

高圧下で塑性変形した CaIrO₃ に見られる選択配向Preferred orientation in CaIrO₃ formed by the plastic deformation under pressure

丹羽 健 [1]; # 八木 健彦 [2]; 大串 研也 [3]; Merkel Sebastien[4]
Ken Niwa[1]; # Takehiko Yagi[2]; Kenya Ohgushi[3]; Sebastien Merkel[4]

[1] 東大物性研; [2] 東大・物性研; [3] 東大・物性研; [4] 東大・物性研
[1] ISSP; [2] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo; [3] ISSP, Univ. of Tokyo; [4] ISSP

<http://yagi.issp.u-tokyo.ac.jp/>

はじめに

MgSiO₃ におけるポストペロフスカイト相の発見以来、この相が地球内部に存在すると考えて D "層に見られる特異的な性質を説明しようとする試みが多くなされている。理論計算により、この構造は大きな弾性的異方性を持つことが示唆されている。もしこの相が地球深部で選択配向をするならば、その領域全体としても異方性を持つと期待され、今まで理解が困難だった D "層に関する地震波の測定結果を説明できる可能性がある。しかし現在までのところ、この構造をもった結晶が地球深部のような環境で実際に選択配向を起こすか否かは全く分かっていない。そこで本研究では、MgSiO₃ ポストペロフスカイト相と同じ結晶構造を持つ CaIrO₃ をモデル物質として用い、その塑性変形に伴う選択配向の形成の様子を調べた。

実験

ポストペロフスカイト構造を持つ CaIrO₃ は、CaO と IrO₂ の混合物をキュービックアンビル型超高压装置により 4GPa、1473K で反応させ合成した。常圧下に回収した試料は、粉末 X 線パターンから、 $a=0.3147(1)\text{nm}$, $b=0.9863(2)\text{nm}$, $c=0.7299(1)\text{nm}$ の斜方晶系を持つポストペロフスカイト構造のほぼ単相であることが確認された。この粉末試料をアモルファスポロンとカプトンの複合体からなる X 線に透明なガスケットの試料室に入れ、ダイヤモンドアンビルで加圧しながら 30 μm に絞った細い X 線ビームを加圧軸と垂直な方向から照射し、回折された X 線をイメージングプレートに記録した。得られたデバイリングを 10 °ずつに分割して、指数ごとの強度を加圧軸方向との角度の関数として整理し、選択配向の様子を明らかにした。X 線実験は筑波のフォトンファクトリー BL13A で行い、約 6GPa まで室温で加圧しながら観測した。

結果と議論

合成された粉末試料は針状の結晶であったが、ダイヤモンドアンビルの試料室に入れた時点ではランダムな方位を持っていた。加圧と共に試料室は圧縮軸方向に縮み、それと垂直な半径方向には広がる変形を起こす。試料室の変形と共に、CaIrO₃ は粒径が小さくなって、次第に b 軸が加圧軸方向に揃うような強い選択配向が形成された。この結果は、ポストペロフスカイト構造が b 軸方向に積み重なった層構造からなっており、ac 面が変形のすべり面になるとする考え方と調和的である。今回の結果はモデル物質に基づくものであるが、このような結晶の変形機構は、化学組成にはあまりよらずほとんど結晶構造によって決められるものであり、MgSiO₃ を主成分とするポストペロフスカイト相も同様な振る舞いをする事が期待される。従って、下部マントル最下部でスラブの沈み込みに関連した流動があれば、同様な強い選択配向が起きている可能性が高いと考えられる。