

課題B：先端的な火山観測技術の開発

課題責任機関： 国立大学法人 東京大学

共同実施機関： 国立研究開発法人 防災科学技術研究所

次世代火山研究推進事業に求められるもの

・ 直面する火山災害への対応

何が起きたかを観測から正しく判定
火山噴火推移予測

・ 火山噴火発生確率の提示

噴火の可能性が相対的に高くなったこと
(切迫性)を評価する手法の高度化

長期予測

長期的には活動期に入っていた
一方、1979年噴火は有史初の噴火

中・短期予測

18日前に火山性地震が群発し、
異常を認知できた可能性がある

異常認知の確度を上げるには

・ 異常検出技術の向上

→これまでにない観測手法

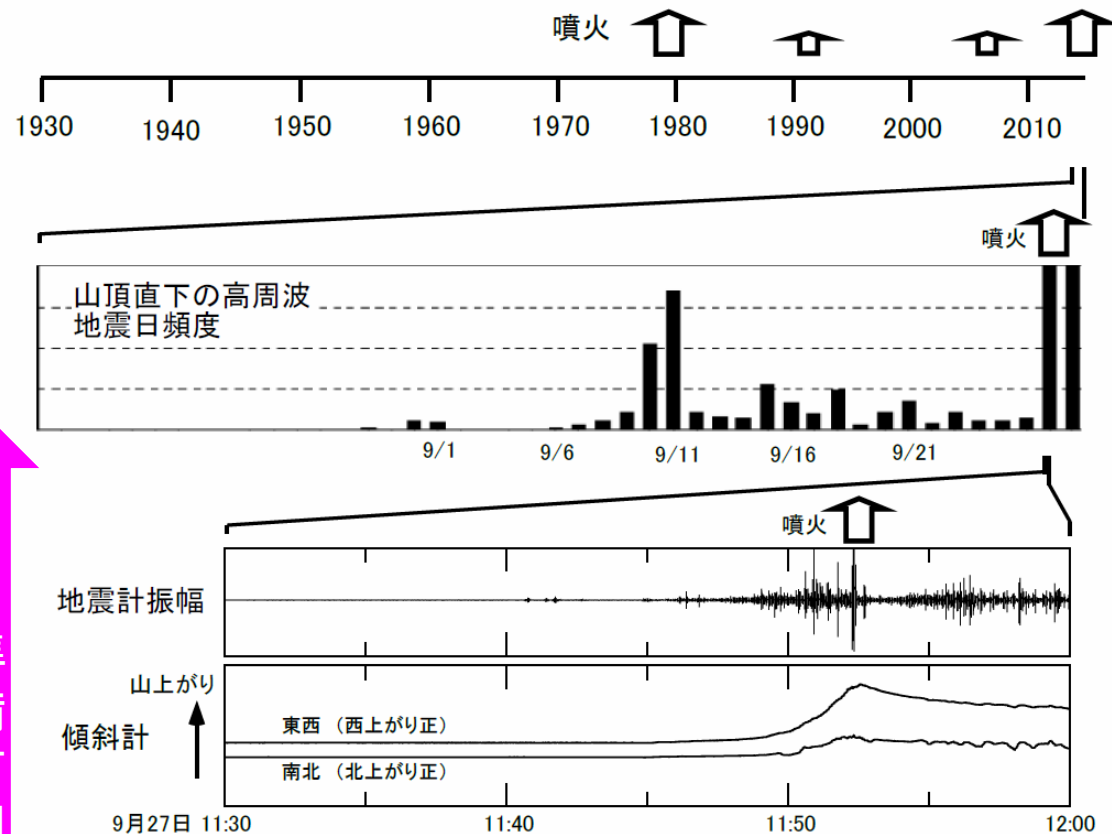
→観測現象と火山活動の関係解明
火山体構造、背景活動等の情報

直前予測

10分前には地下で水蒸気爆発が
開始したことをデータが示している

→即時把握: ツール開発

2014年9月御嶽山噴火の例



情報の信頼性、準備有用性(リードタイム)の
どちらをどれ位重要視するか？

火山災害の軽減においては、噴火現象の解明や噴火予測技術の完成を待って対策・対応を考えるだけでなく、現有の知識や技術を伸ばして、現在直面する課題を解決することも重要である。



課題C：火山噴火の予測技術の開発

課題B：先端的な火山観測技術の開発

A map of Japan with 11 red triangles indicating the locations of the study sites. The triangles are distributed across the four main islands: Hokkaido (1), Honshu (7), and Shikoku (2). Kyushu is not represented by a triangle on this map.

