

自己検証結果報告書

令和2年8月

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

素粒子原子核研究所

目次

全体概要	1
Ⅰ. 運営面	5
Ⅱ. 中核拠点性	9
Ⅲ. 国際性	14
Ⅳ. 研究資源	18
Ⅴ. 新分野の創出	21
Ⅵ. 人材育成	24
Ⅶ. 社会との関わり	28
自由記述	31

全体概要

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(以下「KEK」という)の研究機関として、素粒子原子核研究所(以下「素核研」という。)は、加速器を使った素粒子・原子核研究と、その関連分野の研究を進める研究所である。

KEKは、大学単体では建設し得ない、世界で唯一の特性を持った2つの加速器群を持つ。素粒子・原子核研究の研究にとどまらず、物質・生命を研究するための放射光や中性子などのビームも国内外の研究者に提供しており、KEKは加速器を通じた学際的な機構で、これだけ広範囲な学術領域をカバーできる機構は世界にも類を見ない。

素粒子原子核の研究は規模が大きく、数十人以上が国際共同で長期に研究を進める。その中でも特に大きな実験(Belle II, T2K)では、参加者が各々1,000人、500人で、海外の研究者が8割を超え、建設と実験実施にそれぞれ10年以上の時間スケールを持った研究を進めている。素核研の職員は国内外の研究者と一体となって研究を進める。また、KEKと相補的な施設を持つ世界の研究所との国際共同研究を進め、そこでも素核研が国内の大学と共同で研究の中核的役割を果たしている。素核研の研究活動は以下のように広範にわたっている。

(1) KEKが保有し運用する加速器群による実験的研究

- ・ 世界最高輝度の電子・陽電子衝突型加速器 SuperKEKB で、大型測定器「Belle II」を用いた B ファクトリー実験
- ・ 世界最高の加速粒子数を誇る大強度陽子加速器からのニュートリノ、ハドロン、ミュオン等を使った J-PARC 実験

(2) 国内外の大規模実験施設における実験的研究： 例えば、

- ・ CERNにおける ATLAS 実験など、国外の研究所で推進するプロジェクト
- ・ 理化学研究所仁科加速器科学センターと協力して推進する短寿命核実験

(3) 理論的研究

(4) 測定器の研究

(5) 隣接分野の研究： 例えば 宇宙マイクロ波背景放射(CMB)実験

(6) 将来プロジェクト： 国際リニアコライダー(ILC)計画



SuperKEKB 加速器は b クォーク生成に適したエネルギー領域で世界唯一の電子・陽電子衝突型加速器であり、加速器で世界最大のルミノシティ($2.4 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)を令和2年度に達成し、設計値($8 \times 10^{35} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)に向けてさらに調整を進めて行く。J-PARC の 30GeV 陽子加速器は、パルス当たりで世界最大の陽子数を加速しており、それをもとに大強度のニュートリノビーム(500kW 陽子パワー)や、様々なハドロンビーム(52kW 陽子パワー)を生成して実験に使っている。

KEK と相補的な加速器を持つ国内外の研究所とも共同研究を進めている。理化学研究所の RIBF 加速器を使って短寿命核実験の共同利用を行っている。欧州原子核研究機構(CERN)の LHC 加速器での ATLAS 実験、カナダ TRIUMF 研究所での超冷中性子実験等を国内の大学とともに進めており、素核研は大学共同利用機関として、国内の大学からの国際実験への参加においても重要な役割を持っている。

I. 運営面

【概要】

素核研の最重要会議である運営会議と共同利用実験課題を審査する委員会ではともに、素核研外の委員が過半数を占め、その委員の選出にも研究者コミュニティの意見が強く反映される形で行われている。新たな組織や会議体が必要になった際にも、国内外のコミュニティの意見をくみ上げる仕組みを入れていく。今後、多くの会議体の連携強化を進める。

コンプライアンスの確保は KEK 全体で取り組んでいる。行動規範の制定と公開、不正報告窓口の確保とともに、毎年の e-learning 講習など、整備が進んでいる。

II. 中核拠点性

【概要】

KEK は世界有数の加速器を運営しており、素核研は世界各地からの研究者とともにそこでの実験を主導している。自前の加速器のない研究領域では国内外の研究所との共同研究を進めることで、多様な研究を進め、その場を国内の大学に提供している。このように国内外の素粒子・原子核の研究者にとっての中核拠点としての役割を担っている。

コミュニティは KEK を、User Facility と見るよりも、一体となって研究を進めるパートナーと捉えている。

素核研は、年間約 450 の論文を英語で発表し、Top 0.1%、1%論文は、それぞれ、約 0.5%、3%と、平均を大きく上回る。2015-2019 年の素粒子実験の世界中の論文全体の 5,000 篇のうち 26%に素核研メンバーが関与している。ほとんどの論文は KEK 内外の両方の研究者を含み、従ってこれは共同利用者の卓越性も意味する。日本の高エネルギー、原子核実験研究者(学生を除く)のそれぞれ 67%、46%が素核研と関係を持っている。

以上のように素核研および KEK は素粒子・原子核分野の中心拠点であり、多くの優れた成果を出している。今後も中核拠点性を高めていくためには、KEK の現有施設の効率的な

長期運転とともに、国内外のコミュニティと連携を取りながら、将来計画のための研究・開発を推進していく事が重要である。

III. 国際性

【概要】

素核研は世界の拠点として重要な位置を占めている。素核研の職員のうちの外国人比率は約 10%と決して多くはないが、多くの海外の共同実験者がおり、2つの大きな実験では8割が海外からの研究者である。多くの実験グループの会合は英語で行われている。共同研究の課題審査もすべて英語で行われ、審査委員会 PAC の委員の半数以上が外国人である。また KEK は日米、日仏の共同事業プログラムを持ち、公募の形で国内の研究者に両国との共同研究の機会を与えている。世界中の主な研究所と年又は2年に1回の定期的な会合を持ち、情報共有にも務めている。

ユーザーサポートは KEK のユーザーズオフィスが一括して、英語での対応を行っている。生活のサポートのために外部機関(JISTEC)と提携している。2018 年から Users Meeting を開催し、ユーザーが KEK・素核研のマネジメントと直接議論する会を設けている。このように外国からの研究者へのサポートは充実しつつあるが、海外の国際的な研究所の標準的なレベルには至っていないので、ユーザーの声を聞きながら今後も改善していく。

IV. 研究資源

【概要】

世界でも卓越した研究資源を保有し、安定な運転を行っている。自前の高度な加速器を持つとともに、そうでない領域では国内外の研究所との共同研究を主導することで、多様な研究を進め、その場を研究資源として国内の大学研究者に提供している。現在の課題は、加速器年間運転時間を増やすことである。予算獲得の努力とともに、技術的なイノベーションも進めている。

V. 新分野の創出

【概要】

KEK そのものが既に、加速器を核に多様な研究の場を創出する学際的な場である。これだけ多様なビームを供給できる研究施設は世界でも例がなく、素粒子・原子核から物質生命まで幅広い研究を進めるとともに加速器とその周辺技術の応用も行っており、KEK から様々な新しいイノベーションも起きている。素核研では研究者の自由な発想と自発的な活動の中から新領域の活動が出てきている。

KEK は研究のロードマップを作成しており、5又は6年毎の改訂の際に新分野に関する議論を行っている。2021 年に次の改訂版を出す予定で、現在議論を進めている。

これまでの新分野開発という点では、近隣の学際領域への展開が中心となる。2006 年

に素核研での議論により、宇宙領域の研究(実験及び理論)とミュオンの基礎科学のグループを創設した。宇宙領域では、宇宙背景放射の実験が急激に進み、チリでの国際共同観測とともに、衛星による観測が次期 JAXA の計画として採択された。ミュオン実験の方も 2022 年から実験が始まる。新分野の創出は時間がかかるので、5-20 年スケールの長い時間での見直しが妥当と考える。

VI. 人材育成

【概要】

素核研は大学院教育を積極的に進め、総合研究大学院大学(以下「総研大」という。)の大学院生 34 人を中心として、52 名の大学院生を指導している。国際共同実験の雰囲気の中で研究の場を与えている。

素核研の職員分布は 30 代、40 代、50 代、60 代の研究者がほぼ同程度と、バランスが取れている。30 代の研究者の多くは任期付きの雇用であり、科研費等の外部資金での雇用が多い。10%の雇用経費を素核研が負担することで専従義務を回避し、自由な研究時間を取れるように配慮しており、これが、研究者として次へのステップへの助けになることを期待する。

女性研究者の比率は5%と非常に少ない。優遇措置は検討の結果、行っていないが、KEK とともに多様性の拡大の対策を検討中である。

今後も、総研大等と協力しながら大学院教育を積極的に進めていくとともに、サマースクール等でさらに若い世代の科学への興味を育てる努力を続ける。人材の多様化に関しては課題があり、長期的な改善が重要と考えるが、引き続き短期的な処置の可能性は検討していく。

VII. 社会との関わり

【概要】

産業界との関わりに関しては、KEK 全体で取り組んでおり、素核研は主に測定器開発等での貢献が中心となる。公開講座、出前授業、一般公開、学生へのスクール等を通して研究成果を広く社会と共有している。

素核研の研究成果はすべて論文として公開されている。研究データの保存の整備を進めており、一部のデータ公開も、主には教育素材としての利用を念頭に行っている。

自由記述

【概要】

自己検証にあたっては、KEK 国際諮問委員会中の素粒子原子核担当の委員(国外4人、国内1人)と SuperKEKB 及び J-PARC の課題審査委員のそれぞれの委員長(国外)の計7人に、英語の縮刷版を送り意見をもとめ、それらを反映して最終版とした。

I. 運営面

開かれた運営体制の下、各研究分野における国内外の研究者コミュニティの意見を踏まえて運営されていること

【主な観点】

- ◎① 共同利用・共同研究の実施に関する重要事項であって、機関の長が必要と認めるものについて、当該機関の長の諮問に応じる会議体として、①当該機関の職員、②①以外の関連研究者及び①②以外でその他機関の長が必要と認める者の委員で組織する運営委員会等を置き、①の委員の数が全委員の2分の1以下であること
- ◎② 上記の体制が、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映できる人数・構成となっていること
- ◎③ 研究活動における不正行為及び研究費の不正使用への対応に関する体制が整備される等、適切なコンプライアンスが確保されるための体制が実施されていること
- ◎④ 共同利用・共同研究の課題等を広く国内外の関連研究者から募集し、関連研究者その他の当該機関の職員以外の者の委員の数が全委員の数の2分の1以上である組織の議を経て採択が行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～④の項目については必ず検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果> 設置しており、条件を満たしている

主な観点②: <結果> コミュニティの意向を反映する構成になっている

主な観点③: <結果> コンプライアンスが確保される体制を整備し、実施している

主な観点④: <結果> 共同利用・共同研究の課題を公募し、当該機関以外の委員の数が2分の1以上である組織の議を経て採択を行っている

【設定した指標】

A: 当該機関の長の諮問に応じる会議体の外部構成員の数・全委員に占める割合、開催実績

B: 関連する学術コミュニティの要請を実現する所内組織の具体的整備状況

C: 研究活動における不正行為への対応等コンプライアンス確保に向けた体制整備


主な観点①, ②(指標A, B)

素核研に係る共同利用・共同研究計画に関する事項その他研究所の運営に関する重要事項について審議する最重要の会議として「素粒子原子核研究所運営会議」(以下「運営会議」という。)が設置されている。素核研内の教員人事案件は実質的に本会議で決定する。

運営会議の委員は任期3年で 24 人以内と定められている。運営会議は、KEK としての一体運営を確保するため、素核研の職員（以下「所員」という。）、KEK 内の素核研以外の研究所、施設職員を委員に含めた構成とするが、外部委員（以下「KEK 外委員」という。）を加えることで、研究者コミュニティの意見を素核研の運営に反映させている。常に半数以上が KEK 外委員である。平成 30 年～令和2年任期の運営会議委員構成は、素核研内委員8名、KEK 内の素核研以外からの委員4名、KEK 外委員 12 名である。（指標 A）

KEK 外委員 12 名の選出は、素核研と密接に関連している4つの研究分野：素粒子実験、原子核実験、宇宙線、理論のコミュニティに候補者を依頼する。それぞれのコミュニティで選出方法は異なるが、最も密接に関係する素粒子実験と理論では、候補者の推薦を募った上で（素核研に所属する者を除く）構成員全体で投票し候補者を決定している。4つの研究分野から推薦された候補者の中から、素核研所長（以下「所長」という。）は全体のバランスを見て 12 名を選出する（下図参照）。

KEK外委員の選出方法

素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)	推薦結果	所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)	選出結果 (今期)
素粒子実験	7名		5名
原子核実験	6名		4名
宇宙線	4名		2名
理論	3名		1名

素核研以外の KEK 内委員は、物質構造科学研究所1名、加速器研究施設2名及び共通基盤研究施設1名を各長から推薦してもらっている。素核研内委員は、推薦を募った上で、所員全員による投票を行って上位4名を選出し、他4名については所長が研究分野の全体バランスを見て選出する。このような手順を経ることで、コミュニティ・所員の意見を民主的にくみ上げ、もし投票結果に偏りが出た場合にはそれを補正できる仕組みを持った委員の選出をしている。（指標 B）

運営会議は年に4～6回つくばキャンパスにおいて開催している（令和元年度は5回）。書面審議（令和元年度は3回）は、緊急な場合を除き、それに先立つ対面の会議で了承を取った上で行なっている。ただし、令和2年3月以降に2回開催した会議は、新型コロナウイルス感染症予防対応のためビデオ会議で行った。（指標 A）

運営会議に加えて、研究所・機構の将来計画等を議論する「研究計画委員会」、SuperKEKB 加速器での実験状況を審査する「B ファクトリー実験専門評価委員会」、J-PARC 主リングでの実験の申請課題審査と研究計画を議論する「大強度陽子加速器における原子核素粒子共同利用実験審査委員会」が、素核研の研究運営において大きな役割をはたす。これら委員会の素核研内部委員は半数以下である。B ファクトリーの委員会と J-PARC の委員会は国外委員が過半数を占める。（指標 A,B） 課題採択の結果は所長が運営会議で報告している。（指標 A）

各委員会の概要

●研究計画委員会

所長の求めに応じて不定期に開催。令和2年4月から任期2年で、KEKロードマップに対して研究者コミュニティの意見を反映させるために招集し、3月～6月にビデオ会議で4回開催した。委員構成は、素核研内より5名(委員長を含む)、KEK内の素核研以外及びKEK外より14名(素粒子実験:3名、原子核実験:3名、宇宙・宇宙線:1名、理論:3名、加速器:2名、加速器研究施設と共通基盤施設から各1名で、素粒子実験・原子核実験の委員はコミュニティの委員会からの推薦)。

●Bファクトリー実験専門評価委員会

2～3日間の会議を年3回実施。委員構成は、委員11人すべてがKEK外、国外の研究機関に所属する委員9人、委員長はスイス連邦工科大学ローザンヌ校物理学科・教授。

●大強度陽子加速器における原子核素粒子共同利用実験審査委員

3日間の会議を年2回実施。委員構成は、委員16人中2名がKEK内、国外の研究機関に所属する委員9名、委員長は米国ANL・HEP Division Director。

以上により、主な観点①、②に関して、国内外の研究者コミュニティの意見を広く取り入れて運営していると判断する。

主な観点③(指標C)

コンプライアンスの確保は、KEK 全体で取り組んでいる。コンプライアンスに関する情報は一括して KEK のホームページにまとめ、平成 18 年度に制定した行動規範や問題が生じた場合の対応方針を明確に示している。KEK は不正に対する「KEK ホットライン」を設定しており、不正に対する対処の窓口を KEK 外部に設置して運用している。(指標 C)

素核研としては、KEK のコンプライアンス講習(e-learning)を年に1回受講した上で、所長に法令遵守の誓約書を提出するというシステムを整えた。所長は所員全員にメールでコンプライアンス講習の受講を要請し、毎年の研究・業務報告書とともに受講の有無を所長に知らせてもらう仕組みを通して、協力してもらう雰囲気を作っている。令和2年4月時点で所属する職員は、96%が6月末までに e-learning を完了している。これとともに、素核研全体会議の場で年1回、副所長がコンプライアンス講習を行うことで、素核研特有の問題にも配慮した教育ができています。(指標 C)

以上のように、KEK 全体のコンプライアンス講習に加えて素核研としての誓約書提出のシステムができており、不正への外部窓口も Web ページで所員に明確に示している。素核研独自の取り組みは、年一度の副所長による講習と、e-learning と誓約書の提出に関して所長と所員が細やかに連絡をとることで、強制感なく受講率を上げる体制ができています。(指標 C)

主な観点④(指標A, B)

素核研が推進する研究の2つの大きな柱は、SuperKEKB 加速器と J-PARC 加速器を用い

た共同利用実験である。両方とも実験課題は国際的に公募し、上に掲げた2つの委員会で審査を行っている。(指標 A)

それ以外の中小規模の研究においても、素核研では課題公募し外部委員を交えた委員会で審査するという仕組みを積極的に取り入れている。具体的には、

●理論センターに設置したスーパーコンピュータによる共同研究の課題公募

素粒子原子核宇宙シミュレーションプログラム:KEK 外3名、所員2名の委員で審査し、採択の結果は運営会議で承認

●和光原子核センターにおけるKISS共同利用実験の課題公募

課題採択委員会(RIBF Program Advisory Committee)は、理化学研究所、東京大学原子核研究センターと素核研の三者で共同運営している。会議ルール等はホストである理化学研究所の規程による。素核研からは1名の外部委員(国外の研究機関から)を、運営会議の承認を経て選出している。課題採択委員会は年に1回開催している。

●電子回路開発の共同研究プラットフォーム(Open-It)

素粒子原子核実験で用いる先端的な測定器に関わる電子回路の開発を、国内外の大学と共同して、共通のファームウェアライブラリ等を作りながら進めている。全体で14人の世話人のうち、10人がKEK外である。

このように素核研では多くの研究を国内外のコミュニティと一緒に進めており、その運営においても外部の意見を広く取り入れて進めている。(指標 B)

また、KEK 全体でも素粒子原子核分野に深く関わる以下のような課題採択プログラムがあり、大学の研究者にも広く課題公募を呼びかけ、厳密な審査の上採択をしている。

●日米科学技術協力事業

主に素粒子物理学における日米研究者による共同研究で年に1度の公募。

採択委員会は日本側8名、米国側10名で、KEK(素核研)の委員は6(4)名。

●Toshiko Yuasa Laboratory

KEKとフランスの研究機関(IN2P3、IRFU)による、共同研究で年に1度の公募。

採択委員会は日本側7名、フランス側8名、でKEK(素核研)の委員は6(2)人。

●加速器科学総合支援事業

KEKによる、大学での加速器科学に関わる研究への全般的な支援で年1度の公募。採択委員会はKEKの委員のみ8名。素核研の委員は1名。

以上のように、開かれた形で共同利用・共同研究を進めている。新たな組織や会議体が必要になった際にも、国内外のコミュニティの意見をくみ上げる仕組みを入れていく。今後、多くの会議体の連携の強化を進める。

Ⅱ. 中核拠点性

各研究分野に関わる大学や研究者コミュニティを先導し、長期的かつ多様な視点から、基盤となる学術研究や最先端の学術研究等を行う中核的な学術研究拠点であること

【主な観点】

- ◎① 当該機関の研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であること
- ◎② 対象となる当該研究分野において先導的な学術研究の基盤として、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与していること
- ◎③ 当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究等による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、当該研究分野において高い成果を挙げていること
- ◎④ 研究者コミュニティの規模や施設の規模等に対応して、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加していること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～④の項目については必ず検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果>素粒子原子核の分野において世界的にみて中核的な研究施設である。

主な観点②: <結果>国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与している。

主な観点③: <結果>当該研究分野において高い成果を挙げている。

主な観点④: <結果>国内外から多数の関連研究者が参加している。

【設定した指標】

当該機関の研究活動の状況(A:論文数、B:国際共著論文の数・割合、C:TOP10%論文の数・割合、D:国際共同研究の内容、E:素粒子・原子核の研究の世界中の論文に対するKEKの関与した論文の比率、F:日本の素粒子原子核実験コミュニティの研究者のKEKへの関与の比率、G:国内外の共同利用者の受入数。) (素核研が進める共同利用・共同研究は大規模なものが多く、大部分の研究活動は、当該機関に属すものと属さない関連研究者が両方含まれているので、これらの指標があれば上記のすべての観点をカバーできる。)

主な観点①(指標A, B, C, D)

素核研の研究活動は以下の通り広範にわたっている。

- (1)KEKが保有し運用する加速器システムによる実験的研究

- ・ 世界最高輝度の電子・陽電子衝突型加速器 SuperKEKB で、大型測定器「Belle II」を用いた B ファクトリー実験
- ・ 世界最高の加速粒子数を誇る大強度陽子加速器からのニュートリノ、ハドロン、ミューオン等を使った J-PARC 実験

(2) 国内外の大規模実験施設における実験的研究： 例えば、

- ・ CERN における ATLAS 実験など、国外の研究所で推進するプロジェクト
- ・ 理化学研究所仁科加速器科学センターと協力して推進する短寿命核実験

(3) 理論的研究

(4) 測定器の研究

(5) 隣接分野の研究： 例えば 宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) 実験

(6) 将来プロジェクト： 国際リニアコライダー (ILC) 計画

(1)に加えて(2)の中の短寿命核実験、(3)の中のスーパーコンピュータを用いる研究も共同利用に供している。教員・研究員は共同利用の支援・推進を実施しながら自身の研究活動を行っている。素核研内では、研究内容に分かれたグループ編成に加えて、効率的に研究支援をする体制として、和光原子核科学センターと理論センターを設けている。国内の素粒子原子核実験研究者の多くが素核研主導の実験的研究に参画しており、国内最大の研究拠点としての活動を継続している。(指標D)

これらの研究に加えて、KEK の共通基盤研究施設と密接に連携を取りながら、素核研の研究に必要な技術開発を進めるグループとして、独自にエレクトロシステム、低温、機械工学、ビーム、計算ソフトウェアの技術グループと安全グループを持ち、実験グループと密接に関わって研究を進めており、これらの要素技術でも国内外の研究者を強くサポートしている。計算科学に関連しては、上記のスーパーコンピュータの共同利用とともに、国際共同実験での分散計算処理システムの維持・開発を精力的に進めている。

KEK は世界有数の加速器を運営しており、素核研は世界各地からの研究者とともにそこでの実験を主導している。SuperKEKB 加速器は b クォーク対生成エネルギー領域で世界唯一の電子・陽電子衝突型加速器であり、加速器で世界最大のルミノシティ($2.4 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)を令和2年度に達成し、設計値 ($8 \times 10^{35} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)に向けてさらに調整を進めて行く。J-PARC の 30GeV 陽子加速器は、パルス当たりで世界最大の陽子数を加速しており、それをもとに大強度のニュートリノビーム (500kW 陽子パワー) や、様々なハドロンビーム (52kW 陽子パワー) を生成して実験に使っている。また、KEK と相補的な加速器を持つ国内外の研究所とも共同研究を進めている。理化学研究所の RIBF 加速器を使って、短寿命核実験の共同利用を行っている。欧州 CERN の LHC 加速器での ATLAS 実験、カナダの TRIUMF 研究所での超冷中性子実験等を進めている。そこでは、国内の大学も参加しており、素核研は大学共同利用機関として、国内の大学からの国際実験への参加においても重要な役割を持っている。

共同利用の研究はもとよりそれ以外の研究もほぼすべてが国外の研究者を含む国際共同研究であり、国内国外を区別せずに中核拠点といってよい。Belle II 実験は 26 カ国約 1,000 人

の研究者・学生の集まりであり、ニュートリノの T2K 実験は 500 人で、いずれも8割は外国の研究者である。そのような国際研究者集団が素核研に集結し、ノーベル賞級の発見を目指して日々研究を進めている。素核研は実験をホストするだけでなく、国内外の施設で実施する実験にも積極的に関与し、国内の研究者が素核研以外のプロジェクトに参加活躍する機会も提供している。

一般に素粒子・原子核の実験は大規模で多くの研究者が長期に強く関与する形で進むため、コミュニティは KEK を、User Facility と見るよりも、一体になって研究を進めるパートナーと捉えている。

このように国際共同研究を活発化し継続している成果の一例として、過去3年間の論文数等を下の表に掲げる。(指標A, B, C) 多くの論文は KEK 内外の両方の研究者を含み、従って KEK の卓越性と KEK のユーザーの卓越性の区別はない。2016-2018 年度の期間に、関連分野における被引用回数が上位 0.1%以内に入る論文を8報、1%以内を 36 報発表した。下の表に見えるように、素核研の論文が上位に入る割合は一定して平均値(それぞれ 0.1 と1%)より大きく、質のよい研究成果を出していることがわかる。(指標C)

		2016 年度	2017 年度	2018 年度
専任教員数		119	121	113
査読付き論文数	日本語	0	0	0
	外国語	453	422	468
Top 0.1% 論文		5	1	2
Top 0.1-1% 論文		12	10	14
Top0.1%論文の割合		1.10%	0.24%	0.43%
Top1%論文の割合		3.80%	2.60%	3.40%
その他の論文		70	51	112

第三者が素核研や KEK とは独立して行う調査として、米学術情報会社のクラリベイトが、各研究分野における論文のうち被引用数が世界の上位1%に入る「高被引用論文」をとりあげ、日本の研究機関の高被引用論文数ランキング 2020 年版を発表した(2020 年3月)。2009 年1月から 2019 年 12 月末までの論文に関して、物理の分野では東京大学、京都大学、理化学研究所、大阪大学に次いで KEK が5位に入っており、同社によると、日本の研究機関の高被引用論文の平均の割合は 0.89%に対し、KEK の場合は 3.2%(高被引用論文数は 163)と日本平均の約4倍に達し、KEK が良質な論文を数多く出していることを示している。なお、高被引用論文数が 449 で第1位の東京大学は 2.6%、同 233 で第2位の京都大学は 2.4%であった。上の表で見えるように素核研で調査した結果でも、Top1%論文の割合は過去3年間で3%程度を維持している。(指標 C)

主な観点②(指標E, F)

素核研が関係する研究分野別の論文数と、それが同時期に世界中で発表された論文の何%に対応するかを示す図を下に載せる(<https://inspirehep.net/> による)。(指標 E) 実験の論文のほとんどは 10 人を超える共同研究(以下「大規模研究」という。)になってお

り、素核研以外の研究者との共著の論文がほとんどである。素粒子実験分野では、世界全体の大規模研究論文の26%に素核研が関与しており、原子核実験分野では7.5%である。

素核研が学術コミュニティ全体の総合的な発展に世界的なレベルで寄与していることを、研究成果の面から示している。

理論分野の研究で素核研の研究者が関わった論文は全体世界の論文の1%程度になっている。理論研究は少人数で行うのがほとんどであり研究者が各国内外の大学や研究機関に広く分布しているため、この1%程度という数字がこのような指標の標準的な値とみなせる。実験分野における上記の高い比率は、素核研が共同研究の拠点として大きな役割を果たしていることを示している。理論の現象論分野の研究で10人以上の共著論文を抜き出すと、14%と高い数字になっている。現象論の論文は、分野の総説や、将来の実験での研究の進め方等を国際ワークショップで討議しまとめているものが多い。そこに素核研の貢献が多い点も、コミュニティとともに素核研が研究を進めていることを示している。



日本国内の研究者コミュニティと素核研の関わりを示す指標として、次のものがあげられる。(指標F)

高エネルギー研究者会議の会員(選挙権を有する会員のみ。学生は除く)603人のうち、素核研の研究プロジェクト(素核研とともに測定装置を開発するもの等も含む)に関わっている研究者は404人になる(67%)。(外国にいる研究者と退職した研究者を除く329人では287人(73%)。原子核実験のコミュニティである原子核談話会の会員では、467人中212人である(46%)。原子核分野では、国内に理化学研究所仁科加速器科学センター、大阪大学核物理研究センター(RCNP)、東北大学電子光物理学研究センター(ELPH)などが加速器実験施設を有しており素粒子実験より分散しているが、それぞれの施設は研究しているエネルギー領域も違い、互いに相補的になっている。

主な観点③(指標E, F)

素核研の共同利用・共同研究は規模が大きく、素核研の専門家と共同で、長期にわたり測定器の建設・データ収集・解析を行なっている。そのため、実質的にほぼすべての共同利用・共同研究の成果は素核研と外部関連研究者との共著になっている。従って、②の評価がそのまま当てはまる。

KEK が保有し運用する加速器システムは高エネルギーの素粒子原子核実験分野では国内随一であり、国際的にも世界三大拠点の1つである。関連研究者は素核研を利用して共同利用・共同研究を行うことで、優れた論文を書き、高い水準の研究成果を挙げ、国内の大学の研究力強化へ貢献している。(指標E, F)

主な観点④(指標G)

Belle II 実験は 26 カ国 1,000 人の、T2K 実験は 500 人の研究者・学生の集まりであり、いずれも8割は外国の研究者である。それ以外の研究でも多くの共同研究者を受け入れている。

共同利用者の年間受入状況を以下に示す。(指標 G) すべてを合わせた受入国内研究者数は毎年約 300 人で、コミュニティ会員の数(学生すべての会員を合わせて、高エネルギー研究者会議:846 人、核物理委員会:619 人、重複登録者も含む)と比較すると、素核研が国内研究者を多く引きつけていることも見てとれる。

素核研の研究の特色として、共同利用者の滞在期間が長いことがあげられる。B ファクトリー実験、J-PARC のニュートリノ実験、ハドロン実験では平均すると1人が年間 20 日程度滞在している。コミュニティの研究者がユーザーとして施設を利用するにとどまらず、長期滞在して素核研での研究をともに進めているという姿の表れである。やや小規模の研究施設である元素選択型質量分離装置(KISS)での滞在は約7日になっている。理論の計算機共同利用では約2日であるのと対照的である。

	区分	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
Bファクトリー共同利用実験	実人数	692 (609)	736 (667)	740 (644)	727 (643)
	延人数	11,468 (9,424)	15,595 (14,223)	17,035 (14,983)	16,684 (14,606)
ニュートリノ共同利用実験	実人数	312 (244)	284 (225)	267 (209)	310 (224)
	延人数	7,395 (5,060)	5,619 (4,063)	3,522 (2,160)	6,471 (3,863)
ハドロン共同利用実験	実人数	281 (113)	227 (106)	324 (139)	242 (94)
	延人数	7,870 (2,258)	7,175 (2,606)	9,608 (3,595)	5,843 (2,132)
元素選択型質量分離装置	実人数	13 (3)	12 (7)	6 (3)	19 (13)
	延人数	60 (8)	112 (56)	20 (3)	146 (72)
素粒子原子核宇宙シミュレーションプログラム	実人数				27 (4)
	延人数				36 (4)

以上のように素核研は素粒子原子核の分野において世界的に見て中核拠点としての役割を果たしている。今後も中核拠点性を高めて行くためには、KEK の現有施設の効率的な長期運転とともに、国内外のコミュニティと連携を取りながら、将来計画のための研究・開発を推進していく事が重要である。

Ⅲ. 国際性

国際共同研究を先導するなど、各研究分野における国際的な学術研究拠点としての機能を果たしていること

【主な観点】

- ◎① 国際的な調査・研究活動について、当該研究分野における国際的な中核的研究施設であると認められること
- ◎② 海外の研究機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員、運営委員会等の委員に任命するなど、当該研究分野の国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されていること
- ③ 研究者の在籍状況や外国人の共同研究者数・割合等について、当該研究分野において、国際的に中核的な研究施設であると認められること
- ④ 国際的な学術研究拠点として多様で優秀な人材を獲得するため、外国人研究者など人材の多様性や流動性の確保のための支援・取組が行われていること
- ⑤ 外国人研究者に向けた共同利用・共同研究体制の整備が十分に行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～②の項目については必ず検証してください。③～⑤の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果>素粒子原子核の分野において国際的な中核的な研究施設である。

主な観点②: <結果>国際的な動向把握し運営に反映する体制が整備されている。

主な観点③: <結果>外国人研究者は約10%在籍。国外から1,000人を超える研究者が参加している。

主な観点④: <結果>短期・長期の招聘制度や、滞在研究員制度を整備している。

主な観点⑤: <結果>整備が十分に行われている。

【設定した指標】

- A: 国際的な調査・研究活動の状況
- B: 国際的な動向の把握に必要な体制の整備状況、当該体制の構成等
- C: 海外の研究機関に在籍する委員会委員
- D: 人材の多様性・流動性の状況(外国人研究者数等)
- E: 外国人研究者のため、英語による職務遂行が可能な職員の配置状況
- F: 共同利用・共同研究に参加する外国人研究者に対し支援体制の整備状況

主な観点①(指標A, B)

項目Ⅱの中核拠点性で記述したとおり、素粒子・原子核の分野では、ほぼすべての研究を国際的な共同研究として進めており、中核拠点であるということは、すなわち国際的な中核拠点を意味する。(指標A)

また項目Ⅰで記述したとおり、KEKは日米、日仏の共同事業プログラムをもち、公募の形で国内の研究者に両国と共同研究を行う機会を提供している。(指標B)

主な観点②(指標B, C)

項目Ⅰの運営面で述べたように、素核研が進めている共同利用実験の3つの審査委員会：Bファクトリー実験専門評価委員会、大強度陽子加速器における原子核素粒子共同利用実験審査委員会、和光での課題採択委員会では、審査委員に海外の研究機関に在籍する研究者を多数含む。委員長も、現在はすべて海外の研究機関に在籍する研究者である。議事録も英語で作成し、素核研が主宰する前者2つの委員会ではWeb上で公開している。これにより、海外での研究の動向も十分把握しながら新規課題の採択を実施し、現行実験の競争力等を十分吟味しながら研究の遂行ができています。(指標B, C)

※ J-PARCの審査委員会の議事録は以下に公開されている。

https://j-parc.jp/researcher/Hadron/ja/PAC_for_NuclPart_j.html

Bファクトリー実験専門評価委員会の議事録は以下に公開されている。

(Belle II実験のページ)

<https://confluence.desy.de/display/BI/Belle+II+Public+Review+Meetings>

運営会議は、すでに項目Ⅰの運営面で述べたように、国内の研究者コミュニティから推薦を受けた外部委員を含めて国内の研究者のみで構成しているが、機構が2019年より組織した国際諮問委員会は委員がすべて機構外で、半数以上が国外の研究機関に所属の研究者である(13人中12人)。(指標C)

この委員会では、ほぼ5年毎に更新する、KEKの基本研究計画を示す「KEKロードマップ」の評価とその実行における優先度及び研究の進行状況を議論してもらい、素核研の運営に反映している。(2019年以前は、これらの議論のためにその都度特別な委員会を組織していた。そこでも、国外の研究機関に所属する研究者が多数を占めていた)(指標B)

