

日本における天文学・宇宙物理学の理論的研究

- 理論天文学宇宙物理学懇談会 研究室紹介 -

(第9号)

2019年9月

目次

北海学園大学工学部宇宙物理学グループ	6
弘前大学理論宇宙物理学研究室	7
東北大学 天文学教室 天体理論グループ	8
福島大学理工学群共生システム理工学類 素粒子的宇宙論・重力理論研究室	11
茨城大学 宇宙物理理論グループ、太陽物理グループ	12
高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 素粒子原子核研究所 (IPNS)	13
筑波大学宇宙物理理論研究室	14
群馬工業高等専門学校 宇宙物理研究室	17
理化学研究所 開拓研究本部 長瀧天体ビッグバン研究室	18
理化学研究所数理創造プログラム	20
東京理科大学 理工学部物理学科 宇宙物理研究室	22
東邦大学 理学部物理学科 宇宙物理学教室	23
千葉大学大学院融合理工学府 計算宇宙研究室	24
千葉大学大学院理学研究院 宇宙物理学研究室	25

東京大学宇宙線研究所高エネルギー天体グループ	26
立教大学理論物理学研究室宇宙理論グループ	28
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	31
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	34
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重力波天体物理学部門	36
東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 理論グループ	38
日本大学文理学部物理学科宇宙論素粒子論グループ	41
東京工業大学理学院物理学系宇宙物理学理論グループ	42
東京工業大学 惑星理論グループ	44
東京大学 駒場 宇宙科学グループ	46
国立天文台科学研究部・天文シミュレーションプロジェクト	48
国立天文台 JASMINE プロジェクト	52
青山学院大学 理論宇宙物理研究室	54
沼津工業高等専門学校・教養科物理学教室	56
名古屋大学宇宙論研究室	57

名古屋大学大学院多元数理科学研究科	60
名古屋大学理論宇宙物理学研究室 (T _A 研)	61
滋賀大学教育学部情報・技術研究室	63
京都産業大学 理学部 宇宙物理・気象学科	64
京都大学理学部天体核研究室	65
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	68
京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ	71
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	75
大阪工業大学 宇宙物理グループ	77
近畿大学 理工学部理学科 物理学コース 宇宙物理グループ	78
神戸大学大学大学院理学研究科物理学専攻 宇宙論研究室	79
神戸大学惑星学専攻理論グループ	81
甲南大学理工学部物理学科理論宇宙研究室	82
神戸市立工業高等専門学校 理論宇宙物理学研究室	84
尾道市立大学 経済情報学部 宇宙物理学研究室	85

広島大学宇宙物理学研究室	86
呉工業高等専門学校 一般科目 自然科学系分野	87
山口大学大学院創成科学研究科物理学分野	89
高知工業高等専門学校 立川研究室	91
福岡大学理学部 理論天体物理学研究室	92
九州大学 惑星系形成進化学研究室	93
九州産業大学 理工学部	94
琉球大学宇宙物理学研究室	95

北海学園大学工学部宇宙物理学グループ

前田秀基

1 構成

当グループは工学部に所属しており、2019年8月31日現在の構成員は以下の通りです。

教授 岡崎 敦男*、前田 秀基*

*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 X 線連星系とガンマ線連星系における星周円盤や恒星風とコンパクト天体の相互作用を主に数値シミュレーション（SPH法）で調べています。

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 [2] と

ガンマ線連星における高エネルギー放射の起源 [1] に興味を持って研究を行っています。

2.2 重力の理論的研究（前田）

(1) 空間はなぜ3次元なのか、(2) 時間と空間の正体は何か、(3) 宇宙に始まりや終わりはあるのか、もしあるならばどのように誕生し終わるのか、という3つの問いに答えることが大きな目標です。それに近づくために (i) 重力・時空の本質はブラックホールの性質の中に投影される、(ii) これらの問いの最終的な解答には重力の量子論が必要である、という考えに基づいて一般相対性理論やそれを拡張した重力理論の研究を行っています [3, 4, 5]。

3 教育

主に1, 2年次の学生を対象に、天文学関連（岡崎）および物理学関連（前田）の講義と演習を行っています。

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)。

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
前田	2268	h-maeda@hgu.jp

参考文献

- [1] M. J. Coe, A. T. Okazaki, I. A. Steele, et al., MNRAS, **485**, 1864 (2019)
- [2] M. Kühnel, R. E. Rothchild, A. T. Okazaki, et al. MNRAS, **471**, 1553 (2017)
- [3] J. Podolsky, R. Svarc, and H. Maeda, Class. Quant. Grav. **36**, 015009 (2019).
- [4] H. Maeda, R. Svarc, and J. Podolsky, JHEP **1806**, 118 (2018).
- [5] H. Maeda and G. Kunstatter, Phys. Rev. D **96**, 106004 (2017).

弘前大学理論宇宙物理学研究室

浅田秀樹・仙洞田雄一

1 構成

当研究室は弘前大学大学院理工学研究科物理科学コース（および理工学部数物科学科）に所属し、宇宙物理学の研究・教育活動を行なっています。2019年9月1日現在の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）

教員 浅田秀樹*（教授）、仙洞田雄一*（准教授）

研究員 大野俊明（学振）

博士課程学生 新山優樹（D3）

修士課程学生 飯川大輔、稲岡舞由香、江良直也、永嶋孝紀、萩原雄輝^(注)、福井謙太（以上 M2）、瀧澤奎太、武田直大（以上 M1）

(注) ハギの字は本来 unicode [U+8612]。

2 研究

近年は次のようなテーマを理論物理学的手法で研究しています。

天体・初期宇宙からの重力波／複数の干渉計を用いて連星合体で発生する重力波からベクトル・スカラー的偏波の存在を検証する方法の構築を行なっています [1]。また、原始重力波を通じてインフレーションおよびそれ以前の最初期宇宙を探索する方法を調べています [2]。

重力レンズの理論／微分・位相幾何学の不変量に基づく数学的手法を用いて、光源や観測者がレンズから有限の距離にある場合および非漸近的平坦な時空における重力レンズでの曲がり角の定式化を進めています [3]。

重力理論の検証／地球周回軌道上でのジャイロ歳差実験を用いた Chern-Simons 重力理論の検証 [4] や、有質量重力との関係に着目した二次曲率重力理論の解析と観測的制限に取り組んでいます [5]。

原始ブラックホール暗黒物質／軽量の原始ブラックホールからの γ 線などの放射を通じ、それが暗黒物質の中に含まれている可能性を調べています [6]。

3 教育

最近の博士論文は次の通りです。

- Gravitational bending angle of light with finite-distance corrections in stationary axisymmetric spacetimes [大野俊明: 2019年3月博士（理学）]

4 連絡先

住所: 〒036-8561 青森県弘前市文京町3番地

電話番号: 0172-39-内線番号（ダイヤルイン）

WWW: <https://tap.st.hirosaki-u.ac.jp/>

電子メール: username@hirosaki-u.ac.jp

	内線番号	username
浅田	3554	asada
仙洞田	3550	sendouda

参考文献

- [1] Y. Hagihara *et al.*, PRD **98**, 064035 (2018); Y. Hagihara *et al.*, arXiv:1904.02300 [gr-qc]
- [2] Y. Furuya *et al.*, JCAP01(2017)009; CQG **36**, 085007 (2019)
- [3] A. Ishihara *et al.*, PRD **95**, 044017 (2017); T. Ono *et al.*, PRD **96**, 104037 (2017); H. Asada, MPLA **32**, 1730031 (2017); T. Ono *et al.*, PRD **98**, 044047 (2018)
- [4] Y. Nakamura *et al.*, CQG **36**, 105006 (2019)
- [5] Y. Niiyama *et al.*, arXiv:1906.12055 [gr-qc]
- [6] B. J. Carr *et al.*, PRD **94**, 044029 (2016)

東北大学 天文学教室 天体理論グループ

大向一行, 當真賢二

1 構成

当研究室では, 天体形成や高エネルギー天体现象を始めとして, 天体物理学全般を理論的に研究しております. 2019年4月1日現在の構成員は以下の通りです.

教授 大向一行*

准教授 當真賢二*

PD 小川拓未*, 木坂将大*, 木村成生*, 霜田治朗*, 鄭昇明*, 仲内大翼*

D2 荻原大樹*, 松木場亮喜*

M2 鈴木方隆, 長尾颯太

M1 小野遥香, 定成健児エリック, Pierre Goux

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

天体形成

現在の宇宙は星・惑星系, 星団, 銀河, 巨大ブラックホール, 銀河団といった多様な階層の構造をもつ天体から成り立っています. これら諸天体は, 宇宙初期の微小な密度揺らぎが自己重力によって成長することで誕生したと考えられていますが, その詳細は未だ明らかになっていません. 我々のグループでは重力・輻射・化学的過程を考慮した理論計算によって, 星惑星系, 巨大ブラックホール, 銀河の形成過程の解明を進めています. 近年は主に以下のような課題に取り組んでいます.

(1) 宇宙初期の星形成: 宇宙初期に形成される初代星は, 我々が住む天の川銀河とは違い, 金属がまったく無い環境で誕生します. そのような初代星は典型的

に大質量だと考えられていますが, 星の成長・進化過程の詳細は明らかになっていません. また初代星が連星となるとすると, 最近見つかっている重力波源であるブラックホール連星合体の起源としても興味があります [1]. また第二世代以後の星形成の際には, 星間ガス中の微量の重元素, ダストが熱化学進化に大きな影響を与え, そのため形成される星の性質も大きく変わってくると思われます. 我々は輻射流体計算や化学反応計算をはじめとする手法によって, この問題に取り組んでいます [2, 3, 4].

(2) 巨大ブラックホールの起源: 宇宙誕生まもないころに, 太陽の10億倍以上もの質量を持つ超巨大ブラックホールがすでに存在していたことが観測的に示唆されています. しかしながら, このような超巨大ブラックホールがどのような環境で誕生しどのような過程で質量を獲得してきたのかは未だ分かっていません. 理論的な研究からは, 宇宙初期における水素分子が存在しない環境で形成される超大質量星が, 巨大ブラックホールの種天体となる可能性が提案されています. 特に, 強い紫外線照射下における水素分子の破壊により, そのような星が形成されるというシナリオが提唱されていますが, その実現可能性をより詳細な計算で調べています [5, 6, 7]. また初代星などの崩壊によって生ずる星質量の種ブラックホールの場合でも, ある期間, 超臨界降着によって急成長した可能性もあります. それに必要な条件や実現可能性についても検討しています [8, 9].

高エネルギー天体物理

活動銀河核, ガンマ線バースト, パルサー, 超新星爆発といった天体では, 中心のブラックホールや中性子星の周辺の低密度領域に莫大な重力エネルギーや回転エネルギーが解放されることで, 相対論的に高エネル

ギーなプラズマが生成されます。それらが引き起こす高エネルギー現象のメカニズムには不明な点が多く、我々はその解明に向けて研究を行っています。またこれらの現象は、恒星・銀河進化、宇宙論、重力波天文学、ニュートリノ天文学、最新電磁波観測、基礎物理などと密に関連しており、研究成果は広く他分野に波及します。近年は主に以下のテーマに取り組んでいます。

(1) 相対論的アウトフロー：活動銀河核やガンマ線バーストにおいて、中心ブラックホールから相対論的速度で噴出するように見えるプラズマ流（ジェット）は、駆動機構や粒子の起源など基礎的な物理が未解明です。我々は電波銀河 M87 のジェットの幅や輝度分布が回転ブラックホール駆動モデルと整合的であることを数値シミュレーションと解析的理論により示しました [10, 11, 12]。Event Horizon Telescope プロジェクトに参加し、人類が初めて撮像に成功した M87 のブラックホールシャドウの理論的解釈に貢献しました [13]。またパルサーの高エネルギー放射データを用いて磁気圏における粒子加速効率が低いことを示し [14]、パルサーが駆動する相対論的アウトフローが乱流発達によって減速しうること示しました [15]。

(2) ガンマ線バースト：短い継続時間のガンマ線バースト (short GRB) は、中性子星連星合体時に重力波放出とともに起こるとするのが有力な説です。我々は重力波事象 GW170817 と共に観測された short GRB が合体放出物質によるガンマ線の散乱として説明できることを示しました [16]。また一般の short GRB について、予測される重力波と高エネルギーニュートリノの同時検出率を算出しました [17, 18]。

(3) 様々な天体の偏光：重力波事象 GW170817 に伴う可視光/赤外線放射（キロノバ）の偏光観測結果がプラチナなどの重元素生成が起こったことと無矛盾であることを示しました [19]。AT2018cow という突発天体の ALMA 望遠鏡による電波偏光観測結果が特異な超新星であることと無矛盾であることを示しました [20]。原始惑星系円盤の赤外線は中心星のダスト散乱であり、その偏光は同心円状です。同心円からのズレから、ダークマターがアクションであるか否か精査

できることを示しました [21]。

(4) 高エネルギー宇宙線： 10^{15} eV 以下のエネルギーの宇宙線の起源は、超新星残骸が有力視されています。我々は超新星残骸の衝撃波における被加速粒子の注入率を水素原子輝線の偏光度から精査できることを理論計算により示しました [22, 23]。また、電波シンクロトロン放射の二点相関解析によって超新星残骸 Tycho の磁気乱流エネルギースペクトルがコロモゴロフであることを示しました [24]。低光度ブラックホール降着流でも宇宙線生成が起こりえます。降着流の大域的な磁気流体シミュレーションを行い、その乱流場中での荷電粒子の運動の計算により宇宙線加速機構を調べています [25]。

3 教育

最近の修士論文

- フィラメント状ガス雲の分裂により形成した分子雲コアの形状進化 [水野友理那: 2016 年 3 月]
- 初代銀河の衝突で誘起される大質量ガスクラウドの形成について [荒田翔平: 2017 年 3 月]
- 活動銀河核ジェットの磁気流体モデルの研究 [荻原大樹: 2018 年 3 月]
- 超大質量星周円盤の自己重力不安定性と分裂条件 [松木場亮喜: 2018 年 3 月]
- セイファート銀河ジェットの高エネルギー放射に関する理論的研究 [米川信哉: 2019 年 3 月]

4 連絡先

住所：〒980-8578 宮城県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ウェブページでも得ら

れます (<https://www.astr.tohoku.ac.jp/tap/index.html>).
 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
当真	6523	toma

参考文献

- [1] S. Chon, T. Hosokawa, N. Yoshida, 2018, MNRAS, 475, 4104
- [2] H. Fukushima, K. Omukai, T. Hosokawa, 2018, MNRAS, 473, 4754-4772
- [3] D. Nakauchi, K. Omukai, R. Schneider, 2018, MNRAS, 480, 1043-1056
- [4] S. Z. Takahashi, K. Omukai, 2017, MNRAS, 472, 532-541
- [5] R. Matsukoba, S. Z. Takahashi, K. Sugimura, K. Omukai, 2019, MNRAS, 484, 2605-2619
- [6] D. Nakauchi, T. Hosokawa, K. Omukai, H. Saio, K. Nomoto, 2017, MNRAS, 465, 5016-5025
- [7] S. Chon, T. Hosokawa, 2019, MNRAS, 488, 2658
- [8] K. Sugimura, T. Hosokawa, H. Yajima, K. Inayoshi, K. Omukai, 2018, MNRAS, 478, 3961-3975
- [9] K. Sugimura, T. Hosokawa, H. Yajima, K. Omukai, 2017, MNRAS, 469, 62-79
- [10] K. Takahashi, K. Toma, M. Kino, M. Nakamura, K. Hada, 2018, ApJ, 868, 82
- [11] T. Ogihara, K. Takahashi, K. Toma, 2019, ApJ, 877, 19
- [12] M. Nakamura, K. Asada, K. Hada, H.-Y. Pu, S. Noble, C. Tseng, K. Toma, et al. 2018, ApJ, 868, 146
- [13] The Event Horizon Telescope Collaboration, 2019, ApJ, 875, L1, L2, L3, L4, L5, L6
- [14] S. Kisaka, S. J. Tanaka, 2017, ApJ, 837, 76
- [15] S. J. Tanaka, K. Toma, N. Tominaga, 2018, MNRAS, 478, 4622
- [16] S. Kisaka, K. Ioka, K. Kashiya, T. Nakamura, 2018, ApJ, 867, 39
- [17] S. S. Kimura, K. Murase, P. Mészáros, K. Kiuchi, 2017, ApJ, 848, L4
- [18] S. S. Kimura, K. Murase, I. Bartos, et al., 2018, PRD, 98, 043020
- [19] S. Covino, K. Wiersema, Y. Z. Fan, K. Toma, et al. 2017, Nature Astronomy, 1, 791
- [20] K. Huang, J. Shimoda, Y. Urata, K. Toma, et al. 2019, ApJ, 878, L25
- [21] T. Fujita, R. Tazaki, K. Toma, 2019, PRL, 122, 191101
- [22] J. Shimoda, J. M. Laming, 2019a, MNRAS, 485, 5453
- [23] J. Shimoda, J. M. Laming, 2019b, MNRAS in press
- [24] J. Shimoda, T. Akahori, A. Lazarian, T. Inoue, Y. Fujita, 2018, MNRAS, 480, 2200
- [25] S. S. Kimura, K. Tomida, K. Murase, 2019, MNRAS, 485, 163

福島大学理工学群共生システム理工学類 素粒子的宇宙論・重力理論研究室

馬場一晴

1 構成

本研究室は、インフレーション宇宙論や暗黒エネルギー問題、拡張された重力理論の研究を行っており、2019年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 馬場 一晴*

B4 川俣 滉一、清水 皐月、峰尾 悠

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

我々は、宇宙創生から現在に至るまでの首尾一貫した宇宙進化理論を構築することを目指し、宇宙論の研究を行っております。特に、宇宙における (i) 一様・等方・平坦性 (インフレーション) [1, 2]、(ii) 階層構造 (初期密度揺らぎ) [3]、(iii) 磁場 [4, 5]、(iv) 現在の加速膨張 (暗黒エネルギー) [6, 7]、(v) 物質 (バリオン非対称) [8]、(vi) 重力波 [9, 10] の起源を系統的に詳しく研究しております。

3 教育

学部教育としては、解析力学や特殊相対性理論、一般相対性理論に関する演習を行っております。また大学院教育では、現代宇宙論に関する「宇宙と素粒子の物理学特論 I、II」の講義を行っております。

最近の修士論文

- 非可換ゲージ場を伴う非等方インフレーション宇宙論 [梶本 智:2019年3月]

4 連絡先

住所：〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地

電話番号：024-503-3263

E-mail address : bamba@sss.fukushima-u.ac.jp

参考文献

- [1] K. Bamba, Z. K. Guo and N. Ohta, Prog. Theor. Phys. **118**, 879 (2007).
- [2] K. Bamba and S. D. Odintsov, Symmetry **7**, 220 (2015).
- [3] K. Bamba and M. Yoshimura, Prog. Theor. Phys. **115**, 269 (2006).
- [4] K. Bamba and J. Yokoyama, Phys. Rev. D **69**, 043507 (2004).
- [5] K. Bamba and M. Sasaki, JCAP **0702**, 030 (2007).
- [6] K. Bamba, C. Q. Geng, S. Nojiri and S. D. Odintsov, Phys. Rev. D **79**, 083014 (2009).
- [7] K. Bamba, S. Capozziello, S. Nojiri and S. D. Odintsov, Astrophys. Space Sci. **342**, 155 (2012).
- [8] K. Bamba, Phys. Rev. D **74**, 123504 (2006).
- [9] K. Bamba, Phys. Rev. D **91**, 043509 (2015).
- [10] K. Bamba, S. Nojiri and S. D. Odintsov, Phys. Rev. D **98**, 024002 (2018).

茨城大学 宇宙物理理論グループ、太陽物理グループ

野澤 恵

1 構成

宇宙物理理論グループのメンバーは、理工学研究科・理学専攻の物理系及び地球環境系に属しています(学部の所属は、理学部・理学科・物理学コースと地球環境科学コース、そして学際理学コース)。2019年9月1日現在の構成員のうち教員は以下の通りです(*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)。

物理系・教授 吉田龍生*

地球環境系・准教授 野澤恵*

物理系・教授 釣部通*

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

1.1 高エネルギー粒子加速機構とガンマ線放射

近年、高エネルギーガンマ線観測や他波長の非熱的放射の観測データが得られるようになり、様々な天体における高エネルギー粒子の加速機構に迫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などの天体の非熱的放射のモデルを構築し観測結果と比較することで、粒子の加速機構を解明するために重要な物理量である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。また、高エネルギー粒子の加速・伝播の時間発展を数値シミュレーションで追うことにより、高エネルギー天体の進化モデルの構築を行っている。

1.2 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、過去にその発展を数値計算で再現する

ことができた。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。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。太陽電波を用いた研究も行っており、2015年度にM2であった宮脇君らと太陽大気の磁場などの成果を出した。また京大飛騨天文台との共同研究も行なっている。

1.3 天体形成

星や惑星などの天体は宇宙の進化とともに形成されてきた。様々な天体の形成過程を、流体力学をはじめとする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ことを目指している。ガス雲の自己重力的な収縮や分裂と、それに続く分裂片の成長や円盤の形成進化を解析的、数値的に計算し、ガス雲の分裂条件や連星の形成過程、原始惑星系円盤の形成進化などについての研究を行っている。また、宇宙流体力学の数値計算手法の研究開発も行っている。

2 連絡先

住所：〒310-8512 水戸市文京 2-1-1

ホームページ：

<http://golf.sci.ibaraki.ac.jp/> (高エネルギー宇宙)

<http://www.env.sci.ibaraki.ac.jp/> (地球環境系)

<http://tap.sci.ibaraki.ac.jp/> (天体形成)

名前	電話番号	Email アドレス
吉田	029-228-8354	tatsuo.yoshida.sci[at]vc.ibaraki.ac.jp
野澤	029-228-8370	satoshi.nozawa.i[at]vc.ibaraki.ac.jp
釣部	029-228-8353	toru.turibe.0[at]vc.ibaraki.ac.jp

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 素粒子原子核研究所 (IPNS)

理論センター 宇宙物理グループ

郡和範

1 構成

このグループでは、天文・宇宙分野を対象にした基礎物理学の理論研究を行っています。特に素粒子・原子核・重力理論などに関連する宇宙分野のテーマの解明に重点を置いています。また、KEK が主導している LiteBIRD などの CMB 実験をはじめとする様々な実験と連携する研究活動を積極的に推進しています。理論センター内では、セミナー、議論、共同研究などの普段の活動において、宇宙・素粒子・原子核の理論の専門家約 100 名とグループの垣根なく一緒に活動を行っているという特筆すべき特徴を持っています。2019 年 8 月 31 日現在の、宇宙物理グループの構成員は以下の通りです。

教授 : 松原 隆彦*

准教授 : 郡 和範*

PD : 寺田 隆広, Sai Wang

D 3 : 長谷川 拓也 (総研大 5 年)

*印は理論天文学懇談会会員

2 研究

最近の研究対象は、1) 宇宙論、2) 初期宇宙・宇宙素粒子物理学、3) 高エネルギー宇宙物理学など、以下のテーマなどを含みます。

- 宇宙論の研究

- 観測的宇宙論, 大規模構造, 宇宙背景放射, ダークマター, ダークエネルギー, 原始ブラックホール, 21cm 線, など

- 初期宇宙・宇宙素粒子物理学の研究

- インフレーション宇宙論, 原始ブラックホール, ダークマター, 宇宙背景ニュートリノ, ビッグバン元素合成, 原始重力波, ダークエネルギー, バリオン数生成, など

- 高エネルギー宇宙物理学の研究

- ダークマターの間接検出, 宇宙線電子・陽電子・反陽子, 高エネルギーニュートリノ, 高エネルギーガンマ線, など

3 教育

最近の博士論文

- Superhorizon evolution of curvature perturbation in multi-field inflation models
[森太朗 2019 年 3 月]
- Dark matter search with high-energy gamma-ray observations
[広島渚 (東大理より受託) 2019 年 3 月]

最近の修士論文

- Neutrino oscillation in the early universe
[長谷川拓哉 2017 年 2 月]

4 連絡先

住所 : 〒 305-0801 つくば市 大穂 1-1
<http://cosmophysics.kek.jp/index.html>

筑波大学宇宙物理理論研究室

森正夫

1 構成

筑波大学宇宙物理理論研究室は、スタッフ及び研究員は計算科学研究センター、一方、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。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです（*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員）。

教授 梅村雅之*、大須賀健*

准教授 森正夫*、矢島秀伸*

講師 吉川耕司*

助教 古家健次、Wagner, Alexander*

研究員 朝比奈雄太、安部牧人、井上茂樹*、加藤一輝、高水裕一*、田中賢*、福島肇*

研究生 五十嵐朱夏

D5 渡邊歩

D1 阿左美進也

M2 佐々木竜志、曾我健太、竹澤多聞、田崎翼、中村帆南、細谷亮太郎

M1 井上壮大、内海碧人、大滝恒輝、倉西嶺人、高橋幹弥、山本剛大、和間雄司

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、ブラックホール降着円盤・相対論的ジェット、星・惑星系形成です。最近では宇宙生

命学まで研究の裾野を広げています。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が有する国内有数のスーパーコンピュータによる数値シミュレーションを用いています。スーパーコンピュータ「富岳」を用いた研究も実施します。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、宇宙初期に形成された初代天体と、これによる宇宙の再電離です。また、宇宙初期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。

2.2 銀河形成・進化

コールドダークマター (CDM) モデルのもとで構築した理論モデルと、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・

