

# 弟子屈町地熱資源活用可能性調査業務報告

## 1. 前提条件

➤フラッシュ発電可能な地域の抽出

## 2. 調査のまとめ

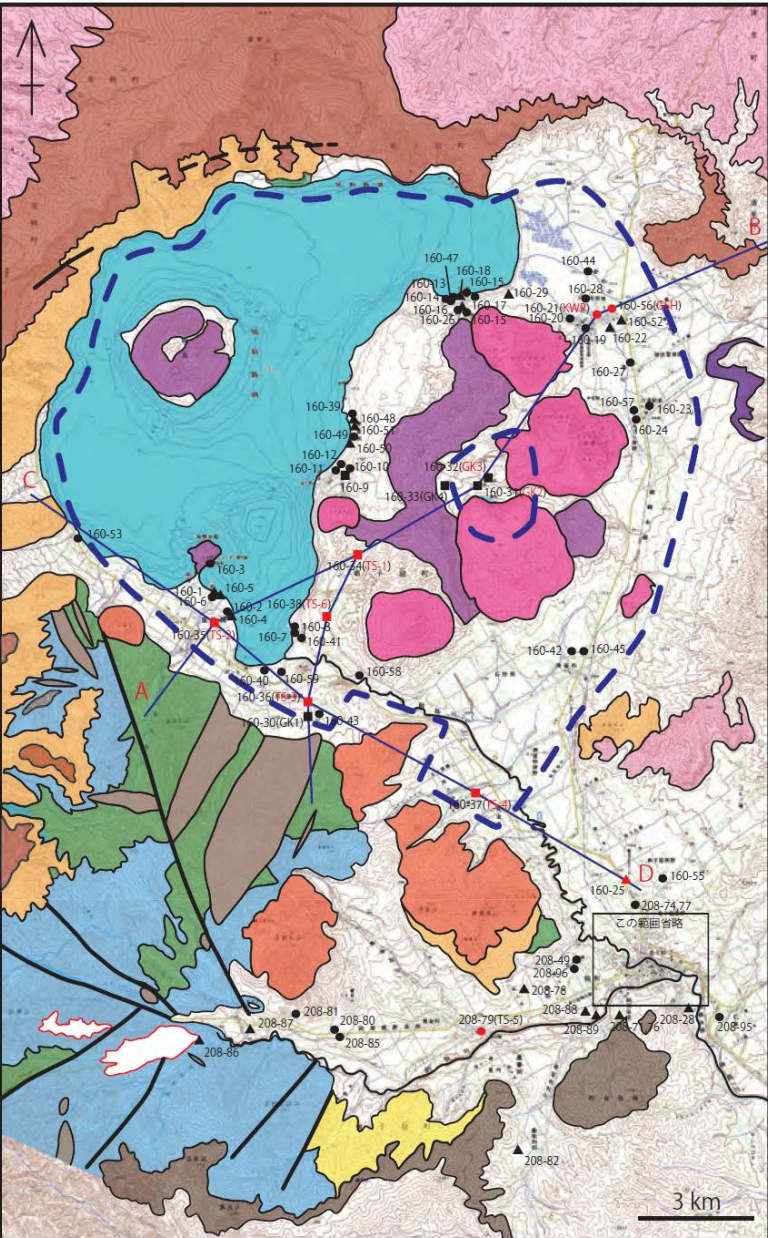
①地熱ポテンシャルマップの整理

②地熱開発候補地の立地環境整理

③地熱開発有望地域の抽出



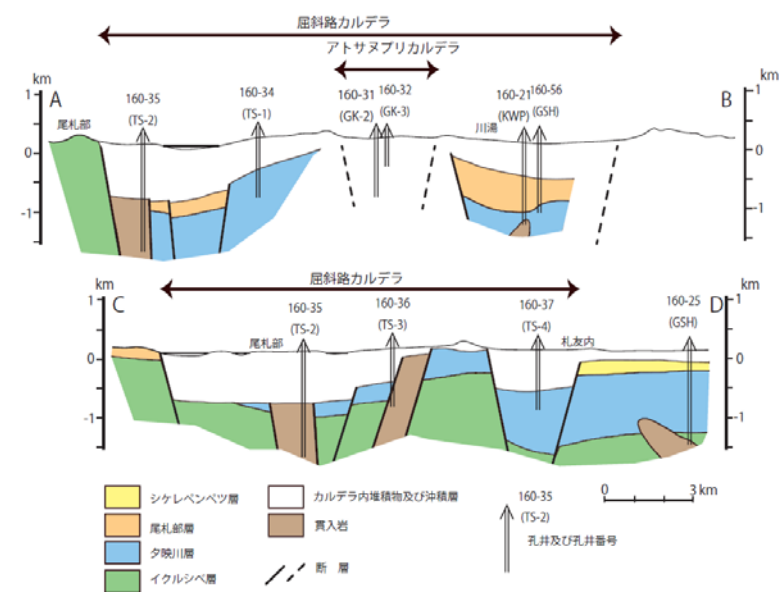
# 弟子屈地域の地質図



第四紀  
新第三紀

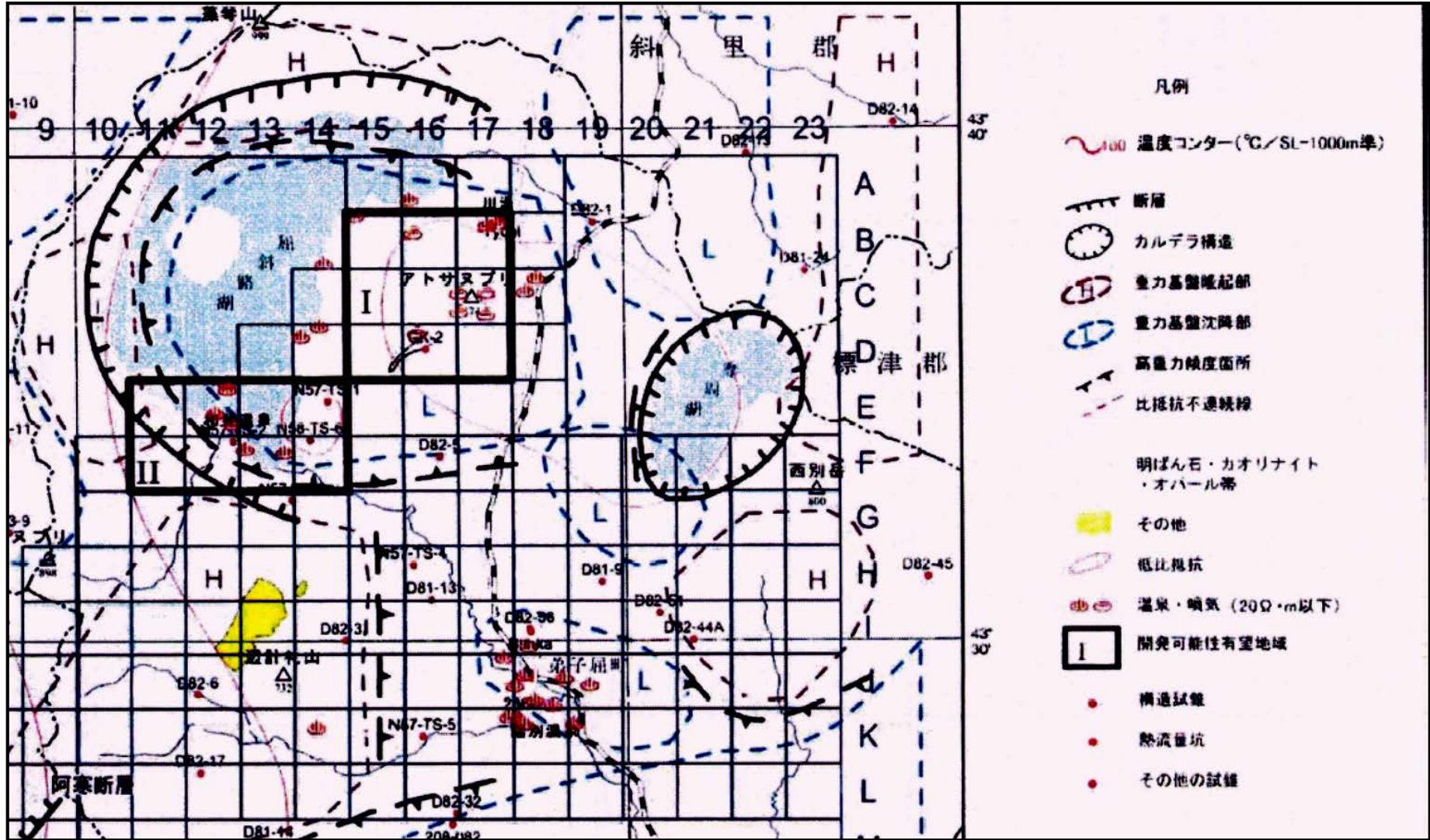
## 【地熱構造】

- カルデラ構造(水貯留)
- 活火山(熱源)
- 断層(上昇経路)





