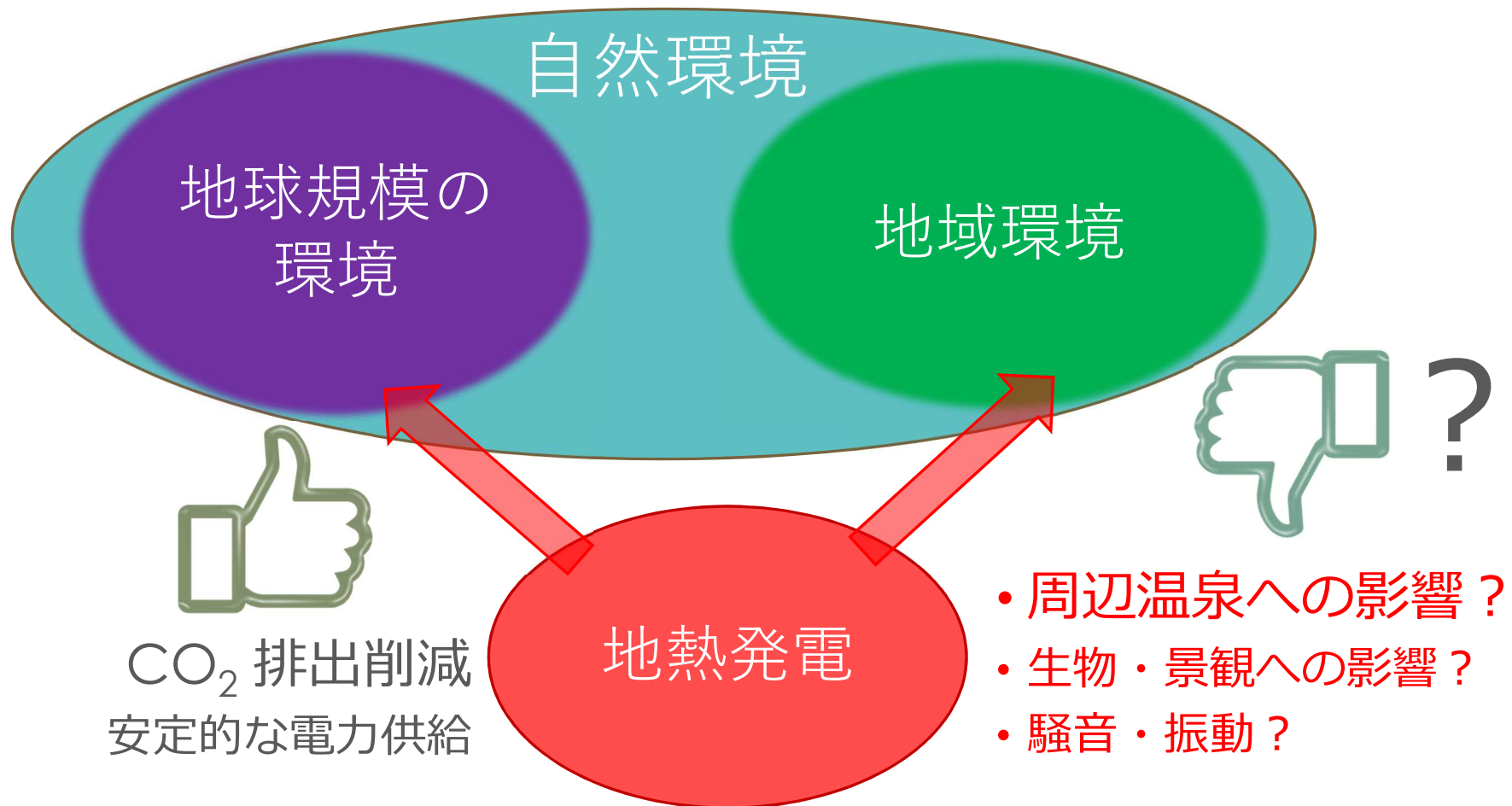


温泉と共存共栄する地熱開発

(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
地熱統括部 安川 香澄

地熱発電と環境との関係

“環境に優しい地熱発電” というけれど、地域環境には必ずしも優しくない？



