

**平成24年度 先端研究拠点事業—国際戦略型—  
事後評価資料**

## 1. 概要

領域	数物系科学	分科	天文学	
		細目	天文学	
研究交流課題名	(和文) 暗黒エネルギー研究国際ネットワーク (英文) International Research Network for Dark Energy			
実施期間 (拠点形成型時含む)	2007年 4月 1日 ~ 平成24年(2012年)年 3月31日(60か月)			
日本側拠点機関名	東京大学大学院理学系研究科			
実施組織代表者 所属・職・氏名	大学院理学系研究科・教授・相原 博昭			
コーディネーター 所属・職・氏名	大学院理学系研究科・教授・須藤 靖			
協力機関数	7 機関	参加者数	196名	
交流相手国	英国			
拠点機関名	エジンバラ大学			
コーディネーター 所属・職・氏名	王立天文台・教授・John Peacock			
協力機関数	3 機関	参加者数	18名	
マッチングファンド (出資機関名)	UK STFC (Science and Technology Facilities Council)			
交流相手国	米国			
拠点機関名	プリンストン大学			
コーディネーター 所属・職・氏名	宇宙科学教室・教授・Edwin L. Turner			
協力機関数	4 機関	参加者数	26名	
マッチングファンド (出資機関名)	プリンストン大学			
交流相手国	フランス			
拠点機関名	パリ天体物理学研究所			

コーディネーター 所属・職・氏名	重力宇宙論部門・主任研究員・Jerome Martin		
協力機関数	2 機関	参加者数	4 名
マッチングファンド (出資機関名)	CNRS(centre national de recherche scientifique) , ANR(agence nationale pour la recherche) , ERC(European Research Council)		

※交流相手国数に応じて記入欄を追加して記入してください。

## 2. 研究交流目標

移行審査申請時に計画した研究交流目標とその達成度について記載してください。(2頁以内)

### ○移行審査申請時の研究交流目標（移行審査資料に記載した目標を転載のこと）

- A) とりまとめ、HSC に関する国際共同研究を推進し、平成 23(2011)年のファーストライトを達成するとともに、す拠点形成型の成果であるプリンストン大学と国立天文台間の MOU にしたがって、国内外協力研究機関をばる望遠鏡の戦略枠プロジェクトとしてその後数年間にわたる銀河測光サーベイを実施する。
- B) 銀河測光サーベイである HSC のフォローアップとしても重要である銀河分光サーベイプロジェクト WFMOS を日本主導で実現すべく、ビッグバン宇宙国際研究センター（以下ビッグバンセンター）を中核とする国内および国際共同研究体制を確立する。
- C) HSC および WFMOS の国際共同サーベイ観測によって得られたデータを解析し、ダークエネルギーの性質を理論的に解明することで、2010 年代にビッグバンセンターを、ダークエネルギーを中心とする宇宙論の理論的研究に関する国際拠点とすべく、大学院生・若手研究者交流を積極的に推進する。

