

**日本学術振興会先端研究拠点事業（国際戦略型）
事後評価結果**

領域・分科（細目）	数物系科学・物理学（素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理（実験））
拠点機関名	東北大学大学院理学研究科
研究交流課題名	電子・光子ビームによるストレンジネス物理国際連携研究プラットフォームの構築
採用期間	5年間 { 拠点形成型：平成 21 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日 国際戦略型：平成 23 年 4 月 1 日～平成 26 年 3 月 31 日
日本側コーディネーター（職・氏名）	大学院理学研究科・教授・田村裕和
交流相手国 （国・拠点機関・コーディネーター）	米国・国立ジェファーソン加速器研究施設（ジェファーソン研究所物理部、ハンプトン大学教授 Liguang TANG）
	ドイツ・マインツ大学（マインツ大学原子核研究所所長、教授 Josef POCHODZALLA）
	イタリア・イタリア原子力機関・ローマ（イタリア原子力機関ローマ&ジサニタ国立衛生研究所 教授 Franco GARIBALDI）
	チェコ・チェコ科学アカデミー原子核物理研究所（原子核研究所研究員 Dr. Petr BYDZOVSKY）

総合的評価（書面評価）

評 価
<p>■ 当初の目標は想定以上に達成された。</p> <p>□ 当初の目標は想定どおり達成された。</p> <p>□ 当初の目標はある程度達成された。</p> <p>□ 当初の目標はほとんど達成されなかった。</p>
コメント
<p>本事業において、ドイツマインツ大学、米国ジェファーソン研究所、イタリア原子力機関グループ、チェコ科学アカデミー原子核物理研究所との国際共同研究体制を構築し、国際共同研究チームを組織し、国内では J-PARC グループとの連携によりストレンジネス・ハイパー核物理の理論・実験研究の国際的共同研究体制が確立したこと（電子ビームを用いて行うハイパー核の精密分光研究は、東北大学ならびに米国ジェファーソン研究所が先駆的な役割を果たしてきたものであるが、この分野の欧州のハブ機関マインツ大学との連携も、部局間協定の締結をはじめこのプログラムでの活動を通じて形成された）、またそれにより、${}^7_{\Lambda}\text{He}$ 測定による質量数 7 のアイソ三重項の同定により Λ N 相互作用の荷電対称性について新たな知見を得たこと及び、ハイパー核分光において世界最高精度（$\sim 500\text{keV}$）を達成したことは特筆に値する。さらに、日本の J-PARC での強力な K 中間子ビームを用いた今後のストレンジネス・ハイパー核物理実験の展開において、特にハイパー核のガンマ線分光という新しい研究領域を開拓したことも重要な成果である。</p> <p>これから実験がはじまる J-PARC を背後に抱えていることの利点も有効に生かしており、日本がこの分野の研究拠点としての役割を果たしてゆく、その一翼を担うものと評価できる。</p> <p>また、マインツ大における ${}^4_{\Lambda}\text{H}$ の精密測定、ジェファーソン研究所における ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ の精密測定に成功したことは、著名学術誌に投稿もしくは投稿中である。これらのハイパー核種はストレンジネス物理の中心課題の一つである荷電対称性の破れに密接につながるもので、分野に与えるインパクトは大きく重要な成果である。成果は著名な国際会議でも招待講演として発表されており、国際的にもその重要性は認識されている。またハイパー核の崩壊に伴う π 中間子の分光を、カウンターで系統的に行う手法を開発し、今後の研究方法の一つとしての有効性を示すなど実り多いものとなっている。</p> <p>この成果を踏まえ、それぞれの実験拠点における将来計画の提案と、実験に向けた研究者グループの形成を行った。本事業で形成された研究交流が、分野の研究促進に大きく寄与しており、今後の継続的な国際共同研究の実施・発展が期待できる。これら将来計画には本事業に理論研究グループが参加したことが重要な役割を果たしていると思われる。理論・実験の協働が研究交流に加わることで、研究の促進・深化がなされた。本事業において適切な連携体制を構築したことによると考えられる。</p> <p>加えて、若手研究者養成のための教育プログラムについても、若手研究者養成のための国際スクールの開催は特筆すべき取り組みである。著名な研究者を本事業研究交流によ</p>

り講師として招聘し、若手研究者に最先端の研究に触れる機会を与え、刺激にもなり、また研究者としての質向上に貢献している。通常のスクールでは、招聘講師の講義のみにとどまるところ、若手研究者による研究発表と議論の機会を与えており、英語での成果発表の訓練の場になっている。それだけでなく、お互いの研究を知ること、視野の広い研究者を育てることにもつながり、日本の研究者レベルの底上げに寄与したとともに、若手研究者の交流活性化により、実験・理論にまたがるさらなる発展を期待できるものとなった。

