

## 1 天体核研究室年次報告書

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

最近では我々の分野の研究も純粋理論から、より観測、測定との結び付きを強めつつある。しかし、まだまだ観測には大きな不定性が伴い、ときとして結果が覆ることさえある。そのあたりから、‘言いたい放題の宇宙論’などの批判もでてくるのであろう。我々のグループは、伝統的に、その現象に働いている物理過程の解明を行うことに、より大きな興味を抱いてきた。このことは、時としてタイムリーな話題を追いかけるのには不利に働く。しかしながら、なぜ我々のグループが物理教室にあり、天文学教室、または京大では宇宙物理学教室（英訳は Department of Astronomy）にないのか、を考えれば我々の進むべき道はおのずから見えてくる。今後も、個々の観測に一喜一憂したり、とにかく巨大な数値計算を行ってその結果を並べたてるよりも、多様な天体現象や本質的に非線形である重力の問題の本質を見極め、その基本原理や物理過程を明らかにすることを目標にしていくものである。

具体的な研究室としての活動は、全体で行っているコロキウム、速報を中心に、3本柱のそれぞれに対応するゼミや、他の研究機関（基研、人環、阪大など）との横断ゼミや共同研究なども盛んである。また年2回中間発表会と題する各個人の研究の進展状況を報告する研究会を行っている。

### 1.1 Astrophysics

#### 1.1.1 星形成

星形成過程の最終段階である分子雲コアの収縮過程と原始星の誕生過程を輻射流体力学数値計算により解明し [6]、そのさまざまな進化段階において、分子輝線のプロファイルとしてどのように見えるかを定量的に明らかにすることで、理論モデルの妥当性について論じた [3]。また、分子雲コアの収縮過程の中で、さまざまな分子種がどのように化学進化するかを計算して、観測結果と比較し、原始星の収縮の時間尺度及び初期条件について論じた [2]。銀河形成期の星形成についても研究し、HD 分子による冷却の重要性を示した [5]。さらに、星形成に先立つ現象であり、銀河の中での星形成過程を理解する上で必要となる分子雲の形成過程の基本的物理プロセスを解明した [4]。また、理論的研究の道具として、星・惑星形成過程や銀河形成論などの研究で必要となる数値流体計算の手法を発展させた [1]。

#### 1.1.2 衝撃波圧縮領域の不安定性

宇宙の構造形成において衝撃波圧縮領域が重要な役割を果たす場合がしばしば存在する。特に次世代の星などの構造形成を考え、減速衝撃波の不安定性と自己重力不安定性の結合について研究し、減速衝撃波の不安定性により自己重力不安定性が抑制される条件を明らかにした [7]。この研究は継続、発展中である [54, 55]。

### 1.1.3 星間分子雲における磁場

星間雲では磁場は大きな役割をはたす。しかし、星形成が起きる高密度分子雲は電離度が非常に低いために、磁場とガスの結合は複雑である。我々は、グレインを含めた磁場とガスの結合条件を再解析し [11]、また必然的に起きる磁場ドリフトに伴う不安定性を発見しその性質を調べた [8]。

### 1.1.4 熱不安定性

原始ガスをはじめとする重元素量が少ないガスにおいて、熱不安定性を調べた。まず、原始銀河雲がバウンスする時の衝撃波圧縮層が冷却する場合には、成長率が最大となる特徴的なモードが見いだせず、全体が振動するモードが最も不安定となり、分裂にはつながらないことがわかった [12]。また、銀河円盤中の低汚染ガスが重力収縮する過程における熱不安定性について調べ、星団形成について議論した。その結果、重元素量が太陽の 1% 程度以下の場合や周囲の輻射場が強い場合には球状星団的な高密度星団が形成される可能性があることを示した [9]。

### 1.1.5 紫外線による星形成の自己抑制

重元素量が少ないガス中では、水素分子が重要な冷却元となる。そこで、大質量星が形成されると、そこから放射された紫外線によって水素分子が破壊され、周囲のガス雲の冷却による進化がとまってしまう。この効果は重元素量が太陽組成の 1% 程度以下の場合に強く作用することを示した。このことは、重元素量が太陽組成の 1% 程度を境に銀河進化が大きく変化する可能性を示唆する [10]。