※ 国際諮問委員会の議事録は以下に公開されている。

https://www.kek.jp/ja/About/OrganizationOverview/Assessment/Roadmap/kek_sac/

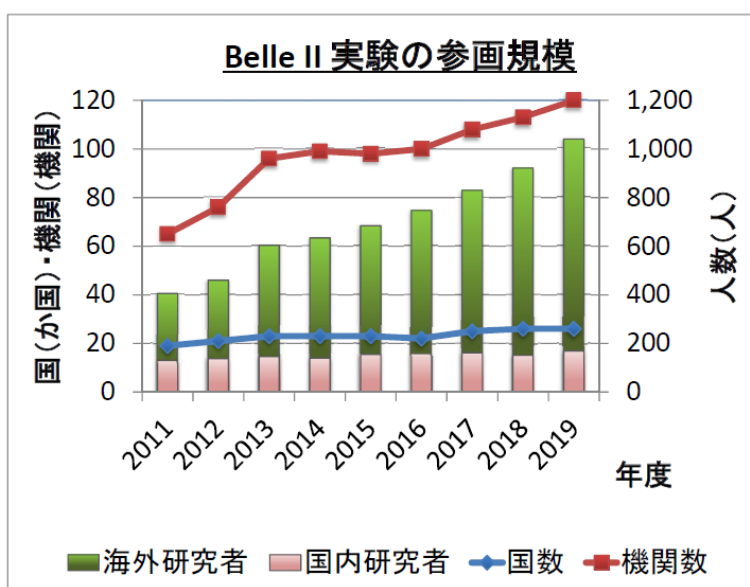
KEKは、BINP(ロシア)、CERN(欧州)、DESY(ドイツ)、FNAL(米国)、IHEP(中国)、IN2P3/IRFU(フランス)、TRIUMF(カナダ)など、世界中の主要研究所と定期的(1年又は2年に1回)な会合を持ち、情報共有にも務めている。(指標B)

これらの会議の運営はKEK事務担当部門(管理局)が担当しており、ロジスティクス面の負担を研究者にかけることの無い十分なサポート体制ができています。(指標E)

主な観点③(指標A)

項目Ⅱの中核拠点で示した資料からわかるように、KEKが保有し運用する加速器システムによる Belle II 実験と J-PARC での実験(ニュートリノ、ハドロン)はともに多くの外国人研究者を引きつけており、特に Belle II 実験とニュートリノ実験では半数以上が国外の研究者である。(指標 A)

Belle II 実験への参加研究者の年度毎の変化を下に示す。物理実験が始まる 2019 年に向け、建設期間中に海外から参加する研究者が倍増していることがわかる。(指標 A)



As of March 31st, 2020

主な観点④(指標D)

KEK 共通のプログラムとして、KEK から海外への長期派遣、海外から KEK への短期・長期招聘プログラムを整備しており、後者では、2019 年度では 27 名(素核研 10 名)を招聘している。さらに 2020 年度から滞在研究員の制度を導入し、素核研を拠点とする外国人研究者が 1 年に 2、3ヶ月滞在し研究に従事する取り組みをはじめた。(指標 D)

外国人の職員に対して科研費など外部資金応募の支援を行っており、新たに赴任した職員への生活面等での支援は、JISTEC に外部委託契約して対応している。(指標 E)

常勤の研究者や研究員の採用にあたり、素核研では国際的な公募が原則であり、選考において国籍を考慮することはない。(職務の内容によって、例えば国や自治体との頻繁な交流が必要な場合に日本語の能力を求めることもある。)公募案内は英語及び日本語で KEK の Web に掲示している。人事は、素核研内外の運営会議メンバーを中心とした人事委員会で面接を実施するなどして候補者を推薦した上で、運営会議で協議して実質的な決定を行う。このような人事登用方針において、外国人研究者に対しても透明性を保っていることが、国際的な拠点として重要なことと考える。

2020年6月時点での素核研の外国人研究者数は、研究員も含む155人中17人(11%)、「常勤(=助教から教授まで)」に限ると110人中5人(4.5%)である。(指標D)

主な観点⑤(指標E, F)

KEK 共通の体制として、つくばキャンパス及び東海キャンパスそれぞれにユーザーズオフィスがあり、英語対応可能な職員が配置されている。さらに生活面等での手厚い支援は、上記職員同様に、JISTEC に外部委託契約して対応している。管理局の研究協力課及び国際企画課は、上記②で述べた委員会や、国際協力関係の協定の立案、二国間プログラムのとりまとめ等を包括的に行っている。機構の様々な規程の英訳は事務担当各課において対応している。(指標E, F)

それらに加えて素核研では独自に、つくばキャンパスでの BelleII 国際共同実験のための研究支援員(3名、人件費は素核研と国際共同実験グループの共通経費からの共同出資)と東海での T2K 実験のための研究支援員(2名、素核研と国際共同実験グループの共通経費からの共同出資)を配置するなど、外国の研究者たちと協力をしながら、サポート体制の充実を図っている。教員・技術職員は英語での対応ができる。国際共同実験(Belle II、T2K)の会合は英語で行われており、安全マニュアルや地震の際の対応マニュアル等の英語版整備も行っている。(指標E, F)

ユーザーからの様々な要望を直接聴く場として、外国人研究者との英語による Users Meeting を2018年6月から始めた。つくばキャンパス及び東海キャンパスそれぞれで年1回開催し、KEK からは担当理事、素核研所長、ユーザーズオフィスの責任者等が出席し、様々なリクエストを聞き、(2020年3月以降は COVID-19 の影響で中断)会合のまとめとその対策を議事録にまとめ公開している。(指標E, F)

(<https://www2.kek.jp/usersoffice/UG-meeting/index.html>)

以上述べたように、素核研は素粒子原子核の分野において、2つの点で国際的な学術拠点としての役割を果たしている。1つは、KEK 自体の持つ優れた加速器によって、国内外のコミュニティの研究者を集めて大規模な国際共同実験を多数進めていること。もう1つは、国内外の他の研究所での国際共同研究にも戦略的に参加し、国内の大学の研究者にも多様な研究の場を提供していることである。今後も国内外のコミュニティと協力しながらこの両輪を進めて行く。

外国からの研究者へのサポートは充実しつつあるが、海外の国際的な研究所の標準的なレベルには至っていないので、ユーザーの声を聞きながら今後も改善していく。

IV. 研究資源

最先端の大型装置や貴重な学術資料・データ等、個々の大学では整備・運用が困難な卓越した学術研究基盤を保有・拡充し、これらを国内外の研究者コミュニティの視点から、持続的かつ発展的に共同利用・共同研究に供していること

【主な観点】

- ◎① 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められること
- ◎② 施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源を保有し、学術研究基盤として外国人研究者を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されていること
- ③ 国内外の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等と連携してネットワークを形成し、施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源の整備や共同運用に取り組んでいること
- ④ 共同利用・共同研究に参加する関連研究者に対する支援業務に従事する専任職員（教員、技術職員、事務職員等）が十分に配置されていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～②の項目については必ず検証してください。③～④の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果> 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備は国際的な水準に照らして卓越している。電気代高騰と、省エネへの投資対策などにより、加速器の運転時間が目標よりかなり低い状況であるのが残念である。

主な観点②: <結果> 施設、設備は活発に利用されている。

主な観点③: <結果> 当機構の施設と国内外の他の卓越施設でネットワークを形成し、国内大学の共同研究の架け橋となるとともに、他機関との共同運用も行っている。

主な観点④: <結果> 教員・技術職員は多様な自分の研究と業務を担当しており、支援を専任とする教員・技術職員は存在しないが、担当に応じて支援を進めている。

不足分は支援業務のため研究支援員を雇用して対応している。

【設定した指標】

- A: 保有している施設、設備、学術資料等の研究資源による共同利用・共同研究の状況
- B: 他の研究機関等との連携による研究資源の整備や共同運用の状況
- C: 共同利用・共同研究支援体制の整備状況

主な観点①(指標A)

項目 II で述べたように KEK は世界有数の加速器を運営し、素核研の共同利用の中核となる SuperKEKB 加速器と J-PARC 加速器は、別表に見られるようにそれぞれの分野で世界一の性能を持ち、実験のための測定器も、国際共同実験グループにより設計・建設され最先端の性能を兼ね備えており、卓越した施設である。(指標A)

それぞれの運転時間を別表に示す。それぞれ定常的に年間8ヶ月、9ヶ月の運転を目指しているが、最近の2年間の平均では SuperKEKB で年間140日、J-PARC が90日と大変短い。それぞれの実験プログラムを審査し助言する委員会(項目 I の運営面で述べた委員会2と3)は運転時間の確保を大きな課題として指摘しており、国際共同実験グループからも計画通りの運転時間を早期に実現するよう厳しく要求されている。要因としては、大震災以降の電気代高騰に対して予算の増加が少ないという点がある。電力消費を抑えるような運転方式への変更等の努力を進めているが、そのための投資でもさらに運転時間が減っている。J-PARC は将来のパワー増へ投資して、より効率的に運転出来る加速器の改造とそのための設備を優先することにしたが、そのことによりここ2年間の運転経費が圧迫されている。2021年の1年間のシャットダウンの後750kW 運転が開始したら、それ以降は十分な運転時間を確保できるように努力している。(指標A)

施設	Bファクトリー	J-PARC ニュートリノ施設	J-PARC ハドロン施設
内容	電子・陽電子衝突型加速器。世界最高のルミノシティ	主リングからの大強度30GeV陽子の速い取出し。パルス当たりで世界最大の陽子数	主リングからの大強度30GeV陽子の遅い取出し
国際実験	Belle II実験	T2K実験と他の小実験数件	KOTO実験等進行中実験3件、終了実験11件、実施待ち実験18件

施設	目標	運転日数(日)				
	運転日数	2015	2016	2017	2018	2019
Bファクトリー	8ヶ月	-	-	-	120	156
J-PARCニュートリノ	9ヶ月	54	117	75	44	54
J-PARCハドロン		62	21	52	46	31

主な観点②(指標A)

施設の利用に関する資料は、項目 II の中核拠点性で示している。共同利用者数が多く、施設が活発に利用されていることを示している。実験施設は特にそのビーム強度において世界的にも他に類のないものであり、その利用にあたり外国人研究者と国内研究者の間に対する区別はない。(指標A)

主な観点③(指標A、B)

共同利用施設という点で素核研の特徴としては、ユーザーが施設を使う実験のために来訪するに止まらず、素核研と国内外の大学や研究機関の研究者が一体となって世界一の実験を作り上げていくという点にある。それは実験装置を共同で作るだけでなく、実験のための加速器の性能向上等においても国内外の大学と研究機関が協力している。この点で、KEKは大学共同利用施設という枠を超え、国内外のコミュニティの研究者が集って研究する場となっている。項目 II の中核拠点性でも示したように、研究者の滞在日数の長さにもそれが表れている。(指標A)

KEKの研究施設ではできない素粒子原子核研究に関しては、国内外の研究所と協力をしながら進めている。素核研はそこで、日本の研究者をまとめ、個々の研究者が相手研究機関と交渉する負担を軽減する役割を担っている。例えば、短寿命核ビームを用いる原子核実験に関しては、この分野で世界有数の加速器である理化学研究所仁科加速器科学センターのRIBF 加速器に和光原子核センターを設置し、独自のアイデアによる装置を設置して、国内外の大学に共同利用拠点を提供している。エネルギーフロンティアの素粒子実験研究では、欧州 CERN の国際共同実験 ATLAS において、素核研は 14 の日本の大学・研究機関を束ねて研究を進めている。カナダでは TRIUMF 研究所と共同で世界最高強度の超冷中性子源の開発を進めている。日米科学事業や日仏の共同事業を通して、米国やフランスの研究施設と日本の研究者の長年にわたる強固なネットワークを構成している。(指標B)

素粒子の性質の測定結果等、素粒子物理学のあらゆる研究成果を取りまとめ、改訂を継続している国際研究組織「Particle Data Group」の活動を KEK では日米事業の一環として継続してサポートしている。グループによる総説 Review of Particle Physics は 2 年に 1 度出版されているが、毎号 5,000 件以上引用されており研究資源として価値が高く、2012 年のものは Field-Weighted Citation Impact は 432.93 である。最新の 2018 年のものも既に引用数 2,700 件である。(指標A、B)

主な観点④(指標C)

外国人・日本人の区別なく研究者が共同利用を行う体制が、項目 III-⑤で示したとおり十分整備されている。素核研の進める実験研究のほとんどは、大型(10~3,000 人)で長期(1~10 年)にわたる実験で、ユーザーと施設運営が分離せず一体となって行なっている。従って、支援業務を専任とする教員・技術職員はいない。ユーザーズオフィスや研究支援員、外注の支援サービス等の活用に関しては既に国際性の項目で述べたとおり。(指標C)

素核研は、世界で卓越している KEK の研究資源を利用している。課題は、加速器年間運転時間を増やすことであり、予算獲得の努力とともに、技術的なイノベーションも進めている。

V. 新分野の創出

社会の変化や学術研究の動向に対応して、新たな学問分野の創出や展開に戦略的に取り組んでいること

【主な観点】

- ◎① 学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎② 学際的・融合的領域において当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎③ 研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討を行っていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～③の項目については必ず検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果> KEK そのものが加速器科学という学際的・融合的な研究の集合体であり、加速器研究施設と共通基盤研究施設の研究者が同じ機構に属していることが、KEK 全体として多くの新分野を生み出す鍵となっている。素核研から萌芽したものも含め、新分野創出へのサポートは機構の枠組みで進めており、いずれも研究者の自由な発想と自発的な活動から始まっている。

主な観点②: <結果> 素核研の研究は、外部の研究者との共同研究で成り立っており、①と同じく著しく高い成果を挙げている。

主な観点③: <結果> 機構ではロードマップの改訂を5, 6年毎に行い、その機会に新分野の創出の議論も進めている。2006年に新分野の議論を行い、その際に素粒子物理学に近接する宇宙分野への研究の拡張と、ミュオン素粒子実験へ拡大することにし、現在発展途上にある。新分野の創出は時間がかかり、このように5-20年スケールの長い時間での見直しが妥当と考える。

【設定した指標】

A: 学際的・融合的領域における研究活動の状況※(共同研究の内容と実施等取り組んでいる内容を定性的に記載)

B: 他の大学や研究機関等との連携についての検討体制の整備状況

主な観点①(指標 A)

KEK は当初から「加速器」を軸として広い研究分野をカバーする、極めて学際的・融合的な性格を持った組織である。素粒子・原子核から物性・生物までカバーし、自前の加速器で、電子・陽子・中間子・ニュートリノ・中性子・ミュオン・陽電子のビームによる研究をすべてカバーする研究機関は世界にも類を見ない。KEK が総合的な機構であるがゆえに、最先端の加速器開発から加速器の様々な応用までの広い展開ができています。またこれらの加速器にとともなう最先端の技術、たとえば低温技術、超真空技術、放射線遮蔽技術等での他分野への展開も進んでいる。近年では、医療用アイソトープの国内での生成利用、中性子を用いた癌治療(BNCT)等が KEK の加速器研究施設で、小型冷凍機の開発、宇宙ステーションでの放射線被ばく管理などが共通基盤研究施設で進められている。

素核研は、KEK の学際的・融合的な環境の中で加速器を用いた素粒子原子核の研究を推進する役割を担っており、研究者の自由な発想と自発的な活動で研究を行なっているので、新しい分野の種となるものはお膳立てなしに自然に出てくる。学際的・融合研究の中で特に応用に近く産業界との関連も深いものは、後の項目 VII 社会との関わりの項で述べる。

素粒子物理学に近接する宇宙分野への研究の拡張を 2006 年から進め理論・実験で新しい研究グループを作った。宇宙背景放射実験への展開は地上観測から宇宙観測へ発展し、JAXA 宇宙研を中心として国外の研究機関も参加する LiteBIRD 衛星での観測プロジェクトが始動するなど、現在大きく進展している。(指標 A)

理論分野では、スーパーコンピュータを用いた共同利用プログラム「素粒子原子核宇宙シミュレーションプログラム」を実施し、国立天文台・理化学研究所・京都大学・東京大学・筑波大学などとともに関連を進めている。(指標 A)

主な観点②(指標 A)

前述したように、素核研で行われている研究は KEK 内の他の所施設や国内外の大学や研究機関との共同研究が中心で、ほぼすべての共同利用実験プログラムには素核研の研究者が参加している。①で述べたことはすべてこちらにも当てはまる。(指標 A)

主な観点③(指標 A、B)

素核研の中で新分野の創出に向けての現在の取り組みとしては以下のものがある。物質構造科学研究所との共同セミナーを開催し、主に理論研究について、素粒子・原子核研究の中での様々な分野を横断するようなプロジェクトの所内公募を行っている。また令和2年度から新たに、機構外から研究者を招聘して研究の新しい動向を紹介してもらうセミナーのシリーズ(招聘セミナー)を始めた。(指標 B)

KEK ではロードマップの改訂を5、6年毎に行っている。その機会に、これから期待される新分野の創出の議論も進めている。2020 年はこの改訂時期にあるため、素核研では、項目 I で述べた研究計画委員会を招集し、新分野も含めて将来計画を議論している。(指標 B)

素核研の内部でも、研究の切れ目に応じて新展開の議論を行ってきた。2006年に何度かワークショップを開きながら、新分野の議論を行った。その結果、宇宙領域の研究(実験及び理論)とミュオン基礎科学のグループを創設した。宇宙領域では、宇宙背景放射の実験が急激に進み、チリでの国際共同観測とおもに、衛星による観測が次期 JAXA の計画として採択された。ミュオン実験の方も 2022 年から実験が始まる。新分野の創出は時間がかかるので、5-20 年スケールの長い時間での見直しが妥当と考える。(指標 A, B)

以上のように、KEK そのものが既に、加速器を核に多様な研究の場を創出する学際的な場である。KEK は研究のロードマップを作成しており、5又は6年毎の改訂の際に新分野に関する議論を行っている。素核研での議論もそれと関連づけて進めている。新分野の創出は時間がかかるので、今後も長い時間での見直しが妥当と考える。

VI. 人材育成

優れた研究環境を活かした若手研究者の育成やその活躍機会の創出に貢献していること

【主な観点】

- ① 総合研究大学院大学の基盤機関として、大学と協力し、大学共同利用機関の優れた研究環境を活用して主体的に当該分野の後継者の育成等に取り組んでいること
- ② 連携大学院制度等を活用し、国内外の大学院生を受け入れ、共同利用・共同研究に参加させるなど大学院教育に積極的に関与していること
- ③ ポストドクター等の時限付き職員の任期終了後のキャリア支援に取り組むなど、若手研究者の自立支援や登用を進め、研究に取り組みやすい環境を整備していること
- ◎④ 若手研究者（海外研究者を含む。）の採用や育成に積極的に取り組んでいること
- ◎⑤ 女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいること
- ◎⑥ 先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいること

【自己検証結果】

【検証する観点】※④～⑥の項目については必ず検証してください。①～③の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①②: <結果> 大学院教育に積極的に関与している

主な観点③: <結果> 外部資金で雇用している研究員がより自由な研究の機会を増やす取り組みを行い、研究力を高め、自立を促している。

主な観点④: <結果> 素核研は、採用において特定の年齢や国籍に対する配慮はしない。③で述べたポストドクへの取り組みは若手研究者の育成につながると考える。大学院生、学部学生、中高生への教育プログラム積極的に取り組んでいる。

主な観点⑤: <結果> 女性研究者の比率は5%程度と低い。採用における優遇措置は行わない。大学院生の教育やサマースクールプログラムなど学部生、中高生への教育プログラムが長期改善策と判断し、積極的に取り組んでいる。

主な観点⑥: <結果> 素核研の大学院生は先端的・国際的な共同研究に参画する。

【設定した指標】

A: 総合研究大学院大学・連携大学院としての取組状況(受入学生数、学位授与数 等)

B: 「特別共同利用研究員」の受入状況(受入学生数、学位授与数 等)

C: 若手研究者の人数・割合

D: ポストドクターを含む若手研究者の採用・支援の取組状況

E: 女性研究者の人数・割合

主な観点①, ②(指標 A, B, D)

素核研では、大学院教育を積極的に進め、総研大の基盤機関として多くの学生を受け入

れるとともに、東京大学・東北大学などとの連携大学院制度、特別共同利用研究員制度などを通して、他大学と協力しながら学生の教育に携わっている。2020年6月時点で、総研大大学院生34人、連携大学院等(東大、東北大)8名、特別共同利用研究員10名と、総計52名の大学院生を指導している。総研大の定員は24人である。下表に総研大生の状況を示す。(指標A, B)

○ 高エネルギー加速器科学研究科 学生数(令和2年4月1日)		D1	D2	D3	D4	D5	計
素粒子原子核専攻	定員	4	4	4	4	4	20
	現員	6	5	6	4	13	34
	留学生	1	2	1	0	1	5
	R2.4入学者	4	-	1	-	-	5

※ 外国人留学生、R2.4入学者は現員の内数

○ 学生の進路(学位取得時点)

	平成29-令和元年度			
	研究者※	民間企業	進学	その他
素粒子原子核専攻	8	2	0	8

※ 令和元年度の「その他」4名の内訳: 就職活動中3名、未回答1名

総研大大学院生及び他大学から受け入れている大学院生に対して、機構全体として、研究環境の充実、リサーチアシスタント(RA)制度の活用などの支援に取り組んでいる。また、多彩な形で受け入れた大学院生が互いに交流する機会を設けている。1つは春の新入生歓迎の企画であり、もう1つは秋に行う KEK スチューデント・デイで、後者では大学院生が互いの研究発表を行い交流する機会を提供している。(指標D)

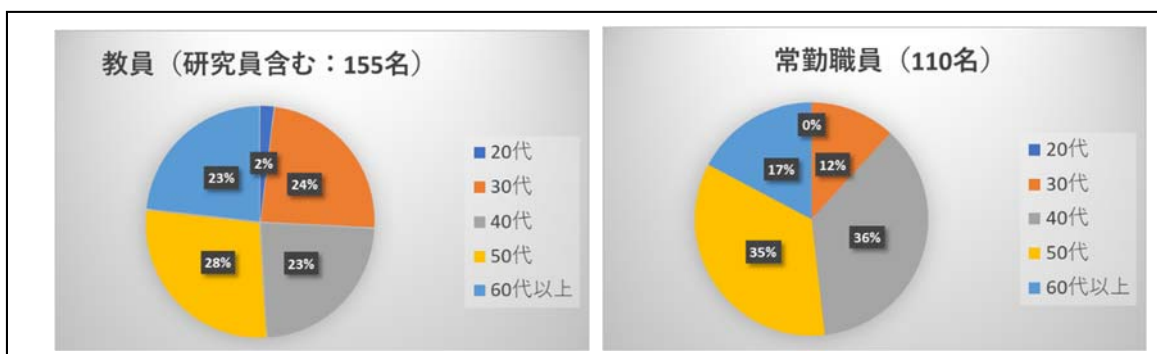
平成31年に、国外の大学の大学院生が、日本に長期滞在して実験を行いつつ日本の学位も取得できる「ダブル・ディグリー」の制度を総研大とともに整えた。ジョージア工科大学との間に協定書が締結され、候補学生の選定を行いつつある。ベラルーシ科学アカデミー、ベラルーシ国立大学とも同様の協定を結ぶ準備をしている。

主な観点③(指標D)

研究員を科研費等の外部資金で雇用する場合に、雇用経費の一部(10-20%)を素核研が負担することで、科研費の専従義務を超えた広範な研究活動ができるような配慮をしている。(ただし、科研費の専従義務の規則が緩くなったので、令和3年度から制度を見直す予定である。)任期終了後に引き続き素核研の研究者との共同研究を継続できる仕組みとして、KEKの協力研究員制度を活用している。協力研究員は無給であるが、KEKの研究施設の利用できるため、任期終了後も研究を継続して次のステップへスムーズな移行を可能にしている。(指標D)

主な観点④(指標D)

以下に素核研の教員の年齢構成を示す。30代から60代までほぼ均等に分布している。2番目の図は「常勤＝助教から教授まで」に限った場合の分布で、30代と60代以上の比率が最初の図と比べて減ることが見える。これは、若手研究者を科研費等利用した任期付きの研究員で雇っていること、さらに、再雇用者(63歳-64歳)及びその年齢を超えた研究者を再び研究員で雇用していることによる。



素核研では年齢を条件にした人事公募は行わない。上記の科研費雇用研究員の専従義務解除は、若手研究者の重要な支援と考える。

将来の若手研究者である大学院生に対して、以下のような人材育成を行っている。

海外の大学に所属する学生を招聘して KEK の研究活動に参加し研鑽を積んでもらうサマースチューデントプログラムを総研大と共同で平成 29 年度から始めた。平成 29 年度から令和元年度までの応募者数と招聘者数の推移はそれぞれ 18 名→56 名→151 名、8 名→18 名→21 名と順調に増加している。

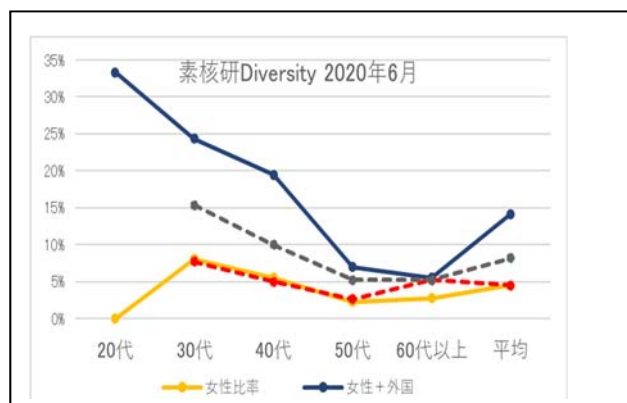
日米科学技術協力事業の下での取り組みとして、令和元年度から、大学院生を対象とした 6～10 週間滞在の若手人材交流プログラム「Ozaki Exchange Program」を始めた。令和元年度は 2 名を米国に派遣し、米国からは 3 名を受け入れた。欧州 CERN で毎年開かれるサマースクールへの日本人学生の参加支援を 15 年間継続しており、これまで 67 名を派遣し、その中から現在研究者として活躍している人材を多数輩出している。また、CERN と共同で Asia Europe Pacific School of High Energy Physics を実施している。本件は、国内だけでなくアジア地区の人材育成であり、同時にアジア近隣諸国との国際連携の強化にもなっている。

学部学生・高校生等に対しても、次の項で述べる教育プログラムを積極的に進めている。

主な観点⑤(指標 E)

2020年6月現在の女性研究者の人数は、素核研の「常勤(＝教授から助教までの職)」105人中5人(教授1, 研究機関講師1, 助教3)である。有期雇用の研究員を含めた場合、148人中7人である。

下図に素核研の研究者の年齢別女性及び外国人雇用者の割合を示す。女性の割合は4%程度である。外国人研究者の割合は若手で多くなっており、女性の割合にもその傾向はある。素核研ではこれまで、ジェンダーバランスの改善に関して検討を何度かしており、結論として、ダイバーシティを広げる要件で人事公募をすることは慎重に避けている。



学部あるいは大学院への進学時に素核分野に進む研究者そのものに大きなアンバランスがあり、日本ではそれが特に顕著である。欧州 CERN で行われている ATLAS 国際実験の統計によると、約 3,000 人の研究者(学生も含む)での女性比率は 19%であり、日本の ATLAS 研究者での比率は7%で、国別でも最も低い。

このような状況を改善するには、長期的な視点が必要である。KEK の教員が指導している大学院生 67 人の男女比率は 20%近く、上記の ATLAS の世界平均に近づきつつある。素核研が中心に進めている夏休み2週間の実習プログラム(「サマーチャレンジ」)は、大学3年生を主な対象としつつ、高専等も含む開かれた若手教育プログラムである。参加者は通算で 1,000 名を超えているが、近年女性参加者の比率が3割以上になっている。高校生を対象とした、Belle 実験が行っているサマースクール(「Belle Plus」)や KEK のウィンタースクールでは、参加者の男女比がほぼ一対一になっている。若年層の興味を研究者レベルまで持続させるのが大切なことであり、スクールのような努力が長い目でジェンダーバランスの改善になると判断し、研究所として積極的に取り組んでいる。

主な観点⑦(指標A, C)

既に示したように、素核研で進めている実験研究はすべて先端的・国際的な共同研究であり、所属する大学院生もそれに自然に参画して研究を進めている。大学院生が他の研究者と同等に研究に取り組める環境で、普段のグループ内で英語による議論や発表を行い、自身の成果や貢献に応じて、国際会議で発表する機会も与えられている。

今後も、総研大等と協力しながら大学院教育を積極的に進めていくとともに、サマースクール等でさらに若い世代の科学への興味を育てる努力を続ける。人材の多様化に関しては課題があり、長期的な改善が重要と考えるが、引き続き短期的な処置の可能性は検討していく。

Ⅶ. 社会との関わり

広く成果等を発信して、社会と協働し、社会の多様な課題解決に向けて取り組んでいること

【主な観点】

- ① 産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境等の大学共同利用機関が持つ機能を社会へ提供し、また、分かりやすく発信していること
- ② 地域社会や国全体の課題の解決に向けて貢献できる分野や内容について、それらの課題解決に取り組み、情報発信していること
- ◎③ 研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究の展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与していること
- ④ 研究成果を公開し、研究者のみならず広く社会における利活用に積極的に取り組むとともに、論文及び論文のエビデンスとしての研究データ等を公開・保存していること

【自己検証結果】

【検証する観点】※③の項目については必ず検証してください。①、②、④の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

検証する観点の結果に関する詳細は本文に記載

主な観点①: <結果>産学連携は機構全体で進めている。

主な観点②: <結果>つくば市の他の研究所とともに産学連携の枠組みがあり、素核研が有する最先端の知識・技術・ノウハウの企業との共有に努めている。

主な観点③: <結果>全国的な、及び地域に密着したセミナーやサイエンスカフェなどを通じて、また動画配信やSNSを使って、研究成果を広く伝えている。機構のオープンイノベーション推進部を通して産業界との共創の試みをはじめている。

主な観点④: <結果>機構の枠組みで研究成果の論文を公開している。研究データ等の保存・公開に関してのガイドラインを制定している。国際共同実験の枠組みで(主に高校生を対象に)実験データを一部公開し、研究活動の普及にも用いている。

【設定した指標】

- A: 情報発信・情報公開状況
- B: 国や地域社会との連携状況(交流協定の締結、イベント共催、共同開発等)
- C: 産学連携状況(産学連携論文数、特許出願数、企業との共同研究数、企業からの相談件数、企業との研究者交流実績 等)
- D: オープンサイエンス・オープンデータに向けたガイドラインの有無等の整備状況

主な観点①(指標C)

産学連携は KEK 全体で進めている。素核研が行う「物質の根源の探求」という主たる研究課題が現在の産業に短期間に直接の影響を与えることはないが、研究を進めていく上で、高度な加速器技術・計測技術を通して、以下のような産業界との連携・貢献が出ている。(指標 C)

2020 年度から KEK では「オープンイノベーション推進部」を設置して産学連携の強化を進めている。素核研関連では、半導体粒子検出器とその読み出し回路を一体化した SOI 技術の産業界での応用を目指し、SOI コンソーシアムを設置した。

加速器科学及び関連分野の放射線計測システムを開発し教育するための拠点ネットワークである「Open-It(オープンソースコンソーシアム)」の技術共有により、開発に着手する閾値を下げ開発者の参入を容易にした。この結果、幅広い組織の学際領域先端測定器研究に関する協力要請が KEK に来るようになった。

宇宙背景放射の観測のためにテラヘルツ領域の電波観測の開発を進めてきたが、測定が大気の影響を受けることを逆手にとって、局地的な積乱雲の発展を捉えることができる装置を開発した。この研究は後に科学技術振興機構が推進する START プログラムへ発展した。

放射線観測装置に使われる水晶発振回路を、高速で起動し省電力化する技術開発を進めた。この技術は、Society5.0 の鍵を握る IoT 機器への応用が大きく期待されている。

主な観点②(指標B)

つくば市の他の研究所とともに産学で連携する枠組み：JST 主催のイノベーションジャパン、TIA 主催の TIA シンポジウム、つくばサイエンスアカデミー主催の SAT テクノロジーショーケースなどに出席し、KEK の産学連携制度を紹介するとともに、素核研が有する最先端の知識・技術・ノウハウの企業との共有に努めている。(指標 B)

主な観点③(指標A)

KEK つくばキャンパスの一般公開や公開講座は KEK 全体で進めている。KEK の研究活動をより広く社会に伝えるだけでなく、一般へ科学に対する理解を深めるための企画も実施している。各年度における来場者数は以下のとおりである。(指標 A)

	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度
一般公開(4月)	548	722	554	410
一般公開(9月)	3,806	3,858	3,585	4,233
公開講座(年2回)	293	359	245	253
J-PARC施設公開	1,560	1,506	1,476	1,559

自治体や科学館等が主催するイベントへも積極的に参加し、KEK の研究活動・研究成果を紹介している。き KEK 全体の取り組みとして「出前授業(KEK キャラバン)」と称して、全国各地

の中・高等学校での講義を行っており、素核研職員が多く貢献している。

つくばの地域との連携という視点では、つくば駅前の交流施設において、情報発信と市民との意見交換を行うための「KEK サイエンスカフェ」を実施している。更に、音楽を通して KEK の研究活動を伝える場として、つくば市ノバホールにて「科学と音楽の饗宴」(年1回)、KEK キャンパス内で「KEK コンサート」(年数回)を開催している。

J-PARC を運営している東海地区においては、地域住民や自治体等に対して、J-PARC への理解と対話を深め J-PARC を身近に感じてもらうため、毎年夏季に施設公開を実施することに加えて、毎月1回、東海駅前の東海村産業・情報プラザ(アイヴィル)にて、「J-PARC ハローサイエンス」を開催している。また、東海村立図書館や村内のコミュニティーセンターにおいて科学実験教室を開催、村内の小学校で科学教室を行う等の取組を行っている。産業界との共創に関しては①で述べたとおり。

主な観点④(指標D)

研究成果や研究分野の歴史的な資料等の保管、公表は、KEK 全体で統一して推進している。また論文のエビデンスとしての研究データ等に関しては、KEK 全体で共通のガイドライン:平成 25 年度から「大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構実験データ等の保全に関する基本方針」及び平成 29 年度から「高エネルギー加速器研究機構における研究データ等の保存に関するガイドライン」を制定している。(指標D)

- 研究成果に関してはKEKIR推進室が管理しているKEK研究成果データベースにて公開している。(https://www.i-repository.net/il/meta_pub/G0000128KEKpapers)
- 研究所の創立や過去の加速器建設等における歴史的な資料はKEK史料室にて公開管理しており(<https://www2.kek.jp/archives/services/index.html>)、レポジトリシステムを利用して閲覧可能な状況にしている。
(https://www.i-repository.net/il/meta_pub/G0000093KEK)

オープンデータに関して KEK・素核研で共通のガイドラインを設けることはしていない。大規模な国際共同実験において、データの一部を公開する試みが始まっている。Belle 実験では、B-lab という取り組みをおこなっており(<https://belle.kek.jp/b-lab/>)、Belle データの一部を公開している。これまでに、高校生を中心に国内外の 220 グループ、1,500 名ほどが参加している。また、Belle II 実験では、B-Lab を発展させた Belle2 MasterClass というプログラムを世界中の高校生を相手に実施し、研究活動の普及にも用いている。(指標D)

社会との関わりは KEK 全体で取り組んでおり、素核研は、測定器開発からの発展が今後も期待できる。素核研の研究成果はすべて論文として公開されており、公開講座、出前授業、学生へのスクール等を通して研究成果を広く社会と共有している。

自由記述

この自己検証は、まず所内での議論のもとに初稿を作成した後に、英語の縮刷版を作成し、Ⅲで触れた KEK 国際諮問委員会中の素粒子原子核担当の委員5名（国外4人、国内1人）と、I で述べた B ファクトリー実験専門評価委員会と大強度陽子加速器における原子核素粒子共同利用実験審査委員会のそれぞれの委員長（国外）、合計7名に送付して、自己検証の内容と素核研全般に関する意見を求めた。