# 弟子屈地域の地熱構造図



# ①地熱ポテンシャルマップの整理 (フラッシュ発電の可能性がある地域)

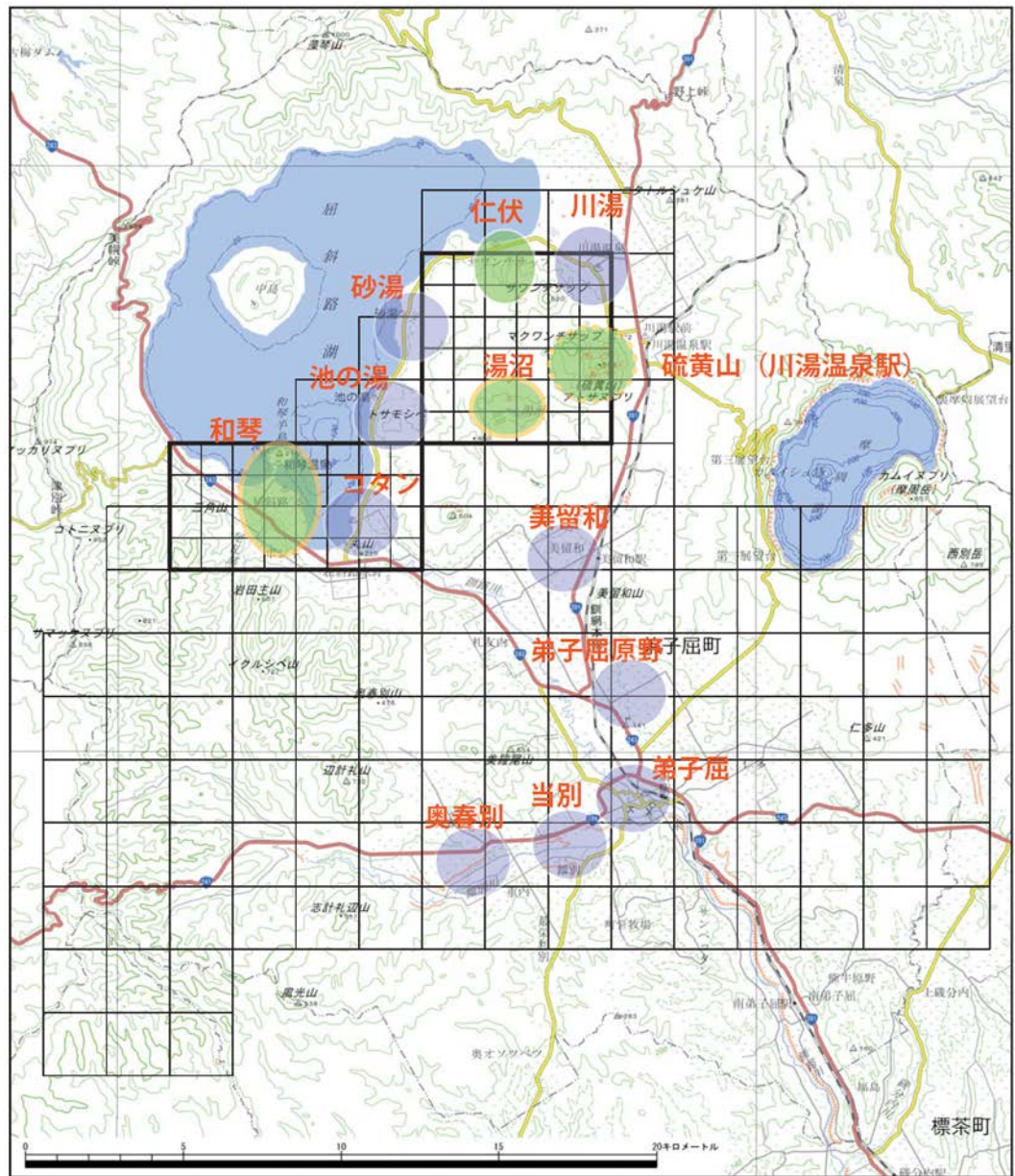
候補地		地表変質帯	想定される熱源	温泉分布等から想定される地熱貯留層断裂	発電可能性	
地区名	現状の地熱開発レベル 地熱微候					
川湯・硫黄山	川湯	39~66℃の強酸性温泉	なし?	硫黄山	・貫入岩に伴う断裂 ・屈斜路カルデラ壁	起源熱水190~230℃
	硫黄山 (川湯温泉駅)	噴気、温泉ボーリング シリカ温度143~174℃	硫黄山全体が硫気孔伴う白色変質帯 珪化帯、明礬石帯、粘土化帯			
屈斜路湖畔	仁伏	40~46℃の自然湧出泉 シリカ温度153~167℃	ボンボン山: NW-SE系方向に分布(一部で噴気伴う) 石英、スメクタイト	サウンチサブ溶岩円頂丘	・溶岩円頂丘縁辺 ・屈斜路カルデラ壁	変質帯が分布するため、深部に高温貯留層が賦存する可能性がある。
	砂湯	最高50℃の温泉 シリカ温度150~192℃	なし	山側の溶岩円頂丘?	・溶岩円頂丘縁辺	
	池の湯	42~46℃の温泉 シリカ温度170~183℃	なし	不明(南部に溶岩円頂丘あるが特に高温を示さない)	・溶岩円頂丘縁辺	バイナリー発電によるカスケード利用?
	コタン	NEDO・電源開発調査井 シリカ温度169℃	なし	丸山溶岩円頂丘?	・1938屈斜路地震断層(NW-SE系)	
	和琴	沸騰泉・噴気あり シリカ温度174~254℃	半島北部の350m間に分布(噴気孔群はNE-SW~ENE-WSWに記列) クリストパライト、カオリン、スメクタイト、明礬石	オヤコツ山円頂丘	・溶岩円頂丘縁辺 ・屈斜路カルデラ壁 ・1938屈斜路地震断層(NW-SE系)	フラッシュ発電の可能性あり
	湯沼	電源開発による調査井あり 熱水120~130t/h・蒸気10t/h	湯沼北部にNE-SW方向に幅100~400m、長さ1,900m(噴気伴う) クリストパライト、カオリン、スメクタイト、明礬石	リシリand/orアトサヌブリ	アップフロー域は不明。坑井温度分布から、側方流動と推定。	浅部でフラッシュ発電(噴気試験はスケール生成により中断)
摩周温泉	美留和	温泉ボーリング シリカ温度108~139℃	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">【訂正】熱水12~13t/h、蒸気1t/h</div>			バイナリー発電によるカスケード利用?
	弟子屈原野開拓地	温泉ボーリング バイナリー発電所あり				
	弟子屈	多数の温泉ボーリングによる地下構造の推定				
	当別	温泉ボーリング シリカ温度115~178℃				
	奥春別	NEDO、温泉ボーリング シリカ温度106℃				

\* 現時点では、種々の制約条件を考慮していない。

- フラッシュ発電可能性地域
- フラッシュ発電可能性の根拠



# ①地熱ポテンシャルマップの整理 (フラッシュ発電の可能性のある地域)



グリッド: 地熱評価グリッド  
 黒太枠: 調査投入重点地域

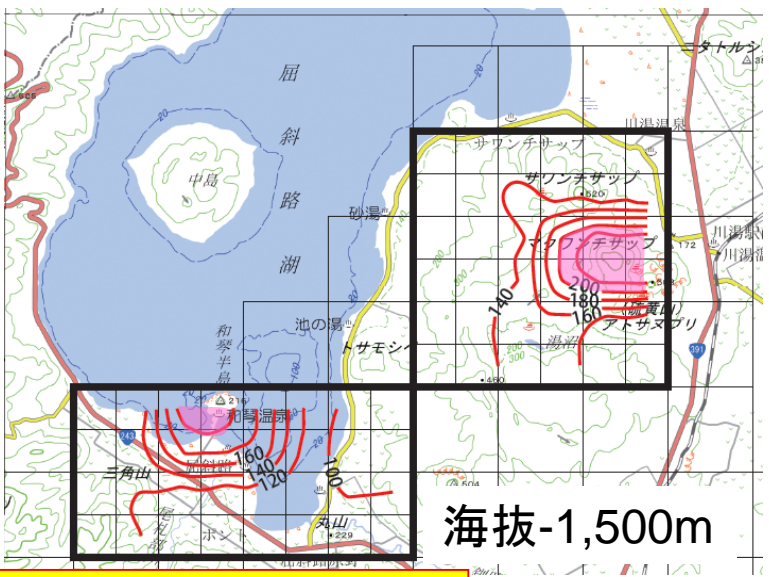
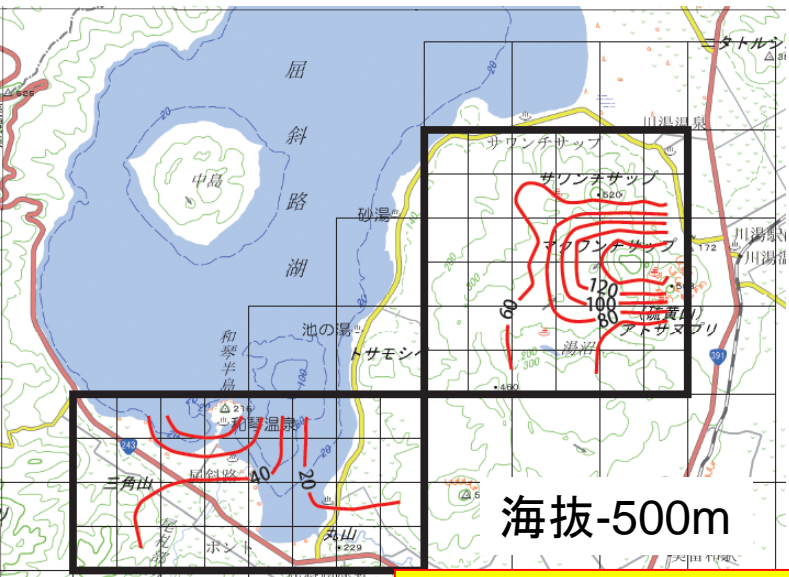
- 主要な温泉地域の分布
- フラッシュ発電の可能性のある地域(地化学温度、蒸気噴出実績などから抽出)

