

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°C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

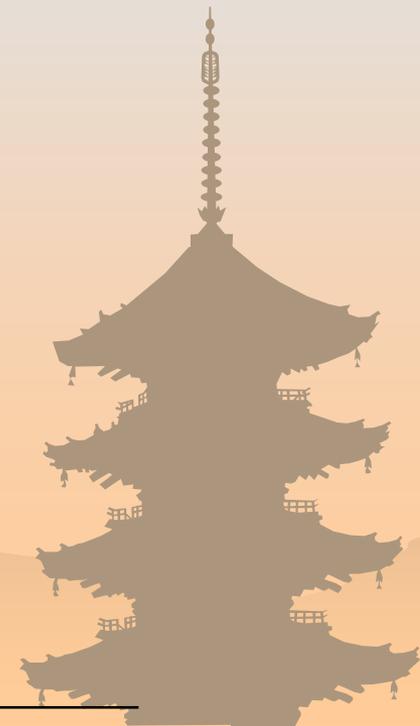
## 幻の温泉



## 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 <sub>2</sub> )	250 mg 以上
リチウムイオン(Li <sup>+</sup> )	1 mg 以上
ストロンチウムイオン(Sr <sup>++</sup> )	10 mg 以上
バリウムイオン(Ba <sup>++</sup> )	5 mg 以上
フェロ又はフェリイオン(Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup> )	10 mg 以上
第一マンガンイオン(Mn <sup>++</sup> )	10 mg 以上
水素イオン(H <sup>+</sup> )	1 mg 以上
臭素イオン(Br <sup>-</sup> )	5 mg 以上
沃素イオン(I <sup>-</sup> )	1 mg 以上
フッ素イオン(F <sup>-</sup> )	2 mg 以上
ヒドロ砒酸イオン(HAsO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1.3 mg 以上
メタ亜砒酸(HAsO <sub>2</sub> )	1 mg 以上
総硫黄(S) [HS <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> Sに対応するもの]	1 mg 以上
メタ硼酸(HBO <sub>2</sub> )	5 mg 以上
メタ珪酸(H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	50 mg 以上
重炭酸ソーダ(NaHCO <sub>3</sub> )	340 mg 以上
ラドン(Rn)	20×10 <sup>-10</sup> キュリー単位以上
ラジウム塩(Raとして)	1×10 <sup>-8</sup> mg以上

