

太陽系の形成過程を分析し 他の惑星系の惑星や生命の研究に生かす

東京工業大大学院 理工学研究科地球惑星科学専攻 井田茂研究室

太陽系の外にも、惑星は存在する——。このことが観測によって実証されたのは1995年。ほんの16年前のことだ。その後、観測技術が急速に発達し、定説と考えられてきた太陽系の惑星系形成理論では説明できない惑星もたくさん存在することが分かってきた。そのため、今までの理論の見直しが急務となっている。東京工業大の井田茂研究室では、物理学の知識を用いて惑星系形成理論の再構築に挑むと同時に、生命体が存在する「地球型惑星」の有無についても検証している。

フローチャートで分かる井田茂研究室

大学院生の 主な出身分野

物理学

地球惑星科学

など

◎物理学か地球惑星科学出身者がほとんど。現在、修士・博士課程を合わせて16人ほどが在籍している。

研究にかかわる 学問分野と研究内容

地球物理学

地質学

生命科学

宇宙物理学

化学

天文学

◎太陽系や太陽系以外の惑星について研究するためには、地球とどのような点が違うのか、または同じなのかという視点が不可欠だ。そのためにはまず、地球や地球に住む生命がどのように誕生したかを知る必要があり、物理だけでなく、最先端の地質学や生命科学、化学からのアプローチも欠かせない。

研究成果と 社会のかかわり

宇宙観・地球観・
生命観の提供

環境問題の捉え方・
見方の提供

科学的リテラシー
の養成

など

◎地球や宇宙の解明を通して「この世界はどう成り立っているのか」という宇宙観や地球観を人々に提供することが可能になる。また、環境問題を正確に捉えるには、まず地球を理解する必要があり、その材料や考え方を提供する学問でもある。

今すべきことから逃げない姿勢が目標達成につながる

宇宙物理学が求める学生像

未知のことを知るのが好きでたまらないという人

地道な勉強や研究をいとわない人

興味のあることに100%のエネルギーを注ぎ込める人

研究者になることは簡単ではありません。多くの人が何年もアルバイトをしながら研究員を続けています。私も、「博士号を取得しても研究者のポストがないかもしれない」と将来への不安でいっぱいでした。貧乏生活は長かったですが、それでも研究を続けてこられたのは、この研究が好きだったからです。物理の知識を惑星誕生のストーリーにつなげていくことが、楽しくて仕方なかったのです。

今でも、研究が成果に結び付かないことは多々ありますが、それを苦労だとは思いません。むしろ、簡単に答えが出たら面白くない。地道な研究のプロセスが楽しいと思います。

私は、人が持っている才能にはさほど変わりはないと考えています。大切なことは、持っている才能を100%引き出すエネルギーを、自分自身で持てるかどうかです。そのエネルギーの源は何かというと、やはり「好き」という気持ち、「未知のことを知りたい」という思いではないでしょうか。それがあれば、地道な学習や研究もいとわずに続けられると思います。

高校生へのメッセージ

部活動でも学習でも、興味のあることには100%の力を出し切って打ち込んでください。そこで得た力は、この先、興味の対象が変わったとしても必ず生きてきます。また、大きな目標を達成するには、今すべきことから逃げないことも大切です。面倒で地味なことにも背を向けず、全力でぶつかってほしいと思います。



井田茂

教授 Iida Shigeru

東京工業大学理学部地球惑星科学科教授。東京大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士課程修了。東京大教養学部助手、東京工業大学地球惑星科学科助教を経て、2006年から現職。専門は太陽系及び系外惑星系の起源と進化の理論研究。2006年度に日本天文学会林忠四郎賞を受賞。共著に『宇宙は、地球であふれている』（技術評論社）、主な著書に『系外惑星』（東京大学出版会）、『異形の惑星』（NHK出版）など。

研究概要

惑星の形成過程を 仮想空間での実験で 解き明かす

私の研究室では、太陽系と太陽系の外にある惑星（系外惑星）の研究を行っています。惑星研究には大きく分けて観測と理論研究があります。

私は、惑星の形成過程や、惑星の多様性について理論面から研究しています。

主な研究手法は、基礎物理を使ったコンピュータシミュレーションです。仮想空間上で、例えば「小天体が惑星になるまでの成長過程」をプログラミングします。このプログラムそのものが実験装置となります。実験したい現象を正しくシミュレーションできるかどうかは、正確なプログラムミングや適切な条件の設定にかかっています。そして、出てきた結果を分析し、惑星系形成理論を構築していくのです。

