

京都大学  
エネルギー理工学研究所

# 現状と課題

令和元年度-令和3年度

京都大学エネルギー理工学研究所



京都大学  
エネルギー理工学研究所

# 現状と課題

令和元年度-令和3年度

京都大学エネルギー理工学研究所



## 目次

巻頭言 .....	4
はじめに .....	5
各研究分野の紹介 .....	7
沿革 .....	11
<b>1 研究所の概要 .....</b>	<b>14</b>
1.1 理念・目標（第3中期期間の理念・目標） .....	14
1.2 2018年度「在り方検討委員会」指摘事項に対する対応 .....	16
1.3 組織 .....	18
1.3.1 研究教育体制 .....	19
1.3.2 教員 .....	20
1.3.3 資料室・研究支援部（広報室） .....	24
1.4 運営 .....	25
1.4.1 協議委員会・教授会・所長・副所長・センター長・部門長 .....	25
1.4.2 学系会議・学系長 .....	27
1.4.3 教員人事 .....	27
1.4.4 研究所内各種委員会 .....	28
1.4.5 (RI)放射線発生装置、X線及び核燃料物質の管理 .....	30
1.4.6 情報基盤 .....	35
1.5 財政状況（評価対象期間における特記事項） .....	36
1.5.1 研究所活動経費 .....	36
1.5.2 運営費交付金等 .....	37
1.5.3 科学研究費助成事業 .....	37
1.5.4 受託研究・受託事業 .....	39
1.5.5 産学連携研究、奨学寄附金 .....	39
1.5.6 間接経費（研究所配当分） .....	40
1.6 研究活動 .....	41
1.6.1 論文・総説・著書執筆 .....	41
1.6.2 国際会議・国内会議における招待講演 .....	42
1.6.3 主催・共催した国際会議・国内会議 .....	43
1.6.4 所属学会と学会における役割 .....	43
1.6.5 特記すべき論文 .....	45
1.6.6 若手研究者の育成 .....	48
1.6.7 受賞等 .....	50

1.6.8	共同利用・共同研究拠点 .....	50
1.6.9	プロジェクト研究 .....	53
1.7	教育活動 .....	60
1.7.1	大学院教育 .....	60
1.7.2	学部教育 .....	62
1.7.3	留学生、短期交流学生、インターンシップの受け入れ.....	63
1.8	国際・社会との連携 .....	65
1.8.1	部局間交流協定 .....	66
1.8.2	外国人客員教員 .....	66
1.8.3	成果の社会貢献 .....	67
1.8.4	国際的共同プロジェクトへの参加.....	68
1.8.5	社会との連携と一般啓蒙活動 .....	70
1.9	施設整備 .....	73
1.9.1	大型研究設備 .....	73
1.9.2	共用研究設備群（センター共用・共同利用・共同研究拠点・宇治地区設備サポート拠点） .....	74
1.9.3	建物・設備 .....	75
1.9.4	共通面積、分野専有面積 .....	76
<b>2</b>	<b>研究部門・研究分野における研究の現状・課題・展望 .....</b>	<b>78</b>
2.1	エネルギー生成研究部門 .....	81
2.1.1	量子放射エネルギー研究分野 .....	82
2.1.2	原子エネルギー研究分野 .....	83
2.1.3	プラズマエネルギー研究分野 .....	84
2.1.4	複合系プラズマ研究分野 .....	85
2.2	エネルギー機能変換研究部門 .....	86
2.2.1	機能物性工学（複合機能変換過程）研究分野.....	87
2.2.2	レーザー科学研究分野 .....	88
2.2.3	エネルギー基盤材料研究分野 .....	89
2.2.4	ナノ光科学研究分野 .....	90
2.3	エネルギー利用過程研究部門 .....	91
2.3.1	複合化学過程研究分野 .....	92
2.3.2	分子ナノ工学研究分野 .....	93
2.3.3	生物機能化学研究分野 .....	94
2.3.4	エネルギー構造生命科学研究分野.....	95
2.4	附属エネルギー複合機構研究センター.....	96
2.4.1	自己組織化科学研究分野 .....	97
2.4.2	高温プラズマ機器学研究分野 .....	98
2.4.3	広帯域エネルギー理工学開拓研究分野.....	99

2.4.4	環境微生物学研究分野 .....	100
2.4.5	バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門.....	101
3	附属エネルギー複合機構研究センターにおける重点複合領域研究の現状・課題・展望 .....	102
3.1	プラズマ・量子エネルギー重点領域研究概要.....	103
3.2	ソフトエネルギー重点領域研究概要.....	104
4	まとめ .....	105
5	今後の課題 .....	108

## 巻頭言

エネルギー理工学研究所は、平成8（1996）年に設立されて以来、四半世紀にわたってエネルギーの在り方を自然の摂理や原理まで立ち返って探究し、次世代を担う新しいエネルギーの学理と、それを実現する先端技術の創出を目指してきた。現在は、京都大学の第3期中期目標・中期計画に基づき、エネルギー理工学研究所独自の計画を立案し、それぞれの計画に沿った研究教育事業を行っている。本報告書は、第3期中期目標・中期計画期間中の後半期にあたる平成31（2019）年度から令和3（2021）年度までの研究教育事業を自己点検・評価委員会がまとめたものである。研究所では、年度ごとに中期計画実施状況を取りまとめて評価したうえで、次年度以降の計画を立案しているが、3年間にわたる中期計画と研究教育事業実施状況を俯瞰し、自己点検・評価を実施することは、令和4（2022）年度からの第4期中期目標・中期計画を遂行し、将来のエネルギー理工学研究所の在り方を明確化する上で、重要な組織運営上の検証作業となる。

大学を取り巻く環境と大学への社会的な要請の変化に柔軟に対処しつつ、大学の将来的な発展に向けた機能強化とそれを加速するための組織見直しが、各大学法人ならびにその所属部局に求められている。大学法人化後の附置研究所としての在り方について、エネルギー理工学研究所は、その理念と設置目的に基づいた独自の方向性を打ち出している。その中でも、現在第二期として活動し、令和4（2022）年度からの第3期の活動を開始する文部科学大臣認定の共同利用・共同研究拠点事業「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」は、重要な要素となっている。それに加えて、学内他部局との連携事業、エネルギー科学研究科での大学院教育のほか、工学部、国際高等教育院での学部教育活動、産官学連携活動、研究成果の社会への発信、研究教育活動の国際化、さらにはこれらを通じた人材育成が、今後のエネルギー理工学研究所の在り方を明確化する上での重要な指標となる。

エネルギーを冠する附置研究所として、我が国でも2050年を期限として目標が設定された「温暖化ガス排出量を実質ゼロにする」カーボンニュートラル社会の実現には、主導的な役割を果たすことが期待されている。一昨年来、世界的な影響をもたらしたCOVID-19感染症の蔓延や、多発する自然災害などにも対応できる、カーボンニュートラル社会で多様な新しいエネルギー技術の選択肢を提供するためにも、エネルギー理工学研究所が掲げてきた、ゼロエミッションエネルギーを指向する多岐にわたる研究が、重要な役割を果たすことを自覚する必要がある。第4期中期に向けて、京都大学の自由の学風のもとに、既存の学術分野の概念にとらわれることなく、新しいエネルギー理工学の学理を発出する研究所として、エネルギー理工学研究所独自の文化を育みつつ、組織の機能および体制の強化につなげていきたいと願っている。

最後に、第3期から第4期中期期間への移行時期に、膨大な時間と労力を要する本作業に取り組み始めた「令和3（2021）年度エネルギー理工学研究所自己点検・評価委員会」の委員の方々、資料室および多大のご協力をいただいたエネルギー理工学研究所の教職員と宇治地区事務部の方々に深く感謝いたします。

令和4年7月  
エネルギー理工学研究所 所長  
森井 孝

## はじめに

エネルギー理工学研究所は、1996（平成 8）年「エネルギーの生成、変換及び利用の高度化に関する研究」を行うことを目的に京都大学の附置研究所として設置された。以来、エネルギー需要の増大と化石資源の枯渇、および地球環境問題の深刻化に伴って生じる諸問題の解決、ひいては人類文明の持続的発展につながるエネルギー理工学の研究を展開させてきた。その間、社会的受容性の高い「質」と社会的需要に十分な「量」を備えたエネルギーの実現を目指した研究を先導することによって、これらの学術基盤を構築するとともに、異なる研究領域を有機的に連携させる環境の創出により、「エネルギー理工学」を常に挑戦的かつ独創的に切り拓いてきた。教育面においても、大学院エネルギー科学研究科における大学院教育および全学共通教育活動に携わり、多くの優秀な人材を輩出してきた。さらに、若手研究者および学生が、ゼロエミッションエネルギー研究拠点での国内外の共同研究、また、核融合科学研究所との双方向型共同研究や産官学連携研究などを通じて、最先端研究に参加できることは研究所の大きな特徴でもある。現在も、海外の 37 研究機関との国際研究交流協定をもとにして、活発な国際共同研究を進めている。

エネルギーは、国民生活および経済活動の要であるが、資源の偏在性および有限性に起因するさまざまな問題を内包し、世界的規模の環境問題を引き起こす原因にもなっている。1997（平成 9）年の国連気候変動枠組条約第 3 回締約国会議（COP3）において、地球温暖化防止を目的とする京都議定書が採択された。先進国に対し、人為的要因による温室効果ガス排出の削減について、法的拘束力をもつ数値目標が定められた。その目標はやがて、今世紀中葉までのカーボンニュートラル達成という、より具体的かつ長期戦略を要する課題へと変化してきた。その結果、単にエネルギー消費の抑制だけではない、エネルギーの生成・変換・利用の各過程における抜本的な対策が求められるようになっていく。

こうした四半世紀の間のエネルギー・環境問題の多様化、グローバル化の激動の歴史の流れのなか、エネルギー理工学研究所は設立され、常に多様で先駆的・先端的な研究を展開してきた。2004（平成 16）年度からの第 1 期中期では、研究所発足以来展開してきた社会受容性の高い高品位エネルギーの生成・変換・利用の研究を基盤とする連携研究体制として三重点領域（「プラズマ」、「バイオ」、「光」）研究を設定し、関連部局とともに 21 世紀 COE プログラム「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」、さらにグローバル COE プログラム（GCOE）「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点—CO<sub>2</sub>ゼロエミッションをめざして」を推進した。続く 2010（平成 22）年度からの第 2 期中期では、その三重点領域研究を「先進プラズマ・量子エネルギー」、「光・エネルギーナノサイエンス」を推進する二重点複合研究領域へと発展・集約させるとともに、文部科学大臣認定の共同利用・共同研究拠点事業「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」を開始した。2016（平成 28）年から現在までの第 3 期中期においては、重点複合研究領域を「先進プラズマ・量子エネルギー」ならびに「ソフトエネルギー」に再編して、ゼロエミッションエネルギー研究のさらなる深化と展開を図ると同時に、ゼロエミッションエネルギー研究の新たなコミュニティ形成に向けた努力も継続している。また、本学附置研究所・センター群の連携を促進する「京都大学研究連携基盤」における未踏科学研究ユニット活動、先端研究設備を有効活用する「宇治地区設備サポート拠点」、学内のカーボンニュートラル推進フォーラム、カーボンニュートラル・コアリション活動などにも参画し、学内他部局との連携事業を積極的に推進している。

設立以来の四半世紀の間のこうした研究活動体制の変遷は、エネルギー・環境に関して時代とともに変容する社会的な要求に柔軟に対応してきた結果である。カーボンニュートラル達成のためのエネルギー理工学研究の深化やそのための学術ネットワークの充実、ならびにエネルギーの俯瞰的な視点をもつ若手人材の育成は、今後のエネルギー理工学研究所の使命となる。

今回の自己点検評価報告は、2018（平成 30）年度に実施された「在り方検討委員会」の指摘事項に対するその後の対応、具体的には、部門・分野構成の見直しおよび教員評価体制の整備、研究活動の社会への情報発信、ゼロエミッションエネルギー研究拠点活動の現状、研究教育活動の国際化推進、研究支援体制の見直し、附属エネルギー複合機構研究センターの在り方の検討などについて、その詳細を記述した。個別のデータに関しては、文部科学省に提出している「拠点実施状況報告書」のほか、エネルギー理工学研究所が毎年発行している「エネルギー理工学研究所概要」、「IAE Annual Report」、さらに「京都大学教育研究活動データベース」でも公表している。

今回の自己点検報告書の作成にあたり、多大な協力をいただいたエネルギー理工学研究所の教職員に感謝する。特に、組織、運営、財政状況、施設整備等の調査項目や、研究活動の成果に関しては、エネルギー理工学研究所資料室に情報を収集していただいた。迅速かつ的確な情報を取りまとめていただいたことに深く感謝する。

令和 4 年 7 月

令和 3 年度エネルギー理工学研究所自己点検・評価委員会

森井 孝（エネルギー理工学研究所長）

松田一成（WG 委員長）

大垣英明

小西哲之

長崎百伸

宮内雄平

野平俊之

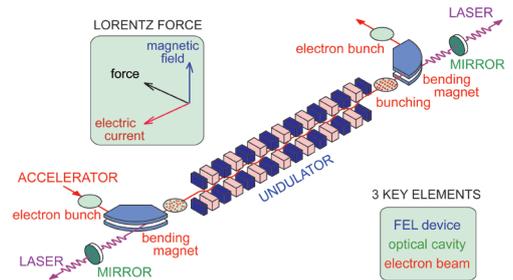
坂口浩司

片平正人

# エネルギー生成研究部門

## 量子放射エネルギー研究分野

加速器からの量子放射エネルギー源の開発とこれによる計測手法を開発する。特に、中赤外自由電子レーザー (KU-FEL) の高性能化とこれを用いた光物性研究、バルク高温超電導超小型挿入光源開発、さらに国際連携に基づく再生可能エネルギー実装研究を進める。



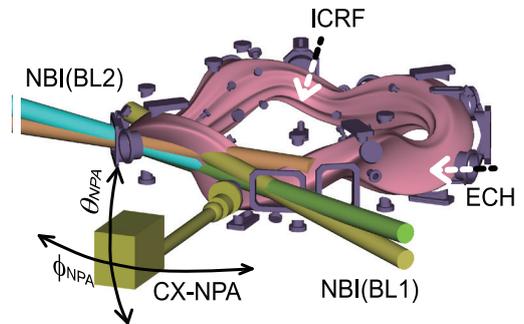
## 原子エネルギー研究分野

人類の持続可能な発展を可能とする物質エネルギー循環システムの構築を目指して核融合を中心とした革新的エネルギーの生成変換利用系の概念を構築し、斬新な発想に基づく先鋭的な機器とプロセスを実験室規模で実証する一方、超長期世界レベルでのシナリオをモデル分析で評価し、開発戦略として提示する。



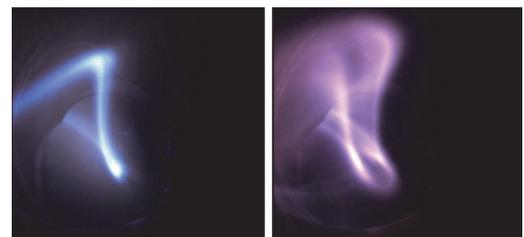
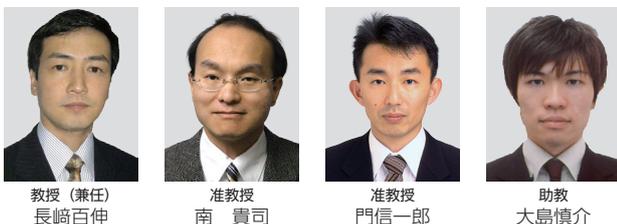
## プラズマエネルギー研究分野

核融合エネルギーの生成のために「ヘリカル軸ヘリオトロン磁場による核融合エネルギーの実用化」に向けて、磁場閉じ込めプラズマに内在する物理を解明しつつ、新たな加熱手法や粒子供給手法によるプラズマ制御法を探究し、高度化された高精度局所計測システムを開発し適用することによって、プラズマ制御学の新たな地平を開拓することを目標とする。



## 複合系プラズマ研究分野

プラズマ現象のうち、粒子的な特徴が強く現れる側面においては個々の粒子のエネルギー分布や磁場中の軌道などが、流体としての性質が色濃く現れる側面では不安定性や乱流現象が対象となる。そのような複合的な側面を光学的診断による可視化や数値シミュレーション等により解明し、核融合エネルギーの早期実現、および社会への広い認知を目指す。



# エネルギー機能変換研究部門

## 複合機能変換過程研究分野（～2020）、機能物性工学研究分野（2021～）

持続可能なエネルギー社会実現に資する新しい太陽光・熱エネルギー高効率利用技術の創成を目指して、ナノカーボン物質をはじめとするナノスケール・量子物質の物性・機能とそのエネルギー応用に焦点を当てた研究を推進している。



教授（兼任）  
松田一成



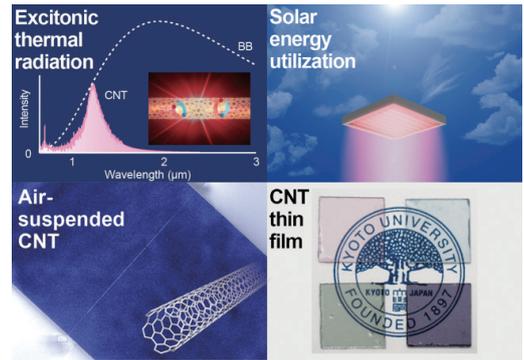
教授  
宮内雄平



准教授  
檜木達也



助教  
西原大志



## レーザー科学研究分野

非接触で瞬時に高エネルギーの受け渡しをすることができるというレーザーの特徴を生かした高機能ナノ材料創成法の開発、エネルギー材料やエネルギー生成過程を対象とした先進分析手法の開発を進めている。創成したナノ材料については、所望のプラズモニクス特性や電気特性等を付与することにより、エネルギー材料としての活用を目指す。



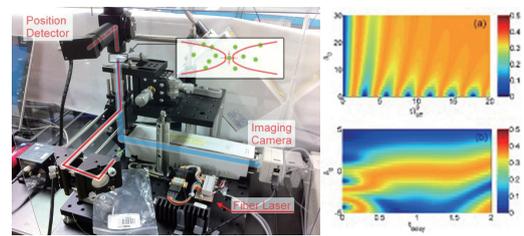
教授（兼任）  
松田一成



准教授  
中嶋 隆



特定助教  
安東航太



## エネルギー基盤材料研究分野

より安全かつ長持ちする原子力・核融合エネルギーシステムのための材料開発、高経年化対策に有効なシステム保全学の構築に関する研究を行っている。具体的には、中性子照射環境下における材料内非平衡相の出現メカニズムの解明や機能劣化予測のマルチスケールモデリング、さらには照射劣化リスク評価の方法論の開発を進めている。



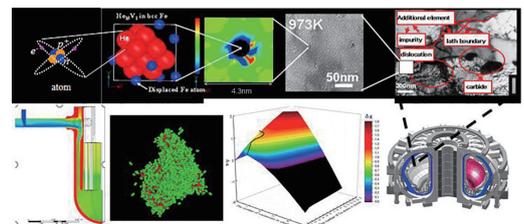
教授（兼任）  
松田一成



准教授  
森下和功



助教  
藪内聖皓



## ナノ光科学研究分野

エネルギーの高効率生成・利用において高いポテンシャルを有する極限ナノ物質を舞台に、そこで発現する特異な物理や機能を明らかにしながら、ナノサイエンスに立脚した新しい光科学・物質科学の学理構築とそのエネルギー応用を目指して研究を進めている。



教授  
松田一成



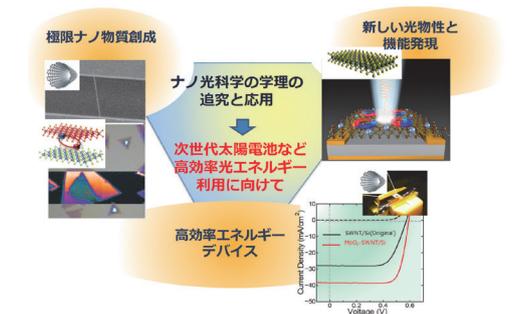
准教授  
宮内雄平



助教  
篠北啓介



特定助教  
西原大志



# エネルギー利用過程研究部門

## 複合化学過程研究分野

太陽光発電やバイオエネルギー等の再生可能エネルギーを主要一次エネルギーにするために、基礎から実用化まで見据えた研究開発を行い、「ゼロエミッションエネルギーシステム」の実現に貢献する。



教授  
野平俊之



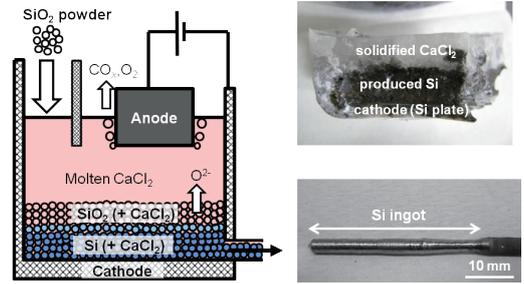
准教授  
小瀧 努



特定准教授  
川口健次



助教  
山本貴之



## 分子ナノ工学研究分野

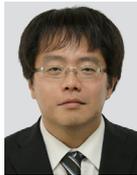
自発的に自己組織化する前駆体分子を設計し、金属表面上での化学反応を用いて、エネルギーや情報分野において有用な新物質・材料を創成する。



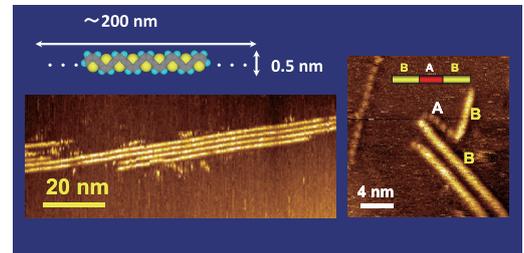
教授  
坂口浩司



助教  
小島崇寛



助教  
信末俊平



## 生物機能化学研究分野

生物はタンパク質、核酸などの生体高分子を用いて、温和な条件下で高効率にエネルギーを利用している。このような生物のエネルギー利用原理を理解し、高い機能を発揮する生体高分子、およびその組織体を設計・作製することにより、化学エネルギーを活用するクリーンで高効率なエネルギー利用システム「分子コンビナート」を実現する。



教授  
森井 孝



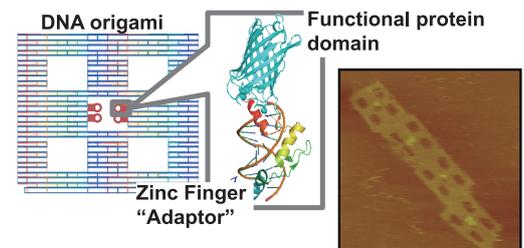
准教授  
中田栄司



助教  
仲野 瞬



特定助教  
Dinh Huyen



## エネルギー構造生命科学研究分野

構造生物学に立脚してタンパク質・核酸等の生体高分子の機能発現機構を理解すると共に、これを生かして木質バイオマスからエネルギーと有用物質を獲得する方法論の開発を推進する。



