

S001-01

Zoom meeting A : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

9:00~9:15

地球内部電磁気・地殻活動電磁気学研究の現状と課題

#橋本 武志¹⁾, 市原 寛²⁾

(¹ 北大・理・地震火山セ, (² 名古屋大学地震火山研究センター)

Current state and issues of research fields on electromagnetism in the Earth's interior and tectono-electromagnetism

#Takeshi Hashimoto¹⁾, Hiroshi Ichihara²⁾

(¹ ISV, Hokkaido Univ., (² Nagoya University)

The studies on the electromagnetic properties such as electrical conductivity and magnetization in the Earth's interior is a central issue of the Conductivity Anomaly Subcommittee in SGEPSS. Since this research field covers a wide range from the Earth's surface to the core, multi-scale observations and modeling are required. Recent advances in observation and analysis techniques have led to refinement in modeling the heterogeneous Earth, detection of spatiotemporal changes, and progress in monitoring the tectonic activities such as earthquakes and volcanoes. The following issues were raised in the future plan that was published in 2019.

- Electromagnetic imaging of earthquake and volcanic fields
- Research on the electrical conductivity structure of the mantle
- Database of electrical properties of rocks and minerals based on high-temperature and high-pressure experiments
- Detection of various electromagnetic signals and subsurface structural changes associated with tectonic activities
- Electromagnetic reference stations with low noise level
- Automation of absolute geomagnetic field observation and construction of highly accurate standard magnetic field models in a regional scale
- Explorations for geothermal resource, submarine hydrothermal deposit and hydrocarbons
- Novel applications of aerial/ground/submarine unmanned vehicles to EM measurements
- Other technological development supporting the research field

In the presentation, we describe the current state of these researches to discuss their future prospects. We will also discuss issues on the management, sharing, and publication of the data related to this subcommittee.

地球内部の電気伝導度や磁化などの電磁気学的物性の分布に関する研究は、SGEPSSではConductivity Anomaly分科会の中心的課題となっている。この研究分野の扱う対象は地球表層から中心核までと幅広いため、マルチスケールでの観測やモデル化が求められる。近年の観測・解析技術の発展にともない、構造モデルの精緻化、構造の時間変化の検出、および地殻活動のモニタリングに関する研究が進んでいる。また、この分野では、地震学、火山学、岩石学、地球化学等、地球惑星科学の多様な専門分野との連携も盛んである。2019年度にまとめられた将来計画では、以下の諸課題が挙げられた。

- ・ 地震や火山の発生場の電磁氣的イメージング
- ・ マントルの電気伝導度構造研究
- ・ 高温・高圧実験による岩石・鉱物の電気物性データベースの構築
- ・ 地殻活動に伴う様々な電磁場変動・地下構造変化の検出
- ・ ノイズレベルの低い電磁場参照観測点の確保
- ・ 地磁気絶対観測の自動化と高精度のリージョナル標準磁場モデルの構築
- ・ 地熱資源探査, 海底熱水鉱床・炭化水素探査
- ・ 無人機を利用した計測の新展開
- ・ 研究を支える技術開発

発表では、これらの研究に関する現状を説明し、その将来的な展望について述べる。また、本分科会が抱えるデータの管理・共有・公開にまつわる問題についても触れる。

S001-02

Zoom meeting A : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

9:15~9:30

地磁気・古地磁気・岩石磁気分野の展望と技術開発・研究環境整備の必要性

#小田 啓邦¹⁾, 山本 裕二²⁾, 望月 伸竜³⁾, 川村 紀子⁴⁾, 野木 義史⁵⁾, 木戸 ゆかり⁶⁾, 高橋 太⁷⁾, 清水 久芳⁸⁾, 松島 政貴⁹⁾, 畠山 唯達¹⁰⁾, 齋藤 武士¹¹⁾

(¹⁾産総研・地質情報, (²⁾高知大, (³⁾熊本大学, (⁴⁾海上保安庁・海保大, (⁵⁾極地研, (⁶⁾海洋機構, (⁷⁾九大・理・地惑, (⁸⁾東大・地震研, (⁹⁾東工大, (¹⁰⁾岡山理大・情報処理セ, (¹¹⁾信大・理

Future Prospects, Technology Developments and Research Environments in Geomagnetism, Paleomagnetism and Rock Magnetism

#Hirokuni Oda¹⁾, Yuhji Yamamoto²⁾, Nobutatsu Mochizuki³⁾, Noriko Kawamura⁴⁾, Yoshifumi Nogi⁵⁾, Yukari KIDO⁶⁾, Futoshi Takahashi⁷⁾, Hisayoshi Shimizu⁸⁾, Masaki Matsushima⁹⁾, Tadahiro Hatakeyama¹⁰⁾, Takeshi Saito¹¹⁾

(¹⁾IGG, GSJ, AIST, (²⁾Kochi University, (³⁾Kumamoto University, (⁴⁾JCGA, (⁵⁾NIPR, (⁶⁾JAMSTEC, (⁷⁾Kyushu Univ., (⁸⁾ERI, University of Tokyo, (⁹⁾Tokyo Tech, (¹⁰⁾IPC, Okayama University of Science, (¹¹⁾Geology, Shinshu Univ.

Research Fields in Geomagnetism, Paleomagnetism and Rock Magnetism includes vast topics with different aspects of Earth and Planetary Sciences. Here, we review recent developments of the research fields and provide future perspectives. In Geomagnetism, geodynamo simulation in a realistic manner is one of the important goals as well as low noise observation at the observatories and satellites. International Geomagnetic Reference Field is one of the visible outputs. In Paleomagnetism, there are several research directions. One is the researches aiming at understanding the fundamental properties of the Earth's magnetic field from its initiation to the future. Again, geodynamo simulation combined with the paleomagnetic data should play an important role in unraveling the process in the Earth's core. Another is the researches on application of the Earth's magnetic field on tectonics, stratigraphy and other processes in geology and geophysics. Magnetostratigraphy is one of the important applications providing chronology in geology, which is exemplified by Chibanian and Chiba section; a recently approved GSSP. Magnetic anomaly is also an important topic and further understanding will be needed in terms of the source of magnetization and tectonic processes. Magnetic anomalies of planetary bodies are also important in understanding their core formations and later developments. Studies on samples returned from Moon and Planets may also need to be considered together with those on meteorites. In rock magnetism, there are research directions in foundations and applications. Foundations consists of observations and measurements at atomic to nanometer scale with state-of-the-art microscopes etc. and micro-magnetic simulations. Unmixing of natural mixtures using non-destructive magnetic measurements such as first-order-reversal-curve, ferromagnetic resonance, etc. are developing. Technologies such as machine learning may accelerate the software developments for unmixing and inversion. Rock magnetism is important in enhancing the reliability and implications of paleomagnetism. Also, environmental magnetism is one of the important applications providing values in geological history together with the proxies other than magnetism. Considering the above mentioned situations in the fields, we try to summarize the necessity in Technology Developments and Research Environments for the future growth of the fields in the coming ten years.

S001-03

Zoom meeting A : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

9:30~9:45

中間圏・熱圏・電離圏 (MTI) 分科会における 2030 年代までの MTI 結合過程の理解に向けた将来構想

#新堀 淳樹¹⁾, 藤本 晶子^{2,3)}, Hozumi Kornyanat³⁾, 中田 裕之⁴⁾, 西岡 未知⁵⁾, 富川 喜弘⁶⁾, 津田 卓雄⁷⁾

(¹⁾名古屋大学宇宙地球環境研究所, (²⁾九工大, (³⁾NICT, (⁴⁾千葉大・工, (⁵⁾情報通信研究機構, (⁶⁾極地研, (⁷⁾電通大

Grand challenge of understanding the MTI coupling processes until the 2030s in the MTI subcommittee

#Atsuki Shinbori¹⁾, Akiko Fujimoto^{2,3)}, Kornyanat Hozumi³⁾, Hiroyuki Nakata⁴⁾, Michi Nishioka⁵⁾, Yoshihiro Tomikawa⁶⁾, Takuo Tsuda⁷⁾

(¹⁾ISEE, Nagoya Univ., (²⁾Kyutech, (³⁾NICT, (⁴⁾Grad. School of Eng., Chiba Univ., (⁵⁾NICT, (⁶⁾NIPR, (⁷⁾UEC

The Earth's atmosphere is classified into the troposphere, stratosphere, mesosphere, and thermosphere by the height profile of temperature, and a part of upper mesosphere and thermosphere is ionized by solar X-ray and extreme ultraviolet (EUV) radiation and high energetic particles from the magnetosphere. This atmospheric layer is called the ionosphere, which is composed of weekly ionized plasmas. Among the atmospheric layers, the mesosphere-thermosphere-ionosphere (MTI) region is strongly influenced by atmospheric waves propagating from lower atmosphere in addition to solar activity. Further, at high latitudes, the MTI region is strongly coupled to the magnetosphere, which supplies energetic particle precipitation and electromagnetic field carried by field-aligned currents. A part of polar electric field penetrates to the equatorial ionosphere. Therefore, to understand physical processes of various kinds of phenomena observed in the MTI region, we need to perform an integrated analysis of different types of data obtained from ground-based and satellite observations and global atmosphere-ionosphere coupling models by mixing wide knowledge of meteorology, space physics, radio frequency engineering and atmospheric chemistry. To accomplish such objectives, the MTI subcommittee has held an MTI meeting every year since 1998 to provide good opportunity to share recent research trends of physical and chemical processes in the MTI region and coupling process to other regions with researchers of different fields and to lead to more efficient and effective research activities. In recent years, the characteristics of spatiotemporal variation of fine structures of the MTI region have been clarified due to the enhancement of ground-based observation network such as numerous GNSS receiver networks and optical observations and the improvement of the global atmosphere-ionosphere coupling model. On the other hand, research fields have been subdivided, making it difficult to grasp the status and direction of individual research. Under this background, the MTI subcommittee proposes to hold an MTI meeting focusing on four research themes to be carried out over the next 10 years: 1. Coupling process with the lower atmosphere, 2. Spatiotemporal variation of electric fields and currents generated in the thermosphere and ionosphere, 3. Coupling process with the magnetosphere, and 4. The response of the MTI region reflected in the neutral and plasma density changes. Through such activities, the MTI subcommittee aims to enhance collaboration with researchers in various fields and to training young researchers and graduate students so that they can play an active role in various fields including the MTI research field. In this talk, we will describe future plans and prospects for understanding the MTI coupling process by the 2030s in the MTI subcommittee.

