

アジア・アフリカ学術基盤形成事業 平成 21 年度 実施報告書

1. 拠点機関

日 本 側 拠 点 機 関：	大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台
(ウズベキスタン) 拠点機関：	ウズベキスタン科学アカデミー・ウルグベク天文研究所
(大韓民国) 拠点機関：	国立ソウル大学校
(台 湾) 拠 点 機 関：	國立中央大學

2. 研究交流課題名

(和文)：太陽系小天体の物理特性解明と衝突危険予測のためのアジア広域観測ネットワークの構築
(交流分野： 天文学)

(英文)： Development of the Asian-wide observation network for detecting and investigating potentially hazardous near-Earth objects
(交流分野： Astronomy)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www-irc.mtk.nao.ac.jp/~webadm/AA-AsianNet/>

3. 開始年度

平成 21 年度 (1 年目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台
実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：国立天文台・台長・観山正見
コーディネーター（所属部局・職・氏名）：天文シミュレーションプロジェクト・助教・伊藤孝士
協力機関：独立行政法人宇宙航空研究開発機構、日本スペースガード協会
事務組織：国立天文台・国際連携室

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 (地域) 名：ウズベキスタン
拠点機関：(英文) Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences
(和文) ウズベキスタン科学アカデミー ウルグベク天文研究所
実施組織代表者： Director General・Shuhrat Ehgamberdiev

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Department of Observational Cosmology ・
Professor, Head of Department ・ Mansur Akbarovich IBRAHIMOV

協力機関：（英文）
（和文）

（２） 国 （地域） 名：大韓民国

拠点機関：（英文） Seoul National University
（和文） 国立ソウル大学校

実施組織代表者： Professor ・ Insuk Yu

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Department of Physics & Astronomy ・
Associate Professor ・ Myungshin Im

協力機関：（英文） Sejong University
（和文） 世宗大学校

協力機関：（英文） Korea Astronom & Space Institute
（和文） 大韓民国天文宇宙科学研究院

協力機関：（英文） Pusan National University
（和文） 釜山大学校

協力機関：（英文） Korea Institute of Advanced Study
（和文） 大韓民国高等科学院

協力機関：（英文） Chungbook University
（和文） 忠北大学校

協力機関：（英文） Kangwon University
（和文） 江原大学校

（３） 国（地域） 名：台湾

拠点機関：（英文） National Central University
（和文） 國立中央大學

実施組織代表者： Professor ・ Wing-Huen Ip

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Graduate institute of Astronomy ・
Professor ・ Wen-Ping Chen

協力機関：（英文） National Tsin Hua University
（和文） 國立清華大學

５．全期間を通じた研究交流目標

１．概要

本事業は、全地球規模で小惑星を観測するネットワークの一端を担うアジア地域の観測ネットワークを構築することを目的としている。南北アメリカ大陸、ハワイ、東アジアや

ヨーロッパにはいくつかの観測施設があるが、ユーラシア大陸の東経70度付近にはウズベキスタンのウルグベク天文研究所マイダナク天文台（以下マイダナク天文台という）しか主な天文観測施設がない。そこで、本事業で中央アジアのウズベキスタンと東アジア地域を結合してアジア地域全体をカバーする戦略的な観測拠点を構築し、地球に衝突し得る天体の観測網を立ち上げたい。

小惑星や彗星などの太陽系小天体は太陽系の最初期の情報を保持したまま「凍結保存」された貴重なデータであり、地球などの惑星を形成した部材の残片でもある。太陽系小天体の中には地球に近い場所から海王星よりもっと遠くまで、太陽系の様々な場所から地球近辺に飛来するグループがあり、それらは「地球接近天体」と呼ばれる。地球接近天体は太陽系の様々な場所で形成された物質を地球近辺にもたらししてくれるので、彼らを詳細に観測することにより、太陽系全体の物質情報を知り得る。太陽系小天体の物質特性と軌道進化の研究から、惑星を構成する物質が46億年という太陽系年齢を通してどのような進化を遂げたのかに関する基礎データを得られるのである。この研究交流を通じて構築される小惑星観測のためのネットワークは、太陽系小天体の基礎的な観測データ取得において貢献するだろうし、そうしたデータは近年目覚ましい発展を遂げている太陽系外惑星研究にも大きな寄与を果たし、ひいては宇宙全体に於ける私達の太陽系の特殊性・普遍性を理解するために不可欠な知見をもたらすだろう。

また、地球接近天体の約20%は地球に衝突する可能性を持つと言われる。もしも衝突が発生すれば地上での被害は甚大となり得るので、継続的な観測によりこうした天体の力学的・物理的特性を詳しく知ることは災害予測の観点でも重要となってくる。地球に接近し、衝突の可能性を持つような天体の観測はなるべく長い時間連続で行う必要がある。観測時間が短ければ天体の軌道を正確に決定することは出来ず、衝突確率の算出も困難となるし、天体の物理的特性に関して取得できる情報も限られる。ここでアジアという地域が東西に広く伸びている特長、およびウズベキスタンの良好な観測条件が生きる。日本とウズベキスタンの間には4時間という時差があるので、東アジア諸国とウズベキスタンの研究機関が連携して特定の天体を観測すればとても長い時間の天体追跡観測が可能となり、地球に衝突し得る天体の物理特性推定と軌道決定に大きな意義を持つことになる。これが本研究交流の目的とする小惑星観測ネットワークづくりが最も生きる点であり、この観測ネットワークは太陽系小天体の地球への衝突に関する防災予測と被害軽減を主目的のひとつとする「アジア広域天文台」とすら言えるものとなる。

この「アジア広域天文台」に参加する天文台の中で、東アジアにはすでに最新の観測施設や良く教育された研究者がそろっているが、最も底上げが必要なのはウズベキスタンのマイダナク天文台である。この天文台は天文観測所として極めて好適な立地条件を持つ。晴天率は年間200日以上、平均的シーイングはハワイ島山頂に匹敵する0.69秒角、一年を通じて観測不能時期は無い。しかしながら、ソ連崩壊後の資金不足により近年は保守が疎かになっているし、さらに観測者の不足により天文学の教育を全く受けていない者たちが観測に従事している。このような観測者は研究に対する興味が希薄なため、観測者として

なかなか定着せず、観測に習熟した者が育たない。

この現状のままでは「アジア広域天文台」の中で最も良い観測条件をもつマイダナク天文台で取得されるデータの質が確保できないことから、我々はこの研究交流を通じて特にマイダナク天文台の観測を行うことになるウズベキスタンの若手研究者に国立天文台とウルグベク天文研究所の間に2004年12月に始まり現在も本事業で継続予定の共同研究（8-1共同研究 研究課題2）への参加を通じて天文学に興味をもってもらい、講習会を通じて必要な基礎知識、基礎技術の習得の補助に重点を置く。

2. 具体的な交流

本事業では、（A）「アジア広域観測ネットワーク」作りと（B）若手研究者の育成が大きな柱である。

（A）に関して、事業期間内のなるべく早期に、今まで個別にウズベキスタンと共同研究を行って来た東アジア各機関（国立天文台（日本）、ソウル大学校（大韓民国）、國立中央大学（台湾）ら）の意思疎通を図り、本事業に関する認識と情報を共通化するための学会合を開催する。

研究交流期間の終盤には、参加各国・地域の研究者が集合して本事業での学術成果を確認し、研究交流期間終了後を踏まえて観測ネットワークの運用方法と有効利用を検討するシリーズ的な研究会合をスタートさせる。

（B）に関して、ウズベキスタンではこれまで国立天文台との共同研究を通じて学生と技術職員が旧式の観測装置を用いて小惑星の観測に取り組んで来た。だが学術的に意味のある高品質なデータを効率良く取得するには、天体の自動導入や移動天体の追尾が可能な最近の観測システムが必須である。ウズベキスタンにはそのような観測設備は無く、扱える人材も無い。そこで本事業ではウズベキスタンから学生や技術職員を日本に招聘してある程度の期間滞在してもらい、最新の観測装置を用いた学習を積むことで観測システムの扱い方や観測方法を学んでもらう。そして、近い将来にウズベキスタンに設置を考えている本格的な観測システムを現地の研究者が独力で運用できるまでの知識伝達と人材の育成を行う。

また、太陽系小天体に関する日本の研究者グループとの共同研究を通じて、若手研究者に太陽系小天体研究の重要性と面白さを実感してもらい、科学研究に対する興味をもってもらおう。

3. 本事業の組織

本事業は自然科学研究機構国立天文台を拠点機関とする日本、国立ソウル大学校を拠点機関とする大韓民国、國立中央大学を拠点機関とする台湾という東アジアの三ヶ国・地域と、ウルグベク天文研究所を拠点機関とするウズベキスタンの連携により遂行される（次頁の図）。

本事業の日本国内拠点機関となる国立天文台には観測・理論の両面で太陽系小天体の研

究者が多く在籍しており、研究の歴史も長い。日本側では国立天文台の研究者を中心とし、地球接近小天体の早期発見活動を主眼として活動している宇宙航空研究開発機構および日本スペースガード協会を中核組織と位置づける。大韓民国および台湾の拠点機関（大韓民国側は国立ソウル大学校、台湾側は国立中央大学）と各協力機関にも日本側と学術的関心を共にする研究者が多く、この三ヶ国・地域が連携して本事業の東アジア側橋頭堡を構成することで、本事業の目的達成がより容易なものとなることが期待される。

ウズベキスタン側の事業主体はウズベキスタン科学アカデミーのウルグベク研究所、特に南部の山岳地帯に位置するマイダナク天文台である。国立天文台は数年前からウルグベク天文研究所と共同研究協定を締結して小惑星の光学観測を継続しており、本事業の核になる人脈が築かれつつある。大韓民国側・台湾側もそれぞれウルグベク研究所との共同研究を独自に進めてきた経緯を持っている。今後は日本・大韓民国・台湾の独立な三者対ウズベキスタンという構図ではなく、東アジア地域とウズベキスタンという広い枠組みの中で、本事業に関わる研究者の意思疎通と研究体制の統括を進めて行く。



図中の写真：上段左から宇宙開発研究機構入笠山観測所、台湾国立中央大学鹿林観測所、自然科学研究機構岡山天体物理観測所。右下はウズベキスタンのウルグベク天文研究所・マイダナク天文台の敷地の一部。

6. 平成21年度研究交流目標

アジア地域の観測ネットワークを構築する第一歩として、アジア地域の研究者に観測ネットワークに参加を呼びかけること－（１）、マイダナク天文台の若手研究者の観測トレーニングを行うこと－（２）、共同研究を通じて具体的な小惑星の観測を行い、トレーニングの成果を生かすこと－（３）を目標とする。

目標（１）のため、「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」を開催する。マイダナク天文台の研究者は、マイダナク天文台の良好な観測条件を活かして、観測を全面的に請け負うという形で、従来個人的に各国の研究者と共同研究を進めてきたため、マイダナク天文台を利用している各国の研究者同士の交流はこれまで一切存在しなかった。けれども小惑星に代表されるような地球接近天体の観測はなるべく長い時間連続で行う必要があり、その意味でアジアという地域が東西に広く伸びている特長を生かし、ウズベキスタンと東アジア地域の三カ国・地域で観測ネットワークを構築することには大きな学術的意義がある。日本とウズベキスタンの間には４時間という時差があり、単純に言えば夜の時間が四時間長くなることになるし、天候が不安定な東アジアに複数の観測拠点があれば、日本の空が曇っている場合でも大韓民国や台湾の観測所に代替観測を依頼することで当初の観測目的を達成できる可能性がある。このようなアジア広域に渡る観測ネットワークの構築を念頭に置き、本年度はまずマイダナク天文台で共同研究を行ってきた各国の研究者を一堂に集めて「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」を開催する。ここでは本事業関係者のマイダナク天文台の観測装置、運営状況等の把握、現在進行中の共同研究プロジェクトの報告、新たな利用者の掘り起こし等を図り、近い将来の観測ネットワーク構築の礎を築きたい。また、現在マイダナク天文台が直面している資金難による観測装置のメンテナンス不足に対する何らかの解決策をユーザ間で話し合う場とする。

目標（２）のために、「観測訓練とデータ解析講習会」を開催する。ウズベキスタンのマイダナク天文台で観測に従事している職員の中には天文学の教育を受けていない者もあり、共同研究者から指示されたプログラムに沿って、淡々と観測を行っている。各天体の露出時間や、何時にどの方向に望遠鏡を向ければ良いのかも指示しなければならず、また彼らは自分たちの取得しているデータの科学的意味の理解が不十分である。

そこで、特にマイダナク天文台で観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わるウズベキスタンの若手研究者を本事業の参加各国・地域より日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどを含む。

目標（３）のために、ウズベキスタンの若手研究者に日本の研究グループがこれまで行って来たウズベキスタンとの共同研究に加わってもらう。この共同研究では年間数十個の若い小惑星族の小惑星の測光観測を行って来た。観測及びデータの解析を通じて、科学的意義の理解を深めてもらいたい。

