

日中韓フォーサイト事業
平成 28 年度 実施報告書（平成 24～26 年度採用課題用）

1. 拠点機関

| | |
|----------|-------|
| 日本側拠点機関： | 東京大学 |
| 中国側拠点機関： | 清華大学 |
| 韓国側拠点機関： | ソウル大学 |

2. 研究交流課題名

(和文)： 球状トーラスにおける革新的トカマクプラズマの立ち上げと電流駆動
(交流分野：プラズマ物理学)

(英文)： Innovative Tokamak Plasma Startup and Current Drive in Spherical Torus
(交流分野：Plasma Physics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://tanuki.t.u-tokyo.ac.jp/A3/>

3. 採用期間

平成 24 年 8 月 1 日～平成 29 年 7 月 31 日
(5 年度目)

4. 実施体制**日本側実施組織**

拠点機関：東京大学

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：総長 五神 真

研究代表者（所属部局・職・氏名）：大学院新領域創成科学研究科・准教授・井通暁（1-1）

協力機関：京都大学、九州大学、自然科学研究機構

事務組織：東京大学大学院 新領域創成科学研究科 研究交流係

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) 中国側実施組織：

拠点機関：(英文) Tsinghua University

(和文) 清華大学

研究代表者（所属部局・職・氏名）：(英文)

Department of Engineering Physics・Professor・GAO, Zhe (2-1)

協力機関：(英文) Chinese Academy of Sciences, Southwestern Institute of Physics

(和文) 中国科学院、西南物理研究院

(2) 韓国側実施組織：

拠点機関：(英文) Seoul National University

(和文) ソウル大学

研究代表者(所属部局・職・氏名)：(英文)

Department of Nuclear Engineering・Professor・HWANG, Yong-Seok (3-1)

協力機関：(英文) Pohang University of Science and Technology

(和文) 浦項工科大学

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

経済的な核融合発電を実現するための革新的な磁場閉じ込め概念である「球状トカマク」の炉心プラズマ物理に関して、日中韓の大学を中心とした研究機関での実験を軸とした共同研究を実施し、米国や欧州の国立研究機関における球状トカマク実験に匹敵する世界的水準の研究遂行体制を形成すると同時に、大学院学生ならびに若手研究者の育成に資する研究組織の構築を目的とする。

球状トカマクは、比較的小さい磁場によって高い圧力のプラズマを閉じ込め得る(=高いベータ値が実現可能)ことから、トカマク方式における核融合発電所建設コストの大部分を占める超伝導コイルの量を大幅に削減することができる。その一方で球状トカマクでは、プラズマ立ち上げ/初期加熱法として一般的に用いられている中心ソレノイドコイルを使用することが困難であり、それに代わる電流駆動手段の確立が喫緊の課題となっている。

本研究は、(A) 高周波ならびにプラズマ合体法を用いた球状トカマクプラズマ立ち上げ/電流駆動の実験的検証および相互比較、および(B) 高ベータプラズマにおける電磁流体的不安定性や乱流による輸送機構の解明といった、核融合開発とプラズマ物理学の双方を視野にいれつつ、各課題について特に若手研究者および大学院学生の相互派遣・実験参加を通して磁場閉じ込め核融合研究に関するアジアの大学間連携を確立し、先端的研究と人材育成の遂行を実現するものである。

5-2. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

本事業の中核となる6実験装置を有する拠点間の相互協力に加え、研究協力者との共同研究の推進により多様な知識・技術の集積を行い、球状トラスプラズマ性能の向上につなげる。特に、球状トカマク炉設計、外部コイルによるトカマク立ち上げ法、ヘリシティ入射によるトカマク立ち上げ法、磁場分布の再構成手法、コンパクトトラス入射法による密度向上といった分野に関して、球状トラス以外の研究分野からの参画によって効率的な研究推進の実現を目指す。

<学術的観点>

平成28年度には、これまで開発を行ってきた各種立ち上げ手法において実現されたプラズマ性能（電流・密度・温度）を向上するための改善を実施し、その効果を検証することが最大の学術的な課題である。波動を用いた球状トカマク立ち上げに関しては、新たな高周波アンテナ配置によるパワー吸収効率の向上や電源の高周波化および偏波の最適制御によるプラズマ電流・密度増大を実施する。合体法については、合体前の初期プラズマの電流および温度を予め増加させておくことによって合体時加熱の効率を上昇させ、中性粒子ビーム入射に必要となる高温プラズマの実現を目指す。両手法について、プラズマ生成法の改良による効果を定量的に評価した上で、大型装置への実装手段の検討を行い、球状トカマク炉設計への道筋をつける。