実は、太陽系以外にも惑星があると実証されたのは1995年のことです。それまでの惑星系形成理論は、太陽系の形成過程を説明する研究でした。しかし、観測技術の発達によ

り、現在は系外惑星が次々と見つかっています。しかも、それらの惑星には太陽系と全く異なる性質を持つものも多くあります。例えば、ホット・ジュピターと呼ばれる木星のような巨大惑星は、中心星の近くを高速で公転しています。また、太陽系の惑星のように円を描いて公転するのではなく、楕円を描くエキセントリック・プラネットという惑星もあります。太陽系しか知らなかった研究者の常識が次々と覆えられているのです。

これまでの惑星系形成理論を再度検証し、系外惑星の形成にも適用できる理論を再構築することが必要となっています。

研究を志したきっかけ

この世界の仕組みを知りたいという 思いが根底に

私がこの分野を目指すようになったのは、高校時代です。「自分が存在している世界のことを知りたい」という気持ちが強く、哲学書をたくさん読みましたが、ピンときませんでした。そんな私に指針を与えてくれたのが物理でした。理科は苦手

*プロフィールは取材時(2011年3月)のものです

したが、物理だけは世界を解き明かす手掛かりを示してくれるような気がしました。高校2年生の時、宇宙論を研究している京都大の先生の記事を読んでこの道に進もうと決心し、京都大理学部に進学しました。

その後、宇宙論の研究者を目指して大学院を受験しましたが、宇宙論関係は全て不合格。唯一合格したのが、それまでほとんど勉強したことのない地学をメインに研究する地球物理学科でした。しかし、宇宙への思いは諦めきれず、その中でも「一番宇宙っぽい」と感じた太陽系を扱う研究室に所属。実際に研究を始めると予想以上に面白い分野でした。当時は太陽系形成の大枠は分かっていたものの、詳細は未解明のままでした。そこで私は、惑星研究の出发点である地球誕生のストーリーをコンピュータシミュレーションで解明する研究に没頭したのです。地球が成立するまでに何が起きたのかを科学的に検証しながら解き明かす過程は、「地球の歴史学」を学ぶようなものです。実は、今でも分かっていないことが多くあります。例えば、地球はガス円盤の中で生ま

れたのですが、理論計算によると、円盤の中の地球は十万年以内で太陽に落ちていくことになり、地球は存在できないことになってしまいます。これらの謎を解明すべく、日々、研究を進めているところです。

科学者は、言葉は通じなくても、実験結果のグラフを共通言語にして理解し合うことが出来ます。一本のグラフから同じ宇宙の姿を想像し、世界中の研究者と議論できる。これも研究の面白い味だと思えます。

現在の研究テーマ

銀河に充満する 地球型惑星、そして 生命の存在を追求

ここ数年、地球と同じ、岩石で出来た「地球型惑星」が多く発見されています。これまでに太陽系の研究で培ってきた知識は、この地球型惑星の研究にも生かされています。未開拓の研究分野で、新たな理論をつくり出すチャンスが訪れているのです。実際の観測データとコンピュータシミュレーションによる実験を照合すると、銀河系にある恒星の約10%に、海を持つ地球型惑星があると推測できます。

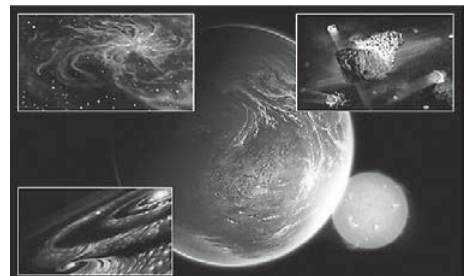


写真 太陽系の惑星は、ガス円盤の中で小天体が衝突・合体することで形成される。系外惑星の形成過程について説明する理論については、現在構築中だ

そこで私たちは今、地球はなぜ生命を持つ惑星になったのかを探り、その研究を基に太陽系以外の地球型惑星の組成や生命が存在する可能性を分析する研究を進めています。最新のナノテクノロジーを使った地質学で岩石から30億年前の地球の環境を読み取ったり、ゲノムの配列から生命の進化の過程を明らかにしたりと、さまざまな学問の最新知識や技術を生かしています。

この世界はどのように成り立っているのか。これは、人間がずっと追いついてきた問いです。宇宙や地球外生命について解き明かすこの分野は、人々に「世界観」を提供する学問といえるのではないのでしょうか。

