日本の理論天文学

－理論天文学懇談会研究室紹介－

第 1 号　　1995 年

理 論 天 文 学 懇 談 会

Association of Japanse Theoretical Astronomers

日本の理論天文学

第 1 号　　1995 年

目　次

Theoretical Astronomy in Japan

No. 1 1995

はじめに

杉 之 原 立 史
花 輪 知 幸

理論天文学懇談会(理論懇)は、日本の理論天文学の研究者が互いに情報交換を行い、親睦を深める目的で、1988 年 に設立されました。設立以来、会員数は順調に増加し、1995 年 11 月 現在 210 名を数えるに至っています。会員は全国の様々な研究機関にちらばり、その研究内容も多岐にわたっています。

この冊子は、理論懇会員の研究について相互理解を深めることを目的として編集されたものです。冊子の内容は、理論懇の会員の所属している研究グループ毎に、所属メンバーの紹介、研究内容の概略、連絡先をまとめたものになっています。各研究グループを代表して、それぞれ 1 ~ 2 名の方に執筆していただきました。

原稿依頼の期間が短く、執筆のお願いが不徹底だった部分もあったため、会員が所属しているすべてのグループが掲載されているわけではありません。不掲載となってしまった研究グループの方にはおわび申し上げます。悪しからずご了承くださいますようお願いいたします。

共同研究のパートナーや研究会の講演者探しに、この冊子はきっとお役に立つことでしょう。また、理論懇会員以外の方も、一読していただければ、現在どこでどのような研究が行われているかを知ることができます。特に、理論天文学を志す学部学生の方に、大学院受験の際の研究室選択の参考にしていただければ幸いに存じます。

最後になりましたが、研究にお忙しいところ原稿を執筆して下さいました理論懇会員の方々に、感謝の意を表させていただきます。

1995 年 12 月 1 日
「日本の理論天文学」編集者

北海道大学理学部物理学科 宇宙物理研究室

和 田 桂 一

1. 構成

羽部 朝男 *(助教授)
太田 完爾、西川 敦子、矢地 晴一 (D3)
木村 徹 (D2): 嵯峨 治彦、藤田 貢崇 (D1)
栗野 嵩志、福田 浩之 (M2): 羽生 千亜紀 (M1)
石井 通也、堀井 俊和 (4)
野桜 俊也、室谷 秀明 (研究生)
和田 桂一 *(情報処理教育センター 助手)
1995年10月31日 現在、 * 印は理論懇会員

2. 研究

[銀河団の進化] 膨張宇宙の初期密度揺らぎから銀河団が形成されX線銀河団として進化する過程を研究している。銀河団の高温銀河間ガスからのX線は銀河団の質量分布に関する情報をもたらしてくれるため、そのガスの性質がどのようにして決定されるのかを明らかにすることが重要である。そこで、原始銀河における爆発的星形成によるエネルギー供給やメタル放出が銀河団からのX線の性質にどの様な影響を与えるのか、を研究している [1] [2]。

[銀河中心の活動的現象] 銀河中心付近の活動現象にはその領域への ガスの fueling が密接に 関わっている。我々はガスの自己重力の bar-driven fueling に対する影響を調べている。最近、銀河中心付近の massive gas disk において、非常に time scale が短く、より銀河中心近傍への新しいガス供給のプロセスがあることを見いだした [3]。また、binary black hole が銀河中心付近のガスに及ぼす影響についても調べている。

[銀河のガス及び恒星系の力学進化] 非軸対称性重力ポテンシャル中でのガスの共鳴励起構造について解析的及びシミュレーションにより研究している [4]。また、電波、近赤外観測グループと共同で、系外銀河、 our Galaxy の構造について明らかにする研究を行っている [5]。

[星間ガスの構造・進化] 分子雲の衝突、収縮による星形成のトリガーのメカニズム、磁場の影響について調べている。

3. 最近の博士、修士論文

(修) 銀河団のX線光度関数に対する原始銀河のエネルギー放出の影響 [嵯峨: 1995年3月]
(修) 星間雲の衝突による星形成の励起 [木村: 1994年3月]
(修) 分子雲中の超新星爆発 [海藤: 1994年3月]
(修)cold dark matter 宇宙におけるX線銀河団の形成と進化 [矢地: 1993年3月]
(博)Gaseous structure excited by resonances in a non-axisymmetric gravitational potential [和田: 1993年12月]

4. 連絡先

住所: 〒060 札幌市北区北10西8丁目
電話番号 (ダイアルイン 011-706-xxxx) :

羽部 (habe@phys.hokudai.ac.jp)	2693
西川、矢地、木村、嵯峨	3516
藤田、羽生、栗野、福田	3516
石井、堀井	706-3562
野桜、太田	3562
和田 (wada@hipecs.hokudai.ac.jp)	3556

FAX: 011-727-3498, 011-706-4927(和田)
WWW: http://avalon.phys.hokudai.ac.jp/

参考文献

[1] A.Habe, S.Yachi and D.WalshA.Habe, in Evolution of the Universe ans its Observational Quest ed. by K. Sato, University Academy Press (1994), 439-440.

[2] M.Hattori, T.Yoshida and A.Habe, MN, 275, 1195-1210,(1995).

[3] K.Wada and A.Habe, MNRAS in press.

[4] K.Wada, PASJ, 46, 165 (1994).

[5] K.Wada et al., ApJ, 437, L123-L125 (1994).

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.3–3)

北海道大学理学研究科太陽系物理学研究室

山 本 哲 生

1. 構成

太陽系物理学研究室は正式には、北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球惑星物質科学分野に所属します。研究室では物質科学的な側面からの惑星科学の理論的および実験的研究を行っています。昨年度から発足したばかりの新研究室です。 1995 年 10 月現在の構成員は以下の通りです。

山本 哲生 (教授)*
橋元 明彦 (助教授)
城野 信一 (D1)
岡嶋 滋生 (M1)
関口 朋彦 (M1)
松下 明紀 (M1)
道上 達広 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 宇宙環境における生体有機物質の生成

さまざまな組成比の H_2O, CO, CO_2, NH_3, CH_4 混合ガスに MeV オーダーの陽子線を照射実験を行い、生成される種々のアミノ酸の収量を分析した。これをもとに惑星大気、彗星環境における生体有機物の生成について論じた。横浜国大、東工大等のグループとの共同研究。 [1]

2.2 コランダムの光学特性

星間および惑星間ダスト、隕石の成分の一つと考えられるいくつかの種類のコランダム (Al_2O_3) の複素屈折率を紫外から赤外波長域にわたって測定した。京都薬大、立命館大学のグループとの共同研究。 [2]

2.3 宇宙雪氷学

星間分子雲から原始太陽系にいたる種々の氷星間塵の進化についての レビューを行った。 北大低温研グループ との共同研究。

2.4 彗星の起源と熱史

彗星の起源と熱史についてのレビューを行った。

3. 教育

まだ課程修了者が出ていないため、最近の博士論文と修士論文はありません。

4. 連絡先

電話番号はダイアルイン方式で、 011-706-xxxx 番です。また E-mail address は、
username @epms.hokudai.ac.jp
です。内線番号 (xxxx) と課題名 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
山本	3857	yamamoto
橋元	3571	akihiko
城野	3519	sirono
岡嶋	3519	okajima
関口	3519	sekiguti
松下	3519	matusita
道上	3519	mitikami

参考文献

[1] K. Kobayashi, T. Kaneko, M. Tsuchiya, S. Saito, T. Yamamoto, J. Koike, T. Ohshima, Formarion of Biiorganic Compounds in Planetary Atmosheres by Cosmic Radiation, Adv. Space Res., Vol. 15, No. 3, pp. (3)127 – (3)130 (1995)

[2] C. Koike, C. Kaito, S. Kimura, T. Yamamoto, H. Shibai, and H. Suto Extinction Spectra of Corundum in the Wavelengths from UV to FIR Icarus 114, 203–214 (1995)

[3] J. M. Greenberg, H. Mizutani and T. Yamamoto, A new derivation of the tensile strength of cometary nuclei: application to comet Shoemaker–Levy 9, A&A, 295, L35 - L38 (1995)

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.4–4)

弘前大学理学部物理学科量子論講座 (宇宙物理学)

葛 西 真 寿

1. 構成

量子論講座では，相対論的宇宙論を研究している。1995 年 10 月 1 日 現在の構成員は以下の通り。

氏名	身分	*username*
葛西 真寿 *	(助教授)	kasai
浜名 崇	(M2)	hamana
平野 秀和	(M2)	hirano
藤田 健一	(M2)	kenichi
二間瀬 香代子	(M2)	satoka
森田 正亮	(M2)	masaaki
鎌田 洋幸	(M1)	kamada

* 印は理論天文学懇談会会員
また構成員の E-mail address は，それぞれ
username@phys.hirosaki-u.ac.jp 。

2. 研究

2.1 重力レンズ効果と観測的宇宙論

重力レンズは宇宙の大域的幾何学を探る新しい "目" として注目されている。統計的重力レンズ効果の解析は，密度パラメータ Ω_0，宇宙項 Λ などの決定に対して有効な方法である。特に我々は，現在得られている観測データから，現在の宇宙項の値が支配的な大きさであるような宇宙モデルは支持されないことを示した。

2.2 非一様宇宙の一般相対論的考察

現実の宇宙の物質分布は超銀河団のスケールまで非線形，非一様である。このような非一様宇宙をいかに記述するかは，宇宙論において重要な課題の一つである。我々はこのような現実的非一様宇宙を記述する近似法を一般相対論に基づいて考察している。

2.3 量子力学における一般相対論的効果

量子力学と一般相対論の共存は難しい問題だが，両者の効果が同時に現れる実験が存在する。中性子干渉計を使った実験である。我々は，重力波や慣性系のひきずりなどの一般相対論固有の現象が量子論的干渉にどのような影響を与えるかを考察している。

3. 教育

最近の修士論文

- Analysis of the Post Newtonian Approximation in the 3+1 formalism
  [浅田 英樹: 1994 年 2 月]
- ボソンスターの回転と状態方程式に関する考察
  [小林 裕介: 1994 年 2 月]
- Numerical investigation of the gravitational lens effect
  [長尾 影幸: 1994 年 2 月]
- Cosmologically observational effects due to the nonlinear inhomogeneity
  [山本 由広: 1994 年 2 月]
- 量子力学における一般相対論的効果
  [和島 茂: 1995 年 2 月]

4. 連絡先

住所
郵便番号 036 青森県弘前市文京町 3 番地
弘前大学理学部物理学科 量子論講座
電話番号 (葛西)
0172-36-2111 (内線: 4171)
ホームページ
http://sci.hirosaki-u.ac.jp/~ryoshi/index-j.html

東北大学理学部天文学教室 (理論分野)

千　葉　柾　司

1. 構成

当天文学教室は正式には東北大学大学院理学研究科天文学専攻に所属します。当教室では、理論天体物理学及び観測天文学、または両方にまたがって研究しているスタッフ (199511月1日現在10名) がおりますが、ここでは理論天文学懇談会に所属している方だけを紹介します。 1995年11月1日 現在の構成員は以下の通りです。

竹内　峯　(教授)
土佐　誠　(教授)
斉尾　英行　(教授)
二間瀬敏史　(教授)
鏑木　修　(助教授)
野口　正史　(助教授)
千葉　柾司　(助手)

2. 研究

2.1 水素欠乏星の振動

星の進化の末期にある水素欠乏星の振動は、その大きな光度質量比の為に断熱振動とはかけ離れた振動をする。このような振動の励起機構を考察し、それらが励起される条件を明らかにした。副産物として、連星系のなかにある水素欠乏星が将来Type Ib超新星となりうる星であることを示した。

2.2 MONDによる渦巻銀河の回転曲線

通常渦巻銀河のflatな回転曲線を説明するのにダークハローの存在が仮定されるが、 Milgromによって考え出されたMOND(Modified Newtonian Dynamics)に基づくとダークハローを考えなくてよい。我々は、銀河の円盤形成における 粘性—星形成進化、 およびポーラーリング銀河の回転曲線もMONDによって説明されることを示した。

2.3 銀河の形成、進化、相互作用

野口を中心とするグループ (院生4名) は、 数値シミュレーションによって銀河の形成過程や力学進化、銀河間の相互作用に伴う活動現象等を研究している。肝要な点は、従来あまり注意の払われなかった星間ガスの力学的役割に注目し、星間ガスと銀河力学や星形成史の関連を多様な条件のもとで解明しようとしていることである。最近の主な結果は、マージャ銀河における 新しいタイプのガス供給メカニズムの発見、 マジェラン雲系の星間ガス力学モデルの構築、棒状銀河の起源に関する統一的描像の提唱などである。

2.4 宇宙の構造形成と宇宙論

構造形成及び銀河形成の過程は、膨張宇宙のモデルに密接に関連しており、換言すれば、構造形成及び銀河形成を研究することによって、宇宙論を議論することが可能である。 具体的には、 QSOの吸収線系に基づいた構造解析、吸収線系と銀河形成との関連、 QSOの重力レンズ効果の解析、銀河団による重力レンズ、階層的クラスタリング及びバリオン物理を考慮した銀河形成進化の研究、非一様宇宙のダイナミクス、 銀河収縮の数値シミュレーション等 の研究を行なっている。

2.5 中性子・ブラックホール磁気圏およびブラックホール熱力学

中性子星や ブラックホールの周囲にできる 降着円盤、 電磁ジェット、 電磁流体力学風等の構造や性質を、電気伝導度無限大の極限 (ideal-MHD 近似) を取らずに有限値にとどめたまま (resistive-MHD) で調べている。電気抵抗の存在は重力エネルギーの熱化において本質的であるばかりでなく、電気的に外部から駆動される可能性のある系は ideal-MHD では記述できない。

その他、巨大ブラックホール連星を第一駆動者とする活動銀河核の新しいモデル作りや、ブラックホール熱力学の研究も行っている。

3. 教育

最近の博士論文　(理論分野)

- 円盤状伴銀河の落下に関する数値シミュレーション [小島 誠: 1995年3月]
- 円盤銀河の化学進化 [塩谷 泰広: 1995年3月]

- 銀河団における磁気乱流による宇宙線の加速とガスの加熱 [大野 寛: 1995 年 3 月]

最近の修士論文　(理論分野)

- 銀河の合体と 中心核へのガス供給メカニズム [戸次 賢治: 1993 年 2 月]
- Wolf-Rayet 星における恒星風 [金子 朋史： 1993 年 2 月]
- マジェラン雲系 の ガス力学 と星形成 [吉澤 明: 1995 年 2 月]
- 宇宙の構造形成における宇宙項の効果 [中本 暢一: 1995 年 2 月]
- cD 銀河の形成 [桟 卓哉: 1995 年 2 月]
- ブラック ホール の 熱力学的 安定性 について [佐々木 崇： 1995 年 2 月]

4.　連絡先

ファックス: 022-217-6513
電話: 022-217-xxxx (ダイヤルイン)
E-mail: *username* @astr.tohoku.ac.jp

内線番号 (xxxx) と *username* は以下の通りです。

	内線番号	*username*
事務室	6512	
竹内	6500	takeuti
土佐	6501	tosa
斉尾	6502	saio
二間瀬	6504	tof
鏑木	6506	okabu
野口	6507	noguchi
千葉	6509	chiba

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.7–7)

山形大学理学部物理学科・宇宙物理グループ

柴　田　晋　平

1. 構成

山形大学理学部物理学科には宇宙物理学の研究グループがあります。同じ物理学科には、X 線天文学・宇宙線物理学の実験系のグループがあります。

1995 年 10 月 31 日 現在の理論系の構成員は以下の通りです。

前澤 潔 (教授)*、渋谷 仙吉 (助教授)、柴田 晋平 (助教授)*、梅林 豊治 (情報処理センター助教授)、岩渕 明子 (研究生)、高橋 秀明 (研究生)、堀 美知留 (研究生)、佐藤 謙 (M2)、菅原 健 (M1)。

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 宇宙電磁気学と高エネルギー天文学

理論的な宇宙物理学の研究の中でとくに、磁場の効果に注目して研究しているところに本研究グループの特徴があります。最近では、X 線ガンマ線による観測が進歩したこともあって、宇宙における粒子加速のメカニズム (これは電磁気的作用による) の研究を推進しています。また、実験グループと共同して X 線天文衛星のデータ解析も行なっています。

[電磁流体力学]　基本的な道具だては電磁流体力学 (Magnetohydrodynamics, MHD)、および、プラズマ物理学です。学部教育の最終段階でこれらに関する基礎教育を行なっています。

[角運動量輸送]　星などの構造形成の際、角運動量の輸送機構は特に重要です。電磁力による角運動量の輸送は効率良く、また、磁場の作る異方性から様々な構造が形成されます。これらを解析的および数値シミュレーションにより研究します。

[パルサー磁気圏での電場加速]　従来電波パルサーとして知られていた高速回転する磁化した中性子星 (パルサー) が強いガンマ線源であることが、最近明らかになってきました。パルサー磁気圏では相対論的エネルギー ($\sim 10^{12}$eV) に粒子が加速され、電子陽電子対プラズマが生成・再加速され (パルサー風)、それからの放射が観測されたと考えられています。磁力線に沿った強い電場による粒子加速が起こっていると考えられおり、そのメカニズムを研究しています。

[相対論的星風]　磁気圏の回転の効果でプラズマの MHD 加速が起こります。典型的例は、上記のパルサー風で粒子のローレンツ因子は 10^7 にも達します。このような星風の構造を決める (G-S) 方程式の近似解を最近求め注目されました。

[宇宙線の加速]　乱流的な磁場があると粒子は統計的な加速を受けます。最近これに注目して銀河団でのこのような粒子加速の可能性を調べています。

[パルサーの観測]　パルサーの活動を観測的に診断する必要があります。この分野の研究は世界的には盛んに行なわれていますが、日本では研究者の数がそれほど多くありません。理論研究グループではありますが、観測データの解析も手掛けないと世界に遅れを取るということで、最近、実験グループと共同して X 線衛星のデータ解析にも着手しました。

3. 連絡先

tel: ダイアルイン 0236-28-xxxx
E-mail: *username*@kstar.kj.yamagata-u.ac.jp
前澤 潔　4550 maezawa
柴田 晋平 4552 shibata
fax: 0236-28-4567
住所: 〒990 山形市小白川町 1-4-12
一般的な問い合わせは、
物理事務室 tel 0236-28-4566

参考文献

[1] Shibata, S., Origin of the gamma-ray pulsars 1994, MNRAS, 276,537-548

[2] Mestel, L., Shibata, S., Axisymmetric pulsar megnetosphere: A new model 1994, MNRAS, 271, 621 - 638

新潟大学理学部宇宙物理学研究室

大 原 謙 一

1. 構成

宇宙物理学研究室は，1993 年度に，新潟大学理学部物理学科に宇宙核物理学講座が増設されたことにより発足した若い研究グループである。主な研究テーマは，理論天体物理学と一般相対論である。当初，助教授 1 名でスタートしたが，1995 年度からは助手 1 名を採用することができ，大学院生を含めて研究グループとしての活動が可能となった。1995 年 10 月 31 日現在の構成員は以下の通りである。

おおはら けんいち
大 原 謙 一 (助教授)*

わたなべ かずや
渡 辺 一也 (助手)*

つちだ とおる
土田 十 (M2)

かとう あきひろ
加藤 明 洋 (M2)

うらい たかし
浦井 隆司 (M1)

かわごえ いさお
川 越 功 (M1)

なかじま
中 島 章文 (M1)

(* 印は理論天文学懇談会会員)

2. 研究

2.1 数値相対論と重力波

一般相対論が重要となるような強い重力場の動的な振舞を明らかにすることは，重力相互作用の性質を解明する上で非常に重要な問題である。実際に，強い重力場は，ブラックホール，中性子星などのいわゆるコンパクト星，あるいは宇宙論スケールの大規模な系において実現されており，その動的現象としては，星の重力崩壊によるブラックホールの形成，ブラックホールや中性子星の衝突・合体，そして初期宇宙での非等方性の時間発展などが重要な問題である。数値相対論では，時空構造（と物質分布）の一般相対論的時間発展方程式を数値的に解くことにより，動的な重力場についての研究を行う。

現在は主に，宇宙の重力波源としてもっとも有望な，連星中性子星の合体とその際に放射される重力波の研究を行っている。これまでは，ポストニュートニアン近似のもとでの数値シミュレーションにより連星中性子星の合体について詳しく調べてきたが [1]，さらに完全に一般相対論的なシミュレーションコードを開発中である。— 大原 —

2.2 観測的宇宙論

日本において，大型装置を用いての観測データに基づく「観測的天文学」は，混沌の世紀末を生抜き２１世紀にはその全盛期をむかえるであろうことは周知の通りである。（むろん，これまでも天文学は常に「観測的」であったには違いないが。）で，やがてやってくる観測データの洪水にあたふたしないために，あるいは優れた装置を用いての観測計画が各自の研究分野の方向を向いてくれるように，理論家も観測に関心を持ち，また，積極的に参加するのが正しい戦略であろう。と言うわけで観測的「宇宙論」である。やはり，最先端技術の化身であるような最新の観測装置が最大限その威力を発揮するためには，宇宙のより暗く，より広く，より遠く（より宇宙初期）を見る方向へ向かうのが正しい。しかしながら，せっかく豊富な観測データが得られても，そこにサイエンスがなければお話にならないわけで，また，ボスの専門分野が相対論であるので当研究室では「相対論的観測的宇宙論」日本連合の新潟支部を目指している。（但し１９９５年現在会員一名。）現在は主に，X 線観測データに基づいて，重力レンズ効果の重力原になっている銀河団の質量分布の解明に関する研究を行っている。— 渡辺 —

3. 連絡先

構成員の連絡先は以下の通り。(なお，電子メールのホストは，‘@astro.sc.niigata-u.ac.jp’。)

名前	電話	電子メール
大原	025–262–6162	oohara
渡辺	025–262–6179	kazuya
土田		tsuchida
加藤		katoh
浦井		urai
川越		kawagoe
中島		nakajima

参考文献

[1] K. Oohara and T. Nakamura, “Post-Newtonian Evolution of Coalescing Binary Neutron Stars” in *Approaches to Numerical Relativity* pp.182–201.

日本の理論天文学　第 1 号　1995 年　(pp.9–9)

新潟大学教育学部物理学教室

富　阪　幸　治

1.　構成

正式にいうと新潟大学教育学部・理科教育講座（物理学分野）にはいずれも、理論天文学を研究する以下の 2 人の天文分野の研究者がいます。

藤本 正行 (助教授)*
富阪 幸治 (助教授)*
* 印は理論天文学懇談会会員

2.　研究

藤本は恒星の進化、富阪は星間気体の進化を研究しています。

2.1　恒星の進化

藤本は、近接連星系等で、伴星からのガスの流入によって、白色矮星や中性子星の縮退星の表面で引き起こされる爆発現象に興味をもっています。特に、流入するガスの 持ち込む 角運動量 の効果による乱流の発生、それに伴う物質混合について検討し、これらの効果を取り入れた新星爆発、 Ia 型超新星爆発のモデルを研究しています。

2.2　星間気体の進化

富阪は、星間気体の進化とくに星間雲から星への収縮、活動銀河の高温ガスの起源などに興味を持っています。

星間雲が星へ進化する過程では、重力が重要な役割を果たし、 0.1pc 程度の星間雲のコアが太陽半径程度まで 10^{17} 倍も収縮するわけですが、 その過程の理解は、星の質量の決まるメカニズムや、星の回転や磁場の起源を探るために、 ぜひ必要です。 これを数値シミュレーションの方法によって研究しています。

非常に活発な星形成の兆候を示すスターバースト銀河の高温星間ガスの起源や、銀河からの高温ガスの流出現象、我々の銀河の Ridge X 線輻射を、連鎖的超新星爆発で加熱された超新星残骸として統一的に理解することを 目指して、数値 シミュレーション の方法 によって研究しています。

3.　教育

大学院教育学研究科（修士課程）、および教育学部において天文学関連の講義・演習を行なっています。

4.　連絡先

研究室の情報は WWW でも得られます。 URL は http://quasar.ed.niigata-u.ac.jp/LocalHome.J.html です。電話番号は 025 (262) xxxx で、個人の内線番号 (xxxx) と E-mail address は、以下の通りです。

	内線番号	電子メールアドレス
藤本	7148	fujimoto@ed.niigata-u.ac.jp
富阪	7269	tomisaka@ed.niigata-u.ac.jp

国立天文台電波天文学研究系

中野 武宣

1. 構成

国立天文台の電波天文学関係の組織として、電波天文学研究系、野辺山宇宙電波観測所、野辺山太陽電波観測所の3つがあり、これらを合わせて俗に国立天文台野辺山と呼んでいます。ほとんどの人は電波観測による天文学、新しい装置の開発研究、共同利用観測の運用と装置の維持管理、 grade up を行っていますが、理論的研究を主にやっている人と観測と理論をやっている人が1人ずついます。ここでは理論をやっている人だけをを紹介します。

中野 武宣 (教授)*

出口 修至 (助教授)

2. 研究

2.1 星形成過程

分子雲における磁場の散逸過程とそれが雲の収縮に及ぼす影響。電離度の非常に低い分子雲での磁場の散逸は ambipolar diffusion によると普通考えられているが、実際はもっと複雑である。イオンの他に dust が電荷を持つので、もっと一般的な取り扱いが必要である。このような扱いにより磁場の散逸率とそれが雲の収縮に及ぼす影響について調べている。

星の質量を決める機構。原始星コアへの accretion を止める機構として、原始星（近傍）からの wind と紫外線によって作られる HII 領域の膨張による分子雲コアの吹き飛ばしが重要と考え、生まれる星の質量を分子雲コアの物理量（質量、平均密度、温度）と wind による mass loss rate の関数として求めている。

2.2 原始惑星系円盤の進化

円盤の進化（accretion）に磁場がどこでどの程度効くかを調べるため、磁場とガスの結合の強さを円盤内の位置の関数として調べている。

若い星のまわりの円盤ではCO分子の存在量が普通の分子雲に比べて相当低いことが観測から示唆されている。円盤における化学進化を理論的に調べて、このような CO depletion の機構の解明を目指している（国立天文台三鷹の理論グループと共同）。

3. 連絡先

394-13 長野県南佐久郡南牧村野辺山　国立天文台野辺山

	電話番号	E-mail address
中野	0267-98-4361	nakao@nro.nao.ac.jp
出口	0267-98-4369	deguchi@nro.nao.ac.jp

参考文献

[1] T. Nakano, T. Hasegawa, and C. Norman 1995, The Mass of the Star Formed in a Cloud Core: Theory and Its Application to the Orion A Cloud, ApJ, **450**, 183-195

[2] T. Umebayashi and T. Nakano 1995, Growth and Decay of Magnetic Fields in the Protoplanetary Disks I. Low temperature region of the disks, Icarus, submitted

