

NPO 科学カフェ京都 第42回 定例会

■ 日 時 : 6月14日(土) 午後2時～

■ 今回の話題 : 『 最近の温泉開発よもやま話 』
——京都市内の場合を例として——

■ 話題提供 : 桂 京 造



桂温泉研究所 所長 理学博士
元京都大学講師、元京都女子大学教授
専門：地質学・温泉科学

■ 場 所 : 京都大学 学友会館



温泉とは

- 常水との区別：温度 溶解成分（色、味、匂い）
- 日本温泉法の定め 療養泉
- 温泉の三要素：温度、泉質、湧出量
- 世界の温泉分布

温泉の成因

- 岩漿（マグマ水）説
- 循環水説 水蒸気 → 雨 → 地表水 →
（地下水 → 泉） → 川 → 海 → 水蒸気
- 火山性熱源 貫入岩体 地中温度（100mにつき
約3℃弱上昇） （超）深層地下水
- 湧出形態 自噴 揚湯（ポンプアップ）



温泉の探し方

- ❁ 資料集め : 地質図、地形図、地名 (湯、水、泉、香、塩) 、
古老の話、隣接する温泉
- ❁ 温泉の兆候 : 動物、湧き水、沈殿物 (鉄気) 、気泡、消雪
- ❁ 地表踏査 : 断層の追跡
- ❁ 物理探査 : 地温探査、電気探査、放射能探査、MT探査、温度検層
- ❁ 総括 → 掘削地点の決定

最近の温泉開発

- ❁ 岩盤地帯と平野部
- ❁ 探査法 (MT法の実用化)
- ❁ 掘削法 (ノンコアボーリング)
- ❁ 揚湯法の進歩 (水中ポンプの改良)

嵯峨野温泉 (天山の湯) の実例

幻の温泉



鉱泉の定義（常水と区別する限界値）

1. 温度（泉源から採取されるときに温度が摂氏25度以上）
2. 物質（下記に掲げるもののうち、いずれか一つ以上を含む）

物質名	含有量（1 Kg中）
溶存物質（ガス性のものを除く。）	総量 1000 mg 以上
遊離炭酸(CO ₂)	250 mg 以上
リチウムイオン(Li ⁺)	1 mg 以上
ストロンチウムイオン(Sr ⁺⁺)	10 mg 以上
バリウムイオン(Ba ⁺⁺)	5 mg 以上
フェロ又はフェリイオン(Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺)	10 mg 以上
第一マンガンイオン(Mn ⁺⁺)	10 mg 以上
水素イオン(H ⁺)	1 mg 以上
臭素イオン(Br ⁻)	5 mg 以上
沃素イオン(I ⁻)	1 mg 以上
フッ素イオン(F ⁻)	2 mg 以上
ヒドロ砒酸イオン(HAsO ₄ ⁻)	1.3 mg 以上
メタ亜砒酸(HAsO ₂)	1 mg 以上
総硫黄(S) [HS ⁻ , S ₂ O ₃ ⁻ , H ₂ Sに対応するもの]	1 mg 以上
メタ硼酸(HBO ₂)	5 mg 以上
メタ珪酸(H ₂ SiO ₃)	50 mg 以上
重炭酸ソーダ(NaHCO ₃)	340 mg 以上
ラドン(Rn)	20 × 10 ⁻¹⁰ キュリー単位以上
ラジウム塩(Raとして)	1 × 10 ⁻⁸ mg 以上

