

# 中性子星について

鶴田幸子\*

準星、X線源等の問題がまだ解決されず、理論家の頭を悩ませている今、またまたパルサーという奇妙な新しい天体が発見されたことは、すでに天文月報で報告されたとおりである(1968年6月号, 1969年1月号)。最近になって、このパルサーが中性子星と関係があるとの説が非常に有力になって来たので、パルサーの中性子星説と関連して、中性子星の解説をしたいと思う。

## 1. 中性子星とは何か

私達の周囲にある物が分子により、原子により作られていることはよく知られているが、物質に圧力をかけていくとどうなるかということは面白い問題である。物質が圧縮され、密度がある程度以上になると、原子もくずれて、原子を構成している原子核と電子とがばらばらになるが、密度がさらに高くなると電子が原子核内に吸収されるようになる。原子核は陽子と中性子から成るが、吸収された電子は陽子と結合して中性子となる。このようにして密度の増加に伴って中性子を多く持った原子核が出来てくるが、圧縮がさらに高まると原子核が分解して中性子と陽子がばらばらになり、さらに密度が高くなるとばらばらになった陽子も電子を吸収して中性子となるので、このような状態の物質はほとんど中性子で出来ていることになる。そして、このような状態にある星のことを中性子星とよんでいる。

## 2. 中性子星研究の歴史について

中性子星の問題が最初に取り上げられたのは比較的古く、第二次世界大戦前のことである。すなわち1930年代に、ソヴィエトのランデュウ、アメリカのオッペンハイマーのグループが、中性子星の存在が理論的に可能であると予言した。また中性子星が、超新星の爆発によって作られるという考えが、ツウィッキーによって最初に出されたのもこのころである。しかし第二次世界大戦中とその前後しばらくの間は、中性子星に関する文献は見当らないようである。この問題が再び取り上げられ始めたのは、1950年も終りに近づくころで、まずプリンストン大学のウィーラーのグループが中性子星を一般相対論の問題の一部として取り上げた。またそのころ、キャメロンやアンバツミアンなども星の進化論の問題として中

性子星の研究を発表している。

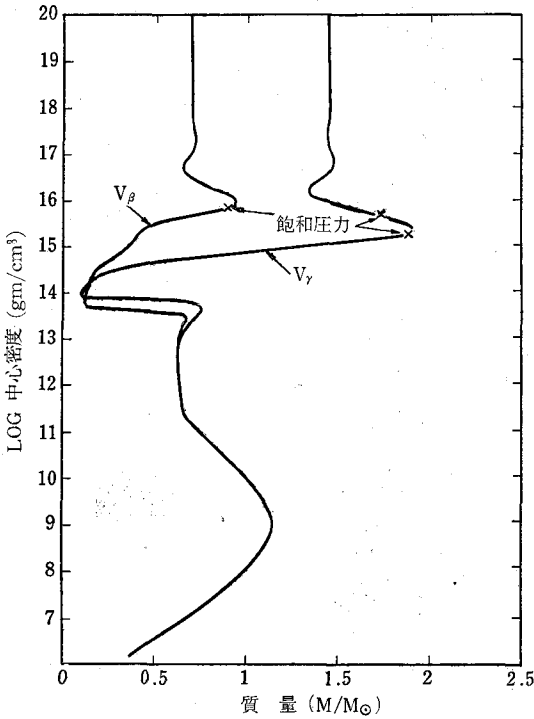
やがて1964年頃、宇宙からくるX線が発見されるに及んで、このX線が中性子星によるのではないかというので一時騒がれたことがあった。しかし研究が進むにつれて、簡単な中性子星のみの仮説では、観測された線の特徴を説明出来ないという結果になった。ところがはじめにふれたように、最近のパルサーの発見により、中性子星の問題が再び注目を浴びるようになった次第である。

