

## 銀河系プラズマの研究

海野 和三郎 (天文)

膨張宇宙が始まって以来現在までに $10^{10}$ 年、銀河形成はそのごく初期の $10^6$ 年くらいの年令のときになされたと考えられている。以来、銀河系は宇宙膨張からとり残された形で、大局的には $10^{10}$ 年の時間尺度の進化の様相を示している。太陽系は銀河中心のまわりを $200\text{ km/s}$  くらいの速度で $10^8$ 年くらいの周期で回転しているが、この銀河回転の速度は局部銀河群すなわちアンドロメダ星雲、大小マゼラン雲などの各銀河がもつ固有運動の速度と同程度の大きさであり、このことが宇宙乱流からの銀河形成という考えを支持している。このように、銀河系の大局的構造は宇宙進化の様相を物語るものであるといえる。また、銀河系内部の構造すなわち銀河中心核と渦巻き腕をもつ銀河円盤、その中の恒星の形成と進化、恒星による星間空間の(重元素放出)汚染、汚染物質をもとにした太陽系の形成などは宇宙物質の具体的な進化にはかならない。私たちの「銀河系プラズマの研究」はこうした背景に立って、重力プラズマとしての銀河系とその中の電離ガスとしてのプラズマの振舞いとを研究することを目的としている。

銀河系プラズマの観測的研究には大型の光学望遠鏡および大気圏外観測とが不可欠である。しかるに、わが国には大型宇宙望遠鏡がなく、したがって東京天文台を中心機関として現在直径 $45\text{ m}$ 鏡とこれを中心とする大型電波干渉計の建設が計画されており、全国の天文学研究者が待望久しいものとなっている

が、一日も早く建設したいものである。総合研究のメンバーにも大型宇宙電波望遠鏡の関係者が数多く含まれている。

ところで、銀河系プラズマには二つの意味がある。一つは電氣的クーロン力が粒子間に作用している電離プラズマの意味であるが、もう一つはクーロン力の代わりに重力を考える重力プラズマの意味である。重力プラズマの構成要素は恒星及び星間物質であり、陰陽の存在しない引力のみのプラズマである点が特徴である。距離の逆二乗に比例する遠隔力が作用する点では電離プラズマも重力プラズマも同じであるので、両者の間には多くの類似と相違とがある。よく知られている銀河系の渦巻き構造は回転する重力プラズマの不安定性に起因する密度波と考えられている。こうした不安定性機構を論ずる方法論と結果は多くの場合電磁プラズマの場合と対応がつく場合が多い。電磁プラズマにおける磁場と重力プラズマにおける回転とは共に弾性的な復元力を示す点で類似である。一方、引力のみの重力プラズマでは一方的に凝縮をおこすことがあり、これを阻止する機構が働かなければブラック・ホールとなって視界から消えてしまうことになる。ブラック・ホールを構成粒子とする重力プラズマを考えるのも浮世ばなれした面白いテーマかもしれない。セイファート銀河中心核やクェーサーと俗に呼ばれる稠密なガスと恒星の系にはとてつもない活動性があるから、宇宙では何事でもおこり得ることを覚悟しておく必要がある。

大まかにいうと、銀河系プラズマでは重力プラズマとしての性質が大局的な場を支配し、電離プラズマとしての性質が実際に観測される物理的な状態を支配している。この二面性と両者の間の有機的な関連が銀河系プラズマの研究を魅力的なものにしている。銀河の腕では衝撃波現象がおこり、圧縮されたガスは濃い星間雲に分裂し、星間塵を多量に含んだ分子雲から恒星の誕生が始まる。星間分子といえば、 $\text{CH}$ や $\text{CN}$ などが知られているのみであったが、マイクロ波電波天文学が発達した結果 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{OH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  など簡単な分子からメチルアミン、エチルアルコールなどかなり複雑な分子に至る $10^2$ 個のオーダーの分子が発見されている。水素や炭素などの同位体を含む分子の線スペクトルも観測され、星間分子化学は今や花ざかりを迎えている。メチルアミンは一時外国でジャパニーズモレキュールと呼ばれたことがあった。これは量子力学的計算から、実験室の測定、天文学的同定に至るわが国の研究者の寄与が大きかったことよっている。GNPではないが、わが国の科学もいつの間にか実力をつけていて学際的協力が有効になってきていることの一例であろう。いたずらに境界領域の振興を叫ぶのは百害あって一利しかないが、他分野の研究をお互いよく知りあひとり入れることは大事なことである。星間分子についてはその形成機構、メーザー機構など興味深い研究テーマが多い。また、銀河中心の活動性などに対して分子線が構造や運動を決定するプローブの役割をすることの意味も大きい。そのほか、オリオン星雲は恒星誕生の場として知られているが、いくつかの著名な赤外線星やその附近は活潑な分子雲の集合である。激しい時間変動をするメーザー機構や複雑な有機化合物の存在をみると、星間雲があたかも生物であるかの如き錯覚をおぼえることがある。

ところで典型的な天体プラズマといえばカニ星雲であろうか。その中心には $10^3$ 年ばかり前に爆発した超新星の名残が中性子星となり、今も毎秒30回ほどの回転をするパルサーを形成している。地上では得られない超超高密度の中性子星内部は素粒子物理学、超流動物性物理などの研究対象であるが、強磁性下の量子力学の実験場でもある。30 Hzの重力波に対して理学部でも平川研でその検出が計画され、目下妖しく不可思議な話題を提供しているのは周知の事実である。30 Hzのプラズマ波はパルサー磁気圏の動力となっており、高エネルギー粒子雲が数 $100\text{ km/s}$ で噴出し、あたりはX線をはじめシンクロトロン輻射に満ちている。

現在パルサー以上の華麗さで多くの研究者を引きつけているのはX線星である。中でも白鳥座やヘルクレス座の著名なX線星の正体はブラック・ホールや中性子星であろうという考えが有力である。これらは連星系の伴星であって相手の主星からの質量放出を強い重力下でうけとめている。X線や光学的変光から自転や公転の軌道運動が知られるが、最近では主星の才差運動によってプラズマ流がX線星の赤道面に傘形のひずんだ円盤を形成するようなモデルまでつくられている。

以上、話題があちこちと飛んでまとまりのない結果となってしまったが、銀河系プラズマの研究対象はこのほかにも数限りない。人間の知性が宇宙を研究する能力をもっていることを知ったニュートン以来の天文学の宿命でもある。最後に、やはり、大型宇宙電波望遠鏡の早期建設を期待して、皆様の御支援をお願いして止まない次第である。原稿依頼の趣旨をまちがえて総合研究の報告のようなものを書いてしまったことをおわびする。