

幌延深地層研究計画における
深層ボーリング孔および浅層ボーリング孔を利用した
長期水圧・水位観測

Long-term Monitoring of Pore Pressure/Groundwater Level
Using Deep/Shallow Boreholes
in the Horonobe Underground Research Laboratory Project

本多 典久 出井 俊太郎 石井 英一

Norihisa HONDA, Shuntaro DEI and Eiichi ISHII

核燃料・バックエンド研究開発部門
幌延深地層研究センター
深地層研究部

Horonobe Underground Research Department
Horonobe Underground Research Center
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

June 2022

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは国立研究開発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。
本レポートはクリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。
本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の
条件で利用してください。（<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>）
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（<https://www.jaea.go.jp>）
より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課
〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 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.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).
Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under
the same terms and conditions as CC-BY.
For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section,
JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, 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

幌延深地層研究計画における
深層ボーリング孔および浅層ボーリング孔を利用した長期水圧・水位観測

日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 幌延深地層研究センター
深地層研究部

本多 典久^{※1}、出井 俊太郎、石井 英一

(2022 年 2 月 9 日受理)

幌延深地層研究計画においては、地下施設周辺のボーリング孔に設置した水圧モニタリング装置を用いて地下施設建設が水圧に及ぼす影響を観測している。本報では、水圧観測開始から 2021 年 3 月までに HDB-1～11 孔及び換気立坑先行ボーリング (PB-V01 孔) において取得された地下水間隙水圧観測結果と浅層ボーリング 7 地点の地下水位観測結果を取りまとめた。

**Long-term Monitoring of Pore Pressure/Groundwater Level Using Deep/Shallow
Boreholes in the Horonobe Underground Research Laboratory Project**

Norihisa HONDA^{※1}, Shuntaro DEI and Eiichi ISHII

Horonobe Underground Research Department
Horonobe Underground Research Center
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development
Japan Atomic Energy Agency
Horonobe-cho, Teshio-gun, Hokkaido

(Received February 9, 2022)

Long-term monitoring of pore pressure/groundwater level has been performed at the deep boreholes HDB-1–11 and PB-V01 and seven shallow boreholes in the Horonobe Underground Research Laboratory Project. This report summarizes the results obtained from the starts of monitoring to March 2021.

Keywords: Horonobe Underground Research Laboratory Project, Pore Pressure, Groundwater Level, Long-term Monitoring

※1 Collaborating Engineer

目 次

1. はじめに	1
2. 地下水の水圧／水位の長期モニタリングの概要	1
2.1 位置	1
2.2 観測区間	4
2.3 観測装置	10
2.4 観測期間	14
3. 観測結果	15
参考文献	17
付録 1 深層・浅層ボーリング孔における地下水の水圧／水位観測結果（データは CD-ROM に収録）	19
付録 2 深層ボーリング孔の全水頭及び水温の経時変化	21
付録 3 浅層ボーリング孔の全水頭の経時変化	35

Contents

1. Introduction	1
2. Outline for long-term monitoring of pore pressure/groundwater level	1
2.1 Location	1
2.2 Monitoring section	4
2.3 Monitoring system	10
2.4 Monitoring period	14
3. Results	15
References	17
Appendix 1 Pore pressure/groundwater level monitored in boreholes (included in CD-ROM)	19
Appendix 2 Temporal changes in hydraulic head and temperature monitored in deep boreholes	21
Appendix 3 Temporal changes in groundwater level monitored in shallow boreholes	35

This is a blank page.

1. はじめに

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構では、幌延深地層研究計画の第1段階から第3段階にわたって、地下施設の建設が地下水の水圧や水質に与える影響を観測する技術の整備、岩盤の水理モデルや地下水の地球化学モデルの構築、地下水流動解析などに必要なデータの取得及び構築したモデルや解析結果の妥当性を確認するためのデータ取得を目的として、地下水の水圧/水位の長期観測を行ってきている^{1), 2)}。

本報告では、深層ボーリング孔及び浅層ボーリング孔において2021年3月31日までに取得された水圧・水温及び地下水位についてまとめた。

2. 地下水の水圧／水位の長期モニタリングの概要

2.1 位置

図1、図2に幌延深地層研究計画において掘削されたボーリング孔の位置を示す。また、各孔口のUTM座標（世界測地系WGS84）を列挙する。

深層ボーリング孔

・HDB-1 孔	(X) 115628.843°	(Y) -30357.386°	(Z) 69.102m
・HDB-2 孔	(X) 110805.197°	(Y) -26053.729°	(Z) 42.529m
・HDB-3 孔	(X) 116109.270°	(Y) -30928.204°	(Z) 58.192m
・HDB-4 孔	(X) 117240.046°	(Y) -29530.240°	(Z) 63.610m
・HDB-5 孔	(X) 116664.215°	(Y) -29165.160°	(Z) 78.768m
・HDB-6 孔	(X) 116095.346°	(Y) -30665.706°	(Z) 60.212m
・HDB-7 孔	(X) 116478.607°	(Y) -31961.902°	(Z) 43.752m
・HDB-8 孔	(X) 116738.893°	(Y) -29991.538°	(Z) 70.051m
・HDB-9 孔	(X) 117862.017°	(Y) -31492.705°	(Z) 97.188m
・HDB-10 孔	(X) 117714.011°	(Y) -28044.202°	(Z) 50.829m
・HDB-11 孔	(X) 115154.543°	(Y) -30003.561°	(Z) 66.848m
・PB-V01 孔	(X) 116238.989°	(Y) -30775.516°	(Z) 59.900m

浅層ボーリング孔

・HGW-V-02	(X) 116231.000°	(Y) -30790.000°	(Z) 60.800m
・HGW-V-04	(X) 116211.000°	(Y) -30747.000°	(Z) 59.788m
・HGW-E-03	(X) 116148.000°	(Y) -30790.000°	(Z) 60.995m
・HGW-2	(X) 116231.000°	(Y) -30928.000°	(Z) 58.400m
・HGW-3-1	(X) 116128.609°	(Y) -30788.904°	(Z) 60.379m
・HGW-3-2	(X) 116130.609°	(Y) -30788.904°	(Z) 60.332m
・HGW-3-3	(X) 116128.609°	(Y) -30786.904°	(Z) 60.396m

