

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

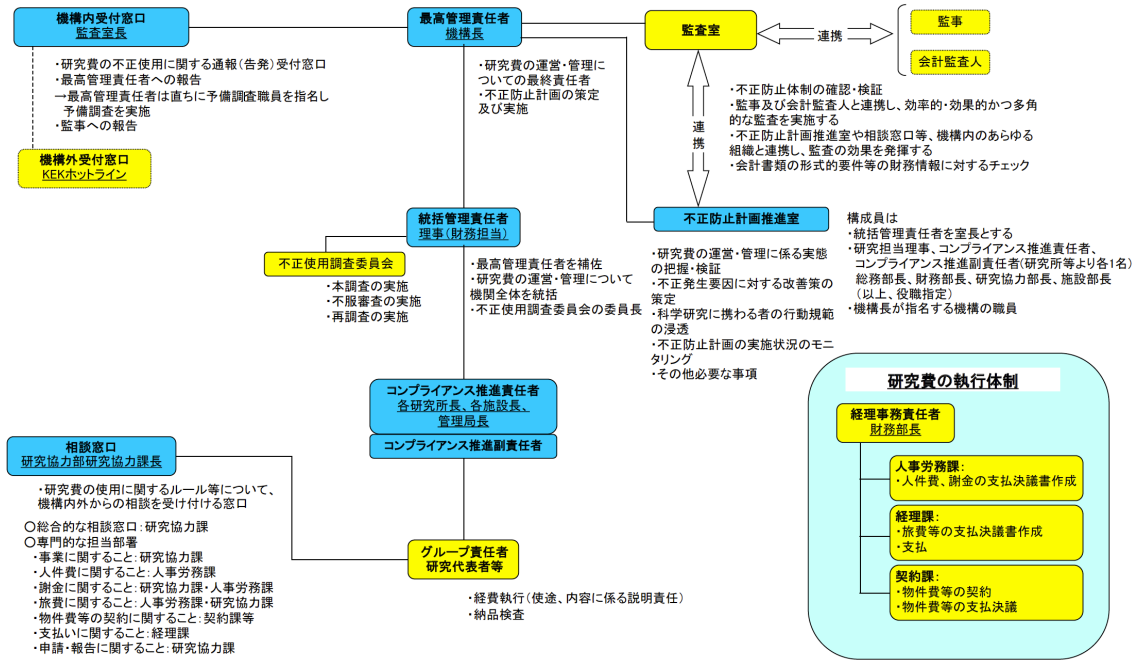
*低速陽電子実験施設の共同利用を含む

[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X線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を続け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]

