

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7号)

## 一覧

青山学院大学 理論宇宙物理研究室(山崎研究室)  
茨城大学 高エネルギー宇宙物理グループ 太陽物理グループ  
大阪教育大学 教育学部教員養成課程 理科教育講座 天文学研究室  
大阪工業大学 宇宙物理グループ  
大阪産業大学 教養部 井上研究室  
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  
学習院大学 理論物理学研究室  
鹿児島大学 宇宙物理学研究室  
九州産業大学 工学部  
九州大学 宇宙物理理論研究室  
九州大学 惑星系形成進化学研究室  
京都産業大学 理学部 物理科学科  
京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ  
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  
京都大学大学院 理学研究科 天体核研究室  
近畿大学大学院 総合理工学研究科 理工学部理学科  
高エネルギー加速器研究機構(KEK) 理論センター 宇宙物理グループ  
甲南大学 理工学部 物理学科 理論宇宙研究室  
国立天文台 JASMINE 検討室  
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  
滋賀大学 教育学部 数理情報研究室  
千葉大学 大学院 理学研究科 宇宙物理学 y 研究室  
筑波大学 宇宙物理理論研究室  
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  
東京工業大学大学院 理工学研究科 惑星理論グループ  
東京大学宇宙線研究所 高エネルギー天体グループ  
東京大学宇宙線研究所 理論グループ  
東京大学大学院 総合文化研究科 駒場宇宙物理学理論研究室  
東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻  
東京大学大学院 理学系研究科 天文学専攻 理論グループ  
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  
東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 宇宙理論研究室

東京理科大学 理工学部 物理学科 宇宙物理研究室

東邦大学 理学部 物理学科 宇宙 素粒子教室

東北大学大学院 理学研究科 天文学専攻 理論グループ

名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 重力・素粒子の宇宙論 (QG) 研究室

名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 Ta 研

日本大学 文理学部 物理学科 宇宙物理学研究室

沼津工業高等専門学校 教養科物理学教室

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

弘前大学 理工学研究科 物理科学コース 宇宙物理学分野

広島大学 宇宙物理学研究室

福井大学 宇宙物理グループ

防衛大学校 天文学研究室

北海学園大学 工学部 宇宙物理学グループ

北海道大学 宇宙物理学研究室

山形大学 理学部物理学科 宇宙物理学グループ

山口大学 理工学研究科 物理科学分野

理化学研究所 戒崎計算宇宙物理研究室

理化学研究所 長瀧天体ビッグバン研究室

立教大学 理学部 物理学科 宇宙理論グループ

早稲田大学 理論宇宙物理学研究室

# 青山学院大学 理論宇宙物理研究室 (山崎研究室)

山崎了

## 1 構成

山崎研究室では、主に高エネルギー宇宙物理学 (天文学)、宇宙線物理学、星形成の理論的研究を行っています。2013 年 12 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 山崎 了\*

助教 井上 剛志\* (2014 年 3 月に国立天文台へ転出。現在、2014 年 4 月 1 日着任予定で後任人事が進行中。)

学振 PD 大平 豊\*

研究員 柴田 徹

M2 宮内 宏

M1 霜田 治朗

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

### ● 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・観測的研究を行っている [1, 2]。

### ● 星形成の初期条件の決定

星形成の現場である分子雲の物理的性質を探ることで星形成機構の解明を目指した研究を行っている。特に詳細な輻射加熱と冷却や化学進化、自己重力を考慮した 3 次元の高分解能磁気流体力学シミュレーションに成功し、分子雲の普遍的特徴である超音速乱流の起源や星形成の典型的初期条件を明らかにしている。また、観測的に指摘されている分子雲衝突による大質量星の形成を 3 次元シミュレーションで再現し、磁場の効果によって大質量星を生み出すことが可能なフィラメント状の大質量コアの形成機構を明らかにした [3, 4]。

### ● 超新星残骸の衝撃波での宇宙線加速

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・観測的研究を行っている [5, 6]。

### ● 無衝突衝撃波でのプラズマ不安定性

宇宙線の加速機構を理解するため、宇宙線を加速すると思われる無衝突衝撃波の構造、そこでの散逸過程とプラズマ不安定性、フェルミ加速への注入問題の研究を行っている。無衝突衝撃波とは、クーロン散乱が無視できるプラズマ系での衝撃波であり、高エネルギー天体現象では普遍的に存在する。大規模シミュレーションや、解析的手法、現象論的モデル化、観測との比較と様々な手法で研究を行っている [7, 8]。

- 現実的星間媒質での超新星残骸の形成  
現実的な非一様性を内包した星間媒質中に形成される超新星残骸の研究を3次元の磁気流体力学的手法で研究している。最近では、分子雲と衝突している超新星残骸:RX J1713.7-3946 で指摘されている強磁場領域形成の再現や X 線、ガンマ線等の放射機構の解明に成功した [9]。他にも Richtmyer-Meshkov 不安定による衝撃波下流での偏光角の整列機構を解明し、偏光角度の遷移長を観測的に測定することによって宇宙線の加速効率を間接的に推定する新しい方法を提唱している [10]。
- 宇宙線の加速領域からの逃走過程  
宇宙線は加速領域から逃げ出すことで地球に届くことができる。一方、宇宙線を加速するためには、加速領域に閉じ込めておく必要がある。この相反する現象がどのようにして実現されているのか、さらに、逃走宇宙線が周囲に与える影響について研究を行っている [11, 12]。
- 宇宙線核相互作用素過程と銀河内宇宙線伝播  
最近 LHCf 実験によって、陽子-陽子衝突によって生成されるガンマ線の生成断面積が 100TeV 領域まで明らかにされた。さらに陽子以外の核 核相互作用も数年後には明らかにされる。一方、銀河内宇宙線伝播で重要な情報を与える B / C 比 (宇宙線漏れ出し)、アイソトープ (宇宙線寿命) の観測技術も向上してきた。こうして核相互作用素過程、伝播パラメータの不確定要素が格段に解消したことにより、定量的な伝播モデルの構築をめざしている。これは近年明らかになった陽電子過剰 (PAMELA, AMS-02) の原因を理解するために重要である [13, 14]。

### 3 教育

最近の修士論文

- 確率微分方程式を用いた宇宙線粒子加速シミュレーションコードの開発 [中島 良介:2013 年 3 月]

### 4 連絡先

住所: 〒 252-5258 相模原市中央区淵野辺 5-10-1

青山学院大学 理工学部 物理・数理学科

当研究室についての最新情報は以下の www で得られます:

<http://www.phys.aoyama.ac.jp/~w3-yama/index.html>

また E-mail address は、*username*@phys.aoyama.ac.jp です [*username* = ryo (山崎), inouety (井上), ohira (大平)]。

### 参考文献

- [1] R. Yamazaki, ApJL, 690, L118 (2009)
- [2] T. Uehara, et al., ApJL, 752, L6 (2012)
- [3] T. Inoue and S. Inutsuka, 2012, ApJ, 759, 43 (2012)
- [4] T. Inoue and Y. Fukui, ApJL, 774, L31 (2013)
- [5] R. Yamazaki, Y. Ohira, et al., Res. Astron. Astrophys., in press (arXiv:1301.7499)
- [6] M. Ackermann et al., Science, 339, 807 (2013)
- [7] Y. Ohira, PRL, in press (arXiv:1305.6696)
- [8] Y. Ohira, ApJ, 758, 97 (2012)
- [9] T. Inoue, R. Yamazaki, et al., ApJ, 744, 71 (2012)
- [10] T. Inoue, J. Shimoda, Y. Ohira, R. Yamazaki, ApJL, 772, L20
- [11] Y. Ohira, R. et al., MNRAS, 427, 91 (2012)
- [12] Y. Ohira, et al., MNRAS, 410, 1577 (2011)
- [13] H. Sato, T. Shibata, T., and Yamazaki R., Astropart. Phys. 36, 83 (2012)
- [14] T. Shibata et al., ApJ, 38, 727 (2011)

# 茨城大学 高エネルギー宇宙物理グループ、太陽物理グループ

野澤 恵

## 1 構成

高エネルギー宇宙物理および太陽物理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)。2013年5月1日現在の構成員は以下の通りです(\*印は理論天文学懇談会会員)。

物理系・教授 吉田龍生\*

地球環境系・准教授 野澤恵\*

研究生

M2 大川明宏、佐藤龍伍

M1 阿部修平、澤田真平、須藤謙人、中川裕美

## 2 研究

### 2.1 高エネルギー粒子の加速と伝播

近年、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、宇宙線加速と伝播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。現在は、次世代超高エネルギーガンマ線天文台(CTA)計画にも参加し、将来のガンマ線観測と理論モデルの比較によって、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を明らかにするために研究を進めている。

### 2.2 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

[1]。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 [2]。また、銀河系中心部近傍の分子雲ループ構造の発見を受けて、磁気浮上モデルを提唱している [3]。

## 3 教育

最近の修士論文

- 星間ガスの加熱・冷却を考慮した銀河系中心部分子雲形成シミュレーション [鈴木宏聡:2012年3月]
- 太陽偏光分光観測による光球-彩層間の磁場解析 [大井瑛仁:2012年3月]
- 静止軌道衛星障害とその障害予測について [永野達也:2012年3月]
- 「ひので」XRT画像を用いた活動領域の磁場構造の3次元可視化 [甲斐沼大輔:2011年3月]
- 「ひので」SOTデータを用いたGバンド輝点の解析 [渡辺俊樹:2011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
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] S. Nozawa, 2005 Three-Dimensional Magnetohydrodynamic Simulation of Nonlinear Magnetic Buoyancy Instability of Flux Sheets with Magnetic Shear, PASJ, **57**, 995–1007.
- [2] K. Shibata et al., 2007 Chromospheric Anemone Jets as Evidence of Ubiquitous Reconnection, Science, **318**, 1591–1593.
- [3] N. Kudo et al., 2011 High Excitation Molecular Gas in the Galactic Center Loops; 12CO ( $J = 2-1$  and  $J = 3-2$ ) Observations PASJ, **63**, 171–197.

# 大阪教育大学 教育学部 教員養成課程 理科教育講座 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。2013年11月1日現在の構成員は以下の通りである。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編入はときどきある。

教授 福江 純\*

M2 小倉 和幸、梅津 寛明、小林 弘、酒井 大輔、塩田 淳悟、西野 大史

M1 富田 瑞穂、古川 寿実、増本 一成

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

ここ10年近くは、相対論的輻射流体力学や相対論的輻射輸送を愉しんでいて、基礎理論的な研究 [2][3][5] [6][7][8] や、ブラックホール風の観測的特徴など応用研究 [1][4] [9][10] を進めている。また観測的研究や天文教育的な研究も行っている。

## 3 教育

最近の修士論文

- Observational Appearance and Spectrum of Black Hole Winds: Effect of Electron Scattering [小倉 和幸:2014年3月]

- Photosphere and Spectrum of Black-Hole Accretion Flow Near to the Eddington Rate [小林 弘:2014年3月]
- Apparent Photosphere and Thermalization Surface of Neutron Star Winds [梅津 寛明:2014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

## 参考文献

- [1] Fukue J., Iino, E. 2010, PASJ 62, 1399
- [2] Fukue, J. 2011a, PTP 125, 837
- [3] Fukue, J. 2011b, PTP 126, 135
- [4] Fukue, J. 2011c, PASJ 63, 803
- [5] Fukue, J. 2011d, PASJ 63, 1273
- [6] Fukue, J. 2012a, PASJ 64, 52
- [7] Fukue, J. 2012b, PASJ 64, 106
- [8] Fukue, J. 2012c, PASJ 64, 132
- [9] Kobayashi, H., Fukue, J. 2013, PASJ 65, 36
- [10] Ogura, K., Fukue, J. 2013, PASJ 65, 92

# 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, 2013年5月1日現在の構成員は以下の通り.

**准教授** 鳥居隆 (理論懇会員)

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\_at\_ge.oit.ac.jp

**教授** 真貝寿明 (理論懇会員)

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

## 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ワームホール解, 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, 3].

### 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修正重力理論のダイナミク

ス, 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].

## 3 教育

情報科学部真貝研究室 (宇宙物理・数理科学研究室) では, 卒業研究学生・大学院学生を受け入れている. 本年度は学部4年生10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.

### 最近の博士論文

5次元時空での重力崩壊シミュレーションとそのリアルタイム可視化 [山田祐太: 2013年3月]

## 参考文献

- [1] Z-K Guo, N. Ohta & T. Torii, Prog. Theor. Phys. 120 (2008) 581; *ibid* 121 (2009) 253.  
N. Ohta & T. Torii, Prog. Theor. Phys. 121 (2009) 959; *ibid* 122 (2009) 1477; *it ibid.* 124 (2010) 207.  
N. Ohta & T. Torii, Phys. Rev. D 86 (2012) 104016; *it ibid.* 88 (2013) 064002.
- [2] Y. Yamada & H. Shinkai, Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser. 7 (2012) 148; Phys. Rev. D. 83 (2011) 064006; Class. Quant. Grav. 27 (2010) 045012.  
T. Tsuchiya, G. Yoneda & H. Shinkai, Phys. Rev. D. 85 (2012) 044018; *ibid.* 83 (2011) 064032.
- [3] T. Torii & H. Shinkai, Phys. Rev. D 88 (2013) 064027; *ibid.* 78 (2008) 084037.



# 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\*

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

最近 3 年間の主な研究成果（井上が 3 番目までの著者に入っている査読付き論文）は、ALMA を用いた最遠方銀河の赤方偏移同定法の提案 [1]、超低金属量銀河のスペクトルモデルとその同定法の提案 [2, 7, 9]、銀河のダスト量進化モデルの再考 [8]、原始惑星系円盤表層スノーラインへの光脱離の影響 [6]、その他 [3, 4, 5, 8, 10, 11] です。

## 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 年生向けの物理学（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。

## 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/) 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, I. Shimizu, Y. Tamura, et al., ApJL, in press
- [2] E. Zackrisson, A. K. Inoue, J. Hannes, ApJ, 777, 39 (2013)
- [3] I. Shimizu, A. K. Inoue, PASJ, 65, 96 (2013)
- [4] Y. Nakahiro, Y. Taniguchi, A. K. Inoue, et al., ApJ, 766, 122 (2013)
- [5] M. A. R. Kobayashi, Y. Inoue, A. K. Inoue, ApJ, 763, 3 (2013)
- [6] A. Oka, A. K. Inoue, T. Nakamoto, M. Honda, ApJ, 747, 138 (2012)
- [7] E. Zackrisson, A. K. Inoue, C.-E. Rydberg, et al., MNRAS, 418, L104 (2011)
- [8] A. K. Inoue, EP&S, 63, 1027 (2011)
- [9] A. K. Inoue, MNRAS, 415, 2920 (2011)
- [10] E. Nakamura, A. K. Inoue, T. Hayashino, et al., MNRAS, 412, 2579 (2011)
- [11] A. K. Inoue, K. Kousai, I. Iwata, et al., MNRAS, 411, 2336 (2011)

# 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

長峯健太郎、藤田裕、田越 秀行、釣部通

## 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。2013年12月1日現在の構成員は以下の通りである。

教授 長峯 健太郎\*

准教授 藤田 裕\*

助教 田越 秀行\*、釣部 通\*

特任研究員 上野 昂、成川 達也\*

D3 大谷 卓也、寺木 悠人\*、長谷川 幸彦

D2 木村 成生\*、佐野 保道

D1 高倉 理 (KEK 委託)

M2 加藤 広樹

M1 佐塚 達哉、篠田 智大、辻 雄介

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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 宇宙論と構造形成

近年の様々な天文観測の高精度化により、宇宙論パラメータの精度は急速に高まった。当研究室では、ダークエネルギーとダークマターによって支配されたビッグバン膨張宇宙論のもとで、大規模構造や銀河といった宇宙における構造がどのように形成・進化してきたのかを、主に大規模数値シミュレーションを用いて研究している。近年では、スパコンの高性能化と共に星形成や超新星爆発といった物理モデルをより詳細に取り扱うようになり、これからも水素分子やダストの生成・消滅といったさらなる microphysics の導入や、原始銀河形成と宇宙再電離、AGN フィードバック、および超巨大ブラックホールと銀河の共進化といったテーマにも、宇宙論的視点から取り組んで行く。また、早期宇宙における巨大ブラックホール種の形成についても AMR や SPH といった宇宙論的流体コードを用いて調べている。

### 2.2 高エネルギー宇宙物理

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。

宇宙最大の天体である銀河団も、最近が高エネルギー天体として注目されている。我々は銀河団中心の活動銀河核

で加速された宇宙線が、銀河団ガスを安定に効率よく加速するというメカニズムを提唱し、電波観測との比較を行っている。

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。我々は、活動銀河核ジェットの質量注入の起源として、降着流からの中性子流入が重要であると考え、降着流への力学的影響やジェットへのエネルギー注入率を計算している。また、活動銀河核ジェットの効率の良い加速を実現する磁力線形状についても調べている。さらに、銀河系中心のブラックホールもかつて活動銀河核として活動した可能性があるが、その痕跡と考えられる Fermi bubbles について、超新星残骸と同様な宇宙線加速モデルが適用できるかどうか検討している。

極限的な爆発現象と考えられるガンマ線バーストについても、その放射機構について研究を行っている。まずガンマ線バーストのジェットの光球と内部衝撃波の両方を同時に考え、GeV エネルギー帯の放射モデルを提案している。さらに最近検出されたガンマ線バーストの偏光を理論的に解釈し、ジェットが磁場エネルギー優勢である可能性を指摘している。関連する研究として、ガンマ線バーストの偏光観測結果を使い、プランクスケールにおける CPT 対称性の破れに対し、これまでで最も厳しい制限を与えることに成功している。

高エネルギー現象の理解のためには、マイクロなスケールの物理過程についても調べる必要がある。そこで乱流磁場中やラングミュア乱流中を運動する相対論的エネルギーを持った電子からの放射スペクトルについて調べている。関連して、かに星雲のガンマ線フレアをジッター放射で説明できるかどうか検討している。

### 2.3 重力波天文学

現在建設中の日本の重力波検出器 KAGRA は、2015 年度での初期観測、及び 2017 年度からの本格的な観測を目指して建設中である。また、海外ではアメリカの Advanced LIGO, Advanced VIRGO の建設が進んでおり、2015 年頃からの観測が予定されている。これらの次世代の重力波

検出器が稼働し始めれば、遅くない時期に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、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。特に当研究室は、KAGRA データ解析グループのリーダーである田越を中心とする構成員により KAGRA データ解析グループの主翼を担っており、重力波観測データを用いた重力波天文学の推進を目指している。2015 年度からの観測に向けて、データ解析パイプラインの構築、LIGO, Virgo グループとの共同解析へ向けた準備を行っている。また、重力波関連の理論的研究として、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。

### 2.4 天体形成

星や惑星系など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。

特に星、惑星とそれらの集団の形成について、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収縮過程を系統的に調べている。

例えば、原始銀河雲からなるフィラメント状ガス雲の重

力収縮と分裂、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調べている。また、分裂により形成した原始連星への質量降着流と成長過程や、原始星と星周円盤の形成と成長過程、原始惑星系円盤における重力不安定条件、星周円盤中での分裂片の移動と破壊、間欠的質量降着と原始星光度時間変動の起源などについて、ガス雲の流体力学的な進化を調べることで考察している。また、原始惑星系円盤におけるダストの沈殿と合体成長および流体不安定による巻き上げの可能性など、惑星形成に関連する研究も行っている。更には、上記の天体形成過程を粒子法的宇宙流体力学に基づいて計算するための新しい計算手法についての研究も行っている。

### 3 教育

最近の博士論文

- Study of Young Pulsar Wind Nebulae with a Spectral Evolution Model [田中 周太: 2012 年 3 月]
- Fragmentation of Primordial Filamentary Clouds Under Far-Ultraviolet Radiation [別所 慎史: 2012 年 11 月]
- Theoretical Study of the Non-thermal Emission from Gamma-ray Binaries [山口 正輝: 2013 年 3 月]

最近の修士論文

- 原始惑星系円盤におけるダストの沈殿と成長 [長谷川 幸彦: 2011 年 3 月]
- 自己重力的な星周円盤における粘性降着進化について [大谷 卓也: 2011 年 3 月]
- 乱れた磁場中を運動する相対論的粒子からの放射 [寺木 悠人: 2011 年 3 月]
- 原始惑星系円盤の重力不安定条件 [木村 成生: 2012 年 3 月]
- ブラックホールと回転リングがつくる重力場の構築と視覚化 [佐野 保道: 2012 年 3 月]

- 楕円銀河と超大質量ブラックホールの共進化における宇宙線の影響 [木村 創大: 2013 年 3 月]
- Gravitational wave detection with quantum speed meter (量子速度計による重力波の検出) [高倉 理: 2013 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>	
長峯	kn	長谷川	hasegawa
藤田	fujita	木村	kimura
田越	tagoshi	佐野	sano
釣部	tsuribe	高倉	takakura
上野	ueno	加藤	kato
成川	narikawat	佐塚	satsuka
大谷	ohtani	篠田	shinoda
寺木	teraki	辻	tsuji

# 学習院大学理論物理学研究室

井田大輔

## 1 構成

理論物理学研究室は、重力理論の研究を行っており、2013年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 井田大輔\*

M2 齋藤美有紀

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では、一般相対論に関する理論的研究を行っている。最近の主な研究成果は以下のようになっている。

- 古典重力理論における、時空の大域的因果構造、位相構造 [3, 4, 5], 特にブラックホール時空
- ブラックホール・エントロピーの理解を目的としたローレンツ時空上の量子場の研究 [2]
- Einstein 理論の量子化および量子宇宙論, 量子ブラックホール時空への応用 [1]

## 3 教育

最近の修士論文

- 非自明なトポロジーを持つブラックホールとハイパーフープ予想 [倉田智宏:2012年3月]
- 膨張宇宙におけるスカラー場のエンタングルメント・エントロピー [中山寛隆:2012年3月]

- 観測領域の制限によって生じる温度と量子エンタングルメント [岡本隆大:2013年3月]

## 4 連絡先

住所：〒171-8588 東京都豊島区目白1-5-1

電話番号:03-3986-0221

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.gakushuin.ac.jp/univ/sci/phys/ida/index.html) でも得られます (<http://www.gakushuin.ac.jp/univ/sci/phys/ida/index.html>)。

また E-mail address は、

daisuke.ida@gakushuin.ac.jp

## 参考文献

- [1] D. Ida, M. Saito, “First-Quantized Theory of Expanding Universe from Quantum Field in Mini-Superspace”
- [2] D. Ida, T. Okamoto and M. Saito, “Modular theory for operator algebra in a bounded region of space-time and quantum entanglement” PTEP 2013 (2013) 8, 083E03
- [3] D. Ida and T. Okamoto, “You cannot press out the black hole” Prog. Theor. Phys. **127** (2012) 163–169.
- [4] D. Ida, A. Ishibashi and T. Shiromizu, “Topology and Uniqueness of Higher Dimensional Black Holes” Prog. Theor. Phys. Suppl. **189** (2011) 52–92.
- [5] D. Ida, “On the Topology of Black Lenses” Prog. Theor. Phys. **122** (2010) 987–1014.

# 鹿児島大学・宇宙物理学研究室

和田桂一

## 1 構成

宇宙物理学研究室では、銀河や AGN の構造、進化に関連した理論研究を行っており、2013 年 12 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

**教授** 和田桂一\*

**B3** 寺本篤史

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

銀河中心の巨大ブラックホール周りのガスの 3 次元構造とその時間進化を、活動銀河中心核 (AGN) からの輻射フィードバックを考慮した輻射流体シミュレーション等を用いて調べています [1]。また、銀河円盤での spiral 構造の起源、星間ガス構造の研究を行っています [2]。国内の研究者との共同研究の他、ドイツ Max Planck 研究所 (MPE) やオランダ Kapteyn 研究所の研究者等と共同研究を行っています。

## 3 教育

最近の修士論文

非局所熱力学的平衡放射輸送計算によるシミュレーション銀河の分子輝線解析 [藤平晋二郎:2013 年 3 月]

## 4 連絡先

住所：〒 鹿児島市郡元 2-21-35 鹿児島大学理学部

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 [www](http://astrophysics.jp/wada/) でも得られます (<http://astrophysics.jp/wada/>)。また E-mail address は、[wada@astrophysics.jp](mailto:wada@astrophysics.jp) です。

## 参考文献

[1] Wada, K. ApJ 738, 66 (2012)

[2] Wada, K. Baba, J., Saitoh T.R., 735, 1 (2011)

# 九州産業大学工学部

中村賢仁, 鴈野重之

## 1 構成

九州産業大学工学部には機械工学科所属の中村と, 基礎教育サポートセンター所属の鴈野が在籍し, 宇宙物理学に関する研究を行っています. 2013年11月8日現在の構成員は以下の通りです.

准教授 中村賢仁\*

特任講師 鴈野重之\*

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下のとおりです.

### 2.1 降着円盤蒸発 (中村)

降着円盤コロナ中のフレアによる円盤加熱・蒸発を研究しています. 磁力線に沿った熱伝導を計算するコードを作成し, 円盤回転による磁力線の捻り・再結合に伴うエネルギー輸送などの数値実験を行っています.

### 2.2 大質量 X 線連星 (鴈野)

大質量星とコンパクト天体からなる連星系について研究を行っています [1, 2]. 現在は連星系における星風やロッシュローブオーバーフローを通じての, 質量輸送過程や, 共通外層進化などに興味を持ち, 数値的研究を行っています.

