

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

**平成 23 年度～平成 27 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 早稲田大学 2 大学名 早稲田大学
- 3 研究組織名 理工学術院総合研究所
- 4 プロジェクト所在地 新宿区大久保 3-4-1
- 5 研究プロジェクト名 先端的宇宙科学観測・技術融合型研究拠点の形成
- 6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
鳥居 祥二	理工学術院	教授

- 8 プロジェクト参加研究者数 24 名

- 9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
鳥居祥二	理工学術院・教授	宇宙科学観測システム製作及びデータ解析システムの構築	プロジェクトの統括・推進。 宇宙線観測装置(CALET)の装置開発及び観測システム構築
前田恵一	理工学術院・教授	宇宙論に基づく暗黒物質の理論的研究	暗黒物質探索実験の観測データについての理論的検討
山田章一	理工学術院・教授	超新星爆発メカニズムの理論的研究	科学観測データに基づいて超新星爆発における宇宙線加速機構の理論的検討
鷹野正利	理工学術院・教授	星における元素合成の理論的研究	科学観測データに基づいて星における元素合成過程の理論的検討
長谷部信行	理工学術院・教授	宇宙・惑星探査用高分解能核分光システム研究・開発	SELENE2 における月探査用ガンマ線・中性子分光計の開発
中島啓機	理工学術院・教授	電波干渉計における光伝送技術の研究・開発	電波干渉計における要素技術開発による観測精度の向上

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

山川 宏	理工学術 院・教授	小型衛星システムの研究・開 発	大学発小型衛星開発計 画の策定及び研究統括
宮下朋之	理工学術 院・教授	小型衛星システムの設計・製 作	大学発小型衛星の技術 開発・製作
嶋本 薫	理工学術 院・教授	小型衛星通信に関する通信 方式, ネットワーキングの研 究	災害監視用小型衛星受 信システムの開発・運用
大師堂経明	教育・総合 科学学術 院・教授	電波干渉計を用いた電波トラ ンジエント天体の研究	電波干渉計の高精度化 による電波トランジエント の天体の高感度観測
片岡 淳	理工学術 院・教授	次世代X・ γ 線観測衛星のた めの光計測技術の実証化研 究	次世代型X・ γ 線衛星の ための高精度光検出シ ステムのセンサー開発・ 実用化
寄田浩平	理工学術 院・教授	高分解能ガンマ線スペクトロ メータの研究・開発	液体アルゴンを用いた暗 黒物質検出装置の開 発・実用化
小澤俊介	理工学術 院・次席研 究員	宇宙線観測システムの技術 開発	宇宙線観測装置 (CALET)の要素技術開 発及び性能評価試験
浅岡陽一	理工学術 院・次席 研究員	宇宙線データ解析システム の研究・開発	宇宙線観測装置 (CALET)データ解析シ ステム開発・構築
草野広樹	理工学術 院・次席 研究員	月面における蛍光 X 線分光 装置の研究・開発	ガンマ線分光装置開発
長岡 央	理工学術 院・助手	月面における蛍光 X 線分光 装置の研究・開発	X 線分光計の開発
金 亨俊	理工学術 院・助手	小型衛星技術の研究・開発	大学発小型衛星の要素 技術開発・試験
劉 江	理工学術 院・講師	小型衛星通信に関する通 信, ネットワーキングの技術 開発	災害監視用小型衛星受 信システムの方式検討 及び実験実施
笠原克昌	理工学術 院・招聘 研究員	宇宙線観測装置システムの 性能最適化研究	CALET の装置開発にお ける最適化シミュレー ション計算
貴田寿美子	理工学術 院・講師	電波干渉計を用いた電波トラ ンジエント天体の研究	那須電波干渉計を用い た電波天体カラーマップ の作成
青木貴弘	理工学術 院・助教	電波干渉計を用いた電波トラ ンジエント天体の研究	那須電波干渉計を用い た突発電波天体の研究
(共同研究機関等) 高柳昌弘	JAXA・ISS 科 学プロジェ クト室・室長	ISS 搭載宇宙線観測装置 (CALET) の JAXA 側デー タ送受信システムの開発	JAXAにおけるCALETデ ータ受信システムの開 発・構築支援

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

山口耕司	次世代宇宙システム研究開発組合・理事長	産官学共同プロジェクトによる超小型衛星開発	小型衛星開発システムの共同研究体制構築及び衛星実用化
川西哲也	情報通信研究機構・研究マネージャー	先進的光変調技術の研究・開発	電波干渉計における光伝送・信号技術開発

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
宇宙線観測技術の実証化研究及びデータ解析システム開発	理工学術院・次席研究員	清水雄輝	CALET の試作モデルを用いた性能実証化及び機上データ解析システム開発・構築

(変更の時期:平成 24年 3月 31日)

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
ガンマ線バースト検出アルゴリズムの開発	理工学術院・助手	中川友進	CALET ガンマ線バーストデータ解析システム開発・構築

(変更の時期:平成 25年 3月 31日)

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
次世代 γ 線観測装置のための光計測技術の開発	理工学術院・助教	中森健之	次世代型X・ γ 線衛星のための高精度光検出システムの高精度化

(変更の時期:平成 25年 3月 31日)

旧

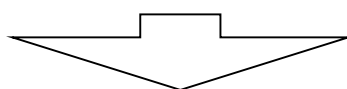
プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
小型人工衛星の開発	早稲田大学理工学術院・助手	勝又 暢久	大学発小型衛星の要素技術開発・試験

(変更の時期:平成 25年 3月 31日)

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
小型衛星通信に関する通信、ネットワーキングのシステム開発	理工学術院・助教	Ho Dac Tu	小型衛星受信システムの技術開発・運用

(変更の時期:平成 25年 3月 31日)



法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
東京大学宇宙線研究所・助手	理工学術院・次席研究員	浅岡陽一	宇宙線観測装置(CALET)データ解析システム開発・構築

(変更の時期:平成 25年 4月 1日)

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
総合機械工学専攻・博士課程	早稲田大学理工学術院・助手	金 亨俊	大学発小型衛星の要素技術開発・試験

(変更の時期:平成 25年 4月 1日)

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
理工学術院・講師(任期付)	理工学術院・講師(任期付)	貴田寿美子	那須電波干渉計を用いた電波天体カラーマップの作成

(変更の時期:平成 26年 4月 1日)

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
教育・総合科学学術院・助手	理工学術院・助教	青木貴弘	那須電波干渉計を用いた突発電波天体の研究

(変更の時期:平成 26年 4月 1日)

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

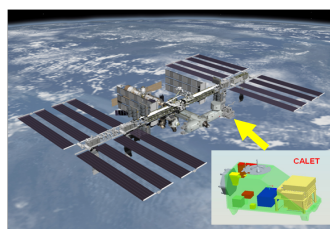
(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本学では、理工学術院に所属する研究者を中心として、超新星爆発、ブラックホールや宇宙初期銀河、さらに暗黒物質といった宇宙に残された未解明な天体现象や謎に包まれた月の生成過程の解明といった宇宙科学における未解決問題の解明のため、最先端の観測技術を駆使した観測が実施または計画されている。さらに、これらの理論的な研究においても世界的なレベルでの実績をあげている。宇宙科学分野での研究に加えて、宇宙工学分野でも大学発の小型衛星開発に実績をあげている。これまで独立に行われてきた、これらの宇宙における理工学分野での研究を一体的に推進するため、早稲田大学重点領域研究機構「宇宙科学システム研究所(所長:鳥居)」を中核として、私立大学では例のない宇宙科学研究と宇宙技術開発の融合的研究拠点を形成することが本研究プロジェクトの目的である。

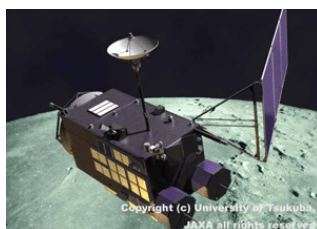
本研究プロジェクトでは、これまでの研究実績に基づいて、1)国際宇宙ステーション「きぼう」を用いた宇宙科学観測(CALET: 暗黒物質探索、宇宙線加速・伝播機構の解明など)、2)次世代宇宙科学観測技術の開発(月面・火星探査、ASTRO-H: X線天体観測,電波干渉計:電波トランジェント天体検出)、3)先進的宇宙工学技術による小型衛星開発(衛星・通信システム開発・製作)、の3つの研究分野を設定する。各研究分野は固定的に形成されるものではなく、それぞれの研究フェーズに応じて、相互に開発・観測を関連づけながら、科学的成果を継続的に達成する。このことにより、我が国ではあまり例をみない大学主導による世界的レベルでの宇宙科学・技術の推進を、宇宙航空研究開発機構(JAXA)等の外部機関との連携により確実に実現する。さらに、宇宙分野における人材育成や研究成果の社会還元を行うとともに、産官学連携による宇宙技術(とりわけ小型衛星の実用化技術)の研究開発を実施して、我が国における宇宙産業基盤の強化にも貢献できることを目指す。

なお、具体的に本プロジェクトにおいて早稲田大学が装置開発・観測を実施した科学観測の研究テーマとしては以下のものがあるが、その観測装置の様子を図1に示す。

- 1) 国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟(「きぼう」)における高エネルギー宇宙線観測(CALET: Calorimetric Electron Telescope)
- 2) 月探査衛星(かぐや)による核ガンマ線分光観測
- 3) 小型副衛星(WASEDA-SAT)の開発・観測
- 4) 那須電波干渉計による突発的電波源の探査



ISS「きぼう」搭載 CALET



月周回衛星「かぐや」「あかつき」小型副衛星「Waseda-Sat2」



那須8素子電波干渉計

図1: 早稲田大学発の宇宙科学観測装置

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

(2) 研究組織

理工学術院の宇宙工学の研究者を中心として、研究代表者(鳥居)が研究を統括して、1)国際宇宙ステーション「きぼう」を用いた宇宙科学観測、2)次世代宇宙科学観測技術の開発、3)先進的宇宙工学技術による小型衛星開発、の3つの研究領域を構成している。そして、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との包括的な連携協力協定(平成21年5月29日締結)を基に、それぞれの宇宙ミッションが JAXA との連携により確実に実現出来ることを目指して研究組織が形成されている。各研究領域は、固定的に形成されるものではなく、お互いにミッションのフェーズに応じて相補的に融合しながら、1)では本事業期間中に実現されるミッションの推進を図り、2)では次世代の科学観測ミッションや先進的電波干渉計のための技術開発の実施、3)では宇宙工学技術開発による実用的超小型衛星の製作を、次世代宇宙システム研究開発組合(NESTRA)との産官学連携により実現する。

早稲田大学の重点領域研究に認められた「宇宙科学観測システム研究所」(所長:鳥居、2010-2014 年度)を中心とした一体的維持・運営により、時系列的に間断なく科学観測と技術開発の成果を早稲田大学から発信することが可能となる研究組織であるといえる(下図参照)。なお、この研究所は5年間の時限つきであったため、2015年8月からは早稲田大学総合研究機構のプロジェクト研究所として「宇宙科学観測研究所」(所長:鳥居)を新たに設立して、先の研究所のミッションを継続的に達成するとともに、打ち上げが実施された CALET やこれまでの科学衛星の観測による成果発信を確実に実施することを目的とした、図2に示すような研究組織を構築している。

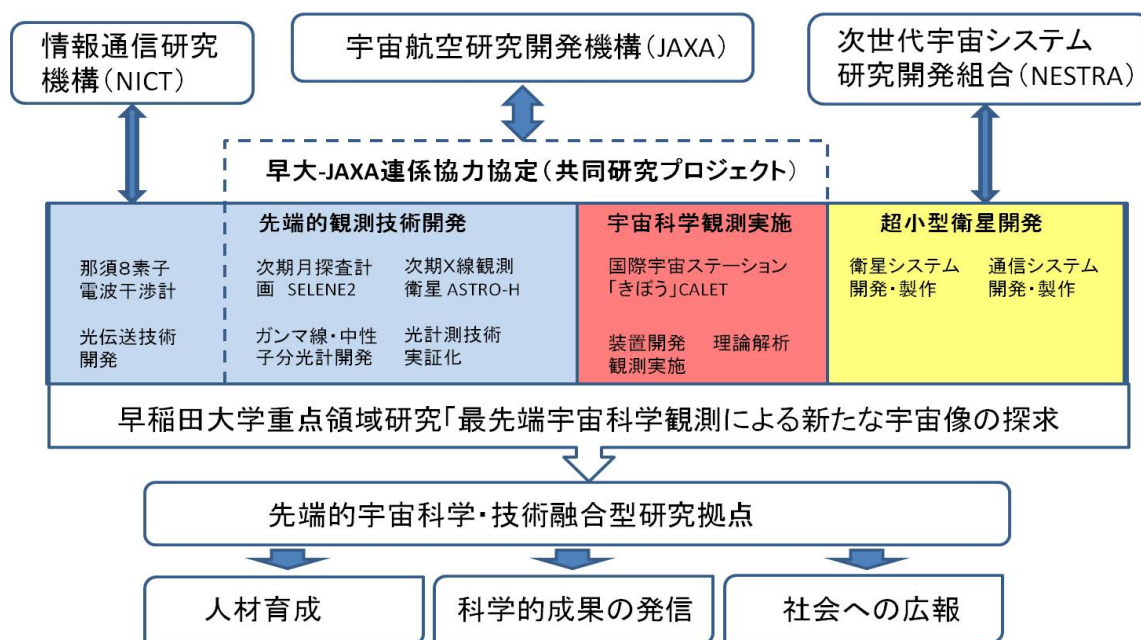


図2: 外部機関との関係および役割を示す研究組織図

これらの研究所で実施されるプロジェクトには、先進理工学部と創造理工学部を中心としてPD・大学院生が30名程度参加している他、JAXA 所属の研究員、NESTRA 及び関連大学の研究者が招聘研究員として20名程度参加しており、宇宙開発の人材育成に活用している。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

(3) 研究施設・設備等

本プロジェクトでは、特筆すべき点として、本事業の初年度より準備を開始し、CALETの打ち上げ後の運用、データ解析を担っている「早稲田大学 CALET 運用センター(WCOC)」の設置があげられる。喜久井町キャンパスの理工学研究所内の施設に本事業により計算機システムを整備した「データ解析センター」(面積 30m²)を設置し、日本学術振興会科学研究費基盤(S)(2009-2013 年度、2014-2018 年度)の補助も受けて、24 時間体制で学外者も含めて約 60 名の大学院生・PD、研究者がネットワーク経由で利用している(図3:稼働率 100%)。



