

# 戎崎計算宇宙物理研究室 Computational Astrophysics Laboratory

主任研究員 戎崎 俊一  
EBISUZAKI, Toshikazu

当研究室は超高エネルギー宇宙線（1020電子ボルト）を検出するためのJEM-EUSO(Extreme Universe Space Observatory on the Japan experiment module of the International space station)の推進を活動の柱とする。JEM-EUSOは口径約2.5メートルで約60度の視野を持つ超広視野望遠鏡で、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)の曝露部(EF)に装着される。半径約400kmの領域の地球大気を一度に観測する。JEM-EUSOは日米を中心として、欧、アジアの協力のもと建設される。2013年頃の打上を予定している。JEM-EUSOは、JEMの第二期利用ミッション候補としてJAXAに採用され、JAXAのもとでphase-A研究が進行中である。その他に、超高速専用計算機の開発とそれによる生体高分子、巨大ブラックホールの形成過程とその極超新星ガンマ線バーストの関係を調べるシミュレーション、計算物質科学、計算機の教育利用、などの研究が活発に行なわれている。

## 1. 超高エネルギー宇宙線研究(戎崎, 滝澤, 川崎\*1)

JEM-EUSOは、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」(JEM)の曝露部(EF)の第二期利用の候補ミッションとして2007年5月にJAXA採用された。これに基づき、JAXAとの間で共同研究契約が結ばれて、概念設計(phase-A研究)を実施している。当研究室は、JEM-EUSOを推進する中核的存在として、日、米、仏、独、伊、墨、韓、露、瑞、西、54機関、141名と協力しながら、JEM-EUSOの各システム(光学系、焦点面検出器、電子回路、大気モニタ、JEM-EUSOシステム、観測性能評価シミュレーション)の製作準備を進めている。主な協力機関は、アラバマ大ハンツビル校、甲南大学、埼玉大学、青山学院大学、ISAS(宇宙科学研究本部)、北海道大学、JAXAなどである。

## 2. 宇宙物理シミュレーション(戎崎, 伊吹山\*4)

高密度星団の中での大質量星の暴走的な合体を研究している。このような合体は力学摩擦により大質量星が星団中心部に落下し、近接遭遇確率が上昇するために発生されると考えられる。本年度は星団全体の力学進化をN体計算により数値実験したうえで、その中で実際に大質量星が近接遭遇する際の衝突過程をSPH法によりシミュレーションした。さらに衝突後、合体した星がどのように進化するかをシミュレートした。合体した星は中心にヘリウムをおおきく含み、大質量となることからコア-ハロー構造をもつ。その結果、衝突確率がさらに上昇し暴走的合体はより促進されることが示唆された。また、天の川銀河の周りを公転する大小マゼラン銀河、いて座矮小銀河の動きを観測された視線速度、固有運動から数値シミュレーションで再現し、約25億年前と約7億年前の天の川銀河の円盤内でのスターバーストの原因として位置づけた。この時期は地球が全球凍結するなど地球史上の大イベントが起こった時期と一致しており、その関連を議論した。

## 3. 高度情報技術を使ったヒューマンインターフェースの研究(戎崎, 高幣, 金子)

シミュレーション結果についての人間の直感的な理解を助けるため、データのリアルタイム可視化技術の研究とシステム構築を行っている。昨年度の国立天文台と共同研究を行っている科学技術振興調整費4次元デジタル宇宙映像配給システムの構築の成果を下に、本年度は立体ドームシステムに必要なツール群の開発と、運用のための支援ソフトウェアの開発を進めた。2008年度には、科学技術館ユニバースホールが改修されて立体ドームとなるが、その運営とコンテンツの製作に協力した。

また、研究成果を研究者が共有しやすいアプリケーションソフトReKOSの開発を推進した。このソフトウェアを用いることにより、研究成果を広く学校教育、社会教育の教育現場で活用できるようにもなる。フリーソフトとして配布を行っている。同ソフトウェアを基礎から完全に再構築し直したVer.2.0のリリース準備をしている。これは既存バージョンとの互換性を残しながら、飛躍的な機能の向上と、より多機能で親和性の高いシステムとの連携を可能にするものである。

\*1 協力研究員, \*2 ジュニア・リサーチ・アソシエイト, \*3 研修生, \*4 基礎科学特別研究員

Computational Astrophysics Laboratory promotes in JEM-EUSO (Extreme Universe Space Observatory on the Japan experiment module of the International space station) mission that observes giant-air showers by ultra-high-energy cosmic ray from the orbit. JEM-EUSO is a super wide-field (60 degrees) telescope with a diameter of 2.5 meters planned to be installed in International Space Station.

Other active studies are running in parallel for the development of super-high speed special purpose computers and the large scale simulations of bio-molecules and formation process of super massive black-holes and its relation to hypernova/gamma-ray burst, computational materials science, and education with computers.