### ○目標に対する達成度

- 目標は想定以上に達成された。
- 目標は想定どおり達成された。
- 目標はある程度達成された。
- 目標はほとんど達成されなかった。

#### 【理由】

- A) HSC に関する国際共同研究は予定通り進行しているが、撮像カメラの最終チェックに手間取り、当初は平成 23(2011)年を予定していたファーストライトが平成 24(2012)年 8 月に延期された。しかし、それによる最終確認を経て、予定通りすばる望遠鏡の戦略枠プロジェクトとしてその後 5 年間にわたる銀河測光サーベイを提案すべく、申請書類が完成に近づきつつある。したがって、1 年弱の遅れはあるものの目標はほぼ達成できた。
- B) HSC のフォローアップとして、ジェミニ天文台との間で予定されていた共同銀河分光サーベイプロジェクト WFMOS は、ジェミニ天文台側の予算的な都合でキャンセルされてしまった。しかし、その計画はそのままカブリ数物連携宇宙研究機構の村山齊氏を代表者として日本学術振興会最先端研究開発支援プログラムに採択され、SuMIRe PFS (Subaru Measurement of Imaging and redshifts of the universe, Prime Focus Spectrograph) として、本事業のパートナー機関であるプリンストン大学、カリフォルニア工科大学を含む日本主導の国際共同プロジェクトへと発展した。このプロジェクトに関する MOU もまもなく締結される予定であり、上記の HSC 後を見据えた国際共同研究体制が確立しつつある。コーディネーターがこのプロジェクトの名付け親であることからわかるように、本事業はこの PFS の実現に関して本質的な貢献を行った。
- C) ビッグバンセンターでは、HSC および PFSS の国際共同サーベイ観測によって得られたデータを用いた宇宙論の理論的研究に関する国際拠点たるべく、大学院生・若手研究者育成に積極的に貢献し、数多くの次世代研究者を輩出するとともに、現在のスタッフと大学院生が引き続き最先端の研究を遂行している。

### 3. これまでの交流を通じて得られた成果

これまでの交流を通じての成果を「国際学術交流拠点の形成」、「成果の学術的価値」、「若手人材育成への貢献」、「情報集約性」、及び「社会貢献性」の観点から記載してください。(3頁以内)

#### ○国際学術交流拠点の形成

すばる望遠鏡は世界有数の性能を有する大口径望遠鏡であり、高い評価を得ていることは周知の通りである。一方で、その観測夜数の割当は、日本の天文学コミュニティのあらゆる分野に満遍なく機会を与えるという方針で行われてきた。これは日本が所有する本格的な望遠鏡が一台しか無いという制約のもとでは、決して間違ではないし、事実そのおかげで日本の天文学は、幅広い分野で大きな発展を遂げてきた。しかし、望遠鏡が稼働して10年以上経過し、さらには世界的にも8mクラス以上の大口径望遠鏡が相次いで稼働している現状では、特定のテーマに絞って戦略的な研究を展開する必要性が高まっている。

また、日本は宇宙論の理論的研究においても数々の優れた成果を挙げてきていたものの、どちらかと言えば観測とは直接関係しない基礎研究に大きなウェイトが置かれていた。しかしながら、暗黒エネルギーの探求という純粋に理論的と思えるようなテーマが、すばる望遠鏡の銀河サーベイという日本主導の天文学的観測データを通じて研究できるという認識は、理論研究の方向性にも大きな影響を与えた。

本先端拠点形成事業「暗黒エネルギー研究国際ネットワーク」は、すばる望遠鏡という一級のリソースを最大限活用し、暗黒エネルギーという本質的な物理学的課題に対して、天文学者と宇宙論研究者が有機的に協力する体制を構築する上で、大きな貢献を行ったものとする。

本事業は、ビッグバン宇宙国際研究センターを研究拠点として開始されたものであるが、ジェミニ天文台の撤退と最先端研究開発支援プログラムの採択という外的要因により、国際観測プロジェクトとしてはカブリ数物連携宇宙研究機構がより中心的な研究拠点の役割を果たすようになってきたが、これはむしろ発展的な協力の結果であり、当初の目的は十分果たせたものと言えよう。

本事業によって過去5年間に行った国際会議、セミナー、夏の学校等を通じて、それ以前にはとても考えられないスケールでの大学院生・若手研究者の国際的交流、研究発表を実現することができ、結果的に日本の研究のビジビリティを飛躍的に高めることができた。いまや、暗黒エネルギーに関連した研究の大半は、若手研究者が中心となった国際共同研究である。本事業はそれらの機会を提供する大きな原動力となってきたものである。

#### ○成果の学術的価値

成果としてもっとも重要なものは、HSC 国際共同研究を確立したこと、さらに PFS 国際共同研究の基礎を提供したことである。上述のように、特に後者は現在カブリ数物連携宇宙研究機構機構長の村山齊氏が代表者として牽引しているが、その基礎となっているのは本事業を通じた5年間の研究交流であることは強調しておきたい。これらの共同研究はまさにこれから観測がスタートするというものであり、最終的な結果は今から5年以上先に出されることになる。しかしながら、プリンストン大学、カリフォルニア工科大学というまさに世界のトップ研究機関が中心的共同研究パートナーとなっていることからわかるように、その科学的成果は、世界の期待に添うものとなるであろう。