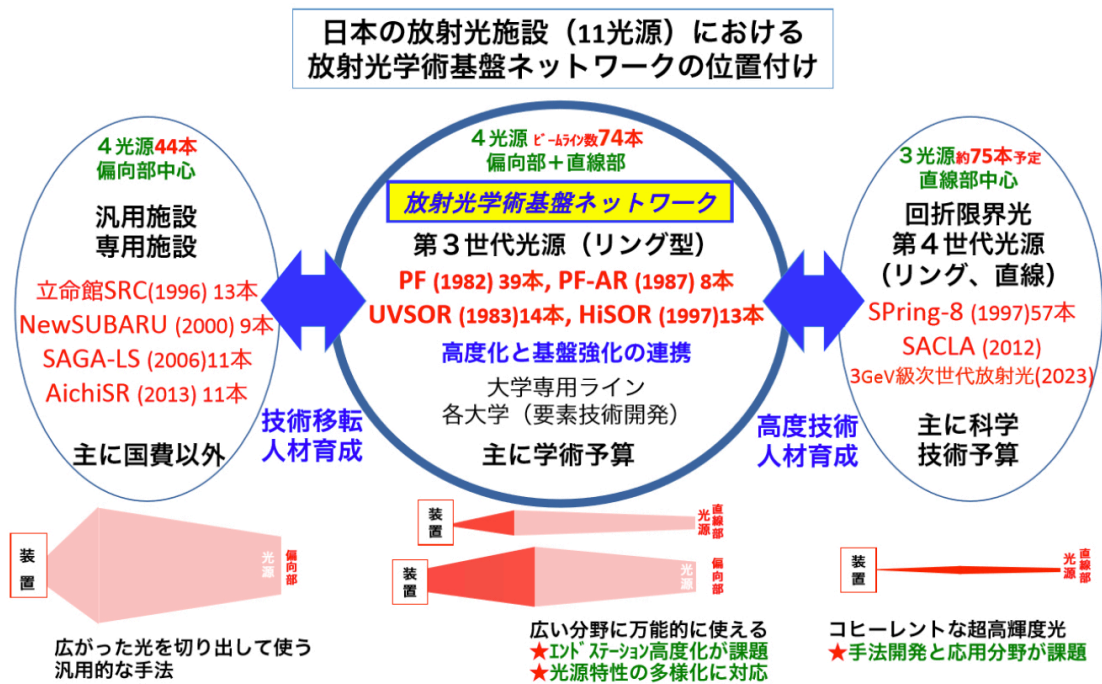
- [指標Ⅱ-4~6] に示したように、4 つの大型量子ビーム施設における共同利用・共同研究の課題件数は、37 年間共同利用を行っている放射光実験 (年間 4 ヶ月程度運転) でほぼ一定の 750 件以上と定着している。一方、平成 28 年度以降、J-PARC MLF の安定運転 (年間 7 ヶ月運転) を可能とすることで、中性子実験、ミュオン実験とも実施課題数がそれぞれ 126 件、80 件まで倍増している。また、4 つの大型量子ビーム施設それぞれの加速器の運転経費に制限がある中でも、財源の多様化を図るとともに、量子ビーム源・観測装置等の設計・建設・高度化・効率化を着実に遂行することにより、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]

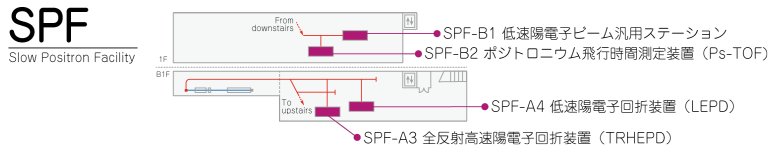
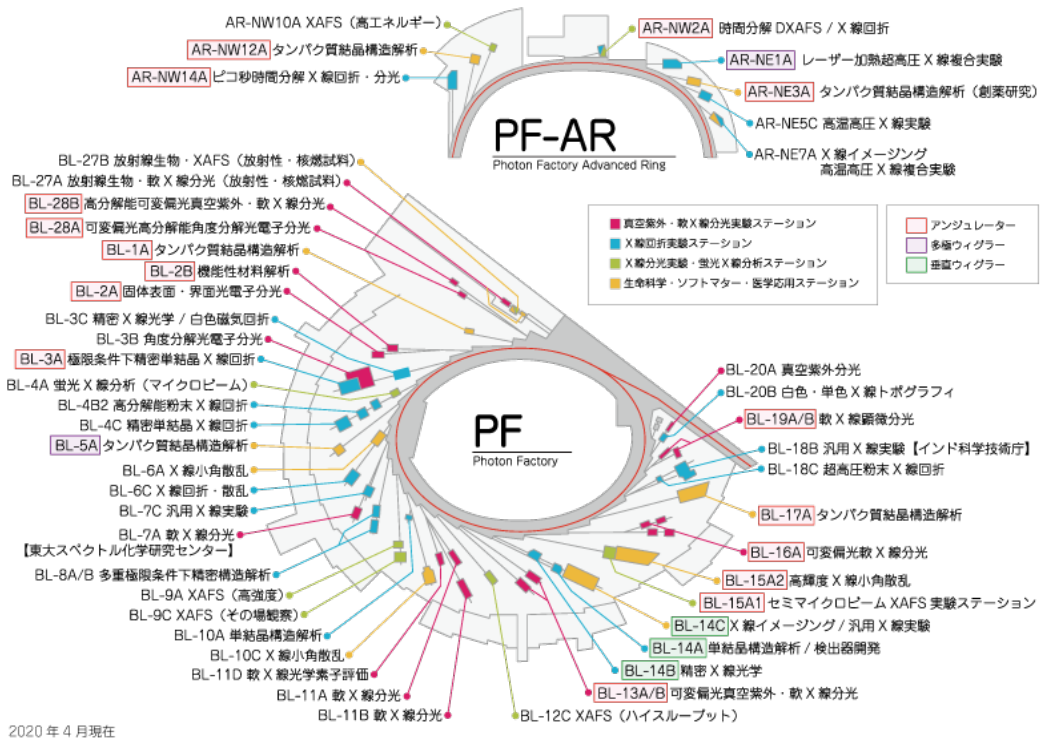
- 以下のように、大学(共同利用・共同研究拠点を含む。)や研究機関等と連携してネットワークを形成し、各施設、設備等の整備や共同運用に取り組んでいる。
- 【放射光学術基盤ネットワーク形成】日本学術会議第24期の学術の大型研究計画に関するマスタープラン(マスタープラン2020)に対して、日本放射光学会を提案母体とし、物構研が積極的に関与して「放射光学術基盤ネットワーク」の提案を取りまとめ、日本学術会議のヒアリングを経て、マスタープラン2020に採択された。この提案では、国内の学術研究機関を基盤とする3つの放射光施設(大学共同利用機関に設置された物構研放射光実験施設(PF)及び分子科学研究所・極端紫外光研究施設(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。