教授  
片平正人



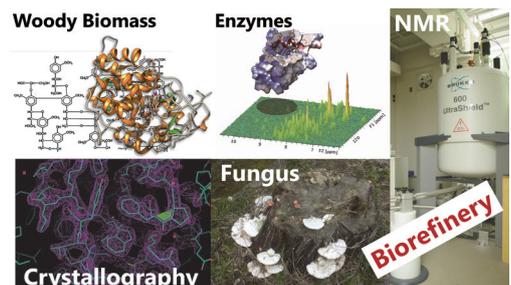
准教授  
永田 崇



助教  
真嶋 司



助教  
山置佑大



# 附属エネルギー複合機構研究センター

## 自己組織化科学研究分野

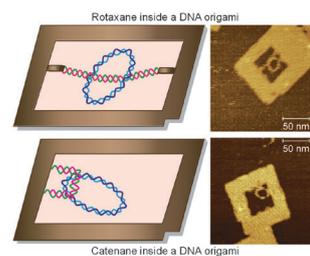


教授 (兼任)  
森井 孝



講師  
Arivazhagan Rajendran

DNA ナノ材料に複数の酵素をテンプレート化することで、カスケード酵素反応の速度や効率を高めることができる。しかし、DNA ナノ材料は様々な条件下での安定性に乏しい。バイオマスエネルギー変換に関連する酵素反応に応用する前に、様々な化学的、機械的、環境的条件に対する安定性を向上させることが必要である。そこで、DNA ナノ材料を安定化させるための酵素的・化学的手法を開発している。



## 高温プラズマ機器学研究分野



教授 (兼任)  
長崎百伸



准教授  
岡田浩之

将来の基幹エネルギーの一つとして開発されている核融合炉を目指した高温プラズマ閉じ込め高度化を研究の目標としている。トーラスプラズマ内での高速イオン生成、高速粒子閉じ込めの磁場構造に対する依存性とその結果として生ずるバルクイオン加熱の Heliotron J を用いた実験研究を主とし、モンテカルロ計算を含めて、ヘリカル軸ヘリトロンプラズマにおける高速イオン生成・閉じ込めを解明する。



## 広帯域エネルギー理工学開拓研究分野

持続可能な社会の実現に向けて、省エネルギーで動作する新しい物理自由度を用いた次世代光・電子デバイスの研究を進めている。また、従来の製造法よりも少ない工程、およびコストで結晶性シリコン太陽電池を製造する電気めっき技術を研究している。



教授 (兼任)  
松田一成



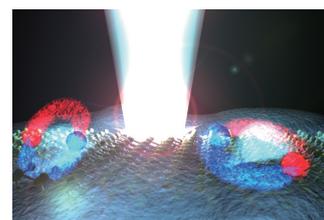
教授 (兼任)  
野平俊之



助教  
篠北啓介



助教  
法川勇太郎



## 環境微生物学研究分野

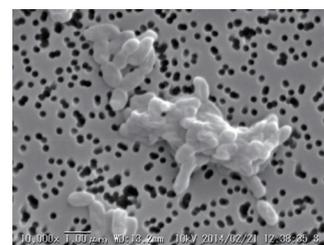


特定教授  
原富次郎



特定准教授  
高塚由美子

微生物はごく僅かなエネルギーで稼働する究極の機能性マイクロデバイスであり、人々の生活のみならず地球環境の維持にも重要な役割を担っている。本研究分野では、微生物の生理機能をより理解し、様々な生物工学的手法を駆使することで、持続的社會を実現するための課題解決を目指す。

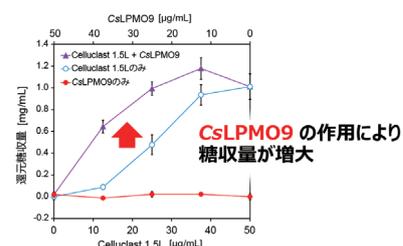


## バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門



教授  
片平正人 (兼任)

自然と共生する循環型の低炭素社会の実現と新しい産業の創出に貢献することを旨とした京都大学と株式会社ダイセルの包括連携協定の下に設立され、当研究所からは片平正人教授のグループが参画している。



## 沿 革

エネルギー理工学研究所は、1996（平成 8）年 5 月 11 日に原子エネルギー研究所がヘリオトロン核融合研究センターの一部と合体し、新しい研究所へと改組されて発足した。以下に、改組前の研究所・センターの沿革、および改組後のエネルギー理工学研究所の沿革を記す。

### 京都大学原子エネルギー研究所

- 大正 3 年 4 月 京都帝国大学工科大学中央実験所創設。材料試験部、水力試験部、動力試験部、高圧および高温実験部（計 4 部門）（1914）
- 昭和 8 年頃 時代の趨勢により、物理工学、化学工学、構造工学、溶接、航空および防空の 5 研究部門に編成替え。（1933）
- 昭和 16 年 「工学に関する学理とその応用の総合研究」を行うことを目的とする工学研究所が設立され、京都帝国大学に附置される（11 月 28 日）。中央実験所の建物・設備の全てを移管、専任職員が配属される。（1941）
- 昭和 20 年 航空および防空研究部門を材料研究部門に改める。（1945）
- 昭和 25 年 溶接研究部門を電気工学部門に改める。財団法人軸受研究所の寄附により、修学院分室軸受研究部門を増設。（計 6 部門）（1950）
- 昭和 30 年頃 工学研究所が本学における原子力分野の研究の中心となるのが適当であることとなり、各部門の研究内容を改める一方、1MW の水泳プール型研究用原子炉の設置を計画。（1955）
- 昭和 31 年 軸受研究および化学工学部門を、それぞれ原子炉構造研究部門および原子核化学工学研究部門に転換。（1956）
- 昭和 32 年 原子燃料研究部門が設置される（計 7 部門）。研究用原子炉建設本部を併設。（1957）
- 昭和 33 年 原子炉計測工学研究部門が設置される（計 8 部門）。材料工学部門を原子炉材料研究部門に転換。（1958）
- 昭和 34 年 物理工学および構造工学部門を、それぞれ放射線応用研究部門および原子炉保安工学研究部門に転換。（1959）
- 昭和 36 年 研究用原子炉設置場所が大阪府泉南郡熊取町に決定、工学研究所とは独立した組織で管理運営されることとなる。（1961）
- 昭和 46 年 研究所名を原子エネルギー研究所に変更、「原子エネルギーの開発と利用に関する学理とその応用の研究」を目的とする研究所として名実共に発足。（1971）
- 昭和 47 年 原子炉事故解析研究部門設置。（計 9 部門）（1972）
- 昭和 52 年 原子エネルギー変換研究部門（客員）設置。（計 10 部門）（1977）
- 平成 8 年 ヘリオトロン核融合研究センターの一部と共に、「エネルギーの生成・変換および利用の高度化に関する研究」を目的とする「エネルギー理工学研究所」に改組。原子炉計測工学研究部門および原子炉保安工学研究部門の 2 部門は同時に発足した大学院「エネルギー科学研究科」に移行。（1996）

## 京都大学ヘリオトロン核融合研究センター

- 昭和 33 年 湯川秀樹教授（当時）の提唱により、理学部、工学部、基礎物理学研究所、化学研究所、教養部および工学研究所にまたがる核融合研究グループが発足。宇尾光治工学部助手（当時）の創案によるヘリオトロン磁場による高温プラズマの発生・閉じ込め・制御に関する共同研究開始。（1958）
- 昭和 34 年 ヘリオトロン A 装置（ポロイダルヘリオトロン磁場）完成、実験開始。（1959）
- 昭和 35 年 ヘリオトロン B 装置（ポロイダルヘリオトロン磁場）完成、実験開始。（1960）
- 昭和 40 年 ヘリオトロン C 装置（ポロイダルヘリオトロン磁場）完成、実験開始。（1965）
- 昭和 41 年 工学部附属「超高温プラズマ研究施設」設置。（1966）  
超高温プラズマ制御研究部門、超高温プラズマ測定研究部門。
- 昭和 45 年 年ヘリオトロン D 装置（ヘリカルヘリオトロン磁場）が完成、宇治地区に建設されたヘリオトロン D 実験研究棟に設置され実験開始。（1970）
- 昭和 50 年 ヘリオトロン DM 装置（ヘリカルヘリオトロン磁場）が完成し実験開始。（1975）
- 昭和 51 年 （5 月）ヘリオトロン E 装置建設に伴い、「超高温プラズマ研究施設」を転換、「ヘリオトロン核融合研究センター」（学内共同教育研究施設、3 部門）設置。超高温プラズマ加熱研究部門新設。（1976）
- 昭和 52 年 核融合炉工学研究部門設置。（計 4 部門）（1977）
- 昭和 54 年 核融合機器制御研究部門（時限 10 年）設置。（計 5 部門）（1979）
- 昭和 55 年 ヘリオトロン E 実験研究棟が竣工し、ヘリオトロン E 装置が設置され実験開始。核融合炉技術開発研究部門（時限 10 年）設置。（計 6 部門）（1980）
- 昭和 56 年 ヘリオトロン DR 装置（高周波加熱の研究を主目的とする補助装置）（1981）
- 昭和 57~58 年 加熱計測装置が整備され、ヘリオトロン E プラズマの追加実験開始。（1982-1983）
- 昭和 57 年 実験・計測研究部門（客員、時限 10 年）設置。（計 7 部門）（1982）
- 昭和 59 年 加熱実験棟竣工。（1984）
- 昭和 60 年 高温プラズマ物理解析研究部門（時限 10 年）設置。（計 8 部門）（1985）
- 昭和 61 年 精密イオン温度計測装置が整備され、ヘリオトロン E プラズマにおける温度測定の高精度化の実験開始。名古屋大学プラズマ研究所より核融合粒子制御研究部門が時限 10 年の残り 2 年間流動部門として移行。（1986）
- 昭和 62 年 不純物制御実験装置が整備されヘリオトロン E プラズマの高性能化の実験開始。（1987）
- 昭和 63 年 超伝導コイル実験装置が整備され、次期大型ヘリカル系装置の基礎研究が開始される。名古屋大学に核融合研究所創設準備室設置。核融合機器制御研究部門が流動部門として研究に参加。核融合粒子制御研究部門が時限到来により名古屋大学プラズマ研究所に返還。核融合機器制御研究部門（時限残り 1 年）が核融合研究所に振替。超伝導開発研究部門（時限 10 年）が設置。（計 8 部門）（1988）
- 平成元年 核融合科学研究所が発足し、核融合炉技術開発研究部門、超伝導開発研究部門が振替。（計 6 部門）（1989）
- 平成 2 年 高温プラズマ物理解析研究部門が核融合科学研究所に振替。（計 5 部門）（1990）

- 平成 4 年 実験・計測研究部門（客員）廃止、ヘリカル系周辺プラズマ研究部門（客員）（時限 10 年）設置。（1992）
- 平成 8 年 研究部門を新設のエネルギー科学研究科およびエネルギー理工学研究所に移行。（1996）

## 京都大学エネルギー理工学研究所

- 平成 8 年 エネルギー理工学研究所発足。附属エネルギー複合機構研究センター設立。（1996）
- 平成 11 年 高度エネルギー機能変換実験装置完成（プラズマ実験施設 ヘリオトロン J、材料実験装置 DuET）。（1999）
- 平成 15 年 エネルギー利用過程研究部門にナノ工学研究分野を新設。（2003）
- 平成 16 年 国立大学法人 京都大学設立。 量子光・加速粒子総合工学研究棟完成。（2004）
- 平成 17 年 ナノ工学研究分野を廃止。（2005）
- 平成 18 年 附属エネルギー複合機構研究センター改組。エネルギー輸送研究分野をレーザー科学研究分野、機能性先進材料研究分野を生物機能科学研究分野に改称。自由電子レーザー施設 KU-FEL 完成。（2006）
- 平成 22 年 核磁気共鳴装置群（NMR）設置。（2010）
- 平成 23 年 文部科学省認定（認定期間平成 23～27 年度） 共同利用・共同研究拠点「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」開始。（2011）
- 平成 24 年 エネルギー貯蔵研究分野をエネルギー基盤材料研究分野、分子集合体設計研究分野を分子ナノ工学研究分野、生物機能科学研究分野を生物機能化学研究分野、生体エネルギー研究分野をエネルギー構造生命科学分野にそれぞれ改称。（2012）
- 平成 28 年 文部科学省認定（認定期間平成 28～33 年度） 共同利用・共同研究拠点「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」開始。（2016）
- 平成 30 年 附属エネルギー複合機構研究センター センター附属研究分野を自己組織化科学研究分野、高温プラズマ機器学研究分野、環境微生物学研究分野（寄附部門）に編成替え。（2018）
- 平成 31 年 粒子エネルギー研究分野を廃止、複合系プラズマ研究分野をエネルギー生成研究部門に編成替え、エネルギー機能変換研究部門にナノ光科学研究分野を新設。（2019）
- 令和 2 年 附属エネルギー複合機構研究センターに広帯域エネルギー理工学開拓研究分野を新設。（2020）
- 令和 3 年 複合機能変換過程研究分野を廃止、機能物性工学研究分野を新設。附属エネルギー複合機構研究センターにバイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門を設置。（2021）

# 1 研究所の概要

## 1.1 理念・目標（第3 中期期間の理念・目標）

本研究所の理念・目標は、発足時の内容を基本にしつつ、これまでの外部評価委員会での議論や指摘を参考にして修正してきた。第2 期の中期目標・中期計画 2010-2015（平成 22～27）年度、第3 期の中期目標・中期計画 2016-2021（平成 28～令和 3）年度の策定において微小の修正を加え、以下に至っている。

**理念：**エネルギー理工学研究所は、「エネルギーの生成、変換、利用の高度化」に関する研究を行うことを設置目的とし、全国の大学やその他の研究機関に所属する研究者の共同利用に供するとともに、人類文明の持続的発展に貢献します。この目的のため、エネルギー需要の増大とエネルギー資源の枯渇、および地球環境問題の深刻化に伴って生じているエネルギー問題の解決を目指した先導的研究を行います。とくに、社会的受容性の高い新規エネルギー源、およびエネルギー有効利用システムの実現を目指します。本研究所が有する多様な学術基盤を生かし、異なる研究領域を有機的に連携させることにより、挑戦的かつ独創的なエネルギー理工学の研究領域の開拓を進めます。

**長期目標：**上記の研究所理念に基づき、以下を長期目標とする。

- (1) 社会の要請に応え、先進的かつ社会的受容性の高い基幹エネルギーシステムの構築と多様なエネルギー選択を可能とするシステムの実現を目指し、学際研究としてのエネルギー理工学に新たな展望を拓く。
- (2) 多様な学術基盤をもつ研究者の連携、および、基礎から応用に至る研究の発展により、世界的なエネルギー理工学研究拠点としての展開を図る。
- (3) 優れた設備群を整備・活用してエネルギー理工学における優秀な研究者と高度な専門能力を持つ人材を育成する。

また、これらの長期目標の達成に向け、以下を中期目標とする。

- (1) 研究所重点複合領域研究として、プラズマ・量子エネルギー複合領域研究、およびソフトエネルギー複合領域研究を推進し、ゼロエミッションエネルギーに関する学術基盤の構築・展開を図る。
- (2) 共同利用・共同研究拠点「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」活動、国際共同研究・国際連携活動の強化・推進を通じ、国内外の研究者・研究機関との連携を深め、地球規模のエネルギー問題に対応できる国際的なエネルギー理工学研究ネットワークのハブ機能を強化する。
- (3) ゼロエミッションエネルギー領域における指導的研究者・技術者等の人材を育成するとともに、学生等の教育を行う。
- (4) 研究成果の積極的な社会還元に努める。
- (5) 産官学連携活動を推進する。
- (6) 研究所の研究成果等をホームページ、公開講演会等を通じて広く社会に発信する。
- (7) これらの目標の達成のために、適切な研究所運営に努める。

これらの中・長期目標に基づいて策定された第3期中期目標・中期計画およびその計画の年度ごとの進捗状況については、別冊資料「京都大学エネルギー理工学研究所第3期中期目標・中期計画関連資料集」に記す。



## 1.2 2018 年度「在り方検討委員会」指摘事項に対する対応

2019（平成 31）年 1 月 12 日開催の「在り方検討委員会」審議、ならびに 2019（平成 31）年 4 月発行の「京都大学エネルギー理工学研究所 外部評価報告書」（別冊資料）で指摘された改善すべき事項・留意事項の要約とそれに対する対応を以下に簡潔に述べる。

### ・ 組織・運営について

在り方検討委員会において、エネルギーの生成、変換、および利用の 3 部門の構成、附属エネルギー複合機構研究センターや共同利用・共同研究の展開など、妥当かつ適切に運営しているとの評価をいただいた一方で、特定教授や客員教授などの積極的な運用による、ポストを増やす努力が必要との指摘があった。期間が前後するが、附属エネルギー複合機構研究センターに寄附部門を設置し、特定教授、特定准教授を配置するなど、継続して積極的な組織運営を進めている。組織としてのミッションについては、プラズマ・量子エネルギーとソフトエネルギーの単純な二軸（重点領域）での説明よりも、各種研究設備の活用と研究分野を関連付けた整理が必要と思われるとの意見を頂いた。関連する事項について、以下の重点複合領域研究において記載している。

### ・ 共同利用・共同研究拠点

在り方検討委員会において、共同利用・共同研究に着実に取り組み成果を挙げているとの評価の一方で、限られた予算・マンパワーを有効に生かし、全体として質・量ともに優れた成果を創出するように計画し、結果を評価することも必要であるとの意見を頂いた。また関連して、提案された課題がどのように評価・選択されているのかが不明確との指摘もあった。これらの意見を踏まえ、共同利用・共同研究課題の採択では世話人を除く複数名で評価を行うこととし、継続の場合、これまでの共同研究での実績を申請書に記載することを求めるなど、具体的な改善を図った。その結果として、表 1.6.17 に示す通りほぼ 100%の採択率となっているが、これは同時に、エネルギー理工学に関する幅広い共同研究を受け入れる理念も踏まえたものであり、前回の評価期間から継続した傾向となっている。

### ・ 研究部門・研究分野の研究

各分野・各部門で活発、多種多様なエネルギー関連研究が展開されているとの評価を頂いた一方で、各分野の研究がバラバラに行われて連携を欠いている印象がある、また今後、分野間・部門間の連携を一層強化することを期待するとの指摘もあった。エネルギー関連研究を広くカバーするという本研究所の特色は維持しつつ、分野や部門間などで連携し、一分野では取り組みが困難な研究課題に挑戦する姿勢も必要である。そのような背景や問題意識から、以下でも触れているように重点複合領域研究の枠組みを設定し、分野間・部門間の連携を強化するための継続的な取り組みを部局として行っている。

### ・ 重点複合領域研究に対する意見

前回の評価においては、プラズマ・量子エネルギー、およびソフトエネルギーという二つの重点複合領域研究の枠組みを再構成した方がよいのではないかと、との意見一方で、領域設定は妥当である、との意見が分かれた。研究所のミッションや時代の要請などにより、重点複合領域研究を継続的に見直す、もしくは再構成することは、部局組織の在り方の根幹にも深く関連するものである。2010（平成 22）年度にそれまでの 3 つの重点複合領域（プラズマエネルギー、バイオエネルギー、光エネルギー）から 2 重点領域（プラズマ・量子エネルギーと光・エネルギーナノサイエンス）に、2017（平成 29）

年度に2重点領域（プラズマ・量子エネルギーとソフトエネルギー）に再構成し、合わせて重点複合領域のあり方についても部局として議論を行った。評価期間3年を1つの期間として見做すとちょうど2期目に相当し、その活動の状況を踏まえながら議論を継続している。部局として、若手を中心に所属研究者間での情報交流の場などを積極的に設け、研究の専門性や部門・分野間の垣根を取り払う取り組みを進めている。実際に、所内の研究者間での共同研究が立ち上がっており、多様な研究者が同時に在籍しているという研究所の利点を生かした研究活動も始まっている。

#### ・ **プロジェクト研究に対する意見**

前回評価においては活発なプロジェクト研究が評価されており、本期間内においてもJST, NEDO, CREST等の多くのプロジェクト研究が維持・継続、もしくは新規に採択されるなど、人材育成を含めて研究・教育の進展に寄与している（1.6.9節にて後述）

#### ・ **財政状況に関する意見**

国立大学法人研究所の置かれた厳しい状況の中、前回評価においてはその努力を評価された一方で、外部資金獲得状況の漸減傾向が懸念された。本期間においては、科研費、JST等の受託研究、産学連携研究のそれぞれで1~2億円程度の良い水準を維持しており、外部資金獲得への継続的な努力を続けている。また、民間機関との共同研究が少ないとの指摘もあったが、これについては期間中においては受託研究も合わせると2億円前後の良い水準を維持できた。

#### ・ **国際連携**

前回評価においては活発な取り組みを評価されており、本期間においても部局間交流協定の締結や国際共同プロジェクトへの参画を積極的に進めた（1.8.1および1.8.4にて後述）。外国人客員教授・准教授については2019（令和元）年度に4名を招へいし、継続して多くの客員を受け入れる予定であったが2020（令和2）、2021（令和3）においては新型コロナウイルス感染症拡大の影響により見送りとなった。（1.8.2にて後述）

#### ・ **教育および社会との連携等**

学部教育については全学共通科目、工学部・電気電子工学科や工業化学科における専門科目教育において前評価期間と同程度の水準を維持した。また、前回の評価においては、エネルギー科学研究科と協力し90名前後の学生数を維持していることが評価された。本期間中にも同等以上の大学院生を受け入れ、学位取得者を輩出している。（1.7.1節にて後述）

広報に関しては、アウトリーチ活動やインターンシップ受け入れなどへの努力を評価されており、継続的な情報発信を維持した。期間後半においては新型コロナの感染拡大の影響でインターンシップ、中高生による施設訪問やオープンキャンパスなどの実地での機会は減少したが、オンラインでの見学会・懇談会やバーチャルでのオープンキャンパスの実施など、これまでとは異なる経路での情報発信・相互のコミュニケーションを増加させることに注力した。

#### ・ **施設整備等に関して**

維持管理・有効管理について良好な評価をいただき、人的支援体制の整備、担当教員の退職等への対応、技術系職員の十分な人員数の確保が不可欠との指摘に沿って維持を継続している。

## 1.3 組織

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 3 研究部門 1 附属センター制を基本として、常に組織の点検と見直しを行い、2022（令和 4）年度概算要求事業の附属カーボンネガティブエネルギー研究センターの設立が認可された。
- ・ 全国共同利用・共同研究拠点として国内・海外との共同研究を進めた。
- ・ 研究所の教員が中心となり核融合に関するベンチャー企業を設立した。
- ・ 広報室の拡充に取り組んだ。
- ・ 女性教員の拡充計画を立案した。
- ・ 若手教員、外国人教員の拡充に取り組んだ。