## 3 教育

九州産業大学工学部では, 1, 2年次学生に対し, 工学のための物理学と物理実験を開講しています.

## 4 連絡先

住所: 〒 813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1

電話番号: ダイヤルイン方式で, 092-673-xxxx (xxxx は下記内線番号)

また E-mail address は,

*username* @ip.kyusan-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>
中村	5844	nakamura
鴈野	5873	karino

## 参考文献

- [1] S. Karino, Orbital parameters of supergiant fast X-ray transients, *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 523, p. A90 (2010)
- [2] S. Karino, Bimodality of Wind-fed Accretion in High Mass X-ray Binaries, *Publications of Astronomical Society of Japan*, Vol. 66, in press

# 九州大学宇宙物理理論研究室

小野勝臣

## 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。2013年12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\*、小野勝臣\*

PD 中村理央\*、E.P.B.A.Thushari

D3 松尾康秀、菊池之宏

M2 一政遼太郎、高木康平、林田晃太郎、守田佳永

M1 手塚啓、福田遼平、三舛慧人

\*印は理論天文学懇談会会員本研究室では、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）。

- 4 超新星爆発および恒星進化過程における元素合成、超新星爆発で起こる物質混合、超新星残骸の進化に関する研究を行っています（小野）。

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。

## 2 教育

最近の博士論文

- Observational Study of the Extremely Slow Nova V1280 Scorpii [内藤博之:2013年3月]
- Nucleosynthesis in a Massive Star Associated with Magnetohydrodynamical Jets from Collapsars [小野勝臣:2011年3月]
- Effects of Neutrino Transport on the R-process Nucleosynthesis in the Supernova Explosion for a Helium Star of  $3.3 M_{\odot}$  [猿渡元彬:2011年3月]

最近の修士論文

- CMB 温度と WMAP の観測結果による減少する宇宙項の制限 [池田幹生:2013年3月]
- 磁気圧優勢円盤からのジェット伝搬に関する2次元数値実験 [末廣修平:2013年3月]
- アーカイブ画像を用いた超新星親星の研究 [佐藤匡史:2012年3月]
- 全天X線監視装置 MAXI による新星からの X 線の探索と新星・超新星からの X 線の検出可能性 [島ノ江純:2012年3月]



- $3\alpha$  核反応が X 線バーストに与える影響 [辻本英之:2011年3月]
- de Sitter 時空における事象の地平面を隔てた量子相関の判定モデルの提案 [林祐輔:2011年3月]
- 大質量星における  $s$ -process に対する核反応率の不定性の影響 [菊池之宏:2011年3月]
- 宇宙初期元素合成: 標準ビッグバン元素合成と非一様モデルによる元素合成 [三股祥平:2010年9月]

### 3 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
小野	3928	ono

なお、部屋割は毎年変更されますので、大学院生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。

# 九州大学 惑星系形成進化学研究室

町田正博

## 1 構成

太陽系には、太陽、惑星、小惑星、衛星、彗星、太陽系外縁天体など多くの天体が存在します。また、近年、太陽系の外にも数多くの系外惑星が見つかっています。太陽系のような、恒星と惑星などからなる惑星系は、宇宙に普遍的に存在すると考えられています。惑星系形成進化学研究室では惑星系がどのように形成し進化していくのかを明らかにすることを目標に研究を進めています。2013年11月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 関谷実

准教授 町田正博\*

助教 岡崎隆司

D2 下田昭仁

M2 大西勇武

M1 井手良輔, 野見山裕登, 古澤悠季, 中村鉄平, 橋田英之

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究室は理論系と実験系に分かれていますが、理論系では、主に数値シミュレーション、または解析的手法により惑星系の形成と進化についての研究を行っています。数値シミュレーションを用いた研究では、観測されているような分子雲コアをシミュレーションボックスに再現して、重力によってガスが収縮して星や円盤、または円盤中で惑星が誕生していく過程を計算しています。また、初代星の形

成の研究も行っています。解析的手法の研究は、原始惑星系円盤中のダストの成長や運動についての研究を行っています (参考文献 [1]-[3])。

## 3 教育

最近の修士論文

- 差動回転する原始惑星系円盤の流体力学的不安定性 [西室美貴子：2013年3月]
- 周惑星円盤へのダストの降着 [丸田有希人：2013年3月]

## 4 連絡先

住所：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻

電話番号: 092-642-2670

E-mail: machida.masahiro.018@m.kyushu-u.ac.jp

<http://jupiter.geo.kyushu-u.ac.jp/index.html>

## 参考文献

- [1] Machida, M. N., & Doi, K. 2013, MNRAS, 435, 3283
- [2] Machida, M. N., & Hosokawa, T. 2013, MNRAS, 431, 1719
- [3] Sekiya, M., & Shimoda, A. A. 2013, Planetary and Space Science, 84, 112

# 京都産業大学 理学部 物理科学科

米原厚憲

2013年4月1日

## 1 構成

京都産業大学理学部物理科学科では、個々の教員のもと天文・宇宙物理の研究を行っています。

2013年4月1日現在の、天文・宇宙に関する理論的な研究を行っている構成員は以下の通りです(この他に、観測系や惑星科学分野の教員が数名在籍しています)。

教授 原哲也\*

准教授 米原厚憲\*

M2 河村隆幸、坂田諒平、山井直斗

M1 國友有与志、斎藤まどか、田中道祐、室町祐輔

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

宇宙初期の諸問題に関する研究

近年、3K 宇宙背景輻射の詳細な観測から、宇宙初期の密度揺らぎの情報や宇宙論パラメータ高精度で得られるようになった。そこで、宇宙初期の密度揺らぎと観測結果がどのようにつながるのか、その宇宙初期の物理的過程について研究している。また量子揺らぎから、インフレーションによる宇宙の膨張への過程、あるいは、密度揺らぎの成長とそれに伴うスペクトルの変化、そして、大規模構造から惑星の形成に至る諸問題が研究テーマである。

重力レンズ現象の宇宙物理学的な応用に関する研究

太陽系外惑星探査から大規模構造、宇宙論に至るまで、重力レンズ現象は宇宙物理学の様々な分野において有用な

情報を与えてくれる。そこで、宇宙物理学の諸問題を解明するために、重力レンズ現象の応用方法を開発している。また、これらの理論的なバックグラウンドを踏まえて、京都産業大学神山天文台などを利用した、重力レンズ現象による太陽系外惑星の探査、重力レンズクエーサーのモニタリング観測、ならびに観測データの解析も行っている。

## 3 教育

最近の修士論文

- 検出器 BATSE を用いたガンマ線バーストの理論モデル [瀬戸 倫子:2013年3月]
- 系外惑星探査 — 神山天文台を用いた重力マイクロレンズ観測 — [遠山 裕貴:2013年3月]
- 右巻きニュートリノによるレプトン生成と電弱バリオン生成 [和合 孝倫:2013年3月]

## 4 連絡先

住所：〒603-8555 京都市北区上賀茂本山

電話番号：075-705-1463 (理学部事務室)

京都産業大学物理科学科に関する情報は

<http://www.kyoto-su.ac.jp/department/ph/>から得ることができます。

また E-mail address は以下の通りです。

原	<i>hara</i>	@cc.kyoto-su.ac.jp
米原	<i>yonehara</i>	@cc.kyoto-su.ac.jp

# 京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ

諏訪雄大

## 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8回(1991, 1993, 1995, 1998, 2000, 2003, 2005, 2010年度)、本所において開催された。

## 2 構成

2013年11月30日現在の宇宙分野の構成員(長期在籍者)は次の通り(\*印は理論懇会員)。

教授 佐々木 節\*(所長) 柴田 大\*、田中 貴浩\*

准教授 樽家 篤史\*

特定准教授 諏訪 雄大\*

白眉特定助教 村主 崇行\*

基研特任助教(特定研究員) 木内 建太\*、関口 雄一郎\*、中野 寛之\*、長倉 洋樹\*、平松 尚志\*、吉田 敬\*

PD 岩上 わかな\*、木村 匡志\*、齊藤 遼\*、高水 裕一\*、並河 俊弥\*、YEOM, Dong-han, ZHANG, Ying-li

D3 磯山 総一郎\*、高麗 雄介、杉村 和幸\*、丹澤 優、WHITE, Jonathan Richard

M2 川口 恭平、山下 泰穂

M1 岡崎 智久、橋本 一彦

また、年に1名の外国人客員教授(3ヶ月間の滞在)を招いている。2010年度以降の客員教授は次の通り。

2010年度 STEWART, Ewan Davidson

2011年度 FROLOV, Valeri

2012年度 GARRIGA TORRES, Jaime

2013年度 BRADY, Patrick

### 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、高次元重力理論を始めとする多種多様な重力理論、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、突発的高エネルギー天体現象、元素合成、相対論的輻射磁気流体シミュレーションなどである。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。

また、2013 年度に所内センターとして、重力波物理学研究センターが発足し、重力波物理の理論研究に力を入れている。詳細は <http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/gwrc/> を参照されたい。

### 4 共同利用

本研究所は、理論物理学の様々な分野において研究成果を挙げるだけでなく、全国の理論研究者達の参画と協同のもと、全国的・国際的な共同研究や研究交流の一大拠点としても役割を果たしてきた。以下、2010 年度以降の活動について抜粋して掲載する。

#### 滞在型研究会

- Gravity and Cosmology 2010 (2010 年 5 月 ~ 7 月)
- Gravity and Cosmology 2012 (2012 年 11 月 ~ 12 月)
- Gravitational Waves and Numerical Relativity (2013 年 5 月 ~ 6 月)
- Supernovae and Gamma-Ray Bursts 2013 (2013 年 10 月 ~ 11 月)

#### モレキュール型研究会

- Modified gravity (2013 年 12 月)

- Nonlinear massive gravity and its observational test (2012 年 7 月 ~ 8 月)

#### 国際会議/国際スクール

- Yukawa International Seminar (YKIS) 2010 “Cosmology -The Next Generation-” (2010 年 6 月)
- Nonequilibrium Dynamics in Astrophysics and Material Science (2011 年 10 月)
- YIPQS Symposium “Perspectives in Theoretical Physics — From Quark-Hadron Sciences to Unification of Theoretical Physics —” (2012 年 2 月)
- 2012 Asia-Pacific School/Workshop on Cosmology and Gravitation (2012 年 3 月)
- East Asia Numerical Astrophysics Meeting, 5th (2012 年 10 月)
- Yukawa International Seminar (YKIS) 2013 “Gravitational waves -Revolution in Astronomy and Astrophysics-” (2013 年 6 月)

#### アトム型研究員

本研究所では、研究会運営以外にも、アトム型研究員という、研究者（大学院生も含む）がある期間研究所に滞在して研究を行なう制度を設置している。詳しくは <http://www.yukawa.kyoto-u.ac.jp/contents/kyoudou/visit.html> を参照されたい。

### 5 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一体化して行なわれている。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。特に天体

核研究室の教員及び学生とは多くの共同研究が行われている。

#### 最近の博士論文

- Cosmic Microwave Background from Cosmic Strings/Cosmic Superstrings [山内 大介: 2011 年 3 月]
- Exploring the Gamma Ray Bursts from GeV-TeV spectra [青井 順一: 2011 年 3 月]
- Black Hole Collision in Higher Dimensions [大川 博督: 2012 年 3 月]
- The black hole-neutron star binary merger in full general relativity : dependence on neutron star equations of state [久徳 浩太郎: 2012 年 3 月]
- Black Holes and Asymptotics in Higher Dimensional Spacetimes [田辺 健太郎: 2012 年 3 月]
- Non-linear Cosmological Perturbation Theory [成子 篤: 2012 年 3 月]
- Lightning in Protoplanetary Disk [村主 崇行: 2013 年 7 月]
- Nonlocal Gravity [章 穎理 (ZHANG, Ying-li): 2013 年 9 月]

#### 最近の修士論文

- Back reaction effects on overcharging a static black hole by a charged particle absorption [磯山 総一郎: 2011 年 3 月]
- de Sitter 時空上の相互作用場の量子論 [高麗 雄介: 2011 年 3 月]
- インフレーション宇宙における複数スカラー場の量子トンネリング [杉村 和幸: 2011 年 3 月]
- Primordial Perturbations from Modulated Trapping Inflation and Dark Matter [DOELEMANN, Youri: 2011 年 3 月]
- ブレーンワールドモデルにおけるブラックホールの動的発展 [高橋 智嗣: 2012 年 3 月]

## 6 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	misao
柴田	7017	mshibata
田中	7018	tanaka
樽家	7033	ataruya
諏訪	7027	suwa
村主	7080	nushio
木内	7076	kiuchi
関口	7080	sekig
中野	7066	hinakano
長倉	7076	hirokin
平松	7066	hiramatz
吉田	7076	yoshida
木村	7080	mkimura
齊藤	7066	rsaito
高水	7065	takamizu
並河	7065	namikawa
Yeom	7065	dyeom
Zhang	7064	yingli
磯山	7064	isoyama
高麗	7063	korai
杉村	7066	sugimura
丹澤	7064	tanzawa
White	7064	jwhite
川口	7065	kyohei
山下	7066	yasuho
岡崎	7060	okazaki
橋本	7060	hasimoto

# 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

前田啓一

## 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、高エネルギー宇宙物理学、超新星爆発、突発現象、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25年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 嶺重 慎\*

准教授 前田 啓一\*

D3 奥村 純、田村 隆哉、眞榮田 義臣

D2 石川 敬視、玉澤 春史

D1 石本 大貴

M2 岡田 裕行、田崎 亮、宮井 大輝

M1 伊地知 翔真、小野 智弘、森山 小太郎

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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、Blandford-Znajek 効果に関する研究等を、国立天文台大須賀氏、理研長滝氏らと共同で進めている。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。ASTRO-H 衛星プロジェクトに関わり、理論に基づく観測シミュレーションも行っている。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) 超臨界降着流からは、クランプ状のアウトフローが噴出することを発見し、その物理的要因として2種類の輻射流体不安定をほぼ特定した [2]。(3) 銀河同士 of 合体に伴い、中心の巨大ブラックホール同士も合体して大きくなったことが示唆されているが、その合体直前のバイナリーブラックホールの観測的特徴を系統的に調べている。特にバイナリーブラックホールへのガス降着流を、質量、連星系軌道の離心率、軌道面と円盤面の角度の3パラメータを変えてシミュレーションし、バイナリーブラックホールの光度曲線のパラメータ依存性を明らかにした [3]。

前田グループでは、恒星進化、超新星と突発現象、ガンマ線バースト、銀河化学進化、宇宙線加速などの分野で研究を進めている。理論研究においては、さまざまな親星進化過程や爆発機構を流体・核反応の観点から検討するとともに、多波長・多次元放射計算を通し、モデル判別のための観測手法を提案している。これと並行し、超新星・突発現象の多波長追観測を推進している。広島大かなた望遠鏡観測チームや大学間連携による突発現象観測グループ、すばる HSC による戦略枠観測チームと連携しながら観測研究を進めるとともに、すばる望遠鏡の FOCAS や LGS-AO/IRCS を用いた可視・近赤外観測、VLA、ALMA による電波観測、Chandra、Suzaku による X 線観測などを提案・推進している。最近の研究成果の一例として以下のものがある。(1) Ia 型超新星爆発において非対称性が重要であることを理論的に指摘し、これを超新星の後期

可視・近赤外観測から判別する手段を提案、実際の観測を推進しその証拠を得た [4]。Ia 型超新星を用いた宇宙膨張測定の高精密化につながると期待される。(2) 高密度星周物質内で発生する大質量星の爆発である IIIn 型超新星におけるダスト形成の証拠を可視・近赤外観測により発見し、生成されたダスト種、サイズ分布などの性質を特定した [5]。銀河初期・宇宙初期における星形成へのフィードバック過程に示唆を与えると期待される。(3) 超新星からの電波・X 線放射が宇宙線加速、特に電子加速の普遍的性質を調べるうえで非常に重要な観測対象であることを理論的に指摘した [6]。現在、Chandra、VLA、ALMA による観測を推進している。(4) 超新星爆発で生成される不安定核からのガンマ線放射が Astro-H で検出可能であることを示した [7]。Astro-H 打ち上げ後に観測的研究を推進したい。

他にも、他大学の研究者と連携しながら、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。

### 3 教育

最近の博士論文

- Progenitors of Long-Duration Gamma-Ray Bursts: Implications from Their Host Galaxies [新納 悠: 2011 年 3 月]
- The Extragalactic Gamma-Ray Background Radiation and the Cosmological Evolution of Active Galactic Nuclei beyond the Fermi Era [井上 芳幸: 2012 年 3 月]
- Special Relativistic Magnetohydrodynamic Simulations of Astrophysical Outflows [松本 仁: 2013 年 3 月]

- Cosmic-Ray Acceleration in Galaxies and Galaxy Clusters [真喜屋 龍: 2013 年 3 月]

最近の修士論文

- 大規模サーベイから探る Ia 型超新星の起源天体 [奥村 純: 2011 年 3 月]
- 星団内における近傍の大質量星による原始惑星系円盤の光蒸発散逸計算 [田村 隆哉: 2011 年 3 月]
- 一般相対論的磁気流体に基づくからの回転の引き抜き [眞榮田 義臣: 2011 年 3 月]
- 大規模銀河分光サーベイによる宇宙論研究における系統誤差の検証 [石川 敬視: 2012 年 3 月]
- 原始惑星系円盤における空隙率を考慮したダストの合体成長・沈殿過程 [片岡 章雅: 2012 年 3 月]
- 太陽フレア及び銀河中心の磁気流体现象についてのシミュレーションによる研究 [玉澤 春史: 2012 年 3 月]
- バイナリーブラックホールにおける歳差する楕円円盤からの輝線プロファイル [Masyhur Aziz Hilmy: 2012 年 3 月]
- 原始惑星系円盤の化学進化における円盤風の影響 [石本 大貴: 2013 年 3 月]
- すばる望遠鏡 FMOS による宇宙論的銀河サーベイに向けた銀河の選択方法に関する研究 [舎川 元成: 2013 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.  
“Global Structure of Three Distinct Accretion Flows and Outflows around Black Holes from Two-dimensional Radiation-magnetohydrodynamic Simulations”, *ApJ*, 736, id 2 (2011)
- [2] Takeuchi, S Ohsuga, K., and Mineshige, S.  
“Clumpy Outflows from Supercritical Accretion Flow”, *PASJ*, 65, id. 88 (2013)
- [3] Hayasaki, K., Saito, H., Mineshige, S.  
“Binary Black Hole Accretion Flows from a Misaligned Circumbinary Disk”, *PASJ*, 65, id. 86 (2013)
- [4] Maeda, K., Benetti, S., Stritzinger, M., et al.  
“An Asymmetric Explosion as the Origin of Spectral Evolution Diversity in Type Ia Supernovae”, *Nature*, 466, 82-85 (2010)
- [5] Maeda, K., Nozawa, T., Sahu, D.K., et al.  
“Properties of Newly Formed Dust Grains in Luminous Type IIIn Supernova 2010jl”, *The Astrophysical Journal*, 776, 5-20 (2013).
- [6] Maeda, K.  
“Young Supernovae as Experimental Sites to Study Electron Acceleration Mechanism”, *The Astrophysical Journal (Letters)*, 762, L24-28 (2013)
- [7] Maeda, K., Terada, Y., Kasen, D., et al.  
“Prospect of Studying Hard X- and Gamma-Rays from Type Ia Supernovae”, *The Astrophysical Journal*, 760, 54-62 (2012)

# 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。2013年12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 白水徹也\*

助教 山田良透\* 瀬戸直樹\*

PD 西澤 篤志\*

D3 稲吉恒平\* 仏坂健太\* 水野良祐 渡辺晶明\*

D2 高橋実道 仲内大翼 野村紘一

D1 衣川智弥 榊原由貴

M2 藤林翔 渡辺拓

M1 荒井隆志 岩佐真生 小幡一平 松本達矢

\*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2013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、KAGRA が建設中です。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。また、新たな重力波源の候補を提案するというの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、重力理論そのものの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

- Gravitational Collapse in Lovelock Gravity [大橋勢樹: 2013 年 3 月]
- Large D 展開による高次元ブラックホールの解析 [鈴木良拓: 2013 年 3 月]
- Stability Analysis of Black Hole solutions in Lovelock Theory [高橋智洋: 2013 年 3 月]

#### 最近の修士論文

- 次世代重力波観測のための初代星連星の進化計算 [衣川智弥: 2013 年 3 月]
- Bigravity における inflation 中の非等方性について [榊原由貴: 2013 年 3 月]
- 衛星の撮像中における星像の中心の位置測定 [藤田翔: 2013 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.scphys.kyoto-u.ac.jp/) でも得られます (<http://www-tap.scphys.kyoto-u.ac.jp/>)。

# 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

教授 太田信義

准教授 石橋明浩\*、井上開輝\*

D2 宗行賢二

B4 大畑玲裕、栗山雅矢、本道千聖、岩倉愛、橋本賢人、大野輝、樽松隼也、坂本淳哉、西垣戸博企、宮原光司、高橋誠、樽谷寛士、中川知哉、仲本貴登、藤原広宣、松永高明

\* 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である。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やブラックホールなどを視野に入れた研究を行っている。

### 2.2 重力理論及び宇宙論 (石橋)

宇宙の起源とその進化、ブラックホールなどの時空の大域構造に関する問題を、主に一般相対性理論を用いて解き明かす理論研究をしている。物理学の最前線では、宇宙がマイクロには4次元よりもずっと多くの空間的な広がりを持つ可能性が示唆されてい

る。本研究室では、このような高次元時空の可能性を一般相対論・宇宙論の観点から探る研究もやっている。

主なテーマ：

- (1) ブラックホール物理学 (熱力学, 安定性, 高次元ブラックホール)
- (2) 初期宇宙論 (インフレーション宇宙, 高次元/ブレーン宇宙モデル)
- (3) 現在の加速膨張宇宙 (非一様性とダークエネルギー)

### 2.3 観測的宇宙論及び重力理論 (井上)

宇宙論的スケールで起こる一般相対論的現象の解析から、ダークマターやダークエネルギーの起源を現象論的に解き明かす研究を行っている。特に、宇宙の大域的トポロジー、局所ボイド構造、ミニハローなど様々なスケールにおける非一様構造を観測的に解明することに焦点を当てながら研究を行っている。

主なテーマ：

- (1) 宇宙マイクロ波背景放射 (重力的赤方偏移)
- (2) 重力レンズ (重力による空間の歪み)
- (3) 重力波 (重力による空間変化の波動)

## 3 連絡先

住所：〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学理工学部理学科物理学コース  
Phone : 06-4307-xxxx, xxxx=3426 (太田)、3412 (石橋)、4075 (井上) Fax : 06-6727-4301 です。E-mail address は、xxxx@phys.kindai.ac.jp, xxxx=ohtan (太田)、akihiro (石橋)、kinoue (井上) です。URL: <http://www.phys.kindai.ac.jp/research/index.html>

# 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 理論センター 宇宙物理 グループ

郡和範

1 Dec. 2013

## 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2013年12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\*

研究機関講師 郡和範\*

PD 野澤真人\*、大橋勢樹\*、高見一\*、吉野裕高\*

D3 林浩嗣、松本光洋、  
Ivan Arraut (大阪大学大学院理学研究科国費留学生・KEK 特別共同利用研究員)

D2 大山祥彦\*

M1 蘇根成

\*印は理論天文学懇談会会員

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 (素粒子現象論、弦理論、格子、原子核) 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。

また、素粒子現象論を初期宇宙に適用して背後にある理論を探る素粒子的宇宙論と呼ばれるボトムアップ型の研究スタイルも相補的に行っています。

- $\Lambda$ -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ブによる究極理論探査 (UTQuest)
- 素粒子的宇宙論

## 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次元宇宙が生まれ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ことで、上で述べたインフレーションプローブ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。

また、KAGRA 等の重力波干渉計の直接観測が間近に迫った今、重力波を用いて宇宙を探るための理論的基盤の構築が急務となっています。特に電波・ガンマ線などの電磁波やニュートリノ等のマルチメッセンジャーと組み合わせた新たな研究を行っています。

- 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
- 重力波

## 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・理論に対して基礎物理学に基づいた理論を展開することで、新しい普遍的なパラダイムを生み出すことを目指しています。

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、宇宙線陽電子超過、PeV ニュートリノの検出に代表されるような、素粒子・原子核との境界領域も著しく進展しました。本グループは、分野をまたぐ日々の活発な議論によって、新しい研究領域を開拓しています。

- ブラックホール・中性子星からのジェット
- 宇宙線の起源、加速、伝搬
- ガンマ線バースト
- 活動銀河核
- 超新星・超新星残骸

- パルサー・パルサー星雲
- X線・ガンマ線
- 高エネルギーニュートリノ
- 陽電子・反陽子・ヘリウム宇宙線
- 超高エネルギー宇宙線
- 重力波天体
- 初代星と高エネルギー天体
- ファスト電波バースト
- CTA (Cherenkov Telescope Array)

- Dr. Eduardo M. Martinez (Perimeter Institute)
- Dr. Narendra Sahu (Indian Inst. Tech.)
- 野澤真人 (→ INFN, Milan, Italy)

