

鹿児島6m電波望遠鏡による銀河系中心領域のNH₃分子輝線観測:

銀河系中心領域における低温ダスト上での
NH₃分子生成

○永山匠、面高俊宏(鹿児島大学)
半田利弘(東京大学)

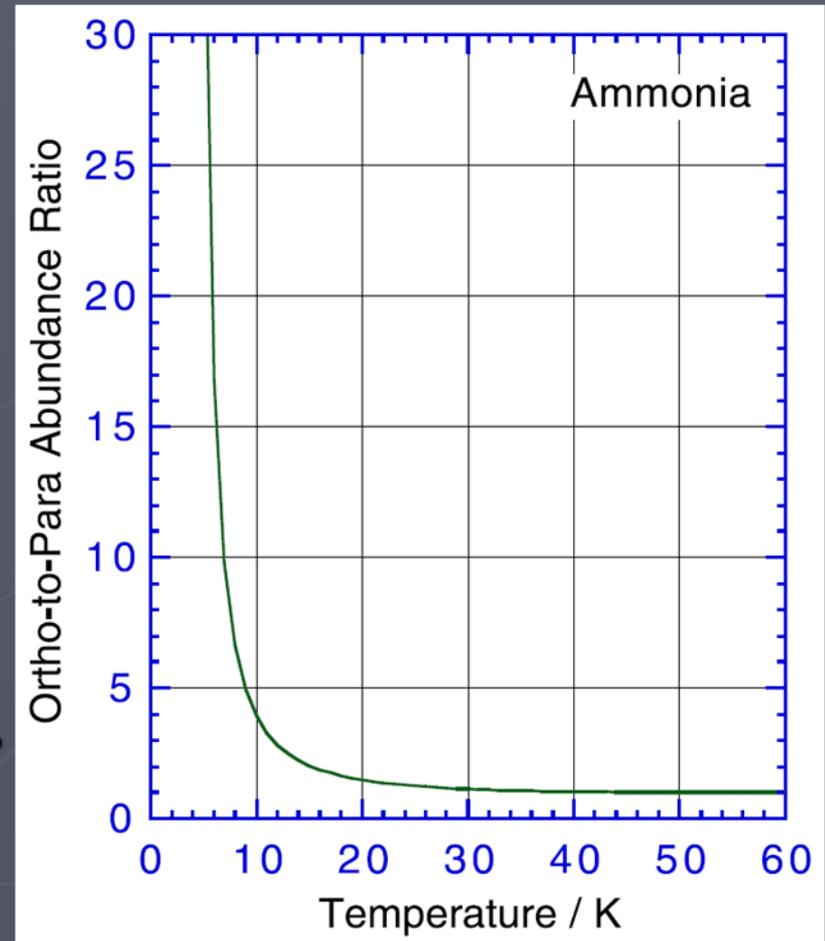
概要

- ▶ 鹿児島6m鏡で銀河系中心のNH₃ (1,1), (2,2), (3,3)を観測
- ▶ 銀河中心ではオルソ/パラ比から推定される生成温度が現在の温度より低い。
 - 生成温度: 11—20 K
 - 現在の温度: 20—80 K
- ▶ 生成温度はダスト温度と一致。
- ▶ NH₃は低温ダスト上で生成。
- ▶ NH₃はSNによる衝撃波かダスト同士の衝突により加熱され、ダストから気相へ放出。

