

会場 G 特別講演

宇宙誕生のシナリオ、インフレーション理論 —観測的実証への期待—

佐藤 勝彦

日本学術振興会学術システム研究センター

「宇宙は誕生直後、急激な加速膨張をお越し、この加速膨張が終わるころ急激な加熱が起これ宇宙は火の玉宇宙になった。さらに、この急激な膨張の過程で量子揺らぎから密度の揺らぎ生まれ、これが火の玉宇宙が冷却する過程で、星、銀河や銀河団など宇宙の構造に成長し現在の宇宙が実現した。」これは今日、宇宙初期のパラダイムとなっているインフレーション理論である。アメリカの NASA の打ち上げた宇宙背景放射観測衛星 COBE は、1992 年、宇宙開闢から 38 万年ころの宇宙を観測し、インフレーション理論の予言どおりの密度揺らぎを発見した。加えて COBE 衛星の後継機 WMAP 衛星（2003 年）や欧州宇宙研究機構の Planck 衛星（2013 年）はさらに細かく観測を行い、さらに精度よくインフレーション理論の予言どおりであることを示した。インフレーション理論はこれらの観測によって大きく裏付けられたが、インフレーションの瞬間を直接観測したわけではない。

いま、世界でインフレーションの時代に放出された重力波を捕らえ、インフレーションの現場を直接観測しようという計画が立てられている。重力波はアインシュタインの一般相対論が予言する波で時空の歪が光速で伝播するものである。インフレーション起源の重力波は原始重力波と呼ばれているが、密度揺らぎが量子揺らぎから生まれたのと同様に時空の量子揺らぎから生まれたものである。

昨年 9 月、米国の LIGO チームはブラックホール連星が合体する瞬間に放出される重力波を捕らえ、100 年来のアインシュタインの宿題とも言われる「重力波の直接検出」に初めて成功した。しかし、火の玉宇宙始まる瞬間、インフレーションから放出される重力波は波長が長く地上に設置した LIGO などでは観測できない。いま、米国宇宙航空局（NASA）の協力のもとに欧州宇宙研究機構（ESA）で 3 つの人工衛星でレーザーをやり取りすることによってこれを捕らえようとする LISA (Laser Interferometer Space Antenna) 計画が進行中である。昨年 12 月、その計画の技術開発を進め計画の道筋を建てるため LISA パスファインダーがうちあげられた。計画は順調に進んでいると思われるがきわめて高度な技術開発が必要であり、実際の観測が可能となるのは 2030 年代である。

いま直接観測ではなく、宇宙開闢から 38 万年頃の宇宙の姿を描き出している宇宙背景放射の偏光観測をさらに精密に観測し、インフレーションから放出された重力波の痕跡、B モードを見つけようとする計画が進んでいる。日本の研究者も主要メンバーとして参加する POLARBEAR 計画をはじめ、世界中でいくつもの計画が進行している。さらに人工衛星による偏光観測、LiteBIRD も計画されている。順調に計画が進めば 10 年以内に痕跡が見つかり、インフレーション理論の検証が行われるかもしれない。