#### 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://theory-center.kek.jp/theory/> を参照して下さい。

### 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 (2012 - 2013 年度)

- 国際会議 66<sup>th</sup> 藤原セミナー「X-raying the Gamma-Ray Universe - CTA-Xray LINK meeting -」
- 国際会議 「KEK-PH-FALL」
- 国際会議 「CMB2013」
- 国際ワークショップ「Axion Cosmophysics」
- 国際ワークショップ「Superstring Cosmophysics」

#### 招聘・派遣 (2013 年度, 抜粋)

- Dr. Jens Chluba (Johns Hopkins U.)
- Dr. Matthew Walters (UC Berkeley)

### 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科として参加し、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、35 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。

#### 最近の博士論文

- Cosmological tests of models for the accelerating universe in terms of inhomogeneities [齋藤 恵樹: 2013 年 3 月]

#### 最近の修士論文

- 21cm 線の将来観測により得られるニュートリノ質量及び世代数への制限 [大山祥彦:2012年2月]
- ブラックリングの蒸発の終状態の解明に向けて [松本光洋:2011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, @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	kazunori.kohri@X
野澤	A-5406	nozawam@Y
大橋	A-5406	sohashi@Y
高見	B-6086	takami@Y
吉野	A-5406	hyoshino@Y
林	B-6086	hayashih@Y
松本	B-6086	matsu@Y
大山	A-5406	oyamayo@Y
Arraut	B-6086	ivanarr@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。



# 甲南大学工学部物理学科理論宇宙研究室

富永望

## 1 構成

甲南大学工学部物理学科理論宇宙研究室は、理論宇宙物理学・観測天文学の研究を行っており、2013年4月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 須佐元\*

准教授 富永望\*

院生 土井健太郎 (D3)、柴田三四郎 (D2)、横井慎吾 (M2)、  
須藤佳衣 (M2)、松本恵未子 (M1)

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

当研究室では初代天体形成・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。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。

- 初代星からの輻射圧による種磁場の生成 [1, 2]
- 輻射流体計算を用いた第一世代星の質量の制限 [6]
- 質量降着期の種族 III 星の形成 [4]
- 超新星ショックブレイクアウトの多波長光度曲線 [7]
- 電子捕獲型超新星の多色光度曲線 [8]
- 可視光観測による超新星爆発探査観測 [3]
- 相対論的ジェット中での輻射輸送計算 [5]

## 3 教育

最近の修士論文

- 初代星による宇宙の初期磁場の生成 [安藤 征史:2010年3月]

- さまざまな重元素量をもったガス雲からの磁場の散逸 [土井 健太郎:2011年3月]
- ガンマ線バーストジェットからの熱的放射のモンテカルロシミュレーション [柴田 三四郎:2012年3月]
- 原始初代星からの輻射による降着円盤での磁場生成 [城本 雄紀:2013年3月]
- 超巨大質量星の超新星爆発における元素合成 [横山 智広:2013年3月]

## 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 (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, ApJ, 716, 1566
- [2] Doi, K., & Susa, H. 2011, ApJ, 741, 93
- [3] Matsumoto, E., et al. 2013, CBET, 3465, 1
- [4] Machida, M. N., & Doi, K. 2013, MNRAS, 435, 3283
- [5] Shibata, S., & Tominaga, N. 2012, Proc. of GRB2012, 37
- [6] Susa, H. 2013, ApJ, 773, 185
- [7] Tominaga, N. et al. 2011, ApJS, 193, 20
- [8] Tominaga, N. et al. 2013, ApJL, 771, L12

# 国立天文台 JASMINE 検討室

山口正輝

## 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。2013 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\*

研究員等 丹羽佳人 (研究員)、山口正輝\*(特任研究員)、宇都宮真 (研究支援員)、鹿島伸悟 (技術支援員)

D1 原拓自 (東大天文)

M2 田川貫通 (東大天文)

M1 手塚謙次郎 (東大天文)

他国立天文台併任メンバー 5 人  
(\*印は理論天文学懇談会会員)

## 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) の推進を行っている。銀河系のバルジにある星の位置、距離、固有運動を近赤外線を用いて 10 万分の 1 秒角で測定する。これにより、可視光だけでは分からない銀河系構造やその形成史、さらには高密度天体、恒星物理、星の形成・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、系外惑星探査などのサイエンスも切り開くことを目的とする。

## 2.1 サイエンス検討

### 2.1.1 銀河系の力学構造解明

我々の銀河系は主に星、星間ガス、ダークマターから成っている。これらがどのような位相分布を持ち、銀河系を形成しているかは未解決の大問題となっている。これらの位相分布、すなわち力学的構造を明らかにすることは、銀河形成機構を明らかにする上で非常に重要である。我々は、与えられた銀河重力ポテンシャルの下で星の軌道計算を行うことにより、自己無矛盾な位相分布関数を求める研究を行っている。さらに、そのポテンシャルのもとでの運動の積分を見つけることにより、任意のポテンシャルに対して運動の積分と位相分布関数を結びつけるスキームの構築を行っている。また、このようにして求められた観測可能な星の位相分布関数とアストロメトリ観測データを比較することにより、ダークマターなど観測で直接的に得ることのできない物質の運動情報を知ることが目的とする。それにより銀河系全体の力学構造解明を目指す。

### 2.1.2 銀河化学進化の研究

星や銀河の起源や進化を探る上で、物質の化学組成は非常に重要な手がかりとなる。本研究室では、星の化学組成を解析することにより、過去に星の内部または超新星爆発でどのような元素合成が行われてきたかを明らかにする研究をおこなっている。さらに、それをもとに銀河内の星形成史を明らかにすることを目指す。

### 2.1.3 大質量 X 線連星の軌道決定

アストロメトリ観測は、連星の軌道要素の決定にも威力を発揮する。我々は、JASMINE 衛星の位置決定精度精度

に対してどの程度の精度で軌道要素を決定できるかを見積もることにより、見えない天体がブラックホールであるか中性子星であるかを判定できるか否か、または軌道面の向きとブラックホールからの質量放出(ジェット)の向きがどこまで比較可能か、といった検証を行っている。

#### 2.1.4 アstrometri法による系外惑星探査および惑星質量決定

系外惑星探査法の一つとしてアstrometri法はよく知られている。我々は、JASMINE 衛星によってどの程度の系外惑星を発見できるかを見積もりを行っている。また、アstrometri法は惑星の質量を決定できる唯一の能動的観測方法である。現在発見されている系外惑星に対して、その系外惑星の質量がどの程度の精度で決定されるかの検証も行っている。検証対象は主系列星にとどまらず、褐色矮星、YSO(Young Stellar Object) も含む。

#### 2.1.5 活動恒星の黒点研究

黒点を持つ恒星が自転すると、その光学中心位置はその自転とともに移動する。これをアstrometri観測により捉えることで恒星黒点の情報を得ることができる。アstrometriによる黒点観測は未だになされた例がなく、全く新しい情報が得られる可能性がある。我々は、アstrometriにより黒点のどのような情報が引き出せるかの検討を行っている。

## 2.2 ミッション検討

### 2.2.1 超小型位置天文衛星: Nano-JASMINE

Nano-JASMINE は JASMINE 計画の先駆けであり、ヒッパルコス衛星のデータと合わせることで、星の位置や固有運動の精度を向上させることを目的とする。特に、欧州の可視光位置天文衛星 Gaia ではできない明るい星の観測が可能のため、世界的にユニークである。主な仕様は、主鏡口径 5cm, 中心位置決定精度 3 ミリ秒角, 衛星重量 35kg である。ブラジルの発射場からウクライナのロケットにより、2015 年に打ち上げられることが予定されてい

る。衛星の開発は完了しており、現在は衛星の維持・管理、およびデータ解析準備を行っている。

### 2.2.2 小型位置天文衛星: 小型 JASMINE

小型 JASMINE は JASMINE 計画の中核を担う衛星であり、銀河系バルジに含まれる 10 万個程度の星の位置や固有運動を世界で初めて測定し、バルジの力学構造を解明することを目的とする。さらには、高密度星・系外惑星・活動恒星等のサイエンスを拓くことを目指す(2.1 節参照)。主な仕様は、主鏡口径 30cm, 中心位置決定精度 10 マイクロ秒角, 衛星重量 400kg 程度である。JAXA のイプシロンロケットに搭載予定であり、2019 年の打ち上げを目指している。主なミッション要求・システム要求を満たす仕様案が完成しており、現在は宇宙科学研究所小型科学衛星枠へのミッション提案を控え、詳細な概念設計を行っている段階である。

## 3 教育

### 最近の修士論文

超小型位置天文観測衛星「Nano-JASMINE」の開発搭載用 CCD の性能評価 [室岡 純平:2011 年 3 月]

Nano-JASMINE の開発: 宇宙放射線と CCD [志村 勇樹:2012 年 3 月]

超小型位置天文観測衛星「Nano-JASMINE」の星像中心位置決定法 [原 拓自:2013 年 3 月]

## 4 連絡先

住所: 〒 181-8588 三鷹市大沢 2-2-1

電話番号: 0422-34-36xx (xx は下記内線番号)

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

スタッフ	内線番号	E-mail address
郷田	16	naoteru.gouda@nao.ac.jp
小林	03	yuki@merope.mtk.nao.ac.jp
辻本	17	taku.tsujimoto@nao.ac.jp
矢野	01	yano.t@nao.ac.jp

# 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

田中雅臣

## 1 構成

2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

**教授** 小久保英一郎\*、富阪幸治\*、吉田春夫

**准教授** 梶野敏貴\*、中村文隆\*

**助教** 伊藤孝士、大須賀健\*、工藤哲洋\*、田中雅臣\*、  
浜名崇\*

**特任助教** 銭谷誠司\*、高橋博之\*、滝脇知也\*、藤井通子\*、  
藤本桂三

**PD** 有吉雄哉、石津尚喜\*、押野翔一、鈴木昭宏\*、  
榑崎弥生、福土比奈子、堀安範、山崎大、脇田茂、  
和田智秀

**D3** 野村真理子\*

**D2** 片岡章雅\*、藤井顕彦

**D1** 橋詰克也

**M2** 柴垣翔太、柴田雄

**M1** 平居悠

\*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範囲をカバーしています。ここでは理論天文学宇宙物理学懇談会会員の研究内容を中心に、

一部のみを紹介します。これ以外にも様々な分野の研究が行われており、日本最大級の理論研究グループの特徴を生かした、分野間交流も盛んに行なわれています。研究内容や最新の研究成果はホームページ (<http://th.nao.ac.jp>) にも掲載されています。

### 2.1 星・惑星系・銀河形成

#### 2.1.1 惑星系形成 (小久保)

太陽系は惑星、衛星、環、小惑星、太陽系外縁天体、彗星と、質量・組成・軌道の違う多様な天体から構成されている。これらの天体はどのようにして形成されたのだろうか。また、近年、観測によって銀河系には太陽系以外にも多様な惑星系が存在することが明らかになっている。これらの惑星系は太陽系とは何が違ったのだろうか。惑星系は原始惑星系円盤とよばれる星周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。現在はガス惑星核の形成、地球型惑星形成、惑星環の構造、彗星雲の形成などについて研究を進めている。

#### 2.1.2 星形成 (富阪)

星は様々な階層の天体を形成する最も基本的な要素であり、その形成過程の理解は天体物理学の基本的問題の一つである。この過程では重力が重要な役割を果たすが、星間乱流、磁場、原子・分子過程、輻射が絡み合った複雑な系である。これらの素過程を取り入れた磁気流体力学、輻射磁気流体力学の非定常シミュレーションをおこない、乱流、磁場、回転等の役割を明らかにすることを目指している。

またシミュレーションと観測を比較する手法や、高精度、高速のシミュレーション手法の開発等にも注力している。

### 2.1.3 星・星団形成 (中村)

スーパーコンピュータ等を用いて、星間雲から星・星団が誕生する過程を数値磁気流体力学シミュレーションを用いて調べている。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・乱流・磁場の役割に着目し、星団の形成過程のモデル構築を行っている。また星・星団形成領域の観測的研究も推進し、星・星団形成モデルの構築を理論と観測を協同させて進めている。

### 2.1.4 星団の形成と進化 (藤井)

若い星団には散開星団の他に young massive cluster と呼ばれる大質量でコンパクトな星団が存在することがわかっている。流体計算と N 体計算を用いて、これらの星団の形成過程について、重力多体系の力学的進化を軸に共通点や差異を明らかにしようとしている。また、そのために必要なシミュレーション手法の開発も行っている。

### 2.1.5 銀河円盤の力学的進化 (藤井)

ダークマターハロー中での銀河円盤の力学的進化について、GPU クラスタを用いた大規模 N 体計算によって調べている。GPU クラスタによる大規模シミュレーションの利点である大粒子数を活かし、ダークマターハローの取り扱い (N 体/外場) による銀河円盤の力学的進化への影響や、銀河の円盤、バルジ、ハローの質量比やスケール長といったパラメータが、銀河の渦状腕やバー構造の形成・進化にどう影響するのかを明らかにすることを目指している。

## 2.2 高エネルギー・高密度天体

### 2.2.1 ブラックホール降着流・噴出流の研究 (大須賀)

ブラックホール周囲のガス降着流からは放射やジェット、円盤風として膨大なエネルギーが放出される。これが活動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現象の起源と考えられている。また、巨大ブラックホールの形成および巨大ブラックホールと母銀河の共進化においても重要な役割を担う。ブラックホール周囲での現象を解明するには重力、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要である。スーパーコンピュータを駆使した大規模数値シミュレーションによって研究を進めている。

### 2.2.2 ブラックホール連星からのジェット形成機構 (高橋)

ブラックホール連星は伴星からのガス降着によって膨大な量の重力エネルギーを解放し、フレアやジェットといった活動性を示す。このジェットのパワー、形成過程、収束性、エネルギー変換効率といった基本的な物理を理解することはブラックホール連星のみならず活動銀河核ジェットやそれに伴う銀河へのフィードバック過程を理解する上でも重要である。この問題を理解するために相対論、ガス、磁場、輻射過程といった様々な物理を無矛盾に取り入れた多次元数値計算を行っている。

### 2.2.3 高密度天体の形成メカニズムの解明 (滝脇)

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、重力波、ニュートリノ、可視光、宇宙線などを放出し、非常に豊かな天文学の対象となっている。また中性子星、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、ニュートリノ反応や原子核反応を司る高エネルギー物理学の宇宙における実験場となっている。星の持つ、質量、自転、磁場といった量が、星の一生にどのように影響し、超新星やガンマ線バーストといったどのような

最期に結びつくのかは恒星進化の大問題である。近年では京コンピューターや天文台の並列計算機によって非常に大規模な数値シミュレーションが可能になったため、急速にそのメカニズムの解明が進んでいる。

#### 2.2.4 高密度天体における重力波放出過程の研究 (滝脇)

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の理論予測を行い、将来稼働する重力波検出器 (KAGRA(日本)、advanced LIGO(米) など) による重力波の観測可能性や、そこからどのような物理が引き出せるのか、先進的な研究を行なっている。これまで超新星爆発のシミュレーションは2次元軸対称を仮定して計算が行われ、重力波波形が予想されてきたが、近年自然な3次元計算が行えるようになり、より現実的な重力波波形が予測できるようになってきている。

#### 2.2.5 コンパクト連星合体の研究 (田中)

近い将来、連星中性子星の合体やブラックホールと中性子星の合体からの重力波が直接検出されることが期待されている。このようなコンパクト連星合体における多次元輻射輸送シミュレーションを行うことによって、重力波に引き続いて期待される電磁波放射の特徴を研究している。重力波と電磁波両方の情報を使ったマルチメッセンジャー天文学を開拓し、コンパクト連星合体の親星や高密度物質の状態方程式を明らかにすることを目指している。

### 2.3 宇宙論

#### 2.3.1 重力レンズ効果を応用した観測的宇宙論 (浜名)

重力レンズ効果は、その主要メカニズムが重力のみで記述されるという単純さにより暗黒物質を研究する強力な手段となっている。また宇宙の構造形成進化を介して、宇宙の暗黒エネルギーの巨視的性質を探るユニークな手段にもなっている。近年、国立天文台や国内外の研究機関におい

て、重力レンズ効果を応用した観測的宇宙論研究を主目的とした大規模観測計画が推進されている。こういった背景のもと、重力レンズ効果を応用した高精度宇宙論研究を目指し、理論・観測の両側面から研究を推進している。

### 2.4 磁気流体現象・プラズマ物理

#### 2.4.1 天体磁気流体現象 (工藤)

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、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い、複雑で活動的な磁気流体現象を理解しようと試みている。

#### 2.4.2 磁気リコネクションの基礎研究 (銭谷)

太陽・恒星表面で激しい爆発 (フレア) を引き起こす「磁気リコネクション」の基礎メカニズムを研究している。磁力線を繋ぎかえて磁気エネルギーを解放する物理素過程を、運動論プラズマ理論や数値シミュレーションを用いて研究するとともに、地球磁気圏の衛星観測データを使って検証するなど、多方面から総合的に理解しようとしている。さらに、こうした理解を出発点に、パルサー・マグネターといった相対論プラズマ環境でのフレアや高エネルギー粒子加速を理解しようと試みている。

## 3 教育

総合研究大学院大学 (物理科学研究科 天文科学専攻)、東京大学大学院 (理学系研究科 天文学専攻)、その他大学院 (国立天文台の特別共同利用研究員、受託大学院生制度を利用) から大学院生を受け入れています。

## 最近の博士論文

Formation and Early Evolution of Circumstellar Disks [塚本 祐介: 2012 年 3 月]

Radiation Magnetohydrodynamic Simulations of Star Formation Processes [富田 賢吾: 2012 年 3 月]

Cosmic History of Core-Collapse Supernovae and Supernova Relic Neutrinos [鈴木 重太朗: 2011 年 9 月]

Dynamical friction in a cored density distribution / Disk and bulge formation in clump-cluster galaxies [井上 茂樹: 2011 年 3 月]

Particle-Particle Particle-Tree: A Direct-Tree Hybrid Scheme for Collisional N-Body Simulations [押野 翔一: 2011 年 3 月]

## 最近の修士論文

矮小銀河の化学動力学進化の研究：数値シミュレーションコードの構築 [泉田 史杏: 2013 年 3 月]

輻射流体計算による超臨界降着流及び噴出流の大局的構造の研究 [橋詰 克也: 2013 年 3 月]

高密度惑星環の力学に関する理論的研究 [藤井 顕彦: 2012 年 3 月]

超新星爆発メカニズム及びその銀河化学進化寄与の解明に向けた超新星爆発偏光度予測手法の開発 [釋 宏介: 2012 年 3 月]

Thermal Evolution of Primordial Gas and Formation of First Stars [佐々木 明: 2011 年 3 月]

R-process nucleosynthesis in neutrino-pair heated collapsar model [佐藤 奨: 2011 年 3 月]

## 4 連絡先

住所：〒181-8588 三鷹市大沢2-21-1

電話番号：0422-34-xxxx (xxxx は下記内線番号)

ホームページ：<http://th.nao.ac.jp>

以下はスタッフのみの情報です。

名前	内線番号	E-mail address
小久保	3930	kokubo[at]th.nao.ac.jp
富阪	3732	tomisaka[at]th.nao.ac.jp
吉田	3741	h.yoshida[at]nao.ac.jp
梶野	3740	kajino[at]nao.ac.jp
中村	3733	fumitaka.nakamura[at]nao.ac.jp
伊藤	3454	tito[at]cfca.nao.ac.jp
大須賀	3730	ken.ohsuga[at]nao.ac.jp
工藤	3734	kudoh[at]th.nao.ac.jp
田中	3752	masaomi.tanaka[at]nao.ac.jp
浜名	3743	hamana.tk[at]nao.ac.jp

# 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、教育学部学校教育教員養成課程情報・技術専修・専攻に所属している。2013年5月1日現在の構成員は以下の通りである。

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] やバー構造、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基底関数系で展開し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いる。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]。これまでに、3次元円盤を SCF 法で計算するコードを開発し、自己重力ハローも SCF 法で計算できるように拡張した。さらに、このコードの GPU 化も終了し、円盤、バルジ、ハローをすべて SCF 法で計算できるコードを開発中である。今後は、1億体以上の粒子による円盤銀河の大規模シミュレーションを行い、その力学進化を明らかにしたいと考えている。

## 3 教育

3年6学期間のうちの1学期間、全学共通教養科目として「宇宙と地球」を講義している。2012年度の改組によ

り、情報・技術専修・専攻に所属したので、基本的に天文学や宇宙物理学関係の講義や演習は担当していない。今後の学年進捗とともに、コンピュータ応用の一つとして、天文シミュレーションや画像処理を教育する予定である。

## 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, “Destructible Bars in Disk Galaxies under the Dynamical Influence of a Massive Central Black Hole”, PASJ, 64, 5 (2012)
- [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)



# 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ます。2013年12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)

特任助教 松本洋介 (大学院理学研究科)

D3 小川崇之

D2 朝比奈雄太

D1 工藤祐己、彭之翰

M2 原田哲弥

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

## 2 研究

天体現象の理論シミュレーション研究を行っている。

### 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、輻射流体シミュレーションを実施し、超高光度X線源(ULX)や潮汐破壊事象[1]に適用している。宇宙ジェットと星間ガス相互作用のシミュレーションも実施中。

### 2.2 輻射輸送コードの開発と原始惑星系円盤への適用

1次モーメント法に基づく輻射輸送コードを作成し[2]、原始星からの輻射によって照射された原始惑星系円盤の構造と時間発展を調べている。

### 2.3 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[3]。特に、非熱的粒子(宇宙線)が円盤ダイナモに及ぼす影響を明らかにしようとしている。熱伝導とBraginskii粘性を考慮した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[4]。

### 2.4 超高マッハ数衝撃波による粒子加速計算

Particle in Cell (PIC)法に基づく電磁粒子シミュレーションコードを超並列計算機に実装して高マッハ数の無衝突衝撃波をシミュレートし、大振幅の電磁場擾乱によって冪乗則のエネルギー分布を持つ相対論的電子が生成される過程を明らかにしつつある[5]

### 2.5 宇宙磁気流体・プラズマシミュレーションコードの開発

宇宙磁気流体の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、初期条件設定、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

公開ソフトウェア CANS の改訂を進め、PIC 法に基づく電磁粒子コード pCANS も公開した。

### 3 教育

最近の博士論文

- Radiation Hydrodynamic Models of Spectral Hardening in Supercritical Black Hole Accretion Flows through Compton Scattering [川島朋尚: 2011 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

- 降着円盤ダイナモとハード-ソフト状態遷移の大局的 3 次元磁気流体数値実験 [小野貴史:2013 年 3 月]
- 活動銀河中心における広輝線雲加速の輻射磁気流体数値実験 [大塚淳輝:2013 年 3 月]
- 輻射輸送 M 1 モデルの数値解と原始惑星系円盤への適用 [菅野裕次 :2013 年 3 月]
- 非熱的粒子を考慮したパーカー不安定性と円盤ダイナモの磁気流体数値実験 [工藤祐己 :2013 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:ダイアルイン方式で、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
松本洋介	2737	ymatumot@astro.s
小川崇之	3720	ogawa@astro.s
朝比奈雄太	3720	asahina@astro.s
工藤祐己	3720	kudoyk@astro.s
彭之翰	3720	pengch@astro.s
原田哲弥	3720	haradatt@astro.s

### 参考文献

- [1] T. Kawashima et al., Recurrent Outbursts and Jet Ejections Expected in Swift J1644+57: Limit-Cycle Activities in a Supermassive Black Hole, PASJ 65, L8 (2013)
- [2] Y. Kanno, T. Harada, and T. Hanawa, Kinetic Scheme for Solving the M1 Model of Radiative Transfer, PASJ 65, article id 72 (2013)
- [3] M. Machida et al., Dynamo Activities Driven by Magnetorotational Instability and the Parker Instability in Galactic Gaseous Disks, ApJ 764, article id 81 (2013)
- [4] K. Suzuki, T. Ogawa, Y. Matsumoto, and R. Matsumoto, Magnetohydrodynamic Simulations of the Formation of Cold Fronts in Clusters of Galaxies: Effects of Anisotropic Viscosity, ApJ 768, article id 175 (2013)
- [5] Y. Matsumoto, T. Amano, and M. Hoshino, Electron Acceleration in a Nonrelativistic Shock with very High Alfvén Mach Number, PRL 111, 215003 (2013)

# 筑波大学宇宙物理理論研究室

森正夫

## 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。2013年12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\*

PD 石山 智明\*, 澁谷隆俊, 長谷川 賢二\*, 行方 大輔\*,  
Alexander Wagner

D3 扇谷 豪, 三木 洋平

D2 小松 勇, 田中 賢

D1 安部 牧人, 五十嵐 朱夏

M2 桐原 崇亘, 鈴木 裕行, 山井 勇樹, 渡邊 歩

M1 小野間 章友, 加藤 一輝, 村田 貴紀, 山崎 健太郎

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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所有の国内有数のスーパーコンピュータや京コンピュータ等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 初代天体形成と宇宙再電離

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。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、スーパーコンピュータを用いて大規模な輻射流体力学計算を進めています。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。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 ([4])。

### 2.2 銀河形成・進化

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) のもとで行う流体力学シミュレーションや解析計算によって得られた結果と、近傍銀河や高赤方偏移天体の観測データとの詳細な比較を行うことにより、銀河の形成・進化の研究しています (文献 [1, 2])。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 [3])。

