

銀河系最外縁領域の分子雲Cloud1における星生成

泉奈都子(東京大学 修士2年)

Abstract

銀河系最外縁領域は、銀河系形成時の環境を残していると考えられており、当時の星生成メカニズムを解明する最大の実験場となっている。我々は最外縁領域にある分子雲の観測的研究を進めているが、今回はkinematic distanceが系内で最も遠い分子雲Cloud1についてすばる8.2m望遠鏡を用いて近赤外撮像観測を行い、その結果分子雲に付随する星生成領域を発見した。天球上においてCloud1の位置にちょうどHigh-Velocity Cloud(HVC)であるComplex HのHIピークが存在することから、この分子雲、ひいては星生成は銀河ディスクとHVCの相互作用によって生じた可能性が高い。

Introduction

■ 銀河系最外縁領域(Extreme Outer Galaxy)

銀河系内で、銀河半径が18kpc以上の領域を表す。低金属量・低ガス密度で銀河系形成時の環境を残していると考えられており、当時の星生成メカニズムを解明するのに最適な実験場であるといえる

(Yasui+2008, ApJ, Kobayashi+2008, ApJ)

■ Digel Clouds

EOG領域に存在する8つの分子雲Cloud1~Cloud8で、これらは $R_G=18\sim 30\text{kpc}$ に存在するHI領域に対する無バイアスサーベイによって発見されたものである (Digel+1994, ApJ)。現在我々はこの中でもkinematic distance($R_G=22\text{kpc}$)が最も遠いCloud1に注目し、観測的研究を進めている。

Observation

Cloud1はCloud1a, Cloud1bと呼ばれる2つのCOピークを持っており、それら両方に対してすばる8.2m望遠鏡と近赤外撮像器MOIRCSを用いてJ・H・Ksの3つのバンドの撮像観測をおこなった。

Results

■ 星生成領域の発見

観測の結果、2つのCOピークそれぞれに付随する星生成領域を発見した。これはkinematic distanceが最も遠い星生成領域を発見したということでもある。2つの星生成領域は共に小規模なclusterであり、測光結果から年齢はおよそ1Myr程度であると考えられている。

Discussion

■ Cloud1の周辺環境

EOG領域という、ガス密度に小さい環境下で何が起因となってCloud1および付随している星生成領域が生成されたのかを明らかにするため、まずCloud1の周辺環境を調べると興味深いことが分かった。まず、Figure 2のHIマップをみると、Cloud1とComplex Hと呼ばれるHigh-Velocity Cloud(HVC)の複合体のHIピークの位置が天球上で一致していることが分かる。さらにfigure 3のPV図を見ると、Complex HとCloud1の間にブリッジや突起が存在しているのが見て取れる。

以上のことはCloud1(もしくは銀河ディスク)とComplex Hとの相互作用を示唆しているのではないかと我々は考えている。

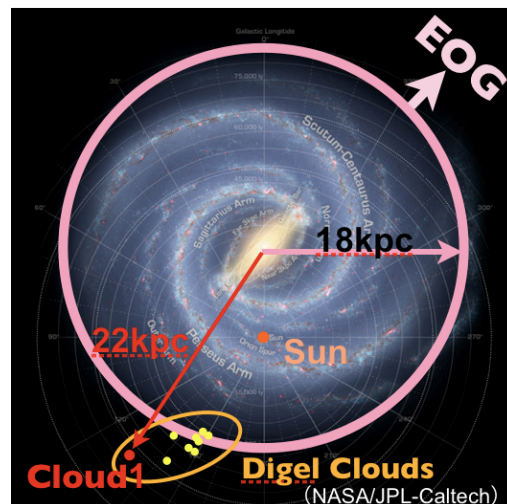


Figure.1 EOG領域とDigel Clouds

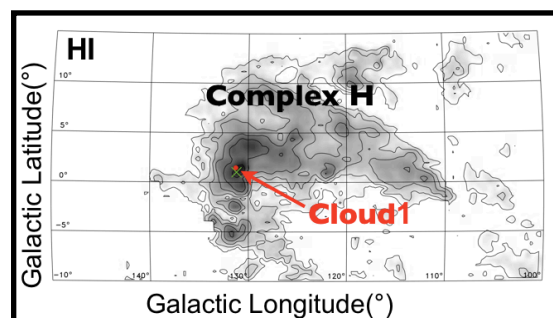


Figure. 2 Cloud1周辺のHImap

Simon+2006, ApJ

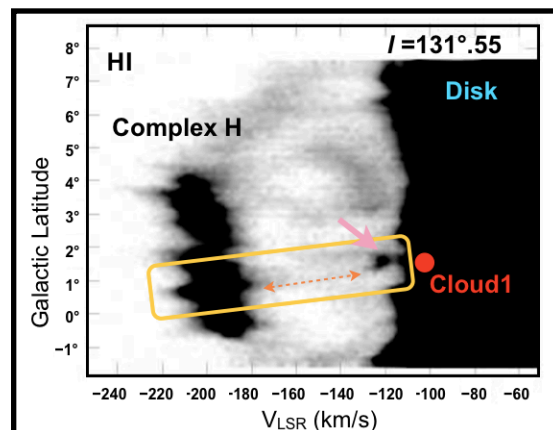


Figure.3 Cloud1が存在する銀経におけるPV図

Lockman 2004, ASSL

● High-Velocity Cloud(HVC)

