

日本の理論天文学  
-理論天文学宇宙物理学懇談会研究室紹介-  
改訂版(第6号)

## 目次

北海道大学宇宙物理学研究室	1
北海学園大学工学部宇宙物理学グループ	3
弘前大学理工学研究科物理学コース宇宙物理学分野	4
弘前大学理工学研究科地球環境学コース宇宙論宇宙線分野	5
山形大学理学部物理学科・宇宙物理学グループ	6
山形大学地域教育文化学部宇宙物理学研究室	8
茨城大学宇宙物理理論グループ	9
筑波大学宇宙物理理論研究室	11
高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 宇宙物理グループ	14
日本大学文理学部物理学科宇宙物理学研究室	17
東京理科大学理学部第二部物理学科宇宙物理研究室	18
東京大学駒場キャンパス宇宙地球部会	19
東京工業大学大学院理工学研究科宇宙物理学理論グループ	21
東京工業大学惑星形成論グループ	23
東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻宇宙惑星科学講座	24
東京大学大学院理学系研究科附属ビックバン宇宙国際研究センター 初期宇宙論部門・横山研究室	26
国立天文台理論研究部・天体シミュレーションプロジェクト	29
国立天文台 JASMINE 検討室	33

青山学院大学工学部宇宙物理研究室	34
千葉大学大学院理学研究科宇宙物理学研究室	35
防衛大学校天文学研究室	37
東京理科大学工学部物理学科宇宙物理研究室	38
東邦大学理学部物理学科宇宙・素粒子教室	39
沼津工業高等専門学校・教養科物理学教室	40
大阪市立大学大学院理学研究科数物系専攻基礎物理講座 宇宙物理研究室(重力分野)	41
近畿大学大学院総合理工学研究科・理工学部理学科	44
大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻宇宙進化グループ	45
大阪大学レーザーエネルギー学研究センター高部研究室	48
大阪工業大学宇宙物理グループ	49
大阪産業大学教養部井上研究室	50
大阪教育大学教育学部教員養成地学天文学研究室	51
京都大学理学部天体核研究室	52
京都大学大学院理学研究科・宇宙物理学教室・理論グループ	56
京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ	59
滋賀大学教育学部数理情報研究室	61
甲南大学工学部物理学科理論宇宙研究室	62
広島大学宇宙物理学研究室	63

九州大学宇宙物理学研究室 ----- 65

長崎大学教育学部地学教室天文・気象研究室 ----- 67

鹿児島大学大学院理工学研究科物理・宇宙専攻 宇宙物理学研究室 ---- 68

# 北海道大学宇宙物理学研究室

早崎公威

## 1 構成

北大宇宙物理学研究室は、宇宙初期に形成された星の進化、宇宙論的な銀河銀河団の形成、巨大ブラックホールの合体過程などの理論研究と、系外銀河の星間分子、11 m 電波望遠鏡による銀河系のアンモニアサーベイ、超長距離基線干渉計などの観測研究を行っている。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 藤本正行\*

助教授 羽部朝男\*

助手 徂徠和夫、南谷哲宏

PD 須田拓馬\*、勝田豊、山田志真子、西谷 洋之、早崎公威\*

D3 保坂 啓太、Finny Oktariani

D2 元木 業人、大石 晋恵、大木平、松井佳菜

D1 金川 和弘、竹腰 達哉、山澤 大輔

M2 十和田 潤、二森 都

M1 石倉未奈、中尾 光、若山 真梨子

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下のとおりです。

### 2.1 恒星の進化と元素合成の研究

中・低質量星を中心とした恒星進化、元素合成が主たる研究の対象である。これらの恒星のうち太陽と同程度以下の低質量星は寿命が宇宙年齢より長いため、ビッグ・バン後の初期宇宙における最初の構造形成を探查する手段として有用である。例えば、2005年にすばる望遠鏡の高分散分光観測で発見された、最も金属量の少ない恒星 HE1327-2326 を含めた、 $[\text{Fe}/\text{H}] < -4.5$  の3個の恒星に関する起源および初期宇宙の進化に関する研究を展開した。特に、超金属欠乏星の進化とその内部での核種合成過程の研究を基礎として、宇宙黎明期に誕生した恒星の質量関数に対する制約をさらに発展させ、銀河の形成過程、初期進化等の研究に新しい局面を切り開いた。また、金属欠乏星の理論研究を行うための元素組成観測データベースを構築し、観測と理論との比較を通じて、宇宙の化学進化を解明する研究を行っている。これらの銀河系ハローの超金属欠乏星の研究に加えて、金属量の少ない球状星団における恒星の進化や惑星を持つ恒星の進化、ガス惑星の構造に関する研究も行っている。現在、元素組成データベースを拡張し、惑星を持つ恒星のデータベースも構築中である。(参考文献 1-2 参照)

### 2.2 銀河・銀河団の進化に関する研究

銀河・銀河団の形成と進化は、宇宙における構造形成における重要な過程である。銀河グループは数値シミュレーションを用いて銀河・銀河団の形成進化を研究している。遠宇宙の観測と理論の比較により、宇宙論的な構造形成を明らかにできる。銀河形成過程で重要である水素分子形成がダストの形成によって大きく影響されることに注目して

モデル化を進めて、 $z > 7$  の銀河形成、宇宙再電離過程を調べ、サブミリ銀河の成因、楕円銀河のサイズ進化の問題を研究している。平行して、近傍銀河に対しても水素分子形成を考慮したモデル化を進め、棒状銀河の星形成、 $z$  進化、銀河中心へのガス供給過程を研究している。(参考文献 [3] 参照)

### 2.3 巨大ブラックホール合体・形成過程の研究

最近、大きな銀河ほどその中心のブラックホール (BH) は大きいという、巨大 BH と母銀河とが共進化していることを示す観測結果が得られた。この関係は、銀河同士の合体が中心の BH 同士の合体成長を促すことを示唆しているが、BH 同士がどのように合体に向かうかはよく分かっていない。さらに、階層的構造形成シナリオに照らすと、サブパーセクスケールの「近接」バイナリー BH の形成は必然である。しかし、そのような近接バイナリー BH はこれまで同定されていない。そこで、近接バイナリー BH と周囲の外周ガス円盤との相互作用の枠組みで、バイナリー BH の進化、近傍活動銀河中心核におけるバイナリー BH の質量関数、BH 合体時の重力波放射現象、BH の質量成長等を研究している。(参考文献 [4-5] 参照)

### 2.4 宇宙電波望遠鏡観測

北大苫小牧 11 m 電波望遠鏡を使って、銀河系内のアンモニア分子スペクトル線等の探査観測、国内の他の機関と共同での超長基線干渉計 (VLBI) 観測を行なっている。また、銀河系との比較研究のために系外銀河の観測を国立天文台野辺山宇宙電波観測所のミリ波干渉計を用いて実施、さらに同観測所 45 m 電波望遠鏡で取得された分子雲のデータを用いた研究も行っている。

## 3 教育

最近の博士論文

- Study on Evolution of a Circumnuclear Gas Disk and Gas Supply to the Galactic Center [行方大輔: 2010 年 3 月]
- The Ammonia Survey Observation of Massive Star-Forming Region W43 with Tomakomai Radio Telescope [西谷洋之: 2010 年 3 月]
- Observational Study of Distribution and Physical State of Molecular Gas and Secular Evolution in Barred Spiral Galaxies [渡邊祥正: 2010 年 3 月]

## 4 連絡先

住所: 〒 060-0851 札幌市北区北 10 条西 8 丁目

電話番号: ダイヤルイン方式で、011-706-xxxx (xxxx は下記内線番号) 当研究室についての最新情報は www で得られます (<http://astro3.sci.hokudai.ac.jp>)。E-mail address は、*username*@astro1.sci.hokudai.ac.jp です。内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
藤本正行	3562	fujimoto
羽部朝男	2693	habe
須田拓馬	2893	suda
早崎公威	3516	hayasakin

## 参考文献

- [1] T. Suda & M. Y. Fujimoto, 2010, MNRAS, in press, arXiv 1002.0863
- [2] Y. Komiya, A. Habe, T. Suda, & M. Y. Fujimoto, 2009, ApJ, 696, L79
- [3] D. Namekata, A. Habe, H. Matsui, T. R. Saitoh, 2009, ApJ, 691, 1525
- [4] K. Hayasaki, 2009, PASJ, 61, 65
- [5] H. Matsui & A. Habe, 2009, PASJ, 61, 421

# 北海学園大学工学部宇宙物理学グループ

瀬戸治

## 1 構成

配属上工学部建築学科に所属していますが、宇宙物理学の研究を行っている 2010 年 5 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

教授 岡崎 敦男\*

准教授 瀬戸 治\*

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下のとおりです。参考文献参照。

### 2.1 連星系 (岡崎)

大質量連星系における降着現象や衝突恒星風の数値シミュレーション (SPH 法) を行っています [1, 2]。最近は、特に超高エネルギーガンマ線連星系に興味を持って研究を行っています [3]。

### 2.2 素粒子暗黒物質 (瀬戸)

スカラーニュートリノダークマター [4]

ヒッグスポータルダークマター [5]

## 3 教育

1, 2 年次の学生を対象に、天文学関連の講義と演習を行っています (岡崎)。1 年次の学生を対象に、物理学の講義と物理数学演習を行っています (瀬戸)。

## 4 連絡先

住所: 〒 062-8605 札幌市豊平区旭町 4-1-40

電話番号: 011-841-1161(代表) ext. xxxx (xxxx は下記の内線番号)。

岡崎についての最新の情報は [www](http://www.arc.hokkai-s-u.ac.jp/~okazaki/) でも得られます (http://www.arc.hokkai-s-u.ac.jp/~okazaki/)。

内線番号 (xxxx) と E-mail address は以下の通りです。

	内線番号	E-mail
岡崎	2264	okazaki@elsa.hokkai-s-u.ac.jp
瀬戸	2362	osamu@hgu.jp

## 参考文献

- [1] G. E. Romero, A. T. Okazaki, M. Orellana and S. P. Owocki, 2007, A&A, 474, 15.
- [2] A. T. Okazaki, S. P. Owocki, C. M. Russell and M. F. Corcoran, 2008, MNRAS, 388, L39.
- [3] A. T. Okazaki, G. E. Romero and S. P. Owocki, 2009, In: Brandt, S., Westergaard, N.J. and Lund, N. (eds.), 7th INTEGRAL Workshop, PoS, 67, p.74.
- [4] D. G. Cerdeno and O. Seto, JCAP **0908**, 032 (2009).
- [5] M. Aoki, S. Kanemura and O. Seto, Phys. Lett. B **685**, 313 (2010).

# 弘前大学 理工学研究科 物理学コース 宇宙物理学分野

浅田秀樹

## 1 構成

正式には、弘前大学大学院 理工学研究科 物理科学コースに所属しており、宇宙物理学分野で研究・教育活動を行っています。発足したばかりのため院生は新コースの1期生のみで、2010年4月1日現在の研究室メンバーは以下の通りです。理論天文学懇談会会員は1名です。

准教授 浅田秀樹\*

M1 泉光次、岩間裕文、山田慧生

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

### 重力理論とダークエネルギー

時空の力学理論としての一般相対性理論およびその修正理論をいかに観測的に検証すればよいのか、探求しています。また、宇宙論におけるダークエネルギー問題にも、主として重力理論の立場から興味を持っています。

### 重力レンズとダークマター

重力レンズおよび、それをを用いたダークマター探査法に関する理論研究を行っています。

### 重力波

中性子星やブラックホールを含む激しい天体現象では、重力波が発生します。こうした相対論的天体の運動および放出される重力波に関する問題に取り組んでいます。

### 系外惑星探査法

位置天文、トランジット、重力レンズを用いた系外惑星(および衛星)探査法を主に理論的観点から調べています。

## 3 教育

### 最近の修士論文

- トランジット法を用いた系外衛星探査法 [佐藤 昌尚：2010年3月]
- 重力波に関する逆問題とその解決に向けて [鳥越 有 二：2009年3月]
- 正三角解から発生する重力波 [服部 敬恭：2008年3月]
- 3体系からの周期的重力波 [今井 辰徳：2007年3月]
- 一般相対論的效果を含む3体問題— アインシュタイン重力での「8の字解」 [千葉 貴将：2007年3月]

## 4 連絡先

住所：〒036-8561 青森県弘前市文京町3

弘前大学大学院 理工学研究科 物理科学コース

電話番号:ダイアルイン方式で、0172-39-内線番号

E-mail address: [user@domain.hirosaki-u.ac.jp](mailto:user@domain.hirosaki-u.ac.jp)

	内線番号	<a href="mailto:user@domain">user@domain</a>
浅田	3554	asada@phys

FAX 番号は、上記の電話番号と共通です。

大学院理工学研究科 物理科学コース (理工学部 物理科学科) の情報は WWW でも得られます。

<http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/phys/>



# 弘前大学 理工学研究科 地球環境学コース 宇宙論宇宙線分野

葛西真寿

## 1 構成

弘前大学 大学院理工学研究科 地球環境学コース 宇宙論宇宙線研究分野では、観測的宇宙論（ダークエネルギー・重力レンズ・重力波・非一様宇宙）の理論的研究、及び高エネルギー宇宙物理学・宇宙線物理学の研究を行っています。2010年5月1日現在の構成員は教員4名及び大学院生8名で、そのうち理論部門の構成員は以下の通りです。

教授 葛西真寿\*

助教 高橋龍一\*

D1 安達大

M2 西城天乃，三浦大帆

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

重力レンズ効果で探る時空構造

重力レンズ効果の解析によって、遠くの天体からの光が通る時空の重力場を探り、宇宙の時空構造の解明に向けた研究を行なっています。また数値シミュレーションを用いた大規模構造の形成と、その中を伝播する光のレイシューティング計算も行っています。

ダークエネルギーと非一様宇宙の効果

最近の超新星の観測から、宇宙を加速膨張させる正体不明のダークエネルギーの存在が示唆されています。我々は非一様宇宙の効果調べ、ダークエネルギーなしに観測結果を説明する可能性について研究しています。

## 3 教育

最近の修士論文

- 超新星データの再解析による宇宙の非一様性の検証 [安達大: 2010年3月]
- 天文単位の永年変化に関する考察 [仲尾大史: 2008年3月]

## 4 連絡先

住所：〒036-8561 青森県弘前市文京町3番地  
弘前大学 大学院理工学研究科 地球環境学コース  
電話番号：ダイヤルイン方式で0172-39-内線番号  
E-mail address：[user@domain.hirosaki-u.ac.jp](mailto:user@domain.hirosaki-u.ac.jp)

	内線番号	<a href="mailto:user@domain">user@domain</a>
葛西	3542	<a href="mailto:kasai@phys">kasai@phys</a>
高橋	3570	<a href="mailto:takahasi@cc">takahasi@cc</a>

## 参考 URL

弘前大学：宇宙論宇宙線研究分野

(<http://windom.phys.hirosaki-u.ac.jp/gaikens/>)  
当研究分野の研究紹介のページです。

弘前大学 宇宙ブログ

(<http://cosmo.phys.hirosaki-u.ac.jp/>)

弘前大学で宇宙を研究する人々と学ぶ人々のブログ

葛西真寿のページ

(<http://windom.phys.hirosaki-u.ac.jp/kasai/>)

高橋龍一のホームページへようこそ

(<http://cosmo.phys.hirosaki-u.ac.jp/takahasi/>)

# 山形大学理学部物理学科・宇宙物理学グループ

滝沢元和

## 1 構成

山形大学理学部物理学科・宇宙物理学グループでは、パルサー、星形成、銀河・銀河団などを主たる対象として、理論、数値シミュレーション、X線観測と様々な手法を用いた研究が国内外の研究グループと密接な協力のうえ活発に行われています。ゼミや研究では東北文教大学の犬野寛氏や物理学科内の宇宙放射線(実験、観測)グループとの協力も行われています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 柴田晋平\*、梅林豊治\*

准教授 滝沢元和\*

研究員 海崎光宏

D2 高橋 裕一、結城伸哉

M2 青木雄太、宇佐美拓也、遠藤美恵、高橋ゆき乃

M1 大川宗吾、倉兼務、塩澤ひかり

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 パルサー磁気圏での相対論的粒子加速

パルサー磁気圏では $10^{12}eV$ 以上に粒子が加速され、ガンマ線のパルス放射や、ローレンツ因子 $10^6$ にもなる星風(パルサー風)を放射します。パルサーのような回転する磁気圏は粒子加速の素晴らしい実験場です。このような磁気圏での粒子加速機構を研究しています [1]、[2]。

### 2.2 パルサー星雲

パルサー風はやがて衝撃波で熱化されシンクロトロン放射で輝きます(パルサー星雲)。この衝撃波では、さらに粒子が加速されます。星雲の観測データを説明する物理モデルをたて、パルサー風や衝撃波での粒子加速の謎に挑みます [3]。

### 2.3 星と惑星系の形成過程に対する磁場の影響

星と惑星系の形成において、ガスの電離過程を調べ、磁場とガスの結合状態を明らかにする基礎を研究しています。現在は、隕石に存在の痕跡が残っている「消滅核種」が崩壊してガスを電離する過程、原始星からのX線が円盤中を伝搬してガスを電離する過程 [4] を主に研究しています。

### 2.4 星と惑星系の形成における物質の化学進化

星間ガスにおける分子の形成過程を調べてその存在量を求め、星と惑星系の形成における物質の存在形態の解明を目指しています。最新のイオン・分子反応ネットワークと固体微粒子表面での反応過程を組み合わせ、さまざまな物理状態におけるガスの化学進化を調べています。

### 2.5 銀河団の数値シミュレーション

銀河団は衝突・合体を繰り返しながら今なお成長しつつあり、またその結果として高温ガス中に衝撃波や乱流を生じ、粒子加速を引き起こしたりして銀河団自体の進化や構造にも影響を与えています。このような構造の進化や、そ

の観測的示唆を数値シミュレーションで調べています [5]、[6]。

## 2.6 銀河団の X 線観測

すざく衛星を用いた X 線観測にも積極的に参加しています。巨大電波ハローをもった衝突銀河団 Abell 2319 を観測し、ガスの内部運動や磁場強度に制限をつけ、その結果から衝撃波よりは乱流による粒子加速の方が可能性が高いことを示しました [7]。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- A Study of the Magnetic-Neutral-Sheet Formation and High-Energy Emission in the Pulsar Magnetosphere by Particle-in-Cell Simulation [海崎光宏: 2010 年 3 月]
- Diagnosis for the Disordered Magnetic Field in the Pulsar Powered Nebulae by use of Polarized Synchrotron Radiation [中村雄史: 2008 年 3 月]
- A three dimensional particle simulation for the global structure of the pulsar magnetosphere including the effect of electron-positron pair creation [和田智秀: 2008 年 3 月]

### 最近の修士論文

- カニ星雲のダイナミクスにおける圧力の非等方性効果の研究 [大澤健: 2010 年 3 月]
- 原始惑星系ガス円盤における放射性核種によるガスの電離とダスト粒子の沈殿・成長の電離率への影響 [勝間謙仁: 2010 年 3 月]
- X 線と弱重力レンズによる ZwCl0823.2+0425 銀河団周辺の大規模構造フィラメントの解析 [渡邊瑛里: 2010 年 3 月]

やまがた天文台の一般公開、4 次元宇宙シアター、星空案内人資格認定制度などの運営を行っています。社会教育、社会貢献などサイエンスコミュニケーションのスキルアップの場が提供されています。

## 4 連絡先

住所：〒 990-8560 山形市小白川町 1-4-12

電話番号: ダイヤルイン方式で、023-628-xxxx (xxxx は下記内線番号)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.kj.yamagata-u.ac.jp/) でも得られます (<http://astr-www.kj.yamagata-u.ac.jp/>)。また E-mail address は、

`username@sci.kj.yamagata-u.ac.jp`

です。内線番号 (xxxx) と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
柴田	4552	shibata
梅林	4640	ume
滝沢	4550	takizawa

## 参考文献

- [1] Wada, T., & Shibata, S. 2007, MNRAS, 376, 1460
- [2] Umizaki, M., & Shibata, S. 2010, PASJ, 62, 131
- [3] Bamba, A., Mori, K., & Shibata, S. 2010, ApJ, 709, 507
- [4] Umebayashi, T., & Nakano, T. 2009, ApJ, 690, 69
- [5] Takizawa, M. 2008, ApJ, 687, 951
- [6] Takizawa, M., Nagino, R., & Matsushita, K. 2010, PASJ, in press (arXiv:1004.3322)
- [7] Sugawara, C., Takizawa, M., & Nakazawa, K. 2009, PASJ, 61, 1293

# 山形大学地域教育文化学部宇宙物理学研究室

坂井伸之

## 1 構成

当研究室は教員養成を主目的とする地域教育学科に所属しています。2010年5月1日現在の構成員は教員1名と学部生3名です。

准教授 坂井伸之（理論天文学宇宙物理学懇談会会員）

## 2 研究

研究分野は宇宙論を中心とする宇宙物理学で、過去3年間に取り組んだ研究テーマは以下の通りです。

- 宇宙波背景放射における大規模構造の痕跡 [1, 2]
- 非位相的ソリトンの構造と安定性 [3, 4]
- 実験室で宇宙を作れるか? [5, 6]

## 3 教育

2009年度の大学院改組より、大学院生の受入はできなくなりました。学部生は地域教育学科の他に、情報科学を専門とする生活総合学科システム情報学コースの学生も受け入れています。卒業研究テーマは学生の興味によって様々で、これまで宇宙物理学以外に、理科教育、経済物理学、スポーツ動作 [7, 8] があります。

## 4 連絡先

所在地：〒990-8560 山形市小白川町 1-4-12

Tel/Fax：023-628-4417

E-mail：nsakai@e.yamagata-u.ac.jp

<http://www.e.yamagata-u.ac.jp/nsakai>

## 参考文献

- [1] N. Sakai & K. T. Inoue, *Cosmic microwave background anisotropy from nonlinear structures in accelerating universes*, *Phy. Rev. D* 78, 063510 (2008)
- [2] K. T. Inoue, N. Sakai & K. Tomita, *Evidence of Quasi-Linear Super-Structures in the Cosmic Microwave Background and Galaxy Distribution*, *Astrophys. J.*, 投稿中
- [3] N. Sakai & M. Sasaki, *Stability of Q-Balls and Catastrophe*, *Prog. Theor. Phys.* 119, 929 (2008)
- [4] T. Tamaki & N. Sakai, *Unified picture of Q-balls and boson stars via catastrophe theory*, *Phys. Rev. D*, 投稿中
- [5] N. Sakai, K. Nakao, H. Ishihara & M. Kobayashi, *Is it possible to create a universe out of a monopole in the laboratory?*, *Phys. Rev. D* 74, 024026 (2006)
- [6] E. I. Guendelman & N. Sakai, *Universe out of a breathing bubble*, *Phys. Rev. D* 77, 125002 (2008)
- [7] 坂井伸之「剛体力学としてのスポーツ動作」大学の物理教育 14-2, 52 (2008)
- [8] 坂井伸之「スポーツ動作の物理：ゴム付き剛体連結モデル」日本物理学会誌 64-11 840 (2009)

# 茨城大学 宇宙物理理論グループ

野澤恵

## 1 構成

宇宙物理理論グループのメンバーは、理工学研究科・理学専攻の物理系及び地球環境系に属しています(学部の所属は、理学部・理学科・物理学コースと地球環境科学コース、そして学際理学コース)。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです(\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)。

