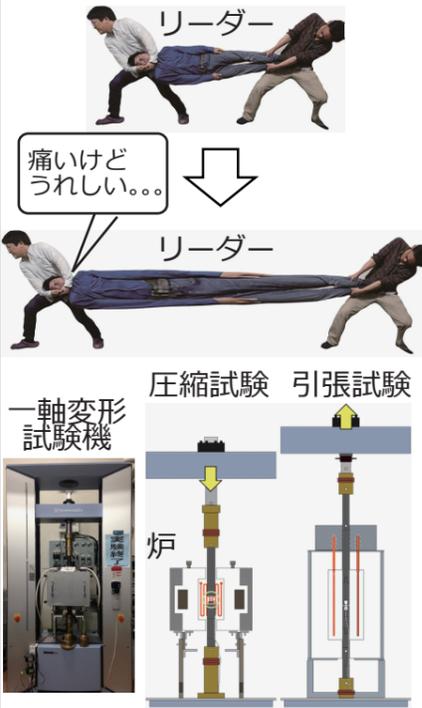
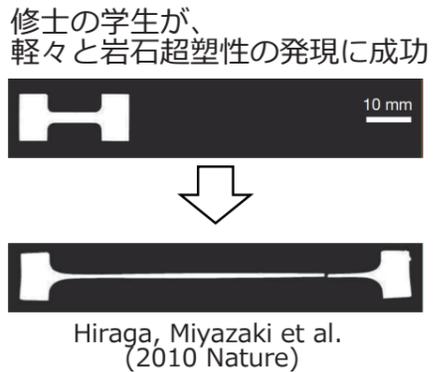


世界唯一無二の石を作り、地球内部のダイナミックな現象を実験室で再現する 平賀研究室

リーダー：superplastic man



我々は、石を実験室で作ります。「地表」にある石とは異なり、隙間を極限まで減らした「地球内部」にある石を用いて、これまで不可能とされてきた様々な地球内部現象を実験室で再現することが可能になってきました。例えば、超塑性という現象があります。左図のように、物質が数100%を超える均質伸び変形を起こすことを超塑性と呼びます。残念ながら、「人」は元の長さに戻ってしまいましたが、我々は下図のように細粒・緻密化した岩石を合成し、それを高温下で引っ張ったところ（右図）、世界で初めて岩石の超塑性を示すことに成功しました。



実験後の石を観察すると、様々な特徴的な微細構造が発現しました。それが、実際の天然の岩石で見られるものと一致し、地球内部で起きている現象を今度は天然の岩石の構造からひも解けるようになってきました。



石の匠：小泉さん

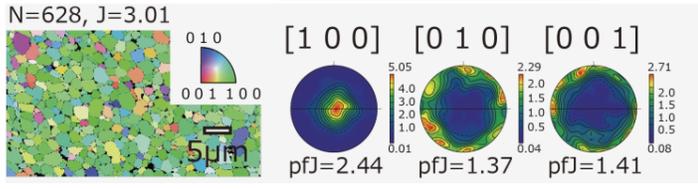
地球内部の現象を再現するための試料

Process: 粉末混合 → 仮焼き → 成形 → 焼結 → 細粒(≤1 μm)鉱物多結晶体

Minerals: 高純度細粒(≤50nm)酸化物原料 + エタノール(l) 混合 → スラリー → 原料粉末混合 → 細粒(~100 nm)鉱物粉末 → 圧粉体 → 細粒(≤1 μm)鉱物多結晶体

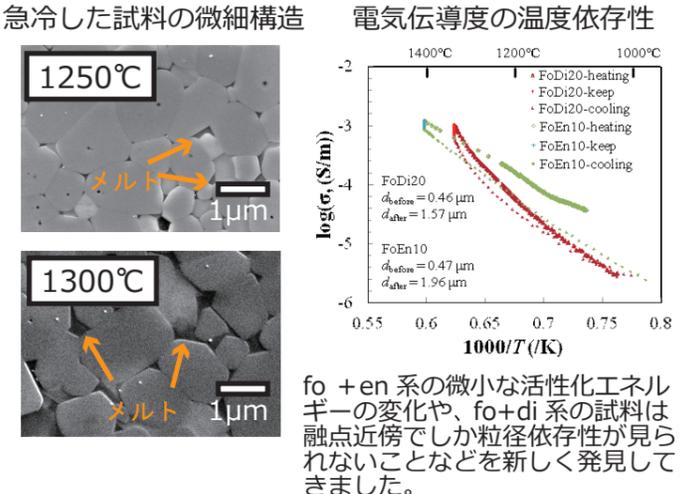
下部地殻鉱物多結晶体 天然粉末から合成
Anorthite (CaAl₂Si₂O₈)
San Carlos olivine
合成マントル岩石 - 無配向体と格子選択配向 (LPO) 体 -
Fe-free olivine

