

がが座ベータ星のまわりに 惑星が存在？

—中間赤外線カメラで見たディスク

2次元検出器による赤外線観測の革新の嵐がついに中間赤外にまで到達した。

がが座ベータ星には1000天文単位(AU)にもおよぶダストの円盤構造(ディスク)が可視光のコロナグラフによる観測から見ついていたが、最新の間中赤外カメラを用いた波長 $12\mu\text{m}$ の高空間分解能観測によって、このディスクの半径40AU以内の領域が初めて明らかになった。そのデータによれば、ディスクは中心星に対して非対称でかつ半径30AU以下ではダストの空間密度が減少している。つまり、がが座ベータ星のディスクは中心に穴のあいたびつな形をしているらしい。これは、この星が惑星を持つことの強力な間接証拠である。

1. 主系列星のダストディスク

1983年に打ち上げられた赤外線観測衛星(IRAS:アイラス)は、多くの発見、それも全く予期せぬ驚きを天文学者にもたらした。なかでも、赤外線の強度のキャリブレーションに使う予定であったこと座アルファ星(ベガ)に、星からの光では説明のつかない強い遠赤外線が検出され、ベガのような一見普通の主系列星のまわりにもダストがあって、強い赤外線を放っているものがあることがわかった。この発見によって、惑星形成の理解に至る重要な鍵が見つかったと考えられている。そのような主系列星(ベガ型星と呼ばれる)の中でも、ひときわ目立つ強い遠赤外線を放つ星が、がが座ベータ星である。

残念ながら、アイラスの分解能は1分角程度しかなく、そのデータだけからは、ダストがどのよ

うな空間分布をしているのか詳しくはわからない。SmithとTerrile(1984)は、このダストが中心星からの可視光を反射しているはずだと考え、ステラーコロナグラフという装置を用いて、がが座ベータ星本体からの強い光を隠し、その周りの微かな反射光をとらえた。この観測によってはじめてダストが薄いディスク状に分布していて、その外側は少なくとも400AUにもおよぶことがわかった。しかし、彼らのコロナグラフは星を隠すために大きなマスクしか使えず、星に近い部分(半径100AU以内)は見えない。その後もいくつかのグループによってコロナグラフの観測が行なわれたが、使えるマスクの大きさは大差なく、星の近くでのダストディスクの振る舞いはわからないままだった。

最近、コロナグラフの改良が進み、星からの光の波面の傾きを補正する機能(最も低次の補償光学)と組み合わせることで、より小さなマスクが使えるようになり、半径40AUの所までのディスクの構造がわかってきたが、依然として惑星系形成で最も興味深い、より星に近い場所は未知の領域であった。

2. ディスクを見る新しい目

—中間赤外線カメラ

近年の2次元赤外線検出器の発展は目覚ましく、たびたび天文月報の紙面上をも賑わすようになった(例えば、市川1994、トクナガ1994、田村1992)が、ほとんどが波長1から $2.5\mu\text{m}$ の近赤外波長での成果で、中間赤外線では2次元検出器の進歩は遅れている。フランスのLagageとPantin(1994)はヨーロッパの赤外線衛星(ISO)のために開発された 64×64 素子のガリウムをドープしたシリコン検出器を用いた赤外線カメラ「TIMMI」をESOの3.6メートル望遠鏡に取付けて、がが座ベータ星の高空間分解能撮像を波長 $12\mu\text{m}$ で行なった。この波長では、ディスクと星の光球の明るさは、ほぼ同じくらいで、コロナグラフを必

要としない。また、シーイングと回折限界がほぼ同じになるため、簡単に1秒角以下の高空間分解能観測ができるメリットがある。

3. 非対称なディスクが見えた ……惑星の証拠?

図1はTIMMIによるがが座ベータ星の画像である(星本体の成分は取り除かれている)。星の周りに左上から右下にかけて広がったディスクが見事にとらえられている。点線の円は従来の可視光のコロナグラフで見えた内側の限界を示しているが、 $12\mu\text{m}$ の熱放射で見られるディスクは星の近く(約15 AU)から約60 AUの距離まで広がっている。しかも右下の方が強い非常に非対称な形をしている。ディスクの明るさが星の近くと離れた所とでそれほど変化しないということは、星の近くではダストの密度が小さくなっていることを示している。では、なぜ内側で小さいのか? その説明として有力なのが惑星の存在である。つまり、惑星形成にダストが使われてしまったか、も

しくは、惑星が引き起こした重力の共鳴でダストの無い領域が生まれたか、という可能性である。

惑星はふつう楕円軌道をとるので、その重力の影響でダストの分布も非対称なものになる。図1に見られるがが座ベータ星のディスクの非対称性も、この「惑星の影響」説を支持している。もし、このアイデアが本当だとすると、数十年もたてば惑星は星の反対側に来ているので、モニターを続けければディスクの形が違って見えてくるかもしれない。

4. 最後 に

TIMMIカメラは中間赤外の撮像の威力を見せてくれた。すばる8メートル望遠鏡用にも、中間赤外線用分光撮像装置が計画されており(COMICS; 尾中他)、上記の観測より2倍以上細かい構造を明らかにすることができる。また、ステラーコロナグラフと近赤外波長で大気の揺らぎを補正する補償光学とを応用した赤外カメラ(CIAO; 田村他)とすばる望遠鏡との組み合わせによって星から2 AU以遠の構造を1 AU以下の分解能で描けることが期待されている。ひょっとすると、直接に巨大惑星を見ることが出来るかもしれない。さらに、COMICSによってディスクの各場所における化学組成の変化を追うこと、CIAOによって、がが座ベータ星以外のベガ型星のディスクを検出するサーベイなどが重要なプロジェクトとなるだろう。

田村元秀 (国立天文台)

参 考 文 献

- 市川 隆, 1994, 天文月報 10月号
 Lagage, P. O., Pantin, E., 1994, Nature 369, 628
 Onaka, T. et al., 1994, Proceedings for "Scientific and Engineering Frontiers for 8-10m Telescope", eds. M. Iye and T. Nishimura, (UAP, Japan), in press
 Smith, B. A., Terrile, R. J., 1984, Science 226, 1421
 Tamura, M. et al., 1994, 10月シンポジウム in press
 田村元秀, 1992, 天文月報 6月号
 トクナガ・アラン, 1994, 天文月報 2月号

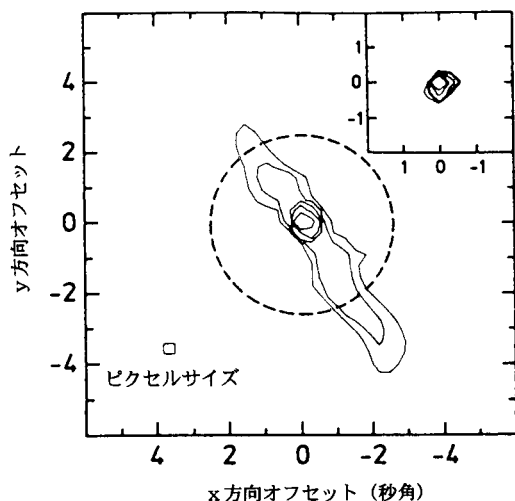


図1 “TIMMI” 中間赤外線カメラを用いて波長 $11.9\mu\text{m}$ で見た画架座ベータ星のダストディスク。星本体の成分は取り除かれていることに注意。1秒角は16天文単位に対応する。差し込み図は普通の星の画像。