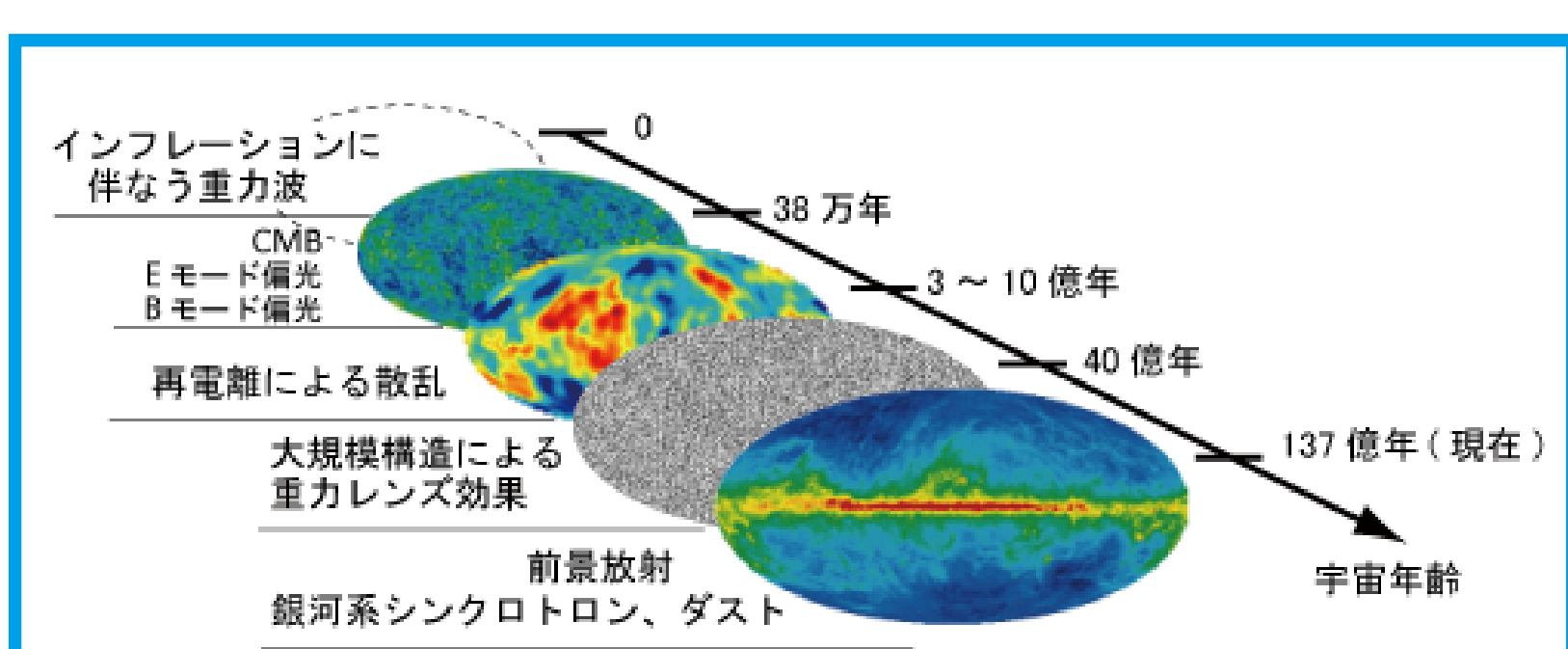
