

論文内容の要旨

論文題名 Dynamics of the Central Gas Disk in Spiral Galaxies
— Weak Bar Potential and a Central Massive Core in NGC 3079 —
(渦巻銀河ガス円盤の力学的構造
—NGC3079の弱いバーポテンシャルと大質量コア—)

氏名 幸田 仁

本論文では、バー構造を持つ銀河円盤内部のガス運動と、銀河中心部大質量コアの存在を明らかにする。まずケーススタディーとして近傍円盤銀河NGC3079の観測結果を、バーポテンシャル中でのガス運動モデルで解釈し、それをもとにNGC3079中心部の大質量コア(中心100pcに $10^9 M_{\odot}$)存在を明らかにする。またこの大質量コアがNGC3079特有の性質か、円盤銀河の一般的性質かを明らかにするため、数値実験結果との比較による統計的な確認方法を提案する。

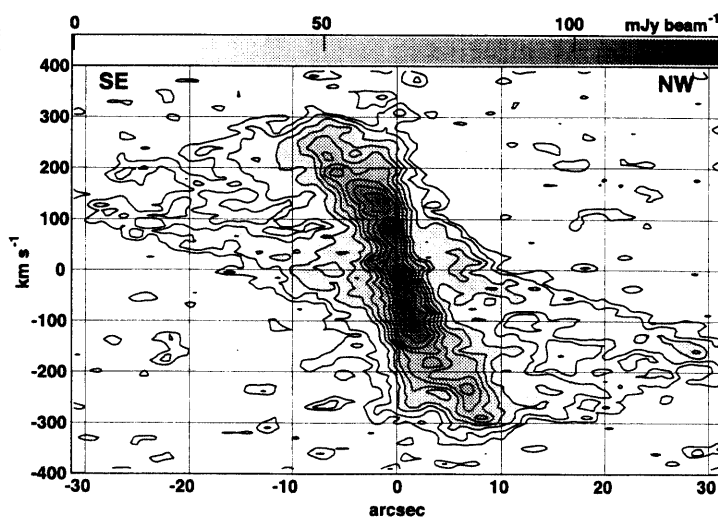
1, 近傍円盤銀河NGC3079に見るガス運動と大質量コア

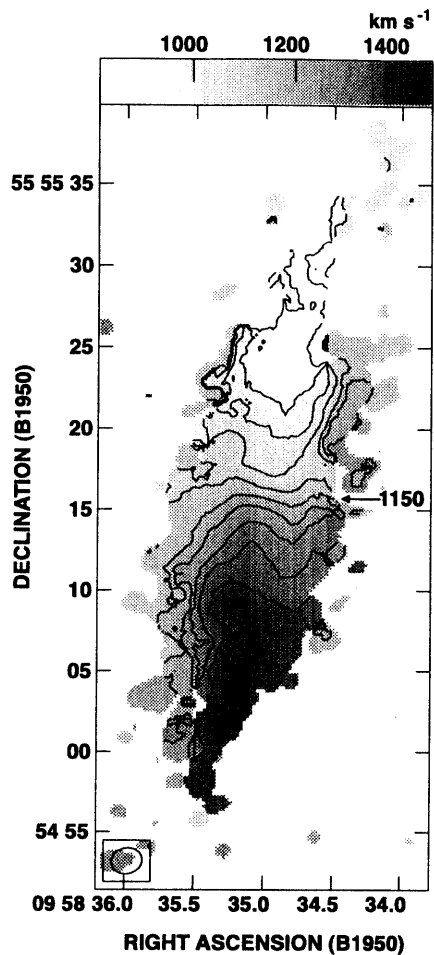
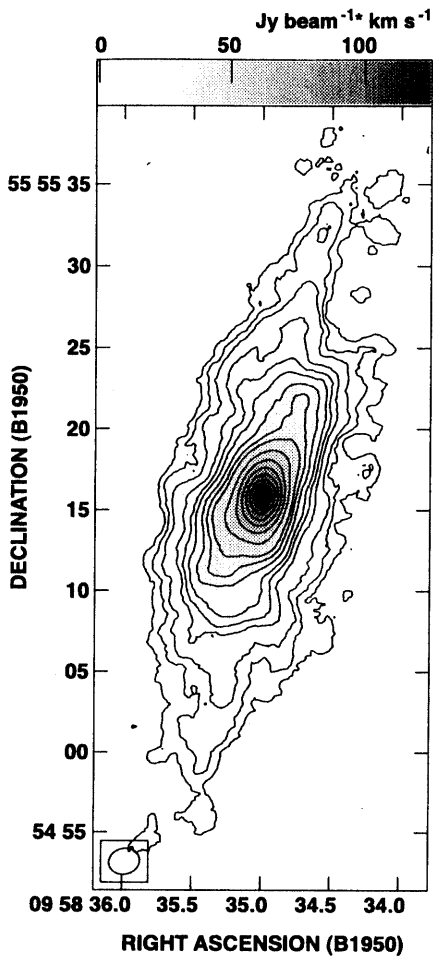
国立天文台野辺山ミリ波干渉計を用い、COガス輝線により円盤銀河NGC3079の観測を行った。