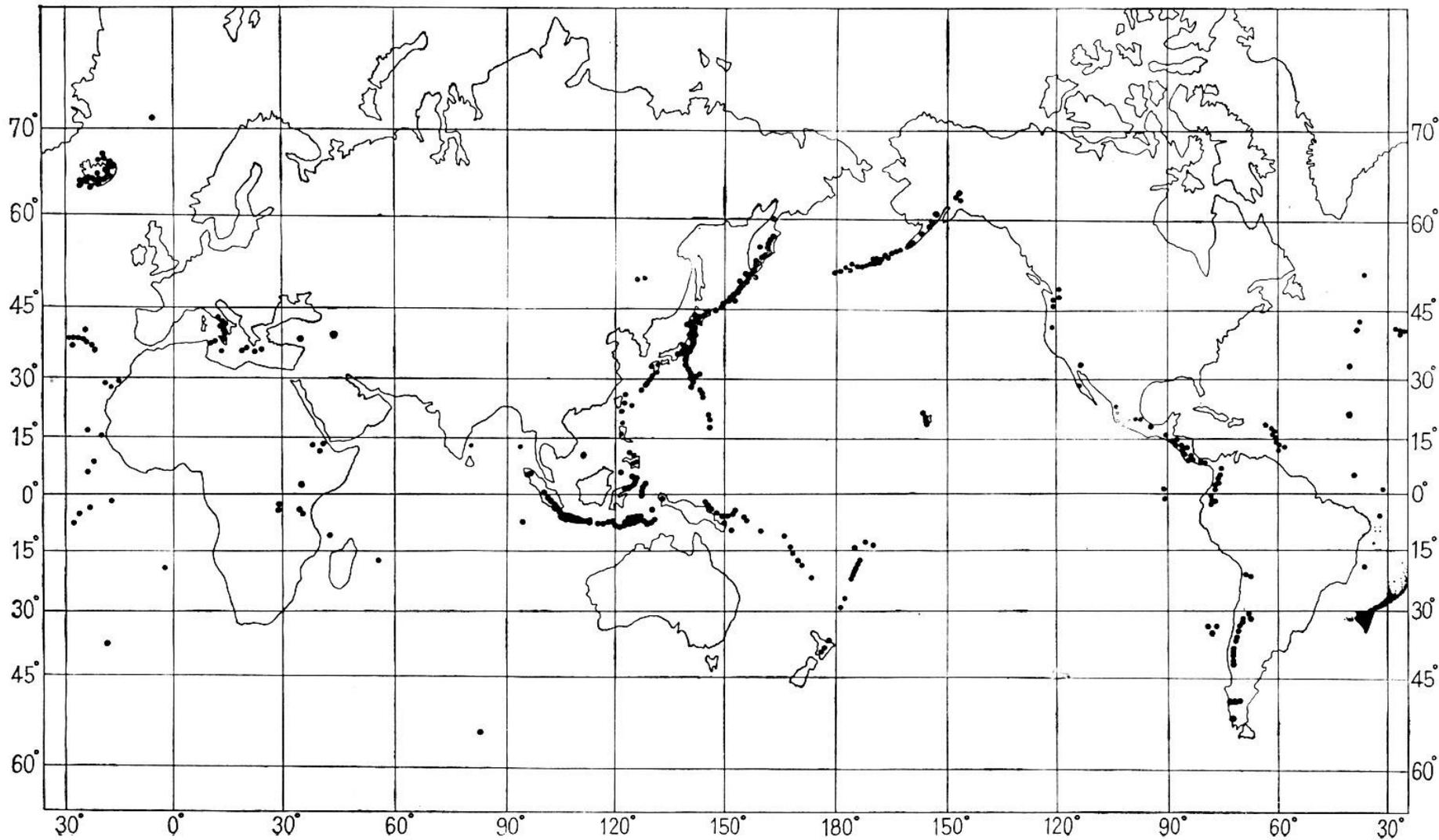


## 療養泉の定義

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）

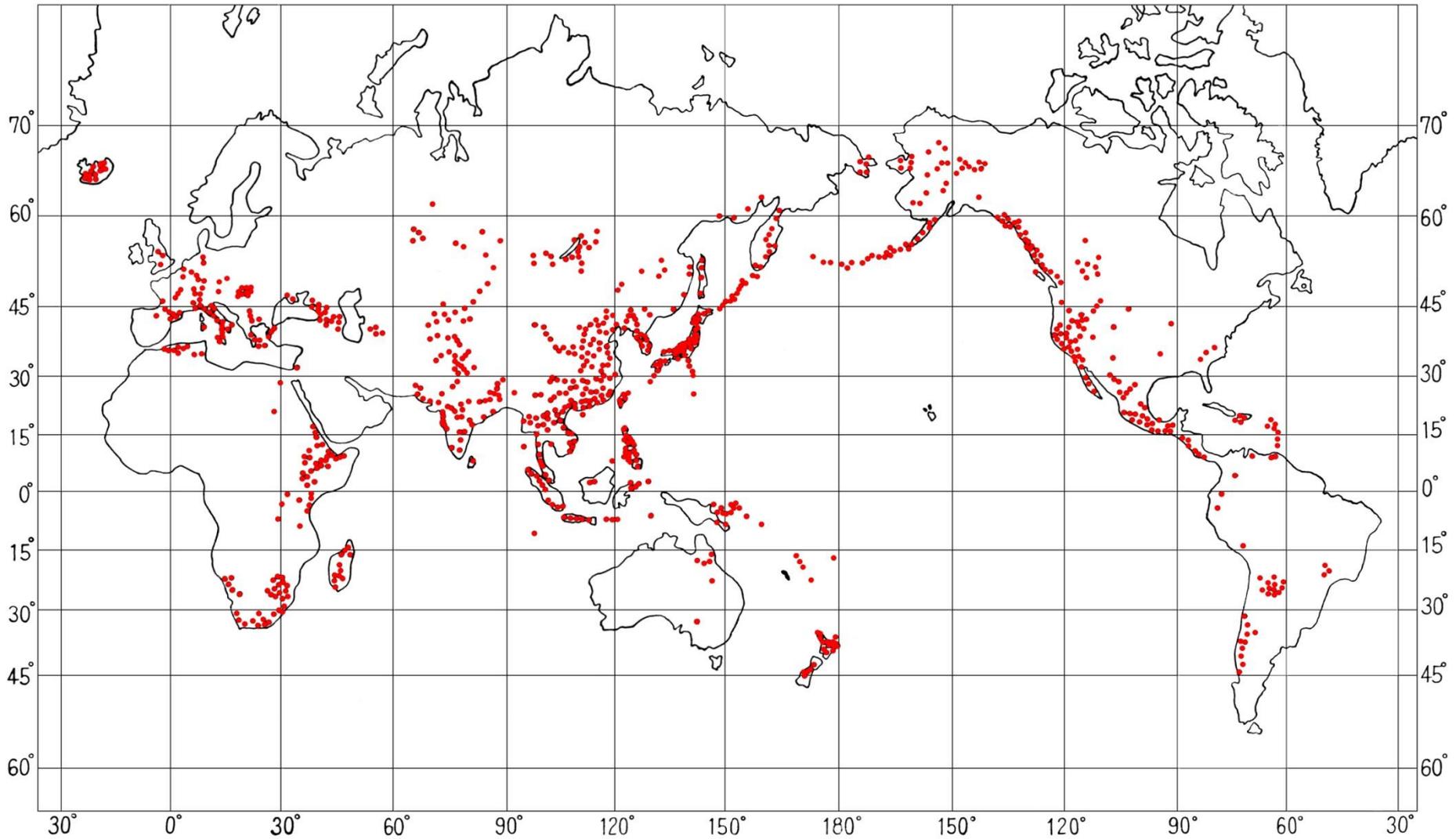
物質名	含有量（1 Kg中）
溶存物総量（ガス性のものを除く）	総量 1000 mg 以上
遊離二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）	1000 mg 以上
銅イオン（Cu <sup>++</sup> ）	1 mg 以上
総鉄イオン（Fe <sup>++</sup> +Fe <sup>+++</sup> ）	20 mg 以上
アルミニウムイオン（Al <sup>+++</sup> ）	100 mg 以上
水素イオン（H <sup>+</sup> ）	1 mg 以上
沃素イオン（I <sup>-</sup> ）	10 mg 以上
総砒素（As として）	0.7 mg 以上
総硫黄（[HS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