以上が本事業の中心的課題であるが、高性能プラズマを実現し、その性能を正しく評価するためには、様々な技術の開発・導入が必要である。高速コンパクトトラス入射や、ヘリシティ入射のための最適な放電手法の確立、磁場・電流・流速・電位揺動の計測手段の開発等を本事業の枠組み内で推進し、学術研究として発展させる。

<若手研究者育成>

これまで実施してきた事業参加グループ間の研究交流に加え、他グループとの共同研究や国内・国際会議へも大学院学生を積極的に派遣することによって、中間評価結果にて指摘された若手研究者の発表機会の増大を実現し、研究遂行能力・自己表現能力の育成を行う。また、8月に第4回スクールを九州大学の研修施設において開催予定であり、プラズマ理論に加えて真空容器壁との相互作用や実用炉のデザイン手法、解析に必要な数学的手法などの講義を通して、大学院生の基礎研究能力の向上ならび自らの研究を客観視することによる革新的アイデアの発見を促す。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

特にありません。

6. 平成28年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

本事業では、日本の UTST、TST-2 装置（東京大学）、LATE 装置（京都大学）、QUEST 装置（九州大学）、中国の SUNIST 装置（清華大学）、韓国の VEST 装置（ソウル大学）の 6 台の実験装置を中核とした共同研究により、革新的な球状トーラス立ち上げ手法の開発を行っており、平成28年度には、これまでに構築された研究交流体制の継続・発展に加え、当初計画に従って2件のセミナー（学生向けスクールとワークショップ）を開催した。8月には、本事業に参加する三カ国44名の学生・若手研究者を対象とした第4回スクールを九州大学筑紫キャンパスにて開催し、学生・若手研究者に講義を提供すると同時に、ポスターセッションでの議論を通じて計測やプラズマ生成法についての協力体制を深化した。さらに2月に中国・昆明市の雲南師範大学にて日中韓三カ国40名の研究者が参加した第5回ワークショップを開催し、各実験装置での共同研究成果を中心とした発表ならびに今後の運営方針に関する議論を行った。特にこのセミナーには球状トーラス以外の実験に関わる研究者が参加し、より広範な研究協力体制についての議論を行った。共同実験としては、韓国の大型トカマク装置に従事する研究者が日本の球状トーラス実験に参加し、高周波電流駆動についての協力を推進し、大型トカマクでの共同実験実施についての検討が行われた。また、韓国の学生4名が各8日間ずつ東京大学に滞在し、中性粒子ビーム入射実験に参加することでプラズマ加熱および各種計測での共同研究を実施した。

6-2 学術面の成果

研究面での進展としては、電子サイクロトロン波による立ち上げ実験で最大 70kA のプラズマ電流が達成された。また、複数のアンテナから電子サイクロトロン波を入射する実験では、偏波を適切に選択することによって、電子温度・密度といったプラズマパラメータが増加することが確認された。最外殻磁気面内の密度がカットオフ密度を超過していることから、このような差異は電子バーンシュタイン波へのモード変換率の向上によってもたらされたと考えられる。偏波に加え共鳴層位置の選び方に応じて、プラズマへの高周波電力吸収が向上する可能性が示された。長時間実験では約2時間の定常プラズマを実現することに成功した。長時間放電時の水素の挙動を明らかにするために、動的な吸蔵メカニズムの解明が進展し、壁の粒子吸蔵が支配的となる放電開始直後の時間帯では再堆積層における水素バリアモデルが現象をよく説明できることが示された。その後の能動的排気が重要となる時間帯では壁温調整による制御が有効であると考えられる。

低域混成波を用いた方式では、プラズマ中心への波動の伝搬・吸収効率を高めるための上側入射アンテナが実装され、初期実験が行われた。上側入射のみでは、低プラズマ電流時の伝搬が不安定であることから、外側アンテナとの併用が良好な性能をもたらすと考えられ、30kW の外側アンテナ入射に 5kW の上側アンテナ入射を重畳させることによって密度上昇が確認された。

