

【領域番号】 2302

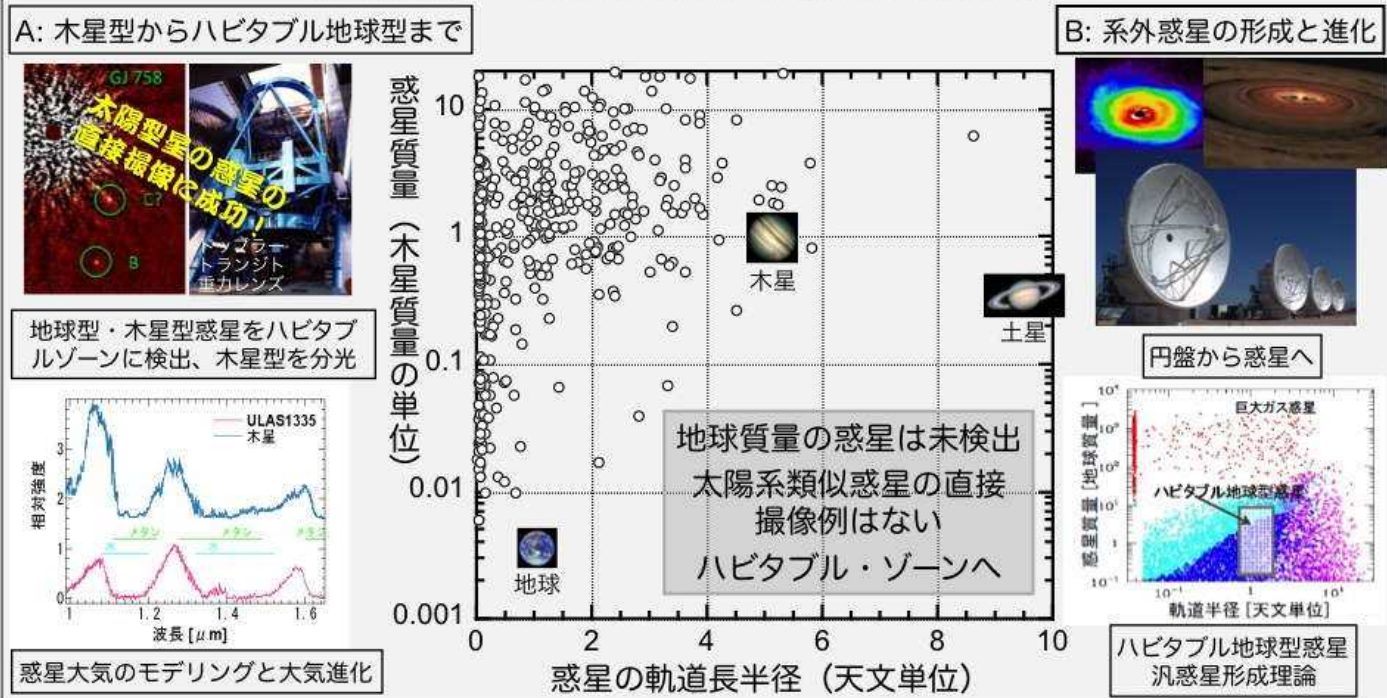
【領域略称名】 系外惑星

【領域代表者（所属）】 林 正彦(自然科学研究機構 国立天文台・台長)

『研究領域の研究目的及び全体構想と我が国の学術水準の向上・強化』

本領域では、天文学と惑星科学の密接な連携・融合によって、我が国において「系外惑星」という新たな学術領域を確立して世界的リードを狙うことで、当該分野における我が国の学術水準を飛躍的に向上・強化することを目的とする。その中心となるのは、直接的・間接的観測手法を用いた太陽系外惑星の検出である。これによって、木星型から地球型にいたる多様な惑星の性質や、その形成と進化の統一的な理解を目指す。木星型ガス惑星については、独自開発したすばる望遠鏡用の観測装置を用いて多数の惑星を直接検出し、軌道半径1AU程度の生命存在可能領域（ハビタブルゾーン）から太陽系のサイズに至る範囲でガス惑星を直接検出することを目指す。また、新たに高コントラスト赤外線分光器等を開発して、系外惑星大気を直接分光することにより、系外惑星を分光学的に特徴づける（キャラクタリゼーション）。地球型惑星については、ドップラー法、トランジット法、重力レンズ法による検出を推進し、低質量星周囲の生命存在可能領域にある地球型惑星の検出を目指す。また、すばる望遠鏡や、平成23年度から運用を開始した大型ミリ波・サブミリ波干渉計(ALMA)を用いた原始惑星系円盤の観測を推進するとともに、室内実験も併用して、円盤内で固体微粒子（ダスト）が成長して岩石コア（地球型惑星）の形成へといった過程や、巨大惑星によるギャップ形成などを明らかにし、惑星系の形成と進化の研究を推進する。これらの観測を、日本の独創的分野である地球型惑星の形成理論や惑星大気理論と密接に連携・融合させることで、地球型および木星型惑星の起源と形成を解明し、系外惑星における生命の議論にまで至ることを目標とする（下図参照）。これによって、天文学や惑星科学のみならず、地球科学や生物科学への多面的・学際的波及効果が期待される。また、本領域には多数の若手が参画しており、天文学・惑星科学の融合する新たな学術領域を担う第一線の研究者の育成を進める。