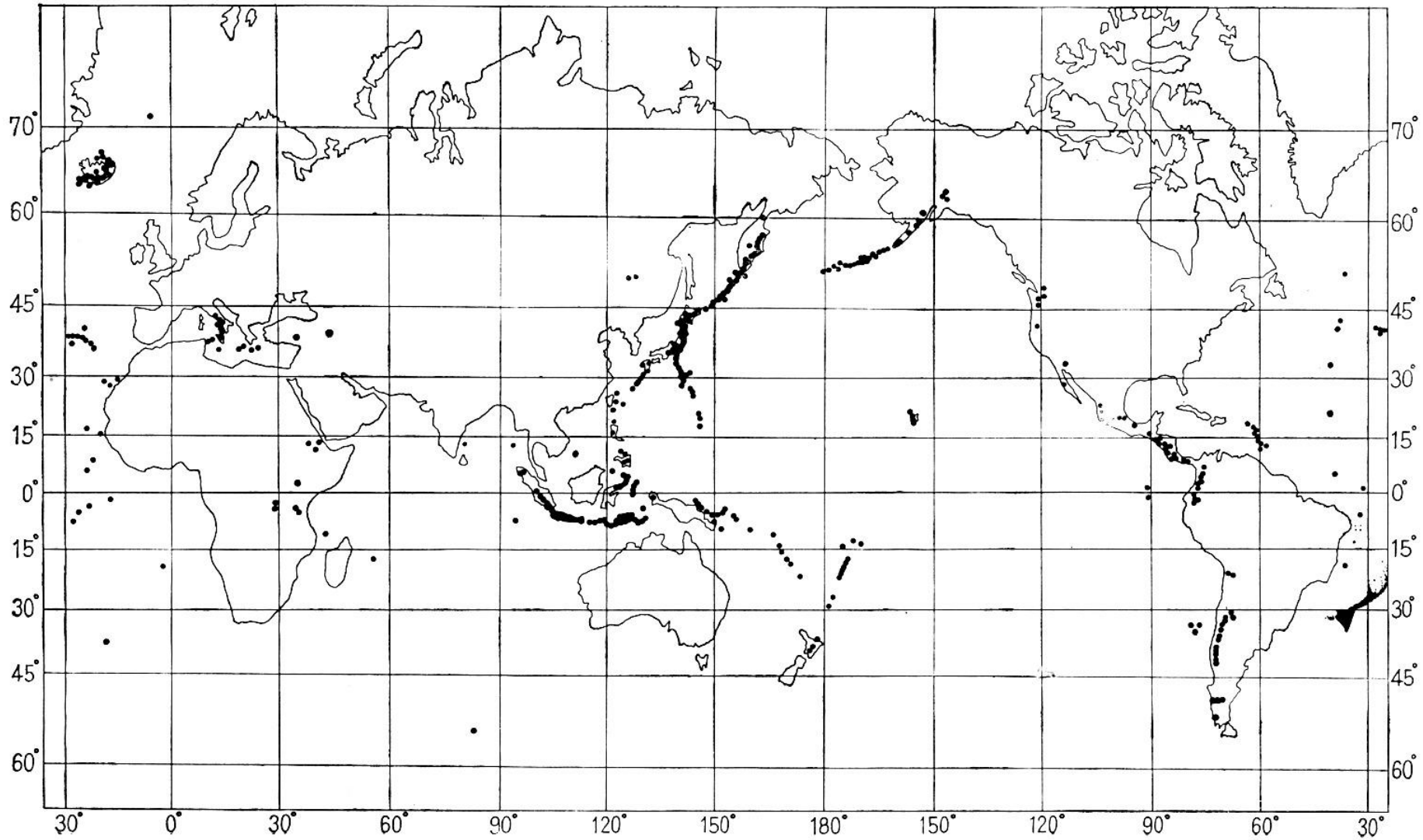


療養泉の定義

1. 温度（泉源から採取されるときの温度が摂氏25度以上）
2. 物質（下記に掲げるもののうち、いずれか一つ以上を含む）

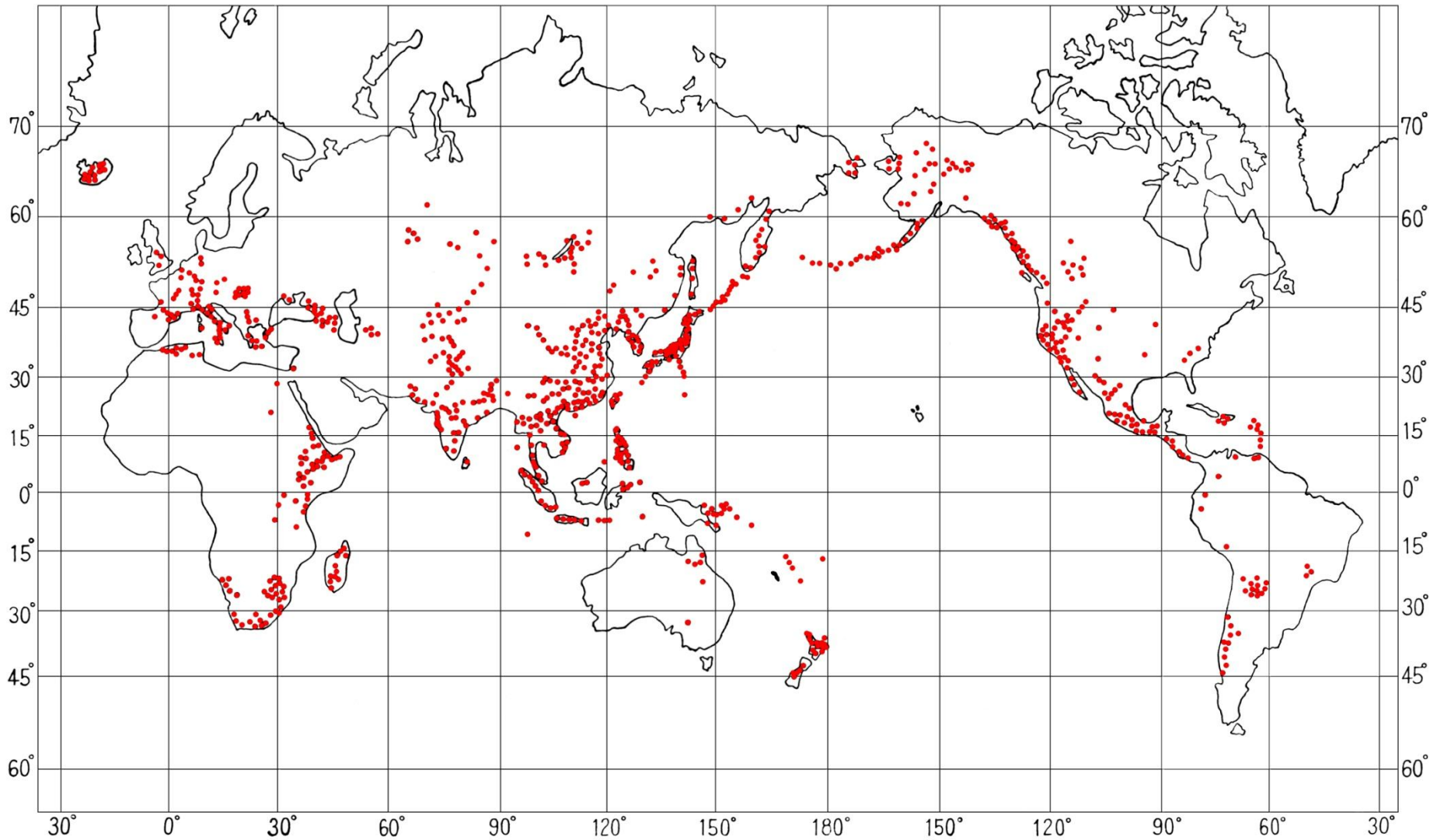
物質名	含有量（1 Kg中）
溶存物総量（ガス性のものを除く）	総量 1000 mg 以上
遊離二酸化炭素（CO ₂ ）	1000 mg 以上
銅イオン（Cu ⁺⁺ ）	1 mg 以上
総鉄イオン（Fe ⁺⁺ +Fe ⁺⁺⁺ ）	20 mg 以上
アルミニウムイオン（Al ⁺⁺⁺ ）	100 mg 以上
水素イオン（H ⁺ ）	1 mg 以上
沃素イオン（I ⁻ ）	10 mg 以上
総砒素（As として）	0.7 mg 以上
総硫黄（[HS ⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , H ₂ Sに対応するもの）	2 mg 以上
ラドン（Rn）	30×10 ⁻¹⁰ キュリー単位以上

