

## 24. 基礎物理学研究所

|     |                  |      |
|-----|------------------|------|
| I   | 基礎物理学研究所の研究目的と特徴 | 24-2 |
| II  | 分析項目ごとの水準の判断     | 24-3 |
|     | 分析項目 I 研究活動の状況   | 24-3 |
|     | 分析項目 II 研究成果の状況  | 24-4 |
| III | 質の向上度の判断         | 24-6 |

## I 基礎物理学研究所の研究目的と特徴

1. 基礎物理学研究所は、湯川秀樹博士のノーベル物理学賞受賞を記念し、昭和 28(1953)年「素粒子論その他の基礎物理学に関する研究」を目的とし、我が国初の全国共同利用研究所として創設された。平成 2 (1990) 年に広島大学理論物理学研究所と統合し、研究所英語名を Yukawa Institute for Theoretical Physics と改称して再発足した。
2. 我々は誰も「この世界—物質や生命の世界—とは何だろうか？何が、どのように存在し、どのような法則に従って動いているのだろうか？」という疑問を持っている。この素朴な疑問に答えるべく物理学は 20 世紀に急速な発展を遂げてきた。本研究所は素粒子、原子核、物性、宇宙、生命などの広範な領域における理論物理学の研究を通じてこれらの課題に取り組み、われわれの自然の見方を深めることにより、「文化としての科学」という面において人類社会に大きく貢献していくことを基本的な目標とする。
3. 理論物理学の発展には人と人とが会して直接に対話・討論をし、互いの考えを交流することが最も重要である。本研究所は、創立以来 50 数年間、研究所員が優れた業績を上げることがもちろんのこと、研究所で開催する研究会を中心として、全国の基礎物理学の理論研究者達の参画と協同のもと、全国的・国際的な共同研究や研究交流の一大拠点として輝かしい役割を果たしてきた。
4. 今後もこれを継承・発展させ、世界での基礎物理学研究所の存在感をさらに高めるべく、次の 3 項目を研究所の等しく重要な活動の柱と位置づける。
  - (ア) 研究所の教員・研究員の研究・教育活動、特に世界をリードする研究を出して行くこと。
  - (イ) 全国共同利用機能、特に年間 20 件程度の研究会開催を中心として、国内の大学を横断した共同研究・研究交流を牽引すること。
  - (ウ) 国際交流、すなわち国際的な共同研究・研究交流の拠点となること。特に、海外から有力な研究者を招へいして滞在型研究会を定期的開催し、国際的にも認知度の高い研究所となること。もちろんこれらは一体不可分のものであり、3 項目とも有機的な関連のもと総合的に実施するものである。

このように、本研究所の目的と特徴は、「自由な学風を継承・発展させつつ多角的な課題の解決に挑戦し、世界的に卓越した知の創造を行い、地球社会の調和ある共存に貢献する」という本学の基本理念、中期目標にかなったものである。

### [想定する関係者とその期待]

本研究所が日本の理論物理学を牽引し、これをリードする役割を担うことが理論物理学研究者コミュニティから強く期待されている。また、今後は、日本国内の共同研究機関の枠をこえて、世界における中心的な国際共同研究センターとして活動していくことが海外の研究者から期待されている。

## II 分析項目ごとの水準の判断

## 分析項目 I 研究活動の状況

## (1) 観点ごとの分析

**観点 研究活動の実施状況**

(観点に係る状況)

## 1) 研究の実施状況

国際学術誌等に掲載された論文数等は表 1 のとおりである。論文数は、年 90 件程度で推移している。学術誌等に掲載される前の論文は、「プレプリント」として発行されている。刊行物は、年次報告書（英文）、要覧（和文）、理論物理学の学術誌（英文）の 3 誌が毎年定期的に出版されている。平成 17 年度は、自己点検・評価及び外部評価を行い、その内容を報告書として出版したために刊行物数は 4 となった。

## 2) 研究資金の獲得状況

科学研究費補助金の受入れ状況は、表 2 (1) のとおりである。採択件数は年々増加している。寄附金の受入れ状況は、表 2 (2) のとおりである。

**観点 大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の実施状況**

(観点に係る状況) 全国共同利用研究を使命とする附置研究所の活動を通じて、全国の研究者に開かれた研究拠点としての機能をさらに発展させることが本研究所の重要な役割である。

## 1) 共同利用、共同研究の実施状況

共同研究の実施状況は、表 3 のとおりである。これは、国内及び国際共同研究の総数を示している。毎年件数が少しずつ増加しているのは、いったん開始された共同研究が継続する一方で、新規の共同研究が開始されるためである。

研究者の海外派遣状況と外国人研究者の招へい状況を延べ人数で表したものが、表 4、表 5 である。ヨーロッパ、北米、アジア、オセアニアの順に多くなっており、年々増加の傾向が見られる。これは、研究者の長期滞在化などによるものである。

共同利用参加者数等の状況は、表 6 のとおりである。大学院生が 1400 人程度と多いのは、本研究所が開催を援助しているサマースクールへの参加大学院生（800 人程度）を含めているからである。