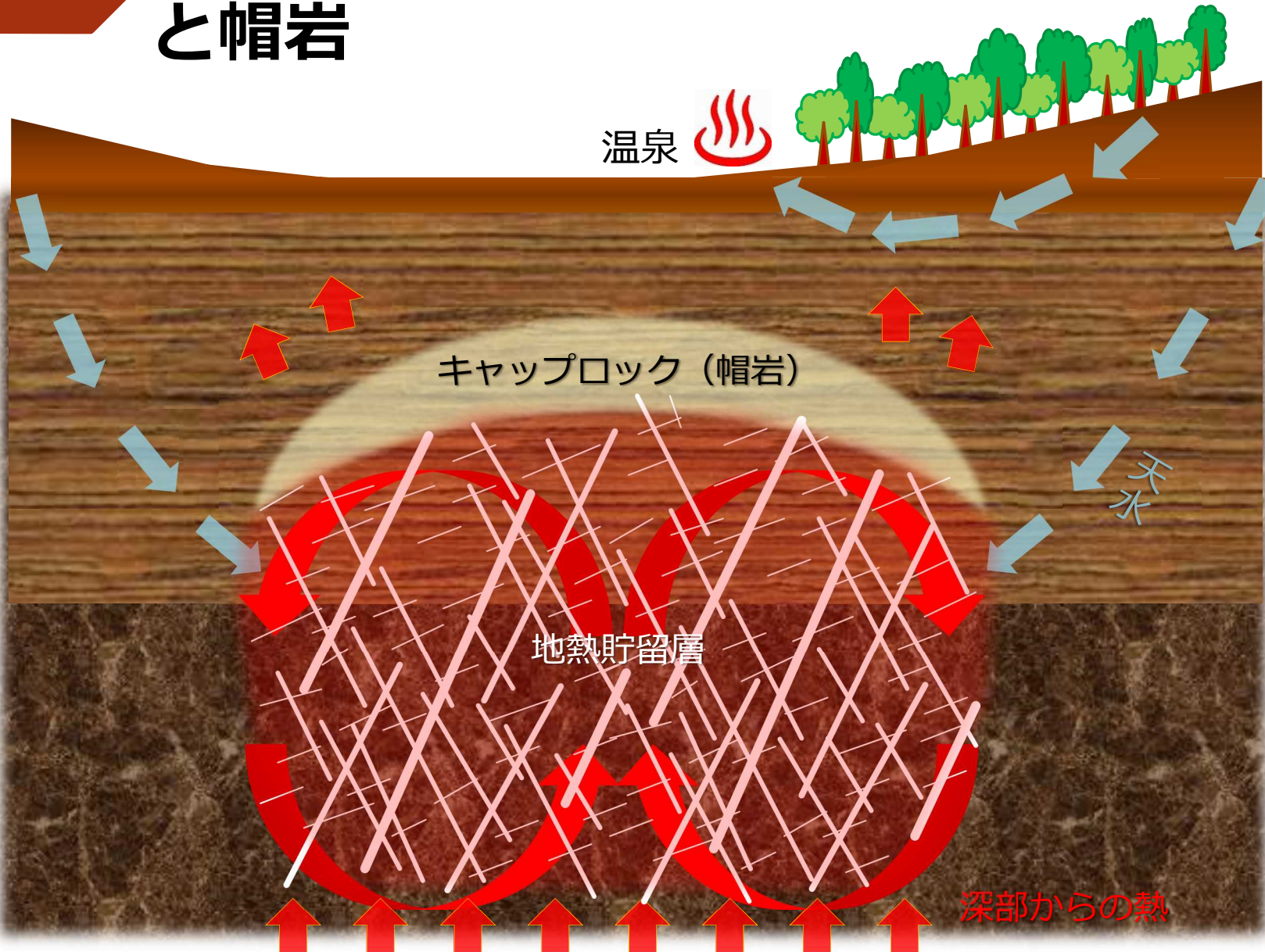


もくじ

- ◆ 地熱開発による温泉影響の可能性？
- ◆ 地元地域と地熱との共生

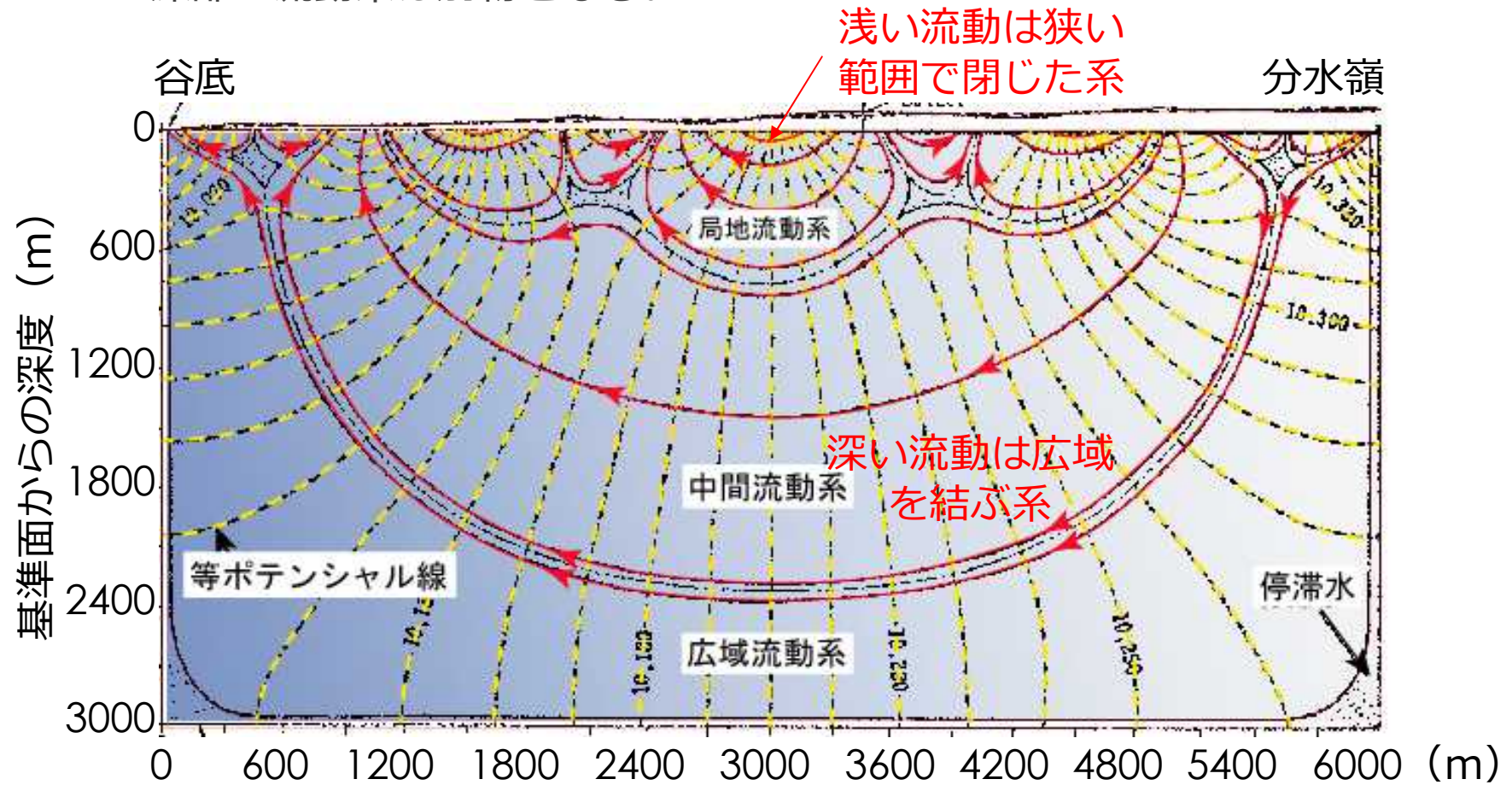
地熱貯留層 と帽岩

- 高温・高圧の地熱貯留層が形成されるためには、キャップロックの存在が不可欠。