図3:国際宇宙ステーションに搭載された CALET からのデータをモニターしている様子

さらに、搭載装置の開発・試験のために導入したクリーンブース及び試験用装置(多チャンネル高輝度レーザーシステム、データ取得システム他)を完備した実験室(面積 90m²)を約 10 名で常時使用している。さらに、NESTRA との共同プロジェクトで、小型装置の試験、組立が可能な次世代宇宙システム技術開発室(面積 120m²:熱真空チェンバー、クリーンブース、恒温槽、振動試験装置を完備)と電波暗室(面積 60m²)の施設があり、必要に応じて約 15 名が利用している(稼働率は約 50%)。これらの設備の内、本事業により導入した設備は、プロジェクト参加は常時使用可能で、その他の設備・施設は申請に基づいて利用可能となっている(図 4)。



図4:
理工学研究所内に整備した、次世代宇宙システム技術開発室と試験設備

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

先端的な宇宙科学観測・技術を融合的に研究することを目的として、何れも本プロジェクトのメンバーが、宇宙航空研究開発機構(JAXA)等の共同研究機関とも連携して、主導的に実施している研究分野を中心にして、研究の推進と人材の育成を行った。本プロジェクトにおける具体的な研究拠点の形成として早稲田大学総合研究機構において「宇宙科学観測研究所」を2015年8月に新たに設立し、各研究テーマにおいて研究を推進した。その主なものは、1) 国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」における宇宙科学観測(CALET)、2) 科学観測実施と次世代観測技術開発(かぐや、SELENE2、ASTRO-H、那須電波干渉計)、3) 小型衛星開発、であるが、これらの研究テーマの融合的な研究推進体制をつくりあげることが目標として、研究基盤構築及び研究進捗を行った。以下に、各研究テーマにおける具体的な研究成果の概要と本事業全体としての成果を示す。

1) CALETの要素技術開発・試験及びデータ解析システムの構築と観測運用

本プロジェクトの主要研究テーマである国際宇宙ステーション「きぼう」における「高エネルギー電子・ガンマ線観測(CALET: CALorimetric Electron Telescope)プロジェクト」(代表:鳥居)が、JAXAの公募課題に早稲田大学との共同研究として採択され、「きぼう」船外実験プラットフォーム(JEM/EF)への搭載と2年間(目標:5年間)の観測計画が承認された。共同研究体制として、JAXAが観測装置の打ち上げ・運用を担当し、早稲田大学は観測装置の要素技術開発・搭載装置性能試験と観測実施によるサイエンス成果の達成が責務(*1)となっている。本事業の経費により、軌道上データ解析のための計算システムを構築し、「早稲田大学 CALET 運用センター(WCOC: Waseda CALET Operations Center)」を設立している(*2)。そして、国際宇宙ステーション地上受信局(つくば宇宙センター)とのネットワーク関連の整備とリアルタイム方式の運用モニターシステムとデータ解析用のライブラリーの整備とソフト開発を実施した。さらに、搭載装置の地上性能試験をメーカーと共同で行う為に必要な多チャンネル高輝度レーザシステムなどの試験治具の製作・試験及び欧州共同原子核研究機構(CERN)での加速器ビーム実験による性能検証を実施した(*2)。

CALETは、JAXA-NASA間でのスケジュール調整により、打ち上げが2015年に約1年間延期された。我々が担当するフライトモデル(FM)の製作・試験は2014年度内に終了して、筑波宇宙センターでの総合システム試験を経て、JAXA内の開発完了審査が実施された。そして、2015年8月19日に「このとり5号機」により種子島宇宙センター(TNSC)より打ち上げられ、8月25日に「きぼう」に設置された。その後は、約40日間のチェックアウト期間を経て、10月初旬より初期観測を開始し、WCOCにおいて、軌道上観測データの運用・管制を実施するとともに観測データ解析を実施している(*3)。そのため、観測運用に必要なソフトの開発を実施するとともに、データ保管システムの増強を実施した。打ち上げ後90日間の初期観測データに基づくJAXAによるミニマムサクセス評価及び定常運用移行審査を経て、2016年1月から定常観測が問題なく実施できている。現在、WCOCでは筑波宇宙センターを経由して伝送される観測データを24時間体制でモニターするとともに、科学解析のための高次データ作成を、米伊との国際共同研究体制により実施している。そのため、国内外の研究者との共同研究に必要な国際チーム会議(Technical Interface Meeting)を、70名程度の参加により、国内では早稲田大学と筑波宇宙センターで2014年10月に開催し、国外では2015年6月にピザ大学(イタリア)で開催している。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

観測の主要目的である超新星残骸での加速機構や銀河内伝播機構及び暗黒物質の探索について、出来るだけ早期に観測結果を国際会議等で発表するとともに、インターネットへの掲載等により、2016 年度内には観測成果を学術論文に投稿することを目指している。GALET の観測内容についての社会への広報も、JAXA や早稲田大学による記者会見や WEB を通じて積極的に実施しており、報道機関からも注目されて新聞各紙や NHK の BS 放送(コズミックフロント:暗黒物質)において報道されている。【鳥居・小澤・浅岡・笠原・高柳】

2) 科学観測データ解析及び次世代科学観測技術の開発・実用化

すでに観測を終了した月探査プロジェクト「かぐや」では、「ガンマ線分光計」のデータ解析が進み、その成果が査読付論文や国際会議等で活発に発表されている(*4)。月探査プロジェクトの次期計画として提案されていた「SELENE2」では「能動型蛍光X線分光器」の小型・軽量化と低消費電力化により観測性能の向上を実現するための技術開発を実施した。焦電素子及びカーボンナノチューブ(CNT)を利用して、高輝度化を念頭に置いて小型軽量の X 線発生器を試作に取り組み、装置製作に対して大体的見通しが得られている(*5)。次期計画である SLIM では、これらの経験をいかして、能動型蛍光X線分光計 AXS、火星衛星探査機のガンマ線・中性子分光計を搭載に向けて開発を実施しており、ジオスペース衛星「ERG」では、粒子検出器 HEPe-L の開発を担当してきた(*6)。その他、大型希ガス電離箱において新しい電極構造の採用により環境放射能計測の高性能化を行い、太陽ガンマ線分光計への適用を目的として、実用化に向けた基礎開発を実施している。【長谷部・草野・長岡】

現在観測中のプロジェクトであるガンマ線衛星「Fermi/LAT」・X 線衛星「すざく」のデータ解析では、新たな X・ γ 線源の研究において新たな知見が得られており、多くの査読論文が発表されている(*7)。特に、Fermi/LAT 衛星の過去 6 年間で得られたデータの解析結果について系統的にまとめ、その結果については国際シンポジウムで招待レビュー講演を行った。さらに、次期 X 線観測衛星であった ASTRO-H の HXI/SGD 検出器の搭載器の製作・性能試験を実施した。それとともに、コマンド送受信や HV 印加時のオペレーション等の詳細なチェックを行うとともに、観測に向けてのサイエンスの検討を行った。【片岡】 また、宇宙観測技術開発として、暗黒物質・ガンマ線観測のための液体アルゴン検出器【寄田】や液体キセノン【長谷部】の実用化に向けた基礎開発が行われた(*8)。液体アルゴン検出器の開発として、世界最高レベルの感度を達成し、実際に地下施設への移動を行い暗黒物質の探索に向けた観測準備が、東京大学宇宙線研究所の神岡宇宙素粒子研究施設で行われている。【寄田】。

那須に設置された8素子からなる電波干渉計による変動する電波源の観測においては、観測装置の高性能化により感度が 3 倍向上し、観測できる電波源の数も 1 桁程度増大しており、Fermi/LAT のガンマ線源との電波同定に成功している。そして、連続観測による電波トランジェントの自動検出システムの開発を実施し、リアルタイム撮像に成功している(*9)。これと並行して、NICT の委託研究として、光ファイバー無線システムの開発により電波干渉望遠鏡用の超高安定(準)ミリ波生成変調器の試作を実施した。その結果、光の信号対雑音比で 40dB を超える非常に高品質な光信号生成を実現している。さらに、那須電波観測所の干渉計に対してそれを実装するにあたり、既存システムを整備し、それを総括する論文を出版した(遊馬他, 2015)(*10)。また、那須観測所を用いた突発天体探査によ

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

って $2 \times 10^{-6} \text{ deg}^{-2}$ という観測確率を得られた。そして、突発天体探査とパルサー観測を実施して、突発的電波源として V404 Cyg からの Outburst の観測に成功している(*11)。さらに、これまでに蓄積された観測データの解析によって突発天体のイベントレートを算出している。さらに、要素技術開発の成果として、光領域での広い帯域を利用して高精度に観測系を同期させるために、新規光集積デバイスの研究開発に取り組んでおり(*12)、科学と技術の両面から Square Kilometre Array をはじめとする次世代電波望遠鏡へ大きく貢献すると期待できる。【大師堂・中島・川西・貴田・青木】

3) 小型衛星の開発・実用化

小型衛星開発(50 kg級含め)およびその実用化により、本プロジェクト全体の研究テーマの融合的な研究推進体制をつくりあげること为目标として、早稲田発の超小型衛星(WASEDA-Sat)の開発と衛星間通信システムの研究を実施した。WASEDA-SAT の開発(山川・宮下)では、打ち上げ環境及び宇宙環境の適合性を確認するための EM (Engineering Model)を製作した。膜面展開部については、宇宙空間における展開可能性などの性能面において未知の部分について、H2A ロケットへの相乗り申請の基礎データを取得するため、展開反力の測定を合わせて実施した(*13)。【山川・宮下・金】早稲田発の超小型衛星3号機(WASEDA-SAT3)の開発としては、ヒンジレスマストによる伸展機構を用いて曲面形状の膜面を高収納率により収納する螺旋折を考案し、衛星内への収納および伸展・展開を可能とした(*14)。また、LCD 素子による熱制御機構を評価することを主目的とする衛星として、EM の修正を行い機能試験や機械的特性を確認するための評価を実施した。2016 年度において、ISS「きぼう」への打ち上げおよび衛星放出のために、安全審査へ向けた各種の検証を進めフライトモデル(FM)を完成している(*15)。エンジニアリングモデル(EM)の試験結果に伴う FM 設計書及び環境適合性試験、オフガス試験、振動試験等の報告書を作成し、FM 設計結果に伴う全構成要素の製作を、作業環境を管理された中で実施できている。さらに、熱真空環境において一定期間を継続した環境適合試験を実施した。【山川・宮下】

宇宙通信技術開発(嶋本)では、大災害時の通信手段としても注目されている、UAV (無人航空機)と低軌道衛星と組み合わせた広域通信網に関して開発を実施した(*16)。特に、非常時における行方不明者探索、津波センサーによる、津波の早期警戒システムを考察、検討を行った。成果の一部は国際会議等で発表し高い評価を得ており、FP7採択プロジェクトのヨーロッパの UAV 関連研究の外部ボードにも選ばれている。具体的な開発としては、常に一定の方向に指向性を保てるような姿勢保障ビームホーミング方式を考察し、地上への指向性と衛星側への送信方式の双方に関して検討を行った。シミュレーションによる評価と、電波暗室を用いた指向性制御評価を行い、アダプティブアレイ方式をベースにしたアンテナ制御方式を確立させた(*17)。複数の小型衛星使ったグローバルネットワークにおけるデータ転送方式に関して、オフローディング方式を取り入れた低消費電力のアクセス方式を提案し、その評価を行った。実用化に向けた研究として、小型衛星基地局を構築し、その設備の充実化を図るために、複数衛星システムを用いたグローバルネットワークシステムの通信方式、データ転送方式の効率化研究を行った(*18)。小型衛星基地局を構築するためにエレベーション、アジマスで遠隔で制御可能なシステムと、軌道計算に基づく、追尾システムを構築している。アンテナは高利得の F9FT を採用し、スタック配置とし、25dB を目指す。複数衛星システムを用いたグローバルネットワークシステム(*19)ではルーティ

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

ング方式とともに CCN/ICN というコンテンツ共用アクセス方式の概念を取り入れ、共通化することで更なる効率化を図った。【嶋本・劉】

本事業全体にわたる NESTRA との共同研究として、超小型衛星の実用化に向けてのインテグレーションサイトの運用を開始している。具体的には、熱真空チェンバー、クリーンブースや電波暗室の導入により、産業化を目的とする超小型衛星開発を実施した。このサイトでは、本プロジェクトの研究テーマである CALET の要素技術開発の一環としての試験をすでに実施しており、現在は小型衛星の搭載性能実証試験の行い、実用化にむけてフライトモデル(ほどよし衛星)の製作を成功させた(*20)。将来は、大学発の小型衛星や衛星搭載機器のコンポーネント開発・試験にも利用が可能であり、今後の研究の展開に大きな寄与が期待できる。【山口・鳥居】

4) 理論的研究と国際シンポジウムによる研究成果の公表

本プロジェクトの理論研究のメンバーは査読論文に多くの研究成果を公表するとともに、国際シンポジウム「Formation of Compact Objects: from the cradle to the grave」を2012年3月に開催し、本事業における理論研究とこれまでの各種衛星による科学観測の成果について発表を行っている。具体的には、将来を含む観測結果に対する理論的貢献として、重力の基礎理論に基づく暗黒物質の起源の解明(*21)【前田】、超新星爆発の定量的解明に向けて京スーパーコンピュータを用いた大規模シミュレーションの実施(*22)【山田】、超新星爆発の記述に必要な超新星物質の状態方程式の系統的研究の遂行(*23)【鷹野】などが行われ、国際的に著名な査読雑誌に掲載されて成果をあげている。

全体のまとめとして、上記の3つの研究テーマは申請書でも示したように装置開発、観測、データ解析が複層的に進む年次計画で達成している。また以上の研究には、各研究室の大学院生やポスドクが積極的に参加しており、若手研究者の育成に大きく貢献できている。従来はどれかに偏りがちであった研究・教育体制を、観測・開発・人材育成といういわば三位一体として、大学としての特性を活かした戦略的研究拠点の構築が達成できたと確信している。