物理系・教授 横沢正芳\*

物理系・教授 吉田龍生\*

地球環境系・准教授 野澤恵\*

研究生

M2 大川晃弘、木村真季子、関辰徳、田中康行、田中瑠実子、  
甲斐沼大輔、渡邊俊樹

M1 大井瑛仁、永野達也、井掛 裕一、佐々木美佳

## 2 研究

### 2.1 高エネルギー粒子の加速と伝播

宇宙線の起源を解明するためには、宇宙線の加速と伝播のメカニズムの両方を同時に研究していくことが必要不可欠である。最近、超高エネルギーガンマ線観測や他波長の非熱的輻射の観測データが得られるようになり、加速と伝播プロセスの両方に重要な物理量を定量的に評価することが可能になってきた。これまで、シェル型の超新星残骸RX J1713.7-3946 やRX J0852.0-4622 で高エネルギー粒子が加速されていることを明らかにし、磁場の大きさや粒子の最高エネルギーなどの物理量を決定してきた。[2, 1] これらの一連の研究によって、宇宙線の加速と伝播のメカニズムを解明し宇宙線の起源に迫っていきたい。

### 2.2 銀河間・星間物質における構造形成

銀河間・星間物質における構造形成を考える時、圧縮性流体のダイナミクスを扱うことは不可欠である。星形成

時の衝撃波を伴った流体力学的な不安定性、自己重力による不安定性、熱的不安定性を解析的手法 [3] や数値流体計算 [4] による手法を用いて研究している。また、ダーク・マター等の非衝突粒子系との相互作用により形成される衝突粒子系の衝撃波構造等の大局的な物質構造の進化過程を研究している [5]。

### 2.3 活動的銀河の構造と活動

銀河の活動は多様である。クウェサー、セイファート、電波銀河、BL Lac, Blaser 等銀河は莫大なエネルギーを解放し、ジェット、X, ガンマ線放射となってその姿を表している。これらの天体はエネルギー的には同程度であり、何れもが銀河中心に存在する大質量のブラックホールによる重力エネルギーの解放によるものと考えられる。異なるのはブラックホールを取り囲む銀河全体の構造が関係していると考えられる。電波、紫外線、X、ガンマ線等で観測される活動的銀河の現象を、銀河の構造との関連で理論的に研究している。

### 2.4 ブラックホール物理学

一般相対論が重要となるブラックホール近傍での電磁気学、流体力学的研究を行っている。時空が回転し、電磁場が存在する系における粒子生成、磁気流体力学的なエネルギーの流れ、ブラックホールに落ち込む磁気流体の安定性、ブラックホール近傍の降着円盤の構造と運動 [6] 等の研究を行っている。

### 2.5 太陽磁場観測と数値計算

太陽活動の重要な役割を果たしている太陽の黒点は、太陽内部から表面に現われる磁場「孤立した磁束管」として現われる。その「孤立した磁束管」がどのように形成されるかを電磁流体シミュレーションを用い研究を行なっている

[7]。また太陽観測も行ない始め、太陽観測衛星「ひので」のデータ解析も行なっている [9]。

## 2.6 銀河系中心部の磁気浮上ループ

銀河系中心部近傍の分子雲ループ構造の発見を受けて、磁気浮上モデルが提唱されこの構造を電磁流体シミュレーションを用いて、形成の再現を行なった。その結果、ループに沿っての顕著な速度勾配やループの根元での大きな速度分散、衝撃波の発生など観測された分子雲ループの形成等をうまく説明することができた [8],[10]。

## 2.7 太陽地球環境と人工衛星障害

太陽活動の地球環境への影響として、太陽風と地球磁気圏との境界である磁気圏境界位置を特定し、人工衛星障害との関係を統計的な解析の研究を行なっている [11]。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- 銀河団ガスの熱的進化に関する研究 [内田修二:2004年3月]
- 原始星の進化における外部トリガーの役割 [本山一隆:2004年3月]

### 最近の修士論文

- 降着円盤の時空回転に伴う不安定性 [坂本孝史:2010年3月]
- Kerr Black Hole 近傍の降着円盤の構造と進化 [酒井一美:2009年3月]
- CANGAROO-III 望遠鏡による衝突銀河団からの TeV ガンマ線源探索 [的場峻司:2009年3月]
- 磁気圏境界交差と人工衛星障害に関する研究 [玉置晋:2008年9月]
- P-Cygni における Radiation Driven Wind [荒川悟:2008年3月]
- 爆発的星形成銀河 M82 における超新星残骸の研究 [白井沙弥香:2008年3月]
- 重力レンズ効果による宇宙パラメータの決定 [押野翔一:2008年3月]
- SPH 法による降着円盤の形成と進化 [笠原巧:2008年3月]
- 銀河団 Abell 3376 からの TeV ガンマ線放射の探索 [平井康文:2008年3月]
- 大規模太陽フレア前現象とその磁場構造解析に関する研究 [森本智彦:2008年3月]
- 電子縮退降着円盤の不安定性 [飯島優:2007年3月]
- 降着円盤からの相対論的ジェット形成 [江連崇行:2007年3月]
- ニュートリノによるジェット形成 [奥浩行:2006年3月]

## 4 連絡先

住所：〒310-8512 水戸市文京 2-1-1

理学部・物理系または地球環境系に関する情報は <http://golf.sci.ibaraki.ac.jp/>, <http://earth.sci.ibaraki.ac.jp/> で御覧下さい。

氏名	電話番号	メールアドレス
横沢	029-228-8353	yokosawa@mx.ibaraki.ac.jp
吉田	029-228-8354	yoshidat@mx.ibaraki.ac.jp
野澤	029-228-8370	snozawa@mx.ibaraki.ac.jp

## 参考文献

- [1] T. Matoba, Y. Hirai, T. Yoshida et al., 2009, Search for TeV Gamma-Rays around the Merger Cluster Abell 3376 with CANGAROO-III, Proceedings of the 31st International Cosmic Ray Conference (Lodz), 0735.
- [2] T. Ogasawara, T. Yoshida, S. Yanagita, T. Kifune, 2007, A possible explanation of photon emission from supernova remnants by jitter radiation, *Astrophysics and Space Science*, **309**, 401-405.
- [3] S. Uchida and T. Yoshida, 2004, Self-similar collapse with cooling and heating in an expanding universe, *MNRAS*, **348**, 89-99.
- [4] K. Motoyama and T. Yoshida, 2003, High accretion rate during class 0 phase due to external trigger, *MNRAS*, **344**, 461-467.
- [5] T. Hosokawa, T. Ôishi, T. Yoshida and M. Yokosawa, 2000, Fragmentation of Cosmologically Collapsed Layers, *PASJ*, **52**, 727-741.
- [6] M. Yokosawa, 1995, Structure and Dynamics of an Accretion Disk around a Black Hole, *PASJ*, **47**, 605-615.
- [7] S. Nozawa, 2005 Three-Dimensional Magnetohydrodynamic Simulation of Nonlinear Magnetic Buoyancy Instability of Flux Sheets with Magnetic Shear, *PASJ*, **57**, 995-1007.
- [8] Y. Fukui et al., 2006 Molecular Loops in the Galactic Center: Evidence for Magnetic Flotation, *Science*, **314**, 106-109.
- [9] K. Shibata et al., 2007 Chromospheric Anemone Jets as Evidence of Ubiquitous Reconnection, *Science*, **318**, 1591-1593.
- [10] K. Takahashi et al., 2009 Similarity between the Molecular Loops in the Galactic Center and the Solar Chromospheric Arch Filaments, *PASJ*, **61**, 957-969.
- [11] S. Tamaoki et al., 2010 Geosynchronous Satellites Anomalies on Geosynchronous Magnetopause Crossing, submitted to *Trans. JSASS Space Tech. Japan*.

# 筑波大学宇宙物理理論研究室

梅村雅之・森正夫・吉川耕司・岡本崇・川勝望

## 1 構成

当研究室の大学院生は、筑波大学大学院 数理物質科学研究科 物理学専攻に所属しています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 梅村 雅之\*

准教授 森 正夫\*

講師 吉川 耕司\*

助教 岡本 崇\*, 川勝 望\*

PD 川口 俊宏\*, 谷川 衝\*

M2 扇谷 豪, 三木 洋平, 中村 繁幸, 横山 貴士, 竹中 誠, 黒鳥 裕美子

M1 遠藤 圭介, 田中 賢

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

主な研究課題は、宇宙進化、第一世代天体形成、銀河形成、銀河団、観測的宇宙論、巨大ブラックホール形成、銀河中心核活動、星・惑星系形成です。当研究室では、数値シミュレーションを主な研究手段として、様々な天体の形成・進化を研究しています。研究の特色は、輻射流体力学を使って天体形成時の物質と輻射の相互作用を第一原理から計算していることです。

研究手法としては、解析的研究や計算科学研究センターの国内有数のスーパーコンピュータ "T2K-Tsukuba" や融合型並列計算機 "宇宙シミュレータ FIRST" を使った

数値シミュレーションを用いています。また、宇宙物理学における様々な数値シミュレーションの高速化のための技術開発も行っています。

### 2.1 第一世代天体と銀河形成

ビッグバンから約40万年後の「宇宙晴れ上がり」から、銀河誕生までの約10億年間は宇宙進化のミッシングリンクとなっている謎の時代です。ミッシングリンクを解く鍵を握っているのは、宇宙の中で最初に形成された第一世代天体と、これによる宇宙の再電離です。最近の研究で、第一世代の天体は太陽よりかなり大きな星であることがわかってきました(文献[1])。また、宇宙最初の大質量星からの紫外線がその周囲の星形成に与える影響について、FIRSTを用いて大規模な輻射流体力学計算を進めています(文献[2, 3])。

宇宙の再電離過程については、6次元輻射輸送計算を世界に先駆けて行い、その物理過程を詳細に解析しています(文献[4])。また、宇宙再電離を引き起こす紫外線は、ガスを加熱することを通して、銀河形成に大きな影響を与えることを示しました(文献[5])。さらに、原始銀河の超新星爆発がその後の銀河進化に及ぼす影響を詳細に調べています(文献[6])。

また、現在の標準的な宇宙モデルであるコールドダークマターモデル(CDM)のもとで、銀河がどのように形成されるのかを宇宙論的な流体力学シミュレーションを用いて研究しています。特に、CDMでは観測をうまく説明できていないとされる銀河に付随するダークハローの密度プロファイル、衛星銀河の数、銀河の角運動量問題等が、銀河形成に伴う様々な物理過程を考慮することでどのように解決され得るのかに注目して研究しています(文献[7, 8])。

## 2.2 ダークバリオンと銀河団

現在の宇宙で直接観測されているバリオン量は、銀河に付随する恒星・中性ガス・分子ガスや銀河団ガスなどを全て足し上げても、ビッグバン元素合成理論や宇宙マイクロ波背景放射から求められるバリオン量の半分以下しかないと過去十年程の間にわかってきました。この未だに直接観測されていないバリオンは“ダークバリオン”と呼ばれ、その検出は観測的宇宙論における重要な未解決問題の一つです。私たちは、宇宙論的な数値シミュレーションを用いて、ダークバリオンの検出可能性や物理的性質について研究しています。(文献 [10, 11])

また、ダークバリオンを研究するための橋頭堡として、銀河団外縁部の希薄な銀河団ガスの物理状態を研究するために、衝突銀河団における非平衡電離状態や電子とイオンの2温度構造などの物理状態を数値シミュレーションを用いて研究しています(文献 [12])。

## 2.3 銀河中心核と巨大ブラックホール形成

我々の天の川銀河を含むほとんどすべての銀河の中心部には、太陽質量の  $10^6$  から  $10^8$  倍の質量をもつ巨大なブラックホールが存在することが知られています。また、これらのブラックホールの質量は母銀河のバルジの質量と非常に良い相関があります。これらの巨大ブラックホールは、恒星質量程度のブラックホールから周囲のガスの質量降着やブラックホール同士の合体を経て形成されたと考えられていますが、その実際の成長過程を解明するため数値シミュレーションを用いて複数のブラックホールとダークマター・恒星との力学的相互作用を研究しています。

また、クェーサーやセイファートに代表される活動銀河核の膨大なエネルギー源は巨大ブラックホールへのガス降着だと考えられています。最近、銀河核活動性と銀河内の活発な星形成が関係していること、巨大ブラックホール質量は銀河のバルジ成分と相関していることを踏まえて、銀河核を銀河全体から捉えなおす必要が出てきています。我々は、銀河中心領域の星形成活動が実際に活動銀河核のタイプに影響を与えている可能性を指摘しました。また巨

大ブラックホールと銀河バルジの相関に関する輻射流体力学的モデルを構築し、クェーサー形成の理論モデルを提唱しています(文献 [13])。銀河本体の星形成活動と銀河中心の巨大ブラックホール形成を同時かつ統一的に扱っているところに我々のアプローチの特色があります。最近の研究(文献 [14])により、星形成活動により巻き上げられたガスが活動銀河核を隠す遮蔽物質として働くことも提案しています。

## 2.4 計算機製作と数値シミュレーションの高速化技術

現代の宇宙物理学において、数値シミュレーションの果たす役割はますます大きくなっています。私たちは、宇宙物理学における数値シミュレーションで重要な物理過程である重力相互作用・流体力学・輻射輸送をより高速に計算するための計算機の開発やアルゴリズムおよび実装技術の開発を行っています(文献 [15])。特に、Streaming SIMD Extension などの CPU の SIMD 拡張命令や GPGPU と呼ばれるグラフィックチップを汎用の数値計算に利用するシステムを用いた数値計算の高速化を研究しています。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- The Structure of a Slim Disk Outflow Explored by Three-Dimensional Radiation Transfer [秋月 千鶴: 2010年3月]
- Feedback Effects of First Supernovae on the Subsequent Population III Star Formation [佐久間 優: 2010年3月]
- The Effect of Partial Redistribution on the Escape of Lyman alpha Photons from Subgalactic Clouds [佐藤 大介: 2010年3月]
- Ultraviolet Radiation Transfer in Dusty Primordial Galaxies [矢島 秀伸: 2010年3月]



- Theoretical Study on Compound Chondrule Formation [保田 誠司：2009 年 3 月]
- The Study on Spectral Energy Distribution of Massive Circumstellar Disks Using Radiative Transfer Calculations [Rogel Mari Dionisio Sese: 2009 年 3 月]

#### 最近の修士論文

- 高赤方偏移ガンマ線バーストによる宇宙背景放射の減衰 [青山 浩之: 2010 年 3 月]
- 銀河の遠赤外放射輸送モデルの構築と星形成矮小銀河への応用 [市川 知宏: 2009 年 3 月]
- 銀河団を用いたバリオン音響振動検出の可能性 [成田 亮太: 2009 年 3 月]
- 大質量星周りのダストガス円盤の電離構造 [和田 崇之: 2009 年 3 月]

## 4 連絡先

所在地: 〒 305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学 計算科学研究センター

電話番号: 029-853-xxxx (xxxx は下記内線番号)

E-mail address: *username*@ccs.tsukuba.ac.jp

	内線番号	<i>username</i>
梅村	6494	umemura
森	6034	mmori
吉川	6490	kohji
岡本	3371	tokamoto
川勝	6284	kawakatu

当研究室についての最新の情報は、次の URL にあります:

<http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/Astro/index-j.html>

## 参考文献

- [1] F. Nakamura and M. Umemura, On the Initial Mass Function of Population III Stars, *ApJ*, **548**, 19 (2001)
- [2] H. Susa and M. Umemura, Secondary Star Formation in a Population III Object *ApJL*, **645**, L93-L96 (2006)
- [3] K. Hasegawa, M. Umemura, and H. Susa, Radiative regulation of Population III Star Formation, *MNRAS*, **395**, 1280 (2009)
- [4] T. Nakamoto, M. Umemura, and H. Susa, The Effects of Radiative Transfer on the Reionization of an Inhomogeneous Universe, *MNRAS*, **321**, 593 (2001)
- [5] H. Susa and M. Umemura, Formation of Dwarf Galaxies during the Cosmic Reionization, *ApJ*, **600**, 1-16 (2004)
- [6] M. Mori and M. Umemura, The Evolution of Galaxies from Primeval Irregulars to Present-day Ellipticals, *Nature*, **440**, 644-647 (2006)
- [7] T. Okamoto, L. Gao, and T. Theuns, Mass loss of galaxies due to an ultraviolet background, *MNRAS*, **390**, 920 (2008)
- [8] T. Okamoto, and C.S. Frenk, The origin of failed subhaloes and the common mass scale of the Milky Way satellite galaxies, *MNRAS*, **399**, L174 (2009)
- [9] H. Yajima, M. Umemura, M. Mori, and T. Nakamoto, The escape of ionizing photons from supernova-dimmed primordial galaxies, *MNRAS*, **398**, 715 (2009)
- [10] K. Yoshikawa et al., Detectability of the Warm/Hot Intergalactic Medium through Emission Lines of O VII and O VIII, *PASJ*, **55**, 879 (2003)
- [11] K. Yoshikawa, & S. Sasaki, Non-equilibrium Ionization State of a Warm-Hot Intergalactic Medium, *PASJ*, **58**, 641 (2006)
- [12] T. Akahori, and K. Yoshikawa, Hydrodynamic Simulations of Merging Galaxy Clusters: Non-Equilibrium Ionization State and Two-Temperature Structure, *PASJ*, **62**, 335 (2010)
- [13] N. Kawakatu, M. Umemura, and M. Mori, Proto-Quasars: Physical States and Observable Properties, *ApJ*, **583**, 85-91 (2003)
- [14] Y. Watabe, and M. Umemura, Obscuration of Active Galactic Nuclei by Circumnuclear Starbursts, *ApJ*, **618**, 649 (2005)
- [15] K. Yoshikawa, & T. Fukushige, PPPM and TreePM Methods on GRAPE Systems for Cosmological N-body Simulations, *PASJ*, **57**, 849 (2005)

# 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 宇宙物理グループ

井岡邦仁

## 1 構成

本グループは、高エネルギー物理学と関連する宇宙物理学の諸問題について基礎研究を行い、さらにそれに基づいて次世代の観測・実験プロジェクトの企画・提案を行うことを目的として、2007年4月より高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 素粒子原子核研究所 (素核研) の理論センター (旧: 理論研究系) に新たに作られた研究グループです。構成員は年々増加しており、2010年4月1日現在では以下の通りです。

教授 小玉英雄\*

准教授 井岡邦仁\*

助教 郡和範\*、中山和則\*

PD 石橋明浩\*、川中宣太\*、水田晃\*、大平豊\*、富沢真也\*

D2 後藤孟

D1 齋藤恵樹、林浩嗣

M2 大家敬志、松本光洋

M1 理論センターでは10月頃まで general education

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

また、素核研には CMB 実験グループもあり、共同でセミナーを行うなど、緊密に連絡を取り合っています。

## 2 研究

近年、宇宙研究の進展は目覚ましく、人類は、宇宙の誕生と進化、さらにそこで起きる多様な宇宙現象全体について統一的な描像を獲得しつつあります。しかし、同時に、ビッグバンの起源、暗黒物質・暗黒エネルギー問題、宇宙ジェットなどブラックホールが引き起こす諸現象の機構、超高エネルギー宇宙線の起源など説明できない大きな謎も残されています。KEK 宇宙物理グループでは、これら最大の謎に高エネルギー物理学の観点から理論的に挑み、さらに未発見の宇宙現象を予言することを目指しています。CMB 実験グループや他の理論グループとの交流も盛んです。

### Cosmology

宇宙論分野では、ダークエネルギー問題およびインフレーション問題という2つの謎を鍵として、重力を含む統一理論としての究極理論に迫ることを目標として研究を行っています。この研究では、高エネルギー領域での宇宙進化についての理論研究だけでなく、電磁波、重力波など様々なメッセンジャーで宇宙進化を直接探る (プローブ) 方法の研究・開発も重要となります。また、非コペルニクスの宇宙論など標準的でないアプローチの科学的検討も大切な課題です。さらに、最近では、高次元統一理論のコンパクト化により大量に生成される可能性があるアクシオン型モジュライの引き起こす多様な興味深い宇宙現象の研究により、アクシオン宇宙物理という究極理論への新たな窓を開くことを目指したプロジェクトも推進しています。

- $\Lambda$ -LTB 宇宙論
- アクシオン宇宙物理 (Axiverse)
- インフレーションプロープによる究極理論探査 (UTQuest)

### Gravity

現在、唯一の究極理論候補である超弦理論・M 理論は本来、高次元の理論として定式化されています。このため、このような高次元理論からどのようにして現在の 4 次元宇宙が生み出されたかを理解することが非常に大切になります。その一つの方法は、時空の高次元性の名残を探することで、上で述べたインフレーションプロープやアクシオン探査がそれにあたります。もう一つの方法は、高次元に特有の現象を研究することで、高次元ブラックホールなどの高次元強重力解の研究がその重要な例です。実際、5 次元ブラックリング解の存在や回転する高次元ブラックホールの不安定性など、4 次元と 5 次元以上では強重力解の多様性や性質が全く異なることが次第に明らかになりつつあります。

- 高次元 (超重力) 理論における厳密解の構成
- 高次元ブラックホールの分類と安定性、量子論
- ブレーンワールドブラックホール

### Astrophysics

天体物理学は基礎物理学を用いて宇宙における様々な構造の起源・進化を研究する学問です。本グループでは、KEK という環境を生かし、高エネルギー物理に関連するテーマに力を入れています。最新の観測・理論に常にアンテナを張りつつ、基礎物理学に基づいた理論を展開することで、これまでにない新規な寄与を、一般性の高い恒久的な成果として残すことができると考えています。

多くの高エネルギー天体現象は、ブラックホールや中性子星といった強い重力を持つ高密度天体から

の超高速ジェットが引き起こしていますが、その発生機構は全く未知です。高エネルギー宇宙線の起源も 100 年来の謎です。多くの基本的な謎に加え、最近のガンマ線、ニュートリノ、重力波による全粒子天文学の幕開けによって新たな謎も生まれています。ガンマ線バーストが最遠方天体となったことで、宇宙論との新たな繋がりもできました。また、高エネルギー天体現象はしばしば地上では実現不可能な物理状態を伴うので、物理学に新しい領域も開拓します。最近では、PAMELA 陽電子超過に代表されるような、素粒子との境界領域も著しく進展しました。本グループでは、分野の相互作用の中から新領域を展開すべく、活発な議論が日々行われています。

- 宇宙ジェットの加速機構
- ガンマ線バースト
- 初代星と高エネルギー天体
- 宇宙線の起源、加速、伝搬
- PAMELA 陽電子宇宙線超過

## 3 共同利用

KEK は、上記の研究拠点としての活動に加えて、大学共同利用機関として国内外の関連分野の研究者に対して研究の場を提供しています。

国際会議・研究会・スクール (2009 年度から抜粋)

- 国際ワークショップ「 $\Lambda$ -LTB cosmology」
- 国際ワークショップ「第 1 回 UTQuest 研究会」
- 国際会議「High Energy Astrophysics 2009」
- 総研大短期スクール「銀河系とダークマター」

招聘・派遣 (抜粋)

- Stefan Hollands (Cardiff U.)

