

幌延深地層研究計画 平成25年度調査研究成果報告

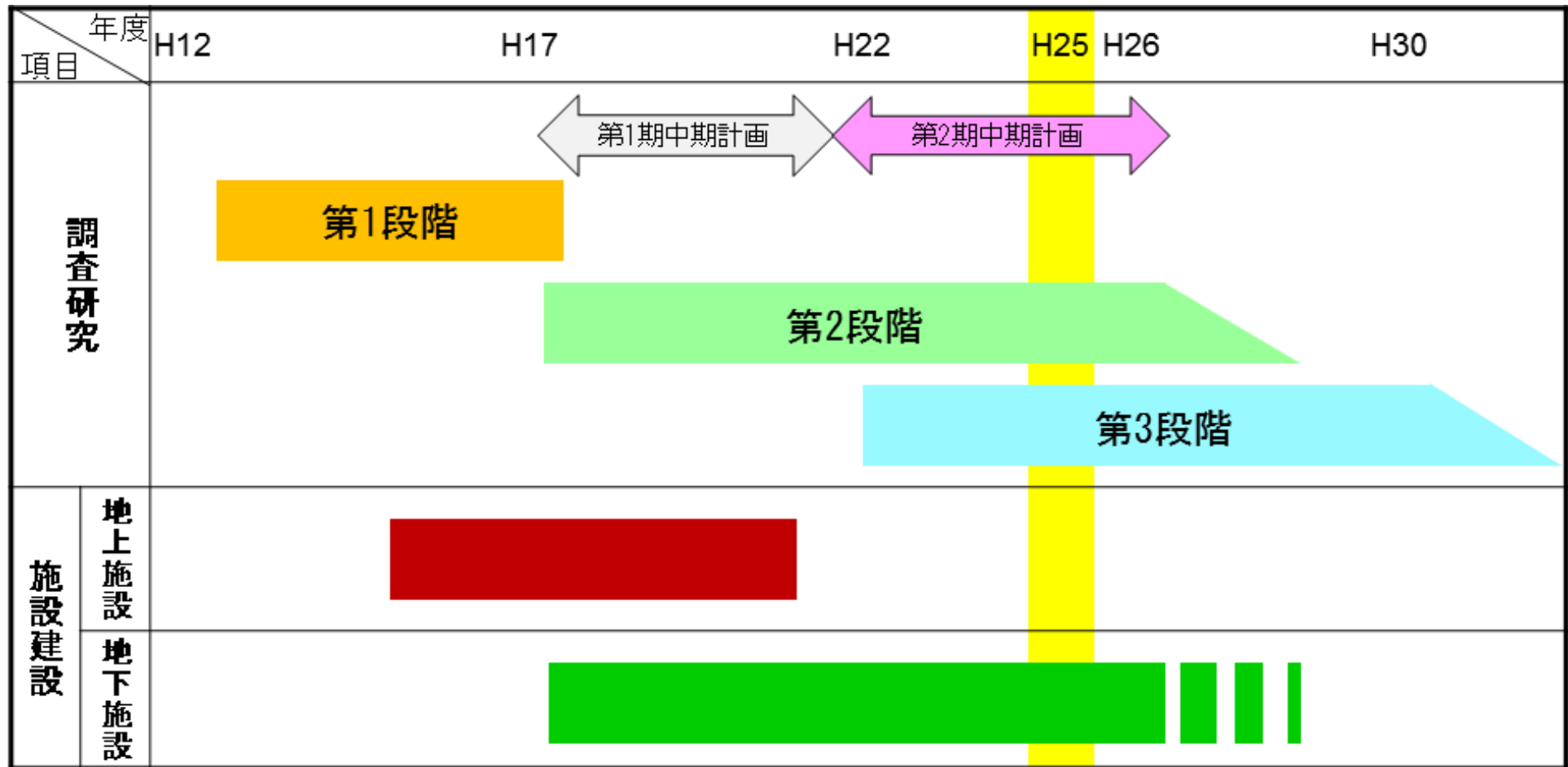
平成26年8月6日(水)



日本原子力研究開発機構
幌延深地層研究センター

深度350m調査坑道
貫通状況
(平成25年10月9日)

幌延深地層研究計画の全体スケジュール



- 第1段階：地上からの調査研究段階
- 第2段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階
- 第3段階：地下施設での調査研究段階