進化を研究しています。特に、観測と CDM モデルとの矛盾である銀河のダークハローの密度プロファイルや、衛星銀河の数、銀河の角運動量問題等について、銀河形成に伴う様々な物理過程に注目して研究しています。それに加え、近傍宇宙の高精度観測データと大規模数値シミュレーションを連携させた数値銀河考古学の研究にも力を注いでいます。また、近年の観測により、はるか遠方で塵に覆われた爆発的星形成銀河や、原始銀河団と呼ばれる銀河の密集領域が相次いで発見されました。このような天体が、宇宙の大規模構造の中で形成・進化していく様子を大規模な宇宙論的流体シミュレーションを用いて研究しています。

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を調べています。一方、銀河中心ブラックホールが放出するジェットや円盤風、放射を通して銀河の進化が制限される可能性を大規模な 3 次元相対論的流体力学シミュレーションを用いて調べています。そして、銀河の多相星間媒質とジェット、円盤風、放射の複雑な相互作用、及びそれによって生成されるアウトフローと乱流について研究しています。

2.4 ブラックホール降着円盤・相対論的ジェット

ブラックホールがガスを吸い込む際、ブラックホールの周囲には降着円盤が形成されます。降着円盤は大

量の光を放射し、超高速ジェットを噴出します。これが活動銀河中心核や X 線連星といった高エネルギー天体活動のエネルギー源と考えられています。降着円盤の構造やダイナミクス、相対論的ジェットの形成メカニズムを解明するため、そして、ジェットが星や銀河の進化に与える影響を解き明かすため、相対論的輻射磁気流体力学シミュレーションを駆使した研究を行っています。ブラックホールシャドウを始めとする観測イメージや輻射スペクトルの理論計算を実施し、最新の観測データとの直接比較による研究も進めています。

2.5 星間化学と惑星形成

我々の住む太陽系のような惑星系は、星間空間を漂うガスの集まった分子雲の中で形成されます。分子雲には水や一酸化炭素のような比較的単純な分子が存在していますが、分子雲の自己重力収縮により星・惑星系が形成されるに伴い、より複雑な有機分子も生成されると考えられています。本研究では、さまざまな素反応を組み合わせた分子進化の理論モデルの構築や、各素反応の第一原理計算を行っています。

また、惑星系は若い星を取り巻く円盤内で固体微粒子が集積して形成されると考えられています。我々は初期にサブミクロン程度の大きさであった固体微粒子が、ガスの乱流運動等の影響を受けながら集積していく過程を高空間分解能の乱流シミュレーションなどを用いて調べています。そして、この様な理論モデルと ALMA などの最新の観測結果との比較により、惑星系形成過程やそこでの物質進化を研究しています。

2.6 宇宙生命計算科学連携拠点

近年、系外惑星観測や星間分子観測など等により、宇宙生命学（アストロバイオロジー）が注目を集めています。本拠点は、計算機科学分野との連携の下、宇宙分野、生命分野、惑星分野が協働して、宇宙における生命の起源に関わるキープロセスを第一原理計算により探究し、計算科学としての宇宙生命学を創出する

ものです。研究課題は、星間分子生物学、惑星生命科学、星・惑星形成を柱とし、現在、筑波大学が中心となり、22 研究機関、55 名の研究者が参加しています。

2.7 宇宙物理学と医学の異分野融合研究

近赤外線的光を用いた人体の医療診断法が提案されています。この近赤外線イメージングは、被曝がなく非侵襲なため、乳幼児などにも適用出来る極めて安全な医療診断と考えられています。しかしながら、近赤外線は人体内を複雑に散乱しながら伝播するためにモデル化が難しく、ほとんど実用化にいたっていません。そこで、我々は宇宙物理学の研究で培われた技術を応用し、高精度な輻射輸送シミュレーションを実行する事で人体内の近赤外線の輸送過程を研究しています。また、医療診断の実用化に向けてモデル計算を高速化するために、GPGPU や FPGA などを用いた計算加速や深層学習を用いた画像再構成法を研究しています。

2.8 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。我々は、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 に代表される計算加速装置を数値計算に利用するシステムを用いた数値計算の高速化を研究しています。

3 教育

最近の博士論文

- Dynamics of the cusp-to-core transformation in less massive galaxies and formation of the ultra-diffuse galaxies [加藤一輝: 2019 年 3 月]

最近の修士論文

- 輻射拡散方程式に基づく初代天体形成へのライマンアルファ輻射の効果の解明 [阿左美進也:2019 年 3 月]
- PopIII 天体による銀河間重元素の検出可能性 [田辺直人:2019 年 3 月]
- 銀河風における遷音速および常亜音速流の存在可能性 [永野裕太:2019 年 3 月]
- IC10 に付随する HI gas stream の形成シミュレーションから探る dark satellite の存在可能性 [宮川銀次郎:2019 年 3 月]

4 連絡先

住所：〒305-0035 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学計算科学研究センター

最新情報は研究室 HP

<https://www2.ccs.tsukuba.ac.jp/Astro/home/ja/> をご覧ください。

参考文献

- [1] Takahashi, H. R., Ohsuga, K., “General Relativistic Radiation MHD Simulations of Supercritical Accretion onto a Magnetized Neutron Star: Modeling of Ultraluminous X-Ray Pulsars”, ApJ, 2017, 845, L9.
- [2] Kobayashi, H., Ohsuga, K., Takahashi, H. R., et al., “Three-dimensional structure of clumpy outflow from supercritical accretion flow onto black holes”, PASJ, 2018, 70, 22.

群馬工業高等専門学校 宇宙物理研究室

渡邊悠貴

1 構成

当研究室は群馬工業高等専門学校（以下、群馬高専）一般教科（自然科学）物理学教室に所属しており、広く物理学の教育と宇宙論の研究を行っています。2019年8月31日現在の理論天文学懇談会会員は以下の通りです。

准教授 渡邊悠貴

2 研究

研究対象は以下のとおりです。

1. インフレーション宇宙論 [1, 2, 13]
2. ダークエネルギー・拡張重力理論 [12]
3. 宇宙論的摂動論 [5]・原始背景重力波 [1]

3 教育

群馬高専は、本科5年・専攻科2年の5年ないし7年の一貫した教育課程を採用しています。本科では高校から大学教養レベルまで、専攻科では量子力学・統計力学を含む大学レベルの物理教育が行われています。学生は本科5年次に卒業研究を行い、さらに専攻科に進学した場合は特別研究で合計3年間研究室に所属します。

4 連絡先

住所：〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580番地

電話番号: 027-254-9127

E-mail address : yuki.watanabe@nat.gunma-ct.ac.jp

ホームページ: <http://www.gunma-ct.ac.jp>

参考文献

- [1] C. Germani, N. Kudryashova and Y. Watanabe, JCAP **1608**, no. 08, 015 (2016); T. Kunimitsu, T. Suyama, Y. Watanabe and J. Yokoyama, JCAP **1508**, no. 08, 044 (2015); C. Germani, Y. Watanabe and N. Wintergerst, JCAP **1412**, no. 12, 009 (2014); C. Germani and Y. Watanabe, JCAP **1107**, 031 (2011).
- [2] Y. Watanabe and J. White, Phys. Rev. D **92**, 023504 (2015); N. Takeda and Y. Watanabe, Phys. Rev. D **90**, no. 2, 023519 (2014); Y. Watanabe, Phys. Rev. D **83**, 043511 (2011); Y. Watanabe and E. Komatsu, Phys. Rev. D **77**, 043514 (2008); Phys. Rev. D **75**, 061301 (2007).
- [3] I. Dalianis and Y. Watanabe, JHEP **1802**, 118 (2018); T. Terada, Y. Watanabe, Y. Yamada and J. Yokoyama, JHEP **1502**, 105 (2015); Y. Watanabe and J. Yokoyama, Phys. Rev. D **87**, no. 10, 103524 (2013).
- [4] T. Kobayashi, Y. Watanabe and D. Yamauchi, Phys. Rev. D **91**, no. 6, 064013 (2015); J. Yoo and Y. Watanabe, Int. J. Mod. Phys. D **21**, 1230002 (2012).
- [5] Y. Watanabe, A. Naruko and M. Sasaki, Europhys. Lett. **111**, 39002 (2015); T. Suyama, Y. Watanabe and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D **85**, 083504 (2012); Y. Watanabe, Phys. Rev. D **85**, 103505 (2012).
- [6] Y. Watanabe and E. Komatsu, Phys. Rev. D **73**, 123515 (2006).

理化学研究所 開拓研究本部 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。2019年11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7名、外国人3名（ドイツ人、フランス人、中国人、各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ています。また研究室OB・OGはこの6年半で12名にのぼり、内5名がパーマネント・テニユアトラック職、5名がポスドク職、2名が民間企業職を獲得しています。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、2020年度以降も優秀な人材を積極的に募ります。我々は理研の基礎科学特別研究員制度、ジュニアリサーチアソシエイト制度などを活用し、今後も優秀な研究員を募っていきます。2019年11月1日現在の構成員は以下の通りです。

主任研究員, iTHEMS 副プログラムディレクター

長瀧重博*

Research Staff 水田晃*

PD 伊藤裕貴*, Gilles Ferrand, 小野勝臣*, Haoning He, Oliver Just, 木戸英治, 祖谷元*

大学院学生 荒川真範(立教大/長瀧研)、武井勇樹(東大/長瀧研)

*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。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な現象の解明にあたります。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/爆発的要素合成、粒子加速現象、最高エネルギー宇宙線、高エネルギーニュートリノ、高エネルギーガンマ線等）、極限宇宙物理学の最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/爆発的要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のものです。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。

我々は数理創造プログラム (iTHEMS) に寄与し、宇宙を含む理論数理学・理論物理学・理論生物等をまたいだ、新しい科学のあり方を創造します。

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。例えばポスト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/>

4 連絡先

住所：〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1
HP: <http://nagataki-lab.riken.jp/Home.html>
E-mail address は、
`username@riken.jp`
です。`username` は以下の通りです。

	<i>username</i>
長瀧	shigehiro.nagataki
水田	akira.mizuta
伊藤	hirotaka.ito
Ferrand	gilles.ferrand
小野	masaomi.ono
He	haoning.he
Just	oliver.just
木戸	eiji.kido
祖谷	hajime.sotani
荒川	masanori.arakawa
武井	yuki.takei

参考文献

- [1] Ito, H., Matsumoto, J., Nagataki, S., Warren, D.C., Barkov, M.V., Yonetoku, D.: “The Photospheric Origin of the Yonetoku Relation in Gamma-Ray Bursts” *Nature Communications*, 10, id.1504 (2019)..
- [2] Ferrand, G., Warren, D.C., Ono, M., Nagataki, S., Roepke, F.K., Seitzzahl, I. R. ”From Supernova to Supernova Remnant: The Three-dimensional Imprint of a Thermonuclear Explosion” *The Astrophysical Journal* 877, id. 136 (2019).

理化学研究所数理創造プログラム

井上芳幸

1 構成

理化学研究所数理創造プログラム極限宇宙セルは、国内外の研究グループと協力し、主に理論と観測を連携した高エネルギー天体現象の研究を行っており、2019年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

上級研究員 井上芳幸*

研究員 井上進*, Don Warren

特別研究員 広島渚*

*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。

- 活動銀河核降着円盤 [1, 3]
- 活動銀河核ジェット [2, 7, 12, 13]
- 活動銀河核からのニュートリノ放射 [1, 20, 21, 23, 24, 25]
- フェルミバブル [4, 5, 6]
- ガンマ線バースト [16, 17, 18, 19]
- 暗黒物質 [9, 10, 11]
- 原始ブラックホール [8]
- Ultra-luminous X-ray sources [14]
- 超新星残骸 [15]
- 銀河系内ガンマ線源 [26]
- 高速電波バースト [22]

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。

4 連絡先

住所：〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

電話番号:048-467-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.riken.jp) でも得られます (<https://ithems.riken.jp>)。また E-mail address は、

`username@riken.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>
井上 Y	9608	yoshiyuki.inoue
井上 S	-	susumu.inoue
Warren	-	donald.warren
広島	-	nagisa.hiroshima

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

参考文献

- [1] Inoue, Y., Khangulyan, D., Inoue, S., et al. ¥ 2019, ApJ, 880, 40
- [2] Tanada, K., Kataoka, J., & Inoue, Y. ¥ 2019, ApJ, 878, 139-139
- [3] Inoue, Y., & Doi, A. 2018, ApJ, 869, 114
- [4] Akita, M., Kataoka, J., Arimoto, M., et al. 2018, ApJ, 862, 88
- [5] Nakashima, S., Inoue, Y., Yamasaki, N., et al. 2018, ApJ, 862, 34
- [6] Kataoka, J., Sofue, Y., Inoue, Y., et al. 2018, Galaxies, 6, 27
- [7] Schulze, A., Done, C., Lu, Y., et al. 2017, ApJ, 849, 4
- [8] Inoue, Y., & Kusenko, A. 2017, J. Cosmology Astropart. Phys., 2017, 034
- [9] Hiroshima, N., Hayashida, M., & Kohri, K. 2019, Phys. Rev. D, 99, 123017
- [10] Hiroshima, N., Ando, S., & Ishiyama, T. 2018, Phys. Rev. D, 97, 123002
- [11] Hiroshima, N., Kitano, K., Kohri, K., et al. 2018, Phys. Rev. D, 97, 023006
- [12] De Franco, A., Inoue, Y., Sánchez-Conde, M. A., et al. 2017, Astroparticle Physics, 93, 8
- [13] Inoue, Y., Doi, A., Tanaka, Y. T., et al. 2017, ApJ, 840, 46
- [14] Inoue, Y., Lee, S.-H., Tanaka, Y. T., et al. 2017, Astroparticle Physics, 90, 14
- [15] Ferrand, G., Warren, D. C., Ono, M., et al. ¥ 2019, ApJ, 877, 136
- [16] Ito, H., Matsumoto, J., Nagataki, S., et al. 2019, Nature Communications, 10, 1504
- [17] Warren, D. C., Barkov, M. V., Ito, H., et al. 2018, MNRAS, 480, 4060
- [18] Warren, D. C., Ellison, D. C., Barkov, M. V., et al. 2017, ApJ, 835, 248
- [19] MAGIC Collaboration, ¥ 2019, Nature, in press
- [20] Righi, C., Tavecchio, F., & Inoue, S. 2019, MNRAS, 483, L127
- [21] Cerruti, M., Zech, A., Boisson, C., et al. 2019, MNRAS, 483, L12
- [22] MAGIC Collaboration 2018, MNRAS, 481, 2479
- [23] MAGIC Collaboration ¥ 2018, ApJ, 863, L10
- [24] IceCube, Fermi, MAGIC Collaboration et al. 2018, Science, 361, 1378
- [25] Liu, R.-Y., Murase, K., Inoue, S. et al. 2018, ApJ, 858, 9
- [26] Inoue, S., Uchiyama, Y., Arakawa, M. et al. 2017, ApJ, 849, 22

東京理科大学 理工学部物理学科 宇宙物理研究室

鈴木英之

1 構成

当研究室の2019年9月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 鈴木 英之*

M2 大野木 一樹

M1 五十嵐 聖和

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

超新星の二つの爆発機構のうち、重い星の最期を飾る重力崩壊型超新星爆発においては、ニュートリノが重要な役割を担っています。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, 3] や超新星背景ニュートリノ [4, 5] の研究も行っています。

3 教育

最近の修士論文

- 重力崩壊型超新星爆発の親星進化について [佐藤良明:2018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] H. Togashi *et al.*, ‘Nuclear equation of state for core-collapse supernova simulations with realistic nuclear forces’, *NUCLEAR PHYSICS A961* (2017) 78.
- [3] K. Nakazato, H. Suzuki, and H. Togashi, ‘Heavy nuclei as thermal insulation for protoneutron stars’, *PHYSICAL REVIEW C97* (2018) 03580.
- [4] H. Ono and H. Suzuki, ‘Dark Energy Models and Supernova Relic Neutrinos’, *Mod. Phys. Lett. A22* (2007) 867
- [5] K. Nakazato *et al.*, ‘Spectrum of the Supernova Relic Neutrino Background and Metallicity Evolution of Galaxies’, *Astrophys. J.* 804 (2015) 75.

東邦大学 理学部物理学科 宇宙物理学教室

関口雄一郎

1 構成

2019年8月31日現在の構成員は以下の通りです。

教授 北山哲*

准教授 関口雄一郎*

M2 御簾納俊徳、春山慶太

M1 佐藤大起

他、学部4年生11名。*印は理論天文学懇談会会員。

4. 銀河団多波長観測による宇宙論: 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。
5. 重力レンズ現象による宇宙論: ダークマター分布を直接的に検出でき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の探査や、すばる望遠鏡による重力レンズサーベイを行い、宇宙論へのインパクトを研究しています。

2 研究

主要な研究対象は以下のとおりです。

1. 数値相対論: 様々な物理過程を組み入れつつ、アインシュタイン方程式を数値的に解く数値相対論シミュレーションによって、ブラックホールや中性子星などの一般相対論的天体の形成・合体過程の解明に取り組んでいます。
2. 重力波源を探る: 重力波は微弱なため、波形の理論的予測が観測の際に重要になります。主に中性子星を含む連星合体の数値相対論シミュレーションを行い、合体時に放射される重力波波形の理論予測、および重力波に付随する電磁波対応天体に関する研究を行なっています。
3. 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 教育

最近の修士論文

- 連星中性子星合体による重力波の理論モデルによる解析 [峯田果林: 2017年2月]
- 銀河団ガスから放射される鉄輝線に対する共鳴散乱の定量的評価 [山中滉太: 2017年2月]
- 銀河団中の比熱的電子によるスニヤエフ・ゼルドビッチ効果 [和泉博文: 2018年2月]
- 中性子星の状態方程式モデルに対する重力波シミュレーション [樋山拓朗: 2018年2月]

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)

住所: 〒181-8588 三鷹市大沢2-2-1-1

当研究室の最新情報は教室HPでも得られます

(<http://www.lab.toho-u.ac.jp/sci/ph/astrophysics/>)。

千葉大学大学院融合理工学府 計算宇宙研究室

石山智明

1 構成

当研究室は、数値シミュレーションを用いた宇宙の構造形成、進化の研究を行っており、2019年8月現在の構成員は以下の通りです。

准教授 石山 智明*

特任研究員 桐原 崇亘*

M2 3名

M1 2名

B4 3名

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

2.1 ダークマター構造形成

標準的なCDMモデルに基づいた大規模スーパーコンピュータシミュレーションを行い、ダークマター構造形成進化について研究しています。小スケールのダークマターハローの構造や、それらが銀河系のダークマター構造に与える影響、ダークマターの検出実験に与えるインパクトなどについて取り組んでいます。またハローの合体形成史の上で準解析的モデルを適用し、銀河、矮小銀河、活動銀河核、初代星等の形成をモデル化しています。観測との詳細な比較を通してこれらの天体の形成、進化について研究しています [1, 2, 4, 5]。

2.2 高性能数値計算

大規模スーパーコンピュータ上での高性能数値計算のための研究を行っています。領域分割法や高速通信などの並列アルゴリズム開発や、アクセラレータや

SIMD 演算を活用した高速化に取り組んでいます [3]。開発した数万並列度以上に対応した N 体シミュレーションコードを公開しています。また、大規模シミュレーションで得られた、ハローカタログや合体形成史などの再利用性の高いデータを、使いやすい形で公開しています [5]。

3 教育

2016年度に新設された研究室で、2019年8月までの修士学位取得者が3名、学部学位が11名です。

4 連絡先

住所：〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学 統合情報センター

電話番号: 043-290-3543

E-mail: ishiyama@chiba-u.jp

<http://hpc.imit.chiba-u.jp/~ishiytm/>

参考文献

- [1] Morinaga, Y., Ishiyama, T., Kirihara, T., Kinjo, K. 2019, MNRAS, 487, 2
- [2] Kirihara, T., Tanikawa, A., Ishiyama, T. 2019, MNRAS, 486, 4
- [3] Kodama, T., Ishiyama, T. 2019, PASJ, 71, id.35
- [4] Ishiyama, T., Sudo, K., Yokoi, S., Hasegawa, K., Tominaga, N., Susa, H. 2016, ApJ, 826, 9
- [5] Ishiyama, T., Enoki, M., Kobayashi, M. A. R., Makiya, R., Nagashima, M., Oogi, T. 2015, PASJ, 67, 61

千葉大学大学院理学研究院 宇宙物理学研究室

松元亮治

1 構成

2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 松元亮治 (大学院理学研究院) *

教授 花輪知幸 (先進科学センター) *

特任准教授 松本洋介 (大学院理学研究院)

特任助教 堀田英之 (大学院理学研究院)

D1 五十嵐太一

M2 河村浩良、冨吉拓馬

M1 石倉秋人、沢村侑樹、高畑 憲、Arber Lladrovci

*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。

- ブラックホール降着流の大局的3次元磁気流体・輻射磁気流体シミュレーション
- 銀河・銀河団における磁気流体現象
- 原始惑星系円盤の理論シミュレーション研究とALMAによる電波観測の連携
- 高マッハ数無衝突衝撃波近傍での粒子加速過程の電磁粒子シミュレーション
- 高解像の大局的3次元磁気流体シミュレーションによる太陽活動周期等の再現
- 高次精度磁気流体コード CANS+、プラズマ電磁粒子コード pCANS の開発・公開。

3 教育

最近の博士論文

- Formation of Galactic Prominence in the Galactic Central Region [彭之翰 2018年3月]

最近の修士論文

- ブラックホール降着流におけるハード・ソフト遷移の輻射磁気流体シミュレーション [五十嵐太一 2019年3月]

4 連絡先

住所：〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学大学院理学研究院宇宙物理学研究室

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

`username@faculty.chiba-u.jp` (松元、花輪)、

`username@chiba-u.jp` (松本、堀田) です。当研究室

についての最新の情報は `www` でも得られます

(<http://www.astro.phys.s.chiba-u.ac.jp/index-j.html>)。

また、内線番号 (xxxx) と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
松元	3724	matsumoto.ryoji
花輪	3525	hanawa
松本		ymatumot
堀田		hotta

参考文献

- [1] Y. Matsumoto et al., Magnetohydrodynamic simulation code CANS+: Assessments and applications, PASJ 71, 83 (2019)

東京大学宇宙線研究所高エネルギー天体グループ

浅野勝晃

1 構成

高エネルギー天体グループは、様々な高エネルギー天体現象の研究を行っており、2019年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 浅野勝晃*

助教 川口恭平*

特任研究員 原田了*

D3 杜驍

M1 西脇公祐

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

我々の研究テーマは、様々な高エネルギー天体現象の物理メカニズムを理論的に解明することです。高エネルギー天体現象の例として、超新星爆発、パルサー、巨大ブラックホールから噴き出す相対論的なジェット、星形成銀河や銀河団での宇宙線生成、ガンマ線バーストなどが挙げられます。こうした天体における激しいプラズマの運動に伴い、相対論的なエネルギーを持った粒子が加速され、ガンマ線やニュートリノを放っていると考えられています。しかし、ジェットを生成する機構や、高エネルギー粒子の加速過程などは未だ解明されておらず、これらが我々の主要な研究テーマとなっています。中性子星やブラックホールからなる連星の合体現象を解明すべく、一般相対論の数値流体シミュレーションを用いた研究も行っています。

3 教育

最近の博士論文

- Theoretical Study on the Radial Profile of Pulsar Wind Nebulae [石崎 渉: 2019年3月]
- Simultaneous multi-wavelength observation of giant radio pulses from the Crab pulsar [三上 諒: 2016年3月]

最近の修士論文

- パルサー星雲放射の空間構造 [石崎 渉: 2016年3月]
- 巨大電波パルス観測に基づくカニ星雲時間変動解析 [廣島 渚: 2016年3月]
- フェルミバブルにおける乱流加速と放射 [佐々木 健斗: 2015年3月]
- コンパクト連星合体時の非熱的放射 [杜 驍: 2015年3月]

4 連絡先

住所: 〒277-8582 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

電話番号: 04-7136-xxxx (xxxx は下記番号)

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

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

です。電話番号 (xxxx) と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
浅野	3187	asanok
川口	3194	kkawa
原田	3111	harada
杜	3158	tosho
西脇	3127	nisiwaki

立教大学理論物理学研究室宇宙理論グループ

木村匡志

1 構成

立教大学理論物理学研究室において、主に宇宙に関連した理論研究を行っている 2019 年 4 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

教授 原田知広*、小林努*

助教 木村匡志*

研究員 伊形尚久*、國分隆文*

客員研究員 Sanjay Jhingan

D3 平野進一*

D2 彌永亜矢、宮田大輝、赤間進吾、古賀泰敬*、
中司桂輔*

D1 片桐拓弥、富川慶太郎

M2 三嶋洋介、西村和也

M1 池田拓人、佐藤靖、物部武瑠、カ シュンイツ

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

なお、同じ理論物理学研究室において、素粒子に関する理論研究を行っているメンバーとして田中秀和教授、中山優准教授、初田泰之助教 (2019 年 4 月 1 日現在) がおり、共同でセミナーなどを行なっています。

2 研究

研究対象としては、初期宇宙論やブラックホール物理学・修正重力理論などが挙げられます。研究室独自の研究だけでなく、国内外の関連研究機関との共同研究も積極的に行なっており、日本における重力理論・初期宇宙理論研究の拠点の一つとして、日々研究に励

