

地下調査施設の設置概念および 調査計画立案に関わる考え方

富岡祐一，吉村公孝，西尾 光，加来謙一，窪田 茂
原子力発電環境整備機構

Irina Gaus, Stratis Vomvoris, Toshihiro Sakaki
Nagra

2014年10月
原子力発電環境整備機構

2014年10月 初版発行

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記へお問い合わせください。

〒108-0014 東京都港区芝4丁目1番地23号 三田NNビル2階
原子力発電環境整備機構 技術部
電話 03-6371-4074 (技術部) FAX 03-6371-4102

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Science and Technology Department
Nuclear Waste Management Organization of Japan
Mita NN Bldg. 1-23, Shiba 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-0014 Japan

©原子力発電環境整備機構
(Nuclear Waste Management Organization of Japan) 2014

地下調査施設の設置概念および 調査計画立案に関わる考え方

富岡祐一，吉村公孝，西尾 光，加来謙一，窪田 茂
原子力発電環境整備機構

Irina Gaus, Stratis Vomvoris, Toshihiro Sakaki
Nagra

地下調査施設の設置概念および調査計画立案に関わる考え方

富岡祐一¹, 吉村公孝¹, 西尾光¹, 加来謙一¹, 窪田茂¹,
Irina Gaus², Stratis Vomvoris², Toshihiro Sakaki²

要旨

特定放射性廃棄物の最終処分施設建設地決定のための調査は段階的に行われる計画であり、その調査には文献調査、概要調査、精密調査がある。このうち、精密調査の段階は地上からの調査を行う精密調査段階前半と、地下施設を設けて調査を行う精密調査段階後半とに分かれる。本報告書では NUMO が精密調査段階後半において建設を予定している地下調査施設（以下、「UIF」という）の設計概念や、実施する調査・試験内容の立案に資するため、欧州の地層処分事業に関わる地下施設における技術開発や調査・試験等の先行事例について調査した。その結果から、UIF の設置にかかわる関わる考え方や分類、および、UIF で実施すべき検討項目の設定についての考え方について整理検討を行った。

処分施設本体との位置関係においては、UIF は処分場の一部、もしくは近傍に建設されることが想定されることから、調査に要する掘削等が処分対象母岩の天然バリア性能を低下させる可能性がある。このため、UIF の建設や調査・試験活動に伴う母岩の損傷や擾乱を最小限に留める方策を立てる必要がある。

母岩の損傷や擾乱を最小限に留めるためには、UIF で実施する調査・試験を必要最小限の項目に絞り、試験規模も最小限に抑えることが望ましい。そのため、種々の調査・試験手法について UIF の設計段階よりも前にジェネリック URL 等の既存の地下施設において十分な技術開発を行い、それら技術の UIF への転用性を整理しておく必要がある。

調査・試験に関わる技術は、国内外の地下施設で研究・技術開発が行われており、最終処分地の選定のための調査技術や処分施設建設のための技術が整備されてきている。しかしながら、調査に必要な技術は調査地点の地質環境によっては新たに開発を行う必要が生ずる可能性がある。UIF では母岩の損傷を最低限に留めるために研究・技術開発の実施内容に制約を受けると考えられることから、UIF での実証試験等で新たな技術的問題が見いだされた場合は、ジェネリック URL で改めて技術開発を行う場合が考えられる。そのため、精密調査段階後半において UIF が建設された後にもジェネリック URL と UIF で連携を取ることが必要であると考えられる。

¹ 原子力発電環境整備機構

² スイス放射性廃棄物管理協同組合

The Underground Investigation Facility (UIF) concept in NUMO's program

Yuichi Tomioka¹, Kimitaka Yoshimura¹, Hikaru Nishio¹, Kenichi Kaku¹, Shigeru Kubota¹
Irina Gaus², Stratis Vomvoris² and Toshihiro Sakaki²

Abstract

NUMO will excavate an Underground Investigation Facility (UIF) in the candidate host rock of a future radioactive repository during the detailed investigation (DI) stage of the site selection process. The UIF will be used to investigate the geological environment of the host rock, optimize the techniques for excavation of the underground structures and for emplacement of the engineered barrier system, conduct demonstration tests, and perform the safety assessments before the construction of the repository is initiated. In this report, the conceptual aspects of the UIF location, design, investigation planning, and the different roles of the UIF and generic URLs within the Japanese site selection program are discussed and compared with selected underground facilities in Europe.

Conducting investigations and experiments under the same or similar boundary conditions as the final repository is the main purpose of the UIF. The UIF has therefore to be excavated and constructed in the same formation of the candidate host rock. Taking into account the heterogeneous nature of the geology in Japan, it is envisaged that the UIF will be built in the candidate host rock close to the candidate site and it is likely that it will form part of the repository system. In order to preserve the barrier function of the host rock for containing radionuclides that could be released from the waste in the future, it is essential that disturbances to the host rock such as the ones from borehole drilling, or excavation of test galleries are kept to a minimum. Therefore, investigations in the UIF, as well as the facility design itself and the excavation techniques should be carefully selected and optimized considering the minimum disturbance to the host rock as one of the criteria.

Generic URLs play an important role for developing investigation techniques and methodologies that are applicable to geological environments that could potentially host a repository site before starting the site selection process. After starting the selection process, candidate geological environments will be gradually narrowed down to a few environments for the PI and, following these investigations, to the DIAs. Investigation techniques can then be refined in generic URLs so that they are suitable for use in the geological environment of the host rock formation in one of the selected sites. In addition, long-term host rock-independent investigations of the engineered barrier system can be initiated at an early time in the generic URLs. They can contribute to the knowledge basis for the design and the assessment of the repository, as well as the optimization of the

investigations that need to be carried in the UIF.

¹ NUMO, Japan

² NAGRA, Switzerland

目 次

1. はじめに	1
2. 各国の地下施設の調査結果	3
2.1 地下施設を表す用語について	3
2.2 地層処分研究先進諸国の URL の概要	4
2.3 各国の処分計画における URL の役割	5
2.3.1 ベルギー	5
2.3.2 フィンランド	7
2.3.3 フランス	9
2.3.4 スイス	10
2.3.5 スウェーデン	13
2.4 URL での調査研究活動の事例	15
2.4.1 地質環境の調査・評価技術に関する試験研究例	15
2.4.2 工学的対策技術に関する活動例	16
2.4.3 閉鎖後長期のバリア性能と安全評価技術	17
2.4.4 実証試験に関する活動例	20
3. URL, UIF の設置概念および実施する試験についての検討	26
3.1 UIF の設置概念と分類	26
3.1.1 既存のサイト・スペシフィック URL の特徴と UIF との関係	26
3.1.2 UIF の分類	27
3.1.3 まとめ	28
3.2 URL, UIF で実施する技術開発, 調査・試験項目の整理	30
3.2.1 ジェネリック URL, UIF それぞれの役割	30
3.2.2 調査・試験分野ごとの URL, UIF での活動内容の整理	31
3.2.3 処分施設建設地選定プロセスの各段階と URL, UIF との関係	33
3.2.4 まとめ	35
4. まとめ	37
謝辞	37
参考文献	38
巻末資料	42

図 目次

図 1-1 日本の処分施設建設地選定プロセスの概要 (NUMO, 2009a)	1
図 2-1 オンカロと処分場の概念図 (POSIVA, 2006)	8
図 2-2 ビュール地下研究所のレイアウトと建設計画 (Yoshimura ほか, 2013) ..	10
図 2-3 使用済み燃料/高レベル放射性廃棄物/長半減期中レベル放射性廃棄物処分場の概念図 (Nagra, 2009)	12
図 2-4 高解像度ボアホール TV で得られた亀裂の画像 (NAGRA 2013a)	15
図 2-5 C 廃棄体の処分概念図 (ANDRA, 2005)	16
図 2-6 実験系の配置 (Vomvoris ほか, 2013)	17
図 2-7 トレーサー試験の準備風景 (Mont Terri project, 2011)	18
図 2-8 ABM 試験の断面図 (Svensson ほか, 2011)	19
図 2-9 オーバーコアリングの様子 (NAGRA, 2013b)	20
図 2-10 プロトタイプ処分場のレイアウト (SKB, 2012b に加筆)	21
図 2-11 セクション II における緩衝材のサンプリング作業 (SKB, 2012b)	22
図 2-12 GAST 試験のレイアウト (NAGRA, 2013c に加筆)	23
図 2-13 測定器の設置状況 (間隙水圧, 膨潤圧, 温度など) (NAGRA, 2013c)	23
図 2-14 FSS 試験のレイアウト (DOPAS, 2013)	24
図 2-15 MPT のレイアウト (SKB, 2013)	24
図 2-16 2010 年に導入した Magne システム (SKB, 2012b)	25
図 3-1 UIF 設置位置検討フロー	29
図 3-2 本報告で調査した各試験の実施期間	33
図 3-3 ジェネリック URL と UIF で実施する試験の分類フロー	36

表 目次

表 2-1 主な URL の一覧 (IAEA, 2001 ; OECD/NEA, 2001a ; 2001b ; 2013)	5
表 3-1 UIF の分類とそれぞれの特長と制約条件.....	28
表 3-2 ジェネリック URL, UIF の役割分担	30

1. はじめに

法律によって規定されている特定放射性廃棄物（高レベル放射性廃棄物および地層処分低レベル放射性廃棄物）の最終処分施設建設地は、①概要調査地区選定段階（文献調査の段階）、②精密調査地区選定段階（概要調査の段階）、③処分施設建設地選定段階（精密調査の段階）の段階的な調査によって選定される。このうち、精密調査の段階は前半（精密調査の段階のうち地上からの調査段階）と後半（精密調査の段階のうち、地下調査施設での調査段階）に分かれる。これら調査ののち、安全審査の段階（事業許可申請）を経て、処分施設の建設が始まる計画である（NUMO, 2011）。処分施設建設地選定段階までの調査概要を図 1-1（NUMO, 2009a）に示す。

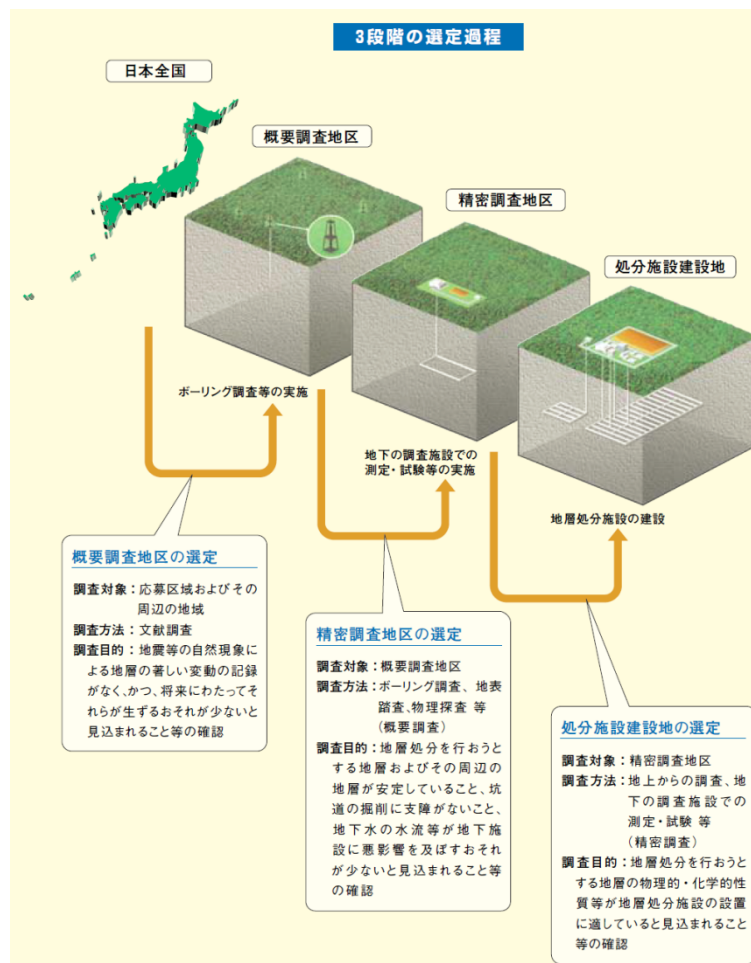


図 1-1 日本の処分施設建設地選定プロセスの概要（NUMO, 2009a）

原子力発電環境整備機構（以下、「NUMO」という）は、精密調査の段階までに必要とされる技術要件や安全確保については、地層処分事業の安全確保（NUMO, 2011）のほか、安全確保構想 2009（NUMO, 2009b）や地層処分事業の技術開発計画（NUMO, 2013）において、指針とロードマップを示してきた。今後、これらに従い、精密調査段階後半において処分施設建設候補地に設置される地下調査施設における活動をさらに具体化しておく

ことが重要である。具体的な活動項目については、処分施設建設候補地における概要調査までに得られた調査結果を中心に詳細計画を策定する予定であるが、詳細計画の策定に先んじて、地下調査施設で行うべき活動内容の設定についての考え方を整理しておくことが重要である。また、地下調査施設は精密調査地区に設置されるが、調査・試験等の活動内容に合わせた設計仕様となると考えられるため、その位置や施設の大きさなどについても調査・試験等の活動内容とともにあらかじめ考慮しておく必要がある。

国内外において、地層処分に関する様々な研究、技術開発や調査・試験が実施されている。地上の実験室や地下施設で行われた研究、技術開発や調査・試験の結果は、地質環境条件を問わず適用できるものもあれば、地質環境によって適用条件が変わるものもある。地質環境条件を問わず適用できる技術は基本的に地下調査施設で改めて開発する必要はないと考えられるが、地質条件によって適用条件が変わるものについては、地下調査施設において実証試験等を実施する必要がある。

以上に述べたように、精密調査段階後半における地下調査施設での活動計画の策定に当たっては、計画立案時に試験等の実施内容の必要性や適用条件を考慮した検討がなされる必要があり、併せて、設置に関わる考え方を整理する必要がある。これらの整理検討に当たっては、欧州諸国がこれまで行ってきた技術開発や調査・試験の事例が参考になると考えられる。欧州諸国では、地層処分の成立性の調査、および地層処分に関する技術開発のため、1960年代から地下施設等を利用した活動が盛んに行われている(OECD/NEA, 2001a)。また、2009年にスウェーデンでは最終処分施設建設地の選定が完了し(SK B, 2011)、2011年3月に政府へ建設許可申請書を提出している。フィンランドでは最終処分施設の一部となる地下調査施設の建設が始まっており(POSIVA, 2006)、2012年12月に最終処分場の建設許可申請書を政府へ提出している。これらの地下施設における活動の先行事例を調査検討することは、わが国における地下調査施設の活動内容の策定に有用である。

そこで、本報告書では、地下調査施設の設計概念や実施する調査・試験内容の立案に資するため、欧州における地下施設を用いた技術開発や調査・試験の先行事例を調査し、地下施設で実施すべき検討項目の設定についての考え方、および地下施設の設置に関わる考え方や分類について整理検討を行った。なお、本調査検討はスイス放射性廃棄物管理協同組合(以下、「NAGRA」という)との共同研究の一部として実施した。

2. 各国の地下施設の調査結果

本章では地層処分に関わる研究，技術開発や調査・試験のために設置された地下施設の技術開発計画の現状，処分事業に果たす役割や実施されている調査・試験等について，文献に基づく調査および，ワークショップ（巻末資料参照）を開催して聞き取り調査をした結果について示す。

2.1 地下施設を表す用語について

地下施設は Underground Research Laboratory（以下，「URL」という）と呼ばれることが多いが，それぞれの施設でそれぞれの目的を意識した呼称がなされている。そこで本節では地下施設を表す用語について整理する。

