

幌延深地層研究計画
平成 12 年度調査研究成果報告

平成 13 年 7 月

核燃料サイクル開発機構
幌延深地層研究センター

目 次

1. はじめに	1
2. 平成 12 年度の主な調査研究結果	1
3. 設置地区の選定に関する検討	2
4. 地層科学研究	2
4.1 地質環境調査技術開発	2
4.1.1 地表から地下深部までの地質環境データの取得	2
(1) 空中物理探査	2
(2) 地上物理探査	3
(3) 地質調査	3
(4) 表層水理調査	3
4.1.2 地質環境のモデル化と地下施設建設に伴う地質環境の変化の 予測	3
(1) 地下水の水理モデル	3
4.2 地質環境モニタリング技術の開発	4
4.2.1 試錐孔を用いたモニタリング技術開発	4
4.2.2 遠隔監視システムの開発	4
4.3 地質環境の長期安定性に関する研究	4
4.3.1 地震研究	4
4.3.2 天然現象の研究	4
5. 地層処分研究開発	4
5.1 人工バリア等の工学技術の検証	4
5.2 地層処分場の詳細設計手法の開発	5
5.3 安全評価手法の信頼性向上	5
6. 環境調査	5

図 1	調査範囲図（空中物理探査）	6
図 2	調査範囲図（地上物理探査）	7
図 3	調査範囲図（地質調査）	8

(参考文献)

1 . はじめに

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構とする）幌延深地層研究センターでは、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を進めています。

サイクル機構が幌延町に計画している幌延深地層研究センターは、「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画（平成6年6月）」（以下、「原子力長計」とする）の高レベル放射性廃棄物の処理処分において示された深地層の研究施設の一つであり、堆積岩を対象に深地層の研究を行います。この研究施設は平成12年11月に改定された「原子力長計」においても、今後の高レベル放射性廃棄物の地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立に向けての研究開発を進めていく上での主要な施設であることや、国民の研究開発に対する理解を得ていく場としての意義を有していることが示されています。

また、「総合資源エネルギー調査会原子力部会-原子力の技術基盤の確保について-（平成13年6月）」の「高レベル放射性廃棄物処分のための研究開発」においては、サイクル機構の役割について、「深地層の研究施設、地層処分放射化学研究施設などを活用し、深地層の科学的研究、実測データの着実な蓄積とモデル高度化による地層処分技術の信頼性向上と安全評価手法の高度化に向けて研究開発を着実に推進することが必要である」としています。サイクル機構では、ここで示された「深地層の科学的研究」については「地層科学研究」、また、「地層処分技術の信頼性向上」と「安全評価手法の高度化」については「地層処分研究開発」として進めています。

本報告は、「深地層研究所（仮称）計画平成12年度調査研究計画（平成13年3月）」に基づき、平成12年度に実施した調査研究の成果をまとめたものです。

2 . 平成12年度の主な調査研究結果

幌延深地層研究計画は、「地表から行う調査研究」、「坑道を掘削しながら行う調査研究」、「坑道を利用して行う調査研究」の3つの段階に分けて実施します。平成12年度は、その第1段階である「地表から行う調査研究」に着手しました。

地層科学研究および、地層処分研究開発については、調査研究内容の具体

化を図るとともに、一部、文献調査を開始しました。また、現地で実際に行う調査としては環境調査のうち、地下水の利用状況に関する聞き取り調査^{*1}などを行いました。

各調査研究は、平成13年3月より開始しました。

3．設置地区の選定に関する検討

これまでに得られている幌延町内の地層の重なり方や地層の性質、断層などの地質構造に関するデータを収集・整理しました。それらの結果を基に、研究の対象となる地層の堆積した時代が新第三紀と推定される声問層、稚内層、増幌層（上部の泥岩層）が500m程度の深さに、広域の地下水流動研究の実施が可能な広がりをもって分布し、かつ、地下施設で予定している調査研究を実施するために必要な厚さをもって分布すると推定される区域を抽出しました。その結果、幌延町内において、A区域、B1区域、B2区域、C区域の4区域を設定しました（図1）。

