

宇宙放射線科学の実験的研究

研究代表者 長谷部 信行
(理工学術院所 教授)

1. 研究課題

宇宙で繰り広げられている様々な高エネルギー現象を観測することは、宇宙の起源とその後の進化、宇宙の成り立ち等、それぞれの時空で生起している物理現象の解明の手掛かりになるだけでなく、新しい世界へと導く自然科学の魅力を有している。また、宇宙は、今後の人類が恒常的に進歩していく上で、開発すべき重要な活動領域といえる。本研究は、地球科学を含め惑星科学、宇宙線・宇宙空間物理学に深く関連している宇宙放射線物理学の実験的研究である。特に、MeV領域の γ 線、中性子線、粒子線、またkeV領域のX線は、惑星・宇宙を構成している重要な物質情報（原子核や原子成分）を担っている。それらの情報から月・惑星・小惑星や天体の形成や進化、天体の表面や宇宙空間で生起している壮大な高エネルギー現象の謎の解明に取り組んでいる。また、それらの観測・実験分野で要求される新しい検出器技術やエレクトロニクス技術の開発、その周辺技術の開発を進めている。

A) 地球・月・惑星科学と探査

- A.1 月探査「かぐや」のガンマ線観測、月隕石と月科学
- A.2 月面、月の地下、月の縦穴などの放射線量の評価
- A.3 放射線帯下層域の補足電子群の下降現象と地震との関連
- A.4 月・惑星探査機に搭載する高性能な小型元素分析装置及び光学機器の基礎開発

B) 放射線物理学及びその応用

- B.1 放射線の検出媒体としての希ガスの基礎研究とその応用
- B.2 超重核検出用の固体飛跡検出器の基礎開発とその応用

2. 主な研究とその成果

A. 地球・月・惑星科学と探査

A.1 月探査「かぐや」のガンマ線観測、月隕石と月科学

月表面における主要元素や微量元素（特に天然放射性元素）の元素濃度分布に関する情報は、月地殻の起源と進化を理解する上で必要不可欠な情報である。月探査衛星かぐやに搭載されたガンマ線分光計（KGRS）には、エネルギー分解能に優れたゲルマニウム結晶が用いられており、多くの元素由来のガンマ線を高精度で観測することができ、更に元素分布の全球図を作成することができた。KGRSの観測でえられた全球図は、月表面から放出される様々なエネルギーのガンマ線の分布だけでなく、高速中性子の強度分布に関する全図も作成することができた。

月隕石 Northwest Africa 2200 について、その元素組成・鉱物組成を求めた。これらの斜長岩片中にみられる鉱物組成は、アポロ計画で表側から回収された鉄に富む斜長岩によく似ており、隕石衝突の影響を強く受け多様に角礫化を経験している。一方、全岩組成は、Th や希土類元素が大きく枯渇していることから、その起源地域はアポロ回収地点とは異なる高地地域である。Dhofar 489 と Dhofar 911 という隕石試料の詳細な薄片観察から、ほぼ 100%斜長石で構成される岩石片（純粋斜長岩）を初めて見つけた。月隕石の分析結果と月探査衛星「かぐや」の反射スペクトル結果から、純粋斜長岩体は全球的に分布していることを明らかにし、従来の月地殻形成モデルの再考が必要であることを指摘した。

業績**論文**

- [1] H. Nagaoka, H. Takeda, Y. Karouji, M. Ohtake, A. Yamaguchi, S. Yoneda, N. Hasebe. "Implications for the origins of pure anorthosites found in the feldspathic lunar meteorites, Dhofar 489 group", *Earth, Planets and Space*, 66, 115, 2014.