URLという用語は地層処分にに関する研究，技術開発や調査・試験を行っている地下施設を対象として一般に用いられる総称とみなされている（OECD/NEA，2001a）。ただし，ResearchやLaboratoryという用語は，研究活動やそれを行う場所を指す用語であるため，処分場の候補地や処分場予定地に建設される調査・試験が主目的の地下施設に対する用語としては必ずしも適当ではない。フィンランドの地層処分の実施主体であるPOSIVAは処分地に建設し，処分場の一部となる予定の地下施設であるオンカロを，Underground Rock Characterization Facility（以下，「URCF」という）と呼んでいる（POSIVA，2003a；2006）。アメリカ合衆国エネルギー省（以下，「DOE」という）は，処分場の建設予定地（2013年現在計画の見直しを行っている）であったユッカマウンテンに設置した地下施設は Exploratory Studies Facility（以下，「ESF」という）としている。また，イギリスのセラフィールドで建設が計画された地下施設（1997年，計画中止が決定）はRock Characterization Facility（以下，「RCF」という）と呼ばれていた。これらのほか，施設の目的に合わせた様々な名称が用いられている。

NUMOは，精密調査段階後半で建設を計画している地下施設では，地質環境特性の調査および各種技術の実証試験が主たる活動内容となることから，地下調査施設（Underground Investigation Facility：以下，「UIF」という）と呼んでいる。これ以降，本報告書ではNUMOが精密調査段階後半で建設を計画している地下施設については，UIFと呼び，それ以外の地下施設については，特に施設の用途を特定しない場合の総称としてのURLを使用する。

地下施設はジェネリックURLとサイト・スペシフィックURLとに大別される（IAEA，2001；OECD/NEA，2013）。ジェネリックURLとは，地層処分施設の建設地とみなされていない地域に建設された地質環境の研究や，技術開発を目的としたURLのことを指す。こうした研究や技術開発は，地上の実験室では対応できない，あるいはそれを補完するものとして実際の岩盤で実施されるが，その岩盤は必ずしも処分対象となる母岩でなくとも実施できる課題を含んでいる。

ジェネリック URL の場所としては、地層処分を模して深地層に坑道掘削がなされる場合（スウェーデンのエスポ岩盤研究所，日本の瑞浪超深地層研究所，幌延深地層研究センター等）や，鉱山の坑道（スウェーデンのストリーパ鉱山，日本の東濃鉱山，釜石鉱山等）といった深地層を対象に行われる場合や，一方で，高速道路の退避トンネル（スイスのモンテリ岩盤研究所）や廃線となった鉄道トンネル（フランスのトゥルヌミール）を利用して地表付近で行われる場合等がある。

サイト・スペシフィック URL は処分施設の建設候補地または，建設が有望である地域の処分対象となり得る地層に建設される URL のことを指す。例えば，フィンランドのオンカロは処分候補地として決定しているオルキルオトに建設され，将来的には処分施設の一部となる計画である。また，フランスは処分場の建設候補地として検討しているビュールの地下 450～500m にある頁岩層にサイト・スペシフィック URL を建設し，種々の調査検討を行っている。これらサイト・スペシフィック URL での調査・試験の成果は，実際の処分施設の設計等に直接的に適用できるものと期待される。

2.2 地層処分研究先進諸国の URL の概要

欧州では地下施設を利用した研究，技術開発や調査・試験が 1960 年代から盛んに進められている。1960 年代から 80 年代にはドイツのアッセ岩塩鉱山やスウェーデンのストリーパ鉱山，日本の東濃鉱山と釜石鉱山，スイスのグリムゼル試験場などの，主に鉱山の坑道や水力発電所の地下坑道などの既存施設を利用した研究，技術開発や調査・試験が開始された。1980 年代以降はベルギーの HADES 地下研究所，スウェーデンのエスポ岩盤研究所，ドイツのゴアレーベン等の地層処分に関わる研究，技術開発や調査・試験を目的とした地下施設が建設された。日本においても，日本に広く存在する地質環境である結晶質岩と堆積岩に対する研究，技術開発や調査・試験を行うため，日本原子力研究開発機構（以下，「JAEA」という）により岐阜県瑞浪市，北海道幌延町に地下研究施設が建設されている（JAEA，2014）。既存の主な URL について，国，名称，母岩他の一覧を表 2-1 に示す。

表 2-1 主な URL の一覧 (IAEA, 2001 ; OECD/NEA, 2001a ; 2001b ; 2013)

URL等名 供用期間	国名 事業者	岩種 URL設置深度(土被り)	概要
ジェネリック			
アッセ岩塩鉱山 (Asse Mine) 1965-1997	ドイツ GSF	岩塩層, 岩塩鉱山 490-800mおよび950m	休廃止鉱山を利用
ストリーバ鉱山 (Stripa Mine) 1976-1992	スウェーデン SKB	花崗岩, 鉄鉱山 360-410m	休廃止鉱山を利用
グリムゼル試験場 (Grimsel Test Site) 1984-	スイス NAGRA	花崗岩 450m	水力発電所の既設坑道を利用
東濃鉱山 1986-2004	日本 PNC/JNC	堆積岩, ウラン鉱山 130m	休廃止鉱山を利用
釜石鉱山 1988-1998	日本 PNC/JNC	花崗岩, 鉄鉱山	鉱山を利用
トゥルヌミール (Toumemire) 1990-	フランス IRSN	堆積岩 (頁岩) 250m	鉄道廃線のトンネルを利用
オルキルオト (Olkiluoto) 1992-	フィンランド POSIVA	花崗岩 (トーナライト) 60-100m	中低レベル処分場の坑道を利用
エスポ岩盤研究所 (Äspö HRL) 1995-	スウェーデン SKB	花崗岩 200-460m	試験用に坑道を掘削
モンテリ岩盤研究所 (Mont Terri Test Site) 1995-	スイス Mont Terri Project	オパリナスクレイ 400m	道路トンネル退避坑を利用
瑞浪超深地層研究所 2004-	日本 JAEA	花崗岩 500m	試験用に坑道を掘削
幌延深地層研究センター 2005-	日本 JAEA	堆積岩 500m	試験用に坑道を掘削
HADES地下研究所 (HADES) 1980-	ベルギー EIG EURIDICE	ブームクレイ 230m	試験用に坑道を掘削
サイト・スペシフィック			
ゴアレーベン (Gorleben) 1985-1990	ドイツ Bfs, DBE	岩塩ドーム 900m以深	試験用に坑道を掘削
ビュール地下研究所 (BURE) 2000-	フランス ANDRA	粘土質岩 450-500m	試験用に坑道を掘削
オンカロ (ONKALO) 2003-	フィンランド POSIVA	花崗岩 (トーナライト)	試験用に坑道を掘削

2.3 各国の処分計画における URL の役割

表 2-1 に示した各国の URL のうち、以下の国について、処分計画と研究、技術開発や調査・試験の現状と、それぞれの国が設置している URL の処分計画における役割について調査した結果を示す。

2.3.1 ベルギー

(1) 処分計画の現状

ベルギーではカテゴリーB (長半減期低中レベル), C (長半減期高レベル) 廃棄物を地層処分する検討を行っている。廃棄物の地層処分に関する検討は 1974 年にベルギー原子力研究センター (以下, 「SCK・CEN」という) によって開始された。引き続いて, 1980 年に放射性廃棄物処分の実施主体としてベルギー放射性廃棄物・濃縮核分裂性物質管理機関 (以下, 「ONDRAF/NIRAS」という) が設立され, SCK・CEN から権限移譲がなされた。

ONDRAF/NIRAS は候補母岩として、未固結の粘土岩であるブームクレイを第一候補とし、イプレシアンクレイを代替案としている。

ONDRAF/NIRAS は 2011 年に、カテゴリーB, C 廃棄物に関する管理計画をまとめた、国家廃棄物計画 (ONDRAF/NIRAS, 2011) を連邦政府へ提出した。今後、連邦政府によってカテゴリーB, C の廃棄物の地層処分についての方針が示される予定である。

(2) 技術開発計画と処分事業に対する URL の役割

ベルギーにおける地層処分の R&D 計画は大きく 3 つのフェーズに分けることができる (ONDRAF/NIRAS, 2011)。第一フェーズは 1974-1989 年であり、その結果は安全評価・実現可能性第一次中間報告書 (以下、「SAFIR」という) に取りまとめられ (ONDRAF/NIRAS, 2011), Mol-Dessel 地域のブームクレイ層が地層処分の母岩として有望であると報告された。SAFIR はベルギー内外の専門家によるレビューを受けた。レビュー結果はブームクレイが地層処分の母岩として有望である可能性を支持し、さらに調査研究を継続することと、Doel 地域のイプレシアンクレイ層を代替候補として検討することを求めた (ONDRAF/NIRAS, 2011)。

第二フェーズは 1990-2003 年である。SAFIR のレビュー結果を受け、ブームクレイ層を対象とした調査研究を継続すると共にイプレシアンクレイ層の調査研究も行い、その結果を安全評価・実現可能性第二次中間報告書 (以下、「SAFIR2」という) として纏めた

(ONDRAF/NIRAS, 2011)。SAFIR2 は、ベルギー国内の有識者や OECD/NEA の組織したレビュー委員会によるレビューを受け、ブームクレイ層は継続的な技術開発が必要であるものの、処分対象母岩として適性があること、イプレシアンクレイはブームクレイに比べて岩盤が軟弱であり、水理地質学、地化学的に不利な条件下にあるが、ブームクレイ層の代替案として有望な地層であることが確認された (OECD/NEA, 2003 ; ONDRAF/NIRAS, 2011)。

2003 年から開始した第三フェーズでは、SAFIR2 のレビュー結果を受け、安全評価手法の整備を行っている。また、人工バリアの設計検討や、カテゴリーB の廃棄体に多いアスファルト固化された廃棄体の併置処分についての検討を行っている (ONDRAF/NIRAS, 2011)。

SCK-CEN は 1980 年にブームクレイ層に HADES 地下研究所の建設を開始した。HADES 地下研究所は地表下 225m に設置され、2 本の立坑とそれらをつなぐ横坑からなっている。HADES 地下研究所は建設当初は SCK-CEN の管轄であったが、1980 年に設立された ONDRAF/NIRAS へ徐々に権限が委譲された。2000 年以降の HADES 地下研究所の管理は、ONDRAF/NIRAS と SCK-CEN によって設立された EIG EURIDICE という組織が実施している。

HADES 地下研究所の目的は、未固結の粘土層における地層処分の成立性の実証であり、地下施設において地層処分に必要な研究、技術開発等が行われている。具体的には、未固結の粘土層の掘削技術の開発、実処分環境を模した安全評価試験、放射性核種を用いた原位置試験、安全評価のための長期試験、大規模実証試験が行われている。また、市民の見学を受け入れており、地層処分の技術への理解促進や信頼感の醸成に努めている。

(SCK-CEN, 2014)

2.3.2 フィンランド

(1) 処分計画の現状

フィンランドでは、原子力発電の事業者である Teollisuuden Voima Oyj (以下、「TVO」という) が 1983 年から使用済み燃料の最終処分に関する準備を開始し、調査地域の選定、詳細サイト調査と環境影響評価を実施していた。その後、1994 年に原子力法の改正により使用済み燃料の輸出入が禁止され、フィンランド国内で最終処分を行う決定がなされたことを受け、1995 年にフィンランドの原子力発電の事業者である TVO と Fortum Power and Heat の 2 社によって、使用済み燃料の最終処分の実施主体として POSIVA が設立された。

POSIVA は TVO によるサイト選定事業を引き継ぎ、1999 年にエウラヨキ自治体のオルキルオトを使用済み燃料と長半減期中レベル放射性廃棄物の処分サイトとして選定した。エウラヨキ自治体はこれに同意し、フィンランドの規制機関である放射線・原子力安全センター (以下、「STUK」という) による安全評価においても特段の問題はみとめられないとされた。2000 年に政府は POSIVA のオルキルオトを最終処分場候補地とする要請を受理 (原則決定) し、2001 年に国会で承認された。その後 2004 年からオルキルオトの処分施設建設予定地の地下にオンカロ (図 2-1) と呼ばれる地下特性調査施設の建設を開始し、現在も調査・試験を継続して実施している。

2012 年 12 月、POSIVA は使用済み燃料処分場の建設許可申請書を政府に提出した。POSIVA は政府による建設許可申請が承認された後、操業許可申請を 2018 年に行う予定である。

(2) 技術開発計画と処分事業に対する URL の役割

POSIVA は 3 年ごとに放射性廃棄物の発生状況と処分に関する計画を発表しており、これまで 2003、2006、2009 年版が発行された。最新のものは 2013 年に発行され (POSIVA, 2013)、オルキルオトとロヴィーサの各発電所における廃棄物の発生状況、前フェーズまでの結果の概要と 2013 から 2015 年までの R&D 計画が示されている。なお、2006 年以降の本計画は STUK によってレビューされている。

オンカロでは、地質環境特性の調査や様々な実証試験を行っている。オンカロの建設以前の原位置での研究開発は、オルキルオトの中低レベル放射性廃棄物処分場に隣接する地

下施設や、SKBのエスポ岩盤研究所（2.3.5 参照）を中心としたフィンランド国外の URL を用いて実施してきた。

POSIVA は、オンカロをオルキオトの処分対象母岩としての適性を確認し、処分施設の詳細設計のための情報収集、長期安全評価のための性能評価パラメータの取得、建設技術の最適化の場として利用している。

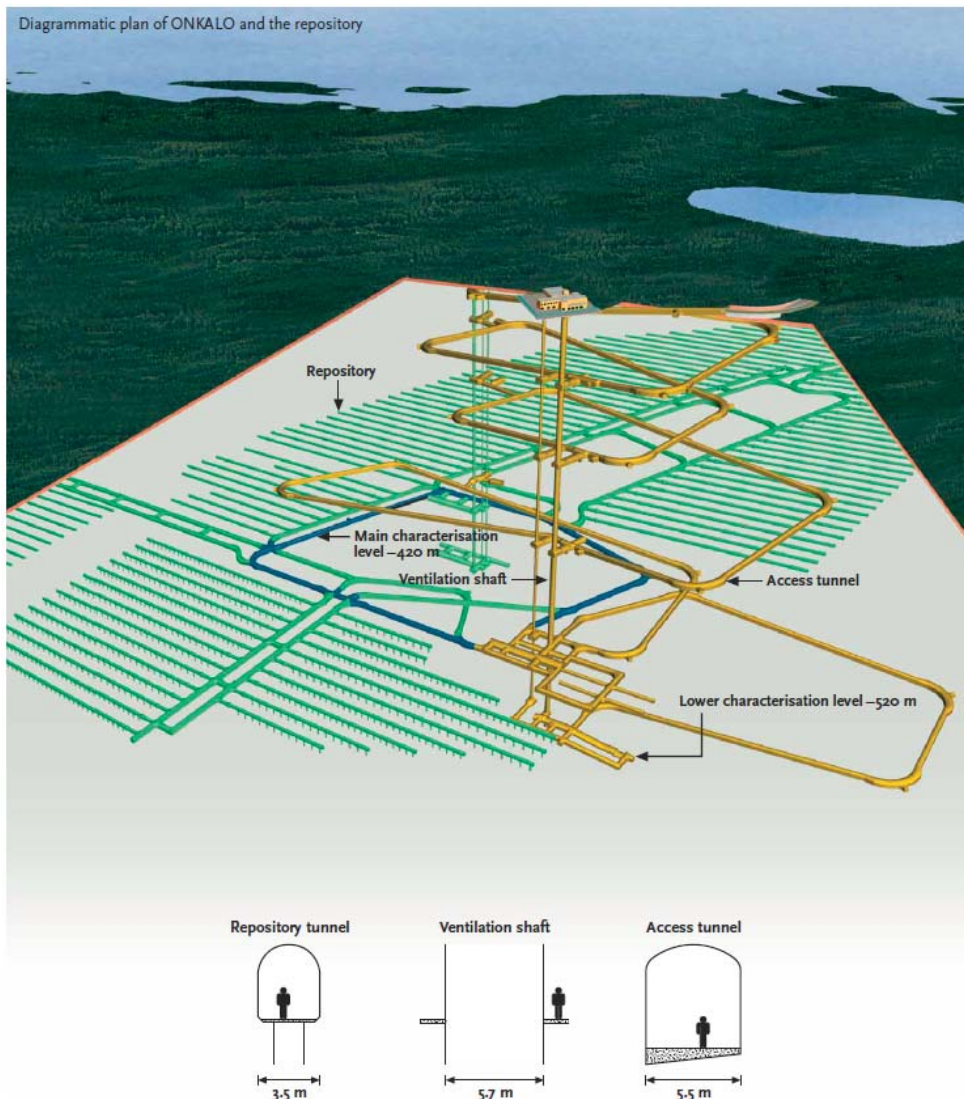


図 2-1 オンカロと処分場の概念図 (POSIVA, 2006)

