

**日本学術振興会日中韓フォーサイト事業
事後評価（24年度採用課題）書面評価結果**

領域・分科（細目）	工学・総合工学（核融合学）		
研究交流課題名	高性能プラズマの定常保持に必要な物理基盤の形成		
日本側拠点機関名	自然科学研究機構 核融合科学研究所		
研究代表者 （所属部局・職名・氏名）	核融合科学研究所・教授・森田 繁		
相手国側	国名	拠点機関名	研究代表者 （所属部局・職名・氏名）
	中国	中国科学院 等離子体物理研究 所	Institute of Plasma Physics・ Chinese Academy of Science・ Professor・HU Liqun
	韓国	韓国国立核融合 研究所	National Fusion Research Institute, KSTAR Research Center・Principal Researcher・ OH Yeong-kook

評 価
<p>A 想定以上の成果をあげており、当初の目標は達成された。</p> <p>B 想定どおりの成果をあげており、当初の目標は達成された。</p> <p>C ある程度成果があがり、当初の目標もある程度達成された。</p> <p>D 成果が十分にあるとは言えず、当初の目標はほとんど達成されなかった。</p>
コメント
<p>本課題である高性能プラズマの定常保持に必要な物理基盤の形成は、核融合発電の実現にとって最重要課題の1つである。日本は世界における当該分野の主導的役割を果たしてきており、日中韓3ヶ国を中心にアジアの研究協力体制を構築していくことは世界の核融合研究の進展にとって極めて重要である。</p> <p>学術的側面について本課題では、高性能プラズマの定常保持に不可欠な「閉じ込め磁場配位の定常保持」、「周辺及びダイバータプラズマ制御」、「高エネルギー粒子とバルクプラズマの相互作用」「理論・シミュレーション」の4つのカテゴリーに分類した物理課題の研究計画、実施体制を構築することにより、実験及び理論・シミュレーション共に成果を上げてきた。このように専門的なカテゴリーを個別に設定することにより、各カテゴリーの専門研究者の緊密な議論による共同研究・研究交流を推進したことは、研究協力体制の構築という観点からも優れたスキームであったと評価できる。また、米国製のDIII-D装置を巻き込んだプラズマ壁相互作用（PWI）研究の新展開など当初予想できなかった成果は多い。</p> <p>若手研究者の育成については、中国側・韓国側学生の日本における博士号取得、中国側・韓国側から日本側への複数の長期滞在者受け入れなど、大いに成果をあげてきた。また、共同研究とセミナーを積極的に実施したことは評価できる。しかしながら、日本側の若手研究者を長期に中国・韓国へ派遣することが少なかったことは惜しまれる。特に、若手研究者が普段とは異なる研究環境と文化の中で本格的に研究することは、成長を促す良い経験となるからである。</p> <p>研究拠点の構築については、2件の日中間の研究協力協定が締結されたことに加え、中間評価で指摘されたいくつかの項目に関して、参加国の研究環境事情に応じた適切な対応策が講じられた結果、東アジア人的研究ネットワークが構築できたと評価できる。本課題で構築した研究ネットワークを通して、平成31年に稼働予定のJT-60SA、さらには国際協力で建設され十数年後に本格的DT燃焼が試されるITER（国際熱核融合実験炉）へ、優れた人材を供給することになるものと期待される。</p>

1. これまでの交流を通じて得られた成果

観 点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究交流活動を通じて「学術的側面」「若手研究者の育成」「研究拠点の構築」の観点から成果があがったか。 ・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されたか。 ・ 本事業により得られた成果の社会への還元があったか。 ・ 当初予期していなかった活動成果があったか。
-----	---

評 価
<input type="checkbox"/> 想定以上の成果があった。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果があった。 <input type="checkbox"/> ある程度成果があった。 <input type="checkbox"/> 成果があったとは言えない。
コメント
<p>・ 研究交流活動を通じて「学術的側面」「若手研究者の育成」「研究拠点の構築」の観点から成果があがったか。</p> <p>学術的側面については、電子サイクロトロン加熱（ECH）や、低域混成波（LHW）を用いた電流駆動によりプラズマ中心でのタングステン不純物が抑制できることを実験で示すなどの成果があがっており、評価できる。また、米国ジェネラルアトミック社のDIII-D装置を加えた研究展開など、当初予期しなかった発展が得られている。</p> <p>若手研究者の育成については、全期間を通じて多数の派遣、受け入れを実施しており、若手研究者の育成に貢献したと考えられる。特に、本課題を通じて核融合研究者の層が薄い中国側と韓国側の若手研究者の育成に大きく寄与し、各拠点間における若手人材育成の緊密な人的ネットワークを構築できたと評価できる。</p> <p>研究拠点の構築については、日中韓3ヶ国の超伝導プラズマ閉じ込め装置を用いて共同研究を進め、世界をリードできる東アジア核融合研究拠点形成に貢献したと評価できる。中国側の西南物理研究所（SWIP）におけるHL-2A装置での不純物輸送研究や、乱流に関する日中韓の共同研究など、本課題による研究交流、新たな研究グループの形成が、双方の拠点形成に貢献したと考えられる。</p> <p>・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されたか。</p> <p>タングステンの分光データ等優れた研究業績が発表されており、研究論文は506編（内参加国研究者との共著112編）、国際会議発表130件（内参加国との共同発表58件）、国内学会・シンポジウム発表63件（内参加国共同発表18件）など、多大な成果を上げている。一方で、単独の国の著者による論文が多く、また、学術雑誌等に発表した論文の半分以上が本課題のセミナーのプロシーディング論文（NIFS-PROC）である点が気にかかる。学術雑誌での発表の比率を高めるべきであった。</p>