7. 平成21年度研究交流成果

7-1 研究協力体制の構築状況

研究協力体制は本事業の開始以前から少しずつ構築されつつあったが、平成21年6月末に行われたマイダナク観測所ユーザーズミーティングが本格的な構築作業の端緒となった。このミーティングではウズベキスタンのマイダナク観測所の運用をどのような方法で現在よりも効率化できるかが学術的観点および運営的観点から議論された。ウズベキスタンのみでは現状を劇的に改善できるだけの人的・物的資源を準備することが出来ないため、学術面および観測所運営面の双方に於いて本事業に関係する四カ国による共同体制を敷き、マイダナク観測所を使う各国の研究者の活動を相互に支援して行くことが確認された。設備面で特に重要となるのは観測所の電力供給を安定化させる発電機の更新と重油の供給、長年にわたり洗浄や再蒸着が行われていない各種鏡の洗浄と再蒸着である。学術面では、地球接近天体をなるべく長い観測弧で追跡するために東アジア諸国とウズベキスタンの連携の具体的な体制に関する議論が開始された。この計画には資金のみならず経験を持った人員の交換が必要であり、日本・韓国・台湾ら地球接近天体の観測経験を持つ国々がウズベキスタンの天文関係業界に対して大きく貢献できることが明らかである。また、ウズベキスタン側は世界でも第一級の観測環境を東アジア諸国に提供することで貢献を果たすことになる。

7-2 学術面の成果

本事業に於ける研究協力体制の一環として、日本グループはマイダナク観測所の60cm反射望遠鏡を年間を通して優先的に利用することで、若い小惑星の継続的な多色測光観測を実施した。今年度獲得された観測結果と本事業以前に獲得された観測結果を組み合わせることで、若い小惑星族の自転運動に古い小惑星族には見られない特徴的なパターンが存在することが推定されつつある。この種の観測にはとても長い時間が掛かるので現時点では断定的なことは言えないが、本事業の終了までには小惑星研究に本質的な貢献を行う何らかの新しい知見が得られるものと予想している。以上は日本側研究者による貢献であるが、ウズベキスタン側研究者による観測により、マイダナク観測所で使っているCCDカメラフィルタの光学係数を汎用の光学係数に変換する作業が行われ、そのデータがマイダナク観測所の利用者に公開された。これは今後マイダナク観測所から産出される観測データを標準化して他観測所から得られるデータと整合性を取るために必須の作業であり、ウズベキスタン側からの重要な貢献と言える。

7-3 若手研究者養成

本事業で要請されるべき若手研究者は、まず第一に太陽系小天体の知識を有しその研究に取り組む者であり、第二に太陽系小天体の観測的技術を有するものである。これらの目的に沿い、本年度はウズベキスタン及び台湾より若い大学院生を二名日本に招請し、観測条

件はウズベキスタンほど良好ではないものの最先端の観測設備を有する日本国内の観測所で様々な実習を積むことで、所期の目的を到達するための基礎技能を修得してもらうためのセミナーを実施した。このセミナーでは実際の太陽系天体の観測作業の他に、観測システムとなる望遠鏡のハードウェア・ソフトウェアに関する習熟作業、観測データを処理・解析して学術的に意味のある数値データを得るためのテクニックの取得などを実施した。幸いなことに、本学生の観測実習により取得されたデータから従来は未発見であった新しい小惑星が複数個発見され、現在世界天文学連合に報告して確認を行っている最中である。このような発見もあり、ウズベキスタンと台湾から日本への学生招請および太陽系小天体観測の訓練活動については関係諸国のいずれにとっても有益であったと判断できる。

7-4 社会貢献

本事業の一目的には地球に衝突する可能性のある太陽系小天体を国際協力体制の下で詳細に観測するというものがあり、この目的は本質的に地球人類に対する社会的貢献を成すべきものである。即ち、本事業の推進そのものが社会貢献に直結するものと換言できる。また、本事業の促進によりウズベキスタン側での学術活動を活発化させ、ひいては中央アジア地域での基礎科学の振興に寄与をもたらすことができていると考えられる。特に、後述する研究者交流活動に於いては日本側参加者がウズベキスタンに於いて世界天文年（2009年）関連のイベントに招待されて本事業についての講演を行ったりしており、より直接的な社会貢献を果たしたとも考えられる。

7-5 今後の課題・問題点

現状の研究協力体制は、大雑把に言って東アジア諸国からの資源・人材提供・若手教育、ウズベキスタンからの観測環境提供と教育されるべき若手の提供、という構図になっている。この体制で現在のところ本事業の目的は肅々と達成されつつあると判断しているが、構図を逆にしたもの、例えば東アジア諸国の若手をウズベキスタンに派遣して教育活動を受けさせたり、自動化された望遠鏡システムなどウズベキスタンには存在せず東アジア諸国固有の資源をウズベキスタンに対して提供するなどの相互協力が原理的には可能なはずである。本事業の来年度以降に関してはこのような点に留意して研究協力体制を推進して行こうと考えている。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成 21 年度論文総数 20 本

うち、相手国参加研究者との共著 4 本（/20）

うち、本事業が JSPS の出資によることが明記されているもの 2 本（/20）

（※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入して下さい。）

8. 平成21年度研究交流実績概要

8-1 共同研究

本年度の共同研究は実施計画書に沿い、以下の二課題について実施した。第一の課題は「近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測」であり、第二の課題は「若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究」である。両方の課題とも主にウズベキスタン・マイダナク観測所の60cm望遠鏡を用いて実施された。この望遠鏡を本共同研究課題としてほぼ占有するために、平成21年6月に開催されたマイダナク天文台ユーザズミーティングに於いて現地の研究者と入念な打ち合わせを行った。第一の課題については今年度は機材の精細な調整と現地研究者に依頼した試験観測の域から出なかったが、第二の課題については十数個の小惑星の観測の多色測光観測を行い、解析結果をまとめて論文を投稿中である。

8-2 セミナー

今年度は以下の二種類のセミナーを実施した。第一は「第一回マイダナク天文台ユーザズミーティングー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業」であり、これまでウズベキスタンのマイダナク天文台とそれぞれ独立に共同研究を行って来た各国の研究者を一堂に集めた研究会を6月30日に大韓民国、ソウル大学において開催した。この会合には50名以上の研究者が集合し、マイダナク天文台で進行中の共同研究や設備改修計画に関してユーザの共通認識を形成した。また、ユーザの意見を観測所の運営に反映させるよう要望を行った。第二は「観測訓練とデータ解析講習会ー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業」である。小惑星観測に関わる観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者をウズベキスタンおよび台湾より平成22年2月に日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行った。訓練内容には観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的訓練などが含まれた。

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

日本から台湾へは一名を派遣した。台湾國立中央大学の所管する鹿林天文台の1m望遠鏡をアジアの観測ネットワークの中にどのように組み込み、他の観測プロポーザルと本事業の目的である太陽系小天体の継続観測プログラムの割合等を協議した。日本から中華人民共和国およびシンガポールには各二名を派遣した。国際研究集会に参加し、本事業による研究成果やアジア広域観測網構築に関する計画の進捗についての発表を行い、同時に関連諸分野の研究者と議論して相互の理解を深めた。中華人民共和国で開催された国際会議にはウズベキスタンからも本事業の経費で一名を派遣した。ウズベキスタンと台湾からは日本へ学生を各一名招聘し、太陽系小天体関係の観測作業などの実習を行った。日本国内では拠点機関に所属する本事業参加者が情報交換のために数度それぞれを訪問した。

9. 平成21年度研究交流実績総人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元		日本 ＜人／人日＞	ウズベキ スタン ＜人／人日＞	大韓民国 ＜人／人日＞	台湾 ＜人／人日＞	中国 ＜人／人日＞	シンガポ ール ＜人／人日＞	合計 ＜人／人日＞
日本 ＜人／人日＞	実 施 計 画		2／20	10／50 (36／120)	2／14	0／0	0／0	14／84 (36／120)
	実 績		3／30	9／34	1／4	2／14	2／16	17／98
ウズベキスタ ン ＜人／人日＞	実 施 計 画	4／90		2／14	0／0	0／0	0／0	6／104
	実 績	1／16		1／4	0／0	1／7	0／0	3／27
大韓民国 ＜人／人日＞	実 施 計 画	1／30	(3／30)		0／0	0／0	0／0	1／30 (3／30)
	実 績	0／0	(2／20)		0／0	0／0	0／0	(2／20)
台湾 ＜人／人日＞	実 施 計 画	1／30	(1／10)	6／30		0／0	0／0	7／60 (1／10)
	実 績	1／15	0／0	4／12		0／0	0／0	5／27
合 計 ＜人／人日＞	実 施 計 画	6／150	2／20 (4／40)	18／94 (36／120)	2／14	0／0	0／0	28／278 (40／160)
	実 績	2／31	3／30 (2／20)	14／50	1／4	3／21	2／16	25／152 (2／20)

※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。

※日本側予算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。(合計欄は()をのぞいた人・日数としてください。)

9-2 国内での交流実績

実施計画	実 績
19 / 78 <人／人日>	12 / 17 <人／人日>

10. 平成21年度研究交流実績状況

10-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度
研究課題名	(和文) 近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測				
	(英文) Detecting and investigating of potentially hazardous near-Earth objects				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教				
	(英文) Takashi ITO・ Center for Computational Astrophysics, NAOJ・ Assistant Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・ Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・ Professor				
	Myungshin IM・ Seoul National University・ Associate Professor				
	Wen-Ping CHEN・ National Central University・ Professor				
交流人数 (※日本側予算によらない交流(相手国予算による)についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先 派遣元		日本 〈人／人日〉	ウズベキスタン 〈人／人日〉	計 〈人／人日〉
	日本 〈人／人日〉	実施計画		0／0	0／0
		実績		0／0	0／0
	ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	2／30		2／30
		実績	0／0		0／0
	大韓民国 〈人／人日〉	実施計画	0／0	(3／30)	(3／30)
		実績	0／0	(2／20)	(2／20)
	合計 〈人／人日〉	実施計画	2／30	(3／30)	2／30 (3／30)
		実績	0／0	(2／20)	0／0 (2／20)
	② 国内での交流 1／1 人／人日				
21年度の 研究交流活動及び成果	本課題については本年度は現地の機材の精細な調整とウズベキスタン研究者に依頼したマイダナク 60cm 望遠鏡の一部時間を使った試験観測までを行った。試験観測としてマイダナク観測所の観測条件(seeing, 空の明るさの指標など)の測定を行い、日本の幾つかの観測所の諸条件と比較するデータを取得した。現在比較観測を計画中である。機材の調整については現地の機材に精通している大韓民国の研究者が訪ウした際に作業を行ってもらった。また、当初はウズベキスタンから日本へ研究者を招聘して観測詳細の打ち合わせを行う予定であったが、今年度は試験観測に限られることを考慮し、この打ち合わせを大韓民国で6月に開催されたマイダナク天文台ユーズーズミーティング時に同時開催したため、この部分の交流が不要となった。				

日本側参加者数	
9 名	(13-1 日本側参加者リストを参照)
ウズベキスタン側参加者数	
11 名	(13-2 ウズベキスタン側参加研究者リストを参照)
大韓民国側参加者数	
30 名	(13-3 大韓民国側参加研究者リストを参照)
台湾側参加者数	
13 名	(13-4 台湾側参加研究者リストを参照)

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度
研究課題名	(和文) 若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究 (英文) Study for collisional process and space weathering of young family asteroids				
日本側代表者	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員				
氏名・所属・職	(英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist				
相手国側代表者	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor				
氏名・所属・職	Myungshin IM・Seoul National University・Associate Professor Wen-Ping CHEN・National Central University・Professor				
交流人数 (※日本側予算によらない交流(相手国予算による)についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先		日本	ウズベキスタン	計
	派遣元		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>	実施計画		2/20	2/20
		実績		3/30	3/30
	ウズベキスタン <人/人日>	実施計画	0/0		0/0
		実績	0/0		0/0
	台湾 <人/人日>	実施計画	0/0	(1/10)	(1/10)
		実績	0/0	(0/0)	(0/0)
	合計 <人/人日>	実施計画	0/0	2/20 (1/10)	2/20 (1/10)
		実績	0/0	3/30 (0/0)	3/30 (0/0)
	② 国内での交流		2/3	人/人日	
21年度の 研究交流活動及び成果	マイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を小惑星観測専用望遠鏡として借り上げ、十数個の小惑星の多色測光観測を行った。観測は基本的にはマイダナク天文台の観測者（ウズベキスタン側）が請け負うが、幾つかの天体の観測好機には日本側の研究者3名が本事業経費によりマイダナク観測所に出向いて行った。観測結果の一部は既に論文として投稿・出版されている。成果のひとつとして、若いC型の小惑星の表面色が古いC型小惑星に比べて青い可能性のあることが判明している。これについては今後更に多くのデータを蓄積して検証する必要がある。なお台湾からウズベキスタンへの研究者交流は今年度は台湾側の事情（予算措置など）により実施されなかったが、台湾側研究者とウズベキスタン側研究者は大韓民国で6月に開催されたマイダナク天文台ユーザーズミーティング時に会合して協議したため、共同研究の推進に支障				

	は発生していない。	
日本側参加者数		
5	名	(13-1 日本側参加者リストを参照)
ウズベキスタン国側参加者数		
10	名	(13-2 ウズベキスタン側参加研究者リストを参照)
() 国(地域)側参加者数		
	名	(13-3 () 国側参加研究者リストを参照)