国内・国際学会

- [2] N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, E. Shibamura, R. Mitsuhashi, J.A.M. Lopes, "Lunar gamma-rays and neutrons measured by Kaguya gamma-ray spectrometer", 24th European Cosmic Ray Symposium (ECRS2014), Kiel, Germany, Sep. 1 - 5, 2014.
- [3] N. Hasebe, H. Nagaoka, H. Kusano, Y. Sakuramoto, M. Hareyama, Y. Karouji, N. Yamashita, S. Kobayashi, K.J. Kim, "Elemental distributions of iron and titanium on the lunar surface observed by Kaguya gamma-ray spectrometer", 40th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2014), Moscow, Russia, Aug. 2-10, 2014.
- [4] H. Nagaoka, Y. Sakuramoto, Y. Karouji, N. Yamashita, M. Hareyama, S. Kobayashi, H. Kusano, N. Hasebe, "Distributions of Titanium on the Moon by Kaguya Gamma-ray Spectrometer (KGRS)", 11th Annual Meeting of Asia Oceania Geoscience Society (AOGS 2014), Sapporo, Japan, Jul. 28-Aug. 1, 2014.
- [5] Nobuyuki Hasebe, Yusuke Ideguchi, Sota Shimizu, Eido Shibamura, Hiroshi Nagaoka, Hiroki Kusano, Kunitomo Sakurai, Masanori Kobayash, "Global Distribution of counting rates observed by a thin plastic scintillator of KAGUYA gamma ray spectrometer", International Symposium on Remote Sensing 2014 (ISRS2014), Busan, Korea, Jun. 16-18, 2014.
- [6] H. Nagaoka, Y. Sakuramoto, H. Kusano, Y. Takami, M. Naito, N. Hasebe, "Global distribution of titanium on the Moon observed by Kaguya gamma-ray spectrometer: Implication of the enrichment of Ti in Mare Tranquillitatis", International Symposium on Lunar and Planetary Science 2014 (ISLPS2014), Macau, China, Jun. 3-5, 2014.
- [7] N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, Y. Sakuramoto, S. Shimizu, E. Shibamura, K. Sakurai, M. Hareyama, Y. Karouji, J. Haruyama, "Lunar radiation measurement by Kaguya gamma-ray spectrometer", International Symposium on Lunar and Planetary Science 2014 (ISLPS2014), Macau, China, Jun. 3-5, 2014.
- [8] H. Nagaoka, N. Hasebe and KGRS team. "Composition from SELENE Data and Meteorite Analysis (2)", SELENE Symposium 2014, Tokyo, Japan, March 4-5, 2014.
- [9] 長岡央, 長谷部信行, 草野広樹, 内藤雅之, 柴村英道, 天野嘉春, 太田亨, T. J. Fagan, Waseda AXS team "将来の惑星探査に向けた小型放射線分光装置の提案", 日本惑星科学会 2014 年秋季講演会, 仙台, 日本, 9/24-26, 2014

卒論

- [10] 林田陵介, "かぐや搭載ガンマ線分光計による高エネルギーガンマ線放射気候に関する研究", 2014年度卒論.

A.2 月面、月の地下、月の縦穴などの放射線量の評価

月や火星は地球に近い天体であり、アクセスや通信が比較的容易であるために、近い将来には長期的な有人探査地域となるであろう。しかし、月面や火星表面の放射線環境は、地球表面とは大きく異なっている。月・火星では大気が殆どないか薄い、そして磁場は非常に弱いために、高エネルギー荷電粒子はもちろんのこと低エネルギー粒子も直接月や火星の表面に到達する。月面や火星表面での居住者や作業者は、長期にわたって過酷な環境にさらされることになる。最近、月や火星に直径数 10 m 以上の縦穴がいくつも見つかっている。有人基地として月や火星の溶岩チューブなどの空洞を考えた場合、放射線や微小隕石への曝露からの遮蔽、安定な温度環境など、長期滞在の居住環境として適した場所といえる。

月の表面、地下、ラバチューブでの放射線環境について述べ、一様で平滑な表面、巨大岩体周辺、縦穴、ラバチューブの特殊地域での放射線被曝および人的活動のための放射線防護に関する評価を行った。縦穴または溶岩チューブでの活動は、殆んど地球の表面で受ける放射線の被ばく線量と殆んど変わらないがわかった。月の縦穴、或はラバチューブ内での有人活動は、放射線だけでなく微小隕石、また過酷な温度環境などの点から、将来の人類の活動に適した環境であるといえる。