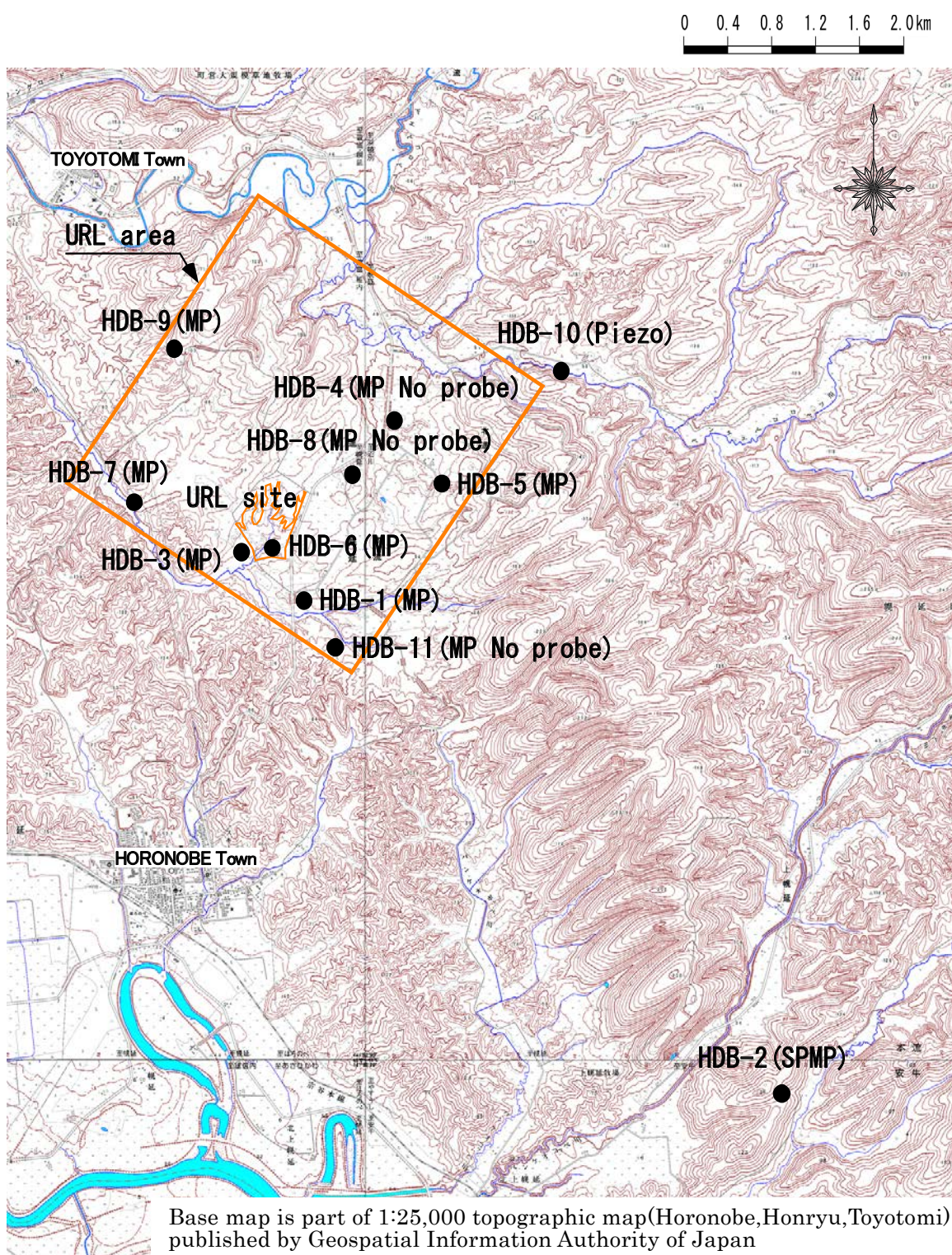


図 1 深層ボーリング孔位置図

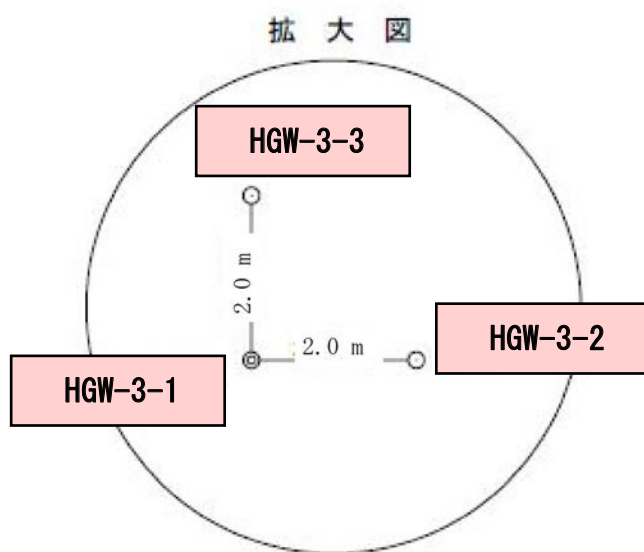
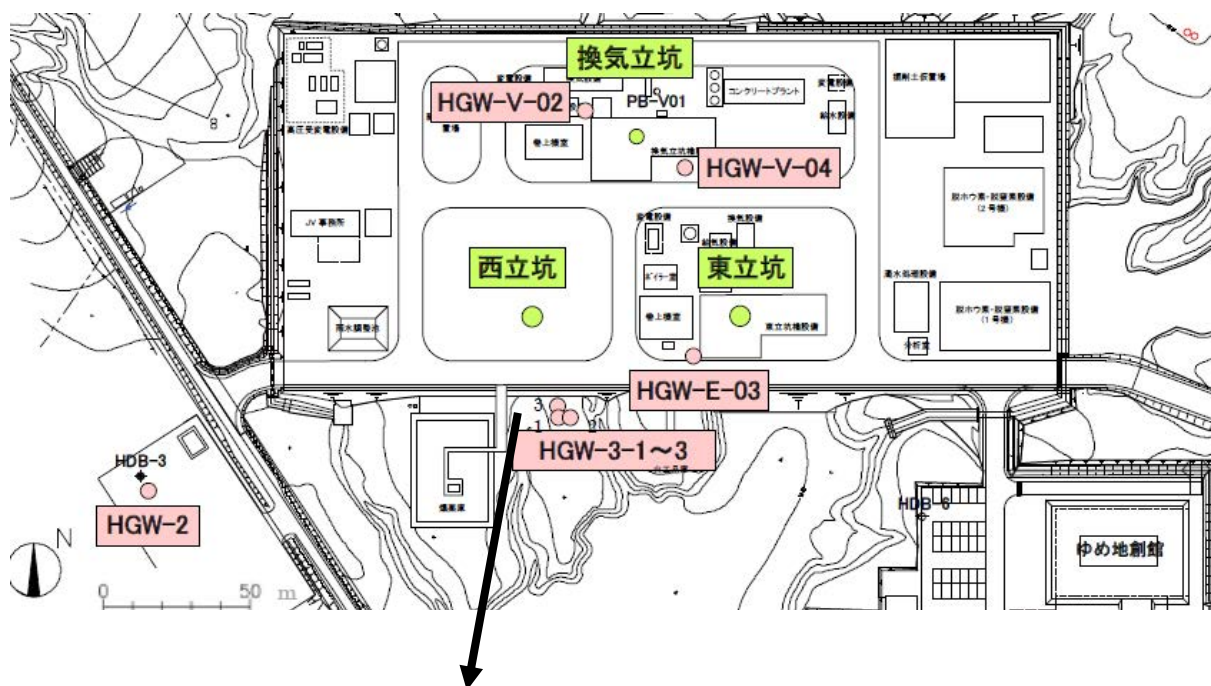


図 2 浅層ボーリング孔位置図

2.2 観測区間

深層ボーリング孔を用いた地下水の水圧の長期モニタリングでは、通常、パッカーを用いてボーリング孔内を複数の観測区間に区切って各観測区間の水圧を計測している。しかしながら図 1 に示す各深層ボーリング孔には、一部（PB-V01 孔の深度 150 m 以深）を除き孔壁の崩壊を防ぐために鋼製のケーシングパイプが挿入されており、ケーシングパイプの外周にセメントを流し込んでこれを固定することにより保孔がなされている。このようなボーリング孔での水圧計測を可能とするため、各観測区間においてはケーシングパイプとセメントを貫通する孔をあける処置（ジェットパーフォレーション）が施されている。ジェットパーフォレーション位置は、原則として岩盤の接着状態が良好な区間を選定している。セメントと岩盤の接着状態はセメントボンド検層により確認している。PB-V01 孔の深度 150 m 以深は裸孔の状態で観測区間が区切られ、水圧が観測されている。

表 1～12 に各深層ボーリング孔の水圧観測区間を示す。表 13 に浅層ボーリング孔の仕様、図 3 に浅層ボーリング孔の構造を示す。

表 1 HDB-1 孔の水圧観測区間³⁾

孔口標高: 69.102m

観測区間番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパーフォレーション区間 (GL-m)	水圧観測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	444.6	475.4	447.0-449.0	447.0-449.0	稚内層	2003/8/29	観測中
2	556.5	591.9	559.0-561.0	559.0-561.0	稚内層	2003/8/29	観測中
3	592.8	620.4	595.0-597.0	595.0-597.0	稚内層	2003/8/29	観測中
4	646.5	670.4	649.0-651.0	649.0-651.0	稚内層	2003/8/29	観測中

表 2 HDB-2 孔の水圧観測区間

孔口標高: 42.529m

観測区間番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパーフォレーション区間 (GL-m)	水圧観測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	370.5	382.0	375.0-377.0	375.0-377.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
2	383.5	454.0	416.0-418.0 & 434.0-436.0	416.0-418.0 & 434.0-436.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
3	455.5	528.0	491.0-493.0	491.0-493.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
4	529.5	540.0	535.0-537.0	535.0-537.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
5	541.5	639.0	601.0-603.0 & 629.0-631.0	601.0-603.0 & 629.0-631.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
6	640.5	682.0	653.0-655.0	653.0-655.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31
7	683.5	720.0	689.0-691.0	689.0-691.0	稚内層	2004/4/14	2021/3/31

表 3 HDB-3 孔の水圧観測区間⁴⁾

孔口標高: 58.192m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	90.19	100.04	93.00-95.00	93.00-95.00	声問層	2003/11/21	2015/12/1
2	185.36	195.21	189.50-191.50	189.50-191.50	声問層	2003/11/21	観測中
3	196.11	258.53	226.00-230.00	226.00-230.00	声問層	2003/11/21	2018/1/24
4	326.39	336.21	328.00-332.00	328.00-332.00	声問層	2003/11/21	2015/12/1
5	397.54	426.84	399.00-401.00	399.00-401.00	声問層	2003/11/21	観測中
6	435.23	487.28	460.00-462.00	460.00-462.00	稚内層	2007/12/24	観測中
7	488.18	498.00	493.00-495.00	493.00-495.00	稚内層	2003/11/21	2018/1/24

表 4 HDB-4 孔の水圧観測区間⁴⁾

孔口標高: 63.610m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	108.20	118.06	111.00-113.00	111.00-113.00	稚内層	2008/2/28	2009/10/13
2	223.93	233.78	227.00-231.00	227.00-231.00	稚内層	2008/2/28	2009/10/13
3	234.68	280.15	258.00-260.00	258.00-260.00	稚内層	2008/2/28	2009/10/13
4	281.05	290.76	284.50-288.50	284.50-288.50	稚内層	2008/2/28	2009/10/13
5	377.12	386.95	381.00-383.00	381.00-383.00	稚内層	2008/2/28	2009/10/13
6	474.79	484.61	477.00-479.00	477.00-479.00	稚内層	2008/2/28	2009/10/13

表 5 HDB-5 孔の水圧観測区間

孔口標高: 78.768m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	164.8	179.9	165.0-175.0	165.0-175.0	稚内層	2009/12/15	観測中
2	278.0	291.3	280.0-286.0	280.0-286.0	稚内層	2009/12/15	2018/1/26
3	368.6	377.4	370.0-374.0	370.0-374.0	稚内層	2009/12/15	2018/1/26
4	407.8	418.2	410.0-412.0	410.0-412.0	稚内層	2009/12/15	2018/1/26
5	438.6	447.4	440.0-442.0	440.0-442.0	稚内層	2009/12/15	2018/1/26
6	493.3	504.0	495.0-497.0	495.0-497.0	稚内層	2009/12/15	2020/8/9

表 6 HDB-6 孔の水圧観測区間

孔口標高: 60.212m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	60.57	70.41	62.50-67.50	62.50-67.50	声問層	2005/3/4	観測中
2	71.31	224.74	155.00-160.00	155.00-160.00	声問層	2005/3/4	2015/11/18
3	225.64	287.76	227.50-232.50	227.50-232.50	声問層	2005/3/4	観測中
4	288.66	302.90	291.00-301.00	291.00-301.00	稚内層	2005/3/4	観測中
5	303.80	361.49	325.00-330.00	325.00-330.00	稚内層	2005/3/4	2015/11/18
6	362.39	385.70	364.00-374.00	364.00-374.00	稚内層	2005/3/4	観測中
7	386.60	396.41	389.00-394.00	389.00-394.00	稚内層	2005/3/4	2015/11/18
8	397.31	505.95	443.50-450.50	443.50-450.50	稚内層	2005/3/4	2020/11/24
9	506.85	516.67	509.00-514.00	509.00-514.00	稚内層	2005/3/4	観測中
10	517.57	584.14	562.50-567.50	562.50-567.50	稚内層	2005/3/4	観測中
11	585.07	620.00	587.50-592.50	587.50-592.50	稚内層	2005/3/4	2020/11/24

表 7 HDB-7 孔の水圧観測区間

孔口標高: 43.752m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	41.84	138.65	45.00-47.00	45.00-47.00	勇知層	2005/1/29	観測中
2	139.55	187.39	143.00-145.00	143.00-145.00	勇知層	2005/1/29	観測中
3	188.29	202.65	191.80-193.80	191.80-193.80	勇知層	2005/1/29	2012/11/14
4	203.55	217.69	207.00-213.00	207.00-213.00	勇知層	2005/1/29	2012/11/14
5	218.59	228.45	222.00-224.00	222.00-224.00	勇知層	2005/1/29	2012/11/14
6	229.35	326.47	274.00-280.00	274.00-280.00	勇知層	2005/1/29	2012/11/14
7	327.37	352.24	330.00-350.00	330.00-350.00	勇知層	2005/1/29	2012/11/14
8	353.14	443.77	410.00-415.00	410.00-415.00	声問層	2005/1/29	2017/3/1
9	444.67	520.00	448.00-450.00	448.00-450.00	声問層	2005/1/29	2017/3/1

表 8 HDB-8 孔の水圧観測区間

孔口標高: 70.051m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	61.98	92.82	65.50-67.50	65.50-67.50	声問層	2005/3/4	2014/8/7
2	93.72	103.57	98.00-100.00	98.00-100.00	声問層	2005/3/4	2014/8/7
3	104.47	172.58	138.00-142.00	138.00-142.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
4	173.48	202.33	178.00-182.00	178.00-182.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
5	203.23	276.07	208.00-212.00	208.00-212.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
6	276.97	286.79	280.00-285.00	280.00-285.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
7	287.69	387.27	340.00-345.00	340.00-345.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
8	388.17	436.77	390.00-395.00	390.00-395.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7
9	437.67	470.00	440.00-445.00	440.00-445.00	稚内層	2005/3/4	2014/8/7

表 9 HDB-9 孔の水圧観測区間

孔口標高:97.188m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	30.31	38.66	32.00-38.00	32.00-38.00	稚内層	2005/10/17	2012/11/13
2	60.57	68.92	62.00-68.00	62.00-68.00	稚内層	2005/10/17	観測中
3	93.84	174.96	95.30-101.30	95.30-101.30	稚内層	2005/10/17	2012/11/13
4	175.83	237.98	177.00-183.00	177.00-183.00	稚内層	2005/10/17	2012/11/13
5	238.88	273.47	240.00-246.00	240.00-246.00	稚内層	2005/10/17	観測中
6	274.37	344.96	276.00-282.00	276.00-282.00	稚内層	2005/10/17	2012/11/13
7	345.86	396.45	347.00-353.00	347.00-353.00	稚内層	2005/10/17	2017/3/1
8	397.35	405.67	399.00-405.00	399.00-405.00	稚内層	2005/10/17	2017/3/1
9	406.57	507.98	449.00-455.00	449.00-455.00	稚内層	2005/10/17	2017/3/1