- Chiang-Mei Chen (Taiwan Central U.)
- Roberto Emparan (ICREA & U. Barcelona)
- 富沢真也 (→ CECS, Chile)

#### ビジタープログラム

KEK 理論センターは、国内理論コミュニティーとの連携、アジア諸国を中心とする国際交流を強力に推進するために、国内、国際ビジタープログラムを進めています。この制度は、国内外の大学院生・ポスドクを含む研究者が KEK に滞在して行う研究活動を支援するもので、旅費と滞在費を補助します。詳しくは [http://research.kek.jp/group/www-theory/theory\\_center/](http://research.kek.jp/group/www-theory/theory_center/) を参照して下さい。

## 4 教育

KEK は学部を持ちませんが、総合研究大学院大学（総研大）大学院に高エネルギー加速器科学研究所として参加し、素核研にはその専攻の一つとして、素粒子原子核専攻が設置されています。KEK では、2006 年度より 5 年一貫博士課程を開設し、従来の修士課程を修了した学生に加えて、学部卒業生からの直接の募集を始めました。大学に設置された大学院からも多くの受託学生を受け入れていて、素核研全体では、現在、57 名の院生がいます。また、ポスドク研究員の受け入れも行っております。大学院生、ポスドク問わず大歓迎ですので、希望者は気軽にご連絡ください。

#### 最近の修士論文

- 宇宙マイクロ波背景放射の偏光とインフレーション機構 [後藤 孟:2009 年 2 月]
- 高次元ブラックホールの蒸発 [高橋 直也:2010 年 1 月]
- CMB 温度非等方性によるボイド宇宙モデルへの制限 [齋藤 恵樹:2010 年 2 月]

## 5 連絡先

住所：〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1  
高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 理論センター 宇宙物理グループ

電話番号：A-xxxx=029-864-xxxx, B-xxxx=029-879-xxxx (xxxx は下記内線番号)

URL：<http://cosmophysics.kek.jp/>

E-mail：[@X=@kek.jp](mailto:@X=@kek.jp), [@Y=@post.kek.jp](mailto:@Y=@post.kek.jp)

	内線番号	E-mail
小玉	A-5407	hideo.kodama@X
井岡	B-6216	kunihito.ioka@X
郡	B-6090	kohri@Y
中山	B-6086	kazunori@Y
石橋	A-5406	isibasi@Y
川中	A-5404	norita.kawanaka@X
水田	B-6102	mizuta@Y
大平	B-6086	ohira@Y
富沢	A-5406	tomizawa@Y
後藤	B-6102	gotohaji@Y
齋藤	A-5403	saitok@Y
林	B-6086	hayashih@Y
大家	B-6086	
松本	A-5406	matsu@Y

なお、部屋割は毎年変更されますので、WWW で最新情報を御確認下さい。

# 日本大学文理学部物理学科宇宙物理学研究室

千葉 剛

## 1 構成

当研究室は2004年に発足した研究室です。おもに宇宙論と重力理論に関する研究が行われています。2010年5月1日現在の理論天文学宇宙物理学懇談会会員は以下の通りです。

教授 千葉 剛

## 2 研究

研究対象は以下の通りです。

ダークエネルギー：時間変動するダークエネルギーと宇宙定数との区別の可能性や、宇宙論から重力理論を検証する可能性、を追究することに関心があります。[1, 2, 3]

重力波と初期宇宙論：DECIGO/BBOなどの将来の重力波検出器で期待される重力波シグナルと初期宇宙・素粒子モデルへの制限に関心があります。[4, 5]

重力理論の検証・物理定数の時間変化の制限：ダークエネルギーや素粒子の統一理論と関連して、等価原理・重力定数の測定・逆二乗則の検証等の重力理論の検証実験や物理定数の時間変化の制限にも関心があります。[6, 7]

## 3 教育

3・4年次の学生を対象に宇宙物理学関連の講義（相対性理論Ⅰ・Ⅱ、宇宙物理学）と卒業研究が行われています。

## 4 連絡先

住所：〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

Phone: 03-3329-1151

Fax: 03-5317-9432

## 参考文献

- [1] Takeshi Chiba, Masaru Siino and Masahide Yamaguchi, Slow-roll Extended Quintessence, Phys. Rev. D, **81** 083530 (2010).
- [2] Takeshi Chiba, Sourish Dutta and Robert J. Scherrer, Slow-roll k-essence, Phys. Rev. D, **80** 043517 (2009).
- [3] Takeshi Chiba, Slow-Roll Thawing Quintessence, Phys. Rev. D, **79** 083517 (2009).
- [4] Takeshi Chiba, Kohei Kamada and Masahide Yamaguchi, Gravitational Waves From Q-Ball Formation, Phys. Rev. D, **81** 083503 (2010).
- [5] Sachiko Kuroyanagi, Takeshi Chiba and Naoshi Sugiyama, Precision Calculations of the Gravitational Wave Background Spectrum from Inflation, Phys. Rev. D, **79** 103501 (2009).
- [6] Takeshi Chiba, Tristan L. Smith and Adrienne L. Erickcek, Solar System Constraints to General  $f(R)$  Gravity, Phys. Rev. D, **75** 124014 (2007).
- [7] R. Nagata, T. Chiba and N. Sugiyama, WMAP Constraints on Scalar-Tensor Cosmology and the Variation of the Gravitational Constant, Phys. Rev. D, **69** 083512 (2004).

# 東京理科大学 理学部第二部物理学科 宇宙物理研究室

辻川信二

## 1 構成

当研究室は、宇宙物理学の理論研究を行っており、2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 辻川信二\*

学振外国人特別研究員 Antonio De Felice

M2 大橋純子\*

M1 加瀬竜太郎

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

本研究室では、一般相対論やそれを拡張した理論、素粒子論を用いた宇宙模型の構築と、観測データからの模型への制限に関する研究を行い、宇宙の初期から現在に至る進化について明らかにしようとしている。具体的には下記のような研究を行っている。

- インフレーション理論 [1]
- ダークエネルギー [2]
- 修正重力理論 [3]
- 超弦理論、量子重力理論に基づく宇宙論
- 宇宙の密度揺らぎの進化
- 宇宙初期の粒子生成

## 3 教育

東京理科大学理学部第二部物理学科では、学部3年次に宇宙物理学の授業があり、宇宙論の基礎について学びます。学部4年次には卒業研究の配属が行われ、当研究室に属する学生は、例年8名から10名ほどです。大学院には、修士課程と博士課程があり、現在2名の学生が所属しています。

## 4 連絡先

住所：〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3

電話番号: 03-5228-8150 (内線: 2391)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/shinji/mainj.html) でも得られます (<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/shinji/mainj.html>)。

また、E-mail address は以下の通りです。

E-mail address	
辻川	shinji@rs.kagu.tus.ac.jp
De Felice	defelice@rs.kagu.tus.ac.jp
大橋	j1209610@ed.kagu.tus.ac.jp
加瀬	before571428@yahoo.co.jp

## 参考文献

- [1] S. Panda, M. Sami and S. Tsujikawa, Phys. Rev. D **76**, 103512 (2007).
- [2] J. Ohashi and S. Tsujikawa, Phys. Rev. D **80**, 103513 (2009).
- [3] L. Amendola, D. Polarski and S. Tsujikawa, Phys. Rev. Lett. **98**, 131302 (2007).

# 東京大学駒場キャンパス 宇宙地球部会

谷口敬介

## 1 構成

東京大学駒場キャンパスには教養学部と大学院総合文化研究科があり、宇宙グループが所属しているのは、学部としては宇宙地球部会、大学院としては広域科学専攻広域システム科学系である。教授と准教授は大学院理学系研究科天文学専攻の兼任教員も務めているので、在籍している大学院生は総合文化研究科もしくは理学系研究科の所属である。2010年5月現在の宇宙グループ（理論）の構成員は以下のようになっている。

教授 江里口 良治\*

准教授 蜂巢 泉\*

助教 谷口 敬介\*、吉田 慎一郎

D3 増田 恵勇

D2 井田 修司、寺本 信子

M2 藤井 亮治、藤澤 幸太郎

B4 川村 拓夢

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

本グループで最近行われている研究は以下の通りである（括弧内は文責者名）。

流れと磁場のある軸対称定常な恒星や星風の統一的取り扱い（江里口）

軸対称定常状態にあるバロトロプ星の内部の流れや磁場を、恒星の内部構造とともに、統一的に扱う新しい定式化を行ない、それを使用して、様々な状況を分類して扱うことが可能になっている。

回転を含めた純粋な流れだけを考えた時、一番基本となる物理量は、拡張された流れ関数であり、定式化には流れ関数の任意関数が多数現れる。また、その定式化で重要な量は渦度であり、渦度の一般式が任意関数を使用して表されるため、任意関数の意味が分かり易くなってきた。その渦度の各項の物理的な意味を考えることで、多様な定常状態を調べることが可能になっている。この定式化には、子午面内の流れも含まれるので、純粋な流れのウインドも扱うことができ、恒星だけでなく、disk wind も計算可能である。

この純粋な流れの定式化は、磁場のある場合に拡張ができる。従って、純粋な流れの場合の様々な状況を磁場入りに拡張した定式化が可能であり、その定式化に従うと、渦度の定常軸対称状態での一般形が得られる。その各項の物理的内容を考慮しながら、磁場入りの恒星と恒星風を様々な状態に対して求めることが可能となっている。

磁場入りの場合には、基本的な変数を磁場のフラックス関数として並行的な定式化も可能である。また、これらの定式化はニュートン重力の場合であるが、同様な定式化を一般相対論の場合にも拡張することもできている。

### 超新星に関する研究（蜂巢）

研究テーマは二つあります。(1)Ia型超新星や回帰新星の進化経路などの連星系の進化、(2)超新星爆発や新星爆発の流体力学的計算です。私たちが見出したIa型超新星の進化プロセスは、金属量が太陽比で10分の1以上にならないと、Ia型超新星が爆発を始めないことから、これ

を応用すると、宇宙の化学進化に面白い効果が現れてきます。最近、Ia型超新星の周りに星周物質が見つかるなど新しい展開もあり、私たちの連星進化理論が試されるようになりました。また、最近、古典新星の光度曲線を理論的に再現できるようになりました。これで何が面白いかというと、白色矮星の質量がピシッと決定できることです。例えば、今年(2010年)爆発したU Scoという回帰型新星は、白色矮星の質量が $1.37M_{\odot}$ と、まさにIa型超新星爆発直前の親星であることが明らかになりました。その結果、Ia型超新星爆発を起こしそうな、いくつかの天体をリストアップできるようになっています。

#### コンパクト連星の一般相対論的準平衡解(谷口)

ブラックホールや中性子星などで構成された連星系は、重力波の放出源として、また継続時間の短いガンマ線バーストを引き起こす候補天体の一つとして、興味深い天体です。これらの連星系について一般相対論的な準平衡解を求めて物理過程を解明し、更にそれらの準平衡解を合体シミュレーションの初期データとして提供しています。

### 3 教育

#### 最近の博士論文

- High-Resolution Simulation of Small-Scale Structures of Dark Matter Halos [石山 智明: 2010年3月]
- Evolution of Supermassive Black Hole Binaries in Galactic Center [岩澤 全規: 2009年3月]
- Dynamical evolution of star clusters with many primordial binaries [谷川 衝: 2008年10月]
- Simulations of stellar core collapse in full general relativity with a realistic equation of state [関口 雄一郎: 2007年7月]

#### 最近の修士論文

- ダークマターハローの密度構造形成メカニズム [加倉井 信久: 2010年3月]

- 超並列計算機 GRAPE-DR 用コンパイラの開発 [瀬沼 隆彦: 2010年3月]
- 回転の遅いマクローリン楕円体の動的不安定性について [井田 修司: 2009年3月]
- 連星ブラックホールの合体 - 初期条件 - [大川 博督: 2009年3月]
- Ia型超新星への連星進化シミュレーション [門倉 基: 2009年3月]
- ブラックホール-中性子星連星の準平衡状態 [久徳 浩太郎: 2009年3月]
- 一様回転ポリトロープの解析的近似解 [寺本 信子: 2009年3月]
- Equilibrium states of magnetized toroid-central compact object systems [大谷 潤: 2008年3月]
- ニュートリノ冷却を考慮した Kerr ブラックホール周りの降着流 [渋川 康仁: 2008年3月]
- 高速回転する白色矮星の Ia 型超新星爆発 [増田 恵勇: 2008年3月]

### 4 連絡先

住所: 〒 153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

電話番号: 03-5454-xxxx

E-mail: *username*@ea.c.u-tokyo.ac.jp

Web site: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/index.html>

スタッフ名	電話番号下4桁	<i>username</i>
江里口	6610	eriguchi
蜂巢	6615	hachisu
吉田	6614	yoshida
谷口	6611	keisuke

その他の構成員の連絡先はウェブページに掲載されていますので、御参照下さい。



# 東京工業大学大学院理工学研究科宇宙物理学理論グループ

山口昌英

## 1 構成

我々のグループでは、広い意味での宇宙物理学の研究を行っており、3名の教員と5名の大学院生および研究生によって構成されています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 細谷暁夫\*

准教授 山口昌英\*

助教 椎野克\*

研究生 鈴木ひろみ

D2 鹿野豊

M2 金井祐樹

M1 古賀実, 須佐友紀

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

研究室の最近の主なテーマは大きく分けて「宇宙論」、「一般相対論」、「量子情報理論」の3つから成っています。また、大学院生は素粒子理論、原子核理論の研究グループと同じ部屋が割り当てられ、分野間の交流が活発になるように工夫されています。最近の個々のテーマは以下の通りです。

- 暗黒エネルギーの起源
- 密度揺らぎの非ガウス性

- インフレーションモデル構築
- バリオン非対称性
- 原始重力波
- 修正重力理論
- ブラックホールのトポロジー
- weak value と量子情報

## 3 教育

最近の博士論文

- Low energy effective theory on branes in six-dimensional warped flux compactifications [藤井俊介: 2009年3月]
- Quantum Brachistochrone [奥平陽介: 2008年3月]
- Galaxy clustering constraints on deviations from Newtonian gravity at cosmological scales [白田晶人: 2008年3月]

最近の修士論文

- 高次元静的時空の唯一性 ~ multipole moment ~ [大橋勢樹: 2010年3月]
- 再結合時期の密度揺らぎによる原始磁場の生成 [前田悟志: 2009年3月]
- 初期宇宙における量子デコヒーレンスについて [白石歩: 2009年3月]

- Weak Values in Quantum Measurement Theory - Concepts and Applications - [鹿野豊 : 2009 年 3 月]
- 無泡時空の構造と粒子の運動について [松田伸哉 : 2008 年 3 月]
- [5] Weak Values with Decoherence: Yutaka Shikano, Akio Hosoya  
J. Phys. A: Math. Theor. 43, 025304 (2010)  
e-Print Archive: arXiv:0812.4502[quant-ph].

## 4 連絡先

住所 : 〒 152-8551 東京都目黒区大岡山 2-12-1

当研究室についての情報は以下の URL でも得られます。

(<http://www.th.phys.titech.ac.jp/cosmo/index.html>)

また E-mail によるお問い合わせは、

細谷 (ahosoya at th.phys.titech.ac.jp)、

山口 (gucci at phys.titech.ac.jp)、

椎野 (msiino at th.phys.titech.ac.jp)

のいずれかまで御願いたします。

## 参考文献

- [1] Slow-roll Extended Quintessence:  
Takeshi Chiba, Masaru Siino, Masahide Yamaguchi,  
Phys. Rev. D81, 083530 (2010)  
e-Print Archive: arXiv:1002.2986[astro-ph.CO].
- [2] Role of Phase Factor in Boundary Condition of One-Dimensional Junction:  
Yoshiyuki Furuhashi, Masao Hirokawa, Kazumitsu Nakahara, Yutaka Shikano,  
e-Print Archive: arXiv:1001.4319[quant-ph].
- [3] Emergence of Randomness and Arrow of Time in Quantum Walks:  
Yutaka Shikano, Kota Chisaki, Etsuo Segawa, Norio Konno,  
e-Print Archive: arXiv:1001.3989[quant-ph].
- [4] Head-on collision and merging entropy of black holes: reconsideration of Hawking's inequality:  
Masaru Siino,  
e-Print Archive: arXiv:0909.4827[gr-qc].

# 東京工業大学 惑星形成論グループ

中本泰史

## 1 構成

東京工業大学・惑星形成論グループは、大学院理工学研究科・地球惑星科学専攻の井田研究室および中本研究室を中心としたグループです。2010年5月1日現在の構成員は、次の通りです。

教授	井田茂
准教授	中本泰史*
助教	生駒大洋、佐藤文衛、長沢真樹子
PD	佐々木貴教、竹内拓*、樋口有理可*、武藤恭之*
D3	荻原正博、加藤真理子、菊池祐子、土居政雄、堀安範
D2	立浪千尋、田中圭、中島美紀、松倉大士
D1	黒川宏之、原川紘季
M2	畔上健太、荒木健友、久保領一、関根康史、鐵紘由紀、中島静、細野七月、松本侑士
M1	大貫裕史、國友正信、鈴木貴之

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究と教育

本グループは大学院理工学研究科・地球惑星科学専攻に属しており、その大学院生に対して教育を行っています。

本グループでは主に、星・惑星系および惑星の形成過程を理論的に研究しています。現在、具体的には次のようなテーマに取り組んでいます。

**原始惑星系円盤の形成と進化** 水素・ヘリウムガスからなる円盤状天体が原始惑星系円盤です。この中の固体微粒子が集まって、最終的に惑星が形成されたと考えられています。

**原始惑星系円盤内の温度分布とその進化** 円盤内の温度分布は、そこに存在する物質の性質を左右する重要な物理量です。特に、水が固体か気体かは、その後そこのできる惑星の質量や海水の量を左右します。

**コンドリュールの形成** 固体微粒子が原始惑星系円盤内で加熱を受けて形成されたと考えられています。

**惑星集積過程** 微惑星から惑星へと成長する過程を明らかにしようとしています。

**ガス惑星の形成、内部構造** 木星や土星などのガス惑星は、固体コアをもとにガスが集まって形成されたとする形成モデルにもとづき、その詳細を調べています。

**惑星大気の形成と進化** 地球大気をはじめ、惑星が持つ大気の起源や形成過程を明らかにしようとしています。

**地球型惑星の内部進化** 地球内部構造の進化は地球表面の進化とも関係し、生命の起源や進化を考える上でも重要なテーマです。

惑星系の力学進化

宇宙塵の形成

**系外惑星の観測的検出** 太陽系の外にある惑星の存在を、天文学的観測を用いて検出します。

## 3 連絡先

連絡先を含め、各種情報は [www](http://www.titech.ac.jp/) でも得られます。

<http://www.geo.titech.ac.jp/>

# 東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻 宇宙惑星科学講座

横山 央明

## 1 構成

わたしたちの講座では、宇宙空間物理学・地球惑星磁気圏物理学・観測惑星学・比較惑星学・惑星物質科学の研究を理論・実験・観測的に行っています。2010年5月1日現在の構成員は、研究スタッフ11名、大学院生・ポストドク約30名で、うち天文学にかかわる理論研究をおこなっているのは以下のメンバーです。

教授 星野 真弘\*

准教授 横山 央明\*

助教 三浦 彰\*

PD 島田 延枝

D3 吉武 良、平井 真理子

D1 白川 慶介

M2 加藤 藍、鳥海 森\*、堀田 英之\*

(\*) 印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

宇宙空間物理学・プラズマ宇宙物理学：星野 真弘

宇宙・惑星プラズマの理論シミュレーション研究。地球周辺・太陽圏でのプラズマ現象の理解に基づく宇宙での高エネルギー・プラズマ科学の解明。衝撃波・磁気リコネクション・非線形波動などのプラズマ素過程の解明に重点を置く。最近はリコネクションや衝撃波領域での「輻射とプラズマの相乗効果」による粒子加速と動力学を研究している。(文献 [1])

太陽・天体プラズマの爆発・加熱現象：横山 央明

太陽や天体でみられる活動現象、すなわち高温プラズマと磁場との相互作用が本質的物理であるような現象について理論的・観測的に研究している。最近は、乱流リコネク

ションの理解をめざして、有限振幅擾乱を与えた電流シートでのエネルギー解放についてMHDシミュレーションを実施して研究している。

磁気圏の電磁流体不安定性とダイナミクス：三浦 彰  
主に、磁気圏の電磁流体不安定性について、磁気圏のエネルギー原理に基づいて理論的解析が可能な電離層駆動及び圧力駆動の交換型不安定性や圧力駆動のバルーニング不安定性、また電磁流体中の異なる原因から生じる速度シアアによって発生する様々なケルビン・ヘルムホルツ不安定性について研究している。また、これらの不安定性が、磁気圏の動力学に於いて果たす役割も検討している。(文献 [2])

宇宙プラズマ衝撃波のダイナミクス：島田 延枝

主に粒子シミュレーションによって、電子ダイナミクスを含む高マッハ数プラズマ衝撃波の再現と理解を試みる。衝撃波遷移層とその近傍での電磁場構造の発現と、それに伴うダイナミカルな高エネルギー粒子生成過程を捉える事で、衝撃波フリーエネルギー解放・変換過程に、ミクロスケールのプラズマの非線形過程がどのような役割を果たすのか解明したい。(文献 [3])

大振幅波動とプラズマの相互作用：吉武 良

大振幅の電磁波・Alfven波とプラズマの相互作用について理論的に研究している。ガンマ線バーストや超新星爆発に伴う衝撃波などに付随する高強度のプラズマ波動を念頭に、プラズマの微視的応答に注目した粒子シミュレーションを行い、磁場生成や粒子加速に必要な過程の解明を目指している。

磁気リコネクションにおける粒子加速：平井 真理子

地球磁気圏尾部や太陽コロナにおける磁気リコネクションに伴って観測される高エネルギー粒子の生成過程についての観測的および理論的研究。地球磁気圏尾部におけるプラ

ズマの速度分布関数および電磁場の直接観測データを基点とし、プラズマ粒子シミュレーションを用いて、磁気リコネクションにおける粒子 (特にイオン) 加速機構の解明を目指している。

磁気回転不安定性・ダストプラズマ：白川 慶介

降着円盤中の角運動量輸送や物質輸送過程の解明を主眼においた理論・シミュレーションに基づく磁気回転不安定性 (MRI) の研究。とりわけ、近年着目されている帯電ダスト成分の寄与を取り入れ、多流体プラズマ方程式の解析を通して回転系におけるダストプラズマ波動の伝播特性・安定性を調べ、降着円盤への応用を目指している。

相対論的衝撃波による粒子加速：加藤 藍

パルサーや活動銀河核、線バーストなどの高エネルギー天体に存在する相対論的衝撃波は、非熱的粒子の生成に大きく寄与している。微視的プラズマ物理による粒子加速を追うため1次元・2次元PICシミュレーション手法により研究を進めている。電子・陽電子・イオンプラズマ中の衝撃波ではプラズマ不安定により、陽電子のエネルギースペクトルが冪乗となることがわかった。現在は宇宙線の非線形効果を考慮した研究を行っている。

太陽対流層からの浮上磁場 MHD 数値計算：鳥海 森

太陽の活動領域は、対流層底部でダイナモ作用によって形成された磁束が浮上したものと考えられている。これを浮上磁場という。太陽対流層からの浮上磁場シミュレーションを2次元、3次元MHDで行うことで、太陽におけるグローバルな磁束生成輸送過程の解明を目指している。(文献 [4])

太陽ダイナモ：堀田 英之

太陽の黒点数は11年周期で増減していることが知られているが、これは太陽の磁場活動に対応している。この磁場活動は太陽内部でプラズマが磁場を引き延ばすなどしてエネルギーを与えることで、維持されていると考えられており、太陽ダイナモと呼ばれている。数値シミュレーションによって太陽ダイナモの物理機構を明らかにすることを目的に研究をしている。(文献 [5])

### 3 教育

最近の博士・修士論文

- Nonthermal Particle Acceleration in Collisionless Shock Waves [天野 孝伸 : 2008年3月博士]
- Studies on Variability of Non-Thermal Emissions in Solar Flares [養島 敬 : 2008年3月博士]
- Multi-Fluid Plasma Analysis of Magneto-Rotational Instability under the Effect of Charged Dusts [白川 慶介 : 2010年3月修士]
- コロナループ振動ダンピングの物理機構 [三村 宜史 : 2008年3月修士]

### 4 連絡先

住所：〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 理学部1号館  
WWW: <http://www-space.eps.s.u-tokyo.ac.jp/>

### 参考文献

- [1] C. H. Jaroschek and M. Hoshino, 2009, Radiation Dominated Relativistic Current Sheets, PRL, 103 (7) doi:10.1103/PhysRevLett.103.075002.
- [2] A. Miura, 2007, A magnetospheric energy principle for hydromagnetic stability problems, JGR, 112, A06234, doi:10.1029/2006JA011992.
- [3] N. Shimada, M. Hoshino, and T. Amano, 2010, Structure of a strong supernova shock wave and rapid electron acceleration confined in its transition region, Phys. Plasmas, 17, 032902-10.
- [4] S. Toriumi & T. Yokoyama, 2010, Two-step Emergence of the Magnetic Flux Sheet from the Solar Convection Zone, ApJ, 714, 505.
- [5] H. Hotta & T. Yokoyama, 2010, Importance of surface turbulent diffusivity in the solar flux-transport dynamo, ApJ, 709, 1009.

