

織女星の謎 2010

長田哲也（京都大学理学研究科宇宙物理学教室）

赤外線天文学をやっています。昨年も日本天文学会の全国同時七夕講演会で織女星ベガについて話しました。・・・と書くと、ああなるほど、赤外線で見つかったベガのまわりのダストの話についての記事ですね、と思われるかも知れませんが、実はそれだけではありません。素直にそういう話をせずに、七夕講演会でもちょっとひねってやろうと、ベガだけじゃなくて、牽牛星アルタイルも赤外線で探ると面白いのですよ、と悪ノリして、いろいろなところに話題の飛ぶ講演を今年もしようと思っています。とは言え、まずはベガを回っているダストの環について書きましょう。

ベガのまわりを回る固体微粒子

ベガは日本のような北半球の温帯でほぼ真上に来る星（赤緯が 39° なので、北緯 39° の地点では天頂を通る）であり、さらに全天でシリウス・カノープス・アークトゥルス・アルファケンタウリに次いで5番目に明るく（理科年表による）、いろいろな観測がさかんに行なわれて来た天体です。距離 25 光年という、私たちの「すぐそば」にあります。また、1953年に星の明るさが定義された際には、似たようなスペクトル（A0型）の星6個の中に含まれて、測光バンドのU（紫外）、B（青）、V（黄）での色指数をゼロにする標準星としても使われました。つまり、こういうスペクトル型の星を平均してやると、Uバンドの等級とBバンドの等級、Vバンドの等級は等しいと言うことにしよう、というものさしの役割を果たしたわけです。しかもベガの場合は見かけのVバンド等級がほぼ0等であるということもあいまって、近赤外線の波長ではベガを0等として基準にする、というようなことも行なわれました。

それだけに、ベガと言う星はごく普通の星ではない、そのまわりに固体微粒子（ダスト）が存在して遠赤外線を放射しているという発見はショッキングなニュースでした。1983年に観測をした、初めての赤外線天文衛星IRASの成果です。IRAS衛星は全天を中心波長 $12\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $60\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ の4つのバンドでサーベイ観測しました。そして、ベガに対しては、 $25\mu\text{m}$ 以上の波長で赤外線の超過を発見したのです。その後の観測も合わせると、ベガのまわりには 0.1mm 以下の大きさのダストが円盤状に分布して公転しており、その円盤は少なくとも太陽-地球の距離の数百倍程度はあ

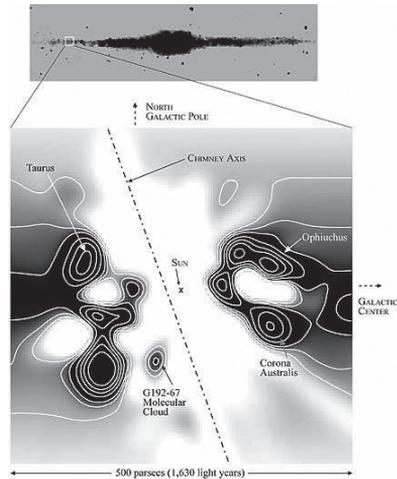
ると考えられています。ベガに近いところのダストは少ない（つまり円盤には「穴」が空いていて、環になっている）ようです。そして、ベガ自身の自転もそうですが、このダストの公転も、その軸がだいたい私たちの視線方向と偶然一致していて、ダストの円盤をちょうど真上から見ているようなのです。さらには、この円盤が一様ではないように見えることから、ひょっとするとダストを重力でかき乱す、惑星も回っているのかもしれない。

このようなダスト円盤を持つ星は「ベガ型星」と呼ばれるようになっており、数百個以上が知られています。秋の1等星フォーマルハウトや、がが座のベータ星などが有名です。私たちの太陽系でも、火星と木星の間の小惑星帯や海王星軌道以遠のカイパーベルトなど、小さな天体が数多く存在する場所がありますが、ベガ型星ほどダストが濃いわけではありません。ベガの位置から太陽系を赤外線観測したとしても、何も検出することはできないでしょう。ベガのまわりで何が多量のダストを生み出しているのか、そして惑星は存在するのか、興味がつきません。

ベガと私たちのあいだの空間にある固体微粒子？

赤外線で見えるベガのディスクはこのように面白い現象なのですが、今年はさらに、新しい話題が出てきました。新しいテクノロジーで観測の精度を上げていくと想像もつかなかった現象が見えてくるという例です。

遠方の星が少しだけ偏光しているということがわかったのは1947年以降のことです。星間空間にはベガのまわりにあるようなダストよりもっと小さいダストがわずかに存在しているという証拠が、1930年頃から出てきていました。その結果、遠方の星は距離に応じて（正確に言うと、距離の2乗に反比例して）暗くなるだけでなく、光がそういう星間ダストに吸収されたり散乱されたりすることによって暗くなるのだとわかってきました。極端な例で言うと、私たちの銀河系の



図：私たちの周辺 1600 光年にわたる星間物質の分布。太陽系近傍にはダストが少ない。ベガは太陽（中心の×印）のごくわずかに右側にある。
<http://chview.nova.org/solcom/x-objects/lchimney.jpg>

中心の星からの可視光線は、2 万数千光年という距離のために暗く見えるのに加えて、1 兆分の 1 にも吸収散乱されてしまっていると考えられています。さらに、こういうダストの吸収散乱は等方的ではなくて、偏光を生み出すことがわかってきました。非常に大ざっぱに言って、光が星間ダストの濃いところを銀河系の円盤方向に 1000 光年ほど進むと、星が 1%弱ほど偏光して見えるというような経験則も見出されました。この偏光の原因は、ダストが球対称な形はしておらず多少は細長かったり偏平だったりして、それに加えて、偏平なダストが星間空間の磁場によって方向がそろっているためだと考えられています。

しかし、ベガのように近い星では、こういう偏光は検出されてきませんでした。しかも、太陽系のあたりの 100 光年、200 光年の空間にはこういう星間ダストや低温の星間雲はあまりなくて、もっぱらごくごく薄い高温プラズマが存在するのだという観測データもあります（前頁の図）。

ところが、テクノロジーの進歩で、光のうち 100 分の 1 だけが偏光している（1%の偏光）とか 1 万分の 1 だけが偏光している（0.01%の偏光）とかいうレベルではなく、100 万分の 1 の偏光までも観測することができるようになったのです。その結果、今年の 4 月に発表された論文によると、ベガは 100 万分の 17 程度偏光していることがわかりました。これは、薄い高温プラズマによってわずか 25 光年の距離を隔てた星からの偏光としてはかなり高い値です。しかし、星間ダストがあるのならこの値はおかしくありませんし、偏光の角度（東西南北のどちらを向いているか）も、この視線方向の星間ダストによる偏光の角度とほぼ一致します。ベガの方向には、たまたまかなり濃い星間ダストがあるのかも知れません。

一方、この偏光は、そういう、ベガと私たちのあいだにある星間ダストによるものではなくて、ベガのダスト円盤に光が当たって生み出されたものかも知れません。高精度の偏光観測によって、ダスト円盤の詳しい構造が見えてきた可能性があります。

ベガのまわりのダスト円盤か、ベガの方向にある星間ダストか、いずれにせよ 2010 年発表の新しい観測結果が、織女星にもう一つの解くべき謎を加えてくれたことに間違いありません。