

超高压高温実験から 地球や惑星の内部構造と進化を解明する

<スタッフ> 近藤 忠 教授、谷口 年史 准教授、寺崎 英紀 准教授、境家 達弘 助教

地球や惑星の内部は超高压高温の世界であり、地表で見られた物質もその性質を大きく変化させます。我々は、主に地球物理学・固体物理学を基盤として、地球惑星深部の構造と進化過程(図1)を明らかにすることを目的とした、極限環境下の実験的研究を行っています。実験手段としては、ダイヤモンドアンビルセル、マルチアンビルセルと呼ばれる長時間高温高压条件を保持できる装置を用いて、軌道放射光からの強いX線を組み合わせた“高压下その場観察実験”や、国内では阪大でしか実現できない大型レーザーを用いた衝撃圧縮法による瞬間的な高温高压発生手段などを使い分けています(図2)。実験対象は、地球表層の岩石・鉱物から地球深部に相当する条件下での物質合成、各物質の結晶構造や物性測定、高压合成試料の分析、実験結果の地球惑星への構造と進化への応用の他、超高压、極低温から超高温に至る場の制御方法、新しい実験装置の開発などを行っています。これらの研究は我々の地球の内部だけでなく、ガス天体や氷天体、および近年発見が相次いでいる太陽系外に存在する大型の地球型惑星(スーパーアース)の構造・物性・進化の解明も重要な研究対象となっています。

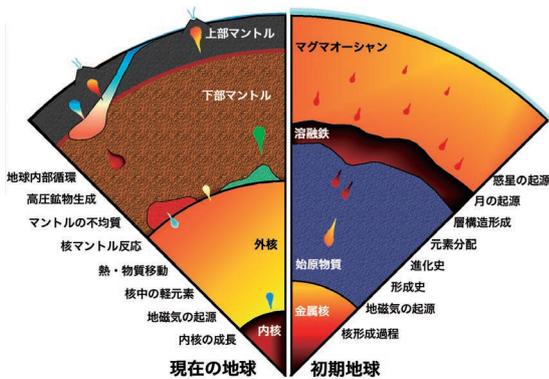


図1. 地球内部の興味ある研究対象



図2. 様々な高温高压実験

高エネルギー密度

TOPIC
最新研究トピック

地球中心部の物理的環境は360万気圧・6000Kに達し、直接的には地震波を用いた研究で音速が得られている程度の情報しかありません。しかし対比できる実験データが存在しないため、我々は純鉄に対して大型レーザーを用いた衝撃圧縮法にX線シャドウグラフ法を組み合わせた音速測定実験を開発しました(図3)。そして、地球核の中でも外核と呼ばれる溶融鉄で構成される領域の音速と密度の線形関係が維持されることを、スーパーアースの内部に至る条件で明らかにしました。この結果、地球の何倍かのサイズの惑星でも、内部物質の地震波速度や材料強度に

関して推察できることを示しました。実際の地球にはニッケルや軽元素などの鉄以外の成分が含まれていることが予想されていて、その構成成分は地球深部の大きな謎のひとつで有り、現在進められている様々な鉄合金の音速測定によって、地球の最も深い部分の化学組成がようやく明らかになりつつあります。

また、このような大きな衝撃を受けた試料は、実験時に木っ端みじんに吹き飛んでしまいます。我々は衝突・合体・クレーター形成などの惑星形成の素過程を解明すべく、これらの高い衝撃を受けた試料をほぼ完全な形で、実験後も回収して観察・分析ができる実験技術も開発しています(図4)。

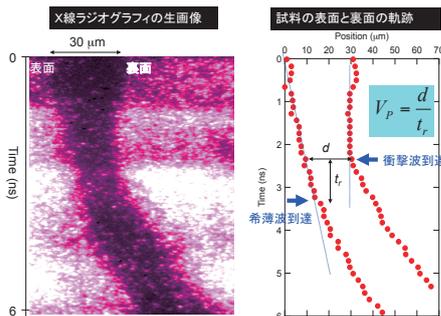


図3. レーザー衝撃圧縮された金属箔のX線ラジオグラフィ像

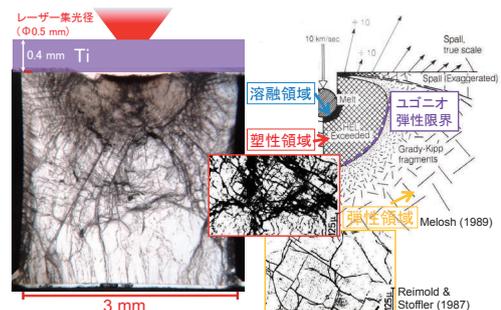


図4. 10km/s相当で衝撃圧縮を受けたかんらん石の完全回収試料(薄片)