# 東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター 初期宇宙論部門・横山研究室

横山順一

## 1 構成

東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター初期宇宙論部門横山研究室では宇宙論の理論的研究を行っており、2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。(当研究室の名簿は五十音順です。)

鎌田耕平\*(D3)、小林 努\*(特任研究員)、齋藤 遼\*(D3)、須山輝明\*(学振研究員)、高水裕一\*(特任研究員)、中島正裕\*(D2)、牧浦顕二郎(M1)、宮本 裕平(M1)、本橋隼人\*(D1)、横山順一\*(教授)

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

素粒子的宇宙論・相対論的宇宙論と宇宙構造進化論を中心に、宇宙論の理論的研究を推進しています。方向性としては、場の量子論、素粒子物理、一般相対論等の基礎理論を用いて初期宇宙の進化を再現するトップダウン型の研究と、宇宙背景放射等の観測データから出発して初期宇宙の物理に還元するボトムアップ型の研究を並行して行っています。また、重力理論、非平衡場の理論等の周辺分野の基礎研究も必要に応じて行っています。

研究体制としては、物理学教室の宇宙理論研究室と連携し、セミナーや論文紹介等を合同で行っています。また、当研究室のセミナーは、東京工業大学、日本大学、東京大学宇宙線研究所、東京大学数物連携宇宙研究機構等の研究者の参加も得て、さまざまな研究機関の研究者と共同研究を行っています。

国際共同研究としては、2007年度に採択された日本学術振興会・CNRS日仏協力事業によりパリ天体物理学研究所と、また2009年度に採択された日本学術振興会・Royal Society日英協力事業によりロンドン大学クイーンメリー校と相互交流を行っています。さらに、ビッグバン宇宙国際研究センターは、物理学教室の須藤靖教授を代表として日本学術振興会先端研究拠点事業を推進しており、暗黒エネルギー研究の国際ネットワークが構築されています。このほか、固有の外国人客員教授のポストを擁しており、毎年三名程度の客員教授が1-5ヶ月間程度滞在し、共同研究を行っています。

最近の具体的な研究テーマとして、最近の出版論文のタイトルを参考文献欄に連ねますので、ご参照下さい。

## 3 教育

最近の博士論文

- 2010年度にはじめて博士論文が出る予定です。

最近の修士論文

- 「修正重力理論によるダークエネルギー問題へのアプローチ」[本橋隼人:2010年3月]
- 2005年に着任以来これまで6名の修士を輩出しています。うち4名が博士課程に進学、他は日本生命と気象庁に就職。

## 4 連絡先

住所：〒113-0033 文京区本郷 7-3-1 東京大学理学部 4 号館 6 階

電話番号:ダイヤルイン方式で、03-5841-xxxx (xxxx は下記内線番号)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/) でも得られます (<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/>)。また E-mail address は、

`username@resceu.s.u-tokyo.ac.jp`

です。内線番号 (2xxxx) と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
鎌田	8787	kamada
小林	8787	tsutomu
齋藤	8787	r-saito
須山	8787	suyama
高水	8787	takamizu
中島	8787	nakashima
牧浦	8787	makiura
宮本	8787	miyamaoto
本橋	8787	motohashi
横山	7637	yokoyama

なお、部屋割は毎年変更されますので、各人の内線番号は代表番号です。WWW で最新の情報を提供しておりますので、御参照下さい。

## 参考文献

- [1] “ Generation of Large-Scale Magnetic Fields in Single-Field Inflation, ” Jerome Martin and J. Yokoyama, JCAP 0801 (2008) 025.
- [2] “ Space-based laser interferometers can determine the thermal history of the early Universe, ”K. Nakayama, S. Saito, Y. Suwa, and J. Yokoyama, Physical Review D77 (2008) 124001.
- [3] “ Constraints on scalar-tensor models of dark energy from observational and local gravity tests, ”S. Tsujikawa, K. Uddin, S. Mizuno, R. Tavakol, and J. Yokoyama, Physical Review D77 (2008) 103009.
- [4] “ Affleck Dine leptogenesis via multiple flat directions, ”Kohei Kamada and J. Yokoyama, Physical Review D78 (2008) 043502.
- [5] “ Inflation at the GUT scale in a Higgsless universe, ” Nemanja Kaloper, Lorenzo Sorbo, and J. Yokoyama, Physical Review D78 (2008) 043527.
- [6] “ Probing reheating temperature of the universe with gravitational wave background, ”K. Nakayama, S. Saito, Y. Suwa, and J. Yokoyama, JCAP 0806 (2008) 020.
- [7] “ Single-field inflation, anomalous enhancement of superhorizon fluctuations, and non-Gaussianity in primordial black hole formation, ”Ryo Saito, Ryo Nagata, and J. Yokoyama, JCAP 0806 (2008) 024.
- [8] “ Reconstruction of the primordial fluctuation spectrum from the five-year WMAP data by the cosmic inversion method with band-power decorrelation analysis, ”Ryo Nagata and J. Yokoyama, Physical Review D78 (2008) 123002.
- [9] “ Constraints on the time variation of the fine structure constant by the 5-year WMAP data, ”Masahiro Nakashima, Ryo Nagata, and J. Yokoyama, Progress of Theoretical Physics 120 (2008) 1207.
- [10] “ Gravitational wave background as a probe of the primordial black hole abundance, ”Ryo Saito and J. Yokoyama, Physical Review Letters 102 (2009) 161101.
- [11] “ Band-power reconstruction of the primordial fluctuation spectrum by the maximum likelihood reconstruction method, ”Ryo Nagata and J. Yokoyama, Physical Review D79 (2009) 043010.

- [12] “ Constraints on moduli cosmology from the production of dark matter and baryon isocurvature fluctuations, ”Martin Lemoine and Jerome Martin, and J. Yokoyama, Physical Review D80 (2009) 123514.
- [13] “ Gravitino Dark Matter and Non-Gaussianity, ” Tomo Takahashi, Masahide Yamaguchi, Shuichiro Yokoyama, and J. Yokoyama, Physics Letters B 678 (2009) 15.
- [14] “ Analytic solution for matter density perturbations in a class of viable cosmological  $f(R)$  models, ” Hayato Motohashi, Alexei A. Starobinsky, and J. Yokoyama, International Journal of Modern Physics D18 (2009) 1731.
- [15] “ On the realization of the MSSM inflation, ”Kohei Kamada and J. Ykoyama, Progress of Theoretical Physics 122 (2010) 969.
- [16] “ Gravitational Wave Background and Non-Gaussianity as a Probe of the Curvaton Scenario, ”Kazunori Nakayama and J. Yokoyama, JCAP 1001 (2010) 010.
- [17] “ Constraining the time variation of the coupling constants from cosmic microwave background: effect of  $\Lambda_{\text{QCD}}$ , ”Masahiro Nakashima, Kazuhide Ichikawa, Ryo Nataga, and J. Yokoyama, JCAP 1001 (2010) 030.
- [18] “ Cosmic Discordance: Detection of a modulation in the primordial fluctuation spectrum, ”Kiyotomo Ichiki, Ryo Nagata, and J. Yokoyama, Physical Review D81 (2010) 083010.
- [19] “ New cosmological constraints on primordial black holes, ”Bernard J. Carr, Kazunori Kohri, Yuuiti Sendouda, and J. Yokoyama, Physical Review D81 (2010) 104019.
- [20] “ Gravitational-Wave Constraints on the Abundance of Primordial Black Holes, ”Ryo Saito and J. Yokoyama, Progress of Theoretical Physics 123 (2010) 867.
- [21] “ Phantom boundary crossing and anomalous growth index of fluctuations in viable  $f(R)$  models of cosmic acceleration, ”Hayato Motohashi, Alexei A. Starobinsky, and J. Yokoyama, Progress of Theoretical Physics 123 (2010) 903.
- [22] “ Gravitational Waves from Q-ball Formation, ” Takeshi Chiba, Kohei Kamada, and Masahide Yamaguchi, Physical Review D81 (2010) 083503.
- [23] “ The moduli problem at the perturbative level, ” Martin Lemoine and Jerome Martin, and J. Yokoyama, Europhysics Letters 89 (2010) 29001.
- [24] “ Geometrically Consistent Approach to Stochastic DBI Inflation, ”Larissa Lorenz, Jerome Martin and J. Yokoyama, arXiv:1004.3734 [hep-th]. To be published in Physical Review D.
- [25] “ Matter power spectrum in  $f(R)$  gravity with massive neutrinos, ”Hayato Motohashi, Alexei A. Starobinsky, and J. Yokoyama, arXiv:1005.1171 [astro-ph.CO].



# 国立天文台理論研究部・天文シミュレーションプロジェクト

大須賀 健

## 1 構成

2010年6月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 富阪幸治\*、牧野淳一郎\*、吉田春夫

准教授 梶野敏貴\*、小久保英一郎\*、中村文隆\*

助教 伊藤孝士、大須賀健\*、工藤哲洋\*、固武慶\*、濱名崇\*

PD 石津尚喜\*、石山智明、井上剛志\*、大栗真宗\*、大嶋晃敏、齋藤貴之\*、関口雄一郎\*、祖谷元、台坂淳子\*、高橋博之、滝脇知也\*、中村航\*、中山弘敬、行方大輔\*、西村信哉\*、馬場淳一\*、町田正博\*、松井秀徳、道越秀吾\*、安武伸俊\*、和田智秀

D3 井上茂樹\*、押野翔一、加瀬啓之、鈴木重太郎、藤野健

D2 塚本裕介、富田賢吾

M2 佐々木明、佐藤奨、藤井顕彦

M1 釋宏介

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

国立天文台理論研究部・天文シミュレーションプロジェクトで行なわれている研究内容は多岐に渡り、現在の天文学・宇宙物理学の相当な分野をカバーしていると言えます。ここでは主に、スタッフがカバーしている研究分野や内容の一部をまとめます。もちろん、スタッフとは独立に、様々な分野で研究を行なっているポスドク研究員もいます。日本最大級の理論グループの中で、分野を越えた交流も盛んに行なわれています。

## 2.1 銀河・星・惑星系形成

### 2.1.1 星形成の動的過程の研究

「星」は天体を形成するもっとも基本的な要素であり、その形成過程、つまり星間雲から星への進化を明らかにすることは、今日でも天文学上の基本的な問題であり続けている。主に数値シミュレーションを用いて、形成される恒星の物理量（質量、角運動量、磁束など）がどのようにして決まっているか、連星や惑星系を作る条件は何なのかなどを研究している。（富阪）

### 2.1.2 重力多体問題とその宇宙における構造形成への応用

恒星系力学・重力多体問題、惑星形成から球状星団、銀河、銀河団、宇宙の大規模構造までのさまざまなレベルでの構造形成、進化を自己重力多体系の物理として統一的理解することを目指す。このための主要な研究ツールとなるのは、数値計算、特に多体系の進化を直接シミュレーションすることであり、そのための計算法、さらにはシミュレーション専用計算機の開発も行なっている。現在扱っている対象は、微惑星から原始惑星ができる惑星集積過程、球状星団の進化、星団内でのブラックホールの形成、成長、銀河中心核での巨大ブラックホールのダイナミクス、CDM シナリオのもとでの dark matter halo の構造、銀河団のなかでの相互作用による銀河の形態の進化などである。専用計算機としては、国立天文台をはじめとして国内、国外の各研究機関で利用されている GRAPE システムを開発してきている。（牧野）

### 2.1.3 数値シミュレーションによる星・星団の形成過程

スーパーコンピューターなどの高速の計算機を用いて、星間雲から星・星団が誕生する過程を大規模な数値磁気流体力学シミュレーションを使って調べている。銀河系の大半の星は星団で生まれるため、先にできた星が近くで起こる星形成に多大な影響を及ぼすが、その詳細はよくわかっていない。星団形成過程のカギとなる星のフィードバック過程に着目し、星団の形成過程のモデル構築を行っている。また最近では、星・星団形成領域の観測的研究にも着手し、星・星団形成モデルの観測的実証も行っている。(中村)

### 2.1.4 惑星系形成論

星形成の副産物として恒星のまわりには原始惑星系円盤とよばれるガスとダストからなる星周円盤が形成される。惑星系はこの原始惑星系円盤から形成される。原始惑星系円盤から惑星系までの形成過程を理論的に明らかにし、多様な惑星系の起源を描き出すことを目指す。現在は多体シミュレーションを用いて、惑星系の構造の起源、地球型惑星の軌道進化などについて研究を進めている。(小久保)

### 2.1.5 天体磁気流体力学現象の研究

宇宙には磁場とプラズマが普遍的に存在している。そのため、磁場が重要な働きをしている天体現象が数多く知られている。例えば、宇宙ジェット、降着円盤、星間ガス、星形成、太陽大気、などである。天体のような巨視的なスケールの現象では、多くの場合、磁気流体力学が現象を取り扱うためのよい近似となっている。そこで、上であげたような天体現象を磁気流体力学を用いて研究している。特に、時間発展の数値シミュレーションを行って、複雑で活動的な現象を理解しようと試みている。(工藤)

## 2.2 宇宙論・構造形成

### 2.2.1 ビッグバン宇宙論

ビッグバン宇宙開闢直後のインフレーション、真空の相転移と対称性の破れ、バリオン数やレプトン数の創成、クォーク閉じ込め(QCD)等に伴う高エネルギー素粒子・原子核過程は、その後の宇宙の物理状態の時間発展を大きく左右する。これら初期宇宙の物理過程がビッグバン元素合成、宇宙背景放射ゆらぎ、銀河の構造形成に及ぼす影響を天体観測や物理実験との比較を通じて実証的に研究し、宇宙進化史を明らかにすることを目指す。(梶野)

### 2.2.2 Cosmic shear(弱い重力レンズ効果)統計

Cosmic shear とは遠方の天体の像が前方の構造による弱い重力レンズ効果によって歪められる現象である。この重力レンズ効果によって前方の構造の分布の情報が遠方天体の像の歪みの相関(cosmic shear 相関関数)として刻印される。この cosmic shear 相関関数を測定し理論モデルと比較することで宇宙の物質分布の統計的性質とその成長を明らかにする。(濱名)

## 2.3 高密度天体・天体核物理

### 2.3.1 超新星爆発、GRB 天体での元素合成とニュートリノ振動

宇宙年齢と同程度の寿命を持つトリウムやウラニウムに代表される R 元素の起源、P 元素の起源、さらに超重元素の起源は未だに謎である。超新星爆発で作られるのだろうか?中性子星の合体に伴う爆発過程だろうか?ブラックホールおよびディスク形成を伴うガンマ線バースト( GRB )の起源天体( コラプサー )だろうか?重力崩壊型超新星爆発、ショック波の伝播、中性子星やブラックホールの形成、中心星およびディスクからのニュートリノ駆動風、等のダイナミクスを理論的に研究し、あわせて重元素合成過程の解明に迫る。また、ニュートリノと物質との相互作用、それに起因するニュートリノの物質振動

(MSW)効果は、外層での多くの軽～重元素合成過程に決定的な影響を及ぼす。ニュートリノ相互作用で生成される元素量の理論と観測との比較からニュートリノ振動パラメータの決定を試みる。(梶野)

### 2.3.2 高密度天体の形成メカニズムの解明

(重力崩壊型)超新星は太陽質量の約10倍を超える大質量星がその進化の最終段階に示す大爆発現象である。超新星は一天体現象ではありながら、それ自体が中性子星、ブラックホール、マグネターといった高エネルギーコンパクト天体の形成過程そのものであり、超新星メカニズムを明らかにすることは、恒星進化論の最重要テーマの一つである。この問題に対して、星が持つ自転、磁場のようなマクロ物理と、ミクロ物理で決まっているニュートリノ加熱機構の関係性に着目した上で、主に数値シミュレーションを用いた研究を行なっている。(固武)

### 2.3.3 高密度天体における重力波放出過程の研究

超新星からは、その爆発時に重力波が放射される。より現実的な超新星シミュレーションに基づいた重力波形の理論予測を行い、現在稼働中の重力波検出器(TAMA(日本)、LIGO(米)など)による重力波の観測可能性を突き詰めた研究を行なっている。更に近年は、ガンマ線バーストや第一世代星など、通常の超新星よりも遠方にある天体からの背景重力波の理論予測も行い、より幅広い波長レンジに渡った天体起源の重力波を明らかにすることを目指している。(固武)

### 2.3.4 ブラックホールへのガス降着流およびジェット形成に関する研究

ブラックホールがガスを吸い込む際、ガスの重力エネルギーが解放され、放射やジェットとして膨大なエネルギーが放出される。このプロセスの研究は、銀河中心核やブラックホール連星といった高エネルギー天体の物理、さらには超巨大ブラックホールの形成問題に直結する重要課題

である。問題解明には重力、流体、磁場、放射輸送を全て組み合わせた放射磁気流体力学が必須である。スーパーコンピュータを駆使した多次元放射磁気流体シミュレーションを用いて研究を進めている。(大須賀)

## 2.4 高精度数値流体計算法の開発研究

星間雲から星への収縮していく様子をシミュレーションする場合を考えると、対象となるダイナミックレンジは、密度比で $10^{13}$ 倍、大きさの比では $10^6$ 倍に及ぶ。このように天体物理には自己重力に起因し、非常に大きなダイナミックレンジを持つ問題が多い。これらに適した数値流体計算法を開発・研究している。(富阪)

## 2.5 天体力学

### 2.5.1 力学系の可積分性の判定条件に関する研究

全ての力学系は解析解が厳密に求めうる可積分系と、そうでなくカオス的挙動を示す非可積分系に2分される。ところが与えられた力学系に対し、一定の手続きで可積分であるか否かを判定するアルゴリズム(判定条件)は知られていない。その究極の判定条件に、主として可積分性の必要条件を強化するアプローチで迫っている。(吉田)

### 2.5.2 シンプレクティック数値解法の開発と応用に関する研究

ハミルトン系の真の解の持つ性質であるシンプレクティック性を保つ数値解法は、今や太陽系タイムスケールでの長時間軌道数値計算においては不可欠な道具となっている。この数値解法の高精度化を初めとし、関連する数理的諸問題に取り組んでいる。(吉田)

## 3 教育

最近の博士論文

- High-Resolution Simulations of Small-Scale Structures of Dark Matter Halos [石山智明：2010年3月]
- Development of Control Processor for Multipurpose Computer GRAPE-DR and its Performance Evaluation [小池邦明：2010年3月]
- Evolution of Star Clusters near the Galactic Center [藤井通子：2010年3月]
- Evolution of Supermassive Black Hole Binaries in Galactic Center [岩澤全規：2009年3月]
- Evolution of Light Element Abundances in the Early Universe and Possible Signature of Relic Particles in Primordial Abundances [日下部元彦：2009年3月]
- New approaches to high-performance N-body simulations — high-order integrator, new parallel algorithm, and efficient use of SIMD hardware [似鳥啓吾：2009年3月]
- Generation of Seed Magnetic Fields in Primordial Supernova Remnants [花山秀和：2009年3月]
- Dynamical evolution of star clusters with many primordial binaries [谷川衝：2008年11月]
- Improved Supernova Model and Neutrino Oscillation [川越至桜：2008年3月]
- Star Formation Triggered by the First Generation of Stars [長倉隆徳：2008年3月]
- Cosmological Perturbation Theory with Extra Anisotropic Stress [児島和彦：2009年3月]
- 星形成・星間現象のための輻射流体コードの開発 [富田賢吾：2009年3月]
- Evolution of Super Massive Black Hole Binary of Unequal Masses [安相容：2008年3月]
- 超新星爆発元素合成におけるニュートリノ効果 [谷川優毅：2008年3月]
- 次世代科学技術計算システム GRAPE-DR における制御プロセッサの開発 [藤野健：2007年3月]

#### 最近の修士論文

- ダークマターハローの密度構造形成メカニズム [加倉井信久：2010年3月]
- 超並列計算機 GRAPE-DR 用コンパイラの開発 [瀬沼隆彦：2010年3月]
- Formation Mechanism of Long-GRB Central Engine [張替誠司：2010年3月]

## 4 連絡先

住所：〒181-8588 三鷹市大沢 2-21-1

電話番号：ダイヤルイン方式で、0422-34-3xxx(xxx は下記内線番号)

当研究室についての最新情報は、www でも得られます (<http://th.nao.ac.jp>)。内線番号 (xxx) と E-mail address は以下の通りです。[at] は@に置き換えてください。

	内線番号	E-mail address
富阪	732	tomisaka[at]th.nao.ac.jp
牧野	738	makino[at]cfca.jp
吉田	741	h.yoshida[at]nao.ac.jp
梶野	740	kajino[at]nao.ac.jp
小久保	743	kokubo[at]th.nao.ac.jp
中村	733	fumitaka.nakamura[at]nao.ac.jp
伊藤	454	ito.t[at]nao.ac.jp
大須賀	730	ken.ohsuga[at]nao.ac.jp
工藤	734	kudoh[at]th.nao.ac.jp
固武	729	kkotake[at]th.nao.ac.jp
濱名	743	hamanatk[at]cc.nao.ac.jp

尚、スタッフ以外のメンバーは入れ替わりが激しいので、掲載しません。電子メールアドレス等は www で最新の情報を提供していますので、御参照下さい。

# 国立天文台 JASMINE 検討室

矢野太平

## 1 構成

国立天文台 JASMINE 検討室では、銀河系及び銀河系内天体の探求を目標に近赤外線によるアストロメトリ(位置天文)観測衛星の計画推進を行っている。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りである。

