

S5 (理論宇宙物理学)

教授 前田 啓一 (超新星/爆発天体)-4号館501

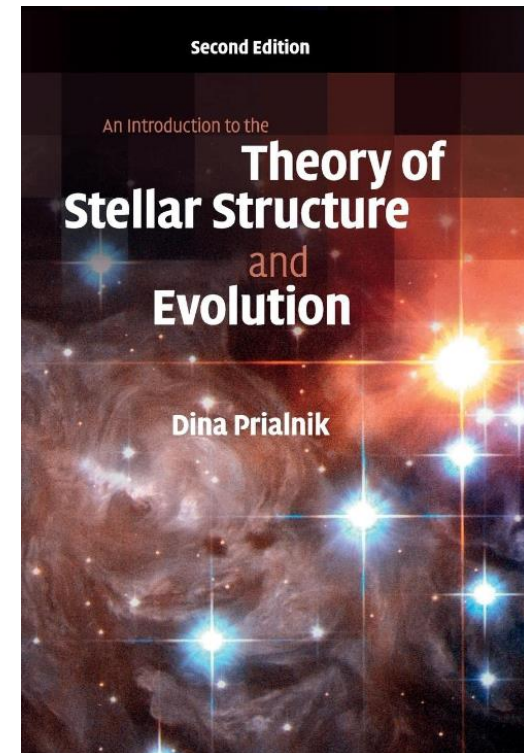
准教授 Herman Lee (超新星残骸)

助教 佐々木 貴教 (惑星科学)

助教 川島 由依 (太陽系外惑星科学)

白眉助教 松本達也 (高エネルギー天体)

白眉助教 Lucy McNeill (恒星進化)



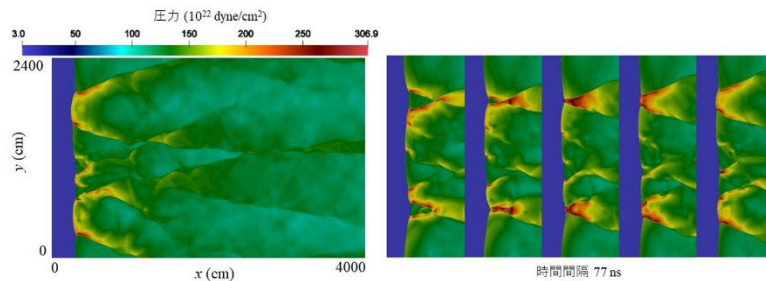
- 理論的に説明できていない宇宙物理現象を解明するため、**理論的考察**を行ったり、理論モデルを構築して**シミュレーションの実行**や**観測データとの比較検討**を通して新たな知見を引き出したりする分野。
- 以下、教員のカバーする分野を紹介します。

前田：様々な爆発現象・恒星進化

- 面白そうと思えば、何でもやります(雑食)。
- 研究対象の天体：
 - 超新星、ガンマ線バースト、新星、連星合体、重力波可視対応天体、超大質量ブラックホールによる恒星の潮汐破壊現象、様々な星、など。
 - 正体不明の突発天体現象(謎の天体がたくさんある!)
- 研究手法：
 - 理論：流体力学、原子核反応、輻射輸送、解析解、シミュレーション...
 - 観測：せいめい望遠鏡、すばる望遠鏡、多波長(エックス、電波...)...
 - その他：機械学習

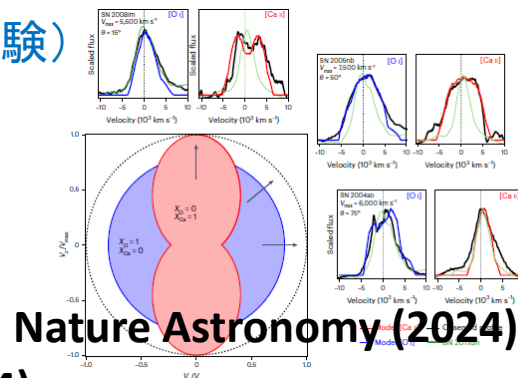


白色矮星の核反応暴走(理論+地上実験)



理学・工学から共同プレスリリース (2024)

すばる等による可視観測



Nature Astronomy (2024)

