

北海道山越郡長万部町で確認された水柱について

令和5年3月30日

地震・津波研究部門

1. 経緯

2022年8月8日夕方から同年9月26日未明までの約50日間、北海道山越郡長万部町長万部の飯生神社敷地内（以下「当地」という。）の旧天然ガス坑井から、高さ30mに達する大規模な湧水及びメタンガスの噴出事象（以下「本事象」という。）が発生した。

この状況を踏まえ、令和4年度第44回原子力規制委員会（2022年10月12日）において、本事象の原因、地震活動との関係等を調査するよう原子力規制庁に指示があり、当該調査・整理結果を以下のとおり取りまとめた。

2. 本事象の詳細について

本事象に関する報道発表等の概要は以下のとおりである。

- ・2022年8月8日、当地において水が噴出し、その高さは30mに達した。
- ・同年9月26日、水の噴出が停止した^{参1)}。
- ・水の噴出停止後もメタンガスの噴出は継続している^{参2,3)}。
- ・町による水質分析の結果、噴出水は水温21.5℃の温泉水とされた^{参4)}。
- ・町による調査の結果、水の噴出源は1958～1959年の試掘井と判明した^{参5,6)}。
- ・当地では1961年にも数時間以上にわたってガス等が噴出した記録がある^{参7)}。

当地は黒松内低地断層帯^{参8)}の近傍に位置するほか、付近には活構造として長万部背斜^{参9)}及び旭浜付近の断層^{参10)}が分布する（図1）。本事象はこれらの活構造の運動に伴って生じた可能性があると考えられることから、同断層帯を含む当地付近の最近の地震活動及び地殻変動を確認した。その結果、当地付近の地震の発生時期及び地震規模に本事象の発生時期との関連性が見られないこと、電子基準点「長万部」の変動傾向についても同様であることから、最近の地震活動及び地殻変動と本事象との間に有意な因果関係は認められなかった（図2～5）。

また、水質について周辺の温泉との比較を行った結果、本事象の湧水は近傍の活火山のマグマ活動及び当地付近の断層活動に影響を受けたものではなく、長万部温泉に代表される化石海水由来の高濃度塩水がアルカリ炭酸塩型の地下水によって一定程度希釈されたものと考えられる（図6）。なお、本事象の湧水は我が国の水溶性天然ガス田の多くで見られるかん水¹⁾と同様の化学的特徴を有することから、当地付近に分布する天然ガス田との関連性が示唆される。

3. 油田・ガス田開発に伴う水の噴出について

本事象は1950年代に天然ガス開発を目的として掘削された試掘孔^{参23)}におい

¹⁾ 天然ガスが溶解している地層水を指す。

て発生したため、直接的な原因としては当該坑井の廃坑措置が不十分であった可能性が考えられる。このため、国内及び石油・天然ガス産出国である米国における類似事例を調査した結果、今回のような事象は国内ではごくまれに発生しているのに対し、米国では少なくとも数年に 1 回の頻度で発生していることが判明した（表 1）。また、国内・米国ともに、これらの試掘孔が設けられた年代は古く、現在ではその位置が不明な場合が多い。

特に米国には、現在の管理者がおらず廃坑措置が不十分な可能性のある旧石油・ガス坑井である「孤児の井戸（Orphan Well）」が多数存在し、その総数は全米で約 90 万孔と推定されている²⁴⁾。これらの Orphan Well では石油・天然ガスの漏えいによる土壌汚染及び引火事故が発生しており、原子力分野においても、使用済燃料及び GTCC²廃棄物中間貯蔵施設の建設・運転に係る近年の許認可の過程（パブリックコメント等）で、サイト内の潜在的な Orphan Well の存在による施設の安全性への影響が議論された²⁵⁻²⁷⁾。しかしながら、現時点で Orphan Well に対する NRC、DOE 等の統一的な見解（審査ガイド等）は示されていない。

4. まとめ

以上の調査結果を総合すると、本事象は天然ガスを含む地下水が脱ガスによる圧力上昇を受けて湧昇・噴出したものであり、直接的には天然ガス田開発当時の廃坑措置に関する技術的問題に起因した事象である可能性が高く、当地周辺の地震活動や地殻変動に由来したものではないと考えられる。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第 6 条第 3 項は、「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」として、同規則の解釈において、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等の事象を規定している。本事象は外的ハザードとしての潜在的懸案事項となりうるものの、本調査で判明したように国内での発生はごくまれであり、解釈に追加すべき事象ではないと考える。また、これまでに、原子力施設において、安全機能に影響を及ぼし得る事象として本事象と同様の事象が発生したとは承知していない。