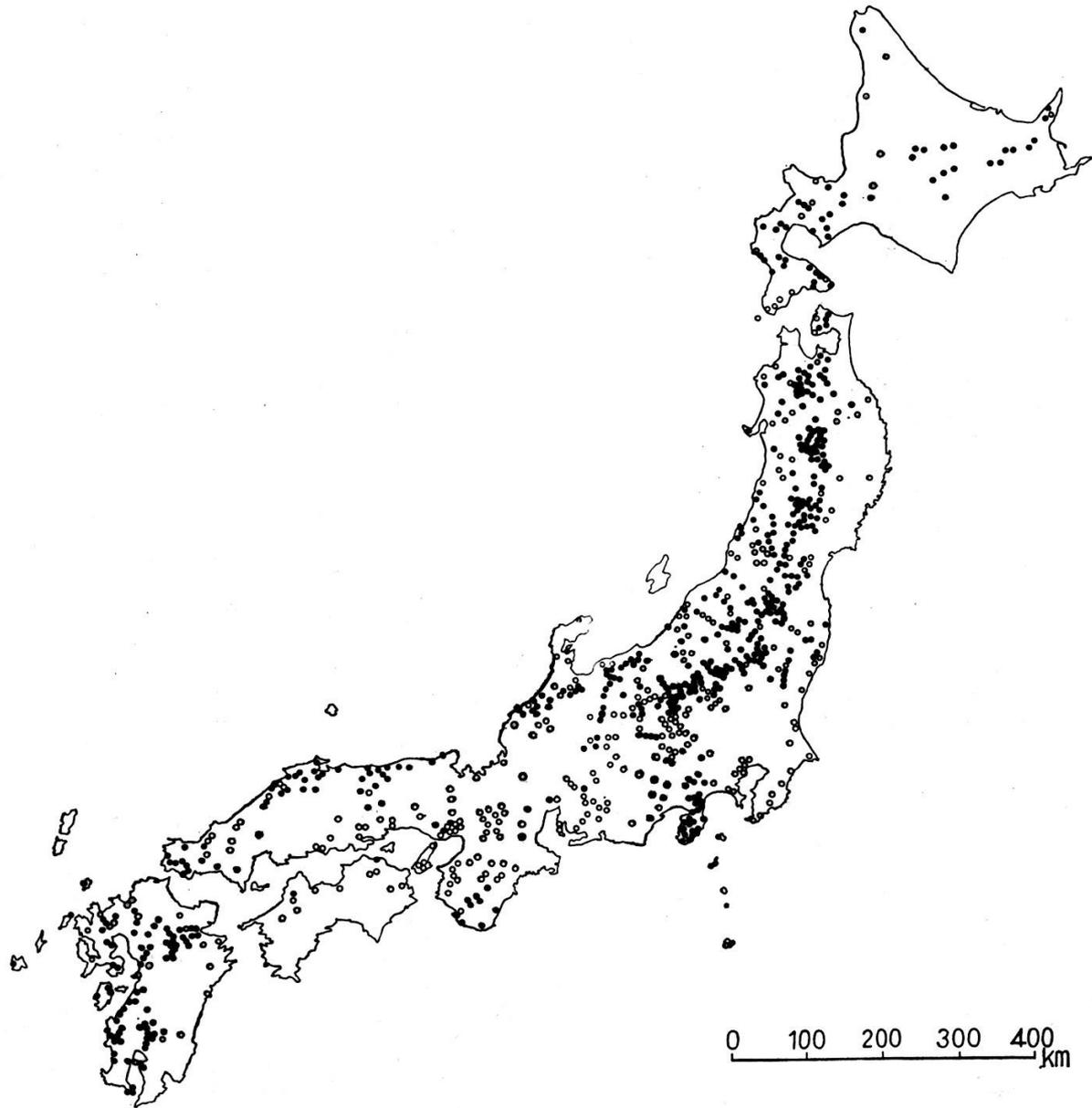




世界活火山分布图

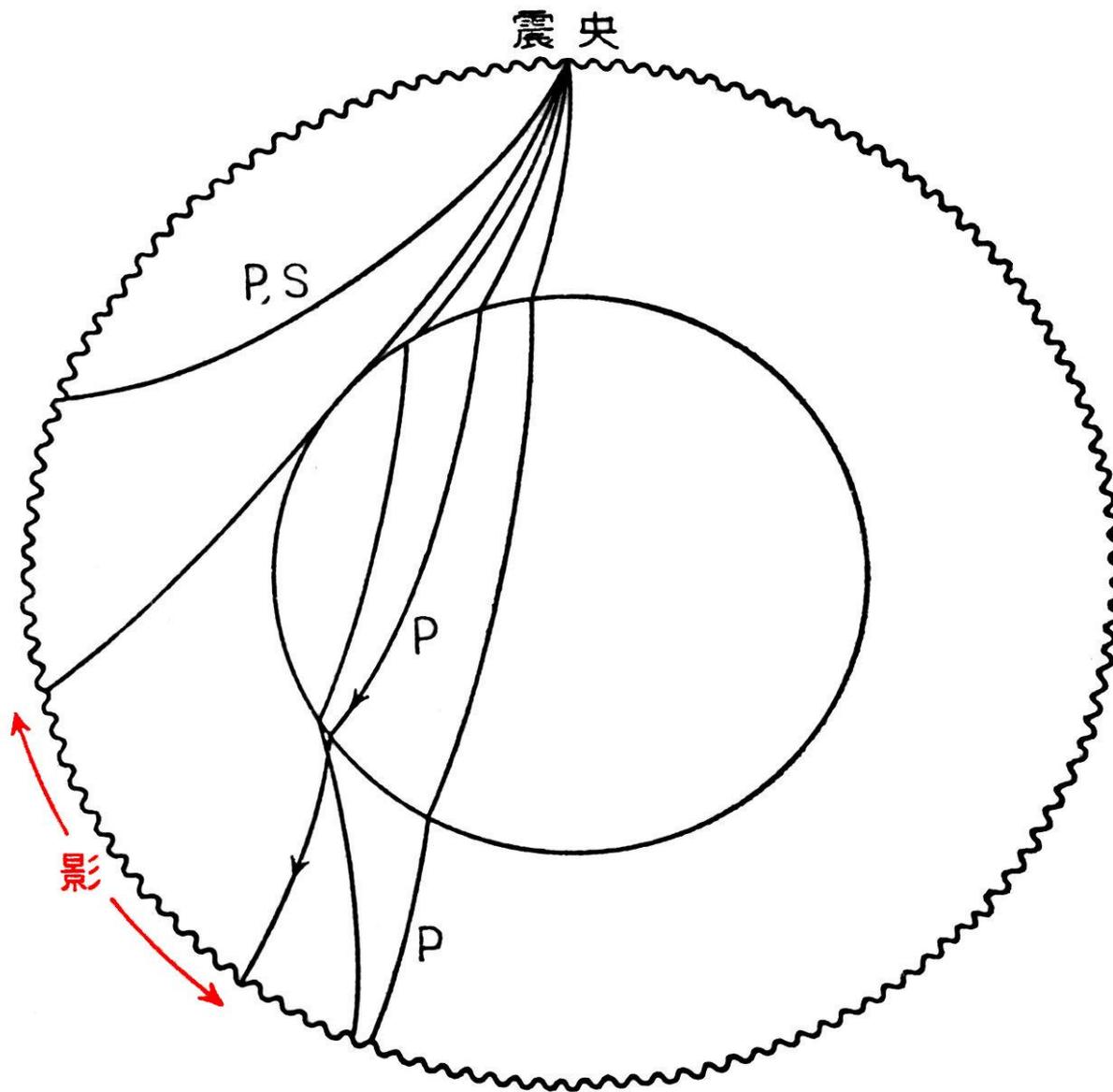
世界の温泉分布 (冷鉱泉を除く)