- 地熱貯留層には、より広い集水域から水が供給。



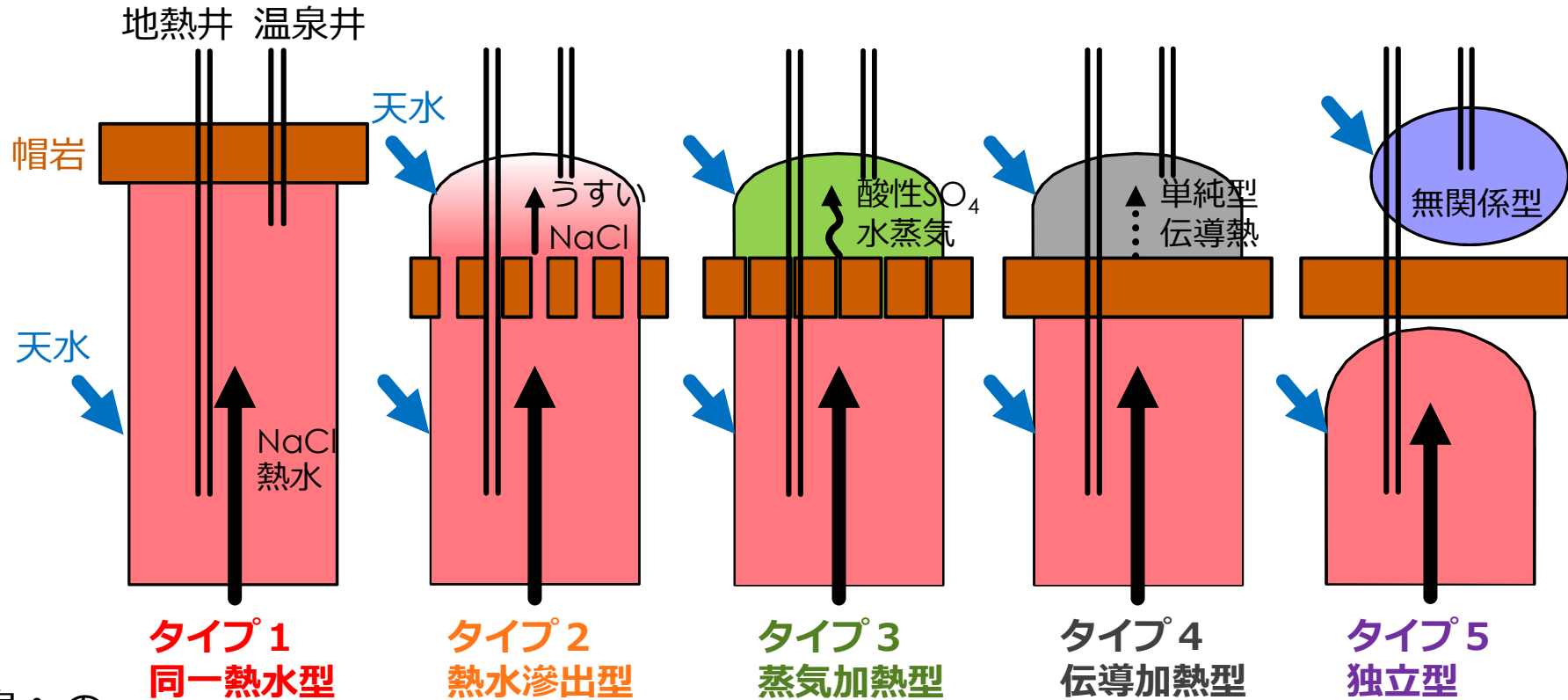
地下浅部と深部の流動系

地形によって生じる広域的な水理構造により、たとえキャップロックが無くても、温泉帯水層のような浅部の流動系と地熱貯留層のような深部の流動系は別物となる。



