人工バリアシステムの設計としては完成されているかもしれませんが、その実現性に対する考察や説明性が不十分だと考えます。

—— H3レポートに話を戻します。動燃ではこのようなレポートを作成するのは初めての経験でした。第3章でインタビューをした石黒さんのお話ではそのために内部で多くの議論を行いました。どのようにして地層処分の安全性と実現性を示すのかの方策を練ったそうです。当時、動燃ではサイト選定にかかわる作業に多くの興味があり、関連する情報の収集を行っていました。しかしながら、データ収集だけでは日本で地層処分が可能かというメッセージにはならないというのが関係者の中での結論

スウェーデン：KBS-3概念
処分孔内縦置き方式

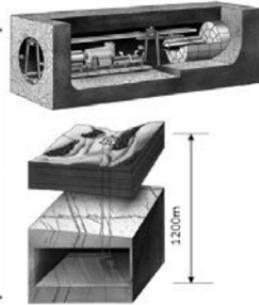
銅製のキャニスターに使用済み燃料を封入



出典：SKB KBS-3 report, 1983

スイス：Gewähr 概念
処分坑道内横置き方式

鑄鉄製のオーババックにガラス固化体を封入



出典：Nagra Project Gewähr 1985



スウェーデン KBS-3 概念とスイス Project Gewähr 1985の概念

だったと思います。そこで、地層処分の安全性をどのように示すのかについて議論があったと聞いています。その結果として、よりロバストな人工バリアシステムの性能に安全性を依存する、いわゆるニアフィールド・アプローチが考えだされたようです。

ファーフィールドの地質媒体は人工バリアシステム周辺の限られた範囲に存在している部分に注目してとらえることとされました。マッキンレーさんのお話では、このようなアプローチはプロジェクト・ゲベールとも類似しているということでした。スイスが地層処分にニアフィールド・アプローチを取り入れたのはどのような背景があったのですか。

マッキンレー 繰り返しになりますがNagraがSKBから学んだことの一つに、スウェーデンでは表層の堆積土がほとんどないために容易に基盤岩の状態を調査できる特徴があり、そのため、表層を歩けばどこに断層があり、その年代まで容易に把握できるわけです。

ということは比較的容易に基盤岩となる結晶質岩の構

造を理解できることになります。スイス北部で実施した弾性波探査で上層の堆積岩の構造は把握することができましたが、基盤となる結晶質岩の構造を把握することは極めて困難でした。結晶質岩中の核種の移行経路となるであろう断層破砕帯の評価を行うためにできることはそれらが過去に動いた軌跡を堆積岩中に求めることだけだったのです。

当時は弾性波探査の限界についてあまり知られていませんでした。^{*31}グリムゼル試験サイトでは、弾性波探査を用いて結晶質岩中の割れ目や断層の構造を把握する技術開発を行っていましたが、当時の結論としては処分の対象とする基盤岩中の断層や破砕帯の特性を把握するには至らないということでした。

そこで、地質環境に関する多くの不確実性に対してロバストなシステムを導入することにしたのです。安全な処分システムを構築できたと自負しています。結晶質岩にかかわるデータはもちろん保有していましたが、そのデータを堆積岩に覆われた地下深くにある基盤岩全体に適用することに対する限界を感じていたのでした。

—— SKBは銅製のキャニスターを採用し、Nagraは銅製のオーバーパックを採用したとありましたが、当時、H3レポートでは両方の概念を参照していました。なぜ、両国で容器の特性が異なったのでしょうか。H3レポートではともにオーバーパックの候補材料として取り上げられ、H12レポートでも踏襲されました。

マツキンレー Nagraが銅製のオーバーパックを採用した主要な理由は、対象とする廃棄物がガラス固化体であることです。

*31 グリムゼル試験サイト (GTS) スイスアルプスの花崗岩中に建設されていた揚水式発電所のアクセス坑道を利用し、Nagraが1983年に建設した放射性廃棄物処分の研究開発のための地下研究施設。現在はフェーズⅦとして研究開発が進められている。

一方、SKBが銅製のキャニスターを用いたのは、使用済み燃料からの放射性ヨウ素の放出に配慮したからです。使用済み燃料の場合、キャニスターが破損すると瞬時にヨウ素が放出され、放出されたヨウ素は吸着されずに生活圏に移行することになります。ヨウ素の毒性はあまり高くありませんが、半減期が極めて長いいため影響が長く継続することになります。

SKBは1個のキャニスターが損傷することに対しても極めて慎重でした。使用済み燃料の放射線分解の影響が大きく、キャニスター周辺が酸化雰囲気となり、近接する銅製キャニスターに影響を与える可能性を危惧したからです。

これを彼らはドミノ現象とよんでいました。キャニスターが次から次へと損傷して、ヨウ素が放出されていくことです。

そのため、彼らは初期段階での破損とヨウ素の移行に係る掘削影響領域（EDZ）の存在について特に留意していたと思います。特に放射線分解により酸化領域が周辺岩盤に拡大することによる影響を。

損傷が1つだけであればあまり大きな影響はないと思われませんが、掘削影響領域が処分坑道に沿って連続し、キャニスターが次から次へと破損した場合は大きな影響につながるからです。このような処分坑道の掘削影響領域との連続性を避けるためにキャニスターは坑道の掘削影響領域の及ばない空間に堅にキャニスターを定置する概念を採用したわけです。

スイスでは、ガラス固化体が対象だったので瞬時放出を考慮する核種はありません。また使用済み燃料と比較して放射線分解の影響は極めて低く、そのためオーバーパックには長い寿命は必要なかったのです。また、スウェーデンの結晶質岩は古く、1億年以上にわたり極めて安定していることが知られて

おり、それと比較してスイスの結晶質岩はアルプス造山運動の影響を受けてまだ動いているというところが違いました。そのため、腐食による損傷よりも岩盤の変形によりオーバーバックが破損することを危惧したのです。それに銅製のオーバーバックは破損したら終わりです。銅製のそれは多くの利点を有しています。まず、銅製に比較して第一に強度が高いこと、それに極めて安いこと、SKBの最初の概念では純正の銅でキャニスターをつくることを考えていましたからものすごく高価ですよ。

のちにSKBは内側に銅材をいれたハイブリッド型に変えました。銅製のオーバーバックは強度があることや安いことのほかに、損傷したとしても還元雰囲気を持する緩衝材的な役割を期待できることです。このため、長期の安全確保において銅製オーバーバックは短期の閉じ込めの他に、地質構造運動が盛んな環境の中でロバストな人工バリアシステムの化学バリアとしての役割を期待したわけです。このような環境が日本の場合と類似しているのだと思います。

—— H3レポートが公表されたあと、ニアフィールド・アプローチは広く認知されていくようになったと思います。ゲベールとH3が類似した安全概念と人工バリアシステム概念だったということですが、日本では技術的実現性を示す報告書として、SKBの設置きの定置概念も踏襲していました。このことはその後のH12レポートでも継承したのです。処分が研究から事業に移した段階で、処分概念については、その材料も含めてよりモノづくりの観点から最適化を図っていく必要があると思いますか。

マツキンレー 繰り返しますが、処分概念、この場合は人工バリアシステムの定置概念や材料のことですが、これを一度決めると変更することはとても難しくなります。

S K B やフィンランドの使用済み燃料の処分実施主体である P O S I V A が設定した K B S - 3 V の概念は実際の定置を考慮するととても難しい概念といえます。彼らはこの概念が長期の安全性確保の観点から最も優れていると主張してきています。だから実施の段階になって変更することは極めて難しいのです。

これに比べ、日本の処分プログラムは実際もっと柔軟だったと思います。H 3 レポートや H 12 レポートでの処分概念に焦点を当ててはいますが、そのほかの概念についても検討されてきていますから。

例えば、初期のプレファブリティ型人工バリア概念は豊田正敏さんにより提唱され、その後 N U M O からも P E M 概念が提案されました。その背景には、日本のプログラムでは他の国と異なり、初期の段階から工学の専門家が多く参画し、例えば横置き定置方式でベントナイトブロックを遠隔で定置することの技術的困難さが理解されていたからだと思います。

H 12 レポートのあと、N U M O では人工バリア概念を含めて多くの代替処分概念についての検討がなされました。このような検討は極めて意味深いものですが、海外ではあまり例のないものです。S K B も過去に代替処分概念の検討を行いました。K B S - 3 概念が最も優れていることを結論づける表面的な検討に終わっています。N U M O が代替処分概念を準備することはとても大事なことです。特に公募方式でサイトを決定する方策を世界で初めて採用しているからです。同じようなサイト選定方式をとる英国では N U M O の代替処分概念を 1 0 0 % コピーしているのですから。

マック・ノートで伝えたかったこと

—— H3レポート作成当時の話に戻ります。マッキンレーさんは動燃のH3作成グループに参画され、また専門家検討会にも出席されましたね。その時の印象などを「マック・ノート」として残されたこと記憶しています。2冊のキングファイルになったマック・ノートの最後のページに「専門家の言うことを鵜呑みにするな」といった言葉が記述されていたと覚えています。マック・ノートを残した背景とか、何について記述しようとしたのかについてお話し願えますか。

マッキンレー そうですね。私が動燃に来た初期の頃は英語での意思疎通が難しかったのを記憶しています。日本の方々の話される英語を理解するのが難しく、また私が話すこともうまく伝わらないということがありました。しかし、皆さん英語の読み書きは素晴らしかったので、会議のあとにできるだけ私を感じたことなどを書きとめ、それを読んで頂き、また意見を交換するといった仕組みをつくり上げた結果、マック・ノートになりました。会話力が徐々に良くなり、意思疎通ができるようになっていったんですが、最後までマック・ノートは書き上げたのです。動燃の方々が休みも取らずに夜遅くまで仕事をしている、これは極めて異常な環境です。マック・ノートではその点も含めて休みを取ることを強調しています。

マック・ノートで最も伝えなかったのは、当時何かという海外の専門家のことを信じる傾向が動燃内にあったことです。何か劣等感を抱いているのではと感じるほどでした。海外の専門家が何かを言

うと日本の専門家は簡単に同意するんです。

私は動燃の一員としてA E C L（カナダ原子力公社）の会議に出席したことがあります。動燃が研究費を提供しホワイトシエル地下研究所（U R L）で実施した核種移行試験の報告会でした。その内容は褒められたものではありませんでしたが、日本側からは何も発言がありません。私は日本側として出席していましたので質問を浴びせかけました。試験の内容は、いわゆる汚い言葉ですが、それ以来、われわれは「ブルシット（でたらめ）」というようになりましたが、海外の専門家の説明は本当にいただけないものでした。

動燃内では日本人による報告に対してはきちんと評価するのに、海外の専門家のそれに対しては信じられなくなってしまうような傾向が如実にみられました。当時の最も大きな弱点だったといえます。

例えば、S K Bはとても素晴らしい組織です。そのS K Bの専門家がS K Bの処分概念は日本にも適用できるといえば簡単に信じてしまうんです。でも本当にそうでしょうか？ 海外の専門家の言うことを鵜呑みにすることはとても危険なことです。

私は長い間、当時の動燃、H 12レポート時代のJ N C、そのあとのJ A E A、そしてN U M Oと様々な組織の専門家と仕事をともにしてきたこともあり、建設的な批評をすることが可能になったと思います。しかし、正直言ってまだ海外の専門家のことを信じ込む傾向は残っていると感じています。海外の専門家は時としてアイスボックスのつくり方を言っているかもしれない、実に馬鹿げたことを言っているかもしれないからです。古い世代の専門家は一緒に仕事をしてきたこともありこの状態を見抜く見識を有しています。なぜなら、海外の専門家も多くの失敗をしてきたことを知っているからです。海

外の専門家の多くは日本のおかれた環境を理解していません。彼らの国では適切かもしれませんが日本に適用できるかは別問題だからです。日本には多くの国際的な組織が存在しますが、例えば電力会社は極めてドメスティックな側面を有しています。外国の有名な研究所が提案した技術をそのまま信じてしまふという傾向がないわけではありません。外国では使えても日本で適用できるかは別問題なのです。このような傾向は現在もなくなつたわけではありません。25年前にマック・ノートに書いた「専門家の言うことを鵜呑みにするな」ということはそういうことです。

—— H3レポートを準備していたときリーダーの石黒さんから9つの技術ワーキンググループがあつたと聞きました。マッキンレーさんはそれぞれの打ち合わせに参加され、その時気づいた点などをマック・ノートに記述されていたと思います。その中で記憶にあるのは品質保証(QA)とデータの整合性(Synthesis)という言葉でした。当時動燃は十分なデータがなかったこともあり、OEC D/NEAの熱力学データベースの数字を使用していました。また様々な文献からのデータを集めて平均をとっていたりしていたかと思います。マッキンレーさんから指摘された「整合性」という言葉を初めて知ったのです。データを集めて、処理をするその時にデータ相互の「整合性」を図ることに ついてはスイスでの経験からでしょうか。

マッキンレー その通りです。スイスの一つの有利な点は、処分プログラムが日本に比較して大変小さいことです。プログラムが小さいことでサイト調査、工学、性能評価の専門家が一緒に作業したり対話することが容易になりました。

しかし、このような環境にあつても、ゲベール作成時には問題があつたのです。同じグループが低中

レベル廃棄物処分の対象となる堆積岩系を対象としたデータセットの作業と高レベル廃棄物処分の対象となる結晶質岩系の作業を同時に繰り返しこなしていました。

その時に「ジオシンセシス」という概念が重要であることに気づいたのです。特に低中レベル廃棄物処分候補サイトであったバーレンベルグでのジオシンセシスが。

想像してみてください。関連する全ての情報を集めるまでではないのですが、それらをどのように整理するかです。品質確保の観点から厳しい目があります。地質データといっても構造地質の専門家、水理地質の専門家、地球化学の専門家など様々な見方があるからです。

比較的わかりやすいと考えた結晶質岩中の地下水流動方向についても、構造地質や水理地質の専門家はアルプスからライン川に向かって地下水が動いている、すなわち地形から推定して南から北に向かっていると推定しました。しかし、地球化学と同位体元素分析の専門家は、データ分析から処分場の深さでは東から西に向かって流れており、南から北への流れは存在しないことを主張しました。

そこから、ジオシンセシスにかかわる議論が極めて重要であることが分かったのです。専門家が集まるとそれぞれが個人のストーリーでサイトの状態を語ろうとします。コンセンサスが得られるところと意見が一致しないところが出てきます。

その議論こそが重要なのです。水理地質の専門家は地下水流動の方向性や流量に興味はありますが、物質移動や移動経路の地質学的な構造や鉱物には興味はありません。性能評価のグループは複雑な水理モデルを簡単な1次元物質移行モデルに変えてしまいます。彼らにとつては物質移行モデルのパラメータとなる鉱物の特性などが重要になるのです。これらを総合的に管理することがジオシンセシスになり

ます。

—— H3レポートは、高レベル放射性廃棄物の地層処分にかかわる初めての包括的なレポートとして位置づけられています。また当時の研究成果をとりまとめるプログレス・レポートとしての役割があり、レポートの中には多くの課題が記述されました。これらの課題に向けての研究成果がH12レポートに反映されたわけですが、H3レポート作成当時は残された課題についての議論はあったのですか。

マツキンレー 私はスイスに帰国後、H3レポートの英語版作成を支援しました。英語版はH3レポートの概要を海外に発信するために作成しており、日本語版のレポートをそのまま英訳したものではありません。H3レポートがプログレス・レポートであったことは理解しています。

スイスでのゲベールとは性格が異なることも事実です。ゲベールには連邦政府からの要請で原子力発電所の継続的な運転認可のために廃棄物処分の実現性を示すことが義務づけられたのです。ドイツ語での「ゲベール」とは「保証」を意味しています。すなわち放射性廃棄物を国内で安全に処分できることを示す必要がありました。そのため当時は相当のプレッシャーがあったと聞いています。電力会社は、ゲベール作成のために多くの費用を準備し、また海外からの優秀な人材の補強もありました。そのため、当時は新しい研究を試みることができ、例えばご存じのグリムゼル試験サイトでの多くの実験が開始され、後には動燃との共同研究として実際の放射性核種を用いた原位置移行試験も行われるほどになりました。当時の最優先課題は、原子力発電所の継続した運転認可を得ることでしたから。

—— マツキンレーさんは、H3レポートの時に日本とのつながりができ、その後H12レポートを含めて長く日本のプログラムに関係してこられたと思います。そのような時代に特に気がつかれたこと

はありましたか。

マッキンレー はい、特に共同研究に関することです。H3レポートのあと、動燃とNagraとの共同研究として先ほど触れたグリムゼルでの核種移行試験がありました。この試験は10年ほど継続したのですが、そのなかで日本から若い研究者が派遣され一緒に核種移行モデルを開発したり、ベルン大学の科学者が参加して鉍物反応を含めた核種移行現象のメカニズムを議論したり、ポール・シェラー研究所と共同で実核種を扱う原位置試験の安全性と品質確保についての体系化を図ったりしました。

それらの経験に基づいて東海事業所でのENTRYやQUALITYの施設運用に係るレビュー・ワークショップのお手伝いもしました。それらの準備の中で、若い研究者が英語でプレゼンをし、研究論文を書くという経験が蓄積されたかと思います。

——— そうですね、H3以降、梅木さん、太田さん、佐久間さんがNagraに派遣され、梅木さんはその経験をH12レポートに、太田さんはグリムゼル試験サイトでの試験の経験を瑞浪や幌延に、佐久間さんはH12レポートとITC（地層処分国際研修センター）の設立と運営に携わられました。若い専門家の派遣はその後の日本のプログラムに大きな力となったと思います。

マッキンレー スイスにとっても共同で研究したり作業したりしたことはとても役に立ちました。梅木さんはNagraにいるときにフィオナ・ニールと今後の安全評価として期待する事項に関する論文を書かれています。

——— それは、新しい試みですか。

マッキンレー そうです。セーフティ・ケースとは何を意味するのか、それまでは性能評価という言葉

葉を主に使っていましたから。我々は、性能評価を中心とした処分場の安全性を論じてきましたが、新しい概念として「総合的な見方 (perspective)」と呼ばれる論拠を準備する方向に展開する段階になっていったのです。この視点は、カナダで初めて使用され、NEAに引き継がれました。セーフティ・ケースとは、このような論拠を集約したものを意味します。梅木さんはこれに関する論文をまとめていたわけです。佐久間さんは、ITCの設立、運営に直接携わられました。ITCは処分に初めて携わる世代を対象に、グリムゼル試験サイトを利用した原位置試験の訓練や処分に関する教育を図るプログラムを準備していました。設立と運営には日本からは原環センターが金の拠出と運営委員会メンバーとして参画されました。このITCの活動を通じて多くの若者が次世代の担い手として育っていったと思います。

ナチュラルアナログについて

—— もう一つの話題として処分固有のチームになっているナチュラルアナログがあります。私がNagraにいた頃、*32 ナチュラルアナログのワーキンググループの会議に参加したことがあります。そこで初めてナチュラルアナログという分野を知ったわけですが、日本に帰ってきて、確か原子力学会の夏のセミナーだったと記憶しているのですが、ナチュラルアナログの活動を紹介したときがありました。

*32 ナチュラルアナログ・ワーキンググループ ナチュラルアナログとは、地層処分場の長期にわたる安全評価において地層処分に対応する長期の時間スケールに着目し、安全評価上考慮すべき現象と類似した天然現象を、その現象理解や性能評価に活用すること。ナチュラルアナログ・ワーキンググループについては <http://www.natural-analogues.com/>参照。

当時、東濃鉱山でもウラン鉱床の成因研究の一環として物質移行のアナロジ研究がなされていたようですが、多くの聴衆は初めてのことはだったようでした。マッキンレーさんは長きにわたり、ナチュラルアナログ・ワーキンググループの中心メンバーとして活躍されてきたご経験から地層処分とナチュラルアナログとの関連についてご紹介して頂けますか。

マッキンレー わかりました。私自身、ナチュラルアナログには長く関係してきました。アナログプロジェクトとしての最初は英国のロック・ローモントで、スコットランド大学の国際環境研究センターの人たちと一緒に調査を行いました。ロック・ローモントの湖の堆積物の分析からロック・ローモントの成因をモデル化したのです。ことの背景は、現状の地形から見て物質は内陸から海に向かって移動するといわれていました。実際に調査してみると内陸の湖ですが海洋堆積物が存在していましたから海洋生成物の移行モデルを用いて6000〜8000年前には海から陸に向けての流れがあったと推定したのです。これ以来、ナチュラルアナログに取り組むようになりました。

一緒に研究をしていたニール・チャップマンやジョン・スメイリーらとともにヨーロッパ委員会の下にナチュラルアナログ・ワーキンググループを構築したのです。ナチュラルアナログが一般の人々との対話にとっても役に立つと気づき、最初に導入したのが *N a g r a* だったのです。

考古学はスイス人にとってとても興味深い分野でした。これは日本でもそうですね。考古学には多くの人々が興味を示します。例えば、銅製のオーバールパックの場合、私たちは腐食速度を考慮して1000年程度の閉じ込め性を期待していますが、実際に地下に埋まっていれば空气中に比較して腐食速度は極めて遅くなるのが発掘した古い鉄製品の状態分析からわかります。そのような考古学的なアナロジ

も含めて、1990年代中ごろに最初のナチュラルアナログのビデオを製作しました。確か動燃が日本語版をつくったと聞いています。

—— 日本にも存在しました。

マッキンレー 当時は、Nagraの費用でビデオ製作にとりかかり、最初は私が責任者で進めていましたが、*³³クリスタリン-1報告書の準備のためにラッセル・アレクサンダーが引き継いで完成させました。確かこのビデオは10カ国語で翻訳されたはずです。現在でもダウンロードできると思いますよ。内容は少し古くなっていますが。

ナチュラルアナログは説明や計算結果ではなく、写真とイメージで事実のみを伝えることができます。このことは受け取り側にとって「ああ、そうなんだ」という感覚を生み出すことができます。いま、また改めてナチュラルアナログのビデオを製作する時期かもしれませんが。ナチュラルアナログは処分研究に携わる若い研究者にとっても、モデル計算だけでなくエビデンスとして自然界の営みの本質を把握するという意味で役に立つと思われれます。説明をするより事実を示すことで理解されることが多いですから。

—— 現在は、原環センターでセメント材料による高アルカリ水の影響評価に役立てるために、フィリピンでナチュラルアナログ研究が継続して実施されています。最初にマッキンレーさんも関係されましたからもう10年以上たつたのですね。

マッキンレー キプロスでも同様な研究が継続して実施されました。セメントによる高アルカリ水のベントナイトなどへの長期間の影響は研究室で実験的に再現することは

*33 クリスタリン-1報告書 Nagraが1990年に公表した報告書。プロジェクト・ゲベール1985で議会から指摘された結晶質岩での処分の実現性の明示の宿題に答える形で、新たな調査結果に基づき、スイス北部の花崗岩を対象に高レベル放射性廃棄物処分の実現可能性を評価したもの。

極めて難しい。

高アルカリ水の影響については最初にオマーンで始まりました。北海道大学の佐藤努先生も参加されていきました。その後マツカリン・プロジェクトとして実施されました。現在はシリアとヨルダンの国境で危険な地帯なので研究者が行くことさえ難しいですけれど。現地の化学環境はとても複雑ですが、この地のデータを用いて実験室における結果の時間スケールを外挿した場合の結果を検証することができます。これも、ナチュラルアナログの役割の一面かもしれません。

2016（平成28）年6月

第3章

第1次取りまとめ

(H3レポート)

進展する研究開発・最初の成果物 H3レポート

坪谷 H3レポートというものができました。このH3、いわゆる地層処分研究開発の第1次取りまとめは技術的可能性を明らかにしたというふうには、評価をされるわけです。この章では石黒勝彦さんにインタビューをいたしますが、やはりその最初のレポートの取りまとめにあたって増田さんがいろいろ努力をされたと思いますので、増田さんにちょっとご紹介いただければと思います。

増田 鈴木先生が小委員会の主査をされて取りまとめられ、1989年12月19日に出た『地層処分研究開発の重点項目とその進め方』、このレポートは多分、日本の現在の位置が定まった起点だったと思うのですけれども、そこに、何をやらなければいけないかということが書かれていました。

その頃には、先程出ましたN a g r aのレポートだとかSKBのレポートが出されていて、日本も結構やってきたのだからそろそろ包括的な研究成果をまとめるべきじゃないかということが、重点項目の一つとして指摘されました。

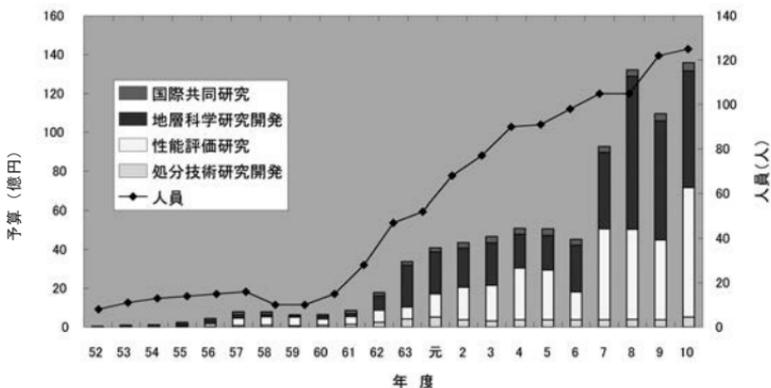
H3レポートのとりまとめ方針として、それまでに蓄積された情報を性能評価に集約して地層処分の成立性の観点で評価することができるのではないかという指摘でした。

H3では、日本でも地層処分のフィジビリティというものを確認することができるという見通しがまず述べられています。それから、今後何をやらなければいけないかを展望してまとめたレポートです。ですので、プロGRESS・レポートという位置づけで、我々は今どの辺にいるのかを示すものだったのです。

動燃（動力炉・核燃料開発事業団）は、それまでいろいろな“ものづくり”が仕事で、原子炉やプルトニウム、それにMOX（ウラン・プルトニウム混合酸化物）燃料など“もの”がプロダクトでしたが、はじめて“情報”がプロダクトになったという事です。

しかも、そのプロダクトである情報が単なる研究発表ではなくて、きちんとレビューを受けるケースであったために、ある程度しつかりしたものをつくらなければいけないことになりました。そのため、当時の環境技術開発推進本部の中にH3コアチームが設けられました。そのコアチームのヘッドが石黒勝彦さんで、その他に民間からも優秀な人に来てもらいました。平成になってからというのは、性能評価研究を中心に30度近い急勾配で毎年人員や予算が伸び続けました（下図参照）。

こんなこと言ったらちよっと下品なですけど、やっぱりお金の額というのは研究開発活動の一つの目安になります。国がどれくらい本気で取り組んでいるかを知って、民間会社はとにかくエースを出してくれたということです。そうして当時の最も優秀な人材を地層処分を集めてH3レポートを書くことがで



地層処分研究開発予算と人員 (増田純男氏提供)

きたということは間違いないと思います。

坪谷 そのH3レポートってというのが、結局は第2次取りまとめのある意味では試金石、こういうふうにして情報をまとめていくのだという試金石にはなったのだけれども、私もその当時のことを覚えていますが、これも、このプロGRESS・レポートを原子力委員会が評価するのかもしれないのかということに關して、ぜひ議論があったのですね。

結果的には報告書が出たあと、評価はしました。しかし、実は第2次取りまとめで原子力委員会にやって頂いたことで大事だったことは、どんな報告書をまとめるのかという仕様を原子力委員会が示してくれたということだと私は考えるのです。だから、評価ができるということなのですね。仕様書がないと評価もほんとはできない。

だから、そのH3レポートっていうのは、増田さんが言うみたいに、まさにプロGRESS・レポートで、動燃が今までやってきたことが取りまとめられていただけであって、その評価をするというのも実は「その次の仕事をどうするのか」というような意味合いを持った傾向が結構強かったのかなというふうにいるのですが、梅木さんは、そのときはどこにいたのでしたっけ。

梅木 私もコアチームにおりました。私は先程話に出た性能評価に関わらせていただきました。地質環境と設計された工学的な構造物と、それらを組み合わせたシステムがどう挙動するかっていうのを数学的なモデルを使って表現しましょうということ、地質環境の情報とか、人工バリアをシステムとして全体的に統合するような形で解析する作業に携わっておりました。

ただ、当時は特に地質環境、深部の地質環境のデータというのは利用できるものがあまりありません

でした。原子力委員会でのちにレビューをいただいたときも、それ以降は深部の地質環境についてのデータを充実しろというようなことが、まあ、方向性としては示唆されたというようなことを今でも記憶しています。

先程、2つ申し上げたいと言った2つ目の点は、坪谷さんが先ほど触れられたインフラに関する事です。ENTRYSといったインフラ整備の中で忘れちゃいけないことはですね、当時の動燃ではあまり計算機システムが強くなかったということです。

ENTRYSができる少し前から、ワークステーションのように機能の優れたコンピュータで小回りの良くコンピュータがさかんに開発されていて、大型計算機でタイムシェアリングする集中型から小型分散化に移りつつありました。

坪谷さんのご尽力でENTRYSが始まる前後に、地層処分の特化したそういう分散型のシステムを整備していただいたことがH3のようなレポートをまとめるうえで非常に役立ちました。性能評価では結果を見ながら小回りの効く計算を何回もやらなければいけませんので、大型計算機にすべて託すとなかなかそれが効率的に進められないのですね。そういったこともあって、プログレス・レポートとしていろんな成果を取りまとめる条件はうまく整っていたのかなというような気が致します。

坪谷 私もよくいろんなところでお話するのだけれども、動燃で地層処分研究、まさに、第1次取りまとめ以降第2次取りまとめに至るなかで、非常に重要な役割を果たしたのは実はコンピュータシステムであつたと思っています。私が忘れられないのは、当時のそこら辺にある計算機では性能評価計算にどのくらい時間がかかるかわからないということを梅木さんから聞いたことです。いわゆるケー

スタディーをやるのに計算機が追いつかない。そうすると、やっぱり入れるデータも粗くなる、ということがいろいろな話で出てきて、忘れられないのです。

これも先程お話しした、外部の人たちに、そのシミュレーションをカラフルに見せるということではですね。今から比べると、まだまだ始まったばかりだったのですけれども、とにかく、お見せできるよになつてきた。その結果、やっぱりこのカラーな情報っていうのはものすごい情報能力を持っているということがわかつてきた。やはり処分研究、先程の箱物でない処分研究が多くの方のサポートを頂けるようになったのも、そういうビジュアルに見せられるという能力が梅木さんたちに相当蓄えられていたというふうに私は思っています。

梅木 まさにおっしゃるとおりです。今のことに少しだけ追加させていただくと、カラーでビジュアルにプレゼンテーションをするという方法を導入したのは、おそらくこの分野では国際的に見て日本が最初ですね。その後各国のプレゼンテーションが日本と同様にカラフル、ビジュアルになっていきました。我々がやり始めて、他の国が真似をしたっていうことは間違いない事実です。

聞き手 坪谷 隆夫

石黒勝彦氏インタビュー

—— 石黒さん、本日は主に第1次取りまとめ、通称H3レポートと呼ばれている報告書づくりの背景とその時のいろいろなご経験を語っていただけたらありがたいと思っています。

石黒さんは、そのH3レポートをつくるためのコアチームが動燃内部に設けられた時のメンバーでもあったということでしたが、その辺のところからお話ししていただければありがたいのですが。よろしくお願いします。

石黒 私が東海事業所から本社に移ったのが1988（昭和63）年でした。当時は内外で地層処分に対する様々な動きがありました。世界的な動きもあり動燃内部の動きもあり、そんな中で、このようなレポートのニーズが生まれてきたと理解しています。

具体的には、SKBのKBS13レポート、Nagraのプロジェクト・ゲベール、米国ではNASレポートなど地層処分の技術的実現性に対する包括的な報告書が次々と生まれてきました。それぞれの報告書作成の事情は国ごとに違っていても地層処分の性能評価を中心とした包括的な取りまとめというのが一つの流れだったと思います。

石黒勝彦氏（いしぐろ・かつひこ）

動燃でガラス固化技術開発に従事後、地層処分研究開発に参画し第1次取りまとめコアチームの主査（当時）。



石黒勝彦氏

原子力委員会の放射性廃棄物対策専門部会が策定した報告書『重点項目とその進め方』だったと思います。これは鈴木篤之先生が中心となってまとめられた報告書と記憶しています。

この報告書は、これまでの地層を選定するという考えでなくて、まず多重バリアシステムの性能評価を中心に研究を進めるという方向性を明確にし、研究開発の流れを変えた報告書だったといえます。動燃では当時、地質環境の調査研究や人工バリアの研究開発を行っていたわけですが、これまでの成果をもとに、日本でも地層処分の技術的可能性を総合的に評価するような報告書を作成する段階にきているということが、その報告書に書かれていました。それがH3レポート作成の一つのきっかけになったと

日本では原子力委員会が提示した5段階あるいは4段階の計画に従って可能性のある地層や有効な地層の選定など岩種とか地層の調査をベースとした研究開発が進められていました。その第1段階が1985（昭和60）年頃に終了したと思います。

しかし、その後は大きな進展はなかったと理解しています。そんな中で、日本でも性能評価を中心とした地層処分の研究開発の必要性が認識されてきて、それを進めようという機運が高まってきました。国の委員会でもそうでしたし、動燃の中でもそのような議論が行われました。

そのような研究開発を進める公的なきっかけとなったのは、

思います。

ちょうど同じころ、動燃の中でも同じような議論が行われていました。地層科学研究や社会環境研究とともに、性能評価研究を中心にした研究開発を進めるといふ動燃独自の方向性を示しました。それと国の方針がマッチングするような流れの中で、地層処分技術の実現性に関する報告書取りまとめの必要性というようなものが明確になっていきました。それを受けたのがH3レポートだったと理解しています。

—— コアチームのメンバーというのはどういうふうにして、あるいはどういう方たちが、そのメンバーとなっていたのでしょうか。

石黒 レポートをつくるという意思決定がなされてから、それではどのような体制でどのように進めるかということが社内でも検討されました。平成3年度末を目標につくるということから、時間も限られていたため報告書づくりに専念できる専任チームをつくることになりました。

報告書作成の中核となるコアチーム、当時は調整グループと呼んでいましたが、それと個別分野ごとのワーキンググループから成る取りまとめの体制がつけられました。コアチームは全員専任者で、若干後で変わりましたが、今は原子力規制庁にいる齋藤茂幸さん、現QJサイエンスの高瀬博康さん、JAEA東海事業所の内藤守正さんと私の4名が最初のメンバーです。

コアチームの仕事はワーキンググループを動かして報告書に反映する個別分野の研究素材を整備し、それを報告書に組み上げるまでの作業全体をマネージすることです。研究素材の整備は9つのワーキンググループが中心となって行いました。性能評価研究は分野が多岐にわたるのでさらに3つか4つのサ

プワーキンググループをつくって作業を行いました。後半の作業は技術情報を報告書に統合するうえで、の全体調整や報告書の執筆が中心になりました。そこでコアチームに各ワーキンググループの主要メンバーが加わって一緒に作業しました。

その時のメンバーは初期の専任者のほか、本社の佐久間秀樹さん、河村秀紀さん、東海事業所の梅木博之さんなどでした。梅木さんは東海事業所なのですが、1週間とか、2週間単位で東京本社に出張されていました。

—— つまり、コアチームの方々というのは東海に居られたということですか。

石黒 コアチームは、基本的には環境技術開発推進本部の中の処分研究グループの下にできたので、所属は東海であっても基本的な活動場所は本社です。ただ、関係者が集まって議論したり報告書の取りまとめを進める場所が必要だということで、当時の本社三会堂ビルの近くのカンペビルに居室、会議室を借りて、コアチームの居室、ワーキンググループの作業や会議の場所として使いました。

—— 話は戻りますが、原子力委員会が『重点項目とその進め方』を公表したのが1989（平成元）年、それから動燃内部に報告書づくりのコアチームを組織したのも平成元年ですよ。

石黒 専任チームなどの体制が正式に発足したのは1990（平成2）年度の初めですが、プランニングは平成元年から進めていました。

—— 平成元年に環境技術開発推進本部ができていますね。そこに処分研究グループ、地層科学研究グループ、それに社会環境研究グループという、3つの研究グループ体制を敷いて処分研究をきちんとやろうというふうになったと思います。そういう研究チームをつくって、それを支える現場サ

イドに東海事業所と中部事業所（現東濃地科学センター）があつて、先ほどのワーキンググループは東海を中心に来たのですね。性能評価を中心というか。そうすると、当時、レポートをつくるにあつたの東海側の研究というのは、専門チームをつくる前はどんな状態だったんですかね。例えば、ENTRYはまだないですよ。東海に処分研究といつても、今でもそういう人がいると思うけれど、東海で処分研究とはいつたい何だろうか、という時代ではなかつただろうかと思うけれど。

石黒 東海事業所の高レベル廃棄物処分に関する研究はガラス固化処理開発に関連するガラス固化体の特性評価に始まりました。それがガラスだけではなくて、人工バリアであるオーバーパック材料の腐食の研究、ベントナイトの緩衝材としての特性研究、核種挙動の研究、処分システムの設計研究へと範囲が広がっていきました。

どこでやっていたかという、工学試験棟という建屋があつて、ガラス固化のコールドの試験を行つていた建屋ですが、その一部に処分研究を行うチームの居室と試験施設がありました。人形から湯佐泰久さんが東海に移られて、人工バリアのナチュラルアナログ研究もこの頃始まりました。この頃に、本物の高レベル廃棄物を製造し試験に使用することができる高レベル放射性物質研究施設（CPF）でガラスの放射線影響の研究が進められ、その成果がH3レポートに反映されました。

