

国立天文台
理論研究部

+

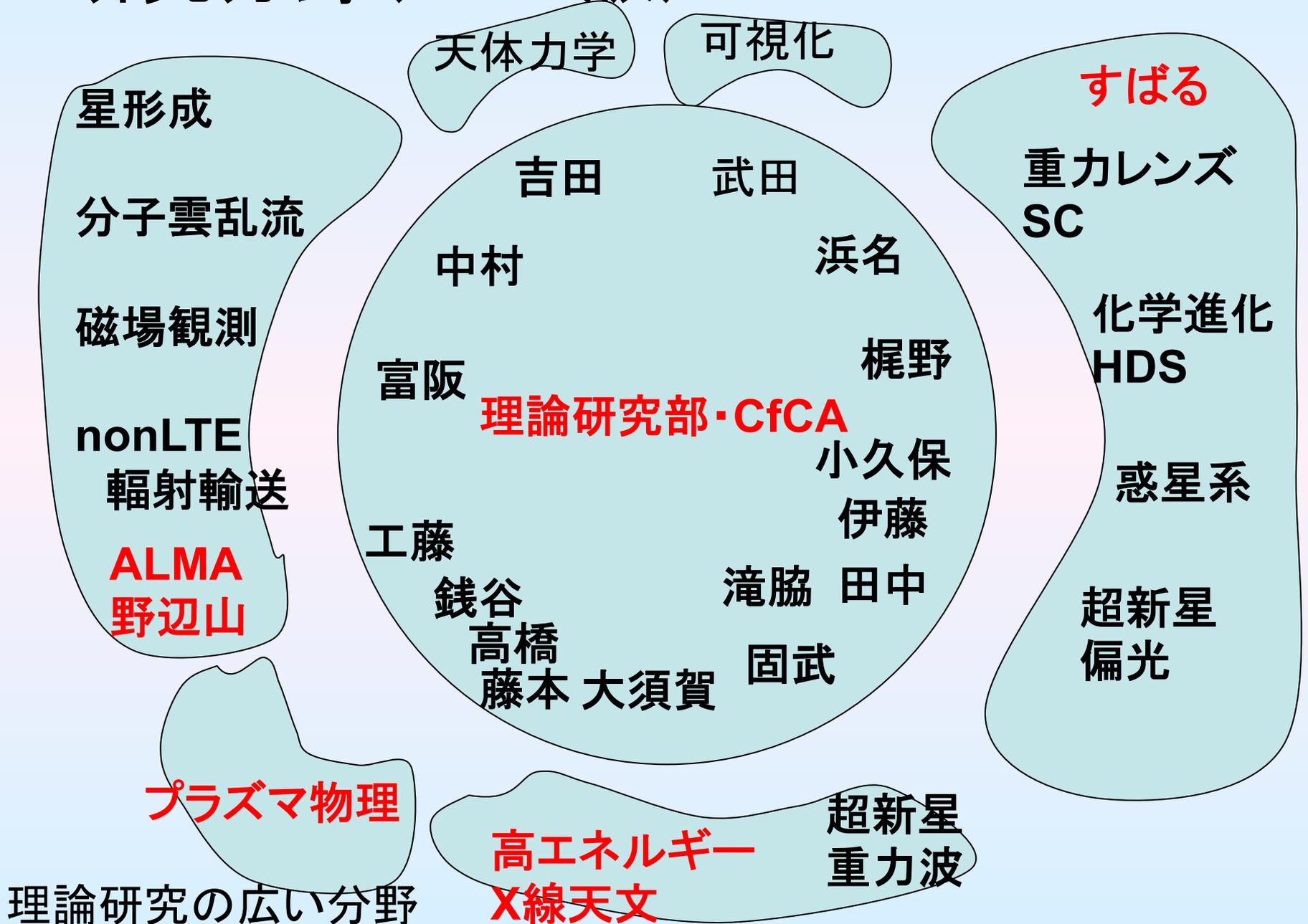
天文シミュレーションプロジェクト (CfCA)

研究成果

2012年度

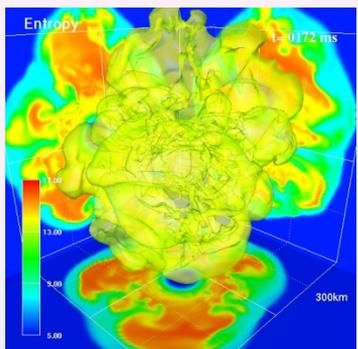
(2011年11月～2012年10月)

研究分野(2012版)



3次元ニュートリノ輻射輸送計算による超新星爆発

滝脇知也 固武慶 諏訪雄大, ApJ accepted



○ 重点配分枠の優先課題 (7 課題)

課題名	研究代表者	
	所属	氏名
心疾患のマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション	東京大学	久田 俊明
創薬応用シミュレーション	東京大学	藤谷 秀章
全原子シミュレーションによるウイルスの分子科学の展開 (対象: 小児マヒウイルスの感染機構)	名古屋大学	岡崎 進
密度汎関数法によるナノ構造の電子機能予測に関する研究 (対象: シリコンナノワイヤー/シリコン上ゲルマニウムハットクラスター)	東京大学	押山 淳
全球雲解像モデルによる延長予測可能性の研究	東京大学	木本 昌秀
乱流の直接計算に基づく次世代流体設計システムの研究開発 (対象: 自動車、船舶、ポンプ水車)	東京大学	加藤 千幸
ニュートリノ加熱による超新星爆発シミュレーション	国立天文台	滝脇 知也

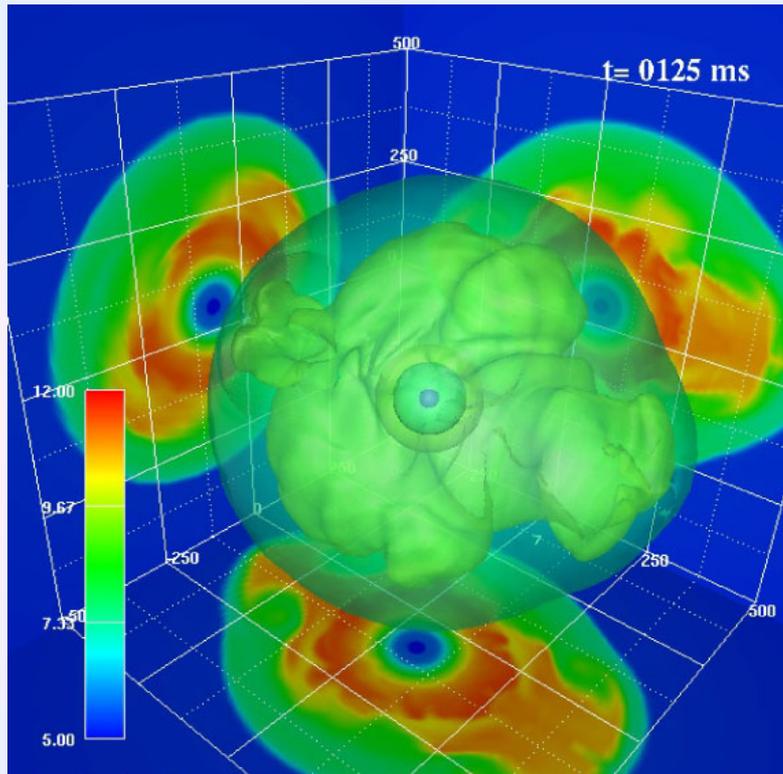
Cf.HPCI戦略プログラム分野5「物質と宇宙の起源と構造」

ニュートリノをエネルギーごとに分けて反応を計算するspectral transportを用いて3次元の輻射流体コードを世界に先駆けて開発した(ApJ accepted)。このコードを使用した詳細な3Dの超新星モデルの構築が、「京」コンピュータの7つの優先課題の一つに選ばれ、現在徐々に解像度を増加させつつシミュレーションを行っている。左下の図はエントロピーを可視化したもの。

Three-dimensional Hydrodynamic Core-collapse Supernova Simulations for an $11.2 M_{\text{sun}}$ Star with Spectral Neutrino Transport

The Astrophysical Journal, Volume 749, Issue 2, article id. 98, 17 pp. (2012)

HPCI 滝脇 知也 特任助教



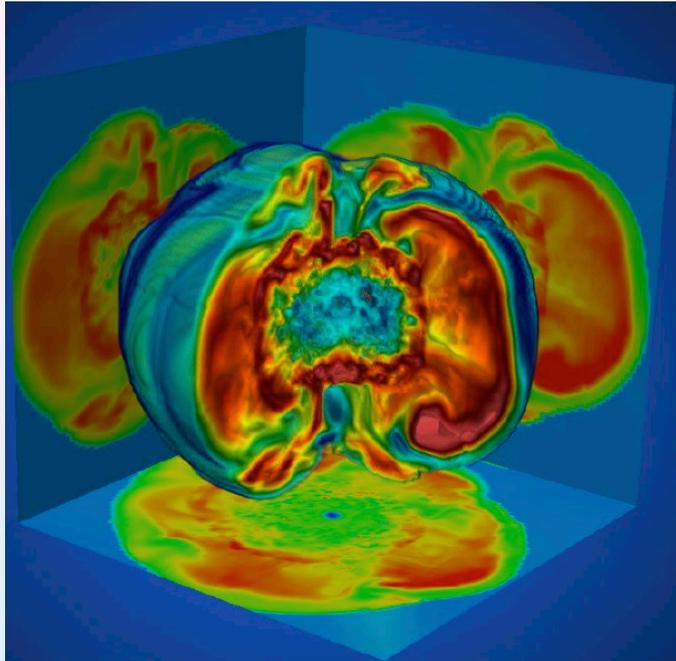
爆発の様子。エントロピーを表示している。この計算は解像度が低いとの指摘もあり、高解像度の計算に「京」を用いて取り組んでいる。

- 超新星爆発をニュートリノ加熱メカニズムで説明する試みは困難
- 50年にもわたる試行錯誤
- 近年、2次元軸対称を仮定した計算の結果、対流が加熱効率を増加させ爆発を成功させると指摘される
- しかし2次元軸対称の仮定では対流の形状もまた、不自然。
- 滝脇、固武、諏訪はニュートリノの輻射輸送を低い計算コストで行う手法を開発
- 世界に先駆けて形状を仮定しない3次元の計算を実行
- 結果、自然な3次元の対流の下で、超新星爆発を再現することに成功

3次元一般相対論ニュートリノ輻射計算による 大質量星の重力崩壊及び重力波放出

黒田仰生
理論研究部 研究員

我々は時空、流体、ニュートリノ輻射場を
自己矛盾なく解く事の出来る3次元数値コード
を**世界に先駆けて**開発した。
それにより、一般相対論の効果はニュートリノの
平均エネルギーを上げる等、
超新星爆発に有利に働く可能性を示した。
(Kuroda, Kotake & Takiwaki, 2012, ApJ, 755, 11)

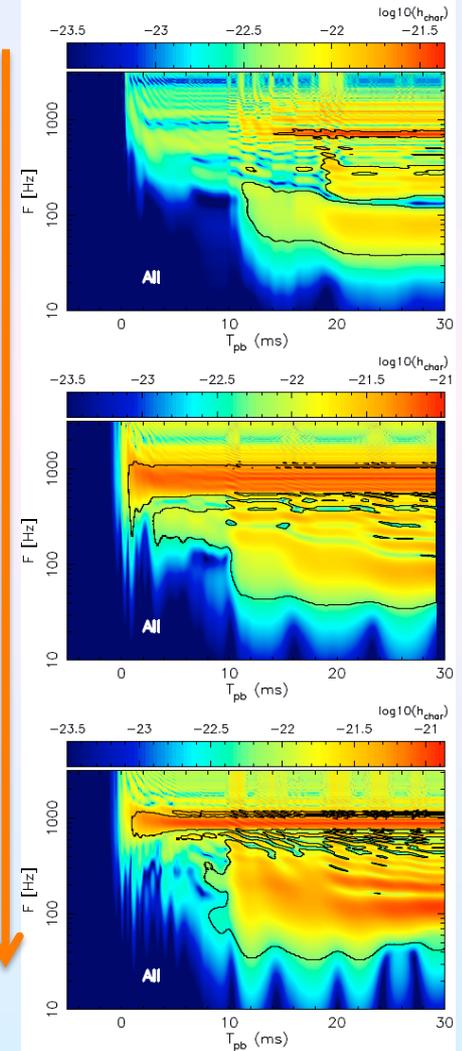


原始中性子星とその周囲の対流領域
におけるエントロピー分布

回転している星が
重力崩壊に
伴い放出する
重力波を見積もり、
回転の影響
を調べた。
(Kuroda, Kotake &
Takiwaki, in prep.)