(A) 観測結果

得られた位置速度図(PV図)が右図。得られた積分強度図(次ページ左)、速度場(右)、PV図などを総合的に判断し、NGC3079のCOガス円盤中に以下の4つの成分があると結論した。

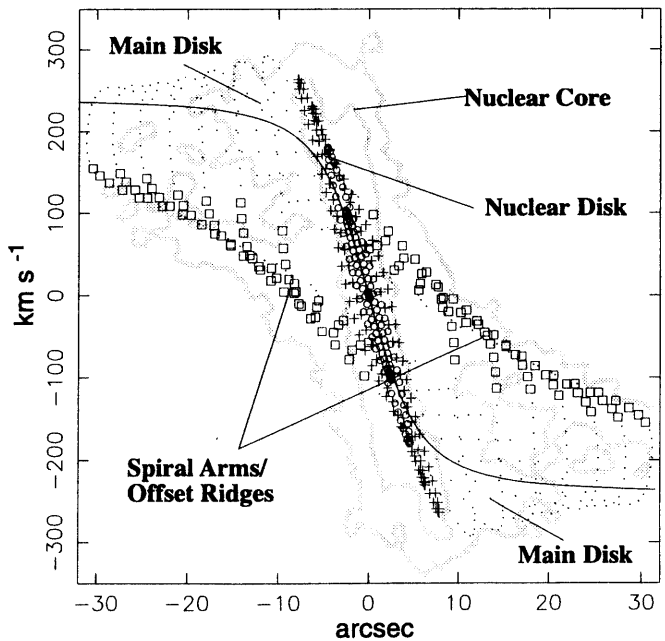
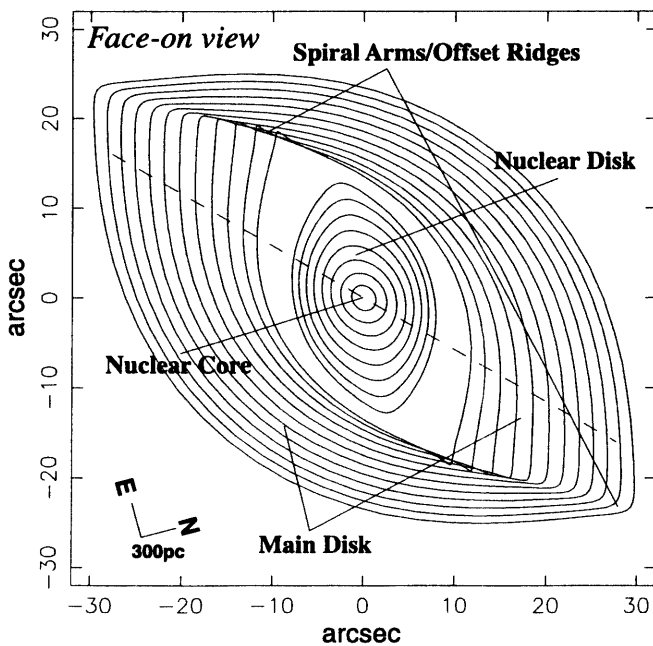
- 1, Main Disk :
半径2kpc以上; ガス質量 $5 \times 10^9 M_{\odot}$
- 2, Spiral Arms/Offset Ridges :
Main Disk上を南北にのびる
- 3, Nuclear Disk :
半径約600pc
- 4, Nuclear Core :
半径150pc以下; ガス質量 $3 \times 10^8 M_{\odot}$
中心部100pcで速度200km/s