今のENTRYに比べれば人員や研究設備も限られたものでしたが、H3レポートを支える人工バリアの基本的なデータの多くはこの期にこの施設を中心として取得されたこととなります。初めは細々とやっていた感がありますが、年ごとに試験設備や人員も増えて試験室や居室が手狭になってきたこともその後のENTRYの建設につながつたと思います。

性能評価という観点からは東海が中心ですが、ワーキンググループのなかには、地質環境の調査研究に関するグループがいくつかあり報告書作成上重要な役割を果たしていました。

日本の地質環境の特性、水理地質、地球化学など性能評価に供する地質環境の基本情報をまとめるようなグループがあり、その中心は武田精悦さん、清水和彦さん、柳澤孝一さんなど当時の中部事業所のメンバーでした。このプロジェクトは、性能評価中心といえども2つの事業所の成果を人材、知識を含めて集約するようなプロジェクトであったということもできます。

—— 確かにそうですね。一つ教えてほしいのは、当時まで動燃というのは常陽にしても再処理にしても全部、言葉は悪いですが、箱物づくりをプロジェクトの中心に据えてきました。それに対して、第1次取りまとめもそうですが、研究開発レポートというものが成果物だったわけです。そういう視点で何か印象に残っていることがありますか。

石黒 当時、処分サイトはもちろん本格的な地下研もなかった訳です。そういうなかで、日本での地層処分技術の実現可能性を示さなくてはならない。物で示すという事は部分的にはできるかもしれないが、地層処分システムの性能を時間的・空間的にトータルで示すことは不可能です。報告書でもってそれを示す、今でいうセーフティ・ケース作成のはしりみたいな作業ですね。そのような報告書をつくるために1989(平成元)年度に作成の方針とか、体制、要件などをきちんと決めて、1990(平成2)年度から一気に作成に走るといふ形がとられました。あらかじめ明確にすべきものを明確にしてから始めたということが作業を進める上で極めて有効だったと思います。それは当然、動燃内で役員も含めてコンセンサスが取れているわけですから後でブレることはありませんでした。

取りまとめというと一般のイメージは、知識なり、調査したものの、実験で得たものをまとめるというイメージなのですが、それだけではありません。もちろん、既にある情報は最大限利用するのですが、先に決めた方針なり要件に合うものが必ずしもあるとは限りません。そうすると、報告書に盛り込む素材を新たに作り出すことが取りまとめ作業の中に入ってきます。

報告書の主張を裏づけるようなエビデンスなり評価のための入力データ、評価の結果、場合によっては評価の手法も含めてあらためてつくっていかねばなりません。そこに、レビューしていただいた専門家の先生方のご意見を反映させるということも含め様々な知識を集約しながら、新たに情報をつくり出すというのが取りまとめ作業です。

—— 情報をインテグレーションできるほどコンピューターが発達している時代ではまだないですね。第1次レポートなので、第2次レポートに比べるとまだ本当にプレリミナリな作業だと思っただけ。当時、そういう情報、知識を集約していくツールのようなものは、今から約25年前になります。こういうものを駆使してうまくインテグレーションしていくようにしたのですか。

石黒 今は地層処分に関連するものでも内外の様々なデータベースが利用可能ですが、当時は本当に限られていたと思います。もちろん、JAEAのKMS（地層処分知識マネジメントシステム）のような地層処分に特化した知識・情報システムはありませんでした。基本は、文献情報の収集ですが、INS（国際原子力情報システム）などの文献検索システムを利用したり、専門機関に調査を依頼したり、NagraやSKBなどの報告書から情報を得たりしていました。放射性核種については、OECD/NEA（経済協力開発機構・原子力機関）の熱力学データベースや収着データベースも利用しました。

収集した情報はすべてが使えるわけではなく、そこからレポートの評価体系に合致するようなモデルデータセットとして統合していく作業が必要になりました。必ずしも必要なデータが入手できる訳ではないので、実験やモデル計算で新たにデータ取得したりもしました。

例えば、深部の地下水化学データは調査機器の開発から必要だった訳で動燃でもそのような装置開発を行っている段階でした。性能評価に使えるデータには限りがあるので、地球化学計算で組成やpH、Ehなどの代表地下水の化学情報を設定することにしたのです。動水勾配の幅も日本の地形勾配のデータを基に様々なモデルケースを設定して評価しました。

このような性能評価で用いるデータセットを作成する作業は、日本の場合、幅広い地質環境を想定しなければならず、しかも先例がある訳でもないのでH3レポート用のものを新たにつくる作業になりました。

—— 確かに、今おっしゃったモデル化の作業の中で、例えば地質環境モデルでは、第2次取りまとめの基礎をつくったと評価されていると思いますが、そういうことが可能になったのは、結局は『重点項目とその進め方』の中で、ニアフィールドをしっかり見据えて、特に処分の観点からはニアフィールドの部分都非常に大事なものであるということがあって、単なる地質に関する研究ということではなくて、処分の観点からの地質を見るというようなことができるようになったということが背景にあると思うんです。例えば、放射性核種の振る舞いについても、当時OECD/NEAがデータを持っていたわけですが、それが日本の処分研究の視点からどのくらい使えたものなのですか。

石黒 OECD/NEAの場合は、データバンクという組織があって、そこで溶解度計算などに必要

な熱力学データのデータベースを進めていました。その頃、動燃の油井三和さんがそこに派遣されてデータベース化の仕事をされていましたが、その油井さんが帰国されてH3レポート作成に参画されることになったのでNEAの情報も有効に使うことが可能になりましたし、油井さんが習得してこられた地球化学計算手法が非常に役に立ちました。

NEAには核種の収着データベースもありますのでそれとも使いました。収着データベースには日本からも原子力安全研究協会の専門委員会を通じてデータを送って編集に協力していたと思います。ただしこれも当時必要な情報がすべて揃っていた訳ではありませんでした。

話は飛びますが、こういう報告書をつくるという話以前に、日本の中では、地層処分とは何なんだということが有識者の間でもまだまだ議論があったと私は理解しています。そういう中で、平成元年であったと記憶していますが、当時動燃の林政義理事長はしかるべきところで動燃のやっている処分研究を紹介したいという非常に強い意志を持っていました。そのためにまず報告書をつくれということを言われていました。それが、先ほどの話にもありましたように原子力委員会の中でもちゃんとした報告書をつくるようにいわれました。ただしその当時の報告書とはプロセス・レポートであって、まだどのような報告書をつくるというような具体的な指示というのは原子力委員会からはなかったと思います。その時に、先ほど石黒さんが言われたように、どんなレポート内容にしようか、ということをお社内でも議論されていると思うのですね。その議論というのは、どういう感じでやっていたわけですか。技術者だけでその議論をされているのですか。

石黒 報告書の基本的な要件や枠組みについては、当時の処分研究グループ内でリーダーの増田さん

やサブリダーの大沢正秀さんが中心になってグループ内で議論して素案をつくり、環境本部、さらには役員を交えた理事会で意思決定していったように思います。

報告書作成の前提や主要なメッセージなど6項目くらいが基本要件になっていました。この要件をベースとして、報告書を構成する概略の章立てと記載内容、情報の出所、報告書で示すことができる範囲など報告書の大まかな枠組みをつくりました。これらは報告書作成体制ができる前に意思決定されていたので、我々取りまとめチームはこれを具体化する実務計画をつくって実行すれば良かったのです。今から考えると具体的な作業にかかる前のマネジメントが非常にしつかりしていたと思います。

—— いずれにしても、自分たちで、動燃自身でどういうことをレポートに盛り込めばいいかということを実論に議論されて、それに東海を中心とした研究陣が応えられるような意思決定のメカニズムというものがあるという中であつたということだと私は思います。報告書ができたのは1992（平成4）年だったですかね。

石黒 公表したのは平成4年9月でした。

—— 私の知っている限りでは、原子力委員会はプログレス・レポートでいいんだというふうにあるところまでは思っていたわけですが、ある時から原子力委員会として評価する、評価してあげるというふうに変わったと思うんです。原子力委員会にその報告書を提出されているわけですけど、その評価プロセスはどんな感じに石黒さんは記憶されていますか。

石黒 第2次取りまとめの時のような特別な評価委員会は設置されませんでした。専門部会の下に鈴木先生を中心とする専門家チームをつくって評価がなされたように思います。専門家チームは地質学、

地理学、土木工学、資源工学、原子力工学、金属工学など関連する専門分野の先生方から構成されました。

——その後すぐに評価をして、その評価結果を原子力委員会としても是とする、大変好ましいとして、すぐに第2次取りまとめに向けて具体的にどうするんだ、どのように処分事業を進めて行こうかとか、そういう議論の具体的な号砲が打たれた。H3レポートを基に前に進もうという状況になって、このレポートの役割というのが非常に重かったと思うのです。日本ではそうだとしても、取りまとめられた石黒さん達はその後国際会議などでH3レポートの報告をされて、海外からのレビューも事実上受けられていると思うのだけれども、どんな会議に、どのくらいの回数、そういう海外報告というのをされたのですか。

石黒 海外レビューチームをつくってまでのレビューは行われませんでした。報告書が完成してから英語版をつくって、それをベースに様々な機会に報告書の内容を紹介していったように思います。

まだ報告書作成の途中でしたが、1992（平成4）年の終わり頃だったか、地層処分の実施主体や研究機関の多くが会するラスベガス会議というのがありまして、それに発表しました。まだ報告書の大筋と盛り込む内容の基本的な部分ができただけの段階で、最終的なものと比べると計算結果も違っていましたが、地質環境条件の設定から始まりニアフィールド部分の性能の重要性を評価結果で示したような内容でした。健全な人工バリアと10メートルの厚さの天然バリアとの組み合わせでもニアフィールド性能としてかなり有効に働くという結論で、当時10メートルプロジェクトなどと呼んだりもしていました。

日本が国際会議の場で総合的な性能評価の結果を示すことはそれまでなかったわけですから、周りのリアクションはかなり好印象だったということを発表した高瀬さんから聞いています。

報告書の内容は、協力関係にあったDOE（米国エネルギー省）関係機関やNagraなどに情報提供していましたが、OECD/NEAの会合でも報告したと思います。後にOECD/NEAの専門グループが取りまとめた世界各国の性能評価書を比較分析したレポートがあります。後でH3レポートも取り上げられています。またAECCL（カナダ原子力公社）も同じような比較評価レポートを作成していますが、これにもH3レポートが取り上げられていました。海外の安全評価書やH2報告書に比べればまだまだ初歩的な内容だったと思いますが、日本の地層処分概念もある程度認知されたのではないのでしょうか。

海外レビューというと、作成の途中ですが、Nagraのイアン・マッキンレーさんが確か2カ月前から動燃にいられて、全般にわたってレビューし、様々なコメントを残していかれました。非常に厳しいコメントが多かったですね。もちろん評価された部分もありましたが、論拠が弱い、完全に間違っている、一貫性がないなど今でいうダメ出しを容赦なくもらいました。彼はその時のやり取りをまとめたマック・ノートという数センチの分厚いノートを2冊残しています。あと、ゴルダーアソシエイツのトム・ドーさんが2カ月前くらい動燃に滞在されて地質環境や水理の分野中心にコメントされていきました。

—— それもつくる過程ですね。今でいうとドラフト段階にもらったわけですね。ラスベガス会議といえ、当時処分関係ではかなり有力な国際会議で、アメリカが非常に元気な時代の国際会議と記憶しています。そういう所でも報告されたり、いい意味での批判を受けられて、あわせてイアン・マッ

キンレーさんにしても、トム・ドーさんにしても。まだ、伺っていないのですが石黒さん達は当時何歳ぐらいだったですかね。

石黒 25年前ですから38歳ですかね。佐久間さん、梅木さん、河村さん、齋藤さんなどの中心メンバーもその前後の年齢だったかと思えます。内藤さんや高瀬さんはずっと若い世代でしたが。

—— イアン・マッキンレーさんだって、30代後半。だから、24時間続けて仕事してもまだ十分、翌日も仕事できるくらいの若さですよ。だから、みんなものすごくアクティブなときに、一堂に会する、あるいは意見交換することができたというのはある面ではプロジェクトとしては大変ラッキーというか、だからこそできたという気がしなくてもいいですね。

一方で、英語版をつくるにあたっては、処分研究でも指導的なお立場の京都大学の東先生が大変熱心に、こういう報告書をつくるのであれば英語版もつくらなければ駄目だということをご指導いただいていたと思います。

石黒 さっきの体制のことにもう一度触れますが、集中して取りまとめを行う環境、体制をまず整備したことは、非常に有効な方法だったと思えます。そのような方法が第2次取りまとめやTRUレポート作成時にも引き継がれていると思えます。NUMOでの取りまとめも同じですね。

前にもお話ししましたが、報告書に使う素材の整備という部分については、事業所メンバーが中心となったワーキンググループの活動が中心となりました。ワーキンググループメンバーの選出はもちろん事業所と相談しながらやりましたが、ここはかなり神経を使いました。

メンバーはその分野の専門家でライン研究をやっている方です。実際に作業が必要になった時にはラ

インにお願いしてやってもらわなければならないので、やはりラインでそのようなポジションにある方をヘッドに選びました。その他、全部ではないですが、ワーキンググループにはメーカーの方もメンバーに入っていたいただきました。中部、東海、本社を含めて30人以上の動燃のメンバーがいろんな形で取りまとめ作業に参画するようになっていました。

—— そうなんです。石黒さん中心のコアチームやワーキンググループをつくったとしても、それはラインとは違う横串的なもので、臨時のチームという感じではなかったかと思うのです。先程言われた、いうなればラインイコール縦の責任体制というものなんでしょうが、依頼された仕事をしっかり責任を持ってできるようにするには、専門的な個人と話をするだけではなくて、例えば係長さん、課長さんなり、そういうところにしつかりと話をしておかなければならないとか、また、ただすれば良いというのではなくて、その仕事の意味などをしつかりと説明しなければならない、結構気を使うことだったんでしょね。

石黒 ワーキンググループの活動を含め取りまとめ作業を進めるには、まず事業所の協力を得なければなりません。また事業所間や研究分野間の連携が必要です。分野間の連携を妨げるものとして今でも時々話題になる理学と工学の間の壁というのがあります。

例えば、地質学を学んできた人は理学的センスで物事を考えます。設計や性能評価の分野では、サイエンスをベースとしながらも簡略化やアブストラクションなどの割り切りが必要になります。幸いにしてH3レポートの作成過程で大きな障害はなかったと思いますが、方法論の違いは素材整備の段階で表れていたように思います。

地層処分の取りまとめ報告書を作成する際には、必ずこういう分野間の連携や統合の問題が出てくるので、そこをうまくやるには全体マネジメントの役割が重要かと思えます。

それは今でもプロジェクトを進める時に必ず遭遇する大きな課題だと思えます。データをつくる部分、プライマリーな知識を創出する部分とインテグレーションの知識を創出する部分とでは必ずその所の調整は苦勞すると思えます。特にH3レポートの頃、今石黒さんは柔らく言われたけれども、動燃の中の理の最たるものは地質分野ですよ。工の最たるものは、高速炉をつくったりするエンジニアの部分だけでも、そこに処分という新しい、まだ工として確立できていない領域のプロジェクトが入っていると、理の方も処分技術とは一体何なんだと十分理解できていないという状況の下で苦勞しているのではないかと思えます。第2次取りまとめをつくる段階では、その点は社内での理解は少しは深まっていたという感じなのですかね。

石黒 理学と工学の話とも関連しますが、地質環境の調査・研究、設計・工学技術、性能評価研究といった3つの研究分野の観点からも分野間の連携が重要です。こういう取りまとめを行う場合に、それぞれの道を進むという形になると一貫性のない最悪の取りまとめケースになってしまいます。ただ、初めに分野間に壁的なものがあつたとしても、H3レポートやH12レポートのような取りまとめのプロジェクトの中で議論や情報のやり取りを繰り返すうちに相互理解は進んでいくものと思えます。

—— 確かにそうですね

石黒 もう一つ、これも分野間の連携に関する話ですが、上流と下流という考えがあります。地質環境条件を設定して、それに基づき処分システムを設計して、性能評価を行うという流れにおいては地質

環境条件の設定が最上流です。上流側は後の工程に影響を与えるという意味で重要なのですが、下流側に受け渡してそれで終わりではなく、後の工程にも関心を持ってほしいと思います。

また、フィールドバックということも含めてその逆もいえます。自分が設定したデータセットがその後どこでどう使われるか、自分のポジションの意味、自分のやっていることが何に影響を与えているのか、セーフティ・ケースの中での位置づけをよく認識しながら取りまとめに関与することが重要だと思います。

—— 今おっしゃったセーフティ・ケースのことですが、第1次取りまとめをつくる頃は、スイスといえどもセーフティ・ケースという概念は地層処分分野ではまだ使ってなかったと思います。セーフティ・ケースがまさにそのインテグレーション、社会まで視野に入れた処分技術の信頼性を示すインテグレーションだろうと思うのだけでも、関わる専門家の分野が非常に幅広いプロジェクトのマネジメントというものの重要性が際立つ分野だと思います。他にも、こういうことを言っておこうということがありますか。

石黒 ワーキンググループが素材づくりの中心的役割を担っていましたが、報告書の良し悪しは素材部分によるところが大きいと思います。その素材をつくるうえで様々な分野の先生のレビューを受けています。

当時、分野ごとにご指導をいただく囑託の先生が東海と中部で16名ほどいらっしゃいました。囑託の先生方も含め30数名の先生方にご意見を伺いながら素材づくりを進めました。囑託の先生以外では、地質だったら松田時彦先生や平朝彦先生、水理だったら小島圭二先生をはじめとして、各分野の大御所の

先生もレビューメンバーになっておられ、ご意見をいただきました。厳しいご意見をいただきましたがそのようなレビューの過程で素材の信頼性が高まったと思います。

—— 例えば素材づくりで、今、嘱託とおっしゃったけど大学の先生方ですか。

石黒 そうです。嘱託の先生方は、日頃の研究開発についてご指導いただく大学の先生方です。東海で6名、中部で10名いらっしゃいました。

—— 大学の先生方の協力はもとより、例えば原研（日本原子力研究所）とか当時の地質調査所（地調）の人たちの協力というのはこの第1次取りまとめのときはどの程度のものでしたのですか。

石黒 残念ながら、高レベルは動燃、低レベルは原研というような役割分担のイメージがあつたりして、実際に原研との交流の機会はなかなかつくれませんでした。その結果、報告書に原研の研究成果の引用が少なくなつてしまい、後から引用文献を見直したこともありました。地調は一部の先生にはご協力いただいたようですが組織的な交流の機会はなかったように思います。組織間だとうまくいかないこともあるので、この分野の専門家や研究者にお集まりいただいてご意見を伺うための情報交換会を東海事業所で開催しました。

ワーキンググループで研究素材ができた段階で大学の先生方、学生、国立研究機関や民間の研究者など約60名をお招きして、ワークショップ形式の研究交流会を開催しました。動燃側からも60名ほどが参加して、報告書を構成する主要な題材について時間をかけて議論することができました。

—— 民間企業からはどのくらいの協力が得られていたのですか。

石黒 当時、動燃には大勢の民間企業から出向者がいらつしかったです。そういう方々の多くは、H

3レポートの作成に主体的に関わっておられました。コアチームの河村さん、齋藤さん、高瀬さんなどが代表例ですが、出向者の方々はレポートの取りまとめに大きく寄与されたと思います。また、民間企業には報告書のための素材を新たにつくるいくつかの部分で委託による協力を頂いていました。例えば、当時実験などは内部でも行っていました。設計機能や一部の実験機能、解析機能が十分でなかったことで、ゼネコンやエンジニアリング・メーカーにご協力いただきました。また、海外事例を中心に様々な観点からの事例調査が必要な場合があり民間の総合研究所にもお世話になりました。また、民間の専門家としてワーキンググループの会合に参加いただき、ご意見を伺うこともありました。海外の機関では米国のPNNL（パシフィックノースウエスト国立研究所）とは共同研究協力を進めていたので、そういう所からも協力をいただきました。

—— 大学、研究機関、民間企業に多くの人材が育成され、今も現役で指導的な役割を果たされている方が多いということですね。そのことがH3レポートのとりまとめの大きな成果でもあったのですね。

石黒 最後にもう一つ、申し上げておきたいことがあります。特に、これからこの種のプロジェクトに参加する機会のある若い人へということですね。こういう包括的報告書の取りまとめというのは非常にタフな作業です。主張を裏づける科学的な論拠を駆使しながら新たな物を創出するという作業で、論理矛盾は許されない非常に厳しいプロセスです。計画通り作業が進むのはむしろ稀で、毎日のように問題が起こって、それを解決しなければ先には進めません。というように大変なことがあるけれども、そのような過程の中で新しい発見や今までになかった新しい知見を創出する喜びがあります。

科学技術分野の人にとっては面白みもあり、苦しいけどワクワクする場面が多々あると思います。機会があればぜひ参画して欲しい。経験を積んでから参加するのも良いけれど、できれば若い時から何度も経験して欲しいと思います。

ただ、そういう機会が必ず訪れるかどうかはわかりません。マネジメントの人たちにとってそのようなチャンスをつくることも重要だと思います。このようなセーフティ・ケースの取りまとめを定期的に繰り返し行っていくことは地層処分を進めるうえで重要な戦略の一つでもあるので、ぜひマネジメント層の人たちにはこのことを考えていただきたいと思います。

2016（平成28）年6月

第4章

第2次取りまとめ

(H12レポート)

1. 第2次取りまとめの社会的側面

社会とのコミュニケーション ENTRYが重要な役割

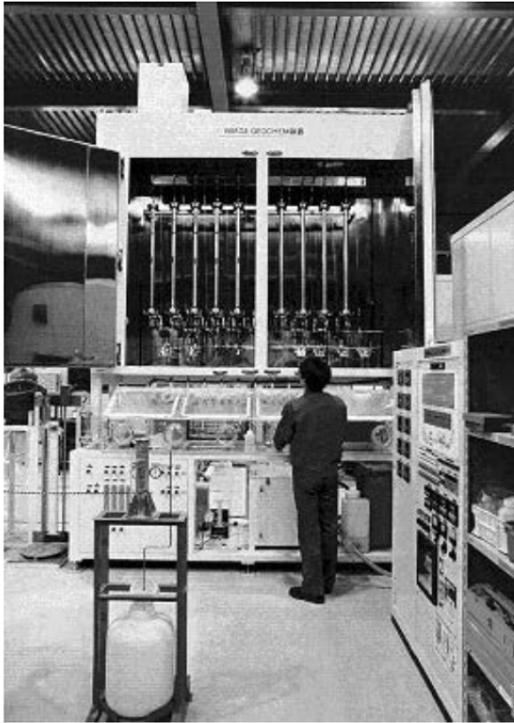
坪谷 日本は、情報発信力、英語国に対する情報発信力が常に弱い国なので、地層処分の研究開発分野で海外諸国と非常に密接な関係ができていくのも、やはり情報発信ということに皆さん方が大変努力をされたからだと思います。

また、海外との関係とは別に、地層処分研究開発の状況について社会とのコミュニケーションにも相当努力をされていたと思います。おそらく、発信をするのもそう簡単ではなくて、ずいぶん苦勞されたと思うのですが、それについて研究プロジェクトリーダー増田さんは何か印象がありますか。

増田 ENTRYの話の中で、多くのお客さんが来たという話が出ましたが、議員、歴代の科学技術庁長官、原子力委員長代理、電力の社長、電事連会長など、多くのVIPが視察に来られました。

来られた皆さんは、最初何を見せられるのかわからずに来られているのですが、例えばENTRYの中にイメージ・ジオケム（IMAGE-GEOCHEM）といって、地下水の成分をつくり出すような装置があったのですが、そこで地下水ってというのはこうやって形成されるといことを、実際にカラムの中で再現して見せたり、コンピューターシミュレーションで地下での放射性物質の動きを見せるのです。

そうしたのを見た皆さんがおっしゃるのは、地層処分ってこういうことだったのですね。地下を見に行くのだと思っていたらすごい科学を見せられたって。ENTRYに4年ぐらいいた間、多くの方を案内する際、こんなものを見せて怒られるのではないかと最初のうちは思いましたけれども、見学後に結局地層処分っていうのは科学なのだということがわかったという感想をいただいて、そういう意味では非常に役に立ったのだらうと思いました。



イメージ・ジオケム

坪谷 増田さんに伺いたいのですが、地層処分の研究開発の中で、鈴木先生のご指導もあって、早くから動燃が、地層処分というのは社会がしっかりサポートしてこないと前に進めないよねという話があつて、当時の環境技術開発推進本部の中に社会環境研究グループというのを設立しましたよね。これには石渡理事長の指示もあつたかと思えます。おそらく処分研究の中にそういう社会科学に注目した研究グループをつくつたのは動燃が最初だらうと私は思います。

増田 そうですね。

坪谷 こういう研究グループ、もちろん研究そのものは米国で大変な発達をしていました。特にリスコムニケーションについて、その当時から論文がかなり出ていて、日本の原子力界では、残念ながらリスコムに注目したような研究っていうのはあまり組織的に行われてこなかった。今日までそれが一つの日本の弱点でもあると私は思っています。

増田 坪谷さんが紹介されたように、社会環境研究グループを環境本部の中におきました。確か初代の責任者には、坪谷さんが就かれたのではないかと思えます。これは何がきっかけでできたのかっていうと、当時動燃の外側にはOBも含めてお目付け役の先生方がたくさんいらして、川上幸一先生や田中靖政先生と動燃OBの天沼僚先生から、動燃は秘密主義で何やっているのかわからん、もっとオープンにするべきだ、といった意見書が向坊隆原子力委員長代理に出されました。

動燃にとつては昭和の時代の最終処分地選定に向けた地層調査を考えると耳の痛いご指摘でした。平成になってから、ENTRYの構想も地層処分研究を見える化するということだったですし、さらにその頃にはもうそろそろ2000年レポートをまとめなければいけないという時期でしたが、2000年レポートで本を積み上げてもしようがないかと考えました。

そこで社会環境研究グループの人たちを中心になって、「ジオフューチャー21」という、コンピューターシミュレーションとモーションアクションを組み合わせて、見学者が地層処分を体感できるようにという狙いの装置を東海のPR館に設置しました。地層処分は科学を題材にしますが、それを実際に処分場という「もの」につくりあげるのはずっと先になるのですけれど、その段階に行きつくまでに、一般の方々に地層処分の正しいイメージをつくってもらうことは非常に重要な仕事だと思います。そのイ

メージをつくるという仕事のために、コンピューターシミュレーションは有力なツールになると思っています。

それとは別に、地層処分に従事する専門家のコミュニケーション能力を高めることも重要な側面だと思います。

坪谷 確かにそうですね。今、川上先生の話が出たのですが、当時川上先生とかあるいはもう既に故人になられたいろいろな方が、私どもの地層処分研究を実はサポートしていただいて、いろんなところで、それこそそういう方たちが情報発信をさかんにされていたというふうに思います。川上先生や、あるいは田中靖政先生という多くの方がこの地層処分研究の今の姿に至るプロセスの中で、いろいろなサポートをいただいているのですが、そこらあたりを増田さん、何かご紹介いただけますか。

増田 先程申し上げたように、先生方が意見書を出されたっていうのも、そういう活動の中からなのです。川上先生とそれから動燃OBで初代の廃棄物対策室長だった天沼先生が中心になって、政策科学研究所（当時）に地層処分研究会がつけられました。そこには、動燃OBの村野徹さん、それから同じく動燃OBの武藤正さんが中心になられ、坪谷さんと私も常時参加ということで呼ばれていました。

研究会のプロダクトはいろいろあるのですけども、もっと世の中に出たらいいなと思っっているのは村野さんがまとめられた放射性廃棄物管理の「管理」の意味合いについての解説です。日本語では、マネジメントもコントロールも同じ管理と訳しているけれども、それが地層処分に対して非常に大きな誤解を招いている日本語であると指摘されています。

マネジメントというのはコントロールの意味での管理ではなく、コントロールの意味の管理はごく

一部であって、あらゆる組織的な活動をマネジメントの意味の管理というのだ、だから、その組織的な活動の結果として地層処分があるという意味だけれど、残念ながら、日本語としてうまく言葉がないために、常に管理と訳されて、逆に人々は処分というと面倒を見ない、投げ捨てと同じだと、そう捉えられる。地層処分はむしろコントロールを放棄するためのマネジメントの一環なのだと。既に、政策科学研究所はなくなつたのですけれども、この研究会のレポートはウェブで手に入ります。

武藤さんももとは地質屋さんで、人形峠で人形石という新しい種類のウラン鉱を発見された非常に優秀な技術屋さんですけれども、核燃料部長をされていたころから地層処分に興味を持たれて、独自に外国の論文を多く読まれました。政策科研の地層処分研究会では、特に将来予測の不確実性について非常に丁寧な論考をまとめられています。

村野さんは我々が地層処分を始めるはるか前、日本で最初に高レベル廃棄物の研究を始められた方で、米国のオークリッジ研究所がいろいろな地層処分概念の研究をやっていた頃にオークリッジに留学された経験のある地層処分研究のパイオニアです。

冒頭、話に出たナチュラルバリアを自然のバリアと訳さなかったために自然に働く作用という肝心な概念が伝わらない、また、人工バリアっていうと人がつくった頼りにならないものという印象など、概念を日本語としてうまく訳さなかったために伝わらない例が多いが、一番大きな問題として「マネジメント」を示す日本語を探さなければならぬということを村野さんはいつも話されていました。

この問題は今でも残っていますので、概念を正しく表す言葉にしなければいけないということは、地層処分に限らず、コミュニケーションのなかで非常に重要だと思えますね。

坪谷 特に、マネジメントとコントロールはそうですね。別の対比としてトラステイとコンフィデンスがありますが、これもどちらにも信頼と訳します。

増田 たくさんありますね。リライアビリティも……。

坪谷 さっきのマネジメント、コントロールも、社会との情報の共有というところを十分に捉えず、管理という1つの言葉にまとめちゃったと。同じような意味で地層処分っていうのも処分っていうね。

増田 そうそう。

坪谷 デイスポータルを、まあ、何の心配もなく「処分」と訳した。未だにそこをもちといた言葉はないかというのがたしかにあるんですよ……。

増田 性能評価もそうなんです。ずっと性能評価というべきだったのに、安全性評価ならまだしも、いつの間にか安全評価になっている。アメリカは未だに性能評価、パフォーマンス・アセスメントって言いますよね。

事業化に向けた準備の開始

坪谷 やつぱり用語の使い方っていうのはその基になっている考え方というものと合わせて、その用語をつくっていかなきゃいけないっていうのが大きな反省だろうなと私は思います。実はその頃、その政策科研がいろいろな勉強会をされている頃に、ちょうど1995、6年かな、日本でも地層処分の事業化を準備しなきゃいけない時期にきている。それも第2次取りまとめの作業がその頃すでにある程

度姿を見せだしているということもあって、そろそろ事業化の準備をはじめた方がいとなりました。

まあ当時の科学技術庁の政策担当部局も、そういうところを大変意識をされて、原子力委員会との調整にも当たりだした訳ですけれども、一方で、電気事業者の人たちもそういう流れの中でやはり事業化を自分たちとしても検討しようというふうになってきたと思います。その辺のところは、高レベル事業推進準備会（SHP）という組織が科学技術庁、資源エネルギー庁、動燃、電事連の四者によりつくられました。その初代専務理事を務められた鈴木康夫さんからSHPがその役割を終えた2000（平成12）年7月14日に「ご自身でワープロに打ち込んだ」（鈴木康夫氏談）SHPの活動記録を寄せていただいております。

この記録は、地層処分の事業化準備の状況を示すものとして貴重な資料であると思いますので同氏の了承のもとに掲載いたします。

高レベル事業推進準備会のあゆみ

高レベル放射性廃棄物対策の推進を図るため、任意団体の「高レベル事業推進準備会」が科学技術庁原子力局長、通商産業省資源エネルギー庁長官、動力炉・核燃料開発事業団（以下「動燃」）理事長、電気事業連合会（以下「電事連」）会長の四者による「高レベル放射性廃棄物対策推進協議会」のもとに設置されたのは、1993（平成5）年5月のことだった。

準備会設置から7年余りを経た2000（平成12）年5月31日に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、高レベル放射性廃棄物処分の実施主体が設立されることになり、資金確保策も講ぜられることになった。実施主体設立のための準備組織が設置されることになったことから、当準備会は与えられた使命を終了し、先般、高レベル放射性廃棄物対策推進協議会の決定を受け、解散することになった。

後年、何らかの機会に当準備会についての記録が必要とされることも考慮し、その間のあゆみを簡単に記しておきたい。

（一）高レベル事業推進準備会設置の経緯

放射性廃棄物の処分の道をつけるという問題は、原子力発電を長期に利用するとすれば、避けて通る

ことのできない課題であり、わが国の原子力委員会が決定する「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画（以下「原子力長計」）」でも重要課題とされてきた。

① 原子力長計、低レベル放射性廃棄物処分の事業化と高レベル放射性廃棄物処分

a. 1982（昭和57）年原子力長計の考え方

昭和57年原子力長計では、「低レベル放射性廃棄物の処理は事業者等の責任で行う」としたが、「再処理から発生する高レベル放射性廃棄物については、安全な形態に固化処理し、一時貯蔵した後処分するものとする。・・・（中略）・・・処分については、長期にわたる隔離が必要であること等から国が責任を負う」とした。しかし、国が責任を負うという中身は明確ではなく、国が監督する責任か、安全規制の責任か、処分事業遂行の責任かなど、いろいろと議論があった。しかし、処分方法については「地層処分およびこれに関連した研究開発を進める」と書かれており、地層処分という方向性が明確になってきた。

b. 低レベル放射性廃棄物処分の事業化の進展と高レベル放射性廃棄物処分問題への着手への要請

低レベル放射性廃棄物処分については、再処理、濃縮とともに1984（昭和59）年に電事連が青森県と六ヶ所村に立地の申し入れを行い、1985（昭和60）年には青森県と六ヶ所村から受諾の回答を得た。また、従来再処理の事業を行うものとして活動していた「日本原燃サービス株式会社」に加え、1985年には「日本原

鈴木康夫氏（すずき・みちお）

東京電力㈱理事・原子力本部副本部長、高レベル事業推進準備会専務理事等を経て原子力発電環境整備機構専務理事を務める。

燃産業株式会社」が設立され、低レベル放射性廃棄物処分事業と濃縮（加工）事業の実施主体とされた。

1986（昭和61）年には、原子炉等規制法の改正が行われ、「廃棄の事業」が創設され、低レベル放射性廃棄物処分の事業体制が整った。

低レベル放射性廃棄物処分の事業化が進んだために、高レベル放射性廃棄物処分問題への取り組みの遅れが一層問題とされるようになったが、動燃幌延の貯蔵工学センター計画が難航する一方、いくつかの検討委員会でも高レベル放射性廃棄物処分問題の検討はぐるぐる回りで先送りの感が否めず、「ルームランナー」などと悪口を言われるほどだった。

c. 1987（昭和62）年の原子力長計における高レベル放射性廃棄物

低レベル放射性廃棄物処分や再処理、濃縮などの立地問題の見通しがついたのちの1987年の原子力長計では、「高レベル放射性廃棄物については、安定な形態に固化し、30～50年程度冷却のための貯蔵を行ったのち、深地層中に処分することを基本的な方針とする。処分が適切かつ確実に行われることに関しては、国は責任を負う」とした。

この原子力長計策定の検討時には、従来、動燃を中核として考えられてきた高レベル放射性廃棄物問題への対応が、一方では、六ヶ所村への核燃料サイクル施設の立地の進展、片や幌延の貯蔵工学センター計画の難航という周辺情勢もあってか、原子力長計上の表現が大きく転換した。しかしながら、「処分が適切かつ確実に行われることに関しては国が責任を負う」ということに關して、国が具体的にどういう責任を負うのかははっきりしないままであった。

②高レベル放射性廃棄物対策推進協議会と高レベル事業推進準備会の設置

a. 高レベル放射性廃棄物対策推進協議会

1987（昭和62）年の原子力長計の策定後、原子力委員会は傘下の「放射性廃棄物対策専門部会」の下に、1991（平成3）年7月から「高レベル放射性廃棄物対策総合計画委員会（生田主査）」を設置した。

総合計画委員会の検討の過程で、高レベル放射性廃棄物対策の総合的な推進の必要性が訴えられ、1991（平成3）年10月に「高レベル放射性廃棄物対策推進協議会」（いわゆる「四者協議会」）の設置につながった。高レベル放射性廃棄物対策を進めるためには、今までのような実務者レベルの委員会方式で検討しているだけでは進まないという認識があった。また、青森県をはじめ、原子力関係県や全国原子力発電所所在市町村協議会などからの強い処分対策推進の要請にもこたえる必要があった。

しかし、関係四者の繁忙な責任者を集めた協議会は、会合の開催はなかなか難しく、実務的な進展をはかることは困難であった。

b. 高レベル事業推進準備会（SHP）の設立

1992（平成4）年8月には、原子力委員会のもとに、上記「総合計画委員会」が報告書を公表し、「高レベル放射性廃棄物対策推進協議会においては、実施主体の組織形態等の検討を速やかに行い、準備のための組織をできる限り早期に発足させることが望ましい」とした。同日、原子力委員会委員長は「中核となる組織を早期に設置すべきと考える」との談話を出した。

当時、電事連の「放射性廃棄物対策検討委員会」では、この報告を受けて検討し、1992年10月、仮の名称として「高レベル放射性廃棄物処分事業推進準備会」の設置を考えることにした。識者から「高レベル放射性廃棄物処分」という言葉の与える印象があまりにも強すぎるとの意見があり、「放射性廃棄物処分」という部分を削除することとなった。