課題A:各種観測データの一元化

課題B 先進的な火山観測技術の開発 サブテーマ1:
新たな技術を活用した火山観測技術の開発

ミュオグラフィ技術の高度化に関わる研究開発

II. generation mMOS

III. generation mMOS

第2世代

大幅な軽量化

第3世代

桜島光学写真

第2世代ミュオグラフィ

第3世代ミュオグラフィ

大幅な高解像度化

ミュオグラフィの正しい理解の促進

ミュオグラフィの理解を深めるための展示の実施
2017年9月5日~11日 1000名の来場

大阪駅前
大型商業施設

ミュオグラフィで可視化できる部分を
薩摩硫黄島3Dモデルで説明

ウェブサイト

イベントモニター①

カーソルに合わせて自動表示

イベントモニター②

14.96511M

3.29161M p3

3.101179M p6

964.882k p1

4.842479M p5

4.706501M p4

Daily Events of 2018-2, Sakurajima 2

2018/02

2017/01 - 2018/02

Feb 2 2018

Feb 5

Feb 8

Feb 12, 2018

Feb 17

Feb 20

Feb 23

Feb 26

p1

p3

p4

p5

p6

ミュオグラフィ観測のデータ処理の自動化に関わる研究開発

毎日リアルタイムに更新

2018/02/13

日付変更ボタン

ミュオグラフィイメージ
モニター

本日の第2世代桜島イメージ

桜島南岳

桜島方向

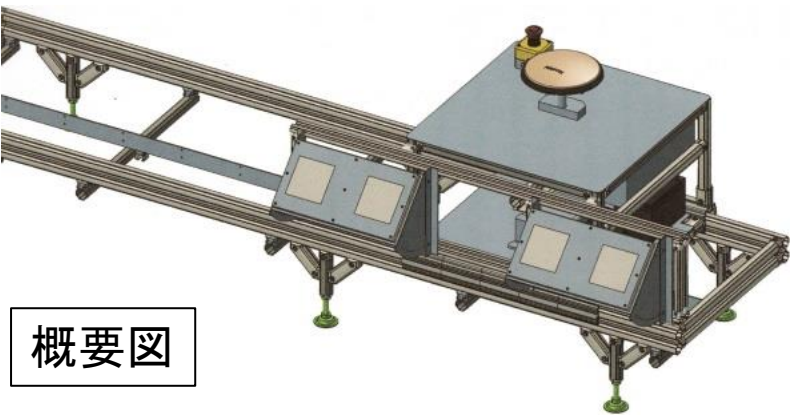
開聞岳方向

ミュオグラフィ自動処理データ閲覧システムをWEB上に実装

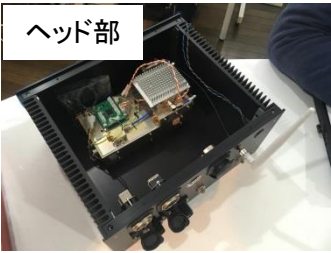
課題B 先端的な火山観測技術の開発 サブテーマ2-1:
可搬型レーダー干渉計と衛星SARによる精密地殻変動観測技術の開発

実施内容:火山活動の活発化が観測された場合等に、機動的に観測を行うことによって、面的かつ高頻度に地殻変動を把握することが可能なレーダー干渉計を開発する。さらに、火山研究や火山活動評価に役立てることを目的として、衛星SARデータから求まる地殻変動情報をデータベース化する。