しかし、国内には、油田・ガス田地帯に立地する原子力施設が存在することを踏まえ、原子力事業者等に対して被規制者向け情報通知文書 NRA Information Notice を発出することとしたい。

² 「クラス C を超える（Greater Than Class C）」の略。米国における低レベル放射性廃棄物のうち放射能濃度がクラス C の上限値を超えるものであり、放射化した原子炉構成材料、医療用密封線源等が含まれる。

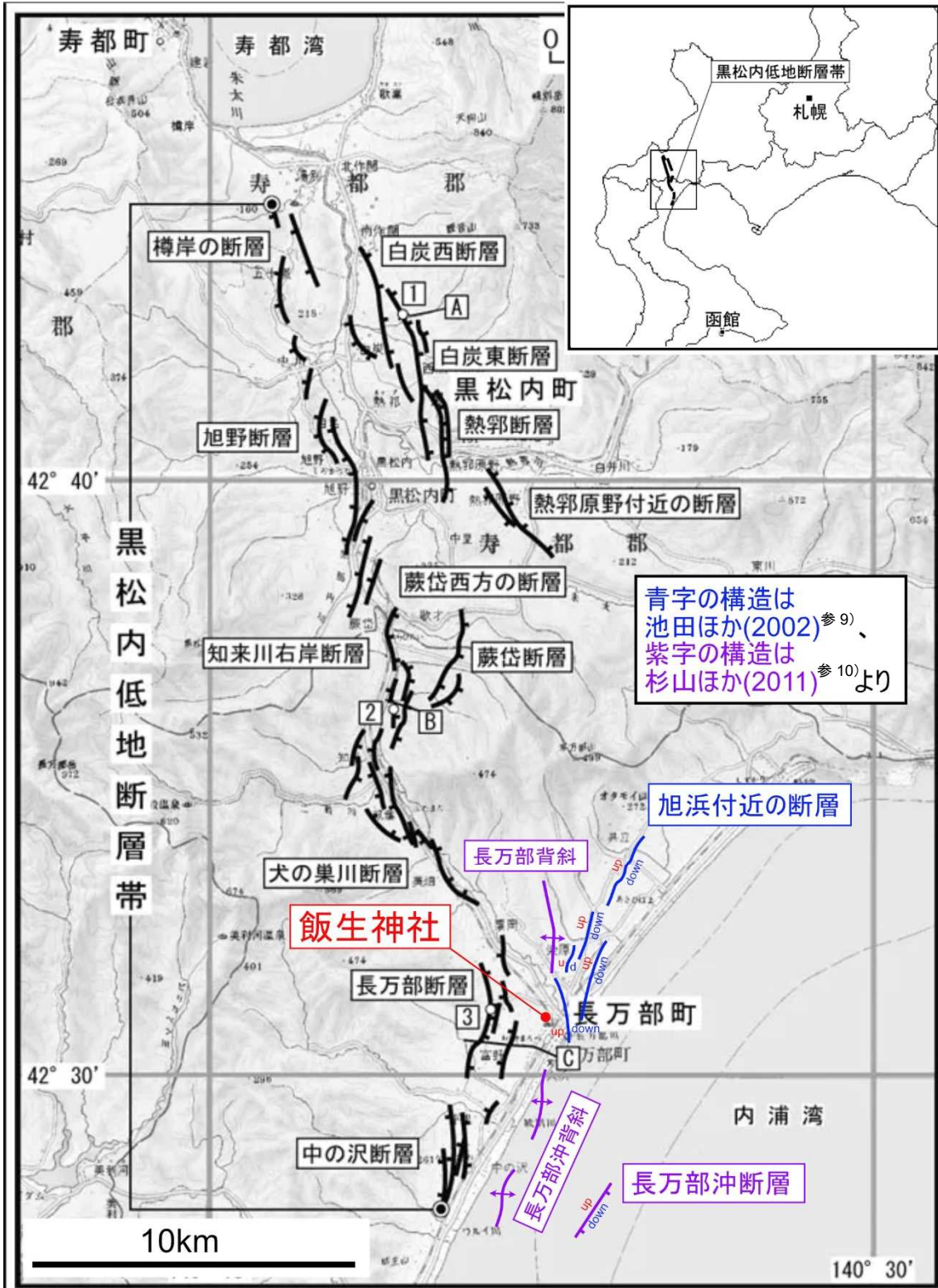
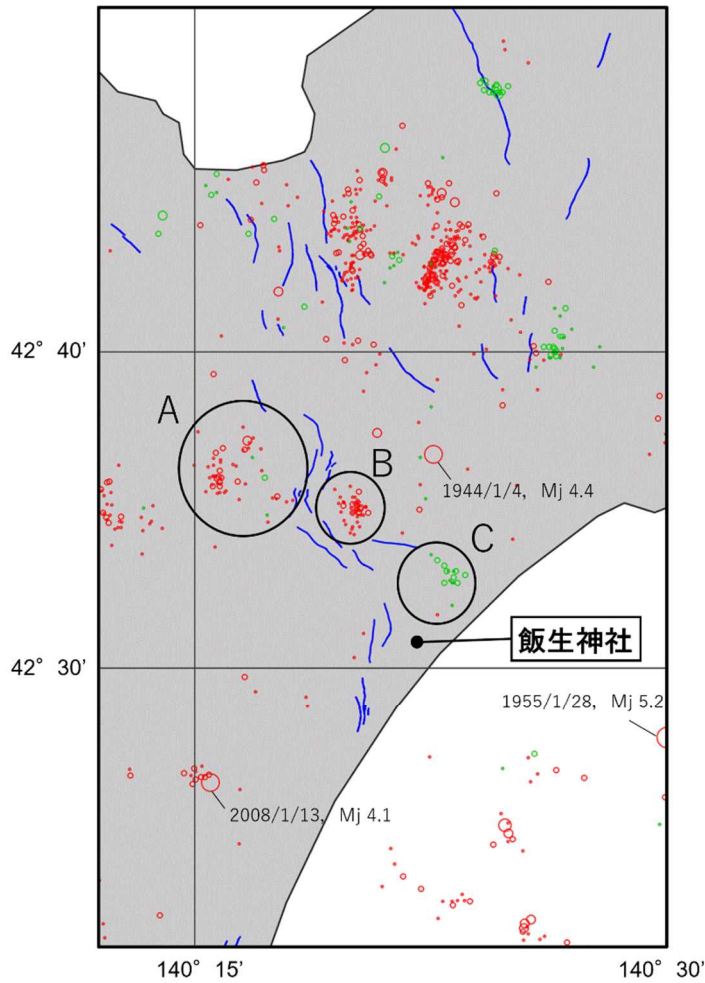