## 2.3 超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  $10^5$  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。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のを調べたり、銀河衝突に伴うブラックホールの集積過程について研究しています。

## 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。特に、GPGPU に代表されるような計算加速装置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 (文献 [5])。

## 3 教育

最近の修士論文

- 3次元輻射流体計算による紫外線輻射場中の星団形成過程の研究 [安倍牧人:2013年3月]
- 球対称定常銀河風の解析 [五十嵐朱夏:2013年3月]

- GPUを用いた輻射流体力学シミュレーションの高速化 [大野純:2013年3月]
- 初代星形成における紫外線輻射の流体力学的効果 [久保田明夏:2013年3月]

## 4 連絡先

住所: 〒 305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

電話番号:ダイアルイン方式で、029-853-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.ccs.tsukuba.ac.jp/Astro/index-j.html) でも得られます (<http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/Astro/index-j.html>)。

また E-mail address は、

`username@ccs.tsukuba.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>
梅村	6494	umemura
森	6034	mmori
吉川	6490	kohji

## 参考文献

- [1] H. Yajima, M. Umemura and M. Mori, MNRAS, 420, 3381 (2012)
- [2] M. Tsuchiya, M. Mori and S. Nitta, MNRAS, 432, 2837 (2013)
- [3] G. Ogiya and M. Mori, ApJ, 736, L2 (2011)
- [4] K. Hasegawa and B. Semelin, MNRAS, 428, 154 (2012)
- [5] Y. Miki, D. Takahashi and M. Mori, Computer Physics Communications, 184, 2159 (2013)

# 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、2名の教員と2名のPDおよび4名の大学院生によって構成されています。2013年10月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 山口昌英\*

助教 椎野克\*

PD 斎川賢一\*, Xian Gao

M2 戸辺弘亮, 太田敦久, 吉田大介

M1 佐藤正憲

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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」、  
「重力理論」の二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、暗黒物質の起源
- 密度揺らぎの性質
- 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

## 3 教育

最近の博士論文

- Time in the Weak Value and the Discrete Time Quantum Walk [鹿野豊：2011年9月]

最近の修士論文

- 非一様等方宇宙における宇宙論 [戸辺弘亮：2013年3月]
- INFLATION IN STRING THEORY [石橋佳：2013年3月]
- 量子状態の幾何と幾何学的位相 [古賀実：2012年3月]
- 弱測定による信号増幅の最適化 [須佐友紀：2012年3月]
- Painleve-Gullstrand 座標と重力崩壊 [金井祐樹：2011年3月]

## 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、

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] Teichmüller parameters for multiple BTZ black hole spacetime:  
Yasunari Kurita, Masaru Siino  
e-Print Archive: arXiv:1310.5326 [hep-th].
- [2] Effective gravitational interactions of dark matter axions:  
Toshifumi Noumi, Ken'ichi Saikawa, Ryosuke Sato, Masahide Yamaguchi  
e-Print Archive: arXiv:1310.0167 [hep-ph].
- [3] Graceful exit from Higgs G-inflation:  
Kohei Kamada, Tsutomu Kobayashi, Taro Kunimitsu, Masahide Yamaguchi, Jun'ichi Yokoyama  
e-Print Archive: arXiv:1309.7410 [hep-ph].
- [4] On the estimation of gravitational wave spectrum from cosmic domain walls:  
Takashi Hiramatsu, Masahiro Kawasaki, Ken'ichi Saikawa  
e-Print Archive: arXiv:1309.5001 [astro-ph.CO].
- [5] Multi-field G-inflation:  
Tsutomu Kobayashi, Norihiro Tanahashi, Masahide Yamaguchi  
e-Print Archive: arXiv:1308.4798 [hep-th].
- [6] Conformal-Frame (In)dependence of Cosmological Observations in Scalar-Tensor Theory:  
Takeshi Chiba, Masahide Yamaguchi  
e-Print Archive: arXiv:1308.1142 [gr-qc].
- [7] Primordial spectra from sudden turning trajectory:  
Toshifumi Noumi, Masahide Yamaguchi  
e-Print Archive: arXiv:1307.7110 [hep-th].
- [8] Spectator field models in light of spectral index after Planck:  
Takeshi Kobayashi, Fuminobu Takahashi, Tomo Takahashi, Masahide Yamaguchi  
e-Print Archive: arXiv:1303.6255 [astro-ph.CO].
- [9] Implications of Planck results for models with local type non-Gaussianity:  
Teruaki Suyama, Tomo Takahashi, Masahide Yamaguchi, Shuichiro Yokoyama  
e-Print Archive: arXiv:1303.5374 [astro-ph.CO].

# 東京工業大学 惑星理論グループ

中本泰史

## 1 構成

東京工業大学・惑星理論グループは、大学院理工学研究科・地球惑星科学専攻の井田研究室 #・牧野研究室 #・中本研究室・野村研究室を中心としたグループです。(＃は地球生命研究所所属)

2013年11月1日現在の構成員は、次の通りです。

<b>教授</b>	井田茂、牧野淳一郎*
<b>准教授</b>	中本泰史*、野村英子*、 竹内拓*、長沢真樹子、斎藤貴之*、 玄田英典、佐々木貴教
<b>助教</b>	奥住聡*
<b>研究員</b>	台坂淳子*、馬場淳一*、藤井友香
<b>PD</b>	樋口有理可*、Karen Lewis
<b>D3</b>	加瀬啓之、鐵紘由紀、細野七月、松本侑士
<b>D2</b>	國友正信
<b>D1</b>	瀧哲朗
<b>M2</b>	伊藤祐一、上田翔士、上田裕太、 落合裕道、和田義輝
<b>M1</b>	菊地章宏、佐藤貴央、高附翔馬、山本智子

\*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、大学院生・学部生に対して教育を行っています。

本グループでは主に、星・惑星系や銀河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。

**銀河形成・進化** 私たちの銀河系をはじめ、銀河の形成や力学的進化過程を調べています。

**星形成** 大質量星から最小質量星まで、星間雲の重力収縮による星形成過程を調べています。

**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り、惑星が形成されたと考えられます。

**原始惑星系円盤の化学進化** 円盤ガスの化学組成の進化を調べています。誕生する惑星の組成に対してはもちろん、円盤の観測にとっても重要な情報です。

**微惑星の形成** 円盤内の固体微粒子が集まり、大きさ1kmないし100km程度の天体が形成されたと考えられます。微惑星です。その形成過程を調べています。

**隕石の形成** 隕石は小惑星の破片で、それは微惑星の名残だと考えられます。その形成過程は、円盤内固体微粒子や微惑星の形成と密接に関連しています。

**惑星集積過程** 微惑星が合体成長して惑星が形成される過程を明らかにしようとしています。

**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。

**系外惑星の起源** 観測されている系外惑星の特徴から、それらの形成・進化過程を探っています。

**惑星系の力学進化** 惑星間の重力により、惑星の軌道が進化します。系の姿が最初の状態から大きく変わる場合もあります。

## 3 連絡先

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

# 東京大学 宇宙線研究所 高エネルギー天体グループ

木坂 将大

2013/12/1

## 1 構成

当グループは宇宙線研究所に2009年12月に新設されました。2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 寺澤 敏夫\*

助教 浅野 勝晃\*

PD 赤池 陽水、木坂 将大\*、田中 周太\*、宮本 英明

D3 小尾 善男(東工大受託)

D1 三上 諒

M2 樋口 千夏(東工大受託)

M1 佐々木 健斗、杜 驍

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

当グループでは、宇宙線粒子の加速・生成機構などについての研究を行っています。宇宙線の加速過程・放射過程の舞台となる高エネルギー天体現象として、超新星爆発、パルサー磁気圏、マグネター(超強磁場中性子星)の巨大フレア、中性子星同士または中性子星とブラックホールの合体、銀河中心ブラックホールから噴き出すジェット、銀河系スケールまで広がるガンマ線の巨大泡構造、正体不明のガンマ線バーストなどを挙げることができます。我々は数

値シミュレーションなどを通して、上記の天体からの電磁波や宇宙線、ニュートリノ放射のモデルを検討し、観測との比較から、粒子加速や放射過程を探ろうとしています。また理論的手段に加え、地上望遠鏡や人工衛星からの観測データ(電磁場・電波観測、プラズマ粒子・X線～ガンマ線観測など)の解析も活用し、国際宇宙ステーションにおける電子観測計画へも参加しています。

観測的研究の1例として、かにパルサーからの巨大電波パルスの研究が挙げられます[1]。かにパルサーからは、平均的な強度の電波パルスと比較して非常に強いパルスがおよそ3秒に1回程度観測されています。異常な輝度温度、 $\sim 10^{-9}$ 秒以下の構造を持つことなどから、極めて小さな領域に高密度かつ相対論的エネルギーを持ったプラズマ粒子が位相がそろった大振幅の電波放射を行っていると考えられますが、その発生機構などはほとんどわかっていません。もし比較的放射機構の理解が進んでいる他の波長帯への影響があればその正体に迫ることが出来る可能性があるため、我々は電波とX線の同時観測、またパルスの生成、伝播に対する理論的モデルの構築、さらにはこのパルス観測を利用した星間空間の構造の調査など、多角的に研究を行っています。

この他、遠方の天体現象に迫る手がかりを得るため、より詳細なデータが得られる太陽・地球近傍の惑星間空間で起こる爆発的エネルギー解放現象の研究も行っています。これらは、関与する粒子は $10^6-10^9$ eV程度以下に限られるとはいえ、直接探査が可能であり、高エネルギー天体現象の雛形として、理論モデ



ルの検証に不可欠な実験場を提供してきました。例えば 30 年ほど前に提唱され、現在の宇宙線起源理論の根幹をなしている衝撃波統計粒子加速理論は、惑星間空間の衝撃波研究によりその基礎が確立したという歴史があります。

### 3 教育

最近の修士論文

- 太陽フレアにおけるニュートリノ放射の数値的研究 [武石 隆治:2013 年 3 月]
- Crab パルサーからの Giant Radio Pulse: 電波・硬 X 線同時観測による放射機構に関する研究 [三上 諒:2013 年 3 月]
- Crab Pulsar Giant Radio Pulse の星間プラズマ内伝搬の研究 [山越 陽介:2012 年 3 月 (東工大)]

### 4 連絡先

住所：〒 277-8582 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

電話番号:04-713x-xxxx (xxxxx は下記内線番号)

	内線番号	E-mail
寺澤	65137	terasawa*
浅野	63187	asanok*
赤池		yosui*
木坂		kisaka*
田中		sjtanaka*
宮本		hide*
小尾		yoshio*
三上		mikami*
樋口		earendil*
佐々木		kentos*
杜		tosho*

\*: @icrr.u-tokyo.ac.jp

研究室 HP:

<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/hea/index.html>

### 参考文献

- [1] Mikami, R., et al. Journal of the Physical Society of Japan, (2014) in press
- [2] Tanaka, S. J., & Takahara, F. Monthly Notices of the Royal Astrophysical Society, 429, 2945, (2013)
- [3] Asano, K., & Mészáros, P. Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, 09, 008, (2013)
- [4] Kisaka, S., & Kawanaka, N. Monthly Notices of Royal Astronomical Society, 421 3543 (2012)
- [5] Terasawa, T., & Matsukiyo, S. Space Science Reviews, 173 623 (2012)

# 東京大学宇宙線研究所理論グループ

横山修一郎

## 1 構成

東京大学宇宙線研究所理論グループでは、様々な角度から素粒子と宇宙に関する理論研究を行っています。2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 川崎雅裕\*

准教授 伊部昌宏

PD 横山修一郎\*

大学院生 [D3] 川上悦子、北嶋直弥\*、竹迫知博、[D2] 武田直幸、[D1] 山田将樹、吉野一慶、[M2] 露木孝尚、[M1] 相沢比、早川拓、ホンジョンピョン

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

主な研究対象は以下のとおりです。詳細は、参考文献に連ねました最近の出版論文をご参照ください、

### 2.1 初期宇宙論

宇宙の観測技術が進むにつれ、我々の宇宙の現在、そして昔の詳細な姿が物理的に議論できる時代が到来しています。理論グループでは、誕生間もない宇宙で起きたとされる様々な素粒子現象を研究し、素粒子物理の観点と将来の宇宙論的観測を駆使することで、初期宇宙論の重要なパラダイムであるインフレーション宇宙、バリオン生成を中心に統一的に理解することを目指しています。

### 2.2 暗黒物質

現在の宇宙の構成物質として、いまだに正体がわかっていない暗黒物質。理論グループでは理論的側面、現象論的側面、及び宇宙論からの視点を通じてその正体に迫る研究を行っています。

## 3 教育

最近の博士論文

- Production and evolution of axion dark matter in the early universe [斎川賢一: 2013年3月]
- Forecast constraints on cosmic string parameters from observations of gravitational waves and CMB [宮本幸一: 2013年3月]

最近の修士論文

- アフレックダイン機構と物質の起源 [山田将樹: 2013年3月]
- 格子シミュレーションによるアクシオン・ドメインウォール問題に関する研究 [吉野一慶: 2013年3月]

## 4 連絡先

住所: 〒 277-8582 千葉県柏市柏の葉 5 - 1 - 5

ホームページアドレス: [www.icrr.u-tokyo.ac.jp/th/th-j.html](http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/th/th-j.html)

電話番号: 04-713x-xxxx (x-xxxx は内線番号)

また E-mail address は、

*username* @icrr.u-tokyo.ac.jp

です。内線番号 (x-xxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
川崎	6-3160	kawasaki
横山	6-3164	shu

## 参考文献

- [1] E. Kawakami, M. Kawasaki, K. Miyamoto, K. Nakayama and T. Sekiguchi, JCAP **1207**, 037 (2012)
- [2] T. Hiramatsu, M. Kawasaki, K. 'i. Saikawa and T. Sekiguchi, Phys. Rev. D **85**, 105020 (2012)
- [3] M. Kawasaki and M. Kusakabe, Phys. Rev. D **86**, 063003 (2012)
- [4] M. Kawasaki and T. Takesako, JCAP **1208**, 031 (2012)
- [5] M. Kawasaki and T. Takesako, Phys. Lett. B **718**, 522 (2012)
- [6] M. Kawasaki, K. 'i. Saikawa and N. Takeda, Phys. Rev. D **87**, 103521 (2013)
- [7] M. Shiraishi, S. Saga and S. Yokoyama, JCAP **1211**, 046 (2012)
- [8] M. Kawasaki and M. Yamada, Phys. Rev. D **87**, 023517 (2013)
- [9] S. Yokoyama and T. Matsubara, Phys. Rev. D **87**, 023525 (2013)
- [10] S. Kuroyanagi, K. Miyamoto, T. Sekiguchi, K. Takahashi and J. Silk, Phys. Rev. D **87**, 023522 (2013) [Erratum-ibid. D **87**, no. 6, 069903 (2013)]
- [11] K. 'i. Saikawa and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D **87**, 085010 (2013)
- [12] K. Harigaya, M. Kawasaki and T. T. Yanagida, Phys. Lett. B **719**, 126 (2013)
- [13] K. Harigaya, M. Ibe, M. Kawasaki and T. T. Yanagida, Phys. Rev. D **87**, no. 6, 063514 (2013)
- [14] S. Kasuya, M. Kawasaki and M. Yamada, Phys. Lett. B **726**, 1 (2013) [arXiv:1211.4743 [hep-ph]].
- [15] M. Kawasaki, F. Takahashi and T. Takesako, JCAP **1304**, 008 (2013)
- [16] M. Kawasaki, N. Kitajima and K. Nakayama, Phys. Rev. D **87**, no. 3, 035010 (2013)
- [17] A. Kamada, M. Kawasaki and M. Yamada, Phys. Lett. B **719**, 9 (2013)
- [18] C. Hikage, M. Kawasaki, T. Sekiguchi and T. Takahashi, JCAP **1303**, 020 (2013)
- [19] K. Miyamoto and K. Nakayama, JCAP **1307**, 012 (2013)
- [20] M. Kawasaki and K. Nakayama, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. **63**, 69 (2013)
- [21] M. Kawasaki, N. Kitajima, K. Nakayama and T. T. Yanagida, JCAP **1306**, 037 (2013)
- [22] T. Suyama and S. Yokoyama, JCAP **1306**, 018 (2013)
- [23] T. Suyama, T. Takahashi, M. Yamaguchi and S. Yokoyama, JCAP **1306**, 012 (2013)
- [24] M. Kawasaki, N. Kitajima and S. Yokoyama, JCAP **1308**, 042 (2013)
- [25] M. Kawasaki, T. T. Yanagida and K. Yoshino, JCAP **1311**, 030 (2013)
- [26] T. Fujita and S. Yokoyama, JCAP **1309**, 009 (2013)

# 東京大学駒場宇宙物理学理論研究室

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、宇宙物理学理論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す。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す。

駒場宇宙物理学理論グループは下記の構成員からなり、主として連星を含む恒星の構造や安定性を研究しています。2013年11月現在の構成員は以下の通りです。

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 井田 修司、藤澤 幸太郎\*

M2 佐藤 裕史、宋 成登

M1 漆畑 貴樹

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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す（括弧内は文責者名）。

連星を含む恒星の構造や安定性の研究（江里口）

1) 一般相対論的な非一様回転天体の平衡状態における新たな回転則の提案とその応用例の提示 [1]。一般相対論

的な平衡状態における回転則には、系の積分可能性からの制限がつくが、新たに

$$\frac{j}{1-j\Omega} = \frac{R_0^2 \Omega (\Omega^\alpha - \Omega_0^\alpha)}{\Omega_c^\alpha - R_0^2 \Omega^2 (\Omega^\alpha - \Omega_0^\alpha)},$$

という回転則を提案した。この回転則は、ニュートン極限で Kepler 的なものや速度一定のものも含んでいる。

2) 磁場入り自己重力天体の定常状態の定式化に関しての「電流密度」重視の視点からの「新たな定式化」の提案と様々な定常状態の計算例の提示。

MHD 近似のもとで磁場を扱う場合、伝統的には定式化の中で電流密度を消去して磁場のみが変数となるようにして扱われてきた。しかし、物理的な状況を明確に把握しながら計算を進めるには、電流密度を残した定式化のほうが便利である。特に、軸対称定常な barotrope を MHD 近似で扱うとき、その電流密度の表式は次のようになり、物理的な意味が明らかになった項から構成されていることがわかる。

$$\frac{\mathbf{j}}{c} = [\kappa'(\Psi) + Rv_\varphi Q''(\Psi)] \frac{\mathbf{B}}{4\pi} + Q'(\Psi) \frac{\omega}{4\pi} + \rho R [\mu(\Psi) + Rv_\varphi \Omega'(\Psi)] \mathbf{e}_\varphi.$$

ここで  $\Psi$  は磁場の flux 関数、 $\kappa, \mu, \Omega, Q$  は  $\Psi$  の任意関数である。その他の変数は通常使用される意味を持っている。この電流密度は、任意関数を4つ含み、その任意関数の形が様々な磁場構造に対応している。具体的な磁場構造に関しては、Fujisawa ら [2] に詳しい。

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、2010年に爆発した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、合体直前の物理過程を解明する研究をしています。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。また最近では、一般相対論だけではなく、スカラーテンソル理論を用いた研究も行っています。

#### 星の内部磁場構造の研究 (藤澤)

星の内部の定常的な磁場構造や子午面流構造の理論的な計算を行っている。シンプルな系を、ただし丁寧に計算して解析することで、マグネターや中性子星、白色矮星などといった天体の内部磁場構造を考えている。さらに、そこで得られた磁場構造をもとにして、マグネターのジャイアントフレアや磁場の永年進化、磁気圏構造などといった、具体的な現象に関する研究を行っている。一方で、これらの研究で得られた知見をもとにして、星の子午面流と回転とその形状の研究なども行っている。

### 3 教育

最近の修士論文

- 中性子星と磁場を伴う円盤の一般相対論的平衡状態 [藤井 亮治：2011年3月]
- Study of stationary axisymmetric magnetized stars with meridional flow in Newtonian gravity [藤澤 幸太郎：2011年3月]

最近の卒業論文

- 定常磁場星の新しい厳密解 — 軸対称系列から非軸対称系列へ — [川村 拓夢：2011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 (xxxx は下記4桁番号)

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

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

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

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。

### 参考文献

- [1] F. Garleazzi, S. Yoshida and Y. Eriguchi, AA, 541, 156 (2012)
- [2] K. Fujisawa, S. Yoshida and Y. Eriguchi, MN, 422, 434 (2012); K. Fujisawa, R. Takahashi, S. Yoshida and Y. Eriguchi, MN, 431, 1453 (2013); K. Fujisawa and Y. Eriguchi, MN, 432, 1245 (2013); K. Fujisawa and Y. Eriguchi, MN, in press (2013)

# 東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻

横山央明

## 1 構成

わたしたちの専攻では、地球科学とともに、プラズマ宇宙物理学・太陽物理学・惑星科学・系外惑星学などの天文学にかかわる研究を理論・実験・観測的に行っています。2013年12月1日現在の構成員は、研究スタッフ約50名、大学院生・ポスドク約200名で、天文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 阿部豊、生駒大洋、横山央明\*

助教 天野孝伸、河原創\*

博士院生 白川慶介、鳥海森\*、堀田英之\*、飯島陽久

修士院生 金子岳史、王燦洋、那須田哲也

(\* ) 印は理論懇会員

## 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])

地球型惑星の多様性と生存可能惑星の形成条件：阿部豊  
地球のような天体が普遍的な存在か、特殊な存在か。このような問いに答えることを目標にして、地球や惑星の様々な性質・特徴、特に生命が存在できる環境がいかに生成・維持されているか、また異なる性質を持つ地球型惑星の「作り分け」について、理論的に検討している。最近の研究

としては、惑星表面の水の量と環境に関する研究や、惑星形成直後の進化段階で、2つの異なるタイプの地球型惑星が生じることを示した研究などがある。(文献 [2])

太陽系内および系外惑星の起源と構造：生駒大洋

系外惑星の発見数は1000を超え、太陽系とは異なる多様な特徴が見えてきた。そうした惑星および惑星系の多様性の起源を知り、その中で太陽系、さらに地球というハビタブル惑星の起源や存在確率を解明することを研究目標としている。具体的には、惑星の内部構造と大気構造の理論モデリングおよび天体望遠鏡観測、惑星集積過程、地球の大気や海の獲得過程などの理論的研究をおこなっている。

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。

天体衝撃波における粒子加速および散逸過程：天野孝伸  
宇宙空間プラズマはしばしば粒子間衝突が無視できる無衝突プラズマとして振る舞う。その無衝突プラズマ中で発生する衝撃波では無衝突系特有の興味深い減少が多々発生するが、その中でも特に高エネルギー宇宙線の加速機構について数値シミュレーションおよび理論的な観点から研究している。最近ではパルサー近傍などにおいて見られる相対論的なプラズマ中の衝撃波やそれに関連する電磁場エネルギー散逸過程についても調べている(文献 [3])

太陽系外惑星・観測的宇宙論：河原創

太陽系外惑星のキャラクタリゼーション手法や探査方式の

開発。特に地球型惑星における生命探査を一つの目標としている。その他にはコズミックバリオンの観測と宇宙論応用など。

無衝突降着円盤におけるプラズマ現象：白川慶介

降着円盤中での角運動量輸送機構は円盤物理の基本問題の一つであり、円盤を構成するプラズマが引き起こす不安定性や乱流が効率的な角運動量輸送に関わっていると指摘されている。従来 MHD 近似が主である降着円盤の理論を、近年観測的に存在が指摘されている無衝突円盤に応用するため、イオンを粒子的に扱う Hybrid コードを開発して円盤乱流の駆動に関わる磁気回転不安定性や乱流の飽和に関わる磁気リコネクションに着目して研究を行っている。

太陽対流層からの磁束浮上 MHD 数値計算：鳥海森

黒点を含む太陽の活動領域は、対流層深部のダイナモ作用によって生成された磁束が浮上することによって形成されると考えられている。太陽対流層からの大規模な磁束浮上 MHD シミュレーションを行うことで、太陽における活動領域形成メカニズムの解明を目指している。(文献 [4])

太陽対流層の大規模流れと黒点 11 年周期：堀田英之

太陽対流層の差動回転・子午面還流などの大規模流れ、またその帰結と考えられている太陽磁場(黒点)の 11 年周期の理解を目標に研究をおこなっている。これらの理解には、乱流的な状況下にある熱対流の性質を理解する事が必須である。太陽対流層全体を計算領域としつつ、小スケールの乱流を分解するという大規模な数値計算を数値計算法から見直して実現している。(文献 [5])

太陽表面对流と磁場構造：飯島陽久

太陽表面における対流運動と磁場構造の間の相互作用の解明を目指し、数値的研究を行なっている。現在は、部分電離の熱力学的効果を考慮し、輻射輸送と電磁流体を結合させた現実的な数値シミュレーションを用いて、太陽超粒状斑と呼ばれる特徴的な対流スケールが、磁場と対流の相互作用によって形成される可能性を検討している。

太陽フィラメント形成、放出メカニズム：金子岳史

太陽フィラメントはコロナ内に出現する低温高密度プラズマ雲であり、宇宙空間へ放出され CME を引き起こす原因となる。低温高密度プラズマの生成機構について、磁場構

造の変化によって励起される熱不安定に着目し、非線形非等方熱伝導と放射を考慮した磁気流体シミュレーションを用いて研究を行っている。また、浮上磁場とコロナ磁場の相互作用による放出現象について、どのような条件下で放出が発生するかを磁気流体シミュレーションにより研究している。

**Mechanisms of Reconnection Rate Enhancement in 3D MHD simulation of a Current**：王燦洋

Magnetic reconnection, the magnetic energy conversion process, is believed to be the solution in various phenomena on the Sun. In order to explain the abrupt and enormous energy release of the solar activities, higher reconnection rate is demanded. On the other hand, classical analysis on the large current sheet would result in rather slow energy conversion efficiency. Thus smaller diffusion region is more preferable in astrophysical environment. How to address the scale gap between the reconnection site and gigantic structure remains a problem. In our study, we build up a long thick current sheet which is composed by chains of reconnection points to resolve the mechanisms that could achieve high reconnection rate generally.