可搬型レーダー干渉計の開発: **実験機を作製**



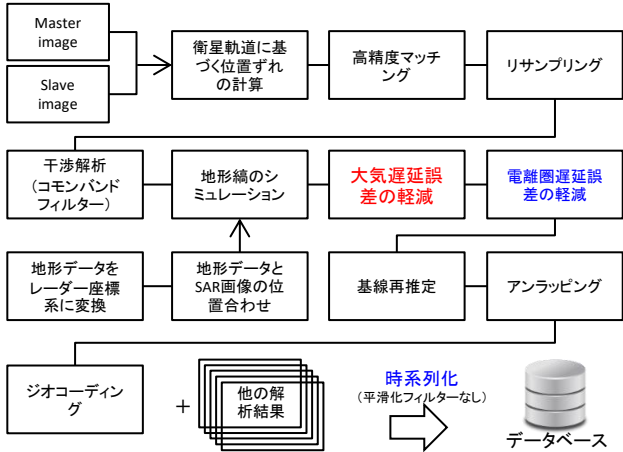
概要図



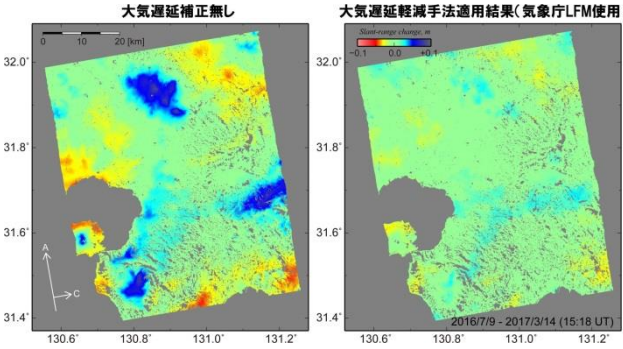
- H30年2月現在 (**予定通りに進行**)
 - ・実験機製作 (製作中)
 - ・画像処理プログラム作成 (作成中)
 - ・実験局免許取得 (業者免許取得)
 - ・3月に電波無響室で精度評価
- H30年度計画
 - ・解析ソフトウェア開発
 - ・火山における初期実験
 - ・耐環境性能改良・車載型開発のための基礎実験

衛星SARによる地殻変動データベース: **標準的解析手法における大気遅延誤差軽減手法を決定**

解析手順



大気遅延誤差軽減手法適用結果



- H29年度実施内容
 - ・数値気象モデルから大気遅延量を推定する手法について検討 (**アルゴリズム、使用データを決定 (更なる検討も進めている)**)。
- H30年度計画
 - ・電離圏遅延誤差軽減手法および時系列化に関する検討

課題B 先端的な火山観測技術の開発 サブテーマ2-2:
火山表面現象遠隔観測技術の開発(分光スペクトル画像計測)

H29年度計画の進捗状況

計画:a. SPIC-UC, SPIC-C, SPIC-SS, ISHの開発 (SPIC:小型温度ガス可視化カメラ) SPIC-UC:非冷却型赤外, SPIC-C:冷却型赤外, SPIC-SS:スペクトル推定型可視), ISH:画像分光前置光学系)

各プロトタイプ
の
センサ部が完成
する予定.

進捗

SPIC-UCの開発

LWIR波長域(8-14μm)非冷却型カメラ製作中, 2018/2完成予定.

フィルター内蔵
F1:LPF:9000nm
F2:BPF:8370-8920nm

SPIC-Cの開発

MWIR波長域(3-5μm)冷却型カメラ製作中, 2018/2完成予定.

フィルター内蔵
BPF1 3040-4500nm
BPF2 3440-4075nm
BPF3 4000-5000nm

SPIC-SSの開発

可視波長域CMOS型6バンドカメラ製作中, 2018/2完成予定.

6バンド 30fps
同期記録

FCR-31159
Windows10 64 bit
PXU-63
Intel CPU
内蔵USB3
2TB SSD * 3台
高速記録
SSD

ISHの開発

フィルター方式の評価装置構築中, 2018/3完成予定.

カメラ
フィルター
光源
電動
フィルター
導入
ISH評価用ブレッドボードモデル

計画:b. スペクトル推定用データベース構築(データ取得装置整備, スペクトル計測)

整備完了. スペクトル推定手法開発中.

進捗

スペクトルデータベース構築
用画像分光装置を2018/2に
導入予定.