## 2) 共同利用・共同研究に関する環境・資源・設備等の提供

大学院生、各種研究員、その他の共同利用研究者が使用可能な研究室は、研究棟に 13 室、旧棟の湯川記念館に 6 室確保している。

図書室及び計算機室の利用状況は、それぞれ表 7、表 8 のとおりである。いずれも所定の手続を取れば、教員同様自由に利用することが可能である。

また、14 名収容できる共同利用研究者宿泊施設を数理解析研究所と共同で設置し、宿泊の便宜を図っている。

## 3) 共同利用・共同研究の一環として行った研究会等の実施状況

共同利用プロジェクトは、表 9 のように研究会、地域スクール、セミナー、ビジター制度、アトム型研究員から構成されている。これらすべては公募を行い、学外者を含めた共同利用委員会で審査のうえ採否を決定し実施される。

## 4) 国際交流

国際セミナー・国際シンポジウムの開催状況は、表 10 のとおりである。国際研究集会「湯川国際セミナー」を昭和 53 (1978) 年以来ほぼ毎年主催している。昭和 61 (1986) 年以降は、西宮市と共同で「西宮湯川国際シンポジウム」を開催している。平成 18 年度には、ノーベル賞を受賞した湯川秀樹博士・朝永振一郎博士の生誕百年を記念し、「湯川・朝永生誕百年記念シンポジウム」を開催した。

学術国際交流協定の状況は、表 11 のとおりである。インドネシア、大韓民国、イタリアの機関と締結しており理論物理学の国際的研究交流に大きく寄与している。

さらに、平成 19 年度に「クオーク・ハドロン科学の理論研究の新たな展開を目指す国際共同研究プログラム」拠点形成が採択された (注 1)。

## (2) 分析項目の水準及びその判断理由

(水準) 期待される水準にある。

(判断理由) 本研究所の規模を示す指標として、教員数を表 12 (1) に示す。この教員数から、教員 1 人当たりの国際学術誌等に掲載された論文数は、毎年 4 ~ 5 編の水準を維持していることがわかる。

科学研究費補助金の受け入れ状況は、平成 19 年度について調べてみると、特定領域、基盤の各研究種目の全国平均の採択率が 52.4%、46.3%であるのに対して、本研究所の採択率は、100%、94.1%と極めて高い水準にあることがわかる。また、教員 1 人当たりの科学研究費補助金は、約 400 万円であることがわかる。

表 12 (2) は、教員の流動状況を表している。学内他部局及び他の大学等との人事交流が、教授、准教授 (助教授)、助教 (助手) のすべてのポジションで活発になされている (注 2)。これは、教員の業績が高く、そのために人事交流が活発であることを示している。

「湯川国際セミナー」をはじめとする国際シンポジウムは、各テーマが示すとおり素粒子から生命まで、境界領域や新分野開拓に向けた取り組みとして、維持・発展されている。

平成 19 年度に「クオーク・ハドロン科学の理論研究の新たな展開を目指す国際共同研究プログラム」拠点形成が採択されたが、これにより、これまでの短期的な研究集会に加えて、長期滞在型の研究集会が開催可能となった。

このように、研究活動は期待される水準にある。

## 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

## (1) 観点ごとの分析

**観点** 研究成果の状況 (大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。)

(観点に係る状況)

## 1) 研究成果の状況

素粒子物理学では、まず、重力理論と相互作用するゲージ理論の特徴を議論し、その質量スケールが従来の  $M_{\text{pl}}$  (プランクスケール) からずれて  $gM_{\text{pl}}$  ( $g$  はゲージ結合定数) となることを超弦理論の特定の極限を取ることから導いた。また、量子力学における自発的カイラル対象生の破れを表すパラメタを厳密に計算した。この成果は、Nature 誌でも取り上げられた。

宇宙物理学では、まず、ブラックホールからいかにガスが吹き出るのかに関して、3次元磁気流体シミュレーションにより解明された。この業績に、平成 18 年度の井

上学位賞などが与えられた。また、宇宙論的非ガウス揺らぎに関する公式を与えた。この業績に、平成 19 年度のアレキサンダー・フォン・フンボルト賞が与えられた。次に、宇宙最大規模の爆発現象において、地上で観測可能な高エネルギーニュートリノスペクトルが予言された。その予言スペクトルは、世界最大規模の高エネルギーニュートリノ検出プロジェクト「IceCube」の基礎資料として使用されている。

原子核物理学では、まず、中性子星内部などにおけるクォーク物質の相構造が明らかにされるとともに、カラー超伝導相の実現条件が解明された。また、中性子数の 1 つ少ない原子核において、クラスター気体的構造が理論的に解明された。