電事連が規約案をつくり、科技厅、通産省、動燃との間で折衝が行われた。年度内の1993（平成5）年3月に設置の予定で準備を進めたが、結局四者の協議会を開催し「高レベル事業推進準備会」が任意団体として発足したのは、1993年5月28日だった。

英文名称は、「Steering Committee on High-Level Radioactive Waste Project」、略称「SHP」とした。この組織は四者協議会の同意の下に設置された。

SHPの業務は「事業化計画に関する事項」「立地に伴う地域振興に関する事項」「実施主体の形態・業務に関する事項」の調査・研究、さらに「広報に関する調査・研究ならびに広報活動」であり、規約に明記されている。

SHPは高レベル放射性廃棄物の処分手業の準備の円滑な推進のための検討組織でありSHPがそのまま実施主体に移行するものではない旨も規約に明記された。人員は9電力・日本原子力発電などから設立後に10名、事務所は大手町ビル4階においた。動燃（のちに核燃料サイクル開発機構）も加わり、最大で18名となった。

会長は、初代林政義氏（元中部電力副社長、元動燃理事長、当時原子力委員）、第2代は下邨昭三氏（元科学技術庁事務次官、元日本原子力研究所理事長、当時日本原子力研究所顧問）であつ

た。

c. 1994 (平成6)年の原子力長計・原子力白書とSHP

1994年の原子力長計では「国は、処分が適切かつ確実に行われることに対して責任を負うとともに、処分の円滑な推進のために必要な施策を策定」と記するとともに、「事業活動等に伴って生じた放射性廃棄物の処理処分の責任については、各事業者等が自らの責任において処理処分することを基本」とするとの「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の考え方を取り入れた。

また「高レベル放射性廃棄物は安定な形態に固化したのち、30～50年間程度冷却のための貯蔵を行い、地下の深い地層中に処分することを基本」「2000年を目安に実施主体を設立」「2030年代から遅くとも2040年代半ばまでの操業開始を目標」「動力炉・核燃料開発事業団は、当面、研究開発・地質環境調査の着実な推進を図る」「電気事業者は処分に必要な資金の確保のみならず、研究開発の段階においても、高レベル放射性廃棄物の発生に密接に関連する者としての責任を十分踏まえた役割を果たす」「実施主体については、高レベル放射性廃棄物対策推進協議会の下に設けられた高レベル事業推進準備会において、実施主体の在り方についての検討やその設立に向けた準備を進めていく」「実施主体は処分候補地の予備的調査、処分予定地の選定、サイト特性調査、処分技術の実証、処分場の設計、事業申請を行う」と記し、原子力長計上の記載もかなり具体的な表現をとるようになってきた。

SHPは、原子力長計上に書かれた組織となり、1998(平成10)年度の原子力白書にも「高レベル事業推進準備会」の任務が書かれ、小規模な任意団体でありながら、公的な文書に認知さ

れた団体となった。

(2) 高レベル事業推進準備会の活動

① 設立後の活動

1993（平成5）年5月設立以来、SHPのメンバーは、実施主体の枠組み、資金の計算・確保策などについて検討を続けてきた。SHPの任務のうち、「事業化計画に関する事項」「実施主体の形態・業務に関する事項」「事業資金に関する事項」「立地に伴う地域振興に関する事項」「法制に関する事項」については調査・研究であったが、広報についてはのみは「広報に関する調査・研究」ならびに「広報活動」として、調査・研究のほかに、具体的な活動が含まれ、若干の予算が認められていた。

高レベル放射性廃棄物処分をめぐる国民意識調査などを行うとともに、まずは、電力内に理解活動を開始した。さらに、各地の原子力関係の講演会などに、SHPが講師として招かれることも多くなってきた。

この時期に、新しい原子力開発利用長期計画策定のための検討が行われていたが、論議がまとまり、1994（平成6）年6月に新原子力長計として公表となった。この原子力長計は、SHPの第1回目の取りまとめのベースとなった。

② SHPの第1回目の取りまとめ

SHPは、1995（平成7）年に第1回目の取りまとめ「高レベル放射性廃棄物処分手業に関

する検討―基礎的検討―作業を行い、四者協議会事務局とのワーキンググループでの検討を経て、1996（平成8）年5月に公表した。主な点は以下の通り。

a. 事業化計画とスケジュール

「2000年を目安に実施主体設立、2030年代から遅くとも2040年代半ばまでに処分事業を開始する」との原子力長計に準じて、SHPの事業化検討計画においては、2000年に実施主体設立、処分候補地の選定に入り、2010年ごろには「処分予定地の選定」を行うこととし、原子力長計に書かれている「国の確認」を得て、さらにそれから15年程度で「サイト特性調査と処分技術の実証」を行い、安全審査を申請し、許可を得て着工というスケジュールを設定した。処分場の立地を確保できるかどうかは、極めて重要な問題であるが、サイトの選定は地元の理解を得ながら進めるものとし、「公募」と「申し入れ」の2つの方式をあげた。

b. 実施主体

実施主体の地層処分事業の業務内容については、広報・立地から、建設、操業・閉鎖までの手順を示したが、立地が最大の課題である。事業資金の徴収・運用のどの程度までを実施主体の仕事とするかは、この時点では明確にできなかった。

実施主体が具備すべき要件、実施主体の形態にも触れた。「国の直営」「特殊法人」「認可法人」「指定法人」「民間株式会社」をあげ、どの形態でも実施主体としての適性があるとした。実施主体の形態については、国は民間株式会社を残すように主張、逆に電力は国の関与の必要性を主張し、この時には絞り込むことはできなかった。

c. 事業資金の算定と確保策

事業資金の具体的な算定は、立地場所、岩質、処分（定置）方法、深度、建設期間などが決まらないと難しい。しかし、動燃のH3レポートを踏襲したモデルで、処分費用については、建設、操業などの直接費のほか、予備調査費、サイト特性調査費等も含めて考えた。事業資金の算定については、結晶質岩、堆積岩、堅置き、横置き、深度300～1000メートル、緩衝材（ベントナイト）の厚さ、実質金利などいろいろなケース、パラメータを変動させて、ガラス固化体3万8000本と7万本のケースを想定して算定し、処分事業費の総額は3～5兆円となった。

資金確保方策としては、引当金、基金、租税、積立金などが検討された。「積立金」は特定目的のために未処分利益の中から電気事業者の内部に任意積立金として積み立てる方法であり、国の直営ならばともかく現実性に欠けるとし、「引当金」と「基金」を残した。しかし、「引当金」については、対象範囲が限定されること（予備的な調査費などを含めることは困難）、この事業が着手まで長期であり、引当金を取り崩し費用化するまでに長年月を要することを考えると、処分事業実施の資金を確実に確保するためには検討すべき点があるとした。

d. 地域との共生

事業化にあたり、最大の課題は立地問題である。受け入れの合意形成に向けてどのような対応を図るか、あらかじめ明らかにしておくことを想定して「地域振興の基本的な考え方」「段階的な展開シナリオ」などいろいろな提案をした。

原子力長計でも「国は処分の円滑な推進のために必要な施策を策定する」ものとしているが、

地域との共生策については将来に向けての課題とした。

e. 国民理解の推進

SHPの行った国民意識調査の結果分析や広報活動について触れ、国民理解推進の重要性を記した。

マスコミは、このSHPの取りまとめについて、全体について紹介するのではなく、3万8000本（2030年ごろまでに発生すると思われるガラス固化体）、7万本（2030年ごろまでに発生すると見込まれる使用済み燃料をガラス固化体に換算）のケースについて、処分費用3～5兆円ということを強調して報道した。

この「取りまとめ」については、原子力委員会の高レベル放射性廃棄物処分懇談会の席で重ねて報告が求められた。

(3) 国における検討の進展

原子力委員会は、平成6年の原子力長計策定後、放射性廃棄物問題を検討する従来の組織を全面的に見直し、1995（平成7）年9月、技術面の検討を行う「バックエンド対策専門部会」と制度面・社会面を検討する「高レベル放射性廃棄物処分懇談会」を設置した。

また、平成8年（1996年）4月、科技庁は、原子力局に廃棄物政策課を設置し、放射性廃棄物問題の全体について本格的に取り進むこととなった。

① 原子力バックエンド対策専門部会

原子力バックエンド対策専門部会では、1995（平成7）年10月、部会の下に「高レベル放射性廃棄物対策分科会」を設置し、技術面の検討を求め、SHPからも事務局長が分科会委員として参加した。1997（平成9）年3月、「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方について」の分科会報告がとりまとめられた。

この報告書は、原子力バックエンド対策専門部会で了承され、1997年4月15日に原子力委員会で報告、了承された。この専門部会報告書は、地質環境の長期安定性、処分予定地の選定と安全基準の策定に資する技術的拠り所、動燃の第2次取りまとめに対する透明性の確保、研究推進体制などに触れている。

この専門部会報告（原子力委員会承認）に基づき、「第2次取りまとめ」に向け、関係研究機関等の一層の協力強化を図るため「地層処分研究開発協議会」が設置され、SHPからは事務局長が参加した。

動燃（のちに核燃料サイクル開発機構）は、これら協議会・検討部会とともに「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性―地層処分研究開発第2次取りまとめ―」（いわゆる2000年レポート）を取りまとめ、1999（平成11）年11月に専門部会・原子力委員会に報告した。

② 高レベル放射性廃棄物処分懇談会

1995（平成7）年9月、原子力バックエンド対策専門部会と同時に設置が決まった「高レベル放射性廃棄物処分懇談会」（以下「処分懇談会」）には、SHPからも会長が委員として参加した。

処分懇談会ではこれまでに進まなかった制度面、社会面について具体的な論議が行われた。

1997（平成9）年7月、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（案）」が示された。

この報告書案は「なぜ今高レベル放射性廃棄物問題を論議するのか、社会的な理解、処分技術と制度、立地地域との共生、処分地選定プロセス」など広範に触れているが、「事業資金の確保、実施主体の設立、深地層の研究施設の実現の3項目については、早急に着手する必要がある」「実施主体の在り方として、国が事業を行うのではなく、民間を主体とした事業」とし、立地の困難性に鑑み「処分地選定の問題は重要な政策課題であることから、一層積極的な国の取組みを考えるべきである」とも書いている。

処分懇談会では、実施主体の在り方など、相当踏み込んだ議論もされたが、予想外の省庁再編問題が浮上したため、この報告書は決定的な書き方はしないで終わった。

処分懇談会の「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的な考え方について」と題した報告書が、一般からの意見募集及びそれへの回答を経て、原子力委員会として公式に了承されたのは、1998（平成10）年5月29日となった。

③ 総合エネルギー調査会原子力部会

通産省は、原子力委員会が処分懇談会報告書を承認したのち、1998（平成10）年7月から「総合エネルギー調査会原子力部会」を積極的に動かし、処分事業の制度化のあり方に関する中間報告書の公表「バックエンド対策に関する意見交換会」を各地で開催し、広く国民からの意見を求める

等、法制化まで一貫して推進に努めた。「総合エネルギー調査会原子力部会」が高レベル放射性廃棄物処分手業の制度化問題に取り組んでからは、本件の行政の検討の中心は、科技庁から通産省に移った。

(4) 行政側の検討推進の中でのSHPの活動

① SHPの調査・研究活動、2回目の取りまとめ

SHPは1997（平成9）年頃から実施主体の具体像、資金確保方策としての基金、地域共生策などについて調査を進め、1998（平成10）年初め頃にはほぼ具体策を取りまとめた「2回目の取りまとめ」試案を四者に示した。

しかし、「総合エネルギー調査会原子力部会」の検討が進展しようとしている中で、四者の下に置かれているSHPが先に答えを出すような形はとれないことから、国の委員会などの検討結果報告を待つこととせざるを得なかった。

すなわち、「総合エネルギー調査会原子力部会中間報告―高レベル放射性廃棄物処分手業の制度化のあり方―」が1999（平成11）年3月にまとめられたのに続き、同月に資源エネルギー庁から、行政庁としての制度の考え方が「高レベル放射性廃棄物処分に係る制度の概要」として提示されるに至って、国側の検討が具体的になってきた。通産省は、1999年の年末にかけて、さらに原子力部会での検討を詰めていった。

処分手業の実施主体は、通産産業大臣の「認可法人」とし、別途資金管理主体は公益法人を通商

産業大臣が「指定法人」として指定するものとされた。処分事業資金としては、2015年までの原子力発電量から出てくる使用済み燃料を再処理した場合のガラス固化体4万本を対象として、3兆408億円と算定した。

結局、SHPの2回目の取りまとめを公式に四者に提出できたのは、1999年12月となった。

内容的には国の中間報告とほぼ一致するものとなったので、この内容等を改めてここに記載しない。

②SHPの広報活動

SHPが規約上定められた調査・研究以外の直接の活動は「広報活動」であり、国の「放射性廃棄物シンポジウム」などにも協力するとともに、自身でも広報努力を重ねた。

a. キャンペーン・講師派遣

主に各電力を対象に、繰り返し返して講演会、説明会などで講師を務めるとともに、日本原子力文化振興財団や日本原子力産業会議主催の原子力関係の各種会合に、多数の講師派遣を行った。原子力関係自治体研修、専門家研修、マスコミを招いた研究会にも講師として積極的に参加した。メーカー、建設等、企業からの招聘にも積極的に応じた。

b. 広報ツールの作成

高レベル放射性廃棄物処分に関するパネル（4部作）を作成し、各電力の広報施設などに掲示してもらった。また、地層処分概念の大型模型、PRビデオ「世代をこえて」なども製作し、広報活動を実施した。

c. ホームページの開設・維持

インターネットに1998（平成10）年3月にSHPのホームページを開設し、解散まで維持した。開始当初はアクセスがゼロの日もあり、あまり伸びなかったが、内容の更新にも努め、開設以来2年余りで毎日数十件と相当の伸びとなった。累計でのアクセスは1万件を超えた。

d. 海外調査

電気事業連合会、核燃料サイクル開発機構などとも協力し、それぞれからの参加者を得て、1997（平成9）年に欧州調査団、1998年に北米調査団を主催し、調査を行った。この調査結果は、SHPの2回目の取りまとめに反映した。

③その他の諸活動

a. 内外の関係機関との協力

動燃、原子力環境整備センター、電力中央研究所などとの交流、各種委員会などに関係機関として参加した。

また、原子力委員会の傘下において、「現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分（高β⁻廃棄物）」「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分」「長半減期核種を含む放射性廃棄物分離変換技術」などの分科会にも参画を求められ、SHPからも委員として参加した。

b. その他

地域の理解の有無とは関係なく、地権者や仲介・斡旋をしようとする人から土地の売り込みも繰り返しあった。SHPは「高レベル廃棄物の最終処分場の立地は、今後設置される予定の実施主体が行うものと考えられるので、今、SHPが動くわけにはいかない」と対応してきた。

(5) 国による法制化検討と立法、実施主体の設立決定

① 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」の成立

本件は、従来の扱いでは科技庁が所管すると予想していたものだが、予想外の省庁再編の動きが出たことから、一転して通産省に比重が移り、SHPとしては苦慮した。幸い両庁間での調整がつき、通産省が一本化して対処することになった。

通産省は、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律案」を2000（平成12）年3月14日、閣議決定を得て国会に提出し、衆議院では5月16日に可決、参議院は5月31日に可決し、成立した。

② 実施主体の設立準備体制とSHPの解散

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」の成立に伴い、実施主体としての認可法人「原子力発電環境整備機構」（以下「原環機構」）の設立が決まり、また資金管理主体としての指定法人「公益法人」の指定制度が決まったことから、「高レベル放射性廃棄物対策推進協議会」（四者協議会）において、SHPの解散が合意され、新しい実施主体「原環機構」の設立準備の体制が組み立てられた。ここにSHPはその業務を終了する。

おわりに

これからは、原環機構の設立事務が始まるが、設立後の課題は立地である。国による安全規制の準備も大きな作業となる。サイクル機構の2000年レポートは、国のオーソライズとともに、国際レビュー

にも付されており、立地選定や審査の技術的拠り所は、これをもとに進められると思われるが、安全規制のためには2000年レポートだけでは立地問題に対処することが難しいと推察され、今後、規制側の考え方が問われることになり、規制方の作業が求められよう。

実施主体設立後の最大の課題は何と言っても「立地」であり、候補地点を求めうるかということだと思ふ。今、一般の産業廃棄物の処分場でさえも全国的に困難である。高レベル放射性廃棄物処分について地域の理解と協力を得ることがいかに困難か、産業廃棄物の事例からも高レベル放射性廃棄物の処分候補地選定の困難性は予測されるが何としても打開していかねばならない。

2. 第2次取りまとめに向けた原子力委員会の活動

原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会

聞き手 坪谷 隆夫

鈴木篤之氏インタビュー

1990年代の半ば、地層処分に關しては原子力委員会で原子力バックエンド対策専門部会がその活動をしていました。しかし、バックエンド専門部会による技術的な検討と併行して、高レベル放射性廃棄物処分懇談会（処分懇）という組織を原子力委員会の中に設置をしているわけです。処分懇は、地層処分に向けた研究開発や政策を総合的にレビューし、地層処分が社会に実装されるための政策提言をまとめるという重要な役割を持っていたと思います。どういう経緯で処分懇ができたか先生はご存じでしょうか。

鈴木 処分懇というのは、最初は近藤次郎先生でしょ。

電気新聞に「高レベル廃棄物元年？」という、鈴木先生が2005年に書かれているものがある。地層処分の問題ってというのは技術以上に実は社会的な問題、先生のお話のなかに随所に出てくる

「社会的な課題というものをクリアしないとうまくいかないよ」と指摘されていると思うんですけども、結局、処分懇というものは、まさに社会的、あるいは政治的っていうかですね、そういうものを本格的に取り扱った最初の委員会だと思います。

鈴木 これもだからそういう時代的なニーズに応えようとしたからでしょうね。私が覚えているのは近藤次郎先生にお願いしようって。近藤次郎先生にお願いしたら、処分懇のなかでそれこそ東大の経済学部、経済学部長だったのかな。成田空港問題で関係されたのは？

—— 隅谷三喜男先生。

鈴木 隅谷先生が成田の問題について紹介してくださいました。成田も非常に揉めてその解決策を模索するための第三者委員会ができたんですよ。隅谷先生がその座長に確かならされた、その経緯を話されていきました。まあ、まさにそういう社会的に大きな問題になった時、しかも、立地問題ですね、一種のね。

そういう議論の場ができて、多くの人がそういう意味での関心をもってくれるようになったという効果がありました。処分懇はなぜできたか、そういう時代的要請が当然あったからとしかいいようがないように思います。

私の記憶に残っているのは、向坊隆先生を中心に何人かで処分はどうやって進めるかという議論をしたことです。私もその場に何回か呼ばれました。原子力局長もいて。そういうものの後に処分懇ができたんじゃないのかな。向坊先生が原子力委員長代理時代じゃないですか。

—— そうするとやっぱり、始まりは向坊先生の非公式な集まりだったのですか。

鈴木 少数者でした。私がどういうわけか呼ばれて、説明したような記憶があります。ひよっとしたらそういう準備作業ってどうか、準備的な議論をしたあとじゃないでしょうか。近藤次郎先生は向坊先生のための工学部長でね。それで、向坊先生が頼めば近藤次郎先生が必ず引き受けるっていう、そんな感じでしたよ。

2016（平成28）年6月

原子力バックエンド対策専門部会と処分懇の関係

増田 原子力バックエンド対策専門部会と処分懇の関係ですけれども、2000年頃までには処分の制度をつくりたい、制度に関する議論は処分懇のマトーですが、その制度をつくるにあたって、技術的バックグラウンドがなければ制度は成り立たない、その技術的バックグラウンドを与えるために、2000年までに動燃はレポートをまとめることとして、具体的に何を書かせるかっていうことがバックエンド専門部会での審議事項でした。

2000年レポートはH3のようなプロGRESS・レポートではなくて、日本で処分ができるのか、できないのかという見通し、それとそれを行うためにはどういう安全規制が必要か、どう事業化するか、といったことに技術的拠り所を与えることがミッションとされました。処分懇と専門部会というのは、ほぼパラで行われていて、3分の1くらいのメンバーはだぶっており、処分懇の方には、バックエンド専門部会から部会長であった熊谷信昭先生、鳥井弘之先生、鈴木篤之先生が入られていて、両者のすりあわせを行っていく、ということ、結果的に2000年レポートに対する要求っていうものは、かなり処分懇から出てきたと考えられます。

そのなかの一つに、「オープン」というキーワードがあります。

その頃、国の情報公開の方針というのが出て、処分懇と専門部会がオープンで行われる第1号の審議会になりました。

毎回、抽選で選ばれた多くの聴衆の中で、非常に緊張した雰囲気での会議が行われていました。あまり考えずに委員会に出て変なことは言えないので、委員は事前に勉強されて常に中味のある真剣な議論が行われていたというのが非常に印象的だったですね。それから、処分懇の方からだされる社会的な要請が、技術的な報告書に盛り込まれるための議論と並行して行われたということは、たいへん意味があることだったと思います。

坪谷 たしかに、社会的な要請が、そういう原子力委員会のその地層処分関係の審議でも非常に意識をされた。それは、地層処分というものが、他の箱物の技術開発とは違って、常に裏庭ということが関係するということは十分多くの人が知っていたからであって、社会の要請というものを報告書の中に織り込むということについて、全く抵抗感がない、どちらかというところ、それは非常に大事なことだというふうに原子力委員会の先生方も感じられたんだろうと思います。

特に専門部会のトップに阪大の学長をされた熊谷先生がおられて、一方で、処分懇のトップに、学術会議、中央環境審議会の会長であった近藤次郎先生が就任される。大変なVIPがこの2つの会合というものをしっかりグリップをされて、進められた。

処分懇の中に設けられた社会合意を形成するためにどうすればいいんだということについての委員およびバックエンド専門部会の委員の両方を務められた、日本経済新聞の当時の論説委員、鳥井弘之先生のお話を伺います。

聞き手 坪谷 隆夫

鳥井弘之氏インタビュー

鳥井先生は、科学ジャーナリストとして現在も活躍されています。先生は、東京大学の向坊隆先生の研究室をご卒業になって、原子力黎明期に日本経済新聞にお入りになって、以来、科学技術について鋭い、論評あるいは記事を書かれています。一方では地層処分関係で大変ご活躍になった東京大学の地質学の先生である徳山明先生ほか、朝日新聞、NHKの記者と一緒に「原発ゴミはどこへ」という本を書かれています。

原子力委員会に高レベル放射性廃棄物処分懇談会（処分懇）が設置され、一方で高レベル廃棄物処分の専門部会（原子力バックエンド対策専門部会）がありました。その専門部会に委員として参加されました。専門部会と処分懇がうまく役割分担をして高レベル廃棄物の最終処分問題を取り扱われたと承知していますが、その辺のところをお話いただけますか。

鳥井 向坊先生の研究室では、廃棄物問題についても先生からお話を聞くチャンスが度々ありました。「ドイツは岩塩の中に埋めるといふ話だが、うまくいかないようだ」と

鳥井弘之氏（とりのい・ひろゆき）

日本経済新聞社科学技術部記者を経て論説委員。その間、原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会、同原子力バックエンド対策専門部会委員などを兼務（当時）。



鳥井弘之氏

いった話を覚えています。だから廃棄物問題は原子力にとっても大きな課題だと思っていました。

私が日経の論説委員になったのは1987年でした。それ以前の10年くらいは、ほとんど原子力に関係ないことをやっていました。科学技術政策には関心がありました。原子力はどっちかというのを避けていた感じでした。論説委員になって原子力も担当するようになったのですが、しばらくこの分野から外れていたもので、敷居が高い感じがしていました。

論説委員になったら、割とすぐに、例の原子力バックエンド対策専門部会に入れと言われました。バックエンド部会に出て最初に違和感を覚えたのは、どうすれば波風を立てないで済むかという視点の議論がなされている点でした。高レベル廃棄物の放射能が十分下がるまでの時間を1万年にするか3000年にするかという議論でした。つい、「反対派の人がいても恥ずかしくない議論をしましょう」と言ってしまったことを覚えています。部会には木元教子さんがおられて、木元さんがずいぶん私の発言を支持してくれました。

バックエンド部会に入っただけで動燃に行き、高レベル廃棄物の説明を受けました。印象に残っているのはガラス固化体の溶解度の話です。大学の化学だと、マイナス3乗ぐらいで溶けにくい物質になるのが、高レベル研究ではマイナス20乗の話をしている。ひどく感心した覚えがあります。

日経の論説委員会では当時、科学の専門家の人に来てもらって、月に1回ぐらいかな、懇談会みたいな会合をやっていました。原始宇宙の理論で有名な佐藤勝彦さん、黒田礼子さん、中西友子さんなんかメンバーでした。そのメンバーに動燃の石黒勝彦さんにも入っていただきました。論説の仲間にも高レベルの話を知ってもらいたいと考えたわけです。

当時は例の2000年レポートがまとまる直前でした。科学技術庁廃棄物政策課長の有本建男さんが、しょっちゅう日経の論説委員室にきて、この問題をどう考えようか、あの問題はどうかというような話をしていました。人の侵入の話についてどう考えたらいいのか、1000年も1万年も人の侵入なんか防げるわけがない、というわけです。記録を残すことでその難題を代替できないか、というたぐいの議論を彼とやりました。

有本さんは一生懸命やったから2000年レポートができたのか、それとも2000年レポートができたので有本さんが働き出したといった方がいいのかな。2000年レポートができて、それを持ってあちこちでシンポジウムを開き、そのときの司会みたいなことをやらされたりしました。2000年レポートが出た頃に、坪谷さん、増田さんと共に活動することが増えてきたわけです。

2000年レポートの取りまとめが進んでいることをみて処分懇が立ち上がって社会的問題を一生懸命考えようということになった。最初は、私は処分懇に入っていませんでした。あるときから入ったんですよね。

—— 分科会のような形で参加されていましたよね。

鳥井 そうだったかな。それで出てこいと言われて。それも有本さんに言われたのかな。出て行った

ら、森^{もり}昭夫さんがまとめ役をやられていて、大採めに採めていたんですよ。

—— 社会的受容性に関する特別会合というのを処分懇のもとにつくられていました。森^{もり}先生がその主査をされていたんですね。

鳥井 森^{もり}さんの会議は大採めに採めたんですよ。行くたびに、全然、議論が前に進まない。森^{もり}さんは、法律屋でしょ。だから、形を大事にされるんですよ。社会との関係というのは、余り形に拘れないところがあって、出席している人と森^{もり}さんとの間にぎくしゃくしたものがあつたりしました。結局は、現在再び注目されている処分懇のレポートが形になったわけです。それ以来、森^{もり}さんとはずっとNUMOの評議員会で一緒にさせていただきました。

確か、処分懇でも公募制の議論をしました。私だけが言ったわけではないと思うけど。

原発の立地と地域振興に関して、「ポスト原発は原発」というフレーズを聞くことがあります。原発の誘致で多額の交付金を受け取っても、なかなか経済的な自立ができず、交付金が終わるに当たって、また原発を誘致することになる、という意味だと思われれます。交付金や補助金を受け取るという受け身では地域経済の自立に結びつかないことを表しているのだろうと思います。地域が発展するには、地域自身が戦略性を持ち、様々なチャンスを活かすべく、努力して初めて可能になると思われれます。

その意味で、高レベル放射性廃棄物についても地域自身が戦略を立て、積極的に名乗りを上げて交付金を獲得するというプロセスが必要だと思います。そういう意味で、公募という仕組みを提案したわけです。

NUMOに関わる議論を見ていると、最初に考えた公募の精神はどっかに行つて、「まだ文献調査の

候補地が見つからない、NUMOは何をやっているのだ」「今年が正念場だ」といった論調が強くなっていました。そうではなくて、「どこの国だって30年、40年かかってサイト選定している」「この30年、40年を戦略的に取り組まなくてはだめだ」「公募とはそのための手段である」、というようなことを僕はずっと言ってきました。

—— 処分地選定の政治的社会的な難しさについて政治にきちんと説明して来ていないのでは。私は、公募の話は突っ込みたくないのですが、それはなぜかというところ、処分懇でも公募に対する戦略や論考というのは余り行われていない。NUMOができてから公募というのが独り歩きしだしたと思うのです。公募にはそれなりの戦略が必要と思うのです。その戦略が多くの人に見えていないために、NUMOが後ろに引っ込んでいるのではないかという批判が出てきたと思うのです。しかも、公募があたかも法制上の仕組みのように多くの人がとっています。私は、法律では公募でも何でもなく、淡々と立地について地域の同意に基づいて科学的に処分地を選定する仕組みが書かれていると思うのです。あれはNUMOの考え方だと私は理解するのです。国が公募すると宣言した訳ではなくて。

鳥井 処分懇では公募と書いてあるでしょう。

—— いいえ。いろいろなオプションがあるんだという感じできていると思うんです。ですから、本来は公募という、ある面では日本にとっては成田の失敗とか、森脇先生がいろいろと関わっておられたような様々な事業のいろんな経験を踏まえて、公募をするということは正しいかもしれないけど、その正しいことをやるためには相当な戦略が必要と思います。

鳥井 おっしゃる通り。確かに、公募という社会的なコンセンサスの得方は非常によいと思うのです。

ところが、公募すれば応募が来ると思っていたところに甘いところがあって、どうやったら応募が出て来るか、環境をつくる場所をもっとやらなくてはいけなくって、そういう意味で、すでに処分懇の精神がNUMOで生きていなかったのですね。

—— 第2次取りまとめで、技術的な信頼性があると原子力委員会の専門部会でご了解をいただいて、一方では処分へのゆるい安全性について、最近、近藤駿介先生が原子力委員会の委員長のとときに、実はあまり国民の間に技術的信頼性というものが浸透していなかったというふうに言われていますね。ですから、せつかくの第2次取りまとめが、何となく、2000年を境にして棚の上が上がってしまったという感じがあると思うのですよ。

鳥井 多分ね。それは僕も感じる場所です。法律ができて、NUMOが発足して、当事者であるNUMOを除く関係者が安心してしまったのかもしれない。NUMOの最初の段階を振り返ってみると、処分懇の精神はどこかに放置されて、法律などで決められたことをやればいいという雰囲気支配していたように思います。NUMOに出向してきた人たちと処分懇で議論した人達の間には大きな溝があったという感じですね。NUMOの初代理事で行ったのは増田さんと思いますが、増田さんへの処分懇の議論はどこに行ったら、と言った覚えがあるんですよ。

—— 今だからこそ、報告書のドラフト段階でパブコメなどを取り入れているのですが、2000年頃までは、一般に社会にコメントを求める手続きはありませんでした。しかし、第2次取りまとめについてはドラフト段階から、社会に公表したり原子力委員会にご審議いただいたのですが、その辺は社会的な面からごらんになって、どんなふうな印象だったでしょうか。

鳥井 少なくとも原子力委員会と関係者の意見をちゃんと報告書にしっかりと入れようという、思想があったことは非常に強く感じました。社会との関係で言うと、2000年レポートをつくる段階から処分懇のレポートを含め、折に触れて、シンポジウムのような行事をやったように覚えていきます。他の分野に比べてもずいぶん努力したように思います。処分懇の近藤先生が名古屋のシンポジウムに行かれて余りの荒れように驚かれ、「もうシンポジウムには行かない」と言われたことを記憶しています。

安全性の話ですが、今にして思うと、2000年レポートで出してきた安全性の考え方というのは、どっちかという規制対策という色合いの性格だったと思います。市民と安全性を議論することは視野に入っていなかったのではないのでしょうか。NUMOの地層処分技術を評価する委員会みたいなところでの議論を見ると、この考え方は今でも続いているように思います。1000年まではオーバーバックが放射能の漏出を防ぎ、それ以上先になるとベントナイトが吸着するといった話をします。これは、「1000年でオーバーバックの閉じ込め機能が全部壊れたという最悪な状態を前提に考えておけば」という保守的な発想で安全性を考えようという思想に基づいています。ところが、その話を一般の人はどう受け取るかという点、1000年で全部壊れるんだと思うのですね。確かに安全審査という意味では保守的な議論が大きな意味を持ちます。しかし、そのまま普通の社会人に伝えていいかという点、そうではないように思います。現在も含めて安全性に対する説明は、一般の人が何をどういうふう理解するかというプロセスが十分でないように思います。

普通の人は1000年くらい経ったら地下の中はどうなっているのか、1万年経ったらどんな感じになっているのとかを、示してほしいのですよ。その説明があつて初めて、イメージが掴めるのではな

いでしょうか。そのうえで保守的な評価とはどういうことかも理解できるようになります。保守的サイドということが一般の人には理解しにくいことなのではないでしょうか。

2005、6年ごろに原環センターが中心となって第2次取りまとめで詳細に記述されているガラスの溶解や鉄の腐食などを可視化する試みをしました。その成果は大学や市民グループにおける勉強会で使ってみましたが大変好評でした。

このような試みを継続することが大事だと思っておりますが、なかなかその予算はいただけません。それは学会サイドから見ても、わかりやすくすること、何となく学術的意味がない、と捉えられま すね。特に、日本では。海外ではリスクコミュニケーションということに、たとえば米国のNRCでも非常に重要視され制度として確立しています。

リスクコミュニケーション手法として、処分についてどのように情報共有をすることかということについて、いろんな方がいろんなことを言っておられるけれど、具体的なことは何も言われていないのですよ。例えば、ガラスというのは水とどういふ反応をするのかとか、鉄はどうなのか、あるいはベントナイトはどうなのかとか。そういうことについて、みんなで情報の共有ができていないのですね。もちろんトータルとしての人工バリアシステムというものがどういふものになるのか。実はそういうことについて社会と情報の共有をすることにもっと投資をしないと、さっき言われたような一般の理解が進まないと思います。

鳥井 1万年後に放射性物質が地上にでてくる確率などと言われても、1万年後という時間のイメージがつかめない。どうやって1万年後に飛んで行けばよいのかという話ですよね。そこは、特に原子力

がそうなのか、日本では全部がそうだったのか分かりませんが、ともかく、人々に理解してもらうにはどうすればいいかということについて、政府も専門家も努力が求められますよね。ヨーロッパはものすごく苦勞してきた、その視点がよく入っているから回収可能性だとか、そんな話が真剣に議論された訳でしょう。

—— 2000年頃、みんな安心したわけですよ。処分技術もできたとし、NUMOもつくったし。お金を貯める仕組みもできた。政策側は安心したんだと思うのです。

鳥井 NUMOが設立されてしばらくして、当時動燃の理事長のところに行って、動燃の技術屋は国民の税金で育てたんだよ、無駄遣いするなよと言った覚えがあります。

—— 私から見ると、第2次取りまとめをつくった人材が割合スムーズにNUMOに異動しているわけですね。例えば、技術陣の多くは、動燃、あるいは原子力機構からNUMOに行きました。制度的には議論があるのですが、実態的には技術については第2次取りまとめのDNAがしっかりNUMOに埋め込まれていると。ただ、まさに処分地をこれから多くの人の参加の中で決めていこうとするときに、第2次取りまとめのDNAだけでは前に進まない部分があると。第2次取りまとめは、おっしゃるように技術的取りまとめであって、社会との関係についてもうひとひねりする作業が本当はいるでしょうね。

鳥井 社会との関係というのは試行錯誤じゃないかと思うんですよ。

—— 社会が意思決定過程に参加しなくては困るんですよ。

鳥井 だからね、やはり技術よりも時間がかかるんですよ、きつと。だって、手が拳がったとしても、

それから大変ですよ。私はねえ、NUMOができたときから、子供たちというか、中学生、高校生へのアプローチをすっかりやっていけば少しは話が変わったのじゃないかと思っっているんです。

廃棄物の話ではないのだけど、僕は、文部科学省に置かれている原子力機構の評価部会をやっている、国民との間の相互理解ができたと誰かが言ったんです。僕はその方に、「ところであなたは国民の何が理解できたんですか」と聞いたのですね。相互理解というのはそういうことですよ。だけど、原子力で相互理解とは市民に原子力を理解してもらうことだと思っっているわけですよ。さつきも言ったように、1万年、10万年、100万年と言われたときに私たちがどう感じるかということを理解していない。そこを理解しないと説明の資料なんて作れるわけがない。

—— 相互理解という言葉がいいか悪いかは別として、地層処分 of セーフティ・ケースがそういう色彩を持っているわけですよ。単に、科学的な説明ができればいいんじゃないかって、人々が持っている懸念をそのセーフティ・ケースに包含できているかということが課題なので、自分で課題設定しなければならぬんです。もちろん、課題設定に対する答えがある面では科学的なものかもしれない。

さつき鳥井さんが言われたように、100万年先とかいうことをセーフティ・ケースの中でどう扱うのかということこそ課題設定が大事であって。場合によっては、1000年もすればセシウム137、ストロンチウム90がなくなってしまうって、高レベルでもない。それが人々の安心というものどう関わるか、とかですね。そういう研究ってあまりやっていないんですよ。社会科学の中でこの地層処分という問題に非常に高い関心を持っている先生方がいらっしやる。そういう先生方が、社会論学会のような場でこの問題を議論いただいている。第2次取りまとめ以降の研究の一つに、本来、そう

いう研究がなければいけなかったわけですよ。東大の堀井秀之先生は、地層処分を社会技術の視点から捉えてそういう発言をされていたわけですから、残念ながら、息が続かないですよ。

鳥井 数年前の話ですけど、JST（科学技術振興機構）から原子力の社会的側面の公募なんっていうのをやって、僕も審査員をやっていました。社会との関係の様々な試みは「点」の議論なんです。だから、例えば、どっかの駅前でコミュニケーションの会をやってこういうことが分かったという話で終わってしまう。その手法を社会全体に広げられるかという、なかなかそうはいかない。「点」を「面」に広げていくという仕組みが非常に大事なんだけれども、その辺が非常に弱いんじゃないかと思っています。一般化の議論がないんですよ。