### **1. Investigation of ultra-high energy cosmic rays (Ebisuzaki, Takizawa, Kawasaki\*2)**

Computational Astrophysics Laboratory promotes in JEM-EUSO (Extreme Universe Space Observatory on the Japan Experiment Module of the International Space Station) mission that observes giant-air showers by ultra-high-energy cosmic ray from the ISS orbit. Original EUSO was taken the lead by European Space Agency (ESA). However, the start of ESA phase-Bis postponed for a long time because of financial problems in ESA and European countries. Japanese and U.S. teams re-define EUSO as a mission attached to Japanese Experiment Module/Exposure Facility (JEM/ EF) of ISS and named it as JEM-EUSO targeting the launch of 2013 in the framework of second phase of JEM/EF utilization.

We are managing most main parts of JEM-EUSO (Optics, Focal surface detector, Electronics, Atmospheric monitor system, JEM-EUSO system, End to end simulation) in corporation with 8 countries, 54 institutes, 141 researchers. Major collaboration institutes are Univ. of Alabama in Huntsville, Konan Univ., Saitama Univ., Aoyama Gakuin Univ., Hokkaido Univ., ISAS/JAXA and JAXA. And, JEM-EUSO is supported by European and Asian collaborators.

### **2. Astrophysical Simulations (Ebisuzaki, Ibukiyama\*1)**

We have studied run-away merging process of massive stars at the center of dense stellar clusters. Massive stars cluster around the center through dynamical friction, and close encounter rate increases. In order to understand this process better, we at first simulated the dynamical evolution of the cluster by N-body simulation, and then picked up the particular case of close encounter of massive stars. For this case based on realistic context, we simulated the merging process with the SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) method as well as evolution of the merged star. Resulting merged star becomes more helium-rich in the core. Massive and helium-rich nature enhances core-halo structure of the merged stars, suggesting run-away process is more promoted because of increased encounter rate. We have simulated the motion of Large Magellanic Cloud (LMC), Small Magellanic Cloud (SMC), and Sagittarius Dwarf Galaxy (Sgr) around the Galaxy, based on their observed radial and tangential velocity. Our simulation suggests that the close encounter of these satellite galaxies have caused star bursts in the Galactic disc 0.7 Gyr and 2.5 Gyr ago. These star burst periods correspond with the snowball Earth periods. We have discussed possible cause and effect relation between these Galactic event and Earth's drastic climate change scenario.

### **3. Studies of human interface with advanced information technology**

(We are developing a real-time visualization system to assist intuitive understanding of simulation results. In FY2007, we developed tools for constructing a stereoscopic dome system and software for managing the shows in the dome environment, which are based on the collaborative research project (FY2006) of 4D digital universe visualization with the National Astronomical Observatory of Japan. We contributed to the renewal of the "Universe Hall" in the Science and Technology Museum in introducing the dome system, managing the shows and creating the contents for the system.

We developed ReKOS, a friendly application software for sharing the results among researchers. By using this software, research results can be widely utilized at various kinds of schools. This software is named ReKOS and distributed as free software. This year we rebuilt ReKOS from scratch and improved its functionalities and usability dramatically. The program will be released as the new version (ver. 2.0) of ReKOS.

