

# 神奈川県内の温泉に付随する可燃性天然ガスの発生状況

外山浩太郎<sup>\*1</sup>・代田寧<sup>\*2</sup>・菊川城司<sup>\*1</sup>・小田原啓<sup>\*1</sup>

## Flammable natural gases associated with hot spring water in Kanagawa Prefecture

by

Kotaro TOYAMA<sup>\*1</sup>, Yasushi DAITA<sup>\*2</sup>, George KIKUGAWA<sup>\*1</sup>, Kei ODAWARA<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

神奈川県は、県央から東部地域は、メタンを主成分とした水溶性天然ガス鉱床である南関東ガス田または推定される水溶性天然ガス分布地域（佐脇ほか、2015）に含まれている（図1）。メタンは可燃性であり、空気中に5～15 vol% 含まれると静電気のような弱い着火源でも爆発する（例えば、土橋、2007）。2007（平成19）年には、東京都渋谷区の温泉施設において爆発事故が発生した。この事故を契機として、温泉の掘削や採取に伴い発生する可燃性天然ガスによる災害を防止するために、

2007（平成19）年11月30日に温泉法の改正が行われた（2008（平成20）年10月1日施行）。神奈川県温泉地学研究所（以下、当所）では、2007（平成19）年から2014（平成26）年にかけて、神奈川県内のいくつかの源泉を対象に、温泉付随ガスの組成を調査した（代田ほか、2007；代田・小田原、2008、2009、2010、2014）。

本資料では、神奈川県内における温泉採取に伴う可燃性天然ガスの発生状況およびその空間分布を示す。

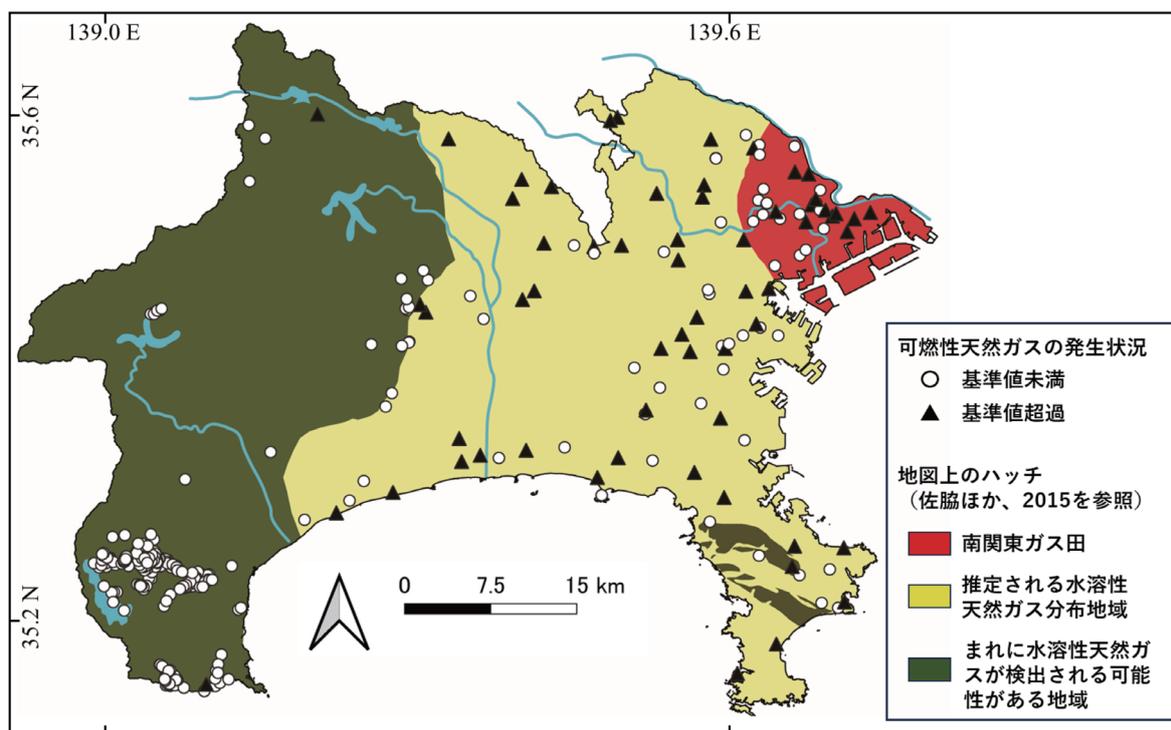


図1 温泉に付随する可燃性天然ガス濃度の温泉法基準値に対する超過状況。温泉法の基準値は2008（平成20）年7月23日環境省告示第58号に従った。また、地図上のハッチは燃料資源図（佐脇ほか、2015）を基に作成した。

