

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 of 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。素核研の職員の中の外国人比率は約 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/

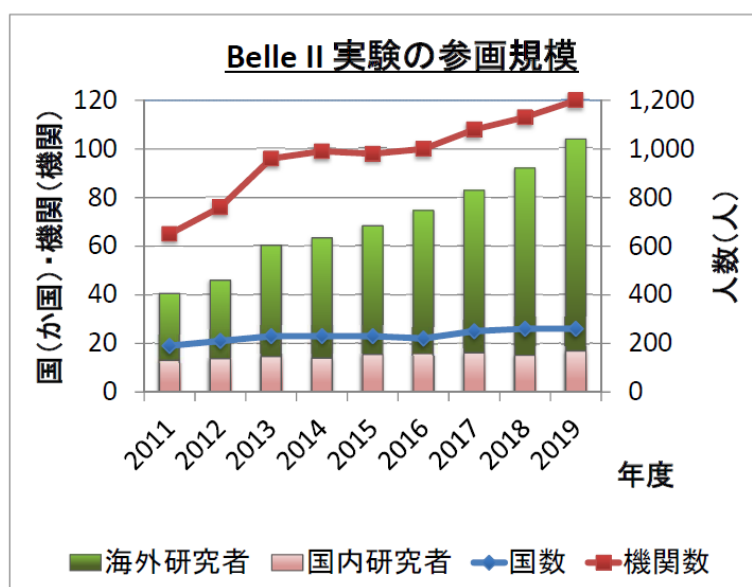
KEKは、BINP(ロシア)、CERN(欧州)、DESY(ドイツ)、FNAL(米国)、IHEP(中国)、IN2P3/IRFU(フランス)、TRIUMF(カナダ)など、世界中の主要研究所と定期的(1年又は2年に1回)な会合を持ち、情報共有にも務めている。(指標B)

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)

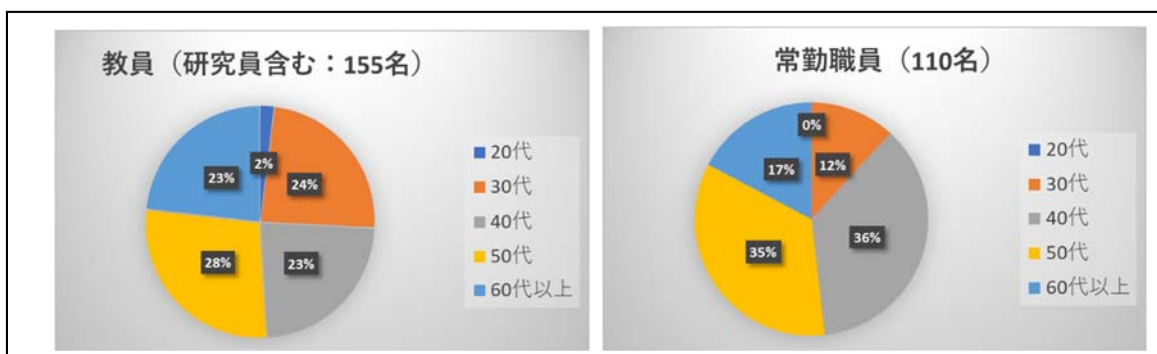
平成31年に、国外の大学の大学院生が、日本に長期滞在して実験を行いつつ日本の学位も取得できる「ダブル・ディグリー」の制度を総研大とともに整えた。ジョージア工科大学との間に協定書が締結され、候補学生の選定を行いつつある。ベラルーシ科学アカデミー、ベラルーシ国立大学とも同様の協定を結ぶ準備をしている。

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。

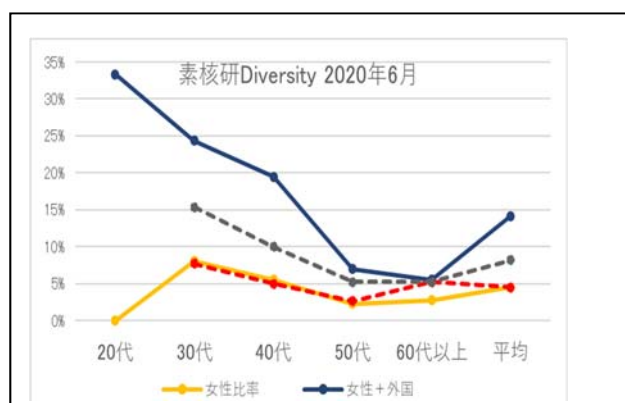
日米科学技術協力事業の下での取り組みとして、令和元年度から、大学院生を対象とした 6～10 週間滞在の若手人材交流プログラム「Ozaki Exchange Program」を始めた。令和元年度は 2 名を米国に派遣し、米国からは 3 名を受け入れた。欧州 CERN で毎年開かれるサマースクールへの日本人学生の参加支援を 15 年間継続しており、これまで 67 名を派遣し、その中から現在研究者として活躍している人材を多数輩出している。また、CERN と共同で Asia Europe Pacific School of High Energy Physics を実施している。本件は、国内だけでなく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