#### *Staff*

##### *Head*

Dr. Toshikazu EBISUZAKI

##### *Members*

Dr. Toshiaki IITAKA

Dr. Yoshiyuki TAKIZAWA

Dr. Akihiko IBUKIYAMA\*1

Dr. Ryuho KATAOKA<sup>1</sup>

Ms. Iriko KANEKO\*2

Dr. Yoshiya KAWASAKI\*2

Mr. Hiroshi MASE\*2

Mr. Hiroki MATSUBARA

---

\*1 Special Postdoctoral Researcher      \*2 Contract Researcher

### *Visiting Members*

Mr. Hidehiko AGATA (Natl. Astro. Obs.)  
Dr. Holger BAUMGARDT (University of Bonn)  
Dr. Mario BERTAINA (University of Torino)  
Mr. Ichiro CHIKAMI (Kagoshima Pref. Sch. Handicapped Children)  
Dr. Noumov Vadimovich DMITRY (Laboratory of Nuclear Problems)  
Dr. Noboru EBIZUKA (Konan University)  
Dr. Xiao FENG (Interdiscip. Grad. Sch. Sci. Eng., Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Masao FURUKAWA (Space Systems Development Corporation)  
Dr. Masamitsu GOSHIMA (Sugamo Jr. High Sch.)  
Mr. Koji Hata (Okayama High Sch.)  
Dr. Takashi HIRAI (Hyogo University)  
Dr. Yoshinori HIRANO (Keio University)  
Dr. Akira HORI (Hokkaido University)  
Dr. Takeo HOSHI (Tottori University)  
Dr. Shigeru IDA (Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo Inst. Technol.)  
Dr. Tomohito IMAI (Self Defense Forces Sapporo General Hospital Orthopaedic Surgery)  
Dr. Naoya INOUE (Fac. Sci., Saitama Univ.)  
Dr. Akira ISHII (Fac. Eng., Tottori Univ.)  
Dr. Yasuhio ISHIMINE (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)  
Dr. Tomoyoshi ITO (Dept. Electro. Mech. Eng., Chiba Univ.)  
Dr. Tse Sak John (National Research Council of Canada)  
Dr. Fumiyoshi KAJINO (Konan Univ.)  
Dr. Yukio KATSUKAWA (National Astronomical Observatory Japan)  
Dr. Tomoyuki KINJYOU (Okazaki National Research Institutes)  
Dr. Tadashi KIFUNE (Fac. Eng., Shinshu Univ.)  
Dr. Eiichiro KOKUBO (National Astronomical Observatory Japan)  
Dr. Kholmurodov KHOLMIRZO (Joint Institute for Nuclear Research)  
Dr. Yanming MA (National Lab. of Superhard Materials Jilin University)  
Dr. Manabu MACHIDA (The University of Tokyo Institute of Industrial Science)  
Dr. Keiichi MAEDA (The University of Tokyo Graduate School/College of Arts and Sciences Department of General Systems Studies)  
Dr. Takahiro MAEHIRA (Faculty of Science University of the Ryukyus)  
Dr. Junichiro MAKINO (Univ. Of Tokyo)  
Dr. Sigenori MARUYAMA (Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Naoki MATSUMOTO (Keio High Sch.)  
Dr. Hitoshi MIURA (Image Dept., Musashino Art Univ.)  
Dr. Tesuya MORISHITA (School of Engineering The University of Tokyo)  
Dr. Yoshio MIYAZAKI (Fukui technical Univ.)  
Dr. Yasuhiro NAITO (Dept. Mech. Eng., Keio Univ.)  
Dr. Motohiko NAGANO (Fukui technical Univ.)  
Dr. Unpei NAGASHIMA (Natl. Inst. Mat. Chem. Res.)  
Dr. Shinichiro NAKAMURA (MITSUBISHI Chemical Corporation)  
Dr. Naoto NAKASATO (Aizu University)  
Dr. Eiji NISHIBORI (Department of Applied Physics, Nagoya University)  
Dr. Shintarou NOMURA (University of Tsukuba)  
Dr. Susumu OKAZAKI (Interdiscip. Grad. Sch. Sci. Eng., Tokyo Inst. Technol.)  
Dr. Toshihiro OMODAKA (Fac. Sci., Kagoshima Univ.)  
Mr. Osamu OSHIMA (Kamogata High Sch.)  
Mr. Hikaru Okuno (Japan Science Foundation)  
Mr. Masami OKYUDO (Misato Observatory)  
Dr. Fabio PICCHIERI (Tohoku University)  
Dr. Naoto SAKAKI (College of Science and Engineering Aoyama Gakuin Univ.)  
Dr. Makoto SAKATA (Department of Applied Physics, Nagoya Univ.)  
Dr. Mitsuteru SATO (Hokkaido University)  
Dr. Masumi SHIMOJO (National Astronomical Observatory Japan)  
Dr. Hisaaki SHINKAI (Osaka Institute of Technology)  
Dr. Michael Paul STOPA (Harvard University)

Dr. Masanori TACHIKAWA (Associate Professor, Quantum Chemistry Division, Graduate school of Science, Yokohama-city University)  
Dr. Hiroshi TANAKA ( Tottori Univ.)  
Dr. Toru TAKAHASHI (Tokyo University)  
Dr. Yoshiyuki TAKAHASHI (Univ. of Alabama in Huntsville)  
Dr. Yukihiro TAKAHASHI ( Graduate School of Science and Faculty of Science, Tohoku University)  
Mr. Toshiyuki TAKAHEI  
Dr. Masahiro TESHIMA (Max-Planck-Institut. fuerphysik)  
Dr. Masaru TOMITA (Inst. Adv. Biosci., Keio Univ.)  
Dr. Fumiko TAJIMA (Department of Earth and Planetary Systems Science Graduate School of Science at Hiroshima University)  
Dr. Tsuyoshi UEDA (University of Tsukuba)  
Dr. Gentarou WATANABE  
Dr. Takashi YABE (Dept. Built Environ., Tokyo Inst. Technol.)  
Dr. Koji YASUDA (Nagoya University)  
Dr. Kenji YASUOKA (Dept. Mech. Eng., Keio Univ.)  
Dr. Yuichi YATSUYANAGI (Kyoto University)  
Dr. Yoshio YAMAGUCHI ( The University of Tokyo School of Science )  
Dr. Satoshi YOKOJIMA (MITSUBISHI Chemical Corporation)  
Dr. Shigeru YOSHIDA (Chiba Univ.)