10-2 セミナー

ー実施したセミナーごとに作成してください。ー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 第一回マイダナク天文台ユースターズミーティングー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー
	(英文) 1 st Maidanak Users Meeting-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 21 年 6 月 30 日 (1 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 大韓民国、ソウル、国立ソウル大学校
	(英文) Korea, Seoul, Seoul National University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員
	(英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	Myungshin IM・Department of physics & Astronomy, Seoul National University・Associate Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (大韓民国)	
日本 <人/人日>	A.	9/34
	B.	0/0
	C.	0/0
ウズベキスタン <人/人日>	A.	1/4
	B.	0/0
	C.	0/0
台湾 <人/人日>	A.	4/12
	B.	0/0
	C.	0/0
大韓民国 <人/人日>	A.	0/0
	B.	0/0
	C.	4/8
合計 <人/人日>	A.	14/50
	B.	0/0
	C.	4/8

A.セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的		従来はそれぞれが独立にウズベキスタンのマイダナク天文台と共同研究を行って来た各国の研究者が一堂に集まり、マイダナク天文台で進行中の共同研究や設備改修計画に関してユーザの共通認識を形成し、アジア地域の観測ネットワークを構築する礎を築く。具体的には、各国の共同研究者の研究報告、マイダナク天文台の運用体制、今後の発展の方向性などを討議する。	
セミナーの成果		このミーティングでは、かつては独立にマイダナク観測所を使い研究を行っていた利用者が太陽系天体研究という共通の目的の下に初めて顔を合わせ、自分達の研究活動や将来展望についての相互報告を行った。会合では各国の研究グループがマイダナク観測所で行って来た研究成果の紹介がなされ、その後に観測所運営についての討議が行われた。ウズベキスタン外の研究者からマイダナク観測所の運営方針や現状認識に対する質問や指摘がウズベキスタンの当事者に対して投げ掛けられ、各国の参加者が問題点を共有することができた。また、共同研究計画の一環として東アジア各国とウズベキスタンを繋ぐ長い観測基線を利用した近地球小惑星の観測網整備計画が提案され、その実現可能性や問題点についての議論が行われた。これは本事業の中核的共同研究のひとつでもある。また、本ミーティングにはまだマイダナク観測所を利用していない研究者も多く参加しており、将来的な新利用者の掘り起こし効果もあったものと予想される。	
セミナーの運営組織		[LOC] Young-Jun CHOI (Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)), Moon-Young CHUN (KASI), Seung Soo HONG (Seoul National University (SNU)), Myungshin IM (SNU, LOC Chair), Hyung Mok LEE (SNU), Sang-Gak LEE (SNU), Soojong Pak (Kyung Hee University) [SOC] Wen-Ping CHEN (National Central University (NCU)), Shukhrat EGAMBERDIEV (Ulugh Beg Astronomical Institute (UBAI)), Mansur A. IBRAHIMOV (UBAI), Myungshin IM (SNU), Wing Huen IP (NCU), Takashi ITO (National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ)), Hyung Mok LEE (SNU), Fumi YOSHIDA (NAOJ)	
開催経	日本側	内容 参加者旅費	金額 1,452,950 円

費 分 担 内 容 と 金 額	ウズベキスタ ン	内容 セミナーで参加者に配布する印刷資料準備 金額 約 5 万円
	大韓民国	内容 会場係アルバイト謝金、参加者旅費、その他セミナー開催 準備費用 金額 約 150 万円
	台湾	内容 セミナーで参加者に配布する印刷資料準備 金額 約 5 万円

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 小惑星の観測とデータ解析講習会ー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー
	(英文) Training of Asteroid observation and data reduction-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 22 年 2 月 19 日 ～ 平成 22 年 2 月 25 日 (7 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、三鷹、国立天文台
	(英文) Japan, Mitaka, National Astronomical Observatory of Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教
	(英文) Takashi ITO・ Center for Computational Astrophysics, NAOJ・Assistant Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
日本 <人/人日>	A.	0/0
	B.	0/0
	C.	4/ 12
ウズベキスタ ン <人/人日>	A.	0/0
	B.	1/16
	C.	0/0
台湾 <人/人日>	A.	0/0
	B.	1/15
	C.	0/0
合計 <人/人日>	A.	0/0
	B.	2/31
	C.	4/12

A.セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者を関連諸国から日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどである。		
セミナーの成果	今回のセミナーは岡山県にある美星スペースガードセンターでの近地球小惑星の観測実習より開始された。ここで観測訓練を受けることで観測システムに習熟し、観測データの自力取得技術の習得を目指した。その後に観測データ処理ソフトウェアを用い、取得されたデータの自力解析と処理を試みた。 次に美星スペースガードセンターから国立天文台三鷹地区に移動し、天文学に特化されたデータ処理ソフトウェア IRAF の中・上級講習会に於いて実際の観測データ処理の高度な手法を学び、美星スペースガードセンターで取得された観測データの解析を行った。参加者は今回のセミナーに於いて太陽系小天体の観測手法から観測システムの理解、および観測データ処理・解析の手法に至るまで詳細に学ぶことができたはずである。また、美星スペースガードセンターでの観測実習中結果のデータには三個の新しい小惑星が検出され、今回のセミナーが単なる訓練ではなく学術的にも意味のある成果をもたらしたことが実証された。		
セミナーの運営組織	伊藤孝士、吉田二美、高橋茂（国立天文台）、黒崎裕久、柳沢俊史、吉川真（宇宙航空研究開発機構）、高橋典嗣、浦川聖太郎（日本スペースガード協会）		
開催経費分担	日本側	内容	金額 0 円
内容と金額	相手国(地域)	内容	金額

10-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

① 相手国との交流

派遣先 派遣元		日本 ＜人／人日＞	ウズベキ スタン ＜人／人日＞	大韓民国 ＜人／人日＞	台湾 ＜人／人日＞	中国 ＜人／人日＞	シンガ ポール ＜人／人日＞	計 ＜人／人日＞
日本 ＜人／人日＞	実施計画		0/0	0/0	2/14	0/0	0/0	2/14
	実績		0/0	0/0	1/4	2/14	2/16	5/34
ウズベキ スタン ＜人／人日＞	実施計画	2/60		0/0	0/0	0/0	0/0	2/60
	実績	1/16		0/0	0/0	1/7	0/0	2/23
大韓民 国 ＜人／人日＞	実施計画	1/30	0/0		0/0	0/0	0/0	1/30
	実績	0/0	0/0		0/0	0/0	0/0	0/0
台湾 ＜人／人日＞	実施計画	1/30	0/0	0/0		0/0	0/0	1/30
	実績	1/15	0/0	0/0		0/0	0/0	1/15
合計 ＜人／人日＞	実施計画	4/120	0/0	0/0	2/14	0/0	0/0	6/134
	実績	2/31	0/0	0/0	1/4	3/21	2/16	8/72
② 国内での交流		9/13 人／人日						

1 1. 平成 2 1 年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	505, 570	
	外国旅費	3, 495, 220	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	0	
	その他経費	787, 907	
	外国旅費・謝金に係る消費税	211, 303	
	計	5, 000, 000	
委託手数料		500, 000	
合 計		5, 500, 000	

1 2. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額 (円)	交流人数 (人／人日)
第 1 四半期	581, 708	16／57
第 2 四半期	2, 122, 405	13／72
第 3 四半期	1, 629, 985	1／1
第 4 四半期	665, 902	7/39
計	5, 000, 000	37/169

アジア・アフリカ学術基盤形成事業 平成 22 年度 実施報告書

1. 拠点機関

日 本 側 拠 点 機 関：	大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台
(ウズベキスタン) 拠点機関：	ウズベキスタン科学アカデミー・ウルグベク天文研究所
(大韓民国) 拠点機関：	国立ソウル大学校
(台 湾) 拠 点 機 関：	國立中央大學

2. 研究交流課題名

(和文)：太陽系小天体の物理特性解明と衝突危険予測のためのアジア広域観測ネットワークの構築
(交流分野： 天文学)

(英文)： Development of the Asian-wide observation network for detecting and investigating potentially hazardous near-Earth objects
(交流分野： Astronomy)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www-irc.mtk.nao.ac.jp/~webadm/AA-AsianNet/>

3. 開始年度

平成 21 年度 (2 年目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)：国立天文台・台長・観山正見

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：天文シミュレーションプロジェクト・助教・伊藤孝士

協力機関：独立行政法人宇宙航空研究開発機構、日本スペースガード協会

事務組織：国立天文台・国際連携室

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 (地域) 名：ウズベキスタン

拠点機関：(英文) Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences

(和文) ウズベキスタン科学アカデミー ウルグベク天文研究所

実施組織代表者： Director General・Shuhrat Ehgamberdiev

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Department of Observational Cosmology ・
Professor, Head of Department ・ Mansur Akbarovich IBRAHIMOV

協力機関：（英文）
（和文）

（２）国（地域）名：大韓民国

拠点機関：（英文） Seoul National University
（和文） 国立ソウル大学校

実施組織代表者： Professor ・ Insuk Yu

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Department of Physics & Astronomy ・
Associate Professor ・ Myungshin Im

協力機関：（英文） Sejong University
（和文） 世宗大学校

協力機関：（英文） Korea Astronom & Space Institute
（和文） 大韓民国天文宇宙科学研究院

協力機関：（英文） Pusan National University
（和文） 釜山大学校

協力機関：（英文） Korea Institute of Advanced Study
（和文） 大韓民国高等科学院

協力機関：（英文） Chungbook University
（和文） 忠北大学校

協力機関：（英文） Kangwon University
（和文） 江原大学校

（３）国（地域）名：台湾

拠点機関：（英文） National Central University
（和文） 國立中央大學

実施組織代表者： Professor ・ Wing-Huen Ip

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Graduate institute of Astronomy ・
Professor ・ Wen-Ping Chen

協力機関：（英文） National Tsin Hua University
（和文） 國立清華大學

５．全期間を通じた研究交流目標

１．概要

本事業は、全地球規模で小惑星を観測するネットワークの一端を担うアジア地域の観測ネットワークを構築することを目的としている。南北アメリカ大陸、ハワイ、東アジアや

ヨーロッパにはいくつかの観測施設があるが、ユーラシア大陸の東経70度付近にはウズベキスタンのウルグベク天文研究所マイダナク天文台（以下マイダナク天文台という）しか主な天文観測施設がない。そこで、本事業で中央アジアのウズベキスタンと東アジア地域を結合してアジア地域全体をカバーする戦略的な観測拠点を構築し、地球に衝突し得る天体の観測網を立ち上げたい。

小惑星や彗星などの太陽系小天体は太陽系の最初期の情報を保持したまま「凍結保存」された貴重なデータであり、地球などの惑星を形成した部材の残片でもある。太陽系小天体の中には地球に近い場所から海王星よりもっと遠くまで、太陽系の様々な場所から地球近辺に飛来するグループがあり、それらは「地球接近天体」と呼ばれる。地球接近天体は太陽系の様々な場所で形成された物質を地球近辺にもたらししてくれるので、彼らを詳細に観測することにより、太陽系全体の物質情報を知り得る。太陽系小天体の物質特性と軌道進化の研究から、惑星を構成する物質が46億年という太陽系年齢を通してどのような進化を遂げたのかに関する基礎データを得られるのである。この研究交流を通じて構築される小惑星観測のためのネットワークは、太陽系小天体の基礎的な観測データ取得におおいに貢献するだろうし、そうしたデータは近年目覚ましい発展を遂げている太陽系外惑星研究にも大きな寄与を果たし、ひいては宇宙全体に於ける私達の太陽系の特殊性・普遍性を理解するために不可欠な知見をもたらすだろう。

また、地球接近天体の約20%は地球に衝突する可能性を持つと言われる。もしも衝突が発生すれば地上での被害は甚大となり得るので、継続的な観測によりこうした天体の力学的・物理的特性を詳しく知ることは災害予測の観点でも重要となってくる。地球に接近し、衝突の可能性を持つような天体の観測はなるべく長い時間連続で行う必要がある。観測時間が短ければ天体の軌道を正確に決定することは出来ず、衝突確率の算出も困難となるし、天体の物理的特性に関して取得できる情報も限られる。ここでアジアという地域が東西に広く伸びている特長、およびウズベキスタンの良好な観測条件が生きる。日本とウズベキスタンの間には4時間という時差があるので、東アジア諸国とウズベキスタンの研究機関が連携して特定の天体を観測すればとても長い時間の天体追跡観測が可能となり、地球に衝突し得る天体の物理特性推定と軌道決定に大きな意義を持つことになる。これが本研究交流の目的とする小惑星観測ネットワークづくりが最も生きる点であり、この観測ネットワークは太陽系小天体の地球への衝突に関する防災予測と被害軽減を主目的のひとつとする「アジア広域天文台」とすら言えるものとなる。

この「アジア広域天文台」に参加する天文台の中で、東アジアにはすでに最新の観測施設や良く教育された研究者がそろっているが、最も底上げが必要なのはウズベキスタンのマイダナク天文台である。この天文台は天文観測所として極めて好適な立地条件を持つ。晴天率は年間200日以上、平均的シーイングはハワイ島山頂に匹敵する0.69秒角、一年を通じて観測不能時期は無い。しかしながら、ソ連崩壊後の資金不足により近年は保守が疎かになっているし、さらに観測者の不足により天文学の教育を全く受けていない者たちが観測に従事している。このような観測者は研究に対する興味が希薄なため、観測者とし

