

宇宙を見るには～マルチメッセンジャー天文学～

1 はじめに

今回宇宙班では電波望遠鏡を作成し、天の川銀河に分布する中性水素ガスからの波長 21 cm の電波を捉えることに挑戦しました。では、そもそも宇宙を観測するのになぜ電波を使わなければならないのでしょうか。一言で言えば、**電波でしか見えないものがある**からです。私たち人間がどのように宇宙を「見る」のかについて紹介していきます。

2 宇宙を見る

宇宙物理で扱うものは、**スケールが大きく、地上では再現できないもの**がほとんどです。そのため、宇宙物理学では積極的な「実験」をする代わりに**遥か遠くにある対象を「観測」**して、**できるだけ多く情報を引き出す**ことが重要です。そのため、「何を見るのか」と「どうやって見るのか」の工夫が必要になります。

また、光によって情報が伝わる速さは有限（秒速 30 万 km）で、遠くから来た光はそれだけ昔に発されたものなので、**遠くを見ることは昔を見ることに相当**します。そのため、宇宙の進化の歴史を調べることができるわけです。

現在、宇宙を観測する方法は主に、電波や人間が見える光である可視光を含む「**電磁波**」を受信し解析する方法や、質量を持った天体が運動することで生じる「**重力波**」を検知し解析する方法などがあります*1。また電磁波はさまざまな波長のものに分類することができ、波長によって見えるもの、わかることが違います。

3 いろんな波長で見える宇宙

同じ対象でも波長によって見え方は全く異なります。

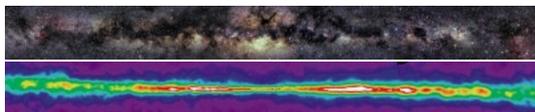


図 1: 上から可視光で観測した天の川銀河、1.4 GHz の電波帯で観測した天の川銀河。 <https://asd.gsfc.nasa.gov/archive/mwmw/mmww-images.html> より引用。

例えば、図 1 の二つの画像はどちらも天の川銀河を見たものです。可視光で見た天の川の画像（上）の真ん中の暗くなっている部分は、1.4 GHz の電波で見た画像（下）では明

らくなっています。これは**可視光で見えない物質を電波で見ている**こととなります。実は**1.4 GHz の電波は水素原子が放射する電波**であることが知られています。つまり、天の川銀河には水素ガスが充満しており、可視光はこの水素ガスに吸収されて見えなくなる一方、水素ガスから放出される特徴的な電波は見えているということがわかります。

さらに、このように特徴的な波長は、分子ごとに固有であることが知られています*2。したがって、宇宙から来る電波を観測して波長を調べれば、どこに何があるかが大まかにわかるのです。このような方法を**天体分光学**といいます。

波長帯ごとに見えるものをまとめたのが表 1 です。

	見えるもの
γ線	高エネルギー現象（超新星爆発、γ線バーストなど）
X線	高エネルギー天体（超新星残骸、ブラックホール、中性子星、プラズマなど）
紫外線	高温の天体など
赤外線	低温の天体など
電波	星間ガスなど

表 1: 波長ごとに見える現象や天体

また、マイクロ波という波長帯には CMB という非常に重要な放射があります。これは別のポスターにまとめられていますので、そちらをご参照ください。

4 重力波で見える宇宙

次に紹介するのは重力波を用いた観測です。重力波とは、質量をもつ天体が運動することで生じる、**時空の「歪み」が光速で伝わる波**のことです。ビッグバン直後の宇宙は、高温高密度の環境で原子は原子核と電子に分かれていました。電磁波とこの電子がぶつかって散乱するため、雲の中やその先に何があるのか分からないのと同じで、光を見ても詳しいことはわかりません。一方、**重力波は物質に邪魔されることはないため、どんなに昔でも見る**ことができます。しかし、重力波は非常に弱いため、観測が難しく、ブラックホールや中性子星などの高密度で重い連星の合体で近年やっと直接観測が成功しました。そのため、重力波観測による天文学は今が発展段階の熱いトピックなのです。

*1 他にも、超新星爆発に伴って放出されるニュートリノを観測する方法などもあります。

*2 エネルギー準位間の遷移の際に放出される電磁波の波長はその準位間のエネルギー差に対応するからです。