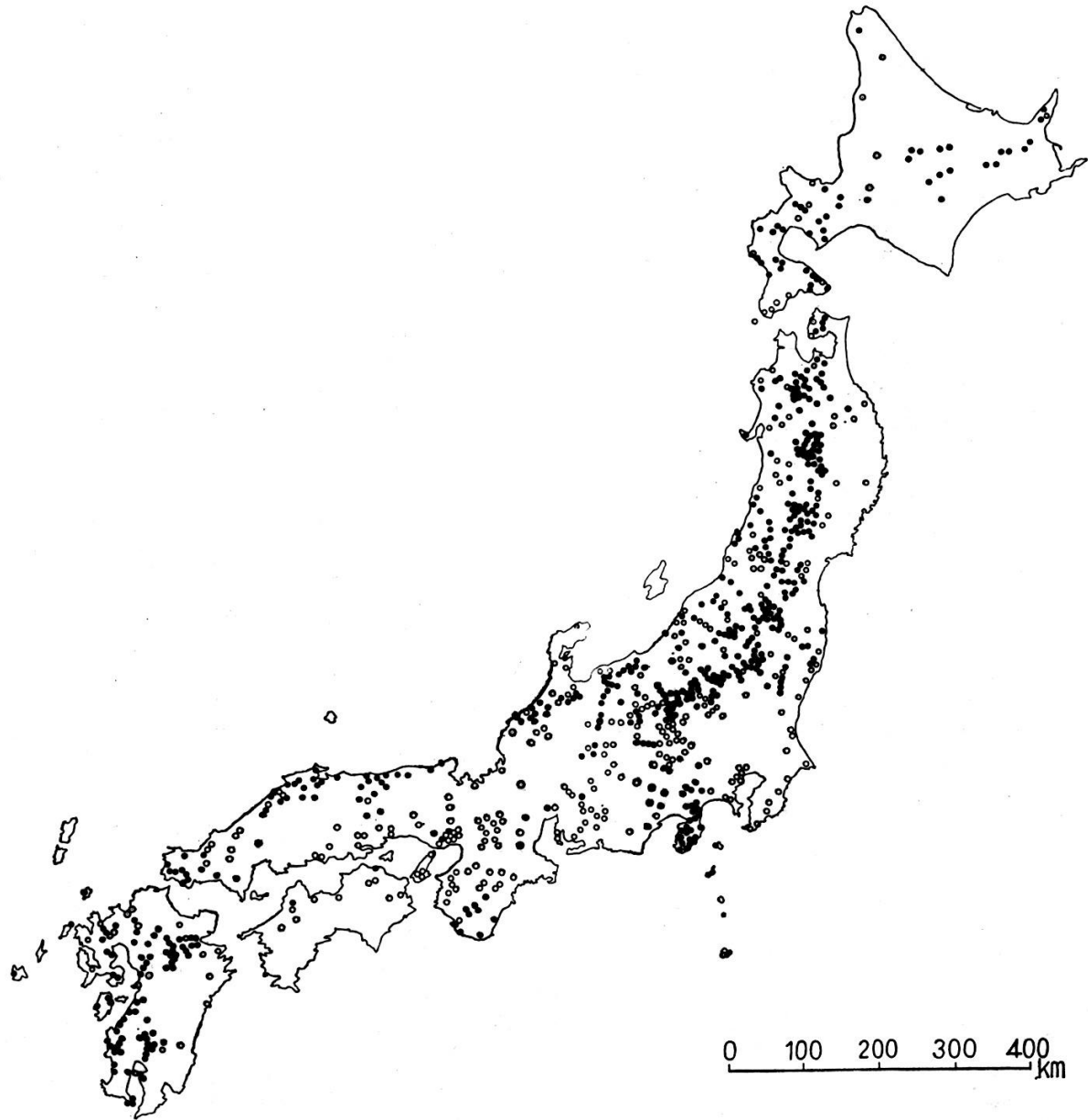




世界活火山分布图

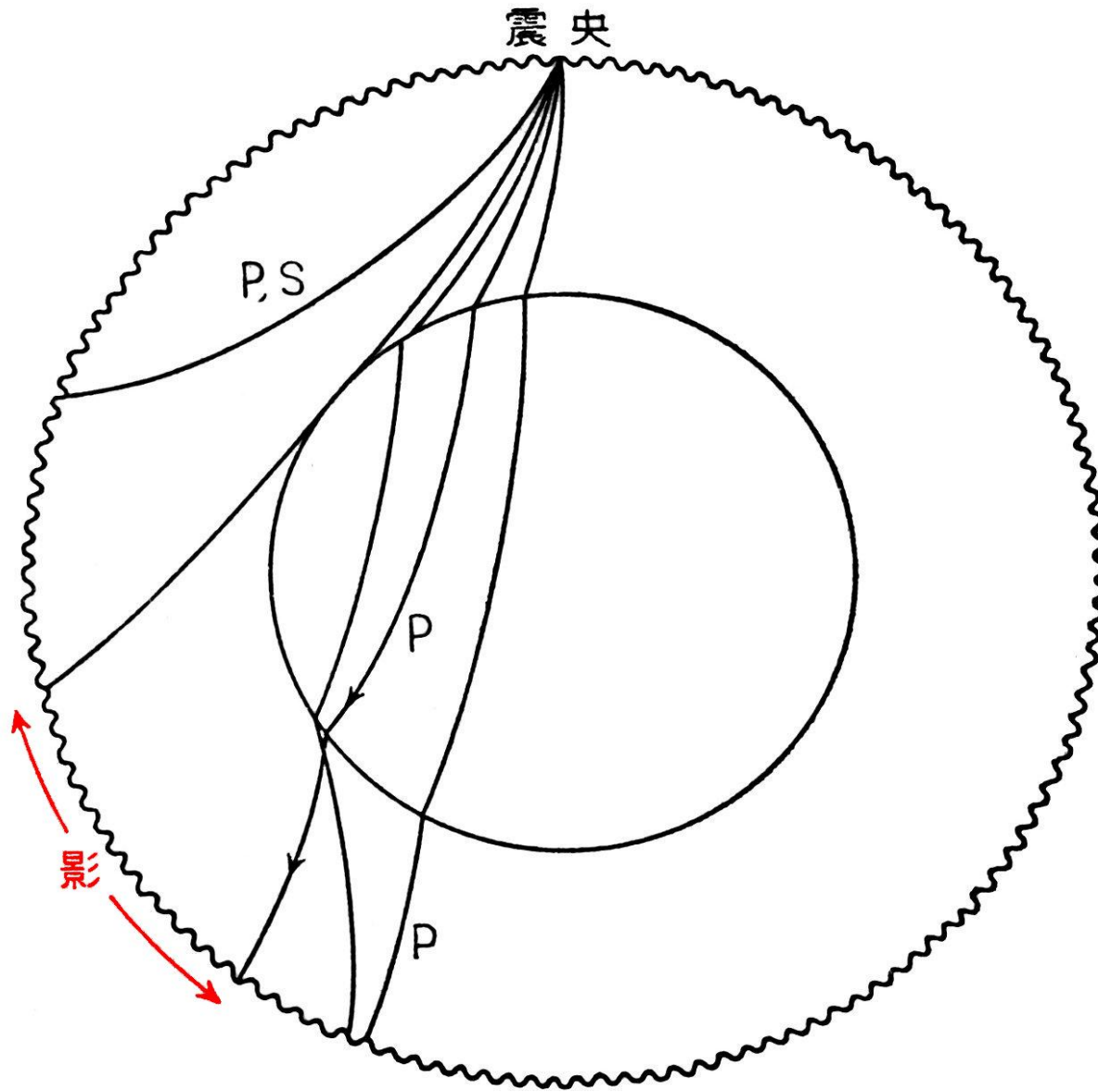
世界の温泉分布（冷鉱泉を除く）



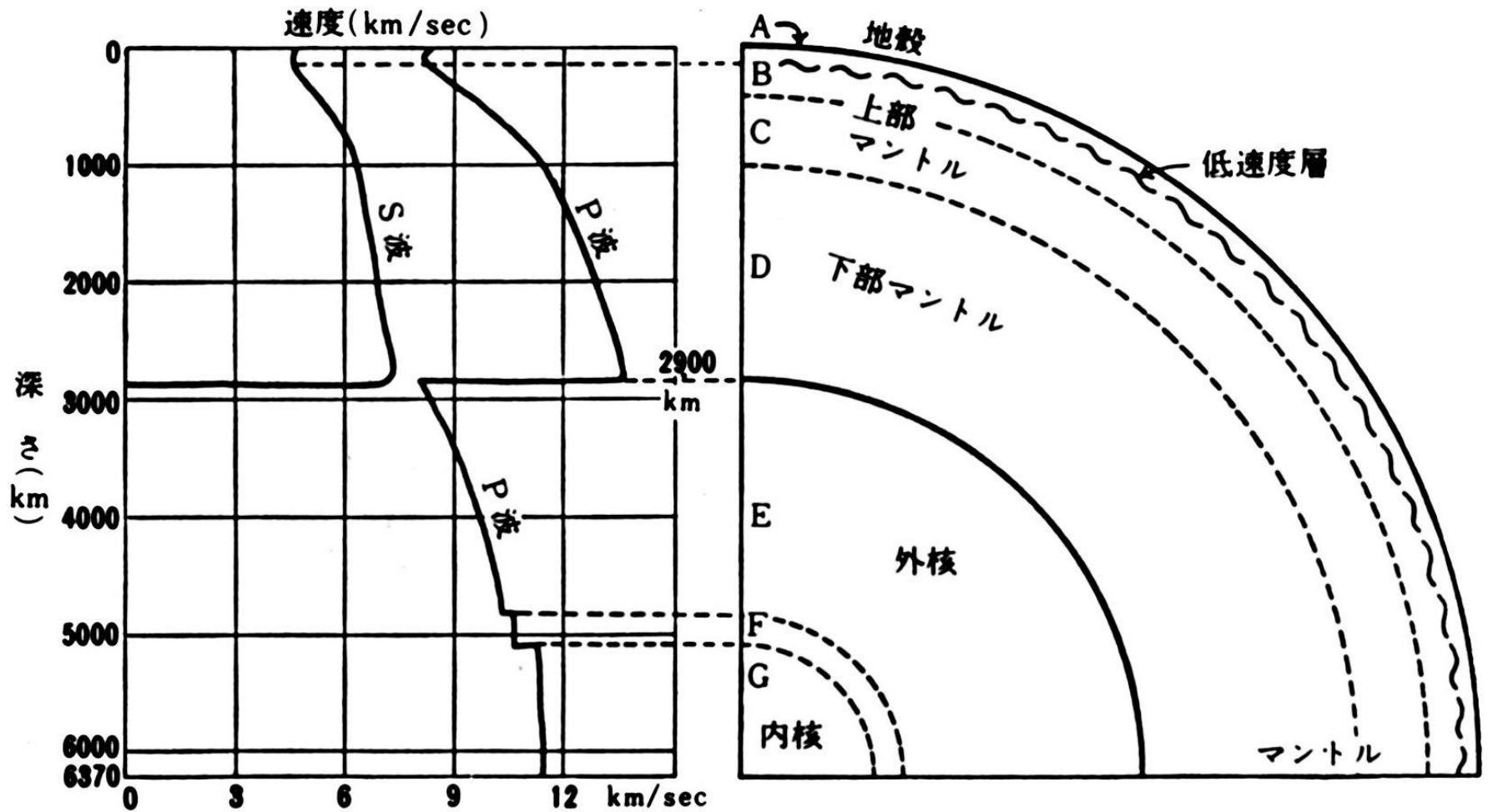