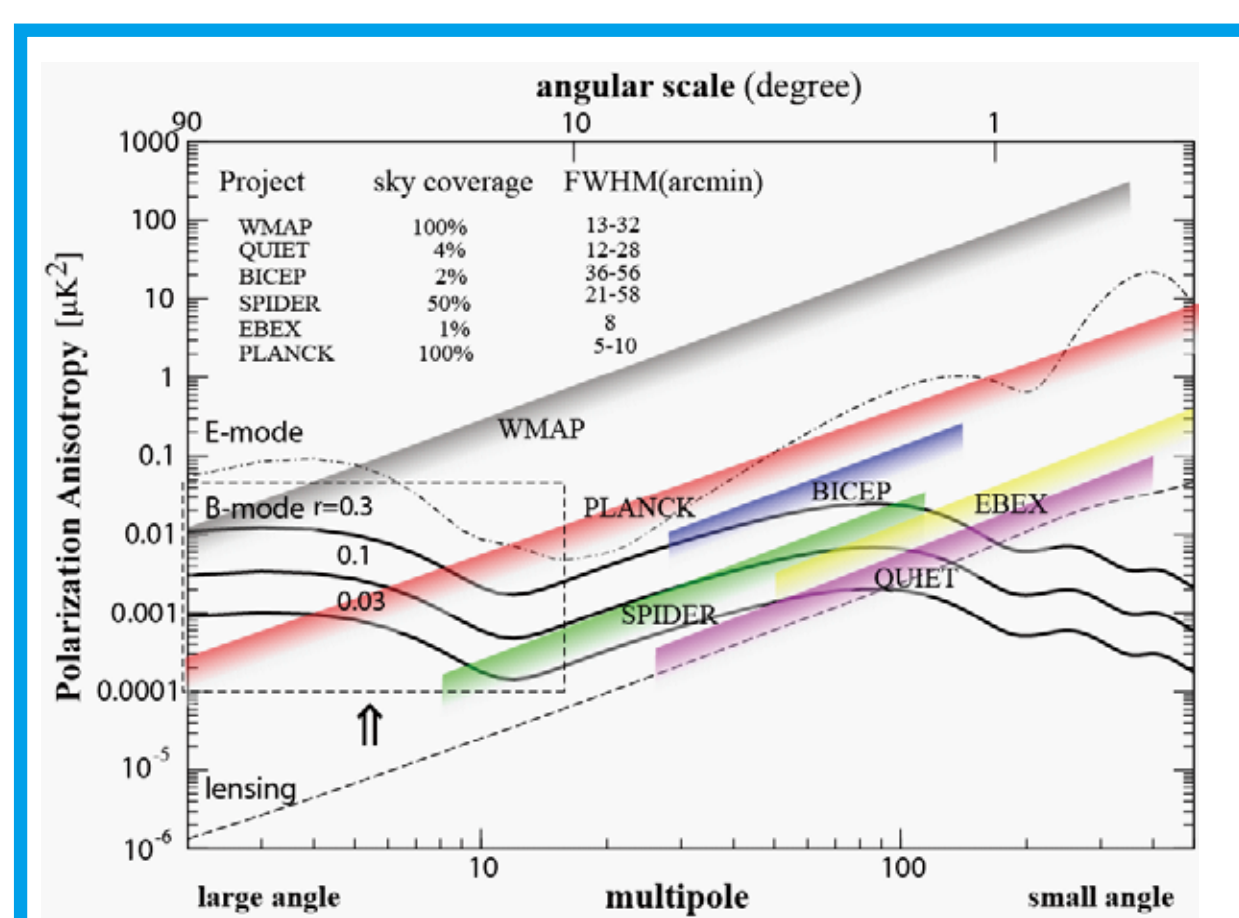