導入

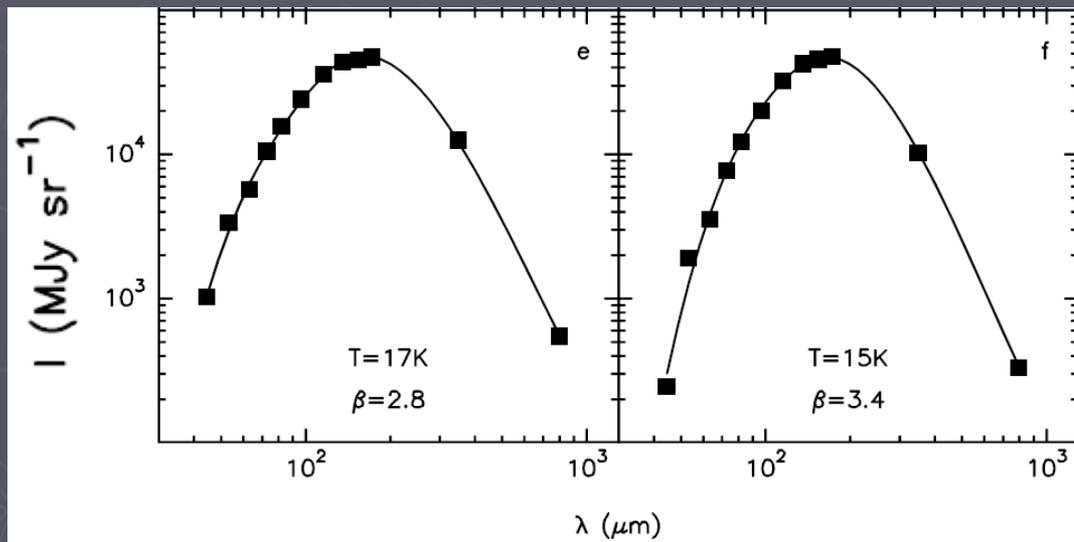
(Takano et al. 2002)

- ▶ CMZの分子の生成過程を調べる。
- ▶ オルソ/パラ比はNH₃生成時の温度のトレーサー (Umemoto+ 1999; Takano+ 2002)
- ▶ CMZでは**オルソの(3,3)がパラの(1,1), (2,2)より強い** (Morris+ 1983)。
- ▶ **オルソ/パラ比が大きい**ことを示唆。
- ▶ しかし、オルソ/パラ比は測定されていない。



銀河系中心のガスとダストの温度

- ▶ ガスの温度: 20—80 K (Nagayama+ 2007)
- ▶ ダストの温度: 15—22 K
 - SCUBA 850/450 μm 観測: 21 ± 2 K (Pierce-Price+ 2000)
 - ISO+SCUBA 45—850 μm 観測: 15—22 K (Lis+ 2001)



Sgr Bの
45-850 μm に渡るSED
(Lis+ 2001)