図1 黒松内低地断層帯と当地の位置関係 (地震調査研究推進本部, 2005^{参8)} に加筆)



— 活断層線分データ
 (活断層詳細デジタルマップ、中田・今泉編, 2002) 参 11)

● 0.0 ≦ Mj < 1.0
 ○ 1.0 ≦ Mj < 2.0
 ○ 2.0 ≦ Mj < 3.0
 ○ 3.0 ≦ Mj < 4.0
 ○ 4.0 ≦ Mj < 5.0
 ○ 5.0 ≦ Mj < 6.0

気象庁地震カタログ ※検測済みの震源データ 参 12)
 ($M_{JMA} \geq 0.0$ & 震源深さ $D \leq 25\text{km}$)
 (1919/01/01 ~ 2020/08/31)

● 0.0 ≦ Mj < 1.0
 ● 1.0 ≦ Mj < 2.0
 ● 2.0 ≦ Mj < 3.0

(国研) 防災科学技術研究所 Hi-netデータ 参 13)
 ($M \geq 0.0$ & 震源深さ $D \leq 25\text{km}$)
 (2020/09/01 ~ 2022/10/18)

図 2 当地周辺の震央分布^{参 11-13)}

(中田・今泉編(2002) 参 11) に加筆)

震源クラスタ A~C の地震発生時期と地震規模の関係は図 3 を参照

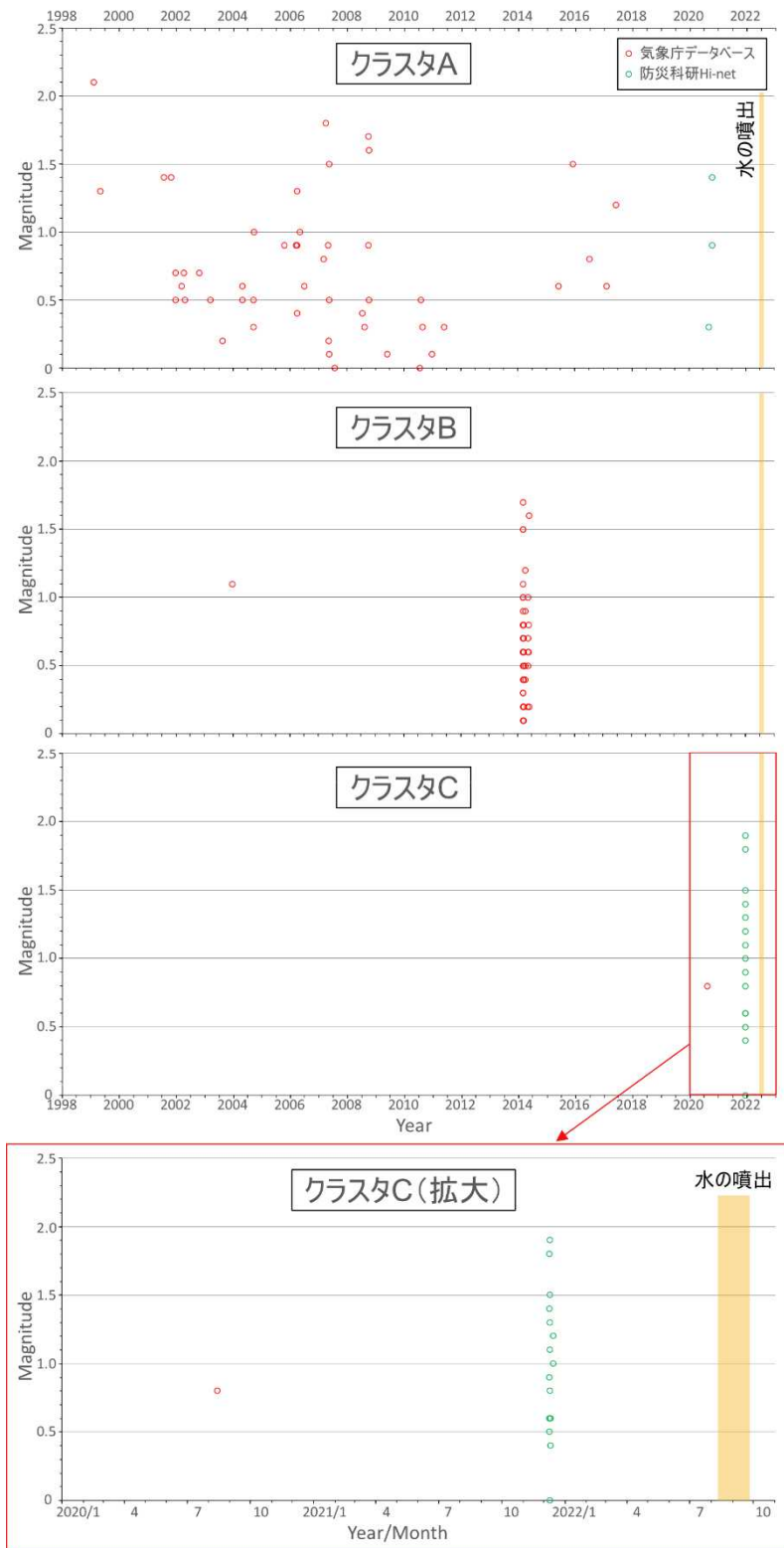


図3 震源クラスタ A~C の地震発生時期と地震規模の関係^{参 12,13)}

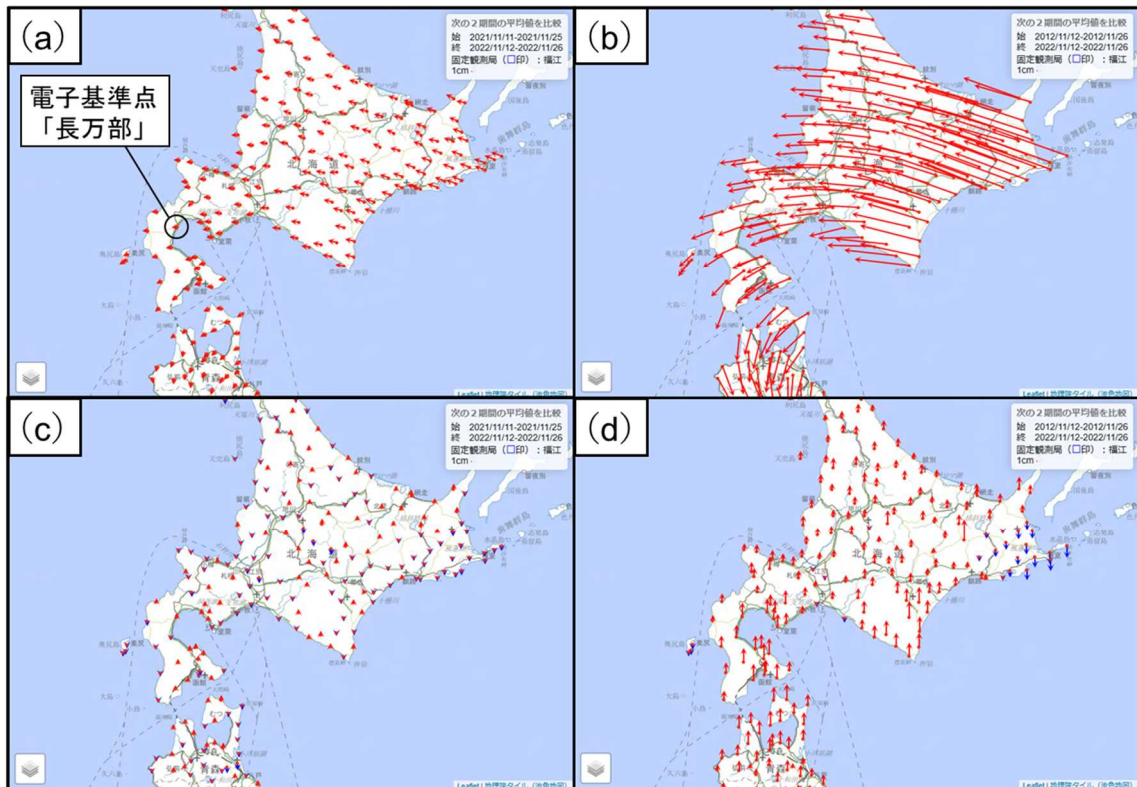


図4 当地周辺の最近の地殻変動
 (国土地理院地殻変動情報表示サイト^{参14)}に加筆)
 (a) 最近1年間の電子基準点の変動(水平)
 (b) 最近10年間の電子基準点の変動(水平)
 (c) 最近1年間の電子基準点の変動(垂直)
 (d) 最近10年間の電子基準点の変動(垂直)
 【データ期間】始期: 2021/11/11~2021/11/25 (最近1年間)
 2012/11/12~2012/11/26 (最近10年間)
 終期: 2022/11/12~2022/11/26

