

研究拠点形成事業
平成 28 年度 実施計画書
(平成 28 年度採択課題用)

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
(米国) 拠点機関：	National Aeronautics and Space Administration (NASA)
(オランダ) 拠点機関：	Netherlands Institute for Space Research (SRON)
(フランス) 拠点機関：	European Space Agency (ESA)

2. 研究交流課題名

(和文)： 新しい観測手段から宇宙の進化に迫る X線天文学国際研究交流拠点
(交流分野： X線天文学)

(英文)： International X-ray astronomy center for the evolving Universe with new observational technique
(交流分野： X-ray astronomy)

研究交流課題に係るホームページ：<http://astro-h.isas.jaxa.jp/>

3. 採用期間

平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 33 年 3 月 31 日
(1 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：宇宙科学研究所・所長・常田佐久

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：宇宙科学研究所・教授・高橋忠幸

協力機関：首都大学東京、広島大学、東京大学、京都大学、愛媛大学、大阪大学、金沢大学、埼玉大学、東京理科大学、名古屋大学、国立研究開発法人理化学研究所、立教大学、東邦大学、宮崎大学、芝浦工業大学、青山学院大学、早稲田大学、中央大学、奈良女子大学

事務組織：宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

(事務支援 [派遣計画作成等]：首都大学東京、広島大学、京都大学)

相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

（1）国名：米国

拠点機関：（英文）National Aeronautics and Space Administration (NASA)

（和文）アメリカ航空宇宙局

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Goddard Space Flight Center・Chief,
X-ray Astrophysics Laboratory・Petre ROBERT

協力機関：（英文）Yale University, University of Maryland, University of Michigan,
Massachusetts Institute of Technology, Rutgers University, Space Telescope Science
Institute, Columbia University, Stanford University

（和文）イェール大学、メリーランド大学、ミシガン大学、マサチューセッツ
工科大学、ラトガース大学、宇宙望遠鏡科学研究所、コロンビア大学、スタンフォード大
学

経費負担区分（A型）：パターン1

（2）国名：オランダ

拠点機関：（英文）Netherlands Institute for Space Research(SRON)

（和文）オランダ宇宙機関

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Astrophysics programme・Deputy
program leader・den HERDER JAN-WILLEM

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

（3）国名：フランス

拠点機関：（英文）European Space Agency (ESA)

（和文）ヨーロッパ宇宙機関

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Science Operations Department・
Head・Parmar ARVIND

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

5. 全期間を通じた研究交流目標

X線による宇宙観測は宇宙に存在する通常物質（バリオン）の8割以上を直接調べることができるとともに、宇宙のモンスターとも言える巨大ブラックホールの形成などの高エネルギー過程を私たちに教える唯一の手段である。2016年2月17日に日本が打ち上げたX線

天文衛星「ひとみ」は、精密X線分光装置マイクロカロリメータを搭載することで、約5 eVというこれまでより30倍も優れたエネルギー分解能を実現し、高温ガスの原子状態を正確に決定するばかりではなく、ドップラー分光によりその運動を高い精度で明らかにする。硬X線から軟ガンマ線の領域でも、「すざく」衛星の一桁以上も高い感度を持ち、プラズマの運動とそれによる加熱、そして、粒子加速の両面からダイナミカルな天体現象を調べることがはじめて可能になる。X線天文学において、これまで宇宙や天体の姿を静止画として見ていたのに比べ、運動すなわち動画を見ることに相当する進歩であり、宇宙の進化を探る上で極めて重要な役割を果たすため、世界から大きな期待が寄せられている。

「ひとみ」は2016年3月26日に通信不良のトラブルを発生し、機能回復に努めているものの、当初予定していたサイエンスの創出は、限定的あるいは相当な遅れを伴うことが予測されている。ただし、試験運用の時期に得られたデータのみを使って世界トップレベルのサイエンスの実現が可能であることから、本拠点は、若手を中心とする活発な研究者の国際交流に主眼を置いた研究協力体制を確立する。さらに「ひとみ」の結果をベースに将来のX線天文学ミッションの早期実施といった国際協力へ向けて、本拠点は世界の高エネルギー天文学の国際連携研究拠点として役割を果たす。この拠点はまた、宇宙線や重力波などマルチメッセンジャーによる新時代の宇宙理解の大きな流れの中で、高エネルギー天文学のリエゾンとして機能する。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

