

研究室名
16-2-2 理論天体物理学研究室
最近の研究課題とその取り組みの概要
<p>重力崩壊型超新星は太陽質量の約 10 倍を超える大質量星がその進化の最終段階に示す大爆発現象である。超新星は一天体現象ではありながら、それ自体が中性子星、ブラックホール、マグネターといった極限的コンパクト天体の形成過程そのものであり、超新星の爆発機構を明らかにすることは、恒星進化論の最重要テーマの一つである。この問題に対して、星が持つ自転、磁場のようなマクロ物理と、ニュートリノ反応を始めとするマイクロ物理の効果に着目した上で、主に数値シミュレーションを用いた研究を行なっている。</p> <p>キーワード：恒星進化論、スーパーコンピューター、ニュートリノ、重力波、高密度状態方程式</p>
研究室の構成員
<p>固武 慶（教授）・博士（理学）</p> <p>中村 航（助教）・博士（理学）</p>
2018 年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ
<p>M2: 2 名（理論天体物理：超新星爆発の数値シミュレーション）</p> <p>M1：3 名（理論天体物理：数値流体コードの作成・改良）</p> <p>4 年次生：4 名（理論天体物理学、数値計算コード作成）</p> <p>3 年次生：5 名（理論天体物理学）</p>
教員の担当科目
<p>固武 慶：（学部）宇宙天体物理学、連続体力学、相対論、力学 A、物理学 A、 物理科学研究、卒業論文、物理学基礎ゼミナール</p> <p>中村 航：物理学実験、物理科学実験</p>
教員の所属学会
<p>固武 慶： 日本物理学会、日本天文学会、理論天文学宇宙物理学懇談会</p> <p>中村 航： 日本天文学会</p>
最近 5 年間の学術論文
<p>（査読付き原著論文）</p> <p>① Kotake Kei, Takiwaki Tomoya, Fischer Tobias, Nakamura Ko, Martinez-Pinedo Gabriel, "Impact of Neutrino Opacities on Core-collapse Supernova Simulations", The Astrophysical Journal, 853, 1~24, (2018)</p> <p>② Kuroda Takami, Kotake Kei, Takiwaki Tomoya, Thielemann Friedrich-Karl, "A full general relativistic neutrino radiation-hydrodynamics simulation of a collapsing very massive star and the formation of a black hole" Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, 477, L80~L84, (2018)</p> <p>③ Hayama Kazuhiro, Kuroda Takami, Kotake Kei, Takiwaki Tomoya, "Circular polarization of gravitational waves from non-rotating supernova cores: a new probe into the pre-explosion hydrodynamics", 477, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, 477, L96~L100, (2018)</p> <p>④ O' Connor Evan, Bollig Robert, Burrows Adam, Couch Sean, Fischer Tobias, Janka Hans-Thomas, Kotake Kei, Lentz Eric J, Liebendoerfer Matthias, Messer O E Bronson, Mezzacappa Anthony, Takiwaki Tomoya, Vartanyan David, "Global comparison of core-collapse supernova simulations in spherical symmetry", Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics, 45, 104001(21pp), (2018)</p>