## 3. 中性子星の内部構造について

一般に物質の塊が星という天体の状態で存続するためにはさまざまな安定の条件を満たさなければならず、そのため安定した星の取り得る質量、半径などの値はおのずから決まってくる。このような安定の条件を与える基本式の主なものは圧力と重力の釣り合いの式であるが、中性子星のような密度の高い星の場合、それは比較的簡単な圧力と質量の内部分布を表す二つの式となる。もっとも密度が中性子星の場合のように高くなると、一般相対論が入ってくるので、その意味では、普通の星の場合より複雑になるといえるであろう。この釣り合いの式を解くためには、一般に圧力と密度と温度の間の関係を示す物質の状態式が必要になってくるが、高密度の星の場合は、内部温度がほぼ一定であるためこの式は圧力と密度の関係式となる。この状態式を解くために星内部の組成が必要になってくる。密度の変化につれて、平衡状態にある物質の組成が変わることにはすでにちょっと触れたが、その点をここでもう少し詳しく述べてみたいと思う。

先に密度が高くなると中性子が出来ることを述べたが、全部中性子になってしまうわけではない。中性子星が超新星の爆発によるものと考えると、超新星の爆発当時はかなり高温になるはずで(10<sup>9</sup>度以上)その時の組成が、そのまま急激に冷えた時の中心部に残る中性子星と外に拡がって行く殻の組成と考えられる。そうするとこのような高温における平衡状態の時の組成は次のようになる。すなわち密度が10<sup>6</sup> gm/cm<sup>3</sup>以下程度では、地上で見られるような普通の鉄のイオンなどが主成分をなしていると考えられる。密度がこれ以上になると、同じ鉄でも中性子を多く含むイオンとなるが、このような鉄などの重い原子核が崩れて中性子と陽子になるのは密度

\* スミソニアン天体物理研究所  
Sachiko Tsuruta: On Neutron Stars



第1図 高密度星のモデルにおける質量と中心密度との関係。V<sub>β</sub> と V<sub>γ</sub> とでは核力の仮定が異なる。

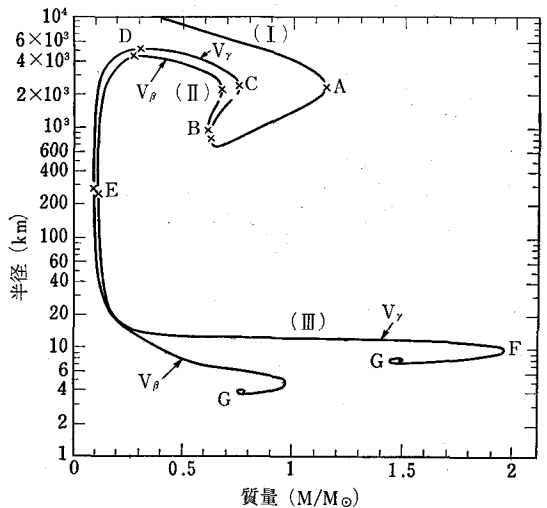
が  $10^{11}$  gm/cm<sup>3</sup> あたりからである。そして密度が  $10^{13}$  gm/cm<sup>3</sup> 位に上るまでには主成分も中性子となっているが、この場合陽子と電子も数でいって約1%位残っており平衡状態を保っている。密度が  $10^{15}$  gm/cm<sup>3</sup> 近くになると  $\mu$  中間子が現われ、 $10^{18}$  gm/cm<sup>3</sup> 以上になると種々のハイパロンも現われることになるが、この場合も主成分は中性子であるため、中心密度が  $10^{18}$  gm/cm<sup>3</sup> 程度以上の星はみな中性子星と呼ぶことにする。平衡状態にある星の内部における組成と密度の関係はすでにくわしく計算されている(鶴田学位論文その他参照)。

次に中性子星の場合問題になってくるのは核力のことである。上に述べたように中性子が主成分を占めるようになるのは密度がだいたい  $10^{13}$  gm/cm<sup>3</sup> 以上になってからであるが、密度約  $10^{14}$  gm/cm<sup>3</sup> 以上では、核子間に働く核力が重要になってくる(核子とは核の構成分子である中性子と陽子を総称したものである)。核力のことはまだよくわかっていないが、現在得られる範囲ですでにその影響は中性子星のモデルに入っている。