—— それはそうですよ。例えば断層とか火山研究も点から入っていますよね。

鳥井 災害でいうと防災のグループがいますからね、まだ、面にするものを持っているんですよ。都市計画とかね。ところが、社会学の話は、防災の話も社会学の話ではあるんだけど、その連中とというのはあまり参加していないんじゃないですかね。

—— そこは抜けているのかもしれないですね。社会科学の専門家がそういう、例えば廃棄物処分で本当にライフワークにしていたかどうかのような仕組みというものが必ずしも十分ではないのではないのでしょうか。

鳥井 ないんでしょうね。だから、さっきJSTの公募の話をしましたけど、1回の公募があつて3年間くらいの研究ができただけです。こういう分野の研究というのはとっても大事だから、プログラムを続けてほしいという議論をしたんですがね。科学技術政策が集中と選択みたいな方向にどんどん行つ

て、ある分野には巨額のお金が出るけど、それ以外にはほとんどお金が出なくなっている。だから続かないんですよ。やっぱり細かいお金を多様な研究者に出していかないと。同じ額を出すにしても、いろんな人のトライアルを支えていかなければならないんですけれど。

—— 一方で評価があつて、費用対効果みたいなことが問われるわけですよね。

鳥井 多様性こそが学問の世界の良さですね。そのところをこの分野でもよく考えた方がいいと思いますね。

—— たぶんいくつかの方法があると思います。一つはJSTがおやりになったような仕組みをNУMOに引き直すと、NУMO自身がスポンサーになって、そういう分野の先生方に参加していただく。かつて、動燃で地層処分研究をやるときに、地層科学研究や社会環境研究という課題設定をやりましたね。多くの地球科学、第四紀学の先生方が、地層処分にはコミットしないんだけど地層科学という研究課題には大変面白いからそれに自分も研究をしようということに参加していただいたのです。高レベル廃棄物の処分研究は、非常に奥行きが深いものだと思うので、本当は理学部系や社会科学系の先生が研究する価値があると思うんです。

鳥井 入っていったって、出ていけるようなシステムが必要ですよ。日本は本当の意味での学問に投資をしていないんですよ、本当に。

—— あまり投資をしてこなかった分野に地層処分のインセンティブから、その分野をかさ上げできるんですよ、恐らく。社会的に難しい科学技術の問題をどうとらえるかということの起点にして、その一つの命題として高レベル廃棄物処分の問題がある。その高レベル廃棄物の処分について、人々

はいろんな答えを求めているはずなんですけども、単に理解活動をやればいいのかで、終わってしまいうわけでしよう。そういう研究をきちんとおやりになればNUMOは、やっぱり地方自治体にも研究成果を提示できる。地方自治体はそういうことについて知識を持った上で処分地域の発展計画を検討することができる。

鳥井 しかも、地層処分技術には、その地域の火山や断層活動などが含まれるので防災の基礎情報というのは得られるわけじゃないですか。そういうことをやっていけば、多分自治体も大きな関心を持つてくれると思います。もっとそれぞれの地方の特質を捉えることにきちんと取り組めばいいのだと思います。大きなお金を出す必要はないんですよ。

文献調査が始まってからの話かもしれませんが、地域振興だって地場産業のことを調査したり、持っているその技術を調査したり、本当はそういうことを本気でやっていけば、国の資質を上げていく上でものすごく良いチャンスになるはずなんです。やり方によっては。

—— 高レベル廃棄物処分事業は、国家プロジェクトとしての役割があつて、処分地をつくるだけの役割ではなくてね。今、鳥井さんがおっしゃったような、何かこう、ベースになる、インテリジェンスみたいなものが高まるという役割を担っているのではないかという気がするんです。

鳥井 軍事なき世界の軍事研究とでもいいいますか。

—— なるほど、そうですね。同じ事だと思えますね。NUMOがいろんな活動をされた時の一つの評価として、欧州では*ユーロ・バロメーターという素晴らしい仕組みがあつて、コンサルタントに人々が地層処分というものについてどういうふうに今、思っているかということについてずっとト

レースしていますね、EUレベルで。日本では、残念ながら、原産協などが時々、今どれぐらいの理解度かということについてアンケートをとっているに過ぎない。前々から私もはそういう、国として国民の考えをしっかりと把握するバロメーター的なものがあるのではないかと思っています。

鳥井 いいですねえ。

——— それで見て、効果があつたとか、若干の評価ができる。もう一つは、どのくらい地域の特性というものをスタディして、その地域も参加したような形で、処分が地域発展と関係があるのかどうかということを議論する構造が早くできないと。

鳥井 せっかく、何十年か時間があるんだつたら、戦略的に計画を立ててやっていかなければならない。

——— 動燃が必ずしも良い組織だつたとは言わないけれど、やっぱりそれなりのガバナンスを持った組織だつたと思うんです。いろいろと批判はされましたが。政府にしても、政治にしても、実施主体が相当な影響力を持つような存在でないと、結局国民から見ると、じゃあ信頼できるのはどこなんだということを常に自問自答する羽目になっちゃうわけですね。

鳥井 最後に批判されたんだけど、特殊法人という形態は出資ですからね。だから自由があるわけですね、出資された側はね。それがものすごく高度で、政治的な判断で特殊法人というものをつくつたのはちゃんとした理由があつたのだと思います。

*34 ユーロ・バロメーター EUが外部に委託して行っている世論調査。1973年にEC(ヨーロッパ共同体)が設立した調査システムで、調査国それぞれ1000人に直接インタビューして意見を集約し、年に2回レポートとして公表している。

—— NUMOの場合は廃棄物の処分だけに使えるお金が用意されるので、国が税金を使って出資する必要は無いわけですよね。

鳥井 高レベル廃棄物処分事業については、国が基本的な方針をつくり経済産業省が計画を定めて、NUMOが実施するという立て付けになっています。要するに、何事も国が関与して事業を進めるという形です。2015年に基本方針が変更されて、国の関与がさらに強くなりました。

—— では、NUMOが国の指示に従うだけなら、NUMOには経営なんて不要ではないのかという話になります。

実施主体が自分で物を決められないで何かやれというのは、それは気の毒ですよ。だって対話するのは実施主体でしょ。対話の中で何らかの提案があったときに「わかりました、聞いてみます」と帰って1年ぐらいしてから、あれはダメでしたというのでは、信頼されるわけがないでしょう。国が前面に出るという事は国が監視をするということで、意思決定が遅くなるということですよ。本当に正しい意思決定がされるかという点、いろんな人との調整の結果、非常に角の取れた意思決定をするのだろうと思っただけですよ。昨年、岡山でやった国とNUMOのシンポジウムに参加しました。残っているんですよ、地元の人。エネ庁の人とNUMOの人が残った人と対話していました。何を言ったかという点、人形峠が無くなって地元が困っているというんですね。こういう話になると多分聞き置くだけになるんですよ。

—— 現場の対応のまずさも信頼を得られない一因となります。

鳥井 国が前面に出ることが何なのか、もっと考えなければならぬと思うんですよね。

岡山あたりでシンポジウムをやるときは、かつて処分地選定で問題を起こしたことや人形峠の捨て石問題が出るというのを覚悟しなければならぬわけです。かつて処分懇は全国行脚した時、相当、事前勉強をして行ったと思うんです。何が出てても全部答えられますというふうにしてやっていったと思うんです。別に岡山ばかりでなくて、北海道に行けば北海道の問題が出るんだし、青森に行けば六ヶ所問題が出るし。

私は、アメリカなんか処分事業について求めているガバナンスとは、社会が信頼する経営能力を備えているということであり、現場を預かる経営者は、現場で出た疑問にすべて答えられる能力がなければならぬと思っています。

鳥井　そうです。だから動燃には経営があつたんですよ。全面的にあつたとは言わないですが。石渡さんあたりまでは、確実に経営があつたと思うんですけどね。

私は、最終処分法の処分地選定の手前に、科学的有望地、いわゆる法律で定めていないステツプを加えたというのは英断だと思います。それを国がやるということなんでしょう、スイスは事実として国がそういうことをやっているわけですね。逆に言えば、Nagraは政治が深く関わる処分地選定作業は、自分ではできないと主張して、国が出ることになった。今は少なくとも、国が出てくるということについては、NUMOが出ていくよりも国民は安心すると思うんですよ。

ポイントは、残念ながら科学的有望地のようなある具体的な地域を国がやったことがないわけですよ。スイスのNagraがはたしているその科学的という部分をどのくらいNUMOが支えられるのだろうかとかですね。

鳥井 科学的な有望地というのはそこでなければできないというわけではなくて、そこだったら安全にできるかもしれないという、そういう意味であるべきで、だから、適地ではなくて有望地なんだけど。

—— カナダが最近20以上にのぼる地域が手を挙げて、すでに10地域くらいが第3ステップという現地で調査ができる状況に至っている。ご承知のようにカナダも凄く苦勞したわけですね。苦勞してリセットしてもう1回前へ動き出した。その時に実施体制も改めて、非常にガバナンスの高い体制をつくり直して公募にかけている。そういう経験を持った国がずいぶん出てきていると思うんです。日本は、そういうところをどのくらい参考にできるかということにかかっているのではないかと思うんです。

鳥井 政治はそうなんです。科学は淡々としていけばいいんでね。

—— 今の時点で科学がどのくらい、前面に出るかという点、まだボーリングをするわけでもないし、あくまで文献レベルなわけですね。科学は、求められた質問に対してできる範囲で答えをする。後は次のステップに行つて調べますということができるとは、むしろ、そういうところにステップを踏み出すかどうかなんだろうと思うんですよ。

鳥井 例えば、水俣病のことを考えるんですけどね。水銀をどれくらい摂取した可能性があるかという話は専門家が相当答えられるはずですね。だけど、こういう人に補償すべきか、補償すべきでないかについては専門家の仕事ではなくて、行政なり、政治なりの仕事です。ところが不思議なことに、判定委員会というのがつくられて、あたかも専門家が水俣病であるかないかを判定したかのような格好にされてしまつて、それを引き受けてしまった、専門家は。日本では専門家が本来自分にはできないことを

引き受けることが多い。それがいかにも科学的であるか、というようなことを臭わせて問題をこじらせていることが非常に多い。

—— 低線量被曝問題もそうですよね。

鳥井 確かにそうですよ。

—— 神里達博先生（千葉大学・科学技術社会論）は、地層処分のようなポスト・ノーマルサイエンスの領域の技術では、ソーシャル・フレミングというものが*35テクノロジー・アセスメントの前に必要であると指摘しています。はじめに社会がこの問題をどう扱うかということを決める手続きがないと難しい問題の解決は困難ではないかというんです。

鳥井 だから、科学技術政策だって、どこで何が決まってきたのかよく分からないようになってきている。*36科学技術・イノベーション推進特別委員会みたいなところで何か決まっている。私もその議論に参加しましたが、だけど、科学技術政策って社会のためにはあるはずですよ、科学技術コミュニティのためにならそれでもいいけれどねと。

でも社会のためにあるんだとすると、やっぱり社会の議論を積み重ねていって、専門家は何を委ねるかとか、専門家の規制をどうするかとか、考えていかなければならない。ドイツなんかは、科学技術の政策の決定もうまくやっています。

—— ソーシャル・フレミングとか、そういうことも科学技術社会論の専門家か

*35 テクノロジー・アセスメント 新しい技術を普及させる前に、社会的影響・安全性・経済性・倫理性などについて総合的に評価すること。

*36 科学技術・イノベーション推進特別委員会 2011年通常国会から設置された衆議院の特別委員会。科学技術やイノベーション推進の総合的な対策を検討している。

ら出ているわけですよ。その意思決定構造としてそこをちゃんと捉えておくということ。日本はその原点のところからうまく根付いていないというか。

鳥井 最初に申しあげたけど、公募という概念を取り入れたのはある種のフレームの提示だったわけです。

—— もっとも、NUMOが公募に踏み切った2000年頃には欧米でも地層処分政策はうまく進んでいなかった。その後、欧米では地層処分をトランス・サイエンスの問題と捉えたことで政策が大きく進展しました。

—— さて、第2次取りまとめがいよいよドラフト段階に入ってきたときに、原子力委員会の専門部会で先生は、社会的な側面をもっとこの報告書に取り入れろというご指摘があったと聞いていますが、その辺はどうお感じになったのでしょうか。

鳥井 そういう議論も踏まえて処分態ができたわけで、あの時はちゃんとやったと思っているんですよ。今思うと足りないことがいっぱいあるんですけどね。社会的側面についても処分態を立ち上げて、近藤次郎先生に出てもらって、各方面からいろんな人がやってきて、地方自治体からも入っていたはずですよ。

—— ところで、「原発ゴミはどこへ」を執筆されましたね。

鳥井 それは2000年ですよ。徳山明先生と、私も相談を受けたんだと思うんですけど。それで朝日新聞の帆足養右さん、NHKの吉村秀実さんと共同執筆しました。

執筆にあたって、今ある高レベル廃棄物は、もうできちゃったものだからしょうがないからなんとか

これを処分しようじゃないかという議論をやりました。そこは私や徳山先生と、あと2人のジャーナリストが食い違っていて。当時は、処分の問題を議論してもいいけど、処分しなきゃならない廃棄物を出し続けるような状態で処分の議論をするのはおかしいじゃないかという意見も随分あったんですね。

——— 今でもありますよね。執筆される方の価値観、考え方によって若干違ってくるわけですね。鳥井先生が同書で国民全体の問題だと指摘されています。国民が、処分地を受け入れるようなところに對して感謝の気持ちを持つ必要があるからだということ、感謝の念というのはまさに2015年に策定された基本方針で使われています。これが明文化されたわけですね。2000年にすでに鳥井さんはそういうことを書かれています、感謝とは何だということが人々の間にまだ定着していなかった状況の中で書かれたということは、ジャーナリストとしての鋭い発言だったと私は思うんです。

鳥井 私は長いこと工業所有権審議会の委員をやっていました。ちょうど米国を中心にプロパテントの嵐が吹きまくっている状況に対して大きな疑問を感じていました。当時は青色LEDの発明で、報酬を巡って裁判沙汰になりました。私は、自分が何かいい発明をしてそれが社会に広く使ってもらったら、それだけで十分満足じゃないかと思うのです。例えば地域での仕事で、奉仕みたいにして道をきれいにして、みんなから感謝されたら、それが大いなる生きがいになりますよね。発明者が俺はいいことやっただから金をくれと主張するのに違和感を持ったわけです。もちろん国民の側からしてみると、発明者のお陰でこんなに便利になったのだから彼に感謝しようよという気持ちになるでしょう。その感謝の気持ちをお金という形で示すようになればいい。

ところが、知的所有権の世界では、権利の衝突という形で利害を調整するという仕組みになってい

る。やっぱり、何とかお互いに感謝することによって利害を調整できないかと考えたわけです。あるとき、知的財産に関する若手裁判官の研修でそういうことを言ったんですよ。そしたら裁判官たちがものすごく注目してくれました。それで、権利の衝突の代わりに感謝を基盤にした社会もあり得るのではと考えました。そういう社会をつくるのは、それは難しいですよ。でも、日本は結構そういう仕組みでいい社会をつくってきたんですよ。

それともう一つは、福井の市長さんかな、知事かな、どっちだか忘れましたが、大阪からタクシーに乗ったそうなんです。福井に行ってくれと言ったら、あそこは原発があるんでどうのこうのと運転手に言われて、頭にきたという話を聞きました。大阪は、福井で発電した電気で暮らしているのだから、福井に対して感謝する気持ちであっていいはずですよ。一方、福井も原子力によって発電しているんだというような認識できるんじゃないかと思っただですよ。私が原子力の世界で「感謝」と言い出した原点になっています。

—— 廃棄物もそうだし、原子力もそうなんだけど、東電でいえば福島と東京の関係とか、関電でいえば大阪と福井の関係とか、立地地域に対する消費地の感謝の気持ちが十分でないと思われている。「感謝」は廃棄物問題の一つのキーワードだと思っただすけれども、それは日本の一つの社会構造の問題だったことを思い出させるようなことをちゃんと書かれている。

鳥井 何十年言ってきたかわからないけど未だに言っていることは、例えば、電源三法による交付金を地方税にして、都知事が集めて、目録をもって新潟に行ったり、福島に行ったりして、感謝の気持ちを表してくれればいい。こういう仕組みをやったかどうかということはずっと言ってるけれど、それは総

括原価方式の中で無理だと、そういう議論になるんです。

—— 総括原価の中に取り込むと、感謝の念が消えてしまうのでしょうか。ふるさと納税みたいな発想というのはあり得るんじゃないですか。

鳥井 そうすればこっち側も、原子力が新潟に依存しているんだとか、福島に依存しているんだとか、認識するし、もらった側もちゃんと対価をもらったと思うでしょう。

—— 電力さんに渡すわけではないですよ。柏崎とか、そういう自治体にそのお金をあげれば良いわけですよ。

鳥井 西洋じゃ夫婦は毎日のように「愛しているよ」と言わなきゃならないでしょう。愛とか感謝とかは、あからさまに見せるといふか、ちゃんと態度で見えるように示さなければいけないですね。それを総括原価といって、隠す方へ、隠す方へ行くのは間違いなんです。

—— まだ、できるわけでしょ。処分なんかでも、その感謝の表し方。

鳥井 これがNUMOだったら、実施主体だったらできるかもしれないけれど国でできるかどうか。国の仕組みの中で。

—— 感謝と書いているわけですけども。どうやってその感謝を具体的に示すか。

同書で鳥井さんは、リスク・リスク・トレードオフということも指摘しています。処分だけを考えてるとリスク問題って割合と、さつきもおっしゃるように何万年とかありますが、もう一方のリスクとの関係で、その辺をどういふふうにひとつの考え方として作っていくのだろうか。そういう課題が書かれていると思うんです。

鳥井 端的に、今の原発を再稼働するのか、再稼働しなくてCO₂を増やして貿易赤字を増やすかというのとまったく同じ事だろうと思います。こういうことを言っていないかどうかわかりませんが、ある電機大学にいる友人と若い頃に、知性とは一体何だろうという議論をしたことがあります。彼曰く、時間軸と空間の軸がつくる平面上で、どれだけ広い幅を視野に入れることができるか、それが知性だと言うんですよ。そういう視野の広い人は、なかなか育たないですね。かつての日本人はある種の専門性を大事にしたし、自分たちの分も心得ていたし、だから、知性という空間は小さかったかもしれないけれど、それでも専門家に感謝したり、専門性を尊重したりしました。しかし、インターネットも出てきて、誰でもが自由に意見を言うようになりました。専門家の意見も普通の人の意見も、視野の広い人の意見も狭い人の意見も、同じ重さしか持たなくなってしまう。そうやって、何も決められない社会になってしまったように思われてなりません。日本が世界に伍してやっていくためには日本人の人間力の再生をやらないとならない。

明治維新で教育をやり直したような感じで、人間力再生をやらないとどうも日本はうまくないんじゃないかという感じがしています。その人間力の基本的要素というのはいくつかあって、確率の議論とか、ものを俯瞰してみる議論とか、数字というのをよく改めてみる議論とか、専門家とはいったい何だという議論とか、失敗とはどういう社会的意味があるんだとか、この5つくらいの要素があるのではないかと考えています。リスクとリスクの比較というか、俯瞰なんですよ。

俯瞰してみて、こういう行動を取ったらこういうリスクがある、こういう行動を取ったらこういうリスクがある、どちらを選ぶのか、といったことが現代の意思決定なんでしょうね。まさにトランス・サ

イエンスの問題だと思っんですけど。繰り返しになりますが、特にネットの時代に入ってくると、世の中、雑音だらけなわけですよ。私は高度雑音社会と言っています。雑音ばかりの社会って、例えば先生がいて、教室があつて、子供たちが勝手に私語をしている状態を考えると、先生が何言っても伝わらないわけですよ。隣の奴が何言ってるかも伝わらないわけですよ。今はそういう状態になつていんですよ。そういう状況で生きて行くには、基本的にある程度のリテラシーが必要なんです。

—— それは学校教育ですが、成人教育、社会人教育というような分野なんですかね。

鳥井 結局、学校という手がかりは大きいかもしれないですね。お母さんを巻き込むような格好でね。英語なんか喋れなくてもいいし、代数なんてできなくてもいい。そうではなくて、生きていくための基本的な素養みたいなものを身につけることが大切ではないかと思えます。

ヨーロッパは、そこがちゃんとできているんですよ。フィンランドに行った時かな、P O S I V Aのお姉さんが来て話をしてくれた時の余談で、「私たちはペットボトルを飲まない」と言うんですよ。どうしてかという、ちゃんと政府が整備してくれた水道というものを信頼しているからだ、と言うわけです。考えてみると今、東京の水道水なんて最高にいいんですよ世界的に見て。味までいいんですよ。水道を信用していないんですよ。教育なんですかねえ、社会のあり方なんですがね、えらい違いですよ。

フィンランドの何かの先生がどういうわけか私のところにインタビューに来たことがあつて、話をしていると、冬の間の子供たちの最大の楽しみは図書館に行く事だと言うんです。もちろん図書館には遊具もあるらしいんですけどね。日本の子供は夏休みの一番の楽しみは図書館に行くことだとは、なかなか

か言わないと思うんだけど。そこに何か、少なくとも北欧とは差がある。

もう一つ、びっくりしたのは、脳死移植の話ですがフランスはまず最初に人権とは何かを法律で決めたそうです。根本的なところを大切にしている感じがします。日本はそういう根本はやらないですね。そういう国民性っていうか。

—— どういう法体系がいいか、処分なんかでもよく私も考えるんですが。先程のトランス・サイエンス、あるいは、処分の場合特にそうだと思うんですが情報の非対称性とか新しく登場した社会科学分野の成果というのがありますよね。このような新しい人類の資産が法律的なものとして表に現れない。多分、法律をつくっている人はそういうことを頭に入れてつくっているのかもしれないと思うんですけれども、必ずしもそれがうまく表現されていない。処分地の選定プロセスに社会が参加したり、意思決定をしていくのは当然だということが、社会科学分野ではかなり浸透しているわけですが、日本では、依然として社会が参加するということに関して、人々が安心する拠り所である制度として実現できていないという気がします。

鳥井 はじめの頃に言った話ですが、社会との対話とは一体何だということを真剣に考えなければいけないと思います。私が長年言っているのは、科学技術と社会が共進化の関係にあるということです。

共進化とは2種類の進化系が相互に影響を与えながら、相互にダイナミックに変化するという生物学上の考え方です。高レベルでいえば、技術を含めた事業を進める側と社会は共進化の関係を築くべきなんです。しかし、今のやり方は基本的な考え方も処分方法も政府が決めてから、社会に説明するという形になっています。事業を進める側は対話を通して変化する仕組みにはなっていません。

デイスカッションしていくうちに、こんな説明の仕方ではわからないと指摘されて技術側で説明の仕方を改めるとか、1000年以上先の事はおまえたち専門家に任せるから1000年までのことをきちんと説明してくれとか、それによって技術の体系も変わってくるし、説明の仕方も変わってくる、技術としての表現の仕方も変わってくる。場合によっては、例えば4万本の処分を今決めるのではなく、最初に1000本だけやってみて結果を見ながら、その後を決めるというやり方もあるはずです。これは、スウェーデンが最初の頃に考えた方式ですね。双方が変化することで合意ができていくという、共進化の関係にしていけないと。

繰り返しになりますが、政府が基本的な考え方を決めて、こちらは変わりませんと言っているわけですよ。そしてNIMOが当事者として変える権限を持っていないわけですよ。技術側も柔軟な姿勢を示し、社会も柔軟に変化して、お互いにいい所に落ち着くというやり方をしなくちゃならないんだけど。だから、コミュニケーションの結果は、変化となって表れるんだという認識を持っていないと思うんです。

—— よくDAD (Decide Announce Defend) 政策といえますよね。従来の政策決定手法は、決めたこと (Decide) を説明 (Announce) なんです。そして擁護 (Defend) なんです。欧米で処分地選定がうまくいきましたのは、処分地選定のような難しい社会問題に関しては参画 (Engage)、対話 (Interact)、および協働 (Partnership) 政策を社会意思決定の仕組みに取り入れたことが大きいと思います。

先程のインターネットではないですが、多くの人が多様な情報を見ることができて、結果的に多様

な価値観を持つような時代になってきます。その多様な価値観を取り入れて政策を進めることになり
ます。といって余りに安易に変えると科学そのものの根底が崩れてくるというリスクも持っている
思うんです。

鳥井 原子力機構の改革について有識者の意見を聞く会というのがどこかでありましたね。ある時
行ったら、吉川弘之さんと私が呼ばれていて、図らずも2人が同じ事を言ったんですよ。歴史から学ん
でいないと。過去から学ぶ仕組みがないと。もんじゅの議論をずっと見てみると、縦割りの組織を横割
りにしたり、マトリックス構造にしたりということをやったこと、あつちいたり、こつちいたり繰り返して
るんですね。だけど、理事長が代わってるから、理事長は新しいと思ってるだけ、こつち
は長年聞いているから、またかよという話になってしまう。役所って前の人の引き継ぎはやるん
でしょうけど、前にどういいう議論があつたかということについて、今の政策がどういいう経緯で
できたかについて、ちゃんと学ぶ仕組みがあるんだろうか。いつも、ゼロに戻って議論しているよ
うな気がするんです。だから、もんじゅのナトリウム事故後に円卓会議ができて、いろんな議
論をしたんだけど、また次に行ったら元に戻ってゼロから議論して、とやっているとフレーム
ワークはでない。

一方では、地方の住民はずっとそこに住んでいるわけで、過去のいきさつが全部DNAで入
っていますよね、市長さんとか、知事さんも含めて。だから、やろうとする推進側が改革をしたよ
うに見せても、なかなか信頼してくれない。この本の中でも言われている^{*37} NIMBYの問題とか、社
会行為の問題はすべてリスク・リスク・トレードオフとの関係ですよ。

鳥井 私は、NIMBYってしようがないと思うんですよ。でも少なくとも、NIMBYになる前に人間力を発揮して議論には参加してほしいと、その上でどうしても嫌だという人はいるだろうし、いいよという人もいるだろうし。だから、庶民の意思決定は相当感情的になるのはしょうがないことで、それを否定するのは人間の否定みたいなものですよ。だけど、その時、何かNIMBYで意思決定に大きな影響を与えてしまったら心にひっかかったりするということも、日本人の人間力を育てていく上での力になるのかなという感じもします。NIMBYはいけないという議論は、ちよつと無理があるかなと思います。

—— この処分の問題には必ずNIMBYの問題があると、NIMBY問題を十分踏まえた意思決定がなければいけないのでしようね。

鳥井 保育所ですらNIMBYが問題になるくらいですから。

—— それぞれの立場によってNIMBYが違うわけですね。保育所なんてその典型で出てくるわけで。

鳥井 公園の中に図書館をつくると言ったら反対が起きるそうですから。

—— ある面ではただ、高レベル廃棄物の処分というのは先ほど言いましたように、相当大規模な地域発展というものと結びつけることができるという点では、もっと社会との間の距離を詰めて、それこそコミュニケーションで詰めていかなければいけないということではないでしょうか。

鳥井 ただね、それも処分場になったところの人々や為政者の意思の問題でしょうね。

*37 NIMBY Not In My Back Yard (自分の裏庭・近所以外なら)の略語で、「施設の必要性は認めるが、自らの居住地域には建てないでくれ」と主張する住民たちや、その態度を指す言葉。

地層処分という国家的なプロジェクトを利用しようと思わなくちゃね。取れるものがあつたら取ればいいという話ではなくって、いいチャンスだと思わなくちゃ。被ばくするとかいろいろ言うけれども、それはネガティブな側面もあるけど、良い面も大いにあるようにしなければいけない。やっぱり、自分で決めたんだという事、これは大事ですよ。

—— 例えば、フランスは具体的な処分地がほぼ決まっているわけですけども、地域発展計画はまさに地域が考えて、それをEDF（フランス電力）とかそうとところがサポートするという構造ができていくわけです。地域は、自分で考えるのにどの程度の雇用がこれから増えるかとか、地域の青写真がちゃんと描けるという形をフランスはつくっているように思います。だから、実施主体であるANDRA（フランス放射性廃棄物管理機関）は脇役なんですね、ある面では、地域から見ると。ANDRAが処分場はつくるけれど、地域発展は自分たちで考えと。そのサポーターとしてANDRAはなっていると思うんです。似たようなもので、カナダの低レベル廃棄物の処分地。地域の希望で深いところで処分する。処分場の事業主体であるオンタリオ・ハイドロが、処分概念を変えた。地域の意向を踏まえて。処分事業者は、地域発展の脇役にならなければならない。今までの状況は、真逆で地域が脇役できているから。

鳥井 それは大事なことですよ。

—— そういう事例って、ずいぶん出てきていると思うんです。だから、さっきおっしゃったように4万本なんて別に固定されているものではなく、地域の希望によっては、こういうやり方でやっつくというやり方とか、いろんなやり方もあるし。

鳥井 でも、そういうことをやる仕組みがいりますね。

—— 処分懇の話が出ましたが、近藤次郎先生がいろんなところで書かれているように、社会との関係について、みんなで考えることが大事ではないでしょうか。法律制度に馴染まないと言っている方もいるんだけど、もっと工夫があつていいと思うんですよ。

鳥井 だって、法って決まつてないことをやっちゃいけない訳ではないでしょ。禁止されたことまでやっちゃいけないですけど。

—— ただ、勉強会なんかに出てくる地域の人との質疑応答で、それどこに書いてありますかって聴いてきますね。

そうすると、法治国家なので、いちばん安心するのは法令に書かれることではないかというふうになる。折角、国民や地域社会の参加の下に最終処分政策を進めるといふ基本方針を閣議決定したので、すから、それを一歩進めて制度化して欲しいです。

インターネットの時代なので、結構そういうことを知ってる人つて、多いと思うんです。まだいろいろと社会的な視点で積み残しが多いかなと思います。

鳥井 だから、それつて社会学者を入れてもダメなんですよね。もちろん社会科学の専門家には大いに協力してもらわなきゃならないんだけど。これは私たちにはわからないから社会科学の人たちに任せますというところがなくなることにならない。やっぱ一緒に考えていかないと。

—— わからないじゃダメなんでしょうね。社会科学の知識も入れるという、どんな知識レベルがあるのかということくらいは、その議論に参加する人はある程度、手の内におかないと。ただ、

現実として、処分政策、最終処分法ができて15年。当時、鳥井さんが指摘されたようなことは、依然としてまだ課題として残っています。

2016（平成28）年6月

3. 核燃料サイクル開発機構の発足と地層処分研究の推進

第2次取りまとめのさなかに動燃改革

坪谷 私は動燃の中にいて、それに技術的な裏付けを与える報告書をまとめるといふ作業が、大変やっぱりストレスがかかる作業であつたように思います。実はそのストレス、そのお話はのちほど梅木さんにも伺おうと思いますが、そのストレスがかかるもう一つの要因に、実は動燃改革という動燃にとつて非常に大きな社会イベントに遭遇したということがあります。

その要因は、申し上げるまでもなく*³⁸もんじゅの事故であり、*³⁹東海のアスファルトの事故、あるいはそれに関連した虚偽報告というものです。今、社会で大変批判を浴びる、その走りのような大変大きな事件を動燃が引き起こした。それで、動燃改革のための作業部会、新法人作業部会というのが組織されたわけですが、その科技厅の組織のトップに鈴木先生が就任をされました。そこで、改めて鈴木篤之先生に動燃改革の経緯についてお話をさせていただきます。

-
- *38 **もんじゅ事故** 試運転中の高速増殖原型炉もんじゅで、1995年12月8日に発生した2次冷却系配管（Cループ中間熱交換器出口配管）からナトリウムが漏えいした事故
- *39 **東海のアスファルトの事故** 東海再処理工場のアスファルト固化施設で1997年3月11日、火災・爆発事故が発生した。この事故では午前10時頃起きた火災の後、同日夜8時頃に爆発が発生。事故による負傷者はなかったが、作業員が若干の内部被ばくをし、環境へも若干の放射性物質が放出された。

鈴木篤之氏インタビュー

——特に新法人について、鈴木先生が中心となって、従来の動燃のミッションをきちんと整理しようというところで作業されたわけですが、特にそのなかで、地層処分研究を非常に重視されて、従来はなんとなく頑張つてはいましたけれども、動燃のなかからみると本来業務じゃない状況のなかで廃棄物問題を扱ってきていると。その辺、少しそのお考えを、作業部会でご議論になったその状況などをお話しいただければありがたいと思います。

鈴木 あの議論は結構厳しかったですね。アスファルト事故がもんじゅのナトリウム事故の後に起き、それで大騒ぎしている最中のことでしたから。技術的な安全性からいえば、アスファルト事故のほうがよくほど深刻なので。

それで急に動燃改革になって。吉川弘之先生が委員長になっていただいたんですけどね。

私が非常に心配したのは研究開発の中身はあまり議論されなのまま、組織論ばかりが先行することで。世の中はそうしないと収まらないところがありますから、実際に非常に先行したんですよ、組織にかかわる議論が。

そういうなかで、結局事業の一部を廃止しなきゃいけないことになりました。ウラン資源の開発はもう役割が済んでることになり、やめることになったんです。しかし、廃止とは逆に、将来的な研究開発テーマとしてその重要性や優先度を判断して新たな組織が取り組むべき課題を具体的に示さなければな

らない。それを考え、提案する役割が原子力の専門家として議論に加わっている私にはあるのではと考えたのです。

その点から、高レベル廃棄物処分、地層処分はまさに新たな一つの研究開発の柱として進めるべきと提案したように記憶しています。しかし、それはいわば当然の流れであって、私がとくに考え出したというものではありません。

結果的に、サイクル機構になる時に処分研究は法的にも本来業務という位置づけになりました。大変厳しい環境に置かれたなかでも、「2000年レポートチーム」が本社組織のなかに継続されたことで、第2次取りまとめの策定という使命を果たすことができたと思います。

もちろん、そのなかでもかなり多くの技術者が、例えば広報部門に異動するとか、いろんなことがあったわけですね。しかし第2次取りまとめの作成作業が、核燃料サイクル開発機構法で高速炉開発と並ぶ本来業務としてできるようになったことは大きな転機だったと思います。

鈴木 でも、第2次取りまとめはもともとそういうミッションはあったのでは？

実質的なミッションはありました。

鈴木 そうですよ。

実質的なミッションや予算はいただいていたのですが、いわゆる特殊法人というミッション、そういう意味で法的なミッションとしては非常に薄弱だったというのが、私はすごく印象的なのですね。そういう状況のなかで、よく原子力委員会のサポートというのがあってここまで来たと思います。鈴木 そういうニーズがもともとあったのでしょうかね。時代的な。それが大きいと思いますよ。あ

んまりそういうニーズもないのに、動燃改革で突然言い出したりしてもとても無理ですから。

—— 第1次取りまとめの後、第2次取りまとめという大きな方向のなかで足腰が強くなるような制度をつくっていただいたということだと思えます。

2016（平成28）年6月

4. 第2次取りまとめを支えた人材

ドラフト段階から情報公開

坪谷 増田さんもまさに動燃改革の渦中にいたのだらうと思います。特に新法人作業部会から核燃料サイクル開発機構の発足の中で、処分研究のプロジェクト・マネジメントをされていたわけですが、その辺のところを伺いたいと思います。

増田 はつきり言って、我々は影響を受ける暇がなかったということですね。1997年の夏ぐらいに*40原子力バックエンド対策専門部会の報告書がまとまって、2000年には報告書を提出することになりました。2000年と言われれば、国の仕事ですから会計年度末、2001年3月というつもりでいましたけれども、だんだん詰めていくと、2000年に法律ができるのだとするとその前に報告書がなければいけない、じゃあ、2000年末の12月31日までかというのと、2000年に法律ができるのだから1999年中だとのこと。ですから、当初よりも1年前倒し。あと3年だと思っていたらあと2年だった訳です。

で、相当、力を入れなきゃいけないってことになりました。単に気合いだけ入れたってしょうがないですから、報告書作成のための作業体制の大幅な増強が図られました。

*40 1997年の原子力バックエンド対策専門部会報告書 正式には「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方」。原子力委員会の原子力バックエンド対策専門部会が第2次取りまとめに向けて、基本となる技術的考え方と盛り込まれる事項および第2次とりまとめに向けて実施すべき技術的重点課題について審議したものをまとめている。

その頃、処分研究の予算は年100億円を超えていましたので、世界中から人を集めることができました。日本の企業も常にトップクラスを出してくれていましたし、動燃の職員枠もその頃には100人を超えていました。そのうちの30%ぐらいが出向者ですが、各社ピカイチを出してくれていました。そういうメンバーがいたから無理なことができたのです。

サイクル機構になって東海村に本社が移ったのですが、作業の能率を考えて東京駅から歩いて10分ぐらいのところに便利なビルを借りてもらいました。そうして、人、もの、情報といった作業資源として悔いのないぐらいのものをそろえることができました。

また、地層処分研究開発協議会において、電力、原研（日本原子力研究所、現日本原子力研究開発機構）、地調（地質調査所、現産業技術総合研究所）、電中研（電力中央研究所）の人たちのレビューを受けつつ、レポートをまとめていきました。最初のドラフトから、第2ドラフト、第3ドラフトが最終的なファイナル・ドラフトだったので、そこまで全てオープンにして、意見があればいつでも受け付けることとしました。