業績**国内外学会・会議等**

- [1] Nobuyuki Hasebe, Takuma Saito, Hiroki Kusano, Hiroshi Nagaoka, Mitsuhiro Miyajima, Eido Shibamura, Kunitomo Sakurai, Shuya Ota, Satoshi Kodaira, Kyeong Ja Kim, "Radiation Dose in the Vertical Hole of the Moon", International Symposium on Remote Sensing 2014, Busan, South Korea, 16-18 Apr., 2014.
- [2] Nobuyuki Hasebe, Takuma Saito, Hiroki Kusano, Hiroshi Nagaoka, Sota Shimizu, Shuya Ota and Jun'ichi Haruyama, "Radiation

Environment on the Moon”, 11th Annual Meeting of Asia Oceania Geoscience Society, Sapporo, Japan, 28 Jul. - 1 Aug., 2014.

- [3] N. Hasebe, Y. Ideguchi, H. Kusano, H. Nagaoka, S. Shimizu, E. Shibamura, M. Hareyama, “Radiation environment above the lunar surface by Kaguya gamma-ray spectrometer”, 40th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2014), Moscow, Russia, Aug. 2-10, 2014.
- [4] N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, Y. Sakuramoto, S. Shimizu, E. Shibamura, K. Sakurai, M. Hareyama, Y. Karouji, J. Haruyama, “Lunar radiation measurement by Kaguya gamma-ray spectrometer”, International Symposium on Lunar and Planetary Science 2014 (ISLPS2014), Macau, China, Jun. 3-5, 2014.
- [5] 長谷部信行, “月・火星表面及び縦穴内での放射線線量の評価”, 第5回月と火星の縦孔・地下空洞探査研究会, JAXA/ISAS, March2-Mrch 3, 2015

修論

- [6] 齊藤琢磨, “月面及び月溶岩チューブ内での放射線線量の評価”, 2014年度修士論文
- [7] 林田陵佑, 長岡央, 長谷部信行, 草野広樹, 小平聡 “月周回衛星による月ガンマ線および中性子の線量空間分布”, 第62回応用物理学会春季学術講演会, 2015年3月11日, 東海大学

A. 3 放射線帯下層域の補足電子群の下降現象と地震との関連

地球放射線帯におけるエネルギー粒子の強度は、太陽活動などの外的要因によって大きく変動することが知られている。その一方で、地圏から放射された強力な低周波電波 (ULF)、雷から発生した電磁波現象に伴って、大気圏や電離層が大きく乱れることが知られている。また、VLF/LF送信局電波により、ている。地上観測点での振幅や位相に異常が出現することが知られている。本研究室では、VLF送信局電波との相互作用により生じた、放射線帯下層領域での高エネルギー電子群の下降の増大をSERVIS衛星のデータにより確認している。そこで、地震に伴う電磁気現象と放射線帯下層域に存在する下降電子群との相関を調べ、適度な相関が見つかれば地震予知につながり、巨大な損害を未然に抑えられ、防災上からも極めて重要であると考え、研究を進めている。本研究では、2009年4月から観測を開始した温室効果ガス観測技術衛星(Greenhouse gases Observing SATellite: GOSAT)に搭載された粒子線計測装置群 (LPT) のデータを使用し、衛星が観測中に発生した東日本大震災などの日本近郊で発生した大規模な地震を中心に地震と放射線帯における電子降下の関係を調査している。強い相関の見られる現象はまだ見つけられてないが、現状報告として、国内の学会で報告した。今後は他の衛星に搭載された粒子検出器も含めて、地震との関連を調べていく予定である。

業績

国内学会発表

- [1]大野恭平、三橋怜、長谷部 信行, 小山 孝一郎, 児玉 哲哉, “地震に伴う高エネルギー粒子降下”, 第58回宇宙科学技術連合講演会 長崎ブリックホール, 2014/11/12-14.
- [2]三橋怜、大野恭兵, 長谷部信行, 小山孝一郎, 児玉哲哉, 松本晴久, 奥平修, “地震前兆現象に関連する電子降下の研究”, 日本地震予知学会 第1回学術講演会、電気通信大学、2014/12/25-26.