合体法では、総プラズマ電流 80kA 程度の球状トーラスの形成に成功しているが、合体後

の電子温度・密度が十分でなかった。そこで、初期プラズマ生成効率を向上させるための新電源の整備を行い、プラズマ電流維持時間を伸長することによって、中性粒子ビーム入射による電子加熱効果を確認することに成功した。また、合体時の電子加熱効率を増加させるために、初期プラズマ生成および合体過程を適切に制御する必要があるが、改良コーシー条件面法を用いることによって、初期プラズマ生成時に重要となる装置壁上の渦電流を含んだ形での磁気面再構成が可能であることが示され、特に合体前の2つの球状トカマクが存在する時刻についても良好な最外殻磁気面／プラズマ電流の推定が実現された。

6-3 若手研究者育成

本事業に参加する三カ国45名の学生・若手研究者を対象とした第4回夏の学校を九州大学筑紫キャンパスにて開催した。プラズマ乱流や波動加熱、核融合反応に関する理学的内容、炉設計やプラズマ制御などの工学的内容、さらには装置の真空排気や計測などの実践的内容を含む11件の講義に加え、九州大学の実験装置見学や参加学生・若手研究者によるポスターセッションを実施し、理論から実験にわたる豊富な知識の提供、発表経験の蓄積、相互交流の推進を実現することができた。

その他、国内学会に加え、第三国で開催された国際会議に2名の学生を派遣し、共同研究成果を世界に発信すると同時に、学生の発表能力向上ならびに国際的なコミュニティへの参加を促進できた。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

特にありません。

6-5 今後の課題・問題点

今年度開催した第4回夏の学校（平成28年8月2日～5日、九州大学筑紫キャンパス）については、当初は大分県玖珠郡九重町の九州大学九重研修所での開催を予定し、平成27年秋から準備を進めていたが、平成28年4月14日に発生した熊本地震により当該施設に損傷が発生した。道路等のインフラの被害・復旧状況が予測できない上に余震の発生が継続していたことを鑑み、急遽会場を九州大学筑紫キャンパスに変更し、宿泊施設の振り替え等を行った。幸い予定通りの日程で開催することができたが、夏休み期間中の福岡市周辺での宿泊を短期間で確保する必要があったため宿泊費用等が当初見込みより大幅に増加してしまった。結果的に一部の海外派遣を取りやめたり、旅費を別予算に振り替えたりする等の措置を講じる必要が生じたが、上記夏の学校には多数の学生が参加することができ、事業全体として適切な運用が行われたと考えられる。

6-6 本研究交流事業により発表された論文

- | | |
|----------------------------|----|
| (1) 平成28年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 | 6本 |
| うち、相手国参加研究者との共著 | 2本 |

平成24～26年度採択課題用

- | | |
|------------------------------|-----|
| (2) 平成28年度の国際会議における発表 | 14件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 2件 |
| (3) 平成28年度の国内学会・シポジウム等における発表 | 17件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 1件 |