表 10 HDB-10 孔の水圧観測区間

孔口標高:50.829m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	34.61	60.08	38.00-56.00	38.00-56.00	声間層	2006/3/9	2013/2/6
2	61.08	149.14	115.50-121.50	115.50-121.50	声間層	2006/3/9	2013/2/6
3	150.14	209.87	177.50-183.50	177.50-183.50	声間層	2006/3/9	2013/2/6
4	210.87	305.44	235.80-241.80	235.80-241.80	声間層	2006/3/9	2013/2/6
5	306.44	328.76	307.10-310.10	307.10-310.10	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
6	329.77	355.14	340.40-343.40	340.40-343.40	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
7	356.14	384.56	368.50-371.50	368.50-371.50	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
8	385.56	442.24	398.90-401.90	398.90-401.90	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
9	443.24	452.90	445.00-451.00	445.00-451.00	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
10	453.90	494.88	467.90-470.90	467.90-470.90	稚内層	2006/3/9	2013/2/6
11	495.89	550.00	-500m以深裸孔	500.00-550.00	稚内層	2006/3/9	2013/2/6

表 11 HDB-11 孔の水圧観測区間

孔口標高:66.848m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	51.37	120.56	53.50-56.50	53.50-56.50	声問層	2007/2/10	2012/4/10
2	121.96	223.56	122.00-128.00	122.00-128.00	声問層	2007/2/10	2012/4/10
3	224.96	236.30	225.50-228.50 &228.50-234.50	225.50-228.50 &228.50-234.50	声問層	2007/2/10	2012/4/10
4	395.61	404.45	397.00-403.00	397.00-403.00	声問層	2007/2/10	2012/4/10
5	495.62	504.47	497.00-503.00	497.00-503.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
6	621.13	631.99	621.50-624.50	621.50-624.50	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
7	706.05	770.70	707.00-713.00	707.00-713.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
8	772.27	818.85	773.00-779.00	773.00-779.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
9	820.41	844.49	822.00-828.00	822.00-828.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
10	846.05	870.13	847.00-853.00	847.00-853.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
11	871.70	894.28	872.00-878.00	872.00-878.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
12	895.84	926.16	897.00-903.00	897.00-903.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
13	927.72	949.04	930.00-936.00	930.00-936.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
14	950.61	962.68	952.00-958.00	952.00-958.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10
15	964.25	970.33	972.00-978.00	972.00-978.00	稚内層	2007/2/10	2012/4/10

表 12 PB-V01 孔の水圧観測区間

孔口標高:59.900m

観測 区間 番号	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	ジェットパー フォレーション 区間(GL-m)	水圧観 測区間 (GL-m)	地質	観測開始	観測終了
1	30.76	56.76	43.00-47.00	43.00-47.00	声問層	2008/10/27	観測中
2	57.76	99.76	62.00-70.00 &86.00-90.00	62.00-70.00 &86.00-90.00	声問層	2008/10/27	2019/4/23
3	100.76	140.76	128.00-132.00	128.00-132.00	声問層	2008/10/27	2019/4/23
4	141.76	232.51	150m以深裸孔	150.00-232.51	声問層	2008/10/27	観測中
5	234.01	299.51	裸孔	234.01-299.51	声問層/ 稚内層	2008/10/27	2016/6/27
6	301.01	355.51	裸孔	301.01-355.51	稚内層	2008/10/27	2012/10/26
7	357.01	370.51	裸孔	357.01-370.51	稚内層	2008/10/27	2013/1/16
8	372.01	459.51	裸孔	372.01-459.51	稚内層	2008/10/27	2013/1/16
9	461.01	478.47	裸孔	461.01-478.47	稚内層	2008/10/27	2018/12/10
10	479.97	520.00	裸孔	479.97-520.00	稚内層	2008/10/27	2018/11/15

表 13 浅層ボーリング孔の仕様

孔 番	孔長 (m)	ストレーナー区間 (GL-m)	測定頻度	観測開始	観測終了
HGW-V-02	30	24.0～26.0	1回／半年	2006/7/20	観測中
HGW-V-04	34	24.0～26.0	1回／半年	2006/6/2	観測中
HGW-E-03	26	4.0～26.0	1回／半年	2006/7/20	観測中
HGW-2	50	なし(20m以深裸孔)	1回／半年	2005/12/1	観測中
HGW-3-1	40.5	38.0～40.0	1回／半年	2007/2/7	観測中
HGW-3-2	24.5	22.0～24.0	1回／半年	2007/2/7	観測中
HGW-3-3	12.5	10.0～12.0	1回／半年	2007/2/7	観測中

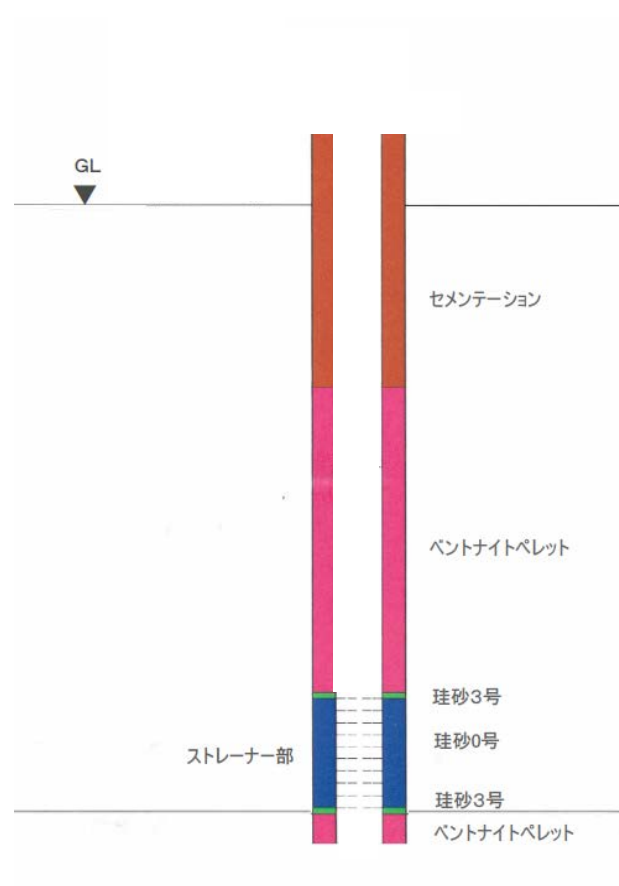


図 3 浅層ボーリング孔の構造図

2.3 観測装置

水圧計測方式には、大別して直接水圧計測方式とピエゾ水頭計測方式がある。幌延深地層研究計画における地下水の水圧の長期モニタリング装置は、図 4 に示す直接水圧計測方式の Multi-Piezometric Logger System (MP システム⁵⁾: Schlumberger 社製)、図 5 に示すピエゾ水頭計測方式の Stand-Pipe Multi-Packer System (SPMP システム⁶⁾: Solexperts 社製)、図 6 に示す PIEZO システム⁷⁾ (ダイヤコンサルタント社製)、図 7 に示すスタンドパイプ式 10 連装パッカーシステム⁸⁾ (アサノ大成基礎エンジニアリング社製) を選定している。

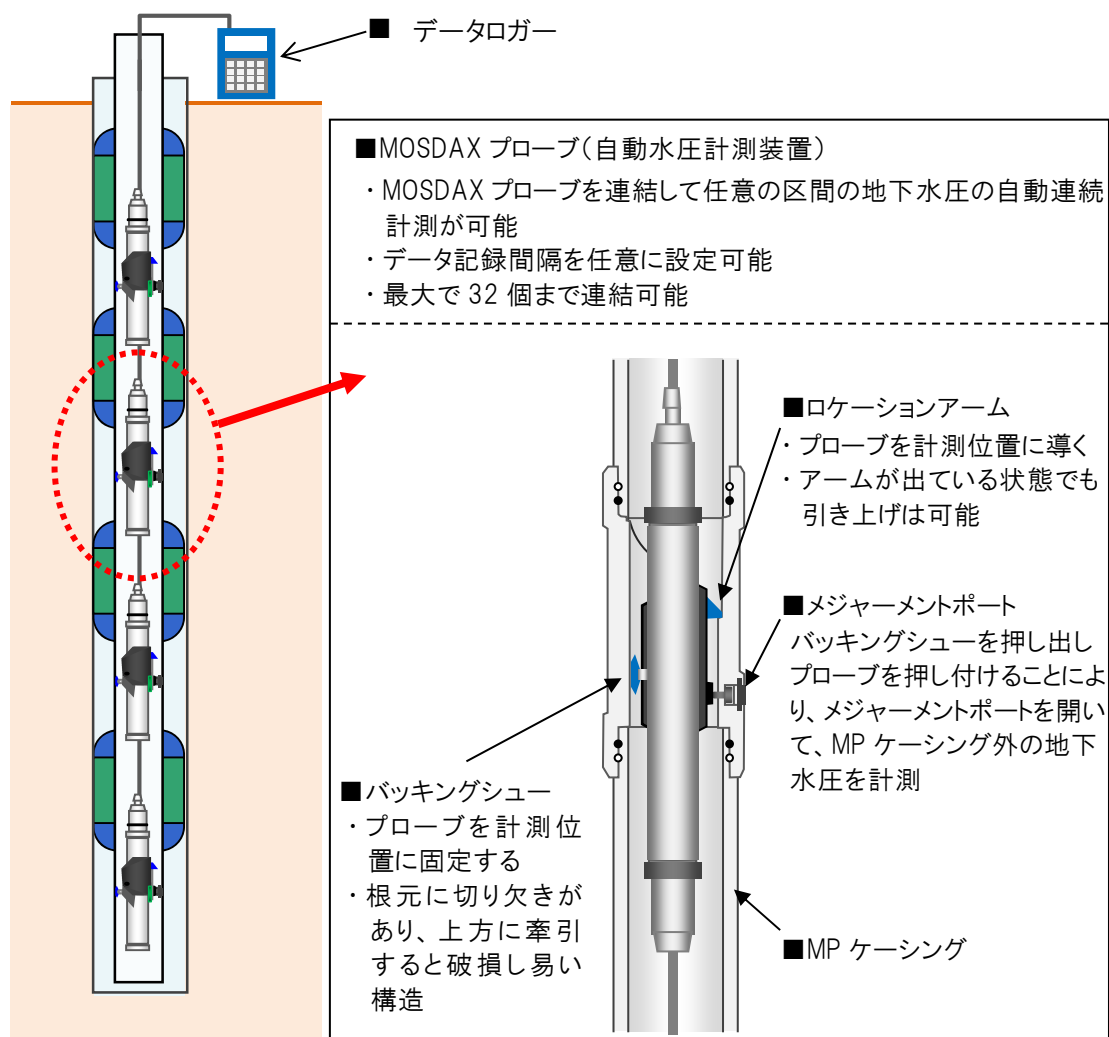


図 4 MP システム⁵⁾

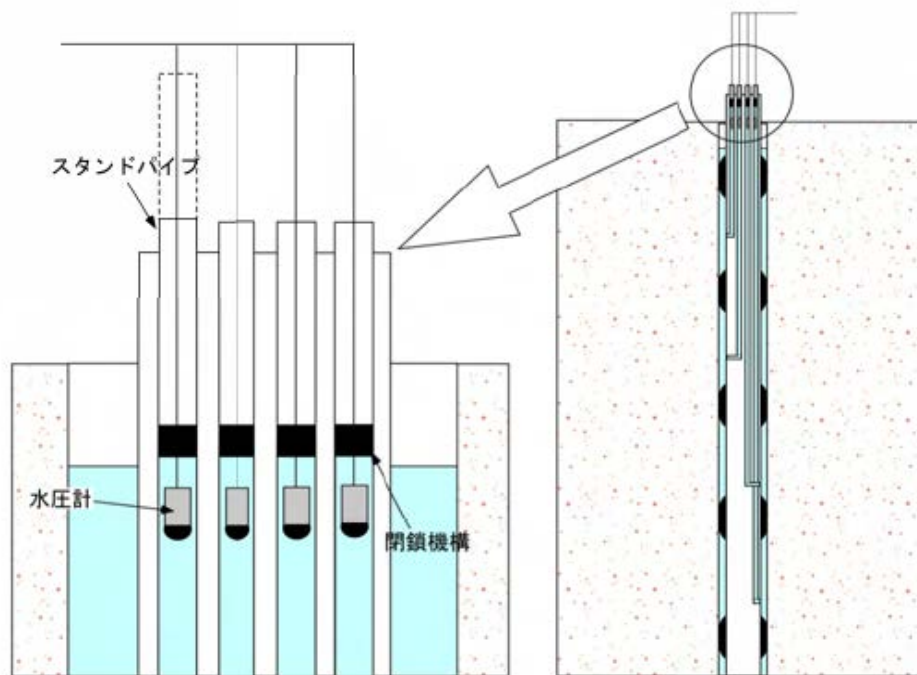


図 5 SPMP システム 6)