オンカロは、最終的には処分場の一部となる計画である。したがって、オンカロの建設にあたっては、廃棄物処分の長期安全性を確保するために望ましい条件を維持することが求められている。調査・試験や施設建設に伴うある程度の母岩の損傷や擾乱は不可避である。そのため、どの程度の損傷や擾乱ならば問題がないか、損傷や擾乱を防ぐためには、建設においてどの程度の注意を払うべきか評価する必要がある。オンカロでは、地下水湧水の管理、地下で使用する人工材料に関する制約、EDZ やボーリング掘削上の制約等に注

意が払われている。(POSIVA, 2002 ; 2003b)。POSIVA ではこれら母岩の損傷と擾乱に関わる事項について半年に一度 STUK へ報告し、監査を受けている。

2.3.3 フランス

(1) 処分計画の現状

実施主体である ANDRA は 1999 年に、ムーズ、オート＝マルヌ両県にまたがる地域に廃棄物処分の候補母岩の調査を目的としてビュール地下研究所を設置することとし、2000 年から建設を開始した。なお、ビュール地下研究所は処分場とはならない計画である。ビュール地下研究所の地下 500m には、ジュラ紀のカロボ・オックスフォーディアン層と呼ばれる粘土岩の地層があり、処分候補母岩として検討されている。ANDRA は Dossier2005 (ANDRA, 2005) において、放射性廃棄物処分のフィージビリティと処分方針を示した。それを基に、2015 年に事業許可申請することを目的として様々な研究開発が行われている。現在、ANDRA はビュール地下研究所周辺での詳細な地質調査と地上施設に関する調査を行っている段階である。なお、ANDRA は 2025 年に処分場の操業開始を目指している。

(2) 技術開発計画と処分事業に対する URL の役割

ANDRA の研究開発は、高レベルおよび長寿命中レベル放射性廃棄物処分プロジェクト (以下、「HAVL プロジェクト」という) に記述されている (ANDRA, 2013)。HAVL プロジェクトは、2006 年に政府が示した放射性廃棄物等管理計画法の要件を満足するように、ANDRA が実施する調査・研究の全てを規定している。なお、HAVL プロジェクトは、国によるレビュー委員会とフランス・放射性安全規制組織 (以下、「ASN」という) により毎年レビューを受けている。

ビュール地下研究所 (図 2-2) は 500m 深度の 2 本の立坑でアクセスする。主立坑 (Main shaft) は直径 5m で人や物資の移動および換気を行う。主立坑から 100m 離れた予備立坑 (Auxiliary shaft) は直径 4m で主に換気を担うが、人や物資の輸送を行うことができる。主立坑には 445m と 490m 深度に横坑が設置されている。445m 深度の横坑は立坑の掘削影響を観測するために設けられている。490m 深度の横坑は調査・試験の中心となるエリアである。

1999 年から 2005 年にかけてのビュール地下研究所の調査・試験の目的は主に、岩の物理的、化学的な特性の評価であった。その結果は Dossier2005 にまとめられている (ANDRA, 2005 ; Delay, 2006)。

現在の研究、技術開発計画は主に以下の点に着目して実施されている。

- ・粘土岩の性能の確認 (透水性、間隙水質、拡散や核種の遅延能力に関するパラメータ取得)
- ・岩石と廃棄体や人工バリアとの相互作用、粘土の脱水と飽和挙動の把握、ガス移行評

価

- ・ 処分施設の設計や安全評価に関する更なるパラメータの取得，熱-力学-水理連成現象に関わる特性，物質移行特性，巨視的な粘土岩の不均一性の把握
- ・ 坑道の建設と閉鎖に関わる実証試験や，操業に関する実規模試験

最終処分場の建設許可申請（2015年（予定））を行ったのち，2025年（予定）の操業開始までに地下研究所で行う課題としては，処分施設の建設段階の初期において処分プロセスを確立すること，可逆性のある処分のためのモニタリング手法を開発することである。

なお，ビュール地下研究所では，最終処分場の操業が開始された後にも必要に応じて調査・試験を継続する。また，地層処分に関わるスタッフの教育にも利用する予定である。

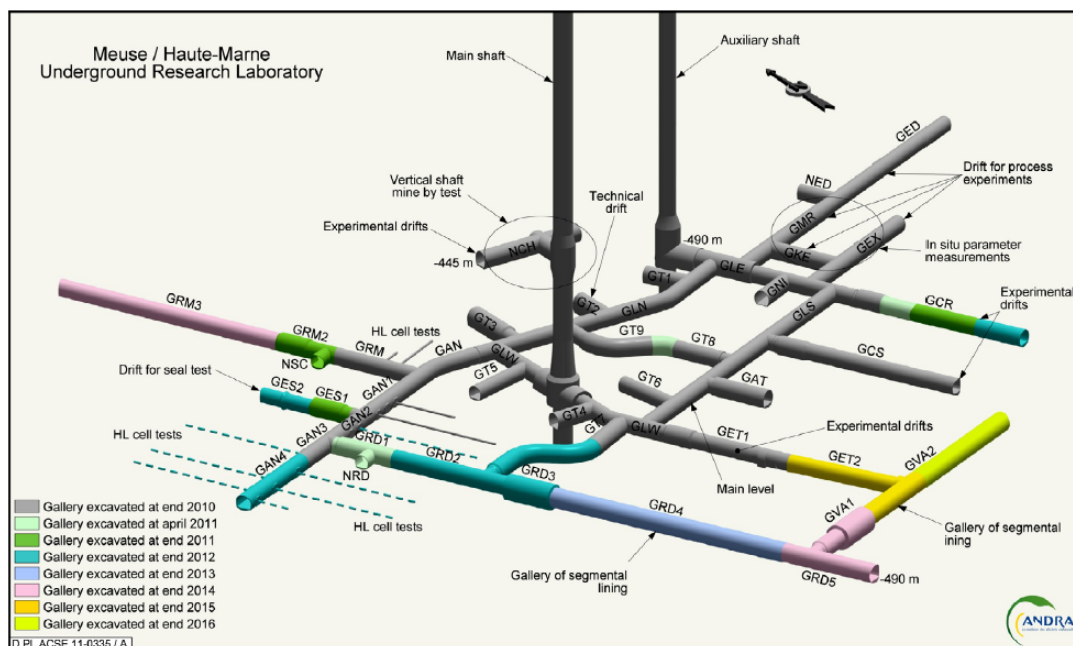


図 2-2 ビュール地下研究所のレイアウトと建設計画（Yoshimura ほか，2013）

2.3.4 スイス

(1) 処分計画の現状

スイスではすべての種類の放射性廃棄物を地層処分することが法令で定められている。地層処分の実施主体である NAGRA は 1972 年に設立され，すべての種類の放射性廃棄物の地層処分の実施に責任を持つ。

NAGRA は 2002 年に Entsorgungsnachweis と呼ばれる，処分の実現可能性実証プロジェクト報告（NAGRA，2002a；2002b；2002c）を連邦評議会に提出して，オパリナスクレイを対象とした監視付き長期地層処分と呼ばれる放射性廃棄物の地層処分手法により長期安全性が確保できる見通しを示し，2006 年に連邦評議会からの承認を得た。

2008 年 4 月に SFOE（2008）によって提出された Sectoral Plan for Deep Geological Repositories, conceptual part（以下，「特別計画」という）が連邦評議会に承認され，その概

念に基づいたサイト選定が進められている。特別計画は、サイト選定の手順のほかに、連邦政府、地方自治体、国内関係機関の役割や周辺国との調整を図ることなど、サイト選定に関わる枠組みを規定している。

処分サイトの選定は3段階からなり、第1段階では複数の候補サイト区域の選定、第2段階では2カ所以上の候補サイトの選定、第3段階では処分サイトの決定と概要承認が行われる。使用済み燃料/高レベル放射性廃棄物/長半減期中レベル放射性廃棄物と、低/中レベル放射性廃棄物との組み合わせで別々に処分場が建設される計画である。

図 2-3 に使用済み燃料/高レベル放射性廃棄物/長半減期中レベル放射性廃棄物処分場の概念図を示す。

(2) 技術開発計画と処分事業に対する URL の役割

NAGRA は 2009 年に RD&D 計画 (NAGRA, 2009) を公開した。本 RD&D 計画は、地層処分事業推進のための科学的・技術的活動について包括的な方針を示しており、以下の内容で構成されている。

- ・最終処分場選定の段階的な実施に関して必要な RD&D についての議論
- ・特別計画やそれに引き続く許認可申請の各段階において必要とされる RD&D に関わる今後 10 年程度の作業について提示
- ・実現可能性実証プロジェクト報告のレビューで提起された問題点の纏め
- ・NAGRA が実施した処分候補地の提案についての概要紹介
- ・特別計画の第 1 段階で選定したサイトを考慮した今後 10 年程度の技術開発計画についての議論

なお、本 RD&D 計画の内容は処分施設建設地選定プロセスの進捗に従い、適宜見直しが必要であるとしている。

スイスにはグリムゼルとモンテリの 2 つのジェネリック URL がある。グリムゼルは結晶質岩 (花崗岩と花崗閃緑岩) を調査対象として建設され、モンテリは堆積岩 (オパリナスクレイ) を調査対象として建設された。グリムゼルは NAGRA が管理しており、モンテリはスイス連邦地形測量庁 (以下、「SWISSTOPO」という) が管理している。

スイスの処分計画に関わるグリムゼルとモンテリにおける主な調査研究目的は、次に示す通りである。

- ・候補母岩としての特徴の調査
- ・調査の方法論の構築
- ・処分調査対象深度における地質環境の理解
- ・処分場で使用されるセメント等の人工物と岩石や地下水との相互作用の理解
- ・実規模スケールでの実証試験
- ・処分場建設に必要な工学技術の開発

- さまざまな条件を模擬した原位置試験およびモデリング手法の開発
- 性能評価モデルや工学技術等の実証
- 専門的な知見の収集と構築
- 処分プロセスの各段階における適切なモニタリング手法と概念の構築

NAGRA による URL での活動計画は、安全な処分を実施するための課題、RD&D 計画などのレビューで得られた課題、および調査・試験の結果を得るために必要な時間を考慮して設定されている。また、必要とされた研究に対し、モンテリとグリムゼルで実施可能か否か、不可能な場合は他の国の URL を利用して実施可能か、あるいはモンテリとグリムゼルで実施することが可能であっても、実サイトで要求される仕様をジェネリック URL で満たすことができるか否かが URL での研究計画を立てる上で重要な視点とされている。

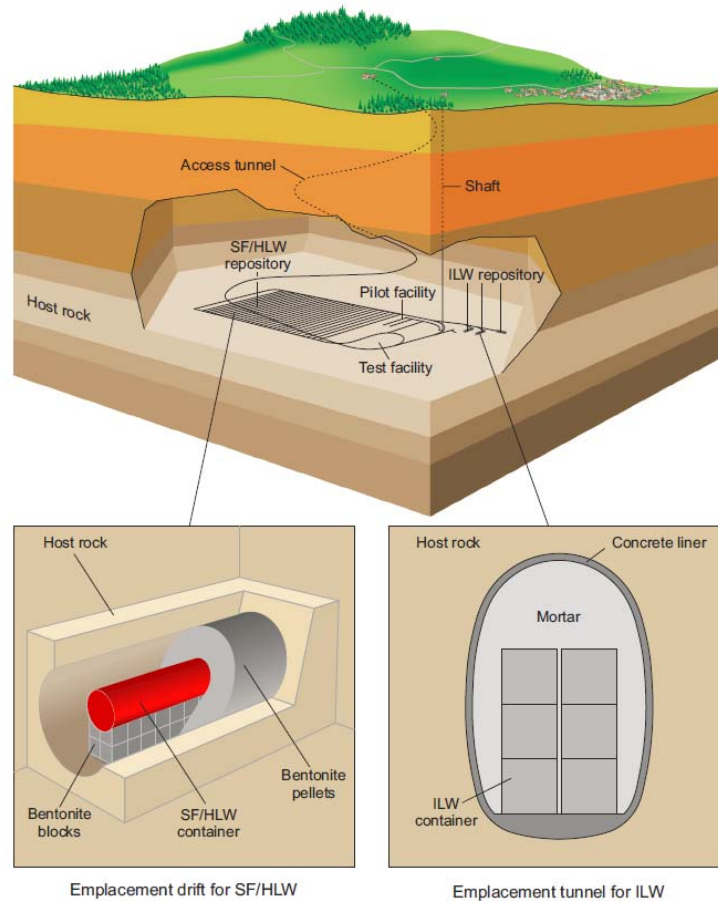


図 2-3 使用済み燃料/高レベル放射性廃棄物/長半減期中レベル放射性廃棄物処分場の概念図 (Nagra, 2009)

NAGRA は処分サイトが決定したのち、処分施設建設の初期に処分対象母岩へ性能確認施設を建設する予定である (図 2-3 中の Test facility と Pilot facility が性能確認施設に相当する)。本施設は他の URL と異なり、調査・試験が主たる目的の施設ではない。想定してい

る役割としては、主施設より前に建設に着手して地質環境特性や力学特性等を把握することで、主施設の建設に際し地下施設建設技術の最適化を行うこと、さらに、主施設と同じ廃棄体および人工バリア構造を用いた定置を早期に完了し、閉鎖までの長期モニタリングを行うことである。このモニタリングにより緩衝材、埋め戻し材等の人工バリアの健全性を閉鎖まで監視することができ、処分システムの安全性確認や予期せぬ不具合の把握を行うことができるとしている。また、廃棄体の長期モニタリングの結果は施設閉鎖の判断においても有用な判断材料となることが期待されている（NAGRA, 2009）。

2.3.5 スウェーデン

(1) 処分計画の現状

スウェーデンの実施主体である SKB は、原子力発電所を持つ電力会社の共同出資により 1984 年に設立された民間会社である。

SKB は 1980 年代後半から処分に関する研究を開始した。1986 年にエスポ岩盤研究所の設立計画を公表して、地表からの調査を行い、1990 年から建設を開始し、地表からの調査による予測の評価や、詳細な地質環境評価等を行った。1995 年から人工バリアに関わる試験や処分場システムの実証試験等を開始した。また、SKB は、エスポ岩盤研究所での調査、建設活動と同時に、1993 年から最終処分場に関するサイト選定を開始し、総合立地調査、フィージビリティ調査、サイト調査および詳細特性調査という 4 つの調査段階を設定し、最終処分地の選定を進めている。詳細特性調査は処分場の建設段階に含まれており、立地・建設許可を取得した後に実施される段階である。

SKB は、フィージビリティ調査により選定されたフォルスマルクおよびオスカーシャムの両地域における 2002～2007 年までの調査・評価結果を取りまとめ、2009 年にフォルスマルクを処分場建設予定地として選定した。2011 年 3 月にはフォルスマルクを処分場の立地・建設の許可申請を行った。SKB (2010) によれば、早ければ 2015 年から最終処分場の建設を開始するとしている。

サイト選定方法は法令に定められてはいないが、SKB は 3 年ごとに公開される RD&D 計画でそれを示し、政府と規制機関によるレビューによる承認を経て進められている。

(2) 技術開発計画と処分事業に対する URL の役割

SKB が所有する URL であるエスポ岩盤研究所は、擾乱を受けていない深部環境における研究開発および実証試験の場を得ることを目的に、「処分場の安全裕度についての科学的な理解の向上」、「安全性を損なうことなく処分概念を合理化し、費用を削減する技術の試験と確認」および「処分場で使用される技術の実証」の 3 点に着目して研究開発活動を行っている（SKB, 2012b）。