[3] T. Nakano, R. Nishi, and T. Umebayashi 1995, The Role of Dust in the Disspation of Mgnetic Fields in Molecular Clouds, Proceedings of the ESO Workshop (Sep. 1995) on the Role of Dust in the Formation of Stars,in press

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.11–12)

茨城大学宇宙物理理論グループ

横 沢 正 芳

1. 構成

宇宙物理理論グループのメンバーは、茨城大学・理学部・自然機能科学科・宇宙物質学講座、理学部・地球生命環境科学科・地球生態システム科学講座、教育学部・理科教育に属しています。その中で理論に関係するメンバーだけを紹介します。 1995 年 10 月 31 日現在の構成員は以下の通りです。平成 7 年度より理工学研究科博士後期課程が発足しました。

石塚 俊久 (理学部・宇宙・教授)*

横沢 正芳 (理学部・宇宙・教授)*

吉田 龍生 (理学部・宇宙・助教授)*

野澤 恵 (理学部・地球・助手)*

田中 靖夫 (教育学部・教授)*

阿部 純也、深澤 周作、平井 敏裕、細川 環 (理工学部・宇宙・ D1)

赤羽 達史、大里 貴広、菅原 直樹、西原 敏之 (理学部・宇宙・ M2)

高島 淳矢、千葉 美和 (理学部・宇宙・ M1)

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 宇宙の構造と進化

宇宙の階層構造の形成過程を明らかにする上で、素過程として、幾つかの異なる環境での星形成理論を確立することが重要である。重元素が存在しない時、光等によるエネルギー散逸が少なく、星等の天体形成に必要な数十度 (K) の低温高密度領域をつくる過程が困難となっており、主要な天体構造の形成理論が未確定の段階にある。ここでは、水素、ヘリウム、リチウム等の軽元素ガス中での分子形成過程を明かにする必要がある。この状況での実験的研究の結果と共に、半経験的な反応理論を組み合わせて、水素分子の生成過程を研究する予定である。また、ダーク・マター等の非衝突粒子系との相互作用により形成される衝突粒子系の衝撃波構造等の大局的な物質構造の進化過程も研究し、ミクロな反応過程との関連を明らかにしたい。

2.2 銀河間・星間物質における構造形成とその進化

銀河間・星間物質における構造形成を考える時、圧縮性 流体のダイナミックスを 扱うことは 不可欠である。現在まで、星形成時の衝撃波を伴った流体力学的な不安定性、自己重力による不安定性、熱的不安定性を数値流体計算による手法を用いて研究してきた。 [5] また、銀河間・星間物質での高エネルギー粒子がどのように加速され、どのような果たす役割を果たすのかについても研究し、ガンマ線の観測とも比較していく予定である。

2.3 活動的銀河の構造と活動

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

2.4 ブラックホール物理学

一般相対論が 重要となる ブラックホール 近傍での電磁気学、 流体力学的研究を行っている。 時空が回転し、電磁場が存在する系における粒子生成、磁気流体力学的なエネルギーの流れ、ブラックホールに落ち込む磁気流体の安定性、ブラックホール近傍の降着円盤の構造と運動 [4]、 重力場とカオス性の関係 [1]、ブラックホールを 媒介にする 重力波の放出等 の研究を行っている。

2.5 太陽風と星間ガスが作る太陽外圏構造

太陽から吹き出すプラズマの流れの太陽風と我々の銀河のガスとの相互作用により、太陽圏が構成されている。太陽圏の大きさは１００天文単位以上であると考えられている。今現在、太陽圏の外側を目指し、 ボ

イジャーI、II とパイオニア 10、11 号の 4 つの人工衛星が太陽圏の第一の境界に達そうとしてしてる。第一の境界とは太陽風が超音速から亜音速に速度が急激に減少するところであり、外側には太陽風プラズマと銀河星間ガスとの境界がある。現在まで太陽圏の構造について 3 次元電磁流体計算を計算機を用い、研究を行なってきた。そこでは太陽磁場が非常に重要な役割をすることを明らかにした。また天体現象として原始星や中性子星など他の磁気圏を持つ星と星間ガスとの相互作用などにも応用でき、その方面にも研究を発展していきたいと考えている。[3]

2.6 非線形物理学と天体の変動現象

非線形項を含む常微分方程式、偏微分方程式の解の傾向、振る舞いについての研究は、近年急速に進展している。保存系のみならず散逸系についても、簡単な非線形方程式が非常に複雑な時間空間的変動を表現していることが明らかになってきている。天体の変動現象の理論的な解明のために、この分野の知識を用いる試みが 1987 年ころから 続けられている。 当面具体的な対象として脈動変光星の簡単な模型をもちいてその非線形的性質を調べてきた。二つの振動子間の非線形結合系を調べることで脈動変光星に認められる二重周期性についての理解をこころみている。最近では東北大学と共同で流体力学模型を用いて変光星の詳しい脈動の計算を行っている。二重周期変光星の模型を得る手がかりを検討中である。[2]

3. 教育

最近の修士論文

- Black Hole 近傍での Fast 磁気音波の有効ポテンシャル [阿部 純也: 1995 年 2 月]
- 高外圧下での圧縮ガス層の自己重力不安定 [梅川 通久: 1995 年 2 月]
- Beam Pattern of interferometric detector for gravitational waves [谷脇 満:1994 年 2 月]
- 分子雲どうしの衝突における熱的不安定性について [平井 敏裕: 1994 年 2 月]

4. 連絡先

電話番号はダイアルイン方式で、029-228-xxxx 番です。内線番号 (xxxx) と E-mail address は以下の通りです (院生は abe, hirai, hosokawa, akahane, oosato, sugawara, nisihara, takasima, chiba @phyms1.sci.ibaraki.ac.jp と fukazawa@nro.nao.ac.jp) です。

また、 野澤 に関する 最新情報は www でも得られ URL は http://www.env.sci.ibaraki.ac.jp/ snozawa です。

	内線番号	*username*
田中	8236	tanaka@mito.ibaraki.ac.jp
石塚	8352	ishit@mito.ibaraki.ac.jp
横沢	8353	yokosawa@mito.ibaraki.ac.jp
吉田	8354	yoshidat@mito.ibaraki.ac.jp
野澤	8401	snozaw@env.sci.ibaraki.ac.jp
院生	5315	

参考文献

[1] Y.Nakamura and T.Ishizuka, 1993, Motion of a Charged Particle around a Black Hole Permeated by Magnetic Field and Its Chaotic Characters, Astrophys. Space. Sci., 210, 105

[2] M. Takeuti and Y. Tanaka, 1995, Note on Intermittent Bursts of a Hydrodynamic Model, PASJ, 47, 487–491

[3] H. Washimi and S. Nozawa, 1992, A Simulation Study of the Outer Heliosphere Including the Solar Rotation Effect, COSPAR Colloquia Series vol.3, Solar Wind Seven 315–318

[4] M. Yokosawa, 1995, Structure and Dynamics of an Accretion Disk around a Black Hole, PASJ, 47, 605–615

[5] T.Yoshida and A.Habe, 1992, Effect of Deceleration on the Gravitational Instability of Shocked Gas Layers, Prog. Theor. Phys., 88, 251–268

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.13–14)

筑波大学 物理学系 宇宙物理研究室

梅　村　雅　之

1. 概要と構成

当宇宙物理研究室は、平成 5 年度に物理学系の 1 研究室として発足した新しい研究室です。実際には、計算物理学研究センター内にあります。筑波大学では、2 つの大学院を擁しており、1 つは 5 年一貫制の博士課程である物理学研究科、もう 1 つは 2 年間の修士課程だけからなる理工学研究科です。宇宙物理研究室では、物理学研究科の大学院生のみを受け入れています。研究内容は主に理論宇宙物理学です。1995 年 8 月 1 日現在の構成員は以下の通りです。

梅村 雅之 (助教授)*
中本 泰史 (助手)*
中村文隆 (PD 学振)*
釣部 通 (D1, DC 学振, 東京大学より受託)*
萩原 陽一 (M2)
大越智幸司 (M1)
田尻祐紀子 (M1)
　* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 銀河形成

宇宙の中で、銀河は基本的な構成要素であり、それは 1 千億個の星の大集団である。最近の観測で、銀河の誕生はビッグバンから 10 億年ほど経った時期に起こったことがわかってきた。一方、宇宙背景輻射の観測からビッグバン後 10 万年の宇宙は極めて静かであり、密度のコントラストはわずか 10 万分の一しかないことが示されている。このように静かな宇宙から、どのようにして銀河が出来たのか。これが銀河形成論の最大の問題である。

2.1.1 ダークマター宇宙

銀河形成には、ダークマターと呼ばれる物質が深く関わっていると考えられている。ダークマターとは銀河や星 (またはガス) の運動から、その存在が示唆されているものである。その正体はまだ確定していないが、我々はダークマターがニュートリノだとすると銀河形成は極めて難しく、冷たいダークマターが必要であることをシミュレーションによって示した [1]。実際の銀河形成がどのように起こったかについては、宇宙の熱的進化や、原始銀河の重力不安定と星形成問題などが関係している。これらを詳細に調べることによって、銀河誕生までの宇宙史並びにダークマターの正体にも迫れるものと期待している。

2.1.2 活動銀河中心核

また、銀河形成問題には、銀河中心核の活動性も関係している。クェーサーやセイファート銀河は小さな領域から、銀河の全輻射エネルギーの 100 倍以上のエネルギーを放出しているが、そのエネルギー効率やスペクトルから、これは巨大ブラックホールへのガス降着であるとする説が有力である。しかし、そもそも巨大ブラックホールがどのようにして出来たかについては謎である。最近では、普通の銀河の中心にも太陽の 1 千万倍以上の重さを持つ巨大なブラックホールが存在する証拠が見つかってきている。我々は、宇宙初期の背景輻射とプラズマの相互作用により、効率良く角運動量を失って、ブラックホールへと進化するシナリオを提唱し [2]、これをいろいろな角度から調べている。

2.2 星・惑星系形成

太陽のような恒星の運命は、誕生のときの質量によってほとんど決まっている。それでは、星の誕生のその瞬間はどのようなものなのだろうか。特に、惑星系を伴うような星は、どういうときに生まれるのだろうか。我々は様々な角度から、星・惑星系形成過程を調べている。

2.2.1 星間雲の重力収縮

星間ガスは非常に不均質に分布し、その多くは密度の高い星間雲として存在している。太陽のような恒星は星間雲で生まれたと考えられており、星の誕生を解明する鍵は星間雲に隠されている。星間雲には、自己重力・磁場・圧力・回転といった複数の要因が働き、その形状や運動に大きな影響を及ぼしている。これまでの研究から、磁場や角運動量を持った星間雲が重力収縮すると、細長い形状に変形し複数に分裂しやすいことや [3]、この過程で生まれるほとんどの星が連星になりやすいことなどがわかってきた。星間雲の進化を

さらに詳しく調べることにより、星の誕生する様子を解明したいと考えている。

2.2.2 原始惑星系円盤の形成と進化

角運動量を持った星間雲が重力収縮すると、原始星の周囲に円盤状の天体 (原始惑星系円盤) が形成される場合がある。原始惑星系円盤は、原始星の成長に影響を与え、またその中から惑星系を生み出すので、星・惑星系形成過程の鍵を握る重要な天体である。これまでの研究により、円盤の進化を左右する円盤内のトルクには ある満たすべき性質があること [4] がわかってきたが、トルクの成因についてはまだよく理解されていないのが現状である。一方、形成中の円盤では円盤の自己重力が無視できない場合がある [5] が、 これは輻射エネルギー輸送の効率に依存するので、輻射と円盤自己重力を考慮した原始惑星系円盤の形成・進化過程を定量的に調べる必要がある。これらの点を明らかにし、星・惑星系の形成の様子を詳しく解明していきたいと考えている。

2.3 計算宇宙物理学

計算宇宙物理学の目的は、銀河形成や星・惑星系の誕生に関わる複雑な非線形現象を数値シミュレーションによって解析し、その本質的物理機構を解明するところにある。天体形成を司る物理は、大別して、重力物理、流体力学、輻射過程の３つである。これまで主として用いられてきた手法は、重力と流体運動を組み合わせて解く宇宙流体力学であるが、現在、計算物理学研究センターで現在開発中の超並列計算機 CP-PACS を用いれば輻射輸送過程も同時に解く輻射流体力学が可能なる。このような新しい数値解析により、銀河や星・惑星系形成の研究を大きく発展させることを目指している。

3. 教育

最近の修士論文

- 輻射抵抗を 入れた宇宙初期における 天体形成 [釣部 通: 1995 年 2 月]

4. 連絡先

〒 305 つくば市天王台 1-1-1
筑波大学計算物理学研究センター
電話番号はダイアルイン方式で、 0298-53-xxxx 番です。内線番号 (xxxx) と Email アドレスは以下の通りです。

	内線番号	Email アドレス
梅村	6494	umemura@rccp.tsukuba.ac.jp
中本	6490	nakamoto@rccp.tsukuba.ac.jp
中村	6490	fnakamur@rccp.tsukuba.ac.jp
釣部	6038	tsuribe@rccp.tsukuba.ac.jp
萩原		hagiwara@het.ph.tsukuba.ac.jp
大越		ogochi@het.ph.tsukuba.ac.jp
田尻		tajiri@het.ph.tsukuba.ac.jp

計算物理学研究センター (宇宙物理研究室) についての最新の情報は www でも得られます 。
http://www.rccp.tsukuba.ac.jp/

参考文献

[1] M. Umemura, Three-Dimensional Hydrodynamical Calculations on the Fragmentation of Pancakes and Galaxy Formation, ApJ, 406, 361-382 (1993)

[2] M. Umemura, A. Loeb, and E. L. Turner, Early Cosmic Formation of Massive Black Holes, ApJ, 419, 459-468 (1993)

[3] F. Nakamura, T. Hanawa, and T. Nakano, Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds with Longitudial Magnetic Fields: Formation of Disks and their Collapse, ApJ, 444, 770-786 (1995)

[4] T. Nakamoto and Y. Nakagawa, Growth of Protoplanetary Disks around Young Stellar Objects, ApJ, 445, 330-336 (1995)

[5] T. Nakamoto and Y. Nakagawa, Formation, Early Evolution, and Gravitational Stability of Protoplanetary Disks, ApJ, 421, 640-650 (1994)

高エネルギー物理学研究所数値物理グループの一部

鈴 木 英 之

1. 構成

高エネルギー物理学研究所物理研究部内の数値物理グループには、数式処理や数値計算を用いた物理を行うさまざまな分野が混在しています。そこには、ファインマンダイアグラムの自動計算システム、量子重力の数値シミュレーション、格子 QCD の大規模シミュレーション、天体物理学の数値シミュレーション等が含まれていますが、天体物理学の研究を主として行っているのは、1995 年 10 月現在

鈴木 英之 (助手、理論天文学懇談会会員)

だけです。使用できる計算機としては、富士通のベクトル並列型スーパーコンピュータ VPP500/80 と HP のワークステーション HP 9000 735/125 数台があります。

数値物理グループの一部と理論グループに関する情報は `http://theory.kek.jp` から得られます。 特に最近発行された プレプリントのソースファイル 等の一部は、 `ftp://ftp.kek.jp/kek/preprints/CP` 以下から取得できるようになっています。

2. 研究

2.1 重力崩壊型超新星爆発・中性子星形成とニュートリノ

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る [1]。我々は、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的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る。これまで球対称の原始中性子星の準静的進化を詳しく調べるために、マルチエネルギーの Flux Limited Diffusion 方式のニュートリノ輸送の計算コードを使用してきた。原子核物理との関連では、理研の住吉氏等との共同研究 [2] により、対称エネルギーの与える影響について議論を行った。現在は、超新星コアの動的段階から中性子星誕生までを一貫して計算するために、 Max-Planck 研究所の山田氏等と陰解法による Hydrodynamics とニュートリノ輸送の結合に取り組んでいる。

3. 連絡先

鈴木と秘書室の連絡先は以下の通りです。

鈴木

居室	研究本館 216 号室
電話	0298-64-5400
FAX	0298-64-5755
電子メール	hideyuki.suzuki@kek.jp

秘書

居室	研究本館 208 号室
電話	0298-64-5392
FAX	0298-64-5755
電子メール	scrtry@theory.kek.jp

参考文献

[1] H. Suzuki, ‘Supernova Neutrinos’ in Physics and Astrophysics of Neutrinos, ed. M. Fukugita and A. Suzuki, Springer-Verlag 1994, p.763.

[2] K. Sumiyoshi, H. Suzuki and H. Toki, ‘Influence of the symmetry energy on the birth of neutron stars and supernova neutrinos’, Astron. Astrophys. 303 (1995) 475.

通信総合研究所 宇宙制御技術研究室

吉 川 真

1. 概要

宇宙制御技術研究室は、郵政省通信総合研究所鹿島宇宙通信センターに所属しています。当研究室では、人工衛星やスペースデブリのような人工天体や、小惑星・彗星・流星などの太陽系天体の「軌道運動」というものを中心に解析をしています。 1995 年 11 月 1 日現在の構成員は下記の通りです。

川瀬　成一郎 (室長)
吉川　真 (主任研究官)*
澤田　史武 (研究官)
川名　幸仁 (第 37 次南極観測隊参加、所属は変更)
木村　和宏 (ATR 光電波通信研究所に出向中)
マグディ エルタンタウイ (エジプトからの研修生)
［＊印は理論天文学懇談会会員］

2. 研究の内容

●人工天体の軌道解析

地球のまわりに打ち上げられる人工衛星の数は年々増大しており、宇宙といっても混雑してきています。当研究室では、たとえば静止衛星の軌道上のある地点付近に複数の衛星を置いたとして、その制御方法の検討をしています。このような衛星のシステムを「クラスター衛星」と呼んでいます。

また、地球のまわりには、すでに使用済みとなっている衛星や、ロケットや衛星の破片 などのいわゆる「宇宙のゴミ」つまりスペースデブリも沢山存在しています。これらは、実用衛星に衝突して衛星を壊してしまう可能性があるほか、宇宙での有人活動にとっても大きな障害となっています。このようなスペースデブリの長期的軌道解析も行っています。

宇宙開発にとっては、人工天体をどのように運動させ制御するのかが重要ですが、当研究室では様々な軌道の利用可能性や、よりすぐれた軌道制御の方法などについて研究を進めています。

●太陽系天体の軌道解析

太陽系には、 惑星・ 衛星・小惑星・彗星・塵 など様々な階層の天体が存在していますが、これらについてその軌道進化を研究しています。

現在扱っている課題としては、小惑星や彗星の長期軌道進化、小惑星と惑星の接近現象、彗星のカオス的な軌道進化、小惑星の共鳴現象などがあげられます。小天体の軌道進化を解析することが中心ですが、そのことで多くの特殊な力学現象を理解したり、小天体の起源を推定することを目標としています。さらには、太陽系の起源や進化について研究する上での手がかりを得ることを目指しています。

●今後の計画

今までは、計算機などを用いた軌道解析が中心でしたが、これからは観測を行ってデータを取得したり、計算結果をビジュアルに表現することに力を入れていく方針です。具体的には、下記の項目について取り組む予定です（一部はすでに実施）。

・クラスター衛星研究のための電波干渉計による観測
・南極における人工衛星の試験観測
・レーダーによる地球接近小惑星の観測（共同研究）
・コンピュータグラフィックスやバーチャルリアリティーを応用した軌道解析ソフトウエアの開発

3. 連絡先

研究室員の電話番号や e-mail のアドレスは、次の通りです。

名前	内線番号	e-mail
川瀬	7149	kawase@crl.go.jp
吉川	7150	makoto@crl.go.jp
澤田	7152	sawada@crl.go.jp

電話はダイヤルイン方式で、「0299-84- 内線番号」となります。研究室直通の FAX 番号は、 0299-84-7160 です。なお、 宇宙制御技術研究室 についての情報は www (http://ceres.crl.go.jp/) でも得られます。

早稲田大学理工学部 宇宙物理学研究室

真 貝 寿 明

1. 構成

我々の研究室は，早稲田大学大学院理工学研究科物理学及応用物理学専攻 (早稲田大学理工学部物理学科) に所属する． 1995 年 10 月 1 日 現在の構成員は以下の通り．[* 印は理論天文学懇談会会員]

前田 恵一 (教授)*	
真貝 寿明 (助手)*	坂井 伸之 (助手)*
中道 晶香 (学振)*	Richard Easther (JSPS)
Paul Haines (JSPS)	
立沢 尚史 (D3, 学振)	平井 俊成 (D3)
曽田 康秀 (D2)	鳥居 隆 (D2, 学振)*
古賀 潤一郎 (D1)*	鈴木 英治 (M2)
鈴木 慎吾 (M2)	武藤 拓 (M2)
白石 淳也 (M1)	矢島 広樹 (M1)

2. 最近の研究内容

当研究室では一般相対論を中心に宇宙物理学を研究しており，宇宙論， ブラックホール， 重力波， 厳密解，カオス現象など多岐にわたるテーマに取り組んでいる．

2.1 宇宙の相転移とインフレーション

2.1.1 位相欠陥の形成と進化

素粒子相互作用の統一理論によると，宇宙初期には種々の真空の相転移があったと考えられる．我々は，統一理論において より自然に考えられる O(3) スカラー場を仮定し，泡の形成と進化を解析した [1]．高温極限において， monopole 構造を持つ新しい解が形成され， 普通の泡と 同じように 膨張しながら, 中心の monopole は安定に残ることが示された．

また， Higgs 場の真空期待値が Planck 質量程度のとき 位相欠陥は inflation を起こす， というシナリオについて，数値シミュレーションを行い，現実にこのモデルが成立し得る条件を明らかにした [2]．最近は，ゲージ場の影響について研究中である．

2.1.2 Thin wall 近似による泡の進化

泡の境界壁を無限小の厚さとみなす thin wall 近似により，泡の運動やそのまわりの時空構造を一般的に調べた [3]．まず，泡の両側が一様等方時空の場合に可能なすべての接続を分類した．次に thin wall 近似を一般的なスカラー・テンソル重力理論にも適用できるように拡張し，泡は一般に非一様になること示した．応用として ,Brans-Dicke 重力理論に基づく inflation モデルでは，泡によって生成される非一様性は大きすぎて観測と矛盾すること，宇宙の多重生成が可能であることを示した．

また， 現在の void の膨張則と 宇宙モデルの関係について， thin wall 近似を使って系統的に調べた [4]．

2.1.3 インフレーションモデルの一般性

Inflation モデルの普遍性を調べることを目的に，重力波やスカラー場の振舞いの数値シミュレーション (1 次元問題) を行い，宇宙無毛仮説を検証した [5]．

2.1.4 Superstring 理論での宇宙モデル

Superstring 理論の記述する宇宙モデルが， 一般相対論のモデルとどのように異なるかを調べた [6]．また作用に高次の補正項を入れた場合の影響や，解のカオス的な振舞いを研究中である．

2.2 ブラックホール物理学

2.2.1 非可換場を含んだ系のブラックホール解

ブラックホールの無毛仮説の検討を動機として，非可換ゲージ場を伴う 自己重力系での粒子解 および ブラックホール解を系統的に研究している．これまでの研究は主に，新しい解の発見，時空構造，熱力学的性質，安定性の解析の 4 つのアプローチをとっている．

我々は，カタストロフィー理論を用いるとこれらの非可換ブラックホール解の安定性が自然に理解できることを示した [7]．特にモノポール · ブラックホールはブラックホールの蒸発過程を考えたときに形成され得る唯一安定な時空という意味で，無毛仮説の反例となることがわかった．

最近では宇宙項の入った系や量子補正を考慮した系での非可換ブラックホールを考察している．

2.2.2 Dilaton Black Hole の蒸発

重力と量子効果が共に重要になる高次元統一理論の 4 次元での有効理論 (Einstein-Maxwell-dilaton 系) におけるブラックホールを考え， Hawking 輻射を計算した．その結果，超弦理論に相当する結合定数を臨界値として輻射の振舞いは大きく変わり，それより小さい結合定数では 通常の Einstein-Maxwell 理論と似た傾向を示すが，大きい結合定数を持つ理論では，ブラックホールは非常に速く蒸発して裸の特異点に近づくことが示された [8]．

2.3 一般相対論におけるカオス

2.3.1 一般相対論におけるカオス

一般相対論でも非線形系特有の現象としてのカオス発生が期待されるが，相対論的時空でのカオス研究は歴史が浅く，系統的な扱いはあまりされていない．

我々は粒子軌道の局所的不安定性とカオス発生の関係に注目し，軸対称静的な時空では「運動可能な空間の 4 次元曲率の固有値の符号によりカオス発生条件を決定できる」と考え，実際にこの仮説が正しいことを数値的に確かめた．この研究により，これまでに指摘されてきたホモクリニック軌道の絡み以外の要素がカオスに関わっていることが明確になり，非可積分時空のどのような軌道がカオス的に振る舞うか，ということがより定量的に評価できるようになった [9]．

現在，連星中性子星の合体に伴う重力波波形のテンプレート作成に関連して，スピンを持つテスト粒子のブラックホ-ルのまわりでの運動と重力波発生の問題をカオスなどの力学系の観点から研究中である．

2.3.2 量子宇宙論における準古典近似

一般の量子カオス系では， 解の非線型な振舞い によって WKB 近似が破綻する例が知られている．我々は古典的にカオスを示す宇宙モデルにおいて量子宇宙論を適用するとそのような問題がどうなるかという研究をスタートした．

2.4 観測的宇宙論

2.4.1 一般化された重力理論での密度ゆらぎの成長

covariant approach と呼ばれる摂動理論およびメトリックの共形変換 を用い， Brans-Dicke 理論など，Einstein 理論を一般化した重力理論においても適用できる宇宙論的摂動方程式のゲージ不変な定式化を行った．そして，スカラー場が曲率と nonminial coupling する理論では有効重力定数の変化により宇宙膨張が一時的に無視できる時期が現れ，そこで密度ゆらぎが大きく成長することが可能であることを示した [10]．

2.4.2 ダスト崩壊の最終形状

ニュートン重力 では， 無回転ダストの 重力崩壊は Zel'dovich 近似が示すように pancake 形状になりやすいと考えられている．一般相対論では， Weyl テンソル の「磁場成分」をゼロとしたときに spindle 形状がアトラクターになる解析解が発見されているが，我々はこの解に「磁場成分」を含んだ摂動を考えることにより spindle 形状が不安定であることを示した．

2.4.3 構造形成に対する Lagrange 的アプローチ

Zel'dovich 近似等の Lagrange 的アプローチでは，密度ゆらぎの非線形成長領域までもよく近似することが知られている． 現在我々は このアプローチを用いて，銀河分布等の統計量のふるまいを解析することに取り組んでいる．

2.5 時空の構成方法， 2 形式重力理論

2.5.1 数値相対論での時空の表現方法

現在， 一般相対論の 数値シミュレーションの多くは ,Arnowitt-Deser-Misner 形式を用いている .我々は重力波を表わす物理量の理解のために， ADM 変数を Newman-Penrose 形式の変数 に対応させる変数変換の方法を新しく提案し，その応用の一つとして時空各点での曲率の固有方向 (Principal Null Direction) を表示する新しい方法を示した [11]．現在，重力波の偏極状態の記述や，局所エネルギ-の表現方法などへの応用を研究中である．

また， Ashtekar 変数を用いた数値相対論を検討した結果，実数条件と拘束条件の取り扱いに関する新しい方法を発見し，さらに ADM 形式では得られないスライス条件等が実現でき得ることを示した [12]．

2.5.2 Ashtekar 変数を用いた非一様宇宙論

宇宙初期では非一様性のスケ-ルが地平線スケ-ルより大きい時期があり，この時期の時空の解析手段に gradient expansion という展開方法がある．我々は計量変数の代わりに Ashtekar 変数を用いてこの展開を記述し，得られる時空構造が計量変数を用いた場合とは異なることを明らかにした．さらに Bianchi-I 型と IX 型にほぼ相当する宇宙モデルの解も求めた .現在は高次の展開方針と，展開の適用限界について研究中である．

2.5.3 2 形式重力の量子論

4 次元における繰り込み可能な量子重力理論の構成を目的として，2 形式重力理論の 量子化 を行なった [13]．量子化には，Batalin-Vilkovisky のフォーマリズムを用いるが，この量子化方法の改良も研究中である．

3. 教育

1994 年度の博士論文 [1995 年 3 月]

- Numerical Analysis of Inhomogeneous Space-time Structure [真貝 寿明]
- 膨張宇宙における泡の形成と進化 [坂井 伸之]

1994 年度の修士論文 [1995 年 2 月]

- Evaporation of Dilatonic Black Holes [古賀 潤一郎]
- A Rotating Ultracompact Star and its Visual Properties [鈴木 優]
- 宇宙の泡構造と光の伝播 [柴田 康平]

4. 連絡先

住所は，169 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部物理学科．電話番号はダイアルイン方式で，03-5286-3442 (♯ マーク) または 3100 番 (♭ マーク)，FAX は研究室直通で，03-3205-4839 番．www ホームページは近日公開予定．個人 E-mail address は，*username* @cfi.waseda.ac.jp になる．*username* は以下の通り．

	username		*username*
前田 ♯	maeda	中道 ♭	akika
真貝 ♯	shinkai	Easther ♭	easther
坂井 ♯	sakai	Haines ♭	haines
立沢 ♯	63L507	平井 ♯	hirai
曽田 ♯	64L511	鳥居 ♯	64L514
古賀 ♯	695L5084	鈴木英 ♯	64L069
鈴木慎 ♯	64L070	武藤 ♯	64L117
白石 ♯	695L0528	矢島 ♯	695L1079

参考文献

[1] N.Sakai, K.Maeda, Y.Kim, in preparation.

