

すばる望遠鏡による原始惑星系構造の赤外線観測

眞山 聡 自然科学研究機構 国立天文台 日本学術振興会特別研究員

太陽系の外で惑星の存在が初めて確認されたのは1995年のこと。それ以降、250個以上が発見されている。しかしこれまでは、主星の明るさや動きの微妙な変化から予測される間接的な観測であった。次の目標は、もちろん太陽系外惑星の直接観測である。眞山聡さんは、原始惑星系円盤の直接観測に成功し、目標に向けた重要な一歩を記した。

——太陽系外惑星を観測する意義を教えてください。

多くの人が考える疑問があります。太陽系の外に地球のような惑星は存在するのだろうか。そこでは生命が育まれているのだろうか。これは、太陽系が宇宙の中で特別なかありふれたものなのか、ひいては人類が宇宙で特別な存在なのかどうかを知ることです。その答えを、私は科学のやり方で見つけようとしています。

——実際にどのような研究を行ったのですか？

ハワイのすばる望遠鏡を使って、生まれて間もない星の周囲に広がる「原始惑星系円盤」の直接観測を行いました。

——原始惑星系円盤は惑星とどう違うのでしょうか。

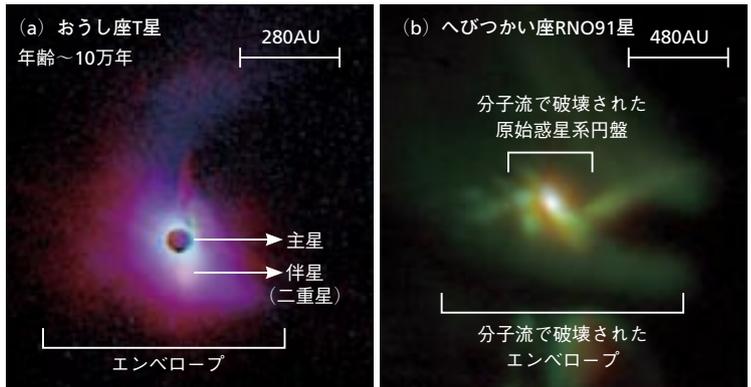
現在の星・惑星形成理論によると、星が生まれると周囲にガスや塵による原始惑星系円盤ができ、その後、円盤成分が徐々に集まって惑星が生まれると考えられています。

惑星の直接観測は大きな目標ですが、現在、世界最高水準のすばる望遠鏡の解像度や集光力をもってしても、地球サイズの惑星はおろか、木星クラスの巨大惑星でも観測できるかどうかわかりません。だから、まずは円盤全体を観測することから始めました。

それに、原始惑星系円盤を調べることは、惑星のでき方を知ることにつながります。たくさん観測して、どのような惑星形成過程があるかを調べます。そうすることで太陽系がどのタイプなのかを知ることができ、同じタイプの形成過程を通過している星には、地球のような惑星が存在する可能性が高いといえます。

——観測結果はどうでしたか？

すばる望遠鏡を使った系外惑星探査は2002年から行われていて、これまでに70天体以上が観測されています。さらに2006年夏からは、私が研究責任者となっている連星系の探査も行っています。これらの天体のうち、原始惑星系円盤が観測できたのは5



多様な原始惑星系構造。すばる望遠鏡の赤外線観測による画像。

分の1程度で、惑星はまだ残念ながら見つかっていません。

——眞山さんが観測した天体について詳しく説明してください。

図(a)は、おうし座T星です。この天体の伴星は周期的に明るさが変化しており、その正体はわかっていませんでした。今回の観測で南の二重伴星を見分けることができ、これらの軌道と明るさの変化から、この伴星の姿に一定の制限を加えました。

図(b)のへびつかい座RNO91星に関しては、原始惑星系円盤と、周囲のエンベロープの観測に成功し、これらが中心星からの分子流によって破壊されている現場を捉えました。理論研究者たちが予測していた「分子流が円盤を破壊する」という星の進化シナリオを、直接的な観測から実証できたのです。

このような若い星付近の詳細な構造を捉えた直接観測は、世界初の成果です。ほかにもさまざまな形態のものを観測しており、惑星系の多様性や複雑さが徐々にわかってきています。

——今後の研究方針を聞かせてください。

惑星の直接観測はもちろんですが、星・惑星形成のメカニズムにも興味があります。もっとたくさんの原始惑星系円盤を観測し、統計的な議論をしたいと思っています。

(取材・構成 吉戸智明)