- 温泉地
- 温泉地 (噴気帯・熱水変質帯を伴う)
- フラッシュ発電の可能性有り

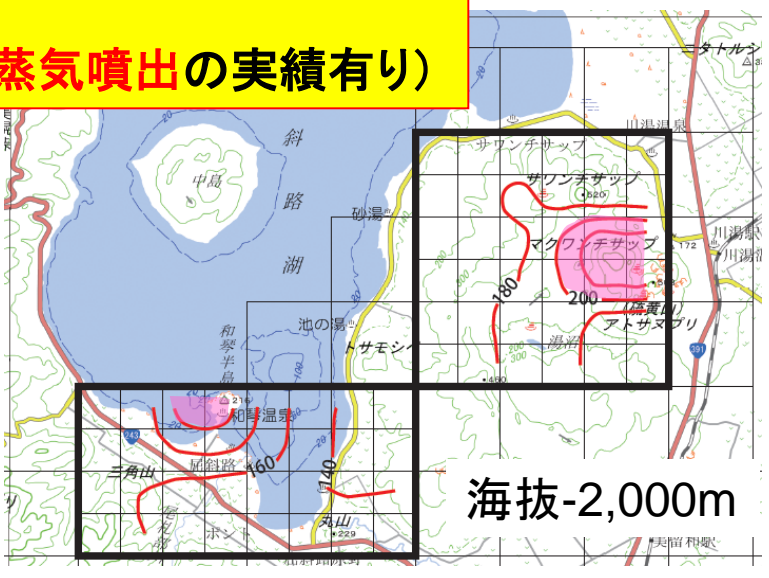
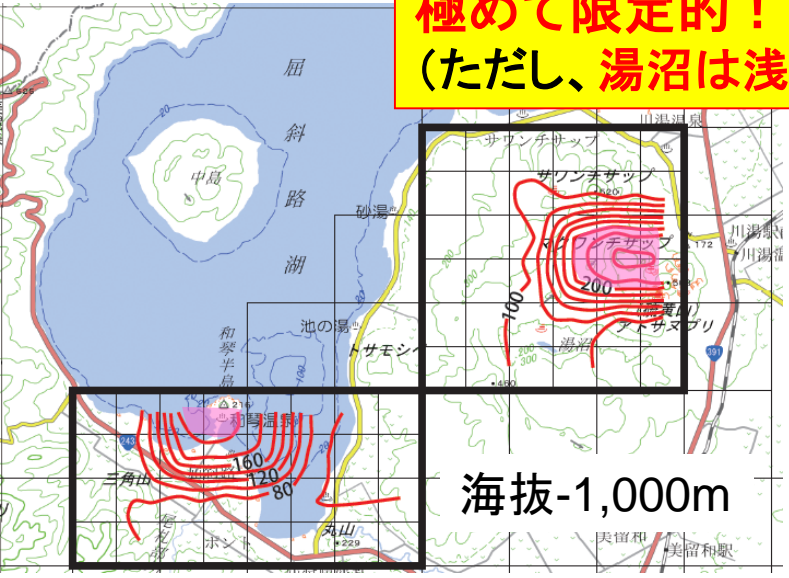
引用: NEDO(2000)平成11年度地熱開発促進調査可能性調査(戦略的調査全国調査)北海道地域報告書

