JAEA-Review
2013-018

超深地層研究所計画　年度報告書（2011 年度）

Mizunami Underground Research Laboratory Project Annual Report
for Fiscal Year 2011

國丸 貴紀　見掛 信一郎　西尾 和久　鶴田 忠彦　松岡 稔幸
石橋 正祐紀　笹尾 英嗣　引間 亮一　丹野 剛男　真田 祐幸
尾上 博則　佐藤 成二　狩野 智之　竹内 竜史　新宮 信也
大森 一秋　萩原 大樹　福田 朱里　岩月 輝希　湯口 貴史
濱 克宏　尾方 伸久　小出 馨　池田 幸喜　山本 勝　橋詰 茂
島田 顕臣　佐藤 稔紀　伊藤 洋昭　松井 裕哉　杉原 弘造

Takanori KUNIMARU, Shinichiro MIKAKE, Kazuhisa NISHIO, Tadahiko TSURUTA
Toshiyuki MATSUOKA, Masayuki ISHIBASHI, Eiji SASAO, Ryoichi HIKIMA
Takeo TANNO, Hiroyuki SANADA, Hironori ONOE, Seiji SATO
Tomoyuki KARINO, Ryuji TAKEUCHI, Shinya SHINGU, Kazuaki OHMORI
Hiroki HAGIWARA, Akari FUKUDA, Teruki IWATSUKI, Takashi YUGUCHI
Katsuhiro HAMA , Nobuhisa OGATA, Kaoru KOIDE, Koki IKEDA
Masaru YAMAMOTO, Shigeru HASHIZUME, Akiomi SHIMADA, Toshinori SATO
Hiroaki ITO, Hiroya MATSUI and Kozo SUGIHARA

地層処分研究開発部門
東濃地科学研究ユニット

Tono Geoscientific Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate

September 2013

Japan Atomic Energy Agency　日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ（http://www.jaea.go.jp）
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構　研究技術情報部　研究技術情報課
〒319-1195　茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2013

超深地層研究所計画 年度報告書（2011 年度）

日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門 東濃地科学研究ユニット

國丸 貴紀，見掛 信一郎 [+1]，西尾 和久 [※]，鶴田 忠彦[+2]，松岡 稔幸，石橋 正祐紀，笹尾 英嗣，引間 亮一[※]，丹野 剛男[※]，真田 祐幸，尾上 博則[+2]，佐藤 成二[※]，狩野 智之[※]，竹内 竜史，新宮 信也[※]，大森 一秋[※]，萩原 大樹 [+2]，福田 朱里 [*1]，岩月 輝希，湯口 貴史，濱 克宏，尾方 伸久，小出 馨，池田 幸喜[+1]，山本 勝[+1]，橋詰 茂[※]，島田 顕臣，佐藤 稔紀，伊藤 洋昭，松井 裕哉 [+3]，杉原 弘造

（2013 年 3 月 12 日受理）

独立行政法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センターでは,「地層処分技術に関する研究開発」のうち深地層の科学的研究（地層科学研究）の一環として，結晶質岩（花崗岩）を対象とした超深地層研究所計画を進めている。本計画は,「第 1 段階；地表からの調査予測研究段階」,「第 2 段階；研究坑道の掘削を伴う研究段階」,「第 3 段階；研究坑道を利用した研究段階」の 3 段階からなり，2011 年度は，第 2 段階および第 3 段階の調査研究を進めた。

調査研究においては，地質・地質構造に関する調査研究として，研究坑道の掘削に伴う壁面地質調査や地下水流動状態の変化を利用した電気探査による地下水流動モニタリング（自然電位測定）を継続した。岩盤の力学に関する調査研究では，第 1 段階で実施した初期応力測定結果の妥当性確認および初期応力評価手法の適用性・有効性を検討するため，深度 400m のボーリングコアを用いた初期応力測定や三次元弾性波速度測定を実施した。岩盤の水理に関する調査研究では，研究坑道内や地表から掘削したボーリング孔での地下水長期モニタリング，立坑の集水リングを用いた湧水量計測および表層水理観測を継続した。地下水の地球化学に関する調査研究では，研究坑道の掘削が周辺の地球化学環境（地下水の水質や物理化学パラメータなど）に与える影響を把握することを目的として採水調査を実施した。

これらの調査研究結果に基づき，水理地質構造モデルの構築・更新・妥当性確認に係わる方法論の整備を目的として，水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析を継続している。具体的には，更新した地質構造モデルおよび地表や研究坑道から掘削したボーリング孔を利用した調査や長期水圧モニタリングなどから得た情報に基づき，サイトスケール（2km 四方の領域）およびブロックスケール（数十 m～数百 m 四方の領域）の水理地質構造モデルの更新を行った。また，坑道周辺の 100m 四方程度のブロックスケールを対象として，物質移動に関する体系的な調査技術を整備することを目的として，2011 年度は，研究坑道周辺の水みちとなる割れ目の特徴を把握するために，グラウトにより充填された割れ目を対象とした岩石試料の採取および薄片観察などを実施した。

研究坑道の建設においては，主立坑を深度 481.3m から 500.4m まで，換気立坑を深度 497.7m

東濃地科学センター（駐在）：〒509-6132　岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-64
+1 ： 東濃地科学センター
+2 ： 福島技術本部　福島環境安全センター
+3 ： 研究開発統括ユニット
※ ： 技術開発協力員
*1 ： 独立行政法人産業技術総合研究所

から 500.2m まで掘削し，深度 500m の水平坑道において，主立坑，換気立坑ともに，立坑と水平坑道との連接部からそれぞれ 5m 程度掘削した。

また，共同研究として，一般財団法人電力中央研究所，独立行政法人産業技術総合研究所，学校法人東海大学，西松建設株式会社，スイス放射性廃棄物管理協同組合（Nagra）および韓国原子力研究所（KAERI）などと調査研究を進めた。併せて，施設利用として，公益財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所および国立大学法人名古屋大学に研究坑道の一部を貸与し，それぞれの研究活動に協力した。

Mizunami Underground Research Laboratory Project
Annual Report for Fiscal Year 2011

Takanori KUNIMARU, Shinichiro MIKAKE[+1], Kazuhisa NISHIO[※], Tadahiko TSURUTA[+2], Toshiyuki MATSUOKA, Masayuki ISHIBASHI, Eiji SASAO, Ryoichi HIKIMA[※], Takeo TANNO[※], Hiroyuki SANADA, Hironori ONOE[+2], Seiji SATO[※], Tomoyuki KARINO[※], Ryuji TAKEUCHI, Shinya SHINGU[※], Kazuaki OHMORI[※], Hiroki HAGIWARA[+2], Akari FUKUDA[*1], Teruki IWATSUKI, Takashi YUGUCHI, Katsuhiro HAMA, Nobuhisa OGATA, Kaoru KOIDE, Koki IKEDA[+1], Masaru YAMAMOTO[+1], Shigeru HASHIZUME[※], Akiomi SHIMADA, Toshinori SATO, Hiroaki ITO, Hiroya MATSUI[+3] and Kozo SUGIHARA

Tono Geoscientific Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate, Japan Atomic Energy Agency
Akiyo-cho, Mizunami-shi, Gifu-ken

(Received March 12, 2013)

Japan Atomic Energy Agency (JAEA) at Tono Geoscience Center (TGC) is pursuing a geoscientific research and development project namely the Mizunami Underground Research Laboratory (MIU) Project in crystalline rock environment in order to construct scientific and technological basis for geological disposal of High-level Radioactive Waste (HLW). The MIU Project has three overlapping phases: Surface-based Investigation phase (Phase I), Construction phase (Phase II), and Operation phase (Phase III). The MIU Project has been ongoing the Phase II and the Phase III in fiscal year 2011.

To understand geological structure, investigation of the shaft and gallery walls during excavations and monitoring of groundwater flow using geophysical method (self-potential method) have been continued. To validate the result of the in situ stress measurement performed in Phase I and to evaluate the applicability and feasibility of the in situ stress assessment method, in situ stress measurement using core from GL-400 m depth and seismic velocity monitoring were carried out.

As hydrogeological investigation, the long-term groundwater monitoring using boreholes drilled from surface and the measurement of groundwater inflow gathered from water-collecting rings and surface hydrogeological investigation were continually conducted as well as the long-term groundwater monitoring using boreholes in the shafts and galleries. As hydrochemical investigations, groundwater sampling was performed to understand the impact of the excavation on the hydrogeological environment such as groundwater components and hydrogeologic parameters. Also hydrogeological modeling and groundwater flow simulation have been continued based on the results of those above investigations. It

+1 : Geoscience Facility Construction Section, Tono Geoscience Center
+2 : Fukushima Environmental Research Unit
+3 : Geological Isolation Research Unit
※ : Collaboration Engineer
*1 : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

aims to develop the methods for establishing, improving and validating of hydrogeological model. Specifically, hydrogeological models focused on the site scale (2km square) and the block scale (approx. several 10 meters to several 100 meters square) were updated.

In fiscal year 2011, to aim at development of systematic investigation methods to measure solute transport parameters focused on the block scale (approx. several 10 meters to 100 m square) around the shafts and galleries, observation of core samples was carried out focused on the fracture parts where grouting material was injected, and characterized the water conducting fractures.

As collaboration studies, various experiments and researches have been performed with CRIEPI (Central Research Institute of Electric Power Industry), AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Tokai University, Nishimatsu Construction Co.,Ltd,, Nagra (National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste of Swiss) , KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) and other research organizations. Furthermore, as utilization of the MIU, the galleries have been collaboratively used with TRIES(Tono Research Institute of Earthquake Science) and Nagoya University.

Keywords:

Mizunami Underground Research Laboratory, MIU Project, Geological Disposal of HLW, Crystalline Rock

目 次

1. はじめに 1
2. 超深地層研究所計画の概要 3
2.1 目標 4
2.2 調査研究の進め方 5
2.3 超深地層研究所周辺の地質 11
2.4 瑞浪超深地層研究所の施設概要 12
3. 調査研究および施設建設の概要 14
3.1 研究所用地における調査研究の成果の概要 14
3.2 研究所用地における施設建設の概要 16
3.3 正馬様用地における調査研究の成果の概要 16
4. 調査研究および施設建設 17
4.1 研究所用地における第 2 段階の調査研究 18
4.1.1 地質・地質構造に関する調査研究 18
4.1.2 岩盤力学に関する調査研究 30
4.1.3 岩盤の水理に関する調査研究 39
4.1.4 地下水の地球化学に関する調査研究 70
4.1.5 深地層の工学技術の基礎の開発 96
4.2 研究所用地における第 3 段階の調査研究 100
4.2.1 物質移動に関する調査研究 100
4.2.2 坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価に関する調査研究 108
4.3 施設建設 109
4.4 正馬様用地における調査研究 113
5. 共同研究・国際協力および施設利用 124
6. 地層処分技術に関する分野間の連携研究 130
7. おわりに 132
付録 A 広域地下水流動研究 2011 年度報告 133
付録 B 地下水の水質分析結果一覧 143

Contents

1. Introduction 1
2. Overview of the Mizunami Underground Research Laboratory Project 3
2.1 Goals of the MIU Project 4
2.2 Research and development activities 5
2.3 Geology 11
2.4 MIU facilities 12
3. Overview of research and development activities in FY2011 14
3.1 Research and development activities at the MIU Construction Site 14
3.2 Construction at the MIU Construction Site 16
3.3 Research and development activities at the Shobasama Site 16
4. Results of investigations and construction in FY2011 17
4.1 Investigations at Phase II 18
4.1.1 Geological investigations 18
4.1.2 Rock mechanical investigations 30
4.1.3 Hydrogeological investigations 39
4.1.4 Hydrochemical investigations 70
4.1.5 Development of engineering technology for deep underground 96
4.2 Investigations at Phase III 100
4.2.1 Solute trasport studies 100
4.2.2 Excavation disturbed zone experiments 108
4.3 Construction 109
4.4 Investigation at the Shobasama Site 113
5. Collaboration studies with related research organizations and facility utilization 124
6. Collaboration studies among geological disposal technologies 130
7. Conclusions 132
Appendix A: Results on the Regional Hydrogeological Study Project in FY2011 133
Appendix B: Analytical results of groundwater samples 143

1. はじめに

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下，原子力機構）東濃地科学センターは，原子力政策大綱 [1]に定められている「深地層の研究施設等を活用して，深地層の科学的研究，地層処分技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化等に向けた基盤的な研究開発，安全規制のための研究開発を引き続き着実に進めるべきである」との方針に基づき，地層処分技術に関する研究開発のうち深地層の科学的研究（地層科学研究）を進めている。このうち，超深地層研究所計画は，結晶質岩（花崗岩）を主な対象として岐阜県瑞浪市において進めている研究計画である。

東濃地科学センターでは，1994 年 6 月に公表された「原子力の研究，開発および利用に関する長期計画（以下，原子力長計）」[2]において定められた「地層処分研究開発の基盤となる深部地質環境の科学的研究を着実に進めること」との方針および深地層の研究施設の位置づけに基づき「超深地層研究所地層科学研究基本計画（以下，基本計画）」[3]を 1996 年 11 月に策定し，超深地層研究所計画における調査研究を進めてきた。その後，2000 年 11 月に策定された原子力長計 [4]において核燃料サイクル開発機構（以下，サイクル機構；現：原子力機構）に新たな役割が定められたことに伴い，2001 年 4 月に基本計画を改訂した [5]。さらに，2002 年 1 月に瑞浪市との間で同市明世町の市有地の賃貸借契約を締結し，超深地層研究所の研究坑道 *などを同市有地に設置することとしたのを機に基本計画を改訂した [6]。

その後，2008 年 3 月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」（以下，「基本方針」）および「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」（以下，「最終処分計画」）の改定に関する閣議決定がなされ（同年 4 月施行），「基本方針」においては研究開発機関の役割として，深地層の研究施設や研究開発の内容の公開を通じた国民との相互理解促進への貢献について明示され，「最終処分計画」においては，地層処分事業の実施主体による精密調査地区の選定時期が「平成 20 年代前半」から「平成 20 年代中頃」に変更された。一方，これまでの超深地層研究所計画での調査研究により得られた情報から，深度 300m 付近は，より深部の地質環境と比較して割れ目が多く湧水の可能性があることが予想された。以上のような「基本方針」と「最終処分計画」の改定およびこれまでの調査研究で得られた成果を踏まえ，深度 300m に新たに研究坑道を設置して調査研究することにより，より深部での調査研究の成果とあわせて技術の高度化が可能になること，研究の場を広く一般に公開することで地層処分に関する国民との相互理解に資することが期待できることなどから，2008 年度に調査研究用の水平坑道を整備することとした。以上のような「基本方針」と「最終処分計画」の改定および深度 300m への調査研究用の水平坑道の整備を背景に，原子力機構では 2010 年に基本計画を改訂した [7]。

本報告書は，2011 年度の年度計画 [8]に基づき実施した，超深地層研究所計画の第 2 段階「研究坑道の掘削を伴う研究段階」および第 3 段階「研究坑道を利用した研究段階」における 2011 年度の調査研究の成果を示したものである。

また，東濃地科学センターでは，地質環境特性の研究を担うプロジェクトのひとつとして，超深地層研究所計画に先立ち広域地下水流動研究を進めてきた [9]。この研究は，広域における地表から地下深部までの地質・地質構造，岩盤の水理や地下水の水質を明らかにするために必要な調査・解析技術の開発を目標として，地下水流動系の涵養域から流出域までを包含する約 10km 四方の領域を対象に 1992 年度に調査研究を開始し，2004 年度末をもって主要な現場調査を終了した。2005 年度からは，土岐花崗岩における水理学的・地球化学的な基礎情報の取得および地下水流動解析結果の妥当性確認のためのデータ取得を目的として，既存の観測設備による表層水理（河

＊ 調査研究のために掘削される主立坑，換気立坑，水平坑道などからなる超深地層研究所の地下部分

川流量，降水量）観測およびボーリング孔を用いた地下水長期モニタリングを継続している。なお，超深地層研究所計画では，広域地下水流動研究で取得されたこれらの観測データを，研究坑道の建設に伴う周辺の岩盤や地下水の変化を把握するために利用している。本報告書の巻末に，広域地下水流動研究における 2011 年度の調査研究の成果を示す。

なお，2011 年度の調査研究では，東日本大震災の影響に伴い，一部の調査研究を 2012 年度以降に実施することとした。

参考文献

1) 原子力委員会：“原子力政策大綱”（2005）.
2) 原子力委員会：“原子力の研究，開発および利用に関する長期計画”（1994）.
3) 動力炉・核燃料開発事業団:“超深地層研究所地層科学研究基本計画”，PNC TN7070 96-002（1996）.
4) 原子力委員会：“原子力の研究，開発および利用に関する長期計画”（2000）.
5) 核燃料サイクル開発機構：“超深地層研究所地層科学研究基本計画”，JNC TN7410 2001-009（2001）.
6) 核燃料サイクル開発機構：“超深地層研究所地層科学研究基本計画”，JNC TN7410 2001-018（2002）.
7) 日本原子力研究開発機構：“超深地層研究所地層科学研究基本計画”，JAEA-Review 2010-016（2010）.
8) 日本原子力研究開発機構：“超深地層研究所計画年度計画書（2011 年度）”，JAEA-Review 2011-027（2011）.
9) 動力炉・核燃料開発事業団：“広域地下水流動研究基本計画書”，PNC TN7020 98-001（1997）.

2. 超深地層研究所計画の概要

調査研究は，研究坑道の建設に先立って開始し，研究坑道の完成後までの約 20 年をかけて実施する。本計画では，研究坑道の建設工程やこれに伴う調査研究の課題，対象，空間スケールなどを考慮し，計画全体を，第 1 段階（地表からの調査予測研究段階），第 2 段階（研究坑道の掘削を伴う研究段階）および第 3 段階（研究坑道を利用した研究段階）の 3 段階に区分して進めている。このように段階的に進めることにより，天然の地質環境と，その地質環境が坑道の掘削などにより変化する状況を把握することができる。また，この間，深部地質環境の予測とその予測結果の妥当性の確認を段階ごとに繰り返して行うことにより，前段階で適用した調査・解析・評価手法の妥当性や有効性を評価することが可能となる。これらにより得られた情報や知見などは，地質環境を対象とした一連の調査，評価などに関する総合的な方法論としての体系化を通じて，処分事業と安全規制の技術基盤の整備に資するとともに，地層処分に関する国民との相互理解促進にも貢献することが期待される。

当初の本計画は，岐阜県瑞浪市明世町にある原子力機構用地（図 2-1：正馬様用地）において「地表からの調査予測研究段階（第 1 段階）」を進めてきた。その後，2002 年 1 月に瑞浪市と市有地の賃貸借契約を締結し，超深地層研究所の研究坑道などの施設を市有地（図 2-1：瑞浪超深地層研究所用地；以下，研究所用地）に設置し，調査研究を進めることとした。

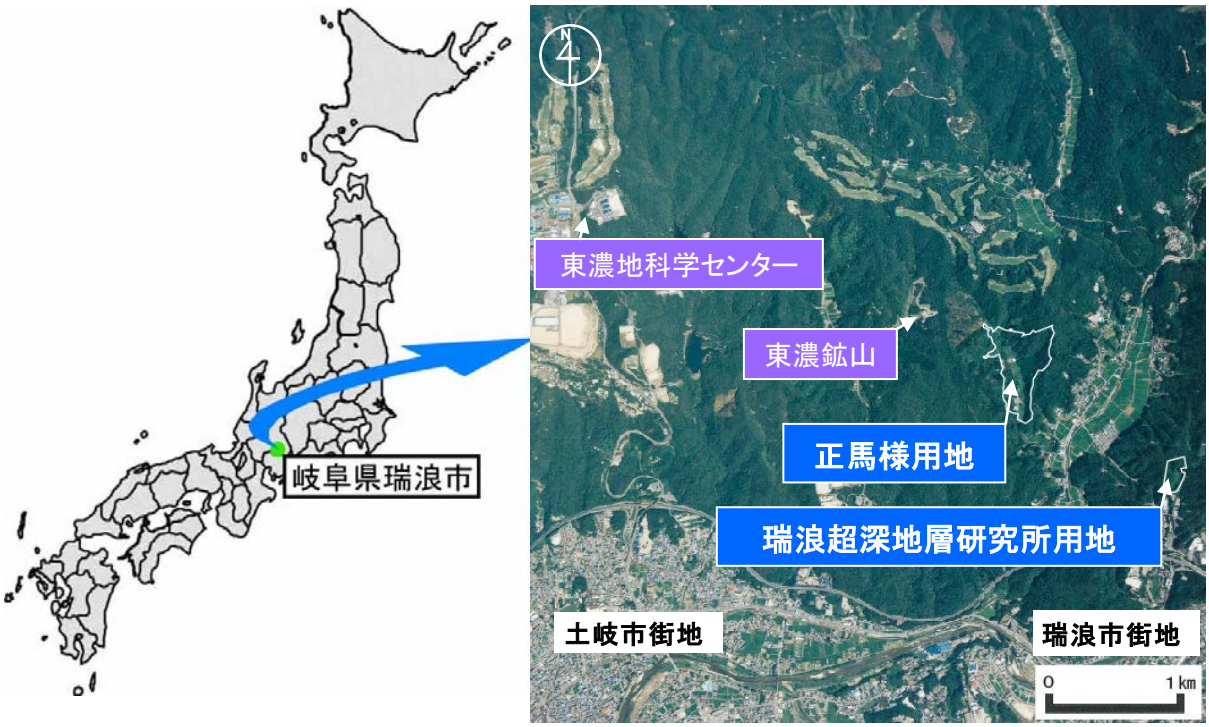


図 2-1 超深地層研究所の設置場所

2.1 目標

超深地層研究所計画においては，全体目標として以下の二つを設定している（詳細は，基本計画[1)]を参照）。

【全体目標】

①深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備

②深地層における工学技術の基盤の整備

本計画は，第 1 段階（地表からの調査予測研究段階），第 2 段階（研究坑道の掘削を伴う研究段階），第 3 段階（研究坑道を利用した研究段階）の三つに区分して進めることとしている。以下に各段階における目標とその内容の概略を示す（詳細は，基本計画[1)]を参照）。

【段階目標】

第 1 段階：地表からの調査予測研究段階

①地表からの調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道掘削前の深部地質環境の状態の把握

地表からの調査研究により坑道掘削前の深部地質環境に関する情報を取得し，取得した情報の集約と理解をとおして，坑道掘削前の地質環境モデル（サイトスケール；数 km 四方）（図 2.2-1，表 2.2-1）を構築する。更に，坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化を予測する。

また，第 1 段階における調査手法と深部地質環境の理解度との対比から当段階で用いた一連の調査・解析・評価手法の有効性を評価する。

②研究坑道の詳細設計および施工計画の策定

本段階において取得する深部地質環境に関する情報および坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化に関する予測を考慮しつつ，③において策定する第 2 段階における調査研究計画に基づいて，研究坑道の詳細レイアウトを決定する。また，実際に適用する施工技術ならびに機械・設備を選択し，具体的な施工計画を決定する。

③ 研究坑道の掘削を伴う研究段階の調査研究計画の策定

前述①の深部地質環境に関する情報ならびに坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化に関する予測結果を踏まえ，第 2 段階における具体的な調査研究計画を策定する。

第 2 段階：研究坑道の掘削を伴う研究段階

①研究坑道の掘削を伴う調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の掘削による深部地質環境の変化の把握

坑道の掘削に伴って得られる深部地質環境に関する情報および坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化に関する情報を取得し，第 1 段階で構築した地質環境モデル（サイトスケール）および第 1 段階で予測した坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化の予測の妥当性を評価する。更に，新たに得られた情報に基づき，第 1 段階で構築した地質環境モデル（サイトスケール）を更新する。また，更新された地質環境モデル（サイトスケール）を基にブロックスケール（数十～数百 m 四方）（図 2.2-1，表 2.2-1）の地質環境モデルを構築し，第 3 段階で実施する坑道の拡張に伴う坑道周辺の地質環境の変化を予測する。

また，第 2 段階における調査手法と深部地質環境の理解度との対比から，当段階で用いた一連の調査・解析・評価手法の有効性を評価する。

②研究坑道の施工・維持・管理に係わる工学技術の有効性の確認

坑道の施工・維持・管理に用いた工学技術の有効性を評価し，必要に応じてそれらの高度化を図る。また，実際の地質環境が予測結果と大きく異なる場合や大量湧水・山はねなどの突発的な事象が発生した場合などにおいては,必要に応じて対策工を講じ,その技術の適応性を確認する。更に，掘削中の坑道内の安全を確保するための技術を確認する。

③研究坑道を利用した研究段階の調査研究計画の策定

前述の深部地質環境に関する情報や予測結果,これまでの地層科学研究の成果[2,3]ならびに海外の地下研究施設などにおいて実施してきた調査研究の成果を踏まえ，研究坑道を利用した調査研究の課題を抽出し，調査研究計画の具体化を図る。

第３段階：研究坑道を利用した研究段階

①研究坑道を利用した調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の拡張による深部地質環境の変化の把握

研究坑道を利用した調査研究により深部地質環境の特性を把握するための手法の開発を行うとともに，深部地質環境に関する三次元的な情報を取得・蓄積し，本段階までに構築した地質環境モデル（サイトスケール・ブロックスケール）の妥当性を評価する。更に，新たに取得された情報に基づき，必要に応じて地質環境モデル（サイトスケール・ブロックスケール）を更新する。

また，研究坑道を利用した調査研究により取得した情報や地質環境モデル（サイトスケール・ブロックスケール）を用いた解析結果などに基づき，坑道の拡張に伴う坑道周辺の地質環境の変化に関する予測の妥当性を評価する。

以上のように深部地質環境の予測とその妥当性の評価を段階ごとに繰り返し行うことにより，前段階で用いた調査・解析・評価手法の妥当性や有効性を確認することが可能となる。

② 深地層における工学技術の有効性の確認

地下深部において，坑道の健全性を長期にわたり維持する技術の有効性を確認する。また，坑道の掘削工事に関する工程や品質などの管理体系を構築し，坑道内の研究環境を適切に維持・管理するための技術を整備する。また，坑道の掘削が地質環境に及ぼす影響を軽減・修復する工学技術の可能性について検討し，必要に応じて開発・整備する。また，実際の地質環境が推定結果と大きく異なる場合や大量湧水・山はねなどの突発的な事象が発生した場合などにおいては，必要に応じて対策工を講じ，その技術の適応性を確認する。

2.2 調査研究の進め方

本計画の全体目標のひとつである「深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備」に関しては，高レベル放射性廃棄物の地層処分にとって重要な地質環境特性を，安全評価，地下施設の設計・施工および環境影響評価の観点から，調査研究の個別目標と課題を図 2.2-2 に示すとおり設定している[4]。これらの個別目標と課題に対する研究成果の反映を念頭において，不均質性を有する地質環境を限られた調査量で効率的に理解していくという考え方に基づき，広域地下水流動研究と組み合わせて，四つの空間スケールを設けて調査研究を進めている。図 2.2-1 に空間スケールの概念，表 2.2-1 に空間スケールと対象範囲の地層処分技術に関する研究開発における位置付けを示す[5]。

本研究の実施にあたっては，空間スケールを区分して段階的に調査研究を進め，その進展に伴う情報量の増加に応じて，地質環境特性に係わる理解度や調査の達成度を順次評価しつつ，次の

調査または段階へ移行する判断が重要であるとの考え方に基づき，図 2.2-3 に示す繰り返しアプローチを採用している[5]。第 1 段階の調査研究では，図 2.2-4 に示すように既存情報調査/地表地質調査から孔間トモグラフィ探査/孔間水理試験までの 6 段階を設け，繰り返しアプローチをより強く意識した調査研究を展開した。

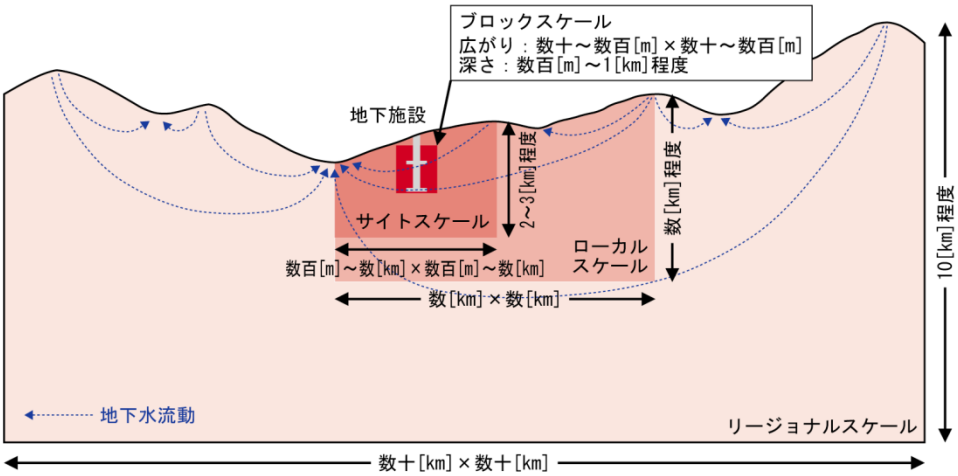


図 2.2-1　空間スケールの概念[5]

表 2.2-1　空間スケールの対象範囲と位置付け[5]

空間スケール／対象範囲		地層処分技術に関する研究開発における位置付け
リージョナルスケール	平面：数百[km^2]程度 （数十[km]×数十[km]） 深さ：10[km]程度	・ローカルスケールの研究領域／境界条件の設定
ローカルスケール	平面：数十[km^2]程度 （数[km]×数[km]） 深さ：数[km]程度	・地層処分システム全体の安全評価 ・地下施設の設計のための基礎情報の収集 ・サイトスケールの研究領域／境界条件の設定
サイトスケール	平面：数[km^2]程度 （数百[m]～数[km]×数百[m]～数[km]） 深さ：2～3[km]程度	・人工バリア周辺から対象岩盤全体の安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測 ・ブロックスケールの研究領域／境界条件の設定
ブロックスケール	平面：数百[m^2]程度 （数十～数百[m]×数十～数百[m]） 深さ：数百[m]～1[km]程度	・人工バリアから生物圏までの一部における安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測 ・より小スケールの研究領域／境界条件の設定

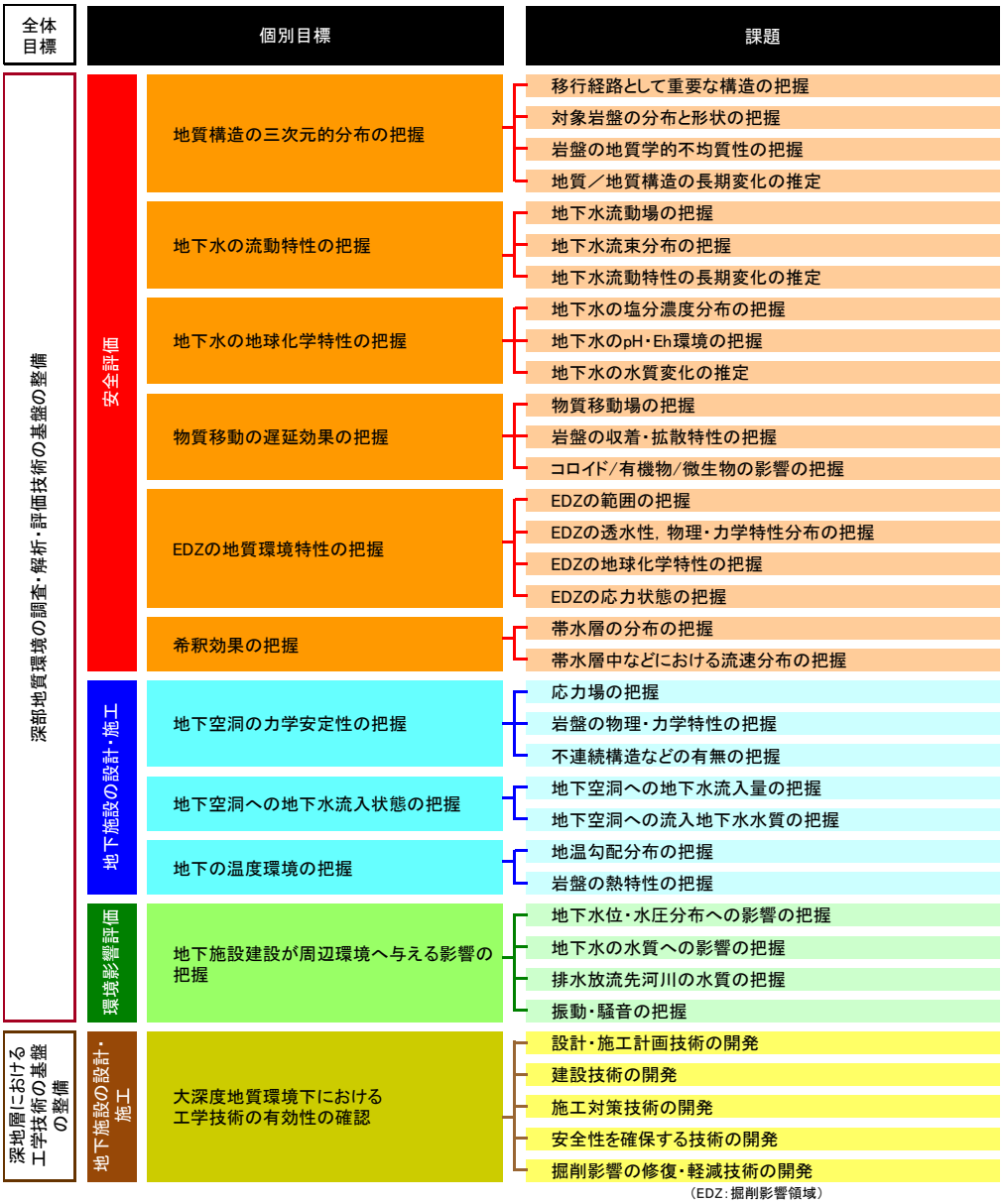


図 2.2-2　調査研究の個別目標と課題 [4)]

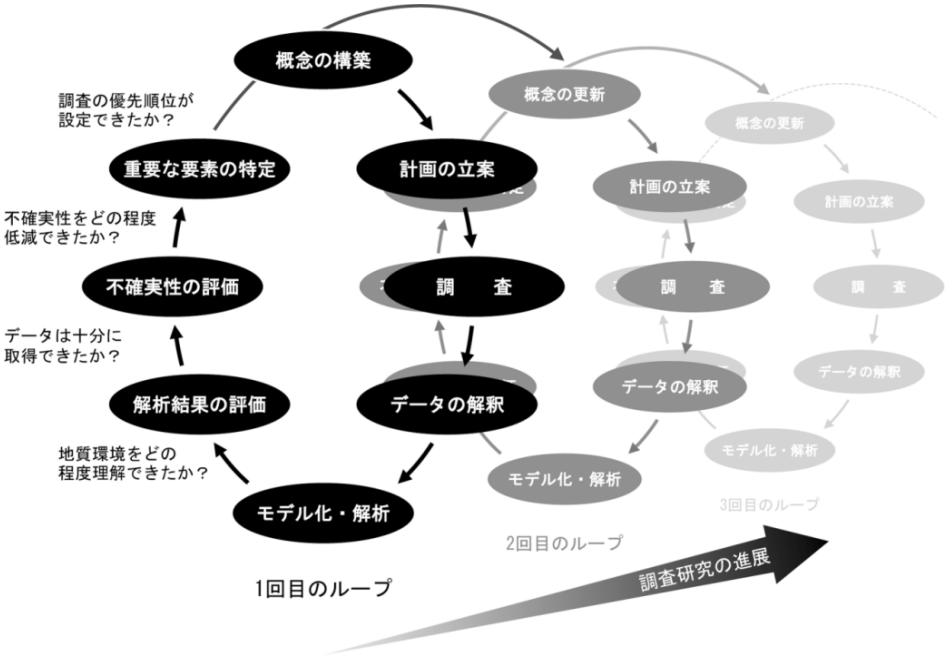


図 2.2-3　調査研究の繰り返しアプローチ [5)]

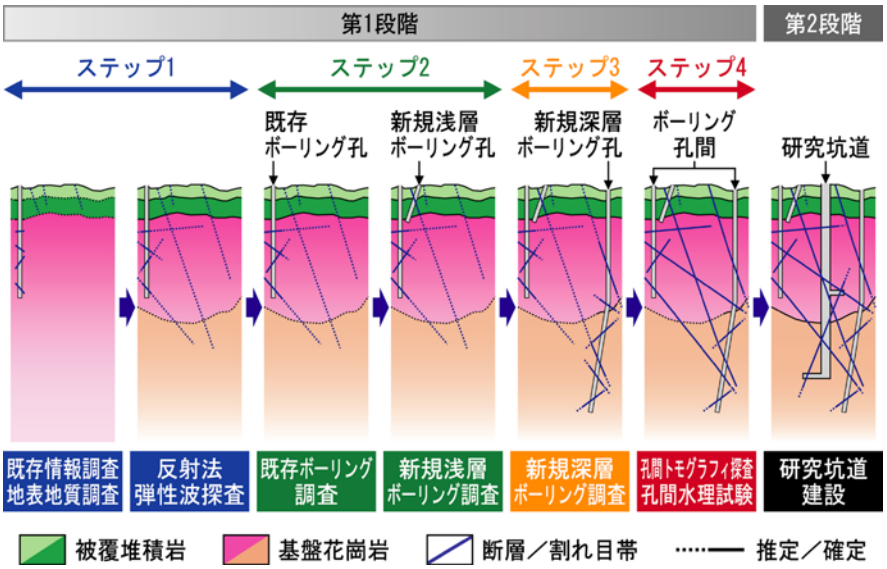


図 2.2-4 研究所用地における第 1 段階から第 2 段階にいたる調査研究の進め方 [5)]

それぞれの空間スケールに繰り返しアプローチを適用して調査研究を合理的に進めていくためには，繰り返しアプローチにおける「調査」→「データの解釈」→「モデル化・解析」の具体的な道すじを示すことが重要と考えられる。本計画では，海外のサイト特性調査の事例 [6)]も参考にして，第 2 段階における個別目標および課題の達成に向けた，調査から概念化／モデル化／シミュレーションに至る系統的なデータの流れを記述・整理した統合化データフロー[5)]を構築し，この統合化データフローに基づいて調査研究を進めることとしている。図 2.2-5 に第 2 段階の調査研究のために構築した統合化データフローの一例を示す。

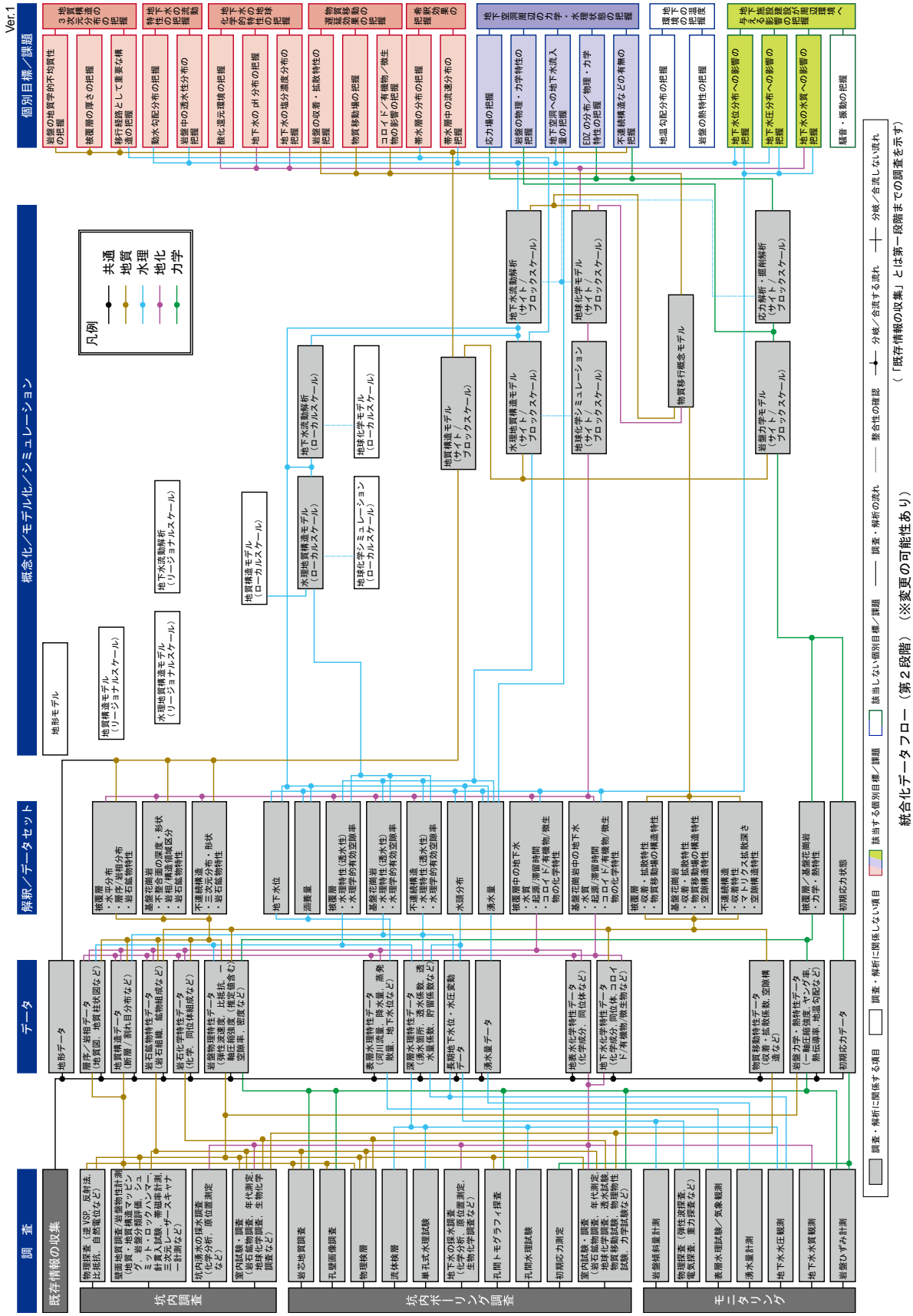
この統合化データフローは，地下施設の設計・施工および安全評価の観点から整理した調査研

究の個別目標と課題に対して，第 1 段階の調査研究の成果に加えて，第 2 段階の調査研究の種類と組み合わせ，取得するデータの種類，データの解釈および異なる分野で得られた情報の統合など，実際の作業の流れに沿って基本的な調査研究の進め方を示したものである。調査研究の進展に伴って蓄積された科学的・技術的知見を踏まえて統合化データフローの妥当性を評価し，さらにその最適化および詳細化を段階的に図ることにより，地層処分にとって重要な地質環境特性を理解するための体系化された調査・評価技術が整備されることになる。

本計画の二つの全体目標のうちの「深地層における工学技術の基盤の整備」については，既存のあるいは新たに開発される工学技術を特定の地質環境に適用することにより，地下深部に研究坑道を設置し安全かつ合理的に施工・維持・管理できることを確認する。

本計画では，既存の工学技術を研究所用地において適用し，深部地質環境に関する情報および推定に基づき，地下深部における岩盤の長期健全性，坑道の力学的安定性や耐震性などを解析・評価する。これにより地質環境の変動幅や実施する調査研究に対応可能な研究坑道の詳細設計および施工計画の策定が可能であることを例示する。さらに，研究坑道を実際に施工・維持・管理し，あるいは坑道の掘削による地質環境への影響の修復・軽減のために適用した工学技術の有効性を確認する。実際の地質環境が推定結果と大きく異なる場合や大量出水や山はねなどの突発的な事象が発生した場合などにおいては，設計変更や対策工の適用により柔軟に対応できることが重要である。そのため，必要に応じて湧水抑制対策などの施工対策技術，施工管理システムや工学材料などの開発・改良を行う。研究坑道においては研究環境の維持・管理および安全確保の技術の適用性を確認し，これに関わる管理体系を構築する。

本目標を達成することにより，地下深部に所要の施設を建設し，研究活動などが安全に実施可能であることを実証することができると期待される。



統合化データフロー（第２段階）（※変更の可能性あり）

図 2.2-5 研究目標／反映先と系統的なデータの流れを記述・整理したフローの例[4)]

2.3 超深地層研究所周辺の地質

研究所用地および正馬様用地においては，基盤をなす後期白亜紀の花崗岩（土岐花崗岩）を新第三紀中新世の堆積岩（瑞浪層群）が不整合に覆い，さらにそれを固結度の低い新第三紀中新世～第四紀更新世の砂礫層（瀬戸層群）が不整合に覆っている（図 2.3-1）[6]。

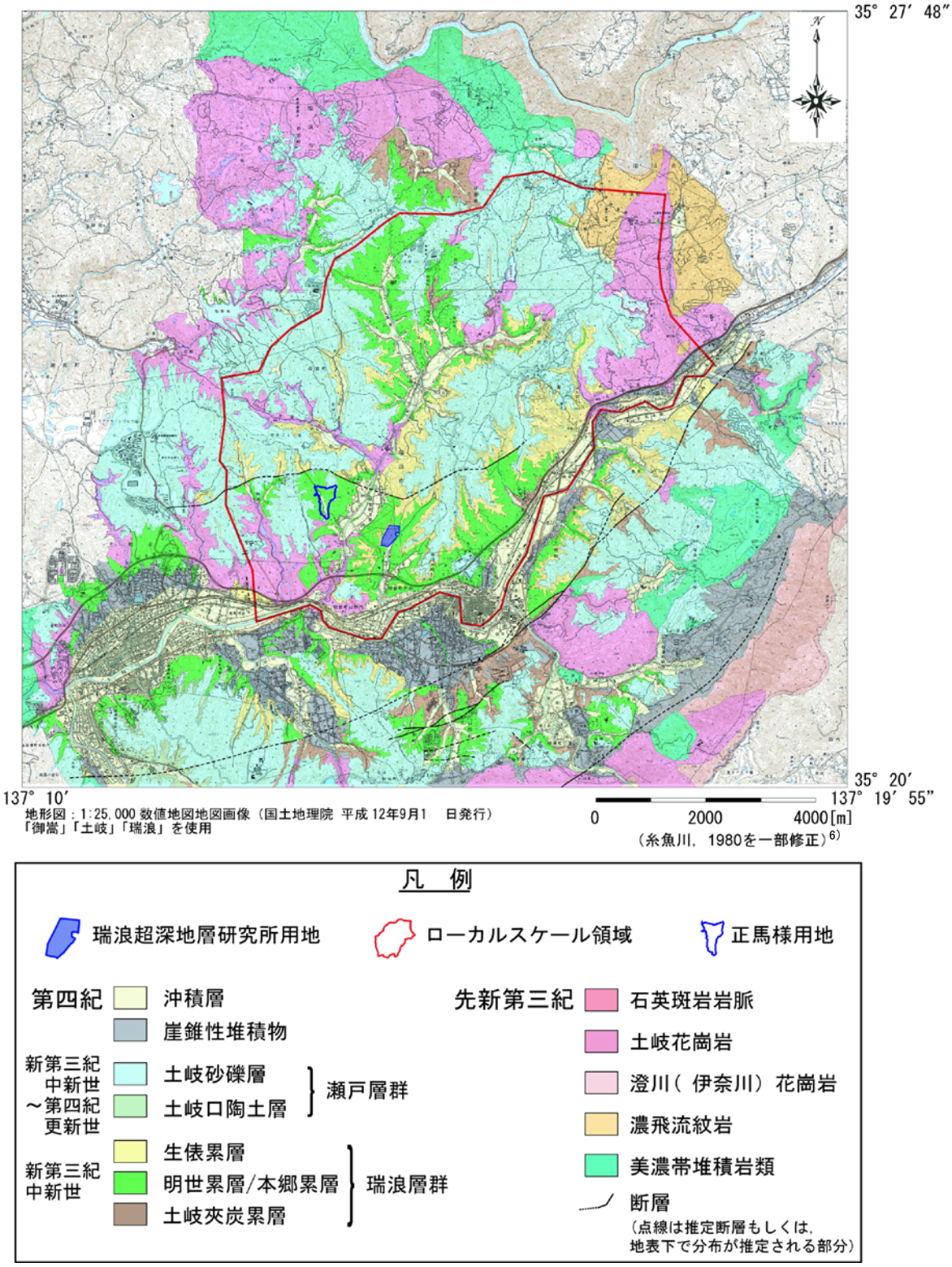


図 2.3-1 超深地層研究所周辺の地質概要

2.4 瑞浪超深地層研究所の施設概要

瑞浪超深地層研究所は，地上施設と研究坑道からなる（図 2.4-1，図 2.4-2）。地上施設は，立坑掘削に用いる櫓設備と巻上設備，掘削に伴い必要となる給排水設備，換気設備，コンクリートプラント，排水処理設備などの付帯設備，作業全体に係わる設備としての受変電設備，非常用発電設備，資材置場，火工所，管理棟などからなる。一方，研究坑道は，主立坑，換気立坑，二つの水平坑道群（深度 500m ステージおよび最深ステージ），深度 300m における水平坑道（深度 300m 研究アクセス坑道）および深度 100m ごとに主立坑と換気立坑をつなぐ予備ステージなどからなる。

なお，研究坑道のレイアウトは，今後，研究所用地で取得される地質環境の情報や施工条件に基づき必要に応じて見直す。

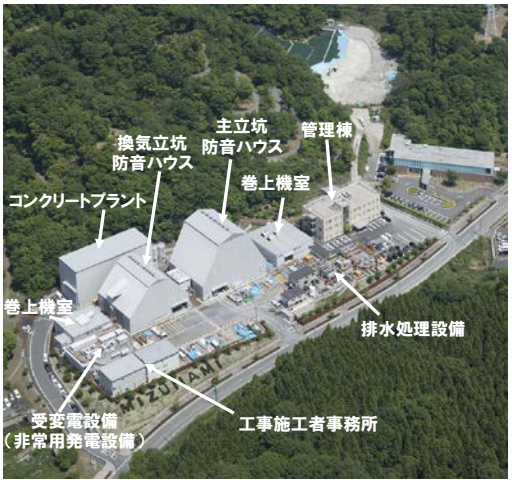
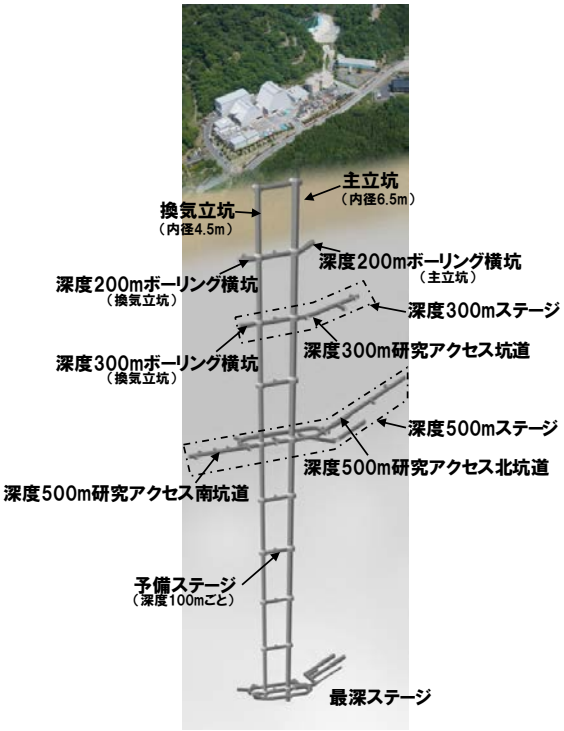


図 2.4-1 瑞浪超深地層研究所の地上施設



（坑道の位置や長さなどは計画であり，地質環境や施工条件などにより決定していく。）

図 2.4-2 瑞浪超深地層研究所の研究坑道イメージ図

参考文献

1) 東濃地科学研究ユニット：“超深地層研究所地層科学研究基本計画”，JAEA-Review 2010-016（2010）．
2) 核燃料サイクル開発機構：“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－”，JNC TN1400 99-020～024（1999）．
3) 核燃料サイクル開発機構：“釜石原位置試験総括報告書”，JNC TN7410 99-001（1999）．
4) 三枝博光，松井裕哉，濱 克宏，佐藤稔紀，鶴田忠彦，竹内竜史，國丸貴紀，松岡稔幸，水野 崇：“超深地層研究所計画における調査研究の考え方と進め方－深度 500m までの調査研究計画－”，JAEA-Review 2011-022（2011）．

5) 核燃料サイクル開発機構:“高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する知識基盤の構築－平成 17 年取りまとめ－分冊 1 深地層の科学的研究－”，JNC TN1400 2005-014（2005）.
6) 糸魚川淳二：“瑞浪地域の地質”，瑞浪市化石博物館専報，No1, pp.1-50（1980）.

3. 調査研究および施設建設の概要

2011 年度の調査研究は，「超深地層研究所計画年度計画書（2011 年度）」[1)]に基づき実施した。一方で，2011 年度は，2011 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」に伴い，原子力機構においても，茨城県にある「東海研究開発センター」，「J-PARC センター:Japan Proton Accelerator Research Complex」，「大洗研究開発センター」などの施設が被災するとともに，日本唯一の原子力研究機関として，東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故の対応にあたったことから，一部の研究については，2012 年度以降に実施する結果となった。

以下に 2011 年度の各調査研究の概要を示し，詳細については，第 4 章以降に記述する。

3.1 研究所用地における調査研究の成果の概要

地質・地質構造に関する調査研究では，第 1 段階において構築した地質構造モデルの妥当性を確認するために，研究坑道内の壁面地質調査および電気探査による地下水流動モニタリング（自然電位測定）を継続した。これらの調査研究で得られた情報を用いて，地質構造モデルの更新等を実施した。壁面地質調査では，主立坑に分布する断層の深度 500m までの分布や，断層周辺の割れ目および変質の特徴，換気立坑においては，深度 500m までに認められた高角度割れ目の分布や特徴を把握した。自然電位測定では，2011 年度は研究坑道掘削の進捗が少ないことやボーリング調査時の一時的な湧水量の増減等がなかったことから，地質構造の分布の推定等に活用できる電位変化は観測されなかった。サイトスケールの地質構造モデルについては，2010 年度に構築した地質構造モデル（Site_Geo_Model_P2_sh460_prov_2010；以下，Site_Geo_sh460_prov）を，深度 300m 研究アクセス坑道および深度 400m 予備ステージからのボーリング調査結果や立坑深度 500m までの壁面調査結果を付加して更新し，Site_Geo_Model_P2_sh460_2011（以下，Site_Geo_sh460）および Site_Geo_Model_P2_sh500_2011（以下，Site_Geo_sh500）を構築した。また，ブロックスケールの地質構造モデルについては，深度 300m および深度 500m ステージを含む領域を対象とした地質構造モデル（Block_Geo_DFN_P2_sh460_URL_2011；以下，Block_Geo_sh460）を構築した。

岩盤力学に関する調査研究では，深度 400m 予備ステージで採取されたボーリングコアを用いた初期応力測定および岩盤物性の異方性の比較のために三次元弾性波速度測定を行い，第 1 段階で実施した初期応力測定結果の妥当性確認および初期応力評価手法の適用性･有効性を検討した。また，2011 年度に掘削した換気立坑・主立坑の掘削ずりおよび深度 300m と 400m で実施したボーリングコアを用いた物理・力学試験を実施し，これらの結果を含めた研究坑道掘削の進捗に伴って取得される地質データなどに基づき，第 1 段階で実施した調査結果の妥当性確認を行うとともに，第 2 次取りまとめ[2)]における既存情報で得た岩盤物性と土岐花崗岩との対比を実施した。

岩盤の水理に関する調査研究では，第 1 段階で構築した水理地質構造モデルの妥当性確認に係わる方法論の整備および研究坑道掘削に伴う地下水位や地下水圧といった地下水流動場の変化の把握を目的とした調査研究を実施した。具体的には，地下水流動場の変化を把握するための湧水量計測および地下水長期モニタリングを継続的に実施するとともに，これらのモニタリングで得られた情報を用いて，研究所用地周辺の水理地質構造を概念化し，これまでの調査研究で得られたサイトスケールの水理地質構造に関する知見の妥当性を確認した。これらの調査・モデル化・解析作業を通じて，第 1 段階で構築した水理地質構造モデル（Site_Hydro_Model_P1_step4_2007）の更新の考え方（調査データの使用方法を含む）に基づき継続的に実施しているモデルのキャリブレーション結果の妥当性を確認しつつ，第 2 段階の調査で取得されるデータを用いたモデル更新の考え方を整理した。水理地質構造モデルの構築・更新を繰り返すことにより，水理地質構造

に係わるデータの過不足や不確実性の低減の程度を把握でき，今後の調査の目的を明確にすることが可能になると考えられる。さらに，第 3 段階の調査研究として深度 300m および深度 500m ステージを含む研究坑道周辺のブロックスケールの水理地質構造モデル（Block_Hydro_DFN_P2_sh460_URL_2011 ; 以下 Block_Hydro_sh460）を構築し，土岐花崗岩の水理特性の空間的不均質性の推定や第 3 段階の調査研究計画を具体化するための基礎情報を整理した。

地下水の地球化学特性に関する調査研究では，第 1 段階で構築した地球化学概念モデルの妥当性の確認および研究坑道掘削が地下水の地球化学特性に与える影響の把握を目的とした水質観測を実施した。また，これまでの水質観測により把握した水質分布の変化に関わる要因について，三次元での非定常移流分散解析により検討した。水質観測の結果，深度 400m のボーリング孔（10MI26 号孔）において，これまでに確認されていた深部地下水の上昇を浅部より顕著に確認できたことから，立坑の坑底付近では深部地下水の上昇傾向が大きいことを確認した。また，各予備ステージから掘削した水質観測のためのボーリング孔において，各深度での水質が類似する区間が認められ，上下方向で地下水の混合が起きている可能性が示唆された。以上の概念に基づき行った非定常三次元移流分散解析では，研究坑道掘削に伴う深部地下水の上昇による水質分布の変化が，観測値にみられる大局的な濃度変化と類似した傾向を定性的に再現できたことから，研究坑道掘削に伴う水質分布の変化を予測するための手法として有効であると考えられた。また，以上のような実測値に基づく水質分布の変化プロセスの概念化およびその概念に基づく移流分散解析といった一連の手法は，第 1 段階で構築した地下水の地球化学概念モデルの妥当性を確認し，研究坑道掘削が地下水の水質分布に与える影響を把握する手法として有効と考えられる。

物質移動に関する調査研究は，超深地層研究所計画の第 3 段階の調査研究に位置付けられている調査研究である。2011 年度は，物質移動に寄与する割れ目の特徴を理解するために，グラウト材が充填された割れ目（以下，グラウト充填割れ目）が水みちとして機能していたと仮定し，グラウト充填割れ目を研究坑道において採取し，岩石・鉱物学的試験を行った。薄片観察の結果，グラウト充填割れ目面には，粗粒（数十 μm 以上）のカルサイトや，細粒（数 μm 程度）のカルサイトと粗粒のカルサイトが層状構造をなす組織も観察された。これらのカルサイトの有無や岩石組織のような岩石・鉱物学的な情報は，物質の移動経路となる割れ目を識別する際の有効な判断基準となる可能性が考えられる。

また，ブロックスケールの地質構造モデル（Block_Geo_sh460）と水理地質構造モデル（Block_Hydro_sh460）の構築手法や，ボーリング調査時のコア観察結果などに基づき，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）周辺の割れ目の分布をモデル化（Block_Solute_DFN_P3_URL_2011）し，研究坑道における調査研究計画の検討に反映した。

3.2 研究所用地における施設建設の概要

2011 年度は，主立坑では，深度 481.3m から深度 500.4m まで，換気立坑では，深度 497.7m から深度 500.2m まで掘削した。さらに，深度 500m の水平坑道の掘削に着手し，主立坑，換気立坑ともに，立坑と水平坑道との連接部分からそれぞれ 5m 程度掘削した。

3.3 正馬様用地における調査研究の成果の概要

正馬様用地では，超深地層研究所計画の全体目標のひとつである「深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備」に関連し，これまでに蓄積してきた月吉断層とその周辺の地質環境に関する情報の取得や，ボーリング孔などの研究資源を利用した要素技術開発の場として活用し，研究所用地での調査研究の効率化を図るための要素技術の高度化に向けた調査研究を実施してきている。

2011 年度は，2010 年度に引き続き，断層に着目した地下水流動場の把握を目的とした，正馬様用地内の深層ボーリング孔を用いた地下水の長期モニタリング，および，地下への涵養量の把握を目的とした表層水理観測システムによる観測を継続した。

参考文献

1) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏， 池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画年度計画書（2011 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-027（2011）.

2) 核燃料サイクル開発機構：“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−”，JNC TN1400 99-020～024（1999）

4. 調査研究および施設建設

本章では，2011 年度に実施した研究所用地における第 2 段階および第 3 段階の調査研究をそれぞれ 4.1 および 4.2 に，また，施設建設について 4.3 に取りまとめた。

研究坑道レイアウトおよび研究坑道における主な調査位置を図 4-1 に示す。

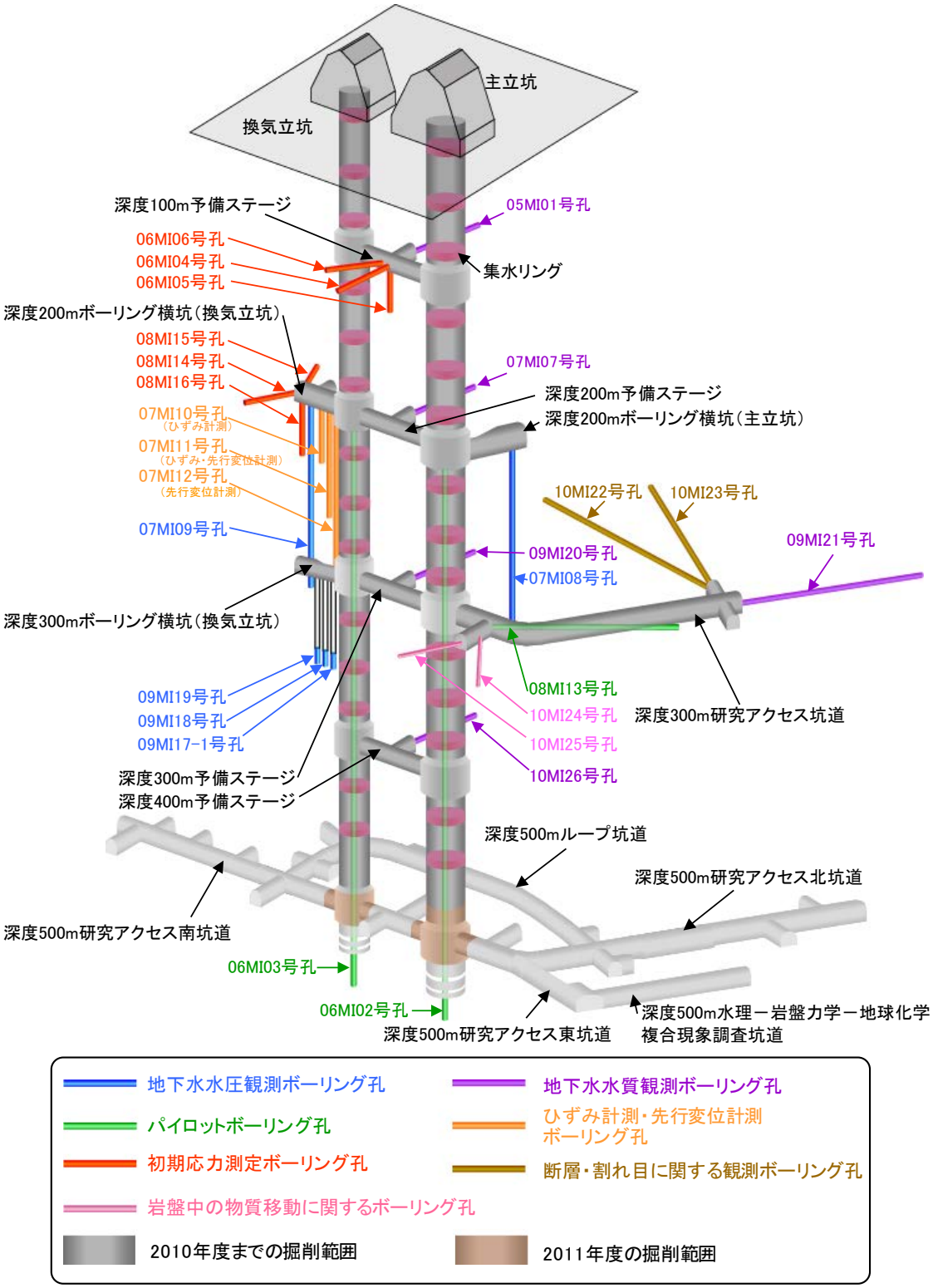


図 4-1　研究坑道レイアウトおよび主な調査位置

4.1 研究所用地における第 2 段階の調査研究

4.1.1 地質・地質構造に関する調査研究

(1) 実施概要

2011 年度は，研究坑道の掘削に伴う壁面地質調査を継続し，研究坑道の地質・地質構造の分布などの情報を取得した。また，研究所用地周辺における地下水流動を規制する断層や割れ目帯の分布の把握を目的として，研究坑道の掘削に伴う地下水流動の変化を利用した電気探査による地下水流動モニタリング（自然電位測定）を継続した。これらの調査研究で得られた情報を用いて，2010 年度に構築したサイトスケールの地質構造モデル（Site_Geo_sh460_prov）を更新し，Site_Geo_sh460 および Site_Geo_sh500 を構築するとともに，ブロックスケールの地質構造モデル（Block_Geo_sh460）を構築した。

なお，2011 年度の年度計画 [1]のうち，弾性波探査（逆 VSP）とモデル化手法の高度化（セルエントロピー[2]による取得情報の評価）については，「3. 2011 年度における調査研究の成果の概要」に示した通り 2012 年度以降に実施することとした。

(2) 実施内容

1) 調査試験

①電気探査による地下水流動モニタリング（自然電位測定）

自然電位測定は，水圧勾配の変化によって生じる流動電位に起因する電位変化（⊿SP）を測定し，電位変化に基づいて地下水の大局的な流動場や流動方向を可視化するために実施している。本調査試験では，地下水流動の変化する場所や流動の方向を推定し，それに基づいて地下水流動を規制する地質・地質構造の分布を推定する技術を整備することを目的として，坑道やボーリング掘削時の湧水によって生じると想定される電位変化を取得するために，深度 300m ステージにおいて自然電位を連続測定している。

測定点は，深度 300m 研究アクセス坑道の坑壁沿いに 2m 間隔で 38 点，深度 300m 予備ステージの坑壁沿いの 3 箇所に 1.5m 間隔で合計 9 点，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）の坑壁沿いに 1.5m 間隔で 6 点をそれぞれ配置し，基準電極は，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）南西側の花崗岩の露岩部に設置している。電極には，炭素棒電極を使用し，データ取得は，常時 0.5 秒間隔で行っている。自然電位測定電極配置を図 4.1.1-1 に，自然電位測定仕様を表 4.1.1-1 に示す。

2011 年度には，研究坑道の掘削時に顕著な湧水が発生しなかったことや研究坑道内でのボーリング調査が実施されていないことなどから，研究坑道への湧水量の変動は小さい（図 4.1.3-3 参照）。一方，ボーリング孔を用いた地下水圧観測では，2011 年 8 月 1 日の駿河湾を震源とする地震や 12 月 14 日の美濃東部を震源とする地震で数十 cm～数 m 程度の水頭の上昇が認められている（図 4.1.3-8～11 参照）。このうち，12 月 14 日には機器メンテナンスのためデータが取得できていないため，8 月 1 日～2 日の観測結果を図 4.1.1-2 に示す（電極の位置は図 4.1.1-1 参照）。図 4.1.1-2 からわかるように，地下水の水頭上昇に伴う自然電位の変化（⊿SP）は測定されなかった。なお，深度 300m ステージにおける自然電位測定では，これまでに 09MI20 号孔（図 4-1）の掘削中の湧水発生（160L/分程度）や 10MI22 号孔（図 4-1）の掘削中の湧水発生（210L/分程度）の際に，明瞭な自然電位の変化が測定されていることから（図 4.1.1-3）[3),4)]，2011 年度のように立坑掘削の進捗が少なく，ボーリング調査等による一時的な湧水量の増減がない場合は，自然電位にほとんど変化が認められないものと考えられる。

表 4.1.1-1　自然電位測定仕様

使用機器	レコーダー部	データ ロガー［キーエンス社製 NR-600］	計測ユニット（8チャンネル/ユニット）
			スタンドアロンユニット
		フィルター	64チャンネルエイリアスフィルター
	電極/ケーブル類	LANケーブル	
		基準電極ケーブル	
		電極	炭素棒［φ5mm×長さ100mm×4本］
測定仕様	測定点数	53 点	
	サンプリング間隔	0.5 sec	

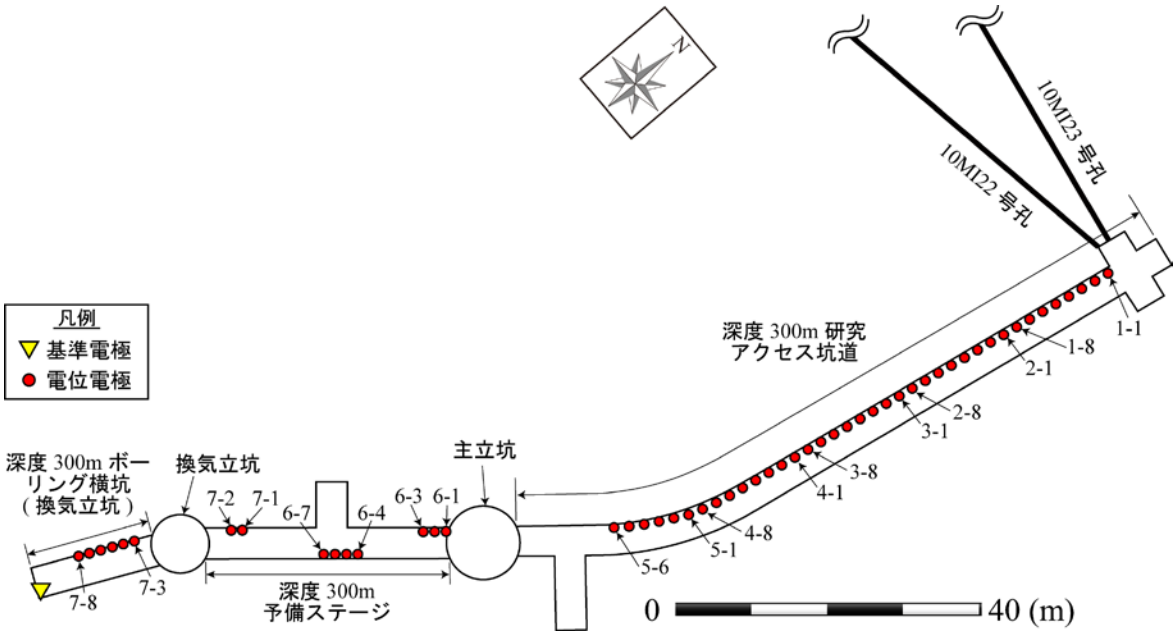


図 4.1.1-1　自然電位測定電極配置（深度 300m ステージ）

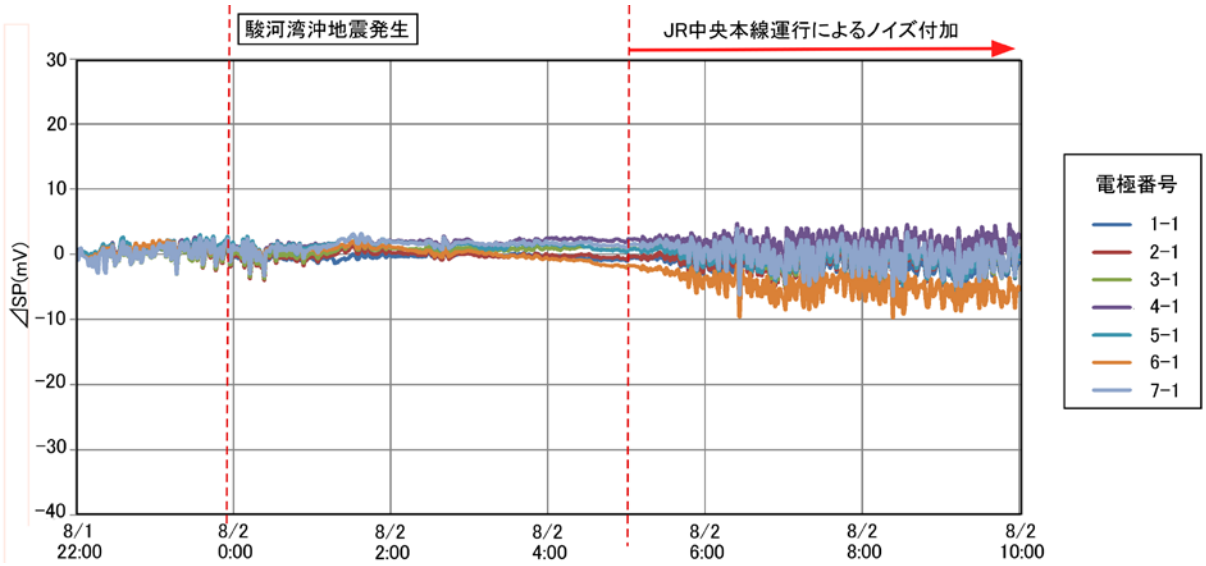


図 4.1.1-2　自然電位測定データの一例（2011 年 8 月 1 日～2 日）

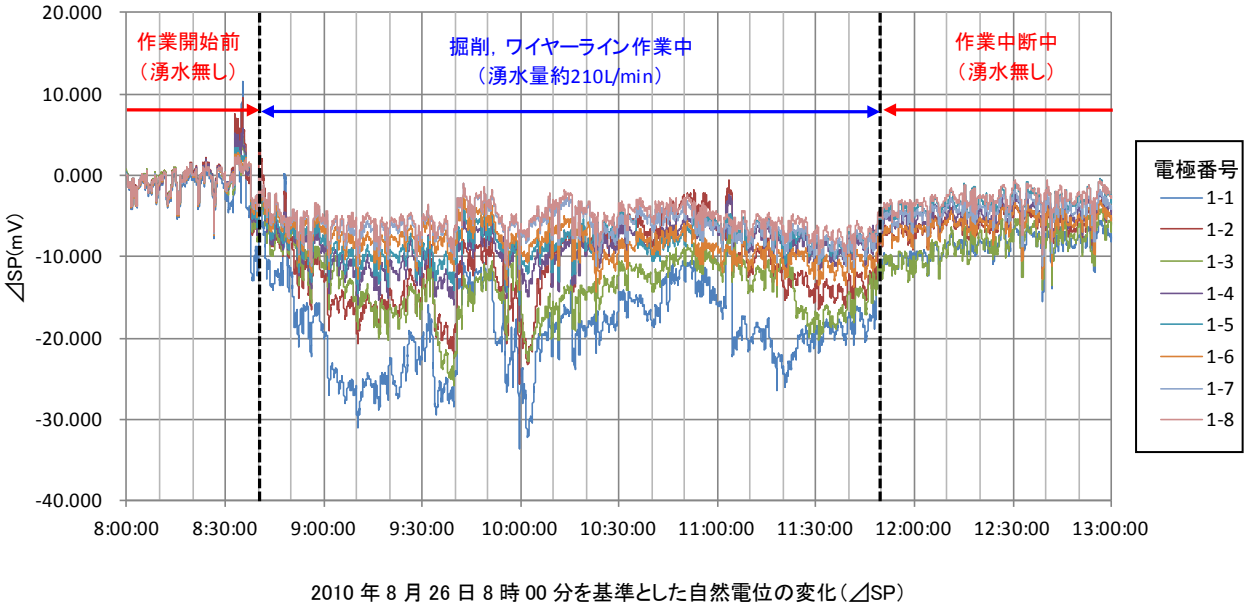


図 4.1.1-3　10MI22 号孔掘削に伴う湧水発生時の自然電位測定データの例 [4)]

②研究坑道の壁面地質調査

2011 年度に実施した研究坑道の壁面地質調査の範囲を表 4.1.1-2 に示す。また，研究坑道の壁面地質調査の主な実施事項を表 4.1.1-3 に示す。

2011 年度には，主立坑の深度 479.6～500.4m と換気立坑の深度 495.6～500.2m において壁面地質調査を実施した。また，水平坑道では，深度 500m 予備ステージ，深度 500m 研究アクセス北坑道および深度 500m 研究アクセス南坑道において，立坑と水平坑道の連接部からそれぞれ 5m 程度の範囲について壁面地質調査を実施した。以下に，壁面地質調査のうち，地質・地質構造マッピング調査について報告する。

表 4.1.1-2　2011 年度の研究坑道の壁面地質調査範囲

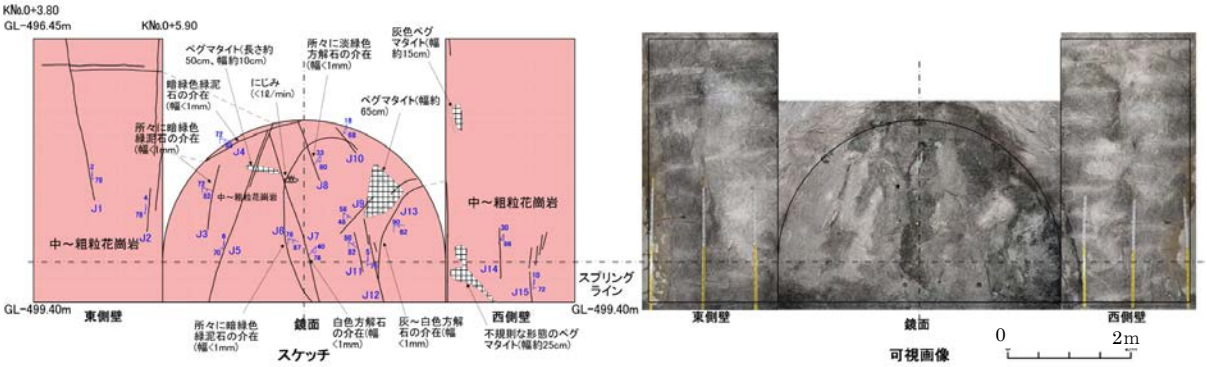
研究坑道	調査範囲
主立坑	深度 479.6～500.4m
換気立坑	深度 495.6～500.2m
水平坑道	深度 500m 予備ステージ，深度 500m 研究アクセス北坑道および深度 500m 研究アクセス南坑道の連接部から約 5m 程度の範囲

表 4.1.1-3　研究坑道の壁面地質調査の主な実施事項

実施事項	備考
・ 地質・地質構造マッピング調査 ・ 岩石，湧水試料の採取 ・ 岩盤分類評価（電研式，RMR 法，新 JH 式） ・ 岩盤の物性計測（シュミットロックハンマー，針貫入試験）	調査時間は ・ 立坑 1 調査区間（約 2.6m の壁面高）あたり約 3 時間 ・ 水平坑道 1 調査区間（約 1.5m の坑道長）あたり約 1.5 時間

地質・地質構造マッピング調査としては，研究坑道の掘削により露出した岩盤を対象に，目視による観察と可視画像の撮影を行った。地質・地質構造マッピング調査では，記載シート [5]に基づいて，主に断層や割れ目の不連続構造に着目して，その分布形状や開口幅，充填鉱物，母岩の変質などについて記載を行い，調査区間ごとにそれらを可視画像と合わせて整理した（図 4.1.1-4）。

2011 年度の調査範囲のうち，主立坑および深度 500m 予備ステージの主立坑側，深度 500m 研究アクセス北坑道（以下，北坑道）には，暗緑色～淡緑色の等粒状の花崗岩が分布する（図 4.1.1-5a）。また，換気立坑および深度 500m 予備ステージの換気立坑側，深度 500m 研究アクセス南坑道（以下，南坑道）には，淡桃色～橙色の等粒状の花崗岩が分布する（図 4.1.1-5b）。換気立坑の深度 470m 付近で多数確認された脈状および層状のペグマタイトは，2011 年度の調査範囲では立坑の連接部から南坑道にかけて分布していることが確認された（図 4.1.1-6）。



