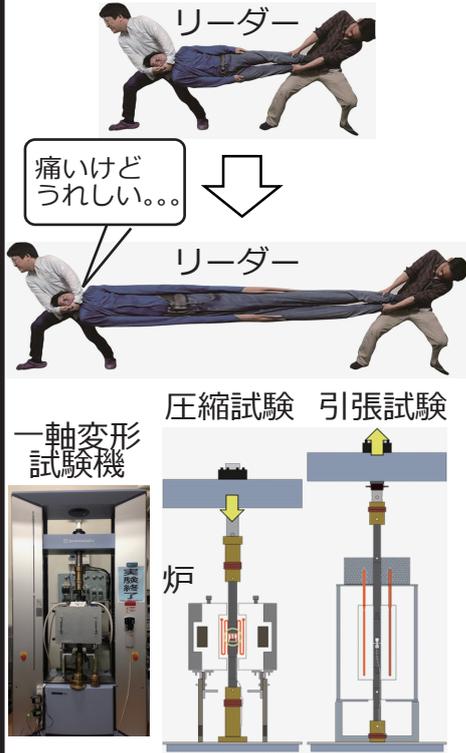


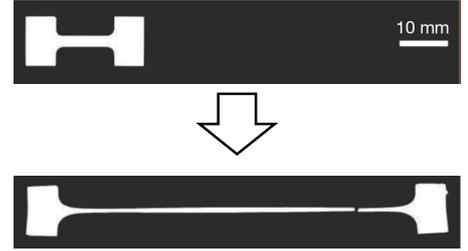
世界唯一無二の石を作り、地球内部のダイナミックな現象を 実験室で再現する 平賀研究室

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。

修士の学生が、軽々と岩石超塑性の発現に成功



Hiraga, Miyazaki et al. (2010 Nature)

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。

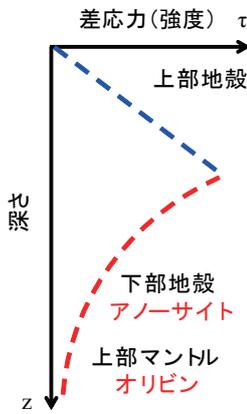


マントルと地殻の固さは自分が決める：谷部

大陸の地下構造

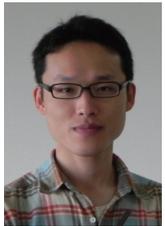
深さ[km]	岩相	主要鉱物	変形メカニズム
0	上部地殻	花崗岩	脆性破壊
10-20	下部地殻	斑レイ岩	塑性変形
30-70	上部マントル	かんらん岩	塑性変形

アノーサイト: 斜長石のCa端成分



板チョコを両手で折り曲げることを考えましょう。冷たければパッキリ割れると思います。逆に温めてあれば割れずにぐにゃと曲がると思います。地球も同じです。冷たい（浅い）部分では石はパッキリ割れて地震が起き（脆性破壊）、深い（温かい）部分ではぐにゃと変形します（塑性変形）。

私は下部地殻及び上部マントルの鉱物を用いて変形実験を行い、塑性変形を記述する流動則を実験的に決定し、実際の地球内部の流動特性を調べています。



$$\dot{\epsilon} = A \frac{\tau^n}{d^p} \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

$\dot{\epsilon}$: 歪速度 T : 温度 A : 比例定数
 τ : 差応力 Q : 活性化エネルギー n : 応力指数
 d : 粒径 R : 気体定数 p : 粒径指数

実験で決定: A, Q, n, p } 地球内部の差応力(強度) τ を推定
 観測で決定: $\dot{\epsilon}, d, T$ } 粘性率 $\eta = \tau / \dot{\epsilon}$

下部地殻物質のレオロジー Implications for the lower crustal rheology: Ghosh(PD)

I pursued my PhD from the Department of Geology, University of Calcutta, India. By training, I am a structural geologist and a modeller. Mostly I prefer to work on experimental modelling of different geodynamic and geological processes and rock deformation. In my research, I try to integrate detailed geological observations with the experimental models to acquire comprehensive insight into the mechanism of mountain building processes.



The strength of the lower crust is largely controlled by pyroxene (mainly diopside) and feldspar, which are the major rock-forming minerals at such depth. However, the flow laws and rheological behavior (i.e. grain-size dependent and grain-size independent creep) of diopside are still not well established. To meet this gap in our knowledge, we are synthesizing fine-grained diopside aggregate in laboratory condition, which is suitable for high-temperature creep experiments.