エスポ岩盤研究所の活動は概ね以下の 3 つの段階に分けられる（SKB, 2010）。

- ①事前調査段階（1986～1990年）：地域地質調査，地表およびボーリング調査ならびにそれらによる予測
- ②建設段階（1990～1995年）：地表からの調査による予測の評価，詳細特性調査の手順および地下水流動モデリング
- ③実証研究実施段階（1995年～）：岩石のバリア機能を記述したモデルの確認，処分システムの技術と機能の確認および人工バリアのモデリング

エスポ岩盤研究所の建設は，詳細な調査活動のための場を提供することを目的とした斜坑，地下施設との迅速な物流を目的とした立坑，主要な場所における緊急避難施設，計画した実験などのための地下空間等の主要な設計に基づき，それらに関する制約条件を考慮しつつ行われた。

SKBはフォルスマルクでの立地・建設申請の許可後も必要とされる実験や実証試験は，多くの場合はまずエスポ岩盤研究所で行うとしている。処分場となるフォルスマルクとエスポ岩盤研究所の岩盤の特性は幾分異なるが，エスポ岩盤研究所は，今後の活用策として事業に携わるスタッフのトレーニングも検討されており，また，長期安全解析に関わる試験が継続される予定であるため，SKBは最終処分場の操業段階までエスポ岩盤研究所を存続させる予定である。

既に述べたように，SKBは，3年毎にRD&D計画を公開している。2010年のRD&D計画（SKB，2010）では，2011年に立地・建設許可申請を行うことを考慮した研究開発計画が策定されている。その内容は，①最適化に関わる技術開発と②安全に関わる基礎的な研究開発に分けられる。

SKBは処分場のレイアウトや基本設計に関するKBS-3V処分概念（Anderssonほか，2005）を構築し，その実現性は基本的には示されているものの，研究開発は継続して行っている。特に処分施設レイアウトの最適化，各要素技術に関する品質確保，コストおよび効率性の最適化について技術開発を進めている。

また，安全に関わる基礎的な研究開発については，既に長期安全性を実証するに十分な成果を挙げている開発項目についても，より信頼性の高い評価を行うため，継続して研究開発を続けるとしている。

2.4 URL での調査研究活動の事例

各国の URL において様々な研究，技術開発や調査等が行われている。本節では地層処分に関連する調査・試験等のうち，坑内で行われた事例を調査した結果を示す。ここでは調査・試験等を，サイトの地質や水理等のキャラクタリゼーションを行うための地質環境の調査・評価技術，坑道の建設技術や人工バリア設計等を行うための工学的対策技術，処分システムや処分で用いられる人工材料等の長期安定性評価や物質移行特性評価を行う閉鎖後長期の安全評価技術の3項目と，これら技術開発によって得られた成果の実処分環境での妥当性を示す実証試験の4項目に分類整理した。

2.4.1 地質環境の調査・評価技術に関する試験研究例

(1) 亀裂性岩盤の調査・試験（グリムゼル試験場）

目的：

実験室等で開発を行ってきた岩盤中の亀裂の特性評価手法やトレーサー試験手法について，原位置での適用性を確認するための評価試験を行う。

概要：

主な試験項目は，高解像度ボアホールTVの適用（図2-4），溶存ラドンの分析，種々のトレーサー試験，そして孔間の音響トモグラフィーの適用である。これらの試験を総合的に解釈することで，岩盤の亀裂特性について詳細な情報を得ることができ，トレーサー試験装置の実証試験を行うことができたと結論されている（電力中央研究所，2012）。

試験期間：2007年～2012年

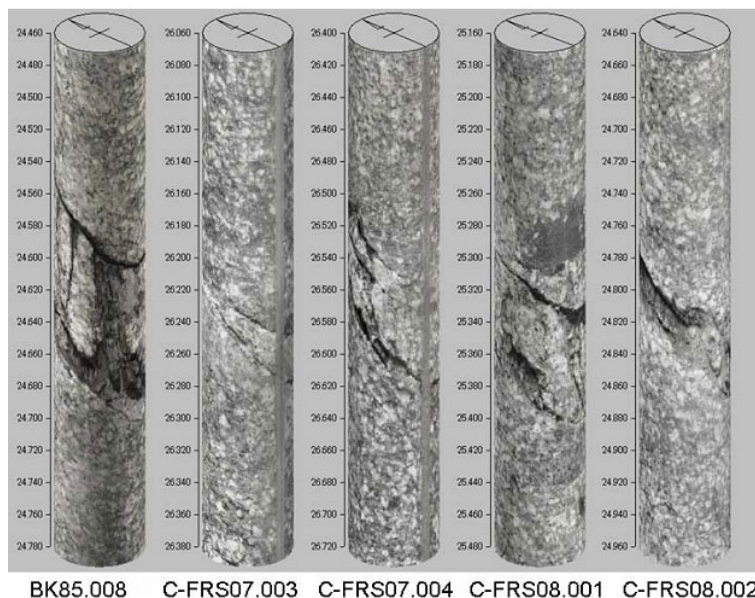


図 2-4 高解像度ボアホールTVで得られた亀裂の画像（NAGRA 2013a）

2.4.2 工学的対策技術に関する活動例

(1) 廃棄体定置トンネル掘削技術の実証（ビューール地下研究所）

目的：

フランスの高レベル放射性廃棄物である C タイプ廃棄体（ANDRA, 2005）のパッケージ概念においては、水平に定置トンネルを掘削し、ケーシングを設置する必要がある。本試験は、その掘削法の開発および実証を目的としている。

概要：

ANDRA は CSM-Bessac 社と C タイプ廃棄体定置トンネル（図 2-5）の掘削のためのトンネルボーリングマシンを開発中である（Bosgiraud ほか, 2010）。本装置は掘削と同時にケーシングを設置することができる。

結果：

2009 年の 4 月から 5 月に、最初の試行掘削（3 箇所）が行われ、下記の成果が得られている。

- ・ 定置トンネルの目標長さである 40m の半分の長さ 20m を掘削し、ケーシング設置が可能であることが実証された。
- ・ 母岩の粘土の挙動を調査するため、孔内に模擬廃棄体等を置かずにモニタリングを行っている。
- ・ 掘削パラメータ（ビット荷重、回転速度、掘進率）は掘削中にモニタリングをし、最適化がなされた。

今後さらなる改良を行い、引き続いて原位置での試験を行う予定となっている。

試験期間：2009 年～（継続中）

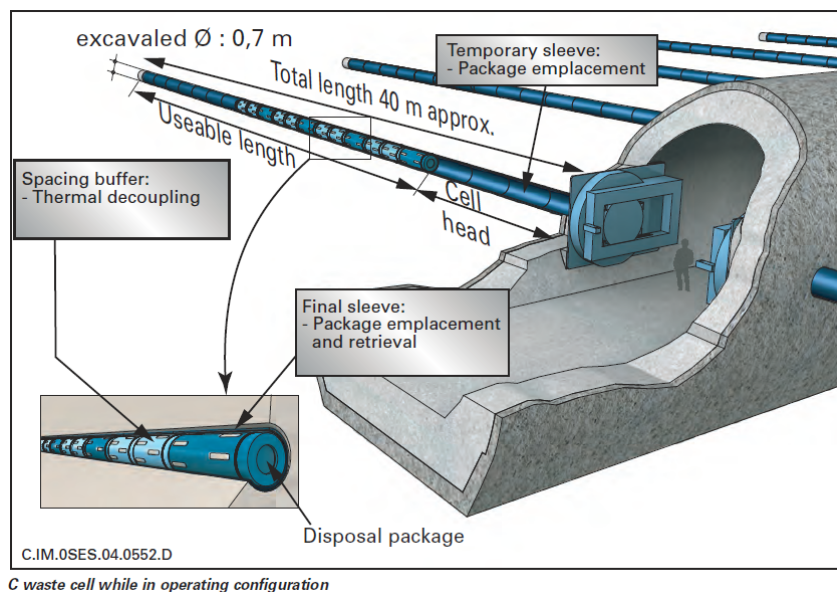


図 2-5 C 廃棄体の処分概念図（ANDRA, 2005）

(2) 実規模の廃棄体定置試験 (モンテリ岩盤研究所)

背景と目的：

実規模の模擬廃棄体を用いて、廃棄体から発生する熱が岩盤等に及ぼす影響を評価する試験である。人工バリアシステムと岩盤との熱—水—力学連成プロセスについての理解やベントナイトの充填、廃棄体を定置するためのレール装置の開発などの廃棄体定置に関する包括的な調査が目的である。

概要：

2012年に定置坑道(長さ50m, 直径3m)が掘削されている。その周囲に観測用ボーリング孔が6本掘削された。観測用ボーリング孔は定置坑道周辺の間隙水圧の変化を観測する予定である。定置坑道にはベントナイトを敷いた上に、ヒーターを入れた模擬廃棄体を横置き方式で3つ挿入する計画である。また、模擬廃棄体周辺にモニタリング用の計測装置を配置する。模擬廃棄体と岩盤との隙間にはペレット状のベントナイトを充填する。試験区間は、コンクリート製のプラグで密封する計画となっている(図2-6)。この試験は、最低でも10年間にわたって実施される予定である。

試験期間：2011年～2020年(予定)

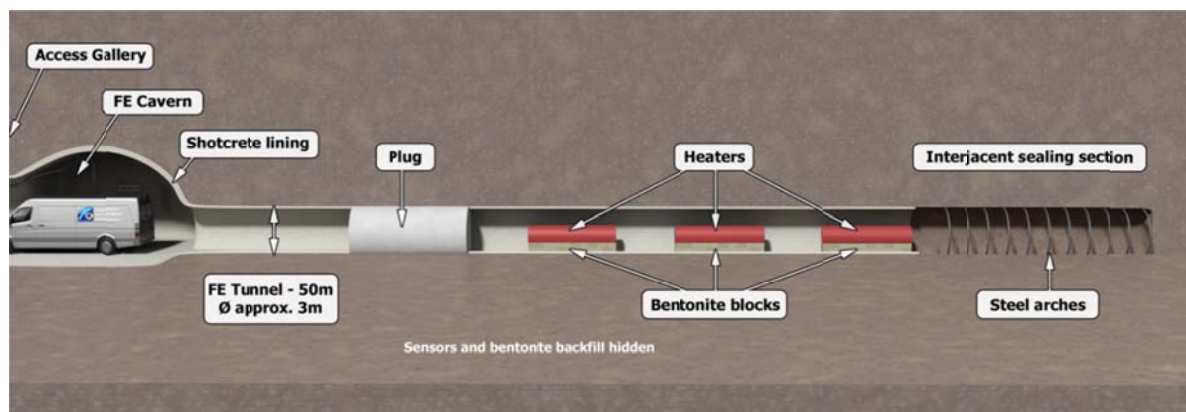


図 2-6 実験系の配置 (Vomvoris ほか, 2013)

2.4.3 閉鎖後長期のバリア性能と安全評価技術

(1) 粘土岩における核種移行特性試験 (モンテリ岩盤研究所)

背景と目的：

スイスの処分対象母岩として有望なオパリナスクレイの核種の移行特性を把握し、安全評価に資するため、核種の拡散挙動や収着について検討を行っている(図2-7)。試験はボーリング孔を用いて実施し、様々な核種を用いて調査がなされている。本試験により、核種の移行挙動や、母岩の遅延性能に関するデータの取得が期待できるとしている。

概要：

10m の長さのボーリング孔を掘削し、低濃度の放射性核種の混合液をトレーサーとして注入する。1年から5年の期間を経て、オーバーコアリングすることでコアを採取し、核種の移行プロファイル进行分析する。

結果：

オパリナスクレイの中では核種の移行は極めて遅く、距離とともに核種の濃度が大きく減少することが確認されている。

試験期間：1997年～2015年（予定）



図 2-7 トレーサー試験の準備風景 (Mont Terri project, 2011)

(2) 代替緩衝材の検討 (エスポ岩盤研究所)

背景と目的：

Alternative Buffer Material プロジェクト (以下、「ABM」という) は、実験室での試験によって緩衝材の代替材となる可能性の示唆された粘土材料について原位置での評価を行うものである。主な目的は、異なる素材からなる緩衝材の室内試験と処分場環境下で使用した際の鉱物安定性と物性の比較、ベントナイトブロックの製造および保管時に生ずる課題の抽出、鉄とベントナイトの相互作用について研究することである。

概要：

図 2-8 に示した異なる材料で構成された緩衝材をボーリング孔へ装填し、中心に据えたヒーターで 130°C まで熱する。このボーリング孔は 3 本用意され、3 本のうち 2 本は試験開始と同時にヒーターで温められ、残る 1 本は、十分に飽和した後に加温される。緩衝材を装填したボーリング孔の径は 300mm で深さは 3m である。1 本目の試料は、試験開始後 1 年半後に回収し、2 本目は、2013 年 4 月に回収、3 本目は 2015 年の初めに試料の回収を予定している。

1 本目のボーリング孔は、設置後 30 ヶ月 (加熱後 18 ヶ月) 経った後の 2009 年の 3 月に、周囲を 3.2m の深さに掘削して緩衝材試料やヒーターなどをすべて包み込むようにして円

柱状に切り出した (Svensson ほか, 2010)。緩衝材の周囲を覆う岩石の厚さはおよそ 10cm である。円柱状の岩石の分割とベントナイトの分離は、回収後速やかに行われ、分析された (Svensson ほか, 2011)。

試験期間：2006 年～2015 年 (予定)

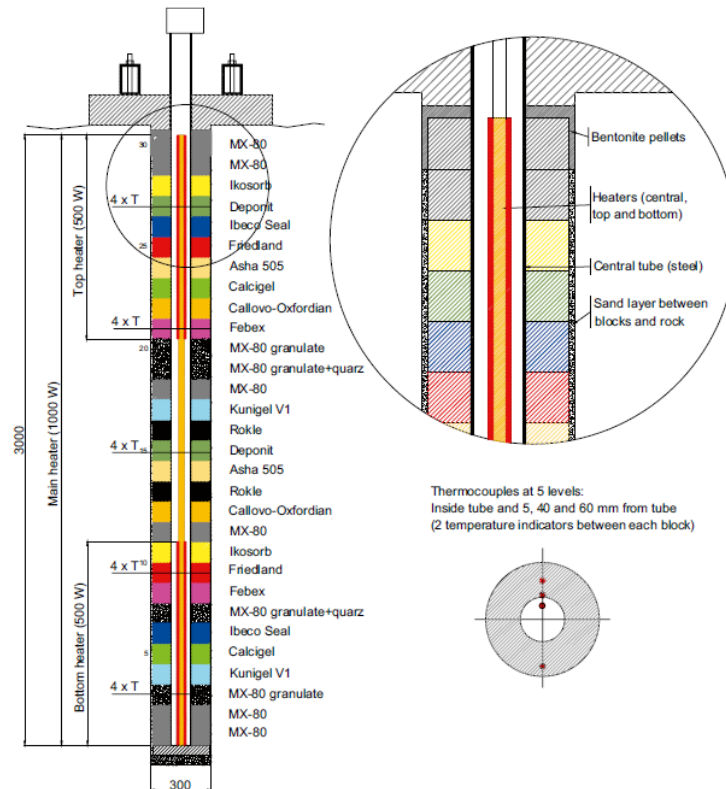


図 2-8 ABM 試験の断面図 (Svensson ほか, 2011)

(3) 岩石のアルカリ変質試験とトレーサー試験 (グリムゼル試験場)

背景と目的：

セメントは、人工バリアシステムの主要構成要素であり、処分場の支保工や、埋め戻し材として用いられる。セメントから溶出する高アルカリ性浸出液は母岩を変質させ、母岩の物理的、化学的な特性を変化させる。グリムゼル試験場で実施された Hyperalkaline Plume in Fractured Rock 試験 (以下、「HPF」という) 試験は花崗岩の割れ目に対する高アルカリ性溶液の及ぼす影響について評価することを目的として実施された。

概要：

グリムゼル試験場のシアゾーンと呼ばれる破碎帯にセメント浸出水を想定したアルカリ性の溶液を注入し、鉱物組成の変化、水理的な変化および物質移行特性に対する影響が調べられた。また、ダイポール方式で放射性核種を含むトレーサー試験が行われた。トレーサー溶液の pH は 13.2 である。一連の試験を終えた後、ボーリング孔に樹脂を注入して固め、オーバーコアリングをしてアルカリ変質を受けた岩石を取り出し、種々の分析が

