宇宙の中の太陽系と地球

成田憲保

　本講座の主題である太陽系外惑星に目を向ける前に、国立天文台の4次元デジタル宇宙プロジェクトが開発したフリーソフトウェア「Mitaka」を用いて、宇宙の中の私たちの太陽系と地球の姿に目を向けてみたい。

　私たちが住む地球は太陽系の第3惑星（内側から３番目の惑星）であり、太陽系では8つの惑星が、ほぼ円軌道でほぼ同一平面内を公転している。この惑星の軌道のさらに外側には、太陽系外縁天体やオールトの雲と呼ばれる微天体が広がっている。太陽系のさらに外に目を向けると、太陽は天の川銀河の渦巻きの腕のひとつ「オリオン腕」の中にある銀河中心部からはやや離れた辺境の恒星である。そしてさらに天の川銀河の外に目を向けると、天の川銀河は宇宙に無数にある銀河のひとつでしかない。この宇宙の中のちっぽけな惑星である地球の上に、私たちは暮らしている。

　本講義ではMitakaを用いて以上のような宇宙の中の太陽系と地球の姿を振り返るとともに、太陽系の惑星がどのように形成されたのか（太陽系の惑星形成理論）についても紹介する。

太陽系外惑星の見つけ方

成田憲保

　長い天文学の歴史の中で、太陽以外の恒星を公転する惑星（太陽系外惑星）が発見されたのは、比較的最近の1995年のことである。それ以来、天文学者はいくつかの方法を用いて太陽系外惑星を発見してきた。

　最初の系外惑星は、惑星が公転することによって主星が微かに揺さぶられる様子を、光のドップラー効果を用いて検出する「視線速度法」によって発見された。2000年には、惑星が主星の前を通過することで、主星の明るさが見かけ上少しだけ暗くなる「トランジット」が太陽系外惑星で初めて発見された。2004年には、惑星を持つ恒星が背後にある遠方の恒星の前を通過することで起こる「重力マイクロレンズ」という現象でも太陽系外惑星が発見された。そして2008年には、観測装置の性能の向上により主星の光を隠し惑星の光を直接検出する「直接撮像」によっても太陽系外惑星が発見された。

　本講義では以上のような代表的な太陽系外惑星の見つけ方と、そこからわかる惑星の情報について紹介する。

これまでにわかった太陽系外惑星の世界

成田憲保

　最初の太陽系外惑星の発見以来、惑星の発見数は確定しただけでも900個を超え、未確定の候補も含めれば4000個を超える惑星が発見されている。

　このように多数の惑星が発見されたことで、太陽系外惑星の軌道や質量などがどのように分布しているのかが次第に明らかになってきた。例えば、木星のような巨大惑星でありながらたった数日という周期で公転するホットジュピターや、大きくゆがんだ楕円の軌道を持つエキセントリックプラネット、主星の自転とは逆向きに公転する逆行惑星、太陽系では存在しない地球と天王星・海王星の中間の質量・サイズを持つようなスーパーアース、二つの主星を持つタトゥイーン（映画スターウォーズに登場する架空の惑星）のような惑星などである。

　本講義では、これまでにわかったそのように多様な太陽系外惑星の世界を紹介する。

もうひとつの地球は見つかるか？

成田憲保

　多様な太陽系外惑星が発見されてくる中で、太陽系の地球のように主星からちょうど良い距離にあり、惑星表面に液体の水を保持することができそうな「生命居住可能惑星」も次第に発見されてきた。一方で、これまでの多様な太陽系外惑星の発見により、太陽系の惑星が決して宇宙の標準とは呼べないこともわかってきた。では、地球のように生命居住可能な惑星は、宇宙に一体どれくらいの数が存在しているのだろうか？

　そして次に天文学者が取り組んでいくべき研究は、発見された生命居住可能惑星を詳細に観測し、生命の痕跡があるかどうかを確認することだろう。そのような研究を行うためには、それを実現するための望遠鏡や観測装置、観測手法や解析手法の確立、理論的な裏付けなどが必要となる。

　本講義ではそのために現在行われている取り組みを紹介するとともに、参加者を交えてのディスカッションを行いたい。