地球大気は、温度の鉛直構造に従って対流圏、成層圏、中間圏、熱圏に分類され、太陽からやってくる X 線や極端紫外線、磁気圏からやってくる高エネルギー粒子によって上部中間圏と熱圏の一部が電離している。この弱電離プラズマからなる大気層は、電離圏と呼ばれている。その中でも中間圏、熱圏、電離圏 (mesosphere-thermosphere-ionosphere: MTI) は、太陽活動による影響に加えて下層大気から上方伝搬してくる大気波動によって強く影響を受けて変動する。また、高緯度では、磁気圏との結合も強くなり、太陽系空間や磁気圏からの高エネルギー粒子降下や沿磁力線電流による電磁エネルギー (電場) が持ち込まれ、その一部が赤道電離圏へと伝搬する。その故、MTI 域で観測される諸現象の物理過程を理解するためには、気象学、地球電磁気学、電波工学、あるいは大気化学等の幅広い知識を総動員し、様々な地上・衛星観測と全球大気圏-電離圏結合モデルから得られるデータを組み合わせた複合解析を行う必要がある。そのような目的を達成するため、MTI 分科会では、様々なバックグラウンドを持つ研究者が集まり、MTI とその周辺領域での物理・化学過程およびそれらの結合過程に関する情報交換の場とし、より効率的で効果的な研究活動に繋がられるように平成 10 年度から毎年 MTI 研究会を開催してきた。近年では、多数の GNSS 受信機網、光学観測などのグローバルな地上ネットワーク観測の充実や全球大気圏-電離圏結合モデルの向上によって MTI 領域の微細構造の時間・空間変動の様相が明らかになりつつある。その反面、研究分野が細分化され、個々の研究の状況や方向性を把握することが難しくなっている。このような背景にあって、MTI 分科会では、今後 10 年間で実施すべき 4 つの研究テーマ：1. 下層大気との結合過程、2. 熱圏・電離圏内で生成される電場や電流の時間・空間変動、3. 磁気圏との結合過程、4. 中性大気・プラズマ密度変動に反映した MTI 領域の応答過程を中心とした内容で研究会を開催することで、様々な分野の研究者との連携を強くするとともに MTI 分野を含めた多方面の分野で活躍できるような若手研究者や大学院生を育成することを目指す。本講演では、MTI 分科会における 2030 年代までの MTI 結合過程の理解に向けた将来計画や展望について述べる予定である。

S001-04
Zoom meeting A : 11/1 AM1 (9:00-10:30)
9:45~10:00

2030 年代を見据えた内部磁気圏将来構想

#内部磁気圏 分科会¹⁾

⁽¹⁾SGEPS

Future direction of the inner magnetosphere toward the 2030s

#Subcommittee on the InnerMagnetosphere¹⁾

⁽¹⁾SGEPS

The research on the inner magnetosphere has made remarkable progress in the 2010s, driven by a variety of observations utilizing new satellites such as the Arase satellites and Van Allen Probes, ground-based instrument networks consisting of optical, radio, radar, and magnetometers, as well as the integrated collaboration among them. In order to analyze these diverse data efficiently and seamlessly, the development of analytical tools, higher-level scientific data, and databases becomes increasingly important. In recent years, a new observation method, WPIA (Wave-Particle Interaction Analyzer), has been established by improving the performance of electromagnetic field sensors and on-board processing software. Machine learning and statistical methods have also been rapidly developed, greatly advancing inverse problem approaches. The science community has also benefited from newly-developed simulation models and data-driven simulations for various scales of magnetospheric phenomena. New concepts such as the cross-energy coupling via plasma waves, the cross-regional coupling, and the cross-scale coupling have helped to understand the inner magnetosphere as a system, including various nonlinear interactions. While we have improved our understanding of the inner magnetosphere with these new observations and approaches, there are still unresolved issues and new scientific challenges. It noted that humans operate many spacecraft and manned activities in the inner magnetosphere. The study of the inner magnetosphere can therefore contribute not only to our basic knowledge of space but also to the space industry in the future. There is no doubt that space utilization will expand extensively in 2030s, and the exploration of magnetospheric physics is an important subject on space weather and space disaster prevention. From these broader viewpoints, this talk reviews the discussions in the Subcommittee on the Inner Magnetosphere on scientific targets and strategies for the 2030s, and also address expected contributions to the space weather and the research on planetary atmospheres and climates. We would like to discuss the strategy for the future geospace exploration, based on the results of the ERG mission.

内部磁気圏研究は、あらせ衛星や Van Allen Probes 衛星に代表されるような新しい人工衛星観測、光学観測や電波観測、レーダー等の地上観測網の進展、およびその両者の有機的な連携観測によって、2010 年代に目覚ましい進展を遂げた。これらの多様なデータを効果的、かつシームレスに解析するための解析ツールの整備、高次科学データ、データベースなどの重要性が認識され、科学データの整備や機械学習や様々な統計学的手法による逆問題的アプローチにおいても急速な発展を遂げている。さらに、電磁界センサと機上処理ソフトウェアの高性能化によって、波形と粒子観測データとの相関解析 (WPIA: Wave-Particle Interaction Analyzer) という新たな観測手法も確立された。また、内部磁気圏固有の物理現象に対応するための新しいシミュレーションの開発も行われ、観測との比較や、データ駆動型のシミュレーションも活発に行われている。プラズマ波動を介したエネルギー階層間結合や、領域間結合、スケール間結合という新しい考え方が提案され、非線形相互作用も含めて、内部磁気圏のシステムとしての理解も進んでいる。これらの新しい観測やアプローチに基づいて、内部磁気圏における物理現象の理解が進む一方で新たな科学課題も浮上している。2020 年代に水星や木星へ探査が行われることをふまえ、比較惑星磁気圏の観点からの科学課題の抽出も重要である。

また、内部磁気圏は人類が宇宙機を運用し、かつ有人活動を行う場である。そのため、この領域の環境を研究することは自然科学への貢献という側面だけではなく、宇宙産業への貢献する側面も持ち合わせている。今後、ますます宇宙を利用されることが予想されるため、内部磁気圏で起きる物理現象は、宇宙天気・宇宙防災分野においても重要な研究課題であるといえる。

上記のような観点を鑑み、本講演においては、2030 年代まで見据えた科学課題と科学戦略、また宇宙天気や惑星大気・気候への影響の理解への貢献などについて、内部磁気圏分科会を中心に議論した結果を紹介する。また、あらせ衛星の成果を踏まえながら、次期内部磁気圏、ジオスペース探査衛星の方向性についても議論したい。

S001-05

Zoom meeting A : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

10:00~10:15

宇宙・太陽・天体プラズマにおける粒子加速研究の将来構想

#銭谷 誠司¹⁾, 今田 晋亮²⁾, 篠原 育³⁾, SGEPS 粒子加速研究分科会⁴⁾

(¹⁾ 神戸大学, (²⁾ 名大・ISEE, (³⁾ 宇宙研/宇宙機構, (⁴⁾ 地球電磁気・地球惑星圏学会

Future prospects on particle acceleration studies in space, solar, and astro plasma systems

#Seiji Zenitani¹⁾, Shinsuke Imada²⁾, Iku Shinohara³⁾, SGEPS Subcommittee on particle acceleration studies⁴⁾

(¹⁾ Kobe U, (²⁾ ISEE, Nagoya Univ., (³⁾ ISAS/JAXA, (⁴⁾ SGEPS

Particle acceleration in plasmas is one of the most important problems in space science, solar physics, astronomy, and laser science. In this contribution we will discuss future prospects on particle acceleration studies surrounding SGEPS in 2030's. In space science, Mio (Mercury) and JUICE (Jupiter) missions will explore energetic plasma phenomena in very different environments from near-Earth space. Japanese solar community, together with SGEPS researchers, is preparing "PhoENiX" mission. The mission will observe solar flares with X-rays and gamma-rays in order to study particle acceleration in magnetic reconnection. In laser science, laser experiments will reproduce plasma processes that accommodates particle acceleration.