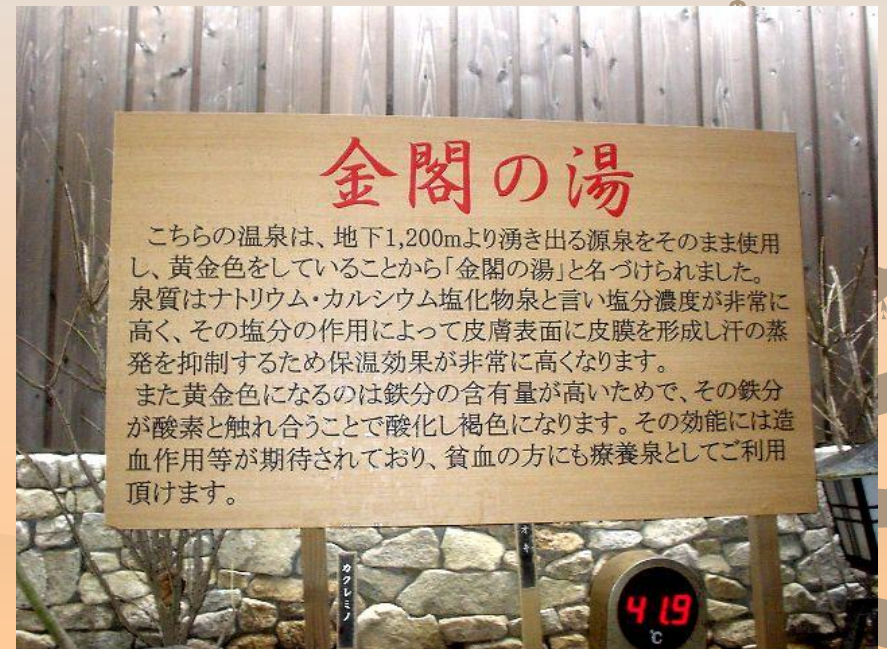
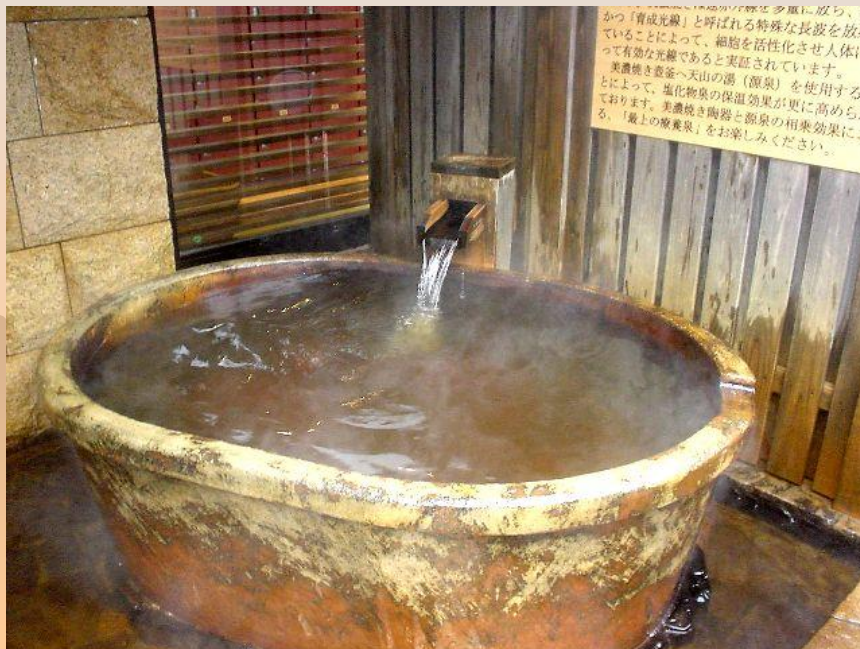
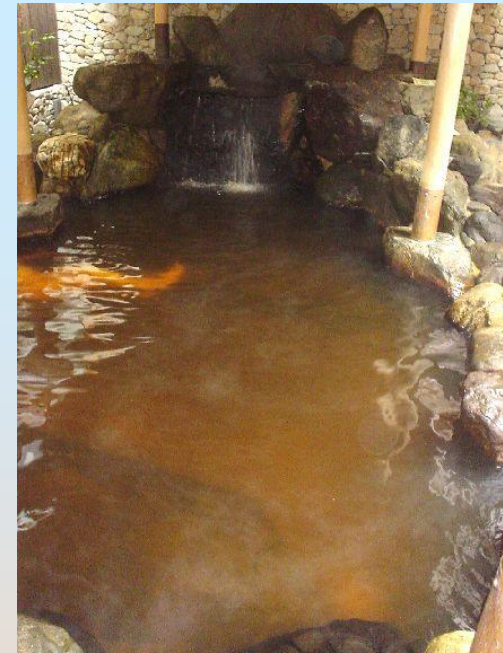
日本温泉分布図 ● : 25°C 以上, ○ : 25°C 以下





