

—天文学最前線—

成層回転流体の安定性

微分回転している流体の安定性、特に、非軸対称な擾乱に対する断熱安定性は、これまでの様々な努力にも拘らず、未だ明確な結論を得るに至っていないが、安定であるための十分条件については、global な方法を用いて、一般的に導けることがわかった。

この条件は、非常に簡潔で、微分回転とエントロピーの勾配、有効重力の3つのベクトルを含む、2つの不等式で表わされる。一つは、Kelvin-Helmholtz 不安定に対応するもので、平板平行成層流でよく知られているのと同じ Richardson の判定式に還元できる。他方は、等圧力面上での角速度、及び、密度の変動に関係していて、地球物理学の分野でいうところの, Barotropic and Baroclinic 不安定に対応するものと考えられる。

前者は、動径方向の角速度の勾配が、エントロピー勾配に比して小さいこと (Richardson 数 $\leq 1/4$) を要請する

が、そのような場合には、後者を満足することはできない。したがって、2条件とも満たす、即ち、非軸対称な断熱擾乱に対して安定となる十分条件は、一様回転となる。この結論は、回転している自己重力系の熱力学の議論によっても、支持される。

これらの考察は、少なくとも、短波長の摂動 (方位角方向の波長 \ll 動径方向の特徴的な scale) では、不安定なモードが、遍在していることを、示唆している。もちろん、回転流体の安定性について、最終的な結論を得るには、今後は、必要条件の検討、不安定なモードの具体的な解析等が、不可欠である。

筆者は、上記の条件の導出に際し、非圧縮性を仮定していたが (A & A 176, 53), その後、花輪氏によって、圧縮性を考慮した場合についても成り立つことが示されている (A & A 179, 383)。藤本正行 (新潟大教育)

分子双極流の構造と回転

内田と柴田が提唱した電磁的ジェット加速機構 (IAU Symp. No. 107, p. 287, 1985; PASJ 37, 515, 1985) によると、恒星形成域からの双極流は中空円筒形の流れて速度場は円筒に沿ってらせん状にかなりの距り迄加速が続く事が理論的に予想される。このレポートは、観測的にこれがチェック出来るのではないかと考えて、角サイズも大きく視線と軸のなす角も大きい典型的双極流 L 1551 を選んで野辺山 45 m 鏡で観測した結果の報告 (IAU Symp. No. 115, p. 285, 1986; PASJ 39, submitted) についてのものである。

観測は $^{12}\text{CO J}=1-0$ の 115 GHz 線で行なった。回転検出の目的で、始め流れを横切って $1'$ おきのストリ

ップに沿って観測した。これ迄の観測 (例えば Snell et al., 1980) ではのっぺらぼうなローブと思われていたが 45 m 鏡の威力でローブの双方共実は中空であった事、流れは中心の赤外源から 0.2 pc 位の所迄徐々に速くなっている事、等が直ちに判った。ヘリカル速度については $\pm 1 \text{ km/s}$ 位の低速でレッド、ブルーの両ローブが互に斜めに他の領域に乗入れている事が見出され、これが双極流が中心部ディスクと同方向の回転による事が示された。内田・柴田モデルは検証されたといえるが、この事は双極流の形成には磁場が本質的な役割りを演じている事、双極流が星形成の角運動量放出に関与している事実を明らかにしたといえよう。内田 豊 (東大理)

——天文学最前線——

含イオウ星間分子の化学

—— H_3S^+ のマイクロ波スペクトル——

今までに 65 種以上の星間分子が発見されているが、そのうちイオウを含む化合物は CS, NS, SO, SiS, OCS, HCS^+ , H_2S , SO_2 , HNCS, H_2CS , CH_3SH の 11 種である。これらの分子の星間空間における生成や反応はイオン分子反応モデルを用いて検討されてきた。提案されたモデルでの問題点の 1 つは、 H_2S を効率良く生成する反応が知られていない点である。 H_3S^+ イオンは H_2S の生成反応において要の位置を占めていると考えられていたが、最近になるまで H_3S^+ は分光学的に全く知られていなかったため電波望遠鏡による探査の対象にできなかった。しかも H_3S^+ は 300 GHz 以下の周波数領域には唯一本のスペクトル線しか与えない。我々は名古屋大学に新設したサブミリ波分光器を用いて、その唯一の遷移、 $J=1-0, K=0$ を検出した (Saito, Yamamoto and Amano, 1987, Ap. J. 314)。観測したスペクトルを図に示す。周波数の測定値は 293457.204 ± 0.017 MHz である。このスペクトル線は今後電波望遠鏡による星間 H_3S^+ の探査に役立つとともに、含イオウ星間分子の化学の理解を深めるのに有用であろう。