宇宙線の影響を考慮した磁気浮力不安定性：那須田哲也  
磁気浮力不安定性の一種であるパーカー不安定性は、銀河磁場の維持形成機構として考えられている銀河ダイナモ素過程の一つである。宇宙線はそのパーカー不安定性を促進する役割を果たしており、宇宙線を考慮することで成長のタイムスケールは短くなる。宇宙線の影響を受けた磁気浮力不安定性のシミュレーションを行うことで、成長のタイムスケールを見積り、銀河ダイナモモデルを詳細化することを目指している。

### 3 教育

最近の修士論文

- Multi-wavelength Spectroscopic Observations and

Magnetohydrodynamic Simulations of Solar Coronal Jet [松井悠起:2012年3月]

- Large-scale Magnetohydrodynamic Numerical Simulations on the Solar Flux Emergence and the Formation of Active Region [鳥海森:2011年3月]
- Studies of Solar Magnetic Cycle and Differential Rotation Based on Mean Field Model [堀田英之:2011年3月]

## 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.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] Hamano, K., Y. Abe and H. Genda: Emergence of two types of terrestrial planet on solidification of magma ocean. *Nature*, 497, 607-610, 2013.
- [3] Amano, T., and J. G. Kirk (2013), The Role of Superluminal Electromagnetic Waves in Pulsar Wind Termination Shocks, *Astrophys. J.*, 770(1), 18, doi:10.1088/0004-637X/770/1/18.
- [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, M. Rempel, T. Yokoyama, Y. Iida, and Y. Fan, 2012, Numerical calculation of convection with reduced speed of sound technique, *A&A*, 539, A30



# 東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 理論グループ

川中宣太

## 1 構成

本グループは柴橋研、戸谷研、梅田研から構成されています。2013年12月1日現在の構成員は以下のとおりです。

**教授** 柴橋 博資、戸谷 友則\*

**准教授** 梅田 秀之\*

**助教** 川中 宣太\*、高田 将郎

**PD** 清水 一紘、Melanie Godart、Othman Benomar

**D3** 奥村 純、園井 崇史\*

**D2** 平野 信吾\*

**D1** 舎川 元成、Hamid Hamidani

**M2** 石井 達穂、大北 晨平、高橋 亘、前田 和宏

**M1** 高橋 智将

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 柴橋研

星震学・日震学を中心に、星や太陽の動的現象や安定性の研究を行っています。星震学・日震学というのは、星や太陽の変動（星については主に光度変化、太陽については速度場）を解析して、見えない筈の星の内部を探るという研究で、ケプラー衛星等からの観測により、現在飛躍的に発展している研究分野です。Be星の活動のメカニズム、白色矮星での新たな脈動メカニズム、アクシオンのパラメー

ターの制限、Pop IIIの星の脈動安定性、対流の脈動安定性への寄与の研究、自転の速い星の脈動の研究、星の脈動に関する数理論理などが、最近3年間の研究内容です。

### 2.2 戸谷研

スタッフの戸谷・川中がポスドクや大学院生とともに、主に宇宙論、銀河形成進化、高エネルギー宇宙物理学などの分野で観測との連携を念頭に置いた理論研究を推進しています。最近の研究テーマには、すばる望遠鏡を用いた遠方銀河分光サーベイで宇宙の加速膨張の起源に迫る研究 (FastSound プロジェクト)、遠方ガンマ線バーストを用いた初期宇宙の探査や宇宙再電離の研究 [1]、遠方超新星探査とそれによる超新星発生頻度や超新星母天体の謎に迫る研究 [2]、ガンマ線ブレーザーの宇宙論的進化とガンマ線宇宙背景放射の起源 [3]、ガンマ線バーストの中心エンジン [4]、超新星残骸やパルサーにおける宇宙線粒子の加速機構とその検証方法についての研究などがあります。

### 2.3 梅田研

本研究室では超新星親星の進化計算を行い [6, 7]、それを用いて大質量星や超新星による元素合成計算 [8] や、ガンマ線バーストや超新星の爆発機構の解明をめざした (磁気) 流体力学的シミュレーション [9] に応用しています。また、宇宙の初代星の形成や進化のシミュレーション [10] に基づいた初代星の進化計算も行っています。

### 3 教育

#### 最近の博士論文

Supernova Nucleosynthesis with Neutrino Processes and Origin of Extremely Metal-Poor Stars [泉谷 夏子: 2013 年 3 月]

Formation and Early Evolution of Circumstellar Disks [塚本 裕介: 2012 年 3 月]

#### 最近の修士論文

Be 星の星周円盤の生成 [石松 宏幸: 2013 年 3 月]

A 型特異星の極短周期脈動に伴う吸収線輪郭変動 [内藤 純: 2012 年 3 月]

First Star Formation and Dark Star Evolution [平野 信吾: 2012 年 3 月]

2次元特殊相対論的流体コードの開発とガンマ線バーストモデルへの適用: 注入条件によるジェット進化の違いについての研究 [駒井 一憲: 2011 年 3 月]

Vibrational Instability of Metal Poor Stars due to  $\epsilon$ -mechanism [園井 崇史: 2011 年 3 月]

### 4 連絡先

住所: 〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1  
東京大学大学院理学系研究科天文学専攻  
電話番号: 03-5841-xxxx (xxxx は下記内線番号)  
ホームページ: <http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp>  
E-mail: 特記以外は *username@astron.s.u-tokyo.ac.jp*

	内線番号	<i>username</i>
柴橋	4256	shibahashi
戸谷	4257	totani
梅田	8055	umeda
川中	4255	norita
高田	8056	takata
清水	1032	shimizu
Godart	4266	melanie.godart
Benomar		othman.benomar
奥村	4266	okumura@kusastro.kyoto-u.ac.jp
園井	4266	sonoi
平野	4265	hirano
舎川	4266	tonegawa
Hamidani	4266	hamid
石井	4265	ishii@ea.c.u-tokyo.ac.jp
大北	4265	okita
高橋 亘	4265	ktakahashi
前田	4266	kmaeda
高橋 智	4265	ttakahashi

### 参考文献

- [1] T. Totani et al. PASJ, 58, 485 (2006)
- [2] T. Totani et al. PASJ, 60, 1327 (2008)
- [3] Y. Inoue & T. Totani, ApJ, 702, 523 (2009)
- [4] N. Kawanaka et al. ApJ, 777, L15 (2013)
- [5] K. Takahashi et al. ApJ, 771, 28 (2013)
- [6] H. Umeda et al. PTEP, 2012, 01A302 (2012)
- [7] T. Yoshida & H. Umeda, MNRAS, 412, L78 (2011)
- [8] T. Kuroda & H. Umeda, ApJS, 191, 439 (2010)
- [9] S. Hirano et al. ApJ, in press (2013)

# 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

須山輝明・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では宇宙論及び重力波の理論的研究を行っており、2013年11月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。)

伊藤洋介\* (特任助教)、Wu Yipeng (特別研究学生)、枝和成\* (M2)、木村蘭平\* (学振研究員)、國光太郎\* (D1)、Alexei A. Starobinsky (客員教授)、須山輝明\* (助教)、高橋一史 (M1)、中間智弘\* (D1)、林中貴宏 (M1)、宮本裕平\* (D2)、山内大介\* (学振研究員)、横山順一\* (教授)、渡辺悠貴\* (特任研究員)

\*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。これらに加え、近年は重力波の初検出とそれによる新しい天文学の創生をめざし、国内で建設が進められている大型低温重力波望遠鏡KAGRAプロジェクトのデータ解析の準備を進めると

もに、将来の実現を目指す宇宙重力場望遠鏡DECIGO計画に参画しています。

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、定例のセミナーは、当部門出身者及び関係者から学内外より多く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、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

2005年に横山が着任以来4名の博士と11名の修士を輩出しています。

### 最近の博士論文

- “Cosmological consequences of flat directions in minimal supersymmetric standard model”  
[鎌田耕平:2011年3月]
- “Observational signatures of primordial black holes: Gravitational waves and cosmic rays”  
[齋藤遼:2011年3月]
- “Probing signatures of new physics in the cosmic microwave background”

[中島正裕:2012年3月]

- “Cosmological consequences of modified gravity for the primordial and late-time cosmic acceleration”

[本橋隼人:2013年3月]

#### 最近の修士論文

- 「ブラックホールダークマター連星の形成と重力波放出」

[牧浦顕二郎:2012年3月]

- 「宇宙ひもの重力波問題と超重力インフレーション」

[宮本裕平:2012年3月]

- 「高密度惑星環の力学に関する理論的研究」

[藤井顕彦:2012年3月]

- 「初期宇宙におけるヒッグス場のダイナミクスとその宇宙論的帰結」

[國光太郎:2013年3月]

- 「原始ブラックホール形成の精細数値解析」

[中間智弘:2013年3月]

## 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>
伊藤	8787	yousuke.itoh
Wu	8787	ypwu
枝	8787	eda
木村	8787	rampei
國光	8787	kunimitsu
須山	8787	suyama
高橋	4413	ktakahashi
中間	8787	nakama
林中	4413	hayashinaka
宮本	8787	miyamaoto
山内	8787	yamauchi
横山	7637	yokoyama
渡辺	8297	watanabe

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] “ Gravitational modulated reheating and non-Gaussianity in Supergravity  $R^2$  inflation, ” Y. Watanabe and J. Yokoyama, Physical Review D87 (2013) 103524.
- [2] “ Magneto-reheating constraints from curvature perturbations, ” C. Ringeval, T. Suyama and J. Yokoyama, JCAP 1309 (2013) 020.
- [3] “ Primordial spikes from wrapped brane inflation, ” T. Kobayashi and J. Yokoyama, JCAP 1302 (2013) 005, Erratum-ibid. 1309 (2013) E02.
- [4] “ Consequences of a stochastic approach to the conformal invariance of inflationary correlators, ” H. Motohashi, T. Suyama and J. Yokoyama, Physical Review D86 (2012) 123514.

- [5] “ Higgs condensation as an unwanted curvaton, ”T. Kunimitsu and J. Yokoyama, Physical Review D86 (2012) 083541.
- [6] “ Cosmic strings with twisted magnetic flux lines and wound-strings in extra dimensions, ”M. Lake and J. Yokoyama, JCAP 1209 (2012) 030, Erratum-ibid. 1308 (2013) E01.
- [7] “ Full bispectra from primordial scalar and tensor perturbations in the most general single-field inflation model, ”X. Gao, T. Kobayashi, M. Shiraishi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, PTEP 2013 (2013) 053E03.
- [8] “ Resonant signatures of heavy scalar fields in the cosmic microwave background, ”R. Saito, M. Nakashima, Y. Takamizu and J. Yokoyama, JCAP 1211 (2012) 036.
- [9] “ Self-consistent initial conditions for primordial black hole formation, ”A. Polnarev, T. Nakama and J. Yokoyama, JCAP 1209 (2012) 027.
- [10] “ Metric perturbation from inflationary magnetic field and generic bound on inflation models, ”T. Suyama and J. Yokoyama, Physical Review D86 (2012) 023512.
- [11] “ Evading the pulsar constraints on the cosmic string tension in supergravity inflation, ”K. Kamada, Y. Miyamoto and J. Yokoyama, JCAP 1210 (2012) 023.
- [12] “ Cosmology based on  $f(R)$  gravity admits 1 eV sterile neutrinos, ”H. Motohashi, A. Starobinsky and J. Yokoyama, Physical Review Letters 110 (2013) 121302.
- [13] “ Generalized Higgs inflation, ”K. Kamada, T. Kobayashi, T. Takahashi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Physical Review D86 (2012) 023504.
- [14] “ Phase transition and monopole production in supergravity inflation, ”K. Kamada, K. Nakayama and J. Yokoyama, Physical Review D85 (2012) 043503.
- [15] “ Primordial non-Gaussianities of gravitational waves in the most general single-field inflation model, ”X. Gao, T. Kobayashi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Physical Review Letters 107 (2011) 211301.
- [16] “ Temporal enhancement of super-horizon curvature perturbations from decays of two curvatons and its cosmological consequences, ”T. Suyama and J. Yokoyama, Physical Review D84 (2011) 083511.
- [17] “ Generalized G-inflation: Inflation with the most general second-order field equations, ”T. Kobayashi, M. Yamaguchi, and J. Yokoyama, Progress of Theoretical Physics 126 (2011) 511-529.
- [18] “ Primordial non-Gaussianity from G-inflation, ”T. Kobayashi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Physical Review D83 (2011) 103524.
- [19] “ Future oscillations around phantom deicide in  $f(R)$  gravity, ”H. Motohashi, A. Starobinsky and J. Yokoyama, JCAP 1106 (2011) 006.
- [20] “ Improved estimation of radiated axions from cosmological axionic strings, ”T. Hiramatsu, M. Kawasaki, T. Sekiguchi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Physical Review D83 (2011) 123531.
- [21] “ Higgs G-inflation, ”K. Kamada, T. Kobayashi, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Physical Review D83 (2011) 083515.
- [22] “ Full nonlinear growing and decaying modes of superhorizon curvature perturbations, ”Y. Takamizu and J. Yokoyama, Physical Review D83 (2011) 043504.

- [23] “ The effect of varying sound velocity on primordial curvature perturbations, ”M. Nakashima, R. Saito, Y. Takamizu and J. Yokoyama, *Progress of Theoretical Physics* 125 (2011) 1035-1052.
- [24] “ A new probe of dark matter properties: gravitational waves from an intermediate mass black hole embedded in a dark matter mini-spike, ”K. Eda, Y. Itoh, S. Kuroyanagi and J. Silk, *Physical Review Letters* 110 (2013) 221101.
- [25] “ Cosmic string passage through the Earth and consequent global earthquake, ”H. Motohashi and T. Suyama, *Astrophys.Space Sci.* 348 (2013) 565-569.
- [26] “ Implications of Planck results for models with local type non-Gaussianity, ”T. Suyama, T. Takahashi, M. Yamaguchi and S. Yokoyama, *JCAP* 1306 (2013) 012.
- [27] “ Statistics of general functions of a Gaussian field-application to non-Gaussianity from preheating, ”T. Suyama and S. Yokoyama, *JCAP* 1306 (2013) 018.
- [28] “ Ultra slow-roll inflation and the non-Gaussianity consistency relation, ”J. Martin, H. Motohashi and T. Suyama, *Physical Review D* 87 (2013) 023514.
- [29] “ Self-accelerating solutions in massive gravity on isotropic reference metric, ”H. Motohashi and T. Suyama, *Physical Review D* 86 (2012) 081502.
- [30] “ Black hole perturbation in the most general scalar-tensor theory with second-order field equations I: the odd-parity sector, ”T. Kobayashi, H. Motohashi and T. Suyama, *Physical Review D* 85 (2012) 084025.
- [31] “ Fully non-linear equivalence of delta N and covariant formalisms, ”T. Suyama, Y. Watanabe and M. Yamaguchi, *Physical Review D* 85 (2012) 083504.
- [32] “ Evolution of FLRW spacetime after the birth of a cosmic string, ”M. Lake and T. Suyama, *Physical Review D* 85 (2012) 083521.
- [33] “ Black hole perturbation in non-dynamical and dynamical Chern-Simons gravity, ”H. Motohashi and T. Suyama, *Physical Review D* 85 (2012) 044054.
- [34] “ Black hole perturbation in parity violating gravitational theories, ”H. Motohashi and T. Suyama, *Physical Review D* 84 (2011) 084041.
- [35] “ Curvature perturbation from velocity modulation, ”K. Nakayama and T. Suyama, *Physical Review D* 84 (2011) 063520.
- [36] “ Extension of local-type inequality for the higher order correlation functions, ”T. Suyama and S. Yokoyama, *JCAP* 1107 (2011) 033.
- [37] “ Derivative interactions in de Rham-Gabadadze-Tolley massive gravity, ”R. Kimura and D. Yamauchi, *Physical Review D* 88 (2013) 084025.
- [38] “ Type-I cosmic string network, ”T. Hiramatsu, Y. Sendouda, K. Takahashi, D. Yamauchi and C. Yoo, *Physical Review D* 88 (2013) 085021.
- [39] “ Full-sky formulae for weak lensing power spectra from total angular momentum method, ”D. Yamauchi, T. Namikawa and A. Taruya, *JCAP* 1107 (2011) 033.
- [40] “ Testing general scalar-tensor gravity and massive gravity with cluster lensing, ”T. Narikawa, T. Kobayashi, D. Yamauchi and R. Saito, *Physical Review D* 87 (2013) 124006.
- [41] “ Theoretical models of dark energy, ”J. Yoo and Y. Watanabe, *Int. J. Mod. Phys. D* 21 (2012) 123002.

# 東京大学大学院理学系研究科 物理学専攻 宇宙理論研究室

細川隆史、大栗真宗

## 1 構成

宇宙理論研究室は、須藤研究室と吉田研究室からなっており、宇宙物理学に関する様々な問題について活発に研究を行っている。2013年9月1日現在の構成員は以下の通りである。

教授 須藤 靖\*、吉田 直紀\*

助教 大栗 真宗\*、細川 隆史\*

D2 柏木 俊哉、白崎 正人

D1 千秋 元、岡 アキラ、黒川 拓真、Yuxin Xue、須藤 大地

M2 鄭 昇明、早津 夏己、増田 賢人

M1 表 尚平、上赤 翔也、櫻井 祐也、原田 了

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究室の活動は主に「宇宙のダークエネルギーとダークマター」、「初期宇宙での天体形成」、「太陽系外惑星」のテーマを軸に行われており、研究室全体でのセミナーに加え、それぞれのテーマごとのグループセミナーや論文紹介等を定期的に行っている。各テーマは完全に独立ではなく、グループ間の議論も活発に行われている。また、ビッグバン宇宙国際研究センターやカブリ数物連携宇宙研究機構と共同して高い活動力を有するに至っている。

### 2.1 宇宙のダークエネルギーとダークマター

1916年のアインシュタインによる一般相対論の構築によって始まった自然科学としての宇宙論は、ハッブルによる宇宙膨張の発見、ガモフによるビッグバン理論の提案、宇宙マイクロ波背景放射の発見を通じて、理論と観測の双方からの進展を受け現在の標準宇宙論に至る。多くの観測データを組み合わせることで、宇宙の全エネルギー密度の約68%がダークエネルギー、約27%がダークマター、残りの約5%が通常の元素、という結論が得られている。これが宇宙の「標準モデル」である。しかしながら宇宙の主成分の正体が全く理解されていないという驚くべき事実は、宇宙・素粒子物理学のみならず、さらにより広く21世紀科学に対して根源的な謎を突きつけている。この謎を解明すべく世界各地で様々な大規模サーベイ計画が進行しており、日本においてもすばる望遠鏡を用いた大掛りなサーベイ計画によりこの謎の解明に挑む予定である。

このテーマに関する最近の研究内容は以下の通りである。

- N体シミュレーションを用いた Sloan Digital Sky Survey Luminous Red Galaxy 非等方クラスタリングの再現
- 弱非線形領域における質量パワースペクトルの高速摂動計算法
- 弱重力レンズモルフオルジー統計
- 重力系のボルツマンシミュレーション
- 非熱的なウィーノ暗黒物質が構造形成に与える影響
- 温かい暗黒物質モデル及び崩壊する荷電重粒子モデルにおける銀河ハロー形成

- シミュレーション銀河団の質量推定における静水圧平衡の正当性
- 銀河系ダスト減光地図のスタック解析による銀河遠赤外放射の検出
- 重力レンズを用いた暗黒物質モデルの制限

## 2.2 初期宇宙での天体形成

最近の大型望遠鏡や宇宙望遠鏡を用いた深宇宙探査により、130 億年以上も前、つまり宇宙が誕生してから数億年という早期に存在した銀河やブラックホールが発見されている。ビッグバンの後文字通り暗黒となった宇宙にいつ、どのように光り輝く天体が生まれたのか。宇宙初期の巨大なブラックホールはどのように成長したのだろうか。第一世代の天体はその後の銀河形成や宇宙の進化に大きな影響を及ぼすと考えられており、現代天文学のホットトピックの一つである。次世代の大型望遠鏡により第一世代天体の形成や宇宙進化の最初の段階が明らかになると期待されている。

このテーマに関する最近の研究内容は以下の通りである。

- 始原ガス雲形成過程での輻射と流体速度の影響
- 遠方サブミリ波銀河の形成シミュレーション
- 第一世代星の超新星爆発に起因する低金属量星形成
- 低金属量星形成ガス雲中のダスト成長とガス雲の熱的進化に与える影響
- 第一世代星の質量分布の統計的研究
- 初期宇宙での超急速ガス降着による超大質量星形成

## 2.3 太陽系外惑星

第 2 の地球は存在するか。荒唐無稽にも聞こえかねないこの疑問に対して、現在の天文学は確実に科学的に迫りつつある。1995 年の初発見以来、太陽系外惑星はすでに 500 個以上が発見されている。その初期に検出された系外

惑星のほとんどは木星型（ガス）惑星だったが、2009 年 3 月に打ち上げられたケプラー衛星を始めとする観測手段の進歩で、地球程度の質量を持つ惑星の発見も検出されるようになった。とすればそれら遠方の地球型惑星に生命の兆候を以下にして見出すか。まさに「第 2 の地球は存在するか」という問いに答える日が現実のものとなりつつある。これは、物理学のみならず、天文学、地球惑星学、生物学などを総動員して取り組むべき、まさに理学部横断的な研究テーマである。

このテーマに関する最近の研究内容は以下の通りである。

- 惑星光の自転・公転による時間変動を利用した表面 2 次元マッピング
- 地球の近赤外線スペクトルに見られる分子吸収線の時間変動とその解釈
- 複数惑星系に対する初のロシター効果の検出と惑星同士の食の発見
- ケプラー測光を用いたトランジット惑星を持つ星の自転傾斜角測定
- KOI-94 系における惑星食の研究

## 3 教育

最近の博士論文

- Toward a precise measurement of weak lensing signals through CMB experiments and galaxy imaging surveys: A theoretical development and its cosmological implications [並河俊弥: 2013 年 3 月]
- Measurements of Spin-Orbit Angles for Transiting Systems: Toward an Understanding of the Migration History of Exoplanets [平野照之: 2013 年 3 月]
- Exploring the Landscape of Habitable Exoplanets via Their Disk-integrated Colors and Spectra: Indications for Future Direct Imaging Observations [藤井友香: 2013 年 3 月]



## 最近の修士論文

- Modeling Redshift-Space Clustering of the SDSS Luminous Red Galaxies with Cosmological N-body Simulations: Implications for a Test of Gravity [岡アキラ: 2013年3月]
- Probing the nature of dark matter by gravitational lensing observations [黒川拓真: 2013年3月]
- Validity of Hydrostatic Equilibrium in Mass Estimates of Simulated Galaxy Clusters [須藤大地: 2013年3月]
- Supernova Explosions in the Early Universe [千秋元: 2013年3月]
- The Formation and Evolution of Hot-Jupiter: Planet-Planet Scattering Followed by Tidal Dissipation [Yuxin Xue: 2013年3月]

## 4 連絡先

住所：〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 宇宙理論研究室

電話番号: 03-5841-xxxx (xxxx は下記番号)

FAX: 03-5841-4224 (第2事務分室)

URL: <http://www.utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/>

E-mail address:

*username* @phys.s.u-tokyo.ac.jp

です。電話番号下4桁 (xxxx) と *username* は以下の通りです。

	電話番号下4桁	<i>username</i>
須藤	4195	suto
吉田	4207	naoki.yoshida
大栗	4191	masamune.oguri
細川	4177	takashi.hosokawa

なお、電話番号は毎年変更されますので、各人の電話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。

# 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・中里健一郎

## 1 構成

当研究室の2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 鈴木 英之\*

助教 中里 健一郎\*

PD 石塚 知香子

M1 嶋崎 武志、竹原 裕太、中野 雄太、谷貝 麻純

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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。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。最近の主な研究成果として、様々な質量や金属量をもつ親星に対して、爆発メカニズムの不定性まで考慮してニュートリノ光度曲線やエネルギースペクトルなどを調べ、包括的なデータベースとしてまとめました [1]。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] や超新星背景ニュートリノ [3, 4]、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。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も、大学院生を中心にすすめています。

## 3 教育

最近の修士論文

- 超新星爆発時の  $\alpha$ -network 元素合成とそれに伴う核反応エネルギー計算 [瀬倉 良太:2013年3月]
- 超新星コアにおける代表的原子核と状態方程式の計算 [山室 早智子:2013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@rs.tus.ac.jp

## 参考文献

- [1] K. Nakazato *et al.*, ‘Supernova Neutrino Light Curves and Spectra for Various Progenitor Stars: From Core Collapse to Proto-neutron Star Cooling’, *Astrophys. J. Supp.* 205 (2013) 2.
- [2] M. Takano *et al.*, ‘Cluster variational method for nuclear matter with the three-body force’, *AIP Conf. Proc.* 1484 (2012) 378.
- [3] H. Ono and H. Suzuki, ‘Dark Energy Models and Supernova Relic Neutrinos’, *Mod. Phys. Lett. A* 22 (2007) 867
- [4] K. Nakazato, ‘Imprint of explosion mechanism on supernova relic neutrinos’, *Phys. Rev. D* 88 (2013) 083012.