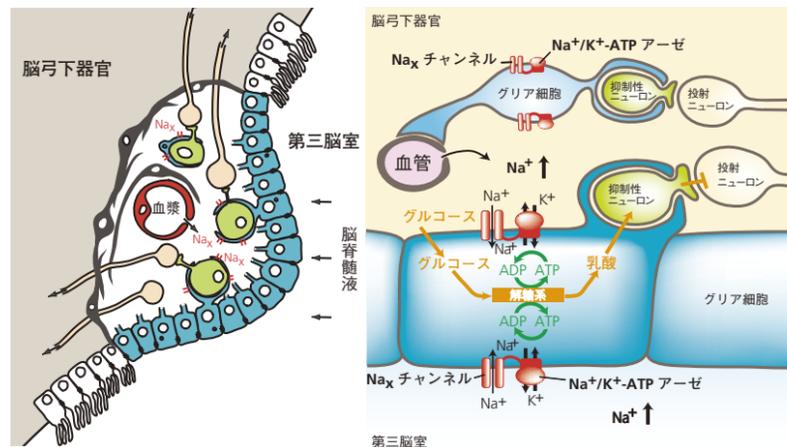


眞山 聡 (まやま・さとし)
天文科学専攻。「すばる望遠鏡による太陽系外惑星・原始惑星系円盤の赤外線観測」で、2008年3月に長倉研究奨励賞を受ける。

◆長倉研究奨励賞と総合研究大学院大学研究賞◆
総研大生の優秀な研究に対して、各専攻長が長倉研究奨励賞選考委員会に推薦。委員会の審議によって、「長倉研究奨励賞」受賞論文が選ばれる。また、受賞候補の中から優れた研究に「総合研究大学院大学研究賞」が贈られる。

塩分摂取の回避にかかわる神経活動制御機構

清水秀忠 自然科学研究機構 基礎生物学研究所研究員



Na_xレベルの感知とニューロン制御の仕組み
Shimizu H, et al: Neuron (2007) 54: 59-72より改変
脳弓下器官にあるグリア細胞は体液Na濃度の上昇を感知し、その情報に基づき抑制性ニューロンの活動を亢進させ、塩分摂取行動を抑制していると考えられる。

*Na⁺/K⁺-ATPアーゼ
K⁺を細胞内に取り込み、Na⁺を細胞外に排出する酵素。

脱水状態に陥ると動物は、喉の渇きを感じて水分を摂るようになる。一方で、これ以上体液の塩分濃度を上げないために、塩分を避ける。これは、体液のナトリウム (Na) 濃度の上昇を感知して塩分摂取を調節するシステムがあるからだ。清水秀忠さんは、塩分摂取の回避にかかわるナトリウムチャンネル、Na_xチャンネルの分子機構に迫った。

—— Na_xチャンネルについて教えてください。

Na_xチャンネルは、生理的 Na 濃度を超えた細胞外のわずかな Na 濃度上昇を感知して開き、Na を細胞内に流入させます。Na_xは塩分摂取行動の制御にかかわる体液 Na 濃度センサーの役割をしており、Na_xを欠損させたマウスは脱水状態になっても塩分摂取をやめません。

—— 今回の研究は何を目指していたのでしょうか。

Na_xチャンネルは、脳弓下器官のグリア細胞に存在します。グリア細胞はこれまで神経細胞の補助的役割をしていて想定されていたことから、グリア細胞から神経細胞に、Na 濃度が上がったという情報が伝達される仕組みがあるはずだと予想して、その分子機構の解明を目指しました。

—— 新たにわかったこと。

当初は、手がかりさえありませんでした。ところが、Na_xチャンネルと結合する分子を探し、細胞レベルでの機能的相互作用を調べることで、次第に明らかとなってきました。幾つか同定された結合候補分子の中で、Na⁺/K⁺-ATPアーゼ*について詳しく調べました。細胞外液の Na 濃度が上昇して Na_xチャンネルが開き、グリア細胞内に Na が流入すると、Na⁺/K⁺-ATPアーゼも活性化して、逆に Na を排出するように働きます。Na⁺/K⁺-ATPアーゼを働かせるために必要な ATP を供給するために、細胞は嫌氣的解糖系を活性化し、その結果として乳酸が生産され、グリア細胞から放出されることがわかりました。乳酸は、筋肉内に溜まる疲労物質とされていますが、脳弓下器官では、体液 Na 濃度が上がったことを感知したグリア細胞が、隣接する抑制性ニューロンの活動を亢進させるために使っていたのです。

—— 研究を振り返って。

Na⁺/K⁺-ATPアーゼが Na_xチャンネルに結合することによって、初めて細胞内 Na 濃度上昇に応じて活性化すること。これまで神経細胞の補助的な存在と想定されてきたグリア細胞が、実は主体的に自らのセンサーの感受した情報に基づき神経活動を制御していること。この2点が私の研究で明らかになりました。いずれも世界で初めての発見で注目されています。このような評価が得られたのも、常識にとられない視点から研究に取り組んだ結果だと思っています。基礎生物学研究所には、やりたいことがやれる環境と雰囲気があり、分子間の相互作用を調べるための分子レベルの実験から、マウス脳組織のスライスを用いたイメージング実験まで本当にいろいろな実験を経験しました。この4年半は、突っ走ってきた感じです。