齋藤修二 (名大理)

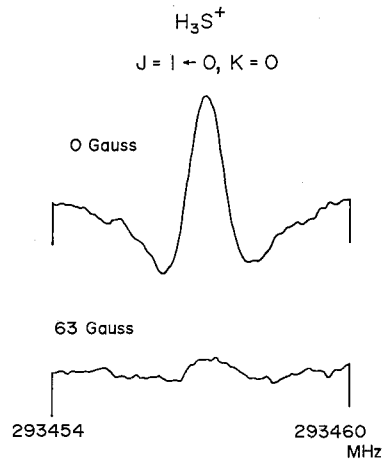


図. H_3S^+ , $J=1-0, K=0$ のスペクトル。ホローカソード型放電セル (2 m) 中での H_2S と H_2 混合気体の直流放電。上の図はセルに磁場を加えない場合、下は加えた場合。磁場を加えてスペクトル線の強度が大きく低下するのは分子イオンのスペクトルの特徴 (Saito et al., 1985, J. Chem. Phys. 82, 45)。

X 線パルサー Vela X-1 のタイミング解析

X 線パルサー Vela X-1 のパルス周期の変動は日本の X 線天文衛星「白鳥」と「天馬」で詳しく調べられた (Nagase et al., Ap. J. 280, 259 (1984), PASJ 36, 667 (1984))。このうち 1980~1984 年のデータを Washington 大の Boynton と Deeter が開発した解析システムを用いて再解析した (J. E. Deeter, P. E. Boynton, N. Shibasaki, S. Hayakawa, F. Nagase and N. Sato, A.J. 93, 877 (1987))。この解析では pulse-noise filtering 法を用いたためパルス周期の変動に関して以前より 2 倍以上精度の良い結果が得られた。これから Vela X-1 の中性子星の回転速度は ~ 3 日の短期間に $\dot{\Omega} \sim 5 \times 10^{-8} \Omega \text{ yr}^{-1}$ の変化をすることが明らかになった。図には中性子星回転角速度の変動の ~ 0.5 日から ~ 8 年の時間尺度にわたる power density spectrum を示す。Vela X-1 の中性子星の回転角速度の変動は ~ 3 日以上時間尺度で white noise 様 (つまりパルス周期の変化は酔歩運動様の振舞い) と言える。この振舞いは物質降着に伴って外部から中性子星に与えられる角運動量とこれに応答する中性子星の回転角速度の変化との関係で決るので、中性子星内部構造モデルの検証についての手懸りを与えるものである。

長瀬文昭 (名大理)

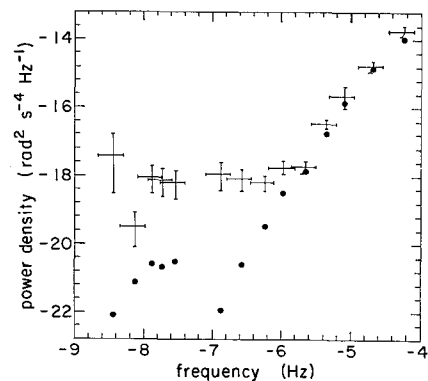


図. Vela X-1 のパルス周期のランダム変動の power density spectrum を示す。周波数が $6 \times 10^{-8} \text{ Hz} \leq f \leq 10^{-4} \text{ Hz}$ ($0.1 \text{ d} \leq \tau \leq 180 \text{ d}$) の範囲は「はくちょう」と「てんま」のデータから得られた結果であり、 $f \leq 6 \times 10^{-8} \text{ Hz}$ の値は過去の衛星による観測結果を含めて求めたものである。黒丸は X 線強度の統計ゆらぎによるパルス波形の変化に依存するノイズ成分を示す。 $f \leq 4 \times 10^{-6} \text{ Hz}$ ($\tau \geq 3 \text{ d}$) の領域で Vela X-1 固有の white noise 成分が見られる。