# ①地熱ポテンシャルマップの整理(推定地下温度構造)

➤ 200°C以上の高温域がフラッシュ発電の目安

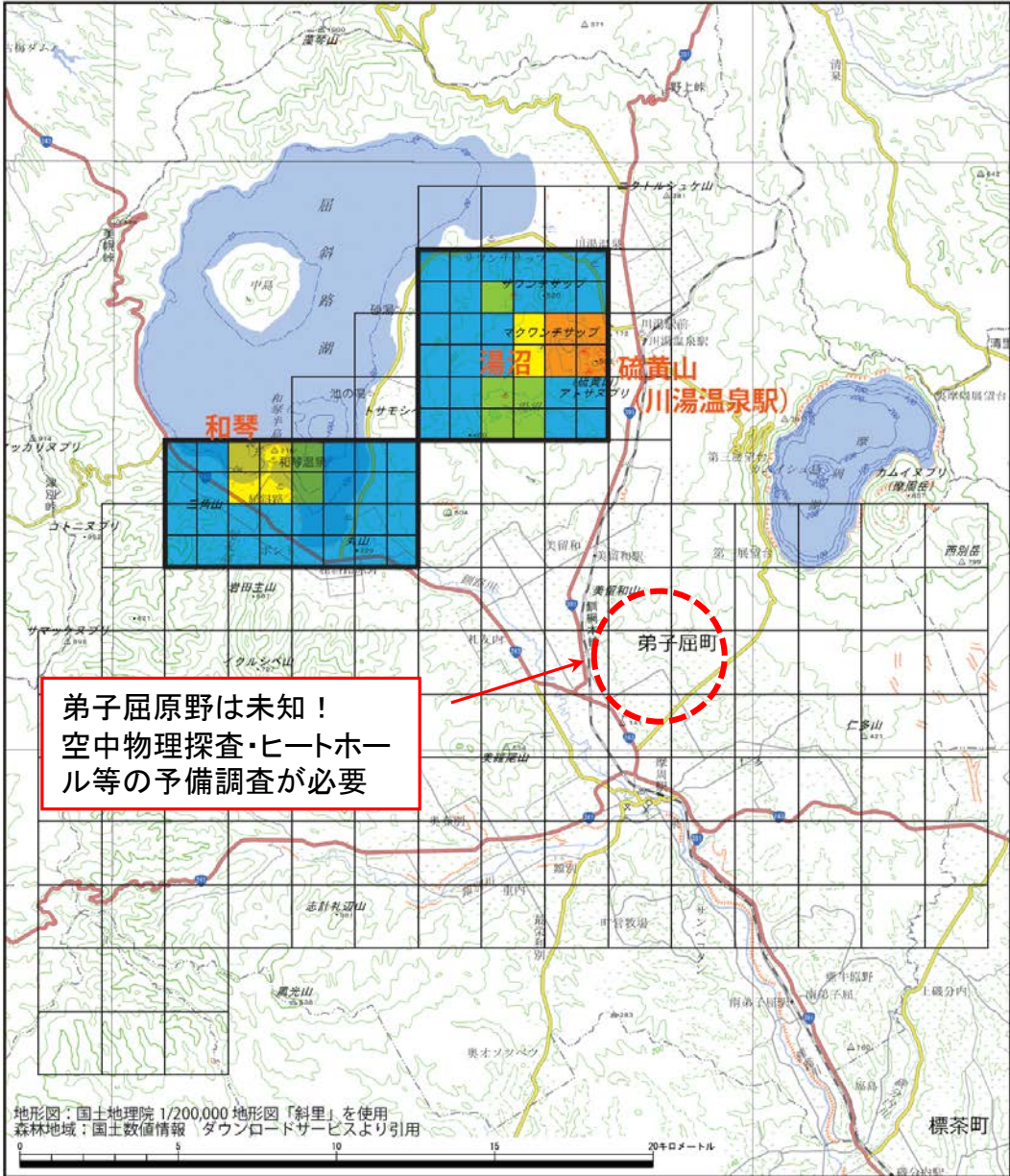


**極めて限定的！  
(ただし、湯沼は浅部で蒸気噴出の実績有り)**



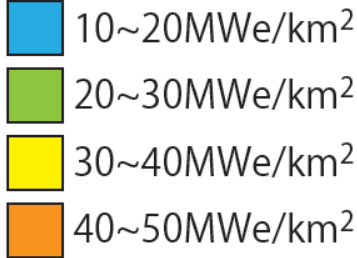


# ①地熱ポテンシャルマップの整理(地熱資源密度)



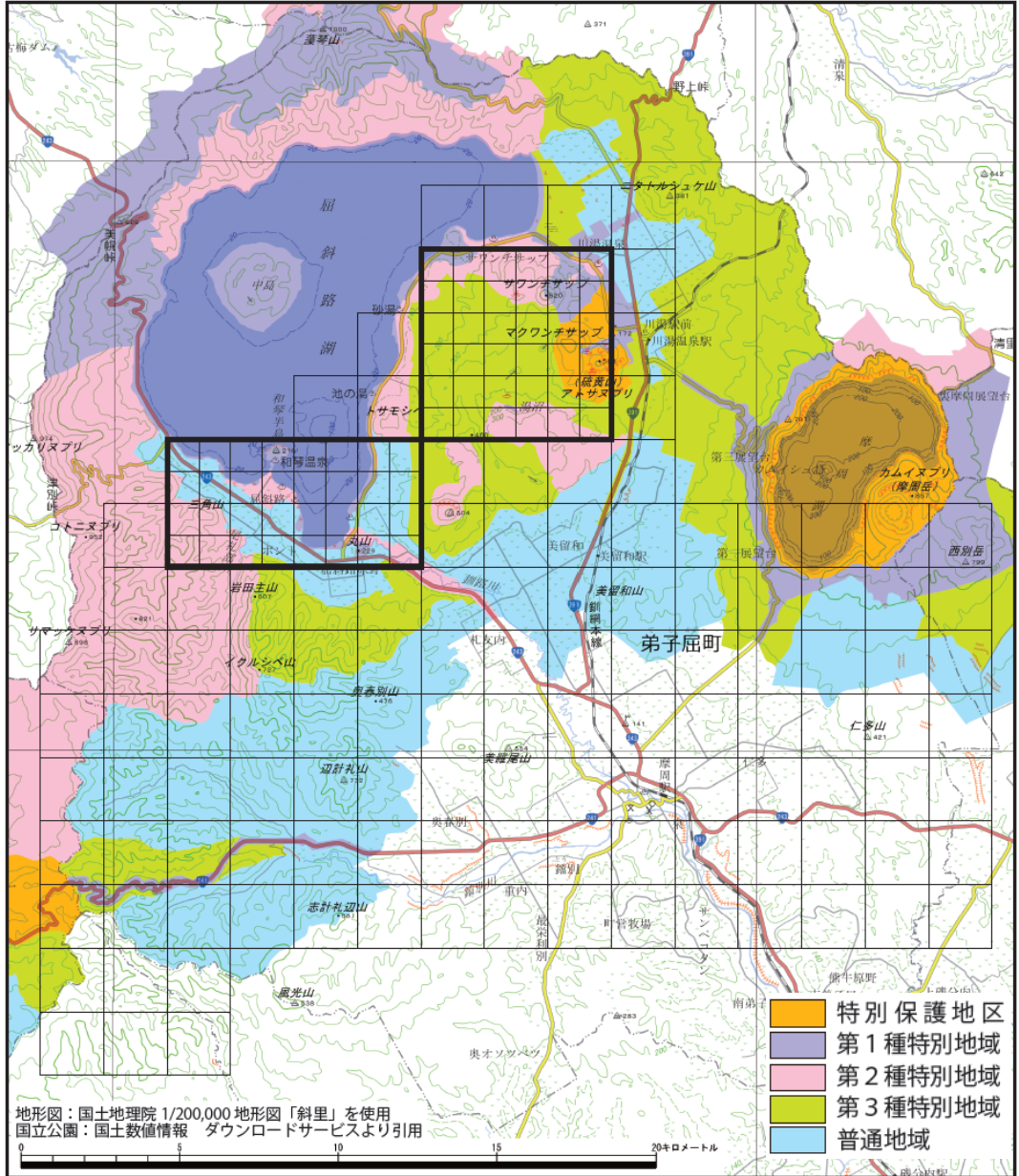
グリッド:地熱評価グリッド  
 黒太枠:調査投入重点地域

- 調査投入重点地域は、  
10MWe/km<sup>2</sup>以上
- 和琴・湯沼・硫黄山は、  
30MWe/km<sup>2</sup>以上
- **ただし、実際の開発は必ずしもこの通りにはならない(同手法で予測された葛根田・松川地熱発電地域では、5分の1程度しか発電できていない)**
- 本地域は、深い井戸のデータがないため、さらに確度は低い



