

フォーマルハウトに 塵円盤発見！

秋の南の夜空に輝く1等星フォーマルハウト。みなみのうお座 α 星の、この星の周りを波長1.3 mmの電波連続波で観測した結果、円盤状に広がった塵が見つかった。がか座 β 星に続く、主系列星周囲の塵円盤の発見である。しかも、塵からの熱放射としては最初の例である。国際天文連合回報による速報を元に、近ごろ話題の惑星形成との関連を含めて紹介する。

1. みなみのうお座 α 星—フォーマルハウト

秋の宵ころ、南天低く輝くこの星は、1等星である上に周りに明るい星がほとんどないため、孤高な印象すら与える、一見、なんの変哲もない星である。実際、現代天文学においても、10年前までは単なる主系列星の1つにすぎなかった。スペクトル型A3V、距離6.7 pc(1 pc=3.26光年)で可視光で見る限りスペクトルに面白みがあるわけでもなく、プラネタリウムで秋の星として紹介されるのがせきの山の星だった。それが注目を浴びるようになったのは、1983年に打ち上げられた、赤外線天文衛星IRASによって、赤外線強度が可視光から予測されたものよりも大きいことが明らかにされてからであった。このような星はIRASによって複数発見され、最初に認識されたベガ(こ座 α 星、あるいは、織女星)にちなんで、「ベガ型星」と通称されることになった¹⁾。

2. 原始惑星系形成

この地球がどうできたか？ この太陽系がどう

Toshihiro Handa: Discovery of a Dust-disk around Fomalhaut

できたか？ という疑問は、歴史学をさらに遡った疑問であり多くの人々の関心と呼ぶものである。事実、太古から現在に至るまで数多くの説が提案されては否定されてきた。そのなかで現在知られている観測事実や物理現象とそれほど矛盾せずに生き残っているのは、この30年ほどの間に提唱された3つのモデルである。すなわち、①恒星形成の際に取り残された大質量(数 M_{\odot} 程度； $1 M_{\odot}$ =太陽質量)の回転するガス円盤が自己重力のために分裂して原始惑星となるとするCameronのモデル²⁾。②現在の太陽系を形成するために必要最小限のガス(0.01 M_{\odot} 程度)が恒星形成時に回転円盤として残り、その中に含まれている塵が赤道面に沈殿する。塵の円盤は力学的不安定性によって分裂し、相互衝突し合体することで微惑星となり、それがさらに衝突・合体で成長することで惑星となるとするSafronovのモデル³⁾。③Safronovのモデルに加えて、ガスと塵との軌道運動の違いによって微惑星の衝突が促進され、惑星となるとする京都モデル⁴⁾。以上の3つである。これら理論的モデルは数多くのレビュー(例えば^{5),6),7)})が書かれているので、詳しくはそちらを参照されたい。

一方、ここ数年来の電波・赤外線天文学の急速な進歩にともない、この太陽系以外の「形成途上の惑星系」を観測する具体的な手段が整ってきた。先のIRASの観測はその第1報であったといえる。さらに、がか座 β 星で主星の光を散乱して見える塵の円盤が発見され^{8),9)}、多くの主系列星周囲には塵の円盤が存在するのではないかといわれ始めている。この塵円盤はどの程度普遍的に存在するのか？ 温度・密度はどうか？ 3つの理論モデルとの関係はどうなっているのか？ が次なる関心である。