プラズマ中の高エネルギー粒子加速は、宇宙科学、太陽物理、天文学、レーザー科学など広範な分野で議論される重要問題である。本講演では、SGEPS 分野を取り巻く 2030 年代の粒子加速研究の展開を議論する。太陽系探査方面では、みお（水星）・JUICE（木星）などの観測ミッションによって、地球周辺とは大きく異なるプラズマ環境で高エネルギー粒子現象の観測が進むことが期待される。太陽物理分野では、超高精度の X 線～ガンマ線観測でフレア＝リコネクション系の粒子加速問題の解明を目指す PhoENiX ミッションの準備が、SGEPS 研究者も参加して進められている。レーザー科学分野では、粒子加速そのものや粒子加速に関わる物理過程を再現する実験研究が進みつつある。

S001-06

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

10:45~11:00

宇宙プラズマ波動研究の将来構想

#松清 修一^{1,3}, 松田 昇也^{2,3}, 地球電磁気・地球惑星圏学会 波動分科会³

⁽¹⁾ 九大・総理工, ⁽²⁾ ISAS/JAXA, ⁽³⁾ 地球電磁気・地球惑星圏学会 波動分科会

Future prospects on the studies of space plasma waves

#Shuichi Matsukiyo^{1,3}, Shoya Matsuda^{2,3}, SGE PSS subcommittee on space plasma wave studies³

⁽¹⁾ Kyushu Univ., ⁽²⁾ ISAS/JAXA, ⁽³⁾ SGE PSS subcommittee on space plasma wave studies

Waves and emissions are ubiquitous in space. Since they are inseparable from a variety of space plasma phenomena, we have studied those phenomena occurring widely in space, solar, and astrophysical plasma environments. In this talk we discuss the future prospects on the studies of space plasma waves and the associated phenomena as well as the development of observational technology.

In the studies of heliosphere recent results of ground based observations (Interplanetary Scintillation) and spacecraft observations in terms of the inner heliosphere (Solar-Orbiter, Parker Solar Probe, BepiColombo) and the outer heliosphere (IBEX, Voyager, New Horizons) are reviewed and followed by the prospects of future studies on waves, turbulence, and the associated particle (solar wind) acceleration and heating. We also discuss the studies of electromagnetic environments on and around the lunar surface, where will be human's next operating base in space, in anticipation of future space use using the expertise in the fields of SGE PSS.

From the viewpoint of the development of observation technology, we discuss a prospect of downsized, power saved and high-sensitive plasma wave instruments for future missions following to the FACTORS (Frontiers of Formation, Acceleration, Coupling, and Transport Mechanisms Observed by Outer Space Research System) mission. We also mention about some key technologies (e.g., new probe extension mechanism, intelligent onboard processing system) to aim for improvement of plasma wave observation technique.

宇宙プラズマは波動の宝庫であり、プラズマ波動は宇宙のさまざまな興味深い現象と不可分の関係にあることから、波動分科会は広く宇宙プラズマで生起する諸現象を対象として活動してきた。本講演では、宇宙プラズマ波動とこれに関連する諸現象や観測技術開発に関する研究の今後の展開を議論する。

太陽圏研究では、稼働中の飛翔体観測による内部 (Solar-Orbiter, Parker Solar Probe, BepiColombo) および外部 (IBEX, Voyager, New Horizons) 太陽圏探査や地上観測 (惑星間空間シンチレーション観測) の現状を受けて、波動や乱流、それらとの相互作用による粒子 (太陽風) 加速・加熱などに関する研究の今後を展望する。また、SGE PSS 分野の知見を活かした宇宙利用を見据えて、人類の次の宇宙空間活動拠点となる月の表面および周辺の電磁環境の理解と計測技術についても議論を行う。

観測技術開発の観点からは、直近の宇宙地球結合系探査計画 FACTORS に続く将来の探査計画を見据え、小型化・省電力化・高感度化を目指す次世代のプラズマ波動観測装置の展望を議論する。また、探査機設計に常に大きなインパクトを与える伸展構造物の次世代検討や、オンボードシステムのインテリジェント化による計測技術の高度化についても触れる。

S001-07

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:00~11:15

太陽地球惑星系科学分野におけるシミュレーション研究の将来構想

#三宅 洋平¹⁾, 松本 洋介²⁾, 太陽地球惑星系分科会科学シミュレーション⁻³⁾

(¹⁾ 神戸大学, (²⁾ 千葉大理, (³⁾ 地球電磁気・地球惑星圏学会)

Future direction of simulation and modeling studies in space and planetary sciences

#Yohei Miyake¹⁾, Yosuke Matsumoto²⁾, SGEPS subcommittee on computer simulations of solar, terrestrial and planetary sciences³⁾

(¹⁾Kobe Univ., (²⁾Chiba University, (³⁾SGEPSS

Solar terrestrial and planetary system is known as one of typical complex systems in nature, composed of plenty of competing non-linear processes over various space regions. Numerical/computer simulations have played a crucial role in developing comprehensive knowledge about the academic field. The simulation study has contributed greatly to quantitative interpretation of in-situ observations and in-depth understanding of their underlying physical processes. Strong demand now emerges for more integrated and organized research of observational and numerical approaches. In the future, predictive model assessment prior to in-situ observations will be required to maximize the achievement of upcoming space missions.

The SGEPS future survey working group has started to revise a document on the future directions and plans of SGEPS towards the 2030s. In this presentation, we will discuss outstanding problems to be addressed by computer simulations as well as key numerical technologies necessary for further advance of space and planetary sciences.

太陽地球惑星系は様々な領域や非線形物理過程が競合した複合システムであり、これを総合的に理解するために、計算機シミュレーションが果たしてきた役割は極めて大きい。科学衛星による観測結果の定量的な解釈や物理素過程の理解には、シミュレーション研究が大きな役割を果たしている。観測とシミュレーションとの統合研究の重要性が今後さらに高まっていくことは論を俟たない。特に、将来の宇宙探査計画では、観測的研究に先行したシミュレーション研究の充実によって、探査計画の成果をより豊かなものにすることができると期待される。

SGEPSS 将来構想検討ワーキンググループでは、2030 年代を見据えた学会の将来構想文書の改訂に向けた議論を開始している。本講演では太陽地球惑星系科学の発展のために将来に必要なシミュレーション研究および関連する数値基盤技術開発について、議論を行う。

S001-08

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:15~11:30

#西野 真木^{1,6}, 高橋 太^{2,6}, 白井 英之^{3,6}, 笠原 禎也^{4,6}, 熊本 篤志^{5,6}, 齋藤 義文^{1,6}

⁽¹⁾JAXA, ⁽²⁾九大・理・地惑, ⁽³⁾神戸大・システム情報, ⁽⁴⁾金沢大, ⁽⁵⁾東北大・理・地球物理, ⁽⁶⁾SGEPSS 小型天体環境分科会

The future direction of SGEPPS: Subcommittee on the environment of airless bodies, moons, and spacecraft

#Masaki N Nishino^{1,6}, Futoshi Takahashi^{2,6}, Hideyuki Usui^{3,6}, Yoshiya Kasahara^{4,6}, Atsushi Kumamoto^{5,6}, Yoshifumi Saito^{1,6}

⁽¹⁾JAXA, ⁽²⁾Kyushu University, ⁽³⁾System informatics, Kobe University, ⁽⁴⁾Kanazawa University, ⁽⁵⁾Dept. Geophys, Tohoku Univ.,

⁽⁶⁾SGEPSS subcommittee on the environment of airless bodies, moons, and spacecraft

The surface of celestial bodies without a thick atmosphere like the Moon is constantly exposed to the solar wind and magnetospheric plasma. Such interactions between space plasma and the solid planetary surface have been investigated by ground observations, lunar orbital observations, and computer simulations. The SGEPPS members have made significant contributions to the production of scientific results in this field.

Regarding the Moon, water resource exploration in the polar region and crewed landing missions have started in the framework of the international space exploration, in which Japan has also decided to participate. It is essential to quantitatively predict the electromagnetic/dust environment and space radiation environment for various activities on the lunar Gateway and the lunar surface. The environment near the lunar surface contains photoelectrons and charged dust particles in addition to normal plasmas, so direct observation near the surface is beneficial for elucidating its properties. Joint research with the planetary science field, including sample returns, is expected to reveal the origin of magnetic anomalies and space weathering.

There are some development items on the engineering side. For example, methods for measuring the electrostatic potential of the lunar surface and directly observing the motion of charged dust particles would be developed. A method for the removal of dust particles adhering to the instruments will also be an issue. The spacecraft charging model may apply to the estimation of the spatial distribution of electrostatic potential of the lander and its surroundings, but many things, including dependence on topography and temporal variations, are to be considered.

In addition to the Moon, Martian moon exploration and comet exploration are planned in the 2020s, and in-situ data of Jovian icy moons will be obtained in the 2030s. Thus, we will obtain data on environments of various small bodies different from the Moon. Some countries will carry out asteroid explorations and icy moon explorations, and thus international and interdisciplinary research will help us understand the environments of the small bodies, the origin of the solar system and the origin of life.