（深度 500m 研究アクセス南坑道側の例）

図 4.1.1-4　地質・地質構造マッピング調査の整理の例（スケッチ（左）および可視画像（右））

a) 主立坑（深度 479.6～482.1m）

b) 換気立坑（深度 489.3～500.2m）

図 4.1.1-5　調査範囲に分布する花崗岩の切羽写真

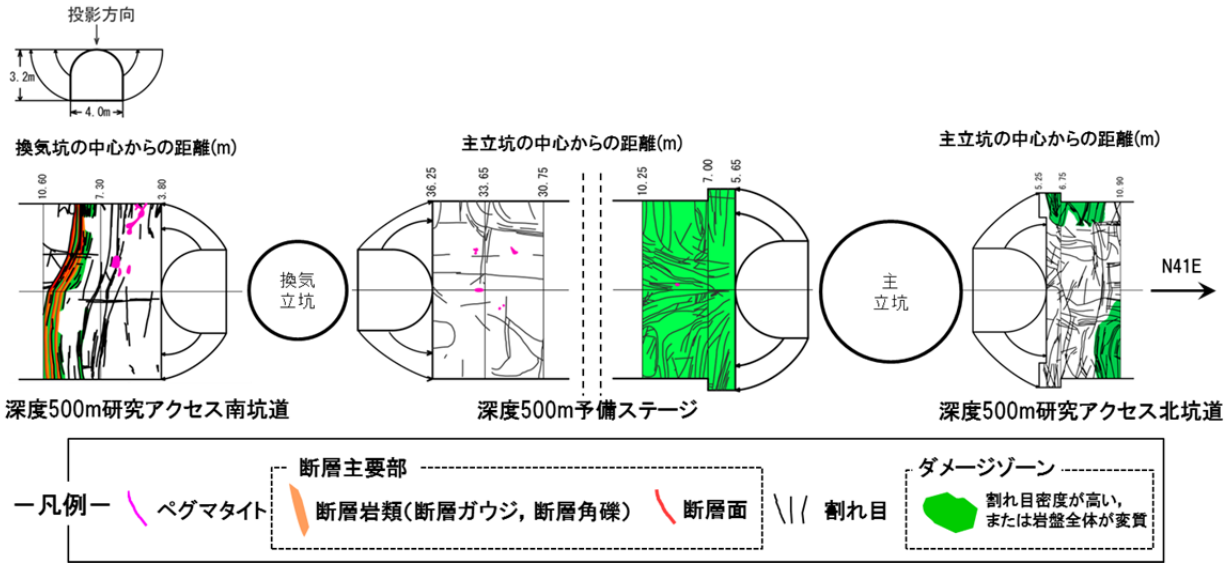
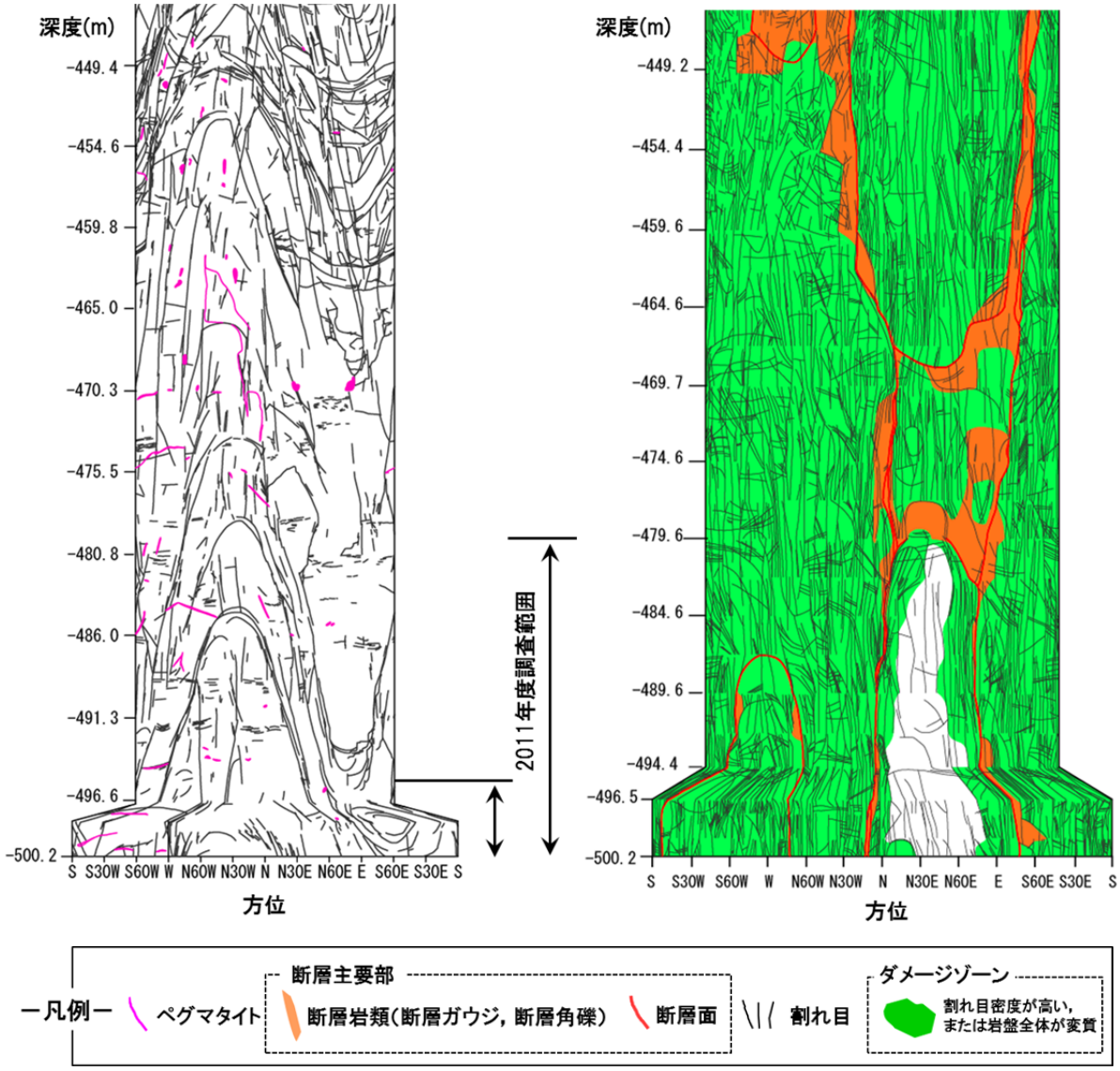


図 4.1.1-6　地質・地質構造マッピング調査の結果（壁面展開図）

調査範囲に分布する断層については，主立坑の深度約 480m までの調査 [4]により確認されていた主立坑断層が，深度 500m まで連続することが確認された（図 4.1.1-7）。断層面の走向は深度約 480m 以浅と同様に N30°～40°W であり，断層面の傾斜は深度約 460～480m と同様に鉛直～80°E である（深度約 460m 以浅は鉛直～80°W 傾斜）。断層ガウジおよび断層角礫で構成される断層岩類からなる断層主要部の幅は，深度 480m 以深では 20～30mm 程度となり，深度 480m 以浅と比較して減少傾向にある。また，断層主要部を囲むように，割れ目密度が高く（割れ目間隔が十数 cm 程度），原岩組織は確認されるものの岩盤全体が変質し，淡緑色～暗緑色を呈する岩盤が確認される（図 4.1.1-7）。これらは，断層運動に関連した変形および変質を示すダメージゾーン [6]と考えられる。深度 500m 水平坑道においては，ダメージゾーンは予備ステージの主立坑側では確認されるが，北坑道の掘削方向（N41°E 方向）には連続しないことが確認された（図 4.1.1-6）。

南坑道においては，主立坑断層とは別の断層が確認された（図 4.1.1-6）。この断層が確認された位置には，DH-2 号孔（図 A-2-1 参照）で確認された，研究所を北西－南東方向に横断する断層 [7]（地質構造モデルでは S200_13_2 断層 [8]として表現されている；図 4.1.1-10 参照）が分布すると推定されていた。地質・地質構造マッピング調査で確認された断層面の走向は N12～44°W，傾斜は鉛直～80°E である（図 4.1.1-6）。この断層は，幅約 100mm の断層岩類とその周囲に発達する幅最大約 1,000mm の割れ目帯からなる。割れ目帯では，割れ目間隔は数 cm 程度であり，ダメージゾーンに相当すると考えられる。この断層は，DH-2 号孔では，深度 413.10～460.18m で捕捉されており，走向 N16°W で 79°E 傾斜を示す。南坑道で確認された断層は，断層の位置と走向傾斜から，DH-2 号孔で確認されている S200_13_2 断層に相当すると考えられ，サイトスケール地質構造モデルの妥当性が確認される結果が得られた。



主立坑（右）および換気立坑（左）

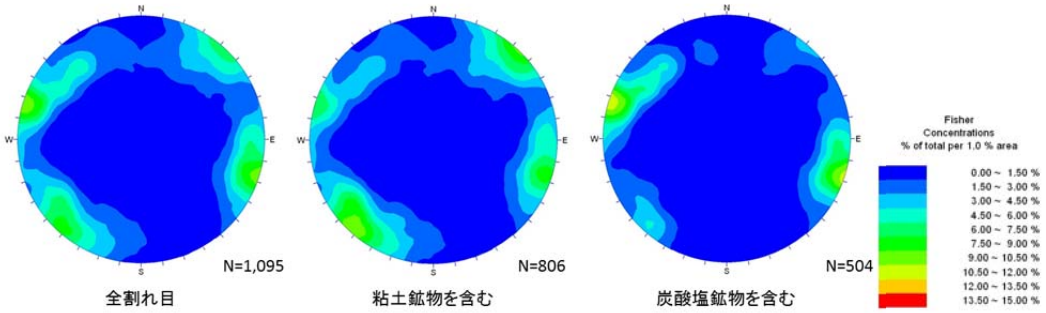
図 4.1.1-7　地質・地質構造マッピング調査の結果（壁面展開図）

割れ目については，主立坑，予備ステージの主立坑側および南坑道では，深度約 480m までに確認されている特徴から大きな変化は認められない。すなわち，NW 走向とそれに直交する NE 走向の割れ目が卓越し，充填鉱物として粘土鉱物と炭酸塩鉱物が認められる。また，炭酸塩鉱物が充填する割れ目は，NE 走向のものが卓越する（図 4.1.1-8）。換気立坑および予備ステージの換気立坑側では，深度 495m 以浅と同様に，NE 走向の高角度の割れ目が卓越し，充填鉱物として粘土鉱物と炭酸塩鉱物が認められる。南坑道では，S200_13_2 断層と同方向の NW 走向の割れ目が卓越する（図 4.1.1-9）。充填鉱物の種類と割れ目の卓越方向の関連は認められない。

割れ目および断層からの湧水は，主立坑の深度約 486m の割れ目および南坑道で確認された S200_13_2 断層と推定される断層岩において，それぞれ 1～2L/分および 0.2～0.3L/分の湧水が確認された。主立坑の湧水を伴う割れ目の走向は N47°W，傾斜は 79°E であり，割れ目には粘土鉱物と炭酸塩鉱物が介在している。それ以外では顕著な湧水は確認されていない。

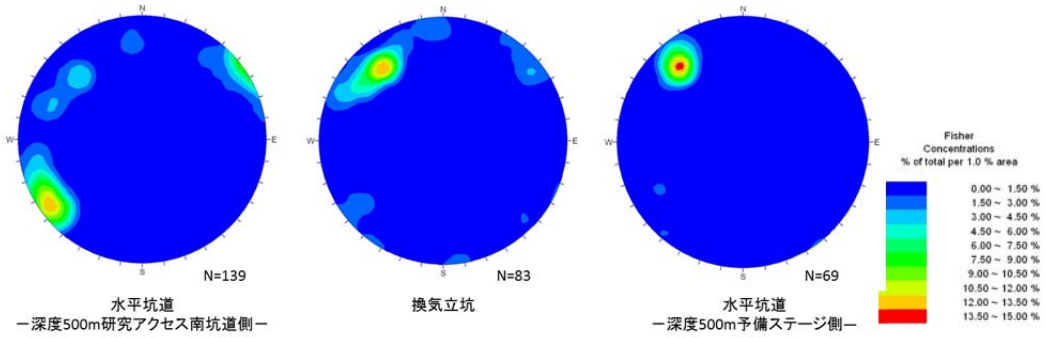
2011 年度の調査範囲では，岩石試料を主立坑（36 試料），換気立坑（4 試料）および水平坑道（39 試料）において採取した。岩石試料については，岩相や変質の不均質性の評価等を目的とし

て，必要に応じて薄片観察や全岩化学分析等を実施する予定である。また，湧水試料は上記の割れ目および断層岩に伴う湧水（2 試料）を採取した（湧水試料の水質等については，「4.1.4 地下水の地球化学に関する調査研究」を参照）。



（極の下半球等積投影コンター図）

図 4.1.1-8　主立坑および主立坑側の水平坑道の割れ目方位データ



（極の下半球等積投影コンター図）

図 4.1.1-9　換気立坑および換気立坑側の水平坑道の割れ目方位データ

2) モデル化・解析

①地質構造モデルの構築・更新

(a)サイトスケールの地質構造モデル

2011 年度は，2010 年度に構築した地質構造モデル（Site_Geo_sh460_prov）を更新し，Site_Geo_sh460 および Site_Geo_sh500 を構築した。Site_Geo_sh460_prov は，立坑深度約 460m までの壁面地質調査結果を考慮したモデルであるが，深度 300m 研究アクセス坑道および深度 400m 予備ステージで実施されたボーリング調査のデータを反映していなかったため，これらのボーリング調査結果を付加して Site_Geo_sh460 を構築した。また，Site_Geo_sh460 に立坑深度 500m までの壁面地質調査結果を付加して Site_Geo_sh500 を構築した。これらの地質構造モデルの構築に使用したデータ項目を表 4.1.1-4 に，構築した地質構造モデルを図 4.1.1-10 に示す。

Site_Geo_sh460 では，主立坑断層の断層主要部およびダメージゾーンの分布について更新を行った（図 4.1.1-10a）。また，深度 300m におけるボーリング調査（10MI22 号孔および 10MI23 号孔：図 4-1）で分布が認められなかった，S200_06MI02_2 断層について再検討を行った（図 4.1.1-10a）。

S200_06MI02_2 断層は，MIZ-1 号孔の 580.90～596.40mabh(meter along borehole；掘削長)で確認された断層[9]と 06MI02 号孔の 146.80～221.46mabh で確認された断層[10]を同一と解釈したものである（図 4.1.1-11）[10]。MIZ-1 号孔で認められた断層と 06MI02 号孔で認められた断層

は，走向傾斜から推定される分布は整合的であったが，岩相は異なっていた。断層の岩相は，深度方向に変化している可能性が考えられたため, Site_Geo_ sh460_prov では断層の走向傾斜に基づく分布位置の関係を重視し，同一の断層と解釈していた（図 4.1.1-11）。しかし，10MI22 号孔と 10MI23 号孔でその断層が把握できなかったため，両断層の連続性について再検討した。壁面地質調査の結果 [3]より，06MI02 号孔で確認された断層は主立坑断層であると解釈された。そのため，MIZ-1 号孔で確認された断層と 06MI02 号孔で確認された断層は，異なる断層であると解釈し，MIZ-1 号孔で確認された断層を SH460_15_3 断層としてモデル化した（図 4.1.1-10a）。

Site_Geo_sh500 では，立坑深度約 460m 以深の壁面地質調査の結果に基づき主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布について検討を行った（図 4.1.1-10b）。壁面地質調査の結果，深度 460m 以深では，主立坑断層の断層主要部およびダメージゾーンの分布幅が狭くなっていることが確認されたため(図 4.1.1-6, 図 4.1.1-7), その結果を反映しモデルを更新した(図 4.1.1-10b)。また，南坑道で遭遇すると考えられた S200_13_2 断層については，前述の通り壁面地質調査において，モデル上の推定位置と走向傾斜が整合する断層を確認した。

なお，2010 年度に構築した地質構造モデル（Site_Geo_sh460_prov）で暫定的にモデル化していた「母岩の変質を伴う割れ目帯」は，10MI23 号孔の水理学的調査によって，「割れ目沿いが変質」する区間においては，同一とされている区間内でも透水性が変化するという結果が得られている [11]。この結果を受けて，「割れ目沿いが変質」する区間については，地質の性状について再検討を行うこととした。再検討の結果と，2012 年度以降に実施する深度 500m の水平坑道での調査結果を踏まえ，地質構造モデルにおけるモデル化要素としての取り扱いや表現方法について検討・整理することとしている。図 4.1.1-12 には，Site_Geo_sh500 に検討途中の「母岩の変質を伴う割れ目帯」の分布範囲を，参考として示す。

表 4.1.1-4　地質構造モデルの更新の対象と更新に使用したデータ項目

モデル名	更新の対象	更新に使用したデータ項目
Site_Geo_sh460 モデルモデル	主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布	➢ ボーリング調査結果（10MI22 号孔，10MI23 号孔，10MI26 号孔）[11] ✓ 主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布 ➢ 壁面地質調査結果（主立坑：深度 300.2～459.6m，換気立坑：深度 331.2～459.8m，深度 400m 予備ステージ）[3] ✓ 主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布
	主立坑断層以外の断層およびダメージゾーンの分布	➢ ボーリング調査結果（10MI22 号孔，10MI23 号孔）[11] ・ 断層主要部およびダメージゾーンの分布
Site_Geo_sh500 モデル	主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布	➢ 壁面地質調査結果（主立坑：深度 459.6～500.4m まで，換気立坑：深度約 459.8～500.2m まで）[4] ✓ 主立坑断層の主要部およびダメージゾーンの分布

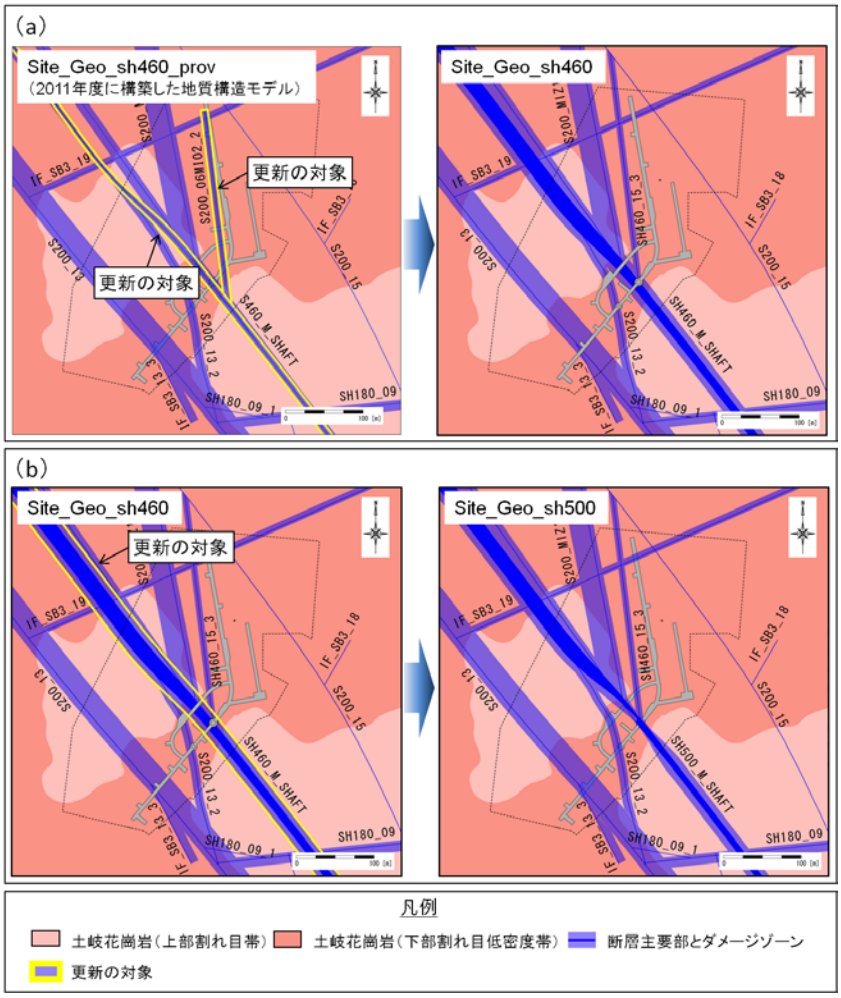
(b)ブロックスケールの地質構造モデル

ブロックスケールの地質構造モデルは，数十～数百 m 四方のスケールに着目して，不連続構造（主に割れ目）の分布の空間的な不均質性を表現し，サイトスケールの地質構造モデルで表現される地質構造要素内の不均質性を表現するものである。さらに，第 3 段階の調査対象領域における断層や割れ目の空間分布特性の予測，ブロックスケールでの地下水流動解析への反映を目的に構築している。

2011 年度は，ブロックスケールの地下水流動解析の基礎資料として，割れ目の分布をモデル化し，Block_Geo_sh460 を構築した（図 4.1.1-13）。Block_Geo_sh460 の構築に際しては，研究坑

道内から掘削したボーリング孔のうち，土岐花崗岩中の割れ目の性状と水理特性に関する情報が取得されているボーリング孔のデータを用いた（図 4.1.1-13a）。モデル化領域は，立坑を中心として東西 300m，南北 600m で，深度方向は深度 300m および深度 500m ステージを含む約 400m の領域とした（図 4.1.1-13c）。なお，深度約 460m 以深は下部割れ目低密度帯にあたるが [8]，本検討ではモデル化対象領域の割れ目特性は上部割れ目帯と同じであると仮定した。また，モデル化にあたっては，サイトスケールのモデル化要素として検討中である「母岩の変質を伴う割れ目帯」[11]の，地質学的・水理学的特徴を検討するために，ブロックスケールの地質構造のひとつとして区分した。モデル化には，割れ目ネットワークのモデル化・解析コードである CONNECTFLOW [12]を用いた。

モデル化の際は，対象領域に分布している「上部割れ目帯」と「母岩の変質を伴う割れ目帯」のそれぞれについて，図 4.1.1-13a に示したボーリング調査で把握された開口および明瞭割れ目の卓越方位分布（図 4.1.1-13b）や三次元密度分布をデータセットとして整備し，確率論的に割れ目を発生させた。なお，確率論的な割れ目の長さについては，リニアメント解析や地表露頭調査で確認した割れ目の累積頻度分布に基づき算出した確率密度関数を適用した [13]。



(a) Site_Geo_sh460_prov から Site_Geo_sh460 への更新，
(b) Site_Geo_sh460 から Site_Geo_sh500 への更新

図 4.1.1-10　地質構造モデルの更新結果（深度 500m 水平断面図）

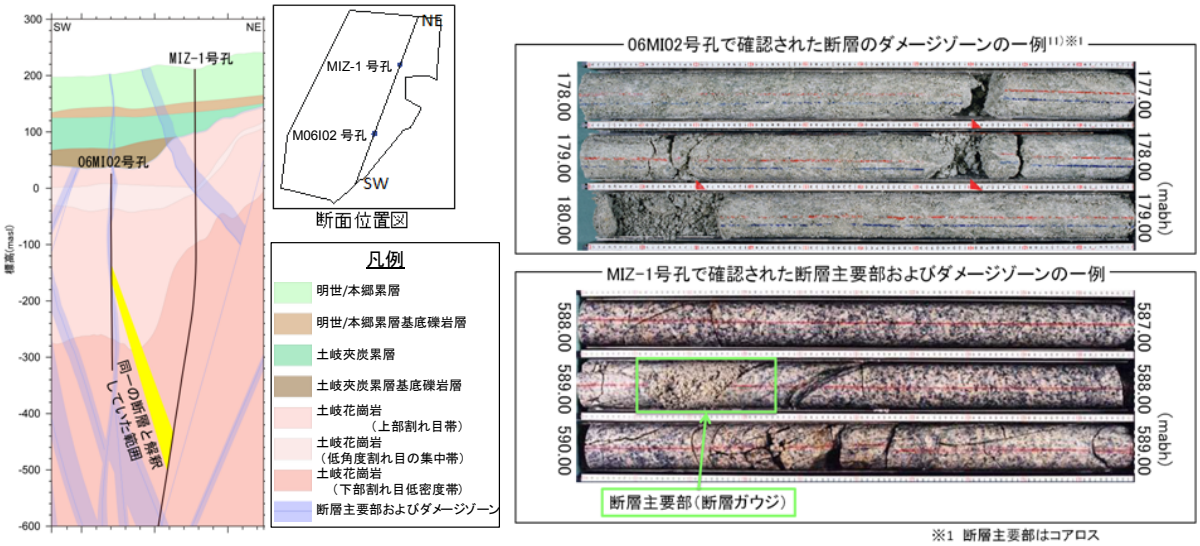


図 4.1.1-11　MIZ-1 号孔と 06MI02 号孔で同一の断層と解釈していた断層の位置関係とその断層岩類およびダメージゾーンの例

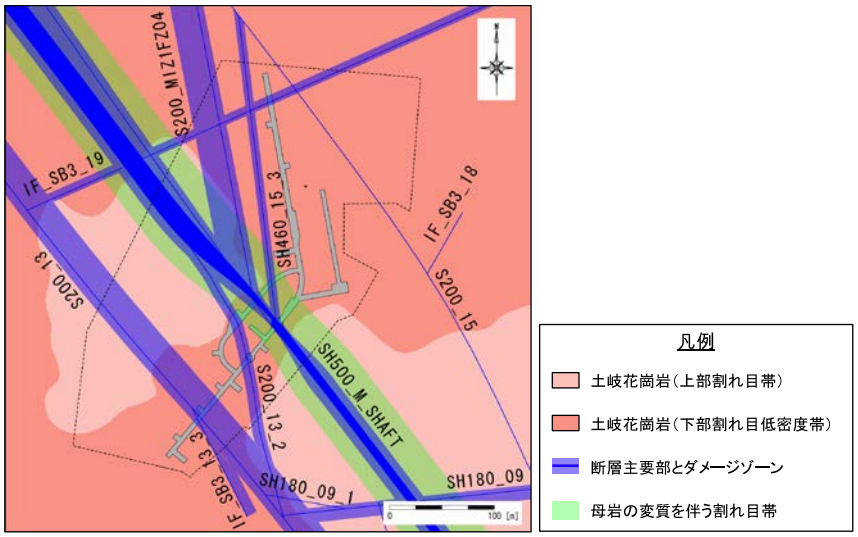


図 4.1.1-12　Site_Geo_sh500 における母岩の変質を伴う割れ目帯の範囲（深度 500m 水平断面図）

(a) 使用したデータ項目

- 使用ボーリング孔
  - ✓ 08MI13号孔，09MI20号孔，09MI21号孔，10MI22号孔，10MI23号孔，10MI26号孔
- ボーリング調査結果
  - ✓ 割れ目の卓越方位
  - ✓ 割れ目の三次元密度

(b) 割れ目データセット

構造区分	卓越方位番号	Dip direction/ dip angle	構造区分	卓越方位番号	Dip direction/ dip angle
上部割れ目帯	1	145/88	母岩の変質を伴う割れ目帯	6	144/85
	2	063/84		7	069/89
	3	219/77		8	185/88
	4	087/16		9	135/11
	5	007/87		10	167/06

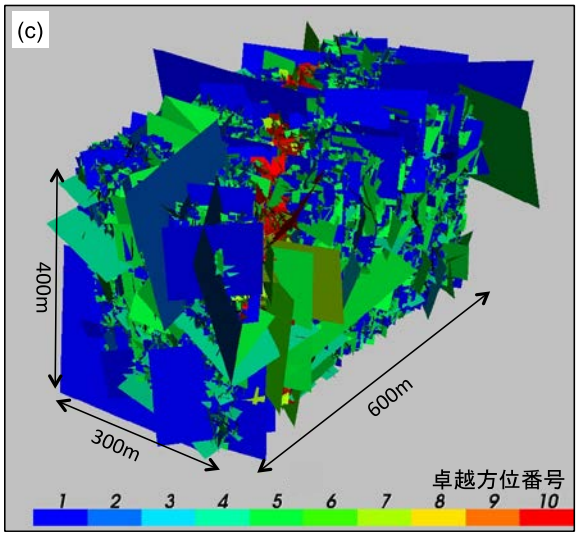


図 4.1.1-13　Block_Geo_sh460 とモデル化に使用したデータ項目および割れ目データセット

参考文献

1) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度計画書（2011 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-027（2011）．

2) 正路徹也：“地球科学情報の評価”，情報地質，Vol.14, No.4, pp.285-299（2003）．

3) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，早野 明，竹内竜史，三枝博光，大山卓也，水野 崇，丹野剛男，平野 享，竹内真司，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，弥富洋介，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度報告書（2009 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-007（2011）．

4) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，石橋正祐紀，上野孝志，徳安真吾，大丸修二，竹内竜史，三枝博光，尾上博則，武田匡樹，狩野智之，水野 崇，萩原大樹，佐藤稔紀，真田祐幸，丹野剛男，引間亮一，森川佳太，湯口貴史，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度報告書（2010 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2012-020（2012）．

5) 鶴田忠彦，松岡稔幸，程塚保行，田上雅彦，石田英明，早野 明，栗原 新，湯口貴史：“超深地層研究所計画 地質・地質構造に関する調査研究（2008 年度）報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2010-039（2011).

6) 金折裕司:“断層の影響はどこまで及んでいるか”, 応用地質, Vol.41, No.6, pp.323-332（2001）.

7) 天野健治，岩月輝希，上原大二郎，佐々木圭一，竹内真司，中間茂雄：“広域地下水流動研究年度報告書（平成 14 年度）”，核燃料サイクル開発機構，JNC TN7400 2003-002(2003）．

8) 石橋正祐紀，栗原 新，松岡稔幸，笹尾英嗣：“超深地層研究所計画におけるサイトスケール地質構造モデルの構築－第 2 段階における Shaft180 から Stage300 地質構造モデルへの更新－”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2012-018（2012）．

9) Ota, K., Takeuchi, S., Ikeda, K., Amano, K., Matsuoka, T., Iwatsuki, T., Yabuuchi, S. and Sato, T.:“Overview of MIZ-1 Borehole Investigations”, Japan Nuclear Cycle Development Institute, JNC TN7400 2005-024（2005）．

10) 鶴田忠彦，竹内真司，竹内竜史，水野 崇，大山卓也：“瑞浪超深地層研究所における立坑内

からのパイロットボーリング調査報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2008-098（2009）.

11) 鶴田忠彦，武田匡樹，上野孝志，大丸修二，徳安真吾，尾上博則，新宮信也，石橋正祐紀，竹内竜史，松岡稔幸，水野 崇，田上雅彦：“超深地層研究所計画 主立坑断層を対象としたボーリング調査結果報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Technology 2012-001（2012）.

12) Hartley L J, Holton D : “CONNECTFLOW Technical summary document”, SERCO/ERRA-C/TSD02V1（2003）.

13) 安藤賢一，田中達也，橋本秀爾，三枝博光，尾上博則：“岩盤中の透水性構造分布に着目した水理地質構造モデルの構築手法の検討（岩盤の水理に関する調査研究）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2012-022（2012）.

4.1.2 岩盤力学に関する調査研究

(1) 実施概要

調査研究として，第 1 段階で実施した初期応力測定結果の妥当性確認および初期応力評価手法の適用性・有効性を検討するため，深度 400m で掘削された 10MI26 号孔（図 4-1 参照）のボーリング孔のコアを用いて DSCA（Differencial Strain Curve Analysis）法 [1]による初期応力測定および岩盤物性の異方性の比較のために三次元弾性波速度測定を実施した。また，第 1 段階で実施した土岐花崗岩の物理・力学特性の妥当性確認のために，2011 年度に掘削した換気立坑・主立坑の掘削ずりおよび深度 300m と 400m で掘削したボーリング孔のコアを用いた物理・力学試験を実施した。それらの結果に基づき，2010 年度に引き続き，研究坑道掘削の進捗に伴って取得される地質データなどに基づいて第 1 段階で実施した調査結果の妥当性確認を行うとともに第 2 次取りまとめ [2]における既存文献の収集で得た岩盤物性と土岐花崗岩との対比を実施した。

なお，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）において，応力解放法による初期応力測定を実施予定であったが，東日本大震災の影響により 2012 年度に延期した。

(2) 実施内容

1) 調査試験

①深度 400m のボーリングコアを用いた初期応力測定および三次元弾性波速度測定

2011 年度は，深度 400m で掘削された 10MI26 号孔（図 4-1 参照）のボーリングコアを用いて DSCA 法による初期応力測定を実施した。Strickland and Ren [1]により提案された DSCA 法とは，供試体を周圧載荷し，その時のひずみの挙動から応力解放により岩石コア内に生じた亀裂の密度の配向性を明らかにし，亀裂密度の配向性から初期応力（三次元主応力の比と方向）を推定する方法である。表 4.1.2-1 に供試体の採取位置と岩種・岩盤等級を示す。試験に用いた供試体の岩種は土岐花崗岩で，目視による観察では亀裂がなく，風化も認められない部分を対象に，深度 400m レベルの初期応力の分布を広範囲に把握するために，1 本のボーリング孔において 15～25m 程度の間隔で 3 箇所からサンプリングし，1 箇所から 3 つの供試体を作成した。

DSCA 法による初期応力測定の供試体を図 4.1.2-1，測定の概要を図 4.1.2-2 および表 4.1.2-2 に示す。供試体の周囲に周圧を加えるため，図 4.1.2-1 のように供試体は周りをシリコンで被覆してある。図 4.1.2-2 のように供試体を圧力容器に入れ，高圧ポンプにより周圧載荷を行い，その時のひずみの挙動を測定する。

表 4.1.2-1　DSCA 法に使用した供試体の採取位置

ボーリング孔名	供試体名	採取位置(mabh)	岩　種	岩盤等級
10MI26 号孔	A1	26.25	中～粗粒 黒雲母花崗岩	CH
	A2	26.30		
	A3	26.35		
	B1	52.75		B
	B2	52.80		
	B3	52.85		
	C1	68.25		B
	C2	68.30		
	C3	68.35		

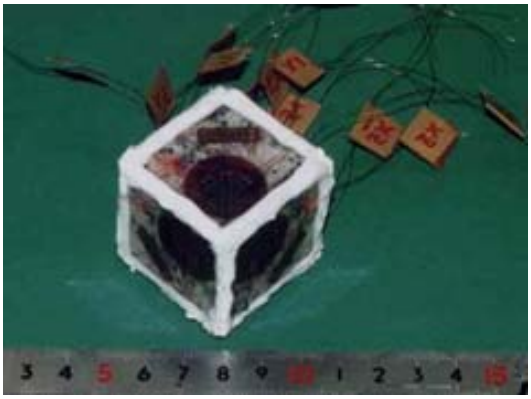


図 4.1.2-1　シリコンで被覆した供試体

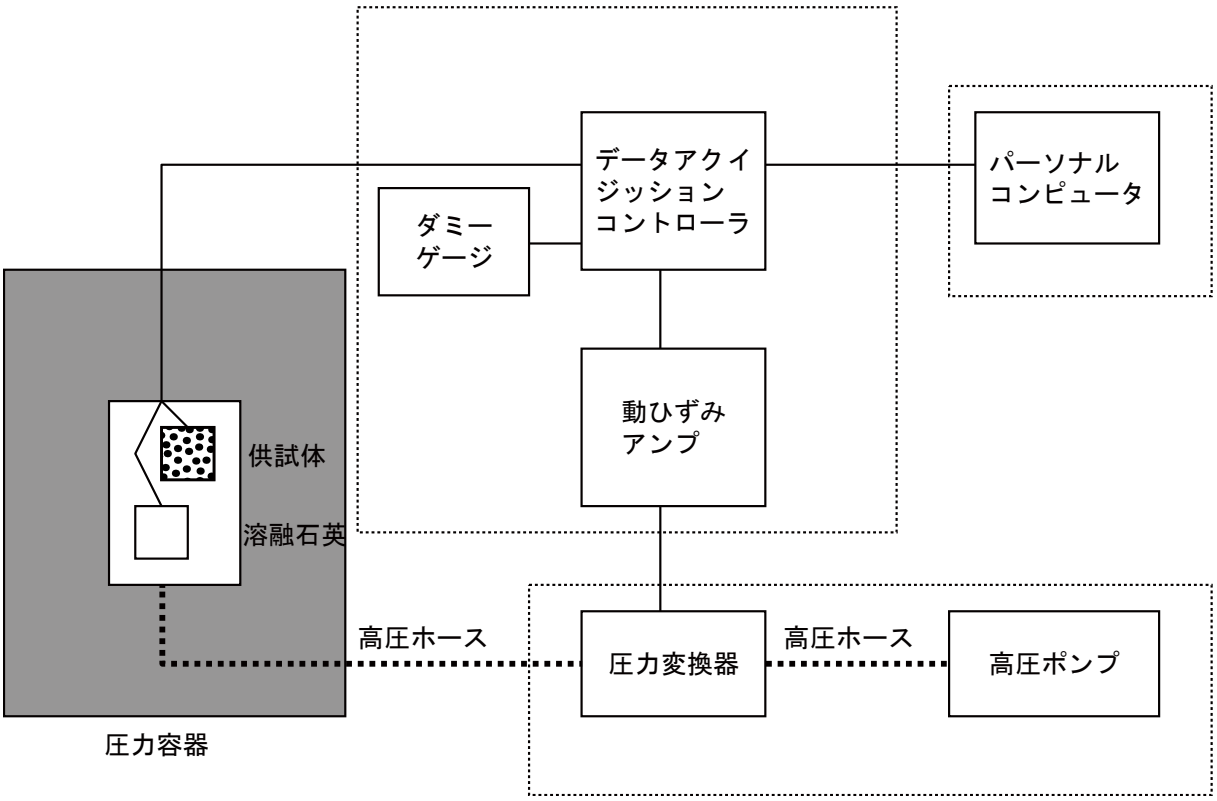


図 4.1.2-2　DSCA 法試験装置の概要

表 4.1.2-2　DSCA 法の測定で使用した機器一覧

測　　定　　機　　器	メーカー	数量
データアクイジッションコントローラ 7V14	San-ei	1 台
動ひずみアンプ，DPM-712B	共和電業㈱	1 台
圧力変換器，PG-2TH	共和電業㈱	1 台
高圧ポンプ，RIKEN POWER MODEL No.UP-22	RIKEN SEIKI Co.,LTD	1 台
パーソナルコンピュータ，EPSON PC-386LLR	エプソン	1 台

初期応力測定の結果を図 4.1.2-3 に示す。初期応力測定は 9 点実施した。図より，最大主応力の方位（図中○印）は約 N30°W（S30°E）に集中しており，全測定結果から算出された平均値の最大主応力の方位（図中●印）は約 N30°W であった。

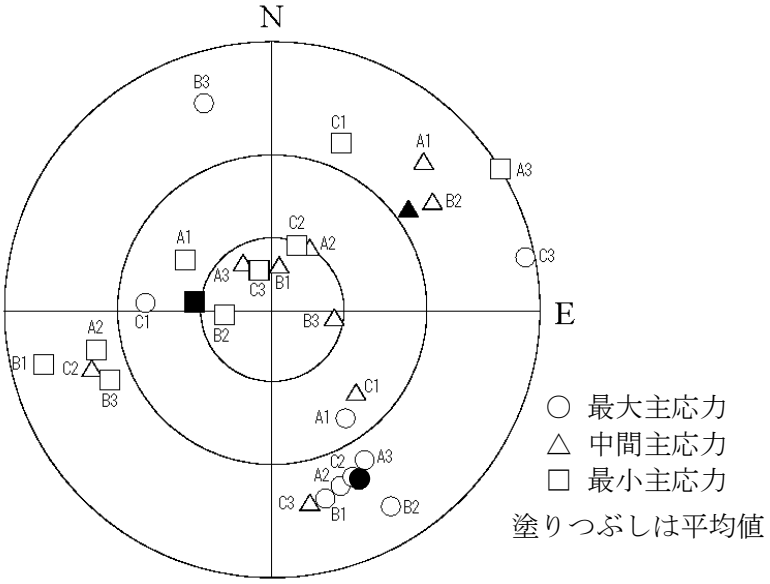


図 4.1.2-3　三次元主応力の方向

また，今回の結果と第 1 段階で実施した水圧破砕法による初期応力測定結果を比較した。水圧破砕法では平面応力状態が明らかとなるため，図 4.1.2-3 の平均値の結果から水平面での応力状態を算出し，最大主応力方向を比較した。結果の比較図を図 4.1.2-4 に示す。図より水圧破砕法の結果（図中○印）について，ほとんどの深度で平面内における最大主応力の方位は N10°～80°W の範囲にあり，今回の DSCA 法の結果（図中●印）は，第 1 段階で実施した水圧破砕法の結果（図中○印）の範囲（N10°～80°W）にあり調和的であることがわかった。

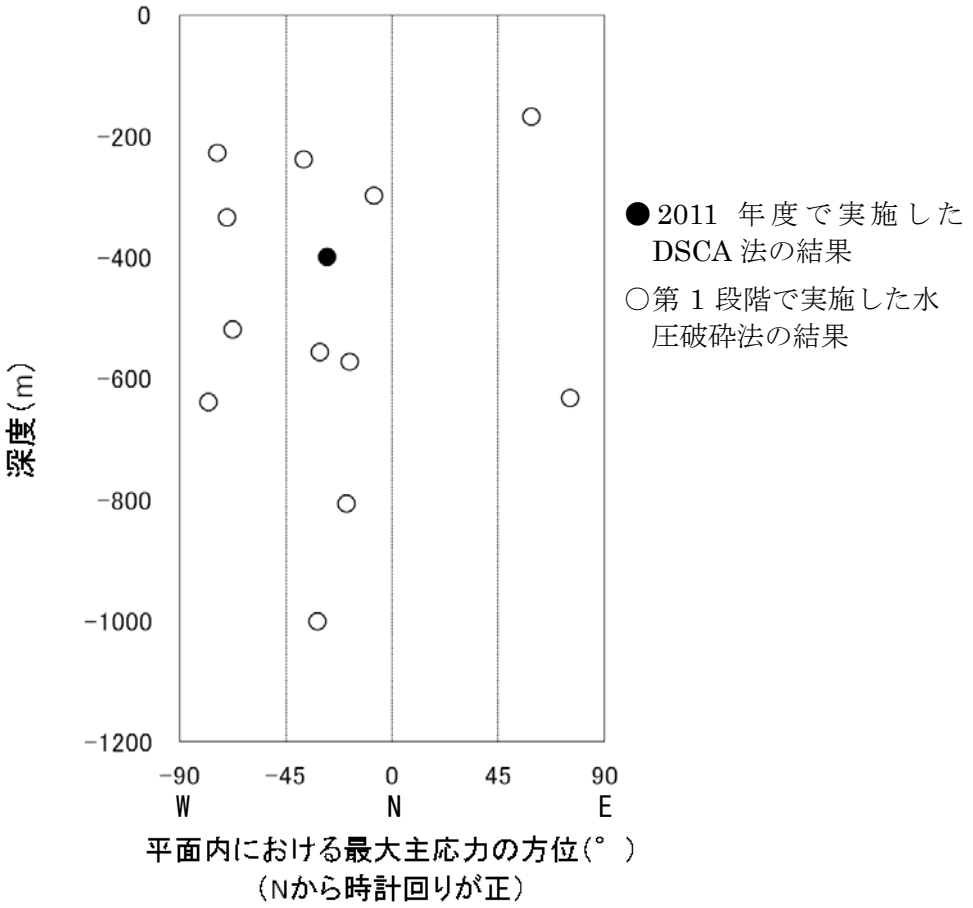


図 4.1.2-4　2011 年度と第 1 段階の結果の比較

DSCA 法の結果から推定される初期応力状態と弾性波速度の異方性を比較・検討するために三次元弾性波速度測定を実施した。これは, DSCA 法も弾性波速度も亀裂の配向性に依存するため, 両者の結果を比較し検討するものである。表 4.1.2-3 に供試体の採取位置と岩種･岩盤等級を示す。三次元弾性波速度測定についても, 試験に用いた供試体の岩種は土岐花崗岩で, 広範囲かつ目視による観察では亀裂がなく, 風化の認められない部分を対象とし, さらに DSCA 法の結果と比較するために深度 26.19m, 68.14m より供試体をサンプリングした。成形した供試体の例を図 4.1.2-5 に示す。また, 三次元弾性波速度測定の概要を図 4.1.2-6 および表 4.1.2-4 に示す。

表 4.1.2-3 弾性波速度測定に使用した供試体の採取位置

ボーリング孔名	供試体名	採取位置(mabh)	岩　種	岩盤等級
10MI26 号孔	供試体 A	26.19	中～粗粒黒雲母花崗岩	CH
	供試体 B	68.14		B

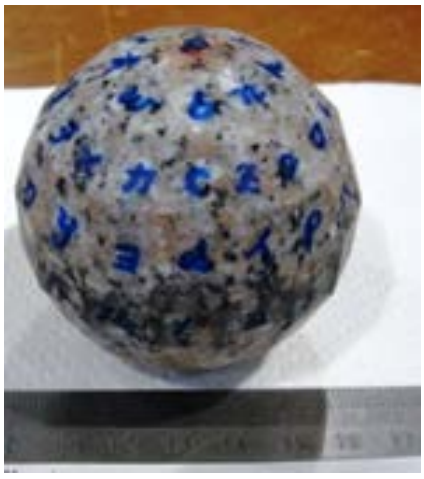


図 4.1.2-5　98 面体に成形した供試体

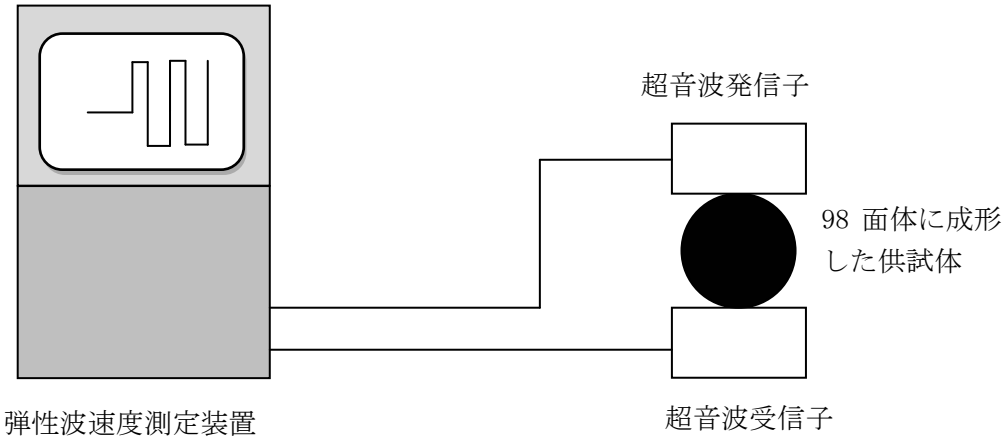


図 4.1.2-6　三次元弾性波速度測定の概要

表 4.1.2-4　三次元弾性波速度測定に使用した機器一覧

測　定　機　器	メーカー	数量
ソニックビュアーSX，MODEL-5251A， 発振パルス 200kHz	応用地質㈱	1 台

三次元弾性波速度測定の結果を図 4.1.2-7 に示す。図より P 波速度の最小主値の方位は NW-SE 方向（N15°W，N35°W）であった。P 波速度が最小ということは，NW-SE 方向に直交する方向に亀裂が卓越していると考えられる。供試体中の微小亀裂は岩盤中で受けていた応力の解放により発生すると考えられ，亀裂密度は受けていた応力が大きい程大きくなる。つまり P 波速度が最小の方向が，岩盤中の最大主応力方向に相当すると考えられる。この結果を図 4.1.2-3 と比較すると最大主応力の方向は同じような結果となった。亀裂の配向性について，DSCA 法では周圧載荷による歪の挙動から推定し，三次元弾性波速度測定では，弾性波速度から推定する。それぞれ異なる現象からアプローチしており，異なる手法で同じような結果が得られたということは，測定結果について信頼性が高いと考えられる。よって，深度 400m における最大主応力方向は NW-SE 方向であることがわかった。

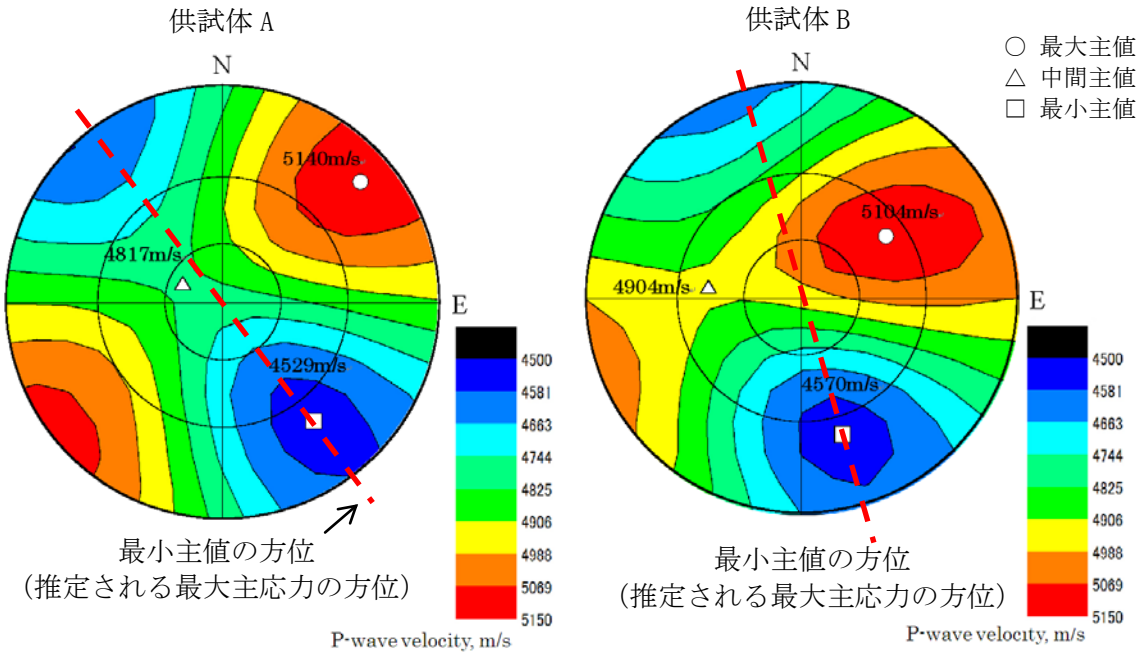


図 4.1.2-7　三次元弾性波速度測定結果

②深度 300m・400m のボーリングコアおよび掘削ずりを用いた岩盤物性評価

2011 年度は，深度 300m で掘削された 08MI13 号孔と 09MI20 号孔および深度 400m で掘削された 10MI26 号孔（図 4-1 参照）のボーリングコアを用いて室内物理・力学試験を実施した。また，立坑掘削に伴い継続して実施している換気立坑の掘削ずりを用いた室内物理・力学試験を深度 500m まで実施した。さらに，主立坑の掘削ずりを用いた室内物理・力学試験を深度 470～500m までの範囲で新たに実施した。

2011 年度に実施した室内物理・力学試験結果の概要を第 1 段階で実施した MIZ-1 号孔の結果[3)]とともに表 4.1.2-5 に，各深度における室内物理・力学試験結果を図 4.1.2-8 に示す。表 4.1.2-5 より深度 300m で掘削された 08MI13 号孔と 09MI20 号孔の結果は，MIZ-1 号孔健岩部の平均値と概ね一致する結果が得られた。深度 400m～500m の範囲の 10MI26 号孔や掘削ずりの結果は，MIZ-1 号孔健岩部の結果に比べ，一軸圧縮強さや圧裂引張強さの平均が小さく，深度 400m～500m の範囲で強度がやや低めであることが認められる。図 4.1.2-8 によると深度 400m 前後から MIZ-1 号孔での調査結果（図 4.1.2-8 中の●）と換気立坑掘削ずりの調査結果（図 4.1.2-8 中の■）も一軸圧縮強さが低くなっており，深度方向の各物性値の分布傾向は第 1 段階での調査結果と概ね一致した。

次に，第 2 次取りまとめにおける既存文献の収集で得た岩盤物性と第 1 段階調査と第 2 段階調査で得られた土岐花崗岩の岩盤物性の統計量との対比を実施した。力学特性を比較した例を図 4.1.2-9 に示す。第 2 次取りまとめにおける文献データと比較して，瑞浪超深地層研究所での強度や変形特性のピークは若干大きく，第 2 次取りまとめの釜石鉱山や東濃鉱山の結果と類似している。また，第 1 段階調査と第 2 段階調査を比べるとピークや分布がほぼ等しく，第 1 段階調査の評価は妥当であったと推定される。

表 4.1.2-5　第 1 段階と第 2 段階（2011 年度実施分）で得られた室内物理・力学試験結果一覧

調査段階	第1段階調査 地表からの調査予測研究段階		第2段階調査（2011年度実施分） 研究坑道の掘削を伴う研究段階				
調査地点	MIZ-1号孔 （平均値±1σ）		08MI13号孔 （平均値±1σ）	09MI20号孔 （平均値±1σ）	10MI26号孔 （平均値±1σ）	換気立坑 掘削ずり試験 （平均値±1σ）	主立坑 掘削ずり試験 （平均値±1σ）
調査深度（GL-.m）	167～1004m		300m	300m	400m	490～500m	470～500m
地質	土岐花崗岩	土岐花崗岩[注1]	土岐花崗岩	土岐花崗岩	土岐花崗岩	土岐花崗岩	土岐花崗岩
岩盤分類	A～CM級	CL級	B～CH級	B～CM級	B～CM級	B～CH級	CH～D級
乾燥状態の見かけ比重（乾燥相対密度）	2.62±0.01	2.34±0.02	2.63±0.00	2.62±0.01	2.61±0.04	2.61±0.02	2.61±0.02
含水比（%）	0.41±0.15	5.31±0.23	0.23±0.04	0.24±0.03	0.35±0.22	0.20±0.00	0.29±0.05
有効間隙率（%）	1.12±0.40	12.65±0.44	0.94±0.06	1.16±0.19	2.05±1.57	1.21±0.27	1.56±0.57
P波弾性波速度（km/s）	5.45±0.41	3.92±0.13	5.17±0.31	5.15±0.15	4.37±0.49	3.08±0.21	4.97±0.44
S波弾性波速度（km/s）	2.91±0.32	1.69±0.08	2.98±0.21	2.99±0.23	2.60±0.32	2.00±0.13	2.41±0.21
一軸圧縮強さ（MPa）	172.5±24.6	71.8±7.1	162.6±20.2	194.1±20.5	137.8±29.5	119.0±14.7	76.3±22.9
50%接線ヤング率（GPa）	53.9±5.8	20.9±0.51	57.3±3.8	65.8±2.5	51.4±8.6	43.3±6.4	33.8±11.5
静ポアソン比	0.265±0.04	0.243±0.02	0.307±0.05	0.303±0.03	0.310±0.05	0.268±0.03	0.282±0.03
圧裂引張強さ（MPa）	6.48±1.86	2.55±0.38	8.55±0.59	8.74±1.22	5.27±2.07	3.84±0.67	4.62±1.70
粘着力 c（MPa）	39.1±2.2 側圧0-30MPa時	25.2[注2] 側圧0-30MPa時	18.6±0.4 側圧0-30MPa時	22.9±3.6 側圧0-30MPa時	15.0±1.7 側圧0-30MPa時	－	10.7±6.4 側圧2-16MPa時
内部摩擦角Φ（°）	52.2±1.3 側圧0-30MPa時	30.1[注2] 側圧0-30MPa時	62.5±2.1 側圧0-30MPa時	62.7±0.6 側圧0-30MPa時	61.7±1.5 側圧0-30MPa時	－	47.7±21.3 側圧2-16MPa時

注１：風化・変質が激しいことを示す

注２：測定値がひとつのため σ の計算なし

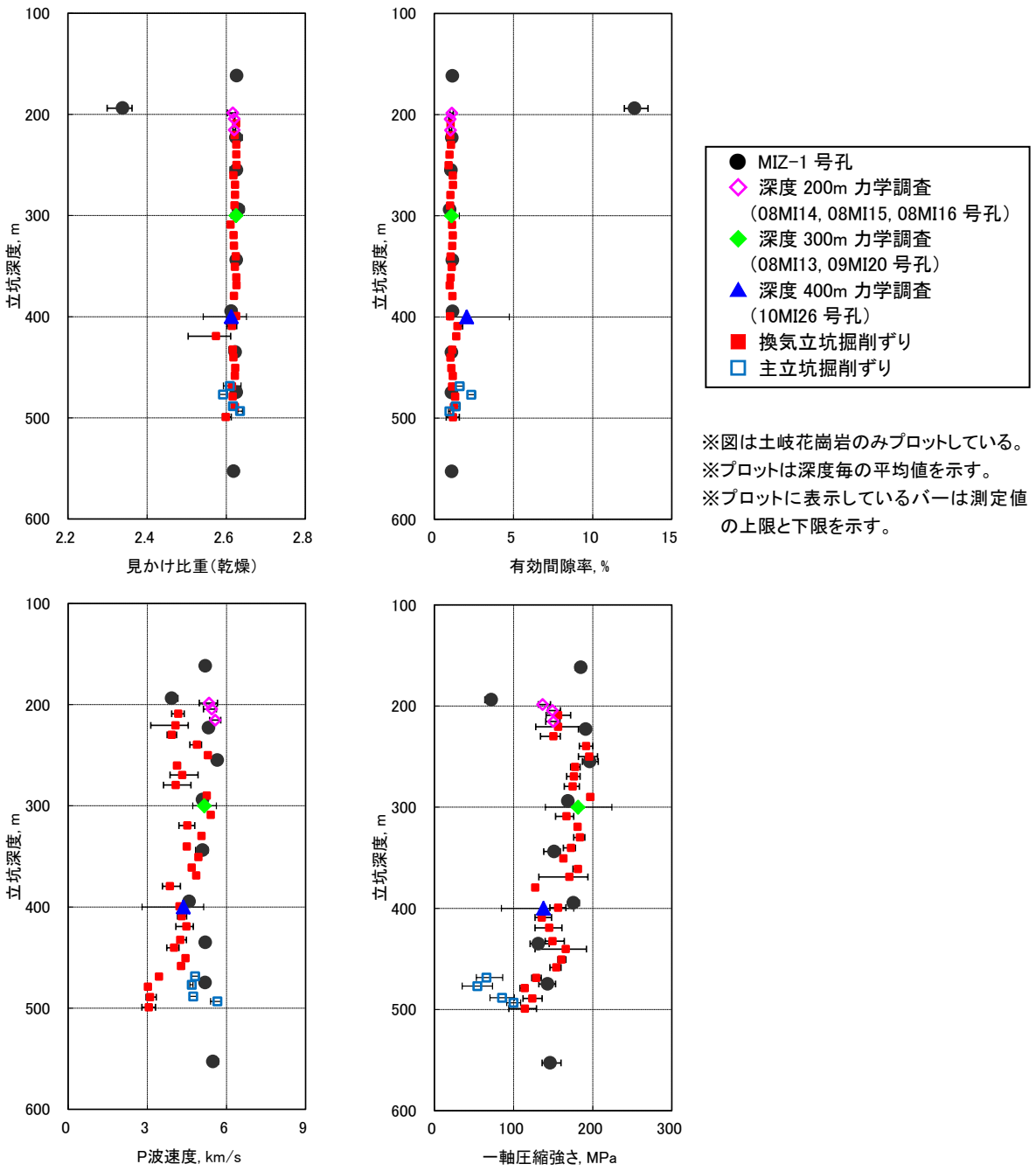


図 4.1.2-8　室内物理・力学試験結果

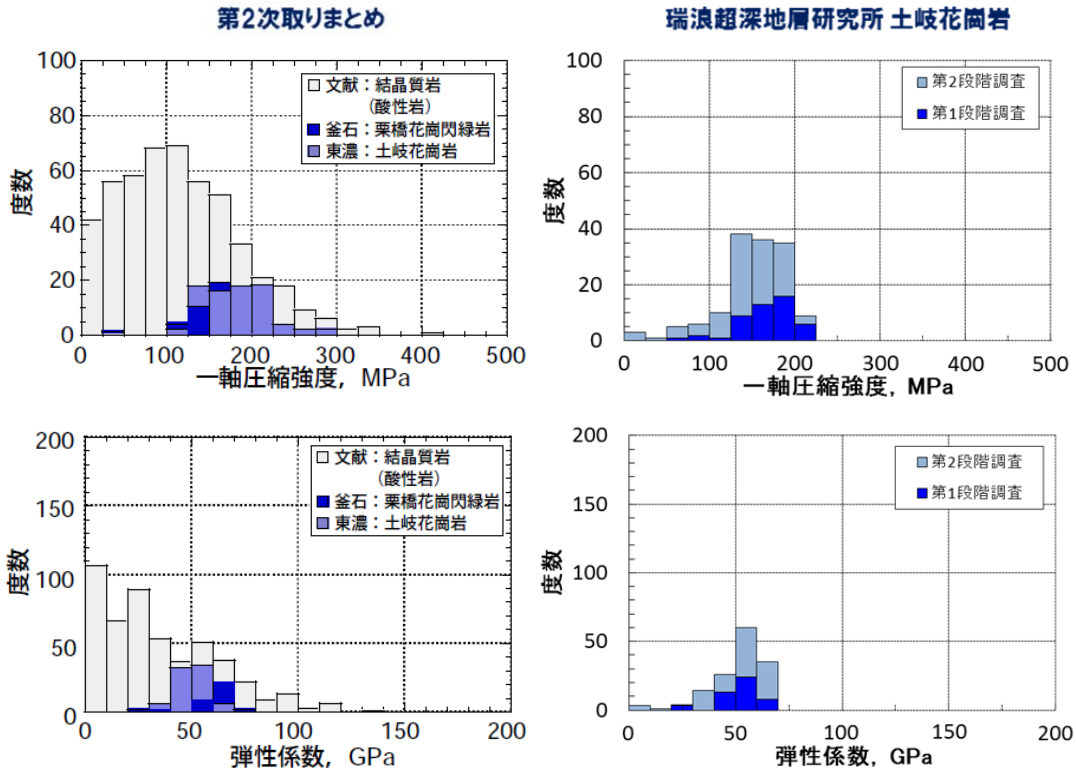


図 4.1.2-9　第 2 次とりまとめと瑞浪超深地層研究所での力学特性の度数分布図

参考文献

1)　Strickland, F. G. and Ren, N. K. : “Use of differential strain curve analysis in predicting in-situ stress state in deep wells”, Proc. 21st. U. S. Sympo. on Rock Mech., pp.523-532 (1980)

2)　核燃料サイクル開発機構 : “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−分冊 1　わが国の地質環境”, JNC TN1400 99-021 (1999)

3)　平野 享, 中間茂雄, 山田淳夫, 瀬野康弘, 佐藤稔紀 : “超深地層研究所計画（岩盤力学に関する調査研究）MIZ-1 号孔における岩盤力学調査” JAEA-Research 2009-031 (2009)

4.1.3 岩盤の水理に関する調査研究

(1) 実施概要

2011 年度は，研究坑道内のボーリング孔（07MI08，07MI09，09MI17-1，09MI18，09MI19 号孔および 10MI23 号孔：図 4-1）および地表から掘削されたボーリング孔（MSB-1，MSB-3，MIZ-1 号孔および 05ME06 号孔：図 4.1.3-7）での地下水長期モニタリングや立坑の集水リングを用いた湧水量計測，表層水理定数観測を継続した。また，これらのモニタリングで得られた情報を用いて，研究所用地周辺の水理地質構造を概念化し，これまでの調査研究で得られたサイトスケールの水理地質構造に関する知見の妥当性を確認した。さらに，第 3 段階の調査研究の実施が計画されている深度 300m および深度 500m ステージを含む研究坑道周辺のブロックスケールの水理地質構造モデル（Block_Hydro_DFN_P2_sh460_URL_2011；以下, Block_Hydro_sh460）を構築した。

(2) 実施内容

1) 調査試験

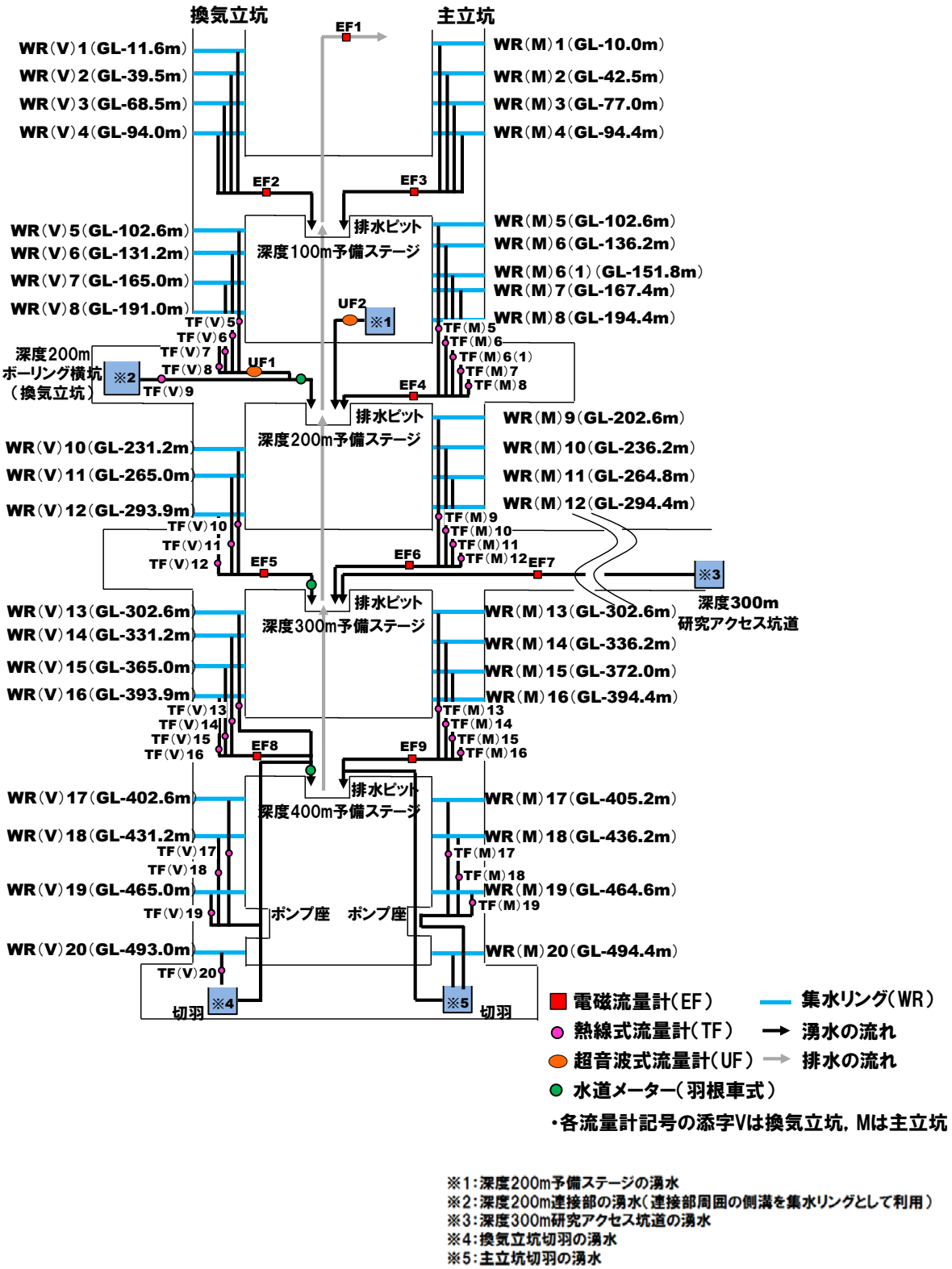
①立坑の集水リングを用いた湧水量計測

研究坑道掘削により生じる湧水は，その周辺の地下水流動場に影響を与える要因と考えられることから，湧水量の経時変化や立坑沿いの深度ごとの湧水量を把握するための計測を実施している。

図 4.1.3-1 に 2012 年 3 月時点における集水リングおよび流量計の設置位置を示す。両立坑には深度方向に約 25m の間隔で集水リングを設置し，区間ごとの湧水量を計測している。なお，換気立坑の集水リング WR(V)11（GL-265.0m）は流量計の故障により 2010 年 6 月 3 日に流量計を撤去しているため，同日以降については，換気立坑深度 200m から深度 293.9m 間の総湧水量から換気立坑集水リング WR(V)10 と WR(V)12 の湧水量を減じた値を WR(V)11 の湧水量としている。

予備ステージ（深度 200m 予備ステージを除く），ボーリング横坑（深度 200m ボーリング横坑（換気立坑）を除く）からの湧水は，予備ステージ直下の集水リングに集められ，立坑からの湧水と合わせて計測している。なお，両立坑とも深度 0～100m については湧水量が少ないことから，2009 年 1 月以降は区間ごとの湧水量を計測せず，100m 間の総湧水量を計測している。また，換気立坑の深度 200m 連接部については，連接部周囲の側溝が集水リングと同様の集水機能を有していることから，側溝に集められた湧水の流量を集水リングの流量としている（図 4.1.3-2 参照）。集水リングの湧水量は定期的（1 回/月）に行っている採水時にも計測している。採水時の計測では，1L の容器が満たされるまでの時間を計測し，その時間から湧水量を算出している。さらに，100m ごとの集水リングの総湧水量を流量計で計測している。

各予備ステージには換気立坑の総湧水量を把握するための流量計を設置している。また，地上には研究坑道全体の排水量や研究坑道掘削時に地上から供給される給水量を計測するための流量計を設置しており，これらの計測値を用いて両立坑の総湧水量を算出している。



(WR(V)11 の熱線式流量計 TF(V)11 は，機器の故障により 2010 年 6 月 3 日以降は設置されていない。)

図 4.1.3-1　研究坑道内の排水系統図（2012 年 3 月時点）

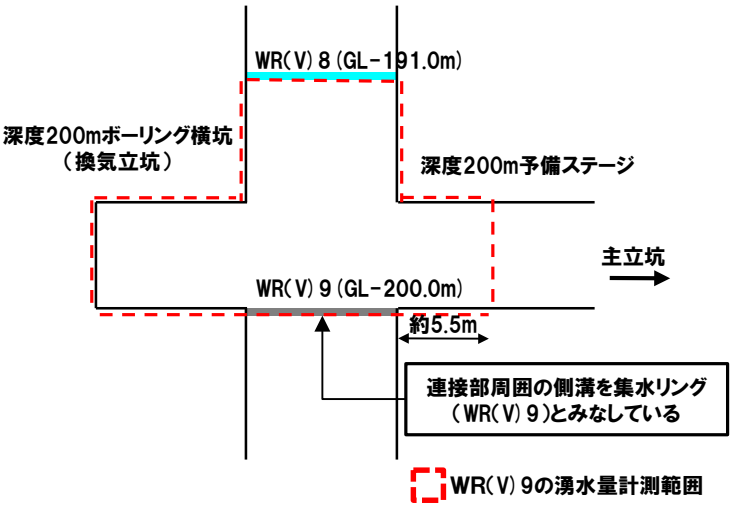


図 4.1.3-2　深度 200m 連接部における湧水量計測

研究坑道の掘削進捗に伴う両立坑の総湧水量および研究坑道全体の総湧水量を図 4.1.3-3 に示す。2011 年 4 月当初の掘削深度は主立坑が GL-481m，換気立坑が GL-498m であり，それぞれ 7 月中旬，4 月中旬に深度 500m に到達している。

2011 年度においては，立坑の掘削の進捗量が少ないことから，研究坑道への湧水量の変動は小さく，平均的な湧水量は主立坑，換気立坑ともに約 350 m³/日であり，総湧水量は約 700 m³/日である。詳細にみると，4 月から 9 月にかけては 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により一時的に増加した研究坑道の総湧水量が減少傾向を示していることがわかる。また，2011 年 12 月 14 日の岐阜県美濃東部地震後に若干の増加が認められる（図 4.1.3-3）。

深度 300m 研究アクセス坑道および深度 200m 予備ステージにおける湧水量を図 4.1.3-4 に示す。深度 300m 研究アクセス坑道の湧水量はやや増加傾向にあり，湧水量は 2011 年 4 月から 2012 年 3 月にかけて 10m³/日程度増加している。また，深度 200m 予備ステージの湧水量は概ね 70m³/日であり，長期的にみると減少傾向を示している。

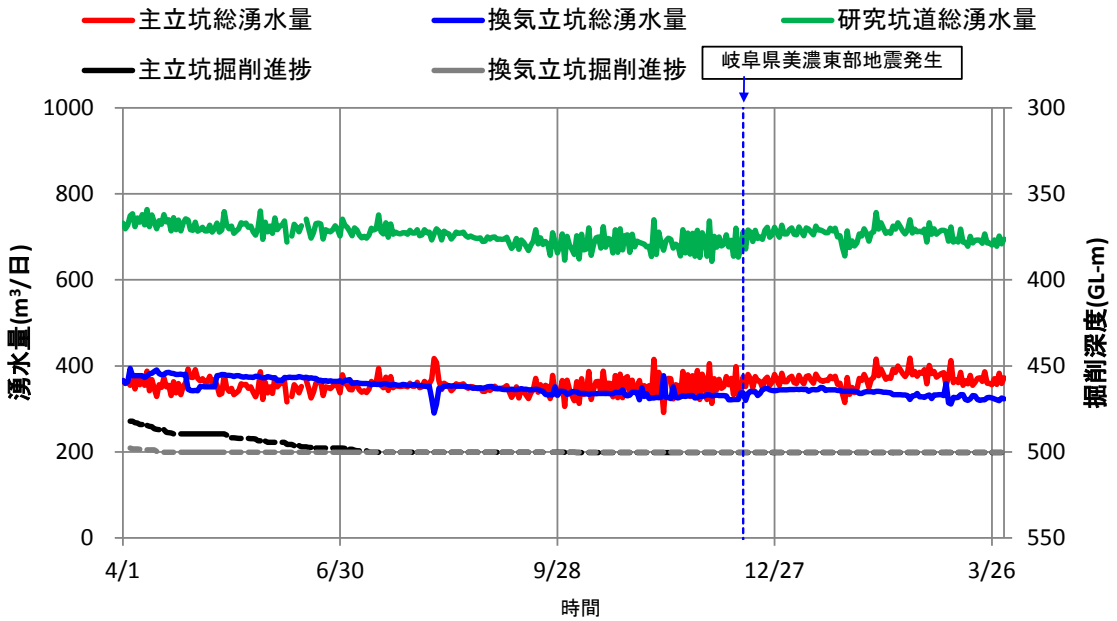


図 4.1.3-3　両立坑の掘削進捗と研究坑道および両立坑の総湧水量

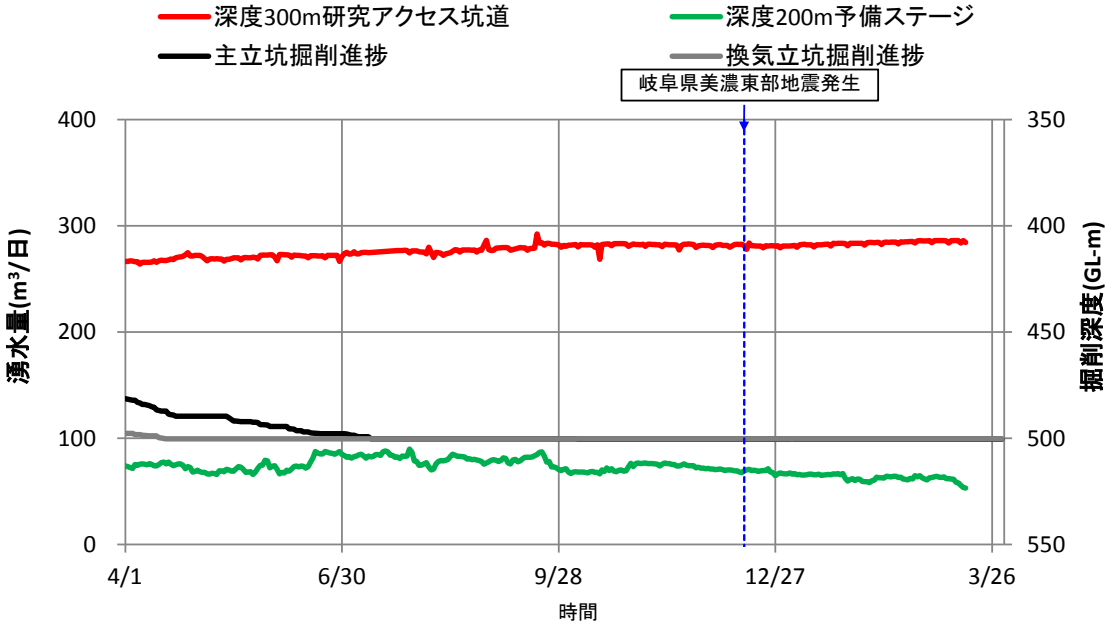


図 4.1.3-4　深度 300m 研究アクセス坑道および深度 200m 予備ステージの湧水量

図 4.1.3-5 および図 4.1.3-6 に，両立坑の深度 100～400m における 100m 間の集水リングの総湧水量を，表 4.1.3-1 に各集水リングにおける採水時に計測した湧水量を示す。なお，深度 400~500m については区間総量としての湧水量は計測されていない。主立坑での湧水量は，深度 100～200m で約 50m³/日，深度 200～300m で約 20m³/日，深度 300～400m で約 10m³/日であり，換気立坑での湧水量は，深度 100～200m で約 180m³/日，深度 200～300m で約 15m³/日，深度 300～400m で約 30m³/日である。なお，換気立坑の深度 300～400m の 6 月末から 8 月初旬にかけての一時的な湧水量の減少は，WR(V)13（GL-302.6m）の熱線式流量計（TF(V)13）の機器故障（電圧不良）によるものである。

また，湧水量の計測方法（採水時計測，電磁流量計，熱線式流量計，超音波式流量計）ごとの測定結果を比較すると，他の計測方法に比べて熱線式流量計の計測値のばらつきが大きく，その傾向は湧水量が比較的多い主立坑，換気立坑の深度 100～200m で顕著であることがわかる。熱線式流量計の計測誤差については，熱線式流量計内部のセンサー部分に沈殿物が生じることで湧水の通過断面積が変化することが主要因と考えられる。

今後は，これまでに蓄積した湧水量の計測データを用いた詳細検討を実施し，各種計測方法による計測結果の妥当性評価および各集水リングでの湧水量の最適値の算出を試みる。

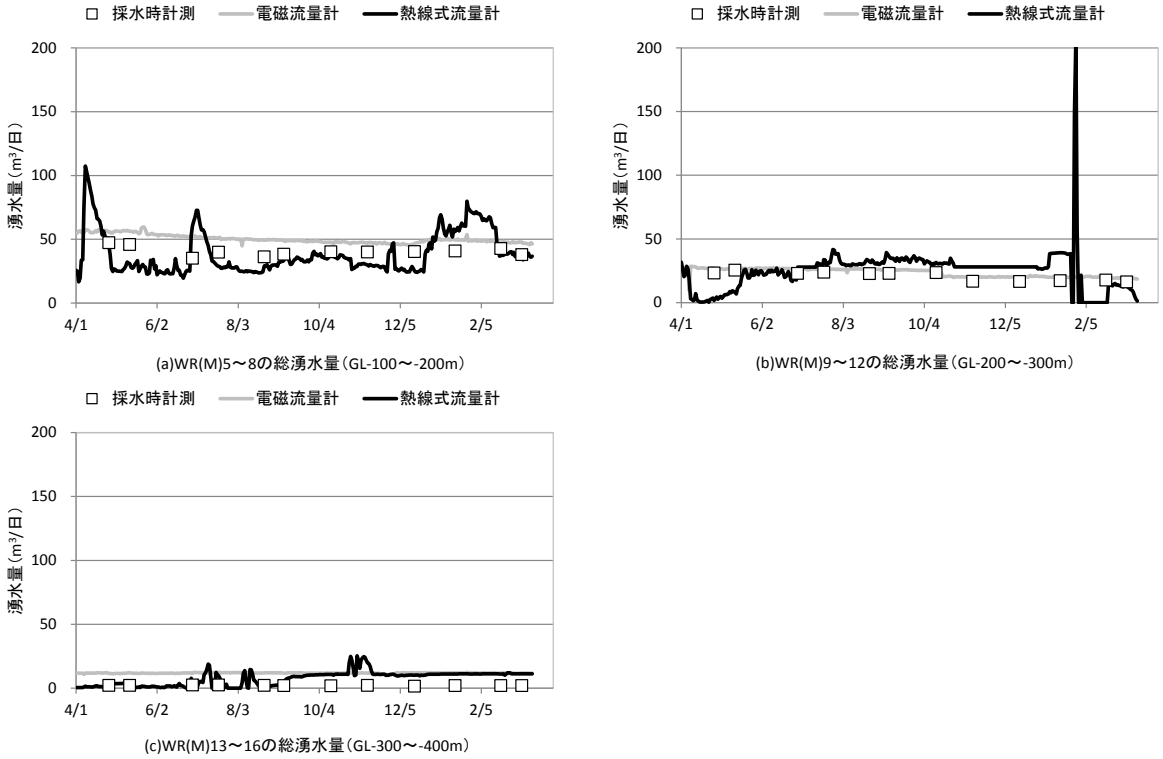


図 4.1.3-5　深度 100m ごとの湧水量（主立坑）

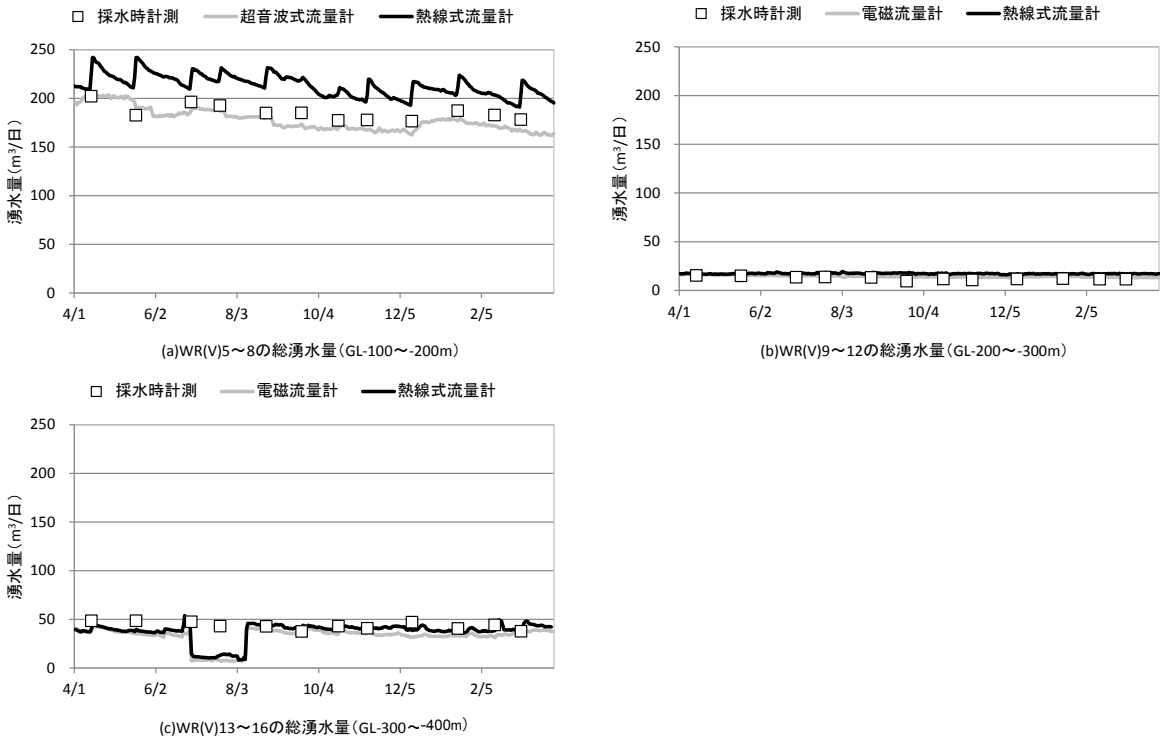


図 4.1.3-6　深度 100m ごとの湧水量（換気立坑）

表 4.1.3-1　各集水リングにおける採水時計測による湧水量計測結果

主　立　坑				
深　度		採水時計測による湧水量 (㎥/day)		電磁流量計の値 (㎥/day)
0m～100m	WR(M)1（GL-10.0m）	—	—	3
	WR(M)2（GL-42.5m）	—		
	WR(M)3（GL-77.0m）	—		
	WR(M)4（GL-94.4m）	—		
100m～200m	WR(M)5（GL-102.6m）	1.6	40	50
	WR(M)6（GL-136.2m）	7.9		
	WR(M)6(1)（GL-151.8m）	10.6		
	WR(M)7（GL-167.4m）	19.9		
	WR(M)8（GL-194.4m）	0.3		
	深度200m予備ステージの湧水	—	—	73
200m～300m	WR(M)9（GL-202.6m）	20.0	21	24
	WR(M)10（GL-236.2m）	0.3		
	WR(M)11（GL-264.8m）	0.4		
	WR(M)12（GL-294.4m）	0.0		
	深度300mアクセス坑道の湧水	—	—	268
300m～400m	WR(M)13（GL-302.6m）	0.0	2	12
	WR(M)14（GL-336.2m）	1.4		
	WR(M)15（GL-372.0m）	0.1		
	WR(M)16（GL-394.4m）	0.7		
400m～500m	WR(M)17（GL-405.2m）	2.7	3	—
	WR(M)18（GL-436.2m）	0.4		
	WR(M)19（GL-464.6m）	—		
	WR(M)20（GL-494.4m）	—		
計			66	430