### 1.1.6 流体特異性発生と数値計算法の改良

ここ数年間、我々は Adaptive mesh refinement 法と呼ばれる欧米でも使われ始めている計算手法を用いたコードの開発を行ってきた。この中で、従来広く行なわれている実装では十分な精度を得られないことが明らかになり、我々はアルゴリズムの根本的な改良を提案した。このコードの有用性をチェックするために、我々は Boussinesq 近似の流体における有限時間発散の発生の問題を取り扱った。従来我々が扱っている系は、数学者たちには有限時間発散は無いと思われて解析対象とされてきた系である。しかし、今回我々の計算では、有限時間発散を示唆する結果が示された。

なお、有限時間発散に至る様子を調べることは、乱流特性などとも関係する面白い物理である。また、この系は空間次元 2 次元で Poisson 方程式を含む系である。天体物理の応用として Poisson 方程式を取り扱うことは避けられないが、Poisson 方程式系を Adaptive Mesh 法で取り扱うための実装方法評価の問題として、2 次元で扱うことができることは重要である。

### 1.1.7 原始星の進化

原始星 Orion IRc2 の最近の近赤外分光観測は、この光が半径の非常に大きい ( $\sim 300 R_{\odot}$ ) 原始星の表面から放射されているか、質量降着率の非常に大きい ( $\sim 10^{-2} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ ) 星周円盤から出ているかのどちらかであることを示唆している。前者の解釈が可能か否かを明らかにするため、原始星の進化を調べた。質量降着率が大きいほど、原始星の半径は大きくなるが、非常に特殊な状況を想定しないかぎり、 $10^{-2} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$  の降着率でも半径は最大約  $30 R_{\odot}$  にしかならず、

前者の解釈は極めて困難であることがわかった。それに対し、後者の解釈には特に問題がないこともわかった。

### 1.1.8 原始惑星系円盤の磁気流体力学的不安定性

星周円盤での回転に伴う磁気流体力学的不安定性は、円盤での角運動量輸送、従って質量降着との関係で重要である。固体微粒子を含む種々の荷電粒子の存在量を求め、それらの磁場との相互作用を考慮して、種々の円盤モデルについてこの不安定性を調べた。例えば最小質量原始太陽系円盤では、非常に薄い表層を除くと、20AU よりも内側では安定になり、角運動量輸送がほとんど起こらないことがわかった。このことは、円盤の外周部から降着してきたガスが20AUの領域に堆積し、やがて重力不安定性に起因する降着が内部に向かって起こることを示唆する。これは中心星への質量降着が非定常的に起こることを意味する。

### 1.1.9 分子雲コアの観測

OMC-2/3 領域を野辺山45m電波望遠鏡を用い  $\text{H}^{13}\text{CO}^+(1-0)$ ,  $\text{HCO}^+(1-0)$ ,  $\text{CO}(1-0)$  の分子線によって観測し、18個の高密度核と8個の分子流を同定した。核の速度幅は暗黒雲中の核に比べて2倍、分子流による運動量放出率も暗黒雲中の核に比べて2倍であることがわかった。また、分子流による質量放出率はその核の速度分散の3乗、従って原始星への質量降着率に比例することがわかった。

### 1.1.10 マグネター

ソフトガンマリピーターは時折ソフトなガンマ線バーストをおこすX線パルサーである。回転速度の減衰から双極磁場が見積もられており、ソフトガンマリピーターが  $< 10^{14}\text{G}$  もの超強磁場をもつ中性子星、つまりマグネターである可能性が示唆されている。SGR1900+14はソフトガンマリピーターの一つであるが、1998年8月27日に通常のバーストの100倍もの巨大なバーストをおこした。これはSGR0525-66がおこした有名なMarch 5イベントと同様の巨大バーストである。その前後の回転周期  $P$  が観測されており、SGR1900+14が  $\Delta P/P \sim 10^{-4}$  のスピンドアウン、つまりブレーキンググリッチをおこしていることが示された。今回我々は、このグリッチが中性子星内部の磁場の形状の変化によって引き起こされると仮定すると、バーストのエネルギーとスピンドアウンの両方を説明できることを示した。さらに、励起される中性子星の振動によって十分観測可能な重力波が放出されることを示した。

