



平成 30 年 11 月 30 日

## 地球惑星物質の起源・進化・ダイナミクスを読み解く ～惑星物質研究所で取り組む実験室再現実験～

### ◆発表のポイント

- ・今は宇宙探査の時代ですが、我々が住む地球の深部にも分からないことが多く残っています。
- ・宇宙探査ミッションから持ち帰る貴重な試料の分析結果、アクセスできない地球深部や遠い宇宙の観測データを解読するには、実験室内での再現実験は欠かせません。
- ・本研究所では、さまざまな温度圧力条件下での再現実験により地球惑星物質の謎を解き明かす世界トップレベルの研究を進めています。

岡山大学惑星物質研究所（鳥取県東伯郡三朝町）は、地球を含む惑星の起源・進化・ダイナミクスを解明することをミッションとしています。

地球・惑星を理解するには、(1) その構成物質を直接採集し、さまざまな物理・化学手法で分析する、(2) アクセスできない地球深部や遠い地球外天体を物理的に観測する、という方法があります。一方で、これらの分析・観測結果から地球惑星の起源・進化・ダイナミクスの情報を読み解くには、どのような条件下で、物質がどのような性質を持ち、どのような振る舞いをするのかの基礎情報が必要です。特に惑星深部に対応する超高温・超高压の極限状態では、物質の振る舞いは我々の日常的な常識とは大きく異なるため、それらに対応する条件を実験室で再現し、物質の性質を調べることが必要不可欠となります。

本研究所は、物質の総合分析と実験室における再現実験という二つの研究アプローチで、世界最先端の研究を展開しております。今回は後者にスポットライトを当てて、本研究所での取り組みを紹介します。

### ■発表内容

#### <導入>

日本は地震と火山が多い国です。地震や火山は、自然災害をもたらす一方で、地球内部で活発に起きている物質の循環・移動の証しでもあります。また、今や、宇宙探査の時代となり、国際的に展開しているさまざまな火星、月、小惑星などへの探査・試料採取ミッションにより、一般の方々も地球外惑星を身近に感じるようになりました。その中で、我々が住む地球は、太陽系惑星の中で唯一海に覆われ、生命が誕生しました。なぜ地球に生命が誕生したのか？を筆頭に、実は地球自体に関しても、まだまだ不明なことがたくさん残っています。例えば、生命の源である水は、地球深部にどのぐらい、どのような状態で存在し、地表の海が存在とどんな関係にあるのかが最近盛んに問われる疑問です。地球・生命の成り立ちと進化を明らかにするには、地球深部の研究も必要です。同時に、地球以外の太陽系惑星・小惑星などの天体の研究を進めることで、地球への理解も深まります。



## PRESS RELEASE

### <背景>

地球は半径約 6400 km の惑星です。地球の内部は、珪酸塩の地殻とマントル、および鉄を主成分とする核で構成されています。地球の表面が十数枚のプレートに分かれた固い岩石層に覆われ、プレートはマントルの柔らかい岩石層によって水平運動をし、その結果、互いに離れていたり、他のプレートの下に潜り込んだりする現象（いわゆるプレートテクトニクス）は周知の事実ですが、実はプレートテクトニクスが確認された惑星は地球だけです。地球深部 200km より深いところにある試料は、ほとんど直接採集できません。一方で、間接的な地球物理観測、特に地震波観測の目覚ましい進歩によって、地球内部で海洋プレートが核とマントルの境界まで沈み込み、そしてマントルの深いところにある物質がまた地表に上昇するといった大規模な物質移動や、マントル底辺や核の複雑な構造の描像が見えつつあります。これらの現象は、地表での火山噴火や地震の発生、そして、なぜ地球に液体の水や生命が存在し得るのかとも関連するといわれています。

ただし、これらの謎の解明には、地球深部に対応する温度、圧力条件を実験室内で再現し、地球内部では物質が実際にどのような性質を持ち、振る舞いをするのかを、実験によって正確に決定する必要があります。本研究所では、このための最先端設備・技術の開発、および地球深部物質の構造・物性の研究が活発に繰り広げられています。また、地球や太陽系全体の起源・進化への理解を深めるために、同様の研究は、他の惑星・小惑星などへも拡張しつつあります。