換　気　立　坑				
深　度		採水時計測による湧水量 (㎥/day)		電磁流量計の値 (㎥/day)
0m～100m	WR(V)1（GL-11.6m）	—	—	2
	WR(V)2（GL-39.5m）	—		
	WR(V)3（GL-68.5m）	—		
	WR(V)4（GL-94.0m）	—		
100m～200m	WR(V)5（GL-102.6m）	1.3	185	（超音波式流量計の値）
	WR(V)6（GL-131.2m）	29.9		178
	WR(V)7（GL-165.0m）	137.8		
	WR(V)8（GL-191.0m）	16.2		
200m～300m	深度200m連接部の湧水	15.5	28	15
	WR(V)10（GL-231.2m）	6.3		14
	WR(V)11（GL-265.0m）	1.9		
	WR(V)12（GL-293.9m）	4.3		
300m～400m	WR(V)13（GL-302.6m）	34.3	43	28
	WR(V)14（GL-331.2m）	1.2		8
	WR(V)15（GL-365.0m）	3.0		
	WR(V)16（GL-393.9m）	4.8		
400m～500m	WR(V)17（GL-402.6m）	16.2	55	—
	WR(V)18（GL-431.2m）	39.2		
	WR(V)19（GL-465.0m）	—		
	WR(V)20（GL-493.0m）	—		
計			311	245

②研究坑道からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリング

研究坑道の掘削が坑道近傍の間隙水圧に及ぼす影響を把握するため，研究坑道内の 6 本のボーリング孔（07MI08，07MI09，09MI17-1，09MI18，09MI19 号孔および 10MI23 号孔）および主立坑直近に地表から掘削した 1 本のボーリング孔（05ME06 号孔）における地下水水圧観測を行った。05ME06 号孔は地表から掘削したボーリング孔であるが，水圧観測の目的が研究坑道内から掘削したボーリング孔と共通であるため，本章にその結果を示すこととする。研究坑道内のボーリング孔の位置を図 4-1 に，研究所用地内において地表から掘削したボーリング孔の位置を図 4.1.3-7 に示す。また，各ボーリング孔の水圧観測区間の概要を表 4.1.3-2(1)，表 4.1.3-2(2)に示す。

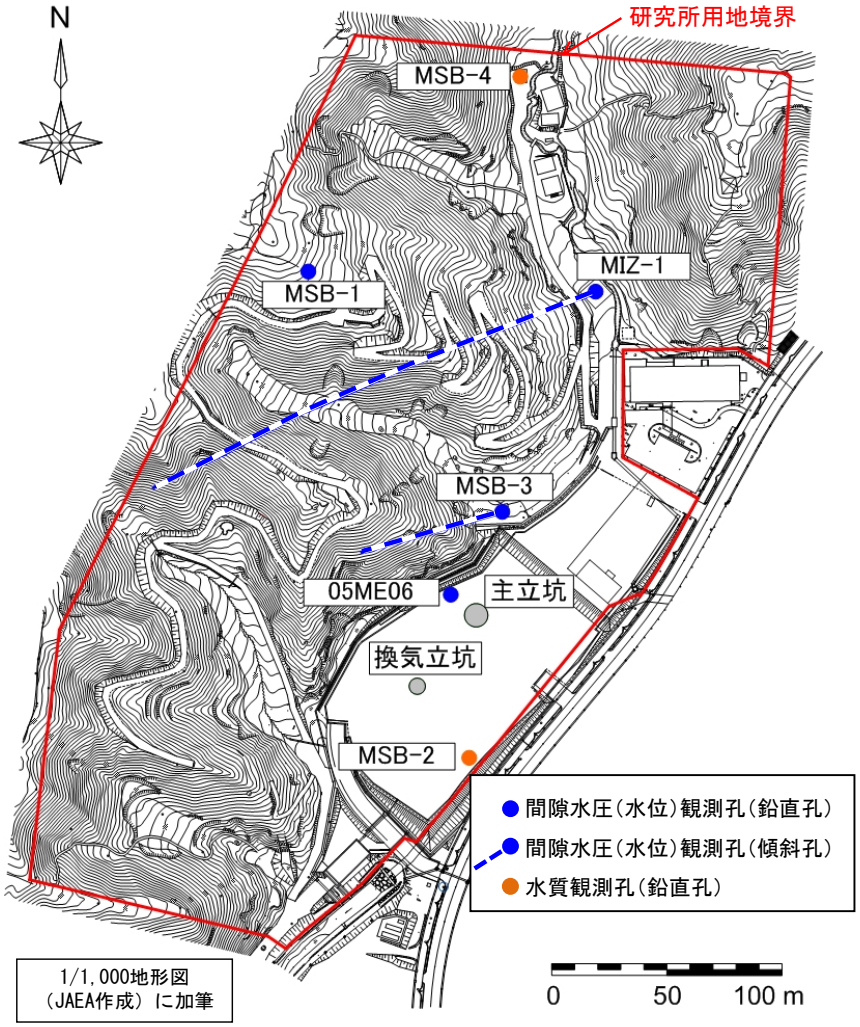


図 4.1.3-7　地表から掘削したボーリング孔の位置図

表 4.1.3-2(1)　調査ボーリング孔の水圧観測区間一覧表

05ME06号孔　　孔口標高：201.12m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
－	78.0 ～ 181.8	123.1 ～ 19.3	－	保護ケーシング内
1	182.7 ～ 190.5	18.4 ～ 10.6	○	土岐花崗岩（変質部）
2	191.4 ～ 200.6	9.7 ～ 0.5	○	土岐花崗岩（変質部）
3	201.5 ～ 210.8	-0.4 ～ -9.7	○	土岐花崗岩（変質部）
4	211.7 ～ 221.0	-10.6 ～ -19.9	○	土岐花崗岩（変質部）
5	221.9 ～ 234.2	-20.8 ～ -33.1	○	土岐花崗岩（変質部）
6	235.1 ～ 245.4	-34.0 ～ -44.3	○	土岐花崗岩（変質部）
7	246.3 ～ 251.1	-45.2 ～ -50.0	○	土岐花崗岩（変質部）
8	252.0 ～ 270.3	-50.9 ～ -69.2	○	土岐花崗岩（変質部）
9	271.2 ～ 280.5	-70.1 ～ -79.4	○	土岐花崗岩（変質部）
10	281.4 ～ 287.7	-80.3 ～ -86.6	○	土岐花崗岩（変質部）
11	288.6 ～ 304.0	-87.5 ～ -102.9	○	土岐花崗岩（変質部）

07MI08号孔　　孔口標高：1.00m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	216.1 ～ 229.9	-15.2 ～ -29.0	○	土岐花崗岩
2	234.5 ～ 255.5	-33.6 ～ -54.6	○	土岐花崗岩
3	260.1 ～ 271.4	-59.2 ～ -70.5	○	土岐花崗岩
4	276.0 ～ 285.4	-75.1 ～ -84.5	○	土岐花崗岩
5	290.0 ～ 296.3	-89.1 ～ -95.4	○	土岐花崗岩
6	300.9 ～ 308.8	-100.0 ～ -107.9	○	土岐花崗岩
7	313.4 ～ 326.9	-112.5 ～ -126.0	○	土岐花崗岩

07MI09号孔　　孔口標高：0.70m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	204.5 ～ 213.2	-3.6 ～ -12.3	○	土岐花崗岩
2	214.2 ～ 226.7	-13.3 ～ -25.8	○	土岐花崗岩
3	227.7 ～ 247.2	-26.8 ～ -46.3	○	土岐花崗岩
4	248.2 ～ 275.7	-47.3 ～ -74.8	○	土岐花崗岩
5	276.7 ～ 325.2	-75.8 ～ -124.3	－	土岐花崗岩

09MI17-1号孔　　孔口標高：-100.74m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	346.6 ～ 352.6	-145.7 ～ -151.7	○	土岐花崗岩

09MI18号孔　　孔口標高：-100.73m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	345.6 ～ 352.6	-144.7 ～ -151.7	○	土岐花崗岩

09MI19号孔　　孔口標高：-100.72m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	346.6 ～ 352.6	-145.7 ～ -151.7	○	土岐花崗岩

表 4.1.3-2(2)　調査ボーリング孔の水圧観測区間一覧表

10MI23号孔　　孔口標高：-96.54m

区間番号	区間位置※ (mabh)	観測区間 2011年度	地　質
1	74.9 ～ 109.7	○	土岐花崗岩
2	51.7 ～ 73.9	○	土岐花崗岩
3	40.0 ～ 50.7	○	土岐花崗岩
4	17.8 ～ 39.0	○	土岐花崗岩
5	0.0 ～ 16.8	○	土岐花崗岩

※10MI23号孔は水平孔のため区間位置のみ記載

05ME06 号孔および 07MI08 号孔には直接水圧計測方式の水圧モニタリング装置である MP システム（Westbay 社（現 Schlumberger 社））を設置している。また，07MI09，09MI17-1，09MI18，09MI19 号孔および 10MI23 号孔にはピエゾ水頭計測方式の水圧モニタリング装置を設置しており，07MI09 号孔および 10MI23 号孔にはマルチパッカー式水圧モニタリング装置を，09MI17-1，09MI18 号孔および 09MI19 号孔にはシングルパッカー式水圧モニタリング装置を設置している。

なお，研究坑道内は湧水環境にあることから，ピエゾ水頭計測方式の水圧モニタリング装置ではピエゾ管口元に圧力センサーを設置し，閉鎖系での観測を実施している。

各孔で観測されたデータについては，研究坑道内での作業や地震の発生時間と水圧変化が生じた時間を対比し，人為的な作業や地震の影響を確認した。2011 年度の研究坑道内での主な作業を表 4.1.3-3 に示す。また，2011 年度に国内で震度 5 弱以上を観測した地震と瑞浪市での震度 1 以上を観測した地震を表 4.1.3-4 に示す。

表 4.1.3-3　研究坑道および周辺での作業一覧表

項目			深度および掘削長(m)	2011年 4月 上	中	下	5月 上	中	下	6月 上	中	下	7月 上	中	下	8月 上	中	下	9月 上	中	下	10月 上	中	下	11月 上	中	下	12月 上	中	下	2012年 1月 上	中	下	2月 上	中	下	3月 上	中	下
主立坑	立坑部掘削		481.3～500.2	←	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	→																									
			500.2～500.4																																				
換気立坑	立坑部掘削		497.7～500.2	←	―	→																																	
深度500m 予備ステージ	主立坑側からの坑道掘削		0.0～5.0													←	―	→																					
	換気立坑側からの坑道掘削		0.0～5.4			←	―	→																															
深度500m アクセス坑道	アクセス北坑道の掘削		0.0～5.65																←	―	→																		
	アクセス南坑道の掘削		0.0～6.15					←	―	→																													
その他作業	MIZ-1号孔	採水	―																			←	―	―	―	→													
	DH-2号孔	採水	―									←	―	→																									

注1）DH-2号孔は、広域地下水流動研究における水圧モニタリング孔である。

表 4.1.3-4　2011 年度に発生した主な地震*

日時（日本時間）	震源	震源の深さ (km)	マグニチュード (M)	最大震度	瑞浪市での震度
2011/4/1 19:49	秋田県内陸北部	12	5.0	5 強	-
2011/4/2 16:55	茨城県南部	54	5.0	5 弱	-
2011/4/7 23:32	宮城県沖	66	7.1	6 強	1
2011/4/9 18:42	宮城県沖	58	5.4	5 弱	-
2011/4/11 17:16	福島県浜通り	6	7.0	6 弱	1
2011/4/11 17:26	福島県中通り	5	5.4	5 弱	-
2011/4/11 20:42	福島県浜通り	11	5.9	5 弱	-
2011/4/12 7:26	長野県北部	0	5.6	5 弱	-
2011/4/12 8:08	千葉県東方沖	26	6.4	5 弱	-
2011/4/12 14:07	福島県中通り	15	6.4	6 弱	-
2011/4/13 10:07	福島県浜通り	5	5.7	5 弱	-
2011/4/16 11:19	茨城県南部	79	5.9	5 強	1
2011/4/17 0:56	新潟県中越地方	8	4.9	5 弱	-
2011/4/19 4:14	秋田県内陸南部	6	4.9	5 弱	-
2011/4/21 22:37	千葉県東方沖	46	6.0	5 弱	-
2011/4/23 0:25	福島県沖	21	5.4	5 弱	-
2011/5/6 2:04	福島県浜通り	6	5.2	5 弱	-
2011/5/25 5:36	福島県浜通り	7	5.0	5 弱	-
2011/6/2 11:33	新潟県中越地方	6	4.7	5 強	-
2011/6/4 1:00	福島県沖	30	5.5	5 弱	-
2011/6/23 6:50	岩手県沖	36	6.9	5 弱	-
2011/6/30 8:16	長野県中部	4	5.4	5 強	-
2011/7/5 19:18	和歌山県北部	7	5.5	5 強	-
2011/7/11 19:28	岐阜県美濃東部	62	3.5	1	1
2011/7/15 21:01	茨城県南部	66	5.4	5 弱	-
2011/7/23 13:34	宮城県沖	47	6.4	5 強	-
2011/7/25 3:51	福島県沖	46	6.3	5 弱	-
2011/7/31 3:53	福島県沖	57	6.5	5 強	-
2011/8/1 23:58	駿河湾	23	6.2	5 弱	2
2011/8/12 3:22	福島県沖	52	6.1	5 弱	-
2011/8/19 14:36	福島県沖	51	6.5	5 弱	-
2011/9/7 22:29	日高地方中部	10	5.1	5 強	-
2011/9/21 22:30	茨城県北部	9	5.2	5 弱	-
2011/9/29 19:05	福島県浜通り	9	5.4	5 強	-
2011/10/5 23:33	熊本県熊本地方	10	4.5	5 強	-
2011/10/8 23:29	長野県南部	14	3.8	2	1
2011/11/10 18:55	愛知県西部	14	3.9	3	1
2011/11/18 3:57	福井県嶺北	7	4.8	4	1
2011/11/20 10:23	茨城県北部	9	5.3	5 強	-
2011/11/21 19:16	広島県北部	12	5.4	5 弱	-
2011/11/24 19:25	浦河沖	43	6.2	5 弱	-
2011/12/14 13:01	岐阜県美濃東部	49	5.1	4	3
2012/1/15 7:12	岐阜県美濃東部	51	3.6	2	1
2012/1/23 20:45	福島県沖	52	5.1	5 弱	-
2012/1/28 7:43	山梨県東部富士五湖	18	5.4	5 弱	1
2012/2/8 21:01	佐渡付近	14	5.7	5 強	-
2012/2/19 14:54	茨城県北部	7	5.2	5 弱	-
2012/3/1 7:32	茨城県沖	56	5.3	5 弱	-
2012/3/10 2:25	茨城県北部	7	5.4	5 弱	-
2012/3/14 21:05	千葉県東方沖	15	6.1	5 強	-
2012/3/27 20:00	岩手県沖	21	6.6	5 弱	

“-”は震度が観測されなかったもの

＊出典：国土交通省気象庁ホームページ（http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html）

各孔での水圧観測結果を以下に示す。以下の図中では間隙水圧を全水頭に換算し，全水頭は標高で表記した。

(a) 05ME06 号孔における地下水圧変化

05ME06 号孔の観測結果を図 4.1.3-8 に示す。本ボーリング孔では 2011 年 12 月上旬にメンテナンス作業を実施し，その間，欠測が生じた。また， 2012 年 2 月中旬に観測区間 No.5 の水圧計測プローブの作動不良を原因とする全区間での欠測が生じた。なお，観測区間 No.5 の水圧計測プローブは 2012 年 2 月 21 日に別の水圧計測プローブと交換し，その後，正常な計測を継続している。水圧計測プローブを交換した場合は，作業前後の観測値に水圧計測プローブの個体差よる変化がみられる可能性があるが，結果は全て許容誤差（3.45kPa 以下および 6.9kPa 以下）の範囲内であった。 なお，2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけてデータ通信機器の更新作業を行ったが，計測値に作業の影響はみられなかった。

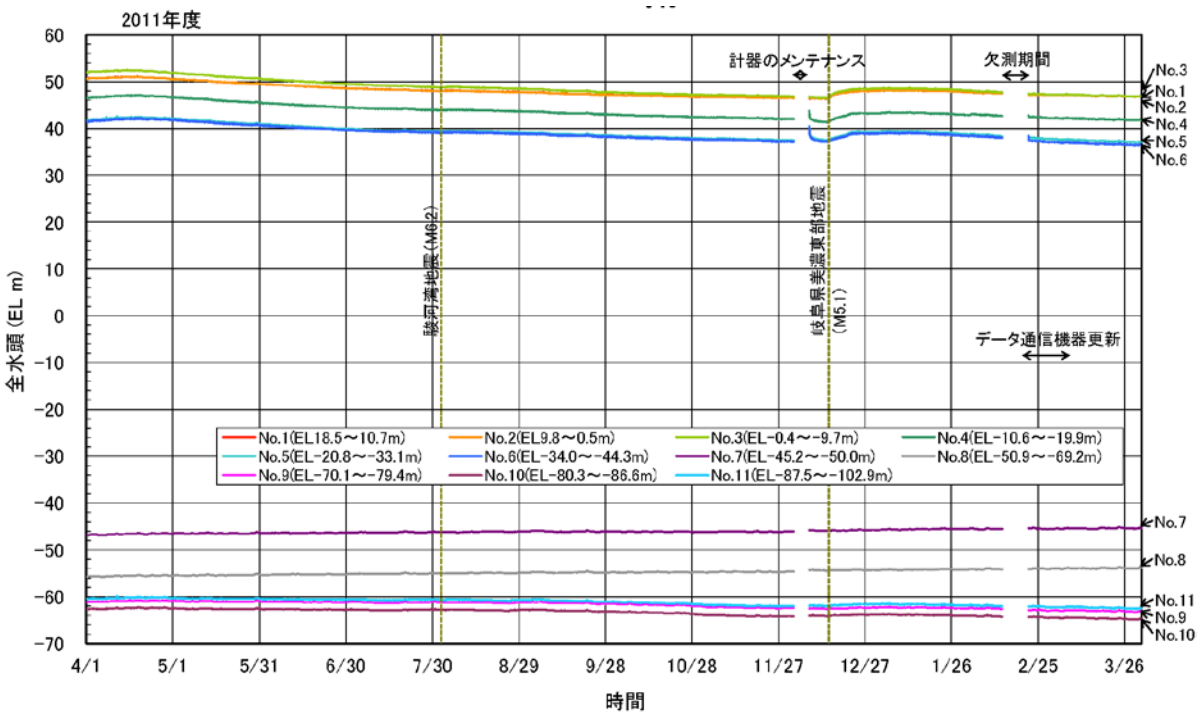


図 4.1.3-8　05ME06 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度中の各観測区間の主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.1～No.6 と No.9～No.11 では，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 観測区間 No.7 と No.8 では年間を通して全水頭が穏やかな上昇傾向を示した。
- 全ての観測区間で，今年度実施された研究坑道の掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。駿河湾を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.1～No.6 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。また，岐阜県美濃東部を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.1～No.6 で 2m 程度，No.9～No.11 で 0.5m 程度の全水頭の上昇

がみられた。その他の地震については，全水頭の変化はみられなかった（変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった）。

(b) 07MI08 号孔における地下水圧変化

07MI08 号孔の観測結果を図 4.1.3-9 に示す。本ボーリング孔では 11 月下旬から 12 月上旬にかけてメンテナンス作業を実施し，その間，全区間でデータ欠測が生じた。また，観測区間 No.1 において，2011 年 6 月上旬から水圧計測プローブの不具合による欠測が生じた。観測区間 No.1，No.2 では，メンテナンス後の水圧観測プローブの設置不良と考えられる異常値がみられたため，12 月下旬に実施した水圧観測プローブ再設置までの間については欠測扱いとしている。

水圧計測プローブ再設置前後の観測値の差は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

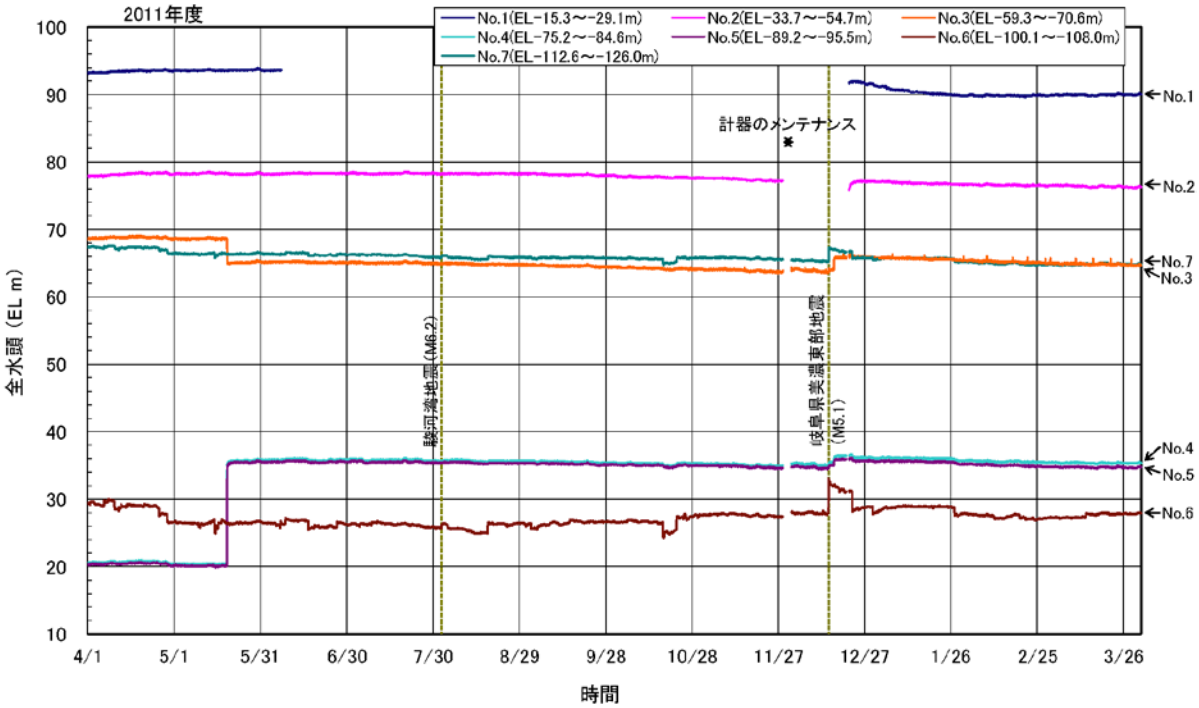


図 4.1.3-9　07MI08 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度中の各観測区間の主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 全ての観測区間で，今年度実施された研究坑道掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 観測区間 No.4 と No.5 では 2011 年 5 月 19 日に全水頭が 15m 程度急激に上昇している。一方，観測区間 No.3 では全水頭が 3m 程度急激に低下している。これについては，観測区間 No.4 と No.5 の水圧に影響している水みちの目詰まりによるものと考えられるが，具体的な原因は現在のところ不明である。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。駿河湾を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.6 と No.7 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。また，岐阜県美濃東部を震源とする地震では，地

震発生後に観測区間 No.3～No.7 で 1.6m～5m 程度の全水頭の上昇がみられた。その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

(c) 07MI09 号孔における地下水圧変化

07MI09 号孔の観測結果を図 4.1.3-10 に示す。本ボーリング孔では 2011 年度にメンテナンス作業は実施していない。また，機器の不具合等による欠測も生じていない。

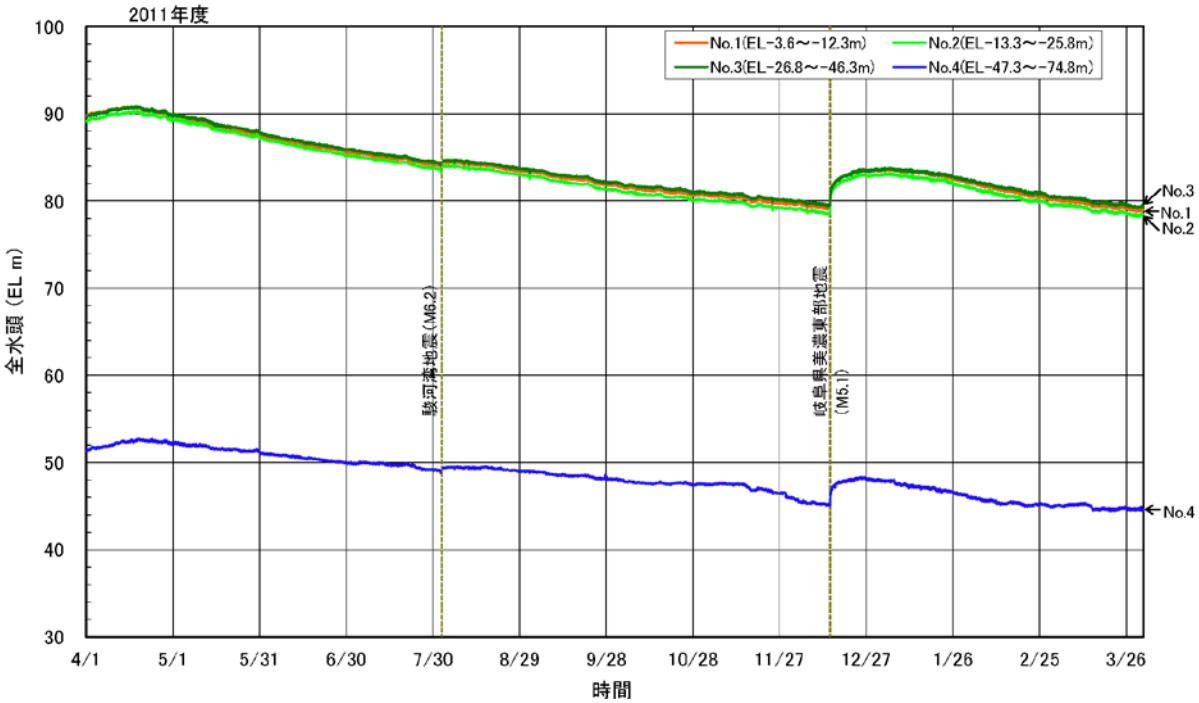


図 4.1.3-10　07MI09 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度の主な水頭の変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 全ての観測区間で，今年度実施された研究坑道の掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。駿河湾を震源とする地震では，地震発生後に全ての観測区間で 0.4m の全水頭の上昇がみられた。また，岐阜県美濃東部を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.1～No.3 で 4.3m 程度，No.4 で 3m 程度の全水頭の上昇がみられた。その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

(d) 09MI17-1，09MI18 号孔および 09MI19 号孔における地下水圧変化

09MI17-1，09MI18 号孔および 09MI19 号孔の観測結果を図 4.1.3-11 に示す。09MI17-1，09MI18 号孔および 09MI19 号孔では，2011 年度にメンテナンス作業を実施していない。また，

機器の不具合等による欠測も生じていない。

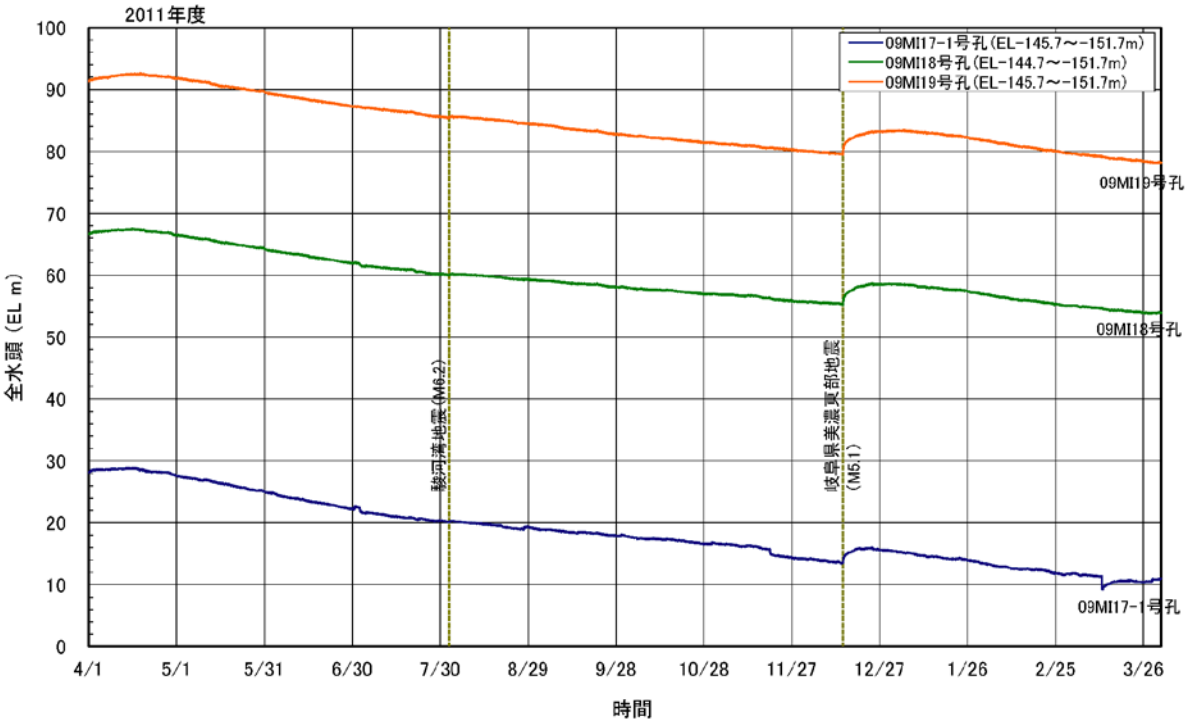


図 4.1.3-11　09MI17-1, 09MI18 号孔および 09MI19 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度の主な水頭の変化は以下のとおりである。

- 各観測孔で 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 各観測孔ともに，今年度実施された研究坑道の掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 09MI17-1 号孔では，2012 年 3 月 11 日の 19 時から 20 時の間に全水頭が 2m 程度急激に低下し，その後 7 日間程度かけて低下前の値程度に回復する変化がみられた。この変化の具体的な原因については現在のところ不明である。なお，全水頭の急激な低下があった 2012 年 3 月 11 日は休日で作業がない日であり，したがって，この変化は作業の影響によるものではない。
- 換気立坑周辺の全水頭分布図を図 4.1.3-12 に示す。全水頭は換気立坑の壁面に近づくほど低くなっている。特に換気立坑の壁面と 09MI17-1 号孔の間で大きな変化がみられることから，換気立坑のごく近傍で大きな水位変化が生じていると考えられる。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。駿河湾を震源とする地震では，地震発生後に各ボーリング孔で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。また，岐阜県美濃東部を震源とする地震では，地震発生後に 09MI17-1 号孔で 2.4m 程度，09MI18 号孔で 3.2m 程度，09MI19 号孔で 3.8m 程度の全水頭の上昇がみられた。その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

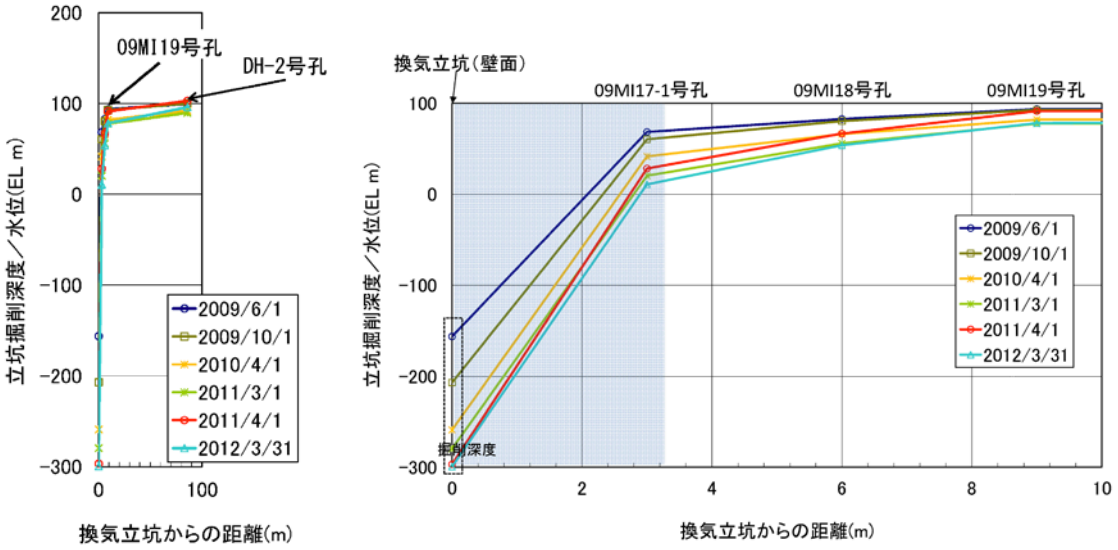


図 4.1.3-12　換気立坑周辺の全水頭分布図

(e) 10MI23 号孔における地下水圧変化

10MI23 号孔の観測結果を図 4.1.3-13 に示す。本ボーリング孔では 2011 年度にメンテナンス作業を実施していない。また，機器の不具合等による欠測も生じていない。

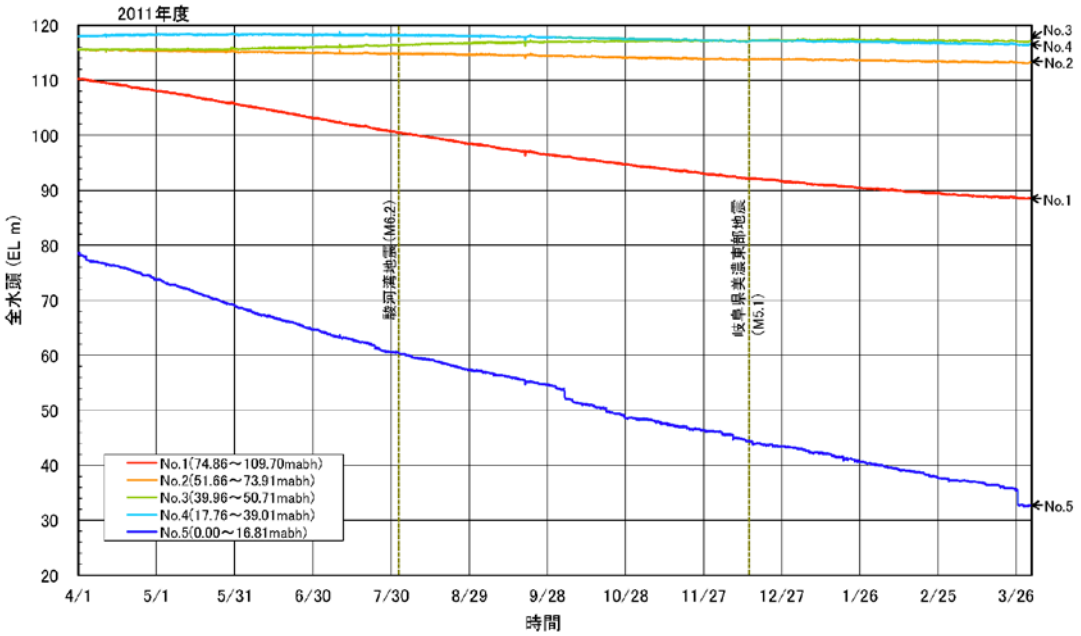


図 4.1.3-13　10MI23 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度の主な水頭の変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.1 では，全水頭が 1.3m/月～2.5m/月程度の割合で低下した。観測区間 No.1 の全水頭は，観測を開始した 2010 年 12 月時点で EL117.2m であった。これは，研究所用地内のボーリング孔のうち，本ボーリング孔と同様に主立坑断層 [1)]の北東側に位置する MSB-1 号孔および MIZ-1 号孔の土岐花崗岩の観測区間（MSB-1 号孔：No.5, MIZ-1 号孔：No.1～No.3）と同程度の値である。その後，観測区間 No.1 の全水頭は低下傾向を示し，2011 年 3 月末で EL110.3m，2012 年 3 月末で EL88.5m となっている。なお，2012 年 3 月末の全水頭は，主立坑断層の南西側に位置するボーリング孔のうち，本ボーリング孔に最も近い 09MI20 号孔（図 4-1 参照）の深部の観測区間と同程度になっている。
- 観測区間 No.1 の全水頭の低下の原因は現在のところ不明であるが，原因のひとつとして，本ボーリング孔の隣で掘削された 10MI22 号孔（図 4-1 参照）の影響が考えられる。10MI22 号孔は，主立坑断層を貫通して南西側まで掘削され，調査終了時には孔口から主立坑断層の南西側までセメンチングを行って閉鎖されている。10MI22 号孔では水圧観測が行われていないので具体的なことはわからないが，10MI22 号孔の主立坑断層周辺の地下水圧は北東側の区間でも南西側程度になっており，この影響で本ボーリング孔の観測区間 No.1 の全水頭が低下しているとも考えられる。
- 観測区間 No.2 では，年間を通して全水頭が穏やかな低下傾向（-0.2m/月程度）を示した。
- 観測区間 No.3 では，全水頭が 5 月までは観測区間 No.2 と同程度であったが，その後徐々に上昇し，11 月頃には観測区間 No.4 と同程度になった。なお，全水頭の上昇の原因については，現在のところ不明である。
- 観測区間 No.4 では，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の穏やかな変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 観測区間 No.5 では，全水頭が 3.3m/月～4.5m/月程度の割合で低下した。観測区間 No.5 の全水頭の変化は他の観測区間に比べて大きくなっているが，これは孔口付近における水圧低下の影響によるものと考えられる。観測区間 No.5 では，2011 年 10 月 4 日の 18 時頃に全水頭が 1.1m 程度急激に低下し，2012 年 3 月 26 日の 13 時 30 分頃にも全水頭が 2.5m 程度急激に低下している。2011 年 10 月 4 日の変化については，MIZ-1 号孔における採水作業の影響が考えられるが，具体的な採水作業は 10 月 5 日から行われており，期間が重ならないことからこの影響ではないものと考えられる。また，2012 年 3 月 26 日の変化についても，影響するような作業で期間が重なる作業は無い。したがって，これらの具体的な原因については現在のところ不明である。なお，本観測区間では，2010 年 12 月に観測を開始してから 2011 年 3 月までの間にこのような全水頭の急激な低下が 3 回ほど認められる。
- 全観測区間で，今年度実施された研究坑道掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。岐阜県美濃東部を震源とする地震発生後に観測区間 No.2～No.4 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。本ボーリング孔では駿河湾を震源とする地震では全水頭の変化はみられなかった。また，その他の地震についても全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

(f) まとめ

研究坑道からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリングの結果，今年度実施された研究坑道掘削や採水作業に関連した全水頭の変化は認められなかった。2011 年度に発生した地震に関連する全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震発生時に主立坑断層北東側の 10MI23 号孔を除いた各ボーリング孔で確認された。また，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震発生時には全てのボーリング孔で全水頭の変化が確認された。なお，その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

③地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリングおよび表層水理定数観測

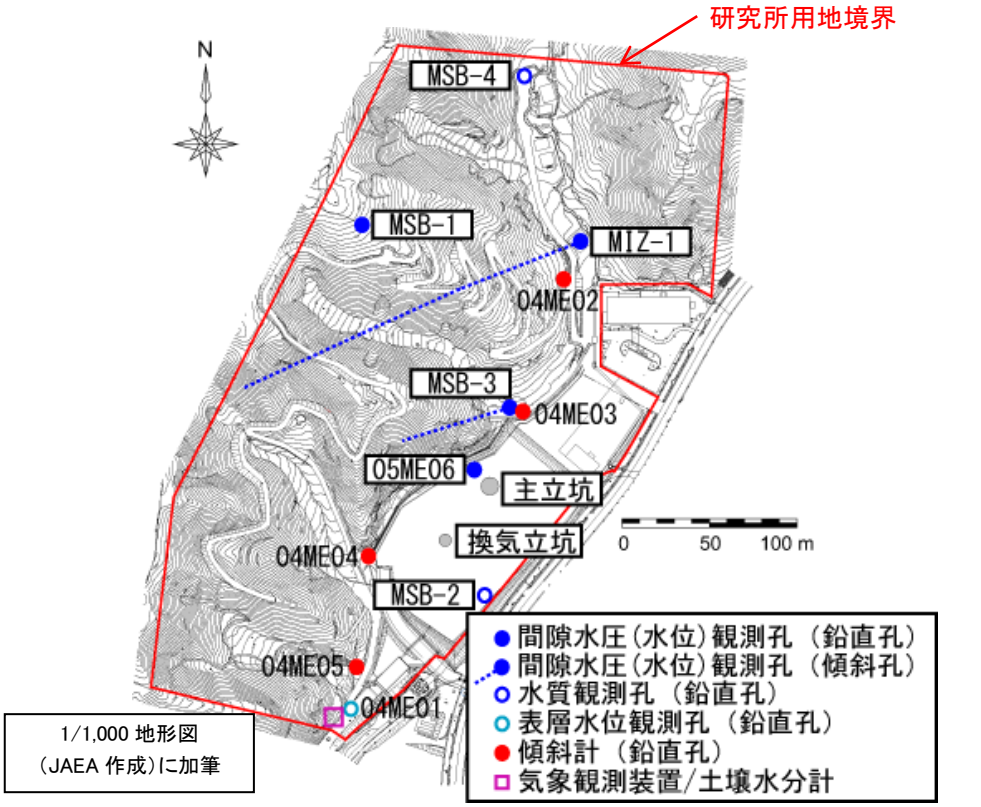
研究坑道の掘削が研究所用地周辺の地質環境へ与える影響を把握することを目的として，地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリング，表層水理定数観測を継続して実施した。

(a)地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリング

地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリングでは，2010 年度に引き続き，研究所用地内の堆積岩～花崗岩上部を対象とした MSB-1 号孔（掘削長約 200m）および MSB-3 号孔（掘削長約 200m）において，直接水圧計測方式の MP システム（Westbay 社（現 Schlumberger 社）製）を用いて間隙水圧のモニタリングを継続するとともに，花崗岩を対象とした MIZ-1 号孔（掘削長約 1,300m）において，ピエゾ水頭計測方式の HSPMP システム（Solexparts 社製）を用いて間隙水圧のモニタリングを実施した。

観測孔位置を図 4.1.3-14 に示す。また，地下水長期モニタリングを実施しているボーリング孔の観測区間一覧表を表 4.1.3-5 に示す。なお，前述のとおり 05ME06 号孔は，地表から掘削したボーリング孔であるが，水圧観測の目的が研究坑道近傍の間隙水圧変化の把握であることから，モニタリング結果を 4.1.4②に記した。

2011 年度の研究坑道での主な作業や地震情報については，4.1.4②に記載したとおりである。地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリング結果を以下に示す。なお，図中では間隙水圧を全水頭に換算し，全水頭は標高で表記した。



注)傾斜計については, 2011 年度は観測休止

図 4.1.3-14　研究所用地内における観測孔位置図

表 4.1.3-5　地下水長期モニタリングを実施しているボーリング孔の観測区間一覧表

MSB-1号孔　　孔口標高：253.081m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　　質	
	GL(-m)	EL(m)	2011年度		
1	66.4 ～ 116.3	186.7 ～ 136.8	○	瑞浪層群	明世累層および本郷累層
2	117.2 ～ 131.6	135.9 ～ 121.5	○		本郷累層（基底礫岩）
3	132.5 ～ 176.3	120.6 ～ 76.8	○		土岐夾炭累層
4	177.2 ～ 195.1	75.9 ～ 58.0	○		土岐夾炭累層（基底礫岩）
5	196.0 ～ 201.0	57.1 ～ 52.1	○	土岐花崗岩（風化部）	

MSB-3号孔　　孔口標高：204.622m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　　質	
	GL(-m)	EL(m)	2011年度		
1	14.5 ～ 66.9	190.1 ～ 137.7	○	瑞浪層群	明世累層および本郷累層
2	67.8 ～ 80.7	136.8 ～ 123.9	○		本郷累層（基底礫岩）
3	81.6 ～ 87.6	123.0 ～ 117.0	○		断層
4	88.4 ～ 131.6	116.2 ～ 73.0	○		土岐夾炭累層
5	132.4 ～ 166.0	72.2 ～ 38.6	○		土岐夾炭累層（基底礫岩）
6	166.9 ～ 170.6	37.7 ～ 34.0	○	土岐花崗岩（風化部）	
7	171.4 ～ 187.0	33.2 ～ 17.6	○	土岐花崗岩	

MIZ-1号孔　　孔口標高：206.56m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　　質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	116.5 ～ 231.8	90.1 ～ -25.2	○	土岐花崗岩
2	232.7 ～ 289.7	-26.1 ～ -83.1	○	土岐花崗岩
3	290.7 ～ 640.7	-84.1 ～ -434.1	○	土岐花崗岩
4	641.7 ～ 717.1	-435.1 ～ -510.5	○	土岐花崗岩
5	718.1 ～ 901.4	-511.5 ～ -694.8	○	土岐花崗岩
6	902.3 ～ 945.5	-695.7 ～ -738.9	○	土岐花崗岩
7	945.8 ～ 966.9	-739.2 ～ -760.3	○	土岐花崗岩
8	967.1 ～ 1127.7	-760.5 ～ -921.1	○	土岐花崗岩
9	1128.7 ～ 1149.1	-922.1 ～ -942.5	○	土岐花崗岩
10	1150.1 ～ 1276.0	-943.5 ～ -1069.4	○	土岐花崗岩

a) MSB-1 号孔

MSB-1 号孔の観測結果を図 4.1.3-15 に示す。本ボーリング孔では，2011 年 11 月中旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全区間で欠測が生じた。なお，本作業では全観測区間の水圧計測プローブを定期交換したが，作業前後の観測値の差は全て許容誤差（3.45kPa 以下）の範囲内であることを確認した。 2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけてデータ通信機器の更新作業を行ったが，計測値に作業の影響はみられなかった。

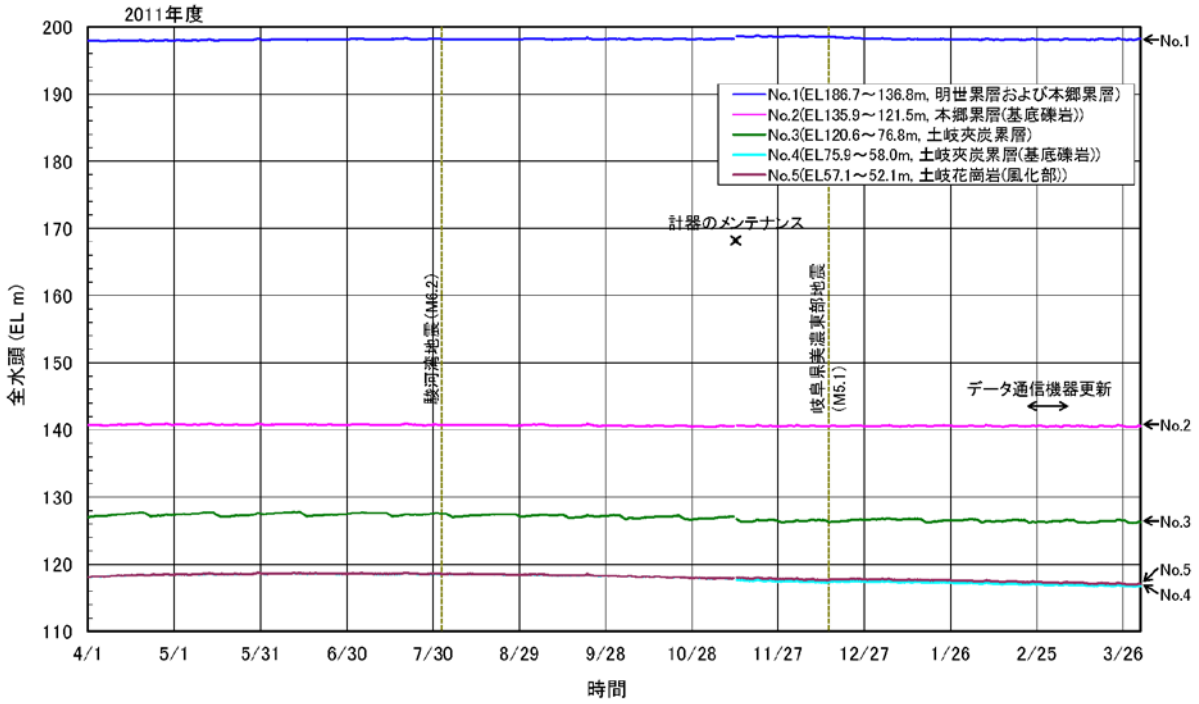


図 4.1.3-15　MSB-1 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度の主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.1 と No.2 では，全水頭の変化がほとんどなかった。
- 観測区間 No.3 では，4 月上旬から全水頭が 1m 程度の上昇と低下を繰り返す変化がみられた。この変化の具体的な原因については現在のところ不明である。なお，この変化については，2010 年 8 月から行われた 10MI22 号孔での調査に伴い全水頭が低下した時期から認められる。
- 観測区間 No.4 と No.5 では，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の穏やかな変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 全観測区間で，今年度実施された研究坑道の掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。岐阜県美濃東部を震源とする地震発生後に観測区間 No.1 で 0.5m 程度の全水頭の低下がみられ，観測区間 No.3～No.5 では数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。本ボーリング孔では駿河湾を震源とする地震では全水頭の変化はみられなかった。また，その他の地震についても全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

b) MSB-3 号孔

MSB-3 号孔の観測結果を図 4.1.3-16 に示す。

本ボーリング孔では，12 月中旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全観測区間で欠測が生じた。また，2011 年 7 月中旬にバッテリーの電圧低下により全区間で欠測が生じた。，2012 年 1 月中旬から下旬にかけては水圧計測プローブの不具合に伴う全区間で欠測が生じたため，水圧計測プローブの交換，再設置を実施し観測を再開した。再設置した水圧計測プローブのうち，観測区間 No.3 の水圧計測プローブは，大気中での計測値が許容誤差 3.45kPa に対して誤差 4.0kPa と若干大きいことから，2012 年度に全観測区間の水圧計測プローブを点検整備を行ったものと交換することとした。また，2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけてデータ通信機器の更新作業を行ったが，計測値に作業の影響はみられなかった。

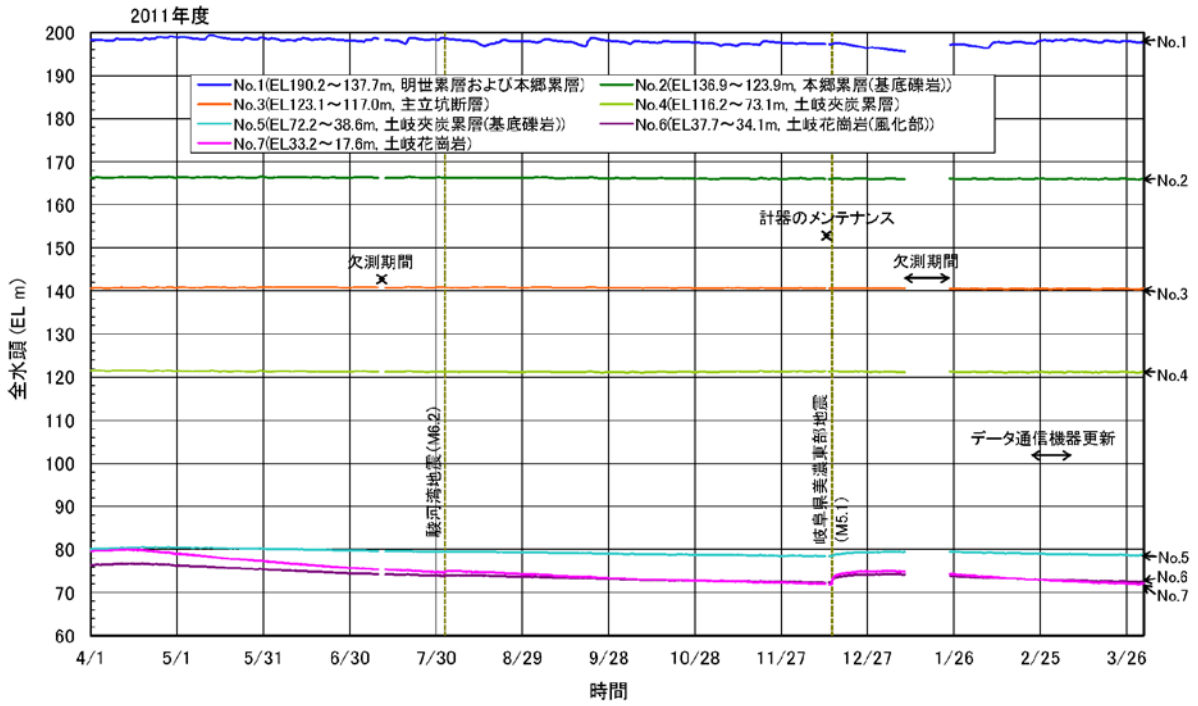


図 4.1.3-16　MSB-3 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.1 では降雨によると考えられる全水頭の変化がみられた。
- 観測区間 No.2～No.4 では，年間を通して全水頭がほぼ一定の値であった。
- 観測区間 No.5～No.7 では，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 全ての観測区間で，今年度実施された研究坑道の掘削や MIZ-1 号孔および DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。駿河湾を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.5～No.7 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。また，岐阜県美濃東部を震源とする地震では，地震発生後に観測区間 No.5 で 1m 程度，観測区間 No.6 で 2m 程度，観測区間 No.7 で 3m 程度の全水頭の上昇がみられた。その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，

あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

c) MIZ-1 号孔

MIZ-1 号孔の観測結果を図 4.1.3-17 に示す。本ボーリング孔では 10 区間で観測を実施しているが，そのうちの 7 区間（No.4～No.10）については，水圧モニタリング装置設置当初からスタンドパイプ内（スタンドパイプに接続されるチューブ内）での溶存ガスの遊離によるものと推測される異常値が確認されている。その対策としてスタンドパイプ内の水を循環し溶存ガスを除去することにより，その後 1 箇月程度は安定したデータ取得が可能なことを確認している [2]。図 4.1.3-17 には，上記の異常値を除く水圧観測データを示した。

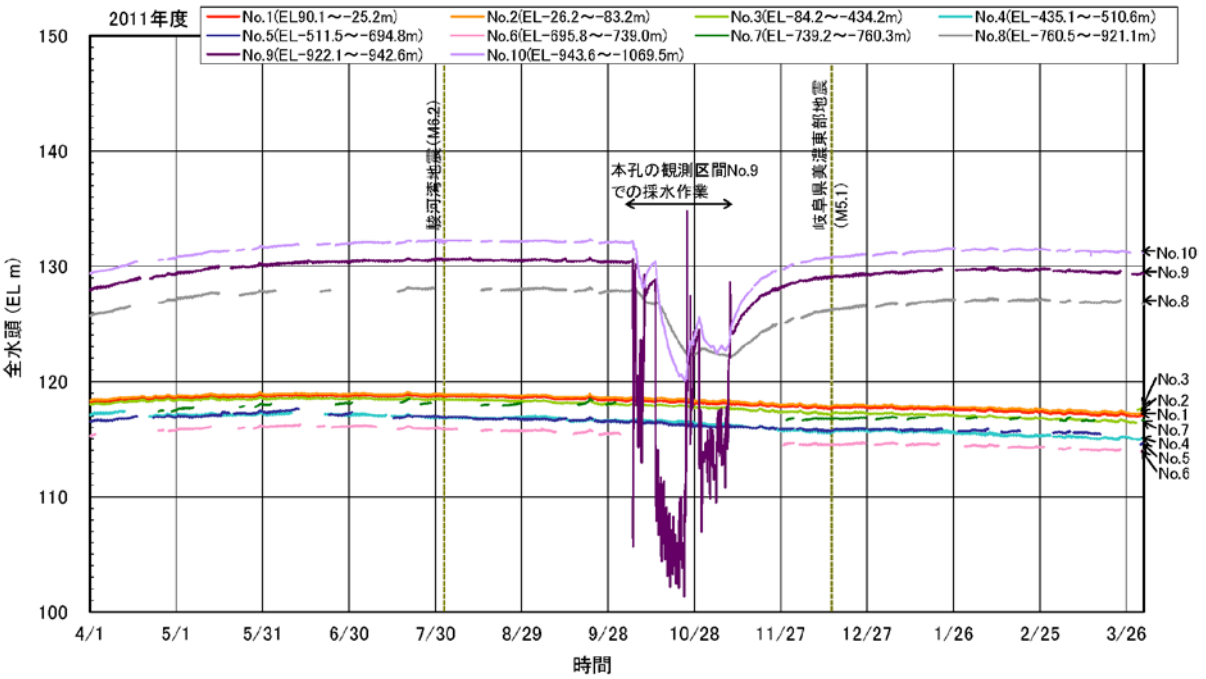


図 4.1.3-17　MIZ-1 号孔の地下水圧観測結果

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連していると考えられる全水頭の変化が 4 月上旬以降も継続してみられた。
- 本孔では，2011 年 10 月 5 日から 11 月 10 日にかけて観測区間 No.9 で採水作業を行っており，観測区間 No.8～No.10 では採水作業に関連していると考えられる全水頭の変化がみられた。なお，観測区間 No.1～No.5 では，採水作業に関連していると考えられる全水頭の変化がみられなかった。観測区間 No.6 と No.7 については，採水作業期間中は欠測となっている。
- 全ての観測区間で，今年度実施された研究坑道の掘削や DH-2 号孔で実施された採水作業に関連すると考えられる全水頭の変化はみられなかった。
- 今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。岐阜県美濃東部を震源とする地震発生後に観測区間 No.1～No.6 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。本ボーリング孔では

駿河湾を震源とする地震では全水頭の変化はみられなかった。また，その他の地震についても全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

d) まとめ

研究所用地内における地下水長期モニタリングの結果から，今年度実施された研究坑道の掘削に関連した全水頭の変化はみられなかった。今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震発生時に MSB-3 号孔の主立坑断層南西側の観測区間 No.5～No.7 で確認された。また，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震発生時には各ボーリング孔で全水頭の変化が確認された。主立坑断層を境として地震に対する地下水圧の変化傾向が違うことから，主立坑断層は断層面に直交する方向に対して低透水性であると考えられる。これらの結果は，第 1 段階での調査研究結果 [3]とも整合していることから，主立坑断層の水理特性に関する解釈の妥当性が確認できたと考える。なお，その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても短時間で変化前の値に回復する等，一時的な変化であった。

(b)表層水理定数観測

表層水理定数観測では，研究坑道掘削に伴う浅部の地下水流動の変化を把握するために表層水理定数観測装置および地表傾斜計を設置し（図 4.1.3-14 参照），気象要素（風向風速，気温，湿度，放射収支，日射量，降水量），地下水位，土壌水分，地表傾斜量の観測を実施している（表 4.1.3-6 参照）。ただし，地表傾斜量の観測については，2011 年度は休止している。

表 4.1.3-6　観測項目一覧表

設置観測装置	観測装置番号	風向風速	気温	湿度	放射収支	日射量	降水量	地下水位	土壌水分	地表傾斜量	備考
気象観測装置	MMP	●	●	●	●	●					
雨雪量計	MR						●				
地下水位計	04ME01							●			瑞浪層群明世累層
土壌水分計	MD1								●		土壌水分計設置深度（20cm, 40cm, 70cm）
土壌水分計	MD2								●		土壌水分計設置深度（20cm, 40cm, 70cm, 130cm, 200cm）
地表傾斜計	04ME02									●	2011年度は観測休止
地表傾斜計	04ME03									●	2011年度は観測休止
地表傾斜計	04ME04									●	2011年度は観測休止
地表傾斜計	04ME05									●	2011年度は観測休止

04ME01 号孔（図 4.1.3-14）の地下水位は，年間を通して EL187m～190m の範囲で変動しており，降雨に伴う水位上昇と降雨後の水位低下が確認できる（図 4.1.3-18）。また，2011 年 4 月～7 月の地下水位変化をみても研究坑道掘削に伴う変動は確認できない（図 4.1.3-19）。

これらの結果は，これまでの MSB-1 号孔および MSB-3 号孔の瑞浪層群浅部におけるモニタリング結果（本郷累層の泥岩層が鉛直方向に対して低透水性を有する構造として機能）と整合しており，瑞浪層群浅部は研究坑道掘削に伴う影響を受けていないものと推定される。

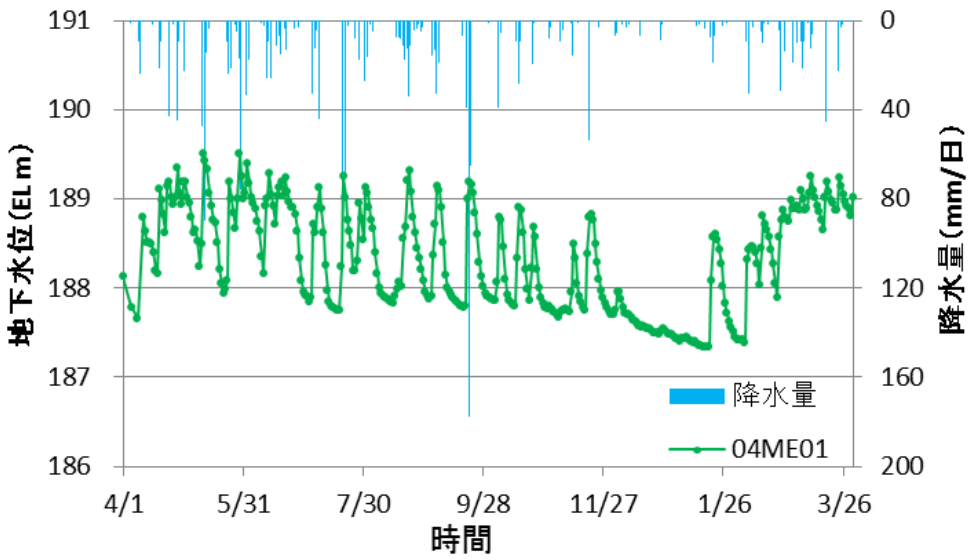


図 4.1.3-18　研究所用地内における地下浅部の地下水位と降水量の関係（2011 年度）

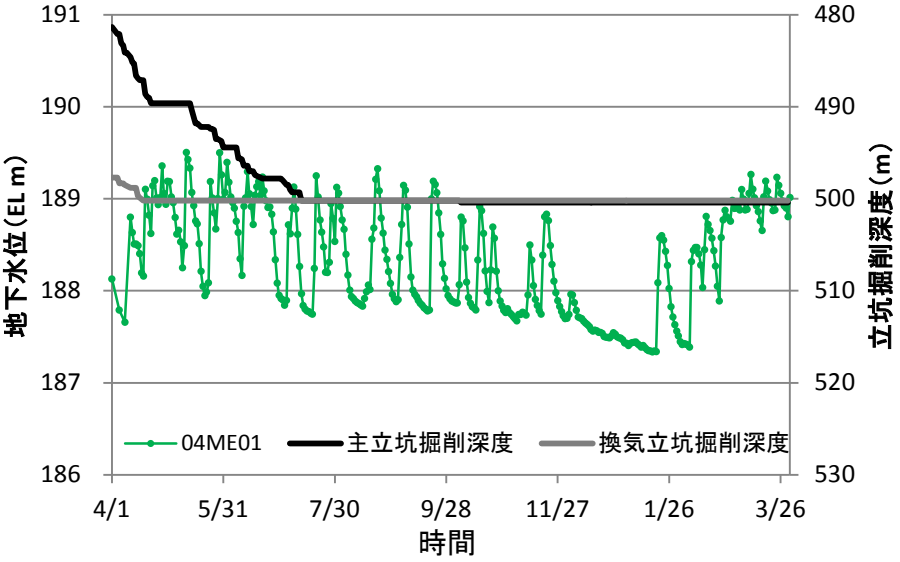


図 4.1.3-19　研究所用地内の地下水位および立坑掘削深度（2011 年度）

2) モデル化・解析

水理地質構造モデルの構築・更新・妥当性確認に係わる方法論の整備を目的として，水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析を継続している。

具体的には，更新された地質構造モデルおよび地表や研究坑道から掘削したボーリング孔を利用した調査や長期水圧モニタリングなどから得られる情報に基づき，サイトスケール（2km 四方の領域）およびブロックスケール（数十 m～数百 m 四方の領域）の水理地質構造モデルの更新を行っている。また，サイトスケールについては第 2 段階で更新した水理地質構造モデルと第 1 段階で構築した水理地質構造モデルを用いた地下水流動解析を実施し，それらの解析から得られる水頭分布，流速分布などを比較することにより，第 1 段階で構築した水理地質構造モデル（Site_Hydro_Model_P1_step4_2007）の妥当性確認を実施するとともに，これらの解析結果の相違点の主な要因を分析することによって，第 1 段階で適用した調査技術の妥当性評価を試みている。さらに，研究坑道の設計・施工への情報提供を目的として，水理地質構造モデルを用いた地下水流動解析を実施し，研究坑道の掘削に伴う地下水位分布や水頭分布の変化，研究坑道における湧水量や湧水区間などを予測評価している。

①サイトスケールの水理地質構造モデルの構築・更新および地下水流動解析

第 2 段階におけるこれまでの調査研究では，研究坑道掘削時の湧水量が計測されているとともに，それに関連した水圧変化が研究坑道周辺のボーリング孔で観測されている [4]。また，2010 年度に，研究坑道の深度 300m 研究アクセス坑道から掘削したボーリング孔（10MI22 号孔；図 4-1 参照）を揚水孔とした長期揚水試験を実施し，研究坑道周辺の複数のボーリング孔（MSB-1，MSB-3，MIZ-1，05ME06，07MI08，07MI09，DH-2 および DH-15 号孔；図 4-1，図 4.1.3-14，図 A-2-1 参照）で試験に伴う水圧応答を観測した [2]。

2011 年度は，サイトスケールの水理地質構造モデルの更新は行わずに，簡易モデルを用いた地下水流動解析による水理地質構造概念の妥当性確認を実施した。まず，長期揚水試験に伴う水圧応答データを利用し，研究所用地内および周辺における水理地質構造の概念化を行った（図 4.1.3-20）。その結果，これまでの調査研究で得られた研究所用地周辺の水理地質構造に関する知見の妥当性が確認された。特に，長期揚水試験に伴う水圧応答の傾向からは，この試験が主立坑

断層をはじめとする断層などの低透水性の水理地質構造によって囲まれた領域（以下，コンパートメント構造）で実施された可能性が改めて示唆された [5]。さらに，長期揚水試験結果に基づき構築した水理地質構造概念の妥当性の確認を目的として，研究坑道周辺のボーリング孔で観測された試験に伴う水圧応答データおよび簡易モデルを用いた三次元非定常地下水流動解析を実施した。本解析には有限差分法の Frac-Affinity[6]を用いて，コンパートメント構造に着目した感度解析を実施した。表 4.1.3-7 には，感度解析に適用した水理地質構造の透水係数を示す。また，図 4.1.3-21 に解析に考慮した水理地質構造図および感度解析の結果を示す。なお，本解析の境界条件としては上部，下部境界は不透水境界，側方境界は水頭固定境界とし，10MI22 号孔の揚水区間には長期揚水試験から得られた揚水量の経時変化(図 4.1.3-21 中グラフの黄色線)を設定した。コンパートメント構造の有無による長期揚水試験に伴う水圧応答の再現性の比較の結果および研究所用地周辺の推定断層（主立坑断層，IF_S200_13 断層，IF_S200_15 断層，IF_SB3_11 断層および IF_SB3_19 断層）でコンパートメント構造を形成することで，長期揚水試験に伴う水圧応答傾向の再現性が向上しており，研究所用地周辺にコンパートメント構造が存在するといった水理地質構造概念（図 4.1.3-20）の妥当性を解析的に確認することができた。今後，このような検討結果を，第 2 段階での水理地質構造モデルの更新の考え方（図 4.1.3-22）に基づき継続的に実施しているモデルのキャリブレーション結果の妥当性の確認ならびに考え方の更新に反映させる。

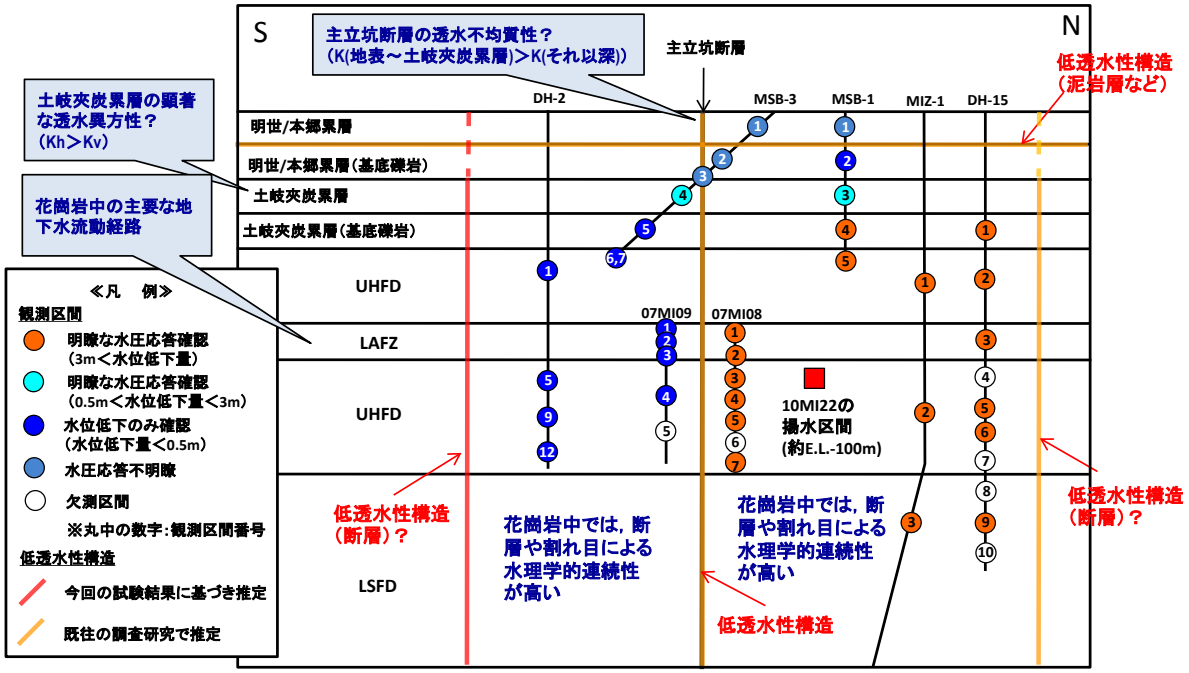


図 4.1.3-20　長期揚水試験結果に基づく研究所用地周辺の水理地質構造概念 [5]

表 4.1.3-7　研究所用地周辺におけるコンパートメント構造に着目した感度解析ケース

解析ケース	水理地質構造の透水係数(m/s)					
	土岐花崗岩	主立坑断層	IF_S200_13断層	IF_S200_15断層	IF_SB3_11断層	IF_SB3_19断層
コンパートメント構造考慮なし	3.2E-08	5.0E-11	3.2E-08	3.2E-08	3.2E-08	3.2E-08
コンパートメント構造考慮あり	3.2E-08	5.0E-11	1.0E-11	1.0E-11	1.0E-11	1.0E-11

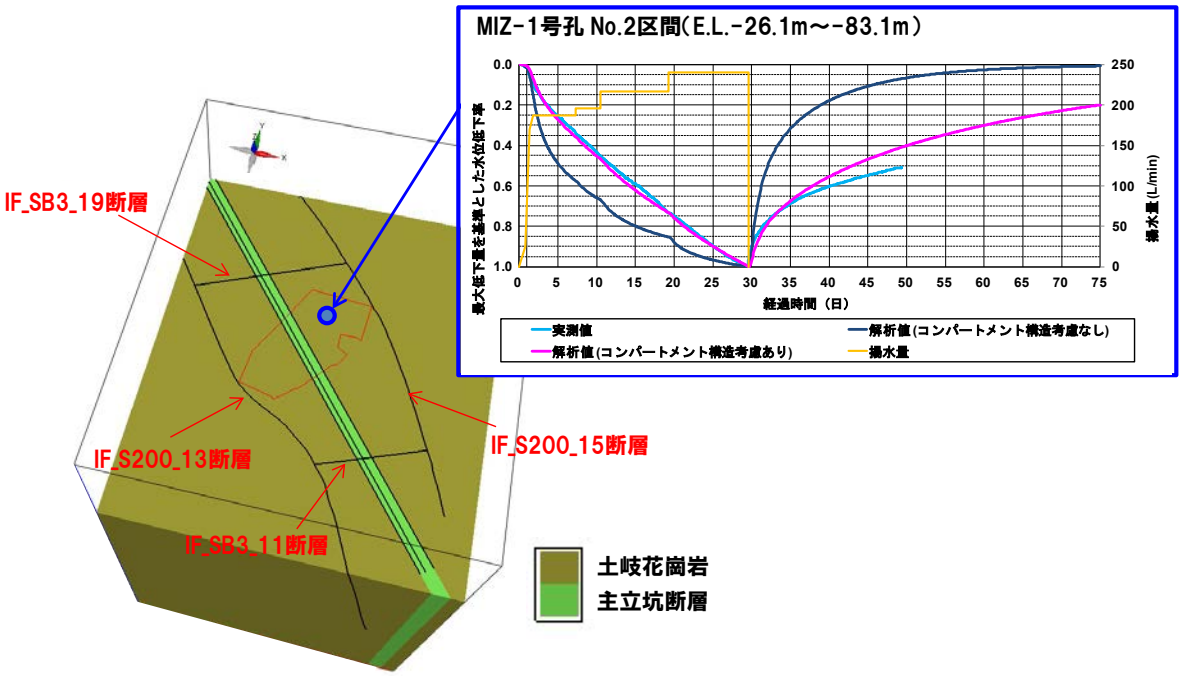


図 4.1.3-21　研究所用地周辺におけるコンパートメント構造に着目した感度解析結果

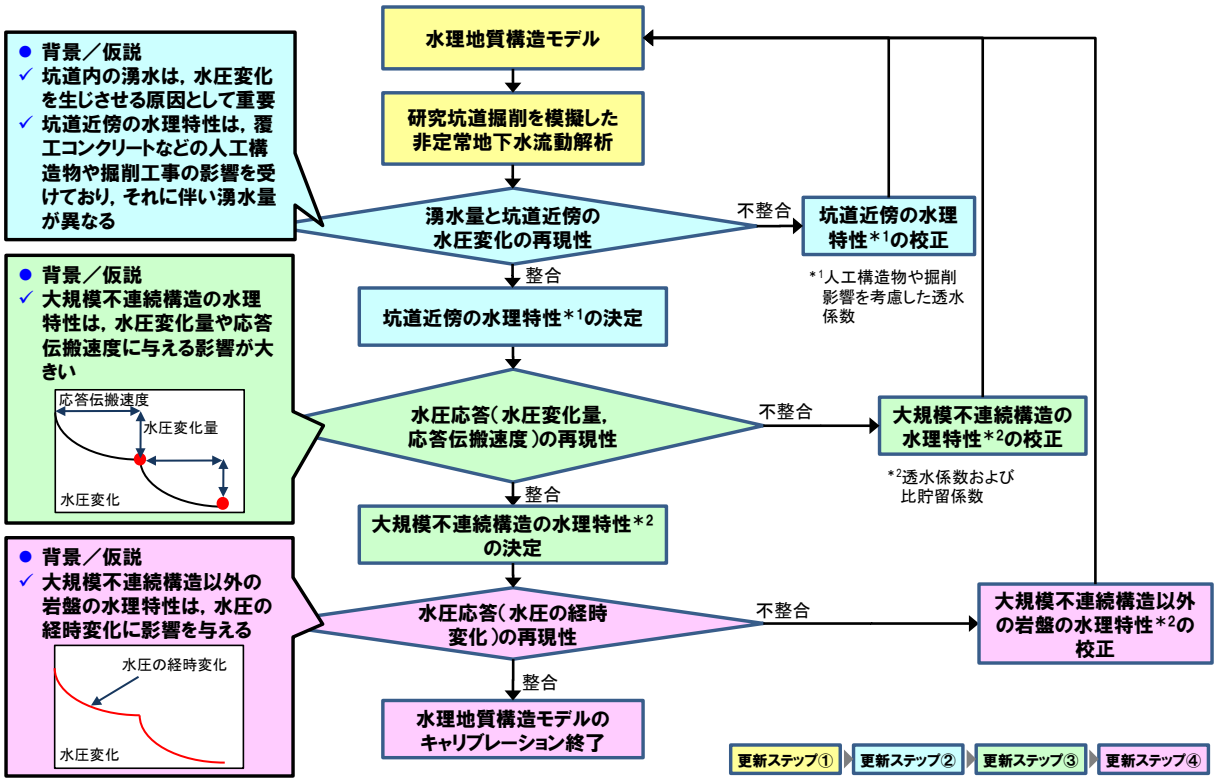


図 4.1.3-22 第 2 段階での水理地質構造モデルの更新の考え方 [7)]

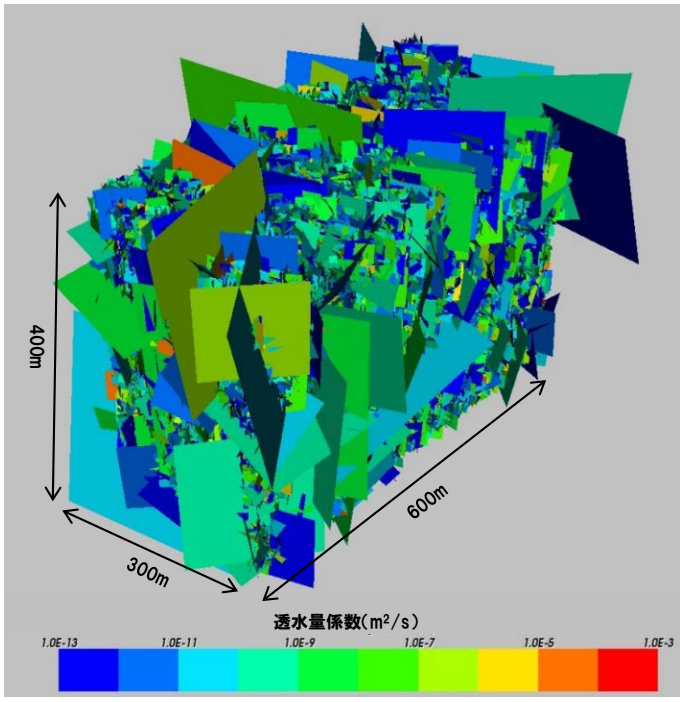
②ブロックスケールの水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析

第 2 段階におけるこれまでの調査研究では，立坑や水平坑道の壁面観察や研究坑道内からのボーリング調査によって，土岐花崗岩における割れ目の卓越方位分布や密度分布などに関する情報を蓄積しており，深度 300m および深度 500m ステージを含む研究坑道周辺のブロックスケール（E-W：300m×N-S：600m×Z:400m）の地質構造モデルとして Block_Geo_sh460 が構築されている（図 4.1.1-13）。

2011 年度は，Block_Geo_sh460 に研究坑道内のボーリング孔（09MI20，09MI21，10MI23 および 10MI26 号孔；図 4-1 参照）で実施した単孔式水理試験結果に基づく，土岐花崗岩中の上部割れ目帯および主立坑断層周辺に認められる母岩の変質を伴う割れ目帯における割れ目の透水量係数分布を考慮することで，研究坑道周辺のブロックスケールの水理地質構造モデル（Block_Hydro_sh460）を構築した。Block_Hydro_sh460 の構築には，割れ目ネットワークのモデル化・解析コードである CONNECTFLOW[8)]を用いた。なお，割れ目の透水量係数分布の推定にあたっては，単孔式水理試験区間に分布する全ての開口および明瞭割れ目が，地下水流動に寄与する水みちであること，割れ目の透水量係数分布は対数正規分布であることを前提条件とした。そして，単孔式水理試験から得られた透水量係数と割れ目の本数から，割れ目の平均的な透水量係数を算出した上で，標準偏差を変数としたモンテカルロシミュレーションを実施し，対数正規分布となる透水量係数分布の統計量（平均値，標準偏差）を推定した。図 4.1.3-23 に，上記の統計量に基づき確率論的に割れ目の透水量係数を割り当てることで構築した Block_Hydro_sh460 を示す。Block_Hydro_ sh460 は，土岐花崗岩の水理特性の空間的不均質性の推定や，深度 300m および深度 500m ステージで実施予定の第 3 段階の調査研究計画を策定するための基礎情報となる。

なお，Block_Hydro_sh460 の構築に必要となる割れ目の統計量（割れ目卓越方位，割れ目密度

など）解析については，地層処分基盤研究開発ユニットおよび幌延深地層研究ユニットと連携して実施した。



（割れ目の水理学的不均質性を統計的に発生させた 1 リアライゼーションの例）

図 4.1.3-23　研究坑道周辺のブロックスケールの水理地質構造モデル（Block_Hydro_sh460）

3) 技術開発

①水圧モニタリング装置の適用性の検討

直接水圧計測方式である MP システムを用いたボーリング孔では，2011 年度は，間隙水圧を継続的に観測することができた。MP システムについては 2008 年度より 1 回/年の頻度での作動確認および 1 回/3 年の頻度での水圧観測プローブのオーバーホールを実施しており，これらのメンテナンスを実施することにより，安定した観測の実施が可能となっている。

一方，ピエゾ水頭計測方式の水圧モニタリング装置を用いたボーリング孔については，研究坑道内のボーリング孔では間隙水圧を継続的に観測することができたものの，HSPMP システムを用いている MIZ-1 号孔では，一部観測区間において地下水中の溶存ガスの遊離の影響と考えられる水位変動が確認されている [9]。この対策として，2011 年度についても，2010 年度に引き続きスタンドパイプ内の遊離ガスの排除を目的とした揚水を実施した。この結果，揚水後約 1 箇月間は，遊離ガスの影響を受けていないと考えられるデータを取得できることが確認できた。今後も，定期的に揚水を行うとともに，最適な実施頻度について検討を行う。

②地質環境データ解析・可視化システムの構築

ボーリング調査や物理探査などで得られたデータや情報の解釈，地質・地質構造および水理地質構造のモデル化，地下水流動解析およびモデル化・解析結果の可視化に関する作業を通じて，GEOMASS（Geological Modelling Analysis and Simulation Software）システム [6]の機能の拡張等を継続的に実施している。

2011 年度は，研究坑道掘削に伴う地下水流動場の変化に関するデータに基づく水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析の作業効率の向上を目的として，GEOMASS システムにおける

地下水流動解析コード（Frac-Affinity）の境界条件のうち，地下坑道壁面の境界条件をより詳細かつ簡便に地下水流動解析に反映できるように，入力方法等の改良を行った。

参考文献

1) 狩野智之，毛屋博道，竹内竜史：“超深地層研究所計画における地下水の水圧長期モニタリング（2009 年度）”，日本原子力研究開発機構， JAEA-Data/Code 2011-002（2011）.
2) 鶴田忠彦，武田匡樹，上野孝志，大丸修二，徳安真吾，尾上博則，新宮信也，石橋正祐紀，竹内竜史，松岡稔幸，水野 崇，田上雅彦：“超深地層研究所計画主立坑断層を対象としたボーリング調査結果報告書 ”, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Technology 2012-001（2012）.
3) 三枝博光，瀬野康弘，中間茂雄，鶴田忠彦，岩月輝希，天野健治，竹内竜史，松岡稔幸，尾上博則，水野 崇，大山卓也，濱 克宏，佐藤稔紀，久慈雅栄，黒田英高，仙波 毅，内田雅大，杉原弘造，坂巻昌工：“超深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階（第 1 段階）研究成果報告書”, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2007-043（2007）.
4) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，早野 明，竹内竜史，三枝博光，大山卓也，水野 崇，丹野剛男，平野 享，竹内真司，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，弥富洋介，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度報告書（2009 年度） ”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-007（2011）.
5) 大丸修二，尾上博則，竹内竜史：“超深地層研究所計画（岩盤の水理に関する調査研究）主立坑断層を対象とした水理学的調査 ”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2012-008（2012）.
6) T. Ohyama，H. Saegusa：“GEOMASS System”，JAEA-Testing 2008-007（2009）.
7) 三枝博光，松井裕哉，濱 克宏，佐藤稔紀，鶴田忠彦，竹内竜史，國丸貴紀，松岡稔幸，水野 崇:“超深地層研究所計画における調査研究の考え方と進め方 ー深度 500m までの調査研究計画ー”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-022(2011）.
8) Hartley L J, Holton D : “CONNECTFLOW Technical summary document”, SERCO/ERRA-C/TSD02V1（2003）.
9) 竹内竜史，三枝博光，大山卓也，毛屋博道，佐藤敦也，小坂 寛，武田匡樹，大丸修二，竹内真司：“超深地層研究所計画 岩盤の水理に関する調査研究（2008 年度）報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2010-018（2010）.

