

# 量子ビーム地球科学分野

*Quantum-beam Earth Science and Technology (QuEST)*

主な研究対象：

地球やその他の天体の内部構造の理解

各天体の形成・進化過程の解明 など

主な研究手法：

高温高圧実験＋放射光などの量子ビーム

# 超高圧高温実験から

## 地球・惑星の内部構造や化学進化を解明

我々の住んでいる地球の内部は**高温**かつ**高圧**の極限環境の世界です。このような極限条件では、例えば黒鉛がダイヤモンドに変わるように、地表の物質よりも密度が高くなるだけでなく、原子配列や電子状態の変化に起因した物理的・化学的な性質の変移が起こります。

私たちの研究室では、高温高圧発生装置を駆使することで地球や他の惑星の内部の温度・圧力条件を実験的に再現することにより、**直接観察することのできない天体内部が、どの様な物質で構成されていて、どんな性質を持ち、どの様に形成され、進化してきたか**を調べています。

# 地球内部は超高圧の極限の世界

地殻

マントル

岩石（鉱物の集合体）

外核：液体金属

内核：固体金属

深さ [km]

30~

2900

5100

6400

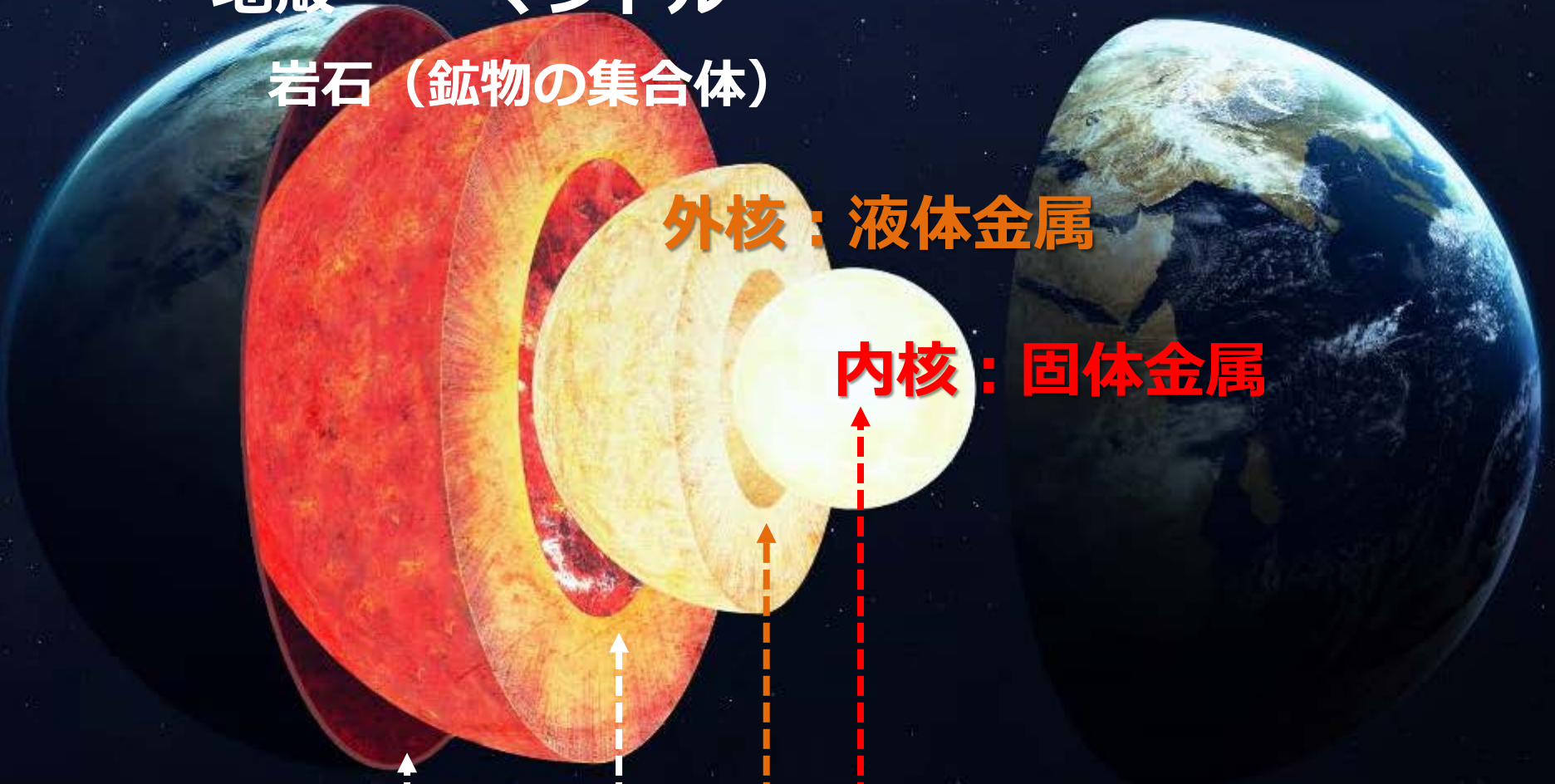
圧力 [万気圧]