\*1 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

\*2 神奈川県環境科学センター 〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮 1-3-39

資料、神奈川県温泉地学研究所報告、第57巻、49-53、2025

## 2. 温泉法の基準からみた可燃性天然ガスの発生状況

改正された温泉法では、温泉を採取し事業などに利用する場合、温泉に付随する可燃性天然ガス濃度を所定の方法で測定することを定めている。その結果が、定められた基準値以下（2008（平成20）年7月23日環境省告示第58号）の場合は、都道府県知事に対して「確認申請」を行い、確認を受ける必要がある。一方、可燃性天然ガス濃度が基準値を上回っている場合は、ガス分離設備の設置など安全対策を講じた上で、都道府県知事に

対し「許可申請」を行い、採取許可を受けなければならないとされている（環境省自然環境局自然環境整備担当参事官室、2015）。

県内に分布する源泉について、温泉に付随する可燃性天然ガス濃度が、上記の基準値を超過していたか否かを図1にまとめた。ここでは、2021（令和3）年度までに、事業者が保健所や保健福祉事務所へ提出した可燃性天然ガス測定結果報告書（非公開資料）のデータを用いた。図1に示した531源泉のうち61源泉について、温泉に

表1 源泉の基本情報と温泉付随ガスの組成

台帳番号	地点番号*	調査年月日	掘削深度** (m)	動力	泉温 (°C)	pH	電気伝導率 (S/m)	温泉付随ガスの組成 (vol%)						文献
								O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> ***	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ~ C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	
横浜第12号	4	2007/11/21	121	エアリフト	17.0	8.4	0.19	20.5	78.4	0.5	0.6	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
横浜第50号	3	不明	60	水中ポンプ	17.2	8.6	0.11	1.7	95.2	0.2	2.9 (3.2)	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
横浜第50号	3	2010/2/1	60	水中ポンプ	16.7	8.9	0.10	1.1	94.9	0.2	3.8 (4.0)	0.00	0.00	本研究
横浜第64号	28	2010/2/10	70	水中ポンプ	18.0	7.9	0.15	0.8	25.2	0.9	73.1 (75.9)	0.00	0.00	代田・小田原 (2010)
横浜第73号	20	2009/10/29	1500	水中ポンプ	45.7	7.5	1.41	0.8	7.7	1.2	90.2 (94.5)	0.07	0.00	代田・小田原 (2009)
横浜第77号	9	2008/3/21	1507.3	水中ポンプ	41.0	8.1	0.79	0.7	10.4	0.4	88.5 (91.3)	0.04	0.00	代田・小田原 (2008)
横浜第82号	29	2010/3/9	300	水中ポンプ	19.5	8.2	0.16	0.5	15.5	0.5	83.5 (85.6)	0.01	0.00	代田・小田原 (2010)
横浜第87号	30	2010/4/7	1500	水中ポンプ	41.0	8.3	0.44	1.1	20.8	0.9	77.2 (81.3)	0.03	0.00	代田・小田原 (2010)
横浜第89号	19	2009/2/4	800	水中ポンプ	28.4	8.4	0.19	11.4	83.9	0.4	4.3 (9.3)	0.00	0.00	代田・小田原 (2009)
横浜第90号	31	2009/12/24	1500	水中ポンプ	27.2	7.9	1.07	0.2	3.4	0.8	95.6 (96.4)	0.04	0.00	代田・小田原 (2010)
横浜第91号	32	2010/3/16	1500	水中ポンプ	32.7	7.6	3.10	0.6	4.1	1.1	94.2 (96.7)	0.05	0.01	代田・小田原 (2010)
横浜第92号	7	2007/7/12	1500	水中ポンプ	39.7	7.8	1.72	3.4	26.7	2.1	67.8 (80.6)	0.04	0.00	代田・小田原 (2008)
横浜第93号	5	2007/12/7	308	水中ポンプ	21.0	8.3	0.14	2.7	84.5	0.3	12.5 (14.3)	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
横浜第95号	33	2010/2/18	1507	水中ポンプ	39.5	8.0	0.92	0.9	14.8	1.3	83.0 (86.5)	0.04	0.00	代田・小田原 (2010)
横浜第97号	8	不明	1500	水中ポンプ	42.7	7.8	2.43	0.4	3.9	1.7	94.0 (96.3)	0.06	0.01	代田・小田原 (2008)
横浜第97号	8	2009/1/21	1500	水中ポンプ	35.7	7.6	2.87	0.4	3.8	1.3	94.3 (96.4)	0.05	0.01	代田・小田原 (2009)