(B) Weak Barモデルによるガス運動の解釈

他観測から示唆される弱いバー構造があると仮定し、粘性項を考慮した運動方程式を解いてガスの軌道を評価した。下にモデルのガス軌道(右)、PV図(左)を示す。右図：銀河の長軸は水平、バー長軸は破線。外側軌道の一団はx1軌道、内側はx2軌道(一部内側のx1軌道)。左図：PV図の印は、"・": x1軌道、"□": x1軌道上、急激な曲がりの直後、"+" : x2軌道、"○": 内側のx1軌道。コントアは観測結果。



このモデルから、観測された上記1の構造は弱いバーによるガスのx1軌道、上記2はx1軌道の混んだ領域に対応する高密度領域、上記3はガスのx2軌道、であると説明した。この解釈は上記1,2,3の構造について全ての観測結果を整合的に説明し、上記1,2,3が弱いバー構造に起因する構造であると、結論される。

(C) 中心部大質量コアの検出

しかし弱いバーモデルでは、上記4を説明できない(上図右)。上記1,2,3の構造とモデルとの100%整合性から、NuclearCore中の高速度はバーによる中心方向のガスの流れではないと結論され、中心100pcに $10^6 M_{\odot}$ の大質量コアがあると結論される。この質量はNGC3079中心に発見されているブラックホール質量の約1000倍にあたり、銀河中心部大質量コアの確証が初めて得られたことになる。