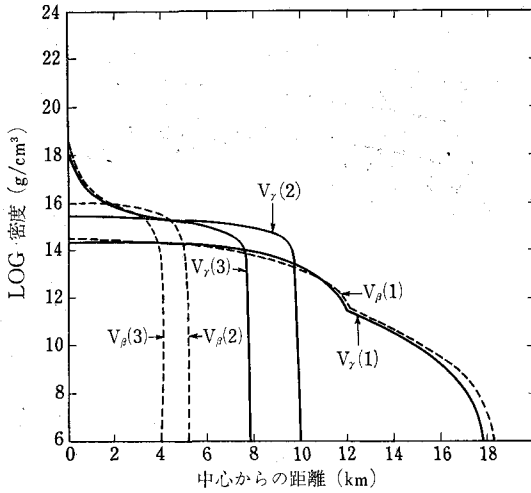
以上のようにして求めた結果を次に要約してみたいと思う。まず第1図では、星の中心密度と質量の関係が示されている。密度は gm/cm<sup>3</sup>、質量は太陽の質量 ( $M_{\odot} = 1.985 \times 10^{33}$  gm) を単位としている。この図で中心密度  $10^9$  gm/cm<sup>3</sup> の辺と  $10^{15}$  から  $10^{16}$  gm/cm<sup>3</sup> の辺に質量の上限があるが、密度の低い方の質量上限の山の下方の

枝(密度  $10^9$  gm/cm<sup>3</sup> 以下の枝)には安定した白色矮星が並び、中心密度が  $10^{14}$  から  $10^{15-16}$  gm/cm<sup>3</sup> の枝(高密度の方の質量上限の山の下方の枝)には安定状態にある中性子星が並ぶことになる。すなわちそのような中心密度と質量の組み合わせを持った星は理論上存在し得るというわけである。ここで V<sub>β</sub> と V<sub>γ</sub> は二つの異なった核力のモデルによるものである。すなわち核力の違いによって質量の上限も  $1M_{\odot}$  から  $2M_{\odot}$  と変わるわけであるが、筆者は V<sub>γ</sub> のモデルの方がより現実に近いと考え、中性子星の質量は  $2M_{\odot}$  あたりまでいくと考えている。核力を入れないモデルでは質量の上限は  $0.7M_{\odot}$  位に小さくなることも注目に価しよう。もう一つ注目すべきなのは、中性子星の取り得る質量に上限ばかりでなく下限もあることである。それは密度  $10^{14}$  gm/cm<sup>3</sup> 近くで(第1図)枝が折れ曲った所で、それより中心密度の低い中性子星は不安定となる。これで見ると、安定した中性子星の質量の下限は約  $0.1$  から  $0.2M_{\odot}$  ということになる。

次に第2図では、星の半径と質量の関係が示されている。図の中で、(I)部は白色矮星、(III)部が中性子星を示している。これによると、白色矮星の半径は平均数千 km、中性子星の半径は  $10$  km から  $5$  km 付近ということになる。この図において、(I)部と(III)部の間は、白色矮星と中性子星の間の不安定なモデルを示している。すなわち密度の高い星は、 $10^9$  gm/cm<sup>3</sup> あたりまでの所で白色矮星になるか、 $10^{14}$  から  $10^{16}$  gm/cm<sup>3</sup> あたりで中性子星として落ちつくことになる。現在の星の進化論によると、一般に質量の大きい星は進化の果に超新星となって爆発し、ほとんどの質量を失い、中心部の  $1\sim 2M_{\odot}$  の星の核が残って中性子星となり、質量がもっと小さな星はこれほど過激なコースをとらずに白色矮星



第2図 半径—質量の関係。(V<sub>β</sub>・V<sub>γ</sub> は第1図参照)



第3図 高密度星内部の密度分布。(記号は本文参照)

となって行くと考えられている。とにかくこの結果でもわかるように中性子星というのは太陽位の質量がほんの半径 10 km ほどの中にぎっしりつまっているわけで、常識では想像しがたい奇妙な星なのである。