重力波の振動数分布
への回転の影響。
色が赤い程強い
重力波が放出されている

回転



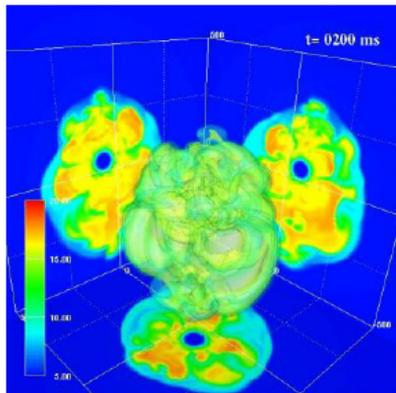
3次元超新星シミュレーションに基づく爆発メカニズム

・重力波シグナルの探査

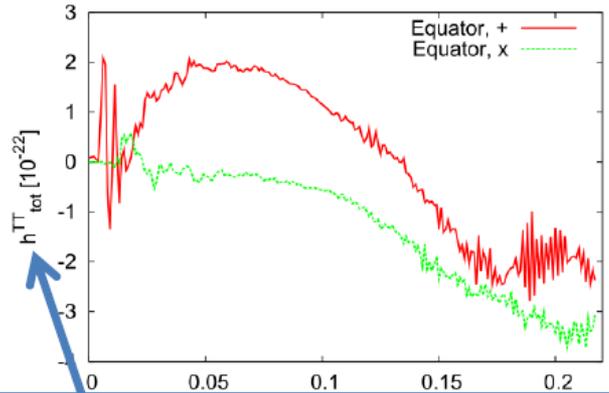
Kotake et al. (2012a,b,c) ApJ, PTEP, Advances in Astronomy

理論研究部 固武慶 助教

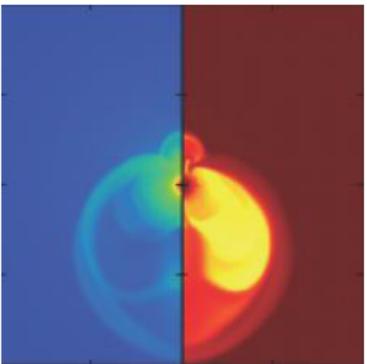
3Dモデル(マルチエネルギーニュートリノ輻射輸送計算)



3Dモデルで
得られた
重力波形

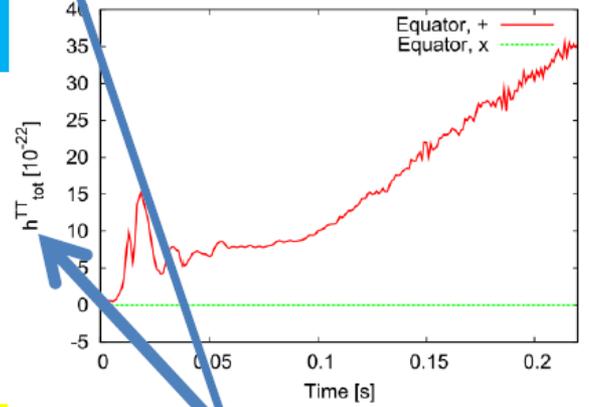


2Dモデル



2Dの重力波形

(図の縦軸のスケール
(:振幅)が一桁違う!
:2Dが大きい)



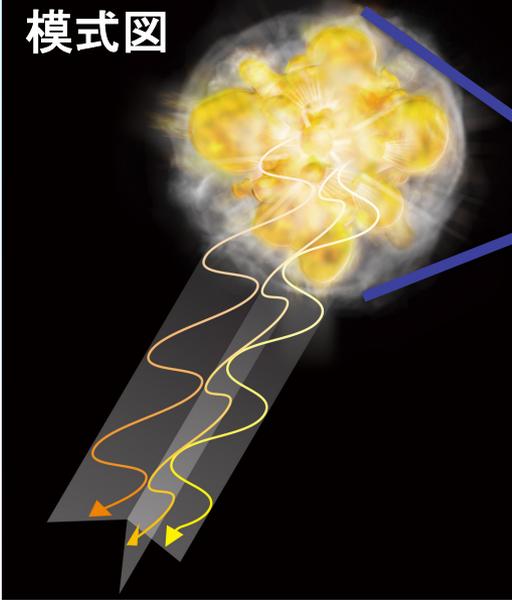
- ✓ 3Dモデルで得られた重力波の振幅は、2Dモデルに比べて**ひと桁**ほど小さくなることを示した。
- ✓ この3Dモデルからの重力波のシグナルを検出するためには、銀河中心の超新星に対して、現在建設中の日本の検出器KAGRAが絶対不可欠であることを指摘した(KAGRAなら検出可能)。

超新星爆発からの放射に
様々な角度の偏光が含まれる
ことを発見

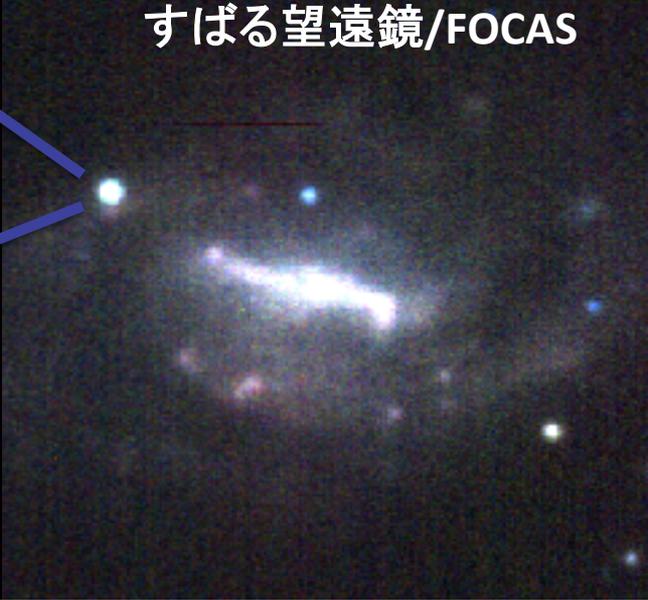


超新星爆発が3次元形状をもって
爆発している

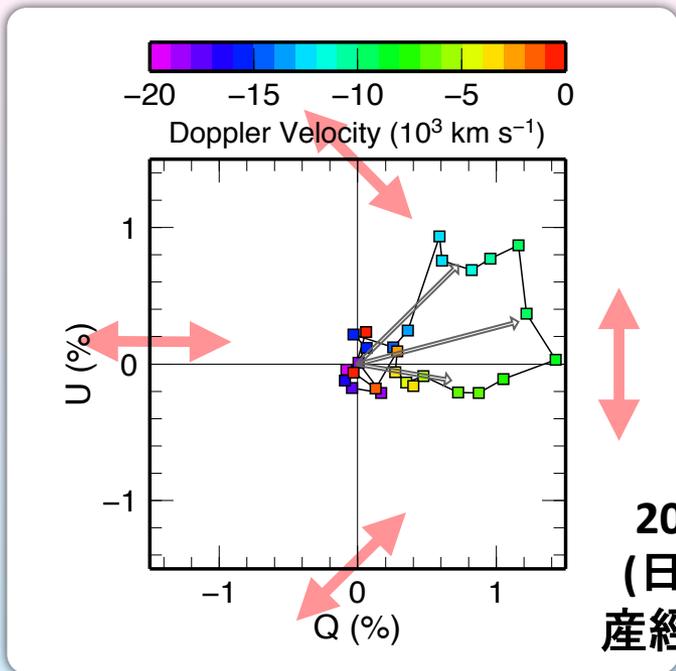
模式図



すばる望遠鏡/FOCAS

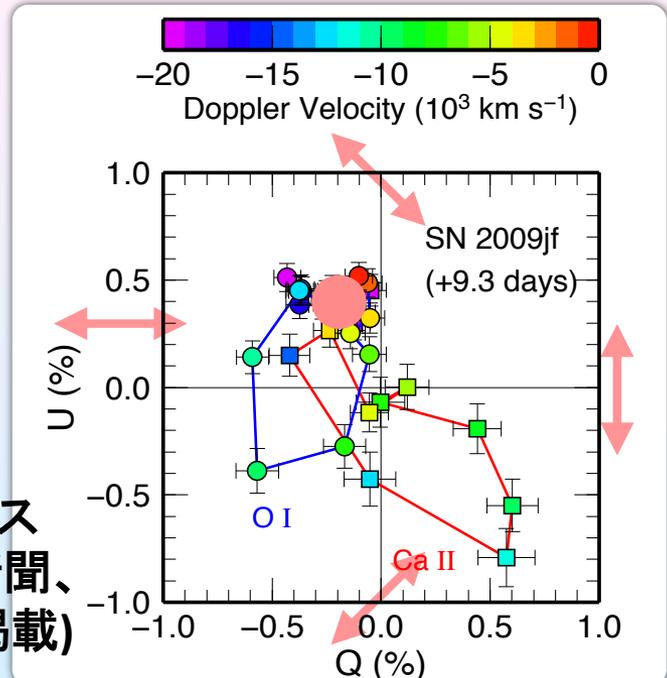


3次元輻射輸送シミュレーション



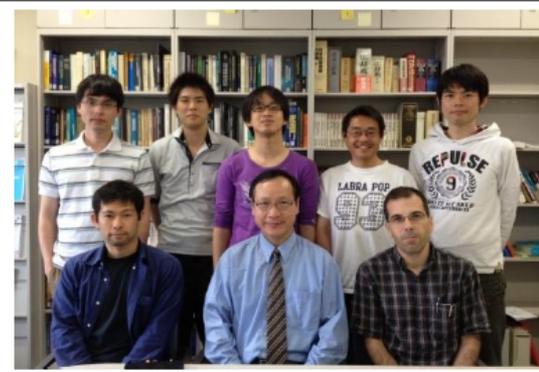
Tanaka, M., et al.
2012, ApJ, 754, 63
2012年8月ウェブリリース
(日本経済新聞、読売新聞、
産経新聞、科学新聞に掲載)

実際の観測



超新星爆発と重元素合成

宇宙核物理グループ 梶野敏貴, 中村航, 黒田仰生, 日高潤, 山崎大, 泉田史杏, 柴垣翔太(天文台理論), 西村俊二(理研/H25客員), 鈴木俊夫(日大/H24客員), 青木和光(天文台TMT), 吉田敬(東大), 藤谷渉(独MPI), Richard Boyd(UCLLNL), Michael Famiano(WMU/H24客員), Grant Mathews(UND), 他



理論研究部・宇宙核物理グループ

超新星重元素合成の再現

世界で初めて理研で実験的に合成・分析に成功した著しく短寿命な不安定原子核の性質を、重力崩壊型超新星での爆発的要素合成に応用し、重元素合成が従来の理論以上に高速で進行することを理論・実験共同研究で解明。ブラックホール形成との相関を研究。

Boyd, et al. with Kajino 2011, ApJ 744, L14,
Suzuki, Yoshida, Kajino & Otsuka 2012, PR C85, 015802,
Nishimura, et al. with Kajino 2012, PR C85, 048801.

ニュートリノの逆質量階層の優位性を証明

MSW振動効果を取り入れた超新星元素合成の理論計算によって、現在のところ素粒子の標準理論を超える唯一の証拠であるニュートリノの質量が逆階層であることを、理論的にベイジアン統計によって 2σ (C.L.)で証明。

Yoshida, et al. with Kajino 2011, PL B704, 108,
Mathews, Kajino, Aoki & Fujiya 2012, PR D85, 105023.

2011年11月11日 朝日新聞(朝日新聞、他)

超新星爆発による元素合成

予想より2、3倍高速

理化学研究所は、超新星爆発をきっかけに起こると考えられている重元素合成について、そのスピードが予想よりも、3倍速いことを突き止めたと発表した。超新星爆発時に生成される中性子が過剰な放射性同位元素(RI)を人工的に作り、その寿命を測定した。米物理学者フィッカル・レヒュー・レターズ電子版に4日発表する。

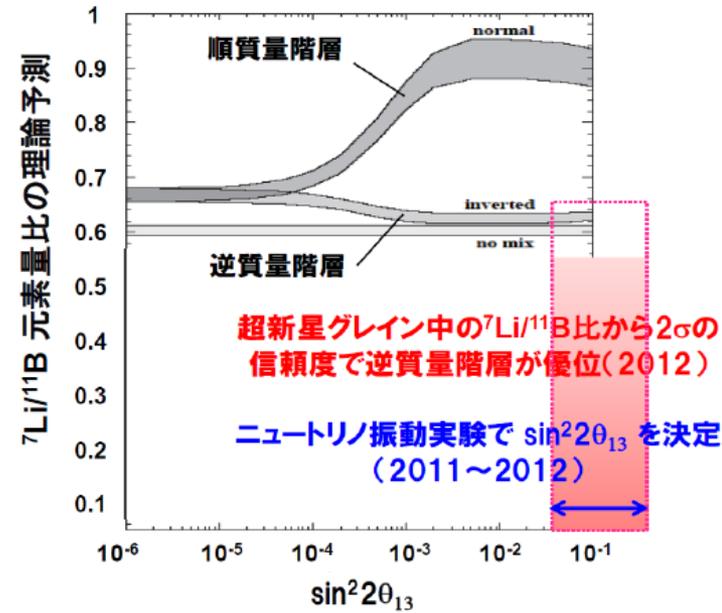
理研が解明した。世界の過去20年分に匹敵するデータが得られた。(理研の梶井博儀主任研究員)の。

ターゲットが推進する大強度重イオン加速器施設「RIビームライン」で人工的にRIを生成させた。このうち38個のRIを測定装置に打ち込んで崩壊するまでの時間(寿命)を8時間かけて測定した。理論予想と食い違っていることが明らかになった。世界の過去20年分に匹敵するデータが得られた。(理研の梶井博儀主任研究員)の。

アミノ酸のカイラリティー(左巻き)が超新星/宇宙に起源を持つとの新理論を提唱

強磁場を持つ超新星周辺でのニュートリノと、アミノ酸の結合に必要な不可欠なスピン1を持つ生命元素・窒素との相互作用によって、宇宙で最初のカイラリティー(左巻き)が決定されたとのアミノ酸宇宙起源説を提唱。

Boyd, Kajino & Onaka 2012, Int.J.Mol. Sci 14, 3432.