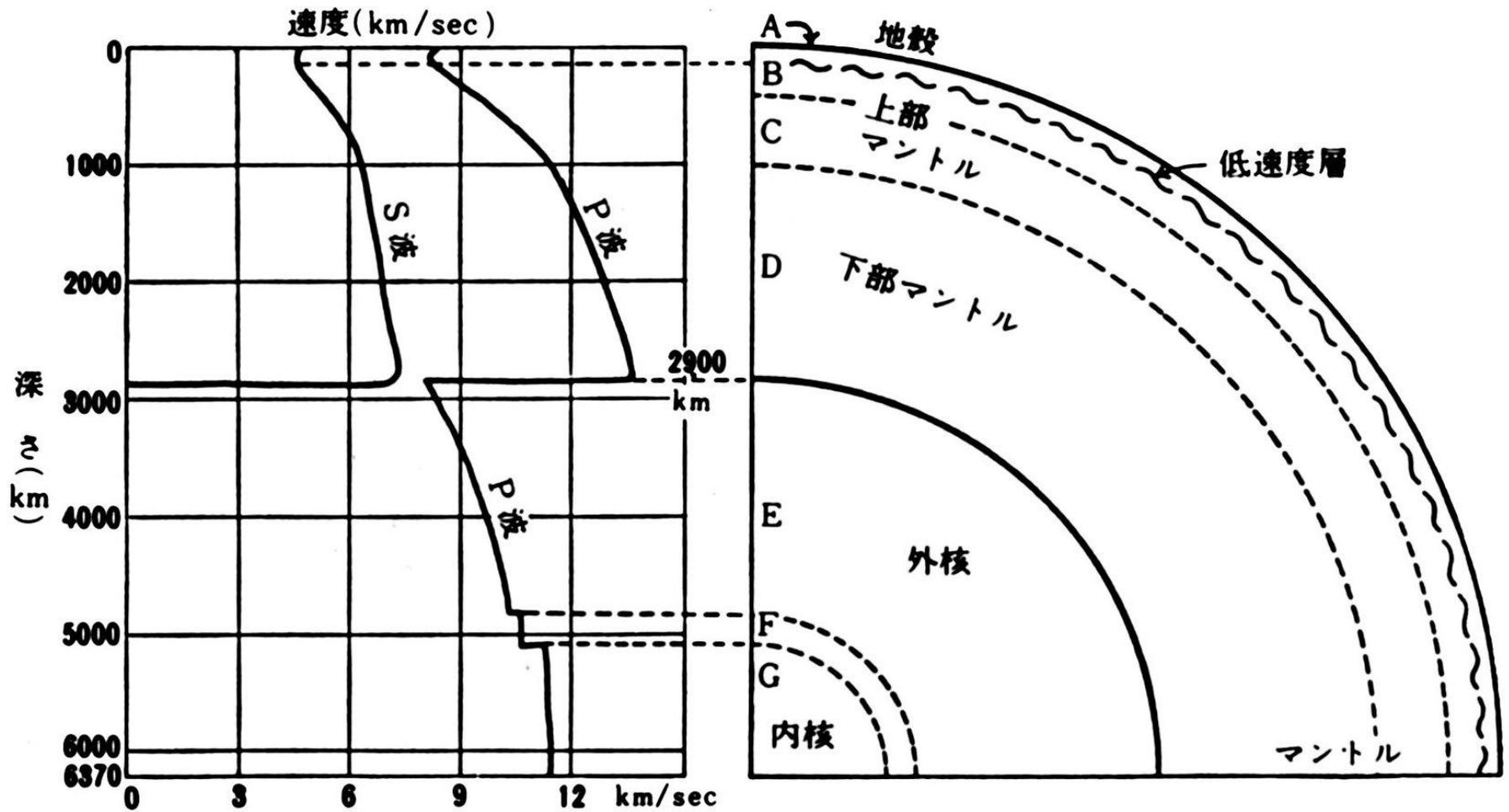


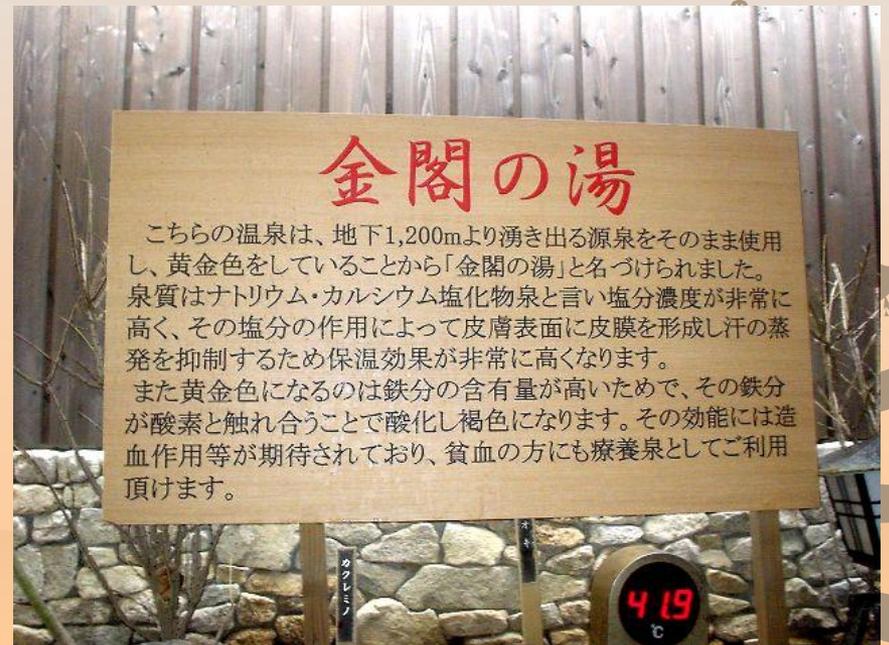