平成 23(2011)年のノーベル物理学賞の対象となった「宇宙の加速膨張」が、暗黒エネルギーの存在によるものなのか、はたまた一般相対論の宇宙論スケールでの破綻によるあらたな修正重力理論の存在を意味しているのか。暗黒エネルギーが実在したとして、その状態方程式はいかなるものなのか。これらのいずれも必然的に物理学的世界観を塗り替えることとなる科学的課題への答えが10年以内にもたらされるはずである。

### ○若手人材育成への貢献

5年間の事業を通じて、毎年40名程度の大学院生および若手研究者を国際会議に派遣するとともに、10名程度を海外協力研究機関に2週間から一ヶ月程度滞在して共同研究をサポートして来た。その結果、HSCの共同研究者となっている約150名（約100名が日本人）中、本事業の研究交流に参加したものは約120名（うち日本人は約80名）となっている。このように本事業は、暗黒エネルギー研究に関係する若手人材育成に対して圧倒的な貢献をしたといえる。

### ○情報集約性

本事業の研究交流を通じて、暗黒エネルギー研究に関する世界の動向をいち早く知ることができた。平成20(2008)年と平成21(2009)年の国際会議では、ジェミニ天文台の国際共同研究の提案およびそのキャンセル後の状況。平成21(2009)年と平成22(2010)年にプリンストン大学およびカリフォルニア工科大学でそれぞれ開催した国際会議では、米国の10年スケールでの天文学大型計画諮問レポートの公開とそれをめぐる予算状況への対応。最後に平成23(2011)年にフランスで開催した国際会議では、ヨーロッパで採択された観測衛星ユークリッドとの相補的な協力関係など。いずれも、すばる望遠鏡の銀河サーベイ計画と密接に関連する世界の他の大規模観測計画とのシナジーを検討する機会をいち早く得ることができたのも、本事業の大きな成果であり、毎年適切な協力拠点で時宜を得た会議を開催できたことは、コーディネーターとして欣快とするところである。

### ○社会貢献性

宇宙の暗黒エネルギーは、広く一般市民の興味をかき立てている。本事業の拠点機関であるビッグバンセンターでは、毎年東京大学において暗黒エネルギーに関する一般講演会を開催して、その成果を社会に還元する努力を続けてきた。特にビッグバンセンターの横山順一氏は、コーディネーターの名代として東京大学理学部講演会の講師を務め、同講演会シリーズ最大規模の千名以上の聴衆を得た。さらに、本事業の参加者である東京大学の土居守氏と名古屋大学の松原隆彦氏は、光文社新書から『宇宙の暗黒エネルギー』を出版した。また、実施組織コーディネーターは、日経サイエンス誌、岩波科学、丸善パリティ、日本物理学会誌、東京大学出版会『UP』、毎日新聞『本の時間』、朝日新聞 webronza などを通じて、暗黒エネルギーに関する解説を行っている。これらは、日本において暗黒エネルギーの研究が広く社会的に認知されることに貢献してきた。

また、本事業の研究協力者の一人である米国ローレンスバークレー研究所のソール・パールムター氏は、宇宙の加速膨張の発見の業績によって、平成23(2011)年ノーベル物理学賞を受賞した。対象となった彼の研究は本事業発足以前の平成10(1998)年のものであるが、その後の研究の更なる発展には本事業も継続的に貢献してきたことを付け加えておきたい。

## 4. 実施状況

### (1) 戦略性

移行審査申請時に記載した拠点機関の将来構想及び全体戦略を踏まえて、拠点機関全体として、どのように戦略的かつ計画的に本事業を実施したかを記載してください。またそれがどのように拠点機関及び日本のプレゼンスを高めるのに役立ったか記載してください。