地球内部の地震波の進路

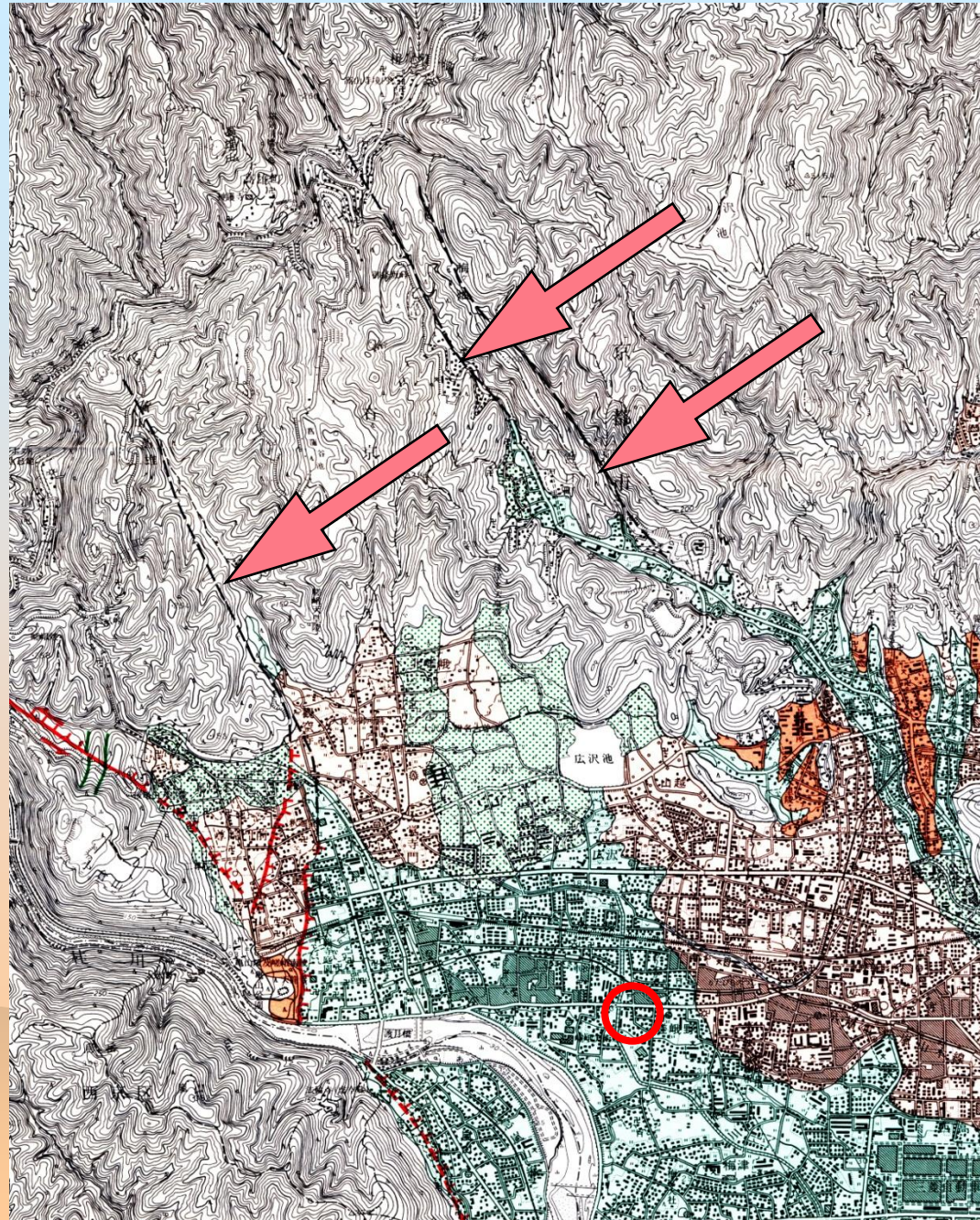


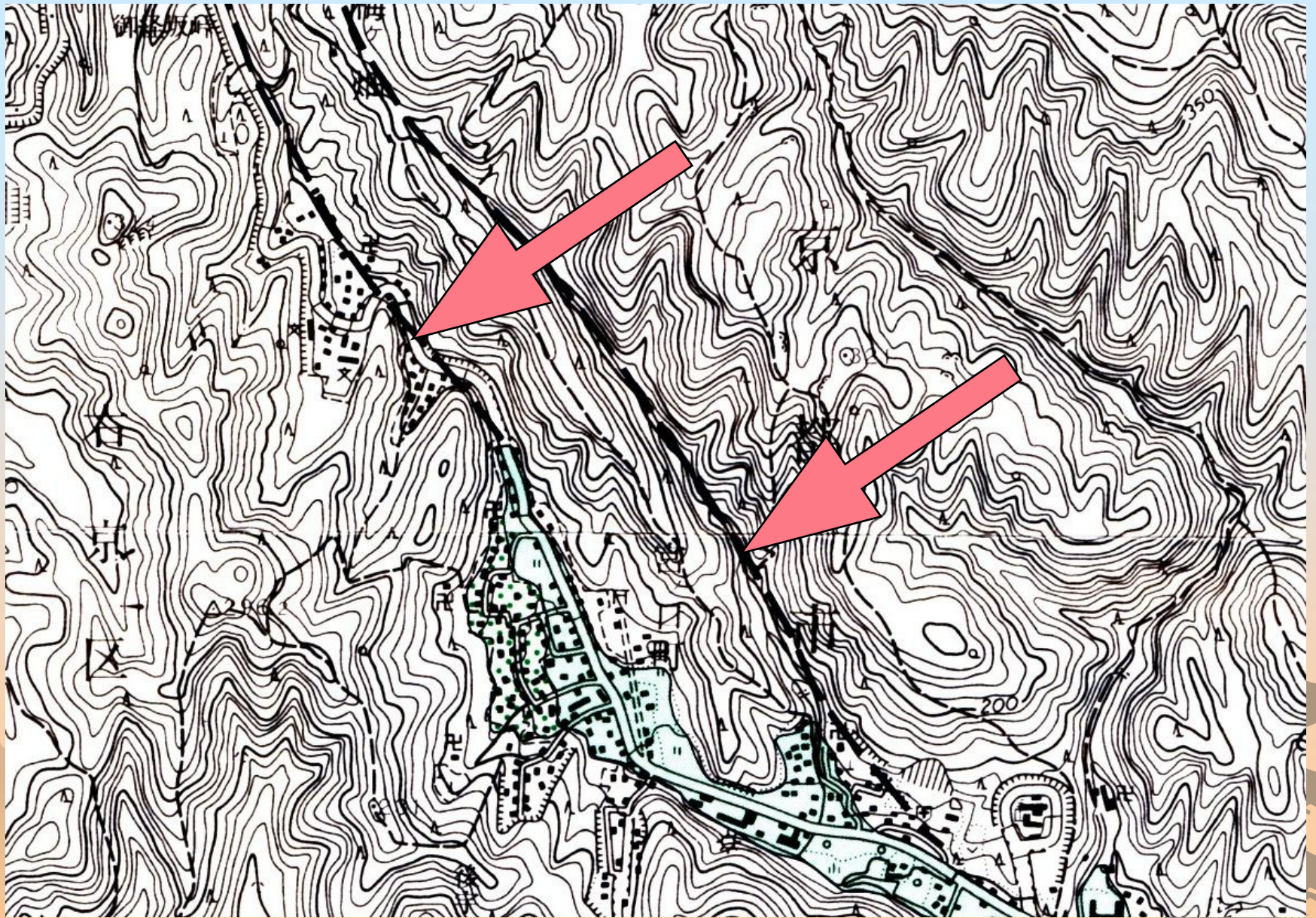


Cafe Scientifique de KYOTO (Nonprofit Organization)