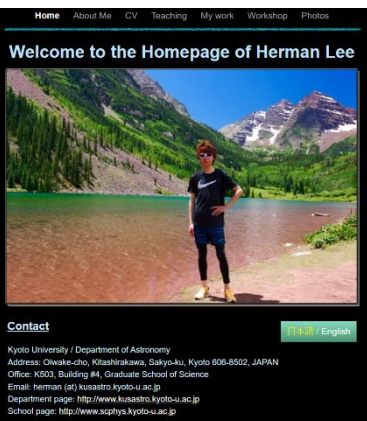
ALMA等による電波観測



ALMAプレスリリース (2023)

Herman Lee 李兆衡 超新星残骸の理論研究

宇宙の粒子加速器と高エネルギー輻射源



ティコ超新星残骸
1572年に爆発した白矮星
(c) NASA Chandra X-ray Observatory

X線で光る衝撃波
粒子加速の現場

何百・千万度の高温を
持つ爆発した星の残骸

高エネルギーガンマ線
宇宙線の起源に繋がるか!?

超新星残骸 RX J1713.7-3946
(c) H.E.S.S. Collaboration 2016

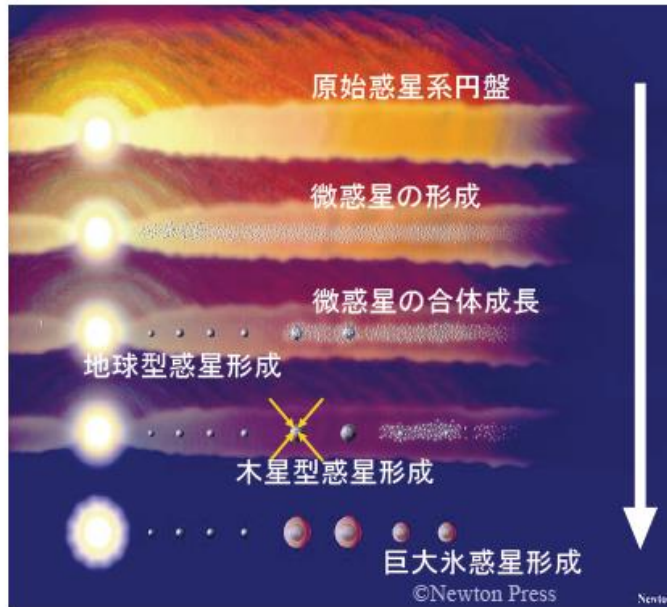
一世紀を渡る謎・宇宙線の起源に挑む (宇宙衝撃波粒子加速理論)

超新星残骸たちは銀河に彷徨う宇宙線をいかにして作ってるのか?

爆発した星々における探偵業 (多波長輻射・流体シミュレーション)