2006（平成 18）年には、部門・分野間の連携・融合研究支援機能の一層の強化を目指して附属エネルギー複合機構研究センターを改組した。この改組において、分野を横断した複合領域研究（プラズマ・バイオ・光）を重点的に推進するために研究推進部制を導入し、所内研究者がいずれの研究推進部にも参加できる体制とした。2017（平成 29）年度の重点複合領域研究の二領域研究への集約を受けて、研究推進部には、「プラズマ・量子エネルギー研究推進部」と「ソフトエネルギー研究推進部」、および国内外との共同研究ネットワークの強化を目的とする「国際・産官学連携研究支援推進部」を設置し、活動を展開している。各推進部は、それぞれに推進室を機動的に設置することを可能とし、多種多様なプロジェクト研究課題・連携研究を柔軟、かつ効率的に推進するための体制となっている。これまでに、2007（平成 19）～2015（平成 27）年度には ADMIRE エネルギー産業利用推進室、2010（平成 22）～2015（平成 27）年度には次世代太陽電池研究拠点推進室を設置した。

また、所内での研究領域の展開にもなって、2018（平成 30）年度からは附属エネルギー複合機構研究センターに自己組織化科学研究分野、高温プラズマ機器学研究分野を、さらに 2019（令和元）年度から広帯域エネルギー理工学開拓研究分野を配置した。さらに、研究所での産学連携研究を推進するために、エネルギー複合機構研究センターに寄附部門として環境微生物学（2018（平成 30）年度より）、ならびにバイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門（2021（令和 3）年度より）を開設した。

所内研究支援体制を強化するために、2007（平成 19）年度に研究支援部を発足させ、環境安全管理室、情報管理・広報室、技術支援室を設置し、技術支援室に研究の下支えとなる技術職員を体系的に配置した。また、2017（平成 29）年度に情報管理・広報室に図書・出版委員会機能を統合し広報室を設置した。

世界的なゼロカーボンエネルギーへの転換の流れを加速するために、2022（令和 4）年度概算要求において、カーボンネガティブの概念を具象化する研究組織として、附属カーボンネガティブエネルギー研究センターの設立を要求した結果、2022（令和 4）年度からのセンターの運営、人員予算が認可された。これに伴い、将来的な研究所組織の改編についても検討を行う。

前回評価で問題点として挙げられた女性教員の拡充に関しては、女性研究者が働きやすい職場とするために、宇治地区の他部局と協力して女性休憩室の整備や女性用トイレの増設を行った。また、本研究所独自の取り組みとして、教員公募の際に男女共同参画を記載するとともに、女性限定公募を 2021（令和 3）年度に実施し、2022（令和 4）年 4 月より女性教員が着任予定である。さらなる女性教員の拡充のため、第 4 中期計画期間中に女性教員を採用する数値目標を設定した。また、これを達成するために部局経費での特定教員の雇用やインセンティブ制度を検討し、2022（令和 4）年度以降実施する計画を立てた。

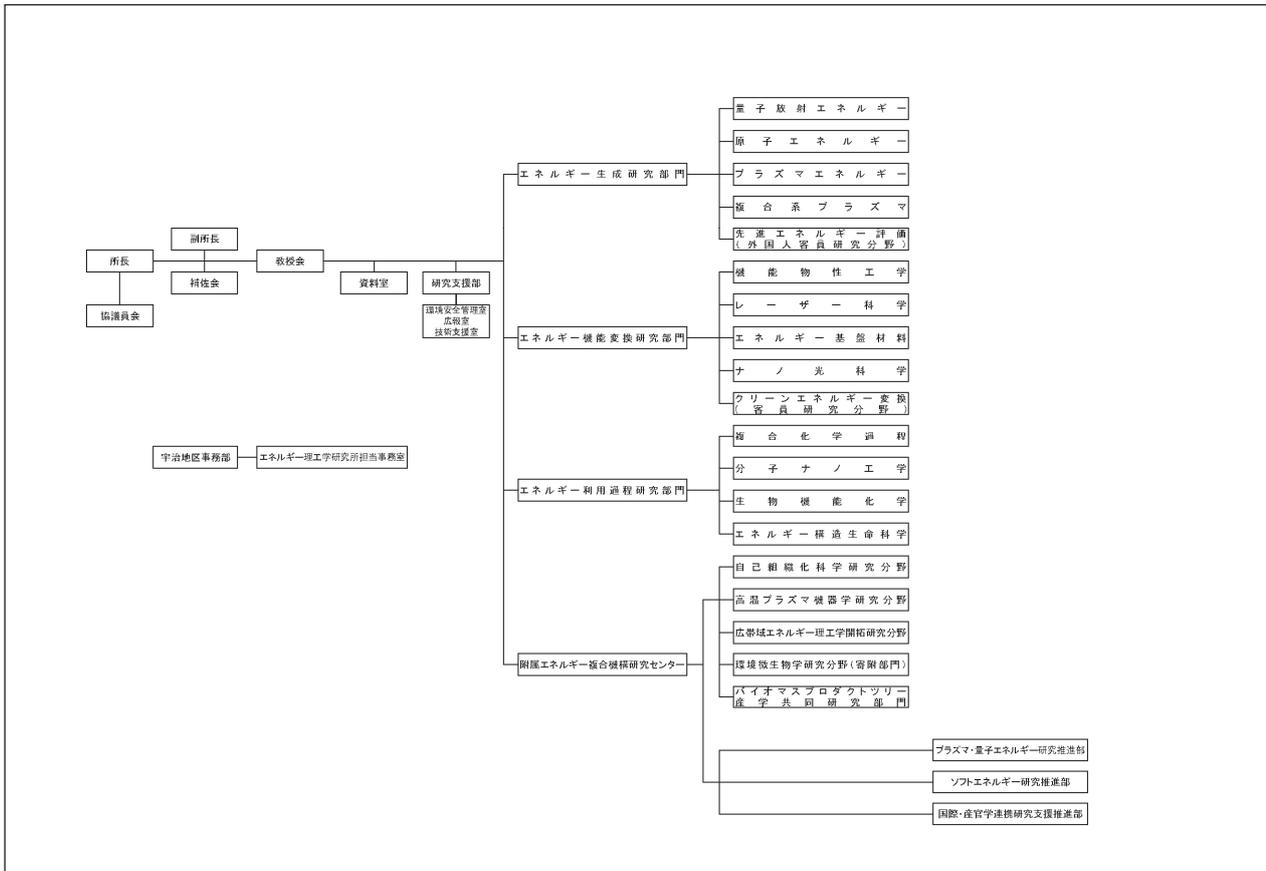
また、同様に指摘のあった若手教員の確保に関しては、2019（令和元）年度第1回若手戦略定員公募（京都大学）に申請し、措置された助教0.5人分が措置された。それを利用し、附属エネルギー複合機構研究センターに設置した「広帯域エネルギー理工学開拓研究分野」に助教1名を採用した。本ポストを利用して採用した助教は、現在、部門（定員ポスト）に配置換えされ、2021（令和3）年度に新たに1名を採用した。なお本ポストで採用された助教には2名のメンター教員を配置して研究遂行を支援するとともに、産学連携や他機関との連携が深められるように支援している。さらに、附属エネルギー複合機構研究センターから、本ポストでの採用を含めた助教に向けた研究費をスタートアップ経費として配分して、自身の主導する研究・共同研究を支援した。

外国人教員に関しては、2020（令和2）年からの新型コロナウイルス感染症の蔓延により、客員ポストをはじめ招へい等のプログラムが停止しており、困難に直面している。このような状況でも、外国人教員を助教として新たに採用、また、特定外国人教員2名を未踏科学研究ユニットにて雇用した。

### 1.3.1 研究教育体制

前節に掲げた理念および目標を実現するために、本研究所には3つの研究部門（エネルギー生成研究部門、エネルギー機能変換研究部門、エネルギー利用過程研究部門）と1つの附属施設として附属エネルギー複合機構研究センター（以下、附属センター）を設置している。研究部門は、部門あたり4研究分野に加え、客員の2研究分野を含めた合計14の研究分野で構成されている（表1.3.1）。また、附属センターには、2018（平成30）年度から新たに寄附部門を研究分野として配置し、現在3研究分野を配している。2016（平成28）年度から2018（平成30）年度までの研究所教職員数を表1.3.2に示す。研究所に所属する研究者は、個々の研究分野・研究者の研究に加え、それらの有機的連携を図る重点複合領域研究（後述）を展開している。附属センターは、この重点複合領域研究をはじめ、部門・分野間の横断的な研究の中核を担う場として活動を展開している。

表 1.3.1 研究組織図



### 1.3.2 教員

本研究所の教員定員と現員数の推移は、表 1.3.2 のとおりである。3 研究部門 1 附属センターにおいて、教授（13 名）、准教授（9 名）、講師（1 名）、助教（11 名）を定員とし、現員数で教授 10 名、准教授 11 名、講師 2 名、助教 13 名（2022（令和 4）年 3 月 31 日現在）の構成となっている。これは表 1.3.3 に示すように、本学の方針による定員数の削減が続いており、研究分野での教員構成を教授・准教授・助教を 1 名ずつとする基本的方針を堅持し、若手教員を確保するために教授ポストのダウンシフトを行わざるを得なくなっている。この結果、現在の教員配置状況は、表 1.3.4 に示すとおりである。なお、教授が在籍していない研究分野が複数存在するため、兼任の教授を配置し、研究・教育のガバナンスを維持するよう努めている。

現教員の平均年齢（表 1.3.5）は、全ての職位でほぼ横ばいである。全ての職位に任期制を導入しており、2019（令和元）年度より 2021（令和 3）年度まで、毎年 1 名の准教授が任期満了に伴い転出した。これに伴い研究分野の改編が行われ、組織のダイナミズムが生じているものの、比較的大型の研究機器の管理に関する円滑な引継ぎが問題となっている。また、過去に退職・転出した教員が残した研究機器が放置されており、新たな研究を開始する際に場所を確保するうえでの妨げになっている。助教に関しては若干の高年齢化が認められ、2021（令和 3）年度に若手教員育成体制を確立するため、現行の任期制を見直し、2022（令和 4）年度に助教に対する新しい任期制を制定、実施する予定である。

教員の流動状況（表 1.3.6）に関して、教授への学内昇任率（エネルギー理工学研究所、または京大他

部局からの昇任者数の全昇任者数に占める割合)は70%であり、また、本学出身者の比率は40%(特定教授を含む)となっており、特に多いとは言えない。教員採用は公募で行われており、公正な審査の結果として、内部昇任者が選ばれたという経緯がある。むしろ内部昇任の場合の方が、研究業績等の評価がより厳しくなる傾向にある。なお、研究業績以外の教育や部局運営への貢献等の実績に関しては、評価対象として考慮されているものの、数値化が困難な場合も多いため、公正な審査を行ううえでの一つの課題と言える。特に優秀な若手研究者、女性研究者、外国人研究者を引きつけ、かつ、育成していくか研究所の運営体制の構築について、継続して検討を行っていく必要がある。女性教員の採用に関しては、2021(令和3)年度に女性限定公募を助教に関して行い、1名を2022(令和4)年度から採用する予定である。さらに、女性教員数を増やすためのアクションプランを2021(令和3)年度に設定し、2022(令和4)年度から実施していく予定である。

一方、研究補助人員に関しては表1.3.7にあるように、常勤の技術・事務職員をこれまで確保してきているが、研究員(常勤・非常勤)の数は減少傾向にある。教員定数の減少とともに、それに合わせた組織運営と体制構築が求められている。

表 1.3.2 教員定員・現員数の推移

区分		2019	2020	2021
教授	定員	13	13	13
	現員	10	9	10
准教授	定員	10	9	9
	現員	13 (1)	13 (1)[1]	11 (1)[1]
講師	定員	1	1	1
	現員	3 [2]	2 [1]	2 [1]
助教	定員	11	11	11
	現員	13 (1)[3]	13 (1)[3]	13 [2]
計	定員	35	34	34
	現員	38 (2)[5]	37 (2)[5]	36 (1)[4]

- ・ 定員は2021年度の数。特定教員、特別招へい教員を含む
- ・ 現員の()は女性教員数で内数、[]は外国人教員数で内数
- ・ 現員は各年5月1日現在

表 1.3.3. 定員削減数の推移

区分	2016	2017	2018	2019	2020	2021
教員		1		1	1	

表 1.3.4 教職員配置

区分	教授	准教授	講師	助教	小計	特定教授	特定准教授	特定助教	特定研究員	技術職員	特定職員	その他職員	小計	合計
エネルギー生成研究部門	3	4	1	3	11		1	1				4	5	16
エネルギー機能変換研究部門	2 [1]	2 [1]	0	3	7 [2]			1	1			7	9	16 [2]
エネルギー利用過程研究部門	4	3	0	4	11		1					8	9	20
附属エネルギー複合機構研究センター	(4)		1	1	2 (4)	1	1			9		9 (2)	20 (2)	22 (6)
資料室	(2)				(2)						1	1	2	2 (2)
共同利用・共同研究推進室	(2)			(2)	(4)					(3)	(1)	2	2 (4)	2 (8)
合計	9 (9)	9 (1)	2	11 (2)	31 (12)	1	3	2	1	9 (3)	1 (1)	31 (2)	47 (6)	79 (18)

- ・ 2021 年度末現在
- ・ ( ) は兼任、[]は客員教員で外数

表 1.3.5 教員現員の平均年齢

区分	2019	2020	2021
教授	56 歳	56 歳	56 歳
准教授 講師	49 歳	47 歳	49 歳
助教	36 歳	36 歳	38 歳

- ・ 2021 年度末現在
- ・ 特定教員を含む。

表 1.3.6 教員の流動状況

区分		2019	2020	2021
教授	転入	0	0	0
	転出	0	0	0
准教授	転入	0	1	1
	転出	1	1	0
講師	転入	0	0	0
	転出	0	0	0
助教	転入	4	1	2
	転出	1	1	1
計	転入	4	2	3
	転出	2	2	1

- ・ 各年度末現在
- ・ 「転入」とはエネルギー理工学研究所教員以外からの採用分
- ・ 特定教員を含む。
- ・ 転出者には定年・早期退職者や内部昇任者を含まない。

表 1.3.7 技術系職員、事務職員、有期時間雇用の職員数推移

区分	2019	2020	2021
技術職員（常勤）	9	9	9
事務職員（常勤）	1	1	1
特定研究員（常勤）	3	2	1
技術職員（非常勤）	8	9	9
事務職員（非常勤）	11	10	12
研究員（非常勤）	10	10	8
労務補佐員（非常勤）	1	1	1
派遣職員（非常勤）	4	3	1
合計	47	45	42

### 1.3.3 資料室・研究支援部（広報室）

資料室は所長直轄の部署として2004（平成16）年度に設置され、所長、副所長と専任の特定職員で構成されている。資料室は、法人評価をはじめとする各種評価に必要なデータを管理・統括し、教員が報告書を作成する際に必要なデータを迅速に提供するなど、研究所運営に必須な所全体に関わる共通業務を担っている。また、資料室の専任職員は、複数の所内委員会に属しており、研究所業務を横断的に支援している。研究所の中期目標・中期計画策定支援、各種評価資料の作成支援、研究所データベース構築のほか、情報の収集分析管理などの部局 IR（Institutional Research）業務を担当している。収集分析している研究所活動資料の主なものとしては、Scival（Scopus）や InCites（Clarivate）などを使用した学術論文リストの分析をはじめ、口頭発表、研究成果、外部資金、共同研究、受賞、プレスリリース、特許、学術交流協定、組織、教育活動、研究集会、国際交流、設備利用状況など多岐にわたる。

広報室は研究支援部（環境安全管理室・広報室・技術支援室）に属する部署で、2017年度に図書・出版委員会と情報管理・広報室が統合されて設置された。それに関連し、研究所の出版・広報活動としては、研究所が刊行する研究所・研究分野の研究成果を詳細に記述した報告書「Research Report」、毎年の部門・分野ごとの研究活動報告書である「Annual Report」、エネルギー複合機構研究センターによる「センター共同研究成果報告書」、ゼロエミッションエネルギー拠点研究拠点による共同研究の年次報告書である「ゼロエミッションエネルギー研究拠点 共同利用・共同研究成果報告書」などがある。このような刊行物のほか、研究所の紹介冊子「研究所概要」や近況活動報告「News Letter」の発行、さらにはインターネットホームページ（<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp>）、SNSによる広報活動がある。なお、ホームページは広報室で管理しており、2017（平成29）年度に大幅な刷新作業を行った。

このほかの研究所広報活動として、本研究所主催の公開講演会、エネルギー科学研究科主催の公開講演会、京都大学研究連携基盤が主催する「京都大学附置研究所・センターシンポジウム」や「丸の内セミナー」、さらには、宇治キャンパス内の他部局と合同で開催する「宇治キャンパス公開」などがある。それぞれの対象は、研究者向けから一般向けまで様々であり、広範囲に広報活動・情報発信を展開している。さらに、多数の高校生、高等専門学校生が研究所見学に訪れており、毎年見学に訪れる学校も少なくない。

## 1.4 運営

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 京都大学エネルギー理工学研究所規程および諸内規等に則り、適正に管理・運営を行った。
- ・ 2016（平成 28）年度からの京都大学全学での学域・学系制度の施行に伴い、定員内教員の人事に関する規程および内規を新たに整備した。
- ・ エネルギー理工学系として初めて女性限定公募を実施した。
- ・ 任期制の運用等により人事の流動性を確保し、高い若手教員比率の維持に努めた。
- ・ 所内の安全衛生管理、環境保全、情報セキュリティの管理を適切に行った。
- ・ 宇治地区、および全学の委員会等に多数参画し、その管理・運営に大きく貢献した。
- ・ 教職員への多岐にわたる管理・運營業務の負担が年々増加しており、業務内容のさらなる効率化やサポートスタッフの拡充が必要と考えられる。
- ・ 2021（令和 3）年 7 月 IAEA 査察対応並びに各種規程・内規、変更承認申請等を適宜行った。
- ・ 研究活動における DX（デジタルトランスフォーメーション）推進の一環として、オンライン会議支援、ペーパーレス化の取り組みを進めた。
- ・ 研究データに関しては、「京都大学 研究データ管理・公開ポリシー」に則り、学術や社会の発展に貢献する知の基盤として、研究データ管理・公開の推進に一層注力することが必要と考えられる。

### 1.4.1 協議委員会・教授会・所長・副所長・センター長・部門長

研究所の運営は、所長および所内外の専任教授から構成される「協議委員会」の議に従うこととしている。協議委員会では、諸規程の制定・改廃、所長候補者の選考、教員人事、財政など、研究所の運営に係る重要事項が審議される。一方で、研究所運営に関する意見集約および報告の場としては、「研究所会議」および「教授会」が設置されている。研究所会議は常勤の研究所全教職員から構成され、教授会は専任教授と特定教授で構成されている（いずれも所長を含む）。これまで、講師以上の職位の研究所専任教員と特定教員から構成される「拡大教授会」も設置していたが、より広く意見集約と報告を行うため、2021（令和 3）年 2 月より拡大教授会での議題と報告事項を研究所会議にて行うこととした。また、宇治地区事務部の事務担当者が、いずれの会合にも参加する。

研究所運営の具体的な事柄についての議論には、専任および併任の教授で組織される「教授会」が中心的な役割を果たす。定例として 8 月を除く毎月 1 回開催されており、必要に応じて臨時でも開催されている。教授会では、学系会議で審議される定員内教員人事に関連する事項を除く、エネルギー理工学研究所の重要事項を審議している。その実務については、所長が定める各種委員会やワーキンググループが担当する。2007（平成 19）年度より、副所長を長とする「研究支援部」を教授会直下に設置し、その中に「環境安全管理室」、「広報室」、「技術支援室」を配している。ここでは、それぞれの室長の下で、労働安全衛生管理、情報管理、広報、技術支援などの業務を行っている。なお、研究所の事務組織は、京都大学事務組織規程の定めに従っている。また、所長のリーダーシップ体制を補佐するため、所長のもとに「補佐会」が設置され、副所長（研究支援部長兼務）、センター長、研究部門長等から構成されている。補佐会では、研究所の企画と運営に関する事項を教授会、協議委員会で審議する前に予備的な検討を行うほか、委託された軽度の日常的な認可事項等処理している。将来を見据えた研究所運営に関しては、研

研究所会議を母体とする「将来構想検討委員会」での検討が行われる。

所長は、京都大学所属の専任教授のうちから候補者が選考される。選考は、エネルギー理工学研究所所長候補選考内規、エネルギー理工学研究所候補者適任者推薦細則等に則って行われる。適任者の推薦のための投票は、研究所の全教員によって行い、研究所全体の意見が反映されるようにしている。推薦された4名の内から、協議員会での選挙によって所長候補者を選出する。所長候補者は過半数の得票者とし、過半数の得票者がいない場合は、上位2名について決選投票し決定する。所長任期は2年であり、再任を妨げない。所長は実務の補佐として副所長1名を専任の教授から協議委員会の内諾を得て指名することができる。なお、エネルギー理工学研究所の発足時からの所長・副所長、ならびに定員内教員人事に関連する事項を取り仕切る学系長とその在任期間についてまとめたものを、表1.4.1に示している。

センター長は、エネルギー理工学研究所附属研究施設長候補者選考内規に則り、所長が指名する。当該研究施設の諸務を総括するとともに、附属センターの運営連絡会を招集して議長を務める。

部門長は、各部門に所属する研究分野担当の専任教授のうちから選出され、部門の諸務を総括している。部門長の任期は原則1年であるが、再任は妨げない。

表 1.4.1 所長・副所長および学系長

在任期間	エネルギー理工学研究所			エネルギー理工学系
	所長	副所長	センター長	学系長
1996.5～1998.3	東 邦夫		大引得弘 (～2002.5.10)	
1998.4～2000.3	井上信幸			
2000.4～2007.3	吉川 潔	山寄鉄夫 (2006.4～)	吉川 潔 ( 2002.5.11 ～ 2003.9.30) 佐野史道 ( 2003.10.1 ～ 2015.3.31)	
2007.4～2007.10	香山 晃	尾形幸生		
2007.11～2007.12	尾形幸生 *所長・事務取扱			
2008.1～2013.3	尾形幸生	水内 亨		
2013.4～2015.3	岸本泰明	木村晃彦		
2015.4～2017.3	水内 亨	木村晃彦	水内 亨	
2016.4～2018.3				水内 亨
2017.4～2021.3	岸本泰明	森井 孝	小西哲之	
2018.4～2022.3				森井 孝
2021.4～	森井 孝	大垣英明	片平正人	

### 1.4.2 学系会議・学系長

京都大学では、「教員人事の一層の透明性と公平性を図りつつ、既存の部局の枠を超えた新学術分野の創出とそれに伴う機動的で効果的な組織再編を促すこと」を目的として、2016（平成28）年度から学域・学系制度が導入されている。本研究所の常勤教員は、自然科学域エネルギー理工学系に所属している。エネルギー理工学系では、教員の採用および承認に関する事項、エネルギー理工学研究所への配置、教員の人事選考方針および定員管理計画の策定、教員の服務およびエフォート管理に関する業務を行っている。そのためのエネルギー理工学系会議は、エネルギー理工学研究所の専任、および併任の教授・准教授および講師で組織される。8月を除く毎月定例のエネルギー理工学研究所会議の後に開催されている。学系会議では、学系長選考、定員内教員人事、学系の規定及び内規の制定、その他学系の運営に関する事項が審議される。