てなかなか定着せず、観測に習熟した者が育たない。

この現状のままでは「アジア広域天文台」の中で最も良い観測条件をもつマイダナク天文台で取得されるデータの質が確保できないことから、我々はこの研究交流を通じて特にマイダナク天文台の観測を行うことになるウズベキスタンの若手研究者に国立天文台とウルグベク天文研究所の間に2004年12月に始まり現在も本事業で継続予定の共同研究（8-1 共同研究 研究課題2）への参加を通じて天文学に興味をもってもらい、講習会を通じて必要な基礎知識、基礎技術の習得の補助に重点を置く。

2. 具体的な交流

本事業では、（A）「アジア広域観測ネットワーク」作りと（B）若手研究者の育成が大きな柱である。

（A）に関して、事業期間内のなるべく早期に、今まで個別にウズベキスタンと共同研究を行って来た東アジア各機関（国立天文台（日本）、ソウル大学校（大韓民国）、國立中央大学（台湾）ら）の意思疎通を図り、本事業に関する認識と情報を共通化するための学会合を開催する。

研究交流期間の終盤には、参加各国・地域の研究者が集合して本事業での学術成果を確認し、研究交流期間終了後を踏まえて観測ネットワークの運用方法と有効利用を検討するシリーズ的な研究会合をスタートさせる。

（B）に関して、ウズベキスタンではこれまで国立天文台との共同研究を通じて学生と技術職員が旧式の観測装置を用いて小惑星の観測に取り組んで来た。だが学術的に意味のある高品質なデータを効率良く取得するには、天体の自動導入や移動天体の追尾が可能な最近の観測システムが必須である。ウズベキスタンにはそのような観測設備は無く、扱える人材も無い。そこで本事業ではウズベキスタンから学生や技術職員を日本に招聘してある程度の期間滞在してもらい、最新の観測装置を用いた学習を積むことで観測システムの扱い方や観測方法を学んでもらう。そして、近い将来にウズベキスタンに設置する本格的な観測システムを現地の研究者が独力で運用できるまでの知識伝達と人材の育成を行う。

また太陽系小天体に関する日本の研究者グループとの共同研究を通じ、若手研究者に太陽系小天体研究の重要性和面白さを実感してもらい、科学研究に対する興味をもって頂く。

3. 本事業の組織

本事業は国立天文台を拠点機関とする日本、国立ソウル大学校を拠点機関とする大韓民国、國立中央大学を拠点機関とする台湾という東アジアの三ヶ国・地域と、ウルグベク天文研究所を拠点機関とするウズベキスタンの連携により遂行される（次頁の図）。

本事業の日本国内拠点機関となる国立天文台には観測・理論の両面で太陽系小天体の研究者が多く在籍しており、研究の歴史も長い。日本側では国立天文台の研究者を中心とし、地球接近小天体の早期発見活動を主眼として活動している宇宙航空研究開発機構および日本スペースガード協会を中核組織と位置づける。大韓民国および台湾の拠点機関（大韓民

国側は国立ソウル大学校、台湾側は國立中央大学）と各協力機関にも日本側と学術的関心を共にする研究者が多く、この三ヶ国・地域が連携して本事業の東アジア側橋頭堡を構成することで、本事業の目的達成がより容易なものとなることが期待される。

ウズベキスタン側の事業主体はウズベキスタン科学アカデミーのウルグベク研究所、特に南部の山岳地帯に位置するマイダナク天文台である。国立天文台は数年前からウルグベク天文研究所と共同研究協定を締結して小惑星の光学観測を継続しており、本事業の核になる人脈が築かれつつある。大韓民国側・台湾側もそれぞれウルグベク研究所との共同研究を独自に進めてきた経緯を持っている。今後は日本・大韓民国・台湾の独立な三者対ウズベキスタンという構図ではなく、東アジア地域とウズベキスタンという広い枠組みの中で、本事業に関わる研究者の意思疎通と研究体制の統括を進めて行く。



図中の写真：上段左から宇宙開発研究機構入笠山観測所、台湾国立中央大学鹿林観測所、自然科学研究機構岡山天体物理観測所。右下はウズベキスタンのウルグベク天文研究所・マイダナク天文台の敷地の一部。

6. 平成22年度研究交流目標

アジア地域の観測ネットワークを構築する第一歩としてアジア地域の研究者に観測ネットワークに参加を呼びかけること－（１）、マイダナク天文台に関与する若手研究者の観測トレーニングを行うこと－（２）、共同研究を通じて具体的な小惑星の観測を行い、トレーニングの成果を生かすこと－（３）を目標とする。目標（１）のため、前年度から引き続き「マイダナク天文台ユーザズミーティング」の第二回を開催する。マイダナク天文台

の研究者はマイダナク天文台の良好な観測条件を活かして観測を全面的に請け負うという形で従来個人的に各国の研究者と共同研究を進めてきたため、各国の研究者同士の交流はこれまでほとんど存在しなかった。けれども小惑星に代表されるような地球接近天体の観測はなるべく長い時間連続で行う必要があり、その意味でアジアという地域が東西に広く伸びている特長を生かし、ウズベキスタンと東アジア地域の三カ国・地域で観測ネットワークを構築することには大きな学術的意義がある。日本とウズベキスタンの間には 4 時間という時差があり、単純に言えば夜の時間が四時間長くなることになるし、天候が不安定な東アジアに複数の観測拠点があれば、日本の空が曇っている場合でも大韓民国や台湾の観測所に代替観測を依頼することで当初の観測目的を達成できる可能性がある。このようなアジア広域に渡る観測ネットワークの構築を念頭に置き、前年度にはマイダナク天文台で共同研究を行ってきた各国の研究者を一堂に集めて「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」を開催した。その結果、このようなミーティングを定期的に開催することがマイダナク天文台を使った学術研究を進める上での問題意識の共有や将来構想の検討・情報交換という意味で大変に有意義であることが明らかになった。そこで今年度も同様な会合を持つことで本事業関係者のマイダナク天文台の観測装置、運営状況等の把握、現在進行中の共同研究プロジェクトの報告、新たな利用者の掘り起こし等を図り、近い将来の観測ネットワーク構築の礎を築きたい。また、開催地は本事業参加国のうち昨年度の本ミーティング開催地であった大韓民国ではない地域、具体的にはウズベキスタンを検討している。目標（2）のため、今年度も前年度と同様な「観測訓練とデータ解析講習会」を開催する。マイダナク天文台で観測に従事している職員の中には天文学の教育を受けていない者もあり、各天体の露出時間や、何時にどの方向に望遠鏡を向ければ良いのかも指示しなければならず、自分たちの取得しているデータの科学的意味の理解も不十分である。そこで、特にマイダナク天文台で観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者を本事業の参加各国・地域より日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどを含む。平成 21 年度はマイダナク天文台の観測者を 1 名招聘したが、今年度は少なくともマイダナク天文台から 2 名の観測者（前年度とは別人）を招聘し、訓練・教育を受けた観測者を増やす予定である。平成 21 年度に「観測訓練とデータ解析講習会」参加した学生（ウズベキスタン、台湾から各一名）には「観測面でもデータ解析面でも見聞を深め、将来につながる知見、技術の習得ができた」と大変好評であった。

目標（3）のために、ウズベキスタンの若手研究者に日本の研究グループがこれまで行って来た共同研究に加わってもらう。ここでは年間数十個の若い小惑星族の小惑星の測光観測を行って来た。観測及びデータの解析を通じて、科学的意義の理解を深めてもらう。また、マイダナク天文台の望遠鏡設備のうち老朽化しており且つウズベキスタン側では独自の修繕が困難な部分については、設備を日本に一時輸出入するなどして改善するための作業も行う予定である。例えば望遠鏡の中核を構成する鏡の日本における洗浄や再蒸着な

どがこの作業に含まれ得る。こうした作業を経て観測環境が改善されれば研究の効率も向上し、各国の研究者が本事業の目標を遂行する上で大きな助けとなるものと期待される。

7. 平成22年度研究交流成果

7-1 研究協力体制の構築状況

平成22年6月にウズベキスタン・タシケントで開催された第二回マイダナク観測所ユーザーズミーティングは、前年度に大韓民国・ソウルで開催された第一回マイダナク観測所ユーザーズミーティングに引き続き本事業に於ける研究協力体制構築および情報交換の中心となっている。平成22年度の会合ではマイダナク観測所の運用をどのような方法で現在よりも実効的にして行けるかが学術的観点および資金運営的観点から議論された。とりわけ今回はウズベキスタン現地で開催されたため、観測所の現場担当者などが多く参加できて有意義な研究協力体制を作ることができた。ウズベキスタン側には依然として本研究計画のために提供できる大型資金が無い場合、設備面や人件費を含めて本事業に関係する四カ国を中心とした研究協力体制を継続的に保持する。設備面で特に重要となるのは観測所の電力供給を安定化させる発電機の更新と重油の供給、長年にわたり洗浄や再蒸着が行われていない各種鏡の整備である。このうち発電機の更新については当該四カ国の枠組みでの協議が継続中であるが、鏡の洗浄と再蒸着については平成22年度に本事業の一環として二枚の主鏡について作業を完了し、既にマイダナク観測所での観測利用に供されている。

7-2 学術面の成果

本事業の一環として、日本グループはマイダナク観測所の60cm反射望遠鏡を年間を通して優先利用して若い小惑星の継続的な多色測光観測を実施している。平成21-22年度および本事業以前に獲得された観測結果より、若い小惑星族の自転運動に古い小惑星族には見られない特徴的なパターンが存在することが推定されており、それを著す論文執筆が進みつつある。また、本事業の平成21年度の活動の一環としてウズベキスタン側研究者がマイダナク観測所のCCDカメラフィルタの光学係数を汎用の光学係数に変換する作業が行われたが、平成22年度にはそれを実際の観測データに適用して色指数を変換する作業が日本の若手研究者により行われ、その結果は学位論文（修士）の一部としてまとめられた。

7-3 若手研究者養成

本事業で要請されるべき若手研究者は、第一に太陽系小天体の知識を有しその研究に取り組む者であり、第二に太陽系小天体の観測的技術を有するものである。これらの目的に沿い、平成21年度はウズベキスタン及び台湾より若い大学院生を二名日本に招請し、観測条件はウズベキスタンほど良好ではないものの最先端の観測設備を有する日本国内の観測所で様々な実習を積むことで、所期の目的を到達するための基礎技能を修得してもらうためのセミナーを実施した。平成22年度も同様な趣旨で、ウズベキスタンから若い研究者を三名日本に招聘し、当該目的を達成するためのセミナーを開催した。

このセミナーでは実際の太陽系天体の観測作業の他に、観測システムとなる望遠鏡のハードウェア・ソフトウェアに関する習熟作業、観測データを処理・解析して学術的に意味のある数値データをを得るためのテクニックの取得などを実施した。

7-4 社会貢献

本事業の一目的には地球に衝突する可能性のある太陽系小天体を国際協力体制の下で詳細に観測するというものがあり、この目的は本質的に地球人類に対する社会的貢献を成すべきものである。即ち、本事業の推進そのものが社会貢献に直結するものと換言できる。また、本事業の促進によりウズベキスタン側での学術活動を活発化させ、ひいては中央アジア地域での基礎科学の振興に寄与をもたらすことができていると考えられる。また、ウズベキスタンに於いて開催された第二回マイダナク天文台ユーザズミーティング(S-1)に於いては、平成 21 年度とは異なり専門的な研究発表のみならず現地の学生や一般聴衆に向けた天文学の普及講演も並行開催され、平成 21 年度よりも更に直接的な社会貢献が行われたと考えられる。

7-5 今後の課題・問題点

現状の研究協力体制は、大雑把に言って東アジア諸国からウズベキスタンへの資源・人材提供・若手教育、およびウズベキスタンからの観測環境提供と教育されるべき若手の提供、という構図になっている。平成 21 年度から引き続くこの体制で現在のところ本事業の目的は粛々と達成されつつあると判断しているが、この構図を逆にしたもの、例えば東アジア諸国の若手をウズベキスタンに派遣して現地における実地教育活動を受けさせるなどの協力も原理的には可能なはずである。このような活動は平成 21 年度や平成 22 年度に於いても行われて来なかったもので、本事業の平成 23 年度以降に関してはこのような点に留意して研究協力体制を推進して行こうと考えている。今後の重要な課題である。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成 22 年度論文総数	30 本
うち、相手国参加研究者との共著	3 本
うち、本事業が JSPS の出資によることが明記されているもの	2 本

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入して下さい。)

8. 平成22年度研究交流実績概要

8-1 共同研究

研究課題1「近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測」(R-1)

平成22年6月のマイダナク天文台ユーザーズミーティングなどに於ける議論を経て、本事業の参加研究者が東アジア地域とウズベキスタンのマイダナク天文台で地球接近天体の同時観測試験を継続し、また実際の研究に使用するデータの取得を行った。日本の研究者は観測可能天体のリストを毎月作成し、共同研究機関の研究者に配信する。実際の観測にはウズベキスタンのマイダナク天文台 60cm 望遠鏡および入笠山光学観測所の 30cm 望遠鏡を主に使用した。

研究課題2「若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究」(R-2)