報告の概要

1. 地層科学研究

- 1.1 地質環境調査技術開発
- 1.2 深地層における工学的技術の基礎の開発
- 1.3 地質環境の長期安定性に関する研究

2. 地層処分研究開発

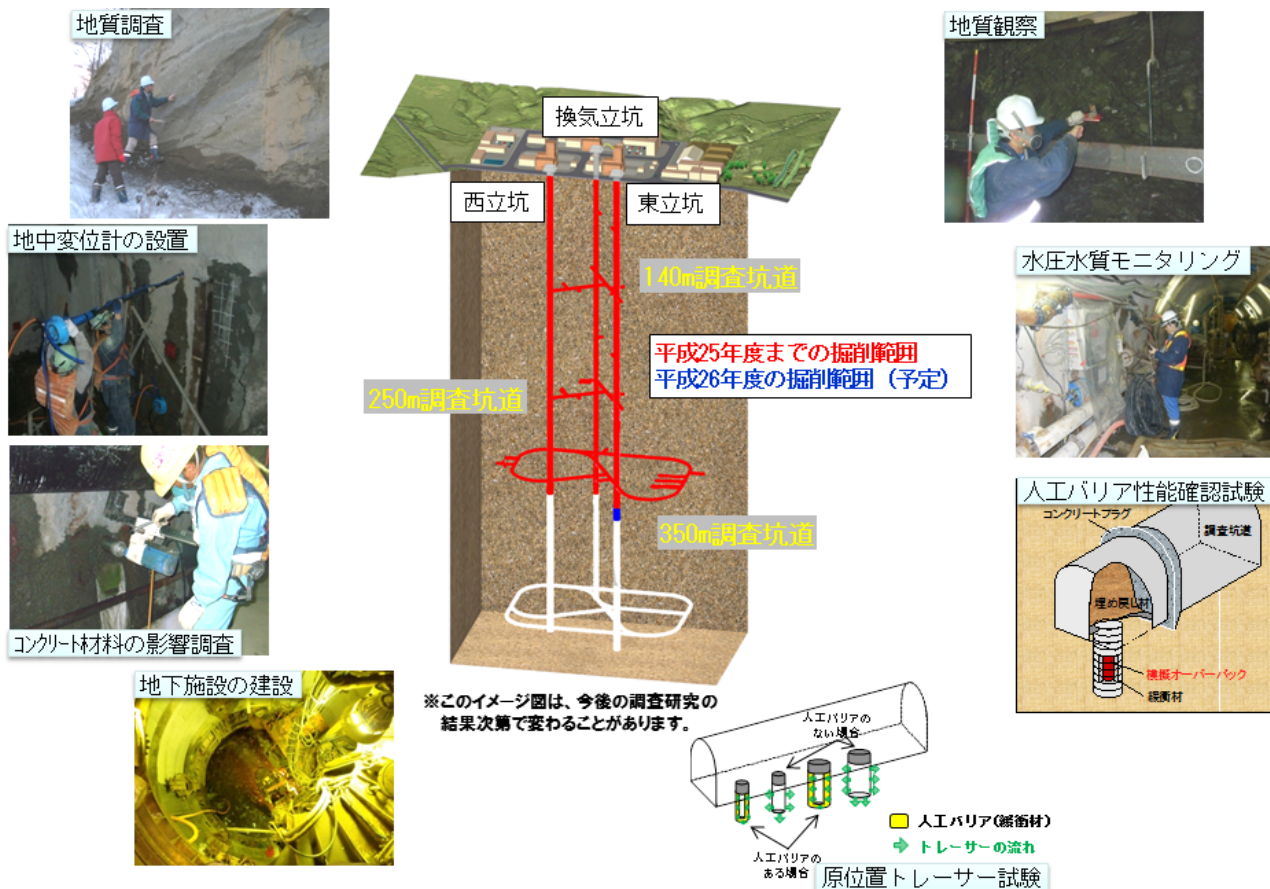
- 2.1 処分技術の信頼性向上
- 2.2 安全評価手法の高度化

3. 地下施設の建設

4. 環境モニタリング

5. 安全確保の取組み

6. 開かれた研究



1. 地層科学研究に関する成果の報告

1.1 地質環境調査技術開発

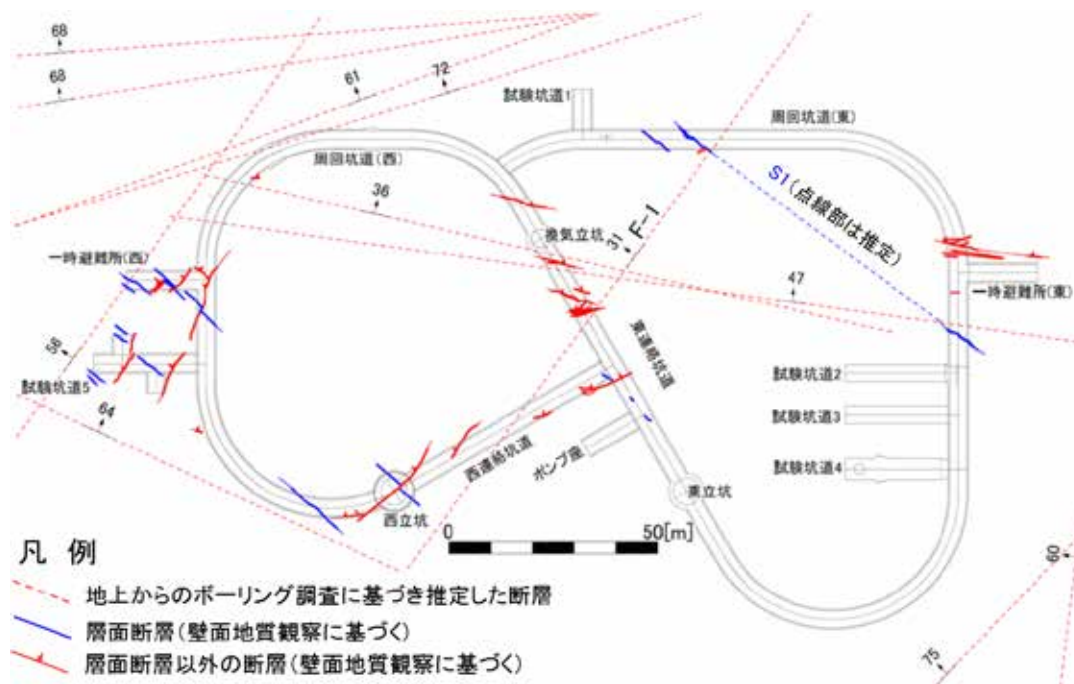
1.2 深地層における工学的技術の基礎の開発

1.3 地質環境の長期安定性に関する研究

1.1 地質環境調査技術開発

地下の地質環境をモデル化・予測する技術の開発：地質・地質構造

- 350m調査坑道内の地質観察により断層の位置を特定し、地上からの調査で予測された断層の出現位置と比較しました。



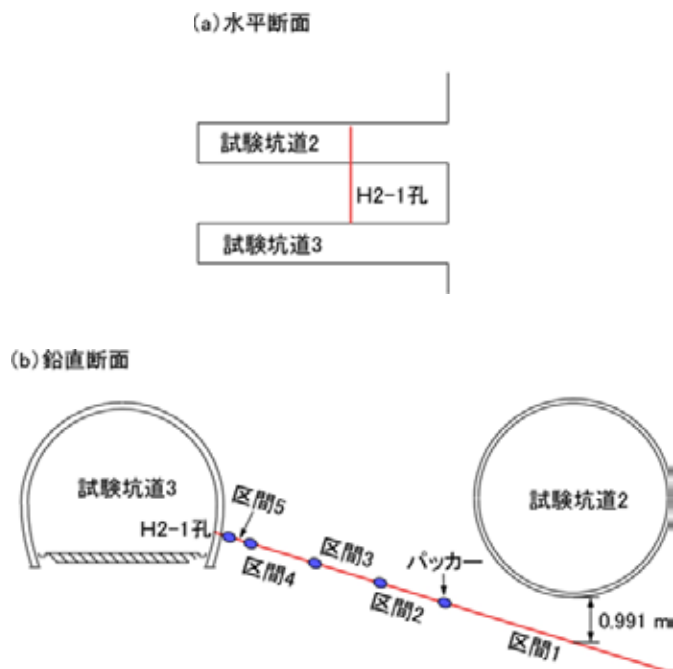
350m調査坑道における断層分布

地上からのボーリング調査に基づき推定した主な断層の分布位置と比較すると、観察された断層の位置や方向は、推定結果とおおよそ整合的でしたが、F-1断層の連続性などに推定と異なる部分もあったため、追加の地表調査を行い、モデル化技術の改良に必要な情報を取得しました。

