

# 宇宙空間における 水メーザーによる観測

宇宙観測研究室 200720446 扇野光俊

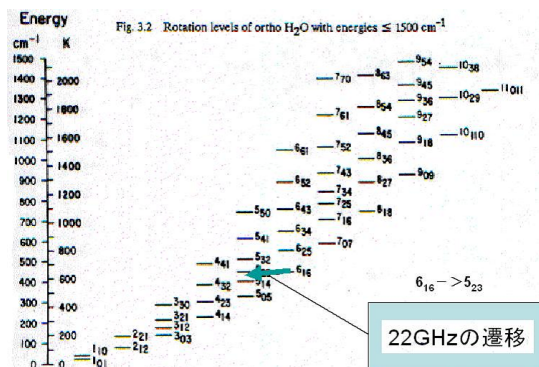
## 1 メーザー

メーザー(MASER)とは、microwave amplification by stimulated emission of radiationの略で、天体から放射された電磁波が誘導放射によって増幅された、マイクロ波(波長: 1~1m)である。一方、マイクロ波ではなく、光が増幅・放射されたものはレーザー(LASER)である。以下では、メーザーが放射される原理と、 $H_2O$ メーザー観測の概要を述べる。

### 回転スペクトル

分子には様々な固有のエネルギー状態があり、主に、電子遷移、振動遷移、回転遷移による3つの放射過程を持つ。各々の放射過程によって、それぞれ紫外線と可視光、赤外線、電波が放出される。この内、 $H_2O$ メーザーは回転遷移による放出である。

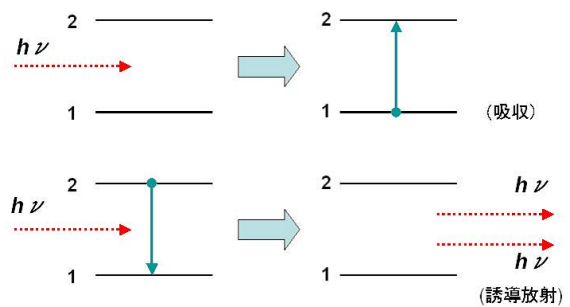
$H_2O$ 分子を簡単のために、剛体と見なす。このとき、 $H_2O$ 分子の質量重心と電子雲の中心位置が異なることによって永久双極子モーメントが生じる。このため、分子の回転に伴って電子が加速度運動し、電磁波を放出する。



$H_2O$ の回転エネルギー準位

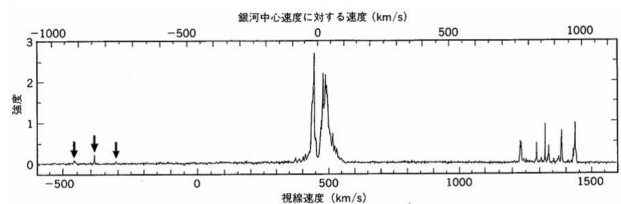
### 回転遷移と反転分布

宇宙空間に分布している  $H_2O$  分子ガスの密度は、地球上と比べて小さいので、分子同士の衝突が少ない。このため、天体からの輻射や分子ガスによる衝突などによって、高い回転エネルギー準位に励起されたとき、低いエネルギー準位にある粒子数よりも高い状態にある粒子数の方が多くなり、反転分布を形成しやすい。反転分布した準位間に、特定の周波数を持った電磁波が入射することにより、高い状態にあった粒子が低い状態に遷移し、入射したものと同じ周波数の電磁波を放射する。 $H_2O$ メーザーは、この様に増幅され、放射されている。



## 2 NGC4258 の $H_2O$ メーザー観測

渦状銀河 NGC4258 の銀河中心核近傍から放射されている  $H_2O$ メーザーの観測から、赤方偏移と青方偏移が観測され、回転円盤構造を持った銀河であることが示唆された。後に更なる観測から、NGC4258 はケプラー運動をしている回転円盤を持ち、その中心核の質量からブラックホールであることが証明された。



$H_2O$ メーザーのスペクトル