

特集 / 素粒子の宇宙論の新展開

宇宙論の新展開

佐藤 勝彦

宇宙背景放射をはじめとする宇宙論的観測の急激な進展により、インフレーション理論を含むビッグバン理論は観測からの支持によって標準理論となった。しかし同時に、現在の宇宙を満たしているダークエネルギーの発見など新たな謎も生じてきた。本特集の総論として、宇宙論研究の進展を歴史的に概観しつつ、21 世紀の宇宙像を探る。

1. はじめに

宇宙の空間的スケールが急激に広がり始めたのはハッブル (E.P. Hubble) による銀河の研究からであろう。1924 年、彼はアンドロメダ銀河が我々の住む天の川銀河の外にある、天の川銀河と同等な「銀河」であることを確認した。さらに 1929 年には遠方の銀河ほど我々から速い速度で遠ざかっているというハッブルの法則、つまり宇宙の膨張を発見した。これらにより我々の住んでいる宇宙は大きな極限では銀河が無数に広がった銀河宇宙であり、それが膨張を続けているということがわかったのである。ハッブルの発見は我々の住んでいる世界の描像を静的な永遠不変なものから、動的に進化するものへと革命的に変えてしまった。一方ロシアのフリードマン (A. Friedmann) は、1922 年、宇宙膨張の発見の 7 年前に、時空の物理

法則、一般相対論の式を解くことによって、宇宙が実際膨張、収縮することを理論的に示した。物理学の法則、一般相対論によって宇宙膨張が予言され、それがハッブルによって証明されたことは、宇宙は論理だった単純な原理に従って運動しているという物理学的世界観を揺るぎのないものにした。1946 年、ガモフ (G. Gamov) はこの始まりに、当時最先端の科学であった「原子核物理学」を応用し、我々の宇宙は火の玉、ビッグバンとして始まったことを示したのである。ガモフは我々の宇宙を構成している元素の 70% 以上がもっとも単純な元素、水素であり炭素や酸素より重い重元素が 1, 2% であることを説明するには、宇宙は熱い火の玉として生まれなければならないことを示したのである。そして 1965 年、この火の玉の名残であるマイクロ波宇宙背景放射 (3 K 放射) がペンジャス (A.A. Penzias) とウィルソン (R.W. Wilson) によって発見され、このビッグバン理論は揺るぎのないものとなったのである。ビッグバン理論は今日大筋において宇宙論的な観測ともよく一致し、科学的な宇宙論の標準となっている。

ビッグバン理論は、このように 3 K 放射の発見によって、標準理論となったが、しかし未解決な問題も残された。第一は次の節で議論するように“始まり”の問題である。宇宙膨張の解、フリードマンの解では宇宙は時空の特異点から始まる。特