月のように濃厚な大気を持たない天体の表面は太陽風や磁気圏プラズマに常にさらされた環境にある。このような宇宙プラズマと固体惑星表面の相互作用は、地上観測や月周回軌道での観測、および計算機実験によって調べられてきており、科学成果の創出に関しては世界的に見ても SGEPPS 関係者の貢献が大きい。

まず月に関しては、国際宇宙探査の枠組みで月極域の水資源探査や有人着陸に向けた計画が始動しており、日本の参加も決定している。月周回軌道の Gateway や月面での様々な活動に向けて電磁気・ダスト環境や宇宙放射線環境を定量的に予測することは必須であり、科学的知見の蓄積がある SGEPPS 分野が果たせる役割は大きい。月のプラズマ環境は通常のプラズマに加えて光電子や帯電ダストを含む系であり、その性質の解明には表面付近での直接観測が極めて有用である。また、特に磁気異常の起源や宇宙風化の解明に向けて、サンプルリターンを含む固体惑星分野との共同研究が期待される。

技術開発の面ではいくつかの課題がある。月面の帯電・電位の計測方法、帯電ダストの運動の直接観測の方法が代表的な例である。観測装置に付着するダストの除去方法も課題となるだろう。着陸機とその周辺の電位分布の推定には宇宙機帯電モデルの応用が期待できるが、地形への依存性や時間変化など考慮すべきことは多い。

月以外にも、2020 年代に火星衛星探査や彗星探査が計画されているほか、2030 年代には木星氷衛星探査 JUICE のデータが届く予定であり、小型の天体で月とは異なる環境のデータが得られる。また、国際的に見ても米国や中国などで小天体探査が行われつつあり、太陽系の起源や生命の起源にも関わる学際的な研究が期待される。従来的小型天体環境研究の枠に囚われることなく、他分野とも連携して研究を進めていくことが重要である。

S001-09

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:30~11:45

惑星磁気圏研究に関する 2030 年代までの将来構想

#木村 智樹¹⁾, 村上 豪²⁾, 惑星サークル 分科会³⁾

¹⁾ 東京理科大学, ²⁾ ISAS/JAXA, ³⁾ 惑星サークル分科会

Future perspectives for the planetary magnetospheric research community in Japan

#Tomoki Kimura¹⁾, Go Murakami²⁾, Subcommittee Planetary Science³⁾

¹⁾ Tokyo University of Science, ²⁾ ISAS/JAXA, ³⁾ Planetary Science Subcommittee

Physics of planetary magnetospheres have been deepened since the Voyager exploration in 1970-80s, which is now in the phase of ‘understanding’ after the ‘discovery’ and ‘characterization’ by the recent exploration, e.g., the Juno explorer at Jupiter and Cassini at Saturn. In mid 2020s, the arrival of the BepiColombo explorer will largely develop the magnetospheric physics also at Mercury. The icy moon’s interior and energy and mass transports from the magnetosphere to the icy moons are going to be unveiled by the orbital exploration with the JUICE explorer at the Jupiter system in 2030s. The trend for the icy moons will continue to the L-class mission candidate ‘Moons of the giant planets’ in ESA’s future planetary exploration Voyage2050 in 2040-50s. Feasibilities for the second Uranus and Neptune explorations for the magnetospheres and icy moons are now being studied in US.

In this talk, we propose the two growth scenarios for Japanese planetary magnetospheric research community in 2030s that can coexist with each other. The first scenario is ‘finding the universal and invariable laws for the magnetosphere and their application’ based on the comparable planetology. We integrate the physical model and highly precise in-situ/remote observations for each planetary magnetosphere and extract the universal and invariable physical laws, e.g., atmospheric heating and escape by the auroral current system. We estimate the unexplorable environments, e.g., ancient Mars environment and the exoplanets, by extrapolation of the obtained universal and invariable laws. The second scenario is ‘the energy and mass transport between the magnetosphere and planetary habitable environment’. Based on our core competency for the magnetospheric physics and associated observation technologies, we explore e.g., the transport of plasma and electromagnetic energy of the magnetosphere into the icy moon’s interior ocean and that from the ocean to the magnetosphere. The co-evolutions and dynamics of the magnetosphere and habitable environment will be unveiled by our approach. These two scenarios are closely associated with the core science themes of the future large science missions for the planetary sciences and astrophysical fields in 2030, e.g., the icy moon explorations JUICE, LAPYUTA, and Voyage2050, and the exoplanet explorations WSO-UV, and SKA.

惑星磁気圏の理解は、1970-80年代のVoyagerによる探査以来深化しており、現在、木星探査機Juno、土星探査機Cassini等の周回探査によって、「発見」「特徴づけ」を経て、「理解」のフェーズに突入している。2020年代中盤、BepiColomboが水星に到着すれば、水星磁気圏の理解も進むことが期待できる。2030年代は、木星氷衛星探査機JUICEが、氷衛星及び周辺の木星磁気圏環境を主眼にした周回探査を行い、氷衛星内部海の間接探査や、木星磁気圏から氷衛星への物質・エネルギー輸送が解明される。この流れは、2040-50年代の欧州の惑星探査計画Voyage2050の候補に採択されたMoons of the giant planets (Lクラスミッション)に引き継がれ、土星、木星のいずれかの氷衛星の総合探査へと拡張される予定である。米国ではVoyager以来の天王星/海王星の磁気圏と氷衛星の探査が検討されている。

本発表では、このような国際情勢の中で、2030年代の日本の惑星磁気圏研究が発展すべき方向について、共存しうる2つのシナリオを提案する。1つは「比較惑星学による磁気圏の普遍則・不変則の抽出と応用」である。各惑星磁気圏の直接探査や高精度に制約された物理モデルを統合し、全惑星環境に関する普遍則・不変則（オーロラ電流による大気加熱・散逸等）を抽出する。普遍則・不変則を外挿し、系外惑星や過去の惑星環境など、直接探査が不可能な惑星環境を推定する。2つ目は「磁気圏と天体生命環境間の物質・エネルギー輸送」である。今まで実績を積み重ねてきた磁気圏物理や観測技術に立脚しつつ、例えば、磁気圏プラズマや電磁場の氷衛星の内部海への輸送や、内部海から磁気圏への物質輸送を解明し、磁気圏や生命環境の動態や進化を明らかにする。これら2つのシナリオは、氷衛星を観測するJUICE、LAPYUTA、Voyage2050、系外惑星を観測するWSO-UV、SKA等、2030年代以降の将来大型計画の中核となるサイエンスと、密接に関連付けられている。

S001-10

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:45~12:00

2030年代を見据えた地球型惑星圏環境研究の将来構想

#関 華奈子¹⁾, 寺田 直樹²⁾, 松岡 彩子³⁾, 今村 剛⁴⁾, 前澤 裕之⁵⁾, 地球型惑星圏環境 分科会⁶⁾

(¹⁾ 東大理・地球惑星科学専攻, (²⁾ 東北大・理・地物, (³⁾ 京都大学, (⁴⁾ 東京大学, (⁵⁾ なし, (⁶⁾ SGEPPS

Future research strategy of the terrestrial planetary environment toward the 2030s

#Kanakano Seki¹⁾, Naoki Terada²⁾, Ayako Matsuoka³⁾, Takeshi Imamura⁴⁾, Hiroyuki Maezawa⁵⁾, subcommittee terrestrial planetary environment⁶⁾

(¹⁾ Dept. Earth & Planetary Sci., Science, Univ. Tokyo, (²⁾ Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., (³⁾ Kyoto University, (⁴⁾ The University of Tokyo, (⁵⁾ none, (⁶⁾ SGEPPS

The researches of terrestrial planetary environment involves a wide range of research fields of SGEPPS such as the heliosphere, atmosphere, ionosphere, and magnetosphere. The terrestrial planetary environment subcommittee has facilitated exchange of information about related researches, promotion of joint research, proposal of research projects, and mission concept planning, by holding interdisciplinary workshops and online meetings. One of outputs of the subcommittee was a proposal of “Strategic Mars exploration: Orbiter and EDL demonstration mission for space weather, climate, and aquatic environment”, which is jointly proposed by SGEPPS and Japanese Society for Planetary Sciences to the Master Plan 2020 of the Science Council of Japan. At present, several future mission and research projects are under planning aiming at realization in the 2020s to 2030s, which includes the Martian Moon Exploration (MMX), the MIM/MACO mission related to the above master plan, the World Space Observatory - Ultraviolet (WSO-UV), the future ultraviolet space telescope LAPYUTA, and the next generation Venus exploration as well as ground-based observation projects such as planetary observations by ALMA and PLANETS. Considering these various activities of future planning, we will introduce future research strategy of the terrestrial planetary environment toward the 2030s.