なお、最終年度には、成果のとりまとめと広報のために、宇宙科学観測研究所の主催(共催:早稲田大学理工学研究所、次世代宇宙システム技術研究組合)により公開セミナー「最先端観測機器開発による宇宙科学観測」を開催し、全体の総括的とりまとめ(山川)とともに、今後の展望(鳥居)について報告し、各研究テーマでの研究成果について以下の発表を行った:(1)国際宇宙ステーション搭載宇宙線観測装置(鳥居)、(2)惑星探査用核分光計による火星衛星フォボスの探査(長谷部)、(3)超小型衛星開発と産業化(中須賀:東大、山口)、(4)衛星通信(嶋本)、(5)早稲田発超小型衛星開発・運用(宮下)。このセミナーには HP による参加登録などにより専門家以外の学生や企業メンバーなども参加し、本事業の成果について学内外に広報ができたと思っている。

そのほか、研究成果報告書の刊行等の成果取りまとめや、インターネットへの掲載等による研究成果の社会への発信を、広報活動に経験の抱負な次世代宇宙システム研究開発組合との連携により実施している。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

<優れた成果が上がった点>

■ 早大-JAXA の共同ミッションである国際宇宙ステーション搭載宇宙線観測装置 (CALET)は、2015 年 8 月 19 日に「こうのとりのり5号機」で打ち上げられ、「きぼう」の船外実験プラットフォームに設置されて、現在までに観測のためのミニマムサクセスを達成して、順調に定常観測が継続されている。特に、本事業により構築した早稲田大学における科学データ解析センター(WCOC)では、データ解析アルゴリズムの開発を行うとともに、24時間体制での運用監視とデータ解析が約60名の研究体制で実施されている。その結果、米国等での先行観測の結果から予測される科学観測成果(暗黒物質の探索、近傍加速源の発見など)について、より確実な観測を行う事が可能であることが実証されており、「14 その他の研究成果等」の記載にもあるように新聞報道や海外雑誌解説でも紹介され、観測成果への期待が世界的にも大いに高まっている。

■ 「かぐや」のデータ解析では、これまでの NASA の探査ミッションでは不十分であった月表面における元素分布の様子が詳細に得られており、月の起源について重要な知見を与えている。さらに、今後 JAXA が実施を計画しているプロジェクト(火星探査、月面探査)などにおいても、X 線ガンマ線分光計の開発を中心に進めている。現在観測中の科学衛星のデータ解析により、「毒蜘蛛パルサー」とよばれる新種の中性子星を発見し、新聞報道でも取り上げられている(*)。これまでに理論的予測はあったもの観測で実際に発見されたのは初めてであり、今後の研究の進展が期待されている。また、電波干渉計の観測では、世界でもユニークな突発的電波源の観測に成功している。

■ 早稲田発の超小型衛星 Waseda-Sat3 の打ち上げが承認され、大学院生を中心にした開発チームによりフライトモデルが完成している。2016 年中の打ち上げにより、今後の大学発の研究成果が大いに期待される。また、NESTRA との連携研究では、小型衛星のインテグレーション及び熱真空試験、通信試験などの環境試験が可能な実験室を整備し、地球観測を実施する「ほどよし衛星」のインテグレーションが本事業で整備した施設において実施され、打ち上げ後に実用衛星として利用される道が拓かれている。大学の人材・設備を用いた実用衛星の開発は我が国ではあまり行われておらず、以上の実績から今後の大きな展開が期待されている。

■ 本事業全体で達成してきた成果をもとに、主要メンバーによる今後の展開が図られており、その一環として「宇宙航空科学技術推進委託費」への応募により、早稲田大学内で「次世代宇宙開発・利用リーダーの実践的な国際プログラム」の実現や、素粒子分野とも連携した「素粒子・宇宙科学研究所」の設立が企画されるなど、将来への展望が拓かれている。

<課題となった点>

本事業には、宇宙科学に関わる理工学分野の研究者が多岐にわたって参加しておりそれぞれが学外研究機関との連携を図っている。研究計画や研究成果については、必要に応じて同報メール等の活用により情報共有は十分にできているが、まだ face-to-face による会合を持つ機会が少ない。これまでの拠点形成の推進により、研究成果を具体的にプロジェクト間で活用する段階に達しており、今後はプロジェクトメンバーが自由に利用できる共同研究室を設置し、大学院生、PD などを含む交流の促進を目指していたが、本事業による研究室の確保が技術的に難しかった等の理由により、実現することはできなかった。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

<自己評価の実施結果と対応状況>

自己評価としては、年度末に各研究テーマから全員に研究成果報告書の提出を求め、それに基づく研究進捗の評価を実施した。その他、シンポジウムやセミナーの開催時にお互いの研究テーマについて質疑応答を行うなどにより、各テーマの研究進捗状況の把握に努めた。

<外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

この研究グループは、本学の「重点領域研究」として認定されている。この「重点領域研究」制度は、学内で資金などの研究支援を受けているので、3年目と5年目に評価を受けることが義務付けられており、平成24年度に評価を受けた。評価方法は書面とヒアリングの2段階構成で、審査員には学外からの審査員も数名含まれており、外部評価を実施している。5年目の最終評価においては、研究目的の達成が承認され、研究継続のための新たなプロジェクト研究所の設立を達成している。さらに、JAXAとの連携プロジェクトについては、早稲田大学-JAXA連絡協議会を年に1回の割合で開催し、JAXA側からの外部評価を受けている。

<研究期間終了後の展望>

宇宙科学分野における観測と技術の融合的研究拠点を、JAXA 及び NESTRA と連携して早稲田大学に形成することにより、宇宙科学における研究成果と宇宙工学における技術開発を融合的に実施することを目指す。このような取り組みは世界的にもまだあまり例を見ないユニークなものであり、大学の機能を十分に生かした人材育成という教育的成果と衛星搭載機器や超小型衛星の実用化による成果の社会的還元が大いに期待できる。今後は、競争的資金や学内予算の獲得を図ることにより、本プロジェクトで基盤が形成された研究拠点と研究内容をさらに充実して、世界でもトップレベルの宇宙科学における研究大学拠点を実現することが展望される。

<研究成果の副次的効果>

本事業の各プロジェクトで開発中の宇宙科学観測機器には、放射線計測や画像処理を多チャンネル化かつ高速化したものが含まれており、計測技術分野でも世界のトップレベルにあるといえる。そのため医療(がん検診など)及び(原発事故にともなう)環境放射線計測への応用が可能で、一部はすでに実用化されている(*24)。さらに衛星間通信などにもユニークなアイデアが提案されており、今後はこれらの本格的な実用化をめざし特許申請を行い、産学連携をすすめることを目指している

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- | | | |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| (1) <u>宇宙科学の新展開</u> | (2) <u>宇宙観測機器開発</u> | (3) <u>大学発超衛星開発</u> |
| (4) <u>次世代宇宙技術開発</u> | (5) <u>JAXA との連携協力</u> | (6) <u>産学連携</u> |
| (7) <u>実用小型衛星開発</u> | (8) <u>理工研究分野融合</u> | |

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>

【2016年】

- (*1) 1) P.S Morrocchesic, S.Torii, K.Kasahara, Y.Asaoka, S.Ozawa for the CALET collaboration, “CALET on the ISS: a high energy astroparticle physics experiment”, Journal of Physics: Conference Series (TAUP2015) (2016) (印刷中)
- (*6) 2) 長谷部信行,草野広樹,長岡央“惑星探査における蛍光 X 線分光”, X 線分析の進歩 47 (2016) 59-77.
- (*4) 3) K. Yamamoto, J. Haruyama, S. Kobayashi, N. Ohtake, T. Iwata, Y. Ishihara, N. Hasebe, “Two-stage development of the lunar farside highlands crustal formation”, Planetary and Space Science, 120(2016)43-47.
- (*21) 4) Katsuki Aoki, Kei-ichi Maeda, Makoto Tanabe, “Relativistic stars in bigravity theory”, Phys. Rev. D93 (2016) 064054.
- (*22) 5) Y. Suwa, S. Yamada, T. Takiwaki and K. Kotake, “The Criterion of Supernova Explosion Revisited: the mass accretion history”, The Astrophysical Journal 816, id 43, 1-16 (2016).
- (*22) 6) K. Takahashi, T. Yoshida, H. Umeda, K. Sumiyoshi and S. Yamada, “Exact and approximate expressions of energy generation rates and their impact on the explosion properties of Pair Instability Supernovae”, Monthly Notice of Royal Astronomical Society 456, 1320-1331 (2016).
- (*22) 7) Y. Yamamoto and S. Yamada, “Systematic studies of the post-shock-revival and subsequent evolutions in core collapse supernovae with parametric progenitor models”, The Astrophysical Journal 818, id 165, 1-25 (2016).
- (*22) 8) S. Furusawa, T. Sanada and S. Yamada, “Hydrodynamical study on the conversion of hadronic matter to quark matter: I. Shock-induced conversion”, Physical Review D 93, id 043018, 1-21 (2016).
- (*22) 9) S. Furusawa, T. Sanada and S. Yamada, “Hydrodynamical study on the conversion of hadronic matter to quark matter: II. Diffusion-induced conversion”, Physical Review D 93, id 043019, 1-18 (2016).
- (*22) 10) K. Hayama, T. Kuroda, K. Nakamura and S. Yamada, “Circular polarizations of gravitational waves from core-collapse supernovae: A clear indication of rapid rotation”, Physical Review Letters 116, 151102 (2016).
- (*7) 11) Ackermann, M., J.Kataoka, et al. “2FHL: The Second Catalog of Hard Fermi-LAT Sources”, 2016, ApJS, 222, 5.
- (*8) 12) T. Washimi, M. Tanaka and K. Yorita, “Direct Detection of Liquid Argon Scintillation with MPPC”, JINST 11 (2016) C02077.
- (*13) 13) Ayako Torisaka, Yoshitaka Satoh, Takeshi Akita, M.C Natori, Hiroshi Yamakawa, Tomoyuki Miyashita, “Membrane Space Structure with Sterical Support of Booms and Cables”, AIAA Science and Technology Forum and Exposition 2016 (AIAA SciTech2016), Proceeding of SciTech2016, AIAA 2016-1217, Jan 2016.
- (*16) 14) Hikari Inata, Sotheara Say, Taisuke Ando, Jiang Liu, and Shigeru Shimamoto,

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

“Unmanned Aerial Vehicle based Missing People Detection System employing Phased Array Antenna”, WS 5: IEEE WCNC’2016 Workshop on Communications in Extreme Conditions (ComExCon2016), Doha, Qatar, April 2016.

(*18) 15) S. Say, H. Inata, S. Shimamoto, “A Hybrid Collision Coordination-based Multiple Access Scheme for Super Dense Aerial Sensor Networks”, in Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Doha, Qatar, April 2016.

【2015 年】

(*1) 16) T.Niita, S.Torii, Y.Akaike, Y. Asaoka, K. Kasahara, S. Ozawa, T. Tamura, “Energy Calibration of Calorimetric Electron Telescope (CALET) in Space”, Advances in Space Research 55 (2015) , pp.2500–2508.

(*1) 17) T. Niita, S.Torii, K. Kasahara, H. Murakami, S. Ozawa, Y. Ueyama, Y. Akaike, T.Tamura, K. Yoshida, Y. Katayose, Y. Shimizu, H. Fuke, “A Balloon Experiment Using CALET Prototype (bCALET-2)”, Advances in Space Research, 55 (2015) pp.753–760.

(*7) 18) Y.T. Tanaka; A. Doi; Y. Inoue; C.C. Cheung; L. Stawarz; Y. Fukazawa; M.A. Gurwell; M. Tahara; J. Kataoka; R. Itoh; “Six years of Fermi-LAT and multi-wavelength monitoring of the broad-line radio galaxy 3C 120: Jet dissipation at sub-parsec scales from the central engine”, Astrophysical Journal Letters. 2015;799(2):1–6.

(*10) 19) 遊馬邦之, 貴田寿美子, 岳藤一宏, 新沼浩太郎, 青木貴弘, 坪野公夫, 中島 啓幾, 大師堂経明, 「空間 FFT 型電波干渉計による電波天体の高速撮像」, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No. 3, pp. 296–308, 2015.

(*9) 20) 青木貴弘, 赤堀卓也, 伊藤裕貴, 榎戸輝揚, Shiu-Hang Lee, 長瀧重博, 端山和大, 前田啓一, 「日本版 SKA サイエンスブック第 9 章『突発天体』」, 日本 SKA コンソーシアム, pp. 279–314, 2015.

21) 左村圭, 粉川靖之, 宮下朋之, 名取通弘, 30th International Symposium on Space Technology and Science (ISTS), 2015, accepted.

(*18) 22) Lilian C.H.R.G., Zhenni PAN, Jiang Liu, and Shigeru Shimamoto, “Adjustable Energy Consumption Access Scheme for Satellite Cluster Networks” IEICE TRANS. Vol.E98-B, No.05, May. 2015. (accepted) 7pages.

(*18) 23) Akira Numakami, Lilian C.H.R.G, Chandarong Nuon, Jiang Liu and Shigeru Shimamoto, “Off Loading based Global LEO Satellite Network employing Adaptive Beam Forming”, IEICE general conference, March, 2015, 2pages.

(*16) 24) 安藤太裕, 青海尚登, 稲田輝, 劉江, 嶋本薫, “フェーズドアレイアンテナを用いた UAV 行方不明者探索システム”, IEICE general conference, March, 2015 , 1page.

(*23) 25) H. Togashi, Y. Takehara, S. Yamamuro, K. Nakazato, H. Suzuki, K. Sumiyoshi and M. Takano, “NUCLEAR EQUARION OF STATE FOR CORE-COLLAPSE SUPERNOVAE WITH REALISTIC NUCLEAR FORCES”, PoS (NIC XIII) 169 (2015).

(*1) 26) O,Adriani, Y.Asaoka, P.Maestro, M.Mori, S.Torii, et al., “The CALorimetric Electron Telescope (CALET) for high-energy astroparticle physcs on the International Space Station”, Journal of Physics: Conference Series, 632 (2015) 12023.