### 研究目的

☆CMBのBモード偏光成分の検出  
インフレーションによって発生した始原重力波は、特徴的なパターンで偏光する。  
→この偏光は、Bモードと呼ばれる。  
Bモード偏光成分は非常に弱く、現在まで観測では検出されていない。  
本研究…NANTEN2望遠鏡を用いたCO全天サーベイ(NASCO)を実施し、ミリ波、サブミリ波偏光を測定している Planck 衛星の CMB 観測データから、前景成分を高い精度で評価、除去する。それによって、Bモード偏光成分を検出し、インフレーション時の dynamics に観測的な制限を与え、多数存在するインフレーションモデルの選別を行うことを目指す。  
☆前景成分に対する理解の向上  
分子ガスの研究や、 $\gamma$ 線や赤外線測定されたデータも含めて研究する。



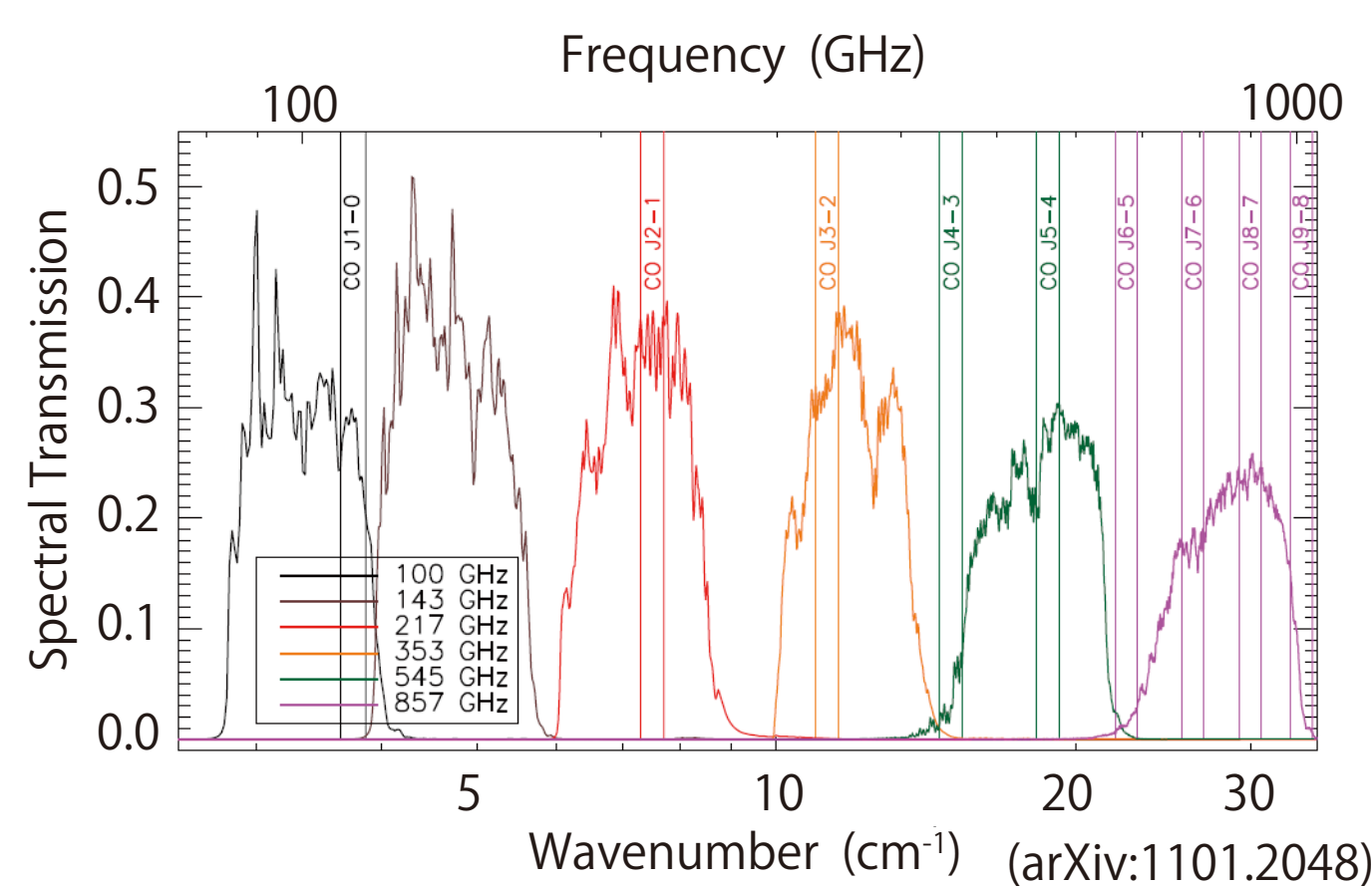
観測されるCMB非等方性の概念図。  
宇宙の晴れ上がり時に散乱された光子は、インフレーション起源の重力波によって生じるわずかな特徴的な非等方性と偏光のパターンを持っている。ただし、Bモード偏光を観測するためには、再電離による再散乱、重力レンズ効果による非等方性、および銀河系的前景放射成分などから抽出しなければならない。



偏光密度揺らぎの角度スペクトルと偏光観測プロジェクトの感度曲線。プランク衛星は大角度スケールのシグナルに感度があることが特徴。点線で囲まれた大角度スケールではBモードの振幅が大きく、Planck衛星のみが高感度でカバーしている。