さらに、本事業では、海外実験拠点における実験的研究に積極的に若手研究者を派遣している。実際に海外で海外の研究者と共同で研究を実施することは、国際的な研究者を育てる上で重要である。実際、国際会議での成果発表を積極的に行っており、効果が現れていると思われる。実験および会議への若手研究者を積極的に支援しており、国際スクールも含め、教育プログラムが十分効果的に実施されたと評価できる。本事業終了後も継続して国際スクールを開催することを希望する。

以上、本事業は効果的に運用され、重要な成果を生んだと総括する。研究・教育の両面で研究交流の基盤が構築されたことにより、今後、本研究分野全体の研究促進・発展を促すと期待できる。電子・光子ビームだけでなくハドロンビームを用いた研究も含めた研究交流体制に成長することが期待される。そのためには継続的な予算獲得が必要である。研究に関しては各共同研究テーマで予算獲得を行うと考えられるが、教育に関しては継続的な予算獲得は難しいと思われる。学術交流協定やコミュニティの援助などを最大限利用し、教育プログラムの維持を期待するとともに、その代表制は維持しつつ、さらに、ハイパー核のみならずストレンジネス物理の将来的展開を図るために、国内外のより多くの機関との強力・共同研究を一層推し進めることが期待される。

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"> ・ 日本側拠点機関を中心とした有機的かつ継続的な国際学術交流拠点が構築されたか。 ・ 先端的かつ高度に学術的価値のある成果をもたらしたか。 ・ 次世代の中核となる若手研究人材の育成について、方法や手法は適切であり、十分な成果をもたらしたか。 ・ 日本への先端的かつ国際的学術情報の収集整備に貢献することができたか。 ・ 社会的理解や社会的認知を促進するための手法は適切であり、社会的理解や社会的認知は進んだか。
-----	---

評 価
<p><input checked="" type="checkbox"/> 十分成果があった。</p> <p><input type="checkbox"/> 概ね成果があった</p> <p><input type="checkbox"/> ある程度成果があった。</p> <p><input type="checkbox"/> ほとんど成果が見られなかった。</p>
コメント
<p>・ 日本側拠点機関を中心とした有機的かつ継続的な国際学術交流拠点が構築されたか。</p> <p>有機的で継続的な拠点が形成されたと判断できる。電子ビームを用いて行うハイパー核の精密分光の実験的拠点である米国ジェファーソン研究所、ならびに独国マインツ大学と、共同実験の立案遂行を軸に連携関係を発展深化させ、アジア米欧をカバーする有機的な国際学術交流拠点が形成された。</p> <p>国内外の理論グループの参加により、理論・実験の協力のもと、研究交流の厚みが向上している。また、本事業の目的である電子・光子ビームを用いたストレンジネス物理のみでなく、ハドロンビームを用いる研究グループともスクール・セミナーを通して交流し、ストレンジネス物理分野全体の共同研究体制を形成した。</p> <p>一方、学術交流協定が締結されたのは一機関のみで、研究交流は人と人のつながりだけで形成されている印象がある。これまでの交流が本事業の特に旅費に大きく依存していたことから、本事業終了後、同様の研究交流を維持できるか不安な面もある。研究者のつながりは強固になったので、今後はそれを活かした目に見える交流プラットフォームの構築が期待される。</p>

・ 先端的かつ高度に学術的価値のある成果をもたらしたか。

ジェファーソン研究所及びマインツ大学での電子ビームによるハイパー核研究において、 ${}^7\Lambda\text{He}$ 測定による質量数 7 のアイソ三重項の同定により ΛN 相互作用の荷電対称性について新たな知見を得たこと、及びハイパー核分光において世界最高精度 ($\sim 500\text{keV}$) を達成したことは特筆すべき成果である。

シングルラムダハイパー核の研究は 1960 年代より原子核乾板を用いて開始され、わが国でも高エネルギー研究所の陽子加速器を用いて継続されてきた長い歴史を持つ研究であるが、電子ビームを用いた実験手法により、そのエネルギー準位の高精度な測定が可能となった。この期間中にもジェファーソン研究所での実験によって、質量数 7 のハイパー核について精密分光学的研究を推進し、新しい知見をもたらした。またハイパー核が崩壊して生成する π 中間子を分光する手法は、原子核乾板での解析に用いられてきた基底状態ならびに終状態分岐比などを探る有効な方法であるが、それをカウンターで系統的に行う手法を、新たに関係を構築したマインツ大学と共同で開発し、今後の研究手法の一つとしての有効性を示し、先端的かつ高度に学術的価値のある成果をもたらしたと判断できる。