本事業は、すばる望遠鏡を用いた遠方銀河の撮像および分光サーベイを通じて暗黒エネルギーの性質を解明する国際共同研究を開始することが第一義的な目的であった。このようにフォーカスされた事業であったため、その実施は十分戦略的に行われた。具体的には、平成 21(2009)年に開催したプリンストン大学での国際会議において、銀河分光サーベイへの取り組みと予算状況を報告し、国外の機関へ共同研究の打診を行った。その後の研究打ち合わせ、日本での研究会などを経て、平成 22(2010)年にカリフォルニア工科大学で開催した国際会議において、共同研究のキーとなる組織づくりがなされた。そして、平成 23(2011)年のパリ天体物理学研究所での国際会議の際に、分光器のデザインを含む具体的な仕様が議論され、現在に至っている。

ビッグバンセンターは、主として理論的な研究においてこの共同研究を支えながら、PFS の代表である村山 齊氏が国外のグループにより検出器制作グループのとりまとめ、および国内におけるインターフェース作りに協力してきた。このようにビッグバンセンター自身は、その理論的研究に関して数多くの成果をあげてきたが、それにとどまらず本事業は、すばる望遠鏡を用いた国内の宇宙論若手研究者の層をひろげるとともに、その国際化に多大な貢献をすることができた。このことは、本事業を通じて、すでに数多くの国際共同研究にもとづく論文が出版されるようになったことから明らかであり、日本のプレゼンスを高める役割を果たした。

### (2) 拠点形成に向けた実施体制

拠点機関及び協力機関においてどのような運営体制をとっていたかについて、国内外の連携体制にも触れながら記載してください。

拠点機関であるビッグバン宇宙国際研究センターは、国際会議、サマースクールなどを利用して一貫して、国内の暗黒エネルギーに関する理論研究者と広く連携を図るとともに、若手大学院生の教育を行ってきた。また、特にフランスの理論研究者のグループとは、修正重力理論、重力非線形効果の解析的定式化の 2 つの重要なテーマに関して、緊密な共同研究を開始し、若手研究者の交流も活発に行った。その結果、学術振興会の 2 国間交流事業や博士研究員の派遣や受け入れといった協力体制へと発展しつつある。

プリンストン大学は HSC の共同研究の推進と並行して、PFS 計画の実現に真摯に努力してくれた。平成 21(2009)年の国際会議を開催することを快諾してくれ、それを通じて日本のソフトウェアチームやサーベイデザインチームとの共同作業の場を提供してくれた。

カリフォルニア工科大学は、分光ファイバーのポジショナー製作を担当しその仕様を共同で詰めるとともに、予算獲得のための申請書づくりや、共同研究プロジェクトの組織作りという面においても多くの助言と具体的な協力をしてくれた。

後者の観測プロジェクト的な側面は、前述のように、カブリ数物連携宇宙研究機構の村山 齊氏のリーダーシップのもとに進められることになったという経緯があるが、そのあらゆる場面で、本事業の拠点機関および協力機関が中心的な貢献を行ってきたことも強調しておきたい。

## 5. 今後の展望

今後、当該拠点の研究交流活動を持続的に展開してく上での将来展望について記載してください。

現時点ではHSCおよびPFSもともにほぼ順調に軌道にのってきたと結論してよいであろう。その意味において、本事業の当初の目的は十分達成されたものとする。

また、本事業の申請時には想定していなかった状況の変化として、カブリ数物連携宇宙研究機構の村山齊氏が最先端研究開発支援プログラムの採択により、多額の研究費を獲得してHSCおよびPFSサーベイの代表研究者となったという喜ばしい事実がある。このために、ビッグバン宇宙国際研究センターは、これらの観測的プロジェクトの中心組織というよりも、国立天文台と共同して検出器の開発やサーベイデザインを行うカブリ数物連携宇宙研究機構とは相補的に、より理論的な研究に特化したセンターとしての役割を担うことになった。