行われた（図 2-9）。

結果：

トレーサー試験の結果から、シアゾーンの小さな割れ目が時間とともに閉塞されて行き、トレーサーが大きな割れ目を優先的に通過することが示唆されている。一方、定流量揚水を行うためには、注入圧を上げていかなければならなかったことから、割れ目が閉塞していくものと考えられた。

試験期間：1998 年～2006 年



図 2-9 オーバーコアリングの様子 (NAGRA, 2013b)

2.4.4 実証試験に関する活動例

(1) プロトタイプ処分場（エスポ岩盤研究所）

背景と目的：

プロトタイプ処分場プロジェクトは、KBS-3V 概念 (Andersson ほか, 2005) に基づく放射性廃棄物処分で必要とされる種々の検討項目の解決および、処分場の総合的な実証を行うことを目的に、実規模・実環境下で行われるものである。本プロジェクトは、欧州委員会の財政的支援のもとで開始され、SKB や POSIVA をはじめとする多くの組織や企業が参画している。

概要：

地表下約 450m の深度に 6 つの廃棄体定置孔が 2 つのセクションに分けて配置されており、アクセス坑道から遠い方がセクション I (Hole 1, 2, 3, 4), 近い方がセクション II (Hole 5, 6) である (図 2-10)。この 6 本の廃棄体定置孔にヒーターを備えた模擬廃棄体が配置され、ベントナイトと砕石を 3:7 で混合した埋め戻し材による埋戻しおよびコンクリートを用いたプラグ設置がなされている (Dahlström, 2009)。

プロトタイプ処分場における主な検討項目は以下の通り；

- ・緩衝材や坑道の埋め戻し材の浸潤特性
- ・廃棄体とその周囲の温度分布
- ・キャニスターの変位
- ・膨潤圧と緩衝材や埋め戻し材の中の廃棄体の位置との関係
- ・定置によるニアフィールド岩盤の応力変化と変形挙動
- ・地下水圧分布の変化
- ・廃棄体および埋め戻し材のガス圧
- ・岩盤と緩衝材，埋め戻し材との化学的な相互作用
- ・緩衝材と埋め戻し材の中の微生物の挙動

セクションIは2001年に埋戻しとプラグ設置がなされた。セクションIIは2003年に埋戻しとプラグ設置を完了後、約8年間のモニタリングを経て、2011年に模擬廃棄体回収作業がなされた(図2-11)。セクションIはプラグからの漏水や廃棄体のヒーターのトラブルなどが起きつつも(SKB, 2012b), 継続的にモニタリングがなされ、モニタリング開始から20年後の取り出しが予定されている。

試験期間：2000年～(継続中)

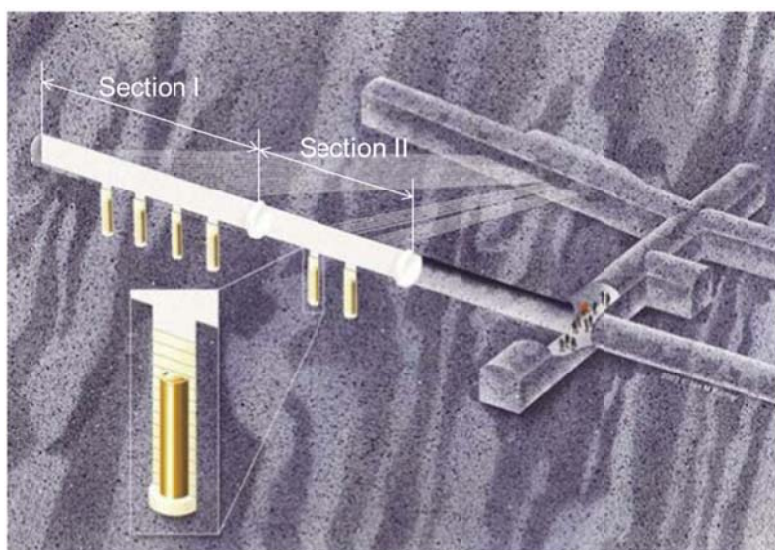


図 2-10 プロトタイプ処分場のレイアウト (SKB, 2012b に加筆)

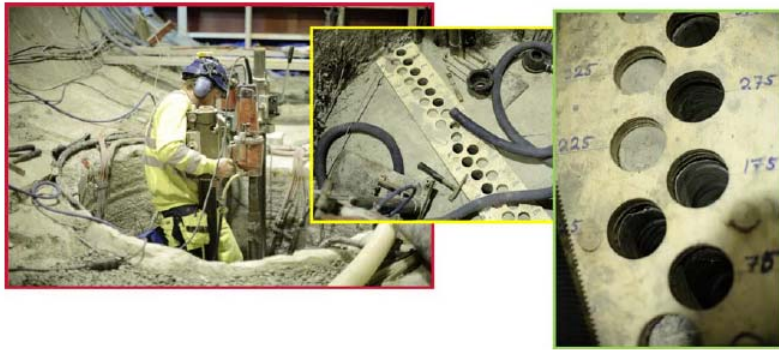


図 2-11 セクション II における緩衝材のサンプリング作業 (SKB, 2012b)

(2) 人工バリア周辺のガス移行試験 (グリムゼル試験場)

背景と目的:

スイスの低中レベルの放射性廃棄物処分を想定し、廃棄体から発生するガスを透過するベントナイト混合砂を用いたシール材の開発と原位置適用試験 (以下、「GAST」という) を行っている。主な目的は下記のとおりである。

- ・実規模スケールでかつ、現実的な境界条件におけるガス透過シール機能の実証
- ・既存の再飽和やガス透気に関するモデルの適用性評価と必要に応じた改善
- ・実規模スケールでの透気係数と透水係数の決定
- ・定置技術の実証および、品質保証の構築
- ・非破壊のモニタリング手法の開発

概要:

水とガスの注入および循環のために設けた礫層に挟まれる形で、8~10m 長の砂/ベントナイトのプラグが設置された。礫層の坑道側はコンクリートでプラグされている。水の注入は、セメントプラグ側の礫層のみから行う場合と、両側の礫層から行う場合とで実施された。一方、ガスの注入は奥の礫層側のセメントプラグからのみ行われた。砂/ベントナイトプラグを水で飽和させたのち、窒素ガスもしくはアルゴンガスを注入する (図 2-12, 図 2-13)。

実施時期: 2010 年~ (継続中)

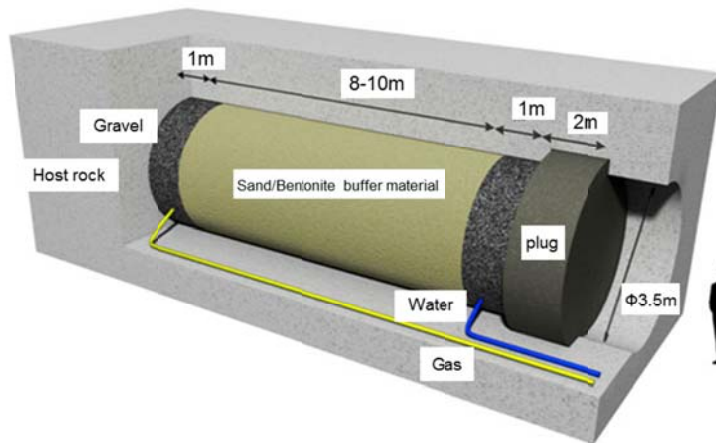


図 2-12 GAST 試験のレイアウト (NAGRA, 2013c に加筆)



図 2-13 測定器の設置状況 (間隙水圧, 膨潤圧, 温度など) (NAGRA, 2013c)

(3) プラグ・シール材の代替材料の開発 (エスポ岩盤研究所ほか)

背景と目的:

Full-Scale Demonstration Of Plugs And Seals (以下、「DOPAS」という) プロジェクトはプラグやシール材の代替材料の技術開発を目的とする実規模の実証試験である。使用済燃料の地層処分施設で用いられるプラグとシール材に着目して技術開発を行っている。

概要:

本プロジェクトは、プラグとシール材の基本設計、新たなプラグとシール材の技術開発、プラグやシールの組み立てと建設等について検討し、さらにプラグの安全要件と比較した性能評価を行う。プロジェクトには複数の国や機関が参加しており、参加各国の処分概念を想定して5種類の実規模試験を実施する。開発した作業モデルや試験結果は今後、公表される予定である。

DOPAS プロジェクトで進められている5つの大きな試験の一つにフランスの地層処分場の概念を反映したFSS試験(Full Scale Seal project)がある。FSS試験系の概念図を(図2-14)

に示す (DOPAS, 2013)。FSS 試験はビュール地下研究所の近くの Saint-Dizier で実施されている。

試験期間：2012 年～2016 年 (予定)

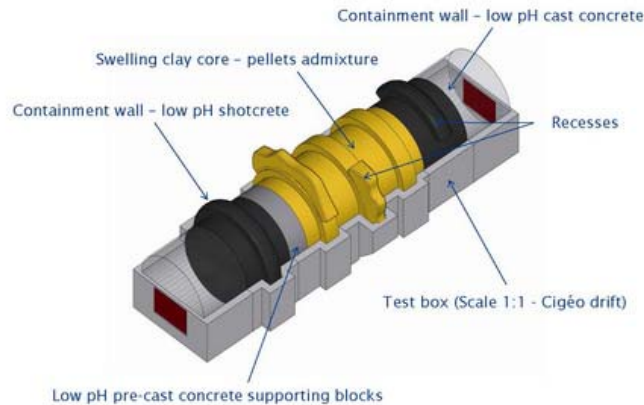


図 2-14 FSS 試験のレイアウト (DOPAS, 2013)

(4) 廃棄体横置き概念の実証試験 (エスポ岩盤研究所)

背景と目的：

廃棄体を縦置きにする KBS-3V の代替手法として、SKB と POSIVA は横置き定置装置 (KBS-3H) の共同開発を行っている。KBS-3H (一体型人工バリアシステム横置き処分概念) では、地上施設において廃棄体と緩衝材を鋼製のセル内に格納した一体型モジュール (スーパーコンテナ) を作成して地下に搬送し、横置き方式で定置する方法が検討されている (SKB, 2012a)。スーパーコンテナを用いた定置手法は坑道内での工数の削減や人工バリア品質の信頼性向上が期待されている。Multi-Purpose Test (以下、「MPT」試験という) は、本方式を実規模で開発・実証することを目的として実施されている。

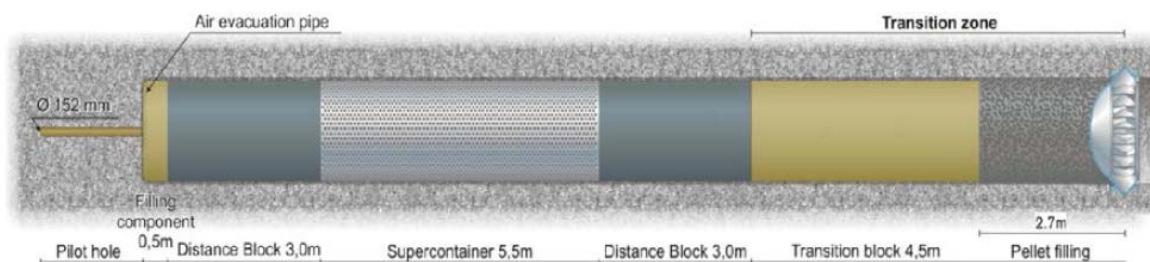


図 2-15 MPT のレイアウト (SKB, 2013)

概要：

試験は地下 220m に設けられた横置き定置坑で行われ、今後地下 420m でも実施される計画である。レイアウトは図 2-15 に示すようになっている。スーパーコンテナと定置に必要なコンポーネント 1 体を、専用の定置装置を用いて直径 1.85m、長さ 20m の定置坑へ挿

入する。モニタリングのためにセンサーを設置し、膨潤圧、間隙水圧、含水比、変位などを注水後 400 日間以上計測する計画である。

試験期間：2011 年～（継続中）

(5) 自動化した定置装置の開発および実証試験（エスポ岩盤研究所）

背景と目的：

廃棄体の縦置き方式である KBS-3V 概念での定置作業は、使用済み核燃料を装填した 25～27 トンの重さのキャニスターを、すべての動作において±5mm の精度で位置をコントロールしながら 6000 回繰り返す作業が必要と見込まれている。そこで、廃棄体の定置に関わる作業を完全に自動化するための装置の開発と実規模運用の実証をすることを目的とした試験がエスポ岩盤研究所において行われている。

概要：

廃棄体の定置装置の開発は 2003 年から行われており、2010 年から第 2 段階として新たな定置装置の試験が行われている。2010 年から 2012 年にかけては、長期間の装置の運用試験と、ナビゲーションシステムと位置制御システムの開発、および、連続して操業した際に必要となる保守に関する要件の確認も行われた（SKB, 2012b ; SKB, 2013）

定置試験はエスポ岩盤研究所の坑道内で実施され、2010 年に導入されたドイツ製の最新の試作機である Magne が用いられた（図 2-16）。

2010 年から開始した第 2 段階の試験は完全に自動化した状態で実施され、2012 年の定置実証試験終了までに 220 回の定置作業が行われた。Magne には本体の制御プログラムへのリモート接続技術が適用されており、試験中もソフトウェアの微調整とエラー修正が行われた。今後、吊り上げ機と引っ掛け鉤の改善が予定されている（SKB, 2013）。

試験期間：2003～（継続中）



図 2-16 2010 年に導入した Magne システム (SKB, 2012b)

3. URL, UIF の設置概念および実施する試験についての検討

本章では、2章で述べた欧州諸国の URL の種類と地層処分に対する役割、調査・試験の実施例に基づき、NUMO が精密調査の段階において精密調査地区に設置する UIF についてその役割と、そこで実施すべき調査・試験についての整理検討を行う。

3.1 UIF の設置概念と分類

本節では2章で調査した内容から、URL, UIF それぞれの特徴に着目した UIF の設置概念と分類について検討を行う。

3.1.1 既存のサイト・スペシフィック URL の特徴と UIF との関係

UIF は精密調査段階後半において精密調査地区の対象とする母岩中に設置されることから、UIF はサイト・スペシフィック URL と分類できる。

表 2-1 ではサイト・スペシフィック URL としてゴアレーベン、ビュール地下研究所、オンカロを示した。これらの中で、フィンランドのオンカロとフランスのビュール地下研究所は処分施設の建設候補地に設置され、候補母岩中で調査・試験が行われているという点で、UIF と設置概念が共通する。

オンカロは処分場の一部として建設されているため、処分対象母岩についての情報を直接的に得ることが可能である。オンカロではスウェーデンのエスポ岩盤研究所やオンカロ近傍のオルキルオトにおいて技術開発が行われた、母岩の特性調査、掘削手法の実証試験、処分システムの実証試験が実処分環境において行われている。ただし、オンカロは処分場の一部となることから、処分対象母岩の天然バリアとしての性能保持の観点から、母岩を大きく損傷、擾乱するような調査・試験を避ける必要があるという制約が生ずる (POSIVA, 2002 ; 2003b)。また、処分場本体の建設時にオンカロの坑道が利用される場合は、建設工程や処分場本体の設計仕様の都合で試験内容がさらに制約を受ける可能性も考えられる。

ビュール地下研究所は、将来の処分場予定地として計画している 30 平方キロメートルの範囲の中に建設されている。処分対象母岩として計画されているカロボ・オックスフォーディアン層において、回収可能性を考慮した処分システムについての検討を行っている。ビュール地下研究所の位置は処分場建設予定地から幾分離れたところにあり、オンカロのように処分場の一部とはならない計画である。地層構成はビュール地下研究所の位置と処分場の位置で同質とみられ、ビュール地下研究所での調査・試験内容は処分場本体の建設時に改めて試験を行うことなく生かすことが十分可能と考えられている。ビュール地下研究所は処分場の一部とならないことから、処分場本体の建設が始まってでも施設の利用が可能であり、処分システムや工法の最適化検討や実証試験、関係する職員他の訓練の場として利用が可能である。