学系長は、エネルギー理工学系の学系会議構成員のうちから候補者が選考される。選考は、エネルギー理工学系長候補者選考内規に則って学系会議における選挙によって行われる。学系長の任期は、京都大学の学系、学域および全学教員部に関する規程により1期2年間で再任可と定められている。

### 1.4.3 教員人事

人材の登用については、国内・国外を問わず広い視野に立って人事交流を図るために、改組以来、一貫して公募により実施してきた。その結果、1996（平成8）年度の改組以来、新規任用専任教員85名中42名については学外から任用するに至っている（2022（令和4）年3月31日現在）。2021（令和3）年度には、エネルギー理工学系として初めて女性限定公募を実施した。2019（令和元）年度から2021（令和3）年度にかけての教員の異動については、昇任が7名、外部機関からの採用が4名であり、転出者は5名、定年退職者は4名である。また、本研究所においては、2002（平成14）年9月より採用した教員（内部昇格も含む）に対して任期制を設けている。任期制教員の再任手続きについては、2005（平成17）年に内規を制定し、これによる評価を行っている。2022（令和4）年3月31日時点で再任評価を受け再任された教員は、教授9名、准教授7名および助教8名となっている（再任後転出した教員も含む）。また、2019（令和元）年度に措置された若手戦略定員（助教0.5人、研究所経費で0.5人分を補完）を利用して、着任時36歳以下の助教（任期7年）を採用している。2016（平成28）年度から本学で導入された学域・学系制度では、本研究所の常勤教員は自然科学域エネルギー理工学系に所属している。

本研究所では、こうした常勤教員のほか、外部資金を基盤とする様々なプログラムを使った特定有期雇用教員や非常勤教員・研究員（その他研究員）を採用している（表1.3.7）。宇治キャンパスの4つの研究所が中心に取り組んだ生存基盤科学研究ユニット（2006（平成18）～2015（平成27）年度）や次世代開拓研究ユニット（2006（平成18）～2012（平成24）年度）、エネルギー科学研究科などとともに取り組んだGCOEプログラム「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点-CO<sub>2</sub>ゼロエミッションをめざして-」

（2008（平成20）～2012（平成24）年度）等の学内プロジェクトのほか、原子力システム開発事業（2005（平成17）～2009（平成21）年度）やADMIREエネルギー産業利用（2007（平成19）～2015（平成27）年度）、太陽電池開発事業（2009（平成21）～2015（平成27）年度）、を始め、JST CREST、科研費、外部資金や大学改革強化推進事業などを使って特定講師、特定助教、特定研究員、リサーチアシスタントなどを採用し、この間、専任教職員だけでは成し得ない機動的な研究を展開している。2018（平成30）年度には、特定教授1名、特定准教授1名からなる寄附部門を附属センターに研究分野として配置した。

また、再配置定員による外国人教員の採用（2014（平成 26）年度）や、本学研究連携基盤未踏科学研究ユニットへの参画による外国人教員の採用（2015（平成 27）年度～）も積極的に行っている。

表 1.4.2 教員の任期制

	対象職名	任期	再任の可否	施行日*1	根拠
全研究部門 附属エネルギー 複合機構研究 センター	教授	10 年	可	2002（平成 14）年 9 月 24 日	京都大学 教員の任 期に關す る規程
	准教授	8 年	可		
	講師	ただし、再任の場 合にあつては 7 年	ただし、1 回限り		
助教	7 年 ただし、再任の場 合にあつては 5 年	可 ただし、1 回限り			
広帯域エネル ギー理工学開拓 プロジェクト	准教授 講師 助教	7 年	否	2019（令和元）年 8 月 1 日	
カーボンニュー トラル学理開拓 プロジェクト	准教授 講師 助教	5 年	否	2021（令和 3）年 7 月 27 日	
カーボンニュー トラル集中探索 プロジェクト	准教授 講師 助教	3 年	否	2021（令和 3）年 7 月 27 日	

\*1：京都大学教員の任期に関する規程：

[https://www.kyoto-u.ac.jp/uni\\_int/kitei/reiki\\_honbun/w002RG00000091.html#joubun-toc-span](https://www.kyoto-u.ac.jp/uni_int/kitei/reiki_honbun/w002RG00000091.html#joubun-toc-span)

#### 1.4.4 研究所内各種委員会

2021（令和 3）年度の研究所内各種委員会を表 1.4.3.に示す。所内委員会の構成は、業務内容の変化への対応、および運営の効率化のために、委員会の追加、統合、名称変更が行なわれ、現在の形となっている。近年の社会から大学への要請の多様化、および国立大学法人として必要とされる労働安全衛生や情報セキュリティ等の管理体制の強化に伴い、各委員会の業務の量と重要性は著しく増大している。それら業務の効率化の努力を継続させてはいるものの、教員への負担は過重になるばかりであり、本務である研究と教育に費やすべき時間が制約される傾向にある。また、職員についても、業務が増加および多様化しているにも拘わらず、定員削減、運営費交付金の削減／使途制限により、十分な人員確保が困難な状況にある。当該部局に限った事項ではないが、研究・教育の質をより向上させるためには、運営費交付金ならびに技術・事務補佐員の不足が恒常的な問題となっている。

表 1.4.3 常置委員会

	名 称	構 成	主な所掌事項
協議員会等	協議員会	専任教授、学内他部局教授	研究所の常務に関する重要事項の審議
	教授会	専任教授	協議員会に諮るべき研究所の管理・運営に関する事項の事前協議
	補佐会	所長、副所長、センター長、部門長、研究支援部長	協議員会・教授会から委譲された審議事項の審議
研究支援部	環境安全管理室	教授、准教授・講師、技術職員、事務	研究所における放射性同位元素管理、核燃料物質管理、安全衛生管理
	広報室	教授、准教授・講師、助教、技術職員、事務	研究所の広報誌の編集・発行、ホームページ管理、見学・インターンシップに関すること
	技術支援室	准教授、技術職員、事務	研究所における機械、電気、情報セキュリティなどに関すること
資料室		所長、副所長、事務	研究所に関するデータ管理
各種委員会	研究所会議	教授、准教授、助教、技術職員、事務	研究所の運営に関すること、研究所全体に係る事項の連絡・調整
	研究所安全衛生委員会	教授、准教授、助教、技術職員、事務	研究所の安全衛生に関する事項の連絡・調整
	講演企画委員会	教授、准教授、助教、事務	
	情報セキュリティ委員会	教員、技術職員、事務	研究所におけるネットワークの管理・運営
	自己点検・評価委員会	専任教授、准教授若干名	自己点検・評価の実施公表
	中期目標・中期計画WG	専任教授、准教授、助教、事務	研究所の中期目標・中期計画の素案作成・年度計画の実施状況点検
	人権委員会	所長、副所長、センター長、事務	人権問題の未然防止、ならびに発生時の対応を協議
	ハラスメント相談窓口	副所長、准教授、助教、技術職員、事務	アカハラ・パワハラ・セクハラなどのハラスメントを受けた者の相談窓口
	放射線障害防止委員会	放射線取扱主任者、他若干名	放射線障害防止
	核燃料物質管理委員会	計量管理責任者、他若干名	核燃料安全管理
	研究所将来構想検討委員会	教員、事務	研究所将来構想検討
	面積利用検討委員会	教員、事務	研究所における共用部分の利用に関する調整機関
	附属エネルギー複合機構研究センター運営協議会	教員（教授会選出）および所外学識経験者等	センターの運営に関する事項の審議
	附属エネルギー複合機構研究センター研究計画委員会・予算委員会	教員（教授会選出）	センターの研究計画に関する事項の審議
	共同利用運営委員会	教員および学内他部局、他機関教員	共同利用による研究の実施に関する重要事項について所長の諮問に応ずる
	共同利用・共同研究計画委員会	教員および学内他部局、他機関教員	公募課題の選定、募集、選考に関し、必要な専門的事項を調査、および審議
設備サポート拠点検討委員会	教授、准教授、助教	宇治地区設備サポート拠点の活動に関する対応	

表 1.4.4 常置委員会開催数

委員会名	委員構成			業務内容	2021（令和3）年 度開催数
	教授	准教授 ・講師	助教		
研究所会議	10	13	13	研究所の運営に関する事、研究所全体に係る事項の連絡・調整	11
研究所安全衛生委員会	10	13	13	研究所の安全衛生に関する事項の連絡・調整	11
講演企画委員会	1	1	1	研究所主催の公開講演会の企画・立案・実施	3
情報セキュリティ委員会	2	8	3	研究所におけるネットワークの管理・運営	1
自己点検・評価委員会	10			自己点検・評価の実施公表	2
中期目標・中期計画WG	8	5		研究所の中期目標・中期計画の素案作成・年度計画の実施状況点検	4
人権委員会	3			人権問題の未然防止、ならびに発生時の対応を協議	0
ハラスメント相談窓口	1	2		アカハラ・パワハラ・セクハラなどのハラスメントを受けた者の相談窓口	-
放射線障害防止委員会	6	3	4	放射線障害防止	1
核燃料物質管理委員会	3	2		核燃料安全管理	1
研究所将来構想検討委員会	10	13	13	研究所将来構想検討	1
面積利用検討委員会	7	6		研究所における共用部分の利用に関しての調整機関	5
附属エネルギー複合機構研究センター運営協議会	2			センターの運営に関する事項の審議	0
附属エネルギー複合機構研究センター研究計画委員会・予算委員会	7	10		センターの研究計画に関する事項の審議	1
共同利用運営委員会	4			共同利用による研究の実施に関する重要事項について所長の諮問に応ずる	4
共同利用・共同研究計画委員会	1	3		公募課題の選定、募集、選考に関し、必要な専門的事項を調査、および審議	4
設備サポート拠点検討委員会	4	1	1	宇治地区設備サポート拠点の活動に関する対応	2

### 1.4.5 (RI) 放射線発生装置、X線及び核燃料物質の管理

放射線発生装置、X線発生装置の安全管理に関しては、エネルギー理工学研究所放射線障害防止委員会を中心に放射線障害の防止に関する安全管理組織（2020（令和元年）年7月まで図1.4.4、同年8月より図1.4.5）を構築し、エネルギー理工学研究所予防規程、および事業所内規に則って取り扱っている。この組織は、全学的な放射性同位元素等管理委員会と放射性同位元素総合センターの支援を受けて運営されている。本研究所の放射性同位元素等実験従事者は、年度によって多少変動するものの約50名、エックス線発生装置取扱者は約40名であり、これに加え、所外共同研究者約80名（放射線：約60名、エックス線：約20名）が従事者となっている。事業所従事者の安全管理のために、2022（令和4）年3月時点で6名の第1種放射線取扱主任者を配置している。規程に則り、新規従事者には新規教育訓練（放射

性同位元素総合センターで年数回実施される)を行い、また継続従事者には年1回の再教育訓練を行っている。また、海外からの共同研究者には、独自の教育訓練も京都大学放射線障害防止委員会の許可のもとに行っている。全ての従事者に対する健康診断も定期的に行っている(年2回)。各放射線発生装置の管理区域では、法令に基づき年2回の線量測定を実施するとともに、年2回の自主点検を行っている。不定期に行われる原子力規制庁による立ち入り検査の他に、年1回全学的に実施される放射線障害予防小委員会による立ち入り検査により、入退室記録等の必要書類の点検および管理区域の維持管理状況の確認がなされ、安全管理の徹底を図っている。

2010(平成22)年4月から、宇治地区4部局の非密封RI実験施設を統合した共同RI実験施設が設置され、化学研究所の管理下に置かれており、エネルギー工学研究所からも1名、放射線取扱主任者を運営委員として管理・運営に携わっている。

図 1.4.4 放射線障害の予防に係る安全管理体制（2019（令和元年）年7月まで）

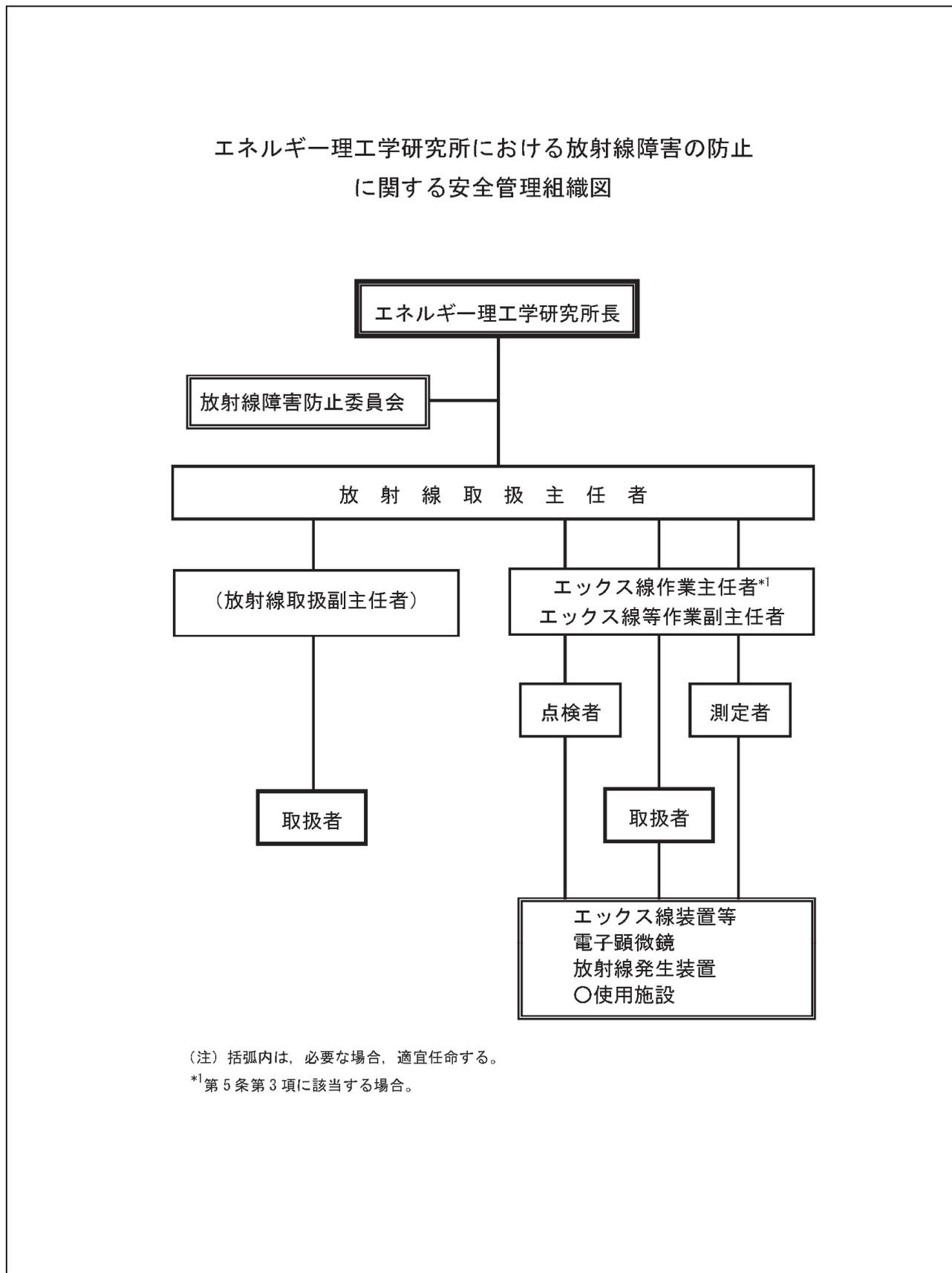
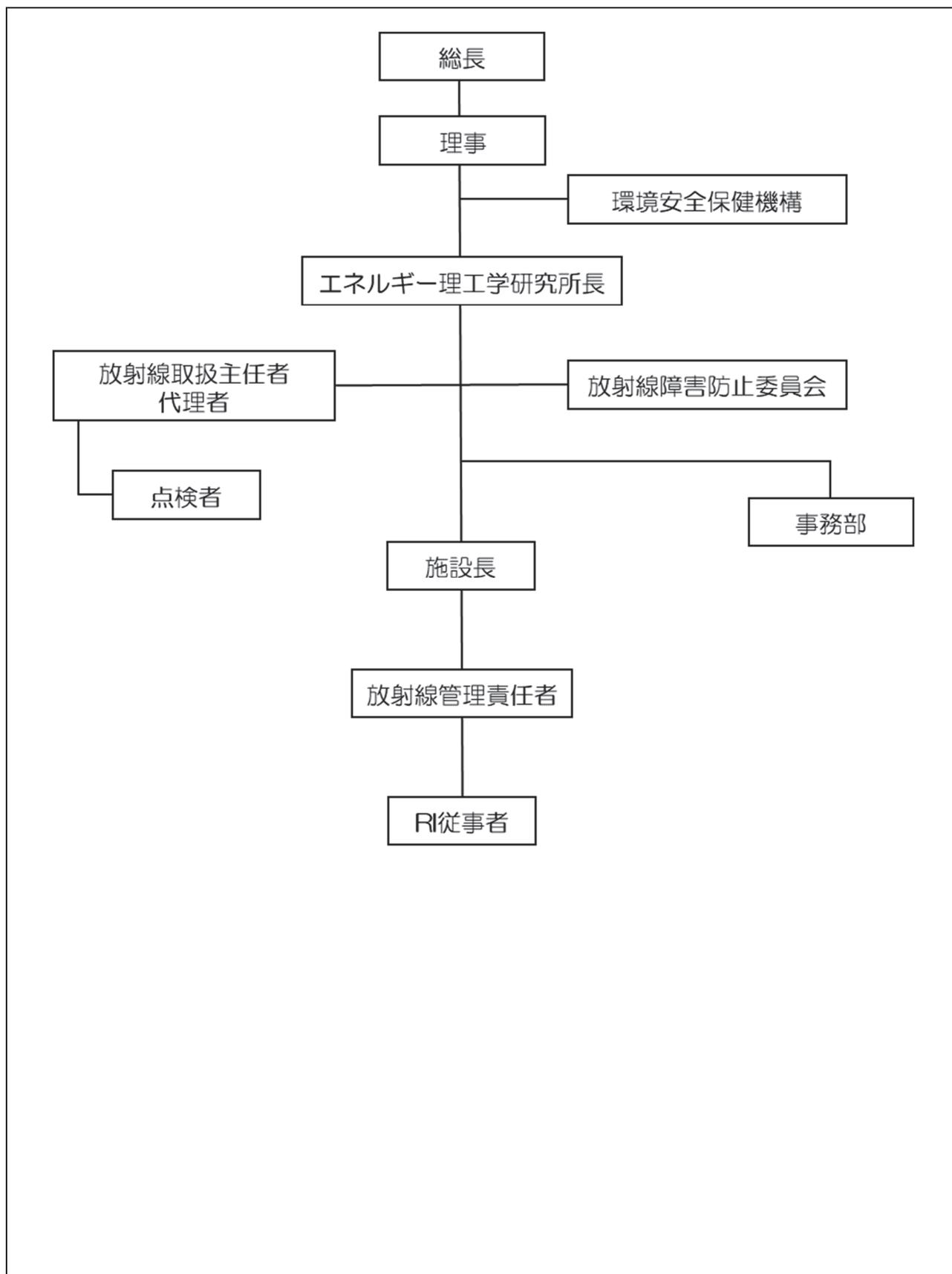
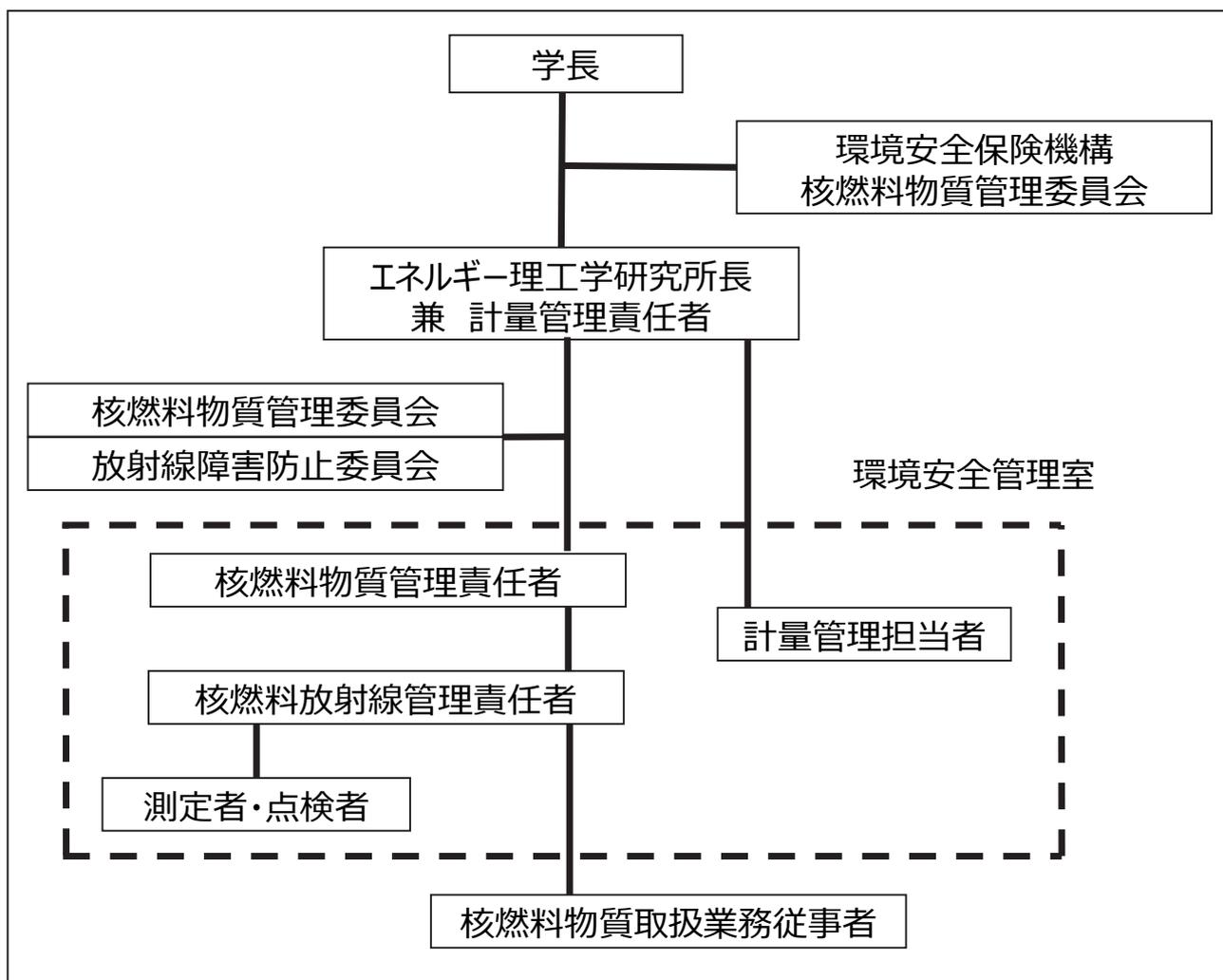


