

受入年度 平成22年

課題名 共振法によるクロムスピネルの弾性率測定

共同研究員氏名 渡辺 了, 原田裕也

所属・職名 富山大学大学院理工学研究部准教授, 同理学部地球科学科4年

受入教員 米田 明

### 1) サンプルの選別

SEM-EBSD 解析によるサンプルの単結晶性の評価。計 15 ヶ所で解析したところ各ポイントでの菊池図形及びオイラー角はほぼ一致。グレインのサイズも  $2.042 \times 1.674 \times 1.008$  [mm] で十分な大きさであるため、このサンプルを測定に採用。

<測定サンプル詳細>

結晶系：等軸晶系

化学式：(Mg<sub>0.7742</sub>Fe<sup>2+</sup><sub>0.2258</sub>)(Al<sub>0.9003</sub>Cr<sub>0.0832</sub>Fe<sup>3+</sup><sub>0.0165</sub>)<sub>204</sub>

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 59.16 [wt%]

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 8.15 [wt%]

FeO : 11.99 [wt%]

MgO : 20.11 [wt%]

独立な弾性率：C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub>, C<sub>44</sub>

採取地：極東ロシア Sveyagin (京都大学 山本順司助教提供)

### 2) サンプルの整形

サンプルの整形 (直方体)。X 線プリセッション法により結晶軸を特定した後、各面が結晶面に平行または垂直になるようにサンプルを研磨。サンドペーパー #1200, 2000, 4000, 8000、ダイヤモンドペースト 1 $\mu$ m 使用。整形後のサンプルサイズは  $0.407 \times 0.412 \times 0.497$  [mm]。密度は精密電子天秤により測定した質量 (0.00036 [g]) より  $4.3 \times 10^3$  [kg/m<sup>3</sup>]。サンプル表面にクラックや細かな傷や欠陥は確認されない。

### 3) 共振法による測定

装置は2つのトランスデューサー、シグナルジェネレーター、アンプ、ロックインアンプ、PC から成る。サンプルのコーナーをトランスデューサーに挟み、共振周波数を測定。トランスデューサーによってサンプルにかかる荷重は 1.00 [gw] で統一し、3-11MHz の周波数帯域において 3 回測定を実行。

#### 4) 解析及び弾性定数の計算

MATLAB で得られた共振ピークの周波数とその本数を解析する。今回の実験では、各測定で 21 本程度のピークが得られた。得られた共振周波数の一部のモード同定を行い、インバージョンによって弾性定数を算出した。弾性定数の初期値、サンプルの密度と寸法から計算を行うと最小二乗法により弾性定数が新たに算出される。この弾性定数を初期値として再び計算を行うことを繰り返すことによって弾性定数がある値に収束する。そのときの値がそのサンプルにおける弾性定数となる。

今回の実験で得られた弾性定数は  $C_{11} = 2.6 \times 10^{11}$  [Pa]、 $C_{12} = 1.4 \times 10^{11}$  [Pa]、 $C_{44} = 1.2 \times 10^{11}$  [Pa] である。ただしインバージョンを繰り返す中で  $C_{44}$  のみが収束し、 $C_{11}$ 、 $C_{12}$  は計算を繰り返しても値は上昇する一方で収束しなかった。計算途中で同定した周波数がほぼ一致したので、収束はしていなかったがその時点で計算を打ち切り、その他の周波数が一致するかどうかを確認した。その結果、各周波数が最大で約 2.5% の差で一致した。よって現段階ではこの弾性定数を実験結果として採用することとした。

今回の実験においては、観測された共振周波数の信憑性、インバージョンにおけるモード同定の正確さ、有効数字 2 桁と小さい密度など問題点も多いため予備実験的な意味合いが強い。正確な弾性定数が得られたとは言い難いため、今後精度向上のために実験を繰り返す必要がある。