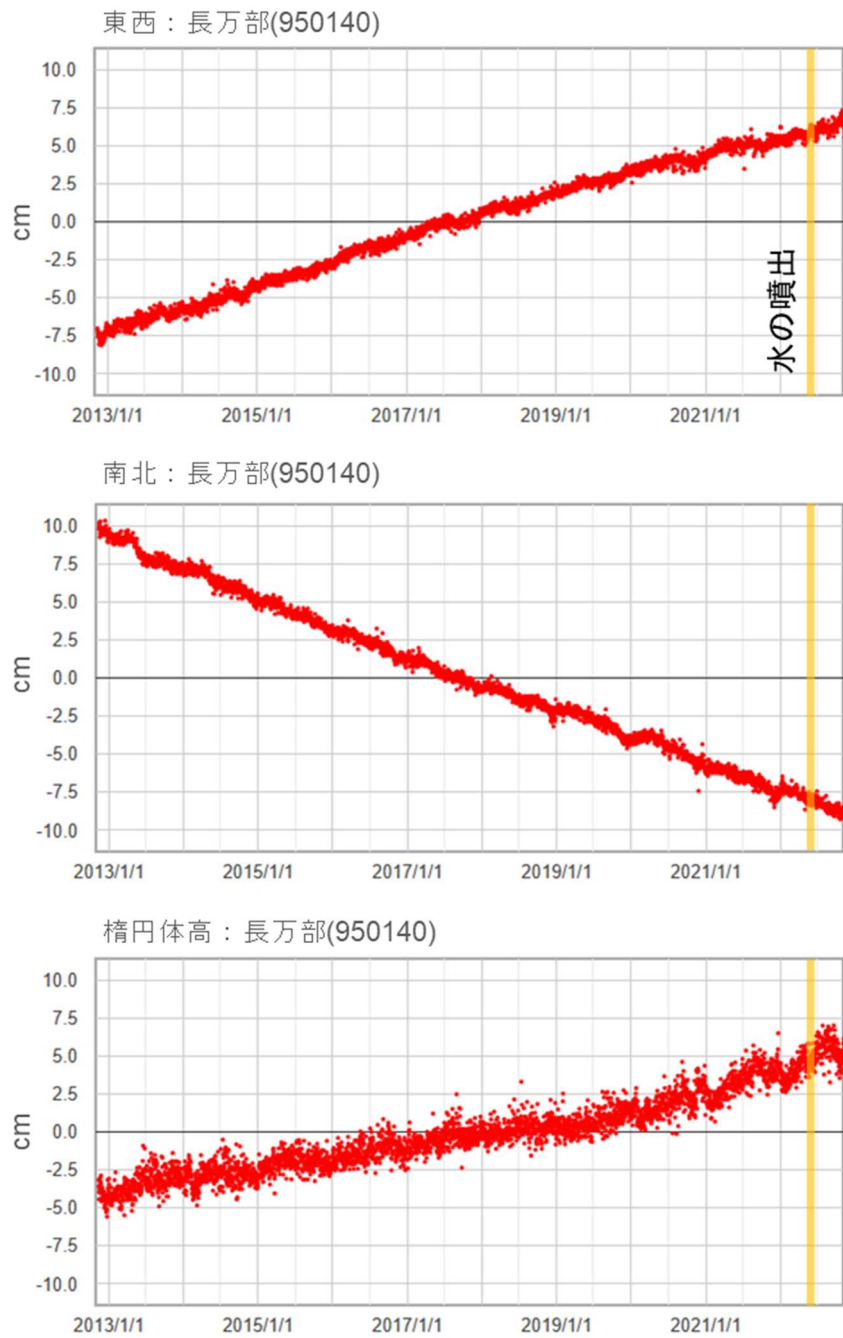


図5 長万部（950140）の最近の座標変化
 （国土地理院地殻変動情報表示サイト^{参14}）に加筆
 データ期間：2012/11/1~2022/10/31

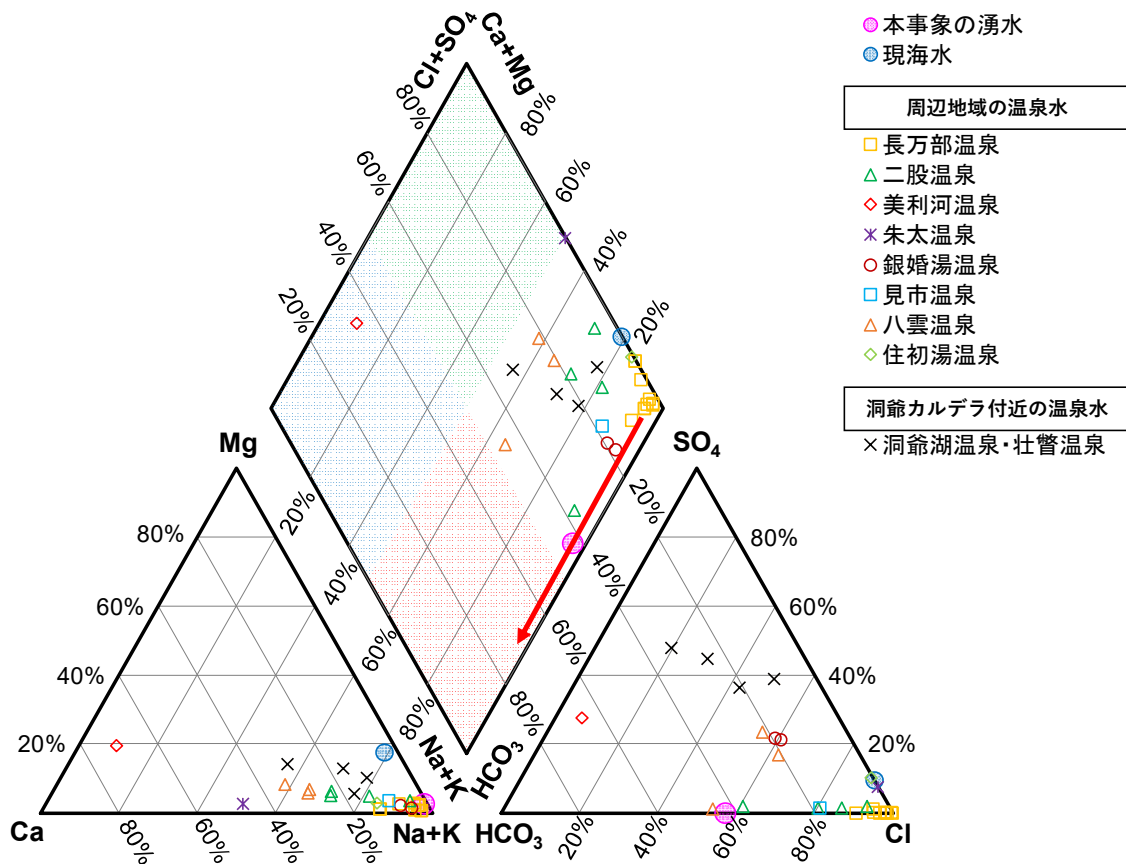


図 6 本事業の湧水、周辺地域の温泉水及び洞爺カルデラ付近の温泉水のトリリニアダイアグラム

* トリリニアダイアグラムは水試料の主要溶存成分を図示する方法の一つであり、中央の菱形の座標図（キーダイアグラム）を四つに区分することで、以下の大まかな泉質に分類することができる。

- ① アルカリ土類炭酸塩型 (左、浅層地下水由来)
- ② アルカリ炭酸塩型 (下、深層地下水由来)
- ③ アルカリ土類非炭酸塩型 (上、熱水・化石水由来)
- ④ アルカリ非炭酸塩型 (右、海水・温泉由来)

* 本事業の湧水の水質は長万部町から提供いただいた非公開文献^{参15)}による。

* 図中の温泉水及び現海水の水質データは文献^{参16-22)}による。

表 1 国内及び米国における類似事象

発生時期 (年/月)	発生場所	噴出水の高さ	噴出継続期間
2004/10	新潟県新津市滝谷町 (現 新潟市秋葉区)	不明	数時間
2012/10	米国ペンシルベニア州 Tioga 郡 Union Township	30 フィート (約 9.1m)	1 週間
2019	米国カリフォルニア州 Los Angeles, Marina Del Ray	100 フィート (約 30.5m)	不明 (短期間)
2022/1	米国テキサス州 Crane 郡 Monahans 近郊	75~100 フィート (約 22.9~30.5m)	不明 (12 日間以上)

<参考文献>