[2] N.Sakai, H.Shinkai, T.Tachizawa, K. Maeda, preprint, WU-AP/49/95, gr-qc/9506068.

[3] N.Sakai, K.Maeda, Phys. Rev. **D50**, 5425 (1994); Prog. Theor. Phys. **90** 1001 (1993); Phys. Rev. **D48**, 5570 (1993).

[4] N.Sakai, K.Maeda, H.Sato, Prog. Theor. Phys. **89** 1193 (1993).

[5] H.Shinkai, K.Maeda, Phys. Rev. **D48**, 3910 (1993); *ibid.* **D49**, 6367 (1994).

[6] R.Easther, K.Maeda, preprint, WU-AP/50/95, hep-th/9509074.

[7] K.Maeda, T.Tachizawa, T.Torii, T.Maki, Phys. Rev. Lett. **72**, 450(1994); T.Torii, T.Tachizawa, K.Maeda, Phys. Rev. **D51**, 1510 (1995); T.Tachi- zawa, T.Torii, K.Maeda, *ibid.* **D51**, 4054 (1995).

[8] J.Koga, K.Maeda, Phys. Lett. **B340**, 29 (1994); to appear in Phys. Rev. D.

[9] Y.Sota, S.Suzuki, K.Maeda, preprint, WU-AP /45/95.

[10] T.Hirai, K.Maeda, Astrophys. J. **431**, 6 (1994).

[11] L.Gunnarsen, H.Shinkai and K.Maeda, Class-cal. Quantum Grav. **12** 133 (1995).

[12] G.Yoneda, H.Shinkai, preprint, WU-AP /47 /95; H.Shinkai, G. Yoneda, in preparation.

[13] H.Y.Lee, A.Nakamichi and T.Ueno, Phys. Rev. **D47**, 1563 (1993).

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.20–20)

東京理科大学 理学部 物理学科 内田研究室

内 田 豊

1. 組織(1995 年 10 月 31 日現在)

1.1 住所・電話番号

〒162 東京都 新宿区 神楽坂 1-3
東京理科大学 理学部 物理学科 内田研究室
電話(兼ファックス) 03-3235-2271

1.2 構成員(および電子メイルアドレス)

内田 豊 (教授)*
uchida@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
廣瀬 重信 (助手)
shirose@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
Samuel B. Cable (PD)
cable@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
森田 諭 (D1)
morita@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
中村 雅徳 (M1)
nakamura@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
藤崎 浩三 (M1)
fujisaki@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
吉井 健一 (M1)
yoshii@astro1.yy.kagu.sut.ac.jp
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 天体電磁流体力学現象のシミュレーション研究

本研究室は、様々な天体において超高温、高エネルギー現象を発生させて電波天文や X 線天文の対象を作り出している陰の立役者電磁流体現象の解明を目指している。これまでは(イ)星の形成や活動銀河核において起こっているジェット発生を、大局磁場を持ったガスの収縮に伴って起きる角運動量と磁場のからみで行なっている降着円盤のアクションとして捉え、これらの現象に磁場が重要な役割を果たすことを電磁流体シミュレーションにより示した仕事、(ロ)X 線太陽衛星「ようこう」からの様々な新しい情報とつきあわせて、星(太陽)における電磁活動についての理論的解釈を 2.5 次元および 3 次元電磁流体シミュレーションで行なう研究、などを中心に研究を行って来た。

2.1 星形成領域や活動銀河中心核におけるジェット現象

これらの問題に我々は磁場のアクションを取り入れた。大局磁場は通常は弱すぎて利かないが、物質の収縮と共に磁場も引き込まれて強くなり、降着円盤の回転と相互作用して、降着円盤の角運動量を抜き去る事によって降着を促進し、逆に磁場は降着円盤の回転でねじ上げられ、アルフヴェン捻れ波として、砂時計型に変形した磁場を軸付近にピンチしつつ伝播して細いジェットを作る。このような機構は星形成では分子流のスピンにより裏付けられ、更に関連の光学ジェットや星形成域ストリーマーの形成、ハービックアロー天体の変形 (ヘリカルインスタ) 等をもうまく説明した。これを活動銀河核、電波ジェット発生の問題に拡張出来る。丁度無次元化した方程式の無次元係数比で言うと同じくらいの範囲にあり、星形成域同様にジェットの発生が起こる。円盤の中ではダイナモ作用が起きており、これの解析も進めている。

2.2 太陽表面での電磁活動現象

X 線太陽衛星 「ようこう」 の様々な発見の中で、アーケード型フレア、ループ型フレア共にこれまでの考え方では説明のつかない様子がいろいろ出てきて、それらを説明するモデルを考えねばならない。新しいモデルにより電流の動的流入のダイナミカルな影響、磁場のつなぎ変え等の ダイナミカル な発展等を 2.5、3 次元でシミュレートしている。このほか、活動域加熱や活動域膨張の物理、小さいブライトニングが大域のコロナに大変化を与えて CME 等を発生するメカニズムついても電磁流体モデルで説明をつける試みを行なっている。

(2.1、 2.2 については国立天文台の柴田助教授、千葉大の松元助教授等との協力で行われている。)

3. その他の研究

東京理科大学において、いくつかの学内グループと協力して計算科学フロンテイア研究センター (仮称)」の計画を進めている。 10GFLOPS 級の並列計算機が導入され、1996 年 4 月からこれが発足する運びとなった。これは、これまで実験、理論で扱えなかった現象の「計算機内 virtual space での “数値実験” 研究」を進めることを目標にしている。我々のグループでは、天体電磁現象のシミュレーションの他、膨大化する 3 次元シミュレーション結果の「計算機ホログラフィー」による実 3 次元ムービー表現を実用化することを試みている。(興味ある人は連絡下さい。)

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.21–22)

東京大学理学部物理・宇宙理論研究室

稲 垣 祐 一 郎

宇宙理論研究室は佐藤研究室と須藤研究室から成っており、宇宙物理に関する様々な問題を活発に研究しています。

また、１９９５年７月より佐藤教授を所長として、東京大学の物理・天文の他研究室と合同の、初期宇宙研究センター (英語名 RESearch Center for the Early Universe ： RESCEU) が発足しました。

当研究室の現在の構成員は以下の通りです。

教授：佐藤 勝彦 *

助教授：須藤 靖 *

助手：杉山 直 *、杉之原 立史 *、山田 章一 *（休職中：在 Max Planck Institute）

研究員：北田 雄一 *

RESCEU 研究員： Ewan Stewart、降旗 康彦 *

学振 PD：佐々木 伸 *、松原 隆彦 *

D3：千葉 尚志 *、清水 鉄也 *

D2：井汲 景太、稲垣 祐一郎 *

D1：飯田 圭、北山 哲、菅井 真紀 *、 長滝 重博、船曳 淳

M2：戸谷 友則 *、中村 崇宏 *、山口 昌英

M1：椿 信也、長原 巨樹、間明 宏充

* 印は理論天文学懇談会会員

1. 研究

当研究室では、「初期宇宙論・相対論」、「観測的宇宙論」、「超新星・高密度天体」の３つの中心テーマを軸として研究を行っています。

「初期宇宙論・相対論」の分野は、 1980 年代に急速な発展を遂げたインフレーション理論に代表される素粒子的宇宙論の進歩を基礎とし、さらに、より根源的な問題として残されている宇宙の誕生・創生の研究を目的とするものです。

「観測的宇宙論」の研究では、 X 線衛星 ASCA、ハッブル宇宙望遠鏡、すばる望遠鏡や、大規模銀河探査計画など現在そして近い将来において大量に提供される観測データを理論を用いて解釈することを目的としています。さらにコンピュータシミュレーションを通じて、ダークマター、宇宙初期の密度揺らぎのスペクトル、宇宙の質量密度、膨張率、宇宙定数など宇宙の基本パラメータを決定することで現在の宇宙像を確立するとともに宇宙の進化の描像を構築することも重要な研究課題となっています。

「超新星・高密度天体」を解明するには、ニュートリノを中心とする素粒子の反応、中性子過剰原子核がいかに合体しながら核子物質へ移行するのか、さらに密度の上昇によりクオーク物質へと相転移を起こすかなど、基礎過程の研究が必要です。さらに超新星爆発 のシミュレーションにおいては、これらを組合せ、一般相対論的な流体力学計算を行なわなければなりません。

これらの諸問題に関して我々のグループで行なっている最近の研究には以下のようなものがあります。

【初期宇宙論・相対論】

- 非一様宇宙での元素合成
- 位相的欠陥崩壊によるアクシオンの宇宙論的暗黒物質への寄与
- コズミックストリングの運動における南部後藤作用の一般性
- 非等方宇宙に対する無境界波動関数の Regge calculus による計算
- バリオン数生成の際のカイラリティー輸送

【観測的宇宙論】

- 密度定数と宇宙背景輻射（CMB）揺らぎ
- CMB 揺らぎの解析取り扱い
- 等曲率バリオンモデルと CMB 揺らぎ
- 銀河形成期における銀河間ガスの加熱と銀河団のＸ線光度の進化
- 宇宙論的ガンマ線バーストモデルの角度 2 体相関関数
- 宇宙の大構造の非線形重力成長と高次相関関数
- 大規模構造のトポロジーの重力的準非線形成長
- 大規模構造の統計とバイアスについての図形的計算法

- 再加熱モデルでの CMB 揺らぎの計算に於ける物質温度の効果
- 銀河団中のガスの観測を用いたハッブル定数の推定法の信頼性
- 宇宙の階層構造の形成率
- 近傍観測から推定されるハッブル定数と宇宙年齢の確率分布

【超新星，超高密度天体】

- 超新星爆発における自転重力崩壊と重力波
- 一般相対論的輻射流体力学シミュレーション
- 非等方ニュートリノ放出と超新星爆発メカニズム
- 非対称な超新星爆発における爆発的元素合成
- 超新星背景ニュートリノと銀河の進化

2. 教育

最近の博士論文および修士論文には以下のものがあります。

• 1994 年度の博士論文

降旗康彦: "Applications of Regge Calculus to Classical and Quantum Cosmology"

• 1994 年度の修士論文

菅井 真紀："電弱相転移におけるバリオン数生成"

北山哲："Formation rate of hierarchical structures in the Universe"

船曳 淳："自転星の重力崩壊と超新星爆発"

3. 連絡先

宇宙理論グループについての最新の情報は www でも得られますので、ぜひご覧ください。ホームページは
http://www-utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/
にあります。
電話番号は 03-3812-2111（代表）です。
また E-mail address は、

username@utaphp1.phys.s.u-tokyo.ac.jp
または
username@yayoi.phys.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	*username*
佐藤	4207	sato
須藤	4195	suto
杉山	4191	sugiyama
杉之原	4177	tatsushi
山田		shoichi
北田	4612	kitada
Stewart	4612	eds
降旗	4612	furi
佐々木	4612	sasaki
松原	4612	matsu
千葉	4191	tchiba
清水	4612	shimizu
井汲	4612	ikumi
稲垣	4612	inagaki
飯田	4612	iida
北山	4177	kitayama
菅井	4612	maki
長滝	4191	nagataki
船曳	4612	funabiki
戸谷	4177	totani
中村	4612	nakamura
山口	4612	gucci
椿		tsubaki
長原		nagahara
間明		magira

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.23–24)

東京大学理学部地球惑星物理学教室宇宙空間物理学研究室

寺 沢 敏 夫
内 藤 統 也

1. 構成

東京大学 理学部 地球惑星物理学教室 は 大きく分けて固体物理、 流体（気象・海洋）物理、 ＳＴＰ（太陽地球系物理）、 惑星物理の４つのグル−プから成っており、 宇宙空間物理学研究室はＳＴＰに所属しています。（ＳＴＰには他に大気光物理化学研究室、磁気圏物理学研究室があります。）研究室の 1995 年 11 月 1 日 現在の構成員は以下の通りです。

寺沢 敏夫 (教授)*
三浦 彰 (助手)*
内藤 統也 (学振ＰＤ)*
篠原 育 (D3)
坪内 健 (D2)
島田 延枝 (D1)
杉山 徹 (D1)
片村 千治 (M1)
関 華奈子 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

宇宙空間物理学研究室では、宇宙空間プラズマの素過程を理論（数値実験含む）およびデータ解析の手法を用いて研究しています。その研究対象に、無衝突衝撃波、磁力線再結合、磁気圏境界不安定性などの機構とそれに伴う粒子の加熱・加速・拡散過程、等が挙げられます。この数年、特に重点をおいているテーマは

１）slow shock 形成過程と磁力線再結合機構
２）fast shock 形成過程と統計的粒子加速機構（Fermi 機構）
３）速度勾配不安定性と粒子異常拡散機構

で、現在 GEOTAIL 、 WIND などの衛星により観測が行われている地球磁気圏、惑星間空間の物理過程と密接に関連しています。 GEOTAIL 衛星による観測的研究については同教室の惑星物理グル−プ、宇宙科学研究所の GEOTAIL グル−プと共同で研究を進めています。

また、より長期的な視野をもって

４）惑星磁気圏の比較研究（地球・木星型 v.s. 金星・火星型）
５）太陽風成因論ならびに太陽風・星間ガス相互作用のテーマについても研究を進めています。

この中で、特に「理論天体物理学」に関係した研究について、担当者が内容を簡単に紹介します。

2.1 磁気圏境界面に於けるＫ−Ｈ不安定性（シア−不安定）；三浦

太陽風と磁気圏の境界面では速度シア−によってＫ−Ｈ不安定性（シア−不安定）が励起される。この不安定の線型，非線型発展の様相を数値シミュレ−ションによって明らかにし、不安定によって生ずる太陽風から 磁気圏内への 運動量輸送 （接線応力）、 エネルギー輸送、粘性の本質と実態を定量的に解明している。

2.2 斜め衝撃波による粒子加速；内藤

宇宙線の加速機構として衝撃波によるフェルミ統計加速が広く信じられているが、衝撃波の進行方向と磁場の向きが大きく傾いている斜め衝撃波については定量的な研究が完成していない。この斜め衝撃波による粒子加速を研究し、宇宙線に関する未解決問題を解明する。

2.3 宇宙空間の磁場構造形成に伴うプラズマダイナミクス；坪内

宇宙空間に見られる衝撃波の物理について、 特に衝撃波同士 の相互作用（例えば太陽風中の interplanet-ary shock と地球前面の bow shock）によって新たに作り出される磁場構造に関する研究を GEOTAIL による観測と数値シミュレーション双方の立場から行っている。

2.4 宇宙プラズマ中での粒子加速；島田

主に衝撃波に関連する加速現象を扱っており、現在行なっている研究は、惑星間空間衝撃波による電子ー波動相互作用と、 それに伴う 電子加速過程の解明です。

2.5 地球の Bow Shock で反射されたビーム状イオンの研究；杉山

地球の Bow Shock 面をイオンが行き来する際に、フェルミ型加速機構によって生成されるイオンに関して人工衛星の 直接観測データ を基に、 磁場波動の振幅、衝撃波の形状、イオン分布等の、加速効率にたいする影響を調べ理論の検証を行っています。

3. 教育

最近の修士論文

- Stochastic Particle Acceleration by a Slow Shock Pair Formed in a Reconection [菅野（島田）延枝: 1995 年 3 月]
- Magnetic Wave and Suprathermal Ion Events Observed in the Distance Region Upstream of the Earth's Bow Shock: Geotail and ISEE-3 Observations [杉山 徹: 1995 年 3 月]
- The energization of Cold Ions around a Plasma [坪内 健: 1994 年 3 月]

4. 連絡先

宇宙空間物理学研究室の電話番号は、 03-3812-2111 (内線番号) , E-mail address は、
username @grl.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	*username*
寺沢	4582	terasawa
三浦	4583	miura
内藤	4596	naito
篠原	4588	iku
坪内	4316	tsubo
島田	4595	non
杉山	4588	sugiyama
片村	4595	katamura
関	4312	seki

また、 東京大学 理学部 地球惑星 物理学教室ＳＴＰ（太陽地球系物理）グループのＷＷＷホームページを
http://www.grl.s.u-tokyo.ac.jp/（英語版）
http://www.grl.s.u-tokyo.ac.jp/index_ j.html（日本語版）
にて試験中です。

参考文献

[1] Terasawa, T., Acceleration mechanisms for cometary ions, in *Cometary Plasma Processes*, edited by A. Johnstone, *Geophysical Monograph, 61*, 277-286, 1991.

[2] Umeki, H., and T. Terasawa, Decay instability of incoherent Alfvén waves, *J. Geophys. Res., 97*, 3113-3119, 1992.

[3] Terasawa, T., M. Fujimoto, H. Karimabadi, and N. Omidi, Anomalous ion mixing within a Kelvin-Helmholtz vortex in a collisionless plasma, *Phys. Rev. Letters, 68*, 2778-2781, 1992.

[4] Terasawa, T., M. Hoshino, and M. Fujimoto, A new class of exact solutions for 3D compressible reconnection problem, *J. Geomag. Geoelectr., 45*, 613-618, 1993.

[5] Terasawa, T., Ion acceleration, *Adv. Space Res., 15 (8/9), Phys. of Collisionless Shocks*, 53-62, 1994.

[6] Miura, A., Kelvin-Helmholtz instability at the magnetospheric boundary: dependence on the magnetosheath sonic Mach number, *J. Geophys. Res., 97*, 10655, 1992.

[7] Miura, A., Kelvin-Helmholtz instability at the magnetospheric boundary: computer simulation, in *Physics of the Magnetopausl Geophysical Monogr.*, edited by Sonneerup, B. U. Ü ., et. al, 285, (*American Geophysical Union*, Washigton D. C.), 1995.

[8] Sugiyama, T., T. Terasawa, et al., Attenuation distance of low frequency waves upstream of the pre-dawn bow shock: GEOTAIL and ISEE-3 comparison, *Geophys. Res. Letters, 22 (2)*, 81-84, 1995.

[9] Tsubouchi, K., and T. Terasawa, The energization of cold ions around a plasmoid in the magnetotail, *J. Geomag. Geoelectr., 47(2)*, 149-162, 1995.

[10] Sugiyama, T., T. Terasawa et al., On the origin of the upstream diffuse ions: Case Studies from GEOTAIL observations, *J. Geomag. Geoelectr.*, in press, 1995.

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻（尾崎・柴橋グループ）

尾 崎 洋 二
柴 橋 博 資

1. 構成

東京大学 大学院 理学研究科 天文学専攻 に所属します．当専攻には色々な研究グループグループがありますが，ここでは尾崎洋二と柴橋博資のグループだけを紹介します．1995 年 8 月 1 日 現在の構成員は 以下の通りです．E-mail address は，

username@astron.s.u-tokyo.ac.jp

で，電話は，03.3812.2111 が 東大の代表 で内線は以下の通りです．

	内線番号	*username*
尾崎洋二 (教授)*	4256	osaki
柴橋博資 (助教授)*	4267	shibahashi
中村香織 (D3)*	4275	nakamura
高田将郎 (D2)*	4275	takata
清水壮一 (D1)	4275	shimizu
津川元彦 (M2)	4275	tsugawa

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 降着円盤の研究

2.1.1 矮新星と降着円盤の研究

矮新星の爆発現象を激変星の降着円盤の不安定性により統一的に理解するというプロジェクトを立て，系統的に研究を進めてきた．そして，これまでの到達点をまとめて，レビューの形で発表した．[7]

以下では， これらの研究の内 1995 年度に行った 研究を紹介する．

矮新星の中でも特別大規模な爆発を数１０年の間隔で繰り返す矢座ＷＺ型星を SU UMa 型矮新星の極端な場合として説明出来ることを示した．SU UMa 型の中の活動度の違いが質量輸送率の違いによって説明出来ることを明らかにした．[4]

最近，スーパーサイクルが１９日から４５日という極端に周期の短い SU UMa 矮新星が発見され，注目されている．これらの星は ER UMa 型あるいは RZ LMi 型と呼ばれ，現在の所，３つの星がこのグループに属している． これらの星の光度曲線を尾崎が 1989 年に提案した 「熱ー潮汐不安定性モデル」 [3] に基づいてシミュレートした．その結果，伴星からの質量輸送率が大きい SU UMa 型矮新星として説明出来ることが分かった． [5], [6]

2.1.2 ブラックホール候補天体の研究

ＡＧＮと同様に [2]， ブラックホール候補天体にもディスクとコロナ からなる降着円盤モデル を適用した．ブラックホール候補天体のＸ線のスペクトルは黒体輻射で近似できるソフト成分とべき型のハード成分に分けることができるが，ディスクからはソフト成分が，コロナからはハード成分が放射されると考えられる．コロナの電子の分布を熱的な場合と非熱的な場合を考え，電子・陽電子対を考慮するなど，様々な場合のスペクトルを求めた．

2.2 日震学および星震学による恒星内部構造の研究

近年, 精密な観測により, 太陽を始め磁変星, 白色矮星, 早期型星等のいろいろな恒星で振動が発見され, 様々な固有振動モードが励起されていることが明らかになってきた. これら多数の固有振動を利用して, 直接調べることのできない太陽や恒星の内部構造を探る日震学, 星震学の方法論を確立し, もって太陽および恒星の内部構造を解明する研究を行っている. 以下に最近の成果を記する． [8]

米国国立太陽天文台の研究者と共同して，太陽の音波の伝播時間を使って，太陽の表面下の構造を探る研究を行った. この研究においては，まず観測から音波の伝播時間の振動数依存性を求める方法を示し，この観測結果を使って太陽内部の音波 cavity についての外側の壁の形についての情報が求められることを示した. また，高周波の音波の伝播時間から音源の位置が求められ，光球直下約 100km という結果を得た. [1]

太陽の音波モードの振動数から太陽の内部構造のモデルを作成する方法を考案した. 太陽の内部構造は, 太陽振動と太陽ニュートリノ問題に関して詳細に議論検討されてきた. しかしその議論の多くは, 標準恒星進化論に立脚してその範囲内でモデルを精密に作り, モデル

の振動数とニュートリノ・フラックスを観測量と比較して問題を議論するというものであった. 新しい方法では, 太陽質量, 半径, 音速分布, 表面化学組成比を満たすべき境界条件として, モデルを構築する. 計算の結果では, 中心部での音速は標準太陽モデルより速く, 温度, 密度は低く, 化学組成は水素がより多い. 太陽ニュートリノ・フラックスを計算すると, ^{8}B ニュートリノは標準太陽モデルの 40% 減, ^{7}Be ニュートリノフラックスは 同じく 20% 減, pp ニュートリノフラックスは殆ど変わらないという結果を得た. [9]

A 型特異星 (Ap 星) の脈動の精密な観測からこれまで以上に複雑な振動スペクトルの微細構造が発見された. これを説明するために, 強い磁場を持った回転している星の振動を定式化し, その説明に成功した. 磁変星の場合, 振動数スペクトルの微細構造から, その内部磁場に関する情報が引き出せるので, 今後, このような高速脈動の精密な解析が有用である. [11] 磁場を考慮に入れた場合, 恒星の固有振動がどのようになるかを摂動論を使って調べ, 固有関数の摂動における, 選択則を見いだした. [10]

Blazhko 効果とは, 琴座 RR 星型変光星に見られる長い周期の変動を指す. 通常の変光周期は 0.3 ~ 0.7 日で, この効果の周期は 30 ~ 数100 日程度である. この効果は Blazhko により 1907 年に発見されたものであるが, 現在に至るまで理論的な定説はない. この Blazhko 効果を単一のモードの振動が磁場と自転によって変化することで説明しようと試みている. [12]

参考文献

[1] Jefferies, S. M., Osaki, Y., Shibahashi, H., Duvall, T. L., Jr., Harvey, J. W., & Pomerantz, M. A. 1994, ApJ, **434**, 795-800.

[2] Nakamura, K., & Osaki, Y. 1993, PASJ, **45**, 775-787.

[3] Osaki, Y. 1989, PASJ, **41**, 1005-1033.