すべての委員が、素核研が素粒子・原子核分野の世界的な拠点として重要な機能果たしているという点を強調した上で、今後の課題として以下の点が指摘された。これらの指摘を反映して必要な改訂を行い、この自己検証結果報告書とした。







- 多くの委員が、施設の充実に見合った長期運転時間の確保が課題であると指摘した。
- 素核研人員については、多くの委員から、女性研究者の比率、外国人研究者の比率が低い点の指摘はあり、改善への努力が必要である。特に上位職、マネジメント職が日本人男性に限られている点の指摘があった。
- 会議体に関してはコミュニティの意見を取り入れる基本的な機能は備わっているという判定の上で、さらなる改善点として以下のような意見があった。A) J-PARC、SuperKEKB など個々のプロジェクトを見る委員会だけでなく、素核研全体の運営に関して運営会議が日本の委員のみなので、別に国際諮問委員会の設置を検討すべきではないという意見、B) 各種の委員会間の連携、特に課題審査委員会と運営会議との連携についての記述が必要との意見、C) J-PARC の課題審査では、物理の範囲が広く規模も多岐にわたり、統一した基準での審査が難しい点の指摘、D) 課題審査において委員が課題実験メンバーの際の厳密な取り決めの必要性。I の記述で情報不足の点を変更するとともに、会議のあり方に関しては今後検討する。A)については KEK 全体での国際諮問委員会があるので、さらに必要かというところもあるが、B)や C)の指摘と関連して会議体のより有効な連携という観点で検討したい。
- 外国人招聘のプログラムの拡充の検討。本文にあるように短期・長期の招聘制度を運営しているが、認知度がまだ低い可能性があるためその辺の改善が必要かもしれない。
- 素核研の研究において計算科学の重要性の指摘があり、II に追加の記述を行った。
- テレビ会議システム等や実験室周りのサポートのさらなる充実など、海外の研究所と比べて Technical Staff が少ない点の指摘。
- 国内外の研究者を引きつける上で、自由な歓談の場としてのカフェテリアの充実。

令和2年度 大学共同利用機関の検証

自己検証結果報告書 正誤表

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

素粒子原子核研究所

通し 番号	該当の頁・箇所	誤	正																																		
1	6項・中段部分の表	<p>KEK外委員の選出方法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)</th> <th>推薦結果</th> <th>所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)</th> <th>選出結果 (今期)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>素粒子実験</td> <td>7名</td> <td rowspan="4"></td> <td>5名</td> </tr> <tr> <td>原子核実験</td> <td>6名</td> <td>4名</td> </tr> <tr> <td>宇宙線</td> <td>4名</td> <td>2名</td> </tr> <tr> <td>理論</td> <td>3名</td> <td>1名</td> </tr> </tbody> </table>	素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)	推薦結果	所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)	選出結果 (今期)	素粒子実験	7名		5名	原子核実験	6名	4名	宇宙線	4名	2名	理論	3名	1名	<p>KEK外委員の選出方法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)</th> <th>推薦結果</th> <th>所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)</th> <th>選出結果 (今期)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>素粒子実験</td> <td>7名</td> <td rowspan="4"></td> <td>5名</td> </tr> <tr> <td>原子核実験</td> <td>6名</td> <td>4名</td> </tr> <tr> <td>理論</td> <td>4名</td> <td>2名</td> </tr> <tr> <td>宇宙線</td> <td>3名</td> <td>1名</td> </tr> </tbody> </table>	素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)	推薦結果	所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)	選出結果 (今期)	素粒子実験	7名		5名	原子核実験	6名	4名	理論	4名	2名	宇宙線	3名	1名
素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)	推薦結果	所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)	選出結果 (今期)																																		
素粒子実験	7名		5名																																		
原子核実験	6名		4名																																		
宇宙線	4名		2名																																		
理論	3名		1名																																		
素核研と密接に関連している研究分野 (各コミュニティから候補者の選出)	推薦結果	所長による委員の選定 (全体のバランス考慮)	選出結果 (今期)																																		
素粒子実験	7名		5名																																		
原子核実験	6名		4名																																		
理論	4名		2名																																		
宇宙線	3名		1名																																		

自己検証結果報告書

令和2年8月

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

物質構造科学研究所

目次

全体概要	1
Ⅰ. 運営面	4
Ⅱ. 中核拠点性	8
Ⅲ. 国際性	12
Ⅳ. 研究資源	17
Ⅴ. 新分野の創出	22
Ⅵ. 人材育成	26
Ⅶ. 社会との関わり	29
自由記述	32

全体概要

高エネルギー加速器研究機構(以下「KEK」という。)物質構造科学研究所(以下「物構研」という。)は、4つの大型量子ビーム施設、すなわち、つくばキャンパスの放射光実験施設 PF と低速陽電子実験施設 SPF の2施設と東海キャンパスの J-PARC 物質・生命科学実験施設 MLF における中性子とミュオンの2施設の加速器から生成される放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子の4つの量子ビームによる吸収・透過、散乱・反射、回折等の観測手法を駆使することによって、物質の構造・機能に関する共同利用・共同研究を推進することを目的としている。特に表面科学、固体物理学、材料科学、構造生物学の4つの学術分野を中心にするとともに、宇宙・地球科学等の学際分野、文理融合を含む異分野融合、機構内連携である素粒子原子核研究に関わる基礎物理分野等を対象として、量子ビームの新分野への拡大を図っている。

I. 運営面

【概要】

所長の諮問に応じて重要事項を審議する会議体である物構研運営会議(以下「運営会議」という。)では、全委員 24 名のうち物構研委員は 10 名、2分の1以下である。物構研外委員は4つの量子ビームに関連する学会の会長・役員、関連施設ユーザー団体代表等から選考している。

共同利用・共同研究課題については広く国内外の関連研究者から原則として年2回公募し、施設ごとに構成した共同利用実験審査委員会(以下「PAC」という。)が審査を行っている。各 PAC 委員も物構研職員が2分の1以下となるように構成している。

機構としてコンプライアンスを確保する体制を維持し、研究不正防止に努めている。

II. 中核拠点性

【概要】

物構研全体で、年平均約 600 件の共同利用課題と約 3,000 人の共同利用者を受け入れており、国内外から多数の関連研究者が参加している。また、量子ビーム連携研究センターCIQuS において4つの量子ビームを複合的に利用したマルチプローブ研究の新分野への展開を図るなど、当該研究分野における中核研究機関として、コミュニティ全体への総合的発展に寄与している。

所内及び所外の研究者による共同利用・共同研究により年間 600 報～700 報の査読付き論文を出版している。これらの中には被引用回数が上位 0.01%に入る論文を筆頭に、13～16%の論文が被引用数トップ 10%にランクされており、当該研究分野において高い成果を挙げている。

III. 国際性

【概要】

共同利用の所属機関は国内が約 300 機関、海外が約 100 機関で推移、国際共著論文は 25%前後で推移、国際会議等への派遣実績、国際学術協定等による交流実績の観点からも、

物構研は国際的な中核的研究機関として認められている。

国際的な研究機関として海外研究機関に在籍する研究者を外部評価委員に任命し、各施設・研究分野で定期的に外部評価を受け、国際動向の把握と運営への反映を行っている。

研究職員、技術職員のみならず、事務職員の多くが国際人事公募事務、外国人院生・職員・共同利用者等の問合せに的確に対応できるなど、外国人研究者に向けた共同利用体制が研究所全体で整備されていることは外部評価でも高く評価されている。

IV. 研究資源

【概要】

国際外部評価の結果、放射光実験施設の光源加速器は最先端ではないものの、自動化装置や先端装置が整備され、高い水準の研究成果が挙がっており、国際的に重要な役割を果たしていると評価されている。中性子については、装置性能の点で国際水準にあり、国内及び国際的に中核機関であることには疑いが無いと評価されている。ミュオンについては、研究対象を広げ、新たな手法を開発することによって世界を先導する施設になるなど、何れの施設も国際水準的に卓越したものと認められている。

共同利用・共同研究件数は、37 年間共同利用を行っている放射光実験(年間4ヶ月程度運転)でほぼ一定の750 件以上と定着している。一方、平成28年度以降、J-PARC MLFの安定運転(年間7ヶ月運転)を可能とすることで、中性子実験、ミュオン実験とも実施課題数がそれぞれ126 件、80 件まで倍増している。また、各量子ビーム加速器の運転経費に制限がある中で、量子ビーム源・観測装置等の設計・建設・装置維持・高度化を遂行することにより、実ユーザー数は合計で3,000 名を越えて、所属機関数とともに伸びており、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加しているなど、学術研究基盤として活発に利用されている。

放射光学術基盤ネットワーク、量子ビームネットワーク、クライオ電顕ネットワークなど、共同利用・共同研究拠点や大学共同利用機関等と連携してネットワークを形成し、研究資源の整備や共同運用に取り組んでいる。

V. 新分野の創出

【概要】

これまで主に素粒子原子核の研究に用いられてきた陽電子源、ミュオン源を、放射光や中性子と異なる特性を活かした新分野として、物質構造科学への応用を国際的に先導するとともに、4つの量子ビームの応用分野拡大、連携利用拡大、異分野融合を図り、共同利用・共同研究拠点や大学共同利用機関等との連携も含め著しく高い成果を挙げている。

NISTEPによる「サイエスマップ2016」から、国際的に注目を集めている学際的な研究領域で著しく高い成果を挙げているとともに、物構研の共同利用・共同研究の場が、物構研に属さない関連研究者の多岐に亘る研究分野に新機軸を促していることがわかる。

VI. 人材育成

【概要】

総合研究大学院大学(以下「総研大」という。)における後継者育成に加え、国内外の大学院生について連携大学院や特別共同利用研究員等の制度を利用して積極的に受け入れ、物構研が所有する特徴ある実験装置を用いて大学院教育に積極的に関与している。

独自の博士研究員制度の他、助教にテニュアトラック制度を導入するなど、若手人材の採用と育成に積極的に取り組んでいる。

人材の多様化に関して目に見える成果を出すには一層の工夫が必要である。

国際学術協定に基づいて、総研大学生を含む若手研究者を先端的・国際的な共同研究に参画させる一方、インド科学技術局との協定に基づいて4年間で99名の大学院生を受け入れるなど、国際的な若手人材の育成に大きく貢献している。

VII. 社会との関わり

【概要】

産業界等にも開かれた研究機関として、地域社会や国全体の課題解決に取り組むとともに、産業界等の要請に応じた各種プログラムを用意している。新たな研究手法の利用や開発を行う場合には共同研究、自立して利用研究が行える企業に対しては施設利用と効果的に使い分けしている。測定支援、代行測定、代行解析等の要請に対しても利用料金を設定して対応している。また、加速器の運転経費の削減がある中で財源の多様化を図るために産業利用が学術研究を圧迫しないように施設利用料収入を運用することにより、産業界の優先利用を図るとともに学術研究も確保できる産業利用促進運転も導入している。

自由記述

【概要】

物構研が今後目指す方向性としては、世界でも他に類の見ない4つの大型量子ビーム施設を最大限に活用したマルチプローブ研究による主要分野の深化とともに、異分野融合や産学連携を含む新たな分野への応用拡大がある。現在、ポストコロナ時代の新たな研究様式に対応するために、各施設で装置の自動化・遠隔化を進めているところであるが、マルチプローブ研究では異なる量子ビーム施設での試料の取り扱い方や測定データの共通化・標準化が不可欠であり、また、異なる量子ビームの測定データを機械学習などのAI技術によって統一的に解析する手法も不可欠である。これらには新たな人的資源が必要になる。自動化・遠隔化を進めることによって、人的資源の不足を補うだけでなく、国内他機関との多様なネットワークの中で、全体で余裕を生み出し、施設側人材育成、基盤強化、開発研究を連携しながら進めていく必要がある。

I. 運営面

開かれた運営体制の下、各研究分野における国内外の研究者コミュニティの意見を踏まえて運営されていること

【主な観点】

- ◎① 共同利用・共同研究の実施に関する重要事項であって、機関の長が必要と認めるものについて、当該機関の長の諮問に応じる会議体として、①当該機関の職員、②①以外の関連研究者及び①②以外でその他機関の長が必要と認める者の委員で組織する運営委員会等を置き、①の委員の数が全委員の2分の1以下であること
- ◎② 上記の体制が、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映できる人数・構成となっていること
- ◎③ 研究活動における不正行為及び研究費の不正使用への対応に関する体制が整備される等、適切なコンプライアンスが確保されるための体制が実施されていること
- ◎④ 共同利用・共同研究の課題等を広く国内外の関連研究者から募集し、関連研究者その他の当該機関の職員以外の者の委員の数が全委員の数の2分の1以上である組織の議を経て採択が行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～④の項目については必ず検証してください。

①、②、③、④

【設定した指標】

[指標 I-1] 所長の諮問に応じる会議体の外部委員数(全委員に占める割合)と開催実績

[指標 I-2] 運営会議及び共同利用実験審査委員会の外部委員構成

[指標 I-3] 研究活動における不正行為等に対応するための KEK のコンプライアンス体制

主な観点① [指標 I-1, I-2]

- 物構研は、4つの大型量子ビーム施設、すなわち、つくばキャンパスの放射光実験施設 PF と低速陽電子実験施設 SPF の2施設と東海キャンパスの J-PARC 物質・生命科学実験施設 MLF における中性子とミュオンの2施設の加速器から生成される放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子の4つの量子ビームによる吸収・透過、散乱・反射、回折等の観測手法を駆使することによって、物質の構造・機能に関する共同利用・共同研究を推進することを目的としている。特に表面科学、固体物理学、材料科学、構造生物学の4つの学術分野を中心にするとともに、宇宙・地球科学等の学際分野、文理融合を含む異分野融合、機構内連携である素粒子原子核研究に関わる基礎物理分野等を対象として、量子ビームの新分野への拡大を図っ

ている。

- これらの共同利用・共同研究計画に関する事項及びその他の物構研の運営に関する重要事項について審議する会議体として、物構研所長の諮問に応じる運営会議が設置されている。運営会議は、次に掲げる委員 24 人以内をもって組織している。
 - ①物構研の研究教育職員(①、当該機関の職員)
 - ②KEK 以外の国公立大学等の研究教育職員(②、①以外の関連研究者)
 - ③物構研以外の KEK の研究教育職員(①②以外で機関の長が必要と認める者)
- 第6期運営会議(平成 30 年度-令和2年度)における物構研の①の委員の数(①)10 名は全委員 24 名の2分の1以下である。なお、②は 11 名、③は3名。

主な観点② [指標 I-2]

- 運営会議における②の 11 名については、4つの量子ビーム科学の関連学会(日本放射光学会、日本中性子科学会、日本中間子科学会、日本陽電子科学会)の会長・役員、関連施設の代表、関連施設のユーザー団体の代表から選考することで、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映する人数・構成にしている。

主な観点③ [指標 I-3]

- 機構長を最高管理責任者としたコンプライアンスが確保されるための体制を整備し、研究活動における不正行為及び研究費の不正使用の防止に取り組んでいる。
- 具体的には、過去の事案の再発防止策を着実に実施、研究費の不正使用防止においては再発防止策で見直した物品の調達手続きや納入時の点検をマニュアルに基づき確実に実施するほか、研究費不正防止計画に対するモニタリングを実施し、不正を防止する体制が整備されていることを確認するとともに、職員のコンプライアンス意識の向上を図るため、e-ラーニングシステムを整備、コンテンツの充実を進め、研究倫理及び研究費の使用に関する教育を充実させるとともに、各種階層別研修等において、法令遵守に関する研修を毎年、実施している。
- また、内部統制の実効性を確保しコンプライアンス、リスク管理等を進めていくため、平成 28 年度から監事の常勤化を図るとともに監査室など監事のサポート体制を充実させ、監事監査の支援業務を強化並びに監事の監査業務が円滑かつ効果的に実施されるように監事、会計監査人及び監査室の三者による意見交換会を年複数回行うとともに、監事による実地監査やテーマ監査等を実施するなど、監事機能の充実、独立性の確保のための措置を講じている。

主な観点④ [指標 I-1, I-2]

- 共同利用・共同研究の課題等については、量子ビーム施設ごとに広く国内外の関連研究者から原則として年に2回公募している。量子ビーム施設ごとに PAC を組織して申請課題を審査している。書面審議や分科会を除き、全体会議はそれぞれ年2回開催を基本とし、各施設の課題審査の方法・カテゴリー分けに関する議論や施設運営に関する幅広い議論も行っている。各

PAC は、物構研以外の委員の数が全委員の数の2分の1以上で組織されており、申請課題の採否案が作成される。運営会議では、PAC の審議結果に基づき、採択課題(条件付き採択、保留なども含めて)を最終決定する。

[指標 I-1] 所長の諮問に応じる会議体の外部委員数(全委員に占める割合)と開催実績

会議体	委員数	開催実績(書面審議、分科会を除く)			
	所外/全体(所外割合)	H28	H29	H30	H31/R1
運営会議	14/24 (58%)	5	6	4	3
放射光 PAC*	27/37 (73%)	2	2	2	3
中性子 PAC	14/21 (67%)	2	2	2	2
ミュオン PAC	15/23 (65%)	2	2	2	2

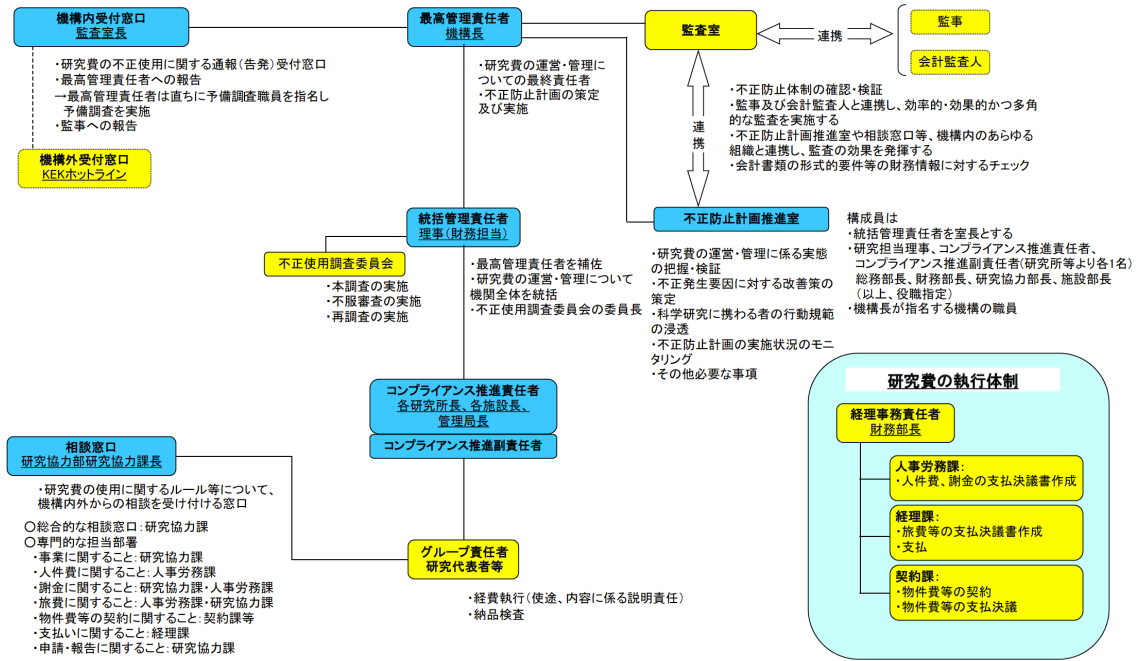
*低速陽電子実験施設の共同利用を含む

[指標 I-2] 運営会議及び共同利用実験審査委員会の外部委員構成(令和2年4月時点)

運営会議	東京大学放射光分野国際卓越拠点連携機構長
所内10	日本放射光学会元会長・SPring-8 ユーザー組織 SPRUC 長
所外14	日本中性子科学会元会長、日本中間子科学会前会長、日本陽電子科学会副会長 PF ユーザーアソシエーション PF-UA 会長、J-PARC MLF 利用者懇談会前会長 東京大学物性研究所極限紫外光科学研究センター・前センター長 京都大学複合原子力科学研究所教授、東北大学多元物質科学研究所元所長 東北大学材料科学高等研究所所長、KEK 素粒子原子核研究所教授、 KEK 加速器研究施設研究主幹、KEK 共通基盤研究施設センター長
放射光 PAC *	東京大学5、京都大学1、大阪大学1、東北大学1、名古屋大学1、千葉大学1、 東京工業大学2、名古屋工業大学1、広島大学1、岡山大学1、茨城大学2、 奈良先端大学1、東京都立大学2、静岡県立大学1、上智大学1、関西学院大学1 物質・材料研究機構1、高輝度光科学研究センター1、KEK 加速器研究施設2
中性子 PAC	北海道大学1、東北大学2、東京大学2、名古屋大学1、京都大学1、 茨城大学2、三重大学1、産業技術総合研究所1、日本原子力研究開発機構1 物質・材料研究機構1、総合科学研究機構(CROSS)1
ミュオン PAC	東北大学1、東京大学1、京都大学1、大阪大学1、茨城大学1、広島大学1、 埼玉大学1、上智大学1、北里大学1、国際基督教大学1 日本原子力研究開発機構1、理化学研究所1、総合科学研究機構(CROSS)1 KEK 素粒子原子核研究所1、KEK 加速器研究施設1

[指標 I -3] 研究活動における不正行為等に対応するための KEK のコンプライアンス体制

※ここでは、研究費の運営・管理体制のみを示している。



Ⅱ. 中核拠点性

各研究分野に関わる大学や研究者コミュニティを先導し、長期的かつ多様な視点から、基盤となる学術研究や最先端の学術研究等を行う中核的な学術研究拠点であること

【主な観点】

- ◎① 当該機関の研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であること
- ◎② 対象となる当該研究分野において先導的な学術研究の基盤として、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与していること
- ◎③ 当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究等による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、当該研究分野において高い成果を挙げていること
- ◎④ 研究者コミュニティの規模や施設の規模等に対応して、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加していること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～④の項目については必ず検証してください。

①、②、③、④

【設定した指標】

[指標Ⅱ-1] 物構研の査読付き論文数

[指標Ⅱ-2] 物構研職員による査読付き論文実績

[指標Ⅱ-3] 所外研究者が物構研を利用した査読付き論文実績

[指標Ⅱ-4] 共同利用実験の実施状況

[指標Ⅱ-5] 共同利用者の受け入れ状況

[指標Ⅱ-6] 共同利用者の所属機関数

主な観点① [指標Ⅱ-1～Ⅱ-3]

- 広く量子ビーム利用研究を推進するために、放射光、中性子、ミュオンの各研究系を配置するとともに、戦略的組織として研究センターを置くことによって横断的に研究を進める体制を確保しており、物構研職員及び所外研究者それぞれにおける発表論文数、トップ 10%の論文率、国際共著率などの研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であると判断できる。

主な観点② [指標Ⅱ-1～Ⅱ-6]

- 4つの大型量子ビーム施設における共同利用・共同研究の課題件数は、37年間共同利用を行っている放射光実験(現在、年間4ヶ月程度運転)でほぼ一定の750件以上に定着している。一方、平成28年度以降、J-PARC MLFの安定運転(年間7ヶ月運転)を可能とし、中性子実験、ミュオン実験とも実施課題数がそれぞれ126件、80件まで倍増していることなど、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠な研究所となっている。
- 4つの量子ビームの複合利用(マルチプローブ研究)に加え、試料調製環境や電子顕微鏡・レーザー分光等の整備を進めている。このような学術研究のための研究環境・研究成果をもとに産学連携も図ることで、発表論文中4～5%の産学連携共著論文を生み出すなど、先導的学術研究の基盤として、国内外の学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与している。
- 固体物理学を中心にマルチプローブ研究を推進してきた構造物性研究センターを発展的に改組・拡充して、令和2年度に量子ビーム連携研究センターCIQuSを設置した。本センターでは、共同利用申請に対して指導・助言することでマルチプローブ研究を加速する「発掘型共同利用」、イノベーションに貢献できる量子ビーム連携研究課題を設定して産学官連携・国際連携によって課題解決する「テーマ設定型共同研究」を新たに発案して導入することで、これまで以上に学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与する。

主な観点③ [指標Ⅱ-3]

- 年間600～700報程度の査読付き論文が登録されている。その約7割は、物構研に属さない関連研究者による共同利用・共同研究の成果である。
- 全固体電池に関する東京工業大学の菅野了次教授らの2016年の研究成果は物構研の中性子装置を共同利用したものであり、被引用回数は434回(2019年7月時点)で、材料科学分野の論文で被引用回数の上位0.01%という極めて高順位にランクされている。物構研に属さない関連研究者の共同利用・共同研究の研究実績として、このような研究成果を筆頭に、最近4年間の被引用数トップ10%論文率が13～16%であることなど、高い水準となっており、研究分野の特性に応じた高い成果を挙げている。

主な観点④ [指標Ⅱ-5, Ⅱ-6]

- 4つの大型量子ビーム施設それぞれの加速器の運転経費に制限がある中で、量子ビーム源・観測装置等の設計・建設・装置維持・高度化を遂行することにより、実ユーザー数は合計で3,000名を越えて、所属機関数とともに伸びており、物構研が実施している共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加している。

[指標Ⅱ-1]物構研の査読付き論文数(現況調査表の別添資料より)

	H28	H29	H30	H31/R1
査読付き論文数(国際誌)	678	639	620	651

[指標Ⅱ-2]物構研職員による査読付き論文実績(Scopus/SciValによる)

	H28	H29	H30	H31/R1
論文数*	183	163	184	183
通算総引用数	1966	1404	848	393
国際共著論文率(%)	23.0	23.3	29.9	25.7
産学共著論文率(%)	5.5	3.1	3.3	4.4
被引用数トップ10%論文率(%)	15.3	10.4	11.4	16.9

[指標Ⅱ-3]所外研究者が物構研を利用した査読付き論文実績(Scopus/SciValによる)

	H28	H29	H30	H31/R1
論文数*	404	423	385	427
通算総引用数	4808	3458	1876	864
国際共著論文率(%)	25.5	24.3	25.5	24.4
産学共著論文率(%)	3.5	4.7	3.9	5.6
被引用数トップ10%論文率(%)	14.6	14.4	13.0	15.9

* 指標Ⅱ-2及びⅡ-3では、DOIによる分析が可能な文献のみを対象としている。

[指標Ⅱ-4]共同利用実験の実施状況(現況調査表の別添資料より)

		H28	H29	H30	H31/R1
放射光実験 低速陽電子を含む	新規課題数	324	357	295	333
	継続課題数	439	440	458	421
	合計(内、国際共同)	763 (37)	797 (35)	753 (34)	754 (29)
中性子実験	新規課題	58	94	107	120
	継続課題	7	7	6	6
	合計(内、国際共同)	65 (7)	101 (12)	113 (24)	126 (32)
ミュオン実験	新規課題数	25	50	54	74
	継続課題数	7	7	7	6
	合計(内、国際共同)	32 (1)	57 (5)	61 (7)	80 (8)

※年間運転時間は、放射光・低速陽電子は約4ヶ月、中性子・ミュオンは約7ヶ月。

[指標Ⅱ-5]共同利用者の受け入れ状況(現況調査表の別添資料より)

	区分	H28	H29	H30	H31/R1
放射光実験 *低速陽電子実験を含む	実人数 (内、外国人)	2,541 (190)	2,476 (205)	2,547 (223)	2,446 (371)
	延人数/人・日 (内、外国人)	18,562 (1,508)	19,192 (2,218)	17,852 (2,070)	18,984 (2,859)
中性子実験	実人数 (内、外国人)	277 (17)	333 (35)	364 (51)	379 (89)
	延人数/人・日 (内、外国人)	2,741 (129)	3,332 (254)	2,715 (367)	2,820 (503)
ミュオン実験	実人数 (内、外国人)	113 (10)	114 (20)	181 (22)	199 (30)
	延人数/人・日 (内、外国人)	1,442 (34)	2,175 (335)	2,082 (191)	2,489 (360)

[指標Ⅱ-6]共同利用者の所属機関数(現況調査表の別添資料より)

	区分		H28	H29	H30	H31/R1
放射光実験 *低速陽電子を含む	国内	国公立大学	69	71	70	74
		私立大学	52	56	49	45
		研究機関	93	84	85	77
	国内 合計		214	211	204	196
	海外 合計		58	60	58	66
中性子実験	国内	国公立大学	24	32	23	26
		私立大学	9	7	8	7
		研究機関	7	20	22	18
	国内 合計		50	59	53	51
	海外 合計		13	16	28	38
ミュオン実験	国内	国公立大学	19	22	17	23
		私立大学	5	7	7	9
		研究機関	7	7	9	12
	国内 合計		31	36	33	44
	海外 合計		5	9	8	8

※国立大学には大学共同利用機関を含む。研究機関(国内)には企業も含む。

Ⅲ. 国際性

国際共同研究を先導するなど、各研究分野における国際的な学術研究拠点としての機能を果たしていること

【主な観点】

- ◎① 国際的な調査・研究活動について、当該研究分野における国際的な中核的研究施設であると認められること
- ◎② 海外の研究機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員、運営委員会等の委員に任命するなど、当該研究分野の国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されていること
- ③ 研究者の在籍状況や外国人の共同研究者数・割合等について、当該研究分野において、国際的に中核的な研究施設であると認められること
- ④ 国際的な学術研究拠点として多様で優秀な人材を獲得するため、外国人研究者など人材の多様性や流動性の確保のための支援・取組が行われていること
- ⑤ 外国人研究者に向けた共同利用・共同研究体制の整備が十分に行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～②の項目については必ず検証してください。③～⑤の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

①、②、⑤

【設定した指標】

[指標Ⅲ-1] 国際協定の締結状況

[指標Ⅲ-2] 海外機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員に任命している人数

[指標Ⅲ-3] 国際会議等で受入および派遣した研究者数

[指標Ⅲ-4] 共同利用対応職員の内、英語による職務遂行可能数

[指標Ⅲ-5] 令和二年実施の海外研究者による外部評価結果

主な観点① [指標Ⅲ-1～Ⅲ-5]

- 共同利用・共同研究に参加している国内機関、海外機関は全体で 300 機関、100 機関前後[指標Ⅱ-6]、国際共著論文は 25%前後で推移[指標Ⅱ-2, 3]、国際会議等への派遣実績、交流実績、外部評価からも国際的な中核的研究機関であると認められている。
- 外部評価でも高く評価されている国際協定の実績例として、スイスのポールシェラー研究所 (PSI)と物構研との間の覚書 (MOU, 令和元年)に基づき、双方の放射光施設 (SLS、PF)の相互利用を行っている。令和元年はSLS側からは、計2回9人の訪問があり、PFにしかない低

エネルギーX線による結晶構造解析ビームラインにおいて Native SAD 法の利用研究や最新型のX線検出器の性能評価などを行った。この PF の測定技術の国際共同研究は生物学分野の注目論文として Faculty1000 や米国結晶学会のワークショップでも取り上げられ、PF は国際的に Native SAD 法のメッカとして認知されている。

- 他の国際協定の例として、国際連携を主導する専任研究者として、令和元年度に物構研のミュオン科学に関わっていた准教授がカナダの TRIUMF 研究所に異動した。物構研ミュオン施設での測定に加え、異なる時間構造をもつ TRIUMF のミュオンビームを用いた μ SR 測定を組み合わせることで、磁性・超伝導の研究において成果を創出している。
- UNESCO が主導して建設した世界平和のための放射光施設 SESAME(中東ヨルダンに設置)において半年に一度、開催されている理事会に、日本代表(東アジアからは日本だけ)として参加し、施設運営の方法、装置技術、測定技術等に関して、助言・協力を行っている。また、アジア・オセアニア中性子散乱協会(AONSA)の事務局を担当して、会費管理、毎年 AONSA Young Research Fellowship、4年に一度の AONSA Prize 等に対応するなど、アジア・オセアニア地区の中性子科学コミュニティの発展に貢献している。

主な観点② [指標Ⅲ-2, Ⅲ-5]

- 海外にも開かれた研究機関として、海外研究者を国際評価委員に任命して外部評価(結果はホームページ上で公表)を受けることで、各施設、各研究分野の国際的な動向を定期的に把握し、運営に反映している。その結果をベースにした物構研全体の外部評価に関しては、KEK Science Advisory Committee で評価を受けている。

主な観点⑤[指標Ⅲ-4, Ⅲ-5]

- つくばと東海の両キャンパスの物構研事務室には英語対応が可能な事務系職員 12 名を配置し、国際人事公募(原則全て)事務、外国人の院生・職員、共同利用者、国際評価委員等からの問合せ等への対応を行っており、外部評価でも高く評価されるなど、外国人研究者に向けた共同利用・共同研究体制の整備が十分行われている。
- MLF においては原則として全ての一般課題を英語で申請することになっている。また課題審査部会・分科会は海外研究者を含んだ構成として、審査も英語で行っている。

[指標Ⅲ-1]国際協定の締結状況

	H28	H29	H30	H31/R1
国際協定件数	14	14	15	17
うち、日本を代表して、海外 COE と締結している協定数	4	4	5	5
研究者の受入数	95	136	102	126
研究者の派遣数	21	14	9	4

[指標Ⅲ-2]海外機関に在籍する研究者を外部評価委員に任命している人数

	H28	H29	H30	H31/R1
物構研全体	-	-	5	5
放射光・低速陽電子	4	4	4	2
中性子	8	8	8	8
ミュオン	4	4	4	4

[指標Ⅲ-3]国際会議等で受入および派遣した研究者数

		H28	H29	H30	H31/R1
国際会議	受入	25	69	18	3
	派遣	107	100	143	93
協定に基づかない交流等	受入	193	140	351	364
	派遣	22	37	39	22

[指標Ⅲ-4] 共同利用対応職員の内、英語による職務遂行可能数

該当数／全体数（割合％）	研究教育職員	技術職員	事務職員
研究所共通	-	-	1／1（100％）
放射光・低速陽電子	36／36（100％）	8／11（73％）	7／10（70％）
中性子	9／9（100％）	6／6（100％）	4／4（100％）
ミュオン	5／5（100％）	3／4（75％）	

[指標Ⅲ-5] 令和二年実施の海外研究者による外部評価結果

※評価書全文は <https://www2.kek.jp/imss/about/report.html> を参照。

㊐物質科学分野 Materials Science

The Photon Factory is already playing a strong role in the field of materials science internationally, though it is relatively old facility and the budget and human resource is limited. The Mater. Sci. Sec. (MSS) provides both scientific and technical leadership within several Photon Factory beamlines, and their dual roles should continue in order to provide the most benefits to the scientific community in Japan. It is important that the MSS both follow important science trends and maintain a good relationship with corporations, as well as educate young students and researchers.

More broadly, they should play an important part in the Center for Integrative Quantum Beam Science (CIQuS) initiative, which will harness four distinct probes operated by the IMSS (photon, neutron, muon, positron) to evaluate/modify materials. As such coupled facilities are very rare, the MSS could take a leading role in researching ways to couple these probes in order to obtain key materials information.