本事業が終了した後の、将来的な研究活動のことを考えると、この変化は極めて現実的に現在の研究体制を維持できる、理想的な方向性を持っているといえる。すなわち、ビッグバン宇宙国際研究センターは、大学院理学系研究科の中にあることにより、多くの優秀な大学院生を擁しており、多額の研究費は必要としない理論研究において、人材育成という面からダークエネルギー研究に対する大きな貢献をすることが可能になっている。これはカブリ数物連携宇宙研究機構におけるダークエネルギーの観測的研究を全く異なる方向からサポートできることになる。

実際、ビッグバン宇宙国際研究センターおよび東京大学物理学教室で学位を取った多くの学生が、既にカブリ数物連携宇宙研究機構を初めとする国内外の暗黒エネルギー研究機関において活躍している。今後もそのような人材育成は持続的に行われることであろう。

## 6. 活動実績

(1)実施した「共同研究」について概略を記入してください。

1	研究課題・テーマ名	暗黒エネルギーモデルの理論的研究
	実施期間	H19.4.1～H24.3.31
	代表者 国名	日本
	所属機関・職・氏名	東京大学大学院理学系研究科・教授・須藤 靖
2	研究課題・テーマ名	広域銀河サーベイを用いた暗黒エネルギーの研究
	実施期間	H19.4.1～H24.3.31
	代表者 国名	米国
	所属機関・職・氏名	プリンストン大学・教授・エドウィン ターナー
3	研究課題・テーマ名	超新星を標準光源として用いた宇宙膨張測定
	実施期間	H19.4.1～H24.3.31
	代表者 国名	日本
	所属機関・職・氏名	東京大学大学院理学系研究科・教授・土居 守
4	研究課題・テーマ名	
	実施期間	
	代表者 国名	
	所属機関・職・氏名	
5	研究課題・テーマ名	
	実施期間	
	代表者 国名	
	所属機関・職・氏名	
6	研究課題・テーマ名	
	実施期間	
	代表者 国名	
	所属機関・職・氏名	
7	研究課題・テーマ名	
	実施期間	
	代表者 国名	
	所属機関・職・氏名	
8	研究課題・テーマ名	
	実施期間	
	代表者 国名	
	所属機関・職・氏名	

※ 記入欄が足りない場合には、適宜追加してください。

## (2)この研究交流課題に関連した主な発表論文等

本事業 研究交流課題の成果であり、本事業名が明記されている論文、著書、総説等について、記入してください。

整理番号	著者	事業名 明記箇所	タイトル	掲載誌名	巻 号	掲載頁 番号 (開始 -終了)	発表年	発 表 月	国内 / 海外	査読 有/無	共著 有/無	相手国 名 (共著 の場 合)
1	須藤 靖	巻頭・巻末 — 21 頁	宇宙のダークエ ネルギー	イリュ ーム	37	4-21	2007	5	国内		無	
2	K.Yamamoto,D.Parki nson,T.Hamana, R.C.Nichol, Y.Suto	巻頭・巻末 — 8 頁	Optimizing Future Imaging Surveys of Galaxies to Confront Dark Energy and Modified Gravity Models;	Physical Review D	76	023504 (1-10)	2007	7	海外		有	英国
3	T.Nishimichi,H.Ohm uro,M.Nakamichi,A.T aruya, K.Yahata, A.Shirata, S.Saito, H.Nomura,K.Yamam oto,Y.Suto	巻頭・巻末 — 1057 頁	Characteristic Scales of Baryon Acoustic Oscillations from Perturbation Theory: Non-linearity and Redshift-Space Distortion Effects	Publicatio ns of the Astronomi cal Society of Japan	59	1049-1060	2007	12	国内		無	
4	T.Matsubara	巻頭・巻末 — 13 頁	Nonlinear Perturbation Theory with Halo Bias and Redshift-space Distortions via the Lagrangian Picture	Physical Review D	78	083519 (1-21)	2008	10	海外		無	
5	J.A.Holtzman,J.Marr iner, R.Kessler,M.Sako,B.	巻頭・巻末 — 2319 頁	The Sloan Digital Sky Survey-II:	The Astronomi cal	13 6	2306-2320	2008	12	海外		有	米国 英国