[4] Osaki, Y. 1995, PASJ, **47**, 47-58.

[5] Osaki, Y. 1995, PASJ, **47**, L11-L14.

[6] Osaki, Y. 1995, PASJ, **47**, L25-L29.

[7] Osaki, Y. 1996, PASP, **108**, 1-22.

[8] Shibahashi, H. 1995, ASP Conf. Ser. **76**, pp. 618-629.

[9] Shibahashi, H., & Takata, M. 1995, PASJ submitted.

[10] Takata, M., & Shibahashi, H. 1994, PASJ, **46**, 301-314.

[11] Takata, M., & Shibahashi, H. 1995, PASJ, **47**, 219-231.

[12] Takata, M., & Shibahashi, H. 1995, PASJ submitted.

3. 教育

最近の博士論文

- 矮新星における爆発現象の数値シミュレーション [市川 晋: 1994 年 3 月]
- Tidal instability of accretion disks in close binary systems [廣瀬 雅人: 1992 年 3 月]

最近の修士論文

- 矮新星の降着円盤モデル [清水 壮一: 1995 年 2 月]
- Effects of rotation and magnetic field on stellar pulsations —aplication to the roAp stars and the Blazhko effect in the RR Lyrae stars [高田 将郎: 1994 年 2 月]
- 活動銀河中心核の 共生降着円盤 モデル形成 [中村 香織: 1993 年 2 月]
- 振動による太陽内部構造の診断 [西澤 隆: 1993 年 2 月]

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.27–27)

東京大学・大学院理学系研究科・天文学専攻・野本グループ

茂　山　俊　和

1. 構成 (1995 年 11 月 1 日現在)

野本 憲一 (教授)*、茂山 俊和 (助手)*、
鈴木 知治 (助手)、
Timothy R. Young (学術振興会特別研究員)、
和南城 伸也 (D3)、森 正夫 (D2)、
石丸 友里 (D2)、岩本 弘一 (D2)、
斎藤 亮 (M2)、中里 直人 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究紹介

2.1 超新星爆発と超新星残骸

Ia 型と呼ばれる超新星は連星系の中にある白色矮星が爆発したと考えられている。相手の星からガスをもらって段々と太っていく白色矮星中心付近で核融合反応がどのように起きて伝わっていくかを調べて、この超新星で合成される ^{56}Ni の量を正確に決めることを目標にしている。 ^{56}Ni の量が Ia 型超新星の爆発の激しさと明るさを決めている。

重力崩壊型と呼ばれる超新星において、ニュートリノによって加熱され爆発する過程を定常状態の準静的な進化として記述し、爆発に必要な条件をもとめた。さらに進んで、爆発するガスが持ち去るエネルギーを求めようとしている。

超新星の光度曲線を輻射輸送と流体力学の方程式を同時に数値積分することで計算し、実際に観測された超新星の光度曲線と比べることで爆発に関する情報を得る。また、 Rayleigh-Taylor 不安定による物質混合を 2 次元流体計算を行なって調べ、光度曲線に及ぼす影響を議論している。

超新星 1993J によって飛び散ったガスと周辺の星周ガスとの衝突によって引き起こされる非平衡な物理過程の数値計算を行ない、高温なガスから放射される X 線強度進化を ASCA 等の観測と比べる。こうして、爆発した大質量星の質量放出の様子を明らかにした。

Vela 超新星残骸について、 2 つのほぼ同じ質量をもった星が超新星爆発を相次いで起こしたというモデルを提唱した。 2 次元流体計算を行ない、 ROSAT などの X 線観測結果をこのモデルで説明できることを示した。

2.2 新星における元素合成

白色矮星表面で起こる核融合反応によって合成される重元素量を計算し新星の分光観測と比較して、白色矮星の質量と組成を求める。

2.3 球状星団・銀河の形成

球状星団と銀河の形成の GRAPE と SPH 法を用いて、化学的な進化と力学的な進化を同時に計算する数値シミュレーションを行ない、これら天体の化学的な特徴と力学的な特徴を同時に再現するための条件を調べる。

2.4 銀河・銀河団の化学進化

楕円銀河や銀河団に付随している高温ガスについて ASCA によって新しい X 線観測の結果がもたらされている。これらを説明するモデルを作ることによって高温ガスの起源や化学的な進化を明らかにする。

3. WWW で見る野本研究室

野本グループについての最新の情報 (preprint 等) は www で見ることができます
(http://supernova.astron.s.u-tokyo.ac.jp
/index.html)。

東京大学教養学部宇宙地球科学教室

蜂 巣 泉

1. 構成

東京大学教養学部宇宙地球科学教室(正式名称:東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系)

住所: 〒 153 東京都目黒区駒場 3-8-1

電話: 03-5454-xxxx

FAX: 03-3465-3925

杉本研究室は Tera flops GRAPE (GRAPE-4) に代表される専用計算機を作って、恒星系の天文学に新しい地平を切り開こうとしています。江里口研究室は、回転する自己重力天体の力学平衡解をニュートン力学的および一般相対論的に求めることを中心にやっています。以下では、スタッフと博士課程以上の院生を紹介します。

構成員:

杉本大一郎(すぎもと だいいちろう)*
東京大学教授、教養学部
e-mail: sugimoto@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6608
FAX: 03-5454-6608 or 03-3465-3925
研究分野 :理論天文学、重力多体問題専用計算機など
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

江里口 良治(えりぐち よしはる)*
東京大学教授、教養学部
e-mail: eriguchi@tansei.cc.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6610
FAX: 03-3465-3925
研究分野 :回転星の構造と進化・一般相対論
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

蜂巣 泉(はちす いずみ)*
東京大学助教授、教養学部
e-mail: hachisu@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6615
FAX: 03-3465-3925 or 03-5454-6615
研究分野 :理論天文学(宇宙気体力学)、超新星爆発、星の合体衝突など
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

牧野淳一郎(まきの じゅんいちろう)
東京大学助教授、教養学部
e-mail: makino@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-3465-3925
FAX: 03-3465-3925
研究分野 :数値天文学(恒星系力学)、重力多体問題専用計算機
連絡先 :東京大学教養学部情報図形科学教室

上野 宗孝(うえの むねたか)
東京大学教養学部助手
e-mail: ueno@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6616
FAX: 03-3465-3925
研究分野 :赤外線天文学・観測装置開発
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

泰地 真弘人(たいじ まこと)
東京大学教養学部助手
e-mail: taiji@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-3465-3925
FAX: 03-3465-3925
研究分野 :計算科学、専用計算機
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

瓜生 康史(うりゅう こうじ)
広域科学専攻天下の研究生苦節の10年
e-mail: uryu@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
uryu@valis.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6799
FAX: 03-5454-6799
研究分野 :天体物理学、回転星の平衡解
連絡先 :東京大学教養学部15号館504b

西田 昌吾(にしだ しょうご)
学振研究員(OD 1年生)
e-mail: nishida@valis.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-4385
FAX: 03-5454-4385
研究分野 :一般相対論的天体物理学
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

大野 洋介(おおの ようすけ)
博士課程3年
e-mail: ohno@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6622
FAX: 03-3465-3925
研究分野 :赤外線天文学、数値流体
連絡先 :東京大学教養学部宇宙地球科学教室

福重俊幸 （ふくしげ としゆき）
総合文化研究科広域科学専攻博士課程３年
e-mail: fukushig@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6618
FAX: 03-3465-3925
研究分野 ：天体物理学、専用計算機製作
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
船渡 陽子 （ふなと ようこ）
総合文化研究科広域科学専攻博士課程３年
e-mail: funato@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6622
FAX: 03-3465-3925
研究分野 ：天体物理学、銀河の相互作用
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
吉田　至順 （よしだ　しじゅん）
総合文化研究科広域科学専攻天下の博士３年
e-mail: yoshida@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6799
FAX: 03-5454-6799
研究分野 ：一般相対論、相対論的宇宙物理
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
小久保 英一郎 （こくぼ えいいちろう）
総合文化研究科広域科学専攻天下の博士２年
e-mail: kokubo@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6622
FAX: 03-3465-3925
研究分野 ： HARP で天地創造を
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
野澤　哲生 （のざわ　てつお）
理学部天文学専攻修士２年
e-mail: nozawa@kyohou.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6798
研究分野 ：一般総体論敵天文学
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
（15 号館 504A）
吉田 慎一郎 （よしだ しんいちろう）
理学部天文学専攻博士 ２年
e-mail: yoshida@astron.s.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-3812-2111 (ext. 4266)
FAX: 03-3813-9439
研究分野： 一般相対論的回転星の理論
連絡先 ： 東京大学理学部天文学教室
和田 武彦 （わだ たけひこ）
理学部天文学専攻博士２年
e-mail: wada@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6618
FAX: 03-3465-3925
研究分野 ：赤外線天文学
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
成見 哲 （なるみ てつ）
総合文化研究科広域科学専攻天下の博士１年
e-mail: narumi@chianti.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6622
FAX: 03-3465-3925
研究分野 ： MD の専用計算機
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
増田 信之 （ますだ のぶゆき）
総合文化研究科広域科学専攻博士１年
e-mail: masuda@kyohou.c.u-tokyo.ac.jp
TEL: 03-5454-6798
研究分野 ：ＳＰＨ法によるガス状天体の解析
連絡先 ：東京大学教養学部宇宙地球科学教室
（１５号館５０４Ａ）

東京工業大学理学部物理学科細谷研究室

細 谷 暁 夫

1. 研究室の構成メンバー

1995 年 秋 現在の細谷研のメンバーは 以下の通りです。

教授 細谷 暁夫 * 助教授 石原 秀樹 *
研究員 岡村 隆 (学振)
研究生 鈴木 ひろみ, 山本 哲史, Christian Baraldo
Ｄ3 古池 達彦 (学振) *, 小林史歩 (学振), 谷本 真幸, 丁 数学
Ｄ2 小野沢 庸 (学振)
Ｄ1 石橋 明浩, 井口 修 (学振), 玉井 一美
Ｍ2 前田 健吾, 久保 勉
４年生 遠藤 貴雄, 下村 威, 谷 直樹
ビジター 三島 隆 (日大理工), 中道 晶香 (早稲田大理工) *

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究内容

研究テーマは自由。 個人、 または数人のグループで、興味ある問題を見つけて研究をしています。近頃みんなが 取り組んでいる研究の いくつかを 紹介します。

2.1 一般相対論、重力理論

○ 物理的に妥当な条件下で、宇宙には特異点が存在することが、ホーキングとペンローズによる特異点定理によって示される。この特異点定理の、部分的に因果律の破れた時空に対しての拡張の試みや、特異点と時空のトポロジーの関係を探っている。

○ 重力崩壊における臨界現象について解析的に、また数値的に研究している。

○ 大域的構造の研究のために、コンパクトな一様宇宙モデルのトポロジーを考慮した分類を行っている。また、最近は、分類した一様コンパクト宇宙のダイナミクスについても調べていて、量子宇宙論等への応用が期待される。

○ ブラックホールと重力波の準固有振動について。ブラックホールは、それぞれ固有の振動数をもっている。重力崩壊によりブラックホールが形成されると、定常状態に落ち着くまでその振動数で振動し、よって固有振動数の重力波を放出する。それは、ブラックホール形成の最終段階における重力波放出の大半を担い、波形はブラックホールの質量、角運動量、電荷で決まる。これを決定する事が、ＬＩＧＯなどの重力波観測において重要になるので、我々のグループではこの振動数を数値的に決定することを行なっている。

2.2 宇宙論

○ 宇宙初期における磁場の研究。宇宙空間には磁場が存在することが観測されている。しかし、この磁場が、いつ頃から存在しているのか、どのようにして造られたものなのか、なぜ今、観測されているような分布になっているのか等、理論的なことは分かっていない。この宇宙磁場の起源について、オリジナルのシナリオを創り、さらに、その宇宙磁場の構造形成への効果についても研究している。

○非一様な宇宙の振舞いを長波長近似という方法を用いて調べている。特に、インフレーションへの非一様性の影響について研究している。

○ 非一様宇宙模型のテスト。近年観測された、大きなハッブル定数 (80km/s/Mpc) を、その他の観測と矛盾なく説明する模型を構成しようと試みている。

3. 研究室の雰囲気

意欲にあふれる学生が多く、研究も活発です。論文も多く投稿料の心配をするのが嬉しい。私 (細谷) のおおまかな方針は、論文をかく学生はいい学生でそうでない学生は悪い学生と単純です。私からみると大変積極的な人が多数いると思います。逆に言うと、個性（アク）の強い人が多いので、おとなしい人は生きていくのが大変かもしれません。毎週火曜日には、広く学外から宇宙論、相対論の研究者を呼びセミナーをしてもらっており、お互い刺激しあい、自分の研究に役立てています。また、セミナーの終わったあとは、毎週恒例の打ち上げがあり、酒を入れて物理に限らず様々な話題で盛り上がっています。

4. 連絡先

〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学理学部物理学科細谷研究室

電話 03-5734-2364(事務室), 03-5734-2463(細谷), 03-5734-2385(石原)
E-mail address :*username*@th.phys.titech.ac.jp
username は以下の通り。
ahosoya(細谷) ishihara(石原) okamura(岡村) yamamoto(山本) cbalaldo(バラルド)
bartok(古池) kobayasi(小林) prince(谷本) sding(丁)
onozawa(小野沢) osamu(井口)
akihiro(石橋) kazumi(玉井) kubo(久保) maeda(前田)
tmishima(三島)

お茶の水大学理学部宇宙物理研究室

森 川 雅 博

1. 構成

森川 雅博 (教官)[1]	窪谷 浩人 (教官)[2]
黒川 知美 (D1)	上杉 智子 (D1)
畠山 美紀子 (M2)	松本 真希 (M2)
青木 真由美 (M1)	内田 美乃里 (M1)
中村 美奈子 (M1)	増山 千奈美 (M1)
善里 彩子 (M1)	

1: 理論天文学懇談会会員

2: 奈良教育大学 にこの秋から移動

2. 研究

初期宇宙・宇宙物理全般や関連する分野を広く題材にしている．特に，非平衡量子統計力学の視点から，統計力学・宇宙論・場の理論などの境界領域の開拓を目指している．宇宙の様々な階層のうち特定の階層の基本特性そのものではなく，階層間の相互連関を動的に捉えて，階層自身の力学的進化を追求しようとしている．
【宇宙を舞台にした相転移現象】宇宙には様々な相転移現象があり，それをを契機にいろいろな構造が造られてきました．特に，相転移の際に C 数の秩序変数とその揺らぎが量子力学によってどのように記述されるかに関心があります．初期宇宙のインフレーションなどまさにこのような量子論と古典論が同時に登場する現象です．インフレーションの時期に生成されたという宇宙の密度揺らぎ（銀河構造の種）の問題を考察しています．量子力学と古典力学との比較といった観点から，量子カオスにも関心があります．
【宇宙初期における亜臨界泡の形成と成長とバリオン生成】電弱相転移の時期にできる臨界に達しないたくさんの泡の力学・統計を考察しています．関連して，バリオン生成の問題やトンネル現象にも興味があります． 特に， 散逸媒質の中の量子トンネル現象に関して，実時間のままで遷移確率を計算する手法を確立してトンネル過程の物理的な記述を目指しています．
【宇宙の自己組織臨界現象やフラクタル構造】自己組織臨界現象 (self organized criticality) の立場から宇宙のいろいろな構造を解明しています． 例えば， ブラックホールの回りのダストの運動などを解いていっています．これは，銀河中心のブラックホールの活動性，コヒーレンスを持ったジェット構造の解明につながっていくでしょう．また，もう少し大きな宇宙の各階層で そのスケールでの 物質密度は， 常に対応するシュバルツシルト半径と一定の比を保っています．このような分布はフラクタルであり，その成因や観測的効化を追求しています．
【地球環境変化の外因説】生物種の絶滅や発生・海の水位変化など地球上には過去の環境変化を物語るたくさんのデータがあります．これらを地球外からの摂動に求めて，その因果関係の確からしさを推定しています．例えば，小惑星や彗星などの地球への衝突は過去何度もくり返し起こっています．できるだけ因果関係をつないで統計的有意性を求めています．

3. 教育

最近の修士論文：
重力レンズの多重極近似 ［黒川 知美: 1995 年 2 月］
インフレーション宇宙における量子論的密度揺らぎの古典化［上杉 智子:1994 年 2 月］

4. 連絡先

宇宙物理学研究室についての最新の情報は近いうちに www でも得られるようになります (http://www.ocha.ac.jp/). 電話番号はダイアルイン方式で，03-5978-5312 番です。また E-mail address は xxxx@phys.ocha.ac.jp の形式で xxxx は以下のとおりです．

森川 hiro	窪谷 kubotani	黒川 tk385
上杉 tomoko	畠山 mikiko	松本 maki
青木 mayumi	内田 minori	中村 minako
増山 chinami	善里 ayako	

参考文献

[1] M.Morikawa, Cosmological Inflation as a Quantum Phase Transition, Prog. Theor. Phys. **93**, 685–709 (1995).

[2] H. Kubotani, T. Okamura, M. Sakagami, Quantum Decoherence due to Non-Linear Dynamics of Environment, Physica A **214**, 560–583 (1995).

国立天文台理論天文学研究系

相 川 祐 理

1. 構成及び連絡先

電話番号はダイアルイン方式で、0422-34-xxxx、e-mail アドレスは *username*@*machine_name*.mtk.nao.ac.jp です。

氏名（身分）	電話	e-mail
観山正見 (教授)*	3738	miyama@yso
岡本功 (教授)*	3828	okamoto@yso
大木健一郎 (助教授)	3733	ohki@wbs2
小笠原隆亮 (助教授)*	3632	ryu@ferio
梶野敏貴 (助教授)*	3740	kajino@ferio
谷川清隆 (助教授)*	3634	tanikawa@ferio
富阪幸治 (客員助教授)*	3834	tomisaka@pulsar
犬塚修一郎 (助手)*	3731	inutsuka@yso
土屋俊夫 (COE 研究員)*	3740	tsuchiya@yso
広瀬雅人 (国立天文台研究員)*	3834	hirose@yso
広谷幸一 (国立天文台研究員)	3828	hirotani@ferio
堀内真司 (国立天文台研究員)	3807	horiuchi@hotaka
小林謙一 (D4)	3752	kobayasi@ferio
菊地信弘 (D3)	3752	kikuchi@yso
竹内拓 (D3)	3632	takeuchi@yso
梅原広明 (D2)	3634	umehara@milano
奥田泰也 (D2)	3832	okuta@milano
折戸学 (D2)	3832	orito@milano
山本忠裕 (D2)	3832	hiro@milano
相川祐理 (D1)	3738	aikawa@yso
佐野孝好 (D1)	3832	sano@ferio
横野安則 (D1)	3834	yokono@yso
阿部博 (M2)	3634	abe@milano
河内敏康 (M2)	3752	kawachi@milano
永井智哉 (M2)	3731	nagai@yso
増永浩彦 (M2)	3731	masunaga@yso
今枝佑輔 (M1)	3836	imaeda@milano
徳久章 (M1)	3836	tokuhisa@milano
山口真澄 (M1)	3834	yamaguchi@milano

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 星・惑星形成

本研究室では、星間分子雲の収縮・分裂過程から惑星系形成に至るまでの様々なプロセスについて、以下のように幅広く研究を行なっている。

分子雲の中にはしばしば細長いフィラメント状の構造が見られ、その中には高密度コアが数多く存在している。また星間雲における磁場の構造なども数多く観測されている。我々は、分子雲の収縮・分裂過程が如何なるものであるか、このような特徴的な構造がどのようにして形成されるのか、について研究を進めている。原始星はこの分子雲コアの中で形成されると考えられるため、この研究は星の質量はどのようにして決まるかという問題と直結しており、天文学における重要課題の一つである。（犬塚・永井）

分子雲の分裂・収縮の結果、星の卵ともいうべき分子雲コアができて、 これが重力収縮して 星が誕生する。その時、磁場や回転の影響で星の周りには円盤状に物質が残り、これが後の惑星系を作る母体（原始惑星系円盤）となる。分子雲コアの質量のうち、どれほどの割合が星の質量となるのか、星周円盤の質量分布などの構造がどのようなものか、などを決めるのはこの重力収縮の過程である。我々は理論的なモデルを構築するとともにモデルから予測される Spectral Energy Distribution などを求めて観測による理論の実証も目指している。（富阪・増永）

原始惑星系円盤の構造・進化の解明は惑星系形成の研究において最も重要な課題の一つである。我々は円盤の重力不安定性や、 円盤を貫く磁場による 磁気シアー不安定性、さらに形成されつつある原始惑星と円盤の力学的相互作用などに注目してこの問題に取り組んでいる。（菊地・竹内・佐野）[1]

原始惑星系円盤における分子組成の進化は惑星系の物質的起源に結び付く大変興味深い問題である。我々は化学反応の理論的モデルを用いてこれに取り組んでいる。原始惑星系円盤における分子組成の解明は、最近急速に発展している分子輝線による円盤の観測結果から、その構造・進化を検証するためにも不可欠なものである。（相川）[2]

2.2 ブラックホールの研究

2.2.1 ブラックホール磁気圏の研究

カーブラックホールのまわりの定常軸対称磁気圏について、 split-monopole 磁場、 slow-rotation limit の近似のもとで、ポロイダル磁場に沿った非縮退電場の発生と粒子加速などを研究した。[6] 今後も L. Mestel (Sussex) と共同でグローバルな磁気圏の構造、粒子加速、ガンマ線の発生などを調べる。

2.2.2 ブラックホールの熱力学

定常あるいは準定常状態に達したブラックホールについて、 「宇宙検閲官仮説」、「ノーヘア定理」、「面積定理」、「ホーキング幅射の発見」 などにより、ブラックホールメカニクッスからブラックホール熱力学への発展が完成した。その結果、理想気体の熱力学と同様に、ブラックホールについても質量エネルギー M、 角運動量 J、 電荷 Q を示量変数、 表面温度 T、回転角速度 Ω_H、静電ポテンシャル Ψ を示強変数とする古典的な熱力学が成り立つ。エントロピーについては、 ホールと そのまわりの幅射に関しては additive で、 従って extensive であるが、 2 個のホールに関しては “superadditive” で、 従って non-extensive である。このように、ブラックホールの物理的な特徴を理想気体の熱力学と対比しながら明らかにすることは興味深いことである。[3]

例えば、シュワルツシルトホールはマイナスの比熱を持つので、無限大の熱浴に浸すと不安定になる。そこで、有限の大きさの容器にホールと幅射を入れて、系の熱力学的安定性が議論されてきた。[4] これに対し、奥田は J. Katz（国立天文台外国人研究員）とともに一般相対論的な幅射と閉じ込め容器の安定性、幅射の重力崩壊を考え、容器に対する物理的な条件を明らかにした。[5]

2.3 宇宙流体力学専用計算機の開発

天文学における大規模な数値シミュレーションに対して、専用計算機を用いる手法が有効になる場合がある。その中の一つに、粒子法による数値流体力学の 計算法、 SPH 法がある。 この方法は 星形成領域 等の様々な天体形成現象に応用されてきている。この SPH 法のための 専用計算機 を作成し、 重力 専用 計算機 (GRAPE) と組み合わせることにより高速の宇宙流体計算が可能となる。国立天文台理論天文学研究系では、 この SPH 法のための 専用計算機を平成 8 年度中の完成を目指して設計・開発を進めている。現在進めている計算機の構成は以下のとおりである。 ASIC によってつくられる専用計算プロセッサーチップを専用計算ボード上に並列化し、さらに専用計算ボードを匡体中に並列化する。この専用計算機ハードウェアーを SCSI により ホスト ワークステーション に接続する。この専用計算機システムの第 1 号機は、約 3GFlops で SPH 法の計算を実行する。衝撃波を高精度で扱えるように拡張された SPH 法である GPH 法にもこの専用計算機は対応している。[7][8]

2.4 初期宇宙・銀河・物質の起源と進化

2.4.1 初期宇宙

物質の起源は初期宇宙の相転移にまでさかのぼる。格子ゲージ理論や有効理論の発展とともに、 EW 相転移でのバリオン生成や QCD 相転移でのハドロン生成の理解が急速に深まりつつある。我々は、ハドロン泡生成と時空構造の発展を記述するために、クォーク閉じ込めとカイラル対称性の破れを含み一次の相転移を示す現象論的なハドロン有効模型を構築した。これを QCD 相転移に応用して、 非一様バリオン密度ゆらぎの発生機構、 バリオン暗黒物質の一候補であるクォーク塊の生成・生き残り条件等を研究している。 Ω_{B} への寄与について研究している。（梶野、山本、折戸）[9] [10]

2.4.2 銀河の化学進化

宇宙進化の命運を左右する宇宙論パラメータの決定方法は、暗いハロー星の元素組成、あるいは、遠方の暗い銀河や大赤方偏移を示す銀河等の観測データに基づいて考案されている。しかし、その理論解析にあっては宇宙膨張と銀河進化による影響を明確に分離して取り扱えない という潜在的な困難が存在する。 従って、第一に銀河の化学進化を理解することが重要である。そのために我々は、ビッグバン元素合成に始まり星生成 – 超新星爆発 – 星間空間への拡散という物質循環の過程一つ一つを研究し、できるだけ精密な銀河の化学進化模型の構築を目指している。（梶野、河内、徳久）[11]

2.4.3 元素合成

宇宙・銀河・星環境の物質状態の進化は、諸元素の化学組成の時間発展にその痕跡を見ることができる。宇宙進化の研究に時間 $\approx$ 元素量という正確な指標を持ち込むために、我々はビッグバン元素合成、超新星・新星・ X 線バーストでの爆発的元素合成、宇宙線による星間物質の破砕核生成等の基礎過程について研究している。（梶野）[9]

2.5 非線形力学系の研究

三体問題は全ての初期値に対して、時間が $-\infty$ から ∞ までに成り立つ解を 1 価解析的関数で記述すること

ができないことは既に Poincaré によって証明されている。これは三体問題がカオスであることを示唆している。しかし、どのようにカオスかということは解明されたわけではない。周期解の安定多様体・不安定多様体が位相空間の中でどのような構造をしているかを調べることが、上記の疑問を解決に向かわせる第一歩である。

現在、3体衝突を含む三体問題である初速度0の問題を調べている。まず、谷川・阿部は2体衝突となる初期値探索の数値計算のアルゴリズムを開発し、それを用いて、初期値空間の中で衝突軌道が何本もの曲線（2体衝突曲線）をなすことを発見した。3本の曲線の交点では3体衝突が得られること（3体衝突点）も数値的に解明した。梅原は、最終状態（無限の未来での系の状態）を初期値空間によって数値的に分類し、フラクタル構造になっていることをつきとめた。そして、連星形成と2体衝突曲線や3体衝突点が直接関係していることを明らかにした。谷川は、2次元写像に興味を持っており、山口喜博（帝京平成大学）と共同研究を行なっている。twist map は好みのテーマの一つである。阿部は、微惑星の衝突確率を重視しそれを制限三体問題、Hill 問題の数値シミュレーションで求めた上で暴走的成長の可能性を考えている。惑星形成過程における暴走的成長の理論は惑星の形成時間をめぐる問題を解決する上で極めて重要である。暴走的成長は、原始惑星が周囲の微惑星を集積して成長することを前提としている。従って、原始惑星の成長を語るとき微惑星の衝突の問題は 避けては通れない。[12] [13] [14]

3. 教育

最近の博士論文

- フィラメント状星間ガス雲の収縮・分裂過程の理論的研究 [犬塚 修一郎: 1994 年 3 月]

最近の修士論文

- Evolution of Molecular Abundance in Protoplanetary Disks [相川 祐理: 1995 年 2 月]
- 降着円盤における磁気回転不安定性 [佐野 孝好: 1995 年 2 月]
- 天体流体力学専用計算機の開発 [横野 安則: 1995 年 2 月]

参考文献

[1] Takeuchi, T., Miyama, S. M. & Lin, D. N. C., 1996, ApJ, in press

[2] Aikawa, Y., Miyama, S. M., Nakano, T. & Umebayashi, T., submitted to ApJ

[3] 岡本功、 鏑木修,「宇宙の黒幕ーーブラックホール」、岩波書店 (1992)

[4] I. Okamoto, 1995, PASJ, 47, 365-375

[5] J. Katz, Y. Okuta, 1995, CQG, 12, 2275-2286

[6] S. Horiuchi, L. Mestel, I. Okamoto, MNRAS, 275, 1160-1170

[7] Inutsuka, S., 1994, Mem. S. A. it., Vol.65, p.1027-1031.