教授 郷田直輝\*(室長)、小林行泰

助教 辻本拓司、矢野太平\*

研究員 初鳥陽一(研究員)、増本博光(研究支援員)

M2 室岡純平(東大)

M1 志村勇樹(東大)

他国立天文台併任メンバー 8人

(\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)

## 2 研究

近赤外線による高精度アストロメトリ観測衛星計画(JASMINE)の推進をおこなっている。我々の銀河系のバルジの星の位置、距離、固有運動を近赤外線(Kw-band;  $2.0 \mu\text{m}$ )を用いて、10万分の1秒角で測定する。これにより、可視光だけでは伺い知れない銀河系構造やその形成史、および恒星物理、星の形成と進化を明らかにするとともに、重力レンズ現象、一般相対論の検証、系外惑星系探査などのサイエンスも切り開くことを目的とする。

サイエンスの検討: 銀河の形成、銀河力学構造などの理論的研究を行っている。具体的にはダークマター分布の空間相関関数や密度分布の解析、銀河渦状腕やバー構造の力学的解析、元素の起源・進化とそれに基づく銀河形成、進化の研究、非一様の化学進化モデルの構築、年周視差から距離を求める際のバイアス問題、統計視差による距離測定

に関する問題などが上げられる。JASMINEの打ち上げにあたり、観測データからの銀河力学構造の構築方法の確立は最重要課題であり、現在検討を進めている。

超小型位置天文観測衛星(Nano-JASMINE): JASMINEの先駆けであるNano-JASMINE(主鏡口径5cm、衛星重量35kg、サイズ50cm立方)が2011年8月にブラジルから打ち上げが決定され、開発が進められている。ヒッパルコス衛星に続く、世界で2番目の位置天文観測衛星となる。

## 3 教育

本グループは東京大学大学院理学系研究科天文学専攻の大学院生を受け入れる事が可能である。さらに国立天文台では特別共同利用研究員(受託院生)制度もある。また、ポスドクには研究員の制度があり受入可能である。大学院生、ポスドク問わず本グループへの参加は大歓迎である。

## 4 連絡先

住所: 〒181-8588 三鷹市大沢2-2-1-1

電話番号:0422-34-(内線番号)

homepage: <http://www.jasmine-galaxy.org/index-j.html>

スタッフ	内線番号	Email アドレス
郷田	3616	naoteru.gouda@nao.ac.jp
小林	3603	yuki@merope.mtk.nao.ac.jp
辻本	3617	taku.tsujimoto@nao.ac.jp
矢野	3601	yano.t@nao.ac.jp

# 青山学院大学 理工学部 宇宙物理研究室

山崎 了

## 1 構成

当研究室は、2010年4月に発足したばかりである。現在、助教の選考中である(2010年9月1日着任予定)。2010年5月1日現在の構成員は以下の通り。

准教授 山崎 了\*

助教 選考中(2010年9月1日着任予定)

B4 河野 淳一、齊藤 章平、曾根 潤、中島 良介

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では、高エネルギー天体現象に関する研究を主に行っている。具体的内容については以下の通り。

### ガンマ線バースト (GRB)

GRBとは、数10keVから数GeVのガンマ線が、短時間観測される天体現象で、およそ1日1回の頻度で観測されており、発見から約40年経った今でも、その正体は完全には解明されていない。理論的・観測的制限から、GRBはわれわれに向かう相対論的ジェットから生じると考えられているが、そのジェットを生み出す中心天体にはまだ謎が多い。我々は、相対論的ジェットの構造や放射機構の解明を通じてGRBの正体解明を目指す理論的 [1]・観測的 [2, 3] 研究を行っている。

### 衝撃波による宇宙線の加速

地球に降り注ぐ $10^{20}$  eVにまで及ぶ宇宙線粒子のうち、 $10^{15.5}$  eV以下のエネルギーを持つ宇宙線は、我々の銀河内にある若い超新星残骸(SNR)起源であると考えられている。SNRには、数1000 km/sで膨張する衝撃波があ

り、そこで宇宙線が加速されている。我々は、このような宇宙線粒子の加速機構について理論的 [4]・観測的 [5, 6] 研究を行っている。最近ではプラズマ粒子シミュレーションを用いて、粒子加速の注入機構問題へも取り組んでいる [7]。

## 3 教育

発足したため、なし。

## 4 連絡先

住所：〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

電話番号：042-759-6289

E-mail: ryo@phys.aoyama.ac.jp

<http://www.phys.aoyama.ac.jp/~ryo/index.html>

## 参考文献

- [1] R. Yamazaki, ApJ, 690, L118 (2009)
- [2] A.A. Abdo et al., Nature, 462, (2009)
- [3] A.A. Abdo et al., Science, 323, 1688 (2009)
- [4] Y. Ohira et al., A&A, 513, A17 (2010)
- [5] E. A. Helder et al., Science, 325, 719 (2009)
- [6] A.A. Abdo et al., Science, 327, 1103 (2010)
- [7] T. Umeda et al., ApJ, 695, 574 (2009)

# 千葉大学大学院理学研究科 宇宙物理学研究室

松元亮治

## 1 構成

宇宙物理学研究室は千葉大学大学院理学研究科に所属し、天体現象の理論・シミュレーションを中心とした研究を行っています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 松元亮治\* (大学院理学研究科)

教授 花輪知幸\* (先進科学センター)

准教授 宮路茂樹\* (大学院理学研究科)

PD 小田 寛\*、三上隼人

D3 川島朋尚

D2 小川崇之

M2 安穂大輔、西條祐太

M1 朝比奈雄太、菊池大輔、鈴木健太郎、山本瑠祐

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 降着円盤とジェット

ブラックホール降着円盤の状態遷移、X線強度の激しい時間変動、準周期振動(QPO)、降着円盤からのジェット噴出等のメカニズムを明らかにするため、円盤全体を計算領域に含めた大域的な磁気流体(MHD)数値実験[1]、輻射流体シミュレーション[2]を実施し、状態遷移の理論モデルの研究[3]も行っている。また、相対論的な磁気流体コードを作成し、磁気流体ジェットの伝播と磁気タワージェット形成のシミュレーションに適用している。

### 2.2 超新星爆発とガンマ線バースト

3次元磁気流体力学シミュレーションにより、II型超新星爆発における磁場と回転の効果を調べている[4]。このシミュレーションでは入れ子状の格子を採用することにより、高い空間分解能を実現している。またこれとは別にガンマ線バーストのモデルとして、高温で高速なジェットの相対論的な数値シミュレーションも行っている。

### 2.3 星形成

周連星ガス円盤からの質量降着を2次元入れ子状格子シミュレーションにより調べている[5]。

### 2.4 銀河・銀河団における磁気流体现象

銀河ガス円盤の大域的3次元MHD数値実験を行い、銀河磁場の増幅・維持過程を調べている[6]。特に、パーカー不安定性による磁束浮上と星間ガスの多相構造が磁場増幅と構造形成に及ぼす効果を明らかにしようとしている。熱伝導を考慮した3次元磁気流体コードを用いて、銀河団プラズマの密度・温度分布に磁場が及ぼす効果についても調べている[7]。

### 2.5 宇宙シミュレーションラボラトリーの構築

宇宙磁気流体シミュレータにプラグインする各種時間積分エンジン、磁気拡散、熱伝導、輻射冷却、自己重力等のモジュール、シミュレーション結果の可視化ツール、問題設定、初期条件、入力パラメータなどをセットにした基本

課題ライブラリなどから構成されるシミュレーションラボラトリーシステムを構築し、公開している。

### 3 教育

最近の博士論文

- Steady Models of Magnetically Supported Accretion Disks and Its Application to State Transitions in Black Hole Candidates [小田 寛: 2009 年 3 月]
- Magnetic Energy Release in Relativistically Expanding Magnetic Loops [高橋博之: 2009 年 3 月]
- Three Dimensional Magnetohydrodynamic Effects in Core Collapse Supernovae [三上隼人: 2010 年 3 月]

最近の修士論文

- HLLD 法+CT 法に基づく降着円盤とジェット形成の 3 次元磁気流体シミュレーション [小川崇之: 2009 年 3 月]

### 4 連絡先

住所：〒 263-8522 千葉県稲毛区弥生町 1-33

千葉大学大学院理学研究科宇宙物理学研究室

電話番号:ダイヤルイン方式で、043-290-xxxx (xxxx は下記内線番号)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.astro.phys.s.chiba-u.ac.jp/index-j.html) でも得られます (<http://www.astro.phys.s.chiba-u.ac.jp/index-j.html>)。

内線番号と E-mail address は以下の通りです (.chiba-u.ac.jp を付加して下さい)。

	内線番号	username
松元亮治	3724	matumoto@astro.s
花輪知幸	3525	hanawa@cfs
宮路茂樹	3719	miyaji@astro.s
小田 寛	3720	oda@astro.s
三上隼人	3720	mikami@astro.s
川島朋尚	3720	kawashima-t@astro.s
小川崇之	3720	ogawa@astro.s

### 参考文献

- [1] M. Machida, and R. Matsumoto, Excitation of Low-Frequency QPOs in Black-Hole Accretion Flows, PASJ 60, 613 (2008)
- [2] T. Kawashima, K. Ohsuga, S. Mineshige, D. Heinzeller, H. Takabe, and R. Matsumoto, New Spectral State of Supercritical Accretion Flow with Comptonizing Outflow, PASJ 61, 769 (2009)
- [3] H. Oda, M. Machida, K.E. Nakamura, and R. Matsumoto, Thermal Equilibria of Optically Thin, Magnetically Supported, Two-temperature, Black Hole Accretion Disks, ApJ 712, 639 (2010)
- [4] H. Mikami, Y. Sato, T. Matsumoto, and T. Hanawa, Three-dimensional Magnetohydrodynamical Simulations of a Core-Collapse Supernova, ApJ 683, 357 (2008)
- [5] S. Mayama, M. Tamura, T. Hanawa, T. Matsumoto, M. Ishii, T.S. Pyo, H. Suto, T. Naoi, T. Kudo, J. Hashimoto, S. Nishiyama, M. Kuzuhara, and M. Hayashi, Direct Imaging of Bridged Twin Protoplanetary Disks in a Young Multiple Star, Science, 327, 306 (2010)
- [6] H. Nishikori, M. Machida, and R. Matsumoto, Global Three-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of Galactic Gaseous Disks. I. Amplification of Mean Magnetic Fields in an Axisymmetric Gravitational Potential, ApJ 641, 862 (2006)
- [7] N. Asai, N. Fukuda, and R. Matsumoto, Three-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of Cold Fronts in Magnetically Turbulent ICM, ApJ 663, 816 (2007)



# 防衛大学校天文学研究室

釜谷秀幸

## 1 構成

防衛大学校における天文学及宇宙物理学の研究そして教育は、応用科学群地球海洋学科で行われている。研究室名は宇宙惑星リモートセンシングであり、そのサブグループとして天文学研究が行われている。2010年4月1日現在の構成員は1名である。

准教授 釜谷秀幸\*

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

防衛大学校での天文学教育・研究は、佐藤友三そして大澤清輝が非常勤講師を勤めることから始まった。その後、西恵三が初めての常勤教官となった。近年では、山崎篤磨、神戸栄治により恒星の研究が観測的側面から精力的に推し進められていた(以上、敬称略)。その後、神戸教官の後任として、初めて理論系の釜谷秀幸が着任した。釜谷の研究のキーワードは星間物理学と宇宙気体力学であるが、星形成から銀河形成及び銀河間物理学まで幅広い分野で研究論文を公表してきた経緯から、多くの分野に跨る有機的な研究がその特徴である。今後は、ALMA計画へのサイエンス面での参画にも力を注いでいく予定である。また、自衛官が対象となるが、修士課程及び博士課程の大学院生の受け入れ体制も整っている。最近の業績に関しては以下の参考文献を参照のこと。

## 3 教育

学部向け講義として、天文学、地球惑星科学、宇宙物理学が設けられている。また、天文学演習及び観測実習もカリキュラムとして組まれている。卒業研究生の受け入れは、一教官当り2名ほどである。大学院向け講義としては、地球惑星物理学特論、宇宙物理学特論が開講されている。最近の博士論文(なし)

## 4 連絡先

住所：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20  
電話番号:046-841-3810 (内線 3310)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.nda.ac.jp/cc/eos/j/index-j.htm) でも得られます (<http://www.nda.ac.jp/cc/eos/j/index-j.htm>)。また E-mail address は、

`username@nda.ac.jp`

です。内線番号と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
釜谷	3310	kamaya

## 参考文献

- [1] Hideyuki Kamaya (2010) "Comments on the Final Evolutionary Phase of Very Small Dwarf Spheroidal Galaxies." *Astrophysics and Space Science* in press
- [2] Akio K. Inoue and Hideyuki Kamaya (2010) "Intergalactic dust and its photoelectric heating." *Earth, Planets and Space* in press
- [3] Hideyuki Kamaya (2008) "A Formation Scenario of Dwarf Spheroidal Galaxies." *Astrophysics and Space Sciences* vol.317 235-238
- [4] Ryohei Suzaki, Youhei Masada, and Hideyuki Kamaya (2008) "Zeeman Spectrum from a Magnetically Triggered Jet." *Publication of the Astronomical Society of Japan* vol.60 911-917
- [5] Tsubasa Fukue and Hideyuki Kamaya (2007) "Small structures via thermal instability of partially ionized plasma I. Condensation mode." *The Astrophysical Journal* vol.669 363-377

# 東京理科大学 理工学部物理学科 宇宙物理研究室

鈴木英之

## 1 構成

当研究室の2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 鈴木 英之\*

D3 菊地 英仁

M2 星 侑樹、中川 恵介

M1 渡辺 大介

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

超新星の二つの爆発機構のうち、重い星の最期を飾る重力崩壊型超新星爆発においては、ニュートリノが重要な役割を担っています [1]。本研究室では、他大学の共同研究者とともに、超新星コア内部からのニュートリノの流れを一般相対論的輻射輸送の数値シミュレーションを用いて解き、超新星爆発とそれに伴う中性子星誕生、及び放出される超新星ニュートリノについて研究を行っています。球対称の原始中性子星の準静的進化を詳しく調べるためには、主にマルチエネルギーの Flux Limited Diffusion 方式のニュートリノ輸送の計算コードを利用しており、また球対称のブラックホール形成の長時間シミュレーションに向けた計算コード開発を大学院生を中心に行っています。その他関連する研究テーマとして、高密度物質の状態方程式 [2] や、超新星ニュートリノに関するニュートリノ振動の研究も行なっています。

## 3 教育

最近の博士論文

- 超新星背景ニュートリノのダークエネルギーモデル依存性に関する研究 [小野 博之:2007年3月]

最近の修士論文

- 超新星ニュートリノの集団振動とエネルギースペクトル [久野 昌哉:2010年3月]
- 球対称ブラックホール形成の数値シミュレーションに対する座標系の影響 [小林 大祐:2010年3月]

## 4 連絡先

住所：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641

電話番号：04-7122-9114

suzukih@ph.noda.tus.ac.jp

## 参考文献

- [1] H. Suzuki, ‘Supernova Neutrinos’ in Physics and Astrophysics of Neutrinos, ed. M. Fukugita and A. Suzuki, Springer-Verlag 1994, p.763.
- [2] H. Suzuki *et al.*, ‘Protoneutron Star Cooling with A New Equation of State’, Nucl. Phys. A718 (2003) 703c.
- [3] H. Ono and H. Suzuki, ‘Dark Energy Models and Supernova Relic Neutrinos’, Mod. Phys. Lett. A22 (2007) 867.

# 東邦大学 理学部物理学科 宇宙・素粒子教室

北山 哲

## 1 構成

教授：上村 潔

准教授：北山 哲\*

M2: 浅内隆志、宮元彩乃

M1: 大川泰史、鈴木博登、満田和海

学部 4 年生：9 名

連携大学院客員教授：松尾 宏 (国立天文台)

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

素粒子理論から観測的宇宙論、検出器開発に至る幅広いテーマについて研究を行っています。

### ● 超弦理論とゲージ場の理論

宇宙の始まりを解明するには、重力を含めた 4 つの相互作用を統一して記述する理論が必要となります。この統一理論の有力候補と考えられている超弦理論の構造を主に代数的な面から研究しています [1]。

### ● 原始銀河形成

宇宙初期に誕生した原始銀河は、重元素量が少なかったり、強い輻射にさらされていたりと、今日の銀河とは異なる環境にあったと予想されます。このような原始銀河がいかに形成され、宇宙全体の進化とどのように結びついているかを研究しています [2]。

### ● 銀河団の多波長観測を用いた宇宙論

銀河団は、宇宙最大の自己重力系であり、宇宙の進化との関連が特に強い天体です。私達は、電波や X 線、

赤外線など多波長における観測データをもとに、銀河団形成・進化の解明に取り組んでいます [3]。

### ● サブミリ波検出器の開発

サブミリ波は、ALMA 計画などによって今後著しい発展が期待される新しい観測波長帯です。当教室の学生は、国立天文台先端技術センターにおいて進められているサブミリ波検出器の開発に参加しています。

## 3 教育

修士・博士課程の大学院教育に加え、学部 4 年生の卒業論文指導も行っています。過去の卒業論文の題名と要旨は、下記の URL に掲載されています。

## 4 連絡先

住所：〒274-8510 船橋市三山 2-2-1

電話：047-472-7110 (理学部事務)

E-mail：kitayama @ ph.sci.toho-u.ac.jp

URL：http://www.ph.sci.toho-u.ac.jp/kitayama/

## 参考文献

- [1] Bonanos, S., Gomis, J., Kamimura, K., Lukierski, J., 2010, Phys.Rev.Lett., 104, 090401
- [2] Hasegawa, K., Umemura, M., Kitayama, T., 2009, MNRAS, 397, 1338
- [3] Kitayama, T., et al., 2009, ApJ, 695, 1191

# 沼津工業高等専門学校・教養科物理学教室

住吉光介

## 1 構成

沼津工業高等専門学校（以下、沼津高専）教養科物理学教室では広く物理学の教育と研究を行っており、2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 勝山 智男

准教授 住吉 光介（理論天文学宇宙物理学懇談会会員）

講師 駒 佳明

学振研究員 駒 美保

## 2 研究

スタッフは教育に携わる他に、それぞれの専門分野で研究活動を行っています。勝山、駒は、非線形物理、クォーク・ハドロン物理の研究に携わっています。ここでは理論懇会員である、住吉の研究について述べます。

超新星現象とニュートリノ・原子核物理：重力崩壊型超新星の爆発メカニズム解明を目指し、ニュートリノ輻射流体計算の数値シミュレーションを行うプロジェクトを共同研究により進めています [1]。また、極限状況における物質とニュートリノ相互作用を最新の核物理理論・実験データに基づいて研究することを行っています [2]。

最近では、太陽質量の10–100倍程度の大質量星の重力崩壊の様子を数値シミュレーションにより系統的に調べることで、高密度天体形成・ニュートリノ放出の全容を明らかにしました [3]。なかでも、ブラックホール形成に至る際に放出される特徴的なニュートリノシグナルを予測して、ニュートリノ観測によりストレンジネスを含む高温高密度物質を探ることを新たに提案しました [4]。

## 3 教育

沼津高専は、本科5年+専攻科2年の一貫した教育課程を持っており、大卒と同じ「学士」も送りだしています。物理学教室は、高校レベルから大学の物理学（量子力学など）までの教育を担当しています。大学院はありませんが、外部の大学院生との共同研究を通して研究指導に関わっています。

## 4 連絡先

住所：〒410-8501 静岡県沼津市大岡 3600

ホームページ：<http://www.numazu-ct.ac.jp/>

以下は住吉の連絡先です。

電話番号 / ファックス：055-920-3715

電子メール：[sumi@numazu-ct.ac.jp](mailto:sumi@numazu-ct.ac.jp)

## 参考文献

- [1] K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Suzuki, H. Shen, S. Chiba and H. Toki, *Astrophys. J.* 629, 922 (2005)
- [2] C. Ishizuka, A. Ohnishi, K. Tsubakihara, K. Sumiyoshi and S. Yamada *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* 35, 085201 (2008)
- [3] K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Suzuki and S. Chiba, *Phys. Rev. Lett.* 97, 091101 (2006)
- [4] K. Sumiyoshi, C. Ishizuka, A. Ohnishi, S. Yamada and H. Suzuki *Astrophys. J.* 690, L43 (2009)

# 大阪市立大学 大学院理学研究科 数物系専攻 基礎物理学講座 宇宙物理研究室(重力分野)

中尾憲一

## 1 構成

宇宙物理研究室は、大阪市立大学大学院理学研究科数物系専攻基礎物理学講座に所属し、一般相対論を基礎とした宇宙物理の理論的研究を行っています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 石原秀樹\*

教授 中尾憲一\*[2008年4月より素粒子論研究室教授]

PD 松野 研\*, 木村 匡志\*

D4 孝森 洋介

D2 阿部 博之\*†, 伊形 尚久\*

D1 龍岡 聖満, 寺川 達哉†

M2 速水 真裕†, 西脇 圭亮, 西川 隆介†

M1 荒木 彩人, 加納 有規, 榭田 篤樹, 宇野 竜矢†

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

†印は素粒子論研究室所属

## 2 研究

我々のグループは、主に重力に関する様々な物理現象について研究を行っています。最近の研究テーマは以下のとおりです。

### 2.1 ブラックホール物理学

#### 2.1.1 高次元ブラックオブジェクト

超弦理論に触発されて提案されたブレーンワールドモデルなどに動機付けられ、高次元重力理論に基づいたブラックホール・ブラックオブジェクトに関する研究を行っています。現在の主な研究テーマは、高次元ブラックオブジェクト周りのテスト粒子・弦の運動解析、カルツァクラインブラックホール解の生成・摂動解析、動的ブラックリングの数値解の生成、高次元ブラックストリングの形成過程などです。

#### 2.1.2 ブラックホール磁気圏

我々の宇宙に存在するとされているブラックホールには、磁場の影響を強く受けているものがあると考えられています。その影響を詳しく調べるために、ブラックホールを取り巻く定常な磁場の形状を数値的に解析しています。

#### 2.1.3 ブラックホールアナロジー

非一様な速度場を持つ流体中を伝播する音波は、曲がった時空を伝播するスカラー場と数学的に等価な取り扱いができます。ブラックホールのホライズンに対応して、速度場の超音速面は音波のホライズンとみなすことができます。疑似ブラックホールを流体で再現できると考えられています。我々のグループではブラックホール時空におけるホーキング効果に着目して、疑似ブラックホールにお

けるホーキング効果の確認に向けた理論的研究を行っています。

## 2.2 時空特異点の構造

大質量星の重力崩壊などで形成される時空特異点の性質に関する研究を行っています。最近は、円筒対称に分布する物質の重力崩壊による時空特異点形成と重力波放出の機構を研究しています。

## 2.3 宇宙論

### 2.3.1 位相欠陥

素粒子物理学の標準理論の枠組みにおいて、初期宇宙の相転移現象で宇宙ひもとよばれる 1 次元の位相欠陥が生成されると考えられています。我々の研究グループでは、Cohomogeneity-one というクラスのストリングの構成・分類、またストリングが放射する重力波の解析を行っています。