	Dilday, <u>J.A. Frieman</u> , D.P.Schneider, B. Bass ett, A. Becker, D. Cinabro, F. DeJongh, D.L. Depoy, <u>M. Doi</u> , P.M. Garnavich, C.J. Hogan, S. Jha, K. Konishi, H. Lampeitl, J.L. Marshall, D. McGi nnis, G. Miknaitis, <u>R.</u> <u>C. Nichol</u> , J.L. Prieto, A. G. Riess, M.W. Richmond, R. Romani, M. Smith, <u>N. Takanashi</u> , K. Tokita, K. vanderHe yden, <u>N. Yasuda</u> , C. Zheng		Photome Try and Supernova IA Light Curves from the 2005 Data	Journal								
6	<u>T. Nishimichi</u> , A. Shirata, <u>A. Taruya</u> , K. Yahata, S. Saito, <u>Y. Suto</u> , <u>R. Takahashi</u> , <u>N. Yoshida</u> , <u>T. Matsubara</u> , <u>N. Sugiyama</u> , <u>I. Kayo</u> , Y. Jing, K. Yoshikawa	巻頭・巻末 — 329 頁	Modeling Nonlinear Evolution of Baryon Acoustic Oscillations: Convergence Regime of N-body Simulations and Analytic Models	Publicatio ns of the Astronomi cal Society of Japan	61	321-332	平成 21年 (2009 年)	6	国内		無	
7	S. Saito, <u>M. Takada</u> , <u>A. Taruya</u>	巻頭・巻末 — 24 頁	Nonlinear Power Spectrum in the Presence of Massive Neutrinos: Perturbation	Physical Review D	80	083528 (1-30)	平成 21年 (2009 年)	10	海外		無	

			Theory Approach, Galaxy Bias and Parameter Forecasts									
8	<u>A.Taruya</u> , <u>T.Nishimichi</u> , S.Saito, <u>T.Hiramatsu</u>	巻頭・巻末 17 頁	Nonlinear Evolution of Baryon Acoustic Oscillations from Improved Perturbation Theory in Real and Redshift Spaces	Physical Review D	80	123503 (1-22)	平成 21 年 (2009 年)	12	海外		無	
9	<u>K.Yamamoto</u> , <u>G.Nakamura</u> , G.Huetsi, <u>T.Narikawa</u> , T.Sato	巻頭・巻末 9 頁	Constraint on the Cosmological f(R) Model from the Multipole Power Spectrum of the SDSS Luminous Red Galaxy Sample and Prospects for a Future Redshift Survey	Physical Review D	81	103517 (1-11)	平成 22 年 (2010 年)	5	海外		無	
10	<u>A. Nishizawa</u> , <u>M. Takada</u> , <u>T. Hamana</u> , <u>H. Furusawa</u>	巻頭・巻末 13 頁	A Clipping Method to Mitigate the Impact of Catastrophic Photometric Redshift Errors on Weak Lensing Tomography	The Astrophysical Journal	718	1252-1265	平成 22 年 (2010 年)	8	海外		無	

