

CONTENTS

1章 p.04-05

インフレーションを観測的に検証できるか？

茅根裕司

2章 p.06-07

次世代電波望遠鏡SKAで宇宙の産声を聞く

高橋慶太郎

3章 p.08-09

ヘリウムは少なくて窒素や鉄は多い？

—最新観測で探る元素の起源—

大内正己

4章 p.10-11

アルマ望遠鏡で探るダークマターの小構造

井上開輝

5章 p.12-13

すばる望遠鏡で原始ブラックホールを探せ！

高田昌広

6章 p.14-15

ダークエネルギーの正体は何か？

—最近のDESIの結果が示唆すること—

寺田隆広

初期宇宙を解明する 将来の天文学

GUIDE 0001

<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/explanation/0001.html>



アンケートフォームに本誌
のご感想やご要望をお寄せくださ
い。(回答期限：2025年12月31日)

<https://forms.office.com/r/u1BCvQM6EY>



宇宙の全歴史の図解。横軸は時間、縦軸は膨張する宇宙の大きさを示す。右側では現在の宇宙での成長した銀河が現れる。今回の特集では左側の幼い宇宙の時代に注目する。(クレジット：NASA)

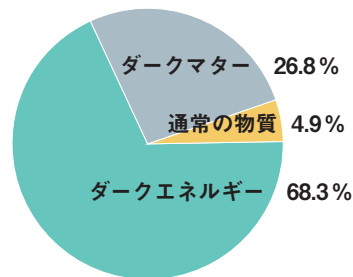
イントロダクション —宇宙のはじまりを観測で解明する—

宇宙はその誕生直後、わずか 10^{-38} 秒程度の間にインフレーションと呼ばれる急激な膨張を起こしました。そして、その後には作られたビッグバン火の玉が長い期間膨張することにより、現在の広大な宇宙になったと考えられています。インフレーション宇宙の膨張の速度は加速的に速くなるものだったのですが、ビッグバン宇宙火の玉は、速度がだんだん遅くなる減速膨張でした。現在の宇宙のエネルギーの総量に占める割合は、通常の物質が約5%、見ることでできないダークマターが約27%、そして物質とすら呼ぶことでできないダークエネルギーが約68%となっています。今回、6人の専門家をお願いして、それらの起源の謎に挑む観測と理論について解説していただきます。

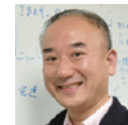
インフレーションを引き起こす張本人は未発見の素粒子の一種であるスカラー場で、総称としてインフラトン場と名付けられています。インフラトン場を持つ量子ゆらぎが、後の宇宙における、場所ごとの温度ゆらぎや密度ゆらぎに変換されると考えられています。そして、その密度ゆらぎを源として、物質が重力的に集まって作られた天体が銀河や銀河団なのです。そのため、量子ゆらぎは宇宙の大規模構造の種と呼ばれます。現在の宇宙の温度(約-270度、もしくは約3ケルビン)と、そのゆらぎを電波で測る観測が宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の観測です。その電波シグナルの偏光を捉えることによりインフラトン場の正体が明らかになると期待されます(1章)。

インフレーションは、同時に宇宙全体で重力波を作りました。こちらは原始背景重力波と呼ばれ、ブラックホールの衝突などで作られる天体起源の重力波とは区別されます。LIGO/Virgo/KAGRAの共同研究でも、100ヘルツ帯などで、その検出可能性が検討されています。しかし、その一方、最近、電波を用いたパルサータイミングの観測により、もっと低周波の原始背景重力波を捉えたというニュースが報告されました。こちらの方法でもインフレーションの検証につながる可能性が期待されています(2章)。

宇宙が始まってから数分の間に、ビッグバン火の玉の中でさまざまな軽い元素が誕生しました(水素、重水素、3重水素、ヘリウム3、ヘリウム4、リチウム7などの原子)。これはビッグバン元素合成と呼ばれます。さらに、その後の宇宙での銀河中の恒星の中では、軽元素を材料とする核融合が進み、炭素、窒素、酸素を経由してもっと重い元素が作られます。そして、恒星の死後、これらの元素は宇宙空間にまき散られ、惑星系などに入っていくことになります。最近、最新のヘリウム4の観測において、ビッグバン元素合成の標準理論との整合性に注目が集まっています。また、早期に作られた銀河の中での窒素と酸素の量に関して驚きの結果が報告されました(3章)。



ライゴ バーゴ カグラ



郡 和範
KOHRI, Kazunori
科学研究部

見えない物質ダークマターの正体は何なのでしょう。光を発しない、反射もしない物質であることから、通常の物質(原子)と散乱することなく自己重力により球体のハローを作るという特筆すべき特徴があります。そのため、そのハローの重力により通常の物質が集められて、はじめて円盤状の銀河が形成されるのです。これまでダークマターの候補として理論的に提案されてきたのは、例えば弱く相互作用する重い新粒子(ウィンプ)、光の親戚のような新粒子アクシオン、宇宙初期から存在するミニブラックホール(原始ブラックホール)、標準的な左巻きニュートリノではない、新粒子である右巻きニュートリノなどがあります。今回は、アルマ望遠鏡を用いて、その速度が速いか遅いか(言わば温かいか冷たいか)という性質から判別する方法が紹介されます(4章)。また、すばる望遠鏡を用いた、原始ブラックホールがダークマターとなるシナリオの解明へのエキサイティングな挑戦が解説されます(5章)。

現在も宇宙は膨張し続けています。その膨張のスピードは加速膨張であることがわかってきました。つまり、現在の宇宙は言わば、2度目のインフレーション期に突入しているのです。この加速膨張を引き起こす張本人が、アインシュタインが提唱した宇宙定数、もしくは、今日ダークエネルギーと呼ばれるエネルギー状態なのです。最近の観測により、ダークエネルギーは定数ではなく、時間変化する兆候が捉えられたと報告されました。その正体に迫ります(6章)。

次号予告

次号(2025年夏号)は「大学VLBI連携観測事業 Japanese VLBI Network (JVN) 観測開始20年」を大特集。JVNは、2005年度に始まった東アジアを代表するVLBI観測網で、国立天文台と複数の大学が連携して電波望遠鏡や観測ネットワークを運用しています。オールジャパンで取り組む電波天文観測の歴史と今を紹介します。

NAOJ NEWS / 国立天文台ニュース

No.346 2025年春号
© 2025 NAOJ (本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

発行日/2025年4月30日

発行/大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1

TEL 0422-34-3958 (出版室)

FAX 0422-34-3952 (出版室)

国立天文台代表 TEL 0422-34-3600

質問電話 TEL 0422-34-3688

shuppan@ml.nao.ac.jp

<https://www.nao.ac.jp/about-naoj/reports/naoj-news/>



国立天文台ニュース編集委員会

●編集委員：小久保英一郎(委員長・天文シミュレーションプロジェクト)／渡部潤一(天文情報センター)／石井未来(TMTプロジェクト)／岩田悠平(水沢VLBI観測所)／勝川行雄(太陽観測科学プロジェクト)／平松正顕(天文情報センター)／伊藤哲也(アルマプロジェクト)／藤井友香(科学研究部)

●編集：天文情報センター出版室

紙版の発送停止や発送先変更のご依頼は
こちらのフォームから
<https://forms.office.com/r/97uZF7KH2Y>