嵐山『天山の湯』温泉の位置





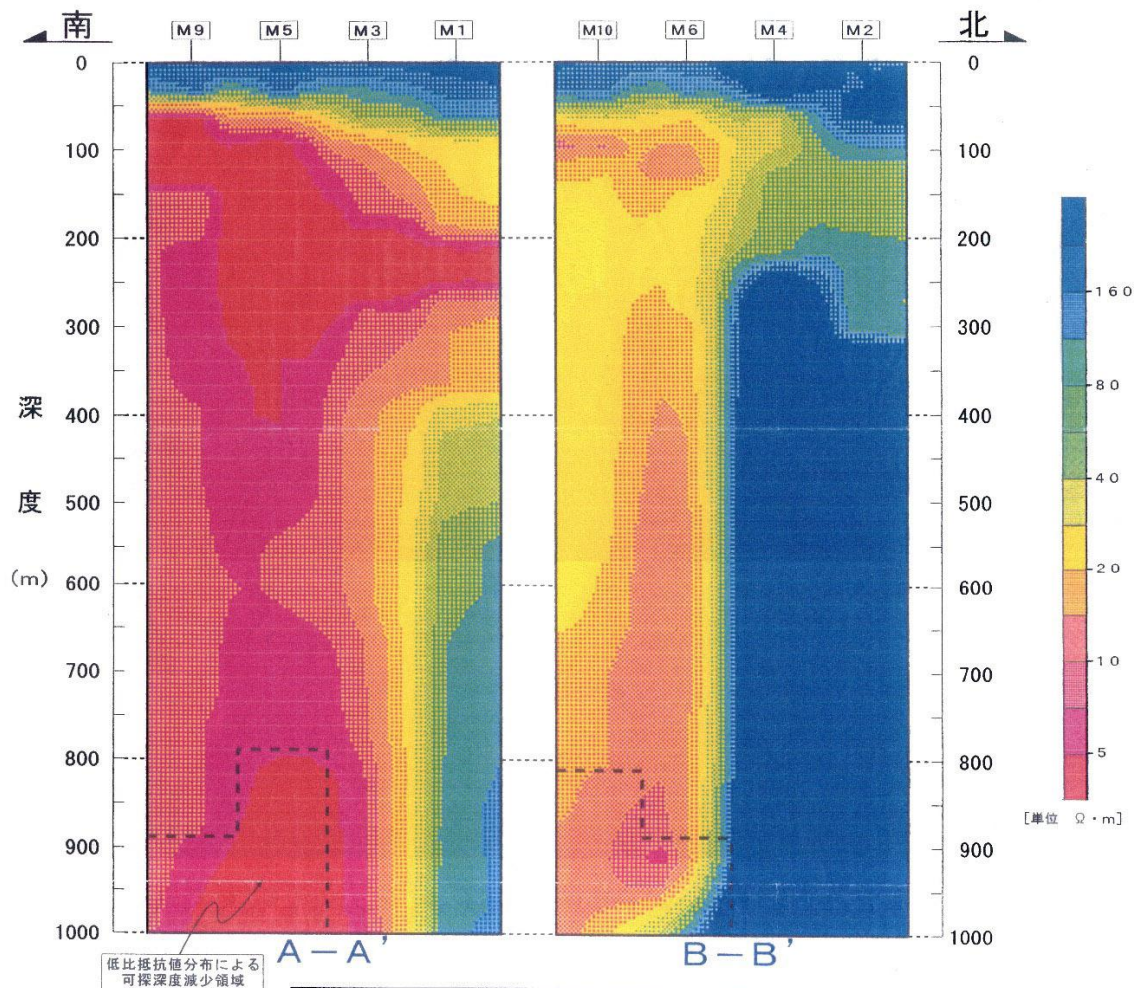
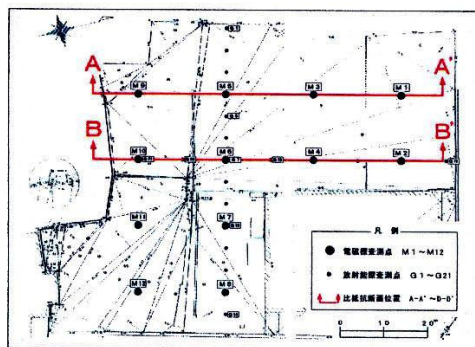
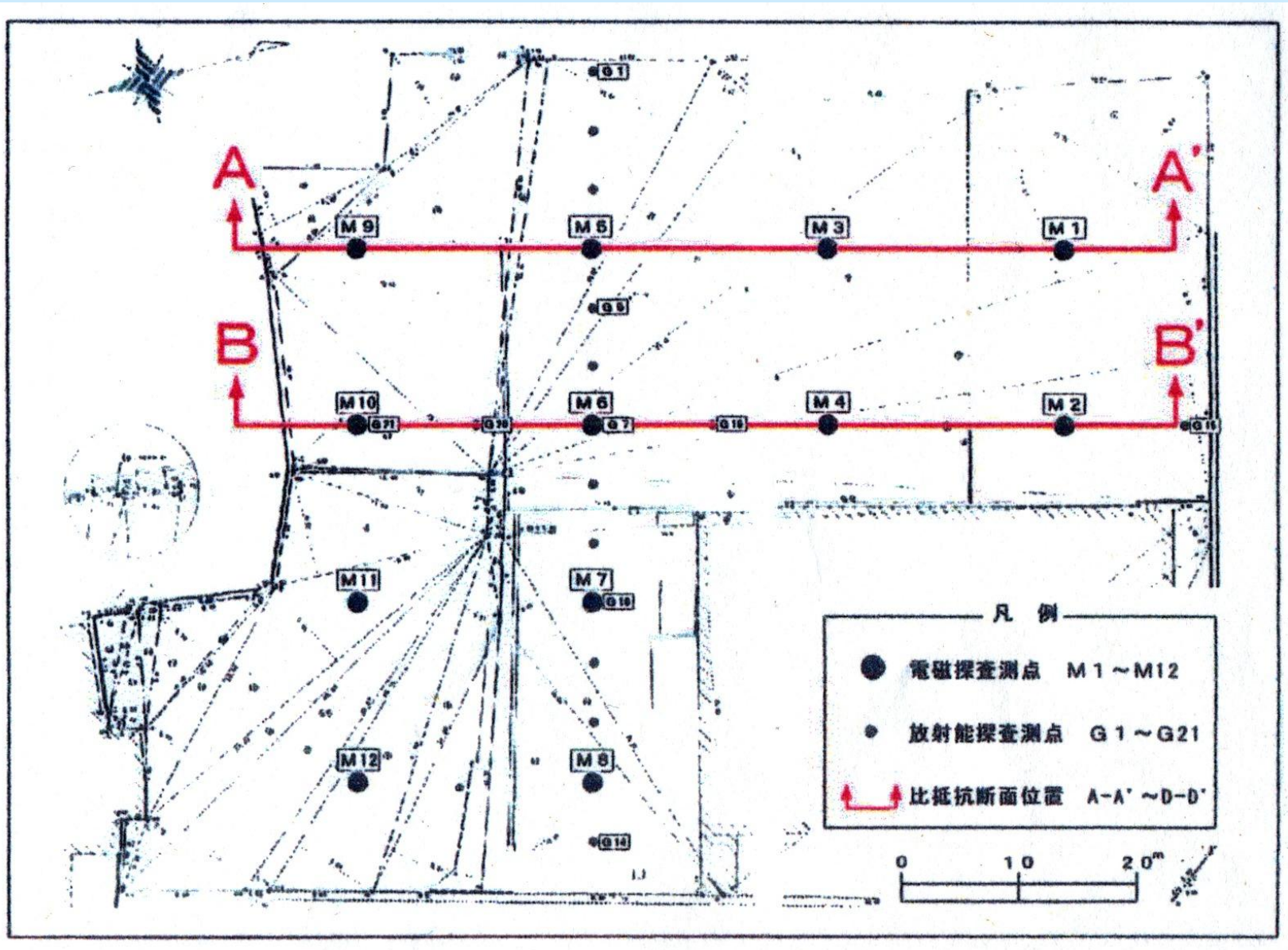