試験計測

画像分光装置(室内用) 多重分光画像(流紋岩) 左図微小部のスペクトル

スペクトル推定手法開発
(可視域の重回帰分析手法)

マルチバンド情報: v_k
参照スペクトル情報: r_k
推定参照スペクトル: $\hat{r}_k$

$$G = R V^T (V V^T)^{-1}$$

推定値 $\Rightarrow \hat{r}_k = G v_k$
R: 参照スペクトル行列
V: マルチバンドスペクトル行列

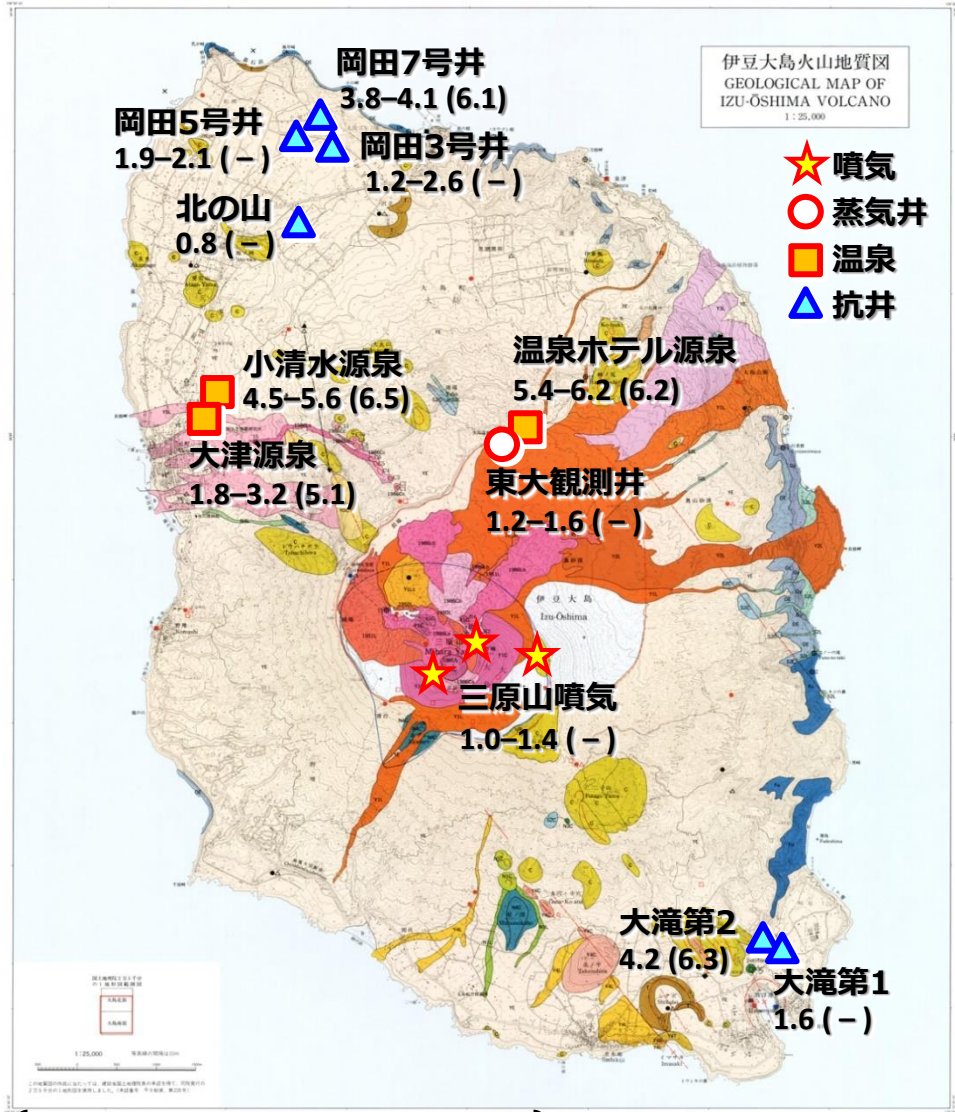
(結果) 10バンドの v_k から
300バンドの r_k が推定可能

火山岩のスペクトル計測

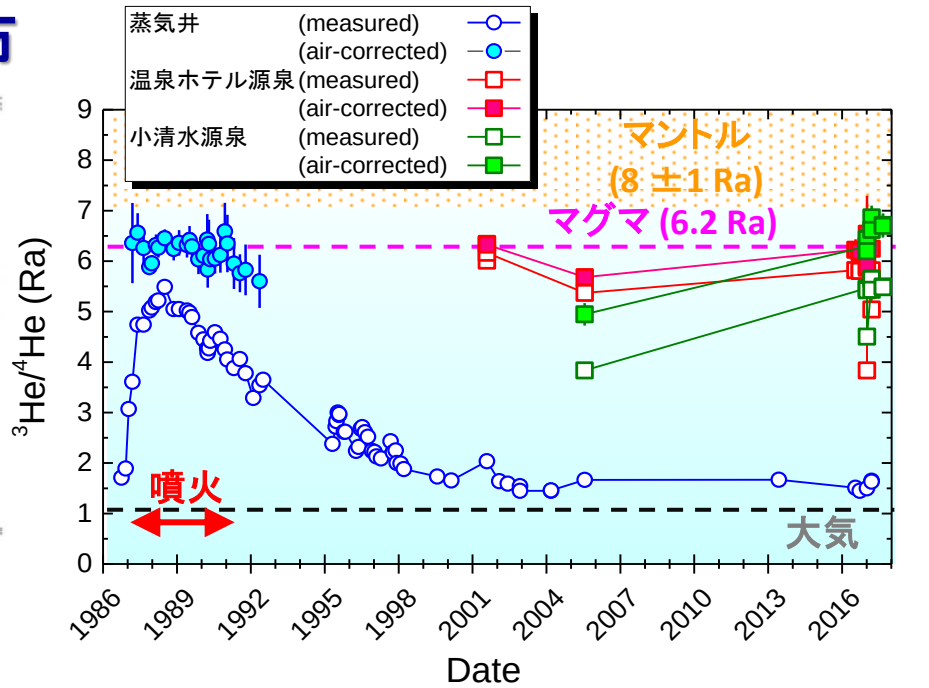
積分球による拡散反射率計測

流紋岩
玄武岩
安山岩

伊豆大島火山における³He/⁴He分布



[単位Ra = 大気中³He/⁴He = 1.4×10^{-6}]