引用：NEDO(2000)平成11年度地熱開発促進調査可能性調査(戦略的調査全国調査)北海道地域報告書

# ②地熱開発候補地の立地環境整理 (自然公園区分と地熱資源評価グリッド)



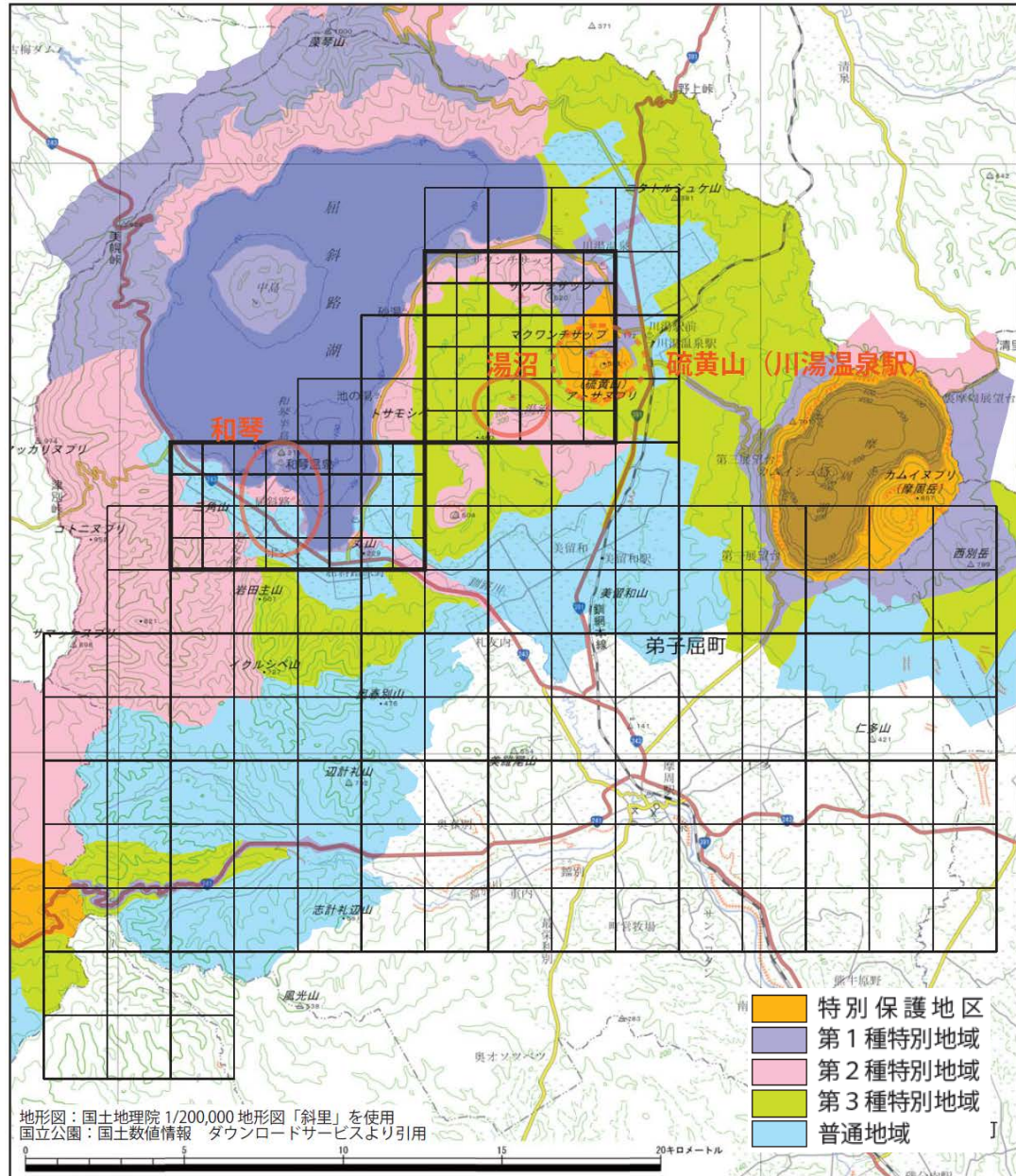
グリッド：地熱評価グリッド  
黒太枠：調査投入重点地域

➤ 調査投入重点地域は、自然公園内であるが、条件付きで開発可能な2特・3特・普通地域が含まれる。

引用：NEDO(2000)平成11年度地熱開発促進調査可能性調査(戦略的調査全国調査)北海道地域報告書



# ②地熱開発候補地の立地環境整理 (自然公園区分と地熱資源評価グリッド)



グリッド:地熱評価グリッド  
 黒太枠:調査投入重点地域

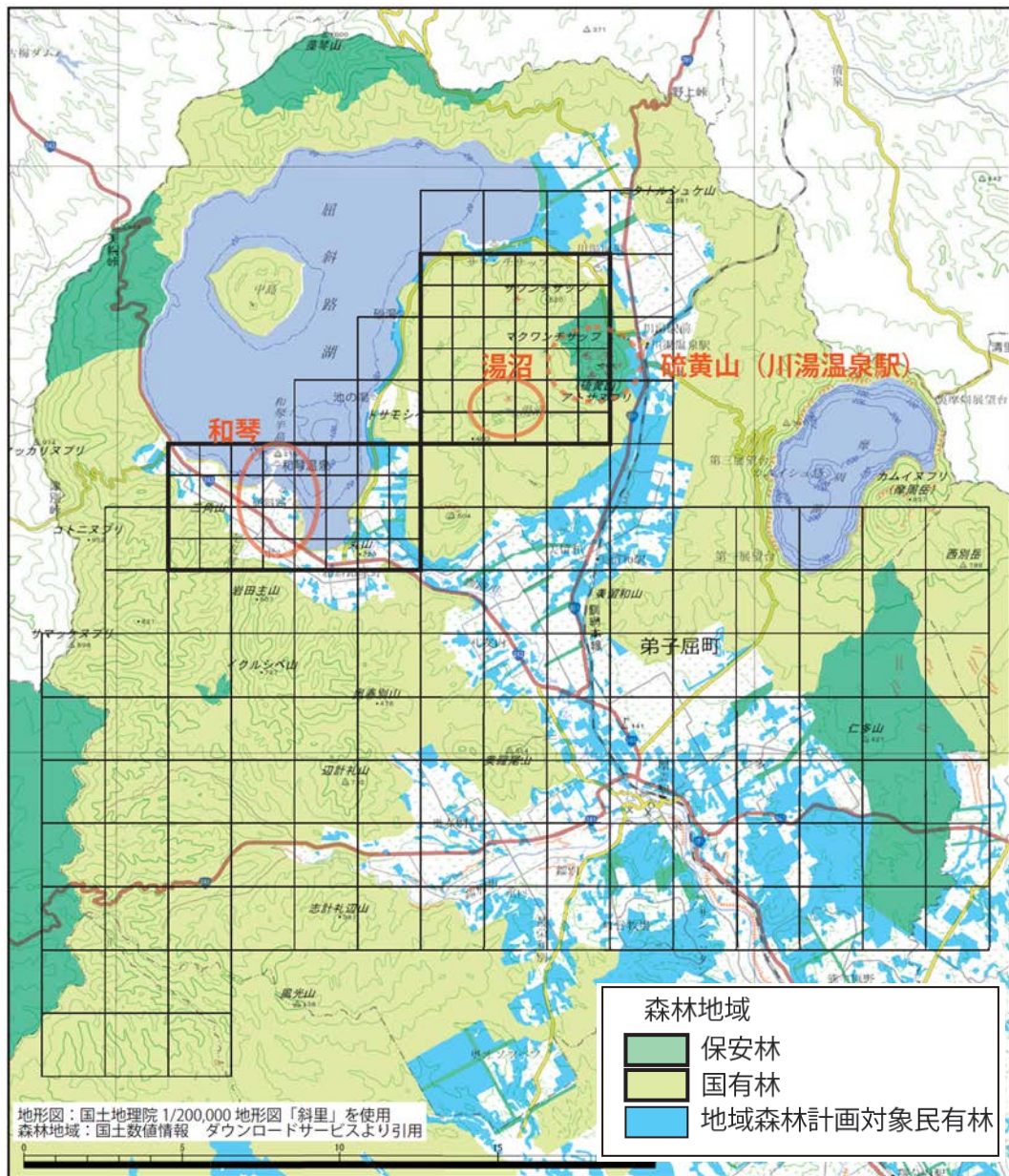
- フラッシュ発電開発可能性地域は、和琴、湯沼、硫黄山(川湯温泉駅)周辺
- 和琴は、ミンミンゼミ生息地
- 湯沼は、第2, 3種特別地域
- 硫黄山は、一部が第3種特別地域

地形図: 国土地理院 1/200,000 地形図「斜里」を使用  
 国立公園: 国土数値情報 ダウンロードサービスより引用

引用: NEDO(2000)平成11年度地熱開発促進調査可能性調査(戦略的調査全国調査)北海道地域報告書



# ②地熱開発候補地の立地環境整理 (森林区分と地熱資源評価グリッド)



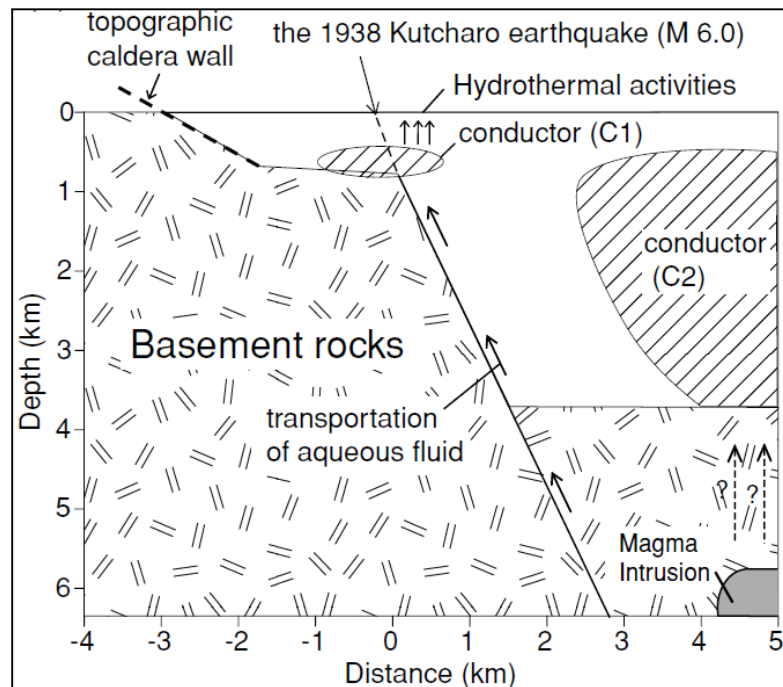
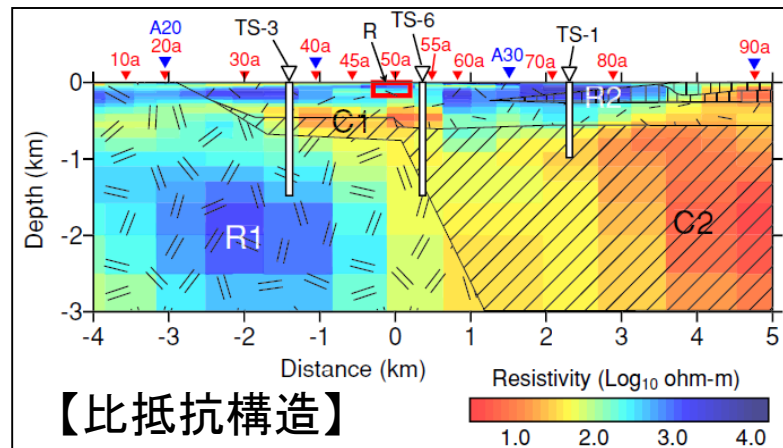
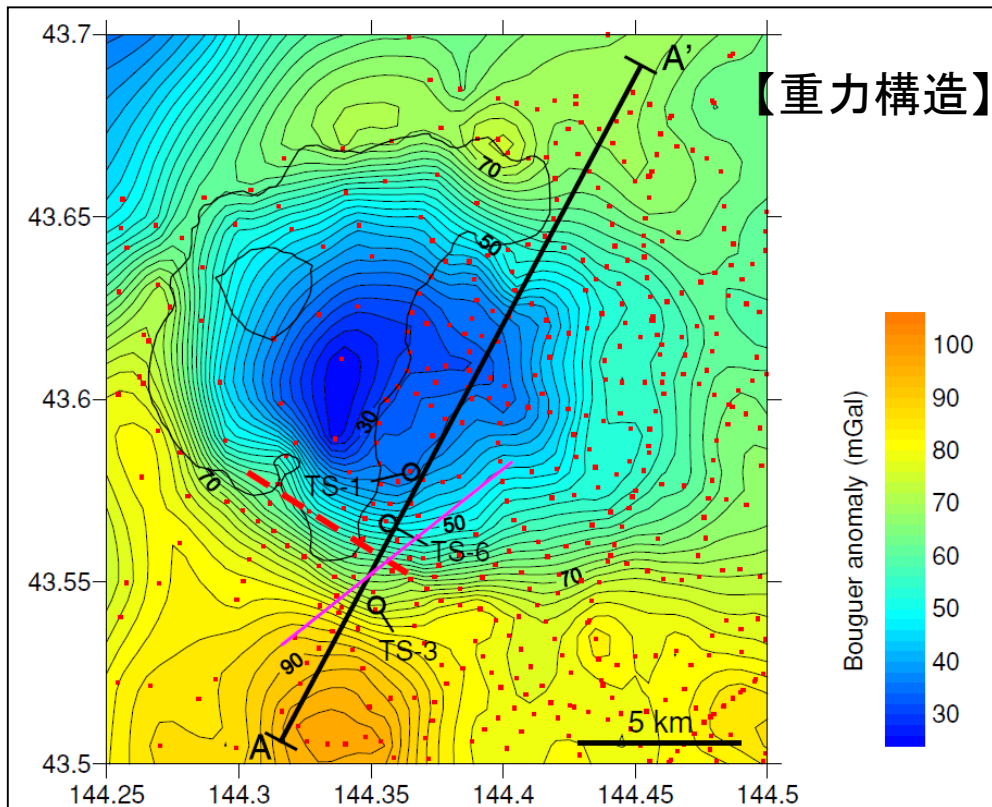
グリッド：地熱評価グリッド  
 黒太枠：調査投入重点地域