長期間使用可能なマイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を小惑星観測専用望遠鏡として使用し、若い小族を構成する小惑星の観測の多色測光観測を行い、若い小惑星族のデータベース作りを継続している。平成22年度はマイダナク天文台の 60cm 望遠鏡およびその予備設備となるパルクセント観測所の 48cm 望遠鏡の主鏡を日本国側の設備を使って洗浄・再蒸着・輸送する作業を行った。

8-2 セミナー

1.「第二回マイダナク天文台ユーザーズミーティングー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー」(S-1)

ウズベキスタンのマイダナク天文台で共同研究を行っている本事業関連の各国研究者を一堂に集めた研究会を、前年度に引き続き今年度の6月下旬にウズベキスタンの首都タシケントにて開催した。ここではマイダナク天文台で進行中の共同研究や設備改修計画に関して研究者同士の問題意識を共有し、情報交換を行った。また、マイダナク天文台利用者の要望を観測所の運営に反映させるための重要な機会にもなった。

2.「観測訓練とデータ解析講習会ー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー」(S-2)

小惑星観測に関わる観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者をウズベキスタンから日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行った。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどであった。

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

台湾國立中央大學天文所では現地の鹿林観測所に口径2 mの新望遠鏡を建設し、近年中に試験観測を行おうとしている。この望遠鏡計画は本事業が標榜するアジア広域観測ネッ

トワークの重要な一部となることが期待されるので、その可能性検討のため、日本人研究者を現地に派遣して議論を行った。

また、8-2. 2 の観測訓練のため来日した研究者を日本国内の他の観測所等にも派遣し、様々な観測施設で実地訓練を行った。

その他に本事業による研究成果やアジア広域観測ネットワーク構築に関する計画の進捗についての発表を行い、同業の研究者と議論して相互の理解を深めるため、幾つかの研究集会などに日本人関係者を派遣した。

9. 平成22年度研究交流実績人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元		日本 〈人／人日〉	ウズベキス タン 〈人／人日〉	大韓民国 〈人／人日〉	台湾 〈人／人日〉	〈人／人日〉	合計
日本 〈人／人日〉	実施計画		11/84	2/6	2/14		15/104
	実績		7/57 (1/9)	0/0	3/11		10/68 (1/9)
ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	3/49		0/0	0/0		3/49
	実績	3/66		0/0	0/0		3/66
大韓民国 〈人／人日〉	実施計画	1/21	5/40 (10/80)		0/0		6/61 (10/80)
	実績	0/0	4/26 (10/65)		0/0		4/26 (10/65)
台湾 〈人／人日〉	実施計画	1/21	5/40	0/0			6/61
	実績	3/20	3/26 (2/18)	0/0			6/46 (2/18)
〈人／人日〉	実施計画						
	実績						
合計 〈人／人日〉	実施計画	5/91	21/164 (10/80)	2/6	2/14		30/275 (10/80)
	実績	6/86	14/109 (13/92)	0/0	3/11		23/206 (13/92)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・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。）

※日本側予算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。（合計欄は（ ）をのぞいた人・日数としてください。）

9-2 国内での交流実績

実施計画	実 績
11／32 〈人／人日〉	24／37 〈人／人日〉

10. 平成22年度研究交流実績状況

10-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度		
研究課題名	(和文) 近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測						
	(英文) Detecting and investigating of potentially hazardous near-Earth objects						
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教						
	(英文) Takashi ITO・Center for Computational Astrophysics, NAOJ・Assistant Professor						
相手国側代表者 氏名・所属・職	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor						
	Myungshin IM・Seoul National University・Associate Professor						
	Wen-Ping CHEN・National Central University・Professor						
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流						
	派遣先		日本	ウズベキスタン	大韓民国	台湾	計
	派遣元		<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>
	日本 <人／人日>	実施計画		2/14	0/0	2/14	4/28
		実績		0/0	0/0	3/11	3/11
	ウズベキスタン <人／人日>	実施計画	0/0		0/0	0/0	0/0
		実績	0/0		0/0	0/0	0/0
	大韓民国 <人／人日>	実施計画	0/0	0/0		0/0	0/0
		実績	0/0	0/0		0/0	0/0
	台湾 <人／人日>	実施計画	0/0	0/0	0/0		0/0
		実績	3/20	0/0	0/0		3/20
	合計 <人／人日>	実施計画	0/0	2/14	0/0	2/14	4/28
		実績	3/20	0/0	0/0	3/11	6/31
	② 国内での交流						
19 人／29 人日							

22年度の研 究交流活動	6月にウズベキスタン・タシケントでの開催を予定しているマイダナク天文台ユーザーズミーティングに於いて観測天体を定め、停電の可能性のない夏期に東アジア地域の観測所とウズベキスタン・マイダナク天文台とが連携した地球接近天体の観測を実施した。台湾の2m望遠鏡を使った将来の太陽系小天体のサーベイ計画について現地研究者と議論した。台湾の2m望遠鏡にはマイダナク天文台の望遠鏡には無い分光装置が付帯している。従って、同一の天体について台湾では分光観測を行い、数時間遅れてマイダナクでは多色測光観測を実施することで特定の天体の分光多色測光観測を一晩で達成できる可能性が示唆され、更に協議することとなった。	
研究交流活動 成果	本年度はウズベキスタン研究者に依頼したマイダナク60cm望遠鏡の一部時間を使った観測を行った。現在そのデータを解析中である。	
日本側参加者数		
11名		(13-1日本側参加者リストを参照)
ウズベキスタン側参加者数		
12名		(13-2ウズベキスタン国(地域)側参加研究者リストを参照)
大韓民国側参加者数		
34名		(13-3大韓民国(地域)側参加研究者リストを参照)
台湾側参加者数		
16名		(13-4台湾側参加研究者リストを参照)

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度	
研究課題名	(和文) 若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究					
	(英文) Study for collisional process and space weathering of young family asteroids					
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員					
	(英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist					
相手国側代表者 氏名・所属・職	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor					
	Myungshin IM・Seoul National University・Associate Professor Wen-Ping CHEN・National Central University・Professor					
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流					
	派遣先		日本	ウズベキスタン	台湾	計
	派遣元		<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>
	日本 <人／人日>	実施計画		2/14	0/0	2/14
		実績		1/6	0/0	1/6
	ウズベキスタン <人／人日>	実施計画	1/7		0/0	1/7
		実績	0/0		0/0	0/0
	台湾 <人／人日>	実施計画	0/0	0/0		0/0
		実績	0/0	0/0		0/0
	合計 <人／人日>	実施計画	1/7	2/14	0/0	3/21
実績		0/0	1/6	0/0	1/6	
② 国内での交流 1 人／3 人日						
22年度の 研究交流活動	ウズベキスタン・マイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を小惑星観測専用望遠鏡として使用し、若い族を構成する小惑星の多色測光観測を行う。基本的に観測はマイダナク天文台の観測者が請け負う。今年度は測光標準星の観測と測光精度向上（鏡の洗浄・再蒸着、測光標準星専用望遠鏡導入の可能性）も実施した。					
研究交流活動 成果	マイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を使った小惑星の多色測光観測を実施し、データ処理および論文執筆を行っている。また、60cm 望遠鏡およびバックアップであるパルケント 48cm 望遠鏡の主鏡の洗浄を日本国内の施設で実施し、現地に返送して設置したところ反射率の劇的な向上を見た。					
日本側参加者数						
5 名		(13-1 日本側参加者リストを参照)				

ウズベキスタン側参加者数	
12 名	(13-2 ウズベキスタン (地域) 側参加研究者リストを参照)
大韓民国側参加者数	
0 名	(13-3 大韓民国 (地域) 側参加研究者リストを参照)
台湾側参加者数	
0 名	(13-4 台湾側参加研究者リストを参照)

10-2 セミナー

ー実施したセミナーごとに作成してください。ー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 第二回マイダナク天文台ユーザーズミーティングー日本 学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー (英文) 2 nd Maidanak Users Meeting-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 22 年 6 月 21 日～平成 22 年 6 月 26 日 (6 日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) ウズベキスタン、タシケント、マイダナク天文台 (英文) Tashkent, Uzbekistan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員 (英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (ウズベキスタン)	
日本 〈人／人日〉	A.	6/51
	B.	0/0
	C.	1/9
ウズベキスタ ン 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	0/0
	C.	12/24
大韓民国 〈人／人日〉	A.	4/26
	B.	0/0
	C.	10/65
台湾 〈人／人日〉	A.	3/26
	B.	0/0
	C.	2/18
合計 〈人／人日〉	A.	13/103
	B.	0/0
	C.	25/116

A. セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー 開催の目 的	前年度から引き続き「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」の第二回を開催し、同天文台の利用者同士の意思疎通を強化する。前回のミーティング時にこうした会合を定期的に開催することがユーザーの問題意識の共有や将来構想（主として、観測装置のメンテナンスの不備、冬期の多発停電による観測の中断の問題、観測者の宿舍の改善等）の検討・情報交換という意味で大変に有意義であり、かつ、マイダナク天文台の整備に向けての原動力になることが明らかになった。第一回「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」後に、マイダナク天文台の整備に関するいくつかの項目について経費の見積もりが出され、検討も行われた。今年度にも本事業関係者が議論することでマイダナク天文台の観測装置、運営状況等の把握、現在進行中の共同研究プロジェクトの報告、新たな利用者の掘り起こし等を図り、近い将来の観測ネットワーク構築の礎を築く。
セミナー の成果	このミーティングは前年度も開催されたが、マイダナク観測所を使い研究を行う利用者が太陽系天体研究という共通の目的の下に顔を合わせ、自分達の研究活動や将来展望についての相互報告を行った。会合では各国の研究グループがマイダナク観測所で行って来た研究成果の紹介がなされ、その後に観測所運営についての討議が行われた。ウズベキスタン外の研究者からマイダナク観測所の運営方針や現状認識に対する質問や指摘がウズベキスタンの当事者に対して投げ掛けられ、各国の参加者が問題点を共有することができた。また、本ミーティングには今後マイダナク観測所を利用して行こうという研究者も多く参加し、将来的な利用者の掘り起こし効果もあったものと予想される。
セミナー の運営組 織	[LOC] Shuhrat Ehgamberdiev (Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbekistan (以下では UBAI)), Salahitdin Nasretidinov (UBAI), Mansur Ibrahimov (UBAI, Sabit Ilyasov (UBAI), Aleksandr Serebryanski (UBAI), Otabek Burhanov (UBAI), Abbas Aliev (UBAI), Rivkat Karimov (UBAI), Ruslan Salyamov (UBAI), Bahadir Hafizov (UBAI), Guliruh Abdullaeva (UBAI), [SOC] Wen-Ping CHEN (National Central University of Taiwan (NCU)), Shukhrat EGAMBERDIEV (UBAI), Mansur A. IBRAHIMOV (UBAI), Myungshin IM (Seoul National University in Korea (SNU)), Wing Huen IP (NCU), Takashi ITO (National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ)), Hyung Mok LEE (SNU), Fumi YOSHIDA (NAOJ)

開 催 経 費 分 担 内 容 と 金 額	日本側	内容 旅費	金額 1,922,924 円
	ウズベキス タン（地域） 側	内容 会場係アルバイト謝金、参加者旅費、その他セミナー開催準備費用	金額 300,000 円
	（ ）国 （地域）側	内容	金額

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 小惑星の観測とデータ解析講習会 ―日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業―
	(英文) Training of Asteroid observation and data reduction-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 23 年 2 月 1 日 ～ 平成 23 年 2 月 7 日 (7 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、三鷹市、国立天文台・伊那市、入笠山光学観測所
	(英文) Japan, Mitaka, National Astronomical Observatory of Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教
	(英文) Takashi ITO・Center for Computational Astrophysics, NAOJ・Assistant Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
日本 〈人／人日〉	A.	1/2
	B.	0/0
	C.	3/10
ウズベキスタ ン 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	3/66
	C.	0/0
〈人／人日〉	A.	
	B.	
	C.	
合計 〈人／人日〉	A.	1/2
	B.	3/66
	C.	3/10

A. セミナー経費から負担

B. 共同研究・研究者交流から負担

C. 本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しない）

てください。)

セミナー開催の目的	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者を本事業の参加各国から日本に招聘し、本事業が目的とする観測研究に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどである。		
セミナーの成果	今回のセミナーは宇宙航空開発研究機構の入笠山光学観測所での近地球小惑星の観測実習より開始された。ここで観測訓練を受けることで観測システムに習熟し、観測データの自力取得技術の習得を目指した。その後に観測データ処理ソフトウェアを用い、取得されたデータの自力解析と処理を試みた。次に国立天文台三鷹地区に移動し、美星スペースガードセンターで取得された観測データの解析を行った。参加者は今回のセミナーに於いて太陽系小天体の観測手法から観測システムの理解、および観測データ処理・解析の手法に至るまで詳細に学ぶことができたはずである。また、入笠山光学観測所での観測実習中には幾つかの新しい小惑星が検出され、今回のセミナーが単なる訓練ではなく学術的にも意味のある成果をもたらしたことが実証された。		
セミナーの運営組織	[LOC] 伊藤孝士、吉田二美、高橋茂（国立天文台）、黒崎裕久、柳沢俊史、吉川真（宇宙航空研究開発機構）、高橋典嗣、浦川聖太郎（日本スペースガード協会）		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 旅費	金額 15,820 円
	() 国 (地域) 側	内容	金額
	() 国 (地域) 側	内容	金額