7. 平成28年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

| 整理番号 | R-1 | 研究開始年度 | 平成24年度 | 研究終了年度 | 平成29年度 |
|--------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | <p>(和文) 球状トーラスにおける革新的トカマクプラズマの立ち上げと電流駆動</p> <p>(英文) Innovative Tokamak Plasma Startup and Current Drive in Spherical Torus</p> | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | <p>(和文) 井通暁・東京大学・准教授 (1-1)</p> <p>(英文) INOMOTO, Michiaki・University of Tokyo・Associate Professor (1-1)</p> | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | <p>(英文) GAO, Zhe・Tsinghua University・Professor (2-1)</p> <p>HWANG, Yong-Seok・Seoul National University・Professor (3-1)</p> | | | | |
| 28年度の研究 交流活動 | <p>東京大学 UTST、TST-2、京都大学 LATE、九州大学 QUEST、清華大学 SUNIST、ソウル大学 VEST の6台の球状トカマク実験装置を活用し、球状トカマク立ち上げ・維持のための革新的手段の実現および球状トーラス中で発生するプラズマ現象の解明を目指し、共同研究を推進した。</p> <p>波動を用いた球状トカマク立ち上げに関しては、これまでに開発された電子サイクロトロン波および低域混成波入射を運用して実験を実施し、電流駆動性能の評価およびプラズマ特性の理解を進めた上で、さらにプラズマ電流、温度、密度といったパラメータを増加させるための手段の検討を行った。さらに日本と中国の協力下で電子サイクロトロン波を用いた長時間維持に関する検討を、日本と韓国の協力下で低域混成波を用いた電流駆動を大型トカマク装置に適用する可能性についての検討を進めた。</p> <p>合体法による立ち上げ実験については、合体前の初期プラズマの電流および温度を予め増加させておくことによって合体時加熱の効率を上昇させ、中性粒子ビーム入射に必要な高温プラズマの実現を目指した研究開発を行った。中性粒子ビーム入射に関しては、日本側装置において定常的な運用を開始し、韓国から学生4名が各8日間ずつ滞在した共同実験等により、電子加熱性能の評価を実施した。さらに、韓国で実施されている中性粒子ビーム源開発への協力を行った。</p> <p>また、これまでに開発を行った電流立ち上げ手法との併用の可能性を有する同軸/局所ヘリシティ入射法の開発が日本および韓国で進展し、電源装置の整備等を行った。</p> | | | | |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <p>球状トーラス立ち上げの評価に必要な計測器等の中でも、トムソン散乱やプラズマ位置制御に関する開発を日本と韓国の協力下で実施し、プラズマの最外殻磁気面推定法の開発・実装を日韓・日中の各協力体制で推進した。</p> |
| <p>28年度の研究 交流活動から得 られた成果</p> | <p>高周波波動のうち電子サイクロトロン波を用いた立ち上げ手法については、3台の2.45GHzマグネトロンによる最適偏波入射実験が進展した。2台のマグネトロンからはOモード様の直線偏波を入射し、3台目のマグネトロンからの偏波をOモード様からXモード様にかけての左回り楕円偏波として変化させたところ、特定の偏波において電子密度、電子温度、軟X線発光量の増加が観測された。最外殻磁気面内の密度がカットオフ密度を超過していることから、このような差異は電子バーンシュタイン波へのモード変換率の向上によってもたらされたと考えられる。さらに、2.45GHzマイクロ波と同時に使用する5GHzマイクロ波の入射システムが新たに構築され、電子サイクロトロン共鳴層位置とプラズマパラメータとの関連性の検証する実験が開始された。</p> <p>また、8.2GHzと28GHzの電子サイクロトロン波を用いた実験では最大で約70kAのプラズマ電流が得られ、長時間運転においては約2時間の定常状態が達成されるなど、性能面で大きな進捗が得られた。長時間放電時の水素の挙動を明らかにするために、動的な吸蔵メカニズムの解明が進展し、壁の粒子吸蔵が支配的となる放電開始直後の時間帯では再堆積層における水素バリアモデルが現象をよく説明できることが示された。</p> <p>一方、低域混成波を用いる方式では、プラズマ外側に設置したアンテナのみを用いることで最大25kAのプラズマ電流が確認されたが、プラズマ電流および密度が増加するにつれて高周波パワーの吸収領域がプラズマ中心から端部にシフトする傾向が観測された。数値解析によると、球状トーラス配位が形成された後は、外側アンテナよりも上側アンテナを用いる方が高い吸収効率を示すことから、上側入射アンテナが新たに開発・実装され、初期実験が開始された。</p> <p>合体法については、初期プラズマ電流を増加させるための新電源を構築し、運用を開始した。電流増加の実現には至っていないが、電流維持時間を増加させることに成功し、中性粒子ビーム入射時に電子が加熱されていることを示唆する結果を得た。また、小型ロゴスキーコイルを合体地点に挿入することによって、局所的に高い電流密度が存在することが示された。トロイダル方向に加速された電子が自ら担う電流によって閉じた磁気面を形成することによって、電子が高電場領域に長時間滞在し、高いエネルギーに到達する可能性が示された。</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>合体系・高周波法いずれにしても、プラズマ中の電流分布を推定することが重要であり、真空容器壁の渦電流分布や最外殻磁気面外部のプラズマ電流の寄与を含んだ高精度推定法の開発が進展した。</p> |
|--|--|