It should be noted that the MSS is operating in relatively constrained conditions, namely a limited budget, relatively old facility (oldest synchrotron in Japan and nearly in the world) and

limited human resources. In particular, the staffing levels for beamline support are on the order of one person per beamline, which is significantly lower than for other facilities worldwide (typically three or higher). This has some obvious limitations on ability of staff to develop new instrumentation/techniques and potential overwork for the staff. It is therefore important to consider additional support for the beamlines, either by deciding to consolidate beamlines, providing higher levels of funding and/or making operations more efficient. To this point, the recently formed CIQuS represents a promising way to enhance the budget, as well as provide a unique integrated suite of techniques for materials evaluation.

For the 2013-2020 (partial) period, the total publications by MSS members is 141 which represents about 15% of the publications at the PF-supported beamlines which average about 100 publications annually. Many of these publications are in high-impact materials science journals (e.g. Nat, Nat Comm, PRL, JAP) and the publication rate is considered strong, and indicative of high and consistent scientific output by MSS and users they support.

The MSS has several existing collaborations with private companies, which include heavy industries (e.g. steel makers), transportation and electronics. This is reflected in the large number of grants they are involved with, many of which involve industry. Such collaborations are very important to understand needs in industries and provide positive feedback to industries on new materials and/or processes as well as deeper understanding of existing materials.

Outreach activities are strong, particularly in the area of educating students and providing specialized workshops to address the needs of users. By continuing to share their knowledge and instrumental and technique developments with users, the group promises to positively impact the materials science community for years to come.

⑥構造生物学分野 Structural Biology

Historically PF has been the first Macromolecular Crystallography (MX) facility in Japan and one of the first ones anywhere in the world. Although by now not among the most powerful X-ray sources, it is still competitive with the best synchrotrons, to a large extent due to its high level of automation, allowing operation with comparatively very small staff. Its macromolecular crystallization facility is unique in academic environment, since it is completely automated, allowing setting up the experiments and monitoring their outcome in a manner that requires only minimal staffing.

It is very clear that Structural Biology Research Center (SBRC) has been playing a leadership role in Japan by enabling access to high-quality instrumentation for academic researchers, as well as by conducting very high- quality in-house projects. The latter activities are very important, since they set a very high standard of performance for the facility users and for scientific collaborators. Although attached to the Photon Factory, SBRC provides leadership not only in synchrotron-related aspects of structural biology, but also in biochemistry and imaging. Of particular importance is the recent addition of a cryo-EM instrument. However, the currently available 200 kV microscope is not sufficient to maintain the leadership role for the future and since cryo-EM is rapidly becoming the principal technique in studies of macromolecular complexes, it is absolutely necessary to expand the range of available instrumentation, preferably by adding both a 300 kV microscope, as well as a smaller microscope for sample evaluation. It is also clear that in the long range it will be necessary to upgrade the flux of the synchrotron X-ray source and continue upgrading the beamline instrumentation if the future leadership roles are to be maintained.

SBRC has been engaged in a number of successful international collaborative efforts on projects in the area of infectious disease, studies of the process of gene transcription, as well as GTP metabolism. Based on an agreement with the Swiss Light Source (SLS), several of their scientists have been visiting PF every year, principally to use the unique capabilities of the beamline BL-1A that allow direct phasing based on anomalous scattering of sulfur atoms. Other

foreign users have been utilizing the crystal-shaping instrument (moved from Spring-8). These projects provided a basis of a workshop during the 69th annual meeting of the American Crystallographic Association that took place in Covington, KY in 2019. SBRC staff were able to use the facilities of SLS during summer periods when no MX beamlines are operational in Japan. Foreign visitors have been coming to SBRC, some for extended period of time, and SBRC staff has travelled abroad and presented their results in international conferences.

Foreign visitors to SBRC need English-language support from the scientific and administrative staff. Whereas it is assumed that the scientists and engineers should be reasonably fluent in the language, this might not always be true for the administrative staff. However, as I found myself, administrators were able to make all the arrangements for my travel and stay in Tsukuba without having to involve the scientific staff.

The presence of many visitors, including foreign, is very helpful in making SBRC better known in the scientific community. The PR activities seem to be adequate.

㉔中性子科学分野

The leadership of KEK Neutron Source (KENS) and J-PARC MLF in the field of neutron science is very highly regarded. The MLF receives ca. 650 general beamtime proposals in 2020A from Japanese universities (43%), foreign institutes (31%), Japanese companies (9%) and others. The high proportion of proposals from foreign countries clearly demonstrates the very high international reputation and leadership of KENS and MLF.

The instruments at KENS and MLF provide world top level measurement capability. The experiments performed at KENS and MLF by Japanese and international scientists and engineers cover a broad spectrum of academic disciplines including physics, chemistry, biology, soft matter, and materials science, resulting in publications in high profile journals such as Nature Materials, Nature Physics, Physical Review Letters, Advanced Materials, The Journal of American Chemical Society and so on. There is no doubt that the KENS and MLF have been an excellent core academic research hub for Japanese and international communities. We believe that the international leadership of KENS and MLF, and their roles as a core academic research hub will be significantly further strengthened if the budget and staff members are properly allocated at the international standard.

㉕ミュオン科学分野

The research projects presented to Muon Science Advisory Committee (MuSAC) demonstrate the rich field of muon science at Muon Science Establishment (MUSE) in a broad range of applications from fundamental studies to material and soft matter science, and applied studies such as characterization of battery materials and non-destructive elemental depth analysis of archeological samples. The two latter fields are in collaboration with companies and archeological institutions and museums, which represents a unique extension to user groups/research fields which are not typical for muon facilities in general. This wide range of applications, attracting new user groups and opening new fields of muon applications is clearly a strength of MUSE, which makes it unique among all the muon facilities around the world.

MuSAC is very pleased to see the continuation of cooperation with industrial partners, such as Toyota Central R&D Labs (CRDL) for battery research and SOCIONEXT for investigating soft-errors in SRAM modules caused by cosmic muons, and the establishment of a new collaboration with Sumitomo Heavy Industries in the Transmission Muon Microscope project. These kinds of activities are in line with J-PARC's mission to develop the society of the future. At present, this strong cooperation with industrial partners is unique among the muon facilities in the world.

IV. 研究資源

最先端の大型装置や貴重な学術資料・データ等、個々の大学では整備・運用が困難な卓越した学術研究基盤を保有・拡充し、これらを国内外の研究者コミュニティの視点から、持続的かつ発展的に共同利用・共同研究に供していること

【主な観点】

- ◎① 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められること
- ◎② 施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源を保有し、学術研究基盤として外国人研究者を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されていること
- ③ 国内外の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等と連携してネットワークを形成し、施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源の整備や共同運用に取り組んでいること
- ④ 共同利用・共同研究に参加する関連研究者に対する支援業務に従事する専任職員（教員、技術職員、事務職員等）が十分に配置されていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～②の項目については必ず検証してください。③～④の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

①、②、③

【設定した指標】

[指標IV-1] 国内放射光施設における学術基盤ネットワーク

[指標IV-2] 物構研の共同利用・共同研究を支える4つの大型量子ビーム施設

主な観点① [指標IV-1, IV-2]

- 運営費交付金及び外部資金等を活用して、共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備の新設・整備を実施している。放射光実験施設においては、平成 26 年度から平成 30 年度の内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「革新的構造材料」に貢献し、放射光X線による顕微計測ビームラインを整備した。また、平成 29 年度からは、3年計画の機能強化プロジェクトとして「放射光施設ビームラインを活用した産業界等におけるイノベーション創出の推進」を進め、企業ニーズも高い軟X線走査型顕微イメージングビームラインを建設した。これらによりイノベーション人材の育成も含めた産学連携を積極的に推進するためのナノメートルオーダーの不均一な実材料に対応できる顕微計測設備を整えた。学術機関や企業による

材料計測を開始し、すでに炭素繊維強化プラスチックの性能改善や、ポリマー材料の劣化や変性に関する知見等が得られている。

- 平成 29 年度より日本医療研究開発機構 (AMED) の「創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業」の一環として、創薬やライフサイエンス研究を支援する「創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム (BINDS)」に参画し、放射光 X 線を活用した構造生物学研究のためのビームライン装置群や自動結晶化ロボット等の整備・高度化を進めると同時に、世界的に放射光施設への導入が進んでいるクライオ電子顕微鏡を SPring-8 などの国内他施設を先導する形で導入した。
- J-PARC MLF においては、物構研が整備している 8 本の中性子ビームラインのうち 7 本は、東京大学、東北大学、京都大学等との大学連携で獲得した科研費や NEDO、JST 等の資金により設計・建設したものであり、完成後は世界トップレベルの性能を持つ装置として共同研究に利用している。またミュオン実験装置も大学連携により獲得した科研費新学術領域研究や元素戦略プロジェクト〈研究拠点形成型〉等の外部資金により、装置建設と高度化を行っている。
- 外部評価 [指標Ⅲ-5] の結果、放射光実験施設 (フォトンファクトリー) の光源加速器は最先端ではないものの、ビームラインでは自動化装置や先端装置が整備され、高い水準で研究成果が挙がっており、国内のみならず国際的に重要な役割を果たしていると評価されている。中性子施設については、装置性能の点で国際レベルにあり、国内及び国際的に中核機関であることには疑いが無いと評価されている。ミュオン施設については、これまでの研究対象を広げ、新たな手法を開発することによって世界を先導する施設になると高く評価されているなど、共同利用及び共同研究のために物構研が保有している施設、設備等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められている。

主な観点② [指標Ⅳ-2]

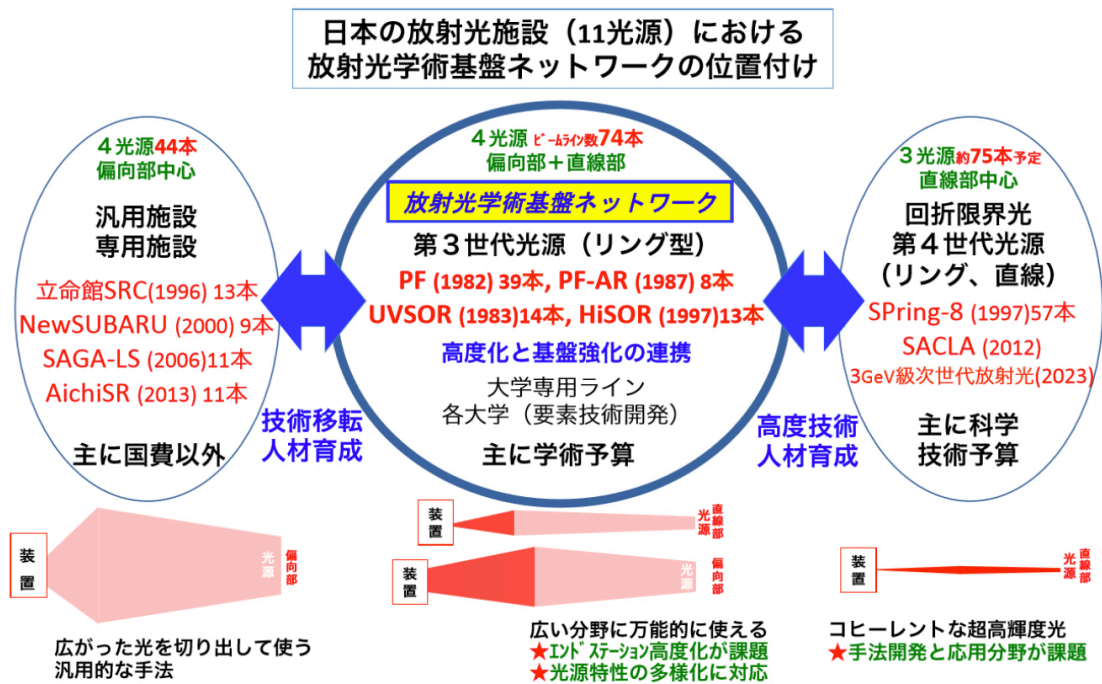
- [指標Ⅱ-4~6] に示したように、4 つの大型量子ビーム施設における共同利用・共同研究の課題件数は、37 年間共同利用を行っている放射光実験 (年間 4 ヶ月程度運転) でほぼ一定の 750 件以上と定着している。一方、平成 28 年度以降、J-PARC MLF の安定運転 (年間 7 ヶ月運転) を可能とすることで、中性子実験、ミュオン実験とも実施課題数がそれぞれ 126 件、80 件まで倍増している。また、4 つの大型量子ビーム施設それぞれの加速器の運転経費に制限がある中でも、財源の多様化を図るとともに、量子ビーム源・観測装置等の設計・建設・高度化・効率化を着実に遂行することにより、実ユーザー数は合計で 3,000 名を越えて、所属機関数とともに伸びているなど、学術研究基盤として外国人を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されている。

主な観点③ [指標Ⅳ-1]

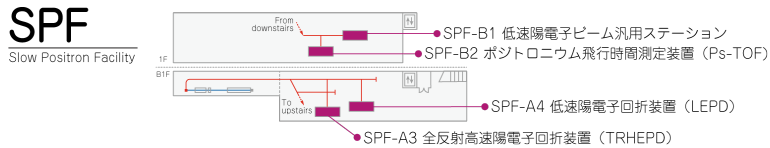
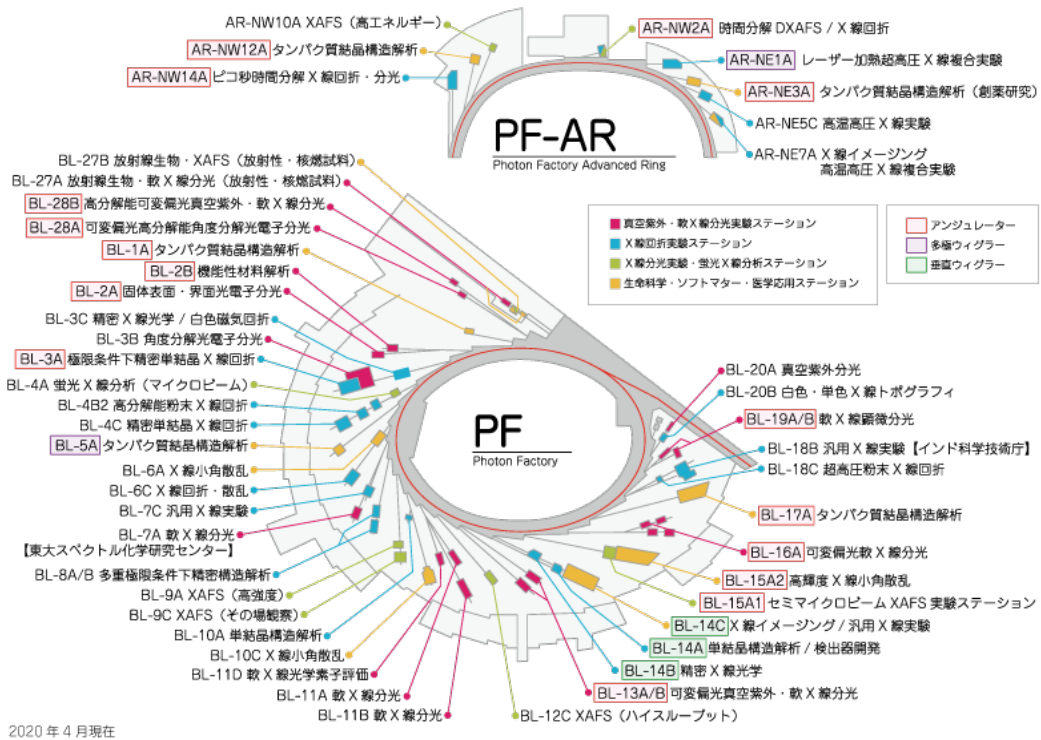
- 以下のように、大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等と連携してネットワークを形成し、各施設、設備等の整備や共同運用に取り組んでいる。
- 【放射光学術基盤ネットワーク形成】日本学術会議第24期の学術の大型研究計画に関するマスタープラン(マスタープラン2020)に対して、日本放射光学会を提案母体とし、物構研が積極的に関与して「放射光学術基盤ネットワーク」の提案を取りまとめ、日本学術会議のヒアリングを経て、マスタープラン2020に採択された。この提案では、国内の学術研究機関を基盤とする3つの放射光施設(大学共同利用機関に設置された物構研放射光実験施設(PF)及び分子科学研究所・極端紫外光研究施設(UVSOR)と、大学に設置された共同利用・共同研究拠点の広島大学・放射光科学研究センター(HiSOR))が役割分担しながらネットワーク化するものである。日本は第4世代リング型光源で国際的に大きく遅れをとったが、これからの10年で遅れを挽回し、学術3施設が次々世代光源に向けた連携研究を進めることの緊急性は極めて高いことから、現在、物構研PFが中心になって、施設側人材育成、基盤強化、開発研究などの取組を開始している。
- 【量子ビームネットワーク形成】国内の8つの放射光施設と大型レーザー施設がネットワークを形成し、産学官による施設利用を推進する仕組みとしてJST 共用プラットフォーム形成支援プログラムを利用した「光ビームプラットフォーム」の活動を平成28年度から推進してきた。産官学のユーザーが、国内外の放射光施設を複合利用して研究を進める上で不可欠となる、測定データの互換性、信頼性担保のための活動を、光ビームプラットフォーム事業の一環として実施した。同一試料を異なる放射光施設で測定してデータを比較するラウンドロビン実験を通じた各施設の装置の評価、標準化を行うとともに、標準的なデータを保存するデータベース作成の活動等を進めた。その経験を活かした次の計画として、ポストコロナ時代の自動化・遠隔化・AI技術導入を背景に、中性子施設やミュオン施設を含む国内の量子ビーム施設全体への展開を検討している。
- 【クライオ電顕ネットワーク形成】近年、クライオ電子顕微鏡は、タンパク質構造解析のための主要ツールとなっており、特に放射光X線回折実験とクライオ電子顕微鏡の相補的な利用により、迅速かつ高精度なタンパク質構造研究が可能となっている。日本医療研究開発機構(AMED)の創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム(BINDS)の支援を受け、国内放射光施設が運用する最初のクライオ電子顕微鏡が導入され、平成30年度後半から広く外部開放を行い、これまでに大学関係37グループ、企業15社に対する利用支援が行われ、5Å以下の近原子分解能の解析を25件成功させている。この実績に基づき、国内のクライオ電顕の共用と利用を促進するためにクライオ電顕ネットワークを形成した。数少ないハイエンド電顕を効率的に利用するために、測定をスクリーニングと本番測定に分け、スクリーニングをパスした試料のみをハイエンド電顕で測定する仕組みを物構研が中心となり構築し、BINDS事業によってクライオ電顕を所有する5グループとBIND事業外部の11グループから構成されている。現在、施設側人材

育成・強化の体制作りを行うとともに、物構研だけで50グループの利用者に対応しており、更なる利便性の向上に向けた仕組みづくりを行っていく。

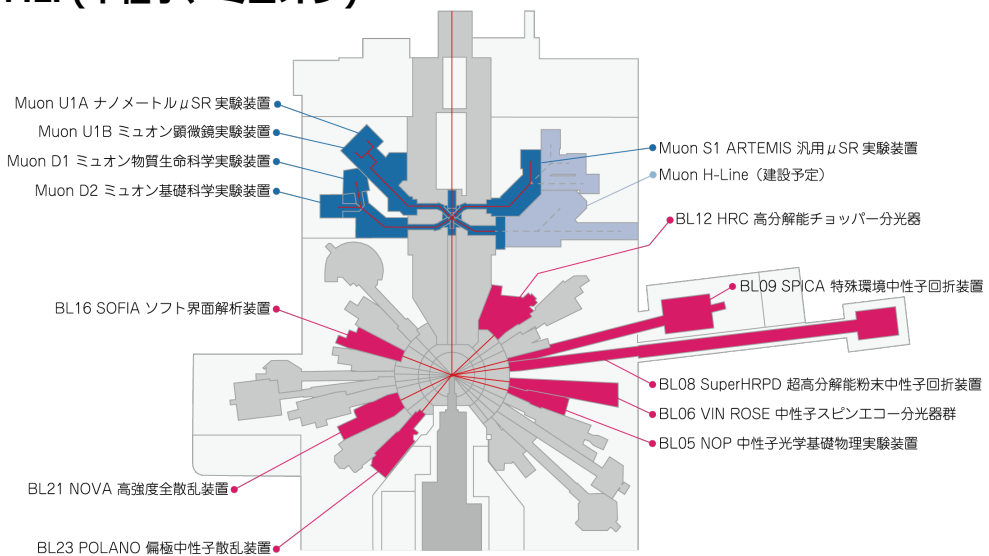
[指標Ⅳ-1] 国内放射光施設における学術基盤ネットワーク



[指標IV-2] 物構研の4つの大型量子ビーム施設(放射光、低速陽電子、中性子、ミュオン)



J-PARC MLF(中性子、ミュオン)



V. 新分野の創出

社会の変化や学術研究の動向に対応して、新たな学術分野の創出や展開に戦略的に取り組んでいること

【主な観点】

- ◎① 学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎② 学際的・融合的領域において当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎③ 研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討を行っていること

【自己検証結果】

【検証する観点】※①～③の項目については必ず検証してください。

①、②、③

【設定した指標】

[指標 V-1] 第 3 期中期計画期間に参画した JSPS「新学術領域研究(研究領域提案型)」

[指標 V-2] クロスアポイントメント、客員教員、連携大学院教員の実績人数

[指標 V-3] Top10%論文のサイエスマップにおける物構研での研究の位置付け

主な観点① [指標 V-1, V-3]

- これまで主に素粒子原子核の研究に用いられてきた陽電子源、ミュオン源を、放射光や中性子と異なる特性を活かした新分野として、物質構造科学への応用を国際的に先導してきた結果、最近、海外でも追従する取組みが始まっている。
- 4つの量子ビームを核に、異分野連携等で新分野を切り開く科研費「新学術領域研究(研究領域提案型)」10件に計画段階から参画し、成果創出に貢献している。
- さらに、量子ビーム別に形成されてきた研究コミュニティに横串を刺し、量子ビームを横断的に併用したマルチプローブ研究を、ひとつの研究機関で進めることのできることは国際的に見てもほかになく、学際的・融合的領域として新たな研究分野を生み出すために、平成 28 年からは共同利用の申請枠としてマルチプローブ研究課題を設定し、構造物性研究センターを中心に固体物理学分野に新機軸を入れることに力を注いできた。その成果を踏まえ、令和2年度から新たに CIQuS を組織化し、表面科学、材料科学も含めて拡大を図ることにした。

- マルチプローブ成果のひとつの典型的な例として、リチウムイオン電池などの蓄電池の開発研究がある。物構研では、中性子は軽元素でも重元素と同程度の散乱能を示すことを活用し、蓄電池材料の元素分布状態の変化を追跡できるオペランド観測ビームラインを整備した。ミュオンでは深さ方向をナノメートル精度で元素分析(リチウムのような軽元素にも高い選択性がある)できる手法を確立した。放射光では蓄電池材料を構成する特定元素の電子状態、例えば電極材料の酸化還元状態が観測できるその場観測X線分光ビームラインを整備した。これらを横断的に利用できる体制作りを CIQuS で行い、新たな量子ビーム分野形成に取り組んでいる。
- 以上の取組と成果は外部評価[指標Ⅲ-5]でも高く評価されるなど、学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められる。

主な観点② [指標Ⅴ-3]

- 科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が定期的に作成している研究成果分析の一つであるサイエスマップ 2016 によると物構研の4つの大型量子ビーム施設を活用した研究成果約3,500 件の中で Top10%論文 82 件が広い分野に広がっていることがわかる。これらのほとんどは物構研職員だけではカバーできない物構研外の学際的・融合的領域分野の研究者が行った共同利用・共同研究による研究実績であり、その水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められる。

主な観点③ [指標Ⅴ-2]

- 人事はすべて国際公募を原則としており、運営会議の外部メンバーが人事委員会メンバーとなることで、4つの学術分野(表面、固体物理、材料、構造生物)において研究組織・研究分野が固定化しないように定年退職スケジュール等に合わせて若手人材の登用などを検討している。また、学際分野や文理融合を含む異分野融合を進め、国内全体での量子ビーム科学の推進を図るために、クロスアポイントメント、客員、連携大学院を通じた大学との人材育成を含む連携を進めている。素粒子原子核研究所が行っている基礎物理との融合を進めるために人件費を分担するなどして、物構研に准教授1名、助教1名を確保するなど、研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、研究組織の再編等の必要性を含めて定期的に検討を行っている。
- クロスアポイントメントについては、茨城大学が量子線科学専攻を平成 28 年度より設置したことに伴い、物構研の教授1名(中性子利用研究分野)、准教授1名(放射光利用研究分野)がクロスアポイントメントにより講義と学生指導を担っている。また、量子科学技術研究開発機構からのクロスアポイントメント要請に対して准教授1名を出している。一方、日本原子力研究開発機構等との外部機関から教授3名、准教授1名をクロスアポイントメントで物構研として受け入れている。その他、連携大学院を通じた大学との人材育成を含む連携も進めることで、国内全体での量子ビーム科学の推進を図っている。

- 異分野融合研究として、量子ビーム(特に負ミュオン)を用いた非破壊分析法を文化財に適用し、考古学や歴史学に貢献する「文理融合プロジェクト」を平成 31 年度/令和元年からスタートさせた。2019 年7月、第1回文理融合シンポジウム「量子ビームで歴史を探る: 加速器が紡ぐ文理融合の地平」を東京都台東区上野公園の国立科学博物館・日本館講堂において、2019 年 12 月、第2回文理融合シンポジウムを大阪大学中之島センターにおいて、人間文化研究機構 国立歴史民俗博物館(大学共同利用機関)、国立科学博物館、大阪大学核物理研究センター(共同利用・共同研究拠点)と共催し、計 170 名以上の参加を得てその可能性について、高校生や一般参加者を含めて活発な議論がなされるなど、幅広く社会への発信も行っている。本シンポジウムに着想を得て大阪大学に保管されている、緒方洪庵所有の薬瓶内容物の元素分析が実施された。外部評価でも新分野として高く評価される[指標Ⅲ-5]など、研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等との連携について、定期的に検討を行っている。

[指標Ⅴ-1]第3期中期計画期間に参画した JSPS「新学術領域研究(研究領域提案型)」

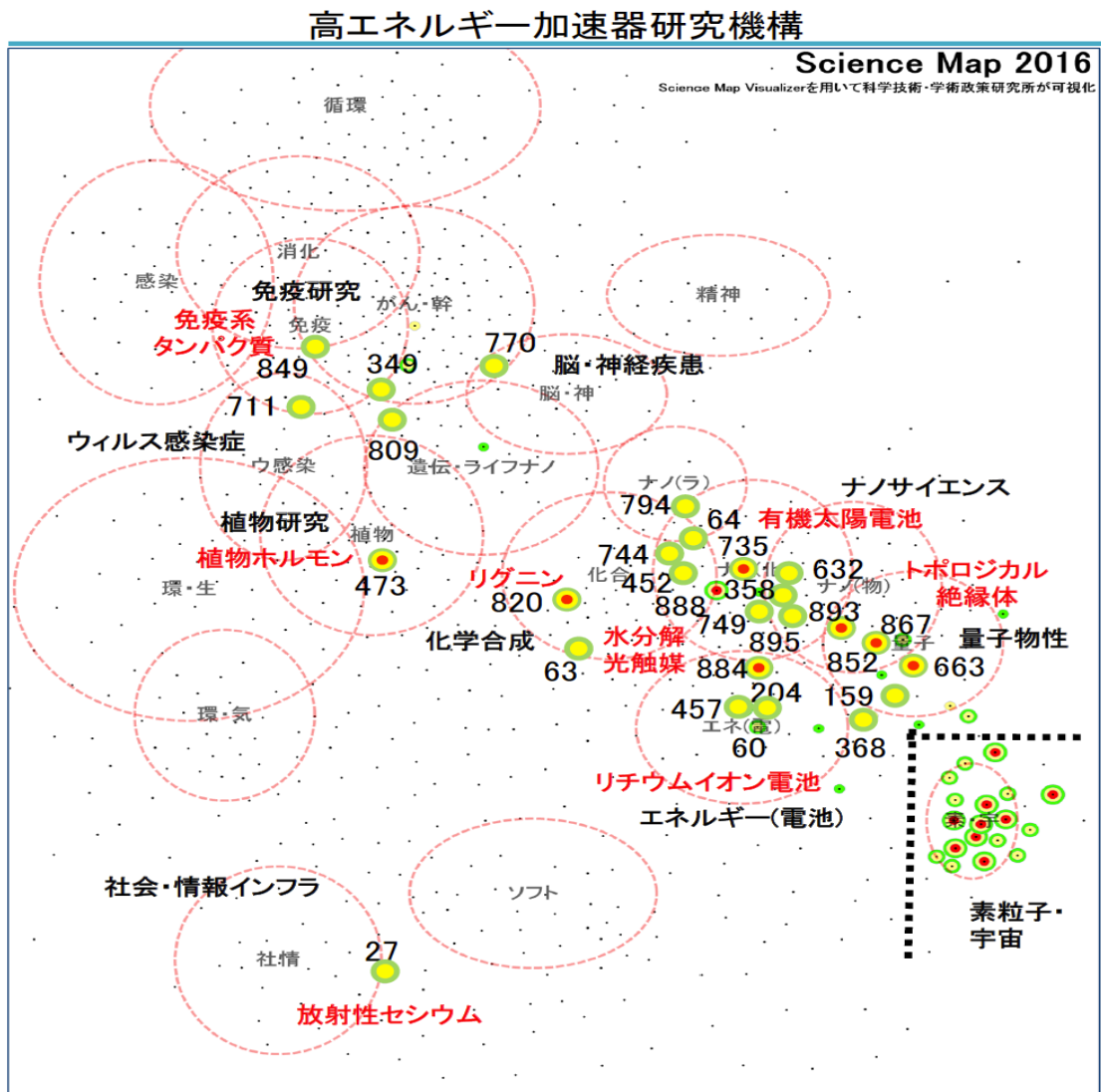
- 高速分子動画法によるタンパク質非平衡状態構造解析と分子制御への応用 (2019-2023 年度)
- 光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光-物質変換系の創製 (2017-2021 年度)
- ソフトクリスタル: 高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能 (2017-2021 年度)
- 水惑星学の創成 (2017-2021 年度)
- J-Physics: 多極子伝導系の物理 (2015-2019 年度)
- π 造形科学: 電子と構造のダイナミクス制御による新機能創出 (2014-2018 年度)
- ハイドロジェノミクス: 高次水素機能による革新的材料・デバイス・反応プロセスの創成 (2018-2022 年度)
- 蓄電固体界面科学: 蓄電固体デバイスの創成に向けた界面イオンダイナミクスの科学 (2019-2023 年度)
- 水圏機能材料: 環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成(2019-2023 年度)
- 宇宙観測検出器と量子ビームの出会い。新たな応用への架け橋 (2018-2022 年度)

[指標V-2] クロスアポイントメント、客員教員、連携大学院教員の実績人数

		H28	H29	H30	H31/R1
クロス アポイントメント	外部機関→物構研	0	1	2	4
	物構研→外部機関	2	3	3	3
客員教員	外部機関→物構研	24	24	24	24
	物構研→外部機関	14	8	10	10
連携大学院教員	物構研→外部機関	11	7	10	10

※令和2年4月1日時点の物構研教員数(任期なし)は 53 名

[指標V-3] Top10%論文のサイエンスマップにおける物構研での研究の位置付け



※図中の番号は研究領域番号に対応。黄色はトップ 10%、赤色はトップ 1%。

KEK における素粒子・宇宙以外の研究領域は物構研の研究成果に相当。

VI. 人材育成

優れた研究環境を活かした若手研究者の育成やその活躍機会の創出に貢献していること

【主な観点】

- ① 総合研究大学院大学の基盤機関として、大学と協力し、大学共同利用機関の優れた研究環境を活用して主体的に当該分野の後継者の育成等に取り組んでいること
- ② 連携大学院制度等を活用し、国内外の大学院生を受け入れ、共同利用・共同研究に参加させるなど大学院教育に積極的に関与していること
- ③ ポストドクター等の時限付き職員の任期終了後のキャリア支援に取り組むなど、若手研究者の自立支援や登用を進め、研究に取り組みやすい環境を整備していること
- ◎④ 若手研究者（海外研究者を含む。）の採用や育成に積極的に取り組んでいること
- ◎⑤ 女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいること
- ◎⑥ 先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいること

【自己検証結果】

【検証する観点】※④～⑥の項目については必ず検証してください。①～③の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

②、④、⑤、⑥

【設定した指標】

[指標VI-1] 総合研究大学院大学及び他大学院生受入状況

[指標VI-2] 博士研究員受入状況

[指標VI-3] テニユアトラック特別助教採用状況

[指標VI-4] 女性、外国人職員数と割合

[指標VI-5] 共同利用における国内、海外大学院生数

主な観点② [指標VI-1]

- 物構研で行っている物質・生命科学の大学院教育・研究は、KEK 内の同じ総研大研究科の他専攻と違って、大学にも類似したものが多くあるため、総研大の定員を満たすためには、物質構造科学専攻独自のRAの充実や生活環境の充実が不可欠であり、今後に向けて解決すべき課題となっている。その一方、他大学院に所属しながら物構研に長期滞在して物構研の特徴ある装置を優先利用することを希望する大学院生は比較的多いため、連携大学院制度、特別共同利用研究員制度等を活用し、国内外の大学院生を受け入れ、共同利用・共同研究に参加させるなど大学院教育に積極的に関与している。

主な観点④ [指標VI-2, VI-3]

- 平成 28 年度からテニュアトラック制度を導入し、助教に適用することにより若手人材の育成を進めた。平成 28 年度以降、5名のテニュアトラック助教を雇用し、3名の審査を行い、昇格させた。2名の審査は令和2年度以降に実施予定である。また、大学共同利用機関独自の博士研究員制度を維持するなど、若手研究者の採用や育成に積極的に取り組んでいる。実績として博士研究員の流動性は高く、財源の多様化による拡充を検討している。
- 平成 30 年度まで文科省『科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業』に基づいて、TIA 5機関と京都大学を中心とした次世代研究者の育成事業であるナノテクキャリアアップアライアンス(Nanotech CUPAL)事業を実施した。全国の大学の若手研究者 24 名を、TIA5機関と京都大学で受け入れ研究支援を行った。また、158 件の講習会を開催した。

主な観点⑤ [指標VI-4]

- 外国人職員(任期なし)については現在、助教1名のみである。海外から教授、准教授を採用しようとしているが、給与の条件が合わず、応募辞退、内定辞退等が続いている。女性職員の割合についても任期付きから任期なしの定年制にするとところで割合が減っている。女性の場合、育成しても大学等にポストが用意されることが近年多くあるためである。男女共同参画を推進するなど、女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいるが、外国人職員、女性職員を長期に確保することが難しいため、今後は博士研究員やテニュアトラック助教の若手ポストから割合を増やす必要がある。

主な観点⑥ [指標VI-5]

