

## 【特別推進研究】

### 理工系（数物系科学）



#### 研究課題名 地球中心核の物質と進化の解明

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

ひろせ けい  
廣瀬 敬

研究分野：数物系科学

キーワード：内部変動・物性、元素分別濃集過程、鉱物物理

#### 【研究の背景・目的】

本研究は、地球の中心部を構成する金属コアに関する高圧実験に主眼を置き、その構造、起源や進化を解明しようとしている。地球コア物質の理解は、マントル物質のそれに比べ、大きく遅れている。その理由として、コアの超高圧・超高温状態を実験室で実現することがこれまで不可能だったこと、コアの大部分が液体であり実験が比較的困難であることが挙げられる。

そこで本研究では、研究代表者らがこれまで培ってきた、世界をリードする超高圧・超高温発生技術と高圧下の物性測定技術を用いて、液体／固体の鉄と鉄化合物に関する実験を行い、音速、密度、結晶構造、元素分配、融解温度、熱伝導率などを測定する。これらの測定結果を地震学的な観測結果と比較することにより、コアの化学組成を強く制約する。また、コアのダイナミクス、熱的・化学的進化、マントルとの相互作用などを明らかにする。

#### 【研究の方法】

本研究では、レーザー加熱式のダイヤモンドアンビルセル(DAC) (図1)を用いた高圧実験が主となる。同装置を用いた静的圧縮実験によって、現在すでに地球中心の圧力温度(365万気圧、~6000ケルビン)を上回る極限環境での物性測定が可能である。測定は主に大型放射光施設 SPring-8にて行う。ビームライン BL35XUではX線非弾性散乱法により、液体鉄合金の縦波速度を高圧高温下で決定する。また BL10XUではX線回折法やX線透過率法を用いて、結晶構造や密度を測定する。さらに、X線をナノビーム化することによって、状態図、融解温度、状態方程式などを高精度で決定する。状態図の作成には、電子顕微鏡による回収試料の化学組成分析も必要である。



図1 DAC 超高压発生装置

#### 【期待される成果と意義】

地球コアの状態や進化を明らかにするには、コア物質の音速、結晶構造、状態図、熱伝導率、マントル物質との元素分配などの物性を知る必要がある。

しかしこれらの多くは、コアの圧力よりもずっと低い圧力下で行われた実験結果から推定されてきたに過ぎない。本研究でコア物質の有力候補とされる鉄合金の物性測定を超高圧下で行うことにより、コアに関する理解が大きく進むと期待される。また、特に外核(液体コア)については、その化学組成をはじめとして不明な点が多い(図2)。本研究では高圧下における液体鉄合金の物性測定にチャレンジし、コアに含まれる軽元素の特定を目指す。これは60年間も議論が続いているテーマであり、深部地球科学の最も重要な課題のひとつである。コアの化学組成は地球の成り立ちやコアの形成プロセスを強く反映しているため、それが解明されれば、惑星形成論にも大きな影響を及ぼさるだろう。

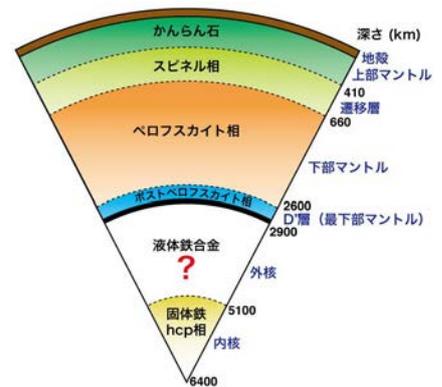


図2 地球内部の層構造と主要鉱物の変化

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Tateno, S., Hirose, K., Ohishi, Y., Tatsumi, Y., The structure of iron in Earth's inner core, Science, 330, 359-361 (2010).
- Ozawa, H., Takahashi, F., Hirose, K., Ohishi, Y., Hirao, N., Phase transition in FeO and stratification in Earth's outer core, Science, 334, 792-794 (2011).

#### 【研究期間と研究経費】

平成24年度-28年度  
375,000千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.geo.titech.ac.jp/lab/hirose/home.html>