修論

- [3]大野恭平, “放射線帯下層領域の電子降下現象と東北地方太平洋沖地震との関連性”, 2014年度修論.

A. 4. 月・惑星探査機に搭載する高性能な小型元素分析装置及び光学機器の基礎開発

A. 4. 1. X線発生装置の開発

惑星表面に着陸して、その場で元素分析する装置として、小型軽量で高性能な能動型蛍光 X 線分光計の開発を進めている。着陸機と表面探査車に搭載する観測機器は、そのサイズや重量、消費電力という点で厳しい制限が課せられる。蛍光 X 線分析は X 線を励起源とする元素分析法で、短時間で非破壊分析が可能であり、比較的小型で低電力であることから着陸探査での元素分析手法として適している。蛍光 X 線分析装置としては優れたエネルギー分解能を有するシリコンドリフト検出器を利用する。一方、これまで惑星探査機に採用された X 線励起源は、放射性物質を利用する方法であるが、日本では放射線源を宇宙機に搭載することは困難である。そこで、本研究室では、焦電結晶型 X 線発生器(PEXG)とカーボンナノチューブを用いた小型 X 線発生器(CNXG)の開発を進め

ている。

低圧ガス中に焦電結晶を配置して、結晶を温度変化させ自発分極を起こして高電場を形成して、電子を加速して X 線を発生させる。PEXG には発生する X 線強度が比較的弱く、不安定であるという問題があり、それを改善する研究を実施している。高電圧電源が不要である点に大きな魅力がある。

電子源としてカーボンナノチューブ (CNT) を用いて、発生した電子を高電場で加速して標的に照射して X 線を発生させるものである。高電圧電源が必要であるが、X 線管と違い冷陰極で済むことから、小さい電力で高輝度の電子源が容易に作れる特徴がある。両者とも、実用に向け実験が進められている。

業績

論文

- [1] H. Kusano, Y. Oyama, M. Naito, H. Nagaoka, H. Kuno, E. Shibamura, N. Hasebe, Y. Amano, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, "Development of an x-ray generator using a pyroelectric crystal for x-ray fluorescence analysis on planetary landing missions", Proceedings of SPIE, 9213, 921316-921326, 2014.
- [2] M. Naito, N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, M. Kuwako, Y. Oyama, E. Shibamura, Y. Amano, T. Ohta, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, "Future lunar mission Active X-ray Spectrometer development: Surface roughness and geometry studies", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, to be published.
- [3] 長岡央、長谷部信行、草野広樹、大山裕樹、柴村英道、久野治義、"惑星探査機搭載に向けた蛍光 X 線分光計の焦電結晶 X 線発生装置の基礎開発"、X 線分析の進歩、46 (2014) 347-354.