- ⑤ Masada Youhei, Kotake Kei, Takiwaki Tomoya, Yamamoto Naoki, “Chiral magnetohydrodynamic turbulence in core-collapse supernovae”, *Physical Review D*, 98, 083018(17pp), (2018), <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.98.083018>
- ⑥ Kawahara Hajime, Kuroda Takami, Takiwaki Tomoya, Hayama Kazuhiro, Kotake Kei, “A Linear and Quadratic Time-Frequency Analysis of Gravitational Waves from Core-collapse Supernovae”, *The Astrophysical Journal*, 867, 126(13pp), (2018)
- ⑦ Sotani Hajime, Kuroda Takami, Takiwaki Tomoya, Kotake Kei, “Probing mass-radius relation of protoneutron stars from gravitational-wave asteroseismology”, *Physical Review D*, 96, 6, id.063005, (10pp), (2017)
- ⑧ Kuroda Takami, Kotake Kei, Hayama Kazuhiro, Takiwaki Tomoya, “Correlated Signatures of Gravitational-wave and Neutrino Emission in Three-dimensional General-relativistic Core-collapse Supernova Simulations”, *The Astrophysical Journal*, Volume 851, Issue 1, article id. 62, (12 pp), (2017)
- ⑨ Horiuchi Shunsaku, Nakamura Ko, Takiwaki Tomoya, Kotake Kei, “Estimating the core compactness of massive stars with Galactic supernova neutrinos”, *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, 44, 11, 114001, (12pp), (2017)
- ⑩ Kuroda Takami, Kotake Kei, and Takiwaki Tomoya, “A New Gravitational-wave Signature of Standing Accretion Shock Instability from Supernovae”, *The Astrophysical Journal Letters*, 829, L14, (6 pp), (2016)
- ⑪ Kuroda Takami, Takiwaki Tomoya, and Kotake Kei, “A New Multi-energy Neutrino Radiation-Hydrodynamics Code in Full General Relativity and Its Application to the Gravitational Collapse of Massive Stars”, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2, 20, (27pp), (2016)
- ⑫ Nakamura, K, Horiuchi, S, Tanaka, M, Hayama, K, Takiwaki, T, Kotake, K, “Multi-messenger signals of long-term core-collapse supernova simulations : synergetic observation strategies” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (以下MNRASと記す), 460, 2, (24pp), (2016)
- ⑬ Suwa, Y, Yamada, S, Takiwaki, T, and Kotake, K, “The Criterion of Supernova Explosion Revisited: The Mass Accretion History”, *The Astrophysical Journal*, 816, 43, (16 pp), (2016)
- ⑭ Hayama, Kazuhiro, Kuroda, Takami, Nakamura, Ko, Yamada, Shoichi, “Circular Polarizations of Gravitational Waves from Core-Collapse Supernovae: A Clear Indication of Rapid Rotation”, *Physical Review Letters*, 116, 15, 151102, (2016)
- ⑮ Tomoya Takiwaki, Kei Kotake, and Yudai Suwa, “Three-dimensional simulations of rapidly rotating core-collapse supernovae: finding a neutrino-powered explosion aided by non-axisymmetric flows”, *MNRAS Letters*, 461, 1, (4pp), (2016)
- ⑯ Kuroda, Takami; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei, “A New Multi-energy Neutrino Radiation-Hydrodynamics Code in Full General Relativity and Its Application to the Gravitational Collapse of Massive Stars”, *The Astrophysical Journal Supplement Series (ApJS)*, 222, 20, 27pp, (2016)
- ⑰ Suwa, Yudai, Yamada, Shoichi, Takiwaki, Tomoya, Kotake, Kei. “The Criterion of Supernova Explosion Revisited: The Mass Accretion History”, *ApJ*, 816, 43, 16 pp. (2016)
- ⑱ Nakamura, Ko; Takiwaki, Tomoya; Kuroda, Takami; Kotake, Kei, Systematic features of axisymmetric neutrino-driven core-collapse supernova models in multiple progenitors, *PASJ*, 67, Issue 6, id.10716, 107 (2015)
- ⑲ Hayama, Kazuhiro; Kuroda, Takami; Kotake, Kei; Takiwaki, Tomoya “Coherent network analysis of gravitational waves from three-dimensional core-collapse supernova models”, *Physical Review D*, Volume 92, Issue 12, id122001, (2015)
- ⑳ Masada, Youhei; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei, “Magnetohydrodynamic Turbulence Powered by Magnetorotational Instability in Nascent Protoneutron Stars”, *Astrophysical Journal Letters*, Volume 798, Issue 1, article id. L22, 7 pp. (2015)

- 21 Horiuchi, S.; Nakamura, K.; Takiwaki, T.; Kotake, K.; Tanaka, M, “The red supergiant and supernova rate problems: implications for core-collapse supernova physics”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 445, Issue 1, p.L99–L103, (2014)
- 22 Nakamura, Ko; Kuroda, Takami; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei, “Impacts of Rotation on Three-dimensional Hydrodynamics of Core-collapse Supernovae”, The Astrophysical Journal, Volume 793, Issue 1, article id. 45, 14 pp. (2014)
- 23 Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei; Suwa, Yudai, “A Comparison of Two- and Three-dimensional Neutrino-hydrodynamics Simulations of Core-collapse Supernovae”, The Astrophysical Journal, Volume 786, Issue 2, article id. 83, 8 pp. (2014)
- 24 Kuroda, Takami; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei, “Gravitational wave signatures from low-mode spiral instabilities in rapidly rotating supernova cores” Physical Review D, Volume 89, Issue 4, id.044011, (2014)
- 25 Nakamura, Ko; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei; Nishimura, Nobuya, “Revisiting Impacts of Nuclear Burning for Reviving Weak Shocks in” Neutrino-driven Supernovae, Astrophysical Journal, 782, 91, 14 pp. (2014)