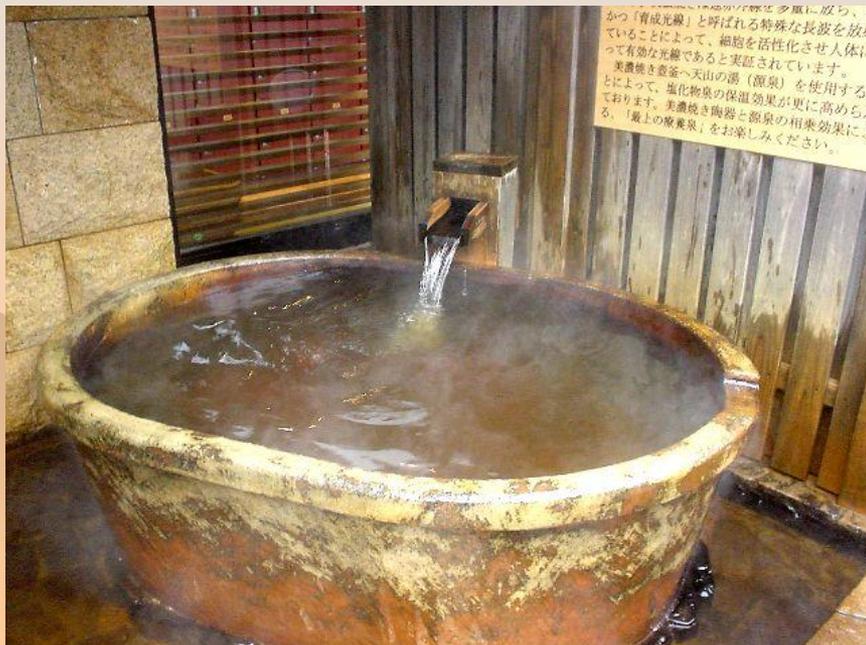
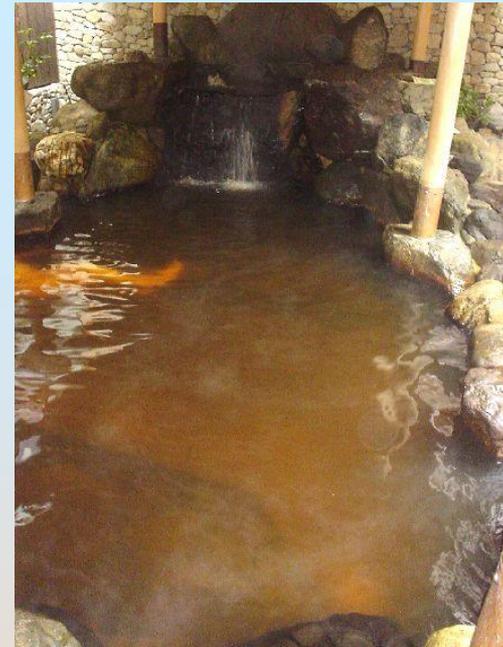
日本温泉分布図 ● : 25°C 以上, ○ : 25°C 以下