日本の処分施設建設地選定プロセスにおいて候補母岩が決まるのは、選定が進み、候補地点数がある程度絞られてからであると考えられるため、フランスのビュール地下研究所のように早期から母岩を特定したサイト・スペシフィック URL を建設して調査・試験や技術開発を行うことは難しいと考えられる。このため、実際に処分場の母岩となる場所の地質環境特性に依存する調査・試験は精密調査段階後半で UIF において実施されるものと見込まれる。UIF が処分施設建設地と見込まれる地点から十分遠くに離して設置できれば、UIF で大規模な調査・試験が実施可能となるが、処分施設の近傍に建設される場合や、オンカロのように処分施設の一部となるよう設計される場合は、処分サイト母岩の天然バリア性能を保持するために試験内容に制約が出るものと考えられる。よって、日本の処分施設建設地選定プロセスを鑑みると、UIF の建設前にジェネリック URL で十分に技術開発や調査・試験手法の検討を行っておく必要がある。この観点から、日本の地質環境を幅広く視野に入れた 2 つのジェネリック URL (結晶質岩に対する瑞浪 URL, 堆積岩に対する幌延 URL) における研究開発は、処分施設建設地選定プロセスの進展に対応できるよう適切に維持しておくことが重要である。

3.1.2 UIF の分類

3.1.1 項で述べたように、オンカロは母岩の天然バリア性能を保つ必要性や処分場本体の建設に関わる都合で試験内容に制約を受けることが考えられる。一方ビュール地下研究所は処分対象の母岩で調査・試験を実施でき、処分場本体とならないことから、オンカロに比べて試験実施内容に制約が少ないものと見込まれる。本項では、オンカロやビュール地下研究所などの例を参考として、国内で想定される制約条件を考慮し、UIF 建設位置の可能性のある分類について検討した。

(1) タイプ 1 : UIF を処分場の一部とする場合

処分施設内に UIF を建設することで、処分対象母岩や処分施設近傍を直接的に調査・試験することができる。一方で、調査・試験の実施項目や実施期間が処分場本体の設計仕様や建設工程に左右されるものと考えられる。また、処分対象母岩の天然バリアとしての性能保持の観点から、調査・試験活動の規模や実施内容に制約が出る可能性がある。

(2) タイプ 2 : UIF を処分場の一部としない場合

処分対象地層と同一の地層に設置するが、処分想定位置とは適度に離れた位置に処分施設本体とは別施設として UIF を建設する。この場合は、処分施設本体と UIF で坑道を共有しないため、処分場本体の建設工程に左右される可能性が低い。また、処分施設本体と十分に離れた位置に建設すれば、タイプ 1 で懸念されるような処分対象母岩が損傷を受ける問題もなくなるため、タイプ 2 の調査・試験に関わる時間的、空間的な制約はタイプ 1 に

比して小さい。ただし、処分場の本体と UIF の建設位置との距離によって制約が異なるものと考えられる。UIF の調査・試験は母岩の地質環境特性調査や、人工バリアシステム適用性評価等の母岩の特性に関わるものであるため、UIF を処分施設本体から離す場合でも処分施設建設予定位置と同じ母岩である必要がある。そのため、タイプ 2 の設置には母岩の広がり十分に大きい必要がある。また、母岩の広がり大きさによっては、タイプ 2 が処分施設本体の近傍に建設される場合も考えられる。この場合はタイプ 1 と同様に、母岩の天然バリア性能保護のための調査・試験の制約が生ずる。この離隔距離については、調査・試験内容を事前に十分に検討し、その影響の度合いを見積もっておく必要がある。また、日本の地質環境の特徴として、断層の調査が重要となると考えられる。地質学的に同じ地層に分類される広がりのある母岩においても、例えば小規模な断層が不均一に存在する可能性がある。その場合、処分想定位置およびその近傍を直接的に調査する必要があると考えられるため、母岩の損傷を避けるために処分想定位置から離れたところへ UIF を設けて種々の調査・評価を行っても、改めて処分場の建設時にタイプ 1 に類似の施設を設けて断層調査等を行う可能性が考えられる。

タイプごとの特長と制約条件を表 3-1 にまとめる。

表 3-1 UIF の分類とそれぞれの特長と制約条件

UIFタイプ 分類	特長	制約条件	既存URL
タイプ1	<ul style="list-style-type: none"> ・UIFとしてだけでなく、将来的に処分施設本体の一部として利用する。 ・処分施設本体が設置されると見込まれる母岩での調査試験をするため、信頼性の高い調査試験結果を得ることができる見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場の一部となることから、処分場本体の建設計画によって規模や試験内容、試験実施期間に制約が出る恐れがある。 ・処分場本体の中で調査試験を行うため、調査試験のための掘削等により母岩を損傷する恐れがある。 	オンカロ
タイプ2	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場の一部としないが処分施設本体が設置される母岩と同一の地層に建設する。 ・タイプ1に比して処分想定位置から離れたところに建設されることから、処分場本体の設計仕様や建設工程に左右されず、母岩の天然バリア性能を損ねる可能性も小さい。そのため、調査試験内容の自由度が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分対象母岩と同一の地層が処分場からある程度離れた位置にも広がっている必要がある。 ・小規模な断層の評価など、処分想定位置において改めて調査試験を行う必要が生じた場合、UIFで実施した調査試験を改めて処分場本体の建設時に実施することになる。 ・処分想定位置から十分に離れた場所に設置しなければ、タイプ1と同様に調査試験のための掘削等により母岩を損傷する可能性を考慮する必要がある。 	ビュール 地下研究所

3.1.3 まとめ

本節では、UIF と設置概念が類似する URL について検討し、それを基に UIF のタイプ分けを行った。UIF の設置位置を検討する際のフロー図を、課題とともに図 3-1 に示す。

日本においては候補母岩の地質条件について具体的な見通しが得られるのは処分施設建設地選定プロセスがある程度進んでからとなるため、サイト・スペシフィック URL を早期に設置する可能性は低いと考えられる。よって、母岩の地質環境特性に大きく依存する調査・試験やそれに要する技術開発は、UIF を設置して実施することになるものの、それまでにジェネリック URL を用いてできる限り技術基盤を整えておくことが重要である。

タイプ1のUIFを採用する場合は、天然バリア性能を担保するため、UIF内での調査・試験活動には母岩保護のための方策を検討する必要がある。また、小規模な断層の調査を考慮するとタイプ2のUIFを採用したとしても、処分想定位置で改めてタイプ1のような施設を設けて調査・試験を行うことが考えられるため、UIFの建設位置の候補としてはタイプ1、もしくは、タイプ2であっても処分施設本体の近傍に建設されるものと考えられる。よって、ジェネリックURLで十分に研究、技術開発や調査・試験を実施し、各調査・試験項目をUIFで改めて実施する必要があるか否か明確にし、必要であればUIFで天然バリア性能をできる限り損なわずに十分な調査・試験活動を行うことができるような調査・試験手法の技術開発とその整備をしておく必要がある。

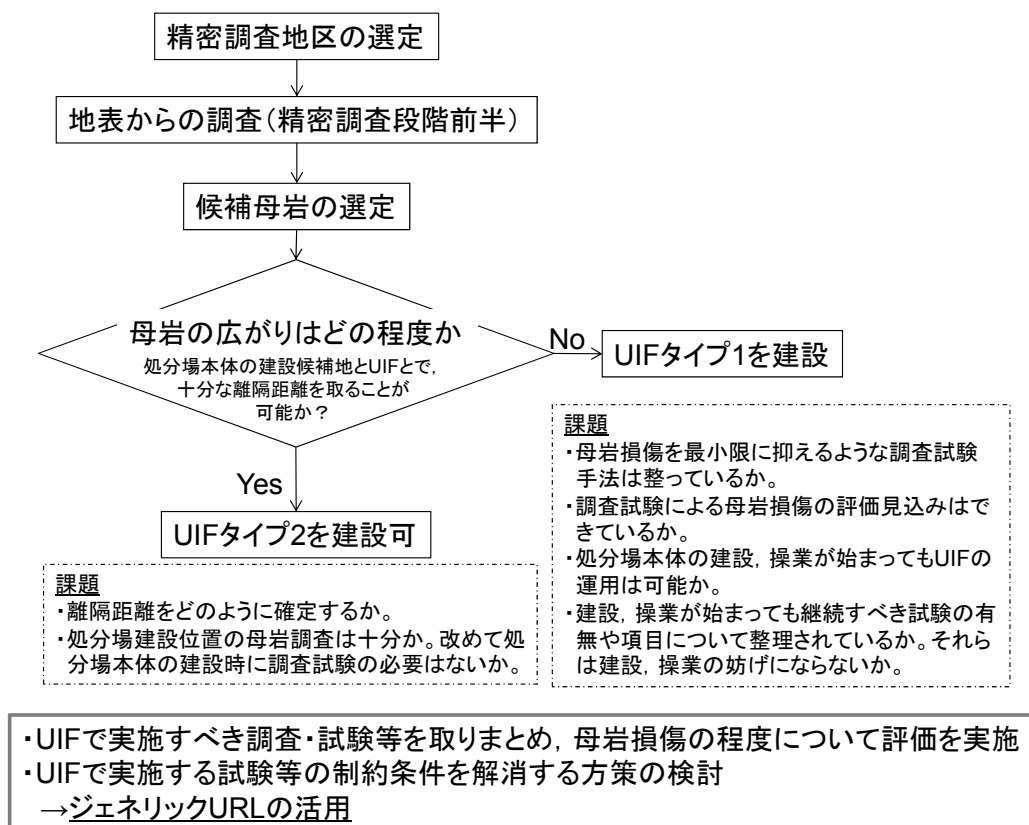


図 3-1 UIF 設置位置検討フロー

3.2 URL, UIF で実施する技術開発, 調査・試験項目の整理

本節では、2章で行った欧州の URL での調査研究の活動事例および3.1節で述べた URL と UIF の役割の検討から、ジェネリック URL および UIF の、それぞれで実施すべき試験項目の仕分けについて各調査分野、調査段階に分けて整理検討を行う。

3.2.1 ジェネリック URL, UIF それぞれの役割

2章で調査したように、欧州のジェネリック URL では、地質環境、水理地質環境、力学特性、建設技術、支保や廃棄体等の人工物の地質環境への影響、安全評価モデリング、モニタリング手法などの技術開発が行われ、さらに、実証試験や関係する技術者等の教育、URL の組織運営に関わるマネジメント手法の構築が行われている。3.1.1 項で述べたように、日本では、UIF の建設前に利用できる地下施設はこうしたジェネリック URL である。そこで、表 3-2 に 2章で調査した URL の活動内容に基づき、日本におけるジェネリック URL, UIF それぞれの活動内容と役割分担の仕分けを示す。

表 3-2 ジェネリック URL, UIF の役割分担

地下施設	研究, 技術開発	母岩調査	実証試験	最適化	人材育成, マネジメント
ジェネリック URL	◎	○	○	○	◎
UIF	○	◎	◎	◎	○

凡例: ◎中心的な役割を果たす, ○必要に応じて実施

研究、技術開発は母岩を特定した条件下で実施すべきものとそうではないものに分けられる。いずれにせよ UIF 建設の前に調査・試験手法が確立されていることが望ましいことから、早期に着手できるジェネリック URL が研究、技術開発を主に担当することになると考えられる。

母岩調査については、処分施設建設地選定プロセスがある程度進まないとも母岩が決まらないため、ジェネリック URL では結晶質岩、堆積岩といった大まかな岩石の分類に従った特性調査に関わる技術開発となる。こうした母岩を調査するための調査・試験に関わる技術開発や高度化はジェネリック URL で実施可能である。

実証試験は、母岩の特性に影響され難いものについてはジェネリック URL で実施し、母岩の特性に大きく影響されるものについては UIF で実施する必要がある。各種調査技術や建設技術等の最適化も実証試験と同様に、母岩の特性に大きく影響される内容のものについては、UIF で行う必要がある。実証試験や最適化のための技術開発に関する役割分担について、ジェネリック URL で実施した技術開発を UIF で改めて実施する必要性、すな

わち、異なる地質環境下での研究、技術開発結果の転用性について十分に吟味する必要がある。

人材育成やマネジメント手法の構築、あるいは地層処分の理解促進の場の確保として、ジェネリック URL で早期から継続的に行うことが望ましい。日本の処分施設建設地選定プロセスは文献調査の開始から、精密調査の終了まで 20 年程度の長期に亘ると見込まれていることから (NUMO, 2009a), 継続的な人材育成と技術継承が必要である。

3.2.2 調査・試験分野ごとの URL, UIF での活動内容の整理

本節では、URL, UIF の調査・試験について (1) 地質環境の調査・評価技術, (2) 工学的対策技術, (3) 閉鎖後長期の安全性評価技術の 3 分野に分け、それぞれに対する URL, UIF が果たす役割について検討する。

(1) 地質環境の調査・評価技術

地質環境の調査・評価技術については概要調査の段階から精密調査段階前半においてボーリング掘削等による調査がなされ、地質層序、地下水流動場や力学特性のデータ取得と評価がなされる。さらに、UIF の建設段階で掘削の進捗に伴い得られる地質、水質、力学特性等の地質環境特性データや、坑内ボーリング孔を用いた物理探査、物質移行特性に関わる調査等を実施し、施設内および近傍の地質環境特性を詳細に把握することができる

(NUMO, 2013)。ただし、UIF が処分場の一部、あるいは近傍に設置される場合は母岩の損傷や地質環境の擾乱を最小限にするために UIF での調査・試験内容を精査する必要がある。2.3 節で述べたように、POSIVA ではオンカロの建設前に影響の評価を行い (POSIVA, 2002 ; 2003b), 建設開始後も適宜、規制機関による監査を受けている。NUMO においても UIF の建設計画立案時から UIF での試験実施内容が処分施設に及ぼす影響について十分な調査・評価を行い、対策を検討しておく必要がある。また、精密調査段階前半までの地表からのボーリング調査においても調査後の孔閉塞に不備があるとボーリング孔跡が水みちとなってしまう可能性が考えられるため、UIF 内での調査・試験と同様に処分施設に対する影響を評価する必要がある。

掘削擾乱の母岩に対する影響や閉鎖後の地質環境の変遷についてはジェネリック URL で十分な調査・評価を行い、UIF で適切な評価を行うことができるよう準備しておく必要がある。

(2) 工学的対策技術

精密調査段階後半の工学的対策技術の分野では、サイトの地質環境特性に適した人工バリアや処分施設の仕様を確定するため、UIF を用いてニアフィールドで生じる現象の予測技術の検証や、人工バリアの製作・定置および回収技術の実証を行い、人工バリア仕様の

妥当性を確認する。また、NUMO は基盤研究機関によってなされている人工バリアやニアフィールドの長期挙動の評価技術や埋め戻し材、プラグに関する検討を UIF において実証試験をし、確認・検証を行う (NUMO, 2013)。

日本国内では瑞浪や幌延で URL 建設の実績があり (JAEA, 2014)、また、種々の岩盤に対し、トンネルや鉱山の坑道掘削事例が多いことから、処分坑道を掘削する技術は既におおむね整備されていると考えられる (NUMO, 2011) が、掘削方法や方式は処分対象母岩の置かれた岩盤の性状に依存するため、掘削方法や方式の最適化が必要となる可能性がある。ただし、この可能性については、選定プロセスが進み、候補地点がある程度絞られ、地質環境特性に関わる調査がなされてからでないといけないとわからない。よって、工法の最適化や技術開発が概要調査時から精密調査段階後半の UIF の建設時に実施されるものと見込まれる。

定置作業の機械装置の開発事例を 2.4.4 で示した。機械装置の動作や可動範囲などは、基本的に地質環境特性には依存せず、定置坑の配置や作業空間の大きさに依存するものであるため、ジェネリック URL と UIF の地質環境の違いにかかわらず UIF で検討を行うまでに基本的な開発を完了することが可能と考えられる。

今後 UIF で実施すべき調査・試験内容を具体的に調査・整理し、ジェネリック URL で行った開発を UIF へと転用できるか否か仕分けを行う必要がある。UIF での試験実施内容の明確化は UIF の設計仕様にも関わることであるため、UIF での試験項目は精密調査段階後半が始まる前に取りまとめておく必要がある。