—— この研究の意義を教えてください。

「塩分摂取を回避する脳内機構」という意味では、まだ一部しか明らかになっていません。しかし、グリア細胞に積極的な役割があることがわかったことは、脳研究のパラダイムシフトを起こす可能性がある発見です。そして、もっとずっと先のことですが、塩分摂取を抑制する機能性食品の開発などにつながる可能性もあります。今後が期待される分野だと思っています。

(取材・構成 池田亜希子)

家船研究の歴史の空白を埋める

長沼さやか 人間文化研究機構 国立民族学博物館 外来研究員

「同じ地域に暮らし、同じ言葉の話しながらも、マイノリティ (少数派) とみなされる人々がいます」と長沼さやかさん。2002年から2年間、中国、広東省中山市の農村に滞在しながら、当該地域の「家船」について聞き取り調査を行った。

家船とは船に住む人々のことで、日本や中国南部、東南アジアなどに見られる。中国南部については、中華人民共和国成立後の1950年代から今日まで、政治的な理由から研究されていない。長沼さんは、この歴史の空白を埋め、中国での家船生活の変容を明らかにした。

また、調査を進めるうちに、船上生活をやめて100年以上もたつた人たちが、いまだに「水上人」と呼ばれていることを知り、その社会的背景を明らかにした。陸上人、水上人とは、居住地域が陸上か水上か

の違いだけで定義される単純なものではない。そこには国家の政策など社会的背景が大きく影響しており、長い歴史の中で複雑に形作られてきたものだということが示された。この点で、文化人類学研究の新たな可能性を切り開いたと評価されている。

「自分の足で歩き、自分の言葉で人と接するたびに、新しい発見がありました。それら一つ一つがパズルのようにつながり、全体が明らかになっていく過程は、興味深かったです」と長沼さんは現地調査でなければ得られないものがあると感じている。

水上人というカテゴリーは、これからも地域社会の変化に応じて、変容してゆくことだろう。この研究に終わりはない。

(取材・構成 池田亜希子)



長沼さやか(ながぬま・さやか) 地域文化学専攻。「20世紀中国南部における家船生活の変容に関する研究」で、2008年3月に総研大研究賞を受ける。

高温超伝導体の新たな伝導メカニズムを探る

佐藤宏樹 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 協力研究員

高温超伝導体は、半導体のように2つのタイプがある。電子 (-) をドーピングする n 型超伝導体と、ホール (+) をドーピングする p 型超伝導体である。発見当初、この2つは電荷の符号を変えただけで本質的な超伝導メカニズムは同じなのではないかと考えられていた。しかしここ数年、その仮説では説明できない実験結果が報告されはじめた。

超伝導体には2つの重要な性質がある。電気抵抗がゼロになることと、磁場を侵入させない (マイスナー効果) ことである。佐藤さんは、p 型と比べ研究が遅れている n 型高温超伝導体のうち Sr_{1-x}La_xCuO₂ (x=0.10~0.15) について、超伝導の電子密度の尺度となる磁場侵入長を求めた。

実験は陽子加速器のあるカナダ・バンクーバーの TRIUMF 研究所において、ミュオンスピン回転緩和法により行った。これは、ミュオン (μ⁺) という磁

場に敏感な素粒子を超伝導体に打ち込み、物質内部の磁場分布を探る方法である。

その結果 n 型超伝導体は p 型に比べて λ が短く、超伝導状態の電子密度は従来型の金属超伝導体に近いことがわかった。「高温超伝導体のメカニズムを理解しようとする考え方には、電子どうしが強く反発する絶縁体を出発点に考えるモデルと、通常の金属内で電子が弱く反発しあうモデルがあります。p 型は前者のモデルで多く説明されているのに対し n 型超伝導は後者のモデルでよく理解できることから、n 型・p 型で異なる理論的解釈が必要になると思います」と佐藤さん。

n 型の超伝導状態が p 型とは異なる性質をもつとわかったことで、超伝導体研究は新たな展開を迎えることになるだろう。

(取材・構成 吉戸智明)



佐藤宏樹(さとう・こうき) 物質構造科学専攻。「ミュオンスピン回転緩和法による電子ドーピング銅酸化物高温超伝導体 Sr_{1-x}La_xCuO₂ の磁束格子状態の研究」で、2008年3月に総研大研究賞を受ける。