

# 中学校における銀河系外宇宙に関する教材開発

苅谷 麻子（国際基督教大学）

## 1. はじめに

筆者は現在、縣秀彦准教授（国立天文台）の指導の元、「中学校における銀河系外宇宙に関する教材開発とその評価」の研究を行っています。研究では、M31（アンドロメダ銀河）を用い、銀河系外宇宙に関する学習プログラムを開発しており、今後、中学生に実施し、評価を行っていきたいと考えています。研究にあたって、中学校の理科の教員の皆様に、研究の調査協力をお願いしたく、今回、研究の意義や教材の内容をご紹介させていただく機会をいただきました。

## 2. 教材の特徴

### ①天文分野学習の展開の難しさを解消する

天文分野の学習は、他分野に比べて比較的、展開が難しいと言われており、その理由の1つに、望遠鏡の扱いが難しいということが挙げられています。本研究で用いる「君もガリレオ！望遠鏡」は安価かつ、操作が簡単で、望遠鏡の扱いに慣れていない人でもすぐに使うことが可能です。そのため、こうした天文分野の学習の難しさをひとつ、解消できると考えられます。

### ②理科教育における、科学史活用の分野の研究を進める

また、本研究では、M31 が銀河系外の天体であると明らかにされるまでの科学史を、学習に取り入れます。科学史は、以前から、理科の学習において有効であることが指摘されながらも、研究が遅れている分野です。本研究は M31 の科学史を教材に取り入れ、その有用性を測り、科学史分野の研究を進めることを目指します。

### ③銀河系外に広がる広大な宇宙観を生徒に伝える

さらに、生徒達に、現行指導要領では伝え切れていない、より広大な宇宙観を伝えることを目指します。図 1 に示されるように、現行・新指導要領は共に、銀河系外を扱っていません。しかし、すでに約 80 年前に、宇宙は、私たちの銀河系の外にも広がる、広大なものであることが明らかになっています。本研究は銀河系外の天体である、アンドロメダ銀河を用いて、中学生にもこうした広大な宇宙観を伝えます。

小学3年生	太陽と地面の様子（日陰の位置と太陽の動き、日なたと日陰の違い）
小学4年生	月と星（月の動き、星による色、明るさの違い、星の動き）
小学6年生	<u>月と太陽（満ち欠けと太陽・月の位置関係、月の表面）</u>
中学3年	天体の動きと地球の自転・公転（天体の日周運動と自転、年周運動と公転） <u>月の動き（月の公転と見え方）</u> 太陽系と惑星（太陽・恒星・惑星の動き、恒星と惑星の特徴、 <u>銀河系</u> ）

銀河系外の宇宙についての学習を、この後に加えるべき！

↑ 図 1：指導要領で扱われている天文分野の学習 ※（ななめ字は、新指導要領において、新たに加わる内容）

### 3. 学習プログラムの種類

学習プログラムは2種類用意してあります。実施場所からM31が見える場合は、「M31を観察しよう！」を、M31が見えない場合は、「M31・M45を観察しよう！」を実施していただきます。

### 4. 実施の流れ

実施の流れは大まかに以下のようになっています。「M31・M45を観察しよう！」においては、M31の大きさを計算する部分が、M31・銀河系・M45を縮尺で描く作業に変わります。

- ① 望遠鏡組立
- ② 観察・スケッチ
- ③ 科学史
- ④ M31ののどいたいの大きさを計算（M31・銀河系・M45を縮尺で描く）
- ⑤ M31と銀河系の比較
- ⑥ まとめ

#### 4.1. 観察・スケッチ

観察、スケッチは、1回行います。「M31を観察しよう！」のスケッチ用紙には、大きく詳しく描く欄と、視野に対する大きさを描く欄の2つがあります。視野に対する大きさは、後で、M31の大きさを計算するときに使います。「M31・M45を観察しよう！」では、M31とM45の2つをスケッチする欄がありますが、M31はスケッチできなくとも、学習は進められるようになっています。

■M31を観察、スケッチしてみよう。

観察した日 月 日 時 分 望遠鏡の口径 cm

観察した場所 倍 率 倍 視野 度

※望遠鏡の倍率は、「望遠鏡の焦点距離÷アイピースの焦点距離」で求めることができます。  
※視野の大きさは、望遠鏡・アイピースごとに異なるので、説明書やホームページを見てください。

大きく、詳しく描こう。 望遠鏡の視野に対する大きさを描こう。

←「M31を観察しよう！」スケッチ用紙

M31 観察した日 月 日 時 分 観察した場所

M45 観察した日 月 日 時 分 観察した場所

望遠鏡の口径 cm 倍 率 倍 望遠鏡の口径 cm 倍 率 倍

※望遠鏡の倍率は、「望遠鏡の焦点距離÷アイピースの焦点距離」で求めることができます。  
※M31はM45と比べ、暗い天体なので、見つけるのが難しいです。  
今回見えなかった場合は、旅行などで郊外に行った時に、再チャレンジしてみましょう。