図 1.4.5 放射線障害の予防に係る安全管理体制（2019（令和元年）年 8 月より）



核燃料物質の安全管理に関しては、エネルギー理工学研究所核燃料物質管理委員会を中心に核燃料物質管理体制（図 1.4.6 参照、2022（令和 4）年 3 月現在）を構築し、エネルギー理工学研究所核燃料物質取扱基準及び計量管理規定に従って取り扱っている。この組織は、全学的な核燃料物質専門委員会と放射性同位元素総合センターの支援を受けて運営されている。本研究所の核燃料物質取扱業務従事者は 5 名に限定しており、取扱業務も保管管理業務に限定して、保有する核物質の厳重な管理を行っている。法令に則り、新規従事者には新規教育訓練（放射性同位元素総合センターで年 1 回実施される）を行い、また継続従事者には年 1 回の再教育訓練を行っている。さらに独自の教育訓練も行っている。全ての従事者に対する健康診断も放射線業務従事者と同様に定期的に行っている（年 2 回）。核物質貯蔵室、および実験室は法令に基づき毎月 1 回の線量測定と汚染検査を実施するとともに、年 2 回の自主点検を行っている。不定期に行われる国際原子力機関（IAEA）、および原子力規制庁による立ち入り検査のほか、3 年に 1 回全学的に実施される核燃料物質専門委員会小委員会による立ち入り検査により、入退室記録等の必要書類の点検、および管理区域の維持管理状況の確認がなされ、安全管理の徹底を図っている。また、年 1 回の計量管理報告を、棚卸作業を行って実施している。

図 1.4.5 核燃料物質管理体制



#### 1.4.6 情報基盤

情報通信技術はもはや単なる支援ツールではなく、研究上不可欠な基幹設備となっており、その重要性はますます高まっている。その一方で、技術の誤用・悪用の危険性も高まっており、情報セキュリティの観点からの適切な運用が求められている。当研究所では所内委員会として、所内ネットワーク委員会・拡大図書委員会を組織し、所内におけるインターネット接続やホームページを通じた情報発信に取り組んでいる。さらに、世界的な「情報セキュリティ」の重要性の高まりに伴い、本学における情報基盤運用規定に沿う形で2017（平成29）年に情報セキュリティ委員会を設置し、適切な運用に努めている。また、ホームページ運用については、2017（平成29）年より広報室に移管している。

情報セキュリティに関する意識向上の一環とし、当研究所では研究所会議の場で、情報セキュリティ関連のe-Learning受講を呼びかけるほか、個別に受講依頼を継続して行っている。これにより、配属学生も含め構成員における高いe-Learning受講率を維持しており、今後もこれまで同様に情報セキュリティに関する意識向上を図っていく。また、特に緊急・危険性の高いセキュリティ案件が多発する際には、適宜研究所会議でのアナウンスやメールによる注意喚起を徹底し、対応を強化している。

一方、ソフトウェアライセンスに関して、アンチウイルスソフトウェアや、多くの教職員・学生が使う基本的なツールについては、部局独自にサイトライセンス契約を締結することにより、公正な利用を促す対策を講じている。サイトライセンス契約は利便性の向上のみならず、セキュリティ対策ソフトウェア提供によるセキュリティ向上と潜在的なソフトウェアライセンス不正利用の可能性低減にも効果的に寄与しているものと考えられる。また、ソフトウェアライセンス等の適切な運用については、研究所独自の自己点検体制を整備し、ライセンス管理、情報端末管理、情報取り扱いが適切に行われているかを常に把握するようにしている。

新型コロナウイルス蔓延前から研究所共通の情報基盤整備として、タブレット端末やWEBカメラシステム等の導入を進め、オンライン会議支援・会議のペーパーレス化・所内データストレージの整備を進めている。さらに、新型コロナウイルスの蔓延に伴い、対面による会議・研究会への制約が増える中、これ情報基盤を積極的に活用するとともに、さらなる整備をすすめたことで、研究者交流に関する活動の低下を補うことができたことは特筆に値する。

また、今後研究に関するDX（デジタルトランスフォーメーション）の流れを率先して研究活動に反映できるように、宇治地区情報基盤整備ワーキンググループとの連携を進めている。課題の洗い出しや中長期における対応を検討し、本学情報環境機構への要望として取りまとめたうえ、部局の取り組みとして館内無線LAN無電波エリアの解消に向けて、無線端末を複数導入したほか、オンライン会議支援設備を強化した。

## 1.5 財政状況（評価対象期間における特記事項）

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 科学研究費補助金においては、対象期間中常に 1.3 億円（年間）を超えた額が採択された。
- ・ 受託研究・受託事業については、1.5 億～2 億円の範囲を維持した。
- ・ 産学連携経費についても増進させ、2 億円前後の水準を維持した。

### 1.5.1 研究所活動経費

2019（令和元）年度から 2021（令和 3）年度までの（研究所決算額）の推移を表 1.5.1 に示す。研究所活動経費に対して、運営費交付金による人件費・物件費が、約 6 割程度を占めている。それ以外の外部資金等の研究費（科学研究費助成事業等、産学連携等研究費、寄附金、機関経理補助金）が、残り 4 割程度の割合で全体として推移している。研究費に関しては、年度ごとの変動はあるものの概ね 5 億円前後で推移しており、予算状況の厳しい中、積極的に競争的外部資金の獲得に向けた努力を行っている結果が、反映されていると考えられる。その内訳は、産学連携等の研究費の占める割合が、全体のほぼ 1/4 以上を維持している。また、科学研究費助成事業等については、学術変革領域研究（計画研究）・基盤研究（S）などの大型予算の獲得に加えて、全体的な採択率の向上もあり、毎年約 1.4 から 1.7 億円超を獲得している。その一方で、国家予算の逼迫に伴う運営費交付金の法人化以降のシーリングを含め、今後、予算状況は厳しさを増すことが予想されており、継続的な努力は必要であろう。

現状では、定常的な外部資金の獲得により、分野研究を推進するとともに先端研究施設を整備することができ、先導的、学際的なエネルギー理工学の研究拠点としての活動の精力的な展開に繋がっている。また、それらの施設・装置は、2011（平成 23）から開始した共同利用・共同研究拠点事業の継続的な推進にも貢献していると言える。

以降、経費別に財政状況およびその推移について示す。

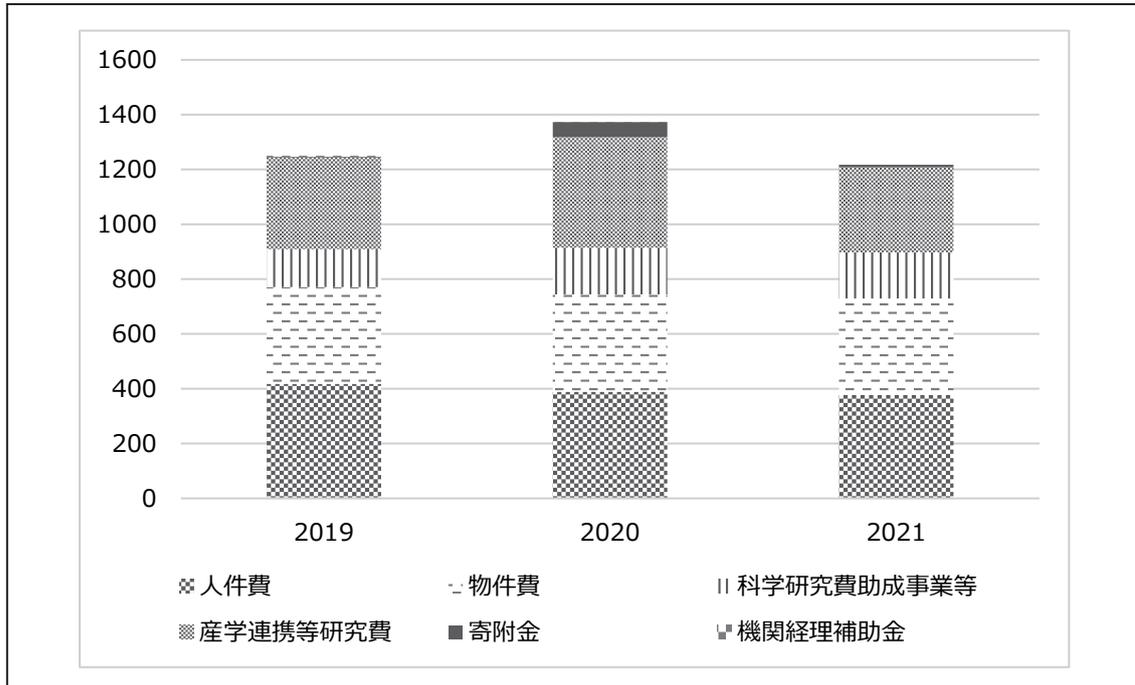
表 1.5.1 研究所活動経費の推移

[単位：百万円]

年度	2019	2020	2021
人件費	418	389	377
物件費	353	355	352
科学研究費助成事業等	138	171	169
産学連携等研究費	335	403	310
寄附金	3	55	9
機関経理補助金	3	1	0
研究費合計	1,250	1,374	1,217

図 1.5.1 研究所活動経費の推移

[単位：百万円]



## 1.5.2 運営費交付金等

運営費交付金は、法人化以降のシーリング（毎年 1.6%減）による総額の削減とそれに伴う定員削減により、人件費、物件費とも減少傾向が続いている。比較のために、10 年前の 2011（平成 23）年時点と比較して、人件費と物件費を合わせて、およそ 2.2 億円の減額となっている。評価期間中の人件費の増減は、基本的には退職・移動・昇任・採用による教員の現員数に連動しているが（表 1.3.2.参照）、給与水準が全体として抑制傾向にあることは考慮すべきことである。具体的には、大学本部から求められている定員削減方針に従って、2019（令和元）年と 2020（令和 2）年に准教授相当（2.0 ポイント）の 2 ポスト分を削減している。その一方で、本評価期間中に申請した、若手重点戦略定員(0.4 ポイント分)が措置された。また教員以外についても、技術職員の定年退職（再雇用）に伴う、減少分による影響なども含まれている。

なお、物件費は評価期間中、ほぼ一定の額で推移している。京都大学内の競争的な資金である全額経費に関して、他部局および京都大学宇治地区との関連により、平均して一定額の獲得に成功している。また、文部科学省共同利用・共同研究拠点事業（ゼロエミッション共同研究拠点）を継続して進めており、それに伴って措置されている経費も含まれている。

## 1.5.3 科学研究費助成事業

科学研究費助成事業の採択状況の推移を表 1.5.2 に示す。

科研費（直接経費）の合計の推移をみると、2019（令和元）年度から 2021（令和 3）年度にかけて採択件数は 39 件から 35 件に微減したものの、金額については 1 億円強から 1.4 億円強へと大幅に増大した。これは内訳の通り、予算額の大きい学術変革領域研究(A)（計画研究）や基盤研究(S)の獲得によるものと言える。また、基盤研究(A)についても、年度ごとの変動があるものの、常に一定数が採択されている。

若手研究については、2021（令和 3）年度が前年度に比して半減している。これは、科学研究費助成事

業の制度変更に伴い、若手を対象とした比較的大型の若手研究（A）が廃止され、基盤研究に移行したためであると考えられる。実際に、同程度の予算規模といえる基盤研究（B）や（C）は増加していることから、それが裏付けられている。その影響が含まれているものの、制度変更前の2019（令和元）年度と比較して、2021（令和3）年度は基盤研究（B）や（C）の採択数が着実に増加しており、全般的に採択率が向上していることが伺える。その一方で、博士課程学生や学位取得後の若手研究者を対象とした特別研究員奨励費については、年度ごとの多少の増減はあるものの、ほぼ一定数の採択にとどまっている。しかしながら、部局の大きなミッションの一つである次世代の研究者育成の観点からすれば、その数が増加してゆくことが望ましい。

全体として、前回の自己点検報告に基づく外部評価では、漸減傾向にあることが懸念されるとの指摘があったが、本期間においては質・量ともに十分な水準を達成しており、これの維持やさらなる発展に向けた努力を継続するのが適切と判断される。

表 1.5.2 科学研究費助成事業の採択状況（研究代表者）

[単位：百万円]

年度		2019	2020	2021
新学術領域研究（研究領域提案型）	件数	4	1	0
	金額	7.9	3	0
学術変革領域研究(A)	件数	0	0	2
	金額	0	0	36.1
基盤研究(S)	件数	1	2	1
	金額	22.4	54.7	29.2
基盤研究(A)	件数	4	4	2
	金額	20.3	16.8	10.2
基盤研究(B)	件数	7	7	10
	金額	21.7	31.5	40
基盤研究(C)	件数	3	6	7
	金額	2.6	8.9	6.3
若手研究	件数	10	10	5
	金額	18.9	9.8	8.5
挑戦的研究（萌芽）	件数	6	5	4
	金額	11.5	11	9.7
特別研究員奨励費	件数	4	2	3
	金額	3.3	2	2.6
合計	件数	39	37	35
	金額	108.6	120.5	142.6

- ・ 2020年度の基盤研究(S)は同一研究者の別研究課題であり、2020年9月に新たに新規採択された。

### 1.5.4 受託研究・受託事業

受託研究・受託事業の件数と金額の推移を表 1.5.3 に示した。年度ごとの変動があるものの、総数としては 20 件強、総額としては 1.5 億～2 億円の範囲で推移している。それぞれ、具体的な研究プロジェクトとその概要については、1.6.9 プロジェクト研究の項目で説明する。科学技術振興機構（JST）事業については、期間内の総事業費が増大傾向であったにもかかわらず、件数・金額とも減少した。国の策定した戦略目標との関係があり、常に所内の研究者の研究テーマに該当する事業があるとは限らないが、学術研究支援室（KURA）などの支援を受けながら積極的な情報収集を行うなど、応募、ならびに採択に向けた努力は必要であろう。また、件数は少ないものの新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の事業など、社会実装やそれに向けた調査研究などで一定の採択があり、今後、研究成果の社会還元の観点からも、その数と金額を増やす努力と取り組みは必要であろう。上述した内容とも関連し、民間企業との受託研究など、採択数・金額ともに増加してゆくことが望ましい。

その他の受託事業については金額が増大傾向にあるものの、その件数は 1～3 件と比較的少数であり、今後も一層の新規資金獲得の努力が必要である。

表 1.5.3 受託研究・受託事業の内訳

[単位：百万円]

年度		2019	2020	2021
科学技術振興機構（JST）	件数	11	9	8
	金額	115	105	72.3
日本学術振興会	件数	2	2	2
	金額	22.2	16.5	16.4
新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)	件数	2	2	2
	金額	8.1	35.3	34.6
日本医療研究開発機構(AMED)	件数	4	5	4
	金額	8.8	12.4	8.7
国際協力機構（JICA）	件数	2	1	1
	金額	1.5	0.6	0.6
大学	件数	1	1	1
	金額	7.7	8.5	13
民間企業	件数	1	1	3
	金額	1.8	9.1	9.8
財団	件数	1	0	0
	金額	3.4	0	0

### 1.5.5 産学連携研究、奨学寄附金

民間等との共同研究による産学連携研究費の受け入れは、年度ごとの変動があるものの総額としては 2 億円前後を維持しており、重要な財源となっている。産学連携事業をさらに推進するために、宇治地区事務部 研究協力課 産学連携掛や学術研究支援室（KURA）宇治キャンパスサテライトオフィスとも連携を

すすめており、各種研究費制度の公募開始などを月例の研究所会議で紹介するなどの周知を行っている。

その内訳として、産学連携経費については、2019（令和元）、2020（令和2）年の20件前後から、2021（令和3）年の10件に半減したものの、金額は2億円弱でほぼ一定で推移している。また、民間あるいは各種財団等からの研究助成金を含む奨学寄附金の受け入れは、年度ごとに増減はあるものの概ね年間5件程度で増加傾向にある。特に財団助成金については、近年、応募者が増加傾向にあり採択率が全般的に下がっているが、主に若手研究者を対象としているものの多く、その数が増加している点は望ましいことである。また、寄附部門については関係する期間中変わらず1件であったが、その金額は増加した。

表 1.5.4 奨学寄附金、産学連携経費の内訳

[単位：百万円]

年度		2019	2020	2021
産学連携経費	件数	23	27	10
	金額	173	204	188
政府資金	件数	4	1	1
	金額	2.8	0.6	0.3
奨学寄附金（財団等）	件数	4	6	6
	金額	2.8	4.7	6.1
寄附部門	件数	1	1	1
	金額	20	21	29

### 1.5.6 間接経費（研究所配当分）

間接経費の受け入れは、科学研究費助成事業および受託事業の割合が大きい。それぞれの項目で詳しく説明したように、期間中のこれらの受入れがそれぞれ約1.1億円～1.4億円および1.7億円～1.9億円（いずれも直接経費として）と安定して推移したことによる。特に、評価期間中は4千万円前後を維持した。

表 1.5.5 間接経費（研究所・研究者配当分）の内訳

[単位：百万円]

年度	2019	2020	2021
科学研究費助成事業	13.5	15.1	15.7
産官学連携推進経費	6	9.3	3.5 (1.6)
受託事業	16.6	18.5	17.7
その他補助金間接経費	0.2	0	0
計	36.3	42.9	36.9

- ・ 2020年度までの産官学連携推進経費は産連本部のみの徴収で、2021年度より部局への配分が開始された。2021年度の（）内の数字は、研究所・研究者配当分の内訳である。
- ・ 受託事業の研究拠点形成事業（A）（B）は間接経費ではなく、管理費として全額研究室に配分される。

## 1.6 研究活動

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 原著論文数は、教員一人あたり年間約3報のレベルを維持している。
- ・ 総説・著書の教員一人あたりの発表数がやや少ないため、発表数を増加させる努力が必要である。
- ・ 国際会議・国内会議における招待講演数は、新型コロナウイルス蔓延の影響により、2020（令和2）年度および2021（令和3）年度は大きく減少した。
- ・ 主催・共催した国際会議・国内会議数は、新型コロナウイルス蔓延の影響により、2020（令和2）年度および2021（令和3）年度にやや減少したが、オンライン化やハイブリッド化への対応を積極的に進めたため、一定数を維持できた。
- ・ 幅広い研究分野の多くの学会において、当研究所の教員が学会運営の中核として、研究者コミュニティの発展に大きく貢献した。

### 1.6.1 論文・総説・著書執筆

原著論文・総説・著書等の執筆は、研究成果等を公表することで学術領域の発展に貢献するという意義があり、その件数は、その貢献度合いの最も明確な指標の一つとしてとらえることができる。自己点検評価期間における当研究所の教員が発表した、審査付論文数を表1.6.1に、会議議事録・総説・著書の発表数を表1.6.2に示す。原著論文については、2021（令和3）年度に大きな落ち込みが見られているものの、教員一人あたり年間3報程度であり、一定の水準を維持していると考えられる。この落ち込みは、新型コロナウイルスの蔓延により国際会議数が大幅に減少し、会議での成果発表の機会が相当数失われたため、研究成果の公表様式が変化しことが一部の研究分野での論文発表件数に反映したものである。2022（令和4）年度以降も、新型コロナウイルス蔓延の影響がある程度残ることが想定されるが、国際会議開催回数に依存せずに原著論文を発表する研究様式への転換に各教員が意識的に取り組み、学術への貢献度を維持できるように努めることが望ましい。

会議議事録・総説・著書についても、原著論文と同様2021（令和3）年度に大幅な落ち込みが見られた。その内訳から、会議議事録数が大幅に減ったことに起因していることが見て取れる。会議議事録を除けば、年度ごとの揺らぎはあるものの、おおよそ一定の発表数を維持しているものと思われる。特に、総説や著書については、学術への貢献にとどまることなく、幅広い意味での社会還元として、「エネルギー研究」の重要性を示し、当研究所の意義を一般に示すことにつながるため、今後、総説・著書の発表数を増加させるような所内取り組みを進めることが望ましい。

表 1.6.1 査読付き論文の発表数

	2019	2020	2021
原著論文	115	126	87
教員一人あたりの年間論文数	3.0	3.4	2.4

- ・ 各年度のエネルギー理工学研究所全体の論文数を教員数（表1.3.2）で割った値

表 1.6.2 会議議事録・総説・著書の発表数

	2019	2020	2021
会議議事録	15	8	3
総論文・解説	3	9	5
著書・訳書	1	3	2
各種報告書	0	3	0
その他	1	2	1
総計	20	25	11

## 1.6.2 国際会議・国内会議における招待講演

国際会議、および国内会議において、当研究所の教員により行われた招待講演数の推移を表 1.6.3 と 1.6.4 にまとめた。新型コロナウイルスの蔓延により、国際会議・国内会議ともに 2020（令和 2）年度には多くが中止となったほか、2021（令和 3）年度においても現地開催が見送られ、オンラインまたはハイブリッドでの縮小開催になるなどの影響が顕著に表れている。新型コロナウイルスの影響のない 2019（令和元）年度の招待講演数に着目して分析を行うと、国際会議における招待講演数が国内会議での招待講演数の 1.5 倍を超えており、当研究所の研究者が国際的に高い評価を得ていることがうかがえる。なお、新型コロナウイルスの影響があるものの、2021（令和 3）年度には、ハイブリッド化・オンライン化による会議開催数回復に伴い招待講演数も伸びを示している。

表 1.6.3 国際会議での招待講演数

	2019	2020	2021
国際会議での招待講演数	38	7	22
教員一人あたりの講演数	1	0.2	0.6

- ・ 2020 年は新型コロナウイルスの世界的な蔓延により、ほとんどの学会が開催されなかった。
- ・ 2020 年度、2021 年度はオンラインでの講演数を含む。

表 1.6.4 国内会議での招待講演数

	2019	2020	2021
国内会議での招待講演数	22	16	15
教員一人あたりの講演数	0.6	0.4	0.4

- ・ 2020 年は新型コロナウイルスの世界的な蔓延により、多くの学会が開催されなかった。
- ・ 2020 年度、2021 年度はオンラインでの講演数を含む。

### 1.6.3 主催・共催した国際会議・国内会議

当研究所の教員が主催・共催した国際会議、国内会議の数を、表 1.6.5 と表 1.6.6 にまとめた。新型コロナウイルスの蔓延にもかかわらず、2020（令和2）年度、2021（令和3）年度と会議主催件数の低下はあまり見られていない。当研究所では、所内講演会・報告会等のオンライン化やハイブリッド化への対応を、新型コロナウイルス蔓延の初期段階から積極的に推進してきた。そのため、オンライン会議運営の実施方法が教員間で共有できていたほか、研究支援部による会議運営支援が可能な体制を早期に構築できたことがその背景として考えられる。そのため、新型コロナウイルス蔓延期間においても、研究コミュニティの発展に大きな貢献ができたと考えられる。今後も国際・国内研究者コミュニティのハブとしての活動の一環として、積極的に会議を主催・共催することが望まれる。特に、会議の主催は研究者コミュニティの構築・発展において重要な位置を占めており、当研究所の存在感を示し、高めていくうえで重要なものと位置づけ、支援体制の強化を継続して行うことを計画している。

表 1.6.5 主催・共催した国際会議の数

	2019	2020	2021
主催	7	5	4
共催	10	9	2

表 1.6.6 主催した国内会議の数

	2019	2020	2021
主催	3	3	1

### 1.6.4 所属学会と学会における役割

当研究所の教員が役員に就任している国際学会・国内学会数を表 1.6.7 に、また学会名とそこでの役割を表 1.6.8 および表 1.6.9 にまとめた。幅広い研究分野の多くの学会において、学会運営の中核として研究者コミュニティの発展に当研究所の教員が大きな貢献を行っていることを示している。