4.1.4 地下水の地球化学に関する調査研究

(1) 実施概要

2011 年度計画 [1)]に従い，研究坑道の掘削が周辺の地球化学環境（地下水の水質や物理化学パラメータなど）に与える影響を把握することを目的として，以下の場所を対象とした採水調査を実施した。また，今後の水質分布の予測に関わる解析手法の構築については，解析用データを蓄積しており，次年度に解析手法の検討を行う。

- 研究坑道壁面および集水リング（図 4-1）
- 研究坑道から掘削したボーリング孔（07MI07，09MI20，09MI21 号孔および 10MI26 号孔，図 4-1）
- 地表から掘削したボーリング孔（MSB-2，MSB-4 号孔および MIZ-1 号孔，図 4.1.3-7）

地下水試料の分析項目・頻度を表 4.1.4-1(1)，(2)に示す。これらの結果に基づき，地下水の水質変化に関わる解析を実施した。また，主に坑道から掘削したボーリング孔を対象として，物質移動に関わる基礎情報となる地下水中のコロイドおよび微生物に関する調査研究を実施した。さらに，原位置の物理化学パラメータ（温度，pH，電気伝導度，酸化還元電位，溶存酸素濃度）測定方法に関して，溶存酸素の原位置分析手法の検討を行った。

表 4.1.4-1(1)　地下水試料の採取場所ごとの分析項目および分析頻度

測定・分析項目	集水リング			坑道壁面	
	設置後 6 ヶ月まで	設置後 6 ヶ月～2 年	設置から 2 年以降	坑道掘削時	深度 300m 研究アクセス坑道
pH, EC, 温度	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Na^+	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
K^+	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
NH_4^+	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Ca^{2+}	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Mg^{2+}	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Mn	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Fe^{2+}				都度	6 回/年
全 Fe	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Si	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Al	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
F^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
B				都度	6 回/年
Cl^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
Br^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
I^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
NO_3^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
NO_2^-	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
SO_4^{2-}	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
S^{2-}				都度	6 回/年
PO_4^{3-}	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
アルカリ度	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
全炭素，全無機炭素	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
全有機炭素	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年
ウラニン，アミノ G 酸，ナフチオン酸ナトリウム	1 回/週	1 回/月	4 回/年	都度	6 回/年

EC：電気伝導度，空欄：分析無し

表 4.1.4-1(2)　地下水試料の採取場所ごとの分析項目および分析頻度

測定・分析項目	研究坑道内から掘削したボーリング孔			地表からのボーリング孔	
	地下水水質モニタリング装置設置後6ヶ月まで	地下水水質モニタリング装置設置後6ヶ月～2年	地下水水質モニタリング装置設置から2年以降	MSB-2，4号孔	MIZ-1号孔
pH, EC, 温度	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
DO, Eh	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Na^{+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
K^{+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
NH_4^{+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Ca^{2+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Mg^{2+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Mn	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Fe^{2+}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
全 Fe	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Si	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Al	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
F^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
B	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Cl^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
Br^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
I^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
NO_3^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
NO_2^{-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
SO_4^{2-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
S^{2-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
PO_4^{3-}	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
U				3回/年	1回/年
アルカリ度	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
全炭素, 全無機炭素	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
全有機炭素	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年
ウラニン, アミノG酸, ナフチオン酸ナトリウム	1回/週	1回/月	6回/年	3回/年	1回/年

EC：電気伝導度，DO：溶存酸素濃度，Eh：酸化還元電位　空欄：分析無し

(2) 実施結果

1) 調査試験

表 4.1.4-1(1)，(2)の各分析項目の分析結果を付表 B-1～B-10 にまとめて示す。以下の考察では物理化学パラメータや主要成分濃度データをもとに，研究坑道の掘削に伴う地球化学環境の経時変化について概説する。

①立坑壁面および集水リングを用いた坑内湧水の地下水水質観測

第 1 段階の地球化学モデル（Site_Chem_Concept_P1_step4_2007）の妥当性確認を目的として，坑道掘削直後の壁面観察時に採取できる壁面からの湧水（以下，壁面湧水）を対象とした採水調査を行った。本年度は，主立坑の深度 486.1m の南西側壁面および換気立坑の深度 493.8m の西側壁面，深度 300m 研究アクセス坑道の東側壁面の 2 箇所（アクセス坑道起点より 44.8m および 79.7m 地点），深度 500m 研究アクセス南坑道の切羽（換気立坑中心より 8.7m 地点）から採取した。

また，坑道周辺地下水の水質の経時変化を把握することを主な目的として，集水リングを対象とした採水調査を行った(図 4.1.3-1)。集水リングの地下水の pH 測定結果を図 4.1.4-1, 図 4.1.4-2 に，壁面湧水の pH 測定結果を図 4.1.4-3 に示す。

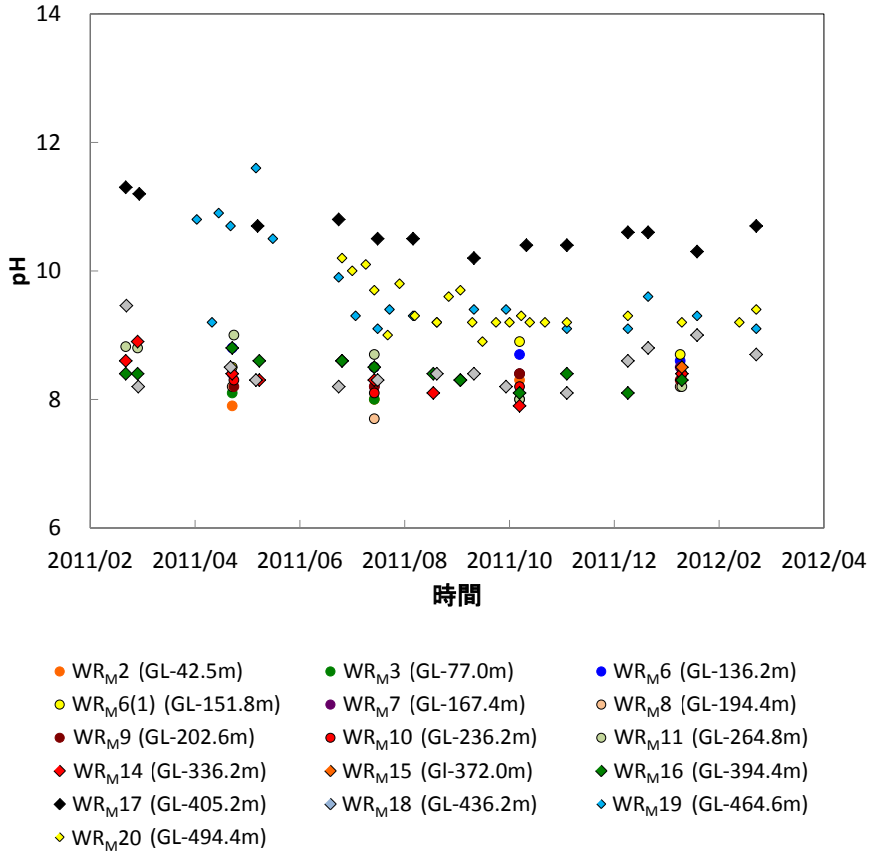


図 4.1.4-1　主立坑の集水リングの地下水の pH 測定結果

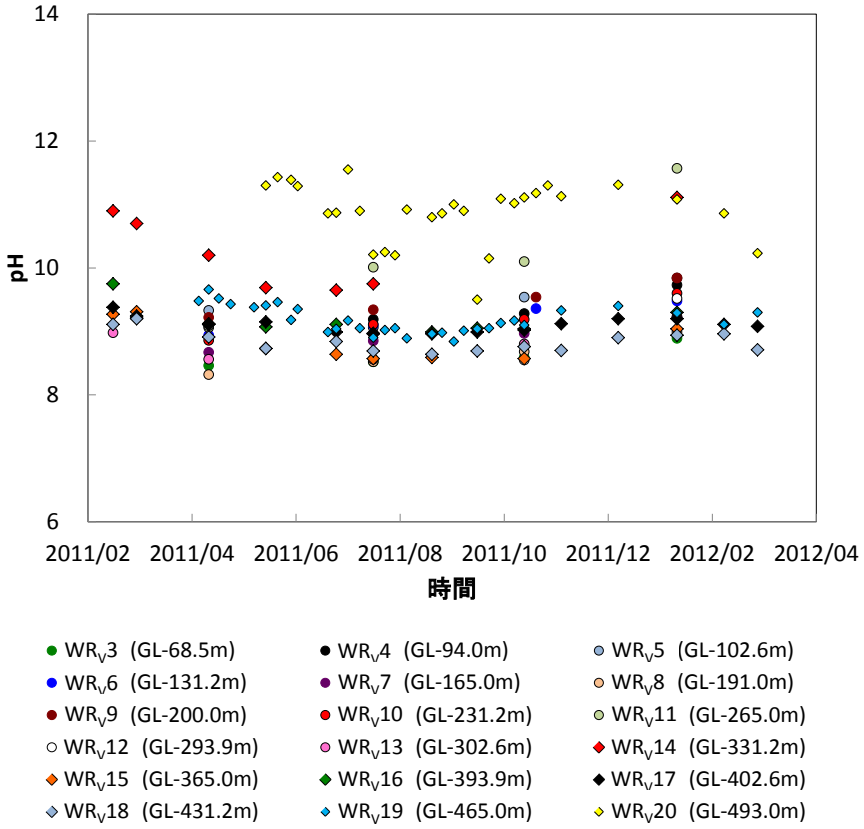


図 4.1.4-2　換気立坑の集水リングの地下水の pH 測定結果

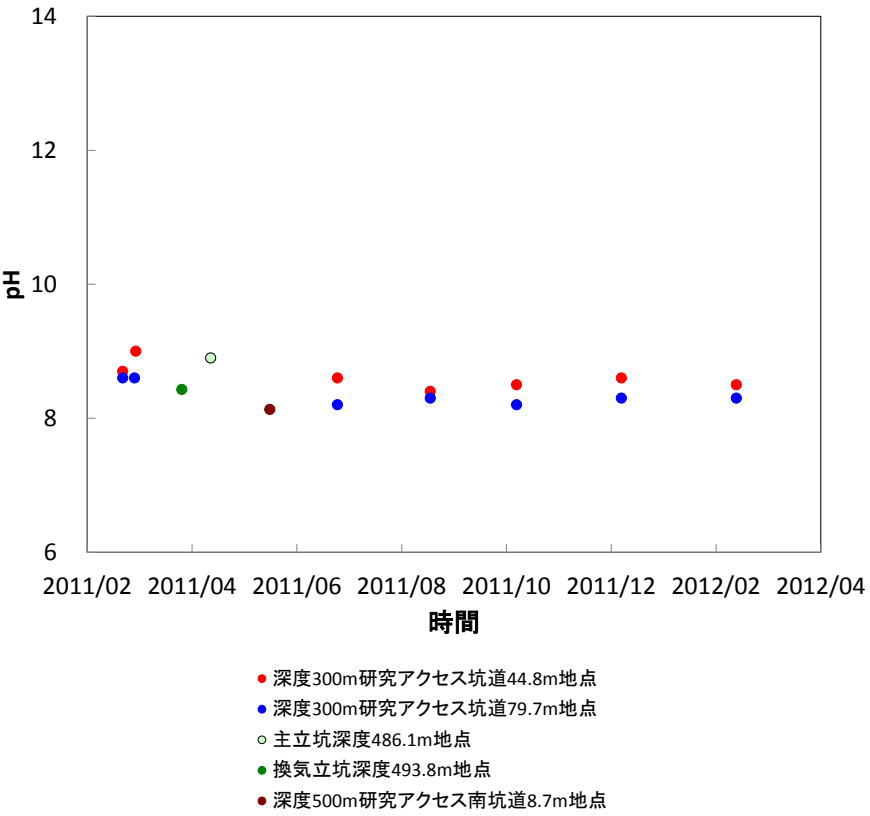


図 4.1.4-3　壁面湧水の pH 測定結果

調査の結果，主立坑と換気立坑の集水リング，壁面湧水の地下水の pH は弱アルカリ性であり概ね 8～10 の範囲に分布することが認められた。なお，集水リングごとの特徴を以下に示す。

- WR_M16（GL-394.4m）以浅および WR_M18（GL-436.2m）は，pH8～10 の範囲に分布。WR_M17（GL-405.2m）において，pH10～11 の範囲に分布。2011 年度に新設した WR_M19（GL-464.6m）および WR_M20（GL-494.4m）については，観測開始当初に pH10 以上の値を示すものの，その後は低下し，WR_M17 以外の集水リングとほぼ同様の範囲（8～10）に分布。
- WR_v11（GL-265.0m）および WR_v14（GL-331.2m）において，pH10 程度で推移していたが，2012 年 1 月の時点で pH11～12 程度に変化。WR_V19（GL-465.0m：2011 年度に新設）以浅における，WR_v11 および WR_v14 以外の集水リングでは，各集水リングで 1 程度の変動があるものの概ね pH 8～10 の範囲に分布。WR_V20（GL-493.0m：2011 年度に新設）では，pH10～12 の範囲に分布。

これまでの調査結果より，集水リングから採取した地下水の pH は，コンクリートライナーとの反応により高い値を示し，時間の経過とともにコンクリート施工前の値に収束することが確認されている [2)]。2012 年 1 月時点で pH が高い値に変化した WR_v11 および WR_v14 においては，集水リングから予備ステージへ排水するチューブ内に，コンクリートライナーと地下水の反応により炭酸カルシウムの沈殿物が生成し，チューブを閉塞してしまう現象が確認されたため，チューブ内を定期的に清掃している。チューブ清掃後はコンクリートライナーと接触した pH の高い地下水が排水され，その後は炭酸カルシウムの沈殿が生じ，それに伴い pH が低下していくと考えられる [3)]。壁面湧水はコンクリートライナーと接触していないため，高い値にならないと考えられる。

次に，主立坑および換気立坑の集水リングから採取した地下水の主要成分の分析結果を図 4.1.4-4 および図 4.1.4-5 に，壁面湧水の分析結果を図 4.1.4-6 に示す。

主立坑の集水リングでは，Na-Cl 型地下水の分布領域（WR_M6（GL-136.2m）以深）において Cl イオン濃度が 100～300mg/L の範囲に分布している。各深度の集水リングの各イオン濃度に大きな経時変化は認められないが，一部の集水リング（WR_M18）の Na，Cl イオン濃度に増加傾向が認められ，より深部の相対的に塩分濃度の高い地下水が混入している可能性がある。なお，各集水リングの K イオン濃度やアルカリ度の値がばらつくのは，これらの成分がコンクリートの影響（溶解や沈殿）を受けやすいため，コンクリートライナーとの反応に起因すると考えられる。

一方，換気立坑の集水リングでは，2011 年度に施工された最深部の WR_v20 で各分析値がばらつくものの，その他の集水リングの水質に大きな経時変化は認められない。Na-Cl 型地下水の分布領域（WR_v4（GL-94.0m）以深）において，Cl イオン濃度が 50～500mg/L の範囲に分布し，主立坑での濃度分布幅より広い。また，壁面湧水の Cl イオン濃度も主立坑断層を挟んで北側と南側で水質分布傾向が異なっている。これは，主立坑断層が断層の直交方向に対して低透水性の断層であり，断層の両側の水質分布に影響を与えているためと考えられる [3)]。

②研究坑道内から掘削したボーリング孔を用いた地下水水質観測

07MI07，09MI20，09MI21 号孔および 10MI26 号孔における水質モニタリング装置を利用した水質観測では，定期的な採水，分析および物理化学パラメータ（温度，pH，酸化還元電位，電気伝導度，溶存酸素濃度）と間隙水圧の連続測定を実施した（分析項目および分析頻度は表 4.1.4-1(1)参照）。更に，2011 年度は，07MI07，09MI20，09MI21 号孔および 10MI26 号孔から採取した地下水を対象として，微生物活動が地球化学環境に及ぼす影響を把握するために，全菌数測定，16S rRNA 遺伝子を利用した群集構造解析および代謝活性測定を実施した。また，地下

水中のコロイドについて，07MI07，09MI20 号孔および 10MI26 号孔から採取した地下水の限外ろ過を行い，原水およびろ液，限外ろ過の際にろ過フィルター上に捕集されたコロイドについて分析を実施した。これらの結果については，4.1.4⑵③，④に述べる。

図 4.1.4-7 に各ボーリング孔における水圧観測結果を示す。また，図 4.1.4-8 から図 4.1.4-10 に各ボーリング孔での水質分析結果を示す。各ボーリング孔では孔底から孔口（研究坑道側）に向かって区間 1 から区間 6 までの 6 区間を設定している。ただし，10MI26 号孔の区間 2 では湧水量が少ないため定期的な採水を行っていない。

水圧観測の結果，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震および 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部での地震に伴って，各ボーリング孔で水圧上昇が確認された。2011 年度は，水圧に影響を与えると考えられるボーリング孔掘削等のイベントはなく，水圧変動の原因は坑道への定常的な地下水の湧水のみであるため，水圧の変化が小さいと考えられる。07MI07 号孔の区間 6 では，2011 年 4 月に採水のための圧力解放弁を閉鎖したため，圧力上昇がみられる。なお，07MI07 号孔の区間 1 の水圧は 2011 年 7 月～11 月頃までの測定値がその前後の期間と比較して変動が著しい。一方で同時期の他の区間の測定値に同様の変動が見られないことから，区間 1 のこの期間の水圧については，正常に測定できていない可能性がある。この理由として，採水作業時の水圧減圧に伴い溶存ガスの脱ガスにより生じた遊離ガスが観測区間に滞留していた可能性が考えられる。その場合，定期的な採水作業により遊離ガスが排出されることで水圧測定値が安定することがある。今後，採水作業を行う水圧観測区間においては，採水作業後の水圧観測結果を確認し，同様の現象の有無について確認していく。

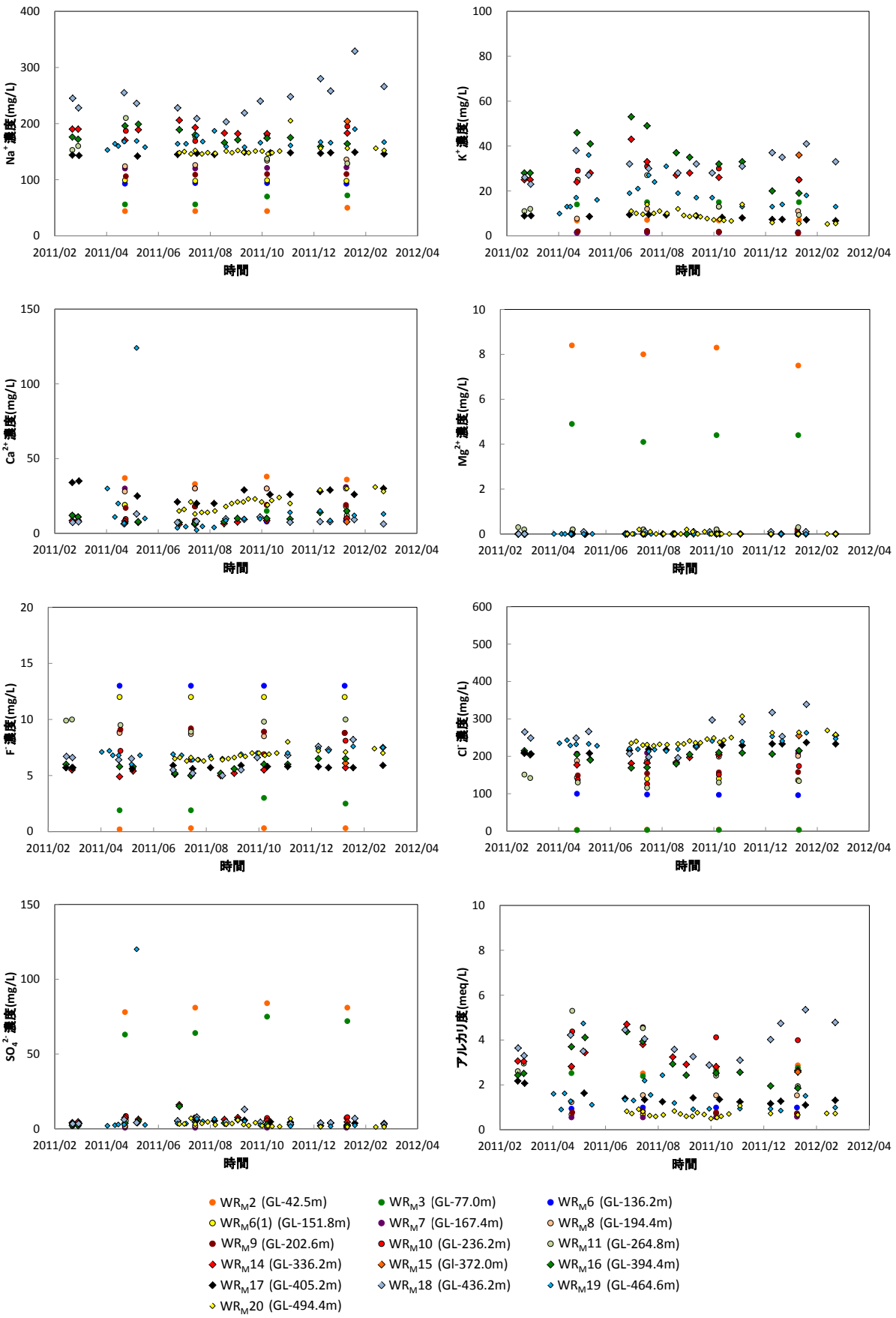


図 4.1.4-4　主立坑の集水リングにおける地下水の水質分析結果

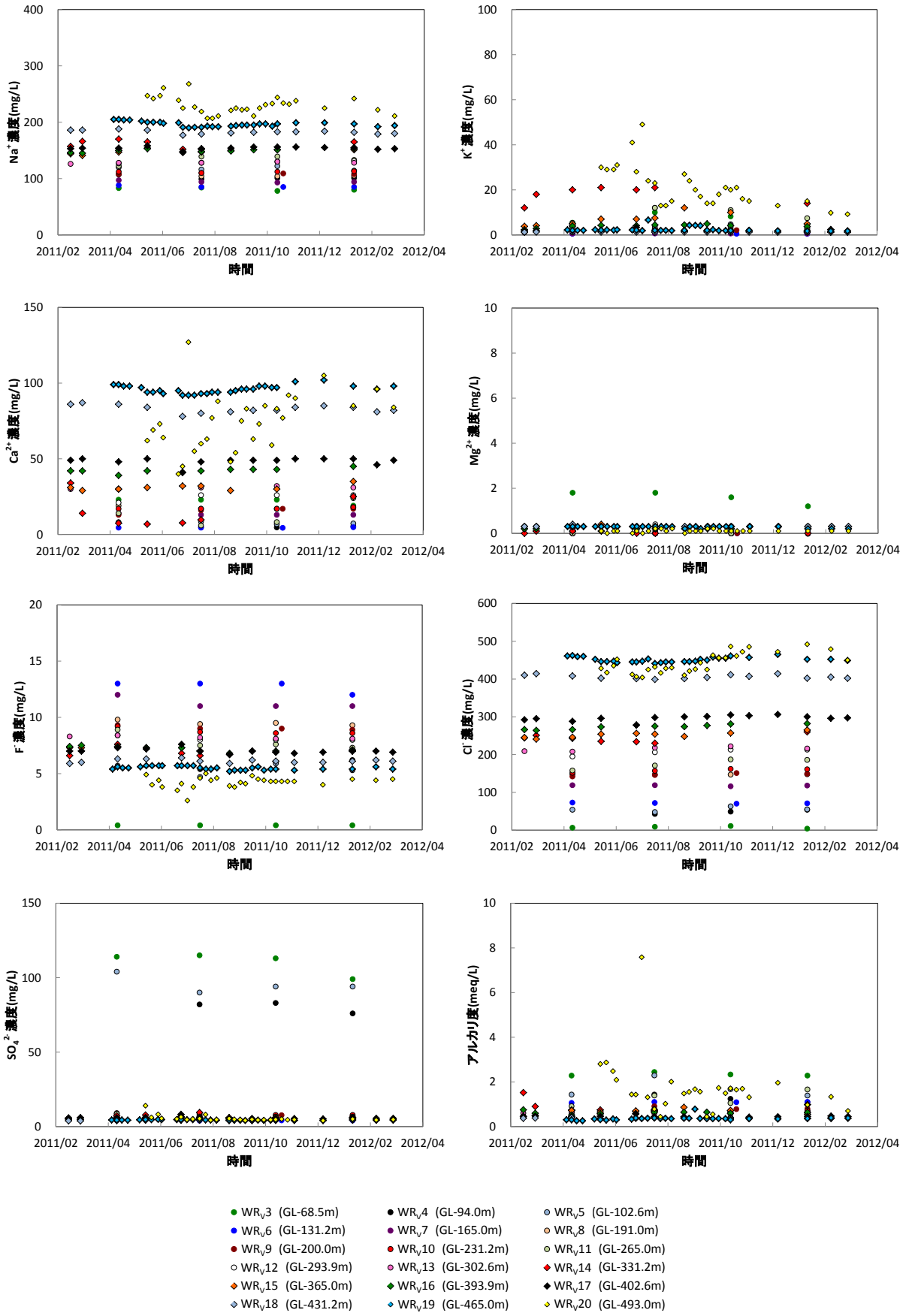
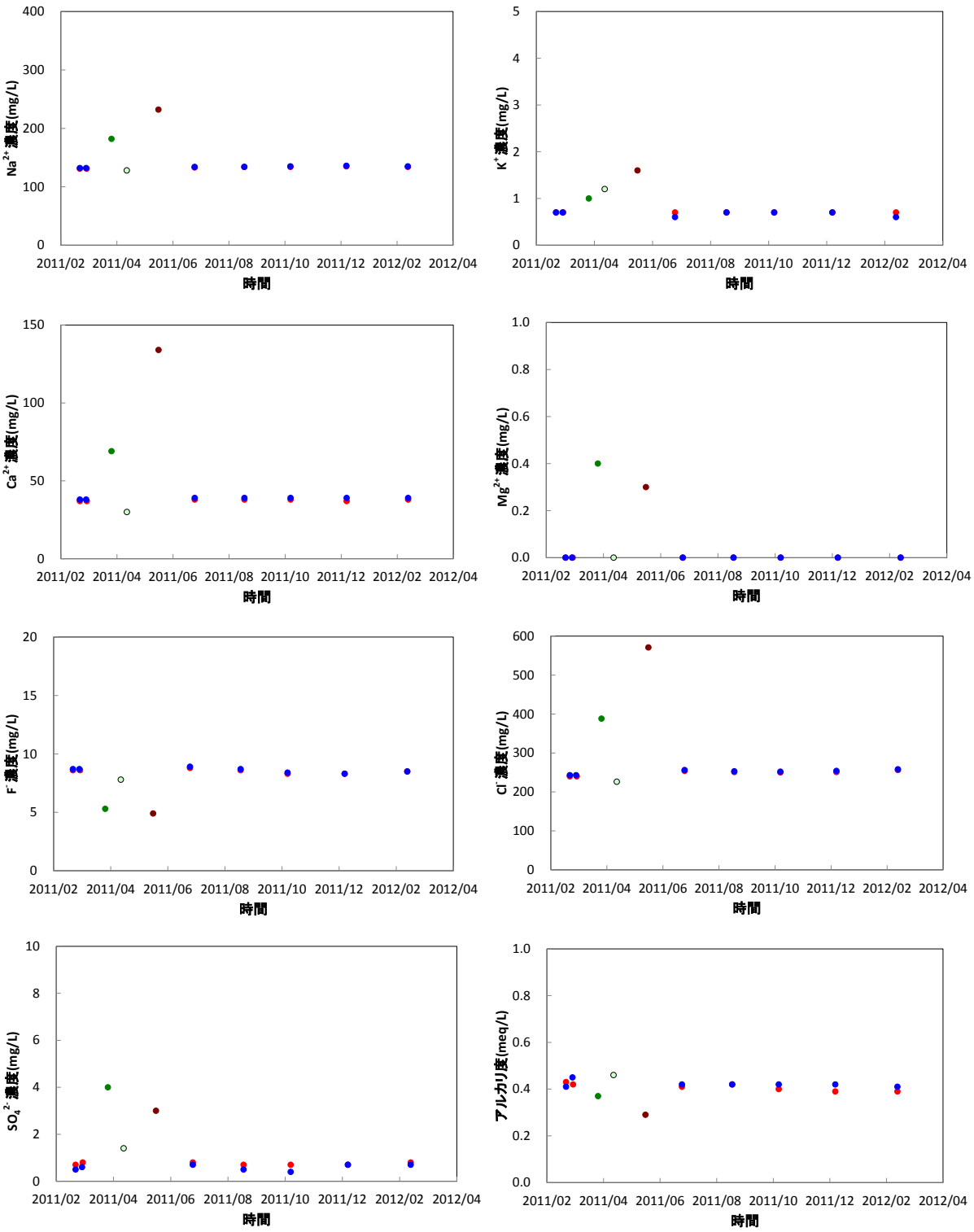
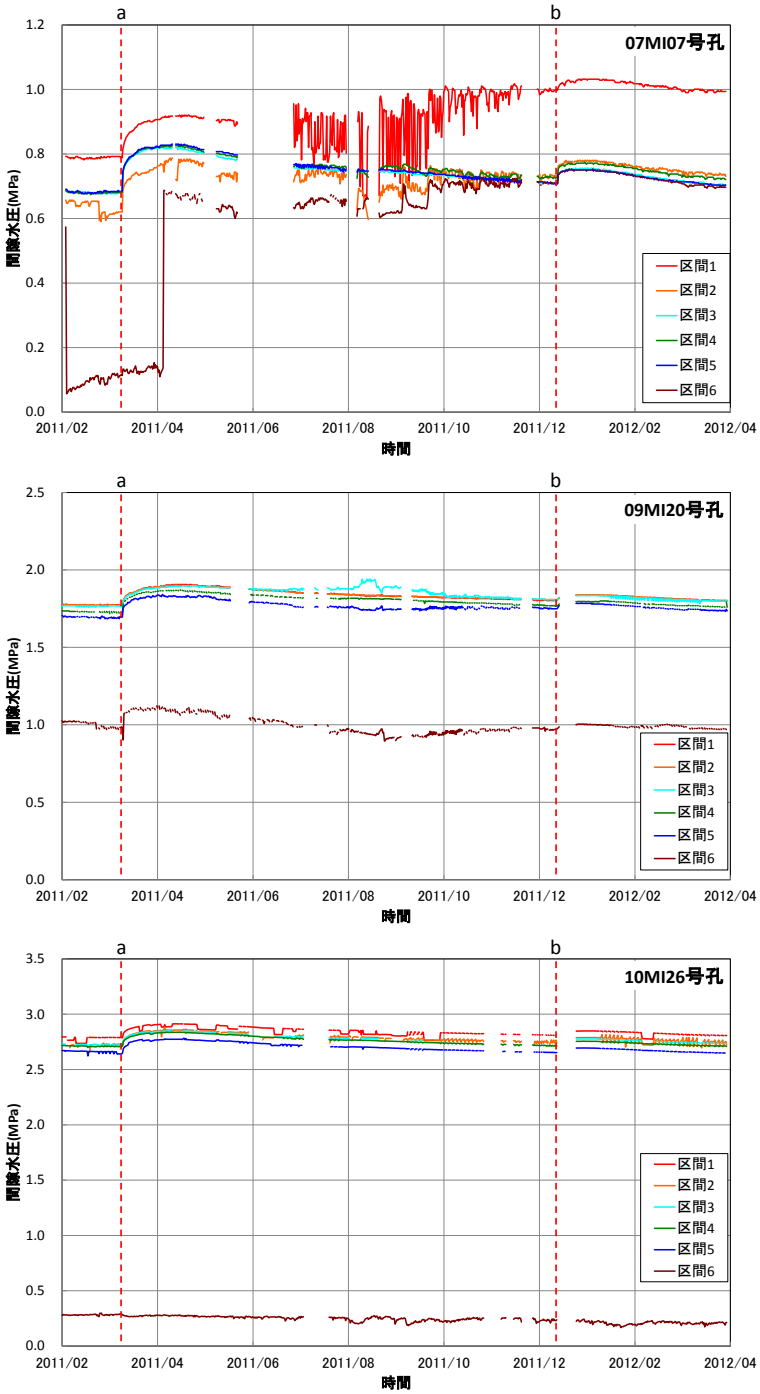


図 4.1.4-5　換気立坑の集水リングにおける地下水の水質分析結果



● 深度300m研究アクセス坑道44.8m地点
● 深度300m研究アクセス坑道79.7m地点
○ 主立坑深度486.1m地点
● 換気立坑深度493.8m地点
● 深度500m研究アクセス南坑道8.7m地点

図 4.1.4-6　壁面湧水の水質分析結果



a:東北地方太平洋沖地震，b:岐阜県美濃東部での地震

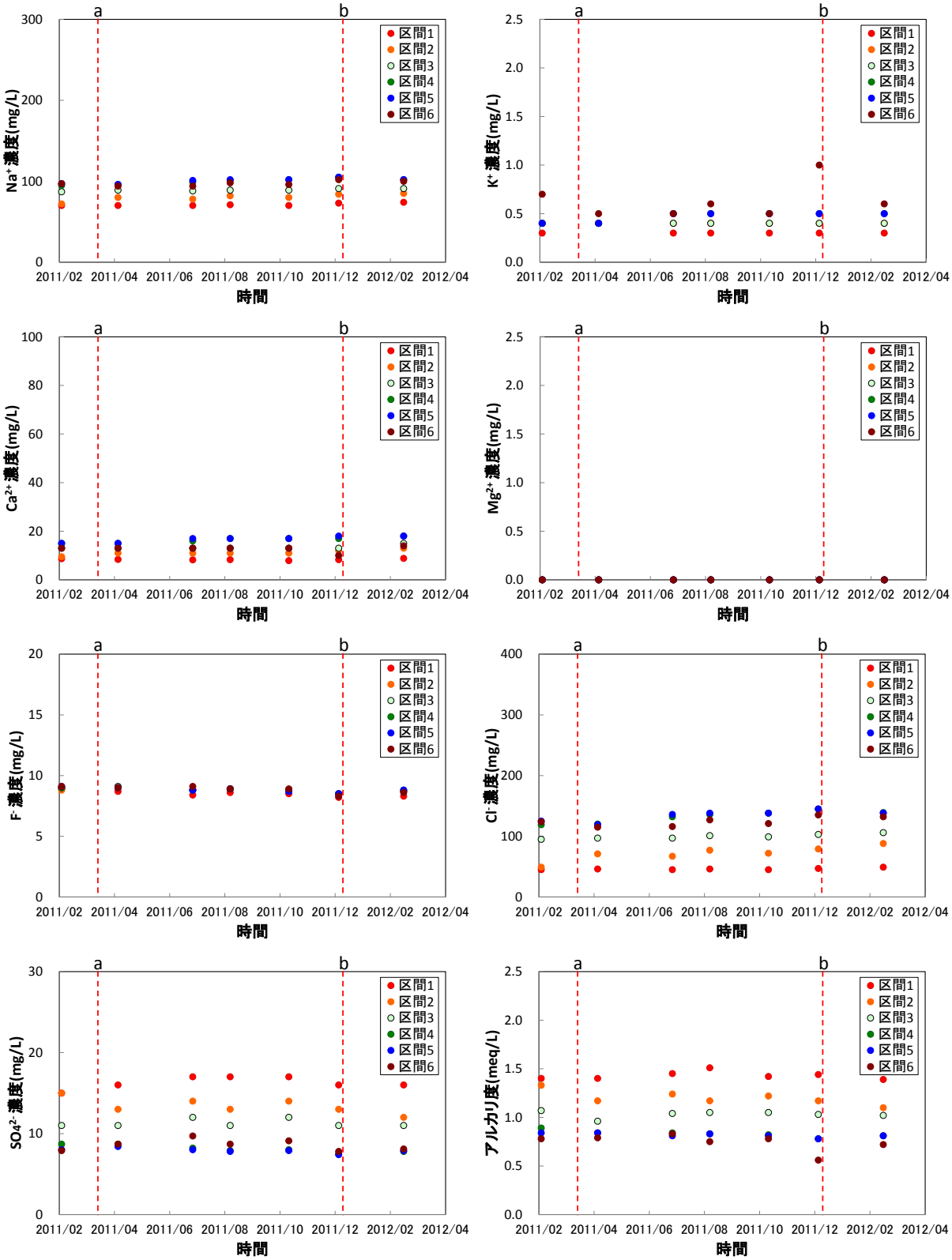
データの欠落は，計器の修理あるいは採水による極端な圧力低下部分を除いたため

07MI07 号孔：区間 1(48.1～55.3mabh)，区間 2(38.7～47.2mabh)，区間 3(31.3～37.8mabh)
区間 4(26.9～30.4mabh)，区間 5(16.9～26.0mabh)，区間 6(0～16.0mabh)

09MI20 号孔：区間 1(96.1～101.9mabh)，区間 2(84.7～95.2mabh)，区間 3(58.7～83.8mabh)
区間 4(34.8～57.8mabh)，区間 5(19.4～33.9mabh)，区間 6(0～18.5mabh)

10MI26 号孔：区間 1(52.8～70.6mabh)，区間 2(50.6～51.8mabh)，区間 3(37.9～49.6mabh)
区間 4(30.2～36.9mabh)，区間 5(10.0～29.2mabh)，区間 6(0～9.0mabh)

図 4.1.4-7　07MI07 号孔，09MI20 号孔および 10MI26 号孔での水圧観測結果

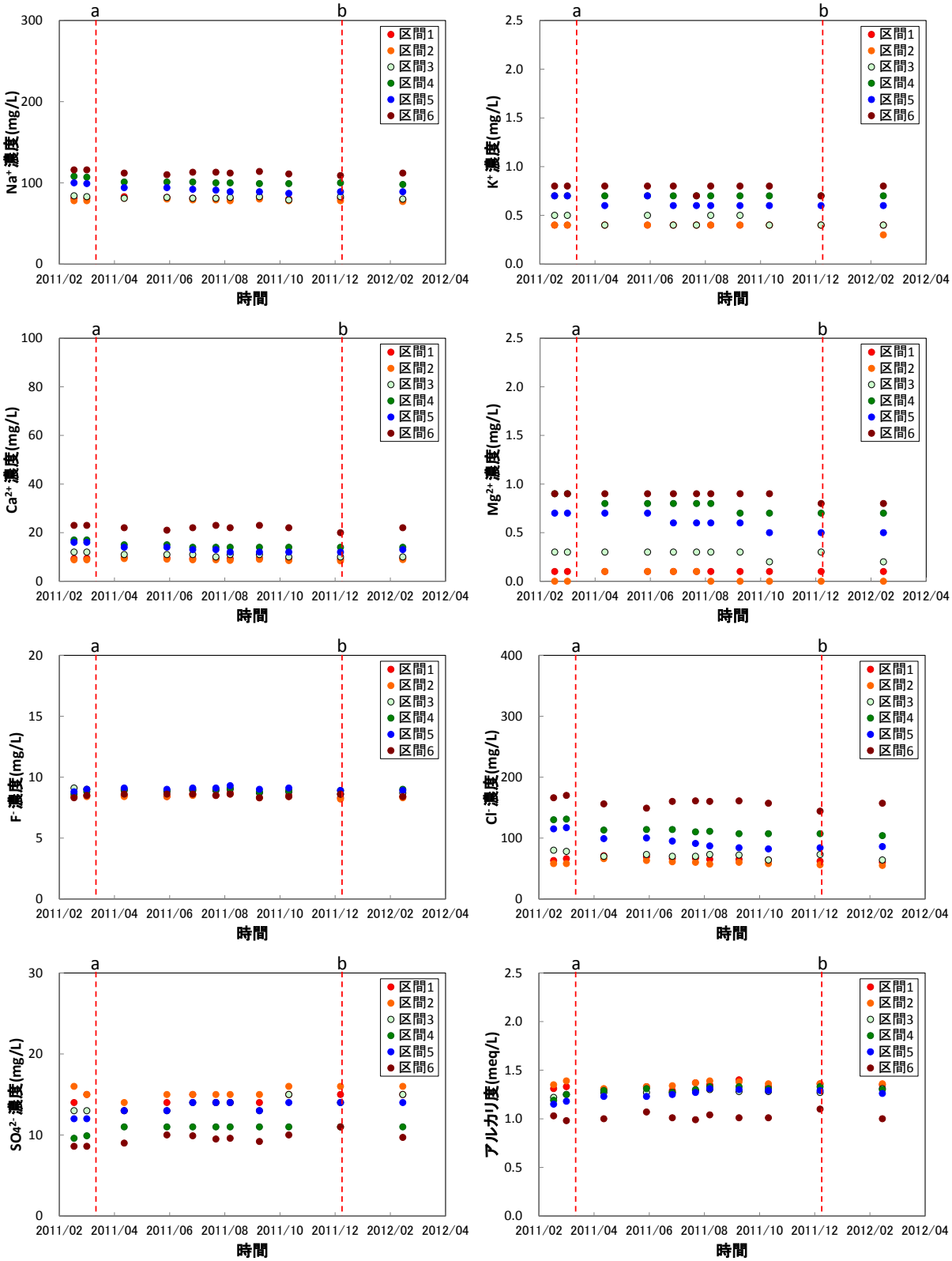


a:東北地方太平洋沖地震，b:岐阜県美濃東部での地震

区間 1(48.1～55.3mabh)，区間 2(38.7～47.2mabh)，区間 3(31.3～37.8mabh)

区間 4(26.9～30.4mabh)，区間 5(16.9～26.0mabh)，区間 6(0～16.0mabh)

図 4.1.4-8　07MI07 号孔での水質分析結果

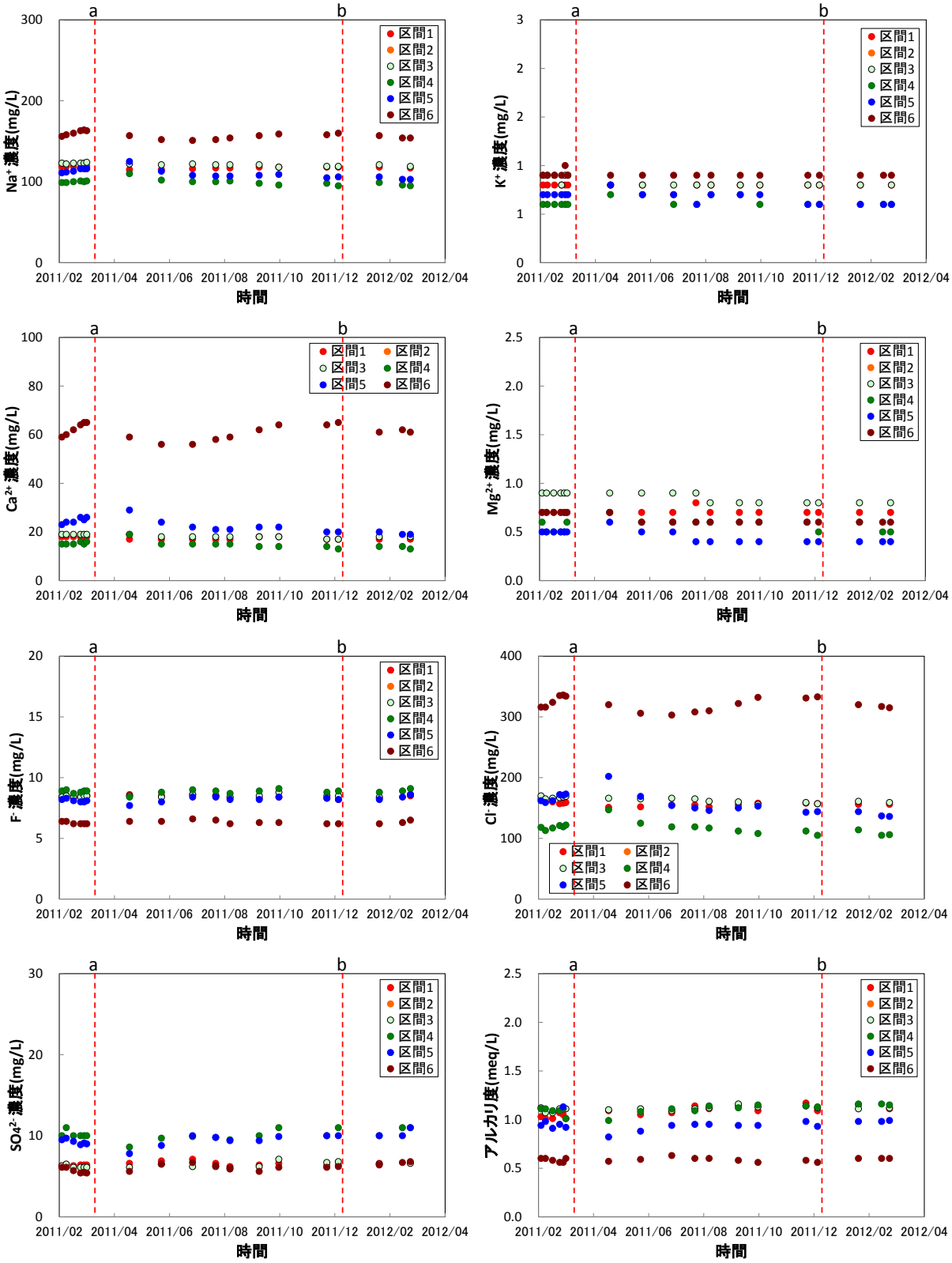


a:東北地方太平洋沖地震，b:岐阜県美濃東部での地震

区間 1(96.1～101.9mabh)，区間 2(84.7～95.2mabh)，区間 3(58.7～83.8mabh)

区間 4(34.8～57.8mabh)，区間 5(19.4～33.9mabh)，区間 6(0～18.5mabh)

図 4.1.4-9　09MI20 号孔での水質分析結果



a:東北地方太平洋沖地震，b:岐阜県美濃東部での地震

区間 1(52.8～70.6mabh)，区間 2(50.6～51.8mabh)，区間 3(37.9～49.6mabh)

区間 4(30.2～36.9mabh)，区間 5(10.0～29.2mabh)，区間 6(0～9.0mabh)

図 4.1.4-10　10MI26 号孔での水質分析結果

地下水の水質については，月に一度の採水・分析のため経時変化に関わる分解能は粗いが，2011年度は坑道掘削が行われなかったため，過年度の経時変化[3)]に比べ各孔の水質の経時変化は小さい。一方で，二つの地震（a：東北地方太平洋沖地震，b：岐阜県美濃東部での地震）の前後で一部の区間において，水質変化が認められる（例えば，10MI26 号孔の区間 5 および区間 6 における Na，Ca，Cl イオン濃度の増減；図 4.1.4-10）。これらは研究坑道周辺に分布する塩分濃度の異なる地下水の混合状態の変化を反映していると考えられる。研究坑道に近い 10MI26 号孔の区間 5，6 については各地震が起こる前から，坑道への排水に伴う Upconing 現象により，深部の相対的に塩分濃度の高い地下水の混入による濃度上昇が顕著である。地震による水質変化は，地震による地下施設周辺の水圧上昇に伴い，塩分濃度の高い地下水の混合割合が増加したものと推察され，通常時の Upconing 現象による変化量以上であった可能性がある。

③ 研究坑道内から掘削したボーリング孔を用いた微生物分析

これまでの調査研究により[3,4)]，研究所用地内の掘削から数年以上経過したボーリング孔から採取した地下水中には，既知微生物の DNA の配列情報と相同性が低く代謝様式（消費するエネルギー源や栄養源，生成物によって分けられる代謝活動の種類）を推定できない微生物が優占していることが明らかとなっている。また，地下水中の微生物の代謝活性（代謝活動の速度）は，地表に生息する微生物と比べて低いことから，詳細な分析には微生物細胞の濃縮が必要なことが判ってきた[5)]。そのため，原位置の微生物学的特性（酸素の消費能力など）を明らかにするために，培養に依存しない方法による微生物細胞の濃縮が必要である。地下水を大気下に置いておくと，好気性微生物の増殖が起こることから，微生物細胞の濃縮方法として，好気性微生物の増殖を防ぐため，フィルターをセットしたステンレスホルダーを冷却しながらろ過を行う冷却嫌気ろ過を行った。長時間の冷却嫌気ろ過手法の有効性を確認するため，湧水量が少ない（<30mL/min）ため短時間で大量の地下水をろ過することが困難なボーリング孔（09MI21 号孔）において試験を行った。条件（常温好気条件，冷却嫌気条件，ろ過日数など）の異なる試料を対象に微生物群集構造解析を行った結果（図 4.1.4-11），これまで好気性微生物の増殖による群集構造の変化がないことを確認している 2 時間の常温好気条件でろ過を行った試料（a）では，最も優占していたのは既知微生物との相同性が低い未知微生物種 I であり，ボーリング孔掘削の擾乱により増殖が観察される好気性の硫黄酸化細菌の割合は低かった。冷却嫌気ろ過法を用いて 1 日ろ過した場合（b）は硫黄酸化細菌の割合が増加したが，常温好気条件で 1 日以上ろ過した場合（c，d）と比べ，硫黄酸化細菌の増殖が抑えられており，未知微生物種 I の優占は維持されていたことから，冷却嫌気ろ過手法の有効性が確認された。ステンレスホルダーでフィルターの大気暴露を防いだにもかかわらず，好気性微生物の増殖が起こった原因として，長時間の採水により，ステンレスホルダーと区間を接続するチューブなどから透過する酸素が影響している可能性が考えられた。

この手法で得られた異なる深度の微生物細胞試料の抽出物（6,000～17,000 倍濃縮）を用いて，キャピラリー電気泳動時間飛行型質量分析による微生物の代謝関連物質（アミノ酸や有機酸，糖リン酸，核酸などの 108 物質）の網羅的解析を実施した。深度 200，300，400m のボーリング孔（07MI07, 09MI20, 09MI21, 10MI26 号孔）の試料を用いた結果，微生物中の代謝関連物質の濃度について深度による違いがあることが確認された。これは，花崗岩中の微生物の代謝活動が，花崗岩を覆う堆積物から供給されるエネルギー源（例えば有機物）によって大きく制限されていることを示していると考えられる。

今回の冷却嫌気ろ過手法により採取された濃縮試料は，これまで低濃度であるため解析できなかった化学物質（例：特定の微生物グループの存在の指標となる脂質バイオマーカー）の分析や代謝活性の測定などの試料に用いることができる。これらの分析を含めた微生物学的調査により，

代謝様式が未知の微生物が優占する場合でも，水質や地質構造の違いなどと微生物学的特性の相関により，微生物の水質形成における役割を評価できると考えられる。

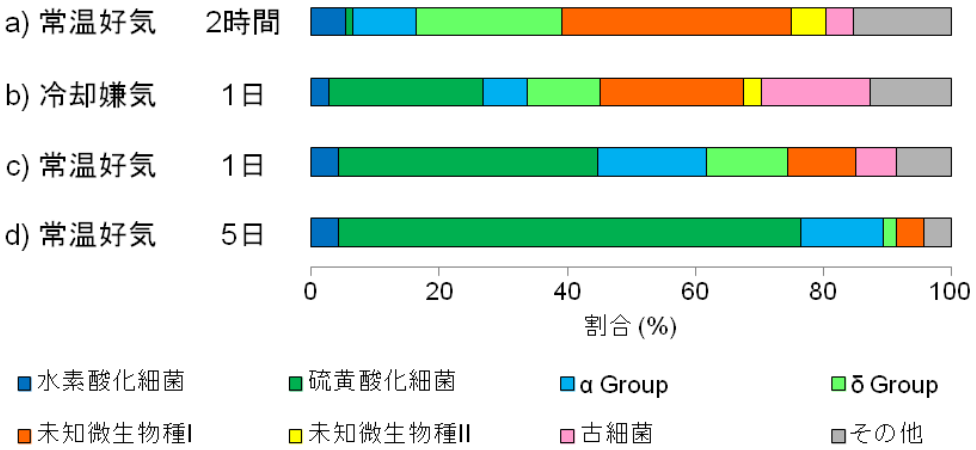


図 4.1.4-11 常温好気あるいは冷却嫌気条件下で異なる日数でろ過したフィルター試料を用いた微生物群集構造解析

④ 研究坑道内から掘削したボーリング孔を用いたコロイド分析

コロイドに関する調査研究では，ボーリング孔（07MI07，09MI20，10MI26 号孔）に設置した水質モニタリング装置から採取した地下水を利用し，アナログ元素となる微量元素（特に希土類元素（REE））に着目して，元素の存在状態の把握およびコロイドとの相互作用の把握を目的とした調査を行った。さらに，電子顕微鏡を用いた観察により，ろ過フィルター上に収集したコロイドについて画像処理ソフトを利用して分布を把握し，コロイド濃度を算出した。また，地下水中の微量元素の供給源と考えられる岩石について，採水を行った区間のコア試料を採取し REE 濃度の分析を行った。その結果，地下水中の微量元素は，主成分元素（Na，K，Ca，Mg，Cl）と正の相関を示す元素と無相関の元素の 2 種類に大別できた。前者には Mn，Fe，Co，Rb，Sr，Ba，W が該当し，後者には Mo，Cs，As，Cu，Zn，Ti，Al，REE，Pb，Th，U が該当する。10MI26 号孔の各区間での REE 濃度は，湧水量の多い区間で高く，少ない区間で低くなる傾向を示した。これは前年度までに 09MI20 号孔について得られた分析結果の傾向と類似している。一方で 07MI07 号孔では湧水量と REE 濃度には明確な相関は見られなかった。一例として 09MI20 号孔での La の濃度変化と湧水量の関係を示す（図 4.1.4-12）。地下水中の REE 濃度は水−岩石反応に強く支配される。地下水中の REE と錯生成を行う配位子（例えば，炭酸イオン，有機物）の濃度はすべての区間でほぼ一定であり REE 濃度と相関を持たない [6]。また，各区間の岩石に含まれる REE 濃度には多少の変動があるが，地下水中の REE 濃度の違いを説明できる程度ではなかった。このため，各区間での REE 濃度が異なる要因として，岩石内部でなく各区間の割れ目数や割れ目表面の粘土鉱物，変質鉱物量などの不均一性が影響していると考えられた。

電子顕微鏡による観察の結果，フィルター上のコロイドは 0.1～1.0 μm のサイズにおいて粒径ごとに頻度分布を取ることができた。例として 2010 年と 2011 年の 09MI20 号孔の区間 2 および区間 4 について単位面積あたりのコロイド量のサイズ別分布を図 4.1.4-13 に示す。フィルター孔径が小さいほどコロイド量は多く，10 kDa のフィルターでは 0.1~0.3 μm のコロイド量が最も多い。10 kDa では区間 2 においてコロイド量が 2010 年より少なくなっているが，区間 4 では全体のコロイド量はあまり変化していない。0.2 μm では区間 4 においてコロイド量が増加している。

ただし，今回得られた結果では，試料採取時の再現性（バラツキ）を考慮していないため，今後，その再現性を確認した上でコロイド量自体の経年変化の有無を明らかにしていく。

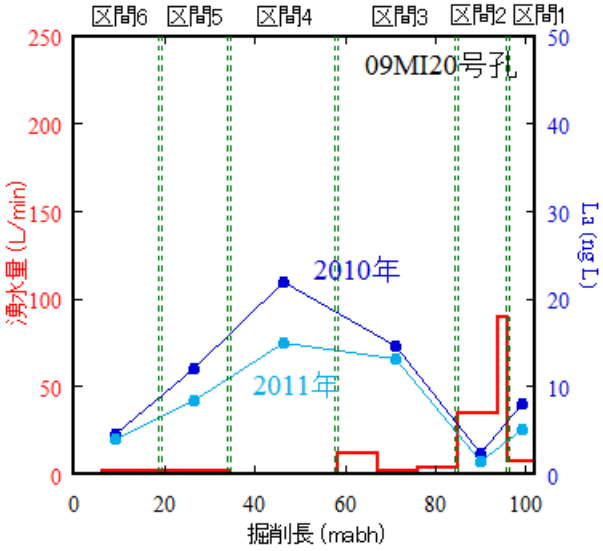


図 4.1.4-12　09MI20 号孔における La 濃度と湧水量の関係

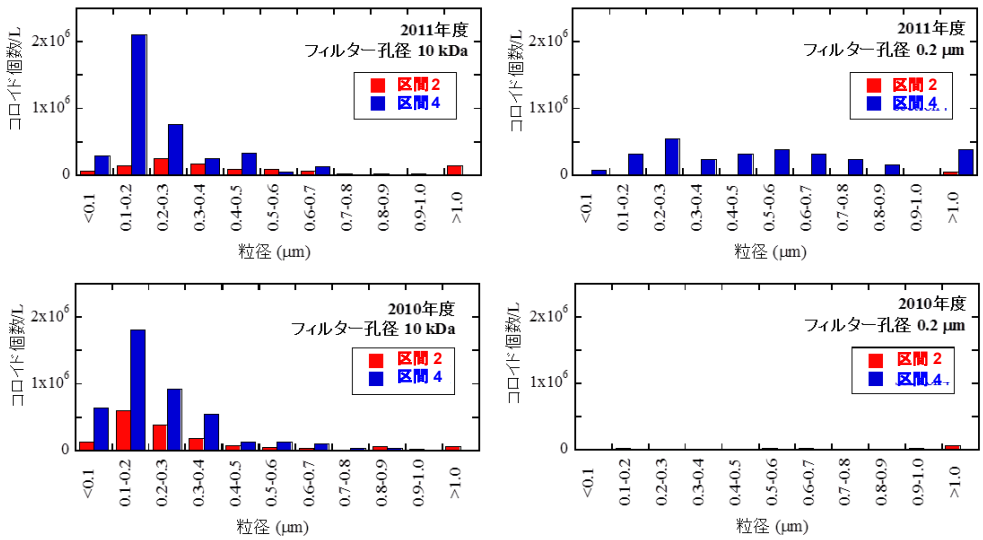


図 4.1.4-13　09MI20 号孔におけるコロイドのサイズ別頻度分布

⑤ 地表からのボーリング孔を用いた地下水水質観測

研究所用地内に地表から掘削した浅層ボーリング孔（MSB-2，MSB-4 号孔）での採水調査は，MP システム（Westbay 社（現 Schlumberger 社）製）を利用した間隙水圧計測およびバッチ式採水を実施した。なお，観測期間を通して，MSB-2 号孔の区間 3 および区間 5，MSB-4 号孔の区間 4 および区間 6 では，全水頭がそれらの区間の採水ポート（MP システムでバッチ式採水を行う際の採水口）より低下しているため採水できなかった。また，深層ボーリング孔（MIZ-1 号孔）での採水調査は，ハイブリッドスタンドパイプマルチパッカーシステム（Solexperts 社製）

を利用したポンプ採水を実施した。MSB-2 号孔および MSB-4 号孔での区間設定を表 4.1.4-2 に示す。MIZ-1 号孔での区間設定は表 4.1.3-5 に示すとおりである。

ここでは，4.1.3 章に述べた水圧観測結果とは別に，定期的に行っている MSB-2 および MSB-4 号孔での地下水の採水時に観測した間隙水圧観測の結果について述べる。地下水採水時の間隙水圧を換算した全水頭から，以下のことが確認できた（図 4.1.4-14）。

- MSB-2 号孔および MSB-4 号孔では，MSB-2 号孔の区間 7，区間 8，区間 9，区間 10 を除いて，深度とともに全水頭が低下
- MSB-4 号孔では，高水頭の区間 3 以浅と低水頭の区間 4 以深の二つの領域に区分
- 両孔の全水頭を比較すると，全般的には MSB-2 号孔でより低い値を示し，瑞浪層群と花崗岩の不整合面直下に設置された MSB-2 号孔の区間 9 および MSB-4 号孔の区間 7 で約 40m の全水頭差
- 観測期間を通して MSB-2 号孔の区間 1 から区間 7，MSB-4 号孔の全区間では，全水頭が概ね一定の範囲に分布
- MSB-2 号孔の区間 8，区間 9 および区間 10 では，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により，全水頭が最大 13.1m 上昇（MSB-4 号孔では応答なし）
- 観測期間を通して MSB-2 号孔の区間 8，区間 9 および区間 10 では，全水頭が低下するものの，2011 年 12 月 14 日に岐阜県美濃東部で発生した地震（震度 4 強）の影響により，全水頭が最大 2.8m 上昇（MSB-4 号孔では応答なし）

両孔における地震に伴う全水頭の変動幅は，主立坑断層を境として異なると考えられる。2011 年 5 月以降に確認した MSB-2 号孔の区間 8，区間 9 および区間 10 の全水頭の低下は，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響による全水頭の上昇が回復する方向へ変化しているためと考えられる。さらに，2011 年 12 月 14 日に美濃東部で発生した地震の影響により，全水頭の上昇が確認された。基盤花崗岩と瑞浪層群の不整合周辺の MSB-2 号孔の区間 8, 区間 9, 区間 10 では，他区間に比べ相対的に透水性が高く地震による影響を受けやすいと考えられる。

MSB-2 号孔および MSB-4 号孔 , MIZ-1 号孔での水質分析結果を図 4.1.4-15, 16, 17 に示す。水質分析の結果，以下のことが確認できた。

- MSB-2 号孔の区間 8 では観測期間を通して Cl イオン濃度が上昇し，区間 9 では減少している。区間 1 では，2012 年 2 月に SO_4 イオン濃度が低下し，アルカリ度が上昇している。その他の成分には有意な経時変化は認められない。
- MSB-4 号孔の全区間では，観測期間を通して各溶存成分濃度はほぼ一定の範囲に分布
- MIZ-1 号孔の区間 9 では，Cl イオン濃度（約 1,800mg/L）の変化は認められない。

MSB-2 号孔での水質変化については，2012 年 2 月時点で区間 8，9 の Cl イオン濃度が同等の値になっており，Cl イオン濃度以外の Na，Ca，F，SO_4 イオン濃度，アルカリ度にも同様の傾向が認められる。これらのことから，研究坑道での地下水排水に伴う地下水流動の変化により各区間の地下水が混合している可能性が示唆される。なお，K イオン濃度には，このような傾向が認められない。区間 8，9 は瑞浪層群と基盤花崗岩の不整合直上の基底礫部にあたり，粘土鉱物などの変質鉱物に富んでいることから，粘土鉱物に影響を受けやすい K イオン濃度は，地下水の混合よりも水－岩石反応の影響を受けていると推察される。また，区間 1 の SO_4 イオン濃度，アルカリ度の変化は，相対的に SO_4 イオン濃度が低く，アルカリ度の高い表層水の浸透によるものと考えられる。

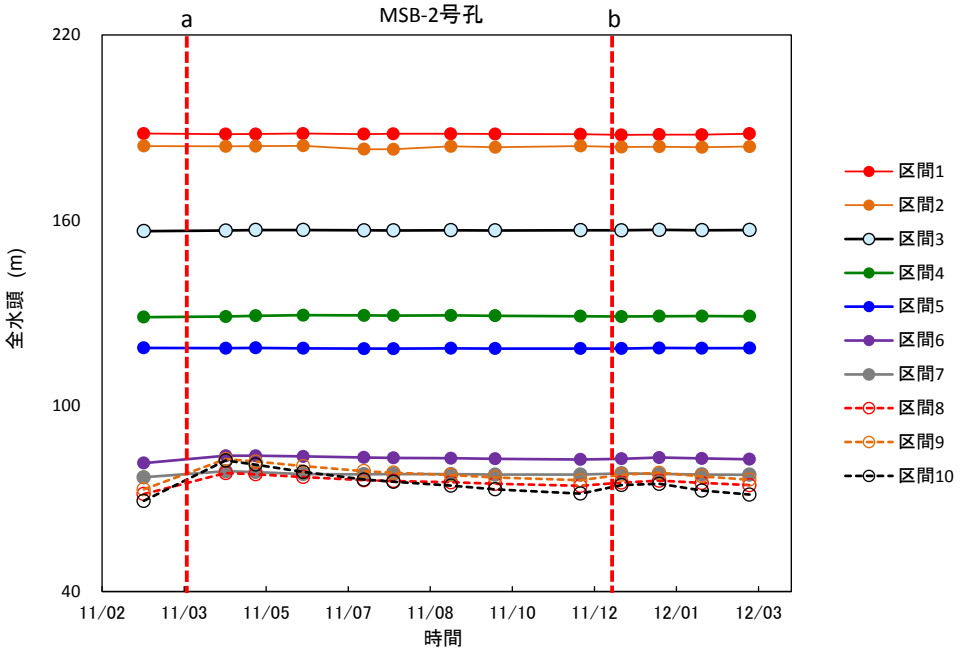
一方で，MIZ-1 号孔の区間 9 から採水した地下水を分析した結果，SO_4 イオン濃度を除く各成分で 2009 年に実施した同深度での分析結果とほぼ同等の値を得られた。SO_4 イオン濃度については，元々の濃度が低く採水作業時の品質管理（分析時の酸化防止など）により値が変化し得る

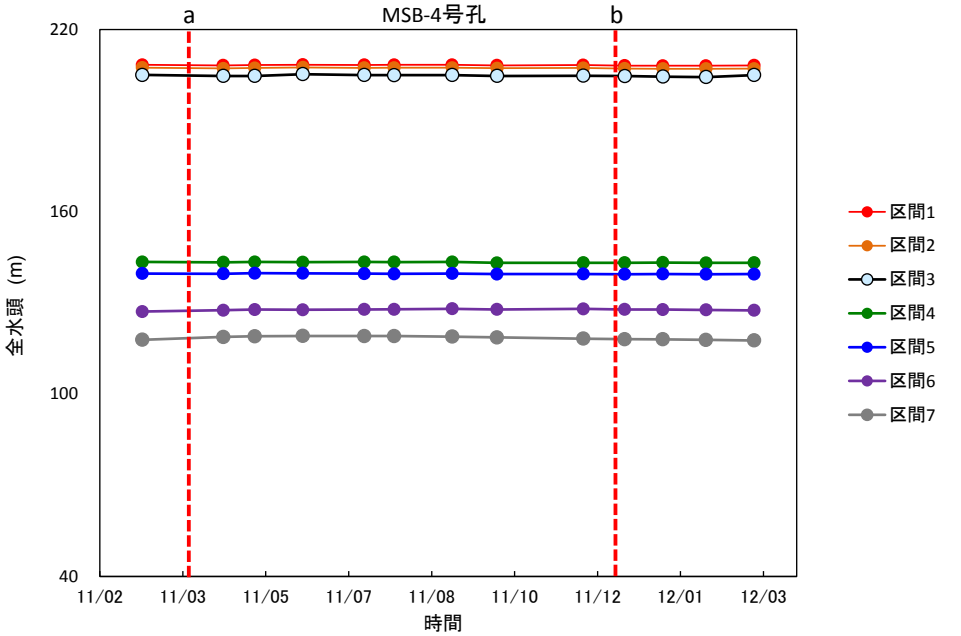
ことから，2009 年の試料分析時に酸化を受けている可能性もある。概略的には，この区間では研究坑道掘削が地下水水質に与えている影響は少ないと考えられるが，定期的な採水，分析により確認が必要である。

表 4.1.4-2　MSB-2 および MSB-4 号孔での区間設定

<table>
<tr><th colspan="8">MSB-2号孔</th></tr>
<tr><th rowspan="2">区間No.</th><th colspan="2">標高 (masl※1)</th><th colspan="2">深度 (mbgl※2)</th><th colspan="3" rowspan="2">地質</th></tr>
<tr><th>区間上端</th><th>区間下端</th><th>区間上端</th><th>区間下端</th></tr>
<tr><td>1</td><td>179.7</td><td>175.8</td><td>18.8</td><td>22.7</td><td rowspan="8">瑞浪層群</td><td rowspan="2">明世累層</td><td>戸狩層</td></tr>
<tr><td>2</td><td>174.9</td><td>159.6</td><td>23.6</td><td>38.9</td><td rowspan="2">月吉層</td></tr>
<tr><td>3</td><td>158.7</td><td>130.3</td><td>39.8</td><td>68.2</td><td colspan="2" rowspan="2">本郷累層</td></tr>
<tr><td>4</td><td>129.4</td><td>121.1</td><td>69.1</td><td>77.4</td></tr>
<tr><td>5</td><td>120.2</td><td>78.3</td><td>78.3</td><td>120.2</td><td colspan="2" rowspan="4">土岐夾炭累層</td></tr>
<tr><td>6</td><td>77.4</td><td>68.1</td><td>121.1</td><td>130.4</td></tr>
<tr><td>7</td><td>67.2</td><td>44.8</td><td>131.3</td><td>153.7</td></tr>
<tr><td>8</td><td>43.9</td><td>28.1</td><td>154.6</td><td>170.4</td></tr>
<tr><td>9</td><td>27.2</td><td>23.3</td><td>171.3</td><td>175.2</td><td colspan="3" rowspan="2">土岐花崗岩</td></tr>
<tr><td>10</td><td>22.4</td><td>18.5</td><td>176.1</td><td>180</td></tr>
<tr><th colspan="8">MSB-4号孔</th></tr>
<tr><th rowspan="2">区間No.</th><th colspan="2">標高 (masl)</th><th colspan="2">深度 (mbgl)</th><th colspan="3" rowspan="2">地質</th></tr>
<tr><th>区間上端</th><th>区間下端</th><th>区間上端</th><th>区間下端</th></tr>
<tr><td>1</td><td>198.7</td><td>188.9</td><td>15.8</td><td>25.6</td><td rowspan="6">瑞浪層群</td><td rowspan="2">明世累層</td><td>戸狩層</td></tr>
<tr><td>2</td><td>188</td><td>180.6</td><td>26.5</td><td>33.9</td><td rowspan="2">月吉層</td></tr>
<tr><td>3</td><td>179.7</td><td>152.4</td><td>34.8</td><td>62.1</td><td colspan="2" rowspan="2">本郷累層</td></tr>
<tr><td>4</td><td>151.5</td><td>137.6</td><td>63</td><td>76.9</td></tr>
<tr><td>5</td><td>136.7</td><td>132.8</td><td>77.8</td><td>81.7</td><td colspan="2" rowspan="2">土岐夾炭累層</td></tr>
<tr><td>6</td><td>131.9</td><td>120.6</td><td>82.6</td><td>93.9</td></tr>
<tr><td>7</td><td>119.7</td><td>115.5</td><td>94.8</td><td>99</td><td colspan="3">土岐花崗岩</td></tr>
</table>

※1_masl:meter above sea level
※2_mbgl:meter below ground level



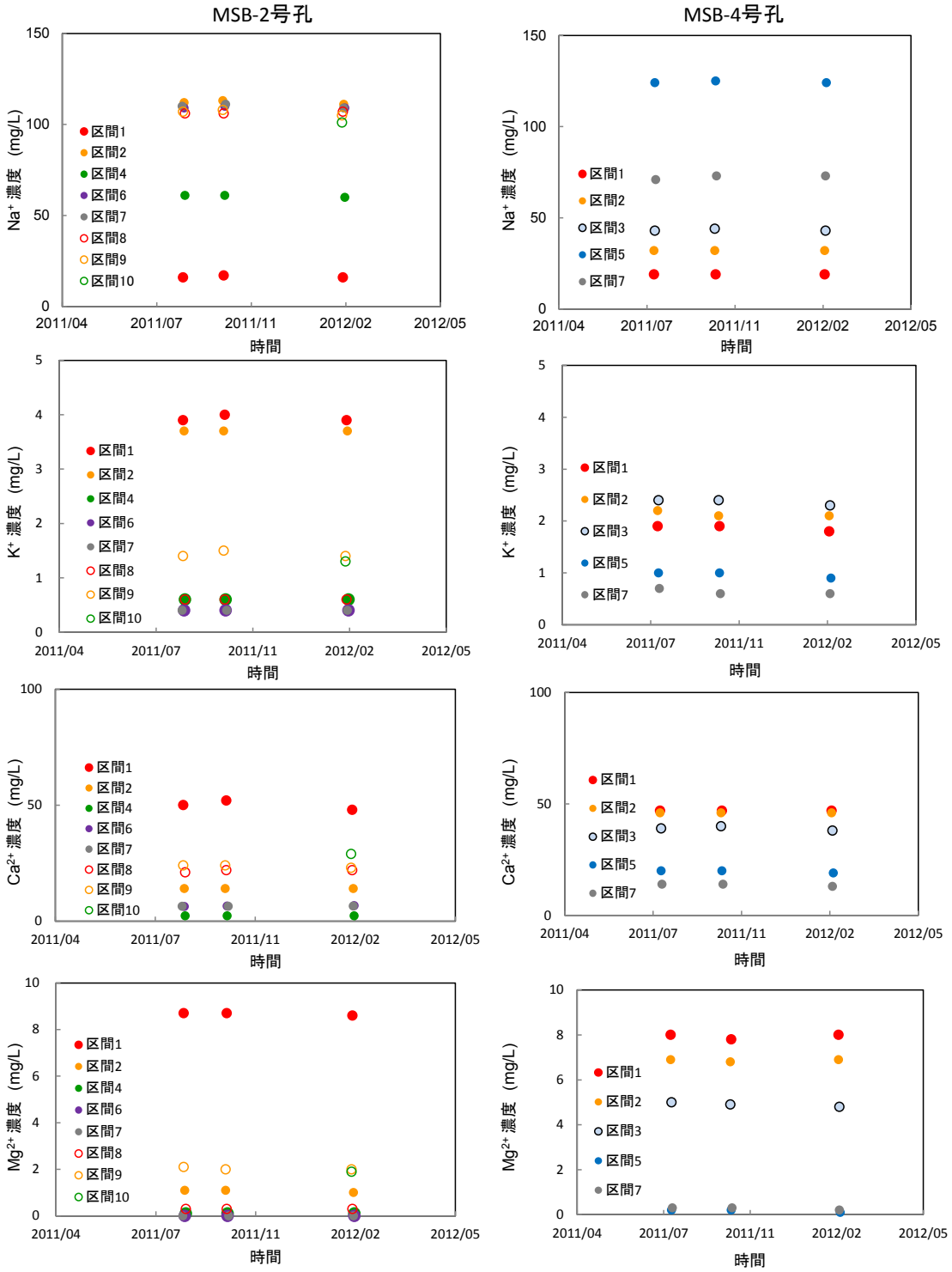


a:東北地方太平洋沖地震，b:岐阜県美濃東部での地震

MSB-2 号孔：区間 1(18.8～22.7mbgl)，区間 2(23.6～38.9 mbgl)，区間 3(39.8～68.2 mbgl)，区間 4(69.1～77.4 mbgl)
区間 5(78.3～120.2 mbgl)，区間 6(121.1～130.4 mbgl)，区間 7(131.3～153.7 mbgl)，区間 8(154.6～170.4 mbgl)
区間 9(171.3～175.2 mbgl)，区間 10(176.1～180.0 mbgl)

MSB-4 号孔：区間 1(15.8～25.6mbgl)，区間 2(26.5～33.9 mbgl)，区間 3(34.8～62.1 mbgl)，区間 4(63.0～76.9 mbgl)
区間 5(77.8～81.7 mbgl)，区間 6(82.6～93.9 mbgl)，区間 7(94.8～99.0 mbgl)

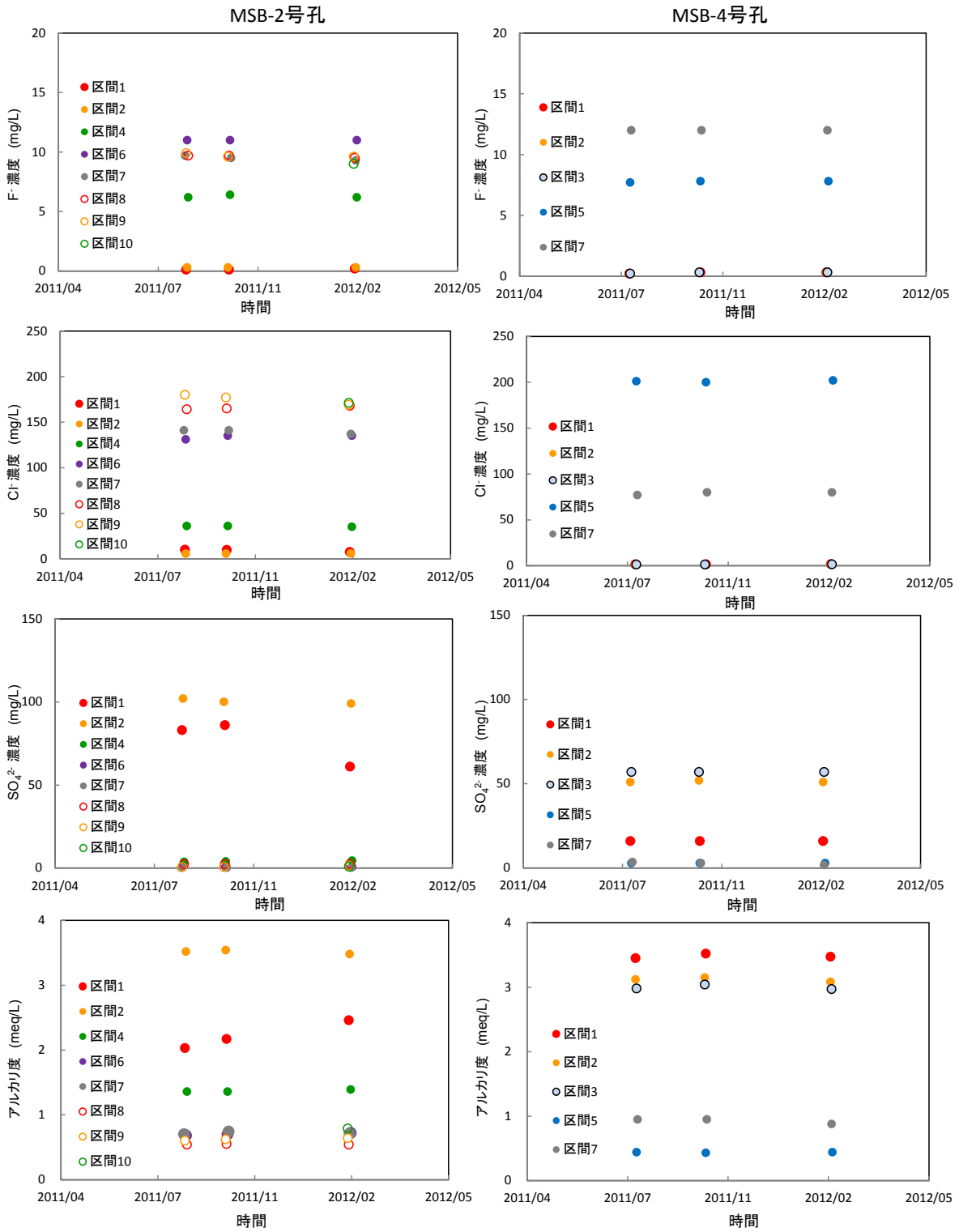
図 4.1.4-14　MSB-2 号孔および MSB-4 号孔における全水頭



MSB-2 号孔：区間 1(18.8～22.7mbgl)，区間 2(23.6～38.9 mbgl)，区間 3(39.8～68.2 mbgl)，区間 4(69.1～77.4 mbgl)
区間 5(78.3～120.2 mbgl)，区間 6(121.1～130.4 mbgl)，区間 7(131.3～153.7 mbgl)，区間 8(154.6～170.4 mbgl)
区間 9(171.3～175.2 mbgl)，区間 10(176.1～180.0 mbgl)