- 参1) 朝日新聞 2022/9/27 10:45 「突然噴き出た水柱、50 日目でびたり止まる 「久々に静か」 住民安堵」
<https://www.asahi.com/articles/ASQ9V7S15Q9VIPE007.html> (2022/10/12 確認)
- 参2) 北海道ニュース UHB 2022/9/26 15:15 「工事関係者が撮影 "水の止まった" 水柱の噴出口 「静か、静か...よかった」 住民は安堵 北海道」
<https://www.uhb.jp/news/single.html?id=30819> (2022/10/12 確認)
- 参3) ABEMA TIMES 2022/9/27 20:30 「巨大“水柱”の噴出突然止まる 住民安堵「安心して寝られる」 北海道・長万部」
<https://times.abema.tv/articles/-/10041276> (2022/10/12 確認)
- 参4) 長万部町, 2022, 「水柱」の水質検査結果について.
<https://www.town.oshamambe.lg.jp/site/mizubashira/5133.html> (2022/11/30 確認)
- 参5) 令和 4 年第 3 回長万部町議会定例会(第 2 日目) 会議録. 令和 4 年 9 月 13 日.
<https://www.town.oshamambe.lg.jp/uploaded/attachment/6581.pdf>
- 参6) The Hokkaido Shimbun Press, 26 Aug. 2022, 30-m-high column of water suddenly appears in front of shrine.
<https://h2w.hokkaido-np.co.jp/topics/p16357/> (2022/11/30 確認)
- 参7) 長万部町史編集室, 長万部町史. 長万部町, 776p, 1977.
- 参8) 地震調査研究推進本部, 黒松内低地断層帯の長期評価について. 平成 17 年 4 月 13 日.
- 参9) 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志, 第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会, 254p, 2002.
- 参10) 杉山雄一, 内田康人, 村上文敏, 津久井朗太, 黒松内低地断層帯南方延長部(内浦湾)の地質構造と活動性. 活断層・古地震研究報告, 11, 21-53, 2011.
- 参11) 中田高, 今泉俊文, 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会, 68p, 2002.
- 参12) 気象庁, 地震月報(カタログ編).
<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>
- 参13) 国立研究開発法人防災科学技術研究所, Hi-net 高感度地震観測網.
<https://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>
- 参14) 国土地理院, 地殻変動情報表示サイト.
<https://mekira.gsi.go.jp/index.html>
- 参15) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構, 技術指導報告書 長万部町に出現した水柱の現地調査報告(噴出水の主要溶存成分分析結果). 4p, 2022.

