

---

# 銀河群Arp321周辺のダークマターの検出

高木勇太、伊達恒博（高2）【埼玉県立豊岡高等学校天文部】

---

## 1. はじめに

私たちは、銀河群の質量を求める研究を行ってきた。そののち、力学的質量・光学的質量を求めることができるようになった。この2つの方法で出した質量を比較することによって、ダークマターの存在を証明することができる。

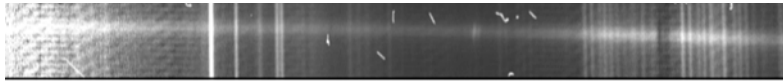
前回の研究では銀河群Arp321の力学的質量・光学的質量を導出した結果、光学的質量が力学的質量より100倍近く大きくなったため、解析をやり直した。計算の途中で標準星の測定が甘かったり、宇宙線が除去しきれっていなかったり、波長較正がずれていたりしたため、誤差が生じてしまった。途中計算の確認をするなど前回の考察の反省を生かし、今回の研究に臨んだ。

## 2. 方法

データは、1月27日,28日広島大学東広島天文台の1.5m光学赤外線望遠鏡かなたの1露出型偏光撮像器HOWPolで撮影したArp321銀河群の分光・撮像データである。

撮影した分光データを画像解析ソフト「マカリ」で一次処理して、街灯などの人工光の輝線を使った波長較正を行い、H $\alpha$ 輝線の波長を測定した。

測定したH $\alpha$ 輝線から赤方偏移を求めた。（※図1）



（※図1 スペクトル画像）

求めた赤方偏移から後退速度を求め、さらにハッブル則( $H_0=72\text{km/s/Mpc}$ )を使い、銀河までの距離を求めた。

### 力学的質量

銀河群は、地球から遠のいていくほかに、銀河それぞれが固有運動をしているので、運動エネルギーが万有引力の位置エネルギーと等しく、ビリアル平衡が成り立つとすると、次の式で質量を求めることができる。

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2$$

$\sigma$  : 速度分散(後退速度の平均値から各銀河の後退速度の値を引き、その平均をだしたもの。)

M : 質量

$$M = \frac{3R\sigma^2}{2G}$$

R : 銀河群の見かけの領域の半径( $5.02216 \times 10^{20}\text{m}$ )

G : 万有引力定数( $6.673 \times 10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$ )

### 光学的質量

星の明るさを使って質量を求めるためには、標準星が必要となる。標準星にする星の等級は、Aladinのデータを参考にした。B等級のデータしかなかったので、解析には、B

画像を用いた。

銀河群の見かけの等級を決めるため、そばにある恒星3つを測光し、そのカウント値を標準星の光の量とした。標準星の見かけの等級、skyの平均値を使い、銀河群全体の見かけの等級を求めた。そして、分光で求めた距離を使って銀河それぞれの絶対等級を求めた。さらに銀河群の絶対等級、距離、太陽のB等級の絶対等級を使って、太陽の質量を値として銀河の質量を求めた。

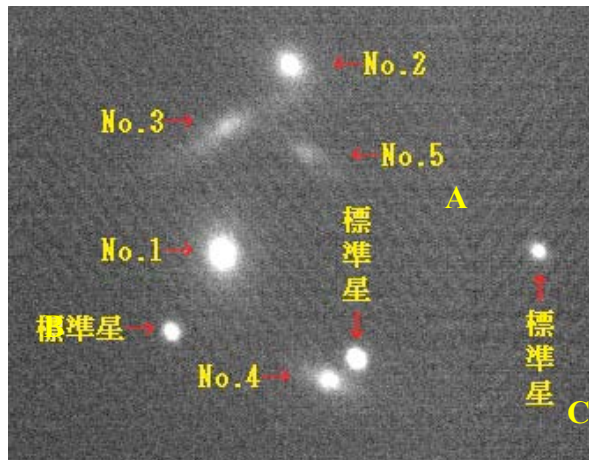
$$\frac{l}{l_0} = 10^{\frac{e-M}{2.5}}$$

l: 銀河のカウント値    l<sub>0</sub>: 太陽の光の量  
e: 太陽のBmagの絶対等級    M: 銀河群の絶対等級

### 3. 結果

	m	M
A	12.95246	
B	13.00989	
C	13.09235	
平均	13.01824	-21.8475
	z	V (km/秒)
No.3	0.022338027	6701.40795
No.4	0.02255135	6765.405
No.5	0.022795148	6838.54452
平均	0.022561508	6768.45249
	σ	56.02722615

光学質量	太陽何個分か↓
	85313890795
力学質量	太陽何個分か↓
	759367008813



↑ Arp321銀河群

結果の通り、力学的質量が光学的質量より8.9倍大きくなり、銀河群Arp321周辺のダークマターがあることが分かった。

### 4. 考察

光学的質量より力学的質量の方が大きいという結果が求められたので、銀河群Arp321のダークマターの検出したといえる。WMAP2005のグループの発表によると、物質は4%、ダークマターは23%、となっているので、その比は6.75倍光学的質量より大きい。私たちが求めた結果は、8.9倍になった。このため、銀河群Arp321周辺はダークマターの割合が多いのかもしれない。

### 5. 謝辞

広島大学宇宙科学センター准教授植村誠先生はじめ関係者の皆様には観測の指導をしていただきました。ここに感謝いたします。

東京学芸大学自然科学系広域自然科学講座宇宙地球科学分野助教の西浦慎悟先生には観測のサンプル選びの際、条件等や解析の注意点などについて御指導をいただきました。ここに感謝いたします。

(独) 科学技術振興機構による「中高生の科学部活動支援事業」の支援を受けました。感謝します。