MSB-4 号孔：区間 1(15.8～25.6mbgl)，区間 2(26.5～33.9 mbgl)，区間 3(34.8～62.1 mbgl)，区間 4(63.0～76.9 mbgl)
区間 5(77.8～81.7 mbgl)，区間 6(82.6～93.9 mbgl)，区間 7(94.8～99.0 mbgl)

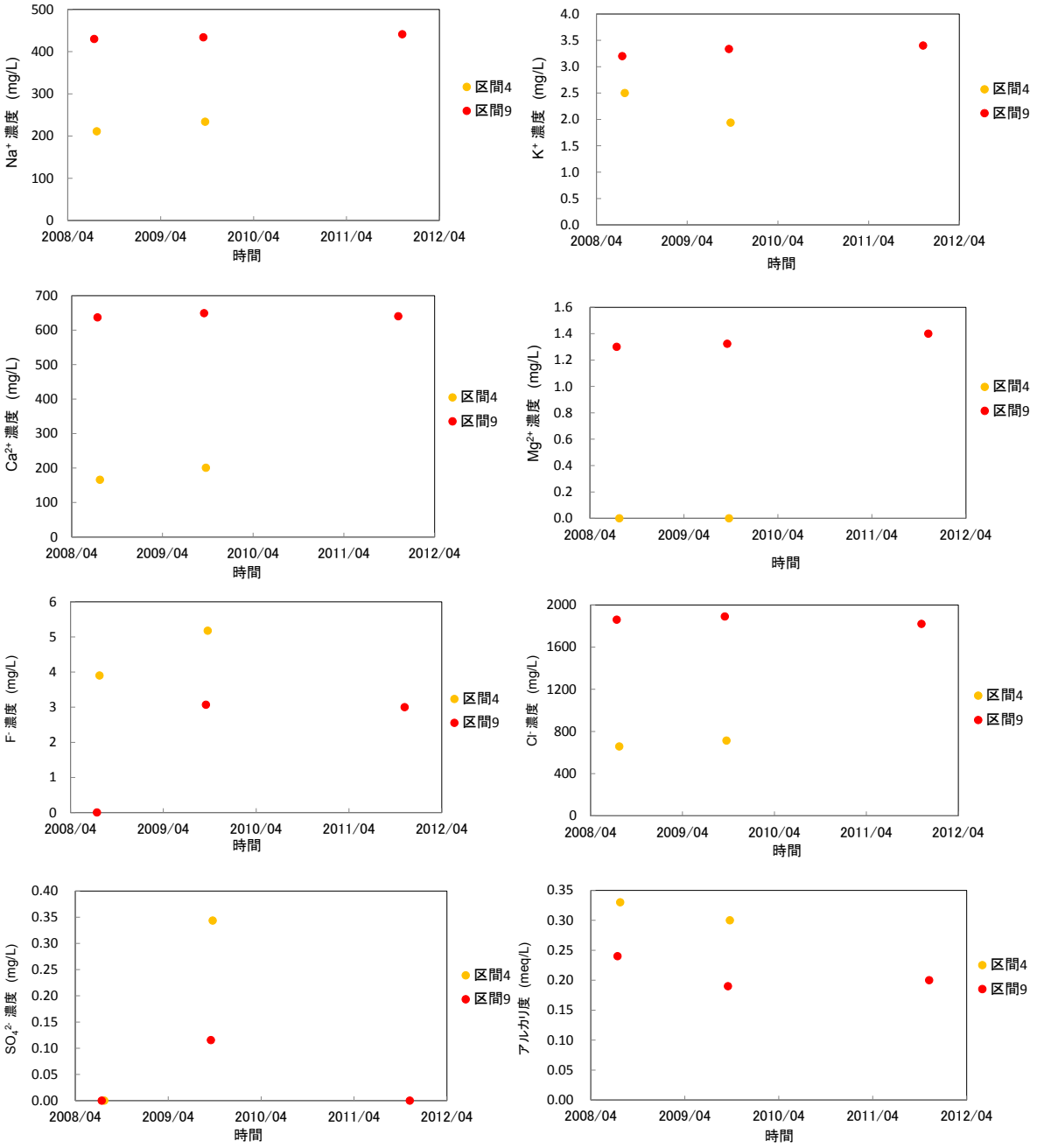
図 4.1.4-15　MSB-2 号孔および MSB-4 号孔における水質分析結果



MSB-2 号孔：区間 1(18.8～22.7mbgl)，区間 2(23.6～38.9 mbgl)，区間 3(39.8～68.2 mbgl)，区間 4(69.1～77.4 mbgl)
区間 5(78.3～120.2 mbgl)，区間 6(121.1～130.4 mbgl)，区間 7(131.3～153.7 mbgl)，区間 8(154.6～170.4 mbgl)
区間 9(171.3～175.2 mbgl)，区間 10(176.1～180.0 mbgl)

MSB-4 号孔：区間 1(15.8～25.6mbgl)，区間 2(26.5～33.9 mbgl)，区間 3(34.8～62.1 mbgl)，区間 4(63.0～76.9 mbgl)
区間 5(77.8～81.7 mbgl)，区間 6(82.6～93.9 mbgl)，区間 7(94.8～99.0 mbgl)

図 4.1.4-16　MSB-2 号孔および MSB-4 号孔における水質分析結果



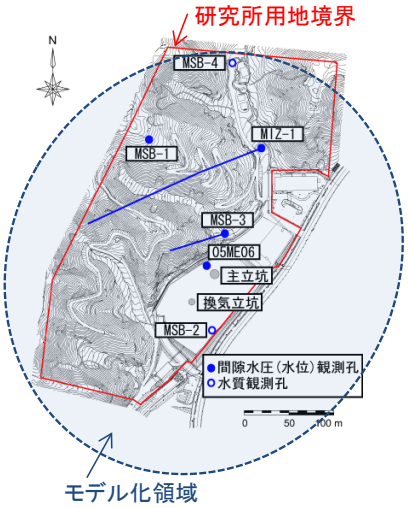
MIZ-1 号孔：区間 4 (641.7～717.1mbgl)，区間 9 (1128.7～1149.1 mbgl)

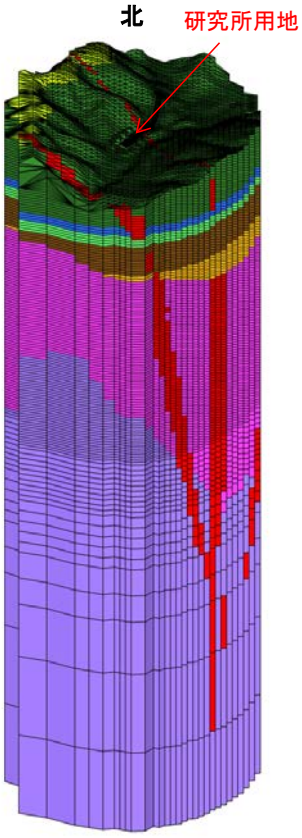
図 4.1.4-17　MIZ-1 号孔における水質分析結果

2) モデル化・解析

第 2 段階におけるこれまでの水質観測では，研究坑道近傍において，深部の地下水が上昇し水質分布が変化していること，その変化の程度は主立坑断層を境に異なることが明らかとなってきている[2]。これらの現象は，研究坑道掘削に伴う地下水流動の変化に起因すると考えられる。2011 年度においては，これらの現象を定量的に理解するため，第 1 段階で得られた地下水中の Cl イオン濃度分布[7]を初期条件とし，研究坑道の掘削による地下水流動の変化を考慮した三次元非定常移流分散解析を行い，研究坑道掘削に伴う Cl イオン濃度分布の変化を推定した。移流分散解析は有限要素法の Dtransu-3D・EL[8]を用いて実施することとし，既往の地質構造モデル（Site_Geo_sh460_prov）に基づき研究所用地周辺における主要な水理地質構造の三次元分布を考慮した水理地質構造モデル（モデル名：Site_Chem_Model_P2_sh460_prov_2011）を構築した（図 4.1.4-18）。水理地質構造モデルのモデル化領域は，2010 年度に実施した簡易軸対称解析結果[3]から得られた研究坑道掘削に伴う Cl イオン濃度分布の影響範囲に基づき設定した。図 4.1.4-18 には，水理および Cl イオン濃度に関する境界条件や初期条件の概要を示す。また，水理地質構造モデルに設定した水理および物質移動パラメータを表 4.1.4-3 に示す。これらのパラメータは，既往のモデル化・解析事例[例えば 10]を参考にしつつ，地下水圧および Cl イオン濃度の実測値の再現性に着目したキャリブレーションに基づき設定した。キャリブレーションにおいては，Cl イオン濃度分布の初期条件や境界条件および土岐花崗岩の透水係数，有効間隙率に着目した解析を 10 ケース程度実施し，実測値と解析値の比較を行うことで，最も実測値の再現性の高いものを選定した。

解析の結果，図 4.1.4-19 より，換気立坑の集水リングにおける Cl イオン濃度の解析値は，各集水リングにおける Cl イオン濃度の減少傾向を定性的に再現できているものの，その変化量や変化開始時期を再現できていない。特に，Cl イオン濃度の解析値は，観測値に比べて濃度の減少速度や減少量が大きい。これは，水理地質構造に設定している水理パラメータ（透水係数や比貯留係数）と物質移動パラメータ（有効間隙率や分散長）の組み合わせが適切でないことが要因のひとつとして考えられる。今後は，水質観測を継続して解析値との比較を行うためのデータを蓄積するとともに，Cl イオン濃度変化の再現性の向上を目的として，前述した水理地質構造の水理パラメータと物質移動パラメータに着目した水理地質構造モデルのキャリブレーションを継続して実施し，この実測値と解析値との差異が生じる要因についての検討を行う。さらに，このような研究坑道の集水リングやボーリング孔における Cl イオン濃度分布の変化の観測値と解析値との比較を通じて，地下水流動解析に利用可能な地球化学データの抽出，利用方法などの整理を行う。さらに，得られた知見に基づき，Cl イオン濃度分布などの地球化学データに基づく水理地質構造モデルの確認および更新に関する課題を抽出する。





- 生俵累層
- 明世累層/本郷累層
- 明世累層/本郷累層（難透水層）
- 明世累層/本郷累層（基底礫岩）
- 土岐夾炭累層
- 土岐夾炭累層（基底礫岩）
- 土岐花崗岩（上部割れ目帯）
- 土岐花崗岩（下部割れ目低密度帯）
- 断層

《境界条件》
- ➢ 上部境界：
  - ● 水理境界：自由浸出条件（涵養量198mm/年[9]）
  - ● 濃度境界：自由境界
- ➢ 側方境界：
  - ● 水理境界：広範囲の地下水流動解析結果から得られた水圧分布
  - ● 濃度境界：自由境界
- ➢ 下部境界：
  - ● 水理境界：広範囲の地下水流動解析結果から得られた水圧分布
  - ● 濃度境界：自由境界

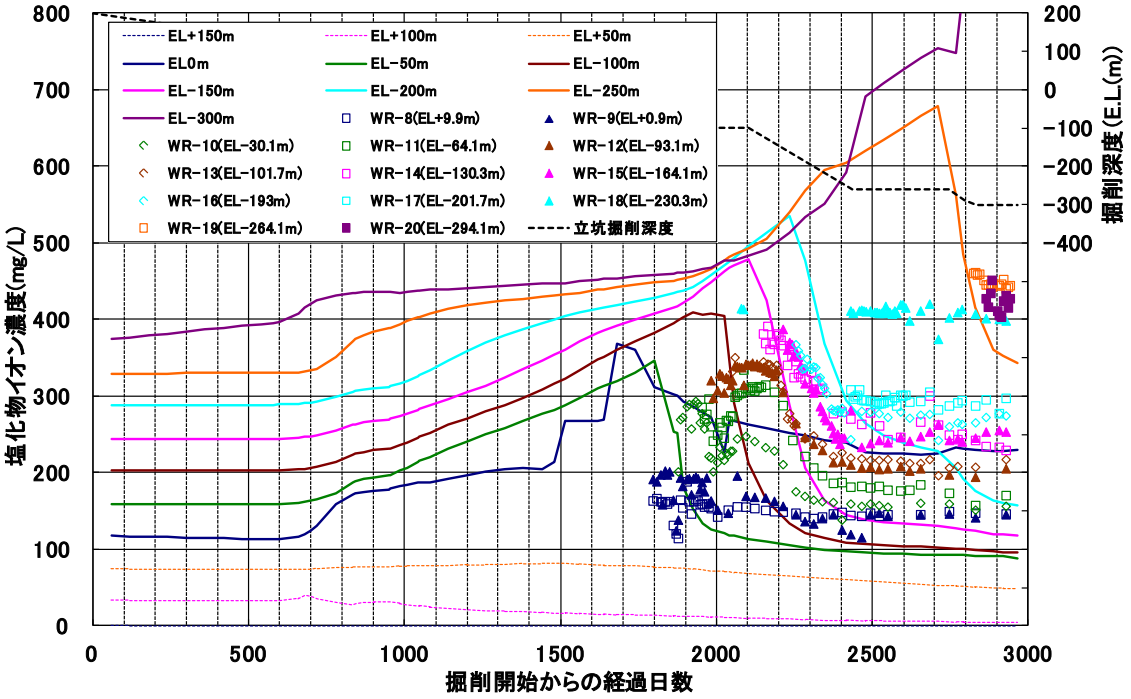
《初期条件》
- ➢ 水圧分布：広範囲の地下水流動解析結果から得られた水圧分布
- ➢ 濃度分布：実測値に基づくClイオン濃度の深度分布[3]

※モデル化領域
- ・水平方向：主立坑，MSB-3号孔口を中心とする半径200mの円で囲まれた範囲
- ・深度方向：地表～EL.1,000m

図 4.1.4-18　移流分散解析に用いた水理地質構造モデル（鳥瞰図）

表 4.1.4-3　移流分散解析に用いた水理および物質移動のパラメータ

水理地質構造	透水係数(m/s)		有効	比貯留係数	分散長(m)		有効拡散係数	遅延係数	減衰係数
	水平方向	鉛直方向	間隙率	(1/m)	縦	横	(m^2/s)		
表土・盛土	1.0E-05	1.0E-05	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
現河床堆積物	1.0E-05	1.0E-05	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
瀬戸層群	1.0E-05	1.0E-05	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
生俵累層	3.2E-09	3.2E-09	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
明世累層/本郷累層	2.8E-08	2.8E-08	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
明世累層/本郷累層(難透水層)	3.8E-10	3.8E-10	0.20	7.4E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
明世累層/本郷累層(基底礫岩)	5.1E-07	5.1E-07	0.20	7.3E-06	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
土岐夾炭累層	2.7E-07	2.7E-07	0.20	2.3E-05	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
土岐夾炭累層(基底礫岩)	6.5E-08	6.5E-08	0.20	7.3E-06	4.30	0.43	4.0E-10	1.00	0.00
土岐花崗岩(上部割れ目帯)	2.2E-08	2.2E-07	0.20	2.0E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
土岐花崗岩(低角度割れ目の集中帯)	4.1E-07	4.1E-06	0.20	3.7E-08	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
土岐花崗岩(下部割れ目低密度帯)	2.1E-08	2.1E-08	0.01	1.0E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
月吉断層	1.0E-10	1.0E-10	0.20	2.5E-05	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
月吉断層に伴う割れ目帯	4.2E-07	4.2E-07	0.20	1.6E-09	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
日吉川沿いリニアメント	1.0E-11	5.7E-06	0.20	2.7E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
主立坑断層	1.0E-10	1.0E-10	0.20	2.5E-05	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
S200_13断層	1.0E-11	1.0E-11	0.20	1.7E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
S200_15断層	1.0E-10	1.0E-10	0.20	1.7E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
SB3_11断層	1.0E-10	1.0E-10	0.20	1.7E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00
SB3_19断層	1.0E-09	1.0E-09	0.20	1.7E-07	4.30	0.43	1.0E-12	1.00	0.00



（マーカー表示；観測値，ライン表示；解析値）

図 4.1.4-19　換気立坑の集水リングにおける塩化物イオン濃度の観測値と解析値との比較

3) 技術開発

酸化還元環境の指標となる溶存酸素の測定について，従来の隔膜電極法では電極に気泡が付着することや隔膜および電解液の劣化，校正のばらつきが原因で低濃度（<1mg/L）の溶存酸素濃度の測定が困難であった。そのため嫌気状態を維持した状態で吸光光度法による測定手法の検討を行った。具体的には，試薬を封入した真空アンプル瓶に地下水を嫌気的に採取し，現地に吸光

光度計(HACH 社製 DR2800 型ポータブル吸光光度計)を設置して分析を行った。その結果，隔膜電極法での溶存酸素検出下限（1mg/L）に比べ，0.005mg/L（定量下限 0.02mg/L）の溶存酸素濃度まで分析可能となった。

従来の隔膜電極法では，酸化還元電位が-300mV と還元状態を示し，溶存酸素を含まないと判断される地下水についても，前述の理由で検出限界値以上の溶存酸素濃度となり，酸化還元電位測定値と矛盾した結果を示すことがあったが，今後は吸光光度法を併用することで，電極法の欠点を補完して測定値の品質管理を行っていく。

参考文献

1) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀, 尾方伸久, 濱 克宏, 池田幸喜, 山本 勝, 島田顕臣, 松井裕哉, 伊藤洋昭, 杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度計画書（2011 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-027（2011）.
2) 水野 崇，青才大介，新宮信也，山本祐平，福田朱里，萩原大樹：“瑞浪超深地層研究所における地球化学に関する調査研究 - 第 1 段階結果の妥当性確認について - ”,日本地球惑星科学連合 2011 年大会講演要旨集 CD-ROM（2011）.
3) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，石橋正祐紀，上野孝志，徳安真吾，大丸修二，竹内竜史，三枝博光，尾上博則，武田匡樹，狩野智之，水野 崇，萩原大樹，佐藤稔紀，真田祐幸，丹野剛男，引間亮一，森川佳太，湯口貴史，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度報告書（2010 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2012-020（2012）.
4) 福田朱里，幸塚麻里子，今野祐多，青才大介，新宮信也，萩原大樹，水野 崇，鈴木庸平：“瑞浪超深地層研究所における深部花崗岩中地下水の生物地球化学的調査”，第 46 回日本水環境学会年会講演集, p.410（2012）.
5) Fukuda, A., Kouduka, M., Konno, Y., Aosai, H., Hagiwara, H., Mizuno, T., Suzuki, Y.: “Metabolic rates of subsurface microorganisms in a hydrogeochemically characterized granitic aquifer system at the Mizunami Underground Research Laboratory (MIU) in Japan”, Final programme and Abstracts of 8th International Symposium of subsurface Microbiology, p.63（2011）.
6) 青才大介，吉田治生，水野 崇：“超深地層研究所における地下水の地球化学に関する調査研究 - 地下水の地球化学環境を保持したろ過手法に関する技術開発 - ”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Testing 2009-003（2009）.
7) 三枝博光，瀬野康弘，中間茂雄，鶴田忠彦，岩月輝希，天野健治，竹内竜史，松岡稔幸，尾上博則，水野 崇，大山卓也，濱 克宏，佐藤稔紀，久慈雅栄，黒田英高，仙波 毅，内田雅大，杉原弘造，坂巻昌工：“超深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階（第 1 段階）研究成果報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2007-043（2007）.
8) 西垣 誠，三菱マテリアル株式会社，（株）ダイヤコンサルタント：“オイラリアン・ラグランジアン・3 次元飽和・不飽和浸透流－移流分散解析プログラム データ入力マニュアル”（2001）.
9) 小出 馨，中野勝志，竹内真司，濱 克宏，松井裕哉，池田幸喜，長谷川健，杉原弘造，武田精悦：“広域地下水流動研究の現状 －平成 4 年度～平成 11 年度－”，核燃料サイクル開発機構, JNC TN7400 2000-014（2000）.

10) 大山卓也，三枝博光，水野 崇，小坂 寛，平川芳明：“研究坑道掘削に伴う地下水流動場および地下水水質の変化を考慮した地下水流動のモデル化・解析”, 2009 年春季講演会講演要旨，日本地下水学会，pp.64-69 （2009）.

4.1.5 深地層の工学技術の基礎の開発

(1)実施概要

2011 年度は，年度計画 1)に基づく計測やデータの蓄積を中心に実施した。

具体的には，2010 年度に引き続いて，設計・施工計画構築技術，掘削技術，対策技術，品質を確保する技術や坑道を維持管理する技術の評価に資するため，建設工事を通じて得られた計測工のデータなどの情報を整理し蓄積した。但し，新規に取得したデータの分析・評価に関しては，2011 年 3 月に発生した東日本大震災に伴う事業計画の見直しにより，2011 年度での実施には至らなかった。

一方，換気立坑の深度 500m 地点に地震計を設置し，大深度地下における地震動観測の充実を図った。

(2)実施内容

1)調査試験

①計測工

計測工は，深度 500m 連接部において，地中変位，吹付コンクリート応力，ロックボルト軸力，鋼製支保工応力（主立坑），覆工コンクリート応力（主立坑）の各種計測を実施した。測定結果の例として，主立坑および換気立坑連接部の吹付コンクリート応力の経日変化図を，それぞれ図 4.1.5-1 および図 4.1.5-2 に示す。

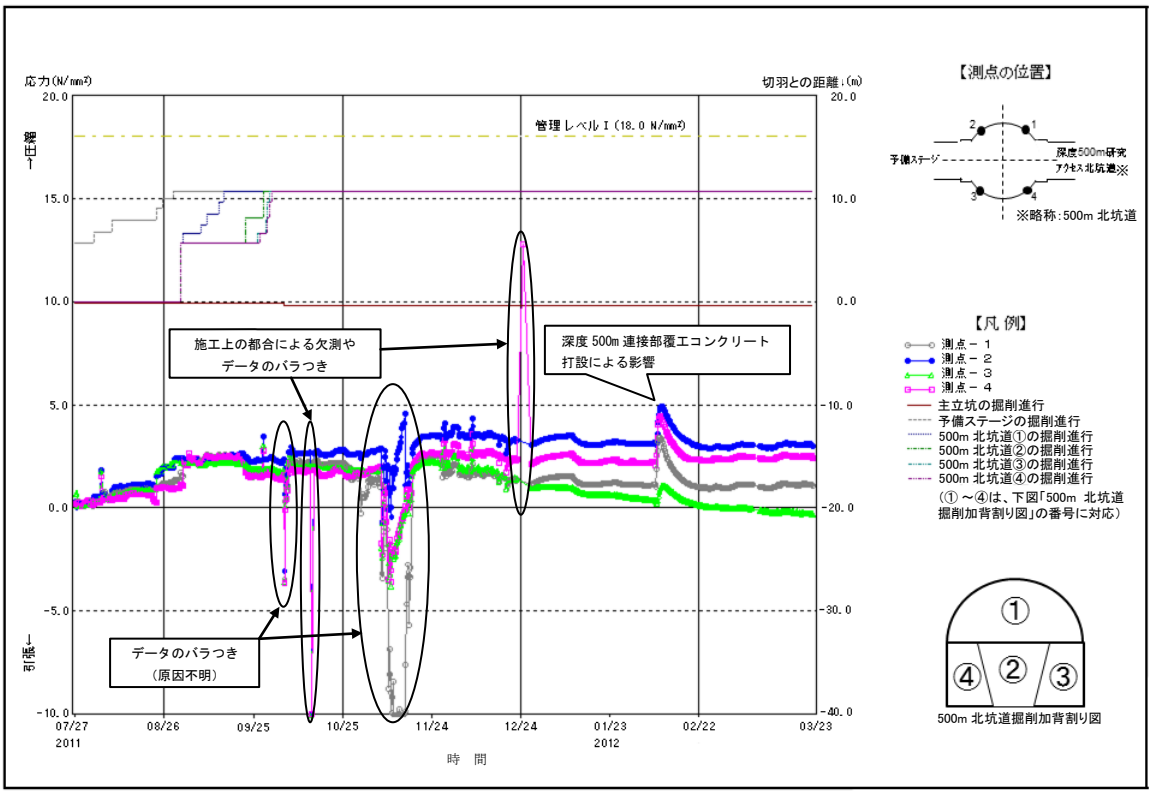


図 4.1.5-1 吹付コンクリート応力経日変化図（主立坑 深度 500m 連接部）

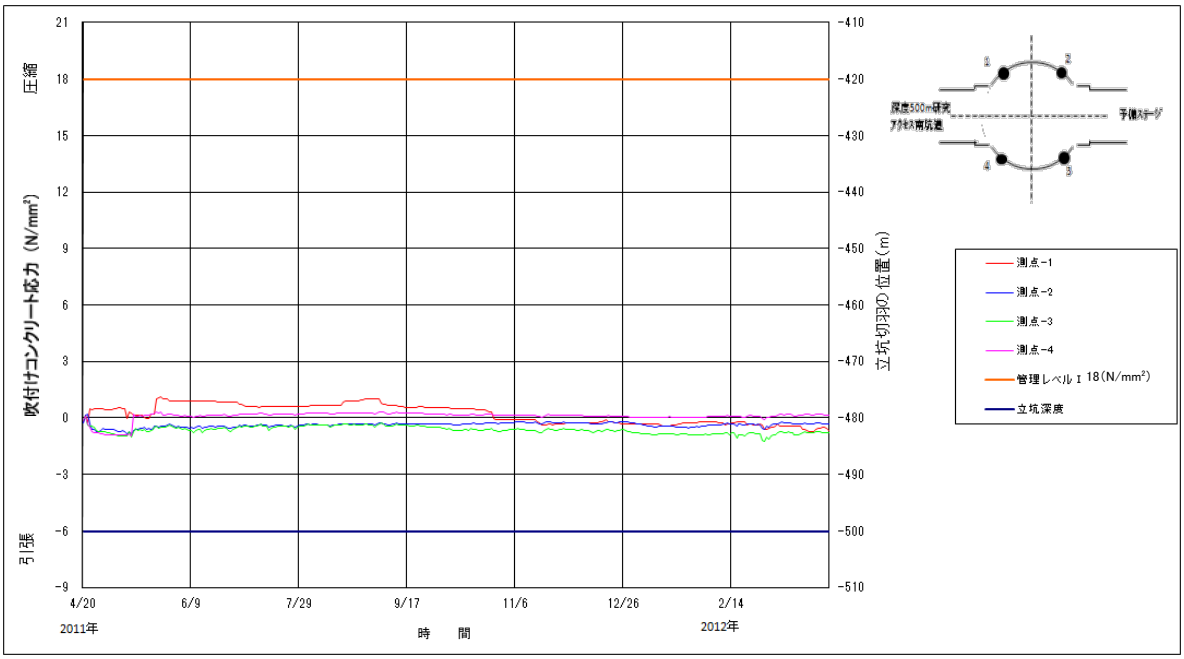


図 4.1.5-2　吹付コンクリート応力経日変化図（換気立坑　深度 500m 連接部）

主立坑深度 500m 周辺の地山は，変質を受けて軟質化した断層破砕帯となっている。深度 500m 主立坑連接部における吹付コンクリート応力（図 4.1.5-1）は，計測開始後から深度 500m 予備ステージおよび深度 500m 研究アクセス坑道掘削後の応力再配分に伴う断面の収縮によるものと考えられる圧縮方向への応力が発生し，いずれの測点も 5N/mm² 未満で収束している。主立坑における吹付コンクリートの応力値が後述する換気立坑のそれと比較して大きいのは，地質状況の違いを反映しているものと考えられる。さらに，応力分布を詳細に見ると，測点－2，測点－4 が比較的大きくなる異方的な挙動を見せている。2 月初旬頃に全測点で一時的に圧縮応力が上昇しているのは，深度 500m 連接部の覆工コンクリートの打設によって坑壁がフレッシュコンクリートによる圧力を受けたためと考えられる。主立坑深度 500m 連接部における吹付コンクリート応力については，施工上の都合などによって測定不能となる期間や原因不明のデータの乱れがあるものの，期間を通じて全体的に圧縮方向の応力が発生しているが数値としては小さいことから，健全であると評価できる。

換気立坑側（図 4.1.5-2）については，立坑周辺の地山が健全な土岐花崗岩であるため，変位量や支保工部材に発生する応力も小さい。吹付コンクリートに発生した応力についても全体的に引張側の応力が発生しているものの，数値自体は小さく問題はないものと考えられる。

今後は，深度 500m ステージにおいて同種の計測を実施し，引き続き岩盤の挙動分析を実施する予定である。

②施工情報のデータベース化

2011 年度は，2010 年度に引き続き，設計・施工計画技術の有効性評価の一環として，深度 500m までの計測工データ，坑内管理データ，掘削サイクルタイムに関するデータ等を収集した。ただし，収集したデータの分析・評価については，震災に伴う事業計画の見直しにより 2011 年度の実施には至らなかったため，2012 年度以降に実施する予定である。

③解析・検討

2011 年度は，2010 年度に実施した深度 300m までの研究坑道の施工によって取得された計測結果等を用いた設計技術の妥当性の評価やリスクマネジメント手法の適用性の検討，地山安定化対策に係る合理化技術の検討，施工管理のための計測により取得した情報の品質管理技術の検討などの結果を，原子力機構の研究開発報告書類 [2]として取りまとめた。

また，2007 年度から 2009 年度において，地盤工学会基準「岩盤の工学的分類法（JGS3811-2004）」[3]をベースとした新しい定量的岩盤分類法を考案し，研究坑道の建設工事において適用されている電研式岩盤分類による岩盤等級区分や坑道壁面の地質観察結果等と比較することにより，その適用性を検討した。2011 年度はその検討結果を，原子力機構の研究開発報告書類 [4]として取りまとめた。

さらに，研究坑道の地震時健全性評価のため，換気立坑の深度 500m 地点にも地震計を設置して，地震動観測システムの充実を図った（図 4.1.5-3）。

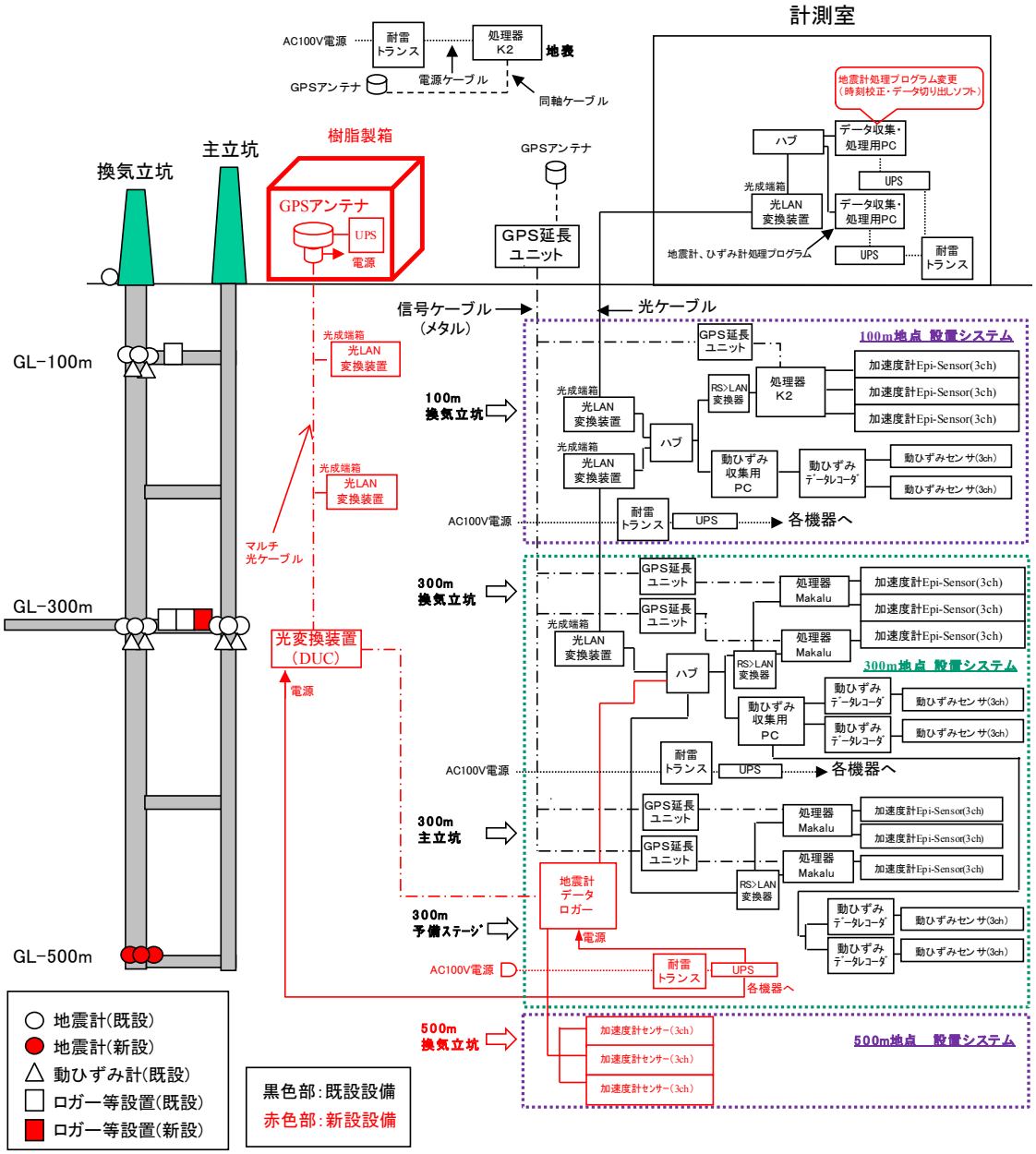


図 4.1.5-3　地震動観測システム概要図

参考文献

1) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度計画書（2011 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-027（2011）.
2) 井尻裕二，納多 勝，笹倉 剛，延藤 遵，松井裕哉，見掛信一郎，橋詰 茂：“瑞浪超深地層研究所における工学技術に関する検討（平成 20 年度）（委託研究）”，日本原子力研究開発機構，JAEA- Technology 2012-018(2012）.
3) 地盤工学会：新規制定地盤工学会基準・同解説 岩盤の工学的分類方法、JGS3811-2004（2004）
4) 久慈雅栄，浅井秀明，堀内泰治，松井裕哉：“瑞浪超深地層研究所における新しい定量的岩盤分類法の適用性評価（委託研究）”，日本原子力研究開発機構，JAEA- Technology 2013-022（2013）.

4.2 研究所用地における第 3 段階の調査研究

4.2.1 物質移動に関する調査研究

(1) 実施概要

2011 年度は，深部地質環境における物質移動現象の理解を深めつつ，坑道周辺のブロックスケール（数十 m～百 m 四方程度）を対象として物質移動に関する体系的な調査技術を整備することを目的として，以下の①から⑤の調査研究を計画した [1]。

① 既存の地質環境特性に関する情報に基づき，研究坑道周辺の物質移動概念モデルの構築を実施するとともに，物質移動解析結果に対する影響を与える因子（パラメータ値）を整理する。

② 深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）において物質移動解析に必要となる情報をボーリング調査や室内試験により取得し，物質移動解析に必要なデータセットとして整備する。

③ 電力中央研究所との共同研究として深度 300m 研究アクセス坑道 11m 計測横坑におけるボーリング調査を実施する。

④ 研究坑道を利用した試験，室内試験（収着・拡散試験，岩石や地下水試料の分析など），物質移動概念モデルの構築・更新および物質移動解析に関する東海研究開発センターと連携した研究を行う。

⑤ 「調査から解析までの体系的な調査技術の構築」として，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）におけるボーリング調査の試験計画の立案，原位置試験の実施およびデータ解析関する調査結果をとりまとめる。

しかしながら，2011 年度は，東日本大震災の影響により，一部の研究を 2012 年度以降に実施することとしたため，上記の研究計画のうち以下の研究を実施した。具体的には，研究坑道を利用した試験では，物質移動概念モデルの構築・更新に必要な情報となる割れ目充填鉱物および水みちとなる割れ目の性状を把握するために，グラウト材を含む岩石試料の採取および薄片観察を実施した（上記④の一部）。また，2012 年度以降に実施を予定している深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）におけるボーリング調査の試験計画を立案するために，当該領域を対象として地質・地質構造モデルを構築した（上記⑤の一部）。

(2) 実施概要

1) 研究坑道を利用した試験（グラウト材を含む岩石試料の採取および薄片観察）

①調査目的

本調査は，研究坑道を利用した試験，室内試験（収着・拡散試験，岩石や地下水試料の分析など），物質移動概念モデルの構築・更新および物質移動解析に関する東海研究開発センターと連携した研究の一部である。超深地層研究所計画の第 2 段階の調査研究を通して，研究坑道周辺における割れ目の分布などの地質学的な情報が取得されている [2]。しかし，割れ目を対象とした物質移動の化学的・物理学的プロセスを把握するためには，割れ目の定量的な岩石・鉱物学的特徴および空間的な連続性などの更なる情報が必要となる。このため，本調査では，グラウト材が充填された割れ目（以下，グラウト充填割れ目）を利用することで，岩石・鉱物学的特徴および空間的な連続性を示す基礎データを取得することを目的とする。これらの基礎データは，2012 年度以降に実施を計画している原位置試験（水理試験やトレーサー試験）の計画策定にも資するものとなる。

瑞浪超深地層研究所の深度 300m 研究アクセス坑道の壁面には，グラウト充填割れ目が認められる。グラウト材は，深度 300m 研究アクセス坑道の先行ボーリング時および坑道掘削時の湧水抑制対策に用いられたものである。グラウト施工は，岩盤中にグラウト材注入孔を掘削し，グラ

ウト材を高圧にて注入する。その結果，水みちとなる割れ目に選択的にグラウト材が充填され，湧水が抑制される [3]。このため，グラウト充填割れ目は，地下水や物質の移動経路であると推定できる。グラウト材は，グラウト施工の段階ごとに異なる色で着色されており（先行ボーリング：黄・黒色，坑道掘削時：赤・青色）[3]，割れ目に注入されたグラウト材の時間的・位置的関係を検討することが可能である。それゆえグラウト充填割れ目を対象とした調査により，地下水や物質の移動経路となる割れ目や割れ目周辺の物質移動場を把握することが可能となる。

②調査概要

深度 300m 研究アクセス坑道でグラウト充填割れ目を含む延長 2.66m の岩石試料を採取した（表 4.2.1-1）。割れ目の三次元的な構造（より広範囲の割れ目面の情報）を取得するために，外径 160.4mm のコアドリルを用いて直径約 150.4mm の岩石試料を採取した。採取位置は，坑道壁面よりグラウト充填割れ目が観察される 3 地点（A～C）の 4 孔とした（表 4.2.1-1, 図 4.2.1-1）。各掘削地点の特徴を以下に示す。

- 地点 A： グラウト材注入孔と近接する割れ目
- 地点 B： グラウト材が厚く充填された割れ目
- 地点 C： 複数色のグラウト材が含まれる割れ目

掘削方位は，ひとつの割れ目に関してより多くの割れ目に関する情報を取得するため，割れ目面と掘削方向が平行（割れ目に沿った方向）になるように設定した（表 4.2.1-1）。ボーリング孔の掘削長が 1m 程度である事から，ドリルヘッドにダイヤモンドコアビットを結合させた簡便な機器を用いて掘削を行った（図 4.2.1-2）。採取したグラウト充填割れ目を含む岩石は脆弱なため，割れ目からグラウト材が脱落する可能性がある。このため，ラップ等で固定し，コア試料を保護した。採取したコア試料から 33 枚の薄片用のサンプリングを行い，レジンで固化することでグラウト充填割れ目からグラウト材の脱落を防止しながら，切断，研磨，琢磨の作業を経て偏光顕微鏡観察を行った。

表 4.2.1-1 各孔の位置情報および掘削長

地点	掘削孔名	掘削位置*	高さ	掘削方位	水平傾斜	掘削深長
A	A－①	13.5m	0.44m	N69.8°E	0.0°	1.00m
	A－②	12.9m	0.48m	N76.3°E	0.5°	0.40m
B	B	36.7m	0.94m	N63.5°E	-3.0°	0.90m
C	C	39.1m	0.88m	N66.8°E	-3.0°	0.36m
					合計	2.66m

*掘削位置は図 4.2.1-1 の 35m 基準点からの距離

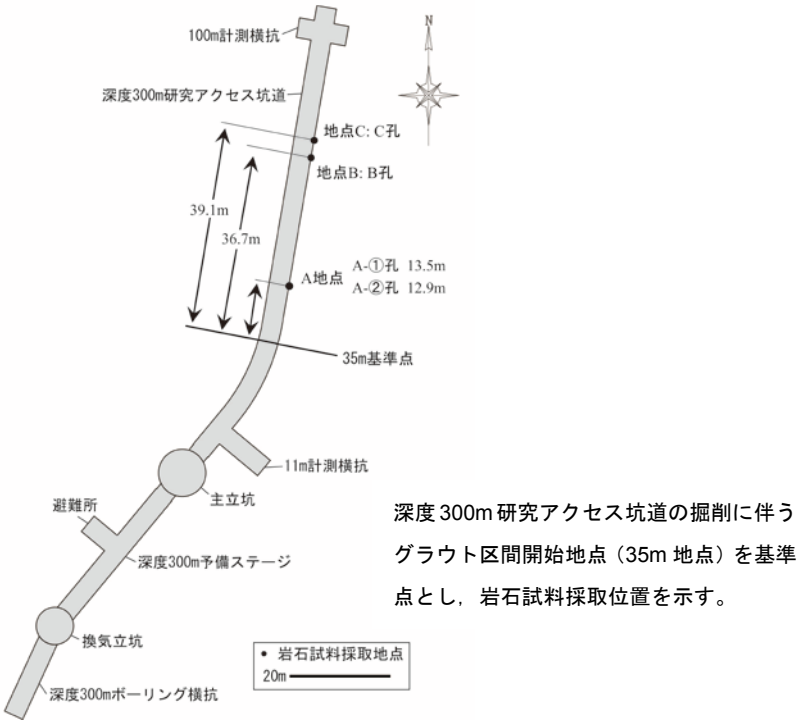


図 4.2.1-1　岩石試料採取地点の位置図

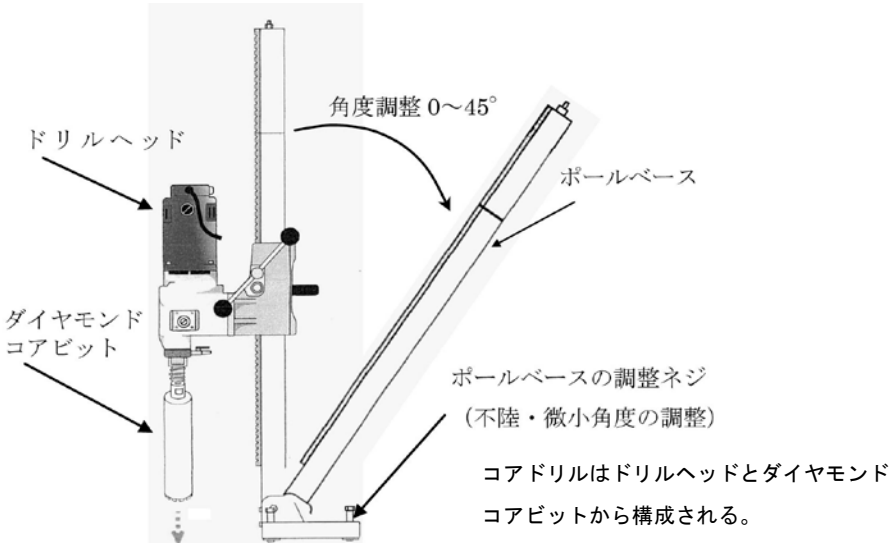


図 4.2.1-2　コアドリルとポールベース概念図

③調査結果

A-①孔，A-②孔，B 孔および C 孔で合わせて，2.66m の長さの岩石コア試料を採取した（表 4.2.1-1，図 4.2.1-3）。岩石コア記載（図 4.2.1-4）に基づき，割れ目の分布やグラウト材の充填状況を明らかにした。

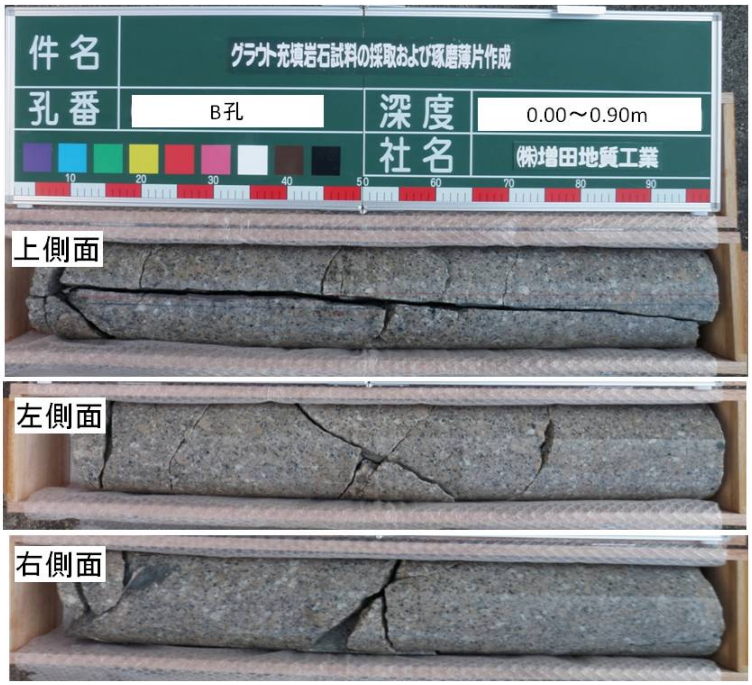


図 4.2.1-3　コア写真例（B 孔：深度 0.00～0.90m）

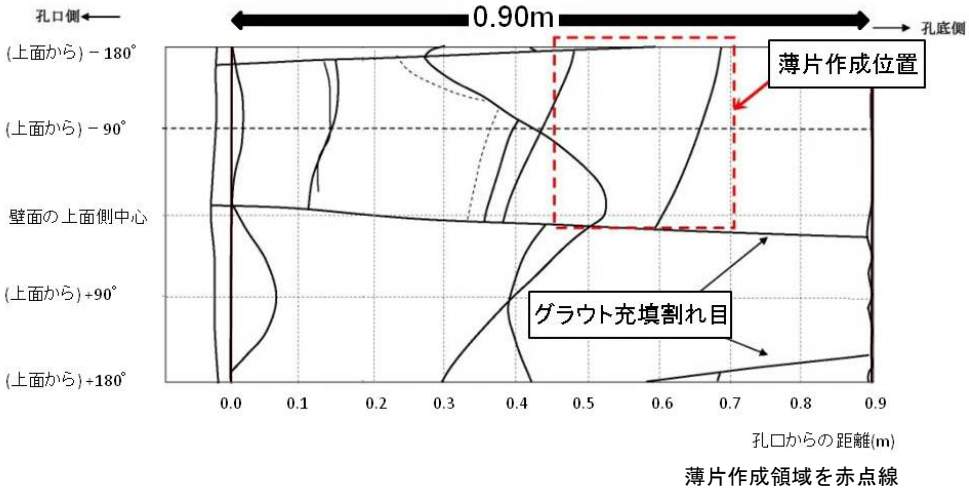


図 4.2.1-4　割れ目分布スケッチ展開図例(B 孔：深度 0.00～0.90m)

各孔の割れ目に充填したグラウト材の色と厚さを表 4.2.1-2 に示す。A-①孔と C 孔において，異なる色のグラウト材（異なる時期に注入されたグラウト材）により充填された割れ目が含まれている。このことは深度 300m が複雑な割れ目ネットワーク構造ならびに地下水経路を持つことを示唆している。また，グラウト材が完全に充填した割れ目（図 4.2.1-5）だけではなく，グラウト材が割れ目の表面に選択的に付着する割れ目面が観察された（図 4.2.1-6）。これは水みちのチャンネル構造を示しており，グラウト充填割れ目を用いた観察は物質移動場を把握する上で有効な手法であることが確認された。

表 4.2.1-2　各孔の割れ目に充填されたグラウト材の特徴

孔名	グラウト材の色	グラウト材の厚さ
A－①	赤色・青色	1～4 ㎜
A－②	青色	1～4 ㎜
B	黒色	5～10 ㎜
C	黄色・黒色	2～7 ㎜

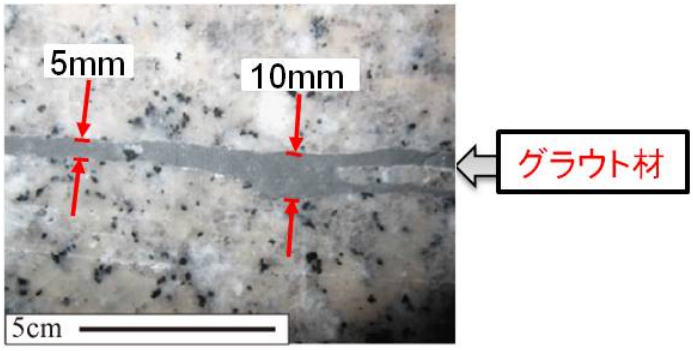


図 4.2.1-5　B 孔（深度約 0.3m）のグラウト充填割れ目

図 4.2.1-6　B 孔（深度 0.8～0.9m）の割れ目中に選択的に付着するグラウト材

グラウト充填割れ目面にある鉱物やその鉱物とグラウト材との関係および母岩の変質や組織の情報を得るために薄片観察を実施した。薄片作成位置と作成枚数を表 4.2.1-3 に示す。

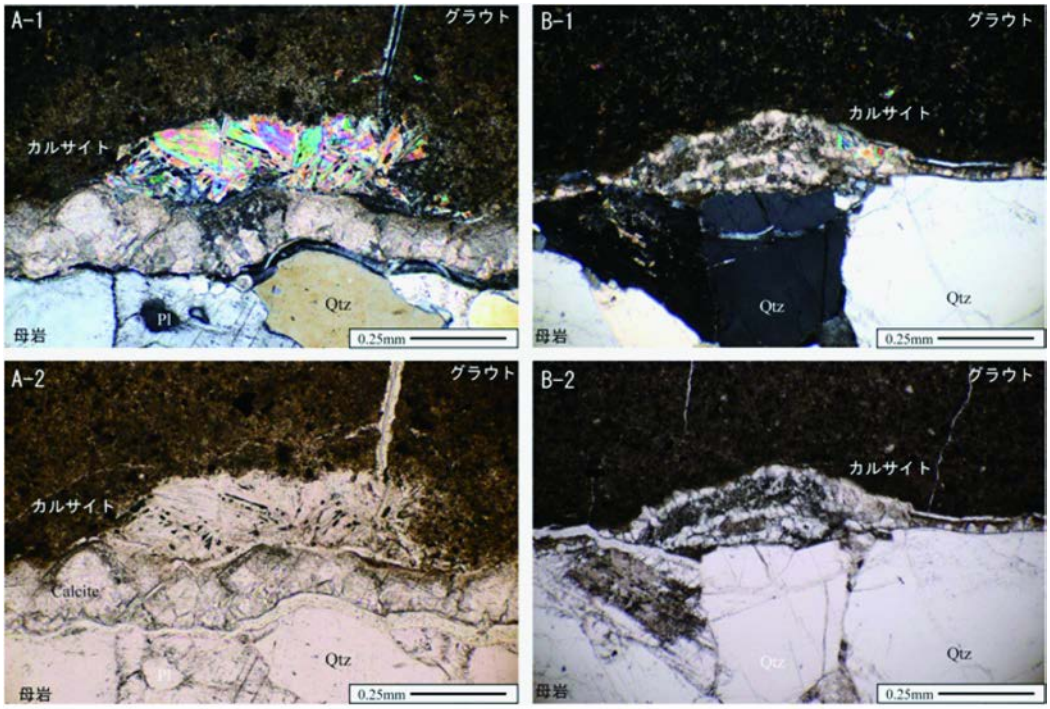
薄片観察の結果，グラウト充填割れ目の岩石・鉱物学的な情報を得ることができた。グラウト充填割れ目面には，比較的粗粒のカルサイトが観察される（図 4.2.1-7A）。このような粗粒なカルサイトは，今回採取したグラウト充填割れ目で一般的に観察される鉱物である。また，細粒なカルサイトと粗粒なカルサイトが層状構造をなす組織も観察される（図 4.2.1-7B）。これらのカルサイトの有無や組織のような割れ目の岩石・鉱物学的な情報は，物質の移動経路となる割れ目を識別する際の有効な判断基準となりえる。

今後は，今回作成した薄片を用いた室内分析（偏光顕微鏡観察，電子顕微鏡観察，ラマン分光分析など）を行うことによって，地下水や物質の移動経路となる割れ目の定量的な岩石・鉱物学的特徴を明らかにする。

表 4.2.1-3　各孔の薄片作成位置と作成枚数

孔名	位置*	枚数
A－①	深度 0.20～0.25m 深度 0.87～0.94m	10 枚
A－②	深度 0.10～0.35m	6 枚
B	深度 0.45～0.70m	12 枚
C	深度 0.25～0.36m	5 枚

*位置は孔口からの距離



B 孔の割れ目面に観察される粗粒なカルサイト（A-1: クロスニコル，A-2: オープンニコル）と複数層からなるカルサイト（B-1: クロスニコル，B-2: オープンニコル）

図 4.2.1-7　B 孔（深度 0.45～0.70m）のグラウト充填割れ目面の偏光顕微鏡写真

2) モデル化・解析

「調査から解析までの体系的な調査技術の構築」の一環として，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）におけるボーリング調査の試験計画を立案するために，既存情報を用いた当該領域周辺のブロックスケール（100m 程度四方）の地質・地質構造モデルを構築した。

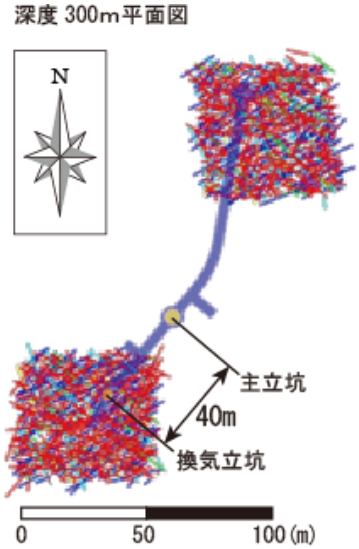
地下水中の物質は，断層や割れ目などの不連続構造を主な移動経路として，移流・分散およびマトリクスへの収着・拡散現象を伴って移動する。物質移動に関するモデル化・解析に関する研究では，物質が移動する速さを推定するために，これらの現象を考慮した解析手法の整備とその妥当性を確認する調査技術を構築することが目的である。

これまでの立坑や水平坑道における壁面観察と研究坑道内からのボーリング調査結果（割れ目の卓越方位分布や密度分布など）に基づき，深度 300m および深度 500m ステージを含むブロックスケール（E-W：300m×N-S：600m×Z:400m）の地質構造モデルとして Block_Geo_sh460 が構築されている（図 4.1.1-13）。さらに，この Block_Geo_sh460 と研究坑道内のボーリング孔

（09MI20，09MI21，10MI23 および 10MI26 号孔；図 4-1 参照）で実施した単孔式水理試験結果に基づく透水量係数を考慮して，ブロックスケールの水理地質構造モデル Block_Hydro_sh460 が構築されている（図 4.1.3-23）。この Block_Hydro_sh460 から，深度 300m 研究アクセス坑道（北端周辺）と深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）周辺の 50m 四方を対象として，割れ目の長さが 2.5m 以上の割れ目を抽出した（図 4.2.1-8）。さらに，深度 300m 研究アクセス坑道（北端周辺）と深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）において，掘削長 30m のボーリング孔を掘削することを仮定し，表 4.2.1-4 に示す割れ目の卓越方位に関するデータセットを用いてボーリング孔で遭遇する割れ目を抽出した（図 4.2.1-9(a)，9(b)）。この結果から，研究坑道周辺に分布する割れ目は，北東に卓越した走向を有していることがわかる。

一方，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）の壁面観察（図 4.2.1-10）から，本領域に認められる割れ目は，北西に卓越した走向を有している結果が示唆されている。以上のことから，Block_Geo_sh460 や Block_Hydro_sh460 に基づき推定される割れ目の走向と，壁面観察結果に基づく割れ目の走向に差が認められる。そこで，研究坑道周辺のブロックスケール（E-W：300m×N-S：600m×Z:400m）の Block_Geo_sh460 や Block_Hydro_sh460 を構築する際に用いた割れ目の統計的な解析手法（4.1.1 (2) 2)を参照）により，主立坑断層の南西側（換気立坑周辺）に位置するボーリング調査結果（06MI03, 07MI09, 07MI10, 07MI11, 07MI12, 09MI17-1, 09MI18, 09MI19 および 09MI20 号孔）を用いて，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）周辺の割れ目の分布をモデル化し（モデル名：Block_Solute_DFN_P3_URL_2011，以下 Block_Solute_DFN）を構築した（図 4.2.1-11(a)，11(b)）。その結果，換気立坑周辺に分布する割れ目は，北西-南東方向に卓越した走向を有する結果となり，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）や換気立坑周辺の深度 300m 予備ステージの壁面観察結果と整合的な結果が示されたが，割れ目の頻度分布については不確実性が高いことが示された。しかし，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）周辺の水理学的情報が少ないことから，地質学的な情報に基づいて構築した Block_Solute_DFN に，水理学的な情報を加えた水理地質構造モデルの構築に至っていない。

今後は，深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）において，割れ目の方向，割れ目の頻度分布，その連続性の確認，坑道周辺の水圧分布および透水性の把握などを目的としてボーリング調査を実施し，モデルの妥当性の確認と更新を行う計画である。

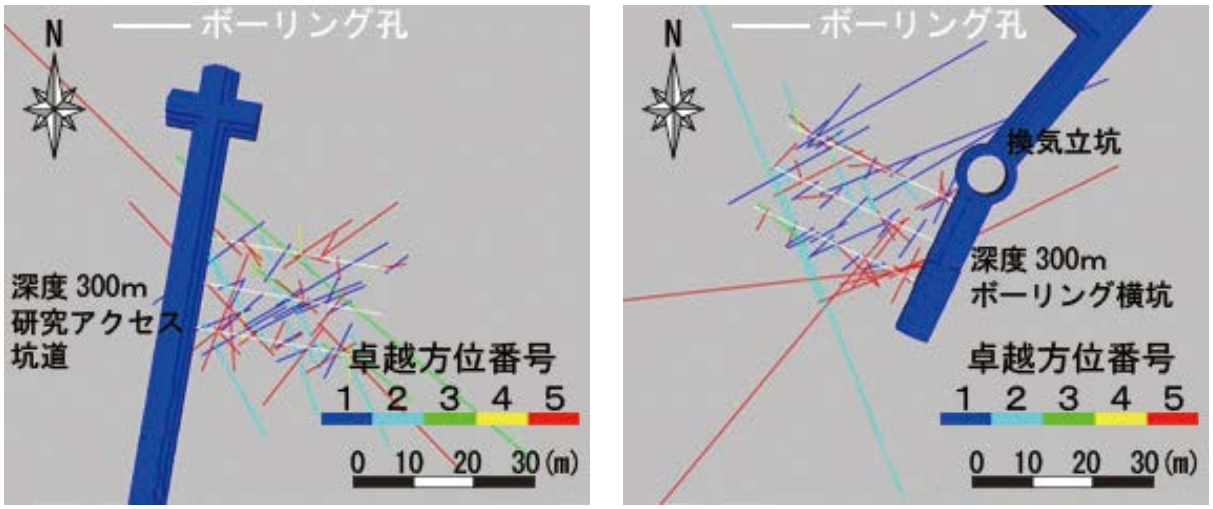


（Block_Hydro_sh460）から抽出したの割れ目分布のモデル
（割れ目の不均質性を統計的に発生させたリアライゼーションの結果）

図 4.2.1-8　研究坑道周辺を対象に構築したブロックスケールの水理地質構造モデル

表 4.2.1-4 割れ目の卓越方位に関するデータセット

卓越方位番号	1	2	3	4	5
Dip direction/Dip angle	145/88	063/84	219/77	087/16	007/87



(a)深度 300m 研究アクセス坑道　　(b)深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）

図 4.2.1-9 図 4.2.1-8 に基づきボーリング孔間 5m のボーリング孔を掘削した際に遭遇する割れ目

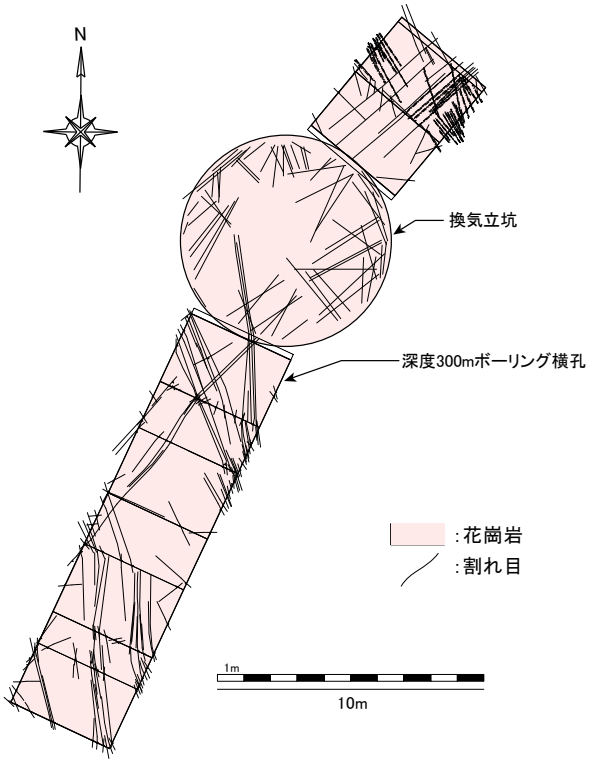
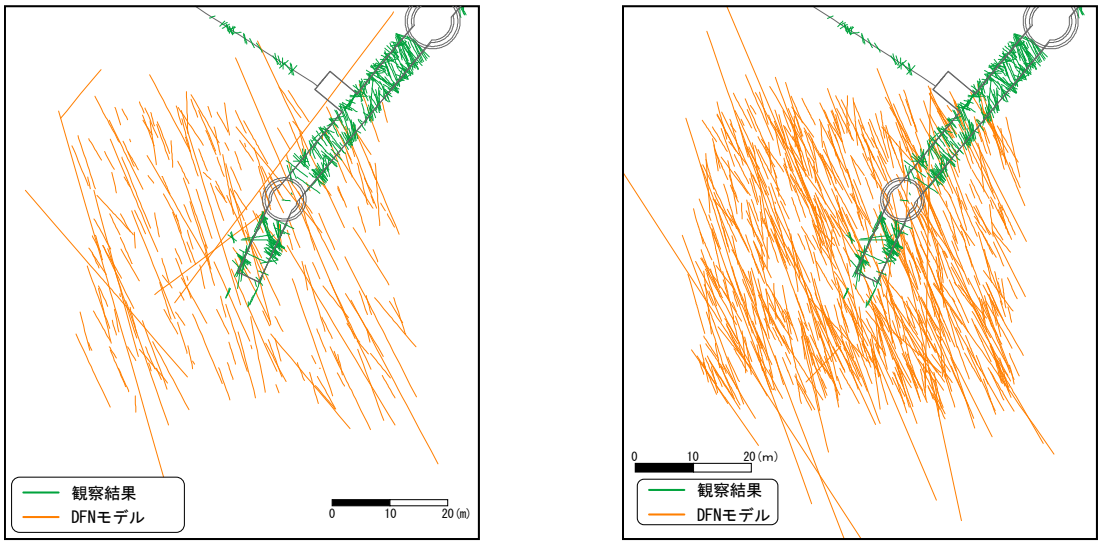


図 4.2.1-10　深度 300m ボーリング横坑（換気立坑）における壁面調査結果



(a) 解析ケース 1　　(b) 解析ケース 2

図 4.2.1-11　主立坑断層の南西側（換気立坑周辺）に位置するボーリング調査結果に基づき深度 300m ボーリング横坑(換気立坑)周辺の割れ目の分布を推定したモデル（Block_Solute_DFN）の例(a) 解析ケース 1，(b) 解析ケース 2

参考文献

1) 國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度計画書（2011 年度）”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Review 2011-027（2011）．

2) 鶴田忠彦，松岡稔幸，程塚保行，田上雅彦，石田英明，早野 明，栗原 新，湯口貴史：“超深地層研究所計画 地質・地質構造に関する調査研究（2008 年度）報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2010-039（2011）．

3) 見掛信一郎，山本 勝，池田幸喜，杉原弘造，竹内真司，早野 明，佐藤稔紀，武田信一，石井洋司，石田英明，浅井秀明，原 雅人，久慈雅栄，南出賢司，黒田英高，松井裕哉，鶴田忠彦，竹内竜史，三枝博光，松岡稔幸，水野 崇，大山卓也：“結晶質岩を対象とした坑道掘削における湧水抑制対策の計画策定と施工結果に関する考察”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Technology 2010-026（2010）．

4.2.2 坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価に関する調査研究

第 3 段階では，坑道掘削がもたらす坑道周辺の水理学的・地球化学的・力学的な複合的現象を把握・評価する技術の構築を目的とした原位置試験や，坑道周辺に施される対策工（グラウト，吹付コンクリート，ロックボルト，鋼製支保工など）が坑道周辺の地質環境に与える影響を把握・評価するための施工対策影響評価試験などの坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価に関する調査研究を実施する計画である。

2011 年度は，スウェーデンやフィンランドで実施している低アルカリ性セメントや溶液型グラウトを用いた原位置試験の概要や結果についての情報収集や深度 300m および深度 500m の研究坑道での施工対策影響評価試験の計画検討などを実施した。

4.3 施設建設

(1)施設建設の概要

2011 年度は，主立坑は深度 481.3m から深度 500.4m まで，換気立坑は深度 497.7m から深度 500.2m までの掘削を行った。さらに，深度 500m の水平坑道の掘削に着手し，主立坑，換気立坑ともに，立坑と水平坑道との連接部分からそれぞれ 5m 程度の掘削を行った。

主立坑, 換気立坑および水平坑道の掘削領域の透水性は低く, 坑道掘削時に顕著な湧水はなく, 壁面が濡れる程度の割れ目が一部で確認された程度であり，掘削の進捗に伴う湧水量の増加はほとんど認められなかった。

(2)周辺環境モニタリング調査

1) 河川流量調査

2011 年度は，2010 年度に引き続き河川流量調査を行い，水位流量曲線式を設定するためのデータを蓄積した。調査方法は，観測される水位（H）と流量（Q）の関係を示す水位流量曲線（H-Q 曲線）を予め求めておき，この関係を用いて計測した水位から流量を算定する方法である。

調査は狭間川の 4 箇所に設置した河川流量計（水位計）により実施した。設置場所は狭間川の上流, 中流, 下流および明世小学校前地点の 4 箇所であり, 上流地点は研究所用地の北東約 1,300m, 中流地点は東約 50m, 下流地点は南南東約 800m, 明世小学校前地点は南南東約 850m である（図 4.3-1 参照）。調査の結果，2011 年度の月総雨量と月総流量の関係は，過去 3 年間のデータと比較すると, 2008 年度～2010 年度とほぼ同様の相関関係を示していた。2011 年度の年間総流量は, 過去 3 年間のデータと比較して最大であり, 年間降雨量は 2010 年度とほぼ同様であった。また, 2011 年度の各河川流量測定地点の年間平均流量は，2003 年以降の測定データと比較して優位な差はなかった（表 4.3-1 参照）。

2) 地下水位調査

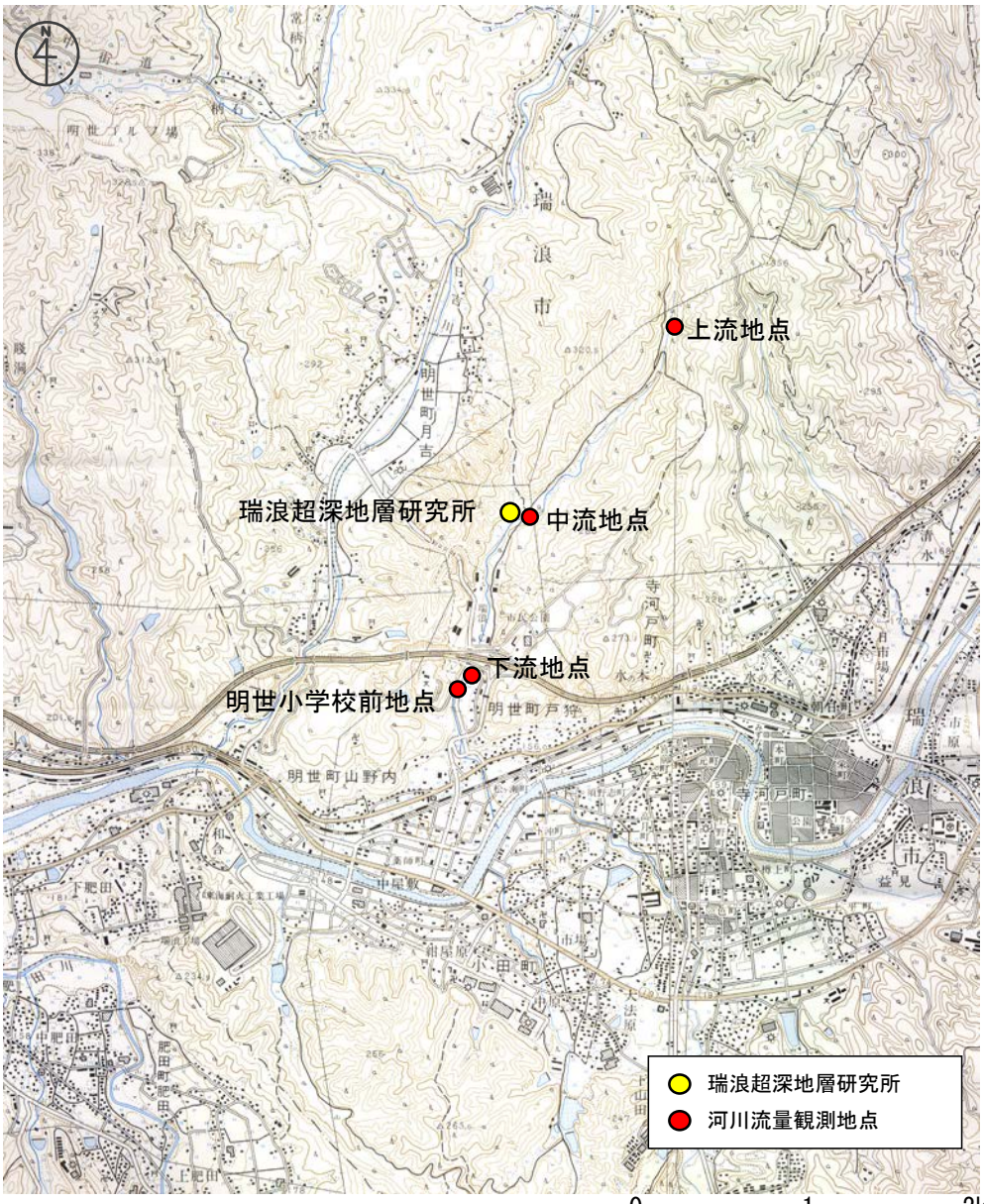
研究所周辺の井戸 10 箇所に設置した地下水位計により調査を実施した。各地点において年間を通じての地下水位の変動幅が把握されるとともに，井戸水の揚水との関係，降雨時の地下水位の反応の状況を把握した。調査の結果，各井戸の水位の傾向として，概ね降雨量によく呼応した変動を示していた（図 4.3-2 参照）。

3) 騒音・振動調査

騒音・振動調査は，研究坑道掘削工事において稼動している機械や発破作業による影響を把握するために実施している。2011 年度は，4 回実施した。調査結果は，騒音・振動とも特定建設業の規制に関する基準[1)] を下回るレベルであった。

4) 水質調査

研究坑道掘削工事に伴う立坑からの排水の放流先である狭間川の水質調査として，試料を採取し，生活環境項目および健康項目に関する水質分析を行った。調査場所は狭間川の上流および下流地点の 2 箇所であり, 上流地点は瑞浪国際地科学交流館敷地北側, 下流地点は排水口から約 20m 下流である（図 4.3-3 参照）。水質分析結果は，分析項目すべてが環境基準値未満であった。



国土地理院発行 1/25,000 地形図「土岐」「瑞浪」を使用　0　1　2km

図 4.3-1　河川流量測定位置図

表 4.3-1 河川流量測定地点における河川流量

年度	上流地点（流量㎥/s）			中流地点（流量㎥/s）		
	平均	最大	最少	平均	最大	最少
2003 年度	0.018	0.313	0.007	0.039	0.759	0.009
2004 年度	0.011	1.021	0.003	0.030	1.192	0.005
2005 年度	0.007	0.109	0.002	0.013	0.410	0.001
2006 年度	0.014	0.390	0.001	0.026	0.684	0.002
2007 年度	0.007	0.306	0.001	0.024	1.159	0.006
2008 年度	0.014	1.298	0.001	0.020	0.104	0.004
2009 年度	0.007	0.346	0.001	0.019	0.494	0.001
2010 年度	0.015	0.623	0.001	0.034	2.350	0.001
平均	0.012	0.551	0.002	0.026	0.894	0.004
中央値	0.013	0.368	0.001	0.025	0.722	0.003
2011 年度	0.011	1.145	0.001	0.046	5.320	0.002
年度	下流地点（流量㎥/s）			明世小前地点（流量㎥/s）		
	平均	最大	最少	平均	最大	最少
2003 年度	0.047	5.528	0.003	―	―	―
2004 年度	0.062	9.427	0.003	―	―	―
2005 年度	0.022	0.930	0.003	―	―	―
2006 年度	0.067	1.489	0.007	―	―	―
2007 年度	0.048	2.383	0.006	―	―	―
2008 年度	0.071	11.431	0.004	―	―	―
2009 年度	0.049	3.792	0.014	0.096	1.030	0.018
2010 年度	0.053	8.749	0.008	0.083	8.809	0.008
平均	0.052	5.466	0.006	0.090	4.920	0.013
中央値	0.051	4.660	0.005	0.090	4.920	0.013
2011 年度	0.060	7.747	0.007	0.089	7.940	0.011

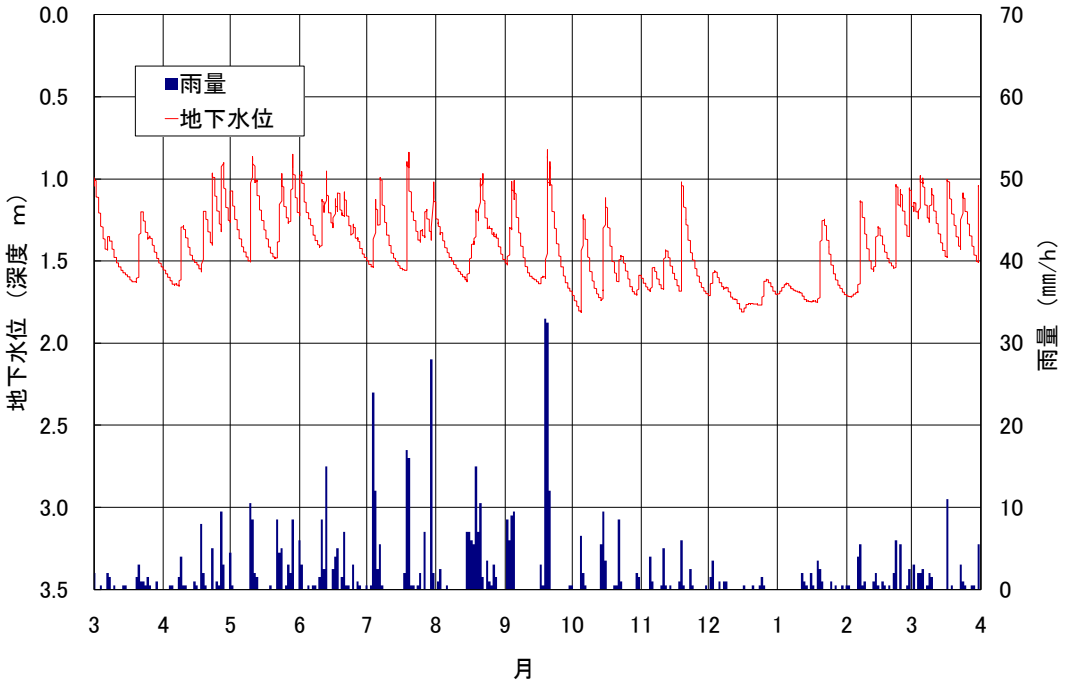


図 4.3-2　井戸地下水位の例（深さ 3.0m）

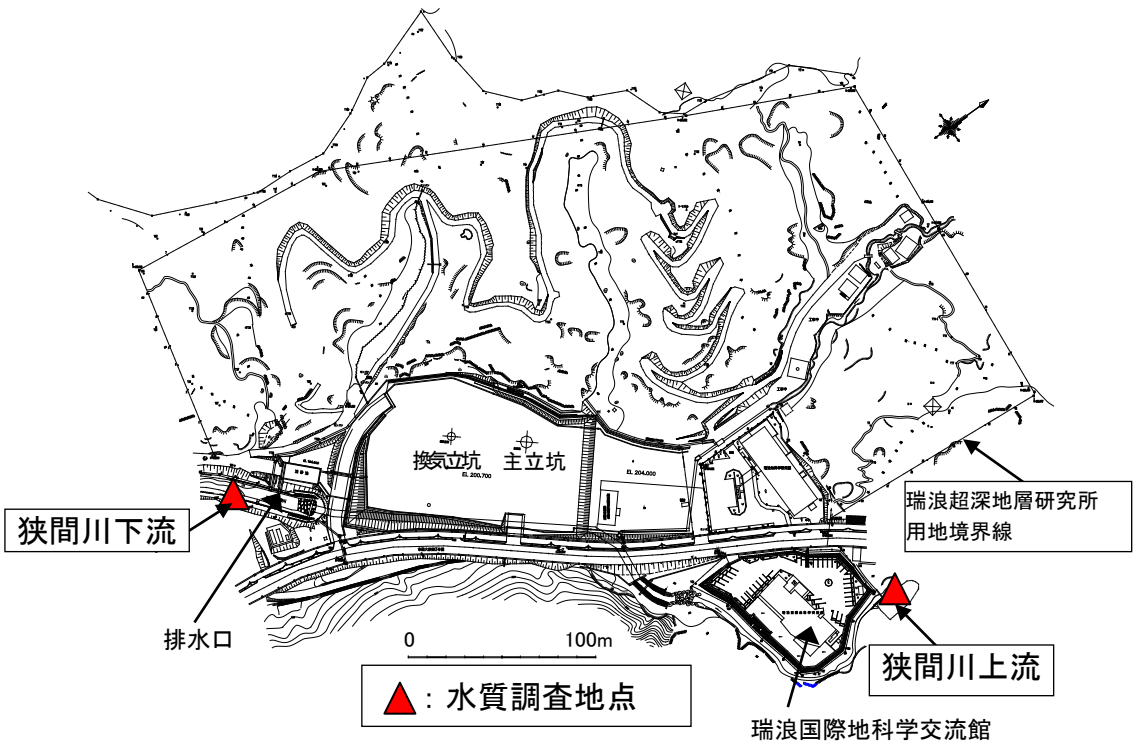


図 4.3-3　水質調査位置図

参考文献

1）環境省：振動規制法施行規則，第 11 条「特定建設作業の規制に関する基準」，（2007）

4.4 正馬様用地における調査研究

(1)実施概要

2011 年度の正馬様用地での調査研究では，年度計画 [1)]に基づき，月吉断層に着目した地下水流動場の把握のための地下水長期モニタリングおよび涵養量の把握のための表層水理観測を継続した。

(2)実施内容

1)調査試験

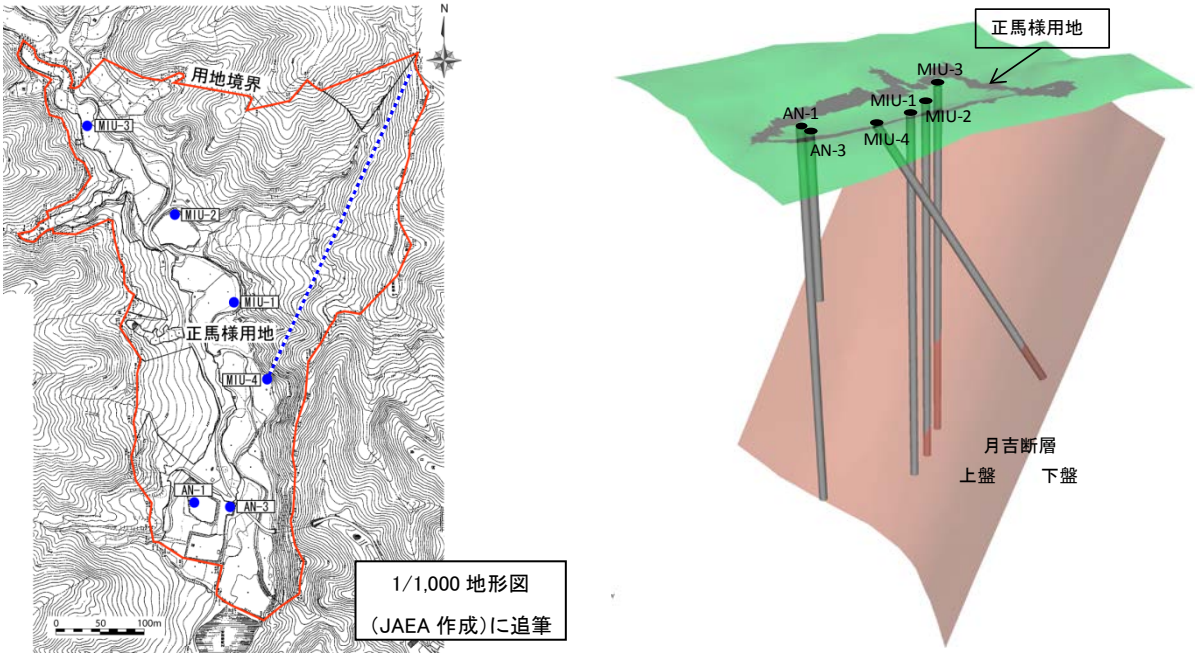
①地下水長期モニタリングおよび表層水理観測

(a)地下水長期モニタリング

地下水長期モニタリングでは 2010 年度に引き続き，AN-1，AN-3，MIU-2，MIU-3，MIU-4 号孔において，直接水圧計測方式である MP システム（Westbay 社（現 Schlumberger 社）製）を用いて，間隙水圧のモニタリングを継続した。なお，MIU-1 号孔では水圧計測プローブの設置不良による不具合が発生したため，2009 年 9 月より水圧モニタリングを休止している。