- 参16) 太秦康光, 那須義和, 瀬尾淑子, 温泉の化学的研究 (第41~44報) (第41報) 北海道諸温泉の化学成分とその起源についての問題点. 日本化学雑誌, 80, 8, 856-859, 1959.
- 参17) 太秦康光, 那須義和, 瀬尾淑子, 温泉の化学的研究 (第41~44報) (第42報) 北海道西南部の諸温泉 (その1). 日本化学雑誌, 80, 8, 859-862, 1959.
- 参18) 松波武雄, 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について. 地下資源調査所報告, 67, 41-58, 1995.
- 参19) 島田忠夫, 矢崎清貴, 狛武, 北海道長万部町における天然ガス試掘井 (長万部 R-1 号) のコア試験およびリフト試験について. 石油技術協会誌, 20, 5, 28-35, 1955.
- 参20) 福田理, 日本のホウ素資源と水溶性ホウ素鉱床—その2. 地質ニュース, 371, 40-55, 1985.
- 参21) 松尾禎士, 日下部実, 千葉仁, 牛木久雄, 小坂文予, 平林順一, 安孫子勤, 野津憲治, 小沢竹二郎, 荒牧重雄, 佐藤和郎, 林保, 佐藤純, 藤井直之, 1977年有珠山噴火直後の地下水, 温泉水および火山灰の地球化学的研究. 火山, 22, 4, 201-220, 1977.
- 参22) 桑本融, 海水の無機成分—溶存化学種を中心に. 化学と生物, 22, 7, 439-445, 1984.
- 参23) 長尾捨一, 北海道の構造的天然ガスについて. 地下資源調査所報告, 40, 1-59, 1969.
- 参24) Interstate Oil & Gas Compact Commission, Idle and Orphan Oil and Gas Wells: State and Provincial Regulatory Strategies 2021. 78p.
https://iogcc.ok.gov/sites/g/files/gmc836/f/documents/2022/iogcc_idle_and_orphan_wells_2021_final_web_0.pdf (2022/11/30 確認)
- 参25) U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC Staff's Answer in Opposition to the Appeal of Fasken Land and Minerals, Ltd. and the Permian Basin Land and Royalty Owners of LBP-19-7. Docket No. 72-1050, 2019/10/15.
<https://www.nrc.gov/docs/ML1928/ML19288A224.pdf>
- 参26) New Mexico Energy, Minerals and Natural Resources Department (EMNRD), Comments Regarding the May 2020 Draft Environmental Impact Statement (EIS) for the Interim Storage Partners License Application for a Consolidated Interim Storage Facility for Spent Nuclear Fuel and High-Level Waste in Andrews County, Texas. 2020/11/3.
<https://www.nrc.gov/docs/ML2030/ML20309B052.pdf>
- 参27) U.S. Nuclear Regulatory Commission, Environmental Impact Statement for Interim Storage Partners LLC's License Application for a Consolidated Interim Storage Facility for Spent Nuclear Fuel in Andrews County, Texas, Final Report. NUREG-2239, 684p, 2021.
<https://www.nrc.gov/docs/ML2120/ML21209A955.pdf>

<謝辞>

本稿の執筆に当たり、北海道長万部町水道ガス課からは水の分析結果に関する文献を提供いただいた。石油技術協会からは国内における旧石油・ガス坑井の状況及び米国の Orphan Well の状況について大変有用な情報を提供いただいた。以上の方に記して感謝申し上げます。