



地球物質・エネルギー学研究室 (土屋・岡本研究室)

地殻流体科学
環境地質学
地球環境エネルギーシステム学
地熱地質学

*Geomaterial & Energy Lab
Graduate School of Environmental Studies
Tohoku University*

エネルギー環境コース

土屋研究室

教授
土屋範芳



地殻物質科学
地球エネルギー
工学博士

准教授
岡本 敦



岩石学
地殻構造科学
博士（理学）

C

助教
宇野正起



岩石学
地球化学
博士（理学）

助教
Kyle Bahn



I初級-開発
社会モデル
PhD

山崎慎一

農学博士

山田亮一

博士（理学）





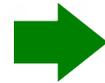
～地球プロセスの利用～

地球環境・資源・エネルギー

地球物質 (岩石・鉱物・土壌・流体) エネルギー (地熱・水素)

応用地質学, 応用地球化学, 応用地球物理学

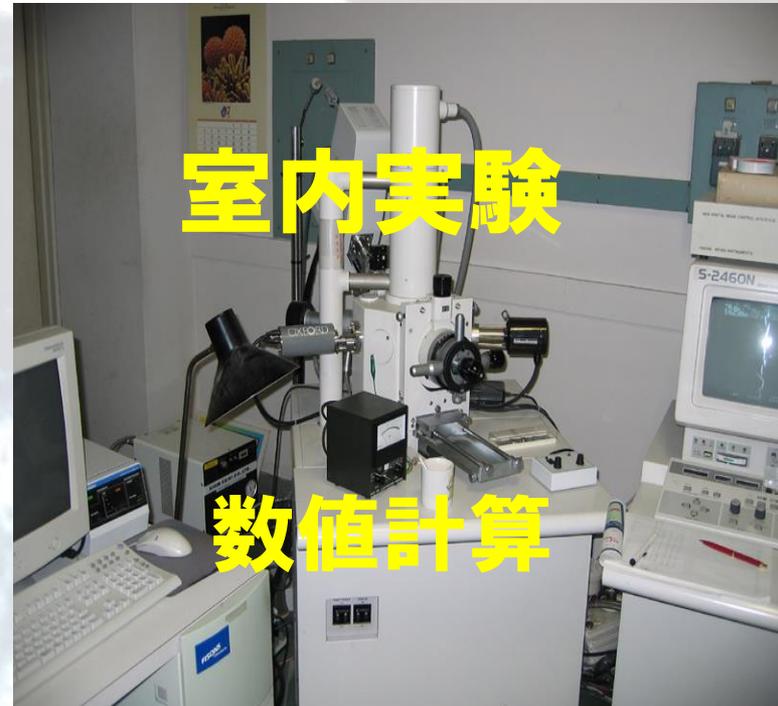
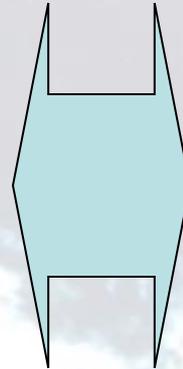
地圏環境



環境に調和した地球システムの利用



野外調査



室内実験

数値計算

工学と地球科学の融合

地球内部を実験室内に再現する



先端研究を支える独自設計の
世界屈指の装置群
他のどこにもありません
独創的な装置です

地殻の中を流動する超臨界流体と岩
石との相互作用を検証する装置



顕微鏡にラマン分光装置
と赤外吸収装置を組み込
み、さらにダイヤモンド
窓付きの高温高压セル
で、薄膜状の超臨界流体
の構造を解明



地球内部の超臨界
流体の挙動を可視
化できるサファイ
ア窓付き圧力容器

この他にもユニークな装置が数多くあります

研究スタイル

- 地球を知る, 地球プロセスを理解する
- 観察する
 - (野外調査)
- 実験する
 - (地球の一部を作ってみよう)
 - (実験装置は自作する, 世界で唯一の装置)
- モデル化する
 - (計算機モデル. . . . 使う方程式や数値計算法は宇宙工学と同じ)