SGEPPSの地球型惑星圏環境分科会では、太陽圏、大気圏、電離圏、磁気圏など広い研究分野にまたがる地球型惑星を取り巻く宇宙環境や表層環境の研究について、関連する研究者が、国内外の研究の動向などについて情報交換をし、共同研究の推進、研究プロジェクトの提案、ミッション立案等の研究活動に役立てる場を提供しています。また、学会の枠を超えて関連諸分野と広く連携するため、研究集会や会合を開催してきました。これまでに、分科会での議論を発展させ、SGEPPS運営委員会の承認を得て、SGEPPSと日本惑星科学会の連名で、日本学術会議のマスタープラン2020大型研究計画に「戦略的火星探査：周回機と着陸実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査計画」を提案するなど、将来計画の立案にもかかわってきています。また、所属機関をまたいだオンライン勉強会を定期的に実施し、若手研究者の交流や共同研究の一助となってきました。現在は、2020年代から2030年代における実現を目指して、火星衛星探査計画MMX、上記のマスタープランの発展形であるMIM/MACO計画、世界宇宙望遠鏡WSO-UV、紫外線宇宙望遠鏡計画LAPYUTA、次世代金星探査計画等の複数の宇宙ミッション、およびALMAによる惑星観測や低分散光学望遠鏡PLANETSといった地上望遠鏡観測について、情報交換や関連する研究戦略の議論を行っています。本講演では、こうした計画を俯瞰し、2030年代を見据えた地球型惑星圏環境研究の将来構想についてご紹介いたします。

S001-11

Zoom meeting A : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

12:00~12:15

惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画の提案

#土屋 史紀¹⁾, 村上 豪²⁾, 山崎 敦²⁾, 木村 智樹³⁾, 吉岡 和夫⁴⁾, 鍵谷 将人¹⁾, 古賀 亮一⁵⁾, 木村 淳⁶⁾, 成田 憲保⁴⁾, 亀田 真吾⁷⁾, 生駒 大洋⁸⁾, 大内 正己⁹⁾, 田中 雅臣¹⁾, 益永 圭²⁾, 堺 正太郎¹⁾, 埜 千尋¹⁰⁾, 桑原 正輝²⁾, 鳥海 森²⁾

¹⁾ 東北大, ²⁾ ISAS/JAXA, ³⁾ 東京理科大, ⁴⁾ 東大, ⁵⁾ 名大, ⁶⁾ 阪大, ⁷⁾ 立教大, ⁸⁾ 国立天文台, ⁹⁾ 国立天文台/東大, ¹⁰⁾ 情報通信研究機構

Life-environmentology, Astronomy, and Planetary Ultraviolet Telescope Assembly (LAPYUTA) mission

#Fuminori Tsuchiya¹⁾, Go Murakami²⁾, Atsushi Yamazaki²⁾, Tomoki Kimura³⁾, Kazuo Yoshioka⁴⁾, Masato Kagitani¹⁾, Koga Ryoichi⁵⁾, Jun Kimura⁶⁾, Norio Narita⁴⁾, Shingo Kameda⁷⁾, Masahiro Ikoma⁸⁾, Masami Ouchi⁹⁾, Tanaka Masaomi¹⁾, Kei Masunaga²⁾, Shotaro Sakai¹⁾, Chihiro Tao¹⁰⁾, Kuwabara Masaki²⁾, Toriumu Shin²⁾

¹⁾ Tohoku Univ., ²⁾ ISAS/JAXA, ³⁾ Tokyo University of Science, ⁴⁾ The Univ. of Tokyo, ⁵⁾ Nagoya Univ., ⁶⁾ Osaka Univ., ⁷⁾ Rikkyo Univ., ⁸⁾ NAOJ, ⁹⁾ NAOJ/The Univ. of Tokyo, ¹⁰⁾ NICT

Ultraviolet observation technique is one of the most powerful tools to cover wide science fields, from planetary science to astronomy. Here we propose a UV space telescope, LAPYUTA (Life-environmentology, Astronomy, and Planetary Ultraviolet Telescope Assembly), as a Japanese-leading mission, by using both many heritages of UV instruments for planetary science (e.g., Hisaki) and space telescope techniques for astronomy. We will accomplish the following four goals: (1) dynamics of our solar system planets and moons as the most quantifiable archetypes of extraterrestrial habitable environments in the universe, (2) transit spectroscopy of exoplanetary atmosphere, especially hydrogen and oxygen exospheres, to observe on-going atmospheric escaping predicted to occur on Earth-like exoplanets in the habitable zone of low temperature star system, (3) the unique UV map of the gaseous large-scale structures (LSSs) to test the structure formation scenario of the Λ cold dark matter (CDM) model and to unveil galaxy growth and feedback processes in the LSSs, and (4) the time-domain survey for transient sky in the UV wavelength to witness the first moments of high-energy events such as compact-object mergers and supernovae with a great synergy of the growing facilities of multi-messenger astronomy including gravitational-wave observatories.

宇宙における生命存在可能環境の探査は宇宙科学の根源的な課題の1つである。生命存在環境の第一条件は、液体の水の存在である。液体の水が安定的に存在する形態として、木星、土星の複数の氷衛星に存在するとされる地下海がある。現在、地下海が存在が実証されている天体は、土星の衛星エンセラダスのみであるが、木星の氷衛星においても表層に吹き出す水プルームが検出され、地下海が存在が実証されれば、地下海は普遍的な生命存在可能環境の形態となりうる。低温環境の氷衛星では、生命存在環境の第二の条件である化学エネルギーの供給を磁気圏のプラズマが担う可能性があり、磁気圏プラズマと衛星の表層・大気との相互作用の理解の重要性が高まっている。しかし、衛星周辺の宇宙環境に特化した観測は今まで存在せず、水プルームの存在や磁気圏プラズマと衛星の相互作用は未解明問題として残されている。表層に安定に水が存在する天体は、太陽系内では地球のみであるが、火星には過去に大量の水を保有していた証拠が見つかり、金星も過去に水を有していた可能性が示唆されている。水の消失先の有力候補は宇宙空間への散逸である。大気の広がりや散逸過程を明らかにすることは、地球型惑星の大気進化を明らかにし、地球が生命存在環境を持つに至った理由を知る鍵となる。太陽系の地球型惑星大気の知見は系外惑星へ拡張できる。惑星の超高層大気の広がりは大気の組成に関係しており、大気の広がりを観測できれば、系外惑星大気の組成や表層環境を特徴づけるマーカーとして利用できる可能性がある。大気の広がりを観測するためには紫外線によるトランジット観測が唯一の手段となるが、高精度観測が必要であり現時点では実現していない。トランジット観測を行うためには主星からの放射の特徴づけも必要となるが、紫外域での主星の観測も不足している。

上述した問題を解決するためには、惑星や氷天体の周りに広がった超高層大気やガスの空間分布を観測する必要がある。太陽からの放射に加え、火星や金星は太陽風、氷衛星は磁気圏プラズマに直接晒されており、惑星の大気散逸や天体周囲のガスの分布はこれらの影響を強く受ける。時々刻々と変化する宇宙環境に対する応答を明らかにすることは、平均的な描像を得る事に加え、現在とは異なる宇宙環境状態にあった過去の状況にさかのぼる観点からも必要となる。これらの科学課題に取り組む手段として、我々は高解像度・高感度の紫外線宇宙望遠鏡を提案する。紫外線波長域では、惑星・衛星の大気とその周りに分布する希薄なガスを高いコントラストで観測することが可能で、大気・ガスの物理的状态を俯瞰的に観測する唯一の手段である。我々が提案するLAPYUTA(惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡)は、2029年-2030年の打ち上げを目指す日本の紫外線望遠鏡計画で、上述した太陽系科学・系外惑星分野の生命存在環境の形成に関する課題に取り組む。紫外線天文学はハッブル宇宙望遠鏡により大きく進展したが、銀河形成論や時間領域天文学に関して未開拓の領域が残されている。広視野サーベイと、突発天体現象に対する機動的な観測を可能とすることで、宇宙論におけるミッシングサテライト問題と、マルチメッセンジャー・時間領域天文学に取り組む。2021年1月に宇宙科学研究所に公募型小型計画検討ワーキンググループが設置され、LAPYUTA計画の本格的な検討が開始されている。LAPYUTAでは、主鏡口径60cm級の望遠鏡と惑星分光観測衛星「ひさき」で培った紫外線分光観測技術を組み合わせるとともに、姿勢擾乱により生じる望遠鏡の指向

ブレ補正する独自のアイデアを採用することにより、ハッブル宇宙望遠鏡並みの高い感度・空間分解能を備えた宇宙望遠鏡の実現を目指す。先行して打ち上げられるロシア宇宙望遠鏡 WSO-UV に搭載される紫外分光器 UVSPEX とは、系外惑星大気観測の科学検討と技術開発の両面で協力する。LAPYUTA が観測開始目標とする 2030 年は欧州が主導し、日本も複数の搭載機器で参画する木星氷衛星探査計画 JUICE や米国の Europa clipper が木星系で観測を開始する見込みである。空間構造を俯瞰した観測が可能な LAPYUTA とこれらの探査機との協調観測を計画し、2030 年台の国際的な氷衛星探査に臨む。

S001-12

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

13:45~14:00

SGEPSS 将来衛星計画ロードマップ策定タスクチームにおける STP 衛星探査計画検討

#三好 由純¹⁾, 齋藤 義文²⁾, 篠原 育³⁾, 寺田 直樹⁴⁾, 齊藤 昭則⁵⁾, STP 将来衛星探査検討グループ⁶⁾

(¹⁾ 名大 ISEE, (²⁾ 宇宙研, (³⁾ 宇宙研/宇宙機構, (⁴⁾ 東北大・理・地物, (⁵⁾ 京都大・理・地球物理, (⁶⁾ その他

Planning of the future STP satellite missions

#Yoshizumi Miyoshi¹⁾, Yoshifumi Saito²⁾, Iku Shinohara³⁾, Naoki Terada⁴⁾, Akinori Saito⁵⁾, Future Study Group STP⁶⁾

(¹⁾ ISEE, Nagoya Univ., (²⁾ ISAS, (³⁾ ISAS/JAXA, (⁴⁾ Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., (⁵⁾ Dept. of Geophysics, Kyoto Univ., (⁶⁾ others

The "Future Satellite Plan Roadmap Development Task Team" has been set up as a task team in the SGEPSS Future Plan WG to study and establish a future satellite roadmap for the research area of the Solar Earth and Planetary Area (STP). The team is conducting activities for the purpose of coordinating the RFI of the research area of STP. In this talk, we report the discussion at this task team, and discuss the future mission plans after the 2030s.

