

日本学士院賞 受賞者

佐藤勝彦



専攻学科学目 宇宙物理学

生年 昭和二〇年八月

略歴 昭和四三年 三月

同 四九年 三月

同 四九年 三月

同 五一年二月

同 五四年 六月

同 五七年二月

平成 二年一〇月

同 二年 四月

同 二年 四月

同 二年 六月

同 二二年 四月

京都大学理学部物理学科卒業

京都大学大学院理学研究科博士課程修了

理学博士

京都大学理学部助手

デンマーク NORDITA (北欧理論物理学研究所) 客員教授 (昭和五五年七月まで)

東京大学理学部助教授

東京大学大学院理学系研究科教授

明星大学理工学部客員教授

東京大学数物連携宇宙研究機構特任教授 (平成二二年三月まで)

東京大学名誉教授

大学共同利用機関法人自然科学研究機構機構長 (現在に至る)

理学博士佐藤勝彦氏の「加速的宇宙膨張

理論の研究」に対する授賞審査要旨

宇宙は熱い火の玉として始まり、その膨張・冷却の過程で銀河や星が生まれたとするビッグバン理論が、現在では宇宙論の標準モデルとなっている。佐藤勝彦氏は一九八一年、誕生直後の宇宙が加速的急激な膨張を起こし、その急膨張が終わるとき宇宙は熱い火の玉となるという、インフレーション理論と通称されている理論を、世に先駆けて提唱して、ビッグバン理論の基礎を固めた。このインフレーションという名前は、佐藤氏とは独立に、その半年後に論文を投稿した米国の A.Guth によつて、命名されたものである。

佐藤氏は一九七〇年後半から、力の統一理論に基づいて宇宙の研究を進めていたが、この統一理論が宇宙初期に極めて大きな真空のエネルギーが存在すると予言していることに注目し、宇宙が指数関数的急膨張を起こすという理論を提唱した。また急膨張終了時に、真空のエネルギーが相転移によつて解放され、熱い火の玉となることを示した。

また佐藤氏は、この加速膨張により、物理的な因果関係を持つこ

とのできる領域（宇宙の地平線内の領域）が引き伸ばされて、同様に指数関数的に拡大することを明らかにし、宇宙背景放射の等方性に根拠を与えた。

以上の佐藤氏の研究によつて、当時、宇宙論で大きな課題となつていた、次の二つの問題が解決されることになった。

第一は、従来のビッグバンモデルでは不可能であった、超銀河団などの宇宙の巨大な構造が、真空の相転移による密度揺らぎの成長によつて形成されることが示されたことである。後のインフレーション理論の進歩によつて、この密度揺らぎの種は、量子論的な揺らぎであることが示され、また、NASA の宇宙背景放射観測衛星（COBE 衛星）の観測によつて、インフレーション理論の予言と一致する密度揺らぎであることが確認された。

第二は、従来のビッグバンモデルと素粒子論の統一理論との間の深刻な矛盾であった、磁気単極子の問題を解決したことである。統一理論によると、実験的には存在しない磁気単極子が、宇宙の初期には大量に生成されることになるが、インフレーション理論での急激な宇宙膨張によりその数密度は極端に薄められるので、観測との矛盾は消失することが明らかになった。

このように佐藤氏は、加速膨張により「宇宙はなぜ火の玉として始まったのか」、また宇宙には「なぜ巨大な構造が生まれたのか」な

ど、従来のビッグバンモデルでは説明することができなかった問題が、解決できることを示した。さらに Guth によって、宇宙の急膨張の効果で宇宙の曲率が限りなくゼロに近づき平坦になることや、佐藤氏が示した宇宙の地平線の指数関数的な急拡大によって、宇宙が大局的には一様になることも示された。

また二〇〇三年、COBE 衛星の後継機である WMAP 衛星は、他の宇宙論的観測の結果と組み合わせることによって、インフレーション理論の予言どおりに、宇宙が平坦であることを示した。このようにインフレーション理論は観測からも、強く裏付けられている。

佐藤氏は共同研究者と、さらにインフレーション理論の研究を進め、真空の相転移を一般相対論的に考察することにより、宇宙から子宇宙が、子宇宙から孫宇宙が生じるというように、インフレーション中に宇宙が次から次へと生じる可能性を示した。この無限個の宇宙が存在するというモデルは、multiverse と呼ばれている。

佐藤氏の宇宙論に対する別の重要な貢献は、素粒子物理学の実験室として宇宙を利用するための、新たな方法論を確立したことである。佐藤氏と共同研究者は、宇宙論と天体物理学から相互作用がきわめて弱い素粒子に対して質量と寿命に制限を課す方法を開発し、タウニュートリノの発見直後、厳しい制限が宇宙論と恒星物理学からタウニュートリノに課されることを明らかにした。今日、佐藤氏

の方法は、新理論によって予測される仮想粒子の質量や寿命に対する制限を求める方法として、広く一般的に使われている。

以上のように、今日インフレーション理論は、宇宙の起源・進化を説明する標準モデルとして広く認められており、佐藤氏の「加速的宇宙膨張理論」は高く評価されている。

関連論文リスト

- K. Sato, First Order Phase Transition of a Vacuum and the Expansion of the Universe, *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* (1981), **195**, 467-479.
- K. Sato, Cosmological Baryon-Number Domain Structure and the First Order Phase Transition of a Vacuum, *Phys. Lett.* (1981), **99B**, 66-70.
- M. B. Einhorn and K. Sato, Monopole Production in the Very Early Universe in a First-Order Phase Transition, *Nucl. Phys.* (1981), **B180**, 385-404.
- K. Sato, H. Kodama, M. Sasaki and K. Maeda, Multi-Production of Universes by First-Order Phase Transition of a Vacuum, *Phys. Lett.* (1982), **108B**, 103-107.
- K. Sato and M. Kobayashi, Cosmological Constraints on the Mass and the Number of Heavy Lepton Neutrinos, *Prog. Theor. Phys.* **58**, (1977), 1775-1789.