(*1) 27) H,Motz, Y,Asaoka,S.Torii, S.Bhattacharrya, “CALET’ s sensitivity to Dark Matter annihilation in the galactic halo”, Journal of Cosmology and Astroparticle Physcis, 12 (2015) 47.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*1) 28) Shoji Torii for the CALET collaboration, “Calorimetric Electron Telescope (CALET) for the International Electron Telescope”, Proceeding of Science (ICRC2015) ID#581 (2015) 8.
- (*2) 29) Tadahisa Tamura, Shoji Torii for the CALET collaboration, Heavy ion beam test at CERN-SPS with the CALET Structure Thermal Model ID#589 (2015) 8.
- (*2) 30) Yosui Akaike for the CALET Collaboration, CALET energy calibration using CERN-SPS beam tests. ID#613 (2015) 8.
- (*1) 31) Holger Motz for the CALET Collaboration, CALET’s Sensitivity to Dark Matter and Astrophysical Sources, ID#1194 (2015) 8.
- (*3) 32) Yoichi Asaoka for the CALET Collaboration, Development of the Waseda CALET Operations Center (WCOC) for Scientific Operations, ID#603 (2015) 8.
- (*5) 33) M. Naito, N. Hasebe et al., “Future lunar mission active X-ray Spectrometer development: Surface roughness and geometry studies”, Nucl. Instr. Methods, Phys. Res. A. 7888 (2015) 182–187.
- (*6) 34) H. Nagaoka, N. Hasebe, H. Kusano, Y. Oyama, M. Naito, E. Shibamura, H. Kuno “The Development of X-Ray Generator with a Pyroelectric Crystal for Future Planetary Exploration”, Adv. X-ray. Chem. Anal., Japan, 46 (2015) 347–354.
- (*6) 35) J. Haruyama et al., “Mission Concepts of Unprecedented Zipangu Underworld of the Moon Exploration (UZUME) Project”, ISTS Paper No: 2015-k-29[900356].
- 36) S. Shimizu, T. Kadogawa, M. Naito, T. Hashizume, H. Kusano, H. Nagaoka, N. Hasebe, Y. Tanzawa “A study on color information corrected in human brain – Measurement and evaluation of color propagation”, Proc., IECON 2014 – 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Article number 7049297 (2015) 5230–5235.
- 37) S. Shimizu, N. Hasebe, K. Nakamura, H. Kusano, H. Nagaoka, K.J. Kim, Y.R. Choi, E.S. Yi “Multi-purpose wide-angle vision system for remote control of planetary exploring rover”, Proc., IECON 2014 – 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Article number 7049302 (2015) 5260–5265.
- (*21) 38) Katsuki Aoki, Kei-ichi Maeda, “Stability of the Early Universe in Bigravity Theory”, Phys. Rev. D92 (2015) 044054.
- (*22) 39) R. Hirai and S. Yamada, “Possible Signatures of Ejecta-Companion Interaction in iPTF 13bvn” The Astrophysical Journal 805, id 170, 1–7 (2015).
- (*22) 40) C. Kato, M. D. Azari, S. Yamada, K. Takahashi, H. Umeda, T. Yoshida and K. Ishidoshiro, “Pre-supernova neutrino emissions from ONe cores in the progenitors of core-collapse supernovae: are they distinguishable from those of Fe cores?”, The Astrophysical Journal 808, id 168, 1–20 (2015).
- (*11) 41) K. Tsubono, T. Aoki, K. Asuma, T. Daishido, S. Kida, H. Nakajima(Waseda Univ.), K. Niinuma (Yamaguchi Univ.), and K. Takefuji (NICT), “Radio observations of outburst from V404 Cyg at 1.4GHz: a fast decay appeared in the nine days light curve”, Atel #7701 (2015).
- (*8) 42) T. Igarashi, S. Naka, M. Tanaka, T. Washimi, K. Yorita, “Performance of VUV-sensitive MPPC for Liquid Argon Scintillation Light”, arXiv:1505.00091v2 (to be published in NIMA).
- (*14) 43) Kei Samura, Nobuyuki Kokawa, Tomoyuki Miyashita, Victor Parque, Michihiro C. Natori, “Comparison of Mechanical Properties between Planar and Curved Surface with

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

Spiral Folding Patterns”, International Symposium on Space Technology and Science, 2015.
 44) Taku Watanabe, Ayako Torisaka, Satoru Ozawa, Hiroshi Yamakawa, Hironori Sahara, “Development of Testbed for Relative Position and Attitude Simultaneous Control Experiment using Electromagnets”, International Symposium on Space Technology and Science, 2015.

45) Kosei Ishimura, Taisuke Kawachi, Hiroaki Tanaka, Hiraku Sakamoto, Koji Tanaka, Hiroshi Yamakawa, “Orbit Design and Control of Satellite around the L2 Point Using Tethered Anchor System”, International Symposium on Space Technology and Science, 2015.

(*13) 46) Nobukatsu Okuizumi, Shinya Hakata, Hiroyuki Ikuta, Michihiro Natori, Akihito Watanabe, Hiroshi Yamakawa, “Stepwise Deployments of Membrane Structure with Braided CFRP Bi-Convex Booms”, International Symposium on Space Technology and Science, 2015.

(*18) 47) Lilian del Consuelo Hernandez Ruiz Gaytan, Zhenni Pan, Jiang Liu, and Shigeru Shimamoto, “Adjustable Energy Consumption Access Scheme for Satellite Cluster Networks”, The Journal of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE), Vol.E98-B, No.05, pp.949-961, May, 2015.

(*17) 48) S. Sotheara, N. Aomi, T. Ando, and S. Shimamoto, “Circularly Multidirectional Antenna Arrays with Spatial Reuse based MAC for Aerial Sensor Networks”, in Proc. of IEEE ICC Workshop on Advanced PHY and MAC Techniques for Super Dense Wireless Networks, London, 2015.

【2014年】

(*1) 49) P. Maestro, S. Torii, Y. Asaoka, S. Ozawa et al., “The CALET mission on the International Space Station”, Frascati Physics Series: Frontier Objects in Astrophysics and Particle Physics, 58 (2014) pp. 307-314.

(*1) 50) O. Adriani, S. Torii, Y. Asaoka, S. Ozawa et al., “Status and performance of the CALorimetric Electron Telescope (CALET) on the International Space Station”, Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) 256-257 (2014) pp. 225-232.

(*1) 51) B. F. Rauch, S. Torii, Y. Asaoka, S. Ozawa et al., “Predicted CALET measurements of electron and positron spectra from 3-20 GeV using the geomagnetic field”, Advances in Space Research 53 (2014) pp. 1438-1443.

(*3) 52) 赤池陽水, 浅岡陽一, 上野史郎, 田村忠久, 寺澤敏夫, 富田洋, 鳥居祥二, 中川友進, 仁井田多絵, CALET の運用及びデータ解析・管理システムの概要, 宇宙科学情報解析論文誌, 宇宙航空研究開発機構 (JAXA), 第三号 (2014) pp. 99-108.

(*4) 53) 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(2014)115.

(*4) 54) S. Ota, L. Shiver, S. Kobayashi and N. Hasebe; “Depth dependency of neutron density produced by cosmic rays in the lunar subsurface”, Advances in Space Research 54 (2014) 2114-2121.

55) S. Kodaira, Y. Miyamoto, Y. Kogichi, S. Maki, H. Shinomiya, K. Hanaoka, N. Hasebe; H. Kawashima, H. Kitamura, “Application of Ag⁺-doped phosphate glasses as nuclear track etch detectors”, Radiation Measurements, 71(2014) 537.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*4) 56) 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 (2014) 115.
- (*4) 57) S. Ota, L. Shiver, S. Kobayashi and N. Hasebe; "Depth dependency of neutron density produced by cosmic rays in the lunar subsurface," *Advances in Space Research* 54 (2014) 2114.
- (*7) 58) M. Ackermann; M. Ajello; A. Albert; A. Allafort; W.B. Atwood; L. Baldini; J. Ballet; G. Barbiellini; D. Bastieri; K. Bechtol; J.Kataoka; et al., "Search for cosmic-ray-induced gamma-ray emission in galaxy clusters" *Astrophysical Journal*.2014; 787(1) 18.
- 59) Y. Yamaguchi, S. Nakajima, A. Kanno, T. Kawanishi, M. Izutsu, and H. Nakajima, "High extinction ratio characteristics of over 60 dB Mach-Zehnder modulator with asymmetric power-splitting Y-branches on X-cut Ti:LiNbO₃", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 53, No. S82, pp. 08MB03, 2014.
- (*13) 60) 粉川靖之, 宮下朋之, 名取通弘, "膜厚を考慮した曲面の折り目の算出方法", 第 58 回 宇宙科学技術連合講演会, 2014, 1G07.
- 61) 佐藤融, 宮下朋之, "小型人工衛星の部品間のボルト締結による接触熱抵抗の変化に伴う軌道上温度への影響に関する研究", 第 58 回 宇宙科学技術連合講演会, 2014, 1G11.
- 62) 中村浩之, 宮下朋之, "The Topology Optimization of Electronic Parts Mounted on Micro Satellite", *Engineering Optimization* 2014, CRC Press, 2014, pp.379-384
- (*21) 63) Katsuki Aoki; Kei-Ichi Maeda; "Cosmology in ghost-free bigravity theory with twin matter fluids:The origin of dark matter", *Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology*, 2014; 89(6).
- (*21) 64) Katsuki Aoki; Kei-Ichi Maeda; "Dark matter in ghost-free bigravity theory: From a galaxy scale to the universe", *Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology*. 2014; 90(12).
- (*22) 65) Nobutoshi Yasutake; Shoichi Yamada, "Variational approach for rotating-stellar evolution in Lagrange scheme", *Proceedings of the International Astronomical Union*. 2014;9:150-151.
- (*22) 66) Hidetomo Sawai; Shoichi Yamada; "Influence of magnetorotational instability on neutrino heating: A new mechanism for weakly magnetized core-collapse supernovae", *Astrophysical Journal Letters*.2014; 784(1).
- (*23) 67) H. Togashi, Y. Takehara, S. Yamamuro, K. Nakazato, H. Suzuki, K. Sumiyoshi and M. Takano, "Equation of state for nuclear matter in core-collapse supernovae by the variational method", *Journal of Physics: Conference Series* 569 (2014) 012058.
- (*5) 68) H. Kusano, Y. Oyama, M. Naito, H. Nagaoka, H. Kuno, E. Shibamura, N. Hasebe, Y. Amano, K.J. Kim, and J.A.M. Lopes "Development of an x-ray generator using a pyroelectric crystal for x-ray fluorescence analysis on planetary landing missions", *Proc. SPIE* 9213, Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XVI, 921316 (September 5, 2014), doi:10.1117/12.2061547.
- (*4) 69) H. Nagaoka, H. Takeda, Y. Karouji, M. Ohtake, A. Yamaguchi, S. Yoneda and N. Hasebe; "Implications for the origins of pure anorthosites found in the feldspathic lunar meteorites, Dhofar 489 group", *Earth, Planets and Space* 66(2014)115.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*21) 70) Katsuki Aoki, Kei-ichi Maeda, “Dark matter in ghost-free bigravity theory: From a galaxy scale to the universe”, Phys. Rev. D90 (2014) 124089.
- (*21) 71) Katsuki Aoki, Kei-ichi Maeda, “Cosmology in ghost-free bigravity theory with twin matter fluids: The origin of dark matter”, Phys. Rev. D89 (2014) 064051.
- (+23) 72) H. Togashi, M. Takano, K. Sumiyoshi and K. Nakazato, “Application of the nuclear equation of state obtained by the variational method to core-collapse supernovae” Prog. Theor. Exp. Phys. 2014, 2, 023D05 (2014).
- (*23) 73) H. Togashi, S. Yamamura, K. Nakazato, M. Takano, H. Suzuki and K. Sumiyoshi, “New Nuclear Equation of State for Core-Collapse Supernovae with the Variational Method”, EPJ Web of Conf. 66 (2014) 07026.

【2013 年】

- (*4) 74) M. Kobayashi; N. Hasebe; T. Miyachi; M. Fujii; E. Shibamura; O. Okudaira; Y. Karouji; M. Hareyama; T. Takashima; S. Kobayashi; The Kaguya gamma-ray spectrometer: Instrumentation and in-flight performances, Journal of Instrumentation. 2013;8(4).
- (*6) 75) S.-L. Guo; T. Doke; D.-H. Zhang; L. Li; B.-L. Chen; J. Kikuchi; N. Hasebe; K. Terasawa; K. Hara; T. Fuse; Experimental investigation of bubble occurrence and locality distribution of bubble detectors bombarded with high-energy helium ions, Radiation Measurements. 2013; 50:31-37.
- (*9) 76) T. Tanaka; T. Nakamizo; T. Aoki; S. Kida; K. Asuma; K. Konishi; K. Niinuma; T. Daishido, Rapid fringe detection technique for discovering radio transients in nasu drift-scan data, Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 2013; 125(927):557-564.
- (*6) 77) H. Kusano; J.A.M. Lopes; M. Miyajima; N. Hasebe, Longitudinal and transverse diffusion of electrons in high-pressure xenon, Journal of Instrumentation. 2013; 8(1).
- (*9) 78) Y. Takahashi; J. Kataoka; K. Niinuma; M. Honma; Y. Inoue; T. Totani; S. Inoue; T. Nakamori; K. Maeda, X-ray and radio follow-up observations of high-redshift blazar candidates in the Fermi-LAT unassociated source population, Astrophysical Journal. 2013; 773(1).
- (*24) 79) T. Kato; J. Kataoka; T. Nakamori; A. Kishimoto; S. Yamamoto; K. Sato; Y. Ishikawa; K. Yamamura; N. Kawabata; H. Ikeda; et al. High resolution phoswich gamma-ray imager utilizing monolithic MPPC arrays with submillimeter pixelized crystals, Journal of Instrumentation. 2013; 8(5).
- (*24) 80) T. Kato; J. Kataoka; T. Nakamori; T. Miura; H. Matsuda; A. Kishimoto; K. Sato; Y. Ishikawa; K. Yamamura; S. Nakamura; et al. A novel gamma-ray detector with submillimeter relations using a monolithic MPPC array with pixelized Ce:LYSO and Ce:GGAG crystals, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A 2013; 699: 235-241.
- (*7) 81) Y. Takahashi; J. Kataoka; K. Niinuma; M. Honma; Y. Inoue; T. Totani; S. Inoue; T. Nakamori; K. Maeda, X-ray and radio follow-up observations of high-redshift blazar candidates in the Fermi-LAT unassociated source population, Astrophysical Journal. 2013; 773(1).
- (*21) 82) Kei-Ichi Maeda; Mikhail S. Volkov, Anisotropic universes in the ghost-free bigravity, Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology. 2013; 87(10).
- (*21) 83) Kei-Ichi Maeda; Kei Yamamoto, Inflationary dynamics with a non-Abelian gauge

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

field, Physical Review D – Particles, Fields, Gravitation and Cosmology.2013; 87(2)

(*22) 84) Shun Furusawa; Hiroki Nagakura; Kohsuke Sumiyoshi; Shoichi Yamada; The influence of inelastic neutrino reactions with light nuclei on the standing accretion shock instability in core-collapse supernovae, Astrophysical Journal.2013; 774(1).