次に第3図では中性子星内部での密度の分布が示されている。これによると、密度が低く、質量の少ない中性子星は、中性子が主成分である中心部と、重いイオンからなるかなり厚い外層からなっていることがわかる(図の中の  $V_{\beta}(1), V_r(1)$ )。中心密度が  $10^{15} \text{ gm/cm}^3$  辺ではしかしこの外層はほとんどみえぬほどうすくなっている( $V_{\beta}(2), V_r(2)$ )。さらに質量の上限点を越えて密度を上げて行っても、密度の増加分は星の中心部にのみ現われ、星の内部の大部分の密度はある程度以上、上がらないことも示されている( $V_{\beta}(3), V_r(3)$ )。ここにおいても  $V_{\beta}, V_r$  は、使った核力モデルの違いを示すものである。第3図でもわかるように、典型的な中性子星の内部では密度はほとんど一定である。

この他の中性子星の主な特長は、密度ばかりでなく、温度も星の内部でほとんど一定だということである。密度も温度も表面の非常に薄い層の中で急激に減少する(表面に向って)わけであるが、その層の厚さは質量約  $1 M_{\odot}$ 、半径約 10 km の星では、わずか 1 m 前後である。もっとも温度が高くなれば多少厚さが増すが、以上のことは表面温度が  $10^5$  から  $10^7$  度辺の星についていうことができる。また中性子星の場合は内部温度と表面温度の差も少なく、表面温度が 10 万度辺では内部温度はその 10 倍位にすぎなくなる(普通の星の場合はこの比率は 1000 倍位である)。

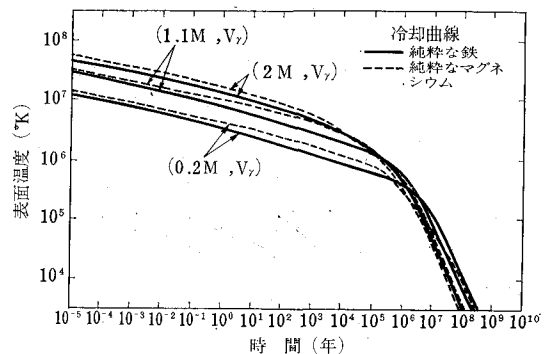
4. 中性子星の寿命および観測の可能性について

超新星が爆発して外側の大部分が飛び散り、あとに残

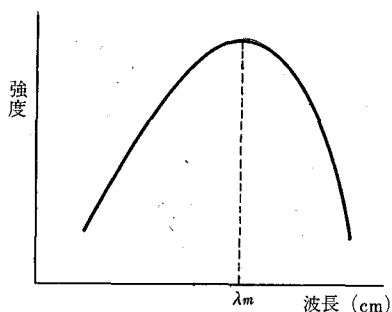
った極度に圧縮された星の中心部が中性子星となると考えられているが、それが観測し得るかということは天文学者にとって重要な問題であろう。爆発当時はかなりの高温に達し ( $10^9$  度以上)、非常に激しい自転や脈動などが起こり、内側は圧縮され外側は膨張すると考えられるが、このような過激な状態にあっては重力波やニュートリノの放射も強く、きわめて短時間に(数秒から少なくとも数カ月以内で)大部分の爆発によるエネルギーが失われると考えられている。そのあと膨張していく外層ではいろいろの電磁波放射の現象が起こり、星雲、X線源、電波源などとして比較的長い間 ( $\sim 10^4$  年以上) 観測され得るわけである。中心部の中性子星は爆発後急激に冷えていくと考えられるが、その点をここで少しくわしく考えてみたいと思う。