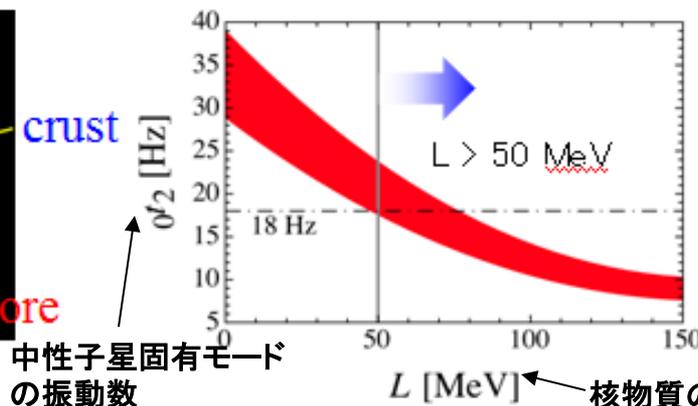
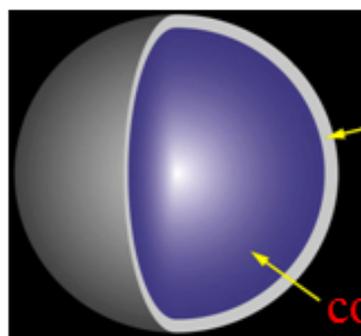
巨大フレア現象と核物質状態方程式

理論研究部 祖谷元

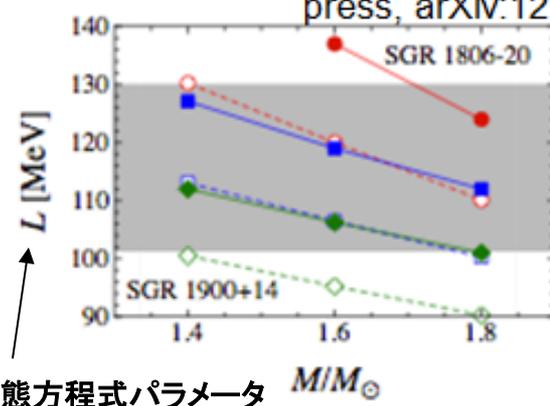
研究員(現基研特任助教)

- 中性子星の内部は地上で実現出来ない程の高密度状態
 - 地上実験で、中性子星物質に関する情報を得るのは困難
 - 星の振動や放出重力波観測が唯一の鍵(c.f., 地震学、日震学)
 - 中性子星 = 超高密度領域を調べる最適な“実験室”
- 軟 γ 線リピーターからの巨大フレア現象で準周期的振動(QPOs)の発見
 - 観測されたQPOは強磁場中性子星の振動に由来するだろう
 - 中性子星の振動に関する初の観測事例
- 核物質状態方程式に含まれるパラメータへの制限(HS+2012a)
- 観測されたQPOからの更なる制限(HS+2012b)
 - 天体観測を用いた微小パラメータの制限に成功!
 - 今後、非一様構造などより詳細な効果を取り入れた解析を。

Sotani et al. ,
1. Phys. Rev. Lett.
108(20), 201101
(05/2012)
2. MNRAS Letters in
press, arXiv:1210.0955



中性子星固有モード
の振動数



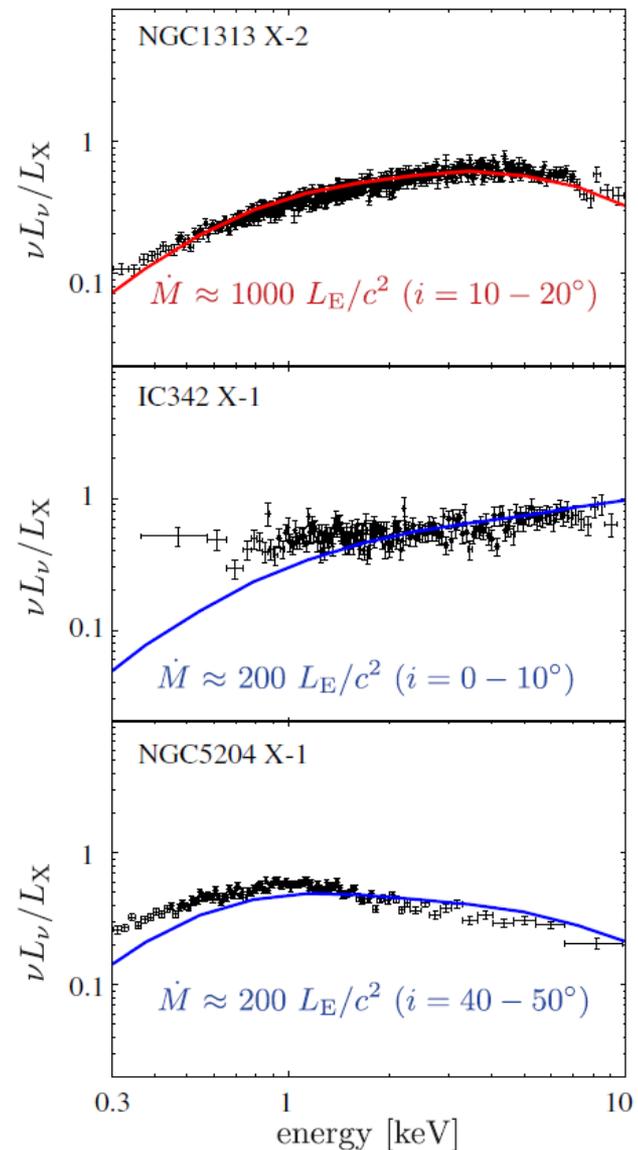
核物質の状態方程式パラメータ

ブラックホール超臨界降着流の輻射スペクトルの研究

大須賀健 (助教)

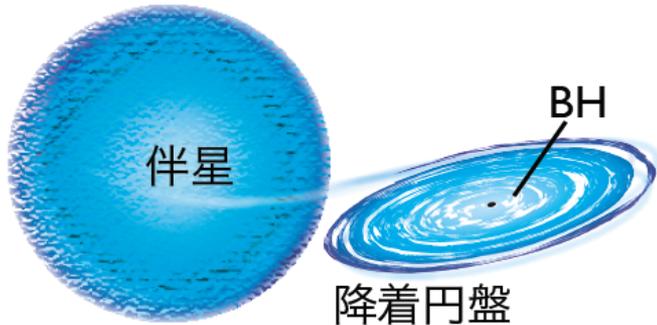
超光度X線源(ULX)の正体は中質量ブラックホール(IMBH)か超臨界降着円盤か？この問題を解決するため、モンテカルロ輻射輸送計算によって超臨界降着流の輻射スペクトルを計算し、観測と比較した。超臨界降着円盤のスペクトル計算は過去にも行われたことがあったが、円盤の構造も輻射過程の扱いも極めて簡易的なものであった。本研究では超臨界降着円盤の構造を輻射流体シミュレーションで求め、コンプトン散乱を考慮した3次元の輻射輸送計算を行っている。

コンプトン散乱が効くため、スペクトルは黒体放射から大きくずれ、高エネルギー側に伸びることがわかった(右図の赤線および青線)。また、ULXの観測データ(右図の黒点)と見事に一致することもわかった。即ち、少なくとも幾つかのULXは超臨界降着で説明可能であり、必ずしもIMBHを必要としないといえる。



磁気圧優勢ブラックホール降着円盤/降着流

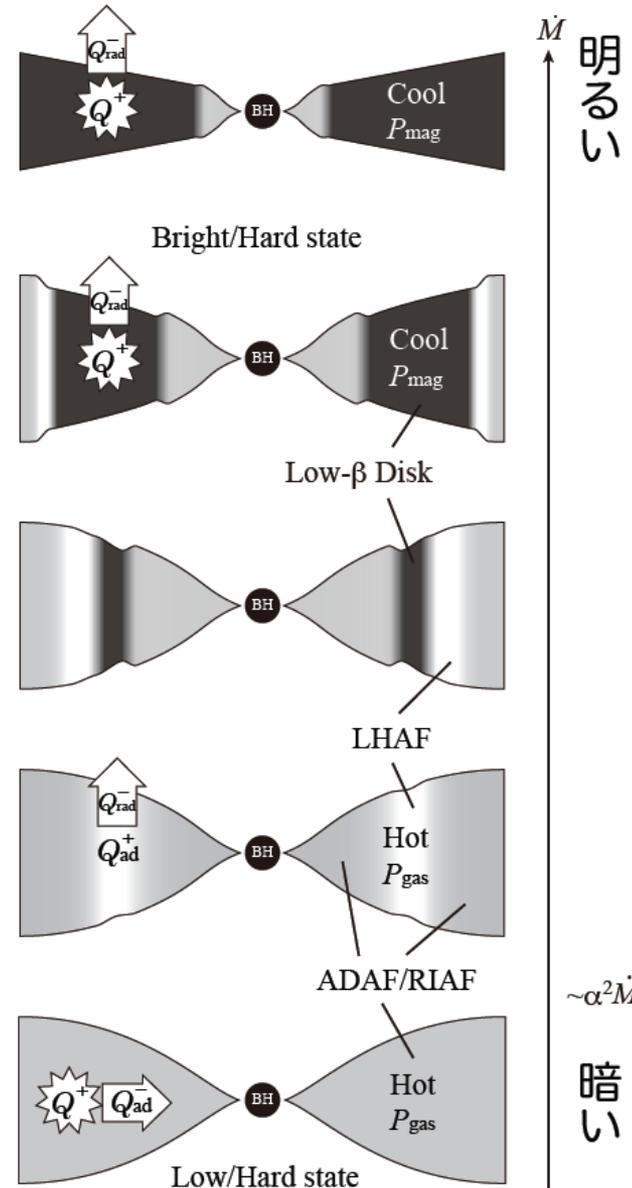
天文シミュレーションプロジェクト(CfCA) 研究支援員 小田 寛



銀河系内のブラックホール連星系の想像図

やや低温
磁気圧優勢降着流

- ▶ X線観測: Low/Hard状態、High/Soft状態の他に「明るいHard状態」が報告される。従来の円盤/降着流モデルでは説明不可。
- ▶ 磁気圧優勢円盤/降着流の定常モデル: やや低温で明るい。
- ▶ 磁気圧優勢円盤/降着流からの放射スペクトル: 「明るいHard状態」を説明できる。
 - ➔ 「明るいHard状態」では磁気圧優勢円盤/降着流が形成されている
- ▶ 多波長観測: 「明るいHard状態」の直後に相対論的ジェット噴出が観測される(ことがある)
 - ➔ 磁気圧優勢円盤/降着流がジェットを噴出している?



高温・ガス圧優勢
放射非効率降着流

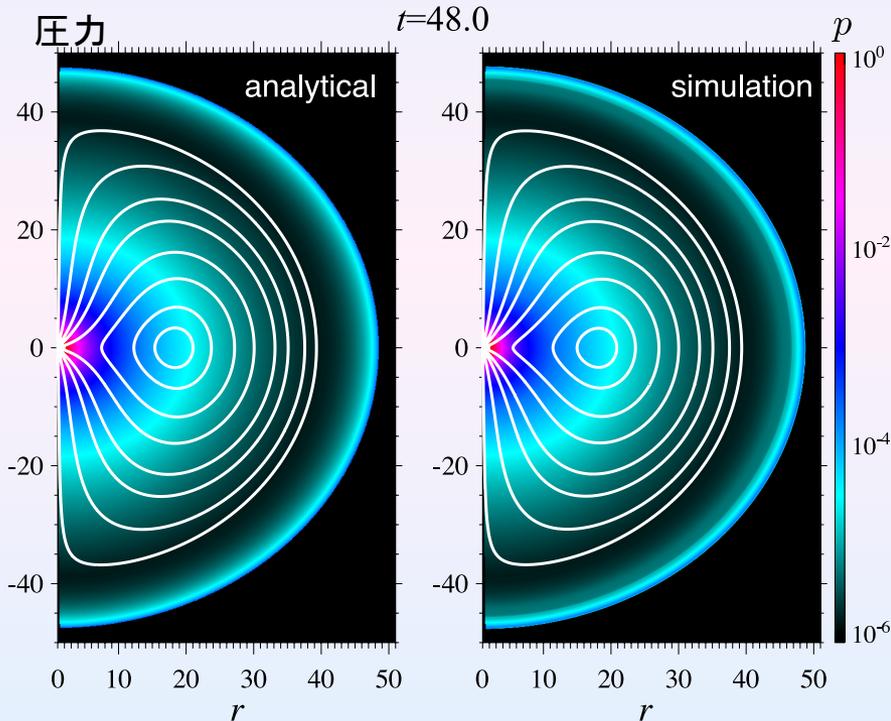
マグネターフレアに伴う磁気散逸機構の研究

相対論的速度で膨張する磁気ループのダイナミクスと磁気再結合によるエネルギー解放

HPCI 高橋博之 特任助教

相対論的MHDによる大局的数値実験

Takahashi et al. 2011, MNRAS, 414, 2069

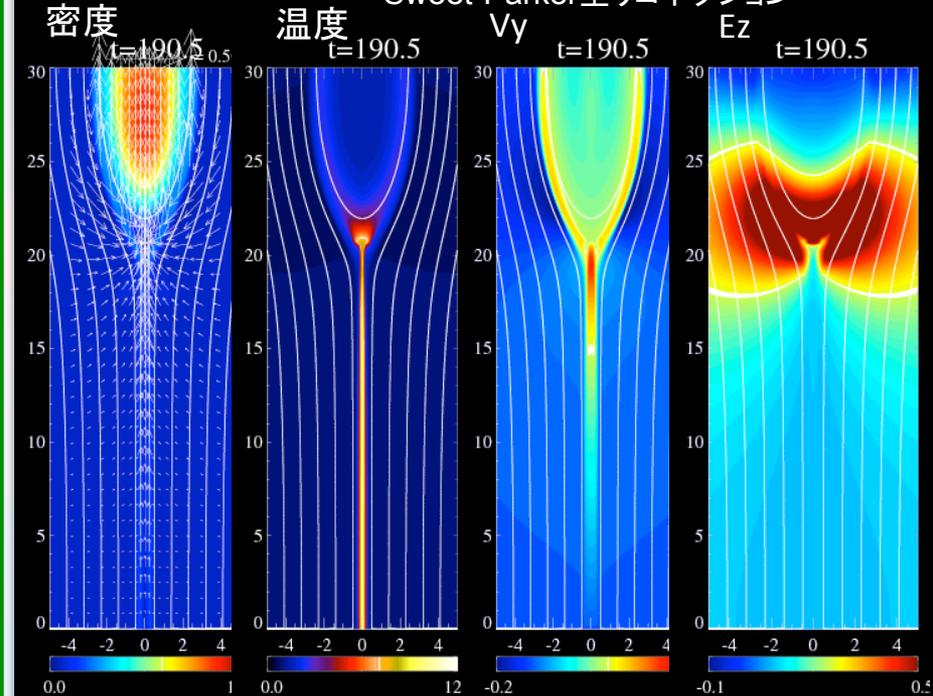


- ループの膨張に伴い、内部に電流シートを形成
- 解析解を導出→数値計算結果とよく一致
- アウトフローのローレンツ因子とエネルギーの間にスケーリング則がある事を示す