<査読付き Proceedings>

1. Ikeda, E., Kotake, K. and Nakamura, K, “Gravitational Wave Emission from Long-Term Self-Consistent Two-dimensional Core-Collapse Supernova Models”, Proceedings of NIC2016, id.020109/, 1-3, 2017年1月
2. Eichler, M., Nakamura, K., Takiwaki, T., Kuroda, T., Kotake, K., Hempel, M., Cabezón, R., Liebendoerfer, M., and Thielemann, F-K., “Nucleosynthesis in 2D Core-Collapse Supernova Long-Term Simulations of 11.2 and 17.0 Solar Mass Progenitors”, Proceedings of NIC2016, id.020604/, 1-3, 2017年1月
3. Nakamura, K., Takiwaki, T., Kuroda, T., and Kotake, K. Systematic Features and Progenitor Dependence of Core-Collapse Supernovae · Proceedings of NIC2016, id.010610/, 1-4, 2017年1月

最近5年間の学術著書

Kotake Kei and Kuroda Takami, “Gravitational Waves from Core-Collapse Supernovae”, Handbook of Supernovae, Springer, (Eds. Alsabti, Athem W., Murdin, Paul), (pp1~27), (2017)

最近5年間の学術国際会議での発表

- ① Kei Kotake, “Neutrinos and multi-messenger signatures for a galactic supernova”, The 19th International Workshop on Next generation Nucleon Decay and Neutrino (NNN18) (招待講演) Vancouver, Canada, 2018年11月
- ② Kei Kotake, “Gravitational-wave and Neutrino Signatures from core-collapse supernovae”, GW-genesis workshop on “Deciphering multi-dimensional nature of core-collapse supernovae via gravitational-wave and neutrino signatures” (SNeGWv2018)、富山国際会議場 (国内学会の国際学会), 2018年10月
- ③ Kei Kotake, “Gravitational-wave and neutrino signatures from core-collapse supernovae: review and perspectives”, Gamma-ray bursts and supernovae: from the central engines to the observers, Institute dAstrophysics, France, 2018年7月
- ④ Kei Kotake, “Neutrino and Gravitational-wave Signatures from Core-Collapse Supernovae”, Gravitational-waves, ElectroMagnetic and Dark-Matter, Physics (GEMMA2018) (招待講演), Lecce, Italy 2018年6月
- ⑤ Kei Kotake, “Exploding and Non-Exploding Core-Collapse Supernova Models in 3D and the Multi-messenger Analysis”, TDLI Workshop on the Exploding Universe (招待講演), 上海、China 2018年5月
- ⑥ Kotake Kei “Multi-Messenger Probes into the Multi-D Supernova Neutrino Mechanism” (招待講演), CoCoNuT meeting 2017, Garching, ドイツ 2017年10/20–10/25
- ⑦ Kotake Kei “Gravitational-waves Signals from Core-collapse Supernovae: what can we learn for sure?”, Wuhan GW workshop, (招待講演), 武汉大学、中国, (2017)

- 年 10/6-8)
- ⑧ Kotake Kei “Gravitational wave signatures from multi-dimensional core-collapse supernova models” (招待講演), GWPAW 2017, Annecy, フランス (2017年 5/30-6/2)
 - ⑨ Kotake Kei “Multi-messenger signatures from 3D core-collapse supernovae” (招待講演), IAU Symposium 331, SN1987A, 30 years later, Village Corail, La Reunion, フランス (2017年 2/19-24)
 - ⑩ Kotake Kei “Gravitational Wave Signatures from 3D Core-Collapse Supernova Models” (招待講演), Workshop on Numerical Relativity in matter spacetimes for GW astronomy, The University-Enterprise Foundation of Valencia, バレンシア、(2016年 12/13)
 - ⑪ Nakamura Ko, “Multi-messenger signals from core-collapse supernovae”, RESCEU Symposium “GW Astrophysics in the High Event Rate Regime”, 東京大学 (2016年 12月) 国内開催の国際会議
 - ⑫ Kotake Kei, “SASI-modulation in Neutrino and Gravitational-wave Signatures” (招待講演), Workshop on compact objects, University of Basel, Basel, スイス, (2016年 9/29-10/1)
 - ⑬ Nakamura Ko, “Systematic features and progenitor dependence of core-collapse supernovae”, 14th international symposium on Nuclei in the Cosmos, 朱鷺メッセ新潟、(2016年 6月) 国内開催の国際会議
 - ⑭ Nakamura Ko, “Supernova as sources of multi-messenger signals”, International symposium on “Revealing the history of the universe with underground particle and nuclear research”, 東京大学、(2016年 5月) 国内開催の国際会議
 - ⑮ Kotake Kei, “Neutrino Signatures of 3D Supernova Cores”, Flavor Observations with Supernova Neutrinos (招待講演), INT, アメリカ, (2016年 8/15-19)
 - ⑯ Nakamura Ko, “Systematic features and progenitor dependence of core-collapse supernovae”, QUCS 2015, 奈良春日野国際フォーラム (2015年 11月) 国内開催の国際会議
 - ⑰ Kotake Kei: “Explosion theory of core-collapse supernovae” (招待講演), IAU XXIV general assembly: Bridging Laboratory Astrophysics and Astronomy, Honolulu, Hawaii (2015年 8月)
 - ⑱ Kotake Kei: “Probing Supernova Core-Collapse Physics with Gravitational Wave Detections” (招待講演), Fourteenth Marcel Grossmann (MG14), University of Rome La Sapienza, Rome (2015年 7月)
 - ⑲ Kotake Kei: “Peeling the Nature of Core-Collapse Supernovae by Multi-Messenger observables” (招待講演), FOE: Fifty-One Erg - International Conference on the physics and observations of supernovae and supernova remnants, NC State University, USA (2015年 6月)
 - ⑳ Kotake Kei: “Multi-D Core-Collapse Supernova Models and the Multi-Messenger Observables” (招待講演) International Workshop on Neutrino Physics and Astrophysics, Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul, トルコ, (2015年 3/18)
 - 21 Kotake Kei: “Multimessenger observables from core-collapse supernovae: some strategies” (招待講演) Brainstorming meeting, Basel University, Basel, スイス (2014年 9/23)
 - 22 Kotake Kei: “Multimessenger observables from multi-D core-collapse supernova simulations” Nuclear Physics and Astrophysics of Neutron-Star Mergers and Supernovae, and the Origin of R-Process Elements, ICT*, Trento, (2014年 9/10), イタリア
 - 23 Kotake Kei: “Multi-D Core-Collapse Supernova Explosions and the Multi-Messenger Signatures” (招待講演) The 40th COSPAR Scientific assembly, Lomonosov Moscow State University, Moscow, (2014年 8/2) ロシア