### 2.3.2 非一様宇宙

ダークエネルギー問題に対するアプローチの一つである非一様宇宙モデルの研究を行っています。ルメートル・トールマン・ボンディ解を用いた非一様宇宙モデルを使って、遠方の天体の光度と赤方偏移の関係を研究しています。

### 2.3.3 非等方インフレーション

インフレーション宇宙モデルが、宇宙論における諸問題を解決する枠組みとして注目されています。宇宙背景放射の観測結果がわずかな非等方性を示していることを受けて、ベクトル場を用いた非等方インフレーションモデルの構築を行っています。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- Higher-Dimensional Black Holes with Twisted Extra-Dimensions [木村 匡志: 2010 年 3 月]
- Perturbations of Spacetime around a Stationary Rotating Cosmic String [小川 浩司: 2009 年 3 月]

### 最近の修士論文

- Exact solutions to the Einstein-Maxwell equation on higher-dimensional Taub-NUT spaces [龍岡 聖満:2010 年 3 月]
- Formation of a Black string by the collapse of (N+1)-dimensional cylindrically symmetric null shell and its stability [寺川 達哉:2010 年 3 月]
- Coordinate Conditions in Higher-dimensional Numerical Relativity [阿部 博之:2009 年 3 月]
- Constants of Motion for Charged Particle Motion in an Electromagnetic Field on a Black Hole Spacetime [伊形 尚久:2009 年 3 月]

## 4 連絡先

住所: 〒 558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

ホームページ URL:

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/phys/astrophys/index.html>

E メールアドレス: `username@sci.osaka-cu.ac.jp`

username は以下の通りです。

氏名	<i>username</i>	氏名	<i>username</i>
石原	ishihara	寺川	terakawa
中尾	knakao	速水	hayamizu
松野	matsuno	西脇	nisiwaki
木村	mkimura	西川	ryusukep
孝森	takamori	荒木	araki
阿部	abe	加納	kanou
伊形	igata	榊田	masud
龍岡	tatsuoka	宇野	t.uno

最新情報は当研究室のホームページをご覧ください。

## 参考文献

- [1] S. Bhattacharya, P. S. Joshi and K. i. Nakao, Phys. Rev. D **81**, 064032 (2010)
- [2] T. Igata and H. Ishihara, Phys. Rev. D **81**, 044024 (2010)
- [3] K. Matsuno and H. Ishihara, Phys. Rev. D **80**, 104037 (2009)
- [4] M. Allahverdizadeh and K. Matsuno, Phys. Rev. D **81**, 044001 (2010)
- [5] K. i. Nakao, H. Abe, H. Yoshino and M. Shibata, Phys. Rev. D **80**, 084028 (2009)
- [6] H. Kozaki, T. Koike and H. Ishihara, Class. Quant. Grav. **27**, 105006 (2010)
- [7] M. Kimura, H. Ishihara, S. Tomizawa and C. M. Yoo, Phys. Rev. D **80**, 064030 (2009)
- [8] M. Kimura, Phys. Rev. D **80**, 044012 (2009)
- [9] C. m. Yoo, H. Ishihara, M. Kimura and S. Tanzawa, Phys. Rev. D **81**, 024020 (2010)
- [10] K. Ogawa, H. Ishihara, H. Kozaki and H. Nakano, Phys. Rev. D **79**, 063501 (2009)

- [11] Z. Ahmad, T. Harada, K. i. Nakao and M. Sharif, Class. Quant. Grav. **26**, 035007 (2009)
- [12] Y. Kurita, M. Kobayashi, T. Morinari, M. Tsubota and H. Ishihara, Phys. Rev. A **79**, 043616, (2009)
- [13] C. M. Yoo, T. Kai and K. i. Nakao, Prog. Theor. Phys. **120**, 937 (2008)
- [14] K. Matsuno, H. Ishihara, T. Nakagawa and S. Tomizawa, Phys. Rev. D **78**, 064016 (2008)
- [15] S. Kanno, M. Kimura, J. Soda and S. Yokoyama, JCAP **0808**, 034 (2008)

# 近畿大学 大学院総合理工学研究科・理工学部理学科

井上開輝

## 1 構成

近畿大学大学院総合理工学研究科・理工学部理学科では、一般相対論・重力理論・宇宙物理学・宇宙論の研究を行っています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 太田信義

准教授 井上開輝\*

PD Cao, Li-Ming、鶴沢邦仁

M2 上原 聡明、辰野 陽平

M1 宗行賢二

B4 藤河真、荒井拓磨、森祐輔、山家万実  
松尾壮太、森田直樹、島ノ江卓生、鈴木教史  
\* 印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 素粒子理論及び素粒子的宇宙論 (太田)

研究内容は、素粒子物理学の課題を場の量子論の手法で解明すること、特に、量子論と重力理論を融合させた量子重力理論の研究を行っている。その第1の候補である超弦理論の背後にある基本的原理、統一的 M 理論の定式化、対称性の破れの機構、ブラックホールの量子論的物理、超弦とブレーンを用いた通常の時空及び非可換時空の場の理論の非摂動的性質の解明、超弦理論の応用と検証としての宇宙論などを視野に入れた研究を行っている。

### 2.2 相対論的宇宙論及び観測的宇宙論 (井上)

- (1) 宇宙の非一様性と重力理論 : 宇宙誕生時の残り火である宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) や宇宙の大規模構造を用いて、宇宙の局所的な非一様性や大域的な幾何構造 (トポロジー) に制限を付ける。特に様々な重力理論における宇宙論的スケールの非線形摂動のダイナミクスを解明し、CMB の温度ゆらぎ、宇宙の膨張速度、銀河分布、重力レンズ現象等の観測結果等から、宇宙論的スケールにおける重力を調べ、重力理論の正体に迫る。
- (2) ダークマターの微細構造 : 銀河ハローによる重力レンズ効果をうけたクェーサーの多重像を、中間赤外線やサブミリ波で観測し、銀河ハロー内に分布するサブハロー自身の質量密度分布やハローにおける空間分布に制限を付け、ダークマターの微細構造を明らかにし、その正体に迫る。
- (3) 重力波でみる銀河ハロー形成史 : 超大質量ブラックホール (SMBH) の合体や SMBH への大質量天体の落下、銀河ハローの合体等に伴って発生する重力波により、銀河ハローの形成史を解明する。

## 3 連絡先

住所 : 〒 577-8502 東大阪市小若江 3-4-1  
電話番号 : 06-6721-2332-xxxx (交換手) または 06-6730-5880-xxxx (ダイヤルイン) です。xxxx は研究室内線で 4071 (太田) 4075 (井上) です。WEB サイトの URL アドレスは <http://qube.phys.kindai.ac.jp/users/ohtan/> <http://qube.phys.kindai.ac.jp/users/kinoue/> です。



# 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻 宇宙進化グループ

藤田裕

## 1 構成

当研究室は、宇宙物理学の広い分野の理論的研究を行っている。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りである。

教授 高原 文郎\*

准教授 藤田 裕\*

助教 田越 秀行\*、釣部 通\*

D3 岡田 智明、金 明寛、別所 慎史

D2 田中 周太\*、吉田 訓士

D1 山口 正輝\*

M2 大谷 卓也、寺木 悠人、長谷川 幸彦、楊 睿文

M1 木村 成生、佐野 保道

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では、観測事実から出発してさまざまな天体現象と宇宙の進化を理論的に研究する方向と、星、銀河、そして大規模構造の形成に至るまでの宇宙の進化を基礎理論的に研究する方向の、二つの柱で研究を進めている。また重力波データ解析の研究を行い、重力波解析の拠点としての役割を担っている。これらの研究を進めてゆく上で、特に物理学の対象としての宇宙研究であることを重視している。以下で当研究室で現在行われている研究の一部について紹介する。もちろんこれ以外の研究テーマにも取り組んでいる。

### 2.1 高エネルギー宇宙物理

超高温、超高密度といった極限的な状況を取り扱う高エネルギー宇宙物理学の分野では、近年新しい観測機器によって多くの知見が得られている。我々は極限的な状況での物理現象を明らかにすべく、様々な天体の高エネルギー現象の解明を試みている。

活動銀河核などにみられる相対論的ジェット形成機構は宇宙物理学における主要な未解決課題の一つである。近年の観測の進歩により、その物理的性質が定量的に解明されつつある。そこで相対論的ジェットの形成と加速の機構を物理的素過程にもとづいて研究すると同時に、観測から得られた情報をもとにジェットの物理的・天体物理的性質を解明する研究を行っている。特に我々は、高温降着円盤からの電子陽電子対ジェット形成モデルと、放出されたジェットの加速についてウィーンファイアボールモデルを提唱している。これはコンプトン散乱と対生成対消滅を通じて平衡にある相対論的対プラズマが熱膨張によって、大きなローレンツ因子の流れを生成するとするモデルであり、上の観測事実とも整合的である。現在、これらの解析や理論をさらに深くかつ広く展開している。

銀河宇宙線の多くは超新星残骸の無衝突衝撃波で加速されていると考えられている。衝撃波粒子加速理論によると、加速されたイオンは衝撃波上流にしみ出しており、上流プラズマとの間に大きな相対速度が生じる。このため、衝撃波周辺では様々なプラズマ不安定が発達すると考えられており、我々はその効果を解析的に、あるいはプラズマ粒子シミュレーションを用いて調べている。これまでの研究から、プラズマ不安定は多次元の効果が重要であること、磁場が衝撃波周辺で大きく増幅する可能性があること

と、などが示せた。これらの成果を踏まえて、さらに精密な粒子加速機構モデルの構築を目指している。また、超新星残骸で加速された粒子が銀河宇宙線となる過程を理解するためには、粒子が超新星残骸周辺でどのように伝播するのかを明らかにする必要がある。我々は、超新星残骸周囲の分子雲でのガンマ線放射が強いことから宇宙線が比較的長期にわたって加速され続けること、また超新星残骸周囲に長期間捕捉されていることなどを明らかにし、さらにその理由の理論的解明を試みている。以上のような研究を通して、宇宙線の生成から銀河系内への拡散という一連の過程を明らかにしようとしている。

一方、空気チェレンコフ装置や Fermi 衛星が興味深いガンマ線データを提供しているパルサー星雲やガンマ線連星についても研究を行っている。我々は比較的簡単な力学モデルを用いて、パルサー星雲のスペクトル進化のモデル計算を行った。その結果、代表的なパルサー星雲である Crab Nebula のデータを再現するためには、磁場強度が小さくなくてはいけないことや、年齢とともに逆コンプトン散乱によるガンマ線強度が相対的に強くなることを見いだした。さらにガンマ線連星のガンマ線カスケードの数値シミュレーションを行い、TeV ガンマ線と GeV ガンマ線の光度曲線の振る舞いを説明できるようなモデルを構築した。

## 2.2 重力波

重力波観測プロジェクトは世界的に大きく進展している。第一世代の検出器より 10 倍以上高感度の次の世代の検出器の計画がすでに始まっている。Advanced LIGO、Advanced VIRGO と呼ばれるものである。Advanced LIGO は 2014 年開始を目指している。日本ではそれらに匹敵する検出器である LCGT 計画を立ち上げている。神岡鉱山内に 3km のレーザー干渉計を作る計画であり、現在予算の承認を待つ段階である。地上から宇宙へ目を向けると、ヨーロッパとアメリカが共同で計画中の宇宙空間レーザー干渉計 LISA 計画も進んでいる。10 年後くらいの打ち上げが期待される。これらの次世代の重力波検出器が稼働し始めれば、いずれ重力波の直接検出はなされるであろう。

一般相対性理論の重要な予言の一つである重力波の直接検出は、それ自体、一般相対論の正しさの新たな証拠となる。しかし、そればかりではなく、重力波の観測は、強い重力場中での重力理論の検証、一般相対論的な天体の観測、そして、宇宙論への応用などを通じて、宇宙を観測する新たな手段を我々に提供することになるであろう。そのような 21 世紀の新しい天文学となる重力波天文学の創成に向けて、我々の研究室では重力波の研究が行われており、重力波の理論的問題からデータ解析まで研究を行っている。重力波から物理的情報を抜き出すために必要な重力波波形の理論的導出の研究として、具体的には、一般相対論的ブラックホール摂動論による、ブラックホール時空を運動する粒子の運動方程式と発生する重力波の研究や、ポストニュートニアン近似による、コンパクト連星の運動方程式と発生する重力波の研究などがなされている。また、重力波によりどのような天体物理的或いは宇宙論的情報が得られるかについての研究も行なわれている。また、我々は、日本の重力波検出器グループと協力しながら、重力波検出器のデータを解析し重力波を検出する方法を研究している。当研究室には 1999 年から 2004 年まで観測運転を行なった TAMA300 のデータ解析のための PC クラスタを導入してあるが、それを用いてシミュレーションによって検出方法の評価や解析コードの実証を行っている。

## 2.3 天体形成

宇宙には惑星系から大規模構造に至る様々な階層の構造や天体がある。これらの天体は宇宙の進化と共に形成されて来た。本研究室ではこのような天体の多様性とその形成過程を物理的見地に基づいて包括的に理解するための理論的研究も行っている。研究方法としては、天体が形成される領域での個々の天体の形成過程を、物理素過程に基づいて詳細に調べ、その背後に潜む物理的本質を抽出することによって理解するというアプローチをとっている。

星とその集団の形成については、ガス雲の自己重力的な収縮と分裂の過程と、それに続く分裂片の成長過程を理解し、どの質量を持つ天体が、どれくらいの頻度で形成されるかということを理解することなどを目指している。その

ために、宇宙初期から現在までの多様な環境におけるガス雲の自己重力収縮過程を系統的に調べている。

例えば、連星に降り積もる質量降着流を、連星自体の形成履歴や降着流の角運動量分布も考慮して流体力学的に調べて分類し、主星と伴星の質量成長率の大小を分ける物理的条件を求めた。また、星風などによって掃き集められてきた領域からの次世代の星々が出来る過程についても、平板状、球殻状の星間ガス雲の分裂過程を自己重力や種々の流体不安定性に着目して考察することにより調べている。

星形成の途中で形成される星周円盤の成長と進化についても研究している。分子雲コアからの動的な収縮の結果としてできる自己重力的なガス円盤の形成と成長、そして角運動量の輸送を伴うその後の長時間進化を、自己相似解や数値流体力学計算を用いて調べている。ガスとダストの2成分系の進化の研究も進め、その中で惑星形成過程も明らかにしようとしている。

また、上記の天体形成過程を正しく数値計算するための計算手法についても研究している。特に宇宙流体力学を粒子を用いて計算する先進的な手法の開発と適用を進めている。

### 3 教育

#### 最近の博士論文

- Self-similar Solutions and the Stability of Dynamically Condensed Gas Layers: Towards Understanding of the Formation of Interstellar Clouds [岩崎 一成: 2010年3月]
- Collisionless Plasma Instabilities in the Supernova Remnant Shocks [大平 豊: 2010年3月]

#### 最近の修士論文

- N体シミュレーションを用いたダークマターハローの形成メカニズムの考察 [伊吹 壽元: 2008年3月]
- 相対論的效果を考慮したAGNジェットの偏光解析 [岡田 智明: 2008年3月]

- ブラックホール時空を運動する星の軌道進化と重力波 [斉藤 信行: 2008年3月]
- 準球対称モデルにおけるダークマターハローの形成メカニズム [古布 諭: 2009年3月]
- 原始惑星系円盤内のダスト層形成の安定性について [菅原 功: 2009年3月]
- パルサー星雲のスペクトル進化 [田中 周太: 2009年3月]
- 磁場を考慮した相対論的アウトフロー [吉田 訓士: 2009年3月]
- レーザー干渉計重力波検出器ネットワークによる重力波のパラメータ決定精度 [大豊 ゆかり: 2010年3月]
- 形成段階の連星への動的なガス降着 [田中 優: 2010年3月]
- ガンマ線連星における放射機構 [山口 正輝: 2010年3月]

### 4 連絡先

〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1  
 大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 (F棟 6階)  
 FAX : 06-6850-5504

E-mail address: *username*@vega.ess.sci.osaka-u.ac.jp  
 ( *username* は以下の表参照 )

URL: <http://vega.ess.sci.osaka-u.ac.jp/index.html>

	<i>username</i>		<i>username</i>
高原	takahara	吉田	yoshida
藤田	fujita	山口	yamaguchi
田越	tagoshi	大谷	ohtani
釣部	tsuribe	寺木	teraki
金	mgkim	長谷川	hasegawa
岡田	okada	楊	reimondo
田中	tanaka	木村	kimura
別所	bessho	佐野	sano

# 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター高部研究室

高部英明

## 1 構成

高部研究室では大規模レーザーを用いた宇宙模擬実験の理論的研究(提案、設計、予言、解析など)および宇宙物理固有の研究を行っている。2010年5月1日現在の構成員は以下の通り(\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)。

教授 高部英明\*

助教 Luca Baiotti

PD 加藤恒彦\*、蔵満康浩

## 2 研究

大出力高強度レーザーの技術躍進で、宇宙の様々な現象の物理条件を実験室に再現することが可能になった。レーザー宇宙物理が目指すのは宇宙の理論やシミュレーションの数理モデルの検証・改良、実験での思いがけない物理現象の発見、そして宇宙で観測されていない現象の予言である。実験スタッフや国内外の研究者と協力し、阪大や国外の大規模レーザーを利用して宇宙物理を解明する。

### 2.1 無衝突衝撃波と粒子加速の物理

超新星残骸や活動銀河核などの無衝突衝撃波では、電子や陽子が高エネルギーにまで加速され、これが宇宙線の起源となっていると考えられている。レーザー宇宙物理では大型レーザーで無衝突衝撃波を生成し、衝撃波の形成機構、粒子加速、磁場生成の物理を実験的に解明することを目指す。理論的には粒子コードを用いた大規模シミュレーションを行って、これらの物理の研究をしている。

### 2.2 X線電離非熱平衡プラズマの物理

ブラックホールなどの降着円盤では、解放された重力エネルギーがX線などに変換され、降着円盤や伴星表面の

原子や分子を電離する。このような光電離プラズマからのX線の観測を理解するためには、その統計力学的に非平衡な電離過程の物理モデルが必要である。レーザーを金などの高Z容器内面に照射することで輻射温度が100eV程度の高輝度X線源を生成でき、このX線でガスを電離して光電離プラズマの物理を研究する[1]。

### 2.3 中性子星の合体とガンマ線バースト

連星中性子星の合体は、ショート・ガンマ線バーストの起源と考えられており、また、最も強度の高い重力波源の一つと考えられている。一般相対論的な電磁流体力学のシミュレーションコードを開発し、連星中性子星の合体や合体後生成された高速回転中性子星の崩壊、降着円盤のダイナミクス、そして重力波形を中心に研究している。また、合体に伴うジェット形成の研究にも取り組み始めている。

## 3 連絡先

住所: 〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-6

電話番号: 06-6879-xxxx (xxxx は下記内線番号)

E-mail address: *username*@ile.osaka-u.ac.jp

内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通り。

	内線番号	<i>username</i>
高部	8731	takabe
Baiotti	8748	baiotti
加藤	8748	kato-t
蔵満	8742	kuramitsu-y

## 参考文献

[1] Fujioka et al., Nature Physics, 5, 821 (2009)

# 大阪工業大学 宇宙物理グループ

## 1 構成, 連絡先

大阪工業大学には, 工学部・知的財産学部(大宮キャンパス)と情報科学部(枚方キャンパス)があり, 2010年5月1日現在の構成員は以下の通り.

准教授 鳥居隆 (理論天文学宇宙物理学懇談会会員)

工学部 一般教育科

535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

phone: 06-6954-4338 (直通)

E-mail: torii@ge.oit.ac.jp

准教授 真貝寿明 (理論天文学宇宙物理学懇談会会員)

情報科学部 情報システム学科

573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

phone: 072-866-5393 (直通)

E-mail: shinkai@is.oit.ac.jp

URL: <http://www.is.oit.ac.jp/~shinkai/>

D1 山田祐太 (所属・住所は真貝と同じ)

E-mail: yamada@is.oit.ac.jp

## 2 研究

### 2.1 ブラックホールと初期宇宙論

ブラックホール物理学において, 新たな解の発見や唯一性定理, 熱力学などの研究を行っている. また, 超弦理論に基づいた高次元時空でのブラックホール解や, インフレーション, ブレイン宇宙論の研究に取り組んでいる [1].

### 2.2 一般相対論の数値計算手法

一般相対論の数値シミュレーション研究. 高次元時空における時空特異点形成問題やブラックオブジェクトの安定

性, 用いる方程式により安定性が異なる「定式化問題」などの研究を展開している [2].

## 3 教育

情報科学部真貝研究室では, 卒業研究学生・大学院学生を受け入れている. ゼミは3年後期から. 本年度は学部4年生7名. 物理が専門ではない学部のため, 可視化や教育教材の開発などもテーマとして含めている.

最近の修士論文

高次元ブラックホールの数値解析 [山田:2010年3月]

## 参考文献

- [1] Z-K Guo, N. Ohta, T. Torii, Prog. Theo. Phys. 120 (2008) 581; *ibid* 121 (2009) 253.  
N. Ohta, T. Torii, Prog. Theo. Phys. 121 (2009) 959; *ibid* 122 (2009) 1477.  
T. Torii and H. Maeda, Phy. Rev. D 72 (2005) 064007; *ibid.* 71 (2005) 124002.
- [2] Y. Yamada, H. Shinkai, Class. Quant. Grav. 27 (2010) 045012.  
H. Shinkai, J. Korean Phys. Soc. 54 (2009) 2513.  
T. Torii, H. Shinkai, Phys. Rev. D 78 (2008) 084037.  
K. Kiuchi, H. Shinkai, Phys. Rev. D 77 (2008) 044010.  
河津秀明 真貝寿明「天文教育」2008年5月号.

