

# 天体核研究室 1999 年度活動報告

報告：原田、釣部、座長：村上、記録：檜垣

本稿では、天体核研究室の 1999 年度の研究活動について報告を行なう。

## 1 研究室紹介

天体核研究室の研究領域は広い意味での宇宙物理学と呼ぶべき領域である。しかし、宇宙を相手とするものの宿命として、研究が非常に広範な物理学にわたることになる。また、ある場合には、物理学の枠をはみ出してしまうことさえある。従って、我々の研究は、外から見ると掴みどころがない、あるいは一貫性がない、と見えてしまうかも知れない。そこでここでは、次の文章を引用することによって我々の立場について説明したい。

我々天体核研究室は重力、宇宙物理学、宇宙論の 3 本柱を掲げて研究活動を行っている。それぞれのキーワードは重力：Fundamental、宇宙物理学：複合科学、ごった煮、宇宙論：初期宇宙、超高温高密度といったところか。この 3 本柱は独立に存在しているわけではなく、その交わりの部分が特に重要な研究テーマとなっている。第二教室の他の研究グループとは、各々、素粒子論 → 重力、宇宙論、原子核理論 → 重力、宇宙物理学、宇宙線 → 宇宙物理学、素粒子物性 → 宇宙物理学、宇宙論、原子核物理学 → 宇宙物理学、宇宙論、高エネルギー → 宇宙論、という具合に関係が強いのではないだろうか。（後略）

私は、この三本柱を三つの円（cosmology、astrophysics、gravity）としてとらえている。この三つの円とは、研究室の構成員がそれぞれ一つの円に属さなければならない、という固定的なグループというものではない。この三つの円は、それぞれ互いに重なる領域を持っていて、その三つの円も構成員の興味に合わせて変形していくようなダイナミカルなものである。特に近年、個々人の得意分野を拠点としつつも、三つの円の交わりの部分へと研究を広げていく傾向が強まっている。

また、宇宙を研究する理論グループがなぜ物理学教室に必要なのかについては、次のような理由があげられよう。

（前略）しかしながら、なぜ我々のグループが物理教室にあり、天文学教室、または京大では宇宙物理学教室（英訳は Department of Astronomy）にないのか、を考えれば我々の進むべき道はおのずから見えてくる。今後も、個々の観測に一喜一憂したり、とにかく巨大な数値計算を行ってその結果を並べたてるよりも、多様な天体現象や本質的に非線形である重力の問題の本質を見極め、その基本原理や物理過程を明ら

かにすることを目標にしていくものである。[天体核ホームページより、ゴシックは原田]

我々の研究室の特色として、外部の研究機関との活発な研究交流があげられる。特に、基礎物理学研究所との密接な研究交流は、我々の研究室の研究の幅を広げているといえるだろう。また、東大、国立天文台、大阪市大との共同研究も盛んである。

ゼミとしては、コロキウム、速報（全員）、水曜ゼミ（主に astrophysics と cosmology）、宇宙論ゼミ（主に cosmology と gravity）が、原則として毎週行なわれている。これとは別に、年 2 回の中間発表会（全員）があり、必要に応じて、若手ゼミ、自主ゼミなどが行なわれている。また、基研との合同のゼミとして、金曜ゼミ（主に astrophysics、gravity、cosmology）、ランチセミナーなどがある。

## 2 研究活動

我々の研究テーマは非常に多岐にわたる。ここではそれらを、cosmology、astrophysics、gravity に分けて列挙する。

### 2.1 Cosmology

- インフレーション後の再加熱温度に対する宇宙論的制限 [杉山、川崎（東大 RESCEU）、郡（東大 RESCEU）]
- ダブルインフレーションと大規模構造 [杉山、金澤（東大）、川崎（東大 RESCEU）]
- CMB の温度揺らぎの観測と宇宙モデル [杉山、Ratra (Kansas 州立大)、Ganga (Caltech) 他]
- 宇宙の大域的位相と宇宙背景放射の揺らぎ [杉山、井上（基研）、富田（基研）]
- 銀河形成による再加熱と宇宙背景放射の揺らぎ [杉山、Benson (Durham 大)、Nusser (Technion)、Lacey (SISSA)]
- 宇宙再加熱中での揺らぎの非線形成長 [杉山、劉、山本（広大）]
- 宇宙の大規模構造からの  $\nu$  の質量への制限 [劉、杉山、福来（東大宇宙線研、Princeton）]  
最近の、太陽ニュートリノおよび大気ニュートリノの実験結果から、ニュートリノの質量差は宇宙論的に興味のある値に比べて非常に小さい値が示唆されている。これを踏まえて、現在の標準的な構造形成のシナリオにしたがって、大規模構造の揺らぎの大きさの観測からニュートリノの質量に対する制限を得た。
- 宇宙初期の小質量天体の形成と進化 [西、須佐（筑波大）]
- 宇宙論的な揺らぎ進化のシミュレーション [釣部、犬塚（国立天文台）]