[8] Inutsuka, S., 1995, submitted to JCP

[9] Kajino, T., 1995, Nucl. Phys. A588, 399

[10] Mathews, G. J., Kajino, T. & Orito, M., 1996, ApJ, 456, in press

[11] Yoshii, Y., Mathews, G. J. & Kajino, T., 1995, ApJ, 447, 184

[12] Tanikawa, K., Umehara, H. & Abe, H., 1995, Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, in press

[13] Umehara, H., Tanikawa, K. & Aizawa, Y., 1995, Dynamical Systems and Chaos vol. 2: physics, World Scientific, 404-407

[14] 山口喜博、谷川清隆 1994, 物性研究, 64[4], 331-366

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.36–37)

国立天文台太陽物理学研究系理論 MHD グループ

横 山 央 明
工 藤 哲 洋

1. 構成

国立天文台太陽物理学研究系は太陽を観測・理論両面から解明することを目的とする組織であるが、我々のグループでは太陽だけでなく磁場が関係するあらゆる天体現象（地球・惑星磁気圏から銀河団・宇宙磁場まで）を守備範囲としている。1995 年 10 月 31 日 現在の構成員は柴田 一成 (助教授)*、横山 央明 (研究員)*、工藤 哲洋 (研究生)*、大山 政光 (D3)、堀 久仁子 (D2)、下条 圭美 (M2)、田沼 俊一 (M1)、八代 誠司 (M1)(* 印は理論天文学懇談会会員)。

2. 研究

近年、天体のあらゆる分野において磁場の重要性が認識されている。太陽観測衛星「ようこう」、X 線天体観測衛星「あすか」などにより天体活動において磁場の果たす 重要な役割が 観測面で明らかになってきた。フレア・バースト・ジェットなどの増光・運動現象が、磁場エネルギーの解放によっておこる様子が直接・間接に観測されたのである。またハッブル宇宙望遠鏡は星形成領域でのジェットの根元に降着円盤が存在することを観測した。このことは磁場によるジェットの加速モデルを強く支持する。さらに降着円盤の角運動量輸送問題の解決につながる円盤の不安定性の議論で磁場が注目されている。われわれのグループの研究の目的は、 このような磁場にかかわる 活動現象をスーパーコンピュータをつかって磁気流体 (MHD) 数値シミュレーションの手法で再現し、観測データと詳しく比較することにより物理過程や起源を明らかにすることである。具体的には磁気流体コードを用いることにより以下の諸問題を調べている。なお、研究を進めるにあたっては千葉大学松元博士グループ、京都大学 嶺重博士グループ、 テキサス大学 田島博士グループ、「ようこう」観測チームらと共同で作業を行なっている。

１）太陽フレア・ジェットのリコネクションモデルによる 2 次元シミュレーション（横山・柴田）

この研究では、「ようこう」で初めてそのカスプ構造が観測された大規模フレアの 2 次元シミュレーションを磁気リコネクションモデルに基づいておこなう。計算には新しく開発した熱伝導・放射冷却機構・重力を組み込んだ電磁流体コードを用いる。この型のフレアは大型であることから観測的に多くのデータが得られている。しかしながら、この現象では、熱伝導・熱放射・ガスの運動などがさまざまに絡みあうことからその理論的理解は 非常に困難であった。 本研究のシミュレーションはそのような複雑なプロセスをほとんど全て再現でき、その結果、 観測と理論との定量的な比較が初めて可能になるであろう。

２）太陽フレアループの準 2 次元詳細シミュレーション（堀・柴田・横山）

太陽フレアの際のプラズマの運動が「ようこう」により詳しくわかってきた。 とくに 「彩層蒸発」 現象（リコネクションで発生したエネルギーが熱伝導・非熱的粒子ビームにより磁気ループに沿って高密な彩層に伝わり彩層プラズマを急膨張・急上昇させる現象）がムービーとして観測された。この研究ではその様子をシミュレーションで再現、観測と比較するのが目的である [1]。

３）降着円盤からの ジェット・流れの **1.5** 次元 /**2.5** 次元 /**3** 次元シミュレーション（工藤・柴田）

現在、宇宙ジェットを説明するモデルとしては降着円盤を貫く磁場によって加速するとしたものが有力である。このモデルについては Shibata & Uchida (1986) が非定常 2 次元シミュレーションを行なっているが計算機資源の制約から降着円盤数回転程度の時間スケールの計算しかできず非定常数値解と定常解析解との対応が明らかでなかった。これまでの研究では、降着円盤を貫く固定した磁力線 に沿って 加速されるジェット流れを非定常 1.5 次元でシミュレーションした。十分な降着円盤回転後の数値解と定常解との比較を行ない その対応が非常に良いことを 明らかにした。また定常解の詳細な解析の結果、ジェットの質量流束・終端速度と磁場強度との関係を明らかにした [2]。この研究をふまえ今後は、天文台スーパーコンピュータを用いて、 1.5 次元という簡単化をはずし、 2.5 次元もしくは 3 次元において時間発展の数値シミュレーションを行う。

４）銀河団 ・銀河 ・降着円盤 における磁場の不安定 (**Parker** 不安定、**Balbus-Hawley** 不安定など)、お

よび、それにともなう磁気リコネクションの２次元 / ３次元シミュレーション (田沼・横山・工藤・柴田)

「あすか」X 線観測により、銀河団・銀河における高温プラズマの分布が明らかになり始め、磁場によるプラズマの閉じ込め、加熱、などの機構が注目され出している。また、近年、降着円盤の角運動量輸送問題に関連して、円盤の磁気不安定性の議論が盛んである（Balbus & Hawley）。本研究では、これらの問題に共通に現れる MHD 不安定性の非線形発展とそれにともなう磁気リコネクションの素過程を、時間発展の２次元、３次元 MHD シミュレーションにより詳しく調べる。

また、これらの理論を実証確認することと、さらにさまざまな天体電磁流体現象を発見することを目的として以下のような観測的研究も行なっている。

５）太陽 **X** 線ジェットの観測的研究（下条・柴田）

X 線ジェットとは太陽コロナ中で観測される、見かけ運動をともなう細長い一時的 X 線増光現象のことをいう。これは「ようこう」による新発見現象である [3]。われわれのグループでは X 線ジェット観測の典型的イベントの詳細解析 [4]、統計的研究 [5] をおこなった。その結果わかったことは、（１）ジェットは、磁気活動が盛んな領域（活動領域・浮上磁場領域・X 線輝点など）で大型フレアやマイクロフレアなどの爆発現象が起こるのにともなって発生する。（２）ジェットの発生後、足元の活動領域は高温プラズマが見かけ上減少し中空状になる。また足元の磁気ループの構造が前後で変化する。（３）ジェットの見かけ速度はアルフベン速度の数十パーセント程度。これらの観測事実はジェットの加速加熱機構が磁気リコネクションであることを強く支持している。われわれはこのメカニズムを、数値シミュレーションにより再現した [6]。

６）太陽フレアの観測的研究（柴田・大山・八代・下条）

「ようこう」による観測で、ほとんどのフレアにともなって高温プラズマの放出現象が見られることが明らかになった [7]。この結果はフレアの磁気リコネクション説を確実なものにした。なぜなら リコネクション理論によるとプラズマは加熱だけでなく加速するはずだからである。本研究では「ようこう」軟 X 線画像を中心に解析してこの放出プラズマの物理的構造の解析、統計的解析などをおこなう [8]。

3. 連絡先

住所は「〒181 東京都 三鷹市 大沢 2-21-1 国立天文台」、電話番号は 0422-34-3xxx、 FAX は 0422-34-3700。また E-mail address は、
username @spot.mtk.nao.ac.jp
である。

内線番号 (xxx) と (*username*) は以下の通り。

柴田（712 , shibata）

工藤（712 , kudo）

横山（713 , yokoyama）

大山（718 , ohyama）

堀（733 , hori）

下条（712 , shimojo）

田沼（712 , tanuma）

八代（712 , yashiro)。

参考文献

[1] Hori K. et al., Pseudo Two dimensional Hydrodynamic Modeling of Flare Loops, 1996, in preparation

[2] Kudoh T. and Shibata K., Mass Flux and Terminal Velocities of Magnetically Driven Jets from Accretion Disks, 1995, ApJ, 452, L41–L44

[3] Shibata K. et al., Observations of X-ray Jets with the Yohkoh Soft X-ray Telescope 1992, PASJ, 44, L173–L179

[4] Shibata K. et al., A Gigantic Coronal Jet Ejected from a Compact Active Region in a Coronal Hole, 1994, ApJ, 431, L51–L53

[5] Shimojo M. et al., Statistical Study of Solar X-ray Jets Observed with the Yohkoh Soft X-ray Telescope 1995, PASJ in press

[6] Yokoyama T. and Shibata K., Magnetic reconnection as the origin of X-ray jets and Hα surges on the Sun, 1995, Nature, 375, 42–44

[7] Shibata K. et al., Hot-plasma Ejections Associated with Compact-loop Solar Flares, 1995, ApJ, 451, L83–L85

[8] Ohyama M., 1996, PhD. Thesis Nagoya Univ. in preparation

日本の理論天文学 第1号 1995年 (pp.38–39)

東京都立大学理学部宇宙物理理論研究室

高　原　文　郎

1. 構成

1995年10月30日 現在 の構成員は 以下の通りです。1995年5月に小嶌康史氏 * が広島大学に転出し、後任として 1996年1月から 助手として佐々木伸氏 * が加わります。

高原　文郎 (教授)*
政井　邦昭 (助教授)*
井上　進 (D2)
宮崎　淳一 (D1)
小川口　渉 (D1)
岩井　薫 (M1)
三原　国子 (研究生)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

以下のような幅広いテーマの研究を行っている。当教室には X線天文学の実験研究室 もあり、交流も深く、協力して研究を進めている。また、科研費重点領域研究 [超高エネルギー天体物理]、[ラインXガンマ線] に参加して重要な役割を果たすなど、他機関との研究交流も盛んに行っている。

2.1 活動銀河中心核

活動銀河中心核の活動性は大質量ブラックホールへの降積によって引き起こされると考えられている。当研究室では降積からジェットに至る諸過程を物理的素過程にもとづいて幅広く研究を行っている。これまでの主な研究課題としては、 1) 高温降積円盤中の電子陽電子対の効果、 2) 標準降積円盤の鉛直構造と輻射スペクトル、 3) 相対論的ジェットからのガンマ線放射、があげられる。

1) では、電子陽電子対の生成が2温度降積円盤のとりえる状態に 大きな制限を 課することを明らかにした。 2) では、 コンプトン化 の効果によって標準円盤からの輻射スペクトルが軟X線まで延びることを明らかにした。 3) では、 Blazar の観測を説明するためには、ジェット中で相対論的電子のエネルギーが卓越した状態になければならないことを明らかにした。現在、ジェットの形成機構の研究に取り組み始めているところである。

2.2 衝撃波による宇宙線の統計加速

宇宙線の加速機構としては、衝撃波による統計加速が最も有力であるが、磁場が衝撃波面の法線と平行である平行衝撃波では、超新星残骸などで加速される陽子の最大エネルギーが不足することが知られている。そこで磁場が法線と斜交する斜め衝撃波での統計加速の研究を行なっている。さまざまな解析的検討とともに、モンテカルロ法をつかった研究を行ってきた。これまで、この問題については、いくつかの相反する結果が報告されており、混乱があったが、その原因が衝撃波上流での粒子分布関数の非等方性の取り扱いにあることを突き止めることができた。また、斜め衝撃波での加速時間は平行衝撃波に比べ、大幅に短縮されうることを明らかにした。

超高エネルギーガンマ線の観測により、宇宙線の超新星起源説を直接的に検証できることを論じるなど、超新星残骸、電波銀河などへの適用、宇宙線観測との比較検討なども行っている。

2.3 高温宇宙プラズマ

銀河集団や超新星残骸中の高温プラズマについてその元素組成や力学的熱的性質を調べている。元素組成の問題は元素の起源と化学進化という宇宙物理学の根本問題の一つである。高温プラズマにおける原子過程のデータを編纂して、輻射スペクトルによるプラズマ診断を行う計算コードを開発するとともに、実際の問題に応用している。特に非平衡電離状態の重要性に着目して超新星残骸の研究を行った。

また、 SN1987A などの超新星残骸の進化、銀河集団での鉄の起源の問題などについても研究を進めている。

2.4 中性子星

中性子星の磁場の進化、連星中性子星からの重力波放射、パルサーからのガンマ線放射などの研究を行っている。

2.5　観測的宇宙論

これまで 1) 暗い銀河の計数などを使った宇宙モデルの判定、特に宇宙定数の存在の可能性の検討、2) 構造形成に伴う宇宙の再電離過程、 3) 乱流モデルにもとづくクェーサー吸収線中の 重水素比の不定性の検討、 4) 重力レンズの統計にかかわる宇宙論的問題、 5) レイリー散乱や再結合過程など宇宙背景放射の素過程の検討、を行ってきた。今後、原始銀河や銀河間物質の問題を取り上げていく予定である。

3.　教育

最近の博士論文

- 斜め衝撃波による粒子加速の研究 [内藤 統也: 1995 年 3 月]
- 活動銀河中心核における降積円盤からの輻射スペクトル [志村 俊也: 1995 年 3 月]
- 構造形成による宇宙の再電離 [佐々木 伸: 1994 年 3 月]

最近の修士論文

- パルサーからのガンマ線放射 [宮崎 淳一: 1995 年 3 月]
- 中性子星連星系の合体直前のモデルと重力波放射 [小川口 渉:1995 年 3 月]
- 活動銀河核からの高エネルギーガンマ線 [井上 進: 1994 年 3 月]
- 銀河団ガスの鉄の存在比と銀河の化学進化 [三原 国子: 1994 年 3 月]

4.　連絡先

電話番号は 0426-77-1111(代表) です。高原 (0426-77-2502)、 政井 (0426-77-2516) のみ直通でかかります。 Fax は物理事務室にあり、 0426-77-2483 です。

E-mail address は、

username @phys.metro-u.ac.jp

です。内線番号 (xxxx) と課題名 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
高原	3348	takahara
政井	3366	masai
井上	3346	inoue
小川口	3347	wataru
宮崎	3321	miyazaki
岩井	3347	iwai
三原	3321	mihara

参考文献

[1] K. Masai, Nonequilibria in Thermal Emission from Supernova Remnants, Ap.J, 437, 770–780 (1994)

[2] T. Naito and F. Takahara, Monte Carlo Simulation of Diffusive Particle Acceleration in Shock Waves with Oblique Magnetic Fields, MNRAS, 275, 1077–1092 (1995)

[3] T. Shimura and F. Takahara, Emission Spectrum Integrated over Accretion Disk: Comparison with Observations of Active Galactic Nuclei, ApJ, 440, 610–618 (1995)

[4] K. Mihara and F. Takahara, Reconsideration on the Iron Abundance in Clusters of Galaxies, PASJ, 46, 447–460 (1994)

[5] S. Sasaki and F. Takahara, Cosmological Reionization Caused by Structure Formation, PTP, 91, 699–721 (1994)

[6] S. Inoue and F. Takahara, Electron Acceleration and Gamma Ray Emission from Blazars, to appear in Ap.J, Dec 10, 1995.

[7] S. A. Levshakov and F. Takahara, Effect of Spatial Correlations of Chaotic Velocity Field on the D/H Measurements from QSO Absorption Spectra, to appear in MNRAS

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.40–41)

千葉大学理学部物理学科宇宙物理学研究室

松 元 亮 治

1. 構成

宇宙物理学研究室は 1994 年度に発足した研究室で正式には千葉大学理学部物理学科計算物理学講座に所属している。 1995 年現在、大学院修士課程の学生は千葉大学大学院理学研究科物理学専攻に、博士課程の学生は千葉大学大学院自然科学研究科物質科学専攻に所属する。 1995 年 10 月 1 日現在の構成員は以下の通り。

宮路 茂樹 (助教授)*
松元 亮治 (助教授)*
山下 和之 (総合情報処理センター講師)*
林 満 (D4)
梅川 通久 (D1)
大久保 あかね (M2)
殿岡 英顕 (工学研究科 M2)
松崎 考視 (M1)
鎌田 勇生 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 天体電磁流体現象 の数値 シミュレーション

電磁流体力学コード を用いて 以下のような 研究を行っている。 (1) 差動回転円盤における磁気回転不安定性 (Balbus-Hawley 不安定性) の非線形時間発展：ケプラー回転する降着円盤の一部を取り出した局所的な 3 次元シミュレーションによって、初期に降着円盤を貫く弱い一様磁場がある場合、磁気回転不安定性が指数関数的に成長した後、飽和すること、飽和時の磁気揺ぎから求めた実効的な α の値が 0.01 から 0.2 程度になること、不安定性の成長によって磁力線が強い変形や捻れを受けて円盤内部で磁気リコネクションを起こし、これが不安定性の成長を飽和させる働きがあること、このため降着円盤は 磁気回転不安定性 による磁場増幅 と磁気リコネクションによる磁場散逸 がつりあった臨界安定状態になることなどを示した [1]。 (2) 差動回転円盤におけるパーカー不安定性： シア回転円盤の一部を 取り出した局所 3 次元 MHD シミュレーションによって回転と速度シアがパーカー不安定性を安定化する効果を調べている。回転と速度シアの両方を考慮した場合、 円盤の赤道面 付近は Balbus-Hawley 不安定性のために 乱流的になる一方で 表面付近ではパーカー不安定性によって 磁気ループが形成されるという結果が得られている。 (3) 大局的磁場に貫かれた降着円盤からのジェット形成の MHD シミュレーション [2]。 (4) 降着円盤と磁気圏における磁気リコネクション：中心星の双極子磁場を貫いて降着円盤が回転している場合の時間発展を 2.5 次元円筒座標の MHD シミュレーションによって調べ、降着円盤からの磁気捻れの注入によって双極磁場が膨張をはじめ膨張ループ中にカレントシートが形成されて磁気リコネクションを起こすこと、初期に閉じていた磁場が開いた形状に近づき、太陽コロナ中のヘルメットストリーマーに類似した流れが形成されること、磁気リコネクションによってプラズマが加熱されることなどを示した。この機構によって起きるフレアは中心星の半径の数倍のスケールに及ぶ巨大なものであり、 ASCA 衛星によって観測された原始星の X 線フレアを説明することができる。 (5) まだ磁場を含めた計算までは進んでいないが、 外圧を受けた 自己重力円盤 の非線形シミュレーションも行っている。

2.2 太陽大気中の活動的現象

「ようこう」衛星による軟 X 線観測データと地上観測から得られる Hα 線、磁場などのデータをもとにして以下のような研究を行っている。 (1) X 線ジェットと Hα サージの関係: X 線ジェットとサージの同時観測結果を解析して、ジェットの根本にみられる X 線輝点、 Hα 輝点の位置、ジェットの伸びる方向、発生時刻がほぼ一致していること、これらのジェット現象は浮上磁場領域で起きていることなどを明らかにした。この観測結果は X 線ジェットとサージが浮上磁場とコロナ磁場のリコネクションによって発生するというモデルを支持するものである。 2.5 次元、 3 次元の電磁流体シミュレーション結果と 観測との比較も 行っている。 (2) プロミネンス放出: プロミネンス放出にともなって「ようこう」軟 X 線で見られるループ構造がどのように変化するかを調べ、プロミネンスを支えている磁気ループが上昇してコロナ中の磁気ループと磁気リコネクションを起こし、 X 線の増光、ループ構造の

破壊、上昇運動の停止と落下運動を示すような例が見い出された。このような過程の 3 次元シミュレーションも計画している。

2.3 銀河形成シミュレーション

原始銀河の形成環境と銀河の大域的分布について調べるために 3 次元自己重力流体数値シミュレーションを行なっている。特に、シミュレーションで課される銀河の形成条件や銀河からのエネルギー放出、宇宙モデルを特徴づける密度パラメータや宇宙項、ハッブル定数の銀河分布に与える効果について詳細に調べている。観測との比較を重視し、銀河の化学進化のモデルも採り入れて high redshift の銀河を用いたモデルの決定を試みている。

TVD と呼ばれる流体計算法に基づき 3 次元自己重力流体計算コードを開発し、それを用いて平坦な宇宙モデルに対する数値計算を行なった。銀河からの熱流出がある臨界値を越えたとき、銀河の分布やガスの温度分布に影響が現れることが分かり、その機構について詳しく解析した [3]。宇宙項をもたない平坦な宇宙モデルに加え、さらに宇宙モデルとして開いたモデルと正の宇宙項をもつ平坦なモデルについて 3 次元自己重力流体計算を行った。宇宙モデルの違いが銀河やガスの分布にいかなる結果をもたらすかを調べた。特に、開いた宇宙モデルは、密度ゆらぎの成長が遅いため構造が十分に形成されないこと、暗い銀河の角度相関の観測値に合わないことから棄却すべきことが示された [4]。

2.4 並列計算機用コードの開発と可視化

3 次元の電磁流体数値シミュレーションコードを並列型およびベクトル並列型の計算機向きに書きかえ、16 並列のベクトル並列型計算機の場合で 1CPU の場合の 12.5 倍の高速化を達成した。また 3 次元計算の結果を AVS ソフトウェアを用いて可視化し ビデオムービーを作成している。

3. 教育

正式に発足してまだ 2 年目なので卒業生は少い。
最近の修士論文

- 磁気シア不安定性における鉛直重力の効果 [安藤均: 1994 年 3 月]

4. 連絡先

宇宙物理学研究室についての最新の情報は WWW (http://www.s.chiba-u.ac.jp/aplab/) によって得られる。電話番号は宮路、松元、山下研究室はダイヤルイン方式で 043-290-xxxx 番であるが大学院生の研究室は千葉大学代表 043-251-1111 からの呼び出しである。また、 E-mail address は username@c.chiba-u.ac.jp である。内線番号とユーザー名は以下の通り。

	内線番号	username
宮路	3719	miyaji
松元	3724	matumoto
山下 *	3536	yamasita
林	3721	hayashi
梅川	3721	umekawa
大久保	3721	okubo
殿岡	3721	tonooka
松崎	3721	matuzaki
鎌田	3721	kamata

FAX: 043-290-3720 (ダイヤルイン)
* FAX: 043-290-3544 (ダイヤルイン)
Email: yamasita@tanpopo.ipc.chiba-u.ac.jp

参考文献

[1] R. Matsumoto and T. Tajima, Magnetic Viscosity by Localized Shear Flow Instability in Magnetized Accretion Disks, ApJ, 445, 767 – 779 (1995)

[2] R. Matsumoto, Y. Uchida, S. Hirose, K. Shibata, M.R. Hayashi, G. Ferrari, G. Bodo and C. Norman, Radio Jets and the Formation of Active Galaxies: Accretion Avalanches on the Torus by the Effect of Large Scale Magnetic Field, ApJ in press (1996)

[3] K. Yamashita, A Numerical Study of Galaxy Formation and the Large Scale Structure of the Universe, Progress of Theoretical Physics **89-2**, 355 – 369 (1993)

[4] K. Yamashita and Y. Yoshii, Hydrodynamical Simulation of Galaxy Formation in the FRW Universes, in preparation

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.42–43)

理化学研究所 宇宙核物理 / 凝縮系宇宙物理グループ

望 月 優 子

1. 構成

理化学研究所の Nuclear astrophysics/Condensed-matter astrophysics グループは、 原子核物理、 物性物理の宇宙への関連、応用を研究することを目的として、理研の関係者が集まったグループです。 1995 年 10 月現在の構成員は以下の通りです。

谷畑 勇夫 (リニアック研究室主任研究員)
伊豆山 健夫 (東邦大客員教授 / 東京大学名誉教授)†
土岐 博 (大阪大学核物理研究センター教授)†
親松 和浩 (名古屋大学工学研究科助手)*†
住吉 光介 (計算科学研究室研究員)*
望月 優子 (リニアック研究室基礎科学特別研究員)*
菅原 雄一 (リニアック研究室奨励研究員)
* 印は理論天文学懇談会会員
†印は理化学研究所共同研究員 (リニアック研究室)

2. 研究

我々のグループの第一の特色は、谷畑主任を中心とする理研の不安定核ビームの実験グループと非常に近くにあり、 実験と緊密に連携している という点である。不安定核 (天然には安定に存在しない、 中性子過剰核・陽子過剰核) は、宇宙での元素合成を 研究する上での要である (例えば、文献 [1] を参照)。 我々は新しくこのグループをはじめるにあたり、まず主に中性子星を研究対象としている。

中性子星は、中性子過剰核の極限にあると考えられる天体である。 クラストと呼ばれる 表面に近い部分は、中性子過剰核、中性子超流体、縮退した電子から成っている。コアと呼ばれる中心部分は原子核がすべて解けてしまった一様核物質であり、ここでは中性子は超流動、陽子は超伝導状態にある。また星の磁場は典型的に 10^{12} Gauss という超強磁場である。

このように核子・電子多体系の様々な相から成る中性子星の性質を正しく理解するためには、構成子の統計的性質だけでなく、実際に働く相互作用まで考慮する必要がある。特に核力は重要な役割を担っており、核物質の飽和性や、不安定核の性質、星内部の物質等を統一的に記述することが本質的である。この観点から、原子核分野において、最近多くの成功を収めている相対論的核子多体理論を適用することが望ましい。

但しこの理論は非常に計算が困難であるため、土岐、菅原は相対論的核子多体理論を基に、より扱い易く、かつ不安定核まで含めた広い範囲の原子核の質量や半径等を再現できる有効模型の構築を行なってきた [2]。この模型を用いて、住吉らは、零、有限温度における核物質、中性子星物質、超新星物質の性質を統一的に調べてきた (例えば、 [3])。

さて 中性子星内部において、 密度が上昇するにつれ、中性子過剰核が一様核物質にどのように融解していくか、ということは、純粋に理論的興味があるところである。親松らは、一様核物質に融解する直前では原子核が棒状・板状といった特異な形状をとり得ることを定性的、 定量的に 明らかにしてきた (例えば、 [4])。一方、伊豆山と望月は、原子核と超流動量子渦との相互作用を考えることによって、この非球形原子核をグリッチと呼ばれる中性子星の現象と関連づけ、また大量に存在する量子渦を従来の連続体近似ではなく微視的に扱うことによって渦糸間斥力の渦密度依存項を引き出し、四半世紀の問題となっているグリッチの起源について、物理的微視的モデルを提案した [5]。

以上のような研究背景を持つものが集まって、この共同研究グループをはじめたばかりであるが、既に以下のような成果が得られている。まず、相対論的核子多体理論で直接得られた状態方程式を用いて中性子星の構造を広い密度範囲にわたって調べ、クラスト部分では、非球形原子核の出現する密度領域や原子核の陽子数が、非相対論の枠組で知られる描像とはかなり異なること、又コア部分では、陽子の割合が非常に大きく、direct URCA と呼ばれるニュートリノ過程が起こり、星の冷却のシナリオが従来のものから大きく変わり得ることを示した [6]。次にこの結果得られた原子核の陽子数、半径などを用い、縮退電子によるしゃへいの影響を考慮すると、クラスト内で超流動渦糸が誘発する球形原子核の核融合が起こり得ることを示し、この結果生じる非球形原子核がグリッチ現象と関連するという上記モデルを拡張した [7]。さらに中性子星クラスト中の中性子過剰核と実験室で得られる中性子過剰核とが対称エネルギーにより非常に密接に関係していることを明らかにし [8]、またこの対称エネルギーを原子核半径の測定から実験的に決定できることを示した [9]。

上述の様な研究の方向をさらに推進するに加え、今

後は、中性子星の磁場や超新星爆発時に起きると考えられている 重元素合成過程 (r-process) などの研究も進められる予定である。

3. 連絡先

理化学研究所 リニアック研究室
住所: 〒 351-01 埼玉県和光市広沢 2-1
電話: 048-462-1111 ext. 4215
FAX: 048-462-4689

	E-mail address list
谷畑	tanihata@rikvax.riken.go.jp
伊豆山	izuyama@postman.riken.go.jp
土岐	toki@rcnpvx.rcnp.osaka-u.ac.jp
親松	oyak@postman.riken.go.jp
住吉	sumi@postman.riken.go.jp
望月	motizuki@postman.riken.go.jp
菅原	sugahara@postman.riken.go.jp

参考文献

[1] 谷畑勇夫、 1995. " 不安定原子核と宇宙での元素合成"、科学、 65, 3.