- フラッシュ発電開発可能性地域は、和琴、湯沼、硫黄山周辺
- 和琴は、国有林がごく一部
- 湯沼は、国有林内
- 硫黄山は、東麓部の民有地を除き国有林かつ保安林

引用：NEDO(2000)平成11年度地熱開発促進調査可能性調査(戦略的調査全国調査)北海道地域報告書



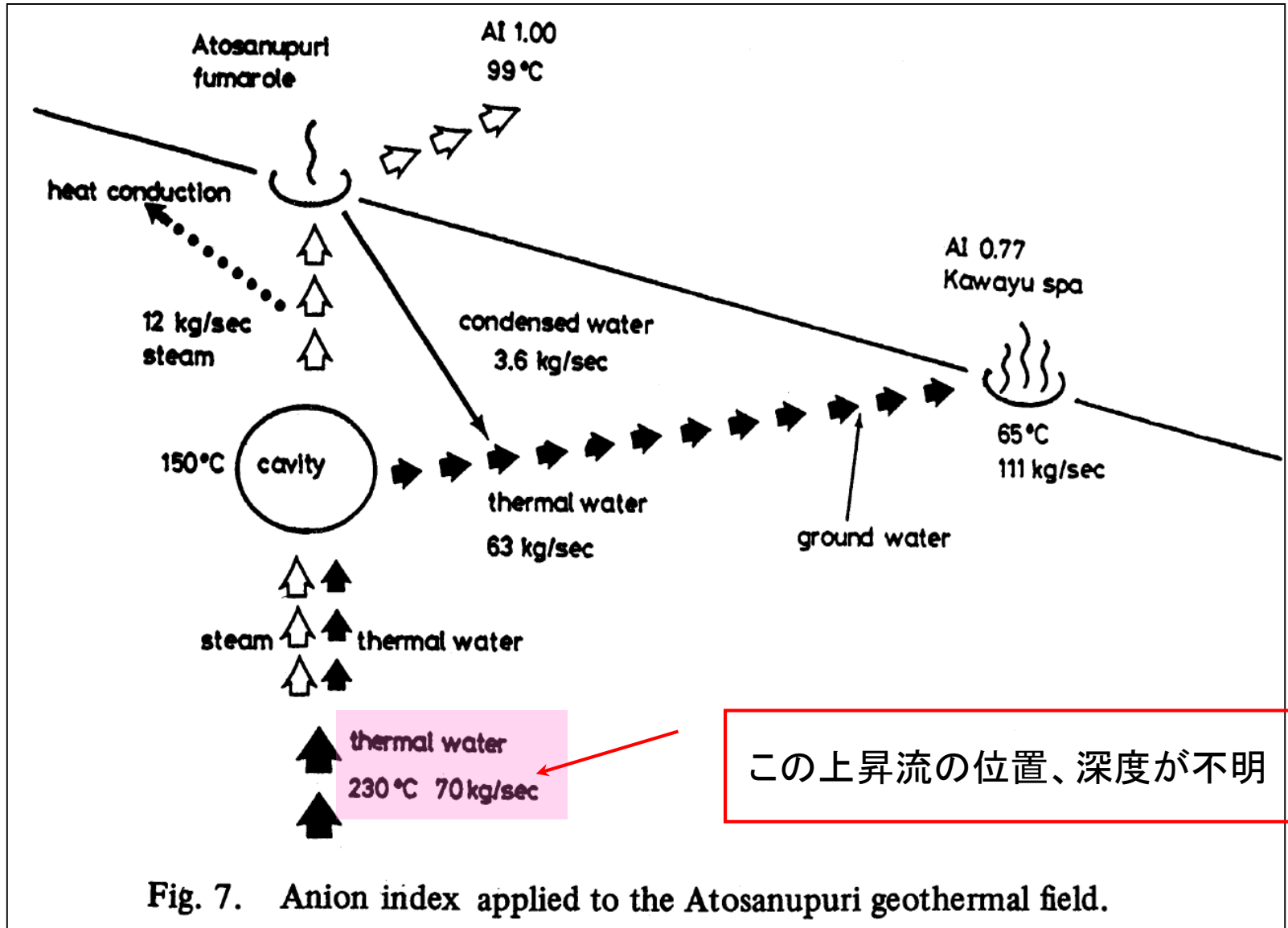
### ③地熱開発有望地域の抽出(和琴~コタン)



和琴~コタン地域の屈斜路地震断層沿いの貯留構造モデル

- 断層が流体上昇経路
- 深度500m程度に低比抵抗帯あるが、TS-3,TS-6では20°C程度の温度しかない
- ターゲットは熱源に近い深部、または、和琴に近い北西側？

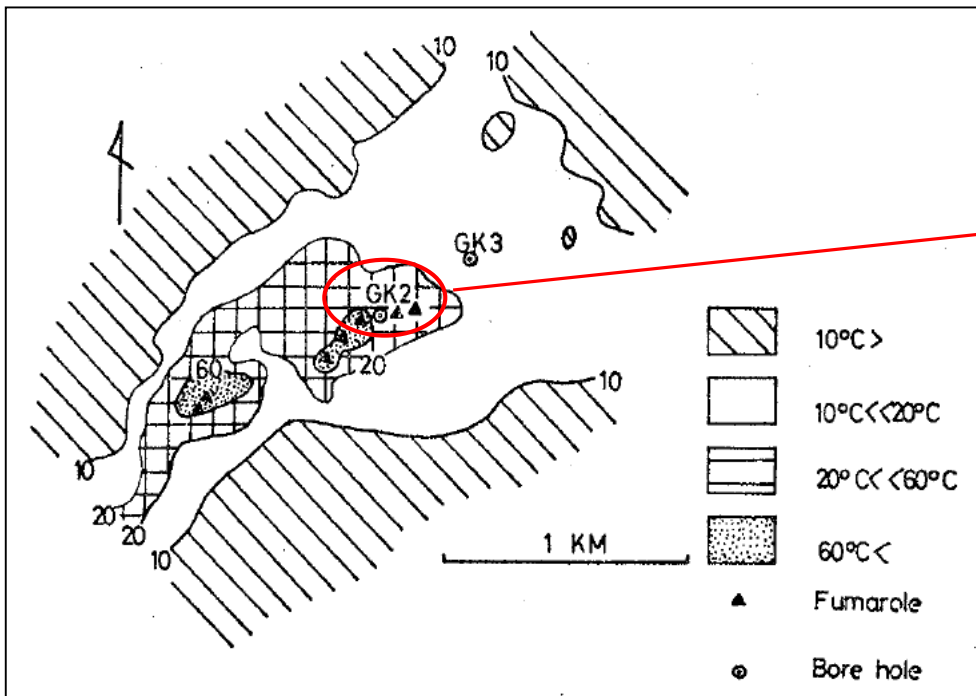
### ③地熱開発有望地域の抽出(硫黄山付近)



地熱系概念モデル (野田,1987)



### ③地熱開発有望地域の抽出(湯沼地域)



Seki(1970)

#### 【GK-2噴気状況】

深 度 216~255m  
 密閉圧 2.3~2.5kg/cm<sup>2</sup>G  
 坑口温度 103~107°C  
 蒸気流量 1 t/h  
 熱水流量 12~13 t/h  
 温度構造 側方流動