抵抗性相対論的MHDによる局所的数値実験

Takahashi et al. 2011, ApJ, 739, L53

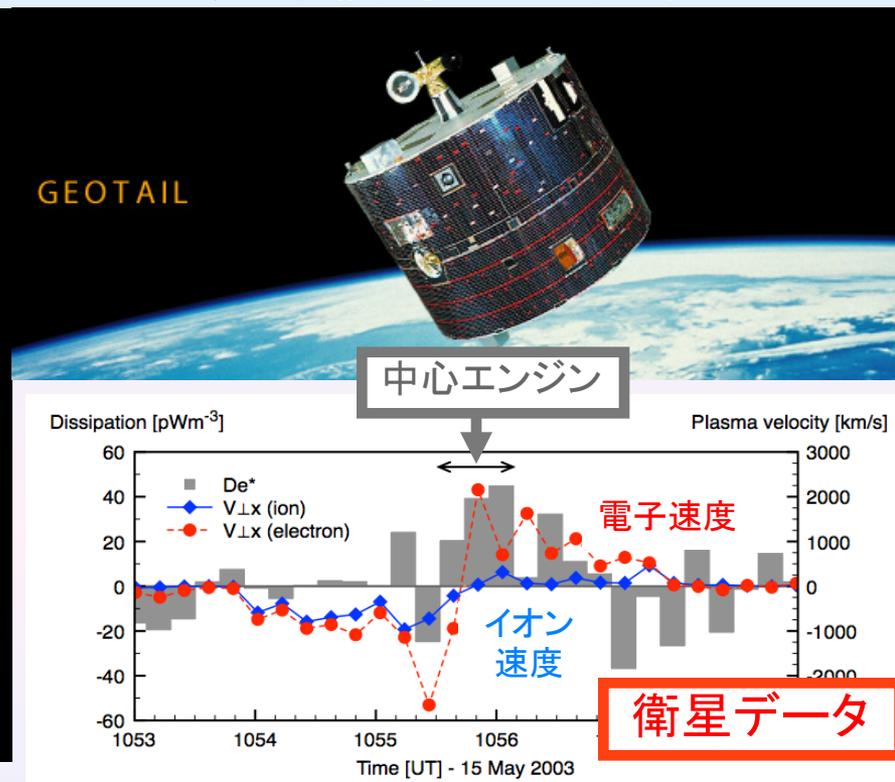
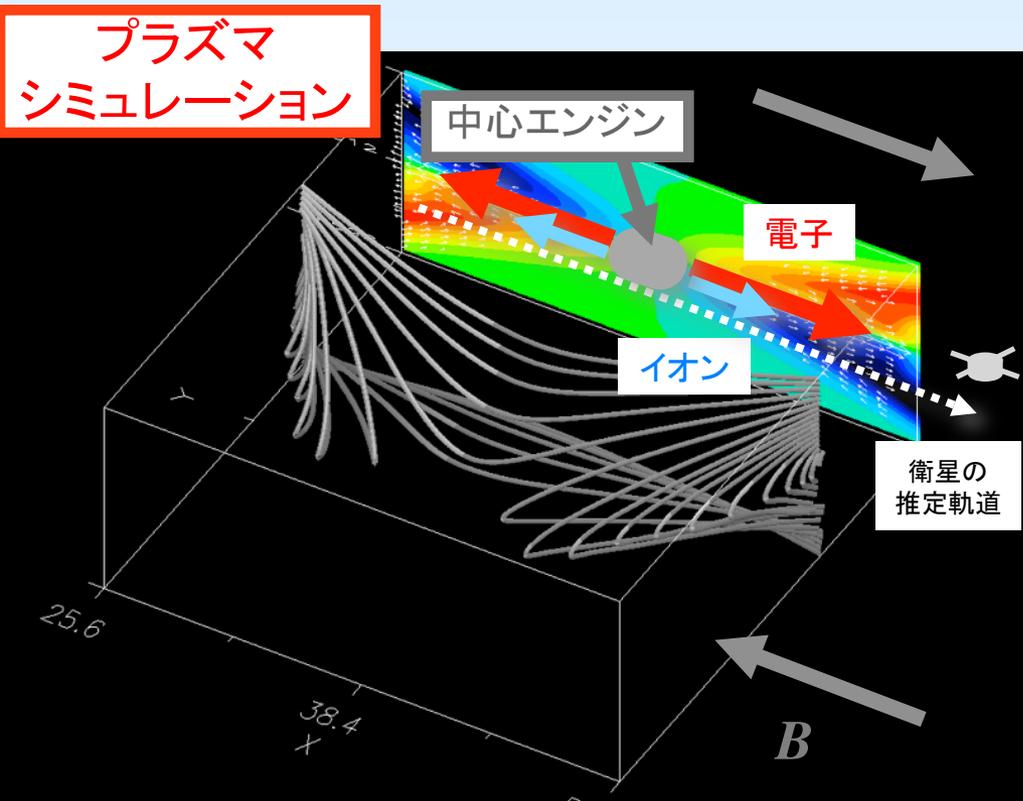
Sweet-Parker型リコネクション



- 磁気エネルギー解放に伴い高温・準相対論的アウトフローを形成
- エネルギー変換効率は磁気レイノルズ数に強く依存

磁気リコネクションの基礎研究

銭谷 誠司 国立天文台フェロー



- ・ 磁気リコネクション = 太陽・惑星・天体プラズマ環境での重要素過程
- ・ プラズマ運動論PICシミュレーション
 - ・ 中心エンジン周辺のリコネクションの内部構造を再考
- ・ 地球磁気圏での直接衛星観測
 - ・ プラズマ速度などが推定軌道沿いの双方向ジェット構造と良く一致
 - ・ エネルギー散逸の大きな中心エンジンを惑星磁気圏尾部で初めて特定

Zenitani et al., *Phys. Plasmas*, 2011

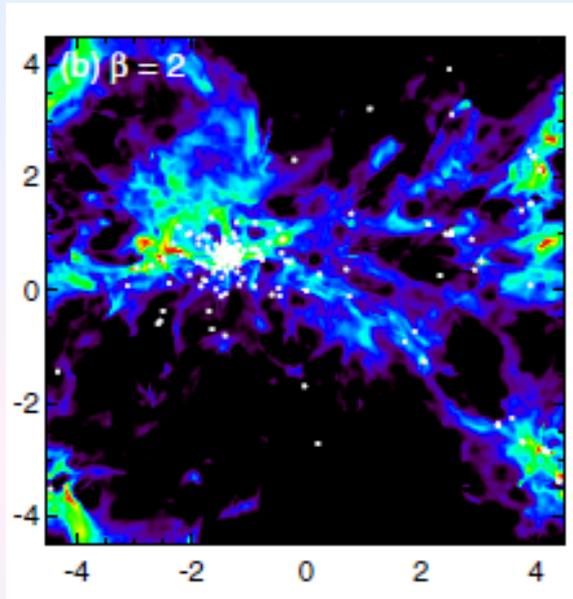
Zenitani et al., *Geophys. Res. Lett.* 2012

集团的星形成過程の研究:理論と観測の協同研究

星団形成領域における原始星アウトフローの役割の解明と新たな星形成モデルの構築

中村文隆 准教授

3次元磁気流体コードによる計算



- (1) Nakamura & Li, 2011, ApJ, 740, 36
磁場とアウトフローが分子雲コア形成に及ぼす影響の解明。コアは乱流場による外圧で圧縮されていることを示した
- (2) Zhao, Li, & Nakamura, 2011, 742, 10
原始星コアの質量降着における磁場の影響

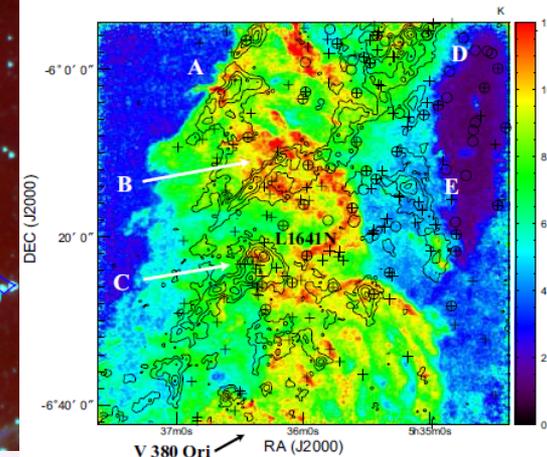
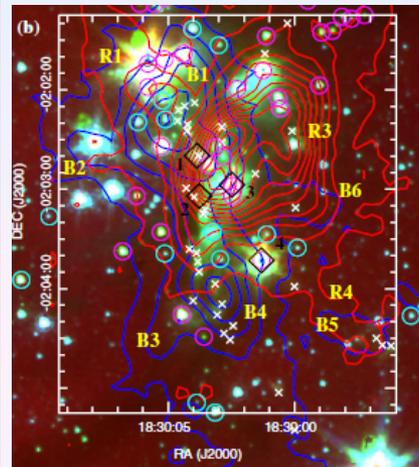
研究目標

従来の星形成シナリオとは異なる新しい星形成シナリオの構築を理論・観測の協同研究により目指す

最も近傍の星団形成クランプの観測的研究

ASTEによるCO(3-2)観測

野辺山45m鏡による12CO(1-0)観測

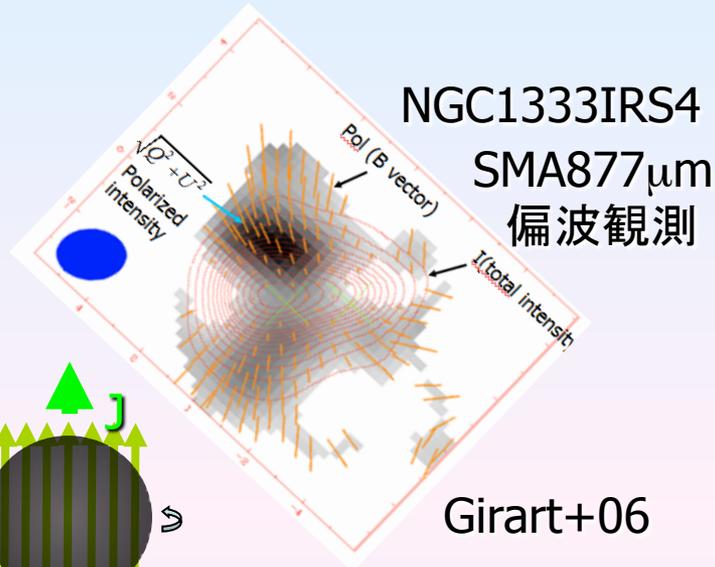


- (1) Nakamura et al. ApJ, 2011, 737, 56
ASTE10m鏡によるSerpens South星団形成領域における原始星アウトフローの同定
アウトフローが星団形成クランプ内の乱流エネルギーを供給可能であることの実証
- (2) Nakamura et al. ApJ, 2012, 746, 25
野辺山45m鏡・ASTEによる星団形成領域L1641N観測:衝突により誘発された星団形成クランプの形成
- (3) Nakamura, Takakuwa, Kawabe, ApJ, 2012, 758, 25
星団形成領域の星なしコアにはsub stellar massスケールの内部構造があることを発見

CCSゼーマン効果と理論計算を連携させた星形成における磁場の役割の研究(基盤研究A)