4．地層科学研究

4.1 地質環境調査技術開発

4.1.1 地表から地下深部までの地質環境データの取得

(1) 空中物理探査

本地域の地表から地下150m程度の地質構造を把握することを目的として、空中放射能探査、空中磁気探査、空中電磁探査を実施するための調査仕様を検討しました。飛行の安全性を確保し、測定データの精度をより高く保つために、飛行間隔は約250m（主測線）、主測線と直交方向は約2km間隔（交差測線）、飛行高度を約60mとしました。

空中物理探査の調査範囲としては、3章で示した研究の対象となる堆積岩が500m程度の深さに調査研究を実施するために必要な厚さをもって分布すると推定される区域を含む約200としました（図1）。

脚注)

*1 聞き取り調査：地下水の利用状況の現況など、文献調査では得られない新しい情報を自治体、地元の方々、あるいは企業などに直接聞いて調査することです。

(2)地上物理探査

空中物理探査で推定できる深度（地下 150m 程度）より深いところ（地下 2,000m 程度）までの地層の分布などを把握するために電磁探査測定点を検討しました。

測定点の配置は、本地域の地質・地質構造や大曲断層などの分布を考慮し、それらの構造に直交する方向に 5 測線、計 73 点としました（図 2）。

(3)地質調査

幌延町周辺地域においてこれまでに実施されている石油・天然ガス探査や学術研究として行われている地質調査・試錐調査結果^{(1),(2),(3)}などを基に、本地域の地層の重なり方や地層の性質、断層などの地質構造に関する情報の整理を行いました。これらの結果から、地質調査の範囲を図 3 に示す約 400 としました。さらに、リニアメント解析、岩石鉱物学的試験（顕微鏡観察、化学分析など）などの調査内容・項目を決めました。

(4)表層水理調査

雨水が地下にしみ込む量を調べるための観測手法・機器を検討するために、サイクル機構東濃地科学センターで実施した研究事例^{(4),(5)}などを参考に研究内容の検討を開始しました。また、サイクル機構のこれまでの気象観測データ^{(6) (13)}の整理を開始しました。

4.1.2 地質環境のモデル化と地下施設建設に伴う地質環境の変化の予測

地下水の流れ方の解析手法の検討を開始しました。また、調査により取得された地質環境データを適切に管理・運用するため、データベースのソフトウェアとハードウェアを導入しました。データベースの選定にあたっては、サイクル機構東濃地科学センターとのデータの共有化を前提とし、かつ、調査研究内容に合わせた取得データの種類の追加、表示機能が付加されたデータベースのソフトウェアを導入しました。

また、これまでに得られている幌延地域の地質環境データ⁽¹⁴⁾の入力を開始しました。

(1)地下水の水理モデル

塩水と淡水が存在する地下での地下水の流れ方の解析手法の選定と改良を行うために、石油資源探査、地熱探査分野などで開発された既存のモデル化

手法、数値解析手法に関する最近の知見^{(15),(16),(17)}を参考に、研究内容の検討を開始しました。

4.2 地質環境モニタリング技術の開発

4.2.1 試錐孔を用いたモニタリング技術開発

海外で実用化されているモニタリングシステムや、その設置方法、観測内容についての事例に関する文献^{(18),(19)}を参考に、軟らかい堆積岩地域に掘削された試錐孔に設置する長期モニタリングシステムを具体化するための検討を開始しました。

4.2.2 遠隔監視システムの開発

遠隔監視システムのうち、地震波を用いたシステムの受信機（記録計）の改良を行うため、受信機の周波数特性を改良するための電気回路の概念設計を開始しました。

4.3 地質環境の長期安定性に関する研究

4.3.1 地震研究

防災科学技術研究所などが公開している最近の地震観測データや北海道北部地域における地震活動に関する最近の知見^{(20),(21)}などを参考に、今後実施する地震に関する研究内容の検討を開始しました。