1~

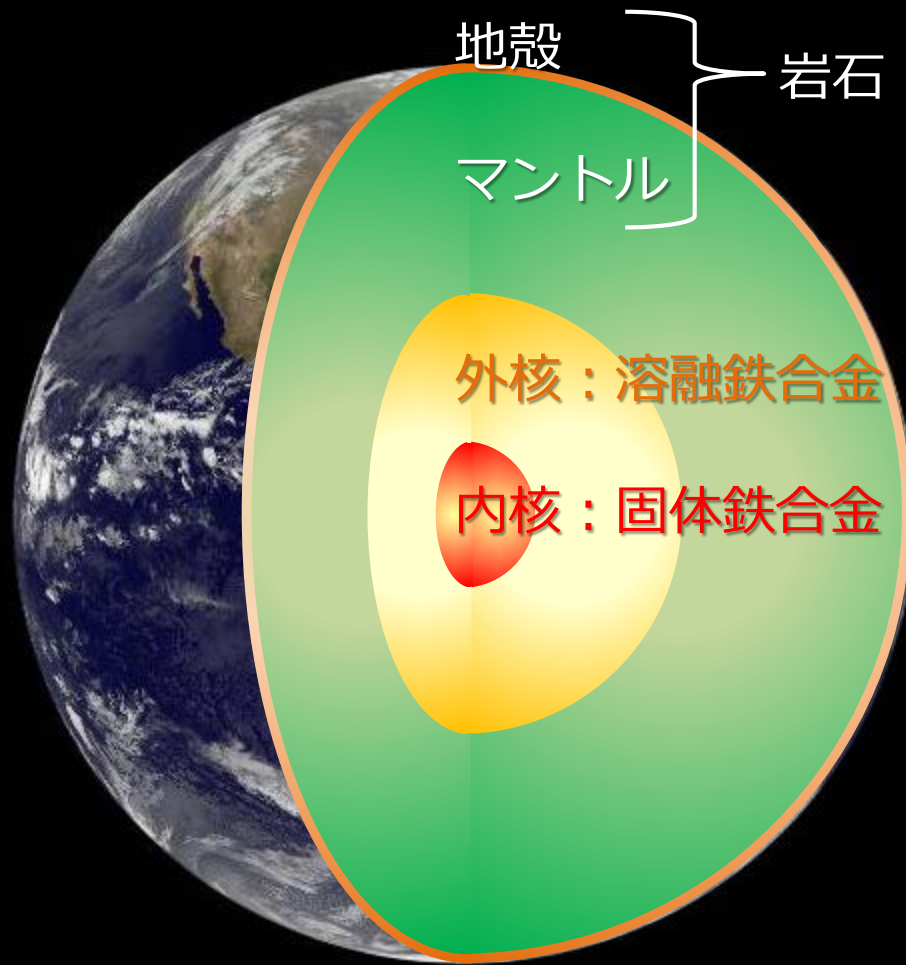
135

330

365



# 地球内部は一様ではなく、層構造

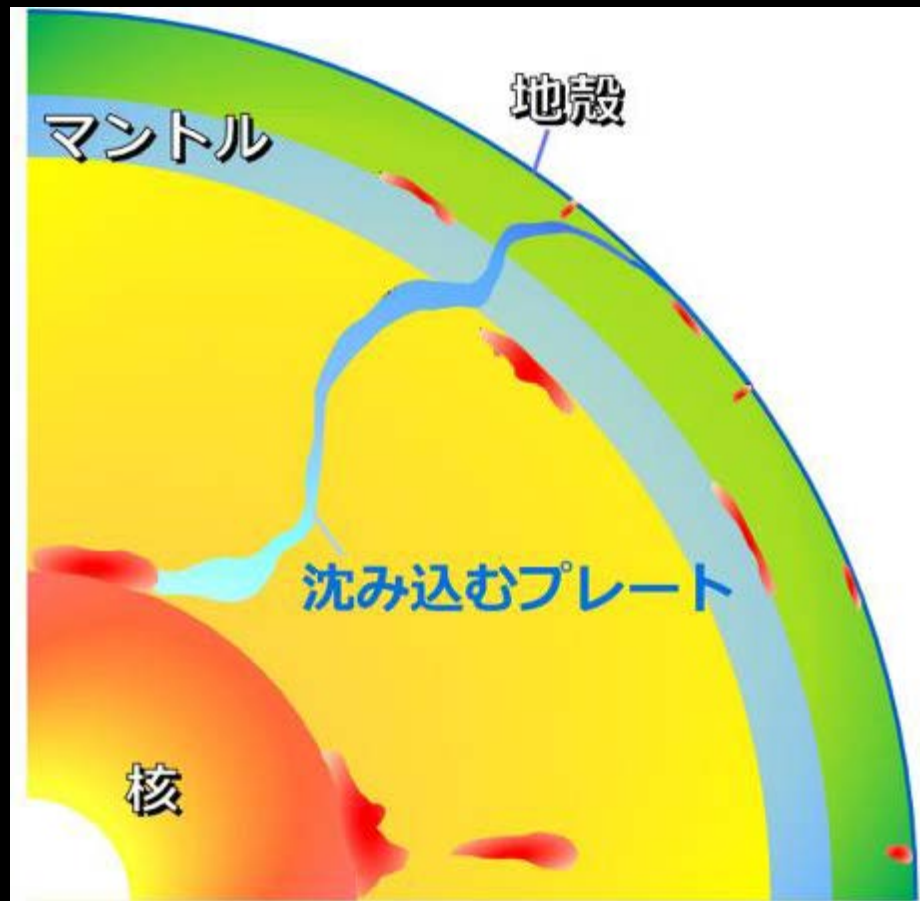


現在の地球の内部構造は層構造をしていることが地震波の観測から分かっています(左図)。中心部は**核(コア)**と呼ばれ、鉄を主成分とする**金属**からできています。その核の周囲は**岩石**から成る**マントル**があり、表面は薄い**地殻**で覆われています。

それぞれの層の構成要素が大きく異なるため、それぞれの層境界において物理的・化学的性質が不連続になっています。



# 地球内部の構造とダイナミクス



垂直方向の不連続だけではなく、水平方向の不均質も観測されています(左図)。このような地球内部の不連続・不均質には、地球の中に存在している物質の性質や種類、組み合わせの変化が反映されています。

沈み込むプレートやマントル最下部からの上昇流などの地球内部の大規模循環が地球内部の不均質構造に深く関与していると考えられています。

# 実験室で地球内部を再現

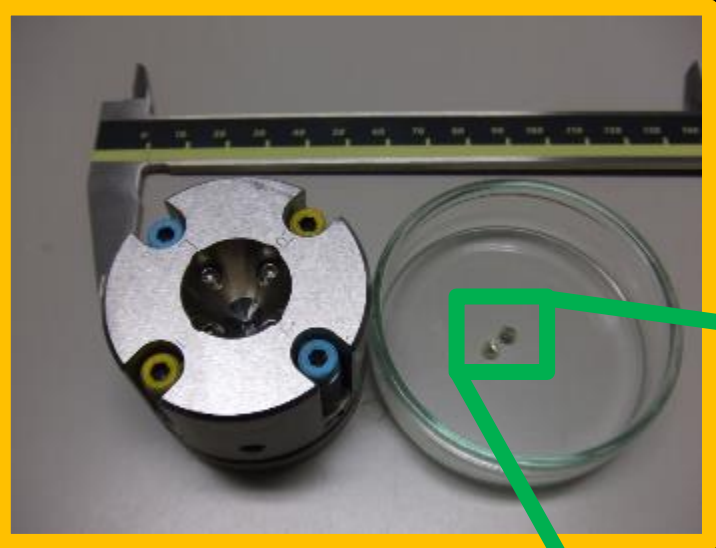


