

## 惑星発見うそ?ほんと?

昨年の夏以来、世間を騒がしてきたパルサーの周りの惑星だったが、実はデータを解析する上での誤りで、実際には惑星はなかったということが、発見者自らの手で明らかになった。ところが、それとほとんど同じ頃、別なグループが別なパルサーで、新たに2つの惑星を発見したと報告した。さらに、その新しく発見された惑星に関しては、本当にあるかないかの検証法も提唱されている。果して本当にパルサーの周りに惑星はあるのだろうか。

### 1. なくなった惑星

昨年の夏、イギリスの Bailes らが、PSR 1829-10<sup>\*)</sup>というパルサーのパルスの到着時間の変化から、このパルサーの周りに地球の質量の10倍程度の惑星を発見したと、イギリスの“Nature”誌に論文を発表した<sup>1)</sup>。もしこれが本当であれば、世界で初めて太陽系外に惑星が発見されたことになり、しかもパルサーの周りの惑星であるということから、世界中の科学者の注目を浴びていた<sup>2)3)</sup>。

ところが、年は明けて1992年1月、同じく“Nature”誌に一遍の通信記事が掲載された<sup>4)</sup>。題名は、“No planet orbiting PSR 1829-10”。つまり、“PSR 1829-10の周りには惑星は存在しない”というものであり、なんと、著者は惑星発見者の当人である Lyne と Bailes であった。その記事によれば、彼らが以前惑星だと発表したものは、実はデータ解析上の誤りで、正しく解析し直した結果、惑星を仮定しなくても観測データは解釈できるというのだ。どこが、誤りであったのか。パルスの解析方法を見ながら、彼らの訂正記事を解釈

してみよう。

### 2. どこが誤りだったか

基本的にパルサーのパルスの解析は、パルスを発している天体の運動をモデルで仮定し、そのモデルから計算されるパルスの到着時間が、実際に観測されたパルスの到着時間と最もよく合うように天体運動のモデルパラメーターを決定する、という方法を取る<sup>5)</sup>。モデルとして、よく知られているように、高速で回転する中性子星から灯台のようにパルスが発せられていると仮定すると、パルスの到着時間は、中性子星の回転角速度とその時間変化をパラメーターとして計算できる。一方観測データは、地球の運動の影響を差し引くために太陽系の重心で観測した時の値に変換してやる必要があるのだが、少し話は複雑である。太陽系重心での値に直すときには、太陽系重心に対する地球の位置（これは天体位置表などから得られる）と天球上でのパルサーの位置を用いる。このときパルサーの位置に誤差があると、その誤差の分だけ地球の公転運動の効果を差し引けず、パルスの到着時間に周期的な変動成分が残ってしまう。そこで、まず最初にパルサーの位置として分っている値を用いて太陽系重心の値に変換し、次にパルサーの位置の誤差が微小量であるとして計算される変化量を差引き、得られた値とモデル計算から予想されるパルスの到着時間との残差が最小になるように中性子星の自転のパラメーターとパルサーの位置の誤差を同時に決定するという方法がとられる。

しかし、このようにして地球の公転の影響を取り去った後でもまだ周期的な成分が残っていた場合、パルサーは自転運動だけでなく、連星系をなし公転運動している可能性が大きい。そこで、モデルに連星系の公転運動を加えて、周期成分を差し引き、相手の星の質量などが決定される。今回の Bailes たちもこのようにして、地球の質量の10倍程度の星がパルサーの周囲にあると結論を

<sup>\*)</sup> 推定年齢  $1.25 \times 10^6$  の比較的若いパルサー

でした。

ところで通常、パルサーの位置の誤差を補正するときには、地球は円軌道を描いて公転していると近似して計算する。地球の公転軌道の離心率は0.0167と小さいので、これはパルサーの位置誤差が小さいときには正しい近似である。しかし、位置の誤差がある程度大きくなると地球の楕円軌道の効果が無視できなくなり、残差には半年周期で正弦関数的に振動する部分が大きな振幅で残り、あたかもパルサーが公転運動をしているかのように見えてしまうのである。Bailes たちが惑星だと思ったのはまさにこれだったようだ。

Bailes たちは、自分たちの行った解析を丁寧に調べた結果、PSR 1829-10 の天球上での位置の誤

差が、不幸にも角度で約7分大きくなってしまっていることに気が付いた。実際、最初に与える天球上での位置を、パルス解析から最終的に求められる位置と大きく変わらない値に代えて、解析し直した結果、PSR 1829-10 には惑星はなくてもよいという結論に達した。

### 3. 新たなる惑星の発見

残念ながら、PSR 1829-10 のまわりの惑星の発見は誤りであったようだが、がっかりするのはまだ早い。実は、その誤りの記事が掲載される一週間前、同じくまた“Nature”誌に、別なパルサー、PSR 1257+12\*\*\*)で惑星が、しかも、2個発見されたという論文が発表されていた<sup>6)</sup>。これを発表したのは Wolszczan と Frail で、Bailes たちとは別のグループである。この論文によれば、PSR 1257+12 のパルスの到着時間を解析した結果、大きな振幅で変動する成分が現れ、それをパルサーの周りを回る2個の惑星を用いて説明できるというのである(図1)。もし、これが正しければ、PSR 1257+12 には、その外側に、質量が地球の2.8倍で、周期が98.2日の惑星が、内側に、質量が地球の3.4倍で、周期が66.6日の惑星が存在することになる。今度こそ、本当だろうか。