静止型プロミネンスの中に検出された短周期振動

静止型プロミネンス中の特定の場所に、周期約 160 秒、振幅 0.8~1.4 km/s のはっきりした速度場振動が検出された。飛騨天文台の DST を用いて行った Ca II K 線の時系列分光観測を解析した結果である。検出された振動の特徴は、分光器のスリット上約 15,000 km にわたって連続的に存在し、しかもそれらがほぼ同位相であることである。なお、線輪郭解析によって得られる他の 2 つの物理量のうち、線強度には 240 秒の弱い周期性が場所によって認められたが、線幅はなんの周期性も示さなかった。

この結果は、われわれの別の観測結果 (Tsubaki and Takeuchi: 1986, Solar Phys. **104**, 313) と定性的に良い一致を示し、静止型プロミネンスの少なくとも特定の場所に周期振動が存在することがめづらしい現象ではないことを示唆することとなった。(Pub. Astron. Soc. Japan **39**, 179 (1987)) 椿 都生夫 (滋賀大教育)

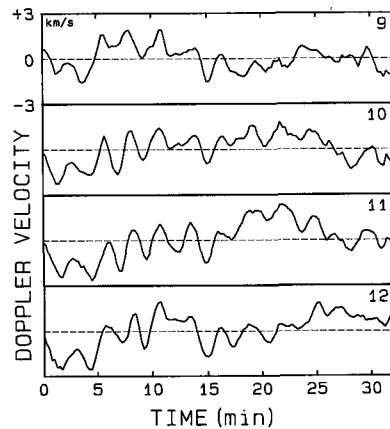


図. 静止型プロミネンスの速度場中に検出された周期振動. 分光器のスリット上連続的に、スキャン番号 9~10 にわたってほぼ同位相の振動的変動が見られる。フーリエ解析によるパワースペクトルも予想通りの鋭いピークを周期 160 秒に示した。

回転ガス円盤のモード解析と波——回転相互作用

回転ガス円盤のモード解析は銀河の渦状構造の理解を目的として今まで数多くの研究がなされてきた。今回、その波動としての性質を詳しく調べるために、星の振動論で使われる診断法を利用して再解釈を行ってみた (PASJ, Vol. 39, No. 1, p. 69, 1987)。その結果、渦状構造を示す重力不安定モードと、圧力モード、回転モードなどの関係を波の復元力や振動エネルギーの立場から明確にすることができた。さらにこのような波動と、円盤の回転運動との相互作用を定式化し、重力不安定モードが成長する際に、平衡状態としての回転運動がどのような変化を受けるかについて議論した。非軸対称な波動は、レイノルズ応力や移流効果、重力トルクなどによって角運動量を輸送するが、重力不安定モードの成長時には移流効果が重要であることがわかった。波動と流体の平均的な流れとの相互作用については、気象学では現実の現象と結びついた詳しい研究がなされているが、このような手法は系のダイナミカルな進化を記述するのに有効である。今後、渦状構造を持つ銀河の力学進化を論じる際にも役に立つものと思われる。

石橋史朗 (富士通)

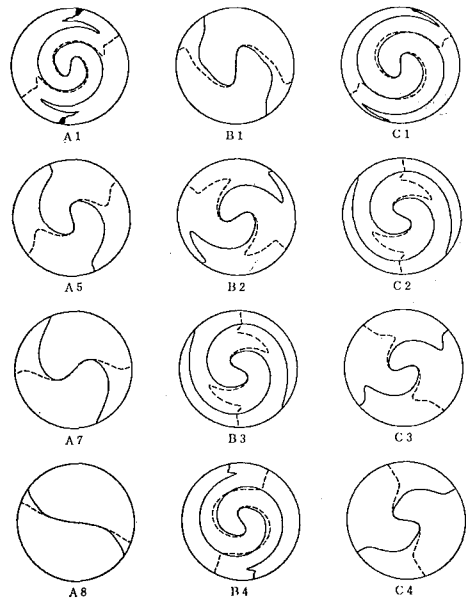


図. さまざまな回転ガス円盤のモデルに対して得られた最も成長率の大きい 2 本腕の重力不安定モードについて、密度の山 (実線) とポテンシャルの谷 (破線) の位置を示したもの。銀河に見られるこのような非軸対称構造は、角運動量輸送の解明に欠かせない。