ベースとなっているのは地球物質科学

地球物質 & エネルギー

再生可能エネルギー

地熱エネルギー

水熱反応による水素製造

JBBP: Japan Beyond Brittle Project

地球科学掘削とエネルギー

巨大地熱資源

スラブーマントル流体

地震発生と流体

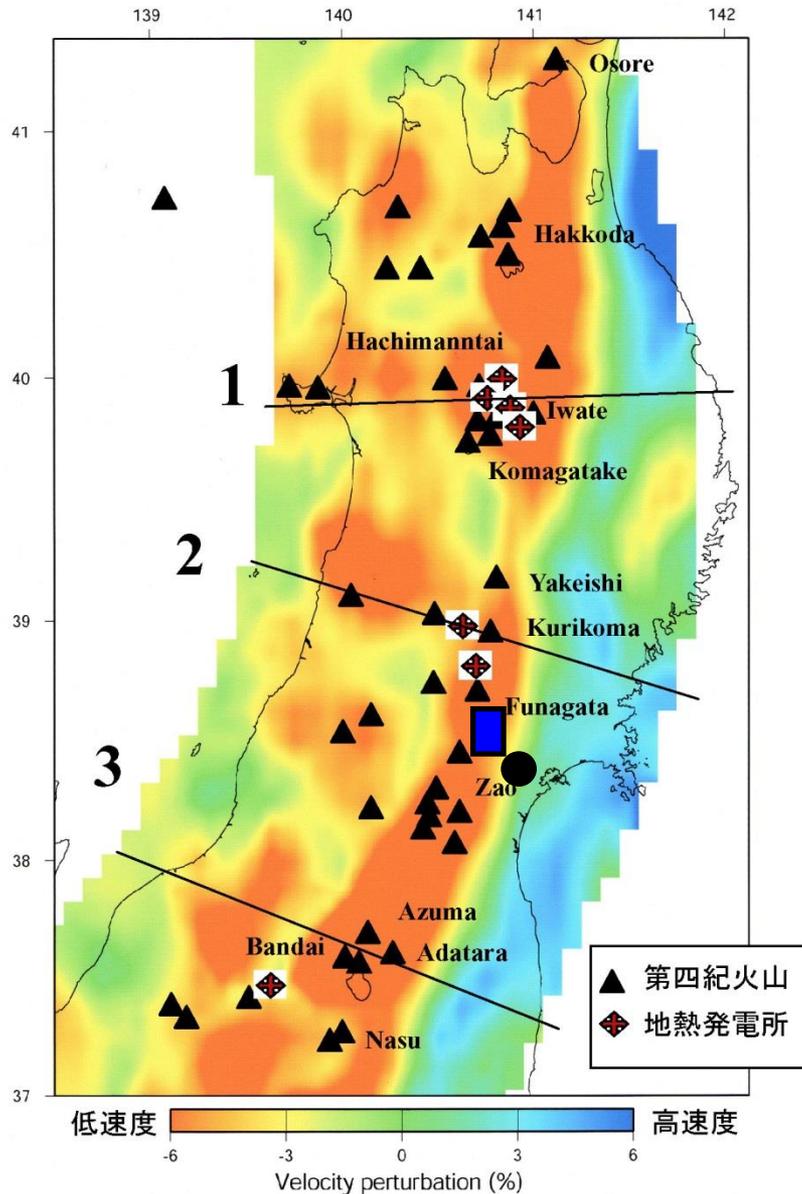
都市近郊／深部巨大地熱発電 ハイパー地熱

10-30万kw規模のベースロード発電を想定.

電力需要地に近く，送電線網など大規模なインフラ投資を必要としない低開発コストが見込まれる地域.

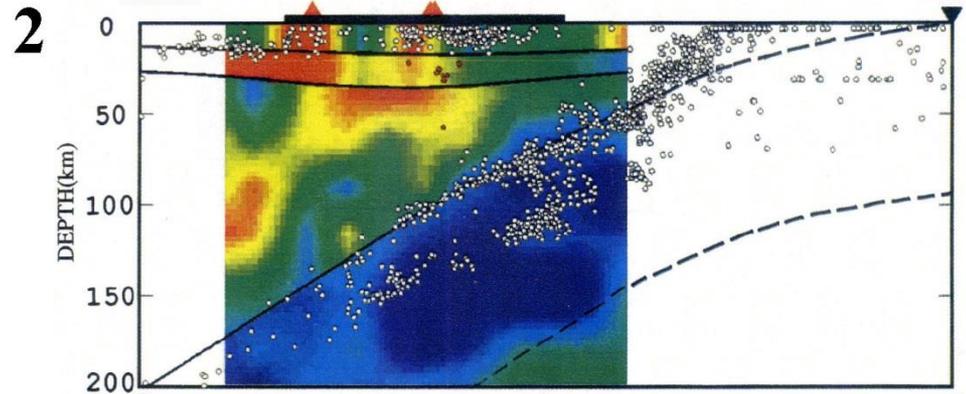
国立公園問題，温泉，観光など既存権益に抵触せず，自然環境と調和する発電所立地が可能な地域