んでおります。以下、本研究室のメンバーが行なった代表的な研究のいくつかを紹介いたします。

原始ブラックホールに関する理論研究

「原始ブラックホール」とは、初期宇宙起源のブラックホールのことです。観測報告は今のところありませんが、初期宇宙を探る鍵として、暗黒物質の候補として、また重力波の波源として、非常に注目されています。我々は、物質優勢期に生成される原始ブラックホールの量とスピン分布を明らかにしました [1, 2, 3]。関連して、無衝突粒子系の重力崩壊による紡錘特異点形成のシミュレーションを 3 次元数値相対論によって行いました [4]。また輻射優勢期に生成される原始ブラックホールについて、曲率ゆらぎがガウス分布する場合に生成量を計算する方法を提案しました [5]。関連して FLRW 時空に線形状態方程式をもつ物質のみがある場合の時空構造の完全分類を行いました [6]。

拡張された重力理論と宇宙論、宇宙物理学への応用
一般相対論を拡張した重力理論の諸側面の研究、それを宇宙論、宇宙物理学に応用する研究をおこなっています。場の方程式が 2 階となる最も一般的なスカラー・テンソル理論であるホルンデスキ理論と、そのさらなる拡張である縮退高階スカラー・テンソル (DHOST) 理論に特に興味を持っています。重力波観測から得られるすべての制限を満たす DHOST 理論に対し、球対称解の性質からさらに強い制限を与えたり [7]、パリティを破る重力理論に対し重力波イベント GW170817 から新たに制限を与えたり [8] しました。大規模構造の観測を利用した DHOST 理論の検証を目指し、線形密度揺らぎの成長率を用いて DHOST 理論に対して制限を与えたり [10]、スカラー自由度の非線形相互作用を考慮に入れて密度揺らぎのバイスペクトルを導出したり [11] もしました。前者では、星などの天文学的

現象を用いてかけられている理論への制限と同程度の制限が得られ、後者ではバイスペクトルの運動量依存性に DHOST 理論固有のシグナルを発見しました。その他には、新たな自由度を追加せずにミニマルに一般相対論を拡張するような重力理論を提唱しました [9]。拡張された重力理論を初期宇宙、インフレーションに応用するような研究もおこなっています [1]。

ブラックホール準固有振動に関する研究

連星ブラックホールが合体した直後に放出される重力波は quasinormal mode (QNM、準固有振動) でよく近似され、その波形が一般相対性理論の予言にどの程度近いのか、ということから重力理論へ対して制限が付けられると期待されます。実際にこれを行うためには重力理論が一般相対性理論と異なる場合にどういった QNM になるのかを予め知っておく必要があります。そこで、ある種の修正重力理論を意識して重力波の基礎方程式に対して一般相対性理論からの補正項を摂動的に加えた場合に QNM 振動数のシステムティックな計算方法について議論しました [13, 14]。

音速点と photon sphere の対応

2016 年に我々が提唱した「音速点と photon sphere の対応」という理論的現象は、輻射流体流の音速点が必ず photon sphere 上に存在するというものです。photon sphere はブラックホールシャドウの半径を決めるため、この現象は観測的にも大変興味深い発見です。最近ではこの現象が、回転流の場合 [16] と、photon sphere をその一般化である photon surface に置き換えた場合 [15] でも成り立つことを証明しました。

静的な多体ブラックホール時空中での粒子軌道の解析単体で存在するブラックホール時空中での粒子の運動を解析することは、ブラックホール時空の性質や周辺での現象を予言するために最も基本的な問題です。これはブラックホールが複数存在する時空中でも同様です。そこで我々は 2 体のブラックホールが存在する時空中での粒子軌道を解析しました [17]。その結果、単体ブラックホール時空中での粒子軌道に対する 2 つ目

のブラックホールが与える影響を明らかにしました。

3 教育

我々の研究室では、学部 4 年生の卒業研究から理論宇宙物理の研究に触れることができ、卒業研究生・大学院生は多彩なテーマの中から、教員と相談しテーマを設定して研究を進めています。

最近の博士論文

- Anti-Screening of the Galileon Force Around a Disk Center Hole [小川潤: 2019 年 3 月]
- High Energy Particle Collision and Energy Extraction Process near a Rotating Black Hole [小笠原康太: 2019 年 3 月]
- Observational Predictions of Generalized Galilean Genesis [西咲音: 2018 年 3 月]
- Stability of Wormholes with Singular Hypersurfaces in Einstein and Gauss-Bonnet theories of gravity [國分隆文: 2017 年 3 月]
- Suppressing the primordial tensor amplitude without changing the scalar sector in quadratic curvature gravity [矢嶋耕治: 2017 年 3 月]

最近の修士論文

- 漸近的反ド・ジッターブラックホール時空の不安定性 [片桐拓弥: 2019 年 3 月]
- K-mouflage gravity における星の解 [那須千晃: 2019 年 3 月]
- 一般化されたヒッグスインフレーションにおける複数場の影響 [森祐子: 2019 年 3 月]
- スカラー型ゆらぎから誘起される重力波のゲージ依存性 [富川慶太郎: 2019 年 3 月]
- 特異点のない宇宙の不安定性と空間曲率が及ぼす初期宇宙への影響 [赤間進吾: 2018 年 3 月]
- ホーキング輻射の起源 [宮田大輝: 2018 年 3 月]
- 完全拘束系の拘束代数と漸近平坦性 [長島正剛: 2018 年 3 月]
- 縮退した高階微分マルチスカラー・テンソル理論の

構築に向けて [彌永亜矢: 2018 年 3 月]

- 修正重力理論によるダークマターモデルの構築 [平野進一: 2017 年 3 月]
- ダークマターに擬態する重力理論における 完全流体を含んだ静的球対称時空 [林峰至: 2017 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: 03-3985-xxxx (xxxx は下記内線番号)

当研究室についての最新情報は [www](http://www.rikkyo.ac.jp) でも得られます。

http://www.rikkyo.ac.jp/grp/itp/jp/jp_index.html

E-mail address は、*username*@rikkyo.ac.jp です。

	内線番号	<i>username</i>
原田	2390	harada
小林	2389	tsutomu
木村	4541	mkimura

参考文献

- [1] T. Harada, C. M. Yoo, K. Kohri, K. i. Nakao and S. Jhingan, *Astrophys. J.* **833** (2016) 61
- [2] T. Harada, C. M. Yoo, K. Kohri and K. I. Nakao, *Phys. Rev. D* **96** (2017) 083517
- [3] T. Kokubu, K. Kyutoku, K. Kohri and T. Harada, *Phys. Rev. D* **98** (2018) 123024
- [4] C. M. Yoo, T. Harada and H. Okawa, *Class. Quant. Grav.* **34** (2017) no.10, 105010
- [5] C. M. Yoo, T. Harada, J. Garriga and K. Kohri, *PTEP* **2018** (2018) no.12, 123E01
- [6] T. Harada, B. J. Carr and T. Igata, *Class. Quant. Grav.* **35** (2018) 105011
- [7] S. Hirano, T. Kobayashi and D. Yamauchi, *Phys. Rev. D* **99**, 104073 (2019)
- [8] A. Nishizawa and T. Kobayashi, *Phys. Rev. D* **98**, 124018 (2018)
- [9] A. Iyonaga, K. Takahashi and T. Kobayashi, *JCAP* **1812**, no. 12, 002 (2018)
- [10] S. Hirano, T. Kobayashi, D. Yamauchi and S. Yokoyama, *Phys. Rev. D* **99** (2019) 104051
- [11] S. Hirano, T. Kobayashi, H. Tashiro and S. Yokoyama, *Phys. Rev. D* **97** (2018) 103517
- [12] A. Ito, A. Iyonaga, S. Kim and J. Soda, *Phys. Rev. D* **99**, 083502 (2019)
- [13] V. Cardoso, M. Kimura, A. Maselli, E. Berti, C. F. B. Macedo and R. McManus, *Phys. Rev. D* **99**, 104077 (2019)
- [14] R. McManus, E. Berti, C. F. B. Macedo, M. Kimura, A. Maselli and V. Cardoso, [arXiv:1906.05155 \[gr-qc\]](https://arxiv.org/abs/1906.05155), to appear in PRD.
- [15] Y. Koga, *Phys. Rev. D* **99**, 064034 (2019)
- [16] Y. Koga and T. Harada, *Phys. Rev. D* **98**, 024018 (2018)
- [17] K. Nakashi and T. Igata, *Phys. Rev. D* **99**, 124033 (2019).

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

檜山和己

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。2019年8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*、檜山 和己*、Tilman Hartwig

PD 大木 平、金川 和弘、Hyunbae Park、松本 達矢*

D3 早津 夏己*、岡部 泰三、逢澤 正嵩

D2 川名 好史朗、中川 雄太、Conor Omand*

D1 林 利憲、森脇 可奈、Shijie Wang

M2 垂水 勇太、三谷 啓人

M1 Lu Yuting

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

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」、「高エネルギー天文現象」など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

宇宙論的観測データから、宇宙の全エネルギー密度の7割がダークエネルギー、1/4がダークマター、残りの約5パーセントが通常の元素、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、21世紀科学全体に対して根源的な謎を突きつけている。

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。

- 重力レンズを用いた最も遠方の単独の星の観測
- 重力レンズ効果と重力波波源の共相関関数による距離-赤方偏移関係
- 重力レンズの統計的研究
- 応答関数に基づいた重力レンズ統計量の共分散行列の決定
- 速度空間におけるハローのスプラッシュバック半径の宇宙論的活用
- 格子点上の宇宙大規模構造の摂動計算
- 宇宙の大規模構造とガンマ線源の空間相関
- バイスpekトル中のバリオン音響振動の特徴
- ハローバイアスの特徴付ける物理量の機械学習的探査
- 活動銀河核のクラスタリング
- 内的要因と環境要因による銀河団銀河の進化

- 銀河-銀河重力レンズ効果のダークハロー方向依存性
- 宇宙論パラメータ推定における摂動論的手法

2.2 初期宇宙での天体形成

最近の深宇宙探査から、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の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それらの観測が飛躍的に進むものと期待されている。

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。

- 宇宙初期における輝線銀河の大域的分布と物理的特徴
- ALMA 干渉計による遠方輝線銀河探査
- 磁場による渦状腕分裂の促進とクランプ形成への影響
- 暗黒物質欠乏銀河の力学質量決定の検証
- 大質量星近傍分子雲コアの光蒸発
- 機械学習を用いた初代星の性質の推定
- 初代銀河スペクトルにおける前主系列星の影響

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、2009 年 3 月に打ち上げられたケプラー衛星を経て、太陽系外惑星

はすでに 4000 個以上が発見されている。そのなかの地球型惑星に生命の兆候をいかにして見出すか。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。

- 原始惑星円盤における巨大惑星の進化
- 星震学を応用した太陽系外惑星系の特徴づけ
- 重力多体シミュレーションを用いた惑星系形成・進化計算
- 雲の影響を考慮した系外惑星の光度曲線解析
- 原始惑星系円盤光蒸発の金属量依存性
- 星形成領域円盤の Disk Alignment

2.4 高エネルギー天文現象

重力波直接観測に代表される最近の発展を念頭に置き、重力波・ニュートリノ・電磁波の観測による全粒子時間軸天文学、ブラックホールや中性子星の誕生や合体、宇宙初期の超新星爆発といった爆発的突発現象の系統的研究にも取り組んでいる。

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。

- 連星中性子星合体からのマルチメッセンジャー放射
- 視線速度変動を用いた長周期連星ブラックホール探査
- ブラックホール連星合体重力波分布の重力レンズ効果の影響
- 中性子星形成とその多様性の起源
- ブラックホールによる白色矮星の潮汐破壊現象
- ボルツマン輻射流体計算による回転超新星爆発

3 教育

最近の博士論文

- Stellar Inclinations from Asteroseismology and their Implications for Spin-Orbit Angles in Exoplanetary Systems [上赤 翔也: 2019 年 3 月]
- Numerical Investigations on Explosion Mechanisms of Core-collapse Supernovae [原田 了: 2019 年 3 月]
- Cosmology and Cluster Astrophysics with Weak Gravitational Lensing and the Sunyaev-Zel'dovich Effect [大里 健: 2019 年 3 月]
- Photoevaporation of Protoplanetary Disks and Molecular Cloud Cores in Star-Forming Regions [仲谷 峻平: 2019 年 3 月]

最近の修士論文

- 天体物理学のための数値流体計算アルゴリズム [上野 智久:2019 年 3 月]
- Radial velocity modulation of an outer star orbiting an unseen inner binary: analytic perturbation formulae in a three-body problem to search for wide-separation black-hole binaries [林 利憲:2019 年 3 月]
- 宇宙初期における輝線銀河の大域的分布と物理的特徴 [森脇 可奈:2019 年 3 月]
- Diversities out of the observed proto-planetary disks: migration due to planet-disk interaction and architecture of multi-planetary systems [汪士傑:2019 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。内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
須藤	4195	suto
吉田	4243	naoki.yoshida
大栗	4191	masamune.oguri
樫山	4177	kashiyama
Hartwig	8890	tilman.hartwig

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

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

鎌田耕平・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は、宇宙論及び重力波の理論的研究を行うとともに、理学部物理学教室の教育に参画しています。2019年8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。)

Wu Yi-Peng (学振研究員)、内田経夫 (M1)、鎌田耕平* (助教)、桑潤哉 (M2)、関口豊和* (特任助教)、田原弘章 (D3)、渡慶次孝気 (M1)、羽柴聡一郎 (D1)、林拓未 (M2)、He Minxi (D1)、山田悠介 (学振研究員)、横山順一* (教授) *印は理論懇会員

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、近年は重力波観測による新しい宇宙物理学をめざし、KAGRAのデータ解析や宇宙重力波望遠鏡の検討も行っています。

研究体制としては、当センターの重力波天体物理学研究部門や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。また、当センター

は外国人客員教授のポストを擁しており、毎年若干名の客員教授が滞在し、国際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のごく一部を参考文献欄に連ねますので、ご参照下さい。

3 教育

最近の博士論文

- Toward the Direct Detection of Continuous Gravitational Waves from Compact Stars [枝 和成 : 2017年3月]
- Systematic Costruction of Healthy Gravitational Theories with Higher Derivatives [高橋 一史 : 2018年3月]
- Analytical Investigation into Electromagnetic Response of Quantum Fields in de Sitter Spacetime [林中 貴宏 : 2018年3月]
- Cosmological consequences of quantum processes in strong gravity [大下 翔誉 : 2019年3月]

最近の修士論文

- 重力の非線型性に由来する宇宙背景放射の3点相関 [田原 弘章 : 2017年3月]
- スカラー・テンソル理論における中性子星の質量-半径関係 [森崎 宗一郎 : 2017年3月]
- Inflation in the Mixed Higgs- R^2 Inflation [Minxi He : 2018年9月]

- インフレーション後の宇宙再加熱過程に於ける超重力子の重力的生成とその帰結 [羽柴聡一郎：2019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/eucd/) でも得られます (<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/eucd/>)。

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	username
Wu	8297	ypwu
内田	4413	fuchida
鎌田	8787	kohei.kamada
桑	8787	kjun0107
関口	8787	sekiguti
田原	8787	tahara
渡慶次	4413	tokeshi
羽柴	8787	sou16.hashiba
林	8787	takumi_hayashi
He	8787	hemxzero
山田	8787	yamada
横山	7637	yokoyama

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

参考文献

[1] B. J. Carr, K. Kohri, Y. Sendouda and J. Yokoyama, “Constraints on primordial black

holes from the Galactic gamma-ray background,” *Phys. Rev. D* **94** (2016) 044029

[2] S. Morisaki, J. Yokoyama, K. Eda and Y. Itoh, “Toward the detection of gravitational waves under non-Gaussian noises II. Independent Component Analysis,” *Proceedings of the Japan Academy ser B* **92** (2016) 336-345

[3] T. Hayashinaka, J. Yokoyama, “Point splitting renormalization of Schwinger induced current in de Sitter spacetime,” *JCAP* **1607** (2016) 012

[4] K. Takahashi and T. Suyama, “Linear perturbation analysis of hairy black holes in shift-symmetric Horndeski theories: Odd-parity perturbations”, *Phys. Rev. D* **95** (2016) 024034

[5] H.W.H. Tahara and J. Yokoyama, “CMB B-mode auto-bispectrum produced by primordial gravitational waves,” *Progress of Theoretical and Experimental Physics* **2018** (2018) 013E03

[6] Y.-P. Wu and J. Yokoyama, “Loop corrections to primordial fluctuations from inflationary phase transitions” *JCAP* **1805** (2018) 009

[7] M. He, A.A. Starobinsky and J. Yokoyama, “Inflation in the mixed Higgs- R^2 model,” *JCAP* **1805** (2018) 064

[8] N. Oshita and J. Yokoyama, “Creation of an inflationary universe out of a black hole”, *Phys. Lett. B* **785** (2018) 197-200.

[9] M. Kawasaki, T. Sekiguchi, M. Yamaguchi, J. Yokoyama, “Long-term dynamics of cosmological axion strings ” *Progress of Theoretical and Experimental Physics* **2018**(2018) 091E01

[10] S. Hashiba and J. Yokoyama, “Gravitational particle creation for dark matter and reheating,” *Phys. Rev. D* **99** (2019) 043008

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 重力波天体物理学部門

西澤篤志

1 構成

我々の研究室は 2016 年 2 月に発足した、比較的新しいグループです。国際的な重力波観測プロジェクトである、LIGO や KAGRA に参加し、重力波物理学・天文学の研究を行っています。2019 年 8 月 19 日現在の構成員は以下の通りです。

教授 Kipp Cannon

助教 西澤篤志*

PD 上野昴*、Heather Fong

D3 森崎宗一郎*

D2 塚田怜央

D1 太田寛明、津名大地

M2 筒井拓也

M1 鹿内みのり、Chi Wai Chan

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

我々の研究室では重力波をキーワードとして、重力波を用いた天体物理学・宇宙論から重力波観測のためのデータ解析ソフトウェアの開発まで幅広い研究を行なっています。以下は現在進められている主な研究テーマです。

重力波検出のためのソフトウェア開発

Cannon は国際的な重力波観測プロジェクト LIGO および KAGRA のメンバーとして、重力波検出のための解析ソフトウェアの開発に長年携わっており、彼の開発した GstLAL という解析ツールは 2015 年に起きたブラックホール連星からの重力波の初観測以降、検出において重要な役割を果たしてきました。更に、中性子連星からの重力波の初検出を達成するなど、大きな成果を出し続けています。我々の研究室メンバーは LIGO および KAGRA プロジェクトに参加し、GstLAL 解析ツールの改良やブラックホール連星や中性子星連星からの重力波探索を行なっています [Cannon, 上野, Fong, 塚田, 太田]。

重力波データ解析、天体情報の推定、未発見天体の探査

重力波検出器で得られた観測データから天体の情報を得るためには、巧妙なデータ解析が必要です。そのため、我々の研究室では観測データから如何に効率良く情報を引き出すかという研究を行なっています。実際、データを解析することにより、天体の種類 (ブラックホールか、中性子星連星か、それ以外のものか)、天体の質量・自転・傾き、天体までの距離と到来方向などが分かります。これらは天文学研究に必要な情報ばかりで、我々は重力波天体カタログの作成に貢献しています [Cannon, 森崎, 筒井]。また、宇宙ひもとと呼ばれる、宇宙初期の高エネルギー状態で形成されたと予言されている物体からの重力波の探査 [Cannon, 津名] やブラックホール周辺に存在する可能性がある、未知の粒子雲が放射する重力波の探査 [塚田] も行なっています。

ブラックホール連星の形成起源

ブラックホール連星からの重力波は 2015 年に重力

波検出器 LIGO によって初めて検出された後、既に 20 個以上が検出されています。しかし、このようなブラックホール連星がどのように形成されるかについては理論的にも観測的にもあまり良く分かっていません。重力波は従来の電磁波による観測では得られなかった情報をもたらしてくれるため、今後ブラックホール連星の形成・進化過程を解明するのに大きな役割を果たすと考えられます。連星の形成・進化を解明するには、様々な連星パラメータ（質量、スピン、軌道など）の分布や連星の個数密度の時間的・空間的分布（いつ、どのような場所で形成されたか）を調べていく必要があります。西澤は、重力波データ解析から得られた天体情報だけではなく、他の天文学データ（銀河、ガンマ線バースト、超新星爆発）などの情報も組み合わせ、統計的な手法を用いてブラックホール連星の形成起源に迫ろうとしています。津名は、物質降着によって電磁波を放射するブラックホールとその観測可能性について調べています。

重力波による重力理論の検証

現在、正しい重力理論は一般相対性理論だと考えられていますが、本当に正しいのかどうかは実験によって検証する必要があります。異なる重力理論においては重力波の性質が異なる場合もあるため、ブラックホール連星や中性子星連星といった天体からやってきた重力波を精密に調べることにより、それらの天体周りの重力場や重力波の生成・伝播の仕方を精密に調べることが出来ます。特に、ブラックホールや中性子星のような天体の作り出す重力は非常に強いため、従来の観測では十分な検証が成されておらず、一般相対性理論を越えるような重力の性質が見つかる可能性もあります。西澤および学生数名は、重力波による重力理論の新しい検証方法を提案し、重力波観測データを用いて重力の様々な側面（重力波の生成、伝播、偏極モードなど）を検証しようとしています。

3 教育

我々の研究室では、ビッグバン宇宙国際研究センターで開催されるコロキウムや最新論文を紹介するセミナーに参加し、宇宙物理学に関する知識を幅広く身につけて行きます。修士過程ではまず、当研究室の主な研究テーマである、重力波に関する教科書 (2019 年度は M. Maggiore 著、Gravitational Waves) を輪講し、研究のための基礎知識を学びます。

最近の博士論文

- Toward the Direct Detection of Continuous Gravitational Waves from Compact Stars [枝和成: 2017 年 3 月]

最近の修士論文

- Modelling Section Biases in Searches for Gravitational Waves from Compact Object Collisions [2019 年 3 月: 太田寛明]
- Search for Cosmic Strings Using Gravitational-Wave Data from Advanced LIGO and Advanced Virgo's Second Observing Run [津名大地: 2019 年 3 月]
- Towards a Search for Stochastic Gravitational-Wave Backgrounds from Ultra-light Bosons [塚田怜央: 2018 年 3 月]

4 連絡先

住所：〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

電話番号：03-5841-4169 (秘書室)

研究室ウェブページ：

<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/top.php>

教員の E-mail address:

kipp@resceu.s.u-tokyo.ac.jp (Cannon)

anishi@resceu.s.u-tokyo.ac.jp (西澤)

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 理論グループ

1 構成

本グループは相川研、戸谷研、梅田研、藤井研、高田研から構成されています。2019年8月1日現在の構成員は以下のとおりです。

教授 相川 祐理*、戸谷 友則*

准教授 梅田 秀之*、藤井 通子*

助教 高田 将郎*

PD 森 昇志、CATALDI Gianni、吉田 敬*、衣川 智弥*、熊本 淳、TRANI Alessandro

D3 山崎 翔太郎、藤本 空

D2 須藤 貴弘、FENG Chien-Chang

D1 LIN Haoxiang、長谷川 大空、財前 真理

M2 馬場 亮太、吉成 直都、聖川 昂太郎

M1 朝野 哲郎、平田 圭佑、沈 有程、NAGELE H. Christopher

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

2.1 相川研

星・惑星系形成過程について、そこでの物質進化を中心に研究しています。現在 ALMA によって、原始星周囲での星周円盤形成、惑星系形成等が高分解能で観測されています。輝線を放射する分子の存在量は温度や紫外線強度等とともに大きく変化するので、観測結果から星・惑星系形成を読み解くには、そこでの物質進化も同時に考える必要があるのです。我々は観測

的研究と連携しながら、分子雲の形成段階から原始惑星系円盤内での惑星系形成に至るまで一貫した理論モデルの構築を目指しています。円盤内の物質は惑星を作る材料であり、やがて形成される(系外)惑星の組成、大気組成などの表層環境にも直結します。最近の研究テーマとしては、原始惑星系円盤内での分子の重水濃縮過程 [1]、FU Ori 型星観測による円盤内固体有機分子組成の解明 [2] などが挙げられます。

2.2 戸谷研

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) ([3] 他)、宇宙定数の起源についての研究 [4]、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 [5]、高速電波バーストの起源に迫る研究 [6]、高エネルギー宇宙線や宇宙ニュートリノの起源 [7]、連星中性子星合体からのジェットと残光の理論 [8] などがあります。

2.3 梅田研

主に、初代星を含む大質量星の進化や超新星爆発などの天体現象および元素合成と元素の起源に関する理論研究を行っています。近年は特に宇宙初期における超巨大星と巨大ブラックホールの形成進化、超新星爆発に伴い放出されるニュートリノ振動の計算や、重力波源となるコンパクト星連星の形成に関わる研究も行なっています。現在のメンバーはPDの吉田敬、衣川智弥、大学院生の藤本空、FENG Chien-Chang、財前真理、聖川昂太郎、沈有程、NAGELE H. Christopher

であり、過去3年間の博士課程卒業生は漆畑貴樹、高橋亘、Hamid HAMIDANI です。

2.4 藤井研

主にN体シミュレーションを用いて、銀河、星団、惑星系の形成、進化の研究をしています。最近の研究テーマには、流体シミュレーションとN体シミュレーションを用いた星団形成過程の研究[9]、銀河の渦状腕の力学についての研究[10]、星団中で形成したブラックホール連星からの重力波放出の頻度[11]、星団中で惑星の生存率についての研究[12]、星団形成や惑星形成シミュレーションのためのコード開発[13]、などがあります。

2.5 高田研

恒星の物理について、特に振動や安定性の理論とその星震学への応用を通じて研究しています。星震学というのは、恒星（脈動変光星）の表面で検出される振動を解析して、直接見ることでできない内部の構造を探るという研究分野で、ケプラー宇宙望遠鏡等からの観測により、近年飛躍的に発展しています。最近携わった研究テーマとしては、赤色巨星の振動の漸近理論による解析とその星震学への応用 ([14, 15, 16] 他)、太陽型や中間質量主系列星の内部自転構造の推定 ([17, 18] 他)、自転の速い主系列星の星震学 ([19] 他) があります。どの場合も理論と観測とを有機的に結びつけた研究を、国内外の研究者と協力して行っています。

