

# Academy

【教授対談シリーズ】  
こだわりアカデミー

● 生命起源のカギを地球の構造から探る



東京工業大学地球生命研究所所長・教授

## 廣瀬 敬氏

Kei Hirose

1968年福島県生まれ。90年東京大学理学部地学科卒、94年東京大学大学院博士課程修了後、東京工業大学理学部地球惑星科学科助手。96年米カーネギー地球物理学研究所客員研究員、99年東京工業大学院理工学研究科地球惑星科学専攻助教授、2006年同大学院同研究科教授に就任。12年より現職の文部科学省世界トップレベル国際研究拠点である東京工業大学地球生命研究所の所長に就任。高圧地球科学者。07年日本IBM科学賞、11年日本学士院賞を受賞。著書「できたての地球——生命誕生の条件」(岩波書店)。

対談記事はweb版「こだわりアカデミー」でもご覧になれます。バックナンバーも掲載中。ジャンル別検索も可能です。

こだわりアカデミー

<http://athome-academy.jp/>



地震波の観測結果から、この図のような地殻、マントル、コアといった大雑把な同心円状のたまねぎ型の構造がわかる

世界初！

地球内部の未知の鉱物を発見。

地球環境の歴史を解明することで、

生命誕生の謎に迫る

実際に見る事ができない  
知られざる地球内部を再現

——先生は、地球奥深くの未知の構造を世界で初めて解き明かしたと伺っています。地球内部の構造というと、図鑑などで見る地殻とかマントルなどが思い浮かびますが、地球の大きさを考えると、その深さは相当なものになりますね。実際に見たり掘ったりすることはとても難しそうですね。

廣瀬 おっしゃる通り、地球の中心までは約6400kmもあるので、内部を見たり、物質を採取したりすることなどはほとんどできません。まったく掘れないわけはありませんが、「ちきゅう」という日本の優秀な深海掘削船を使っても、深さ7kmの地殻を掘りぬいてマントルまで到達するというのが目標になっている程度です。

——7km？地球全体から考えると、ほとんど掘っていないに等しいんですね。



廣瀬 ええ。実際に探査船を飛ばせる宇宙に比べて、地面の下というのは案外分かっていないのです。現在、地球内部を観測する方法としては、地震の波(地震波)があるのですが、地殻、マントル、コアといった同心円状のたまねぎ型の構造や、固体か液体かなどの状態

までは分かるものの、それ以上の細かいことはなかなか分かりません。——他に方法はないということですか？

廣瀬 マグマを調べるといいう方法があります。マグマは最深で200kmぐらいの層から噴出することがわかっていますので、採取して調べれば、マグマがあつた深さの層のおおよその構成などは分かります。

——それでも200kmですか。なかなか深いところまでたどり着かないものですね。先生のご研究はいつたい、どのくらいの深さを探るものなのですか？

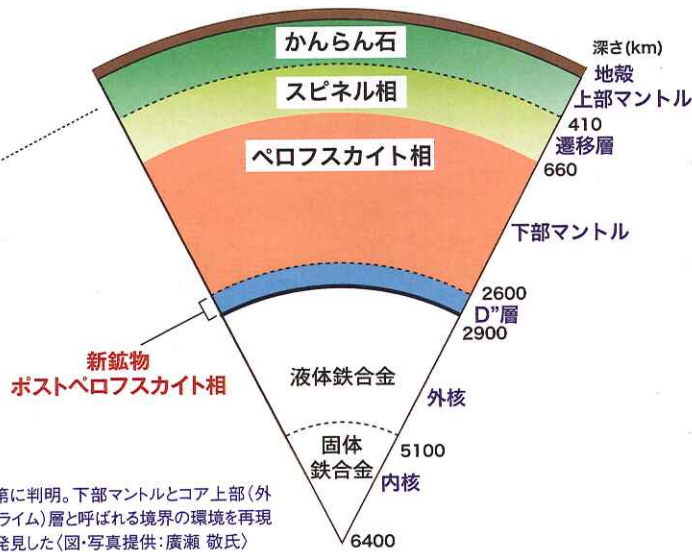
廣瀬 最初の目標が2600kmでした。マントルの一番下の層で、中心のコアとの境界となる層です。

——そんな深い場所までとは！一体どうやって？

廣瀬 それは実験でやるのです。地球内部は、地震波の計測により、高圧で高温な状態であることが分かっていますので、それと同じ環境を実験室で再



ケイ酸マグネシウムが主成分のかんらん石。半貴石ペリドットのもとになる鉱物で緑色をしている



研究により、細かい内部構造も次第に判明。下部マントルとコア上部(外核)との間にあるD'(ディーダブルプライム)層と呼ばれる境界の環境を再現し、新鉱物「ポストペロフスカイト」を発見した(図・写真提供: 廣瀬 敬氏)

再現するのです。さきほどのマントルとコアの境目で、135万気圧、2500〜3500度という状態です。

——想像もつかない高压高温な環境です！なぜ2600kmを目標に？

**廣瀬** 地球内部の研究では、層と層の境界が重要なポイントとなります。最初の大きなテーマであった境界が深度410kmで、それは1960年にクリアしていました。次の境界が深度660kmで、1974年にクリア。その次の段階が一気に2600km。だからそこを目標にしたのです。

——それでその深さ2600kmを再現して……？

**廣瀬** その環境でどんな物質が存在するかを調べました。マントルの主成分は、マグマなどの採取から、そのほとんどがケイ酸マグネシウムという物質であることが分かっているのですが、例えば、同じ炭素からできてはいる物質でも、炭、黒鉛、ダイヤモンドと、圧力や温度等の環境の違いによって異なった結晶構造の物質になるように、深度2600kmの高压高温環境で、このケイ酸マグネシウムがどんな変化をするかを観察したのです。