爆発直後の高温状態 ( $10^8$  度以上) では中性子星からのニュートリノの放射が強く、逃げて行くニュートリノによって星のエネルギーが急速に奪われるので、中性子星が  $10^8$  度辺まで冷えるのに短時間しかかからない。星の内部温度がそれ以下になるとニュートリノ放射はほとんどなくなり、あとは表面からの電磁波の放射により冷えるだけである。このような状態にあっては核反応もやみ、星のエネルギー源としては残された熱エネルギーがあるのみで、それが電磁波放射により徐々に失われて行くわけである。星の質量、核力のモデルの違い、現在の素粒子論の不確かさなどにより結果は違ってくるが、私達の計算の結果はだいたい次のようになる。超新星爆発時を中性子星誕生の時とし、それからどのくらいの時間で星が何度まで冷えるかを考えると、平均してだいたい表面温度が  $10^7$  度になるのに  $0.2 M_{\odot}$  くらいの軽い星では 1 日足らず、そして  $2 M_{\odot}$  くらいの重い星では 10 年くらいかかることになる。温度が  $10^6$  度になるには約  $10^4$  から  $10^6$  年かかり、 $10^4 \sim 10^5$  度になるには  $10^7$  から  $10^8$  年かかるという結果が出ている。以上のことは第4図でもわかるであろう。

このような中性子星を観測し得るかという問題を次に



第4図 種々な化学組成・質量の場合の冷却曲線。



第5図 黒体放射の典型的なスペクトル。

考えてみたい。中性子星を黒体と考え、その表面からの電磁波の放射を黒体放射と考えることができるが、黒体放射の場合、最も強度の高い点の波長  $\lambda_m$  と黒体の温度、すなわちこの場合は中性子星の表面温度  $T_e$  との間に次の関係がある。

$$\lambda_m \approx 0.3/T_e$$

$\lambda_m$  の単位は cm,  $T_e$  の単位は絶対温度である。電磁波は波長の長い部分では電波となり、短い部分ではX線、 $\gamma$ 線などとなるが、可視光線となるのはその間のごく短い幅においてのみである。上の関係からみると、温度  $T_e$  が  $10^7$  度辺においては数オングストロム ( $\text{\AA}$ ) くらいの固いX線を出し、温度が  $10^6$  度付近では数十  $\text{\AA}$  辺のやわらかいX線を放射することになる ( $1 \text{\AA} = 10^{-8} \text{ cm}$ )。そして表面温度が約  $10^4$  度くらいになって始めて可視光線が放射されることになる。

このような電磁波がわれわれによって観測されるかを知るには次の関係式が便利である。

$$L = 4\sigma R^2 T_e^4$$

ここで  $L$  は光度、 $R$  は星の半径であり、 $\sigma$  はステファンの比例定数である。これによると同じ強さの電磁波を出すためには小さな物体 ( $R$  が小さい場合) ほどその温度  $T_e$  が高くなければならなくなる。たとえば太陽の半径は約  $7 \times 10^5 \text{ km}$  であるが、先に述べたとおり、中性子星の半径は約  $10 \text{ km}$  なので、太陽と同じ強度の電磁波を出すためには中性子星の温度はかなり高くなければならぬ。このようにして見ると、太陽の光度と同じくらいの電磁波を出す中性子星の表面温度は約  $10^6$  度となり、先の関係式からみると、そのような電磁波はやわらかいX線に当る。可視光線を出すためには中性子星の表面温度が  $10^5$  から  $10^4$  度辺まで下らなければならないが、そのくらいの表面温度では放射される光の光度が太陽のそれの十万分の一くらいになってしまう。すなわち地球のすぐ近くにでもないかぎり、中性子星を普通の光の望遠鏡で (すなわち可視光線で) 見るのは不可能ということになる。けれども上の結果でわかるように、やわらかいX線では太陽と同じくらいの光度になるので理論

上は観測が可能ということになる。

むしろもっと固いX線、すなわちもっと高温の中性子星を観測することも理屈としては可能であるが、先にも述べたように固いX線を出す中性子星の表面温度は  $10^7$  度くらいとなり、そこまで冷えるのに1日から100年くらい (爆発後) しかかからないとあれば、超新星爆発直後でないとは観測は難しいことになる。少なくともカニ星雲のように爆発後約1000年も経たない場合、その中の中性子星の表面から固いX線が放射されるということは、理論上成り立たないことになる。また中性子星の寿命についてはさらに異論があり、数年前、中性子星の中に  $\pi$  中間子があれば数年足らずで  $10^6$  度くらいに冷えてしまうという論文も発表されている。そうすると中性子星の観測は可視光線ばかりでなく、X線においても全く不可能ということになる。しかし中性子星の中に  $\pi$  中間子があるか否かは素粒子論の専門家にとってもまだ不明な問題であり、中性子星がこのような直接の表面からの放射線により観測され得るかの問題は、厳密にいうと今後の素粒子論の発展を待たなければならないということになる。