- 構造生物学研究センターSBRC では、スイスのポールシェラー研究所(PSI)と物構研との間の覚書に基づき、双方の放射光施設の相互利用を行った。令和元年は、物構研から総研大学生を含む4名の若手研究者を SLS に派遣して、約 1,000 個の結晶から 650 セットの回折データを収集するなど、国際的に活動できる若手人材の育成に努めている。
- 放射光実験施設において、インド科学技術局(DST)と KEK の間の協定に基づき、インド側の予算により専用ビームラインを設置し、日印共同で設置した X線表面回折測定装置等により共同研究を推進している。平成 28 年度以降の4年間で 119 件の有効課題が採択され、インド国内の 33 の研究機関から 164 名のユーザーが参加した。総利用時間 8,968 時間、物性物理、材料科学分野で 74 報の学術論文が報告された。また、164 名中、大学院学生 99 名(60%)の学位論文に資するなど、インドにおける放射光利用研究を支える若手人材の育成に大きく貢献している。
- 以上に加え、共同利用・共同研究における国内参加者の 40%以上、海外参加者の 40%前後が大学院生となっていることなどから、先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいると判断される。

[指標VI-1] 総合研究大学院大学及び他大学院生受入状況

	H28	H29	H30	H31/R1
総合研究大学院大学(定員 15)	8	9	13	9
特別共同利用研究員	8	8	6	4
連携大学院	2	3	2	2
インターンシップ(海外)	-	4	8	2
合計(総研大を除く)	10	15	16	8

※現在、物構研教員数(任期なし)は 53 名。

[指標VI-2] 博士研究員受入状況

	H28	H29	H30	H31/R1
独自の博士研究員制度	8	8	6	8
外部資金による博士研究員	27	17	25	24

[指標VI-3] テニュアトラック助教採用状況

	H28	H29	H30	H31/R1
テニュアトラック助教／定年制助教	0／8	1／9	4／10	4／10

[指標VI-4] 女性、外国人職員数と割合(%)

	H28	H29	H30	H31/R1
女性職員(任期なし)*	4/71 (5.5%)	4/73 (5.5%)	4/70 (5.7%)	3/69 (4.3%)
女性職員(任期付)	9/56 (16.1%)	8/51 (15.7%)	9/62 (14.5%)	9/61 (14.8%)
外国人職員(任期なし)*	1/71 (1.4%)	1/73 (1.4%)	1/70 (1.4%)	1/69 (1.4%)
外国人職員(任期付)	4/56 (7.1%)	3/51 (5.9%)	5/62 (8.1%)	5/61 (8.2%)

*) 任期なしは教員＋技術職員。研究者から技術職員になって開発研究を続ける場合がある。

[指標VI-5] 共同利用における国内、海外大学院生数

	H28	H29	H30	H31/R1
国内大学院生	1,224/2,931	1,242/2,923	1,279/3,092	1,270/3,024
海外大学院生	75/217	119/260	127/296	134/490

VII. 社会との関わり

広く成果等を発信して、社会と協働し、社会の多様な課題解決に向けて取り組んでいること

【主な観点】

- ① 産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境等の大学共同利用機関が持つ機能を社会へ提供し、また、分かりやすく発信していること
- ② 地域社会や国全体の課題の解決に向けて貢献できる分野や内容について、それらの課題解決に取り組み、情報発信していること
- ◎③ 研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究の展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与していること
- ④ 研究成果を公開し、研究者のみならず広く社会における利活用に積極的に取り組むとともに、論文及び論文のエビデンスとしての研究データ等を公開・保存していること

【自己検証結果】

【検証する観点】※③の項目については必ず検証してください。①、②、④の項目については、少なくとも1つ選択し検証してください。

①、②、③

【設定した指標】

[指標VII-1] シンポジウム等の主催・参加状況

[指標VII-2] 産学連携状況

[指標VII-3] 情報発信・情報公開状況

主な観点① [指標VII-1, VII-2]

- 以下のように、産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境を社会に提供し、また、わかりやすく発信している。
- 産業界の要請に応じた各種プログラムを用意し、新たな研究手法の利用や開発を行う場合には共同研究、自立して利用研究を行う企業に対しては施設利用と効果的に使い分けており、企業から共同研究費収入と施設利用料収入を得ている。さらに、施設利用においては時間単位で課金するだけでなく、測定支援、代行測定、代行解析等の要請に対しても利用料金を設定して対応している。最近4年間の共同研究収入は474百万円、施設利用収入は470百万円となっている。
- 放射光光源加速器の運転経費に対する運営費交付金削減の中で財源の多様化を図っており、そのひとつとして、産業利用が学術研究を圧迫しないように施設利用料収入を運転経費に

使い、産業界の優先利用を図るとともに、産業利用がない装置で学術研究(平成30年度79件、令和元年度105件)を行う産業利用促進運転を実施している。

- SBRC で開発した装置、手法などを企業ユーザーにも開放して産業界の開発研究に資するとともに、産学連携を含むユーザーグループやコンソーシアムを組織しユーザーの意見を聞きながら技術革新の基盤を構築すべく開発を行ってきた。成果は全ユーザーに順次開放している。利用可能な設備をわかりやすくまとめたパンフレットを作り、学会等でブースを出して配布するなど利用の普及に努めている。これまで、放射光ビームライン(タンパク質結晶構造解析、生体高分子用 X 線小角散乱)、クライオ電子顕微鏡いずれに関しても、15 社以上の企業の利用実績を上げている。

主な観点② [指標Ⅶ-1, Ⅶ-2]

- 産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、筑波大学、東京大学及び KEK の5機関(令和2年度より東北大学を含めて6機関)と、日本経済団体連合会とで運営する研究拠点である「TIA」に参画し、内閣府、文部科学省、経済産業省の支援を得てオープンイノベーションに繋がる研究開発を推進した。特に、「TIA 共用施設」の取り組みとして、各機関が保有する多分野にわたる研究設備、研究環境の利用情報を TIA 共用施設データベースとして一元的に統合した。全ての共用施設をワンストップで有償・無償利用できる仕組みの検討を進めるなど、地域社会の課題解決に取り組み、情報発信した。
- 材料科学分野の大型の国家プロジェクト(内閣府・SIP 国プロ「革新的構造材料の開発(2014-2019)」、JST-ACCEL「エレクトライドの物質科学と応用展開」(2013-2018)、新学術「水惑星の創成」(2017-2022))等に参画して、目標達成に貢献した。形成された産官学ネットワークによってプロジェクト終了後も引き続き、国全体の課題解決に取り組み、その成果を情報発信している。例えば、内閣府・SIP 国プロでは、産(33)官(10)学(43)の計 86 機関、約 900 人の研究者が参画したが、そこで進めた産官学共同研究を契機に、物構研では新たな企業や大学との共同研究が 30%程度増加することにつながっている。
- 国として二次電池の開発課題があるが、リチウムイオン電池の黒鉛負極に析出した金属リチウムを非破壊で世界で初めて検出できた(負ミュオン利用)など、更なる安全性向上に貢献している。また、リチウムイオン導電体の開発とイオン導電経路の研究(中性子利用)は全固体電池の開発を加速することとなり、トヨタ自動車による全固体電池量産化の宣言に繋がった。

主な観点③ [指標Ⅶ-3]

- 以下の各取組によって、研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与している。
- 材料科学と AI 技術との融合による新たな結晶構造の解析法の開発に企業と共に取り組み、最新の機械学習技術を活用することにより新材料開発のボトルネックを乗り越えることができることを示した。国全体の課題のひとつである持続可能な社会の実現のための省エネルギー材料

開発への貢献のために、ソフトウェアを広く公開している。また、2つの材料関連企業から共同研究員2名を常駐させ、量子ビーム利用研究の開発現場でのOJTを行うことで、実社会に直結する新たな材料科学の展開につなげている。

- 研究成果のプレスリリースは2014年度比でほぼ倍加して年20件以上、ウェブ記事やSNSによる発信は年約30件から50件前後まで増加した。また、放射光実験を元にした「チョコレートサイエンス」の出前授業を平成26年から行い、平成28年度から4年間で関東圏を中心とした全国各地で計28回開催し、参加者総数は859人となった。女性研究者等によるこの活動に令和元年「日産財団リカジョ育成賞」の準グランプリが授与された。
- 平成28年に文部科学省が主催する「一家に一枚ポスター」に物構研が中心になって作成した「水素」が採択され、科学技術週間に約24.5万枚を全国配布した。つくば市内小中学校の全児童生徒にも配布したほか、G7科学技術大臣会合における展示や配布、サイエンスカフェ開催(7回約200名が参加)等、全国紙にも紹介されることとなった。

[指標Ⅶ-1] シンポジウム等の主催・参加状況

		H28	H29	H30	H31/R1
シンポジウム	件数	1	3	1	3
	参加人数	580	1395	580	410
講演会・セミナー	件数	8	16	8	9
	参加人数	146	830	377	672
研究会 ・ワークショップ	件数	14	2	11	9
	参加人数	1437	196	1117	562

[指標Ⅶ-2] 産学連携状況

		H28	H29	H30	H31/R1
民間等共同研究	件数	23	28	31	32
	受入金額(千円)	111,667	116,845	125,675	119,175
施設利用 (放射光)	企業数	43	37	56	59
	利用時間	2,863	3,247	3,200	3,139
	収入(千円)	115,037	120,807	122,106	117,462
施設利用 (中性子、ミュオン)	企業数	26	21	31	21
	収入(千円)	3,447	889	2,366	1,319

[指標Ⅶ-3] 情報発信・情報公開状況 (プレスリリース件数)

	H28	H29	H30	H31/R1
研究成果関連	19	20	20	22

自由記述

物構研が今後目指す方向性としては、世界でも他に類の見ない4つの大型量子ビーム施設を最大限に活用したマルチプローブ研究による、4つの主要分野(表面科学、固体物理学、材料科学、構造生物学)の深化とともに、異分野融合や産学連携を含む新たな分野への応用拡大がある。マルチプローブ研究の展開が可能な研究体制は物構研ですでに構築済みである。現在、ポストコロナ時代の新たな研究様式に対応するために、各施設で装置の自動化・遠隔化を進めているところであるが、マルチプローブ研究では異なる量子ビーム施設での試料の取り扱い方や測定データの共通化・標準化が不可欠であり、また、異なる量子ビームの測定データを機械学習などのAI技術によって統一的に解析する手法も不可欠である。これらには新たな人的資源が必要になるが、現状でも物構研の各施設における人的資源は国際水準よりはるかに少ない。ただし、この問題は物構研に限った話ではなく、日本全体の課題である。今後は自動化・遠隔化を進めることによって、人的資源の不足を補うだけでなく、国内他機関との多様なネットワークの中で、全体で余裕を生み出し、施設側人材育成、基盤強化、開発研究を連携しながら進めていく必要がある。

令和2年度 大学共同利用機関の検証

自己検証結果報告書 正誤表

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

物質構造科学研究所

通し 番号	該当の頁・箇所	誤	正
1	1 頁・中段	Ⅱ. 中核拠点性 【概要】 物構研全体で、年平均 <u>600</u> 件の（略）	Ⅱ. 中核拠点性 【概要】 物構研全体で、年平均 <u>900</u> 件の（略）

自己検証結果報告書

令和2年8月

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

加速器研究施設

目次

全体概要	1
Ⅰ. 運営面	4
Ⅱ. 中核拠点性	7
Ⅲ. 国際性	10
Ⅳ. 研究資源	13
Ⅴ. 新分野の創出	19
Ⅵ. 人材育成	22
Ⅶ. 社会との関わり	25
自由記述	28

全体概要

I. 運営面

【概要】

- 加速器・共通基盤研究施設の運営に関する重要事項について審議することを任務とする会議体として、加速器・共通基盤研究施設運営会議（以下「運営会議」という。）が設置されている。加速器研究施設の委員数は、全委員の 27% である。運営会議は、年に 4 回開催されている。また、外部評価委員はほぼ全員が外国人である。
- 加速器のユーザーコミュニティ（素粒子・原子核関係・物質構造科学関係）、加速器関係及び共通基盤関係の委員数は、各分野の規模に比例しており、バランスのとれた人数・構成となっている。
- 加速器研究施設長（以下「施設長」という。）が、コンプライアンス推進責任者として、研究費の運営及び管理について統括する体制をとっている。また、施設長は情報セキュリティ責任者として、加速器研究施設における情報セキュリティ対策の実施に関する業務を統括している。
- 日米科学技術協力事業の課題については、日米の関連研究者から広く募集し、日米科学協力事業研究計画委員会で審査したのち、日米の合同委員会で最終決定される。

II. 中核拠点性

【概要】

- 加速器研究施設の職員数は、日本全国の加速器関係研究者・技術者の約 4 割を占めている。加速器研究施設が運転している加速器は、ビーム強度（パルス当たり）、ルミノシティの世界最高記録、衝突型加速器でのビームサイズ世界最小記録を有しており、中核的研究拠点であると言える。
- 加速器研究施設は、KEK が進めている素粒子・原子核及び物質生命科学分野の研究のみならず、理化学研究所等が建設、開発中の加速器への技術協力を行っており、日本全体の加速器技術の発展に貢献している。また、世界の加速器の開発にも協力を行っている。
- 日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という。）（現量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。））所属の研究者が、cERL において、レーザー逆コンプトン散乱（LCS）によるイメージングの超伝導加速器による初めての実証試験に成功するなど、多数の成果がある。
- 機構が推進している多国籍参画ラボプロジェクトの一つとして、「高ルミノシティーコライダーの開発研究」を行っている。

Ⅲ. 国際性

【概要】

- 機構の主要プロジェクトである SuperKEKB/Belle II、J-PARC 及び放射光源は、国際的な中核的研究拠点として機能しているが、それらの加速器施設は各施設の国内外の利用者に対し、良質のビーム（二次ビームを含む）を長時間かつ安定に供給している。
- B ファクトリ加速器、J-PARC 加速器の外部評価委員は、ほぼ全員が外国人であり、国際的な動向を把握し運営に反映するために必要な体制が整備されている。本報告書の内容に関しても、KEK の国際諮問委員会委員の評価をいただいた。
- 加速器研究施設の教員総数に対する外国人研究者の割合は約 10%である。

Ⅳ. 研究資源

【概要】

- 加速器研究施設は大規模プロジェクトのための加速器として、つくばキャンパスでは電子・陽電子衝突型加速器（SuperKEKB）、電子・陽電子線形加速器（入射器）、低速陽電子加速器、PF リング、PF-AR を、東海キャンパスでは J-PARC 加速器（Linac、RCS、MR）を運転し、素粒子、原子核、物性の各コミュニティのユーザーに対し、良質かつ安定なビームを供給している。
- J-PARC（SX、FX、MLF）、PF/PF-AR とも、80~98 %以上という高い稼働率で、各コミュニティの研究者にビームを供給している。

Ⅴ. 新分野の創出

【概要】

- 加速器応用のための研究開発推進体制を強化するため、2019 年度に加速器研究施設を改組し、応用超伝導加速器センター（CASA）を設置した。今後、医療及び産業（情報通信・インフラ・エネルギー・環境など）の分野で加速器応用の推進を図る。（詳細は VII 章）
- 外部の研究者により、レーザーコンプトン散乱によるイメージング手法開発等の成果が得られている。
- 2017 年に KEK 加速器研究施設は、全国の大学加速器施設とともに、大学加速器連携協議会を設立した。これまで、大学加速器連携協議会総会の開催、大学-KEK Day の開催、加速器科学セミナーの実施、大学加速器施設一覧の編集・発行、加速器プロモーションビデオの制作公開等の活動を行なっている。現在 60 施設が加盟。



大学加速器連携協議会加盟施設

VI. 人材育成

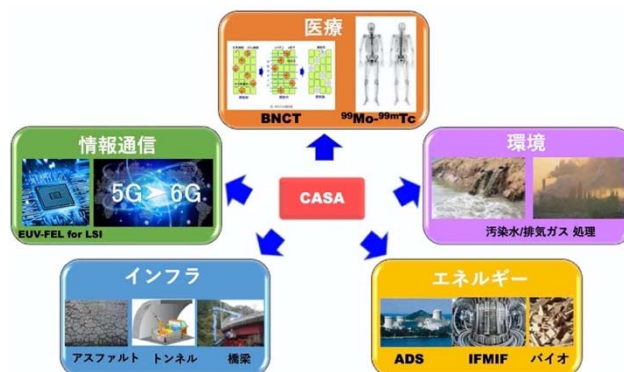
【概要】

- 総合研究大学院大学（以下「総研大」という。）の学位取得者数は増加傾向にあり、卒業生の4分の3がアカデミックポストに就いている。在校生の約3分の2は外国人（主に東南アジア）が占めている。今後も学生獲得のための環境整備に努める。
- 博士研究員の採用を毎年実施していることに加え、3大プロジェクトについては、プロジェクト経費を財源とする特別助教の採用を積極的に進めている。これらの任期付き職員のキャリアパスに関しては、ほぼ全員が任期終了後に KEK を含む国内外の研究機関・大学に雇用されている。
- 女性・外国人研究者の合計は、約15%である。今後もこれらの人材の積極的採用に努める。
- 加速器研究施設では、先端的加速器に関する開発研究を行なっているが、これらの加速器の設計・製作・開発において、中心的役割を担う人材を育成することを目的に、総研大生・特別共同利用研究員及び連携大学院生等に対する教育を行なっている。

VII. 社会との関わり

【概要】

- 空洞製造技術開発施設を設置し電子ビーム溶接機等の装置を整備した。また、超伝導加速器利用促進化推進棟を建設し、超伝導加速空洞の製造技術の向上と産業化に必要な機器を整備した。これらの施設・装置は、全国の企業等に公開されている。
- 加速器応用（医療・情報通信・インフラ・エネルギー・環境等）のための研究開発推進体制を強化するため、2019年度に加速器研究施設を改組し、応用超伝導加速器センター（Center for Applied Superconducting Accelerator、CASA）を設置した。また、加速器技術の事業化を図るため、応用超伝導加速器コンソーシアムを設立した。



応用超伝導加速器センター（CASA）が対象とする加速器の応用分野

I. 運営面

開かれた運営体制の下、各研究分野における国内外の研究者コミュニティの意見を踏まえて運営されていること

【主な観点】

- ◎① 共同利用・共同研究の実施に関する重要事項であって、機関の長が必要と認めるものについて、当該機関の長の諮問に応じる会議体として、①当該機関の職員、②①以外の関連研究者及び①②以外でその他機関の長が必要と認める者の委員で組織する運営委員会等を置き、①の委員の数が全委員の2分の1以下であること
- ◎② 上記の体制が、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映できる人数・構成となっていること
- ◎③ 研究活動における不正行為及び研究費の不正使用への対応に関する体制が整備される等、適切なコンプライアンスが確保されるための体制が実施されていること
- ◎④ 共同利用・共同研究の課題等を広く国内外の関連研究者から募集し、関連研究者その他の当該機関の職員以外の者の委員の数が全委員の数の2分の1以上である組織の議を経て採択が行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ◎① 共同利用・共同研究の実施に関する重要事項であって、機関の長が必要と認めるものについて、当該機関の長の諮問に応じる会議体として、①当該機関の職員、②①以外の関連研究者及び①②以外でその他機関の長が必要と認める者の委員で組織する運営委員会等を置き、①の委員の数が全委員の2分の1以下であること

【設定した指標】

加速器研究施設長の諮問に応じる会議体の外部構成員の数・全委員に占める割合、開催実績

施設長及び共通基盤研究施設長の諮問に応じる会議体として、加速器・共通基盤研究施設運営会議が設置されている。

委員総数は26名で、そのうち①加速器研究施設に所属する委員が7名、②それ以外の関連研究者が19名(共通基盤研究施設4名、素粒子・原子核研究施設2名、物質構造科学研究施設2名、機構外11名)であるので、①の委員数は全委員の27%となり、全委員の2分の1以下となっている。運営会議は年に4回開催されている。

【検証する観点】

◎② 上記の体制が、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映できる人数・構成となっていること

【設定した指標】

関連する学術コミュニティの要請を実現するために必要な体制の整備状況

上記の全委員 26 名の内訳は、

素粒子・原子核関係	5名(内部2名、外部3名)
物質構造科学関係	5名(内部2名、外部3名)
加速器関係	10名(内部7名、外部3名)
共通基盤関係	6名(内部4名、外部2名)

であり、加速器のユーザーコミュニティ(素粒子・原子核関係、物質構造科学関係)、加速器関係及び共通基盤関係の委員としては、バランスのとれた人数・構成となっている。

なお、加速器関係の内部7名のうち6名は、加速器研究施設職員等による選挙で選出され、残り1名は施設長が指名している。選挙権は加速器研究施設に所属する教員、技術職員、学振特別研究員、博士研究員並びに加速器研究施設教員が主任指導教員となっている特別共同利用研究員、総研大生及び連携大学院生が有する。

また、運営会議の議長は内部委員から、副議長は外部委員から選出されている。

【検証する観点】

◎③ 研究活動における不正行為及び研究費の不正使用への対応に関する体制が整備される等、適切なコンプライアンスが確保されるための体制が実施されていること

【設定した指標】

研究活動における不正行為等への対応等適切なコンプライアンス確保に向けた必要な体制の整備状況

施設長が、コンプライアンス推進責任者として、研究費の運営及び管理について統括する体制をとっている。また、施設長は情報セキュリティ責任者として、加速器研究施設における情報セキュリティ対策の実施に関する業務を統括している。

具体的には、加速器研究施設の全体打合せにおいて、毎年、KEK 財務部職員による、財務制度説明会を開催し、予算執行等に関する規則等の周知を図っている。また、毎年 KEK が行なっている不正防止に係る e-learning の受講を促している。

【検証する観点】

- ◎④ 共同利用・共同研究の課題等を広く国内外の関連研究者から募集し、関連研究者その他の当該機関の職員以外の者の委員の数が全委員の数の2分の1以上である組織の議を経て採択が行われていること

【設定した指標】

共同研究採択委員会の委員の状況

加速器の共同研究に関しては、以下の国際的事業が行なわれている。

- 日米科学技術協力事業（高エネルギー物理学分野における日米の科学技術協力事業）
採択委員会は日本側 8 名、米国側 10 名で、加速器研究施設の委員は 2 名。
- 日仏 TYL（Toshiko Yuasa Laboratory）事業
採択委員会は日本側 7 名、米国側 8 名で、加速器研究施設の委員は 1 名。

Ⅱ. 中核拠点性

各研究分野に関わる大学や研究者コミュニティを先導し、長期的かつ多様な視点から、基盤となる学術研究や最先端の学術研究等を行う中核的な学術研究拠点であること

【主な観点】

- ◎① 当該機関の研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であること
- ◎② 対象となる当該研究分野において先導的な学術研究の基盤として、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与していること
- ◎③ 当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究等による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、当該研究分野において高い成果を挙げていること
- ◎④ 研究者コミュニティの規模や施設の規模等に対応して、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加していること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ◎① 当該機関の研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であること

【設定した指標】

加速器研究施設が供給しているビームの性能が世界最高レベルであること

加速器研究施設については、法令による規定がないので、ここでは KEK の基本通則にある「加速器の性能向上に関する研究」を「目的」とする。

加速器研究施設の職員数(教員及び技術職員)は約 230 人と、日本全国の加速器関係の人員(研究者及び技術者)の約4割を占めており、人数の上では中核的拠点であると言える。また、加速器研究施設が運転している加速器(IV の「研究資源」を参照)は、ビーム強度(パルス当たり)、ルミノシティの世界最高記録、衝突型加速器でのビームサイズ世界最小記録を有しており、性能的にも中核的研究拠点であると言える。今後、ビーム強度、ルミノシティのさらなる増強とビームサイズの一層の低減が計画されており、加速器研究施設は、加速器研究において世界の中核的研究拠点であり続けることを目指す。

【検証する観点】

◎② 対象となる当該研究分野において先導的な学術研究の基盤として、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与していること

【設定した指標】

加速器コミュニティ全体の総合的な発展への寄与の状況

加速器研究施設は、KEKが進めている素粒子・原子核物理学及び物質生命科学分野の研究のみならず、日本全国の国公立大学の加速器施設や理化学研究所のRIBF増強用加速器、核融合炉材料照射試験用加速器、東北放射光用加速器等各研究機関の加速器に対する技術協力を行ない、日本全体の加速器技術の発展に貢献している。また、北米(FNAL等)・欧州(CERN等)・アジア(IHEP等)の先端的加速器への技術協力、人事交流を積極的に行っている。

今後、加速器のビーム強度増強を目指す際に必須である超伝導加速器技術に関して、日本で唯一の研究機関として、各大学・研究機関が計画・開発中の超伝導加速器を用いたプロジェクトに協力を行なっている。

さらに、加速器を使わない基礎科学分野の一つである重力波望遠鏡に対しても、低温、真空、制御、測定の技術に関して協力を行なっている。

【検証する観点】

◎③ 当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究等による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、当該研究分野において高い成果を挙げていること

【設定した指標】

加速器研究施設に所属しない関連研究者の業績

具体的な例としては、以下の業績があげられる。

- ・JAEA(現QST)所属の研究者が、cERLにおいて、レーザー逆コンプトン散乱(LGS)によるイメージングの、超伝導加速器による初めての実証試験に成功した。
- ・東京大学の博士課程学生等が、ATFのBSM(ビームサイズモニター)の高精度化を行なった結果、ほぼ目標のビームサイズを達成し、国際リニアコライダー加速器の最重要課題の一つであるナノビームの生成に目処がついた。
- ・大阪市立大学、大阪大学の研究者と共同で、電子陽電子線形加速器(入射器)の運転において、深層ニューラルネットワークによる加速器運転パラメータの最適化の試験を行い、AIによる運転可能性を実証した。

【検証する観点】

◎④ 研究者コミュニティの規模や施設の規模等に対応して、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加していること

【設定した指標】

国内外からの関連研究者の参加状況

機構が推進している、多国籍参画ラボプロジェクト(MNPP)の一つとして、「高ルミノシティーコライダーの開発研究」を行なっている。具体的には、SuperKEKB のルミノシティー向上のため、アメリカ、中国、フランス、イタリアの研究者と連携して、様々な実験的・理論的 R&D が有機的に行なわれており、SuperKEKB のルミノシティー向上に大きく貢献している。MNPP としては、この他にもインド、フランス等の研究者とともに開発を進めている、レーザーコンプトンガンマ線によるイメージングを目指した小型加速器の開発研究が候補となっている。

また、加速器技術の研究開発に関する共同研究に、以下の研究機関の研究者が多数参加している。

国内

- ・国公立大学
- ・日本原子力研究開発機構
- ・量子科学技術研究開発機構(千葉、高崎、六カ所)
- ・理化学研究所(和光、播磨)
- ・高輝度光科学研究センター
- ・産業技術総合研究所(つくば、広島)
- ・物質・材料研究機構
- ・その他

海外

- ・北米: SLAC、FNAL、ANL、J-Lab、BNL、TRIUMF、SNS など
- ・欧州: CERN、LAL、INFN、DESY、RAL など
- ・アジア: IHEP、IMP、NSRRC、RRCAT など
- ・ロシア: BINP など

Ⅲ. 国際性

国際共同研究を先導するなど、各研究分野における国際的な学術研究拠点としての機能を果たしていること

【主な観点】

- ◎① 国際的な調査・研究活動について、当該研究分野における国際的な中核的研究施設であると認められること
- ◎② 海外の研究機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員、運営委員会等の委員に任命するなど、当該研究分野の国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されていること
- ◎③ 研究者の在籍状況や外国人の共同研究者数・割合等について、当該研究分野において、国際的に中核的な研究施設であると認められること
- ◎④ 国際的な学術研究拠点として多様で優秀な人材を獲得するため、外国人研究者など人材の多様性や流動性の確保のための支援・取組が行われていること
- ◎⑤ 外国人研究者に向けた共同利用・共同研究体制の整備が十分に行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ◎① 国際的な調査・研究活動について、当該研究分野における国際的な中核的研究施設であると認められること

【設定した指標】

加速器の国際的中核拠点であること

機構の主要プロジェクトである、SuperKEKB/Belle II、J-PARC、放射光(PF、PF-AR)は、国際的な中核的研究拠点として機能しているが(素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所の自己検証結果報告を参照)、それらの加速器施設(SuperKEKB 加速器、J-PARC 加速器、放射光源加速器)は、各施設の国内外の利用者に対し良質のビーム(二次ビームを含む)を長時間かつ安定に供給している。国際リニアコライダー(以下「ILC」という。)のための試験加速器の研究開発を行うATF(加速器試験施設)には、国内外の30の研究機関から加速器研究者が訪れて、研究開発を行なっている(図1参照)。

ATFに参加している代表的研究機関 - ATF International Collaboration -



図1 ATFに参加している代表的大学・研究機関

また、ILC 計画を推進するための国際組織であるリニアコライダー国際推進委員会 (Linear Collider Board、LCB) の Associate Director (ILC 加速器担当) に、加速器研究施設の教員が就任している。

【検証する観点】

- ◎② 海外の研究機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員、運営委員会等の委員に任命するなど、当該研究分野の国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されていること

【設定した指標】

外部評価委員における、海外の研究機関に在籍する研究者の数、割合

加速器の外部評価に関しては、KEK の規程に基づく評価委員会として B ファクトリー加速器レビュー委員会 (ARC) が、日本原子力研究開発機構との間に結ばれた「『大強度陽子加速器施設の運営に関する基本協力協定』を変更する協定」に基づく委員会として、加速器テクニカルアドバイザー委員会 (ATAC) が設置され (各々年に 1 回開催)、各加速器の性能向上等に関する助言を頂いているが、ARC は 16 名の委員中 15 名が、ATAC は 9 名の委員中 8 名が外国人であり、国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されている。例として、イタリアで考案されたクラブ衝突方式を助言に従い KEKB に導入した結果、ルミノシティが向上したことがあげられる。KEK の規程に基づかない評価委員会とし

て、リニアコライダー加速器の評価委員会も適時開催されているが、委員の過半数は、海外の研究機関に在籍する研究者を委員として任命している。本報告書の内容に関しても、KEKの国際諮問委員会委員の評価をいただいた。

【検証する観点】

- ③ 研究者の在籍状況や外国人の共同研究者数・割合等について、当該研究分野において、国際的に中核的な研究施設であると認められること

【設定した指標】

外国研究者の人数, 割合

加速器研究施設の教員総数に対する外国人研究者の割合は、図2に示すように約9%である。特に外国人を優先して採用しているわけではないが、今後も世界の加速器研究者にとって、魅力ある加速器の研究施設であり続けるよう努めたい。

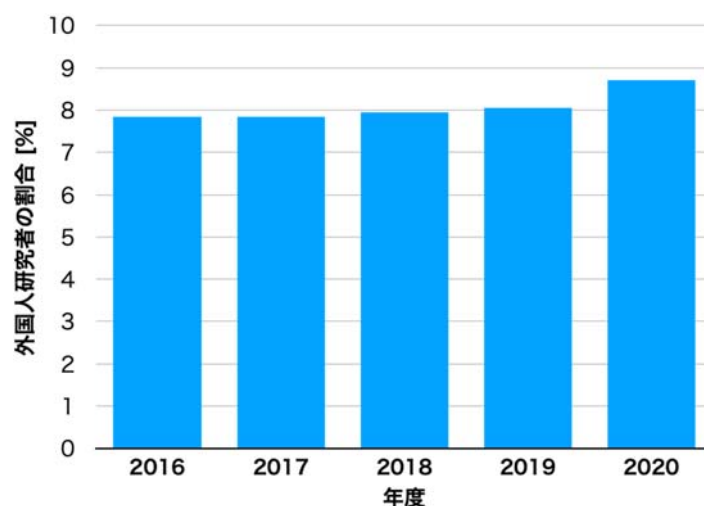


図2 外国人研究者の割合

IV. 研究資源

最先端の大型装置や貴重な学術資料・データ等、個々の大学では整備・運用が困難な卓越した学術研究基盤を保有・拡充し、これらを国内外の研究者コミュニティの視点から、持続的かつ発展的に共同利用・共同研究に供していること

【主な観点】

- ◎① 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められること
- ◎② 施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源を保有し、学術研究基盤として外国人研究者を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されていること
- ◎③ 国内外の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等と連携してネットワークを形成し、施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源の整備や共同運用に取り組んでいること
- ◎④ 共同利用・共同研究に参加する関連研究者に対する支援業務に従事する専任職員（教員、技術職員、事務職員等）が十分に配置されていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ◎① 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められること

【設定した指標】

加速器の運転時間

加速器研究施設は大規模プロジェクトのための加速器として、つくばキャンパスでは、

- ・ 電子・陽電子衝突型加速器 (SuperKEKB)
- ・ 電子・陽電子線形加速器 (入射器)
- ・ 低速陽電子加速器
- ・ PF リング
- ・ PF-AR

東海キャンパスでは、

- ・ J-PARC 加速器 Linac (RCS 用入射器)
- ・ J-PARC 加速器 RCS (物質生命科学研究施設向け)
- ・ J-PARC 加速器 MR (ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設向け)

を運転し、素粒子・原子核、物性(放射光・中性子・中間子・低速陽電子)の各コミュニティのユーザーに対し、良質かつ安定なビーム(つくばキャンパスでは電子・陽電子、東海キャンパスでは陽子)を供給している(図3、4参照)。さらなる運転時間の確保が課題である。