[2] Sugahara, Y. & Toki, H. 1994. "Relativistic mean-field theory for unstable nuclei with non-linear σ and ω terms", Nucl. Phys. A579, 557.

[3] Sumiyosi, K., Kuwabara, H., & Toki, H. 1995, "Relativistic mean field theory with non-linear σ and ω terms for neutron stars and supernovae", Nucl. Phys. A581, 725.

[4] Oyamatsu, K. & Yamada, M. 1994. "Shell energies of non-spherical nuclei in the inner crust of a neutron star", Nucl. Phys. A578, 181.

[5] Mochizuki, Y. & Izuyama, T. 1995. "Self-trapping of Superfluid Vortices and the Origin of Pulsar Glitches", Astrophys. J, 440, 263.

[6] Sumiyoshi, K., Oyamatsu, K., & Toki, H. 1995. "Neutron Star Profiles in the Relativistic Brueckner Hartree Fock Theory", Nucl. Phys. A, accepted.

[7] Mochizuki, Y.S., Oyamatsu, K. & Izuyama, T. 1995, in preperation.

[8] Oyamatsu, K., Sumiyoshi, K., Mochizuki, Y.S., & Toki, H. 1995, in preperation.

[9] Sugahara, Y., Sumiyoshi, K., Toki, H., & Tanihata, I. 1995, in preperation.

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.44–45)

名古屋大学理学部天体物理研究室

花　輪　知　幸

1. 構成

天体物理学研究室（略称：Ａ研）は正式には、名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻に所属します。研究室では理論天体物理学と電波天文学を研究しているグループがありますが、ここでは理論天体物理学のグループだけを紹介します。1995 年 10 月 31 日現在の構成員は以下の通りです。

藤本 光昭 (教授)*
花輪 知幸 (助教授)*
村井 忠之 (助手)*
隈井 泰樹 (研究生)*
宇佐美 昌俊 (D3)
信田 浩司 (D2)
松本 倫明 (D2)
中島 康 (D1)
西合 一矢 (M2)
川口 聡 (M1)
福田 尚也 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 球状星団の形成

球状星団は $10^4 - 10^6$ 個の星が 10 数 pc スケールの狭い領域に凝縮した、宇宙初期における銀河形成の鍵を握る重要な天体である。本研究室では、銀河星間ガスの強い衝突とそれに引き続く急速な冷却と重力不安定によって形成されるガスの塊が原始球状星団として矛盾の無いことを確かめた。また、大小マゼラン雲銀河の過去の軌道を解析し、このようなガス雲の衝突が他の一般の銀河にも頻繁に起こりうることを示した。球状星団は全部が古い cosmological な化石ではなく、ガスが十分あり激しい衝突を起こす運動状態にあれば何時でも何処でも形成される普通の天体であることを示した。[1]

2.2 フィラメント状分子雲の進化

星間ガスはしばしば細長いフィラメント状をなして存在する。それらのフィラメント状分子雲には、大局的な磁場や回転と解釈できる速度構造が観測されている。また内部にはカスケード的な分裂によって形成されたと思われる、大小さまざまなスケールのガスの塊がみられる。本研究室では磁場や回転を伴うフィラメント状分子雲のモデルをつくり、その安定性や力学的進化を理論的に調べてきた。[2]

フィラメント状分子雲は細長く延びた軸方向に分裂しやすく、分裂の波長はフィラメントの直径の約数倍になる。フィラメント状分子雲が軸に平行な磁場に貫かれていたり、軸を中心に回転している場合は、分裂によって軸に垂直な円盤が形成される。形成された円盤は動的に収縮をつづけ、面密度は中心からの距離に逆比例するようになる ($\Sigma \propto r^{-1}$)。この時の面密度進化は相似解によってよく表現できる。相似解では、ガスの音速 c_s が面密度や質量降着率を決定する。c_s が大きいほど、重たい円盤が形成される。[4] 相似解の数学的構造や安定性については現在研究中である。

また最近は、シート状のガス雲が分裂することによってフィラメント状の分子雲を形成するモデルについても数値シミュレーションを行なっている。初期磁場がシート状のガス雲の内部を走っている場合、形成されたフィラメント状分子雲の磁場は、内部で分子雲の軸に平行で外部で軸に垂直になる。そのようなフィラメント状分子雲は重力的な時間尺度の 10 倍近くの寿命をもつことを明らかにした。[5]

2.3 活動的銀河中心核

活動的銀河の光度が短い時間尺度で大きく変動していることから、その中心にあるブラックホールへの質量降着も激しく変動していると予想される。時間変動のあるガスの流れは、衝撃波を形成しやすい。衝撃波は粒子を加速し、時間的に変動するγ線源となると期待される。本研究室ではこのような考えから、ガスの塊が渦を巻きながらブラックホールへアクリーションしてゆく様子を数値シミュレーションによって調べている。ガス塊の衝突によって形成された衝撃波は、降着円盤の中心軸付近で収束し、軸方向への高速流（ジェット）を形成する。ガスの塊が定期的に降り注げば、ブラックホールはγ線フレアを起こしながら、間欠的にジェットを吹き出すと考えられる。

3. 教育

最近の博士論文

- 磁化したフィラメント状星間雲の分裂と収縮 [中村 文隆: 1995 年 3 月]

最近の修士論文

- 斜め磁場を伴うフィラメント状分子雲の形成と進化 [中島 康: 1995 年 2 月]
- 衝撃波を伴う降着流の安定性 [信田 浩司: 1994 年 2 月]
- 回転しているフィラメント状分子雲の分裂 [松本 倫明: 1994 年 2 月]
- 衝突によるガス雲の圧縮・分裂と球状星団形成 [宇佐美 昌俊: 1993 年 2 月]

4. 連絡先

天体物理学研究室についての最新の情報は、www (ホームページは http://a.phys.nagoya-u.ac.jp/) によって得られます。電話番号はダイアルイン方式で、052-789-xxxx 番です。また E-mail address は、*username* @a.phys.nagoya-u.ac.jp です。内線番号 (xxx) と課題番号 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
藤本	2427	fujimoto
花輪	2841	hanawa
村井	2871	
隈井	2842	kumai
宇佐美	2842	usami
信田	2843	nobuta
松本	2843	matsu
中島	2843	nakajima
西合	2842	saigo
川口	2842	gucci
福田	2842	fukuda

村井忠之への電子メイルは a41531a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp へお願いします。

参考文献

[1] Y. Kumai, B. Basu, and M. Fujimoto, Formation of Globular Clusters from Gas in Large-Scale Unorganized Motion in Galaxies, ApJ, 404, 144–161

[2] T. Matsumoto, F. Nakamura, and T. Hanawa, Fragmentation of Magnetized Filamentary Molecular Cloud Rotating around Its Axis, PASJ, 46, 243–255 (1994)

[3] K. Nobuta, and T. Hanawa, Instability of Accretion Flow with a Shock Wave, PASJ, 46, 257–265 (1994)

[4] F. Nakamura, T. Hanawa, and T. Nakano, Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds with Longitudinal Magnetic Fields: Formation of Disks and Their Collapse, ApJ, 770–786 (1995)

[5] Y. Nakajima and T. Hanawa, Formation and Evolution of Filamentary Molecular Clouds with Oblieque Magnetic Field, submitted to ApJ (1995)

核融合科学研究所 研究・企画情報センター

村　上　泉

1. 構成

核融合科学研究所 研究・企画情報センターでは、プラズマ中での原子分子過程、原子分子・炉材料関連のデーターベース、 D-^{3}He 核融合、磁気流体、 太陽フレアなどの研究が主に行なわれているが、天文学に関連する研究を行なっているのは 1995 年 10 月 31 日現在以下の 3 名である。

加藤 隆子 (助教授)
田中 基彦 (助教授)
村上 泉 (COE 研究員)*
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 QSO 吸収線系

クェーサーの吸収線系として 観測される 銀河間雲, Ly α forests, について、 Minihalo model に基づいた理論モデルを 数値計算を用いて調べている。 最近 KECK 望遠鏡で観測された forest に付随した CIV 吸収線を説明するため、モデルを拡張中であり、銀河だと思われている他の吸収線系との関係も調べる予定である (村上)。

2.2 銀河と銀河間物質の相互作用

楕円銀河が銀河団の中で運動することによって生じる動圧が、どのくらい金属や熱エネルギーを銀河間ガスに供給するか、数値流体計算で調べ、銀河団内での鉄分布や温度分布について調べた (村上)。

また、矮小銀河の進化が外圧によって影響されることを、数値流体計算で、動圧も含めて調べ、銀河団内では、 矮小銀河は ガスを保って星形成を継続できるが、フィールドでは、ガスを失って星形成を続けられないことを示した (村上)。

2.3 L 殻イオンのスペクトル

宇宙プラズマ ($n_e \sim 1\mathrm{cm}^{-3}$) から核融合プラズマ ($n_e \sim 10^{17}\mathrm{cm}^{-3}$) 中での L 殻イオン (鉄なら FeXVII-FeXXIV) のスペクトルを、衝突輻射モデルを用いて各イオンの各励起状態の level population を計算して求め、スペクトル線の強度比の温度依存性・密度依存性を調べている。得られた結果は、 核融合プラズマのプラズマ診断 に用いられる ほか、 「ようこう」 や SOHO などで観測される太陽フレアや、「あすか」などで観測される、 系内天体や、 AGN、 銀河団などの高温ガスの物理状態を調べるのにも、 応用は可能である。現在まで、 C, O, Fe などのイオンについて研究を進めている (加藤、村上)。

2.4 太陽フレア

無衝突プラズマを 粒子法で取り扱った シミュレーションで、磁場の reconnection などを調べ、太陽フレアへも応用した研究を行なっている (田中)。

X 線衛星「ようこう」の BCS(ブラッグ結晶分光器) を用いて、太陽フレアの分光観測を行ない、スペクトル線の解析からフレアの電子温度、イオン温度や電子密度、イオン存在比を調べ、太陽フレアの物理状態の解明を目指している (加藤)。

3. 連絡先

所在地 : 〒 464-01　名古屋市千種区不老町
Fax: 052-789-1037
電話 (ダイヤルイン: 052-789-xxxx) および電子メイルアドレスは以下のとおり。

	電話	email address
加藤	4258	takako@dpkato.nifs.ac.jp
田中	4569	mtanaka@dpcherry.nifs.ac.jp
村上	4271	murakami@dpkato.nifs.ac.jp

愛知教育大学物理・宇宙科学領域

沢　　　武　文

1. 構成

正式には，愛知教育大学 総合科学課 総合理学コース 自然科学選修 物理・宇宙科学領域で，理論物理学研究者 3 名と理論天体物理学研究者 2 名からなりますが，ここでは天体物理学関係者だけを紹介します。大学院は教員養成系の教育学研究科 理科教育専攻 地学専修 (沢)， 同物理学専修 (高橋) の修士だけです。 1995 年 10 月 31 日現在の構成は以下の通りで, 大学院生はいません。

沢　武文 (教　授)*
高橋真聡 (助教授)*
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 銀河磁場の形状と維持，マゼラン雲流

渦状銀河に存在する双対称渦状 (BSS) 磁場の形状の維持機構として銀河ダイナモを導入し，銀河に BSS 磁場が存在できること，ハローの磁場は銀河面に垂直となること，ダイナモ波と密度波の相互作用により，ガスの渦状腕が発生することなどを示した [1]。

また，銀河系の最新のパラメータを用いて，大小マゼラン雲の過去 150 億年にわたる軌道を求め，マゼラン雲流の形状や速度分布，両雲を包むガスの分布の特徴と形状などが観測とよく一致することを示した [2]。（沢）

2.2 ブラックホール磁気圏，パルサーから星雲へのエネルギー輸送

活動銀河核やコンパクト X 線源において見られる活動性，特にジェット状のプラズマ放出についてその起源を明らかにするため，ブラックホールとその周りのプラズマ及び磁場で構成される「ブラックホール磁気圏」を考え，相対論的プラズマ流について研究している。

また，カニ星雲のようなシンクロトロン輻射で明るく輝く星雲のエネルギーは，その中心部に位置するパルサーから供給されている。 パルサーは 回転エネルギーを磁化したプラズマ流として放出するが，星雲の活動性のためには，磁場のエネルギーを効率良くプラズマの運動エネルギーに 転化していなければ ならない。 本研究室では，このパルサーと星雲間での エネルギー変換 （ プラズマ加速 ） についても調べている。（ 高橋 ）

3. 教育

最近の修士論文

- CO 分子線による暗黒星雲 L1139 領域の解析 [内藤茂樹： 1994 年 2 月]
- 太陽フレア からの X 線スペクトル ［藤原朋子： 1994 年 2 月]
- 渦状銀河の磁場形状 についての 諸研究 ［加藤雄治： 1993 年 2 月]

4. 連絡先

沢：　電話番号 0566–36–3111 (内 586)
sawa@auephyas.aichi-edu.ac.jp

高橋：電話番号 0566–36–3111 (内 538)
takahasi@auephyas.aichi-edu.ac.jp

参考文献

[1] M. Fujimoto and T. Sawa, 1990, Geophys. *Astrophys. Fluid Dynamics* **50**, 159

[2] L. T. Gardiner, T. Sawa, and M. Fujimoto, *MNRAS*, 1994, **266**, 567

日本の理論天文学 第1号 1995年 (pp.48–50)

大阪大学理学部宇宙地球科学科宇宙進化グループ

田　中　貴　浩

1. 構成

1995年11月現在
池内了 (教授)* 佐々木節 (教授)* 郷田直輝 (助教授)*
柴田大 (助手)* 田中貴浩 (助手)* 高橋広治 (学振)*
山田竜也 (D3)* 中平勝子 (D2) 浅田秀樹 (D2)
大越克也 (D2) Eddy Van Drom (D1) 小林英之 (D1)
宮畑恵子 (D1) 蓑泰志 (D1) 矢野太平 (M2)
長島雅裕 (M2) 氏原秀樹 (M2) 橋田直樹 (M1)
吉田経廣 (M1) 役重善洋 (M1) 長野和代 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

宇宙に関する研究の前線は、観測的にも理論的にも急速に拡大している。X線から電波まで全波長におよぶ観測が進み、また素粒子論など微視的世界の物理理論の研究が進み、宇宙の創成から現在までの進化過程を具体的に追求することができるようになったからである。このような研究の動向に対応して、 本研究グループでは、観測結果を基にして宇宙進化を現象論的に研究する方向と、一般相対論を足場に宇宙の初期進化を基礎理論的に研究する方向の、2本の柱で研究を進めている。

無論、以上の2本柱の研究だけでなく、星間物質や銀河間ガスの進化、宇宙背景放射と宇宙進化など、興味ある諸現象のトピックスを取り上げている。これらの研究を進めてゆく上で、特に物理学の対象としての宇宙研究であることを重視している。つまり、宇宙や諸天体の起源・構造・進化の一般法則や基礎的物理過程の解明を目的としており、また研究の進め方も物理学の知見と手法を基礎にしてして研究を進めている。

2.1 観測的宇宙論

観測的宇宙論のグループは、日米共同で推進している スローン・デジタル ・スカイ ・サーベイ (SDSS) 計画に参加し、そのデータ解析を通じて、宇宙の大規模構造やクェーサーの吸収線系の解析を行なうことを当面の課題としている。このSDSS計画は、広視野の専用望遠鏡をアメリカ・ニューメキシコ州に建設し、30億光年内の100万個の銀河分布を徹底探査し、 宇宙の広領域地図を作成することを主目標としている。また、 クェー サー 10 万個 の スペクトル を撮って、クェーサー自身および途中の空間に分布する銀河を詳しく調べる予定である。 1996年から5年間でこれらの観測を行う。これにより、宇宙論の基本パラメータを決定し、銀河宇宙の構造と進化が明らかになるだろう。併せて、この観測によって発見された興味深い天体を、現在ハワイに建設中の口径8メートルの「すばる」望遠鏡で追試観測を行なうことを考えており、新時代の 観測的宇宙論 の先端を 切り開けると考えている。その中でも最も興味ある部分として、本研究室ではクェーサーのスペクトルデータ中の吸収線を解析し、クェーサー周辺・視線上の銀河や雲・銀河間ガスの物理的状態を明らかにしようと試みている。

2.2 宇宙の大域的構造

最近の観測技術の進歩は、より遠く、より広い範囲の銀河の分布を明らかにしてきた。その結果、銀河は宇宙に一様に分布しているのではなく、数百万光年にもわたる大きさで、シート、フィラメント状の構造をなしていることが明らかになってきた。大域構造の研究は、このような構造について、主に密度揺らぎの進化という立場から理解することを主目的としている。銀河の分布 を もとに得られる 大域構造 に関する情報 は、宇宙の平均密度や膨張率などの宇宙論パラメータと密接に関連しているため、大域構造の形成・進化を理解することは、我々の宇宙の過去・現在・未来の姿を理解することにもなっている。また、より下の階層に属し、大域構造を形づくる単位ともいうべき銀河それ自体の形成過程とも関わっているため、その解明へむけての宇宙論的な土台を形づくることにもなっている。

現在は、主に天体の形成史を知るための揺らぎの分布の統計的解析や膨張宇宙における物質密度の分布関数の進化などを研究を進めている。また、今後は銀河の固有速度分布と宇宙論パラメータとの関係、赤方偏移を用いて観測 された銀河分布 と実際の分布との関係、銀河分布のトポロジーを用いた解析などを考えている。

2.3 銀河・銀河団

銀河、銀河団の形成は、大域的構造のところで述べたような密度揺らぎのピークのあたりで起こると考え

られるが、観測されるような天体と密度揺らぎを結び付けるためには個々の天体の形成・進化問題を明らかにする必要がある。つまり、これらの構造がいつ、どのようにしてできたのか、宇宙誕生後から現在に至る過程で、それらはどの様な進化を遂げてきたのかを調べることである。

光の速度が有限なために、遠くを見ることによって宇宙の初期を探ることが可能である。最近の観測では宇宙誕生後１０億年ほど経った時に存在していた天体も観測可能となっている。我々はこれらの観測をもとに、銀河の祖先であるガス塊のモデルを構成し、銀河が生まれるための条件について調べている。銀河の形成時期や 形成過程については 未知の部分が かなり多い。現状では、我々の銀河形成のモデルは荒いものであるが、徐々に改良を加え問題の本質に迫ることができると期待している。

さらに、遠方の非常に明るいクェーサーと呼ばれる天体の光を利用し、我々とその天体との間に存在するガス塊の進化についての研究も行なっている。このガスは、ほぼ完全に電離していることがクェーサーのスペクトルから知られており、また、これらのガス塊の個数が時間とともにどの様に変化するのかも同様の観測から評価されている。 我々は、 これらの観測を元に、 ガス塊が時間とともにどう変化するのか、またその構造がどうなっているのかを調べることによって、その正体を明らかにすることを目的としている。

また、銀河の進化についての研究もなされている。銀河には、主に渦巻銀河と楕円銀河の２種類が知られているが、 その性質や 進化の様子は 大きく異なる。我々は、主に現在の観測と我々の単純な銀河モデルとを比較することによって、これらの銀河ではどれほどの割合で星が形成されるのか、またどのぐらいの質量を持った星が多く生まれるのか、渦巻銀河と楕円銀河の性質の違いなどを調べている。これにより、星生成や銀河形成のプロセスに対する示唆を与えることが可能であり、また銀河誕生後の姿を予言できるため、その形成時期についても明らかにすることができる。

銀河の形成・進化と同様に、銀河団の形成・進化もまた興味ある問題の１つである。銀河団とは、数百から千個ほどの銀河集団であるが、最近の X 線観測衛星によると、数千度もの高温なガスが銀河と同程度あることも知られている。さらに、かなりの割合の銀河団が最近衝突した可能性が指摘されていることから、現在 なお形成段階にある 天体として 注目されている。我々は、この銀河団をコンピュータによって疑似的に作りだし、実際に衝突させることによって、衝突前後でのガスの温度や 密度分布などを 調べている。 そして、実際に観測されている銀河団のデータとこれらを比較することで、どの銀河団がまさに衝突直後なのかを明らかにするとともに、観測から得られたガスや暗黒物質の質量などがどれほど正確に分かるのかついても研究している。

これらの研究では、まだまだ観測的にも理論的にも未知の部分が多いため、また本質を見極めるために、理論モデルの随所で多くの仮定やモデルが使われている。我々は、今後生ずるであろうデータをもとに、より現実的なモデルを取り入れることでモデルの不確定性を減らす一方、これまでのモデルに捕らわれない斬新なアイデアによっても、この宇宙を取り巻く謎を解明できると考えている。

2.4 自己重力系

球状星団や銀河などの恒星系を自己重力多体系（重力で相互作用している質点系）として捉えて、それらの進化を明らかにする研究も行われている。自己重力多体系は、それらを支配する基礎法則がニュートンの法則のみであるという点では非常に単純な系である。それにもかかわらず、 その進化は 決して単純ではなく、未だに多くの謎が残されている。例えば、楕円銀河は無衝突系（星同士の重力散乱が起こる時間スケールが宇宙年齢よりもはるかに長い）であり熱的な緩和は起こっていないと考えられるにもかかわらず、観測的には多くの楕円銀河は共通した大局的構造を持つことが知られており、何等かの意味での緩和が起こっていると予想される。このことについては、３０年近く前から多くの研究が行われてきたが、現在でも完全に理解されているとはいえない。以上のようなことを動機として、いったん現実的な系を離れて、非常に単純な系（１次元 mass sheets 系）の進化を詳細に検討することによって、自己重力多体系における緩和の物理的機構に明らかにしようとする研究が進められている。衝突系である球状星団の熱的進化に関しても、重力熱的崩壊や重力熱的振動といっためざましい現象が起こることが知られている。これらの現象は、系が自己重力的であるがゆえに起こるものであり、非自己重力的な熱力学的系、例えば地球上のガス系などでは決して見られないものである。球状星団の研究の最近の傾向の一つは、様々な要素を考慮してより現実的な球状星団の進化のシナリオを構築しようとすることである。本研究室でも、 新たに開発した ２次元 Fokker-Planck 方程式を 数値的に解くプログラムを使ったシミュレーションにより、速度分布の非等方性を考慮した球状星団の進化の研究が行われている。

2.5 重力レンズ

重力レンズ効果による宇宙論パラメータの決定は近年研究が進みつつある分野である。その一つに、重力

レンズによってハッブル定数を決定しようという試みがある。この方法だと、今までネックになっていた天体までの"距離"が分からなくても、ハッブル定数を良い精度で決定できる。そのためには、重力レンズ現象を引き起こす天体の質量分布のモデルを精度良く決めてやる必要がある。そのため、観測から得られる銀河や銀河団の回転曲線や速度分散 X 線の強度分布などを説明できる質量分布モデルを立て、レイトレーシングのシミュレーションによって像を作成して、観測と比較する事によって、モデルを制限する等の試みに取り組んでいる。

2.6　重力波

今世紀末から来世紀始めにかけて重力波干渉計の建設が予定されている。重力波干渉計は、強い重力場中の一般相対論の検証をはじめ、中性子星の状態方程式や宇宙論パラメータに対する制限等を与えると期待されている。

重力波干渉計の有力なターゲットの一つに合体する連星系が挙げられる。この系は、重力波放出によって軌道半径が次第に短くなり合体するまでに、お互いの回りを何回もまわるため、重力波干渉計の観測可能な波長域で数分間にわたり重力波を放出し続けるものと予想されている。この間に重力波の周期がどのように変化するかという情報に連星系の質量やスピン等の重要な物理的情報が含まれている。この情報を観測から引き出すためには連星の軌道の発展 及びそこから放出される重力波 の 波形を予想 する為の 理論 が必要になる。