3. IRAM 30 m 鏡で見えた！？

フォーマルハウトはベガ型星であり、周囲に塵が存在することは先に述べたIRASの観測から

知られていたが、それが円盤状の構造を示すのかどうかについては推測するほかはなかった。なにせ IRAS は空間分解能が悪い。そこで、サウスウェスト研究所の S. Stern とミディ・ピレネー天文台の M. Festou, バンデルビルト大学の D. Weintraub の 3 人は、スペインはグラナダ郊外ピコベレタ山頂にある IRAM 30 m 電波望遠鏡にマックスプランク電波天文学研究所 (MPIfR) の 7 チャンネルポロメータを登載し、波長 1.3 mm の連続波での観測を行った。この望遠鏡で、この波長では、ビームサイズは 12" である。その結果、軸比 2:1, 長軸が星から 1 分角 (20 mJy/beam レベル) に広がった円盤状の構造を発見した。この広がり、フォーマルハウトの距離では 450 から 500 AU (天文単位) に相当する。長軸の位置角は 100 度。星の方向でもっとも明るく (50 mJy/beam), フォーマルハウトに付随していると考えてよいであろう¹⁰⁾。

今回の発見により、主系列星では 2 つ目の塵円盤が確認された。また、主星の散乱光ではなく、塵自身が熱放射している成分を捕らえることができた。今後、他波長の観測を進めることで塵円盤の温度を推定することができるようになるだろう。塵円盤の物理状態を知るための第 1 歩となる観測結果である。

4. 今後の発展

先に述べたように、原始惑星系についての観測では、塵のほかに、ガスがどうなっているのかを知ることが重要である。フォーマルハウトを含むベガ型星については、野辺山 45 m 電波望遠鏡による観測が既に行われている。この結果、少なくともエリダヌス座 ϵ 星では、通常の星間ガス雲に比べてガスが不足していることがはっきりしている¹¹⁾。

T タウリ型星についても恒星に付随したガスがどの時点でどのように減少していくのかの観測が著者を含むグループで進められている。これが

わかれば前述の 3 つの太陽系形成モデルの長短がわかってくるはずである。45 億年前の太陽系で何が起きたのかばかりでなく、この太陽系のような惑星系がどれくらい普遍的に存在するのかをも知る大きな手がかりを得ることになるだろう。

ほかにも、この分野では日米欧 3 巴の熾烈な競争が繰り広げられている。この競争をてこに、原始惑星系の観測的研究が進み、近い将来なんらかの解答が得られるものと信じている。

果たして、この宇宙に太陽系のような惑星系はどのくらいあるのか? 地球のような惑星はどれくらいあるのか? その解答に 1 歩 1 歩近づくためには、今回のような観測を積み重ねることが今後必要である。

半田利弘 (東大理)

参 考 文 献

- 1) Aumann, H. H., et al. 1984, *Astrophys. J. Letters*, **278**, L23.
- 2) Cameron, A. G. W. 1962, *Icarus*, **1**, 13.
- 3) Safronov, V. S. 1969, *Evolution of the Protoplanetary Cloud and Formation of the Earth and Planets* (Nauka Press, Moscow).
- 4) Hayashi, C. 1972, in *Report of 5th Lunar Planet Symp.* (ISAS, Tokyo), p. 13.
- 5) Hayashi, C., Nakazawa, K., Nakagawa, Y. 1985, in *Protostars & planets II*, eds. D. C. Black and M. S. Matthews (the University of Arizona Press, Tucson), p. 1100.
- 6) 長谷川哲夫, 観山正見, 渡邊誠一郎 1991, 「特集: 太陽系および太陽系外惑星系の形成」, 天文月報, **84** (6), 192.
- 7) 井田茂 1992, 天文月報, **85** (5), 186.
- 8) Paresce, F., Burrows, C. 1987, *Astrophys. J. Letters*, **319**, L23.
- 9) 中野武宣 1992, 天文月報, **85** (12), 584.
- 10) *IAU Circular* (国際天文連合回報) No. 5732
- 11) Yamashita, T., Handa, T., Omodaka, T., Kitamura, Y., Kawazoe, E., Hayashi, S. S., Kaifu, N. 1993, *Astrophys. J. Letters*, **402**, L65.

—— お詫び ——

6月号で予告しました「超新星 1993 J」については、その後、新情報が入りましたので、後日別項で紹介することにしました。いましばらくお待ち下さい。