表 1.6.7 国際学会・国内学会等の役員

	2019	2020	2021
国際学会	10	7	7
国内学会	17	14	16
合計	27	21	23

表 1.6.8 国際学会等の役員

学会名	役割
Turkish Accelerator and Radiation Laboratory at Ankara	International Machine Advisory Committee
Asia Committee for Futyre Accelerators	member
External Assessor for Master of Renewable Energy	member
Renaissance Fusion Founder and CTO	Member of the Advisory Board
International Energy Agency	Stellarator-Heliotron Executive Committee Member
CSW/ISCS2019	CSW2019 プログラム委員
RPGR2019	RPGR2019 組織委員
The 39th International Free Electron Laser Conference (FEL2019)	Scientific Program Committee
Rural Electrification Workshop in KL	議長
Workshop on Current Status of Renewable Energy in Myanmar and Key Recommendations	組織委員
JASTIP WP2 Workshop on Photocatalysis for Energy and Environment	副議長
The 5th JASTIP-WP2 Annual Workshop	議長
e-Asia WP5 Group Workshop "Integrated Biorefinery of Sugarcane Trash"	議長
The Electrochemical Society, Electrodeposition Division	Members-at-Large
International Meeting of Molecular Electronics	Scientific Committee
The 22nd Meeting of the International Society of Magnetic Resonance (ISMAR)	実行委員会委員、プログラム委員会委員長
The 9th Asia Pacific NMR Symposium (AP-NMR)	組織委員会副委員長
PLADyS International Seminar	委員長
Pre-virtual CWGM	委員長
22nd International Society of Magnetic Resonance Conference	プログラム委員長、実行委員、組織委員
60th Annual Meeting of the Nuclear Magnetic Resonance Society of Japan	世話人

表 1.6.9 国内学会等の役員

学会名	役割
(独) 国際協力機構	アセアン工学系高等教育ネットワークプロジェクト・フェーズ4 分野幹事大学委員
日本原子力学会関西支部	幹事
日本加速器学会	評議員
京都フュージョンリアリング (株)	取締役
海洋インバースダム協会	代表理事・副会長
日本物理学会	代議員
フラーレン・ナノチューブ・グラフェン学会	幹事・副会長
日本保全学会	西日本支部 役員会幹事 (事務局長)
特定非営利活動法人 シンビオ社会研究会	理事
光物性研究会	組織委員
電気化学会関西支部	幹事
電気化学会関西支部	常任幹事
電気化学会	代議員
日本ケミカルバイオロジー学会	世話人
日本核酸化学会	評議員
日本化学会 生体機能関連化学・バイオテクノロジーディビジョン	幹事
日本核磁気共鳴学会	理事
日本核磁気共鳴学会	評議員
日本核磁気共鳴学会	幹事
第16回日本加速器学会年会	実行委員長

### 1.6.5 特記すべき論文

エネルギー理工学研究所では、理学から工学にわたる幅広い分野の研究が進められており、教員は、論文発表や特許出願、産学共同研究等、様々な形で学术界、産業界、および一般社会への成果還元を行っている。特に、学術的な貢献度やアクティビティの指標となる論文発表に関しては、他の研究者が発表した学術論文での被引用数が多いものや、第3中期目標・中期計画期間（2016（平成28）～2021（令和3））において、京都大学での評価指標として採用された「SNIP（Source Normalized Impact per Paper）指標において、トップ5%に位置する論文誌」に発表された論文など、特記すべき論文も多い。表1.6.10に、被引用数において特記すべき論文、表1.6.11にSNIP指標において特記すべきトップ5%論文をまとめた。被引用数の多寡は分野ごとの研究者人口に依存するが、長期間にわたり、平均して年10回程度以上引用されている論文は、その後の関連分野の発展に大きく寄与しており、高く評価されたものであると判断できる。また、SNIP指標については、分野による引用のされやすさの違いを考慮した補正がなされており、SNIPトップ5%論文誌は、分野によらず、いずれも掲載難易度の高い一流論文誌である。表は、エネルギー理工学研究所から、そのような論文が数多く発表されていることを客観的に示すものである。今後、当研究所の研究力をさらに強化していくことで、これらの特記すべき論文の発表がさらに増加していくものと期待される。

表 1.6.10 特記すべき論文（被引用回数）

過去 10 年間で被引用回数が年平均 10 回以上の論文リスト（本研究所での主たる研究成果として、筆頭著者もしくは責任著者が本研究所の学生もしくは教員であるもの。それ以外の共同研究等での成果は除く）

論文題目	雑誌名	巻	ページ	年	被引用数
A new approach to evaluate irradiation hardening of ion-irradiated ferritic alloys by nano-indentation techniques	Fusion Engineering and Design	86	2658-2661	2011	146
Development of Al added high-Cr ODS steels for fuel cladding of next generation nuclear systems	Journal of Nuclear Materials	417	176-179	2011	202
Zinc-finger proteins for site-specific protein positioning on DNA-origami structures	Angewandte Chemie-International Edition	51	2421-2424	2012	92
Brightening of excitons in carbon nanotubes on dimensionality modification	Nature Photonics	7	715-719	2013	155
Tunable photoluminescence of monolayer MoS <sub>2</sub> via chemical doping	Nano Letters	13	5944-5948	2013	883
Width-controlled sub-nanometer graphene nanoribbon films synthesized by radical-polymerized chemical vapor deposition	Advanced Materials	26	4134-4138	2014	93
Nonlinear photoluminescence in atomically thin layered WSe <sub>2</sub> arising from diffusion-assisted exciton-exciton annihilation	Physical Review B	90	155449	2014	146
Photocarrier relaxation pathway in two-dimensional semiconducting transition metal dichalcogenides	Nature Communications	5	4543	2014	278
On-site quantitative elemental analysis of metal ions in aqueous solutions by underwater laser-induced breakdown spectroscopy combined with electrodeposition under controlled potential	Analytical Chemistry	87	1655-1661	2015	51
Considerably improved photovoltaic performance of carbon nanotube-based solar cells using metal oxide layers	Nature Communications	6	6305	2015	122
Efficient near-infrared up-conversion photoluminescence in carbon nanotubes	Nature Communications	6	8920	2015	65
Enhanced photovoltaic performances of graphene/Si solar cells by insertion of a MoS <sub>2</sub> thin film	Nanoscale	7	14476-14482	2015	92
Evidence for fast interlayer energy transfer in MoSe <sub>2</sub> /WS <sub>2</sub> heterostructures	Nano Letters	16	4087-4093	2016	139
Highly stable perovskite solar cells with an all-carbon hole transport layer	Nanoscale	8	11882-11888	2016	71
Ionic liquid electrolytes with high sodium ion fraction for high-rate and long-life sodium secondary batteries	Journal of Power Sources	332	51-59	2016	49

Spatially organized enzymes drive cofactor-coupled cascade reactions	Journal of the American Chemical Society	138	3012-3021	2016	86
Functional materials for breeding blankets-status and developments	Nuclear Fusion	57	92014	2017	44
Anisotropic optical and electronic properties of two-dimensional layered germanium sulfide	Nano Research	10	546-555	2017	88
Highly efficient and stable perovskite solar cells by interfacial engineering using solution-processed polymer layer	Journal of Physical Chemistry C	121	1562-1568	2017	116
Thermal dissociation of inter-layer excitons in MoS <sub>2</sub> /MoSe <sub>2</sub> hetero-bilayers	Nanoscale	9	6674-6679	2017	45
Strength of carbon nanotubes depends on their chemical structures	Nature Communications	10	3040	2019	47

表 1.6.11 Top5%論文 (SNIP)

- SNIP (Source Normalized Impact per Paper) とは SCOPUS(Elsevier 社)が提供する、分野による引用のされやすさの違いを考慮して被引用率を補正することにより、分野間のジャーナルの比較を可能とした指標です。
- 第3中期目標・中期計画期間(2016-2021)において、京都大学での評価指標として採用された。

論文題目	雑誌名	巻	ページ	年
Direct and indirect exciton dynamics in few-layered ReS <sub>2</sub> revealed by photoluminescence and pump-probe spectroscopy	Advanced Functional Materials	29	1806169	2018
Efficient photocarrier transfer and effective photoluminescence enhancement in Type I monolayer MoTe <sub>2</sub> /WSe <sub>2</sub> heterostructure	Advanced Functional Materials	28	1801021	2018
Evidence for line width and carrier screening effects on excitonic valley relaxation in 2D semiconductors	Nature Communications	9	2598	2018
Ultra-narrow-band near-infrared thermal exciton radiation in intrinsic one-dimensional semiconductors	Nature Communications	9	3144	2018
SCC susceptibility of solution-annealed 316L SS in hydrogenated hot water below 288°C	Corrosion Science	145	1-9	2018
Continuous control and enhancement of excitonic valley polarization in monolayer WSe <sub>2</sub> by electrostatic doping	Advanced Functional Materials	29	1900260	2019
Strength of carbon nanotubes depends on their chemical structures	Nature Communications	10	3040	2019
Experimental evidence of the anisotropic and stable charged excitons (trions) in atomically thin two-dimensional ReS <sub>2</sub>	Advanced Functional Materials	29	1905961	2019
Machine-Learning analysis to predict the exciton valley polarization landscape of 2D semiconductors	ACS Nano	13	12687-12693	2019
Recycled utilization of a nanoporous Au electrode for reduced fabrication cost of perovskite solar cells	Advanced Science	7	1902474	2019
Controllable magnetic proximity effect and charge transfer in 2D semiconductor and double-layered perovskite manganese oxide van der Waals heterostructure	Advanced Materials	32	2003501	2020

Magnetic field induced inter - valley trion dynamics in monolayer 2D semiconductor	Advanced Functional Materials	31	2006064	2020
Stabilization and structural changes of 2D DNA origami by enzymatic ligation	Nucleic Acids Research	49	7884-7900	2021
Benefits of a regional co-processing scheme: The case of steel/iron and cement industries in Vietnam, Laos, and Cambodia	Journal of Cleaner Production	312	127702	2021
Compatibility of tritium permeation barrier coatings with ceramic breeder pebbles	Corrosion Science	182	109288	2021
Magnon-coupled intralayer moiré trion in monolayer semiconductor-antiferromagnet heterostructures	Advanced Materials	2022	2200301	2022

## 1.6.6 若手研究者の育成

### 研究員受け入れと教員のキャリアアップ

将来の科学と技術を担う優秀な若手研究者の育成は、大学が担う重要な社会的役割の一つである。大学附置研究所である当研究所の教員は大学院研究科の協力講座として学生教育を行なっているが、それに加えて、国内外の気鋭の若手研究者を積極的に受け入れている。先端研究設備を用いた共同研究を通じて、各種学術分野および産業の将来を背負う研究者へと育成することも重要な責務である。表 1.6.12、1.6.13、1.6.14 に、2019（令和元）年度から 2021（令和 3）年度にエネルギー理工学研究所が受け入れた博士研究員、リサーチアシスタント、ティーチングアシスタント、民間等共同研究員の数をそれぞれまとめた。2020（令和 2）年度と 2021（令和 3）年度は新型コロナウイルスの蔓延の影響により、博士研究員受け入れについては 2019（令和元）年度から減少が見られたものの、リサーチアシスタント、ティーチングアシスタント、民間等共同研究員数では、それぞれ微減に留まっている。この結果は、新型コロナウイルスの蔓延の影響があっても、オンラインコミュニケーションツール等を最大限活用することで、一定の研究活動を保つことができたことを反映していると考えられる。

表 1.6.15 は、エネルギー理工学研究所に所属していた教員・研究員について、他大学・研究機関への転出に関して、2019（令和元）年度から 2021（令和 3）年度までの 3 年間分をまとめた事例である。定員内教員に関しては、キャリアアップにより転出した事例が多く見られる。多くの任期付き研究員は、他研究機関の研究員として採用される事例が多く、海外の研究機関への転出も見られる。これは若手研究員が、エネルギー理工学研究所において取り組んできた研究課題と実績を携えて、海外を含めた研究機関において新たな研究を開始できていることを示唆している。裏を返すと、若手研究員が動きやすく、新しいテーマにチャレンジできる研究環境の整備が重要であることを示していると思える。一方で、研究員の転出先ポストに関しては、昨今の研究者採用状況にも関連するが、テニユアもしくはテニユアトラック制度の有無等にも気をつけて追跡していく必要がある。

また、エネルギー理工学研究所ではセンター共同研究を展開し、研究分野を横断する新たな学術領域の開拓・若手研究者育成のための研究費補助を進めている。特に、センター共同研究に申請した若手研究者を対象として、他分野も含めたシニア研究者がその申請内容に関する発表に参加し内容を議論することで、研究課題の明確化と研究内容の深化に取り組んでいる。さらに、エネルギー理工学研究所では、2012（平成 24）年度以降、毎年、エネルギー理工学とその関連分野において優れた成果をあげた若手研究員・大学院生に対して、研究奨励賞、学生賞（それぞれ 1～2 名程度）を授与し、表彰している（2021（令和 3）年で第 10 回）。加えて、2021（令和 3）年度から、エネルギー理工学研究所国際シンポジウムにおい

て大学院生を対象としたポスター発表の場を設け、優秀な研究発表者にはポスター賞の授与、および学生賞の受賞者の発表を含めた大学院生を対象とした所内学生発表会を開催している。これらの活動は、大学院エネルギー科学研究科とも連携しつつ、当研究所の若手研究者が専門的な知識、能力、経歴を高めるうえでの支援策として大きな効果が期待される。

表 1.6.12 博士研究員の受け入れ数

	2019	2020	2021	総数
エネルギー生成研究部門	3	2	0	5
エネルギー機能変換研究部門	8	5	3	16
エネルギー利用過程研究部門	6	6	4	16
エネルギー複合機構研究センター	6	1	1	8
研究所全体	23	14	8	45

表 1.6.13 リサーチアシスタント、ティーチングアシスタントの受け入れ数

	2019	2020	2021	総数
エネルギー生成研究部門	2	4	11	17
エネルギー機能変換研究部門	9	7	7	23
エネルギー利用過程研究部門	9	6	5	20
研究所全体	20	17	23	60

表 1.6.14 民間等共同研究員の受け入れ数

	2019	2020	2021	総数
民間等共同研究員	8	6	4	18

表 1.6.15 教員のキャリアアップの事例

年度	エネ研での職位	転出大学・研究機関等	転出先での職位
2019	准教授	量子科学技術研究開発機構	上席研究員
	研究員	中国原子力研究所（中国）	研究員
	研究員	Paul Scherrer Institute（スイス）	研究員
	研究員	京都大学経済研究所	研究員
	研究員	量子科学技術研究開発機構	研究員
2020	准教授	京都大学オープンイノベーション機構	特定教授
	特定助教	Humboldt University（ドイツ）	Post-doctoral researcher
	特定研究員	京都大学オープンイノベーション機構	特定研究員
	研究員	Sun Yat-sen University（中国）	准教授
2021	助教	民間企業	正社員

### 1.6.7 受賞等

エネルギー理工学研究所の教員・所属学生の学会賞等の受賞の例を、表 1.6.16 に示す。物理・化学・生物・工学とエネルギー理工学研究所の多岐にわたる研究分野を反映し、様々な学協会から授与されていることがわかる。また、シニアの研究者対象の学会賞・論文賞だけでなく、若手対象の奨励賞や招待講演賞も多く受賞している。これは、研究所の若手研究者の育成や研究拠点としての質の高さを反映しているといえるであろう。受賞はいわば研究者コミュニティから認められたことの証であり、今後もより一層質の高い教育研究活動を進めることが重要である。

表 1.6.16 学会等の受賞の例

年度	賞の名称
2019	第五回日本赤外線学会誌論文賞
	日本原子力学会第2回材料部会 Best Figure 賞
	日本生物物理学会若手招待講演賞
	日本物理学会若手奨励賞
	電気化学会学術賞
2020	第17回 日本原子力学会核融合工学部会奨励賞
	電気化学会フェロー
	吉川允二記念核融合エネルギー奨励賞
	第15回（2021年）日本物理学会若手奨励賞
2021	第17回日本赤外線学会研究奨励賞
	日本加速器学会奨励賞
	JEOL RESONANCE Poster Award
	第18回大澤奨励賞
	2022年度電気化学会進歩賞（佐野賞）

### 1.6.8 共同利用・共同研究拠点

本研究所の第2期中期目標・中期計画では、「国内外の研究機関・研究者との連携による地球規模のエネルギー問題に対応できるエネルギー理工学研究ネットワークのハブ機能強化」、「先進エネルギー領域における指導的研究者・技術者等の人材育成、ならびに学生等の教育への貢献」が掲げられた。この中期目標に従い、文部科学省の共同利用・共同研究拠点制度へ申請して採択され、2011（平成23）年度から本拠点事業を開始した。第1期は2015（平成27）年度に終了し、期末評価においてA評価を受けた。本事業はエネルギー理工学研究所の第3期中期目標・中期計画とも合致することから、第2期拠点の申請も行い、これが採択され2016（平成28）年度より引き続き本事業を推進してきた。

本拠点事業は、有害物質や環境負荷を可能な限り発生しない「ゼロエミッションエネルギー（ZE）シ

システム」の実現に向けたエネルギー関連研究者コミュニティを支援するとともに、ゼロエミッションエネルギー研究者コミュニティの形成を図ることを目的とするものである。そのために、研究所所有の特色ある先端施設や複数分野の複合・統合した学理の研究基盤を共同利用・共同研究に供するとともに、ゼロエミッションエネルギーの視点で既存分野を融合させた学際的研究を実施している。表 1.6.17 に、共同利用・共同研究拠点採択課題数の状況を示す。毎年 100 件を超える共同利用・共同研究課題が採択され、複数年度にわたり継続して取り組まれている課題も多く、当拠点の目的である ZE 研究者コミュニティの形成を着実に後押ししていることを示している。

当拠点では、上述の目的のもと、特に以下の 3 項目の達成を目標として活動を推進している。

①エネルギー生成・変換・利用において有害物質放出や環境負荷を最小化する視点を導入することで、従来の単一の研究分野では達成できない総合的、かつ分野融合的なゼロエミッションエネルギー研究の中核としての役割を果たす。

②研究所が培ってきた国際交流基盤を基に、多国間国際協力の拠点としての指導的役割を果たす。

③大学院エネルギー科学研究科等における教育研究活動とも連携し、ゼロエミッションエネルギー社会建設のための多様なエネルギーによる総合システム概念を構築し、その中での研究拠点としての機能を果たす。

目標①および②の達成に向けて、共同利用・共同研究拠点としての課題の採択、さらに、表 1.6.18 に示すように毎年 9 月頃に、ゼロエミッションエネルギーをテーマとするエネルギー理工学研究所国際シンポジウムを開催している。また、それ以外にも様々な国際会議の開催実績がある。国際シンポジウムでは、国内外の様々な分野のエネルギー関連研究者を招聘している。多様なバックグラウンドの研究者が、その理念のもとに集いネットワークを形成・強化し、分野融合的な研究を推し進めるための活発な議論が行われている。また、表 1.6.19 に示すように、共同利用・共同研究拠点が関係した国内会議も積極的に開催されている。新型コロナウイルス蔓延の影響により、国際共同研究の割合（表 1.6.17）については、2021（令和 3）年度に減少が見られるものの、オンラインシステムを活用することで安易に中止にすることなく、継続した。これは、共同利用・共同研究拠点をハブとしたゼロエミッションエネルギー研究ネットワーク形成の活動を、粘り強く継続的に推進していることに対応し、特筆すべき点である。また、目標③の達成に向けて、国際シンポジウムにおいてエネルギー科学研究科の大学院生が参加するポスター発表を行い、優秀ポスター賞を授与するなどの活動を続けている。将来のゼロエミッションエネルギー社会建設を担うべき若手の育成を積極的に推進しており、将来にわたる大きな波及効果が期待される重要な活動であると言える。

表 1.6.17 共同利用・共同拠点採択課題数

年度	採択状況				実施状況								
	公募型				新規分			継続分			合計		
					公募型実施件数	うち研究テーマ設定	うち国際共同研究	公募型実施件数	うち研究テーマ設定	うち国際共同研究	公募型実施件数	うち研究テーマ設定	うち国際共同研究
	応募件数	採択件数	採択率 (%)	うち国際共同研究									
2019	107	107	100	8	53	15	5	54	23	3	107	38	8
2020	118	116	98	9	54	15	3	62	26	6	116	41	9
2021	105	105	100	6	35	13	2	70	30	4	105	43	6

表 1.6.18 共同利用・共同研究拠点が関係した国際会議

開催期間	国際会議名
2019.9.4-6	第 10 回エネルギー理工学研究所国際シンポジウム
2019.11.11	The 2nd International Symposium of Biofunctional
2020.9.2	FRONTIER Task 1&2 remote WS (オンライン)
2020.9.15-16	第 11 回エネルギー理工学研究所国際シンポジウム (オンライン)
2021.1.28	Workshop on ASEAN Biomass Conversion Technologies (オンライン)
2021.2.10	e-Asia WP5 Group Workshop on "Integrated Biorefinery of Sugarcane Trash" (オンライン)
2021.2.18	Planning of post-irradiation experiments on FRONTIER project
2021.3.26	The 6th UNIST-Kyoto U. Workshop on "Physics validation and control of MHD instabilities and turbulent transport in fusion plasmas" (オンライン)
2021.8.22-27	ISMAR-APNMR-NMRSJ-SEST 合同会議
2021.11.29	Ajou-Kyoto-Zhejiang 三大学合同シンポジウム

表 1.6.19 共同利用・共同研究拠点が関係した国内会議

開催期間	国内会議名
2019.4.6	International Symposium on Biofunctional Chemistry
2020.7.23	第 86 回マテリアルズ・テーラリング研究会 (オンライン)
2020.12.15	シンビオ社会研究会国内ワークショップ『先端 ICT 適用による原子力安全の高度化』
2020.12.19	第 87 回マテリアルズ・テーラリング研究会 (オンライン)
2021.3.9	ゼロエミッションエネルギー研究拠点成果報告会 (オンライン)
2021.4.6	令和 3 年度第 1 回シンビオ講演会～原子力と再生可能エネルギーの協働によるカーボンニュートラル達成を指向して～

2021.8.6-7	第 89 回マテリアルズ・テーラリング研究会（オンライン）
2021.12.1	ゼロエミッションエネルギー研究拠点研究会・シンビオ社会研究会 国内ワークショップ 2050 カーボンニュートラル達成へのベストミックスを考える
2021.12.16	ゼロエミッションエネルギー研究拠点研究会・第 1 回 KU-FEL ユーザーミーティング（オンライン）
2021.12.18	第 90 回マテリアルズ・テーラリング研究会
2022.3.14	ゼロエミッションエネルギー研究拠点成果報告会（オンライン）
2022.3.24	実験室・宇宙プラズマにおける波動励起と粒子加速・加熱(名古屋大学 ISEE 研究会)&閉じ込め磁場配位を利用した宇宙プラズマ模擬実験の検討（オンライン）