3 教育

最近の博士論文

- The FastSound Spectroscopic Redshift Survey at $z \sim 1.4$: Survey Design, Development of Data Analysis Method, and Production of Redshift Catalog [舎川 元成: 2016年3月]

- Numerical simulation of the collapsar jets of Gamma-Ray Bursts [Hamid HAMIDANI: 2016年3月]
- Evolution and nucleosynthesis of massive first stars [高橋 亘: 2017年3月]
- Numerical Models of the Progenitor Star of SN 1987A Based on the Stellar Merger Scenario [漆畑 貴樹: 2018年3月]

最近の修士論文

- Effects of Atmospheric Magnetic Waves on Population III Very Massive Stars [Louis AIRALE: 2016年3月]
- The Evolution of Primordial Gas Clouds under the Weak Radiation Field [森 陽里: 2016年3月]
- Probing the Origin of Fast Radio Bursts by Fermi Gamma-ray Survey and Simulations of Binary Neutron Star Mergers [山崎 翔太郎: 2017年3月]
- Galaxy Formation and Unsolved Problems in Cosmology: the Cosmological Constant and Very High Energy Neutrinos [須藤 貴弘: 2018年3月]
- Physics of Non-thermal Emission from the Binary Neutron Star Merger GW170817 [LIN, Haoxiang: 2018年9月]
- Destruction of circumstellar disks by surrounding stars during star cluster formation [長谷川 大空: 2019年3月]
- バリオンの超音速流による初代星の星団形成 [金岡 慧: 2019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)
当専攻についての最新の情報は [www](http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp) でも得られます (<http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp>)。またメールアドレスは、`username@astron.s.u-tokyo.ac.jp` です。内線番号と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
相川	4256	aikawa
戸谷	4257	totani
梅田	8055	umeda
藤井	1030	fujii
高田	8056	takata

参考文献

- [1] Aikawa, Y., Furuya, K., Hincelin, U., Herbst, E. 2018, ApJ, 855, 119
- [2] Lee, J.-E. et al. 2019, Nature Astron., 3, 314
- [3] Okumura, T., Hikage, C., Totani, T., et al. 2016, PASJ, 68, 38
- [4] Totani, T., Omiya, H., Sudoh, T., et al. 2019, Astrobiology, 19, 126
- [5] Totani, T., Aoki, K., Hattori, T., & Kawai, N. 2016, PASJ, 68, 15
- [6] Yamasaki, S., Totani, T., & Kiuchi, K. 2018, PASJ, 70, 39
- [7] Sudoh, T., Totani, T., & Kawanaka, N. 2018, PASJ, 70, 49
- [8] Lin, H., Totani, T., & Kiuchi, K. 2019, MNRAS, 485, 2155
- [9] Fujii, M. S., & Portegies Zwart, S. 2016, ApJ, 817, 4
- [10] Fujii, M. S., Bédorf, J., Baba, J., et al. 2019, MNRAS, 482, 1983
- [11] Kumamoto, J., Fujii, M. S., & Tanikawa, A. 2019, MNRAS, 486, 3942
- [12] Fujii, M. S., & Hori, Y. 2019, A&A, 624, A110
- [13] Iwasawa, M., Oshino, S., Fujii, M. S., et al. 2017, PASJ, 69, 81
- [14] Takata, M., 2016, PASJ, 68, 91
- [15] Mosser, B., et al., 2017, A&A, 598, 62
- [16] Pinçon, C., Takata, M., & Mosser, B., 2019, A&A, 626, 125
- [17] Benomar, O., et al., 2018, Science, 361, 1231
- [18] Hatta, Y., Sekii, T., Takata, M., & Kurtz, D.W., 2019, ApJ 871, 135
- [19] Saio, H., et al., 2018, MNRAS, 477, 2183

日本大学文理学部物理学科宇宙論素粒子論グループ

千葉 剛

1 構成

当研究室では、おもに宇宙論と重力理論と素粒子論に関する研究が行われています。2019年9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*

准教授 村田 佳樹

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

おもな研究対象は以下の通りです。

重力波と初期宇宙論: LIGO で検出された重力波の波源であるブラックホールの起源や 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。

[1, 2]

重力理論の検証: 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関心があります。[3]

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や、AdS/CFT (ゲージ重力対応) の観点からの非平衡・強結合の場の理論に対応する時空としてのブラックホールの性質、に関心があります。[4, 5, 6]

3 教育

3・4年次や修士1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、相対性理論特論)と卒業研究が行われています。

4 連絡先

住所: 〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

Phone: 03-3329-1151

Fax: 03-5317-9432

参考文献

- [1] Takeshi Chiba, Shuichiro Yokoyama, Spin Distribution of Primordial Black Holes, *Prog. Theor. Exp. Phys.* **2017** 083E01 (2017).
- [2] Sachiko Kuroyanagi, Takeshi Chiba and Tomo Takahashi, Probing the Universe through the Stochastic Gravitational Wave Background, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **11** (2018) 038.
- [3] Junpei Ooba, Kiyotomo Ichiki, Takeshi Chiba, Naoshi Sugiyama, Cosmological constraints on scalar-tensor gravity and the variation of the gravitational constant, *Prog. Theor. Exp. Phys.* **2017** 043E03 (2017).
- [4] Takeshi Chiba and Masashi Kimura, A Note on Geodesics in the Hayward Metric, *Prog. Theor. Exp. Phys.* **2017** 043E01 (2017).
- [5] Takaaki Ishii and Keiju Murata, Black resonators and geons in AdS5, *Class. Quant. Grav.* **36** 125011 (2019).
- [6] Koji Hashimoto, Shunichiro Kinoshita and Keiju Murata, Einstein Rings in Holography, *Phys. Rev. Lett.* **123** 031602 (2019).

東京工業大学理学院物理学系宇宙物理学理論グループ

須山輝明

1 構成

我々のグループでは、広い意味での宇宙物理学の研究を行っており、3名の教員と1名のPDおよび8名の大学院生によって構成されています。2019年9月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 山口昌英*

准教授 須山輝明*

助教 椎野克*

PD Ying-li Zhang

D2 藤倉浩平、Fabio Chabana、秋田 謙介

D1 嶋田圭吾

M2 石川純也

M1 成富公亮、沖島岳、竹部航

*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」、「重力物理学」の二つから成っています。最近の主な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
- インフレーションモデルやバリオン非対称性の生成モデルの構築
- 宇宙背景放射
- 宇宙初期相転移

- 様々な重力波源と検出可能性
- 高階微分理論の解析
- ブラックホール物理学

3 教育

最近の修士・博士論文

- Entanglement Entropy Generated in the Early Universe(修士論文) [川 大輝：2019年3月]
- 宇宙マイクロ波背景放射のスペクトル歪みによる初期宇宙の探索(修士論文) [芳賀 拓：2018年3月]
- 素粒子標準模型の自然性の解決及びその宇宙論的意義(修士論文) [藤倉 浩平：2018年3月]
- Cosmological constraints on small scale perturbations from the cosmic microwave background(博士論文) [太田 敦久：2017年3月]
- Ghost Free Extention of Gravitational Theory(博士論文) [吉田 大介：2017年3月]
- インフレーションのエネルギースケールの探索(修士論文) [寺内 晴輝：2017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最新の情報は以下の URL で得られますので、御参照ください。

(<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)、
須山 (suyama at phys.titech.ac.jp)、
椎野 (msiino at th.phys.titech.ac.jp)
のいずれかまで御願います。

参考文献

- [1] Redshift space distortions in the presence of non-minimally coupled dark matter
Fabio Chibana, Rampei Kimura, Masahide Yamaguchi, Daisuke Yamauchi, Shuichiro Yokoyama e-Print Archive: arXiv:1908.07173 [astro-ph.CO]
- [2] Invertible field transformations with derivatives:necessary and sufficient conditions:
Eugeny Babichev, Keisuke Izumi, Norihiro Tanahashi, Masahide Yamaguchi
e-Print Archive: arXiv:1907.12333 [hep-th]
- [3] Generalization of photon sphere by causal structure—In order to see dynamical black hole shadow:
Masaru Siino
e-Print Archive: arXiv:1908.02921 [gr-qc]
- [4] Formation threshold of rotating primordial black holes:
Minxi He, Teruaki Suyama
e-Print Archive: arXiv:1906.10987 [astro-ph.CO]
- [5] Clustering of primordial black holes with non-Gaussian initial fluctuations:
Teruaki Suyama, Shuichiro Yokoyama
e-Print Archive: arXiv:1906.04958 [astro-ph.CO]
- [6] Scalar-metric-affine theories:Can we get ghost-free theories from symmetry?:
Katsuki Aoki, Keigo Shimada
e-Print Archive: arXiv:1904.10175 [hep-th]
- [7] Large mass hierarchy from a small nonminimal coupling:
Christophe Ringeval, Teruaki Suyama, Masahide Yamaguchi
e-Print Archive: arXiv:1903.03544 [astro-ph.CO]
- [8] Nonlocal generalization of Galilean theories and gravity:
Luca Buoninfante, Gaetano Lambiase, Masahide Yamaguchi
e-Print Archive: arXiv:1812.10105 [hep-th]
- [9] On the detectability of ultralight scalar field dark matter with gravitational-wave detectors:
Soichiro Morisaki, Teruaki Suyama
e-Print Archive: arXiv:1811.05003 [hep-ph]
- [10] Higher derivative scalar-tensor theory through a non-dynamical scalar field:
Xian Gao, Masahide Yamaguchi, Daisuke Yoshida
e-Print Archive: arXiv:1810.07434 [hep-th]
- [11] Phase transitions in twin Higgs models:
Kohei Fujikura, Kohei Kamada, Yuichiro Nakai, Masahide Yamaguchi
e-Print Archive: arXiv:1810.00574 [hep-ph]
- [12] Affleck-Dine baryogenesis in the SUSY Dine-Fischler-Srednicki-Zhitnitsky axion model without R-parity:
Kensuke Akita, Hajime Otsuka
e-Print Archive: arXiv:1809.04361 [hep-ph]

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、理学院 地球惑星科学系の井田研究室 #・中本研究室・奥住研究室・玄田研究室 # を中心としたグループです。(# は地球生命研究所所属)

2019年8月1日現在の構成員は次の通りです。

教授	井田茂 #, 中本泰史*
准教授	奥住聡*, 玄田英典 #
特任准教授	藤井友香 #
研究員	黒川宏之 #, 小南淳子*#, 杉浦 圭祐 #, 濱野景子 #, 兵頭竜樹 #
D3	荒川創太, 大野和正, 元山舞, Kim Seongjoong, Wei Chen-en, Woo Man Yin
D2	佐藤藤斗, 中嶋彩乃
D1	奥谷彩香, 櫻庭遙, Jingyi Mah
M2	尾崎遼平, 桑原歩, 鈴木教郎, 関航佑, 本間和明, 渡部元太
M1	池田千尋, 金子寛明, 墨幹, 竹本正輝, 奈良悠冬, 松浦孝之

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

#印は地球生命研究所所属

2 研究

本グループでは主に星・惑星系の形成過程を理論的に研究しており、具体的には次のようなテーマに取り組んでいます。

星形成 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 中心の若い星を取り囲む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1 km ないし 100 km 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。

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

生命存在可能条件を持つ惑星の探索 生命が存在可能な条件をもつ惑星の性質を明らかにし、そうした惑星の探索方針を探ります。

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 教育

本グループは理学院・地球惑星科学系に属し、大学院生・学部生に対して教育を行っています。

最近の博士論文

- Planetesimal Formation at the Inner Edge of the Dead Zone: Implications for Disk Shadows and Solar System Formation [植田 高啓: 2019年3月]
- Difficulties in Formation of Satellitesimals and a New Scenario for the Origin of the Galilean Satellites [芝池 諭人: 2019年3月]
- Understanding the turbulent and thermal structure of protoplanetary disks with magnetohydrodynamic simulations [森 昇志: 2019年3月]
- A new particle-based method for computational hydrodynamics with high accuracy in space and time based on space discretization using moving least square and Hermite time integrations [山本 智子: 2018年3月]

最近の修士論文

- Effects of a binary companion star on habitability of tidal-locked planets around an M-type star [奥谷 彩香: 2019年3月]
- Orbital migration of a planet driven by pebble accretion [久保田 悠介: 2019年3月]
- The orbital instability of closely-spaced terrestrial planets in habitable zone distributed by external gas giants [鈴木 智浩: 2019年3月]
- The effect of sintering on the growth of three dimensional dust aggregates [長尾 整道: 2019年3月]

- Planetesimal formation via the collisional fragmentation of dust aggregates near the snow lines [檜口 航太: 2019年3月]
- Exploring the existence of prebiotic species: ALMA observations of amine-containing organic molecule in star-forming regions [源 治弥: 2019年3月]
- Effects of a binary companion star on habitability of tidal-locked planets around an M-type star [奥谷 彩香: 2019年3月]
- Hydrogen partitioning into cores during protoplanet formation [小笹々 唯: 2018年3月]
- Chondrule formation by lightning in dust-rich regions [佐藤 拳斗: 2018年3月]
- Orbital evolution of Saturnian mid-sized moons and tidal heating of Enceladus [中嶋 彩乃: 2018年3月]
- Growth and migration of dust aggregates in early stage of protoplanetary disk: difficulties of planetesimal formation [本間 健二: 2018年3月]
- The effect of photoevaporation on gas and dust evolution in externally irradiated protoplanetary disks [山川 暁久: 2018年3月]
- Water Delivery to Terrestrial Planets by Pebble Accretion [山村 武: 2018年3月]

4 連絡先

連絡先を含め各種情報は web から得られます。

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

<http://educ.titech.ac.jp/eps/>

東京大学 駒場 宇宙科学グループ

鈴木建

1 構成

東京大学教養学部・大学院総合文化研究科(駒場キャンパス)の宇宙科学グループに所属する、2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。大学院理学系研究科の兼任教員を務めている教員もおり、理学系研究科所属の大学院生も在籍しています。

教授 鈴木 建*

助教 谷川 衝*、土井 靖生、吉田 慎一郎*

PD SURIANO, Scott S., 長谷川 幸彦*

D3 柿内 健佑*

D1 田中 淳也、金盛 祥大

M2 中野 龍之介、鷲ノ上 遥香

M1 福原 修平

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

天体物理学を中心に、以下のような研究に取り組んでいます。

- 局所円柱シアリングボックスによる磁気流体数値実験手法の開発(鈴木・スリアーノ) [1]
- 原始惑星系円盤の進化
 - 磁気駆動円盤風中での塵粒子の振舞いと、赤外線による観測可能性(スリアーノ・鈴木) [2]

– 中心星質量が異なる原始惑星系円盤での、磁気駆動円盤風と光蒸発が長期進化に与える影響の解明(中野・鈴木)

- 塵粒子の衝突時の合体・破壊の物理素過程の理解(長谷川・鈴木)
- 銀河バルジ領域での磁気流体過程の理解(柿内・鈴木) [3]
- 低・ゼロ金属量の小質量星のコロナと恒星風の基本的性質の理解(鷲ノ上・鈴木) [4,5]
- 連星白色矮星合体レムナントの天体物理(吉田) [6,7]
- ブラックホール降着現象の物理(吉田・谷川) [8]
- 相対論的な高速自転星の振動と安定性解析(吉田)
- ダークマターを含む高密度天体の物理(吉田)
- 白色矮星の爆発に関する数値的研究(谷川) [9,10,11]
- 恒星間天体による初代星の金属汚染の研究(谷川・鈴木・土井) [12]
- 連星ブラックホール形成に関する研究(谷川) [13]

3 教育

最近の博士論文

- SPH simulations of mergers of double white dwarf binaries: Possible progenitors of Type Ia supernovae (二重白色矮星連星合体のSPH

シミュレーション:Ia型超新星の親星としての検証) [佐藤 裕史: 2017年3月]

最近の修士論文

- 有限温度における高密度核物質状態方程式の区分ポリトロープによる近似の研究 [永尾 憲一: 2017年9月]
- Tidal disruption events of a rotating star by a massive black hole (大質量ブラックホールによる回転星の潮汐破壊現象) [加賀谷 和樹: 2018年3月]
- フェルミオンのダークマター成分を含む中性子星のモデルについて [田中 淳也: 2018年3月]
- 原始惑星系円盤中における磁気駆動円盤風のダスト成長への影響 [桑原 滉: 2019年3月]
- GPUを用いて加速されたSPHコードによる中間質量ブラックホール形成モデルの精緻化に向けた恒星合体計算 [山内 俊典: 2019年3月]
- The difference of the appearance of the cascades by the anisotropy of magnetic turbulence (磁気乱流の非等方性によるエネルギーカスケードの様相の違い) [金盛 祥大: 2019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: 03-545x-xxxx (x-xxxx は下記内線番号)

www: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/astro.html>

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

内線番号 (xxxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	<i>username</i>
鈴木	46610	stakeru
谷川	46611	tanikawa
吉田	46614	yoshida

参考文献

- [1] Suzuki, T. K., Taki, T., & Suriano, S. S., 2019, PASJ, in press
- [2] Suriano, S. S., Li, Z.-Y., Krasnopolsky, R., Suzuki, T. K., & Shang, H., 2019, MNRAS, 484, 107
- [3] Kakiuchi, K., Suzuki, T. K., Fukui, Y., Torii, K., Enokiya, R., Machida, M., & Matsumoto, R., 2018, MNRAS, 476, 5629
- [4] Washinoue, H. & Suzuki, T. K., 2019, submitted to ApJ (1903.10148)
- [5] Suzuki, T. K., 2018, PASJ, 70, 34
- [6] Yoshida, S., 2019, MNRAS, 486, 2982
- [7] Yoshida, S., 2019, Research Note of AAS, 3, 112
- [8] Kagaya, K., Yoshida, S., Tanikawa, A., 2019, arXiv:1901.05644
- [9] Tanikawa, A., 2018, MNRAS, 475, 67
- [10] Tanikawa, A., 2018, ApJ, 858, 26
- [11] Tanikawa, A., Nomoto, K., Nakasato, N., 2018, ApJ, 868, 90
- [12] Tanikawa, A., Suzuki, T. K., Doi, Y., 2018, PASJ, 70, 80
- [13] Tanikawa, A., Yoshida, T., Kinugawa, T., Takahashi, K., Umeda, M., 2019, arXiv:1906.06641

国立天文台科学研究部・天文シミュレーションプロジェクト

片岡章雅

1 構成

2019年8月現在の構成員は以下の通り。

教授 大内正己、川邊良平、小久保英一郎*、富阪幸治*、
野村英子*、吉田春夫

特任教授 梶野敏貴*

准教授 中村文隆*

助教 伊藤孝士、岩崎一成*^(注)、片岡章雅*、滝脇知也*、
相馬充、浜名崇*、森野潤一、守屋亮*

特任助教 (国立天文台フェロー) 荻原正博*、白崎正人*、
杉山尚徳*、鈴木昭宏*、高棹真介*

特任助教 川島朋尚*、塚越崇

EACOA Fellow Pan, Yen-Chen

学振 PD 植田高啓

特任研究員 石川将吾、大谷友香理、楠根貴成、祖谷元、
高橋実道*、瀧哲朗、野沢貴也*

専門研究職員 中山弘敬

特任専門員 福士比奈子、波々伯部広隆、加藤恒彦*

研究支援員 長谷川鋭、上田裕太、加納香織

D3 佐々木宏和

D2 森寛治、山口正行

D1 Chin, Kahwuy、Luo, Yudong、辰馬未沙子

M2 Kwok, Carol、竹村英晃、星野遥、山崎雄太

M1 Shuo, Huang、柏木頼我、木下真一、吉田雄城

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

(注) サキの字は本来 unicode [U+FA11] だが、[崎]で代用した。

2 研究

国立天文台科学研究部は、2019年4月に国立天文台の4つの研究部(理論、光赤外、電波、太陽天体プラズマ)が統合され発足した。科学研究部は、理論研究と観測研究の融合、多波長天文学、マルチメッセンジャー天文学といったキーワードのもとで、観測波長や研究手段にとらわれない研究活動を行っている。その研究内容は多岐に渡り、天文シミュレーションプロジェクトと合わせ、現在の天文学・宇宙物理学の相当な範囲をカバーしている。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、一部のみを紹介する。これ以外にも様々な分野の研究が行われている。研究内容や最新の研究成果はホームページにも掲載されている (<http://sci.nao.ac.jp>)。

2.1 星・惑星形成

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。現在は微惑星形成、地球型惑星形成、ガス惑星核の形成、惑星環の構造などについて研究を進めている。

2.1.2 星・星団形成 (中村)

宇宙空間に存在する星間ガス (星間分子雲) から太陽のような星・惑星系が形成される過程の解明に取り組んでいる。最近は特に、小質量星形成過程よりも多くの謎が残されている、星の集団である星団の形成過程や大質量星の形成過程の研究、星形成過程における磁場の役割の解明を推進し、宇宙の様々な環境下で起こる星形成過程を説明できる標準モデルの構築を目指している。研究では、主にアタカマミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) や野辺山 45m 鏡のような電波望遠鏡を用いた観測と磁気流体力学シミュレーションを併用して進めている。

2.1.3 星間媒質の進化・星形成 (富阪・岩崎)

宇宙の中で重要な天体である星は、星間ガスの中で最も低温・高密度な分子雲と呼ばれるガス雲の中で形成される。我々は分子雲の形成と進化を理論的に精査することで、星形成がどのような条件の下でどのように始まるのかという星形成の初期条件を明らかにするために研究を進めている。分子雲の形成と進化は自己重力だけでなく、磁場や化学反応 (分子形成)・輻射過程が重要な役割を果たす複雑なプロセスである。これらの素過程を取り入れた流体シミュレーションを駆使して現実的な星形成理論の構築を目指している。

2.1.4 惑星形成領域の物理・化学進化 (野村)

原始惑星系円盤内のダストとガスより惑星は形成され、また一方で、円盤内の化学進化は生命起源分子種も含めた太陽系内外の物質生成に繋がると考えられる。円盤内のダスト進化やガス散逸、化学進化を含めた円盤進化モデルを構築して、ALMA などによる最新の

観測と比較することにより、太陽系内外の惑星系の形成論を検証し、さらに惑星系における物質の起源を解明することを目指している。特に最近は、円盤ガス・ダストの ALMA 観測、および円盤の諸進化段階における水と有機分子に着目したモデル計算の研究を行っている。

2.1.5 惑星形成 (片岡)

惑星形成は、ミクロンサイズのダストが互いに衝突・付着し、最終的に数千キロメートルもの惑星へと成長する過程である。特に近年、ALMA 望遠鏡等の天文観測の飛躍的進歩により、原始星の周囲に存在する原始惑星系円盤が詳細に観測され、惑星形成の環境が明らかとなってきた。その結果、原始惑星系円盤はリング・ギャップといった複雑な構造を持つことが明らかとなってきた。更には、ミリ波偏光からダストサイズが 100 ミクロン程度であることも明らかとなった。このような環境下で惑星は形成可能なのだろうか？我々はこのような天文観測の情報に留意しながらダスト成長の素過程を解き明かすべく、理論・観測の両面から研究を進めている。

2.2 超新星爆発・中性子星

2.2.1 超新星の爆発メカニズムの解明 (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。中性子星、ブラックホールといったコンパクト天体の形成過程そのものであり、そのコンパクト天体形成で解放される重力エネルギーを爆発エネルギーに転換する必要がある。そのもっとも有力な機構はニュートリノ加熱であるが、詳細な数値シミュレーションを行っても、観測されるニッケルの量や爆発エネルギーは未だ再現できていない。近年では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り、急速に研究が進展している。星の持つ多様性：質量、自

転、磁場といった量が爆発にどう影響するのかについても、精力的に調べられている。

2.2.2 超新星爆発の多様性の起源の研究 (守屋)

超新星爆発は明るさや時間スケールにかなり多様性を持っていることが明らかになってきている。また、爆発直後に加えて爆発直前から超新星爆発が観測されるようになり、爆発直前の星の情報も得られるようになってきた。超新星爆発の多様性は、その親星や熱源の多様性に起因している。超新星爆発の研究を通して星の死の直前の状態を明らかにし、なぜ超新星爆発は多様性に富むのかを恒星進化理論に基づいて検証している。逆に恒星進化理論の予言する星の最期の状態に基づいて、どのような星からどのような超新星爆発が観測されるべきかを明らかにする研究も行っている。いくつかの突発天体サーベイにも関わり、超新星爆発の観測的研究も行なっている。

2.3 宇宙論

2.3.1 ビッグバン初期宇宙の研究 (梶野)

ビッグバン宇宙開闢直後の真空の相転移、対称性の破れとダークマターを含む素粒子創成、クォーク閉じ込め (QCD) 等に伴う高エネルギー素粒子・原子核過程は、その後の宇宙の物理状態の時間発展を大きく左右する。これら初期宇宙の物理過程がビッグバン元素合成、宇宙背景放射ゆらぎ、銀河の構造形成などに及ぼす影響を天体観測や物理実験との比較を通じて実証的に研究し、宇宙進化史を明らかにする研究を行っている。

2.3.2 弱重力レンズ効果による観測的宇宙論 (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を介し

て、暗黒エネルギーの巨視的性質およびニュートリノ質量を探るユニークな手段にもなっている。現在、すばる望遠鏡の戦略的プログラムとして Hyper SuprimeCam Survey が行なわれている。これは現在世界最大規模の大規模撮像観測プロジェクトであり、その主目的の一つは重力レンズ効果を応用した観測的宇宙論研究である。これによってもたらされる世界最高レベルの観測データと、CfCA のスーパーコンピューターを利用して作ったシミュレーションデータ、さらに理論計算を組み合わせ高精度宇宙論研究を推進している。