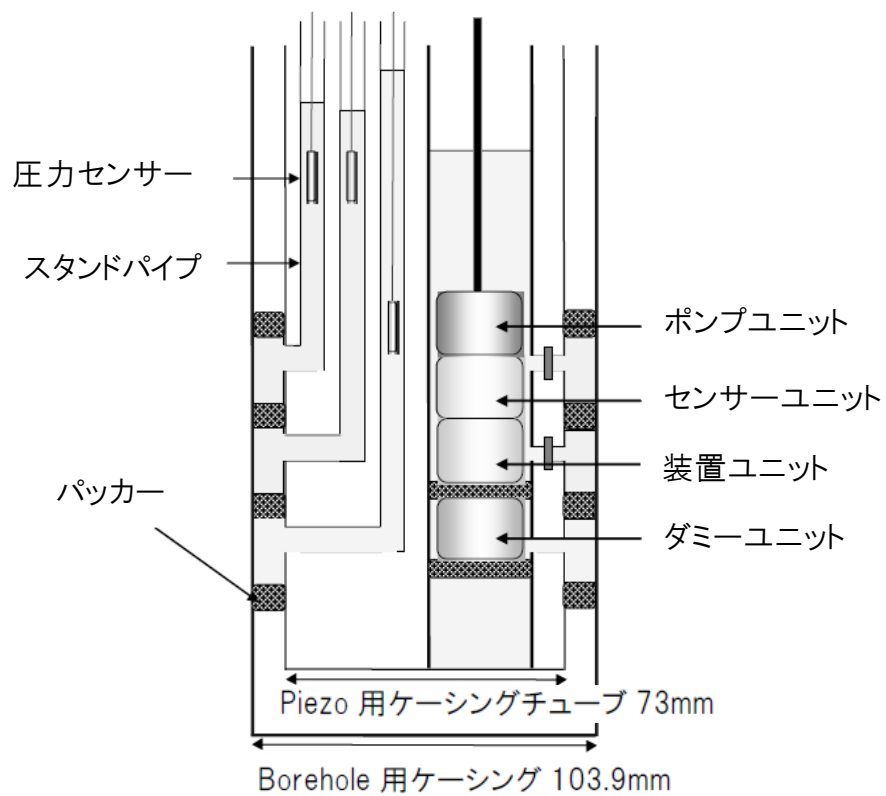


図 6 PIEZO システム 7)

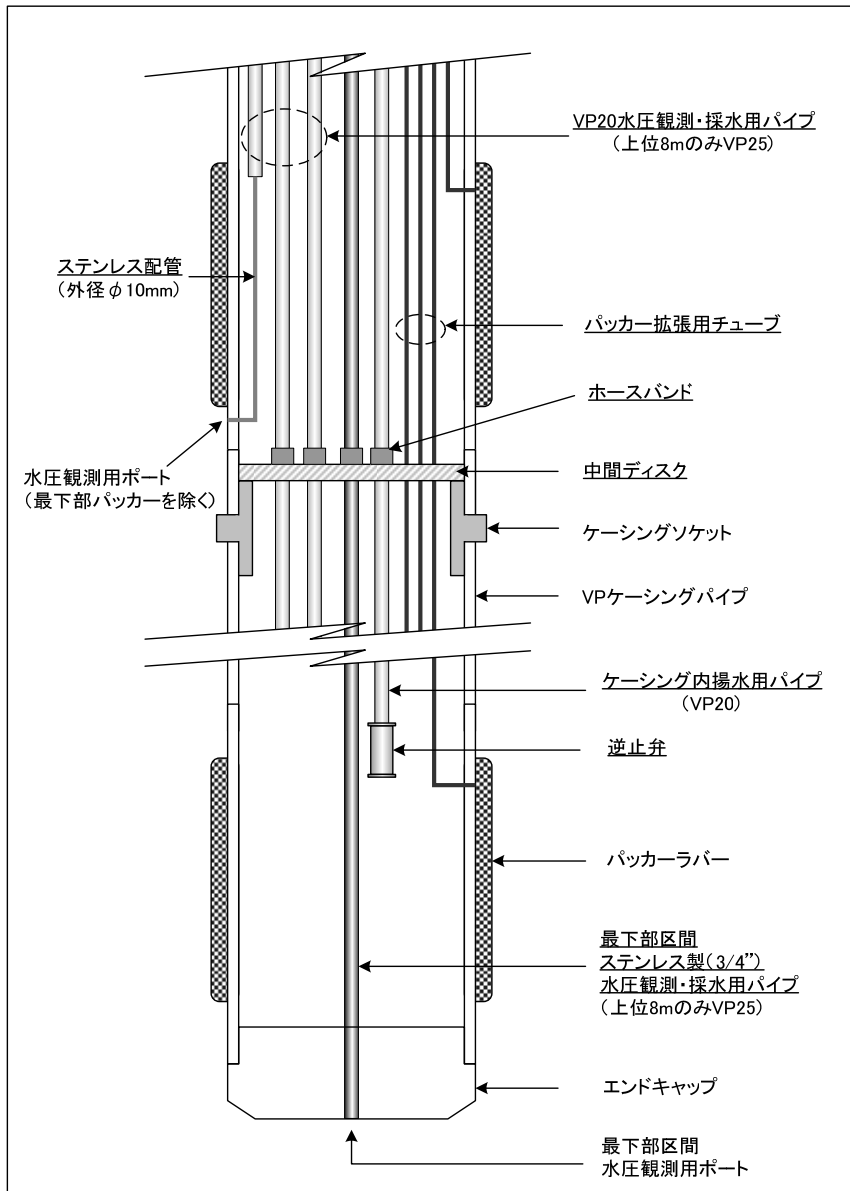


図7 スタンドパイプ式10連装パッカーシステム⁸⁾

浅層ボーリング孔では、図 8 に示すようなロープ式水位計により水位計測を実施している。

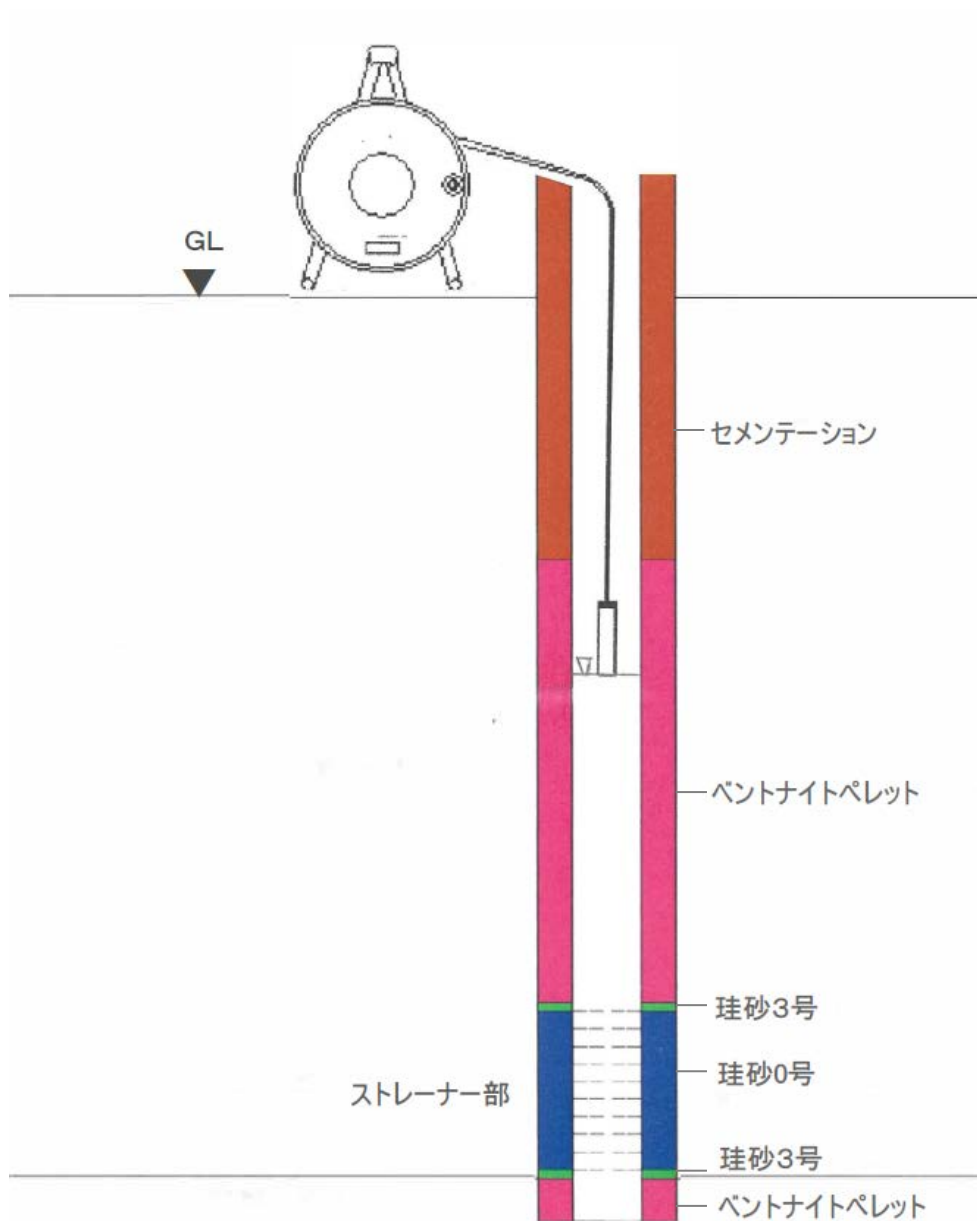


図 8 浅層ボーリング孔水位計測システム

2.4 観測期間

表 14 に深層ボーリング孔のモニタリング装置及び観測期間、表 15 に浅層ボーリング孔の観測期間を示す。

表 14 深層ボーリング孔のモニタリング装置及び観測期間

ボーリング孔	モニタリング装置	観測期間		観測区間数		備考
		開始	終了	当初	現在	
HDB-1	MPシステム	2003年8月29日	観測中	4	4	
HDB-2	SPMPシステム	2004年4月14日	2021年3月31日	7	-	
HDB-3	MPシステム	2003年11月21日	観測中	6	3	2007/11/11より7区間
HDB-4	MPシステム	2008年2月28日	2009年10月13日	6	-	
HDB-5	MPシステム	2009年12月15日	観測中	6	1	
HDB-6	MPシステム	2005年3月4日	観測中	11	6	
HDB-7	MPシステム	2005年1月29日	観測中	9	2	
HDB-8	MPシステム	2005年3月4日	2014年8月7日	9	-	
HDB-9	MPシステム	2005年10月17日	観測中	9	2	
HDB-10	PIEZOシステム	2006年3月9日	2013年2月6日	11	-	
HDB-11	MPシステム	2007年2月10日	2012年4月10日	15	-	
PB-V01	スタンドパイプ式10連装 パッカーシステム	2008年10月27日	観測中	10	2	