括弧内は大気補正³He/⁴Heの平均値]



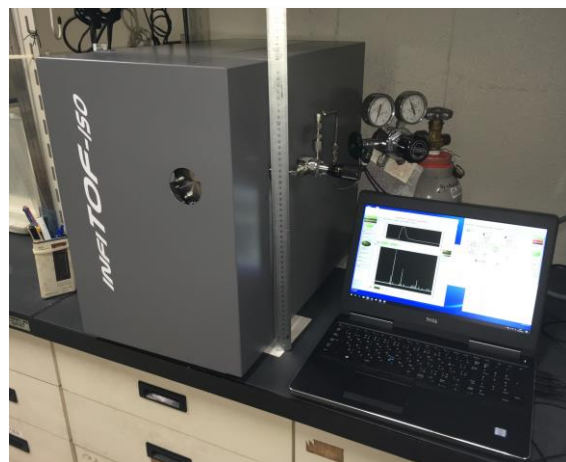
- 蒸気井の³He/⁴He ⇔ 温泉ガスの大気補正³He/⁴He
= 噴火前のレベル ⇔ = 噴火時の大気補正³He/⁴He
⇒ 蒸気井へのマグマ起源ヘリウムの寄与はほぼ減衰。
⇒ マグマそのものの³He/⁴Heは30年前から変化なし。
- 沿岸部でも高い大気補正³He/⁴He
⇒ 次回、安全な場所で³He/⁴He比をモニタリング可？
- 次の噴火で起こりうる変化:
(i) 蒸気井の³He/⁴He↑ (ii) 大気補正³He/⁴He↑
(30年前の再現) ↓ 新たなマグマの貫入
↓
既存のマグマからの
ガス放出量の増加

課題B 先端的な火山観測技術の開発 サブテーマ3: 地球化学的観測技術の開発

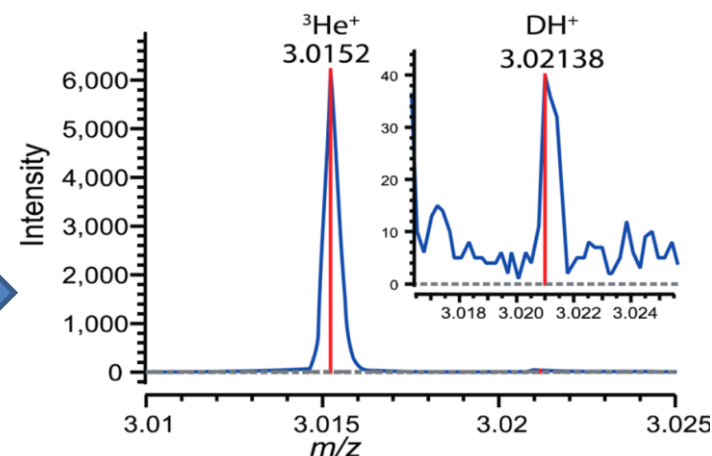
平成30年度の実施項目 (斜体太字は新規あるいは重点項目)