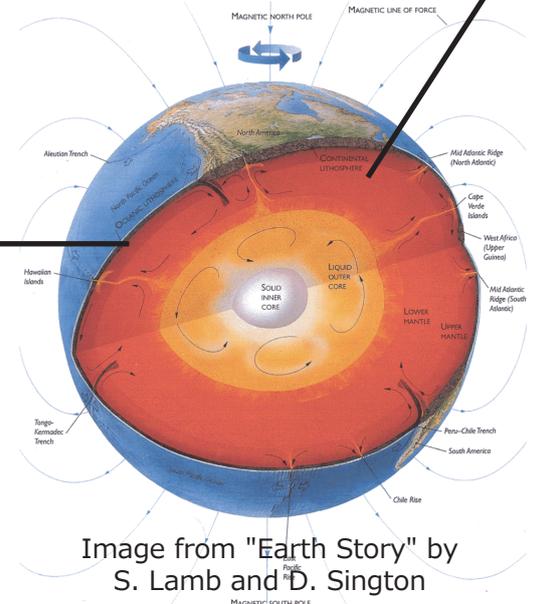
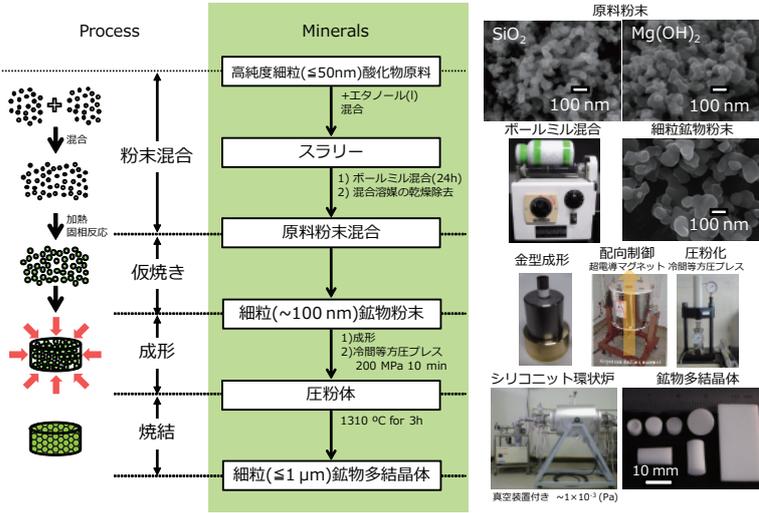


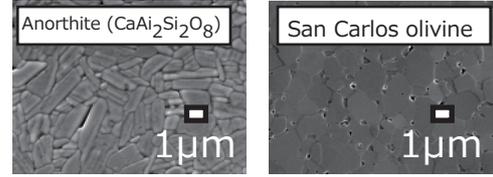
Image from "Earth Story" by S. Lamb and D. Sington

石の匠：小泉さん

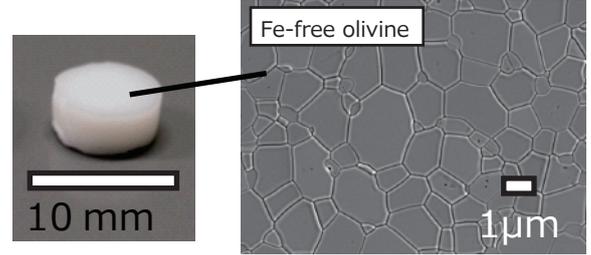
地球内部の現象を再現するための試料



下部地殻鉱物多結晶体 天然粉末から合成



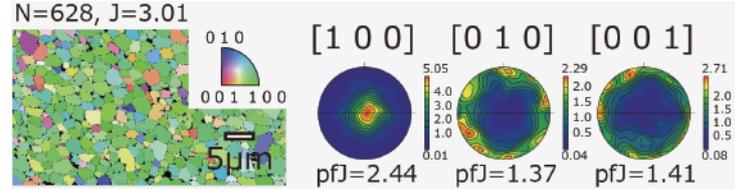
合成マントル岩石 - 無配向体と格子選択配向 (LPO) 体 -



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、実験室実験室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、地球に應用できるデータの測定を可能にしています。