専門部会にもドラフト段階から報告したのですが、国の情報公開の方針を受けて原子力バックエンド対策専門部会が最初の公開での審議会になったので、聴衆にはいろんな方が入っている、失敗できないなどということから、配布資料の品質の維持には大変注意しました。報告書作成にあたって、私はほとんどの間赤鉛筆しか持たずに、常に書かれたものをチェックしていくことが仕事でした。特に気を使ったのは、最終的にできあがったのは2500ページぐらいの量ですから、相当な数の参考文献がありますけれども、それが本当にあるのだろうなということでした。私にはそんなことしかできなかったからな

のですけれども、本当は。未だに2000年レポートはかなり引用されていますが、それほどひどい扱いを受けていないのは、まあまあ品質管理ができていたんじゃないかなと思います。

坪谷 動燃改革で、処分研究が予算的にも人員的にもかなりしつかりとした裏付けのもとに行われていたにもかかわらず、動燃時代には、実は地層処分研究というのは継子扱いだった。動燃がやるべき再処理業務の付帯であるという位置づけでずっと来ているのですね。動燃改革というのは光と影があると思います。その中の光の部分として、処分研究にとって2つのいいことがあった。

一つは、先程のオープンということについては、もとより処分研究にとっては望むところということですが、これは原子力委員会や科学技術庁も常に処分研究についてオープンということを主導してくれた訳ですし、動燃の中でも、動燃改革の中でその頃全社的にオープンにするという、急に180度動燃のものの考え方が変わる時期だった訳で、処分研究は早くからそのオープンの環境の中で仕事が進んだ。

もう一つは本来業務になったということ。高速炉と並ぶ新法人の2つの柱の1つであるというふうな位置づけられたために、これも内部で特に動燃内部では大変優遇をされた。優遇はされた訳ですが、一方でやはりこのプロジェクトを担う人たちが一貫して、例えば人事異動なども受けず増田さんがプロジェクトリーダーとしてずっと十数年指導ができた。それから、梅木さんがその研究リーダーとして、やはり増田さんと一緒に研究をずっと続けることができた。10年以上にわたり同じリーダーのもとで進めることができたことが第2次取りまとめを成功に導くことができた要因の一つだと思います。

これも、その頃はもうおられませんでした。やはり石渡さんの大きな遺産であったろうと私は思っています。だからこそ、その報告書の品質も国内外の批判に耐えるものが維持できた。プロジェクトを

進める上では人材というものが極めて重要であり、かつお金というものが、やはりしっかり裏付けがないとうまくいかないという一つのテーゼではなかったかと思っております。

そういう環境の中で、その第2次取りまとめ、いわゆるH12レポートができていく訳ですけれども、一方では増田さんが言われたように、海外の優秀な人材がこの研究に従事をしていただいた。特にNagraのコントリビューションがいろいろ大きくてですね。この点について、あらためてマツキンレー氏のインタビューを紹介します。

イアン・マッキンレー氏インタビュー

—— マッキンレーさんはH12レポートの英語版作成でサイクル機構を支援されていたかと記憶しています。当時の状況はいかがでしたか。

マッキンレー H3レポートの時のように日本には滞在していませんでしたが、H12レポート作成では極めてスマートな計画がありました。英語版と日本語版を同時進行で作成していくという方策です。共同研究協定の下でNagataの専門家とサイクル機構のH12レポート担当者で協働してレポートを作成していました。協働作業を開始した当時、臨界事故があり、英語版作成が1年ほど中断しました。そのため、当初は同じ時期に英語と日本語のレポートを公表する予定でしたが、最終報告書の日本語版が1999年末に、英語版が2000年春になりました。

英語版を必要としていたのは、ドラフトの段階でNEAのレビューを受けることを予定していたからです。H3レポートとH12レポートの最も大きな違いはH12レポートの品質管理のところ です。また、H12レポートをサポートする英語版の研究レポートも多く整備され、それらについても海外の専門家間でレビューを受けました。英語版作成の品質管理は英語表現についてはリンダ・マッキンレー、内部のデータ等に関してラッセル・アレクサンダーが担当しました。海外の専門家のレビュー結果は英語でサ

イクル機構に送付され、修正されたものを再度英語にして英語版のレポートが完成しました。これらの作業はN a g r aの本社で行い、最後には相当数の英語版レポートを日本に郵送したことを覚えていいます。

—— H12レポートは日本における高レベル放射性廃棄物処分に係る法律を作成する技術的基盤として、また実施主体であるNUMOの設立や処分費用を確保する制度の整備に向けての基本情報としての役割がありました。H12レポートで記述された安全概念はH3レポートでのそれを踏襲しているように見えますが、なにか違いは感じられましたか。

マツキンレー サイトを特定しないジェネリックな地質環境での実現性を示すという意味では同じですが、H12レポートではH3レポートに比較してはるかに大きなデータベースとともに、H3レポートは1冊でしたが、地質、工学、安全評価という3つの報告書と概要書、それに関係した国内外の動向をまとめた報告書から構成されている違いがあります。

H3レポートが作成された時代には、まず、スウェーデンのKBS-3レポートがあり、スイスのプロジェクト・ゲベルがありました。H3レポートの後には、カナダの環境影響評価書、米国の報告書が公表されました。これらを第1世代の報告書すると、H12レポートは、そのあとの最初にセーフティ・ケースを示した第2世代のレポートと位置づけることができます。内容の豊富さとともに、品質管理されたデータや様々な状況を考慮した解析結果なども含め、安全評価中心から新たなセーフティ・ケースの概念提示への移行時期だったと思います。

—— 同じ時期に、原環センターや電力、サイクル機構がチームをつくり、第1次TRUレポートの

作成を進めていました。マッキンレーさんには関係されましたか？

マッキンレー はい。第1次TRUレポートだけでなく、第2次TRUレポートの英語版作成支援などで関係しました。レポートを作成するために設けられたTRU事務所に伺い、原啓二さんともよく議論をしました。特にTRU処分でのセーフティ・ケースは高レベルよりはるかに複雑ですので、Nagraからフィオナ・ニールをサポートとして担当させました。TRU廃棄物はご存知のように極めて異方性の高い廃棄物で、その特性はガラス固化体よりはるかに複雑です。Nagraは、高レベル廃棄物だけでなく全ての廃棄物の地層処分を対象としていましたので、ゲベール作成の時からTRU廃棄物には取り組んでいました。Nagraとしては英語版作成を支援したH12レポートよりも第1次TRUレポートとの関係が深かったかもしれません。第2次TRUレポートは、H3レポートからH12レポートへの研究開発の進展と比較して、第1次TRUレポートからあまり進歩していないように思いました。

—— H12レポート以降の話を少しお願いします。特にNUMOの業務で関係されてきたことをご紹介します。NUMOは、2000年に設立され、その後サイト選定作業を進めてきましたが、現状まで進展せず、国が前面に立ってサイト選定に取り掛かる図式に変更されました。何が問題だったと思われませんか。

マッキンレー 間違いなく公募方式の難しさです。NUMOよりあとから始めたカナダでの成功例があります。しかし英国ではうまくいっていません。公募方式は挙手する地区にとつて、特に地区のリーダーが周辺の同意を取りつけるのに極めて難しい方法です。ある地域から応募があつて、技術的にその範囲を狭めていき複数の地区を選定する、そこでその地区の住民とさらに議論をするといった何段もの

アプローチが求められます。

フィンランドのケースでは、特定地区に絞り込み、そこでの住民との密接な議論をして受け入れを決めているという成功例があります。スイスでも同様なアプローチがとられています。特定の地区を指定し、そこで住民との対話を通じて応募するかどうか決定するようなアプローチが現実的ではないでしょうか。過去にNUMOの技術アドバイザー国際委員会（ITAC）でも何度か議論をしました。NUMOが採用している段階的な処分地選定プロセスにおいて、地区の人々が反対する意思を表明すれば事業はストップしてしまうわけですから。このような状況は、多くの国で直面する共通の問題です。地区の住民は、意思決定の段階で受け入れを拒否する権利を有している訳ですから。実際には、フィンランドやスウェーデンでは原子力発電に対して前向きな感情を持っていますから、すでに原子力施設が存在する地区では原子力に対する大きな信頼性が醸成されているのですね。処分場を受け入れることを歓迎しています。日本では、地質的に望ましい地区だけでなく、受け入れの可能性についても考慮した選択が必要ではないでしょうか。多くの原子力施設がすでに存在している地区が多いわけですから。

福島事故はこのような社会環境を変えてしまったかもしれませんが、すでに原子力施設が存在する地区ではさらなる施設の受け入れについては比較的寛容である可能性はあります。英国でも公募方式とはいうものの、主として原子力施設のあるセラフィールド周辺の地区に働きかけをしています。セラフィールドには最大規模の原子力施設が存在し、多くの人々がそこで働き、恩恵を受けているからです。また輸送の観点からは最短距離になります。まず受け入れ可能性が高いと思われる地区を対象に処分地としての適性を把握するといったアプローチが現実的ではないでしょうか。

海外の処分に関連した方々が日本を訪問したときに、様々な種類の廃棄物の流れと異なる実施機関の存在がありその複雑さに驚かれる場合があります。また日本全体で将来を含めてどのような放射性廃棄物がどの程度、いつ発生してくるのかといった国全体の廃棄物インベントリが必ずしも明確ではありません。最近は原子力発電が停止し、また福島県の廃炉からの複雑な廃棄物の発生が予測され、この混沌は増している状態です。

実施主体としても NUMO、JNFL（日本原燃）、JAEAと3つあります。このような状況をどう感じられますか。

マッキンレー 混乱のもとですね。特に実施主体が異なることは処分プログラムの効率が落ちることにつながると思われます。各国は1つの実施主体が廃棄物全体を管理しています。効率的にかつ費用も安く。スイスでは全ての廃棄物、ガラス固化体、使用済み燃料、TRU、低中レベルを1つの処分場に異なる深さで処分する効率的な方式を計画しています。

実施主体それぞれで対応していると考えることも限定され、いいアイデアがあつたとしてもそれを共有することは難しくなります。人材のことを考えてもそれぞれの組織で優秀な人材を長期に確保していくのは大変なことです。特に日本の場合福島事故の後始末がありますから。廃炉に関してもそれぞれの電力が独自に取り組んでいる様子ですが、これも効率からいうと大きな損失かもしれません。廃炉を専門とする組織をつくる方が人材確保や効率、費用の観点から大きなメリットがあります。これまでは発生者責任ということで、政府も電力に実施主体をつくらせて責任を負わせていましたが、受け入れと対話が不可欠な廃棄物の問題では、国が前面に出て、全ての放射性廃棄物に対する統合した思想と政策

の下に責任を持って進める姿勢が必要かと思えます。

あと5年か10年たつと本当に優秀な人材確保が難しくなってくるかもしれません。

—— 少し過去の話に戻します。日本ではH3レポートからH12レポートにかけて、規制主体はありましたが、レポートに対するレビューとか廃棄物処分の安全に関しては発言がありませんでした。イスでは初期の段階から規制主体が関与し、ゲベールもレビューされたのですか。

マツキンレー その通りです。プロジェクト・ゲベール1985は規制主体により厳密にレビューされ、そのレビューには海外の専門家も含まれました。留意しておくことは、最後のレビューを除いて、レポート作成時にはNagraと規制主体とは意見交換を含めて頻繁に接触を持っていました。

米国では実施主体と規制主体とは原則、厳格に接触を制限していますね。担当者レベルでは意見交換をしているとは聞いていますが。スイスではNagraと規制主体であるHSK（スイス連邦原子力施設安全本部）の専門家はグリムゼルでよく会議を持ちました。なぜなら、実験のいくつかは共同で実施していたからです。Nagraは米国のDOE（米国エネルギー省）とNRC（米国原子力規制委員会）と協定を結んでいます。これは特殊な例かと思えます。

このようなことは過去にスウェーデンやフィンランドでもありました。現在は許認可申請の時期でするので不可能ですが。PSI（ポール・シェラー研究所）は規制主体に属していますが、実施主体の仕事もしています。研究には実施主体も規制主体もないはずですから。ゲベールのころ、Nagraはスイス北部の基盤岩に向けて深層ボーリングを実施しました。このボーリングの結果を見て核種移行のプロセスモデルを作成し、パラメータを設定したのです。このボーリング結果は規制主体にも説明し、彼ら

も専門的な観点から結果を分析し、独自のモデルやパラメータを設定したのです。ゲベールのレビューではこのような規制側の検討も反映されています。N a g r a と H S K との会議は、政府からの要請ではなく、頻繁に実施されました。その結果として、ゲベール以降の様々なレポートについても規制側からの多くのコメントが寄せられています。

またボーリング調査に対しても規制側からの要望がありました。実施主体と規制主体のトップレベルでの交流もありました。日本と違い、トップは10年以上にわたり同じ人です。N a g r a の元理事長だったハンス・イスラーは40年間も理事長を務めました。当然ながら、規制主体も含め様々なつながりが構築されます。トップが長く続くことで、同じ理念で仕事ができ、主張も継続され対話時の整合性が保たれます。

この数年、スイスでは電力も含めて、実施主体と規制主体が強力になってきました。この背景には、福島第一の事故からの教訓もありますが、規制主体のトップになったハンス・ヴァンナーの影響が大きいのと思います。彼は、過去 P S I で熱力学データの研究をし、その後 N E A のデータバンクに派遣され、民間のコンサルタントとして活躍していましたが、規制主体に入り現在トップになりました。また彼は各国の規制主体のリーダーからも多くの信頼を得るとともに、地元の村長としても活躍しています。ハンス・ヴァンナーのダイナミックな業務ぶりにより、規制主体はより強力になり、かつ実施主体や政府への適切な要請もして、スイスでのサイト選定作業は順調に進んでいると思います。このような信頼にたるリーダーに率いられた強力な規制主体が存在することで処分プログラムはダイナミックに進んでいます。一方、処分プログラムの初期段階で規制主体に力がなく、許認可の段階で強力になった場合、プ

プログラムは崩壊する危険があります。

—— 日本では、福島原発事故の後、規制主体が再編され、新たに設立されました。新しい規制主体は過去の反省から独立性を強調し、実施側とは隔絶しているのが現状です。処分の話に戻りますが、H3レポートからH12レポートにかけて、動燃からサイクル機構と名前が変わり、内部機構の改編がある中で、坪谷さんや増田さんが処分を研究していたグループの存続に力を注がれました。その間、新たな研究者の加入も含めて力を蓄積していったのです。この努力がH12レポート作成に反映されたと思います。外から見ているかがですか。

マツキンレー その通りだと思います。統合化した性能評価やセーフティ・ケースの構築は最も複雑な作業になります。学際的な知識、様々な観点からの検討が不可欠になります。これらを実施するには長期の学習が必要になるのです。スイスが幸運だったのはNagraでの専門家への待遇と海外の専門家も心地よく過ごせる環境の良さです。例えば、かつてNagraの理事だったチャールズ・マツコンビーは1982年に英国からスイスにきて30年以上住み着いています。私もそうですね。ジョン・クロフォードは大学からNagraに移り、定年退職するまでNagraで働いていました。このような連続性が不可欠ではないでしょうか。NIMOはこれから時間をかけてこのような歴史をつくっていくことになるかと思いますが、今必要とされる能力は外から優秀な人材をリクルートし、10年以上働いてもらうことではないでしょうか。

—— 良く言えば、私たちは若くしてH3レポートやH12レポートに携わることができて幸運でした。H3レポートの作成作業に携わったのは多くが30歳代の前半、20歳代の人もいましたから。そのまま

10年継続してH12レポートに取り掛かったのですね。現在は、当時の若手が部門の長になったりしています。指導にあたった多くの方々は退職されましたが、まだ処分の分野で活躍されている人もおられます。現在のNUMOの方々は設立当時から世代が代わっており、過去のそのような活動に携わった専門家はほとんど見受けられません。放射性廃棄物処分は長く継続する事業です。世代を超えての継続性が必要となりますが、このような継続性にはマッキンレーさんの経験からなが必要と思われるますか？

マッキンレー　そうですね。重要なことは仕事が面白いこと、エキサイティングで魅力的であることだと思います。就職活動ではハイテク産業、国際的な事業や挑戦的な仕事などいろいろあるかと思いますが、私がPhDを終了したのち、職探しの時、研究してきたことを生かせるのは核兵器に係る研究部門での仕事と廃棄物処分分野でした。廃棄物処分の仕事の方がより面白く、チャレンジに富むと考えました。この分野に入って野外での調査や地下研究施設での実験、モデル開発や解析などに携わってきました。先ほど紹介したナチュラルアナログ研究を通じてブラジルやオーストラリアで処分に係る講義や講演会にも参加しました。私のこれまでの経験の中で多くの素晴らしい人たちと出会い、また一緒に仕事ができました。Nagraから去ったのもこのような経験が続いています。多くのことを通じて国際的なネットワークを築くことができます。多くの知人はこの分野が好きで興味を持ってかかわっていると思います。どうもサラリーの多さだけではないようです。実際、少ないです。

私の若いころは、処分プログラムは随分小さいものの、十分な予算がついていました。ある意味でやりたいことができた時代だったということができません。現在は処分プログラムも随分大きくなったこと

もあり、若手が様々なことを短時間に経験するには難しくなっています。全体を見通すことができる人材よりもある分野の優れた専門家を育てるような仕組みになっています。国がプロジェクト進展の予算を管理する仕組みでは次世代が必要とする訓練や教育に費やされる費用は少なくなっています。そのため採用時には広範に物事がみられるゼネラリストと呼ばれる資質を有する人と、ある分野でのスペシャリストと呼ばれる人材を見出す必要があります。

—— 最後になにかおっしゃりたいことはありますか。

マツキンレー 一言いうことを忘れていました。この「オーラル・ヒストリー」作成のプロジェクトはとてもいい考えだと思います。誰かが書いた記録より関係者が話した内容が重要ですから。スイスでは、残念ながらそのような試みはありません。唯一、ハンス・イスラー元理事長がほかの退職した人とともに回顧録を作成しています。スイスの処分プログラムの歴史的な記録としては、原環センターが各国の状況を調査されて残されている情報が役に立つのではないのでしょうか。

2016 (平成28) 年6月

オールジャパン体制の構築と厳しい取りまとめ期限

坪谷 国内にあつては、特に、電中研とか、原研、地質調査所とか、多くの研究機関の協力もあつた訳ですが、この辺、まさにその身を削るような中で、梅木さんはもう日夜、没頭されたと思いますけれども、このH12レポートの作成に関わる、その経緯を少しご紹介いただければと思います。

梅木 最初に坪谷さんから話があつたように、これは国がレビューすることになるので、報告書はこういうふうに書きなさいというガイドラインがまず出されたということが重要なことでした。そのなかでは、先程の専門部会と処分懇のご意向を忠実に反映して、途中からオープンにしる、それからレビューを受けて、コメントを受けて、それを反映して最終的につくりなさい、それから、最後に国際レビューを受ける、とこういったことが書かれていました。しかも、期限が1999年になつてしまつた。で、そのいわば、取りまとめの仕様書があがつてから1999年までに多分2年弱ぐらいしかなかつた。これは極めて厳しい状況でした。本当にできるのだろうかというのが、最初の印象です。

ですが、結果としてはですね、先程、坪谷さんの話のように、人材の確保、体制の継続性みたいなものがあつたからこそ、余計なことを考えないでうまく進めたのだろうと思います。それから、オープンにすることのストレスっていうことで言いますと、これは我々あまり経験したことがありませんでした。技術的なところに専念するとはいってもですね、オープンにすることはある種社会との対話ってことになる訳ですけども、そういう訓練というか経験がほとんどなかつた訳ですよ。ですから、最初の頃

は出たとこ勝負的で、何を言われるかわからないような状況で臨んでました。ちよつと変な言い方ですけども、我々の方はクビがかかっていたんですね。外の方は初めてオープンにするからいろんなことを言う訳ですけども、こちらは変なことを言えない訳で、それは精神的にものすごく大きなストレスになりました。ですが、そもそも処分っていうのはそういうものなんです。先程、坪谷さんも増田さんも話していますが、これは情報の塊で、情報というのは持つていてもしょうがなくて、社会に問わなければ意味がない訳です。そういう意味では、むしろ今日の姿、あるべき姿を、当時から示すべく、たまたま我々が最初にその洗礼を受けたってことなのだろうと思います。個人的に言うくと、私だけじゃなくて一緒にやっていた人たちもそこはすごいストレスだったろうと思います。

それから、もう一つ。国内の関連機関全ての総力をあげてやりなさいって、これもその仕様書に書いてあったことです。それで、先程お話に出たように、当時の原研だとか地調だとか電中研だとかです。あとは電力会社。電力会社は当時、^{*41}電力共研というので、やはり高レベルの処分の研究を独自にやっていたらっしゃいました。それで、この総力をあげてっていうのは、何っていうんですかね、聞こえはすごくいいわけですけども、実際はそれぞれの機関が、それぞれのやり方で、いろんな技術的な成果を出されている訳で、時には軋轢が生ずることも当然ありました。

*41 電力共研 電力共通研究の略。電力会社にとって共通のニーズがあり、かつ必要な資金の大きな研究テーマに共同で取り組むこと。1994年からは高レベル放射性廃棄物の地層処分を対象として電力共通研究が開始され、1999年に電気事業連合会は電力中央研究所と共著で「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」が公表された。同時期にまとめられた第2次取りまとめでの処分概念との整合性をとり、処分事業の費用が見積もられた。

例えば、オーバーバックの厚みを計算すると、我々の考えたやり方でやったものと、それから電力がやったものとはやっぱり微妙に食い違う訳です。そういう時に、やはり技術者の常としては、議論して1つの答えを出そうとする方向に行くんですよ。その結果対立構造になる訳ですけども、これはあんまり意味がないんですね。

むしろ、大事なことはその両方を、それぞれの考え方がありいわば両方正しい訳で、その両方正しいものをどうやって、全体としてまとめるかって、この点に大変苦労しました、当時は。ですから、いいところをそれぞれ抽出するか、相手を否定するのではなくていいところを集めてつくる。こういう経験をする時はじめてやらせていただいたということで、私をはじめその当時関わったものは非常に勉強になったということです。

国際的な高級専門家の招聘

梅木 もう一つ重要なことは、国際的に一流の専門家に関わっていただいたというこの背景には、やはり1988年ぐらいから国際協力を地道に築きあげてきた努力があったということです。N a g r a を皮切りにSKBとか、米国の国立研究所だとかですね。さっき話があったような、そういった方々とネットワークが10年ぐらいかかってつくられていました。これがものすごく大きかったですね。

こういう支援は、やはり双方の信頼関係がないとなかなか真剣にやっていただけない訳ですけども、そこまでの歩みの中でそういうネットワークがつくられていたというのが非常に力となりました。第

2次取りまとめの第2ドラフトというのは全て英語に訳し、北米ワークショップと称して、カナダのAECILとか、米国の4つぐらいの国立研究所等の専門家の方々、増田さんが留学されていましたカリフォルニア大学(UC)バークレー校の研究者に一堂に会していただいて米国でレビュー・ワークショップを実施できたのも、そういうネットワークがあったからこそだと思っています。ワークショップには当時の国内で地層処分の研究に関わっておられた関係機関の方々も一緒に参加いただいて、それまで国際的ネットワークとは疎遠であった国内の研究者がそういう場に参加できるようになったことということも、良かった点であったと思います。

坪谷 動燃の国際協力が海外諸国から歓迎されたのは、ポケットに情報というお土産をいっぱい海外に持っていった、海外機関にとって新しい知識を得る機会にもなったことだといわれています。地層処分研究開発に関わる海外の専門家が我々に正面から対応してくれたのも、動燃とその研究者との交流が海外諸国にとって大きなメリットがあったからではなかったかと思えます。

梅木 ただ、こうしたレビューを受けるということも加わって、繰り返しになりますが、ストレスはものすごいものでした。終電までに仕事が終わらず、その1年間ほとんど毎日タクシーで帰っていました。現実的な問題としてこれを許可していただいたってということも第2次取りまとめの作業を完遂できた大きな理由であることは間違いありません。

坪谷 確かに、大変な苦労だった訳ですけれども、その時代、先程のコンピューターの話が出ましたけれども、あのインターネットね。実はこの第2次取りまとめをしている最中に、徐々に国内で普及したのですね。皆さん方から何うと当時、実は日本で作った英語のファイルをアメリカやヨーロッパ

パでももらおうという作業、結構苦勞したようでした。ファイルをメールで送って、向こうがみてるってというのは、そのあとの時代で、初めの頃はFAXじゃなかったですかね。

高い評価に欠かせなかった国際レビュー

梅木 そうですね。それは大変でしたね。

坪谷 大変な時代でもあったにもかかわらず、ここまでまとめられた。それから、英訳もかなりの枚数のレビューであって、これやっぱ私は、覚えてはいますけれども、最初にH3レポートで英訳をしろという話が出てきて、今では国内外の機関で当たり前になっているけれども、H3レポートの時代から英訳を処分関係はやっていたと、いうことがあると思います。

先程もお話がちらっと出ましたけれども、国際レビューについても、やはり増田さん、梅木さんご両人、大変苦勞をされたし、でも、楽しい時期でもあったろうというふうに思うのですよ。そこら辺、どういうふうに思っているのかな。北米とそれからOECD/NEAですね。

増田 北米ワークシヨップはファイナルじゃないですから少しは楽でしたが、それでも外国の人は、言い方は優しいけれど批判は平気で絶対妥協しないですからコメントは役に立ちました。日本ではレビューを受けるといってもなんかお墨付きをもらうような気持ちでいくのですけれども、いや全く違いましたね。日本語でも大変ですけども、英語で言われてうまくこう答えられなくて、どうすればいいかってことを確認するのに本場の語学力が重要だと思いました。それでも語学力がなくてもわかるぐらい

厳しくやられると、これはもう、我々が甘かったなと思いました。それで、結局ずいぶん良くなりました。

梅木 そうですね。国際レビューというのは、OECD/NEAに正式にお願いして受けた訳ですけども、まずメンバーの選び方からして、日本のプログラムに直接関係のない専門家を集めて、それであるのですから、さつき増田さんが話したように、極めて手厳しいコメントがきますね。

それで、1つの例をあげますと、活断層の影響について、仮想的にもし活断層が発生したらという評価は、サイト選定で除外するから極めて可能性が低いということでレポートに含めていませんでした。その点についてNEAのレビューチームが活断層はもちろん避けてつくるのですけども、将来可能性はゼロではないだろうとの指摘があり、結果的にひよっとすると処分場をよこぎって将来活断層が新たに発生して影響を与えるかもしれないということについて評価を行うべきとの指摘がありました。それで、レビューを受けた後に、H12レポートの後ろのところに書いてありますけど、そうした評価結果も含めて最終的に国に提出しましたし、専門部会でもレビューへの対応としてご紹介しました。

ですから、それだけの厳しいことを言われ、言われてみれば確かにそうですけれども、非常に短い期間で対応しなければならぬことになって大変ではありました。ですが、先程申したような国際的なネットワークがその前に脈々とつくられていたからこそ、彼らも真面目にやってくれたし、NEAのレビューの土台ができていたという意味では良かったと思いますね。まあ、ともかくレビューは緊張の連続で楽しくはありませんでしたが、非常に良かったです。

増田 レビューを受ける前に、ある程度の合格点に近い点を取っているという前提でみてくれてい

るって感じがしましたね。

梅木 そうですね。

増田 2000年レポートに引用している論文なんかも、いろんな国際会議にかなり発表しましたから、ある程度のレベルの連中が書いたという認識でレビューしてくれてきたって感じはしましたね。

坪谷 確かにね。その北米ワークショップのときの北米っていうのは、まあ非常に広いその分野の専門家がたくさんおられる訳だけでも、ワークショップの時はどういうふうに入材を選定されたんですか。

増田 LBL(ローレンス・バークレー国立研究所)のウィザースプーン先生のところのボドパースンという数年前に亡くなった方ですけれども、その人に人選も全部お願いしました。ただし、少しは援護もほしいので、我々の味方をしてくれそうな、以前に動燃やサイクル機構に来ていた方にも入っていました。

坪谷 まあ、第2次取りまとめが各国のレビューを受けたということも、のちのち日本の処分政策を考える上で、例えばNUMOが設立された早くから、実は国際的な有力な専門家をその周辺において、NUMOの技術関係のその発展、発達というものに、大変役に立っただろうと私は思います。お二人ともそのNUMOとの関係が割合深いので、その辺一言ずつ何か、動燃の第2次取りまとめが、技術的にも動燃、核燃料サイクル開発機構からNUMOにうまくその技術が伝わっている、第2次取りまとめというもので伝わっているということもあってですね。日本の原子力技術の移転、多くはうまくいかなかったけれども、この分野では、その辺のところを何かコメントをいただけますか。

増田 まあ、今の状況でうまくいったとは言いがらいいですね、私は当時の中神靖雄副理事長から、レ

レポートを書いたんだから当然それを実践しなきゃいけない。君と梅木君が行くのが最も間違いないんだと言われました。NUMOに行つてからの働きはアイドリング状態のままでしたけれども、技術移転として直接2000年レポートに関わつた人間が行つたこと自体は間違いないかと思ひます。

技術移転といつても、地層処分の場合にはテクノロジーの移転だけではなく、科学的な知識は書いたものを読んだだけで伝わるものじゃないですから、地層処分概念を肌感覚を持つている人間が行くつていうのはかなり重要なことだつたと思ひます。ただ残念ながら、それだけの働きができなかつたつていうのは、私が未だに悔やんでるところですけどね。

坪谷 まあ、当然、日本がその処分の事業化ということに向けてのいろんなその仕組みが未成熟なときに、時代の要請というものに応えて、その事業化に入ったというふうにも実は個人的には思えます。

梅木さん、NUMOに行つて仕事されている訳ですけども、言いにくいところも多々あると思ひうのだけれども、何かコメントはありますか。

梅木 増田さんも私も研究開発としての2000年レポートは経験していたので、NUMOに行つたら当然、今度は事業者としてなにをどうすべきか考えるわけです。そうすると、それは2000年レポートを土台にして、2000年レポートはほんとに研究機関としてのレポートですから、それとは違うあらゆる種の方向性を出そうと、増田さんを中心にもいろいろと方向性を出しつつあつたんです。その時に力を貸すために集まつてくれた海外の人たちにとつても、海外の経験に比べると、国の計画だものすごく短期間にサイト選定が進むということになっていましたので、じゃあ技術的にどうそれに対応していくかというのは、ある種の新しい方向を構築していかなくないかという状況を理解してくれていまし

た。増田さんとか私とか、第2次取りまとめを経験していたものですから、次のブレイクポイントを探していたのですが、NUMOができた当初に來られた多くの方々はその機関でもう本當に一流の方が來られたのですけれども、この経験の差というのは非常に大きく、まず2000年レポートの内容が十分理解されないまま、次のステップに行くというのはなかなか難しいことでした。そこで、やや乖離が生じてしまったということは否めないと思います。

もう一つは、2000年レポートが、レビューを作成途中から受けて、国際レビューも受け、それに基づいて法律ができたというところで、まあ、何って言うのですかね、ちょっと変な言い方ですが、ある種規格化されたようなところがあって、何でもかんでも2000年レポートに書いてあります的なことになって、それがかえって自分たちで次の努力をしなきゃいけないってことを妨げたというようなことになってしまった。2000年レポート以降、なかなかその次のセーフティ・ケースといいますが、そういう安全評価書っていうのが出なかつた訳です。今、ようやくだそうと思っています。しかし、逆にいうと、NUMOができてから15年間ほとんど何かあるとすぐ2000年レポートが引き合いにだされてこられた状況でした。2000年レポートの立場で考えると、それは非常に長い時間、有効に機能したっていうことで、誇るべきことではあるのですけど、別の見方をすると次のステップに行くうえで障壁になったということがあります。

この辺は、ある種、これで終わった、変えたくないという考えをもつような、日本の文化なのかよくわからないのですけれども、常に変化、技術の向上を求めるといふような精神が、分野に限りませんが、特に処分分野では必要なんじゃないかというのは非常に思いますね。

第5章

地層科学研究

深地層中の現象を解明する新たな研究領域の設定

坪谷 地層処分技術の基盤となる地下の科学的研究は、1989（平成元）年に原子力委員会が定めた『高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の重点項目とその進め方』によって、深地層中の現象を解明するという研究領域を新たに設定して、地層の科学的研究を着実に進めることが示されました。この『重点項目とその進め方』は、超深地層研究所（岐阜瑞浪市）および深地層研究センター（北海道幌延町）の実現の道を拓くものでした。この新たな領域の課題設定に指導的立場で深く関わった山川稔氏に当時のお話を伺います。

山川稔氏（やまかわ・みのる）

動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構）環境技術開発推進本部
第2次取りまとめチーム総括主任研究員として第2次取りまとめ業務に参画（当時）。

山川稔氏インタビュー

—— 地層科学研究という言葉が、この本の中でもしばしば出てきます。1989年に原子力委員会が定めた『地層処分研究開発の重点項目とその進め方』で、地層の科学的研究をやるということが明記をされて以来、こういう用語を使っているわけですけれども、そもそも原子力委員会が、そういう用語を使う前の昭和60年代から、東濃を中心として、ずいぶん地質関係の研究をされてきたというふうに承知をしています。

山川 1986（昭和61）年に、動燃の中部事業所（岐阜県土岐市）に環境地質課が新設され、私は翌年の1987（昭和62）年に本社の環境資源部地層処分対策準備室から赴任しました。当時の環境地質課の主要な調査・研究は、①東濃鉦山（月吉ウラン鉦床）を対象としたナチュラルアナログ研究、②月吉ウラン鉦床とその周辺地域（10キロメートル×20キロメートル）での*42広域地下水流動調査、そして、これらの調査に必要な地質環境特性データ（水理・力学・地化学・熱など）取得のために試錐孔を利用した地表から深部（1000メートル深度）へ連続的および、ある特定区間で取得可能な水理試験や、清水掘りによる採水などの機器開発などが始動していました。とりわけ機器開発は、既存機

*42 東濃での広域地下水流動調査 広域地下水流動研究は、1992（平成4）年度に開始、2004（平成16）年度で主な現場調査を終了し、現在は瑞浪超深地層研究所の研究坑道掘削に伴う長期観測を行っている。



山川稔氏

器ではその性能が不十分なために、機器システムそのものから
の新開発を強いられました。ただ、①の月吉ウラン鉱床に関し
ては、すでに国内探鉱での豊富な地質・鉱床学データ・報告
書・論文などが充実しており、天然ウランの形成プロセス（ウ
ランの溶脱・移動・沈殿・濃集）がすでに解析されていたこと
が心強く思いました。これらの形成プロセスに加えて、その保
存環境と、将来、天然ウランの長期挙動に関する地球化学的プ
ロセスとその状態変化などを予測解析するための調査・研究に
発展させれば良いわけです。

それから、わが国は変動帯に位置するということもありま
すので、日常の地震活動とか、火山活動というのは国民周知の自
然現象です。このような変動帯での地層処分システムの成立性
を示すためには、地層処分研究の基盤である地質環境（地層・
岩盤とそこに含有される地下水を意味する）の長期安定性を明らかにすることが一番のタスクとして、
調査・研究が実施されてきました。

私は1977（昭和52）年11月から1985（昭和60）年までに、主にオーストラリア、カナダ、ア
メリカ、短期間のアフリカなどでのウラン探査・鉱床評価などの業務に携わってきました。1985（昭
和60）年4月に、バンクーバー探鉱事務所から本社の資源情報室（地層処分対策準備室兼務辞令）に転

勤しました。その時に、地層処分対策準備室初代室長の奥野孝晴さんに「例のウインク付きの微笑の顔」で声を掛けられたことにより、兼務辞令が本務になり、地層処分研究の基盤である地質環境に係る調査・研究（後の地層科学研究）にコミットすることになりました。その時の口説き文句は、今でも忘れることができません。心より敬服していた奥野室長からでしたので運命的なものを感じました。

—— それは、本社の環境資源部だったですかね。昭和60年頃は、まだ、地層科学研究という言葉が登場する前ですね。

山川　そうですね。当時の地層処分対策準備室は、三会堂本社ビルの隣の猿田ビルにあり、メンバーは、奥野室長、村野徹さん、青山成男さん、三島毅さん、武田精悦さん、財津知久さん、内田雅大さん、女性の保田みゆきさんと高橋恵子さん、そして私の総勢10名での出帆でした。その当時、地層処分システムとその重要な研究課題、特に、地質環境に関する調査・研究については、あるレベルでの理解はありましたが、より基本的概念である地層処分とは何か、その安全性とは、国民の理解醸成には、などなど。そして、わが国のような変動帯での地質環境の長期安定性そのものの調査・研究の取り組み方や、海外での研究事例の情報量などについてはまだまだでした。そのような不安な日々には、熱意と自己研鑽の機会を与えてくれた村野さんの存在は極めて大きかったです。私たちは「村野学校」と呼び、自ら考える指導とディベート方式の議論などを通して教育していただきました。そういう意味で、村野さんは「恩師」として、今でも感謝しています。

それに加えて、中部事業所の環境地質課と東海事業所の地層処分研究開発室との施設見学会や勉強会による職員交流が、研究開発上の役割・分担の認識や意見交換を通じて相互理解できたことが、その後

の連帯感の醸成の一助になったものと思います。

また、地層科学研究を構成する地質環境特性や地質環境の安定性に係る調査・研究の進め方、データ取得のための調査手法・機器開発、そして、それらの取りまとめ方に対する客観的な検討・評価のために設置した外部委員会の役割とその貢献の大きさを強調しなければなりません。地質環境の諸特性と長期安定性については専門家、いわゆる大学とか国研クラスの第一線級の研究者にコミットしていただくよう心がけました。その大きな理由は、この領域には、エキスパートジャッジメントがどうしても必要だなど思っていましたので。あの頃はまだ、地層処分領域に関わる研究者は、原子力関係や材料工学分野などの方は別として、地層科学研究分野では非常に少なかったと思います。それで奥野室長に相談して、人選を考えました。その領域は、地質環境の安定性・地下水流動・ナチュララアナログと機器開発などでした。