この目的で、 ブラック ホール の 摂動論 からの アプローチとポストニュートン展開によるアプローチ及び、数値相対論によるアプローチが議論されている。ブラックホールの摂動論では、ブラックホールのまわりを運動する 小さな質量の粒子によって 生じるメトリックの摂動を線形近似 によって 評価する のであるが、 最近 これを粒子の速度が小さい として系統的に展開していく方法 が見い出され強力な手法となっている。粒子の多重極モーメントを考慮に入れるなどの発展が現在研究されている。これと関連して、粒子の重力波放射による反作用力の問題も研究されている。これに対してポストニュートン展開によるアプローチでは系を構成する星がゆっくりと動いているということのみを仮定して展開していく方法である。従来の方法に従ったのでは、重力波干渉計で必要とされる次数まで展開を進めることは極めて困難である。そこで、新たな手法の開発が研究されている。また、数値相対論では、手計算では取り扱えない連星系の合体のようすをシミュレートしようと試みられている。一般相対論では他に優先する絶対的な座標系が存在しないが、この座標の選び方の自由度が数値計算上非常に難しい問題を引き起こす。この困難を解決し、連星系の合体を最後まで追えるようなプログラムの開発を目標として研究が進められている。

2.7　相対論的量子宇宙論

本研究室の中でも、この関係の話しは新しく加わってきた分野で現在は少数派である。ここでは、宇宙の非常に初期に起こったと考えられる真空の相転移やインフレーションといった現象について研究を進めている。この分野は背景放射の観測などから、初期宇宙に関しても、少しずつ観測と結び付くようになってきているが、まだまだ自由な思考の世界でもある。このような中で、初期宇宙の研究には 2 つの側面がある。一つは、首尾一貫した宇宙論のシナリオを構築することであり、もう一つは、そのシナリオが本当に実現可能であるか、物理過程を調べることである。現状は、前者ではなく、後者のより原理的な問題を考察していこうと取り組んでおり、主には曲がった時空での場の理論の宇宙論的な状況での諸問題を研究している。

3.　連絡先

TEL 06-850-5481 ~ 5,　FAX 06-850-5504
e-mail *username*@vega.ess.sci.osaka-u.ac.jp

大阪教育大学教育学部教員養成課程地学専修天文学研究室

福　江　　　純

1. 構成

理論グループの構成員は以下の通り (1995 年 9 月 15 日現在)。修士課程までしかないですが、Ｄｒ編入例は数例あります (いろんな意味で大変だけどね)。

福江 純 (助教授)*　　大那 悦子 (M2)
田島 由起子 (M1)　　渡辺 洋一 (M1)

* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究：プロジェクトβ

背景：宇宙の晴れ上がり後で宇宙背景放射が高温だった時代や、コンパクト星周辺で強い輻射に晒されている領域では、ガスと輻射の間のコンプトン抵抗が重要な役割を果たす ([1] [2]) 。輻射場のコンプトン抵抗によって降着が駆動される描像 (“βモデル”と呼んでいる) は、次世代の標準モデルとして最近注目を浴びている advection-dominated accretion disks (訳はないが、ここでは“降落円盤”とでも呼んでおく) とも関係が深い。以上のような流れを受けて、われわれのグループでは、降着円盤やその周辺における輻射抵抗の影響を調べている。それがプロジェクトβ–輻射抵抗を考慮した場合の降着円盤およびその周辺の諸問題–だ (いまつけた名前だけど)。

■アドベクションβコロナ (渡辺洋一、福江　純)：中心天体と標準降着円盤の輻射場中での円盤コロナを考えた。コロナガスは、中心天体輻射場の輻射抵抗により角運動量を失う一方で、円盤輻射場の輻射抵抗により引きずられる。これらの効果は互いに拮抗するが、全体として、回転速度はケプラー回転よりも次第に小さくなり、落下速度が大きくなることがわかった。中心天体の光度が大きいとコロナの advection は無視できなくなる。これはかなりユニバーサルな現象であり、静水圧平衡的なコロナから動的なコロナへと、降着円盤コロナのイメージを大きく変える必要があるだろう。

■輻射抵抗を受けた降着円盤風 (田島 由起子、福江 純)：降着円盤の輻射圧で駆動される降着円盤風は、降着円盤輻射場の抵抗も受ける。輻射抵抗のために、全体としては、脱出条件は厳しくなる。さらに降着円盤風は一般に広がる傾向があるが、輻射抵抗によって、円盤輻射場から角運動量をもらうため、より広がる傾向が生じた。円盤風として脱出できない場合は、減衰振動しながらガスはコロナ領域にたまっていく．

■降落円盤の輝線プロファイル (大那悦子、福江 純)：標準降着円盤・落下速度の大きい“降落円盤”・輻射圧で駆動される“β円盤”などの観測的違いを見るため、輝線のプロファイルをモデル計算した。プロファイルは一般的に double peak となるが、掩蔽の間のプロファイルの変化はモデルによって異なることがわかった。相対論的なプロファイルはモデルによって異なることもわかった。

■その他：SS 433 など降着円盤を含む近接連星系の測光観測や、降着トーラスモデルに基づく光度曲線のモデル計算などもしている。

3. 最近の修士論文

- 降着円盤のスペクトルに関する理論的研究 [三分一 清隆: 1994 年 2 月]
- 波動パターンをもつ相対論的降着円盤の光度曲線とスペクトル [山田 竜也: 1993 年 2 月]

4. 連絡先

電話番号：0729-76-3211 (内線 3124)
Ｅメール：fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

参考文献

[1] J. Fukue and M. Umemura 1994, PASJ, 46, 87-95

[2] J. Fukue and M. Umemura 1995, PASJ, 47, 429-437

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.52–52)

京都産業大学理学部宇宙天体物理グループ

原 哲 也

1. 構成

宇宙天体物理グループは正式には, 京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻に所属し, グループでは主に理論天文学と X 線天文学を研究しています. 1995 年 11 月 1 日現在の構成員は以下の通りです.
三好 蕃 (教授)* 松浦 正和 (D2) 鶴田 泰介 (M2)
原 哲也 (教授)* 山本 英樹 (D2) 山崎 英知 (M1)
平山 亨 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 宇宙大規模構造の形成

1980 年代に入り, 宇宙における銀河分布が, 全くランダムではなく, 泡構造とも, 蜂の巣構造ともいわれるある構造を持っていることが明らかとなった. 他方, 銀河及び銀河団において光っている物質以外に, 光で見えない暗黒物質 (Dark Matter) がかなり有るということが判ってきた. いやむしろ現在宇宙を構成している主な物質は Dark Matter であると見なされている. つまり, 現在の宇宙においてどのように Dark Matter は分布しているのか, またその中で, 光っている銀河はいかに形成されたのか, そして観測されている銀河の泡構造とも言われている大域構造をいかに説明するのかが, 宇宙論において重要な問題の 1 つである. 現在 “宇宙の弦 (Cosmis strings)” の存在を仮定してこの問題の研究を行なっている.

2.2 銀河団の構造およびそれに関連した暗黒物質の研究

X 線観測や光学観測のデータをもとにして, 銀河団の力学的構造, 進化およびその中の暗黒物質の分布等について 研究を進めている. また これに関連して Sunyaev-Zel’dovich 効果を利用した Hubble constant の測定も行なっている.

2.3 X 線γ線背景放射の起源

point source を主たる起源とするとの前提で, 観測結果をいかに説明できるか調べている.

2.4 Quasar の起源

Quasar の生成過程 およびその activity を支える mechanism について調べている.

3. 教育

最近の修士論文

- 宇宙大規模構造の形成 [山本英樹: 1994 年 2 月]
- 銀河団における 暗黒物質の質量分布 [松浦正和: 1994 年 2 月]

4. 連絡先

	電話番号	*username*
三好	075-705-1609	miyoshi
原	075-705-1607	hara
松浦	大学院後期研究室	matsuura
山本	大学院後期研究室	yama
鶴田	大学院前期研究室	tsuruta
平山	大学院前期研究室	hira
山崎	大学院前期研究室	yamazaki

E-mail address	*username*@cc.kyoto-su.ac.jp
大学院前期研究室	075-701-2151(代表) 内線 3071
大学院後期研究室	075-701-2151(代表) 内線 3070
FAX 番号	075-705-1640(事務室)

参考文献

[1] T. Hara, M. Matsuura, H. Yamamoto P. Mahonen, and S. Miyoshi
Dark Matter around a Cluster of Galaxies under the Long Cosmic String Scheme, ApJ, 428,51–60

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.53–53)

京都工芸繊維大学繊維学部 一般教育等物理学

宝　田　克　男

1. 構成　　宝田克男

2. 研究　　電波銀河の構造と進化

Cygnus A のような強い電波銀河のモデルとして，ビームモデルが定着しつつある．銀河中心核からホットスポットへ，高度に収束された (collimated) 超音速のビームにより，エネルギーが連続的かつ効率よく運ばれる．ビームが周囲のガスと衝突するホットスポットでは，ビームの運動エネルギーの一部が，衝撃波により相対論的電子と磁場のエネルギーに変えられる．この相対論的電子と磁場を含むプラズマがホットスポットから流出しローブを形成する．このシナリオに基づいて電波銀河の構造と進化を研究している．

3. 教育

学部 1,2 年生に対して基礎物理学の講義及び実験を担当している．又，一般教育等所属の 15 名の教官で「総合科学コース」を開設し，10 名程度の学生を受け入れて，文系，理系の双方にまたがる卒論指導を行っている．

4. 連絡先

TEL. ダイアルイン (075)724-7740　FAX.(075)724-7710

参考文献

[1] K.Takarada, Spectra of Relativistic Electrons and Synchrotron Radiation of an Expanding Source with Continuous Injection, PASJ, 47, 299-305 (1995)

日本の理論天文学 第1号 1995年 (pp.54–56)

京都大学理学部天体核研究室

山 田 良 透

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称としており、その分野は数理物理学に近い宇宙論から観測に密着した天体物理学まで多岐に渡ります。1995年11月1日 現在の構成員は以下の通りです。

佐藤 文隆 * (教授)
山田 良透 *、西 亮一 *、中尾 憲一 * (助手)
Sean Alan Hayward、山本 一博 * (学振)
白水 徹也 *、千葉 剛 (D3)
官谷 幸利、須佐 元、濱崎 崇 (D2)
上原 英也、大橋 憲 (D1)
谷口 啓介、原田 智広、山田 雅子 (M2)
井口 英雄、大向 一行、すぎ浦 維勝、
瀬戸 直樹、佐々木 喜則 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 時空の基礎的研究

研究対象は強い重力場における物理法則ならびに物理現象の理論的研究であるが、古典論的な取扱いと量子論的な取扱いの二つにに分けられる。

古典論的な取扱いの中で最も大きな比重を占めるのは一般相対論を基礎理論とした研究である。具体的には、非一様宇宙、ブラックホールの動力学的な性質、巨大質量物質の重力崩壊によるブラックホール形成、あるいは裸の特異点形成、そして（現在進行中の重力波検出計画を睨んで）そうした動力学的現象に伴う重力波の生成といった事柄を研究している。また近い将来、重力波による強い重力場における重力理論自身の観測的検証の可能をを考慮し一般相対論以外の重力理論（例えば、superstring 理論から予想される scalar-tensor 理論）による強い重力場での物理現象の研究も行なっている。

量子重力に対するアプローチとしては、superstring theory, Ashtekar gravity, Witten gravity などの「まさに枠組の構築」と言ったような大きな問題に対するアプローチと、それらとは趣を異にするブラックホールの蒸発、トポロジーチェンジ、量子宇宙論などのような 個別の問題を 取り扱う小さな問題 に対するアプローチとに分けられるように思われる。我々のグループでは主にこの後者についての研究を行なっている。小さいと言っても卑下してるわけではない、定期的に面白いことが次々言えるのである。 具体的には、 ブラックホールの蒸発と古典的重力崩壊における臨界現象との関係を調べたり、双曲幾何学を用いた量子トンネルトポロジーチェンジ、ブラックホールの質量や、エントロピー、非自明トポロジーと量子場の関係などを調べている。

2.2 宇宙論

ビッグバン宇宙モデルは、ハッブルの法則、 3°K 宇宙背景放射、 軽元素の存在比 等の観測事実を基礎に、成功を修めている理論である。しかし、宇宙の一様等方性、密度揺らぎの起源、物質の起源といった初期宇宙の起源及び進化に関する問題は、必ずしも解決されていない。このような問題を動機として、インフレーション理論や、初期宇宙での相転移といった研究テーマに取り組んでいる。

最近の研究として、宇宙論的観測から示唆されている低密度宇宙のモデルとして、負の曲率を持つ開いた一様等方宇宙を実現するインフレーションモデルを提唱した。そして、そのシナリオに基づいた揺らぎの生成の過程及び、初期密度揺らぎスペクトルを調べている。また、その初期揺らぎを反映して現れる大角度スケールの 3°K 背景放射温度揺らぎの性質、宇宙の大規模構造などとの整合性を検討し、開いた宇宙の可能性を議論した。

また、電弱相転移でのバリオン生成の問題を興味として、電弱スケールでの相転移の機構の研究を行なっている。実際にバリオンを生成するためには、一次相転移であるかどうかが、重要な問題となるが、亜臨界泡の運動に着目して 場の熱的揺らぎ の大きさ を評価し、 相転移のダイナミクスを調べた。この方法によると、一般に考えられている標準的モデルでは、場の熱的揺らぎが通常考えられているよりも大きいために、言われているような一次相転移がより難しくなることを示唆する結果を得た。

2.3 宇宙の構造形成

初期宇宙において、 バリオンがガスと decouple する $z \sim 1000$ における情報を与える宇宙背景放射の観測に次ぐ過去の情報は、 $z \sim 5$ の QSO 等の観測まで得られていない。この間、物質がどう進化して銀河などの構造形成が起きるかは、宇宙物理学における大問題の一つである。

我々の研究グループでは この問題を下記の種々の方法によって 研究している。 1. 大規模数値シミュレーションによる構造形成の計算 2. 形成された銀河や星からの back reaction とそれによる 次世代の構造形成 3.toy-model による銀河の星形成史の計算 4. 原始雲の収縮・分裂過程の計算と第一世代の星形成

例として 4. では原始銀河となる宇宙の原始物質から構成されたガスの進化を力学過程と熱的過程を結合させて追っている。その結果生じる最終的な分裂片の質量が銀河形成期の星形成を特徴づけるわけだが、解析的計算によって、チャンドラセカールの限界質量と呼ばれる物理定数のみによって決まる質量が重要な役割を果たすことが最近示された。

2.4 無衝突重力系の力学的過程

ダークマターは銀河の質量の大部分を占め、その重力ポテンシャルに大きな寄与をしている。銀河のダークマターの系は、無衝突系として記述されると考えられるので、 銀河の形成や、 相互作用をを考える時には、 無衝突系の物理は重要な役割を果たすであろう。本研究室では、無衝突系の収縮や相互作用の際の物理過程を、理論的に調べている。

最近では、球対称無衝突系の収縮において、系内部の effective な圧力を決める速度分散の成長を、収縮初期について摂動論によって調べ、その振舞いが、 mass shell の間の幾何学的関係によって決まることを示した (Kan-ya *et al.* 1995)。また、現在では、無衝突系同士の相互作用について、軌道運動のエネルギーがどの程度内部エネルギーに変えられるかを、相互作用が弱い場合について、 摂動論を用いて解析を行なっている。

Kan-ya, Y., Sasaki, M., Tsuchiya, T., and Gouda, N. (1995) PTP. submitted.

3. 教育

最近の博士論文

- Post-Newtonian Expansion of Gravitational Waves from a Particle in Slightly Eccentric Orbit aound a Rotating Black Hole [田越秀行: 1995 年 3 月]
- Decoherence on Quantum Tunneling in the Multi-Dimensional Wave Funtion Approach [田中貴浩: 1995 年 3 月]
- Derivation of Master Equation for Totally Quadratic System in Quantum Brownian Motion [岡村 隆: 1994 年 3 月]
- Studies on the Evolution of Coarse-Grained Self-Gravitating Many-Body Systems [土屋 俊夫: 1994 年 3 月]
- Gravitational Waves Induced by a Particle Orbiting Around a Rotating Black Hole : Effect of Orbital Precession. [柴田 大:1994 年 3 月]

最近の修士論文

- Radiation Reaction to the Particle Motion around a Kerr Black Hole [蓑 泰志:1995 年 3 月]
- Brans-Dicke 理論での球対称ブラックホールからのスカラー重力波の計算 [大橋 憲:1995 年 3 月]
- 柱状原始ガスの力学的、熱的進化と原始銀河における星生成 [上原 英也:1995 年 3 月]
- 高階微分正則化によって 定義された 南部 Jona Lasinio Model の解析 [濱崎 崇:1994 年 3 月]
- 楕円銀河の形成モデルにおける不安定性について [官谷 幸利:1994 年 3 月]
- 宇宙初期における角運動量の確率分布と Massive Black Hole の形成 [須佐 元:1994 年 3 月]

4. 連絡先

天体核研究室についての最新の情報は www でも得られます (http://murasaki.scphys.kyoto-u.ac.jp/)。電話番号はダイアルイン方式で、 075-753-xxxx 番です。また E-mail address は、

username @tap.scphys.kyoto-u.ac.jp

です。内線番号 (xxxx) と課題名 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
佐藤	3831	sato
山田 (良)	3844	yamada
西	3880	nishi
中尾	3850	nakao

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] K. Nakao, T. Shiromizu and K. Maeda, Gravitational Mass in Asymptotically de Sitter Space-Times, Class. Quan. Grav. **11** (1994), pp.2059 ~ 2072.

[2] M. Shibata, K. Nakao and T. Nakamura, Dynamical Evolution of Gravitational Waves in the Asymptotically de Sitter Space-Time, Phys. Rev. **D50** (1994), pp.708 ~ 719.

[3] M. Shibata, K. Nakao and T. Nakamura, Scalar-type Gravitational Wave Emission from Gravitational Collapse in Brans-Dicke Theory: Detectability by a Laser Interferometer, Phys. Rev. **D50** (1994), pp.7304 ~ 7317.

[4] E. J. Copeland, R. Andrw, D. Wands and E. D. Stewart, False Vacuum Inflation with einstein Gravity, Phys. Rev. **D49** (1994), pp.6410 ~ 6433.

[5] E. D. Stewart, Mutated Hybrid Inflation, Phys. Lett. **B345** pp.414 ~ 415.

[6] Sean A. Hayward, General Laws of Black Hole Dynamics, Phys. Rev. **D49** (1994), pp.6467 ~ 6474.(1994)

[7] Sean A. Hayward, Weak Solutions across a Change of Signature, Class. Quan. Grav. **11** (1994), pp.L87 ~ L90.

[8] Sean A. Hayward, Spin Coefficient Form of the New Laws of Black Hole Dynamics, Class. Quan. Grav. **11** (1994), pp.3025 ~ 3036.

[9] Sean A. Hayward, Quasilocalization of Bondi-Sachs Energy Loss, Class. Quan. Grav. **11** (1994), pp.3037 ~ 3048.

[10] H. Tagoshi and T. Nakamura, Gravitational Waves from a Point Particle in Circular Orbit around a Black Hole: Logarithmic Terms in the Postnewtonian Expansion, Phys. Rev. **D49** (1994), pp.4016 ~ 4022.

[11] H. Tagoshi, Post-Newtonian Expansion of Gravitational Wave from a Particle in Slightly Eccentric Orbit around a Rotating Black Hole, Prog. Theor. Phys. **93** (1995), pp.307 ~ 333.

[12] T. Tanaka, Decoherence on Quantum Tunneling in the Multidimensional Wave Function Approach, Prog. Theor. Phys. **93** (1995), pp.67 ~ 85.

[13] T. Shiromizu ,Positivity of Gravitational Mass in Asymptotically de Sitter Space-Times, Phys. Rev. **D49** (1994), pp.5026 ~ 5029.

[14] T. Shiromizu and M. Sugai, Local Energy Condition and Asymptotic Conditions, Class. Quan. Grav. **11** (1994), pp.L103 ~ L108.

[15] T. Shiromizu and M. Sugai,Relaxation of Local Energy Conditions due to Asymptotic Flatness, Phys. Rev. **D51** (1995), pp.472 ~ 476.

[16] T. Chiba and K. Maeda, Cosmic Hoop Conjecture?, Phys. Rev. **D50** (1995), pp.4903 ~ 4913.

[17] T. Hamazaki and T. Kugo, Defining the Nambu-Jona-Lasinio Model by Higher Derivative Kinetic Term

京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室

嶺重 慎

1. 構成

宇宙物理学教室(略称:うぶつ)は正式には、京都大学大学院理学研究科物理学・宇宙物理学大専攻に所属します。名目上はともかく、実際上講座制をしいておらず、各スタッフ・院生は太陽・太陽系、恒星、銀河(以上主として観測)、及び理論といった、ゆるい結びつきの研究グループを組織しています。ここでは理論懇メンバーの活動を中心に紹介します。 1995年10月1日 現在の構成員は以下の通りです。

加藤 正二 (教授)*
稲垣 省五 (教授)*
石沢 俊亮 (助教授)
嶺重　慎 (助手)*
本間 文雄 (研修員)
島田 正章 (D5)
古屋 奈津美 (D4)
中尾 泰士 (D3)
中村 文隆 (D3)
石坂 千春 (D2)
国場 英康 (D2)
山崎 達哉 (D2)
釜谷 秀幸 (D1)
中村 賢二 (D1)
真柄 哲也 (D1)
金森 洋一 (M2)
竹内 充 (M2)
滝沢 元和 (M2)
Eliani Ardi (M2)
萬本 忠宏 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 恒星系の力学

Fokker-Planck 近似や、ガスモデルでは gravothermal oscillations が起こることはよく知られているが、N体では起こるかどうか分からない。 Inverse temperature gradient が存在すると、 N体でも gravothermal expansion が起こることを示した。従って、残る問題はN体で inverse temperature gradient が起こるかということだけになった。 [1]

2.2 降着円盤粘性

通常の、 Navier-Stokes 方程式を用いて円盤内縁近くの構造を解いてみると、超音速でも上流に情報が伝わるという不都合が生じることが知られていた。ところが、 stress tensor を局所的に決めずに、流体の式と連立した発展方程式の形で正しく定式化すると、上記の不都合が取り除かれることが判明した。[5] 以上の定式化をもとに、時間変動や空間構造が激しく変わる降着円盤にも適用できる粘性テンソルの形を導いた。 [4]

2.3 ブラックホール天体からのX線ゆらぎ

はくちょう座X1や活動銀河核など、ブラックホール天体からのX線は激しく変動していることが知られている。自己組織臨界現象 (SOC) の概念を用い、 円盤の簡単なセルオートマトンモデルをたて、X線ゆらぎの観測的諸特徴を 再現することに成功した。 [7][9] これらの解析をもとに、ブラックホール降着円盤は、磁場の弱い標準的な円盤 (soft state) と、磁場が強められゆらぎが増幅される、 アドベクション優勢円盤 (hard state) との間を振動することを示した。[6] このアドベクション優勢円盤は熱的に安定であると予想されていたが、実際線形解析をしてみると、動径方向に局所的擾乱に対して多くの場合不安定であり、ゆらぎを生み出すのに都合がいいことがわかった。 [2]

2.4 星間磁場

銀河円盤内の星間ガスが、 超新星爆発によってハローへと噴き上げられてハロー中に重元素をまき散らし、また放射冷却したあと高速雲となって、再び銀河面へと落ちていくというシナリオが以前から考えられてきた (いわゆる galactic fountain model)。ところが、最近の研究により、現在観測されている程度の磁場があれば、この噴き出しは有効に抑えられるという議論があったが、きちんと計算してみると、一時的に噴き出しが抑えられてもその後 Parker instability が発生し、やはり噴き出しが可能であることが示された。 [3]

2.5 銀河団サブストラクチャーの進化

現在の標準的天体形成シナリオによると、銀河団はまずより小さな塊が 重力収縮し、 その後 この塊 (sub-structure) が合体することにより、より大きな銀河団を形成する。この substructure merger の過程は宇宙論密度パラメータの関数であり、現在どのくらいの銀河団が substructure をもってるかを調べる事により、密度パラメータに 制限を与える事ができる。N 体シミュレーションによりこの合体過程を調べ、比較的小さな密度パラメータの値を得た。[8]

3. 教育

最近の修士論文

- Nonlinearly Excited Parker Instability[釜谷 秀幸: 1995 年 3 月]
- 降着円盤の遷音速点近傍の構造 [中村 賢仁: 1995 年 3 月]
- Numerical Simulation of Magnetic Reconnection in Eruptive Flares[真柄 哲也: 1995 年 3 月]
- 衝突銀河団の 力学的進化 [石坂 千春: 1994 年 3 月]
- N-body Simulation による Lynden-Bell Mechanism の検証 [国場 英康: 1994 年 3 月]
- 矮新星熱不安定円盤の 大局的動径振動不安定 (α 粘性の場合) [山崎 達哉: 1994 年 3 月]

4. 連絡先

宇宙物理学教室についての最新の情報は www でも得られます (http://kusastro.kyoto-u.ac.jp/)。電話番号はダイアルイン方式で、 075-753-xxxx 番です。また E-mail address は、

username @kusastro.kyoto-u.ac.jp

です。内線番号 (xxxx) と課題名 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
加藤	3901	kato
稲垣	3892	inagaki
石沢	3903	
嶺重	3891	minesige
本間	3891	honma
島田	3896	shima5
古屋	3908	furuya
中尾	3907	nakao
中村 F	3908	fuming
石坂	3906	ishizaka
国場	3907	kuniba
山崎	3907	yamasaki
釜谷	3908	kamaya
中村 K	3907	knakamur
真柄	3908	magara
金森	3907	kanamori
竹内	3908	mitsuru
滝沢	4287	takizawa
Eliani	3907	eliani
萬本	3908	manmoto

参考文献

[1] D.C. Heggie, S. Inagaki, and S. L. W. McMillan, Gravothermal Expansion in an N-Body system, MNRAS, 271, 706–718 (1994)

[2] S. Kato, M. Abramowicz, and X. Chen, Thermal Instability of Advetion-Dominated Disks against Local Perturbations, PASJ, 48, 印刷中 (1996)

[3] H. Kamaya, S. Mineshige, R. Matsumoto, and K. Shibata Interstellar Gas Outflow to Galactic Halo by the Supernova-Driven Parker Instability ApJL, 印刷中 (1996)

[4] S. Kato, Turbulent Stress Tensor in Accretion Disks Derived by Second-Order Closure Modeling, PASJ, 46, 589–596 (1994)

[5] S. Kato, and S. Inagaki, A Non-Local Description of Turbulent Stress Tensor in Accretion Disks, PASJ, 46, 289–299 (1994)

[6] S. Mineshige, M. Kusunose, and R. Matsumoto, Low-State Disks and Low-Beta Disks, ApJL, 445, L43–L46 (1995)

[7] S. Mineshige, M. Takeuchi, and H. Nishimori, Is a Black-Hole Accretion Disk in a Self-Organized Critical State?, ApJL, 435, L125–L128 (1994)

[8] F. E. Nakamura, M. Hattori, S. Mineshige Subcluster Merging in Cluster of Galaxies and the Cosmological Density Parameter, A&Ap, 印刷中

[9] H. Negoro, S. Kitamoto, M. Takeuchi, and S. Mineshige, Statistic of X-Ray Fluctuations from Cygnus X-1: Reservoirs in the Disk?, ApJ, 452, L49–L52 (1995)

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.59–59)

京都大学総合人間学部宇宙論研究室

早　田　次　郎

1. 構成

宇宙論グループは、京都大学総合人間学部の教官と大学院人間環境学研究科素粒子第一専攻の大学院生とによって構成されています。研究室では相対論と宇宙論を研究しています。 1995 年 8 月 1 日 現在の構成員は以下の通りです。

新 任 (助教授)*
早田 次郎 (助教授)*
平田 浩一郎 (M2)
河井 伸介 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

2.1 ブラックホールの量子論

ブラックホールの物理と 熱力学との関係は 量子重力理論の構築という観点から見て非常に重要である。我々は,Hawking radiation に対する反作用を考慮した時空の力学における熱力学を解析的あるいは数値的な方法で明らかにしようと努力している。

2.2 自己重力系における非線形現象

宇宙の構造形成において非線形相互作用は重要な役割を持つ. また、それと切り離せないのがパターンを何で特徴づけるかという問題である。我々は, 解析方法としての wavelet analysis の有効性を調べている. この方法により新しい統計量を定義し、その非線形発展を研究している。

2.3 初期宇宙

初期宇宙における揺らぎの創生とその発展は構造の起源を探るために重要な題目である。 我々は, 微分展開方という方法で揺らぎの非線形成長をしらべたり、揺らぎの古典化の研究をしている。

3. 教育

最近の修士論文

- 微分展開方による インフレーション理論 の研究 [井口 修: 1995 年 2 月]

4. 連絡先

電話番号はダイアルイン方式で、 075-753-xxxx 番です。また E-mail address は、

username @phys.h.kyoto-u.ac.jp

です。内線番号 (xxxx) と課題名 (*username*) は以下の通りです。

	内線番号	*username*
早田	6790	jiro
平田	6790	hirata
河井	6788	kawai

参考文献

[1] J. Soda, H. Ishihara and O. Iguchi, Hamilton-Jacobi Equation for Brans-Dicke Theory and Its Long-Wavelength Solution, Prog. Theor. Phys. 94, to be published.