- ▶ ガスはダストより温度が高い。

目的

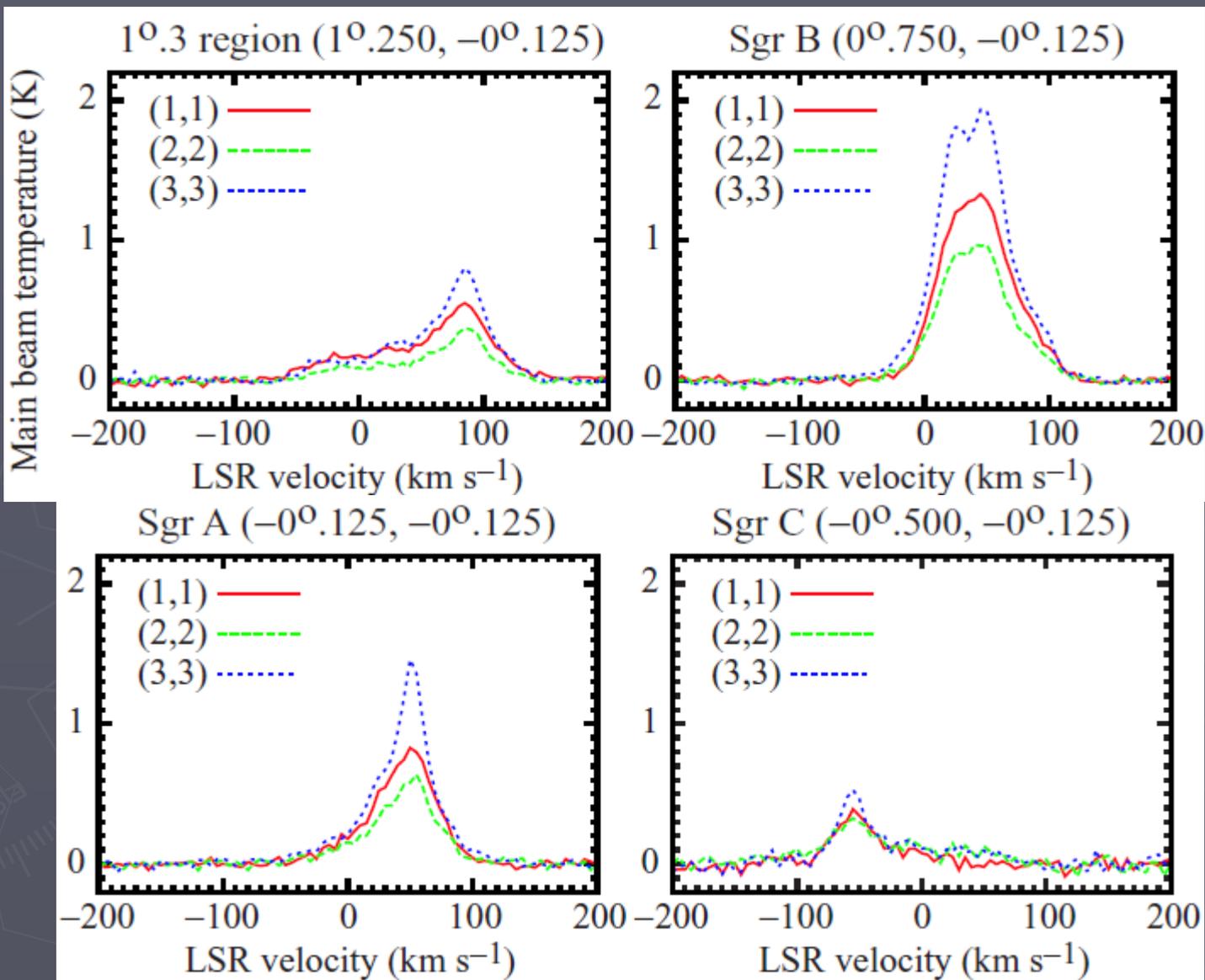
- ▶ NH_3 の生成から現在までの過程をたどる。
 - 生成温度 ... オルソ/パラ比
 - 現在の温度 ... 回転温度から
- ▶ 銀河系中心のガスの加熱源を探る
 - ガスの温度: 20—80 K (Nagayama+ 2007)
 - ダストの温度: 15—22K (Lis+ 2001)

観測

- ▶ 望遠鏡：鹿児島6m電波望遠鏡
- ▶ 日時：2005年9月～2007年4月
- ▶ 輝線： NH_3 (1,1) = 23.694 GHz,
 NH_3 (2,2) = 23.722 GHz,
 NH_3 (3,3) = 23.870 GHz
- ▶ HPBW: $9'.5$ @ 23GHz \rightarrow 24 pc @ 8.5 kpc
- ▶ 領域： $-1^\circ.000 < l < 2^\circ.000$, $-0^\circ.375 < b < 0^\circ.375$
(450×110 pc)
- ▶ 主ビーム能率：0.50
- ▶ システム雑音温度：200–300K
- ▶ ノイズレベル：0.03 K at T_{MB}