2.4 研究テーマ (特任助教・研究員)

- 重力 N 体計算を用いた惑星形成シミュレーション (荻原)
- 多波長ビッグデータ解析に基づく宇宙大規模構造の研究 (白崎)
- 銀河赤方偏移観測のデータを用いた解析による、宇宙論パラメータの決定の研究 (杉山)
- 解析的モデル・数値シミュレーションを駆使した大質量星の爆発現象からの電磁波放射の研究 (鈴木)
- シミュレーションを用いた原始星への質量降着や、太陽表面上での磁気活動に関する研究 (高棹)
- 解析的手法を用いた原始惑星系円盤の形成・進化の物理過程の研究 (高橋)
- ブラックホール・シャドウから探るブラックホール・スピンと相対論的ジェット・降着円盤の物理 (川島)
- 形成・破壊の素過程に基づく宇宙ダストの進化とその観測および天体形成に及ぼす影響の解明 (野沢)

3 教育

総合研究大学院大学 (物理科学研究科天文学専攻)、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る。最近の博士論文 (旧理論研究部の情報)

- Three-Dimensional Radiation-Hydrodynamic Simulation of Clumpy Outflow and Its Application to Supercritical Accretors around Black Holes [小林 宏: 2018 年 3 月]
- Understanding the enrichment of heavy elements by the chemodynamical evolution models of dwarf galaxies [平居 悠: 2018 年 3 月]
- Magneto-rotational core-collapse supernovae and nucleosynthesis in extreme astrophysical environments [柴垣 翔太: 2017 年 3 月]

最近の修士論文 (旧理論研究部の情報)

- Gravitational Instability of a Dust Layer Composed of Porous Silicate Dust Aggregates in a Protoplanetary Disk [辰馬 未沙子:2018 年 3 月]
- Quantum Mechanical Constraint on Carbon Fusion Reaction and Its Impact on Type Ia Supernovae [森 寛治:2018 年 3 月]
- Collective neutrino flavor oscillations and application to supernova nucleosynthesis [佐々木 宏和:2017 年 3 月]

4 連絡先

住所：〒181-8588 三鷹市大沢 2-2-1

電話番号:ダイヤルイン方式で、0422-34-xxxx (xxxx は下記内線番号)。最新の情報は www でも得られます (<http://sci.nao.ac.jp/>)。内線番号と Email address は以下の通りです。

名前	内線番号	Email address
大内	3731	masami.ouchi@nao.ac.jp
川邊	3129	ryo.kawabe@nao.ac.jp
小久保	3930	kokubo.eiichiro@nao.ac.jp
富阪	3732	kohji.tomisaka@nao.ac.jp
野村	3730	hideko.nomura@nao.ac.jp
吉田	3741	h.yoshida@nao.ac.jp
梶野	3740	kajino@nao.ac.jp
中村	3733	fumitaka.nakamura@nao.ac.jp
伊藤	3454	ito.t@nao.ac.jp
岩崎	3496	kazunari.iwasaki@nao.ac.jp
片岡	3745	akimasa.kataoka@nao.ac.jp
滝脇	3734	takiwaki.tomoya@nao.ac.jp
相馬	3788	Mitsuru.Soma@nao.ac.jp
浜名	3743	hamana.tk@nao.ac.jp
森野	3544	morino.jun@nao.ac.jp
守屋	3752	takashi.moriya@nao.ac.jp

国立天文台 JASMINE プロジェクト

矢野 太平

1 構成

国立天文台 JASMINE プロジェクトでは、銀河系中心核バルジ領域の進化の歴史（銀河中心考古学）の探求、低温星周りの生命存在可能領域の惑星の探査を主な目標として、近赤外線によるアストロメトリ（位置天文）観測衛星（JASMINE）の計画推進を行っている。2019年8月30日現在の構成員は以下の通りである。

教授 郷田直輝*（プロジェクト長）

助教 辻本拓司、上田暁俊、辰巳大輔、三好真、矢野 太平*

特任研究員 馬場淳一*

研究支援員 間瀬一郎

技術支援員 鹿島伸悟

D3 山田彩豊（東大天文）

D1 柏田祐樹（東大天文）

M2 片岡 叡（東大天文）

M1 中津野侃貴（東大天文）

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

●位置天文観測衛星と主要サイエンス検討

近赤外線（Hw-band）による高精度位置天文観測衛星計画（小型 JASMINE）の推進を行っている。可視光ではダストの影響により観測困難な銀河系中心核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、これまでにない高精度での測定する事を目指す。目標精度は、 $H_w < 12.5 \text{ mag}$ の天体で、 $25 \mu \text{ as}$ の年周視差精度、 $H_w < 15 \text{ mag}$ の天体で、 $125 \mu \text{ as/yr}$ の固有運動精度である。これまでの位置天文観測衛星としてヨーロッパ宇宙機関（ESA）のヒッパルコス衛星、Gaia 衛星が観測を行っているが、すべて可視光によるもので、ダストの影響を受ける銀河面、特に銀河中心領域では十分な観測がなされていない。小型 JASMINE は、世界で初めて近赤外線（Hw-band）での位置天文測定を宇宙で行う衛星で、銀河系中心核バルジ領域における様々な年齢の星の分布と運動を詳細に測定することにより、銀河系全体の進化形成史を理解する上での核となる銀河系中心領域の進化の歴史を読み解く。更に、低温星周りの生命存在可能領域の惑星についての探査を主な科学目標としている。そのほか、以下のような事も目標としている。

- 中心付近の星団の運動、星団の起源
- 中心核バルジ内の未知な星団の検知
- 中心核バルジ内での高速度星（HVS）の発見
→ HVS と S-stars の起源解明
- バルジ内の共生星 X 線連星や X 線点源の解明
- 銀河円盤の力学構造
- 星間吸収物質の 3 次元分布
- 中心付近の変光星の物理的解明
- 未発見の BH 検出
 - BH-恒星の連星系の発見、軌道要素の解析
 - 位置天文学的重力レンズ効果
→ ~ 30 太陽質量 BH の起源への制限、中間質量 BH の検出

- 重力レンズ効果による系外惑星検出
- 重力レンズ効果による未知天体の発見 (ワームホールの発見)
- 距離の関数としての偏光の導出 (銀河系磁場構造)
- 太陽系内天体

なお、2019年、JAXA 宇宙科学研究所により、位置天文観測衛星小型 JASMINE が公募型小型計画宇宙科学ミッション3号機 (2020年代中頃打ち上げ予定) に選定された。今後加速的に開発が進められる必要がある。

それを受けて、小型 JASMINE をより良いミッションにし、サイエンスコミュニティにとって有益なデータを提供できるようにするため、JASMINE コンソーシアム (JC) が結成された。コンソーシアムでは、JASMINE プロジェクトメンバーや、様々な分野で活躍している研究者により結成され、サイエンスの観点およびデータ解析の観点をあわせ、両者が協力しサイエンスに有益なカタログ作りの準備を進める。そして打ち上げ後にはデータカタログの構築、科学的検証をおこない、論文などを作成する。

3 教育

最近の学位論文

- The merger processes of multiple stellar-mass black holes (多重恒星質量ブラックホールの合体過程) [田川寛通:2017年3月]

最近の修士論文

- Made-to-measure 法による銀河の位相分布関数の構築 [田川寛通:2014年3月]
- 系外惑星による位置天文学的重力レンズ効果の解析 [手塚謙次郎:2015年3月]

- 恒星の集団運動を用いた銀河系非軸対称構造の解析 [伊藤勇太:2016年3月]
- 銀河系回転や太陽運動の解析に及ぼす軌道共鳴の影響 [藤田彩豊:2017年3月]
- 太陽運動の解析における星の速度分散の効果の定量評価 [柏田祐樹:2019年3月]

4 連絡先

住所 : 〒 181-8588 三鷹市大沢 2-2-1-1

電話番号:0422-34-xxxx (xxxx は下記内線番号)

homepage : <http://jasmine.nao.ac.jp/index-ja.html>

JASMINE コンソーシアムについては

[https://sites.google.com/site/](https://sites.google.com/site/smalljasmineconsortium2019/home)

[smalljasmineconsortium2019/home](https://sites.google.com/site/smalljasmineconsortium2019/home)

また E-mail address は以下の通りです。

	内線番号	E-mail address
郷田	3616	naoteru.gouda@nao.ac.jp
辻本	3617	taku.tsujimoto@nao.ac.jp
上田	3769	a.ueda@nao.ac.jp
辰巳	3620	daisuke.tatsumi@nao.ac.jp
三好	3620	makoto.miyoshi@nao.ac.jp
矢野	3601	yano.t@nao.ac.jp
馬場	3603	jun.baba@nao.ac.jp

参考文献

- [1] Gouda, N, (2018), IAUS, 330, 90: “Outline of Infrared Space Astrometry missions: JASMINE” [ADS]

青山学院大学 理論宇宙物理研究室

山崎了

1 構成

青山学院大学では、主に高エネルギー天体現象の研究を行っており、2019年4月1日現在の構成員は以下の通りです (*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)。

教授 山崎 了*

助教 田中 周太*

D3 富田 沙羅*

M2 手塚 拓巳、石坂 夏楓、角地 真、上島 翔真、
小林 敬史、瀬井 柊人

M1 大久保 宏樹、杉山 慧、平松 卓也、三雲 敦史、
野口 実沙子

2 研究

● ガンマ線バースト (GRB) と重力波

GRB は1日に約1回の頻度で観測されており、発見から約50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]。

また、コンパクト星連星の合体からの重力波がついに直接的に検出された。このような連星合体には GRB などの電磁波放射が伴い、もし検出できれば多くの情報が得られる。我々は、連星合体の後の電磁波放射について理論的な研究を行っている [2, 3]。

● 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 [4, 5, 6, 7]。

● 宇宙現象を地上に再現する実験室宇宙物理学

これまで、天体現象は天体の放つ電磁波、重力波、ニュートリノ等で観測されてきたが、それらの情報からすべてを解明するのは困難である。ならば地上で、つまり手元で宇宙と同じものを作り、実験条件のコントロールもできれば、リモートセンシングより格段によりデータが得られるのではないか！というのが実験室宇宙物理学という新しい学問分野である。その手始めとして、我々は地上に大型レーザーを用いて希薄プラズマ中にできる衝撃波を作ることを目指した実験デザインの研究を行っている [8, 9]。将来的には、得られた実験データをもとに、ガンマ線バーストや超新星残骸での宇宙線粒子加速のメカニズムの解明を目指す。

● パルサー星雲からの高エネルギー放射

回転駆動パルサーはその回転エネルギーのほぼすべてを、高エネルギーのプラズマ (パルサー風) として放出することで高効率で輝くパルサー星雲として観測される。未解明であるパルサー風の発生機構を探るため、我々はパルサー風を起源とするパルサー星雲の高エネルギー放射の観測をモデルと比較する研究を行っている [10, 11]。

- 相対論的磁気流体風の力学モデル

活動銀河核ジェットに代表される相対論的磁気流体流れは最近の大規模数値計算で、現実に近い状況において加速されることがわかってきたが、多次元の数値データの解釈もまた困難である。我々は最近の数値計算で得られた効果を模擬した解析的モデルを作り、数値計算の結果の本質的理解に迫る研究をしている [12]。

- 恒星風と星間降着流の相互作用

完全電離プラズマである恒星風と部分電離プラズマである星間物質は、電磁場を介して相互作用し、恒星圏を形成している。星間中性物質は恒星圏内部に侵入することができる。我々は星間物質の中性成分が恒星に降着することが可能かどうかを恒星圏内での中性物質の電離プロセスを考慮して研究している [13]。これは恒星大気が星間物質内の金属で汚染されるかという問題等とも関連する。

3 教育

最近の博士論文

- Probing the Cosmic-Ray Acceleration Efficiency in Supernova Remnant Shocks [霜田 治朗: 2017年12月]

最近の修士論文

- プラズマ粒子シミュレーションを用いた低マッハ数無衝突衝撃波遷移層の構造とプラズマベータ依存性の研究 [篠田 理人: 2019年3月]
- 高出力レーザーによる磁化プラズマ中を伝播する無衝突衝撃波の生成実験 [遠田 裕史: 2019年3月]
- 磁化プラズマ中を伝播する無衝突衝撃波の生成実験における協同トムソン散乱計測 [宮田 親: 2019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をご覧ください：

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

また E-mail address は、*name*@phys.aoyama.ac.jp で
す [*name* = ryo (山崎), sjtanaka (田中)]。

参考文献

- [1] Y. Kagawa et al., ApJ, 877, 147 (2019)
- [2] R. Yamazaki, K. Ioka, T. Nakamura, PTEP, 2018, 033E01 (2018)
- [3] R. Yamazaki, K. Asano, Y. Ohira, PTEP, 051E01 (2016)
- [4] Y. Ohira, R. Yamazaki, Journal of High Energy Astrophysics, 13-14, 17 (2017)
- [5] Y. Ohira, S. Kisaka, R. Yamazaki, MNRAS, 478, 926 (2018)
- [6] J. Shimoda, Y. Ohira, R. Yamazaki et al., MNRAS, 473, 1394 (2018)
- [7] A. Bamba, Y. Ohira, R. Yamazaki et al., ApJ, 854, 71 (2018)
- [8] Y. Shoji, R. Yamazaki et al., Plasma and Fusion Research, 11, 3401031 (2016)
- [9] T. Umeda, R. Yamazaki et al., Physics of Plasmas, 26, 032303 (2019)
- [10] S. J. Tanaka, K. Asano, ApJ, 841, 78 (2017)
- [11] W. Ishizaki, S. J. Tanaka, K. Asano, T. Terasawa, ApJ, 838, 142 (2017)
- [12] S. J. Tanaka et al., MNRAS, 478, 4622 (2018)
- [13] S. J. Tanaka et al., ApJ, 844, 137 (2018)

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、2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 住吉 光介*

准教授 駒 佳明

助教 設楽 恭平

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

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。駒、設楽は、クォーク・ハドロン物理、非線形物理の研究にそれぞれ携わっています。ここでは理論懇会員である、住吉の研究について述べます。

超新星爆発メカニズムの研究：重力崩壊型超新星の爆発メカニズム解明がメインの研究テーマです [1]。大質量星の重力崩壊から爆発して中性子星が誕生、あるいは爆発せずにブラックホールが誕生する様子を探るべく数値シミュレーションによる研究をしています。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て [2, 3] 爆発メカニズムを多次元ニュートリノ輻射流体計算により明らかにする共同研究プロジェクトを進めています。また、ニュートリノ・原子核物理データの研究 [4] により、原子核データの影響を調べたり、超新星ニュートリノ観測シグナルの予測をしています。

3 教育

沼津高専では、本科5年を卒業のあと大学へ編入学する学生が多くいます。さらに専攻科2年を修了すると大卒と同じ「学士」となります。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ることもあります。

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：055-920-3715

電子メール：sumi@numazu-ct.ac.jp

参考文献

- [1] 原子核から読み解く超新星爆発の世界, 住吉光介, 基本法則から読み解く物理学最前線【21】巻, 共立出版 (2018)
- [2] K. Sumiyoshi and S. Yamada, *Astrophys. J. Suppl.* 199, 17 (2012)
- [3] K. Sumiyoshi, T. Takiwaki, H. Matsufuru and S. Yamada, *Astrophys. J. Suppl.* 216, 5 (2015)
- [4] H. Shen, H. Toki, K. Oyamatsu and K. Sumiyoshi, *Astrophys. J. Suppl.* 197, 20 (2011)

名古屋大学宇宙論研究室

横山修一郎

1 構成

2019年4月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 杉山直*

准教授 市來淨與*、田代寛之

講師 西澤淳*

助教 横山修一郎*、黒柳幸子*、長谷川賢二*、宮武広直

PD 多田祐一郎*

D3 新居舜*、遠藤隆夫、松井由佳

D2 田中俊行、簗口睦美、箕田鉄兵*

D1 安藤梨花、小粥一寛、橋本大輝

M2 阿部克哉、近藤寛人、福永颯斗、吉田貴一

M1 植田郁海、迫田康暉、古郡国彦、村上広椰、山本
菜々花

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

名古屋大学宇宙論研究室(C研)は、宇宙の誕生から現在までを理論・数値計算・データ解析等あらゆる手法を通じて理解することを目指す研究室です。現在行っている研究テーマは以下のようなものがあります。

2.1 インフレーションと高エネルギー物理

現在観測されている宇宙の構造は、インフレーションと呼ばれる宇宙初期の加速膨張期に、量子揺らぎにより生成された非常に小さな密度揺らぎが、重力の非線形効果により豊かな構造に進化したものと考えられています。従って、宇宙背景輻射や大規模構造の精密な観測を行う事により、インフレーションの機構を明らかにすることができます。また、近年、暗黒物質の候補やLIGO/VIRGO collaborationによって検出された重力波源としても注目されている原始ブラックホールも初期宇宙探査の道具として盛んに研究されています。これら宇宙の観測と整合的なインフレーションモデルを明らかにする事により、超弦理論などに代表される標準模型を超えた理論に対する知見を得る事を目指しています [1, 2, 3, 4]。

また、将来の宇宙背景重力波探索は全く新しい初期宇宙物理の検証手段であり、インフレーションモデルだけでなく、その後に続く宇宙再加熱や宇宙相転移の検証も可能になることが期待されています。背景重力波を通して検証できる高エネルギー物理の理論模型を調べていくことで、将来計画へ向けた新しい提案を行っています [5, 6]。

2.2 大域的宇宙磁場の観測と生成理論の研究

これまでに銀河・銀河団を超える大きなスケールで磁場が大域的に存在することが観測的に知られていますが、その起源については未知の問題として残されています。そのような宇宙論的スケールでの磁場の起源のひとつとして、インフレーションをはじめとした初期宇宙における磁場生成機構に関する研究も行ってい

ます。そこには我々が初期宇宙の物理に迫るための重要な情報が内包されていることが期待されます。私たちは、初期宇宙から現在に至るまで様々な宇宙論的観測により宇宙論的スケールの磁場の存在を探る研究を行っています [7]。

2.3 最新の宇宙観測による暗黒エネルギー・暗黒物質の解明

宇宙の大規模構造は、宇宙の初期ゆらぎを起源に持ち、また、その形成過程は宇宙の全体構造や膨張の歴史を反映しています。最近の観測計画の拡大に伴い、初期ゆらぎの生成過程、ダークエネルギーの性質や修正重力理論の可能性など、未知の物理学を探る手段としても有望視されています。こうした基礎物理的な問題に現実の観測量からアプローチすることを目的として、解析的方法や数値的方法を駆使し、大規模構造の形成やその性質を記述するための精密な理論を構築しています [8, 9]。

観測的側面においては、すばる望遠鏡に搭載された広視野 CCD カメラ Hyper Suprime-Cam が本格的に稼働し、興味深い膨大なデータが現在進行中で得られています。特に、重力レンズサーベイに関しては、宇宙の構成要素の 70% を占めるとされている暗黒エネルギー探査にも有効で、当研究室のメンバーも参加している日本を中心とした国際プロジェクトにより宇宙論パラメータに対する高精度の制限を得ることに成功しています [10]。また暗黒エネルギー探査以外にも、銀河や銀河団、フィラメント構造の形成過程の精査、さらには、データ解析に他の観測データとの相互相関を考慮したり、機械学習における最新の手法を取り入れた解析も行われています [11, 12]。

宇宙マイクロ波背景放射や大規模構造の宇宙論的観測からだけでなく、近年検出されたコンパクト連星からの重力波データをも用いた、修正重力理論の検証可能性に関する研究も行っております [13]。

2.4 宇宙再電離と遠方銀河

宇宙は一度中性化しましたが、その後再び電離したことが知られています。しかし、この宇宙の再電離がいつ、どのように起こったかはわかっていません。私たちは、「大規模数値シミュレーションなどを用いた理論的研究」と「遠方銀河や銀河間ガスの観測」との比較によって再電離過程の解明を目指しています [14]。現在は、オーストラリアの Marchion Widefield Array (MWA) 観測プロジェクトに参加し、この観測による銀河間中性水素ガスからの 21cm 線の検出可能性に関する理論研究などを行っています [15]。

2.5 参加している観測計画・プロジェクト

HSC, LiteBIRD, MWA などに参加しています。

3 教育

M1 の前期は、夏の学校のためのゼミと授業、夏休みには研究テーマを各自設定し、後期からは研究中心となり、M2 のはじまりまでには最初の論文を仕上げることを目指します。修士論文を経て、後期課程では広く国内外の研究者とも共同研究をすすめ、博士論文に向けて準備を行っていきます。

最近の博士論文

- Constraining Non-flat Dark Energy Models by Cosmic Microwave Background and Large Scale Structure Observations [大場淳平: 2019 年 3 月]
- Probing the observational signatures of cosmological phase transitions [堀口晃一郎: 2018 年 3 月]
- The Evolutionary Description of Molecular Cloud Mass Functions and Star Formation in Multi-phase Interstellar Medium [小林将人: 2018 年 3 月]

最近 (2018 年度) の修士論文

- 中性水素による宇宙論解析における天体物理学的效果の影響 [安藤梨花]
- CMB 揺らぎによる宇宙の一様性の統計的検証 [加藤健太]
- 銀河形状の観測による初期非ガウス性の検証 [小粥一寛]
- Ia 型超新星を用いた宇宙論パラメータ推定への重力レンズ効果による影響 [榎原日菜子]
- 宇宙背景ガンマ線と銀河及び銀河団との相互相関解析によるダークマター探査 [橋本大輝]

4 連絡先

住所：〒464-8602 名古屋市千種区不老町 名古屋大学
ES 総合館 6 階

当研究室についての最新の情報は <http://http://www.astro-th.phys.nagoya-u.ac.jp/c-lab/> に掲載されています。
教員の居室と E-mail address は以下の通りです。

	居室	Email address
杉山	601	naoshi@nagoya-u.jp
市来	605	ichiki@a.phys.nagoya-u.ac.jp
横山	607	shu@kmi.nagoya-u.ac.jp

参考文献

- [1] Y. Tada and S. Yokoyama, Phys. Rev. D **100**, no. 2, 023537 (2019)
- [2] K. Kogai, T. Matsubara, A. J. Nishizawa and Y. Urakawa, JCAP **1808**, no. 08, 014 (2018)
- [3] K. T. Abe, H. Tashiro and T. Tanaka, Phys. Rev. D **99**, no. 10, 103519 (2019)
- [4] H. Fukunaga, N. Kitajima and Y. Urakawa, JCAP **1906**, no. 06, 055 (2019)
- [5] Y. Matsui, K. Horiguchi, D. Nitta and S. Kuroyanagi, JCAP **1611**, no. 11, 005 (2016)
- [6] S. Kuroyanagi, T. Chiba and T. Takahashi, JCAP **1811**, no. 11, 038 (2018)
- [7] T. Minoda, K. Hasegawa, H. Tashiro, K. Ichiki and N. Sugiyama, Phys. Rev. D **96**, no. 12, 123525 (2017)
- [8] R. Ando, A. J. Nishizawa, K. Hasegawa, I. Shimizu and K. Nagamine, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **484**, 5389 (2019)
- [9] T. Endo, A. J. Nishizawa and K. Ichiki, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **478**, no. 4, 5230 (2018)
- [10] C. Hikage *et al.* [HSC Collaboration], Publ. Astron. Soc. Jap. **71**, no. 2,
- [11] D. Hashimoto, A. J. Nishizawa, M. Shirasaki, O. Macias, S. Horiuchi, H. Tashiro and M. Oguri, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **484**, no. 4, 5256 (2019)
- [12] H. Miyatake *et al.*, Astrophys. J. **875**, no. 1, 63 (2019)
- [13] A. Nishizawa and S. Arai, Phys. Rev. D **99**, no. 10, 104038 (2019)
- [14] T. Tanaka, K. Hasegawa, H. Yajima, M. I. N. Kobayashi and N. Sugiyama, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **480**, no. 2, 1925 (2018)
- [15] K. Kubota, S. Yoshiura, K. Takahashi, K. Hasegawa, H. Yajima, M. Ouchi, B. Pindor and R. L. Webster, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **479**, no. 2, 2754 (2018)

名古屋大学大学院多元数理科学研究科

白水徹也

1 構成

当研究科では数学・数理科学を主として研究・教育が行われています。そして研究室のような概念はありません。研究科内で宇宙物理学理論分野研究に従事している2019年10月1日現在の教員・大学院生は以下の通りです。

教授 白水徹也*

助教 泉圭介*

D1 Diego Soligon

M2 佐々木駿, 水野裕太, 森野達矢

M1 金井孝真, 李康載

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

当グループでは一般相対論・重力理論に関する研究を行っています。活動は素粒子論、純粋数学、素粒子宇宙起源研究機構(KMI)らの研究者と合同で行われるセミナーを中心としています。

3 教育

最近の博士論文

- New formulation of wormhole [富川祥宗: 2016年3月]

最近の修士論文

- Positive mass theorem for spacetimes with distributional curvature [澁谷奎悟:2018年3月]
- Dvali-Gabadadze-Porrati 余剰次元模型の時空構造 [秋山直之:2017年3月]
- 静的なブラックホール、photon sphere 時空の唯一性と物質場 [上田啓太:2016年3月]

4 連絡先

住所: 〒464-8602 名古屋市千種区不老町

当研究科についての最新の情報は [www](http://www.math.nagoya-u.ac.jp/ja/) でも得られます (<http://www.math.nagoya-u.ac.jp/ja/>)。

参考文献

- [1] M. Nozawa, T. Shiromizu, K. Izumi and S. Yamada, *Class. Quant. Grav.* **35**, 175009 (2018).
- [2] Y. Abe, T. Inami, K. Izumi and T. Kitamura, *PTEP* **2018**, 031E01 (2018).
- [3] H. Yoshino, K. Izumi, T. Shiromizu and Y. Tomikawa, *PTEP* **2017**, 063E01 (2017).
- [4] Y. Tomikawa, T. Shiromizu and K. Izumi, *Class. Quant. Grav.* **34**, 155004 (2017).
- [5] T. Shiromizu, Y. Tomikawa, K. Izumi and H. Yoshino, *PTEP* **2017**, 033E01 (2017).
- [6] R. Emparan, K. Izumi, R. Luna, R. Suzuki and K. Tanabe, *JHEP* **1606**, 117 (2016).