地球内部の地震波の進路

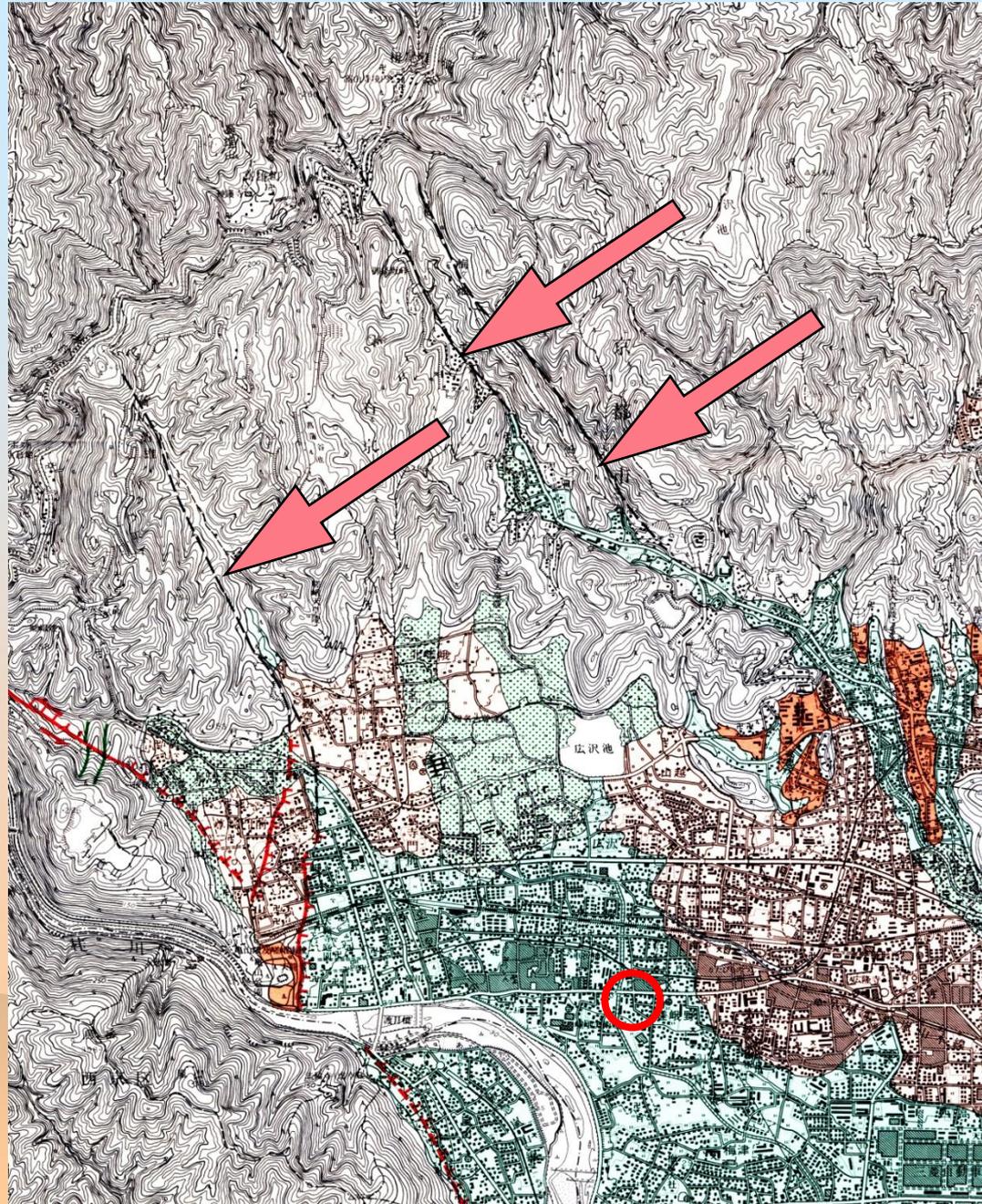




Cafe Scientifique de KYOTO ( Nonprofit Organization )