また、これらの成果は、著名学術誌に投稿もしくは投稿中である。これらのハイパー核はストレンジネス物理の中心課題の一つである荷電対称性の破れに密接につながるもので、分野に与えるインパクトは大きく重要な成果である。これらの成果は著名な国際会議でも招待講演として発表されており、国際的にもその重要性は認識されている。この成果は、次期将来計画の提案と、実験に向けた研究者グループの形成につながる。本事業で形成された研究交流が、分野の研究促進に大きく寄与しており、将来への発展が期待できる。

・ 次世代の中核となる若手研究人材の育成について、方法や手法は適切であり、十分な成果をもたらしたか。

若手育成には、実際の実験を行っている現場や多様な人が集まる国際会議などに送り込み、研究活動の実地体験を主体的にさせることが重要である。その意味で、本課題では、若手研究者を積極的に海外に派遣し、実験に参加させている。現地研究者との議論や共同での実験実施、また実験データの解析・考察を行うことにより、国際性を持った研究者養成の機会を与えた。平成 23 年度以降の交流状況報告書類によれば、派遣・受入れ人数の約半数が大学院生（博士研究員などを含む）であり、この分野を支えるであろう内外の若手研究者に絶好の機会を提供してきたといえ、十分な成果をもたらしたと判断できる。また、報告書では取得学位数に関する記述はないが、国内外の多くの国際会議において、若手研究者に研究発表の経験を積み重ねており、発表数から多数の修士・博士を輩出していることが推測される。このように、本分野での将来のリーダを育成できたことは、大きな成果である。

さらに、特筆すべきは、ストレンジネス核物理国際スクールの開催である。若手研究

者を対象とした研究会スタイルのスクールで、分野全体を見通せる視野の広い研究者養成に貢献している。すでに3回開催されており恒例のスクールとなっており、今後も若手養成のために開催されることを期待する。

- ・日本への先端的かつ国際的学術情報の収集整備に貢献することができたか。

海外拠点はそれぞれの地域で中心的研究機関であり、対等の共同研究体制を構築し、最先端の学術情報にアクセスできるようになった。

また、平成23年度以降に内外で開催したセミナー件数は9件であり、その参加人数はのべ355名であった。そのうち日本で開催したセミナーは3件、参加者は延べ人数全体の56%にあたる198名であり、参加者も連携国のみならず、アジアの国々をはじめ世界中から集めており、まさに日本へのこの分野の国際学術情報の収集整備に貢献したといえる。

さらに、得られた成果や情報は、国際会議や国内学会シンポジウムでそれぞれ、58件と74件発表されている。特に招待講演により、得られた成果・情報を整理し、本分野のレビュー講演を行っている。

加えて、日本の大強度陽子加速器施設(J-PARC)で予定されている強力なK中間子ビームを用いた今後のストレンジネス・ハイパー核物理実験の展開において、特にハイパー核のガンマ線分光という新しい研究領域を開拓することにより、先端的・国際的学術情報の整備に貢献したと認められる。

以上のことから、情報の発信も含めた分野全体への貢献をしてきたと判断できる。

- ・社会的理解や社会的認知を促進するための手法は適切であり、社会的理解や社会的認知は進んだか。

本プロジェクトの成果の社会的認知は、主として学術論文として公知されたことは適切である。また、社会貢献として、オープンキャンパスや日本物理学会の活動として高校への出前授業など一般に研究成果等に触れる機会を与えていることも、手法としては適切である。

なお、広く成果を一般に公開する方法として、インターネット・ウェブがある。現状の研究室ホームページでは、各実験の紹介に特化しており、分野を代表とする拠点としては物足りなく感じる面もあるものの、コーディネーターの紹介ページでは平成23年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震に起因する福島第一原発の事故による放射性物質汚染に関して、モニターした結果を公開したり、講演会を開いたりといった活動が報告されており、専門家としての矜持をもち活動していることが窺える。

2. 事業の実施状況

観 点	<ul style="list-style-type: none">・ 拠点機関ひいては日本のプレゼンスを高めるための取り組みが、拠点機関全体として、戦略的かつ計画的になされたか。・ 拠点機関及び協力機関において、適切な運営体制・国内外の連携体制がとられていたか。
-----	---

評 価

- 非常に効果的に実施された。
- 概ね効果的に実施された。
- ある程度効果的に実施された。
- 効果的に実施されたとは言えない。

コメント

・拠点機関ひいては日本のプレゼンスを高めるための取り組みが、拠点機関全体として、戦略的かつ計画的になされたか。

拠点機関である東北大学大学院物理学研究科を中心として、J-PARC 等の国内・外の拠点機関全体が組織的かつ計画的に進められ、世界をリードするストレングス・ハイパー核物理の理論・実験的研究が行われたことは評価に値する。また、理論研究グループを加え、理論・実験が協働して研究を促進する国際研究交流拠点を構築しており、共同実験グループを超え、分野を横断する研究交流を支える拠点を形成したことは重要な取り組みである。