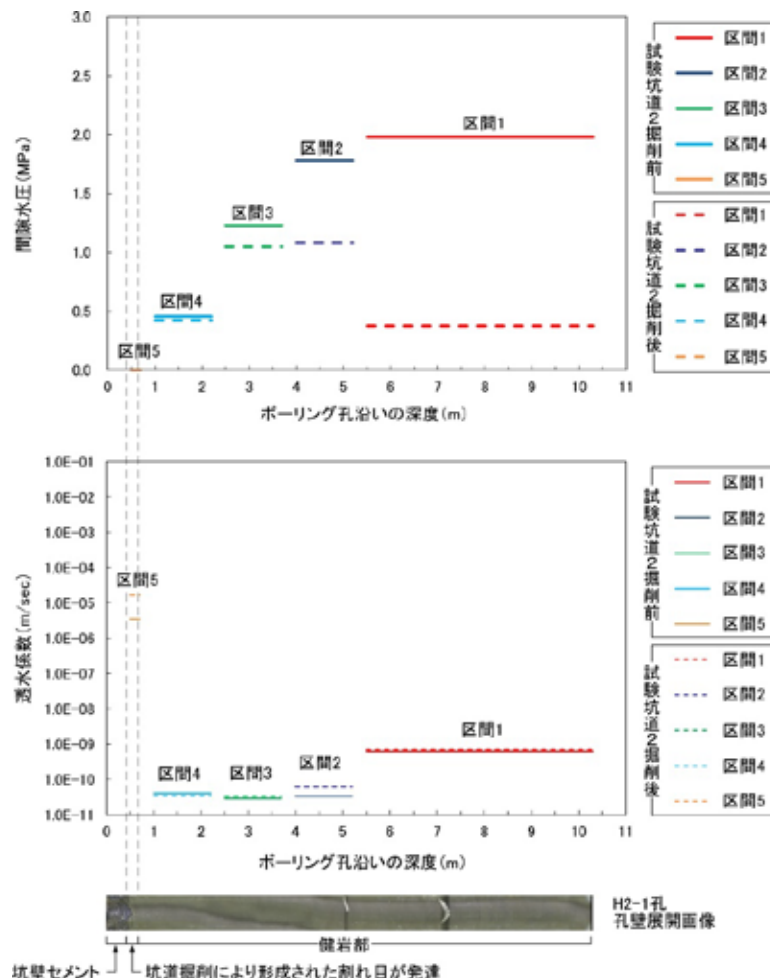
1.1 地質環境調査技術開発

地下の地質環境をモデル化・予測する技術の開発：岩盤の水理

- 坑道周辺の掘削影響を受けた岩盤の透水性を把握するための原位置透水試験を350m調査坑道で実施しました。



透水試験孔H2-1のレイアウト



この試験の結果、掘削影響領域の幅は厚くても数十センチメートルである可能性が考えられます。

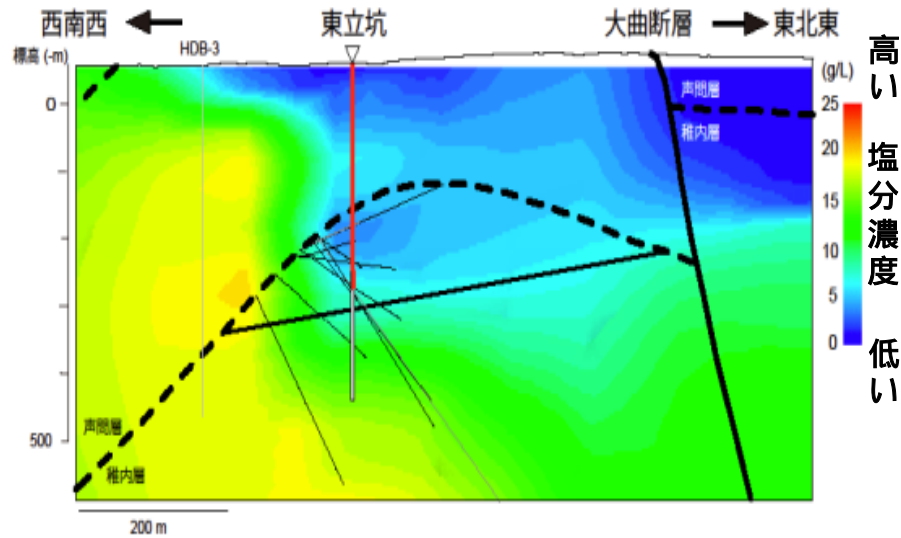
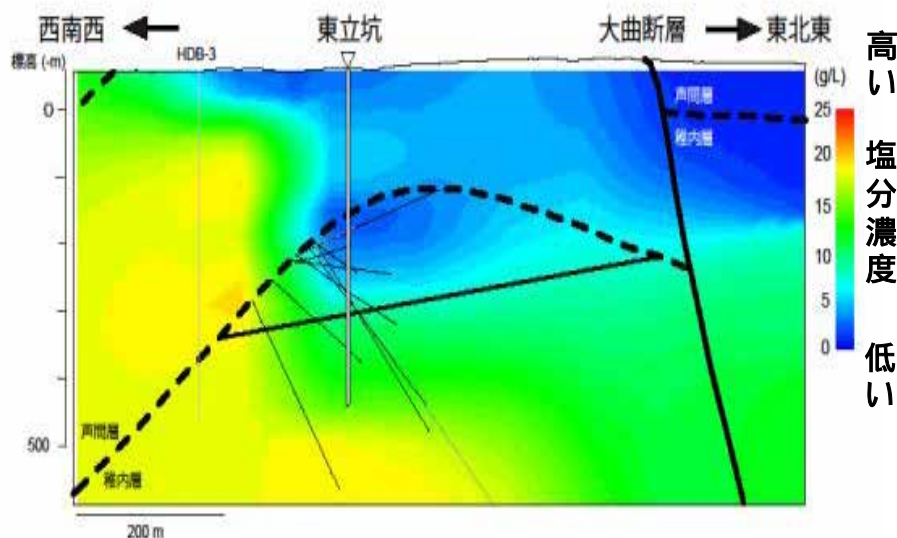
1.1 地質環境調査技術開発

坑道周辺の地質環境の変化をモデル化・予測する技術の開発：地下水の水質

- 立坑等の掘削に伴う地下水の水質への影響を調べるため、定期的に地下水の採水・分析を行い、水質観測を継続しました。

第1段階の調査結果に基づく塩分濃度の空間分布の評価結果(立坑等掘削前)

平成25年度の調査結果を踏まえた塩分濃度の空間分布の評価結果



○地下水の水質(塩分濃度)は、立坑等の掘削により、顕著な変化は生じていないことが確認されました。これらの結果をモデル化技術の検証に反映していきます。

1. 地層科学研究に関する成果の報告

1.1 地質環境調査技術開発

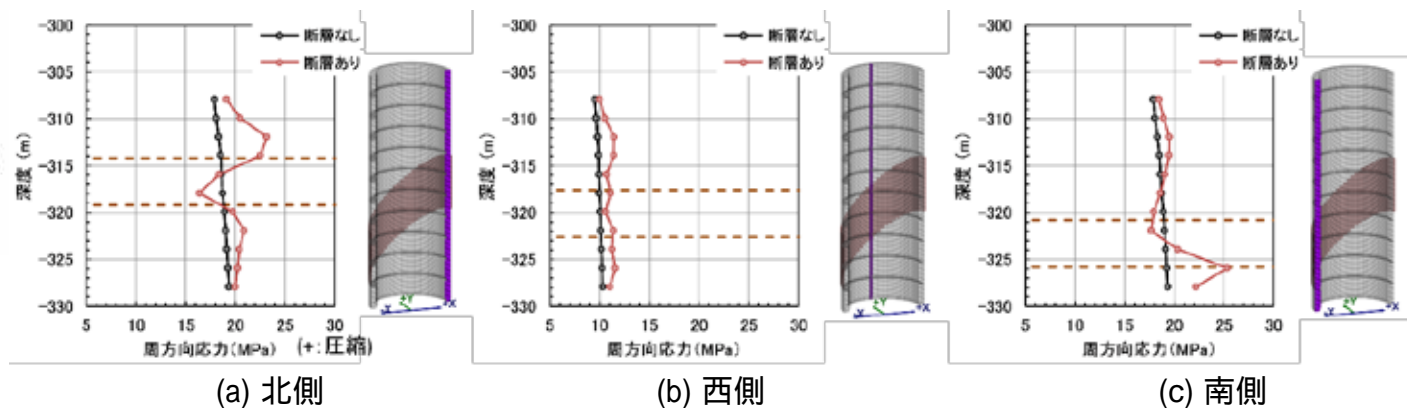
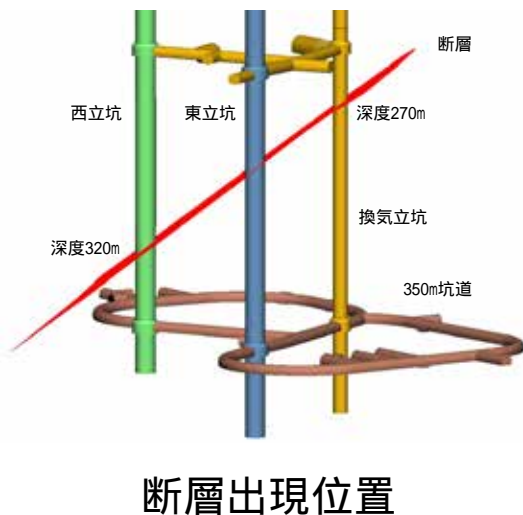
1.2 深地層における工学的技術の基礎の開発

