

星と銀河の双極ジェット

内 田 豊 (天文学教室)



三年程前に着任した後に理学部広報に書く機会を与えられたが、その時は天文学教育研究センター発足準備を仰せつかっていた関係でその紹介をさせて頂いた。今回改めて編集部から、最近の研究について紹介の機会を頂いたので、喜んで筆をとらせていただくこととした。

私の研究対象は天体の電磁流体现象である。天文学の対象は、最近の二十年程で、光で見える“星の宇宙”から、電波やX線で見えてきた“星以外の諸々の対象をも含む宇宙”に大きく変貌した。天体の電磁流体现象研究とは、これらの電波やX線で見える諸天体の基本的振舞いの解明と云える。これらは主に磁場と相互作用するさまざまな形態の気体であり、その振舞いは高度な非線形性のため従来は十分な解明が出来なかった。しかし最近の超大型計算機の発展は、天体で考えられる状況のもとに複雑な電磁流体方程式を直接解いてしまうという新しい方法(数値シミュレーション)を可能とし、これを詳しく調べることが可能となってきている。我々は早くから電磁流体现象の研究にこの手法を取り入れる試みを行って来たが、この5~8年でこれがより本格的に行えるようになってきた。わが国は米国と比肩する計算機事情の

良さもあって、この分野はわが国の研究が世界の研究をリードしている天文学の分野の一つであると云ってよい。

私と共同研究者たち〔柴田、松元、羽部、浜武、藤堂、広瀬、福井、水野、等の直接共同研究者の諸君のほか祖父江、池内、海部、佐藤(哲)氏等にも協力をいただいている。〕の研究対象の一つは、星生成に関わる電磁流体现象で、ジェット発生、磁気降着円盤の振舞い等に関するものである。丸い星が出来るのに、なぜ特定の二方向に分子ガスのジェットが発生するのか、その役割は、等について我々が提唱した降着円盤の差動回転による非線形アルフヴェン捻れ波の発生を含むいわゆるUchida-Shibataモデルはその予言したジェットの回転(これは従来のモデルでは説明できない)が野辺山の観測で発見されたこと、この描像に合致する大スケール磁場構造が見いだされたこと、等により観測的にもサポートされている。

降着円盤が大スケール磁場を持ち込んでいるならば、これと中心星に生ずる磁気圏との間の相互作用もあるはずである。これを考えて円盤内縁からの質量洩れ込みの磁場によるコントロール、その一部が高速ジェットとして噴出される機構等も提案したが、これは形成末期の星から放出される“光学的ジェット”を説明し、この高速ジェットとの関連で、これまで正体不明だったハービック・アロー天体にも説明をあたえた。

他方、星形成の盛んな濃い大質量雲から延びている“ストリーマー構造”も、スケールは星形成より一桁以上大きい、やはり重力収縮する大質量雲から磁場を介して角運動量が持ち去られて生ずる現象ではないかと考えて名大グループと共同観測研究を行った結果、ストリーマーも、軸のま

わりに回転していること、我々の電磁流体的モデルに特有のヘリカル構造があること、等が発見され、ここでも物理的に類似の機構が働いていることを明かにすることが出来た。

一方、電磁流体方程式系は、無次元化してみると、ある条件のもとでは一定の相似則がスケールの違いを越えて成り立つ事が示せる。我々は星形成の問題の自然な発展として、スケールは $10^5 \sim 10^6$ 倍も違うが無次元化して考えると定性的相似性を持つ、活動銀河核からの電波ジェットの問題にこれを拡張発展させている。ここでは星の代わりに原始銀河の中心に出来るブラックホールの形

成過程が対象となり、星形成の場合に対応して、磁気回転ジェットの発生、その反作用として磁場を介して起こる降着円盤からの角運動量抜きとり、中心天体への質量降着と重力エネルギー解放の増大等が起こり、一連の活動銀河核の現象に対して説明が与えられることになる。これが正しければ、星形成の問題に続いて、クエーサーや活動銀河核の起源という大きな未解決の問題への有力な手がかりを、これまで放射機構に関与していることは判っていたが、そのダイナミカルな影響は考えられていなかった磁場を導入することにより、纏むことが出来たことになると考えている。