AN-1 および AN-3 号孔の観測区間は，月吉断層の上盤側に設置している。また，MIU-2，MIU-3，MIU-4 号孔は月吉断層を貫通しており，断層の上盤側，下盤側それぞれに観測区間を設置している。観測孔の位置を図 4.4-1(a)，1(b)に示す。また，地下水長期モニタリングを実施しているボーリング孔の観測区間を表 4.4-1(1)，表 4.4-1(2)に示す。

以下に，2011 年度の正馬様用地内のボーリング孔での間隙水圧測定結果を示す。



(a)平面図　　(b)鳥瞰図

図 4.4-1　水圧モニタリング孔位置図（正馬様用地内）

表 4.4-1(1)　地下水長期モニタリングを実施しているボーリング孔の観測区間（正馬様用地内）

AN-1号孔　　孔口標高：216.38m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　層
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	49.2 ～ 97.7	167.2 ～ 118.7	○	土岐花崗岩
2	98.7 ～ 150.4	117.7 ～ 66.0	－	土岐花崗岩
3	202.3 ～ 250.7	14.1 ～ -34.3	－	土岐花崗岩
4	251.7 ～ 268.5	-35.3 ～ -52.1	－	土岐花崗岩
5	301.5 ～ 349.7	-85.1 ～ -133.3	－	土岐花崗岩
6	450.1 ～ 507.2	-233.7 ～ -290.8	○	土岐花崗岩
7	508.2 ～ 536.4	-291.8 ～ -320.0	－	土岐花崗岩
8	543.3 ～ 549.7	-326.9 ～ -333.3	－	土岐花崗岩
9	597.8 ～ 646.5	-381.4 ～ -430.1	－	土岐花崗岩
10	743.7 ～ 792.8	-527.3 ～ -576.4	○	土岐花崗岩
11	793.8 ～ 840.5	-577.4 ～ -624.1	－	土岐花崗岩
12	934.0 ～ 994.1	-717.6 ～ -777.7	○	土岐花崗岩

AN-3号孔　　孔口標高：214.09m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　層
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	93.9 ～ 103.5	120.2 ～ 110.6	○	土岐花崗岩
2	118.0 ～ 130.6	96.1 ～ 83.5	－	土岐花崗岩
3	149.5 ～ 159.1	64.6 ～ 55.0	○	土岐花崗岩
4	254.5 ～ 274.6	-40.4 ～ -60.5	○	土岐花崗岩
5	295.0 ～ 304.6	-80.9 ～ -90.5	○	土岐花崗岩

MIU-2号孔　　孔口標高：223.775m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　層
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	104.0 ～ 187.3	119.8 ～ 36.5	－	土岐花崗岩
2	188.2 ～ 260.4	35.6 ～ -36.6	○	土岐花崗岩
3	261.3 ～ 333.1	-37.5 ～ -109.3	－	土岐花崗岩
4	334.0 ～ 397.2	-110.2 ～ -173.4	－	土岐花崗岩
5	398.1 ～ 498.4	-174.3 ～ -274.6	○	土岐花崗岩
6	499.3 ～ 603.0	-275.5 ～ -379.2	－	土岐花崗岩
7	603.9 ～ 699.2	-380.1 ～ -475.4	－	土岐花崗岩
8	700.1 ～ 800.9	-476.3 ～ -577.1	－	土岐花崗岩
9	801.8 ～ 887.1	-578.0 ～ -663.3	○	土岐花崗岩
10	889.5 ～ 912.5	-665.7 ～ -688.7	－	土岐花崗岩(月吉断層を含む)
11	913.4 ～ 933.2	-689.6 ～ -709.4	－	土岐花崗岩
12	934.1 ～ 1012.0	-710.3 ～ -788.2	○	土岐花崗岩

注）2011 年度は○印の区間で地下水長期モニタリングを実施

表 4.4-1(2)　地下水長期モニタリングを実施しているボーリング孔の観測区間
（正馬様用地内）

MIU-3号孔　　孔口標高：230.476m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　層
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	183.3 ～ 239.6	47.2 ～ -9.1	○	土岐花崗岩
2	240.5 ～ 319.3	-10.0 ～ -88.8	－	土岐花崗岩
3	531.3 ～ 604.0	-300.8 ～ -373.5	－	土岐花崗岩
4	604.9 ～ 690.8	-374.4 ～ -460.3	○	土岐花崗岩
5	691.7 ～ 723.7	-461.2 ～ -493.2	－	土岐花崗岩(月吉断層を含む)
6	724.6 ～ 780.5	-494.1 ～ -550.0	○	土岐花崗岩
7	781.4 ～ 832.4	-550.9 ～ -601.9	－	土岐花崗岩
8	876.1 ～ 941.5	-645.6 ～ -711.0	○	土岐花崗岩

MIU-4号孔　　孔口標高：216.994m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地　層
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	132.3 ～ 187.3	84.7 ～ 29.7	－	土岐花崗岩
2	251.0 ～ 277.4	-34.0 ～ -60.4	－	土岐花崗岩
3	278.2 ～ 362.4	-61.2 ～ -145.4	－	土岐花崗岩
4	363.2 ～ 431.5	-146.2 ～ -214.5	－	土岐花崗岩
5	432.3 ～ 505.4	-215.3 ～ -288.4	－	土岐花崗岩
6	506.2 ～ 578.5	-289.2 ～ -361.5	○	土岐花崗岩
7	579.3 ～ 585.1	-362.3 ～ -368.1	－	土岐花崗岩
8	585.8 ～ 603.7	-368.8 ～ -386.7	○	土岐花崗岩(月吉断層を含む)
9	604.4 ～ 658.8	-387.4 ～ -441.8	○	土岐花崗岩
10	659.6 ～ 689.3	-442.6 ～ -472.3	○	土岐花崗岩

注）2011 年度は○印の区間で地下水長期モニタリングを実施

a) AN-1 号孔

AN-1 号孔の観測結果を図 4.4-2 に示す。本ボーリング孔では, No.1, No.6, No.10 および No.12 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2012 年 1 月中旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全観測区間で欠測が生じた。メンテナンス作業の実施時には，水圧計測プローブの計測値を確認しているが，結果は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

また，2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて行ったデータ通信機器の更新作業において測定値への影響がみられたため，この期間の計測値は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間の全水頭は同程度の値を示している。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で，観測区間 No.1，No.6 および No.10 で数十 cm 程度の全水頭の低下がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全水頭の変化

はみられなかった。

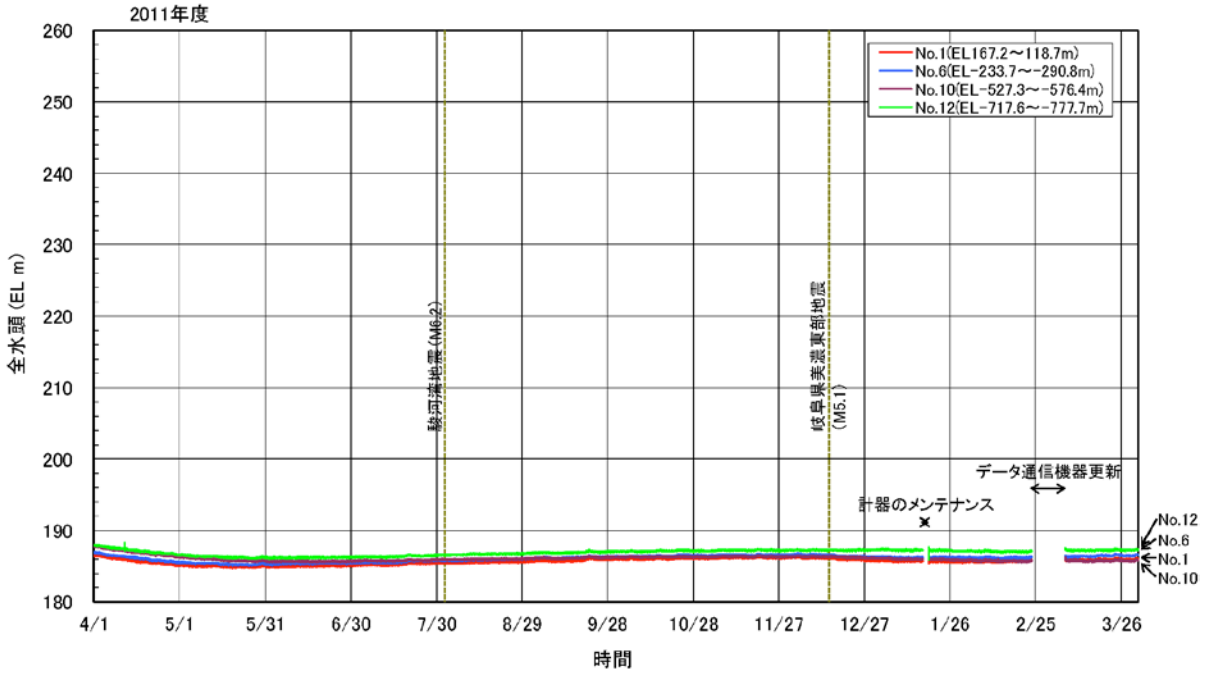


図 4.4-2　AN-1 号孔の間隙水圧観測結果

b) AN-3 号孔

AN-3 号孔の観測結果を図 4.4-3 に示す。本ボーリング孔では，No.1，No.3，No.4 および No.5 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 11 月上旬にメンテナンス作業を実施し，その間全ての観測区間で欠測が生じた。また，メンテナンス作業において水圧計測プローブの交換を実施したところ，交換前の観測区間 No.4 の水圧計測プローブの値が許容値に対して若干大きかった（許容誤差 13.8 kPa に対して誤差 15.1kPa）が，交換後の水圧計測プローブについては，いずれも許容値の範囲内であった。2012 年 2 月下旬から 3 月上旬に実施したデータ通信機器の更新作業での計測値への影響はみられなかった。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全水頭は，全ての観測区間で同程度の値を示している。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で，全ての観測区間で数十 cm 程度の全水頭の低下がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については全水頭の変化はみられなかった。

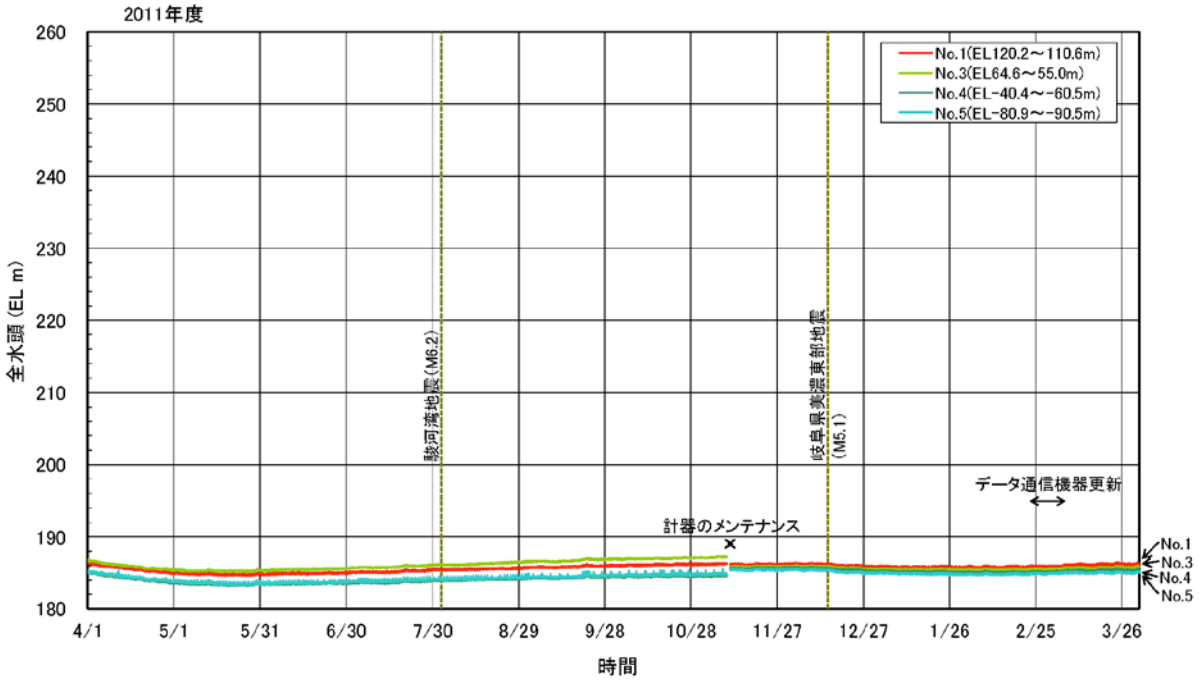


図 4.4-3　AN-3 号孔の間隙水圧観測結果

c) MIU-2 号孔

MIU-2 号孔の観測結果を図 4.4-4 に示す。本ボーリング孔では, No.2, No.5, No.9 および No.12 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 11 月中旬にメンテナンス作業を実施し，この間，全ての観測区間で欠測が生じた。また，2011 年 11 月下旬から観測区間 No.12 の水圧計測プローブでの欠測が生じたことから，同プローブを交換した。これらの作業実施時には，水圧計測プローブの計測値を確認しているが，結果は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月上旬に実施したデータ通信機器の更新作業において，測定値への影響がみられたため，この期間の計測値は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.12 の全水頭は，観測区間 No.2，No.5 および No.9 の全水頭よりも高いことが確認できる。MIU-2 号孔では深度 900m 付近（標高-676m 付近）で月吉断層を貫通しており，この結果から，同断層断層下盤の全水頭が高いことが確認できる。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で観測区間 No.2，No.5 および No.9 で数十 cm 程度の全水頭の低下, 観測区間 No.12 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全水頭の変化はみられなかった。

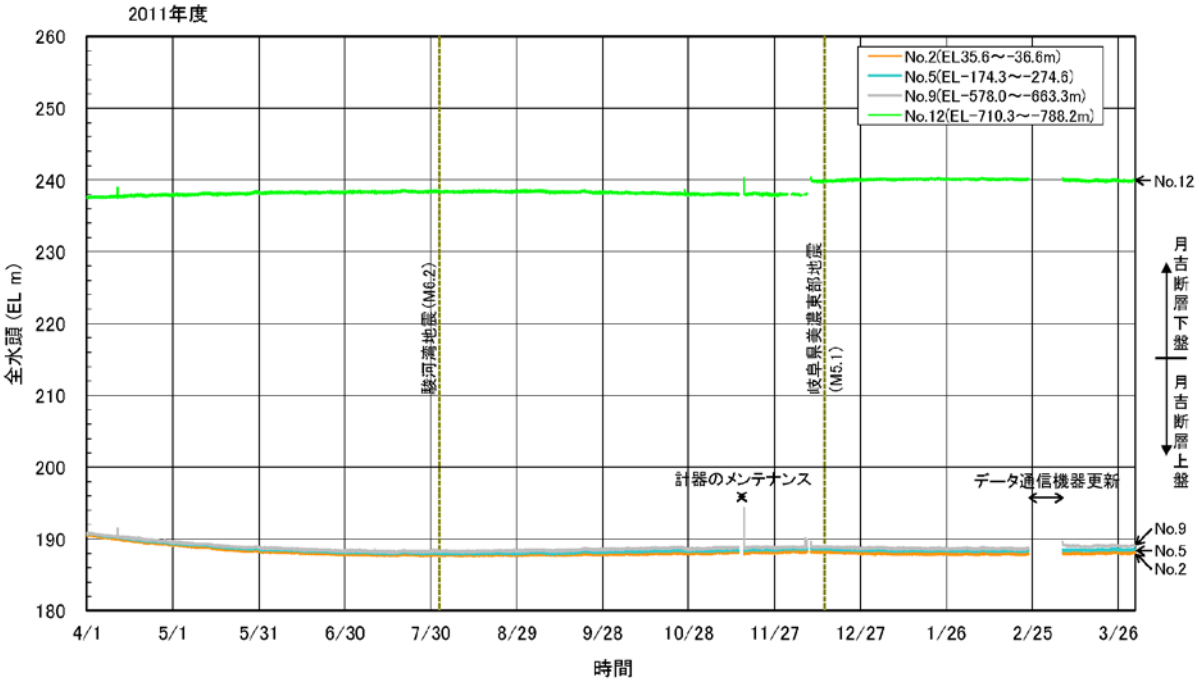


図 4.4-4　MIU-2 号孔の間隙水圧観測結果

d) MIU-3 号孔

MIU-3 号孔の観測結果を図 4.4-5 に示す。本ボーリング孔では，No.1，No.4，No.6 および No.8 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2012 年 1 月中旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全ての観測区間で欠測が生じた。メンテナンス作業において，観測区間 No.6 の水圧計測プローブで消費電流が高い状況が確認されたため，同プローブを交換した。メンテナンス作業後に確認した計測値は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月初旬にかけて実施したデータ通信機器の更新作業において，測定値への影響がみられたため，この期間の計測値は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No1, No.4 の全水頭はほぼ等しく, 観測区間 No.6, No.8 の全水頭がほぼ等しい。両者を比較すると，観測区間 No.6，No.8 の全水頭は観測区間 No.1，No.4 よりも高いことが確認できる。MIU-3 号孔では深度 710m 付近（標高-480m 付近）において月吉断層を貫通しており，この結果から，同断層下盤の全水頭が高いことが確認できる。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で，観測区間 No.1，No.4 で数十 cm 程度の全水頭の低下，観測区間 No.6，No.8 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については全水頭の変化はみられなかった。

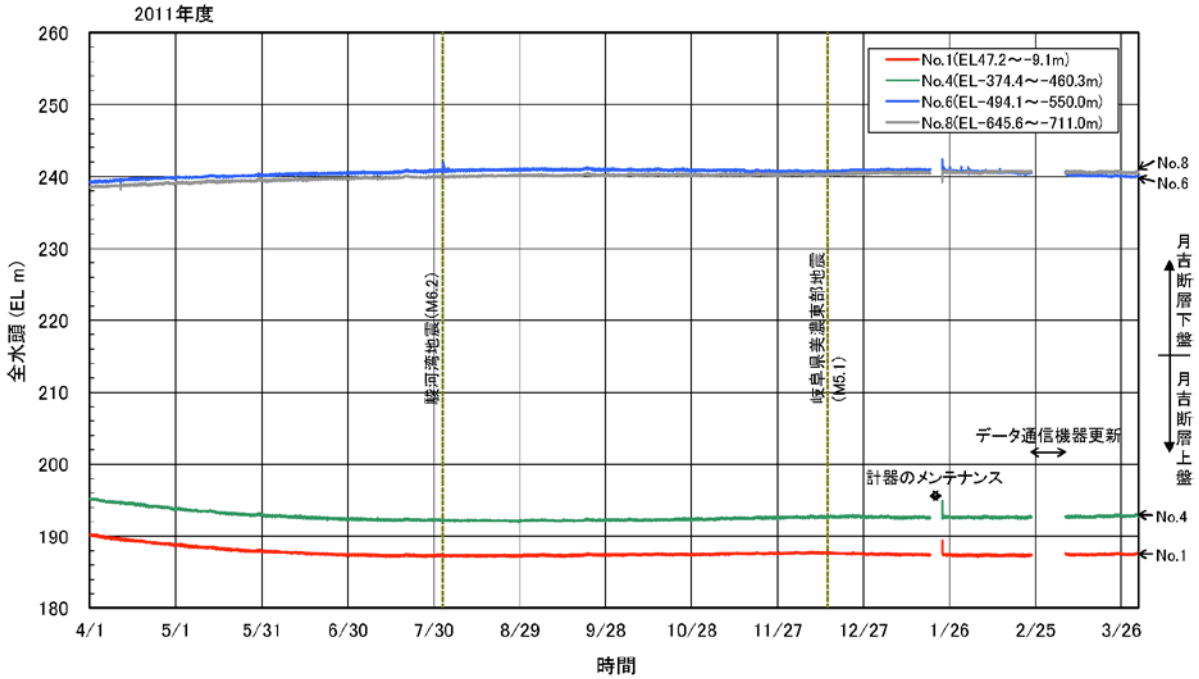


図 4.4-5　MIU-3 号孔の間隙水圧観測結果

e) MIU-4 号孔

MIU-4 号孔の観測結果を図 4.4-6 に示す。本ボーリング孔では, No.6, No.8, No.9 および No.10 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2012 年 1 月中旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全ての観測区間で欠測が生じた。メンテナンス作業において，観測区間 No.8 の水圧計測プローブの消費電流が高いことが確認されたため，同プローブを交換した。メンテナンス作業後に確認した計測値は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月初旬にかけて実施したデータ通信機器の更新作業において，測定値への影響がみられたため，この期間の計測値は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間が深くなるに従い全水頭が大きくなることが確認できる。観測区間 No.6 の全水頭は, 月吉断層（深度 595m 付近（標高-378m 付近））を挟む観測区間 No.8 よりも小さく，また，観測区間 No.9 と No.10 の全水頭は観測区間 No.8 よりも大きい。この結果から，同断層下盤の全水頭が高いことが確認できる。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部で，観測区間 No.6，No.8 で数十 cm 程度の全水頭の低下，観測区間 No.9，No.10 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震をはじめ，その他の地震については全水頭の変化はみられなかった。

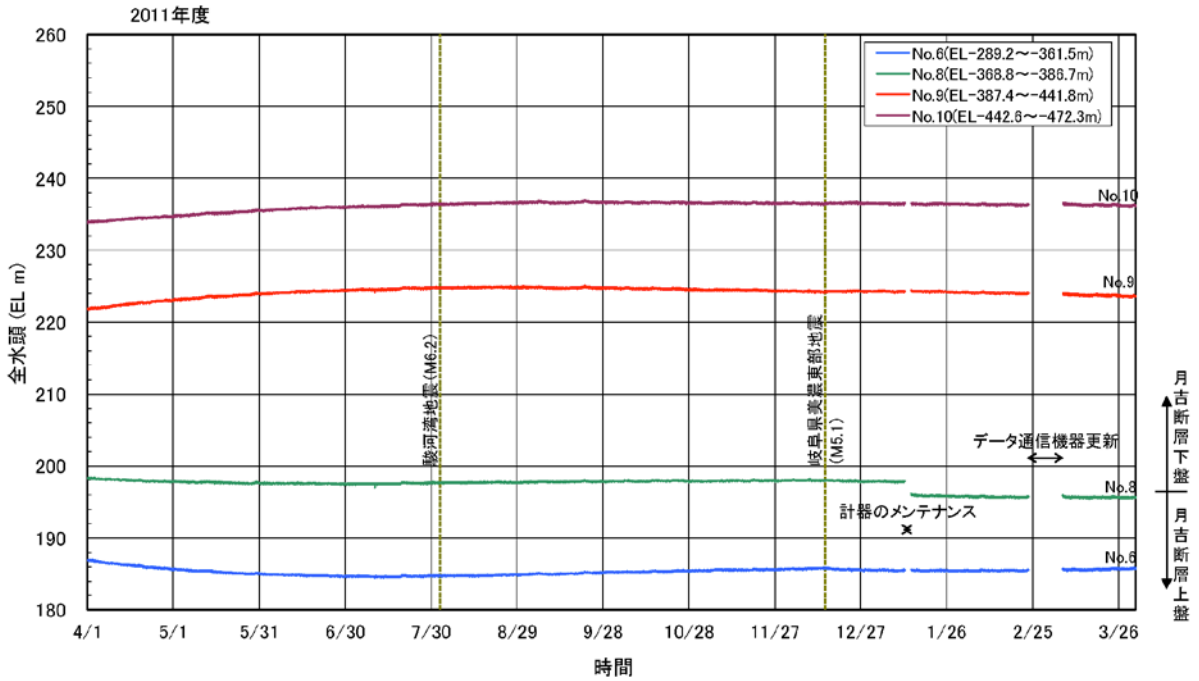


図 4.4-6　MIU-4 号孔の間隙水圧観測結果

f)まとめ

正馬様用地内のボーリング孔を利用した地下水長期モニタリング結果においては，今年度実施された研究坑道の掘削や採水作業に関連した全水頭の変化はみられなかった。

月吉断層上盤側と下盤側では，全水頭に差が生じており，上盤側より下盤側の方が高い全水頭を示した。2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震では，月吉断層の上盤側および下盤側で異なる水圧変化が確認された。また，その他の地震については全水頭の変化はみられなかった。

これらの観測結果は，月吉断層が断層面に直交する方向に対し低透水性を有するというこれまでの調査，観測結果 [2)など] と整合的であり，月吉断層の水理特性に関する解釈の妥当性を裏付ける結果が得られたものと考える。今後も地下水長期モニタリングを継続的に実施することで，地下水流動の概念モデルおよび水理地質構造モデルの確認に有効なデータを蓄積する。

(b)表層水理観測

正馬様用地における表層水理観測では，地下水位，河川流量，気象要素（降水量，気温，湿度，風速など），土壌水分の観測を継続している（図 4.4-7，表 4.4-2）。蒸発散量の推定に関しては，2007 年度までは東濃鉱山気象観測システム（2008 年 2 月に移設），2008 年度からは正馬川流域・正馬川モデル流域・瑞浪超深地層研究所用地の観測データから，必要なパラメータを補完式により推定し算出している [2)]。

2011 年度は，正馬川流域の気象観測システムが 4 月から 2012 年 2 月 2 日まで故障により欠測であった。また，正馬川流域の河川流量観測機器が 2011 年 9 月 20 日の豪雨により一部損壊し，2012 年 2 月下旬までの約 5 箇月間は参考データの取得（小流量計測用パーシャルでのデータのみの取得）となった。よって，この 5 箇月間は便宜的に小流量計測用パーシャルの流量値を代替データとしているため，正馬川流域河川流量（SPD）の測定結果は過小評価となっている。以上のことから，2011 年度の岩盤浸透量は，正馬川モデル流域での観測結果，研究所用地内で観測し

た降水量と蒸発散量，正馬川上流域（SPU）および正馬川下流域（SPD）の観測結果を用いて算出した（表 4.4-3，図 4.4-8）。なお，ここで算出した岩盤浸透量は，欠測データの補正補完実施後に改めて見直すこととし，ここでは参考値として示す。

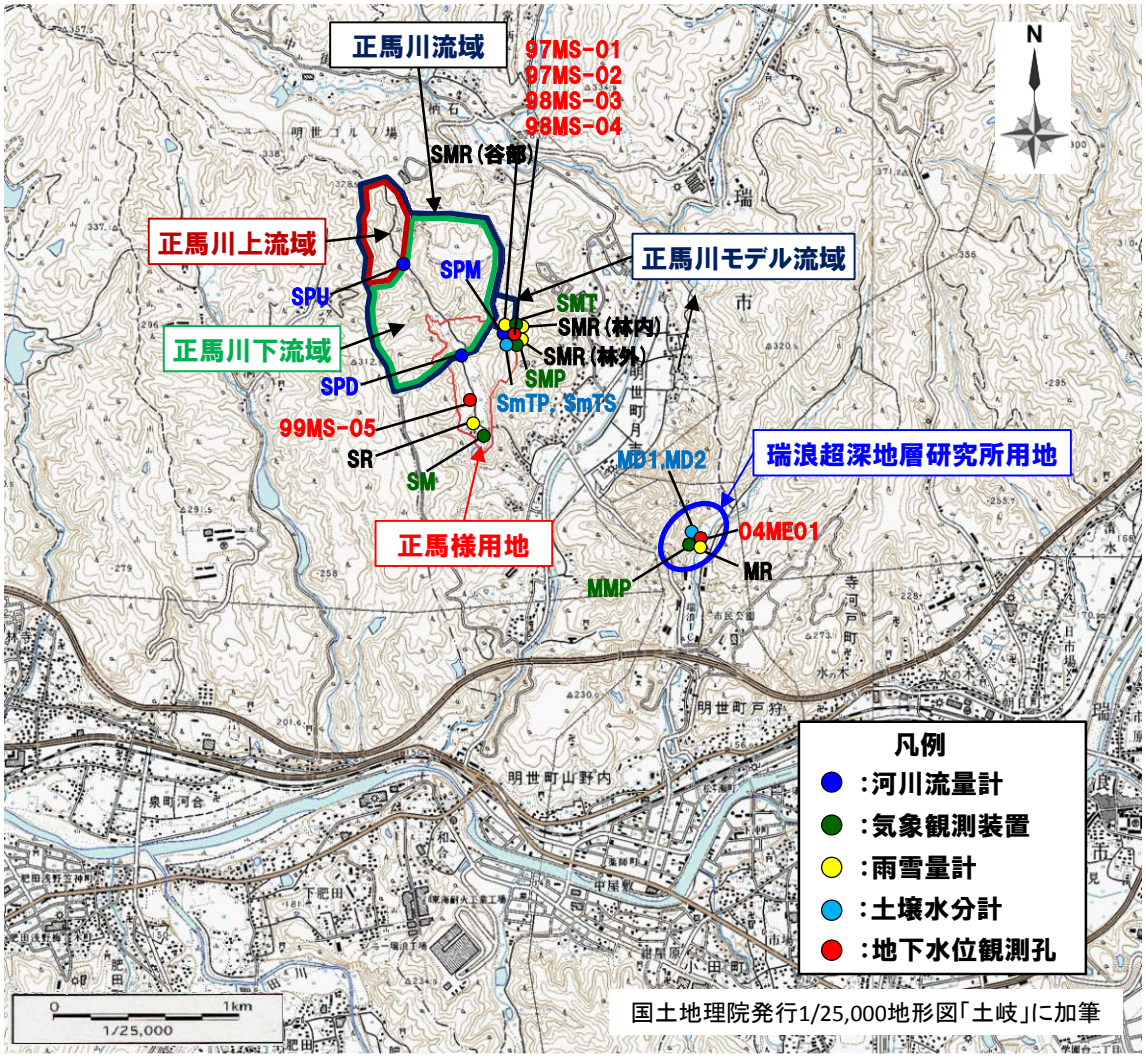


図 4.4-7　表層水理観測位置図

表 4.4-2　観測項目一覧表

観測箇所	設置観測装置	観測装置名称 （図4.4-7に対応）	風向風速	気温	湿度	放射収支	日射量	蒸発量	熱流量	降水量	河川流量	地下水位	土壌水分	備考
正馬川流域	気象観測装置	SM	●	●	●	●		●						
	雨雪量計	SR								●				
	河川流量計	SPD									●			
	地下水位計	99MS-05										●		瑞浪層群明世累層基底礫岩層
正馬川上流域	河川流量計	SPU									●			
正馬川モデル流域	気象観測装置	SMT	●	●	●	●			●					風向風速計，気温計，湿度計は各2台設置
	気象観測装置	SMP	●	●	●	●	●	●						
	雨雪量計	SMR（林内）								●				
	雨雪量計	SMR（林外）								●				
	雨雪量計	SMR（谷部）								●				
	河川流量計	SPM									●			
	地下水位計	97MS-01										●		瑞浪層群明世累層
	地下水位計	97MS-02										●		瀬戸層群土岐砂礫層
	地下水位計	98MS-03										●		瑞浪層群明世累層
	地下水位計	98MS-04										●		瀬戸層群土岐砂礫層
	土壌水分計	SmTP											●	土壌水分計設置深度 （20cm, 40cm, 60cm, 100cm, 150cm, 200cm, 300cm, 500cm, 750cm, 1000cm, 1250cm, 1500cm）
	土壌水分計	SmTS											●	土壌水分計設置深度 （20cm, 40cm, 60cm, 100cm, 150cm, 200cm, 300cm, 500cm）

表 4.4-3　正馬川モデル流域における岩盤浸透量

観測項目		観測箇所	2011年度
P：	降水量(mm)	正馬川モデル流域（林内）	1,947
E：	蒸発散量(mm)	瑞浪超深地層研究所用地内	342
	降水量に対する蒸発散量の割合(%)		17.6
R：	河川流出高(mm)	正馬川モデル流域	1,081
	降水量に対する河川流出高の割合(%)		55.5
G：	岩盤浸透量(mm)	正馬川モデル流域	525
	降水量に対する岩盤浸透量の割合(%)		27.0

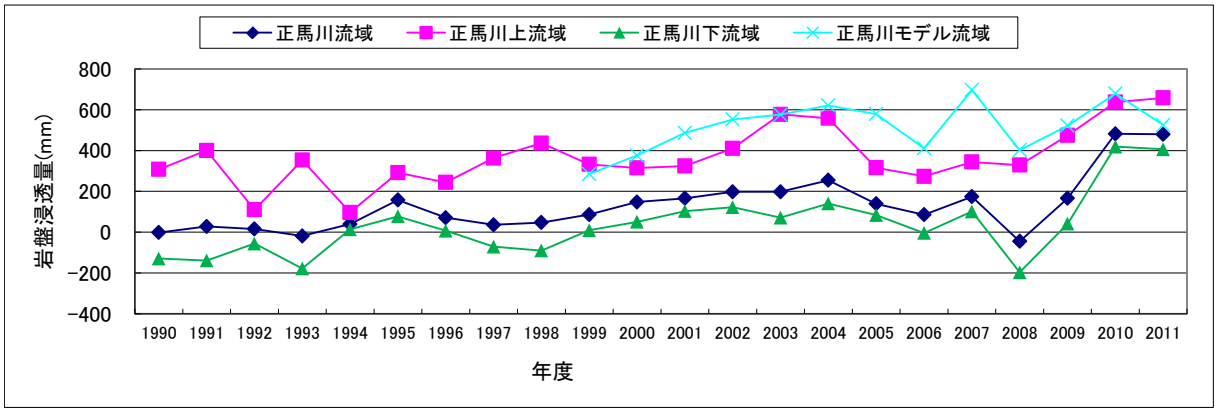


図 4.4-8　岩盤浸透量の経年変化

参考文献

1）　國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画 年度計画書（2011 年度）”，JAEA-Review 2011-027（2011）.

2）　三枝博光，瀬野康弘，中間茂雄，鶴田忠彦，岩月輝希，天野健治，竹内竜史，松岡稔幸，尾上博則，水野 崇，大山卓也，濱 克宏，佐藤稔紀，久慈雅栄，黒田英高，仙波 毅，内田雅大，杉原弘造，坂巻昌工：“超深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階（第 1 段階）研究成果報告書”，日本原子力研究開発機構，JAEA-Research 2007-043（2007）.

5. 共同研究・国際協力および施設利用

以下に，2011 年度における外部研究機関等との共同研究，国際協力および研究所の施設利用について示す。

(1) 共同研究

①一般財団法人電力中央研究所：瑞浪超深地層研究所周辺の水理・物質移動特性評価に関する研究

地下水の滞留時間を推定する方法を構築するために，研究所用地周辺のボーリング孔から地下水を採取し，地下水中の放射性元素（^{3}H，^{4}C，^{36}Cl）や希ガス濃度（^{4}He）を調査している。

2011 年度は，研究坑道での採水を実施するとともに，既存の試料の再分析を行った。この結果，以下のことが明らかになった。

^{4}He は，流出域（DH-12 号孔周辺）を除き，原位置の岩石から生成し地下水に付加していることが ^{3}He/^{4}He 比から確認できた。このため，^{4}He 年代は原位置の岩石からの生成速度と地下水中の ^{4}He 濃度に基づいて見積もることが可能であることを確認できた。

^{4}He 年代と有機 ^{14}C 年代には概ね比例関係があることが確認できた。有機 ^{14}C 年代は地化学反応等による希釈の影響を受けないため，水－岩石反応に伴う同位体組成変化などの補正が不要になる。また，^{4}He 年代と有機 ^{14}C 年代に比例関係が認められることから，^{4}He 年代と有機 ^{14}C 年代は相互補完が可能であると考えられる。

地下水中の Kr 濃度から推定される涵養温度は，^{4}He 年代が 18,000 年程度となるときに最も低くなることが確認できた。これは，最終氷期における涵養温度の低下を反映していると考えられた。一方で，研究坑道で採取した地下水から ^{3}H が検出されることから，比較的新しい地下水が地表付近から流入していることが示唆された。

以上の結果から，地下水年代測定結果の妥当性を涵養温度のような古環境からも確認することができた。また，坑道掘削に伴い地表付近の新しい地下水が流入しており，地下水や溶存ガスの同位体組成が研究坑道周辺での地下水流動を把握するうえで重要な指標となり得るものと推定された。

また，岩盤中での物質移動特性を把握するための手法の構築を目的として実施する研究所でのトレーサー試験装置の原位置適用性試験に向けて，2011 年度は試験対象領域の岩石・鉱物試験を実施した。試験には，深度 300m 研究アクセス坑道 11m 計測横坑において 2010 年度に掘削した 2 本のボーリング孔から採取した岩石コアの 8 箇所から採取した試料について実施した。岩石・鉱物試験により，以下の知見が得られた。

全岩化学組成では，マトリクス試料は SiO_2 が 71～75wt%と高い値を示し，過去に報告されている土岐花崗岩の値の範囲と合致する [1)]。

- マトリクス部の岩石試料は，軽希土類に富み，顕著な Eu の負の異常で特徴付けられる。
- 鉱物分析では，マトリクス，充填鉱物ともに変質作用の一部と考えられる方解石，緑泥石および絹雲母が認められる一方で，スメクタイトは充填後鉱物内にしか認められず，充填鉱物の変質などの二次的鉱物である可能性がある。
- 陽イオン交換容量は，変質のない充填鉱物の方が変質の認められる充填鉱物よりも大きな値が得られた。

②独立行政法人産業技術総合研究所：地球化学環境変動要因としての地下微生物の影響評価手法の技術開発と高度化

地下水の地球化学環境の主要形成因子のひとつである，地下微生物の生物化学作用に関する調査手法の高度化を目的とした調査研究を 2010 年度より実施している。2011 年度は，地下水中に存在する微生物の群集構造の経時変化を支配する要因や微生物の代謝様式を推定するための DNA 解析とともに，有機物の濃縮手法の検討を実施した。

群集構造解析の結果，ボーリング孔掘削直後に優占する微生物はボーリング孔によって異なっているが，その後，時間の経過とともに増加する微生物種は，研究所用地周辺に普遍的に分布する微生物種であることを確認した。前者の微生物種はボーリング孔の地下水の水質（H_2, SO_4, S^{2-} 濃度など）の違いを反映して種類が異なると考えられるが，同じ β-proteobacteria のグループに属しており既知の微生物種とも相同性が高い点で共通していることが明らかとなった。一方，後者の微生物種は，既知のバクテリアと遺伝子配列の相同性が低く（<90%）代謝未知の微生物であるが，地下水，湖水，熱水泉のバイオマット，湖底堆積物などから抽出された DNA の遺伝子配列と相同性が高く（>95%），深部地下水環境に適応した微生物と考えられた。今回，膨大な遺伝子配列情報を用いた分子系統学的な解析を効率化することで，ボーリング孔掘削等の擾乱の影響で繁殖する微生物種とその後回復過程の地下水環境に適応した微生物種との判別が可能となった。

一方，有機物の濃縮手法のひとつとして逆浸透膜による濃縮手法について室内実験により標準物質としてフミン酸溶液を用いて検討した結果，約 100 倍のフミン酸濃縮液を回収率 85%で得られることを確認した。今後は，微生物群集構造の経時変化の把握と，実試料を用いた有機物の濃縮，詳細な分析を実施し，把握できていない微生物の代謝様式や地下深部における生物化学的プロセスを推定する。

③学校法人東海大学：種々の計測結果に基づく深部岩盤中の応力場評価に関する基礎的研究

研究坑道の発破掘削後に認められる残存装薬孔の周辺岩盤の観察結果に基づく初期応力評価法の適用性検討やブロックスケールおよびサイトスケールの応力状態の理解のために間接的な応力場評価手法（断層条線方向からの応力推定法，GPS 観測結果に基づく主応力方向推定法，地震発生機構の解析による主応力方向推定法など）の適用を，研究所で取得される様々な情報を用いて実施している。

2011 年度は，深度 500m における水平坑道の掘削に先立ち，研究坑道の発破掘削後に認められる残存装薬孔の周辺岩盤の損傷状態の写真撮影に関する検討を行った。具体的には，残存装薬孔が正円に見える位置から，残存装薬孔を中心とし，残存装薬孔の直径の 5 倍程度の領域を写真撮影することとした。

④西松建設株式会社：掘削体積比エネルギーを用いた原位置岩盤物性評価に関する研究

原位置岩盤をその不均一性や割れ目の影響を含めてより広範に評価することを目的として，掘削のために供給したエネルギーや掘削速度などの掘削機械から得られる情報から計算される掘削体積比エネルギーを用いて，原位置岩盤の物性を評価する手法を検討している。

2011 年度は，建設工事の施工機械である削岩機を用いた掘削体積比エネルギーの測定方法および測定データの解析評価方法を検討した。具体的には，先行ボーリング実施区間でデータを取得し，先行ボーリングのデータと対比することとした。また，原位置で簡便に岩盤の力学特性を把握する手法としてハンドドリルを用いた掘削体積比エネルギーに基づく岩盤評価を実施するため，研究所用地で取得されたボーリングコアを利用した基礎実験を行った。その結果，一軸圧縮強さが増加するに従い削孔速度は直線的に減少し，掘削体積比エネルギーは直線的に増加することがわかった。今後，研究坑道を利用した原位置試験を実施し，この結果を検証する予定である。

⑤株式会社東京測器研究所：光ファイバひび割れ検知センサの安全確保技術としての適用性に関する研究

深地層の工学技術の開発のうち，安全対策に関する技術の有効性確認の一環として，同社が開発した光ファイバひび割れ検知センサの有効性確認を目的とした共同研究を 2011 年度に開始した。

2011 年度は，瑞浪超深地層研究所深度 300m ステージで，温度・湿度環境が異なる 3 箇所（深度 300m ボーリング横坑（換気立坑），深度 300m 予備ステージの避難所および深度 300m 研究アクセス坑道 11m 計測横坑）において，ひび割れ検知センサならびに坑道壁面とセンサを接着させるために用いた接着剤の長期耐久性を確認する試験を実施した。図 5-1 にセンサの設置状況を示す。

図 5-1　光ファイバひび割れ検知センサ設置状況

センサおよび接着剤の健全性を確認するために約 3 箇月の間隔で 4 月，7 月，10 月，2 月に点検を実施した。センサの健全性の検証においては，目視による外観検査と光ファイバ導通チェッカを用いたセンサの異常の有無を確認した。接着剤の健全性の検証においては，センサ付着健全度確認用ひずみゲージを用いて，検査治具による加圧前後のひずみを測定した。センサおよび接着剤の健全性に関する検証結果の一例を表 5-1 に示す。

光ファイバひび割れ検知センサは，測定範囲内の構造物にひび割れが発生した場合，そのひび割れに追随して光ファイバが破断することでひび割れ位置の特定を行うものである。試験期間中に構造物（吹付コンクリート）にはひび割れが発生しておらず，ひび割れ検知センサの破断はなかった。また，センサの劣化などの原因による破断が確認されなかったことから，試験期間中における耐久性は確認されたものと判断した。

接着剤の健全性に関する試験では，センサ付着健全度確認用ひずみゲージの絶縁抵抗が 500MΩ 以上を保持している測点は，計測点 2 の 1 点となっている（表 5-1）。これは，ひずみゲージ設置箇所周辺の湿度が 100%に近い状態が長時間続いているために電気的な抵抗値が低下したものと考えられる。絶縁抵抗は低下しているものの，ひずみゲージに対する加圧試験ではひずみゲージは弾性的な挙動を示すことから，本来の目的である接着剤の健全性という点に関しては問題がないものと判断した。

表 5-1　光ファイバひび割れ検知センサ健全性検証結果

設置箇所	計測機器	接着剤の健全性に関する項目					光ファイバの健全性に関する項目	
		接着剤の種類※	検査治具による加圧試験時のひずみ（×10^{-6}）			絶縁抵抗（MΩ）	光ファイバ導通チェッカによる健全性確認	目視による外観確認
			初期値	加圧時	戻り			
計測点 1（深度 300m ボーリング横坑（換気立坑））	ひび割れ検知センサ	PS					正常	正常
		EB-2					正常	正常
	センサ付着健全度確認用ひずみゲージ	PS	+445	+442	+445	50		正常
		EB-2	+4185	+4184	+4185	10		正常
計測点 2（深度 300m 予備ステージの避難所）	ひび割れ検知センサ	PS					正常	正常
		EB-2					正常	正常
	センサ付着健全度確認用ひずみゲージ	PS	+302	+298	+302	10		正常
		EB-2	+327	+324	+327	500 以上		正常
計測点 3（深度 300m 研究アクセス坑道 11m 計測横坑）	ひび割れ検知センサ	PS					正常	正常
		EB-2					正常	正常
	センサ付着健全度確認用ひずみゲージ	PS	+537	+531	+537	20		正常
		EB-2	+836	+833	+836	10		正常

※接着剤の種類　PS：主成分 ポリエステル，EB-2：主成分 エポキシ

⑥スイス放射性廃棄物管理協同組合(Nagra)：超深地層研究所計画の技術的支援およびグリムゼル試験場における長期拡散原位置試験

グリムゼル試験場などで実施してきたサイト特性調査および地下研究施設の計画策定，建設および管理運営に関する経験などに基づいて，Nagra による超深地層研究所計画の調査研究計画の策定や研究成果のレビュー等に関する技術的支援を受けた。

2011 年度は，地層処分事業の地上からの調査段階における，ボーリング孔を利用した水理試験に適用可能な品質マネジメントシステム（品質管理，品質保証など）を，原子力機構と Nagra の経験に基づきマニュアル化を開始した。

物質移動の現象のひとつであるマトリクス拡散については，原位置の条件下において収着・拡散係数などのパラメータ値を取得することが，研究課題のひとつとして挙げられている。これらの物質移動に係わるパラメータ値は，室内試験によっても取得可能である。しかし，実際は，室内試験に用いる試料が擾乱された岩石試料であること，試験時の圧力条件や水質などが原位置と異なるため，原位置におけるパラメータ値と異なることが示唆されている。一方，原位置試験においても，試験用のボーリング孔掘削により，ボーリング孔周辺は，掘削時のダメージを受けるため，岩盤本来の状況でない可能性も示唆されている。以上のことから，LTD プロジェクト（Long Term Diffusion Project；長期拡散原位置試験）では，上記の課題を解決するために，天然の岩盤中における物質の拡散に関するプロセスを把握することを，主な研究目的として実施している。

2011 年度は，グリムゼル試験場においてボーリング孔掘削を行い，長期拡散原位置試験を開始

した。また，本試験では，非放射性と放射性核種を混合した試験を実施し，地質環境下におけるこれらの核種の挙動を把握することができると考えられることから，非放射性のトレーサーを用いた試験から放射性核種の物質移動の現象を推定する技術を構築する計画である。

⑦韓国原子力研究所(KAERI)：地質環境調査・地質環境モデルの構築に関する技術的支援

花崗岩中の地質環境調査や地質環境モデルの構築技術の高度化を目的として，両機関の地下研究施設計画や成果に関する技術検討会議を継続して実施してきている。

2011 年度は，第 8 回技術検討会議を韓国原子力研究所で開催し，原子力機構からは岩盤力学・工学技術に関する研究成果を，韓国原子力研究所からは，韓国の処分事業の現状，個別研究成果（地質，水理地質，地球化学）の成果を報告し，これらを基にした情報交換を実施した。

(2) 施設利用

①公益財団法人地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所

地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所（以下，東濃地震科学研究所）とは，研究協力会議に関する確認書に基づき，研究協力会議を設置し，情報交換などを行っている。地震発生機構の解明や地域防災に関する研究を進めている東濃地震科学研究所と，超深地層研究所計画などの地層科学研究を行っている東濃地科学センターが緊密な相互協力を進めることにより，両機関の研究開発や地域の地震防災対策への寄与が期待されている。

2011 年度は，2010 年度に引き続き，東濃地震科学研究所が計画している立坑掘削に伴う地球物理学的変動観測研究および地震動観測のため，研究坑道を利用した東濃地震科学研究所の調査研究に協力した。具体的には，東濃地震科学研究所は，2006 年度に研究坑道深度 100m 予備ステージ中央部付近に設置した傾斜計，2007 年度に同予備ステージに設置した地震計，2008 年度に深度 200m ボーリング横坑（換気立坑）内に設置した応力計，傾斜計および地震計による連続観測を実施するとともに，2010 年度に実施した深度 100m での重力観測結果に基づき，深度 300m 研究アクセス坑道終端部において重力計を設置し，深度 300m における重力観測を開始した。原子力機構は，これらの観測および作業のための協力を行った。

②国立大学法人東京大学：地下大規模空間における岩盤挙動モニタリングのための超高精度多点型光ファイバグレーティング歪センサーの開発

東京大学は，上記の研究テーマで独立行政法人科学技術振興機構による戦略的国際科学技術協力推進事業に応募し，2008 年 12 月に正式に採用が決定した。本研究で開発される非常に高精度の光ファイバ変位計測システムは，結晶質岩の微小な長期変形挙動を定量的に測定する技術として，深地層の科学的研究への寄与が期待されている。

2011 年度は，2010 年度に実施した高精度光ファイバセンサーの精度を確認するための大型モルタルブロック供試体を用いた精度確認試験結果を踏まえ，パッケージングされたセンサーそのものの精度を把握するための室内検定試験を実施した。これまでの研究の結果，検討してきた炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を用いてパッケージングした光ファイバセンサーにより，目標としていた 10^{-8} レベルのひずみ計測が可能である見通しが得られるとともに，その設置方法や室内校正試験方法に関する知見が得られた。なお，本研究は 2011 年度末をもって終了し，本研究での研究所の施設利用は行われなかった。

③国立大学法人名古屋大学

名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構（以下，名古屋大学）は，スイスの欧州原子核研究所で人

工的に作ったニュートリノビームを 730km 離れたイタリアの研究所へ照射し，ニュートリノが質量を持つことを証明するための国際共同実験（OPERA 実験）に参加している。この実験においては，放射線の飛跡を検出するために原子核乾板が使用されている。原子核乾板の保管は，宇宙線の蓄積を抑えることが重要であることから，名古屋大学より，低宇宙線環境である研究所の研究坑道内を原子核乾板の保管場所として使用したいとの依頼があり，2011 年度より深度 200m ボーリング横坑（主立坑）の一部を貸与することとした。名古屋大学は，2011 年 10 月に深度 200m ボーリング横坑（主立坑）に原子核乾板保管用の資材を搬入・設置し，原子核乾板の保管を開始した。原子力機構は，これらの原子核乾板保管のための作業に協力した。今後，深度 200m ボーリング横坑（主立坑）への資材の搬出入やメンテナンス作業のための協力を継続する。

参考文献

1) 湯口貴史，鶴田忠彦，西山忠男：“中部日本土岐花崗岩体の岩相と化学組成の累帯変化”，岩石鉱物科学, 39, pp.50-70（2010）.

6. 地層処分技術に関する分野間の連携研究

2011 年度は地層処分技術に関する各分野間での連携研究として以下を実施した。

①地質環境の長期挙動に関する研究

地質環境の長期挙動に関する研究では，地層処分で想定されている時間スケールにおける地質環境特性の変化を推定するための手法を，体系的に取りまとめることを目的として，地質環境の長期変化を評価するための調査からモデル化・解析，評価までの一連の基盤技術の構築に取り組んでいる。

2011 年度は, 過去から現在までの地形変化や気候変動に伴う地下水流動特性の長期変化に基づいて，将来の地下水流動特性を推定する方法論を検討した。また，地質・地質構造の形成発達に関する研究として，地史や過去の応力場に関する既存情報を収集整理するとともに，研究所用地とその周辺に分布する主立坑断層，月吉断層および花崗岩中の割れ目の形成発達の調査研究を進め，地質構造の発達による水理特性の変化に関する検討を行った。

②地質環境調査の体系化，知識化に関する調査研究

本研究は，地層処分における安全評価や設計に必要な情報を効率的に取得するために，地質環境についての調査・評価手法を体系化するとともに，原子力機構内外に提供可能な情報として知識の整理を行っている。

2011 年度は，2010 年度から継続して原子力機構や国内外の研究機関が行った調査事例に基づき知識の分析・整理を行い，その結果をエキスパートシステム化（ルールベースや事例ベース）した。具体的には，①「地質環境モデルの構築に関するノウハウ・判断根拠の分析整理」，②「個別の調査計画の立案から調査・解析に関する情報の分析整理」に分けてそれぞれについて経験・ノウハウの分析・整理を進めた。

①については，想定される利用者のニーズに適切に対応し，地質環境モデルの構築およびその説明文書の作成支援や地質環境調査計画書の作成支援を可能とするため，これまでに構築[1~4]したサイト記述モデルおよびサイト変遷モデル構築エキスパートシステムに関して，外部研究機関などの知識の反映などによる品質向上ならびにモデルに含まれる不確実性の表示方法やサイト記述モデルとサイト変遷モデルの統合に関する検討を行った。

②については，超深地層研究所計画や幌延深地層研究計画で進めてきた地質環境調査・評価に関する経験・ノウハウの分析・整理を継続し，ボーリング調査計画立案に関するタスクフロー，ルールベースおよび事例ベースの作成を行うとともに, エキスパートシステム化[1~4]を継続した。

③地質環境調査・物質移動評価に関する研究

地質環境調査から物質移動の解析・評価に関する一連の評価手法の体系化を進めるため，地層処分基盤研究開発ユニットおよび幌延深地層研究ユニットの関係者による情報共有，検討および協議を継続的に実施した。

2011 年度は，主に，確率論的アプローチによる割れ目ネットワークモデルを用いたブロックスケールの水理地質構造モデルを構築するために，割れ目の統計量（割れ目卓越方位，割れ目密度など）解析の考え方について議論を行った。

④データベースの構築

これまでに東濃地科学センターにおいては，調査データを管理するためのデータベースシステ

ム [5]を導入・運用してきた。また，地層処分技術に関する研究開発においては，処分事業と安全規制の両面を支える地層処分技術の知識基盤を整備していくため，調査研究開発を通じて得られる様々な技術的成果を,地層処分技術の知識管理の枠組みで捉えるといったアプローチに従って，知識ベースとしてまとめることとしている。さらには，それらを適切に管理・利用できるように，品質管理や新たな知識の蓄積に基づく更新の考え方を含めた知識マネジメントシステムを構築することとしている。これまでに，この知識マネジメントシステム構築に向け，東濃地科学センターにおける成果情報を管理運用するためのシステム（成果情報管理システム）の概念設計を実施し，それに基づくシステムを開発するとともに，適宜，機能追加および操作性の改善を実施してきた。2011 年度は，成果情報管理システムの運用を継続し，ボーリング調査時のデータや資料および公開文献資料等のデータベースの拡充を図った。

参考文献

1) 日本原子力研究開発機構: “平成 19 年度地層処分技術調査等委託費地層処分共通技術調査地質環境総合評価技術高度化開発報告書”, 資源エネルギー庁（2007）.
2) 日本原子力研究開発機構: “平成 20 年度地層処分技術調査等委託費地層処分共通技術調査地質環境総合評価技術高度化開発報告書”, 資源エネルギー庁（2008）.
3) 日本原子力研究開発機構: “平成 21 年度地層処分技術調査等委託費地層処分共通技術調査地質環境総合評価技術高度化開発報告書”, 資源エネルギー庁（2009）.
4) 日本原子力研究開発機構: “平成 22 年度地層処分技術調査等委託費地層処分共通技術調査地質環境総合評価技術高度化開発報告書”, 資源エネルギー庁（2010）.
5) 吉田裕一，中野勝志，長谷川健，志賀貴宏，三枝博光：“地層科学研究データベースシステム構築の現状”，JNC TN7410 2002-003（2001）.

7. おわりに

超深地層研究所計画は，結晶質岩を対象とした深地層の科学的研究の一環として 1996 年度から実施している。2011 年度は，東日本大震災の影響により一部の研究について，2012 年度以降に実施することになったものの，地層処分事業および安全規制において重要となる研究課題を優先的に実施することとし，超深地層研究所計画における第 2 段階「研究坑道掘削を伴う研究段階」の調査研究を進めるとともに，第 3 段階「研究坑道を利用した研究段階」の調査研究を実施した。研究坑道の建設については，主立坑を深度 481.3m から 500.4m，換気立坑を深度 497.7m から 500.2m まで掘削した。また，深度 500m の水平坑道において，主立坑，換気立坑ともに，立坑と水平坑道との連接部からそれぞれ 5m 程度掘削した。第 2 段階の調査研究では，第 4 章で述べた調査研究を実施し，それらによって得られた地質環境データを第 1 段階（地表からの調査研究段階）で構築した地質環境モデル（地質構造，岩盤力学，水理，地球化学）の予測・推定結果と対比することにより，地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性の評価を進めるとともに，研究坑道の施工・維持・管理に係わる工学技術の有効性に関する検討を継続した。第 3 段階の調査研究では，深度 300m 研究アクセス坑道において掘削したボーリング孔から採取したコアを利用した室内実験を実施し，吸着・拡散係数や間隙率の測定に関する試料採取の考え方や課題の検討を実施した。

これらの成果は，原子力発電環境整備機構が行う概要調査段階から精密調査段階において必要となる調査技術の開発や，国が実施する安全規制における安全審査の指針・ガイドラインの策定に活用できるものと考える。

付録 A　広域地下水流動研究 2011 年度報告

A-1. はじめに

東濃地科学センターでは，広域地下水流動研究の一環として，

① 土岐花崗岩における水理学的・地球化学的な基礎情報の取得

② 地下水流動解析結果の妥当性確認のためのデータ取得

の 2 点を目的として，研究領域内に掘削された最大深度約 1,000m の複数のボーリング孔において，地下水長期観測システムを設置して間隙水圧計測を実施している。

2011 年度は，年度計画 [1]に基づく間隙水圧の長期観測を計画どおり実施した。

2011 年 4 月から 2012 年 3 月までの間隙水圧計測結果および孔内水位計測結果を以下に示す。

A-2. 間隙水圧の観測地点

2011 年現在，DH-2，DH-7，DH-9，DH-11，DH-13 号孔において直接水圧計測方式である MP システム（Westbay 社（現 Schlumberger 社）製）を，DH-15 号孔においてピエゾ水頭計測方式である SPMP システム（Solexperts 社製）を用いてモニタリングを実施している。図 A-2-1 に各ボーリング孔の位置，表 A-2-1 に各ボーリング孔での観測区間を示す。

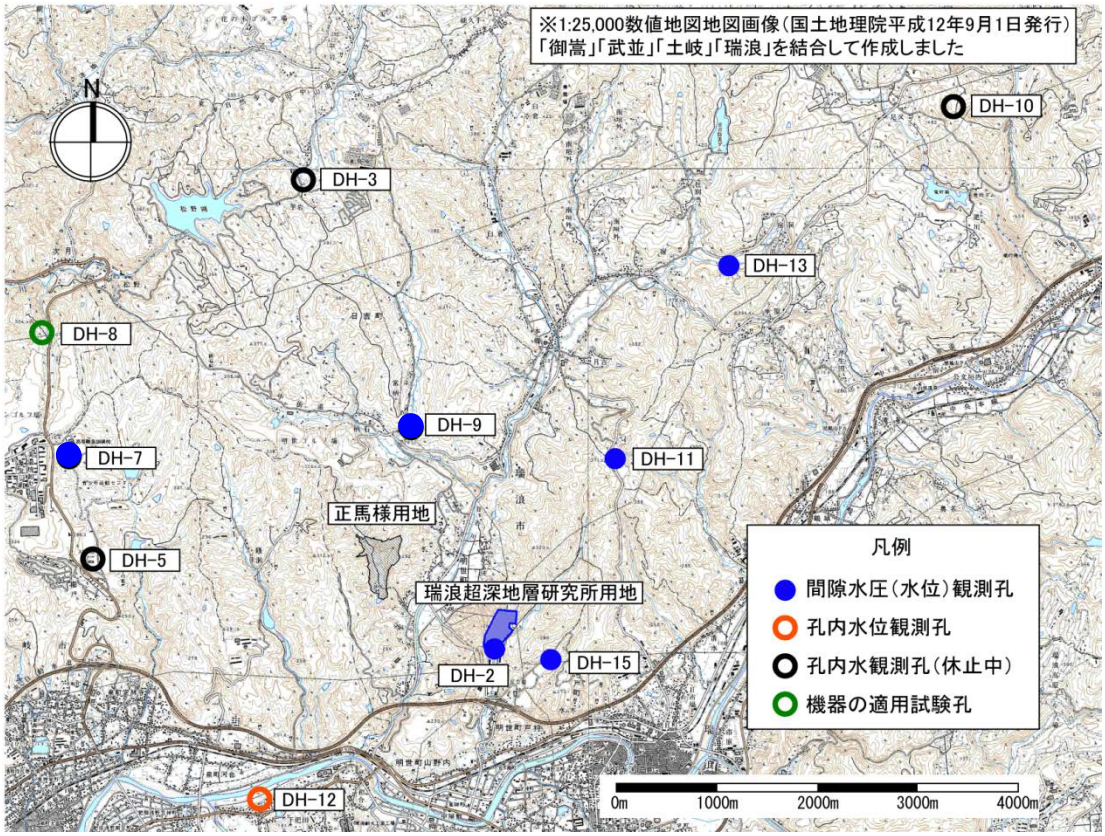


図 A-2-1　ボーリング孔位置図

表 A-2-1 観測区間（広域）

DH-2号孔　　孔口標高；193.629m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	172.9 ～ 203.3	20.7 ～ -9.7	○	土岐花崗岩
2	204.3 ～ 218.0	-10.7 ～ -24.4	－	土岐花崗岩
3	219.0 ～ 243.4	-25.4 ～ -49.8	－	土岐花崗岩
4	244.4 ～ 292.0	-50.8 ～ -98.4	－	土岐花崗岩
5	293.0 ～ 301.1	-99.4 ～ -107.5	○	土岐花崗岩
6	302.1 ～ 308.8	-108.5 ～ -115.2	－	土岐花崗岩
7	309.8 ～ 338.2	-116.2 ～ -144.6	－	土岐花崗岩
8	339.2 ～ 356.0	-145.6 ～ -162.4	－	土岐花崗岩
9	357.0 ～ 414.0	-163.4 ～ -220.4	○	土岐花崗岩
10	415.0 ～ 444.1	-221.4 ～ -250.5	－	断層(427.6-437.4mbgl)
11	445.1 ～ 458.5	-251.5 ～ -264.9	－	断層(452.2-458.5mbgl)
12	459.5 ～ 501.1	-265.9 ～ -307.5	○	土岐花崗岩

DH-7号孔　　孔口標高；340.186m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	438.0 ～ 444.5	-97.8 ～ -104.3	○	土岐花崗岩
2	479.0 ～ 485.5	-138.8 ～ -145.3	○	土岐花崗岩
3	598.0 ～ 604.5	-257.8 ～ -264.3	○	土岐花崗岩
4	614.5 ～ 621.0	-274.3 ～ -280.8	－	土岐花崗岩
5	660.0 ～ 666.5	-319.8 ～ -326.3	○	土岐花崗岩

DH-9号孔　　孔口標高；275.42m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	0.0 ～ 62.0	275.4 ～ 213.4	－	土岐花崗岩
2	62.9 ～ 150.7	212.5 ～ 124.7	○	土岐花崗岩
3	151.6 ～ 246.8	123.8 ～ 28.6	－	土岐花崗岩
4	247.7 ～ 330.7	27.7 ～ -55.3	－	土岐花崗岩
5	331.6 ～ 392.0	-56.2 ～ -116.6	○	土岐花崗岩
6	392.9 ～ 501.9	-117.5 ～ -226.5	－	土岐花崗岩
7	502.8 ～ 572.4	-227.4 ～ -297.0	－	土岐花崗岩
8	573.3 ～ 681.6	-297.9 ～ -406.2	－	土岐花崗岩
9	682.5 ～ 791.0	-407.1 ～ -515.6	○	土岐花崗岩
10	791.9 ～ 894.5	-516.5 ～ -619.1	－	土岐花崗岩
11	895.4 ～ 1030.0	-620.0 ～ -754.6	○	土岐花崗岩

DH-11号孔　　孔口標高；339.883m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	320.9 ～ 390.6	19.0 ～ -50.7	○	土岐花崗岩
2	391.5 ～ 500.3	-51.6 ～ -160.4	－	土岐花崗岩
3	579.7 ～ 665.9	-239.8 ～ -326.0	○	土岐花崗岩
4	715.4 ～ 782.2	-375.5 ～ -442.3	○	土岐花崗岩
5	880.4 ～ 980.1	-540.5 ～ -640.2	○	土岐花崗岩

注）2011 年度は○印の区間で間隙水圧の長期観測を実施

表 A-2-1 観測区間（広域）（続き）

DH-13号孔　　孔口標高；277.514m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	183.3 ～ 252.3	94.2 ～ 25.2	○	土岐花崗岩
2	324.1 ～ 407.1	-46.6 ～ -129.6	－	土岐花崗岩
3	408.0 ～ 475.1	-130.5 ～ -197.6	－	土岐花崗岩
4	476.0 ～ 546.5	-198.5 ～ -269.0	○	土岐花崗岩
5	713.4 ～ 783.9	-435.9 ～ -506.4	○	土岐花崗岩
6	855.3 ～ 925.9	-577.8 ～ -648.4	－	土岐花崗岩
7	992.3 ～ 1015.0	-714.8 ～ -737.5	○	土岐花崗岩

DH-15号孔　　孔口標高；213.23m

区間番号	区間深度（m）		観測区間	地質
	GL(-m)	EL(m)	2011年度	
1	164.0 ～ 221.5	49.2 ～ -8.3	○	堆積岩(土岐夾炭累層基底礫岩)
2	224.0 ～ 290.0	-10.8 ～ -76.8	○	土岐花崗岩
3	291.5 ～ 349.0	-78.3 ～ -135.8	○	土岐花崗岩
4	350.5 ～ 423.0	-137.3 ～ -209.8	○	土岐花崗岩
5	424.5 ～ 545.0	-211.3 ～ -331.8	○	土岐花崗岩
6	546.5 ～ 602.0	-333.3 ～ -388.8	○	土岐花崗岩
7	603.5 ～ 700.0	-390.3 ～ -486.8	○	土岐花崗岩
8	701.5 ～ 861.0	-488.3 ～ -647.8	○	土岐花崗岩
9	862.5 ～ 969.0	-649.3 ～ -755.8	○	土岐花崗岩
10	970.5 ～ 1010.0	-757.3 ～ -796.8	○	土岐花崗岩

注）2011 年度は○印の区間で間隙水圧の長期観測を実施

A-3. 間隙水圧の観測結果

地下水水圧観測結果を図 A-3-1～図 A-3-6 にまとめる。なお，図中では間隙水圧を換算して全水頭の変化として示し，全水頭は標高で表記した。

(1) 研究所用地近傍（DH-2, 15 号孔）の地下水水圧変化

1) DH-2 号孔における地下水水圧変化（図 A-3-1 参照）

DH-2 号孔では，No.1，No.5，No.9 および No.12 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 6 月下旬から 7 月上旬に採水作業とメンテナンス作業を行っており，この期間中は全区間で欠測となっている。メンテナンス作業では，水圧計測プローブの計測値を確認しているが，観測区間 No.1 の水圧計測プローブの結果が許容値に対して大きかったため（許容誤差 6.9kPa に対して誤差 10.8kPa），同プローブを交換した。

2012 年 2 月下旬から 3 月初旬にかけて実施したデータ通信機器の更新作業において，測定値への影響がみられたため，この期間の計測値は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で概ね同じ全水頭の値を示した。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震と，2011 年 12 月 14 日に発生した岐

阜県美濃東部を震源とする地震で全水頭の変化が確認された。駿河湾を震源とする地震では全ての観測区間で数十 cm 程度の全水頭の上昇，岐阜県美濃東部を震源とする地震では全ての観測区間で 4m 程度の全水頭の上昇がみられた。

- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全く全水頭の変化がないか，地震発生後短時間で回復する等，一時的な変化であった。

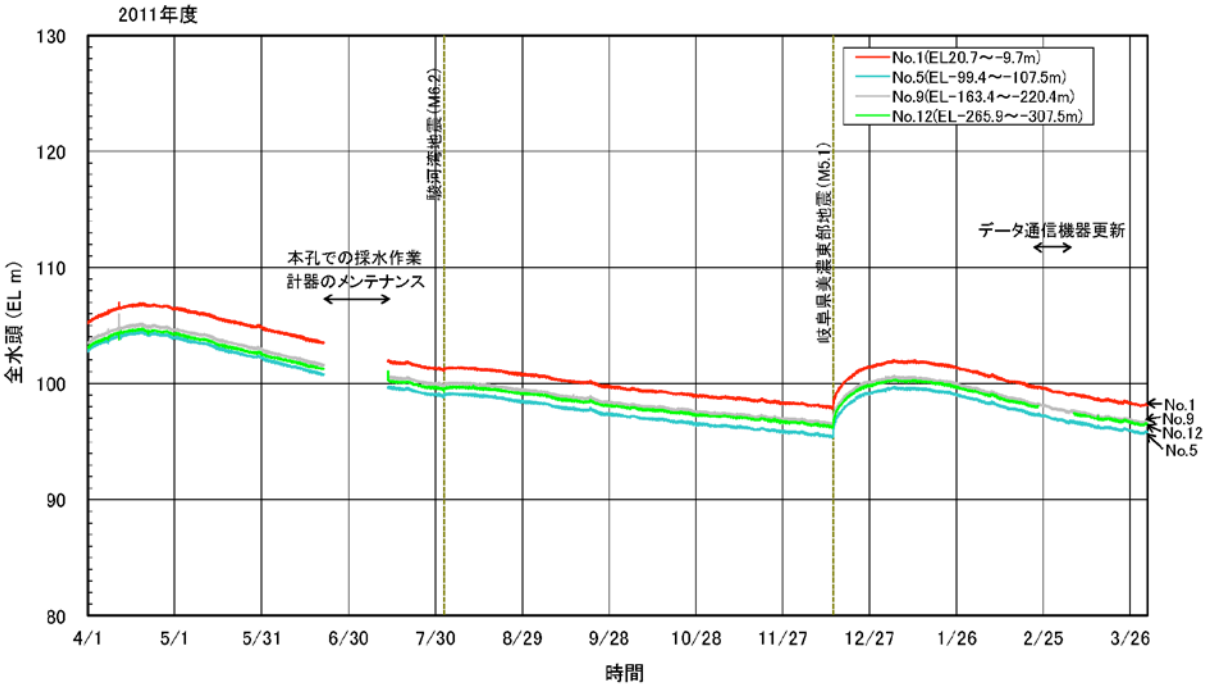


図 A-3-1　DH-2 号孔の間隙水圧観測結果

2) DH-15 号孔における地下水水圧変化（図 A-3-2 参照）

DH-15 号孔では，No.1～No.10 の 10 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，観測区間 No.7 と No.8 の水圧センサーに絶縁抵抗の低下がみられるため，両区間については月 1 回程度の頻度でロープ式水位計による手動計測を実施した。本ボーリング孔では 2011 年度にメンテナンス作業を実施していないため，これによる欠測は生じていない。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で概ね同じ全水頭の値を示した。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で確認された。岐阜県美濃東部を震源とする地震で，観測区間 No.1～No.6，No.9 および No.10 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全く全水頭の変化がないか，地震発生後短時間で回復する等，一時的な変化であった。

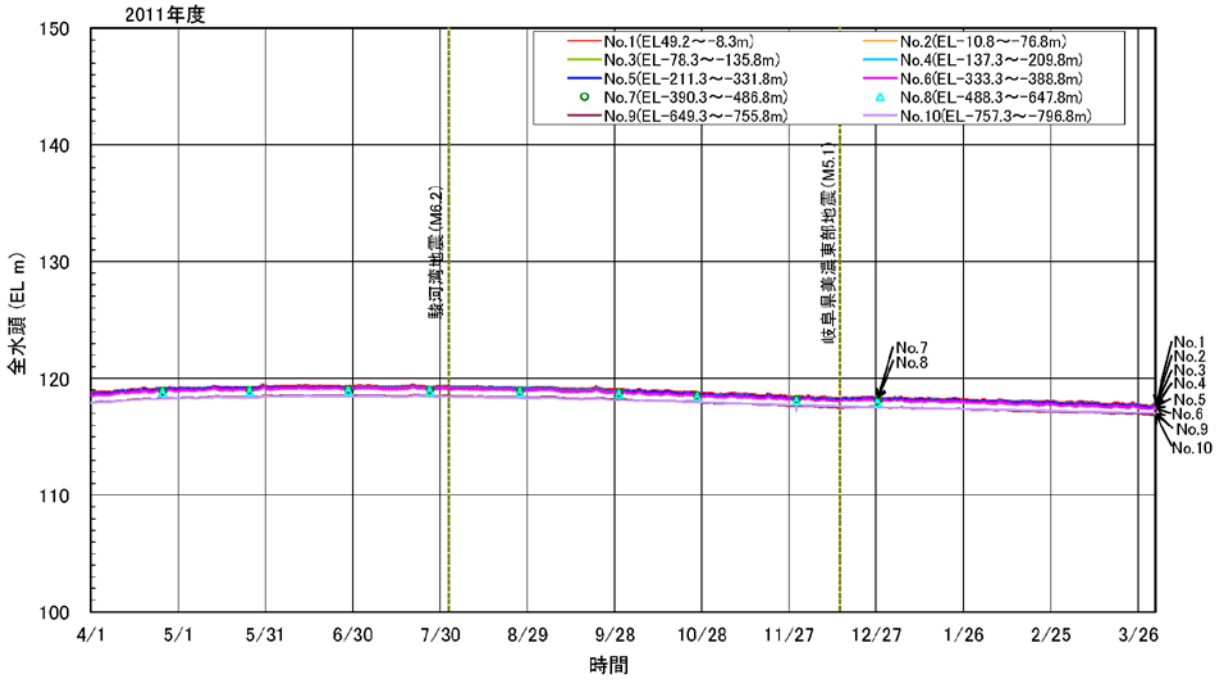


図 A-3-2　DH-15 号孔の間隙水圧観測結果

(2) DH-7,9,11,13 号孔の地下水水圧変化

1) DH-7 号孔における地下水圧変化（図 A-3-3 参照）

DH-7 号孔では，No.1，No.2，No.3 および No.5 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 12 月中旬にメンテナンス作業を実施し，この間，全ての観測区間で欠測が生じた。メンテナンス作業において観測区間 No.1 の水圧計測プローブの結果が許容値に対してわずかに大きいことが確認されたため（許容誤差 13.8kPa に対して誤差 14.9kPa），同プローブを交換した。

2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて実施したデータ通信機器の更新作業において，観測区間 No.1，No.2 および No.5 の計測値への影響がみられたため，この期間は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.3 と No.5 で概ね同じ全水頭の値を示した。また，観測区間 No.1 では全水頭が No.3 と No.5 よりも 32m 程度高い値を示し，観測区間 No.2 では全水頭が No.3 と No.5 よりも 25m 程度高い値を示した。
- 本ボーリング孔では，全ての観測区間で全水頭の変化がほとんどみられなかった。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 今年度発生した地震については，全ての観測区間で全水頭の変化は確認されなかった。

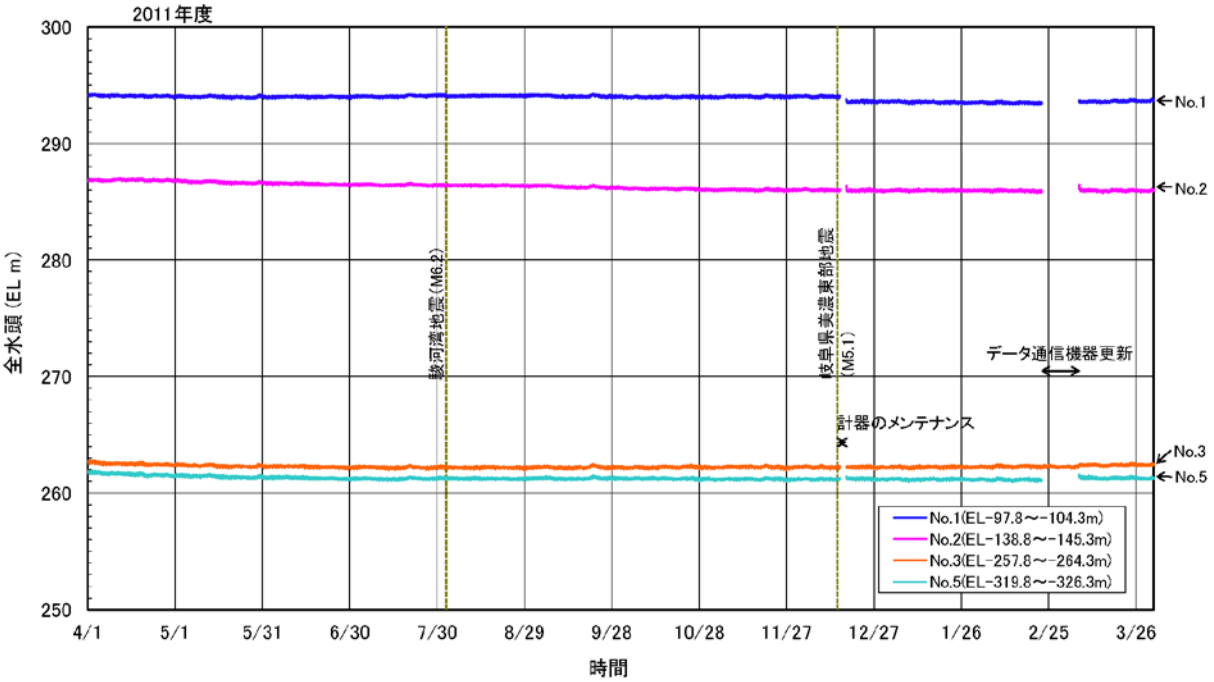


図 A-3-3　DH-7 号孔の間隙水圧観測結果

2) DH-9 号孔における地下水水圧変化（図 A-3-4 参照）

DH-9 号孔では，No.2，No.5，No.9 および No.11 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 11 月上旬にメンテナンス作業を実施しており，この間，全観測区間で欠測が生じた。本作業では全観測区間の水圧計測プローブを定期交換し，交換後の全ての観測プローブの計測値は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月上旬に実施したデータ通信機器の更新作業の計測値への影響はみられなかった。なお，2011 年 8 月上旬に生じた観測区間 No.2，No.9 および No.11 の欠測の原因については，現在のところ不明である。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で概ね同じ全水頭の値を示した。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で，観測区間 No.2，No.5 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全く全水頭の変化がないか，地震発生後短時間で回復する等，一時的な変化であった。

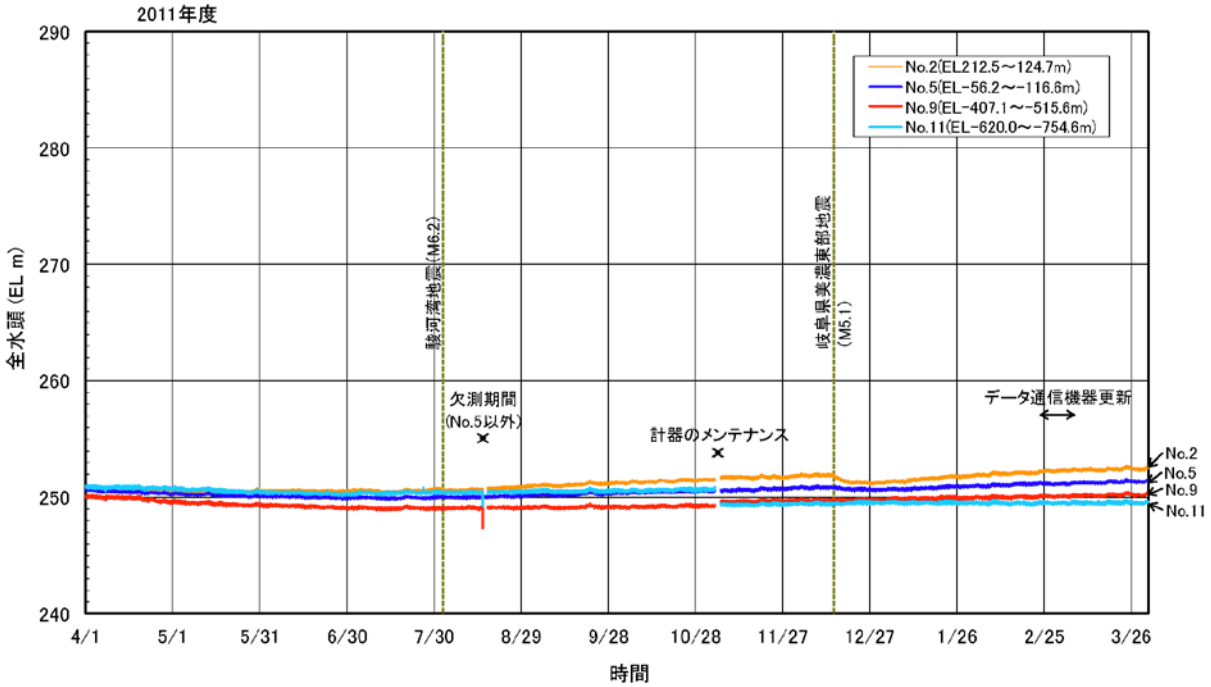


図 A-3-4　DH-9 号孔の間隙水圧観測結果

3) DH-11 号孔における地下水水圧変化（図 A-3-5 参照）

DH-11 号孔では，No.1，No.3，No.4 および No.5 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 11 月下旬にメンテナンス作業を実施し，その間，全ての観測区間で欠測が生じた。本作業では全観測区間の水圧計測プローブを定期交換しており，交換後の計測値は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月上旬に実施したデータ通信機器の更新作業の計測値への影響はみられなかった。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 全ての観測区間で概ね同じ全水頭の値を示した。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，地震発生後短時間で回復する程度の全水頭の一時的な変化のみであった。

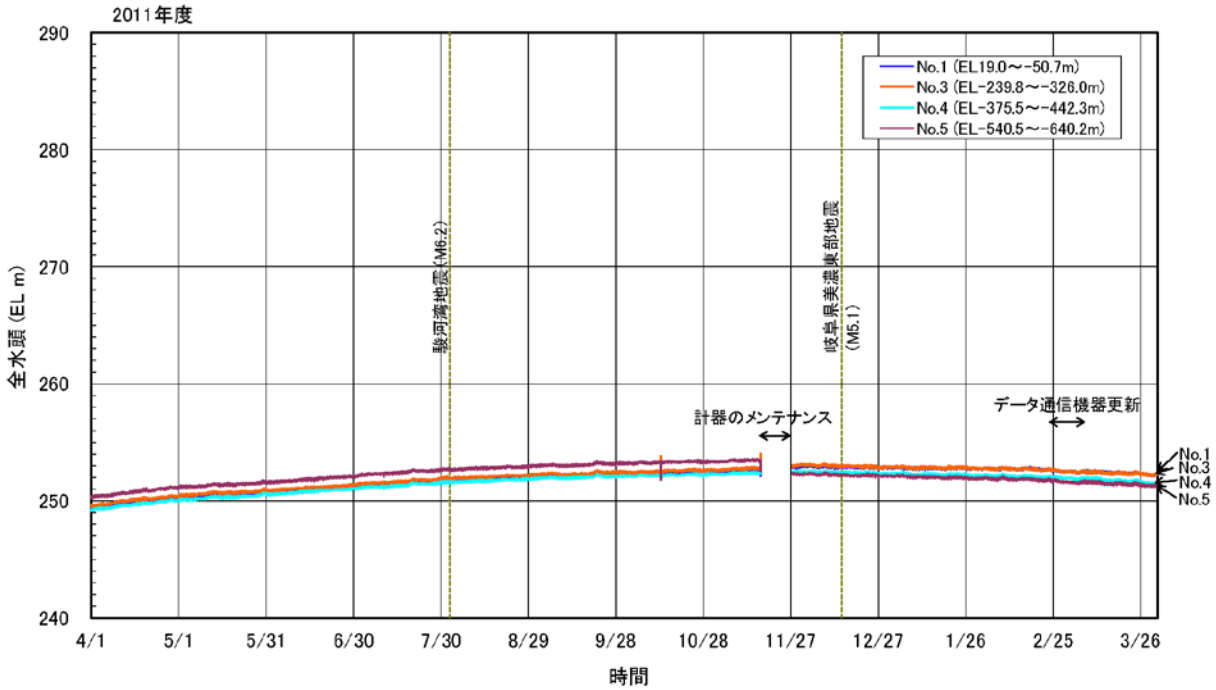


図 A-3-5　DH-11 号孔の間隙水圧観測結果

4) DH-13 号孔における地下水水圧変化（図 A-3-6 参照）

DH-13 号孔では，No.1，No.4，No.5 および No.7 の 4 区間で観測を実施している。本ボーリング孔では，2011 年 12 月中旬にメンテナンス作業を実施し，この間，全ての観測区間で欠測が生じた。メンテナンス作業後の水圧計測プローブの計測値は全て許容誤差（13.8kPa 以下）の範囲内であった。

2012 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて実施したデータ通信機器の更新作業において，観測区間 No.5，No.7 の計測値への影響がみられたため，この期間は欠測扱いとした。

2011 年度における主な水頭変化は以下のとおりである。

- 観測区間 No.1，No.4，No.5 で概ね同じ全水頭の値を示した。また，観測区間 No.7 では，全水頭が他の観測区間よりも 5m 程度低い値を示した。
- 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の全水頭の変化は，全ての区間で継続してみられる。
- 2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震で，観測区間 No.1，No.4，No.5 で数十 cm 程度の全水頭の上昇がみられた。
- 駿河湾を震源とする地震（8 月 1 日）をはじめ，その他の地震については，全く全水頭の変化がないか，地震発生後短時間で回復する等，一時的な変化であった。

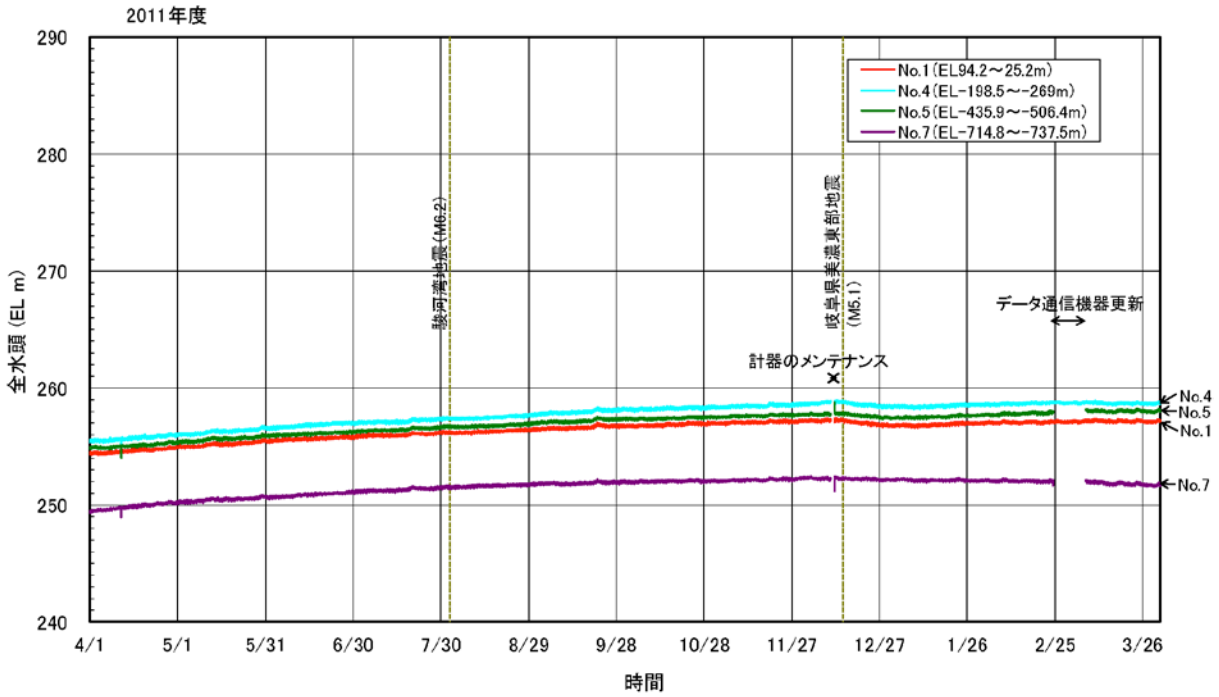


図 A-3-6　DH-13 号孔の間隙水圧観測結果

(3) まとめ

1) 研究所用地近傍（DH-2,15 号孔）の地下水水圧変化

研究所用地近傍の DH-2 号孔および DH-15 号孔では，今年度実施された立坑での掘削作業に関連した全水頭の変化はみられなかった。今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 8 月 1 日に発生した駿河湾を震源とする地震発生時に DH-2 号孔で確認されたが，DH-15 号孔では確認されなかった。また，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震発生時には DH-2 号孔，DH-15 号孔ともに全水頭の変化が確認された。両孔の地震後の全水頭変化量を比較すると，DH-2 号孔は DH-15 号孔よりも全水頭の変化量が大きい。なお，その他の地震については，全水頭の変化はみられないか，あるいは，変化があっても地震後短時間で地震発生前の値に回復する等，一時的な変化であった。

2) DH-7,9,11,13 号孔の地下水水圧変化

研究用地から離れた場所の DH-7，DH-9，DH-11 号孔および DH-13 号孔においても，今年度実施された立坑での掘削作業に関連した全水頭の変化はみられなかった。今年度発生した地震に関連した全水頭の変化については，2011 年 12 月 14 日に発生した岐阜県美濃東部を震源とする地震発生時に DH-9 と DH-13 号孔で確認されたが，DH-7 と DH-11 号孔では確認されなかった。また，その他の地震については，全てのボーリング孔で全水頭の変化はみられなかった。この結果は，地震に伴う全水頭の変化が場所により異なることを示しており，これらボーリング孔は地下水流動場が異なる地点に位置している可能性を示している。これらのことから，広域地下水流動研究において地下水長期モニタリングを継続的に実施し，地震などに伴う水圧変化を観測することで，これまでの地下水流動の概念モデルおよび水理地質構造モデルの確認に活用可能なデータを蓄積することができると考えられる。

参考文献

1）國丸貴紀，見掛信一郎，西尾和久，鶴田忠彦，松岡稔幸，竹内竜史，三枝博光，水野 崇，佐藤稔紀，尾方伸久，濱 克宏，池田幸喜，山本 勝，島田顕臣，松井裕哉，伊藤洋昭，杉原弘造：“超深地層研究所計画　年度計画書（2011 年度）”，JAEA-Review 2011-027（2011）.