1.3 地質環境の長期安定性に関する研究

1.2 深地層における工学的技術の基礎の開発

効率的・安全に地下施設を建設するための工学的技術の開発

- 地下施設を安全に建設する上で必要な岩盤の硬さについて、西立坑の深度320m付近に出現が予想される断層が立坑の安定性に及ぼす影響を分析し、対策を講じました。



覆工コンクリート周方向応力の縦断方向の比較

掘削解析結果を考慮し、西立坑の深度320mの上下各8mについて覆工コンクリートの1作業あたりの構築高さを2mから1mへ変更し、このような対策により問題なく施工を行うことができました。

1. 地層科学研究に関する成果の報告

1.1 地質環境調査技術開発

1.2 深地層における工学的技術の基礎の開発

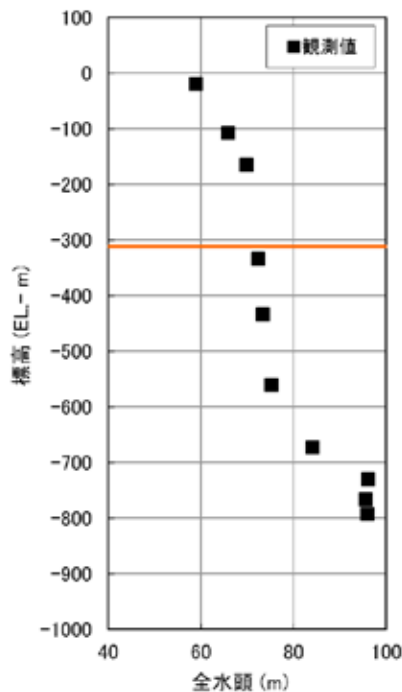
1.3 地質環境の長期安定性に関する研究

1.3 地質環境の長期安定性に関する研究

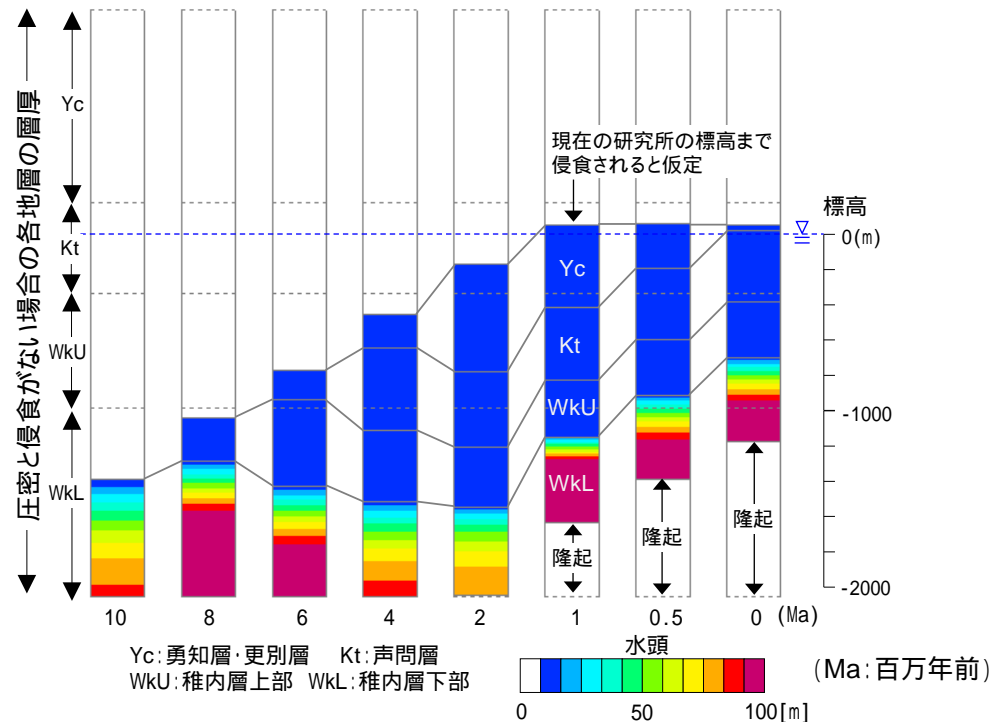


地殻変動等が地質環境に与える影響をモデル化・予測する技術の開発

- これまで構築してきた解析プログラムを適用して、幌延地域で実際に確認されている地下深部の高い水圧分布に着目した解析を実施しました。



HDB-11孔の水頭分布 (観測値)