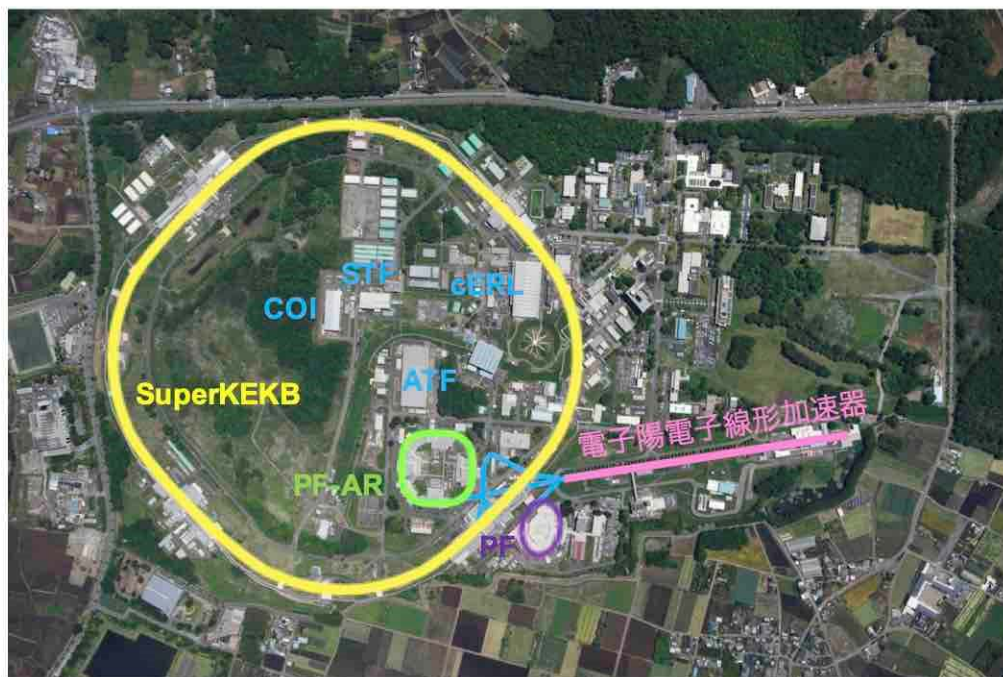


図3 つくばキャンパスの加速器

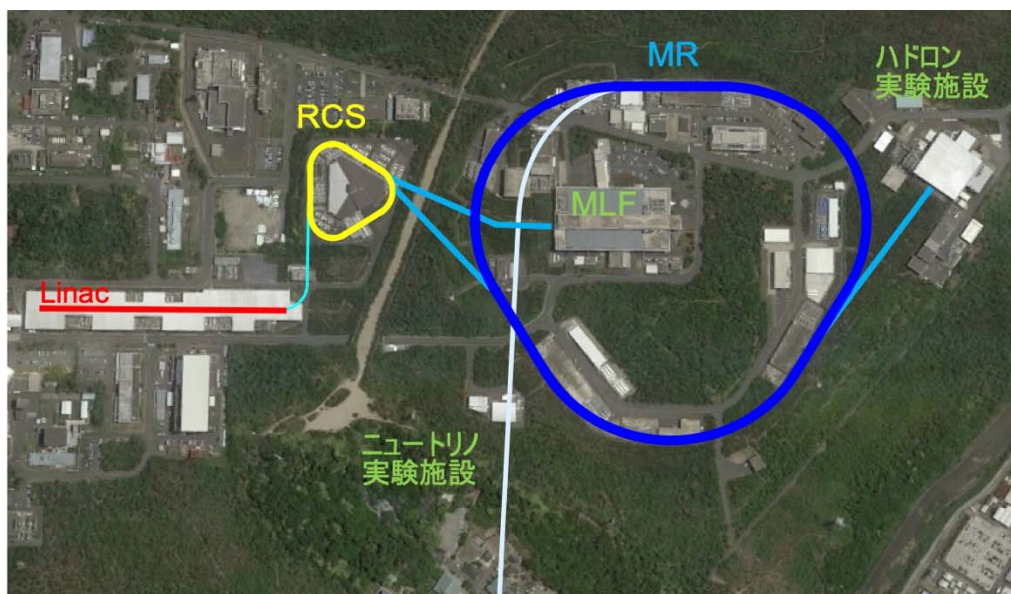


図4 東海キャンパスの加速器

各加速器の運転時間(2015-2019 年度)を、図5～11 に示す。

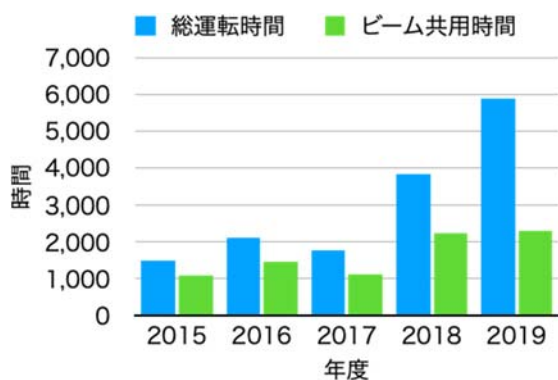


図5 電子・陽電子衝突型加速器の運転時間



図6 電子・陽電子線形加速器の運転時間



図7 J-PARC 加速器(MLF)の運転時間



図8 J-PARC 加速器(MR)の運転時間

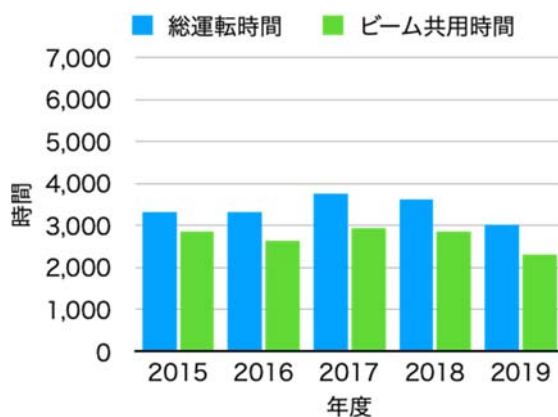


図9 低速陽電子加速器の運転時間

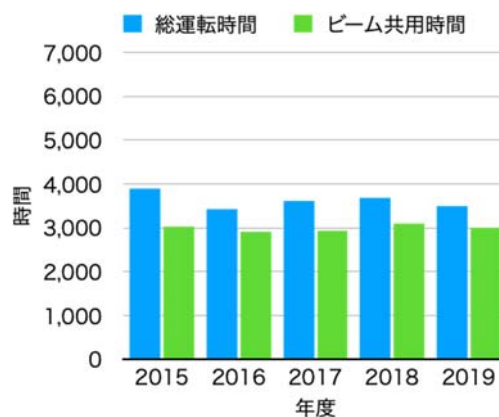


図10 PFリングの運転時間

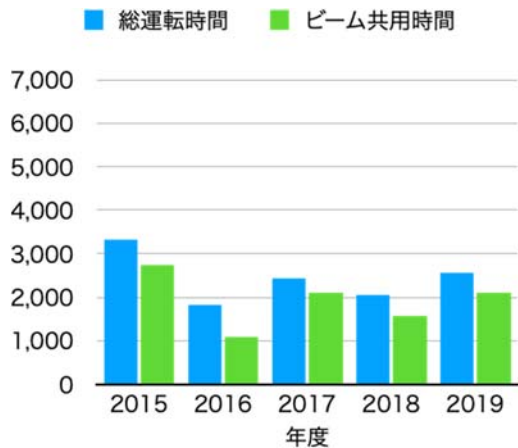


図 11 PF-AR の運転時間

また、将来のための加速器開発として、

- ・ATF(先端加速器試験施設)
- ・STF(超伝導リニアック試験施設)
- ・cERL(コンパクト ERL(エネルギー回収型リニアック))
- ・iBNCT(茨城ホウ素中性子捕捉療法用加速器)
- ・誘導型シンクロトロン
- ・静電型蓄積リング

の運転を行っており、加速器技術に関する様々な R&D を行なっている。

【検証する観点】

- ◎② 施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源を保有し、学術研究基盤として外国人研究者を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されていること

【設定した指標】

加速器の稼働状況

J-PARC 加速器と PF/PF-AR の稼働率を図 12、13 に示す。

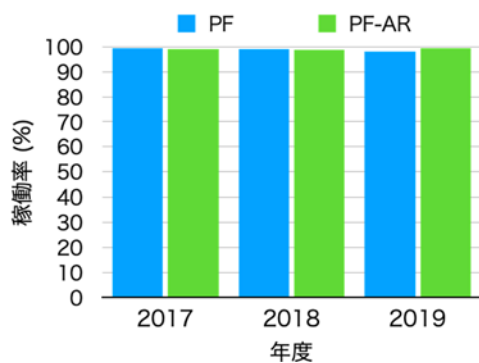


図 12 J-PARC 加速器の稼働率

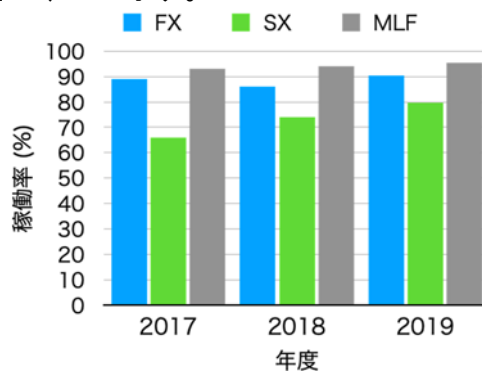


図 13 PF-PF-AR の稼働率

J-PARC(SX、FX、MLF)、PF/PF-ARとも、80～98%以上という高い稼働率で、各コミュニティの研究者にビームを供給している。

【検証する観点】

- ③ 国内外の大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等と連携してネットワークを形成し、施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源の整備や共同運用に取り組んでいること

【設定した指標】

国内の大学とのネットワークを形成状況。

2017年に、KEK加速器研究施設は全国の大学加速器施設とともに、以下のことを目的として、大学加速器連携協議会(任意団体)を設立した。

1. 大学加速器施設(現在、60施設が加入。図15参照)の情報共有
2. 加速器技術の向上や、加速器科学の新展開に関する検討
3. 大学加速器施設の維持・管理・運用や機能向上に関する相互扶助・協力
4. 加速器関連の人材育成

この協議会の事業の一環としてのモジュールの配布:KEKの回路室が保有していたリユース物品(NIM、CAMAC等二千数百点)を加速器研究施設が譲り受け、大学加速器連携協議会のメンバーに希望を募って譲渡する事業を行なっている。これまで、8大学に約280のモジュールを譲渡した。また、加速器研究施設が保有している機器(サイクロトロン)の内、性能を満たさなくなったため不要となった物を大学加速器施設に譲渡する事業も開始した。(詳細はV章を参照)

【検証する観点】

- ④ 共同利用・共同研究に参加する関連研究者に対する支援業務に従事する専任職員(教員、技術職員、事務職員等)が十分に配置されていること

【設定した指標】

各加速器の加速器研究施設の職員数

加速器研究施設は、担当するプロジェクト毎に「研究系」として編成されており、現在6つの系と1つのセンター(応用超伝導加速器センター、CASA)から構成されている。1、2系がJ-PARC、3、4系がSuperKEKB、5系が電子陽電子入射器、6系がPF/PF-AR、CASAが加速器応用を担当しているが、各系及びセンターの職員数は25～32人であり、適切な人数配分となっている(図14参照)。ただし、総人数は不足しており、定員増は今後の課題である。マ

ンパワー不足を補うための方策の一つとして、加速器の要素技術毎にプロジェクト横断的に研究開発を行なっている。今後さらにこのような効率化を図っていく必要がある。

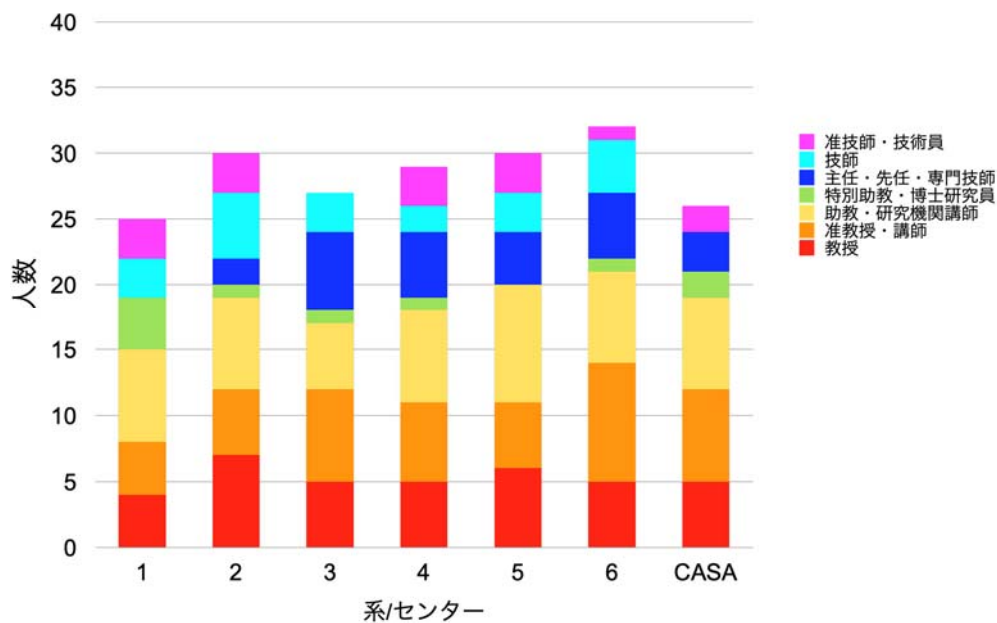


図 14 加速器研究施設の各系・センターの職員数

V. 新分野の創出

社会の変化や学術研究の動向に対応して、新たな学問分野の創出や展開に戦略的に取り組んでいること

【主な観点】

- ◎① 学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎② 学際的・融合的領域において当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎③ 研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討を行っていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ◎① 学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること

【設定した指標】

産業・医療分野への加速器応用における研究活動の状況

加速器応用(医療・情報通信・インフラ・エネルギー・環境等)のための研究開発推進体制を強化するため、2019年度に加速器研究施設を改組し、応用超伝導加速器センター(Center for Applied Superconducting Accelerator、CASA)を設置した。詳細は、VII.章で述べる。

【検証する観点】

- ◎② 学際的・融合的領域において当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること

【設定した指標】

加速器研究施設に属さない研究者による研究業績

以下の示すような高い成果が得られている。

・レーザーコンプトン散乱によるイメージング

JAEA(現 QST)所属の研究者が、cERLにおいて、レーザー逆コンプトン散乱(LCS)によるイメージングの、超伝導加速器による初めての実証試験に成功した。

・大阪市立大学、大阪大学の研究者と共同で、電子陽電子線形加速器(入射器)の運転において、深層ニューラルネットワークによる加速器運転パラメータの最適化の試験を行い、AIによる運転可能性を実証した。

【検証する観点】

- ◎③ 研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討を行っていること

【設定した指標】

他大学との連携に関する検討

2017年にKEK加速器研究施設は、全国の大学加速器施設とともに、以下のことを目的として、大学加速器連携協議会(任意団体)を設立した。

1. 大学加速器施設(現在、60施設が加入。図15参照)の情報共有
2. 加速器技術の向上や、加速器科学の新展開に関する検討
3. 大学加速器施設の維持・管理・運用や機能向上に関する相互扶助・協力
4. 加速器関連の人材育成

これまで、以下の活動を行なってきた。

1. 大学加速器連携協議会の開催

大学加速器連携協議会に加盟している全国の大学加速器施設の関係者が参加する総会を年1回開催し、講演、報告、意見交換等を行なっている。

2. 大学-KEK Day の開催

大学及びKEKにおける加速器に関する研究活動を、大学職員・学生・近隣自治体・企業等に広報することを目的とする講演会及び施設見学会を全国の加速器施設で年に1回開催している。

3. 加速器科学セミナーの実施

2018年から、日本大学の大学院生を対象とした、加速器科学セミナーを行なっている。



図 15 全国の大学加速器施設

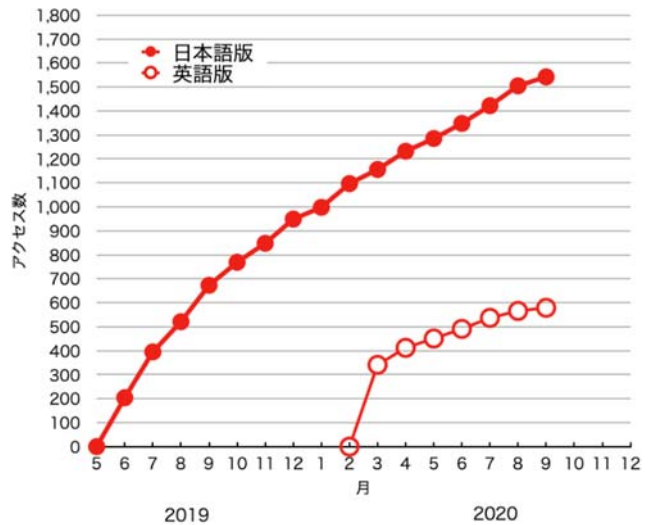


図 16 加速器研究施設プロモーションビデオのアクセス数

4. 大学加速器施設一覧の編集・発行

全国の大学加速器施設の諸元をまとめた冊子を編集・発行し、関係機関等に配布した。

2017年に初版、2020年に第二版を発行した。

5. プロモーションビデオの制作

加速器研究施設が運転している加速器のプロモーションビデオ(日本語版及び英語版)を制作し、大学加速器連携協議会参加メンバー他、関係者に配布した。YouTubeでのアクセス数は、図 16 に示すように日本語版、英語版合わせて、毎月 100 件程度に達している。

6. 研究設備等の提供 (IV 研究資源にも記載)

・モジュールの配布:

KEK の回路室が保有していたリユース物品 (NIM、CAMAC 等二千数百点) を加速器研究施設が譲り受け、大学加速器連携協議会のメンバーに希望を募って譲渡する事業を行なっている。これまで、8 大学に約 280 のモジュールを譲渡した。

・機器の譲渡:

加速器研究施設が保有している機器 (サイラトロン) の内、性能を満たさなくなったため不要となった物を、大学加速器施設に譲渡する事業を開始した。

VI. 人材育成

優れた研究環境を活かした若手研究者の育成やその活躍機会の創出に貢献していること

【主な観点】

- ① 総合研究大学院大学の基盤機関として、大学と協力し、大学共同利用機関の優れた研究環境を活用して主体的に当該分野の後継者の育成等に取り組んでいること
- ② 連携大学院制度等を活用し、国内外の大学院生を受け入れ、共同利用・共同研究に参加させるなど大学院教育に積極的に関与していること
- ③ ポストドクター等の時限付き職員の任期終了後のキャリア支援に取り組むなど、若手研究者の自立支援や登用を進め、研究に取り組みやすい環境を整備していること
- ◎④ 若手研究者（海外研究者を含む。）の採用や育成に積極的に取り組んでいること
- ◎⑤ 女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいること
- ◎⑥ 先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ① 総合研究大学院大学の基盤機関として、大学と協力し、大学共同利用機関の優れた研究環境を活用して主体的に当該分野の後継者の育成等に取り組んでいること

【設定した指標】

総研大の学位取得者数および卒業生の就職状況

総研大の学位取得者数は、図 17 に示すとおり増加傾向にある（5年間の平均は、3.6 人/年）。また、卒業生（2007 年3月～2019 年9月に修了した 38 名）は、その4分の3がアカデミックポストについている（図 18 参照）。

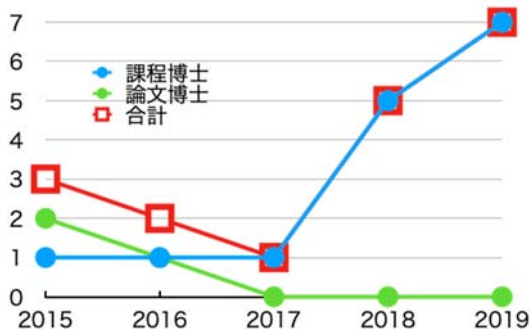


図 17 総研大の学位取得者数

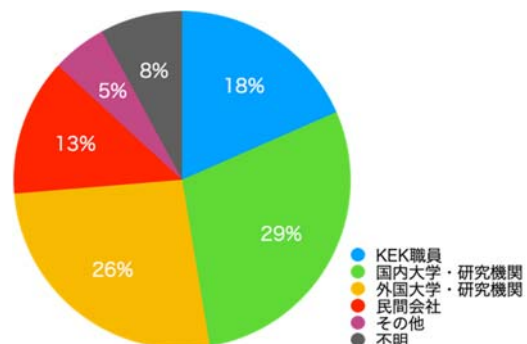


図 18 総研大卒業生の就職先

なお、2020年の在籍者数は14名であり、国費留学生在が5名、私費留学生在が4名、日本人が5名と、外国人（主に東南アジア）が3分の2を占めている。

【検証する観点】

◎④ 若手研究者(海外研究者を含む。)の採用や育成に積極的に取り組んでいること

【設定した指標】

若手研究者採用・育成の取組状況

博士研究員の採用を毎年実施していることに加え、3プロジェクト(J-PARC、SuperKEKB、放射光)については、プロジェクト経費を財源とする特別助教(任期4年)の採用を積極的に進めている。また、リニアコライダーについても、補助金を財源とする任期付き助教の雇用を行なう予定である。図19に示すように、常勤教員当たりの若手教員数(40歳未満)の比率は、現時点では、20%を上回っている。

これらの任期付き職員のキャリアパスに関しては、ほぼ全員が、任期終了後に、KEKを含む国内外の研究機関・大学に雇用されている。

機構の長期海外長期派遣制度に毎年応募し、これまでに多数の若手研究者が派遣されている(平均1.2人/年、表1参照)。

表1 長期海外派遣の実績

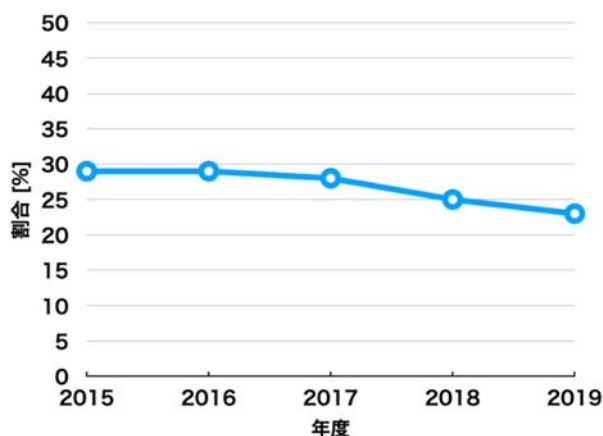


図19 若手教員数の比率

年度	人数	派遣先
2008	3	RAL, CERN, CERN
2009	3	CERN, CERN, CERN
2010	0	
2011	1	Cornel U.
2012	1	ORNL
2013	0	
2014	0	
2015	2	FNAL, TRIUMF
2016	2	DESY, MSU
2017	1	ODU
2018	1	SOLEIL
2019	0	
2020	(2)	CERN, DESY

加速器研究施設の人材育成の大きな特徴は、対象が若手教員だけではなく、技術職員や業務委託従事者も含んでいることである。教員のマンパワー不足解消を理由に始まったことであるが、優秀な技術職員や学位を持った業務委託従事者を教育した結果、教員として採用される例が出てきている。

これからの高エネルギー加速器をにう若手研究者の育成と、一般企業の研究者・技術者の加速器科学への理解を深めることを目的として、第一線で活躍中の各分野の専門家が、その年のテーマ毎に最先端の加速器科学を基礎から講義する「高エネルギー加速器セミナー OHO」を1984から毎年開催している。今年もリモート方式で実施する。

【検証する観点】

◎⑤ 女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいること

【設定した指標】

女性研究者・外国人職員の割合

加速器研究施設の女性研究者・外国人職員の割合は、図20に示す通りである。女性、外国人ともほぼ横ばい状態にあるが、今後も、女性、外国人研究者の採用を積極的に進めていきたい。

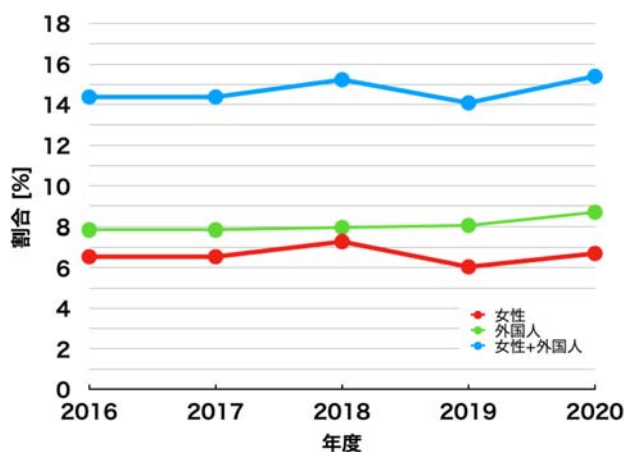


図20 女性研究者・外国人研究者の割合

【検証する観点】

◎⑥ 先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいること

【設定した指標】

先端的な加速器の研究への大学院生の参画の状況

加速器研究施設では、先端的加速器であるJ-PARC、SuperKEKB、PF/PF-AR、ATF、STF、cERL等に関する開発研究を行なっている。これらの加速器の設計・製作・開発において、中心的役割を担う人材を育成することを目的に、総研大生・特別共同利用研究員・連携大学院生等に対する教育を行なっている。

Ⅶ. 社会との関わり

広く成果等を発信して、社会と協働し、社会の多様な課題解決に向けて取り組んでいること

【主な観点】

- ① 産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境等の大学共同利用機関が持つ機能を社会へ提供し、また、分かりやすく発信していること
- ② 地域社会や国全体の課題の解決に向けて貢献できる分野や内容について、それらの課題解決に取り組み、情報発信していること
- ◎③ 研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究の展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与していること
- ④ 研究成果を公開し、研究者のみならず広く社会における利活用に積極的に取り組むとともに、論文及び論文のエビデンスとしての研究データ等を公開・保存していること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ① 産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境等の大学共同利用機関が持つ機能を社会へ提供し、また、分かりやすく発信していること

【設定した指標】

研究設備の社会への提供の状況

2011年に、空洞製造技術開発施設(Cavity Fabrication Facility、CFF)を設置し、超伝導加速空洞の製造に必要となる電子ビーム溶接機・プレス機・縦型旋盤・化学研磨装置等の装置を整備した。これらの装置は、全国の大学・研究機関・企業等に公開されている。

また、2015年には国際科学イノベーションセンターが管理する研究施設として、超伝導加速器利用促進化推進棟(COI棟)を建設し、大型クリーンルーム・縦型電解研磨装置・ヘリウム冷凍機・真空炉など、超伝導加速空洞の製造技術の向上と産業化に必要な機器を整備するとともに(一部未完)、企業向けの居室を用意した。

これらの施設・機器を広く企業等に提供することにより、本施設・機器が、産学連携の拠点として、社会に貢献していくことを目指している。CFF、COI棟については、応用超伝導加速器センターのWebページに公開し、活動内容についての情報を発信している。(COI棟は未了)

【検証する観点】

- ◎③ 研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究の展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与していること

【設定した指標】

産学連携の状況

V章で述べたように、加速器応用(医療・情報通信・インフラ・エネルギー・環境等)のための研究開発推進体制を強化するため、2019年度に加速器研究施設を改組し、応用超伝導加速器センター(Center for Applied Superconducting Accelerator、CASA)を設置した。加速器の産業・医療応用に関して、これまでに、以下に示す多くの成果が得られている。

1. ホウ素中性子捕獲療法(BNCT)用加速器システムの開発

陽子線形加速器とベリリウム標的から構成される加速器ベースのBNCTシステムを開発した。必要なビーム強度、安定度は達成されており、今後治験が行なわれる予定である。ビームエネルギーが低いことによる低放射化という長所を持つ一方、単純かつ安価な高周波源・加速空洞の構成による高周波制御の困難さがあったが、新たな技術開発(特許取得済み)により克服された。さらなる効率化を図るため、超伝導空洞を用いたBNCT加速器の設計も進めている。

2. 医療用RI ^{99}Mo 製造の原理実証試験

現在100%海外の原子炉による生産に依存している ^{99}Mo の国産化、脱原子炉化のために、大量生産可能な超伝導加速器による ^{99}Mo 製造の実証試験に国内で初めて成功した(2019.10.8プレスリリース)。また、 ^{99}Mo からの $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の高純度取り出し試験にも成功した。今後、外部資金等による事業展開を目指す。

3. ロジックLSI製造のための極端紫外(EUV)光源発生用加速器の開発

5G、Beyond 5G社会で必須となる高精細ロジックLSI製造のためのEUV光源発生用自由電子レーザー(FEL)加速器の開発研究を行ない、赤外線領域の波長での原理実証試験に成功した。

4. アスファルト長寿命化の試験

国土強靱化の観点から重要な課題の一つである、道路のアスファルトの長寿命化のための加速器開発を行なっている。

5. バイオ燃料製造のための試験

大強度電子線照射による木材(木粉)の分解試験を行なっている。

今後、加速器による汚水、排ガスの清浄化の原理実証試験等にも応用範囲を広げ、QOLの高い持続可能社会構築へ向けて、加速器の社会実装を図る。図21にCASAで進めている応用分野を示す。いずれも大強度の超伝導加速器を必要とする点が共通しており、ILCなどの基礎科学用加速器で使われる超伝導加速器技術との相乗効果も期待できる。超伝導空

洞製造技術については、①で述べた CFF、COI を活用して、企業と共同して性能向上、コストダウンを進めている。

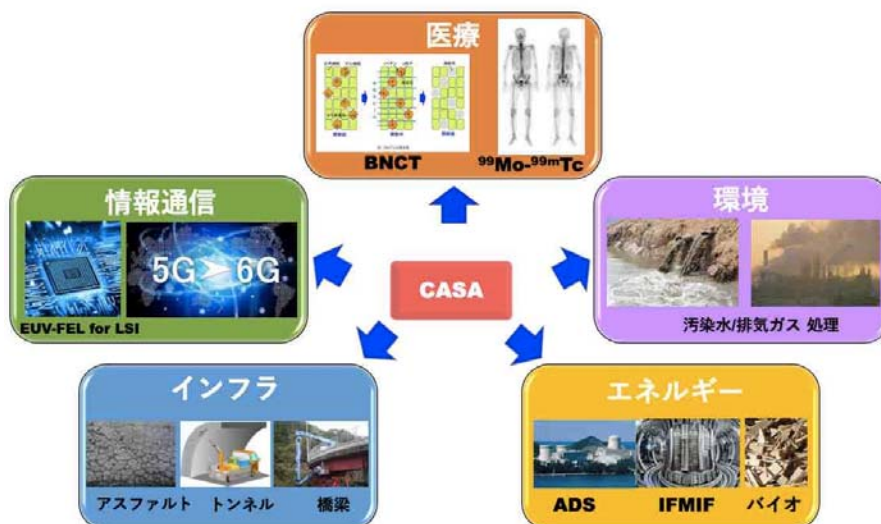


図 21 CASA が対象とする加速器の応用分野

この他にも、空洞・高周波源・電磁石電源・真空システム・ビーム診断システム・制御システム等加速器要素技術の幅広い分野において、企業との共同研究により、各機器の性能向上・コストダウンが進められている。(例：J-PARC MR の主電磁石電源)。また、茨城県の加速器関連中小企業から構成される茨城県研究開発型企業交流会 (IRDA) の参画企業との連携 (主に精密加工・計測・材料開発等の分野) を図っている。

応用超伝導加速器コンソーシアム

2019 年、全国の大学加速器施設、国内外の研究機関、企業等と連携し、加速器の応用に関するニーズ・シーズの調査・分析、研究開発戦略の策定・展開、研究成果等の情報発信を図るため、応用超伝導加速器コンソーシアム (任意団体) を設立した (図 22 参照)。会員向けセミナーを定期的で開催するとともに、関連情報の発信を随時行なっている。



図 22 応用超伝導加速器コンソーシアムの構成

自由記述

今回の検証を行なうにあたっては、KEKの国際諮問委員会（KEK Science Advisory Committee）の委員の内、加速器分野担当の委員2名に概要を送り、内容について意見を伺った。

以下にそのコメントの抜粋を示す。

委員 A

II. Centrality

The accelerator operated by the ACCL has a world record of beam intensity (per bunch[FZ1]) and luminosity[FZ2]

[FZ1]Which accelerator holds the world record bunch intensity? SuperKEKB or J-PARC? For SuperKEKB, I think the bunch intensity is much lower than the bunch intensity at LEP for example. LEP2 had up to $4.2E11$ electrons or positrons per bunch. But perhaps bunch current is high.

[FZ2]The world record low β_{y^} (0.8 mm) for a collider could also be mentioned - this is lower than at the SLC and quite some achievement.*

III. Internationality

Almost all of the external review committee members of B Factory Accelerator and J-PARC Accelerator are foreigners, and a system necessary for grasping international trends and reflecting them in accelerator operation at KEK has been well established.

[FZ3]A recent example is the successful implementation, scheme at SuperKEKB, of the crab-waist collision, which was originally developed Italy.

委員 B

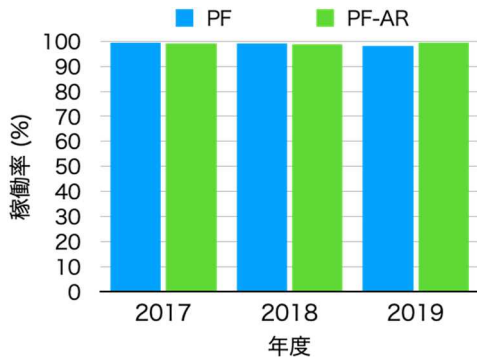
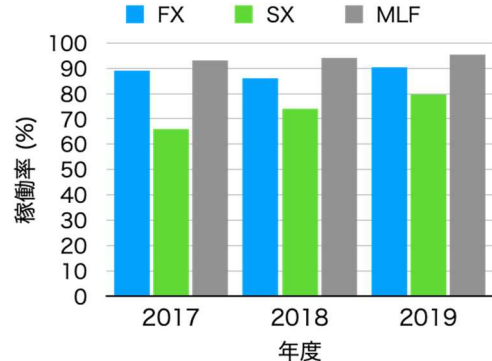
Thank you very much for sending me the report of ACCL. I read through the report and found the progress encouraging. In general the report looks very good to me.