さらに、日本で開催したセミナーはいずれも東北大学と次期ハイパー核研究の基幹となる J-PARC で行っており、電子ビームならびにハドロンビームを用いたハイパー核の中核となることを意識して戦略的に開催されている。参加国も日米欧にとどまらず、アジアの近隣諸国からの参加も多く、基軸機関としての東北大学ひいては J-PARC に代表される日本のプレゼンスは明らかである。

国際スクールの開催も若手研究者の養成に重要な役割を果たし、またそれら若手研究者の国内外での成果発信により、日本の研究レベルの高さを国際的に認めさせ、日本のプレゼンスを向上した。

ただ、実験研究において、日本から若手研究者を派遣するのが主で、逆に海外の若手研究者の受入が少ない印象がある。将来的にハドロンビームを用いる実験グループも含めた研究交流拠点到発展することで、J-PARC などへの実験や理論研究など海外若手研究者受入の拠点として成長することを期待したい。

・拠点機関及び協力機関において、適切な運営体制・国内外の連携体制がとられていたか。

ハイパー核分光研究で業績を持つ東北大グループが主導して拠点形成がなされた。国内での活動の中心である国際スクールや研究会の開催に必要な研究者が東北大外から参加しており、分野をカバーする上で十分な協力体制がとられており、その精力的な活動により多くの研究成果が得られていることから、十分な運営・連携体制が構築されていたと評価する。その一方で、さらにより多くの他機関との協力関係の構築への努力もなされるべきである。

また、海外の拠点機関はその地域における中心機関であり、独自の研究交流基盤をもつ。それら機関の中心人物が本事業に参加しており、国際的な研究交流を支えるのに適切である。国際スクールに著名な研究者を招聘するためには、日米欧アジアをカバーする研究交流が必要であるが、十分な連携体制が取られている。

なお、セミナーとしてジェファーソン研究所で実施されたものは、実験グループの共同研究者会議、+ α で別のグループとの意見交換的な色彩が強いこじんまりとしたものとなっており、米側協力機関の運営体制に関して疑義がないわけではないが、実験者同士の濃密で重要な意見交換がされたものと判断している。欧州のマインツ大学が組織した欧州での会議は、開催場所、参加者とも多様で、この分野を広げたいとの組織的な意思が感じられるものとなっており、東北大学とマインツ大学との間に部局間協定を締結したことは、今後の持続的な関係強化発展につながるものであり評価できる。

3. 今後の研究交流活動

観 点	・ 当該研究交流課題の今後の研究協力体制の維持・発展に向けた展望について、事業終了後においても継続的に代表制を維持することが期待できるか。
-----	---

評 価
<input type="checkbox"/> 大いに期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね期待できる。 <input type="checkbox"/> 一層の努力が必要である。 <input type="checkbox"/> 期待できない。
コメント
<p>・ 当該研究交流課題の今後の研究協力体制の維持・発展に向けた展望について、事業終了後においても継続的に代表制を維持することが期待できるか。</p> <p>共同実験の実施を通して、重要な成果をあげており、強固な国際共同実験グループに成長している。将来計画に向けて更なる発展が期待できる。すでにそれぞれの実験拠点において将来計画は提案されており、今後もそれら実験に向けた開発研究に始まり、実験実施を共同で行うことで研究交流が発展すると考えられる。</p> <p>J-PARC でハドロン物理の実験が始まり、ハイパー核物理研究の世界のセンターとして立ち上がっていく中で、この領域の研究に興味を示す各国研究者との国際交流を行うための枠組みが今まで以上に準備されるべきであろう。今回の事業で東北大学を軸として構築された国際連携研究プラットフォームはその一翼を担うものとなると期待できる。</p> <p>当該研究交流課題の今後については、現在の体制においてもその代表制は維持することは可能であるが、さらに、ハイパー核のみならずストレンジネス物理の将来的展開を図るために国内外のより多くの機関との強力・共同研究を一層推し進めることが期待される。</p> <p>さらに、国際スクールやセミナーを今後も続けることが期待される。報告書の「今後の展望」に書かれているように、継続的实施にかかる予算獲得などが不明であることが不安要素であるが、本事業終了後、これら活動が縮小しないよう交流拠点としての努力に期待する。学術交流協定の更なる締結など、目に見える形での交流拠点にすることで、講師招聘や予算獲得を容易にすると思われる。</p>