国際会議

- [4] H. Kusano, Y. Oyama, M. Naito, H. Nagaoka, H. Kuno, E. Shibamura, N. Hasebe, Y. Amano, "Development of a pyroelectric X-ray generator for X-ray fluorescence analysis on future lunar and planetary landing missions", International Symposium on Remote Sensing 2014, Busan, South Korea, 16-18 Apr., 2014.
- [5] M. Naito, N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, Y. Oyama, M. Kuwako, Y. Amano, H. Kuno, T. J. Fagan, T. Ohta, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, E. Uchida, "Experimental and numerical studies on X-ray fluorescence analysis for active X-ray spectrometer on SELENE-2", International Symposium on Remote Sensing 2014, Busan, South Korea, 16-18 Apr., 2014
- [6] M. Naito, H. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, Y. Oyama, E. Shibamura, Y. Amano, H. Kuno, T. J. Fagan, T. Ohta, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, "Increased Luminosity of Pyroelectric X-ray Generator for Active X-ray Spectrometer on SELENE-2", 11th Annual Meeting of Asia Oceania Geoscience Society, Sapporo, Japan, 28 Jul. - 1 Aug., 2014.
- [7] H. Kusano, Y. Oyama, M. Naito, H. Nagaoka, H. Kuno, E. Shibamura, N. Hasebe, Y. Amano, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, "Development of an X-ray generator using a pyroelectric crystal for X-ray fluorescence analysis on planetary landing missions", SPIE Optical Engineering + Applications 2014, San Diego, United States, 17-21 Aug. 2014.
- [8] H. Nagaoka, M. Naito, N. Hasebe, H. Kusano, E. Shibamura, H. Kuno, K. J. Kim, J. A. M. Lopes, J. Martínez-Frías, and JP team of AXS, "X-ray generator for active X-ray fluorescence spectrometer on-board landing rover for future planetary missions", 46th Lunar and Planetary Conference, Woodlands, United States, 16-20 Mar., 2015.
- [9] M. Naito, N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, H. Kuno, E. Shibamura, J. A. M. Lopes, "X-ray Emission using the Pyroelectric Crystal for the Active X-ray Spectrometer", 30th International Symposium on Technology and Science, Kobe, Japan, 4-10 Jul., 2015.
- [10] M. Naito, N. Hasebe, H. Kusano, E. Shibamura, H. Kuno, J. A. M. Lopes, J. Martínez-Frías, "Stable and Increased X-ray Luminosity of Pyroelectric X-ray Generator for Planetary X-ray Spectrometer", 12th Annual Meeting of Asia Oceania Geoscience Society, Suntec, Singapore, 2-7 Aug., 2015.

国内会議

- [11] 草野広樹、大山裕輝、内藤雅之、久野治義、柴村英道、長谷部信行、"焦電結晶を用いた X 線発生器の動作特性"、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、相模原市、3/17-20, 2014.
- [12] 内藤雅之、長谷部信行、草野広樹、長岡央、大山裕輝、桑古昌輝、天野嘉春、柴村英道、久野治義、T. J. Fagan、太田亨、内田悦生、"月惑星探査に向けた能動型 X 線分光器 AXS の基本特性(IV)"、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、相模原市、3/17-20, 2014.
- [13] 内藤雅之、長谷部信行、草野広樹、長岡央、久野治義、柴村英道、J. A. M. Lopes, "焦電結晶を用いた X 線発生器の動作特性(II)"、第 62 回応用物理学会春季学術講演会、平塚市、3/11-14, 2015.
- [14] 長岡央、長谷部信行、草野広樹、内藤雅之、"月着陸探査に向けた能動型蛍光 X 線分光計の開発状況"、日本地球惑星科学連合 2015 年大会、千葉市、5/24-28, 2015.
- [15] 内藤雅之、長谷部信行、長岡央、草野広樹、桑古昌輝、大山裕輝、柴村英道、天野嘉春、太田亨、J. A. M. Lopes, "次期惑星探査計画に向けた蛍光 X 線分析法の検討—試料表面の粗さと特性 X 線強度比の関係—"、日本地球惑星科学連合 2015 年大会、千葉市、5/24-28, 2015.
- [16] 長岡央、長谷部信行、草野広樹、内藤雅之、柴村英道、天野嘉春、太田亨、T. J. Fagan, Waseda AXS team "将来の惑星探査に向けた小型放射線分光装置の提案"、日本惑星科学会 2014 年秋季講演会、仙台、日本、9/24-26, 2014

卒論・修論

- [17] 内藤雅之, “次期惑星探査に向けた能動型 X 線分光計の開発—焦電結晶による X 線発生機構—”, 2014 年度修士論文.
 [18] 溝根美穂, “焦電結晶型 X 線発生装置の高輝度化に関する基礎研究”, 2014 年度卒業論文.
 [19] 木村優里, “着陸探査機搭載に向けた CNT 小型 X 線発生装置の基礎開発”, 2014 年度卒業論文.