地形・地質構造の長期的な変遷に基づく
水頭分布の変化に関する一次元解析結果

○地形・地質構造の長期的な変遷を考慮することで、HDB-11孔の深部(深度700m以深)に認められる高い水圧分布の傾向を再現できることを確認しました。

2. 地層処分研究開発に関する成果の報告



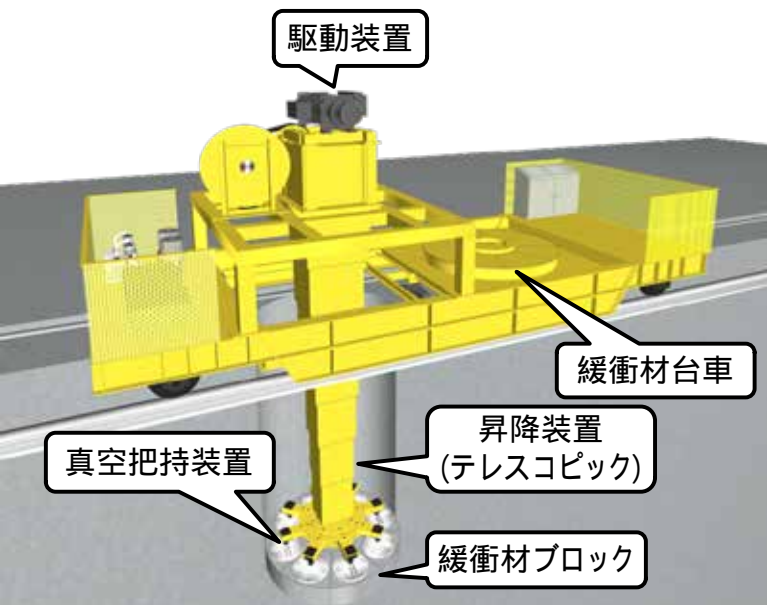
2.1 処分技術の信頼性向上

2.2 安全評価手法の高度化

2.1 処分技術の信頼性向上

人工バリアや緩衝材の定置等に必要な工学技術の開発

- 地層処分実規模設備整備事業において、緩衝材定置試験を実施しました。



緩衝材定置試験設備の各部名称



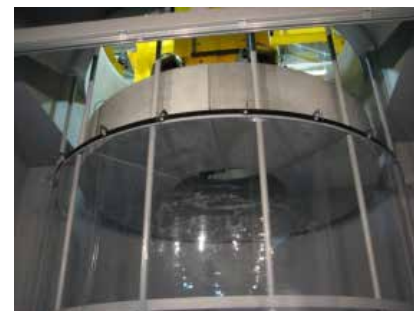
緩衝材台車をテレスコピック下部へ移動



真空把持装置で緩衝材ブロックを把持し、緩衝材台車を戻す



模擬処分孔へ緩衝材ブロックを降下、定置



緩衝材定置試験の様子



定置完了

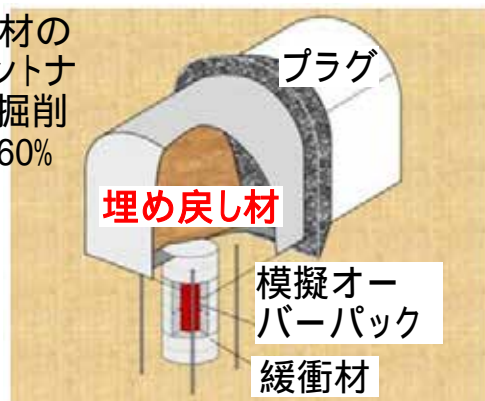
〇定置試験の結果、設計段階で想定していた性能を確認することができました。

2.1 処分技術の信頼性向上

人工バリアや埋め戻し材の設計手法の適用性確認

- 人工バリア性能確認試験で使用する予定の緩衝材や埋め戻し材を製作するとともに、開発した大口径掘削機により試験孔の掘削を行いました。

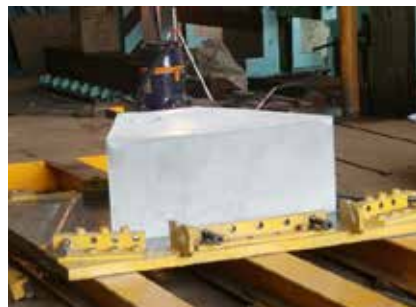
埋め戻し材の仕様: ベントナイト40%、掘削土(ズリ)60%を混合



人工バリア性能確認試験の概観



緩衝材ブロックの圧縮成形



製作した緩衝材ブロック
(8分割)

緩衝材ブロックの製作



開発した大口径掘削機

大口径掘削機による試験孔の掘削



全周ケーシング工法による外周の掘削



オーガー工法による中掘

2. 地層処分研究開発に関する成果の報告



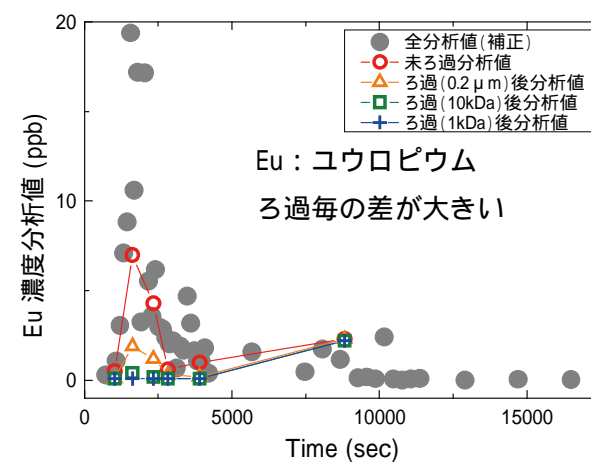
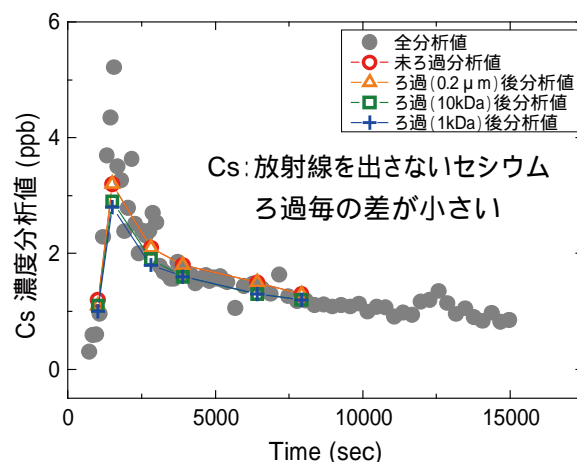
2.1 処分技術の信頼性向上

2.2 安全評価手法の高度化

2.2 安全評価手法の高度化

安全評価における物質移動解析に関わる技術の開発

- 調査坑道で採取した地下水試料を用いて数値解析と室内実験を行い、350m調査坑道で実施予定の原位置物質移動試験で使用するトレーサーの種類や添加濃度に関する検討を行いました。



攪拌式セルを用いた加圧ろ過システム

ろ過ごとに濃度の違いを示すトレーサー濃度分析結果の例

○数値解析や室内実験の結果を踏まえて、350m調査坑道で実施するトレーサー試験で使用するトレーサーの条件設定を行います。



3. 地下施設の建設
4. 環境モニタリング
5. 安全確保の取組み
6. 開かれた研究

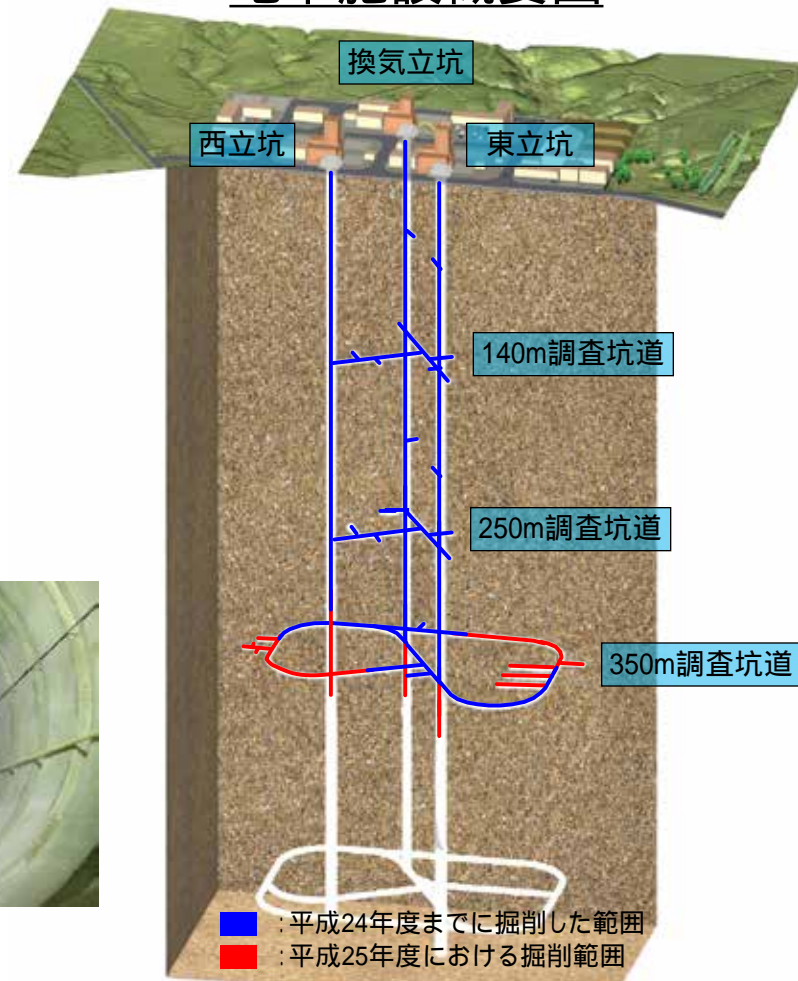
3. 地下施設の建設

地下施設の建設状況(1)

平成25年度は、平成22年度から導入した民間活力(PFI)による地下施設の建設を継続しました。

・換気立坑	:掘削長	約 30m
	(深度)	約350m ~ 約380m)
・東立坑	:掘削長	約 21m
	(深度)	約350m ~ 約371m)
・西立坑	:掘削長	約 65m
	(深度)	約300m ~ 約365m)
・350m調査坑道	:掘削長	約360m
	(総延長)	約400m ~ 約760m)