4.3.2 天然現象の研究

大曲断層による地層の変形など、幌延町周辺地域の新しい時代の地殻変動に関する文献^{(22),(23),(24)}を参考に、今後実施する隆起・沈降、火山に関する研究内容や観測システムの検討を開始しました。

5 . 地層処分研究開発

5.1 人工バリア等の工学技術の検証

人工バリアを処分場に適切に設置するための定置装置の類似技術の調査として、海外のウラン鉱床や炭坑で実施されている遠隔採掘、搬送技術の情報^{(25),(26)}の収集を行いました。また、原位置で行う試験計画を策定するために実施する室内試験装置の検討を開始しました。

5.2 地層処分場の詳細設計手法の開発

新しいコンクリート材料に関して、吹き付け施工への適用性、鉄筋の腐食挙動および、強度の変化などの把握のための室内試験計画を検討しました。また、原位置で行う試験計画を検討するために必要な文献調査を開始し、参考となる文献として、海外の、特に堆積岩を対象とした地下研究施設での水理地質や地下水化学などの調査研究事例に関する文献^{(27),(28)}を収集しました。

5.3 安全評価手法の信頼性向上

安全評価上重要な項目や不確実性を定量的に解析する手法を検討するための文献調査を開始し、地層中における地下水の滞留時間、地下水と岩石との間における元素の分配係数などに関する文献^{(24),(29)}を収集しました。

6 . 環境調査

幌延町内の希少動植物の生息状況や地下水の利用状況などについて、北海道庁、幌延町所有の文献に関する聞き取り調査および、環境庁（現環境省）資料などの既存の文献調査を行いました^{(30),(31)}。

それらの文献には、幌延町内の山林および、河川などの水域には希少種である鳥類や魚類・両生類が生息している可能性があることが記載されていました。また、幌延町所有の資料および聞き取り調査により、町内で利用している農業用水などの取水地点を確認しました。これらの情報は、今後の調査計画や調査地点選定の参考にいたします。

(参考文献)

- (1) 栗田裕司, 小布施明子 : “ 北海道北部-基礎試錐 (天北) における第三系 上部白亜系有機質微化石層序 (渦鞭毛藻化石、花粉孢子化石) ” , 石油技術協会誌, Vol.62, pp.13-24, (1997).
- (2) 秋葉文雄 : “ 北海道天北地域の勇知層から算出した *Neodenticula seminae* と *Proboscia curvirostris* (珪藻化石) および、その生層序学的意義 ” , 地質学雑誌, Vol.105, pp.733-736, (1999).
- (3) 岡 孝雄, 五十嵐八枝子 : “ 北海道北部・問寒別構造盆地の鮮新-更新統-とくに堆積相及び花粉層序について - ” , 地質学雑誌, Vol.99, pp.365-389, (1993).
- (4) 小田川信哉, 三枝博光, 尾方伸久, 若松尚則, 岡崎彦哉 : “ 東濃鉦山周辺流域における水収支の算定とその今後の展望 ” , 岩盤地下水理に関するワークショップ講演論文集、資源・素材学会, pp.13-18, (1999).
- (5) 山内大祐, 竹内真司, 三戸嘉之 : “ D E Mによる地形解析に基づく水文観測地点の代表性確認について ” , 日本応用地質学会中部支部平成 12 年度支部研究発表会・講演会予稿集, pp.37-42, (2000).
- (6) 日本気象協会 : “ 平成 2 年度幌延地区気象調査 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-005, pp.337, (1991)
- (7) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 3 年度) ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-007, pp.324, (1992)
- (8) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 4 年度) ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-009, pp.351, (1993)
- (9) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 5 年度) ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-011, pp.355, (1994)
- (10) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 6 年度) 報告書 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-013, pp.394, (1995)
- (11) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 7 年度) 報告書 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-015, pp.403, (1996).
- (12) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 8 年度) 報告書 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1420 98-017, pp.432, (1997).
- (13) 日本気象協会 : “ 幌延地区気象調査 (平成 9 年度) 報告書 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1531 98-003, pp.695, (1998).
- (14) 国際航業株式会社 : “ 幌延ボーリングコアを用いた室内試験等のデータファイル化 ” , 動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書, JNC TJ 1450 99-003, pp.74, (1997).
- (15) 菱谷智幸, 西垣 誠, 橋本 学 : “ 物質移動を伴う密度依存地下水流の 3 次元数値解析手法に関する研究 ” , 土木学会論文集, No.638, pp.59-69, (1999).
- (16) 山石 毅, 小林 仁, 谷 藤吉郎, 岡本明夫, 登坂博行, 小島圭二 : “ 地下石油備蓄基地