嵐山『天山の湯』温泉の位置





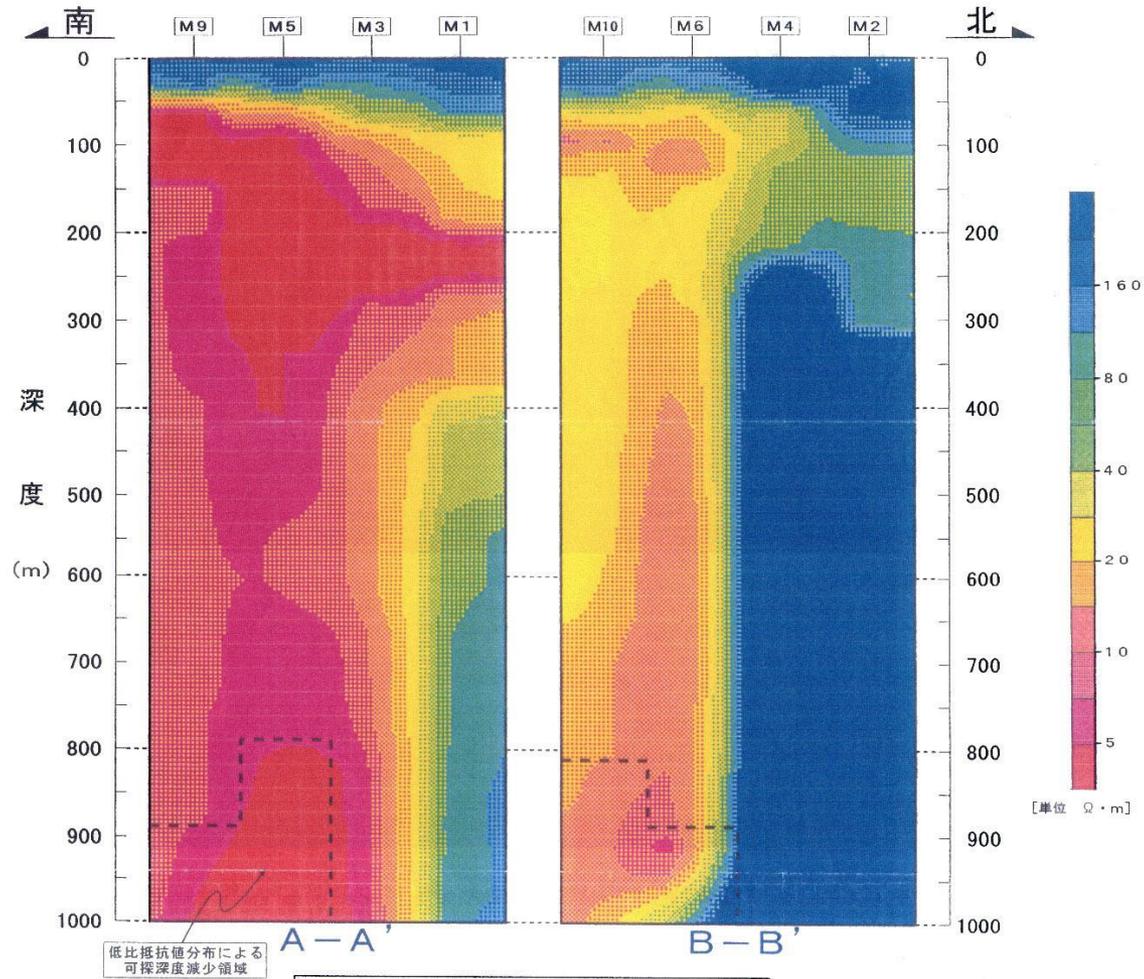
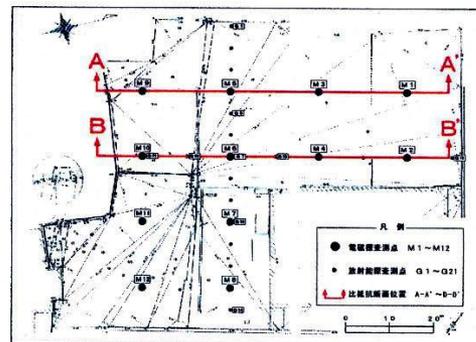
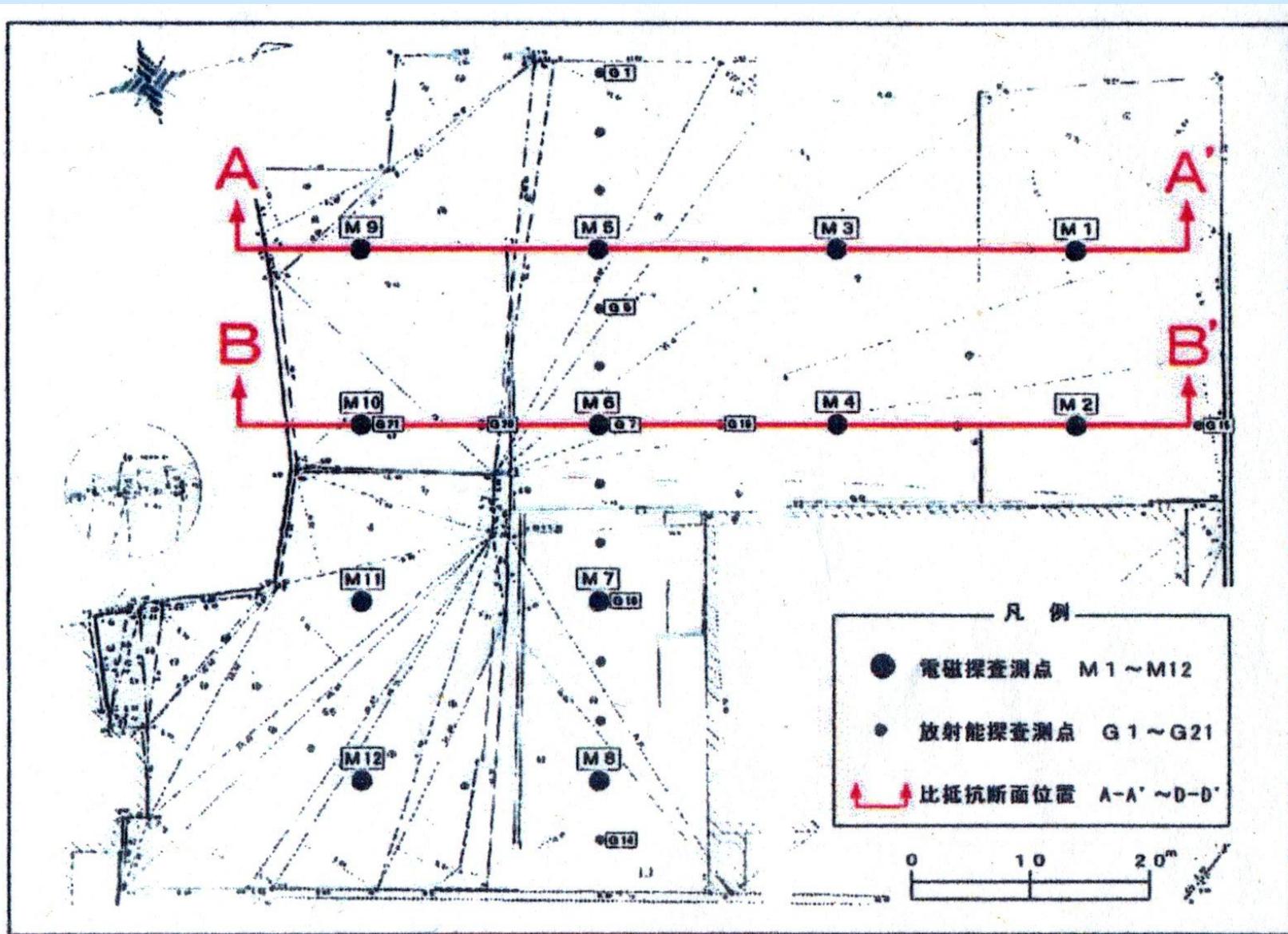