砂時計型・S字型磁場構造の起源

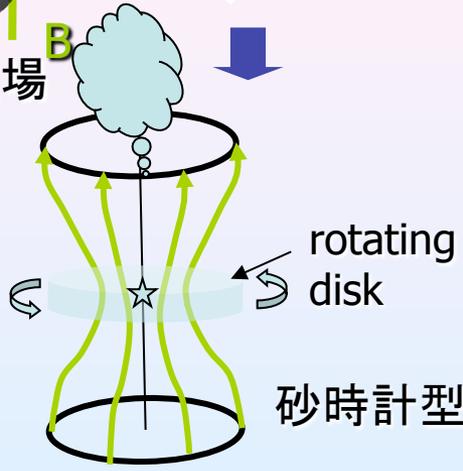
星間ダストの整列による直線偏光シミュレータ



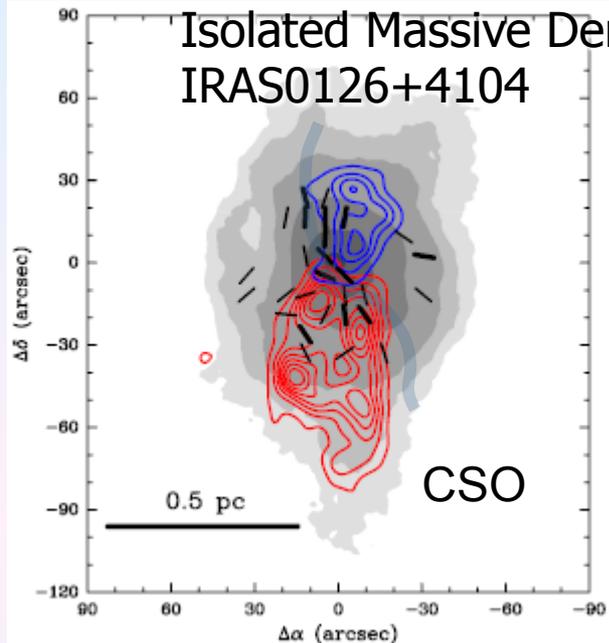
Girart+06



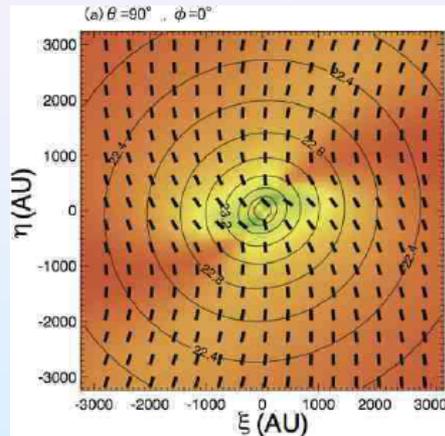
回転磁場
整列型



砂時計型



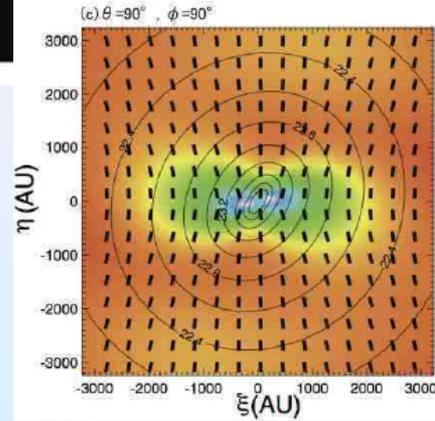
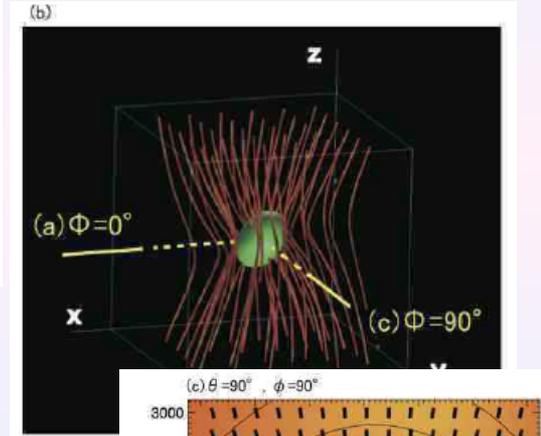
新永+片岡, 町田, 富阪2012ApJL



片岡(総研大D1), 町田, 富阪2012ApJ印刷中



回転磁場非整列型
回転優勢

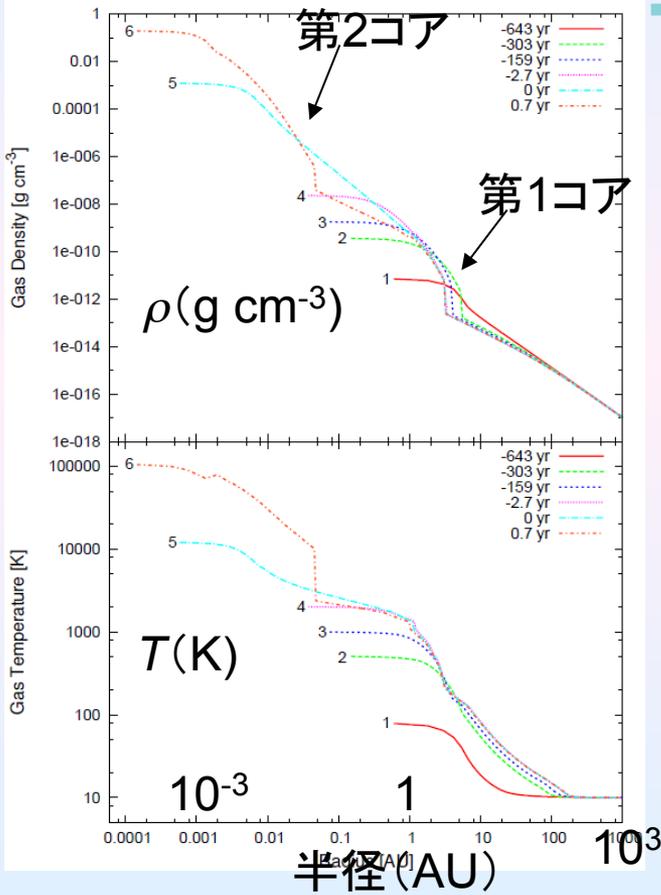
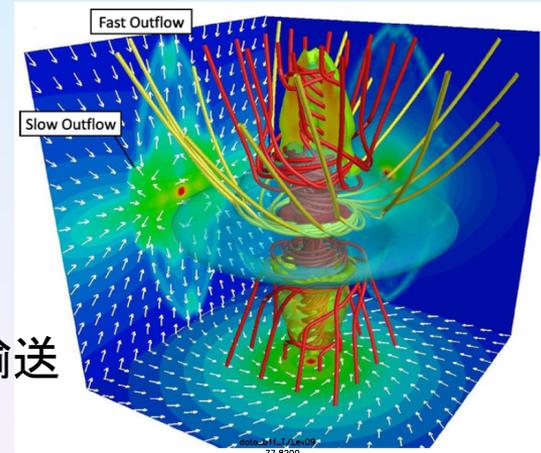


シミュレーションとALMA等の偏波観測の相乗効果

Radiation Magnetohydrodynamics + NonLTE Radiative Transfer

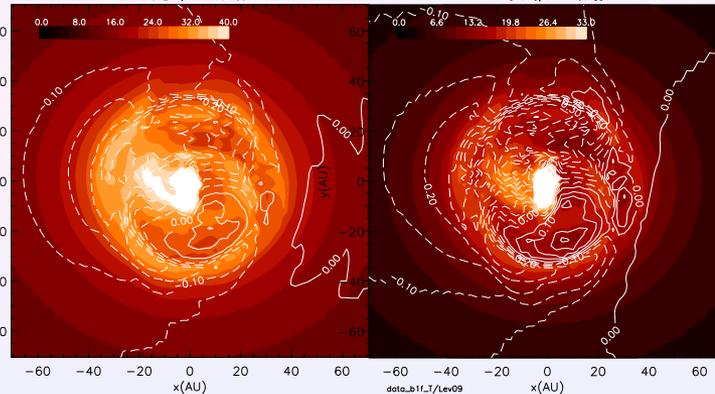
3次元輻射、非理想磁気流体
シミュレーション

第1コアの観測予測
落下と回転

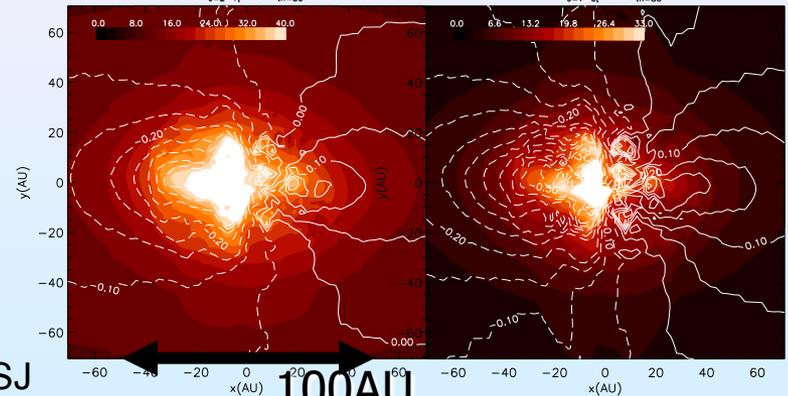
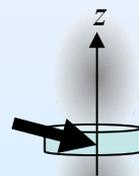


非局所熱平衡輻射輸送

$q=30$



$q=80$

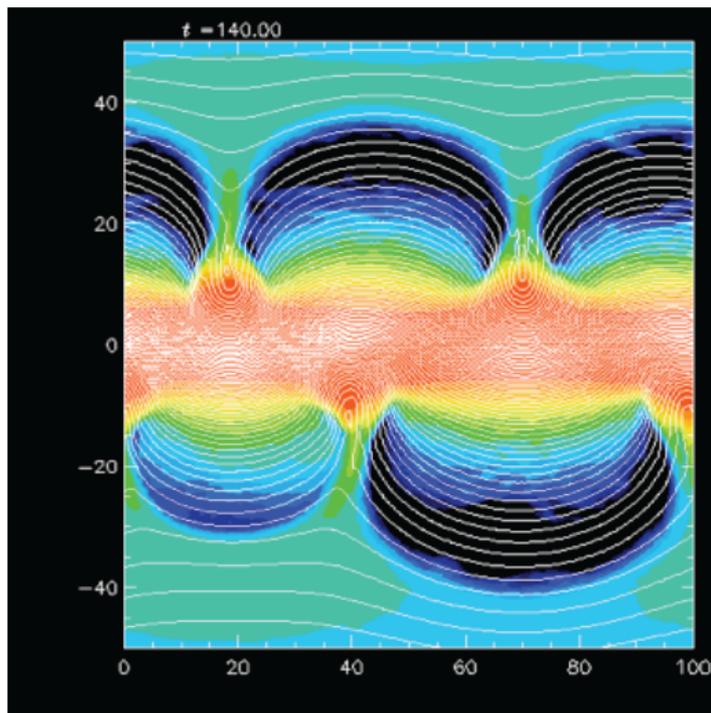


富田(総研大修了), 富阪+2012ApJ印刷中

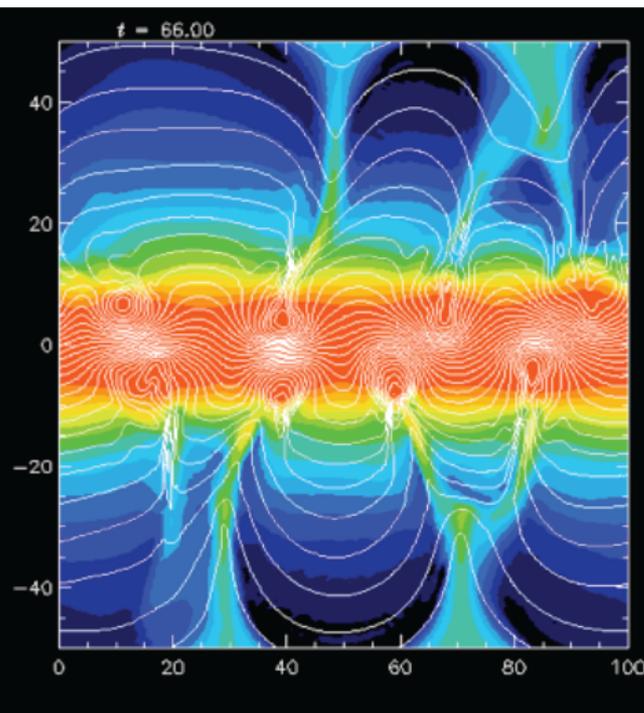
富阪、富田2011PASJ

宇宙線圧力の影響を受けたパーカー不安定性の数値シミュレーション (Kudoh, Yokoyama, Matsumoto 2012 流体力学会)

宇宙線無



宇宙線有



図はガス圧（色）と磁力線（白線）の分布。銀河面の一部を切り出して局所的な2次元計算を行った。横軸は銀河の回転方向、縦軸は銀河面からの鉛直方向（ $z=0$ が銀河面）。初期に銀河面に平行方向に磁場があったと仮定した。

銀河ダイナモの研究に向けて、宇宙線の圧力を含めたパーカー不安定性の数値シミュレーションを行った。宇宙線の圧力が強い場合は、より速く不安定性が成長し、磁力線が鉛直方向に強く引き延ばされた。非一様な銀河の重力場で宇宙線が重要な場合は、右図のように銀河面に対して鏡像対称の構造も成長した。

重カレンズ銀河団の理論モデルの構築とすばるデータの重カレンズ解析
Hamana et al., MNRAS, 425, 2287 (2012)

1.背景

- 銀河団は初期密度場のpeakに形成されるため初期宇宙の情報をもたらす
- すばるHSCによって多数の銀河団が重カレンズ法で検出されることが期待される

2.目的

- すばるHSCサーベイ重カレンズ銀河団による宇宙論研究を実用的なものにする
 - 理論モデルを整備する
 - 重カレンズ銀河団による宇宙論研究の実用性の検証

3.方法

- 理論モデルと数値シミュレーションにより理論モデルを構築
- 現有データの重カレンズ解析を行い、解析法の開発とおよび理論モデルとの整合性の検証

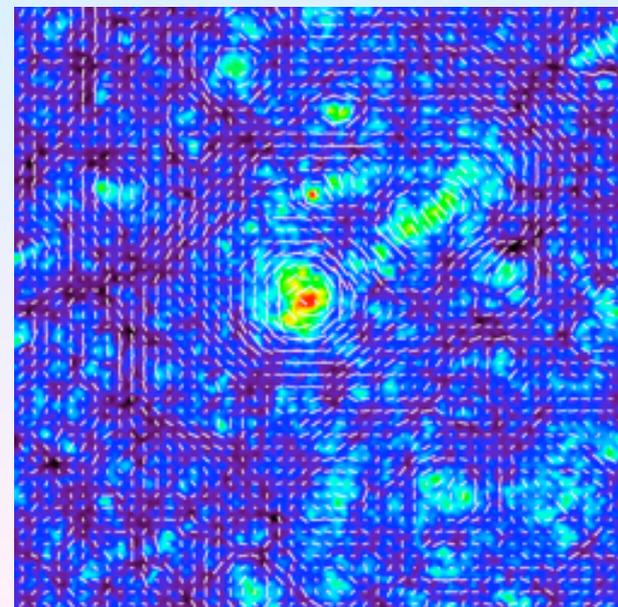
4.結果

- 重カレンズ銀河団number countsの精密理論モデルを構築
- 観測データとの整合性を確認
 - 世界初の重カレンズ銀河団number counts測定