### 1.1.11 ガンマ線バースト

ジェット状をしたガンマ線バーストの残光(アフターグロー)のマイクロレンズを調べた。球状のアフターグローは天空上で超光速で広がる輪として観測され、それがレンズを横切るときに最大に増光される。我々はジェット状をしたアフターグローの像は、ジェットのローレンツ因子がジェットの広角の逆数よりも小さくなると、輪状ではなく円盤状になることを明らかにした。その結果、光度曲線の増光ピークは小さくなり、シンクロトン放射の典型的な振動数よりも高い周波数(可視やX線)ではピークは無くなるが、低い周波数(電波)ではピークは残る事が分かった。それゆえ、レンズ物体の宇宙密度をマイクロレンズによって制限するためには多波長観測が重要なことが分かる。また我々はマイクロレンズによって像の固有運動や偏極の変化が期待できることを示した。電波での増光ピークや固有運動や偏極の変化が観測されたにもかかわらず

ず、可視での増光ピークが観測されなければ、アフターグローがジェット状であることを検証することが出来る。

### 1.1.12 $H_3^+$ の解離性再結合に関する研究

$H_3^+$  は種々のイオン分子反応を経て複雑な分子を星間雲内部に作るため、星間化学で最も重要な分子の1つである (e.g., Herbst & Klemperer 1973)。また星間雲内部での存在が確認されたことで最近注目されている分子でもある (Geballe & Oka 1996:dense clouds, McCall et al. 1998:diffuse clouds)。この分子は宇宙線による電離で生じた  $H_2^+$  と  $H_2$  の衝突で形成し、中性分子 (CO 等) や電子との衝突によって解離する。したがって宇宙線による  $H_2$  の電離率や CO、電子との反応による  $H_3^+$  の解離率がこの分子の存在量を決める。しかし電子と  $H_3^+$  の解離性再結合率に関しては実験室値と理論値に2-3桁の差があり、最初の計算から20年たった今でもその差は埋まっていない。我々は分子振動の全ての自由度を考慮した非断熱結合要素を計算し、少ない自由度しか考慮していない以前の理論計算よりも解離率が大きくなる (実験値に近づく) 可能性を示した。

## 1.2 Cosmology

### 1.2.1 Cepheid による距離決定とバイアスの起源

Cepheid などの変光星による距離決定は、宇宙論的な距離決定の最も基本的な要素であり、宇宙モデルの決定などの基礎になる。Hubble 望遠鏡で Hubble 定数が10%に定まったとされるが、これは LMC の距離を仮定した上での話で、LMC の距離自身が更に  $\pm 10\%$  程度の誤差を含む。そこで、我々は変光星による距離決定手法に内在するバイアスの性質をしらべたところ、従来のさまざまな方法はすべてある種のバイアスを含む結果であることが明らかになった。我々は、バイアスの少ない新しい解析方法を提案した。

### 1.2.2 ダークエネルギー

最近の (i) high redshift での Type Ia 超新星の観測や (ii) 宇宙背景放射の揺らぎのスペクトラムや (iii) 銀河団の質量分布等の観測結果から宇宙は平坦であり、またバリオンとダークマターだけでは臨界密度に達し得ない ( $\Omega_M < 1$ )、という強い示唆が得られている。従って残りの密度を担うエネルギー成分 (ダークエネルギー) が必要である、という結論に達する。宇宙初期のインフレーションと同じように、このエネルギーを (スカラー) 場が担っているものとするのがいわゆる quintessence の考えである。このモデルの構築に関する研究を行った。具体的には、非線型な運動項だけからなる Lagrangian からでも時間変動する宇宙項のモデル (現在では k-essence とよばれる) がつくれることを示し、特に時間的に「増大する」宇宙項のモデルが構成できることも示した [16]。

また、観測的制限に関する研究も行った。SNAP (SuperNova Acceleration Probe) 計画と呼ばれる衛星を用いた高赤方偏移での Ia 型超新星の観測計画を視野にいれ、予想される観測データからポテンシャルがどの程度の精度で再現できるのかを詳細に解析し、三年間のデータを用いればポテンシャルの再現は十分可能である、という結論を出した [17, 18]。

### 1.2.3 宇宙背景放射の偏光と宇宙の再電離過程

Thomson 散乱によってしか生成されない宇宙背景放射の温度揺らぎに伴う偏光は、再結合の過程と銀河形成に伴って起きた再電離の過程に非常に敏感である。銀河形成については準解析モデルを使い、銀河内部に吸収されない光子の割合、再電離物質の質量の時間進化を含めて計算し、宇宙再電離時期の歴史を詳細に分析した。偏光の度合は宇宙背景放射の揺らぎの四重極成分と電離された銀河間ガスの光学的厚みによって決まる。そこで、 Boltzmann 方程式の数値計算によって宇宙背景放射の揺らぎの四重極成分を、先の現実的な銀河形成に基づいて計算された銀河間ガスの光学的厚みと組み合わせることで、観測される偏光の power spectrum を求めた。その結果わかったことは、まず宇宙背景放射の偏光の power spectrum に新しい peak が生成されることである。この peak の角度スケールを測定できれば、再電離の時期を決定できる。