地下施設概要図



350m調査坑道周回坑道の貫通
(平成25年10月)



換気立坑の掘削
(平成26年2月)



西立坑の掘削
(平成26年3月)

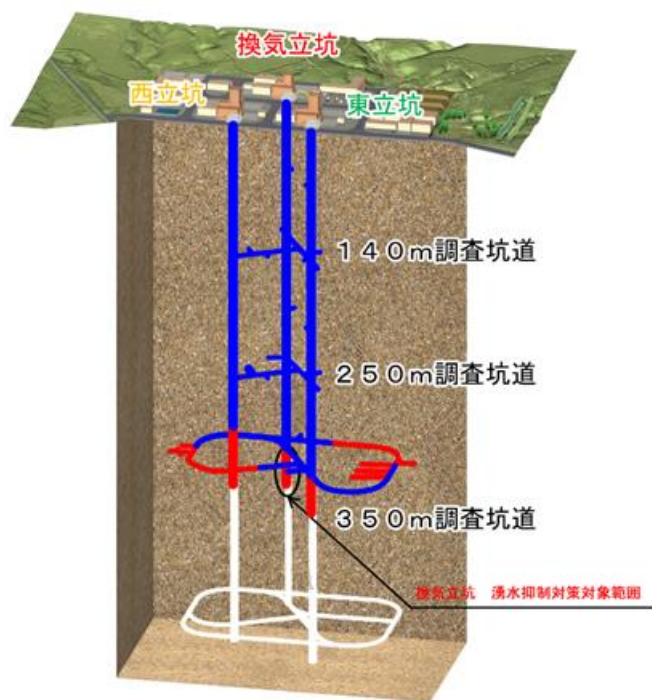
立坑および350m調査坑道の建設の様子

このイメージ図は、今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

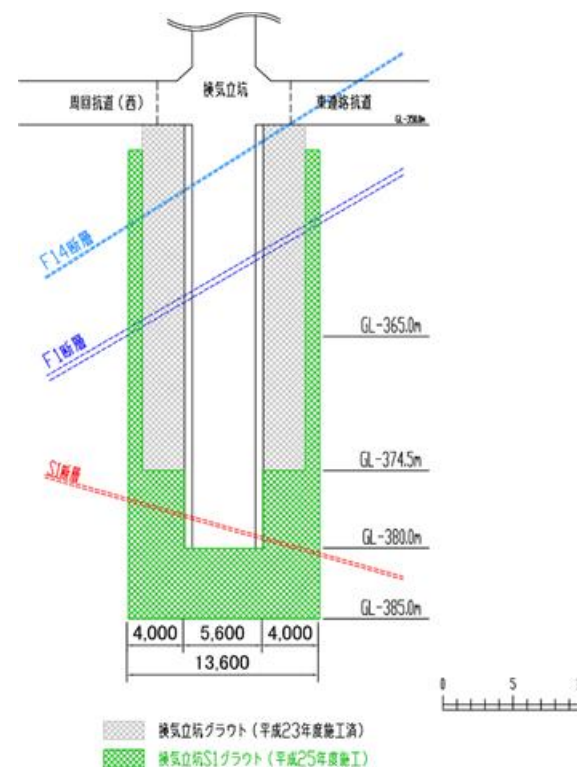
3. 地下施設の建設

地下施設の建設状況(2)

平成25年2月に発生した湧水の増加に伴う原因と対策を踏まえ、換気立坑の深度350m～380m区間において追加の湧水抑制対策を実施しました。
この対策により、湧水の影響を受けることなく、掘削を完了することができました。



※このイメージ図は、今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。



3. 地下施設の建設



掘削土(ズリ)の分析結果

掘削に伴い発生する掘削土(ズリ)については、分析(公定分析)を定期的に行っています。分析結果から、ホウ素、ヒ素およびセレンは自然由来(岩石中に元々含まれている)により溶出量基準値以上の値となっていますが、いずれも掘削土(ズリ)置場に保管可能な第2溶出量基準値以下でした。

掘削土(ズリ)モニタリング調査結果(土壌溶出量:公定分析)

分析項目	単位	試料採取箇所 換気立坑	参考値(土壌汚染対策法)	
			溶出量基準値	第2溶出量基準値
ホウ素	mg/L	2.0	1	30
ヒ素		0.043	0.01	0.3
フッ素		0.17	0.8	24
セレン		0.011	0.01	0.3
カドミウム		<0.001	0.01	0.3
鉛		0.004	0.01	0.3
シアン		不検出(<0.1)	検出されないこと	1
六価クロム		<0.005	0.05	1.5
水銀		<0.0005	0.0005	0.005
アルキル水銀		不検出(<0.0005)	検出されないこと	検出されないこと

掘削土(ズリ)モニタリングは平成25年4月から平成26年3月までの試料採取(平成26年2月に1回実施)における調査分析結果を記載しています。

(モニタリング結果の詳細なデータはホームページで公開しています。)

4. 環境モニタリング

騒音・振動・水質・動植物のモニタリング調査結果の概要

幌延深地層研究センターの造成工事着手前より、環境モニタリングを継続実施しています。平成25年度においても騒音・振動や、植生、魚類等の項目は、これまでと比べ大きな変化は見られず、工事着手前の環境が維持されているものと判断されます。

調査項目	調査結果
騒音 (4回/年)	等価騒音レベルは、昼間は42～55デシベル、夜間は30未満～49デシベルであった。全測定地点において、地下施設の工事が音源となることはほとんどなかった。 (工事着手前:昼間39～53デシベル 夜間30未満～37デシベル)
振動 (4回/年)	昼間は33デシベル以下、夜間は31デシベル未満であり、工事着工前と同程度であった。 (工事着手前:昼間30未満～33デシベル 夜間30未満～30デシベル)
水質(清水川) (4回/年)	清水川の水質については、工事による河川水質への影響は確認されていない。
魚類 (3回/年)	春季、夏季および秋季調査で6科10種を確認した。 重要種については、スナヤツメ、ヤマメ(サクラマス)、エゾウグイ、ドジョウ、エゾホトケドジョウ、エゾトミヨ、ハナカジカの7種を確認した。
植物 (3回/年)	植物群落は、これまでとほぼ同様な種構成が確認され、大きな変化はみられなかった。

4. 環境モニタリング

騒音・振動・水質・動植物のモニタリング調査実施状況



騒音・振動測定 (3箇所、年4回)



清水川の水質調査 (2箇所、年4回)



植物群落調査 (2箇所、年3回)



魚類生息調査 (清水川流域、年3回)