- ・ 銀河ハロー内に存在する巨大な中性水素雲で中には矮小銀河程度のもも存在する。
- ・ 未だ、内部に分子雲や星生成領域は発見されていない
- ・ その起源については、1) infall説：銀河空間から流れ込んできたガス(銀河形成の名残り)、2) outflow説：銀河面から星生成/超新星爆発で吹き出したガス という2つの解釈が考えられている。
- ・ Complex H
 - 代表的なHVC複合体の一つ
 - 視線速度 (V_{LSR}) : -230~150 km/s
 - 質量 : $10^6 M_{\odot}$ 以上 (規模は矮小銀河程度)

Discussion

■ Complex Hと銀河ディスク(Cloud1)との相互作用に関する先行研究

Complex Hと銀河ディスクの相互作用については過去にもいくつか研究がなされており、1) 衝突しているという説と、2) 間に潮汐力が働いているという説がある。

■ 衝突説 (Morras+1998 A&A)

この研究ではComplex Hのピーク値がある領域において、Complex H側において柱密度・視線速度に強い勾配があるということと、銀河ディスク側の柱密度の成分において空洞が存在するところに注目している。また、この空洞の密度が大きい領域にちょうどCloud1が存在しており、非常に興味深い。HVCと銀河ディスクが衝突した場合のシミュレーションにおいて(Cameron&Torra 1992,A&A)、1) 正面衝突した場合は圧縮された物質は衝突面の中に閉じ込められ、2) 斜め方向からの衝突の場合は圧縮された物質はかなり大きな流れとなって衝突している層から流出する、という結果がでており、銀河ディスク側に存在する空洞は2) の物質の流出を表しているのではないかという考えである。

■ 潮汐力説 (Lockman2003, ApJ)

この研究ではPV図において、Complex H側にtailがあることに注目している(Figure. 5)。Figure. 6にあるComplex Hの運動のモデルから潮汐力が働くシミュレーション結果は観測結果にあるtailを非常によく表している。

■ Cloud1に注目

以上のように、1) 衝突、2) 潮汐力、と異なる研究が行われているが、我々はCloud1に注目して考えた時には1) 衝突が有力ではないかと考えている。Cloud1の生成の起因がComplex Hと考える場合、1) の衝突が最も妥当である。さらに、PV図の解釈においてもtailよりCloud1とComplex Hの間に存在する突起やブリッジ(Figure.3参照)に注目すると、これらの起因は衝突である可能性が非常に高いと考えられる為である。

Summary

我々はEOG領域に存在する分子雲について観測的研究を行っており、今回は近赤外撮像観測によって、EOG領域に存在する分子雲Cloud1に付随する星生成領域を発見した。そして、Cloud1生成の起因を解明するべく、Cloud1の周辺環境を調べたところ、HVC複合体であるComplex HとCloud1あるいは銀河ディスクが相互作用している、ひいてはCloud1の生成の起因がComplex Hと銀河ディスクの相互作用によるものである可能性がある。Complex Hと銀河ディスクの相互作用については1) 衝突、2) 潮汐力が働いている、との先行研究が為されているが、我々はCloud1の生成が関与しているという可能性を考え、衝突が有力ではないかと考えている。

Future Work

■ Complex Hに付随するCO分子雲の探査

Complex Hと銀河ディスクが衝突している場合、Complex H側にもCloud1に相当する分子雲が存在している可能性が高い。

■ HI/COのkinematicに基づく、分子雲・クラスター形成過程の考察

■ 星生成領域について、星生成効率(SFC)、距離等の導出

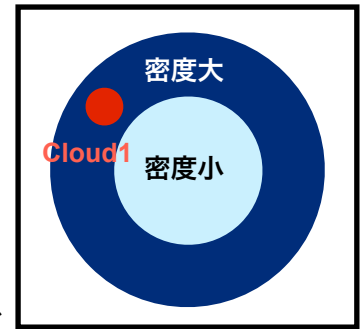


Figure.4 銀河ディスク側に存在する空洞のイメージ

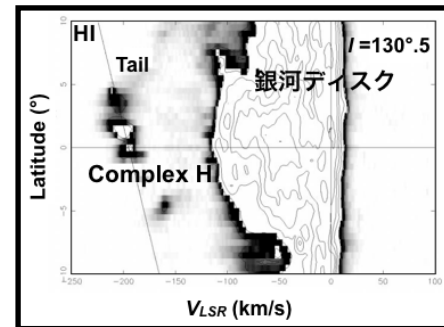


Figure.5 PV図 .Figure.3 とは銀径が少し違う Lockman 2003,ApJ

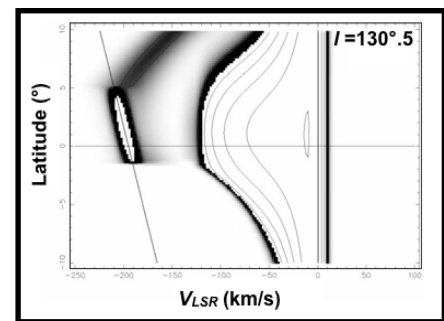


Figure.6 潮汐力が働くシミュレーション結果 Lockman 2003,ApJ