用語解説

① 系外惑星
太陽系以外で恒星の周りを回る惑星のこと。1995年に初めて発見された系外惑星は、ペガサス座51番星の惑星。

② ホット・ジュピター

木星程度の重さでガスで出来た惑星のうち、中心星に極めて近く、公転周期が一週間以内というようなもの。太陽系では、比較的小さな水星や地球などの惑星が太陽の近くを公転し、木星や土星などの大きな惑星はそれよりも遠く離れたところを公転している。太陽から遠い惑星の表面温度は、マイナス10度以下にもなる。しかし、ホット・ジュピターは、地球と太陽間の十分の一という近い距離を公転しているため、恒星が太陽と同じ明るさだった場合、表面温度は数百度を超える。公転速度も早い。

③ エキセントリック・プラネット

系外惑星の一つ。太陽系の惑星は、円に近い状態で公転するが、エキセントリック・プラネットは、楕円を描いて公転する。公転時は恒星からの距離の変動が大きい。そのため、灼熱期から極寒期まで、気候変動が非常に激しい。

地球型惑星の形成過程を地球と比較しながら研究



立浪千尋さん
Tachinami Chihiro
東京工業大大学院
理工学研究科地球惑星科学専攻
博士前期課程2年
(富山県立高岡高校卒業)

Q **なぜこの分野に進んだのですか**

A 高校3年間は野球部に所属し、大学ではブレイクダンスに打ち込みました。物理は好きだったものの、勉強は二の次という生活を送っていました。ところが、大学2年生の時にふと、「野球もブレイクダンスもうまく身体を動かすためには、物理の法則に則った動きをすればいいんだー」と気付いたので。物理の理論と自分の身体感覚が初めてマッチして、物事を物理的に

に解釈する楽しさを実感しました。それを境に、物理を真剣に勉強したいと考えるようになったのです。

東京工業大には物理学科もありましたが、1年生の時に受けた地球惑星科学の授業で、「いろいろな基礎物理を組み合わせて、惑星が出来る過程を研究する」というスケールの大きさに引かれたこともあり、地球惑星科学科を選択し、そのまま大学院に進みました。

Q **現在の研究内容を教えてください**

A 太陽系の外にあり、地球に似た惑星である地球型惑星が出来た過程を、地球の形成過程と比較しながら研究しています。惑星の形成には惑星を冷却する過程が欠かせませんが、冷却の過程で惑星内部にどのような対流が発生するか、その対流が磁場や気候など惑星の表面活動にどのような影響を与えるかなどをコンピュータシミュレーションで実験・分析しています。

地球型惑星を研究していると、自分が住んでいる地球のことがより理解できるようになります。コンピュータの入力条件を少し変えた

だけで、全く地球と異なる星が出来ることがあり、地球がいかに特殊な星なのかを実感しています。一方で、「第二の地球」が存在するかもしれないという可能性を追究する面白さもあります。地球型惑星の研究は今、惑星研究分野の最先端にあり、それを自分が研究しているのだと考えると、研究にも熱が入ります。

将来は研究者になりたいと考えていますが、研究者に必要なことは誰も気付いていない問題を見つけ出す問題発見能力だと思っています。仮説を立て、実験や分析を繰り返す中でこの力を磨いていきたいです。そして、生涯を通じて「地球がどれだけ特殊なのか、または普遍的なのか」を解き明かしたいです。海外でも研

究を試してみたいですね。

Q **高校生へのメッセージをお願いします**

A 高校時代は野球、大学ではブレイクダンス、今は研究と対象は変わりましたが、どれも全力で打ち込んできました。これらの経験で分かったことは、「何事もやらねばやるほど楽しくない。真剣にやればやるほど楽しいし、成長も出来る」ということです。

皆さんには興味のあることは何でも挑戦してほしいと思います。失敗することもありますが、そこから学ぶことも多いです。本気でやればやるほど、失敗しても「次はどうすればうまくいくか」を楽しんで考えられるようになります。

私の高校時代

その時できることに全力を尽くす

●高校時代は野球に明け暮れた3年間でした。一番の思い出は、高3の夏の最後の試合です。県大会のベスト8を決める試合で、その年の甲子園出場最有力候補と対戦しました。4回までは6対0で完敗ムード。ところが5回で2点を返した後、1番バッターが満塁ホームランを打ち、ついに同点に追いついたのです。「これはいける!」とみんなの期待が高まりました。接戦の末、味方のチームのピッチャーが指をけがしてしまい、1点取られて負けてしまいました。「一丸となってやりきった」という思いがありました。後悔はなく、すっきりした気持ちでした。

高校時代は野球のことしか頭になく、今の自分は想像も出来ませんでした。でも、その時々で、取り組んでいたことに全力を尽くしていたからこそ、今があるのだと思います。皆さんも、好きなことには手を抜かず、目の前の時間を大切に過ごしてください。

*プロフィールは取材時(2011年3月)のものです