### 1.6.9 プロジェクト研究

エネルギー理工学研究所の教員は、随時、大小様々なプロジェクト研究を遂行している。表 1.6.20 に受託研究等のプロジェクト研究、表 1.6.21 に科学研究費助成事業によるプロジェクト研究をそれぞれ示す。プロジェクトの内容は、プラズマ・量子エネルギーからソフトエネルギー領域までの広範なエネルギー関連分野を対象に研究を行っている当研究所の特性を反映した、多岐にわたるものとなっている。特に、当研究所教員が代表者を務める競争的外部資金によるプロジェクト研究として、科学技術振興機構（JST） 戦略的創造研究推進事業（CREST）、科学研究費助成事業 基盤研究（S）、基盤研究（A）、学術変革（A）等、多数の大型プロジェクトが遂行されている点は、本研究所のエネルギー理工学研究における高い活性を示すものといえる。また、JST 戦略的創造研究推進事業 ALCA（先端的低炭素化技術開発）、CREST、産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）、光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）、新産業創造新技術先導プログラム研究領域 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）といった様々な大型プロジェクト研究において、常時複数の教員が国内外の研究者との共同研究を進めている。これは、教員の優れた研究能力と特徴的な研究設備群によって関連コミュニティ各分野の発展に独自の貢献をしてきたエネルギー理工学研究所の国内外における高い存在感を示すものとして、特筆すべき点である。

上記プロジェクト研究は本研究所の教員が、代表者もしくは分担者として構成された少人数のグループによって遂行されているが、研究所独自もしくは他部局との共同で計画し、部局の経費で進めるプロジェクト研究として以下が挙げられる。

- ・ 「ゼロエミッションエネルギー研究拠点形成」（全国共同利用・共同研究拠点形成）
  - ・ グリーンイノベーションに資する高効率スマートマテリアルの創製研究
- 加えて、京都大学の全学共通経費等で進めているプロジェクトとして、
- ・ ワイルド&ワイズ共学教育受入れプログラム事業（京都大学化学学生発掘事業）
  - ・ 「チェンマイ大学研究インターンシップ生受け入れプログラム」

などがある。

1.6.8 にて述べたとおり「ゼロエミッションエネルギー研究拠点形成」に関しては、2011（平成 23）年度よりエネルギー理工学研究所は全国共同利用・共同研究拠点として認定されており、学内他部局や国内外の大学・研究機関と連携を推進し、共同研究を深化させている。

表 1.6.20 プロジェクト研究の実態

プロジェクト名	主な財源	期間	概要
芳香族モノマーGHP/SHP 生産用高活性酵素の開発： NMR を用いた構造生物学 的手法による酵素の高度化	科学技術振興機構（JST） 戦略的創造研究推進事 業・ALCA（先端的低炭 素化技術開発）	2015- 2019 （分担）	海洋微生物由来の酵素群を用いる事 で、木質バイオマス中のリグニンか ら、工業的に有用な物質 GHP/SHP を効 率的に生産する手法を確立する。
安全性向上に資する新型 燃料の既存軽水炉への導 入に向けた技術基盤整備	経済産業省「発電用原子 炉等安全対策高度化技術 基盤整備事業」	2015- 2021 （代表）	福島原発事故において問題となったジル カロイ燃料被覆管による水分解反応を抑制 するため、京都大学で開発されたスー パーODS 鋼をベースとした FeCrAl-ODS 鋼をジルカロイ被覆管の代替えとして使 用するための国内共同研究開発事業。
分子触媒システムによる 木質バイオマス変換プロ セスの研究開発	新産業創造新技術先導プ ログラム研究領域 新 エネルギー・産業技術総 合開発機構（NEDO）	2018- 2019 （分担）	木質バイオマスの有効活用について、高 温・高圧および強酸・強塩基といったエ ネルギー消費や環境負荷の高い処理条件 を用いる成分分離・変換プロセスに対 して、有機分子触媒を用いる事で極めて穏 和な条件下で、直接的かつ選択的に、複 数の有用物質へと変換し得る画期的な併 産プロセスの確立を目指します。
水素利用等先導研究開発 事業・水電解水素製造技 術高度化のための基板技 術研究開発	新産業創造新技術先導プ ログラム研究領域 新 エネルギー・産業技術総 合開発機構（NEDO）	2016- 2022 （分担）	本プロジェクトでは、光学的手法を用 いて水電解の過程で電極近傍に発生す る水素ガスの生成プロセスを解明し、 最適な電極、基板材料、および細孔構 造の設計指針に寄与します。
原子層ヘテロ構造の完全 制御成長と超低消費電 力・3次元集積デバイ スの創出	科学技術振興機構 戦略 的創造研究推進事業 （CREST）	2017- 2022 （分担）	様々な原子層ヘテロ構造の基礎光物性の 計測による試料評価と、新たな光機能の 探索を行う。新機能探索としては、ヘテ ロ界面を生かした励起子ダイナミクスの 制御によるバレー励起子デバイス・単一 光子源・光通信用レーザー・受光素子な どの可能性を探索する。
ナノ物質科学を基盤とす るサーモエレクトロニクス の創成	科学技術振興機構 戦略 的創造研究推進事業 （CREST）	2018- 2023 （代表）	ナノスケールでの熱制御技術を確立する ことで、太陽光発電のエネルギー変換効 率を通常の理論限界を超えて引き上げる 超高効率な熱光変換素子の実現ははじめ とする、熱励起子現象の利活用に基づく 新たな熱光科学技術体系「サーモエキ トニクス」の創出に挑みます。
細胞外微粒子に起因する 生命現象の解明とその制 御に向けた基盤技術の創 出	科学技術振興機構 戦略 的創造研究推進事業 （CREST）	2018- 2023 （分担）	本研究では、細胞外からの微粒子が細 胞にどのように取り込まれ、どのよう な運命をたどるのかを明らかにするた めに、DNA オリガミを足場とした多検 体を同時に計測できるセンサーを構築 します。

超スマート社会実現のカギを握る革新的半導体技術を基盤としたエネルギーイノベーションの創出耐極限環境 SiC 複合材料開発	科学技術振興機構 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA)	2018-2023 (分担)	京都大学で開発した粒子分散 SiC 複合材料の 1500°C 以上での大気及び水蒸気酸化挙動、ニーズに応じた耐環境特性の理解とそれぞれの環境下でのデザインウインドウの構築を行います。
自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源のための基礎基盤技術の研究	科学技術振興機構 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)	2018-2027 (分担)	本プロジェクトでは、既設の FEL 装置を利用して、中赤外の波長領域で数サイクルパルス生成とこれを利用した HHG を行い、高繰り返し極短パルス光源 (10 MHz 以上) の実現に必要な基礎基盤技術を開拓します。

表 1.6.21 科研費の採択状況

種目	研究課題名	期間	概要
学術変革領域研究 (A)	2.5 次元構造の分析技術開発	2021-2025 (代表)	本研究では、二次元物質の積層などによって生じる特異なナノ空間やモアレ構造など、従来の物質科学の延長線上にない物質構造を 2.5 次元物質と定義し、それに迫る新たな分析技術を開発することを目的としている。
基盤研究 (S)	原子層物質におけるバレースピノフォトニクスの創生と応用	2016-2020 (代表)	本研究では、遷移金属ダイカルコゲナイドなどの原子層物質を舞台に、バレースピノが関与した特異な量子光学現象の解明・光学技術を駆使したバレースピノ制御を目指す。
基盤研究 (S)	原子層人工ヘテロ構造におけるバレースピノ量子光学の開拓と応用	2020-2024 (代表)	本研究は、原子層物質科学と量子光学の学術的知見を統合し、既存のデバイス原理の延長線上にない、光量子情報デバイスに繋がる新領域「バレースピノ量子光学」を創出することである。さらに、そのバレースピノ量子光学を応用へと橋渡しした「バレースピノ量子フォトニクス」という新しい研究潮流を生み出すことを目指している。
基盤研究 (A)	新材料 MgB <sub>2</sub> と超伝導電流流体解析による新型アンジュレータ精密磁場制御法の確立	2017-2020 (代表)	本研究は、新材料二ホウ化マグネシウム MgB <sub>2</sub> を用いて放射光生成用の電子蛇行装置であるバルク超伝導アンジュレータの高精度磁場制御手法を確立することを目的としている。
基盤研究 (A)	人工代謝経路を内包するナノ空間「複合触媒コンパートメント」の創出	2017-2020 (代表)	本研究では、これまでに平面状 DNA ナノ構造体を使って構築した「2D 分子コンビナート」で得た人工代謝経路に関する知見をもとにして、3 次元 DNA ナノ構造体を利用した「3D 分子コンビナート」、そして「分子コンビナート」をナノリポソームに内包した「複合触媒コンパートメント」を構築する。
基盤研究 (A)	シリカ直接電解還元と液体合金カソードを用いた高生産性太陽電池用シリコン製造法	2016-2020 (代表)	本研究は、熔融 CaCl <sub>2</sub> 中における液体合金カソード上でのシリカ電解還元メカニズム解明、液体合金からのシリコン析出反応の基礎データ取得と最適化を目的としている。

基盤研究 (A)	液体亜鉛陰極を利用した太陽電池用シリコンの新製造法	2021-2024 (代表)	太陽電池用シリコンを、高純度シリカを原料として、低エネルギー・低コスト・高生産性で製造する方法を開発する。「熔融 CaCl <sub>2</sub> 中における液体亜鉛陰極を用いた電解還元法」の飛躍的な発展を目指し、①液体陰極上でのシリカ電解還元のマカニズム解明と最適化②液体 Zn-Si 合金からの Si 析出工程の最適化と太陽電池純度を達成する、ことを目指す。
基盤研究 (B)	自己組織化ナノ炭素細線間反応による細孔炭素質物質の合成と機能	2017-2019 (代表)	本提案では、我々が開発した「分子設計した‘Z型’前駆体原料分子の2ゾーン型化学気相成長法」を用いる合成法を使い、表面上で組織化した一次元細線であるグラフェンナノリボンを分子間反応させ、エッジ端の化学構造を厳密に制御した新しい二次元空孔構造を創成し基礎物性の探索とデバイス応用を目的とする。
基盤研究 (B)	先進ヘリカル配位のベータ効果が対称性と熱・乱流輸送に与える影響の実験的検証	2019-2023 (代表)	本研究では、先進ヘリカル配位におけるベータ効果を実験的に検証することを目的として、1. 高ベータプラズマ生成のための粒子補給法の検討、2. プラズマベータがエネルギー閉じ込め・熱輸送と MHD 平衡に与える影響の解明、新古典輸送・乱流輸送シミュレーションとの比較、3. プラズマベータとポロイダルフローとの相関の検証、を行う事を計画する。
基盤研究 (B)	LCS-NRF による同位体 3D イメージング法の基盤確立	2018-2020 (代表)	We have been developing an isotope imaging technique by using NRF. The absorption can be measured by sample material and “witness target”.
基盤研究 (B)	神経変性疾患に関連した反復配列 RNA 分子の反復回数に依存した液液相分離の構造基盤	2020-2022 (代表)	本研究ではこのポリ RNA に関し、塩基対の形成様式(2次構造)とその強さ、及び3次元フォールドの概略を、NMR 法によって in vitro 及びヒト生細胞中においても決定する。得られた構造に基づいて、何故反復回数が閾値を超えた場合にのみ相転移が生じるのかを解明する。また、LLPS 等の人為的な操作にも挑戦する。
基盤研究 (B)	量子物質を用いた非従来型赤外光電変換学理の開拓	2020-2022 (代表)	本研究では、従来の半導体 pn 接合では原理的に難しかった室温で高効率動作が可能な革新的赤外光電変換素子の実現を目指す。具体的には、赤外光領域において室温での巨大なバルク光起電力効果の発現が予想されているカルコゲナイド系層状ワイル (Weyl) 半金属の赤外光学応答を明らかにし、非従来型の高効率赤外光電変換学理と最適な試料・素子構造を見出す。
基盤研究 (B)	包括的 QoL 評価法の確立：東南アジアの僻地電化における幸福度と不公平	2021-2024 (代表)	Using a series of observational and intervention methods before and after electrification, this study will connect the effects of electrification with quality of life (QoL) dimensions to propose a novel evaluation instrument in remote areas of Southeast Asia.

さらに、エネルギー理工学研究所を始めとする宇治地区4研究所と東南アジア研究所において、2006（平成18）年度より「生存基盤科学研究ユニット」が設置された。このユニットは、人類の生存基盤に深くかつ広範にかかわる社会のための科学シーズを孵化させることを目的としており、既存の学問体系に縛られることなく、研究所という組織のあり方に基づき、新しいテーマに柔軟に対応できるように設立された。その後、地球環境学堂と経済研究所とを加えた連携体制で学際融合研究を展開しており、現在は「グローバル生存基盤展開ユニット」（2016（平成28）年度～2019（令和元）年度）を経て、「持続可能社会創造ユニット」へと展開されている。表1.6.22に2019（令和元）年度以降のエネルギー理工学研究所のユニットの活動状況、表1.6.23aから表1.6.23bはユニットへの人的貢献を示す。「グローバル生存基盤展開ユニット」においては、その設立からエネルギー理工学研究所が率先して、自然環境、人間社会、生命、物質の各分野において、それぞれの研究対象の「寿命」がどのような要因で決定されるかを明らかにし、分野横断的な共同研究を通じて生存基盤構築の方策を探求することに貢献してきた。「持続可能社会創造ユニット」においてもエネルギー理工学研究所はユニットを主導する活動をしており、重要な役割を果たしている。一方で、近年、エネルギー理工学研究所よりユニットに提案された個別研究課題は助教・研究員等、若手の研究者が代表者となる応募が少ない傾向がみられる。

表 1.6.22 ユニットでの研究活動

年度	課題名
2019	グローバル生存基盤展開ユニット（先進エネルギーと炭素循環システムの転換による資源エネルギーの持続と人類生存）
2020-2021	持続可能社会創造ユニット（ネガティブカーボン経済）
2020-2021	持続可能社会創造ユニット（農村に適した再エネ電力貯蔵法の開発）
2019	学知創生ユニット（人間の安全保障に関するトランスボーダー研究サブユニット「データ駆動型地域研究」）
2020-2021	データサイエンスで切り拓く総合地域研究ユニット（環境とエネルギーサブユニット「東南アジア地域における地方電化と格差社会に関する研究」）
2021	環境とエネルギーサブユニット「東南アジア地域における地方電化と格差社会に関する研究」

表 1.6.23a グローバル生存基盤展開ユニット運営への人的貢献

役割	人数（2019）
運営ディレクター	1

表 1.6.23b 持続可能社会創造ユニット運営への人的貢献

役割	人数	
	2020	2021
ユニット長	1	1
運営ディレクター	1	1

表 1.6.23c 学知創生ユニット運営への人的貢献

役割	人数（2019）
副ユニット長	1
研究員	1

表 1.6.23d データサイエンスで切り拓く総合地域研究ユニット運営への人的貢献

役割	人数	
	2020	2021
副ユニット長	1	1
研究員	1	1

## 双方向型共同研究

双方向型共同研究は、筑波大学プラズマ研究センター、京都大学エネルギー理工学研究所附属エネルギー複合機構研究センター（附属センター）、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、九州大学応用力学研究所高温プラズマ力学研究センターの4センターが、核融合科学研究所（NIFS）との間で双方向性の共同研究を進めるために、2004（平成16）年度にNIFSと各大学センターの間で設けられた制度である。我が国の大学全体が、核融合プラズマ研究を推進する上での課題をNIFSが取りまとめ、核融合プラズマ研究における重要な学術的課題の解決に向け、各センターがその特徴を生かした重要課題を分担する。その際、各センターがそれぞれNIFSと共同研究契約を結ぶことにより、各センターのプラズマ装置をNIFSの共同利用設備と同等なものとし、全国の大学から共同研究を受け入れることを可能とした。これにより、当研究所附属センターの双方向型共同研究（Heliotron J）は、Heliotron Jに関わる全国規模の共同研究となっている。

Heliotron Jは、京都大学において発案された先進磁場配位であるヘリカル軸ヘリオトロン配位の実験的最適化を目指して設計・製作されたヘリカル型プラズマ実験装置である。双方向型共同研究の第1期中期計画期間（2004（平成16）～2009（平成21）年）では、将来の核融合炉心プラズマに必要な要素還元研究の一つとして、磁場分布制御技術を用いたプラズマ輸送・安定性改善の研究を進め、先導的な閉じ込め装置としての基本的性能を検証した。第2期中期計画期間（2010（平成22）～2015（平成27）年）では、能動的プラズマ分布制御を含む新たな制御技術の視点に立脚し、磁場配位によるプラズマ構造形成・不安定制御の研究、および閉じ込め磁場最適化の研究を進展させることを研究の主目的とした。さらに、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置（LHD）との相補的なヘリカル型プラズマ閉じ込めの高性能化、および環状プラズマの総合的理解に貢献し、定常環状プラズマ型核融合炉の実現を目指す理学・工学の体系化に寄与することを目指した。

2016（平成28）年度から始まった第3期中期計画期間では、これまでの実験的研究により確認されつつあるヘリカル軸ヘリオトロン配位の基本的性能を如何に高性能化していくか、に重点を置き、様々な視点から実験的・理論的な研究を進めた。また、高性能化の課題と並び、LHD実験の重点研究課題であるプラズマ閉じ込めの同位体効果に関し、準等磁場配位概念に基づいた先進磁場配位装置の視点から多面的に研究することにより、双方向型共同研究におけるNIFSと各センターとの緊密な連携研究を推し進めた。そのような研究を通じて、ヘリカル軸ヘリオトロン磁場配位に閉じ込められたプラズマの振る舞いはもとより、トロイダルプラズマ物理のより総合的な理解を深め、優れた核融合炉への展望を拓いてきている。

## センター共同研究

エネルギー複合機構研究センターは、研究所における部門・分野横断的研究の中核的施設として、研究所改組当初から設置されている組織である。その研究基盤としてのセンター共同研究は、エネルギー理工学研究所が包括する様々な研究分野について横断的な複合領域研究の場を提供することを目的としている。

エネルギー理工学研究所は、その目標・理念を達成するために、「第1期中期目標・計画」の目指すべき研究の方向性として、研究所発足以来展開してきた社会的受容性の高い高品位エネルギーの生成、変換、および利用の高度化を基盤とする連携研究体制を充実させた。さらに、部門横断的な複合領域研究を

推進することにより、新領域研究へと展開することを掲げた。「第1期中期目標・計画」におけるエネルギー複合機構研究センターの位置づけは、研究所における共同研究制度支援の中核的研究組織としての機能強化である。そのための措置として、2006（平成18）年に新たなセンターとして研究体制の改組・再編を行った。これに続く「第2期中期目標・計画」では、第1期で掲げた目標を継承しつつ、エネルギー理工学に新たな展望を拓くことを目的とした。特に、先進エネルギー理工学研究拠点としての展開を図り、優秀な研究者と高度な専門能力を持つ人材を育成することを長期目標として掲げた。センター共同研究は、第2期中期期間の目標のうち（1）重点領域研究としてプラズマエネルギー・量子エネルギー研究、ソフトエネルギー（2016（平成28）年度まではそれぞれ先進プラズマ・量子エネルギー、光・エネルギーナノサイエンス）研究を推進する、（2）国内外の研究機関・研究者との連携を深め、地球規模のエネルギー問題に対応できるエネルギー理工学研究ネットワークのハブ機能を強化する、という目的に対し、重要な活動と位置づけられた。また、2011（平成23）年度からゼロエミッションエネルギー研究拠点の全国共同利用・共同研究拠点の活動が開始されたため、それ以後の所外との共同利用・共同研究は上記拠点活動として展開することとした。2021（令和3）年度からは所内若手教員の研究活動をより一層活性化するため、分野横断的な共同研究を実施する「共同研究」に加えて、若手教員（主に助教）が自由な発想の基に単独で実施する「萌芽研究」を設けて募集を行った。採択された翌年度の4月初旬には採択課題の成果報告会を開催し、積極的な質疑応答が行われてきた。これにより、センターの本務である研究分野・研究部門の枠を越えた先端的・先導的共同研究を推進し、エネルギー理工学における中核的、指導的役割を担える人材育成に貢献している。

## 文部科学省特別経費プロジェクト

### グリーンイノベーションに資する高効率スマートマテリアルの創製研究―

#### アンダーワンルーフ型拠点連携による研究機能と人材育成の強化―

本事業は、2015（平成27）年度から分子認識能と自立性・能動性を特質とする生物系を規範として、物質・エネルギーの生産・輸送・使用に伴うロスをゼロに導くことを目指し、グリーンイノベーションにも大いに資するこれらの材料、すなわち高効率スマートマテリアルの創製とその研究体制の構築を目的として開始された。

具体的にはオンデマンドで物質やエネルギーの高効率生産・変換を行う革新技術基盤として、①究極の分子認識能をもつ高効率生物システムの抽出・応用、②ナノからマイクロスケールにわたる超階層構造化を実現する制御技術、③レアメタル不要の革新的分子触媒で高効率物質変換を実現する元素戦略と分子設計、を基本要素と捉え、京都大学化学研究所、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所との宇治地区3研究所の有機的な連携・融合により、個々では実現不可能な革新機能材料を開発することとした。同時に、ミッションの異なる研究所が「連携プラットフォーム」を構築し、学際融合研究を戦略的に推進して顕著なシナジー効果を生み出す新研究体制として、また、次世代研究者の育成の場として、その有効性を実証することも重要な目的であった。

本事業では、本学第2期中期目標の第2項（1）「研究水準、および研究の成果等に関する目標」に記載の「学問の源流を支える基盤的研究」重視の立場から、本学が強みとする「化学」、「生物」、「材料」分野の高い研究力を生かした研究連携体制の構築に臨んだ。第2期末に飛躍的展開の基盤を構築し、化学研究所、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所が、研究所の枠を越えた組織的・戦略的連携により、第3期での画期的伸展として、革新機能を導く新物質・新プロセスを創出した。その成果は、本学、ならびに各研究所の中期目標達成に大きく貢献し、各々が認定を受けている共同利用・共同研究拠点の活動促進にも還元され、関連研究者コミュニティの強い期待に応えるものであった。

## 1.7 教育活動

### 評価対象期間における特記事項

- ・ エネルギー科学研究科の協力講座として、大学院生の教育や研究活動の指導に貢献した。
- ・ 全学共通科目及び専門科目等の学部生向けの講義を数多く担当し、基礎学力の向上に貢献した。
- ・ 各種経費を利用した RA 制度を通じて学生の経済的支援を推進した。
- ・ 優秀な正規留学生および短期留学生や国内外からのインターンシップを積極的に受け入れた。
- ・ 宇治市との連携による小学生や中学生への特別授業を積極的に行った。

### 1.7.1 大学院教育

本研究所の全教員は、独立研究科である本学大学院エネルギー科学研究科の協力講座として最先端の研究活動を通じた大学院生の高等専門教育、すなわち若手研究者の育成に貢献している。また、本研究所のほとんどの教員は、表 1.7.1 に示すエネルギー科学研究科が提供する大学院修士課程、および博士後期課程大学院生向けの様々な科目を担当し、同研究科の全大学院生への教育において重要な役割を果たしている。