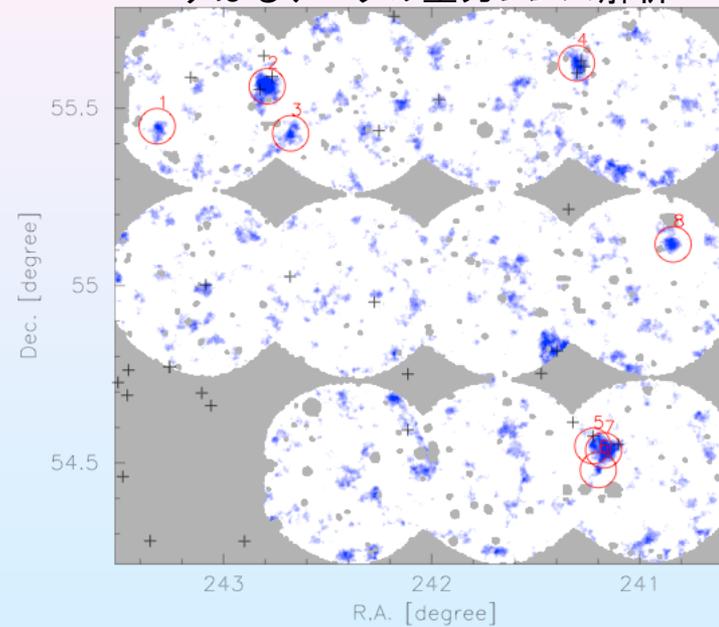
* 付記

開発した重カレンズray-tracingシミュレーションコードを公開した

重カレンズシミュレーション



すばるデータの重カレンズ解析

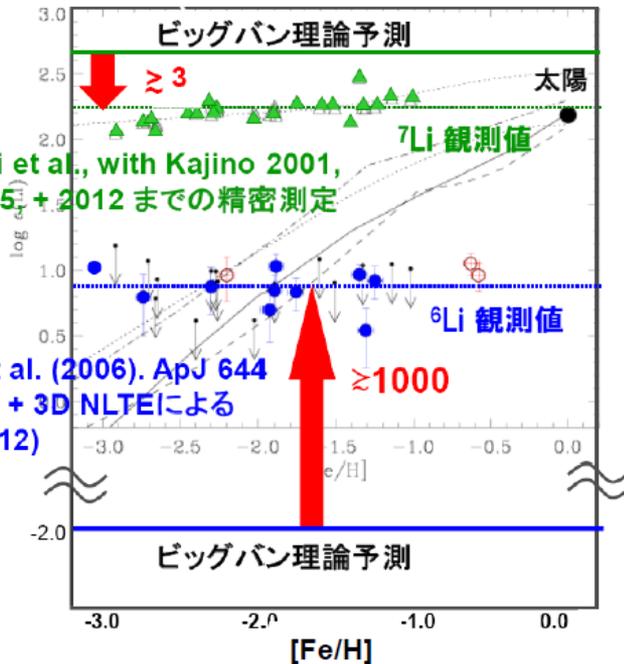


暗黒物質とビッグバン元素合成

宇宙核物理グループ 梶野敏貴(天文台理論), 青木和光(天文台TMT), 日下部元彦(東大宇宙線研), Myung-Ki Cheoun(Soongsil/H23客員教授), Grant Mathews(Notre Dame), Baha Balantekin(Wisconsin/H23客員教授), Yamac Pehlivan(MSFAU, Turkey/H20客員准教授), 他

超金属欠乏星のリチウム観測と標準ビッグバンモデル、宇宙背景放射観測との矛盾

すばる望遠鏡等による高分散分光観測で、宇宙背景放射ゆらぎの観測から決定した Ω_B 値(バリオン密度パラメータ)に対する標準ビッグバンモデル予測の3倍の ${}^7\text{Li}$ 過剰生成問題、1000倍以上の ${}^6\text{Li}$ 過少生成問題、3倍の ${}^2\text{D}$ 過剰生成問題の存在が明らかにされた。



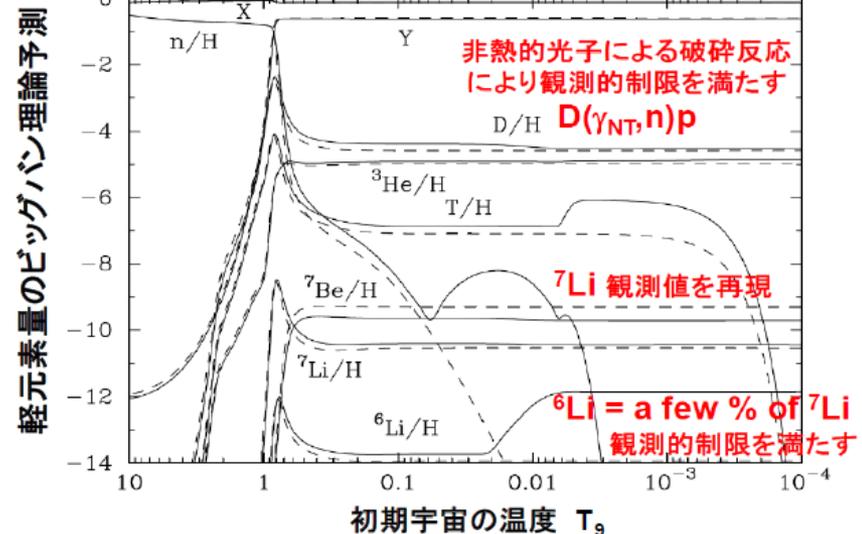
6,7Li/H 元素比の観測と理論間の矛盾

ハイブリッド暗黒物質モデルで矛盾を解決

アキシオン(標準素粒子モデルの暗黒物質候補)のポーゾ・アインシュタイン凝縮、および超対称粒子(標準モデルを超える理論の暗黒物質候補)の非熱的光子への崩壊を取り入れた新たな2成分暗黒物質モデルを構築し、標準モデルの ${}^2\text{D}$, ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$ の矛盾を解決できることを示した。核力の結合定数の宇宙論的時間変化について考察した。

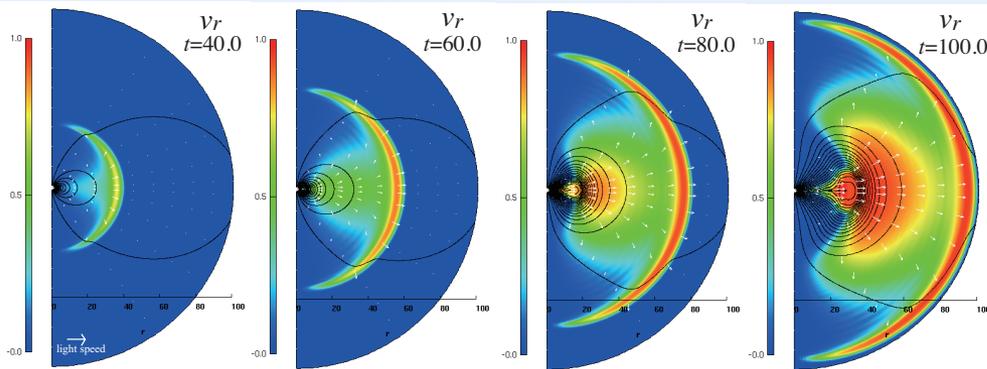
Cheoun, Kajino, Kusakabe, & Mathews 2011, PR DD84, 043001, Kusakabe, Balantekin, Kajino & Pehlivan 2012, PL B, in press.

アキシオン+超対称粒子 暗黒物質理論モデル

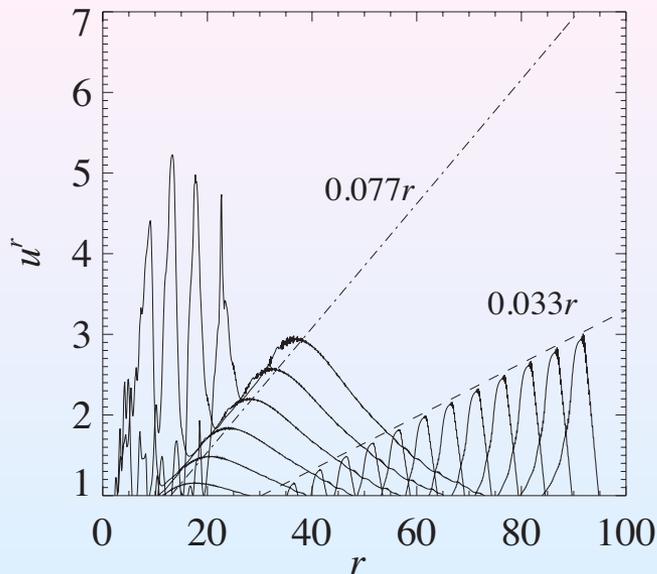


マグネター磁気アーケードの 相対論的Force-Free数値実験

浅野栄治 (H23研究支援員)



2.5次元球座標 相対論的Force-Free方程式
初期条件：双極磁場
境界条件：磁力線に捻れのエネルギー注入



最も4元速度が大きい部分は、 $r=15$ 付近の赤道面上で起こった、数値的な散逸による磁気リコネクションによるもの

現在、論文を執筆中。今後は、磁場とプラズマの相互作用を考慮した、相対論的MHD方程式を同様の条件で解くことで、高エネルギー現象を伴う中性子星磁気圏の研究を進めていきたい

赤道面での4元速度（動径成分）の時間発展

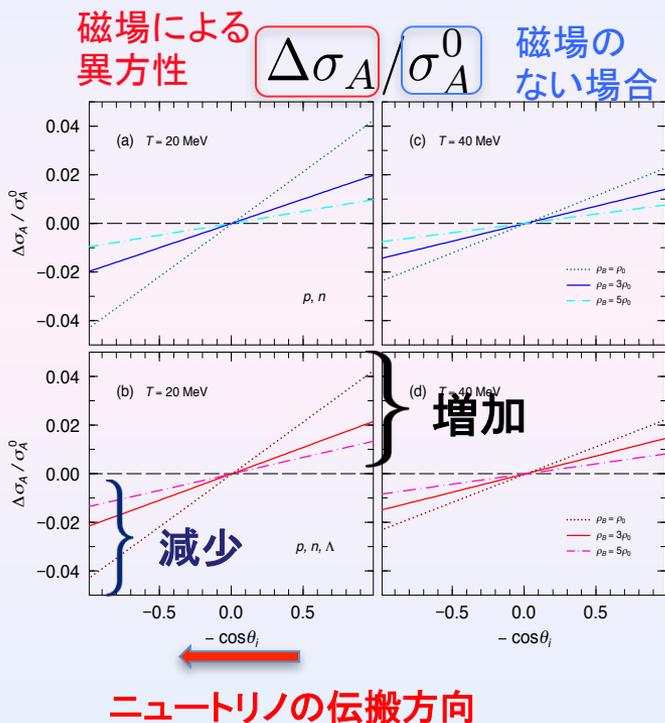
(天文学会2012年春季年会ポスター発表)

パルサーキックのメカニズムの解明

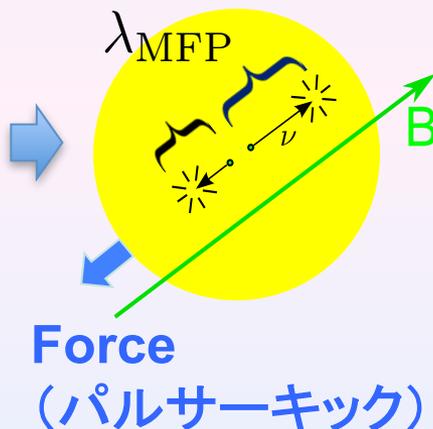
: 強磁場下におけるニュートリノ放射の異方性による説明

丸山智幸(日本大)、安武伸俊(千葉工大)、
Myung-Ki Cheoun(Soongsil Univ.)、日高潤(国立天文台)
梶野敏貴(国立天文台)、Grant J. Mathews(Notre Dame)
Chung-Yeol Ryu(Hanyang Univ.)

- ① 強磁場下での、核物質中ニュートリノ伝搬にはその散乱&吸収断面積に有意な異方性が生じる
: 相対論的平均場理論による(参考文献1&2)



- ② この効果が中性子星表面での異方的ニュートリノ放射となり超新星爆発時に中性子星が反跳を受ける(参考文献2)
(パルサーキック!)

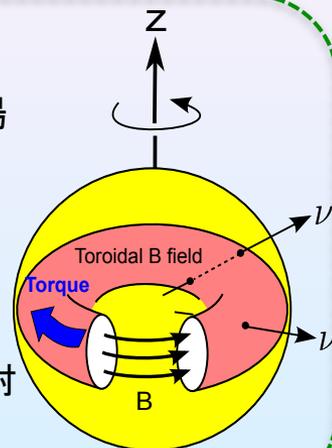


- ③ 異方的ニュートリノ吸収の効果
をボルツマン方程式を解いて
パルサーキックの効率を計算
条件 一様磁場 $B: 2 \times 10^{17}$ G
温度: 20 MeV
 $M_{\text{PNS}} = 1.68 M_{\text{sun}}$
 $E_{\text{explosion}} = 3 \times 10^{53}$ erg

$v_{\text{kick}} = 520\text{--}580$ km/s
観測値(平均): 400 km/s

本研究の進展
: トロイダル磁場
を考える
パルサー回転の
減速メカニズム!