更に宇宙背景放射の揺らぎの quadrupole 成分と再電離時期に電子密度揺らぎ couple して伴う揺らぎの second-order で現れる偏光を調べた。まず N-body シミュレーションで密度揺らぎを計算し、次に、電離度の揺らぎの分布に関して、5つのモデルをつくって解析を行った。その結果、電子密度揺らぎの分布は最終的な偏光の power spectrum に大きく影響することがわかった。逆に言えば、偏光の power spectrum を観測によって求めることが出来れば、電子密度の揺らぎの情報を得ることができるのである。

### 1.2.4 重力レンズ統計

重力レンズ統計は宇宙モデルに制限を与える観測手法のひとつであり、遠方の QSOs からの光が途中の銀河、銀河団による重力レンズ現象を受けて多重像として見える個数を調べる。特に、QSOs の多重像の数が宇宙定数の値に敏感であることは広く知られている。一方、レンズ物体である銀河のハローや銀河団の密度分布が近年、理論的観測的に問題になっている。特に中心付近での密度分布 ( $\rho \propto r^{-\alpha}$ ) に対し理論的な計算結果 ( $\alpha \sim 1 - 1.5$ ) と観測的示唆 ( $\alpha \sim 0 - 1$ ) の間に大きな隔たりがあり問題になっている。そこで修士論文において、レンズ物体の中心付近での密度分布が重力レンズ統計に与える影響を調べた。結果は、レンズ物体の密度分布のほうが宇宙定数よりも強く QSOs の多重像の数に影響を与えることがわかった。

### 1.2.5 スカラー・テンソル宇宙モデルにおける CMB 揺らぎの非等方性

統一理論を模索する現代基礎物理の流れの中、一般相対論の自然な代替案としてスカラー・テンソル重力理論が有力な候補に挙がっている。我々は宇宙論的な観点から理論の妥当性を探るという立場にたって、スカラー・テンソル重力が初期宇宙の揺らぎの進化に与える影響を考察し、その結果 CMB 揺らぎの非等方性にどのような変更がなされるかについて計算を進めている。

## 1.3 Gravitation

### 1.3.1 brane world

最近、Randall と Sundrum によって提案されたブレーン・ワールド模型は我々の住む 4 次元時空は 5 次元の反ド・ジッター空間の境界にある膜であるとする現象論的モデルであり、素粒子論における階層問題を解決する一つの有力な理論である。この模型は現在の高エネルギー実験等では制限をつけることはできない。しかしながら、宇宙論からこの模型に対する制限がつく可能性がある。本研究ではこの点に着目し、ブレーン・ワールド説に基づいた膨張宇宙を考察し

た。ここで構成したモデルは、簡単な構成方法によるものであるが、最も一般的な膨張方程式を与えている。

Randall と Sundrum によって提案された brane world scenario について、面上に現れる 4 次元重力の低エネルギー有効作用をもとめ、スカラーテンソル理論との関係を議論した [19]。

### 1.3.2 ドメイン・ウォールとブラックホールの共存系

上のブレーン・ワールド説の観点からも、宇宙論の立場からもドメイン・ウォールの強重力場中での振る舞いは興味深い問題である。本研究では、ブラックホールの赤道面にあるドメイン・ウォールを考察した。

Schwarzschild 時空中での厚いドメイン・ウォール: ここでは、Schwarzschild 時空を背景とする  $\phi^4$  理論を扱い、ブラックホールの赤道面にある厚いドメイン・ウォール解を数値的に求めた。

静的なブラックホールの赤道面にある南部-後藤膜の不安定性: ここでは、無限に薄いドメイン・ウォールがブラックホールと交差している場合を考え、線形摂動により安定性を調べた。この結果、ブラックホールが電荷を帯びている場合にはドメイン・ウォールは不安定であることを示した。