←「M31・M45を観察しよう！」スケッチ用紙

#### 4.2. 科学史

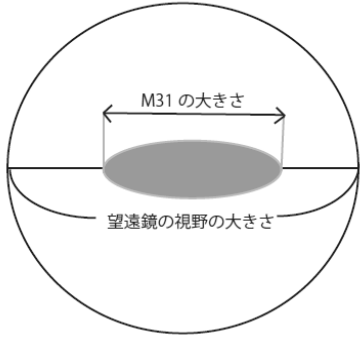
M31 の地球からの距離に関する科学史を解説します。シャプレーとカーチスの論争について、ハッブルのM31の観測について、を紹介します。

#### 4.3. 観察結果から（バルジの）大きさを計算

「M31を観察しよう！」では、スケッチからM31の大きさを計算する作業がありますが、望遠鏡ではバルジの部分のみが見えていると考えられます。よって、スケッチから大きさを計算する場合、バルジの大きさを求めることになります。

まず、M31 の視野角を、スケッチを元に求めます。

■望遠鏡の視野に対する、M31の大きさから、視野角を計算しよう。

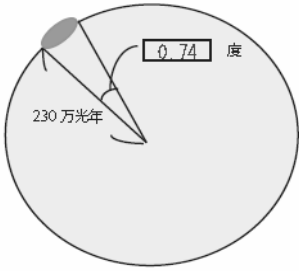


M31 の見た目の大きさ（度）

$$= \frac{\text{スケッチ上の M31 の大きさ (cm)}}{\text{スケッチ上の望遠鏡の視野の大きさ (cm)}} \times \text{望遠鏡の視野 (度)}$$
$$= \frac{4.2 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} \times 1.4 \text{ (度)}$$
$$= 0.74 \text{ 度}$$

次に、M31 の実際のだいたいの大きさを、視野角から扇形の弧を求める要領で、計算します。

■次に、実際の大きさを計算しよう。



半径が 230 万光年、角度が 0.74 度の扇形の弧の長さを出せばよいので・・・

M31 の望遠鏡で見た部分の実際の大きさ＝

$$230 \text{ 万光年} \times 2 \times 3.14 \times \frac{0.74}{360}$$
$$= 3 \text{ 万} \text{ 光年}$$

⇒望遠鏡で見えていた M31 の大きさは 3 万 光年。

#### 4.3' M31・銀河系・M45を縮尺で描く

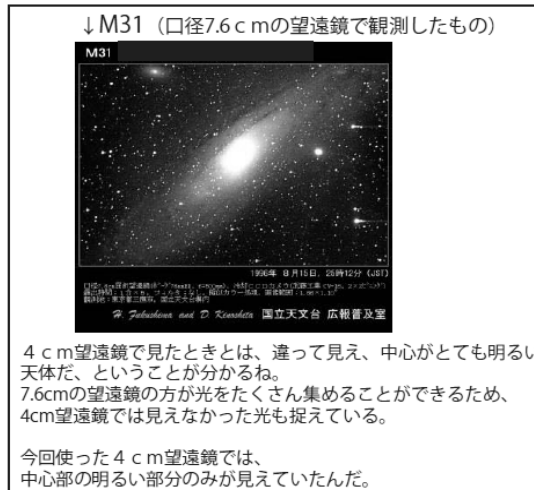
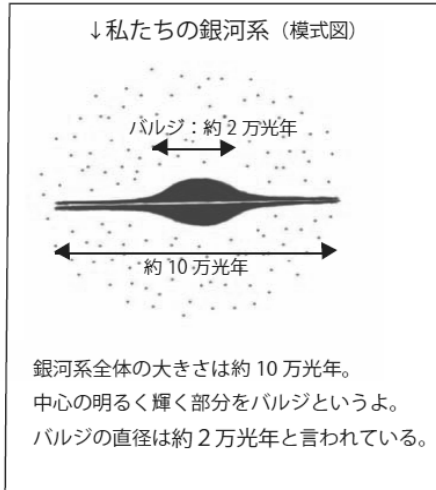
「M31・M45を観察しよう！」では、大きさの計算の代わりに、M31・銀河系・M45を縮尺で描く作業をします。縮尺して描いてみることで、M31がM45に比べ非常に大きく、遠くにある天体であること、また、銀河系とほぼ同じスケールの天体であることに気づくことができます。

#### 4.4. 銀河系と比較する

M31 を銀河系と比較することによって、M31 が実は銀河であり、中心のバルジのみが見えていたことに気づいてもらいます。

M31 は、銀河系と比べてどのくらいの大きさ？ 観察では、M31 の何を見ていたのだろう？ M31 の正体は何だろう？

■M31 と銀河系の比較から考えてみよう。



#### 5. 今後の課題

今後は今回紹介させていただいた教材を、中学校などで実施をし、生徒への効果を測ることで、教材の評価をしていきたいと考えています。