地下水流動の模式断面図 Toth (1963) に加筆

地熱貯留層と温泉帯水層との関係： 5つのタイプ



温泉への

影響可能性：ある

影響の種類：流量, 温度, 化学成分

ややある

低い
化学成分, 温度

非常に低い

温度

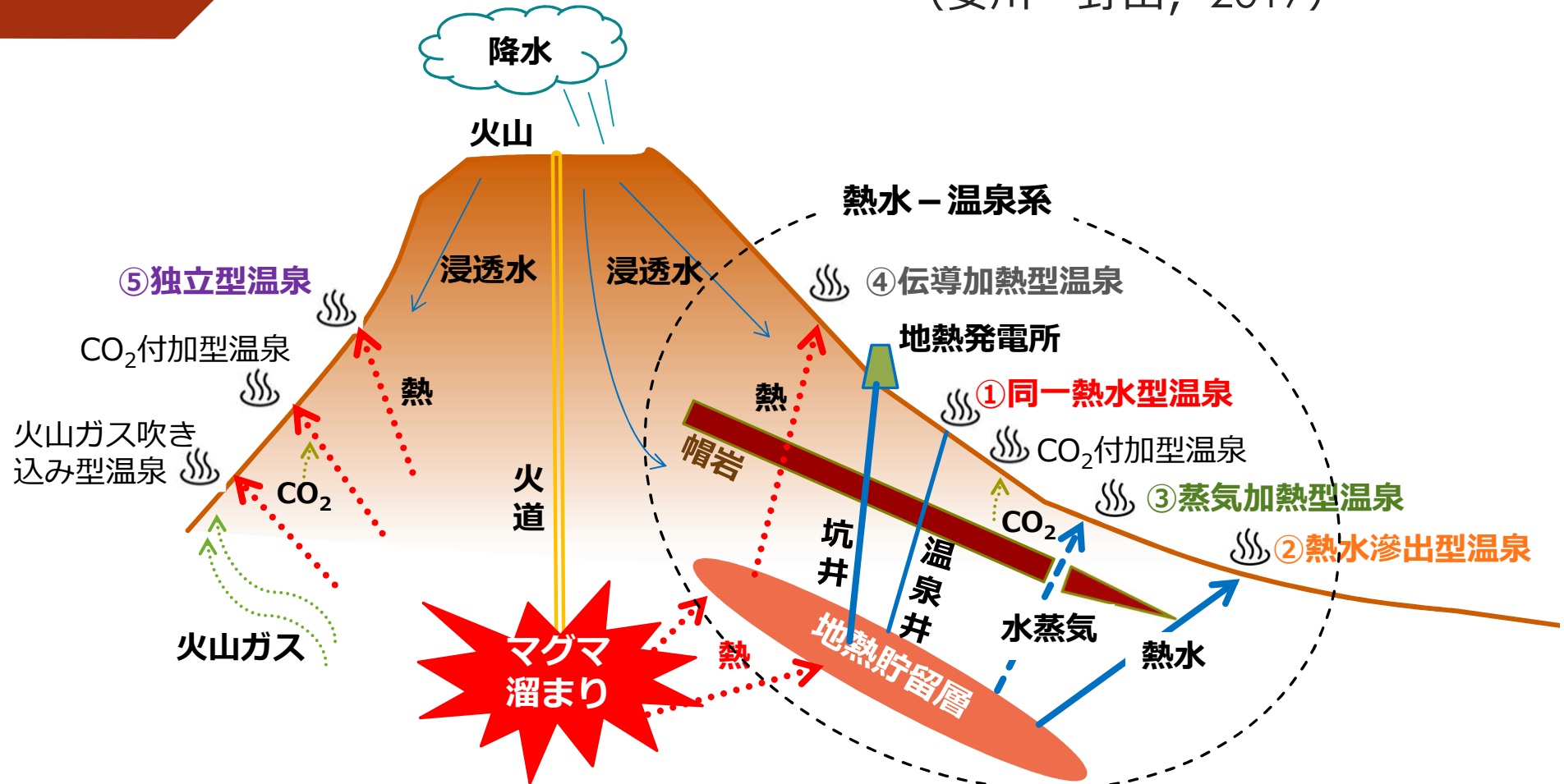
ない