(3) 閉鎖後長期の安全評価技術

事業許可申請に向けて、UIF などでの調査で把握された詳細な地質環境特性、および実証試験などを通して妥当性を確認した人工バリアと処分施設の設計を踏まえ、シナリオ、モデル、データを更新する (NUMO, 2013)。事業許可申請時に十分な評価結果を示すことができるよう、処分候補地の決まらない段階においては、ジェネリック URL で得られたデータを基に予備的な安全評価や解析手法の技術開発を行っておくことが必要である。

安全評価技術に関連する調査・試験として、2.4.3 では、核種移行特性試験や代替緩衝材の検討、岩石のアルカリ変質試験を取り上げた。また、2.4.4 の実証試験の項目で取り上げたが、例えば、エスポ岩盤研究所におけるプロトタイプ処分場や、グリムゼル試験場における人工バリア周辺のガス移行試験などで得られるパラメータも安全評価解析で使用される項目である。これら調査・試験の特徴として実施期間が長期にわたることが挙げられる。

図 3-2 に、2 章で調査した各分野の調査・試験内容の実施期間を示す。目安として NUMO (2009a) 他で想定されている調査の年数を示す。これらの試験は最長で 19 年 (予定) であり、他にも 10 年以上かかるような長期にわたるものが多い。必要な試験であれば、処分施設建設地選定プロセスで想定している年数にこだわることなく、十分な時間をかけた調

査・試験を実施すべきである。その一方で、UIF が処分施設本体として利用される場合や、処分施設本体からの離隔距離が十分に取れない場合、長期間わたる試行錯誤を UIF で行うことは母岩の損傷や擾乱につながると考えられる。そのため、UIF での調査・試験に着手する前に調査・試験手法および評価手法について早期からジェネリック URL を用いて技術開発を行い、UIF での調査・試験の転用性を考慮した調査・試験および評価方法を整備しておくことが望ましい。

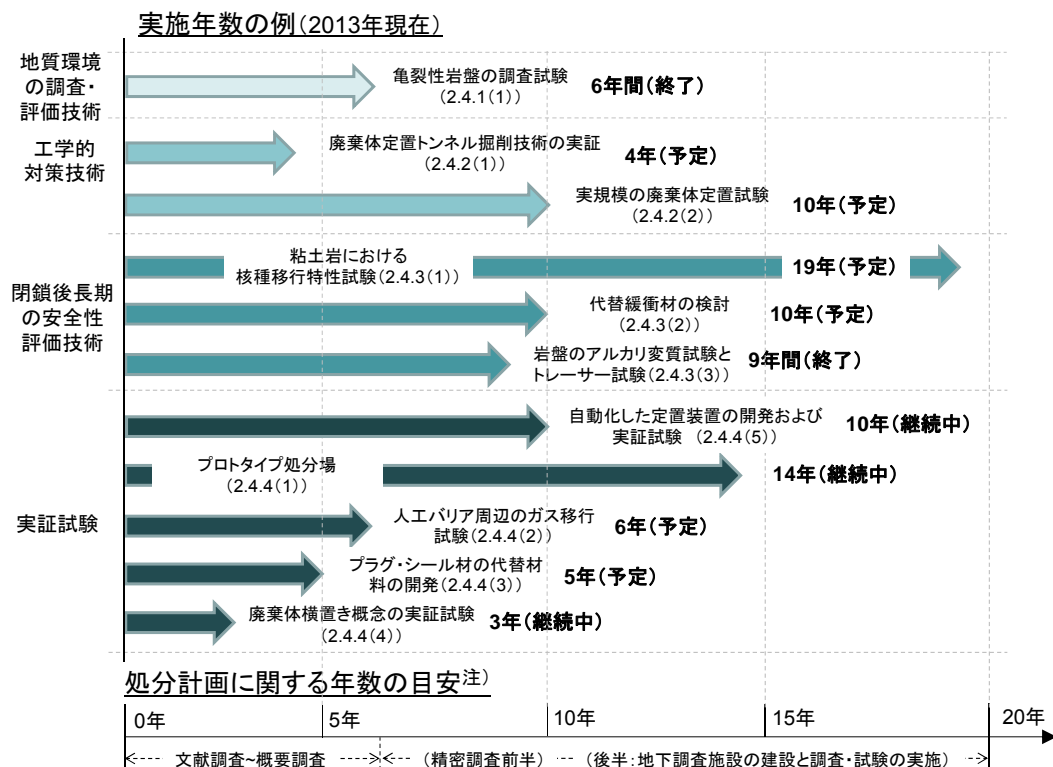


図 3-2 本報告で調査した各試験の実施期間

注) 文献調査開始～精密調査終了まで 20 年程度と見積もっていること (NUMO, 2009a), 精密調査開始を平成 20 年度中頃目途とし, 調査終了を平成 40 年前後目途 (「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(平成 20 年 3 月閣議決定)) としたときに, 精密調査が 10~15 年程度と見積もられることから処分計画に関する年数の目安を仮定した。

3.2.3 処分施設建設地選定プロセスの各段階と URL, UIF との関係

NUMO の処分施設建設地選定プロセスでは文献調査の段階, 概要調査の段階, 精密調査の段階を経て処分施設建設地が選定される (図 1-1)。UIF は精密調査の段階において建設がなされる。本節では, それぞれの選定段階におけるジェネリック URL と UIF の役割分担について整理する。

(1) 文献調査の段階以前

本段階における URL での活動は、ジェネリック URL で行われる。NUMO は、国内の基盤研究開発機関、海外の実施主体等と連携してジェネリック URL での技術開発計画の策定への貢献や技術開発、情報収集を行う。本段階では処分施設建設地の地質環境条件は決まらないため、種々の地質環境に幅広く対応できる基礎的な調査・試験法の開発や、国内の代表的な地質環境を想定した技術開発がなされる。

(2) 文献調査の段階

文献調査の段階では調査対象地域における地震等の自然現象による地質環境の著しい変動の記録や、今後著しい変動が生ずる可能性等を文献により調査する。

この段階では複数の候補地が調査対象となると考えられ、候補母岩は決まらなないと考えられるため、ジェネリック URL での試験項目やその設定条件は、様々な地質環境を想定した幅広いものとなる。また、この段階から得られている情報に基づき調査地区の地質環境や水理地質環境等に関する地質環境モデル（Site Descriptive Model：以下、「SDM」という）を作成する。

(3) 概要調査の段階

概要調査の段階では、文献調査の結果選ばれた概要調査対象地区において、ボーリング調査、地表踏査、物理探査等の地上からの調査が実施される。概要調査地区は複数あるものと想定されている。本段階で得られた情報を基に文献調査の段階で作成した調査地区の SDM を更新する。

調査を進め、調査対象地域の地質環境条件が明らかになっていく中で、調査地域が精密調査段階へ進んだ場合に備えて、ジェネリック URL で実施する試験を適宜見直し、対象地域特有の対応すべき事象があればジェネリック URL の試験内容へと反映させる必要がある。また、調査で得られた情報から、UIF や処分施設の概念設計や、予備的安全評価がなされる。これらの情報を基に、精密調査で取得すべきデータや、ジェネリック URL、UIF で実施すべき調査・試験項目を再整理し、調査・試験計画に反映する。

(4) 精密調査の段階

概要調査に引き続き、地表からの調査がなされ、より精度の高い SDM が作成される。また、UIF の設計仕様が決定され、UIF 建設が始まる。この時までになお残されている不確定要素の整理を行い、ジェネリック URL で解決すべき事項と UIF で行う事項について技術開発や調査・試験計画を立てる。

以上、各調査段階において実施する試験内容を決定する際の状況について概念的な検討を行った。各調査段階が進むにつれて、処分母岩の候補が絞られていくことから、技術開

発や調査・試験で対象とする条件が明確になって行くものと考えられる。一方で、候補母岩の性質を考慮して新たな検討課題が現れる可能性もある。従って、選定プロセスの進捗に応じて適時ジェネリック URL, UIF での試験内容や計画を更新していく必要がある。

3.2.4 まとめ

本節での検討結果から、ジェネリック URL と UIF で実施する試験の分類フローを作成した (図 3-3)。

NUMO は基盤研究開発機関等と情報交換等を行い、地層処分に必要な技術開発や調査・試験計画を策定する。また、処分施設建設地の選定プロセスの進捗に応じて、候補地の地質環境の情報が得られることから、URL で行う技術開発および調査・試験の内容については適時更新を行う。

研究開発および調査・試験の実施場所は UIF が建設されるまではジェネリック URL となる。ジェネリック URL における研究開発や調査・試験の結果について UIF で実証試験, 更なる技術開発や調査・試験を行う必要があるか否かを精査する。精査の結果, 必要のあるものは UIF で技術開発や調査・試験を実施し, 結果の取りまとめを行い, 安全評価を実施する。安全評価の結果を事業許可申請に適するかどうか判断し, 足りない評価項目があれば改めて, ジェネリック URL もしくは UIF で技術開発や調査・試験を実施する。

ジェネリック URL と UIF での試験の分類においては, ①実施内容が処分対象母岩の特性にどの程度影響を受けるか, ②母岩の保護の観点から制約を受けるか, ③評価期間の長さ, の3点を考慮すべき点として挙げることができる。いずれの技術開発や調査・試験においてもジェネリック URL で十分な検討を行っておき, UIF へ適用する際には上記①～③の点に留意し, ジェネリック URL で得られた知見をどの程度 UIF へ転用できるのか, UIF の設計仕様を決める精密調査段階前半の終わりまでに明確にしておくことが必要である。

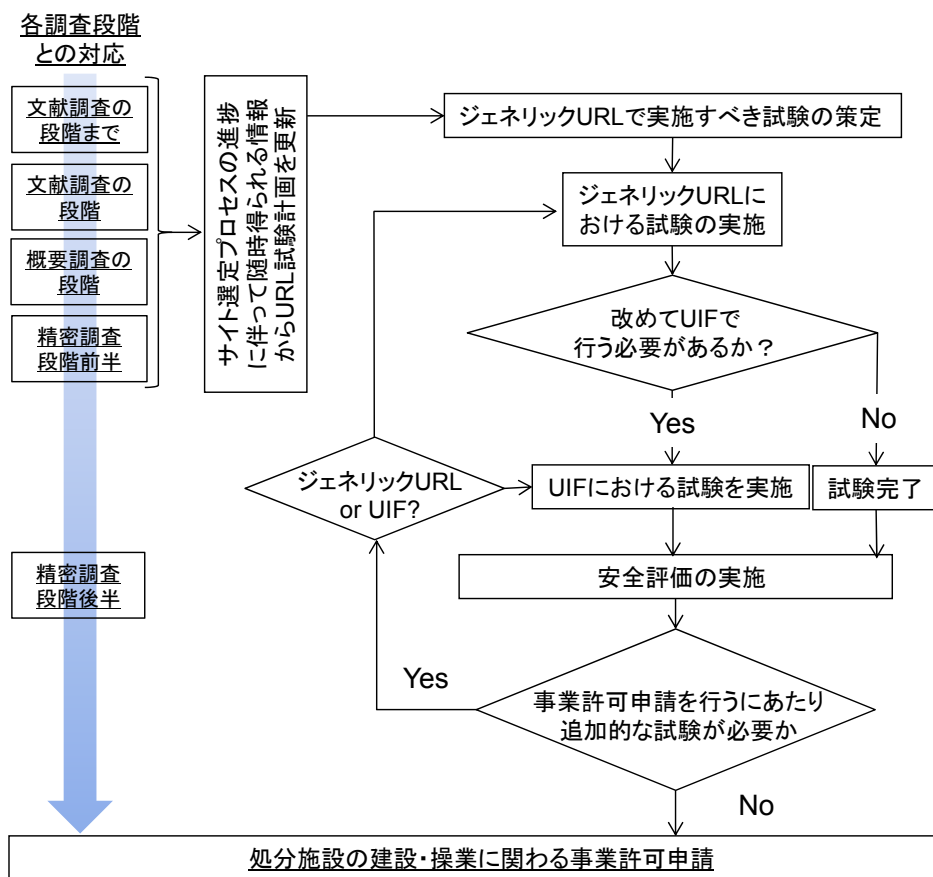


図 3-3 ジェネリック URL と UIF で実施する試験の分類フロー

4. まとめ

本報告書では、NUMO が精密調査段階後半において建設を予定している UIF の設計概念や、実施する調査・試験内容の立案に資するため、欧州の URL における技術開発や調査・試験等の先行事例について調査し、UIF の設置に関わる考え方や分類、および URL で実施すべき検討項目の設定についての考え方について整理検討を行った。

処分施設本体との位置関係においては、UIF は処分場の一部、もしくは近傍に建設されることが想定されることから、UIF での調査・試験活動や処分場建設に伴う母岩の損傷や擾乱を最小限に留める方策を立てる必要がある。

母岩の損傷や擾乱を最小限に留めるためには、UIF で実施する調査・試験を必要最低限の項目に絞り、試験規模も最小限に抑える必要がある。そのため、種々の調査・試験手法について UIF の設計段階よりも前にジェネリック URL において十分な技術開発を行い、それら技術の UIF への転用性を整理しておく必要がある。

調査・試験に関わる技術は、処分施設建設地選定プロセスの各調査段階で得られる候補地の地質等の情報から、新たに技術開発を行う必要が生ずる可能性も考えられる。また、UIF での実証試験等で新たな技術的問題が見いだされ、ジェネリック URL で改めて技術開発を行う可能性も考えられる。そのため、精密調査段階後半において UIF が建設された後にもジェネリック URL と UIF で連携を取ることが必要であると考えられる。

今後、ジェネリック URL、UIF それぞれで行うべき活動内容を明確にし、それぞれの転用性、想定される母岩の損傷・擾乱、実施に要する期間についての具体的な整理を行う必要がある。

謝辞

本報告は NAGRA との共同研究（2011-2012 年度）の成果の一部を使用している。共同研究においては、調査に加えて国際ワークショップを開催して情報収集を行った。ワークショップの参加者各位には欧州各国のプロジェクトの状況の解説のほか、さまざまな有用な助言を頂いた。ここに記し、謝意を表します。

参考文献

- Andersson, C., Barcena, I., Bono, N., Boergesson, L., Cleall, P., Forsmark, T., Gunnarsson, D., Johannesson, L.-E., Ledesma, A., Liedtke, L., Luukkonen, A., Pedersen, K., Puigdomenech, I., Pusch, R., Rhen, I., Rothfuchs, T., Sanden, T., Sineriz, J.-L., Sugita, Y., Svemar, C. and Thomas, H. (2005): Full-Scale Testing of the KBS-3V Concept for the Geological Disposal of High-Level Radioactive Waste: Prototype Repository-Final report-, European Commission, Nuclear Science and Technology, EUR 21924, 2005
- ANDRA (2005): Dossier 2005 Argile, Evaluation of the Feasibility of a Geological Repository in an Argillaceous Formation.266VA.
- ANDRA (2013): The HAVL Project For High-Level and Intermediate-Level Long-Lived Waste. 306VA.
- Bosgiraud, J.-M., Guénin, J.-J., Delort, D., Roulet, A. and Glénet, O. (2010): Technical Milestones for Emplacing Vitrified Waste Canisters into Horizontal Disposal Drifts in a Clay Host Formation – 10019. WM 2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ.
- Dahlström, L.-O. (2009): Experiences from the Design and Construction of Plug II in the Prototype Repository, SKB Report, R-09-49.
- Delay, J. (2006): Overview of Current and Planned Activities in the French Underground Research Laboratory at Bure, in TOPSEAL 2006: Transactions, International Topical Meeting, Olkiluoto Information Centre, Finland, 17-20 September 2006.
<http://www.euronuclear.org/events/topseal/transactions/TopSeal-Transactions.pdf>.
(2013.11.26)
- 電力中央研究所(2012): 平成 23 年度地層処分技術調査等事業, 岩盤中物質移行特性評価技術高度化調査報告書, 平成 24 年 3 月.
- DOPAS (2013): DOPAS Project: Demonstration of Plugs and Seals, The FSS Experiment (Full Scale Seal), http://www.POSIVA.fi/dopas/wp_3/experiment_1_fss (2013.11.29)
- IAEA (2001): The Use of Scientific and Technical Results from Underground Research Laboratory Investigations for the Geological Disposal of Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1243.
- JAEA (2014): <http://www.jaea.go.jp/index.html>. (2014.8.13)
- Mont Terri Project (2013): <http://www.mont-terri.ch/internet/mont-terri/en/tools/ongoing/Activities.Parsys.87870.DownloadList.66153.DownloadFile.tmp/newsreport01.pdf>.
(2013.11.22).
- NAGRA (2002a): Projekt Opalinuston: Konzept für die Anlage und den Betrieb eines geologischen Tiefenlagers: Engorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. NTB 02-02.