その親委員会としては、地層科学研究検討委員会（北村信主査、14名）。その作業部会として、火山検討部会（宇井忠英主査、7名）、地震・断層検討部会（松田時彦主査、6名）、隆起（侵食）・沈降検討部会（気候変動・海水準変動も含む）（貝塚爽平主査、7名）を設置しました。これに加えて、広域地下水流動委員会（小島圭二主査、6名）、岩盤掘削挙動研究会（木山英郎主査、5名）、花崗岩委員会（関本義則主査、5名）、陸域地下構造フロンティア研究推進委員会（高木章雄主査、6名）も設置しました。この委員会などでは、私たちの地層科学研究計画はじめ、地質環境の長期安定性の考え方・進め方・取りまとめに係るデータや解釈内容と、そのロジック（証拠・論理性）などのハンドリングの仕方とかですね。それから、いろいろな学説がありますので、その学説の評価みたいなものを委員の方に厳し

く議論・評価などをしていただきました。人選過程で、断られた先生が一人もいなかったですね。今考えるとわが国におけるそうそうたる委員で構成されてきましたね。今後、もうこれ以上の人たちは多分集められないだろうと。これは最強だったよなどと自分でも思っています。その後、これらの委員会の先生方は日本の地層処分に関わる研究の中心になって深くコミットされた先生方です。例えば、徳山明先生、山崎晴雄先生、大西有三先生、西垣誠先生、渡辺邦夫先生、市川康介先生など多彩です。

—— 安定性、広域地下水流動、それから地下水化学とか、東濃鉱山が果たした役割は、非常に大きかったのだらうと思いますが、地層科学研究の現場として東濃鉱山をどのように着目をされたのでしょうか。

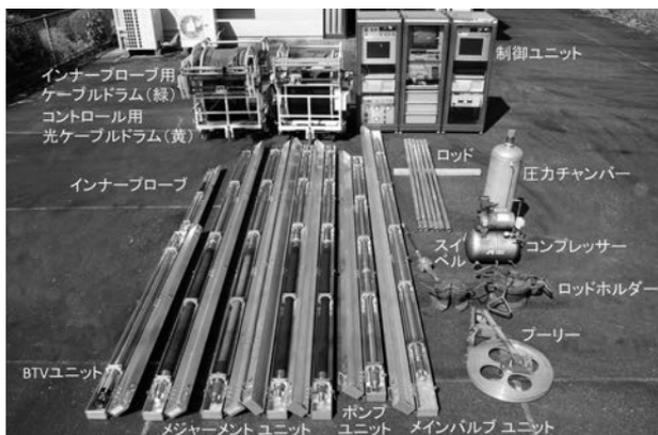
山川 調査対象は東濃鉱山の既存坑道とその周辺地域でした。国内探鉱の成果のもと、ウラン鉱床が約1000万年前に形成されていることや、その成因も明らかでした。そこで、月吉ウラン鉱床の天然ウラン系列核種の地球化学的プロセスに着目して、その保存環境がどうなっているのだろうかを解析することに、わが国の地質環境そのものの包蔵性（隔離性）を具体的に示すこと。つまり、わが国における地層処分の基本的なコンセプトをサポートする直接データを取得することが可能ではないかと考えたからです。

さらに、ウラン鉱床の天然ウラン系列核種がずっと保存され続けるのだろうか。もし続かなかつたら、どういう地球化学的变化、あるいは地質構造学的変化を受けたときに、どう変わっていくのか。水理場の変遷と合わせて、月吉ウラン鉱床そのものを状態変化の視点で研究する上で、絶好な材料であり、優れた自然の教場であったことです。また、月吉ウラン鉱床は典型的な堆積型ウラン鉱床で、その形成(花

崗岩基盤岩からのウランの溶脱↓移動・運搬↓沈殿・濃集（ウランの鉱化部・鉱床）プロセスには、地下水の水質・流動系と酸化・還元環境などが主要な規制要因となっていました。そのために、月吉ウラン鉱床形成に深く関与している地下水の起源・進化とその流動系が主要な調査研究課題になりました。そして、この天然ウラン系核種の地球化学的挙動は、地層処分における放射性核種移行のアナログ（ナチュラルアナログ研究）として、わが国の地質環境下で理解することができると意味がありました。

そこで、最初に、広域地下水流動を理解する上でその空間（広がり）設定などに関してどのような境界条件で設定するか、から始まりました。本件のアプローチについては、諸外国の先行調査研究事例を参考に、その具体的な調査・試験などについては、広域地下水流動委員会の先生方にいろいろ相談しました。最初に、対象領域の水収支の算定から始まり、過去1000万年、特にこの鉱山周辺の地形は違っており、現在地表に露出している堆積物も当然海の中に堆積していた時期もあるわけですから。それらの地形特性や地質構造発達プロセスを想定して、かん養域は少なくとも、稜線を囲むように、10キロメートル×20キロメートル程度を対象領域に設定したわけです。当時、SKBのレポート等々がありましたので、一つの先行事例として参考にしながらやっていたのが現状でした。もちろん、試錐孔での水理データや、清水掘りの試錐孔からの採水と原位置での水質データ取得のために、同時並行で機器開発を必死でやっていました。その当時、機器開発に親身になって協力していただいた地質調査コンサルタント会社には頭が下がりました。

また、敷地内の正馬様洞で新規に深掘りした1000メートル試錐孔で、SKBのアンピリカルフォースという地下水を採取する機器を導入した適用試験をしました。原理的には、1000メートル深度ま



1000メートル対応水理試験装置

で対応可能な装置でしたが、地温勾配がスウェーデンと違って、正馬様洞の試錐孔底がおおよそ36℃でした。この装置は30℃ぐらいの温度対応であったために、機器のICが機能せず、孔底部での1000メートル深度での採水を断念した苦い経験をしました。

10キロメートル四方ぐらいが着目する規模と考えれば、1000メートルの深さでかん養域の研究をすればいいって言うことを言われたのは、山川さんでしたか？

山川 私でなくて、地下水流動系に関する調査計画案については、広域地下水流動委員会で調査・試験計画・実施内容・データの品質管理などを検討・評価していただくほかに、優先度の高い調査・試験などに助言をしていただいています。この委員会では、小島圭二先生が主査で全体の計画の助言、モデルは登坂博行先生・大西有三先生・渡辺邦夫先生、西垣誠先生には機器開発、嶋田純先生には環境同位体による地下水の起源・進化などを担当していただきました。特に、渡辺先生は、ストリパ鉱山での国際共同研究において、坑道壁面からの蒸発散量測定によるテクニカルコントリビューションをした日本サイドからの最初の人でしたね。

地層処分の観点からは、1000メートルぐらいま

での深さを調べれば、地下水流動系がほぼ評価ができるんだという話ですよね。

山川　そうですね。基本的にはね。但し、水理場は、サイト特有ですので、サイトの地質・地質構造・水理地質構造などにより、対象深度は浅くもなり、深くもなります。月吉ウラン鉱床とその周辺地域を対象とする広域地下水流動調査では、ウランの鉱化部（鉱床本体）は瑞浪層群の下部に位置する土岐挟炭層に胚胎しています。その下位の土岐花崗岩基盤（ウランのソース）とは不整合関係です。その両者の境界（不整合面）は大体深度150メートルぐらいありますね。ところが探鉱時代に、その土岐花崗岩体の深部に、おそらく古海水起源のフッ素の多い特異的な地下水があるっていうのが分かっています。ただ、探鉱時代では、深掘りでせいぜい試錐深度は250メートル程度でした。しかし、ウラン鉱床のソースである土岐花崗岩の総ウラン量が最大30ppmぐらいで、一般的な花崗岩のウラン含有量と比べてかなり高い特徴がありました。このウランの供給源である土岐花崗岩の分布・岩石化学的／鉱物学的特徴と天然ウランの地球化学的挙動なども踏まえて、1000メートル深度を設定しました。これは、もちろん委員会で検討していただいた深度で、私たちの水理試験装置の開発深度も1000メートルにすることになりました。

試験孔での各種水理試験や清水掘りによる「真の地下水採水」作業に伴う試験時のスタンバイ・試験時間の長短により、予想外の延長時間（遅延）が発生するため、仕様書変更などで随分苦労させられました。原位置試験の工程管理の難しさに困惑しました。正直、自然を相手にする原位置試験の工程管理への実績のなさを痛感しましたね。

その深度、地下水流動と具体的なウラン鉱床、花崗岩中のウランの濃度とか。そういうのって、

未だに地層処分の中では、例えば、ナチュラルアナログとか、あるいは、安全評価ですごく役に立っている知識だと思っんですね。それは、ウラン鉱床の研究なんかと一致しているのですね。

山川　　していますね。地下水流動とその地球化学的特性の調査・研究は、ナチュラルアナログ調査研究の成果と合わせて解析しました。これらの成果は地層処分の安全評価に直接的にインパクトを与えるとともに、地下水中の物質移動など国民との科学的な知識の共有をはかるうえでも意義が大きいものであると思っましたね。

—— 動燃のウラン資源開発における国内外における輝かしいウラン鉱床の成因についての研究成果はナチュラルアナログ研究として重要ですね。

山川　　鉱床学的成因については、国内探鉱で明らかにされています。私たちの地層科学研究では、ウランの保存環境を理解し、将来この保存環境がずっと続くというのは、どういう地質環境特性が必要なのか。つまり、その状態変遷を明らかにすることですね。個人的には、高品位ウランの保存環境の状態変遷についての詳細な調査・研究事例がカナダ・サスカチワン州アサバスカ堆積盆地の東縁に位置する不整合関連型ウラン鉱床の代表であるシガーレイクウラン鉱床（約13億年前に形成）を対象にしたナチュラルアナログ研究だと思っっています。これはナチュラルアナログの金字塔だと評価されます。ウランの保存環境についての具体的なデータとそれに基づく知見などに学ぶことが多いと思っます。ウランの超長期保存環境として最も重要な要因は、鉱床を取り囲む粘土帯による物質移動の阻止機能と、還元環境の長期的維持と結論しています。還元環境が維持されれば、天然ウラン系列核種の溶解度が小さくなるということによって保存（固定化）環境となるとの結論でした。月吉ウラン鉱床もそうですね。土岐挟炭

層の炭質物による還元環境の生成により、過去のチャンネル構造を示す古河川系の河床凹部の中にウランに富んだ溶液がトラップ（停滞）・沈殿して鉍化部を形成している。また、その一部が沸石に吸着されていることも解っていました。この形成過程は、教科書的な堆積型ウラン鉍床の典型ですね。

—— 地層科学研究検討委員会ができたときに、日本ではまだ地層処分研究分野で、そういう先生方があまり参加されないという時代ですよね。先生方にはどういうふうに声を掛けられたのですか？

山川 これは非常に幸運だったのかも知れません。それは、私が大学・大学院時代に先生方・先輩・仲間とのお付き合いが密であったからだと思います。情熱と誠意をもって相談すれば必ず理解してもらえるという信念と、私流のお付き合いが功を奏したものと思っています。委員会の数・名称・構成メンバー・役割などについては、最初に奥野室長や村野調査役に相談し、私なりに人選リスト案を作成しました。その原案に対するコメント・追加推薦などについては、主に木村敏雄先生、小島圭二先生、高木章雄先生、藤井敏嗣先生といった方々と、地層科学研究検討委員会の部会長各位に意見などを伺いました。その後、委員の承諾を得るための趣旨説明で全国行脚にでかけました。主な視点は、「地層処分とは何か」、「地層処分研究と地層科学研究との関係」および「委員会の趣旨・反映先・構成委員の選定理由と役割」などでした。その趣旨説明時に1人の先生だけ、2回ほど趣旨説明の面談を持つことになりました。その先生は貝塚爽平先生（当時、第四紀学会会長）でした。その時の質問は「山川さん、あなた、いくら言っても、動燃だから原子力事業に関わる技術・研究開発の推進組織の職員であるので、バックエンドとしての地層処分研究と地層科学研究との関連性および、地層科学研究の内容・その反映先などについてもっと教えていただかないと判断（承諾）ができない」とのことでした。もちろん私自身は、

貝塚先生の質問に対して、誠意を持って諸外国の考え方・現状・研究内容・反映なども合わせて情報提供するように心掛けました。結果的には、了承していただけました。

また、丁寧に断わられた唯一の先生が平朝彦先生でした。平先生には、委員を承諾していただけませんでした。先生曰く僕は山川君が来たらいつでも相談に乗るからってということで、その委員会の委員になることにはちょっと勘弁してくれとのことでした。ただし、委員会での資料構成・内容だとか、それからこういう問題については、どういう方にアプローチすればいいかとか、関連分野での適切な先生などの紹介とかですね。本当に親身になっていただきました。実は、平先生は地層科学研究検討委員会主査の北村信先生のお弟子さんなのです。そのようなこともあり、北村先生がぜひ「平先生を委員として協力してもらおうように」と言われましたが駄目でした。最終的には、委員リストが原案通りになったことが嬉しく安堵したことを覚えています。

—— 山川さんが言われた、地層科学研究が処分場の場所選びとは違うんだということは、まさに原子力委員会が地層科学研究という言葉をつくったことと通じているんだらうと私は思うんですね。

そうは言いながらも、相変わらず、例えば瑞浪とか幌延で研究をすると、そこは処分場になるんじゃないか、という世の一部の人の批判というものにさらされながら研究をやっているという事実もあると思うんですが、特に先生方がこういう仕事を山川さんと一緒にやるときに、やはりいろいろ先生方の疑問のようなものも、投げかけられたんじゃないかなと思うんですが、その辺はどうなんでしょうか。

山川 そうですね。例えば、委員承諾時に貝塚先生の質問なんか疑問の表れであったものと思いません。その当時、委員の方々や他の先生からの調査・研究・取りまとめなどに関するコメント・提言につ

いては、例えば、サイティングに関して適切なサイトを教えてくださいますか、地層処分システムに求められる地質環境要件などについての提言そのものをお願いするようなことは一言も言わなかった。終始、広い意味での地球科学的領域内での議論・評価とその反映先を明確にしていたことがよかったのだろうと思います。

また、若手の地球科学者への研究素材を提供することも沢山ありますよね。これはお願いの仕方だと思います。これらが当該研究領域を深くして、その裾野を拡げる結果に繋がりが、当該学会や研究者の理解・協力が得られるはずです。その結果、若手研究者の育成に繋がるはずです。

釜石鉱山での原位置試験について

—— ここで、釜石鉱山での原位置試験について教えてください。

山川 あの時、国内鉱山の既存坑道を利用した原位置試験を宮城県の細倉鉱山、北海道の下川鉱山で実施していました。釜石鉱山の既存坑道での原位置試験は地層処分対策準備室が、調査計画・試験管理として手掛けた最初のプロジェクトでした。

当時、本社核燃料部・廃棄物対策室が三菱マテリアル株にすでに委託・継続中であつた細倉鉱山（母岩が凝灰岩）がありました。地層処分対策準備室は、この細倉鉱山の継承と新規の釜石鉱山（母岩が花崗岩類）での原位置試験の研究管理を実施していました。特に、細倉鉱山の母岩が、アメリカのユッカマウンテンの母岩と同じことで、多孔質媒体での物質移動の基礎試験が実施されていました。

一方、釜石鉱山の既存坑道では、マイナス250メートルレベルとマイナス450メートルレベルを利用した空間的な規模での原位置試験でした。もちろん鉱山主である日鉄鉱業(株)からは、地質・地下水の物理・水理／坑内水の排水量などの基本データの提供があり、地層科学研究の観点からの花崗岩を対象とした原位置試験を実施することに集中できた最初のケースでした。ここでの主要な試験は、まず、坑道壁面とその内部に着目した水理特性(流路・流量・間隙水圧／透水係数／割れ目系の幾何学的性状・充填鉱物の組成とその変遷など)と流動系の把握でした。ただし、釜石鉱山はかなり古くから鉱山活動(採鉱など)をしていますから、水理的にもイニシヤルコンディションがほとんど取れないために、初期値からどう変わったのかを定量的に解析することには少しハンディキャップがありました。水理特性での成果は、断裂系の分布域で、断裂系で囲まれた空間内での水理学的隔離(コンパートメントセオリー)が観察・計測されたことです。つまり、断裂系(断層系)で囲まれた空間毎での間隙水圧が、次(隣)のコンパートメントとは独立性を保つということでした。この事実から個々のコンパートメントにより水理的に隔離される可能性があるということになります。つまり断層・断裂系では、岩石・水反応により粘土化が進み、止水効果のある粘土帯の形成が起きます。その結果、シールされているのです。で、そういう意味で、地下水流動系あるいは間隙水圧の分布については、非常にローカライズされているものだと示唆されました。

また、当サイトが、三陸沖に面しているので、東北地方における地震の巣窟ですから、地震動の地下深部から地表への伝わり方・強さはどうか。地震動による地下水流動系や組成(混和)などへの変化があるのか。間隙水圧がどう変わるのか。このことは、地質環境の長期安定性に影響を与える可能性のあ

る地震の伝播特性とその影響を考察する上で絶好のサイトでした。この成果は、第1次取りまとめでは、地下深部での地震波が地表と比べてその揺れが3分の1ぐらいになることと、間隙水圧そのものもほとんど変化しないことを実観測データで示すことができました。これらの地震波の伝搬とその強さの深度依存性が、釜石鉱山での原位置試験の研究の中で、地質環境の長期安定性への具体的成果じゃないかと思っています。

——なるほど。釜石は1988（昭和63）年から10年間、動燃が試験をさせてもらったと思うんですが、今話されたような割れ目のシールの特性や花崗岩体の中の水理特性など、相当自由に研究をさせていただいたのですね。オーナーは日鉄鉱業株だったわけですが、試験を開始するころの関係者というのはどのような感じだったのですか？

山川 鉱山自体はいつでもウエルカムでした。あの頃、釜石市長の野田武義さんと市幹部の方も好意的でした。最終的には岩手県の判断次第であったと聞いていました。釜石市民は、釜石鉱山との共存共栄の意識があり、目立った反対運動がなかったと思います。ただ、立地への手順や進め方などについては、大変だったそうです。特に、奥野室長が動燃内部で孤軍奮闘しながら頑張ったそうです。結果的には奥野室長の熱意とお人柄が、釜石鉱山での原位置試験を可能にしたと理解しています。改めて敬意と感謝をしています。

——環境技術開発推進本部ができたのが、1989（平成元）年ですから、釜石の原位置試験をはじめてまだ1年のころでした。

山川 釜石では、中部事業所と東海事業所の研究者が、一緒に調査・試験・研究をしていましたから。

それらの成果は、その後、国際ワークショップに国内外の専門家が一堂に会し、花崗岩に関する議論ができたことにつながり、担当した職員にとっても大きな自信になったものと確信しています。

若手研究者の育成について

—— 中部事業所での若手の育成についてはいかがでしたか。

山川 1987(昭和62)年に赴任したときの緊急課題は、若手研究者の確保と、大学の先生方にもっとテクニカルコミットメントしてもらおうということでした。前者の解決法として人事部に新人を下さいと再三お願いをしました。特にあの頃、中部事業所には探鉱課があり、広い意味での地球科学の専門家が何人かいました。小山和俊探鉱課長と相談しながら協力を試みましたがね。なかなか難しかったので、直訴のように、人事部には、年間3人ぐらいほしいと。その時の条件は1つでした。それは学部卒でなく、修士課程以上の修了者でした。その理由は、学部卒には、やっぱり誰かが指導員になつて教えないと、やっぱり研修期間って必要じゃないですか。でも、修士課程以上の研究者っていうのは、研究所のイロハぐらい分かりますから、少なくとも修士課程以上の新卒者を下さいと。それで3年間は多分、毎年3人ぐらい修士課程の新卒者が採用されました。本当にありがたいと感謝しています。もちろんゼネコン・コンサルタント会社・電源開発株などから、優秀かつ経験豊かな出向者を派遣・協力していただいたこともあり、研究体制もできつつあり心強く感じていました。その結果、職員数も増え、適材適所の配置もできるようになりました。やっと研究開発を軌道に乗せられると安堵しましたね。

—— そうやって、釜石の研究で多くの人材が育った。そういう人材が育ちながら、1994（平成6）年でしたか、中部事業所が、東濃地科学センターという名前に変わりますよね。一方では、日本でも深地層研究施設が非常に重要だというふうには、原子力委員会でも指摘があつて、でそういうものを受けて懸案の深地層研究施設をなんとかしなければいけないということになったわけですよ。一つは、岐阜に、その後、超深地層研究所と呼ばれるような施設ができて、もう一つは、幌延の深地層研究センターという、その2つの研究施設計画に、東濃で育成された人材がずいぶん貢献していると思ふんですが。その頃に特に配慮されたことはありませんか。

山川 私が1991（平成3）年に中部事業所から本社環境技術開発推進本部地層科学研究グループに異動した時に、処分研究グループに増田純男主幹がすでに赴任されていました。それで、あのときね、確信できませんが、大石博副理事長時代、企画部の笹谷勇部長が事務局になり、勉強会（会議の名称は忘れませんが）が設置されました。その勉強会で2つの宿題が出ましたね。処分研究グループに、「地層処分システムの安全性を評価するにあたって性能評価とは」、私たちのグループには「地層科学研究の役割と、地層処分システムの成立性をサポートするための地下研の必要性・位置付けは何か」でした。その必要性に関しては、地下水流動系の違う地質媒体、つまり、堆積岩と結晶質岩を対象とした2つの地下研が必要ですよとの論点で力説させていただきました。この前提となったのは、月吉ウラン鉱床とその周辺地域での地層科学研究の実施と、釜石での原位置試験の経験がありました。さらに、海外の地下研での共同研究の実績などもありました。これらの国内での鉱山の既存坑道を利用した原位置試験および、国際共同研究の実施内容・成果などを総合解析・評価し、わが国の地質環境下での初期状態から段

階的な掘削坑道を利用できる各種試験の適用性確認・データセット・知見が取得できるのは地下研であるという位置付けのもと、2つの異なる地質媒体での地下研の必要性を主張しました。

さらに重要なことは、地下研での調査研究が、研究者の研究マインドの向上と経験・実績を積むことにより、本番での最終処分場の事業段階などへの自信に繋がることを大きな狙いとして強く考えていました。もちろん東濃鉱山・釜石鉱山などでの地層科学研究や国際共同研究、そして将来の地下研に携わった多くの研究者にとって、豊富な知見と実績に裏打ちされた自信をもたらすものと確信していましたね。

—— 特に、その2つの研究施設は、更地の段階から、地表面からの調査、それから坑道を掘って、地下に潜って調査する、あるいは、最後に地下の調査坑道でいろいろ研究するというしつかりとした研究計画をつくりました。深地層における研究という意味では、グリムゼルだとか、エスポ、ホワイトシエルもありましたよ。そういうところとの交流で若い人たちが留学をしていました。その方たちは、どんな感じでみんな帰ってきているわけですかね。

山川 国際共同研究の一環として、カナダAECILのホワイトシエル地下研（花崗岩）へ杉原弘造職員、ベルギー・モルの地下研（粘土層）へ吉田英一職員、スウェーデン・HRL地下研（花崗岩）へ大澤英昭職員をそれぞれ2年間派遣しました。彼らは、最前線での調査・試験・研究などを通じて、研究者としての自覚と自己研鑽の機会が多々あったものと思います。その後、環境地質課の杉原職員、吉田職員、梅田浩二職員、藤原治職員、柳澤孝一職員、佐藤稔紀職員、岩月輝希職員などが学位を取得しています。ただし、学位申請時での研究成果の取りまとめに、日常業務での成果を活用することに対して、本社から説明を求められたこともありました。そこで、そういう日常研究業務、あるいは国際共

同研究を含めて、それらのデータの一部分であっても学位論文作成に使うことに對する基本的な考え方はどうなっているのだとか。どういう指導をしているのかとか、ネガティブな質問でした。

—— 後に、学位の取得を奨励するようになりました。

山川 先程、釜石鉾山での原位置試験について、大事なことを言うのを忘れたのですが。釜石鉾山の母岩は花崗岩、それから、スウェーデンのストリパ鉾山・エスポ地下研究所とスイス・N a g r a のグリュゼル試験サイト、カナダ・A E C L のホワイトシエル地下研究所の母岩はそれぞれ花崗岩です。しかし、それら形成年代が、もちろん違うのですが、これらの花崗岩同士での基本物性値っていうのはあまり変わらないのですよ。ただ、それぞれの花崗岩が受けた地殻変動などによる地殻応力履歴やその規模（影響・程度）が違うのが一般的です。例えば、スウェーデンやカナダの花崗岩は、安定地塊の代表そのものです。一方、他2者（わが国とスイス）は変動帯の花崗岩です。ここでの大きな違いは、地殻応力（岩盤への応力）の大きさ・方向とその変化量の経時変化が問題になる訳です。それは、スウェーデンとかカナダの花崗岩っていうのは、安定地塊ですよね。つまり、古い大陸性安定地塊をつくっていますから、その地殻応力変遷は、厚い氷河の消長に伴う隆起沈降が主要で、それによる地殻応力のみが変化しているだけで、ほとんど広域的な地殻応力変遷というのはあまり変わらないです。恐らく、上下動による応力変化が主要と考えられます。わが国のような変動帯の花崗岩はね。やっぱり、日本列島自身、プレート運動による地殻応力変化などによる複雑な力学的挙動を被っていることが解っています。その応力変化が、花崗岩体に強くオーバープリンティングされています。だから、見かけ上は花崗岩で、物性も化学組成も鉾物組成も同じだけど、地殻応力変遷による割れ目とその形成の形態が全然違う。そ

れは、多分、環境地質課の研究者は土岐花崗岩や釜石鉾山の花崗岩に対しても同じ理解をしていると思います。つまり、花崗岩は見かけ上そうだけど、割れ目の履歴が全然違う。これらのことから、国際共同研究などで取得した調査手法・解析手法などについては、これらの視点で再評価する必要があるわけです。つまり、簡単に適用せず、まずは、検討・評価して適用することを教訓として学びましたね。

さらに、地下水流動モデルと物質移動モデルの統合に関しては、ゴルダー社からトム・ドウ博士の貢献がありますね。SKBから岩盤力学分野のヨラン・ベックブロム博士、AECIからは地質構造と水理地質構造分野のグレン・マックランクさん、そして、イギリス地質調査所から地球化学分野のリチャード・メットカーフ博士など多彩な専門家が国際協力の一環として滞在しました。まさに国際色豊かで、環境地質課の研究者にとっては自己研鑽する上で素晴らしい環境でした。また、木村学教授の研究室から博士研究員として、大西チエミ博士が土岐花崗岩の割れ目調査をしており、活気ある研究雰囲気でした。

——— そのような優れた人材も研究をマネージする役割の人がかなりインテンシブにやらないと、なかなか来てもらうこともできないと思うんですが。

山川 その背景は、地層科学研究が着実に展開し、必要な調査・研究内容が整理され、緊急性の高い機器開発のスペックと開発先が明確になったこと。若手はじめ、人材育成が軌道に乗り、経験と自信が深まりつつあったのだと思います。そして、地層科学研究検討委員会ははじめとする各種委員会によるサポートが極めて有効に機能していたことを忘れるわけにいきません。そのサポートについては、先生方もやっぱり献身的とは言わないけれど、非常に自分の研究として対応していただいたことだと思

います。また、いろいろな意味で、成果の取りまとめや出版などに指導的な役割をさせていただきました。例えば、火山部会の成果として、日本火山学会から「日本の第四紀火山カタログ」として公表・出版していただいたことです。

成果のとりまとめについては、終始、地層科学研究の枠組みの中での議論に徹するように配慮したことを覚えています。そのアウトプットとして、公開を前提で学会などの第三機関から出版（①日本火山学会・日本の第四紀火山カタログ、②活断層学会・日本列島活断層図、活断層詳細デジタルマップ、③日本第四紀学会・日本の海成段丘アトラス、④地質調査所・日本列島地温勾配図）したことが相互の信頼感がさらに深まったものといえます。その結果、地層科学研究検討委員会のメンバーから、地層科学研究の役割が地層処分研究の基盤であるということを理解・協力していただき、最後までご指導いただいたことに安堵したことを覚えています。

—— 逆に言えば、第2次取りまとめに向けて、きちんとレビューを受けた、そういう公式資料というものが、非常に大事であったし、それから、第2次取りまとめの頃までに、特に日本の活断層分布など、地層処分技術に反映できる基礎情報として、きちんとカタログになっっていなかったということも事実なわけでしょう。それで、未だに火山カタログにしても、活断層図にしても、使われていますね。

山川 使われています。火山カタログは、国際火山学会へ英語版として日本火山学会が用意しました。市販ではありませんけど。

—— それもやっぱり私は、継続的にアップデートしていきなり、新しい調査手法に基づく成果物を

入れていくなり、していかないとけないし、地層処分プロジェクトって、広く処分分野以外の分野の発展にも貢献できるものもあると思うんですけども。

山川 一例ですが火山カタログが日本火山学会より出版されること自体が重要な意味を持ちます。仮に、動燃が出版しますよ、もちろん、目的や予算的でも可能ですが、学会自身に出版してもらわないと、普遍性というか、客観性みたいなのが確保できないです。だから、地層科学研究検討委員会の火山部会の委員に出版の協力依頼をお願いしたのです。これを作るための委員の皆様は、火山の活動史を調べたいのです。そのためには、火山活動で噴出した溶岩・火山性堆積物の層位的な新旧が分かっていますよね。でも、絶対年代は分かっているわけではないですよ。それに対して、私たちが火山噴出物や溶岩などを試料として、K-Arなどの放射性元素などによる年代測定値を取得し、それらの年代を委員の方に公表します。これで火山の活動史が組み立てられ、論文として公表されます。これは、私たちにとっても引用できるデータ・知見になります。そして、これらのデータが順次追加されることにより、さらにマグマ活動・変遷などもより適切に理解されていくことになります。そして、信頼性の向上に向けて、適宜追加データのフォローアップは必要になります。これは、先生方と私たちにとっても有益になります。このような関係を持てたことに感謝していますね。

—— 多分に地層処分研究が持つ意味は、自然科学的なことで知識の共有というか、そういうところには貢献してきているという、そういう色彩が強いですよね。特に、日本なんかでは地質環境の問題、あるいは安定性、それこそ一般的な意味の安定性を懸念する向きが多いですが、そういう懸念に対しては、一流の専門家、学識経験者がいかに、この地層処分というものをよく知っていただけにいるかっ

ていうのが大事なんだなって、思えてなりません。

山川 私も全く同感です。当初は地層科学研究分野に関係する研究者（大学・研究所）や専門家の方があまりにもコミットしない時期がありました。少数ではありましたがもつと基礎的な研究素材として自分の研究分野の一領域にするような研究者がいらっしやいました。しかし、現状ではそうではないように危惧しています。特に今の地層処分研究分野での第一線の研究者・専門家や学識経験者が必要ですね。そこで、私たちが研究者の充実を図るためにはいろいろやらなければならないような気がしますけど。

—— もう一度、東濃を中心の研究に少し話を戻すと、第二立坑の計画っていうのがあって、これはある面では非常にユニークな研究だったと思うんですが、いかがでしたか。

山川 あれは、中部事業所、とりわけ、環境地質課の研究活動を定める試金石的な計画（プロジェクト）でした。東濃鉱山施設を利用した新規第二立坑の岩盤掘削影響試験を立ち上げた1987（昭和62）年頃、当地（多治見市・土岐市・瑞浪市・笠原町）には、東濃研究学園都市構想というのがありましてね、1つは名古屋大学・プラズマ研究所が多治見市に移る。それから、超高温材料研究センター、東濃鉱山の第二立坑掘削試験後の立坑空間を活用した無重量落下試験施設などが中核になっていました。

この無重量落下試験施設に活用できる第二立坑のプロジェクトで中部事業所も一息ついたのですね。一方、ナチュラルアナログ研究のデータ・知見が開始して、ナチュラルアナログ国際ワークシヨップでの発表の機会もあり、動燃の中での中部事業所の存在意義が認められるようになっていったものと自負していました。何か手前勝手かもしれないけど第二立坑プロジェクトは、中部事業所にとって救世主で

あり、次の發展に繋がっていきました。

—— 研究的には、第二立坑でかなり地下水流動、特に岩盤の緩み領域の研究が進んだのですよね。

山川 第二立坑の岩盤掘削影響試験での重要な成果の一つは、掘削ダメージゾーン（緩み領域）の計測・解析・評価の仕方でしたね。掘削による力学的挙動としての応力場の変遷（応力集中帯の形成や割れ目系の形成など）、特に、応力集中帯（スキニング効果）の形成現象の観察です。その応力集中帯は壁面から30センチメートルくらいの内部領域に形成されるということと掘削に伴う“緩み領域”は、坑内壁面からは約30センチメートル程度の小さい範囲に限られていることでした。一方、水理学的挙動としての、間隙水圧・透水性の変化などの現象理解が進みました。最も多くを学んだことは、試験項目によりますが、試験の手順、例えば、岩盤の力学的・水理的特性とその影響を理解する上で、どのような試験孔の掘削仕様にするか。その計測点・間隔といったデザインなどを決めることでした。そのための先行ボーリングによる基礎データの取得から始まるわけです。そして、掘削時の変化をモニターするために、立坑に平行・水平・斜交した仕様で、浅い深度で試錐します。その後、その試錐孔に測定器を設置し、モニターします。それから、応力測定するために、セラタ式あるいは、電中研方式で測定などを実施しました。もちろんいろんな調査機器の性能を検討しました。必要に応じて、新たなコンセプトによる機器開発とそれからデザインも手掛けました。結果的には、堆積岩における岩盤・水理挙動を把握する上で、どういう試験デザインですればいいかとか。先行ボーリングの打ち方、計測区間・位置などの多くを学びました。やっぱり現場でしか絶対学べない手法を体験・取得できたことの意義は大きいものでした。ここで実績・経験などが現在の幌延・瑞浪の地下研で効果的に活用されています。

冒頭に、山川さんが言われた、1000メートル対応の採水装置の話、地下深部の地下水の還元性の水を地上の空気ですべて「汚染」せずに採取する技術、当時は地層処分の分野だけのニーズで動燃が初めて手掛け苦労して国産化したのではないですか。相当大変だったと聞いていますが。

山川 それは物凄いですよ。

—— もう、今は全部国産技術ですよ。

山川 基本的にはそうです。純国産になるまでは紆余曲折がありました。例えば、水理試験・採水装置については、カナダ・AECILとの共同研究の1年目に、「マルチ・パッカー・システム」を知りました。この装置は、カナダのノースバンクーバーにあるウェスト・ベイ社が開発し、DOE（米国エネルギー省）での表層水・浅い井戸を対象にした原位試験で実績を積んでいました。それは、研究管理委員会が開催されたAECIL研究所に杉原弘造職員と一緒に行った時に、マルチ・パッカー・システムをAECILホワイトシェル研究所で見ることができました。ちょうどその現場に清水建設（株）から派遣された嶋田純さん（現熊本大学）が計測されていきましたので、そのシステム全体の機能・計測性などをすべて聞くことができました。嶋田さん曰く「山川さん、これは物凄い装置だから、もう絶対これを使いなさい」と。このことがあり、日本に帰ってからは、予算を取って購入しようと考えていました。しかし、フル装備での購入値段が数億円だったですよ。これでは、他の調査・研究予算を犠牲にしないと。その時、機器開発は国産でできないかと模索し、渡辺先生や西垣先生などにアドバイスなどをもらっていました。もちろん、民間企業などからの協力が嬉しかったことを覚えています。最初に、わが国の地質環境に適用した1000メートル深度対応の試験装置の開発、そして、採水装置、酸

化還元電位などの物理科学的パラメータ計測装置の開発に繋がりました。それらの装置開発には、特許や実用新案などを申請・取得することができました。

—— 1000メートル対応の装置の話の中で、地温への適応性など、当時は未知なことが多く、その中で開発だったのですね。採水装置の開発とともに採水した水を分析する装置も準備する必要があった、酸素に触れないように取り出してグローブボックス内で分析するといったこれまでにない一連の装置の開発と人材の育成が不可欠だった時代だったと思います。

山川 そうですよ。あの当時、西垣先生に相談したところ、実績と開発力のある小回りのできる民間企業の基礎地盤コンサルタンツ(株)、大成基礎設計などを紹介してもらいました。そのような体制のもと、柳澤孝一・瀬尾俊弘・中野勝志ほかの職員と、民間企業からの出向者の協力・支援体制のもと開発ができました。特に、難攻不落的な開発のポイントは、マルチ・パッカー・システムに使用されていたパッカー材質であるゴム材料の開発でした。その開発過程での民間企業の方々は、私たちの設計変更にも拘わらず、決して嫌がらず、また、原位置での適用試験中のトラブル発生に対しても、すぐ対策を講じてくれたことに頭が下がる思いをしたことがしばしばでした。これらの歴史に残る水理試験装置の一部が東濃地科学センター・瑞浪超深地層研究所のとなりの国際地層科学研究施設の玄関展示場所に静かに展示されていますね。

—— 当時の潤沢な予算をベースにして、瑞浪の超深地層研究所のための調査のボーリングも掘れたし、もちろん2つの研究所計画というのが、かなりの予算的なサポートがないとできなかったですよ。山川さんたちの努力のお陰で、瑞浪と東濃にかなりの技術者を、日本は持つことができるよう

