

COEプログラム「初期宇宙の探求」と初期宇宙研究センター

佐藤 勝彦 (物理学専攻)

昨年7月、我々のグループの申請した「初期宇宙の探求」が、平成7年度より文部省が新たに始めた中核的研究拠点プログラムの一つとして選定されました(メンバーは物理学教室(佐藤勝彦、釜江常好、折戸周二、牧島一夫、須藤靖、蓑輪眞、山本智)、天文学教室(野本憲一)、天文学教育研究センター(吉井譲)の9名)。これは理学系研究科、東京大学の強い支援のたまものと感謝しております。東京大学総長名で文部省に提出していた拠点形成支援計画書に基づき、理学系研究科内に「初期宇宙研究センター」の設置を7月の研究科教授会において決定していただきました。すでに理学部4号館1階のピロティ部分に100平米たらずの計算機室、研究員室、センター長室などの部屋を整備していただき、また4号館内にX線実験室としてクリーン・ブースを作っていただきました。平成8年3月末には富士通ベクトルプロセッサ、VXを主体とした天体画像処理システムが設置されようとしております。人的にもCOE研究員として日本学術振興会の特別研究員2名、及び外国人研究員2名の枠を与えられております。ここではこの拠点形成プログラムによって、私たちが5年間のこのプログラム期間内にどのような研究を進めようとしているのか簡単にご紹介いたします。

「我々の住むこの世界はどのように始まったのだろうか?この疑問は、人類がその歴史の始まったところから問い続けてきた疑問です。一般相対論の枠組みの上に構築された現代の標準理論、ビッグバン宇宙論や、この十余年、爆発的に進歩した素粒子論的宇宙論は宇宙の創生のみならず、初期宇宙において宇宙構造を形成する種がいかに仕込まれ、それがいかに進化して今日の豊かな構造を持った宇宙が形成されたかを予言しています。「量子重力的效果によって生まれた宇宙はインフレーションと呼ばれる加速度的急激な膨張を始め、マクロな宇宙になった。インフレーションの終わるとき解放される潜熱によって宇宙はあつい火の玉となった。そしてインフレーション中に仕込まれた密度の揺らぎは火の玉の膨張・冷却とともにしだいに成長し宇宙の構造がしだいに形成された(図1)。」これは現在標準となっている宇宙構造の起源に関するパラダイムです。2年前米国の打ち上げた宇宙背景放射観測衛星COBEは宇宙開闢から30万年頃の宇宙の地図を描き出しました。そこに観測された密度揺らぎはインフレーション理論の予言するものときわめて良い一致を示しました。これにより、この標準パラダイムは大きな指示を受けることとなったといえるでしょう。しかし、この素粒子論的モデルをも含む広い意味でのビッグバン宇宙論の描像に、より具体的な肉づけを与え、そこに内包される基本的パラメータ(宇宙の曲率など)を

決定し、暗黒物質など隠れた存在の正体を解明し、ひいてはこうした宇宙観そのものの当否を確かめる作業は、ようやく発展途上といえるレベルに到達したところといえるでしょう。人類の認識の根幹に関わるこの重要課題に取り組み、宇宙の創生から宇宙構造の力学的進化・化学進化を経て現在の宇宙へ至る統一的な宇宙像の構築を完成させるためには、必然的に現在よりはるか昔の宇宙、したがって極めて遠方の宇宙—初期宇宙—をさぐる必要があります。

宇宙では遠方を観測することは過去を観測することです(図2)。1億光年先の宇宙を観測することは1億年前の宇宙を観測することです。時間を遡った過去の姿が直接観測できるということは、科学の世界では極めて特異なことであり、宇宙の研究に与えられた大きなメリットといえることができます。

初期宇宙の研究はハイテクノロジーを用いた観測手段の急激な進歩により、宇宙物理学の最先端の課題として今世界的に強力に推進されています。初期宇宙研究の推進において最も本質的な要素は電磁波のあらゆる波長による観測、高エネルギー素粒子観測などを総合的有機的に進めなければならないことでしょう。幸い、東京大学大学院理学系研究科には電波からガンマ線にいたる観測で、又素粒子観測で実績のある研究者が集まっています。また理論的研究においても世界に先駆けた研究を進め、多くの業績があるといえましょう。

図3に宇宙の誕生から大構造形成に到る初期宇宙の進化と基本的課題を左側に、これらに対して我々がどのようにアプローチするかの概略を右側に示されています。5年間の研究期間中におよそ15億円の科学研究費が交付されると期待していますが、これらの研究費によって、研究の推進と拠点形成を進めようとしています。おもなプロジェクトとしては、1. X線天文衛星搭載用硬X線検出器の開発、2. 2m専用望遠鏡の設置とそれによるクエーサの連続観測、3. サブミリ波電波望遠鏡の設置と中性炭素線による分子雲観測、4. 気球観測による反物質探査、5. 広域銀河3次元分布観測と解析による大構造解析、6. 低温検出器による暗黒物質の直接検出などがあげられます。2.については現在ハワイ、ハレヤカワ山頂を最適地として、設置場所を調査中で、また3.については富士山山頂に設置すべく調査中です。理論的研究にはこれらのプロジェクトに比べると大きな研究費は必要ではありませんが、宇宙の創生から、構造形成、銀河形成、銀河の化学進化、元素合成、超新星爆発にいたる宇宙進化のシナリオを作り上げるために、シミュレーションの研究を重視しながら進めようとしています。