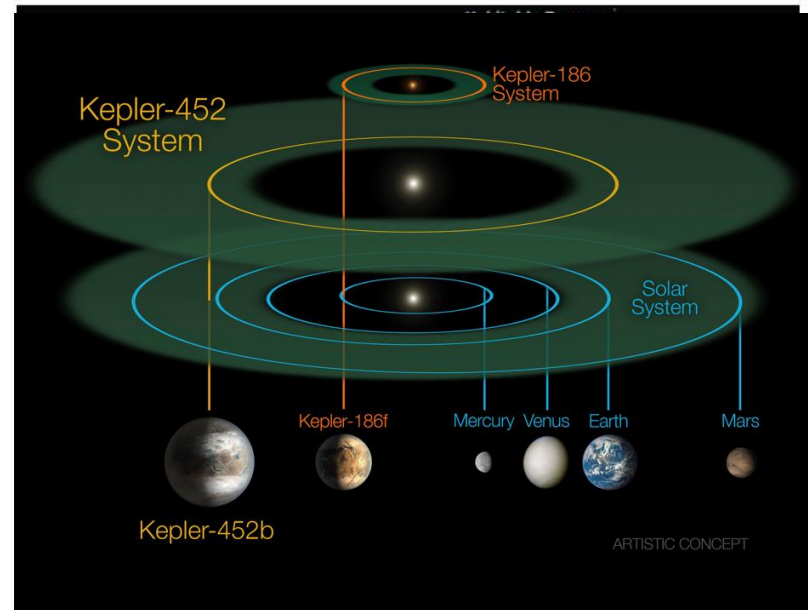
超新星残骸に残る豊富な情報から星の進化と超新星爆発の仕組みを探る

佐々木貴教（専門：惑星科学）



惑星形成論

太陽系形成標準理論「京都モデル」
惑星系はいかにして作られるのか？
太陽系は普遍的な惑星系なのか？



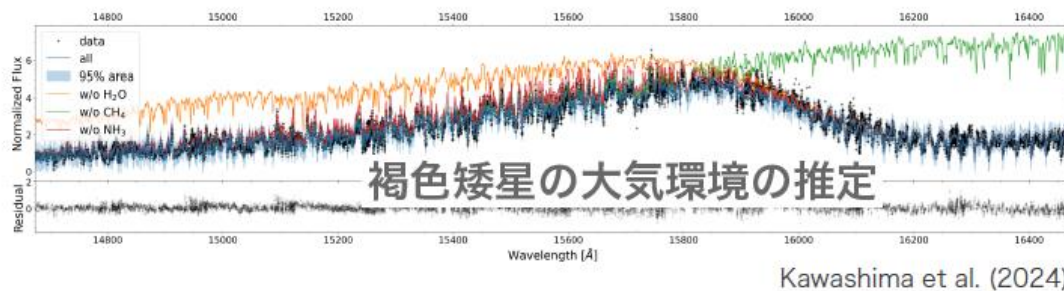
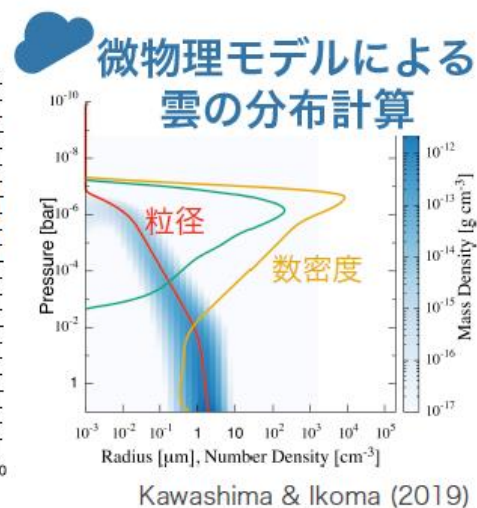
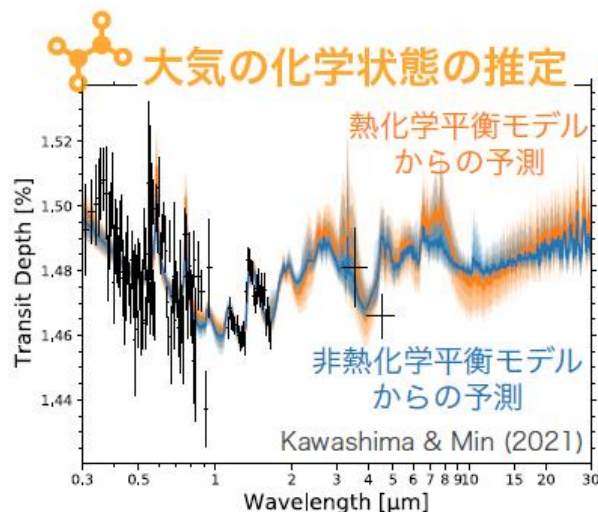
ハビタブルプラネット © NASA

次々と見つかる太陽系外の惑星たち
生命を宿す惑星の条件とは？
「第二の地球」は存在するのか？

天文学・地球惑星科学・生命科学を統合した総合学問

<https://sasakitakanori.com/>

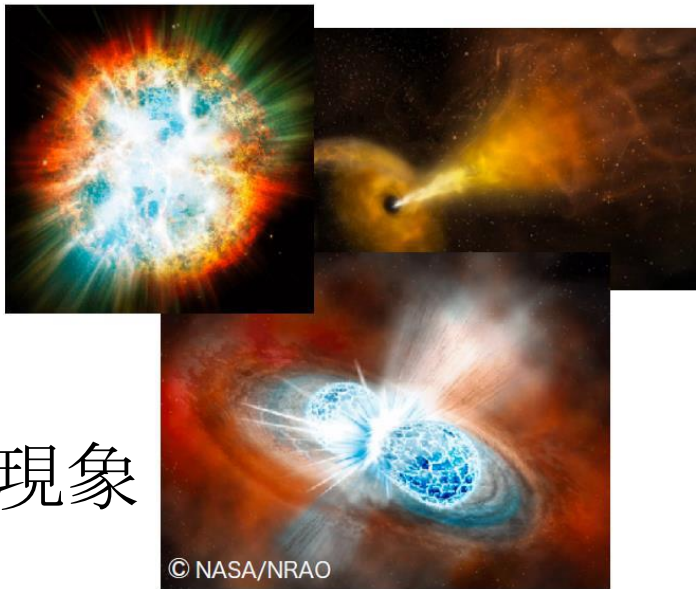
太陽系外惑星大気の特徴付け (川島 由依)