### なぜCOの観測が必要なのか？

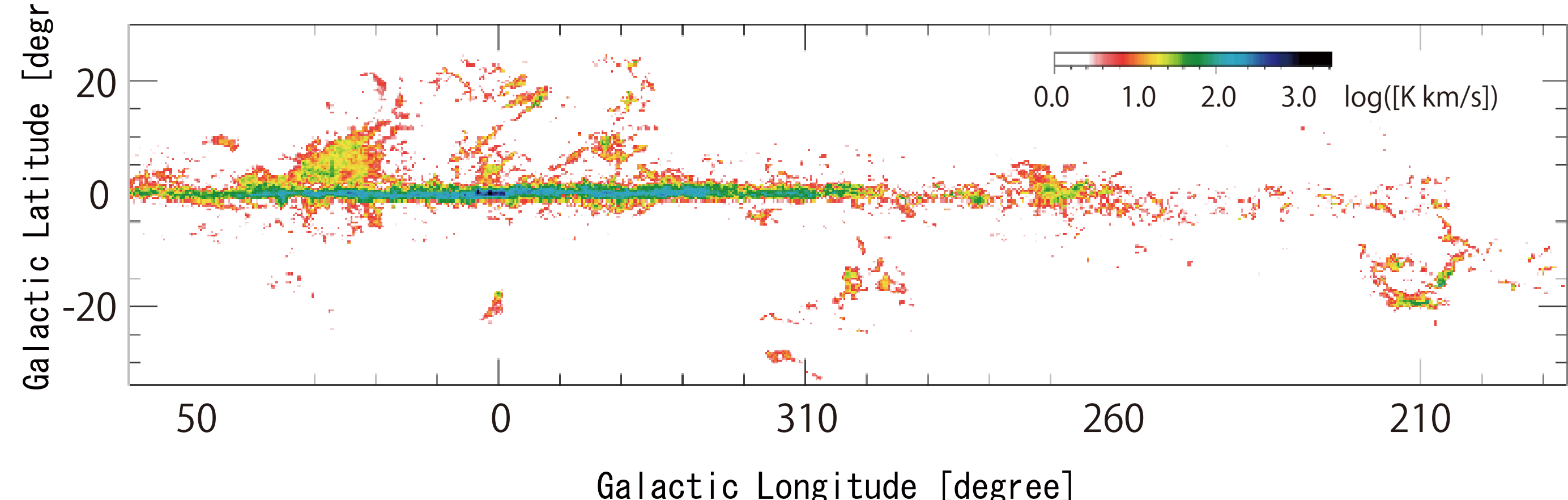
Planck衛星の高周波数帯(100GHz以上)  
→前景成分の偏光はダストによるものが主となる。  
☆ダストは主に中性星間ガス(中性水素H Iと水素分子H<sub>2</sub>からなる)に附随する。  
→これらのガスの電離度は低いが、ガスは磁場に凍結  
→磁場の空間分布は星間ガスの密度分布と速度場によって強く影響を受ける。  
☆周囲の密度や放射あるいは乱流 → ダスト自体も成長・破壊 → 偏光が変動  
★つまり、磁場の大局的な分布を反映しつつ、さらにガスの乱流による局所的な成分が重なり、前景成分の偏光を決定すると考えられる。  
→Bモード検出のためには、COの観測データの解析から求まる中性星間ガスの密度分布や速度場を用いたモデル化によって、このような全星間過程を精度よく推定することが必要不可欠である。