- 建設に伴う水文・水理挙動の数値シミュレーション”, 地下水学会誌, Vol.40, pp.167-183, (1998).
- (17) 秋林 智, 福田道博, 山本 巖 : “ 浸透率が連続的に変化する場合の地熱貯留層内の熱水流動解析 ”, 石油技術協会誌, Vol.55, pp.186-197, (1990).
- (18) Chaplow, R. : “ The investigations of the geology and hydrogeology at Sellafield. ” Presented at Intern. Conf. On the Geologic Disposal of Radioactive Wast, London, March 27-28, (1995).
- (19) Baker, D.G. “ Installation of Multi-level Piezometers in an Existing Embankment Dam. ” Proc. 5th Intern. Symposium on Field Measurements in Geomechanics, Dec. 1-3, 1999. Singapore (in press).
- (20) 笠原 稔, 勝俣 啓, 一柳昌義, KIM Choon Ung, SEN Rak Se : “ サハリンおよび北海道北部の群発地震活動 ”, 月刊地球, Vol.20, pp.476-482, (1998).
- (21) 田村 慎, 笠原 稔, 森谷武男, 一柳昌義 : “ 北海道北部地域の地震活動と速度構造 ”, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, pp.268, (1999).
- (22) 平川一臣, 柳 博美, 池田安隆, 佐藤比呂志, 今泉俊文, 東郷正美 : “ 北海道北西部日本海沿岸域のアクティブテクトニクス ”, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, pp.315-316, (1998).
- (23) 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 : “ 北海道の 6Ma 以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧-東北日本弧会合部のテクトニクス変遷 ”, 月刊地球, Vol.21, pp.543-556, (1999).
- (24) 岡 孝雄 : “ 北海道天北・問寒別構造盆地のネオテクトニクス ”, 活断層研究, Vol.1, pp.19-29, (1985).
- (25) Jamieson BW & Frost SE. : “ The McArthur River High Grade Uranium Mining ”, Uranium and Nuclear Energy, (1997).
- (26) Rosner B & Edwards C. : “ The Transport System for High Grade McArthur River Uranium Ore ”, Uranium and Nuclear Energy ,(1998).
- (27) M. Thury, P. Bossart : “ Result of the Hydrogeological, Geochemical and Geotechnical Experiments Performed in 1996 and 1997 ”, Swiss National Hydrological and Geological Survey, pp.6, (1999).
- (28) L. Patrick. : “ The research program for the Meuse/Haute-Marne underground research laboratory ”, ANDRA scientific conference 1999, pp.15 , (1999).
- (29) Krupka KM., Kaplan D.I., Mattigod S.V., Serne J.R. : “ Selection of Partition Coefficient, Kd, Values, Vol. I, Overview of Technical Issues, and Review of Geochemistry and Available Kd Values for Cadmium, Cesium, Chromium, Lead, Plutonium, Radon, Strontium, Thorium, Tritium(3H) and Uranium ”, Draft Report for the USEPA., (1998).
- (30) 環境庁 : “ 第 2 回自然環境保全基礎調査 ”, (昭和 56 年).
- (31) 北海道 : “ 北海道自然環境保全指針 ”, (平成元年 7 月).