現在、SGEPSS 将来構想検討 WG におけるタスクチームとして、「将来衛星計画ロードマップ策定タスクチーム」が設置され、太陽地球惑星圏 (STP) の研究領域の将来衛星ロードマップの検討・制定を行う事、及び太陽地球惑星圏の研究領域の RFI を取りまとめて改訂作業を実施する事を目的とした活動を行っている。本講演では、本タスクチームにおける将来の STP 衛星探査計画に関する議論を報告し、2030 年代以降の飛翔体による探査計画を議論する。

S001-13

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

14:00~14:15

宇宙科学探査ミッションカテゴリーの議論と宇宙研における太陽系科学分野の将来展望について

#齋藤 義文¹⁾, 太陽地球惑星圏の研究分野 理学委員²⁾

(¹⁾ 宇宙研, (²⁾ 第 10 期宇宙理学委員会

Space Science Exploration Mission Category and Future Perspectives of the Solar System Sciences at ISAS

#Yoshifumi Saito¹⁾, STP Field Members of Advisory Committee for Space Science²⁾

(¹⁾ ISAS, (²⁾ 10th Advisory Committee for Space Science

The Space Science Exploration Roadmap of ISAS, revised in January 2021, defines four mission categories: strategic large-class mission, publicly solicited medium-class mission, strategic overseas joint mission, and small mission. Although these four major categories have not been changed for a while, their definitions and budget have been gradually changed according to the changes in the situation surrounding space science missions. In this talk, I will introduce the current status of ISAS mission categories and discussions on them. It is necessary to take these mission categories into consideration when creating future missions. ISAS has been promoting solar system science exploration with the major goal of "elucidating how the solar system and life were born and evolved to the present". In this talk, I will also introduce the mid- to long-term directions of solar system exploration at the Department of Solar System Sciences/ISAS aiming to promote heliospheric system exploration, landing exploration of gravitational bodies, and exoplanet exploration, which is closely related to SGEPPS.

2021 年 1 月 B 改訂の宇宙科学ロードマップでは、宇宙科学研究所のミッションカテゴリーとして、戦略的に実施する中型計画、公募型小型計画、戦略的海外共同計画、小規模計画の 4 つが定義されている。これらの大きなカテゴリーの区分についてはしばらく変更されてはいないものの、それらの定義や予算規模については宇宙科学ミッションを取り巻く状況の変化に応じて次第に変化して来ている。前期（第 9 期）の理工合同委員会においては、ミッションカテゴリー設計 TF・将来フレームワーク検討委員会の 2 つのタスクグループが形成され、現在の枠組みのミッションカテゴリーの定義についての議論と、将来のあるべきミッションの枠組みについての検討が進められた。本講演では、ミッションカテゴリーの現状と、それらに関する議論について紹介する。一方、将来ミッションを創出するにあたっては、これらのミッションカテゴリーを考慮しつつ進めていく必要がある。宇宙科学研究所では、太陽系科学分野の大きな目標として「太陽系と生命がどの様に生まれ進化して現在に至ったかを解明する」を掲げて太陽系科学探査を推進し、成果を生み出してきた。本講演では、将来に向けて太陽圏システム探査・重力天体総合探査・系外惑星探査の推進を目指す、SGEPPS と特に関係の深い宇宙科学研究所・太陽系科学研究系の中-長期的な宇宙科学・探査の方向性についても紹介することにする。

S001-14

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

14:15~14:30

「宇宙科学の将来フレームワーク検討委員会」のアクティビティ

#笠原 慧¹⁾

¹⁾ 東京大学

Activity of the committee for exploring future framework of space science

#Satoshi Kasahara¹⁾

¹⁾The University of Tokyo

In 2020, Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) set up the committee for exploring future framework of space science, composed of several members from both science and engineering disciplines. The role of this committee is to study new frameworks for driving and implementing future space science, in cooperation with other related task forces in ISAS. Here I report its activity and will discuss possible interaction between SGEPS and this committee.

S001-15

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

14:30~14:45

太陽物理学における 2030 年代の科学研究戦略

#今田 晋亮¹⁾

¹⁾ 名大・ISEE

Science Research Strategy in the 2030's in Solar Physics

#Shinsuke Imada¹⁾

¹⁾ISEE, Nagoya Univ.

Solar-C (EUVST) (EUV High-Throughput Spectroscopic Telescope) is designed to comprehensively understand the energy and mass transfer from the solar surface to the solar corona and interplanetary space, and to investigate the elementary processes that take place universally in cosmic plasmas. The two primary science objectives for Solar-C (EUVST) are : I) Understand how fundamental processes lead to the formation of the solar atmosphere and the solar wind, II) Understand how the solar atmosphere becomes unstable, releasing the energy that drives solar flares and eruptions. Solar-C (EUVST) will, A) seamlessly observe all the temperature regimes of the solar atmosphere from the chromosphere to the corona at the same time, B) resolve elemental structures of the solar atmosphere with high spatial resolution and cadence to track their evolution, and C) obtain spectroscopic information on the dynamics of elementary processes taking place in the solar atmosphere. In this talk, we will first discuss the current status of the Solar-C (EUVST), and then discuss the Science Research Strategy in the 2030's in Solar Physics.

太陽物理学コミュニティでは、次期太陽観測衛星 Solar-C(EUVST) は 2026 年度打上げを目指して現在準備が進められている。Solar-C (EUVST) は高空間分解能 (0.4 秒角)、高時間分解能 (1 秒程度)、広い温度範囲 (1 万度~1000 万度) で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置である。Solar-C (EUVST) の科学目的として、1) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、2) 太陽面爆発現象の物理過程の解明、の 2 つがあげられる。Solar-C(EUVST) の先の時代である 2030 年代には、多様な研究の側面を持つ太陽研究は、周辺関連分野と連携して、どのような将来戦略を持つべきであるか急速に議論が進んでいる。太陽研究者連絡会 (太陽研連) は、開催に先立って「30 年代の科学研究戦略」White Paper を募集し、9 件の White Paper が寄せられた。この White Paper をもとにシンポジウムを行い、コミュニティで 2030 年代に太陽科学が取り組むべき研究テーマおよびその実施に向けた研究アイデアを中心に討議を行う。本公演ではこれらの議論をもとに、今後の日本の太陽研究および周辺関連分野と連携して、どのような将来戦略を持つべきであるか議論する。

S001-16

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

14:45~15:00

日本惑星科学会の将来構想議論

#寺田 直樹¹⁾

¹⁾ 東北大・理・地物

Discussion on future plans of the Japanese Society for Planetary Sciences

#Naoki Terada¹⁾

¹⁾ Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

Activities and discussion on future plans of the Planetary Exploration Committee and the Future Plan Committee of the Japanese Society for Planetary Sciences will be introduced, and the possibility of inter-society collaboration will be discussed.

日本惑星科学会の惑星探査専門委員会、将来計画専門委員会、およびそれらのもとに設置される作業部会における活動や将来構想議論を紹介し、学会をまたぐ連携の可能性を探る。

S001-17

Zoom meeting A : 11/1 PM1 (13:45-15:30)

15:00~15:15

SGEPSS における次期マスタープランを見据えた大型研究計画の提案課題について

#津川 卓也^{1,2)}, 将来構想 WG SGEPS²⁾

(¹ 情報通信研究機構, (² 地球電磁気・地球惑星圏学会 将来構想 WG)

Proposed projects from SGEPS²⁾ for large scientific research project in the next SCJ's Master Plan

#Takuya Tsugawa^{1,2)}, SGEPS²⁾ Future Survey Working Group²⁾

(¹ NICT, (² SGEPS²⁾ Future Survey Working Group)

In this section, proposed projects from SGEPS²⁾ for large scientific research project in the next SCJ's Master Plan.