——その観察が、世界を驚かせた地球構造の解明につながったということですね？

**廣瀬** はい。2002年ケイ酸マグネシウムが、雲母のような鉱物に変化していることを発見しました。それまで誰も見たことがなかった未知の鉱物です。私はこれに「ポストペロフスカイト」と名付けました。

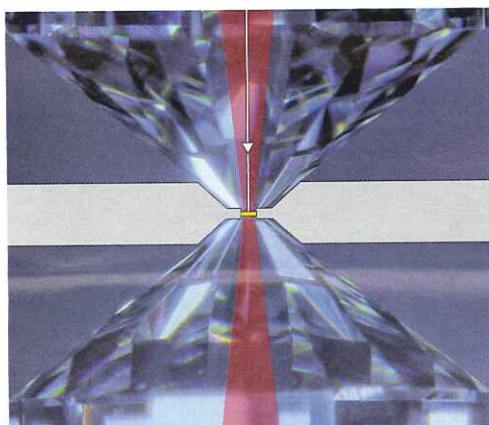
### ダイヤモンドを用いた装置で超高压高温環境に到達

——なるほど、大発見でしたね。ところでその高压高温環境を再現するのは具体的にどのような方法で？

**廣瀬** 「ダイヤモンドアンビルセル」という装置を使います。簡単に言うと、ダイヤモンドで数十ミクロン(毛髪の4分の1程度)のサンプル(試料)を挟み、万力のように締め上げて圧力をかけて、その状態でレーザーを照射し、深さ2600kmに相当する120万気圧、2500〜3000度の環境をつくり出すのです。

——すごいですね。一気にそんな高压高温にできるものなのですか？

**廣瀬** いえ、圧力に加えて、同時に温度を上げるのは非



「ダイヤモンドアンビルセル」の中心にあるダイヤモンドで数十ミクロンの極小サンプルを挟み(写真内の黄色い部分がサンプル)、万力のように締め上げて圧力をかけて、その状態でレーザーを照射して高温にする(写真提供: 廣瀬 敬氏)



「ダイヤモンドアンビルセル」。5cm程度の大きさの装置で、上下に分かれており、中心にダイヤモンドが入っている(写真上の2点)。写真下が合わせた状態

常に難しいのです。こうした手法自体は1960年代に開発されたもので、私が実験を始めた96年の段階です。すでに100万気圧程度の高压環境をつくることはできました。でも、同時に高温にするのは簡単ではありませんでした。というのも、レーザーで高温にしたときに、力のバランスが崩れて加熱した瞬間にパインと割れてしまうので……。結局、120万気圧と2500度の高压高温を発生し、さらにケイ酸マグネシウムの状態を最初に観察したのは02年のことでした。

——あと少しが、本当に難しいものなのですね。その後、10年ほど経っていますが、今はどのくらいまで到達しているのですか？

**廣瀬** 現在は地球の中心に近い364万気圧まで到達しています。

——もう中心まで！粘り強さの勝利ですね。

### 地球のコアに水素が存在？海や生命発生の重要なカギに

——ところで、先生が所長を務めておられる、「地球生命研究所」は、名称に「生命」という言葉が入っています。地球内部を探ることは生命の研究とも関連があるのですか？

**廣瀬** はい、大いに関係があります。私たちの研究所は「地球の生命はいつ、どこで誕生したのか？」が主要なテーマです。地球内部を細かく調べることで、地球の誕生や生い立ちの歴史を解明していくことは、当然、生命の起源とも大きな関わりがあるはず。生命起源の研究は古くからさまざまありますが、地球の当時の環境も考えて研究している研究者はこれまでほとんどいなかった。そこでこの「地球生命研究所」では、世界各地のさまざまな研究者とネットワークをつくらせて、新しい視点で地球生命誕生の謎を探っています。

——生命誕生には水が必要だと聞いています。いつから水が存在したかなどは大きく関係してきそうですね。

**廣瀬** はい、水や海がいつ、どこで発生したか、どんな状態だったかなどはとても重要と考えます。例えば海の塩の濃度だって40億年ずっと同じだったはずはなく、昔はもっと塩辛だったのではないかと。そうした環境を照らし合わせて研究することは、生命起源解明への重要なカギになると信じています。

水の発生といえば、最近、実は、コアに水素が入っていたのではないかと

らんでいます。というのでもコアは主に鉄の固まりですが、密度が純鉄よりかなり軽く、鉄より軽い酸素や炭素などが20%程度は含まれると推測できます。これが水素だった場合は、水がたぐさんあったことになり、海や陸地の発生とも何らかの関わりがあるのではないかと、そして、このことが生命起源に大きく関係してくるのではないかと……。

——その謎が解明されれば、また世界を驚かせる大発見につながりますね。ぜひ、大きな成果を期待しています。

本日はどうもありがとうございます。

### 「こだわりアカデミー」読者プレゼント

今月号の「こだわりアカデミー」にご登場の廣瀬 敬氏の著書「できたての地球——生命誕生の条件」(岩波書店)を、抽選で5名の方にプレゼントいたします。ご希望の方は、①氏名、②貴社名、③住所(送付先)、④電話番号、⑤書籍名、⑥本紙の簡単な感想をご記入の上、下記までご応募ください。

【宛先:「こだわりアカデミー」読者プレゼント係】

■FAX: 03-3580-7610 ■Eメール: talk@athome.co.jp

※2015年7月17日(金)到着分まで有効とし、当選者の発表は賞品の発送をもって代えさせていただきます。応募者の個人情報は、抽選・商品の発送のみに利用します。