10-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

① 相手国との交流

派遣先 派遣元		日本 〈人／人日〉	ウズベキス タン 〈人／人日〉	大韓民国 〈人／人日〉	台湾 〈人／人日〉	計 〈人／人日〉
日本 〈人／人日〉	実施計画		0/0	2/6	0/0	2/6
	実績		0/0	0/0	0/0	0/0
ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	2/42		0/0	0/0	2/42
	実績	3/66		0/0	0/0	3/66
大韓民国 〈人／人日〉	実施計画	1/21	0/0		0/0	1/21
	実績	0/0	0/0		0/0	0/0
台湾 〈人／人日〉	実施計画	1/21	0/0	0/0		1/21
	実績	0/0	0/0	0/0		0/0
合計 〈人／人日〉	実施計画	4/84	0/0	2/6	0/0	6/90
	実績	3/66	0/0	0/0	0/0	3/66
② 国内での交流		3人／3人日				

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣時期	用務・目的等
Ulugh Beg Astronomical Institute Junior scientific researcher Otobek Burkhanov	日本・東京、 長野、岡山・ 国立天文台 (三鷹)、入 笠山光学観 測所、美星ス ペースガー ドセンター、 国立天文台 岡山天体物 理観測所	平成 23 年 2 月	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に関連し、本事業が目的とする観測研究に関する訓練を行った。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の実習などであった。
Ulugh Beg Astronomical Institute Senior scientific	日本・東京、 長野、岡山・ 国立天文台 (三鷹)、入 笠山光学観	平成 23 年 2 月	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に関連し、本事業が目的とする観測研究に関する訓練を行った。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理

researcher ・ Yusuf Tillaev	測所、美星スペースガードセンター、国立天文台岡山天体物理観測所		解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の実習などであった。
Ulugh Beg Astronomical Institute ・ Junior scientific researcher ・ Bahadir Khafizov	日本・東京、長野、岡山・国立天文台（三鷹）、入笠山光学観測所、美星スペースガードセンター、国立天文台岡山天体物理観測所	平成 23 年 2 月	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に関連し、本事業が目的とする観測研究に関する訓練を行った。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の実習などであった。
国立天文台・助教・伊藤孝士	日本・東京・宇宙航空開発研究機構未踏技術研究センター	平成 23 年 2 月	本事業に関連し、マイダナク観測所で取得された観測データの解析方法に関する議論を行った。
国立天文台・専門研究職員・吉田二美	日本・東京・宇宙航空開発研究機構未踏技術研究センター	平成 23 年 2 月	本事業に関連し、マイダナク観測所で取得された観測データの解析方法に関する議論を行った。
国立天文台・助教・伊藤孝士	日本・東京・宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部	平成 23 年 2 月	本事業に関連し、マイダナク観測所で取得された観測データの解析方法に関する議論を行った。

1 1. 平成 2 2 年度経費使用総額

	経費内訳	金額（円）	備考
研究交流経費	国内旅費	1, 159, 650	
	外国旅費	2, 740, 576	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	223, 464	
	その他経費	692, 653	
	外国旅費・謝金に係る消費税	171, 511	
	計	4, 987, 854	
委託手数料		500, 000	
合 計		5, 487, 854	12, 146 円残

1 2. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額（円）	交流人数<人／人日>
第 1 四半期	0	18/112
第 2 四半期	2, 334, 919	5/6
第 3 四半期	666, 108	4/12
第 4 四半期	1, 410, 339	11/89
第 5 四半期	262, 738	0/0
第 6 四半期	317, 496	9/24
計	4, 991, 600	47/243

アジア・アフリカ学術基盤形成事業 平成 23 年度 実施報告書

1. 拠点機関

日 本 側 拠 点 機 関：	大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台
(ウズベキスタン) 拠点機関：	ウズベキスタン科学アカデミー・ウルグベク天文研究所
(大韓民国) 拠点機関：	国立ソウル大学校
(台 湾) 拠 点 機 関：	國立中央大學

2. 研究交流課題名

(和文)：太陽系小天体の物理特性解明と衝突危険予測のためのアジア広域観測ネットワークの構築

(交流分野： 天文学)

(英文)： Development of the Asian-wide observation network for detecting and investigating potentially hazardous near-Earth objects

(交流分野： Astronomy)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www-irc.mtk.nao.ac.jp/~webadm/AA-AsianNet/>

3. 開始年度

平成 21 年度 (3 年目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：国立天文台・台長・観山正見

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：天文シミュレーションプロジェクト・助教・伊藤孝士

協力機関：独立行政法人宇宙航空研究開発機構、日本スペースガード協会

事務組織：国立天文台・国際連携室

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 (地域) 名：ウズベキスタン

拠点機関：(英文) Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences

(和文) ウズベキスタン科学アカデミー ウルグベク天文研究所

実施組織代表者： Director General・Shuhrat Ehgamberdiev

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：(英文) Department of Observational Cosmology・

Professor, Head of Department • Mansur Akbarovich IBRAHIMOV

協力機関：(英文)

(和文)

(2) 国 (地域) 名：大韓民国

拠点機関：(英文) Seoul National University

(和文) 国立ソウル大学校

実施組織代表者： Professor • Insuk Yu

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Physics & Astronomy •

Associate Professor • Myungshin Im

協力機関：(英文) Sejong University

(和文) 世宗大学校

協力機関：(英文) Korea Astronom & Space Institute

(和文) 大韓民国天文宇宙科学研究院

協力機関：(英文) Pusan National University

(和文) 釜山大学校

協力機関：(英文) Korea Institute of Advanced Study

(和文) 大韓民国高等科学院

協力機関：(英文) Chungbook University

(和文) 忠北大学校

協力機関：(英文) Kangwon University

(和文) 江原大学校

(3) 国 (地域) 名：台湾

拠点機関：(英文) National Central University

(和文) 國立中央大學

実施組織代表者： Professor • Wing-Huen Ip

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Graduate institute of Astronomy •

Professor • Wen-Ping Chen

協力機関：(英文) National Tsin Hua University

(和文) 國立清華大學

5. 全期間を通じた研究交流目標

1. 概要

本事業は、全地球規模で小惑星を観測するネットワークの一端を担うアジア地域の観測ネットワークを構築することを目的としている。南北アメリカ大陸、ハワイ、東アジアやヨーロッパにはいくつもの観測施設があるが、ユーラシア大陸の東経70度付近にはウズベ

キスタンのウルグベク天文研究所マイダナク天文台（以下マイダナク天文台という）しか主な天文観測施設がない。そこで、本事業で中央アジアのウズベキスタンと東アジア地域を結合してアジア地域全体をカバーする戦略的な観測拠点を構築し、地球に衝突し得る天体の観測網を立ち上げたい。

小惑星や彗星などの太陽系小天体は太陽系の最初期の情報を保持したまま「凍結保存」された貴重なデータであり、地球などの惑星を形成した部材の残片でもある。太陽系小天体の中には地球に近い場所から海王星よりもっと遠くまで、太陽系の様々な場所から地球近辺に飛来するグループがあり、それらは「地球接近天体」と呼ばれる。地球接近天体は太陽系の様々な場所で形成された物質を地球近辺にもたらししてくれるので、彼らを詳細に観測することにより、太陽系全体の物質情報を知り得る。太陽系小天体の物質特性と軌道進化の研究から、惑星を構成する物質が46億年という太陽系年齢を通してどのような進化を遂げたのかに関する基礎データを得られるのである。この研究交流を通じて構築される小惑星観測のためのネットワークは、太陽系小天体の基礎的な観測データ取得において貢献するだろうし、そうしたデータは近年目覚ましい発展を遂げている太陽系外惑星研究にも大きな寄与を果たし、ひいては宇宙全体に於ける私達の太陽系の特殊性・普遍性を理解するために不可欠な知見をもたらすだろう。

また、地球接近天体の約20%は地球に衝突する可能性を持つと言われる。もしも衝突が発生すれば地上での被害は甚大となり得るので、継続的な観測によりこうした天体の力学的・物理的特性を詳しく知ることは災害予測の観点でも重要となってくる。地球に接近し、衝突の可能性を持つような天体の観測はなるべく長い時間連続で行う必要がある。観測時間が短ければ天体の軌道を正確に決定することは出来ず、衝突確率の算出も困難となるし、天体の物理的特性に関して取得できる情報も限られる。ここでアジアという地域が東西に広く伸びている特長、およびウズベキスタンの良好な観測条件が生きる。日本とウズベキスタンの間には4時間という時差があるので、東アジア諸国とウズベキスタンの研究機関が連携して特定の天体を観測すればとても長い時間の天体追跡観測が可能となり、地球に衝突し得る天体の物理特性推定と軌道決定に大きな意義を持つことになる。これが本研究交流の目的とする小惑星観測ネットワークづくりが最も生きる点であり、この観測ネットワークは太陽系小天体の地球への衝突に関する防災予測と被害軽減を主目的のひとつとする「アジア広域天文台」とすら言えるものとなる。

この「アジア広域天文台」に参加する天文台の中で、東アジアにはすでに最新の観測施設や良く教育された研究者がそろっているが、最も底上げが必要なのはウズベキスタンのマイダナク天文台である。この天文台は天文観測所として極めて好適な立地条件を持つ。晴天率は年間200日以上、平均的シーイングはハワイ島山頂に匹敵する0.69秒角、一年を通じて観測不能時期は無い。しかしながら、ソ連崩壊後の資金不足により近年は保守が疎かになっているし、さらに観測者の不足により天文学の教育を全く受けていない者たちが観測に従事している。このような観測者は研究に対する興味が希薄なため、観測者としてなかなか定着せず、観測に習熟した者が育たない。

この現状のままでは「アジア広域天文台」の中で最も良い観測条件をもつマイダナク天文台で取得されるデータの質が確保できないことから、我々はこの研究交流を通じて特にマイダナク天文台の観測を行うことになるウズベキスタンの若手研究者に国立天文台とウルグベク天文研究所の間で2004年12月に始まり現在も本事業で継続予定の共同研究（8-1 共同研究 研究課題2）への参加を通じて天文学に興味をもってもらい、講習会を通じて必要な基礎知識、基礎技術の習得の補助に重点を置く。

2. 具体的な交流

本事業では、（A）「アジア広域観測ネットワーク」作りと（B）若手研究者の育成が大きな柱である。

（A）に関して、事業期間内のなるべく早期に、今まで個別にウズベキスタンと共同研究を行って来た東アジア各機関（国立天文台（日本）、ソウル大学校（大韓民国）、國立中央大学（台湾）ら）の意思疎通を図り、本事業に関する認識と情報を共通化するための学術会合を開催する。

研究交流期間の終盤には、参加各国・地域の研究者が集合して本事業での学術成果を確認し、研究交流期間終了後を踏まえて観測ネットワークの運用方法と有効利用を検討するシリーズ的な研究会合をスタートさせる。

（B）に関して、ウズベキスタンではこれまで国立天文台との共同研究を通じて学生と技術職員が旧式の観測装置を用いて小惑星の観測に取り組んで来た。だが学術的に意味のある高品質なデータを効率良く取得するには、天体の自動導入や移動天体の追尾が可能な最近の観測システムが必須である。ウズベキスタンにはそのような観測設備は無く、扱える人材も無い。そこで本事業ではウズベキスタンから学生や技術職員を日本に招聘してある程度の期間滞在してもらい、最新の観測装置を用いた学習を積むことで観測システムの扱い方や観測方法を学んでもらう。そして、近い将来にウズベキスタンに設置する本格的な観測システムを現地の研究者が独力で運用できるまでの知識伝達と人材の育成を行う。

また太陽系小天体に関する日本の研究者グループとの共同研究を通じ、若手研究者に太陽系小天体研究の重要性和面白さを実感してもらい、科学研究に対する興味をもって頂く。

3. 本事業の組織

本事業は国立天文台を拠点機関とする日本、国立ソウル大学校を拠点機関とする大韓民国、國立中央大学を拠点機関とする台湾という東アジアの三ヶ国・地域と、ウルグベク天文研究所を拠点機関とするウズベキスタンの連携により遂行される（次頁の図）。

本事業の日本国内拠点機関となる国立天文台には観測・理論の両面で太陽系小天体の研究者が多く在籍しており、研究の歴史も長い。日本側では国立天文台の研究者を中心とし、地球接近小天体の早期発見活動を主眼として活動している宇宙航空研究開発機構および日本スペースガード協会を中核組織と位置づける。大韓民国および台湾の拠点機関（大韓民国側は国立ソウル大学校、台湾側は國立中央大学）と各協力機関にも日本側と学術的関心

を共にする研究者が多く、この三ヶ国・地域が連携して本事業の東アジア側橋頭堡を構成することで、本事業の目的達成がより容易なものとなることが期待される。

ウズベキスタン側の事業主体はウズベキスタン科学アカデミーのウルグベク研究所、特に南部の山岳地帯に位置するマイダナク天文台である。国立天文台は数年前からウルグベク天文研究所と共同研究協定を締結して小惑星の光学観測を継続しており、本事業の核になる人脈が築かれつつある。大韓民国側・台湾側もそれぞれウルグベク研究所との共同研究を独自に進めてきた経緯を持っている。今後は日本・大韓民国・台湾の独立な三者対ウズベキスタンという構図ではなく、東アジア地域とウズベキスタンという広い枠組みの中で、本事業に関わる研究者の意思疎通と研究体制の統括を進めて行く。