実は、PSR 1257+12 が惑星を2個持っているということから、その惑星の存在を検証する方法

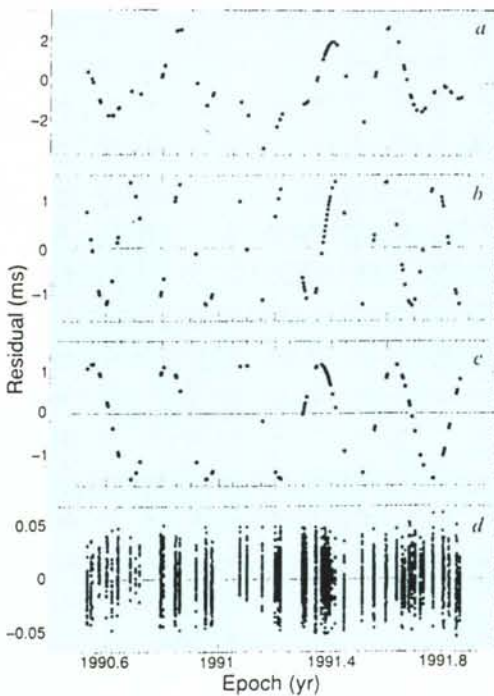


図1 PRS1257+12の観測から得られたパルス到着時間とモデルから得られた到着時間との残差の変動。(a)モデルに自転の効果のみを仮定した場合。(b).aに98.2日周期の惑星を入れた場合。(c).aに66.2日周期の惑星を入れた場合。(d).aに両方の惑星を入れた場合。二つの異なる周期をもった惑星からの寄与を重ね合わせることでより残差が小さくなるのが分かる。

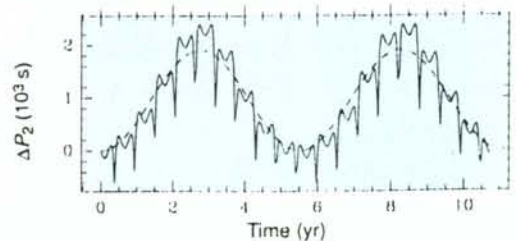


図2 PRS1257+12の惑星で、2つあるうち、外側を回っている惑星の、軌道周期の時間変動を予測したもの。実線は数値計算によるもので、点線は摂動論を用いて解析的に計算したもの。

\*\*\*) 推定年齢  $0.8 \times 10^9$  歳のミリセカンドパルサー



が Rasio たちにより提唱されている<sup>7)</sup>。一般に複数の惑星があるときには、お互いの重力のために惑星の公転軌道は変動を受ける。今の PSR 1257+12 の場合のように、お互いの公転周期が比で約 3:2 と、接近した値を持っている時、その変動の周期は短くなり、約 5.5 年になる (図 2)。そこで、PSR 1257+12 をあと数年観測してみても、Rasio たちの予想通りの変化が観測されれば、その時こそ、本当に惑星発見と断言できるかもしれない。

いずれにせよ、パルサーと惑星との関係は、対象を PSR 1829-10 から PSR 1257+12 へと移して、もうしばらく我々に話題を提供してくれそうである。

#### 参 考 文 献

- 1) Bailes et al. (1991) *Nature* **352**, 311
- 2) 油井正生 天文月報 85 巻 1 月号 p 26 (1992)
- 3) 中村卓史 科学 2 月号 p 67 (1992)
- 4) Lyne and Bailes (1992) *Nature* **355**, 213
- 5) Manchester and Taylor 1977 *Pulsars* p101 (Freeman, Sanfrancisco)
- 6) Wolszczan and Frail (1992) *Nature* **355**, 145
- 7) Rasio et al. (1992) *Nature* **355**, 325

工藤哲洋 (東北大理)

## 超新星から超新星残骸へ： 5 歳になった超新星 1987 A

1989 年 12 月に欧州南半球天文台で撮られた画像は超新星 1987 A の周りに超新星を包み込むような「砂時計」形の構造があることを明らかにした。このような構造はどのようにしてできたのだろうか？ またこのような星周物質との相互作用が始まった現在、超新星 1987 A は誕生しつつある超新星残骸としての様相を見せ始めている。

### 1. 超新星のまわりの「砂時計」

超新星のまわりのガスは、超新星爆発時の紫外線によって励起され、その後再結合などの過程によって輝線を放射する。5 年前に大マゼラン雲に出現した超新星 1987 A の場合も、爆発直後からそのまわりのガスから放射される輝線の詳しい観測がなされたが、その紫外線の光度曲線の形は超新星からおおよそ  $5 \times 10^{17}$  cm のところに密度の高いガスの塊があることを示唆していた。

このガス雲の形状は当初球殻とされていたが、1990 年 8 月にハッブル宇宙望遠鏡はこの形状



図 1 ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた超新星 1987 A とそれを取り巻くリング。リングは超新星からおおよそ 0.2 pc の位置にあり、43 度傾いている。