表 15 浅層ボーリング孔の観測期間

ボーリング孔	モニタリング装置	観測期間		備考
		開始	終了	
HGW-V-02	ロープ式水位計	2006年7月20日	観測中	
HGW-V-04	ロープ式水位計	2006年6月2日	観測中	
HGW-E-03	ロープ式水位計	2006年7月20日	観測中	
HGW-2	ロープ式水位計	2005年12月1日	観測中	
HGW-3-1	ロープ式水位計	2007年2月7日	観測中	
HGW-3-2	ロープ式水位計	2007年2月7日	観測中	
HGW-3-3	ロープ式水位計	2007年2月7日	観測中	

3. 観測結果

深層ボーリング孔における水圧観測開始から 2021 年 3 月 31 日までの水圧観測結果を付録 1（データは CD-ROM に収録）に示す。また、付録 2 に深層ボーリング孔の全水頭及び水温の経時変化をグラフに示す。ここで、全水頭は、地下水の密度を 1000kg/m^3 、重力加速度を 9.806m/sec^2 として、深層ボーリング孔における各観測区間の地下水の水圧から以下の式より算出している（右辺第 1 項：圧力水頭；右辺第 2 項：位置水頭）。

$$\text{全水頭 (m)} = \{ \text{計測圧力 (kPa)} - \text{大気圧 (kPa)} \} / \{ (9.806 \text{ m/sec}^2) \times 1000\text{kg/m}^3 \} + \text{標高 (m)}$$

なお、得られた観測値には観測装置の不具合と考えられる異常値が確認された。異常値の代表的な例を図 9～図 11 に示す。

参考までに観測装置の不具合と考えられる異常値を除外した深層ボーリング孔の全水頭及び水温の経時変化グラフ（異常値除外）を付録 2 に示す。ただし、HDB-10 孔に関しては観測装置の不具合と考えられる異常値が多数あり、除外が困難なため、異常値を除外せずにグラフ化している。

浅層ボーリング孔における水位観測開始から 2021 年 3 月 31 日までの水位観測結果を付録 1（データは CD-ROM に収録）に示す。また、付録 3 に浅層ボーリング孔の水位経時変化をグラフに示す。

浅層ボーリングの測定結果を全水頭表示するにあたり、以下の換算式を用いている。

$$\text{全水頭 (m)} = \text{孔口標高 (m)} - \text{孔口から水面までの距離 (m)}$$

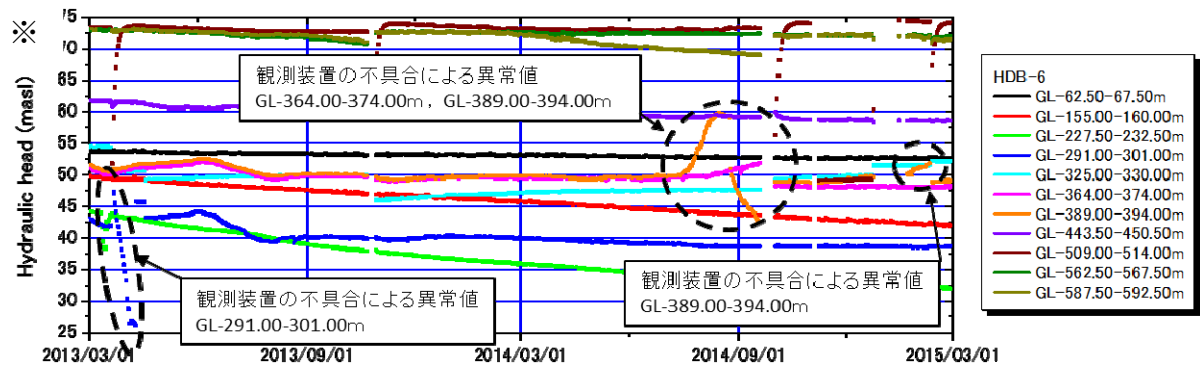


図9 HDB-6 孔における異常値の例

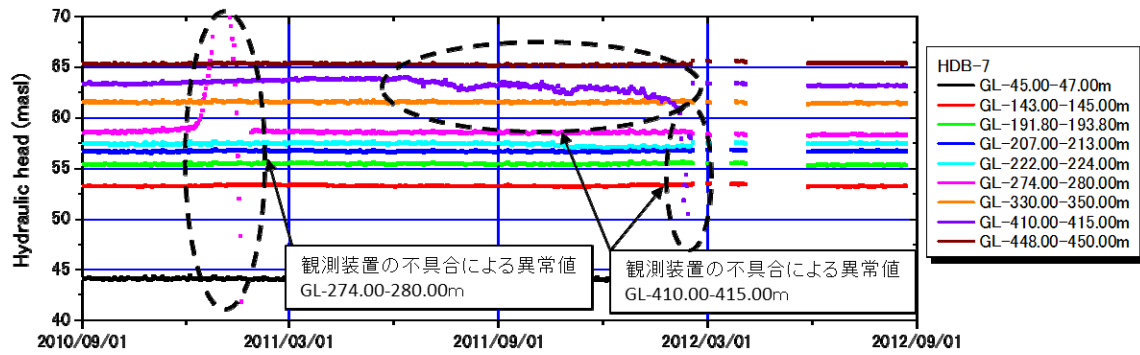


図10 HDB-7 孔における異常値の例

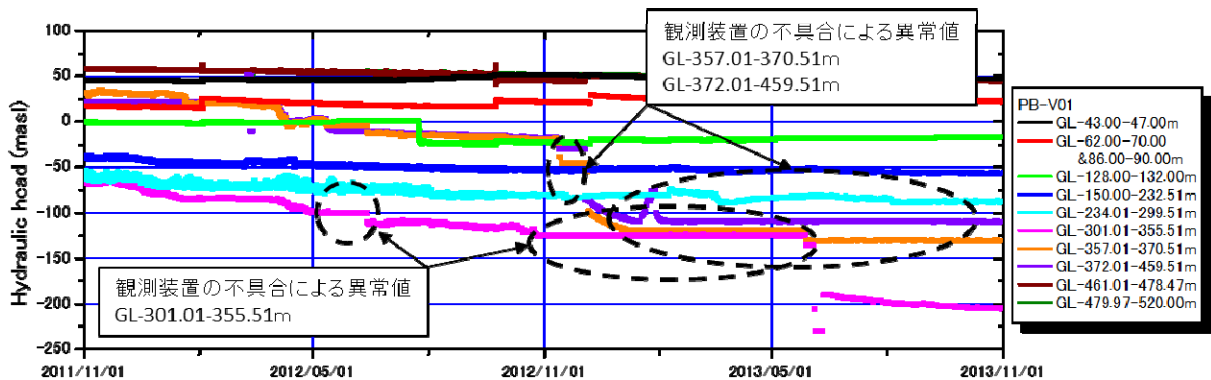


図11 PB-V01 孔における異常値の例

※ Hydraulic head : 全水頭（圧力水頭と位置水頭の和。全水頭（正確にはピエゾ水頭）は水の持つエネルギーを基準水平面からの水柱の高さで表した値）

masl : meter above sea level の略 海水準からの高さ(標高)m

参考文献

- 1) 太田久仁雄, 阿部寛信, 山口雄大, 國丸貴紀, 石井英一, 操上広志, 戸村豪治, 柴野一則, 濱克宏, 松井裕哉, 新里忠史, 高橋一晴, 丹生屋純夫, 大原英史, 浅森浩一, 森岡宏之, 舟木泰智, 茂田直孝, 福島龍朗: “幌延深地層研究計画における地上からの調査研究段階 (第 1 段階) 研究成果報告書 分冊「深地層の科学的研究」”, JAEA-Research 2007-044 (2007), 434p.
- 2) 藪内聡, 操上広志, 瀬尾昭治, 原稔, 國丸貴紀, 竹内竜史: “幌延深地層研究計画におけるボーリング孔を用いた地下水の水圧の長期モニタリング”, JAEA-Research 2006-056 (2006), 32p.
- 3) 堀田政國, 室井達巳: “HDB-1 孔における MOSDAX プローブの設置”, JNC TJ5410 2004-005 (2003), 27p.
- 4) 前田敏弘, 堀田政國, 室井達巳: “HDB-3、4 孔における地下水の水圧・水質長期モニタリング装置の設置”, JNC TJ5410 2004-006 (2003), 119p.
- 5) Westbay Instruments Inc, <http://www.westbay.com/> (accessed 2022.5.17).
- 6) Solexperts AG, <http://www.solexperts.com/> (accessed 2022.5.17).
- 7) 株式会社ダイヤコンサルタント, <http://www.diaconsult.co.jp/> (accessed 2022.5.17).
- 8) 株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング, <http://www.atk-eng.jp/> (accessed 2022.5.17).

This is a blank page.

付 録 1

深層・浅層ボーリング孔における地下水の水圧／水位観測結果
(データは CD-ROM に収録)

収録期間

HDB-1 孔 : 2003 年 8 月 29 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-2 孔 : 2004 年 4 月 14 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-3 孔 : 2003 年 11 月 21 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-4 孔 : 2008 年 2 月 28 日～2009 年 10 月 13 日
HDB-5 孔 : 2009 年 12 月 15 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-6 孔 : 2005 年 3 月 4 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-7 孔 : 2005 年 1 月 29 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-8 孔 : 2005 年 3 月 4 日～2014 年 8 月 7 日
HDB-9 孔 : 2005 年 10 月 17 日～2021 年 3 月 31 日
HDB-10 孔 : 2006 年 3 月 9 日～2013 年 2 月 6 日
HDB-11 孔 : 2007 年 2 月 10 日～2012 年 4 月 10 日
PB-V01 孔 : 2008 年 10 月 27 日～2021 年 3 月 31 日

HGW-V-02 : 2006 年 7 月 20 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-V-04 : 2006 年 6 月 2 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-E-03 : 2006 年 7 月 20 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-2 : 2005 年 12 月 1 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-3-1 : 2007 年 2 月 7 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-3-2 : 2007 年 2 月 7 日～2020 年 11 月 9 日
HGW-3-3 : 2007 年 2 月 7 日～2020 年 11 月 9 日

This is a blank page.