# 東邦大学 理学部物理学科 宇宙・素粒子教室

北山哲

## 1 構成

2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授: 上村潔

教授: 北山哲\*

PD: 加用一者\*

M2: 齋藤敬介、渡邊動太

M1: 河西美穂、久保大樹、戸沢優也

学部4年生: 8名

連携大学院客員教授: 松尾宏 (国立天文台)

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

素粒子理論から観測的宇宙論にわたり研究を行っています。

### 1. 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。

### 2. 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。

### 3. 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。

### 4. 重力レンズ現象を用いた宇宙論

ダークマター分布を直接的に検出出来る重力レンズ現象について、強い重力レンズを受けたクェーサーを大量に探査したり、すばる望遠鏡による重力レンズサーベイの宇宙論へのインパクトを調べたりしています。

## 3 教育

最近の修士論文

- 超対称な Galileon 代数とラグランジアンを組み立て [恩田 誠治: 2013年2月]
- 原始銀河形成の基礎過程に関する数値シミュレーション [渡邊彩香: 2013年2月]
- 回転するブラックホールによる光子湾曲の解析 [浅妻翼: 2013年2月]
- 銀河団の高速度衝突の可能性 [宮元彩乃: 2011年2月]
- 宇宙における密度ゆらぎの確率分布の時間発展 [浅内隆志: 2011年2月]

原著論文、卒業論文は下記 URL に掲載されています。

## 4 連絡先

住所: 〒 274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1

電話: 047-472-7110 (理学部事務)

E-mail: kitayama @ ph.sci.toho-u.ac.jp

URL: <http://www2.ph.sci.toho-u.ac.jp/kitayama/>

# 東北大学大学院理学研究科天文学専攻 理論グループ

大向一行・千葉柁司・野口正史・服部誠・吉田至順

## 1 構成

東北大学大学院理学研究科天文学専攻に所属し、主に理論関連の研究をしている 2013 年 12 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

教授 大向 一行\*、千葉 柁司\*、二間瀬 敏史

准教授 野口 正史\*、服部 誠\*、李 宇ミン (ミンは、王偏に民)

助教 吉田 至順\*、田中 幹人 †、當真賢二\*†

PD 田中 圭\*、山澤 大輔\*

D2 Alan Lefor、高山 正輝、中村 翔、林 航平

D1 浅井 秀貴、藤木 和城

M2 森岡 真代、豊内 大輔、小室 佑介

M1 加藤 美保子、熊本 淳、鈴木 雄太、遠野 恭平、西崎 純一

\*印は理論天文学懇談会会員

† は学際科学フロンティア研究所所属

## 2 研究

東北大学天文学専攻では、宇宙の様々なスケールの天体現象の進化と物理過程の研究を行っています。その研究スタイルとしては、解析的手法、数値シミュレーション、観測データの解析など多角的な方法を用いて行っています。構成員によって推進されている研究テーマは概略して以下の通りです。

天体の形成

- 宇宙初期における星・銀河形成

- 巨大ブラックホールの起源

- 太陽近傍における星形成過程

恒星の進化・振動・質量放出

- 恒星の振動への自転・磁場の効果

- 恒星、中性子星の変光現象の理論的研究

銀河の形成・進化

- 銀河の化学動力学・銀河考古学に基づく銀河進化論

- 銀河の暗黒物質

- 銀河の形成と進化に関する数値的研究

銀河団

高エネルギー天体物理

- ガンマ線バーストの放射メカニズムの研究

- 相対論的ジェットの駆動メカニズムの研究

- ガンマ線バーストを用いた基礎物理の検証

初期宇宙・構造形成・宇宙論

- 重力レンズ、宇宙マイクロ波背景放射などを用いた初期、及び観測的宇宙論

一般相対論・重力波

- 重力波天文学

- 相対論的速度で運動する物体の運動方程式の導出および重力波放出の反作用

- 相対論的な天体の平衡形状、振動、安定性

### 3 教育

#### 最近の博士論文

- Consistency Relation For Multi-Field Inflation Scenario [杉山 尚徳: 2012 年 9 月]
- Black hole physics in the presence of the cosmological constant [内潟 那美: 2013 年 3 月]
- Study on Weak Nonlinearities of the Large-Scale Structure via the Lagrangian Picture [岡村 雅普: 2013 年 3 月]
- Study of Bianchi type I spacetime in Loop Quantum Cosmology [藤尾 和也: 2013 年 3 月]

#### 最近の修士論文

- 強い磁場を持った中性子星の振動 [浅井 秀貴: 2013 年 3 月]
- 恒星ストリームを用いた銀河系ダークハローの質量構造に対する制限 [古川 俊久: 2013 年 3 月]
- 銀河系乱流磁場と銀河系マイクロ波ヘイズ放射の起源の新しいモデルの提出: 背景磁場が存在するときの温度勾配プラズマの運動論的不安定性線形モード解析と不安定モードが起源のジッター放射のスペクトルの導出 [藤木 和城: 2013 年 3 月]

### 4 連絡先

住所: 〒 980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

電話番号: ダイヤルイン方式で、022-795-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.astr.tohoku.ac.jp) でも得られません (<http://www.astr.tohoku.ac.jp>)。また E-mail address は、

`username@astr.tohoku.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>
大向	6502	omukai
千葉	6505	chiba
二間瀬	6504	tof
野口	6507	noguchi
服部	6509	hattori
李	6506	lee
吉田	6508	yoshida
田中 (幹)	6608	mikito
當真	6607	
田中 (圭)	6521	ktanaka
山澤	6521	yamasawa

### 参考文献

- [1] A.M. Yoshizawa & M. Noguchi, MNRAS, 339, 1135 (2003)
- [2] K. Toma, X-F. Wu, & P. Meszaros, MNRAS, 415, 1663 (2011)
- [3] K. Toma, eConf Proceedings, C1304143 [arXiv:1308.5733] (2013)
- [4] K. Toma & F. Takahara, ApJ, 754, 148 (2012)
- [5] K. Toma & F. Takahara, PTEP, 2013, 083E02 (2013)
- [6] K. Toma, S. Mukohyama, D. Yonetoku, et al., PRL, 109, 241104 (2012)

# 名古屋大学 大学院理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 重力・素粒子的宇宙論 (QG) 研究室

馬場一晴

## 1 構成

当研究室は、一般相対性理論並びに重力を含む四つの相互作用の統一理論の候補の一つである超弦理論等の高次元重力理論における宇宙論的問題及び強重力下での現象の研究を行っており、2013年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 野尻 伸一

准教授 南部 保貞

助教 柳 哲文\*

客員研究員 高橋 真聡\* (愛知教育大学)、齊田 浩見\* (大同大学)、谷本 真幸\*

連携研究者 馬場 一晴\* (素粒子宇宙起源研究機構 基礎理論研究センター宇宙理論部門)

D3 伊藤 祐作、齋藤 亮、廣地 京介

D2 白井 徳仁、豊里 友太、引地 貴之

D1 末延 博

M2 入江 力、大原 悠一、桂川 大志、久木田 真吾、國生 悠介、樋田 正宏、樋口 将文

M1 赤木 聡、池田 大志、駒田 翔、野田 宗佑、藤澤 篤仁

研究生 Marcello ROTONDO (B4)

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下の通りです。

1. 暗黒エネルギーと拡張重力理論 [1-13]。
2. 時空と量子論 [14-16]。
3. ブラックホールの天体現象 [17-19]。

## 3 教育

最近の博士論文

- 物質の密度揺らぎに対する暗黒エネルギーの影響 [松本 路朗: 2013年3月]
- ゲージ対称性とローレンツ対称性 [依田 裕史: 2013年3月]

最近の修士論文

- Black Hole 時空上での波動光学 [金井 健一郎: 2013年3月]
- Symmetron 模型とその拡張 [上條 正樹: 2013年3月]
- 2次元ブラックホールの量子論 [末延 博: 2013年3月]
- Massive Gravity とその宇宙論への応用 [吉田 直生: 2013年3月]

## 4 連絡先

住所：〒464-8602 名古屋市千種区不老町

電話番号:052-747-6420 (理論秘書室)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.qg.phys.nagoya-u.ac.jp/) でも得られません (<http://qg.phys.nagoya-u.ac.jp/>)。また 教員の E-mail address は、以下の通りです。

	<i>E-mail address</i>
野尻	nojiri@phys.nagoya-u.ac.jp
南部	nambu@gravity.nagoya-u.ac.jp
柳	yoo@gravity.nagoya-u.ac.jp
馬場	bamba@kmi.nagoya-u.ac.jp

## 参考文献

- [1] S. Nojiri and S. D. Odintsov, Phys. Rept. **505**, 59 (2011) [arXiv:1011.0544 [gr-qc]]; eConf C **0602061**, 06 (2006) [Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys. **4**, 115 (2007)] [hep-th/0601213].
- [2] K. Bamba, S. Capozziello, S. Nojiri and S. D. Odintsov, Astrophys. Space Sci. **342**, 155 (2012).
- [3] K. Bamba, J. Matsumoto and S. Nojiri, Phys. Rev. D **85**, 084026 (2012) [arXiv:1109.1308 [hep-th]].
- [4] Y. Toyozato, K. Bamba and S. Nojiri, Phys. Rev. D **87**, 063008 (2013) [arXiv:1202.5375 [hep-th]].
- [5] R. Saitou and S. Nojiri, Eur. Phys. J. C **71**, 1712 (2011) [arXiv:1104.0558 [hep-th]]; Eur. Phys. J. C **72**, 1946 (2012) [arXiv:1203.1442 [hep-th]].
- [6] Y. Ito, S. Nojiri and S. D. Odintsov, Entropy **14**, 1578 (2012) [arXiv:1111.5389 [hep-th]].
- [7] N. Shirai, K. Bamba, S. Kumekawa, J. Matsumoto and S. Nojiri, Phys. Rev. D **86**, 043006 (2012) [arXiv:1203.4962 [hep-th]].
- [8] K. Bamba, R. Gannouji, M. Kamiyo, S. Nojiri and M. Sami, JCAP **1307**, 017 (2013) [arXiv:1211.2289 [hep-th]].
- [9] T. Katsuragawa and S. Nojiri, Phys. Rev. D **87**, 104032 (2013) [arXiv:1304.3181 [hep-th]].
- [10] S. Nojiri, S. D. Odintsov and N. Shirai, JCAP **1305**, 020 (2013) [arXiv:1212.2079 [hep-th]].
- [11] H. Yoda and S. Nojiri, Phys. Lett. B **718**, 683 (2012) [arXiv:1208.1608 [hep-th]]; H. Yoda, arXiv:1212.1446 [hep-th].
- [12] K. Hirochi and S. Nojiri, Phys. Rev. D **85**, 127503 (2012) [arXiv:1203.3301 [hep-th]]; K. Hirochi, arXiv:1304.7085 [hep-th].
- [13] K. Bamba, Y. Kokusho, S. Nojiri and N. Shirai, arXiv:1310.1460 [hep-th].
- [14] Y. Nambu and Y. Ohsumi, Phys. Rev. D **80**, 124031 (2009) [arXiv:0909.2750 [gr-qc]]; Phys. Rev. D **84**, 044028 (2011) [arXiv:1105.5212 [gr-qc]].
- [15] K. -i. Kanai and Y. Nambu, Class. Quant. Grav. **30**, 175002 (2013) [arXiv:1303.5520 [gr-qc]].
- [16] Y. Nambu, Entropy **15**, 1847 (2013) [arXiv:1305.4193 [gr-qc]].
- [17] C. -M. Yoo, H. Okawa and K. -i. Nakao, Phys. Rev. Lett. **111**, 161102 (2013) [arXiv:1306.1389 [gr-qc]].
- [18] T. Hiramatsu, Y. Sendouda, K. Takahashi, D. Yamauchi and C. -M. Yoo, Phys. Rev. D **88**, 085021 (2013) [arXiv:1307.0308 [astro-ph.CO]].
- [19] T. Harada, C. -M. Yoo and K. Kohri, Phys. Rev. D **88**, 084051 (2013) [arXiv:1309.4201 [astro-ph.CO]].

# 名古屋大学 大学院理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 Ta 研

鈴木建 (原稿執筆担当)

## 1 構成

名古屋大学 大学院理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 Ta 研では、天体の形成や進化における流体/プラズマ/放射現象の研究を行っており、2013年11月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 犬塚 修一郎\*

准教授 鈴木 建\*

特任助教 小林 浩

PD 岩崎 一成\*、松本 琢磨\*、荻原 正博、ジェニファー  
ストーン、塚本 裕介\*、空華 智子、黒川 宏之

D2 盧 淳榮、藤井 悠里、高橋 実道 (京都大学より受託)

D1 田中 佑希、堤 昭裕

M2 加納 孝基、工藤 哲也、寺西 恭雅、野口 みな子

M1 岡本 良太、小堀内 啓、西澤 淳

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究対象 (主なものを抜粋) は以下のとおりです。

### 星間媒質の物理 – 星の形成

分子雲の形成過程を理解する事は、星形成の初期条件を決定するために不可欠です。水素原子ガスから分子雲形成、それに続く星形成を、銀河のシステムの中で包括的に理解することを目指し、物理素過程に基づく数値シミュレーションを用いた分子雲形成過程の

研究や、多相星間媒質中での乱流の駆動維持メカニズムの理論的解明を行なっています。

### 原始星と原始惑星系円盤の形成や進化

原始星が形成される際には、双極分子流や光学ジェットと呼ばれる高速ガスの流れが両極方向に駆動されます。また、若い星周囲に存在する原始惑星系円盤は、原始星の進化過程や惑星系形成過程を理解する上で重要な天体です。スーパーコンピュータを用いた放射及び磁気流体力学シミュレーションや解析的手法によって、原始星と原始惑星系円盤の形成、進化過程を研究しています。

### 惑星形成

「微粒子からの微惑星形成」と「微惑星から固体惑星またはガス惑星固体核形成」の2つが研究対象です。円盤中での固体成分のサイズ進化を、乱流や重力相互作用の効果を取り入れた数値シミュレーションにより調べています。

### 太陽プラズマ

太陽は、内部のダイナモ活動で生成された磁場と表面对流層に起因する、コロナ、フレア、太陽風などの様々な活動現象の宝庫です。Hinodeなどの太陽観測データと比較しつつ、磁気流体力学シミュレーションを行い、これらの現象の解明を目指しています。

### 低温度星・褐色矮星・惑星大気の物理

表面磁気活動は、太陽と同じく表面对流層を持つ小質量主系列星や、褐色矮星でも存在することが知られています。また、磁気活動との関連は明らかではないものの、系外惑星系の中でも灼熱ガス惑星では、大気散逸と呼ばれる惑星大気の宇宙空間への流出現象



が観測されています。理論的モデル化や AKARI などの赤外線観測との比較により、これら低温天体の現象を統一的に理解することを目指しています。

### 3 教育

#### 最近の修士論文

磁気乱流による円盤風駆動の理論的研究 [井尾 勇貴:2013 年 3 月]

巨大灼熱惑星の構造と進化についての理論的研究 [田中 佑希:2013 年 3 月]

宇宙流体での乱流に対する統計的アプローチ [堤 昭裕:2013 年 3 月]

### 4 連絡先

住所：〒464-8602 名古屋市千種区不老町

電話番号: 052-789-xxxx (xxxx は下記内線番号)

url: <http://www.ta.phys.nagoya-u.ac.jp>

E-mail address は、

*username*@nagoya-u.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>
犬塚	2811	inutsuka
鈴木	6196 (789-6196)	stakeru
小林	2838	hkobayas

### 参考文献

- [1] Masahiro Ogihara, Shu-ichiro Inutsuka, & Hiroshi Kobayashi, ApJL in press (2013) (arXiv:1310.2087)
- [2] Hiroyuki Kurokawa & Lisa Kaltenegger, MNRAS, 433, 3239-3245 (2013)
- [3] Yuki Io & Takeru K. Suzuki, ApJ in press (2013) (arXiv:1308.6427)

- [4] Yusuke Tsukamoto, Masahiro N. Machida, & Shu-ichiro Inutsuka, MNRAS in press (2013) (arXiv:1307.6910)
- [5] Masahiro Ogihara & Hiroshi Kobayashi, ApJ, 775, id.34, 12pp (2013) (arXiv:1307.7776)
- [6] Yusuke Tsukamoto, Kazunari Iwasaki, & Shu-ichiro Inutsuka, MNRAS, 434, 2593-2599 (2013)
- [7] Sanemichi Z. Takahashi, Masahiro N. Machida, & Shu-ichiro Inutsuka, ApJ, 770, id.71 (10pp) (2013)
- [8] Hiroshi Kobayashi & Nicolas Dauphas, Icarus, 225, 122-130 (2013) (arXiv:1304.5017)
- [9] Hiroyuki Hirashita & Hiroshi Kobayashi, Earth Planets and Space in press (2013) (arXiv:1303.3958)
- [10] Yukinao Akamatsu, Shu-ichiro Inutsuka, Chiho Nonaka, & Makoto Takamoto Journal of Computational Physics, Vol.256, pp.34-54 (2013)
- [11] Takeru K. Suzuki, Shinsuke Imada, Ryuho Kataoka, Yoshitaka Kato, Takuma Matsumoto, Hiroko Miyahara, & Saku Tsuneta, PASJ, 65, 98 (21pages) (2013)
- [12] Hiroshi Kobayashi, Hiroshi Kimura, & Satoru Yamamoto, A&A, 550, id.A72, 4pp. (2013)
- [13] Satoko Sorahana, Issei Yamamura, & Hiroshi Murakami, ApJ, 767, 77 (5pp) (2013)
- [14] Shu-ichiro Inutsuka, Prog. Theor. Exp. Phys., 01A307 (2012)
- [15] Kazunari Iwasaki & Shu-ichiro Inutsuka, MNRAS, 423, 3638 (2012)
- [16] Takuma Matsumoto & Takeru K. Suzuki, ApJ, 749, 8 (5pp) (2012)
- [17] Yuri I. Fujii, Satoshi Okuzumi, & Takeru K. Suzuki, ApJ, 743, 53 (9pp) (2011)

# 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

当研究室では、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。2013年5月1日現在の理論天文学懇談会会員は以下の通りです。

教授 千葉 剛

## 2 研究

おもな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]

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。[2]

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。[3, 4, 5]

ブラックホール： ブラックホールの事象の地平面の観測的同定に関心があります。[6]

## 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、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] T. Chiba, A. De Felice, S. Tsujikawa, Observational constraints on quintessence: thawing, tracker, and scaling models, *Phys. Rev. D*, **87** (2013).
- [2] S. Kuroyanagi, T. Chiba, N. Sugiyama, Prospects for Direct Detection of Inflationary Gravitational Waves by Next Generation Interferometric Detectors, *Physical Review D*, **83** 043514 (2011).
- [3] T. Chiba and M. Yamaguchi, Runaway Domain Wall and Space-time Varying Alpha, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **03** (2011) 044.
- [4] Takeshi Chiba, The Constancy of the Constants of Nature: Updates, *Progress of Theoretical Physics*, **126** 993-1019 (2011).
- [5] T. Chiba and M. Yamaguchi, Conformal-Frame (In)dependence of Cosmological Observations in Scalar-Tensor Theory, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **10** (2013) 040.
- [6] A. Yumoto, D. Nitta, T. Chiba, N. Sugiyama, Shadows of Multi-Black Holes: Analytic Exploration, *Physical Review D*, **86** 103001 (2012).

# 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、2013年11月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 勝山 智男

教授 住吉 光介 (理論天文学懇談会会員)

准教授 駒 佳明

## 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。ここでは理論懇談会である、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。また、最新の核物理理論・実験データに基づいて、極限状況における物質とニュートリノ相互作用の核データを構築しています [3]。

構築した高温高密度物質の状態方程式データテーブルを用いて、大質量星の重力崩壊の数値シミュレーションを行い、原始中性子星形成や爆発メカニズムへの影響を調べたり [1]、ブラックホール形成に至るまでに放出される特徴的なニュートリノシグナルを予測しました [2]。

最近では、6次元位相空間におけるニュートリノ分布の時間発展を追うためのボルツマン方程式を解く計算コードを世界に先駆けて開発し、3次元超新星コアの数値シミュレーションへの適用を行っています [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

## 参考文献

- [1] K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Suzuki, H. Shen, S. Chiba and H. Toki, *Astrophys. J.* 629, 922 (2005)
- [2] K. Sumiyoshi, C. Ishizuka, A. Ohnishi, S. Yamada and H. Suzuki *Astrophys. J.* 690, L43 (2009)
- [3] H. Shen, H. Toki, K. Oyamatsu and K. Sumiyoshi, *Astrophys. J. Suppl.* 197, 20 (2011)
- [4] K. Sumiyoshi and S. Yamada, *Astrophys. J. Suppl.* 199, 17 (2012)

# 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

高橋龍一

## 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。2013年12月1日現在の構成員は教員4名及び大学院生7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\*

M1 伊勢田竜也，小島由嗣

\*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

- 弱い重力レンズサーベイにおける観測領域の形状の影響について [相馬俊二: 2013年3月]
- 非球対称レンズによる重力レンズ効果への摂動論的アプローチ [西城天乃: 2011年3月]
- 太陽系内の天体力学的未説明現象～地球フライバイアノマリーへの非球対称重力場の影響～ [三浦大帆: 2011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

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	kasai@phys
高橋	3570	takahasi@cc

## 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。

葛西真寿のページ

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

高橋龍一のページ

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

# 弘前大学 理工学研究科 物理科学コース 宇宙物理学分野

仙洞田雄一

## 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、宇宙物理学分野の研究・教育活動を行なっています。2010年から大学院生を受け入れており、2013年12月1日現在の理論グループ構成員は次の通りです（\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員）。

教授 浅田 秀樹\*

助教 仙洞田 雄一\*

D2 泉 洸次、山田 慧生\*

D1 北村 隆雄

M2 岩永 沙由里、中島 昂己、伏見 直将

M1 井関 洸太、蝦名 諒斗、萩原 千祥、原田 尚也

## 2 研究

宇宙物理学・宇宙論の理論研究を行なっています。主な研究対象は次の通りです。

### 重力波および相対論的天体力学

一般相対論的な重力場における天体の運動とそれらの観測的帰結を研究しています。

最近、一般相対論のポスト・ニュートン近似の下で、重力三体系の運動方程式の新たな解を発見し（文献 [1, 2, 3]）、一つの応用として惑星系における近日点移動の精密な計算を行ないました（文献 [4]）。

また、多体系からの重力波放出の研究に体系的に取り組んでいます。中性子星やブラックホールを含む系から放出

される重力波形の計算を行ない（文献 [5]）、逆に波形から波源の特定や運動の解明が可能か否かについて調べました（文献 [6]）。

X線連星のような日単位の非常に短い軌道周期を持つ連星系の軌道要素を決定する方法の開発にも取り組んでいます（文献 [7]）。

### 重力理論の観測的検証

時空の動力学理論としての一般相対論およびその修正理論を観測的に検証する方法を研究しています。

最近では、重力レンズ現象を用いたダークマターやエキゾチック物質・エネルギー（ワームホールおよび重力の修正の効果を含む）の探査法に関する研究に力を入れています。（文献 [8]）。また、中性子の量子干渉効果を用いて行なう修正重力理論の実験的検証法を提案しました（文献 [9]）。

### 相対論的宇宙論

一般相対論に高次曲率の補正を含む修正重力理論の探求、およびそのような理論の下での宇宙論を研究しています（文献 [10]）。最近では、インフレーション宇宙での揺らぎの生成と進化に重力の修正がどのように影響するか、とくに原始背景重力波の計算に取り組みました（文献 [11]）。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。

### 太陽系外惑星・衛星探査

太陽系外惑星「第二の地球」およびその衛星である「第二の月」を、食現象（トランジット）を通じて探査する方法を調べています（文献 [12]）。

### 3 教育

#### 最近の修士論文

- Chern-Simons 重力による量子干渉効果 [大河原 広樹: 2013 年 3 月]
- 重力レンズを用いたエキゾチック物質及びエネルギーの探査法 [北村 隆雄: 2013 年 3 月]
- 多重重力レンズの摂動解 [泉 洗次: 2012 年 3 月]
- 近接連星の軌道決定に対する統計的方法 [岩間 裕文: 2012 年 3 月]
- 一般相対論的重力場における三体問題 [山田 慧生: 2012 年 3 月]

### 4 連絡先

住所: 〒 036-8561 青森県弘前市大字文京町 3 番地

電話番号: 0172-39-内線番号 (ダイヤルイン)

電子メール: *username@host.hirosaki-u.ac.jp*

	内線番号	<i>username@host</i>
浅田	3554	asada@phys
仙洞田	3550	sendouda@cc

当グループに関連する情報は、教員が所属する学科の WWW <http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~phys/> でも得られます。

### 参考文献

- [1] K. Yamada, and H. Asada, Phys. Rev. D 82, 104019 (2010); Phys. Rev. D 83, 024040 (2011);
- [2] T. Ichita, K. Yamada, and H. Asada, Phys. Rev. D 83, 084026 (2011); K. Yamada and H. Asada, Phys. Rev. D 86, 124029 (2012).
- [3] T. Imai, T. Chiba, and H. Asada, Phys. Rev. Lett. 98, 201102 (2007).
- [4] K. Yamada and H. Asada, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 423, 3540 (2012).
- [5] T. Chiba, T. Imai, and H. Asada, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 377, 269 (2007).
- [6] Y. Torigoe, K. Hattori, and H. Asada, Phys. Rev. Lett. 102, 251101 (2009); H. Asada, Phys. Rev. D 80, 064021 (2009).
- [7] H. Iwama, H. Asada, and K. Yamada, Publ. Astron. Soc. Japan 65, 2 (2013).
- [8] H. Asada, Prog. Theor. Phys. 125, 403 (2011); Y. Toki, T. Kitamura, H. Asada, and F. Abe, Astrophys. J. 740, 121 (2011); K. Izumi and H. Asada, Prog. Theor. Phys. 127, 355 (2012); K. Nakajima and H. Asada, Phys. Rev. D 85, 107501 (2012); T. Kitamura, K. Nakajima, and H. Asada, Phys. Rev. D 87, 027501 (2013); R. Takahashi and H. Asada, Astrophys. J. 768, L16 (2013); K. Izumi, C. Hagiwara, K. Nakajima, T. Kitamura, and H. Asada, Phys. Rev. D 88, 024049 (2013).
- [9] H. Okawara, K. Yamada, and H. Asada, Phys. Rev. Lett. 109, 231101 (2012); Phys. Rev. D 87, 084038 (2013).
- [10] N. Deruelle, M. Sasaki, Y. Sendouda, D. Yamauchi, Prog. Theor. Phys. 123, 169 (2010).
- [11] N. Deruelle, M. Sasaki, Y. Sendouda, and A. Youssef, J. Cosmol. Astropart. Phys. 1103, 040 (2011); J. High Energy Phys. 1209, 009 (2012).
- [12] M. Sato and H. Asada, Publ. Astron. Soc. Japan 61, L29 (2009); Publ. Astron. Soc. Japan 62, 1203 (2010).