### 1.3.3 3次元ブラックホールの存在禁止定理

3次元の重力理論がブラックホール解をもつことは知られているが、知られているものは全て負の宇宙項を伴っている。本研究では3次元理論におけるブラックホールを一般的に扱い、理論が主エネルギー条件を満たしていれば、ブラックホールは存在できないことを証明し、この事情を説明した。

### 1.3.4 (2+1)次元 Einstein-Born-Infeld-dilaton 系

電磁場に加えて、ストリング理論の低エネルギー極限で現れる massless 場である重力場とディラトン場との相互作用も考えた系 (Einstein-Born-Infeld-dilaton 系) について考え、(2+1)次元時空中における静的円対称解を求めた。4次元時空中ではなく、空間の次元を1つ落として3次元時空を考えることによって自由度が減り、計算が容易になって解析解を得ることができた。この解の大域的構造を調べると、負の宇宙項が存在すればブラックホールができることがわかった。

電磁気学を拡張することにより現れる効果に注目しながら得られた解の性質を詳しく調べ、その結果、特異点でのスカラー量の発散の様子、ブラックホールのホライズンができるための条件、光の伝播の仕方などで、Maxwell 電磁気学と Born-Infeld 電磁気学の間には差異が現れることを明らかにした。

<報文>

(原著論文)

- [1] [Shu-ichiro Inutsuka](#) & Yusuke Imaeda: “Reformulation of Smoothed Particle Hydrodynamics for Astrophysical Fluid Dynamics”; *Computational Fluid Dynamics Journal*, Vol.9, No.4, 2001, in press.

- [2] Yuri Aikawa, Nagayoshi Ohashi, Shu-ichiro Inutsuka, Eric Herbst, & Shigehisa Takakuwa : “Molecular Evolution in Collapsing Prestellar Cores”; *The Astrophysical Journal*, 2000, in press.
- [3] Hirohiko Masunaga & Shu-ichiro Inutsuka: “Infall Signatures in Line Spectral Profiles of Protostellar Envelopes” ; *The Astrophysical Journal*, Vol. 536, pp.406-415, 2000.
- [4] Hiroshi Koyama & Shu-ichiro Inutsuka : “Molecular Cloud Formation in Shock-Compressed Layers”; *The Astrophysical Journal*, Vol.532, p.980-993, 2000.
- [5] Hideya Uehara & Shu-ichiro Inutsuka: “Does Deuterium Enable the Formation of Primordial Brown Dwarfs?”; *The Astrophysical Journal Letters*, Vol. 531, L91-94, 2000.
- [6] Hirohiko Masunaga & Shu-ichiro Inutsuka: “A Radiation Hydrodynamic Model for Protostellar Collapse II. The Second Collapse and the Birth of a Protostar” ; *The Astrophysical Journal*, Vol. 531, p.350-365, 2000.
- [7] Ryoichi Nishi, Hideyuki Kamaya: On the Decelerating Shock Instability of Plane-Parallel Slab with Finite Thickness; *Astrophysical Journal*, **532** 1172 (2000).
- [8] Hideyuki Kamaya, Ryoichi Nishi: Dynamical Instability During Plasma Drift; *Astrophysical Journal*, **534** 309 (2000).
- [9] Motomichi Tashiro, Ryoichi Nishi: On the Thermal Instability in a Contracting Gas Cloud and Formation of a Bound Cluster; *Astrophysical Journal*, **536** 277 (2000).
- [10] Ryoichi Nishi, Motomichi Tashiro: Self-Regulation of Star Formation in Low Metallicity Clouds; *Astrophysical Journal*, **537** 50 (2000).
- [11] Hideyuki Kamaya, Ryoichi Nishi: Frozen Condition for the Charged Particles in Molecular Clouds; *Astrophysical Journal*, **543** 257 (2000).
- [12] Masako Yamada, Ryoichi Nishi: Dynamical Effect by Global Thermal Instability of Shock-compressed Gas Slab; *Astrophysical Journal*, **547** 99 (2001).
- [13] T. Nakano, T. Hasegawa, J.-I. Morino, and T. Yamashita: Evolution of Protostars Accreting Mass at Very High Rates: Is Orion IRc2 a Huge Protostar?; *Astrophys. J.*, **534**, 976–983 (2000)
- [14] T. Sano, S. M. Miyama, T. Umebayashi, and T. Nakano: Magnetorotational Instability in Protoplanetary Disks. II. Ionization State and Unstable Regions; *Astrophys. J.*, **543**, 486–501 (2000)
- [15] Y. Aso, K. Tatematsu, Y. Sekimoto, T. Nakano, T. Umemoto, K. Koyama, and S. Yamamoto: Dense Cores and Molecular Outflows in the OMC-2/3 Region; *Astrophys. J. Suppl.*, **131**, 465–482 (2000)
- [16] Takeshi Chiba, Takahiro Okabe, Masahide Yamaguchi, Kinetically Driven Quintessence; *Physical Review D*, **62** 023511 (2000).
- [17] Takeshi Chiba and Takashi Nakamura: Feasibility of Reconstructing the Quintessential Potential Using SNIa Data; *Physical Review D*, **62** 121301(R) (2000).
- [18] Takashi Nakamura and Takeshi Chiba: Determining the Equation of State of the Expanding Universe Using a New Independent Variable; *Astrophys.J.*, in press.
- [19] Takeshi Chiba: Scalar-Tensor Gravity in a Two 3-brane System; *Physical Review D*, **62** 021502(R) (2000).