地震波相対速度の低速度面プロット(%)



Modified after Hasegawa and Nakajima(2004)

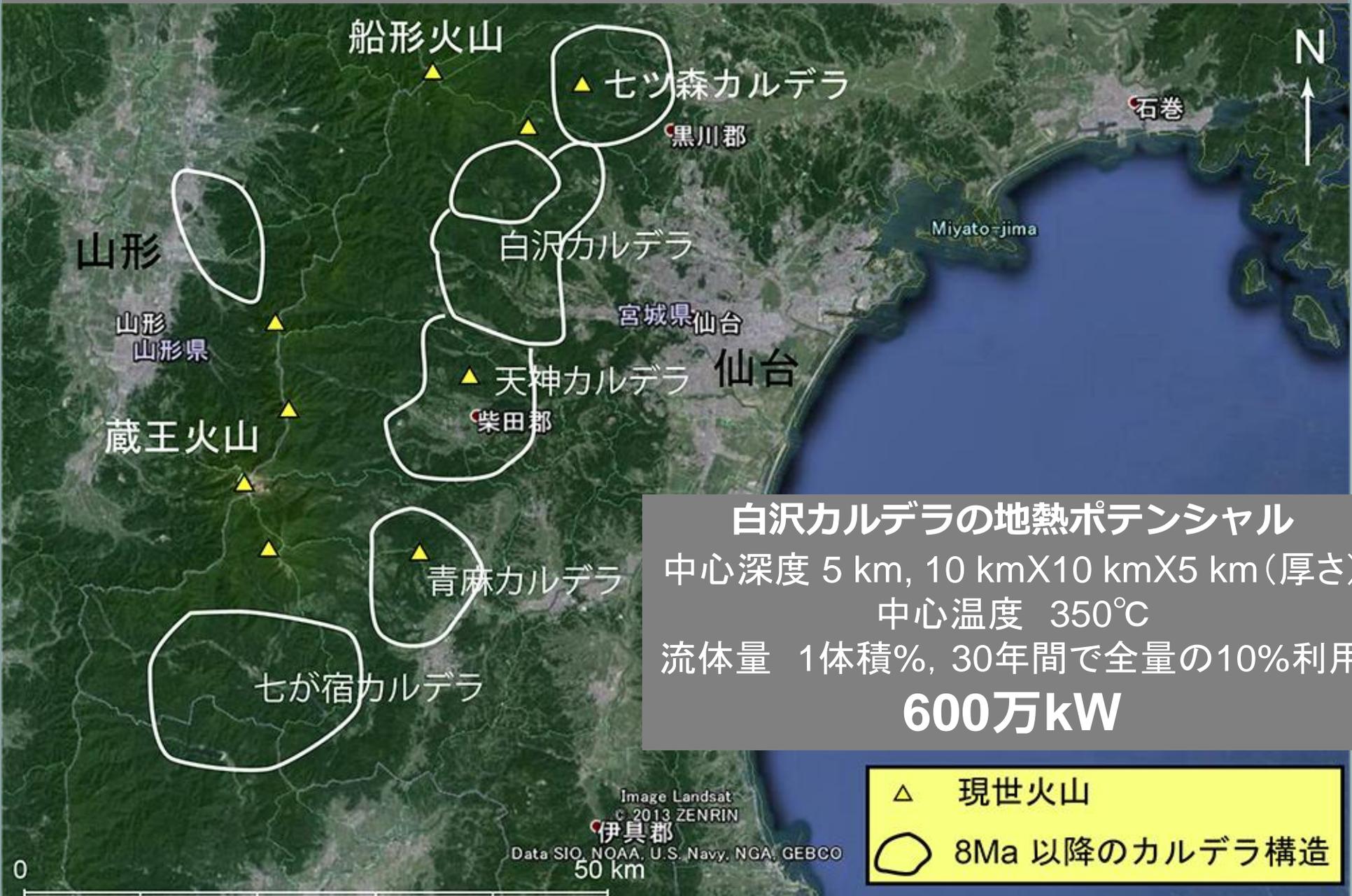
スラブ流体上昇場と候補地域との関係



候補地域は、鳥海-栗駒火山列と月山-蔵王火山列に挟まれた領域にあり、船形火山群に隣接する。

Hot Fingers

仙台近郊の800万年前より若いカルデラの分布図



白沢カルデラの地熱ポテンシャル

中心深度 5 km, 10 kmX10 kmX5 km(厚さ)