付録 B 地下水の水質分析結果一覧
（各成分の分析値は，分析時の測定精度を踏まえて記載）

付表 B-1(1) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.2 42.5mbgl	A-WR-2-98	2011/4/26	7.9	8.3	45	45	16.9	18.6	44	6.8	37	8.4	<0.1	<0.01	30	0.011	0.12
	A-WR-2-99	2011/7/19	8.0	8.4	44	44	23.8	25.3	44	7.1	33	8.0	<0.1	0.03	30	0.008	0.095
	A-WR-2-100	2011/10/13	8.3	8.4	48	46	19.8	22.8	44	6.9	38	8.3	<0.1	<0.01	29	0.008	0.062
	A-WR-2-101	2012/1/17	8.3	8.3	49	47	14.8	24.4	50	7.0	36	7.5	<0.1	0.01	29	0.011	0.190
No.3 77.0mbgl	A-WR-3-72	2011/4/26	8.1	8.3	43	42	17.4	18.0	56	14	19	4.9	<0.1	0.02	22	0.004	0.028
	A-WR-3-73	2011/7/19	8.0	8.3	42	42	23.4	25.1	56	15	18	4.1	<0.1	0.08	21	0.011	0.26
	A-WR-3-74	2011/10/13	8.4	8.5	48	46	19.9	22.2	70	15	15	4.4	<0.1	0.05	20	0.008	0.061
	A-WR-3-75	2012/1/17	8.4	8.4	47	47	15.4	23.8	72	15	15	4.4	<0.1	0.04	21	<0.003	0.027
No.6 136.2mbgl	A-WR-6-60	2011/4/26	8.8	8.8	52	51	19.2	17.8	93	1.5	8.2	<0.1	<0.1	0.08	6.7	<0.003	0.020
	A-WR-6-61	2011/7/19	8.5	8.9	50	51	23.1	25.1	94	2.1	7.7	<0.1	<0.1	0.12	6.9	<0.003	0.059
	A-WR-6-62	2011/10/13	8.7	8.9	53	50	21.7	22.3	94	1.6	7.9	<0.1	<0.1	0.10	6.4	<0.003	0.028
	A-WR-6-63	2012/1/16	8.6	8.8	53	50	17.8	23.7	93	1.3	8.4	<0.1	<0.1	0.09	6.5	<0.003	<0.005
No.6(1) 151.8mbgl	A-WR-6(1)-60	2011/4/26	8.5	8.8	61	61	19.2	17.9	99	1.6	19	<0.1	<0.1	0.08	7.3	<0.003	0.010
	A-WR-6(1)-61	2011/7/19	8.5	9.0	59	60	22.9	25.0	98	1.7	18	<0.1	<0.1	0.10	7.4	<0.003	0.035
	A-WR-6(1)-62	2011/10/13	8.9	9.0	64	61	21.9	23.3	99	1.8	19	<0.1	<0.1	0.08	6.8	<0.003	0.006
	A-WR-6(1)-63	2012/1/16	8.7	8.9	61	60	18.6	22.7	98	1.6	18	<0.1	<0.1	0.09	7.0	<0.003	<0.005
No.7 167.4mbgl	A-WR-7-68	2011/4/26	8.4	8.3	79	79	20.0	18.0	120	1.3	30	0.1	<0.1	0.04	7.3	0.003	0.007
	A-WR-7-69	2011/7/19	8.2	8.5	78	79	22.8	24.9	120	1.4	30	0.1	<0.1	0.08	7.4	0.014	0.085
	A-WR-7-70	2011/10/13	8.4	8.6	82	80	21.7	23.0	121	1.5	30	0.1	<0.1	0.05	6.8	0.007	0.027
	A-WR-7-71	2012/1/16	8.5	8.6	82	80	19.1	24.0	122	1.4	31	0.1	<0.1	0.05	7.1	<0.003	<0.005

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.2 42.5mbgl	A-WR-2-98	0.2	3.6	<0.1	<0.1	3.2	<0.05	78	<0.5	2.78	34	32	1.7	<0.001	0.011	0.005	
	A-WR-2-99	0.3	3.9	<0.1	<0.1	2.6	<0.05	81	<0.5	2.51	32	31	1.8	<0.001	0.013	0.005	
	A-WR-2-100	0.3	4.0	<0.1	<0.1	2.3	<0.05	84	<0.5	2.74	34	32	1.9	<0.001	0.012	0.005	
	A-WR-2-101	0.3	4.0	<0.1	<0.1	2.6	<0.05	81	<0.5	2.87	37	36	1.6	<0.001	0.011	0.005	
No.3 77.0mbgl	A-WR-3-72	1.9	2.7	<0.1	<0.1	8.4	<0.05	63	<0.5	2.52	31	29	1.5	<0.001	0.010	0.004	
	A-WR-3-73	1.9	3.0	<0.1	<0.1	4.9	<0.05	64	<0.5	2.39	31	31	1.7	<0.001	0.011	0.005	
	A-WR-3-74	3.0	3.3	<0.1	<0.1	4.6	<0.05	75	<0.5	2.62	31	30	1.6	<0.001	0.011	0.005	
	A-WR-3-75	2.5	3.3	<0.1	<0.1	5.5	<0.05	72	<0.5	2.76	33	32	1.6	<0.001	0.011	0.005	
No.6 136.2mbgl	A-WR-6-60	13	100	0.2	<0.1	1.3	<0.05	2.1	<0.5	0.94	11	11	0.8	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-6-61	13	98	0.2	<0.1	1.4	<0.05	2.3	<0.5	0.99	12	12	0.6	<0.001	0.005	0.003	
	A-WR-6-62	13	97	0.2	<0.1	1.1	<0.05	2.0	<0.5	0.99	11	11	<0.5	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-6-63	13	96	0.2	<0.1	1.0	<0.05	2.0	<0.5	0.99	11	11	<0.5	<0.001	0.004	0.002	
No.6(1) 151.8mbgl	A-WR-6(1)-60	12	143	0.3	<0.1	0.46	<0.05	1.2	<0.5	0.68	8.3	8.0	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-6(1)-61	12	140	0.3	<0.1	0.46	<0.05	1.2	<0.5	0.68	8.7	8.4	<0.5	<0.001	0.002	0.002	
	A-WR-6(1)-62	12	140	0.3	<0.1	0.43	<0.05	1.2	<0.5	0.72	8.0	7.7	<0.5	<0.001	0.002	0.002	
	A-WR-6(1)-63	12	136	0.3	<0.1	0.34	<0.05	1.2	<0.5	0.73	8.5	8.1	<0.5	<0.001	0.002	0.002	
No.7 167.4mbgl	A-WR-7-68	8.9	207	0.4	<0.1	0.50	<0.05	0.7	<0.5	0.55	6.7	6.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-7-69	9.1	209	0.4	<0.1	0.56	<0.05	0.7	<0.5	0.55	7.3	6.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-7-70	8.9	208	0.4	<0.1	0.46	<0.05	0.7	<0.5	0.56	6.6	6.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-7-71	8.8	208	0.4	<0.1	0.34	<0.05	0.7	<0.5	0.58	6.8	6.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	

付表 B-1(2) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.8 194.4mbgl	A-WR-8-22	2011/4/26	8.2	7.9	78	80	19.3	17.6	124	7.7	28	<0.1	<0.1	0.09	15	0.008	0.074
	A-WR-8-23	2011/7/19	7.7	8.1	81	83	23.7	25.1	126	12	30	<0.1	0.1	0.11	15	0.027	0.24
	A-WR-8-24	2011/10/13	8.0	8.0	90	87	22.2	23.6	134	13	30	<0.1	<0.1	1.3	17	0.081	2.0
	A-WR-8-25	2012/1/16	8.2	8.3	90	87	17.9	23.0	136	11	30	<0.1	<0.1	0.10	15	<0.003	0.036
No.9 202.6mbgl	A-WR-9-36	2011/4/27	8.2	8.9	64	64	21.0	17.3	106	2.0	17	0.2	<0.1	0.10	7.2	0.005	0.035
	A-WR-9-37	2011/7/19	8.2	8.8	65	66	23.5	25.1	109	2.2	18	0.2	<0.1	0.10	7.1	0.006	0.017
	A-WR-9-38	2011/10/13	8.4	8.7	70	67	22.8	23.4	110	1.8	19	0.2	<0.1	0.09	6.6	<0.003	0.007
	A-WR-9-39	2012/1/16	8.3	8.6	70	67	20.9	22.8	110	1.1	19	0.2	<0.1	0.07	6.7	<0.003	0.013
No.10 236.2mbgl	A-WR-10-20	2011/4/27	8.3	8.7	95	98	21.1	17.2	187	29	9.6	<0.1	<0.1	0.24	13	0.003	0.023
	A-WR-10-21	2011/7/19	8.1	8.4	90	90	24.6	24.1	169	31	8.5	<0.1	<0.1	0.27	14	0.007	0.10
	A-WR-10-22	2011/10/13	8.2	8.5	98	96	23.2	23.1	180	30	9.3	<0.1	<0.1	0.20	12	<0.003	0.028
	A-WR-10-23	2012/1/17	8.4	8.4	110	100	19.4	25.8	195	25	11.0	<0.1	<0.1	0.25	12	<0.003	0.022
No.11 264.8mbgl	A-WR-11-29	2011/4/27	9.0	9.4	110	100	21.1	17.6	210	25	7.9	0.2	<0.1	0.07	17	<0.003	0.023
	A-WR-11-30	2011/7/19	8.7	9.1	90	91	24.8	24.2	177	27	7.7	0.2	<0.1	0.17	18	0.026	0.24
	A-WR-11-31	2011/10/13	8.0	8.5	75	74	23.4	23.2	137	13	9.7	0.2	<0.1	0.06	13	0.004	0.026
	A-WR-11-32	2012/1/17	8.2	8.2	73	71	19.0	25.9	129	9.3	12	0.3	<0.1	0.06	12	0.006	0.019

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.8 194.4mbgl	A-WR-8-22	8.8	188	0.4	<0.1	2.1	<0.05	1.7	1.3	1.23	15	14	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-8-23	8.7	187	0.3	<0.1	2.7	<0.05	2.0	1.3	1.54	20	19	0.9	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-8-24	8.5	199	0.4	<0.1	2.0	<0.05	2.0	1.4	1.53	18	18	0.7	<0.001	0.003	0.002	全炭素，全無機炭素，全有機炭素は0.45μmフィルターで濾過したものを分析に供した。
	A-WR-8-25	8.8	201	0.4	<0.1	1.6	<0.05	1.7	1.4	1.53	18	18	0.7	<0.001	0.002	0.001	
No.9 202.6mbgl	A-WR-9-36	9.1	149	0.3	<0.1	0.67	<0.05	7.1	<0.5	0.77	9.5	9.1	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-9-37	9.2	154	0.3	<0.1	0.63	<0.05	7.0	<0.5	0.82	10	9.9	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-9-38	8.9	157	0.3	<0.1	0.41	<0.05	6.5	<0.5	0.77	8.9	8.3	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-9-39	8.8	158	0.3	<0.1	0.21	<0.05	7.2	<0.5	0.71	8.7	8.4	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
No.10 236.2mbgl	A-WR-10-20	7.2	137	0.3	<0.1	15	<0.05	8.5	<0.5	4.38	55	55	1.5	<0.001	0.007	0.003	
	A-WR-10-21	6.4	126	0.2	<0.1	11	0.05	7.6	<0.5	4.57	53	52	1.8	<0.001	0.008	0.004	
	A-WR-10-22	6.9	151	0.3	<0.1	8.6	<0.05	7.2	<0.5	4.12	48	47	1.3	<0.001	0.005	0.003	
	A-WR-10-23	8.1	174	0.3	<0.1	6.2	<0.05	7.7	<0.5	3.99	51	50	1.2	<0.001	0.005	0.002	
No.11 264.8mbgl	A-WR-11-29	9.5	130	0.3	<0.1	14	<0.05	5.3	0.7	5.30	65	64	2.6	<0.001	0.011	0.005	
	A-WR-11-30	8.9	116	0.2	<0.1	11	<0.05	4.5	<0.5	4.53	55	54	1.9	<0.001	0.009	0.004	
	A-WR-11-31	9.8	130	0.3	<0.1	4.5	<0.05	1.9	<0.5	2.41	29	28	1.0	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-11-32	10	134	0.2	<0.1	2.7	<0.05	1.9	<0.5	1.94	24	24	0.7	<0.001	0.003	0.001	

付表 B-1(3) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.14 336.2mbgl	A-WR-14-20	2011/4/26	8.4	8.0	92	93	21.2	18.5	170	24	8.2	<0.1	<0.1	0.60	7.5	0.004	0.13
	A-WR-14-21	2011/5/12	8.3	8.5	110	100	22.0	18.9	189	28	7.3	<0.1	<0.1	0.42	7.9	<0.003	0.043
	A-WR-14-22	2011/6/30	8.6	8.9	110	110	25.8	24.0	206	43	6.0	<0.1	<0.1	0.87	9.4	0.006	0.14
	A-WR-14-23	2011/7/19	8.3	8.7	110	100	26.0	24.2	193	33	6.0	<0.1	<0.1	0.68	8.5	<0.003	0.046
	A-WR-14-24	2011/8/23	8.1	8.6	92	98	25.6	24.7	183	27	6.5	<0.1	<0.1	0.57	7.9	<0.003	0.014
	A-WR-14-25	2011/9/8	8.3	8.4	100	100	25.3	21.0	182	28	7.6	<0.1	<0.1	0.65	7.6	<0.003	0.034
	A-WR-14-26	2011/10/13	7.9	8.4	100	99	23.0	23.5	182	26	8.6	<0.1	<0.1	0.49	7.1	<0.003	0.016
	A-WR-14-27	2012/1/17	8.4	8.5	110	100	19.7	25.8	183	25	10	<0.1	<0.1	0.36	7.1	<0.003	0.008
No.15 372.0mbgl	A-WR-15-8	2012/1/17	8.5	8.5	120	120	20.5	25.9	204	36	7.7	<0.1	<0.1	0.30	7.9	<0.003	0.054
No.16 394.4mbgl	A-WR-16-17	2011/4/26	8.8	8.9	110	110	21.9	15.4	196	46	6.7	<0.1	<0.1	0.18	9.8	<0.003	0.024
	A-WR-16-18	2011/5/12	8.6	9.0	120	110	21.7	15.2	199	41	7.8	<0.1	<0.1	0.21	8.6	0.008	0.039
	A-WR-16-19	2011/6/30	8.6	8.9	110	110	25.8	24.0	189	53	7.3	<0.1	<0.1	0.38	11	0.006	0.10
	A-WR-16-20	2011/7/19	8.5	8.8	100	100	26.1	23.7	180	49	6.6	<0.1	<0.1	0.25	10	<0.003	0.058
	A-WR-16-21	2011/8/23	8.4	8.7	90	95	25.8	24.7	166	37	7.9	<0.1	<0.1	0.27	9.4	<0.003	0.12
	A-WR-16-22	2011/9/8	8.3	8.5	100	100	25.5	20.8	171	35	10	<0.1	<0.1	0.25	8.8	<0.003	0.016
	A-WR-16-23	2011/10/13	8.1	8.5	110	99	23.5	23.7	174	32	10	<0.1	<0.1	0.24	8.1	<0.003	0.016
	A-WR-16-24	2011/11/10	8.4	8.8	110	100	23.4	19.4	175	33	9.6	<0.1	<0.1	0.28	8.0	<0.003	0.009
	A-WR-16-25	2011/12/16	8.1	8.2	100	93	20.5	20.7	159	20	14	<0.1	<0.1	0.25	7.3	<0.003	0.013
	A-WR-16-26	2012/1/17	8.3	8.2	100	95	20.2	25.9	164	19	15	<0.1	<0.1	0.28	7.4	<0.003	0.006

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.14 336.2mbgl	A-WR-14-20	4.9	177	0.4	<0.1	6.6	0.08	7.5	<0.5	2.82	35	34	1.1	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-14-21	5.4	191	0.4	<0.1	4.8	<0.05	6.3	<0.5	3.44	41	40	1.3	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-14-22	5.1	181	0.4	<0.1	7.4	<0.05	16	<0.5	4.70	57	56	2.3	<0.001	0.010	0.005	
	A-WR-14-23	5.0	182	0.4	<0.1	8.9	<0.05	7.0	<0.5	3.80	47	47	1.3	<0.001	0.007	0.004	
	A-WR-14-24	5.0	184	0.3	<0.1	5.2	<0.05	6.2	<0.5	3.24	38	37	1.1	<0.001	0.007	0.003	
	A-WR-14-25	5.2	197	0.4	<0.1	4.8	<0.05	7.5	<0.5	2.91	34	33	0.9	<0.001	0.005	0.002	
	A-WR-14-26	5.5	204	0.4	<0.1	4.2	<0.05	5.5	<0.5	2.81	33	32	1.0	<0.001	0.003	0.002	
	A-WR-14-27	5.7	215	0.4	<0.1	2.6	<0.05	4.5	<0.5	2.64	31	31	0.8	<0.001	0.003	0.002	
No.15 372.0mbgl	A-WR-15-8	6.1	255	0.5	<0.1	4.2	<0.05	2.5	<0.5	2.57	30	30	0.8	<0.001	0.003	0.002	2012年1月まで湧水無し
No.16 394.4mbgl	A-WR-16-17	5.8	205	0.4	<0.1	10	<0.05	3.7	<0.5	3.70	44	43	1.1	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-16-18	5.8	190	0.4	<0.1	8.0	<0.05	5.2	<0.5	4.11	49	48	1.5	<0.001	0.007	0.003	
	A-WR-16-19	5.2	169	0.3	<0.1	12	<0.05	15	<0.5	4.37	54	53	1.8	<0.001	0.009	0.004	
	A-WR-16-20	5.0	170	0.3	<0.1	16	0.05	4.6	<0.5	3.93	48	48	1.3	<0.001	0.008	0.003	
	A-WR-16-21	5.2	180	0.3	<0.1	7.1	<0.05	3.8	<0.5	2.93	34	34	0.9	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-16-22	5.6	205	0.4	<0.1	13	<0.05	6.0	<0.5	2.43	28	28	0.8	<0.001	0.005	0.002	
	A-WR-16-23	6.0	210	0.4	<0.1	6.4	<0.05	3.1	<0.5	2.52	29	29	0.7	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-16-24	6.0	209	0.4	<0.1	3.7	<0.05	2.6	<0.5	2.56	31	29	0.5	<0.001	0.003	0.002	
	A-WR-16-25	6.5	206	0.4	<0.1	3.5	<0.05	2.0	<0.5	1.95	23	23	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-16-26	6.5	215	0.4	<0.1	2.7	<0.05	1.9	<0.5	1.85	22	22	0.5	<0.001	0.002	0.001	

付表 B-1(4) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.17 405.2mbgl	A-WR-17-7	2011/5/11	10.7	11.3	110	100	22.1	15.8	142	8.6	25	<0.1	0.1	1.1	6.3	<0.003	0.021
	A-WR-17-8	2011/6/28	10.8	10.8	100	96	25.2	24.0	145	9.4	21	<0.1	0.1	1.1	6.5	<0.003	0.048
	A-WR-17-9	2011/7/21	10.5	10.8	100	96	25.7	24.7	147	9.5	20	<0.1	<0.1	1.1	6.7	0.004	0.072
	A-WR-17-10	2011/8/11	10.5	10.7	100	93	26.0	25.1	145	9.3	20	<0.1	<0.1	1.1	6.6	<0.003	0.018
	A-WR-17-11	2011/9/16	10.2	10.7	110	100	26.3	25.9	149	8.9	29	<0.1	<0.1	1.0	6.6	<0.003	0.083
	A-WR-17-12	2011/10/17	10.4	11.0	110	100	23.0	23.3	148	8.2	26	<0.1	<0.1	0.92	6.1	<0.003	0.013
	A-WR-17-13	2011/11/10	10.4	11.0	110	99	21.7	18.9	148	8.0	26	<0.1	<0.1	1.0	6.3	<0.003	0.017
	A-WR-17-14	2011/12/16	10.6	10.9	110	97	20.4	20.2	147	7.3	28	<0.1	<0.1	0.88	6.2	<0.003	0.058
	A-WR-17-15	2011/12/28	10.6	10.9	110	100	20.4	24.6	148	7.3	29	<0.1	<0.1	0.96	6.4	<0.003	0.020
	A-WR-17-16	2012/1/26	10.3	10.8	100	99	20.1	22.6	149	7.1	26	<0.1	<0.1	0.94	6.4	<0.003	0.019
	A-WR-17-17	2012/3/1	10.7	10.9	110	100	20.6	26.0	146	6.7	30	<0.1	<0.1	0.90	6.5	<0.003	0.026
No.18 436.2mbgl	A-WR-18-14	2011/4/25	8.5	8.7	130	130	19.9	15.7	255	38	6.4	<0.1	<0.1	0.28	14	0.004	0.22
	A-WR-18-15	2011/5/10	8.3	7.8	140	130	20.1	16.2	236	27	13	0.1	<0.1	0.45	15	0.022	0.70
	A-WR-18-16	2011/6/28	8.2	8.2	130	120	25.5	23.7	228	32	7.3	<0.1	<0.1	0.26	15	0.011	0.24
	A-WR-18-17	2011/7/21	8.3	8.5	120	110	26.1	24.7	209	30	8.1	0.1	<0.1	0.91	16	0.033	0.86
	A-WR-18-18	2011/8/25	8.4	8.4	110	110	27.2	21.9	203	28	9.8	<0.1	<0.1	0.72	15	0.037	0.82
	A-WR-18-19	2011/9/16	8.4	8.4	120	120	27.1	25.9	219	32	9.3	0.1	<0.1	0.19	15	<0.003	0.028
	A-WR-18-20	2011/10/5	8.2	8.3	130	130	22.6	21.1	240	28	11	0.1	<0.1	0.29	13	0.012	0.67
	A-WR-18-21	2011/11/10	8.1	8.7	140	130	22.0	19.5	248	31	7.4	<0.1	<0.1	0.17	13	<0.003	0.011
	A-WR-18-22	2011/12/16	8.6	8.9	160	150	19.3	20.1	280	37	7.8	0.1	<0.1	0.12	15	0.004	0.043
	A-WR-18-23	2011/12/28	8.8	9.0	140	130	19.8	24.3	258	35	7.8	<0.1	<0.1	0.15	14	<0.003	0.070
	A-WR-18-24	2012/1/26	9.0	9.2	180	170	19.6	22.2	329	41	9.2	0.1	<0.1	0.18	16	0.004	0.12
	A-WR-18-25	2012/3/1	8.7	8.9	150	140	19.7	25.9	266	33	6.3	<0.1	<0.1	0.23	14	0.004	0.10

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.17 405.2mbgl	A-WR-17-7	5.6	208	0.4	<0.1	0.79	<0.05	4.1	<0.5	1.63	11	11	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-17-8	5.9	216	0.4	<0.1	1.1	<0.05	5.1	<0.5	1.39	15	14	1.0	<0.001	0.002	0.001	
	A-WR-17-9	5.6	219	0.4	<0.1	1.2	0.06	5.8	<0.5	1.34	9.9	8.7	1.1	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-17-10	5.7	217	0.4	<0.1	0.86	<0.05	5.3	<0.5	1.25	10	8.8	1.0	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-17-11	5.9	228	0.4	<0.1	0.93	<0.05	5.7	<0.5	1.42	6.2	5.2	1.0	<0.001	0.002	0.001	
	A-WR-17-12	5.8	230	0.4	<0.1	0.52	<0.05	4.7	<0.5	1.35	7.5	6.7	0.8	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-17-13	5.8	229	0.5	<0.1	0.39	<0.05	4.3	<0.5	1.24	6.1	5.0	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-17-14	5.8	233	0.4	<0.1	0.41	<0.05	3.8	<0.5	1.16	7.7	6.8	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-17-15	5.7	233	0.4	<0.1	0.47	<0.05	3.8	<0.5	1.27	5.6	4.7	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-17-16	5.7	237	0.4	<0.1	0.42	<0.05	3.7	<0.5	1.10	6.2	5.4	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-17-17	5.9	233	0.4	<0.1	0.40	<0.05	3.6	<0.5	1.31	5.7	4.6	0.8	<0.001	0.002	<0.001	
No.18 436.2mbgl	A-WR-18-14	6.4	249	0.5	<0.1	24	<0.05	6.1	<0.5	4.22	56	55	1.8	<0.001	0.011	0.004	
	A-WR-18-15	6.5	266	0.5	<0.1	16	<0.05	4.1	<0.5	3.50	42	40	1.2	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-18-16	5.5	207	0.4	<0.1	28	<0.05	5.3	<0.5	4.45	56	55	2.3	<0.001	0.009	0.004	
	A-WR-18-17	5.2	198	0.4	<0.1	16	<0.05	7.8	<0.5	4.05	49	47	1.9	<0.001	0.009	0.004	
	A-WR-18-18	5.0	196	0.4	<0.1	30	<0.05	4.6	<0.5	3.58	42	41	1.9	<0.001	0.009	0.003	
	A-WR-18-19	5.5	225	0.5	<0.1	37	0.06	13	<0.5	3.26	39	38	1.8	<0.001	0.009	0.004	
	A-WR-18-20	6.6	297	0.6	<0.1	13	<0.05	4.4	<0.5	2.88	34	33	1.4	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-18-21	6.8	292	0.6	<0.1	3.9	<0.05	3.2	<0.5	3.10	38	36	1.2	<0.001	0.006	0.003	
	A-WR-18-22	7.6	317	0.6	<0.1	10	<0.05	3.8	<0.5	4.02	49	48	1.3	<0.001	0.007	0.003	
	A-WR-18-23	7.3	253	0.5	<0.1	11	<0.05	4.0	<0.5	4.74	58	55	1.9	<0.001	0.007	0.003	
	A-WR-18-24	8.2	339	0.6	<0.1	13	0.58	6.9	<0.5	5.35	65	61	3.0	<0.001	0.011	0.005	
	A-WR-18-25	7.5	256	0.5	<0.1	9.1	<0.05	3.0	<0.5	4.78	61	58	2.0	<0.001	0.007	0.003	

付表 B-1(5) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.19 464.6mbgl	A-WR-19-1	2011/4/5	10.8	10.9	120	100	20.6	21.2	153	9.9	30	<0.1	0.3	0.58	7.6	0.003	0.10
	A-WR-19-2	2011/4/14	9.2	10.3	100	95	20.3	21.0	164	13	11	<0.1	0.1	0.75	8.3	0.012	0.34
	A-WR-19-3	2011/4/18	10.9	11.0	110	110	20.1	21.4	160	13	20	<0.1	0.3	0.93	7.7	0.007	0.20
	A-WR-19-4	2011/4/25	10.7	10.6	100	98	19.4	21.6	168	17	6.8	<0.1	0.2	0.67	7.8	0.009	0.26
	A-WR-19-5	2011/5/10	11.6	11.7	100	200	19.8	20.7	169	36	124	<0.1	0.3	1.1	16	0.018	0.65
	A-WR-19-6	2011/5/20	10.5	10.6	110	94	20.1	20.5	158	16	10	<0.1	0.2	0.62	7.9	0.017	0.34
	A-WR-19-7	2011/6/28	9.9	9.7	100	93	26.3	23.7	164	19	3.7	<0.1	<0.1	0.52	8.7	0.006	0.16
	A-WR-19-8	2011/7/8	9.3	9.4	89	93	27.3	23.6	164	21	4.5	<0.1	<0.1	0.72	9.4	0.015	0.44
	A-WR-19-9	2011/7/21	9.1	9.8	110	99	27.4	24.8	179	27	2.2	<0.1	<0.1	0.55	10	<0.003	0.039
	A-WR-19-10	2011/7/28	9.4	9.5	96	94	27.2	22.3	168	24	4.7	<0.1	<0.1	1.7	10	0.040	1.3
	A-WR-19-11	2011/8/11	9.3	9.4	110	100	27.2	25.2	187	31	4.0	<0.1	<0.1	0.67	11	0.003	0.13
	A-WR-19-12	2011/8/25	9.2	9.6	87	92	27.0	21.0	159	19	8.7	<0.1	<0.1	0.47	8.9	0.005	0.15
	A-WR-19-13	2011/9/16	9.4	9.4	93	91	26.7	25.8	158	17	9.8	<0.1	<0.1	0.57	8.8	0.004	0.17
	A-WR-19-14	2011/10/5	9.4	9.4	100	95	23.5	20.9	166	17	9.7	<0.1	0.1	0.63	8.8	0.008	0.23
	A-WR-19-15	2011/11/10	9.1	9.6	100	95	22.4	19.7	161	13	14	<0.1	<0.1	0.48	7.8	<0.003	0.15
	A-WR-19-16	2011/12/16	9.1	9.3	100	98	20.2	20.0	167	13	15	<0.1	<0.1	0.31	7.6	<0.003	0.034
	A-WR-19-17	2011/12/28	9.6	9.3	100	93	19.1	24.4	166	14	8.6	<0.1	<0.1	0.38	7.8	<0.003	0.068
	A-WR-19-18	2012/1/26	9.3	9.4	110	110	18.9	22.1	190	18	12	<0.1	<0.1	0.49	8.2	0.020	0.24
	A-WR-19-19	2012/3/1	9.1	9.3	110	97	20.3	26.0	167	13	13	<0.1	<0.1	1.2	8.6	0.011	0.36

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.19 464.6mbgl	A-WR-19-1	7.1	235	0.5	<0.1	1.5	0.26	1.9	<0.5	1.60	16	15	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-19-2	7.2	243	0.5	<0.1	2.7	0.36	2.3	<0.5	0.90	9.7	9.3	0.8	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-3	6.8	229	0.4	<0.1	3.2	0.31	2.8	<0.5	1.62	16	16	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-19-4	6.8	232	0.4	<0.1	3.3	0.21	2.8	<0.5	1.27	14	13	0.9	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-5	6.0	233	0.5	<0.1	1.6	0.13	120	<0.5	4.74	13	12	1.7	<0.001	0.005	0.002	
	A-WR-19-6	6.8	228	0.4	<0.1	2.4	0.11	2.5	<0.5	1.11	12	12	0.6	<0.001	0.002	0.001	
	A-WR-19-7	6.9	221	0.4	<0.1	7.2	0.18	3.4	<0.5	1.34	17	16	0.9	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-19-8	6.8	219	0.4	<0.1	5.9	0.05	3.4	<0.5	1.30	17	16	1.0	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-19-9	6.4	213	0.4	<0.1	10	0.24	6.6	<0.5	2.19	23	22	0.9	<0.001	0.005	0.002	
	A-WR-19-10	6.4	218	0.4	<0.1	4.7	0.10	4.9	<0.5	1.55	19	17	1.0	<0.001	0.004	0.002	
	A-WR-19-11	6.7	214	0.4	<0.1	20	0.15	6.5	<0.5	2.43	27	25	1.2	<0.001	0.006	0.002	
	A-WR-19-12	6.5	219	0.4	<0.1	11	0.18	2.9	<0.5	1.19	12	11	0.6	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-13	6.9	227	0.5	<0.1	7.9	0.16	4.9	<0.5	0.91	10	9.5	0.6	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-14	7.0	241	0.5	<0.1	7.1	0.08	2.4	<0.5	0.93	8.9	8.0	0.6	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-15	7.0	239	0.5	<0.1	0.92	<0.05	1.7	<0.5	0.94	11	9.9	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-19-16	7.4	253	0.4	<0.1	1.7	<0.05	1.6	<0.5	0.93	10	9.8	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-19-17	7.2	241	0.4	<0.1	1.9	0.05	1.6	<0.5	0.85	7.8	7.1	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-19-18	7.6	263	0.5	<0.1	2.8	0.08	2.2	<0.5	1.51	16	16	0.8	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-19-19	7.5	247	0.5	<0.1	2.3	0.09	1.7	<0.5	0.99	13	9.1	3.4	<0.001	0.002	0.001	

付表 B-1(6) 集水リング（主立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.20 494.4mbgl	A-WR-20-1	2011/6/30	10.2	10.3	100	92	27.3	23.7	148	11	15	<0.1	<0.1	0.84	7.4	0.007	0.17
	A-WR-20-2	2011/7/6	10.0	10.1	90	92	27.5	23.4	150	10	16	<0.1	<0.1	1.1	7.6	0.012	0.39
	A-WR-20-3	2011/7/14	10.1	10.4	90	92	27.0	24.1	146	9.6	21	0.2	<0.1	1.7	9.7	0.025	0.80
	A-WR-20-4	2011/7/19	9.7	9.7	90	90	27.2	24.4	152	14	13	<0.1	<0.1	0.76	7.7	0.006	0.20
	A-WR-20-5	2011/7/27	9.0	9.4	90	86	27.0	22.6	146	10	14	0.1	<0.1	1.0	8.1	0.011	0.37
	A-WR-20-6	2011/8/3	9.8	9.7	88	88	27.0	25.2	148	11	14	<0.1	<0.1	1.2	8.0	0.016	0.48
	A-WR-20-7	2011/8/12	9.3	9.2	87	87	27.1	25.2	147	10	15	<0.1	<0.1	0.62	7.0	<0.003	0.096
	A-WR-20-8	2011/8/25	9.2	9.6	87	91	27.1	21.5	151	12	18	<0.1	<0.1	1.7	9.0	0.045	1.3
	A-WR-20-9	2011/9/1	9.6	9.6	100	91	26.9	24.7	148	9.1	20	<0.1	<0.1	0.74	8.2	0.008	0.33
	A-WR-20-10	2011/9/8	9.7	9.7	98	92	24.6	20.3	152	8.6	21	0.2	<0.1	0.93	10	0.012	0.49
	A-WR-20-11	2011/9/15	9.2	9.1	95	91	26.9	25.7	149	9.1	21	0.1	<0.1	1.3	9.0	0.044	1.1
	A-WR-20-12	2011/9/21	8.9	9.0	100	91	26.9	23.2	148	8.5	23	<0.1	<0.1	0.59	7.4	0.006	0.29
	A-WR-20-13	2011/9/29	9.2	9.5	93	92	23.5	24.1	151	7.7	23	0.1	<0.1	0.58	7.8	0.009	0.26
	A-WR-20-14	2011/10/7	9.2	9.1	98	92	21.8	22.0	151	7.1	21	<0.1	<0.1	0.57	7.1	0.003	0.12
	A-WR-20-15	2011/10/14	9.3	9.3	95	90	22.6	24.3	146	7.3	19	<0.1	<0.1	0.77	7.3	0.017	0.39
	A-WR-20-16	2011/10/19	9.2	9.4	100	92	22.2	21.3	148	6.9	22	<0.1	<0.1	0.38	6.9	<0.003	0.066
	A-WR-20-17	2011/10/26	9.2	9.5	97	94	20.8	23.4	151	6.6	24	<0.1	<0.1	0.38	7.1	<0.003	0.12
	A-WR-20-18	2011/11/10	9.2	9.5	130	120	21.2	19.7	205	14	20	<0.1	<0.1	0.63	7.6	0.024	0.73
	A-WR-20-19	2011/12/16	9.3	9.3	100	99	16.9	20.5	156	5.9	29	<0.1	<0.1	0.33	6.9	0.004	0.094
	A-WR-20-20	2012/1/16	9.2	9.2	100	99	16.6	25.9	156	5.5	30	<0.1	<0.1	0.33	7.0	<0.003	0.078
	A-WR-20-21	2012/2/20	9.2	9.4	110	100	15.7	18.8	156	5.3	31	<0.1	<0.1	0.26	7.1	<0.003	0.059
	A-WR-20-22	2012/3/1	9.4	9.5	110	95	17.4	26.1	152	5.5	28	<0.1	<0.1	0.68	7.7	0.010	0.38

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.20 494.4mbgl	A-WR-20-1	6.5	235	0.5	<0.1	0.98	0.31	3.1	<0.5	0.82	10	8.7	0.8	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-2	6.6	240	0.5	<0.1	2.4	0.81	3.2	<0.5	0.72	7.9	7.0	0.7	<0.001	0.002	0.001	
	A-WR-20-3	6.3	230	0.4	<0.1	2.3	0.32	6.9	<0.5	0.91	8.4	7.7	0.9	<0.001	0.003	0.002	
	A-WR-20-4	6.6	231	0.5	<0.1	6.6	0.63	3.0	<0.5	0.81	9.1	8.6	0.8	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-5	6.4	228	0.4	<0.1	1.6	<0.05	3.5	<0.5	0.63	7.3	5.8	1.0	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-6	6.3	232	0.4	<0.1	1.6	<0.05	4.5	<0.5	0.59	7.2	5.6	1.3	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-7	6.5	231	0.4	<0.1	2.9	<0.05	2.6	<0.5	0.66	7.9	6.7	1.0	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-8	6.4	233	0.4	<0.1	4.6	0.11	3.0	<0.5	0.83	8.3	7.4	0.6	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-9	6.5	233	0.5	<0.1	3.6	0.07	3.4	<0.5	0.70	6.0	5.5	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
	A-WR-20-10	6.6	241	0.5	<0.1	2.3	<0.05	5.7	<0.5	0.60	7.0	6.4	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-11	6.8	236	0.5	<0.1	11	0.59	2.8	<0.5	0.60	6.9	6.5	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
	A-WR-20-12	6.7	236	0.5	<0.1	3.3	0.08	2.1	<0.5	0.76	8.7	8.1	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-13	7.0	246	0.5	<0.1	1.8	<0.05	4.0	<0.5	0.68	6.5	5.7	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-14	7.0	249	0.5	<0.1	2.3	0.10	2.0	<0.5	0.50	5.0	4.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-20-15	6.8	238	0.4	<0.1	1.3	<0.05	1.8	<0.5	0.54	6.4	5.7	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-16	6.9	243	0.5	<0.1	0.95	<0.05	1.5	<0.5	0.60	6.8	6.1	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-17	7.0	250	0.5	<0.1	0.67	<0.05	1.4	<0.5	0.70	7.3	6.3	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	A-WR-20-18	8.0	307	0.6	<0.1	2.8	0.16	6.6	<0.5	1.07	13	11	1.4	0.001	0.004	0.002	
	A-WR-20-19	7.2	263	0.5	<0.1	0.49	<0.05	1.3	<0.5	0.72	7.7	7.1	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-20	7.1	264	0.5	<0.1	0.44	<0.05	1.2	<0.5	0.66	7.3	6.6	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-21	7.4	269	0.8	<0.1	0.64	<0.05	1.1	<0.5	0.73	7.5	6.5	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	A-WR-20-22	7.0	258	0.5	<0.1	0.45	<0.05	1.2	<0.5	0.72	9.0	6.2	2.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-2(1) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.3 68.5mbgl	B-WR-3-106	2011/4/14	8.5	8.1	44	51	15.1	19.3	83	5.4	23	1.8	<0.1	2.8	29	0.26	8.5
	B-WR-3-107	2011/7/21	8.5	8.6	51	53	27.2	21.0	84	10	23	1.8	<0.1	0.50	29	0.036	1.5
	B-WR-3-108	2011/10/19	8.6	8.2	47	52	19.3	23.1	78	8.2	23	1.6	<0.1	50	81	4.8	130
	B-WR-3-109	2012/1/18	8.9	8.4	44	48	11.7	21.9	80	4.5	19	1.2	<0.1	0.04	24	<0.003	0.12
No.4 94.0mbgl	B-WR-4-97	2011/7/21	9.2	9.3	50	50	27.1	20.5	99	2.8	4.8	<0.1	<0.1	0.16	8.8	0.003	0.24
	B-WR-4-98	2011/10/19	9.3	9.3	51	53	19.3	22.9	101	1.5	4.7	<0.1	0.1	0.26	8.5	0.010	0.93
	B-WR-4-99	2012/1/18	9.7	9.5	50	53	11.4	21.1	101	1.1	5.4	<0.1	0.3	0.19	7.5	<0.003	0.19
No.5 102.6mbgl	B-WR-5-80	2011/4/14	9.3	9.4	54	61	15.4	17.8	120	3.5	8.1	<0.1	<0.1	1.6	12	0.076	3.3
	B-WR-5-81	2011/7/21	9.1	9.1	61	62	27.1	21.1	116	12	8.5	0.1	<0.1	6.6	26	0.41	23
	B-WR-5-82	2011/10/19	9.5	9.4	61	63	20.2	22.8	122	4.7	6.9	<0.1	<0.1	1.8	14	0.093	4.4
	B-WR-5-83	2012/1/18	9.8	9.5	56	60	12.4	20.9	114	2.7	7.3	<0.1	<0.1	3.1	13	0.17	6.5
No.6 131.2mbgl	B-WR-6-75	2011/4/14	8.9	9.3	38	44	15.9	17.1	88	0.5	4.5	<0.1	<0.1	0.08	6.2	0.003	0.16
	B-WR-6-76	2011/7/21	9.1	9.2	42	44	27.2	21.7	85	0.7	4.5	<0.1	<0.1	0.05	6.0	<0.003	0.027
	B-WR-6-77	2011/10/26	9.4	9.2	41	44	18.4	22.9	85	0.5	4.4	<0.1	<0.1	0.05	6.0	<0.003	0.018
	B-WR-6-78	2012/1/18	9.5	9.2	41	44	13.1	21.5	85	0.5	4.8	<0.1	0.1	0.09	6.0	0.017	0.28
No.7 165.0mbgl	B-WR-7-65	2011/4/14	8.7	8.6	48	55	17.0	17.7	97	0.6	14	<0.1	<0.1	0.05	7.0	0.019	0.41
	B-WR-7-66	2011/7/21	8.9	8.9	53	55	26.8	22.3	94	0.7	13	<0.1	0.1	0.02	6.8	0.005	0.059
	B-WR-7-67	2011/10/19	9.0	8.9	53	55	20.8	22.9	93	0.6	13	<0.1	0.1	0.05	6.9	0.015	0.46
	B-WR-7-68	2012/1/18	9.2	8.8	52	55	13.8	21.9	94	0.6	13	<0.1	0.1	0.05	6.7	0.017	0.25

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.3 68.5mbgl	B-WR-3-106	0.4	6.5	<0.1	<0.1	4.2	0.17	114	<0.5	2.28	29	28	2.1	<0.001	0.011	0.005	
	B-WR-3-107	0.4	9.1	<0.1	<0.1	4.0	<0.05	115	<0.5	2.44	30	29	2.3	<0.001	0.015	0.006	
	B-WR-3-108	0.4	11	<0.1	<0.1	2.8	<0.05	113	<0.5	2.33	148	71	72	<0.001	0.012	0.005	
	B-WR-3-109	0.4	4.1	<0.1	<0.1	3.4	<0.05	99	<0.5	2.28	28	28	1.7	<0.001	0.008	0.003	
No.4 94.0mbgl	B-WR-4-97	5.4	43	<0.1	<0.1	2.0	<0.05	82	<0.5	1.43	17	16	1.5	<0.001	0.009	0.004	
	B-WR-4-98	6.0	49	<0.1	<0.1	1.5	<0.05	83	<0.5	1.24	15	14	1.7	<0.001	0.009	0.004	
	B-WR-4-99	6.2	54	0.1	<0.1	0.67	<0.05	76	<0.5	1.09	12	11	1.1	<0.001	0.008	0.004	
No.5 102.6mbgl	B-WR-5-80	5.7	54	0.1	<0.1	4.3	<0.05	104	<0.5	1.43	16	15	1.4	<0.001	0.009	0.004	
	B-WR-5-81	4.7	48	0.1	<0.1	4.9	<0.05	90	<0.5	2.29	28	27	1.7	<0.001	0.012	0.005	
	B-WR-5-82	5.9	63	0.1	<0.1	3.9	<0.05	94	<0.5	1.67	28	20	5.2	<0.001	0.011	0.005	
	B-WR-5-83	5.3	55	0.1	<0.1	2.8	<0.05	94	<0.5	1.39	16	14	1.6	<0.001	0.009	0.004	
No.6 131.2mbgl	B-WR-6-75	13	73	0.2	<0.1	0.71	0.09	4.2	<0.5	1.06	12	12	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-6-76	13	72	0.2	<0.1	0.50	<0.05	4.0	<0.5	1.10	13	13	1.1	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-6-77	13	70	0.2	<0.1	0.38	<0.05	4.1	<0.5	1.09	13	13	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-6-78	12	71	0.1	<0.1	0.34	<0.05	4.1	<0.5	1.10	13	12	1.3	<0.001	0.005	0.002	
No.7 165.0mbgl	B-WR-7-65	12	119	0.2	<0.1	0.60	0.08	5.9	<0.5	0.69	8.9	8.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-7-66	11	119	0.2	<0.1	0.11	<0.05	5.6	<0.5	0.74	9.0	8.4	0.8	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-7-67	11	116	0.2	<0.1	0.12	<0.05	5.8	<0.5	0.72	9.1	8.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-7-68	11	118	0.2	<0.1	0.11	<0.05	5.7	<0.5	0.69	9.2	8.2	1.3	<0.001	0.002	0.001	

付表 B-2(2) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.8 191.0mbgl	B-WR-8-46	2011/4/14	8.3	7.8	57	63	16.1	19.0	107	1.2	19	<0.1	0.2	0.33	7.6	0.089	1.4
	B-WR-8-47	2011/7/21	8.5	8.4	61	63	27.1	21.1	104	1.7	17	<0.1	<0.1	1.5	9.1	0.18	2.9
	B-WR-8-48	2011/10/19	8.7	8.4	61	64	20.4	22.7	104	1.3	17	<0.1	<0.1	0.21	7.2	0.037	0.66
	B-WR-8-49	2012/1/18	9.0	8.4	59	64	12.8	21.9	105	1.1	18	<0.1	<0.1	0.12	6.8	0.065	0.27
No.9 200.0mbgl	B-WR-9-46	2011/4/14	9.2	9.2	57	61	16.3	18.8	108	1.8	13	<0.1	0.1	0.12	7.5	<0.003	0.12
	B-WR-9-47	2011/7/21	9.3	9.4	63	65	27.2	20.3	110	2.8	16	<0.1	0.1	0.15	7.5	<0.003	0.014
	B-WR-9-48	2011/10/26	9.5	9.4	65	65	18.4	23.0	109	2.1	17	<0.1	0.1	0.14	7.4	<0.003	0.012
	B-WR-9-49	2012/1/18	9.8	9.4	61	65	12.5	21.7	108	1.8	17	<0.1	0.1	0.14	7.1	<0.003	0.007
No.10 231.2mbgl	B-WR-10-44	2011/4/14	8.9	9.0	59	64	17.2	17.5	112	1.8	17	<0.1	0.1	0.59	9.8	0.011	0.44
	B-WR-10-45	2011/7/21	9.1	9.2	64	66	27.1	21.1	110	2.5	17	<0.1	<0.1	0.30	9.0	0.003	0.20
	B-WR-10-46	2011/10/19	9.2	9.2	65	69	21.2	22.5	112	2.5	17	<0.1	<0.1	0.27	8.9	<0.003	0.22
	B-WR-10-47	2012/1/18	9.6	9.2	66	68	11.8	21.9	113	2.2	18	<0.1	<0.1	0.22	8.4	<0.003	0.021
No.11 265.0mbgl	B-WR-11-46	2011/4/14	9.1	9.2	63	68	17.8	17.5	122	5.3	14	<0.1	<0.1	0.22	9.3	<0.003	0.15
	B-WR-11-47	2011/7/21	10.0	10.2	74	78	27.2	22.1	139	12	5.9	<0.1	0.2	0.38	11	0.004	0.080
	B-WR-11-48	2011/10/19	10.1	10.2	79	81	21.3	22.6	139	11	8.2	<0.1	0.5	0.56	9.8	0.024	0.52
	B-WR-11-49	2012/1/18	11.6	11.0	92	91	12.2	22.4	133	7.4	24	<0.1	0.2	1.1	8.2	<0.003	0.078
No.12 293.9mbgl	B-WR-12-47	2011/4/14	9.1	9.0	70	76	18.7	17.5	127	3.0	21	0.3	0.1	0.08	7.1	0.015	0.020
	B-WR-12-48	2011/7/21	9.0	8.9	79	82	27.0	25.0	128	3.8	26	0.4	0.1	0.06	7.5	0.010	0.020
	B-WR-12-49	2011/10/19	8.6	9.1	79	84	21.4	21.2	130	3.5	26	0.3	0.2	0.08	6.9	0.010	0.077
	B-WR-12-50	2012/1/18	9.5	9.0	79	84	12.2	25.2	131	2.8	26	0.3	0.1	0.11	6.7	0.067	0.15

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.8 191.0mbgl	B-WR-8-46	9.8	148	0.3	<0.1	0.52	<0.05	7.1	<0.5	0.72	9.4	9.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-8-47	9.4	147	0.3	<0.1	0.49	<0.05	6.9	<0.5	0.72	10	8.8	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-8-48	9.5	147	0.3	<0.1	0.28	<0.05	6.7	<0.5	0.66	9.1	8.2	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-8-49	9.3	148	0.3	<0.1	0.26	<0.05	6.6	<0.5	0.68	8.5	7.9	1.2	<0.001	0.001	<0.001	
No.9 200.0mbgl	B-WR-9-46	9.3	142	0.3	<0.1	0.42	<0.05	8.3	<0.5	0.65	7.9	7.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-9-47	9.0	146	0.3	<0.1	0.83	<0.05	8.9	<0.5	0.91	11	9.9	0.8	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-9-48	9.0	151	0.3	<0.1	0.35	<0.05	7.6	<0.5	0.78	9.1	8.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-9-49	8.9	149	0.3	<0.1	0.31	<0.05	7.3	<0.5	0.80	9.1	8.3	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
No.10 231.2mbgl	B-WR-10-44	9.2	152	0.3	<0.1	0.59	<0.05	9.0	<0.5	0.69	8.3	8.2	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-10-45	8.7	157	0.3	<0.1	0.77	<0.05	8.1	<0.5	0.71	8.8	8.1	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-10-46	8.6	162	0.3	<0.1	0.61	<0.05	7.8	<0.5	0.68	8.2	7.7	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-10-47	8.6	161	0.3	<0.1	0.48	<0.05	7.8	<0.5	0.72	8.5	7.8	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
No.11 265.0mbgl	B-WR-11-46	8.9	158	0.3	<0.1	1.1	<0.05	8.6	<0.5	0.91	11	11	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-11-47	7.5	171	0.4	<0.1	1.6	0.13	6.9	<0.5	1.39	13	12	1.2	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-11-48	7.6	187	0.4	<0.1	0.67	<0.05	6.7	<0.5	1.05	17	13	2.3	<0.001	0.004	0.002	
	B-WR-11-49	7.3	186	0.3	<0.1	0.21	0.09	6.7	<0.5	1.66	8.1	7.0	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
No.12 293.9mbgl	B-WR-12-47	8.4	195	0.4	<0.1	0.55	<0.05	6.8	<0.5	0.58	7.1	7.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-12-48	8.0	206	0.4	<0.1	0.35	<0.05	6.2	<0.5	0.78	9.9	8.9	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-12-49	8.0	213	0.4	<0.1	0.18	<0.05	6.0	<0.5	0.65	7.8	7.3	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-12-50	8.0	213	0.4	<0.1	0.26	<0.05	6.2	<0.5	0.62	7.8	7.2	0.5	<0.001	0.001	<0.001	

付表 B-2(3) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.13 302.6mbgl	B-WR-13-35	2011/4/14	8.6	8.5	73	81	19.9	18.9	128	1.5	30	0.2	0.2	0.20	7.3	0.11	0.53
	B-WR-13-36	2011/7/21	8.6	8.6	82	84	27.0	25.0	128	1.4	31	0.2	0.2	0.06	7.1	0.006	0.033
	B-WR-13-37	2011/10/19	8.8	8.8	81	86	21.7	21.4	130	1.3	32	0.2	0.2	0.11	6.9	0.017	0.22
	B-WR-13-38	2012/1/18	9.2	8.7	79	84	12.5	25.5	128	1.2	31	0.2	0.2	0.11	6.6	0.005	0.090
No.14 331.2mbgl	B-WR-14-39	2011/4/14	10.2	9.6	87	95	19.2	20.8	170	20	7.5	0.1	<0.1	0.32	8.4	0.009	0.55
	B-WR-14-40	2011/5/18	9.7	9.6	85	92	22.0	19.6	165	21	6.8	0.1	<0.1	0.22	8.3	0.004	0.14
	B-WR-14-41	2011/6/29	9.7	9.7	76	91	27.5	21.1	152	20	7.7	<0.1	<0.1	0.23	8.1	<0.003	0.031
	B-WR-14-42	2011/7/21	9.8	9.9	89	91	27.2	24.9	152	21	9.7	<0.1	0.1	0.45	8.6	0.018	0.78
	B-WR-14-43	2012/1/18	11.1	10.6	102	100	12.5	25.6	165	14	25	<0.1	0.1	0.33	7.2	<0.003	0.19
No.15 365.0mbgl	B-WR-15-38	2011/4/14	9.1	8.8	83	92	18.9	19.2	147	4.9	30	0.3	<0.1	0.14	7.1	<0.003	0.098
	B-WR-15-39	2011/5/18	8.7	8.2	84	96	21.7	19.3	154	7.0	31	0.4	<0.1	0.24	7.6	0.013	0.50
	B-WR-15-40	2011/6/29	8.6	8.6	80	97	27.6	20.2	146	7.0	32	0.3	<0.1	0.14	7.4	0.005	0.14
	B-WR-15-41	2011/7/21	8.6	8.6	93	96	26.9	24.9	147	7.5	32	0.3	<0.1	0.15	7.6	0.007	0.44
	B-WR-15-42	2011/8/25	8.6	8.4	92	97	25.2	25.7	150	12	29	0.2	<0.1	0.18	7.7	0.008	0.20
	B-WR-15-43	2011/10/19	8.6	8.6	95	99	22.0	21.3	151	10	30	0.3	<0.1	0.32	7.8	0.015	0.49
	B-WR-15-44	2012/1/18	9.0	8.5	94	99	12.7	25.6	151	4.9	35	0.3	<0.1	0.14	6.7	<0.003	0.10
No.16 393.9mbgl	B-WR-16-36	2011/4/14	9.1	8.7	90	98	19.6	20.0	150	3.9	39	0.3	0.1	0.10	7.1	<0.003	0.097
	B-WR-16-37	2011/5/18	9.1	8.8	92	100	21.9	20.4	153	4.2	42	0.3	0.1	0.12	7.3	0.008	0.21
	B-WR-16-38	2011/6/29	9.1	9.0	87	100	27.5	20.2	147	4.1	41	0.2	<0.1	0.14	7.2	0.007	0.22
	B-WR-16-39	2011/7/21	9.0	8.9	99	100	27.4	24.8	148	4.4	42	0.2	<0.1	0.25	7.6	0.026	0.78
	B-WR-16-40	2011/8/25	9.0	8.9	94	100	25.4	25.7	149	4.4	43	0.2	<0.1	0.25	7.6	0.031	0.65
	B-WR-16-41	2011/9/21	9.1	9.0	95	100	24.0	23.2	151	4.9	43	0.2	<0.1	0.11	6.8	<0.003	0.11
	B-WR-16-42	2011/10/19	9.0	9.0	100	100	21.7	21.4	151	4.1	43	0.2	<0.1	0.15	7.0	0.005	0.20
	B-WR-16-43	2012/1/18	9.3	8.8	99	110	12.5	25.6	153	3.7	45	0.2	<0.1	0.13	6.7	0.005	0.15

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.13 302.6mbgl	B-WR-13-35	8.4	208	0.4	<0.1	0.20	<0.05	6.2	<0.5	0.63	8.0	7.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-13-36	8.2	218	0.4	<0.1	0.20	<0.05	6.0	<0.5	0.59	7.7	6.9	0.6	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-13-37	8.1	222	0.4	<0.1	0.12	<0.05	5.7	<0.5	0.56	7.0	6.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-13-38	8.1	216	0.4	<0.1	0.10	<0.05	5.9	<0.5	0.58	7.4	6.7	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
No.14 331.2mbgl	B-WR-14-39	7.6	243	0.5	<0.1	2.8	0.08	7.2	<0.5	0.74	7.7	6.9	0.8	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-14-40	7.2	235	0.4	<0.1	2.6	<0.05	7.7	<0.5	0.74	7.3	6.9	0.6	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-14-41	6.8	234	0.4	<0.1	3.0	<0.05	6.8	<0.5	0.68	8.6	7.9	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-14-42	6.6	230	0.4	<0.1	1.9	<0.05	9.4	<0.5	0.75	8.5	7.0	1.0	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-14-43	7.0	260	0.5	<0.1	1.0	<0.05	6.0	<0.5	0.98	10	8.5	1.4	<0.001	0.002	<0.001	
No.15 365.0mbgl	B-WR-15-38	7.4	246	0.5	<0.1	1.0	<0.05	5.9	<0.5	0.72	6.1	5.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-15-39	7.3	254	0.5	<0.1	1.2	<0.05	6.1	<0.5	0.65	7.9	7.8	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-15-40	7.3	256	0.5	<0.1	1.3	<0.05	6.3	<0.5	0.70	8.9	8.4	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-15-41	7.0	254	0.5	<0.1	1.1	<0.05	6.2	<0.5	0.70	9.1	8.2	0.9	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-15-42	6.7	248	0.4	<0.1	1.3	<0.05	6.0	<0.5	0.86	10	9.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-15-43	6.9	257	0.5	<0.1	1.1	<0.05	6.1	<0.5	0.72	8.9	8.5	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-15-44	7.1	265	0.5	<0.1	0.87	<0.05	6.0	<0.5	0.55	6.9	6.1	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
No.16 393.9mbgl	B-WR-16-36	7.4	266	0.5	<0.1	1.1	<0.05	5.5	<0.5	0.51	6.3	6.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-16-37	7.3	273	0.5	<0.1	0.88	<0.05	5.4	<0.5	0.57	6.9	6.7	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-16-38	7.3	278	0.5	<0.1	0.93	<0.05	5.4	<0.5	0.56	7.1	6.7	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-16-39	7.0	275	0.5	<0.1	0.92	<0.05	5.3	<0.5	0.64	8.2	7.1	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-16-40	6.8	274	0.5	<0.1	0.85	<0.05	5.1	<0.5	0.64	7.7	7.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-16-41	7.0	277	0.5	<0.1	0.59	<0.05	5.1	<0.5	0.64	7.6	7.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-16-42	7.0	281	0.5	<0.1	0.74	<0.05	5.2	<0.5	0.59	6.9	6.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-16-43	7.1	282	0.5	<0.1	0.73	<0.05	5.3	<0.5	0.63	7.8	7.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	

付表 B-2(4) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.17 402.6mbgl	B-WR-17-31	2011/4/14	9.1	8.9	95	100	17.7	19.4	154	1.7	48	0.3	0.2	0.14	6.9	0.014	0.19
	B-WR-17-32	2011/5/18	9.2	9.0	93	110	23.3	19.1	158	2.0	50	0.3	0.2	0.11	6.8	<0.003	0.037
	B-WR-17-33	2011/6/29	9.0	8.8	86	100	27.7	21.1	148	3.4	41	0.3	0.1	2.9	14	0.21	10
	B-WR-17-34	2011/7/21	9.0	9.0	103	110	27.3	25.0	153	2.0	48	0.3	0.2	0.15	7.1	0.060	0.26
	B-WR-17-35	2011/8/25	9.0	8.9	103	110	25.4	25.7	154	1.9	49	0.3	0.2	0.33	7.4	0.092	1.1
	B-WR-17-36	2011/9/21	9.0	8.9	105	110	24.0	23.4	156	2.0	49	0.3	0.2	0.16	6.7	0.025	0.33
	B-WR-17-37	2011/10/19	9.0	9.0	106	110	22.1	21.5	156	2.0	49	0.3	0.2	0.18	6.8	0.013	0.31
	B-WR-17-38	2011/11/10	9.1	8.9	107	110	21.5	20.6	156	2.0	50	0.3	0.2	0.23	6.5	0.052	0.48
	B-WR-17-39	2011/12/14	9.2	8.8	106	110	15.1	19.7	155	1.7	50	0.3	0.1	0.53	7.3	0.41	2.8
	B-WR-17-40	2012/1/18	9.2	8.6	104	110	12.3	25.0	155	1.7	50	0.3	0.2	0.54	7.3	0.54	2.3
	B-WR-17-41	2012/2/15	9.1	9.0	104	110	13.2	20.2	152	2.4	46	0.3	0.1	0.15	6.0	0.006	0.20
	B-WR-17-42	2012/3/6	9.1	9.0	106	110	14.8	21.7	153	1.8	49	0.3	0.2	0.12	6.6	<0.003	0.041
No.18 431.2mbgl	B-WR-18-31	2011/4/14	8.7	8.3	129	140	18.0	19.3	188	1.4	86	0.4	0.3	0.70	8.2	0.061	1.8
	B-WR-18-32	2011/5/18	8.8	8.6	125	140	23.2	19.9	186	1.3	84	0.3	0.3	0.06	7.0	0.014	0.043
	B-WR-18-33	2011/6/29	8.7	8.7	114	140	27.6	20.8	177	1.3	78	0.3	0.2	0.07	6.9	0.012	0.088
	B-WR-18-34	2011/7/21	8.6	8.7	134	140	27.4	24.9	179	1.2	80	0.3	0.2	0.05	7.0	0.007	0.021
	B-WR-18-35	2011/8/25	8.7	8.6	129	140	25.4	25.7	181	1.3	81	0.3	0.2	0.04	7.0	0.005	0.009
	B-WR-18-36	2011/9/21	8.8	8.7	128	140	23.1	23.6	182	1.3	82	0.3	0.2	0.04	6.6	0.008	0.015
	B-WR-18-37	2011/10/19	8.7	8.7	135	140	22.1	21.6	183	1.3	82	0.3	0.2	0.07	6.8	0.035	0.15
	B-WR-18-38	2011/11/10	8.9	8.6	137	150	21.6	20.6	183	1.3	84	0.3	0.2	0.07	6.4	0.012	0.11
	B-WR-18-39	2011/12/14	8.9	8.6	136	140	14.8	19.4	184	1.2	85	0.3	0.2	0.05	6.3	0.009	0.017
	B-WR-18-40	2012/1/18	9.0	8.3	136	140	12.2	25.1	182	1.2	84	0.3	0.2	0.21	6.8	0.45	0.77
	B-WR-18-41	2012/2/15	8.7	8.6	136	140	14.1	20.1	179	1.2	81	0.3	0.2	0.07	6.5	0.005	0.048
	B-WR-18-42	2012/3/6	8.8	8.5	136	140	14.8	21.1	180	1.2	82	0.3	0.2	0.06	6.8	0.006	0.040

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.17 402.6mbgl	B-WR-17-31	7.3	288	0.5	<0.1	0.34	<0.05	5.7	<0.5	0.44	5.5	5.2	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-32	7.2	296	0.5	<0.1	0.51	<0.05	5.7	<0.5	0.46	5.7	5.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-33	7.6	278	0.5	<0.1	0.79	<0.05	8.2	<0.5	0.58	7.8	7.1	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
	B-WR-17-34	7.0	298	0.6	<0.1	0.32	<0.05	5.7	<0.5	0.44	5.5	4.9	0.7	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-35	6.7	300	0.5	<0.1	0.29	<0.05	5.4	<0.5	0.44	5.0	4.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-36	7.0	301	0.6	<0.1	0.29	<0.05	5.3	<0.5	0.41	5.2	4.6	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-37	6.9	305	0.6	<0.1	0.29	<0.05	5.4	<0.5	0.40	5.1	4.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-38	6.8	303	0.6	<0.1	0.33	<0.05	5.3	<0.5	0.42	6.9	6.2	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-39	6.9	306	0.5	<0.1	0.24	<0.05	5.1	<0.5	0.44	6.1	5.5	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-40	7.0	300	0.5	<0.1	0.28	<0.05	5.7	<0.5	0.45	6.2	5.0	0.8	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-41	7.0	296	0.5	<0.1	0.32	<0.05	5.5	<0.5	0.47	6.0	5.2	0.6	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-17-42	6.9	297	0.5	<0.1	0.28	<0.05	5.5	<0.5	0.45	5.3	4.7	0.6	<0.001	0.001	<0.001	
No.18 431.2mbgl	B-WR-18-31	6.3	408	0.7	0.1	0.19	<0.05	4.0	<0.5	0.40	5.3	4.8	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-18-32	6.3	402	0.7	0.1	0.39	<0.05	4.2	<0.5	0.36	4.5	4.4	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-33	6.4	401	0.7	0.1	0.14	<0.05	4.2	<0.5	0.37	4.8	4.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-34	6.1	399	0.7	0.1	0.18	<0.05	4.2	<0.5	0.39	4.8	4.3	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-18-35	5.9	401	0.7	0.1	0.14	<0.05	4.0	<0.5	0.39	4.4	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-36	6.2	404	0.8	0.1	0.14	<0.05	4.0	<0.5	0.37	4.3	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-37	6.1	411	0.8	0.1	0.14	<0.05	4.1	<0.5	0.36	4.2	3.9	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-38	6.0	407	0.7	0.1	0.14	<0.05	4.1	<0.5	0.36	4.5	4.0	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-39	6.0	414	0.7	0.1	0.13	<0.05	4.0	<0.5	0.35	5.0	4.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-40	6.1	402	0.7	<0.1	0.16	<0.05	4.3	<0.5	0.37	5.2	4.3	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-41	6.2	405	0.7	0.1	0.14	<0.05	4.2	<0.5	0.36	4.7	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-18-42	6.1	402	0.7	0.1	0.13	<0.05	4.3	<0.5	0.37	4.4	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	

付表 B-2(5) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.19 465.0mbgl	B-WR-19-1	2011/4/8	9.5	9.3	146	160	18.1	19.7	205	2.2	99	0.3	0.3	0.19	7.1	0.007	0.14
	B-WR-19-2	2011/4/14	9.7	9.2	139	160	17.7	19.5	205	2.0	99	0.3	0.5	0.24	7.2	0.008	0.17
	B-WR-19-3	2011/4/20	9.5	9.2	140	160	17.1	20.2	204	2.0	98	0.3	0.3	0.14	7.1	<0.003	0.047
	B-WR-19-4	2011/4/27	9.4	9.2	137	160	16.1	19.7	204	2.0	98	0.3	0.3	0.36	7.6	0.015	0.38
	B-WR-19-5	2011/5/11	9.4	9.1	132	160	17.1	20.8	202	2.3	97	0.3	0.5	0.15	7.1	0.004	0.073
	B-WR-19-6	2011/5/18	9.4	9.0	129	150	23.4	18.2	200	2.1	94	0.3	0.8	0.24	7.2	0.052	0.33
	B-WR-19-7	2011/5/25	9.5	9.1	136	150	20.2	17.2	200	2.2	94	0.3	0.5	0.12	7.0	<0.003	0.042
	B-WR-19-8	2011/6/2	9.2	9.0	139	150	17.9	17.0	200	2.1	95	0.3	0.2	0.31	7.4	0.054	0.39
	B-WR-19-9	2011/6/6	9.4	9.0	136	150	23.2	17.0	198	2.3	93	0.3	0.2	0.10	7.0	<0.003	0.018
	B-WR-19-10	2011/6/24	9.0	9.0	125	150	27.0	18.6	199	2.2	95	0.3	0.2	0.10	7.0	0.005	0.037
	B-WR-19-11	2011/6/29	9.0	9.1	128	150	27.8	19.7	191	2.1	92	0.3	0.2	0.11	7.0	0.004	0.033
	B-WR-19-12	2011/7/6	9.2	9.2	130	150	25.9	20.1	190	1.9	92	0.3	0.2	0.18	7.1	0.013	0.31
	B-WR-19-13	2011/7/13	9.1	9.0	145	160	26.2	23.4	191	6.6	92	0.3	0.2	0.11	7.1	0.005	0.048
	B-WR-19-14	2011/7/21	8.9	9.1	144	150	27.5	24.9	191	2.0	93	0.3	0.2	0.10	7.1	<0.003	0.038
	B-WR-19-15	2011/7/28	9.0	9.1	147	150	27.9	22.9	193	2.0	93	0.3	0.2	0.09	7.1	<0.003	0.017
	B-WR-19-16	2011/8/3	9.1	8.9	150	150	28.1	24.5	192	2.0	94	0.3	0.2	0.11	7.1	0.014	0.093
	B-WR-19-17	2011/8/10	8.9	8.9	147	150	29.0	25.2	192	1.9	94	0.3	0.2	0.09	6.9	<0.003	0.007
	B-WR-19-18	2011/8/25	9.0	9.0	143	160	25.2	25.8	193	2.0	94	0.2	0.2	0.09	7.1	<0.003	0.013
	B-WR-19-19	2011/8/31	9.0	9.0	145	160	26.1	24.9	194	4.3	95	0.3	0.2	0.09	6.9	<0.003	0.022
	B-WR-19-20	2011/9/7	8.8	8.8	101	160	23.4	24.2	195	4.2	96	0.3	0.2	0.09	6.8	0.007	0.024

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.19 465.0mbgl	B-WR-19-1	5.4	461	0.8	0.1	0.24	0.09	4.4	<0.5	0.30	2.3	1.8	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-2	5.6	462	0.9	0.1	0.32	0.06	4.3	<0.5	0.30	4.1	2.5	1.9	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-3	5.5	459	0.8	0.1	0.22	<0.05	4.4	<0.5	0.26	2.2	1.8	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-4	5.5	460	0.9	0.1	0.22	<0.05	4.3	<0.5	0.26	2.6	2.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-5	5.6	452	0.8	0.1	0.34	0.12	4.5	<0.5	0.34	3.6	3.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-6	5.7	446	0.8	0.1	1.0	0.24	4.7	<0.5	0.31	3.6	3.2	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-7	5.7	446	0.9	0.1	0.77	0.15	4.6	<0.5	0.29	3.3	3.3	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-8	5.7	447	0.8	0.1	0.51	<0.05	4.8	<0.5	0.34	4.2	4.0	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-9	5.7	443	0.8	0.1	0.32	<0.05	4.6	<0.5	0.30	3.5	3.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-10	5.7	445	0.9	0.1	0.28	<0.05	4.6	<0.5	0.33	4.1	4.0	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-11	5.7	445	0.8	0.1	0.31	<0.05	4.7	<0.5	0.38	4.7	4.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-12	5.7	447	0.8	0.1	0.29	<0.05	4.6	<0.5	0.36	4.2	3.6	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-13	5.7	453	0.8	0.1	0.29	<0.05	4.6	<0.5	0.37	4.5	4.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-14	5.5	441	0.9	0.1	0.35	<0.05	4.5	<0.5	0.38	4.7	4.1	0.7	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-15	5.4	443	0.8	0.1	0.31	<0.05	4.4	<0.5	0.36	4.7	4.1	0.7	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-16	5.4	445	0.8	0.1	0.30	<0.05	4.4	<0.5	0.37	4.6	3.8	0.8	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-17	5.5	445	0.8	0.1	0.30	<0.05	4.3	<0.5	0.35	4.5	3.8	0.7	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-18	5.2	446	0.8	0.1	0.31	<0.05	4.3	<0.5	0.37	4.2	3.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
	B-WR-19-19	5.3	446	0.8	0.1	0.30	<0.05	4.2	<0.5	0.37	4.5	4.4	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-20	5.3	447	0.8	0.1	0.28	<0.05	4.2	<0.5	0.78	4.2	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	0.001	