図中の写真：上段左から宇宙開発研究機構入笠山観測所、台湾国立中央大学鹿林観測所、自然科学研究機構岡山天体物理観測所。右下はウズベキスタンのウルグベク天文研究所・マイダナク天文台の敷地の一部。

6. 平成23年度研究交流目標

平成23年度も、本事業全体を通した目標達成のために平成22年度までと共通の年次目標三種類を設定して活動を行う。(1)アジア地域の観測ネットワークを構築する第一歩としてアジア地域の研究者に観測ネットワークに参加を呼びかける、(2)マイダナク観測所に関する若手研究者の観測トレーニングを行う、(3)共同研究を通じて具体的な小惑星の観測を行い、トレーニングの成果を生かす、である。

目標(1)のため、平成21,22年度から引き続き「マイダナク天文台ユーザズミーティング」(第三回)を開催する。このミーティングの開始以前(日本で言えば平成20年度以

前)、マイダナク観測所を利用する各国の研究者同士の交流はほとんど存在しなかった。そのような状況から脱すべく、過去二度にわたり各国の研究者を一堂に集めて「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」を開催した結果、このようなミーティングがマイダナク天文台を使った学術研究を進める上での問題意識の共有や将来構想の検討・情報交換という意味で大変に有意義であり、研究活動の刺激としても有用であることが明らかになった。そこで今年度も同様な会合を持つことで本事業関係者のマイダナク天文台の観測装置、運営状況等の把握、現在進行中の共同研究プロジェクトの報告、新たな利用者の掘り起こし等を図り、近い将来の観測ネットワーク構築の礎を築く。

目標（２）のため、平成 23 年度も平成 21,22 年度と同様な「観測訓練とデータ解析講習会」を開催する。マイダナク天文台で観測に従事している人々には天文学の教育を受けていない職員もあり、自分達が現在取得しているデータの科学的意味の理解も不十分である。そこで、特にマイダナク天文台で観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者を本事業の参加各国・地域より日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析のトレーニングなどを含む。平成 21 年度はマイダナク天文台の観測者を 1 名、平成 22 年度には同じく 3 名を招聘した。平成 23 年度も複数名招聘し、日本で訓練・教育を受けたマイダナク観測所職員を増やす。そうした人員がある一定以上の質・量になれば現地での自律的な教育・後継活動が可能となり、学術研究においてウズベキスタンが他国と対等となる一助となる。

目標（３）のためには、ウズベキスタンの若手研究者に共同研究に加わってもらふ。ここでは年間数十個の若い小惑星族の小惑星の測光観測を行って来たが、そのような観測及びデータの解析を通じて科学的意義の理解を深める。また、マイダナク天文台の望遠鏡設備のうち老朽化しており且つウズベキスタン側では独自の修繕が困難な部分については、設備を更新する作業も行う。例えば平成 23 年度は望遠鏡設備の中核を構成する CCD カメラを日本から移送し、設置と試験観測を行う作業を計画している。

平成 23 年度は最終年度であり、上記の(3)目標の達成について客観的な評価を行うため、事業に参加していない同業研究者とも積極的に意見交換を行うことを考えている。

7. 平成 23 年度研究交流成果

（交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めて下さい。）

7-1 研究協力体制の構築状況

東日本大震災の影響により半年以上延期されたものの、平成 24 年 1 月に国立天文台三鷹に於いて第三回マイダナク観測所ユーザーズミーティングが開催された(S-1)。この会合は前々年度に大韓民国・ソウルで開催された第一回マイダナク観測所ユーザーズミーティング、前年度にウズベキスタン・タシケントで開催された第二回マイダナク観測所ユーザーズミーティングに引き続き、本事業に於ける研究協力体制構築および情報交換の中心となった。平成 23 年度の会合では従来と同様にマイダナク観測所の運用をどのような方法で現

在よりも実効的にして行けるかが学術的観点および資金運営的観点から議論された。とりわけ今回はマイダナク観測所の運用に携わっているロシアやウクライナの研究者が別経費により来日して会合に参加し、観測所運営の内実について今まで不透明であった部分がかかり明らかにされた。しかしウズベキスタン側には依然として本研究計画のために提供できる大型資金が無く、ロシアやウクライナからの資金援助も期待できないため、設備面や人件費を含めて本事業に関係する四カ国を中心とした研究協力体制を継続的に保持することが確認された。また、本事業の終了以降も四カ国+ α での共同研究を実質的に維持して行く事で合意が為された。

7-2 学術面の成果

本事業の一環として、日本グループはマイダナク観測所の 60cm 反射望遠鏡を年間を通して優先利用して若い小惑星の継続的な多色測光観測を実施している。平成 23 年度はこれに加え、マイダナク観測所の主要設備である 1.5m 望遠鏡での共同観測も開始された。平成 21-23 年度および本事業以前に獲得された観測結果より、若い小惑星族の自転運動に古い小惑星族には見られない特徴的なパターンが存在することが推定されており、それを著す論文執筆が進みつつある。観測的研究を将来的に理論的な力学モデルに敷衍するための数値計算法に関する研究成果は論文として出版された。また、ウズベキスタン側研究者がマイダナク観測所の CCD カメラフィルタの光学係数を汎用の光学係数に変換する作業が平成 21 年度に行われたが、それを実際の観測データに適用して色指数を変換した結果を学位論文（修士）から学術雑誌掲載論文に進める作業が進行中である。

7-3 若手研究者養成

本事業で要請されるべき若手研究者は、第一に太陽系小天体の知識を有しその研究に取り組む者であり、第二に太陽系小天体の観測的技術を有するものである。これらの目的に沿い、平成 21 年度はウズベキスタン及び台湾より若い大学院生を二名日本に招請し、観測条件はウズベキスタンほど良好ではないものの最先端の観測設備を有する日本国内の観測所で様々な実習を積むことで、所期の目的を到達するための基礎技能を修得してもらうためのセミナーを実施した。平成 22 年度も同様な趣旨でウズベキスタンから若い研究者を三名日本に招聘し、当該目的を達成するためのセミナーを開催した。このセミナーでは実際の太陽系天体の観測作業の他に、観測システムとなる望遠鏡のハードウェア・ソフトウェアに関する習熟作業、観測データを処理・解析して学術的に意味のある数値データを得るためのテクニックの取得などを実施した。平成 23 年度も同様にしてウズベキスタンから二名の若手研究者を招聘し、当該目的を達成するためのセミナー(S-2)を開催した。特に平成 23 年度は S-1(マイダナク観測所ユーザーズミーティング)と S-2 を連続して実施したため、S-1 に参加した研究者が S-2 に参加した研究者と S-1 の会場に於いて長時間にわたり議論することが出来、S-2 の意義が更に深まったものと思われる。

7-4 社会貢献

本事業の一目的には地球に衝突する可能性のある太陽系小天体を国際協力体制の下で詳細に観測するというものがあり、この目的は本質的に地球人類に対する社会的貢献を成すべきものである。即ち、本事業の推進そのものが社会貢献に直結するものと換言できる。また、本事業の促進によりウズベキスタン側での学術活動を活発化させ、ひいては中央アジア地域での基礎科学の振興に寄与をもたらすことができると考えられる。例えば本事業がマイダナク観測所を舞台として行っている研究活動はウズベキスタン国内の一般大衆向け科学雑誌「科学と生命」に現地語の記事として二度に渡り掲載されており、現地での関心の高さを示すと共に天文学の普及のために直接的な社会貢献が行われたと考えられる。

7-5 今後の課題・問題点

現状の研究協力体制は、大雑把に言って東アジア諸国からウズベキスタンへの資源・人材提供・若手教育、およびウズベキスタンからの観測環境提供と教育されるべき若手の提供、という構図になっている。平成21年度から引き続くこの体制で現在のところ本事業の目的は粛々と達成されつつあると判断しているが、この構図を逆にしたもの、例えば東アジア諸国の若手をウズベキスタンに派遣して現地における実地教育活動を受けさせるなどの協力も原理的には可能なはずである。過去三年にわたりこの試みを実現しようと努力して来たが、目立った活動は余り行うことが出来なかった。その一つの理由はウズベキスタンに於ける研究環境が（マイダナク観測所の誇る観測好条件以外は）東アジア諸国に比べて良いとは言えないものであり、観測作業以外の面で若手研究者を惹き付けることが十分には出来ていないからである。これを根源的に改善するには本事業終了後もウズベキスタンと東アジアの間で粘り強く共同研究を続け、若手研究者が自ずから交流を希望できるような研究環境をウズベキスタン側にも構築して行くことが肝要であろう。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成23年度論文総数 2本

相手国参加研究者との共著 0本

(※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

8. 平成23年度研究交流実績概要

※「10. 平成23年度研究交流実績状況」の概要について記載してください。

8-1 共同研究

研究課題1「近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測」(R-1)

前年度までより継続して、本事業の参加研究者が東アジア地域とウズベキスタンのマイダナク天文台で地球接近天体の同時観測試験を継続し、また実際の研究に使用するデータの取得を行った。日本の研究者は観測可能天体のリストを毎月作成し、共同研究機関の研

究者に配信する。実際の観測にはウズベキスタンのマイダナク天文台 60cm 望遠鏡および入笠山光学観測所の 30cm 望遠鏡を主に使用した。その結果の一部は平成 24 年 1 月のマイダナク天文台ユーザーズミーティングに於いて報告されると共に、投稿論文としてまとめられる作業が続けられている。

研究課題 2 「若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究」(R-2)

長期間使用可能なマイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を小惑星観測専用望遠鏡として使用し、若い小族を構成する小惑星の観測の多色測光観測を行い、若い小惑星族のデータベース作りを継続している。観測結果をまとめた論文を鋭意作成中である。平成 23 年度の特筆すべき活動としては、京都大学に於いて使用されていた CCD カメラを補修した後にウズベキスタンに輸出し、マイダナク観測所の 60cm 望遠鏡に於いて利用すべき準備を完了したことである。この CCD カメラを使った本格的な観測は平成 24 年度から開始されるが、ウズベキスタン現地の担当者への指導および打ち合わせは本事業の範囲内で完了しており、本格観測開始に向けた体制は既に整っている。

8-2 セミナー

1. 「第三回マイダナク天文台ユーザーズミーティングー日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー」(S-1)

ウズベキスタンのマイダナク天文台で共同研究を行っている本事業関連の各国研究者を一堂に集めた研究会を、平成 21,22 年度に引き続き平成 24 年 1 月末に国立天文台三鷹にて開催した。

ここでは過去のユーザーズミーティングと同様にマイダナク天文台で進行中の共同研究や設備改修計画に関して研究者同士の問題意識を共有して情報交換を行うと共に、望遠鏡設備利用者の要望を観測所運営に反映させるための議論を行った。

また、平成 23 年度末の本事業終了以降の共同研究体制や将来の発展についても検討が行われた。



マイダナクユーザーズミーティングでの集合写真（注・参加者全員ではない。国立天文台三鷹、平成 24 年 1 月 31 日）

2. 「観測訓練とデータ解析講習会 ―日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業―」 (S-2)

小惑星観測に関わる観測機器の設置や運用、実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者をウズベキスタンから日本に招聘し、本事業が目的とする観測に関する様々な訓練を行った。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどであった。

8－3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

8-2. 2 の観測訓練のため来日した研究者を日本国内の他の観測所等にも派遣し、様々な観測施設で実地訓練を行った。また本事業による研究成果やアジア広域観測ネットワーク構築に関する計画の進捗についての発表を行い、同業の研究者と議論して相互の理解を深めるため、幾つかの研究集会などに日本人関係者を派遣した。更には、本事業で得られる観測データを補強およびその結果を敷衍するための理論的基礎を形作るべく、コーディネータが JAXA 宇宙科学研究所に足繁く通い現地の計算設備を使い数値的研究の予備的実験を行った。

9. 平成23年度研究交流実績人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元		日本 〈人／人日〉	ウズベキス タン 〈人／人日〉	大韓民国 〈人／人日〉	台湾 〈人／人日〉	〈人／人日〉	合計
日本 〈人／人日〉	実施計画		4/28	0/0	4/28		8/56
	実績		5/44	0/0	2/11		7/55
ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	12/100		0/0	0/0		12/100
	実績	5/53		0/0	0/0		5/53
大韓民国 〈人／人日〉	実施計画	4/12 (11/33)	0/0		0/0		4/12 (11/33)
	実績	1/3 (3/9)	0/0		0/0		1/3 (3/9)
台湾 〈人／人日〉	実施計画	4/12 (2/6)	0/0	0/0			4/12 (2/6)
	実績	5/26	0/0	0/0			5/26
〈人／人日〉	実施計画						
	実績						
合計 〈人／人日〉	実施計画	20/124 (13/39)	4/28	0/0	4/28		28/180 (13/39)
	実績	11/82 (3/9)	5/44	0/0	2/11		18/137 (3/9)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・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。）

※日本側予算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。（合計欄は（ ）をのぞいた人・日数としてください。）