11	<u>H.Motohashi</u> , A.A.Starobinsky, <u>J.Yo</u> <u>koyama</u>	巻頭・巻末 546 頁	Matter Power Spectrum in f(R) Gravity with Massive Heutrinos	Progress of Theoretic al Physics	12 4	541-546	平成 22 年 (2010 年)	9	国内		無	
12	<u>C. Hiakge</u> , <u>M.</u> <u>Takada</u> , <u>D. N.</u> <u>Spergel</u>	巻頭・巻末 3478 頁	Using Galaxy-Galaxy Weak Lensing Measurements to Correct the Finger-of-God	MNRAS	41 9	3457- 3481	平成 24 年 (2012 年)	2	海外		有	米国
13	<u>A. Taruya</u> , <u>S. Saito</u> , <u>T.</u> <u>Nishimichi</u>	巻頭・巻末 11 頁	Forecasting the Cosmological Constraints with Baryon Acoustic Oscillations from Multipole Expansion	Physical Review D	83	103527 (1-12)	平成 23 年 (2011 年)	4	海外		無	
14	<u>T. Okamoto</u> , <u>A.</u> <u>Taruya</u> , <u>T. Matsubara</u>	巻頭・巻末 1 頁	Next-to-Leadin g Resummation of Cosmological Perturbation via the Langrangian Picture: 2-loop Correction in Real and Redshift Spaces	Journal of Cosmolog y and Astroparti cle Physics	8	012 (1-20)	平成 23 年 (2011 年)	8	海外		無	
15	<u>土居守</u> 、 <u>松原隆彦</u>	巻頭・巻末 253 頁	宇宙のダークエ ネルギー —「未 知なる力」の謎を 解く	光文社新 書			平成 23 年 (2011 年)	9	国内		無	
16	<u>S.V.Langford</u> , <u>J.B.Wyithe</u> , <u>E.L.Turner</u> , <u>E.B.Jenkins</u> , <u>N.Narita</u> <u>,X. Liu</u> , <u>Y. Suto</u> . and <u>T. Yamada</u>	巻頭・巻末 673 頁	A comparison of spectroscopic methods for detecting starlight scattered by transiting hot Jupiters, with application to Subaru data for HD 209458b and HD 189733b	Monthly Notices of the Royal Astronomi cal Society	41 5	673-686	平成 23 年 (2011 年)	7	海外		有	米国

17	<u>Y. Fujii, H. Kawahara, Y. Suto, S. Fukuda, T. Nakajima, T. A. Livengood, and E. L. Turner</u>	巻頭・巻末 184 頁	Colors of a Second Earth II: Effects of Clouds on Photometric Characterization of Earth-like Exoplanets	The Astrophysical Journal	73 8	184	平成 23 年 (2011 年)	9	海外		有	米国
18	L. Lorenz, J. Martin, and Jun'ichi Yokoyama	巻頭	Geometrically Consistent Approach to Stochastic DBI Inflation	Physical Review	D8 2	23515	平成 22 年 (2010 年)		海外		有	フランス
19	H.Motohashi, A.Starobinsky, and J.Yokoyama	巻頭・巻末 16 頁	Phantom boundary crossing and anomalous growth index of fluctuations in viable $f(R)$ models of cosmic acceleration	Progress of Theoretical Physics	12 3	903-920	平成 22 年 (2010 年)		国内		無	
20	W. Fang, K. Kadota, and <u>M. Takada</u>	巻頭・巻末 23007 頁	models of cosmic acceleration	Phys. Rev. D	85	23007	平成 24 年 (2012 年)	1	海外		有	米国
21	J. Tang, <u>I. Kayo</u> , and <u>M. Takada</u>	巻頭・巻末 2291 頁	Likelihood reconstruction method of real-space density and velocity power spectra from a redshift galaxy survey	MNRAS	41 6	2291- 2310	平成 23 年 (2011 年)	9	海外		有	米国
22	N. S.Sugiyama, E. Komatsu and <u>T. Futamase</u>	巻頭・巻末 謝辞 頁	Non-Gaussianity Consistency Relation for Multi-field Inflation	Physical Review Letters	10 6	251301-1- 5	平成 23 年 (2011 年)	7	海外		有	米国