7-2 セミナー

| | |
|---------------------------------------|--|
| 整理番号 | S-1 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会日中韓フォーサイト事業「第4回 球状トーラス夏の学校」 |
| | (英文) JSPS A3 Foresight Program “4th Summer School and Workshop on Spherical Torus“ |
| 開催期間 | 平成28年 8月 2日 ~ 平成28年 8月 5日 (4日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) 日本、福岡県春日市、九州大学筑紫キャンパス |
| | (英文) Japan, Kasuga, Kyushu Univ. Chikushi Campus |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 井通暁・東京大学・准教授(1-1) |
| | (英文) INOMOTO, Michiaki・University of Tokyo・Associate Professor(1-1) |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合) | (英文) |

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〉 | A. | 34/ 141 | |
| | B. | 2 | |
| 中国 〈人/人日〉 | A. | 14/ 82 | |
| | B. | 0 | |
| 韓国 〈人/人日〉 | A. | 15/ 86 | |
| | B. | 0 | |
| 合計 〈人/人日〉 | A. | 63/ 309 | |
| | B. | 2 | |

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。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

平成24～26年度採択課題用

| | | | | | | |
|-------------|---|--|---------|---------------|------------|----------|
| セミナー開催の目的 | <p>本プロジェクトの中心課題である球状トラス物理に加え、核融合炉設計やプラズマ壁相互作用、内部構造を再構成するための数値解析など、今後研究活動に従事するために必須となる内容について日本・中国・韓国のプラズマ研究者による講義を行い、大学院生が幅広い分野を学ぶ機会を提供する。また、若手研究者による最新研究成果の講演、学生による研究発表等を実施し、相互交流および共同研究の推進を図る。</p> | | | | | |
| セミナーの成果 | <p>三カ国45名の学生・若手研究者を対象とした夏の学校を開催し、プラズマ物理、実験技術、核融合炉設計、核物理、材料工学にわたる広範な分野から11件の講義を提供した。これらの講義内容は、学生が直接携わっている研究に役立つ知見・技術に加え、将来核融合分野の研究者として必要となる知識を効果的に提供できるように選定されたものであり、本事業の中核である若手人材育成に大きく寄与できたものと考えられる。期間中には九州大学 QUEST装置の見学会を実施した。教員や担当学生との詳細な議論を通して、最先端の実験研究内容についての相互理解に加え、各学生が携わる実験装置運用のノウハウを共通化し、効率的な研究推進につなげることができた。また学生・若手研究者によるポスターセッション（発表数44件）を開催し、特に若い学生に英語での発表機会を与えると同時に、いくつかのテーマについては教員を交えた共同研究の推進につながるという成果が得られた。</p> | | | | | |
| セミナーの運営組織 | <p>セミナーの実施運営についてはホストである日本側（九州大学、東京大学）が主体的に行い、中国側および韓国側は主として各PIが補助的な作業を行った。講義内容の調整等については、三カ国の拠点機関研究者を中心とした運営委員会において議論を行った。</p> | | | | | |
| 開催経費分担内容と金額 | 日本側 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">内容 国内旅費</td> <td style="text-align: right;">金額 3,701,669円</td> </tr> <tr> <td>その他経費（会議費）</td> <td style="text-align: right;">824,067円</td> </tr> </table> | 内容 国内旅費 | 金額 3,701,669円 | その他経費（会議費） | 824,067円 |
| 内容 国内旅費 | 金額 3,701,669円 | | | | | |
| その他経費（会議費） | 824,067円 | | | | | |
| | 中国側 | 内容 外国旅費 | | | | |
| | 韓国側 | 内容 外国旅費 | | | | |

平成24～26年度採択課題用

| | |
|---------------------------------------|---|
| 整理番号 | S-2 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会日中韓フォーサイト事業「第5回 球状トーラスワークショップ」 |
| | (英文) JSPS A3 Foresight Program “5th Workshop on Spherical Torus“ |
| 開催期間 | 平成29年 2月15日 ～ 平成29年 2月17日 (3日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) 中国、昆明市、雲南師範大学 |
| | (英文) China、Kunming、Yunnan Normal University |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 井通暁・東京大学・准教授(1-1) |
| | (英文) INOMOTO, Michiaki・University of Tokyo・Associate Professor(1-1) |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合) | (英文) GAO, Zhe・Tsinghua University・Professor・(2-1) |

