

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

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 職 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 職 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	Experimental Research Division, KSTAR Research Center, Principal Researcher, OH Yeong-kook

総合的評価（書面評価）

評 価

- A 想定以上の成果をあげつつあり、当初の目標の達成が大いに期待できる。
- B 想定どおりの成果をあげつつあり、現行の努力を継続することによって目標の達成が概ね期待できる。
- C ある程度の成果をあげつつあるが、目標達成のためには一層の努力が必要である。
- D 成果が十分にあるとは言えず、目標の達成が期待できないため、経費の減額または中止が適当であると判断される。

コメント

本課題は、核融合発電の実用化に向け、高性能プラズマの定常保持に必要な物理基盤の形成を目指すものである。高性能プラズマの定常保持は核融合炉開発にとって最重要課題の一つであり、世界をリードする研究拠点をアジアに構築することには大きな意義がある。日本はこの中で主導的役割を担ってきており、これからも主導的立場を堅持することは極めて重要である。

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」、「アルファ粒子の閉じ込め」を物理課題の柱とし、実験、シミュレーションともに着実な成果が挙がりつつあり、研究計画、実施状況とも問題ない。過去2年間で共同研究の基盤としての人的ネットワークはある程度形成できたと思われるので、これからはこのネットワークを元にさらに具体的な共同研究作業へ入り、加速度的に成果を出して欲しい。

なお、日本側の参加者については、プラズマ物理の観点からはより多くの機関・研究者の参画が望められる。より多くの協力を得ることで研究成果も飛躍的に増加することが期待されるため、セミナーへの参加を広く呼びかけるなど、積極的にネットワークを拡大してもらいたい。

また、これまでは日本が中国・韓国の研究を助けるという側面が強かったが、今後は中国・韓国が力をつけてくることは間違いない。特に中国の台頭には勢いがある。本事業以前から中国とは研究拠点形成を推進していたこともあり、中国との研究協力は広く行われている。本事業で韓国が加わり、研究協力も広がりつつあるが、日本・中国、日本・韓国に比べ、中国・韓国の協力はまだ弱いように見受けられる。加えて、中国、韓国の装置に関してはNBIの出力など問題点もあるため、日本のLHD装置を含めて比較研究を行うためには実験パラメータの設定を熟考する必要があると思われる。

若手研究者の育成に関しては、十分配慮され、成果も出ているが、既に当該分野で研究している研究者や大学院生を育成するだけでなく、この分野に優秀な学生を引き込む努力が不可欠であり、大学と協力してこれに取り組む努力が望まれる。

本事業終了後も、日本原子力研究開発機構に建設中のJT-60SAがITER以外の核融合装置としては最高性能を誇る装置となるので、これを推進する全日本の研究チーム(EUとの共同事業でもあるため、EU研究者も深く関わっている)との融合を今から進めていくことができれば、真に世界をリードする研究拠点の構築が大きく進み、一層の核融合研究の進展が期待できる。

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ているか。 ・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されているか。 ・ 研究交流活動の成果から発生した波及効果はあるか。
-----	---

評 価
<input type="checkbox"/> 想定以上の成果があがっている。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果があがっている。 <input type="checkbox"/> ある程度成果があがっている。 <input type="checkbox"/> 成果があがっているとは言えない。
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ているか。</p> <p>各国を代表する研究所間での研究交流活動であり、研究機関の高い能力どおりの立派な研究計画となっている。「学術的側面」については、各研究課題で順調に成果があがっている。「若手研究者の育成」についても、予想通りの成果があがっており、セミナー等実施の際には積極的に若手研究者に口頭発表を割り振るなど若手研究者の育成にも配慮されているが、分野内の若手研究者の育成のみでなく、大学との連携を強化し、特に国内でこの分野に優秀な学生を引き込む努力も望まれる。「研究拠点の構築」については、日本側の体制は順調に構築されつつある。中国、韓国の装置を用いた実験も行われており、拠点の構築もなされているものの、中国・韓国に比べると、日本の貢献度が高い印象がある。</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ているか。</p> <p>論文数、発表数ともに非常に多く、計測器の共同開発や共同研究によるシミュレーションモデルの構築などで高い研究業績があがっていることが窺われる。相手国との共著論文の割合も多い。しかし、記載されている研究業績の中には本事業によって実施されたもののほか、もともと行っていた研究の成果も含まれていると考えられ、どこまでが本事業の成果であるか判断が困難な部分もある。</p> <p>一方で、中国の EAST、韓国の KSTAR 装置を用いて作成した試料の日本での解析も進められており、今後の成果が期待される。</p> <p>・ 研究交流活動の成果から発生した波及効果はあるか。</p> <p>もともと高い波及効果を目指した研究ではなく、報告書文面からの判断は難しいが、高温プラズマの高性能化および定常保持に関する物理基盤の形成が進んでいることが</p>