-

文献 日本地熱学会(2010): 地熱発電と温泉利用との共生を目指して
http://grsj.gr.jp/kyosei/Onsen_kyosei_report%282010.05%29.pdf

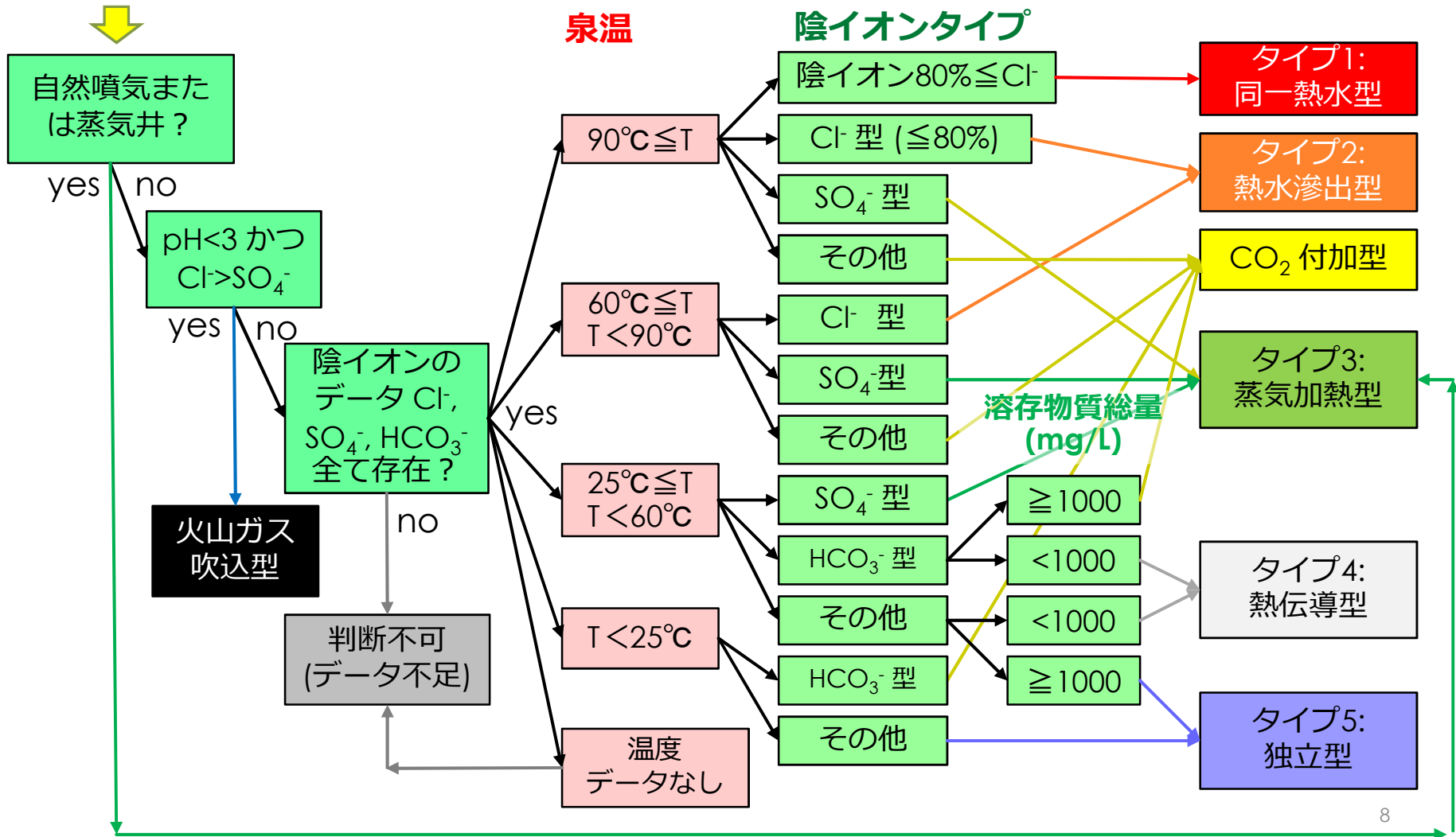
温泉の5つのタイプの概念図

(安川・野田, 2017)