A. 4. 2 HPGe を用いた小型高性能ガンマ線分光計の開発

月や小惑星の表面全域の元素構成を特定することは、天体の形成や進化の過程を解明するために不可欠である。また、人類の活動域の拡大という観点からも、宇宙の資源や宇宙利用は不可欠であるといえる。本研究は太陽系科学と宇宙資源の観点から、元素分析器として、高純度ゲルマニウム (HPGe) を用いた高性能ガンマ線分光計を開発している。天体から放射されるガンマ線を観測し、元素分布を調べるために使用されている有用な観測手段である。本研究では、50–60 kg級の超小型衛星 (超小型イオンエンジン付き) に搭載し、地球近傍の周回衛星ではなく地球近傍の軌道を有する惑星探査機、すなわち地球近傍小惑星 (NEAs) の探査機に搭載する核分光装置を提案している。核分光装置は、高性能ガンマ線装置 (GNS) と中性子分光計からなる。GNS は、小型冷凍機 K508 を用いて近年注目されている超小型衛星にも搭載可能な小型軽量の月・惑星探査用の GRS である。HPGe 冷却に関する熱解析と打ち上げ時の衝撃に関する装置の強度解析を考慮した設計で、装置全体重量として約 3.6kg となり小型化に成功した。HPGe の優れた分解能を活かすために、振動吸収に優れた熱経路による冷凍機のマイクロフォニックスの抑制とプラスチックシンチレータを用いた反同時計数法でバックグラウンド低減を行う。現在進行中である。

業績

国際学会

- [1] N. Hasebe, H. Kusano, H. Nagaoka, K. Sakurai, M. Miyajima, E. Shibamura, S. Shimizu, Y. Amano, T.J. Fagan, T. Ohta, K.J. Kim, J.A.M. Lopes, “Nuclear spectroscopic approach to study M-type asteroids”, International Symposium on Lunar and Planetary Science 2014 (ISLPS2014), Macau, China, Jun. 3-5, 2014.

卒論

- [2] 安達拓人, 2015, 卒業論文「小型冷凍機を用いた HPGe ガンマ線分光計の軽量化に関する研究」

A.4.3 中心窩を有する広視野センサの開発

この研究は、宇宙機搭載に向けて重要な項目である重量・サイズ、消費エネルギー量の制限、情報通信速度のボトルネックの軽減・解消を目指した多機能的利用可能なセンサ開発を目的とするプロジェクトである。本研究は、特に可視光帯域にフォーカスを当てたセンシング技術確立に寄与する研究内容となっており、本年度の主な取り組みは、(1)広角中心窩センサ研究と(2)特殊広角レンズを用いたセンサの開発である(詳細は、清水創太准教授の年次報告を参照)。

(1) 広角中心窩センサを多機能的利用可能な可視域視覚センサとして月面探査ローバーへの搭載する、という計画のもとに韓国・KIGAM との国際共同研究に基づいて遂行している。また、広角中心窩センサのさらなる小型化・省エネルギー化については高機能化を目的としたノンメカニカル化の取り組みを実施した。月面探査ローバーへの応用研究は、視線入力デバイスとの組み合わせにより利便化を図ったシステムの構築と考察を目的として、研究を実施してきた。

(2) 特殊広角レンズを用いたセンサの開発は、JKA 財団から 3 年連続して採択されている研究テーマ(代表：清水創太)の一環であり、2013 年度はドライブレコーダ用の視覚センサとして交通事故の起こり易い夕暮れ時に撮影された動画像の品質を向上させることを目的として実施された。特殊な広角光学系を設計・試作した。