Planck衛星は9つの周波数帯での観測を行っているが、6つの高周波数帯での観測で、COの回転輝線の周波数と重なってしまっている。

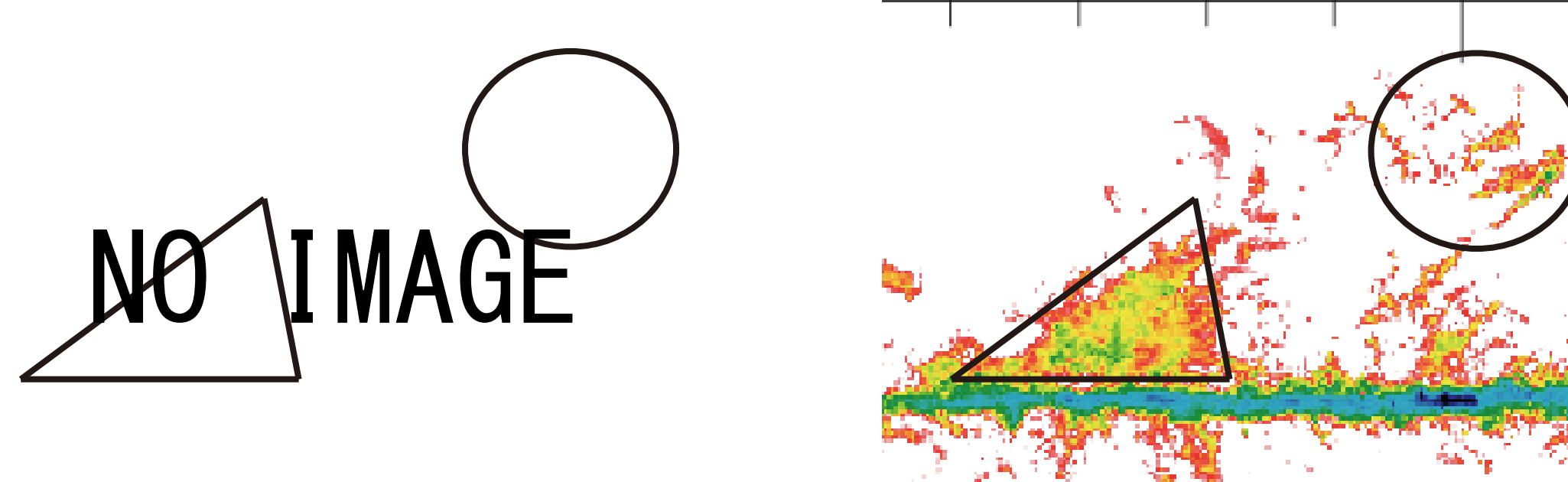
### これまでの観測データ

我々の研究室が1996年から8年間で観測したCOのデータ  
「なんてん」分子雲地図第1版(NGPS: Nanten Galactic Plane Survey, 総点数110万点)



銀緯が低い領域に分子雲は集中していて、銀河の中心(l,b)=(0,0)付近に特に多く分布している。銀緯が高いところは太陽系に近い分子雲を観測している。

### PlanckとNGPSのデータの比較



へびつかい座から、わし座にかけての領域をNGPSとPlanck衛星(557GHz,857GHzとIRAS 100  $\mu$ mの合成図)のデータで比較したもの。  
似た構造が多々見られる→前景成分の影響大

### 「なんてん」から「NANTEN2」へ



#### なんてん

1996年から2003年「なんてん」望遠鏡(チリ、ラスカンパナス: 標高2,400m)  
<sup>12</sup>CO(J=1-0)スペクトルによる銀河面および大小マゼラン雲内分子ガスの大規模サーベイを行った。

移設

2004年「NANTEN2」望遠鏡(チリ、アタカマ高地: 標高4,865m)  
・現在2IFで<sup>12</sup>COと<sup>13</sup>COの同時観測  
・様々な計画のひとつにNASCO計画

#### NANTEN2

##### ●NASCO計画

##### 観測方法: OTF(On The Fly) Mapping

- 60' × 60' / 回
- 1' グリッド
- 積分時間: 1s/pixel
- 較正法: チョップパーホイール法
- 目標 rms: <0.6 K

##### ○観測スケジュール

現在: 試作受信機による観測  
2012~2015年 NASCO用受信機による観測

##### 今後の受信機開発

- ・2偏波同時観測
- ・DSB → 2SB化
- ・マルチビーム受信機の開発

### 本研究の特色と期待される成果

本研究は、Planck衛星のCMB解析チームが構想する解析計画を超えて、前景成分の差し引きを行うものであり、宇宙論と星間物質研究を結びつけて背景放射の革新的な理解を目指す。

- ☆CMBの偏光: 前景成分の高精度決定が必要不可欠
- ・全星間過程を物理的に明らかにし、観測データの解析とモデル化によって、極めて微弱な背景放射Bモードを、精度良く推定する。
- ☆研究史上初、チリから観測できる全天の70%を切れ目なくカバーする電波観測。総点数2000万点の観測
- 「なんてん」分子雲地図第1版(NGPS、総点数110万点)を超える。
- ☆さらに、Fermi衛星など $\gamma$ 線との比較を始めとする様々な天文学研究に活用されることが確実であり、宇宙における構造形成など、他の物理学の分野にも大きな波及効果を与えることが期待される。

### 現時点での成果

#### SNR G318.2+0.1領域

NO IMAGE

円で示したところは、超新星残骸SNR、G318.2+0.1が存在する領域。高エネルギーの $\gamma$ 線源がこの付近の領域で見られている。この図は<sup>12</sup>COのデータを用いて描かれており、現在解析中である。

#### Musca領域の<sup>12</sup>COのデータ

NO IMAGE

Planckと比較する候補の天体の1つ。銀緯が高いため視線方向上で他の天体と重なる可能性が低く、これを取り除けばCMBが見えてくるので、初めにこの領域を狙う。