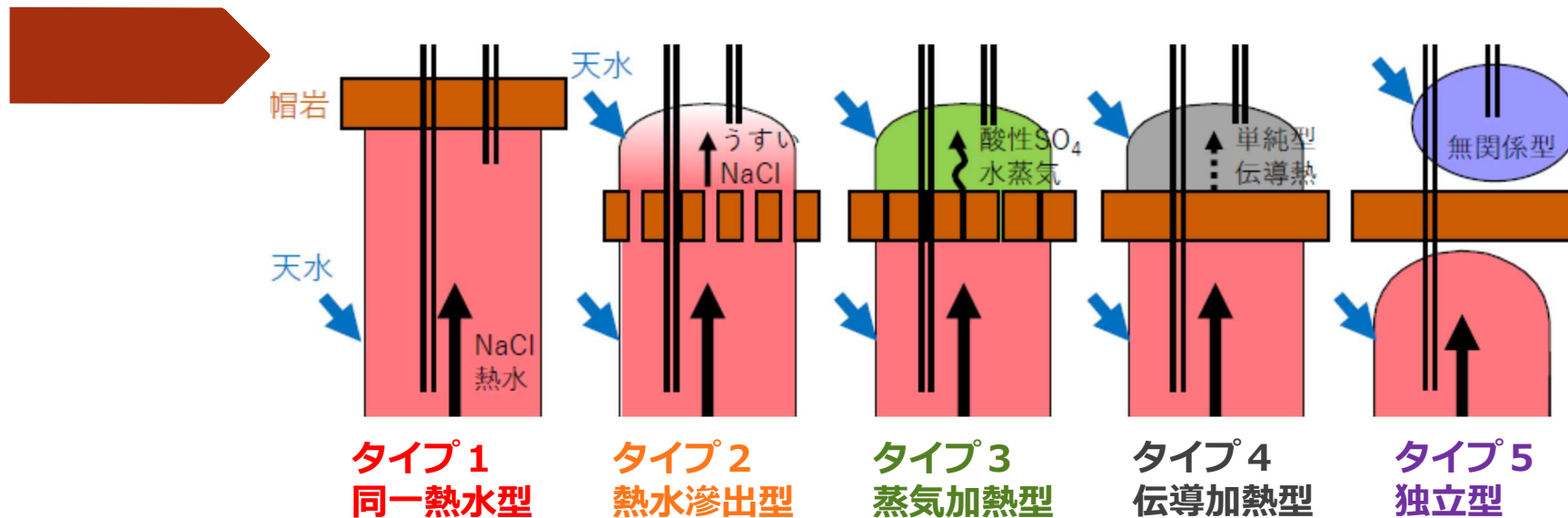


- 温泉と地熱資源の位置関係も、判別上は重要。両者の水平距離が5km以上離れていれば非影響圏、1~5kmなら影響検討圏、1km未満を影響可能圏とみなす。
- 鉛直距離は、①は両者の間が100m未満であること、③や④は地熱貯留層の上方に温泉帯水層が存在することが必要条件。

温泉の地化学特性に基づいたタイプ分けのフローチャート (安川・野田, 2017)



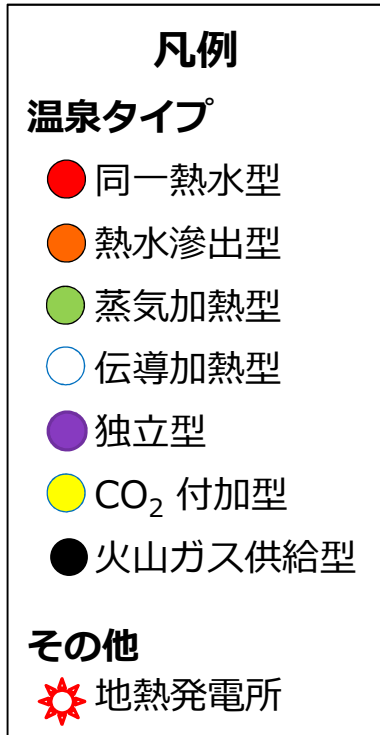
温泉の地化学特性に基づいたタイプ分け (安川・野田, 2017)