平成28年度から開始

7. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

本申請で目指す研究協力体制は、JAXA、NASAゴダード宇宙飛行センター、ESA、SRONという4極からなる。各拠点機関とも、ハードウェア、ソフトウェア、キャリブレーション、サイエンスのすべての面で「ひとみ」を支えてきたが、本事業では拠点機関ごとに特徴をもたせた役割分担を行う。構築する体制は以下ようになる。

各拠点に、共通のソフトウェア、キャリブレーションデータベースを備え、いずれの拠点でも常に最新の条件で解析が行えるよう整備する。センター間の連絡体制を整備し、試験観測データに対する共同解析を本事業として計画する。各拠点にはデータ解析およびサイエンスのエキスパートが所属し、若手育成を兼ねながら、互いの拠点間を行き来する体制をとる。

各拠点が、成果創出において、特に力を入れる取り組みとして以下を計画する。JAXAは「ひとみ」の機能回復に努めつつ試験観測データの解析の中心となる。NASAゴダードはSXS検出器のキャリブレーション情報の整備、ESAは硬X線まで至るワイドバンドスペクトルの解析、SRONは原子物理と放射過程に基づくラインスペクトルの検討といった面に特徴を出す。こうした役割分担とは別に、積極的な人材交流をサポートし、また共同研究の母体となる

ことで、限られたデータから最大限のサイエンスを引き出すことを狙う。このために若手研究者の海外派遣を全面的に支援するなど、若手育成を念頭においた派遣計画を立てる。今後の「ひとみ」の観測を予定どおり進めることが難しい場合、精密 X 線分光装置のサイエンスを可能な限り短期で実現できる方法について、本拠点をベースに検討を行う。

<学術的観点>

本研究拠点の先端性は、「ひとみ」の持つ新しい X 線観測能力によってもたらされる。精密 X 線分光装置は鉄の K 輝線(およそ 6 keV)をカバーする広いエネルギー範囲で、「すぎく」衛星などこれまでの X 線天文衛星を 30 倍も上回るエネルギー分解能を実現する。それを 80 keV まで捉える硬 X 線望遠鏡と 600 keV まで感度をもつ軟ガンマ線検出器がサポートする。当初予定していた観測は制限されることになるが、銀河団ガスの巨大乱流やプラズマの状態、超新星残骸の元素組成などはある程度実施されており、驚くべき結果が得られている。本研究では国際拠点への人の派遣と共同研究をもとに、可能な限りのサイエンスを論文化し「ひとみ」の能力が宇宙物理学に新たな地平を開くものであることを実証していく。こうした結果をベースに 4 拠点の力を合わせることで、「ひとみ」による実現が危ぶまれると思われるサイエンス、特にマイクロカロリメータによる精密 X 線分光を早期に回復できるべく、新たなミッションへ向けた議論と開発を進める。

<若手研究者育成>

最先端の観測装置が搭載された「ひとみ」は、試験観測で得られたデータだけからもこれまでの X 線宇宙観測では得られなかった画期的な情報をもたらすことができる。大学院生も含めた日本の若手研究者は、限られた天体のデータをもとに、世界のトップレベルの海外研究者との研究交流により最大限の成果を上げることが要求される。そのため、本拠点を通じ、サイエンステーマごとの解析チーム活動の一環として、大学院生を含む若手研究者を積極的に海外に派遣する。本拠点に参加するケンブリッジ大学、スタンフォード大学、コロンビア大学、MIT などの極めて競争的な環境で切磋琢磨することで、国際的にトップレベルの若手研究者を育成することを目指す。

<その他(社会貢献や独自の目的等)>

国際検討会の実施:「ひとみ」の復旧には全力を注ぐものの、実施が難しい可能性のある重要サイエンスを早期に回復するために、新たなミッションの検討を立ち上げることも考える。これに関する国際検討会を日本で開催する。