松本達矢 (白眉助教)

高エネルギー天体現象の理論研究

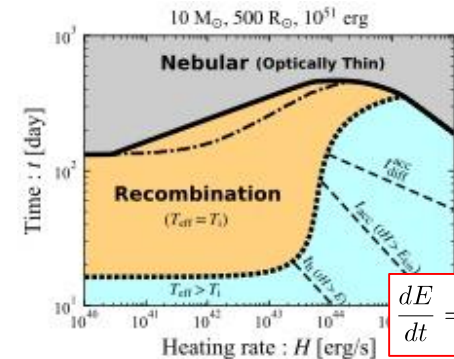
多様な宇宙の爆発現象を通じてブラックホールなどのコンパクト天体や恒星・宇宙の物理に迫る



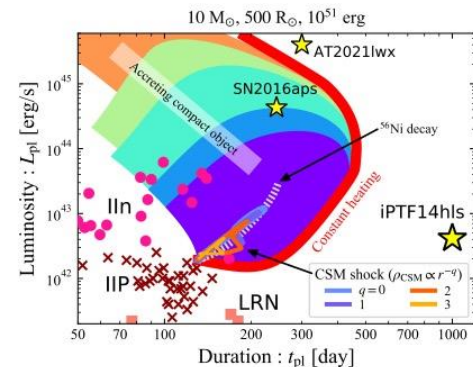
現象

キーワード

- * 超新星爆発
- * ガンマ線バースト
- * 連星(中性子星)合体
- * 超巨大ブラックホールによる爆発
- * 相対論的ジェット
- * 宇宙最強、宇宙で一番
- * 紙と鉛筆(パソコンも)



$$\frac{dE}{dt} = -P \frac{dV}{dt} - L + H$$



解釈
予言

Lucy McNeill - 白眉助教 (2025 年 1 月 ~)



応用数学の魔法を使ってコンパクト星について予測しよう

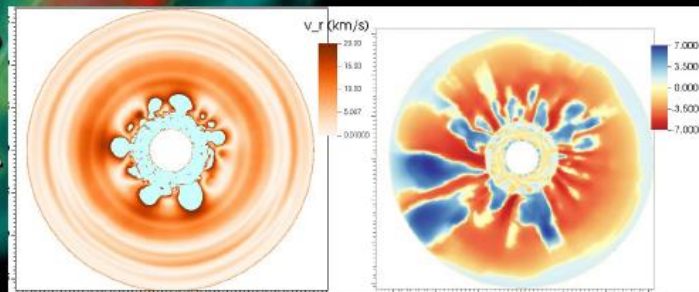
道具に**応用数学**を使うと、いろんな環境にある星について**流体力学**や**天体力学**の予言ができます



超新星を起こす星の流体力学について研究しています。超新星の後、**ブラックホール**や**中性子星**が生まれます。星は不透明だから、超新星の前**星の内部構造**を知るためには理論を作ったりシミュレーションしたりする必要があります



そのため、**Mathematica** というソフトウェアを使ったり**力学**について教本を読んだりしています。流体力学で簡単に解けない複雑な**問題**の場合は、スパコンに計算をさせています。解析的モデルと、**3D のシミュレーション**と比較しています。



・ 前期:ゼミ(全12回程度)

質問は理論スタッフまで。

S5 年間予定

教科書の輪読

前田(keiichi.maeda_at_kusastro.kyoto-u.ac.jp)

- － 今年度教科書(S5以外からも、S/Pから複数参加):
 - Prialnik, “An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution”
- － 過去の教科書:
 - Longair “High Energy Astrophysics”
 - Shapiro & Teukolsky “Black Holes, White Dwarfs, & Neutron Stars”
 - Hartmann “Accretion processes in star formation”
 - Kato, Fukue & Mineshige “Black hole accretion disks”
 - Armitage “Astrophysics of Planet Formation”
 - 学生の興味や状況に応じてテキストを選択

・ 後期:研究開始！

- － スタッフのカバーする専門分野から研究テーマを選択
 - 柔軟に選べます(最近では、機械学習なども)。
- － 課題研究期間内での天文学会発表や国際査読誌投稿の例も。
- － 過去例:超新星への恒星進化／爆発天体のスペクトル計算／白色矮星核爆発シミュレーション／降着円盤モデル計算／原始惑星系円盤におけるダスト成長／月形成シミュレーション