9-2 国内での交流実績

実施計画		実 績	
23／38	〈人／人日〉	18／28	〈人／人日〉

10. 平成23年度研究交流実績状況

10-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度		
研究課題名	(和文) 近地球小惑星の物理特性解明のための測光観測						
	(英文) Detecting and investigating of potentially hazardous near-Earth objects						
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教						
	(英文) Takashi ITO・Center for Computational Astrophysics, NAOJ・Assistant Professor						
相手国側代表者 氏名・所属・職	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor						
	Myungshin IM・Seoul National University・Associate Professor						
	Wen-Ping CHEN・National Central University・Professor						
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流						
	派遣先		日本	ウズベキスタン	大韓民国	台湾	計
	派遣元		<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>	<人／人日>
	日本 <人／人日>	実施計画		2/14	0/0	1/7	3/21
		実績		1/8	0/0	1/6	2/14
	ウズベキスタン <人／人日>	実施計画	0/0		0/0	0/0	0/0
		実績	0/0		0/0	0/0	0/0
	大韓民国 <人／人日>	実施計画	0/0	0/0		0/0	0/0
		実績	0/0	0/0		0/0	0/0
	台湾 <人／人日>	実施計画	0/0	0/0	0/0		0/0
		実績	0/0	0/0	0/0		0/0
	合計 <人／人日>	実施計画	0/0	2/14	0/0	1/7	3/21
		実績	0/0	1/8	0/0	1/6	2/14
	② 国内での交流						
6 人／6 人日							

23年度の研究交流活動	前年度までより継続して、本事業の参加研究者が東アジア地域とウズベキスタンのマイダナク天文台で地球接近天体の同時観測試験を継続し、また実際の研究に使用するデータの取得を行った。日本の研究者は観測可能天体のリストを毎月作成し、共同研究機関の研究者に配信する。実際の観測にはウズベキスタンのマイダナク天文台 60cm 望遠鏡および入笠山光学観測所の 30cm 望遠鏡を主に使用した。	
研究交流活動成果	観測結果の一部は平成24年1月のマイダナク天文台ユーザーズミーティングに於いて報告されると共に、投稿論文としてまとめられる作業が続けられている。	
日本側参加者数		
12 名		(13-1 日本側参加者リストを参照)
ウズベキスタン側参加者数		
10 名		(13-2 ウズベキスタン国（地域）側参加研究者リストを参照)
大韓民国側参加者数		
34 名		(13-3 大韓民国（地域）側参加研究者リストを参照)
台湾側参加者数		
16 名		(13-4 台湾側参加研究者リストを参照)

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 21 年度	研究終了年度	平成 23 年度	
研究課題名	(和文) 若い小惑星族の光学観測による天体衝突過程と宇宙風化の研究					
	(英文) Study for collisional process and space weathering of young family asteroids					
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員					
	(英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist					
相手国側代表者 氏名・所属・職	Mansur Akbarovich IBRAHIMOV・Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences・Professor					
	Myungshin IM・Seoul National University・Associate Professor Wen-Ping CHEN・National Central University・Professor					
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流					
	派遣先		日本	ウズベキスタン	台湾	計
	派遣元		〈人／人日〉	〈人／人日〉	〈人／人日〉	〈人／人日〉
	日本 〈人／人日〉	実施計画		2/14	1/7	3/21
		実績		4/36	0/0	4/36
	ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	0/0		0/0	0/0
		実績	0/0		0/0	0/0
	台湾 〈人／人日〉	実施計画	0/0	0/0		0/0
		実績	0/0	0/0		0/0
	合計 〈人／人日〉	実施計画	0/0	2/14	1/7	3/21
実績		0/0	4/36	0/0	4/36	
② 国内での交流 6 人／12 人日						
2 3 年度の研究交流活動	長期間使用可能なマイダナク天文台の 60cm 望遠鏡を小惑星観測専用望遠鏡として使用し、若い小族を構成する小惑星の観測の多色測光観測を行い、若い小惑星族のデータベース作りを継続した。平成 23 年度の特筆すべき活動としては、京都大学に於いて使用されていた CCD カメラを補修した後にウズベキスタンに輸出し、マイダナク観測所の 60cm 望遠鏡に於いて利用すべき準備を完了した。					
研究交流活動成果	観測結果をまとめた論文を鋭意作成中である。新しい CCD カメラを使った本格的な観測は平成 24 年度から開始されるが、ウズベキスタン現地の担当者への指導および打ち合わせは本事業の範囲内で完了しており、本格観測開始に向けた体制は既に整っている。					
日本側参加者数						

8 名	(1 3 - 1 日本側参加者リストを参照)
ウズベキスタン側参加者数	
10 名	(1 3 - 2 ウズベキスタン (地域) 側参加研究者リストを参照)
大韓民国側参加者数	
0 名	(1 3 - 3 大韓民国 (地域) 側参加研究者リストを参照)
台湾側参加者数	
0 名	(1 3 - 4 台湾側参加研究者リストを参照)

10-2 セミナー

ー実施したセミナーごとに作成してください。ー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 第三回マイダナク天文台ユーザーズミーティングー日本 学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業ー (英文) 3 rd Maidanak Users Meeting-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 24 年 1 月 31 日～平成 24 年 2 月 1 日 (2 日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 日本、東京、三鷹、国立天文台三鷹 (英文) National Astronomical Observatory, Tokyo, Mitaka, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 吉田二美・国立天文台国際連携室・専門研究職員 (英文) Fumi YOSHIDA・International Research Collaborations, NAOJ・Research Scientist
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
日本 〈人／人日〉	A.	2/6
	B.	0/0
	C.	9/18
ウズベキスタ ン 〈人／人日〉	A.	5/36
	B.	0/0
	C.	0/0
大韓民国 〈人／人日〉	A.	1/3
	B.	0/0
	C.	3/9
台湾 〈人／人日〉	A.	5/26
	B.	0/0
	C.	0/0
合計 〈人／人日〉	A.	13/71
	B.	0/0
	C.	12/27

A. セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー 開催の目的	前年度から引き続き「マイダナク天文台ユーザーズミーティング」の第三回を開催し、同天文台の利用者同士の意思疎通を強化する。前回のミーティング時にこうした会合を定期的に開催することがユーザーの問題意識の共有や将来構想（主として観測装置のメンテナンスの不備、冬期の多発停電による観測の中断の問題、観測者の宿舎の改善等）の検討・情報交換という意味で大変に有意義であり、かつマイダナク天文台の整備に向けての原動力になることが明らかになった。今後も本事業関係者が議論することでマイダナク天文台の観測装置、運営状況等の把握、現在進行中の共同研究プロジェクトの報告、新たな利用者の掘り起こし等を図り、近い将来の観測ネットワーク構築の礎を築く。
セミナー の成果	平成 23 年度の会合では従来と同様にマイダナク観測所の運用をどのような方法で現在よりも実効的にして行けるかが学術的観点および資金運営的観点から議論された。とりわけ今回はマイダナク観測所の運用に携わっているロシアやウクライナの研究者が別経費により来日して会合に参加し、観測所運営の内実について今まで不透明であった部分がかなり明らかにされた。しかしウズベキスタン側には依然として本研究計画のために提供できる大型資金が無く、ロシアやウクライナからの資金援助も期待できないため、設備面や人件費を含めて本事業に関係する四カ国を中心とした研究協力体制を継続的に保持する。また、本ミーティングには今後マイダナク観測所を利用して行こうという研究者も多く参加し、将来的な利用者の掘り起こし効果もあったものと予想される。
セミナー の運営組織	[LOC] 伊藤孝士、吉田二美、小宮山裕子、吉川裕子、藤井顕彦、沖田喜一、高橋茂（以上すべて国立天文台） [SOC] Wen-Ping CHEN (National Central University of Taiwan (NCU)), Shukhrat EGAMBERDIEV (UBAI), Mansur A. IBRAHIMOV (UBAI), Myungshin IM (Seoul National University in Korea (SNU)), Wing Huen IP (NCU), Takashi ITO (National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ)), Hyung Mok LEE (SNU), Fumi YOSHIDA (NAOJ)

開 催 経 費 分 担 内 容 と 金 額	日本側	内容 旅費、会場費、会議費 金額 1,717 千円
	() 国 (地域) 側	内容 金額 千円
	() 国 (地域) 側	内容 金額

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 小惑星の観測とデータ解析講習会 ―日本学術振興会アジア・アフリカ学術基盤形成事業―
	(英文) Training of Asteroid observation and data reduction-JSPS AA Platform Program-
開催時期	平成 24 年 2 月 2 日 ～ 平成 24 年 2 月 13 日(12 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、東京都三鷹市、国立天文台三鷹・長野県伊那市、JAXA 入笠山光学観測所・日本、岡山県浅口市、国立天文台岡山天体物理観測所・日本、岡山県井原市、美星スペースガードセンター
	(英文) National Astronomical Observatory, Mitaka, Tokyo, Japan; Nyukasa Observatory, Ina, Nagano, Tokyo; Okayama Astrophysics Observatory, Asakuchi, Okayama, Japan; Bisei Spaceguard Center, Ihara, Okayama, Japan
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 伊藤孝士・国立天文台天文シミュレーションプロジェクト・助教
	(英文) Takashi ITO・Center for Computational Astrophysics, NAOJ・Assistant Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
日本 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	0/0
	C.	6/10
ウズベキスタン 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	2/17
	C.	0/0
〈人／人日〉	A.	
	B.	
	C.	
合計 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	2/17
	C.	6/10

セミナー開催の目的	太陽系小天体の観測機器の設置や運用・実際の観測やデータ解析に携わる若手研究者を本事業の参加各国から日本に招聘し、本事業が目的とする観測研究に関する様々な訓練を行う。訓練内容は観測システムのハードウェア・ソフトウェア構造の理解に始まり、観測システムの運用方法の習熟、観測実習、データ解析の集中的なトレーニングなどである。		
セミナーの成果	今回のセミナーは宇宙航空開発研究機構の入笠山光学観測所での近地球小惑星の観測実習より開始された。ここで観測訓練を受けることで観測システムに習熟し、観測データの自力取得技術の習得を目指した。その後に観測データ処理ソフトウェアを用い、取得されたデータの自力解析と処理を試みた。次に国立天文台岡山天体物理観測所および美星スペースガードセンターでの観測実習に移った。然る後に国立天文台三鷹地区に戻り、両観測所で取得された観測データの解析を行った。参加者は今回のセミナーに於いて太陽系小天体の観測手法から観測システムの理解、および観測データ処理・解析の手法に至るまで詳細に学ぶことができたはずである。		
セミナーの運営組織	[LOC] 伊藤孝士、吉田二美、高橋茂（国立天文台）、黒崎裕久、柳沢俊史、吉川真（宇宙航空研究開発機構）、高橋典嗣、浦川聖太郎（日本スペースガード協会）		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 旅費	金額 0 円
	() 国 (地域) 側	内容	金額
	() 国 (地域) 側	内容	金額

A.セミナー経費から負担

B.共同研究・研究者交流から負担

C.本事業経費から負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

10-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

① 相手国との交流

派遣先 派遣元		日本 〈人／人日〉	ウズベキス タン 〈人／人日〉	大韓民国 〈人／人日〉	台湾 〈人／人日〉	計 〈人／人日〉
日本 〈人／人日〉	実施計画		0/0	0/0	2/14	2/14
	実績		0/0	0/0	1/5	1/5
ウズベキスタン 〈人／人日〉	実施計画	2/40		0/0	0/0	2/40
	実績	0/0		0/0	0/0	0/0
大韓民国 〈人／人日〉	実施計画	0/0	0/0		0/0	0/0
	実績	0/0	0/0		0/0	0/0
台湾 〈人／人日〉	実施計画	0/0	0/0	0/0		0/0
	実績	0/0	0/0	0/0		0/0
合計 〈人／人日〉	実施計画	2/40	0/0	0/0	2/14	4/54
	実績	0/0	0/0	0/0	1/5	1/5
② 国内での交流		4人／4人日				

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣時期	用務・目的等
国立天文台・専門研究職員・吉田二美	台湾・台北・台北国際会議中心	平成23年8月	本事業に関連しアジア大洋州地球惑星連合の総会に参加し、研究発表を行った。
国立天文台・専門研究職員・吉田二美	日本・神奈川県相模原市・相模女子大学	平成23年10月	本事業に関連し日本惑星科学会秋期講演会に参加し、研究発表を行った。
国立天文台・助教・伊藤孝士	日本・神奈川県相模原市・相模女子大学	平成23年10月	本事業に関連し日本惑星科学会秋期講演会に参加し、研究発表を行った。
国立天文台・助教・伊藤孝士	日本・神奈川県相模原市・相模女子大学	平成23年10月	本事業に関連し日本惑星科学会秋期講演会に参加し、研究発表を行った。
国立天文台・助教・伊藤孝士	日本・神奈川県相模原市・相模女子大学	平成23年10月	本事業に関連し日本惑星科学会秋期講演会に参加し、研究発表を行った。

1 1. 平成23年度経費使用総額

	経費内訳	金額（円）	備考
研究交流経費	国内旅費	916,218	
	外国旅費	2,443,547	
	謝金	33,500	
	備品・消耗品購入費	203,731	
	その他経費	1,222,489	
	外国旅費・謝金に係る消費税	180,515	
	計	5,000,000	
委託手数料		500,000	
合 計		5,500,000	

1 2. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額（円）	交流人数<人／人日>
第1四半期	0	4/6
第2四半期	673,400	6/19
第3四半期	2,420,197	9/48
第4四半期	1,906,403	17/92
計	5,000,000	36/165