- [20] Nonlinear Evolution of Very Small Scale Cosmological Baryon Perturbations at Recombination, **Guo-Chin Liu**, Kazuhiro Yamamoto, Naoshi Sugiyama, Hiroaki Nishioka, ApJ.547 (2001) 1-11
- [21] Daisuke Ida: Brane-world cosmology; JHEP **0009**:014 (2000).
- [22] Yoshiyuki Morisawa, Ryo Yamazaki, Daisuke Ida, Akihiro Ishibashi, Ken-ichi Nakao: Thick domain walls intersecting a black hole; Physical Review D **62**, 084022 (2000).
- [23] Susumu Higaki, Akihiro Ishibashi, Daisuke Ida: Instability of a membrane intersecting a black hole; Physical Review D **63**, 025002 (2000).
- [24] Daisuke Ida: No black-hole theorem in three-dimensional gravity; Physical Review Letters **85**, 3758 (2000).
- [25] Kunihiro Ioka and Keisuke Taniguchi : Gravitational Waves from Inspirling Compact Binaries with Magnetic Dipole Moments; Astrophysical Journal, **537** 327 (2000).

(博士論文)

- [26] 井岡邦仁: Relativistic jets from magnetars towards understanding Gamma-Ray Bursts
- [27] 井田大輔: Foundation of Many-Shell System in General Relativity
- [28] 劉 国欽: Polarization of the Microwave Background

(修士論文)

- [29] 高橋龍一: 重力レンズ統計とダークハローの密度分布
- [30] 永田 竜: CMB ANISOTROPY IN SCALAR-TENSOR COSMOLOGICAL MODELS
- [31] 山崎 了: Einstein-Born-Infeld-Dilaton 系の (2+1) 次元静的ブラックホール解

(会議抄録)

- [32] Humitaka Sato: EXTREMELY HIGH-ENERGY AND VIOLATION OF LORENTZ INVARIANCE, In the Proceedings of the International Space Factory on JEM/ISS Workshop, Tsukuba, Japan, 7-9 Jun 1999.
- [33] Shu-ichiro Inutsuka & Hirohiko Masunaga : “Radiation Hydrodynamic Models for Protostellar Collapse” ; In the Proceedings of “From Darkness to Light: Origin and Early Evolution of Young Stellar Clusters”, 3rd ‘Three-Island’ Euroconference on Clusters and Associations, held in Apr. 3-8, 2000 at Cargese, Corsica, France.
- [34] Shu-ichiro Inutsuka & Toru Tsuribe : “Filament Fragmentation”; In the Proceedings of IAU Symposium 200 “The Formation of Binary Stars”, held in April 10-15 2000 at Potsdam, Germany.
- [35] Ryoichi Nishi, Hajime Susa, Kazuyuki Omukai: On the Formation of Primordial Stars and Pop III Luminous Objects, In the Proceedings of the ESO/MPA conference ‘The First Stars’, eds. Weiss et al. (Springer, 2000).
- [36] Takeshi Chiba: Phantom Field, In the Proceedings of the Nineth Workshop on General Relativity and Gravitation, eds. Kojima et al. (Hiroshima University, 1999).
- [37] Kunihiro Ioka, Keisuke Taniguchi: Gravitational waves from inspiralling compact binaries with magnetic dipole moments, In the Proceedings of the Nineth Workshop on General Relativity and Gravitation, eds. Kojima et al. (Hiroshima University, 1999).