令和2年度 大学共同利用機関の検証

自己検証結果報告書 正誤表

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

加速器研究施設

通し番号	該当の頁・箇所	誤	正
1	3項・上段	<p>VI. 人材育成</p> <p>【概要】</p> <p>(略) 卒業生の<u>4分の3</u>がアカデミックポストに就いている。(略)</p>	<p>VI. 人材育成</p> <p>【概要】</p> <p>(略) 卒業生の<u>約8割</u>がアカデミックポストに就いている。(略)</p>
2	16項・下段	 <p>図 12 J-PARC 加速器の稼働率</p>	 <p>図 12 J-PARC 加速器の稼働率</p>

3	16 項・下段	<table border="1"> <caption>図 13 PF-PF-AR の稼働率</caption> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>FX (%)</th> <th>SX (%)</th> <th>MLF (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>90</td> <td>65</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>85</td> <td>75</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>90</td> <td>80</td> <td>95</td> </tr> </tbody> </table>	年度	FX (%)	SX (%)	MLF (%)	2017	90	65	95	2018	85	75	95	2019	90	80	95	<table border="1"> <caption>図 13 PF-PF-AR の稼働率</caption> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>PF (%)</th> <th>PF-AR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	年度	PF (%)	PF-AR (%)	2017	100	100	2018	100	100	2019	100	100
年度	FX (%)	SX (%)	MLF (%)																												
2017	90	65	95																												
2018	85	75	95																												
2019	90	80	95																												
年度	PF (%)	PF-AR (%)																													
2017	100	100																													
2018	100	100																													
2019	100	100																													
4	22 項・下段	(略) その4分の3がアカデミックポストについている (図 18 参照)。(略)	(略) その約8割がアカデミックポストについている (図 18 参照)。(略)																												
5	22 項・下段	<table border="1"> <caption>図 18 総研大卒業生の就職先</caption> <thead> <tr> <th>就職先</th> <th>割合 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KEK職員</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>国内大学・研究機関</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>外国大学・研究機関</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>民間会社</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>不明</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	就職先	割合 (%)	KEK職員	18%	国内大学・研究機関	29%	外国大学・研究機関	26%	民間会社	13%	その他	5%	不明	8%	<table border="1"> <caption>図 18 総研大卒業生の就職先</caption> <thead> <tr> <th>就職先</th> <th>割合 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KEK職員</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>国内大学・研究機関</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>外国大学・研究機関</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>民間会社</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	就職先	割合 (%)	KEK職員	38%	国内大学・研究機関	18%	外国大学・研究機関	26%	民間会社	18%				
就職先	割合 (%)																														
KEK職員	18%																														
国内大学・研究機関	29%																														
外国大学・研究機関	26%																														
民間会社	13%																														
その他	5%																														
不明	8%																														
就職先	割合 (%)																														
KEK職員	38%																														
国内大学・研究機関	18%																														
外国大学・研究機関	26%																														
民間会社	18%																														

自己検証結果報告書

令和2年8月

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

共通基盤研究施設

目次

全体概要	1
Ⅰ. 運営面	4
Ⅱ. 中核拠点性	6
Ⅲ. 国際性	14
Ⅳ. 研究資源	17
Ⅴ. 新分野の創出	20
Ⅵ. 人材育成	23
Ⅶ. 社会との関わり	26
自由記述	30

全体概要

I. 運営面

- ・大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(KEK)に属する共通基盤研究施設では、施設長の諮問に応じて重要事項を審議する会議体として、加速器・共通基盤研究施設運営会議(以下「運営会議」という。)を設置している。運営会議は、KEK 外 11、KEK 内 15、共通基盤研究施設4の委員から構成され、KEK 外委員は関連コミュニティの代表者である。会議は、通例年4回以上開催される。
- ・不正防止コンプライアンス体制は機構長を責任者とする機構全体で構築され、その下に共通基盤研究施設長を責任者とする施設内のコンプライアンス対策体制を構築している。

II. 中核拠点性

共通基盤研究施設は、「KEK 全体の共通的基盤となる研究支援業務を行うとともに、研究支援に必要となる基盤技術の開発研究を行う」ことをミッションとし、その遂行のために、放射線科学、計算科学、超伝導低温工学、機械工学の4つのセンターを有して、KEK のプロジェクト、研究計画、共同利用実験を技術・研究面から推進し、KEK の国際中核拠点としての機能並びに活動を支え、活性化に貢献してきた。同時に、共通基盤研究施設並びに4つのセンターは、展開する各分野における卓越した学術研究、高度化された技術支援や開発研究において、日本、アジア、世界的規模での中核拠点として存立している。

放射線科学センターは、機構の放射線安全、化学安全、環境保全に対して責任を担い、機構が国際研究拠点として機能するよう放射線防護の立場から研究支援を行い、必要な技術開発を行っている。支援の規模や施設基盤の大きさ、活動の多様性や卓越性から、日本における加速器放射線防護の中核拠点である。研究面でも、放射線物理、放射線計測、放射線遮蔽、放射化学、環境計測の分野で拠点的活動を行っている。加速器放射化の研究、放射線輸送計算コードの研究、線量計の開発研究は特に重要な成果を上げている。また、関連する研究会を主催するなど、学術コミュニティの活性化や発展に大きな役割を果たしている。

計算科学センターは、大強度陽子加速器施設(J-PARC)を含む機構全体の計算機資源、ネットワーク・情報環境基盤、国際共同利用実験 Belle II 実験に対して中核となる国際解析センターとして実験解析環境を提供している。また、スーパーコンピュータ(スパコン)利用大型シミュレーション研究に関する大規模共同利用研究拠点、放射線シュミレーションコードの国際開発拠点など、中核拠点としての活動を行っている。

超伝導低温工学センターは、大規模な液体ヘリウム供給を実現し、大型超伝導低温設備の運用拠点として、LHC アップグレード用の大口径偏向電磁石を開発するなど、超伝導電磁石開発の世界的拠点となっている。

機械工学センターは、機構が推進するプロジェクトや装置開発に対して、機械工学の立場から支援活動を行い、将来計画に必要な研究開発・技術開発を行っている。例えば、超

伝導加速空洞の製造研究、試料交換ロボットの開発研究、LHC アップグレード用超伝導電磁石の開発支援、陽子飛跡検出器開発、高精度大規模アライメントの応用技術開発など、日本では他に類を見ないユニークな加速器機械工学の拠点として活動している。

Ⅲ. 国際性

・共通基盤研究施設における国際連携、共同研究の概要は以下のとおりである。

放射線科学分野： 欧州原子核研究機構(CERN)との連携による加速器二次粒子生成に関する国際共同研究の実施、国際会議の主催や貢献、EGS や PHITS、並びに Geant4などの放射線輸送計算コードの国際共同開発の中核拠点としての活動。

計算科学分野： Belle II 実験のデータ解析における国際分散計算機環境(Grid)の日本における唯一の拠点。国際的に利用される J-PARC 実験のデータストレージの管理運用。

超伝導低温工学分野： J-PARC における超伝導電磁石システムの開発・建設、LHC アップグレード用大口径超伝導電磁石の開発、大型低温重力波望遠鏡(KAGRA)の建設支援、将来加速器のための超伝導電磁石材料や電磁石開発などを国際協力・連携で実施。

機械工学分野： 超伝導空洞製造技術(コストダウン、製造工程の見直し、性能向上)に関する国際連携を実施。

・米国 IEEE などの国際学会においてプログラム委員、編集委員等を輩出。

・外国人共同利用者に対する、申請書類・各種マニュアル、安全標識等の英語化、英語による放射線教育の実施などを進め、作業の安全確保やセキュリティの向上を推進。また事務室等には英語による対応が可能な職員を配置するなどしている。

・機構における研究支援が主たるミッションであるので国際共同利用については限定的で、独自の海外アドバイザー等の導入もあまりない。海外との共同研究は積極的に推進し、また国際諮問委員会等の KEK 全体に関わるものについては参加し評価を受けている。

Ⅳ. 研究資源

共同利用に直接供するものではないが、その推進に必要な施設設備を維持運用している。

放射線科学関連： 放射線安全の推進と共同利用支援の高度化のための設備の開発と運用。

例えば、多彩な放射線標準照射・校正設備の開発と運用、大規模連続放射線集中監視装置、集中出入監視システム、放射線従事者登録システムの開発と運用。

計算科学関連： 中央計算機の運用と国際的分散計算機環境の構築。情報通信基盤の提供(つくばキャンパス及び東海キャンパス)。スーパーコンピュータの運用。

超伝導低温工学関連： 大規模ヘリウム冷凍機及び利用済みヘリウム循環回収装置、並びに研究開発用大型極低温システムの運用と維持、超伝導電磁石試験設備や超伝導材料引張試験機をはじめとする大型試験設備の運用とユーザー利用のために開放。

機械工学関連： 空洞製造技術開発施設(CFF)の加速器研究施設との共同運用。

V. 新分野の創出

学際的・融合的研究として以下の研究実績があり、成果を上げている。

- ・新型放射線線量計による新放射線量計測システムの確立と、その宇宙線量計への適用（放射線科学分野、放射線生物分野、宇宙利用分野における学際的研究）
- ・Geant4や PHITS などの放射線輸送計算コードの粒子線治療、放射線生物学への応用（放射線科学分野、計算科学分野、医学分野、生物分野における学際的研究）

VI. 人材育成

- ・総合研究大学院大学（以下「総研大」という。）の基盤機関（加速器研究施設と共同で高エネルギー加速器科学専攻科を運営）の取り組みとして、英語並びに日本語による大学院講義（加速器概論、各授業科目）、大学院生への研究指導並びに学位論文指導（本研究施設には 2016～2019 年度間で 26 名が在籍）を実施し、同期間に4名が学位を取得した。修了後の進路は企業の研究職、量子科学技術研究開発機構（QST）及び KEK の研究員として全員が研究活動に従事しており、若手人材育成としても機能した。留学生延数は 16 名で在籍学生の6割強を占める。博士研究員として在籍した5名は日本原子力研究開発機構（JAEA）研究員や KEK 助教として採用され、キャリアパスとして機能した
- ・特別共同利用研究員（東大等の他大学からの受託大学院生）への研究指導並びに学位論文指導も積極的に行われた（2016 年度～2019 年度で在籍数 16 名）。
- ・教員及び技術職員における女性比率は、それぞれ 2.5%、15%である。KEK では、技術職員は教員と協働して支援業務ばかりでなく研究開発にも従事しており、比率を比べた。

VII. 社会との関わり

- ・放射線物理や放射線計測の専門家として、原子力発電所事故対応における技術指導並びに助言（原子力規制庁、東京電力）、加速器廃止措置に関する全国調査と手法開発（原子力規制庁）、福島県飯舘村における放射線測定協力・指導（自治体）を実施。
- ・PHITS などの放射線輸送計算コードの医学利用への貢献とコード普及のための研究会の開催。コミュニティを対象にした学術研究会の定期開催、及び国際会議の主催。
- ・Grid 解析拠点としての委員会活動、及び国内研究機関への普及の推進。
- ・特許、要素技術を通して社会貢献。空洞製造技術や試料交換ロボットシステム製作にかかわる企業との連携。
- ・放射線や超伝導に関する知識の普及のためのアウトリーチ活動（放射線に関する一般向け解説書の作成・配布、超伝導コースター実演など）。

自由記述

自己検証にあたり、共通基盤研究施設における研究活動状況について、意見聴取を国内外の研究者に実施し、検証内容に反映した。

I. 運営面

開かれた運営体制の下、各研究分野における国内外の研究者コミュニティの意見を踏まえて運営されていること

【主な観点】

- ◎① 共同利用・共同研究の実施に関する重要事項であって、機関の長が必要と認めるものについて、当該機関の長の諮問に応じる会議体として、①当該機関の職員、②①以外の関連研究者及び①②以外でその他機関の長が必要と認める者の委員で組織する運営委員会等を置き、①の委員の数が全委員の2分の1以下であること
- ◎② 上記の体制が、国内外の研究者コミュニティの意向を把握し、適切に反映できる人数・構成となっていること
- ◎③ 研究活動における不正行為及び研究費の不正使用への対応に関する体制が整備される等、適切なコンプライアンスが確保されるための体制が実施されていること
- ◎④ 共同利用・共同研究の課題等を広く国内外の関連研究者から募集し、関連研究者その他の当該機関の職員以外の者の委員の数が全委員の数の2分の1以上である組織の議を経て採択が行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

①、②、③、④

【設定した指標】

- A 共通基盤研究施設長の諮問に応じる会議体の外部構成員の数・割合、開催実績
- B 関連する学術コミュニティの要請を実現するために必要な体制の整備状況
- C 研究活動における不正行為等への対応など、コンプライアンス確保に向けた必要な体制の整備状況
- D 共同研究・共同利用研究の課題の募集・採択の状況

主な観点①（指標 A）

共通基盤研究施設長の諮問に応じる会議体として、加速器・共通基盤研究施設運営会議が、加速器研究施設と共同して設定されている。委員構成は、①共通基盤研究施設4名、②加速器研究施設7名、素粒子原子核研究所2名、物質構造科学研究所2名、機構外 11 名である。当該機関の職員の割合は 15.4%である。会議は通例、年4回開催される。

主な観点②（指標 B）

機構外委員(11名)は、素粒子原子核関連(3名)、物質構造科学関連(3名)、加速器関連(3名)、共通基盤関連(2名)の関連コミュニティからの代表者であり、さらに機構の2研究所及び加速器研究施設からの委員が入り、コミュニティ並びに機構の意見が反映される構成になっている。現在、議長は加速器研究施設委員、及び副議長は共通基盤研究施設関連の機構外委員が務める。

主な観点③（指標 C）

機構長を最高管理責任者とした不正防止計画推進室を設置し、不正防止計画の策定や研究費等の不正使用防止のための KEK 全体の取り組みを実施している。その下に、施設長を責任者とする共通基盤研究施設内における不正防止対策体制及びコンプライアンス推進体制を立ち上げ、推進している。

主な観点④（指標 D）

KEK のスーパーコンピュータを利用して行う「大型シミュレーション研究」は、KEK の研究に関わる分野の共同研究、並びに素粒子・原子核物理学に関連する分野の共同利用研究として、公募して実施される。「大型シミュレーション研究」審査委員会は KEK 外7名、KEK 内5名(内、共通基盤研究施設1名)の計 12 名の委員で構成され、審査の後、採択がなされる。共通基盤研究施設から選出の委員比率は 8.3%である。

Ⅱ. 中核拠点性

各研究分野に関わる大学や研究者コミュニティを先導し、長期的かつ多様な視点から、基盤となる学術研究や最先端の学術研究等を行う中核的な学術研究拠点であること

【主な観点】

- ◎① 当該機関の研究実績、研究水準、研究環境、研究者の在籍状況等に照らし、法令で規定する機関の目的である研究分野において中核的な研究施設であること
- ◎② 対象となる当該研究分野において先導的な学術研究の基盤として、国内外の研究者コミュニティに必要不可欠であり、学術コミュニティ全体への総合的な発展に寄与していること
- ◎③ 当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究等による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、当該研究分野において高い成果を挙げていること
- ◎④ 研究者コミュニティの規模や施設の規模等に対応して、共同利用・共同研究に国内外から多数の関連研究者が参加していること

【自己検証結果】

【検証する観点】

①、②、③、④

【設定した指標】

- A 共通基盤研究施設のミッションに沿った研究活動(研究支援、開発研究)の状況
- B 共通基盤研究施設における共同利用研究への研究支援、推進の状況
- C 共通基盤研究施設に所属しない関連研究者による本施設を利用して行った研究とその業績
- D 共通基盤研究施設との共同研究における国内外からの関連研究者の参加状況

主な観点① (指標 A 及び B)

共通基盤研究施設については法令による規定はないため、KEK 共通基盤研究施設組織規則第3条の1の記載「共通基盤研究施設は、KEK 全体の共通基盤となる研究支援業務を行うとともに、研究支援に必要となる基盤技術の開発研究を行う。」を組織のミッションとする。共通基盤研究施設は、ミッション遂行のために、放射線科学、計算科学、超伝導低温工学、機械工学の4つのセンターを有して、KEK の将来計画を含むプロジェクト、並びに共同利用実験を技術・研究面から推進し、KEK の国際中核拠点としての機能並びに活動を支え、活性化に貢献してきた。同時に、共通基盤研究施設並びにセンターは、展開する各分野における卓越した学術研究、高度化された技術支援や開発研究において、日本、アジア、世界的規模での中核拠点として存立している。共通基盤研究施設の人員、活動状況を、それぞれ図1、

及び表1にまとめた。(指標 A)

・放射線科学センターは、機構の放射線安全、化学安全、環境保全に対して責任を担い、KEK が国際研究拠点として機能するよう放射線防護の立場から支援を行い、必要な技術開発を行っている。研究支援の規模、施設基盤の大きさ、活動の多様性や卓越性から、日本における加速器放射線防護・環境安全の中核拠点である。つくばキャンパスでは、大型放射線発生装置 18 台、多数の二次ビームライン及びX線発生装置 15 台が設置され、また、密封・非密封放射性同位元素、放射化物及び核燃料物質が多数保有される。一方、東海キャンパス J-PARC には、大規模放射線発生装置4台と物質・生命科学、ハドロン、ニュートリノの3つの実験施設がある。同センターはこれらに対する放射線安全を一元的に担う。その推進のため、多様な放射線標準照射・校正設備や大規模連続集中放射線監視システムを開発、運用している。つくばキャンパスでは約 5,000 名の共同利用者等が、東海キャンパスでは約 2,700 名が、放射線業務従事者として登録され、彼らに対する放射線管理や安全教育を行うため、集中出入監視システムや被曝管理システムなどを開発し、運用を行っている。図2に、つくばキャンパスにおける放射線従事者数の年間推移を示す。また、同センターは、放射線安全とともに加速器に関わる化学安全・環境保全も推進している。その状況を毎年環境報告書としてまとめ公表している。昨年度公表された「環境報告 2019」は環境省「令和元年度環境コミュニケーション大賞優良賞」を受賞した。

[\(https://www.kek.jp/ja/newsroom/2020/02/26/1900/\)](https://www.kek.jp/ja/newsroom/2020/02/26/1900/)

・計算科学センターは、J-PARC を含む KEK 全体の計算機資源、ネットワーク・情報環境基盤を提供するとともに、KEK の主要なプロジェクトである Belle II 実験のデータ解析のための国際分散計算機環境(Grid)の中心拠点としての役割を果たしている。Belle II では、世界 18 カ国以上のデータ解析センターが協力して計算機資源を供出し実験データ解析を行うが、KEK は実験ホスト国として最も重要な一次データの保存・分配を担い、各国計算機拠点をネットワークで結び協調して実験データ解析を行うために必要な Grid Computing サービスと Grid 認証局としての証明書発行、Grid 内の主要な計算機資源の提供を行っている。このために、国内有数のストレージサーバーによる中央計算機システムを構築・運用し、計画的に更新を実施している。また、KEK に来訪する国外研究者を含む共同利用者及び職員に対して、ネットワーク、TV 会議、Web サーバーサービスなどの様々なサービスも提供している。2017 年までは国内有数の性能を有する 1Peta FLOPS 規模のスーパーコンピュータを有し、Belle 実験、J-PARC 実験に対して理論数値計算の基盤を提供するとともに、主に国内の素粒子、原子核、宇宙物理理論数値計算コミュニティに対して共同利用を行い、特に格子 QCD 計算において貢献した。(表2～表4参照)

・超伝導低温工学センターは、国内最大クラス量の液体ヘリウムの供給及び回収・再利用を行い、それを利用する KEK の各種開発研究を支援している(図3参照)。J-PARC においては、ニュートリノビームライン超伝導電磁石システムなどの大型超伝導極低温設備の建設、運用支援を行っている。その業績が認められ、令和2年度科学技術分野の文部科学大臣

表彰研究支援賞を受賞した。(https://www.mext.go.jp/content/20200402-mxt_sinkou02-00187_004.pdf) また、COMET 実験のための大型超伝導ソレノイド磁石システム、g-2/EDM 実験のミュオン蓄積用超精密磁場超伝導ソレノイド磁石の開発を行っている。つくばキャンパスでは、CERN の Large Hadron Collider (LHC) 計画並びに大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA) 計画において超伝導磁石や極低温装置の開発や建設を主導している。LHC は、現在高輝度化アップグレード(HL-LHC)を行っており、そのために必須となる大口径超伝導二極磁石の開発を推進している。KAGRA の建設においては、感度向上の鍵となる低温鏡懸架システムの開発に大きく貢献し、関連した複数の論文が被引用回数上位5%以内に入り、Nature (D. Castelvecchi, doi: 10.1038/d41586-018-07867-z) や新聞各社の記事で紹介された。

- ・機械工学センターでは、KEK が推進するプロジェクトや装置開発に対して、機械工学の立場から支援活動を行うとともに、将来計画に必要となる研究開発・技術開発を行っている。支援活動は、持ち込まれた図面に沿って部品を製作する比較的単純なものから、装置の設計や製作、KEK のプロジェクトメンバーとしてその遂行の一部を担う高度なものまで様々であり、年間約 300 件の支援を行っている。加速器だけでなく、加速器をベースとした素粒子物理実験施設、放射光・中性子・ミュオン・低速用電子実験施設における実験装置・測定装置等、非常に幅広い分野のアクティビティの支援を行っているところは、我が国には機械工学センターにおいて他になく、中核拠点といえる。

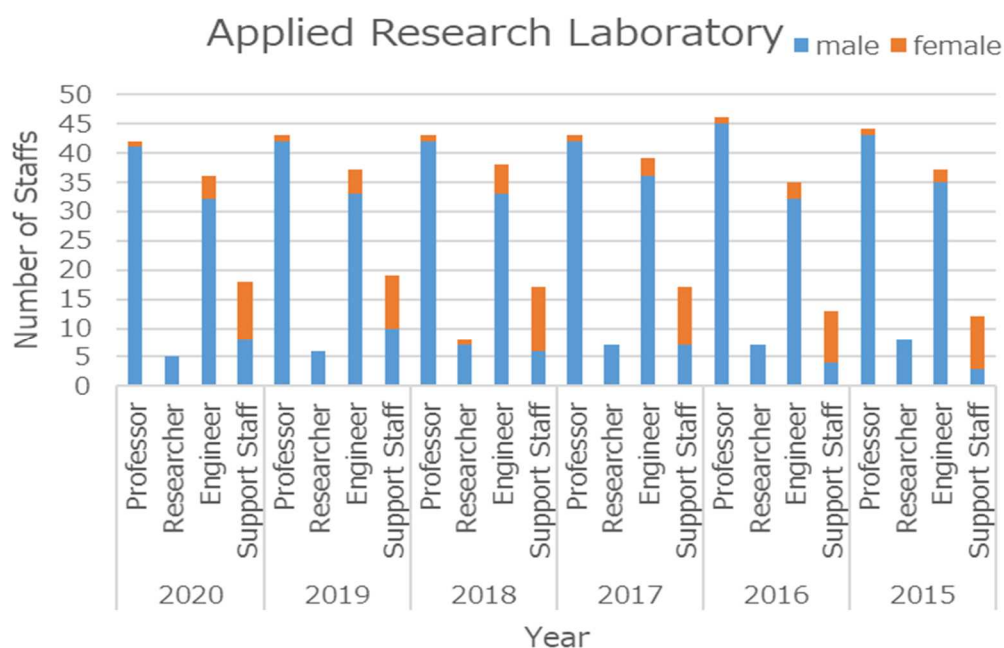


図1 共通基盤研究施設における人員の推移
(各年1月1日現在、単位:人)

表1 研究活動状況に関するデータ（教員数、著書等件数）

		2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
専任教員 ^{*1)} [人]		39(44)	39(42)	37(41)	39(42)
著書数	日本語	0	2	1	2
	外国語	0	0	0	0
学術論文、プロシーディングス(査読付) ^{*2)}	日本語	0	0	1	2
	外国語	195	157	186	144
学術講演等	国内会議	64	113	102	59
	国際会議	75	63	87	56
	招待講演	7	5	9	9

*1) 専任教員数は各年度の5月1日現在で所属する専任教員(教授、准教授、講師、助教)の人数。括弧内は再雇用教員、博士研究員等を含む常勤教員数。

*2) 大規模共同研究を含む。(IR 推進室・評価情報データベースより)

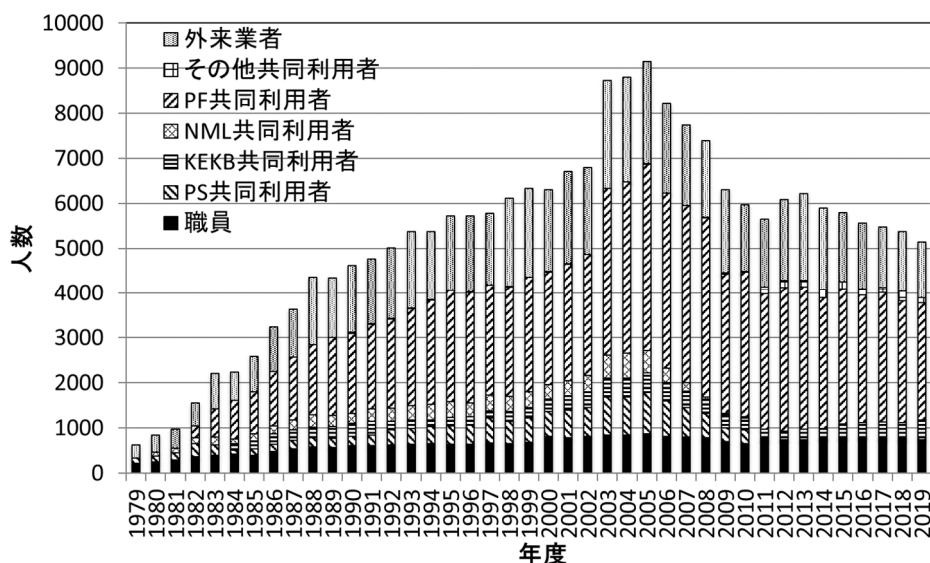


図2 放射線業務従事者の登録数の推移（つくばキャンパス）

表2 Belle II 各国の計算機資源の供給割合^{*}

	Japan	Australia	Austria	Canada	Czechia	France	Germany	India	Israel
CPU	31.3%	0.5%	0.3%	13.0%	1.6%	0.8%	17.4%	0.2%	0.2%
Storage	52.0%	0.5%	0.1%	3.0%	0.9%	0.0%	11.4%	0.0%	0.1%
	Italy	Korea	Mexico	Poland	Russia	Slovenia	Taiwan	Turkey	USA
CPU	9.7%	0.3%	0.3%	6.8%	1.1%	6.3%	1.7%	0.6%	7.8%
Storage	9.3%	0.9%	0.0%	0.1%	0.0%	4.6%	2.1%	0.1%	14.9%

*) 平成 30 年 10 月-令和元年 10 月（Belle II Funding Oversight Panel 資料より）

表3 中央計算機における利用者数とCPU利用率（指標 B）

年度	国外機関所属	国内機関所属
2016年	451	903
2017年	583	1,101
2018年	588	1,073
2019年	570	1,060

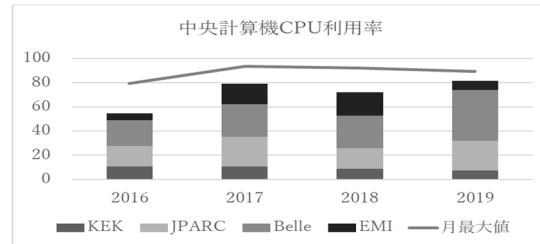


表4 スーパーコンピュータシステム共同利用研究の採択・実施状況（指標 B）

	採択状況			実施状況			
	応募数	採択数	採択率(%)	新規	継続	計	国際共同研究
2016年	53	53	100	25	28	53	4
2017年	25	25	100	0	25	25	2

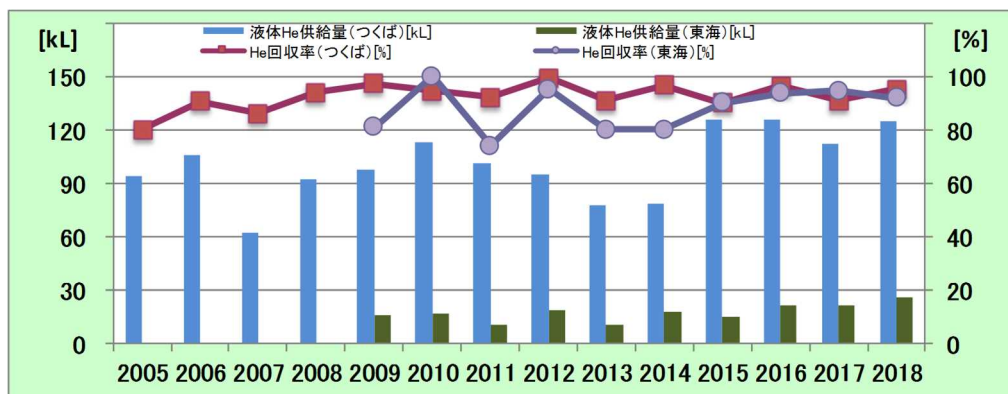


図3 液体ヘリウムの液化、供給、回収の状況(指標 B)

主な観点②（指標 A 及び B）

共通基盤研究施設は、その放射線科学分野、計算科学分野、超伝導低温工学分野、機械工学分野において、それぞれ特徴のある研究開発を行い、加速器科学並びにそれを支える基盤科学を中心とした研究コミュニティの発展に寄与している。

- ・加速器放射化の研究では、加速器の廃止措置を見据え、加速器施設及び同構造物の放射化の実態調査を KEK の旧 12GeV 陽子加速器施設をはじめとして全国の加速器施設を対象に、その連携のもとに行っている。その種類は、静電加速器施設、放射光実験施設、陽子線治療サイクロトロン施設、陽子線治療シンクロトロン施設、重粒子線治療施設、PET 用 RI 製造サイクロトロン施設と多岐にわたり、各々の放射化の実態を明らかにした。この中では、放射化測定・判定法の開発も行い、全国の施設でその手法が使えるように一般化を進

めている。本研究は原子力規制庁の受託研究としても展開されおり、将来の国の加速器廃止措置の基準となるものである。

- ・共通基盤研究施設は世界的に主要な3つの放射線輸送計算コードを国際機関との連携により開発、運用、改良しており、多くの放射線関連コミュニティの研究基盤となっている。放射線輸送計算コード EGS(連携先: 米・ミシガン大学、米・スタンフォード線形加速器センター(SLAC))と PHITS(同: JAEA、理化学研究所(理研)、九州大学、スウェーデン・チャルマー工科大学など)は、物質中の放射線の挙動を計算するコードとして、理学、工学、医療などの広い分野で使用される。Geant4(同: CERN など)は、粒子の飛跡を模擬するためのソフトウェアで、Belle 実験、T2K 実験をはじめとする高エネルギー素粒子・原子核実験における検出器開発に不可欠なツールとして世界的に普及し利用される。Geant4の最近の論文は被引用数が 465 で、関連分野での被引用回数は上位 0.06%に含まれるほど広く利用され、生物・医療、宇宙分野への利用が拡大している。前述の PHITS も関連論文の引用が上位 0.1%以内に入る。
- ・共通基盤研究施設における計算資源(計算機資源、ストレージ資源)の運用は、Belle 実験、ハドロン実験等、「主な観点①」に記載した実験解析基盤としての役割を果たし、その研究コミュニティにとって必要不可欠なものである。(表3参照)
- ・「主な観点①」に記載したように、2017 年まではスーパーコンピュータの共同利用を行い、京(R-CCS) 計算機と相補的に使用された。特に素粒子・原子核、宇宙物理理論数値計算において多く利用され、同コミュニティに対し大きく貢献した。計算基礎科学連携拠点(Joint Institute for Computational Fundamental Science、JICFuS)(2008 年に KEK、国立天文台、筑波大学が中心となり素粒子・原子核・宇宙物理分野のスーパーコンピュータを使った計算基礎科学を推進する目的で設置され、連携拠点の理化学研究所計算科学研究機構の計算資源の有効活用、計算基礎科学の研究体制充実を目指す活動をしている)の中核として、国内8拠点を直接ネットワークで結び、データグリッド技術を用いて計算結果、ツールを共有し国内の理論計算コミュニティの総合的発展に寄与している。(表4参照)
- ・技術支援、開発研究を通して培った先進的な超伝導技術をさらに発展させ、将来の加速器科学に貢献するために、先進超伝導材料を用いた技術開発を推進している。例えば、CERN が計画する将来のエネルギーフロンティア加速器である Future Circular Collider(FCC)で必須になる高磁場超伝導磁石のための基盤技術となる高磁場高臨界電流密度 Nb₃Sn 超伝導線材を CERN や日本の大学、民間企業と共同で開発を行っている。また、J-PARC の MLF で検討されている第2標的用のミュオン捕獲ソレノイドや FCC の衝突点領域の超伝導磁石など、将来の加速器計画で必須となる高放射線環境で効率的に高磁場を発生させる超伝導磁石技術として高温超伝導材料を用いた高耐放射線超伝導磁石の技術などの開発研究を推進している。このように KEK のプロジェクトに必要な基盤技術を確認するため、国内外の研究機関と連携しながら、超伝導極磁石技術及び低温工学の加速器応用

における研究開発を進めており、その能力及び成果はアジアにおいては唯一無二のものであり他の追随を許していない。

- ・機械工学分野は、加速器の構成機器の設計・製作及びそれに関連する精密加工技術等の研究開発における国内では先導的な研究開発の基盤として、主に加速器を中心とした研究コミュニティの発展に寄与している。他機関の技術職員の研修受け入れ、国外研究機関をはじめとする機構外からの製作の依頼、公的機関や企業への技術指導など、拠点の一つとして機能している。

主な観点③（指標 C）

共通基盤研究施設は機構の共同利用を推進するための研究支援が主たるミッションで、共同利用の直接的な実施という面では限定的になるが、本研究施設に属さない研究者が、共同研究並びに共同開発研究を通して、以下の様な成果をあげた。

- ・超伝導磁石の応用に関連して、京都大学などが高温超伝導磁石の加速器応用などで高い成果を上げている。また Nb₃Sn 超伝導線材の開発では共同研究を実施する民間企業が高い成果を上げている。
- ・複数の大学ならびに研究開発法人の研究者が参加する機構独自の仕組みである共同開発研究により実施された宇宙線量計の開発研究は、2016 年～2018 年にわたって行われた国際宇宙ステーション(ISS)における測定実証実験を経て、月火星探査の次期有人飛行計画へとつながる高い成果を得た。
- ・共同利用者・共同研究者への支援という点では、放射線をはじめとする安全な作業環境の構築、ネットワーク環境やセキュリティ等の提供、限られた共同利用実験時間内の装置故障に対応した部品の急遽製作や装置改造等の迅速な部品供給などを通して、関連研究者の高い成果につながっている。
- ・2017 年度まで実施された公募型研究制度大型シミュレーション研究は、本研究施設における唯一の共同利用であるが、課題採択を受けた機構以外の組織の研究者により、特に素粒子・原子核、宇宙物理理論数値計算において成果があがっている。(表4参照)

主な観点④（指標 D）

共通基盤研究施設は、機構の共同利用を推進するための研究支援が主たるミッションで、共同利用の直接的な実施という面では限定的になるが、例えば、放射線輸送コードの開発、スーパーコンピュータを利用した連携研究、先進超伝導磁石技術や先端的な極低温技術の開発、加速空洞の製造技術開発、自動制御ロボット技術の開発等に関連して国内外の大学研究機関と積極的に共同研究を推進している。共通基盤研究施設における共同研究等には以下の研究機関の研究者が参加している。

< 国外機関 >

- ・米国及びカナダ

フェルミ国立加速器研究所(FNAL)、アルゴンヌ国立研究所(ANL)、スタンフォード線形加速器センター(SLAC)、ローレンス・バークレイ国立研究所(LBNL)、ブルックヘブン国立研究所(BNL)、国立高磁場研究所(NHMFL)、ミシガン大学、カナダ放射光施設(CLS)、など

・欧州

欧州原子核研究機構(CERN)、ドイツ電子シンクロトロン(DESY)、チャルマース工科大学、仏原子力・代替エネルギー庁(CEA)、ローマ大学、など

・アジア・その他

中国科学院高能物理研究所(IHEP)、国立中央大学(台湾)、台湾國家同步輻射研究中心(NSRRC)、オーストラリア放射光施設(ALS)、など

<国内機関>

・国立大学

九州大学、東京大学、神戸大学、京都大学、広島大学、東北大学、など

・私立大学

東海大学、慶応大学、早稲田大学、など

・研究開発法人

日本原子力研究開発機構(JAEA)、量子科学技術研究開発機構(QST)、理化学研究所(理研)、産業技術総合研究所(産総研)、国立天文台、物質材料研究機構(NIMS) 宇宙航空研究開発機構(JAXA)、など

・国内企業

Ⅲ. 国際性

国際共同研究を先導するなど、各研究分野における国際的な学術研究拠点としての機能を果たしていること

【主な観点】

- ◎① 国際的な調査・研究活動について、当該研究分野における国際的な中核的研究施設であると認められること
- ◎② 海外の研究機関に在籍する研究者をアドバイザーや外部評価委員、運営委員会等の委員に任命するなど、当該研究分野の国際的な動向を把握し、運営に反映するために必要な体制が整備されていること
- ③ 研究者の在籍状況や外国人の共同研究者数・割合等について、当該研究分野において、国際的に中核的な研究施設であると認められること
- ④ 国際的な学術研究拠点として多様で優秀な人材を獲得するため、外国人研究者など人材の多様性や流動性の確保のための支援・取組が行われていること
- ⑤ 外国人研究者に向けた共同利用・共同研究体制の整備が十分に行われていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

①、②、⑤

【設定した指標】

- A 国際的な調査研究活動の状況
- B 国際連携、国際共同研究の実施状況
- C 海外研究者の評価、運営委員会への状況
- D 共同利用・共同研究に参加する外国人研究者に対し、申請施設の利用に関する技術的支援、必要な情報の提供その他の支援を行うために必要な体制の整備状況

主な観点①（指標 A 及び B）

共通基盤研究施設における国際的調査研究活動については、分野により状況は異なるものの、以下のような活動をあげることができる。

- ・加速器安全研究で重要な加速器二次粒子生成に関する国際的な共同研究を CERN において主導して行っている。2015 年から、CERN・放射線安全グループの要請に基づき、CERN 高エネルギー二次粒子照射施設での中性子エネルギー分布測定に係わる研究を開始した。この施設では、高エネルギー陽子により二次粒子を大量に発生させ、様々な機器に対する照射影響調査が行われている。本研究では、中性子エネルギー分布測定だけでなく、高エネルギー加速器遮蔽のためのデータの取得を目的とし、CERN、広島大学、九州大学、京都