8. 平成 28 年度研究交流計画状況

8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 28 年度	研究終了年度	平成 32 年度
研究課題名	(和文)「ひとみ」による X 線観測研究と将来計画の検討				

平成 28 年度採択課題

	(英文) Observations of hot plasmas with Hitomi and study of future X-ray missions
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 高橋忠幸・JAXA 宇宙科学研究所・教授 (英文) Tadayuki TAKAHASHI・Institute of Astronautical Science・Professor
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Richard KELLEY Senior Astrophysicist, NASA/Goddard Space Flight Center, USA
28年度の 研究交流活動 計画	日米両拠点に、共通のソフトウェア、キャリブレーションデータベースを備え、いずれの拠点でも常に最新の条件で解析が行えるよう整備する。両センターは、解析およびサイエンスのエキスパートが支え、センター間の連絡、試験観測データに対する共同解析などを本事業として計画する。特に、若手育成を目指して、多くの研究者が両拠点間を行き来する体制をとる。 これと並行して、マイクロカロリメータや X 線 CCD, ガンマ線検出器、X 線望遠鏡などの実証技術を、より確実なものとして、将来の宇宙観測にできる限り短期間につなげるための検討を行い、各国のプログラムとの共同作業を通じて将来につなげる。
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	試験観測データと地上キャリブレーションデータを解析することにより、「ひとみ」の能力が最大限に引き出され、その結果が論文として出版される。特にマイクロカロリメータのデータをもとに、宇宙高温プラズマの物理状態の理解が格段に進むと期待される。 将来計画の検討では日米協力をベースとする新たなミッション提案への道が開ける。特に X 線マイクロカロリメータや高解像度の X 線望遠鏡で日米の緊密な協力によるハードウェアプログラムが大きく進むことになる。

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 28 年度	研究終了年度	平成 32 年度
研究課題名	(和文) 「ひとみ」の観測に基づく新たな宇宙像の展開				
	(英文) New views of the Universe based on Hitomi results				
日本側代表者	(和文) 大橋隆哉・首都大学東京・教授				

平成28年度採択課題

氏名・所属・職	(英文) Takaya OHASHI・Tokyo Metropolitan University, Professor
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Andrew FABIAN Professor, University of Cambridge, UK
28年度の 研究交流活動 計画	<p>「ひとみ」のデータを徹底的に吟味し、可能なすべてのサイエンス情報を解析し論文として出版する。このために若手研究者をケンブリッジ大学、オランダ SRON 研究所などに数多く派遣し、直接議論、データ解析、論文執筆を精力的に進める。</p> <p>ヨーロッパで進められている Athena 計画への日本の貢献度を、サイエンス面でもハードウェア面でもこれまで以上に高め、特にマイクロカロリメータによる宇宙観測が確実に実施されるための検討を共同で進める。</p>
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>本拠点計画に参加するケンブリッジ大学とオランダ SRON は、高エネルギー宇宙物理学研究では世界のトップクラスであり、多くの科学成果が見込まれる。「ひとみ」のもたらす高温ガスの物理情報や、原子物理学的情報をもとに、ダイナミックな宇宙像を展開することが期待される。</p> <p>Athena 計画でも本拠点計画の参加機関が重要な位置を占めており、ミッションの検討における人的交流を密にすることにより、「ひとみ」の経験を十分に生かした設計を進めることができる。</p>

8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「X線天文学将来計画検討会」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Discussion seminar for future X-ray astronomy program“
開催期間	平成 28 年 11 月 15 日 ~ 平成 28 年 11 月 17 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、金沢、会場名未定 (英文) TBD, Kanazawa, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 藤本龍一、金沢大学、准教授 (英文) Ryuichi FUJIMOTO, Kanazawa University, Associate Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Robert PETRE Chief of X-ray astrophysics laboratory, NASA/Goddard Space Flight Center, USA

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	60/ 180	
	30	
米国 〈人/人日〉	15/ 150	
	0	
オランダ 〈人/人日〉	7/ 35	
	0	
フランス 〈人/人日〉	10/ 50	
	0	
合計 〈人/人日〉	92/ 415	
	30	

- A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)
B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい

平成28年度採択課題

場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	「ひとみ」の観測結果をレビューするとともに、X線天文学が今後進むべき方向性を議論する。また、将来のX線天文衛星を早期に実現するための方法と、具体的な計画を議論する。本拠点に参加する世界トップクラスの研究者の議論により、X線天文学の最先端を押し進める。	
期待される成果	「ひとみ」の結果から新たなサイエンスの芽を引き出すことにつながり、論文等の成果が生み出されると期待される。また、将来のX線ミッションへ向けた議論が深まり、具体的な提案への道すぎを開くことになる。	
セミナーの運営組織	金沢大学：藤本龍一、米徳大輔 青山学院大学：澤田真理 JAXA 宇宙科学研究所：堂谷忠靖、渡辺 伸 東京理科大学：幸村孝由 愛媛大学：栗木久光	
開催経費 分担内容	日本側	内容 800,000 円 国内旅費 0 円 外国旅費 250,000 円 謝金 300,000 円 備品・消耗品購入費 1000,000 円 その他経費 100,000 円 消費税

平成28年度採択課題

	<p>(米国) 側</p> <p>100,000 円</p> <p>3,500,000 円</p> <p>0 円</p> <p>100,000 円</p> <p>300,000 円</p> <p>0 円</p>	<p>内容</p> <p>国内旅費</p> <p>外国旅費</p> <p>謝金</p> <p>備品・消耗品購入費</p> <p>その他経費</p> <p>消費税</p>
	<p>(フランス) 側</p> <p>100,000 円</p> <p>1,700,000 円</p> <p>0 円</p> <p>100,000 円</p> <p>150,000 円</p> <p>0 円</p>	<p>内容</p> <p>国内旅費</p> <p>外国旅費</p> <p>謝金</p> <p>備品・消耗品購入費</p> <p>その他経費</p> <p>消費税</p>
	<p>(オランダ) 側</p> <p>100,000 円</p> <p>1,700,000 円</p> <p>0 円</p> <p>100,000 円</p> <p>150,000 円</p> <p>0 円</p>	<p>内容</p> <p>国内旅費</p> <p>外国旅費</p> <p>謝金</p> <p>備品・消耗品購入費</p> <p>その他経費</p> <p>消費税</p>

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。

所属・職名 派遣者名	派遣時期	訪問先・内容
JAXA 宇宙科学研究所・教授・高橋忠幸	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
JAXA 宇宙科学研究所・助教・竹井 洋	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
JAXA 宇宙科学研究所・助教・辻本匡弘	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
JAXA 宇宙科学研究所・助教・渡辺 伸	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
首都大学東京・教授・大橋隆哉	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
東京大学・講師・中澤知洋	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
大阪大学・教授・常深 博	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席
愛媛大学・教授・栗木久光	2016年6月25日 -7月3日	エジンバラ、SPIE 国際会議出席

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし

9. 平成28年度研究交流計画総人数・人日数

9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 〈人/人日〉	米国 〈人/人日〉	オランダ 〈人/人日〉	フランス 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉		8/128 (0/0)	4/64 (0/0)	4/64 (0/0)	16/256 (0/0)
米国 〈人/人日〉	0/0 (15/150)		0/0 (3/48)	0/0 (2/32)	0/0 (20/230)
オランダ 〈人/人日〉	0/0 (7/35)	0/0 (3/48)			0/0 (10/83)
フランス 〈人/人日〉	0/0 (10/50)	0/0 (2/32)			0/0 (12/82)
合計 〈人/人日〉	0/0 (32/235)	8/128 (5/80)	4/64 (3/48)	4/64 (2/32)	16/256 (42/395)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

9-2 国内での交流計画

10/50 〈人/人日〉

10. 平成28年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費 (直接経費)	国内旅費	1,200,000	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	9,400,000	
	謝金	250,000	
	備品・消耗品 購入費	500,000	
	その他の経費	1,600,000	論文出版費、セミナー会場費等
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	100,000	
	計	13,050,000	研究交流経費配分額以内であること。
間接経費		3,915,000	直接経費の30%に相当する額とすること。
合計		16,965,000	13,050,000