- [38] Kunihito Ioka: Binaries in the microlensing events, In the Proceeding of the 2nd Japan/NZ Conference on Gravitational Microlensing, 15, 2000.

(解説記事)

- [39] 中野武宣: 宇宙におけるダストプラズマ現象; 静電気学会誌、25、19-24 (2001)

<学術講演>

(国際会議)

招待講演

- [40] Shu-ichiro Inutsuka & Hirohiko Masunaga: “Radiation Hydrodynamic Models for Protostellar Collapse”; “From Darkness to Light: Origin and Early Evolution of Young Stellar Clusters” 3rd ‘Three-Island’ Euroconference on Clusters and Associations, held in Apr. 3-8, 2000 at Cargese, Corsica, France.

- [41] Shu-ichiro Inutsuka & Toru Tsuribe: “Filament Fragmentation”; IAU Symposium 200 “The Formation of Binary Stars”, held in April 10-15 2000 at Potsdam, Germany.

一般講演

- [42] Shu-ichiro Inutsuka: “Development of a Lagrangian Numerical Scheme for Radiation Hydrodynamics”; The 3rd Japanese-American Frontiers of Science Symposium, held in September 22-24, 2000 at Irvine, California, USA.

- [43] Ryoichi Nishi: Formation Models of Planet System and Microlensing, “2nd MOA Conference on Gravitational Microlensing”, Nagoya (2000年5月).

- [44] Ryoichi Nishi: On the formation and the evolution of the pregalactic objects, “THE PHYSICS OF GALAXY FORMATION”, Tsukuba (2000年7月).

- [45] Takeshi Chiba: Feasibility of reconstructing the quintessential potential from SNIa data, 20th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics(Austin, Texas, 2000年12月).

- [46] Daisuke Ida: No 3D black hole theorem for trapping horizon, The 9th Marcel Grossmann Meeting, July, 2000, in Rome, Italy.

- [47] Kunihito Ioka: Gravitational waves from the giant flares of the soft gamma-ray repeaters, The Ninth Marcel Grossmann Meeting (MG9), University of Rome “La Sapienza” (2000年7月).

- [48] Kunihito Ioka: Magnetic deformation of magnetars for the giant flares of the soft gamma-ray repeaters, Soft Gamma Repeater: The Rome 2000 Mini-Workshop, C.N.R. Headquarters, Rome, Italy (2000年10月).

- [49] Susumu Higaki: Instability of membranes intersecting black holes, The 9th Marcel Grossmann Meeting (MG9), Rome, Italy, July, 2000.

(国内会議)

招待講演

- [50] 西 亮一: 重力レンズ現象で探る我々の銀河系, 第13回理論懇シンポジウム「21世紀を迎える理論天文学の総括と展望」、京都大学、2000年12月.