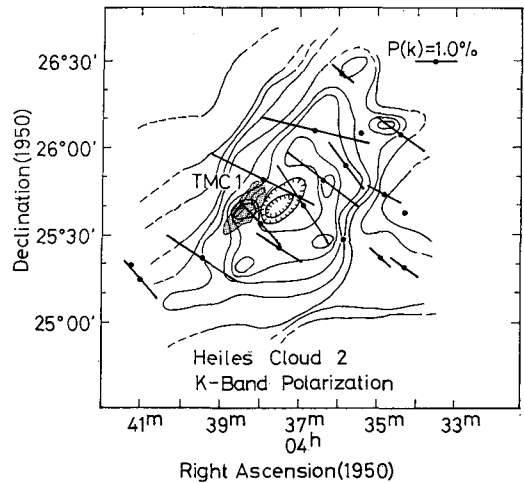
—天文学最前線—

暗黒星雲の磁場構造——牡牛座 Heiles Cloud 2

星形成領域には、分子ディスク、分子双極流、ジェットなどの非等方的な現象が見られる。星形成過程に非等方性を与える有力な候補として磁場が考えられるが、一般に、星形成領域は暗黒星雲の深部にあって、深い吸収のために可視光での観測は難しく、内部の磁場の様子はほとんどわかっていなかった。そこで我々は、近赤外波長域 ($\sim 2 \mu\text{m}$) で暗黒星雲のコアの背後および内部の星の偏光を測ることによって、その磁場構造を明らかにするプロジェクトを進めている。

図は、牡牛座の暗黒星雲の最も濃い領域の1つである Heiles Cloud 2 の偏光サーベルの結果を、雲の輪郭を表わす減光等高線図に重ねたものである。磁場の方向を表わす偏光ベクトル (平均方位角 $\sim 50^\circ$) は、雲の長軸に垂直であって、磁場が雲の収縮をコントロールしたことを示唆している。さらに、雲の内部にある subcondensation の TMC-1 もまた、磁場に垂直方向に偏平である。(Tamura et al., M.N.R.A.S., 224, 413)

田村元秀 (京大理)



北銀極域の Star Count

銀河は星でできている。個々の星を数えあげていくと、銀河系の構成がわかる。

南北の銀極域は、1) 星間吸収が少く、2) 微光星の数が少ないので、3) 星の測光で高い精度が期待される。銀河円盤と楕円体部の厚さ方向の構造をしらべるのに有利である。

北銀極域 21 平方度について、 $V=19$ 等までに 18000 星が数えられた。18 等星までは、0.04 等の精度で、B-V と U-B の色を測った (Stobie and Ishida, 1987, A.J.,

92, 624).

南銀極域の同様の測定と比較すると、星の数が 15% 少い。これは、 5σ の差である。星の色で分けると、青い ($B-V < 1$) 星で 1 割、赤い ($B-V > 1$) 星で 2 割の差となる。銀河系のモデルから、太陽は、銀河系の円盤の対称面の北 40 パーセク (140 光年) にあると結論された。

これは、セファイド変光星、OB 型星、分子雲の分布から求められた傾向と一致している。

石田蕙一 (東京天文台)

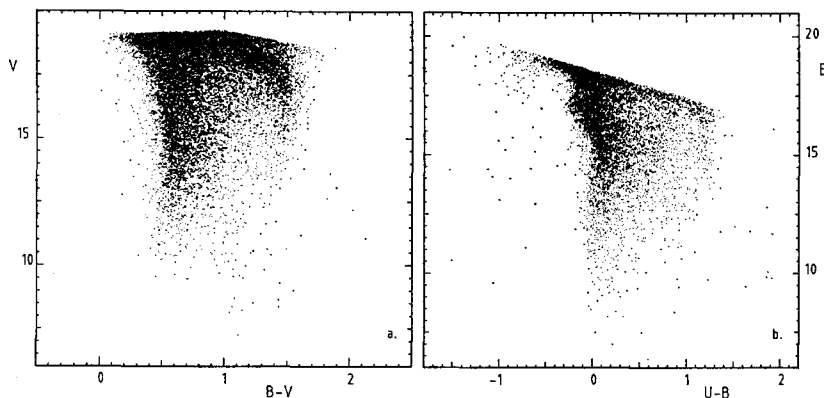


図. 北銀極域の星の V 等級と B-V の色分布 (左) と U-B の色分布 (右). $V=17.5$ 等より暗くなると、銀河が充分に取除かれていないので、星よりも広い色分布を示す。