参加者数

| 派遣先 派遣元 | A. | セミナー開催国 (中国) | |
|--------------|----|-----------------|-----|
| | | 人数 | 日数 |
| 日本 〈人／人日〉 | A. | 13 | 64 |
| | B. | 0 | |
| 中国 〈人／人日〉 | A. | 13 | 65 |
| | B. | 4 | |
| 韓国 〈人／人日〉 | A. | 9 | 45 |
| | B. | 1 | |
| 合計 〈人／人日〉 | A. | 35 | 174 |
| | B. | 5 | |

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 | <p>日本・中国・韓国の参加研究者が、球状トーラスの先進的立ち上げ／電流駆動手法、加熱手法、計測手法および関連する数値解析手法について、特に本事業によって実施された共同研究の成果と途中経過を中心とした発表および議論を行う。また、本事業の運営推進会議も開催し、本事業の残り期間で行うべき活動の概要を決定すると同時に本事業終了後の枠組みについても議論を行う。</p> | | | | | | | | | | |
| セミナーの成果 | <p>本事業に参加している35名の研究者から、主要実験設備のレビュー発表と特定のトピックスに関する研究成果報告を合わせて32件の発表が行われた。高周波および合体法による球状トーラス立ち上げ手法開発の進捗に加え、トカマクプラズマ中の乱流や低域混成波による電流駆動時のパラメトリック不安定性といった物理現象の解明、さらにはトムソン散乱や、マイクロ波干渉計、軟X線計測、中性粒子ビーム、磁気面再構成、プラズマ制御といった開発課題についての発表と議論を通して、各国での共同研究の進捗の確認と課題の抽出が行われた。また、本事業に直接参加する装置以外でも、米国の大型球状トカマク装置 NSTX や、通常のトカマク装置である韓国 KSTAR、中国 HL-2A、EAST、J-TEXT、さらには中国で計画中的の新実験や、フランスで建設中の ITER に関する研究動向が発表され、世界的な核融合開発研究における本事業の位置づけについても議論を進めることができた。</p> | | | | | | | | | | |
| セミナーの運営組織 | <p>セミナーの実施運営についてはホストである中国側（清華大学および会場である雲南師範大学）が主体的に行い、日本側および中国側は主として各 PI が補助的な作業を行った。プログラム編成等については、三カ国の拠点機関研究者を中心とした運営委員会において議論を行った。</p> | | | | | | | | | | |
| 開催経費分担内容と金額 | 日本側 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">内容</td> <td style="padding: 2px;">外国旅費</td> <td style="padding: 2px;">金額</td> <td style="padding: 2px;">812,202 円</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">外国旅費に係る消費税</td> <td></td> <td style="padding: 2px;">61,137 円</td> </tr> </table> | 内容 | 外国旅費 | 金額 | 812,202 円 | | 外国旅費に係る消費税 | | 61,137 円 | |
| 内容 | 外国旅費 | 金額 | 812,202 円 | | | | | | | | |
| | 外国旅費に係る消費税 | | 61,137 円 | | | | | | | | |
| | 中国側 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">内容</td> <td style="padding: 2px;">国内旅費</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">その他経費（会議費）</td> </tr> </table> | | 内容 | 国内旅費 | | その他経費（会議費） | | | | |
| 内容 | 国内旅費 | | | | | | | | | | |
| | その他経費（会議費） | | | | | | | | | | |
| | 韓国側 | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">内容</td> <td style="padding: 2px;">外国旅費</td> </tr> </table> | | 内容 | 外国旅費 | | | | | | |
| 内容 | 外国旅費 | | | | | | | | | | |

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

| 日数 | 派遣研究者 | | 訪問先・内容 | | 派遣先 |
|------|----------------|----------|----------|-----------------------------------|------------|
| | 氏名・所属・職名 | 氏名・所属・職名 | 氏名・所属・職名 | 内容 | |
| 8 日間 | 中村一男・九州大学・教授 | | | S0FT2016国際会議において共同研究成果を発表するため | チェコ・プラハ会議場 |
| 8 日間 | 牛木知彦・東京大学・博士2年 | | | 58th APS-DPP国際会議において共同研究成果を発表するため | 米国・サンノゼ会議場 |
| 8 日間 | 矢内亮馬・東京大学・博士2年 | | | 58th APS-DPP国際会議において共同研究成果を発表するため | 米国・サンノゼ会議場 |