領域概念図 - 太陽系外惑星の新機軸：地球型惑星へ



『応募領域の着想に至った経緯：天文学と惑星科学の密接な連携』

1995年の太陽以外の恒星を周回する惑星（以下、系外惑星）の発見以来、系外惑星は宇宙論と並んで天文学における最重要課題となっている。その理由は、これらの研究は人類の根源的な問い「我々はどこから来たのか、

我々は何者なのか、我々はどこに行くのか」(ゴーギャン)に科学的に答えようとしているからである。人類が長年かけて発見してきた太陽系内の8個の惑星に対し、わずか15年のあいだに500個近い系外惑星が発見された今、最も重要な次のマイルストーンは「直接撮像・分光」と「地球型惑星」である。我が国は、太陽系の起源の研究において、天文学と惑星科学の密接な連携関係を培い、世界をリードする成果を挙げてきた。系外惑星に関しても、両分野の研究者が非常に大きな関心を寄せており、また本研究に先立つ特定領域研究(平成16~20年度)では、非常に高い評価(A+)を得た。しかしながら、系外惑星の研究をめぐる世界的競争は非常に激しく、我が国においても、本研究により両分野の連携・融合を一層強化し、系外惑星の研究をさらに発展させることが喫緊の課題である。

『これまでの研究成果の飛躍的發展：直接撮像・分光による惑星のキャラクタリゼーション』

これまでに発見された系外惑星のうち、大部分はドップラー法やトランジット法(惑星の主星面通過)で検出されており、ごく限られた範囲だが惑星大気の情報も得られるようになった。これらの手法では、主星近傍の系外惑星に検出バイアスがかかり(6AUまで調べるには約15年かかる;1AUは地球-太陽間の距離)、また太陽型ではあるが若い恒星(Tタウリ型星)には適用できない。一方、直接観測では、そのような若い恒星を周回する若い惑星を検出し、分光することが可能となる。惑星系の内側の多様性が明らかになった現在、スノーラインを超えた外側領域(>4AU)の多様性や、円盤から形成されたばかりの初期状態としての若い惑星に迫るには、直接観測が不可欠なのである。さらに、直接分光まで行えば、ドップラー法やトランジット法では得られない惑星の色、光度、スペクトル、従って、温度や大気組成の情報まで手に入れることができ、単なる検出を超えた惑星系の特徴づけ(キャラクタリゼーション)が可能になる。

また、平成23年度からALMAが稼働を開始した。日米欧が対等に参画するこの国際観測施設が目指すテーマは、まさに惑星系形成であり、すでに重要な研究成果が出始めている。我が国では、この研究に取り組む研究者数は欧米に比して少ないが、天文学・惑星科学の研究者の連携・融合によるオールジャパン体制を築ける点が優れており、本領域研究はそれを強く推進するために重要な役割を果たしている。

『全体構想：研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか』

5年にわたる研究期間において、我々は以下の四つの研究項目の実現を目指す。

- A01) 木星型惑星を直接検出し、また様々な手法を用いた地球型惑星の間接検出を推進する。さらに、高コントラスト赤外線分光器を開発して、木星型惑星を直接分光し、その特徴を明らかにする(キャラクタリゼーション)。
- A02) 直接分光によって得られたスペクトルを解釈し、惑星大気の化学的性質や進化を明らかにするための、汎惑星大気理論を構築する。
- B01) ALMAやすばるを用いた原始惑星系円盤の観測や、ダストの成長実験を推進し、円盤物質から地球型惑星が形成されていく過程を解明する。
- B02) ハビタブル地球型惑星を含む惑星形成理論を展開し、直接・間接観測から得られる系外惑星の統一的描像との比較を通して、汎惑星系形成理論を構築する。

『目的達成に向けての取り組み、発展方法』

上記の達成のために、本研究では、天文学・惑星科学の両分野にわたる日本の代表的研究者が、オールジャパン体制で連携・融合して研究を推進する。本領域の研究分担者・連携研究者は、全国の様々な大学・機関の研究者を含み、また若手も多く含んでいる。本領域では、これらの研究者間の共同研究の推進に積極的に取り組み、天文学・惑星科学にこだわらず分野横断的に研究員等を雇用し、新たな学術領域を担う人材育成に取り組む。このような取り組みを通して、5年後には世界をリードする人材が育成され、当該領域が継続的に発展する状況を作り出すことを目指す。