次に実際観測されている宇宙からのX線の今までの資料と、このX線源の中性子星説について一言述べさせていただきます。先にも触れたように、X線の強さの点だけから考えると、 $\pi$  中間子の問題をのぞけば、中性子星からのやわらかいX線観測は一応可能ということになる。実際のX線観測結果とこの中性子星説を比べると、X線源の距離、年齢などを考えなければならない。それは同じ光度の天体も遠くにあれば観測しにくくなるためである。X線源として主なものにカニ星雲とサソリ座のX線源1がある。カニ星雲は約千年近く前 (1054 AD) に起こった超新星の大爆発のあとで、ほぼ1100パーセック (pc) ほどの距離にあるとされている。 ( $1 \text{ pc} = 3.26 \text{ 光年} = 3.084 \times 10^{16} \text{ cm}$ )。このような数字をあてはめて計算すると、カニ星雲の中にあると仮定された中性子星は爆発後約千年では表面温度が約数百万度 ( $\sim 3 \times 10^6 \text{ }^\circ \text{K}$ ) でやわらかいX線を出すことになるが、それがほぼ1000 pc離れた地球上で観測されたとする、その強さは実際観測されたX線の強さの約10分の1くらいとなる。同じようにして、もしサソリ座のX線源1がほぼ30 pc ( $\sim 100 \text{ 光年}$ ) の距離で約1万年から10万年前に起こった超新星爆発のなれの果てである中性子星であるとする (この仮定を裏づけるような観測結果はあるということである) 中性子星からのX線の強さは、特にこの中性子星が質量の大きいもの (1から  $2M_\odot$ ) と考えれば、観測されたX線の強さとはほぼ同じということになる。がこの場合も爆発後何万年も経っているので中性子星はやわらかいX線を出す程度 ( $\sim 10^6$  度) に冷

えている。

観測結果との間の主な食い違いは、観測されたX線のスペクトルが、むしろシンクロトロン放射等の特長を示しており、黒体放射の特長を示していないことである。また観測された固いX線（波長の短いX線）の強さも中性子星の表面からの放射としては説明出来ないのである。筆者はむしろ、観測されたX線は中性子星の周囲の高エネルギーを持ったプラズマとか超新星爆発によって出来た膨張しつつある殻の部分からの放射によるものと考えている。その中には中心部の中性子星の表面からのX線も混っているかもしれないが、その強さが周囲から放射されるX線と同じか少ない場合（カニ星雲やサソリ座X線源1などのモデルのように）、中性子星からの黒体放射のスペクトルがみえなくても不思議ではない。

結局宇宙からのX線観測の結果は中性子星の存在を否定することは出来なかったが、その存在を証明することも出来なかったわけである。とにかくこのX線が簡単な中性子星表面からの黒体放射のみによるのではないという事は明らかである。

## 5. パルサーと中性子星の関係について

とにかく以上述べたように、中性子星とは活動期も終って今はただ死を待っている老人のようなものである。同じ老年の星でも白色矮星の方はそれでも実際に光の望遠鏡で発見されているが、中性子星の方は可視光線はもとより、X線でも直接観測するのはほとんど不可能と見られる星である。それで、そのような結論に到達してからは、一部の変わり者以外は中性子星に関心を持たなくなったようである。そこへ現われたのがパルサーの発見である。パルサーの解説はすでに天文月報の1月号（1969年）でなされているので、ここでは主に何故パルサーが中性子星を必要とするかの問題にとどめたいと思う。