地球内部の現象を理解するためには、鉱物や岩石を用いた実験的研究が欠かせません。我々は、試料の粒径を小さくすることで、実験室実験では地球内部と比べて、非常に早いひずみ速度でしか行えないという欠点を補い、地球に適用できるデータの測定を可能にしています。我々の開発した試料は、細粒緻密であるだけでなく、(1) 試料のサイズや鉱物組み合わせなどを自由に選択出来、(2) 変形の集中や、実験の再現性の低下の原因となるクラックや空隙、不純物が無いという特徴も持っています。マントル鉱物多結晶体の合成から始め、現在では下部地殻鉱物多結晶体や、部分熔融岩のアナログ物質、微量元素、貴金属入り試料、格子選択配向 (LPO) を有する試料、天然岩石粉末を用いた半合成試料など様々な種類の試料合成が可能になり、研究対象領域が拡大中です。



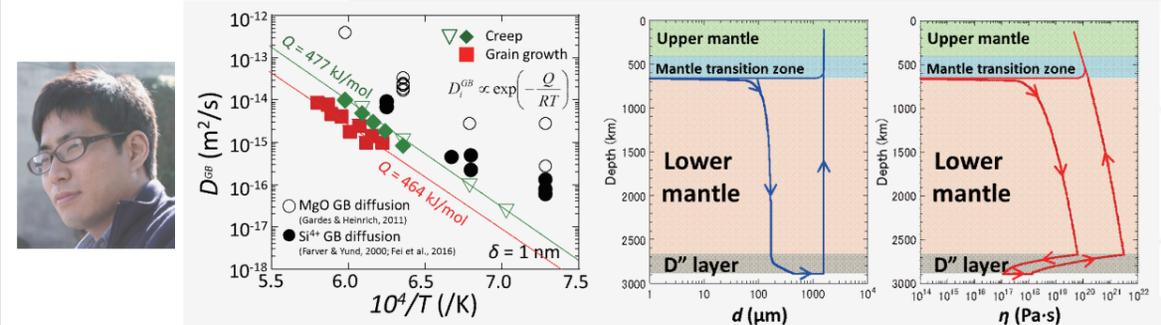
マントル岩石中の粒界を電気で見ると：末善

細粒フォーステライト (fo) 多結晶体の電気伝導度には粒径依存性があり、その原因は、主要な伝導メカニズムが荷電粒子の粒界拡散であるためと考えられています。このことは、fo 多結晶体の粒界の温度変化に伴う物理的・化学的変化を検出するためには電気伝導度測定が有効である可能性を示しています。本研究では温度依存性と粒径依存性を詳細に調べるため、ゆるやかに温度を上下させながら、1°Cごとという過剰ともいえる間隔でインピーダンスデータを測定しています。



fo + en 系の微小な活性化エネルギーの変化や、fo+di 系の試料は融点近傍でしか粒径依存性が見られないことなどを新しく発見してきました。

大気圧下の実験で下部マントルの流動を探る！？：岡本



下部マントル物質は、対流中にその粒径が3桁以上変化し、粒径依存型の拡散クリープ条件下で流動する。マントルの粘性率を求めるには、粒径変化が粘性率に与える影響を考えなくてはなりません。私の行った大気圧下での (!) アナログ物質のクリープ・粒成長実験から、下部マントル物質のクリープと粒成長は、同一の拡散メカニズムに支配されていることが分かりました (図1)。このことを用いると、先行研究で得られた下部マントル物質中の元素の拡散係数から、対流中の下部マントルの粒径と粘性率を推定することができるようになります (図2)。

マントルと地殻の固さは自分が決める：谷部

大陸の地下構造
深さ[km]: 0, 10-20, 30-70, 0
岩相: 上部地殻 (花崗岩), 下部地殻 (斑レイ岩), 上部マントル (かんらん岩)
主要鉱物: 石英, 斜長石, オリビン
変形メカニズム: 脆性破壊, 塑性変形, 塑性変形
アノーサイト: 斜長石のCa端成分
流動則: $\dot{\epsilon} = A \frac{\tau^n}{d^p} \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$
ε: 歪速度, τ: 差応力, d: 粒径, T: 温度, Q: 活性化エネルギー, R: 気体定数, A: 比例定数, n: 応力指数, p: 粒径指数
実験で決定: A, Q, n, p
測で決定: ε, d, T
地球内部の差応力(強度)τ
粘性率 η = τ / ε } を推定

Ferrand (PD 新人) 安藤 (M1 新人)

Image from "Earth Story" by S. Lamb and D. Sington
コンニチワ。ワタシハ、ハリウッド (フランス) カラキマシタ、フェランドデス。ムカシ、カイゾクセンニノッテイマシタガ、イマハ、マジメニ、コウブツノ、ソウテンイニトモナウ、ガンセキノレオロジーノケンキュウヲシテイマス。(本人談・意識)
コンニチワ。ウチハ、オオサカノシタマチカラキマシタ、アンドヤデ。ムカシハ、チキュウノコアノケンキュウヲシテイマシタ。イマハ、マントルノナカデ、コウブツガナラブケンキュウヲシテイマス。ガンバリマッセ。(本人談・大阪弁変換機使用)