(*22) 85) Shun Furusawa; Kohsuke Sumiyoshi; Shoichi Yamada; Hideyuki Suzuki; New equations of state based on the liquid drop model of heavy nuclei and quantum approach to light nuclei for core-collapse supernova simulations, Astrophysical Journal.2013; 772(2).

(*22) (86) Yu Yamamoto; Shin-Ichiro Fujimoto; Hiroki Nagakura; Shoichi Yamada; Post-shock- revival evolution in the neutrino-heating mechanism of core-collapse supernovae, Astrophysical Journal.2013; 771(1).

(*23) 87) H. Togashi; M. Takano; Variational study for the equation of state of asymmetric nuclear matter at finite temperatures, Nuclear Physics A.2013; 902: 53–73.

88) T. Suzuki; K. Kasahara; K. Kawade; T. Murakami; K. Masuda; T. Sako; S. Torii, Performance of very thin Gd₂SiO₅ scintillator bars for the LHCf experiment, Journal of Instrumentation. 2013; 8(1).

(*1) 89) S.Torii for the CALET Collaboration, “The Calorimetric Electron Telescope (CALET) for High Energy Astroparticle Physics on the International Space Station”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#245 (2013).

(*1) 90) M.Mori, S.Torii for the CALET Collaboration, “Expected Performance of CALET as a High Energy Gamma Ray Observatory”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , GA-IN ID#248 (2013).

(*1) 91) K.Yoshida, S.Torii, S.Ozawa for the CALET Collaboration, “Dark Matter Search with CALET”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#735 (2013)

(*2) 92) T.Tamura, S.Torii for the CALET Collaboration, “Particle Beam Tests of the Calorimetric Electron Telescope”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#986 (2013).

(*2) 93) P.S.Moracchesi, S.Torii, S.Ozawa, “CALET measurements with cosmic nuclei and performance of the charge detectors”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#362 (2013).

(*2) 94) B.Rauch, S.Torii for the CALET Collaboration, “CALET Measurement of Ultra-Heavy Cosmic Rays”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#819 (2013)

(*1) 95) B.Rauch, S.Torii for the CALET Collaboration, “CALET Positron/Electron Measurements Using the Geomagnetic Field”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#817 (2013).

(*3) 96) T.Guzik, S.Torii, S.Ozawa for the CALET Collaboration, “The CALorimeter Electron Telescope (CALET) ground data handling and processing system”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#168 (2013).

(*1) 97) A.Moissev, S. Torii for the CALET Collaboration, “CALET perspectives in high-energy gamma-ray observations”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , GA-TH ID#627 (2013).

(*2) 98) Y.Akaike, S.Torii , S.Ozawa for the CALET Collaboration, “CALET observational performance expected by CERN beam test”, Proceeding of International Cosmic Ray

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

Conference , CR-IN ID#726 (2013).

(*1) 99) T.Niita, S.Torii, S.Ozawa for the CALET Collaboration, “CALET Calibration on ISS Orbit Using Cosmic Rays”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#435 (2013).

(*2) 100) Y.Ueyama, S.Torii, K.Kasahara, S.Ozawa, M.Nakamura, S.Kaneko, T.Niita, R.Katahira, A.Murata, T.Tamura, Y.Katayose, Y.Akaike, Y.Shimizu, “The CALET Structure and Thermal Model used for beam test at CERN”, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , CR-IN ID#647 (2013).

(*7) 101) M.Ackermann, J.Kataoka et al., “Detection of the Characteristic Pion-Decay Signature in Supernova Remnants”, Science, vol.339, 807 (2013).

(*7) 102) H.Pletsch, J.Kataoka et al., “Binary Millisecond Pulsar Discovery via Gamma-Ray Pulsations”, Science, vol.338, 1314 (2013)

(*22) 103) N. Buyukcizmeci, A. S. Botvina, I. N. Mishustin, R. Ogul, M. Hempel, J.Schaffner-Bielich, F.-K. Thielemann, S. Furusawa, K. Sumiyoshi, S. Yamada and H. Suzuki, “A comparative study of statistical models for nuclear equation of state of stellar matter”, Nuclear Physics A; 2013; 907: 13–54.

(*22) 104) H. Nagakura and S. Yamada, “Semi-Dynamical Approach to the Shock Revival in Core-Collapse Supernovae,” Astrophysical Journal 765, (123)1–12, 2013.

(*22) 105) K. Nakazato, K. Sumiyoshi, H. Suzuki, T. Totani, H. Umeda, S. Yamada, “Supernova Neutrino Light Curves and Spectra for Various Progenitor Stars” From Core Collapse to Proto-neutron Star Cooling, Astrophysical Journal Supplement 205, (2)1–17, 2013.

(*22) 106) H. Sawai, S. Yamada, K. Kotake and H. Suzuki, “Effects of Resistivity on Magnetized Core-Collapse Supernovae”, Astrophysical Journal 764, (10)1–38, 2013.

【2012 年】

(*1) 107) S.Torii, “CALET mission for exploring the high energy universe”, IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials, 132(8) (2012) pp.603–608.

(*1) 108) 仁井田多絵, 鳥居祥二, 小澤俊介 他 bCALET チーム, 「気球搭載型 CALET プロトタイプ(bCALET-2)による電子・ガンマ線観測」宇宙航空研究開発機構 大気球研究報告 JAXA-RR-11-008 (2012) pp.17–46.

109) H. Kusano, J.A. Matias-Lopes, M. Miyajima, E. Shibamura and N. Hasebe, “ Electron Mobility and Longitudinal Diffusion Coefficient in High-Density Gaseous Xenon”, Jpn. J. Appl. Phys. 51(2012)116301.1–6.

110) H. Kusano, J.A.M. Lopes, M. Miyajima, and N. Hasebe: “Longitudinal and transverse diffusion of electrons in high-pressure xenon”, J. Instrumentation, 8 (2012) C01028, doi:10.1088/1748-0221/8/01/c01028.

111) H. Kusano, T. Ishikawa, J.A. Matias-Lopes, M. Miyajima, E. Shibamura and N. Hasebe, “Scintillation and Ionization Yields Produced by alpha-particles in High -Density Gaseous Xenon”, Nucl. Instr. and Methods in Phys. Res. A 683 (2012) 40–45.

112) H. Kusano, J.A. Matias-Lopes, M. Miyajima, E. Shibamura and N. Hasebe, “Density Dependence of the Longitudinal Diffusion Coefficient of Electron in Xenon”, Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 048001.1–2.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*4) 113) K.J. Kim and N. Hasebe, “Nuclear Planetology: Especially Concerning the Moon and Mars”, *Research in Astron. Astrophys.*, 12(10) (2012) 1313–1380.
- (*4) 114) K.J. Kim, J.M. Dohm, J.-P. Williams, J. Ruiz, T.M. Hare, N. Hasebe, Y. Karouji, S. Kobayashi, M. Hareyama, E. Shibamura, M. Kobayashi, C. d’Uston, O. Gasnault, O. Forni, S. Maurice, “The South Pole–Aitken basin region, Moon: GIS–based geologic investigation using Kaguya elemental information”, *Advances in Space Research*, 50 (2012) 1629–1637
- (*4) 115) N. Yamashita, O. Gasnault, O. Forni, C. d’Uston, R.C. Reedy, Y. Karouji, S. Kobayashi, M. Hareyama, H. Nagaoka, N. Hasebe and K.J. Kim, “The Global Distribution of Calcium on the Moon: Implications for High–Ca Pyroxene in the Eastern Mare Region”, *Earth and Planetary Science Letters* 353–354(2012)93–98.
- 116) S. Kobayashi, Y. Karouji, T. Morota, H. Takeda, N. Hasebe, M. Hareyama, M. Kobayashi, E. Shibamura, N. Yamashita, Claude d’Uston, O. Gasnault, O. Forni, R. C Reedy, K.J. Kim, Y. Ishihara, “Lunar farside Th distribution measured by Kaguya gamma–ray spectrometer”, *Earth and Planetary Science Letters* 337–338(2012)10–16.
- 117) S. Kodaira, D. Nanjo, H. Kawashima, N. Yasuda, T. Konishi, M. Kurano, H. Kitamura, Y. Uchihori, S. Naka, S. Ota, Y. Ideguchi, N. Hasebe, Y. Mori and T. Yamauchi, “Mass spectrometry analysis of etch products from CR–39 plastic irradiated by heavy ions”, *Nucl. Instr. and Meth.B* 286 (2012) 229–232.
- 118) S. Kodaira, S. Naka, N. Yasuda, H. Kawashima, M. Kusano, S. Ota, Y. Ideguchi, N. Hasebe, K. Oguta, Improvement of charge resolution for high Z particles in CR–39 nuclear track detectors by means of two–step etching technique, *Nucl. Instr. Meth. B* 274 (2012) 36–41.
- 119) J.Kataoka, T.Saito, M.Yoshino et al. “Expected radiation damage of the reverse–type APDs for the Astro–H mission”, *Journal of Instrumentation*, 10.1088/ 1748–0221/ 7/ 06/ P06001(14pages), (2012).
- (*7) 120) J. Kataoka, Y.Yatsu et al., “Toward Identifying the Unassociated Gamma–ray Source 1FGL J1311.7–3429 with X–ray and Optical Observations ”, *The Astrophys. Journal*, vol.757, 176 185 (2012).
- (*7) 121) 片岡 淳, 戸谷 友則, 井岡 邦仁, 「フェルミ・バブルから探る銀河系中心の過去の活動性」 *日本天文学会誌* vol.105 p.542–553, 2012 年 9 月.
- (*9) 122) Aoki, T.; Tanaka, T.; Niinuma, K.; Asuma, K.; Kida, S.; Nakamizo, T.; Furukawa, N.; Ikouga, J.; Odai, K.; Yamada, Y.; Hiruma, R.; Endo, T.; Konishi, K.; Tsuda, T.; Daishido, T., “Calculation of False–Detection Rate for Nasu Interferometric Sky Survey”, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 124, issue 914, pp.371–379 (2012).
- (*9) 123) Tanaka, T.; Nakamizo, T.; Aoki, T.; Kida, S.; Asuma, K.; Imai, A.; Furukawa, N.; Hiruma, R.; Matsumura, N.; Takefuji, K.; Niinuma, K.; Daishido T., “Method for Finding Variable Radio Sources in Drift–Scan Interferometric Data from the Nasu Observatory”, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 124, issue 916, pp.616–623 (2012).
- (*14) 124) Nobuhisa Katsumata, M.C. Natori and Hiroshi Yamakawa “Dynamic Behavior Analysis of Inflatable Booms in Zigzag and Modified Zigzag Folding Patterns”, 63rd International Astronautical Congress (IAC2012), IAC–10.C2.3.11, Naples, Italy, October, 2012.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*14) 125) M.C. Natori, Ken Sawai, Hideaki Hori, Nobukatsu Okuizumi, Hiroshi Yamakawa, “Stepwise Deployment of Membrane Space Structures – Rolled-up together with Support Booms”, 63rd International Astronautical Congress (IAC2012), IAC-10.C2.3.11, Naples, Italy, October, 2012.
- (*14) 126) Nobuhisa Katsumata, M.C. Natori and Hiroshi Yamakawa, “Experimental and Theoretical Evaluations on Deployment Behavior of Inflatable Boom Elements”, 53rd AIAA/ASME/ ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference – 13th AIAA Gossamer System Forum, AIAA-2012-1582, April 2012, Honolulu, Hawaii
- 127) Kei-ichi Maeda, Kunihiro Uzawa, “Dynamical brane with angles: Collision of the universes”, Phys. Rev. D 85, 086004, 2012.
- 128) Kei-ichi Maeda, Nobuyoshi Ohta, Ryo Wakebe, “Accelerating Universes in String Theory via Field Redefinition”, Eur. Phys. J. C 72, 1949, 2012
- 129) Hideki Maeda, Kei-ichi Maeda, “Creation of the universe with a stealth scalar field”, Phys. Rev. D86, 124045, 2012.
- 130) Kei-ichi Maeda, Kei Yamamoto, “Inflationary Dynamics with a Non-Abelian Gauge Field”, Phys. Rev. D87, 023528, 2013.
- (*22) 131) K. Takahashi and S. Yamada, “Regular and non-regular solutions of the Riemann problem in ideal magneto-hydrodynamics”, Journal of Plasma Physics, First View article 1-22, 2012.
- (*22) 132) M. Ono, M. Hashimoto, S. Fujimoto, K. Kotake and S. Yamada, “Explosive Nucleosynthesis in Magneto hydrodynamical Jets from Collapsars”, Progress of Theoretical Physics 128, 741-765, 2012.
- (*22) 133) K. Kotake, K. Sumiyoshi, S. Yamada, T. Takiwaki, T. Kuroda, Y. Suwa and H. Nagakura, “Core-Collapse Supernovae as Supercomputing Science: a status report toward 6D simulations with exact Boltzmann neutrino transport in full general relativity”, Progress of Theoretical and Experimental Physics 01A301, 1-22, 2012.
- (+23) 134) H. Togashi and M. Takano, “Variational study for the equation of state of asymmetric nuclear matter at finite temperatures”, Nucl. Phys. A 902 (2012) pp. 53-73.
- 135) “Improvement of charge resolution for high Z/b particles in CR-39 nuclear track detectors by means of two-step etching technique”, S. Kodairan, N.Hasebe et al., Nucl. Instr. Meth. B ; 274: 36-41 (2012).
- 136) “Mass spectrometry analysis of etch products from CR-39 plastic irradiated by heavy ions”, S. Kodaira, D. Nanjo, H. Kawashima, N. Yasuda, T. Konishi, M. Kurano, H. Kitamura, Y. Uchihori, S. Naka, S. Ota, Y. Ideguchi, N. Hasebe, Y. Mori and T. Yamauchi, Nucl. Instr. and Meth. B, 286; 229-232 (2012).
- (*4) 137) “里帰りした「かぐや」の見たもの”, 長谷部信行, 山下直之, 日本物理学会誌, 67(02) (2012) pp.78-84.
- (*4) 138) “月極周回衛星「かぐや」の γ 線分光計による元素分析”, 長谷部信行, 小林進悟, 応用物理, 81(3) (2012) pp.023-027.
- (*7) 139) “Broad-line Radio Galaxies Observed with Fermi-LAT: The Origin of the GeV γ -Ray Emission”, Kataoka,J, Stawarz,Ł, Takahashi,Y, Cheung,C.C., Hayashida,M, Grandi,P, Burnett, T.H, Celotti,A,Fegan,S.J, Fortin,P, Maeda,K, Nakamori,T, Taylor, G.B, Tosti, G, Digel, S.W, McConville, W, Finke, J, D’Ammando, ApJ, 740, 29 (2012).