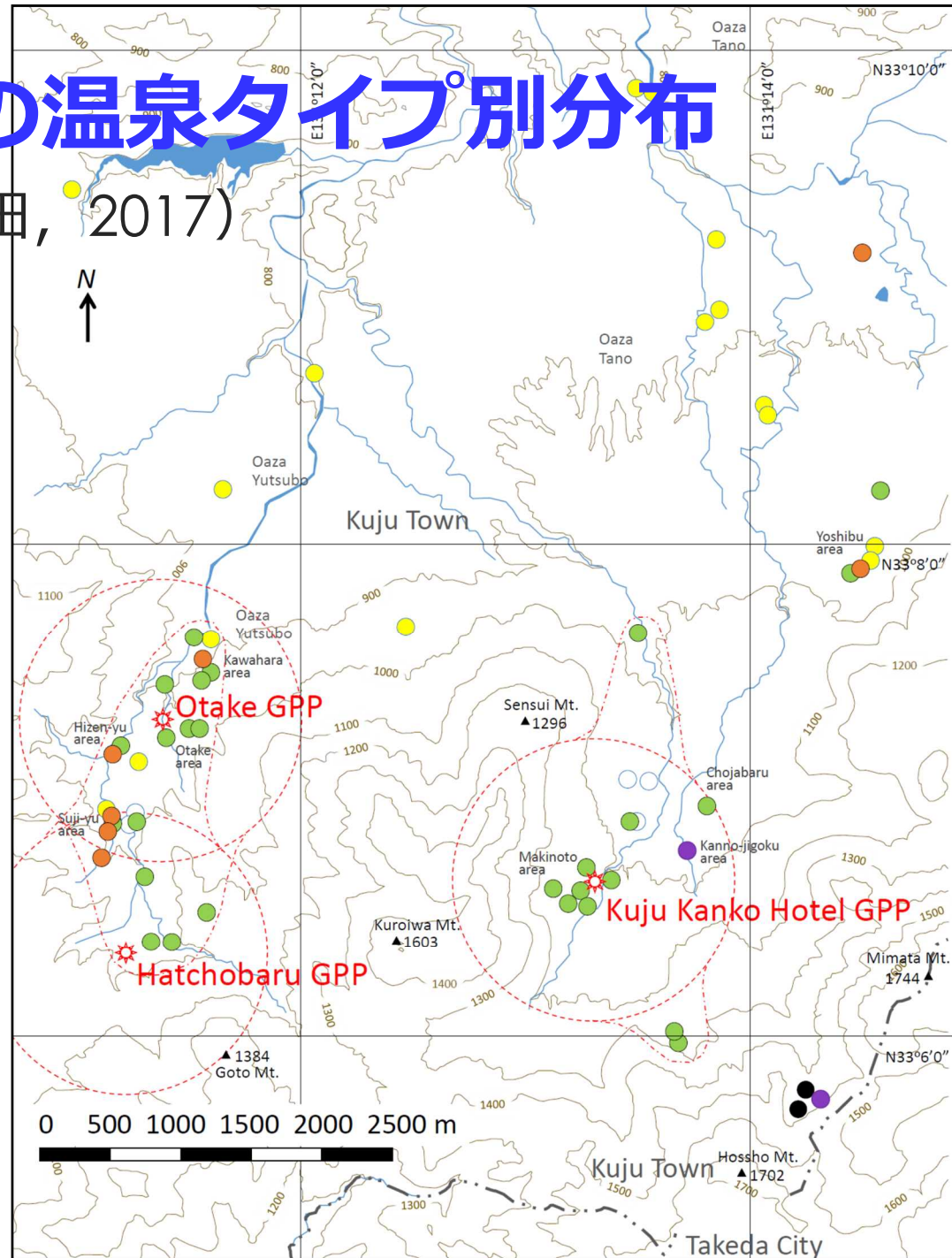
タイプ	地熱貯留層との関係	影響可能性	温泉水の泉質	必要なモニタリング (推奨されるモニタリング)
1	同一熱水型	ある	Cl ⁻ / 総濃度 > 80% 温度 > 90°C	流量 (温度)
2	熱水滲出型	ややある	Cl ⁻ タイプ 温度 > 60°C	流量 (温度) (電気伝導度)
3	蒸気加熱型	低い	SO ₄ ⁻ タイプ	化学成分 (温度)
4	伝導過熱型	非常に低い	総濃度 < 1000 mg/L 温度 > 25°C	(温度)
5	独立型	ない	特徴無し	不要

九重地域の温泉タイプ別分布

(安川・野田, 2017)



地熱発電所の周辺には、熱水滲出型や蒸気加熱型の温泉が多い。温泉への影響可能性がある中での開発であり、注意深いモニタリングが必要。





もくじ

- ◆ 地熱開発による温泉影響の可能性？
- ◆ 地元地域と地熱との共生

地元地域と地熱との共生

- ここまで、地元が悪影響がない地熱発電の説明をしましたが、悪影響がないだけでは共生とは言えません。地元のメリットがあつてこそ、共生と言えます。では、地元にとっての地熱開発のメリットとは？
- たとえば、地熱開発の際、付近の温泉を含めた熱水系の調査を依頼しては？ これは、温泉事業者にとって、地下の温泉資源の状況を知る絶好の機会です。調査は温泉の健康診断、地熱開発後のモニタリングは定期検診に相当します。何らかの原因で温泉に異常が起きた場合に早期発見ができ、早期の対処ができます。
- その他の取り決めにより、熱水供給などさまざまなメリットが地元にもたらされ、地域と共生している地熱発電所が多数あります。さらに非常時に優先的に地元で電力供給するシステムを採用できれば、災害時にもライフラインを確保できます。
- このように、地元と地熱との共生とは、温泉や自然・景観への悪影響を抑え、それ以上のメリットを還元することで実現されます。そういう例をいくつかご紹介します。