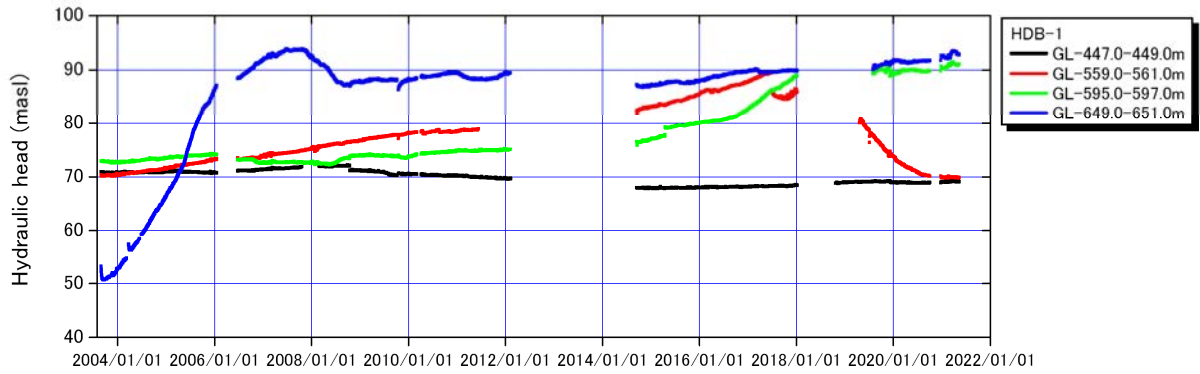
付 録 2

深層ボーリング孔の全水頭及び水温の経時変化

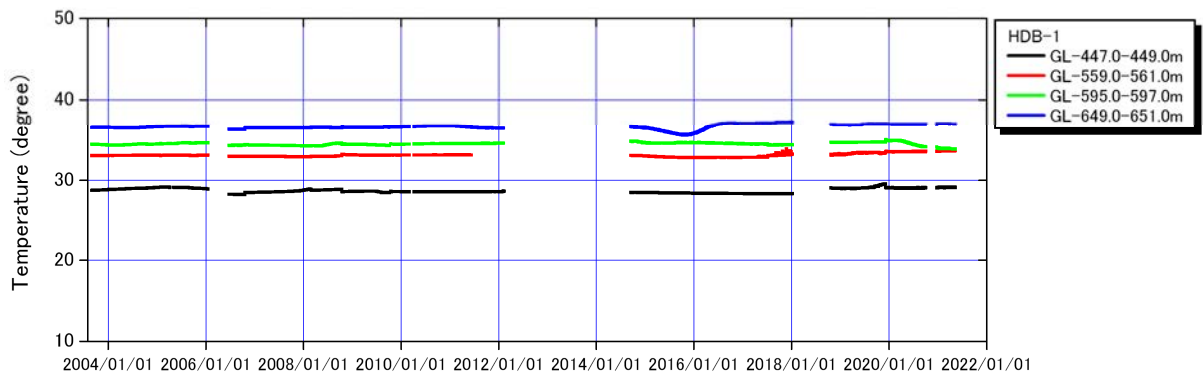
This is a blank page.

HDB-1 孔

孔口標高 : EL 69.102m



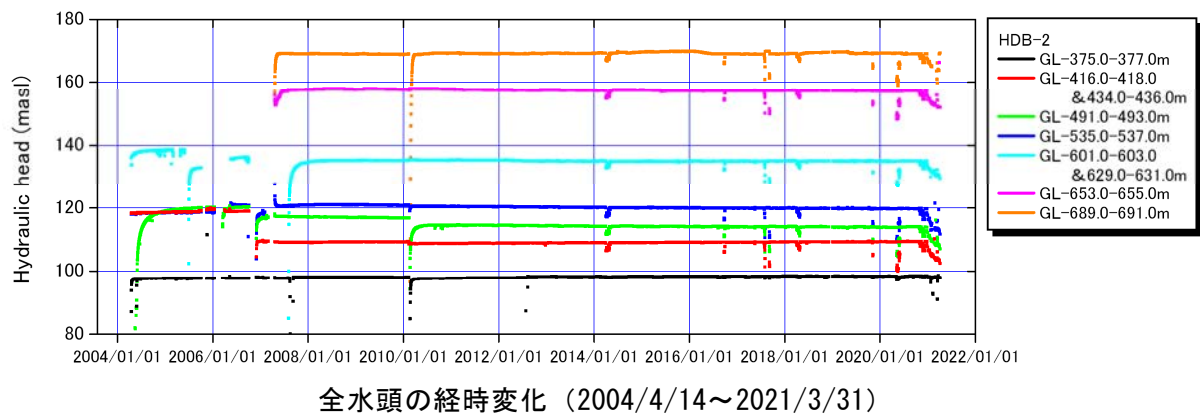
全水頭の経時変化 (2003/8/29~2021/3/31)



水温の経時変化 (2003/8/29~2021/3/31)

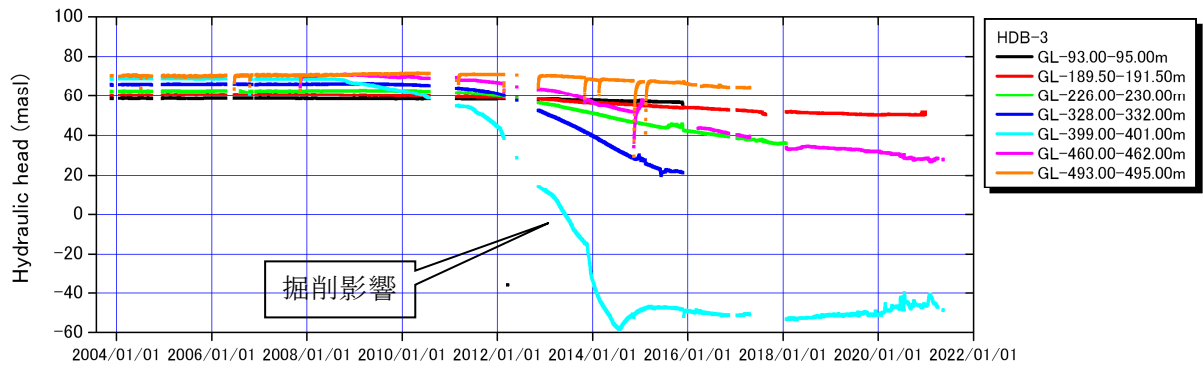
HDB-2 孔

孔口標高 : EL 42.529m

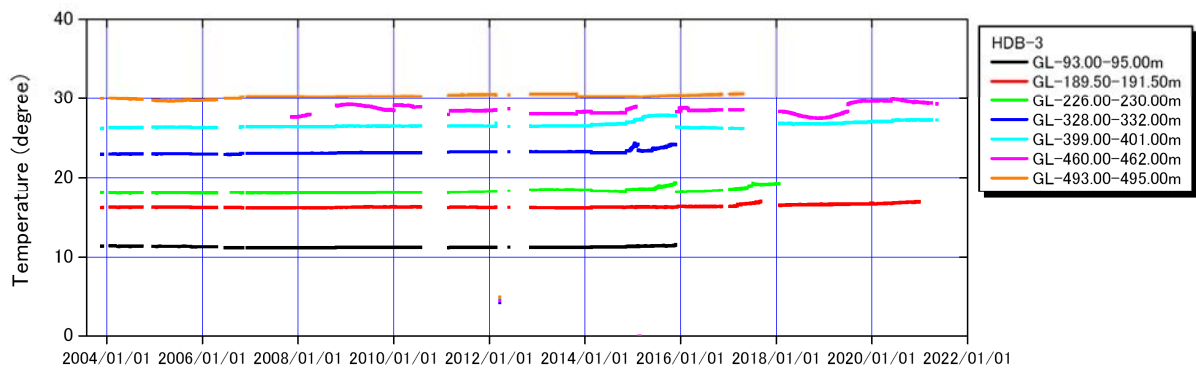


HDB-3 孔

孔口標高 : EL 58.192m



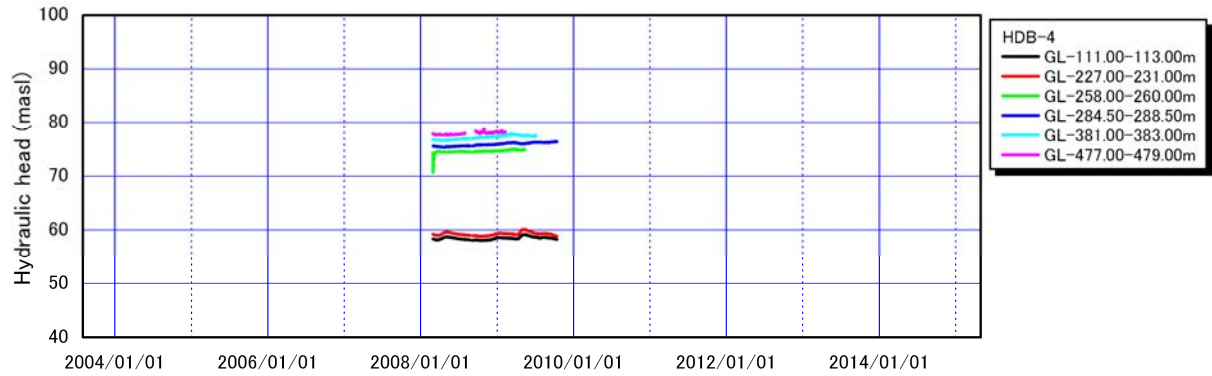
全水頭の経時変化 (2003/11/21~2021/3/31)



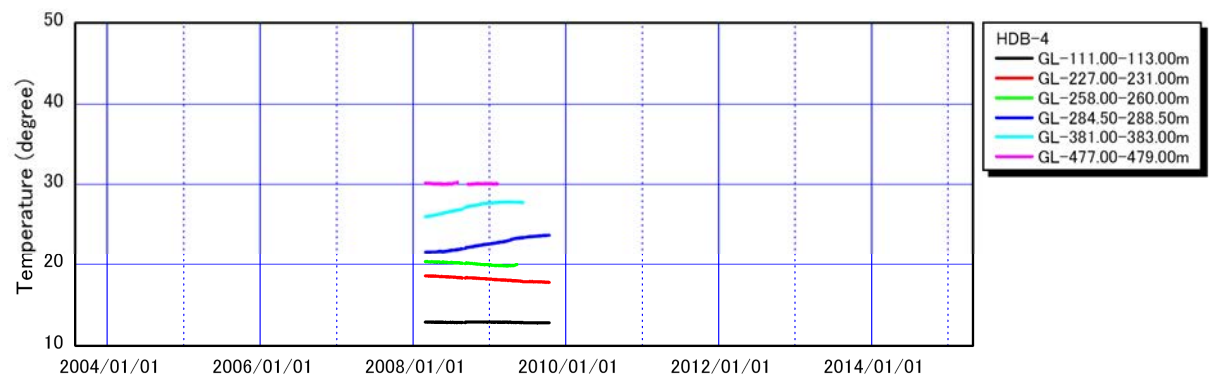
水温の経時変化 (2003/11/21~2021/3/31)

HDB-4 孔

孔口標高 : EL 63.610m



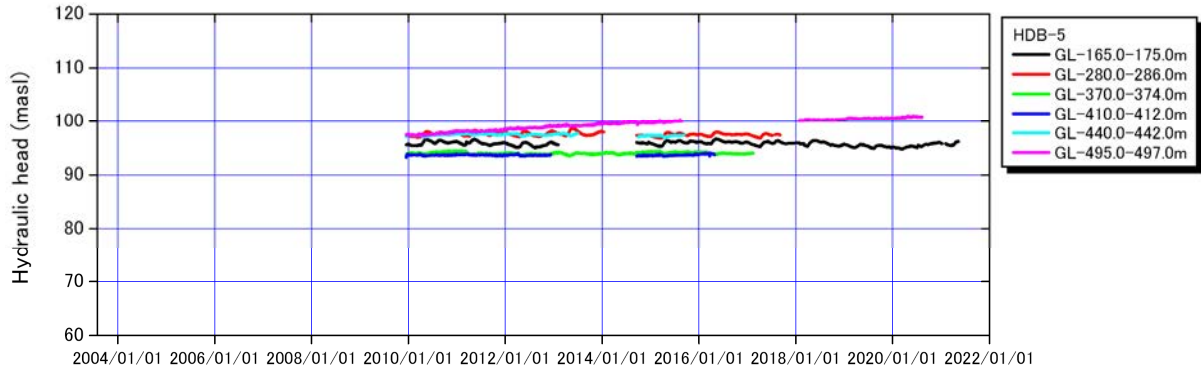
全水頭の経時変化 (2008/2/28~2009/10/13)