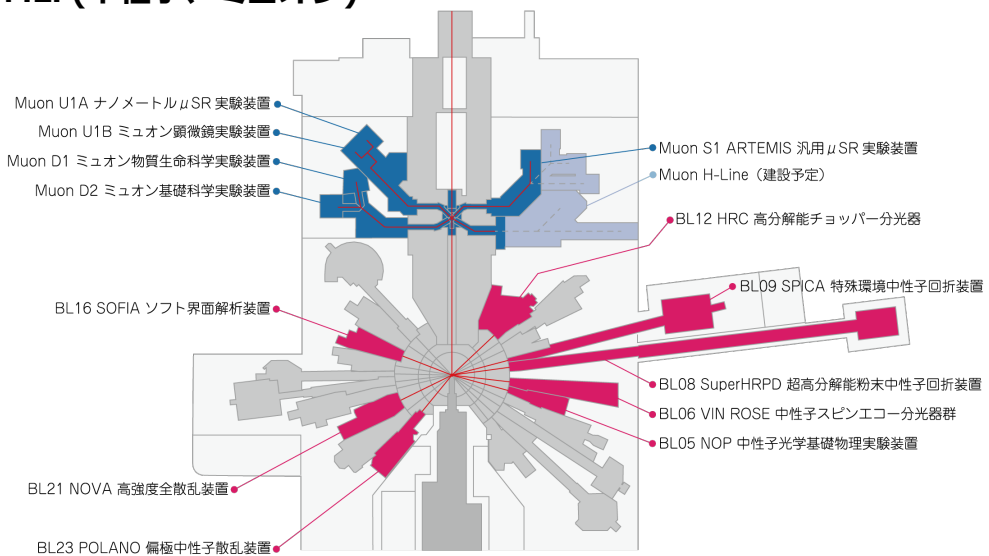
[指標Ⅳ-1] 国内放射光施設における学術基盤ネットワーク



[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、海外でも追随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)」