付表 B-2(6) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.19 465.0mbgl	B-WR-19-21	2011/9/13	9.0	8.9	110	160	26.8	24.1	195	4.1	96	0.2	0.2	0.08	6.6	<0.003	0.037
	B-WR-19-22	2011/9/21	9.0	9.0	113	160	23.1	23.8	195	2.0	96	0.3	0.2	0.08	6.7	<0.003	0.024
	B-WR-19-23	2011/9/28	9.1	8.9	111	160	22.1	24.8	197	2.3	98	0.3	0.2	0.08	6.4	<0.003	0.024
	B-WR-19-24	2011/10/5	9.1	9.0	112	160	20.4	24.0	197	1.9	98	0.3	0.2	0.07	6.3	<0.003	0.007
	B-WR-19-25	2011/10/13	9.2	9.0	121	160	21.9	22.7	193	1.9	97	0.3	0.2	0.12	6.7	<0.003	0.014
	B-WR-19-26	2011/10/19	9.1	9.1	139	160	21.6	21.0	197	1.9	97	0.3	0.2	0.09	6.7	0.003	0.039
	B-WR-19-27	2011/11/10	9.3	9.1	149	160	21.8	21.1	199	2.0	101	0.3	0.2	0.12	6.5	0.011	0.12
	B-WR-19-28	2011/12/14	9.4	9.0	152	160	14.5	19.6	199	1.8	102	0.3	0.2	0.44	7.2	0.13	1.3
	B-WR-19-29	2012/1/18	9.3	8.8	151	160	11.8	25.2	197	1.7	98	0.2	0.2	0.53	7.8	0.34	3.2
	B-WR-19-30	2012/2/15	9.1	9.1	142	160	13.3	20.1	192	1.7	96	0.2	0.2	0.09	6.6	0.010	0.050
	B-WR-19-31	2012/3/6	9.3	9.0	152	160	14.6	21.7	194	1.7	98	0.2	0.2	0.08	6.8	<0.003	0.010
No.20 493.0mbgl	B-WR-20-1	2011/5/18	11.3	11.4	177	190	23.4	18.5	247	30	62	0.1	4.1	4.6	7.4	0.046	1.8
	B-WR-20-2	2011/5/25	11.4	11.5	181	200	20.7	17.9	242	29	69	<0.1	2.2	1.6	6.1	0.012	0.30
	B-WR-20-3	2011/6/2	11.4	11.4	178	190	17.9	17.5	247	29	73	0.1	0.6	1.4	7.0	0.007	0.30
	B-WR-20-4	2011/6/6	11.3	11.3	175	190	23.2	18.4	261	31	64	0.1	0.5	1.2	6.1	0.005	0.28
	B-WR-20-5	2011/6/24	10.9	11.1	134	160	27.0	18.9	239	41	40	<0.1	0.3	1.0	5.4	0.005	0.17
	B-WR-20-6	2011/6/29	10.9	11.0	137	160	27.9	19.8	225	28	45	0.1	0.3	1.4	6.8	0.018	0.46
	B-WR-20-7	2011/7/6	11.6	12.0	294	300	25.9	21.4	268	49	127	<0.1	1.1	2.3	3.4	0.010	0.43
	B-WR-20-8	2011/7/13	10.9	11.0	162	170	26.8	23.2	227	24	55	0.1	0.3	0.84	5.5	<0.003	0.18
	B-WR-20-9	2011/7/21	10.2	10.3	142	160	28.4	24.7	219	23	60	0.2	0.2	0.58	6.5	0.003	0.21
	B-WR-20-10	2011/7/28	10.3	9.6	145	150	27.9	22.6	207	13	63	0.2	0.2	0.46	7.2	0.006	0.33

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.19 465.0mbgl	B-WR-19-21	5.3	452	0.8	0.1	0.31	<0.05	4.1	<0.5	0.36	4.2	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-22	5.5	450	0.8	0.1	0.29	<0.05	4.2	<0.5	0.35	4.0	3.8	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-23	5.6	458	0.9	0.1	0.31	<0.05	4.3	<0.5	0.35	3.6	3.0	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-24	5.3	455	0.8	0.1	0.28	<0.05	4.1	<0.5	0.36	3.5	3.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-25	5.4	455	0.9	0.1	0.30	<0.05	4.3	<0.5	0.35	4.2	4.0	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-26	5.4	461	0.8	0.2	0.29	<0.05	4.4	<0.5	0.30	3.5	3.2	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-27	5.3	457	0.8	0.2	0.31	<0.05	4.3	<0.5	0.35	4.6	4.1	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-28	5.4	465	0.8	0.1	0.30	<0.05	4.2	<0.5	0.34	4.6	4.2	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-29	5.4	452	0.8	0.1	0.32	<0.05	4.5	<0.5	0.36	5.1	4.4	0.6	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-30	5.6	452	0.8	0.1	0.31	<0.05	4.5	<0.5	0.39	4.5	3.9	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	B-WR-19-31	5.4	449	0.8	0.1	0.30	<0.05	4.5	<0.5	0.38	4.1	3.7	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
No.20 493.0mbgl	B-WR-20-1	4.9	428	0.8	0.1	5.6	11	14	<0.5	2.80	6.8	5.3	1.8	<0.001	0.005	0.003	
	B-WR-20-2	4.0	417	0.7	0.1	10	16	6.1	<0.5	2.87	12	10	1.6	<0.001	0.002	0.002	
	B-WR-20-3	4.4	435	0.8	0.1	3.8	2.5	8.2	<0.5	2.48	12	11	1.2	<0.001	0.005	0.003	
	B-WR-20-4	3.8	452	0.8	0.1	3.5	2.4	5.5	<0.5	2.09	13	12	1.1	<0.001	0.004	0.002	
	B-WR-20-5	3.5	412	0.7	0.1	3.9	0.55	5.1	<0.5	1.44	13	12	1.2	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-6	4.1	406	0.7	0.1	3.8	0.76	6.4	<0.5	1.43	13	11	1.4	<0.001	0.004	0.002	
	B-WR-20-7	2.6	404	0.8	0.1	2.7	0.76	4.6	<0.5	7.58	11	3.0	7.4	<0.001	0.005	0.010	
	B-WR-20-8	3.8	425	0.8	0.1	2.6	0.28	5.0	<0.5	1.31	6.0	4.7	1.3	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-9	4.6	432	0.8	0.1	4.0	0.17	5.3	<0.5	0.78	6.7	5.2	1.3	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-20-10	5.0	416	0.8	0.1	2.5	0.05	8.0	<0.5	0.44	6.0	4.7	1.3	<0.001	0.003	0.001	

付表 B-2(7) 集水リング（換気立坑）における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Al	Si	Mn	Total-Fe
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
No.20 493.0mbgl	B-WR-20-11	2011/8/3	10.2	10.5	143	160	28.1	24.4	207	13	77	0.1	0.1	0.50	6.1	<0.003	0.017
	B-WR-20-12	2011/8/10	10.9	11.2	141	180	29.0	25.2	211	15	88	0.2	0.3	0.61	6.5	0.013	0.69
	B-WR-20-13	2011/8/25	10.8	10.9	157	160	25.0	25.7	221	27	48	<0.1	0.2	0.90	8.2	0.069	1.1
	B-WR-20-14	2011/8/31	10.9	11.0	159	170	26.1	24.7	225	24	54	0.1	0.2	0.78	6.4	0.020	0.90
	B-WR-20-15	2011/9/7	11.0	11.0	160	170	23.5	24.2	222	20	75	0.1	0.2	0.61	5.8	<0.003	0.10
	B-WR-20-16	2011/9/13	10.9	11.0	169	170	26.5	23.4	223	17	83	0.1	0.2	0.58	5.5	<0.003	0.14
	B-WR-20-17	2011/9/21	9.5	9.3	167	150	23.0	23.8	211	14	63	0.2	0.1	0.49	6.3	0.015	1.1
	B-WR-20-18	2011/9/28	10.2	10.0	165	160	22.1	24.6	225	14	73	0.2	0.2	0.45	5.6	0.003	0.27
	B-WR-20-19	2011/10/5	11.1	11.1	168	180	20.4	23.7	231	18	85	0.1	0.2	0.45	5.5	<0.003	0.14
	B-WR-20-20	2011/10/13	11.0	11.0	170	180	21.2	22.7	233	21	59	0.1	0.2	0.68	5.9	<0.003	0.25
	B-WR-20-21	2011/10/19	11.1	11.2	182	190	21.8	21.0	244	20	83	0.1	0.2	0.59	5.8	<0.003	0.088
	B-WR-20-22	2011/10/26	11.2	11.0	177	180	18.8	22.9	234	21	77	0.1	0.3	0.71	7.4	0.046	0.99
	B-WR-20-23	2011/11/2	11.3	11.2	173	190	19.3	21.4	232	16	92	0.1	0.3	0.82	6.9	0.042	1.4
	B-WR-20-24	2011/11/10	11.1	11.0	163	190	21.6	22.0	238	15	90	0.1	0.2	0.59	5.8	0.007	0.53
	B-WR-20-25	2011/12/14	11.3	11.4	168	190	14.6	19.8	225	13	105	0.1	0.2	0.47	5.7	<0.003	0.043
	B-WR-20-26	2012/1/18	11.1	10.6	172	180	11.0	25.2	242	15	85	0.1	0.2	0.42	5.7	0.005	0.38
	B-WR-20-27	2012/2/15	10.9	11.1	172	180	13.0	20.1	222	9.8	96	0.1	0.2	0.32	6.0	0.025	0.11
	B-WR-20-28	2012/3/6	10.2	10.4	154	160	13.7	21.3	211	9.2	84	0.1	0.1	0.29	6.3	<0.003	0.052

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
No.20 493.0mbgl	B-WR-20-11	4.4	428	0.8	0.1	1.4	<0.05	4.3	<0.5	1.02	8.3	6.7	1.5	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-20-12	4.6	430	0.8	0.1	1.6	0.08	4.6	<0.5	2.01	6.5	3.7	2.4	<0.001	0.003	0.003	
	B-WR-20-13	3.9	410	0.7	0.1	3.4	0.21	5.4	<0.5	1.48	10	6.4	2.6	<0.001	0.006	<0.001	
	B-WR-20-14	3.8	421	0.8	0.1	2.3	0.16	4.8	<0.5	1.55	7.0	4.9	1.4	<0.001	0.004	0.002	
	B-WR-20-15	4.2	426	0.8	0.1	1.1	0.08	4.6	<0.5	1.67	12	8.9	1.9	<0.001	0.003	0.003	
	B-WR-20-16	4.1	443	0.8	0.1	1.4	0.09	4.1	<0.5	1.56	7.7	6.5	1.1	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-17	4.8	425	0.8	0.1	1.5	0.07	4.8	<0.5	0.44	7.6	5.6	1.6	<0.001	0.003	0.001	
	B-WR-20-18	4.5	463	0.9	0.1	1.4	0.09	4.4	<0.5	0.55	4.0	2.5	1.2	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-20-19	4.4	456	0.9	0.1	1.5	0.08	4.5	<0.5	1.73	4.7	2.6	1.7	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-20	4.3	456	0.8	0.1	1.8	0.08	4.5	<0.5	1.49	7.9	5.5	1.8	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-21	4.3	486	0.9	0.1	2.1	0.18	4.7	<0.5	1.71	4.0	2.7	1.5	<0.001	0.003	0.002	
	B-WR-20-22	4.3	461	0.9	0.1	1.6	0.15	5.0	<0.5	1.65	8.2	4.8	2.6	<0.001	0.004	0.003	
	B-WR-20-23	4.3	472	0.9	0.1	1.6	0.14	4.5	<0.5	1.69	5.0	3.4	1.4	<0.001	0.002	0.002	
	B-WR-20-24	4.3	485	0.9	0.1	1.8	0.13	4.6	<0.5	1.31	5.1	3.6	1.2	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-20-25	4.0	472	0.8	0.1	1.1	0.06	4.0	<0.5	1.96	9.7	7.0	1.8	<0.001	0.002	0.002	
	B-WR-20-26	4.5	492	0.9	0.1	1.7	0.09	5.0	<0.5	0.97	6.7	5.5	1.0	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-20-27	4.4	479	0.8	0.1	1.3	0.05	4.4	<0.5	1.33	4.4	3.3	1.0	<0.001	0.002	0.001	
	B-WR-20-28	4.5	450	0.8	0.1	2.3	0.07	4.7	<0.5	0.70	4.7	3.7	0.9	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-3(1) 壁面湧水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	mS/m	℃	℃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
深度300m研究アクセス坑道 東側壁面 坑道起点より79.7m（300.2mbgl）	A-SP-198(20)	2011/6/29	8.6	8.7	89	91	24.0	22.7	133	0.7	38	<0.1	0.2	1.4	0.02	7.0	0.004	0.013	<0.2
	A-SP-198(21)	2011/8/23	8.4	8.8	87	92	24.2	24.7	134	0.7	38	<0.1	0.2	1.4	0.01	7.0	<0.003	<0.005	<0.2
	A-SP-198(22)	2011/10/13	8.5	8.8	96	93	23.8	21.0	134	0.7	38	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.5	0.004	<0.005	<0.2
	A-SP-198(23)	2011/12/14	8.6	8.8	95	93	23.6	23.0	135	0.7	37	<0.1	0.2	1.3	0.02	6.6	0.004	<0.005	<0.2
	A-SP-198(24)	2012/2/20	8.5	8.7	100	94	23.1	25.6	134	0.7	38	<0.1	0.2	1.3	0.05	6.7	0.004	0.018	<0.2
深度300m研究アクセス坑道 東側壁面 坑道起点より44.8m（300.2mbgl）	A-SP-199(20)	2011/6/29	8.2	8.5	96	92	23.5	22.6	134	0.6	39	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.8	0.006	0.041	<0.2
	A-SP-199(21)	2011/8/23	8.3	8.6	85	93	23.6	25.0	134	0.7	39	<0.1	0.2	1.4	<0.01	6.8	<0.003	0.007	<0.2
	A-SP-199(22)	2011/10/13	8.2	8.7	96	93	23.2	20.7	135	0.7	39	<0.1	0.2	1.4	0.02	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
	A-SP-199(23)	2011/12/14	8.3	8.7	94	94	23.0	22.4	136	0.7	39	<0.1	0.2	1.3	0.01	6.4	0.004	<0.005	<0.2
	A-SP-199(24)	2012/2/20	8.3	8.5	100	95	22.4	25.5	135	0.6	39	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.5	0.004	<0.005	<0.2
主立坑南西側壁面 (486.1mbgl)	A-SP-201	2011/4/15	−	8.9	−	84	−	23.0	128	1.2	30	<0.1	0.4	1.7	3.2	12.0	0.230	12.000	<0.2
換気立坑西側壁面 (493.8mbgl)	B-SP-36	2011/3/29	8.4	8.1	135	140	15.5	22.8	182	1.0	69	0.4	0.3	1.9	<0.01	7.1	0.012	0.007	<0.2
深度500m研究アクセス南坑道 切羽 換気立坑中心より8.65m（498.67mbgl）	B-SP-37	2011/5/20	8.1	7.3	162	190	17.2	23.6	232	1.6	134	0.3	0.4	1.9	0.40	7.4	0.046	0.86	<0.2

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
深度300m研究アクセス坑道 東側壁面 坑道起点より79.7m（300.2mbgl）	A-SP-198(20)	8.8	254	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.8	<0.1	<0.5	0.41	5.0	4.7	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-198(21)	8.6	251	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.42	4.8	4.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-SP-198(22)	8.3	250	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.40	5.2	4.8	0.6	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-198(23)	8.3	251	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.39	5.0	4.6	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-198(24)	8.5	256	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.8	<0.1	<0.5	0.39	5.0	4.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
深度300m研究アクセス坑道 東側壁面 坑道起点より44.8m（300.2mbgl）	A-SP-199(20)	8.9	256	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.42	5.2	5.0	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-199(21)	8.7	253	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.5	<0.1	<0.5	0.42	5.0	4.8	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
	A-SP-199(22)	8.4	252	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.4	<0.1	<0.5	0.42	5.4	4.9	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-199(23)	8.3	254	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.42	5.2	4.9	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
	A-SP-199(24)	8.5	258	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	<0.1	<0.5	0.41	5.2	4.6	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
主立坑南西側壁面 (486.1mbgl)	A-SP-201	7.8	226	0.5	<0.1	<0.05	<0.05	1.4	<0.1	<0.5	0.46	5.9	5.5	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
換気立坑西側壁面 (493.8mbgl)	B-SP-36	5.3	388	0.7	0.1	<0.05	<0.05	4.0	<0.1	<0.5	0.37	4.7	4.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
深度500m研究アクセス南坑道 切羽 換気立坑中心より8.65m（498.67mbgl）	B-SP-37	4.9	571	1.0	0.2	<0.05	<0.05	3.0	<0.1	<0.5	0.29	3.8	3.5	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	

付表 B-4(1) 07MI07 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1 48.11～55.30mabh	07MI07_区間1	(49)	2011/4/8	8.5	38	24.4	−122	1.6	70	0.4	8.4	<0.1	0.1	0.97	<0.01	7.0	<0.003	0.012	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.5	38	24.8	−133	1.6	70	0.3	8.2	<0.1	0.1	0.96	<0.01	7.1	<0.003	<0.005	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.4	40	24.7	−96	1.7	71	0.3	8.3	<0.1	0.1	0.97	<0.01	7.0	<0.003	<0.005	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.4	37	22.4	−117	1.4	70	0.3	7.9	<0.1	0.1	0.96	<0.01	7.0	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.4	39	21.8	−130	1.5	73	0.3	8.3	<0.1	0.1	0.90	0.01	6.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.5	41	22.5	−115	1.6	74	0.3	8.8	<0.1	0.1	0.95	0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
区間2 38.69～47.21mabh	07MI07_区間2	(49)	2011/4/8	8.4	45	24.5	−109	1.8	80	0.4	11	<0.1	0.2	1.1	<0.01	6.9	<0.003	0.025	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.5	44	24.8	−137	1.3	78	0.4	11	<0.1	0.2	1.1	<0.01	7.0	0.003	<0.005	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.4	46	24.8	−87	1.6	82	0.4	11	<0.1	0.1	1.1	<0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.5	45	22.2	−120	1.2	80	0.4	11	<0.1	0.1	1.1	<0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.4	47	21.3	−130	1.6	84	0.4	12	<0.1	0.1	1.0	<0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.5	49	23.0	−114	1.7	85	0.4	13	<0.1	0.1	1.1	0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
区間3 31.27～37.79mabh	07MI07_区間3	(49)	2011/4/8	8.4	51	24.4	−107	1.7	89	0.4	13	<0.1	0.2	1.1	<0.01	6.8	0.005	0.022	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.5	51	24.7	−138	1.2	88	0.4	13	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.4	52	24.7	−86	1.6	89	0.4	13	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.8	<0.003	0.006	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.5	52	22.1	−117	1.3	89	0.4	13	<0.1	0.1	1.2	<0.01	6.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.5	53	21.4	−133	1.4	91	0.4	13	<0.1	0.1	1.1	<0.01	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.6	55	23.1	−116	1.6	91	0.4	15	<0.1	0.2	1.1	<0.01	6.6	<0.003	<0.005	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1 48.11～55.30mabh	07MI07_区間1	(49)	8.7	46	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.2	<0.5	1.40	17	17	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(50)	8.4	45	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	17	0.5	<0.5	1.45	17	17	0.7	<0.001	0.003	0.001	
		(51)	8.6	46	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	17	0.6	<0.5	1.51	17	17	0.8	<0.001	0.003	0.001	
		(52)	8.5	45	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	17	0.6	<0.5	1.42	17	17	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(53)	8.2	47	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.7	<0.5	1.44	17	17	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(54)	8.3	49	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.7	<0.5	1.39	17	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	
区間2 38.69～47.21mabh	07MI07_区間2	(49)	9.0	71	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.2	<0.5	1.17	14	14	0.7	<0.001	0.003	0.001	
		(50)	8.8	67	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.5	<0.5	1.24	15	14	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(51)	8.9	77	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.4	<0.5	1.17	14	14	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(52)	8.8	72	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.7	<0.5	1.22	14	14	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(53)	8.5	79	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.7	<0.5	1.17	14	14	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(54)	8.7	88	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	12	0.7	<0.5	1.10	14	13	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
区間3 31.27～37.79mabh	07MI07_区間3	(49)	9.1	97	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	0.96	12	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(50)	8.8	97	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	12	0.4	<0.5	1.04	12	12	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(51)	8.9	101	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.5	<0.5	1.05	12	12	0.7	<0.001	0.003	<0.001	
		(52)	8.8	99	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	12	0.7	<0.5	1.05	12	12	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(53)	8.5	103	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.7	<0.5	1.03	12	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(54)	8.7	106	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.7	<0.5	1.02	12	11	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-4(2) 07MI07 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間4 26.85～30.37mabh	07MI07_区間4	(49)	2011/4/8	8.4	57	24.6	−104	1.4	96	0.4	15	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.7	<0.003	0.025	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.5	60	24.5	−133	1.4	99	0.5	16	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.7	<0.003	0.011	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.4	61	24.7	−92	1.2	101	0.5	17	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.5	62	22.2	−114	1.1	102	0.5	17	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.4	63	21.4	−129	1.4	105	0.5	17	<0.1	0.2	1.1	0.01	6.5	0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.6	62	22.7	−114	1.2	102	0.5	18	<0.1	0.2	1.2	0.01	6.5	<0.003	<0.005	<0.2
区間5 16.93～25.95mabh	07MI07_区間5	(49)	2011/4/8	8.4	56	24.5	−105	1.4	96	0.4	15	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.8	0.003	0.015	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.5	60	24.5	−133	1.4	101	0.5	17	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.7	<0.003	0.008	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.4	61	24.6	−93	1.4	102	0.5	17	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.4	62	22.4	−104	1.2	102	0.5	17	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.4	63	21.6	−132	1.4	105	0.5	18	<0.1	0.2	1.1	<0.01	6.4	<0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.5	62	22.7	−111	1.4	102	0.5	18	<0.1	0.2	1.2	0.01	6.5	<0.003	<0.005	<0.2
区間6 0.00～16.03mabh	07MI07_区間6	(49)	2011/4/8	8.5	55	24.5	−93	1.4	94	0.5	13	<0.1	0.2	1.2	<0.01	6.6	0.004	0.030	<0.2
		(50)	2011/7/1	8.6	55	24.5	−133	1.3	94	0.5	13	<0.1	0.2	1.3	0.01	6.4	<0.003	0.007	<0.2
		(51)	2011/8/12	8.6	57	24.6	−96	1.5	98	0.6	13	<0.1	0.2	1.3	<0.01	6.6	<0.003	0.005	<0.2
		(52)	2011/10/17	8.5	56	22.3	−99	1.0	96	0.5	13	<0.1	0.1	1.3	0.01	6.3	<0.003	<0.005	<0.2
		(53)	2011/12/12	8.7	58	21.0	−134	1.5	102	1.0	10	<0.1	0.1	1.2	0.04	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
		(54)	2012/2/23	8.7	59	22.4	−115	1.3	100	0.6	14	<0.1	0.2	1.2	0.03	6.4	<0.003	<0.005	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間4 26.85～30.37mabh	07MI07_区間4	(49)	9.0	120	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	8.7	0.2	<0.5	0.84	10	10	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(50)	8.8	132	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.2	0.4	<0.5	0.84	10	9.7	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(51)	8.9	136	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.9	0.5	<0.5	0.83	9.8	9.7	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(52)	8.7	138	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.0	0.7	<0.5	0.82	9.6	9.2	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(53)	8.5	145	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	7.5	0.8	<0.5	0.78	9.6	9.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(54)	8.8	139	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.8	0.7	<0.5	0.81	10	8.9	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
区間5 16.93～25.95mabh	07MI07_区間5	(49)	9.0	119	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	8.4	0.3	<0.5	0.84	10	10	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(50)	8.8	136	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.0	0.4	<0.5	0.81	9.9	9.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(51)	8.9	138	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	7.8	0.6	<0.5	0.83	9.6	9.5	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(52)	8.7	138	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.9	0.7	<0.5	0.81	9.5	9.2	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(53)	8.5	145	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	7.4	0.8	<0.5	0.78	9.6	9.4	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(54)	8.8	138	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.9	0.7	<0.5	0.81	10	9.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
区間6 0.00～16.03mabh	07MI07_区間6	(49)	9.0	115	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	8.7	0.2	<0.5	0.79	10	9.7	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(50)	9.1	116	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.7	0.3	<0.5	0.83	10	9.5	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(51)	8.9	127	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.7	0.4	<0.5	0.75	8.7	8.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(52)	8.9	121	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.1	0.5	<0.5	0.78	9.2	8.9	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(53)	8.3	135	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	7.8	0.7	<0.5	0.56	6.8	6.4	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(54)	8.6	132	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.1	0.6	<0.5	0.72	8.8	8.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-5(1) 09MI20 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1 96.08～101.90mabh	09MI20_区間1	(32)	2011/4/15	8.5	47	23.7	−102	1.9	83	0.4	9.8	0.1	0.2	1.2	<0.01	6.8	<0.003	0.019	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.4	46	24.4	−122	2.5	82	0.4	9.6	0.1	0.1	1.2	<0.01	6.9	<0.003	0.023	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.5	45	25.7	−133	1.7	81	0.4	9.3	0.1	0.1	1.2	<0.01	6.9	0.004	0.006	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.6	46	25.4	−136	1.5	81	0.4	9.3	0.1	0.1	1.2	<0.01	7.1	0.003	0.017	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.4	45	25.0	−130	1.6	81	0.4	9.3	0.1	0.1	1.2	<0.01	7.1	0.003	0.008	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.4	45	24.8	−136	1.6	82	0.4	9.5	0.1	0.1	1.1	<0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.4	45	23.9	−103	1.6	80	0.4	9.1	0.1	0.1	1.2	<0.01	6.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(39)	2011/12/14	8.4	44	24.4	−133	1.5	81	0.4	9.1	0.1	0.1	1.1	0.01	6.7	<0.003	0.011	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.5	43	21.1	−117	1.5	79	0.4	9.4	0.1	0.1	1.1	0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
区間2 84.66～95.18mabh	09MI20_区間2	(32)	2011/4/15	8.5	44	23.9	−109	1.8	81	0.4	9.3	0.1	0.2	1.2	<0.01	6.9	0.004	0.012	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.5	44	24.4	−128	1.5	80	0.4	9.1	0.1	0.2	1.2	<0.01	6.9	<0.003	0.006	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.5	43	25.6	−137	1.7	79	0.4	8.8	0.1	0.1	1.1	<0.01	7.0	<0.003	<0.005	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.6	43	25.5	−137	2.0	79	0.4	8.8	0.1	0.1	1.1	<0.01	7.0	<0.003	<0.005	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.5	42	25.0	−139	1.9	78	0.4	8.6	<0.1	0.1	1.1	<0.01	7.2	0.005	<0.005	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.5	43	24.7	−138	1.5	80	0.4	9.0	<0.1	0.1	1.1	<0.01	6.7	<0.003	0.025	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.5	43	23.5	−105	1.2	78	0.4	8.5	<0.1	0.1	1.1	<0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
		(39)	2011/12/14	8.5	41	23.8	−140	1.3	78	0.4	8.4	<0.1	0.1	1.0	0.01	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.6	41	20.6	−114	1.5	77	0.3	8.9	<0.1	0.1	1.1	0.01	6.8	<0.003	<0.005	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1 96.08～101.90mabh	09MI20_区間1	(32)	8.5	71	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.3	<0.5	1.30	15	15	0.7	<0.001	0.003	0.001	
		(33)	8.4	69	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.4	<0.5	1.33	15	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(34)	8.6	66	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.3	<0.5	1.29	16	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(35)	8.5	67	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.4	<0.5	1.37	16	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(36)	8.7	65	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.4	<0.5	1.35	15	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(37)	8.3	65	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.6	<0.5	1.40	15	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(38)	8.5	64	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.7	<0.5	1.33	15	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(39)	8.3	62	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.7	<0.5	1.36	16	16	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(40)	8.4	60	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.7	<0.5	1.35	16	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	
区間2 84.66～95.18mabh	09MI20_区間2	(32)	8.4	66	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.4	<0.5	1.31	16	15	0.7	<0.001	0.003	0.001	
		(33)	8.4	63	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.4	<0.5	1.33	16	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(34)	8.5	61	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.4	<0.5	1.34	16	16	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(35)	8.5	60	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.6	<0.5	1.37	16	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(36)	8.6	57	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.6	<0.5	1.39	16	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(37)	8.3	60	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.6	<0.5	1.38	16	16	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(38)	8.4	58	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.6	<0.5	1.36	16	16	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(39)	8.2	56	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.7	<0.5	1.36	17	16	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(40)	8.3	55	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	0.7	<0.5	1.36	16	16	0.6	<0.001	0.003	0.001	

付表 B-5(2) 09MI20 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間3 58.74～83.76mabh	09MI20_区間3	(32)	2011/4/15	8.4	46	24.0	−88	2.2	81	0.4	11	0.3	0.2	1.2	<0.01	6.9	<0.003	0.028	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.5	46	24.4	−119	1.5	82	0.5	11	0.3	0.1	1.2	<0.01	6.9	0.003	0.013	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.4	46	25.8	−132	2.0	81	0.4	11	0.3	0.1	1.2	<0.01	7.0	0.004	0.009	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.5	45	25.3	−135	1.6	81	0.4	10	0.3	0.1	1.2	<0.01	7.0	0.004	0.009	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.4	46	25.2	−126	1.3	82	0.5	11	0.3	0.1	1.2	<0.01	7.1	0.005	0.011	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.4	46	24.7	−133	1.5	83	0.5	11	0.3	0.1	1.2	<0.01	6.7	<0.003	0.007	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.5	44	23.6	−97	1.3	79	0.4	10	0.2	0.1	1.2	<0.01	6.8	<0.003	0.006	<0.2
		(39)	2011/12/14	8.4	46	23.7	−137	1.3	83	0.4	10	0.3	0.1	1.1	0.01	6.6	0.004	0.010	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.5	44	20.6	−103	1.4	80	0.4	10	0.2	0.1	1.1	0.01	6.7	0.003	0.006	<0.2
区間4 34.82～57.84mabh	09MI20_区間4	(32)	2011/4/15	8.3	59	23.8	−74	1.9	101	0.7	15	0.8	0.2	1.3	<0.01	6.9	0.016	0.095	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.3	59	24.3	−102	1.4	101	0.7	15	0.8	0.2	1.3	<0.01	6.9	0.012	0.035	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.3	58	25.4	−112	1.7	101	0.7	14	0.8	0.1	1.3	<0.01	6.9	0.013	0.040	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.4	58	25.3	−123	1.5	100	0.7	14	0.8	0.1	1.3	<0.01	7.0	0.013	0.041	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.2	58	25.2	−105	2.1	100	0.7	14	0.8	0.1	1.3	<0.01	7.2	0.013	0.042	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.3	57	24.7	−119	1.2	99	0.7	14	0.7	0.1	1.2	<0.01	6.6	0.010	0.031	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.3	58	23.6	−71	1.2	99	0.7	14	0.7	0.1	1.3	<0.01	6.8	0.011	0.036	<0.2
		(39)	2011/12/14	7.8	57	25.5	−118	1.2	100	0.7	14	0.7	<0.1	1.2	0.01	6.6	0.013	0.038	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.4	56	20.9	−75	1.4	98	0.7	14	0.7	0.1	1.3	<0.01	6.7	0.011	0.032	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間3 58.74～83.76mabh	09MI20_区間3	(32)	8.9	70	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.3	<0.5	1.27	15	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(33)	8.8	73	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.2	<0.5	1.27	15	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(34)	8.9	70	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.3	<0.5	1.27	16	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(35)	8.9	70	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.3	<0.5	1.29	16	15	0.7	<0.001	0.003	0.001	
		(36)	9.0	73	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.3	<0.5	1.30	15	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(37)	8.7	72	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.4	<0.5	1.28	15	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(38)	8.8	64	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.5	<0.5	1.28	15	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(39)	8.6	73	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.4	<0.5	1.27	16	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(40)	8.7	64	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	15	0.6	<0.5	1.31	16	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
区間4 34.82～57.84mabh	09MI20_区間4	(32)	9.0	113	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.29	15	15	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(33)	8.9	114	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.1	<0.5	1.31	16	15	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(34)	9.0	114	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.1	<0.5	1.27	16	16	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(35)	9.0	110	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.1	<0.5	1.30	16	15	0.8	<0.001	0.002	0.001	
		(36)	9.1	111	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.33	15	15	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(37)	8.8	107	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.33	16	15	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(38)	8.9	107	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.31	16	15	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(39)	8.9	107	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.3	<0.5	1.33	17	16	0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(40)	9.0	104	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.30	16	16	0.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-5(3) 09MI20 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間5 19.40～33.92mabh	09MI20_区間5	(32)	2011/4/15	8.4	54	23.9	−79	1.9	94	0.6	14	0.7	0.2	1.3	<0.01	7.0	0.011	0.038	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.3	54	24.5	−91	1.5	94	0.7	14	0.7	0.1	1.3	<0.01	7.0	0.009	0.11	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.3	53	25.4	−115	2.0	92	0.6	13	0.6	0.1	1.3	<0.01	7.0	0.010	0.022	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.4	52	25.3	−126	1.8	91	0.6	13	0.6	0.1	1.3	<0.01	7.1	0.010	0.016	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.3	51	25.2	−106	1.7	89	0.6	12	0.6	0.1	1.2	<0.01	7.2	0.009	0.017	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.3	50	24.7	−120	1.3	89	0.6	12	0.6	0.1	1.2	<0.01	6.7	0.007	0.017	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.4	50	23.5	−77	1.1	87	0.6	12	0.5	0.1	1.2	<0.01	6.9	0.008	0.020	<0.2
		(39)	2011/12/14	8.2	50	23.8	−122	1.2	89	0.6	12	0.5	0.1	1.1	<0.01	6.7	0.008	0.020	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.4	50	21.0	−82	1.4	89	0.6	13	0.5	0.1	1.2	0.01	6.8	0.008	0.014	<0.2
区間6 0.00～18.50mabh	09MI20_区間6	(32)	2011/4/15	8.3	70	23.8	−69	1.9	112	0.8	22	0.9	0.2	1.4	<0.01	6.9	0.016	0.069	<0.2
		(33)	2011/6/2	8.2	68	24.7	−83	1.6	110	0.8	21	0.9	0.2	1.4	<0.01	7.0	0.014	0.062	<0.2
		(34)	2011/7/1	8.2	70	25.5	−102	1.4	113	0.8	22	0.9	0.2	1.3	<0.01	6.9	0.016	0.030	<0.2
		(35)	2011/7/27	8.3	71	25.3	−122	1.5	113	0.7	23	0.9	0.2	1.4	<0.01	7.0	0.016	0.031	<0.2
		(36)	2011/8/12	8.2	70	25.1	−98	1.6	112	0.8	22	0.9	0.2	1.3	<0.01	7.1	0.016	0.027	<0.2
		(37)	2011/9/14	8.2	71	24.8	−116	1.3	114	0.8	23	0.9	0.1	1.3	<0.01	6.7	0.014	0.018	<0.2
		(38)	2011/10/17	8.3	71	23.4	−67	1.1	111	0.8	22	0.9	0.1	1.3	<0.01	6.8	0.014	0.023	<0.2
		(39)	2011/12/14	8.2	66	23.8	−109	1.2	109	0.7	20	0.8	0.1	1.2	<0.01	6.6	0.014	0.028	<0.2
		(40)	2012/2/22	8.3	70	20.9	−74	1.4	112	0.8	22	0.8	0.1	1.3	<0.01	6.6	0.013	0.021	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間5 19.40～33.92mabh	09MI20_区間5	(32)	9.1	99	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.2	<0.5	1.23	15	14	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(33)	9.0	100	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.1	<0.5	1.23	15	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(34)	9.1	95	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.1	<0.5	1.25	15	15	0.7	<0.001	0.002	0.001	
		(35)	9.1	91	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.2	<0.5	1.27	16	15	0.8	<0.001	0.003	0.001	
		(36)	9.3	87	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.2	<0.5	1.31	15	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
		(37)	9.0	84	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	13	0.2	<0.5	1.30	15	15	0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(38)	9.1	82	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.2	<0.5	1.29	15	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(39)	8.9	84	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.2	<0.5	1.29	16	15	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
		(40)	8.9	86	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	14	0.3	<0.5	1.26	15	15	0.6	<0.001	0.003	0.001	
区間6 0.00～18.50mabh	09MI20_区間6	(32)	8.6	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.0	0.1	<0.5	1.00	12	12	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(33)	8.6	149	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.1	<0.5	1.07	13	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(34)	8.6	160	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.9	0.1	<0.5	1.01	12	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(35)	8.5	161	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.5	0.1	<0.5	0.99	13	12	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(36)	8.6	160	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.6	0.1	<0.5	1.04	12	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(37)	8.3	161	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.2	0.2	<0.5	1.01	12	12	0.8	<0.001	0.002	<0.001	
		(38)	8.4	157	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.2	<0.5	1.01	12	12	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(39)	8.6	144	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.2	<0.5	1.10	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(40)	8.4	157	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.7	0.2	<0.5	1.00	13	12	0.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-6 09MI21 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1 −0.59～66.13mabh	09MI21_区間1	(9)	2011/4/21	10.7	79	25.0	−131	1.9	120	1.3	25	<0.1	0.2	1.3	0.22	6.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(10)	2011/7/5	10.9	79	24.2	−93	1.8	106	1.3	30	<0.1	0.2	1.2	0.26	7.5	<0.003	<0.005	<0.2
		(11)	2011/8/12	10.5	78	25.4	−138	1.6	119	1.0	22	<0.1	0.2	1.3	0.32	7.5	0.042	0.14	<0.2
		(12)	2011/10/28	10.8	76	24.5	−136	1.8	104	1.2	29	<0.1	0.2	1.4	0.45	17	0.23	0.073	<0.2
		(13)	2011/12/5	10.8	73	22.2	−135	1.1	105	1.2	28	<0.1	0.2	1.3	0.17	8.4	0.005	0.008	<0.2
		(14)	2012/2/6	10.8	78	23.0	−153	1.5	104	1.1	33	<0.1	0.2	1.3	0.29	8.2	<0.003	<0.005	<0.2
区間2 67.08～77.10mabh	09MI21_区間2	(9)	2011/4/21	8.9	72	24.9	−89	2.4	119	0.4	19	<0.1	0.2	1.4	<0.01	6.2	0.004	0.011	<0.2
		(10)	2011/7/5	8.8	73	24.2	−92	1.8	119	0.4	19	<0.1	0.2	1.3	<0.01	6.2	<0.003	<0.005	<0.2
		(11)	2011/8/12	8.8	72	25.2	−115	1.8	119	0.4	19	<0.1	0.2	1.4	<0.01	6.1	<0.003	<0.005	<0.2
		(12)	2011/10/28	9.0	72	24.5	−99	1.6	118	0.4	18	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.0	<0.003	<0.005	<0.2
		(13)	2011/12/5	9.0	71	22.1	−110	1.3	118	0.4	19	<0.1	0.2	1.4	<0.01	6.1	<0.003	<0.005	<0.2
		(14)	2012/2/6	8.9	72	22.8	−133	1.6	117	0.4	19	<0.1	0.2	1.3	0.02	5.8	<0.003	<0.005	<0.2
区間3 78.05～88.07mabh	09MI21_区間3	(9)	2011/4/21	8.7	52	24.8	−94	1.9	87	0.4	14	<0.1	0.2	1.5	<0.01	6.9	<0.003	0.009	<0.2
		(10)	2011/7/5	8.6	53	24.2	−97	1.7	88	0.3	15	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.9	<0.003	<0.005	<0.2
		(11)	2011/8/12	8.6	54	25.0	−109	1.8	89	0.4	15	<0.1	0.2	1.4	<0.01	6.6	<0.003	<0.005	<0.2
		(12)	2011/10/28	8.8	53	24.4	−104	1.1	89	0.4	14	<0.1	0.1	1.4	<0.01	6.7	<0.003	0.014	<0.2
		(13)	2011/12/5	8.8	54	22.3	−112	1.4	89	0.4	15	<0.1	0.1	1.5	<0.01	6.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(14)	2012/2/6	8.8	56	22.8	−134	1.6	90	0.4	16	<0.1	0.2	1.4	0.01	6.5	<0.003	<0.005	<0.2
区間4 89.02～103.00mabh	09MI21_区間4	(9)	2011/4/21	8.8	80	24.9	−79	2.2	132	0.4	22	<0.1	0.2	1.4	<0.01	5.9	0.005	0.026	<0.2
		(10)	2011/7/5	8.8	80	24.4	−86	2.0	128	0.4	21	<0.1	0.2	1.3	<0.01	5.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(11)	2011/8/12	8.6	79	25.1	−91	1.6	129	0.4	21	<0.1	0.2	1.4	<0.01	5.8	<0.003	0.006	<0.2
		(12)	2011/10/28	8.9	78	24.4	−93	1.1	127	0.4	20	<0.1	0.2	1.4	<0.01	5.7	<0.003	<0.005	<0.2
		(13)	2011/12/5	8.9	78	22.6	−100	1.3	129	0.4	21	<0.1	0.2	1.4	<0.01	5.8	<0.003	<0.005	<0.2
		(14)	2012/2/6	8.8	78	22.8	−128	1.6	127	0.4	21	<0.1	0.2	1.3	0.02	5.6	<0.003	<0.005	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1 −0.59～66.13mabh	09MI21_区間1	(9)	9.2	174	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	0.3	<0.5	1.08	5.3	4.7	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(10)	9.6	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	1.2	0.2	<0.5	1.44	6.0	5.4	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(11)	9.0	179	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.5	0.2	<0.5	0.99	9.5	9.5	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	9.9	153	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	2.2	0.2	<0.5	1.18	16	16	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(13)	9.6	159	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	1.3	0.2	<0.5	1.10	7.5	6.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(14)	9.4	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	1.2	0.2	<0.5	1.31	5.5	5.1	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
区間2 67.08～77.10mabh	09MI21_区間2	(9)	9.5	187	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.1	<0.5	0.47	5.7	5.4	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(10)	9.7	187	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.4	0.1	<0.5	0.47	5.8	5.6	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(11)	9.7	187	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.48	5.7	5.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(12)	9.6	182	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.4	0.2	<0.5	0.49	7.2	6.4	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(13)	9.5	185	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.4	0.2	<0.5	0.47	5.7	5.2	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(14)	9.5	182	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.49	5.8	5.2	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
区間3 78.05～88.07mabh	09MI21_区間3	(9)	12	115	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	0.2	<0.5	0.68	8.0	7.8	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(10)	12	117	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	1.0	0.2	<0.5	0.65	8.0	7.7	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(11)	12	120	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.3	<0.5	0.65	7.8	7.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	11	117	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.3	<0.5	0.66	7.7	6.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(13)	11	123	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.3	<0.5	0.63	7.7	7.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(14)	11	124	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	0.5	0.3	<0.5	0.64	7.9	7.3	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
区間4 89.02～103.00mabh	09MI21_区間4	(9)	8.9	215	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.5	0.1	<0.5	0.42	5.2	4.9	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(10)	9.2	208	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	<0.1	<0.5	0.45	5.4	5.0	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(11)	9.1	210	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.43	5.1	5.0	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(12)	9.1	202	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.44	5.4	4.8	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(13)	8.9	209	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.45	5.3	4.9	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	
		(14)	8.9	203	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.3	0.2	<0.5	0.46	5.3	4.6	<0.5	<0.001	<0.001	<0.001	

付表 B-7(1) 10MI26 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1 52.79～70.60mabh	10MI26_区間1	(9)	2011/4/21	8.3	68	24.4	−86	2.1	115	0.8	17	0.7	0.2	1.6	<0.01	7.1	0.017	0.029	<0.2
		(10)	2011/5/27	8.3	68	25.4	−102	1.6	115	0.8	17	0.7	0.2	1.6	<0.01	7.1	0.009	0.016	<0.2
		(11)	2011/7/1	8.2	69	24.4	−112	1.2	116	0.7	17	0.7	0.2	1.5	<0.01	7.0	0.006	0.006	<0.2
		(12)	2011/7/27	8.4	69	25.1	−109	1.9	117	0.8	17	0.8	0.2	1.6	<0.01	7.2	0.008	0.009	<0.2
		(13)	2011/8/12	8.0	69	24.8	−119	1.6	117	0.8	17	0.7	0.1	1.5	<0.01	7.2	0.008	0.010	<0.2
		(14)	2011/9/14	8.2	70	24.9	−117	1.1	118	0.8	18	0.7	0.1	1.5	<0.01	6.7	0.006	<0.005	<0.2
		(15)	2011/10/6	8.2	69	22.4	−89	1.4	118	0.8	18	0.7	0.1	1.5	0.01	6.8	0.008	<0.005	<0.2
		(16)	2011/11/29	8.3	70	22.1	−102	1.5	118	0.8	17	0.7	0.1	1.6	0.01	7.1	0.008	0.011	<0.2
		(17)	2011/12/12	8.2	71	22.6	−116	1.1	118	0.8	17	0.7	0.1	1.5	0.01	6.7	0.008	0.005	<0.2
		(18)	2012/1/27	8.2	70	23.4	−137	1.2	118	0.8	17	0.7	0.2	1.5	0.01	6.8	0.008	0.005	<0.2
		(19)	2012/2/22	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		(20)	2012/3/2	8.4	70	22.6	−110	1.1	117	0.8	17	0.7	0.1	1.5	0.01	6.9	0.008	0.010	<0.2
区間3 37.89～49.64mabh	10MI26_区間3	(9)	2011/4/21	8.3	72	24.3	−83	1.7	122	0.8	19	0.9	0.2	1.6	<0.01	7.0	0.012	0.020	<0.2
		(10)	2011/5/27	8.2	72	25.3	−99	1.4	121	0.8	18	0.9	0.2	1.6	<0.01	7.1	0.014	0.065	<0.2
		(11)	2011/7/1	8.2	72	24.3	−111	1.2	122	0.8	18	0.9	0.2	1.6	<0.01	7.0	0.010	0.009	<0.2
		(12)	2011/7/27	8.3	72	25.1	−111	1.6	121	0.8	18	0.9	0.2	1.6	<0.01	7.1	0.012	0.007	<0.2
		(13)	2011/8/12	8.1	72	24.8	−118	1.5	121	0.8	18	0.8	0.1	1.6	<0.01	7.3	0.012	0.010	<0.2
		(14)	2011/9/14	8.2	71	24.6	−122	1.1	121	0.8	18	0.8	0.1	1.5	<0.01	6.8	0.010	0.009	<0.2
		(15)	2011/10/6	8.3	69	22.4	−92	1.4	118	0.8	18	0.8	0.1	1.5	<0.01	6.8	0.014	0.013	<0.2
		(16)	2011/11/29	8.3	70	20.9	−106	1.4	119	0.8	17	0.8	0.1	1.5	<0.01	7.1	0.011	<0.005	<0.2
		(17)	2011/12/12	8.3	70	22.1	−120	1.1	119	0.8	17	0.8	0.1	1.4	<0.01	6.7	0.011	0.006	<0.2
		(18)	2012/1/27	8.2	71	22.5	−133	1.3	121	0.8	18	0.8	0.1	1.5	<0.01	6.8	0.011	0.008	<0.2
		(19)	2012/2/22	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		(20)	2012/3/2	8.3	71	21.9	−104	1.1	119	0.8	18	0.8	0.1	1.5	0.01	6.9	0.011	0.007	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1 52.79～70.60mabh	10MI26_区間1	(9)	8.6	151	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.6	0.2	<0.5	1.09	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(10)	8.5	152	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.9	0.1	<0.5	1.05	13	13	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(11)	8.6	155	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.1	0.2	<0.5	1.07	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	8.5	155	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.6	0.2	<0.5	1.14	14	13	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(13)	8.3	152	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	6.2	0.2	<0.5	1.11	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(14)	8.3	155	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.4	0.2	<0.5	1.14	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(15)	8.4	158	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.6	0.3	<0.5	1.09	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(16)	8.3	158	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.3	0.2	<0.5	1.17	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(17)	8.2	157	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.4	0.3	<0.5	1.09	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(18)	8.3	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.6	0.2	<0.5	1.15	14	14	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(19)	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	採水ミスにより分析中止
		(20)	8.5	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.7	0.2	<0.5	1.11	14	13	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
区間3 37.89～49.64mabh	10MI26_区間3	(9)	8.5	166	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.1	0.2	<0.5	1.10	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(10)	8.4	165	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.5	0.1	<0.5	1.11	13	13	0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(11)	8.6	166	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.2	0.1	<0.5	1.09	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	8.5	165	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.2	0.2	<0.5	1.11	14	13	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(13)	8.4	161	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.0	0.2	<0.5	1.12	13	13	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(14)	8.5	160	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.2	0.2	<0.5	1.16	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(15)	8.8	156	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	7.1	0.3	<0.5	1.13	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(16)	8.5	159	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.7	0.2	<0.5	1.14	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(17)	8.5	157	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.8	0.3	<0.5	1.12	14	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(18)	8.4	161	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.5	0.2	<0.5	1.11	14	14	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(19)	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	採水ミスにより分析中止
		(20)	8.6	159	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	6.6	0.2	<0.5	1.12	14	13	0.6	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-7(2) 10MI26 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間4 30.19～36.94mabh	10MI26_区間4	(9)	2011/4/21	8.3	66	24.6	−74	2.1	110	0.7	19	0.7	0.2	1.5	<0.01	7.0	0.013	0.024	<0.2
		(10)	2011/5/27	8.3	60	25.2	−106	1.6	102	0.7	15	0.6	0.2	1.4	<0.01	7.1	0.010	0.021	<0.2
		(11)	2011/7/1	8.3	59	24.4	−115	1.4	100	0.6	15	0.6	0.1	1.4	<0.01	7.0	0.008	0.007	<0.2
		(12)	2011/7/27	8.4	59	25.2	−116	2.2	100	0.6	15	0.6	0.1	1.4	<0.01	7.0	0.011	0.009	<0.2
		(13)	2011/8/12	8.2	59	24.8	−126	1.4	101	0.7	15	0.6	0.1	1.4	<0.01	7.2	0.012	0.009	<0.2
		(14)	2011/9/14	8.3	57	24.6	−131	1.1	98	0.7	14	0.6	0.1	1.4	<0.01	6.7	0.008	<0.005	<0.2
		(15)	2011/10/6	8.4	55	22.3	−102	1.4	96	0.6	14	0.6	0.1	1.4	<0.01	6.7	0.009	<0.005	<0.2
		(16)	2011/11/29	8.4	56	20.6	−112	1.5	98	0.6	14	0.6	0.1	1.4	<0.01	7.0	0.010	<0.005	<0.2
		(17)	2011/12/12	8.4	55	21.9	−128	1.3	95	0.6	13	0.5	0.1	1.3	<0.01	6.6	0.009	<0.005	<0.2
		(18)	2012/1/27	8.3	57	23.6	−138	1.5	99	0.6	14	0.6	0.1	1.4	0.01	6.7	0.010	<0.005	<0.2
		(19)	2012/2/22	8.3	55	22.0	−99	1.6	96	0.6	14	0.5	0.1	1.4	0.01	6.7	0.009	0.006	<0.2
		(20)	2012/3/2	8.5	55	21.7	−114	1.3	95	0.6	13	0.5	0.1	1.4	0.01	6.8	0.009	<0.005	<0.2
区間5 9.99～29.24mabh	10MI26_区間5	(9)	2011/4/21	8.2	81	24.5	−60	1.9	125	0.8	29	0.6	0.2	1.5	<0.01	6.9	0.015	0.096	<0.2
		(10)	2011/5/27	8.3	72	25.2	−91	2.3	113	0.7	24	0.5	0.2	1.5	<0.01	7.0	0.008	0.050	<0.2
		(11)	2011/7/1	8.2	68	24.5	−112	1.5	108	0.7	22	0.5	0.2	1.5	<0.01	7.0	0.006	0.005	<0.2
		(12)	2011/7/27	8.4	67	25.0	−118	1.6	107	0.6	21	0.4	0.2	1.5	<0.01	7.0	0.007	0.007	<0.2
		(13)	2011/8/12	8.2	66	24.7	−125	1.6	107	0.7	21	0.4	0.2	1.5	<0.01	7.1	0.008	0.008	<0.2
		(14)	2011/9/14	8.3	66	24.6	−133	1.1	108	0.7	22	0.4	0.2	1.4	<0.01	6.7	0.005	<0.005	<0.2
		(15)	2011/10/6	8.3	67	22.4	−98	1.1	109	0.7	22	0.4	0.2	1.5	<0.01	6.7	0.006	<0.005	<0.2
		(16)	2011/11/29	8.4	64	20.5	−112	1.2	105	0.6	20	0.4	0.1	1.5	<0.01	6.9	0.007	<0.005	<0.2
		(17)	2011/12/12	8.3	65	21.9	−125	1.4	106	0.6	20	0.4	0.1	1.4	<0.01	6.6	0.006	0.006	<0.2
		(18)	2012/1/27	8.3	65	23.4	−135	1.5	106	0.6	20	0.4	0.2	1.4	<0.01	6.6	0.006	0.012	<0.2
		(19)	2012/2/22	8.3	63	21.9	−108	1.3	103	0.6	19	0.4	0.2	1.4	0.01	6.6	0.006	0.005	<0.2
		(20)	2012/3/2	8.4	63	22.2	−112	1.2	103	0.6	19	0.4	0.1	1.4	0.01	6.8	0.006	<0.005	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間4 30.19～36.94mabh	10MI26_区間4	(9)	8.4	147	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	8.6	0.2	<0.5	0.99	12	12	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(10)	8.8	125	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.7	0.1	<0.5	1.08	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(11)	9.0	119	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.9	0.2	<0.5	1.11	13	13	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(12)	8.9	119	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.8	0.3	<0.5	1.09	14	13	0.8	<0.001	0.002	<0.001	
		(13)	8.7	117	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	9.5	0.3	<0.5	1.14	13	13	0.5	<0.001	0.003	<0.001	
		(14)	8.9	112	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.4	<0.5	1.12	13	13	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(15)	9.1	108	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.4	<0.5	1.15	13	13	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(16)	8.8	112	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.3	<0.5	1.14	14	13	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(17)	8.9	105	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.5	<0.5	1.13	14	14	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(18)	8.8	114	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.4	<0.5	1.16	14	14	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(19)	8.9	105	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.3	<0.5	1.16	14	14	0.6	<0.001	0.002	0.001	
		(20)	9.1	106	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.4	<0.5	1.15	14	14	0.6	<0.001	0.002	0.001	
区間5 9.99～29.24mabh	10MI26_区間5	(9)	7.7	202	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	7.8	0.1	<0.5	0.82	10	9.4	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(10)	8.0	169	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	8.8	0.1	<0.5	0.88	11	11	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(11)	8.4	154	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.3	<0.5	0.94	11	11	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	8.4	150	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.8	0.3	<0.5	0.95	12	11	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(13)	8.2	146	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.4	0.3	<0.5	0.95	11	11	0.6	<0.001	0.003	<0.001	
		(14)	8.2	150	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.4	0.4	<0.5	0.94	11	11	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(15)	8.4	153	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	9.9	0.4	<0.5	0.94	11	10	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(16)	8.3	143	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.4	<0.5	0.98	11	11	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(17)	8.2	144	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.5	<0.5	0.93	12	11	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(18)	8.2	144	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.5	<0.5	0.98	12	12	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(19)	8.4	137	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	10	0.5	<0.5	0.98	12	12	0.6	<0.001	0.002	<0.001	
		(20)	8.6	136	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	11	0.5	<0.5	0.99	12	12	0.6	<0.001	0.002	0.001	

付表 B-7(3) 10MI26 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
					mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間6 0.00～9.04mabh	10MI26_区間6	(9)	2011/4/21	8.0	120	24.5	−45	2.7	157	0.9	59	0.7	0.3	1.7	<0.01	6.8	0.013	0.063	<0.2
		(10)	2011/5/27	8.1	110	25.1	−77	2.1	152	0.9	56	0.6	0.2	1.7	<0.01	6.9	0.010	0.062	<0.2
		(11)	2011/7/1	7.9	110	24.6	−74	1.1	151	0.9	56	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.9	0.009	0.028	<0.2
		(12)	2011/7/27	8.2	110	25.0	−107	1.7	152	0.9	58	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.9	0.010	0.019	<0.2
		(13)	2011/8/12	7.9	110	24.7	−99	1.3	154	0.9	59	0.6	0.2	1.6	<0.01	7.0	0.012	0.044	<0.2
		(14)	2011/9/14	8.0	120	24.7	−107	1.0	157	0.9	62	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.5	0.009	0.050	<0.2
		(15)	2011/10/6	8.1	120	22.3	−76	1.1	159	0.9	64	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.6	0.011	0.033	<0.2
		(16)	2011/11/29	8.2	120	20.8	−109	1.3	158	0.9	64	0.6	0.2	1.7	<0.01	6.8	0.011	0.018	<0.2
		(17)	2011/12/12	8.1	120	22.1	−115	1.0	160	0.9	65	0.6	0.2	1.5	<0.01	6.4	0.011	0.027	<0.2
		(18)	2012/1/27	8.1	120	23.0	−122	1.3	157	0.9	61	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.6	0.010	0.023	<0.2
		(19)	2012/2/22	8.0	120	22.0	−102	1.2	154	0.9	62	0.6	0.2	1.6	<0.01	6.5	0.010	0.015	<0.2
		(20)	2012/3/2	8.2	120	22.4	−103	1.3	154	0.9	61	0.6	0.2	1.6	0.01	6.7	0.010	0.035	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間6 0.00～9.04mabh	10MI26_区間6	(9)	6.4	320	0.6	0.1	<0.05	<0.05	5.6	0.1	<0.5	0.57	7.0	6.6	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(10)	6.4	306	0.6	<0.1	<0.05	<0.05	6.5	<0.1	<0.5	0.59	7.2	7.0	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(11)	6.6	303	0.6	<0.1	<0.05	<0.05	6.7	0.2	<0.5	0.63	7.6	7.2	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(12)	6.5	308	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.3	0.2	<0.5	0.60	7.8	7.1	0.7	<0.001	0.002	<0.001	
		(13)	6.2	310	0.5	0.1	<0.05	<0.05	5.9	0.1	<0.5	0.60	7.1	7.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(14)	6.3	322	0.6	0.1	<0.05	<0.05	5.6	0.1	<0.5	0.58	7.2	6.7	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(15)	6.3	332	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.1	0.2	<0.5	0.56	7.3	6.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(16)	6.2	331	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.1	0.3	<0.5	0.58	7.0	6.4	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(17)	6.2	333	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.2	0.4	<0.5	0.56	7.1	6.6	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(18)	6.2	320	0.5	0.1	<0.05	<0.05	6.4	0.4	<0.5	0.60	7.6	7.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(19)	6.3	317	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.7	0.4	<0.5	0.60	7.6	7.1	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
		(20)	6.5	315	0.6	0.1	<0.05	<0.05	6.8	0.4	<0.5	0.60	8.0	7.1	0.5	<0.001	0.002	<0.001	

付表 B-8 MSB-2 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
						mS/m	mS/m	℃	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1		(97)	2011/8/23	6.5	6.5	39	42	25.1	25.0	123	1.6	16	3.9	50	8.7	0.2	0.03	<0.01	20	1.5	2.7	2.4
18.8～	MSB2-1	(98)	2011/10/5	6.8	6.3	40	43	16.5	25.6	174	1.9	17	4.0	52	8.7	0.2	0.03	<0.01	19	1.6	3.1	2.3
22.7mbgl		(99)	2012/2/8	6.6	6.2	38	41	11.9	23.4	262	3.4	16	3.9	48	8.6	0.2	0.03	0.02	21	1.5	2.6	2.3
区間2		(97)	2011/8/24	8.1	8.3	56	58	25.1	24.8	6	1.8	112	3.7	14	1.1	0.6	0.12	<0.01	24	0.021	0.007	<0.2
23.6～	MSB2-2	(98)	2011/10/4	8.3	8.3	55	59	16.7	24.8	364	1.6	113	3.7	14	1.1	0.6	0.12	<0.01	23	0.022	0.008	<0.2
38.9mbgl		(99)	2012/2/9	8.1	8.2	53	59	9.4	20.2	151	1.4	111	3.7	14	1.0	0.6	0.12	<0.01	24	0.021	<0.005	<0.2
区間4		(97)	2011/8/25	9.5	9.0	30	30	23.0	24.6	−132	1.6	61	0.6	2.3	0.1	0.2	1.1	<0.01	6.3	<0.003	0.005	<0.2
69.1～	MSB2-4	(98)	2011/10/6	9.2	9.2	29	30	19.2	24.3	−131	1.5	61	0.6	2.3	0.1	0.2	1.1	<0.01	5.9	0.004	<0.005	<0.2
77.4mbgl		(99)	2012/2/10	9.3	9.1	29	31	14.5	20.8	−68	1.4	60	0.6	2.3	0.1	0.2	1.1	0.01	6.2	0.004	<0.005	<0.2
区間6		(97)	2011/8/24	9.6	9.2	58	58	25.6	24.6	−99	1.5	109	0.4	6.3	<0.1	0.3	0.99	0.01	5.7	<0.003	<0.005	<0.2
121.1～	MSB2-6	(98)	2011/10/6	8.9	9.4	57	59	20.5	24.1	−99	2.6	110	0.4	6.5	<0.1	0.3	0.95	<0.01	5.3	0.004	<0.005	<0.2
130.4mbgl		(99)	2012/2/10	9.2	9.3	57	60	16.0	22.4	−52	1.4	109	0.4	6.7	<0.1	0.3	0.94	0.02	5.6	0.003	<0.005	<0.2
区間7		(97)	2011/8/22	9.5	9.0	57	60	24.0	25.2	−119	2.9	110	0.4	6.4	<0.1	0.3	0.61	<0.01	5.7	<0.003	<0.005	<0.2
131.3～	MSB2-7	(98)	2011/10/7	9.0	9.1	57	60	20.6	23.6	−104	2.9	111	0.4	6.4	<0.1	0.2	0.61	<0.01	5.4	<0.003	<0.005	<0.2
153.7mbgl		(99)	2012/2/9	8.9	8.5	57	60	15.0	21.1	−25	2.6	109	0.4	6.5	<0.1	0.2	0.59	0.02	5.6	<0.003	<0.005	<0.2
区間8		(97)	2011/8/25	8.4	8.2	64	67	23.9	24.5	−116	1.5	106	0.6	21	0.3	0.2	1.5	0.02	6.8	0.030	0.028	<0.2
154.6～	MSB2-8	(98)	2011/10/5	7.6	8.3	64	67	18.7	24.4	−95	2.0	106	0.6	22	0.3	0.2	1.5	<0.01	6.3	0.030	0.017	<0.2
170.4mbgl		(99)	2012/2/8	7.7	8.2	64	70	16.6	22.8	−41	1.9	107	0.6	22	0.3	0.2	1.5	0.03	6.6	0.031	0.040	<0.2
		(97)	2011/8/23	7.2	7.4	67	72	25.5	25.0	−73	1.2	107	1.4	24	2.1	0.2	1.3	<0.01	7.2	0.23	0.062	<0.2
区間9		(98)	2011/10/4	7.7	7.5	72	72	20.0	25.7	−56	1.4	108	1.5	24	2.0	0.2	1.2	<0.01	6.6	0.22	0.069	<0.2
171.3～	MSB2-9	20111209	2012/12/9	−	7.5	−	71	−	23.4	−	−	108	1.4	22	1.9	0.1	−	<0.01	6.8	0.24	0.048	−
175.2mbgl		20111215	2011/12/15	−	7.8	−	72	−	19.7	−51	1.8	108	1.5	23	2.0	0.1	1.2	0.01	6.7	0.21	0.23	<0.2
		(99)	2012/2/7	7.3	7.6	65	71	17.0	24.3	−94	1.2	105	1.4	23	2.0	0.2	1.2	0.01	6.7	0.22	0.059	<0.2
区間10 176.1～ 180.0mbgl	MSB2-10	(99)	2012/2/7	7.6	7.9	66	72	17.7	23.9	−86	1.9	101	1.3	29	1.9	0.2	1.2	0.05	7.2	0.17	0.24	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	U	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1		(97)	0.1	10	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	83	<0.1	<0.5	0.00001	2.03	28	27	2.3	<0.001	0.018	0.007	
18.8～	MSB2-1	(98)	0.1	9.8	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	86	<0.1	<0.5	0.00002	2.17	29	28	2.4	<0.001	0.017	0.007	
22.7mbgl		(99)	0.2	7.5	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	61	<0.1	<0.5	0.00002	2.46	32	31	2.3	<0.001	0.016	0.007	
区間2		(97)	0.3	5.6	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	102	<0.1	<0.5	<0.00001	3.52	41	41	1.5	<0.001	0.011	0.007	
23.6～	MSB2-2	(98)	0.3	5.6	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	100	<0.1	<0.5	<0.00001	3.54	41	41	1.5	<0.001	0.010	0.007	
38.9mbgl		(99)	0.3	5.9	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	99	<0.1	<0.5	<0.00001	3.48	46	44	1.5	<0.001	0.011	0.007	
区間4		(97)	6.2	36	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	3.7	<0.1	<0.5	<0.00001	1.36	15	15	<0.5	<0.001	0.008	0.005	
69.1～	MSB2-4	(98)	6.4	36	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	3.9	0.3	<0.5	<0.00001	1.36	15	15	<0.5	<0.001	0.007	0.004	
77.4mbgl		(99)	6.2	35	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	4.4	0.3	<0.5	<0.00001	1.39	15	14	0.5	<0.001	0.009	0.006	
区間6		(97)	11	131	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	0.7	0.3	<0.5	<0.00001	0.68	7.7	7.4	<0.5	<0.001	0.004	0.002	
121.1～	MSB2-6	(98)	11	135	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.2	<0.5	<0.00001	0.70	7.8	7.3	<0.5	<0.001	0.003	0.001	
130.4mbgl		(99)	11	135	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	0.2	<0.5	<0.00001	0.72	7.1	6.4	<0.5	<0.001	0.004	0.002	
区間7		(97)	9.7	141	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.2	0.2	<0.5	<0.00001	0.70	8.3	8.0	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
131.3～	MSB2-7	(98)	9.5	141	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.2	0.1	<0.5	<0.00001	0.74	8.3	7.8	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
153.7mbgl		(99)	9.3	137	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.2	0.2	<0.5	<0.00001	0.71	7.6	7.0	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
区間8		(97)	9.7	164	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	2.4	0.5	<0.5	0.00003	0.54	6.3	6.1	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
154.6～	MSB2-8	(98)	9.7	165	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	2.5	0.5	<0.5	0.00002	0.55	6.5	6.5	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
170.4mbgl		(99)	9.5	168	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	2.4	0.5	<0.5	0.00002	0.54	6.4	5.9	<0.5	<0.001	0.001	<0.001	
		(97)	9.9	180	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	<0.1	<0.5	0.00002	0.60	7.4	7.3	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
区間9		(98)	9.6	177	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.6	<0.1	<0.5	0.00002	0.62	7.9	7.1	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
171.3～	MSB2-9	20111209	9.6	176	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.9	−	<0.5	−	0.59	8.1	7.5	<0.5	<0.001	0.002	<0.001	
175.2mbgl		20111215	9.6	175	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	1.4	<0.1	<0.5	0.00003	0.64	8.3	7.7	<0.5	<0.001	0.002	0.001	
		(99)	9.6	169	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	1.4	<0.1	<0.5	0.00002	0.64	8.1	7.8	0.5	<0.001	0.002	<0.001	
区間10 176.1～ 180.0mbgl	MSB2-10	(99)	9.0	171	0.3	<0.1	<0.05	<0.05	0.9	0.100	<0.5	0.00007	0.79	10	9.6	0.7	<0.001	0.002	0.002	2012年2月より採水開始

付表 B-9 MSB-4 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名		採水年月日	pH（現場）	pH（分析室）	EC（現場）	EC（分析室）	温度（現場）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
						mS/m	mS/m	℃	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間1	MSB4-1	(97)	2011/8/3	7.1	7.1	35	38	21.0	24.0	435	1.2	19	1.9	47	8.0	0.3	0.05	<0.01	35	0.52	1.0	0.7
15.8～		(98)	2011/10/12	7.3	7.1	35	37	16.3	22.3	87	1.3	19	1.9	47	7.8	0.2	0.05	<0.01	34	0.50	0.84	0.6
25.6mbgl		(99)	2012/2/13	7.5	7.2	34	37	10.5	20.9	157	1.5	19	1.8	47	8.0	0.2	0.04	<0.01	34	0.49	0.84	0.8
区間2	MSB4-2	(97)	2011/8/3	7.6	7.5	40	42	21.8	24.1	133	1.5	32	2.2	46	6.9	0.3	0.10	<0.01	32	0.40	0.44	0.3
26.5～		(98)	2011/10/11	7.6	7.5	39	42	16.5	23.7	92	1.7	32	2.1	46	6.8	0.3	0.10	<0.01	31	0.39	0.37	0.3
33.9mbgl		(99)	2012/2/13	7.5	7.4	38	42	14.0	21.5	129	1.3	32	2.1	46	6.9	0.3	0.10	<0.01	32	0.38	0.39	0.4
区間3	MSB4-3	(97)	2011/8/4	7.7	7.6	39	42	21.0	23.9	190	2.2	43	2.4	39	5.0	0.4	0.11	<0.01	33	0.24	0.18	<0.2
34.8～		(98)	2011/10/11	7.4	7.6	40	43	18.0	23.4	213	1.5	44	2.4	40	4.9	0.4	0.11	<0.01	31	0.24	0.16	<0.2
62.1mbgl		(99)	2012/2/14	7.7	7.7	38	42	12.9	20.3	148	1.5	43	2.3	38	4.8	0.4	0.11	<0.01	32	0.22	0.16	<0.2
区間5	MSB4-5	(97)	2011/8/4	8.7	8.7	58	76	22.9	25.0	−87	1.4	124	1.0	20	0.2	0.3	1.4	<0.01	6.6	<0.003	0.006	<0.2
77.8～		(98)	2011/10/12	8.8	8.8	58	76	21.3	22.2	−92	1.5	125	1.0	20	0.2	0.3	1.3	0.01	6.2	<0.003	0.008	<0.2
81.7mbgl		(99)	2012/2/15	8.7	8.9	63	76	15.0	20.7	−55	1.2	124	0.9	19	0.1	0.3	1.3	0.02	6.3	<0.003	0.009	<0.2
区間7	MSB4-7	(97)	2011/8/5	8.0	7.8	41	44	21.6	25.1	245	1.4	71	0.7	14	0.3	0.1	1.3	<0.01	7.9	0.028	0.046	<0.2
94.8～		(98)	2011/10/13	8.0	8.0	42	45	19.3	23.7	−79	1.4	73	0.6	14	0.3	0.1	1.3	<0.01	7.3	0.024	0.036	<0.2
99.0mbgl		_20111217	2011/12/17	−	8.4	−	44	−	18.4	−102	1.8	74	0.5	13	0.2	0.1	1.2	0.01	7.2	0.015	0.019	<0.2
		(99)	2012/2/14	8.1	8.3	42	44	16.9	21.4	−25	1.2	73	0.6	13	0.2	0.2	1.3	0.01	7.3	0.011	0.006	<0.2

採水地点	試料名		F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	U	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間1	MSB4-1	(97)	0.2	1.4	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	<0.1	<0.5	<0.00001	3.45	43	42	1.6	<0.001	0.010	0.004	
15.8～		(98)	0.3	1.5	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	<0.1	0.5	<0.00001	3.52	42	42	1.3	<0.001	0.009	0.004	
25.6mbgl		(99)	0.3	1.6	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	16	<0.1	<0.5	<0.00001	3.47	46	46	1.3	<0.001	0.009	0.004	
区間2	MSB4-2	(97)	0.2	1.3	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	51	<0.1	<0.5	<0.00001	3.12	38	36	1.1	<0.001	0.020	0.031	
26.5～		(98)	0.3	1.3	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	52	<0.1	0.6	<0.00001	3.15	38	38	0.7	<0.001	0.018	0.030	
33.9mbgl		(99)	0.3	1.4	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	51	<0.1	<0.5	<0.00001	3.08	40	40	0.7	<0.001	0.017	0.029	
区間3	MSB4-3	(97)	0.2	1.3	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	57	<0.1	<0.5	<0.00001	2.98	36	35	0.7	<0.001	0.009	0.011	
34.8～		(98)	0.3	1.3	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	57	<0.1	<0.5	<0.00001	3.04	36	36	<0.5	<0.001	0.008	0.011	
62.1mbgl		(99)	0.3	1.4	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	57	<0.1	<0.5	<0.00001	2.97	40	40	0.6	<0.001	0.007	0.010	
区間5	MSB4-5	(97)	7.7	201	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	2.9	0.2	<0.5	0.00001	0.44	5.7	4.8	0.7	0.002	0.044	0.081	
77.8～		(98)	7.8	200	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	2.8	0.2	<0.5	0.00001	0.43	5.3	4.5	<0.5	0.002	0.038	0.077	
81.7mbgl		(99)	7.8	202	0.4	<0.1	<0.05	<0.05	2.8	0.2	<0.5	0.00001	0.44	4.9	4.3	<0.5	0.002	0.035	0.071	
区間7	MSB4-7	(97)	12	77	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	3.4	<0.1	<0.5	0.00015	0.95	12	11	1.0	<0.001	0.005	0.002	
94.8～		(98)	12	80	0.2	<0.1	<0.05	<0.05	2.9	<0.1	<0.5	0.00010	0.95	11	11	0.8	<0.001	0.005	0.002	
99.0mbgl		_20111217	12	82	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	2.2	0.1	<0.5	0.00007	0.85	11	10	<0.5	<0.001	0.004	0.002	
		(99)	12	80	0.1	<0.1	<0.05	<0.05	1.8	0.2	<0.5	0.00008	0.88	11	10	0.7	<0.001	0.004	0.002	

付表 B-10 MIZ-1 号孔における地下水の水質分析結果

採水地点	試料名	採水年月日	累積揚水量	pH（分析室）	EC（分析室）	温度（分析室）	Eh（分析室）	DO（分析室）	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	B	Al	Si	Mn	Total-Fe	Fe^{2+}
			L		mS/m	℃	mV	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
区間9 1148.8～1169.8mabh	MIZ-1_1148_予備排水1_20111007	2011/10/7	84	7.1	240	23.4	−	−	236	2.1	213	0.1	0.3	−	0.05	7.0	0.028	1.1	−
	MIZ-1_1148_予備排水2_20111009	2011/10/9	820	7.9	570	23.3	−	−	439	3.7	644	1.4	0.8	−	<0.01	8.5	0.044	0.077	−
	MIZ-1_1148_予備排水3_20111014	2011/10/14	1345	9.0	510	21.4	−	−	403	5.2	565	0.7	0.6	−	0.01	8.3	0.025	0.20	−
	MIZ-1_1148_予備排水4_20111016	2011/10/16	2438	8.6	580	24.3	−	−	449	3.8	667	1.4	0.7	−	<0.01	8.4	0.067	0.029	−
	MIZ-1_1148_予備排水5_20111018	2011/10/18	3686	8.4	580	21.0	−	−	451	3.6	669	1.5	0.6	−	<0.01	8.3	0.12	0.026	−
	MIZ-1_1148_予備排水6_20111020	2011/10/20	4862	8.3	580	24.3	−	−	449	3.6	666	1.5	0.6	−	<0.01	8.7	0.13	0.039	−
	MIZ-1_1148_予備排水7_20111022	2011/10/22	6101	8.3	580	21.8	−	−	442	3.5	656	1.5	0.6	−	<0.01	8.6	0.14	0.040	−
	MIZ-1_1148_予備排水8_20111024	2011/10/24	7230	8.3	580	23.1	−	−	450	3.5	666	1.4	0.6	−	<0.01	8.6	0.14	0.052	−
	MIZ-1_1148_予備排水9_20111027	2011/10/27	7610	8.2	570	21.0	−	−	446	3.4	658	1.4	0.6	−	0.03	8.4	0.13	0.066	−
	MIZ-1_1148_予備排水10_20111029	2011/10/29	7627	7.0	330	21.9	−	−	288	2.5	323	0.5	0.3	−	0.02	7.3	0.12	2.7	−
	MIZ-1_1148_予備排水11_20111031	2011/10/31	8273	8.3	580	21.7	−	−	447	3.5	658	1.5	0.5	−	<0.01	8.4	0.14	0.045	−
	MIZ-1_1148_予備排水12_20111102	2011/11/2	8994	8.3	580	24.4	−	−	443	3.4	645	1.5	0.5	−	<0.01	8.4	0.12	0.051	−
	MIZ-1_1148_予備排水13_20111104	2011/11/4	9737	8.4	580	21.3	−	−	443	3.4	644	1.4	0.5	−	<0.01	8.2	0.14	0.061	−
	MIZ-1_1148_予備排水14_20111106	2011/11/6	10316	8.4	580	21.7	−	−	442	3.4	643	1.4	0.5	−	0.01	8.2	0.14	0.075	−
	MIZ-1_1148_地下水試料_20111107	2011/11/7	10788	8.3	580	24.3	−12	1.9	441	3.4	640	1.4	0.5	3.6	<0.01	8.3	0.15	0.064	<0.2

採水地点	試料名	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	NO_2^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	PO_4^{3-}	アルカリ度	全炭素	全無機炭素	全有機炭素	ウラニン	アミノG酸	ナフチオン酸ナトリウム	備考
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
区間9 1148.8～1169.8mabh	MIZ-1_1148_予備排水1_20111007	4.9	680	1.3	0.2	<0.05	<0.05	0.4	−	<0.5	0.34	7.1	4.5	3.1	0.005	0.003	0.002	
	MIZ-1_1148_予備排水2_20111009	3.1	1820	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.27	8.6	3.2	5.8	0.004	0.001	0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水3_20111014	3.5	1610	3.0	0.6	<0.05	<0.05	0.2	−	<0.5	0.45	78	3.9	76	0.007	0.002	0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水4_20111016	3.1	1880	3.4	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.28	8.4	2.8	5.6	0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水5_20111018	3.1	1890	3.4	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.21	5.6	2.2	3.3	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水6_20111020	3.0	1860	3.4	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.21	4.4	2.3	2.1	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水7_20111022	3.0	1820	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.21	2.9	2.4	0.6	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水8_20111024	3.0	1850	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.21	2.9	2.2	0.7	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水9_20111027	3.0	1830	3.3	0.8	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.18	6.0	2.0	3.4	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水10_20111029	4.6	985	1.9	0.4	<0.05	<0.05	0.2	−	<0.5	0.44	14	4.7	9.3	0.004	0.005	0.003	
	MIZ-1_1148_予備排水11_20111031	3.1	1870	3.4	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.19	11	2.0	8.7	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水12_20111102	3.0	1830	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.23	4.7	2.0	2.6	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水13_20111104	3.0	1830	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.21	3.3	2.0	1.2	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_予備排水14_20111106	3.0	1830	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	−	<0.5	0.20	3.8	2.3	1.4	<0.001	<0.001	<0.001	
	MIZ-1_1148_地下水試料_20111107	3.0	1820	3.3	0.7	<0.05	<0.05	<0.1	<0.1	<0.5	0.20	3.2	1.9	1.0	<0.001	<0.001	<0.001	

This is a blank page.

国際単位系（SI）

表１．SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表２．基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m^2
体積	立法メートル	m^3
速さ，速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度，質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m^2
比体積	立方メートル毎キログラム	m^3/kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度[a]，濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	キログラム毎立法メートル	kg/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率[b]	（数字の）　1	1
比透磁率[b]	（数字の）　1	1

(a) 量濃度（amount concentration）は臨床化学の分野では物質濃度（substance concentration）ともよばれる。
(b) これらは無次元量あるいは次元１をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の１は通常は表記しない。

表３．固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン[b]	rad	1 [b]	m/m
立体角	ステラジアン[b]	sr[c]	1 [b]	m^2/m^2
周波数	ヘルツ[d]	Hz		s^{-1}
力	ニュートン	N		$m\ kg\ s^{-2}$
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
仕事率，工率，放射束	ワット	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
電荷，電気量	クーロン	C		s A
電位差（電圧），起電力	ボルト	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度[e]	℃		K
光束	ルーメン	lm	cd sr[c]	cd
照度	ルクス	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
放射性核種の放射能[f]	ベクレル[d]	Bq		s^{-1}
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト[g]	Sv	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
酸素活性	カタール	kat		$s^{-1}\ mol$

(a)SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
(b)ラジアンとステラジアンは数字の１に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の１は明示されない。
(c)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
(d)ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
(e)セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
(f)放射性核種の放射能（activity referred to a radionuclide）は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
(g)単位シーベルト（PV,2002,70,205）についてはCIPM勧告2（CI-2002）を参照。

表４．単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg\ s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m\ m^{-1}\ s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s^2	$m\ m^{-1}\ s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
比熱容量，比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m^3	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m^3	$m^{-3}\ sA$
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ sA$
電束密度，電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ sA$
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
照射線量（X 線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1}\ sA$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=m^2\ kg\ s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=kg\ s^{-3}$
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

表５．SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^{9}	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^{6}	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^{3}	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	y

表６．SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	’	1’=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	”	1”=(1/60)’=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	$1ha=1hm^2=10^4m^2$
リットル	L, l	$1L=11=1dm^3=10^3cm^3=10^{-3}m^3$
トン	t	$1t=10^3$ kg

表７．SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	$1eV=1.602\ 176\ 53(14)\times10^{-19}J$
ダルトン	Da	$1Da=1.660\ 538\ 86(28)\times10^{-27}kg$
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	$1ua=1.495\ 978\ 706\ 91(6)\times10^{11}m$

表８．SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	$1\ bar=0.1MPa=100kPa=10^5Pa$
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	$1\ Å=0.1nm=100pm=10^{-10}m$
海里	M	1 M=1852m
バーン	b	$1\ b=100fm^2=(10^{-12}cm)2=10^{-28}m^2$
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベル	B	
デジベル	dB	

表９．固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	$1\ erg=10^{-7}\ J$
ダイン	dyn	$1\ dyn=10^{-5}N$
ポアズ	P	$1\ P=1\ dyn\ s\ cm^{-2}=0.1Pa\ s$
ストークス	St	$1\ St\ =1cm^2\ s^{-1}=10^{-4}m^2\ s^{-1}$
スチルブ	sb	$1\ sb\ =1cd\ cm^{-2}=10^4cd\ m^{-2}$
フォト	ph	$1\ ph=1cd\ sr\ cm^{-2}\ 10^4lx$
ガル	Gal	$1\ Gal\ =1cm\ s^{-2}=10^{-2}ms^{-2}$
マクスウェル	Mx	$1\ Mx\ = 1G\ cm^2=10^{-8}Wb$
ガウス	G	$1\ G\ =1Mx\ cm^{-2}\ =10^{-4}T$
エルステッド[c]	Oe	$1\ Oe \triangleq (10^3/4\pi)A\ m^{-1}$

(c) ３元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ≙ 」は対応関係を示すものである。

表10．SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	$1\ Ci=3.7\times10^{10}Bq$
レントゲン	R	$1\ R = 2.58\times10^{-4}C/kg$
ラド	rad	$1\ rad=1cGy=10^{-2}Gy$
レム	rem	$1\ rem=1\ cSv=10^{-2}Sv$
ガンマ	γ	1 γ =1 nT=10-9T
フェルミ		1フェルミ=1 fm=10-15m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10-4kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	1cal=4.1858J（「15℃」カロリー），4.1868J（「IT」カロリー）4.184J（「熱化学」カロリー）
ミクロン	μ	$1\ \mu\ =1\mu m=10^{-6}m$

（第8版，2006年改訂）

この印刷物は再生紙を使用しています