物性物理学では、電子キャリア型銅酸化物高温超伝導体のスペクトル関数のキャリア濃度による変化を、温度の関数として理論的に初めて明らかにした。

非平衡系物理学では、2次元格子弾性体モデルの衝突数値シミュレーションから、はね返り係数が 1 を超える異常衝突現象を再現した。

生物物理学では、多様な創発的な生命現象において「自己・非自己循環原理」が普遍的に存在しうることを指摘した。

## 2) 共同利用・共同研究の成果の状況

本研究所は、素粒子物理、原子核物理、宇宙・天体物理、物性物理、生物物理という幅広い分野の理論的研究を行ってきた。表 9 で示すとおり国内研究者の参加する研究会は、毎年 20 件以上開催され、参加者は 2,500 名を超えている。セミナー講師を含めた来所者数は、毎年約 150 名に達している。これとは別に、外国人客員教授として毎年 3 名から 4 名の世界のトップレベルのリーダーを招へいしている。また、表 4、表 11 で示すとおり韓国、インドネシアなどとの学術交流協定の締結によって、アジアで開催される国際集会などの講師派遣が効率的に行われるようになった。それによって、アジアにおける理論物理学の中心的拠点としての機能が果されるようになった。

さらに、平成 15 年度からは世界的に著名な研究者や研究所内外の教員を講師とした公開講演会を実施している（注 3）。

また、国際的に評価の高い欧文学術雑誌“Progress of Theoretical Physics”（理論物理学の進歩）を創刊以来責任編集するとともに、10 年以上前から物理学関連の文献データベースの国際拠点の一つとなっており、そのデータベースへのアクセス件数は、平成 18 年度の約 35 万件から平成 19 年度には約 70 万件と急増した。

## （2）分析項目の水準及びその判断理由

（水準） 期待される水準にある。

（判断理由） ここ 2～3 年に発表された論文の中には、引用回数が 50～100 回の論文が 3 編含まれている。被引用回数は論文の質を表す指標の一つと考えることができるが、我が国の物理学（591 機関）の論文数上位 5 機関における平均被引用回数は 8.8 回（1995～2005 年の集計）で、本研究所の 3 件についてはこの数値を大きく上まわっている。

学会賞等の受賞は、表 13 のとおりこの 4 年間で 5 件を数える。これらの研究成果は、研究の自由と自主を基礎に多角的な課題の解決に挑戦した結果である。「文化としての科学」の第一の使命は、このような世界的に卓越した知の創造にある。

新聞報道に取り上げられている研究成果は、表 14 のとおりである。「文化としての科学」の第二の使命は地球社会の調和ある共存に貢献するということであり、それは表 15 に示すとおり研究成果の社会還元として実施されている。

平成 17 年度に実施した自己点検・評価及び外部評価では、①時限分野（非平衡系物理学）の恒久化（統計動力学へ改組）、②滞在型国際共同研究プロジェクトの拠点形成、③ハドロン・クォーク分野の増員、④湯川記念館の改修、⑤国際交流ホールの建設が提言された。これらは、平成 19 年度に相次いで実現することとなった。それによって、当該分野の共同利用研究活動が大幅に向上している。

このように、研究成果は期待される水準にある。

### Ⅲ 質の向上度の判断

#### ①事例1 「滞在型共同研究プロジェクト『クオーク・ハドロン科学国際共同研究プログラム』」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組) 平成19年度から5年間にわたる滞在型共同研究プロジェクト「クオーク・ハドロン科学国際共同研究プログラム」を開始した。このプロジェクトはクオーク・ハドロン科学の研究を通じて基礎物理学研究所を従来の全国共同利用研究所からより国際的認知度の高い国際的な共同利用研究所へとレベルアップすることを目指すもので、文部科学省より配分される年間約5,000万円の特別教育研究経費に基づくものである。

滞在型共同研究プログラムでは、年に2～3のテーマを定め、各テーマに関してそれぞれ2～3ヶ月の長期研究集会を行なう。これらの研究集会には世界的に有力な研究者を招へいして最先端の研究情報に接する。また、長期の共同生活を行なう中で研究者としての交流を深め新しい共同研究の芽を育てる。このような滞在型研究会を日本で行うことにより、日本の研究者の多くが世界的な水準の研究者コミュニティに加わることができる。

滞在型研究集会を有効に実施するには、従来の短期研究集会の場合より各段に高い力量が必要である。特に、海外の研究者が長期間不自由なく滞在できるためには、生活的な援助なども必要となる。本研究所では、その全般的な力量を強化することにより、滞在型研究所として有効に機能していくことを目指している。

#### ②事例2 「研究スペースの充実」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組) 研究所の旧棟(湯川記念館)は、耐震補強のため改修されることになり、3階にあった大会議室は老朽化のため閉鎖され、代わりに1階中庭に新しい会議室(国際交流ホール)を建設することとなった。新しい会議室は旧会議室よりスペースも広くAV機器なども充実しているため、国際交流などの研究交流の中心的な施設として大いに活用が期待される。

新会議室の建設には約6,000万円の費用が必要であるが、民間の電気機器会社から寄附を得ることができた。平成20年6月に竣工する。

#### ③事例3 「時限付き分野の恒久化」(分析項目I)

(質の向上があったと判断する取組) 平成19年3月に時限を迎えた「非平衡系物理学分野」は、同年4月より「統計動力学分野」と名称を改めて、時限のない恒久的な分野に転換された。これにより、この分野の大学院生の受入れが可能となり、平成19年10月新たに1名の助教を採用したことで併せて、本研究所がこの方面において引き続き指導的な役割を演じていくことが可能となった。