横浜第100号	36	2013/2/21	2000	水中ポンプ	28.9	7.7	1.58	0.1	3.5	1.1	95.3 (95.6)	0.07	0.00	代田・小田原 (2014)
横浜第101号	39	2014/12/3	1460	水中ポンプ	40.9	7.8	2.69	0.1	2.0	0.6	97.1 (97.4)	0.09	0.07	本研究
川崎第4号	1	2007/11/21	121	水中ポンプ	17.3	7.6	1.39	13.6	59.6	1.6	25.2 (70.2)	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
川崎第13号	2	2007/11/21	200	水中ポンプ	17.0	7.7	1.44	1.5	44.8	0.7	53.0 (57.1)	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
川崎第34号	6	2008/3/19	1800	水中ポンプ	41.5	8.1	0.60	0.7	9.9	1.4	88.1 (90.9)	0.03	0.00	代田・小田原 (2008)
川崎第36号	18	2008/12/8	850	水中ポンプ	27.9	8.3	0.16	1.2	52.8	0.9	45.1 (47.9)	0.00	0.00	代田・小田原 (2009)
相模原第2号	16	2008/3/10	1500	水中ポンプ	26.4	8.4	0.34	0.6	22.0	0.7	76.8 (78.8)	0.05	0.00	代田・小田原 (2008)
相模原第3号	24	2008/12/4	1400	水中ポンプ	27.4	8.1	0.29	0.7	23.1	0.6	75.5 (78)	0.03	0.00	代田・小田原 (2009)
相模原第4号	26	2008/11/20	1700	水中ポンプ	29.8	9.0	0.18	1.3	64.9	0.0	33.7 (36.0)	0.00	0.00	代田・小田原 (2009)
相模原第5号	25	2008/11/20	1300	水中ポンプ	41.2	8.1	0.38	0.9	28.6	0.7	69.8 (72.7)	0.01	0.00	代田・小田原 (2009)
相模原第6号	37	2013/2/22	2000	水中ポンプ	25.6	9.7	0.12	0.4	8.6	0.0	90.9 (92.7)	0.07	0.00	代田・小田原 (2014)
横須賀第13号	27	2008/11/25	802	水中ポンプ	29.6	8.3	0.42	3.5	34.4	0.1	62.0 (74.1)	0.01	0.00	代田・小田原 (2009)
横須賀第17号	35	2012/11/14	1800	水中ポンプ	37.8	7.4	4.62	1.2	7.2	1.2	90.3 (95.9)	0.05	0.01	代田・小田原 (2014)
平塚第4号	23	2009/1/22	1600	水中ポンプ	25.1	8.3	4.27	0.7	24.3	0.0	75.0 (77.6)	0.01	0.00	代田・小田原 (2009)
平塚第9号	22	2008/12/18	1500	水中ポンプ	23.3	7.6	1.88	0.4	11.2	0.3	88.1 (89.7)	0.01	0.00	代田・小田原 (2009)
鎌倉第4号	10	2008/3/7	1600	水中ポンプ	31.3	7.4	2.27	0.4	3.0	0.4	96.2 (98.1)	0.02	0.00	代田・小田原 (2008)
藤沢第5号	11	2008/9/2	1201	水中ポンプ	30.4	7.3	3.17	0.4	6.5	0.8	92.4 (94.0)	0.01	0.00	代田・小田原 (2008)
藤沢第7号	12	2007/12/25	1500	水中ポンプ	40.5	7.2	3.66	2.3	95.8	0.8	1.1 (1.2)	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
藤沢第8号	38	2013/3/15	910	水中ポンプ	26.7	7.3	4.22	0.9	47.3	0.4	51.4 (53.6)	0.00	0.00	代田・小田原 (2014)
茅ヶ崎第1号	13	2008/3/25	1500	水中ポンプ	29.8	7.6	4.76	0.3	6.3	0.1	93.4 (94.6)	0.01	0.00	代田・小田原 (2008)
三浦第3号	17	2008/3/7	1500	エアリフト	27.0	7.9	4.63	20.0	78.5	0.2	1.4	0.00	0.00	代田・小田原 (2008)
厚木第14号	15	2008/3/6	1500	水中ポンプ	25.8	7.9	1.85	0.3	3.4	0.4	95.9 (97.3)	0.02	0.00	代田・小田原 (2008)
厚木第17号	14	2008/3/6	1301	水中ポンプ	36.0	7.9	1.65	0.6	5.1	0.6	93.7 (96.3)	0.01	0.00	代田・小田原 (2008)
厚木第18号	21	2008/12/8	1300	水中ポンプ	36.7	8.1	0.45	0.7	20.4	1.2	77.7 (80.3)	0.09	0.00	代田・小田原 (2009)
厚木第20号	34	2011/12/11	1352	水中ポンプ	23.6	7.5	0.65	0.2	6.9	0.2	92.6 (93.6)	0.09	0.01	代田・小田原 (2014)
小田原第10号	40	2009/10/9	1000	水中ポンプ	20.4	8.5	3.17	0.2	1.4	0.0	98.5 (99.4)	0.02	0.00	本研究