4. 環境モニタリング

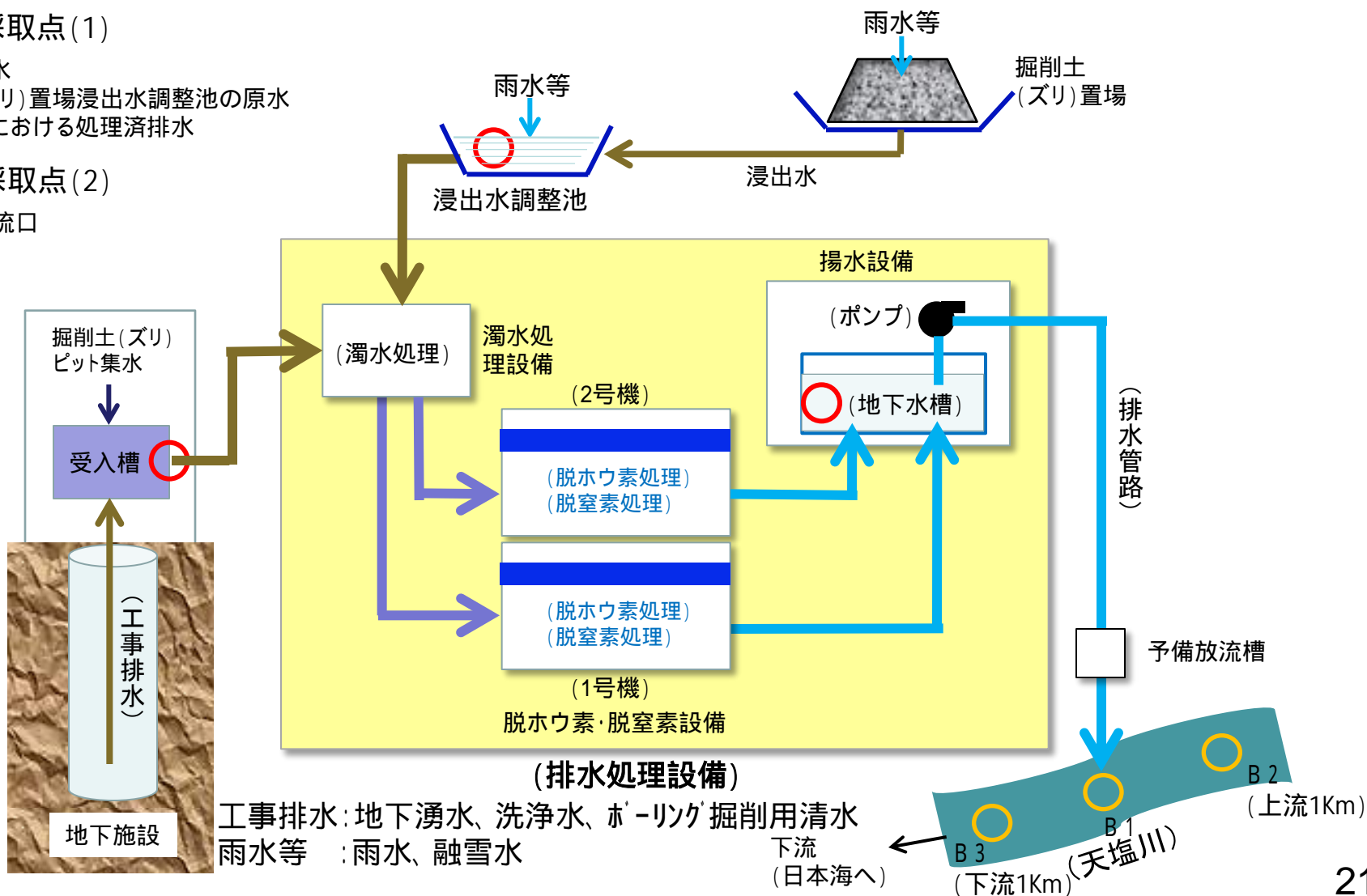
地下施設等からの排水の処理系統図

○ : 試料採取点 (1)

立坑の原水
掘削土(ズリ)置場浸出水調整池の原水
揚水設備における処理済排水

○ : 試料採取点 (2)

B1 天塩川放流口
B2 上流1km
B3 下流1km

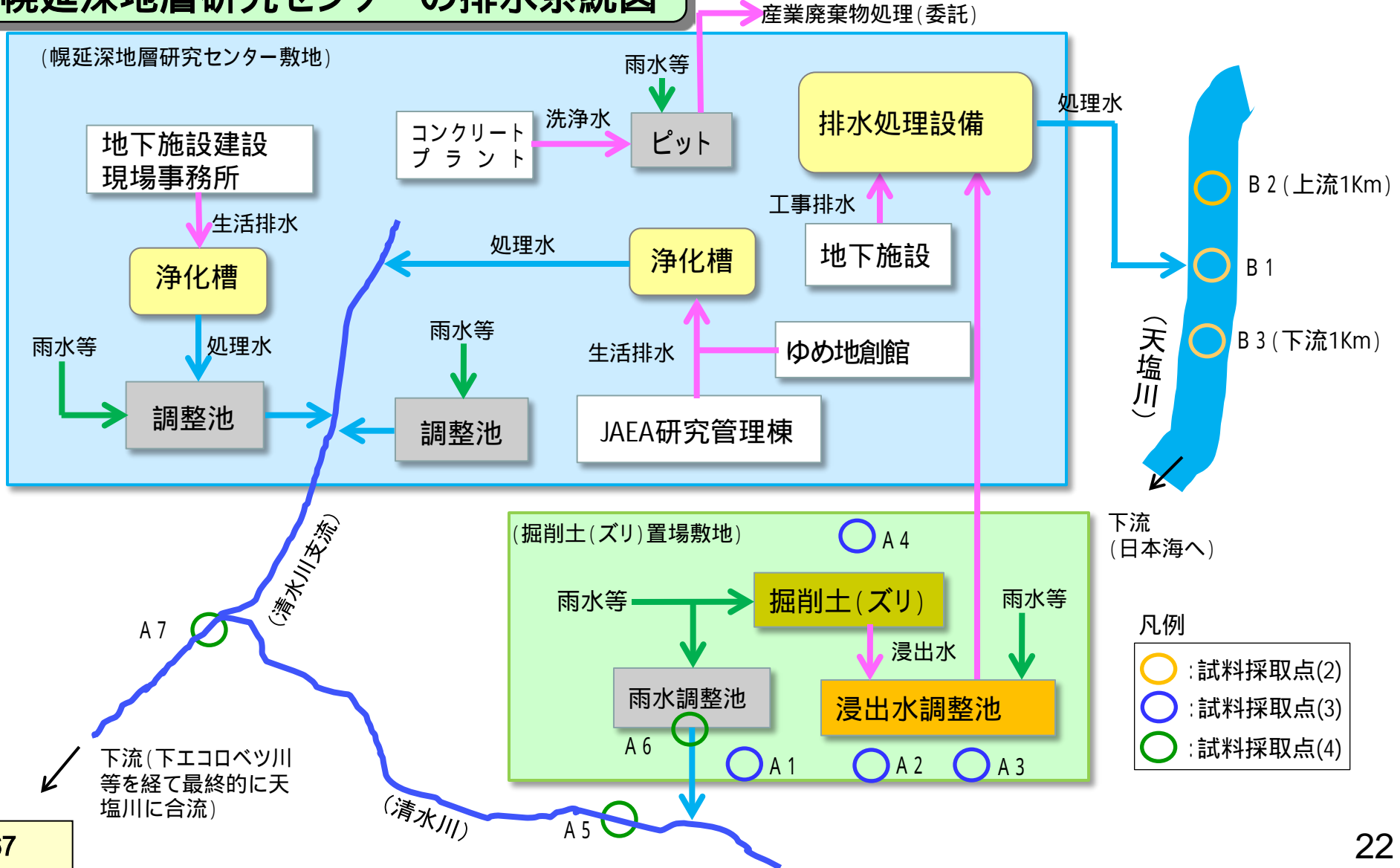


工事排水: 地下湧水、洗浄水、ホーリング掘削用清水
雨水等 : 雨水、融雪水

下流 (日本海へ)

4. 環境モニタリング

幌延深地層研究センターの排水系統図



4. 環境モニタリング

水質分析試料の採取状況



掘削土(ズリ)置場周辺の地下水 (A1 ~ A4)



天塩川の水質採取状況(B1 ~ B3)