大学、清水建設、産業技術総合研究所等の機関と連携して実験を主導した。成果は、国際学会や学術論文として公表され、2編の学位論文にもまとめられた。この中には、経済協力開発機構・原子力機関(OECD/NEA)遮蔽専門家会合での発表も含まれ、別途この会議で共通基盤研究施設が主導する加速器遮蔽に関する放射線輸送コード間のベンチマーク試験に利用されるなど、この分野における拠点研究機関としての機能を国際的に示した。

- ・計算科学分野では、Belle II 実験における国際的なデータ解析分散計算機環境において共通基盤研究施設が中核拠点となっている。計算機の国際的な分業展開に関する運用指針について、22 カ国以上と協定を取り交しながら実施している。各国の資源提供の割合義務等については、毎年行われる Belle II 実験グループの国際会議において現状の報告及び次年度以降の状況を議論し決定している。Geant4 の開発においては、11 以上の国際研究機関及び国が参加しているが、中核施設として、その oversight board にメンバーを出すとともに、tracking WG のリーダーを務めている。
- ・超伝導低温工学分野では、ほぼ全ての研究開発が国際協力で行われているが、高強度アルミ安定化超伝導線材による COMET 及びミュオン $g-2$ /EDM 実験用超伝導磁石開発のための FNAL との共同研究や、重力波望遠鏡 KAGRA 用の極低温鏡懸架システムを海外の重力波計画へ適応を目指した伊・ローマ大学などとの共同研究のように、日本及び KEK の特徴的な技術を生かした国際共同研究が多く推進されている。またアジアでは唯一 HL-LHC へ貢献する大口超伝導二極磁石のレベルの大型加速器超伝導磁石の開発経験及び能力を有する。
- ・機械工学分野では、DESY、CERN、FNAL と連携して、超伝導加速空洞の製造方法について開発研究を行っている。ニオブ・インゴット(鋳塊)をスライスした円盤状材料(ラージグレインニオブ材料)を用いた空洞製造やレーザー溶接技術の導入など製造工程について研究が行われ、空洞製造に関するコストダウンや空洞の性能向上に大きく寄与することが期待される。また、自動試料交換システムに関しては、放射光研究施設(PF)と同様のシステムを用いているスタンフォード放射光研究所(SSRL)、台湾國家同步輻射研究中心(NSRRC)、カナダ放射光施設(CLS)、オーストラリア放射光施設(ALS)のタンパク質構造解析ビームラインの研究者と連携を諮り、過去に2回合同ワークショップを開催した。これらの拠点ではベースとなる試料交換システムは同じであるが装置改良は個々に行われ、特に共通基盤研究施設の開発したシステムはトップクラスの試料交換速度と安定性を実現しており、海外機関への装置導入の支援した実績がある。この分野の中核機関として、ヨーロッパの放射光施設とも試料交換システムに関して情報交換を行い、世界中の試料交換システムの互換性についての議論を主導している。

主な観点② (指標 C 及び指標 A)

機構における研究支援が主たるミッションであるために、独自に海外研究者によるアドバイザーや外部評価委員を設置することはしていない。機構が設置する国際諮問委員会による

評価は実施されている。

分野別では、例えば中央計算機の構築・運用にあたっては国際的な実験グループである Belle II 実験グループと常に連携・協調して行っている。Belle II 実験のデータ解析のための計算機環境は、CERN LHC のために開発された WLCG(Worldwide LHC Grid)の枠組みを利用するために、関連する国際会議、委員会等に参加し関与・貢献を行っている。また、Belle II 実験に計算機資源を提供する各国の計算機拠点と MoU を結び必要な体制を整えている。

欧米を中心とした主要な加速器研究所とは常に共同研究を推進するなどして情報収集を行っている。また、主要な国際学会などの各種委員を数多く積極的に引き受けることで能動的に国際動向の収集を行っている。(表5参照)

表5 機構外の研究機関(国内、国外)への貢献状況^{*1)} (件数)

年度	国内研究機関	海外・国際研究機関
2016 年度	57	19
2017 年度	57	19
2018 年度	66	26
2019 年度	50	24
計	230	88

*1) 国際会議の運営委員、レビュー委員、並びに学会の役員などの数

主な観点⑤ (指標 D)

- ・放射線施設利用に関わる申請書は英語版を用意し、直接受付をしている。放射線業務従事者教育訓練(対象は新規者及び継続更新者。更新者については毎年実施)を日本語と英語の両方で実施し、外国人研究者が無理なく放射線作業に従事できるようにしている。放射線障害予防規程などの放射線関連規則を英訳し、また放射線関連の標識にも英語表記を付加するなどして、外国人研究者が機構内で放射線作業に従事する場合の安全確保に努めている。
- ・中央計算機利用者のおおよそ 1/3 が国外機関の外国人研究者である。計算機利用に関する案内、申請及びマニュアルについては英語記載のものを用意し、提供している。
- ・事務業務においては英語対応が可能な職員を、各事務室に配置している。実験グループの職員及びユーザズオフィスの協力を得て、外国人からの施設利用に関する問い合わせにも対応している。
- ・共通基盤研究施設のホームページでは英語版コンテンツを提供し、共通基盤研究施設の情報発信ばかりでなく、申請や利用方法等の周知に関して、海外研究者に対して支援を行う体制を整えている。

IV. 研究資源

最先端の大型装置や貴重な学術資料・データ等、個々の大学では整備・運用が困難な卓越した学術研究基盤を保有・拡充し、これらを国内外の研究者コミュニティの視点から、持続的かつ発展的に共同利用・共同研究に供していること

【主な観点】

- ◎① 共同利用及び共同研究のために保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源が、仕様、稼働状況、利用状況等に鑑み、当該研究分野における国際的な水準に照らして、卓越したものと認められること
- ◎② 施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源を保有し、学術研究基盤として外国人研究者を含め、共同利用・共同研究に活発に利用されていること
- ③ 国内外の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等と連携してネットワークを形成し、施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源の整備や共同運用に取り組んでいること
- ④ 共同利用・共同研究に参加する関連研究者に対する支援業務に従事する専任職員（教員、技術職員、事務職員等）が十分に配置されていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

①、②、③、④

【設定した指標】

- A 保有している施設、設備、学術資料、データベース等の研究資源による共同利用・共同利用研究の状況
- B 共同利用・共同利用支援体制の整備状況

主な観点①（指標 A 及び B）

共同利用・共同研究に直接供するものではないが、その推進を支えるために重要な、以下の施設や設備を備え、維持運用している。いずれの施設及び設備も大規模かつ卓越した機能を有し、国際的に見ても限られた研究所にしかない特徴有るものである。

これらの施設設備は老朽化が顕著になりつつあったが、機構の継続的な支援により、現中期計画期間中に更新や改修等の整備が進み、本来の機能を維持向上させている。

・中央計算機： Belle II における計算機資源は国際的な分散計算機環境により提供し合うが、国際データセンターとして中央計算機の主要部分を提供する。巨大な加速器を利用し、複雑な検出器から取得された多量な実験データを安全に保存する国内有数のデータストレージシステムを有する。（表2参照）

- ・放射線同位元素取扱施設及び保管設備： 取扱施設は非密封・密封放射性同位元素や核燃料物質等の放射性物質、及び加速器の運転により発生する大量の放射化物の使用のための施設で、保管設備はそれらの保管を目的とし、放射線発生装置や取扱施設に付随して設置される。保有する発生装置や放射性同位元素等が多種多様になるため、これらの施設設備は国内加速器施設では最大規模となる。
- ・放射線標準照射・校正設備： 測定器開発や性能維持並びに新規開発を目的に、中性子、X線、ガンマ線などの多様な放射線を広いエネルギー範囲で照射することが可能な放射線標準照射・校正設備を整備運用している。特に、黒鉛パイルを用いた熱中性子照射設備は国内では共通基盤研究施設のほか産総研及びJAEAが保有するのみで、加速器関連施設では本研究施設以外にない。
- ・連続放射線集中監視システム： 加速器周辺や敷地境界において、200台以上の放射線モニターを用いて中性子や光子などの放射線や排気・排水中放射能を連続監視する放射線集中監視装置を維持運用し、加速器の安全な運転に供している。
- ・放射線安全管理システム： 職員、共同利用者並びに外来業者等の放射線業務従事者登録システム、管理区域出入監視システム、放射化物管理システム、化学薬品取扱管理システムなどの多種多様なシステムの開発と運用を行っている。さらに、化学分析のための種々の分析装置を保有し、大型加速器運転維持に必要な分析に使用している。
- ・スーパーコンピュータ： 1Peta FLOPS級のスーパーコンピュータを有し共同利用に供した。また、企業との共同研究により、新しい技術を用いた液浸冷却によるメニーコア型スパコンシステムを開発、素粒子・原子核数値理論計算における効率的利用について研究している。(表4参照) 同システムは、2017年にその低消費電力及び高密度実装が評価され、世界第2位を受賞した。(https://www2.kek.jp/arl/index.html#topics-20171121-suiren2)
- ・大型極低温システム： つくば及び東海両キャンパスに、大型のヘリウム液化機とキャンパス内に張り巡らされたヘリウム回収ラインによる利用済みヘリウムの回収、再利用ができる液化回収設備を設置している。回収率は90%を超える。(図3参照) つくばキャンパスには7mクラスの大型加速器超伝導磁石の試験が極低温(1.8K)で効率的にできる世界最大クラスの超伝導磁石試験設備がある。この試験設備はJ-PARCやLHCにおける超伝導磁石開発に利用されている。また超伝導線材試験用として15Tの磁場中で超伝導線材に応力を加えた状態での臨界電流測定が可能な装置があり、これはこれからの高磁場超伝導磁石開発には必須な装置である一方、世界的にまだこれを整備する機関は少なく貴重な実験設備である。
- ・空洞製造技術開発施設(CFF)： 加速器研究施設・応用超伝導加速器センター(CASA)と共同して運用している施設で、クラス100,000のクリーンルーム内に大型電子ビーム溶接機、プレス機、化学研磨設備などを配備し、すべての空洞製造工程が実施可能である。国際リニアコライダー(ILC)をはじめとする先端加速器で必要とされる超伝導加速空洞について、実際の加速器に組み込まれる9セル空洞の製造技術の開発だけでなく、空洞材料の選定

に関わる材料試験や加速性能評価試験用空洞を様々な条件で製造し、これらの製造技術の確立と、高効率化、低コスト化の実現を目指している。

主な観点②（指標 A 及び B）

機構における研究支援を目的としているために、上記の保有施設の共同利用・共同研究への利用は限定的である。ただし、SuperKEKB、J-PARC、PF、コンパクト ERL 等 KEK プロジェクトへの貢献、あるいは KAGRA や LHC など他の機関と協力して推進する KEK 外プロジェクトに対して、「主な観点①」で述べた研究資源を活用して、主体的かつ多大な貢献をしている。

主な観点③(指標 A 及び B)

・有形な施設・設備ではないが、同等の研究資源である放射線輸送計算コードの開発・維持並びに整備改良を、以下の機関との国際共同研究を通して行っている。

EGS: ミシガン大学、スタンフォード線形加速器センター(SLAC)

PHITS: JAEA、理研、九州大学、スウェーデン・チャルマース工科大学、
仏原子力・代替エネルギー庁(CEA)など

Geant4: CERN など

・超伝導電磁石の開発を CERN や米国のフェルミ国立研究所(FNAL)、ローレンス・バークレイ国立研究所(LBNL)、ブルックヘブン国立研究所(BNL)、国立高磁場研究所(NHMF)と共同研究を戦略的に展開することによって国際的なネットワークを構築、またこれらの共同研究の中に京都大学、東北大学、物質・材料研究機構(NIMS)などを取り込むことによって国内的にもネットワークを広げ施設設備の共用化や実験環境に応じた研究分担などを戦略的に行なっている。

主な観点④(指標 B)

共通基盤研究施設における専任の教員数は 40 名前後、技術職員は 35 名前後であり、全員が基本的に研究支援業務を担う。加えて事務や研究補助を担当する非常勤職員が 12～15 名程度配置されている。人的資源について、同分野の海外の拠点となる研究所・研究機関と比較すると極端に少ないレベルであり、実際に充分とはいえないが、効率化や集約を工夫し支援業務をこなしている。今回行った意見聴取においても、人員確保への取り組みの努力が必要である点が指摘されている。(図1及び表1参照)

V. 新分野の創出

社会の変化や学術研究の動向に対応して、新たな学問分野の創出や展開に戦略的に取り組んでいること

【主な観点】

- ◎① 学際的・融合的領域における当該機関の研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎② 学際的・融合的領域において当該機関に属さない関連研究者が当該機関を利用して行った共同利用・共同研究による研究実績やその水準について、研究分野の特性に応じ、著しく高い成果を挙げていると認められること
- ◎③ 研究の進展に応じた異分野の融合と新分野の創出のため、他の大学（共同利用・共同研究拠点を含む。）や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討を行っていること

【自己検証結果】

【検証する観点】

①、②、③

【設定した指標】

- A 学際的・融合的領域における成果。(加速器、放射線、宇宙開発、生物、医学治療など複数の領域に関連する学際的・融合的領域の創出、応用展開に向けて取り組んでいるもの)
- B 他の大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等との連携について、研究組織の再編等の必要性を含め定期的に検討の状況

主な観点①（指標 A）

共通基盤研究施設のミッションが研究支援であることから、新分野創出・分野融合に関わる研究は限定的である。しかしながら、以下に挙げるような、研究支援に関連する開発研究をベースにした学際的研究や分野をまたぐ応用・利用研究が行われている。

・宇宙利用分野並びに生物分野と連携して、宇宙における放射線量測定システムの確立を目指した研究が行われている。先に受動型線量計として開発した PADLES は、現在国際宇宙ステーションにおいて宇宙飛行士用個人線量計や船内環境モニターとして使用されるなどの卓越した実績がある。開発が進む位置有感生体組織等価比例計数箱 (PS-TEPC) は、加速器放射線測定技術や高エネルギー物理学実験の検出器技術を生かし、地上とは全く様相の異なる荷電粒子や中性子が主体の宇宙放射線場において、入射放射線の飛跡、吸収エネルギー、及び放射線種による人体影響と関連付けられる LET (線エネルギー付与)

を直接測定し、線量をその定義に忠実に評価可能な能動型実時間線量計として、共通基盤研究施設が主導して開発しているものである。生体組織等価物質を用いた線量計は、人体に対する放射線の影響を模擬できるため線量計測において多くの利点を持つ。特に、高エネルギーかつ幅広い種類の荷電粒子が飛び交う宇宙環境ではリアルタイムに入射粒子毎に LET を測定することが肝要であることから、将来の有人宇宙飛行の際の線量計として PS-TEPC への期待は極めて大きい。これは世界各国の宇宙機関が将来計画として有人宇宙長期滞在を計画、推進していることに対応するもので、理想的な宇宙放射線線量計測システムを確立することで将来の宇宙開発に資することが目標である。2016 年には実際の宇宙放射線環境における実証試験として PS-TEPC を国際宇宙ステーション (ISS) へ打ち上げ、船内での試験運用を行った。同年 12 月から 2018 年 3 月に至る 1 年 4 か月の運用で多くの試験データを取得、宇宙放射線による線量評価を行う上で PS-TEPC が十分な性能を有することを実証した。また、船内の LET 分布を導出した世界初の事例となった。この実証試験は、運用終了後、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) による審査を受け、装置開発・技術実証に関わる成功基準を十分に満たしたとして「フルサクセス」の評価を受けている。本研究は JAXA 並びに (財) 日本宇宙フォーラムとの共同研究で行われており、また慶応大学医学部や神戸大理学部、JAXA 有人宇宙センターなど、広い分野の大学及び研究機関の研究者が参画した KEK 共同開発研究として遂行されている。

- ・放射線輸送計算コードの生物応用や医学治療分野への応用が進む。特に、Geant4においては、粒子線治療シミュレーションを行うためのフレームワーク PTSim とシミュレーション結果の三次元可視化ツール gMocren が開発され、PTSim は放射線医学総合研究所、国立がん研究センター、兵庫県立がんセンターなどの国内の粒子線施設でのシミュレーションに実際に利用されている。海外での利用としては、北米での粒子線シミュレーションのグループとの研究協力も行っている。また、gMocren のソフトウェアを公開し、放射線医学応用のユーザーに利用してもらい、機能改善を継続的に行っている。さらに、生物学への応用として DNA の放射線損傷メカニズムの解明に関連した研究も進めている。放射線を細胞にあてるとラジカル等の活性種が生じ、それが DNA 分子と反応してダメージを与えるが、シミュレーションで DNA 損傷を見積もることができれば、低線量被曝による人体への影響をより定量的に評価でき、がんの放射線治療の高度化に向けた発展的研究にも繋がると期待できる。従来このような精密なシミュレーションには、膨大な計算時間が必要でありシミュレーションを行うことが現実的でないこともあった。並列計算技術活用やもともとはグラフィック描画を高速化するために開発された GPGPU を利用するなどにより、千倍以上の高速化を図るなどの開発も併せて行っている。
- ・機械工学をベースにした異分野への技術支援が進められている。例えば、液圧成形による超伝導加速空洞の製造に関する研究、タンパク質結晶交換システムを用いるための試料準備協働ロボットの開発、ジャイロを用いた高精度な方位角検出に関する研究などである。また、AI を用いた画像処理、データ処理に関する研究も行っており、本機構・物質構造科学

研究所・構造生物学研究センターと連携して行ったタンパク質の結晶成長のスコアリングに関する研究、素粒子原子核研究所と連携して行った宇宙背景放射の技術を用いたゲリラ豪雨の予測に関する研究につながっている。タンパク質の結晶の有無を画像から判断する研究は多く行われているが、本研究では結晶成長途中の画像を用いて、将来結晶ができやすいかどうかを予測するために深層学習を用いて取り組んだ。宇宙背景放射の測定装置は大気中の水蒸気を検出しないような周波数を用いて測定を行うが、逆にその周波数帯を用いて大気中の水蒸気を検出し、降雨の予測につなげる研究が素粒子原子核研究所で行われており、得られた水蒸気データと実際の降雨データとを結びつけることができるかどうか AI を用いて検討している。

主な観点②（指標 A）

共通基盤研究施設は機構における研究支援が主たるミッションであるために、学術的・融合的領域での共同利用・共同研究は限定的であるが、以下の実績がある。

・高エネルギー物理学実験や X 線天文学の分野で開発された微細電極構造二次元検出器や Time Projection Chamber (TPC) の技術を生かし、位置有感生体組織等価比例計数箱の開発を JAXA、慶応大学、神戸大学などの研究者が KEK 共同開発研究に参加して実施、ISS での実証実験を行い、宇宙利用の領域で高い成果を上げた。

主な観点③（指標 B）

先に述べた、宇宙線量計並びに放射線輸送計算コードに関する研究においては国内外の研究機関、大学等との共同研究などの連携で行われている。その形態については、研究の進展を見ながら、連携の内容や方法、要員の確保等について検討が常時なされている。

VI. 人材育成

優れた研究環境を活かした若手研究者の育成やその活躍機会の創出に貢献していること

【主な観点】

- ① 総合研究大学院大学の基盤機関として、大学と協力し、大学共同利用機関の優れた研究環境を活用して主体的に当該分野の後継者の育成等に取り組んでいること
- ② 連携大学院制度等を活用し、国内外の大学院生を受け入れ、共同利用・共同研究に参加させるなど大学院教育に積極的に関与していること
- ③ ポストドクター等の時限付き職員の任期終了後のキャリア支援に取り組むなど、若手研究者の自立支援や登用を進め、研究に取り組みやすい環境を整備していること
- ◎④ 若手研究者（海外研究者を含む。）の採用や育成に積極的に取り組んでいること
- ◎⑤ 女性研究者を含めた人材の多様化に取り組んでいること
- ◎⑥ 先端的・国際的な共同研究等への大学院生の参画を通じた人材育成に取り組んでいること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ①、②、③、④、⑤、⑥

【設定した指標】

- A 総合研究大学院大学の基盤機関としての取組状況（学生数、学位授与数等）とその卒業後支援
B 特別共同利用研究員（受託大学院生）の受入状況
C ポストドクターを含む若手研究者の採用・支援の取組状況
D 女性研究者等の人数・割合

主な観点①（指標 A）

大学院教育に積極的に関与し、また外国人留学生も極めて積極的に受け入れている。

総研大加速器科学専攻では、「加速器概論」において毎年前・後期に日本語と英語による「放射線の相互作用と検出」、「加速器用超伝導磁石技術」、「加速器科学に関連する機械工学」の講義を実施しているほか、「放射線計測特論」「放射線防護特論」「素粒子反応の自動計算システム」、「計算科学概論」「データ収集法特論」「超伝導・低温技術概論」「低温技術特論」などの授業を日本語あるいは英語で開講している。2020年度からは「データサイエンス入門」を新規に開講する。また、「加速器工学特別演習」において在学生に対する学位論文指導を行っている。2016年度～2019年度までの期間（「当該期間」という）、本機関に在籍した総研大加速器科学専攻の博士後期課程学生の延べ数は26名で、このうち外国人留学生が

16名で6割以上を占める。(表6参照) 当該期間に、社会人学生1名が在学し、これを含む4名が学位を取得した。学位取得後は研究者、技術者として加速器科学関連分野で活躍している。

表6 共通基盤研究施設における大学院生及び博士研究員の在籍数(人)

年度	総合研究大学院大学	特別共同利用研究員	博士研究員
2016年	4(3)[-]	3(1)	4
2017年	7(3)[-]	6(2)	1
2018年	8(5)[2]	6(1)	2
2019年	7(5)[2]	4(0)	1

*()は外国人留学生数、[]は学位取得数

主な観点②(指標B)

国内外の大学から大学院生を受入、大学院教育に積極的に取り組んでいる。

同期間において延べ16名の東京大学をはじめとする大学院学生を特別共同利用研究員として受け入れ、学位論文指導や研究指導を行った。その中には海外からの留学生も含まれる。(表6参照)

主な観点③(指標C)

任期付き職員をはじめとする若手研究員の育成に積極的に取り組み、そのキャリアパス形成に寄与した。

課程を修了し博士号を取得した4名のうち、社会人学生1名は自社の研究職として、他の3名はQST及びKEK研究員として活躍している。また、共通基盤研究施設で博士研究員(任期付)として勤務した5名全員は、研究職(JAEA研究職、企業研究職、KEK助教)に採用され、キャリアパスとして十分機能した。

主な観点④(指標A及びC)

将来国際的なネットワーク形成の中核となることが期待される留学生、若手研究者の採用や育成に積極的に取り組んでいる。

共通基盤研究施設在籍の総研大学生のうち6割強が留学生であり、彼らは将来国際的な研究ネットワークの中核となることが期待される研究者である。また、当該期間に助教として採用された者は計6名、博士研究員が6名採用されており、若手研究者の採用や育成に配慮して取り組んでいる。令和2年度より外国籍の博士研究員並びに研究員が各1名採用された。外国籍職員の採用が進まないのは、支援業務の関連から国内法による申請や検査などの対応が必要で、日本語能力が必須という面があることは否定できない。

主な観点⑤（指標 A 及び C）

女性研究者数増大への取り組みを、若年層を中心として積極的に行っているものの、女性教員比率は 2.5%で十分とはいえない。共通基盤研究施設における技術職員は教員と協働して研究開発、支援業務に当たっており研究者と見なせるが、その女性比率は 15%程度である。技術職員については応募もあり、適材適所で女性を積極的に採用するよう取り組んでいる。（図1参照）

女性研究者数については、共通基盤研究施設が展開する研究分野に女性が極端に少ないため苦戦しているが、JST 女子中高生の理系進路選択支援プログラムや女子中高生夏の学校に実行委員として参画し育成に協力している。また、機構が実施する海外若手女性研究者受入事業（アテナ）プログラムにより海外女性大学院生を継続して受入れ、総研大への入学になっている。当該期間に在籍した総研大の女子学生は3名で、すべて留学生である。

主な観点⑥（指標なし）

大学院生は個々に研究テーマが与えられるので、すべてが国際共同研究には結びつかないが、一部は関連したテーマで研究を行なった。

当該期間に総研大に在籍した9名のうち2名、特別共同利用研究員の3名は、KAGRA 等の先端的・国際的な共同研究に密接に関連したテーマで研究を行った。また、国際的に活躍する訓練として、すべての大学院生は在学期間中に自身の研究テーマに対して国際会議等における講演発表を行うように指導される。

Ⅶ. 社会との関わり

広く成果等を発信して、社会と協働し、社会の多様な課題解決に向けて取り組んでいること

【主な観点】

- ① 産業界等にも開かれた研究機関として、利用可能な研究設備、研究成果、研究環境等の大学共同利用機関が持つ機能を社会へ提供し、また、分かりやすく発信していること
- ② 地域社会や国全体の課題の解決に向けて貢献できる分野や内容について、それらの課題解決に取り組み、情報発信していること
- ◎③ 研究成果を広く社会と共有し、社会との協働・共創を通じて、新たな研究の展開につなげるとともに、社会の諸活動の振興に寄与していること
- ④ 研究成果を公開し、研究者のみならず広く社会における利活用に積極的に取り組むとともに、論文及び論文のエビデンスとしての研究データ等を公開・保存していること

【自己検証結果】

【検証する観点】

- ①、②、③、④

【設定した指標】

- A 研究成果、研究設備の社会への提供状況
- B 国や地域社会との連携状況
- C 情報発信・情報公開状況(シンポジウム、講演会・セミナー、研究会・ワークショップの実施状況等)
- D 産業連携の状況
- E 研究成果の公開状況

主な観点① (指標 A)

共通基盤研究施設で開発、高度化された、放射線輸送計算コード、加速空洞製造技術、超伝導低温技術は、社会に公開され利用されている。またその普及も積極的に行っている。

・放射線輸送計算コード 放射線輸送計算コード EGS、PHITS 並びに Geant4を社会に公開している。PHITS は JAEA などと開発を進めているあらゆる種類の放射線を扱う汎用物理コードで、国内外の放射線研究並びに加速器施設の放射線評価に多く利用され、国内の粒子線治療や BNCT 施設の設計に利用された。定例の講習会のほか、マレーシア原子力研究所における PHITS 講習会を通じて東南アジアの加速器放射線研究の発展にも貢献して

いる。EGS の主な利用先は放射線検出器などの物理学の種々の分野で、最近ではがん放射線治療のシミュレーションを行う放射線医学分野に広がっている。社会的要請に応じて、EGS を用いて国際放射線防護委員会(ICRP)勧告に対応した3mm 線量等量の計算を行った。Geant4は、検出器シミュレータとして国内外の学術組織を中心として広範な利用があるが、最近では生物分野並びに医療分野への普及が広がり、それに伴う改良が進む。共通基盤研究施設発祥の3つのコードにおいては、それぞれ定期的に講演会、ワークショップなどを開催し普及に努めている、特に2019年に開催したEGS/Geant4/PHITS 合同の医学放射線シミュレーション研究会は、医学物理士認定機構から認定研修課程、講習会として単位が認定されるものとなり、多くの医療関係者の参加があった。

・超伝導加速空洞製造技術 空洞製造技術開発施設(CFF)では、施設が有する電子ビーム溶接機、プレス機、化学研磨設備等を産業界にも開放しており、蓄積したノウハウを学術指導契約により社会に提供している。

・超伝導低温工学技術 これまでに培った超伝導低温工学技術をより幅広く展開するために官民連携も含めた研究協力を様々な形で行い、その中でいくつかの重要な特許が取得されてきた。特筆すべきなのは、「荷電粒子線ビームの制御用電磁石及びこれを備えた照射治療装置」の特許で、QST・放射線医学総合研究所で現在稼働中の炭素線がん治療装置・超伝導ガントリー実現のための重要な要素技術となっている。同様の装置は、今後、山形大学のがん治療装置にも実装される予定で、開発した技術が重要な社会貢献となっている。

主な観点②（指標 B）

加速器施設廃止に伴う関連研究を国・原子力規制庁と連携して実施、福島原発事故に関連して国や自治体に対する協力・支援、事故処理に伴う東京電力への学術指導、技術提供などの貢献を行っている。

・加速器廃止関連研究 先に述べたように、2017年より、原子力規制庁放射線安全規制研究戦略的推進事業「加速器施設の廃止措置に係わる測定評価手法の確立」に取り組み、医療用を含む全国の加速器施設の放射化調査を実施している。加速器施設の廃止措置において、施設の取り扱い並びに放射化の判定は現行未確定な課題であり、重大かつ喫緊の課題である。本研究は、「放射性同位元素等の規制に関する法律」を踏まえながら、対象をPET用RI製造サイクロトロン施設、静電加速器施設、放射光実験施設、陽子線治療施設、重粒子線治療施設などの加速器施設とし、実際に廃止措置を進めるうえで必要な課題の抽出、放射化物の評価手法の確立を行い、全国の施設への普及をめざしている。

・福島原発事故に関連する協力と研究 福島原発事故の影響調査、収束に向けての対応並びに廃炉に関連して、放射線測定や自治体で開催される放射線関連教育の実施、原発サイト内での放射線測定手法開発など広く協力を行っている。100万トンにおよぶ汚染水のトリチウム以外のベータ線放出核種の推定など、汚染水の処理技術に関して重要な活動を行い学術論文として公開している。放射線測定や安全管理の専門家として、東京電力福島

第一原子力発電所事故対応のため環境放射能の調査に協力した。つくばキャンパスでは、震災直後から放射線測定を行い、現在も機構 HP を通じて線量率変化を公表している。原子力規制委員会の技術参与として、本研究施設の職員2名が原発サイト内での放射能の測定技術向上や作業員の被曝軽減に貢献した。廃炉に向けた作業を行う上で重要なことは、放射線作業環境を改善し作業員の被ばくを低減させ、経験を積んだ作業員が長期の作業を継続することができるようにすることである。そのために重要な放射線場の状況を把握する方法及び被ばく軽減法を提案し、放射線作業環境の改善に貢献した。また、線量率低減対策を立てる上で重要な主要な放射線同位元素(^{137}Cs)の強度を知るため、ガンマカメラを活用した手法を開発し実際にサイト内で使用した。福島県及び福島県飯舘村において、測定協力協定を結び、環境放射線の測定を継続して行い、住民に対する放射線(能)測定に関する技術指導に協力し、復興に向けての活動に寄与した。

主な観点③ (指標 C)

研究会の開催、アウトリーチ活動などを通して、得られた成果や分野の動向を広く認知してもらう活動を積極的に展開している。

・研究会の開催 共通基盤研究施では、放射線遮へい、放射線検出器、環境放射能という三つのコミュニティに対してそれぞれ、EGS 研究会、研究会「放射線検出器とその応用」、「環境放射能」研究会の 3 つの学術研究会を毎年主催し、各コミュニティの発展に貢献している。このうち、検出器に関する研究会は、応用物理学会や日本学術振興会の専門委員会との共催で開催され、2016 年及び 2018 年に国際会議として開催された。環境放射能研究会は、原発事故直後より放出された放射能の動態を測定・研究する研究者の標準的な発表の場となり、議論と連携を提供する場として周知されるようになった。研究会で発表された関連研究をまとめた冊子(KEK Report 2016-3)を刊行し、公表された研究成果の集約が行われている(Web 上でも公開されており、2020 年 3 月末までに 7349 件のアクセスがある)。このほかに EGS 研究会では普及のための講習会も兼ねており、同コードの放射線物理、測定器開発、線量評価、医療応用等への利用を広げている。2019 年には EGS、PHITS、Geant4 の合同で重要な医学分野に着目した「医用シミュレーション研究会」を実施し、コミュニティの活性化に貢献した。

これ以外にも、機械工学をキーワードとして大学・企業の最新の研究成果を発表するメカ・ワークショップ、大学院修士課程の学生を対象にしてコンピューティングの最新技術の講義やプログラム開発の実習などを行う「粒子物理コンピューティングサマースクール」などを毎年開催し、研究成果の公表や情報発信に努めている。表7に、本研究施設における研究会等の開催状況をまとめた。

表7 シンポジウム、セミナー、ワークショップ等の主催数（件数）

年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	計
国内会議件数	10	9	10	11	40
国際会議件数	3	5	3	1	12

・アウトリーチ活動 KEK 広報室と連携して、共通基盤研究施設で培われた技術のデモンストレーションや一般向けの講演などを通して広報活動を行っている。特に、超伝導技術のデモンストレーションである超伝導体の磁気浮上実験は非常に人気があり、毎年開催されているつくば市の科学フェスティバルや2009年、2010年に開催された宙博などでKEKブースの主要な展示となっている。近年ではKEKの一般見学においても主要な展示の一つとして年10回程度のデモンストレーションを行っている。

放射線に関する知識を平易に解説した「暮らしの中の放射線」と題した冊子を作製、改定を維持している。元々この冊子は放射線安全教育における新人教育用として企画されたが、制限なく広く公開しており、一般の方が放射線の知識を得る手段として広く活用されるようになった。また、大学や企業における放射線安全教育の教材としても頻りに利用されている。

・産業連携 共通基盤研究施設では、地元企業と協力し、「ものづくり・商業・サービス新展開支援補助金」を獲得し、タンパク質結晶構造解析ビームラインにおける試料交換ロボット、ユーザー向けの試料準備システムを開発し、共同で特許出願を行った。さらに茨城県内の企業と協力して、いばらき産業大県創造基金を獲得し、同様のシステムを開発した。

「主な観点①」で述べた超伝導空洞製造に関しては、ニオブ材からの空圧加工成形技術に関する企業への技術指導や技術移転、表面処理技術に関する技術協力などにより、いくつかの地域企業への貢献がある。

主な観点④（指標 E）

研究成果を、論文などで積極的に公開している。（表1参照） その研究成果についてはホームページなどを通じて紹介し、その解説を積極的に行っている。

自由記述

自己検証に当たり、共通基盤研究施設が関わる各分野における研究活動状況について、特に中核性や国際性を中心として、意見聴取を国内外の研究者（国内2名、国外4名）に対して実施した。国内を含めたのは、共通基盤研究施設が、「KEKの共同利用に対する研究支援と関連する開発研究の遂行」をそのミッションとして活動しているため、実際の支援対象となる機構内を含む国内のコミュニティや大学・研究機関からの大多数の国内研究者を代表する意見も重要と考えたからである。先の2017-2018年に実施した共通基盤研究施設外部評価の委員長には、今回あらためて本研究施設についての総合的な意見を求めた。その中で指摘されたのは、主に「人員確保に向けてのより一層の努力」と「定常的研究支援業務における効果や貢献の見える化への努力」の2点であった。極めて重要な指摘である。特に後者の点は、支援業務が必ずしも研究論文や外部資金獲得につながらない現状があることを考えると、課題として重く受け止め取り組んでいく必要がある。

令和2年度 大学共同利用機関の検証

自己検証結果報告書 正誤表

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

共通基盤研究施設

通し 番号	該当の頁・箇所	誤	正
1	18 頁・上段 1 行目	<u>放射線同位元素</u> 取扱施設及び保管設備：(略)	<u>放射性同位元素等</u> 取扱施設及び保管設備：(略)
2	28 頁・上段 8 行目	(略) 主要な放射線同位元素 (Cs-137) の強度 (略)	(略) 主要な放射性同位元素 (Cs-137) の強度 (略)
3	28 頁・上段 9 行目	(略) 福島県及び福島県飯舘村において、(略)	(略) 福島県飯舘村において、(略)