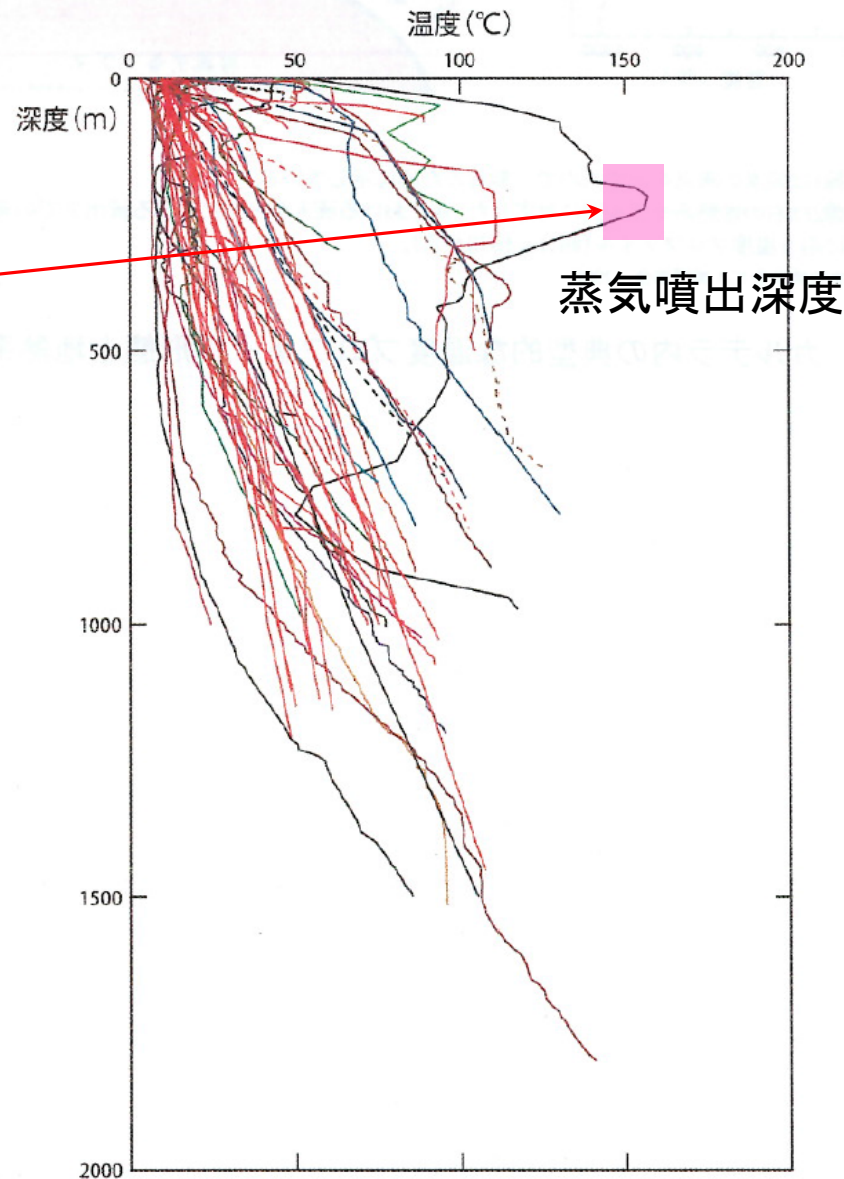
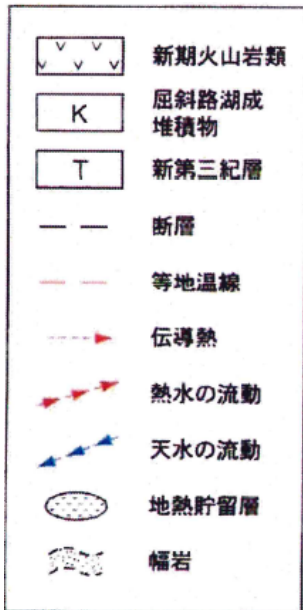
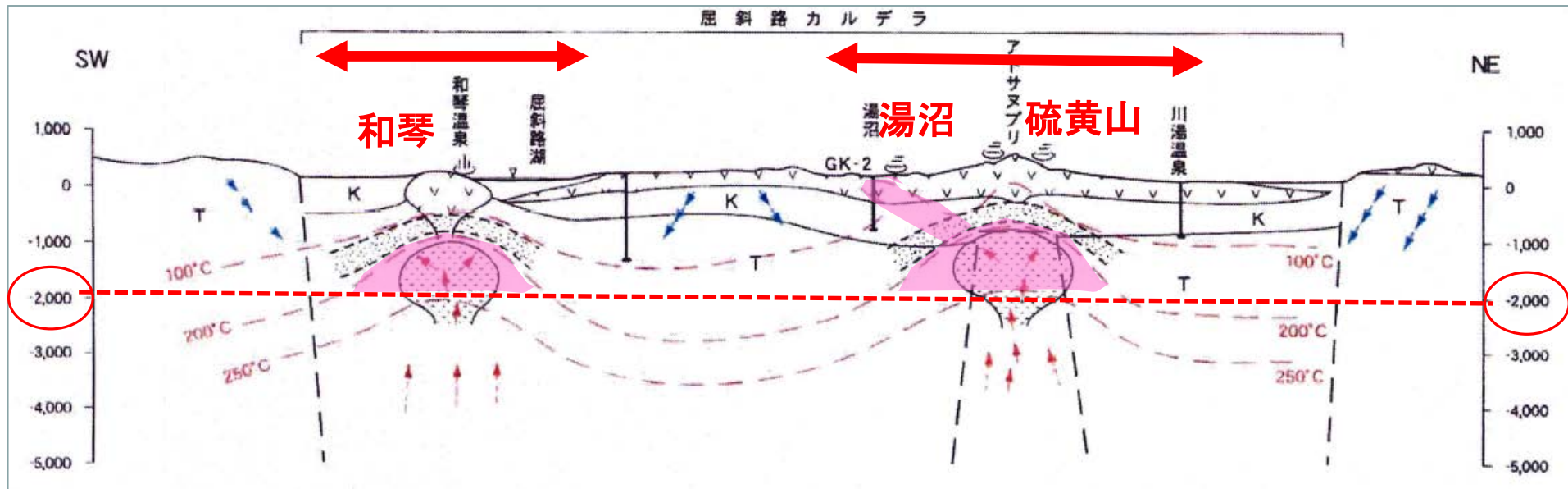


図 9. ボーリング井の地下温度プロファイル

### ③地熱開発有望地域の抽出(地熱構造モデル)



- 海拔-2,000m程度が現実的な開発深度(赤点線以浅)
- 200°C以上の流体上昇域は、「和琴」、「硫黄山(アトサヌプリ)」である(ピンク色)
- 「湯沼」は浅部に高温の側方流動(ピンク色)があり蒸気噴出(深度200m程度で蒸気生産している発電所は実際にある)



# 一般的な 地熱資源開発調査の流れ

## 地熱資源活用可能性調査 (現在実施中)



有望であれば下記のステップに進むことができる(助成制度あり)

- 1 地表調査**
- ・地質調査、
  - ・流体地化学調査
  - ・物理探査 等

- 2 地下探査・評価**
- ・掘削調査
  - ・噴気試験
  - ・総合解析 等

- 3 環境アセスメント**
- ※1 一定の発電規模より、環境影響評価法の対象となる
  - ※2 7,500kW以上で対象

- 4 建設**
- ・設計
  - ・建設
  - ・試運転

- 5 操業**
- ・運用
  - ・メンテナンス

### 地熱徴候を調べる

まず、温泉や噴気が見られる場所や、熱変質帯の分布などを調べます。これらを地熱徴候と言ひ、衛星画像・航空写真を利用した空中探査や、地表踏査で調べていきます。こうして地熱徴候があるエリアを選定したら、地下の様子を調べるための物理探査(コラム参照)や、貯留層の場所や温度等を化学成分から推定する地化学調査を行い、地下における熱と水の流れの構造(熱水系)を推定します。



写真提供: 地熱技術開発株式会社

### 地熱貯留層を確認する

次の段階では、実際に坑井を掘削して、地熱貯留層の圧力や温度、熱源からの熱の伝わり方などを確認します。さらに噴気試験を行い、貯留層から噴き出す熱水や蒸気の温度や量を測定し、坑井の能力を見極めるとともに、周辺温泉に影響がないかを確認します。その後、熱水系の数値モデルによって発電計画を立て、経済的な側面での評価も行います。その際、貯留層への負担をかけず持続的に発電できるように注意します。



### 環境・法令を守る

地熱発電に適した貯留層を探し当てたら、周辺環境や温泉への影響がないように開発方法に制定された環境影響評価法に則り、環境大臣・経済産業大臣・地方自治体・地域住民の方々から意見を聞き、環境影響評価(環境アセスメント)を実施します。また、森林法・河川法・温泉法・国土利用計画法・電気事業法など、関連する法令の許認可継続を進めます。環境アセスメントには、手続終了までに概ね4年以上の年月を費やします。