磁気双極子放射
より大きな効率
(参考文献3)



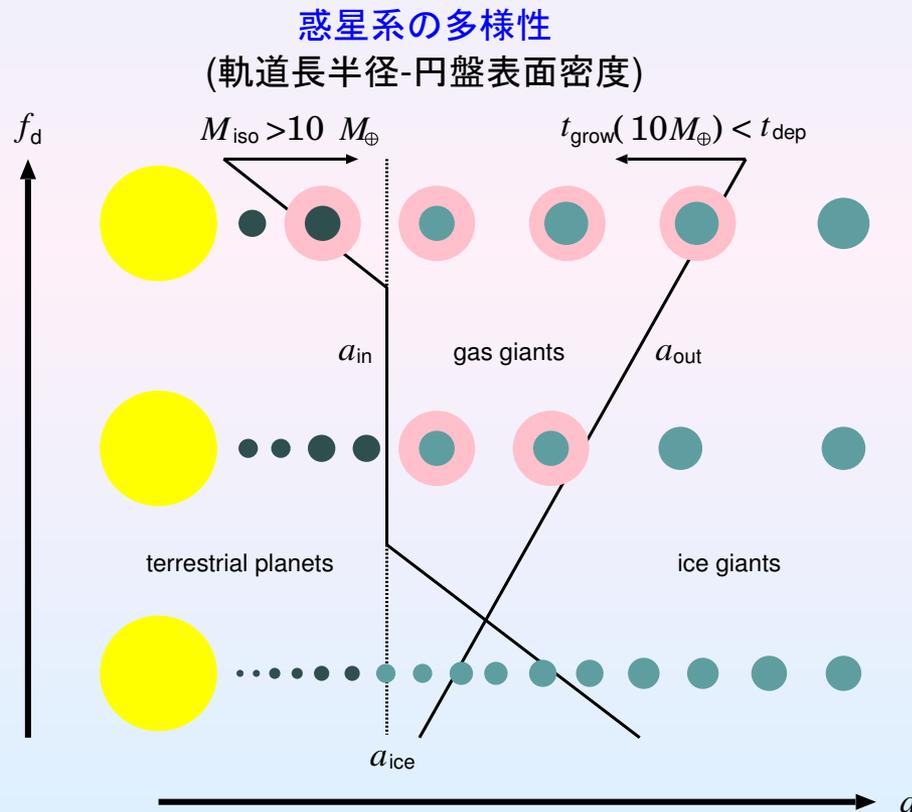
参考文献

1. T. Maruyama et al. Phys. Rev. D83 (2011), 081303, (Rapid Communication)
2. T. Maruyama et al. Phys. Rev. D, in press
3. 丸山智幸 日本物理学会2011年 秋季大会,
J. Hidaka et al. NMD12 poster

微惑星の運動と集積

小久保英一郎

微惑星の運動と集積の素過程の物理について解説し、円盤ガスとの相互作用による軌道進化とガス惑星形成についてまとめる。それらを用いて惑星系の多様性について議論する。(Dynamics and Accretion of Planetesimals, Kokubo & Ida, 2012)

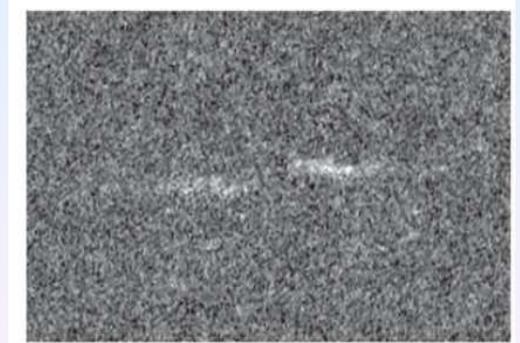


- 多体シミュレーションによって明らかになった微惑星の運動と集積の素過程の物理を解説
- 地球型惑星形成の最終段階の物理を解説
- 微惑星 (原始惑星/惑星) と円盤ガスの相互作用による軌道進化とガス惑星形成条件を解説
- 系外惑星系の多様性の起源について議論

土星の環におけるプロペラ構造の形成

道越秀吾, 小久保英一郎

- 土星の環でプロペラ状の構造の発見 (Tiscareno et al. 2006)
- 環に埋もれた小衛星が原因
- プロペラの形成条件をN体シミュレーションで調べた



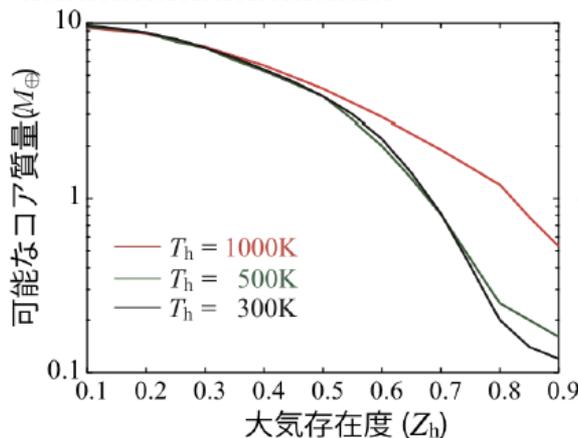
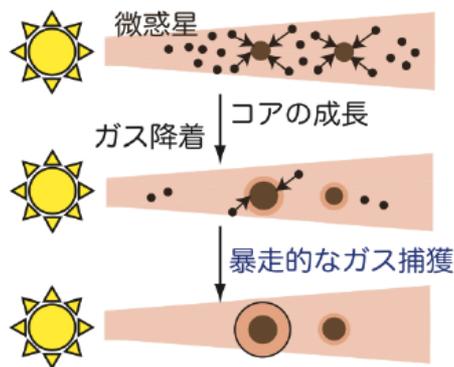
プロペラの観測例



シミュレーション結果の例

- プロペラ状の部分空隙が形成されることを確かめた
- 衛星の大きさと周囲の密度で形成条件が決まっている

■ 木星のような**小さなコア**のガス惑星形成 (Hori & Ikoma, MNRAS, 2011)



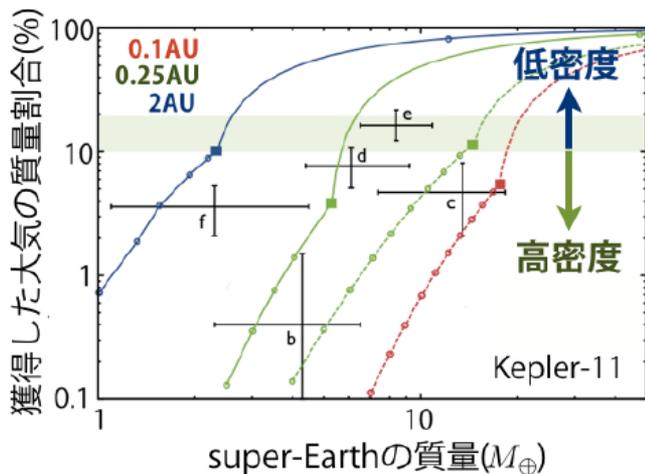
降着する**氷微惑星**の崩壊や蒸発(=大気汚染)を考慮
↓
原始ガス惑星の大気構造と化学平衡計算
↓
木星のような小さなコア
(10倍の地球質量以下)のガス惑星も100万年以内にガス捕獲可能と示した (右図参照)

(図1) ガス惑星の形成モデル

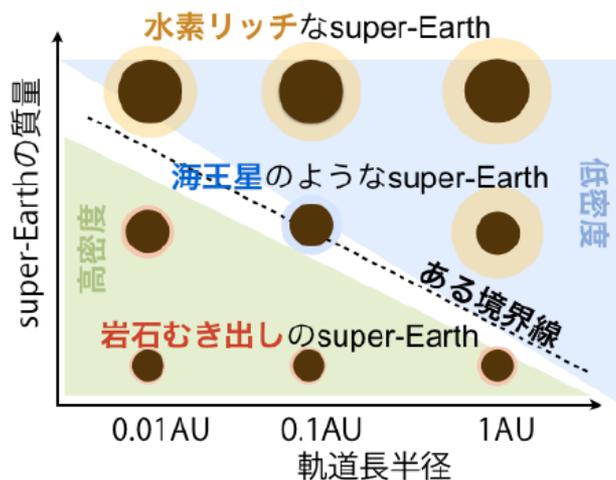
■ 短周期**super-Earth** (低質量惑星) の二分性と大気獲得 (Ikoma & Hori, ApJ, 2012)

地球・水星のような**(岩石／鉄が主成分の)高密度**super-Earth (e.g.) Kepler-10b, CoRoT-7b
天王星のような**(水より低い／同程度の)低密度**super-Earth (e.g.) GJ1214b, Kepler-11f

散逸する円盤下で惑星の熱進化計算を行い、円盤ガスの降着量を評価→ **大気獲得量**の違いで説明



(図3) 軌道長半径・惑星質量と大気獲得量



(図4) 結果の概略図

永年重力不安定による微惑星形成

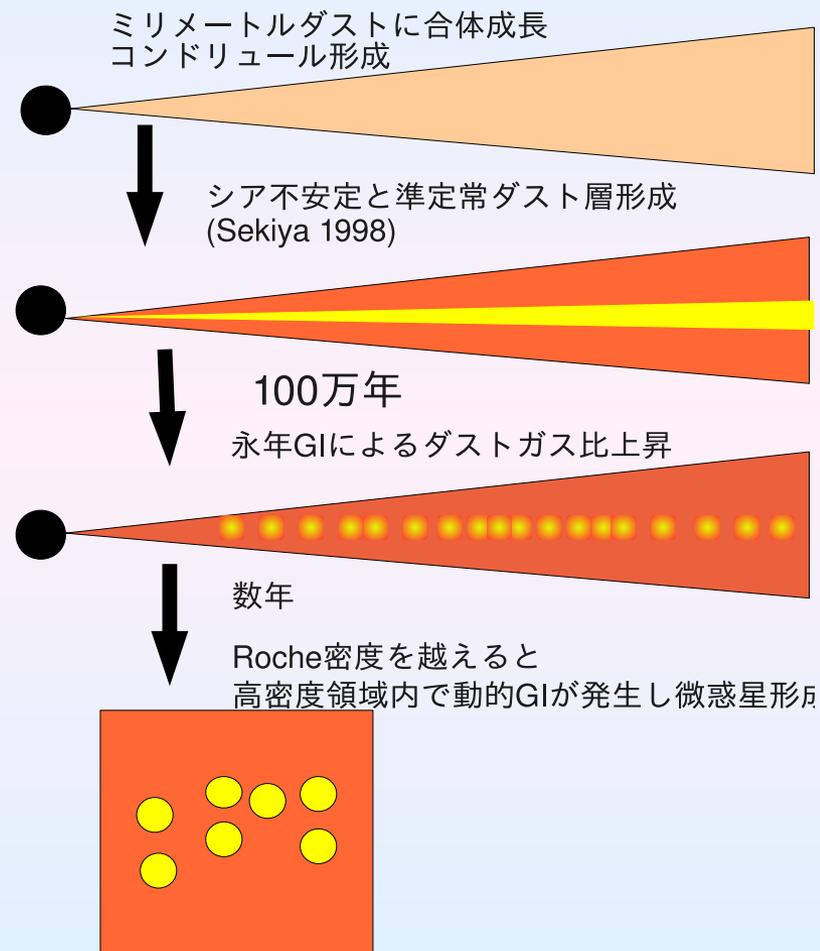
道越秀吾

研究の背景

- 惑星形成の初期段階ではダストとガスが乱流状態となっていた
- 乱流中のダストがどのように微惑星へと成長したかよくわかっていない
- 乱流でかき混ぜられたダスト粒子の長期進化を調べた。

結果

- 乱流の強さによらず永年的な不安定が存在しダスト密度が上昇する
- シア乱流などの弱い乱流でダストサイズが1mm程度まで成長すれば円盤寿命内で不安定が効く
- 不安定で形成された高密度領域での微惑星形成の可能性



INDUCED TURBULENCE AND THE DENSITY STRUCTURE OF THE DUST LAYER IN A PROTOPLANETARY DISK

石津尚喜(CfCA)

- 微惑星形成過程において、原始惑星系円盤のダスト層が形成されると、シア不安定性やストリーミング不安定性が生じる
- シア不安定性やストリーミング不安定性により乱流状態になるため、ダストの運動、成長に影響を与える
- ダスト落下による重力エネルギー解放を考慮入れた乱流やダスト速度の定式化を行い、数値シミュレーションにより確かめた
- ダストサイズが大きくなると数値シミュレーションと解析解のズレが生じることが分かった