図-5-1 比抵抗断面分布図





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

(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)  $5.36 \times 10^{-10}$  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℃)

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 <sup>+</sup> )	0.0	0.00	0.00	フッ素イオン (F <sup>-</sup> )	2.9	0.15	0.06
リチウムイオン (Li <sup>+</sup> )	2.4	0.35	0.12	塩素イオン (Cl <sup>-</sup> )	9146	257.98	99.27
ナトリウムイオン (Na <sup>+</sup> )	4556	198.18	68.68	臭素イオン (Br <sup>-</sup> )	33.5	0.42	0.16
カリウムイオン (K <sup>+</sup> )	63.8	1.63	0.56	ヨウ素イオン (I <sup>-</sup> )	4.7	0.04	0.02
アンモニウムイオン (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	3.2	0.18	0.06	水酸イオン (OH <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
マグネシウムイオン (Mg <sup>2+</sup> )	156.2	12.85	4.45	水硫イオン (HS <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
カルシウムイオン (Ca <sup>2+</sup> )	1466	73.15	25.35	硫黄イオン (S <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
ストロンチウムイオン (Sr <sup>2+</sup> )	73.3	1.67	0.58	チオ硫酸イオン (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
バリウムイオン (Ba <sup>2+</sup> )	6.2	0.09	0.03	硫酸イオン (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	3.9	0.08	0.03
アルミニウムイオン (Al <sup>3+</sup> )	1.2	0.13	0.05	亜硝酸イオン (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
マンガンイオン (Mn <sup>2+</sup> )	2.2	0.08	0.03	硝酸イオン (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
第一鉄イオン (Fe <sup>2+</sup> )	6.5	0.23	0.08	リン酸一水素イオン (HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
第二鉄イオン (Fe <sup>3+</sup> )	0.0	0.00	0.00	亜亜硫酸イオン (AsO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
銅イオン (Cu <sup>2+</sup> )	0.0	0.00	0.00	炭酸水素イオン (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	74.5	1.22	0.47
亜鉛イオン (Zn <sup>2+</sup> )	0.0	0.00	0.00	炭酸イオン (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
				珪酸イオン (SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
				ボロ酸イオン (BO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	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 <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	26.1	0.33		遊離炭酸 (CO <sub>2</sub> )	36.0	0.82	
メタホウ酸 (HBO <sub>2</sub> )	95.5	2.18		遊離硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	0.0	0.00	
メタ亜硫酸 (HASO <sub>2</sub> )	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

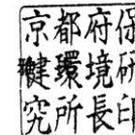
6. 泉 質  
 ナトリウム・カルシウム一塩化物泉  
 (高張性中性温泉)

7. 禁忌症、適応症等  
 「温泉分析書別表」中5に記載する。

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<sup>-10</sup> 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 <sup>+</sup> )	0.0	0.00	0.00	フッ素イオン (F <sup>-</sup> )	2.9	0.15	0.06
リチウムイオン (Li <sup>+</sup> )	2.4	0.35	0.12	塩素イオン (Cl <sup>-</sup> )	9146	257.98	99.27
ナトリウムイオン (Na <sup>+</sup> )	4556	198.18	68.68	臭素イオン (Br <sup>-</sup> )	33.5	0.42	0.16
カリウムイオン (K <sup>+</sup> )	63.8	1.63	0.56	ヨウ素イオン (I <sup>-</sup> )	4.7	0.04	0.02
アンモニウムイオン (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	3.2	0.18	0.06	水酸イオン (OH <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
マグネシウムイオン (Mg <sup>2+</sup> )	156.2	12.85	4.45	水硫イオン (HS <sup>-</sup> )	0.0	0.00	0.00
カルシウムイオン (Ca <sup>2+</sup> )	1466	73.15	25.35	硫黄イオン (S <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00
ストロンチウムイオン (Sr <sup>2+</sup> )	73.3	1.67	0.58	チオ硫酸イオン (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.0	0.00	0.00

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

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

(ハ)遊離成分

非 解 離 成 分				溶 存 ガ ス 成 分			
成 分	ミクログラム (mg)	ミリモル (m mol)		成 分	ミクログラム (mg)	ミリモル (m mol)	
メタケイ酸 (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	26.1	0.33		遊離炭酸 (CO <sub>2</sub> )	36.0	0.82	
メタホウ酸 (HBO <sub>2</sub> )	95.5	2.18		遊離硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	0.0	0.00	
メタ亜ヒ酸 (HASO <sub>2</sub> )	0.0	0.00					
<b>非 解 離 成 分 計</b>	<b>121.6</b>	<b>2.51</b>		<b>溶 存 ガ ス 成 分 計</b>	<b>36.0</b>	<b>0.82</b>	

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



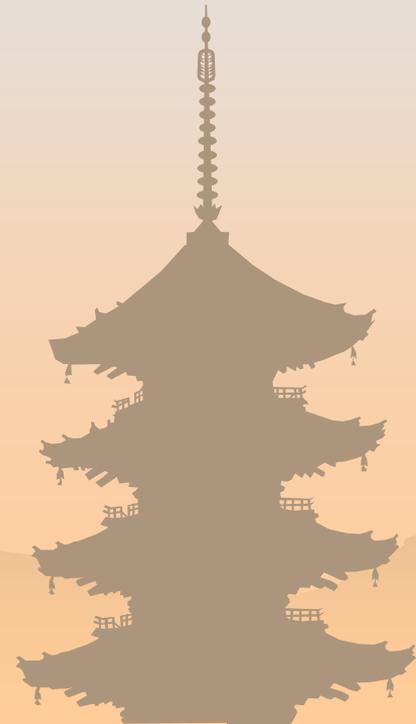
6. 泉 質

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