第一にパルサーの重大な特長の一つに、周期が非常に短いということがある（数秒以下）。一般に密度が高いほど周期も短くなるが、白色矮星では数秒、中性子星では数ミリ秒となる。もう一つの大きな特長は、周期が非常に規則正しい（最初発見されたパルサー群ではほぼ $10^{-7}$ の精度）ということである。このように時計のように正確な周期は、自転、脈動、連星の運動のような天体力学的な運動によるものとしなければ説明がつきがたい。

最近まで有力であったのに白色矮星の脈動説があった。白色矮星の脈動周期は数秒であるが、いろいろとモデルを改造することによって観測されたパルサーの周期の1秒近くまで脈動周期を下げる試みがいろいろとなされた。しかし最近になって30ミリ秒近くの周期のパルサーが発見されるに及んで、ついに脈動説は放棄せざるを得なくなった。どんなに改造しても白色矮星の周期を

そこまで下げることは不可能だからである。これは白色矮星の脈動だけでなく、自転や公転の周期についてもいえることである。すなわちパルサーの周期は白色矮星の力学的運動には短かすぎるといわけである。89ミリ秒と33ミリ秒のパルサー発見に及んで、ついに白色矮星説の支持者もかぶとをぬがざるをえなくなったのである。

では中性子星ではどうであろうか。中性子星の連星系の公転説は一時提案されたけれども、これは現在の一般相対性原理に相反する結果となる。すなわちこのような場合一般相対論によれば重力波が放出される筈で、その結果公転の周期が変化しなければならないが、観測されたパルサーの周期にそのような変化は認められないのである。また一方観測された周期の精度を保つためには、連星系を作っている中性子星の質量は小さすぎて、安定な状態で存続することが出来ないのである。（すなわち先に述べた中性子星質量の下限以下となるのである）。次に脈動であるが、安定した中性子星脈動の周期はほぼ決っており数ミリ秒辺の値しか取ることが出来ない。1秒くらいの周期を持つ中性子星は密度が低く（ $\sim 10^{13}$  gm/cm<sup>3</sup>）不安定である。すなわちこのようなモデルは第1図では上部の安定した中性子星の枝と、下部の安定した白色矮星の枝の間の不安定な部分に属するのである。

次に考えられるのは中性子星の自転である。星が自転している場合、自転の速度がある程度を越えると不安定になり、星として一つに固まっていることが出来なくなる。このような自転周期の下限は白色矮星では秒の辺り、中性子星ではミリ秒付近にくる。すなわち自転の場合はこの下限より長い周期ならどのような値でも取れるわけである。それで白色矮星の自転によってはたとえば80ミリ秒、30ミリ秒付近のパルサー周期を説明することが出来ないが、中性子星の自転ではそのような問題は起こらない。すでに今年の初めまでに約20数個のパルサーが発見されているが、その周期は約33ミリ秒から約3秒までという広範囲にわたっている。この事実も中性子星の自転以外の現象によって説明することはほとんど不可能であろう。

一方超新星爆発後、あとに残された中心部の中性子星が自転し、年と共に自転の速度が徐々におそくなって行くと考えれば最も自然な解釈が出来るようである。最も短い33ミリ秒周期のパルサーはカニ星雲の中にあり、まだ比較的若い（ $\sim 1000$ 年）中性子星の自転によるものと考えられる。またはじめに発見された1秒付近の周期を持つパルサーはもっと年取った中性子星によるものと考えられる。超新星爆発後、長時間経てば周囲に膨張して行った外層からのさまざまな電磁波の放射も絶えてくるので、非常に年取ったものは星雲としても電波源、X線源としても観測出来ず、中心部に残った星核の自転

によりパルサーとしてのみ観測出来ると考えられる。この場合自転速度が早いほど、自転速度の変化が観測され得るはずであるが、この仮定を裏づけるように最近カニ星雲中の33ミリ秒周期のパルサーの周期が2,400年に1の割合で長くなっているのが発見されたのである。また他のもっともおそいパルサーでもわずかではあるが周期が徐々におそくなっているのがごく最近になって発見された。これらは中性子星自転説とよく合うといわれている。