・本事業により得られた成果の社会への還元があったか。

研究課題の性格上、直接的な社会貢献は難しいのではないかと考えるが、アジアにおける若手人材育成をはじめ、本事業の趣旨であるアジア軸の学術的発展には十分寄与したと判断できる。

・当初予期していなかった活動成果があったか。

日本側と中国側との間で新たに2件の研究協力協定が締結されたのに加えて、中国・西南物理研究所のHL-2A装置での不純物分光計測等の日中共同研究が発展する見込みとなっている。また、日韓協力事業計画の見込み、米国製のDIII-D装置も巻き込んだプラズマ壁相互作用(PWI)研究の新展開など、当初予想できなかった成果は多い。

2. 事業の実施状況

観点	<ul style="list-style-type: none">・ 研究交流目標達成に向けて、「共同研究」「セミナー」「研究者交流」を適切に計画し、実施したか。・ 国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等は適切であったか。・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されたか。・ 中間評価における指摘事項等について適切に対応されたか。
----	--

評 価
<p><input type="checkbox"/> 想定以上に効果的に実施された。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 概ね効果的に実施された。</p> <p><input type="checkbox"/> ある程度効果的に実施された。</p> <p><input type="checkbox"/> 効果的に実施されたとは言えない。</p>
コメント
<p>・ 研究交流目標達成に向けて、「共同研究」「セミナー」「研究者交流」を適切に計画し、実施したか。</p> <p>研究交流目標達成に向けて、適切に計画し、実施されている。共同研究については、それぞれのカテゴリーにおいて数多くの研究者交流が実施されている。セミナーについては、過去5年間に各拠点国で計10回実施されており、開催場所、開催頻度は適正である。ただ、共同研究での派遣期間の多くが短期間のものであったことから、日本からの長期派遣をはじめ、2週間以上の派遣をもっと実施すれば研究交流が充実したのではないと思われる。</p> <p>・ 国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等は適切であったか。</p> <p>核融合科学研究所を中心として、本課題で可能かつ適切な実施体制・協力体制を構築し緊密な人的ネットワークを構築できたと評価できる。ただ、国内については、協力機関として7つの大学が記載されているものの、一部を除き、どのような協力関係にあるのか、最終年度報告書の記載だけでは読み取れなかった。</p> <p>・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されたか。</p> <p>研究交流経費のほとんどが旅費に充てられており、適切に執行されたと判断される。</p> <p>・ 中間評価における指摘事項等について適切に対応されたか。</p> <p>中間評価において、本課題の波及効果として互いに留学生が増加するなどの効果が表れると良いとの指摘があった。これに対して、中国側学生4名（他2名が取得予定）、韓国側学生1名が日本における博士の学位を取得し、十分な留学生の育成が行われたと</p>

評価できる。ただ、本課題による研究交流の結果、互いに留学生が増加したかどうか分かるデータを最終年度報告書に載せて欲しかった。

中国・韓国に比べると日本の貢献度が高い印象があるとの指摘については、日本と中国・韓国の核融合研究の歴史の違いが大きいことに起因している。中国側では専門性の高いシニアスタッフがこれまで非常に不足していたが、近年急速に人材育成が進んでおり、韓国側では米国帰りの数少ない研究者が研究を担っているため、海外滞在が難しい事情があった。このような中、相手国側でセミナーやワークショップを開催するなどの工夫をすることにより、研究交流の深化を図ることができたと評価できる。ただし、中国側および韓国側の貢献度を高めるために、日本から研究者を長期派遣するとともに、日本への長期受け入れを増やし、若手研究者の育成に努めるようもう少し検討できたのではと考えられる。

3. 今後の研究交流活動

観 点	・事業終了後も、当該分野のアジア地域における世界的水準の研究拠点として、継続的な研究交流活動の実施が期待できるか。
-----	---

評 価
<input type="checkbox"/> 想定以上の成果が期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果が期待できる。 <input type="checkbox"/> ある程度成果が期待できる。 <input type="checkbox"/> 成果が期待できない。
コメント
<p>・事業終了後も、当該分野のアジア地域における世界的水準の研究拠点として、継続的な研究交流活動の実施が期待できるか。</p> <p>日本側拠点機関である核融合科学研究所は本課題開始以前から国際的研究拠点であったが、本課題により東アジアでの研究者間のネットワークをさらに強固に築けたことから、今後も継続的な研究交流活動が実施できると期待できる。</p> <p>本課題では、4つのカテゴリー（I. 閉じ込め磁場配位の定常保持、II. 周辺及びダイバータプラズマ制御、III. 高エネルギー粒子とバルクプラズマの相互作用、IV. 理論・シミュレーション）毎に適切な目標を設定し、成果をあげることができた。中国 EAST 装置の NBI 性能の不確定性、日中韓の異なる磁場配位を有する3つの装置のシミュレーションの難しさを乗り越え、共同研究により長時間保持プラズマの性能向上を実現し、成果を出せたことは高く評価できる。</p> <p>今後、平成 31 年以降に中国側で新しく HL-2M 装置が稼働予定、また同年に日本側で超伝導トカマク装置である JT60-SA が稼働予定である。JT60-SA は日・欧共同事業であるが、本課題で育成できた東アジア研究ネットワークも参画できれば、真に世界をリードする研究拠点が構築され、核融合研究の進展への多大な寄与が期待される。日中韓の3拠点は、長年継続的にアジア地域の研究拠点形成に努力してきたが、最終年度報告書によると、さらに本事業以外の外部資金の獲得計画を用意しており、今後の研究交流活動の実施に向け、十分に期待できるものとする。</p>