# 広島大学宇宙物理学研究室

山本一博

## 1 構成

広島大学大学院理学研究科宇宙物理学研究室は、理論宇宙物理学の研究を行っており、2013年11月1日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\*

**特任助教** 加藤恒彦\*

**D3** 格和純、加藤祐悟\*

**D1** 照喜名歩

**M2** 田中洋輝、宅嶋祐一郎

**M1** 上玉利克磨、金丸達郎

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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・重力理論の検証

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・重力理論の検証と探求を進めている。また、暗黒エネルギー・重力理論を探る上で重力レンズ現象は重要な役割を担うようになっている。銀河団の重力レンズ、X線、スニヤエフ・ゼルドビッチ効果の観測に着目した重力理論の検証を進めている。

### 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模型に取り込まれ

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。

### 無衝突衝撃波と粒子加速の研究

宇宙空間には宇宙線と呼ばれる高エネルギー粒子が飛び交っている。これらの高エネルギー粒子の一部は、宇宙空間で発生する衝撃波で加速されていると考えられている。この衝撃波は、粒子間のクーロン衝突がほとんど起きない高温で希薄なプラズマ（無衝突プラズマ）中で発生するもので、無衝突衝撃波と呼ばれる。その形成過程と粒子加速のメカニズムを、大規模なプラズマ粒子シミュレーションを行って、運動論的な観点から研究している。

### ブレイザー天体の放射領域に関する研究

ブレイザーは、活動銀河中心核 (AGN) から噴出されている相対論的速度のジェットを軸付近から観測している天体である。ブレイザーの電磁波放射スペクトルは、中心からサブパーセク程度の領域で高エネルギーの粒子が生成されていることを示唆している。粒子加速へ至るジェットのエネルギー変換プロセスの解明は AGN ジェットにおける課題の 1 つであり、我々の研究室では、放射領域のモデル化と観測結果との比較を通して、現在ブレイザー領域の粒子加速メカニズムに着目して研究を行なっている。

## 3 教育

最近の博士論文

Theoretical Aspects and Cosmological Implications of Galileon Theory [木村蘭平: 2012 年 12 月]

Cosmological tests of modified gravity models in the context of the accelerated expansion of the Universe [成川達也: 2012 年 6 月]

Exploring Emission Region of Gamma-ray Pulsar  
ガンマ線パルサーの放射領域に関する研究 [木坂将大: 2012 年 3 月]

Towards precision cosmology with multipole power spectrum analysis of galaxy distribution  
Convolution and Deconvolution of the Window Effect [佐藤貴浩: 2011 年 3 月]

最近の修士論文

一般化されたガリレオン・インフレーションモデルにおける初期揺らぎの研究 [西垣伸彰:2012 年 3 月]

ガリレオン重力モデルにおける等温球ハローの研究 [矢野竜之介:2011 年 3 月]

中性子星の質量・半径測定の現状とその包括的考察 [山本潤輝:2011 年 3 月]

Swift・Fermi 衛星のデータを用いたガンマ線バーストの光度関数決定とそれを用いた次世代チェレンコフ望遠鏡でのガンマ線バースト検出レート推定 [格和純:2011 年 3 月]

Kinetic Braiding 重力理論における宇宙の大規模構造の進化と観測的制限 [木村蘭平:2011 年 3 月]

マグネターのフレア機構 [加藤祐悟:2011 年 3 月]

## 4 連絡先

住所：〒739-8526 東広島市鏡山 1-3-1

電話番号:ダイヤルイン方式で、082-424-xxxx

(xxxx は下記内線番号)

	内線番号	username
小畠康史	7365	ykojima-phys@*
山本一博	7369	kazuhiro@*
加藤恒彦	7362	kato@*

@\*: hirosshima-u.ac.jp

研究室ホームページ：

<http://theo.phys.sci.hirosshima-u.ac.jp/astro/indexj.html>



# 福井大学宇宙物理グループ

立川崇之

## 1 構成

福井大学では、文京キャンパスにおいて理論宇宙物理学の研究を行っている。2013年11月1日現在の構成員は以下の通り。

准教授 芹生正史\* (工学研究科物理工学専攻),  
立川崇之\* (総合情報基盤センター)

M1 三輪亮太

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 時空構造の数理科学的解析

特に、時空構造を定量的に分析する枠組みの研究、一般相対論とその関連理論の数理的構造、宇宙論的記述の理論的基礎など、古典時空および時空理論自身を数理科学の手法を用いて新しい視点から見直すことをテーマとしている。

これに加え、量子論の基礎および量子論と時空理論の境界領域に関する考察も進めている。特に、量子論の論理的構造、量子力学の理論的枠組みの検討、量子論と時空理論の整合性、量子場の揺らぎと時空との相互作用などをテーマとしている。

### 2.2 重力多体系の進化

宇宙の大規模構造に対し、Lagrange 的摂動論と宇宙論的  $N$  体シミュレーションを併用し、近未来の精

密宇宙論に耐えうる理論的予言を可能にしようとしている [1]。

また、球状星団の様なスケールの系に対し、自己重力系の準平衡状態に着目し、解析的手法およびシミュレーションの両面から解明を試みている [2]。

## 3 教育

工学研究科物理工学専攻においては、数理・量子科学講座内の「素粒子・場の理論・宇宙論」グループにおいて理論天文学関連の研究を行っている。卒業研究の学生、大学院生を受け入れている。

現在の修士課程の院生は主に、古典時空理論の数理的側面について探求している。

## 4 連絡先

所在地：〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

代表電話：0776-23-0500

E-mail address は以下の通り。

芹生 mseriu@edu00.f-edu.u-fukui.ac.jp

立川 tatekawa@u-fukui.ac.jp

## 参考文献

- [1] T. Tatekawa, Prog. Theor. Exp. Phys., 013E03 (2013)
- [2] T. Tashiro and T. Tatekawa, J. Phys. Soc. Jpn. 79, 063001 (2010)

# 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。2013年10月1日現在の構成員は1名である。

教授 釜谷秀幸\*

\*印は理論天文学懇談会会員

## 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押し進められていた(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。現在は、卒業研究テーマのリクエストで多い惑星系内小天体や生命発生条件についても少しずつ研究を進めている。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。

## 4 連絡先

住所：〒239-8686 横須賀市走水1-10-20

電話番号:ダイヤルイン方式で、046-841-3810 (xxxx は下記内線番号) 当研究室についての最新の情報は

<http://www.nda.ac.jp/kamaya/> また E-mail address は `username@zzz.zzz.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>
釜谷	3310	kamaya

## 参考文献

- [1] 新・天文学事典 (講談社ブルーバックス; 谷口 義明 (監修)) 第13章 星間物質 (井上昭雄氏との共著)
- [2] Hideyuki Kamaya (2011) "Comments on Faintness of Very Small Dwarf Spheroidal Galaxies." *Astrophysics and Space Science*, 334, 261

# 北海学園大学工学部宇宙物理学グループ

瀬戸 治

## 1 構成

工学部に所属していますが、宇宙物理学の研究を行っている 2013 年 12 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

### 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。最近は、特に Be/X 線連星と呼ばれるグループの X 線増光機構 [1] とガンマ線連星における高エネルギー放射の起源 [2, 3] に興味を持って研究を行っています。

### 2.2 素粒子的宇宙論・粒子宇宙物理 (瀬戸)

素粒子暗黒物質 (超対称暗黒物質、直接検出実験と暗黒物質 [4]、宇宙線観測と暗黒物質 [5])

バリオン数非対称性の起源 [6]

インフレーション宇宙論 [7]

## 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, 2 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.lst.hokkai-s-u.ac.jp/~okazaki/) でも得られます (http://www.lst.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@lst.hokkai-s-u.ac.jp
瀬戸	2362	osamu@hgu.jp

## 参考文献

- [1] A. T. Okazaki, S. P. Owocki, C. M. Russell and Y. Moritani, 2013, PASJ, 65, 41.
- [2] A. T. Okazaki, S. Nagataki, T. Naito et al., 2011, PASJ, 63, 893
- [3] J. Takata, A. T. Okazaki, S. Nagataki, et al., 2012, ApJ, 750, 70.
- [4] K. -Y. Choi, O. Seto, PRD **88**, 035005, (2013); N. Okada, O. Seto, PRD **88**, 063506, (2013).
- [5] K. -Y. Choi, O. Seto, PRD **86**, 043515, (2012).
- [6] N. Haba, O. Seto, Y. Yamaguchi, PRD **87**, 123540, (2013).
- [7] K. -Y. Choi, O. Seto, PRD **85**, 123528, (2012) [Erratum-ibid. D **87**, 029902 (2013)].

# 北海道大学宇宙物理学研究室

岡本崇

## 1 構成

当研究室は、理論グループと電波グループからなる。2013年12月1日時点での構成員は以下の通りである。

教授 羽部 朝男\*

准教授 徂徠 和夫

助教 Elizabeth Tasker、岡本 崇\*

PD 勝田 豊、山田 志真子

D2 中尾 光、梅井 迪子

D1 十和田 潤、日浦 皓一郎、藤本 裕輔

M2 瀬川 陽子、平 謙、田染 翔平、田代 貴美

M1 小竹 宏一、島 和宏、西川 由恭

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

理論グループでは宇宙論的シミュレーションを用いた銀河形成 [1, 3, 4] や銀河円盤内での分子雲形成 [2] の研究を行っている。

## 3 教育

最近の博士論文

- Cosmic dust and cosmological star formation process [山澤大輔:2013年3月]

- Study on formation of gas giant planets in a protoplanetary disk [金川和弘:2013年3月]
- Study on Dry Minor Mergers and Size Evolution of Early-Type Galaxies [大木平:2013年]

## 4 連絡先

住所：〒060-0851 札幌市北区北10条西8丁目

電話番号: 011-706-xxxx (xxxx は下記内線番号)。

詳しくは web で! (<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>
羽部	2693	habe
徂徠	4435	sorai
Tasker	3516	tasker
岡本	2893	okamoto

## 参考文献

- [1] Okamoto, T. 2013, MNRAS, 428, 718
- [2] Benincasa, S. M., Tasker, E. J., Pudritz, R. E., & Wadsley, J. 2013, ApJ, 776, 23
- [3] Shimizu, I., Yoshida, N., & Okamoto, T. 2012, MNRAS, 427, 2866
- [4] Scannapieco, C., Okamoto, T., et al. 2012, MNRAS, 423, 1726

# 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。2013年11月20日現在の構成員は以下の通りです。

教授 梅林豊治\*、柴田晋平\*

准教授 滝沢元和\*

研究員 高橋裕一

D3 青木雄太

M2 佐藤清史

M1 板花まどか、高橋育美、千田慎太郎、山下加奈、  
横山聡志、渡部隼人

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

### 2.1 原始惑星系円盤におけるガスの電離過程

円盤中での電離過程を調べ、磁場とガスの結合状態や物質の存在形態(化学進化)を解明する基礎を研究しています。「消滅核種」の崩壊による電離過程 [1]、その電離率がダスト粒子の沈殿で変化する過程 [2] を明らかにしました。現在は、乱流円盤での電離率、原始星からの X 線が円盤中を伝搬・電離する過程を研究しています。

### 2.2 原始惑星系円盤の進化と微惑星の形成

円盤の進化に対する磁場の影響、円盤内での分子の形成を調べて、惑星系の形成における力学進化と化学進化の相関を研究しています。また、乱流円盤でダスト粒子の成長と沈殿を調べ、微惑星の形成に到るダスト進化の解明を目指しています。

### 2.3 パルサー磁気圏での相対論的粒子加速の研究

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 [3]、[4]。

### 2.4 強磁場パルサーマグネターの観測的・理論的研究

中性子星の磁場は  $10^{15}$  G それ以上に達し、QED 効果がみられたり強磁場極限の物理や中性子星誕生への磁場効果など非常のおもしろい課題を含んでいます。これらを観測と理論の両面から追求しています [5]。

### 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

の多波長での観測的示唆を数値シミュレーションで調べています [6], [7].

## 2.6 銀河団の X 線観測

すざく衛星を用いた X 線観測に積極的に参加しています。弱重力レンズサーベイで複数のダークハローが見つかった ZwCl0823.2+0425 銀河団周辺領域を X 線でフォローアップ観測を行いダークハローと高温ガスの性質の相関を明らかにしました [8].

## 3 教育

### 最近の博士論文

- A selection of terrestrial species resistant to the cosmic environment [高橋裕一: 2013 年 3 月]
- A Particle Simulation of the Pulsar Magnetosphere: Relationship of Acceleration Regions [結城伸哉: 2011 年 3 月]

### 最近の修士論文

- 重力レンズ効果と Weak Lensing を利用した質量分布決定の手法 [武藤誠吾:2013 年 9 月]
- Press-Schechter 理論による宇宙論的質量関数とその改良 [渡辺貴徳:2013 年 3 月]
- 原始惑星系円盤の磁気回転不安定性-その円盤モデル依存性- [船野光太郎:2013 年 3 月]
- 一次元 PIC シミュレーションを用いたパルサーポラーキャップの研究 [大川宗吾:2012 年 3 月]
- Roe TVD 法を用いた三次元流体シミュレーションによる衝突銀河団の研究 [倉兼務:2012 年 3 月]
- ガンマ線パルサーのパルス波形の再現 [塩澤ひかり:2012 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:ダイアルイン方式で、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.astr-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] Umebayashi, T., & Nakano, T. 2009, ApJ, 690, 69
- [2] Umebayashi, T., et al. 2013, ApJ, 764, 104
- [3] Wada, T., & Shibata, S. 2011, MNRAS, 418, 612
- [4] Yuki, S., & Shibata, S. 2012, PASJ, 64, 43
- [5] Enoto, T., et al. 2010, ApJL, 722, L162
- [6] Takizawa, M., et al. 2010, PASJ, 62, 951
- [7] Yamada, K., et al. 2012, PASJ, 64, 102
- [8] Watanabe, E., Takizawa, M., et al. 2011, PASJ, 63, 357

# 山口大学理工学研究科物理科学分野

坂井伸之

## 1 構成

宇宙物理学 (理論) 関係の研究者は、素粒子理論<sup>S</sup>・理論宇宙物理学<sup>R</sup>・電磁宇宙物理学 (電波観測)<sup>D</sup> の3研究室に分かれています。2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。\*印は理論懇会員。

教員 白石清<sup>S</sup>、坂井伸之<sup>R\*</sup>、川口俊宏<sup>D\*</sup>

PD 小林孝一朗<sup>S</sup>

大学院生 万城秀人<sup>S</sup> (D2)、國安正志<sup>S</sup> (M2)

## 2 研究

1. 非正統的重力理論の研究 [1]。素粒子統一理論モデル、例えばいわゆるストリング理論から動機付けられたディラトンやその他の場を含む理論、高階微分項を含む重力理論、高次元モデルなどを研究しています。その他、スケール不変な重力理論、induced gravity、多重力子理論、3次元重力、臨界重力等々、よろず取り扱っております。

2. 相対論的宇宙物理学 [2]。重力の関わる諸現象について取り組んでいます。これまでの研究テーマは、実験室で宇宙を作れるか?・非線形揺らぎの進化と観測的帰結・宇宙マイクロ波背景放射で探る超大規模構造・Qポールの安定性と進化・インフレーション宇宙の時空進化・ブラックホールの基本性質・パルサー磁気圏の粒子加速などです。

3. 天体物理学 [3]。各銀河の中心に鎮座する巨大ブラックホールについて、その形成過程の解明や銀河との共進化の謎に取り組んでいます。特に、ブラックホールへのガス降着・ブラックホール周辺の構造・銀河の成長をキーワードに、電波からX線まで10桁以上の広周波数にわたる電磁波放射スペクトルの理論的・観測的研究を行っています。

## 3 教育

最近の修士論文

・幾何学を用いた重力場及び電磁場の理論-主にその数学的手法について- [万城秀人 2012.3]

・KdV方程式の宇宙論への応用について [高橋知宏 2013.3]

## 4 連絡先

住所：〒753-8512 山口市吉田 1677-1

電話：083-933-内線番号

E-mail：username@yamaguchi-u.ac.jp

<http://www.sci.yamaguchi-u.ac.jp/sci/staff/pi> (学科)

	内線番号	username
白石	5681	shiraish
坂井	5672	nsakai
川口	5673	kawaguti

## 参考文献

- [1] N. Kan, K. Kobayashi & K. Shiraishi, ISRN Math. Phys. 2013, 651684 (2013); Phys. Rev. D 88, 044035 (2013)
- [2] K. Maeda, N. Sakai & R. Triay, JCAP 08, 026 (2011); N. Sakai & T. Tamaki, Phys. Rev. D 85, 104008 (2012)
- [3] T. Kawaguchi & M. Mori, ApJL 724, 183 (2010); ApJ 737, 105 (2011); O. Godet, B. Plazolles, T. Kawaguchi et al., ApJ 752, 34 (2012)

# 理化学研究所 戎崎計算宇宙物理研究室

水田晃

## 1 構成

理化学研究所戎崎計算宇宙物理研究室では、宇宙科学ミッション JEM-RUSO、相対論的ジェット形成のシミュレーション、超高エネルギー宇宙線の加速理論モデル、第一原理計算による高圧分子固体の研究など理論天体物理学にかぎらずに、「コンピュータ」をキーワードに様々な研究が行われています。2013年11月1日現在の構成員は以下の通りです。

	氏名	username	tel
主任研究員	戎崎俊一*	ebisu	9414
専任研究員	飯高敏晃	tiitaka	9416
専任研究員	滝澤慶之	takky	9415
研究員	水田晃*	akira.mizuta	9759
協力研究員	川崎賀也	yoshihya	9415

\*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

住所：〒351-0198 埼玉県和光市大沢2 - 1

FAX:048-467-4078

Web page: [http://www.riken.jp/research/labs/chief/comput\\_astro/](http://www.riken.jp/research/labs/chief/comput_astro/)

E-mail address は、*username*@riken.jp です。電話番号は、上記4桁の番号を使って、ダイヤルイン048-467-xxxx。

## 2 研究

極限エネルギー宇宙線 ( $10^{20}$ eV) を検出し、その起源天体を同定するための JEM-EUSO(Extreme Universe Space Observatory onboard Japanese Experiment Module) を

開発しています。JEM-EUSO は地球大気を検出器として利用し、宇宙起因の地球大気圏内での瞬間発光現象を観測する口径約 2.5m、約 60 度の視野を持つ超広視野望遠鏡です。

活動銀河核ジェットは高エネルギー宇宙線の加速源として最も有力な天体の一つです。しかし、宇宙線の加速メカニズムだけでなく相対論的ジェットの形成メカニズムも完全に理解されていません。ジェットの形成機構の理解として一般相対論的磁気流体シミュレーションを行ない、磁場を介しての相対論的ジェット形成の物理の研究を行なっています。また、相対論的ジェットからの超高エネルギー宇宙線加速理論として航跡場加速による超高エネルギー宇宙線加速モデルを提唱しています。

地球深部は直接観測が不可能であるが地震波の伝播による構造研究だけでなく近年、地球深部の高圧力を実験室で作れるようになり、高圧下の結晶構造が盛んに研究されています。地球や惑星内部の高温高圧下における物質科学を探究する第一原理計算に基づいて量子シミュレーションを行い、他の惑星衛星にも応用しています。

## 3 教育

理化学研究所では大学院博士(後期)課程に在籍する大学院生を非常勤として理研に採用、研究を行う大学院生リサーチ・アソシエイト(JRA)を設けています。毎年、10~11月頃に募集を行なっています。希望者は事前にご相談下さい。



# 理化学研究所長瀧天体ビッグバン研究室

長瀧重博

## 1 構成

私達の研究室は2013年4月理化学研究所に発足しました。私達は、宇宙最大爆発現象である超新星・ガンマ線バーストに関する様々な謎の解明に向け、世界最高レベルの理論的研究を行います。この理想を実現するために最も必要な要素は人材です。私達は世界最高レベルの人材を世界中から募り、最高の人材で研究室を構成し、最高レベルの研究活動を行います。2014年1月1日現在私達の研究室は研究室主催者の私以外に日本人2名、外国人5名(中国人1名、香港人1名、ロシア人2名、イタリア人1名)によって構成されており、国際色豊かな最先端の宇宙理論研究室を形成しつつあります。また外国人研究員の前所属機関にはスタンフォード大学(2名)、マックスプランク研究所(MPIK)などが含まれており、世界最高レベルの研究機関から優秀な人材を受け入れています。この流れを確固たるものとし、理化学研究所に世界最先端の宇宙理論研究室を確立させるために、2014年度以降も優秀な人材を積極的に募ります。既に新たに2名、2014年度から私達の研究室で研究をスタートすることが内定しております(基礎科学特別研究員1名、国際特別研究員1名)。この2名の他に、理化学研究所の強力なバックアップの下、優秀な研究員を更に募っていきます。2014年1月1日現在の構成員は以下の通りです。

**准主任研究員** 長瀧重博\*

**PD** 伊藤裕貴\*、松本仁\*、Maxim Barkov、Maria Giovanna Dainotti、Shiu-Hang Lee、Jirong Mao、Alexey Tolstov

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

我々の研究室は、超新星・ガンマ線バーストに関する様々な謎の解明に向け、理論的研究を行います。超新星・ガンマ線バーストは宇宙最大規模の爆発現象であり、その爆発メカニズムは良く分かっていません。我々はこの究極的な現象を、究極的な物理を駆使して解き明かしたいと考えています[5]。場合によっては急速に進化している大型計算機を用いた大規模数値シミュレーションを駆使してこの究極的現象の解明にあたります[6]。また超新星・ガンマ線バーストは物理と謎の宝庫であり(重力波、ニュートリノ、r-process/爆発的元素合成[1]、粒子加速現象[2]、最高エネルギー宇宙線[7, 8]、高エネルギーニュートリノ[4]、高エネルギーガンマ線[3]等)、極限宇宙物理学の高峰とも言うべき現象です。我々はこれら様々な謎の解明に向けて最先端の理論研究を行い、この宇宙最大爆発現象の全貌を明らかにします。我々の理論研究は、超新星・ガンマ線バーストに関する最先端の観測に物理的解釈を与え、次世代観測に対する予言・提言を発信します。我々は興味を共有する理研・全国・全世界の研究者皆様と協力・連携し、研究者の理想郷を理化学研究所に実現します。

理化学研究所は仁科芳雄博士に代表されますように日本原子核物理学の大きな拠点となっています。現在もRIBF(Radioactive Isotope Beam Factory)によって新しい元素を発見するなど世界で大きな存在感を示しています。我々はこの絶好の環境を活かし、原子核宇宙物理学を奨励しています。超新星爆発や中性子星に於ける高密度状態方程式、超新星爆発やガンマ線バーストで起こるr-process/爆発的元素合成等のテーマで理研原子核物理研究室との密接な連携を推進し、世界最高レベルの成果を目指します。

理化学研究所は京コンピュータに代表されますように世界最高レベルのスーパーコンピュータを日本に実現しています。我々はこの絶好の環境を活かし、超新星やガンマ線バーストについての大規模数値シミュレーションを奨励しています。