周期の問題はこのようにほぼ解決されたが、実際にどのようにしてパルサーが起こるかはまだわかっていない。たぶん強い磁場などによるローカルな現象があり、それが自転によって私達の方を向く時のみパルス状の電波が観測されるというように考えられているようである。もっとも最近周期が逆に短くなって行くパルサーが発見されたとも伝えられているが、それも中性子星のわずかな収縮によって説明出来るといわれている。とにかく細かい点ではまだまだ異論が多く、パルサーは依然として謎に包まれたままであるが、以上述べたような理由により、パルサーは中性子星を認めなければ説明出来な

いという点では、専門家の意見も一致しているようである。

中性子星というのはとにかく密度  $10^{15}$  gm/cm<sup>3</sup>, 半径 10 km, 温度や密度の変化の起こる外側の層は約 1m, しかも質量は太陽のそれとほぼ等しいという、常識では考えられない天体であるので、その存在を認めたがらないのは当たり前である。それで最近発見されたパルサーが中性子星によってのみ説明されるというのは、興味深いことである。とにかくパルサー自身ミリ秒付近の周期とかさまざまな不思議な非常識な性質を持っていることを考えると、それが中性子星と結びつけられても不思議ではないだろう。しかしつい二、三年前、中性子星はもし実存しても絶対観測できないと断言した著名な学者もいたのである。最初の予言者であったオープンハイマーもこの点については晩年悲観的であったと伝えられていた。それで、もし 1930 年代にすでに理論的に予言された中性子星の存在が、パルサーの発見によってついに証明されることとなるならば、それは非常に興味深いことであろう。

## わが国の科学的日食観測事始め

—明治 20 年皆既日食観測の記録—

齊 藤 国 治\*

### 1. はじめに

明治 20 年 (1887) 8 月 19 日午後 3 時すぎ、新潟県から茨城県にかけて、本州を横断して、時間 3 分余にわたる皆既日食が起こった。この日食に関しては、すでに神田茂氏の天文月報記事 (昭和 11 年) があるが、筆者らはこの度さらに詳細な調査をおこなって、これを東京天文台報第 14 卷第 4 冊 (昭和 44 年 3 月刊) に、齊藤国治・篠沢志津代: 「明治 20 年 (1887) 8 月 19 日の皆既日食観測についての調査、副題として—専門家の観測と一般市民の観測—」という 50 ページの調査報告を発表した。しかるところ、天文月報編集部からこのことについて月報に原稿を依頼されたので、上記報告に書き残した分を含めてここに一文を追加する。上記を学術篇、これを通俗篇として、併せてお読み頂ければ幸いである。

### 2. 当時の国内情况

いまから 82 年前のひとつの皆既日食のことだから、と

りたてて親しみもないようだけれど、この日食は明治に入って本州を通過した最初の皆既日食であり、明治政府は内務大臣山県有朋の主唱によって、この日食観測を国家的事業となし、官報第 1231 号をもって長文の日食観測心得書を発表し、またコロナ写生用図紙を印刷して皆既食の通過する各県各郡に配布し、専門家はもちろん郡区役所吏員・中小学校教員から一般市民に至るまで、国民各層にひろく日食観測の実施を奨励した。皆既帯内の官庁・学校に対しては、とくに午後 1 時以降を休業となす措置をとった。東京は食分 0.99 の部分食であったが、「上野の博物館・動物園とも午後 1 時より来覧差止め」となり、日本銀行はじめ市中各銀行は「営業正 12 時限り」となった。聖上陛下 (明治天皇) は青山御所内にて日食天覧あらせられ、福島県白河・栃木県黒磯へは、上野から臨時日帰り列車が特発され、日食観望船「名古屋丸」は、政府高官・同令夫人らを乗せて銚子犬吠岬沖にのり出した。アメリカからは日食観測の大家 D. P. トッド博士一行がはるばる来日するなど、当時近代化を急いでいた日本は、この皆既日食を機会に、国をあげて科学振興熱に沸騰したのである。

\* 東京天文台

K. Saito: The First Scientific Observations of the Total Solar Eclipse in Japan.