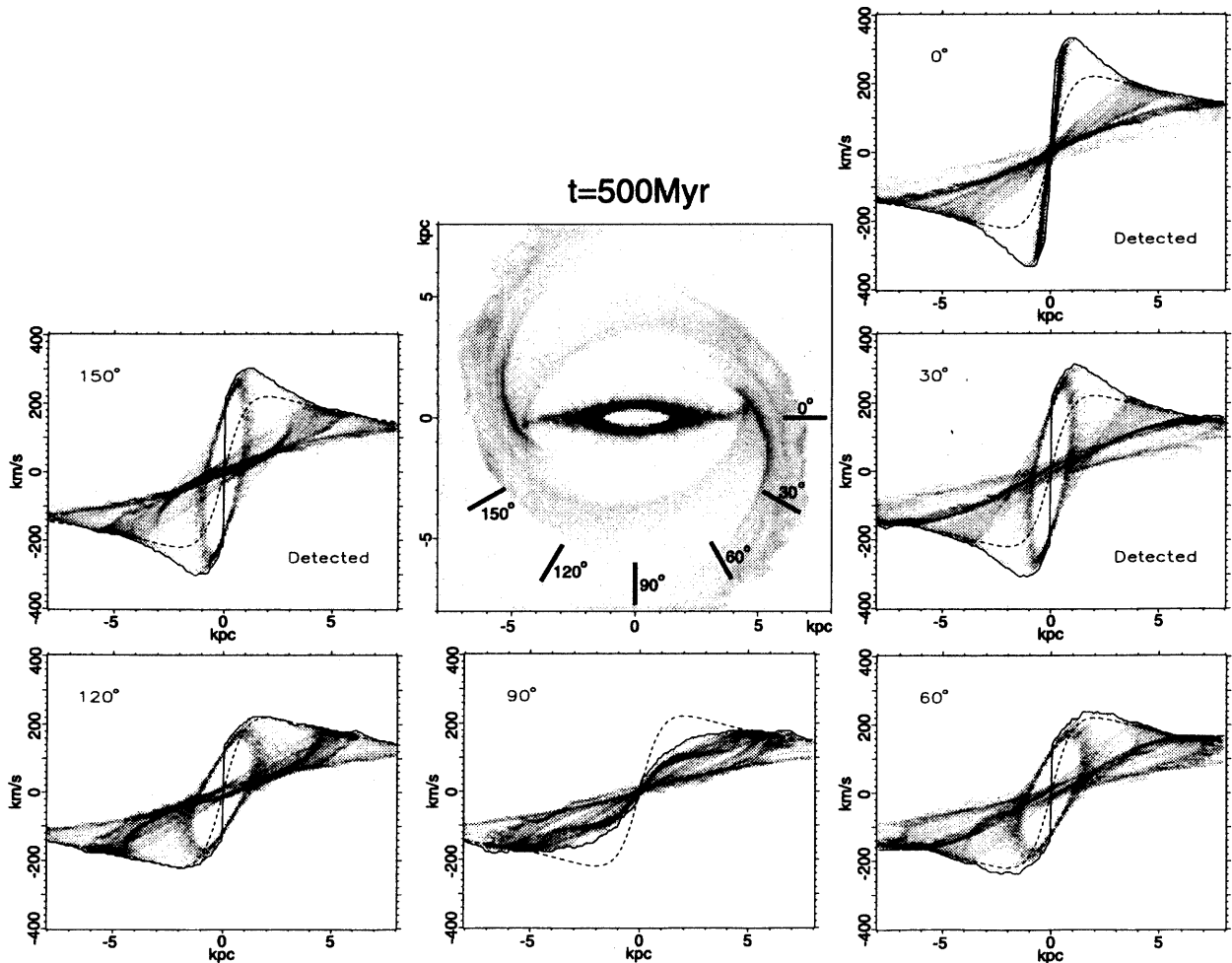
2. バー銀河に見かけ上、大質量コアを検出する確率

銀河回転曲線の観測から、中心部大質量コアの傍証はいくつもの銀河で発見されている。しかしバー構造による中心部へのガスの流れと、大質量コアを区別することは一般には困難で、大質量コア存在の確証を得るのは難しい。本論文でNGC3079について大質量コア存在を確認したが、他の銀河1つ1つについて同様に構造を解き明かし、大質量コアの存在を確認するのは困難である。

そのため将来の観測により、大質量コア存在の一般性に統計的結論を出すことを目的とし、中心コア無し
のバー銀河で、見かけ上の大質量コアを発見する確率を計算した。

(A) 数値シミュレーション

バーポテンシャルを仮定し、その内部でのガス運動を流体力学計算で追い、実際の観測に近い条件下で銀河回転曲線を求め、その中心部に"見かけ上"の大質量コア発見を確認した。バーの強さや、パターン速度を変えて数値実験を繰り返し、"見かけ上"の発見をする確率を求めた。一つの例について、様々な角度から見たPV図が下図。



(B) 結果

中心コアなしのバー銀河に、“見かけ上の”大質量コアを発見する確率を、最大約40%と見積もった。バーを持つ銀河の割合は約60%と見積もられているため、ランダムにサンプルした銀河に、バーによる“見かけ上”の中心部大質量コアを誤って検出する確率は、 $40\% \times 60\% = 24\%$ であると見積もられる。今後の観測で、24%以上の銀河に中心部大質量コアを検出した場合、大質量コア存在の一般性が統計的に確認されることになる。