なっている。これは必ず、日本の今後の地層処分プロジェクトのための大きな財産になるだろうと、私は思えてならないんです。

特に、研究開発に協力をいただいた多くの先生方の思いが、みんな入っているような気がします。当時、処分研究や地層科学研究に携わっていた研究者や技術者は、先生方も含めて30代、40代と若かった。こういうプロジェクトに、直接現場に参加された先生方もいるし、知を提供してくださった方も、ずいぶんいらっちゃった。こういう先生方が、今、大先生になられている。そのあとは、なかなか継いでくださる方が維持できてない。その辺について、山川さんは、何か意見ありますかね。

山川　そうですね。私は、特に実施主体であるNUMOに大いに期待しているのですが。NUMOに設置されている委員会のタスク・構成委員の人選などに、もう少し知恵が必要だと思いついています。例えば、これらの委員会や協力していただく先生方、特に若手研究者の人選については、それぞれの専門領域について、公平かつ積極的に情報を取るといえるか。適宜、適切・公平な人脈網を張り巡らせて対応することが必須です。とりわけ、地質環境の長期安定性関連分野では、ミスリーディングされないように、注意して協力を仰ぐというか。やはり「中心となる顔になる研究者（職員）」が絶対に必要ですね。

—— 研究開発はJAEAの役割になっていますね。NUMOが、例えば、幌延にしても、東濃にしても、そこにいる研究者とか、そのマネジャークラスが、今、山川さんの言われたことをやるっていう、やり方はないんですか。

山川　いやー、それは簡単ではないと思いますが、その前提になるのは、JAEA（研究開発側）や

NUMO（事業実施側）の中で、熱情・知見・責任などのある研究者（顔になれる職員）が学識経験者（大学・研究所、民間技術者など）との信頼関係を形成・醸成することから始まるものと思いますね。これは長いお付き合いの産物みたいなものですから。ただし、学問的に客観的批判をする先生・研究者達を一義的に避けることは問題ですね。私は、原子力にそれなりに疑念を持っていても地層科学研究に意義を感じてくださる先生方も委員として活躍していただきました。要は、心情的になりませんが、協力いただけそうな先生・研究者達へのアンテナを立て、熱い思いで語り合うような誠実なお付き合いが良いと思えてなりません。要は、「顔」になる研究者が必要に思えます。

なるほどね。

山川 私は、何度かNUMOの報告会を聴いていますが、その都度、「コアメッセージは何か」。NUMOの設立後、「何が変わったのか」と自問することが多いです。第2次取りまとめから16年経っていますよね、何が変わったのだろうか。特に、地質環境の長期安定性については、わが国の変動帯そのものの特性（発現プロセス・規模など）への説明に特化し過ぎて思うように思えます。地層処分技術が求める地質環境の安定性評価とは、地質環境を構成する岩盤・地層と地下水への影響規模（範囲・程度）の評価を意味していることを再認識して取りまとめしてほしいです。このテーマには、文献調査を踏まえた適切なサイトでの事例研究の実施によるデータ・知見などの蓄積は不可欠だと思いますね。とにかく、これらの報告会の初めに、地層処分が選択された背景からの説明には、正直、不可思議に思えてなりません。

それは別にNUMOでなくても、その分野の極めて高い専門性をもった人が、その指導をし

ているかどうかとかが重要になるのでしょうかね。山川さんが名前を出された海洋研究開発機構の平朝彦先生みたいな。まさに、ああいう先生がいるから、例えば、オーシャン・リゾリューションを皆がサポートするんでしょうね。海洋機構がやっているからサポートするんじゃないと思いますね。僕が東濃にいる頃に、平先生にお越しいただいて「日本列島の誕生」の話をしていたんだけど、子供たちがみんなすごく目を輝かせて、先生の話を聴くわけです。物凄いダイナミックな話を先生はしてるんだけれども、先生のお話を聞いた子供たちが、日本列島の成り立ちみたいなものに一気に関心を持つ。地層処分っていうのは、一方でそういう、ある面では極めてロマンティックな部分を秘めているだろうという気はするんですけどね。それが、この本なんですよね。

山川 この本ですね。核燃料サイクル開発機構の『生きている地球（地球科学シリーズ…1992年から1998年取材）』です。このシリーズで取材を受けていただいた方々は、当該専門分野での第一人者で、国内外でご活躍されておられる方々です。

——— このような書物がその後活用されていないのはもったいないよね。

山川 もったいないですね。これは最初に広報部から声をかけられてね。地層処分研究の基盤である地質環境の長期安定性に関連する天然事象（地質事象）について、国内外の著名な専門家へのインタビュー方式のもとシリーズで企画しましょうって言われたのがきっかけでした。当時、一般国民には、活断層については認知されていましたが、広い意味での原子力関係者にとって、地殻変動などに伴う地質事象については、あまり知られていないのが現状でした。そして、動燃の中でも、地層科学研究そのものがほとんどわからなかったと思いますので、これは良い機会だということで、インタビュー方式で

取材しました。その時の取材などに尽力されたジャスト・リレーシヨンの森部新次さんと、エフピーアイ・コミュニケーションの福田光洋さんに大変お世話になりました。その後、このシリーズが1冊としてまとめられたのがこの本です。ある科学啓蒙雑誌部門で賞をいただいています。

——— そうですか。再発行してほしいですね。このまんまね。

山川 この手の本では、昔に、岩波新書版として、井尻正二・湊正雄共著の『地球の歴史』、その後、平朝彦著の『日本列島の誕生』が出版され、地球科学分野での教科書的な地球科学啓蒙書として読まれています。この『生きている地球』は、地球で生起している自然事象に焦点を置いて、興味のある自然事象をトピックスとして取り上げ、付図を多用して解説した地球科学雑誌で、内容がユニークと思います。特に、地質環境の長期安定性へ影響を与える可能性のある天然事象そのものの理解には、役に立つものと確信していますね。ある意味で、地球の誕生から進化に深く関わったこれらの天然事象による地球の内部と表層の変動にロマンを感じませんか。

——— なるほど。今回の熊本の地震で、また日本列島の誕生が脚光を浴びているんですよ。

山川 少なくとも、地質環境の安定性とは微動だにしないという概念が固定化されています。動いたら駄目という考え方になってるように誤解されています。私たちがいう地質環境とは、処分場を包含する限られた空間を対象としています。そして、地質環境に著しい影響や破壊などにより岩盤強度や地下水流動が激変して安全性が担保されないような状態になるのか、そうでないのかを調査・評価するわけです。繰り返しますが、その安定性とは、地質環境を構成している岩盤・地層とそこに含有されている地下水への影響挙動を調査・解析・評価することです。つまり、動いたっていいわけです。地層

処分システムの安全機能が阻害されなければいいわけですから。多くの人は、全然動かないのが安定性だと思っていますね。

—— 第2次取りまとめでは、基本的にニアフィールドで放射性物質は閉じ込め、その外側はマージンで、というコンセプトでした。その一方では、山川さんがおっしゃっているみたいに、まさに火山だとか、活断層っていう破壊的なものに対しては、適切に避けなければならないという考え方でしたね。その避ける範囲が問題で、処分場に近接するのは避け、広域で考えるのは、その影響を評価するという思想だと思います。

ところで、地層科学研究に関わる委員会での運営で特に気を使っていたことはありますか。

山川 委員会をつくるっていう場合、当たり前のことですが、地層科学研究の役割とその枠内を意識して、委員会のミッションのもと専門の先生からの協力をいただくことに心掛けていました。一方、委員会での説明側になる環境地質課の職員に対しても、地層処分とは、地層科学とは、特に、意識的に若手を育成することが急務であることを痛感していました。当初は、地層処分対策準備室から武田精悦職員と私が不定期でしたが、中部事業所環境地質課の職員全員に対して勉強会をやってきました。その時の教科書がKBS-3レポートとSKB研究計画や成果の技術研究レポートなどでした。この勉強を通して、課員の自己研鑽などが図られ、協力していただく先生方と議論できることになったと思います。

—— これまでの経験のなかでおっしゃりたいことがありますか。

山川 最後になります。東濃地科学センターや釜石原位試験、国際共同研究サイトなどで地層科学研究を実施するにあたり、大学・研究所などの先生方や民間企業の方々の大きな協力と適切なアドバ

イス、そして、勇気付けられる議論などにより、第2次取りまとめの作成、そして、幌延・瑞浪での地層研究施設で総合的な調査研究へ繋げることができました。重ねて、私たちはじめ、当時の若手研究者の育成にご尽力していただいたことに深く感謝しています。個人的には、当時の奥野孝晴室長と村野徹調査役のもと、先輩・同僚・仲間と共に一緒にできたことが誇りであり、財産だと思っています。

そして、NUMOが一日も早くサイト選定が着実に推進されることを心より願っています。

2016（平成28）年5月

第6章

第1次TRUレポート

成功した動燃―電力の共同作業

坪谷 放射性廃棄物に関わる動きの中でTRU廃棄物の地層処分に向けての動きは、特に電気事業者と動燃の共同作業という非常に珍しい形で進んだと思います。これについては当時電力側で活躍した藤原啓司さん、この分野で動燃側の仕事をされた間野正さんや原啓二さんから紹介をいただくことにします。

聞き手 坪谷 隆夫

藤原啓司・間野正・原啓二氏インタビュー

—— 今日日は*43 TRUレポートのとりまとめを中心にされた3人の方に、動燃と電力の協力のもとに報告書をとりとめた経緯などを中心にお話しいただこうと思います。最初に伺いたいのは、従来、廃棄物に限らずなんですが動燃が中心となってやっているプロジェクトは電力と一緒にやってやるのが難しい、高速炉開発も再処理もそうだったわけです。実は、このTRUに関しては電力と大変うまい共同作業ができたのかなと思いますし、そのように伺ってもいいです。はじめに、2000(平成12)年3月に取りまとめられた第1次TRUレポート。ちょうど高レベルの第2次取りまとめの後にこのレポートが取りまとめられた訳ですが、その経緯を教えてくださいますか。

原 私は当時、動燃の環境技術開発推進本部で地層処分研究を担当していた時に、東京電力の北山一美部長が当時の増田部長にTRUについては一緒にやらないかという話があり、私もそこに同席していました。当時、処分研究グループは高レベル放射性廃棄物処分のレポートの方にほとんどが集中していましたから、TRU廃棄物の処分研究

*43 TRUレポート 電気事業者と核燃料サイクル開発機構が協力して2000年3月に取りまとめた「TRU廃棄物処分概念検討書(第1次TRUレポート)」のこと。原子力委員会が示した方針に基づき、それまでの研究成果などを踏まえ、地層処分の具体的方法とその安全性の見通しなどがまとめられている。



TRU 鼎談（左から藤原啓司氏、原啓二氏、間野正氏）

は伊藤勝さんの後を受けた間野さんだけが細々とやっていた時だったですね。意外とすんなりと増田部長も、いいよ、一緒にやろうじゃないかということでスタートしたように覚えています。その時はすでに共同作業事務所を構えて人を出し合ってやろうというような話までしたように思います。

藤原 私の理解は、いま原さんがおっしゃった少し前の話として、当時の動燃さんのどなたかが、TRUレポートを取りまとめるために東海事業所にチームをつくるので電力から人を出してくれ、という話があったと思います。細かな部分は分かりませんが、当時の原子力長計では動燃さんがTRUレポートをまとめることになっており、ついては人が足りないので電力から東海事業所に人を派遣してほしいということだったのかもしれない。その話を受けて電力関係者でその方法を検討するなかで、電力から人を出すなら動燃と対等な立場での共同作業だよねということになったのだと思います。おそらくそのような流れを受けて、北山さんが増田さんにお会いし調整されたのだと思います。

また、共同作業事務所も複数候補地がありました。たまたまパリ日本文化会館の設立準備のため電力関係で借りていた新橋の中井ビルの一室が前年に会館が竣工したため空くということもあってその場所に決まりました。

間野 そのときの印象は、電力さんがえらい積極的だなあとというふうに思いましたね。

藤原 多分それは当時の電事連の原子力対策本部のメンバーの方々も積極的に、電力も積極的に関与することになったんだと思います。

―― 返還廃棄物がからんでいますか？

藤原 多分そうかもしれないですね。

―― すぐに返ってくる、こないは別として。公式には返ってくることになっていました。だから全体的にそういうムードができていて、もちろん動燃にとつてもそうなんです。けれど、第2次取りまとめに全力をあげなければならないという状況もあって、できるならTRUについてはなるべく多くの方の参画を得て、特に電力さんがTRU廃棄物に関係して相当検討を進められているということもあって、一緒にできたらいいなあという気持ちで動燃側にもあったし、電力側にも、そんな電力にぜんぶ持つて来られたのではとてもじゃないけどやり切れないというのもあったのですかね。

―― 当時、動燃側はどんな感じだったんですか？

原 TRUはほとんど外部に委託研究として発注していました。伊藤さんが僅かな予算で処分研究よりも廃棄物処理を中心にほとんど外注してやっていたように記憶しています。

藤原啓司氏（ふじはら・ひろし）

東京電力㈱において第1次TRUレポートの作成に従事（当時）。

現場は高レベルの研究に専念していましたからね。

—— 動燃の処理関係の研究は処分を念頭に置いた形状にするという技術開発をやっていたと思うんです。アスファルト固化処理というのは何となく嫌だなあと思うわけじゃないですか、専門的にも。無機化とか、減容化とか、一生懸命やっていましたね。

当時、米国に出かけたのかな、TRU関係の国際協力で。DOE(米国エネルギー省)が困っているらしいから助けてやろうかと。日米協力をしてほしいと米国から言ってきたんですね。その時に、日本では米国のTRU廃棄物は軍事目的の結果発生した廃棄物であって、米国と協力することに反対論があつたんです。

間野 弁護士に相談に行きましたね。

—— いや、構わないじゃないか、廃棄物は別に軍事も一般のものもない、協力を前向きに考えろという指示がトップから来ました。ツーソンの会議の折にわざわざワシントンからDOEの担当官が呼ばれてきたんですね。それで、ファイルをバサッと持って行って、そこでプレゼンして、結構それはうまくいきそうになったんです。米国とは別にフランスからも東海の現場の視察にきましたね。フランスはやっぱり処分で困るから日本のTRUの処理技術を学びたいといってきました。動燃は処分の対象となるTRU廃棄物の廃棄体化技術で相当に高いレベルにあったと思います。

話を元に戻します。結果的に電力と動燃が共同作業を始めることになったんですけど、共同作業をするにあたって協力協定をつくったんですね。協力協定というのはどうい

間野正氏 (まの・ただし)

動燃で第1次TRUレポート取りまとめなど放射性廃棄物の処理処分研究に従事(当時)。

ものをうたっていたのですか。

藤原 一緒にやりましたよ、事務所はここですよということと情報の取り扱いですね。一般的によくあるものです。

間野 濃縮のものを参考にしてつくったような気がします。

原 協定書のなかに、オールジャパンで関係機関が協力して取り組むことが明記されたように記憶しています。電中研（電力中央研究所）や原燃（日本原燃）、原研（日本原子力研究所）にも入ってもらって。

—— 6、7機関でしたね、参加したのは。

原 そうですね。原環センターも当然入って。まさにオールジャパンの関連機関が全部集まって、共同作業を実施することになった。

—— 当然、原子力委員会の指導もあったから、原子力委員会側からみるとそういう関連研究機関がとにかく得意な分野を分担しあえという指導はあったと思うんですね。この協定のなかで研究機関が集まって共同作業チームをつくられたんだけど、その上組織で共同作業の状況を確認していましたね。

藤原 共同作業チームの上に部長クラスの技術調整会議を設け、その上に役員クラスの運営会議を設置しました。

—— こういう構造というのは皆さん方にとって結構重かったんではないですか。

藤原 重かった記憶はないですね。

原啓二氏（はら・けいじ）

動燃環境技術開発推進本部処分研究グループ主幹として第1次取りまとめ、第1次 TRU レポート作成業務に従事（当時）。

原 尻は叩かれましたね。いついつ調整会議に報告するからとマイルストーンを置かれましたね。

—— 並行して、原子力委員会もTRU関係の進捗状況をたずねてきました。

原 原子力委員会の原子力バックエンド対策専門部会のなかに「超ウラン核種を含む放射性廃棄物分科会」(TRU分科会)が田中知先生を主査としてスタートしたんですね。そこに成果を報告するということで、私とか小田好博さんとかが説明員で出席しました。

藤原 それは、いまでいう余裕深度処分対象の廃棄物もしくはL1廃棄物、昔は高βγ廃棄物などとも呼ばれていましたかね、その高βγ廃棄物処分の基本的考え方の審議が終わってから立ち上げたはずですね。いまでも覚えているのは、当時バックエンド対策専門部会の事務局だった科学技術庁の廃棄物政策課の方が高βγ廃棄物の審議過程を踏まえてTRU廃棄物についてはしっかりとしたレポートをまとめてくれたと言われたのをよく覚えています。

—— それが平成何年ぐらいですかね？

原 1998(平成10)年12月に分科会が立ち上がったわけですね。協力協定を結んだのがその前年の6月。そこそこ素材が集まった頃に分科会がスタートしたんですかね。したがって、取りまとめ作業と原子力委員会の分科会の審議が並行して走っていました。

—— まだ、動燃の頃なんですね。

原 動燃でしたね。

—— 第2次取りまとめが完成する頃にはもうサイクル機構なんですよ。

原 そういえば、TRU第1次レポートはサイクル機構と電事連の名前で出ていますね。

—— そうなんですね。電力さんと動燃との共同作業チームの作業はどんな感じだったんですか。専門別にうまく融合してやれたのですか。

藤原 動燃は動燃でもともとやられている知見を集めてきて、それプラス足りない部分は電力共研中心に原環センターを事務局として民間でやって、それをレポートとしてまとめあげるのが共同作業チームでしたね。ただ肝心なところがなかったんですよ。一つは廃棄物のインベントリーが極めて曖昧だったわけです。要するに、量にしても核種ごとの放射能濃度にしても、いわゆる廃棄物の形状すらあまりよく分からないのでかなり暫定で検討せざるを得ませんでした。もう一つは高レベル廃棄物の第2次取りまとめをつくっている最中だったので、地質環境条件というのかな、例えば処分空洞を掘った時の岩盤の力学的強度とかそういうものに関してまだ調整している最中で、それが出てきてからこちらに持つてこようとしていましたが、それがなかなか出てこなくて。前提条件を固定するのに結構時間がかかりましたね。その議論が最初のうちは多かったですね。

原 結局、地質環境条件はH3レポートのレファレンス・ケースをそれぞれ堆積岩と結晶質岩として、それ以上踏み込まずにそれを前提にやりました。廃棄物はとにかく種々雑多で何十種類もありましたから、それも大変でしたね。

—— 処分向けの情報というのは整理されていたのですか？

原 処分概念はおおよそみんなの頭の中にあって、1つ工夫したのは廃棄物が何十種類もあるので廃棄体をグルーピングするということでしたね。どんなふうにもグルーピングしたら一番よいかということとは電力共研の方でちょっと前から検討されていたようですが、廃棄体を4グループに分けて、それぞ

れに適切な人工バリアを考えたんですね。ハル・エンドピースは発熱して少し異質だから一つのグループ、セメント固化体は一つにまとめた方がよいとか、アスファルト固化体は濃度が低いから緩衝材を設置しないとか。

藤原 その辺の前提を固めるのに1年とかだいたいぶかりました。

ね。それは今後のことを考えたときの非常に重要な礎になっているわけですね。いまでもそうですね。

原 いまでも4グループで処分概念は変わらないですね。データの質は上がっていると思いますが。全員 原燃からTRU廃棄物が発生してないこともあり、インベントリははっきりしていない。そのせいかNUMOの検討でも概念はそのまま引き継がれています。

処分計画をつくるときの基礎情報として日本全体の放射性廃棄物インベントリのデータベースが不可欠であることが従前から指摘されています。日本では、放射性廃棄物政策がいくつもの省庁に分かれていて国の廃棄物政策の司令塔がはっきりしていないために、データベースが未だに実現していない。フランスなどはANDRAが政府に働きかけてANDRAがそのような役割を委ねられているとのこと。

藤原 先ほど話があったように、TRU廃棄物は高レベル放射性廃棄物と異なり再処理やMOX（ウラン・プルトニウム混合酸化物）燃料製造の工程から発生するので処理技術開発の進歩によっては廃棄物の性質や量が変わります。

動燃はかつて電力さんから東海の再処理工場で使用済み燃料の再処理を請け負っていました。

請け負うときにどういふ廃棄物をつくるかということが書いてあるわけです。原子力委員会の決めた形状と書いてあるんだよね。従って、TRU廃棄物の形や性質は今後の技術進歩に応じて変わらうという事です。

原 ヨウ素含有廃棄物はよく議論しましたね。処分システム性能評価ではヨウ素129が支配核種になっていてちよつと条件を変えると10マイクロシーベルト／年を超えるか超えないかのレベルになつてしまふんです。どうやったら閉じ込められるかと代替オプシヨンの検討もいろいろやりました。

確かにヨウ素の問題はその後もずっと引きずっています。ヨウ素だとか炭素14とか、そういうものが廃棄物を処分するときの重要な核種になつているわけです。

間野 ヨウ素は動燃から問題提起をしたけど、有機炭素は原環センターから出てきた話でしたね。

藤原 結局あれもいまもつてくすぶっているんですよ。当時、還元環境下、放射線環境下では金属中の不純物炭素が溶出するときに有機物形態となるという実験結果があつて、そうすると人工バリア等への分配係数が小さくなるというものです。ただ、有機物形態となるメカニズムや全炭素に占める有機物形態の割合などデータ数が少ないこともあり、いまもつて十分解明されている訳でもないようです。最近ではコロイド状炭素についても議論されています。

原 そういうTRU特有の課題がいろいろありましたね。ガスが発生するとか微生物が廃棄体中の有機物を食べて増殖するとか廃棄体中の有機物が溶解度を上げてしまふとか。その辺が最後まで課題でした。データを取らなければならなかつたけど実際はデータが取れませんでしたからね。

藤原 実際はデータを取るといふ行為はものすごく資源を投入せざるを得ないんです。それもわずか

なデータしか取れなくて。やっぱりホットのサンプルを扱ってそのサンプルについてごく微量の分析をしなければいけないんです。何点か取るために億単位のお金がかかってしまうんです。数点取れたら信頼性が上がっているかというのと、必ずしもそうでもない。取ってしまいましたというだけです。ですからそこに資源を投入することに二の足を踏んで、なかなか次に進みにくいというのが実態でした。

—— だから、そういうソースチームの問題を厳しく追求していくよりもむしろ安全係数をかけて、まあこのくらいなら保守的だということふうによつた方が費用対効果が高い。

原　　みんな余裕を持ってとか1桁あげてとかでパラメータ設定をしてね。主たる目的は初期の処分概念をつくるということだったので、細かい精度は今後の課題としてやればよいという考え方だったので、第1次レポートはそういう意味ではそんなにこだわってデータを取らなければということにはなかつたです。

—— でも、おかげで、第1次レポートでTRU廃棄物の処分概念をつくるという目標は達成できたわけですよ。その時に高レベル廃棄物との併置処分のコンセプトというのを第1次レポートですでに考えていたのですね。

藤原　併置処分では、そういうオプションもあるという話でした。

原　　高レベルガラス固化体の処分場と300〜500メートル離せば大丈夫という見直しを出しましたね。

—— でも、あれがちゃんと書いてあったというのは非常に重要であつたと思うんです。後の最終処分法の改正とかそういったものに大変役に立つたと思います。

藤原 併置のことをもう少し細かくやり始めたのは第2次TRUレポートです。

— そういう積み残しの課題を第1次レポートに書いて第2次レポートに向けての作業の中身を規定したという意味はあると思うんです。

原 それから、当時多少でも信頼性の高いものにしていうことでレビューを受けることにしたんですね。当時、N a g r a のイアン・マッキンレーさんとリンダ・マッキンレーさんがしよっちゅうTRU事務所に来て、英語版もつくりましたから。レビューしながら英語版も修正していきました。それと並行してTRUの国際ワークシヨップというのをちよつと前からやっていたんですね。1回目はN a g r a でTRU国際ワークシヨップがあつて、先程のTRU固有の課題、どこの国も共通課題でみんな悩んでいて、10カ国ぐらい集まって議論をスタートしました。5年に1回くらいやろうということで2回目を日本がスポンサーになって東京でやったんですね。ちよつど共同作業の成果が出た頃に海外の専門家に意見を聞いて、そんなところかなあという議論をした記憶があります。

— 伺いたかったのは国際レビューの一環としてそういうワークシヨップ、一種のレビューですね、面と向かつてお金を出してこれをレビューしてくださいというのとは違う、別の意味での情報共有というか、レビュー作業だと思います。そこではこの第1次レポートはどんな感じで海外の専門家には受け止められたのですか。

藤原 ネガティブな意見はなかったように思います。

原 大体そういう概念だろうねと、そして課題も皆さん共通認識ですねということでした。当時海外でも同じような課題認識を持っていましたね。

例えば、TRU廃棄物が出てくるとすると基本的に再処理じゃないですか。例えば、スイスとかは再処理国というか、当時は委託再処理の廃棄物は返ってくるという状況のなかでの処分研究だったんですか。

原 各国ともTRU廃棄物の処分研究をやってましたね。

フランスは当然そうですね。

藤原 そうです。イギリスとかも。

原 スウェーデンも確か参加してましたかね。

間野 スウェーデンも処分しているものとは違うレベルのものがあつたように思います。TRUとは呼んでいなかった。

原 主要な国は参加していたように思います。

米国も？

原 米国もです。イタリアからも来ましたよ。申し込みもなかったけど、あとから当日、押し掛けてきました。しょうがないから入れてやった記憶があります。2人駆けつけて来ました。

それは最初の会議ですか、東京の会議ですか。

原 東京の会議です。

そうするとドラフト段階ですね。それも結局高レベルの第2次取りまとめの手法を踏襲する形だったのですか。

原 そうだと思います。高レベルを参考にほとんど同じような設計、性能評価をやりました。

—— そういう指導もあったし。高レベルはいわゆる国際レビューというのを受けているんですね。TRUはどうなんですか。

藤原 正式な国際レビューはなかったですね。

原 Nagraにはお金を払ってやってもらったと思います。Nagraと動燃とは共同研究をやっていて、一部レビューというか英語版を作る費用を出したような気がします。マッキンレーさんが頻繁にきてくれてレポートを修正してもらったりしました。TRUの国際ワークショップは3回目をロンドンでやって、確か第2次TRUレポートの結果はイギリスまで行って、ロンドンで発表しています。ちょうどそういうタイミングでTRU国際ワークショップが開かれていました。

—— 第2次TRUレポートというのはいつ頃なんですか。2005年ですか？

原 2005（平成17）年、5年後ですね。ちょうど国際ワークショップが5年おきだったから。

第2次TRUレポートの成果はロンドンの第3回TRU国際ワークショップで発表されています。

—— 日本としては第2次TRUレポートをもって、ほぼ原子力委員会の指導したものについては目標を達成したというふうになったんですか。

藤原 これを踏まえてコスト評価を行い、最終処分法の改正、そしてNUMOにおける事業化につながりました。

—— そういう形でTRUの報告書ができて、今日、NUMOが高レベルだけでなくTRU廃棄物の処分についてもちゃんと考える形ができていると思うのです。私も運営会議に、何度か担当として出ていて、思ったのは電力さんと動燃、サイクル機構とはいいい連携が生まれてきて、こういうものが

きてきた。これが今日の処分の実施体制にも反映していると思うのです。ここに、つい先日までN U M Oにいらしていた藤原さんがいますし、原さんもいるし、専門家同士だったので、そう問題ないのですが、お互いに協力がよくできる体制のなかで実施できていると思います。

このオーラル・ヒストリーは特に今後、N U M Oで長きにわたって処分を担当するであろう若い世代の方たちに、こんなことが2000年頃までに日本であったよということを伝えることを主眼にしていますので、皆さんからそういう世代の人々に、こういうふうなことを自分はいま考えているということがあったら発言していただければありがたいと思います。

藤原 電気事業者と昔の動燃との関係ですが、一面、動力炉に関しては双方それなりの意思があり、必ずしもすべて協調的だったということではなかったかもしれませんが、高速炉の研究開発やもんじゅの運転管理支援などには要員派遣も行っていました。一方、廃棄物処理とか処分の分野に関していえば特に廃棄物の地層処分ですが、これまで電力にノウハウが蓄積されていた訳でもなく人的な資源があった訳でもないのです、廃棄物発生者でもある電力としてはノウハウ等を有する動燃さんと協調して進めていこうという雰囲気は多分にあったように思います。ということ、この分野に関していえば当初から比較的協力関係を構築しやすい下地があったんじゃないかと思います。それがいまでも、N U M Oですけれど、処分分野でJ A E Aと協力しながら、当然、J A E AからN U M Oに転籍なり出向で来られている方もいらっしやいます。そういう方々だけでなく実際にJ A E Aの研究施設にいる方々とも情報を共有しながら効率的に検討を進めているのではないのでしょうか。この分野はそういう特徴を持った分野なのではないかと思えます。それを体现したのがこのT R U共同チームだったのかもしれない。

いまの若い人たちへの思いを話すならば、国内の関係機関とよくコミュニケーションを取ること、それから海外の方々ともよくコミュニケーションを取って、常に情報を更新し、また何を悩んでいるかを常に意識しながら、自分だけでタコ壺に入ってぐじぐじ考えるのではなく、様々な人に相談しながら知恵を借り、情報を得ながら、協力して進めていくことが重要ではないでしょうか。特に、処分に限らずなんでしょうが、自己中心的になってしまおうと何も進まないのも、視野を広くもって、情報を集めて、難しい課題に取り組んでもらえればと思います。

もう一つは、処分というのはあくまで原子力分野のなかでも非常に限られた一部の分野でしかない、ただきわめて重要な部分なので、この分野に若い人たちが魅力を感じ、やりがいを感じて、参画してもらえるように、実際に処分を担当している方は処分の分野のなかに閉じこもるだけではなく、広く外部へのアウトリーチ活動をし、魅力を伝えてもらいたいと思います。

処分の仕事は数十年、100年と長きにわたって続いていきますよね。処分、特に地層処分やTRU廃棄物というのはある意味では処分のエッセンスが凝縮している分野だと思っております。ですから、ここで得られる知見は、これから原子力発電所の廃炉から発生する様々な廃棄物が出てきますが、それら廃棄物の処理処分策にも応用できるのではないかと思っています。単に低レベルは低レベル、地層処分は地層処分という単純な仕切りではなく、処分に従事する方々はできればエッセンスになる地層処分を学びつつそれを様々な種類の廃棄物を具体的にどうすれば合理的にかつ安全に処分できるかという方向で使ってもらえればと思います。また、低レベルだけやっている、高レベルだけやっているというのではなく幅広く廃棄物全体に目配りをしつつ処分分野で様々な経験を積んでもらいたいと思います。

原さん、いかがですか。

原 さつき、藤原さんが言ったように共通課題だったわけですね。電力にとっても動燃にとっても廃棄物問題というのは共通課題だというベースがあって、その概念をつくっていきこうというので、その場がすでにできていて、だから仲良くできたのではないかと思っています。私は昔、ウラン濃縮をやっていたんですね。濃縮というのは、表向きは技術移転ということでもうまく付き合いましたけど裏では電力さんと動燃の関係は非常に険悪な仲だったですね。

やっぱり、技術移転というのは苦労して育てた技術を渡す方と受け取る方でいろいろな確執があつて、なかなか連携・協力がうまくいかなかったということがありました。外から見ると何とかうまくいったじゃないかとよく言われますが。

そういったテーマに比べてこの廃棄物問題というのはまさに共通課題だったのですかね。だからあまり戦略的に考えなくても仲良くできた、というところではないですかね。動燃、原研が原子力機構に統合するときもこのバックエンド部門だけは最初の準備段階から融合して、やっぱり共通課題なのでスムーズにチームができたんですよ。だから、動燃、原研の統合ではバックエンド分野だけはグループレベルまで人の相互乗り入れができていますよね。それ以外の分野ではなぜか原研の部屋と動燃の部屋と未だに離れて作業をやっていますね。バックエンド分野だけは融合してやっています。テーマが共有しやすかったのですかね。

同じように共同作業チームに私も入って、藤原啓司さんとか小田好博さんとかと何の違和感もなくやっていました。その上部組織の技術調整会議というのは当時部長クラスで、北山一美さんとか増田純

男さんとか、関電は辻倉米蔵さんでしたかね、あの当時は。そのレベルも皆さん仲良くしていました。だから、常に動燃対電力ではなくて、技術調整会議対共同作業チームという対峙関係があり、緊張感がありました。仲の良かったのはそんな理由かなと思います。

間野 我々どちらかというと運命共同体みたいな感じがして、だから我々というよりもむしろその上の技術調整会議が仲良くやっていた、そこがうまくやってこれたという感じがしています。その原因というのは、藤原さんや原さんがおっしゃったように廃棄物処分だというお互いの力を必要としていたという面があったのではないかと思います。

原 共同作業チームは常駐者とそれを補強するための週に1〜2回のワーキングごとの会議があったて、そこには各関係機関から若い人が集まって、成果を持ち寄って、みんなどうしようという議論を頻繁にやっていました。その若い連中を指導しながらという意識もあって、電力さんであろうと原環センターであろうと動燃であろうと、区別をしなかったですね。それくらいなじんでいたのですかね。業界一体となってという感じだったですかね。ああいう形が他の分野でもできれば日本の原子力ももっとうまく行くんだろうけど。そういう形をいろんな場面で若い人もつくってくるといいと思います。

—— TRU廃棄物、特に電力さんと動燃との共同作業というものについて率直なお話をいただいています。ありがとうございます。各機関あるいは各専門家がこれからNUMOに集まっていくだろうと思うのですが、最終的には共同という言葉がとれて一つの目的に向かって融合していくのでしょうか。

2016（平成28）年6月

第7章

最終処分法と地層処分政策

大きかった地層処分政策の司令塔の存在

坪谷 第2次取りまとめに至る地層処分の政策は、今は文部科学省になった旧科学技術庁が非常に大きな役割を果たしていました。特にその科学技術庁原子力局の中に、廃棄物政策課という組織を設置されました。この章では、その初代課長になられた有本建男さんにインタビューを行います。

実は、地層処分政策は、当時省庁間で政策の移転もありました。つまり、研究開発の時期から事業化の時期に移るということで、経済産業省に研究開発を除く地層処分政策が移ったということです。この点でも増田さんがいろいろその中で活躍をされていると思いますけれども、最終処分法の制定に関わる動燃の内部、サイクル機構内部からのコメントがあつたらと思います。

増田 最終処分法の制定で直接関係するのは、処分費用の見積もりをしなければならなかったということです。見積もり根拠として、第2次取りまとめでは堆積岩で500メートル、結晶質岩で1000メートルの深さに建設する地層処分施設のリファレンスデザインというのを提示しました。それに基づいて、処分費用が見積もられて、トータル約3兆円となったのですけど、第2次取りまとめが、その技術的根拠になっているということが最終処分法との関係では大きいことですね。

そのほかに、坪谷さんが参考人に呼ばれた最終処分法の国会審議も技術がすでにあるという共通認識があつたから進んだのであつて、法律が通つたのは2000年5月だったですけれども、それができたのは相当無理して1999年11月26日に2000年レポートを仕上げる事ができたということが大き

かったと思います。その半年の間に何度か政党の朝食会などに説明に行きましたが、地層処分っていうのはこういうものだってことを単に話すのでなくて、こういうレポートがあつてとドーンとテーブルに置く効果は大きいですね。ここにもう地層処分の概念っていうのが出来上がっています、技術的基盤はここにありませうという説明効果は大きかったと思います。

聞き手 坪谷 隆夫

河村 秀紀

有本建男氏インタビュー

1980年代の後半ぐらいから2000年にかけて、高レベル廃棄物処分の研究開発の進み方、それから国の政策がいろんな形でドラスティックに決まっていた時代だったと思います。その中で有本さんが活躍された経緯もあるかと思いますが、ぜひ、これは次の世代に残しておきたいということも含めて、簡単にご紹介いただければと思います。

有本 今日はこういう機会を設けていただきありがとうございます。記憶がだいぶ薄れているところもありますけれども、私が高レベルの廃棄物を中心とする原子力の廃棄物処分の問題について本格的に関係したのは、旧科学技術庁の廃棄物政策課が1996年に来て、その初代の課長に就任したのが最初でしたね。廃棄物政策課で3年ぐらいやりました。すでに原子力委員会には、原子力バックエンド対策専門部会があって、部会長は熊谷信昭先生。高レベル放射性廃棄物処分懇談会（処分懇）の座長は近藤次郎先生でした。

処分懇は、できたばかりでしたよね。

有本建男氏（ありもと・たてお）

科学技術庁原子力局廃棄物政策課長、文部科学省科学技術・学術政策局長、科学技術振興機構社会技術研究開発センター長などを歴任。現在政策研究大学院大学教授。



有本建男氏

有本 これをどうするか。担当として、処分懇の方は全くの更地からの議論で過去に事例のない運営を迫られました。特に廃棄物の問題は、技術的な視点のものと政治とか行政とか市民の、例えば情報公開とか、パブリックコメントを求めるとか、公開で議論するとか、社会との対話という大きな流れを開拓する必要がありました。こういう非常に難しい問題をどうするかということで、とにかく2000年までには、処分に向けての法体系をつくり実施主体を立ち上げるといのが使命だったですね。