### <研究内容、業績>

地球深部に関する研究において、特に目覚ましい進展を遂げているのは、マントルと核を対象とする研究です。マントルは上部マントル（深さ 660 km, 圧力 23 万気圧まで）と下部マントル（2900 km, 136 万気圧まで）、核は外核と内核と分かれています。核の中心圧力は、約 364 万気圧です。核中心の圧力を発生させるには、二つのダイヤモンドの先端を押し合うダイヤモンドアンビルセル（DAC）高圧装置を用いるのが一般的ですが、取り扱うことのできるサンプルはマイクロレベルであり、精密に物質の物性を決定するのが難しい面があります。本研究所では、大容量マルチアンビル高圧装置という DAC より約 1000 倍大きいサンプルを実験で取り扱える高圧装置を主力装置として使い、マントルと核に関するさまざまな構造や物性の精密決定に取り組んでいます。

大容量マルチアンビル高圧装置は元来、日本から世界中に広められ、高圧地球科学研究において大きな役割を果たしてきました。従来は約 30 万気圧・2500 K 程度の圧力・温度の発生、つまり下部マントルの上部までの条件しか再現できませんでした。しかし、本研究所研究者による技術開発の結果、世界最高の 120 万気圧の発生に成功し、近年複雑な構造や物質移動で注目されている下部マントルの底辺の研究を可能にしました。また、温度の発生もヒーター開発により、実際の下部マントル温度に相当する 4000 K 近くまでの発生に成功しました。

これらの高温高圧発生技術を生かして、マントルや核の物質に関するさまざまな物性（電気伝導度、元素の拡散速度、塑性流動特性など）を精密に測定してその結果を地球物理学的観測と比較し、地球内部の構造・ダイナミクスに多くの重要な制約を与えることに成功しました。また、物性の理解を深めるために、複雑なマントル物質（鉱物、メルト、流体など）の原子レベルの構造を中性子散乱、核磁気共鳴法、振動分光法などで解明してきました。例えば、生命に不可欠とされる水は、

**PRESS RELEASE**

海の数倍以上も地球内部に貯蔵され、地表との物質循環を通して、海の安定的存在に寄与していると言われていいます。水の深部マントルにおける存在度や存在状態、電気伝導度や拡散率などの物性への影響に関する研究において、本研究所から多くの貢献をしました。

さらに、地球外の惑星や小惑星の構成物質をターゲットとした実験的研究を、小惑星（ベスタ、セレス、ベンヌ）や火星への宇宙探査、リモートセンシングなどからの観測情報とも組み合わせて展開しつつあります。

**<展望>**

今後は、高温・高圧発生技術のさらなる発展、地球下部マントル・核構成物質の構造物性のさらなる精密な決定と地球深部ダイナミクスの解明、および他の惑星への研究の展開を推進します。また、今後ますます注目される小惑星（リュウグウ、ベンヌなど）や惑星（火星など）への国際的宇宙探査・サンプルリターンミッションと関連して、総合化学分析と実験室再現実験を融合した研究を行っていきます。

\*本研究紹介は、惑星物質研究所の伝統的な強みである実験と分析による地球惑星物質研究の二つの柱のうち、実験による研究にスポットライトを当てたもので、紹介した研究成果は当該分野の研究に従事する教員（薛献宇教授、神崎正美教授、米田明准教授、芳野極准教授、山崎大輔准教授、奥地拓生准教授、山下茂准教授、Matthew Izawa 助教）によるものです。

**<略歴>**

1965年生まれ。中国・北京大学卒業、カナダ・アルバータ大学修士課程修了、米国・スタンフォード大学博士課程修了。博士（地質学）。専門は鉱物学、分光学。岡山大学固体地球研究センター助教授から岡山大学地球物質科学研究センター教授を経て現職。

**<お問い合わせ>**

岡山大学惑星物質研究所

所長・教授 薛 献宇（シュエ シャンウ）

（電話番号）0858-43-3824

（FAX番号）0858-43-2184