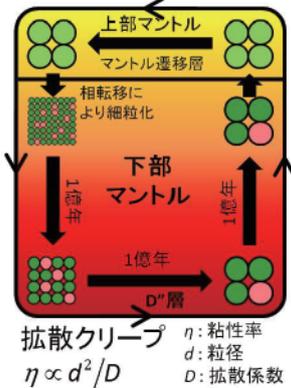
我々の開発した試料は、細粒緻密であるだけでなく、

(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、部分溶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。



下部マントルの粘性率は粒成長でどれだけ変わるのか？：岡本

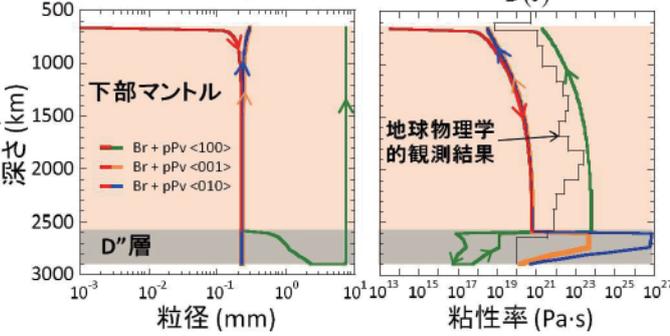
マントル対流中の粒径変化



A, B: 物質に依存する定数
t: 時間

アナログ実験結果: $D_{\text{グループ}} = D_{\text{粒成長}}$

粒成長則 $d = A \left(\int D(t) dt \right)^{1/3}$ 粘性則 $\eta = \frac{B}{D(t)} \left(\int D(t) dt \right)^{2/3}$

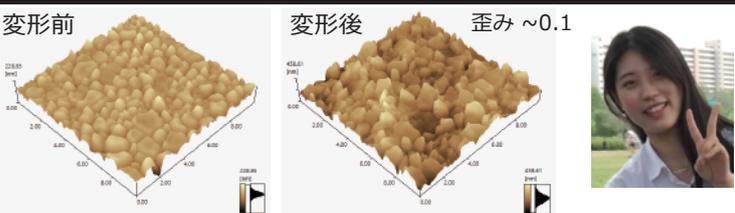


下部マントルではブリッジマナイト(Br)の構成元素の拡散係数、D''層ではポストペロブスカイト(pPv)の拡散係数を使用。pPvの拡散係数は異方的であるため3つの場合について計算している。

私は下部マントルレオロジーについての研究をしています。マントルが粒径依存型の拡散クリープによって変形している時、対流中の下部マントルの粘性率は、相転移による細粒化と粒成長に支配されます。従って、下部マントルの粘性率推定には粒成長を考慮しなければなりません。私のクリープと粒成長の実験から、二相系岩石のクリープと粒成長を律速する拡散係数は等しいことが分かりました。これによって多結晶体の粒径と粘性率変化が1種類の拡散係数だけで簡単に記述できるようになり、1サイクルのマントル対流中の、各深さ、各時点での粒径と粘性率が計算できるようになりました。



拡散クリープ下での、格子選択配向 (LPO) の形成における粒子回転の影響：Kim



マントルを構成するカンラン石 (+ 輝石) の拡散クリープは、粒界すべりおよび粒子回転によって起こります。特に、粒子回転は、カンラン石の特定粒界の滑りを促進し、カンラン石の格子選択配向 (LPO) を形成すると思われています。カンラン石の格子選択配向 (LPO) は、上部マントルで発生する地震波異方性の原因として挙げられます。

私は実験室で作った人工マントル岩を用いて変形された岩石の粒子回転と粒子回転に伴う格子選択配向 (LPO) の進化を調べる研究をしています。

マントル中の異方性 ~カンラン石の結晶軸選択配向から探る~: 安藤 (M2)

地球内部のマントル流動により、上部マントルの主要構成鉱物であるカンラン石は結晶軸選択配向 (CPO) を発達させる。CPO の存在は、バルク (岩石) 物性の異方性を生み、例えば、弾性異方性は地震波速度の異方性として観測されます。

現在、拡散クリープ条件下での CPO はあまり良く分かっていません。

私は、pure shear の実験を行う為の変形用のダイスの設計から行い、1回の実験で岩石中の鉱物のすべり面とすべり方向を一気に決定する手法を開発し、現在様々な変形条件下で実験を行っています。