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- (*7) 140) “Suzaku X-Ray Follow-up Observations of Seven Unassociated Fermi-LAT Gamma-Ray Sources at High Galactic Latitudes”, Takahashi, Y, Kataoka, J, Nakamori, T, Maeda, K, Makiya, R, Totani, T, Cheung, C.C, Stawarz, Ł, Guillemot, L, Freire, P.C.C, Cognard, I., ApJ, 747, 64 (2012).
- (*22) 141) ”Hyperon Matter and Black Hole Formation in Failed Supernovae”, K. Nakazato, S. Furusawa, K. Sumiyoshi, A. Ohnishi, S. Yamada, H. Suzuki, Astrophysical Journal, 745, 197–206, 2012.
- (*22) 142) ”Neutrino Transfer in Three Dimensions for Core-Collapse Supernovae. I. Static Configurations”, K. Sumiyoshi and S. Yamada, Astrophysical Journal Supplement, 199, 17–48, 2012.
- (*19) 143) “An Open Traffic Light Control Model for Reducing Vehicles’ Emissions Based on ETC Vehicles”, Chunxiao Li, Shimamoto, S., Vehicular Technology, IEEE Transactions on Volume 61, 2012 , pp. 97 – 110.

【2011 年】

- (*23) 144) M. Takano, T. Togashi, S. Yamamuro, K. Nakazato and H. Suzuki, “Variational Method for Nuclear Matter with an Explicit Energy Functional”, PoS (NIC XII) 236 2011.
- (*2) 145) ”Beam test performance of a scintillator-based detector for the charge identification of relativistic ions”, P.S. Marrocchesi, O.Adriani, Y.Akaike, M.G.Bagliesi, A. Basti , G.Bigongiari, S.Bonechi , M. Bongi , M.Y.Kim , T.Lomtadzec, P.Maestro , T.Niita , S.Ozawa , Y.Shimizu , S.Torii, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 659(2011) pp.477–483.
- (*1) 146) “Measurements of Cosmic-ray Electron and Gamma-ray Flux with Balloon-Borne CALET Prototype”, T.Niita, S.Torii, K.Kasahara, T.Tamura, K.Yoshida, Y.Katayose, H.Murakami, S.Ozawa, Y.Shimizu, Y.Akaike, Y.Ueyama, D.Ito, M.Karumbe, K.Kondo, M.Kyutan, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.18–21.
- (*1) 147) “The balloon-bone CALET prototype detector (bCALET), S.Ozawa, S. Torii, K. Kasahara, H. Murakami”, Y. Akaike, Y. Ueyama, D.Ito, M. Karube, K. Kondo, T. Niita, T. Tamura, Y. Katayose, K.Yoshida, Y. Saito, H. Fuke, J.Kawada, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.68–71.
- (*1) 148) “Overview of the CALET Mission to the ISS”, S.Torii, for the CALET Collaboration, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.347–350.
- (*1) 149) “Capability of the CALET Experiment for Measuring Elemental Abundances of Galactic Cosmic Ray Nuclei Heavier than Nickel ($Z=28$)”, B. F. Rauchu, W. R. Binns, M. H. Israels, P. S. Marrocchesi, Y. Shimizu, S. Torii, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.351–354.
- (*1) 150) “The science objectives for CALET”, K.Yoshida for the CALET Collaboration, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.363–366.
- (*1) 151) “Expected CALET Telescope Performance from Monte Carlo Simulations” Y. Akaike, K. Kasahara, S. Torii, S. Ozawa, Y. Shimizu, M. Karube, K. Yoyshisa, KE. Yoshida, M. Ichimura, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.367–370.
- (*2) 152) “High-dynamic range readout system using dual APD/PD for the CALET-TASC”

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- D. Ito, Y. Katayose, K. Mori, H. Murakami, S. Ozawa, Y. Shimizu, S. Torii, Y. Ueyama, R. Funahashi, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.371–374
- (*2) 153) “Performance of the CALET Prototype: CERN Beam Test”, M. Kaube, S.Torii, K. Kasahara, S. Ozawa, Y. Akaike, T. Aiba, Y. Ueyama, M. Nakamura, K. Yoshida, T. Tamura, S. Okuno, Y. Katayose , Y. Shimizu, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.379–382.
- (*2) 154) “The Event Trigger System for CALET”, Y. Ueyama, S. Torii, K. Kasahara, H. Murakami, S. Ozawa, Y. Akaike, T. Niita, M.Nakamura, K. Yoshida, T. Tamura, S. Ookuno, Y. Katayose and Y. Shimizu, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.383–386.
- (*2) 155) “The CALET CHD for determination of nuclear charge”, Y. Shimizu, O. Adriani, Y. Akaike, C. Avantini, M. G. Bagliesi, A. Basti, G. Bigongiari, M. Bongi, G. Castelline, D. Ito, M. Karube, K. Kasahara, M.Y. Kim, K. Kondo, T. Lomtadze, M. Nakamura, P. Maetstro, P. S. Marrocchesi, F. Morsaini, T. Niita, S. B. Ricciarini, S. Torii, Y. Ueyama, Proceeding of International Cosmic Ray Conference , Vol. 6 (2011) pp.387–390.
- (*4) 156) “Neutron Production in lunar subsurface from alpha particles in galactic cosmic rays”, S. Ota, S. Kobayashi, L. Sihver, N. Yamashita, N. Hasebe, Earth, Planets, Space 63 (No. 1) (2011) pp.25–35.
- 157) “Charge resolution of CR-39 plastic nuclear track detector for intermediate energy heavy ions”, S. Ota, N. Yasuda, L. Sihver, S. Kodaira, M. Kurano, S. Naka, Y. Ideguchi, E. Benton, and N. Hasebe, Nucl. Instr. Meth. B 269 (2011) 1382.
- 158) “Detection threshold control of CR-39 plastic nuclear track detectors for the selective measurement of high LET secondary charged particles”, S. Kodaira, N. Yasuda, H. Kawashima, M. Kurano, S. Naka, S. Ota, Y. Ideguchi, N. Hasebe, K. Ogura, Radiation Measurements, 46 (2011) pp.1782–1785.
- 159) ”Evolution of Non-Thermal Emission from Shell Associated with AGN Jets”, H. Ito, M. Kino, N. Kawakatsu and S. Yamada, Astrophysical Journal, 730, 120–131, 2011.
- (*22) 160) ”Jet Propagations, Breakouts and Photospheric Emissions in Collapsing Massive Progenitors of Long Duration Gamma-ray Bursts”, H. Nagakura, H. Ito, K. Kiuchi, S.Yamada, Astrophysical Journal, 731, 80–97, 2011.
- (*22) 161) ”A New Baryonic Equation of State at Sub-Nuclear Densities for Core-Collapse Simulations”, S. Furusawa, S. Yamada, K. Sumiyoshi and H. Suzuki, Astrophysical Journal, 738, 178–194, 2011.
- 162) “Position Based Access Scheme for Indoor Optical Wireless Communication Systems”, W. Noonpakdee, J. Liu, and S. Shimamoto, IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 57, No. 3, 2011, pp. 958 – 962.
- (*19) 163) “Experiment on Space and Time Division Multiple Access Scheme over Free Space Optical Communication” J. Liu, J. Sando, S. Shimamoto, C. Fujikawa, and K. Kodate, IEEE Transactions on Consumer Electronics , Vol.57, No.4 , 2011, pp.1571 – 1578.
- (*9) 164) “Results of the sixth Waseda Nasu radio transient survey using a new system”, Sumiko Kida, Kuniyuki Asuma, Takahiro Aoki, Ryota Hiruma and Tsuneaki Daishido, Proceedings of 25th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics, p.088 2011.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

<図書>

長谷部信之・桜井邦朋編 人類の夢を育む天体「月」 2013年1月10日 恒星社厚生閣

<学会発表>

【2016年】

- (*3) 1) 鳥居祥二 他, “CALET 軌道上観測の初期運用報告”, 日本物理学会, 東北学院大学, 2016.3
- (*3) 2) 浅岡陽一 他, “ISS 軌道上における CALET の電子観測条件最適化”, 日本物理学会, 東北学院大学, 2016.3
- (*3) 3) 小澤俊介 他, “ISS 軌道上における CALET の電荷識別性能”, 日本物理学会, 東北学院大学, 2016.3
- (*3) 4) 鳥居祥二 他, “CALET プロジェクト:「きぼう」における高エネルギー宇宙線, ガンマ線観測”, 第 16 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2016.1
- (*3) 5) 小澤俊介 他, “ISS 軌道上における CALET の電荷識別性能”, 第 16 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2016.1
- (*3) 6) 浅岡陽一 他, “ISS 軌道上における CALET の電子観測条件最適化”, 第 16 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2016.1
- (*6) 7) 草野広樹, 長谷部信行, 長岡央, 柴村英道, 天野嘉春, 太田亨, Fagan Timothy J., 久野治義“月着陸探査に向けた能動型 X 線分光計”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 2016.3
- (*5) 8) 内藤雅之, 溝根美穂, 草野広樹, 柴村英道, 長岡央, 久野治義, 長谷部信行“月着陸探査に向けた焦電結晶 X 線源の開発”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 2016.3
- 9) 西山裕之, 清水創太, 内藤雅之, 草野広樹, 長岡央, 長谷部信行“アクティブ X 線検出器の動作モニタリングのための探査ローバー用多機能遠隔広視野視覚センサシステムの開発”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 2016.3
- (*6) 10) 草野広樹, 長谷部信行, 長岡央, 柴村英道, 天野嘉春, 太田亨, Fagan Timothy J., 久野 治義“火星衛星探査に向けたガンマ線・中性子分光計”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 2016.3
- (*6) 11) 内藤雅之, 吉田康平, 石井隼也, 青木大輔, 長岡央, 草野広樹, 長谷部信行“火星衛星から発生するガンマ線数値シミュレーション” 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 2016.3
- (*6) 12) 石井隼也, 長谷部信行, 草野広樹, 長岡央, 内藤雅之, 吉田康平, 青木大輔“火星衛星表面から放出される中性子強度の水素濃度依存性” 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 2016.3
- 13) 四之宮創, 小平聡, 森島邦博, 長谷部信行, 蔵野美恵子, 久下謙一, 「CR-39 と原子核乾板を用いた重イオンの核破碎反応の計測」, 第 30 回固体飛跡検出器研究会, 福井大学附属国際原子力工学研究所, 2016年3月14日・15日
- 14) 森重敬太, 小平聡, 川嶋元, 蔵野美恵子, 長谷部信行, 小口靖弘, 篠崎和佳子, 「宇宙放射線計測のための重粒子線に対するテクノトラックの性能評価」, 第 30 回固体飛跡検出器研究会, 福井大学附属国際原子力工学研究所, 2016年3月14日・15日
- (*21) 15) 宮下翔一郎, 前田恵一“AdS モノポールブラックホールの熱力学と相転移”, 日本物理学会, 東北学院大学, 2016.3

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

【2015年】

- (*3) 16) S. Torii, “Status of CALorimetric Electron Telescope in the International Space Station”, TeV Particle Astrophysics 2015, Kashiwa, Japan, 2015.10
- (*3) 17) 鳥居祥二 他, “CALET による ISS 軌道上観測”, 日本物理学会秋季大会, 大阪市立大学, 2015.9
- (*3) 18) 浅岡陽一 他, “Waseda CALET Operation Center (WCOC)におけるミッション運用”, 日本物理学会秋季大会, 大阪市立大学, 2015.9
- (*1) 19) 鳥居祥二 他, “CALET 全体報告”, 日本物理学会, 早稲田大学, 2015.3
- (*2) 20) 小澤俊介 他, “CALET フライトモデルの機能検証試験”, 日本物理学会, 早稲田大学, 2015.3
- (*3) 21) 鳥居祥二 他, “CALET プロジェクト:「きぼう」における高エネルギー宇宙線, ガンマ線観測”, 第 15 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2015.1
- (*2) 22) 小澤俊介 他, “CALET プロトフライトモデルの開発”, 第 15 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2015.1
- (*3) 23) 浅岡陽一 他, “Waseda CALET Operation Center (WCOC)におけるミッション運用”, 第 15 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2015.1
- (*6) 24) 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, March 2-3, 2015.
- (*4) 25) 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
- (*5) 26) 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.
- (*6) 27) 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.
- (*6) 28) 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.
- 29) 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)
- (*14) 30) Kei Samura, Nobuyuki Kokawa, Tomoyuki Miyashita, Victor Parque, Michihiro Natori, “Comparison of Mechanical Properties between Planar and Curved Surface with Spiral Folding Patterns”, 30th ISTS, Kobe, 2015.7
- (*16) 31) 安藤太裕・青海尚登・稲田 輝・劉 江・嶋本 薫, “フェーズドアレイアンテナを用いた UAV 行方不明者探索システム”, IEICE, 立命館大学, 2015.3.

【2014年】

- (*3) 32) 浅岡陽一 他, “CALET 地上運用システム~WCOC の役割と準備状況~”, 日本物理学会, 東海大学, 2014.3.
- (*1) 33) 仁井田多絵 他, “シミュレーションを用いた CALET の粒子識別手法の開発”, 日

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

本物理学会, 東海大学, 2014.3.

(*2) 34) 小澤俊介 他, “紫外線レーザーを用いた CALET-TASC のエネルギー較正”, 日本物理学会, 東海大学, 2014.3.