名古屋大学理論宇宙物理学研究室 (T_A 研)

犬塚修一郎

1 構成

理論宇宙物理学研究室 (T_A 研) は、さまざまな宇宙物理学の問題の理論的研究を行っており、2019 年度に所属した構成員は以下の通りです。

教授 犬塚 修一郎*

准教授 井上 剛志*

助教 小林 浩*

特任助教 藤井 悠里

PD 黒崎 健二、Torsten Stamer、霜田 治朗*

博士課程 郭 岩松、柿内 健佑*(D3)、富永 遼佑、松本 鋺熙 (D2)、三杉 佳明 (D1)

修士課程 安部 大晟、中津川 大輝、中西 佑太、西田 直樹、前田 龍之介 (M2)、河合 航佑、西野 将悟、半谷 康介、吉田 大輔 (M1)

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

研究テーマのうち、現在の構成員の多くが取り組んでいるのは、分子雲や星の形成過程、それに伴う星周円盤形成、その円盤の中での惑星形成過程の理論的研究である (例えば [1] 参照)。惑星形成の研究は地球型固体惑星の形成過程も含み、微惑星の高速衝突・合体過程の弾性体力学に基づく先駆的な研究も進み始めた。また、分子雲や星形成の研究は星間媒質の相転移ダイナミクスを含んでいる。最近はその研究を発展させて、円盤銀河の研究にも及んでいる。手法としては、数値シミュレーションや解析的な手法をそれぞれ適宜

用いて行っている。上記の研究以外でも、相対論的流体力学を用いたブラックホール周りの星・ガス雲の潮汐破壊や降着流の研究、高エネルギー宇宙線加速・拡散の研究なども精力的に行っている。「やる気さえあれば、どのような研究にも取り組める」という自由な雰囲気を持つ研究室である。

3 教育

最近の博士論文 (2018 年度)

- Numerical Radiation Hydrodynamics of Protostellar Collapse: An Application to the Formation of Brown Dwarfs (重力崩壊と原始星形成過程の数値的複写流体力学：褐色矮星形成過程への応用) [Torsten Stamer]
- Development of the Numerical Simulation Method for Rocky Body Impacts and Theoretical Analysis of Asteroidal Shapes (固体天体衝突現象を扱う数値計算法の開発と小惑星形状の成因の理論的解析) [杉浦 圭祐]

最近の修士論文 (2018 年度)

- 衝突・破壊をとりいれた N 体計算の開発と地球型惑星形成後期のシミュレーション [磯谷 和秀]
- ダストの合体成長に基づいた惑星形成 [西川 花]
- 氷天体衝突に伴う蒸発のシミュレーションによる理論的研究 [伊藤 広大]
- 分子雲コアの角運動量の起源について [三杉 佳明]
- 冷たいシア一流を扱う粒子法的流体計算法の開発 [稲吉 勇人]

4 連絡先

住所：〒464-8602 名古屋市千種区不老町

電話番号:052-789-2811

URL:

http://www.astro-th.phys.nagoya-u.ac.jp/talab/index_j.html

E-mail: *inutsuka* @nagoya-u.jp

参考文献

- [1] Shu-ichiro Inutsuka (2012) Prog. Theor. Exp. Phys. Vol. 2012 Issue 1, 01A307

滋賀大学教育学部情報・技術研究室

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・専攻に所属しています。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

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

銀河のような無衝突恒星系の力学的不安定性や永年進化をN体シミュレーションで調べています。たとえば、通常のN体計算法で衛星銀河や球状星団で多重潮汐腕が形成されることとその起源を調べました [2]。また、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 Self-Consistent Field (SCF) 法を用いたN体計算コードを開発して、さまざまな系の力学進化に適用しています。この方法は、重力場を求めて個々の粒子の軌道を計算するので、完全な並列性を有することと、従来のN体計算で必要となる重力ソフトニングが不要で純粋ニュートン力で相互作用の計算ができるという特徴を備えています。このSCF法を2次元円盤に適用して、銀河中心に存在する大質量ブラックホール (SMBH) によって棒状構造が消失するかを調べました [3, 4]。現在は、3次元円盤用のSCFコードを開発したので、より現実的な円盤銀河モデルでSMBHによる棒状構造の消失問題を調べています。最近では、SCF法を銀河の合体シミュレーションに適用できるコードも開発したので [1]、位相空間における銀河の合体過程を明らかにし、矮小銀河に残された合体の痕跡を観測的に明らかにできないかを探っています。

3 教育

2012年度の改組によって情報・技術専修・専攻に所属して以降は、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ません。現状では、技術分野の計測技術に関係させて、天文や物理で現れる諸量の測定方法を教育に取り込んでいます。

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)

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

参考文献

- [1] S. Hozumi, M. Iwasawa and K. Nitadori, “A Mean-field Approach to Simulating the Merging of Collisionless Stellar Systems Using a Particle-based Method”, *ApJ.*, 875, 20 (2019)
- [2] S. Hozumi and A. Burkert, “Development of multiple tidal tails around globular clusters and dwarf satellite galaxies”, *MNRAS*, 446, 3100-3109 (2015)
- [3] S. Hozumi, “Destructible Bars in Disk Galaxies under the Dynamical Influence of a Massive Central Black Hole”, *PASJ*, 64, 5 (2012)
- [4] S. Hozumi and L. Hernquist, “Secular Evolution of Barred Galaxies with Massive Central Black Holes”, *PASJ*, 57, 719-731 (2005)

京都産業大学 理学部 宇宙物理・気象学科

諏訪雄大

1 構成

京都産業大学理学部宇宙物理・気象学科は、2016年4月に開設された新しい学科です。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 河北 秀世、岸本 真、高木 征弘、高谷 康太郎、
谷川 正幸、二間瀬 敏史、米原 厚憲*

准教授 佐川 英夫、諏訪 雄大*

助教 安藤 紘基

博士課程 樽田 順、鈴木 杏那、竹中 啓一

修士課程 片岡 憲子、中尾 信之助、西海 拓、西出 朱里、
木村 成美、坂部 健太、ほか1名

*印は理論天文学懇談会会員

2 研究

本学科では、地球大気、系内惑星大気、系外惑星、天体物理、活動銀河核、そして宇宙論と様々なスケールの研究を行うスタッフを揃えています。また、研究手法も、装置開発、観測データ解析、数値シミュレーション、理論計算など多岐に渡っており、多種多様な研究が行われています。

加えて、大学構内に私立大学で国内最大となる口径1.3mの望遠鏡を有する神山天文台が設置され、研究・教育に活用されています。

3 教育

理学部宇宙物理・気象学科の教員は理学研究科物理学専攻に所属して大学院生の指導を行っています。

最近の博士論文

- Study of the origin of the cometary volatiles [新中 善晴: 2015年3月]
- An observational approach to stars embedded in the circumstellar matter with a new high resolution spectro-polarimeter [新崎 貴之: 2015年3月]

最近の修士論文（過去2年分）

- 大規模サーベイ SDSS の分光及び測光データで探る AGN 周辺環境
- 活動銀河核まわりにおける速度場の検証
- Fermi 衛星で観測された重力レンズ効果を受けたブレーザーについて
- 神山天文台荒木望遠鏡による重力マイクロレンズ現象の観測と解析
- 活動銀河核 NGC1068: 巨大ブラックホール周辺の速度場解析
- SDSS 及び HSC 測光データを用いた高効率クエリー抽出

4 連絡先

住所：〒603-8555 京都市北区上賀茂本山
京都産業大学宇宙物理・気象学科についての情報は
<https://www.kyoto-su.ac.jp/faculty/sc/uchu.html>
からも得ることができます。理論懇談会員の E-mail アドレスは以下の通りです。

米原 yonehara@cc.kyoto-su.ac.jp

諏訪 suwa@cc.kyoto-su.ac.jp

京都大学理学部天体核研究室

田中貴浩

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。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 田中貴浩*

准教授 細川隆史* 久徳 浩太郎*

助教 山田良透* 瀬戸直樹*

PD 山田慧生* 藤田 智弘* 豊内 大輔* 島 和宏 成川 達也* 小笠原 康太*

D3 徳田順生* 山本貴宏*

D2 杉浦宏夢

D1 三浦 大志

M2 宇野 真生 大宮 英俊 福田 飛鋭

M1 高橋 卓弥 間仁田 侑典 吉岡 佑太

*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。

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、観測結果に基づく経験則等に依存するというよりも、むしろ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。このやり方は時間が経過しても価値を失わない、首尾一貫した理論的な研究成果を残すためには必須であると考えています。

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、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することができます。手法も解析的方法からスーパーコンピュータを用いたシミュレーションまで、使えるものは何でも使って広範な問題に取り組んでいます。最近の話題は、やはり飛躍的に発展しつつある、重力波観測による連星ブラックホール、中性子星の合体現象に関わるものが多いです。こうした連星系の起源はもちろん問題で、初期宇宙に誕生した大質量星同士の連星が起源になっているとも言われています。中性子星同士の合体時には宇宙最大の爆発ともいわれるガンマ線バーストが引き起こされている説も有力です。天体物理学の研究は、以下で挙げる宇

宙論、重力波両分野の研究とオーバーラップすること
もしばしばあります。我々の研究室はカバーする分野
が広いので、こうした分野間の垣根を超えた自由な研
究の機会にも恵まれています。

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からないという
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、統合的なモデルを作っていくこ
とが必要とされます。したがって、宇宙論では様々な
視点、そして広い知識を持つことが重要となります。
本研究室では、一極集中型のプロジェクト的研究を進
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にとることで、かなり多様で
広範な研究領域をカバーしています。観測の進展のみ
ならず、近年は一般相対論の拡張の可能性についても
広く議論されています。ひとつには宇宙論的に観測と
より整合するモデルを追求するという目的もありますが、
一般相対論に対する対抗馬として成立するモデル
にはどのようなモデルであるのかを明らかにすること
も観測の精密化に伴い必要とされています。このよう
な観点で新しいモデルの基本的性質を明らかにしてい
くことで面白い発見が次々に生まれています。同時に、
様々なモデルの可能性が理論的研究の進展によって、
観測との不整合が明らかとなり淘汰されていきます。
宇宙論には、基本的な謎がまだまだ沢山あり、本研究
室では日々活発な議論が行われています。

Gravitational waves 2015年9月、米国の Laser

Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO)
が重力波を初めて直接検出しました。この波源は 30
太陽質量程度のブラックホール 2 つからなる連星でし
た。その後、連星ブラックホールは様々な質量のもの
が 10 例報告されており、現在もその候補は増え続け
ています。さらに 2017 年には、欧州の Virgo も参加
した観測により、連星中性子星の合体がまずは重力波
で、さらに引き続いて多波長の電磁波でも検出されて
います。

有力な重力波源となるのは、コンパクト天体を伴う
多様な天体現象です。既に見つかった連星中性子星や
連星ブラックホールの合体を筆頭に、超新星爆発や銀
河中心の超巨大ブラックホール同士の合体、また超巨
大ブラックホールへの軽いコンパクト天体の落下など
が典型例に挙げられます。本研究室では、このような
現象からの重力波波形を、ブラックホール摂動論を中
心とした解析的研究・数値相対論を中心とした数值的
研究の両面から理論的に予測しています。

波形の計算ばかりでなく、重力波の観測によってど
のような新しい宇宙物理学の研究が可能になり、天体
物理や宇宙論への理解を深められるかを知ることも重
要な課題のひとつです。また、新たな重力波源の候補
を提案することも重要な研究課題です。連星ブラック
ホール合体の初検出に関連して、当研究室のメンバー
を含むグループが行った原始ブラックホールの研究は
注目を集めました。連星中性子星合体を通し、ガンマ
線バーストや r 過程元素合成などの天体現象について
も研究が進んでいます。他にも近年ではデータ解析の
側面からブラックホールの準固有振動や中性子星の状
態方程式を研究しています。また、宇宙論起源の重力
波や、根本的に重力理論が一般相対論とは異なる可
能性についても精力的に理論的研究を進めています。

3 教育

最近の博士論文

- The possibility for detecting the shortest pe-

riod Galactic neutron star binary in the LISA-SKA era [西野 裕基: 2019 年 5 月]

- Radiative feedback from massive stars in low-metallicity environments [福島 肇: 2019 年 3 月]
- Lidov-Kozai mechanism in shrinking Massive Black Hole binaries [岩佐 真生: 2018 年 3 月]
- Chiral Primordial Gravitational Waves Sourced by Axion-Gauge Couplings [小幡 一平: 2018 年 3 月]
- Properties of the Ejecta from Binary Neutron Star Merger Remnants and Implication for the Electromagnetic Signal Associated with GW170817 [藤林翔: 2018 年 3 月]
- X-ray detectability of Galactic isolated black holes [松本 達矢: 2018 年 3 月]

最近の修士論文

- ハッブル定数の不一致問題に対する Cosmological Backreaction による説明の問題点 [三浦 大志: 2019 年 3 月]
- 粒子軌道に基づくダークマターハロー位相構造の解析 [杉浦 宏夢: 2018 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/) で得られます (<http://www-tap.scphys.kyoto-u.ac.jp/>)。

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・突発天体现象、星・惑星系形成、惑星科学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。令和元年8月31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*

講師 Shiu-Hang (Herman) Lee*

助教 佐々木 貴教*

特定准教授 (白眉) 川中 宣太*

PD Iminhaji Ablimit, Roberto Iaconi

D3 澤田 涼、竹尾 英俊、早川 朝康

D2 石澤 祐弥、猪口 睦子、大内 竜馬、北木 孝明

D1 安田 晴皇、山中 陽裕、Ignacio Botella Lasaga

M2 角田 伊織、田口 健太、恒任 優、方 其亮、松岡 知紀

M1 小橋 亮介、古野 雅之

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

嶺重グループでは、ブラックホールや中性子星へのガス降着ダイナミクスを、エディントン限界を超えて降着する「超臨界降着流」や、EHT (事象の地平面望

遠鏡) による撮像観測に関わる理論研究に重点をおいて調べている。(1) 超臨界降着流ダイナミクス: さまざまなブラックホール質量、降着率ごとに降着流および噴出流構造を輻射流体シミュレーションの手法で調べその全体的傾向を明らかにした [1]。また宇宙初期ブラックホールを念頭に、比較的小質量 ($10^3 \sim 10^6 M_{\odot}$) のブラックホールに、ボンディ半径 (パーセクスケール) からガスがどのような割合で降り積もっていくかを2次元輻射流体で明らかにした [2]。(2) 偏光輻射輸送計算: ブラックホール近傍のガスからのシンクロトロン放射起源の偏光の一般相対論的輻射輸送計算を実行し、EHT 観測により、どの程度の精度でブラックホールスピンの決定できるかを調べた [3]。

前田グループでは、恒星進化、超新星、突発的爆発現象などの分野で理論・観測研究を進めている。最近の研究成果の一例として以下のものがある。(1) すばる望遠鏡・HSC により特異な Ia 型超新星を発見した。輻射計算によりその光度曲線・スペクトルを解析し、これが白色矮星表面ヘリウムの核暴走により引き起こされた爆発であることを示した [4]。(2) 外層の剥げた大質量星の爆発である IIb/Ib/Ic 型超新星について、後期スペクトルを用いてその初期質量を求める手法を開発した。水素外層の放出機構が初期質量によらないこと、ヘリウム外層放出は重い親星で選択的に起こっていることを突き止めた [5]。(3) ガンマ線バースト GRB171205A に付随した超新星 SN2017iuk を爆発直後から追観測、スペクトル輻射輸送計算を行い、光速の 30% にも達する高速膨張物質の存在を発見した [6]。

李 (Lee) グループでは、超新星残骸および超新星爆発の直後における様々な高エネルギー現象を対象にして理論的な研究を行なっている。流体シミュレーションとプラズマ物理の数値計算を駆使し、若い個体から古い超新星残骸まで何万年の間の時間進化を追い、最

新たな多波長観測データと照り合わせる。将来の観測計画に向けての理論予言も提供している。本グループ現在の活動は主に以下の二つである。(1) 超新星残骸における非熱的電磁波放射の起源と多様性の解明に向けて、非線形拡散型衝撃波粒子加速理論と流体シミュレーションの数値計算を行なっている。多様な星間と星周環境の中に、異なる親星を持つ超新星残骸がいかに進化し、年齢を重ねるたびにどのように観測されるのかを系統的に調べている [7]。宇宙に存在する他の粒子加速器にも同じ手法を適用している [8]。(2) Ia型と重力崩壊型超新星残骸から観測された多様性はいかに親星の素性と超新星爆発機構と結びつけているのか、特に将来の高精度 X 線分光データによって様々な超新星残骸の起源を探る手法を開発している [9]。

佐々木グループでは、主に惑星・衛星形成理論に関する数値シミュレーションを行っている。また、京都大学宇宙ユニットのメンバーと合同で、系外惑星のハビタビリティに関する研究も行っている。最近の主な研究成果として以下のものがある。(1) 地球へのジャイアントインパクトによって形成された原始月円盤内での月の集積過程を、先行研究とは比較にならないほどの超高解像度 N 体計算によって明らかにした [10]。(2) 連星の周りを回る系外惑星の形成過程について、惑星の軌道進化を考慮した新しいシナリオを提案し、数値計算によってその妥当性を明らかにした [11]。(3) M 型矮星周りの系外地球型惑星について、中心星スーパーフレアのハビタビリティへの影響を定量的に算出し、惑星が十分な量の大气を保持している場合はフレアの影響を防ぐことができるが、フレアによる大气散逸も考慮すると、結果的にフレアの影響は致命的となることを明らかにした [12]。

川中は主に (1) 宇宙線の起源、(2) ガンマ線バーストの中心エンジンの、(3) 銀河系内ブラックホール探査の 3 つの分野で研究を進めている。(1) については、近年報告されている宇宙線スペクトルの理論予測からのずれを説明するために、超新星残骸以外の宇宙線源を考慮するシナリオや [13]、宇宙線加速機構の従来のモデルに修正を加えるシナリオを検討している。(2)

では、ガンマ線バーストの中心エンジンのモデルとして最も有力視されている、星質量程度のブラックホールとそれを取り巻く $0.1M_{\odot}$ 程度の質量の降着円盤という系の振る舞いについて研究を進めている [14]。(3) では、銀河系内に 1 億個程度あると考えられるブラックホールを将来観測で発見する手法の提案とその個数の見積もりを行っている [15]。

3 教育

最近の博士論文

- Multiwavelength polarimetric properties of protoplanetary disks [田崎 亮 2017 年 3 月]
- Parametric Study of the Rossby Wave Instability in a Two-Dimensional Barotropic Disk [小野 智弘 2018 年 3 月]
- New methods for probing black-hole space-time based on infalling gas clouds [森山 小太郎 2018 年 3 月]
- Circumstellar Environments of Supernovae [長尾 崇史 2019 年 3 月]
- Chemical structures of protoplanetary disks and possibility to locate the position of the H₂O snowline using spectroscopic observations [野津 翔太 2019 年 3 月]

最近の修士論文

- 原始月円盤の熱進化 [河瀬 哲弥 2017 年 3 月]
- 重力崩壊型超新星の爆発エネルギー成長時間と元素合成の相関性 [澤田 涼 2017 年 3 月]
- 宇宙初期におけるブラックホールの超臨界成長 [竹尾 英俊 2017 年 3 月]
- GRB 付随超新星と collapsar モデル [早川 朝康 2017 年 3 月]

- ボルツマン方程式を用いた一般相対論的輻射輸送計算コードの開発 [牧野 芳弘 2017 年 3 月]
- 超臨界降着流のスペクトル特性 [北木 孝明 2018 年 3 月]
- II b 型超新星の親星における半径と質量放出率の関係 [大内 竜馬 2018 年 3 月]
- 光電離・光解離による分子雲の破壊と星形成効率 [猪口 睦子 2018 年 3 月]
- 巨大衝突によるデブリ円盤からの天王星の衛星形成 [石澤 祐弥 2018 年 3 月]
- 超大質量バイナリーブラックホールにおける超臨界降着と輻射駆動型ウィンドの観測的兆候 [飯島 一真 2018 年 3 月]
- 原始月円盤の拡散のタイムスケールの評価 [熊代 慶 :2019 年 3 月]
- 超新星残骸と多様な星周環境との相互作用に伴う比熱的放射の数値的研究 [安田 晴皇 2019 年 3 月]
- 軌道不安定領域内における周連星惑星の軌道進化 [山中 陽裕 2019 年 3 月]
- [3] 恒任優, 嶺重慎, 大須賀健, 川島朋尚, 秋山和徳, 日本天文学会 2019 年秋季年会, S11a (2019)
- [4] Jiang, J., Doi, M., Maeda, K., et al., *Nature*, 550, 80 (2017)
- [5] Fang, Q., Maeda, K., Kuncarayakti, H., Sun, F., Gal-Yam, A., *Nature Astronomy*, 3, 434 (2019)
- [6] Izzo, L., de Ugarte Postigo, A., Maeda, K., et al., *Nature*, 565, 324 (2019)
- [7] Yasuda, H. and Lee, S.-H., *ApJ*, 876, 27 (2019)
- [8] Lee, S.-H., Maeda, K., Kawanaka, N., *ApJ*, 858, 53 (2018)
- [9] Patnaude, D.J., Lee, S.-H., Slane, P., Badenes, C., Nagataki, S., Ellison, D.C., Milisavljevic, D., *ApJ*, 849, 109 (2017)
- [10] Sasaki, T. and Hosono, N., *ApJ*, 856, 175 (2018)
- [11] Yamanaka, A. and Sasaki, T., *Earth, Planets and Space*, 71, 82 (2019)
- [12] Yamashiki, Y. A. et al., *ApJ*, 881, 114 (2019)
- [13] Kawanaka, N. and Yanagita, S., *Phys. Rev. Lett.* 120, 041103 (2018)
- [14] Kawanaka, N and Masada, Y., *ApJ*. in press (arXiv:1902.08624)
- [15] Yamaguchi, S. M., Kawanaka, N., Bulik, T. and Piran, T., *ApJ*, 861, 21 (2018)

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] Kitaki, T., Mineshige, S., Ohsuga, K., Kawashima, ST., *PASJ*, 70, 108 (2018)
- [2] Takeo, E., Inayoshi, K., Ohsuga, K., Takahashi, H. R., Mineshige, S., *MNRAS*, 438, 2689 (2019)

京都大学 基礎物理学研究所 宇宙グループ

西道啓博

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た。合併当初は旧広大理論研所員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。その後、2018年に量子情報を加えた5分野となり、現在に至っている。

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9回(1991, 1993, 1995, 1998, 2000, 2003, 2005, 2010, 2018年度)、本所において開催された。

2 構成

2019年10月1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 柴田 大*、向山 信治*、井岡 邦仁*

准教授 樽家 篤史*、De Felice, Antonio

特定准教授 西道 啓博*

特定助教 成子 篤*

白眉特定助教 Werner, Marcus Christian

基研特任助教 青木 勝輝*、藤田 龍一*、本橋 隼人*、西村 信哉*、野澤 真人*、Zhang, Yun-Long

PD Hamidani, Hamid、石崎 渉*、岩上 わかな*、野田 宗佑*、嵯峨 承平*、高橋 和也*

基研特任教授 小玉 英雄*、中村 卓史*、佐々木 節*、田中 貴浩*、Deruelle, Nathalie

基研特任准教授 村瀬 孔大*、木内 建太*、諏訪 雄大*

D2 石原 陽平

D1 Chandhanapparambil Pookkillath, Masroor、金沢 瞭、和田 知己

M2 加藤 文弥、木村 和貴、林 航大、松田 泰亮

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。2016年度以降の客員教授は次の通り。

2016年度 CAI, Rong-Gen

2017年度 BARVINSKY, Andrei O.