スペクトル

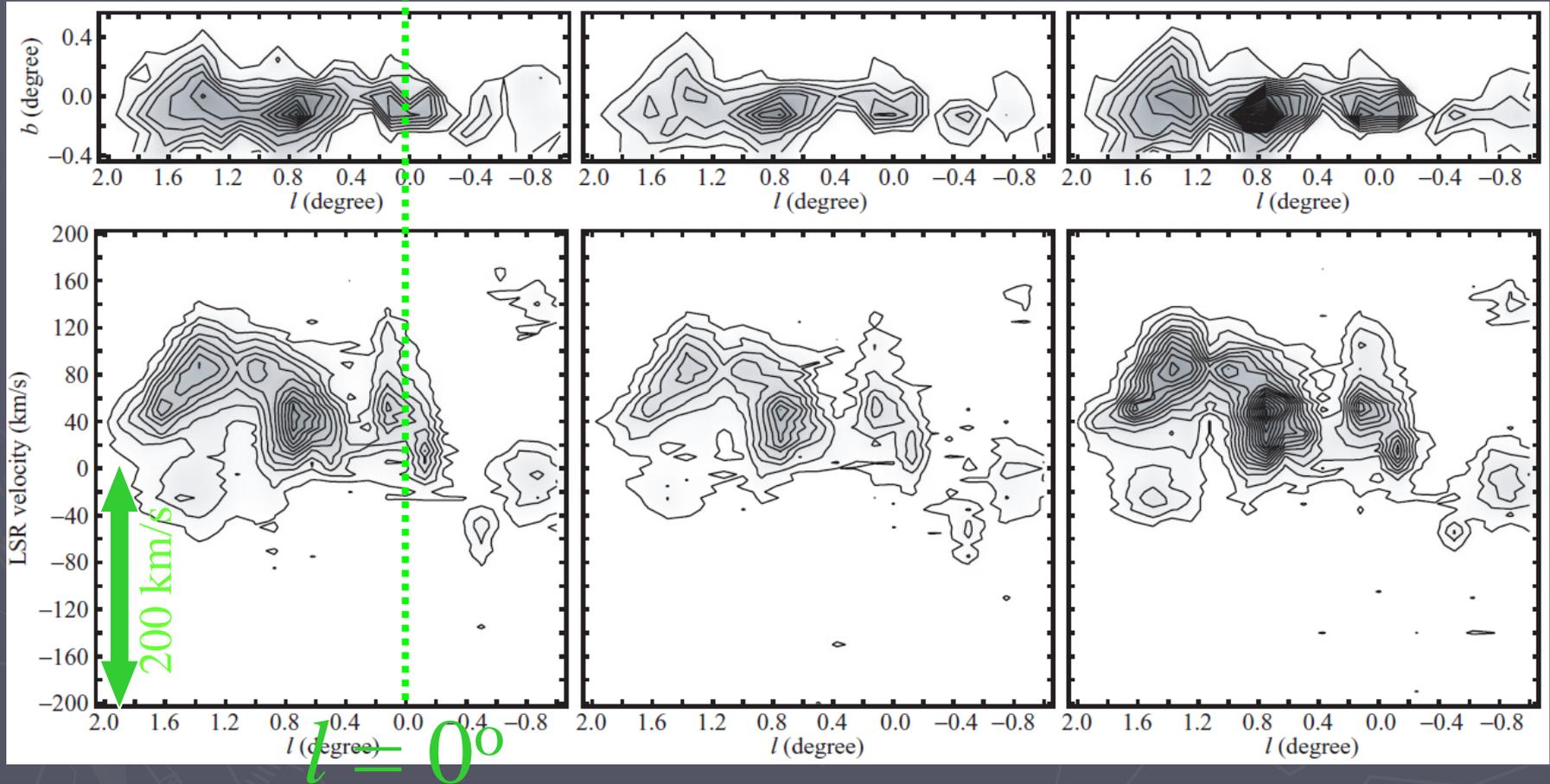


結果

(1,1)