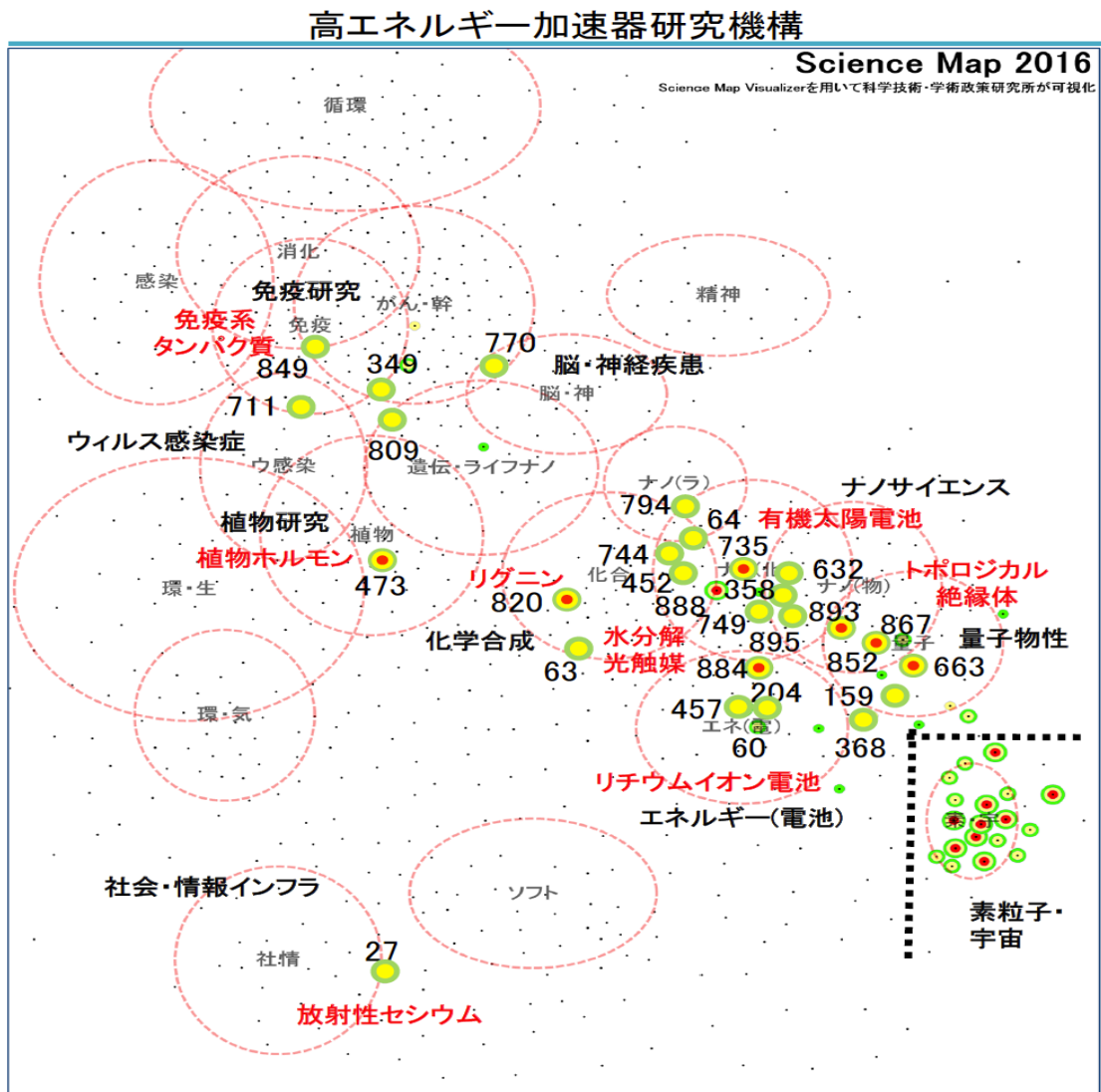
- 高速分子動画法によるタンパク質非平衡状態構造解析と分子制御への応用 (2019-2023 年度)
- 光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光-物質変換系の創製 (2017-2021 年度)
- ソフトクリスタル: 高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能 (2017-2021 年度)
- 水惑星学の創成 (2017-2021 年度)
- J-Physics: 多極子伝導系の物理 (2015-2019 年度)
- π 造形科学: 電子と構造のダイナミクス制御による新機能創出 (2014-2018 年度)
- ハイドロジェノミクス: 高次水素機能による革新的材料・デバイス・反応プロセスの創成 (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] テニユアトラック助教採用状況

	H28	H29	H30	H31/R1
テニユアトラック助教/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。