- ① マグマ起源ヘリウム測定用自動ヘリウム精製・分離ラインの開発 ⇨ 自動分析システムの構築
- ② 可搬型質量分析計を用いたマグマ起源ヘリウム検出の検討 ⇨ **^3He 用パルスカウンタ検出器の導入**、
簡易型ヘリウム精製膜の作成・検討
- ③ 水蒸気の高感度同位体比分析システムの構築 ⇨ 噴煙試料の測定による検討
- ④ 航空機等搭載用の自動噴煙試料採取装置の試作機の製作
- ⑤ 底層水の採取・分析法の検討 ⇨ pH・温度・濁度センサー付き採水器のテスト@鰻池
- ⑥ 平穏時のヘリウム・炭素同位体比データの蓄積
@ **伊豆大島、草津白根山**、霧島山硫黄山(課題Bサブテーマ4と連携)
桜島(課題Bサブテーマ1と連携)、九重山、阿蘇山、那須岳
- ⑦ 定期的な噴気の採取と、化学組成と多成分同位体比の連続測定
@箱根山、**草津白根山**、霧島山硫黄山

②飛行時間型質量分析計“*infITOF*” 超高速ディジタイザー (10^9 サンプル/秒)



36 × 63 × 54 cm, 48 kg



妨害成分(DH)と完全に分離した
 ^3He の検出

●人材育成コンソシアムとの連携

=>地球物理観測研究や観測から火山活動
評価業務を行う人材の強化

平成28年度:霧島硫黄山水準測量
平成29年度:草津白根山電磁気観測実習



噴火切迫性評価手法の開発
→ 噴火切迫性の高い火山での機動観測が鍵

●平成30年度機動観測

1. 草津白根一部前倒し 2. 蔵王火山一部前倒し

	霧島	倶多楽	箱根	三宅島	草津白根	蔵王
H28	↕		↕			
H29		↕				
H30	↕		↕	↕	↕↕	↕↕
H31				↕	↕↕	
H32					↕	↕
H33						↕

●緊急観測訓練

次回の噴火が近いと考えられる伊豆大島で地震計アレイ観測、
火山ガス連続モニタリングの開始、人材育成コンソシアム臨時観
測実習等を他課題とも連携して実施予定。

準備:
東京大学地震研究所 共同利用研究集会
「伊豆大島、三宅島の次回の噴火を考える」
平成29年12月25～26日に実施。参加者:131名

火山内部構造・状態把握技術の開発

● 機動的觀測(霧島山・硫黃山・俱多樂火山・箱根火山)

水蒸気噴火の発生場 (活動と構造の関係)

熱水変成した粘土鉱物
地表近くの難透水層

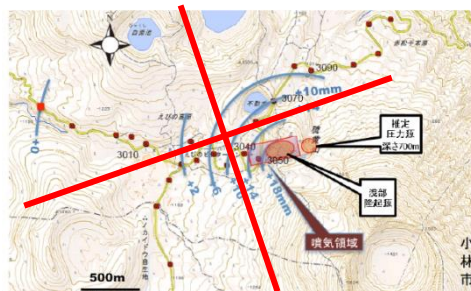
霧島山硫黄山での現況との対比

水蒸気の蓄積：圧力源

微動, T型地震: クラック振動

地震： 間隙圧の上昇

水蒸気噴火発生：難透水層の破断？



倶多楽での噴火ポテンシャル評価

難透水層の分布 → 将来の火口の場所

難透水層のサイズ → 精密な評価の基礎資料

大局的な構造 ⇒ 高度な3次元解析
(PDとRAの雇用)



箱根火山の地震波速度構造(データ収集中)

→ 深部マグマ溜まりとの関係

● 噴火切迫度評価に有用なツールの開発

地震計アレイデータ解析システム

プロトタイプ完成

比抵抗・熱水流動解析システム

3D構造解析導入準備

火山性地震総合解析システム

地震波形特徴抽出アルゴリズム開発

遠隔熱情報解析システム

火口湖水サンプリング機構開発

地震波動場連続解析システム

地震波逆伝搬解析プロトタイプ