### 地熱発電所をつくる

建設の際には地形を上手に利用し、周りの景観に調和するよう、色やデザインにも配慮します。地熱発電特有の設備としては、気水分離器、冷却塔などがあります。また、生産井・還元井の掘削を行います。



写真提供: 東北電力株式会社

### 地熱発電所の操業

操業後の地熱発電所では、蒸気を安定して利用していくために貯留層の状態を監視するモニタリングを常時行います。坑井の温度や圧力、流量、化学成分などを測定し、貯留層や周辺環境に異常がないよう見守っています。また、定期的な設備の検査やメンテナンスも実施しており、特に坑井、配管、タービン翼に発生するスケール対策は重要なメンテナンス項目のひとつです。



JOGMEC資料に加筆

調査毎に地域協議会での説明・報告・意見交換を実施し、次段階の判断をする

温泉モニタリング

# JOGMEC地熱資源開発助成事業（H28年度）

## 【助成事業の採択に係る審査要件】

### ＜地表調査等事業＞

対象地域及びその近隣において、次のいずれかに該当すること

- イ 地上において測定した泉温が概ね70℃以上あること
- ロ 地熱活動に起因した熱水変質帯が確認されていること
- ハ 地化学温度が概ね100℃以上あること
- ニ 有望な地熱資源があると適正に評価されていること



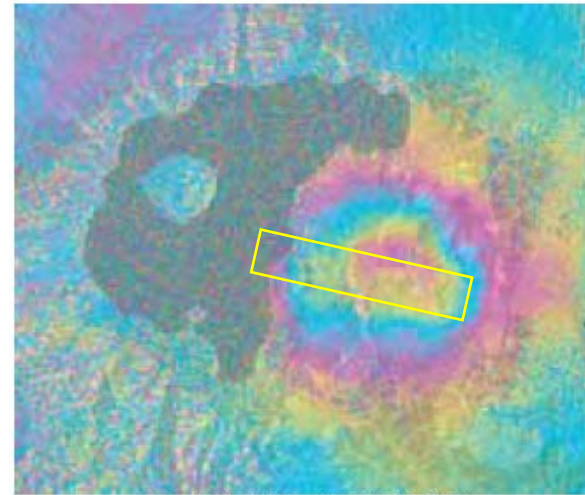
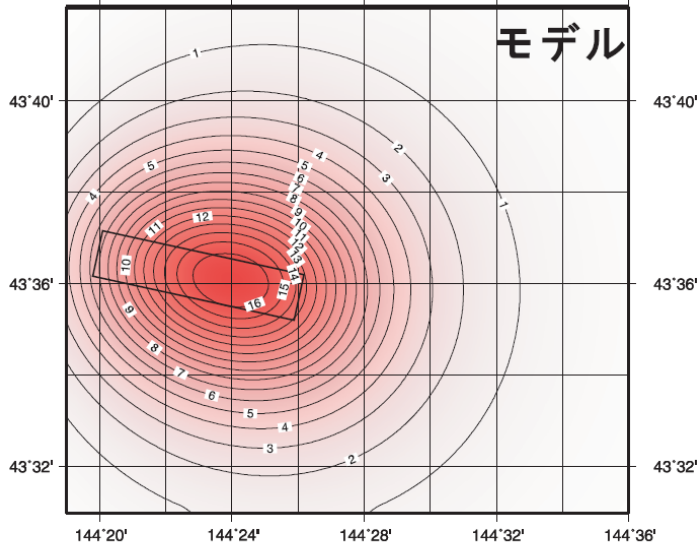
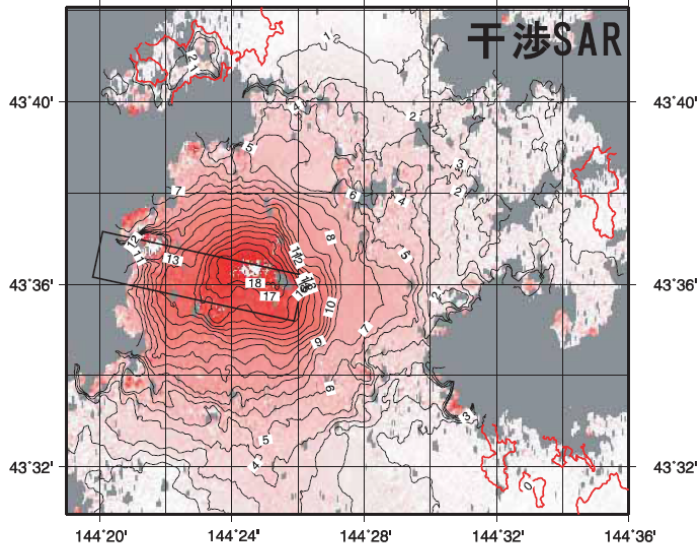
地質環境 : 「和琴」、「湯沼」、「硫黄山」のいずれも申請要件はクリア  
事業環境 : 自然公園、利害関係者、森林、土地等の要件をクリアする必要あり



1993/8/13 - 1995/4/21

1

# 干渉SAR解析による 貫入岩推定位置(隆起時)



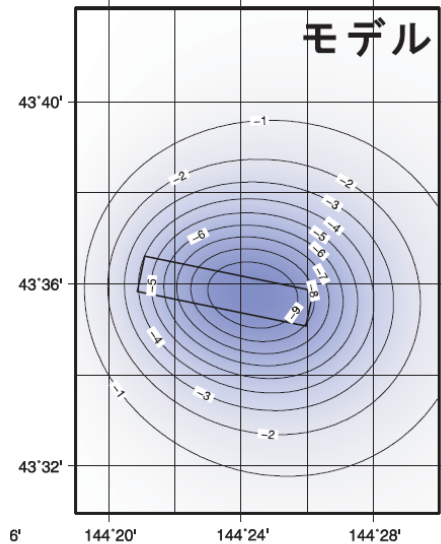
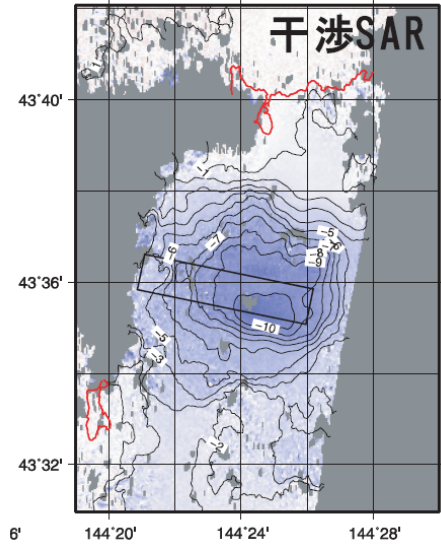
1993/8/13 - 1995/4/21

深さ 6.0km  
 大きさ 8.4km × 1.9km  
 開口 1.4m  
 体積変化量  $2.2 \times 10^7 \text{ m}^3$

### 地殻変動モデル

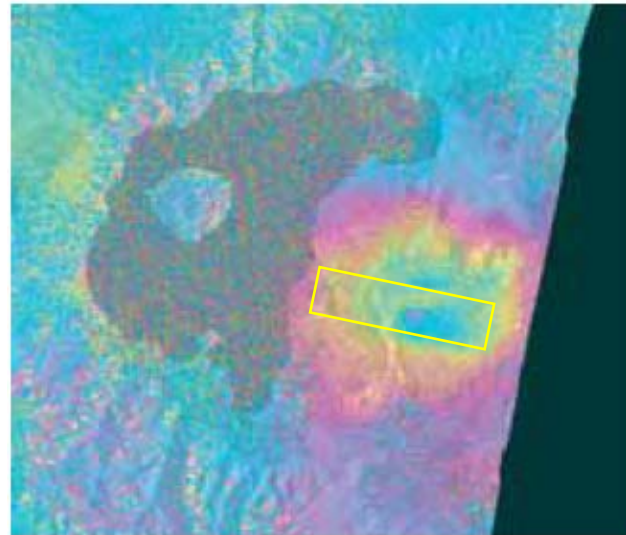
隆起時期と(左)と収縮時期(右)についてシルを仮定したインバージョンによるシュミレーションモデル(衛星-地表間の視線方向変位量, 単位 cm). 四角はシル力源位置を表す. なお茂木モデルよりシルモデルの方が観測値をよく説明する. ほぼ同じ位置に貫入・収縮源が推定された.

1995/7/19 - 1998/6/9



深さ 5.3km  
 大きさ 7.0km × 1.5km  
 開口 -0.97m  
 体積変化量  $-9.9 \times 10^6 \text{m}^3$

# 干渉SAR解析による 貫入岩推定位置(収縮時)



1995/7/19 - 1998/6/9

## 地殻変動モデル

隆起時期と(左)と収縮時期(右)についてシルを仮定したインバージョンによるシュミレーションモデル(衛星-地表間の視線方向変位量, 単位 cm)。四角はシル力源位置を表す。なお茂木モデルよりシルモデルの方が観測値をよく説明する。ほぼ同じ位置に貫入・収縮源が推定された。