# 大阪産業大学教養部井上研究室

井上昭雄

## 1 構成

当研究室は、専任教員 1 名のみで構成されています。

准教授 井上昭雄\*

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下のとおりです。

**宇宙再電離** 宇宙を電離した光源を探究している。特に、星形成銀河の寄与を定量化するため、すばる望遠鏡を用いた観測を行い、非常に強く電離光子を放射する銀河を発見した [4]。これらの強い電離光子放射を説明するメカニズムとして、星雲再結合電離光子の脱出を指摘し、スペクトルモデルを提案した [1]。

**銀河間媒質** QSO 吸収線系の赤方偏移、柱密度、ドップラーパラメータの経験的分布関数を導出し、それにもとづく銀河間吸収のモンテカルロシミュレーションを行った [5]。また、銀河間ダストによる光電効果加熱率を調べ、銀河間媒質の温度、密度、UV 放射強度に依存したフィッティング関数を提案した [2]。

**原始惑星系円盤** 散乱入りの輻射輸送数値計算およびその解析的解釈モデルにより、原始惑星系円盤の温度・密度構造を議論した [3]。また、円盤表面にある雪線を氷散乱光を用いて調べる手法を提案した [6]。

## 3 教育

経済学部・経営学部の一般教養科目「宇宙科学」として、天文学全体を概観する内容の講義を行なっています。他に

工学部 1 回生向けの物理学 (力学、熱学、波動) および物理学実験を担当しています。卒業研究指導や大学院はありません。また以前、天文学に強い関心のある学生の希望により、物理学・天文学の課外指導を行ない、学部生向けのすばる望遠鏡セミナーに派遣しました。

## 4 連絡先

住所：〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3 - 1 - 1

電話番号：(代表) 072-875-3001 (内線 4210)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.las.osaka-sandai.ac.jp/inoue/index.html) でも得られます (<http://www.las.osaka-sandai.ac.jp/inoue/index.html>)。

また E-mail address は、

`username@las.osaka-sandai.ac.jp`

です。username は `akinoue` です。

## 参考文献

- [1] A. K. Inoue, MNRAS, 401, 1325 (2010)
- [2] A. K. Inoue, H. Kamaya, EP & S, 62, 66 (2010)
- [3] A. K. Inoue, A. Osaka, T. Nakamoto, MNRAS, 393, 1377 (2009)
- [4] I. Iwata, A. K. Inoue, et al., ApJ, 692, 1287 (2009)
- [5] A. K. Inoue, I. Iwata, MNRAS, 387, 1681 (2008)
- [6] A. K. Inoue, M. Honda, T. Nakamoto, A. Oka, PASJ, 60, 557, (2008)

# 大阪教育大学 教育学部 教員養成 地学 天文学研究室

福江純

## 1 構成

天文学研究室では、主として降着円盤や宇宙ジェットなど、ブラックホール周辺の活動的天体現象の研究を行っている。2007年5月1日現在の構成員は以下の通り。なお、大学院は修士課程までだが、京都大学や筑波大学など他大学へのDr編入例はときおりある。

教授 福江 純\*

M2 住友那緒子

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

最近のものは、[1][2][3] [8][9] などがある。2005年から相対論的輻射流体力学に“まじめに”取り組み初めて [4][5][6]、モーメント定式化の修正提案 [7] や相対論的亜光速流の解析を進め [11]、相対論的領域における輻射輸送問題も考えはじめている [10][12]。

## 3 教育

最近の修士論文

- 熱的不安定中の降着円盤のスペクトル [川田明寛:2006年3月]
- ブラックホール降着円盤から吹く高密度風の見え方 [西山晋史:2007年3月]
- 相対論的輻射輸送流の理論的研究 [秋月千鶴:2007年3月]

## 4 連絡先

住所：〒582-8582 柏原市旭ヶ丘 4-698-1

電話番号：072-978-3387

当研究室についての最新の情報は (<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/>)。また E-mail address は、  
fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp  
です。

## 参考文献

- [1] Fukue J. 2005, PASJ 57, 691
- [2] Watarai K., Ohsuga K., Takahashi R., Fukue J. 2005, PASJ 57 513
- [3] Watarai K., Takahashi R., Fukue J. 2005, PASJ 57, 827
- [4] Fukue J. 2005, PASJ 57, 841
- [5] Fukue J. 2005, PASJ 57, 1023
- [6] Fukue J. 2006, PASJ 58, 187
- [7] Fukue J. 2006, PASJ 58, 461
- [8] Akizuki C., Fukue J. 2006, PASJ 58, 469
- [9] Kawata A., Watarai K., Fukue J. 2006, PASJ 58, 477
- [10] Fukue J. 2006, PASJ 58, 1039
- [11] Fukue J., Akizuki C. 2006, PASJ 58, 1073
- [12] Fukue J. 2007, PASJ 59, in press

# 京都大学理学部天体核研究室

瀬戸直樹

## 1 構成

京都大学理学部天体核研究室は、正式には京都大学大学院理学研究科物理学宇宙物理学専攻物理学第二分野天体核物理学研究室です。研究室では、宇宙に関連ある物理過程全てを研究対象としており、その分野は数理物理学に近い重力理論から観測に密着した天体物理学まで多岐に渡ります。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 中村卓史\*

准教授 早田次郎\* 白水徹也\* 大向一行\*

助教 山田良透\* 瀬戸直樹\*

PD 井上進\* 細川隆史\*

D3 佐藤真希 筒井亮 吉川真

D2 櫻山和己\* 高本亮 前田悟志\* 八木絢外\*

D1 大橋勢樹 鈴木良拓 高橋智洋 水野良祐 渡辺晶明\*

M2 稲吉恒平 北川仁史 仏坂健太

M1 高橋実道 仲内大翼 野村紘一

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

我々の研究室では宇宙に関連した現象のうち、物理学の手法が適用できるものすべてを研究対象としています。具体的な研究室としての活動は、研究室の構成員全員で行っているコロキウム、ランチセミナーを中心にしていますが、他の研究機関（基研、人環、阪大など）との横断ゼミ

や共同研究なども盛んです。また年2回中間発表会と題する各個人の研究の進展状況を報告する研究会を行っています。最近の研究テーマは以下のようになります。参考文献として2009年度に出版された論文の一部を挙げておきます。

**Astrophysics** 天体物理学は基礎物理学を用いて宇宙における種々の構造の起源・進化を研究する学問であり、あらゆる物理学の応用対象となっています。我々の研究姿勢の特徴は、観測結果等に基づく経験則などに依存することなく、基礎物理学から演繹的に理論を構築するという姿勢を貫いて研究を進めることです。このやり方は多少効率が悪い場合もありますが、時間が経過しても価値を失わない首尾一貫した理論的研究成果を残すためには必須だと考えています。また、宇宙における物理現象はしばしば極端な環境（高真空や超高密度、超高温など）で起こります。さらに超強度の電磁場や、ニュートンの万有引力の法則があからさまに破綻するような非常に強い重力場なども現れます。このような環境での物理学を研究することは、地球では実現が困難な現象を通じて、(実験科学である)物理学において新しい領域を開拓するという重要な役割も担っています。我々の研究室では、基本的に自ら興味を持ったテーマを自由に研究しており、ガンマ線バーストから初期天体形成に至るまで広範な課題を、解析的方法やスーパーコンピューターを用いて取り組んでいます。主に天体物理学の理論的研究を行っていますが、セミナーや共同研究を通じて、実験・観測グループとの交流も盛んです。

**Cosmology** 宇宙論は、物理学を用いて宇宙初期から現在に至る宇宙の歴史を明らかにしようという学問です。現在の宇宙論は、インフレーションからビッグバンへと繋がる標準モデルが観測的に検証されつつあり、精密科学としての立場を確立しつつあります。他方で、ダークマター



やダークエネルギー問題などの基礎的な問題は解決の糸口さえ見つからないといった状況にあります。今後、観測の発展に伴い膨大な観測データの蓄積が期待できます。このような観測事実を視野に入れつつ、宇宙論の基礎的な問題の解決を我々は目指しています。宇宙論の研究では、バリオン生成、ダークマター問題、ダークエネルギー問題、宇宙の初期密度ゆらぎ、重力理論の精密測定など、様々な要素が絡み合うなかから、整合的なモデルを作っていくことが必要とされています。したがって、宇宙論では様々な視点、そして広い視野を持つことが重要となります。本研究室では、プロジェクト的に研究を進めるのではなく、各人が自らの意思で興味ある重要な課題を追求することを推奨しています。また、近隣の研究機関との連携も緊密です。結果として、かなり多様で広範な研究領域がカバーされています。観測の進展のみならず、近年は素粒子論から理論的に触発された新たな研究分野も、開かれてきています。その代表的なものがブレーンワールドシナリオです。このような新しいものに関しては基礎的なことがらを明らかにしていく中で面白い発見が次々に生まれてきています。ブレーンワールドに代表されるように、境界領域との相互作用のなかから新しい研究領域を発掘していこうという活気が本研究室にはあります。宇宙論には、基本的なことで判っていないことがまだまだ沢山あるという状況にあり、本研究室では毎日のように活発な議論が行われています。

**Gravity** 現在、世界的に重力波観測プロジェクトが進められています。日本でも、LCGT や DECIGO といった将来計画が進むことが期待されています。重力波源としてはコンパクト星を伴う多様な天体現象が候補となります。代表的なものとして、銀河中心核の合体、連星中性子星の合体や、超新星爆発などが挙げられます。このような現象からの波形の予測に関しては、本研究室では比較的小さい距離が離れた連星系について、ブラックホール摂動論を用いた解析的なアプローチによる研究を主として進めています。波形の研究ばかりでなく、重力波の観測に伴ってどのような新しい天文学が可能になるかも重要な研究課題のひとつです。0.1Hz 帯のスペース重力波干渉計の提案に始まり、関連する様々な研究もなされてきました。また、新たな重力波源の候補を提案するということも重要な

研究課題です。過去にはブラックホール MACHO 連星が提案されたり、近年ではブラックホールの二次的準固有振動などが議論されています。また、宇宙論起源の重力波の研究も進められています。一方、重力理論そのものが一般相対論とは異なっている可能性についての理論的研究も精力的に進められています。

### 3 教育

#### 最近の博士論文

- Numerical Approach to Strong Gravity in Higher-Dimensional Warped Spacetime [棚橋典大: 2010年3月]
- Diversity of Disk-Planet Interaction [武藤恭之: 2010年3月]
- Stability Analysis of Higher Dimensional Rotating Black Holes [村田佳樹: 2010年3月]

#### 最近の修士論文

- ブレーン上に局在する極限ブラックホール [鈴木良拓: 2010年3月]
- ホーキング輻射に対する非線形効果 [高橋智洋: 2010年3月]
- Penrose 不等式を用いた重力崩壊現象に関する研究 [水野良祐: 2010年3月]
- 非等方インフレーション [渡辺晶明: 2010年3月]

### 4 連絡先

住所: 〒 606-8502 京都市左京区北白川追分町京都大学理学部物理学第二教室天体核研究室天体核研究室についての最新の情報は [www](http://www-tap.sephys.kyoto-u.ac.jp/) でも得られます (<http://www-tap.sephys.kyoto-u.ac.jp/>)。

電話番号はダイヤルイン方式で、075-753-xxxx 番です。

また E-mail address は、username @tap.scphys.kyoto-u.ac.jp です。

スタッフの内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
中村	3831	takashi
早田	6790	jiro
白水	3882	shiromizu
大向	3840	omukai
山田	3844	yamada
瀬戸	3885	seto

なお、部屋割は毎年変更されますので、各人の内線番号は掲載しません。WWW で最新の情報を提供しておりますので、御参照下さい。

## 参考文献

- [1] “Orbital Evolution of a Particle Interacting with a Single Planet in a Protoplanetary Disk,” Takayuki Muto and Shu-ichiro Inutsuka, *Ap. J.* **695**, (2009) 1132.
- [2] “Local Linear Analysis of Interaction Between a Planet and Viscous Disk and an Implication on Type I Planetary Migration,” Takayuki Muto and Shu-ichiro Inutsuka, *Ap. J.* **701**, (2009) 18.
- [3] “Warped AdS<sub>5</sub> Black Holes and Dual CFTs,” K. Murata, T. Nishioka and N. Tanahashi, *Prog. Theor. Phys.* **121** (2009) 941.
- [4] “Asymptotic flatness at spatial infinity in higher dimensions,” K. Tanabe, N. Tanahashi and T. Shiromizu, *J. Math. Phys.* **50** (2009) 072502.
- [5] “Floating Black Hole in the Karch-Randall Model and its Holographic Dual,” N. Tanahashi and T. Tanaka, *Prog. Theor. Phys.* **123** (2010), 369.
- [6] “Low-Metallicity Protostars and the Maximum Stellar Mass Resulting from Radiative Feedback: Spherically Symmetric Calculations,” T. Hosokawa and K. Omukai, *ApJ* **703** (2009), 1810.
- [7] “Star Formation in Relic H II Regions of the First Stars: Binariness and Outflow Driving,” M. N. Machida, K. Omukai and T. Matsumoto, *ApJ* **705** (2009), 64.
- [8] “Binary formation with different metallicities: dependence on initial conditions,” M. N. Machida, K. Omukai, T. Matsumoto and S.-I. Inutsuka, *MNRAS* **399** (2009), 1255
- [9] “Dust coagulation in star formation with different metallicities,” H. Hirashita and K. Omukai, *MNRAS* **399** (2009), 1795.
- [10] “Star formation triggered by supernova explosions in young galaxies,” T. Nagakura, T. Hosokawa and K. Omukai, *MNRAS* **399** (2009), 2183.
- [11] “Metals, dust and the cosmic microwave background: fragmentation of high-redshift star-forming clouds,” R. Schneider and K. Omukai, *MNRAS* **402** (2010), 429.
- [12] “Instability of Small Lovelock Black Holes in Even-dimensions,” T. Takahashi and J. Soda, *Phys. Rev. D* **80** (2009), 104021.
- [13] “Chiral Primordial Gravitational Waves from a Lifshitz Point,” T. Takahashi and J. Soda, *Phys. Rev. Lett.* **102** (2009), 231301.

- [14] “Stability of Lovelock Black Holes under Tensor Perturbations,”  
T. Takahashi and J. Soda, *Phys. Rev. D* **79** (2009), 104025.
- [15] “Primordial magnetic fields from second-order cosmological perturbations:Tight coupling approximation,”  
S. Maeda, S. Kitagawa, T. Kobayashi and T. Shiromizu, *Class. Quant. Grav.* **26** (2009), 135014.
- [16] “Primordial magnetic field from non-inflationary cosmic expansion in Horava-Lifshitz gravity,”  
S. Maeda, S. Mukohyama and T. Shiromizu, *Phys. Rev. D* **80** (2009), 123538.
- [17] “Quantum Back Reaction to asymptotically AdS Black Holes,”  
K. Kashiwara, N. Tanahashi, A. Flachi and T. Tanaka, *JHEP* **01** (2010), 099.
- [18] “DECIGO pathfinder.,”  
M. Ando, S. Kawamura, S. Sato, T. Nakamura *et al.*, *Class. Quantum Grav.* **26** (2009), 094019.
- [19] “DECIGO and DECIGO Pathfinder,”  
M. Ando, S. Kawamura, N. Seto, S. Sato, T. Nakamura *et al.*, *Class. Quantum Grav.* (2010) (in print).
- [20] “Inflationary Universe with Anisotropic Hair,”  
M. a. Watanabe, S. Kanno and J. Soda, *Phys. Rev. Lett.* **102** (2009), 191302.
- [21] “Dust-dust collisional charging and lightning in protoplanetary discs,”  
T. Muranushi, *MNRAS* **401** (2010), 2641.
- [22] “Demagnified GWs from Cosmological Double Neutron Stars and GW Foreground Cleaning Around 1Hz,”  
N. Seto, *Phys. Rev. D* **80** (2009), 103001.
- [23] “Search for Memory and Inspiral Gravitational Waves from Super-Massive Binary Black Holes with Pulsar Timing ,”  
N. Seto, *MNRAS*, **400** (2009), L38.
- [24] “Non-Gaussianity analysis of GW background made by short-duration burst signals,”  
N. Seto, *Phys. Rev. D* **80** (2009), 043003.
- [25] “Lithium Abundances of Extremely Metal-Poor Turnoff Stars,”  
W. Aoki, P. S. Barklem, T. C. Beers, N. Christlieb, S. Inoue, A. E. García Pérez, J. E. Norris and D. Carollo, *Astrophys. J.*, **698** (2009), 1803.
- [26] “Prompt High-Energy Emission from Proton-Dominated Gamma-Ray Bursts,”  
K. Asano, S. Inoue and P. Mészáros, *Astrophys. J.*, **699** (2009), 953.
- [27] “ ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$  estimates for metal-poor stars,”  
A. E. García Pérez, W. Aoki, S. Inoue, S. G. Ryan, T. K. Suzuki M. Chiba, *Astron. Astrophys.*, **504** (2009), 213.
- [28] “Static black hole uniqueness and Penrose inequality,”  
R. Mizuno, S. Ohashi and T. Shiromizu, *Phys. Rev. D* **81** (2010), 044030.
- [29] “Cosmological constraints from calibrated Yonetoku and Amati relation suggest fundamental plane of gamma-ray bursts,”  
R. Tsutsui, T. Nakamura, D. Yonetoku, T. Murakami, Y. Kodama, and K. Takahashi, *Journal of Cosmology and Astro-Particle Physics*, **8** (2009), 15.
- [30] “Constraining alternative theories of gravity by gravitational waves from precessing eccentric compact binaries with LISA,”  
K. Yagi and T. Tanaka, *Phys. Rev. D* **81** (2010), 064008.

# 京都大学大学院理学研究科・宇宙物理学教室・理論グループ

野村英子

## 1 構成

京都大学宇宙物理学教室・理論グループでは、ブラックホール、降着円盤、観測的宇宙論、銀河など宇宙における構造の形成と進化、高エネルギー宇宙物理学、星・惑星系形成などの様々な分野で主に理論的な研究を進めています。観測グループとの連携も重視しています。平成22年5月20日現在の構成員は以下の通りです。

教授 嶺重 慎\*

准教授 戸谷 友則\*

助教 野村 英子\*

PD 中里 健一郎\*、Dominikus Heinzeller

D3 新納 悠\*

D2 井上 芳幸\*、住吉 昌直

D1 真喜屋 龍

M2 奥村 純、田村 隆哉、眞榮田 義臣、Alexander Jenner

M1 石川 敬視、片岡 章雅、Masyhur Hilmy

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

嶺重グループでは、ブラックホール降着流全般、特に、降着流スペクトル理論、磁気・放射流体シミュレーション、時間変動モデルなどに関する研究を行っている。理論研究が主であるが、理論検証のための観測データ解析に基づく

研究も行っている。また京大、広島大の観測グループと共に、高速分光システムを開発し、広島大学天文台において観測を実行中である。最近の主な研究成果に以下のものがある。(1) ブラックホール降着流の、輻射流体力学に磁気流体力学を組み合わせた大局的シミュレーションを行い、同じコードで、3つの異なる降着流モード(RIAF、標準降着円盤、超臨界降着流)を、密度パラメータを変化させることで再現することに成功した。いずれの場合も、無視できない量のガスがアウトフローででていくこと、磁場がその収束に有効であることを示した[1]。(2) 活動銀河核やX線連星系からの放射にみられる特異な変動を説明するモデルとして、太陽フレアモデルをベースに、磁場の誘導方程式に基づくセルオートマトンモデルを提唱した。このモデルは、複雑な光度変動、べき型のパワースペクトル、対数正規分布型の光度の頻度分布など、観測で得られた変動の基本特性を再現した。本研究により、ブラックホール光度変動の起源が、太陽フレアと同様、磁場のリコネクションによるエネルギー散逸にあることがますます確かになった。

戸谷グループでは、ビッグバン宇宙論、銀河形成、高エネルギー宇宙物理学(超新星、ガンマ線バースト、活動銀河)などの分野で研究を進めている。最先端の観測データやプロジェクトと密接に連携しながら理論研究を進めることを心がけている。最近進めている研究やプロジェクトは以下の通り。(1) すばる望遠鏡の新観測装置 FMOS で大規模銀河分光サーベイを行い、ダークエネルギーの性質を明らかにする計画を推進している。(2) すばる望遠鏡によるガンマ線バーストの追観測チームに参加し、ガンマ線バーストによる超遠方(初期)宇宙探査を進めている[2]。(3) すばる望遠鏡などで見つかった最遠方ライマン輝線銀河の理論モデルを構築し、最新データと比較して銀

河形成に関する新たな知見を得る [3]。(4) すばる望遠鏡による遠方超新星探査に参加し、超新星発生頻度の理論解析などから、超新星の起源や銀河進化史の解明に挑む [4]。(5) 活動銀河や星形成銀河からのガンマ線放射の理論研究を進め、宇宙ガンマ線背景放射や宇宙線の起源解明に挑む。特に、最新のフェルミ宇宙望遠鏡のデータと比較できる最新理論モデルの確立や、次世代超高エネルギーガンマ線望遠鏡 CTA のデザインスタディへの貢献を行っている [5]。

野村グループでは、星・惑星系形成に関する理論的研究、特に、ガス散逸やダストの合体成長・沈殿過程といった原始惑星系円盤の進化に関する研究を行っている。また星間化学の観点より、分子の化学的・分光学的特性を利用して、星・惑星系形成過程を分子輝線の観測からどのように検証できるかに関する研究も行っている。最近の研究成果として以下のようなものがある。(1) 原始惑星系円盤からの近赤外線水素分子輝線観測と円盤内ダスト進化: 原始惑星系円盤内ダスト進化は、惑星形成に繋がる重要な過程である。本研究では、すばる望遠鏡 IRCS + AO188 による観測とダスト合体成長の数値計算に基づき、ガス降着流が円盤上層部に小さなダストを供給し、一方で赤道面のダスト密度を上昇させ微惑星形成に寄与する可能性を示唆した。(2) 原始太陽系円盤における炭素ダストの燃焼: 高温ガス中での炭素ダストの酸化反応計算に基づき、中心星からの紫外線、X 線照射により加熱された円盤表層部における炭素ダストの酸化が、地球や小惑星帯における炭素欠乏に影響を及ぼした可能性を示唆した [6]。その他にも、(3) ダスト蒸発分子の気相における寿命を利用した、円盤内ガス降着流の大型ミリ波・サブミリ波干渉計アルマによる観測的検証可能性 [7] (4) ハーシェル宇宙望遠鏡による [OI], [CII] 輝線観測とモデル計算による円盤ガス散逸過程の観測的検証などに関する研究を行っている。

### 3 教育

最近の博士論文

- The Cosmic Evolution of Supernova Rate Density:

Implications for the Galaxy Evolution and the Origin of Type Ia Supernova [織田 岳志: 2008 年 3 月]

- Lyman Alpha Emitters in Hierarchical Galaxy Formation [小林 正和: 2008 年 3 月]
- Accretion Flow and Wind around Compact Objects: Structure, Spectra, and Time Variations [川畑 亮二: 2010 年 3 月]
- Emission Properties of Supercritical Accretion Flows in Galactic Microquasar GRS 1915+105 and the implication on the Study of Ultraluminous X-ray Sources [Kiki Vierdayanti: 2010 年 3 月]

最近の修士論文

- 将来のバリオン振動探査サーベイへの示唆 [大重 俊輔: 2008 年 3 月]
- 初代天体形成の重力不安定性に対する IGM 高速流入の影響について [佐谷 哲: 2008 年 3 月]
- 銀河中での暗黒物質ミニハローの潮汐破壊 [塩田 了: 2008 年 3 月]
- 母銀河の性質から探るガンマ線バーストの起源 [新納 悠: 2008 年 3 月]
- フェルミ時代における宇宙ガンマ線背景放射と活動銀河中心核 [井上 芳幸: 2009 年 3 月]
- バリオン振動探査によるダークエネルギーの研究 [住吉 昌直: 2009 年 3 月]
- 大局的輻射磁気流体シミュレーションデータに基づくブラックホール降着流・噴出流の研究 [竹内 駿: 2010 年 3 月]
- 銀河・銀河団における宇宙線加速 [真喜屋 龍: 2010 年 3 月]

## 4 連絡先

宇宙物理学教室の連絡先と最新の情報はウェブページ (<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/index-j.html>) をご覧下さい。