- 輻射流体力学不安定性の非線型解析 [釣部、犬塚 (国立天文台)]
- 単極子インフレーション時空の因果構造 [原田、坂井 (基研)、中尾 (大阪市大)]
- 原始ブラックホールによる重力定数の記憶 [原田、Carr (QMW)、Goymer (QMW)]
- 原始銀河雲のガス中での星形成 [大向]
- $z > 300$  での高温宇宙背景輻射中の星形成 [大向、西]
- 星からの輻射による質量降着の停止と原始ガスにおける原始星の質量 [大向、犬塚 (国立天文台)]
- 球対称非一様宇宙における距離赤方偏移関係 [すぎ浦、中尾、原田]
- ボイド構造を持つ宇宙での距離赤方偏移関係 [すぎ浦、井田、中尾 (大阪市大)、坂井 (基研)、石原 (東工大)]
- 特異速度場の摂動的解析 (バイアスなど) [瀬戸]

## 2.2 Astrophysics

- 数値計算法の研究と改良 [山田 (良)、宮下 (物1)]
- 減速衝撃波不安定 [西、釜谷 (宇物)]
- わずかに重元素汚染されたガス雲中での星形成の自己抑制効果 [西、田代]
- 回転等温球の分裂条件 [釣部、犬塚 (国立天文台)]
- 自己重力円盤の粘性進化 [釣部、犬塚 (国立天文台)]
- K 凝縮の有限温度補正と原始中性子星の進化 [原田、中尾 (大阪市大)、巽 (核理)、安平 (核理)]
- 衝撃波圧縮層中での熱的不安定性 [山田 (雅)、西]
- 連星中性子星からの重力波への強磁場の影響 [井岡、谷口 (基研)]  
連星中性子星は、レーザー干渉系型重力波観測計画の有力なターゲットである。その一方、マグネターと呼ばれる強磁場を持つ中性子星の存在が最近の観測により示唆されている。このような強磁場をもつ連星中性子星が重力波を放出する時、重力波の波形に対する強磁場の影響を評価した。
- 強磁場中の平衡形状とソフトガンマリピータの巨大バースト時のパルス周期の不連続遷移 [井岡]
- 連星重力レンズ現象におけるケプラー運動の効果 [井岡、西、官谷 (国立天文台)]
- 収縮するガス雲中での熱的不安定性における重元素量の影響 [田代、西]

## 2.3 Gravity

- 裸の特異点からの爆発的粒子生成 [原田、井口、中尾 (大阪市大)]
- 非完全流体の重力崩壊における裸の特異点の発生とその強さ [原田、井口、中尾]
- 裸の特異点の安定性と重力波放出 [井口、原田、中尾 (大阪市大)]
- 荷電完全流体の静的厳密解 [井田]
- ワームホールの存在に必要な負エネルギーの量 [井田、Hayward (基研)]
- 球殻の交差 [井田、すぎ浦、中尾]
- 荷電球殻の交差 [井田、中尾]  
球殻は一般相対論的な重力を簡単かつ厳密に扱える系であり、一般相対論に特有な現象を理解するために非常に有用なモデルである。こうした系で、宇宙項が存在する時に、電荷を帯びた球殻が交差する条件を厳密に与えた。
- ブラックホールと共存するドメインウォールの安定性 [檜垣、井田、石橋 (基研)]
- 効率的な冷却過程を伴う重力崩壊 [仕幸、杉山、原田、中尾 (大阪市大)]
- ブラックホールと共存する厚さのあるドメインウォールの平衡解 [山ざき、井田、森澤 (基研)、石橋 (基研)、中尾 (大阪市大)]