\* 地点番号は引用文献に記載の番号と同一である。

\*\* 各源泉の掘削深度について、神奈川県で管理している温泉台帳に記載されている値を採用したため、一部の源泉で引用文献の値と異なっている。

\*\*\* CH<sub>4</sub>の括弧内の数値は環境省自然環境局（2020）に従い、酸素濃度を用いて補正した値である（本文参照）。

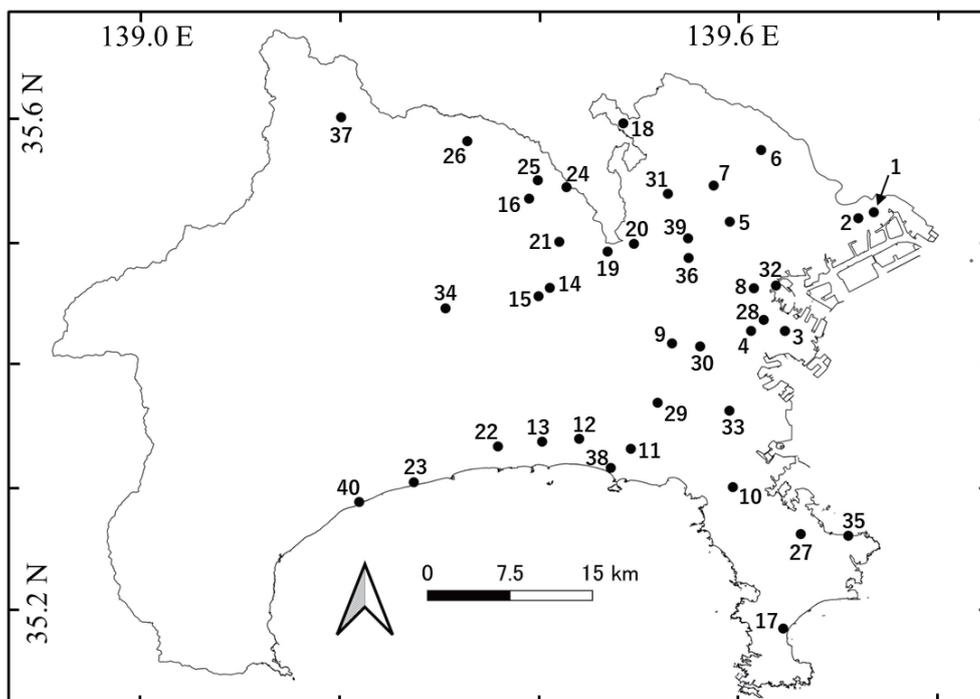


図2 試料採取した源泉の位置。数字は表1の地点番号を示しており、引用文献（代田・小田原、2008、2009、2010、2014）に記載の番号と同一である。

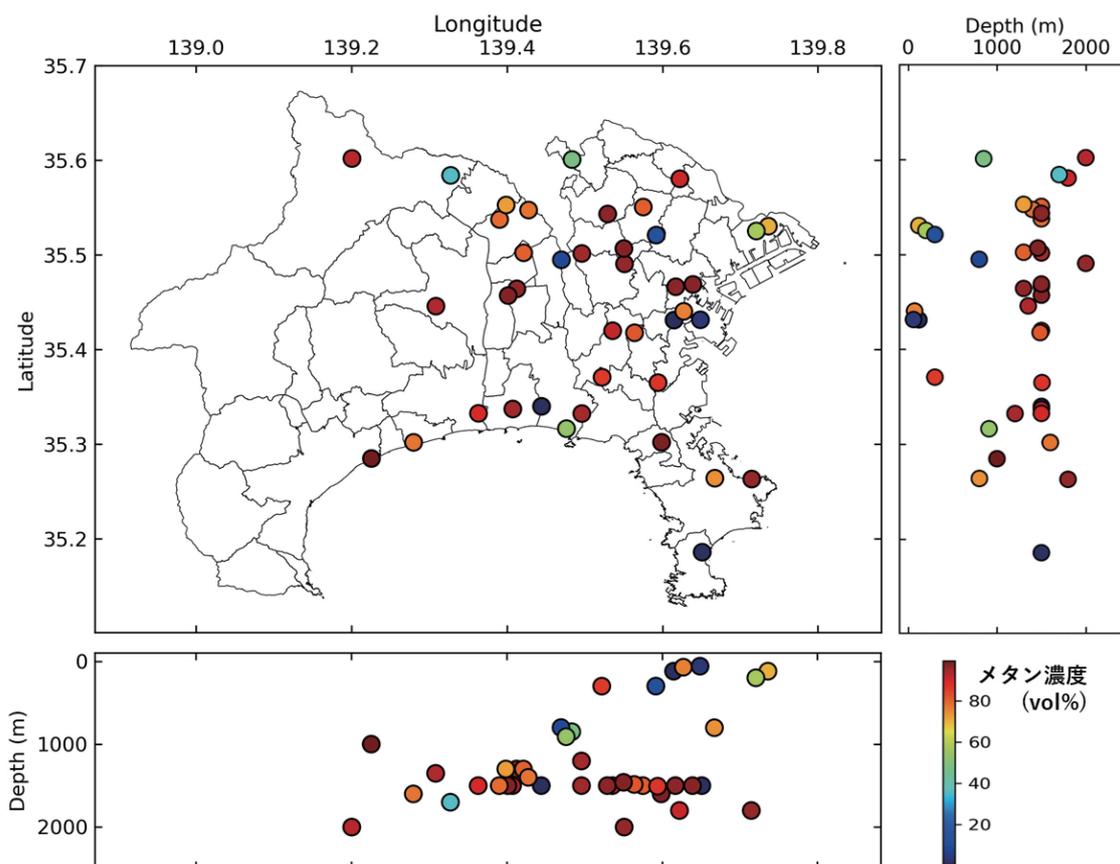


図3 温泉付随ガス中のメタン濃度の分布図。データについて、地点番号3（表1の横浜第50号）と地点番号8（表1の横浜第97号）のメタン濃度について表1にデータセットが2つあるが、ここでは試料採取日が明らかなものを採用した。

付随する可燃性天然ガス濃度が基準値を超えており、そのほとんどが県央～東部に分布していた。一方、県西部では、箱根温泉の全ての源泉で基準値未満であり、湯河原温泉でも基準を超えた源泉は1源泉のみであった。基準値を超える可燃性天然ガスが発生した源泉の多くは、佐脇ほか（2015）に示された南関東ガス田地域および推定される水溶性天然ガス分布地域の範囲内に位置していた。

### 3. 温泉付随ガスに含まれるメタン濃度の空間分布

これまで当所では、温泉掘削や揚湯にともない高濃度メタンが発生する可能性が高い南関東ガス田や推定される水溶性天然ガス分布地域（図1）を中心に、温泉付随ガスによる発砲が見られる源泉で、そのガス組成の調査を実施した。試料採取した源泉の位置を図2に、それぞれの温泉付随ガスの化学組成を源泉の基本情報（台帳番号、地点番号、調査年月日、掘削深度など）とともに表1に示す。ここでのデータは、先行研究（代田・小田原、2008、2009、2010、2014）で報告した結果に、未公表のデータを加えたものである。