最近5年間の代表者としての学外資金導入実績

科研費：固武 慶：

新学術領域研究(研究領域提案型)(計画研究) 「重力波天文学で解き明かす超新星爆の物理」(期間 2017～2021年度、金額 108,030千円)

<p>基盤研究 A 「大質量星の多次元進化から迫る爆発的コンパクト天体形成の統一的解明」(期間 2017~2020 年度、金額 24700 千円)</p> <p>国際共同加速基金「マルチメッセンジャーから迫る高密度爆発天体現象の理論的解明(国際強化)」(期間 2016 年度、金額 6700 千円)</p> <p>若手研究 A 「マルチメッセンジャー天文学で迫る高密度爆発的天体現象の理論的解明」(期間 2014~2016 年度、金額 6890 千円)</p> <p>中村 航：</p> <p>科研費・新学術領域研究(研究領域提案型)「超新星ニュートリノで探る大質量星コア構造」(期間 2017 年~2018 年、金額:2600 千円)</p> <p>若手研究 B 「超新星元素合成の系統的研究」(期間 2016~2018 年度、金額:1430 千円)</p> <p>新学術領域(研究領域提案型)「超新星ニュートリノで探る大質量星コア構造」(期間 2017~2018 年度、金額：2000 千円)</p>
<p>最近 5 年間の代表者としての学内資金導入実績</p> <p>総合科学研究(若手):「Core-Collapse Supernova Astronomy」(期間 2015~2016、3000 千円)</p> <p>総合科学研究(若手):「スパコン重力波」(期間 2017~2018、3000 千円)</p> <p>推奨研究プロジェクト(若手):「多次元数値シミュレーションで解き明かす超新星ニュートリノの放射メカニズム」(期間 2017~2019 年、4860 千円)</p>
<p>最近 5 年間の学会等学術団体における役職など</p> <p>理論天文学宇宙物理学懇談会 運営委員(2015 年 10 月まで)</p> <p>国立天文台：すばる望遠鏡 TAC 委員、シミュレーションプロジェクト運営委員会委員</p> <p>欧州学術会議(European Research Council) 審査委員、米国科学財団(National Science Foundation)審査委員、Astroparticle Physics, Publication of Astronomical Society of Japan 編集委員 (editorial board member)</p>
<p>最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など</p> <p>該当なし</p>
<p>最近 5 年間の一般(非学術)集会での発表論文</p> <p>該当なし</p>
<p>最近 5 年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など</p> <p>2015年9/19, 固武 慶:壮絶なる星の最期:超新星爆発、リフレッシュ理科教室、応用物理学会、リフレッシュ理科教室実行委員会、飯塚コミュニティセンター</p> <p>2015年8/1, 固武 慶:宇宙の不思議:超新星爆発、リフレッシュ理科教室、応用物理学会、リフレッシュ理科教室実行委員会、福岡少年科学館</p> <p>2014年10/18 固武 慶:壮絶なる星の最後:超新星爆発、大分NHKカルチャーセンター</p>
<p>その他特筆事項</p> <p>該当なし</p>