図-5-1 比抵抗断面分布図





6保環第433号

温泉分析書

(鉱泉分析試験による分析成績)

1. 申請者

京都市右京区西院三蔵町30番地
株式会社 日動商会
代表取締役 桧山正男

2. 湧出地及び源泉名

京都市右京区嵯峨野宮ノ元町55番4
(仮称) 天山の湯

3. 湧出地における調査及び試験成績

(イ) 調査及び試験者

京都府保健環境研究所 水質課
山田 豊、堀口貞明

(ロ) 調査及び試験年月日

平成16年10月7日

5. 試料1kg中の成分、分量及び組成

(イ) 陽イオン

成分	ミリグラム (mg)	ミリバール (mval)	ミリバール (%) (mval%)	成分	ミリグラム (mg)	ミリバール (mval)	ミリバール (%) (mval%)
水素イオン (H ⁺)	0.0	0.00	0.00	フッ素イオン (F ⁻)	2.9	0.15	0.06
リチウムイオン (Li ⁺)	2.4	0.35	0.12	塩素イオン (Cl ⁻)	9146	257.98	99.27
ナトリウムイオン (Na ⁺)	4556	198.18	68.68	臭素イオン (Br ⁻)	33.5	0.42	0.16
カリウムイオン (K ⁺)	63.8	1.63	0.56	ヨウ素イオン (I ⁻)	4.7	0.04	0.02
アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	3.2	0.18	0.06	水酸イオン (OH ⁻)	0.0	0.00	0.00
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	156.2	12.85	4.45	水硫イオン (HS ⁻)	0.0	0.00	0.00
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	1466	73.15	25.35	硫黄イオン (S ²⁻)	0.0	0.00	0.00
ストロンチウムイオン (Sr ²⁺)	73.3	1.67	0.58	チオ硫酸イオン (S ₂ O ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
バリウムイオン (Ba ²⁺)	6.2	0.09	0.03	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	3.9	0.08	0.03
アルミニウムイオン (Al ³⁺)	1.2	0.13	0.05	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
マンガンイオン (Mn ²⁺)	2.2	0.08	0.03	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	0.0	0.00	0.00
第一鉄イオン (Fe ²⁺)	6.5	0.23	0.08	リン酸一水素イオン (HPO ₄ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
第二鉄イオン (Fe ³⁺)	0.0	0.00	0.00	アセト酸イオン (AsO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
銅イオン (Cu ²⁺)	0.0	0.00	0.00	炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	74.5	1.22	0.47
亜鉛イオン (Zn ²⁺)	0.0	0.00	0.00	炭酸イオン (CO ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
				珪酸イオン (SiO ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
				ボロ酸イオン (BO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
陽イオン合計	6337	288.54	99.99	陰イオン合計	9266	259.89	100.01

(ロ) 陰イオン

(ハ) 遊離成分

非 解 離 成 分				溶 存 ガ ス 成 分			
成分	ミリグラム (mg)	ミリモル (mmol)		成分	ミリグラム (mg)	ミリモル (mmol)	
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)	26.1	0.33		遊離炭酸 (CO ₂)	36.0	0.82	
メタホウ酸 (HBO ₂)	95.5	2.18		遊離硫化水素 (H ₂ S)	0.0	0.00	
メタ亜硫酸 (HASO ₂)	0.0	0.00					
非 解 離 成 分 計	121.6	2.51		溶 存 ガ ス 成 分 計	36.0	0.82	
溶解物質 (ガス性のものを除く)	15.73	g		成 分 総 計	15.76	g	

