

★ 積分強度図、輝線強度で重み付けした視線速度図を作る

【MOMNT】というタスクでモーメントを計算する。この際、cube の軸を、( $\alpha$ 、 $\delta$ 、 $V$ ) から、( $V$ 、 $\alpha$ 、 $\delta$ ) に入れ替える必要がある。Cube の軸の入れ替えは、【TRANS】を使って行う。

★ 得られた積分強度図から、マップに現れている輝線の速度方向に積分した強度 (total flux) を求める。

【tvstat】を使う。momnt 0 のマップを TV 画面に表示し (getn xx, tvall で表示、b で拡大しておいてから、d で終了) しておいてから、tvstat と打つ。TV 画面上で、輝線が見えている領域を矩形で囲んで、閉じるようにしたところで d を押すと、その範囲内での、統計量 (平均値) が出てくる。

```
>getn 66
AIPS 1: Got(1)  disk= 1  user= 1  type=MA  D12_5S33.MOM0.1
>tval
AIPS 1: Hit button A to enhance B/W or color alternately
AIPS 1: Hit button B to increment zoom & set zoom center
AIPS 1: Hit button C to decrement zoom & set zoom center
AIPS 1: Hit button D to exit
>tvla
>tvfi
AIPS 1: Hit button A to enhance B/W or color alternately
AIPS 1: Hit button B to increment zoom & set zoom center
AIPS 1: Hit button C to decrement zoom & set zoom center
AIPS 1: Hit button D to exit
>tvstat
AIPS 1: Begin setting region number 1
AIPS 1: Press button A to set intermediate vertex
AIPS 1: Press buttons B, C, or D to set final vertex
AIPS 1: C => then reset a vertex, D => then exit
AIPS 1: Mean= 2.7300e+04 rms= 2.7438e+04 JY/B*M/S over 748. pixels
```

```

AIPS 1: Maximum= 1.1559e+05 at   61   68   1   1   1   1   1
AIPS 1: Skypos: RA 02 41 55.09008  DEC 59 36 20.6988
AIPS 1: Skypos: IPOL
AIPS 1: Minimum= 0.0000e+00 at   57   81   1   1   1   1   1
AIPS 1: Skypos: RA 02 41 55.61720  DEC 59 36 33.6987
AIPS 1: Skypos: IPOL
>

```

この例では、

748 平方ピクセルの範囲での平均フラックスが 27.3 Jy/beam km/s と表示された。

Jy/beam のビームエリアは、 $\pi \theta_{\text{maj}} * \theta_{\text{min}} / (4 * \ln(2))$  で計算できる。

この場合は、30.4 平方ピクセルであった。(以下の計算例)

➔ 求める total flux は、 $27.3 * (748/30.4) = 672 \text{ Jy km/s}$  となった。

```
>imh
```

```

AIPS 1: Image=D2USB-OB (MA)          Filename=D12_5S33 .MOM0 . 1
AIPS 1: Telescope=
AIPS 1: Observer=okada              User #= 1
AIPS 1: Observ. date=03-MAY-2010    Map date=04-MAY-2010
AIPS 1: Pixel type: FLOATING        Magic value blanking
AIPS 1: Minimum= 0.00000000e+00     Maximum= 1.15588797e+05 JY/B*M/S
AIPS 1: -----
AIPS 1: Type      Pixels  Coord value   at Pixel     Coord incr   Rotat
AIPS 1: RA---SIN   122    02 41 55.090   61.00        -1.000      0.00
AIPS 1: DEC--SIN   122    59 36 14.699   62.00         1.000      0.00
AIPS 1: STOKES     1     1.0000000e+00  1.00  1.0000000e+00  0.00
AIPS 1: -----
AIPS 1: Coordinate equinox 1950.00
AIPS 1: Map type=NORMAL              Number of iterations= 165
AIPS 1: Conv size=  5.86 X  4.58   Position angle= -64.14
AIPS 1: Rest freq 115271.204        Vel type: RADIO   wrt LSR
AIPS 1: Alt ref. value 1.15015e+11 wrt pixel  0.62
AIPS 1: Maximum version number of extension files of type HI is 1
>type 3.14*5.86*4.58/(4*ln(2))
AIPS 1:      30.3954
>

```

得られた total flux から、分子ガス質量を求める。

星間空間中に存在する分子ガスの主成分は水素分子 (H<sub>2</sub>) であるが、H<sub>2</sub> 分子は、永久双極子モーメントが 0 なので、通常は回転遷移の輝線を持たない。一方、H<sub>2</sub> 分子の次に豊富に存在する一酸化炭素分子 (CO) は、双極子モーメントを持つので ( $\mu = 0.3$  Debye)、回転遷移輝線を放射する。CO 分子は、星間分子の主成分である H<sub>2</sub> と衝突してエネルギーをもらって励起され、輝線を放射するので、H<sub>2</sub> 分子が豊富に存在すれば、CO 輝線強度も強くなる。このような状況から、CO 分子輝線の観測により、間接的に、H<sub>2</sub> 分子の定量を行うことができる。

CO 強度と H<sub>2</sub> 量の変換係数を、CO – to – H<sub>2</sub> conversion factor といい、X<sub>co</sub> や  $\alpha_{co}$  とあらわす。それぞれ、使う単位に注意。天の川銀河の場合、以下のような値となることが報告されている。

$X_{co} = 1.8 \times 10^{20} [\text{cm}^{-2} (\text{K km/s})^{-1}]$  ← 水素分子の柱密度  $N(\text{H}_2)$  と CO 輝線強度  $I(\text{CO})$  の比

$\alpha_{co} = 2.9 [\text{Mo} (\text{K km/s pc}^2)^{-1}]$  ← 水素分子ガス質量  $M(\text{H}_2)$  と CO 輝線光度  $L'(\text{CO})$  の比、または、

$\alpha_{co} = 2.9 [\text{Mo/pc}^2 (\text{K km/s})^{-1}]$  ← 水素分子ガス面密度  $\Sigma(\text{H}_2)$  と CO 輝線強度  $I(\text{CO})$  との比、と理解することもできる。

積分強度図 (単位 : Jy/beam km/s) を、K km/s 単位に変換すれば (観測ビームサイズと波長で計算できる。前のメモを参照のこと)、上記の conversion factor を使うことで、ただちに、場所ごとの分子ガス量の柱密度  $N(\text{H}_2)$  もしくは面密度  $\Sigma(\text{H}_2)$  を得ることができる。

距離  $D$  [Mpc] にある天体から、 $S$  [Jy km/s] の CO flux が観測された場合、分子ガス量は以下の式で見積もることができる。

$$M(\text{H}_2) = 7.2 \times 10^3 \left( \frac{S_{\text{CO}}}{[\text{Jy km/s}]} \right) \left( \frac{D}{[\text{Mpc}]} \right)^2 \left( \frac{X_{\text{CO}}}{1.8 \times 10^{20} [\text{cm}^{-2} (\text{K km/s})^{-1}]} \right) \text{Mo}$$

以上