4. 環境モニタリング

天塩川への排水量

排水処理設備からの処理済排水の天塩川への年間排水量は、約8万 m^3 でした。掘削土(ズリ)置場の融雪水の影響により4月の排水量が多くなっております。

月	排水量(m^3)	日最大排水量(m^3)	日平均排水量(m^3)
25年4月	10,587	693	352.9
5月	5,791	352	186.8
6月	8,450	477	281.7
7月	9,767	505	315.1
8月	7,135	573	230.2
9月	6,935	350	231.2
10月	7,527	500	242.8
11月	7,952	429	265.1
12月	5,982	504	193.0
26年1月	4,772	313	153.9
2月	3,789	317	135.3
3月	4,721	330	152.3
平成25年度	合計: 83,408	日最大: 693	日平均: 228.5

4. 環境モニタリング

(1) 地下施設からの排水の分析結果

平成25年度における地下施設からの排水の分析結果は、処理前の「立坑の原水」でホウ素が高い値を示していますが、自然由来によるものであり、「揚水設備における処理済排水」は排水基準以下でした。

主な分析項目	単位	採水地点			参考値 (水質汚濁防止法排水基準)
		立坑の原水	掘削土(ズリ)置場 浸出水調整池の原水	揚水設備における 処理済排水	
pH	-	8.2 ~ 9.3	7.1 ~ 8.2	6.9 ~ 8.0	5.8 ~ 8.6
カドミウム	mg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.1
ヒ素	mg/l	< 0.01 ~ 0.03	< 0.01 ~ 0.01	< 0.01	0.1
セレン	mg/l	< 0.01	< 0.01 ~ 0.04	< 0.01	0.1
フッ素	mg/l	< 0.8	< 0.8	< 0.8	8
ホウ素	mg/l	40 ~ 90	4.0 ~ 36	0.2 ~ 1.7	10
浮遊物質 (SS)	mg/l	40 ~ 580	7 ~ 27	< 1 ~ 2	200 (日間平均: 150)
塩化物イオン	mg/l	2,800 ~ 3,900	170 ~ 1,000	2,900 ~ 4,600	—

(分析結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。)

4. 環境モニタリング

(2) 天塩川の水質分析結果

平成25年度においては、浮遊物質量(SS)が高い値を示していますが、当センターからの排水は協定値以下であり、上流においても高い値を示していることから、融雪や降雨に伴う天塩川の増水によるものと考えられます。

主な分析項目	単位	天塩川			北るもい漁協 協定値
		B1:放流口	B2:放流口 上流1km	B3:放流口 下流1km	
ホウ素	mg/l	< 0.01 ~ 3.0	< 0.01 ~ 3.4	< 0.01 ~ 3.0	5以下
全窒素	mg/l	0.15 ~ 2.2	0.15 ~ 2.3	0.12 ~ 1.5	20以下
全アンモニア	mg/l	< 0.05 ~ 0.33	< 0.05 ~ 0.17	< 0.05 ~ 0.18	2以下 (B3地点のみ)
pH	-	6.7 ~ 7.8	6.9 ~ 7.7	6.9 ~ 7.7	5.8 ~ 8.6
浮遊物質量 (SS)	mg/l	< 1 ~ 47	< 1 ~ 79	< 1 ~ 43	20以下

(分析結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。)

4. 環境モニタリング

(3) 掘削土(ズリ)置場周辺の地下水の水質分析結果

平成25年度における掘削土(ズリ)置場周辺の地下水の水質分析結果は、過去の結果と比較して大きな変化は見られませんでした。

主な分析項目	単位	調査地点	掘削土(ズリ)搬入前 (H18.6 ~ H19.4)	掘削土(ズリ)搬入後 (H19.5 ~ H25.3)	H25年度
pH	-	A1 ~ A4	4.6 ~ 7.3	4.2 ~ 7.3	5.4 ~ 7.3
カドミウム	mg/ℓ	A1 ~ A4	< 0.001 ~ 0.004	< 0.001 ~ 0.009	< 0.001 ~ 0.001
ヒ素	mg/ℓ	A1 ~ A4	< 0.005	< 0.005 ~ 0.007	< 0.005
セレン	mg/ℓ	A1 ~ A4	< 0.002	< 0.002 ~ 0.005	< 0.002
フッ素	mg/ℓ	A1 ~ A4	< 0.1 ~ 0.4	< 0.1 ~ 0.4	< 0.1
ホウ素	mg/ℓ	A1 ~ A4	< 0.02 ~ 50.7	< 0.02 ~ 63.0	< 0.02 ~ 59
塩化物イオン	mg/ℓ	A1 ~ A4	9.7 ~ 2,910	9.3 ~ 3,400	9.7 ~ 2,700

(分析結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。)

4. 環境モニタリング

(4) 清水川及び掘削土(ズリ)置場雨水調整池の水質分析結果

平成25年度の清水川及び掘削土(ズリ)置場雨水調整池の水質からは、掘削土(ズリ)の搬入による影響は見られませんでした。夏場の雨水調整池においてpH値が高い値を示しており、植物の繁殖による光合成の影響と考えられます。

主な分析項目	単位	調査地点	掘削土(ズリ)搬入前 (H18.6～H19.4)	掘削土(ズリ)搬入後 (H19.5～H25.3)	H25年度
pH	-	A5～A7	5.8～7.4	5.7～8.6	6.2～9.1
カドミウム	mg/l	A5～A7	< 0.001～0.001	< 0.001～0.002	< 0.001
ヒ素	mg/l	A5～A7	< 0.005～0.011	< 0.005～0.015	< 0.005
セレン	mg/l	A5～A7	< 0.002	< 0.002～0.003	< 0.002
フッ素	mg/l	A5～A7	< 0.1～0.7	< 0.1～1.1	< 0.1～0.1
ホウ素	mg/l	A5～A7	< 0.02～0.3	0.02～0.44	< 0.02～0.42
浮遊物質(SS)	mg/l	A5～A7	1～173	< 1～500	< 1～66
塩化物イオン	mg/l	A5～A7	5.1～30.5	3.9～269	4.6～60

(分析結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。)

5. 安全確保の取組み

安全活動の実績

各種の安全活動に積極的に取り組むとともに、「安全推進協議会」を組織し、センター一丸となって安全活動を推進・実施しました。



安全大会(25年7月)



所長パトロール(月例)

各種安全行事による意識高揚
 定期的な安全パトロールの実施
 作業計画書による作業前の安全
 対策・リスクアセスメントの確認
 新規配属者・請負業者に対する
 安全教育の実施
 事故対応訓練(年2回)、通報連
 絡訓練(毎月)
 安全関係規則類の見直し改定
 安全推進協議会活動



安全推進協議会定例会(25年8月)



役員安全巡視(25年7月)



事故対応総合訓練(25年9月)

6. 開かれた研究

国内外の研究機関との協力

大学との研究協力

東京都市大学、京都大学、東北大学、岡山大学など

その他の機関との研究協力

幌延地圏環境研究所、電力中央研究所、産業技術総合研究所、
株式会社東京測器研究所、株式会社大林組、
原子力環境整備促進・資金管理センター

国外機関との研究協力

モンテリ・プロジェクト（スイスのモンテリでの国際共同研究）、
ANDRA（フランス放射性廃棄物管理公社）、
クレイクラブ（OECD/NEA Clay Club）など



大林組-原子力機構 共同研究
マルチ光計測プローブの設置作業
(平成26年1月、於 350m調査坑道)



第23回OECD/NEA Clay Club定例会議の様子
(平成25年9月、於 国際交流施設)

ご清聴，ありがとうございました。