23	<u>R.Kimura</u> , <u>K.Yamamoto</u>	巻頭・巻末 025-31 頁	Large scale structures in the kinetic gravity braiding model that can be unbraided	Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	04(2011)	025-1-37	平成 23 年 (2011 年)	4	海外			
24	K.Barbary,G.Aldering,R.Amanullah,M.Brodwin,N.Connolly,K.S.Dawson, <u>M.Doj</u> ,P.Eisenhardt,L.Faccioli,V.Fadeyev,H.K.Fakhouri,A.S.Fruchter,D.G.Gilbank,M.D.Gladders,G.Goldhaber,A.Goobar,T.Hattori,E.Hsiao,X.Huang,Y.Ihara,N.Kashikawa,B.Koester,hi,M.Kowalski,C.Lidman,L.Lubin,J.Meyers,T. <u>Morokuma</u> ,T.Oda,N.Panagia,S. <u>Perlmutter</u> ,M.Postman,P.Ripoche,P.Rosati,D.Rubin,D.J.Schlegel,A.L.Spadafora,S.A.Stanford,M.Strovink,N.Suzuki,N.Takanashi,K.Tokita and N. <u>Yasuda</u>	巻頭・巻末 31 頁	The Hubble Space Telescope Cluster Supernova Survey. VI. The Volumetric Type Ia Supernova Rate	The Astrophysical Journal	745	31	平成 24 年 (2012 年)	1	海外		有	米国
25	K.Barbary,G.Aldering,R.Amanullah,M.Brodwin,N.Connolly,K.S.Dawson, <u>M.Doj</u> ,P.Eisenhardt,L.Faccioli,V.Fadeyev,H.K.Fakhouri,A.S.Fruchter,D.G.Gilbank,M.D.Gladders,G.Goldhaber,A.Goobar,T.Hattori,E.Hsiao,X.Huang,Y.Ihara,N.Kashikawa,B.Koester,	巻頭・巻末 32 頁	The Hubble Space Telescope Cluster Supernova Survey. II. The Type Ia Supernova Rate in High-redshift Galaxy Clusters	The Astrophysical Journal	745	32	平成 24 年 (2012 年)	1	海外		有	米国

	K.Konishi,M.Kowalski, C.Lidman,L.Lubin,J.Me yers, <u>T.Morokuma</u> , <u>T.Oda</u> , N.Panagia, <u>S.Perlmutter</u> , M.Postman,P.Ripoche,P. Rosati,D.Rubin,D.J.Schl egel,A.L.Spadafora,S.A. Stanford,M.Strovink,N.S uzuki,N.Takanashi,K.To kita and <u>N.Yasuda</u>											
26	K.Barbary,G.Aldering ,R.Amanullah,M.Bro dwin,N.Connolly,K.S. Dawson, <u>M.Do</u> i,P.Eise nhardt,L.Faccioli,V.F adeyev,H.K.Fakhouri, A.S.Fruchter,D.G.Gil bank,M.D.Gladders,G .Goldhaber,A.Goobar, T.Hattori,E.Hsiao,X. Huang,Y.Ihara,N.Kas hikawa,B.Koester, K.Konishi,M.Kowalsk i,C.Lidman,L.Lubin,J .Meyers, <u>T.Morokuma</u> , <u>T.Oda</u> ,N.Panagia, <u>S.P</u> <u>erlmutter</u> ,M.Postman ,P.Ripoche,P.Rosati,D. Rubin,D.J.Schlegel,A. L.Spadafora,S.A.Stan ford,M.Strovink,N.Su zuki,N.Takanashi,K.T okita and <u>N.Yasuda</u>	巻頭・巻末 <u>85 頁</u>	The Hubble Space Telescope Cluster Supernova Survey. V. Improving the Dark-energy Constraints above $z > 1$ and Building an Early-type-host ed Supernova Sample	The Astrophys ical Journal	74 6	85	平成 24 年 (2012 年)	2	海外		有	米国

\* コーディネーター・参加研究者の氏名にはアンダーラインを付すこと。

(3) 共同セミナーの開催実績について記入してください。(詳細は別表2により記入してください。)

(回)

	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
国内開催	2	2	4	2	0
海外開催	1	1	1	1	2
合計	3	3	5	3	2

(4) 派遣・受入実績について記入してください。(詳細は別表3-1、3-2により記入してください。)

(名)

	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
派遣人数	38	48	56	58	50
受入人数*	0	0	0	9	11

\* 本事業経費により受け入れた人数を記入のこと。