時間的(形成初期から現在まで)、空間的(地表から中心まで)に幅広く地球の全体像を明らかにするため、私たちはマルチアンビル型高圧発生装置(左図)や、数百万気圧もの高い圧力発生が可能なダイヤモンドアンビル高圧発生装置(次スライド)を用いて実験を行っています。

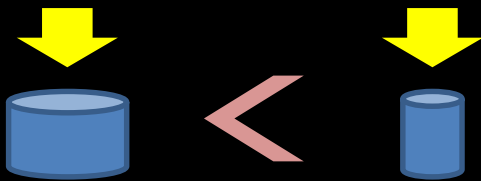
放射光X線や中性子ビームといった量子ビームを利用できる実験施設へ赴き、高温高圧状態の物質のその場観察実験に注力することで、地球内部に関わる様々な問題に取り組んでいます。

# 地球中心条件まで発生可能

ダイヤモンドアンビル高圧発生装置  
試料サイズは限られるが、  
地球の核の条件まで再現可能



圧力  
…単位面積の面にはたらく力



加える力が同じなら、  
面積が小さい方が高い圧力が発生



# QuESTの研究対象

地球

他の天体

初期の地球

化学進化

- ✓ マグマオーシャン
- ✓ コア形成・成長 など

現在の地球

マントル（鉱物・岩石）

- ✓ 高温高圧条件下での鉱物の挙動
- ✓ 溶融現象や地球内部のマグマ
- ✓ 地球内部での揮発性成分などの物質循環 など

コア（液体の外核/結晶の内核）

- ✓ 化学組成・物性・温度構造 など

月・地球型惑星や  
氷天体などの  
形成・進化や  
内部構造

技術開発

高温高圧発生

物性・構造測定