中心温度 350°C

流体量 1体積%, 30年間で全量の10%利用

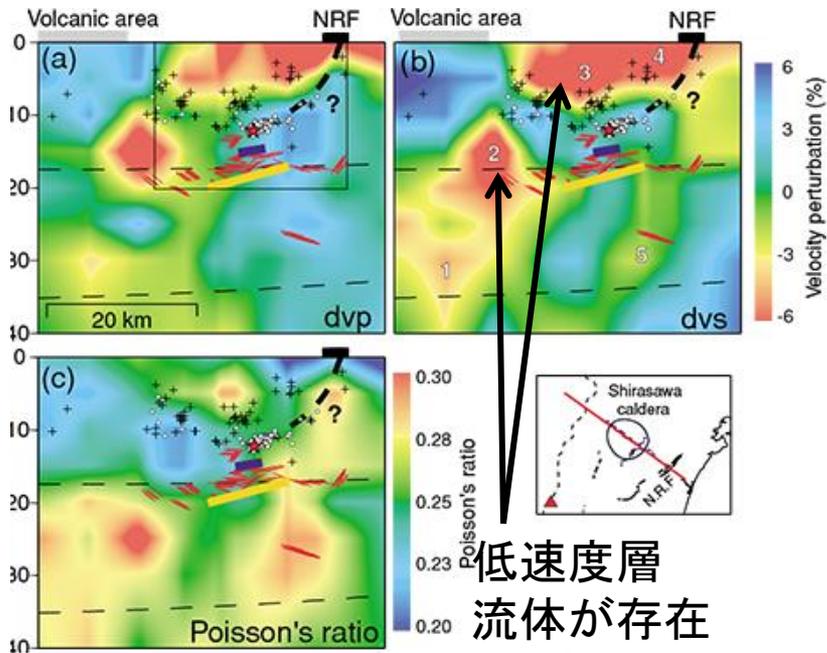
600万kW

△ 現世火山

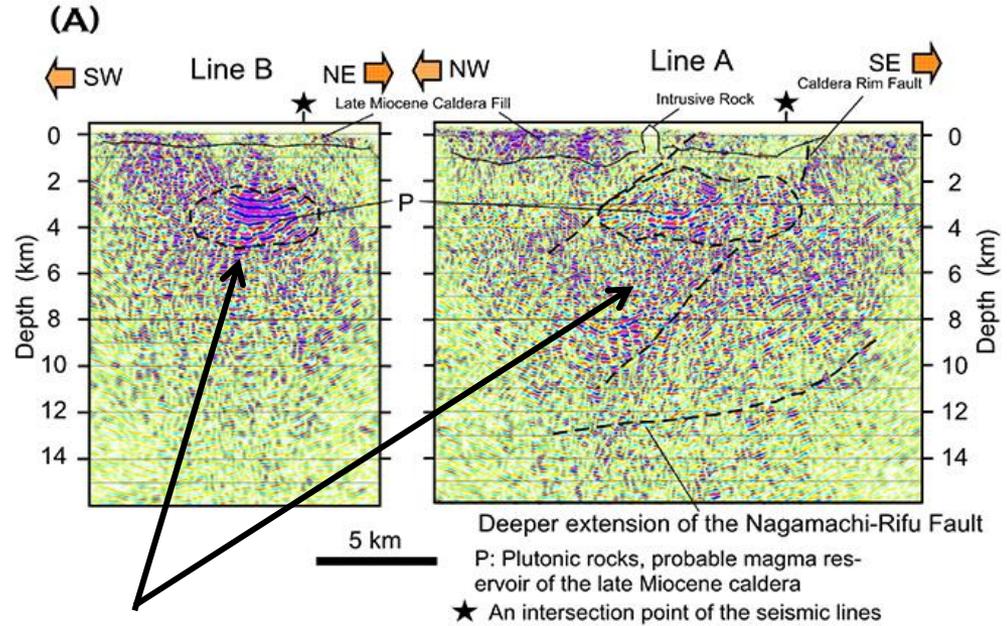
○ 8Ma 以降のカルデラ構造

白沢カルデラの地震波調査

世界で最もよく調べられている島弧断面



低速度層
流体が存在
(温度が高い)