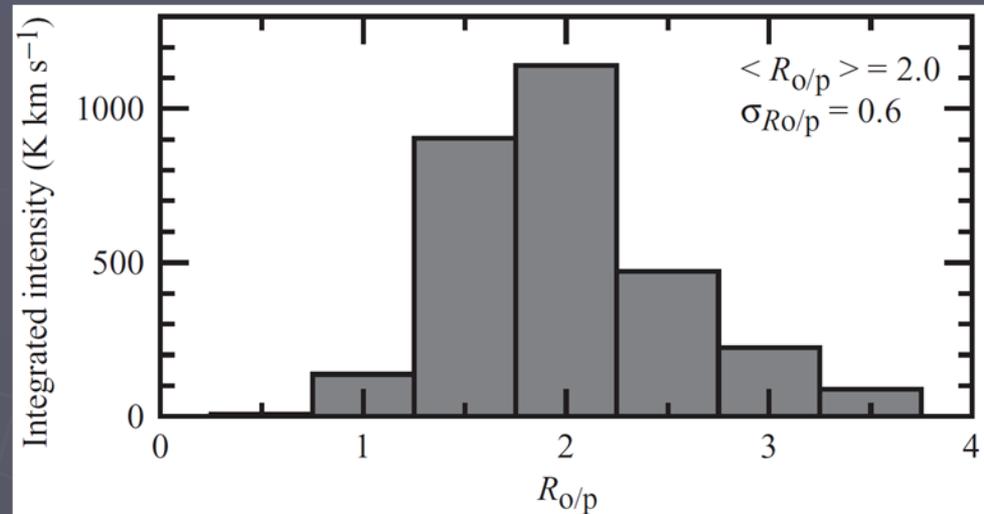
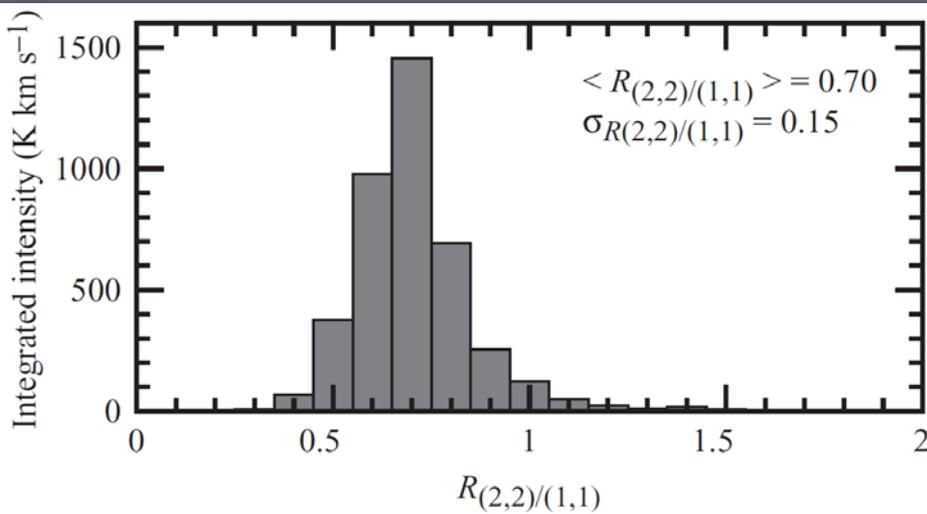
(2,2)

(3,3)