私の記憶では、処分懇では地層処分の法律の枠組みづくりと実施主体の必要性が議論されました。それと、それを支える技術の開発。これが三位一体で議論されました。これは、「青森に今、廃棄物がどんどん帰ってくる、それが集中している。蓄積してくる廃棄物の最終処分をどうする」ということに対する青森県の木村守男知事の政治的な立場、これが、日本の国政全体にも大きく絡んでいたと思います。青森では、ご存じのイギリスとフランスからの返還廃棄物が入るときに、いつも問題となつて、入港拒否ということがありましたから。

—— そのようなことがありましたね。

有本 当時、返還廃棄物問題は橋本龍太郎総理も対応される大きな問題でした。処分懇談会の話に戻すと、座長の近藤次郎先生は、日本学術会議の会長をやられるとか、様々な学会の要職をやられていて非常に学識と度量の大きい人でした。ああいう方がおられたか

ら、私はとてもやりやすかったと思います。

例えば、近藤先生のご発案で、成田空港の問題で調停役をやった東京女子大学学長をやっておられた有名な経済学者の隅谷三喜男先生に処分懇に来ていただいて意見交換するというような企画をやりました。原子力だけじゃなく、どういうふうに、世の中の人、組織と多様な議論をするか、地域の方と議論するか、という発想で処分懇を運営して頂きました。

—— 地域の方々との議論まで視野に入れていたということですね。

有本 それから地域との意見交換会ですね。8電力会社の地元には行って、議論しました。地域に行けば、いろいろ立場が違う方々がおられますから、そういう方々とのいろいろなトラブルとか、あるいは議論とかいうのもありました。しかし、それはそれで、あまり厳格に管理するとかいうことではなくて、とにかく、議論の積み上げを重視しました。

近藤先生の言葉の中で、私にはつきり記憶に残っているのは、「有本君、原子力の廃棄物処分というのは大変だけれども、私は敗戦で7年ほど、自分の専門分野の航空について全く仕事ができなかった。もう、一時は真っ白だった」。言葉を上手に解釈しなければいけないんだけど「そういうことと比べればこの問題には相手がある、ちゃんと議論しながら相手のこともなんとか見えてくるから、しっかりと頑張れ」ということを私におっしゃいました。さっき申しましたように、非常に許容量の大きい人で、あの人物がいたから現在の制度・体制は出来上がったといえます。

もう一つ申し上げますと、旧科技庁の中では、この問題は、当時もう通産省に所管が移るということになっていたので、取り組みへの熱意はまだら模様だったのです。その意味で私は、大変残念だったこと

を記憶しています。「なんで、そこまで、お前ら頑張っているんだ」というようなこと言われたことがあります。その時、私は、「これは科技庁のためにやっているわけじゃない」と。「通産省のためでもない。将来の日本の国民の方々のためにやっているんだ。その志でやろう、目線の高いところでやろう」、これが我々のモットーだったです。

一方、通産省の相方の人々は一緒にやってくれた人が多かった。省益というよりも、むしろこの問題について、同じような志で一緒にやってくれました。だからこそ、法律もできたし、それから料金です。電気料金への課金制度ができました。物凄く難しいけれども、これも彼らの努力があった。もちろん、その背景にはいろいろ政治絡みのことがあって、もう2000年には必ず方向を見せていかないと国政の大問題になる」という圧力があったからだと思います。

翻って2011年3月の東日本大震災とそのあとの福島の問題を考えると、日本の原子力の業界、行政、学会を含めて、本当に日本のエネルギーと国民のたれに対処してきたのかといった根本論について、もういっぺん物凄く反省しないといけないのではないかと思います。全体を考えた上でね。何で最初から廃棄物の問題をやらなかったんだということですよ。

私は何度か原子力資料室の代表を務めていた高木仁三郎さんと話をしました。彼は志が高かった。彼はこういったのです。「30年間、日本の一般の市民は、原子力発電に対する立場が違ふといえども、電気の30%ぐらいは、裨益をしてきている。利益を受けてきたというこの事実は消せない」と。「したがって、今たまっている廃棄物について、我々の世代に最終処分の方角性を示すということについては同じ立場だ」と。「しかし、原子力発電推進の中で、こういうものをやっているとすれば、この問題はガラ

ス細工のように繊細な問題ですよ」と。

その中で近藤次郎先生、廃棄物政策課の仲間たち、通産省の相方たち、それに動燃の坪谷さん、増田さん、梅木さんたち、それから東電の鈴木康夫さん、本当に、いろいろな方々にお世話になりましたね。そういう非常に苦しい中で、廃棄物政策課の十数人のスタッフの方々は、もうほとんど毎日徹夜みたいな感じでね、この問題は難しいから。

特に、地方に意見交換会に行くというとき。その人選から、それから会場がどれぐらいの広さかとか、いろいろ配慮して、さっきも言いましたが、できるだけ警備をするということはやめてもらいましたね。ということ、揉めたこともありますけども、そういうところを上手に対応していただいた皆さん。本当はこういうものの中で、同窓会名簿みたいなのは、つくっていただいた方がいような気がします。——でも、そのとき、有本さんが初代の廃棄物政策課長でみえて、当時のスタッフというのは、物凄い馬力でおやりになっていたんですね。私どもから見ると、厳しい雰囲気だとは全然見えませんが、やっぱりそういうもんだったんですか。

有本 それは外からはなかなか見えないところです。

——いま、原子力の司令塔が相当弱くなっているということが、盛んに言われているわけです。一方で、有本さんがおいでになった廃棄物政策課は、私どもから見ても、日本の放射性廃棄物対策のまさに司令塔だったわけですよ。もちろん、原子力委員会というものがあって、そこにバックエンド対策専門部会とか、処分懇談会とかありました。ある面では、複雑な仕組みですよ。技術はバックエンド対策専門部会に、それから制度・社会面については、処分懇にとの役割分担があったように

も見えました。当然、重複している先生もいらつしやるけれども、全く別の分野から、処分懇などは参加されている方も多くて、私は、有本さんじゃないとできなかつたんじゃないかと思えます。

有本 それが私の仕事だつたからです。

—— もちろん、誰でもできるんだとおっしゃるかもしれないけれど、私はやっぱり物凄いパワーがいる仕事だつたんだなあ。前例みたいなものが何もないわけですよ。

有本 そうですね。前例はなかつたわけです。行政で前例のないことを進めるのは大変です。今、おつしやつたように、処分懇のメンバーというのは従来と少し変わっていて、技術中心じゃなくて、例えば公害訴訟などに取り組んでいる青森の弁護士石橋忠雄さん。ああいうユニークな方もおられました。

—— 私は、近藤次郎先生がおつしやつたことを未だに覚えているのですが、「自分は石橋さんのおかげで左寄りになった。石橋さんの立場も少し右寄りに動いた」という言葉ですね。私は、青森県弘前の石橋さんのところに何回もうかがって、お話をしたときに、「いやー、地層処分だけは、近藤先生じゃないけど、自分は絶対にやらなきゃ駄目だと思ってる」と。「ただし、唯一の課題は、裏庭は嫌だということ。青森県でさえも、処分はしなきゃいけないけれど、青森県には嫌だと言っているやっぱり、そのところが大きな課題なんだ」ということを言われました。

有本 そうですね。石橋さんが、多分あれは処分懇の場で言われたような気がするのですけれども、記憶に残っているのは、*44「むつ」の問題に関連させて、青森県民が嫌だ嫌だというと、それなら他の県に行けということになるんだけど、それでいいのかということですよ。

地域に行つて、処分懇報告内容について意見交換の会をやることになりました。近藤次郎先生とも相

談をして地域に行ったときに、その地域の電気事業者の副社長クラスに必ず出席してもらうという方針を決めたのです。それで進めていくと、驚いたことに、役員クラスに自分たちの仕事を説明するというのは初めてだと。各電力の地域の廃棄物をやっている人たちが教えてくれたのです。私は感激すると同時に、電気事業者はそれぐらいの取り組み姿勢だったのかと大変残念でした。

こういう国政レベルの法律をつくるとか、処分の実施主体をつくるとか、電力料金に加算するということに加えて、^{*45}幌延と瑞浪の研究計画も地域との関わりが大きかった。

—— 当時は、本省の課長さんがその地域のシンポジウムみたいなものに出席される時代じゃなかったですよ。地域での処分懇の報告会みたいなものとか、いろんなもののほかに、幌延と瑞浪のものに関しては、頻繁に現地において頂きました。私は、それは今でも言えると思うのですが、地域の信頼を得るものすごい原動力になったと。地域の首長さんは不安なんですよ。現業側がいくら言っても、やっぱり不安なことは不安なので。特に幌延町長、瑞浪の市長、あるいは岐阜県知事にしても、本省から課長がじかにみえて、「こうだ」ということを発言されると言うことは、非常に安心感につながるし、直にものが言える状況ができた

*44 「むつ」の問題 1968年11月に着工した日本初の原子力船。1974年8月に原子炉が臨界に達したが、航行中の同年9月に中性子漏れが発見され、母港である青森県むつ市の大湊港への帰港について反対運動が起きるなど社会問題化した。その後、16年にわたって日本の港を転々としながら改修を受け、4度の実験航海後、新設されたむつ市の関根浜港へ回航され、原子炉部分は解体・撤去された。

*45 幌延と瑞浪 幌延とは、北海道天塩郡幌延町に2001年に建設開始された「深地層研究センター」のこと。瑞浪とは、岐阜県瑞浪市に2002年に建設開始された「超深地層研究所」のこと。

んだらうと思います。

有本 そうですね。周辺の町でも首長をはじめ厳しい人は一杯いました。立場は違うけども、あいつはこういう人間だなというのを分かっていたかどうかは、だいたい違いますよね。

—— 私どもからみると、幌延もそうですし、瑞浪もそうですし、有本さんがいらつしやるついで、職員がみんな緊張するわけです。緊張しますけどそれは良い意味の緊張であって、ある面では、エンジョイした仕事でした。

処分懇の話が出ましたが、処分懇ってそもそも、誰が一番初めに言い出して、それでそれをどういうふうな形で国がサポートしたとかのお話を聞かせてください。

有本 私もそのところは十分記憶にありません。できる直前ぐらいに就任したのですよ。原子力委員会の検討体制も技術開発だけでなく社会制度、社会との対話という2本立てにしたらどうかといった理念があったと思います。それから、さっきお話しした政府の行政全体が、情報公開だとか、対話だとか、それからパブリックコメントだとかというような流れが底流にあったわけですね。

実は、処分懇談会の報告書は政府が初めてパブリックコメントを求めたのです。総務庁（現総務省行政管理局）に相談に行ったらね。「事例がないから、あんたたちがモデルになる」って感じでした。だから、皆さんと一緒にコメントへの回答を書いて、一生懸命にやった。1つの大きな流れは、それがあったということがあると思うのです。

バックエンド部会の方が熊谷先生を中心に技術の議論をする。処分懇は、この問題だけは、他に比べても社会との対話、制度や体制づくりが大事だからという背景でつくったということでしょう。

バックエンド対策専門部会と処分懇談会が1995（平成7）年9月に同時期にできました。第1次取りまとめが1992（平成4）年に公表されていて、あの時にもう処分技術とはこういうことなんだなどの認識はあったかと思います。なら、これから制度をつくろう、つくる準備もしなきゃいけないね、あるいは、研究開発は第2次取りまとめに向けてちゃんと体制を組まなきゃいけないね、ということが意識されていて、で、もちろん処分懇というものの中身は有本さんのご功績が非常に大きいと思うんですけども、その制度・社会面のものをなんとか皆で議論しなきゃいけないなあという皆のコンセンサスが思ったと思うのです。

例えば、鈴木篤之先生などは、米国がどういうことを考えているかいろいろ情報を持ってもらったので、当然のN A S（全米科学アカデミー）がどういうことを言っているかとかですね。そういう情報があつて、技術だけじゃ、処分は進まないという認識がありました。

ただ、私は重ねて申しますが、その処分懇というものの形は、もともとはないわけですよ。研究開発についてはいろいろ専門部会つていうものが存在していたわけですけども、ああいう社会制度的なものを検討することについては、あまり原子力はやったことがない。大変難しいマネジメントだったのかなというふうに思いました。

有本　なんで処分懇をつくるという発想をしたのかつていうのは、多分、おっしゃるとおりで、技術の方が大体見えはじめたけれども、それをどういう具合に制度化する、体制づくりをする、併せて社会受容性を考える、そういうことだと思いました。

地域に行ったときに一つ感激したことを思い出しました。主婦の方々が結構この問題に関心を持って

いただいて、他のゴミだったら子供たちにも分かって言うわけです。ちゃんとゴミ集めて、ゴミ箱に入れて、それから外に持って行けど。外に持って行ったら、ゴミ収集車が来て持って行くわけです。あの車はどこに行くんだと聞かれたら、東京だったら夢の島に行くんだとか、あるいはゴミ焼却場に行くんだと言えるけども、原子力のゴミ問題はこれがどうなるんだって子供たちに聞かれても答えられない。だから、いまはまだ実現しないと思うんだけど、主婦の方からは、電気料金の領収書に書いて欲しいっていうわけです。あれはものすごい感激でしたよ。そしたら子供たちに説明できるようになる。今のままではゴミが発生しているかさえ分らない。あれは現場感覚だと思いました。そのことは、地域に行ってはつきりしました。おやしさん連中っていうのは、自分の仕事の所属で分かれてしまっている。会社の人は会社のことしか考えない。電力の人は電力。人間だなと思ったんです。女性は違うのです。多様な視点と意見が重要なんです。

—— 有本さんは、わずか3年の廃棄物政策課長時代にもすごく濃密な政策を展開されたんだなと思うのです。当然遺産もすごく大きくて、いかなれば最終処分法。後任の方が経済産業省への引き渡しというようなことをされましたけれども、基本的には有本さんがつくり上げられた構図なのですから、研究開発もそうだったんですよ。第2次取りまとめの後、やっぱり研究開発は一種の虚脱感に襲われますよね。未だにあの処分態と同じような処分態が欲しいという方が、ずいぶんいらつしゃる。いかなれば、事業がちゃんとうまくいくのかとかですね。そういうことに対して懸念されるときに必ず事例が出てくるのは、海外に第三者機関というのがあって、常に国民目線で政策を評価し、仲立ち役をする機関が組織化されているわけです。それが、処分態のようなイメージなんです。

有本 やつぱり天の時、地の利、人の和というのかな。とにかく政治的にも、2000年までに何とかしないと日本のエネルギー全体がおかしくなるというのは皆さん共有していましたから、これに向かつて全力投球しようということがまず時代認識としてあったと思いますよね。

その上で、だからそれぞれに近藤次郎先生のような人、それからいろんな人が要所にいたということ。例えば、処分の法律は行政法ですから、塩野宏先生、それから森寫昭夫先生がおられて、倫理学をやっている加藤尚武先生もおられた。

—— 次世代への責任ということについて、地層処分を引き合いに出して、未来の世代の人間に同意を得なくて良いのか、という世代間倫理の問題を加藤尚武先生は著書の中で問いかけているんですね。**有本** 成田空港紛争の円卓会議の隅谷三喜男先生。あの人はすばらしい人でしたね。処分懇で話をされて、いや、感動的でした。成田空港建設開港のまさしく激しい対立のその中で、真ん中に入って、調整をされたわけですからね。

—— そういう方に近藤先生は声をかけられて、有本さんがまた話を聴く場をちゃんとつくられていくってというのは、僕はすごいと思った。近藤先生は、知っておられたんですね、処分がいかに大変な問題になるかということ。だから、やつぱり成田のようにしてはいけないという強い思いが先生にはあったんじゃないんですかね。

いまは世代交代をしているのですよね。あれから15、6年経ちますので、もう多くの先生がリタイアされて、いま新しいジェネレーションの人たちがこの分野に入ろうとしているのですが、それをプロモートするっていうのが、まだちょっとNUMOには難しいところがあるのではないのでしょうか。

国が前面に立って動くということとは去年ぐらいから本格的に動き出していますので、これからもう一度、処分懇みたいなものができるかもわからないって思います。

有本 それも、経産省だけじゃ無理です。どういうステータスにするかが問題です。当時は、たまたま移管前だったけども、旧科技庁っていうのは原子力委員会の事務局でした。原子力委員会は省庁を超えた国全体の位置づけです。これをやるときに科技庁の職員だったけど、原子力委員会で私はやりました。特に処分懇は、国全体なわけです。今で言えば、内閣官房とか内閣府とかね、ああいうところではないと、この問題は。

—— まだ、当時の委員長は大臣でしたか。

有本 大臣だったですね。

—— やっぱり。省庁をまたぐような大政策、まあ、どのぐらい、その当時、処分問題が大政策になるかということについて、多くの国民がわかっていたかというところ、あんまりわかってなかったと思うんですが、何かそれを先取りしましたよね。情報公開法ができる前ですよ。

有本 その前でしたね。それからもう一つは、国政の大問題だということを政治が共有できていたこと。本当は、大変だったけれども、青森県知事・木村守男さんが政治に繰り返し警鐘を鳴らしてくれた。^{*46}返還廃棄物の船が着岸する都度、入港許可のハンコを押さない。未だに覚えているのは、3日ほど船が着岸できなくて全国的に大問題になって、総理まで動いてもらったんですね。

当時、ありがたかったのは、自民党の谷垣禎一さんが科技庁長官だった。谷垣さんは抜群でね、人の上に使いながら、それからあの人また誠意があるから。青森県知事が、「いや、俺、上京する」と。

それで当時は新幹線もないから夜行列車だけど、上野に午前6時15分ぐらいに着く。私なんか、寝台列車か何か迎えに行きましたから。

青森県、青森県知事としても、この問題というのはやっぱり日本全体の問題だから、「とにかく、考えてくれ」ということを言われました。省を超え、世代を超えた大きな大問題っていうことがかなりの人に共有されていたってところが、非常に大事なところじゃないですかね。

—— 木村知事の話が出ましたけれども、やっぱり原子力界の方からみると、返還廃棄物っていうのは物凄く重い政策課題だったんだなと思います。返還廃棄物をなんとかしなきゃいけないと。日本に返ってきて、それがそのまま青森県に居座るといふことは青森県からみれば許し難い。そうすると、やはり返還廃棄物問題が一つのインセンティブになって、処分を急げという話になってきて。未だに、なぜ地層処分は急ぐのかっていう意見があるわけですね。でも、あの当時は返還廃棄物問題っていうものが非常に重い政策として認識されていた。それから先程、有本さんが言われたように、いまある廃棄物をなんとかするんだと。これから原子力発電をやるから、その廃棄物をなんとかするっていう議論じゃないという意味では、批判的な方たちにもこれは頑張らないとやっぱりまずいなというふうに思われていたのではないのでしょうか。結果的にそれはイコール地層処分を頑張らなきゃいけないにつながっていたんだなと思います。いつまでも貯蔵しておけばいいという意見の方は当時はあんまりいなかった

*46 返還廃棄物 日本は六ヶ所再処理工場完成までの間、英国とフランスに使用済み燃料の再処理を委託している。両国からは1995年以降、再処理後の高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）が返還され、これらは青森県にある日本原燃の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターで管理されている。

た。

有本 いなかったですよ。数少ない人が、円卓会議などでこの問題、技術がどういう具合に進展するかわからないから貯めとけばいいんだという意見を述べられた。当時も調べればあったんですかね。あの例の照射法という方法は。

—— 消滅処理のことですね。2012年の*47日本学術会議の報告書でも、よく似た発言がありましたから。

有本 学術会議の中で、そうでした。3、4年前に出したのが。

—— 暫定保管という言い方だったですけど。要するにまだ、地層処分そのものが受け入れられてないと。だから、それを急ぐんじゃなくて、暫定保管することで、もう少しちゃんと受け入れてもらえるように、地層処分そのものが認識されるまで待つべきだ、という意見の答申書が出ました。

その当時、原子力委員長の近藤駿介先生は、第2次取りまとめが出てから十何年も経っていて、人が代わったんだと。十数年たって、その間に世代が変わったにも関わらず、きちんと処分の重要性を人々と情報共有しないといけなかったんだということを言われています。それもさっき私の申し上げたとおり、「一段落した」と皆思っちゃったんですね、2000年ぐらいで。どうもそこから政策がうまく継続していかなかったっていうところが残念なんですけれども。

有本 だから、この問題は福島の問題にも直結するわけです。福島の原子炉をデコ

*47 **日本学術会議の報告書** 2012（平成24）年9月に日本学術会議が原子力委員会からの依頼を受けまとめた高レベル放射性廃棄物の最終処分に関わる報告書のこと。最終処分前に数十年から数百年の猶予期間を設け、その間に問題解決の道を探る「暫定保管」や、高レベル放射性廃棄物の「総量管理」を提言した。

ミし、廃棄物を処分することは世代を超えて必須の解決すべき課題となる、そのために早急にギアをあげて国全体で議論する形にしないと。

—— たしかに、私はやっぱり有本さんが言われる、推進のためってことだけで政府の委員会なり機関があるわけじゃないんですね。先程の欧米の第三者機関は推進じゃないですよ。国民と政府をつなぐメデイエータみたいな役割を果たすという第三者機関をしっかり法律で設置することが求められると思うんです。

そのアメリカでも、NASはありながらも一方で、廃棄物問題に特化したNWT RB（放射性廃棄物技術レビューボード）っていうすごく優れた機関を、法律でつくっているわけです。そこは、まさに良心の塊みたいな組織だと思っんです。そういうのがやっぱりないと廃棄物問題はうまくいかないかもしれない。NUMOは間違いなく推進ですし、経済官庁も推進なわけです。推進と安全規制だけがあってもだめなんで、メデイエータを果たす立場の仕組みが必要なんです。もちろん第三者機関は霞が関に座っていたんじゃだめ。

有本 だめですね。

—— 地方行脚が必要。その地方の意見を吸い上げる努力をする組織が、本当はあるといいなあと思っていますけど。

有本 今度のあの福島原発事故対応で、フォローして注目しているのは校庭の表面線量がどれぐらいで、生徒さんをどうするとか、疎開させるとか、しないとかいう問題。やっぱり一番信頼を受けているのはちゃんと現場に行つて、名前と顔がわかつて、それで測定をして、できればその夕方ぐらいに住民

の方々とは対話するというやり方を継続してやっているの方々ですよ。

もう一つは、治療と検診です。検診で大変良いことをやっておられるのは広島大学と長崎大学の原医研の方々。その方々が頻繁に現地に行つて、福島県立医大と協働してやっておられる。それに広島大と長崎大の若い先生方とか学生と一緒に行くことになっています。それは何かというと、「我々は30年以上福島と付き合うんだ」というメッセージが伝わるわけです。スポット的に来て対応するのは現地の信頼が違ふのです。

もう少し上げると、3・11でもあつたんだけど、特に阪神大震災で起こつたことで、土木とか防災関係でものごとく叩かれたのが、東京からいっぱい研究者が行くんです。インタビュするとか、いろいろ計測して、それで戻つて東京で論文を書くんです。で、「だからこそ、こういうふうにするべきだ」というような、復興計画に関わる提言をする。これによって、神戸のあるいは兵庫県のガラス細工のような苦勞してつくる復興計画がいかに壊されたか。私は、当時担当しておられた地元の方々から聞きました。

—— 近藤駿介先生がNUMOの理事長になつた直後に、「やつぱり福島といまの高レベル事業という両方をちゃんと見ていかなきゃだめだよ」と言われているわけですね。高レベルだけ、福島だけじゃなくてどちらも同じようなスケジュール感で動いているとすると、さつき有本さんがおっしゃつた信頼されるっていうのは、現場で継続して対応する人なんでしょうけれども、処分の方は現場でちゃんと人の意見をきいて、それをいち早くきちんとした政策にもつていけるような方たちだし、依然として処分も1ミリシーベルトの問題とか、何マイクログラムシーベルトの問題っていうものがくつついてい

ますので、私は、福島はわかりませんって言っちゃった瞬間、多分処分関係の人たちは国民や地域の信頼を得られないと思います。

有本 いまのお話は非常に大事で、3・11の後の原子力関係者の対応です。私は直接担当じゃなかったけど、結構市民レベルの人たちから苦情を含めて意見が来ていました。原子力の専門家ってなんですかとか、原子炉のことは一生懸命しゃべるけども、そのサイトの外はどうなるの、東京まできてどうなるのか、誰もしゃべれないじゃないと。こんなもんなのか、専門家ってというのはと。

だからこれは、経産省でやつと廃棄物の課はつくってくれたけれども、この問題は2年ぐらいで変わるような役人レベルの話じゃない。やっぱり国家的な仕組みをつくる必要がありますね。

いずれにしても、有本さんが初代課長でお見えになったときもそうですが、やっぱりどれだけ僕らが力を得たか、わからないわけですね。やっぱり課っていうのは、役所の中では大変なパワーとこの力を持っておられます。ですから、まず役所の中で課をつくって頂く、それが経産省の中に放射性廃棄物対策課が15年ぶりによく実現した。だから、それは一つの形はできた。

いま、一方で指摘されているのは、ガバナンスという言葉で括られると思いますけれども、事業を推進する実施主体のガバナンス、本当に大丈夫かということで、これはいろんな方にいろんなご意見があつて、まあ、ここではちょっと申し上げませんが。

うまくいかないユッカマウンテンの進め方を反省した米政府は「実施主体は、ガバナンスのある組織をつくらなければだめだ」ということを明言したわけですね。

じゃあ、日本でガバナンスってなんだろうか。そこをやっぱり、もっとブレイクダウンしていかな

いと、観念だけではだめなんだと思います。

原子炉の外側の話で大事なものは避難計画。あれ、発電所や政府、自治体の大きな仕事の一つですね。そうすると処分の方では何だろるかかっていったら、単なる処分場をつくるだけじゃなくて、地域を支援して地域発展みたいな計画までデザインできるかどうかですね。そういう能力も多分問われるのかもしれませんが。どこまでを自分の守備範囲、実施主体の守備範囲と規定するのかっていうことはやっぱり引き続き議論が大事なかなと思っていますけれども。

先程も申しましたように、有本さんのご在任の期間中に、とにかく処分懇もめどがついて、処分の事業というものについてどうあるべきかという骨格ができたと思います。それから技術的には私どもも大変厳しいご指導も頂きましたけれども、第2次取りまとめが出来上がりました。

私どもからみると、第2次取りまとめというのは、有本さんのお立場からみても、ドラフト段階から公表をしていくということは行政的にもあまり例がなかったんじゃないかと思うんですが。いかがですか。

有本 そういう方法をやったことによって、対話ができるようになるわけです。最終的には信頼関係です。いろんな関係者とか地域も含めて対話の積み重ねです。ドラフト段階で公開し、コメントを求め対話していくとそれによって技術も良くなるはずなのだから。いずれにせよ、最近のいろんな社会的課題、あるいはグローバルな問題は、すべて技術と政治、行政、それから市民。独立には皆できないから、関係者との間で対話をしながら解決策を見出していくと。だから、市民参加を得ながら、技術的なイノベーションとそれからいろんなレギュレーションも含めての社会的なイノベーションというのですかね、

これらの結合の中に解決策が出てくる。

地球規模の気候変動問題はその典型です。それから、いま起こり始める人工知能とかゲノム技術の問題とか、皆そういう問題にあたるわけです。食品安全だろうと、GMO（遺伝子組み換え作物）の問題だろうと、皆そうだと思います。だから、それらに先行して、原子力廃棄物という一番難しい問題なんだけど先駆的なことをやったことはたしかじゃないでしょうか。

—— 社会的イノベーションといえば、高レベル放射性廃棄物処分の問題は、今だからこそ申し上げられるんですけども、トランス・サイエンス領域にある課題だと。例えば、阪大の小林傳司先生とか、千葉大の神里達博先生とかが、盛んにそういうことを言って頂けるようになった。おかげで社会科学でも地層処分ってそういうものだよねというふうに、格好な研究材料として捉えてくださる先生が増えてきました。社会的イノベーションというものはまだ十分意識されてないくらいはあると思うのですが。

有本 そうですね。お話の通り、まだ数は少ないですが、社会科学の議論は大事にしないとイケないと思いますね。

2016（平成28）年6月

おわりに

このたびの企画を進めるに当り、かねてより地層処分研究開発に関わった方々のオーラル・ヒストリーを次世代に残る形とすることに私と同じように意欲を持っていた増田純男氏から協力を快諾してもらい、同氏をはじめとする「オーラル・ヒストリー地層処分研究開発」タスクフォースを編成した。

オーラル・ヒストリーという表題を掲げるにあたり、日本オーラル・ヒストリー学会の佐々木てる事務局長（青森公立大学准教授）に、「原子力分野におきまして1980年代から2000年代初頭までに放射性廃棄物の処分研究が国の研究プロジェクトとして進められ、多くの人材が関わった報告書が成果物として取りまとめられ、公表されております。この報告書の作成過程で指導的な役割を果たしてきた多くの人材は世代交代の時期を迎えており、どのようにしてそうした報告書が取りまとめられたか暗黙知のままに失われようとしております。このたび、この分野の専門家を志す後世代向けに、それらの指導者の方々へのインタビューを実施し、また鼎談などをもとに著作物にしようとしております」と、著作の意図がオーラル・ヒストリーに値するかについてうかがったところ、著作は「オーラル・ヒストリーと考えて問題ない」として、「オーラル・ヒストリー」とは「口述の歴史」であり、それを収集、保管すること自体は「一次資料（生データ）」の蓄積という意味で非常に価値の高いものと考えている」との励ましのメールをいただいた。

2016（平成28）年4月から6月にかけて毎回2時間弱の時間で各章を構成するトピックス（出来事）に精通されている11名の方々にインタビューをお受けいただき、また、全編をカバーする鼎談をタスクフォースのメンバーにより実施した。2名の方には体調などの事情でメールアドレスのインタビューなどを実施した。インタビューに快く応じていただいた方々に心から感謝を申し上げます。

第2次取りまとめを中心とする地層処分研究開発は、2000（平成12）年までのわずか20年の間に実に多くのトピックスが凝縮されている。しかも取り上げているトピックスとそれを構成するエピソードは多岐にわたっている。これらのトピックスおよびエピソードを抽出し、整理していただいた増田純男氏のご努力に敬意を表する。

文中で大勢の方にお名前をお借りしている。各位には特にお断りをしていないことをお許し願いたい。ここにお名前をお出しすることが叶わなかった方を含め大勢の方に第2次取りまとめをはじめとする地層処分研究開発を今日まで支えていただいたことを記して感謝を申し上げます。

タスクフォースのメンバー、とりわけ、インタビューの一部だけでなくタスクフォースの事務局をお引き受けいただき、インタビューの日程調整をはじめとする編集作業をお手伝いいただいた河村秀紀氏にお礼申し上げます。

内容にわかりにくい箇所があるとすれば、それは主にインタビューを務めた編著者の力量が不足しているものであり、その責任はすべてインタビューにある。お許し願いたい。

最後に、インタビューの会場など、多くの便宜を提供いただいた原環センター・シニア・マネジャーの藤原愛氏に感謝の意を表したい。

*第2章で紙上参加された佐久間秀樹氏は、2017（平成29）年2月に逝去された。国際協力など地層処分研究開発に多大な貢献をされた同氏に哀悼の意を捧げたい。

2020（令和2）年9月

編者

「オーラル・ヒストリー地層処分研究開発」スタッフフォース総括

坪谷 隆夫

インタビュー協力者

鈴木篤之（すずき・あつゆき）



東京大学名誉教授。東京大学工学部教授として長年、原子力工学とくに核燃料サイクルの研究教育に従事。原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会委員、同原子力バックエンド対策専門部会委員、同高レベル放射性廃棄物処分懇談会委員、総合エネルギー調査会原子力部会委員などを歴任。その後、原子力安全委員会委員長、日本原子力研究開発機構理事長等を歴任。その間、環太平洋原子力協議会会長、米科学アカデミー研究協議会運営委員、国際原子力機関原子力安全国際諮問委員、国際応用システム分析研究所主任研究員等を兼務。

高瀬博康（たかせ・ひろやす）



日揮(株)勤務および動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構）出向時に地層処分研究開発に従事。その後、英国 QuantSci 社におつづ Mathematical Modeling Group Leader として地層処分関連のモデル開発やシミュレーションに従事。（株QJサイエンス（旧クインテッサジャパン）代表取締役）

佐久間秀樹 (さくま・ひでき)



動力炉・核燃料開発事業団で海外ウラン資源探鉱に参加した後、地層処分工学的実現可能性、社会科学的な受容の構築に関するOECD/NEAやIAEAなどにおける議論とコンセンサスづくりに参加、また地層処分に従事する次代の専門家の育成を図る国際組織(International Training Center)の事務局として従事。

Ian G. McKinley (イアン・マッキンレー)



英国グラスゴー大学にて博士号取得後、英国地質調査所(BGS)、スイス原子力研究所(EIR)の勤務を経て1984年よりスイスNagraに勤務。プロジェクト・ゲベル1985、Kristalline-レポート作成に従事。NagraではR&Dコーディネータ、国際協力技術支援部門長として、日本との共同研究等を担当。Nagraでの理事を経て独立し、McCombie氏(Chapman氏)とMCM Internationalを設立。現在はMcKinley Consultingを経営。

石黒勝彦 (いしぐろ・かつひこ)



動力炉・核燃料開発事業団でガラス固化技術開発に従事した後、地層処分対策室および東海事業所処分研究部等において地層処分研究開発に従事。この間、第1次取りまとめコアチーム主査。原子力発電環境整備機構技術部部长を経て同部調査役。

鳥井弘之（とりい・ひろゆき）



日本経済新聞社科学技術部記者を経て論説委員。東京工業大学原子炉工学研究所教授、科学技術振興機構（JST）事業主幹を歴任。地層処分分野では原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会、原子力バックエンド対策専門部会委員などを歴任。この間、科学技術・学術審議会委員、中央環境審議会委員、経済産業省独立行政法人評価委員会委員、文部科学省独立行政法人評価委員会委員などを歴任。原子力発電環境整備機構監事（非常勤）。原子力環境整備促進・資金管理センター評議員。

山川 稔（やまかわ・みのる）



動力炉・核燃料開発事業団環境技術開発推進本部第2次取りまとめチーム総括主任研究員を経て海洋科学技術センター（現海洋研究開発機構）、地球科学技術総合推進機構。原子力環境整備促進・資金管理センター囑託。

藤原啓司（ふじはら・ひろし）



東京電力㈱勤務時に第1次TRURレポート作成に従事。東京電力ワシントン事務所駐在、電気事業連合会、原子力発電環境整備機構技術部長を歴任。原子力環境整備促進・資金管理センター基準規格・L1プロジェクト チーフ・プロジェクト・マネジャー。

原 啓一 (はら・けいいち)



動力炉・核燃料開発事業団環境技術開発推進本部処分研究グループ主幹、バックエンド推進部長、埋設事業推進部長などを歴任。現在、原子力安全研究協会処分システム安全研究所長。その間、第1次取りまとめ、第1次TRUレポート、研究施設等廃棄物埋設事業推進業務などに従事。

間野 正 (まの・ただし)



動力炉・核燃料開発事業団において放射性廃棄物の処理、処分研究業務に従事。その間、第1次TRUレポートの取りまとめに従事。(株)E&E代表取締役。

有本建男 (ありもと・たてお)



科学技術庁原子力局廃棄物政策課長、内閣府大臣官房審議官、文部科学省科学技術・学術政策局長、科学技術振興機構社会技術開発センター長など歴任。その間、日本工学会アカデミー理事、研究技術計画学会(現研究・イノベーション学会)副会長、経済協力開発機構(OECD)の科学的助言に関する国際研究プロジェクト共同議長などを務める。政策研究大学院大学教授、科学技術振興機構・研究開発戦略センター・上席フェロー。

「オーラル・ヒストリー地層処分研究開発」タスクフォース

坪谷隆夫（つぼや・たかお）



動力炉・核燃料開発事業団東濃地科学センター所長を経て理事・環境技術開発推進本部長、原子力環境整備促進・資金管理センター理事を歴任。その間、地層処分国際研修センター（スイス）設立理事、国際原子力機関放射性廃棄物技術委員会委員等を務める。

増田純男（ますだ・すみお）



動力炉・核燃料開発事業団および核燃料サイクル開発機構において地層処分研究開発業務に従事し、地層処分研究開発第2次取りまとめを統括、後に原子力発電環境整備機構（NUMO）理事。その間、OECD／NEA・放射性廃棄物管理委員会（RWMC）ビューローメンバーを務める。

梅木博之（うめき・ひろゆき）



動力炉・核燃料開発事業団および核燃料サイクル開発機構で2000年レポートチーム統合化グループリーダー、地層処分研究開発部門長等を歴任。この間、原子力安全委員会専門部会委員、Nagra客員研究員、OECD/NEAセーフティ・ケース統合グループ議長等を兼務。現在、放射性廃棄物管理委員会ビューローメンバー。原子力発電環境整備機構理事。

河村秀紀（かわむら・ひでき）



㈱大林組において米国留学中に地震ハザード分野の研究、スイスNagraで確率的安全評価手法開発に従事。動力炉・核燃料開発事業団に転向し、ファーフイールド研究、第1次取りまとめ業務を担当。大林組に復帰後、退職まで地下構造物の耐震設計、放射性廃棄物処分、福島第一事故に係る業務等に従事。合同会社 mcm japan 代表。

藤原啓司

インタビュール協力者の項で紹介。

間野 正

インタビュール協力者の項で紹介。

オーラル・ヒストリー～地層処分研究開発～

2020年9月30日 発行

編者 坪谷 隆夫

発行 OFFICETSUBOYA

〒165-0031 東京都中野区上鷲宮 1-16-20

電話 03-3998-9476

e-mail officetsuboya@nifty.com

印刷・製本 巴工芸株式会社

©Takao Tsuboya, 2020

Printed in Japan

定価 1500 円 (税込み)