温泉付随ガスの試料採取法と分析方法は、代田・小田原（2008）に詳細に記述されている。温泉付随ガスを水上置換法にて採取した。ガス成分の濃度測定は石油資源開発株式会社へ委託し、JIS K 2301「燃料ガス及び天然ガス—分析・試験方法」に基づきガスクロマトグラフを用いて実施した。なお、環境省自然環境局（2020）は、温泉法におけるメタン濃度の測定手法を示しており、ガスクロマトグラフの測定において酸素が検出された場合には、測定された全酸素を大気起源と仮定して算定される大気混入比を基に、メタン濃度を補正することとしている。さらに、エアリフトポンプで揚湯している場合には、試料採取以前に温泉付随ガスが圧縮空気による希釈を受けているので、大気補正はせずにその旨を明記することとしている。本資料のメタン濃度もこれに従って補正を行っており、表1の試料番号4と17の源泉はエアリフトポンプによる揚湯であるため、未補正である。

温泉付随ガスに含まれる補正後のメタン濃度の地理的および深度分布を図3に示す。調査した38源泉におけるメタン濃度は0.6 vol%～99.4 vol%で、その地理的分布には特段の傾向はみられなかった。一方で、掘削深度が1000 m以深の源泉ではそれよりも浅い源泉に比べて、メタン濃度が高い傾向にあった。メタンは常圧では水に難溶であるが、地下深部の高圧下においては溶解度が高いために、特に掘削深度1000 m以深の温泉水にはより多くのメタンが溶け込んでおり、温泉の汲み上げに伴う

圧力の低下により、メタンの発生量が多くなったと考えられる。

### 4. まとめ

神奈川県内の源泉を対象に、温泉採取に付随して生じる可燃性天然ガスの発生状況とその空間分布を示した。温泉法が定める温泉付随ガス中の可燃性天然ガス濃度の基準値を超過した源泉は、全体の約10%であり、そのほとんどが県央～東部に分布していた。こういった地域に分布する38源泉の温泉付随ガスに含まれるメタン濃度を調査したところ、地理的な分布に主だった傾向は見られなかった。一方、掘削深度が1000 m以深の源泉では、それ以浅のものよりも高い濃度でメタンを含んでいた。県央～東部の温泉掘削や温泉の揚湯を行う際には、十分な可燃性天然ガスの対策が必要であり、本資料がその一助になれば幸いである。

### 謝辞

本稿をまとめるにあたり、事業者より県に提出された可燃性天然ガス測定結果に関する資料を利用させていただきました。また、温泉付随ガス採取に関して、源泉所有者の方々には快く許可していただき、保健所の温泉担当者には調整等ご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

### 参考文献

- 代田 寧・菊川城司・小田原 啓・板寺一洋・萬年一剛・原田麻子（2007）神奈川県における温泉付随ガス中のメタンガス対策について，温地研報告，39，89-98.
- 代田 寧・小田原 啓（2008）神奈川県における温泉付随ガスの実態調査結果（第1報），温地研報告，40，79-84.
- 代田 寧・小田原 啓（2009）神奈川県における温泉付随ガスの実態調査結果（第2報），温地研報告，41，73-76.
- 代田 寧・小田原 啓（2010）神奈川県における温泉付随ガスの実態調査結果（第3報），温地研報告，42，67-72.
- 代田 寧・小田原 啓（2014）神奈川県における温泉付随ガスの実態調査結果（第4報）—2011（平成23）年から2013（平成25）年の追加調査—，温地研報告，46，37-42.
- 土橋 律（2007）物質安全の基礎—その4：可燃性気体—，安全工学，46（5），322-328.

環境省自然環境局自然環境整備担当参事官室（2015）  
逐条解説 温泉法，245p.  
環境省自然環境局（2020）温泉法におけるメタン濃度  
測定手法マニュアル，36p.

佐脇貴幸，金子信行，前川竜男，猪狩俊一郎（2015）  
燃料資源図「関東地方」，燃料資源図 FR-3，産業  
技術総合研究所地質調査総合センター.