(*2) 35) 赤池陽水 他, “CERN-SPS 加速器実験による CALET の性能検証”, 日本物理学会, 東海大学, 2014.3.

(*1) 36) 鳥居 祥二 他, “CALET プロジェクト:「きぼう」曝露部における高エネルギー宇宙線・ガンマ線観測”, 第 14 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2014.1.

(*3) 37) 浅岡陽一 他, “Waseda CALET Operation Center (WCO) における軌道上データ処理システムの開発”, 日本物理学会, 佐賀大学 2014.9.

(*2) 38) 清水雄輝 他, “CALET フライトモデル試験の概要”, 日本物理学会, 佐賀大学, 2014.9.

(*2) 39) 赤池陽水 他, “CALET 地上試験結果による装置較正”, 日本物理学会, 佐賀大学, 2014.9

(*2) 40) 仁井田多絵 他, “CALET フライトモデルミュオン試験結果”, 日本物理学会, 佐賀大学, 2014.9.

(*5) 41) 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.

42) 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.

43) 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.

(*5) 44) 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.

(*6) 45) 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.

(*6) 46) 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.

47) 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).

48) 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).

(*20) 49) 松本健, 松井正安, 中須賀真一, 山口耕司, 芝山有三(東大), “ほどよし 3, 4 号機のデータ蓄積中継(S&F)実証実験概要”, 58th Space Sciences and Technology Conference, 長崎新聞文化ホール 2014.11.

(*20) 50) 芝山有三, 中須賀真一, 鶴田佳宏, 青柳賢英, 田中利樹, 松本健, 山口耕司, 松井正安, 間瀬一郎, 里形玲子, “ほどよし 3, 4 号機による利用事業化の展望について”, 58th Space Sciences and Technology Conference, 長崎新聞文化ホール 2014.11.

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

(*13) 51) 粉川靖之,宮下朋之,名取通弘,“膜厚を考慮した曲面の折り目の算出方法”, 58th Space Sciences and Technology Conference, 長崎新聞文化ホール 2014.11.

【2013 年】

(*1) 52) 鳥居祥二 他,“CALET 実験と高エネルギー電子観測”, 日本物理学会, 高知大学, 2013.9.

(*1) 53) S.Torii, “The Calorimetric Electron Telescope (CALET) for High Energy Astroparticle Physics on the International Space Station”, TeV Particle Astrophysics 2013, Irvine (USA), 2013.8.

(*1) 54) S.Torii, “The Calorimetric Electron Telescope (CALET) for High Energy Astroparticle Physics on the International Space Station”, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro (Brazil), 2013.7.

(*1) 55) 鳥居祥二, “ISS から暗黒物質, 躍動する宇宙を捉える” ~高エネルギー電子, ガンマ線観測装置(CALET)協力に関する最新情報~, 日本におけるイタリア 2013-日本とイタリア, 宇宙協力最前線-, イタリア文化会館(東京), 2013.5.

(*24) 56) J.Kataoka, “Handy Compton camera using 3D position-sensitive scintillators coupled with large-area monolithic MPPC arrays”, Vienna Conference on Instrumentation 2013,ウィーン(オーストリア), 2013. 2.

(*1) 57) 鳥居祥二 他, “CALET プロジェクト:「きぼう」曝露部における高エネルギー宇宙線・ガンマ線観測”, 第 13 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所(相模原), 2013.1.

(*4) 58) N. Hasebe et al., “Lunar Surface Abundances of Natural Radioactive Elements: Implication of Lunar Crustal Origin”, 10th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS2013), 24-28 June 2013, Brisbane, Australia. (Invited)

(*4) 59) H. Nagaoka, Y. Karouji, T. Arai, M. Ebihara, N. Hasebe, “Geochemistry and mineralogy of a feldspathic lunar meteorite (regolith breccia)”, Northwest Africa 2200”, Polar Science, (2013).

(*4) 60) H. Nagaoka, N. Hasebe, M. Ohtake, T. Matsunaga, “Selene Data for Mineralogy and Geochemistry (MI, SP, GRS DATA)”, SELENE Symposium 2013, January 23-25, 2013.

(*6) 61) H. Kusano, N. Hasebe et al., “Development of X-ray Generator for Active X-ray Spectrometer on SELENE-2/Rove”, AOGS 10th Annual Meeting, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), June 24- 28, 2013, Brisbane, Australia.

(*4) 62) N. Hasebe et al, “Lunar Surface Abundances of Natural Radioactive Elements: Implication of Lunar Crustal Origin”, AOGS 10th Annual Meeting, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), June 24- 28, 2013, Brisbane, Australia.

(*4) 63) N. Hasebe et al, “Radiation Dose on the Lunar Surface Based on the Definition of Protection Quantity and Operational Quantity”, AOGS 10th Annual Meeting, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), June 24- 28, 2013, Brisbane, Australia.

(*4) 64) T. Saito, N. Hasebe, et al., “Depth Dependency of Radiation Dose Produced by Galactic Cosmic Rays in the Lunar Surface and Subsurface”, Heavy Ion in Therapy and Space Radiation Symposium 2013 (HITSRS2013), May 15-18, 2013, The Keiyo Bank Culture Plaza, Chiba, Japan

(*4) 65) M. Hareyama, Y. Karouji, Y. Yamashita, Y. Fujibayashi, H. Nagaoka, N. Hasebe, S. Kobayashi, R.C. Reedy, C. d’Uston, O. Gasnault, O. Forni, K.J. Kim, “Lunar Iron and Uranium Distribution Obtained by SELENE(Kaguya) Gamma-Ray Spectrometer”, 44th

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

Lunar and Planetary Science Conference, 2013.

(*4) 66) 長谷部信行、“月の特殊地域の放射線環境”、第57回宇宙科学技術連合講演会「月惑星の縦孔・地下空洞探査」、米子市コンベンションセンター、米子市、2013.10.9—11.

長谷部信行、太田亮、“M型小惑星探査機搭載の γ 線・中性子分光計”、日本惑星科学会将来計画専門委員会「イプシロンロケットによる小型惑星探査」に関するシンポジウム、2014年1月22—23日、神戸大学惑星科学センター、神戸.

(*6) 67) 長谷部信行、“核惑星科学のための $n\cdot\gamma$ 分光計”、電気学会産業計測技術(センサー)、早稲田大学、西早稲田キャンパス、2013年10月25日

(*4) 68) 長谷部信行、“太陽系の天体夢を育む月”、第1回宇宙シンポジウム「私達を取り巻く宇宙への挑戦—未来を探り、未来を拓く—」2013年3月5日、早稲田大学西早稲田キャンパス

(*16) 69) 吳宇鎮, 麻生健斗, 周牧野, David Donald Mrema, 劉江, 嶋本薫,” UAVを用いた行方不明者探索システムに関する考察(BI-2.無人航空システム”, 電子情報通信学会, 岐阜大学, 2013. 3.

【2012年】

(*4) 70) N.Hasebe, “Radiation dose of the Moon”, Inter. Symp. on Remote Sensing 2012 (ISRS2012), Incheon (韓国), 2012.12.

(*23) 71) M. Takano, “Variational Method with an Explicit Energy Functional for Nuclear Equation of State”, Quarks to Universe in Computational Science 2012, Nara, 2012.12.

(*4) 72) N. Hasebe, “Overview of KAGUYA Gamma-Ray Observation --- Concerning Major Elements—”, Inter. Symp. on Remote Sensing 2012 (ISRS2012), Incheon (韓国), 2012.10.

73) J.Kataoka, “Expected radiation damage of the reverse-type APDs for the Astro-H mission”, IEEE MIC/NSS 2012, アナハイム(米国), 2012.10.

(*21) 74) Kei-ichi Maeda, “Inflation with Gauge Fields”, Workshop Cosmology Montpellier12, Montpellier(France), 2012.10.

(*7) 75) J.Kataoka, “Non-Blazar AGN and AGN Unification in the Fermi Era”, 4th Fermi Symposium, モントレー(米国), 2012.10.

(*22) 76) 山田章一, “Core Collapse Supernovae: neutrinos and weak interactions”, 科研費新学術領域「重力波天体」研究会(第1回), 富山大学, 2012.10

(*22) 77) 山田章一, “Theoretical Understanding of Core-collapse Supernova Mechanism: some recent progresses”, 科研費新学術領域「重力波天体」研究会(第1回), 富山大学, 2012.10.

(*23) 78) M.Takano, “Variational Method for Nuclear Matter with an Explicit Energy Functional”, Nuclei in the Cosmos XII, ケアンズ(オーストラリア), 2012.8.

(*22) 79) 山田章一, “超新星爆発の物理と数値シミュレーション”, サマースクール「クオークから超新星爆発まで」-基礎物理の理想への挑戦-, 京都大学, 2012.7

80) H.Kusano, “Longitudinal and transverse diffusion of electrons in high-pressure xenon”, 14th International Workshop on Radiation Imaging Detectors (IWORID2012), Coimbra(ポルトガル), 2012.7.

(*4) 81) N. Hasebe, “New Map of Lunar Elements : Kaguya GRS observations”, 39th Scientific Assembly of COSPAR, Mysore(インド), 2012.7.

(*7) 82) J.Kataoka, “Fermi-LAT Observations of AGN and unID sources; Update”, 3rd

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

Fermi Asian Network, テジヨン(韓国), 2012.6

(*21) 83) Kei-ichi Maeda, “Accelerating Universe in Effective String Theory”, Ginzburg Memorial Conference, Moscow(Russia). 2012.5.

(*16) 84) Shigeru Shimamoto, “Performance of Quadrifilar Helix Antenna on EAD Channel Model for UAV to LEO Satellite Link”, The 2012 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS 2012), Colorado (USA), 2012.5.

(*23) 85) 鷹野正利, “一様核物質に対するエネルギー汎関数を用いた変分法の改良”, 日本物理学会, 関西学院大学, 2012.3.

(*7) 86) 谷津陽一, 高橋洋輔, 片岡淳, “共食いする「毒蜘蛛」中性子星 — 新種のパルサー発見に, 日本の総力を結集 —”, 日本天文学会, 京都大学, 2012.3.

(*9) 87) 大師堂経明, “那須サーベイ電波源の進化論的位置づけ”, 日本天文学会 2012 年春季年会, 龍谷大学 (京都), 2012.3.

(*23) 88) M.Takano et al., “The Nuclear Equation of State for Core Collapse Supernovae with the Variational Method”, Formations of Compact Objects: from the cradle to the grave, 早稲田大学, 2012.3.

(*1) 89) 鳥居祥二 他, “CALET プロジェクト:「きぼう」曝露部における高エネルギー宇宙線・ガンマ線観測”, 第12回 宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所 (相模原), 2012.1.

【2011 年】

(*16) 90) Shigeru Shimamoto, “Future Applications of UAV in Major Disaster based on Experience of Great East Japan Earthquake, Tsunami and Fukushima Nuclear Accident”, IEEE GLOBECOM 2011, Houston (USA), 2011.12.

(*22) 91) 山田 章一, “ニュートリノ加熱機構における爆発の条件と爆発エネルギー”, 「超新星爆発と数値シミュレーション」研究会, 京都大学, 2011.12

(*1) 92) S.Torii, “CALET Science”, Workshop on International Space Station : Japan-Italy Collaboration , Tokyo, 2011.11.

(*1) 93) S.Torii, “The Calorimetric Electron Telescope(CALET) for High Energy Astroparticle Physics on the International Space Station”, 高エネルギー宇宙物理学研究会 (HEAP2011), KEK(Tsukuba), 2011.11.

(*1) 94) S.Torii, “Calorimetric Electron Telescope to Observe Cosmic-Ray Electrons and Gamma-rays on the International Space Station”, 日本学術振興会日中 2 国間交流事業 (JSPS) 講演会, Beijing (China), 2011.11.

(*13) 95) 山川宏・勝又暢久, “人工衛星のスピン軸方向に伸展するアンテナの伸展安定性及び挙動解析に関する研究”, 宇宙科学技術連合講演会, 愛媛, 2011.11.

96) 水町星哉・宮下朋之, “人工衛星の機器配置を考慮した軽量化設計に関する研究”, 日本機械学会, 山形大学, 2011.11.

(*23) 97) M.Takano, “Cluster Variational Method for Nuclear Matter with the Three-Body Force”, The 11th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies. Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG11), RIKEN (Saitama), 2011.11.

(*13) 98) 山川宏・勝又暢久, “Experimental and Theoretical Analyses on Deployment Behavior of Inflatable Tube Elements”, 22nd International Conference on Adaptive Structures Technologies(ICAST2011, Corfu(Greece), 2011.10.

(*1) 99) S.Torii, “Collaboration for Calorimetric Electron Telescope (CALET) on the

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

International Space Station”, 11th Japan-Italy Joint Committee on Cooperation in Science and Technology, Tokyo, 2011.10.

(*23) 100) M.Takano, ”Variational calculation for nuclear matter with an explicit energy functional”, International Conference on Nuclear Fragmentation 2011(NUFRA2011), Kemer (Antalya), Turkey, 2011.10.

(*1) 101) 大師堂経明, “相対論的ビーミング現象と時間空間信号処理”, 日本天文学会 2011 年秋季年会, 鹿児島大学, 2011.9.

(*23) 102) 鷹野正利, “エネルギー汎関数を用いた条件つき変分法による核物質の研究 III”, 日本物理学会, 弘前大学, 2011.9.

(*1) 103) S.Torii, “Overview of the CALET Mission”, 32nd International Cosmic Ray Conference, Beijing (China), 2011.8.

(*22) 104) 山田 章一, “Core collapse supernovae: hydrodynamics, EOS and weak interactions”, 2011 APCTP International School on Numerical Relativity and Gravitational Waves, Pohang (Korea), 2011.7.

(*13) 105) 山川宏・勝又暢久, ”Folding and Deployment Analyses of Inflatable Structures”, International Symposium on Space Technology and Science, 沖縄, 2011.6.

106) 宮下朋之, “Evolutional Product Design Optimization Based on Evaluations of Pareto Optimum Solutions”, 宇宙科学技術連合講演会 (AIAA), 静岡, 2011.5.

