

# 超高压高温下におけるキセノンと金属およびケイ酸塩との反応 Reaction of Xenon with Metals and Silicates under High Pressure and Temperature

八木健彦\*, 浜根大輔, 岡田卓

Takehiko YAGI, Daisuke HAMANE, Taku OKADA

東大物性研究所、〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

Institute for Solid State Physics, University of Tokyo

## 1 はじめに

地球大気中のキセノンガス存在度は、太陽系の存在度から期待される量に比して 1 桁近く少ないことから、地球内部に何らかの化合物の形で存在する可能性があると考えられている。本研究では、ダイヤモンドアンビル装置を用いて、地球の核やマントルを構成する金属やケイ酸塩鉱物とキセノンガスを超高压下まで加圧し、レーザーで試料を高温まで加熱した後室温に下げ、圧力を保持したまま X 線回折実験を行うことにより、何らかの化合物が生成したか否か、あるいは金属や鉱物中にキセノンが取り込まれた兆候があるか否か、を検証した。

## 2 実験

金属試料としては地球核の主要成分と考えられている鉄およびニッケル、それにケイ酸塩鉱物としてはマントルの主要成分であるオリビンを用いて実験を行った。ダイヤモンドアンビルの試料室内にまず、NaCl の薄板を断熱材兼ダイヤと試料の反応を防ぐために敷き、その上に試料を載せて、1 気圧低温下で液化したキセノンを満たした。所定の圧力まで室温で加圧し X 線回折実験を行った後、ファイバーレーザーで 1600K から 2600K 程度まで加熱し、室温に戻して再び X 線回折実験を行い、加熱前後における変化の様子を観察した。

## 3 結果および考察

キセノンは約 120GPa で金属化し高压下の鉄と同じ hcp metal となることから、コアの主成分である鉄と反応する可能性は高いと考えられ、コアの圧力に対応する約 155GPa までの実験を行った。しかしこの圧力で 2600K まで加熱しても、化合物の生成を示唆する新しい回折ピークは全く観測されず、かつ鉄の体積も全く変化しなかった。このことからコア条件下でも、鉄とキセノンは全く反応しないことが明らかにされた。常圧下において、同形の金属が合金を作るには両者の原子半径が 15%以上違わない必要があることがヒューム・ロザリー則として知られているが、155GPa という超高压下でもそれが当てはまることが明らかにされた。この結果はすでに論文として公表された[1]。鉄と共に地球の核に存在すると考えられるニッケルについても実験を行ったが、鉄と同様に、反応を示す結果は一切得られなかった。

図 1 はマントルの最も主要な構成鉱物であるオリビンを出発試料にして、19GPa 及び 28GPa で加熱後得られた X 線回折パターンである。オリビンはこれらの条件下で各々、Wadsleyite および perovskite + periclase に転移・分解するが、図から明らかのようにいずれもキセノンとの反応を示唆する新たな回折線は見られず、それぞれの体積も純粋な相のそれと有意な違いは見られなかった。

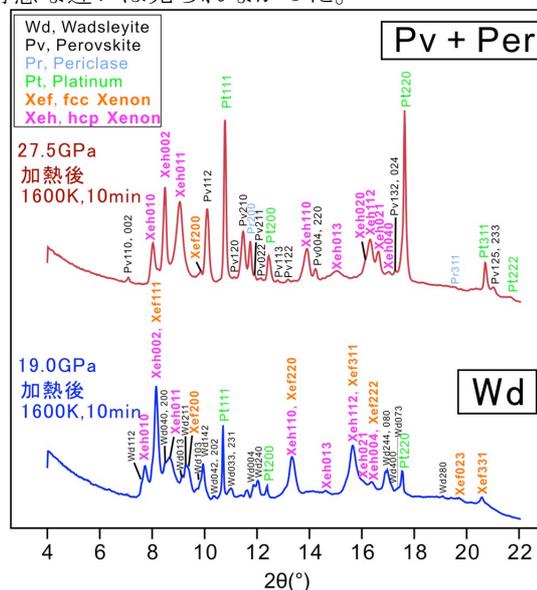


図 1. Xe とケイ酸塩を高压下で加熱した後の X 線回折パターン

## 4 まとめ

これらの実験結果から、キセノンは地球の核やマントルを構成する物質と反応するとは考えにくく、大気中のキセノン欠損を説明するには、何らか別のメカニズムが必要とされることが明らかになった。

## 謝辞

NE1A での実験にあたっては、PF の亀卦川卓美氏に大変お世話になった。記して感謝する。

## 参考文献

- [1] D. Nishio-Hamane *et al.*, *Geophys. Res. Lett.*, **37**, L04302 (2010).

\* yagitakehiko@76.alumni.u-tokyo.ac.jp