2018年度 LEVINSON, Amir

2019年度 ZHANG, Bing

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、宇宙物理諸問題へのビッグデータ科学的方法論の応用などである。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、2016年度に所内センターとして、重力物理学研究センターが発足し、重力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/~cgp/jp/index.html> 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、2016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

- Nuclear Physics, Compact Stars, and Compact Star Mergers 2016 (2016年10月～11月)
- Gravity and Cosmology 2018 (2018年1月～3月)
- Multi-Messenger Astrophysics in the Gravitational Wave Era (2019年9月～10月)

モレキュール型研究会

- Transient Universe in the Big Survey Era: Understanding the Nature of Astrophysical Explosive Phenomena (2017年1月)
- Next-generation cosmology with large-scale structure: CosKASI-ICG-NAOC-YITP joint workshop (2017年9月)
- Dynamics in Strong Gravity Universe (2018年9月)
- Nucleosynthesis and electromagnetic counterparts of neutron-star mergers: Preparation for the new discovery (2019年3月)
- Resonant instabilities in cosmology and their observational consequences (2019年5月)

国際会議/国際スクール

- One-day workshop on “New perspective on theory and observation of large-scale structure” (2016年6月)
- Hidden Sector Physics and Cosmophysics (2016年12月)
- Symposium on “New development in astrophysics through multimessenger observations of gravitational wave sources” (2016年12月)
- Symposium on “New development in astrophysics through multimessenger observations of gravitational wave sources” (2017年8月)
- KIAS-YITP joint workshop 2017 “Strings, Gravity and Cosmology” (2017年9月)
- KICKOFF workshop on “Gravitational wave physics and astronomy: Genesis” (2017年9月)
- CosPA2017 (2017年12月)

- Jet and Shock Breakouts in Cosmic Transients (2018年5月)
- 2nd Annual Symposium of GW-genesis (2018年11月)
- 2019 YITP Asian-Pacific Winter School and Workshop on Gravitation and Cosmology (2019年2月)
- Accelerating Universe in the Dark (2019年3月)
- PTchat: Perturbative approaches to large-scale structure of the Universe (2019年4月)
- Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG15) (2019年7月)
- Toward a precision cosmological test of gravity from redshift-space bispectrum based on perturbation theory [橋本 一彦: 2018年3月]
- Simulating Extreme Spacetimes on the Computer [Fedrow, Joseph M.: 2018年3月]
- Black Hole Formation, Explosion and Gravitational Wave Emission from Rapidly Rotating Very Massive Stars [打田 晴輝: 2019年3月]
- New viable theories of modified gravity: Minimal Theories and Quasidilaton [Oliosi, Michele: 2019年9月]

最近の修士論文

- 運動学的スニヤエフ・ゼルドヴィッチ効果を用いた宇宙論的ベクトルモードの検出可能性 [山本久司: 2017年3月]
- 宇宙論解における重力的メモリー効果と時空の漸近的対称性 [中谷 侑司: 2017年3月]
- 大規模流体計算のための Temporal Blocking と相性のよい高精度メッシュ陽解法スキームの開発と検証 [石原 陽平: 2018年3月]
- 一般相対論の拡張の有効理論におけるコンパクト天体 [金沢 瞭: 2019年3月]
- 連星磁気圏に基づいた中性子星連星合体の電磁波対応天体に関する考察 [和田 知己: 2019年3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

- Black Hole-Neutron Star Merger -Effect of Black Hole Spin Orientation and Dependence of Kilonova/Macronova [川口 恭平: 2017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

内線番号 (xxxx) と *username* は次の通り。

	内線番号	<i>username</i>
柴田	7017	mshibata
向山	7061	shinji.mukohyama
井岡	7022	kunihito.ioka
樽家	7033	ataruya
De Felice	7069	antonio.defelice
西道	7027	takahiro.nishimichi
成子	7027	naruko
Werner	7073	werner
青木	7084	katsuki.aoki
藤田	7066	ryuichi.fujita
本橋	7076	hayato.motohashi
西村	7076	nobuya.nishimura
野澤	7083	masato.nozawa
Zhang	7084	yun-long.zhang
Hamidani	7065	hamidani.hamid
石崎	7064	wataru.ishizaki
岩上	早稲田大学	wakana
野田	7082	sousuke.noda
嵯峨	7065	shohei.saga
高橋	7065	kazuya.takahashi
石原	7076	youhei.ishihara
Chandhanapparambil Pookkillath	7082	masroor.cp
金沢	7080	rkanazawa
和田	7064	tomoki.wada
加藤	7063	fumiya.kato
木村	7063	kazutaka.kimura
林	7066	kota.hayashi
松田	7082	taisuke.matsuda

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、富田賢吾

1 構成

当研究室は、宇宙物理学の幅広い分野の理論的研究を行っている。2019年9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*, SHLOSMAN Isaac(招へい教授)

准教授 藤田 裕*, BAIOTTI Luca(招へい教員)

助教 富田 賢吾*

PD 小林 将人*, 田中 圭*, MARCHAND Pierre,
NORRIS Jackson, 小野 智弘*(招へい研究員)

D3 荒田 翔平*

D1 WILIARDY Abednego

M2 足立 知大, 中井 雄介, 仲田 祐樹

M1 飯田 竜太, 奥 裕理, 福島 啓太

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

誕生以来138億年にわたり進化を続けてきた宇宙の理論的研究。大規模構造・銀河・巨大ブラックホールの形成と進化から宇宙の歴史を探索する宇宙の構造形成論、地上では再現できないような高エネルギー天体現象、原始惑星系円盤を伴う星形成、中性子星やブラックホールといった極限天体、重力波など、幅広い領域の宇宙に関する研究を行っている。

1. 宇宙論と構造形成

初期宇宙における微小な密度ゆらぎの成長から始まり、大規模構造や銀河などの宇宙の天体形成の歴史を、最新の観測データを駆使し、理論的視点から探求する。例えば構造形成におけるダークマターとガスの役割、銀河団等の環境依存性、超新星爆発等によるフィードバック、超巨大質量ブラックホールと銀河の共進化等、宇宙の様々なスケールにおける構造形成メカニズムを、理論と数値シミュレーションも併用して解明する。[6, 5, 1]

2. 高エネルギー宇宙物理学

活動銀河中心核、超新星残骸、銀河団ガス、高エネルギー宇宙線など宇宙における高エネルギー現象を物理学に基づいて解明する。合わせて、中性子星やブラックホールといった一般相対論的天体、衝撃波による粒子加速や相対論的ジェットの形成などの物理過程を研究する。[3, 4]

3. 星・円盤・惑星形成

流体、重力、輻射、磁場等の諸種の物理素過程が複雑に絡み合う星・円盤・惑星の形成過程を主に数値シミュレーションを用いて解明する。公開シミュレーションコード Athena++ の開発にも参加している。観測との連携も重視し、輻射輸送計算を用いた観測的性質の計算も行う。[8, 7]

4. 相対論と重力波天文学

強い重力場の時間変動に伴う重力波放出とその反作用の詳細を、解析的な手法や数値計算により調べる。特に中性子星の連星系の合体の相対論的数値計算を WHISKY コードを用いて行っている。[2]

3 教育

最近の博士論文

- “Dynamical Evolution of Seed Binaries in Collapsing Protostellar Clouds” [佐塚達哉: 2018 年]
- “Characterization of a continuous polarization modulator using a half-wave plate for measurements of degree-scale cosmic microwave background with the POLARBEAR experiment” [高倉理: 2018 年]

最近の修士論文

- 高速電波バーストの赤方偏移、銀河間のバリオン量と電離度の見積もり [岡本和範: 2018 年度]
- 活動銀河核周りにおける熱的不安定性 [蔵貫諒: 2018 年度]
- 超新星残骸における MeV 宇宙線と 6.4keV 鉄輝線 [牧野謙: 2018 年度]

4 連絡先

住所: 〒 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1

URL: <http://astro-osaka.jp/>

E-mail: *username*@astro-osaka.jp

Tel: 06-6850-(内線番号)

	内線番号	<i>username</i>
長峯	5481	kn
藤田	5484	fujita
富田	5485	tomida

(他のメンバーについては、上記 URL を参照。)

参考文献

- [1] Ardaneh, K., Luo, Y., Shlosman, I., et al. 2018, MNRAS, 479, 2277
- [2] Baiotti, L., & Rezzolla, L. 2017, Reports on Progress in Physics, 80, 096901
- [3] Fujita, Y., Kawakatu, N., & Shlosman, I. 2016, PASJ, 68, 26
- [4] Fujita, Y., Umetsu, K., Rasia, E., et al. 2018, ApJ, 857, 118
- [5] Luo, Y., Ardaneh, K., Shlosman, I., et al. 2018, MNRAS, 476, 3523
- [6] Nagamine, K. 2018, The Encyclopedia of Cosmology. Volume 2: Numerical Simulations in Cosmology (World Scientific Publishing), doi:10.1142/9496-vol2
- [7] Tomida, K., Machida, M. N., Hosokawa, T., Sakurai, Y., & Lin, C. H. 2017, ApJL, 835, L11
- [8] Tomida, K., Okuzumi, S., & Machida, M. N. 2015, ApJ, 801, 117

大阪工業大学 宇宙物理グループ

1 構成, 連絡先

2019年5月1日現在の構成員は以下の通り.

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: hisaaki.shinkai@oit.ac.jp
<http://www.oit.ac.jp/is/shinkai/>

教授 鳥居隆 (理論懇会員)
ロボティクス&デザイン工学部 システムデザイン
工学科
530-8568 大阪市北区茶屋町 1-45
phone: 06-6147-5879 (直通)
E-mail: takashi.torii@oit.ac.jp

2 研究

- 高次元時空における諸現象の解析
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].
- 重力波のデータ解析と重力理論の検証
重力理論の検証や SMBH 形成史の解明などを目的に, 重力波物理学・天文学に取り組んでいる. データ解析手法に対する新たなアプローチのほか, KAGRA プロジェクトの推進にも積極的に取り組んでいる [2].
- 天文文化学の創設
文学・芸術学・数学の研究者らと共に, 天文と文化遺産を結ぶ文理融合研究をスタートした [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9名. 物理が専門ではない学部のため, 可視化や教育教材の開発などもテーマとして含めている.

最近の修士論文

自己回帰モデルを用いた重力波のリングダウン波形の特定 [山本峻: 2018年3月]

参考文献

- [1] 科研費 基盤研究 (C) 「修正重力理論における非線形ダイナミクスと超弦理論の検証」 (2018–2022年度, 代表 鳥居隆)
H. Shinkai & T. Torii, Phys. Rev. D 96 (2017) 044009.
- [2] 科研費 基盤研究 (B) 「重力波データ抽出方法の開発: 新たな解析手法および分散型コンピューティングの導入」 (2019–2023年度, 代表 真貝寿明)
H. Shinkai, N. Kanda, & T. Ebisuzaki, Astrophys. J. 835 (2017) 276.
T. Ebisuzaki, et al., Int. J. Mod. Phys. D. (2019) 19400029
KAGRA collaboration, Nature Astron. 3 (2019) 35
- [3] 科研費 挑戦的研究 (萌芽) 「天文文化学の創設: 天文と文化遺産を結ぶ文理融合研究の加速」 (2019–2021年度, 代表 真貝寿明)

近畿大学 理工学部理学科 物理学コース 宇宙物理グループ

井上開輝

1 構成

理論宇宙物理学関係の研究室に所属するメンバーは以下の通りである (2019 年 4 月 1 日現在)。

教授 太田信義 石橋明浩 井上開輝*

PD Anton Timur Jaerani 樋口祐一

D1 上田航大 山口大輝

M2 鈴木啓隼 村上穂乃香 加藤大晶

M1 竹林蒼真 松本怜 村島崇矩

2 研究

2.1 素粒子理論及び素粒子的宇宙論 (太田)

研究内容は、素粒子物理学の課題を場の量子論の手法で解明すること、特に、量子論と重力理論を融合させた量子重力理論の研究である。その第 1 の候補である超弦理論によるブラックホールの量子論的物理、超弦とブレインを用いた宇宙初期を含む時空の非摂動的性質の解明を通じた超弦理論の応用と検証を視野に入れた研究を行っている。さらに最近は漸近安定性による量子重力理論の定式化、応用および検証についても研究している。

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。超弦理論に代表される力の統一理論では、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拡がりを持つ可能性が示唆されている。本研究室では、高次元時空に特有な物理現象を重力理論・宇宙論の観点から探る研究も行っている。主なテーマは、1) ブラックホールと重力 (熱力学, 安定性, 高次元ブラックホール) や 2) ブラックホールとホログラフィー (AdS-CFT 双対性, ホログラフィック超伝導) である。

2.3 観測的宇宙論及び重力理論 (井上)

宇宙の大域的および局所的な非一様性を、観測的な手法により測定し、ダークマターや宇宙の加速膨張の起源を解明することを目標としている。特に、ミリ波・サブミリ波干渉計 ALMA や Subaru 望遠鏡などで得られた観測データと理論モデルを比較することにより、謎に包まれた矮小銀河スケールにおける非線形構造や supervoid などの超大規模構造を解明することに力を注いでいる。また、最近は超大質量ブラックホール (SMBH) の進化や星形成に対するフィードバックについても研究している。

3 教育

最近の修士論文

- 非局所熱核展開の厳密繰り込み群及びスカラー量子重力への応用 [山口大輝:2019 年 3 月]
- 物質場と結合した重力理論における漸近安全性 [鎌田翔勸:2019 年 3 月]
- ブラックホール時空上のボソン場の解析 [上田航大:2019 年 3 月]
- 重力波の準固有振動への WKB 近似の応用 [奥村貴司:2019 年 3 月]
- 極大回転ブラックホールからの輻射の解析的研究 [南川朋輝:2019 年 3 月]
- 任意次元における非アーベルゲージ理論のくりこみ群による解析 [久常大樹:2018 年 9 月]
- 重力レンズ効果の数値的解法 [茂野智幸:2017 年 3 月]
- クェーサー MG0751+2716 の重力レンズモデル [堀口康男:2017 年 3 月]

4 連絡先

住所：〒 577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1

近畿大学理工学部理学科物理学コース

Phone : 06-6721-2332 (代表) Fax : 06-6727-4301

E-mail address は、ohtan, akihiro, kinoue の後

@phys.kindai.ac.jp です。

神戸大学大学院理学研究科物理学専攻 宇宙論研究室

早田次郎

1 構成

神戸大学宇宙論研究室は、2016年4月1日より新たに立ち上げられた研究室です。

宇宙に関わる理論物理学の研究を行っており、ミクロからマクロまであらゆる階層の

物理理論を駆使して時空と物質の起源と進化を研究しています。

2019年7月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 早田次郎*

助教 野海俊文*

PD 吉田大介*、高橋一史

D3 伊藤飛鳥*、加藤亮、吉田大祐

D2 金スロ、正木愛美

D1 高 鵬遠

M2 北脇理帆、佐竹響、竹内啓人

竹内俊暁、森田拓弥

M1 野村皇太、山田樹

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

研究対象は以下のとおりです。参考文献参照。

- 宇宙論
- 重力波

- ブラックホール
- 場の量子論・AdS/CFT
- 超弦理論

3 教育

最近の博士論文

- Ultralight scalar field dark matter in modified gravity theories
[青木新: 2019年3月]
- Integrable structures of the Killing equation
[宮本健太郎 2018年3月]

最近の修士論文

- アクシオン・光子・重力子転換
[正木愛美:2017年3月]
- インフレーション宇宙論における有効場理論の方法
[金スロ:2017年3月]

4 連絡先

住所:〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

電話番号:ダイヤルイン方式で、078-803-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.research.kobe-u.ac.jp/fsci-pacos/) でも得られます (<http://www.research.kobe-u.ac.jp/fsci-pacos/>)。また E-mail address は、*username* @phys.sci.kobe-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>
早田	5629	jiro
野海	5683	tnoumi

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

参考文献

- [1] A. Ito, A. Iyonaga, S. Kim and J. Soda, Phys. Rev. D **99**, no. 8, 083502 (2019) doi:10.1103/PhysRevD.99.083502 [arXiv:1902.08663 [astro-ph.CO]].
- [2] D. Yoshida and J. Soda, Phys. Rev. D **99**, no. 4, 044054 (2019) doi:10.1103/PhysRevD.99.044054 [arXiv:1901.07723 [hep-th]].
- [3] S. Kanno and J. Soda, Hanbury-Brown-Twiss interferometry,” Phys. Rev. D **99**, no. 8, 084010 (2019) doi:10.1103/PhysRevD.99.084010 [arXiv:1810.07604 [hep-th]].
- [4] E. Masaki and J. Soda, Magnetic Fields,” Phys. Rev. D **98**, no. 2, 023540 (2018) doi:10.1103/PhysRevD.98.023540 [arXiv:1804.00458 [astro-ph.CO]].
- [5] H. Isono, T. Noumi and T. Takeuchi, currents and a general spinning operator,” JHEP **1905**, 057 (2019) doi:10.1007/JHEP05(2019)057 [arXiv:1903.01110 [hep-th]].
- [6] M. Tsuneto, A. Ito, T. Noumi and J. Soda, Pulsar Timing Arrays,” JCAP **1903**, no. 03, 032 (2019) doi:10.1088/1475-7516/2019/03/032 [arXiv:1812.10615 [gr-qc]].
- [7] H. Isono, T. Noumi and G. Shiu, JHEP **1807**, 136 (2018) doi:10.1007/JHEP07(2018)136 [arXiv:1805.11107 [hep-th]].
- [8] M. Hongo, S. Kim, T. Noumi and A. Ota, nonequilibrium open system,” JHEP **1902**, 131 (2019) doi:10.1007/JHEP02(2019)131 [arXiv:1805.06240 [hep-th]].

神戸大学惑星学専攻理論グループ

牧野淳一郎

1 構成

神戸大学惑星学専攻では、シミュレーション天文学、惑星形成理論、惑星気候学等の研究を行っており、2019年9月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 林祥介、大槻圭史、牧野淳一郎*

准教授 高橋芳幸、斎藤貴之*

特命准教授 岩澤全規*

特命助教 樫村博基

M2 池田晋太郎、岩佐海詩、上畑琴美、藤林凜、石橋佑希、川崎達也

M1 大谷亮仁、前田夏穂、北窪雛、谷奥健太、白濱理花

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

当グループの研究対象は以下のとおりです。

- 大規模シミュレーションによる天体形成・進化の研究
- 計算機シミュレーションによる惑星表層環境の研究
- 惑星、衛星、リング、小惑星の起源と進化に関する研究
- 惑星大気シミュレーションモデルの開発
- 地球流体力学 (回転成層流体の力学)

3 教育

最近の博士論文

- 大気海洋海水結合モデルの開発と海惑星気候に対する海洋大循環の影響に関する数値実験 [河合佑太: 2018年9月]

最近の修士論文

- 土星リング粒子の衝突速度と最小粒子サイズ [川村浩司: 2019年3月]
- 巨大惑星周囲のガス流を考慮した周惑星円盤への固体物質の供給 [本間徹: 2019年3月]
- 大気大循環モデルを用いた地球気候の太陽定数依存性に関する数値的研究 [松田 幸樹: 2018年3月]

4 連絡先

住所: 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

電話番号: 078-803-5756

当グループについての最新の情報は [www](http://www.planet.sci.kobe-u.ac.jp/) でも得られます (<http://www.planet.sci.kobe-u.ac.jp/>)。

以下はスタッフのみの情報です。

	Email address
大槻	ohtsuki[at]tiger.kobe-u.ac.jp
高橋	yot[at]people.kobe-u.ac.jp
林	shosuke[at]gfd-dennou.org
牧野	jmakino[at]people.kobe-u.ac.jp
斎藤	saitoh[at]people.kobe-u.ac.jp
樫村	hiroki[at]gfd-dennou.org
岩澤	masaki.iwasawa[at]riken.jp

甲南大学理工学部物理学科理論宇宙研究室

富永望

1 構成

甲南大学理工学部物理学科理論宇宙研究室は、理論宇宙物理学・観測天文学の研究を行っており、2019年4月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 須佐元*

教授 富永望*

PD 大神隆幸*、Arthur Choplin

M2 織田篤嗣、濱崎凌

M1 岩崎巧実、長井拓巳、東翔、柳崎真詩

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

- すばる望遠鏡を用いた高頻度突発天体探査 [8, 10]
- すばる望遠鏡を用いた戦略的大規模観測 [19, 33]
- 多波長輻射流体計算を用いた光度曲線計算 [9]
- 重力波電磁波追観測 [13, 16, 17, 18, 21]
- 超新星の観測的研究 [11, 14, 15]
- 高速電波バーストの光赤外線追観測 [7, 29, 30]
- 機械学習を用いた可視光突発天体探査 [12]
- 超新星残骸観測から探る超新星の性質 [20, 26]
- 金属欠乏星観測から探る初代星の性質 [22, 32]
- 超新星母銀河の電波観測 [23, 34]
- かに星雲の乱れた磁場による閉じ込め [28]
- 超新星爆発機構に対する制限 [31]

2 研究

当研究室では初代天体形成、低金属量星形成、銀河形成、超新星爆発、ガンマ線バースト、高速電波バースト、重力波源、活動銀河核について理論から観測まで幅広い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。

- 低質量種族 III 星はどこにあるか? [1]
- 初代星に対する金属降着の可能性 [2]
- ダスト冷却による金属欠乏星形成 [3]
- ミニハローあたりの種族 III 星の数 [4]
- 星形成ガス雲からのアウトフローの駆動条件 [5]
- 初代星形成ガス雲のイオン化度と磁場散逸 [6]
- 星形成ガス雲での磁場の進化 [24]
- 種族 III 星の残骸における金属欠乏星形成 [25]
- 第二世代星の化学的特徴 [27]

3 教育

最近の博士論文

- Random Walks in Relativistic Flow and Its Application to Gamma-Ray Bursts [柴田三四郎:2014年3月]

最近の修士論文

- 天の川銀河ハロー内で観測可能な初代星の数の概算 [横井慎吾:2014年3月]
- 初代星は矮小銀河ハローのどこにいるのか? [須藤佳衣:2014年3月]
- 時間変動選択による低光度 AGN の同定 [松本恵未子:2015年3月]
- 超新星爆発における ^{26}Al , ^{60}Fe の合成 [堤陵:2016年3月]

- 初代超新星爆発におけるフッ素生成 [柴田まさき:2017年3月]
- 乱流磁場増幅の一般的定式化について [望月星那:2017年9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] Ishiyama, T., et al., ApJ, 826, 9 (2016)
- [2] Tanaka, S. J., et al., ApJ, 844, 137 (2017)
- [3] Chiaki, G., Tominaga, N., & Nozawa, T., MNRAS, 472, L115-L119 (2017)
- [4] Susa, H., ApJ, 877, 99 (2019)
- [5] Higuchi, K., Machida, M. N., & Susa, H., MNRAS, 486, 3741-3754 (2019)
- [6] Nakauchi, D., Omukai, K., & Susa, H., MNRAS, 488, 1846-1862 (2019)
- [7] Keane, E. F., et al., Natur, 530, 453-456 (2016)
- [8] Tanaka, M., et al., ApJ, 819, 5 (2016)
- [9] Tolstov, A., et al., ApJ, 821, 124 (2016)
- [10] Morokuma, T., et al., PASJ, 68, 40 (2016)
- [11] Yamanaka, M., et al., PASJ, 68, 68 (2016)
- [12] Morii, M., et al., PASJ, 68, 104 (2016)
- [13] Yoshida, M., et al., PASJ, 69, 9 (2017)
- [14] Yamanaka, M., et al., ApJ, 837, 1 (2017)
- [15] Jiang, J.-A., et al., Natur, 550, 80-83 (2017)
- [16] Utsumi, Y., et al., PASJ, 69, 101 (2017)
- [17] Tanaka, M., et al., PASJ, 69, 102 (2017)
- [18] Utsumi, Y., et al., PASJ, 70, 1 (2018)
- [19] Aihara, H., et al., PASJ, 70, S4 (2018)
- [20] Katsuda, S., et al., ApJ, 856, 18 (2018)
- [21] Tominaga, N., et al., PASJ, 70, 28 (2018)
- [22] Ishigaki, M. N., et al., ApJ, 857, 46 (2018)
- [23] Hatsukade, B., et al., ApJ, 857, 72 (2018)
- [24] Higuchi, K., Machida, M. N., & Susa, H., MNRAS, 475, 3331-3347 (2018)
- [25] Chiaki, G., Susa, H., & Hirano, S., MNRAS, 475, 4378-4395 (2018)
- [26] Katsuda, S., et al., ApJ, 863, 127 (2018)
- [27] Hartwig, T., et al., MNRAS, 478, 1795-1810 (2018)
- [28] Tanaka, S. J., Toma, K., & Tominaga, N., MNRAS, 478, 4622-4633 (2018)
- [29] Niino, Y., et al., PASJ, 70, L7 (2018)
- [30] Tominaga, N., et al., PASJ, 70, 103 (2018)
- [31] Suwa, Y., Tominaga, N., & Maeda, K., MNRAS, 483, 3607-3617 (2019)
- [32] Ezzeddine, R., et al., ApJ, 876, 97 (2019)
- [33] Yasuda, N., et al., PASJ.tmp, 74 (2019)
- [34] Morokuma-Matsui, K., et al., ApJL, 879, L13 (2019)

神戸市立工業高等専門学校 理論宇宙物理学研究室

高見健太郎

1 構成

当研究室は、神戸市立工業高等専門学校（以下、神戸高専）一般科に属しており、広く物理学の教育と研究、そして、理論宇宙物理学の研究を行っています。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 高見健太郎*

*印は理論天文学懇談会会員

2 研究

【相対論的天体現象に関する理論的研究】

ここ数十年の観測結果により、宇宙には相対論的天体現象が多く存在することが明らかになった。相対論的天体現象とは、我々の住む日常世界とは大きくかけ離れたエネルギースケールや動的状況であり、一般相対性理論が極めて重要となる非常に激しい天体現象のことである。このような現象を解明するために、大きくわけて以下の3種類のアプローチを行っている：

(A) 「単純化されたモデルから現象の本質をさぐる」
対称性などを導入した理想化・簡略化されたモデルを用いて、現象の本質や特性を解析的に、もしくは摂動論的に調べる。

(B) 「Einstein 方程式などを数値的に解いて現実に近い複雑な現象をさぐる」

現実に近い条件の下で Einstein 方程式や相対論的流体方程式を数値的に解くことで、今まで不可能だった新しい物理現象や性質の発見を行なう。さらに、重力波や電磁波の観測と比較可能な定量的理論予測を行う。

(C) 「観測における理論的研究結果の応用方法の確立」
理論的研究結果と観測を直接結びつけるための研究を行う。特に、連星中性子星合体における理論予測された重力波を利用して、観測された重力波から、中性子星の半径や質量、未解明の高密度状態方程式を制限する方法などを開発している。