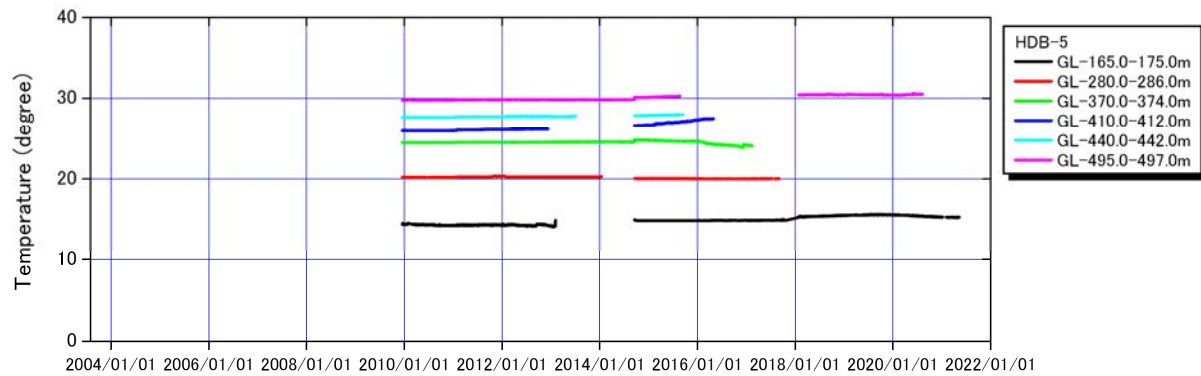
水温の経時変化 (2008/2/28~2009/10/13)

HDB-5 孔

孔口標高 : EL 78.768m



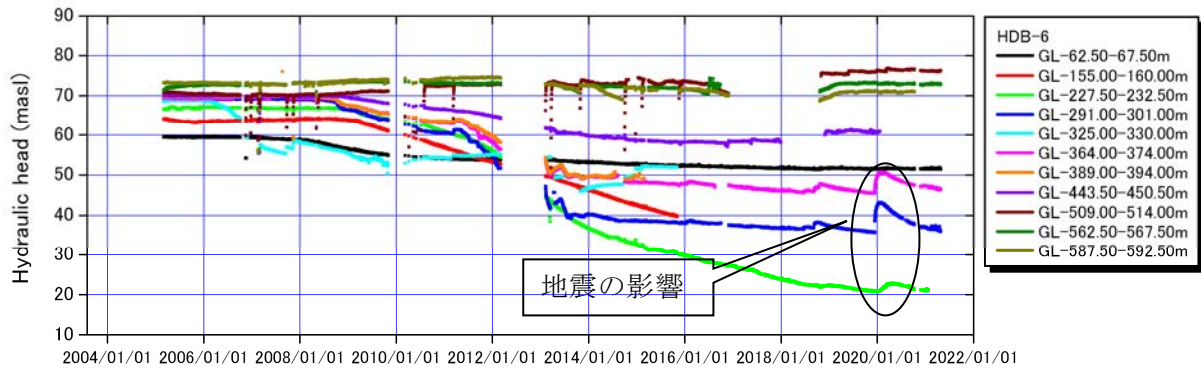
全水頭の経時変化 (2009/12/15~2021/3/31)



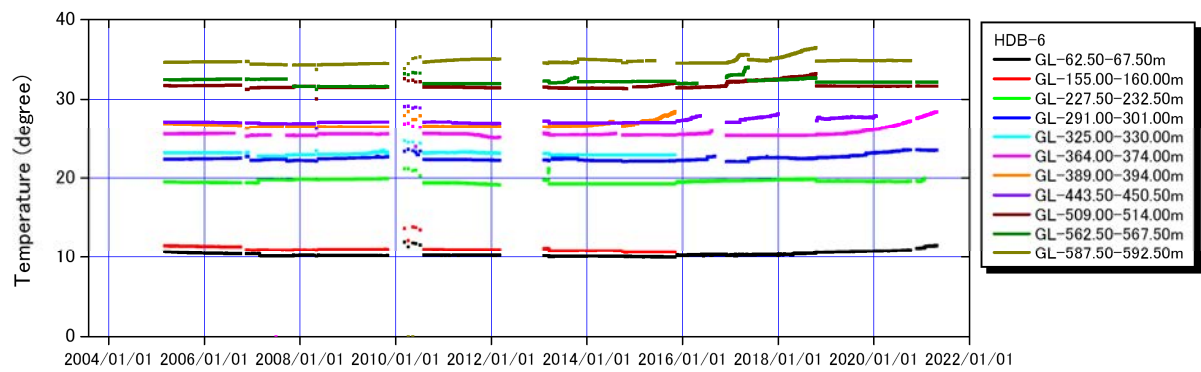
水温の経時変化 (2009/12/15~2021/3/31)

HDB-6 孔

孔口標高 : EL 60.212m



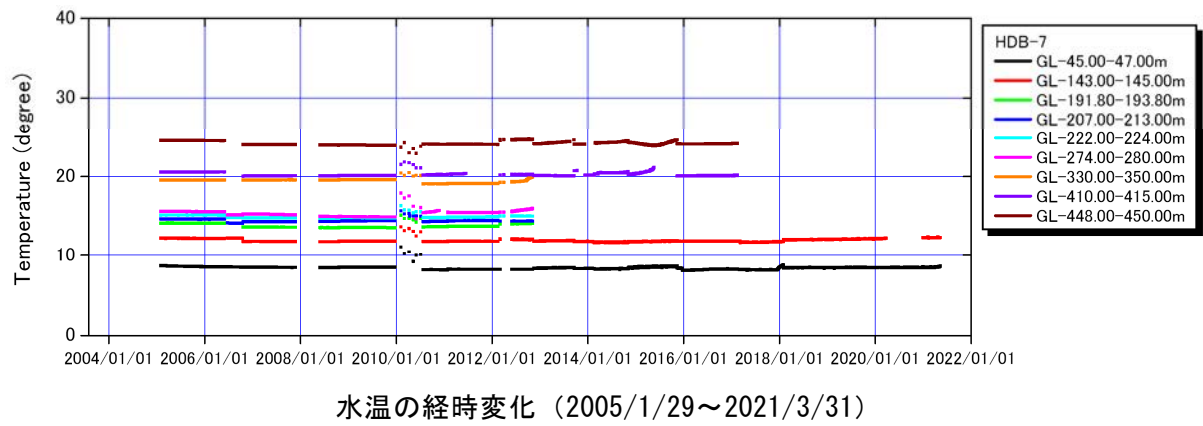
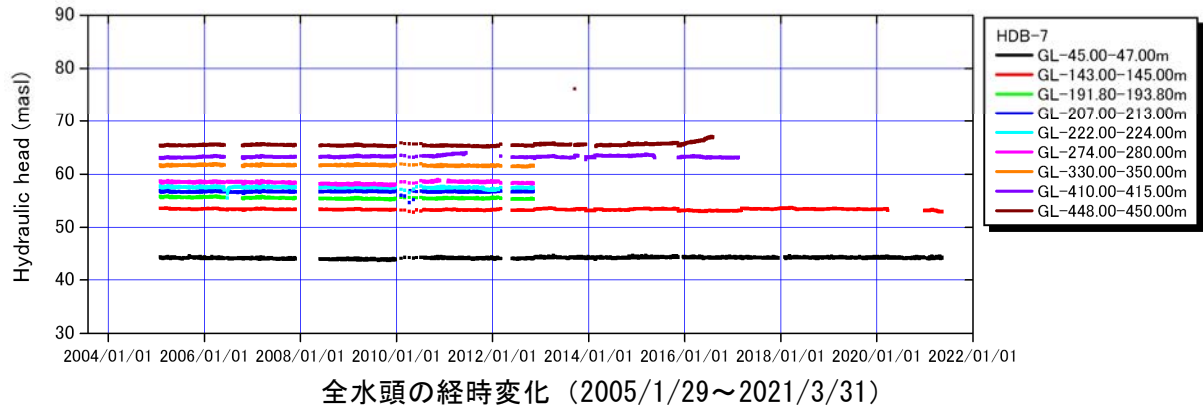
全水頭の経時変化 (2005/3/4~2021/3/31)



水温の経時変化 (2005/3/4~2021/3/31)

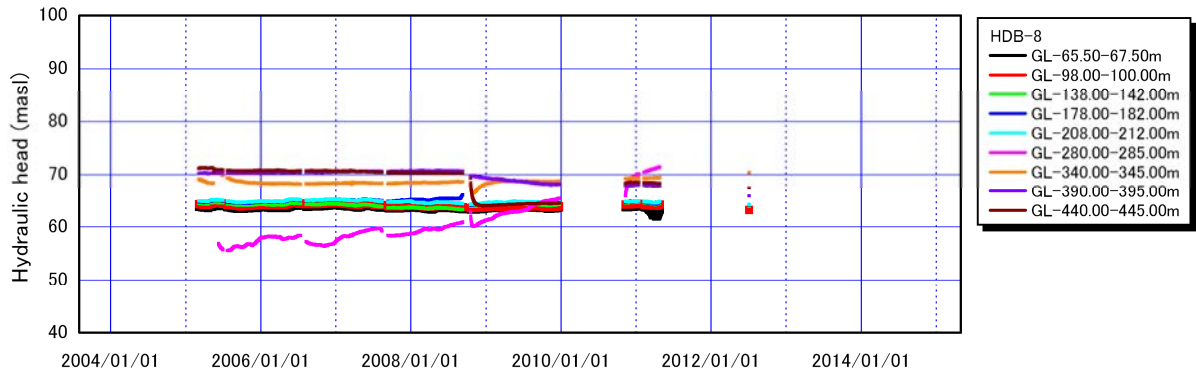
HDB-7 孔

孔口標高 : EL 43.752m

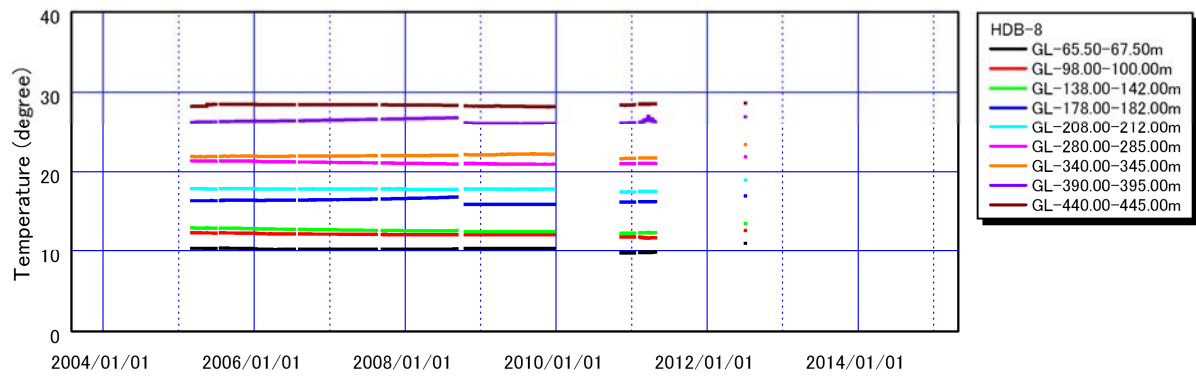


HDB-8 孔

孔口標高 : EL 70.051m



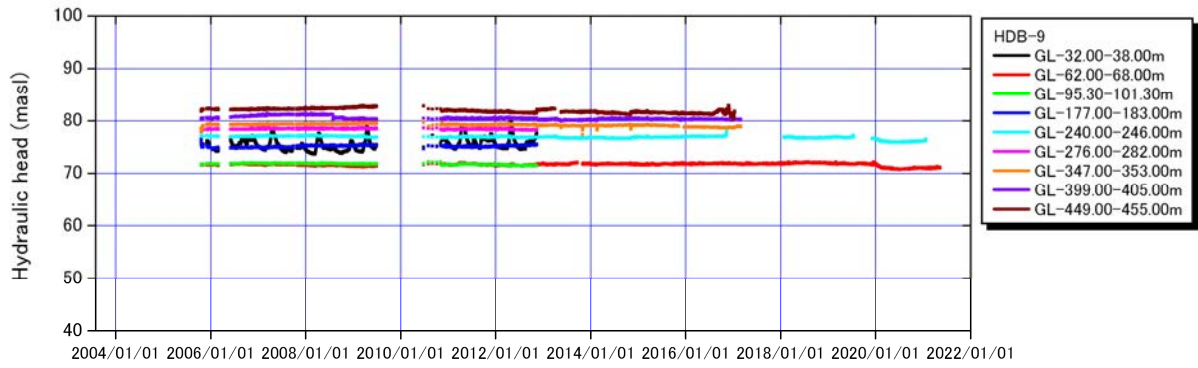
全水頭の経時変化 (2005/3/4~2014/8/7)