業績

査読付き国際学会

- [1] Sota Shimizu, Takumi Kadogawa, Masayuki Naito, Takumi Hashizume, Hiroki Kusano, Hiroshi Nagaoka, Nobuyuki, Hasebe, Yoshiaki Tanzawa, “A study on Color Information Corrected in Human Brain-Measurement and Evaluation of Color Propagation”,

Proc. of IECON, pp.5230-5235 (2014.10)

- [2] Sota Shimizu, Nobuyuki Hasebe, Kazutaka Nakamura, Kyeong Ja Kim, Yi Re Choi, Eung Seok Yi, Hiroki Kusano, Hiroshi Nagaoka, "Multi-purpose Wide-Angle Vision System for Remote Control of Planetary Exploring Rover", Proc. of IECON, pp.5260-5265 (2014.10)
- [3] Sota Shimizu, Takumi Hashizume, Shuu-ichi Kikuchi, Nobuyuki Hasebe, Hiroki Kusano, "Mona Lisa might be displeased? -Emotion Propagation from Central Field of View to Periphery in the Brain-", Proc. of the 10th anniversary of France-Japan and 8th Europe-Asia Congress on Mechatronics, pp.279-284 (2014.11)
- [4] Sota Shimizu, Yukihiro Nishiyama, Nobuyuki Hasebe, "A Solution of Time-delay Problem in Remote Operation of Active Vision Sensing Device -Visual Tracking in Time-series of Images from Past to Future-", Proc. Of IEEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, and Motion Control, pp. 000-000 (2015.3)

その他の学会発表

- [5] Sota Shimizu, Nobuyuki Hasebe, Kazutaka Nakamura, Kyeong Ja Kim, Yi Re Choi, Eung Seok Yi, Hiroki Kusano, Hiroshi Nagaoka, "Multi-purpose Use of Wide-Angle Fovea Vision System for Planetary Exploring Rover", Proc. of ISRS (2014.4)
- [6] 清水創太, 総論: 高度センサ応用による計測制御技術創生, 平成 26 年電気学会産業応用部門大会シンポジウム講演論文集 (2014.8)
- [7] 西山裕之, 清水創太, 長岡央, 長谷部信行, 遠隔操作時の時間遅れ問題を解決する SIFT を用いた過去から未来へのビジュアルトラッキング, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会 (2015.5)
- [8] 中村和貴, 清水創太, 長谷部信行, 草野広樹, 長岡央, "惑星探査ローバー遠隔操縦のための広視野視覚システムの開発", 電気学会研究会資料, 産業計測制御研究会, IIC-014-038, (2014.3).
- [9] 清水創太, 長谷部信行, "ドライブレコーダ用広視野センサの開発", 電気学会研究会資料, 産業計測制御研究会, IIC-014-037, (2014.3).

卒論

- [10] 西山裕之 "遠隔操作時の時間遅れ問題を解決する SIFT を用いた過去から未来への Visual Tracking"

賞

- [11] 清水創太, ©中村和貴, 惑星探査ローバー遠隔操縦のための広視野視覚システムの開発
2014 年電気学会産業計測制御技術委員会優秀論文発表賞

B) 放射線物理学及びその応用

B.1 放射線の検出媒体としての希ガスの基礎研究とその応用

本研究室では常圧から高圧に至る範囲で、放射線による電離と蛍光へのエネルギー分配をイベント毎に測定する実験を進めている。これは放射線エネルギーの分配方法を詳細に調べようとする計画で、装置としてキセノンを充填した気体電離箱を利用している。現在は、アルファ線源を用いて従来型の Frisch グリッドを有する電離箱とグリッドのないコレクター電極分割型の Luke 電離箱の性能比較実験を実施している。電離箱は 10 数 cm 以下の小型であるが、アルファ線分光器として良好な性能を有し、これまでの実験から大型化の可能性が示唆されている。大型堅牢な Luke 型気体電離箱を製作し、測定回路系を含め性能評価（エネルギー分解能、長期間の安定性、動作のシミュレーション等）が終了し、本年度は極のパターンを最適化し、セ像試験に着手した。今後は、実験的に最適条件を求め、測定を実施する。