学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン（以下、「マスタープラン」という。）は、学術的意義の高い大型研究計画を広く網羅し体系化することにより、我が国の大型研究計画のあり方について、一定の指針を与えることを目的として、日本学術会議により策定されている。2010年に最初のマスタープランが策定され、2011年に小改定後、3年おきに改訂が行われ、2020年に現在の「マスタープラン2020」が策定されている。マスタープラン2023の策定の実施の有無については現時点でまだ未確定であるものの、次期改定の可能性を念頭に置いた対応として、日本学術会議地球惑星科学委員会及び地球・惑星圏分科会より、マスタープラン2020のフォローアップと、新規の大型研究計画の創出に向けて、地球惑星科学分野大型研究計画のヒアリングが実施された。ここでは、SGEPSSを母体とする大型研究計画の提案を検討しているものとして、会員から情報提供された課題について紹介する。

S001-18

Zoom meeting A : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

15:45~16:00

宇宙研理工学合同委員会における大学連携強化タスクフォースの活動

#中村 正人¹⁾, 笠羽 康正²⁾, 鈴木 宏二郎³⁾

(¹ 宇宙研, (² 東北大・理, (³ 東大・新領域

Activities of the Task Force on Strengthening University Collaboration in the Joint Committee on Science and Engineering of ISAS

#Masato Nakamura¹⁾, Yasumasa Kasaba²⁾, Kojiro Suzuki³⁾

(¹ ISAS, (² Tohoku Univ., (³ Univ. of Tokyo

The Task Force on Strengthening University Collaboration (TF) was established at the end of 2020 under the Committee on Space Engineering/Science. In effect, discussions have been held twice a month for two hours since September 2020. The TF is independent of ISAS, and discusses how to collaborate and develop ISAS with the broader "space science community" including universities. The TF members include not only members of the Joint Committee but also experts from outside the committee, and cross over various organizations and fields. The following two main discussions were held.

(1) What the community should be

At present, there is no solid space science community. Therefore, the TF defined the ideal form of the community.

The space science community is a group of players who are aware of their limited human, financial, and technical resources, and who are able to set overall goals, allocations, and plans with pride. In particular, the "space science community in a narrow sense", which will be the driving force for ISAS space science missions, needs to be built with deliberate and constant efforts, with the "Space Engineering Committee", the "Space Science Committee", and their joint "Space Science and Engineering Joint Committee" as the core.

The following is the conclusion of the TF.

The Engineering and Science Committees of ISAS need to ensure the relationship with JAXA and ISAS, and to establish the representation of each community and its supporting domestic universities and institutions, on the premise that they have an equal voice in the ISAS Executive Committee and share the responsibility of implementation to the government, society and the world. In addition, it is important that the two committees not only respond to the inquiries from the Director of ISAS, but also set up their own issues, discuss them, and cooperate in their implementation when the committees consider it necessary.

The Committee on Space Engineering and Science, as a representative of the space science community and all related universities and institutions in Japan, aims at the development of space science as two wheels of a cart with ISAS as an inter-university research institute. The enrichment of the space science community and the communication between ISAS and the Committee on Space Engineering and Science, which represents the community, are the basis for decision-making and implementation in space science and the pillar of its future creation.

(2) Measures for human resource development led by universities

Enrichment of the space science community as a whole requires the enrichment of space science as a whole at universities and institutions in Japan that have players in the space science community. One of the permanent pillars is "human resources education", which has never been implemented across various fields and institutions.

In the field of human resource development in space science, university laboratories, academic societies, JAXA, and industries have achieved results individually, but there is no "shared and cross-sectional human resource development program in Japan" with a good prospect of connecting each other globally. As a result, the development of innovative technologies such as nano-satellites by each organization and the linkage with space ventures have been limited to local activities, and the space science community as a whole has not been able to respond in a timely manner.

TF believes that the essence of the problem lies in the "lack of a center for human resource development in the community", and therefore, many graduate and undergraduate students who participate in space science in a narrow sense and universities that are currently developing young human resources are taking the lead in this area. He concluded that it is necessary to establish a "human resource development hub for space science" to foster, exchange, and improve the level of young human resources by connecting and cooperating with JAXA, industry, and various other potentially related fields, although not explicitly space science and engineering.

Details will be discussed in the presentation.

大学連携強化タスクフォース（以下 TF）は2020年末に宇宙工学/理学委員会の下に発足した。実質的に2020年9月から月2回、2時間のペースで議論が行われてきた。このTFは宇宙研の立場とは独立し、大学を含む広い「宇宙科学コミュニティ」と宇宙研をどう連携・発展させるかを議論している。メンバーは理工合同委メンバーに限らず委員会外の有識者を含み、多様な機関・分野を跨いでいる。主に以下の2つの議論を行った。

（1）コミュニティのあるべき姿

宇宙科学コミュニティを呼べる確固としたものは現在存在しない。そこでTFではコミュニティのあるべき姿を定義した。

宇宙科学コミュニティとは、その限られた人的・財政的・技術的リソースを認識し、全体の目標・配分・計画を立てられる、矜持を持ったプレイヤー集団である。特に、ISASによる宇宙科学ミッションの推進力となる「狭義の宇宙科学コミュニティ」は、「宇宙工学委員会」「宇宙理学委員会」とその合同である「宇宙理工学合同委」を中核に、意図的かつ不断の努力をもって建設していく必要がある。

その上で以下をTFの結論としている。

宇宙研の工学・理学委員会は、宇宙研執行部に対等に意見を述べ、かつ政府・社会・世界に対して実行責任を共有することを前提に、JAXAおよび宇宙研との関係性を確保し、また各コミュニティsおよびそれを支える国内諸大学・機関に対する代表性を確立する必要がある。また、両委員会は宇宙研所長に諮問されたことにだけ答えるのではなく、委員会が必要と考えるときには独自に問題設定をして議論をし、実行に協力する姿勢が大事である。

宇宙工学・理学委員会は、宇宙科学コミュニティおよび関連する国内諸大学・機関全体の代表として、大学共同利用機関としての宇宙研と車の両輪として宇宙科学の発展を目指す。宇宙科学コミュニティの充実と、それを代表する宇宙工学・理学委員会と宇宙研との意思疎通は、宇宙科学における意思決定・実行の基盤でありまたその未来創出の柱である。

（2）大学が主体となる人材育成の方策

宇宙科学コミュニティ全体の充実には、宇宙科学コミュニティsのプレイヤーを抱える国内諸大学・機関における宇宙科学全体の充実を要する。その常設的な柱の1つとして、これまで諸分野・諸機関を横断統合した実行のなかった「人材教育」がある。

宇宙科学における人材育成では、これまで大学研究室、学会、JAXA、産業界などが個別に成果をあげてきたが、相互をグローバルに結んだ見通しの良い「日本として共有された横断的な人材育成プログラム」となっていない。このため、各機関における超小型衛星などの革新技術開発や宇宙ベンチャー等との連結もローカルな動きに留まり、宇宙科学コミュニティ全体としてのタイムリーな対応ができていない。

TFは、問題の本質は「コミュニティにおける人材育成のセンターの欠如」にあると考え、狭義宇宙科学に参加する多くの院生・学部生および若手人材の育成を現に行っている大学が主体となり、これらを横断するとともにJAXAや産業界、さらには、宇宙理学・工学を明示してはいないが、潜在的に関係のある多様な分野と連結・協力し、若手人材の育成・交流・水準向上を目指す「宇宙科学の人材育成ハブ」を構築することが必要と結論づけた。

詳細については講演で述べる

S001-19

Zoom meeting A : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

16:00~16:15

地球電磁気・地球惑星圏学会の発展と次世代育成

#塩川 和夫¹⁾, 山本 衛²⁾

⁽¹⁾ 名大宇地研, ⁽²⁾ 京大・生存圏研

Development and capacity building of the Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

#Kazuo Shiokawa¹⁾, Mamoru Yamamoto²⁾

⁽¹⁾ ISEE, Nagoya Univ., ⁽²⁾ RISH, Kyoto Univ.

The Society of Geomagnetism and Earth, Planetary, and Space Sciences (SGEPSS) has been developed originally from the fields of geomagnetism and space sciences including the ionosphere. Recent activities also contain planetary sciences in solar system. According to the expansion of human activities in global scale, the importance of this field for the merit of human activities increases, such as for understanding and prediction of space weather and climate change. Under these circumstances, SGEPSS should act more to provide opportunities of research communication among its members to stimulate development of their research in various directions. Because the field of SGEPSS covers global-scale phenomena, international collaboration is essentially needed. SGEPSS should be a core of the international collaboration in this field and contribute to international capacity building to encourage students and early-career scientists in the world.