理化学研究所和光キャンパスは埼玉県和光市に立地しており、東京圏の多くの大学・研究所と隣接しています。我々はこの環境を活かし、近隣の研究機関とは特に積極的に研究交流を推進します。一方インターネット等の発達により、現代は遠方の研究機関とも有効に研究協力することが可能な時代となっています。我々は国内外を問わず、興味を共有する共同研究者と積極的に研究交流を行っていきます。

我々は世界最高レベルの研究室を目指し、最高の人材を世界から募っています。一方で日本人研究者の雇用も積極的に行っています。これは我々の研究室から一人でも多くの国際的感覚を身につけた日本人研究者が育つことを願っているのです。我々の研究室に所属する日本人研究者には、将来日本と外国を繋ぐ架け橋となり、明日の素晴らしい日本を支える人材に育ってもらうことを目指しています。

### 3 教育

原則理化学研究所は研究を主眼に置いており、大学院生の教育は行っておりません。しかし他大学の指導教官を通じた大学院生との共同研究を奨励しています。その推進の一助として、大学院生（博士後期課程）を非常勤として採用する制度もあります（大学院生リサーチ・アソシエイト：<http://www.riken.jp/careers/programs/jra/>）。

理化学研究所では世界最高レベルの研究を実現するためのプログラムが走っています。例えばポスドク研究員プログラムとして以下のものがあります。

- ・基礎科学特別研究員制度：

<http://www.riken.jp/careers/programs/spdr/>

- ・国際特別研究員制度：

<http://www.riken.jp/ja-JP/careers/programs/fpr/>

### 4 連絡先

住所：〒 351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

電話番号： 048-467-9381 (ext.3241)

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

`username@riken.jp`

です。username は以下の通りです。

	username
長瀧	shigehiro.nagataki
伊藤	hirotaka.ito
松本	jin.matsumoto
Barkov	maxim.barkov
Dainotti	maria.dainotti
Lee	shiu-hang.lee
Mao	jirong.mao
Tolstov	alexey.tolstov

### 参考文献

- [1] Ono, M., Nagataki, S., Ito, H., Lee, S.-H., Mao, J., Hashimoto, M., Tolstov, A.: "Matter Mixing in Aspherical Core-collapse Supernovae: A Search for Possible Conditions for Conveying 56Ni into High Velocity Regions" *The Astrophysical Journal* 773, id. 161 (2013).
- [2] Lee, S.-H., Slane, P. O., Ellison, D. C., Nagataki, S., Patnaude, D. J.: "A CR-hydro-NEI Model of Multi-wavelength Emission from the Vela Jr. Supernova Remnant (SNR RX J0852.0-4622)" *The Astrophysical Journal* 767, id. 20 (2013).
- [3] Ito, H., Nagataki, S., Ono, M., Lee, S.-H., Mao, J., Yamada, S., Pe'er, A., Mizuta, A., Harikae, S.: "Photospheric Emission from Stratified Jets" *The Astrophysical Journal* 777, id.62 (2013)

- [4] He, H.-N., Liu, R.-Y., Wang, X.-Y., Nagataki, S., Murase, K., Dai, Z.-G.: "Icecube Nondetection of Gamma-Ray Bursts: Constraints on the Fireball Properties" *The Astrophysical Journal* 752, id. 29 (2012).
- [5] Nagataki, S.: "Rotating Black Holes as Central Engines of Long Gamma-Ray Bursts: Faster is Better" *Publications of the Astronomical Society of Japan*.63, 1243 (2011).
- [6] Mizuta, A., Nagataki, S., Aoi, J.: "Thermal Radiation from Gamma-ray Burst Jets" *The Astrophysical Journal* 732, id 26 (2011).
- [7] Calvez, A., Kusenko, A., Nagataki, S.: "Role of Galactic Sources and Magnetic Fields in Forming the Observed Energy-Dependent Composition of Ultrahigh-Energy Cosmic Rays" *Physical Review Letters* 105, id. 091101 (2010).
- [8] Kotera, K., Allard, D., Murase, K., Aoi, J., Dubois, Y., Pierog, T., Nagataki, S.: "Propagation of Ultrahigh Energy Nuclei in Clusters of Galaxies: Resulting Composition and Secondary Emissions" *The Astrophysical Journal* 707, 370 (2009).

# 理化学研究所 望月雪氷宇宙科学研究ユニット

望月優子

## 1 構成

当研究室は、宇宙核物理学の理論研究、ならびに雪氷宇宙科学の理論・実験研究を行っています。2013年12月1日現在の構成員は以下の通りです。

研究ユニットリーダー 望月優子\*

専任研究員 高橋和也、中井陽一（兼務）

客員研究員 秋吉英治、間所秀樹、堀 彰

PD 岡本祥子

ほか研究支援者3名。

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

研究対象は以下のとおりです。超新星爆発、元素合成、核線天文学、南極氷床コアを用いた過去の銀河系内超新星爆発の痕跡や、過去の太陽活動と気温との関係の探究。天体放射線が地球の大気組成に及ぼす影響に関する理論研究。氷床コアを用いた気候変動に関する研究も可能です。

## 3 教育

望月が連携教員となっている埼玉大学大学院理工学研究科（連携大学院）をとおして、あるいは他大学大学院に在籍しつつ、研究指導を受けることができます（博士前期課程／博士後期課程）。理化学研究所では、博士後期課程の学生には「大学院生リサーチ・アソシエイト」などの学生支援制度があり、最先端の実験分析装置やスーパーコン

ピュータを用いた実験研究・理論研究に取り組みます。

最近の修士論文

- 「放射性炭素14から復元した過去の太陽周期の再解析と気温復元のための水同位体比の測定」、[菊地里美：2012年3月、埼玉大学大学院理工学研究科物理機能系専攻]

最近の卒業論文

- 「宇宙核物理における数値計算プログラミング～測定誤差を明確に考慮した過去の太陽活動周期の再解析～」、[菊地里美：2010年3月、埼玉大学物理学科]
- 「宇宙核物理における数値計算プログラミング～ビッグバン元素合成核反応ネットワークの理解～」、[齋藤香莉：2010年3月、埼玉大学物理学科]
- 「宇宙核物理における数値計算プログラミング～南極氷床コアから太陽活動周期を探る～」、[佐藤奨：2009年3月、埼玉大学物理学科]

## 4 連絡先

住所：〒351-0198 和光市広沢2-1

理化学研究所 仁科加速器研究センター 望月雪氷宇宙科学研究ユニット

電話番号：048-467-9766（望月、直通）

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.riken.jp) でも得られます (<http://ribf.riken.jp/ag/>) (<http://ribf.riken.jp/ag/motizuki>)。また E-mail address は、[motizuki@riken.jp](mailto:motizuki@riken.jp) です。

# 立教大学理学部物理学科宇宙理論グループ

前田秀基

## 1 構成

当グループは物理学科理論物理学研究室に所属しています。主な研究内容は相対論的重力とそれを軸とした宇宙論・宇宙物理学です。2013年11月30日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 原田 知広\*、小林 努\*

助教 前田 秀基\*

PD 宝利 剛\*

客員研究員 島野 誠大\*

M2 大西 武雲、押賀 弘行、国分 隆文\*、舟田 成登

M1 崔 シモン、西 咲音

\*印は理論天文学懇談会会員

なお、同じ理論物理学研究室には、江口徹特任教授、田中秀和教授、矢彦沢茂明教授、疋田泰章助教の素粒子理論グループがあり、共同でセミナーを行っています。また、当学科には宇宙地球系物理学研究室があり、そこに所属する北本俊二教授の X 線天文学研究グループ・内山泰伸准教授の高エネルギー天文学研究グループとも共同でセミナーを行っています。

## 2 研究

一般相対論とその宇宙物理学・宇宙論への応用 (原田)

一般相対論をはじめとする相対論的重力理論それ自体に関わる諸問題と、相対論的重力理論が宇宙物理学および

宇宙論にもたらす帰結に関して研究をおこなっています。

ここ数年、(近)極限ブラックホールがその近傍で粒子をいくらかでも高いエネルギーまで加速できるという現象に関する研究を行ってきました。我々は近極限回転ブラックホールでは最内安定円軌道を運動する粒子が他の粒子と衝突する際のエネルギーがいくらかでも高くなれること [1]、このような高エネルギー粒子衝突がブラックホールの赤道面内だけでなく赤道から離れた点においても起こること [2]、そして高エネルギー衝突によって生成される粒子が遠方で観測される場合にはそのエネルギーには上限があること [3] を示しました。

また、マイクロレンズ効果等による観測的探査を念頭においたワームホールの現象論的研究も行ってきました [4, 5, 6]。現在は、宇宙初期に形成される原始ブラックホールの形成条件を再検討しています [7]。

初期宇宙・相対論的宇宙論の研究 (小林)

相対論的重力理論を土台とした宇宙論を中心に研究しています。特に最近では、運動方程式が2階になるような最も一般的なスカラー・テンソル理論をインフレーションや修正重力理論に応用する研究をおこなっています。

複数のスカラー場を含む2階の最も一般的なスカラー・テンソル理論と予想されていた generalized multi-galileons と呼ばれる理論がありますが、われわれはこの理論にもとづいて、既存の多くのモデルを包含する複数場インフレーションモデルを構築すると同時に、それが予想に反して最も一般的な理論ではない、という事実を示しました [8]。

また、太陽系内などで重力の修正の効果を遮蔽するような機構をもつ一般的な修正重力理論において、球対称解を記述する基礎方程式を導出しました。それを massive

gravity に適用し、銀河団の重力レンズによって修正重力の検証が可能かを議論しました [9]。この他にも、初期宇宙や重力に関してさまざまな研究をおこなっています [10, 11]。

#### 重力の研究とその宇宙論・宇宙物理学への応用（前田）

宇宙論・宇宙物理学・素粒子物理学の刺激を受けながら、またそれらへの応用を意識しつつ重力の理論的研究を行っています。

ここしばらくは任意次元で最も一般的な二階微分理論であるラブロック高次曲率重力の研究に力を入れてきました。この理論はゴースト不安定性を持たず、四次元時空で宇宙項を伴う一般相対論に帰着し、さらに曲率二次の理論であるガウス・ボンネ重力はある種の超弦理論の低エネルギー極限で実現されることが知られています。我々は対称性を持った解を統一的に取り扱うエレガントな手法を見つけ、ブラックホール解の性質を明らかにしました [12, 13, 14]。またこの研究の応用として、ガウス・ボンネ重力に基づくブレーン宇宙モデルにおいて新しい初期特異点回避の機構を提案しました [15]。

一方で非自明なスカラー場の配位を持つブラックホールの研究も、主に厳密解を構成して行っています。我々は共形結合スカラー場を物質とする一般相対論において Plebanski-Demianski 型の厳密解を与えました [16]。この解は Bocharova-Bronnikov-Melnikov と Bekenstein によって 1970 年代に独立に発見された球対称ブラックホール解を大きく一般化したものです。

#### 時空の幾何構造の研究と相対論的重力への応用（宝利）

相対論的重力理論を基礎に、時空の幾何学的構造について研究しています。また、時空の幾何学的構造についての一般的な考察から、相対論的重力理論の様々な厳密解へのフィードバックも行っています。

最近の研究では、真空ブラックホール時空の隠れた対称性として知られていたキリング-矢野対称性が、物質場と結合した帯電ブラックホール時空の隠れた対称性をも記述していることを示しました [17]。そして、そのような対称

性がブラックホール時空だけでなく、ブラックストリング時空や、カラビ-ヤウ多様体、佐々木-アインシュタイン多様体など、相対論的重力理論に現れる様々な厳密解の隠れた対称性として理解されることを発見しました [18, 19]。また、あるクラスのキリング-矢野対称性をもつ時空計量の標準形を、自然な座標を導入することにより具体的に書き下すことにも成功しました [20]。これにより、相対論的重力理論の厳密解を構成する一つの手法を確立しました。

## 3 教育

### 最近の博士論文

- Search for exotic gravitating objects with gravitational lensing (重力レンズを用いたエキゾチックな天体の探索) [塚本 直樹: 2013 年 10 月]
- Early Universe Models in Loop Quantum Cosmology (ループ量子宇宙論における初期宇宙モデル) [島野 誠大: 2011 年 3 月]

### 最近の修士論文

- 「局所ローレンツ対称性を破るワイル重力によるインフレーション起源の重力波」[矢嶋 耕治: 2013 年 3 月]
- 「ダークエネルギーを含む宇宙での Dyer-Roeder 近似を用いた赤方偏移と角径距離の関係」[中島 友樹: 2012 年 3 月]
- 「ライスナー・ノルドシュトルム・ブラックホールは無限衝突エネルギーを生む粒子加速器になるか?」[石原 誠: 2012 年 3 月]
- 「近星点付近での連星系からの放出」[山本 隆三: 2012 年 3 月]
- 「ホジヤバ・リフシツツ重力理論における回転する星」[塚本 直樹: 2011 年 3 月]
- 「Schwarzschild-de Sitter 時空における宇宙項の重力レンズ効果への影響」[若林 智章: 2011 年 3 月]

## 4 連絡先

住所：〒 171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

電話番号:ダイヤルイン方式で、03-3985-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.rikkyo.ne.jp/grp/itp/jp_index.html) でも得られます ([http://www.rikkyo.ne.jp/grp/itp/jp\\_index.html](http://www.rikkyo.ne.jp/grp/itp/jp_index.html))。また E-mail address は、

*username*@rikkyo.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>
原田	2390	harada
小林	2389	tsutomu
前田	4541	hidekism

なお、スタッフ以外は毎年入れ替わりが多いため掲載しません。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] T. Harada and M. Kimura, Phys. Rev. D83, 024002 (2011)
- [2] T. Harada and M. Kimura, Phys. Rev. D83 084041 (2011)
- [3] T. Harada, H. Nemoto, and U. Miyamoto, Phys. Rev. D86, 024027 (2012); Erratum-ibid. D 86, 069902 (2012)
- [4] N. Tsukamoto and T. Harada, Phys. Rev. D 87, 024024 (2013)
- [5] N. Tsukamoto, T. Harada, and K. Yajima, Phys. Rev. D 86, 104062 (2012)
- [6] C.-M. Yoo, T. Harada, and N. Tsukamoto, Phys. Rev. D 87, 084045 (2013)
- [7] T. Harada, C.-M. Yoo, and K. Kohri, Phys. Rev. D 88, 084051 (2013)
- [8] T. Kobayashi, N. Tanahashi, and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D 88, 083504 (2013)
- [9] T. Narikawa, T. Kobayashi, D. Yamauchi, and R. Saito, Phys. Rev. D 87, 124006 (2013)
- [10] X. Gao, T. Kobayashi, M. Shiraishi, M. Yamaguchi, J. Yokoyama, and S. Yokoyama, PTEP 2013, 053E03 (2013)
- [11] T. Kobayashi, H. Motohashi, and T. Suyama, Phys. Rev. D 85, 084025 (2012)
- [12] H. Maeda, S. Willison, and S. Ray, Class. Quant. Grav. 28, 165005 (2011)
- [13] G. Kunstatter, T. Taves, and H. Maeda, Class. Quant. Grav. 29, 092001 (2012)
- [14] G. Kunstatter, H. Maeda, and T. Taves, Class. Quant. Grav. 30, 065002 (2013)
- [15] H. Maeda, Phys. Rev. D 85 124012 (2012)
- [16] A. Anabalon and H. Maeda, Phys. Rev. D 81, 041501 (2010)
- [17] T. Houri, D. Kubiznak, C.M. Warnick, and Y. Yasui, JHEP07, 055 (2010)
- [18] T. Houri and K. Yamamoto, Class. Quantum Grav. 30, 075013 (2013)
- [19] T. Houri, H. Takeuchi, and Y. Yasui, Class. Quantum Grav. 30, 135008 (2013)
- [20] T. Houri, D. Kubiznak, C.M. Warnick, and Y. Yasui, Class. Quant. Grav. 29, 165001 (2012)

# 早稲田大学理論宇宙物理学研究室

喜古正士、古澤峻

## 1 構成

私たちの研究室は、早稲田大学理工学術院先進理工学研究科物理学及応用物理学専攻(先進理工学部物理学科)に所属し、前田研究室、山田研究室のそれぞれで学生を受け入れています。前田研究室では初期宇宙論、重力理論の研究を、山田研究室では高エネルギー天体物理の研究を行っており、2013年10月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 前田 恵一\*、山田 章一\*

助手 田中 友、喜古 正士、敷田 文吾

客員研究員 古賀 潤一郎\*、田邊 誠、田中 恵理子、  
藤井 保憲、立川 崇之、笹川 幸則

PD 中村 航\*、澤井 秀朋\*、岩上 わかな\*、古澤 峻\*

D5 山本 佑

D3 御園生 洋祐

D2 北村 比孝、高橋 和也

M2 大淵 将貴、津田 陽、中西 俊貴、平井 遼介、水島 高志

M1 青木 勝輝、矢田部 彰宏

\*印は理論天文学懇談会会員

## 2 研究

私たちの研究室は宇宙・重力に関連する現象に対して広く興味を持っています。論文速報、研究室の構成員によるコロキウム、外部の講演者によるセミナーを行い、研究室内外・国内外を問わず研究の情報交換を精力的に行っています。

ます。これら以外にも様々なテーマのゼミが並行して行われており、常に新しい研究テーマを模索しています。また春と秋には学内で、夏には合宿を行い各人の研究成果を発表しています。

### 2.1 高エネルギー領域での重力

(i) 重力の量子論：一般相対性理論は高エネルギー領域で破綻するため、それに代わる重力理論が考案、検証されている。そのアプローチは多岐にわたるが、満足な理論は得られていないため、量子重力理論の完成は現代物理学の重要な問題の1つとなっている。本研究室では以下の2つのアプローチでこの難問に取り組んでいる。1つは繰り込み可能性が期待される Hořava-Lifshitz 重力理論の量子論的側面を調べること。もう1つは正準量子化によるアプローチとして、新しい正準変数を基礎にした量子重力理論を構築することである。

(ii) 時空特異点：一般相対性理論に基づいた時空の発展においては、特異点の発生が普遍的であることが判明している。特に宇宙最初期の特異点は、物理的な予言性が破綻しているという点で深刻である。このような問題に対し、量子化を見据えた、高エネルギー領域での重力理論の変更という観点から解決を試みている。また初期特異点以外にも、ブラックホール特異点など、理論の予測可能性が失われてしまう時空に対してループ量子重力理論を用いた特異点回避についても研究している。

### 2.2 低エネルギー領域での重力

(i) 構造形成：宇宙マイクロ波背景放射の観測により、密度ゆらぎが重力不安定性によって成長することで、現在



の宇宙の大規模構造が形成されたと考えられている。構造の種の生成機構や、予言されるスペクトルを検証することは重要であるが、ゆらぎの発展を非線形領域まで解析することは複雑で困難である。そのため、コンピュータを用いた大規模シミュレーションを行うか、近似的に非線形の成長を記述する解析的なアプローチが用いられる。そこで解析的アプローチとして、通常のエイラー的摂動論より良い近似法である、ラグランジュ的摂動論を用いて、宇宙の構造形成問題を解析している。

(ii) 宇宙の暗黒成分：近年の観測技術の向上から、ダークマター・ダークエネルギーが、我々の宇宙の構成要素として大半を担っていることは疑いようがなくなった。しかし、それらの正体はまだ十分理解されておらず、暗黒成分を導入せずに、宇宙論的スケールで一般相対性理論を修正するアプローチもある。宇宙の加速膨張を説明するアプローチの1つに Galileon 重力理論があるが、高次元素粒子統一理論からの次元降下を見据え、複数スカラー場 (Galileon) での解析を行っている。また、2つの計量を想定する重力理論 (bigravity) に注目し、ダークエネルギーやダークマターといった未知の宇宙現象が自然に説明できないか検討している。

(iii) 重力理論の検証：重力の直接観測可能な範囲は狭く、一般相対性理論を長距離で修正する方法は数多く提案されているが、どのような修正が許されるのかは観測的に検証する必要がある。最も精度良く検証可能な方法は、重力の万有引力からのずれを太陽系観測から制限する方法であり、精力的に取り組んでいる。また、重力波観測を見据えた検証方法にも注目している。その一つに、ブラックホールの準固有振動 (定常状態に落ち着く前の減衰振動) 時に放出される重力波がある。その振動数はブラックホールの保存量で特徴付けられ、重力理論の修正を反映するため、将来の検証に期待し波形の解析を行っている。

## 2.3 超新星爆発の物理

太陽より約 10 倍以上重い星は、進化の最後に重力崩壊にともなう超新星爆発をおこし、中性子星やブラックホールになると考えられています。私たちの研究室では、こ

うしたコンパクト天体の形成のメカニズムを理論的に明らかにするため、主に数値シミュレーションを行い研究しています。

(i) 爆発のメカニズム：重力崩壊型超新星の研究において、最大の課題はその爆発メカニズムの解明です。約 40 年にわたる理論的な研究にもかかわらず、重力崩壊する大質量星のコアがどのようにして外層の爆発につながるのかは今もってわかっていません。私たちの研究室では、いろいろな側面からこの問題に取り組んでいます。現在特に注目しているのは、コアの高速回転と強磁場の影響です。

(ii) 超新星ニュートリノ：超新星からは大量のニュートリノが放出されます。ニュートリノは光にかわる天文学の新しい手段としても重要ですが、超新星爆発をおこすうえでも重要な役割を担っていると考えられています。私たちは、超新星ニュートリノの研究を通して、超新星だけでなくニュートリノと高温高密度物質の性質をも理解したいと考えています。

(iii) 超新星からの重力波：超新星コアが何らかの原因で球対称からずれていると、重力崩壊にともない重力波が放出されると考えられています。非球対称性の原因は、コアの高速自転、対流、磁場などが有望ですが、非球対称に放出されるニュートリノ自体からも重力波が出ると予想されています。私たちは、現実的な超新星のモデル計算に基づいた重力波形の計算を行い、現在稼働中の重力波検出器での近い将来の観測に備えた理論予測を行っています。

## 2.4 高エネルギー天体物理

宇宙には、超新星以外にも大質量星などの重力崩壊に起因すると考えられる高エネルギー天体が多く存在します。そうした天体でおこる物理現象の解明も私たちの研究課題です。

(i) 相対論的ジェット：高エネルギー天体 (活動銀河核やガンマ線バーストなど) に伴う相対論的ジェットの構造について研究しています。主な研究内容としては、1, ジェットの形成メカニズムの研究、2, ジェットの構造に影響を及ぼすと思われるケルビン・ヘルムホルツ不安定性や磁気流体力学的不安定性などの様々な不安定性の解析、3, 内

部衝撃波のダイナミクスの研究などです。これらを数値シミュレーションにより詳細に調べるため、超相対論的ガス流を扱える多次元相対論的流体コードの開発に取り掛かっています。

(ii) 強磁場天体の物理: 現在までに約 10 個ほど“マグネター”と呼ばれる非常に強い磁場を持った特異な中性子星が見つかっています。このマグネターの形成メカニズムとそこでの物理過程を探るのが現在の私たちの研究テーマの一つです。中性子星は超新星爆発にともない形成されると考えられることから、強磁場を持つ超新星の研究が必要です。現在は主に、磁気流体を扱う数値コードを用いて、2次元の数値シミュレーションを行っています。また、強磁場中でのニュートリノ反応、ダイナミクス、核物質の性質などへの影響も研究しています。

### 3 教育

#### 最近の博士論文

- ループ量子重力理論に基づく宇宙物理学の基礎的問題の解析 [田中 友:2013 年 6 月]
- Equation of state with multi-species of nuclei in core-collapse supernovae [古澤 峻:2013 年 9 月]

#### 最近の修士論文

- bigravity 理論によるダークエネルギー問題へのアプローチ [鈴木 大地:2011 年 3 月]
- Study on Regular and Non-Regular Waves in the Ideal MHD Riemann Problem [高橋 和也:2011 年 3 月]
- Horava-Lifshitz 重力理論に基づく初期特異点回避 [御園生 洋祐:2011 年 9 月]
- Parameterized Post-Friedmann 形式に基づいた非パラメトリック法による重力理論の解析 [宮本 玲奈:2012 年 3 月]

### 4 連絡先

住所: 〒 169-8555 東京都 新宿区 大久保 3-4-1  
55 号館 N 棟 307 号室 (前田研究室)  
407 号室 (山田研究室)

電話番号: 03-5286-3442 (前田研究室)  
03-5286-1697 (山田研究室)

当研究室についての最新の情報は [www](http://www.gravity.phys.waseda.ac.jp/) でも得られます。  
(<http://www.gravity.phys.waseda.ac.jp/>)

また E-mail address は、次の表に記載されている人に関しては、*username*@gravity.phys.waseda.ac.jp です。

名前	<i>username</i>	名前	<i>username</i>
前田	maeda	御園生	y_misonou
田中 (友)	tomo	北村	kitamura
喜古	kiko	大淵	m.ohbuchi
古賀	koga	津田	y.tsuda
田邊	tanabe	水島	m.shima-takashi
藤井	fujii	青木	katsuki-a12
笹川	yukinori		

次の表に記載されている人に関しては、*username*@heap.phys.waseda.ac.jp です。

名前	<i>username</i>	名前	<i>username</i>
山田	shoichi	古澤	furusawa
敷田	shikita	高橋	ktakahashi
中村	nakamura.ko	中西	t.nakanishi
澤井	hsawai	平井	hirai
岩上	wakana	矢田部	yatabe
山本	yamamoto		