反射面
流体が存在する証拠

Sato et al., 2002, EPS

Nakajima et al., 2006, EPS

仙台市都市部を走る長町－利府断層の西側（上盤側）
（白沢カルデラ）700-800万年前の活動

→ 地下ではまだマグマの供給が続いている

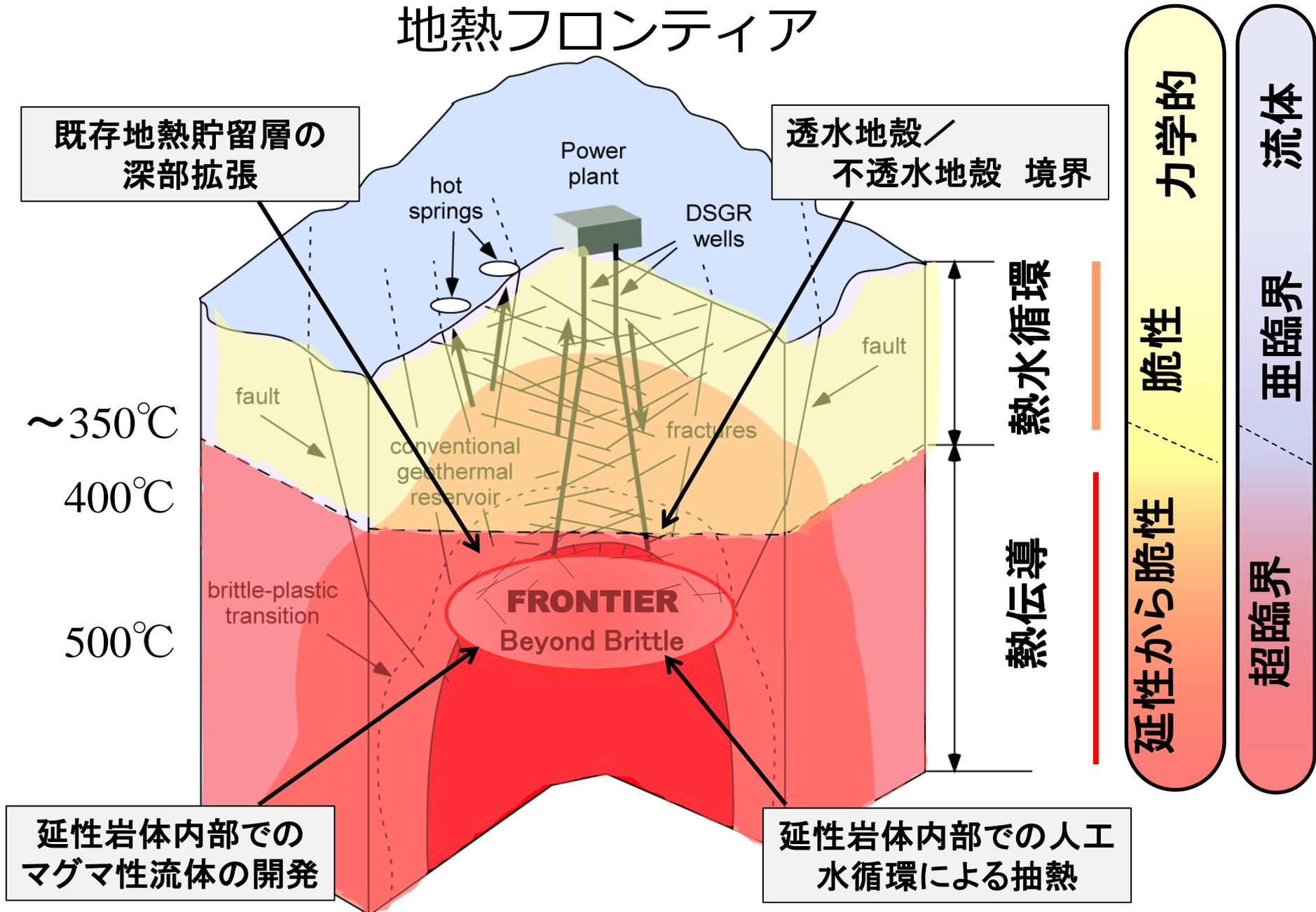
深度3-5kmには流体の存在する可能性が高い

この流体は、スラブまたはマントルウェッジからの流体と考えられる

→ こういう流体を人類が確実に手にした例はない

Japan Beyond Brittle Project

地熱フロンティア



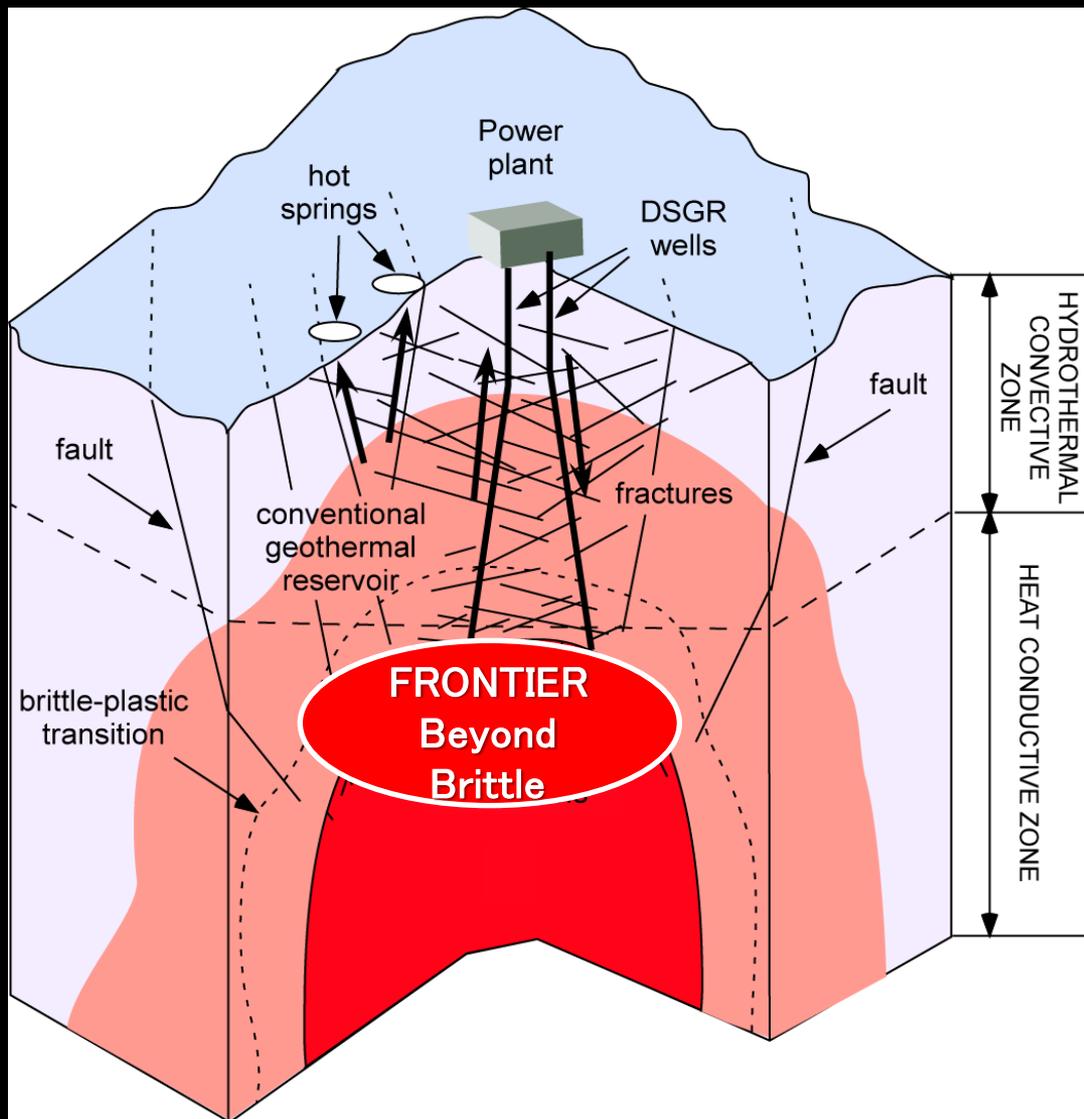
Deeper & Hotter

都市近郊深部に 巨大地熱資源

- 送電問題の解決
- 国立公園問題の解決
- 安定的かつ巨大
再生可能エネルギー

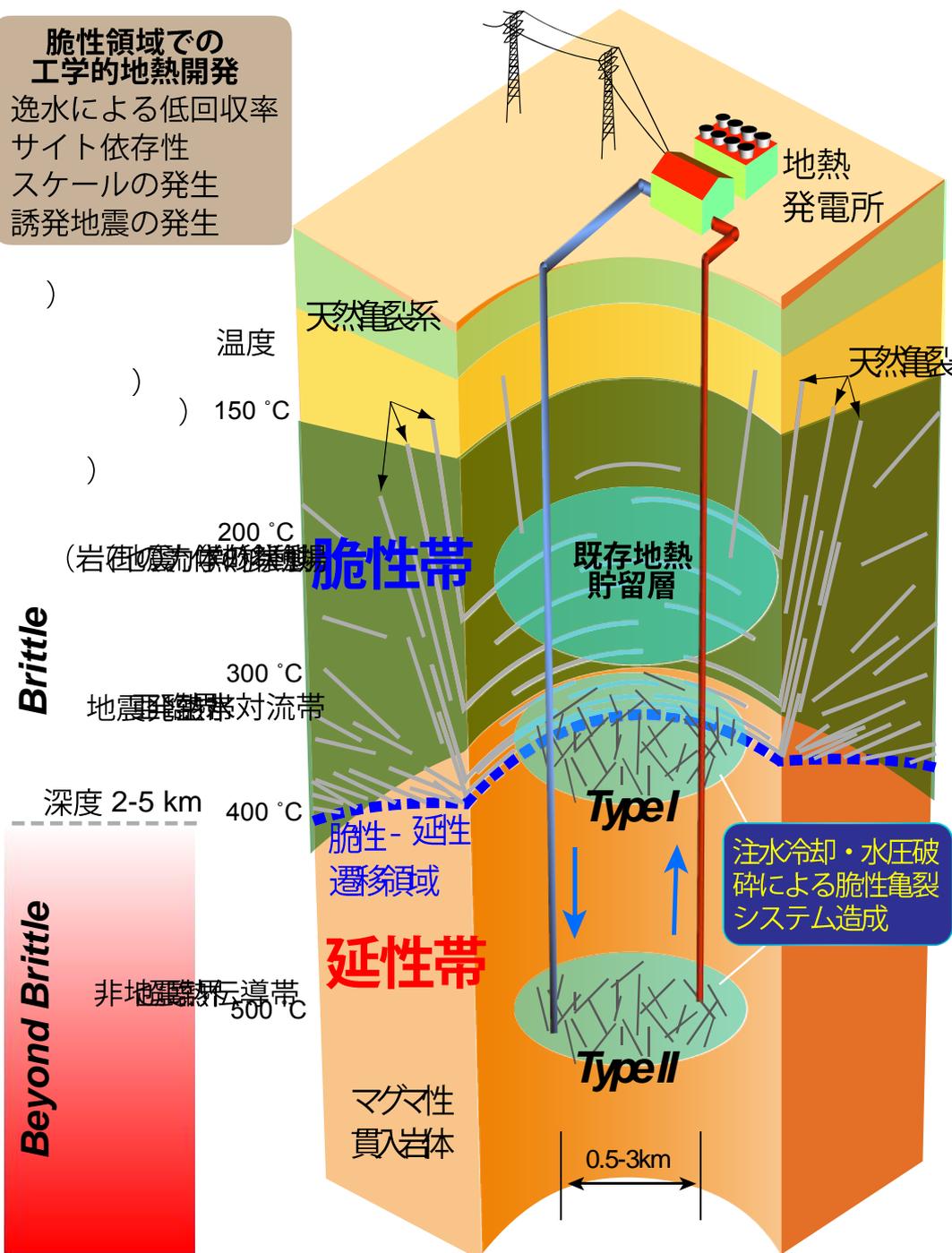
人類がはじめて手にする スラブ-マントル流体

- 地震発生と流体
の関係
- 沈み込み帯と火山