- ▶ CMZ全体をカバーする NH_3 観測は初めて
- ▶ CMZ全体でオルソの(3,3)がパラの(1,1), (2,2)より強い

ガスの現在の温度と生成時の温度



20K 80K

現在の温度

20—80 K ... 82%

> 80 K ... 18%

20K

11K

生成時の温度

11—20 K ... 95%

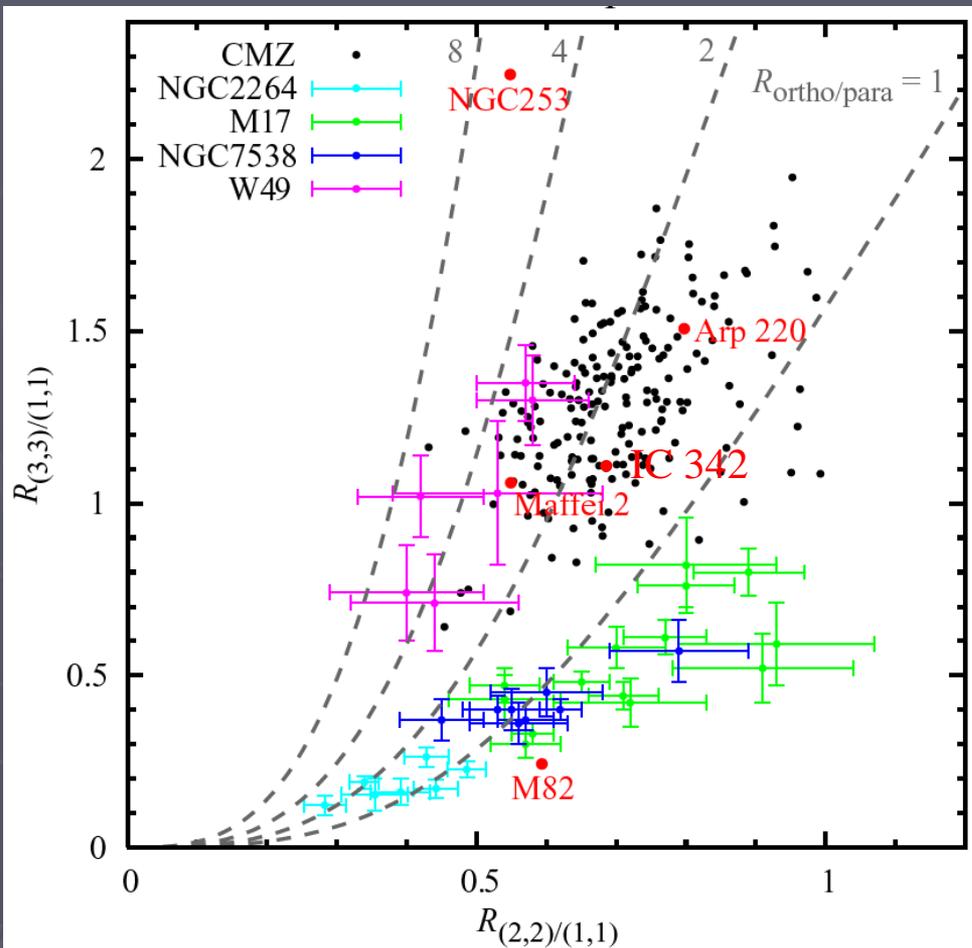
> 20 K ... 5%

生成時の温度は現在の温度より低い。

銀河系中心の NH_3 は低温で生成。

系外銀河、銀河系円盤部と比較

生成温度 8 10 15



40

▶ 銀河系中心

■ 1.5—3.5

▶ 円盤部

■ 1

▶ W49

■ 2—8

▶ 系外銀河 (M82以外)

■ 1.7—6.2

15 25 80 運動温度

生成と加熱

- ▶ 生成温度が低温、ダスト温度(15—22K; Lis+ 2001)と一致。
 - ▶ NH_3 はダスト上で生成
 - ▶ ただし、昇華温度100 Kまで加熱しなければ、気相に出てこない(観測されない)。
-
- ▶ 生成温度 → 昇華温度 → 現在の温度(回転温度)
11—20K 100K 20—80K

冷却時間

- ▶ 100 Kから10 Kまでの冷却時間
- ▶ **ダスト ... 10^{-3} 年**
 - 黒体放射で冷却
 - ダスト直径: $1\mu\text{m}$
 - 木炭粉末の質量密度: 1.5 g cm^{-3} (理科年表)
 - グラファイトの比熱: $1.3 \times 10^8\text{ erg K}^{-1}\text{ g}^{-1}$ (理科年表)
- ▶ **ガス ... 10^5 年**
 - COによる冷却率: $10^{-27}\text{ erg s}^{-1}$ (Hegman+ 2007)
 - 熱エネルギー: $5/2k\Delta T = 10^{-14}\text{ erg}$
- ▶ **現在のガスとダストの温度の違いは冷却時間の違い。**
- ▶ **11—20 Kで生成、100 Kまで加熱、20—80 Kまで冷却のプロセスが 10^5 年以内で起こる。**

10⁵年以内に100Kまで加熱する候補

- ▶ Super Novaによる衝撃波 ... 10⁴--10⁵年
(MaKee & Ostriker 1977の方法で計算、SN rate:100年に1回、H₂数密度:10³⁻⁴ cm⁻³を使用)
- ▶ Galactic barによる衝撃波 ... 10⁶年
- ▶ Cloud-cloud collisionによる衝撃波 ... 10⁷年
- ▶ ダスト同士の衝突 ... 10⁴年
衝突時間 $t_{\text{col}} = 1/(n_d \sigma_d v_d)$ で計算、ダスト直径1 μm 、速度10 km/sを使用
- ▶ スターバースト ... 10⁷--10⁹年
(Yashuda+ 2008)
- ▶ SNによる衝撃波かダスト同士の衝突により、NH₃がダスト上から気相へ放出

まとめ

- ▶ 銀河系中心の NH_3 は11—20Kの低温ダスト上で生成
- ▶ 10^5 年以内に

生成温度→昇華温度→現在の温度(回転温度)

11—20K 100K 20—80K

のプロセスを経ている。

- ▶ 100Kまでの加熱源の候補
 - SN起源の衝撃波
 - ダスト同士の衝突