## 参考文献

- [1] Ohsuga, K., Mineshige, S., Mori, M., Kato, Y. “Global Two-dimensional Radiation- Magnetohydrodynamic Simulations of Black Hole Accretion Flow and Outflow; Unified Model of Three Distinct States”, PASJ, 61, L7 (2009)
- [2] Totani, T. et al. “Implications for Cosmic Reionization from the Optical Afterglow Spectrum of the Gamma-Ray Burst 050904 at  $z = 6.3$ ”, Publications of the Astronomical Society of Japan, 58, 485-498 (2006)
- [3] Kobayashi, Masakazu A. R.; Totani, Tomonori; Nagashima, Masahiro “Lyman Alpha Emitters in Hierarchical Galaxy Formation II. UV Continuum Luminosity Function and Equivalent Width Distribution”, The Astrophysical Journal, Volume 708, 1119-1134 (2010).
- [4] Totani, T.; Morokuma, T.; Oda, T.; Doi, M.; Yasuda, N. “Delay Time Distribution Measurement of Type Ia Supernovae by the Subaru/XMM-Newton Deep Survey and Implications for the Progenitor”, Pub. Astron. Soc. Jpn., 60, 1327-1346 (2009)
- [5] Inoue, Yoshiyuki; Totani, Tomonori “The Blazar Sequence and the Cosmic Gamma-Ray Background Radiation in the Fermi Era”, The Astrophysical Journal, 702, 523-536 (2009)
- [6] Nomura, H., Aikawa, Y., Nakagawa, Y., Millar, T.J. “Effects of Accretion Flow on the Chemical Structure in the Inner Regions of Protoplanetary Disks”, A&A, 495, 183 (2009)
- [7] Lee, J.-E., Bergin, E.A., Nomura, H. “The Solar Nebula on Fire: A Solution to the Carbon Deficit in the Inner Solar System”, ApJ, 710, L21 (2010)

# 京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ

柴田大、平松尚志

## 1 概要

本研究所は京都大学湯川記念館の開館を礎に、1953年8月に本邦初の全国共同利用研究所として創設された。その後1990年6月に広島大学理論物理学研究所(1944年設立)と合併し、大別して宇宙、素粒子、原子核、物性(生物物理を含む)の4分野を有する本邦唯一の理論物理学の総合研究所として再発足して現在に至っている。合併当初は旧広大理論研究所からは宇治キャンパスに在勤したが、1995年7月に北白川地区に竣工した新研究棟への集約をもって実質的な統合が実現した。

本研究所は創立以来、全国の研究者グループに支えられて共同利用研究所のあるべき姿を追求してきた。研究所の運営、研究活動に全国の研究者の意見を反映させるため、特に次の委員会が設けられている。

運営協議委員会 人事を含む運営の重要事項について所長の諮問に応じる

共同利用運営委員会 研究所運営の基本方針、共同利用の研究計画(研究会等)を審議する

以上いずれも、研究者グループの推薦する所外委員12~15名と所内委員8名および所長により構成され、宇宙関係の所外委員2名(場合によっては3名)は理論天文学宇宙物理学懇談会が会員の投票に基づいて選出している。

共同利用の一形態として毎年20件前後の公募研究会が開かれている。近年は国際会議および国際滞在型研究会の開催も積極的に行っている。なお、理論懇が主体となったシンポジウム(理論懇シンポジウム)がこれまでに7回(1991, 1993, 1995, 1998, 2000, 2003, 2005年度)、本所において開催された(2010年度も開催予定)。

## 2 構成

2010年6月30日現在の宇宙分野の構成員(長期在籍者)は次の通り(\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)。

教授 佐々木 節\*、柴田 大\*、田中 貴浩\*

准教授 長滝 重博\*

PD Arroja, Frederico, Doukas, Jason Andrew, Flachi, Antonino, 木内 建太\*、木下 俊一郎\*、佐合 紀親\*、諏訪 雄大\*、棚橋 典大\*、西澤 篤志\*、平松 尚志\*、柳 哲文\*

D3 丹澤 優、青井 順一、山内 大介\*

D2 大川 博督、久徳 浩太郎\*、田辺 健太郎\*、成子 篤

M2 磯山 総一郎、高麗 雄介、杉村 和幸、Doeleman, Yuri

M1 高橋 智嗣

## 3 研究

各構成員は所内外の研究者との協力により、宇宙物理学および宇宙論のさまざまな分野において活発に研究を進めている。具体的な研究分野は、インフレーション宇宙モデル、初期宇宙論、観測的宇宙論、高次元重力理論、ブレーンワールドモデル、AdS/CFT対応、重力波放射理論、ブラックホール摂動論、数値相対論、超新星爆発、ガンマ線バースト理論、コンパクト連星の合体、重力崩壊によるブラックホールの形成、相対論的磁気流体シミュレーション、超高エネルギー宇宙線放射、粒子加速理論などである。数値シミュレーションを用いた研究もな

されている。詳しくは、<http://www.yukawa.kyoto-u.ac.jp/contents/labs/astro.html> および各々のホームページを参照されたい。

## 4 教育

宇宙分野では毎年数名の大学院生を物理学第二教室から受け入れている。修士1年時には、宇宙物理学および宇宙論を広くかつ深く学習することが推奨される。教育活動(セミナー、授業など)は、物理学第二分野天体核研究室と協力して行なっている。天体核研究室および宇宙物理学教室の教員や学生との交流および共同研究も推奨されている。

最近の博士論文

- Theory of X-ray Emissions from Black Hole Accretion Disks with Coronae [川中 宣太:2008年3月]
- 非線形曲率ゆらぎの非ガウス性に対する Gradient expansion の手法 [田中 義晴:2009年3月]
- Transient Ultrahigh-Energy Cosmic-Ray Sources and Associated Neutrinos and Photons [村瀬 孔大:2010年3月]

最近の修士論文

- 高次元次元ブレーンワールドシナリオの定式化に向けて [山内 大介:2008年3月]
- 一般相対論の初期値方程式とその高次元化に関する考察 [丹澤 優:2008年3月]
- Gauss-Bonnet Brane World の接続条件について [京谷 雅史:2008年3月]
- 衝撃波の速度によらずに適用可能な衝撃波加速理論に関する研究 [青井 順一:2008年3月]
- Inflation 起源の非ガウス性について [成子 篤:2009年3月]
- 漸的に平坦な高次元時空の漸近構造 [田辺 健太郎:2009年3月]

## 5 連絡先

住所: 〒 606-8502 京都市左京区北白川追分町  
 電話番号: 075-753-7000 (事務), -7010 (FAX),  
 -xxxx (下記内線)

WWW: <http://www.yukawa.kyoto-u.ac.jp>

E-mail: [username@yukawa.kyoto-u.ac.jp](mailto:username@yukawa.kyoto-u.ac.jp)

内線番号 (xxxx) と *username* は次の通り。

	内線番号	<i>username</i>
佐々木	7043 (FAX 7071)	misao
柴田	7017	mshibata
田中	7018	tanaka
長滝	7019	nagataki
Arroja	7064	arrojaf
Doukas	7055	jasonad
Flachi	7064	flachi
木内	7069	kiuchi
木下	7063	kinosita
佐合	7063	sago
諏訪	7069	suwa
棚橋	7063	tanahasi
西澤	7063	anishi
平松	7069	hiramatz
柳	7065	yoo
丹澤	7064	tanzawa
青井	7066	aoi
山内	7064	yamauchi
大川	7066	okawa
久徳	7065	kyutoku
田辺	7064	tanabe
成子	7066	naruko
磯山	7060	isoyama
高麗	7060	korai
杉村	7060	sugimura
Doeleman	7060	youri
高橋智嗣	7060	tomotugu



# 滋賀大学教育学部数理情報研究室

穂積俊輔

## 1 構成

当研究室は、教育学部情報教育課程理数情報コースに所属している。2010年5月1日現在の構成員は以下の通り。

教授 穂積 俊輔\*

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

円盤銀河の渦状構造 [3]、および、円盤銀河の力学的安定性とその進化や、楕円銀河の中心部で観測されているカスプの形成 [4] など、無衝突恒星系力学の問題を数値シミュレーションによって研究している。特に、系の密度とポテンシャルを直交関数系で展開することによってポアソン方程式を解く SCF 法 (Self-Consistent Field Method) を用いて数値計算を行っており、この方法で、銀河中心に存在する大質量ブラックホールによる棒状構造消失の問題を調べた [1, 2]。最近、3次元円盤を SCF 法で計算するコードを開発したので、このコードを円盤・バルジ・ハローの各成分を自己重力系とする円盤銀河に適用し、その力学進化を明らかにしたいと考えている。

## 3 教育

隔年で1学期間、全学教養科目として宇宙科学を講義している。通常は、理数情報コースの学生を対象に、天文学関連の講義と演習を行っている。ただし、コースの理念が情報科学や情報教育についての豊富な知識や情報技術を持った学生を育成することにあるため、天文学が中心では

なく、コンピュータ応用の一つとして天文シミュレーションを行っているという位置づけである。

## 4 連絡先

住所：〒520-0862 大津市平津 2-5-1

電話番号：077-537-7835 (直通)

FAX: 077-537-7840

E-mail: hozumi@edu.shiga-u.ac.jp

## 参考文献

- [1] S. Hozumi and L. Hernquist, “Destructible Bars by Massive Central Black Holes”, ASP Conf. Series, 399, 425-426 (2008)
- [2] S. Hozumi and L. Hernquist, “Secular Evolution of Barred Galaxies with Massive Central Black Holes”, PASJ, 57, 719-731 (2005)
- [3] S. Hozumi, “Pitch Angle of Spiral Galaxies as Viewed from Global Instabilities of Flat Stellar Disks”, Lecture Notes in Physics, 626, 380-386 (2003)
- [4] S. Hozumi, A. Burkert, and T. Fujiwara, “The origin and formation of cuspy density profiles through violent relaxation of stellar systems”, MNRAS, 311, 377-384 (2000)

# 甲南大学理工学部物理学科理論宇宙研究室

富永望

## 1 構成

甲南大学理工学部物理学科理論宇宙研究室は、理論宇宙物理学の研究を行っており、2010年4月1日現在の構成員は以下の通りです。

特別客員教授 佐藤文隆\*

准教授 須佐元\*

講師 富永望\*

院生 柴田友 (M2)、土井健太郎 (M2)、柴田三四郎 (M1)

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では以下のような初代天体形成・銀河形成の研究、超新星爆発・ガンマ線バーストの研究を行っています。

- 初代星からの輻射圧による種磁場の生成 [1]
- 種族 III.2 星の質量およびその形成条件 [2]
- 初代超新星爆発からのフィードバック効果 [3]
- 背景紫外光中での円盤銀河における星形成 [4]
- 超新星の輻射流体計算による多波長光度曲線 [5]
- 超新星元素合成からガンマ線バースト爆発機構への制限 [6]
- 多波長観測を用いた超新星爆発の親星の解明 [7, 9]
- ジェット状超新星爆発における流体力学・元素合成 [8]
- 種族 III 超新星爆発と宇宙初期の元素組成 [8]

より具体的な研究内容については e-mail にてお問い合わせください。

## 3 教育

- Analyses of Astrophysical Nucleosynthesis by New Methods [山本 一幸: 2009年3月, 博士論文]
- 初代星による宇宙の初期磁場の生成 [安藤 征史: 2010年3月, 修士論文]

## 4 連絡先

住所: 〒 658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1

電話番号: 078-435-2484 (須佐) 2482 (FAX/富永)

E-mail address: susa@konan-u.ac.jp (須佐)

tominaga@konan-u.ac.jp (富永)

WWW: <http://tpweb2.phys.konan-u.ac.jp/>

## 参考文献

- [1] Ando, M., Doi, K., & Susa, H. 2010, in press
- [2] Susa, H., et al. 2009, ApJ, 702, 480
- [3] Sakuma, M., & Susa, H. 2009, ApJ, 698, 155
- [4] Susa, H. 2008, ApJ, 684, 226
- [5] Tominaga, N., et al. 2009, ApJL, 705, L10
- [6] Maeda, K., & Tominaga, N. 2009, MNRAS, 394, 1317
- [7] Tanaka, M., Tominaga, N., et al. 2009, ApJ, 692, 1131
- [8] Tominaga, N. 2009, ApJ, 690, 526
- [9] Tominaga, N., et al. 2008, ApJ, 687, 1208

# 広島大学宇宙物理学研究室

木坂将大

## 1 構成

2010年5月現在の構成員は以下の通りです。

教授 小嶋康史\*

准教授 山本一博\*

助教 (山崎さんが3月末で転出)

D3 羽原雄太、佐藤貴浩\*

D2 木坂将大\*、成川達也\*

D1 中村元\*

M2 格和純、加藤祐悟、木村蘭平、矢野竜之介、山本潤輝

M1 西垣伸彰

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では、天体物理学、宇宙論、相対論に関する研究を主に行っています。具体的内容については以下の通りです。出版論文については末尾に挙げた研究室のホームページから参照ください。

相対論的天体現象

ブラックホールの存在の観測的証拠は確かになっている。このような天体の重力は非常に強く、一般相対論を用いた取扱いが必要である。ブラックホールそのものを観測することは不可能だが、周りの物質

の運動に大きく影響を与える。我々は、降着円盤の形成と進化、あるいは安定性に現れるブラックホールの特徴を理論的に研究している。また、コンパクト天体の形成や変動現象についても研究している。動的な過程には重力波の発生が伴い、将来観測されるべき重力波に如何に物理的情報が含まれるかを探求している。

パルサーやマグネターの磁気圏構造

パルサー(強磁場をもつ回転中性子星)が発見されて約40年になる。外部へのエネルギー輸送過程には、強磁場と回転が重要な物理的要因として考えられているが、不明な点も数多い。マグネターはパルサーよりさらに強い磁場をもっていると示唆される天体であり、バースト現象を示す。我々は、このような天体の磁気圏構造の解明を相対論的二流体モデルの数値シミュレーションを通じて行っている。

観測的宇宙論と暗黒エネルギー

宇宙背景放射の観測や大規模銀河サーベイに代表される宇宙論的観測は、近年大きく進展している。これらの観測に基づいて浮かび上がってきた宇宙像は、宇宙初期にインフレーションと呼ばれる時代があったことや、宇宙が暗黒物質、さらに暗黒エネルギーと呼ばれる未知の構成要素を含むことを強く示唆する。我々は、観測的宇宙論に基づいてこのような宇宙像を検証するための理論的研究を行っており、特に宇宙の大規模構造の精密な定量化から暗黒エネルギーの探求を続けている。

### 膨張宇宙での量子場の基礎研究

宇宙背景放射の温度揺らぎや銀河の大規模構造の起源をインフレーション期の量子揺らぎに基づいて説明する考え方が、観測を説明できる宇宙の標準的モデルに取り込まれている。これは、初期宇宙という状況下での量子物理を宇宙論的観測と比較し検証できるかもしれない極めて興味深いテーマである。我々は、曲がった時空での量子場の理論を基礎として、インフレーション期に生まれる揺らぎの性質や、観測との関わりを調べている。また、この研究の応用として、加速荷電粒子からの放射の問題を曲がった時空での量子場理論の枠組みを用いて調べる研究等も行っている。

### 重力レンズ現象

一般的に重力レンズ現象とは、天体の生み出す重力場によって光の経路が歪められ、光源天体の増光、変形、多重像等を引き起こす現象である。これまでに多くの研究の蓄積があるが、我々は、比較的未開拓の重力レンズ現象における波動効果に着目した理論研究を行っている。また、重力レンズ現象は宇宙を調べる道具としても重要と広く認識されるようになっており、暗黒エネルギーの性質を探る上でも重要な役割を担うと期待される。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- Collimation Effect on the Outflow near Black Hole [高見健太郎: 2009年6月]
- On the Damping of the Baryon Acoustic Oscillations in the Matter Power Spectrum [野村英範: 2009年3月]

### 最近の修士論文

- パルサー磁気圏における相対論的二流体プラズマの大域的加速 [伊野波盛隼: 2010年3月]

- 観測的宇宙論の基礎とバリオン音響振動の応用 [中村元: 2010年3月]

## 4 連絡先

住所: 〒 739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1  
電話番号: 082-424-xxxx (xxxx は下記内線番号)

	内線番号	E-mail
小島	7365	kojima@*1
山本 (一)	7369	kazuhiro@*2
佐藤		sato@*1
羽原		habara@*1
木坂		kisaka@*1
成川		narikawa@*1
中村		gen@*1
格和		kakuwa@*1
加藤		yugo@*1
木村		rampei@*1
矢野		yano@*1
山本 (潤)		junki@*1
西垣		nobuaki@*1

\*1: theo.phys.sci.hiroshima-u.ac.jp \*2: hiroshima-u.ac.jp

研究室ホームページ: <http://theo.phys.sci.hiroshima-u.ac.jp/astro/indexj.html>

# 九州大学宇宙物理学研究室

町田真美

## 1 構成

九州大学宇宙物理学研究室は、九州大学理学研究院物理学部門に所属するスタッフ、理学府物理学専攻に所属する大学院生で構成されています。2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 橋本正章

助教 山岡均\*、町田真美\*

PD 中村理央\*、野田常雄

D3 小野勝臣\*、猿渡元彬

D2 E.P.B.A.Thushari

D1 松尾康秀

M2 三股祥平、辻本英之、菊地之宏、林祐輔

M1 佐藤匡史、島ノ江純

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

本研究室では、数値シミュレーションを主体とする理論的な研究、及び観測アーカイブデータなどを用いた研究を行っています。

研究テーマは、以下の通りです。

- 1 標準・非標準ビッグバンモデル、中性子星の熱的進化、宇宙初期の元素合成、超新星爆発時の元素合成とその時間進化、などの研究を行っております（橋本）。

- 2 超新星や突発天体の画像解析から、超新星の母天体を探る研究や MAXI を用いた突発天体の時間変化解析など天文データベース、アーカイブ資料を活用した「アーカイブ天文学」を推進しています（山岡）。

- 3 差動回転円盤の磁気流体数値実験を行う事で、ブラックホール天体の時間変動現象の研究や銀河ガス円盤の磁氣的活動性に関する研究を行っています（町田）。

出版論文については末尾の研究室ホームページから参照ください。

## 3 教育

最近の博士論文

- Properties of Near-Infrared Selected Active Galactic Nuclei Extracted from 2MASS/ROSAT Catalogues [高妻真次郎: 2010年3月]
- Heavy Element Synthesis in Supernova Explosions through Magneto-hydrodynamical Jets [西村信哉: 2009年3月]
- Thermal Evolution of Compact Objects with Exotic Cooling Processes [野田常雄: 2009年3月]

最近の修士論文

- アーカイブデータを用いた超新星の再調査 – 精測位置と天体の真偽 – [坂根悠介:2010年3月]
- 超新星残骸 Cas A ~ シミュレーションによる元素分布の探究 ~ [松尾康秀:2010年3月]

- Magnitude–Redshift relation in the Brans-Dicke theory with a variable cosmological term [E. P. Berni Ann Thushari:2009年3月]
- アーカイブ画像を用いた超新星の親星探索 [島田雅史:2009年3月]

## 4 連絡先

住所：〒812–8581 福岡市東区箱崎 6–10–1

電話番号:ダイヤルイン方式で、092–642–xxxx (xxxx は下記内線番号)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.astrog.phys.kyushu-u.ac.jp) でも得られます (<http://astrog.phys.kyushu-u.ac.jp>)。また E-mail address は、

*username*@phys.kyushu-u.ac.jp

です。内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通りです

	内線番号	<i>username</i>
橋本	3885	hashimoto
山岡	3898	yamaoka
町田	3918	mami
中村	3828	riou
野田	3920	tsune
小野	3928	ono
猿渡	3928	saruwatari
Thushari	3920	berni
松尾	3928	y-matsuo
三股	3920	mimata
辻本	3920	tsujimoto
菊地	3928	kukuchi
林	3928	hayashi
佐藤	3920	sato
島ノ江	3920	shimanoe

# 長崎大学 教育学部 地学教室 天文・気象研究室

長島雅裕

## 1 構成

当研究室では、天文学・宇宙物理学に関する理論的研究を行っている。ただし、地学教室内では天文・気象担当の研究室、ということになっているため、卒業論文では気象学関連の指導を行うこともある。2010年5月20日現在の構成員は以下の通り。なお大学院は2008年度より教職大学院に移行したため、専門的な研究を修士論文としてまとめることはなくなった。

准教授 長島雅裕\*

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

### (1) 星間ガスの物理

希薄な星間ガスは、冷たいガスと暖かいガスの二相がほぼ圧力平衡のもとで安定に共存している。これを非平衡開放系として取り扱い、パターン形成問題としてダイナミクスを考察する。この観点から、星間雲の蒸発過程や星間乱流のメカニズムについての研究を行っている [1][2]。

### (2) 銀河の形成と進化

銀河の形成過程を、主に準解析的モデルを用いて調べている。我々は、独自のモデルとして「三鷹モデル」[3]、「数値銀河カタログ ( $\nu$ GC)」[4]を開発してきた。これらをベースに、銀河の基本的な観測量や、銀河計数など観測的宇宙論で重要となる統計量、化学組成の進化、さらに Damped Ly $\alpha$  system や銀河中心ブラックホール、QSO/AGN のような銀河と密接に関わる天体についても調べている。

### (3) 宇宙の大構造の進化

宇宙初期の密度揺らぎの重力成長から、主に天体の質量関数がどのように得られるかについて調べている [5]。

## 3 教育

最近の修士論文

教職大学院に移行したため、なし。

## 4 連絡先

住所：〒852-8521 長崎市文教町 1-14

電話番号: 095-819-2263(総務係)

詳細は <http://astro.edu.nagasaki-u.ac.jp/> で。また E-mail address は、

masahiro\_at\_nagasaki-u.ac.jp

です (.at\_を@に変えてください)。

## 参考文献

- [1] M. Nagashima, S. Inutsuka and H. Koyama, ApJL, 652, L41 (2006)
- [2] M. Nagashima, H. Koyama and S. Inutsuka, MNRAS, 361, L25 (2005)
- [3] M. Nagashima and Y. Yoshii, ApJ, 610, 23 (2004)
- [4] M. Nagashima et al., ApJ, 634, 26 (2005)
- [5] H. Yahagi, M. Nagashima and Y. Yoshii, ApJ, 605, 709 (2004)

# 鹿児島大学大学院理工学研究科物理・宇宙専攻 宇宙物理学研究室

和田 桂一

## 1 構成

宇宙物理学研究室は、主に銀河に関わる観測（電波および光赤外）理論的研究を行っており、2010年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 和田桂一\*

教授 面高俊宏

准教授 亀野 誠二

准教授 今井 裕

准教授 中西 裕之

助教 中川 亜紀治

学振研究員 藤井通子\*

PD 倉山 智春, Daniel Tafoya

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は銀河、活動銀河核、星間ガスなどの構造形成、力学進化などです。

参考文献 [1][2] 参照。

## 3 教育

最近の博士論文最近の修士論文研究室の理論部門は、和田が異動した2009年夏にスタートしたので、まだ博士、修士論文はありません。

## 4 連絡先

住所：〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35

電話番号:ダイヤルイン方式で、099-285-8087

当研究室についての最新の情報はホームページ (<http://www.sci.kagoshima-u.ac.jp/newphys/index.html>) をご参照ください。また E-mail address は、  
*wada* @sci.kagoshima-u.ac.jp  
です。

## 参考文献

- [1] "Molecular Gas Disk Structures around AGNs", Wada, K., Papadopoulos, P., Spaans, M., ApJ 702, 63-74 (2009)
- [2] "The origin of S-stars and a young stellar disk: distribution of debris stars of a sinking star cluster", Fujii, M. et al. arXiv:1003.4125