- NAGRA (2002b): Projekt Opalinuston: Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse: Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. NTB 02-03.
- NAGRA (2002c): Project Opalinus Clay: Safety Report: Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis). NTB 02-05.
- NAGRA (2009): The NAGRA Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland. NTB 09-06.
- NAGRA (2013a): <http://www.grimself.com/gts-phase-vi/c-frs/c-frs-introduction>. (2013.11.22).
- NAGRA (2013b): <http://www.grimself.com/gts-phase-v/hpf/hpf-introduction>. (2013.12.5)
- NAGRA (2013c): <http://www.grimself.com/gts-phase-vi/gast/gast-introduction>. (2013.12.24)
- NUMO (2009a) : 応募に関する資料, <http://www.numo.or.jp/koubo/document/index.html>, (2013.12.5).
- NUMO (2009b) : 安全確保構想 2009～安全な地層処分の実現のために～, NUMO-TR-09-05.
- NUMO (2010) : 地層処分技術開発ニーズの整理～精密調査地区選定に向けて～, NUMO-TR-10-02.
- NUMO (2011) : 地層処分事業の安全確保 (2010 年度版) —確かな技術による安全な地層処分の実現のために—, NUMO-TR-11-01.
- NUMO (2012) : Collaboration on Strategies for the Development of a Repository Program, NUMO-TR-12-01.
- NUMO (2013) : 地層処分事業の技術開発計画—概要調査段階および精密調査段階に向けた技術開発—, NUMO-TR-13-02.
- OECD/NEA (2001a): The Role of Underground Laboratories in Nuclear Waste Disposal Programmes, Radioactive Waste Management Committee of Nuclear Energy Agency NEA, Organization for Economic Co-operation and Development, OECD.
- OECD/NEA (2001b): Going Underground for Testing ,Characterization and Demonstration (a Technical Position Paper). NEA/RWM(2001)6/REV, JT00108467, Radioactive Waste Management Committee of Nuclear Energy Agency NEA, Organization for Economic Co-operation and Development, OECD.
- OECD/NEA (2003): SAFIR2: Belgian R&D Programme on the Deep Disposal of High-Level and Long-Lived Radioactive Waste, an International Peer Review, 80p.
- OECD/NEA (2013): Underground Research Laboratories (URL), NEA/RWM/R(2013)2, Radioactive Waste Management Committee of Nuclear Energy Agency NEA, Organization for Economic Co-operation and Development, OECD.
- ONDRAF/NIRAS (2011): Waste Plan, for the Long-Term Management of Conditioned High-Level

- and / or Long-Lived Radioactive Waste and Overview of Related Issues, NIROND 2011-02E.
- POSIVA (2002): Establishing Baseline Conditions and Monitoring during Construction of the Olkiluoto URCF Access Ramp, POSIVA 2002-07.
- POSIVA (2003a): ONKALO Underground Rock Characterization Facility- Main Drawings Stage, Working Report 2003-26.
- POSIVA (2003b): Assessment of Disturbances Caused by Construction and Operation of ONKALO, POSIVA 2003-06.
- POSIVA (2006): Onkalo – Underground Rock Characterization Facility at Olkiluoto, Eurajoki, Finland. POSIVA Brochure.
- POSIVA (2013): YJH-2012, Nuclear Waste Management at Olkiloto and Loviisa Power Plants: Review of Current Status and Future Plans for 2013-2015.
- SCK-CEN (2014): <http://science.sckcen.be/en/Facilities/HADES>, (2014.05.14)
- SKB (2010): RD&D Programme 2010 Programme for Research, Development and Demonstration of Methods for the Management and Disposal of Nuclear Waste. SKB Technical Report TR-10-63.
- SKB (2011): Site Selection – Siting of the Final Repository for Spent Nuclear Fuel, SKB Report R-11-07.
- SKB (2012a): KBS-3H Complementary Studies, 2008-2010, SKB Technical Report, TR-12-01.
- SKB (2012b): Äspö Hard Rock Laboratory Annual Report 2011, SKB Technical Report, TR-12-03.
- SKB (2013): Äspö Hard Rock Laboratory Annual Report 2012, SKB Technical Report, TR-13-10.
- SFOE (2008): Sectral Plan for Deep Geological Repositories, Conceptual Part, Swiss Federal Office of Energy, Legal Services and Safety Division. 89p.
- Svensson, D., Sanden, T., Kaufhold, S. and Sellin, P. (2010): Alternative Buffer Material Experiment- Experimental Concept and Progress. Proceedings of Clays in Natural & Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement 47th International Meeting, March 2010, Nantes, France, 55-56.
- Svensson, D., Dueck, A., Nilsson, U., Olsson, S., Sanden, T., Lydmark, S., Jägerwall, S., Pedersen, K. and Hansen, S. (2011): Alternative Buffer Material, Status of the ongoing Laboratory Investigation of Reference Materials and Test Package 1, SKB Technical Report, TR-11-06.
- Vomvoris, S., Claudel, A., Blechschmidt, I. and Müller, H.R. (2013): The Swiss Radioactive Waste Management Program - Brief History, Status, and Outlook, Journal of Nuclear Fuel Cycle and Waste Technology, 1, 9-27, Doi: <http://dx.doi.org/10.7733/jnfcwt.2013.1.1.9>.
- Yoshimura, K., Gaus, I., Kaku, K., and Vomvoris, S. (2013): URLs in European Programs for High Level Waste Disposal— How Used?, 2013 International High-Level Radioactive Waste

Management Conference , Albuquerque, New Mexico, 959-966.

巻末資料

2011/11/14-15 国際ワークショップ

- ・ Agenda（議事次第）資-1

2012/11/14-15 国際ワークショップ

- ・ Agenda（議事次第）資-3

Agenda

NUMO International Workshop

Role of URLs in the European Programmes for Waste Disposal

Date:	14-15 November 2011
Place:	Nagra offices, UD 3 (basement), Wettingen, Switzerland
Participants:	NUMO: H. Tsuchi, K. Yoshimura, K. Kaku, S. Kubota. Nagra: I. Blechschmidt, I. Gaus, A. Gautschi, L. Johnson, A. Martin, S. Vomvoris, P. Zuidema (part of the meeting), P. Blaser (consultant). SKB: C. Svemar Andra: J. Delay Posiva: T. Aikas ONDRAF/NIRAS: P. Depreter Consultant: A. Hooper

Background of the workshop

NUMO, the Japanese implementer, initiated a project on the planning of activities that will become part of the Detailed Investigation Stage, a crucial step in the Japanese approach toward site selection and investigation. In the second part of this stage an underground investigation facility at the selected location is envisaged. During the Workshop it is NUMO's intention to draw from existing international experience and expertise from organizations with a strong URL programme.

Objectives

- Outlining the role of the URLs in the different national programmes, how the activities are directed and guided by the R&D programmes of the respective organizations, the synergies among on-site and off-site URLs, and how the results feed back into the overall strategy of a programme.
- Analysing the different approaches with respect to the roles of URLs between the implementers, their planning phases, and how the interaction between the national programme and the URL activities can be organized or optimized.

Monday 14 November 2011

Time	Topic	Lead
14:00 - 14:10	Welcome	K. Yoshimura/NUMO
14:10 - 14:20	Introduction and agenda	I. Gaus/Nagra
14:20 - 14:40	NUMO's programme - Planned activities for Underground Investigation Facilities	K. Yoshimura/NUMO
14:40 - 15:20	Hades facility and the Belgian Programme	P. Depreter/ONDRAF
15:20 - 15:40	<i>Coffee break</i>	
15:40 - 16:20	Aspö Rock Laboratory and the Swedish programme*	C. Svemar - SKB
16:20 - 17:00	Onkalo and the Finish Programme*	T. Aikas - Posiva
17:00 - 18:00	Discussion: connection between the progress in the national programme and the role of the URL's	Lead Nagra-NUMO/All

Tuesday 15 November 2011

08:30	<i>Pick up from the Duparc Hotel</i>	
09:00 – 09:40	GTS and Mont Terri URL and the Swiss programme*	L. Johnson - Nagra
09:40 - 10:20	Bure and Mont Terri URL and the French programme*	J. Delay - Andra
10:20 - 10:50	<i>Coffee break</i>	
10:50 - 12:00	Discussion: interaction between SA/R&D requirements, planning of URL activities and feedback to the national programme	Lead Nagra-NUMO/All
12:00 - 13:00	<i>Lunch</i>	
13:00 - 13:40	The Sellafield experience: what to retain from it?*	A. Hooper/Consultant
13:40 - 14:45	Discussion: decision making and planning for URL construction - required preliminary activities	Lead Nagra-NUMO/All
14:45 - 15:00	Closing remarks	H.Tsuchi/S. Vomvoris
15:00	<i>Departure of the participants</i>	

* 25' presentation and 15' discussion

Agenda

NUMO-Nagra Workshop

Defining and implementing Large Scale Demonstration Experiments

Date: 14. – 15. November 2012
Place: Gasthof Sternen Kloster, Wettingen, Switzerland
Contact: Irina Gaus (irina.gaus@nagra.ch, +41 79 430 73 42)

Participants:

<i>NUMO</i>	A. Deguchi, K. Kaku, Y. Kitagawa, K. Yoshimura, Y. Yamamoto
<i>Nagra</i>	I. Gaus, L. Johnson, A. Martin, H. Müller, J. Rueedi, T. Sakaki, S. Vomvoris, P. Blaser (consultant)
<i>SKB</i>	J. Andersson
<i>Posiva</i>	J. Vira
<i>Andra</i>	P. Lebon
<i>Niras/Euridice</i>	P. De Preter, M. Van Geet
<i>JAEA</i>	H. Umeki
<i>Solexperts</i>	T. Fierz
<i>CIMNE</i>	B. Garitte
<i>RWMC</i>	H. Asano
<i>Obayashi Corp.</i>	H. Kawamura, T. Kikuchi
<i>Dia Corp.</i>	M. Yoshimura
<i>Shimizu Corp.</i>	S. Kobayashi
<i>Kajima Corp.</i>	T. Sasakura

Objectives of the Workshop:

- Defining the requirements for large scale demonstration projects based on the respective R&D programme of the participating implementing organisations
- Identify the main lessons learned for the implementation of large scale demonstration projects.
- Focused discussions on how to plan the projects, define the objectives, instrumentation strategy and optimize and integrate the results.

Target questions to be addressed in the presentations and discussions:

Session 1 -Defining large demonstrations based on RD&D and design requirements

1. How to go from RD&D needs and/or design requirements to the definition of the experiment?
2. Who finally decides on the concepts of the experiments, is there an iteration/optimisation process between requirements and objectives and concept development?
3. What are the most significant RD&D and/or design needs currently in your stage of the programme that require large scale URL experiments (prioritization)?
4. When and in which stage of the programme is international collaboration preferred and why?
5. What needs to be demonstrated on the large scale and why, what can be addressed in the lab/small scale?

Session 2 - Implementation of large scale URL experiments

1. What is required next to the experiment itself or even before the experiment starts (lab studies, modelling, off-site tests, survey of tools/methodologies)?
2. To what extent should the expected outcomes of the experiment (what it is expected to show, and what has not been taken into account) be agreed with other stakeholders before the experiment starts?
3. How to deal with upcoming additional goals after the experiment has started
4. What should be kept in the hands of the implementer, what can/should be contracted out.
5. How to best formulate the requirements to the instrumentation teams to optimise instrument design
6. What is the best management structure for these experiments (core team (how many people), expert committee, data acquisition/analysis/review team)?
7. How should the data (raw data and interpreted data) be handled/stored/utilized?
8. Experience, lessons learned from budgeting of the experiments and budget evolution during the construction/running of the experiments.

Session 3 - Implementation of large scale URL experiments – case studies

For this session an outline for the case presentations is suggested and detailed discussion during the presentation will be encouraged.

1. Requirements (RD&D, design) to which the experiment is responding
2. Objectives of the experiment
3. Management structure and implementation plan
4. Overview of the experiment (methods and procedures) and main outcomes so far
5. What went well and one should do it like that in the future.
6. What went not so well and can be improved.
7. Are the objectives being met? Do the results agree with the prediction?

Outcome of the workshop: a summary of the workshop addressing the questions above will be prepared by Nagra. Speakers will be given the opportunity to comment the draft version before the final version is distributed to all participants.

Wednesday 14 November

Pickup from the hotel Duparc 8:20 – Hotel Linde 8:30

	Opening of the workshop	9:00-9:10	I. Gaus / Nagra
	Welcome by NUMO	9:10-9:20	A. Deguchi / NUMO
	Welcome by Nagra	9:20-9:30	S. Vomvoris /Nagra
<i>Session 1: Defining large scale URL experiments based on R&D and design requirements</i>			
1	Experience from the SKB programme with a focus on design	9:30-9:55	J. Andersson / SKB
2	Experience from the ANDRA programme	9:55-10:20	P. Lebon / Andra
3	Experience from the Nagra programme with a focus on R&D	10:20-10:45	L. Johnson / Nagra
	<i>Coffee Break</i>	10:45-11:15	
4	Experience from the Posiva programme	11:15-11:40	J. Vira /Posiva
5	NUMO's programme and planned activities	11:40-12:05	K. Yoshimura / NUMO
	<i>Lunch</i>	12:05-13:20	
6	Experience from ONDRAF/NIRAS' programme	13:20-13:45	M. Van Geet / ONDRAF
7	Discussion and conclusions on session 1	13:45 -14:15	Lead: Nagra
	<i>Coffee Break</i>	14:15-14:45	
<i>Session 2: Implementation of large scale URL experiments – part 1</i>			
1	Main guidance/aspects for instrumentation of URL experiments based on over 20 years experience	14:45-15:25	T. Fierz / Solexperts
2	Discussion: how to control finances, react to additional requirements and keep high scientific quality.	15:25–16:05	Lead Nagra
	<i>Group picture then guided Tour in the Sternen Kloster</i>	16:15 -17:00	
	<i>End of Day 1 – transfer to the Hotel</i>	17:00	

Thursday 15 November

Pickup from the hotel Duparc 8:20 – Hotel Linde 8:30

<i>Session 2: Implementation of large scale URL experiments – part 2</i>			
3	Influence of experimental factors on parameter determination of the EBS and the host rock	09:00-09:40	B. Garitte / CIMNE-Nagra
4	Planning and implementing of URL experiments – Horonobe and Mizunami experience	09:40-10:05	H. Umeki / JAEA
5	Planning and implementing of URL experiments - Bure/Mont Terri experience	10:05-10:30	P.Lebon / Andra
	<i>Coffee Break</i>	10:30-11:00	
6	Development of repository operation technologies in full scale; current status of Japanese programs for HLW disposal.	11:00-11:25	H. Asano / RWMC
7	Discussion and conclusion in Session 2	11:25-11:50	Lead Nagra
	<i>Lunch</i>	11:50-13:05	
<i>Session 3: Implementation of large scale experiments – case studies</i>			
1	The Full Scale Demonstration experiment at the Mont Terri URL	13:05-13:40	H. Müller /Nagra
2	The PRACLAY experiment at the HADES URL	13:40-14:15	P. Depreter / EURIDICE
3	Wrap up and conclusions of the workshop	14:15-14:45	Lead Nagra
	<i>End of Day 2 – Transfer to the Hotel/Train Station</i>	14:50	