- [51] 千葉 剛: Dark Energy, 第13回理論懇シンポジウム「21世紀を迎える理論天文学の総括と展望」、京都大学、2000年12月.
- [52] 田代 基慶:  $H_3^+$  イオンの解離性再結合反応についての理論的研究, 2000年星間物質ワークショップ招待講演(2000年11月17日)
- 一般講演
- [53] 犬塚修一郎: 「分子雲コアの質量分布関数の理論」  
日本天文学会、群馬県総合教育センター、2000年10月.
- [54] 西 亮一, 釜谷 秀幸: 衝撃波圧縮層の不安定性と分裂条件, 日本天文学会、群馬県総合教育センター、2000年9月.
- [55] 西 亮一: 衝撃波圧縮領域の不安定性とその分裂, 「マゼラン星雲と星形成」研究会、神戸大学、2000年12月.
- [56] 西 亮一: Star Formation in Pregalactic Clouds and Feedback to the Host Clouds, 「元素の起源と初期宇宙・銀河の進化」研究会、上智大学、2001年1月.
- [57] 山田良透、宮下尚、藤定義、松本剛(京都大学理学部物理第一教室) アクティブスカラー乱流の間欠性と特異性、九州大応用力学研乱流研究会(2000/12/20)
- [58] 山田良透、郷田直輝、辻本拓司(国立天文台) Hipparcos Cepheid の PL 関係決定とバイアス、国立天文台研究会(2000/12/4)
- [59] 山田良透、郷田直輝、辻本拓司(国立天文台): Hipparcos Cepheid の PL 関係決定とバイアス、天文学会 @ 群馬県総合教育センター(2000/10/6)
- [60] 中野 武宣: 分子雲の質量関数と星の初期質量関数、日本天文学会、東京大学、2000年4月.
- [61] 中野 武宣、長谷川 哲夫: 星形成を伴う分子雲のエネルギー収支と寿命、日本天文学会、群馬県総合教育センター、2000年10月.
- [62] 中野 武宣: 星形成を伴う分子雲のエネルギー収支と寿命、「マゼラン星雲と星形成」研究会、神戸大学、2000年12月.
- [63] 千葉 剛: Reconstructing the Quintessential Potential in Practice, 日本物理学会、新潟大学、2000年9月.
- [64] 千葉 剛: Reconstructing the Quintessential Potential in Practice, 第10回「一般相対論と重力」研究会、大阪大学、2000年9月.
- [65] 井田 大輔: No black hole theorem, 日本物理学会、新潟大学、2000年9月.
- [66] 井田 大輔: On (2+1)-dimensional black holes, 第10回「一般相対論と重力」研究会、大阪大学、1999年11月.
- [67] 井岡 邦仁: Magnetic Transitions inside Magnetars for the Giant Bursts of the Soft Gamma Repeaters: New Model for Braking Glitches, 日本物理学会、近畿大学、2000年3,4月.
- [68] 井岡 邦仁、谷口 啓介: 磁気双極モーメントを持つコンパクト連星からの重力波, 日本天文学会、東京大学、2000年4月.
- [69] 井岡 邦仁: ソフトガンマリピーターからの重力波は検出できるか?, 日本天文学会、東京大学、2000年4月.
- [70] 井岡 邦仁: Binaries in the microlensing events, The 2nd Japan/NZ Conference on Gravitational Microlensing, 名古屋大学、2000年5月.

- [71] 井岡 邦仁: Gravitational waves from the giant flares of the soft gamma-ray repeaters, 第10回「一般相対論と重力」研究会、大阪大学、2000年9月.
- [72] 井岡 邦仁、中村卓史: Microlensing of collimated Gamma-Ray Burst afterglows, 高エネルギー宇宙物理学の展望、京大基研、2000年11月.
- [73] 井岡 邦仁、中村卓史: Microlensing of collimated Gamma-Ray Burst afterglows, 理論懇、京大基研、2000年12月.
- [74] 田代 基慶、山本武志、加藤 重樹: Dissociative Recombination of  $H_3^+$  I, 日本天文学会、群馬県総合教育センター、2000年10月.
- [75] 田代 基慶、加藤 重樹: Dissociative Recombination of  $H_3^+$  II, 日本天文学会、千葉大学、2001年3月.
- [76] 檜垣 進、石橋 明浩、井田 大輔: ブラックホールと交わったドメインウォールの安定性, 日本物理学会、近畿大学、2000年3月・4月.
- [77] 檜垣 進: Instability of a membrane intersecting a black hole, 第10回「一般相対論と重力」研究会、大阪大学、2000年9月.
- [78] 山崎 了: Static solutions of Einstein-Born-Infeld-dilaton system in 2+1 dimensions, 第10回「一般相対論と重力」研究会、大阪大学、2000年9月.

(セミナー)

- [79] 山田良透: Adaptive Mesh Refinement 法による流体計算法と、二次元自由対流の特異性研究への応用, 京大数理解析研流体セミナー (2001/1/28)
- [80] 千葉 剛: Quintessence and Cosmological Constant, Summer Institute 2000, 日経連人材開発センター富士研修所, (2000年8月14日-21日)
- [81] 千葉 剛: Reconstructing the Quintessential Potential from Supernova Distances, 東北大学理学部素粒子論研究室セミナー (2000年11月30日)
- [82] 千葉 剛: 宇宙項, 京都大学理学部物理学第二教室談話会 (2000年12月22日)
- [83] 井田 大輔: 重力理論にあらわれる非線形  $\sigma$  模型, 東京工業大学理学部細谷研セミナー (2000年10月31日)
- [84] 井岡 邦仁: Soft gamma-ray repeaters and magnetar model, 京都大学宇宙物理学教室セミナー (2000年5月19日)
- [85] 井岡 邦仁: ガンマ線バーストとジェットモデル, 東京工業大学理学部細谷研セミナー (2001年3月7日)
- [86] 井岡 邦仁: 超強磁場中性子星 (Magnetar) からの重力波, 国立天文台セミナー (2001年3月8日)