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価での指摘事項は、(1) 大学院生の発表機会の増加、(2) 国際共著論文の増加、(3) ネットワークを継続的に維持する仕組みの検討であった。(1)に関しては、毎年開催している夏の学校でポスターセッションを設けることによって、特に修士課程の学生が初めて英語で発表を行う機会を提供することとしている。さらに6件の国際・国内会議への大学院生の参加をサポートしたことに加え、大学院生（および修了生）を主著者とした4編の雑誌論文が掲載された。(2) 国際共著論文については、平成28年度中に雑誌論文2編、国際会議2件、国内会議1件の発表が行われ、継続的に共同研究成果が得られている。(3) 本事業後の協力については、今年度行われた2件のセミナーの際に議論を行い、平成29年度韓国で開催される球状トラス国際会議をはじめとする体制を検討した。また、当初の予定には含まれていなかったが、共同研究の総括と継続的な協力体制の構築を行うための会合を平成29年度に実施することとした。

平成24～26年度採択課題用

8. 平成28年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

| 派遣先 派遣元 | 四半期 | 日本 | 中国 | 韓国 | チエコ (第三国) | 米国 (第三国) | 合計 |
|------------|-----|---------------|-------------|-----------|--------------|-------------|---------------|
| 日本 | 1 | / | 0/0 () | 1/3 () | () | () | 1/3 (0/0) |
| | 2 | | 0/0 () | 0/0 () | 1/8 () | () | 1/8 (0/0) |
| | 3 | | 0/0 () | 0/0 () | () | 2/16 () | 2/16 (0/0) |
| | 4 | | 13/64 () | 0/0 () | () | () | 13/64 (0/0) |
| | 計 | | 13/64 (0/0) | 1/3 (0/0) | 1/8 (0/0) | 2/16 (0/0) | 17/91 (0/0) |
| 中国 | 1 | 0/0 () | / | () | () | () | 0/0 (0/0) |
| | 2 | 14/82 () | | () | () | () | 14/82 (0/0) |
| | 3 | 0/0 () | | () | () | () | 0/0 (0/0) |
| | 4 | 0/0 () | | () | () | () | 0/0 (0/0) |
| | 計 | 14/82 (0/0) | | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 14/82 (0/0) |
| 韓国 | 1 | 0/0 () | () | / | () | () | 0/0 (0/0) |
| | 2 | 15/86 () | () | | () | () | 15/86 (0/0) |
| | 3 | 1/4 () | () | | () | () | 1/4 (0/0) |
| | 4 | 0/0 (4/32) | () | | () | () | 0/0 (4/32) |
| | 計 | 16/90 (4/32) | 0/0 (0/0) | | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 16/90 (4/32) |
| | 1 | () | () | () | / | () | 0/0 (0/0) |
| | 2 | () | () | () | | () | 0/0 (0/0) |
| | 3 | () | () | () | | () | 0/0 (0/0) |
| | 4 | () | () | () | | () | 0/0 (0/0) |
| | 計 | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) |
| 合計 | 1 | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 1/3 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 1/3 (0/0) |
| | 2 | 29/168 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 1/8 (0/0) | 0/0 (0/0) | 30/176 (0/0) |
| | 3 | 1/4 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 2/16 (0/0) | 3/20 (0/0) |
| | 4 | 0/0 (4/32) | 13/64 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 0/0 (0/0) | 13/64 (4/32) |
| | 計 | 30/172 (4/32) | 13/64 (0/0) | 1/3 (0/0) | 1/8 (0/0) | 2/16 (0/0) | 47/263 (4/32) |

8-2 国内での交流実績

| 1 | 2 | 3 | 4 | 合計 |
|-----------|----------------|-----------|-----------|----------------|
| 0/0 (0/0) | 27/114 (16/31) | 1/2 (0/0) | 3/5 (0/0) | 31/121 (16/31) |

9. 平成28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 | 4,227,609 | 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 | 1,390,840 | |
| | 謝金 | 0 | |
| | 備品・消耗品購入費 | 887,827 | |
| | その他の経費 | 1,383,241 | |
| | 不課税取引・非課税取引に係る消費税 | 110,483 | |
| | 計 | 8,000,000 | 研究交流経費配分額以内であること。 |
| 業務委託手数料 | | 800,000 | 研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。 |
| 合計 | | 8,800,000 | |