キーワード：

相対性理論、重力波、中性子星、ブラックホール、相対論的流体力学、大規模数値計算 など

3 教育

神戸高専では、低学年では一般教養科目、高学年になると専門科目が多くなる「くさび形」カリキュラムを採用しています。このように一般教養科目と専門科目がバランスよく配置されることによって、本科の5年間で、大学工学部と同程度の専門知識や技術を身につけることができます。

本科を卒業した学生は、大学への編入、高専の専攻科への進学、就職などの進路があります。この中で、専攻科へ進学した学生に対して、さらに2年間、本校で教育および研究指導を行い、研究開発能力や問題解決力を備えた広く産業の発展や活性化に寄与することのできる高度な技術者の育成を行っています。

4 連絡先

住所：〒651-2194 神戸市西区学園東町8丁目3番地
電話番号：078-795-3283

e-mail: takami_at_kobe-kosen.ac.jp (_at_ を @ に置換)

webpage: <http://www.kobe-kosen.ac.jp/~takami/KTakami/>

尾道市立大学 経済情報学部 宇宙物理学研究室

川口俊宏

1 構成

本研究室は天体物理学の研究を行っており、2019年9月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 川口俊宏*

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

各銀河の中心に鎮座する巨大ブラックホールについて、その形成過程やガス降着現象の解明、銀河との共進化の謎に取り組んでいます。

巨大ブラックホールの、種と進化史 [2, 3, 6, 8]・周辺の構造 [1, 5, 9]・ガス噴出 [4, 7] 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

天文学・宇宙関連と物理学関連の講義を行っています。また、3年生と4年生の専門演習も担当し、統計解析やデータ分析などのテーマで卒業研究指導を行っています。

4 連絡先

住所：〒722-8506 広島県 尾道市 久山田町 1600-2
電話番号: 0848-22-8312 (下記内線番号 xxx を入力)
当研究室についての情報は WWW でも得られます
(http://www.onomichi-u.ac.jp/kohyo/about_teacher/teacher/kawaguchi1.html)。また E-mail address は、

`username@onomichi-u.ac.jp`

です。内線番号 (xxx) と `username` は以下の通りです。

	内線番号	<code>username</code>
川口	612	kawaguchi

参考文献

- [1] S. Furui, Y. Fukazawa, H. Odaka, T. Kawaguchi et al., ApJ, 818, 164 (2016)
- [2] H. Shirakata, T. Kawaguchi, T. Okamoto, R. Makiya et al., MNRAS, 461, 4389 (2016)
- [3] T. Kirihara, Y. Miki, M. Mori, T. Kawaguchi and R.M. Rich, MNRAS, 464, 3509 (2017)
- [4] T. Kawaguchi, S. Ozaki, H. Sugai, K. Matsubayashi, T. Hattori et al., PASJ, 70, 93 (2018)
- [5] M. Hikitani, M. Ohno, Y. Fukazawa, T. Kawaguchi and H. Odaka, ApJ, 867, 80 (2018)
- [6] H. Shirakata, T. Okamoto, T. Kawaguchi, M. Nagashima et al., MNRAS, 482, 4846 (2019)
- [7] X. Chen, M. Akiyama, H. Noda, A. Uf, Y. Toba, I. Yamamura, T. Kawaguchi, M. Kokubo and K. Ichikawa, PASJ, 71, 29 (2019)
- [8] H. Shirakata, T. Kawaguchi, T. Oogi et al., MNRAS, 487, 409 (2019)
- [9] A. Tanimoto, Y. Ueda, H. Odaka, T. Kawaguchi et al., ApJ, 877, 95 (2019)

広島大学宇宙物理学研究室

小嶋康史

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、2019年7月1日現在の構成員は以下の通りです。

教授 小嶋康史*

助教 岡部信広

D2 南岳、佐久間大樹

D1 Ar Rohim

M2 岩下 憲之、上田和茂、越智望、木村優斗

M1 鈴木 一毅、奈女良 朱里、山本 涼一

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

当研究室では、天体物理学、相対論、銀河団観測に関する研究を主に行っています。具体的な研究対象は、現在の教員の研究テーマに関連し、ブラックホールやコンパクト天体の相対論的天体現象、パルサーやマグネターの磁気圏構造、銀河団の弱い重力レンズ解析、銀河団の多波長研究、等です。また、2019年4月に転出された山本一博先生と共同研究している大学院生もいます。現在は変遷期であり、研究内容の詳細、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してください。

3 教育

最近の博士論文

- Global Current Circuit Structure in a Resistive Pulsar Magnetosphere Model [加藤祐悟: 2018年3月]

最近の修士論文

- マグネターフレアによる重力波 [井村俊介:2018年9月]
- 衝突銀河団 A754 の弱い重力レンズ研究 [葛城 龍馬:2019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) また E-mail address は *username*@hiroshima-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>
小嶋康史	7365	ykojima-phys
岡部信広	7362	okabe

研究室ホームページ:

<http://theo.phys.sci.hiroshima-u.ac.jp/astro/index.html>

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

呉工業高等専門学校 一般科目 自然科学系分野

川勝望

1 構成

呉工業高等専門学校（以下、呉高専）の自然科学系分野では、広く物理・数学の教育および研究を行っており、2019年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

准教授 川勝望*

准教授 小林正和*

助教 野村真理子*

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

研究対象は以下の通りです。

2.1 超巨大ブラックホールと銀河の共進化（川勝）

銀河から超巨大ブラックホールまでのガス降着過程と、ブラックホール近傍からの輻射や Wind によるフィードバック効果を取り入れた理論モデル「多階層連結モデル」の構築を行っています。特に、近年は、銀河からのガス供給により形成される数 10 パーセク程度の銀河核ガス円盤の構造・進化に関する研究 [1]、活動銀河核ジェットと周辺ガスとの相互作用についての研究 [2]、活動銀河核ジェットの組成についての研究 [3] を行っています。

2.2 銀河・活動銀河中心核の形成・進化（小林）

銀河・活動銀河中心核形成の準解析的モデルの開発と、それを用いた理論研究を行っています。近年は、世界最大規模の N 体シミュレーションの実行結果 [4] に、バリオンの進化モデルを加えて構築した “New Numerical Galaxy Catalog” (ν^2GC) [5] を用いて、高赤方偏移銀河や宇宙近赤外線背景放射の研究を行っています。

2.3 ブラックホール降着円盤からのガス噴出流（野村）

ブラックホールを取り巻く降着円盤から噴出するアウトフローについて、主に輻射流体力学シミュレーションを用いた研究 [6] を行っています。近年は、X 線スペクトル観測とシミュレーション結果の比較によって、活動銀河核から噴出する超高速アウトフローの加速メカニズムを探る研究 [7] や、理論モデルを環境や質量の異なるブラックホールに適用し、アウトフローが超巨大ブラックホールの形成過程に及ぼす影響についての研究を行っています。

3 教育

呉高専では、本科 5 年を卒業後、約 10% の学生が編入学試験を経て大学 3 年次に編入学します。近年では、本校の本科を卒業後に本校専攻科に進学し、専攻科 2 年を修了して大卒と同じ「学士」の資格を取得した後に、工学系大学院へ進学する学生も増えてきました。自然科学系分野では、主に高校から大学レベルの

数学（偏微分、2重積分、微分方程式など）や物理学（量子力学など）までの教育を担当しています。また、本校では、学年および学科の異なる学生同士でチームを組んで、技術者が備えるべき分野横断的な能力を養う「インキュベーションワーク」を実施しており、その中で宇宙・物理に関係するテーマ（天文教育教材の製作、ペットボトルロケット製作など）の指導をしています。大学院が本校の学生に対する研究指導は行っておりませんが、外部の大学院生と共同研究を通して研究指導することもあります。

- [4] T. Ishiyama, M. Enoki, M. A. R. Kobayashi, et al., PASJ, 67, 61 (2015)
- [5] R. Makiya, M. Enoki, T. Ishiyama, M. A. R. Kobayashi, et al., PASJ, 68, 25 (2016)
- [6] M. Nomura, K. Ohsuga, H. R. Takahashi, K. Wada, T. Yoshida, PASJ, 68, 16 (2016)
- [7] M. Nomura, K. Ohsuga, MNRAS, 465, 2873 (2017)

4 連絡先

住所：〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11
 電話番号:ダイヤルイン方式で、0823-73-xxxx（xxxxは下記内線番号）

当研究室についての最新の情報は
<https://www.kure-nct.ac.jp/>
 でも得られます。また E-mail address は、
username@kure-nct.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>
川勝	8436	kawakatsu
小林	8430	m-kobayasi
野村	8439	m-nomura

参考文献

- [1] T. Izumi, N. Kawakatu, K. Kohno, ApJ, 827, 1 (2016)
- [2] N. Kawakatu, M. Kino, F. Takahara, MNRAS, 4557, 1 (2016)
- [3] M. Kino, K. Wajima, N. Kawakatu, et al., ApJ, 864, 2 (2018)

山口大学大学院創成科学研究科物理学分野

坂井伸之

1 構成

宇宙物理学（理論）関係の研究室は、理論宇宙物理学研究室^Rと素粒子・重力理論研究室^Sの2つです。2019年10月1日現在の構成員は以下の通りです。

* 印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員。

教員 白石清^S、坂井伸之^{R*}、齊藤遼^{R*}

研究員 國安正志^S

D3 家舗真衣^{R*}

D1 呉震遠 (Wu Zhenyuan)^R

M2 滝本航士郎^S、谷和真^R、中村祐貴^R

M1 諫山拓^R、金子和寛^R

2 研究

1. 非正統的重力理論 [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. 数理物理 [2]: 素粒子物理学や重力理論に関連した数理物理を研究しています。

3. 重力理論の検証 [3, 4]: 現在の加速膨張やインフレーションが重力理論の一般相対性理論からの修正によって引き起こされている可能性について、その修正によって生じる現象論的帰結を調べることで、検証を行っています。特に修正重力理論に広く共通する「第5の力」に着目し、宇宙論的な対象だけでなく、天体を用いた検証を近年では行っています。

4. 量子重力理論と現象論 [5]: 超弦理論といった量子重力理論の存在を仮定した際に課されると予想されている低エネルギー有効理論への制限 (Swampland 仮説) について、その現象論的帰結を調べることで、量子重力理論・現象論双方への制限を調べています。

5. ブラックホールとブラックホール擬似天体 [6]: 「電波観測や重力波観測からブラックホールと推定されている天体は本当にブラックホールか?」という動機によって、普通のブラックホールと見分けのつきにくい未知天体 (ワームホール・グラバスター・高次元ブラックホール・ボソンスター) の観測的特徴 (マイクロレンズ・シャドウ等) を調べています。

6. スポーツ物理学 [7]: 剣道・野球・テニス等における合理的な運動を、スポーツの専門家と連携して研究しています。対象は宇宙物理とは直接関係ありませんが、重力と慣性力の等価性やパルサーの高速回転等、宇宙物理からヒントを得て高速運動を生み出すメカニズムの幾つかを発見し、物理学的根拠に基づいた指導法を考案しています。

3 教育

最近の博士論文

- Dirac-Born-Infeld 型 k 場の理論における Q-ball とその安定性について [國安正志:2017年3月]
- ブラックホールとブラックホール擬似天体の観測的検証に対する理論研究 [大神隆幸:2018年3月]

最近の修士論文

- ハイブリッドインフレーションにおける初期値鋭敏性と非一様時空のダイナミクス [篠田智明:2017年3月]

- 宇宙の相転移における真空泡の形成と進化 [伊藤圭汰:2018年3月]
- Braneworld black hole と Ellis wormhole の観測的検証のための理論研究 [南里啓太郎:2018年3月]
- R^2 重力理論におけるインフレーションの初期値依存性 [河本悠志:2019年3月]

4 連絡先

住所：〒753-8512 山口市吉田1677-1 山口大学理学部

電話：083-933-内線番号

E-mail：username@yamaguchi-u.ac.jp

学科 URL：

<http://www.sci.yamaguchi-u.ac.jp/ja/dep/pi/labs.html>

	内線番号	username
白石	5681	shiraish
坂井	5672	nsakai
齊藤	5677	rsaito
國安		mkuni13
家舗		g005wb

参考文献

- [1] N. Kan & K. Shiraishi, “An ostentatious model of cosmological scalar-tensor theory”, *Mod. Phys. Lett. A* 34, 1950144 (2019); N. Kan & K. Shiraishi, *Phys. Rev. D* 94, 104042 (2016); *ibid.* 96, 103009 (2017); *Eur. Phys. J. C* 78, 257 (2018); N. Kan, T. Maki & K. Shiraishi, *Phys. Rev. D* 94, 084001 (2016); M. Kuniyasu, N. Sakai & K. Shiraishi, *ibid.* 94, 116001 (2016); N. Kan, M. Kuniyasu, K. Shiraishi & K. Takimoto, *ibid.* 98, 044054 (2018); N. Kan, K. Shiraishi & M. Yashiki, *Gen. Rel. Grav.* 51, 90 (2019).
- [2] N. Kan & K. Shiraishi, “Deconstructing the Gel’fand-Yaglom Method and Vacuum Energy from a Theory Space”, *Adv. Math. Phys.* 2019, 6579187 (2019); N. Kan & K. Shiraishi, *J. Phys. A* 51, 035203 (2018); K. Kobayashi, N. Kan & K. Shiraishi, *Adv. High Energy Phys.* 2018, 2396275 (2018).
- [3] M. Yashiki, “Inflation and cosmological dynamics in $f(R)$ gravity”, *Phys. Rev. D* 96, 103518 (2017).
- [4] T. Nakamura, T. Ikeda, R. Saito & C. M. Yoo, “Chameleon field in a spherical shell system”, *Phys. Rev. D* 99, 044024 (2019); E. Babichev, K. Koyama, D. Langlois, R. Saito & J. Sakstein, *Class. Quant. Grav.* 33, 235014 (2016); J. Sakstein, E. Babichev, K. Koyama, D. Langlois & R. Saito, *Phys. Rev. D* 95, 064013 (2017); D. Langlois, R. Saito, D. Yamauchi & K. Noui, *ibid.* 97, 061501 (2018).
- [5] H. Fukuda, R. Saito, S. Shirai & M. Yamazaki, “Phenomenological consequences of the refined swampland conjecture”, *Phys. Rev. D* 99, 083520 (2019).
- [6] M. Kuniyasu, K. Nanri, N. Sakai, T. Ohgami, R. Fukushige & S. Koumura, “Can we identify massless braneworld black holes by observations?”, *Phys. Rev. D* 97, 104063 (2018); T. Kubo & N. Sakai, *ibid.* 93, 084051, (2016); T. Ohgami & N. Sakai, *ibid.* 94, 064071 (2016).
- [7] 竹田隆一・坂井伸之「剣道の教えは理に合っているのか!?!」*剣道日本* 2019年8月号, 74 [<https://kendo-nippon.co.jp/post-912>]
坂井伸之・牧琢弥・竹田隆一, *武道学研究* 49, 1 (2016); 坂井伸之・竹田隆一・井上あみ・柴田一浩, *武道学研究* 51, 1 (2018); 坂井伸之・牧琢弥・竹田隆一・柴田一浩, *武道学研究* 51, 11 (2018)

高知工業高等専門学校 立川研究室

立川崇之

1 構成

立川研究室は、計算機を活用して自然科学の諸問題を解明すること、および情報セキュリティ教育の教材開発を行っております。2019年5月1日現在の構成員は以下の通りです。

この他に本科5年生（大学2年生相当）が2名所属し、卒業研究に取り組んでおります。

准教授 立川崇之*

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

指導教員の最近の主な研究対象は以下の通りです。

1. 宇宙の大規模構造形成における初期値問題
宇宙の大規模構造形成においては、宇宙の晴れ上がりからある程度の時期までを Lagrange 的摂動論で計算し、計算結果を宇宙論的 N 体シミュレーションの初期条件として与え、現在に至る構造形成のシミュレーションを行います。
初期条件として与える摂動の次数、および初期条件を設定する時期について、妥当な時期を検証しています [1]。
2. 一般相対論的效果を取り込んだ N 体シミュレーション
中間質量、あるいは大質量ブラックホールを含む系の進化を考える際、ブラックホールと周囲の天体との相互作用が Newton 重力では不十分ではないかと考えました。そこで、ブラックホー

ルと周囲の天体との相互作用について、Post-Newtonian 近似を適用し、部分的に一般相対論的效果を取り込んだシミュレーションを行っております。この際に、GPU を用いて Post-Newtonian 近似の相互作用も高速に計算できるようにしました [2]。

この他にも卒業研究で配属された学生の希望に沿って、様々な研究に取り組んでおります。

3 教育

初年度なので、卒業論文（準学士論文）はまだございません。

4 連絡先

住所：〒783-0004 高知県南国市物部乙 200-1
電話番号:ダイヤルイン方式で、088-864-5352
指導教員の近況については以下の Web ページで確認できます。
<http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/tatekawa.takayuki/>
E-mail address は、
tatekawa-atmark-kochi-ct.ac.jp
です。（-atmark- を適切な文字に置き換えてください）

参考文献

- [1] T. Tatekawa, JCAP, 04, 025 (2014)
T. Tatekawa, arXiv:1901.09210
- [2] T. Tatekawa, Commun. Comput. Phys., 25, 68-83 (2019)

福岡大学理学部 理論天体物理学研究室 ㍻㍻ 固武慶

1 構成

当研究室では、大質量星の重力崩壊やコンパクト天体の形成過程を明らかにすべく、主に数値シミュレーションを用いた理論研究を行っている。2019年4月1日現在の構成員は以下の通りである。

教授 固武 慶*

助教 中村 航*

PD 松本 仁*、柴垣 翔太

M2 岐部 秀和、秀島 健太、山本 浩之

M1 浴本 真実、中村 拓未

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

重力崩壊型超新星は太陽質量の約10倍を超える大質量星がその進化の最終段階に示す大爆発現象である。超新星は一天体現象ではありながら、それ自体が中性子星、ブラックホール、マグネターといった極限的コンパクト天体の形成過程そのものであり、超新星の爆発機構を明らかにすることは、恒星進化論の最重要テーマの一つである。この問題に対して、星が持つ自転、磁場のようなマクロ物理と、ニュートリノ反応を始めとするミクロ物理の効果 [1] に着目した上で、主に数値シミュレーションを用いた研究を行なっている [2, 3]。特に最近では、爆発時のマルチメッセンジャーシグナル（ニュートリノ、重力波、電磁波放射）の理論的予測を行い [4, 5]、将来のマルチメッセンジャー観測から如何に爆発メカニズムに迫ることができるか、その可能性を探求する研究に力点を置いて進めている。

3 教育

最近の修士論文

- 自転を伴う超新星爆発からの重力波シグナルの系統的特徴 [日永田 琴音:2019年3月]
- 自転を伴う超新星爆発からのニュートリノシグナル [水口 万結香:2019年3月]

4 連絡先

住所：〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈8-19-1
電話番号:ダイヤルイン方式で、092-871-6631（内線番号6155）
当研究室についての最新の情報は [www](http://www.cis.fukuoka-u.ac.jp/~kkotake/) でも得られます (<https://www.cis.fukuoka-u.ac.jp/~kkotake/>)。

参考文献

- [1] K. Kotake, T. Takiwaki, T. Fischer, K. Nakamura, & G-M. Pinedo, *ApJ*, 853, 170, (2018)
- [2] T. Kuroda, K. Kotake, T. Takiwaki, & F.K. Thielemann, *MNRAS Letters*, 477, L80 (2018)
- [3] K. Nakamura, T. Takiwaki, & K. Kotake, *PASJ* accepted, eprint arXiv:1904.08088.
- [4] K. Hayama, T. Kuroda, K. Kotake, & T. Takiwaki, *MNRAS Letters*, 477, L96 (2018)
- [5] T. Takiwaki & K. Kotake, *MNRAS Letters*, 475, L91 (2018)

九州大学 惑星系形成進化学研究室

町田正博

1 構成

惑星系形成進化学の研究室は、理論グループと実験グループに分かれています。理論グループは、星・惑星形成などの研究を研究しています。実験グループは、隕石などの解析による初期太陽系の起源・進化の研究を行っています。2019年8月31日現在の構成員は以下の通りです。

教授 関谷実

准教授 岡崎隆司, 町田正博*

PD 平野信吾

D3 樋口公紀, 松下祐子

D1 古賀駿大, 佐伯優

M2 岩崎真也, 西岡宰

M1 川崎良寛, 佐藤亜沙子, 原田直人, 柳玉華

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

理論グループは磁気流体シミュレーションを用いて星形成の母体である分子雲コアの重力収縮過程、原始星の形成、星周円盤の形成、円盤中での惑星の誕生の過程の研究をしています。参考文献 [1, 2, 3, 4, 5] 参照。

3 教育

最近の修士論文

- 宇宙の進化と星形成過程の変遷 [樋口公紀]

- 大質量星からのアウトフロー [松下祐子]
- 超巨大質量ブラックホールの進化 [高野凌平]
- 宇宙初期に誕生した低質量な初代星の生存可能性 [下山ちひろ]
- ホール効果がもたらす円盤成長 [古賀駿大]
- 宇宙進化における階層的構造形成とダークハローの成長 [宮首宏輝]
- 白色矮星の周りの第2世代の円盤進化 [劉本哲大]
- 連星形成 [佐伯優]

4 連絡先

住所：〒819-0395 福岡市西区元岡744番地九州大学。
当研究室についての最新の情報は [www](http://www.kyushu-u.ac.jp/~jupiter) でも得られます (<https://jupiter.geo.kyushu-u.ac.jp/index.html>)。また E-mail address は、machida.masahiro.018@m.kyushu-u.ac.jp

参考文献

- [1] Matsushita et al., Y., et al. 2019, ApJ, 871, 221
- [2] Higuchi, K., et al. 2019, MNRAS, 486, 3741
- [3] Koga, S., et al., MNRAS, 484, 2119
- [4] Hirano, S., & Machida, M. N. 2019, MNRAS, 485, 4667
- [5] Machida, M. N., & Basu, S. 2019, ApJ, 876, 149

九州産業大学 理工学部

中村賢仁, 鴈野重之

1 構成

九州産業大学理工学部には機械工学科所属の中村と、電気工学科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。2019年8月現在の構成員は以下の通りです。(*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員)

准教授 中村賢仁*, 鴈野重之*

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

2 研究

2.1 BH 連星アウトバースト (中村)

MHD+熱伝導の数値的研究を行っています。

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。とくに大質量星からの星風降着過程や、質量降着する連星系の進化過程を数値的に研究しています。また、天文教育/科学コミュニケーションに関する研究も行っています [1, 2, 3, 4, 5].

3 教育

九州産業大学では、理工系の1, 2年次学生に対し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

参考文献

- [1] 鴈野重之, 縣秀彦, "日本の大学における天文学シラバス調査～教養教育課程の現状～" 天文教育, vol. 30, no. 2, pp. 4-15, (2018)
- [2] S. Karino, "The nature of donors in ultraluminous X-ray binaries powered by neutron stars", MNRAS, Vol. 474, Issue 4, p.4564-4570 (2018)
- [3] S. Karino, K. Nakamura & A. Taani, "Stellar wind accretion and accretion disk formation: Applications to neutron star high-mass X-ray binaries" PASJ, Vol. 71, Issue 3, id.58 (2019)
- [4] L. Canas, H. Agata, H. Yamaoka & S. Karino, "Behind the Scenes of CAP2018 Japan: Producing the Largest Astronomy Communication Conference to Date" CAP Journal, Vol. 25, p.7 (2019)
- [5] A. Taani, S. Karino, L. Song, et al., "On the possibility of disk-fed formation in supergiant high-mass X-ray binaries", RAA, Vol. 19, Issue 1, article id. 012 (2019)

琉球大学宇宙物理学研究室

瓜生康史、谷口敬介

1 構成

琉球大学宇宙物理学研究室は、理学部物質地球科学科物理学系に所属しており、大学院は理工学研究科物質地球科学専攻（修士）と理工学研究科総合知能工学専攻（博士）に属しています。2019年8月1日現在の構成員は以下の通りで、これに加え例年2~4名の卒業研究生（学部4年生）が配属されます。

教授 瓜生康史*

准教授 谷口敬介*

M1 大山功

*印は理論天文学宇宙物理学懇談会会員

2 研究

相対論的宇宙物理学、特に高密度天体の構造に関する研究や数値相対論の研究を主に行っています。

相対論的な回転星の構造

最近の研究で、比角運動量が一定の回転から剛体回転までを含む差動回転則の表式とその積分形を導くことに成功し、様々な差動回転をする高密度星の解を求めるコード開発に成功しました。また、3軸不等に変形したり、極めて強い磁場を伴った、高速回転高密度星の計算法を開発しています。

コンパクト連星の一般相対論的準平衡解

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。

3 教育

最近の修士論文

- 一般相対論における高速回転星の平衡形状解析のための数値計算コード開発 [上原力也: 2019年3月]

最近の卒業研究

- スペクトル表現による状態方程式を用いた中性子星の構造 [高安祐太、上地琢登: 2019年3月]
- 一般相対論的膨張宇宙モデルの考察 [田港朝葵: 2019年3月]
- Black Hole Shadow [兼次恵李沙: 2019年3月]

4 連絡先

住所：〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1番地
電話番号：098-895-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.phys.u-ryukyu.ac.jp/wiki/) でも得られます (<http://www.phys.u-ryukyu.ac.jp/wiki/>)。また E-mail address は、

`username@sci.u-ryukyu.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>
瓜生	8521	uryu
谷口	8522	ktngc