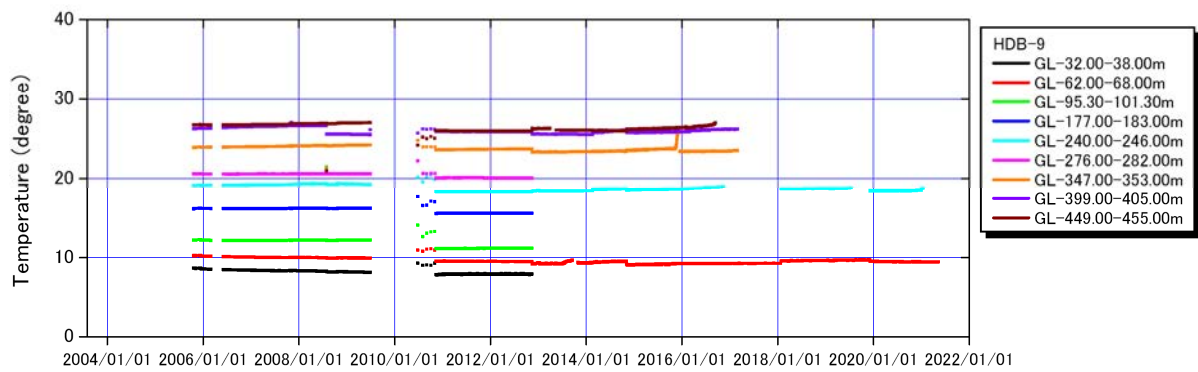
水温の経時変化 (2005/3/4~2014/8/7)

HDB-9 孔

孔口標高 : EL 97.188m



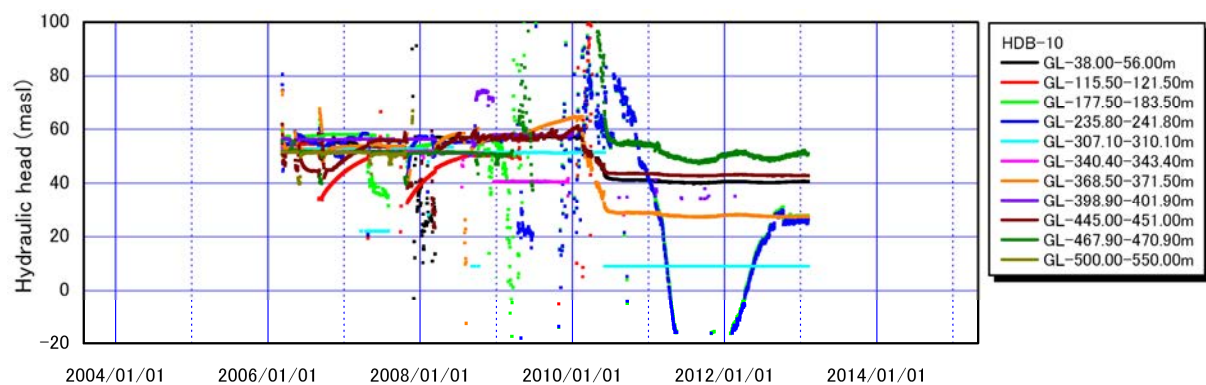
全水頭の経時変化 (2005/10/17~2021/3/31)



水温の経時変化 (2005/10/17~2021/3/31)

HDB-10 孔

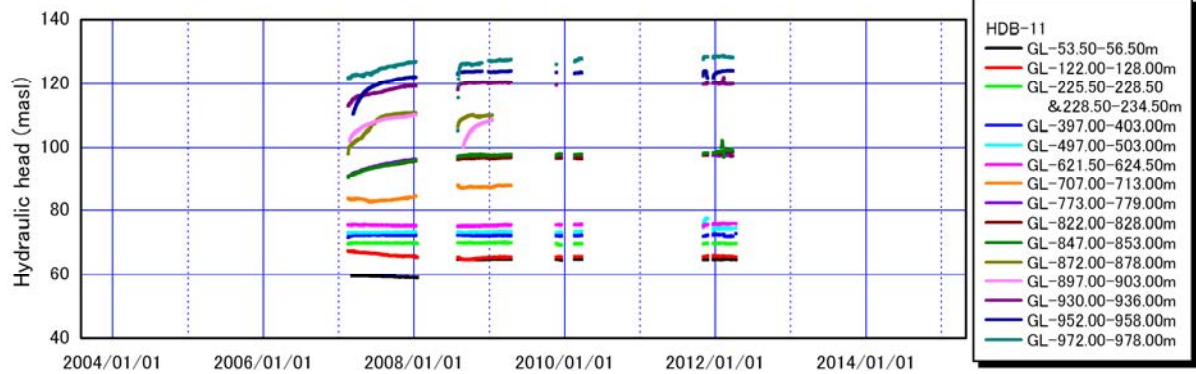
孔口標高 : EL 50.829m



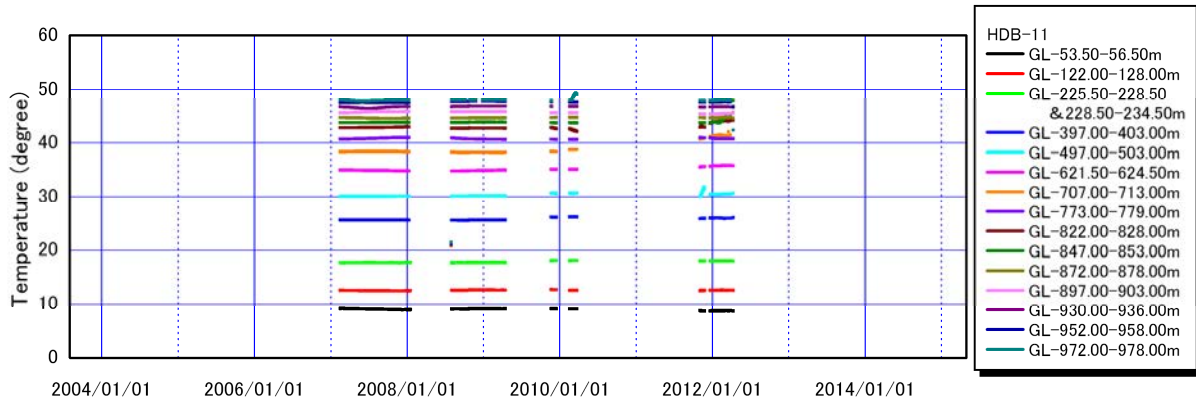
全水頭の経時変化 (2006/3/9~2013/2/6)

HDB-11 孔

孔口標高 : EL 66.848m



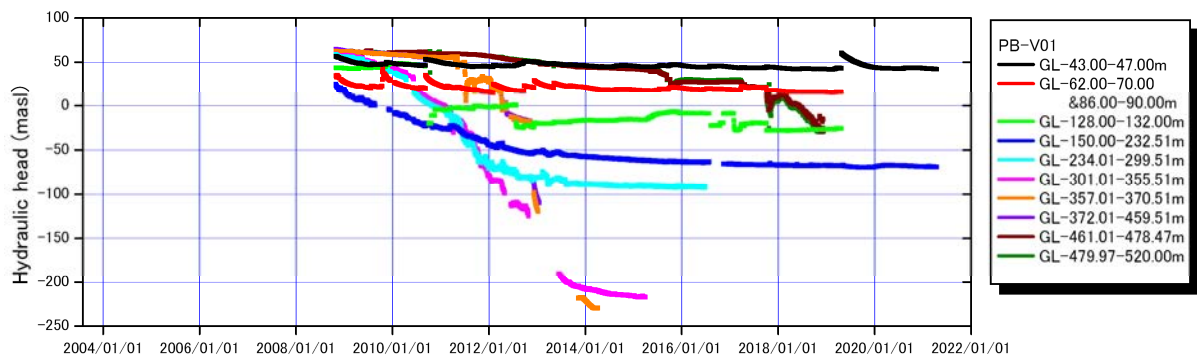
全水頭の経時変化 (2007/2/10~2012/4/10)



水温の経時変化 (2007/2/10~2012/4/10)

PB-V01 孔

孔口標高 : EL 59.900m



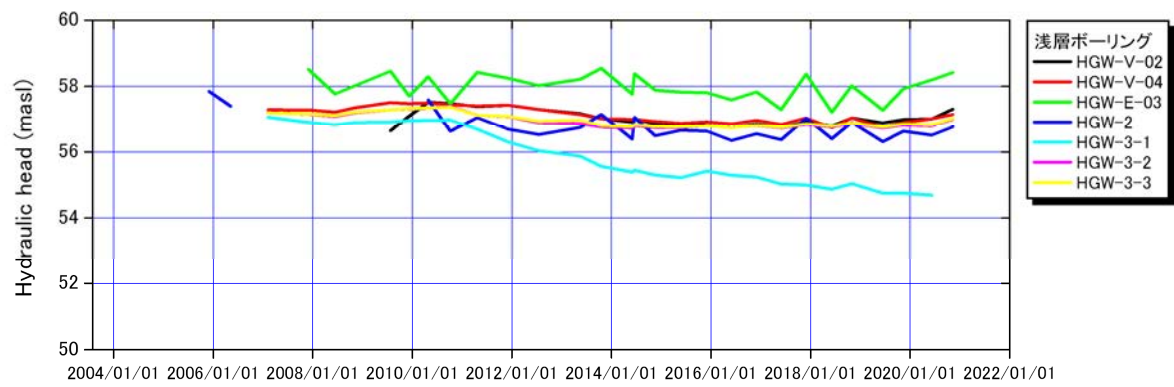
全水頭の経時変化 (2008/10/27~2021/3/31)

付 録 3

浅層ボーリング孔の全水頭の経時変化

This is a blank page.

浅層ボーリング



全水頭の経時変化 (2005/12/1~2021/3/31)

This is a blank page.