(ニ) その他微量成分

総ヒ素	0.005	mg未満
カドミウム	0.01	mg未満
鉛イオン	0.01	mg未満
総水銀	0.0005	mg未満

6. 泉 質

ナトリウム・カルシウム一塩化物泉
(高張性中性温泉)

7. 禁忌症、適応症等

「温泉分析書別表」中5に記載する。

(ハ) 泉 温 34.3℃ (気温 26.0℃)

(ニ) 湧 出 量 193 L/min(動力)

(ホ) 知覚的試験 無色、透明、無臭、塩味、弱苦味

(ヘ) pH 値 7.23 (ガラス電極法)

(ト) ラドン(Rn) 5.36 × 10⁻¹⁰ キュリ/kg

4. 試験室における試験成績

(イ) 試験者

京都府保健環境研究所 水質課
山田 豊、堀口貞明、
多田哲子、坂 雅宏

(ロ) 分析終了年月日 平成16年10月29日

(ハ) 知覚的試験 淡黄褐色、微蛋白濁、無臭、塩味、弱苦味

(ニ) 密 度 1.0096 (20℃)

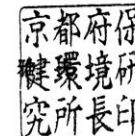
(ホ) pH 値 6.97 (ガラス電極法)

(ヘ) 蒸発残留物 17360 mg/kg (180℃)

平成16年11月8日
京都市伏見区村上町395

京都府保健環境研究所

所 長 中 川



6保環第433号

温 泉 分 析 書

(鉱泉分析試験による分析成績)



1. 申請者

京都市右京区西院三蔵町30番地
株式会社 日動商会
代表取締役 桧山正男

(ハ) 泉 温 34.3 °C (気温 26.0°C)
(ニ) 湧 出 量 193 L/min(動力)
(ホ) 知覚的試験 無色、透明、無臭、塩味、弱苦味
(ヘ) pH 値 7.23 (ガラス電極法)
(ト) ラドン(Rn) 5.36 × 10⁻¹⁰ キュリー/kg

2. 湧出地及び源泉名

京都市右京区嵯峨野宮ノ元町55番4
(仮称) 天山の湯

4. 試験室における試験成績

(イ) 試験者

京都府保健環境研究所 水質課
山田 豊、堀口貞明、
多田哲子、坂 雅宏

3. 湧出地における調査及び試験成績

(イ) 調査及び試験者

京都府保健環境研究所 水質課
山田 豊、堀口貞明

(ロ) 調査及び試験年月日

平成16年10月7日

(ロ) 分析終了年月日 平成16年10月29日

(ハ) 知覚的試験 淡黄褐色、微蛋白濁、無臭、塩味、弱苦味
(ニ) 密 度 1.0096 (20°C)
(ホ) pH 値 6.97 (ガラス電極法)
(ヘ) 蒸発残留物 17360 mg/kg (180°C)

5. 試料1kg中の成分、分量及び組成

(イ) 陽 イ オ ン

(ロ) 陰 イ オ ン

成 分	ミクログラム (mg)	ミリハール (mval)	ミリハール(%) (mval%)	成 分	ミクログラム (mg)	ミリハール (mval)	ミリハール(%) (mval%)
水素イオン (H ⁺)	0.0	0.00	0.00	フッ素イオン (F ⁻)	2.9	0.15	0.06
リチウムイオン (Li ⁺)	2.4	0.35	0.12	塩素イオン (Cl ⁻)	9146	257.98	99.27
ナトリウムイオン (Na ⁺)	4556	198.18	68.68	臭素イオン (Br ⁻)	33.5	0.42	0.16
カリウムイオン (K ⁺)	63.8	1.63	0.56	ヨウ素イオン (I ⁻)	4.7	0.04	0.02
アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	3.2	0.18	0.06	水酸イオン (OH ⁻)	0.0	0.00	0.00
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	156.2	12.85	4.45	水硫イオン (HS ⁻)	0.0	0.00	0.00
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	1466	73.15	25.35	硫黄イオン (S ²⁻)	0.0	0.00	0.00
ストロンチウムイオン (Sr ²⁺)	73.3	1.67	0.58	チオ硫酸イオン (S ₂ O ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00

----- Cafe Scientifique de KYOTO (Nonprofit Organization) -----

カルシウムイオン (Ca ²⁺)	1466	73.15	25.35	硫黄イオン (S ²⁻)	0.0	0.00	0.00
ストロンチウムイオン (Sr ²⁺)	73.3	1.67	0.58	チオ硫酸イオン (S ₂ O ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
バリウムイオン (Ba ²⁺)	6.2	0.09	0.03	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	3.9	0.08	0.03
アルミニウムイオン (Al ³⁺)	1.2	0.13	0.05	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
マンガンイオン (Mn ²⁺)	2.2	0.08	0.03	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	0.0	0.00	0.00
第一鉄イオン (Fe ²⁺)	6.5	0.23	0.08	リン酸一水素イオン (HPO ₄ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
第二鉄イオン (Fe ³⁺)	0.0	0.00	0.00	メタ亜ヒ酸イオン (AsO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
銅イオン (Cu ²⁺)	0.0	0.00	0.00	炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	74.5	1.22	0.47
亜鉛イオン (Zn ²⁺)	0.0	0.00	0.00	炭酸イオン (CO ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
				メタケイ酸イオン (SiO ₃ ²⁻)	0.0	0.00	0.00
				メタホウ酸イオン (BO ₂ ⁻)	0.0	0.00	0.00
陽イオン合計	6337	288.54	99.99	陰イオン合計	9266	259.89	100.01

(ハ)遊離成分

非 解 離 成 分				溶 存 ガ ス 成 分			
成 分	ミigram (mg)	ミリmol (m mol)		成 分	ミigram (mg)	ミリmol (m mol)	
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)	26.1	0.33		遊離炭酸 (CO ₂)	36.0	0.82	
メタホウ酸 (HBO ₂)	95.5	2.18		遊離硫化水素 (H ₂ S)	0.0	0.00	
メタ亜ヒ酸 (HASO ₂)	0.0	0.00					
非 解 離 成 分 計	121.6	2.51		溶 存 ガ ス 成 分 計	36.0	0.82	

溶存物質 (ガス性のものを除く)

15.73 g

成 分 総 計

15.76 g

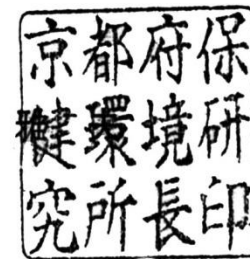
(ニ)その他微量成分

総ヒ素	0.005	mg未満
カドミウム	0.01	mg未満
鉛イオン	0.01	mg未満
総水銀	0.0005	mg未満

平成16年11月8日
京都市伏見区村上町395

京都府保健環境研究所

所 長 中 川



6. 泉 質

ナトリウム・カルシウム一塩化物泉
(高張性中性温泉)

7. 禁忌症、適応症等

「温泉分析書別表」中5に記載する。

スリー・コーン・ビット





CB24

CA35

CB44

CA44

CA54

各種ビット