Luke 型電極の特徴は、Frisch グリッドの欠点である機械的強度が小さく、電氣的雑音が大きく、大型化が困難などの欠点を取り除くことができることである。更に、測定系を単純化できことに新規性がある。

この電極構造有する大型の α 線電離箱が実現できれば、宇宙用の γ 線電離箱に応用できるだけでなく、環境計測や現在問題になっている原子力施設とその周辺の放射層汚染の精密測定も可能になる。大きな社会的問題解決の一助となり、システムを普及させることにより、人の日常生活での放射性物質含有問題に安全性を提供出来る。

B.2 その他： 超重核検出用の固体飛跡検出器の基礎開発とその応用

業績

学会・研究会発表

- [1] 四之宮創, 小平聡, 川島元, 蔵野美恵子, 長谷部信行"CR-39 と銀活性リン酸塩ガラスを用いた超重核測定法の検討", 第 29 回固体飛跡検出器研究会, 2015 年 3 月 30 日, 敦賀

- [2] 花岡慶祐, 小平聡, 川嶋元, 蔵野美恵子, 長谷部信行, 四之宮創“CR-39 プラスチック飛跡検出器を用いた重粒子線の電荷交換断面積の測定”, 第 28 回固体飛跡検出器研究会, 2014 年 3 月 27 日-28 日, 神戸大学
- [3] 吉村亮, 佐竹 亮祐, 川端 修, 草野 広樹, 宮島 光弘, 柴村 英道, 長谷部 信行, “Coplanar 電極を用いた希ガス電離箱の開発”, 2014 年 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 2014 年 9 月 17 日-20 日, 青山学院大学
- [4] 吉村亮, 川端修, 栗田光紀, 岩崎健太, 草野広樹, 宮島光弘, 柴村英道, 長谷部信行, “Coplanar 電極を用いた希ガス電離箱の開発 II”, 2014 年 第 75 回応用物理学会春季学術講演会, 2014 年 9 月 17 日-20 日, 北海道大学

卒・修論

- [5] 花岡慶祐, “CR-39を用いた秘跡追跡法による重イオンの核破碎反応断面積の測定”, 2014年度修論.
- [6] 吉村亮, “Coplanar型希ガス電離箱の波高値とそのエネルギー分解能に関する研究
—電極構造の幾何学的形状及び線源の位置依存性—”, 2014年度修論.
- [7] 栗田光紀, “形状の異なるCoplanar電極を用いた希ガス電離箱の性能評価”, 2014年度卒論.
- [8] 岩崎健太, “Coplanar電極を有する円筒型電離箱の動作特性”, 2014年度卒論.
- [9] 川端修, “Luke型電離箱の性能比較のためのFrish grid型電離箱の動作特性”, 2014年度卒論.

3. 共同研究者

- 名誉研究員(名誉教授) : 菊池 順
- 主席研究員准教授 : 清水創太
- 次席研究員助教 : 草野広樹
- 助手 : 長岡 央
- 招聘研究員 : 宮島光弘、桜井邦朋、久野治義、柴村英道、小平聡、小林進悟、大田周也、山下直之、小林正規、春山純一、森国城、藤井雅之、古内ちゆみ

海外の協力研究者

- 韓国 : K.J. Kim (KIGAM), G.Ju (KARI) , K.B. Lee(KRISS)
- 仏蘭西 : C.d’Uston, O. Forni, O. Gasnault, S. Maurice (IRAP)
- 独逸 : G. Klingelhoefer (JGU), J. Brueckner(MPIC)
- 米国 : B.W.Boynton, D. Hamara (UoA), L. Lim, R. Starr (GSFC), R. Reedy(LPI)
N. Yamashita(LPI)
- 葡萄牙 : J.A. Matius-Lopes (UoC)
- 西班牙 : Jesús Martínez-Frías(CSIS-CUM)
- 中国 : M. Zhu (MUST)