わが国における宇宙の研究は、宇宙科学研究所および国立天文台という2つの国立共同利用研究機関により強

力に推進されています。また素粒子的宇宙物理学、宇宙線の研究分野では高エネルギー研究所や東大宇宙線研究所がその共同利用研としての役割を担っています。実際、図3に示した研究の多くはこれらの共同利用研との共同研究ですが、言うまでもなく、我々のメンバーが中心になって推進しようとしているもので、ある意味では共同利用研と大学間の相補的關係として理想的な関係ではないかと考えられます。また2.や4.、5.のプロジェクトのように、国際的協力は研究を推進する不可欠の条件といえるでしょう。しかし、海外への装置の持ち出し、海外での観測遂行には今持って多くの困難が残されています。これらを解決しながら研究を進めるためには、理学部事務や本部事務局の協力なしには不可能と言えるでしょう。幸い事務担当者の献身的努力により、幾多の困難も解決に向かっていていると考えられます。

このCOE形成プログラムは平成9年度までの5年間ですが、この期間に計画中の研究が終了することは、あり得ないと言えましょう。新たにこの形成プログラムによって作成した観測装置はこの期間中に稼働を始め、興味深い新たなデータが出始めることは間違いないでしょうが、豊富にデータを出すことができるのはむしろプログラム終了後の数年というべきでしょう。我々は5年の期間終了後も何らかの形で初期宇宙研究センターを数年以上の長さで存続させていただきたいという希望を持っています。これは、まさにCOE形成プログラムの主旨にそったものと言えるでしょう。

最後になりますが、研究拠点として「初期宇宙研究センター」設置をお認めいただき、予算的支援いただきましたことを理学系研究科各位に深く感謝申し上げます。また毎年3億円強の研究費処理を新たな人員増なしのまま、お引き受けいただいた理学部事務関係者に心から感謝申し上げます。

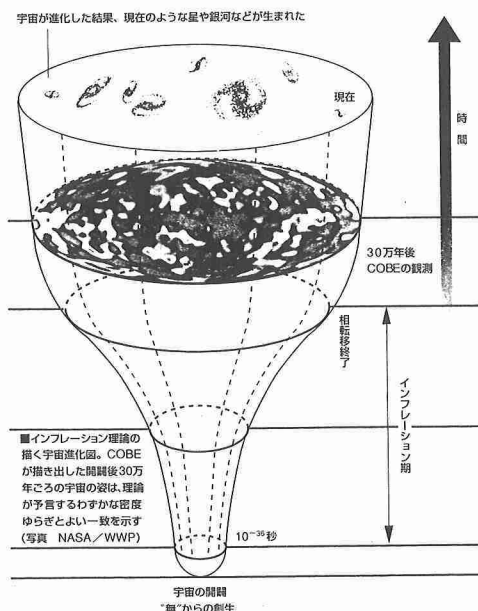


図1

素粒子的宇宙論によって描き出された宇宙の誕生から現在に到るシナリオ。量子重力の効果によって生まれた宇宙は直ちにインフレーションをおこしマクロな宇宙となった。インフレーションによって仕込まれた揺らぎは成長し現在の宇宙の構造ができあがった。

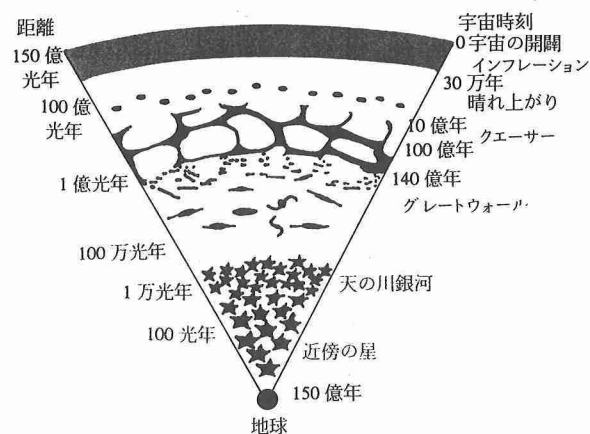


図2

宇宙では遠方を観測することは過去を観測することである。電磁波による観測では宇宙開闢から30万年ころの宇宙まで探ることができる。

初期宇宙に関する根元的問題と我々のアプローチ

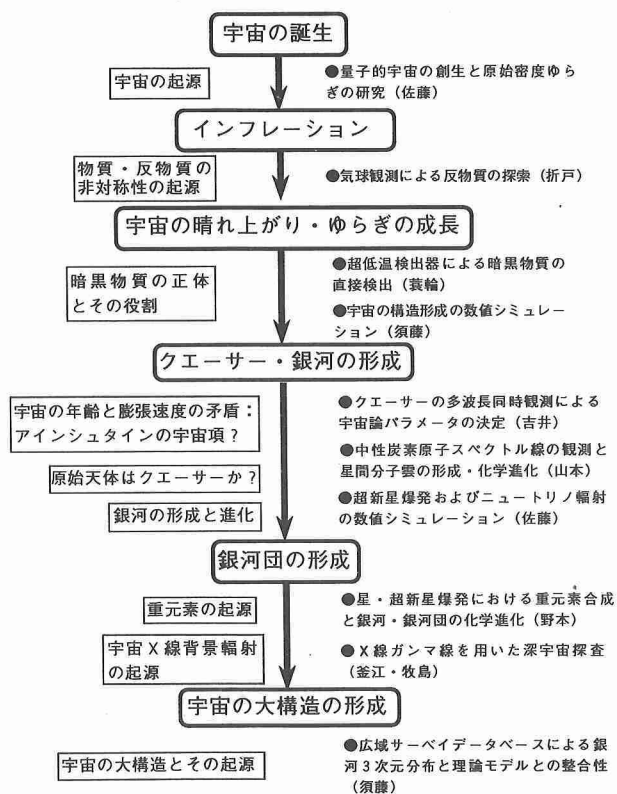


図3