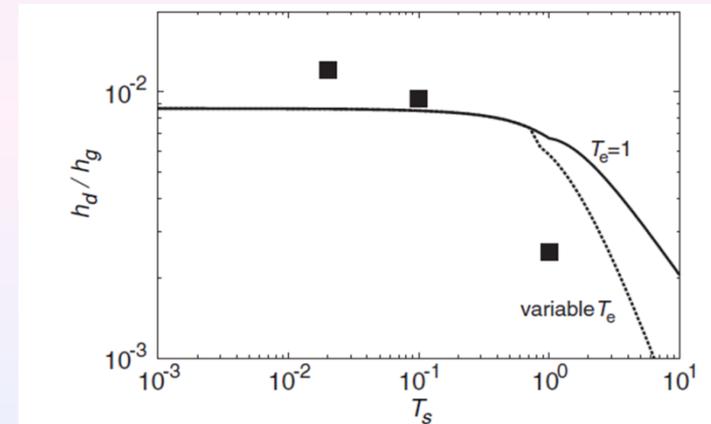
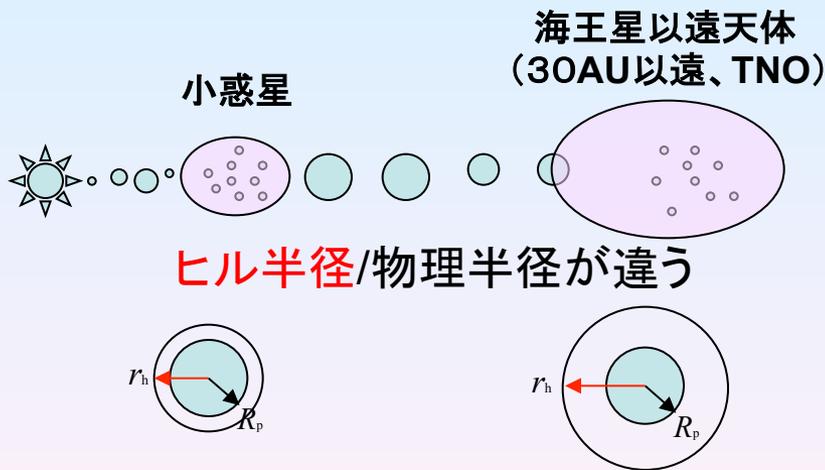


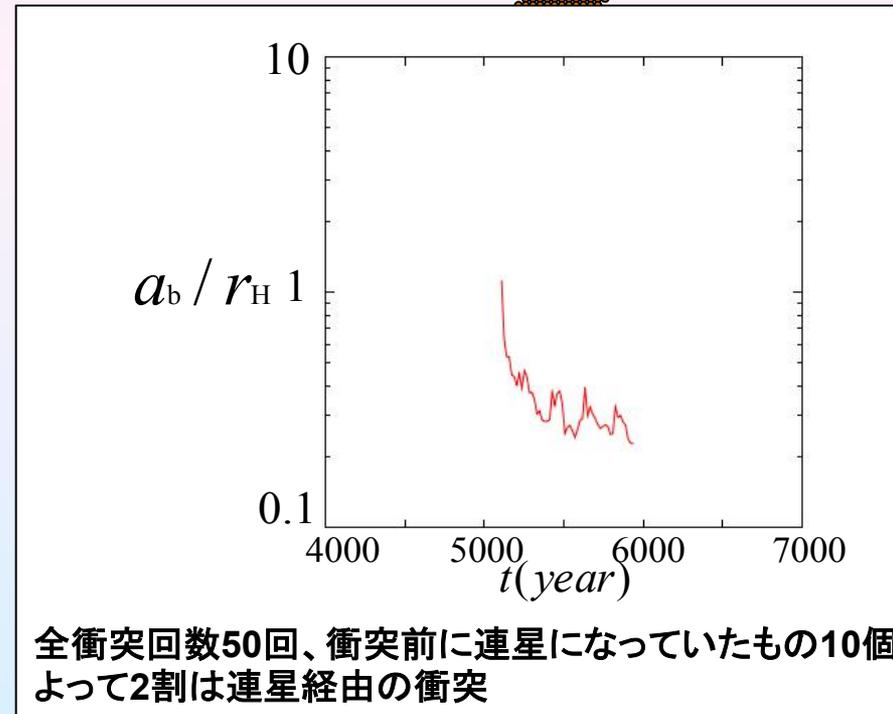
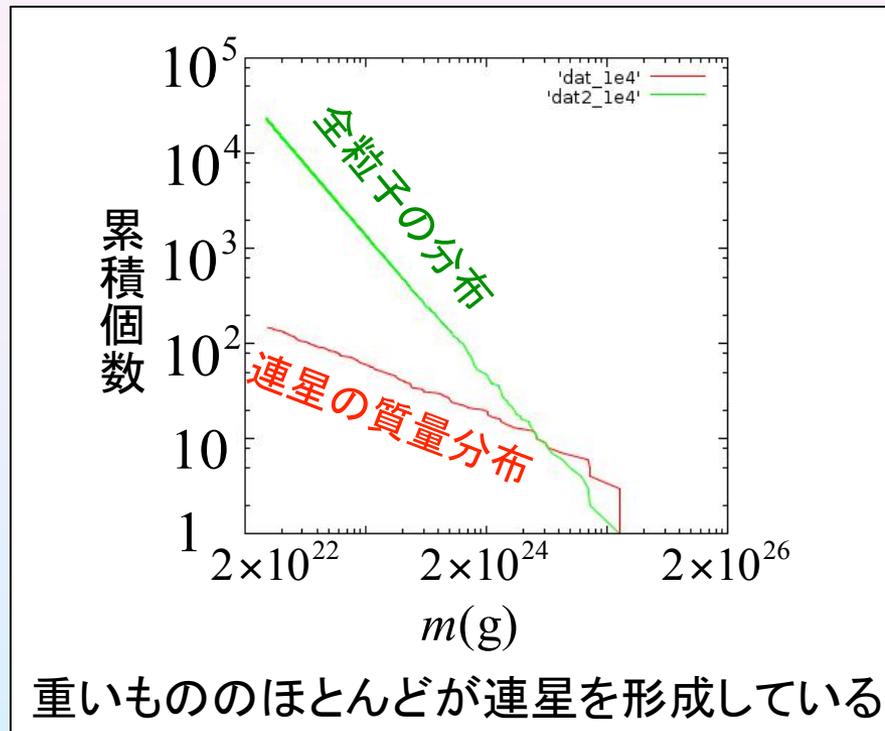
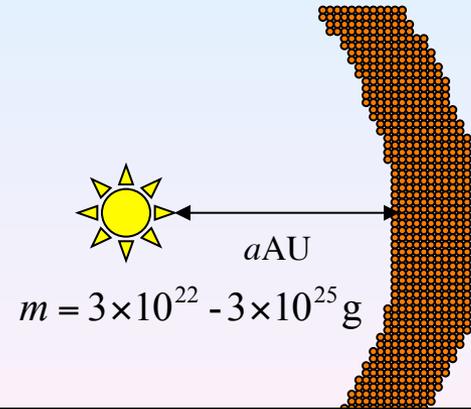
Figure 8. Scale heights of the dust layer h_d estimated from our model and from the JHK06 simulation are plotted versus the stopping time T_s . The solid line is calculated assuming that the turnover time of the largest eddies is the Keplerian time ($T_e = 1$). The dashed line includes the variable T_e calculated by Equation (48). The squares are the simulation results, $\sqrt{\langle z^2 \rangle}/H$ in Table 2 of JHK06. The disk metallicity is $Z_{\text{disk}} = 10^{-2}$.

微惑星集積に対する微惑星連星の影響

小南(台坂)淳子、牧野淳一郎



本研究では微惑星に質量分布をつけた円盤を考慮してN体計算を行う



付加的な第一積分存在のための必要条件(吉田春夫)

- A. J. Maciejewski, M. Przybylska (ポーランド)との共同研究
- 先行研究は Yoshida(1987, 1989), Morales et al.(1999)
- 同次式ポテンシャル系において既知の第一積分以外の第一積分が存在するための必要条件を示した
- 微分ガロア理論による定式化
- ある定数行列の固有値に対する条件が主結果
- 結果を1次元の同次式ポテンシャル格子に適用
- Nonlinearity **25** (2012) 255—277, に出版

■ 粒子系データの可視化ソフトウェアZindaiji3の開発

★描画アルゴリズム、GUI等の大幅改善

★扱える粒子数の大幅増

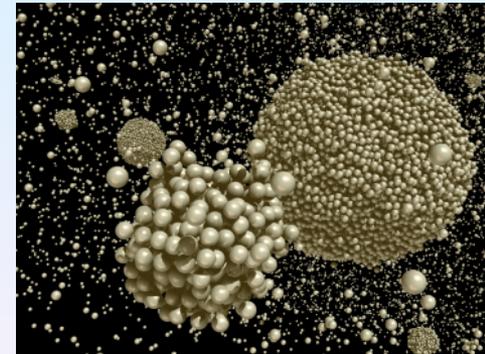
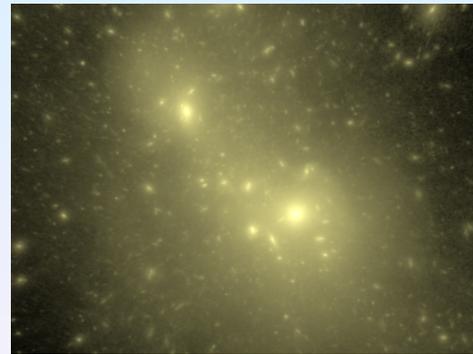
(現時点で最大2億5千万粒子のデータの取扱い可能に)

可視化ツールZindaiji3の開発について

武田隆顕、可視化情報学会誌2012, vol32, No127, p.156

大規模粒子シミュレーションデータ可視化ツールZindaiji3の開発について

武田隆顕、宇宙科学情報解析論文誌(Submitted)

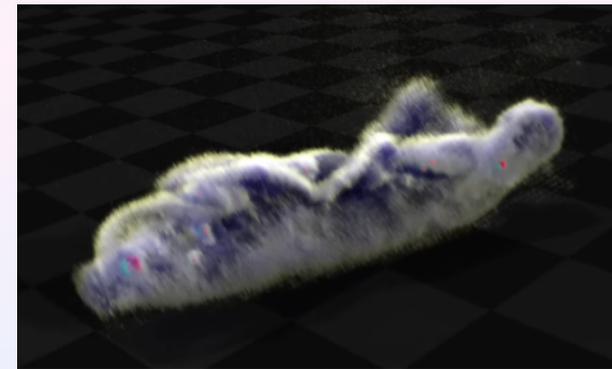


■ ボリュームデータ可視化ツールOosawaの開発を継続 生物など天文以外への分野での4D2U的画像、動画の提供

1. アメーバの構造の時間進化映像

High-speed imaging of amoeboid movements
using light-sheet microscopy

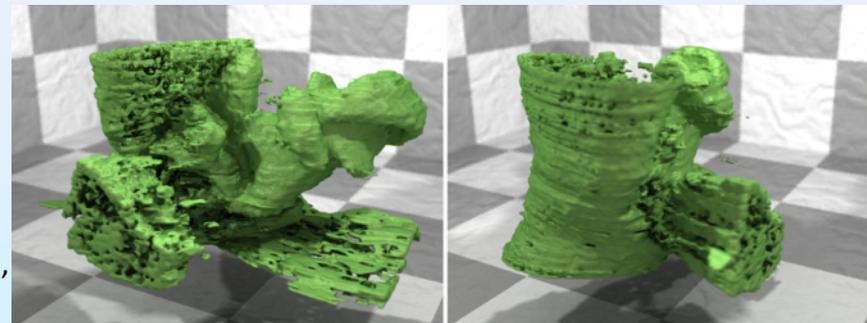
Daisuke Takao, Atsushi Taniguchi, Takaaki Takeda, Seiji Sonobe, Shigenori Nonaka
PLoS One (2012), accepted.



2. 食虫植物の構造データ等の3DCG化

Using image-based resources: databases
for plant organelle dynamics,
and applications based on image information

Shoji Mano, Yoshitaka Kimori, Takaaki Takeda, Tomoki Miwa,
Shuh-ichi Nishikawa, Tetsuro Mimura, Akira Nagatani, Mikio Nishimura,
Introduction to Sequence and Genome Analysis (2012), accepted



伊藤孝士(天文シミュレーションプロジェクト・天文データセンター)

昨年度の活動: 日本学術振興会委託事業『アジア・アフリカ学術基盤形成』代表
「太陽系小天体の物理特性解明と衝突危険予測のためのアジア広域観測ネットワークの構築」- ウズベキスタン・台湾・大韓民国との国際連携計画

(1) Maidanak観測所ユーザーズミーティング開催

➤ 平成24年1月、国立天文台三鷹

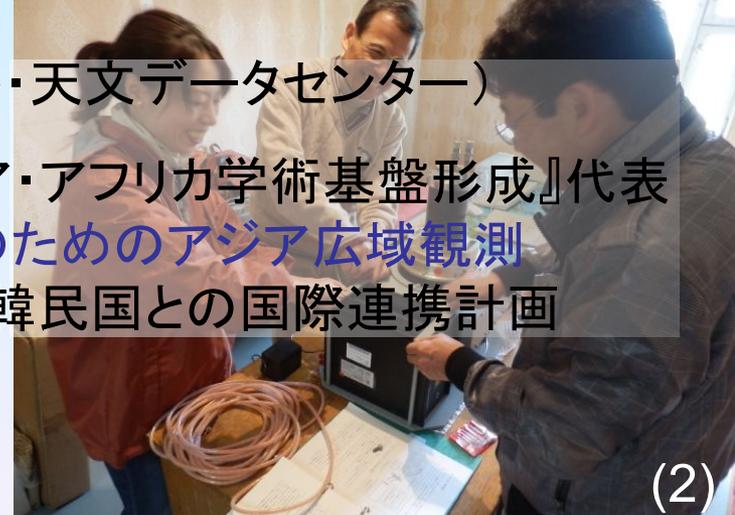
(2) Maidanak観測所のKiev望遠鏡に設置する
新しいCCDカメラの準備・輸出・調整・設置

➤ 平成23年度全般(協力・京大宇物 & OAO)

(3) Ulugh Beg天文研究所からの学生招聘

➤ 観測・データ解析訓練(協力・JAXA & BSGC)

事業最終年度にてようやく体制確立。連続観測開始！
だが予算は尽きた → 新財源探し(現在の主活動)



(2)



(3)



(1)