[2] J. Soda and Y. Suto, Non-linear Gravitational Evolution of Phases and Amplitudes in One-dimensional Cosmological Density Fields, ApJ, 396, 379.

[3] Y. Ezawa and J. Soda, Effects of Topology on the Gravitational Wave, Phys. Lett. B335, 131.

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.60–60)

京都大学工学部空気力学研究室

武　田　英　徳

1. 構成

空気力学研究室は、京都大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻に属する航空宇宙解析工学講座の空気力学分野です。構成員は、理論天文学懇談会会員である武田英徳（助手）一人です。

2. 研究

2.1 微惑星・原始惑星とそのまわりのガスの相互作用

原始太陽系星雲中の微惑星・原始惑星は、星雲ガスと相互作用をしながら運動している。このガスの及ぼす作用は、これらの天体の成長過程等に重要な影響をあたえる。そこで我々はこれまで、重力源である天体（球と仮定）が、一様粘性ガス中を運動する際の天体まわりの流れ（軸対称を仮定）を調べる為に、差分法による 2 次元数値シミュレーションを行ってきた。その結果、流体の粘性によって生じる密度分布の非対称性が、重力による抵抗に大きい影響を与えるということを明らかにした [1] 。現在は、この天体まわりの流れの研究を、より現実的な星雲ガス中で行う為に、 3 次元数値数値シミュレーションを試みている。

天体の数値計算によるシミュレーションには、差分法とともに、 SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) も多く用いられている。この SPH によっても粘性流の計算が可能である（Navier- Stokes Equation が解ける）ことを示した [2] 。

3. 連絡先

武田英徳への連絡先は、

電話	075-753-5812（直通）
FAX & 留守番電話	075-753-4944（直通）
FAX	075-753-5918（事務室）
E-maill address	
	A50213@JPNKUDPC.BITNET

です。

参考文献

[1] H. Takeda, Drag on a Gravitating Body, Prog. Theor. Phys. Suppl. No. 96, 196–210, 1988

[2] H. Takeda, S. M. Miyama and M. Sekiya, Numerical Simulation of Viscous Flow by Smoothed Particle Hydrodynamics, Prog. Theor. Phys. 92, 939–960, 1994

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.61–62)

京都大学基礎物理学研究所・宇宙物理

横　山　順　一

1. 概観

本研究所は 湯川記念館を前身として 1953 年に、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 年に 広島大学 理論物理学研究所 （1943 年創設）と合併し、本邦唯一の理論物理学の綜合研究所として再発足して現在に至っている。合併当初は旧理論研所員は 宇治キャンパスに在勤したが、 1995 年 9 月に北白川地区に新研究棟が竣工し、実質的な統合が実現した。

本研究所は創設以来、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。運営面では、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、次の二委員会が設けられている。

研究部員会議 研究者グループの推薦する委員と運営委員、所員により 構成され、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。

運営委員会 研究者グループの推薦する 所外委員（12 名）と所内委員（8 名）により構成され、 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。

以上いずれの委員も宇宙物理学・理論天文学関係の所外委員は、理論天文学懇談会の投票によって決定されている。

共同利用による基研研究会が毎年十数回開かれている。 91、 93、 95 年と、これまでに 3 回、理論天文学懇談会シンポジウムが基研研究会として開催されている。また、 95 年度からは文部省により COE に指定され、予算の増額が実現したほか、新たに COE 研究員として 3 名が採用されている。また、湯川財団の補助による基研研究員制度もあり、理論天文学関係の若手研究者の多数の応募が期待されている。

理論研との合併により宇宙関係の所員数は大幅に増加し、活発な研究活動が行われている。 1995 年 10 月現在の在籍者は以下の通りである。

冨田憲二（教授）*
中村卓史（教授）*
小玉英雄（教授）*
福來正孝（助教授）*
横山順一（助教授）*
芹生正史（基研研究員）*
藤原義久（研修員）*
牧野伸義（研修員）*
長澤倫康（学振研究員）*
藤田 裕（人環 D 2）
向山信治（M 2）
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

本研究所には大別して、宇宙物理、原子核理論、素粒子論、物性理論（生物物理を含む）という、理論物理学の 4 分野の研究グループがある。ここでは宇宙物理関係の 最近の研究内容を 紹介する。 各所員は独立に、単独あるいは所内外の研究者との協力により、宇宙物理学・理論天文学のさまざまな分野において研究活動を活発に進めている。その詳細を述べる紙幅はないので、 ここでは 95 年度の要覧に基づき、 研究項目と研究者名を列挙することにする。

(1) 観測宇宙論

- X 線銀河団の構造 と重力レンズ現象 （冨田、 牧野）
- X 線銀河団中心部での冷却流の鉄組成分布への影響（小玉、藤田）
- 重力レンズ天体の頻度と変形（冨田、福來）
- 銀河の個数分布等の宇宙論的観測と宇宙モデルの判定（福來、冨田）
- 宇宙の再加熱と宇宙背景放射（福來）
- ハッブル定数の測定（福來）
- QSO 吸収線の研究（福來）
- 銀河団における表面測光と銀河の分布（福來）
- 北天の宇宙地図の作成準備（福來）
- ハッブル定数と宇宙年齢（中村）

(2) 重力不安定性と構造形成

- CDM 宇宙モデル における 熱的進化と構造形成（福來）
- 密度揺らぎの統計的取扱（横山、藤原）
- 位相欠陥をもつ宇宙の力学的進化（横山、長澤）
- アンチ · ニュートン近似（勾配展開）の非一様宇宙モデル（冨田）
- 宇宙論的ポスト · ニュートン近似理論（冨田）

(3) 宇宙初期の量子効果

- 量子重力と初期宇宙（小玉、芹生、藤原）
- 拘束系の量子重力理論（小玉）
- インフレーションの素粒子模型の構築（横山）
- インフレーション宇宙の量子的揺らぎと密度揺らぎの起源（横山）
- 宇宙初期のバリオン生成（横山、長澤）
- スカラー場の相転移のダイナミクス（横山）
- 軽元素合成とニュートリノ輸送（福來）

(4) 相対論

- 重力崩壊と重力波の数値的解析（中村）
- 合体しつつある中性子星の連星からの重力波（中村）
- 宇宙論的ノーヘア臆測の数値的解析（中村）
- ポスト · ニュートン近似と重力波（中村）
- ドメインウォール からの 重力波放出（小玉、藤原）
- 時空構造の定量化（芹生）

(5) 天体物理学的諸問題

- γ線バースト天体の起源（中村）
- 超新星爆発 と 中性子星、 ブラックホールの発生（中村）
- MACHO の観測 と 小質量星（中村）
- X 線による銀河団の観測（藤田）
- 楕円銀河の化学進化（藤田）

3. 教育

94 年度より物理学専攻第二分野の一研究室として本研究所も公式に大学院生の募集を開始した。募集を開始して間もないため、現在の在籍者はＭ 2 一名のみである。教育活動は物理第二教室、天体核研究室と協力して行っている。

4. 連絡先

電話番号はダイアルイン方式で、 075-753-xxxx 番です。また E-mail address は、
prefix.yukawa.kyoto-u.ac.jp
です。内線番号 (xxxx) と *prefix* は以下の通りです。

	内線番号	*prefix*
冨田	7017F	tomita@
中村	7022	takashi@jpnyitp
小玉	7015F	kodama@
福來	7023F	fukugita@jpnyitp
横山	7027F	yokoyama@
芹生	7060	mseriu@
藤原	7065	fujiwara@
牧野	7055	makino@
長澤	7066	nagasawa@
藤田	7060	fujita@
向山	7060	mukoyama@

F はファックス付き電話。それ以外の人へのファックスは、受取人を明記して 075-753-7071 へお送り下さい。

京都大学情報処理教育センター

伊 藤 誠

1. 構成

京都大学情報処理教育センターは、京都大学の全学生を対象とした情報処理教育のための計算機センターです。本センターには多数のパソコンとワークステーションをはじめ、大型計算機システムを設置しています。また、遠隔部局にもワークステーションあるいはパソコンを分散設置しており、利用資格のある学生・大学院生は、これらの装置を直接操作して、プログラミングや各種の情報処理の学習ができるようになっています。またセンターには教育用計算機以外に研究用として、 ワークステーション (HITACHI 3050RX/ 330、HP9000/735) や 並列計算機 (HITACH SR 2001) などが設置されています。 現在センターには 4 名の教官がいますが、理論天文学懇談会に所属しているのは 1 名 (伊藤誠・助手) のみです。なおセンターには学生はおりません。

2. 研究

2.1 銀河の分布の定量的解析

宇宙論の分野において銀河の分布の定量的解析は、観測結果と理論に基づく数値計算結果を比較する上で重要な研究分野になっている。しかし従来は主として 2 体相関関数を用いた解析しか行なわれなかった。そこで我々は熱力学的理論を様々な初期条件・質量スペクトルを持つ宇宙論的 N 体シミュレーションに適応し銀河分布の定量的解析を行った。その結果から熱力学的布関数が、銀河の分布関数を良く再現し、クラスタリングの進化の様子を表すことや [1]、初期の密度ゆらぎに対する手がかりを与えることが分かった。

しかし最近の研究によると、 この熱力学的分布関数は、 分布関数の形を 良く再現することが 出来るのだが、クラスタリングが 進むにつれ 分布関数 の 2 次のモーメント、尖度、歪度等を正しく与えないことが明らかとなった。 [2]。

その他フラクタル次元や、マルチフラクタルの手法を用いた解析も行なった。現在はグラフ理論を応用したり、ウエーブレット解析を 用いた研究を 行っている。

2.2 数値計算コードの開発・改良

数値計算コード (tree code) を高速化するための改良や、 2 次元 Fokker Plank 方程式を解くための数値計算コードの開発を行なった。今後は計算コードの並列化に関する研究を進める予定である。

3. 教育

センターには所属する学生・院生がいないため、理論天文学の教育や研究の指導は行っていません。なおセンターでは学部学生対象の計算機関連の授業を 4 教科開講しています。また伊藤は理学部宇宙物理学教室にて非常勤講師として 3 回生の課題演習を担当しています。

4. 連絡先

〒 606-01 京都市左京区吉田本町
TEL: 075-750-7762
e-mail: mitoh@kuec.kyoto-u.ac.jp
www: http://www.kuec.kyoto-u.ac.jp/

参考文献

[1] M. Itoh, S. Inagaki and W.C. Saslaw, Gravitational Clustering of Galaxies: Comparison Between Thermodynamic Theory and N-Body Simulations, ApJ, 332, 45–63

[2] H. Ueda and M. Itoh, Probability Distribution Functions and Moments in Cosmological N-body Simulations and Comparison with Thermodynamic Theory, PASJ, 47, 509–525

日本の理論天文学 第1号 1995年 (pp.64–65)

郵政省通信総合研究所関西先端研究センター

大 西 浩 次

1. 所属

郵政省通信総合研究所は、情報通信分野における唯一の国立研究機関として情報・通信・電波の各分野に渡って、基礎研究から応用研究まで幅広い研究を行っています。その中で、時空系科学の研究という分野があり、VLBIの研究やパルサータイミング観測などを行っています。

現在、同研究所で「先端的光通信・計測に関する研究」のCOE関連の研究員として所属し、単一電子トンネル現象の研究などを行いながら、時空系科学の研究も同時に行っています。

2. 研究

天文学では、計測技術の進歩が新しい観測手段と観測対象を作り、新しい発見を生み出してきました。いま、VLBIや光学赤外線干渉計などによる精測天体位置計測やパルサータイミング観測の精測時刻計測技術の著しい向上により、銀河系内の恒星やMACHOsなどの天体による小さな時空の歪みでも検出可能な状況になりつつあります。そこで、次世代の計測技術が開く新しい物理量観測の可能性を検討しています。これらから、時空の曲がりの効果から天体の物理量や銀河系構造を求める「相対論位置天文学」という分野の発展を図りたいと考えています。

2.1 重力レンズ効果と天体の質量測定法

銀河系内の重力レンズ効果の観測的可能性を考えた。重力レンズ効果として、重力偏向効果(Gravitational Deflection of Light)と重力時間遅延効果(Gravitational Time Delay of Light)を考える。これらの検討により、相対論効果を使った新しい3つの質量測定法を提案した。

(1) 重力偏向効果の視差変化：背景光源と重力レンズ天体との衝突パラメーターが、地球の公転による「視差」のために変化する。この変化による重力偏向（光線の曲がり）の変化を検出することで、レンズ天体の質量が求められる。[1]

(2) マイクロレンズ現象時の2つの像：マイクロレンズ現象の起きている状況では、重力レンズ効果により、背景光源は2つの像に分離している。この2つの像の離角の測定から、重力レンズ天体のアインシュタイン角の大きさがわかる。さらに地球の公転運動によるMACHOの相対固有速度の変化は、増光曲線に非対称が生じる。その観測より距離に関する情報が得られる。これらを組み合わすことで、MACHOの質量を求めることができる。

(3) パルサータイミング観測による重力遅延効果の検出：ミリ秒パルサーの視線方向にある重力レンズ天体による重力時間遅延効果が、パルサータイミング観測より検出できる可能性がある。パルス到着時刻(TOA)データーの解析モデルに重力時間遅延効果を考慮すれば、レンズ天体の質量が決定できる。[2]

2.2 MACHO探索法

パルサータイミング観測によるMACHO探索を提案した。これは、パルサー視線方向にあるMACHOによる重力時間遅延効果を、TOAデーターから分離することで、MACHOを検出しようというアイデアである。

さらにVLBI（超長基線電波干渉計）観測によるMACHO探索も提案した。MACHOの重力レンズ効果によって、リファレンス銀河の位置はずれて観測される。VLBI観測では、銀河中心方向まで見通すことができるので、VERA(VLBI Exploration of Radio Astrometry)による重力レンズ天体探索は、銀河バルジまで含めた銀河系全体の質量分布の測定も可能であろうと期待する。

3. 連絡先

大西浩次 TEL 078-969-2196, FAX 078-969-2199,
E-mail address ohnishi@crl.go.jp
郵政省通信総合研究所関西先端研究センター
〒651-24 神戸市西区岩岡町岩岡588-2

参考文献

[1] M. Hosokawa, K. Ohnishi,T. Fukushima, and M. Takeuti, Parallactic Variation of Gravitational Lensing and Measurement of Stellar Mass, 1993, A&A, 278, L27–L30

[2] K. Ohnishi, M. Hosokawa, T. Fukushima, and M. Takeuti, Variation of Gravitational Delay in Pulsar Timing Observation due to Proper Motion of Foreground Stars and Measurement of Stellar Mass, 1995,ApJ, 448, 271–280

兵庫県立西はりま天文台

石　田　俊　人

1. 構成

兵庫県立西はりま天文台は、勤労者の余暇の文化活動の一つとして 天文に 親しんで もらうために作られた、天文の教育・普及活動を行っている、いわゆる公開天文台の一つですが、さらに、研究活動を車の両輪の一つとして重視しています。現在、天文関係のスタッフは 5 名ですが、その中で理論的研究を行っているのは 1 名です。

2. 研究

2.1 改訂された不透明度の効果

1991 年以降、複数のグループから天体物理学で興味のあるガス・プラズマの不透明度の改訂されたデータが次々と発表されています。これらの新しい計算は、従来より細かい吸収線による効果を取り入れており、その結果、特に鉄族による不透明度への貢献がこれまでの結果より大きいことが明らかになっています。

この改訂された不透明度を適用した研究は、すでにいくつか行っています (See, for example, T. Ishida M. Takeuti 1993, ASPC 45, 290 – 294) が、最も新しい研究では、脈動星の線形非断熱模型から得られる周期・周期比と 2 つの二重周期セファイド変光星で観測されている周期・周期比とを詳細に比較することにより、これら 2 つの星の金属量を評価しました。得られた金属量は、片方の星については他の方法による評価と一致していますが、もう片方の星では一致していません。後者の星の他の方法による評価は、間接的に推定されたものですので、分光観測による解析が望まれます。 (T. Ishida, ApJL, accepted)

改訂された不透明度では、分子などの貢献を取り入れた低温ガスのデータも充実してきていますので、今後はこれらのデータを適用した研究も進めていきたいと考えています。

2.2 超高速計算機による数値計算

西はりま天文台は、 TCP/IP 接続されていませんので、通常利用できる計算機は西はりま天文台内にあるワークステーションのみです。そこで、主に国立天文台の計算機共同利用研究により、超高速計算機を利用した数値計算による研究を行っています。

最近では、重力多体問題専用計算機 Grape3A と同じ動作をするサブルーチン群を作成しました。これによって、 Grape3A を利用したプログラムを西はりま天文台で開発することが可能になりましたので、今後はさまざまな天体物理学的問題に適用するためのプログラムの開発を行っていく予定です。

2.3 非線形現象

脈動変光星の中には不規則な変光を示すものがあります。最近、こういった不規則性を、非線形系におけるカオス的変動と捉えて、脈動星の流体力学的模型、一層模型、などにおけるカオスの研究が行われています。

こういった中で、一層模型から現実的な光度変化が得られるように改良を試みたり、一層模型に対流の効果を取り入れる試みを行っています。（いずれも論文準備中）

また、最近、アマチュアによる変光星の眼視観測の結果へ、カオス的な変動を解析する手法の適用も試みています。（現在進行中）

3. 連絡先

石田俊人
〒679-53
兵庫県佐用郡佐用町大撫山
兵庫県立西はりま天文台
TEL: 0790-82-3886
FAX: 0790-82-3514
e-mail: ishida@nhao.go.jp

参考文献

[1] T. Ishida, "The Heavy Element Abundance of Double-mode Cepheids from Linear Pulsaton Theory", ApJL, submitted.

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.66–66)

広島大学理学部物理学科核物性講座

小 嶌 康 史

1. 構成及び概要

正式名称 (?) は物理学科に属する核物性理論講座という名で核物理を研究しているスタッフや大学院生と同居しております。また, 素粒子論講座などとの研究室間の壁も低くなるよう配慮されています。

実は, 当研究室は私 (小嶌) が平成 7 年 5 月に赴任してきて誕生した新しい研究室です。宇宙関係の研究者は現在私ひとりですが, 来年度には大学院生 2 人を迎え, 新しい助手の方 (選考中) と共に今後, 更に発展する事を願っています。

広島大学というとで, たまに理論研との関係を聞かれるのですが, 理論研は今はもう基礎物理学研究所 (京大) と合併して, 広島大学には宇宙関係の研究者はいなくなりました。 1995 年 8 月 1 日 現在の宇宙関係の構成員は以下の通りです。

小嶌康史 (助教授)*

* 印は理論天文学懇談会会員

というわけで, 以下では私の最近の研究の紹介になります。

2. 最近の研究

宇宙物理の中で相対論と関連した分野についての理論的研究を進めてきた。具体的には,

(1) ブラックホールの近傍の降着円盤から発せられる輝線の形がドップラー効果や重力赤方偏位によりどのようなものになり, ブラックホールの回転の影響がどうなるかを調べた。 [1] 最近の ASCA の観測によれば幅の広い輝線が見付かっており, 大変興味が持たれる。

(2) 重力波と結び着いた星の振動を研究してきた。相対論的な星において回転により, 振動がどのように影響されるかを研究した。 ([2] [3] [4]) また, 非常にコンパクトな星においては重力波固有の振動が振動の形によらず同じような振舞をする事がわかった。 ([6])

(3) その他, 中性子星の磁場の進化や宇宙論的な非一様性の進化におけるテンソル的なモード発達 [5] , 連星中性子星が重力波放出しながら合体していく際のスピン軌道相互作用, スピンースピン相互作用, 潮汐力の効果を考慮した合体過程の研究 (論文準備中) を行ってきた。

3. 連絡先

電話番号 0824-24-7365

FAX 番号 0824-24-0717

E-mail:

kojima@theo.phys.sci.hiroshima-u.ac.jp

参考文献

[1] Y. Kojima, The Effects of Black Hole Rotation on Line Profiles from Accretion Disk (1991) Mon. Not. R. astro. Soc., vol.250. pp.629-637.

[2] Y. Kojima, Equations Governing the Nonradial Oscillations of a Slowly Rotating Relativistic Star, (1992) Phys. Rev. D46. pp.4289-4303.

[3] Y. Kojima, Normal Modes of Relativistc Stars in Slow Rotation Limit, (1993) Astrophys. J. 414, pp.247-253.

[4] Y. Kojima, Coupled Pulsation between Polar and Axial Modes in a Slowly Rotating Relativistic Star, (1993) Prog. Theor. Phys., vol.90, pp.977-990.

[5] Y. Kojima, Early Growth of Cosmological Inhomogeneity at the Horizon Scale, (1994) Phys. Rev. D50. pp.6110-6114.

[6] Y. Kojima, N. Andersson and K.D. Kokkotas, On the Oscillation Spectra of Ultra Compact Stars, (1995) Proc. Roy. Soc. London in press.

日本の理論天文学 第 1 号 1995 年 (pp.67–67)

九州大学理学部物理学科橋本研究室

山　岡　均

1. 構成

当研究室は、九州大学理学部物理学教室情報物理学大講座の 1 グループで、主に数値シミュレーションを用いた理論天体物理学の研究を行なっている。 1995 年 10 月 1 日現在の構成員は以下の通り。

橋本正章 (助教授)、
山岡均 (助手)*、
菅将孝 (M2)、
衛藤達也 (M1)、
中野仁 (M1)
* 印は理論天文学懇談会会員

2. 研究

研究室では恒星進化、超新星爆発、元素合成などのテーマを中心に研究している。

2.1 元素合成・元素の起源

超新星爆発に伴う元素合成の研究を中心にして、元素の起源について調べている。 s– 過程や p– 過程の研究、回転星の研究は外国との共同研究である。また恒星進化に重要な熱核反応率の研究を、九大原子核理論および実験グループと行なっている。

2.2 大質量星の進化

主に初期質量が $10M_\odot$ 以上の恒星の進化の数値計算を行ない、超新星爆発直前の星のモデル構築や、恒星風・重元素量に対する進化の依存性を調べるなどの研究を進めている。

2.3 超新星モデルの構築

近年多くの超新星が近傍銀河で出現している。それぞれの超新星に対し、観測を説明するモデルを構築することで、超新星現象の理解を深める研究を行なっている。最近では、 M51 に出現した Ic 型超新星 1994I について、水素外層もヘリウム層も失った星が重力崩壊爆発を起こしたとするモデルを構築した。外層を失った星の爆発は、多様なタイプの超新星を統一的に説明する鍵となるだろう。

2.4 連星内の超新星爆発

1994I に代表されるように、外層を大規模に失った超新星が多く観測されてきている。この質量放出は、連星系内の質量交換によるものと考えるのが自然である。また、中性子星同士の連星系というものも観測されており、その形成過程は興味深い。超新星爆発寸前の星のモデルを用いた考察で、連星系の運命を研究している。

このほか中性子星の構造と核物質の状態方程式、宇宙初期の元素合成、降着円盤の構造などの研究テーマもある。

3. 教育

当研究室での大学院生の教育は 2 年目で、学位論文の提出はまだない。

4. 連絡先

所在地： 〒 810 福岡市中央区六本松 4-2-1
電話：092-771-4161(代、 17:30 まで)
FAX：092-724-0790
電子 mail は、以下のアドレスに、
rc.kyushu-u.ac.jp
を付け加えたものである。

	内線番号	e-mail address
橋本	360	hashi@
山岡	481	yamaoka@
菅	283	kan@gemini.
衛藤	—	etoh@gemini.
中野	—	nakano@gemini.

平成 7 年 12 月 1 日　出　版
平成 7 年 12 月 1 日　発　行

発行所　理　論　天　文　学　懇　談　会

印刷所　名古屋大学生活協同組合印刷部
〒464-01 名 古 屋 市 千 種 区 不 老 町
日 本 の 理 論 天 文 学

THEORETICAL ASTRONOMY IN JAPAN

No. 1 1995

PUBLISHED BY
理論天文学懇談会
Association of Japanese Theoretical Astronomy