ら、核融合以外のプラズマ分野や乱流物理、計算物理の分野に波及効果があると考えられる。また、中国・韓国で共同研究を実施する際に近隣の大学で講義を実施したり、来日した研究者にオープンキャンパスに参加してもらうなどの科学啓蒙活動が波及効果の1つであると思われる。研究交流の結果、互いに留学生が増加するなどの効果が現れるとより良いと思われる。

2. 研究交流活動の実施状況

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、実施しているか。 ・ 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るか。 ・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されているか。
----	---

評 価

- 想定以上に効果的に実施されている。
- 概ね効果的に実施されている。
- ある程度効果的に実施されている。
- 効果的に実施されているとは言えない。

コメント

・ 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、実施しているか。

概ね適切に計画し実施されている。「共同研究」に関しては、中国・韓国に比べ日本側の貢献が大きいように見える。「セミナー」・「研究者交流」は、過去2年間に研究者交流会合1回、セミナー会合4回の計5回の会合を実施しており、会合の開催場所、間隔も適切である。「研究者交流」においては日本からの派遣に比べ、中・韓からの受け入れが少ないようである。

・ 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るか。

国内に関しては、カテゴリ設定および核融合科学研究所を中心とする体制は適切であり、問題ないと思われるが、さらに多くの大学等の協力機関による、より積極的な参加が望まれる。プラズマ物理の観点から考えると、より多くの大学等が協力できるポテンシャルを有していると思う。今後は日本側協力機関を更に増やしても良いのではないだろうか。

国外に関しては、具体的な記載はないが、同様のカテゴリと体制が存在することなので問題ないと思われる。中国との協力は過去の実績もあるので盛んであるが、今後は韓国との協力の強化が望まれる。

・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されているか。

適切に経費が執行されており、特に問題は見当たらない。

3. 今後の研究交流活動計画

観 点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標達成に向けた計画が具体的であり、かつ実現性の高い内容となっているか。 ・ 今後の課題がある場合には、それを検討し、適切に対応しているか。 ・ 経費支給期間終了後も、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活動を行うネットワーク構築が期待できるか。
-----	--

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>・ 目標達成に向けた計画が具体的であり、かつ実現性の高い内容となっているか。</p> <p>これまでの成果を基盤とし、中国・韓国の主力装置において性能が向上することに伴い、更なる長時間放電を使って研究を進展させる計画であり、具体性および実現性ともに高い内容であると評価できる。それぞれのカテゴリについて目標に対する計画が具体的に書かれており、カテゴリ II のダイバータプラズマ制御に関しては中韓の NBI 装置の出力が小さくても実施できる実験内容が考慮されている。カテゴリ III のアルファ粒子の閉じ込めに関しては、アルファ粒子を模擬した高エネルギー粒子の研究ではあるが、既に計測器の設置が完了しており、今後のデータ解析による成果が期待される。</p> <p>・ 今後の課題がある場合には、それを検討し、適切に対応しているか。</p> <p>今後の課題について検討し、適切に対応している。中国の EAST 装置の NBI 加熱機器の性能の不確定性や磁場配位の異なる 3 つの装置のシミュレーションの困難さ等、想定している課題は予定以上に時間がかかることであり、それらに関しては大きな問題ではないとしている。また、記載されていない想定外の問題が生じた場合でも、適切に対応できる能力はあると判断される。</p> <p>セミナーやワークショップの開催にかかる資金面での不安についても、他の予算の確保にも努力する予定であり、各拠点の努力で対応可能であると思われる。</p> <p>・ 経費支給期間終了後も、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活動を行うネットワーク構築が期待できるか。</p> <p>当該拠点は、本事業の開始前から、継続的にアジア地域の研究拠点形成に尽力してきた実績をもつ。2017 年に中国の新装置 HL-2A が、2018 年には日本の JT-60SA が稼働予</p>

定であり、本事業によるネットワークが大いに生かされると考えられる。特に JT-60SA を活動に加えるのは大きな意義をもち、日本の主導性を格段に高めるものとなるため、今後は JT-60SA に関わる全日本の研究グループとの融合を早急に推進する努力が不可欠である。

さらに、インドや東南アジア諸国との連携も考慮されており、本事業期間終了後も世界的水準の研究拠点としての活動が期待できる。「世界の核融合研究に向けて更に大きなリーダーシップを有する核融合連合体を東アジアに形成することを目指す」とあるので期待したい。