**脆性領域での
工学的地熱開発**
 逸水による低回収率
 サイト依存性
 スケールの発生
 誘発地震の発生

地熱開発の三要素
亀裂, 温度, 流体
 偏在性大
 精密探査困難
 持続性維持
 熱容量増大



既存地熱貯留層
 温度 200-300°C
 深度 1000-2000m

**JBBP
Type-I 貯留層**
 既存深部貯留層と
 人工亀裂システム
 の接続
 温度 350-400°C
 深度 ~3000m

**JBBP
Type-II 貯留層**
 延性岩体内で独立
 した人工亀裂群
 温度 ~500°C
 深度 ~4000m

Brittle
Beyond Brittle

温度
 150°C
 200°C
 300°C
 400°C
 500°C
 深度 2-5 km

天然亀裂系
 脆性帯
 脆性-延性遷移帯
 延性帯
 マグマ性貫入岩体
 既存地熱貯留層
 Type I
 Type II
 注水冷却・水圧破碎による脆性亀裂システム造成
 0.5-3km

主な研究テーマ

- 地圏環境インフォマティクス
(地質汚染, 土壌汚染, 河川の汚染の原因究明と修復)
- 地殻流体科学と地殻の中の物質移動
(宇宙よりも地球の内部はわかっていない)
- 岩石と流体の相互作用
(流体地球のプロセスと地震発生・火山爆発メカニズム)
- レアメタル・レアアース資源
(地球プロセスを利用した人工鉱床の創成)
- 地熱エネルギー探査
- 水熱反応による水素製造

ベースとなっているのは地球物質科学

地球物質 & エネルギー

土屋範芳：日本南極地域観測隊

地殻の中の流体の移動と大陸衝突





インドネシア 地熱地帯調査

地熱エネルギー探査

レアメタル・レアアース探査



世界自然遺産 白神山地 環境調査



地球内部での水の移動
(地震の発生メカニズム)

地球内部での水素の発生
(生命の誕生)
(地球深層ガス)

海洋地殻

マントル



地球物質・エネルギー学研究分野

2014年度在籍

スタッフ ポスドク:7名

博士課程 5名 **地圏物質**（固体と流体）と

修士課程 12名

4年生 4名

3年生 4名

エネルギーの総合理解と

環境適合**利用**

入学後の経済支援

- 国内学会への参加推奨（年に1～2回は学会発表してもらいます）
- 国際会議への渡航旅費支援（よい研究成果は国際会議で発表してもらいます）
（博士課程はだいたい年1回は参加しています）
（博士は海外での研究歴を持つ）
- 海外調査に同行

進路

- 修士：新日鐵住金，北海道電力，三菱マテリアル，JX，INPEX
石油天然ガス・金属資源機構（JOGMEC），LIXIL，地熱会社、等
- 博士：東北大学，モンゴル科学技術大学，産業技術総合研究所
日本原子力機構，ソニー等

「環境地球科学は履修してほしい」

<http://geoserv.kankyo.tohoku.ac.jp>
tsuchiya@mail.kankyo.tohoku.ac.jp

「地球」が好きな人 大歓迎

特 徴

- *工学部の中ではユニークな研究室（環境科学研究科に進学）
- *野外観察－実験科学（地球科学ベース）
- *Student / Staff 比が低い（スタッフ, 先輩が多い）
- *博士課程進学者が比較的多い（研究を指向する学生が多い）
- *留学生が多い, 他大学から来る（ゼミは基本的に英語）

地球システムを理解して,
そして利用して

「地熱エネルギー」, 「環境問題」
に立ち向かう