地域と地熱の共生事例

北海道森町

森地熱発電所の還元熱水の一部を、野菜生産温室団地の熱交換施設に無償提供

- ▶ 熱交換施設は熱水利用組合が管理
- ▶ 全69棟のハウス（トマト、キュウリなど）に温水供給
- ▶ 森町主催の地熱開発事業連絡協議会が濁川地区に設置され、温泉関係者と地熱発電事業者との情報交換が行われている。

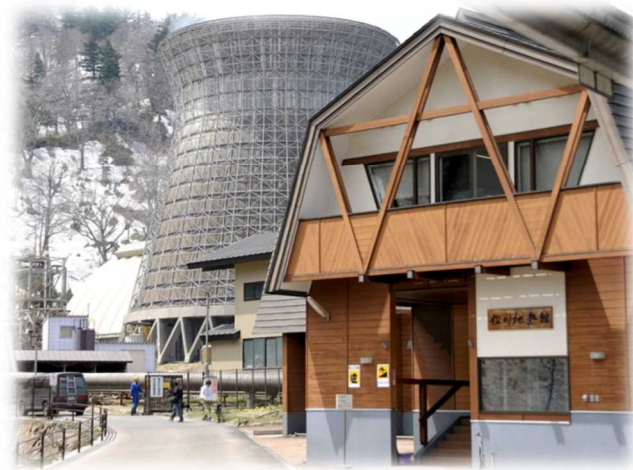


濁川地域の熱水利用システム
による園芸ハウス



地元野菜を使った森ライス

岩手県八幡平市松川



松川地熱発電所→

- 地熱蒸気の一部を地元の温泉旅館に供給
- 温水を八幡平市産業振興(株)に有償提供→別荘・ホテル・観光施設等へ配湯
- ▶ スキー客も多く、温水供給が宿泊施設での集客に貢献。
- ▶ 長年、地元の温泉・宿泊施設事業者と良好な共存関係。

宿泊施設：	38軒
保養所：	26軒
別荘：	613軒
商店：	15軒
貸別荘：	1軒
病院：	1軒
老人施設：	1軒
日帰温泉施設：	1軒
農業用ハウス：	95軒
	(冬季のみ)

※宿泊施設：ホテル・旅館・
民宿・ペンション

地域と地熱の共生事例

秋田県湯沢市

湯沢市内では、市有温泉井から温泉旅館への温泉供給に加え、地熱水を使った農業ハウスでは、ミツバやパクチーの栽培が行われている。更に、地熱水は、牛乳の低温殺菌や農産物の乾燥施設にも活用されるなど、幅広く産業振興にも役立てられている。



ミツバの水耕栽培

北海道森町、岩手県八幡平市、秋田県湯沢市は、**地熱資源を上手に活用して地域を活性化している「地熱モデル地区」**として、JOGMECのウェブページでも紹介：
<http://geothermal-model.jogmec.go.jp/>

大分県滝上



滝上地熱発電所の地域協力事業として熱水供給

▶ 発電所の凝縮水排出に伴う蒸気に河川水や湧水を混ぜて造成し、共同浴場および地区の貯湯タンクに供給。

滝上地区：	毎時10.2トン	80℃（造湯槽出口温度）	-> 貯湯タンク3箇所へ供給
寺床地区：	毎時1.2トン	70℃（造湯槽出口温度）	-> 共同浴場1箇所へ供給

「地熱エネルギーハンドブック」6.3.4節より

地域と地熱の共生事例

宮城県鬼首地域

鬼首地熱発電所から地元温泉への有効な情報提供・経済効果

- ▶ 地熱発電所から4km以内に、宮沢温泉・轟温泉・吹上温泉・神滝温泉がある。
- ▶ **定期的な懇談会**：地熱発電所・源泉所有者・地元自治体は定期的な懇談会にて、運転状況の情報提供と意見交換。
- ▶ **自然湧出源泉のモニタリング**：地熱発電所の運開前から、自然湧出する源泉のモニタリングを継続実施。約40年にわたるデータ蓄積。
- ▶ **地元への経済的な波及効果**：鬼首地熱発電所のPR館には年8,000人程度の観光客が訪れ、近隣の温泉への宿泊など地元への経済効果があると見られる。



「鬼首温泉」の観光マップより：鬼首地熱発電所が観光地として案内されている

地熱発電と環境との関係

- 地域の環境に合った地熱開発で、win-winの関係を。
- 社会環境への影響は、アイデア次第で♡にできる。