<研究成果の公開状況> (上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況, インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

【シンポジウム・学会等】

・ 国際シンポジウム

「Formations of Compact Objects; from the cradle to the grave」というタイトルのコンパクト天体に焦点をあてた国際シンポジウム(2012 年)を、山田章一などがオーガナイザーとして、重点領域研究機構「宇宙科学観測システム研究所」との共催により早稲田大学にて開催した。

<http://www.heap.phys.waseda.ac.jp/cnf1203/>

・ 次世代宇宙システム技術開発プロジェクト イブニングセミナー

2013年10月-2014年1月、合計5回のセミナーを NESTRA との共催で開催。本事業のメンバーおよび NESTRA メンバーが中心となって実施した。超小型衛星のめざすところ、次世代要素技術・利用開拓などを含めて(中須賀:東大)、次世代宇宙の産業化、オープンハードウェア構想について(山口)、次世代衛星間通信について(宮下)、次世代衛星間通信について(嶋本)、プロジェクトの総括として(鳥居)、講演を行った。

http://www.netra.jp/file/waseda_evnig_5th.pdf

・ 「宇宙と素粒子」 公開シンポジウム

文部科学省「卓越した大学院拠点形成支援事業」に採択された早稲田大学大学院物理学及応用物理学専攻と合同でシンポジウム「宇宙と素粒子」を、2013年12月2-4日、に公開形式で共催した。本プロジェクトに参加している博士後期課程の院生及び本プロジェクト関係者が講演を行った。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

<http://www.f.waseda.jp/yuasa/EGS/>

・ 公開セミナー「最先端観測機器開発による宇宙科学観測」

2016年3月15日に、宇宙科学観測研究所の主催(共催:早稲田大学理工学研究所、次世代宇宙システム技術研究組合)により公開セミナー「最先端観測機器開発による宇宙科学観測」を開催した。主な講演として、国際宇宙ステーション搭載宇宙線観測装置(鳥居)、惑星探査用核分光計による火星衛星フォボスの探査(長谷部)、超小型衛星開発と産業化(中須賀:東大、山口)、衛星通信(嶋本)、早稲田発超小型衛星開発・運用(宮下)、の研究成果について報告を行った。このセミナーには専門家以外の学生や企業メンバーなども参加し、本プロジェクトの成果について学内外に広報を行っている。

<http://calet.jp/id740/>

【インターネットでの公開状況】

- ・ CALET ミッション

<http://calet.jp/>

- ・ Waseda-Sat3

<http://www.miyashita.mmech.waseda.ac.jp/Waseda-Sat3/>

- ・ 早稲田大学重点領域研究機構「宇宙科学観測システム研究所」

<http://www.waseda.jp/inst/ori/other/2010/06/01/148/>

- ・ 早稲田大学総合研究機構「宇宙科学観測研究所」

http://www.kikou.waseda.ac.jp/WSD322_open.php?KikoId=01&KenkyujoId=YQ&kbn=0

<これから実施する予定のもの>

本事業で行った研究テーマを中心とした、シンポジウムを著名な研究者の招待講演をふくめて、2016年10月に開催を予定している。(仮題:最先端観測機器開発による宇宙科学観測)

14 その他の研究成果等

【NESTRとの連携による研究開発】

先進的宇宙観測装置開発や超小型衛星開発に十分な経験と実績を持つ早大の研究者が結集して、「最先端研究開発支援プログラム」(文科省)に採択された東京大学中須賀教授らが進める「次世代宇宙システム研究開発組合」との共同研究を行った。これにより、これまで JAXA や大企業に依存していた、宇宙システムの研究開発を最先端要素技術開発と民生品・既存技術の活用をうまく融合して、宇宙システムの小型・軽量・低消費電力化を図り、低コスト化により超小型衛星の利用を国内外に飛躍的に拡大する展望を切り開いている。さらに、ここで培われた技術は、ますます高機能化する宇宙科学ミッションへの応用的展開も可能になる。

【新聞報道】

- ・ 2013年4月 産経新聞 “宇宙最大の謎 暗黒物質に挑む”
- ・ 2015年4月 読売新聞(夕刊) “「きぼう」暗黒物質に挑む”

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

- 2015年5月 朝日新聞 “暗黒物質 ISSで「正体」解明目指す”
- 2015年7月 産経新聞”JAXA、装置を来月打ち上げ 暗黒物質の観測に挑戦”
- 2015年8月 東京新聞 “暗黒物質！(3)消滅の瞬間 残されたメッセージを追う”
- 2015年8月 日本経済新聞 電子版 “「こうのとりのとり」打ち上げ成功”
- 2015年10月 日本経済新聞 “宇宙ステーションフル活動中(下)
暗黒物質の正体、観測狙う”

【国外科学雑誌、テレビ放映】

- Catching cosmic rays where they live, Science 349 (2015) 572
- CALET joins the International Space Station, CERN Courier November 2015 p.10
- CALET sees events in millions, CERN Courier, May 2016 p.11
- NHK コズミックフロント 2015年11月5日 “ダークマター 謎の物質の正体は？”
(一部で CALET の紹介)

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

＜「選定時」に付された留意事項＞

全学的な視点での研究機構の発展性に結びつく内外連携の具体化や外部評価が必要

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

「全学的な視点での研究機構の発展性に結びつく内外連携の具体化」については、JAXA との包括的な連携協力協定を締結し、全学的な視点で研究機構内の JAXA と連携した研究の発展を図っている。さらに、次世代宇宙観測技術や超小型衛星の開発・実用化においては、NESTRA の共同研究プロジェクトにより、超小型衛星組み立てサイトや搭載装置の試験設備を整備しており、全学の理工学分野の研究者が本研究機構において一体的に開発を実施できる拠点が形成されている。

「外部評価」については、本研究グループは本学の「重点領域研究」として 3 年目の評価を平成 24 年度に受けている。評価方法は書面とヒアリングの 2 段階構成で、審査員には学外からの審査員も数名含まれており、外部評価が実施されている。評価は、「国際競争力のある研究の実施(研究成果、学術的波及効果、社会的波及効果)」、「自立的で継続的な研究拠点形成(研究体制の自立性、研究体制の持続性、人材構成の多様性、研究目標の総合的達成度)」という項目に基づき行われ、本研究グループは、3年目の中間評価において、100 点満点中 78.3 点という高評価を受けている。5年目の最終評価においては、研究目的の達成が承認され、研究継続のための新たなプロジェクト研究所の設立を達成している。さらに、JAXA との連携協力については、早稲田大学-JAXA 連絡協議会を毎年開催し、JAXA 側からの研究進捗に関する外部評価を年度毎に受けている。

＜「中間評価時」に付された留意事項＞

審査員2名の評価結果の概要と、ポジティブな評価以外に留意事項として示されたものは以下の通りである。

(審査員1)

特に、留意事項は示されず、各項目についてポジティブな評価であったが、評価は B であった。

(審査員2)

総合所見として、「目標の達成度や、成果の公表面では問題は無いと思われる。問題点で指摘されている F2F の機会をより一層設けて情報の共有や交流の促進に努められることを期待する。」として、評価は A であった。個別の評価においては、概ねポジティブな評価を受けたが、「研究施設・設備等について」の項目で、「外部資金の獲得について記載がないが、努力されることを望む」という留意事項の指摘を受けている。

＜「中間評価時」に付された留意事項への対応＞

総合所見において指摘された「F2F の機会をより一層設けて情報の共有や交流の促進に努められることを期待する。」については、本事業全体で F2F の会合をもつなどの取り組みは、残念ながら各自のスケジュール調整が難しい等の理由で、残念ながら達成できていない。しかしながら、各テーマ連携のシンポジウムや公開セミナーにおいて、F2F による情報共有や交流は、実施できていると判断している。

法人番号	131100
プロジェクト番号	S1101021

16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 記						備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他(科研費)	
平成23年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	15,928	5,309	10,619				
	研究費	79,988	7,298	7,298		2,495	2,536	60,361
平成24年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	5,040	1,707	3,333				
	研究費	49,336	7,299	7,299		0	2,327	32,411
平成25年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	91,240	6,298	6,298		3,158	7,853	67,633
平成26年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	128,709	4,799	4,799		9,179	17,881	92,051
平成27年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	119,357	4,799	4,799		4,935	10,293	94,531
総額	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	20,968	7,016	13,952	0	0	0	0
	研究費	468,630	30,493	30,493	0	19,767	40,890	346,987
総計	489,598	37,509	44,445	0	19,767	40,890	346,987	

法人番号	131100
------	--------

17 施設・装置・設備の整備状況（私学助成を受けたものはすべて記載してください。）
 《施設》（私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。）（千円）

施設の名 称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
55号館S棟 41号館	平成5年度 平成10年度	9220.24m ² 897.60m ²	181室 15室	21名 15名			

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

_____ m²

《装置・設備》（私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。）（千円）

装置・設備の名称	整備年度	型 番	台 数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置)				h h h h h			
(研究設備)							
データ解析用計算機システム	H23	VT64 Server 4600 0-2S他	1	週/148 h	9,975	6,650	私学助成
クリーンブース式	H23	NDCB/1051-D03162	1	週/60 h	5,953	3,969	私学助成
データ解析用計算機高度化システム	H24	VT64 Server 4600 0-2S他	1	週/148 h	5,040	3,333	私学助成
				h h h h			
(情報処理関係設備)				h h h h			

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 23 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	23,588	回路部品、試験材料	23,588
光 熱 水 費	122		122
通 信 運 搬 費	85	国外通信費、国外運搬費	85
印 刷 製 本 費			
旅 費 交 通 費	9,971	研究出張	9,971
報 酬 ・ 委 託 料	14,492	派遣社員雇用	14,492
雑 費	6,109		6,109
賃 借 料	800		800
用 品 費	6,370	計算機/ディスプレイ	6,370
修 繕 費	300		300
()			
計	61,837		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	2,710	研究補助者	2,710
教育研究経費支出			
計	2,710		
設 備 関 係 支 出 (1 個 又 は 1 組 の 価 格 が 500 万 円 未 満 の も の)			
教育研究用機器備品	15,446		15,446
図 書			
計	15,446		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費			
計	0		

年 度	平成 24 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	12,462	光電子増倍管、回路試験部品、装置試験材料	12,462
光 熱 水 費			
通 信 運 搬 費			
印 刷 製 本 費			
旅 費 交 通 費	11,481	研究出張	11,481
報 酬 ・ 委 託 料	6,348	派遣社員雇用	6,348
雑 費	10,865		10,865
賃 借 料			
用 品 費	1,045	回路モジュール、計算機周辺装置	1,045
修 繕 費			
()			
計	42,201		42,201
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	2,363	研究補助者	2,363
教育研究経費支出			
計	2,363		2,363
設 備 関 係 支 出 (1 個 又 は 1 組 の 価 格 が 500 万 円 未 満 の も の)			
教育研究用機器備品	4,775		4,775
図 書			
計	4,775		4,775
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費			
計	0		

年 度		平成 25 年度		法人番号	131100
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳			
		主 な 使 途	金 額	主 な 内 容	
教 育 研 究 経 費 支 出					
消 耗 品 費	12,679	器材	12,679	回路基板、回路部品、ケーブル、コネクタ、装置部材	
光 熱 水 費					
通 信 運 搬 費					
印 刷 製 本 費	130		130	研究成果発表	
旅 費 交 通 費	21,347	研究出張	21,347	学会発表研究会出席、国際会議発表、招聘国際共同研究打ち合わせ	
報 酬・委 託 料	18,510	派遣社員雇用	18,510	派遣社員(研究実験支援補助及び付随業務)、講演会等謝金(10人)、	
雑 費	8,528		8,528	シンポジウム開催	
賃 借 料	679		679		
用 品 費	8,403		8,403	計算機ラック、ディスプレイ、光学フィルタ、光学ベンチ	
修 繕 費	10		10		
図 書 資 料 費	50		50		
計	70,336		70,336		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出					
人 件 費 支 出 (兼務職員)	6,616	研究補助者	6,616	時給 3000円	
教育研究経費支出					
計	6,616		6,616		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)					
教育研究用機器備品	14,335		14,335	DAQシステム、計算サーバー	
図 書					
計	14,335		14,335		
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出					
リサーチ・アシスタント					
ポスト・ドクター					
研究支援推進経費					
計	0				

年 度		平成 26 年度		法人番号	131100
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳			
		主 な 使 途	金 額	主 な 内 容	
教 育 研 究 経 費 支 出					
消 耗 品 費	24,670		24,670	ハブ、回路基板(基盤評価用治具)、ソフトウェア	
光 熱 水 費					
通 信 運 搬 費	1		1		
印 刷 製 本 費	525		525		
旅 費 交 通 費	22,659		22,659	招聘旅費、国内外旅費	
報 酬・委 託 料	24,211		24,211	派遣社員(研究実験支援補助及び付随業務)、講演謝金	
雑 費	24,981		24,981	国際会議場利用料、物理学会参加費	
賃 借 料	447		447		
用 品 費	7,410		7,410	デスクトップPC、ノートPC、ディスプレイ	
会 合 費	48		48		
計	104,952		104,952		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出					
人 件 費 支 出 (兼務職員)	8,471		8,471	時給 3000円	
教育研究経費支出					
計	8,471		8,471		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)					
教育研究用機器備品	14,337		14,337	サーバー	
図 書					
計	14,337		14,337		
研 究 ス タ ッ プ 関 係 支 出					
リサーチ・アシスタント					
ポスト・ドクター					
研究支援推進経費					
計	0				

		法人番号		131100
年 度	平成 27 年度			
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳		
		主 な 使 途	金 額	主 な 内 容
教 育 研 究 経 費 支 出				
消 耗 品 費	17,979		17,979	モニターアーム、HDD、USBメモリ
光 熱 水 費				
通 信 運 搬 費				
印 刷 製 本 費	262		262	
旅 費 交 通 費	26,536		26,536	研究出張
報 酬・委 託 料	27,980		27,980	派遣社員(研究実験支援補助及び付随業務)
雑 費	21,579		21,579	出張ビザ料金、ICRR参加費
賃 借 料	450		450	
用 品 費	6,836		6,836	ワークステーション
修 繕 費	446		446	Opteron Server修理作業
会 合 費	19		19	
計	102,087		102,087	
ア ル バ イ ト 関 係 支 出				
人 件 費 支 出 (兼務職員)	6,647		6,647	時給 3000円
教 育 研 究 経 費 支 出				
計	6,647		6,647	
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)				
教 育 研 究 用 機 器 備 品	10,616		10,616	データストレージ装置(RAID)
図 書				
計	10,616		10,616	
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント				
ポスト・ドクター				
研究支援推進経費				
計	0			