地球電磁気・地球惑星圏学会は古くから地球内部の電磁気学と電離層を含む地球周辺の宇宙空間をその対象領域として発展し、近年はさらに広く太陽系の惑星群もその範囲に含めている。他の地球科学の分野と同様に、人類活動のグローバルな発展に伴い、地球規模の気候変動や宇宙利用の重要性が注目され、当学会が専門とする領域も基礎科学としてだけでなく人類活動に資するための重要性が増している。このような現状の中で、当学会としては、会員の研究交流を促進させ、さまざまな新しい方向に発展していくための一助として活動していくことが改めて重要になってきている。また本学会は地球規模の現象を対象としているために、本質的に国際共同研究が必須の分野でもある。今後、当学会が国際的な研究交流の柱の一つになり、広く世界で次世代育成に貢献していくことが大事である。

S001-20

Zoom meeting A : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

16:15~16:30

学会と社会の関わり・研究環境に関する現状と将来構想～アウトリーチ・教育普及活動・研究者の充実したライフスタイルの実現～

#行松 彰¹⁾, 田所 裕康²⁾, 大矢 浩代³⁾, 坂中 伸也⁴⁾, 地球電磁気・地球惑星圏学会 アウトリーチ部会⁵⁾, 地球電磁気・地球惑星圏学会 ダイバーシティ推進ワーキンググループ⁵⁾

(¹⁾ 国立極地研究所/総研大, (²⁾ 駿河台大学, (³⁾ 千葉大・工・電気, (⁴⁾ 秋田大・国際資源, (⁵⁾ 地球電磁気・地球惑星圏学会)

Current issues and future vision on our social engagement and research environment - outreach, education and diversity activities

#Akira Sessai Yukimatu¹⁾, Hiroyasu Tadokoro²⁾, Hiroyo Ohya³⁾, Shinya Sakanaka⁴⁾, SGEPPS Outreach working group⁵⁾, SGEPPS Diversity promotion working group⁵⁾

(¹⁾ NIPR/SOKENDAI, (²⁾ Surugadai University, (³⁾ Engineering, Chiba Univ., (⁴⁾ International Resource Sciences, Akita Univ., (⁵⁾ SGEPPS)

Current issues and future plan on our scientific fields and our society itself have been long discussed and updated in the activities promoted by several temporal working groups and the current working group on future vision in our society. Alongside of deep discussions on future concrete plans on cutting edge sciences, current issues and future vision on our social engagement and on improving research environment have also been seriously discussed since its beginning. In this presentation, we try to focus on our outreach and education activities to the public world, and also on tireless efforts on improving each researcher's research and work environment, realizing better fulfilling lifestyle, and promoting diversity and inclusion. Our efforts so far against the issues, the current problems remaining unresolved and relationships with trends in contemporary social world, and future vision on best or better way forward will be discussed.

当学会では、過去の学会将来問題検討WG、将来構想検討WG、現在常設の将来構想検討WGの活動等により、我々の学問分野や学会の現状と将来について検討し、その将来構想の改訂が進められてきた。この中で、当初より、各研究分野の将来構想と並び、学会と社会の関わりや研究者の働き方の多様性についての現状分析や、将来構想についても活発に議論がなされてきた。本講演では、中心的に議論がなされてきた、アウトリーチ活動、教育普及活動、そして、個々の研究者のより良い研究・労働環境や、充実したライフスタイルの実現、多様性包摂の推進といった課題について、これまでの取り組み、現状とその問題点や社会の動向との関係性、今後取り組むべき課題について概観し、将来構想について議論し提言を試みる。

S001-21

Zoom meeting A : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

16:30~16:45

学会誌としての Earth, Planets and Space 誌

#臼井 洋一¹⁾, 山谷 祐介²⁾, 加藤 雄人³⁾

¹⁾ 海洋研究開発機構, ²⁾ 産総研, ³⁾ 東北大・理・地球物理

SGEPSS Journal Earth, Planets and Space

#Yoichi Usui¹⁾, Yusuke Yamaya²⁾, Yuto Katoh³⁾

¹⁾JAMSTEC, ²⁾FREA, AIST, ³⁾Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

We will discuss the status and prospects of Earth, Planets and Space as the society journal.

Earth, Planets and Space (EPS) 誌は、Journal of Geomagnetism and Geoelectricity (JGG) 誌の後継誌として 1998 年に創刊された、SGEPSS の学会誌である。EPS 誌は JGG 誌に加え、日本地震学会が発行していた Journal of Physics of the Earth 誌を母体としており、さらに日本測地学会、日本火山学会、日本惑星科学会を加えた 5 学会により運営されている。共同運営であることに加え、学会誌であるとともに開かれた国際学術誌でもあることから EPS の課題は多面的だが、本発表では、特に SGEPSS との関りに焦点を当てる。SGEPSS 会員には EPS 誌の将来を決める力がある。EPS 誌の運営委員や編集委員の任期は数年であり、出版社との契約も 5 年毎の更新であるため、状況は想像以上に早く変化しうるので、身近な問題としてご議論いただきたい。

学会としては、EPS 誌が安定的に存続することが最も重要であろう。2019 年度以降、編集・運営・発行に要する金銭的成本は、5 学会による分担金と、Springer-Nature 社との契約に基づく論文掲載料 (APC) の定率還元で賄っている。これまでの両財源の割合は、おおむね 1:1 である。APC の還元総額は出版論文数に比例する。したがって、EPS 誌への論文出版を奨励することは学会としてもメリットがあると言える。なお 2014 年度以降、SGEPSS は分担金として年間 150 万円を拠出している。これらに加えて、2019 年度に科研費の研究成果公開促進費 (国際情報発信強化 (A)) が JpGU を代表として申請し採択され、2023 年度まで 5 年間の計画「日本の地球惑星科学共同体による PEPS 誌・EPS 誌の国際情報発信強化で相乗効果を上げる取組」を実施している。科研費を活用して、EPS 誌の国際的認知度をさらに高める取り組みを進めている。

学会誌の機能として、会員間のコミュニケーション促進がある。EPS 誌では、会員の個別の研究成果を掲載するとともに、秋学会・連合大会のセッションや、会員の関わるプロジェクトなどに基づいた特集号を発刊している [1]。特に特集号は、被引用回数など一般的な指標で見ると活発に閲覧されている。一方で、これらが特に SGEPSS の活性化にフィードバックされているかについては、雑誌の側から測ることが難しい。また、HP・ブログやコンテンツアラートを通じて最新情報を提供しているものの [2]、これも利用者からの声は見えずらい。SGEPSS からは EPS の運営に深くかかわる委員を常時 2 名以上選出しており、会員からのアイデア・意見は SGEPSS 運営委員会等に寄せることが出来るが、より簡単なチャンネルの設置も検討したい。

[1] <https://www.earth-planets-space.org/ja/specialissues>

[2] <https://www.earth-planets-space.org/ja/epsblog>

S001-22

Zoom meeting A : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

16:45~17:00

SGEPSSにおける研究データマネジメントの現状と将来像

データ問題検討分科会¹⁾, #能勢正仁²⁾, 村山泰啓³⁾, 篠原育⁴⁾, 田中良昌⁵⁾, 堀智昭⁶⁾, 小山幸伸⁷⁾, 今城峻⁸⁾

(¹⁾ データ問題検討分科会, (²⁾ 名大・宇地研, (³⁾ 情報通信研究機構, (⁴⁾ 宇宙研/宇宙機構, (⁵⁾ 国立極地研究所/ROIS-DS/総研大, (⁶⁾ 名大 ISEE, (⁷⁾ 近大高専, (⁸⁾ 名大・ISEE

Present Status and Future Vision of Research Data Management in SGEPSS

on Research Data Issues Subcommittee¹⁾, #Nose Nose²⁾, Yasuhiro Murayama³⁾, Iku Shinohara⁴⁾, Yoshimasa Tanaka⁵⁾, Tomoaki Hori⁶⁾, Yukinobu KOYAMA⁷⁾, Shun Imajo⁸⁾

(¹⁾ Subcommittee on Research Data Issues, (²⁾ ISEE, Nagoya Univ., (³⁾ NICT, (⁴⁾ ISAS/JAXA, (⁵⁾ NIPR/ROIS-DS/SOKENDAI, (⁶⁾ ISEE, Nagoya Univ., (⁷⁾ KUTC, (⁸⁾ ISEE, Nagoya Univ.

Even though it has been only about a year since the future vision document was published in July 2020, handling of research data and way of thinking about them are changing dramatically, both inside and outside SGEPSS. For example, outside SGEPSS, government authorities, research funding agencies, and academic publishers are changing their perceptions and policies about research data. As pointed out in the "Science, Technology and Innovation Basic Plan (6th term)" announced by the Cabinet Office in the spring of 2021, plan and implementation of data management are requested in the process of research activities. Regarding the internal aspects of SGEPSS, there is an increase in the number of practices of data preservation and citation, which are needed when publishing research papers, a promotion of minting DOI to datasets, and a special session on research data at the fall meeting in November 2020. In the revision of the future vision document, we will describe analysis result and future vision for an issue: what kind of "research data management, publication, and citation" is needed to ensure that research results and papers can continue to be presented and published smoothly, and that data providers and data repository managers can continue to receive legitimate reference, attribution, and credit.

現在の将来構想文書が発行された2020年7月から約1年程度しか経っていないにも関わらず、SGEPSS内外において、研究データに対する考え方や取り扱い、大きく変わりつつあるのが現状である。例えば、SGEPSSの外部については、政府当局や研究資金配分機関、学術出版社等の研究データに対する認識・ポリシーが変化しており、2021年春に内閣府が発表した「第6期科学技術・イノベーション基本計画」においても指摘されているように、研究活動の過程において、データマネジメントを計画・実施することが求められている。SGEPSSの内部については、研究論文出版の際に要求されるデータ保存・引用等の明記への対応が増加していることや、データセットへの識別子付与の加速、2020年11月の秋学会における研究データに関する特別セッションの開催などが挙げられる。将来構想文章の改訂にあたっては、引き続き研究成果や学術論文をスムーズに発表・出版していくために、また今後ともデータ提供者及びデータリポジトリ運営者が正統な参照や帰属および功績を受けられるようにしていくためには、どのような「研究データ管理・出版・引用」が必要なのかについて現状分析と将来像を記述する予定である。