大学院の入学・進学希望者に対して、本研究所ではエネルギー研究科と連携しながら専攻ごとの入学説明会を実施し、大学院生の受け入れ方針や選抜方法等の周知を図っている。また、こうした研究科主体の説明会以外にも、2003（平成 15）年度からは本研究所の公開講演会において、大学院進学希望者向け説明会（エネルギー科学研究科）を毎年実施するなど、潜在的な進学希望者に対して大学院生の受け入れに関する情報の周知を図っている。大学院生の受入れ状況、および大学院博士学位取得状況を表 1.7.2 および表 1.7.3 に示す。当研究所で受け入れている修士課程と博士後期課程の学生数は堅調に推移しており、本研究所で進めている大学院生獲得のための広報活動が実を結んでいることを示している。また、表に示した 3 年間について、修士課程在籍者数と博士後期課程在籍者数の比（博士後期課程在籍者数/修士課程在籍者数）は平均 0.54 であり、この数値は、京都大学全体の数値（2018（平成 30）年度実績で 0.40）よりかなり高く、本研究所が大学院生にとって魅力的な研究活動の場であることを示している。

若手研究者である大学院学生にとっては、自分が進める研究テーマを深く掘りさげるだけでなく、専門以外の分野においても幅広い知識を身に付けることが将来には大いに役立つはずである。また、参加する学会も異なるような、専門の異なる研究者（大学院生だけでなく教員も含む）が議論をすることによって、新たな発想が生まれることもしばしば起こる。そのような意味で異分野交流の機会を設けることは、大変意義深いと考えられる。こうした考えのもと、本研究所では、2021（令和 3）年度から修士課程および博士後期課程の大学院生を対象に、3 月上旬に学生研究発表会を開催することとした。この発表会では、専門分野が異なる学生や教員を相手に短い発表と質疑応答を行う。ポスター賞も設け、発表者の意識が向上するような工夫を行った。発表者である学生にとっては、どのような発表が聴講者にとってわかりやすいものであるかを考える機会であり、また、聴講者にとっては分野が違う研究に耳を傾けることにより、知識の幅を広げる良い機会になったという声が上がっている。

また、研究以外の交流を促す場として、本研究所が主催となり毎年 7 月に機会を設け、教職員のみならず大学院生同士の交流も図ってきた。2020（令和 2）年度以来、新型コロナウイルス蔓延によって、これらの開催が見送られたことは大変残念である。

本研究所では、正規学生だけでなく海外からの留学生を含め研究生を積極的に受け入れている。研究生の受入れ状況を表 1.7.4 に示す。2021（令和 3）年度は新型コロナウイルス蔓延のため入国できない事例が多く発生したが、例年はかなりの数の研究生を受け入れている。正規留学生のみならず、これら海外からの研究生の存在は、日本人大学院生にとっても様々な意味で刺激となり、本研究所の活性化に貢献している。

表 1.7.1 大学院における担当科目

大学院研究科等	担当科目名
エネルギー科学研究科 基礎科学専攻	エネルギーナノ工学
	エネルギー構造生命科学
	エネルギー電気化学
	プラズマ加熱学
	プラズマ計測学
	核融合プラズマ工学
	高温プラズマ物理学
	生物機能化学
エネルギー科学研究科 変換科学専攻	流体物性概論
	核融合エネルギー基礎
	機能エネルギー変換材料
	粒子エネルギー変換
	Fusion Energy Science and Technology
	エネルギー変換材料学
	先進エネルギーシステム論
電磁エネルギー変換	
エネルギー科学研究科 応用科学専攻	Advanced Energy Science and Technology
	エネルギー応用科学通論
	光量子エネルギー特論
	光量子エネルギー論
	電磁エネルギー学
総合生存学館	先端エネルギー特論
農学研究科（大学院横断科目）	人間の安全保障特論

表 1.7.2 大学院生の受入状況

	2019	2020	2021
博士後期課程	33 (20)	37 (23)	40 (28)
修士課程	63 (14)	67 (16)	74 (24)
合計	96 (34)	104 (39)	114 (52)

- ・ ( ) の数字は留学生の内数

表 1.7.3 大学院学位取得状況

	2019	2020	2021
博士学位取得者数	5 (4)	4 (4)	9 (5)

- ・ ( ) の数字は留学生の内数

表 1.7.4 研究生の受入状況

	2019	2020	2021
研究生数	11 (11)	18 (18)	7 (7)

- ・ ( ) の数字は海外からの学生の内数

## 1.7.2 学部教育

本研究所の多くの教員が、表 1.7.5 示す全学共通科目や少人数セミナー (ILAS セミナー) 等を通して、学部生の教養教育にも積極的に携わっている。全学共通科目においては、本研究所教員は生物から化学、物理学、工学という幅広い分野で研究を進めているという特色を生かし、幅広い分野の科目を担当している。また、ILAS セミナーは、様々な学部、研究科、研究所、センター等の教員が主に大学 1 回生を対象とした少人数 (15 名程度) に対して実施するセミナー形式の授業である。教員から履修学生への一方的な知識の伝達だけではなく、履修学生が個人またはグループで必要な情報を収集、整理、理解し、わかりやすい形態にまとめあげて発表するなど、通常の講義聴講型の授業形態とは、異なる形式を取っている。この ILAS セミナーの取り組みは、京都大学における教育の基本理念「多様かつ調和のとれた教育体系のもとで対話を根幹として自学自習を促し、卓越した知の継承と創造的精神の涵養につとめる」を実践する場ともなっている。表 1.7.5 からわかるように、本研究所の教員は、主にエネルギー科学に関連した ILAS セミナーを担当している。また、一部の教員は表 1.7.6 に示す工学部の専門科目の講義も担当し、学部の教育に貢献している。

表 1.7.5 全学共通科目と ILAS セミナー

全学共通科目名
先進エネルギー概論
基礎物理化学要論
基礎物理化学（量子論）
先進エネルギー変換
自然現象と数学
物理学基礎論 A
統合科学：エネルギーを取り巻く環境
Essentials of Basic Physical Chemistry
Basic Physical Chemistry(Thermodynamics)
Basic Physical Chemistry(Quantum Theory)
Chemistry of Sustainable Energy
ILAS セミナー科目名
先進核融合エネルギーセミナー
核融合とプラズマの科学
量子ビームを使ってわかること
原子炉・核融合炉の安全を支える材料学
エネルギーを基礎とした先端科学の展望 –プラズマと生命科学と中心に–
(海外) 東南アジアの再生可能エネルギー開発

表 1.7.6 学部における担当科目

学部	学科	担当科目
工学部	電気電子工学科	特別研究
工学部	電気電子工学科	電気電子工学概論
工学部	電気電子工学科	電気電子工学基礎実験
工学部	工業化学科	無機化学 I（化学工学）
工学部	工業化学科	分析化学 I（工業基礎化学）
工学部	工業化学科	特別研究

### 1.7.3 留学生、短期交流学生、インターンシップの受け入れ

表 1.7.7. に示すように、エネルギー理工学研究所では外国からの留学生を博士後期課程学生、修士課程学生、および研究生として受け入れている。新たな試みとして 2018（平成 30）年度に、化学研究所と連携してベトナムのハノイで個別面接会を開催した。面接会の後は、高い評価を受けた 4 名を両研究所に招へいして研究体験の機会を設け、その中でも特に優秀な者を国費留学生に推薦した。この新しい試みを 2019 年度も継続し、コロナ禍下の 2021 年度はフィリピンのマニラおよびインドのムンバイにおいてオンラインを活用し実施した。研究生を含む留学生受入総数は、2019（令和元）年度の 45 名から 2021（令和 3）年度は 59 名と着実に増加している。とりわけ、博士後期課程に在籍する留学生は、2021 年度で 28 名であり、これは博士後期課程に在籍する全学生数の中で 70% と高い比率を占めている。留学生は、エネルギー理工学研究所における国際化促進や諸外国との国際交流、研究力の向上、諸外国の人材育成等の様々な面に大きく貢献している。表 1.7.8 を見ると、アジアからの留学生が 90% 前後と大多数を占めるが、その一方で、中東およびアフリカからの留学生もあわせ 10% 程度となっている。日本

学生支援機構が発表する、2021年度の出身地域別留学生の割合（アジア 94.6%、中東+アフリカ 1.1%）と比べ、中東やアフリカからの留学生の比率が比較的高い特徴がある。

短期交流学生およびインターンシップについては、コロナ禍による出入国や校外活動の制限等の影響が顕著であった。前者はこの3年間でオランダから1件のみであり、後者は表 1.8.8 に示す通り 2018年度は9件であったが、2019年度は3件、2020年度と2021年度は0件となっている。

以上のように、本研究所は積極的に留学生、短期交流学生、インターンシップを受け入れる努力を継続して行っており、その結果として留学生の受け入れ数の増加を実現している。現在、多数の留学生を経済的に支援する公的資金および留学生用住居の確保、国際交流の場の提供など、留学生が安心して勉学に励めるような環境整備が新たな重要課題となっている。今後も優秀な留学生を継続的に受け入れるためには、協力講座として所属するエネルギー研究科はもとより、大学本部とも連携しつつ、これらの課題を解決していく必要がある。

表 1.7.7 留学生の受入状況

	2019	2020	2021
博士後期課程	20 (60%)	23 (62%)	28 (70%)
修士課程	14 (22%)	16 (24%)	24 (32%)
研究生	11	18	7
合計	34 (35%)	39 (38%)	52 (46%)

- ・ ( ) の数字は学生全体の内の留学生の割合

表 1.7.8 地域別の留学生数

	2019	2020	2021
アジア	39 (87%)	44 (88%)	54 (92%)
中東	1 (2%)	1 (2%)	1 (1%)
アフリカ	5 (11%)	4 (8%)	4 (7%)
合計	45	49	59

- ・ 研究生を含む
- ・ ( ) の数字は地域別の留学生の割合

## 1.8 国際・社会との連携

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 有機的な国際連携・交流を展開し、数多くの部局間学術交流協定（MOU）を締結した。
- ・ 多くの国際的なプロジェクトを指導的に牽引した。
- ・ 海外から多くの研究者を受け入れて、研究所の国際化を推進した。
- ・ 今後は、学生やポスドクなどの優秀な若手を継続的に見出していく必要がある。

### 国際連携

本研究所では、以下に示すように大学の国際化の流れに先立ち、研究および教育（人材育成）の両面から国際連携活動を推進してきた。2010（平成 22）年度から毎年開催されている国際シンポジウムも国際連携活動の一環である。また、2017（平成 29）年度より、附属エネルギー複合機構研究センターに国際・産官学連携支援室が設置され、組織的な活動への展開を行ってきた。しかしながら、2020（令和 2）年からの新型コロナウイルス感染症により、その活動が制限されている。なお、センター共同研究の枠組みから一部援助があるものの、国際・産官学連携支援室の支援も個人ベースに頼らざるを得ず、現状教員（分野）個々の外部資金に頼った活動となっている。一方、新型コロナウイルス蔓延の状況下にあっても、ビデオシステムを導入したりリモートの共同実験システムが実施されるなど、今後の共同研究形態を柔軟に推進する基盤が築かれてきている。

以下に、評価期間での主要な国際連携活動を記す。

#### 1) SICORP（JST）“Japan-ASEAN Science Technology Innovation Platform (JASTIP)”

「日 ASEAN 科学技術イノベーション共同研究拠点—持続可能開発研究の推進—（2015（平成 27）年度～2019（平成 31）年度）、（2019（令和元）年度～2023（令和 5）年度）」

本事業では、SDGs への科学技術イノベーションからの貢献を目標に、日 ASEAN 科学技術イノベーション共同研究拠点を海外に設置し、オールジャパン、オール ASEAN の研究活動を推進している。本研究所では環境・エネルギー研究班（WP2）としてタイの NSTDA に拠点を設置し、総括班（WP1）からのコーディネーターが 1 名常駐して活動している。2015（平成 27）年度から 2019（平成 31）年度までの第 1 期に続き、2019（令和元）年度より第 2 期の継続が認められ JASTIP 全体で 2019（令和元）年度～2021（令和 3）年度までに、原著論文 36 編（共著 14 編）、学会発表 104 件、ワークショップ・セミナー開催 26 件、受賞 7 件、特許 1 件、新聞等報道 25 件、人材交流 314 名の実績をあげている（<http://jastip.org/>）。

#### 2) JSPS 研究拠点形成事業（A. 先端拠点形成型）「磁場の多様性が拓く超高温プラズマダイナミクスと構造形成の国際研究拠点形成」（京都大学エネルギー理工学研究所、エネルギー科学研究科、工学研究科、核融合科学研究所、東京大学新領域創成科学研究科、九州大学応用力学研究所、ドイツ、米国、中国）（2019（令和元）年度～2021（令和 3）年度）」

多様な閉じ込め磁場中の超高温プラズマで見られる乱流状態からの構造形成や、高エネルギー粒子ダイナミクスの役割を、精密実験と理論・シミュレーション解析によって比較・考察することで、自然界に存在する構造形成を理解する鍵となる新たな学理を創出する国際研究拠点の形成を目指している。

（<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/plasma/pladys/index.html>）

#### 3) JSPS 研究拠点形成事業（B 型）「アジア新興国産天然資源を由来とする機能性物質創生のための高度分析研究拠点の形成」（京都大学エネルギー理工学研究所、化学研究所、大阪大学産業科学研究所、イ

インドネシア、ミャンマー、モンゴル、フィリピン、ベトナム、カンボジア、ラオス）（2019（令和元）年度～2021（令和3）年度、2022（令和4）年度まで延長）」

アジア新興国に豊富な天然資源を高度利用するために、日本の高度分析技術を用いてアジア新興国に豊富な天然資源の高度利用を可能とする研究交流拠点の形成を目指している。

(<https://www.kaplat-talentspot.jp/>)

#### 4) その他

上記以外に、外国人客員研究員の招へい制度を活用した国際共同研究が各研究グループで進められてきたが、いずれも新型コロナウイルス蔓延の影響で、招へい・派遣等の活動が2022（令和4）年3月現在も実施困難な状況である。

### 1.8.1 部局間交流協定

昨今、研究の国際化が重要視されているが、エネルギー理工学研究所における海外研究機関との連携は、各研究分野ベースでの連携はもとより、JSTやJSPS、JICAなどのプロジェクトを利用して、さまざまな国際共同研究や交流活動を積極的に行なってきた。

特に海外の研究機関・組織とは、部局間学術交流協定（MOU）を締結して、国際共同研究や人的交流を支援している。2021（令和3）年度末現在、37に及ぶ研究機関・組織と部局間学術交流協定を締結している。前回の自己点検評価後の2019（令和元）年度以降に新規に締結した件数も、表1.8.1に示すように6件に及んでいる。

表 1.8.1 2019 以降に締結した部局間交流協定

国名	大学・部局名	締結（更新）年月日
ラオス	ラオス国立大学	2019/6/20
中華人民共和国	西南物理研究所・核融合科学センター	2019/10/21
中華人民共和国	華中科技大学・プラズマ物理国際共同研究所	2019/10/30
大韓民国	蔚山国立科学技術大学	2019/12/3（更新）
ブルネイ	ブルネイ・ダムサラーム大学・先端材料とエネルギーのセンター	2020/10/16（更新）
ルーマニア	国立ホイアフルバイ物理原子力研究所	2021/3/18（更新）

### 1.8.2 外国人客員教員

エネルギー理工学研究所は、エネルギー生成研究部門に外国人客員教授のポストを有しており、研究所の活動の幅を広げるべく、関連分野の研究部門との連携を含めて幅広い専門領域の客員教員を招へいしている。客員教員には3カ月以上の滞在期間を設定しており、その間にセミナーや講演を行うなど、密に教員や学生と交流する機会としている。本来は客員教授ポストであるが、優秀な若手研究者の招へいにも活用している。なお、2020（令和2）年度より新型コロナウイルスの蔓延により、客員教員の招へいが滞っている。

表 1.8.2 外国人客員教授・准教授・研究員の招へい

氏名	機関国名	受入期間	職種	本務先所属・職名
Chinnusamy Saravanan	インド	2019/4/1- 2019/6/30	客員研究員	ソナ工科大学・先端有機材料センター・助教
Xing Xiwen	中華人民共和国	2019/6/1- 2019/8/31	客員准教授	Jinan University
Sang Yong Ju	大韓民国	2019/7/1- 2019/9/30	客員准教授	Yonsei University
KHATTAB Sadat Mohamed Rezk	エジプト	2019/10/1- 2019/12/31	客員准教授	Al-Azhar University

- ・ 2020 年度、2021 年度は世界的な新型コロナウイルス蔓延の影響で招へいを見送った。

### 1.8.3 成果の社会貢献

エネルギー理工学研究所では 2019（令和元）年度から 2021（令和 3）年度の間に、60 件の民間企業との共同研究、66 件の受託研究を実施し、産学連携を通じた社会貢献を推進してきた（表 1.8.3）。その中のいくつかは、製品や技術を搭載した装置として実用化されるまでに至っている。表 1.8.4 にその主なものを記載している。

代表的な例として、本研究所教員の独創的な核融合工学の成果を事業化、産業化することを目指して立ち上げ、本学産官学連携本部、および京都大学イノベーションキャピタル株式会社の支援を受けた、大学発スタートアップ企業「京都フュージョニアリング株式会社」がある。この企業は京都府宇治市に 2019（令和元）年 10 月に設立され、最近世界で着目されている核融合研究開発を行う、民間組織に核融合装置の供給やコンサルティング業務を行っている。2021（令和 3）年度（11 月現在）約 30 名の従業員規模へ成長し、経産省補助事業、京都府補助事業により、原子力産業基盤を強化する先進核融合技術の市場化、あるいはバイオマスガス化・炭化による低炭素産業の創生に取り組んでいる。資金的にもわが国の大学研究機関から 3 件、外国の研究機関等から約 3 件の受注を受け、世界的にも特徴的な核融合技術を販売している。特に英国政府機関の UKAEA（英国原子力公社）から受注した高性能高周波発振装置の開発を当研究所との共同研究で進め、また英国核融合発電炉の概念設計に参加している。

表 1.8.3 共同・受託研究件数

年度	共同研究	受託研究
2019	23	24
2020	27	21
2021	10	21

表 1.8.4 成果の実用化例

研究成果の概要	実用化内容
核融合ブランケット機能材料及び耐環境セラミックス材料の開発	基礎研究にもとづく実用化可能な技術であるため、5件の特許申請を行った。特許技術の大型のライセンス契約、文科省、経産省のプロジェクト、民間企業6社との共同研究に発展した。出口企業4社とのNDAを結び実用化を図った。
太陽電池用シリコン材料の電気化学的製造法の開発	熔融 $\text{CaCl}_2$ 中において $\text{SiO}_2$ を電解還元して液体 $\text{Zn-Si}$ 合金を生成させる方法は、太陽電池用 $\text{Si}$ を現在のアルミニウム電解のように安価・大量に製造できる可能性があり、こちらも社会的、経済的意義が大きい。
効率的な多段階酵素反応を実現する分子コンビナート	本研究を通じて得られた成果は、生体内を模倣した高機能・高効率な反応場・デバイスとしての応用展開が期待される。他の機能を有する酵素や人工分子と組み合わせることにより複雑な連続反応の効率化や、人工代謝経路となる「分子コンビナート」の創製が期待される。
バイオマスの利活用に有用な木材腐朽菌由来酵素の活性発現機構の解明とクリーンな溶液改質法の開発	バイオマス（もみ殻）からケロシンのような安価な溶媒を用いて高純度の炭素成分を抽出できる可能性を示した研究では、これまで焼却処分をされていた不要バイオマスの有効利用を、社会実装に可能な比較的低温（350度C）処理の方法を示した。この方法の実用化に向けて、タイ国の石油公社にプロトタイプのシステムが導入された。
数多くの異なる創薬標的受容体（GPCR）を耐熱化する共通方法の開発とそれらの立体構造の解明	M2R を実際に耐熱化し、新たな立体構造決定に繋げた。国内特許を登録済（第 6359656 号）、国際特許を出願中（WO2015/1991621A1）である。

#### 1.8.4 国際的共同プロジェクトへの参加

エネルギー理工学研究所の教員の多くが海外の研究機関と共同研究を行っている（表 1.8.5）。このうち JST の SICORP や JSPS の拠点形成事業に関しては既に本章の冒頭に記述しているが、米国 Oak Ridge National Laboratory との原子力材料の中性子照射に関する国際共同研究は長い歴史を有し、2019（令和元）年度から 2020（令和 2）年度まで「原型炉ダイバータにおける界面反応ダイナミクスと中性子照射効果」を実施している。その他に、ゼロエミッションエネルギー研究拠点活動による国際共同研究も毎年数件採択されており、本研究所の国際連携活動を活発にしている。

表 1.8.5 2019 年度以降に開始した国際的共同プロジェクト

実施期間	相手国	研究機関	研究プロジェクト名	プロジェクト概要
2019-2020	アメリカ	Oak Ridge National Laboratory	原型炉ダイバータにおける界面反応ダイナミクスと中性子照射効果	プラズマ対向材料と構造材料の界面に及ぼす中性子照射効果を明らかにする。
2019-	モンゴル、インドネシア、フィリピン、ベトナム、ラオス、カンボジア	モンゴル国立大学、インドネシア大学、フィリピン大学ディリマン校、ベトナム国家大学ハノイ校、ラオス国立大学、王立プノンペン大学	研究拠点形成事業 B. アジア・アフリカ学術基盤形成型	アジア新興国からの若手研究者を招へいし、最先端の測定機器を用いた共同研究を通じて研究人材の育成をはかる
2019-	中華人民共和国	西南物理研究所	新しい非線形結合に関する揺動解析手法に関する共同研究	高温プラズマの揺動解析において非線形結合同定に用いられるバイコヒーレンス解析は、複素フーリエ成分のアンサンブル平均が要されるため、有意な結果を得るためには時間平均して値を評価する必要がある。本研究では、解析信号の瞬時位相に着目した、非線形結合の新しい同定手法を開発している。
2019-	シンガポール	Department of Civil and Environmental Engineering-National University of Singapore	ポリ塩化ビフェニルを脱塩素化する細菌	ポリ塩化ビフェニル類を脱塩素化する細菌由来酵素を遺伝子組換えで製作する。
2019-	アメリカ	Lamont Doherty Earth Observatory-Columbia University	ポリ塩化ビフェニル類を分解する微生物とその由来酵素	ポリ塩化ビフェニル類を酸化分解あるいは脱塩素化させる微生物由来酵素製剤を製作して環境汚染浄化を実証する。
2020-	タイ	NSTDA, Thailand	JASTIP 「日 ASEAN 科学技術イノベーション共同研究拠点—持続可能開発研究の推進」	本研究は、オールジャパン・オール ASEAN 体制のもとで、地域共通課題の解決に資する持続可能開発研究を推進することを目的とする。環境・エネルギー、生物資源・生物多様性、防災の3分野に焦点を当てて、

				バイオマス廃棄物のエネルギー化、有用熱帯植物の高度有効利用、大規模自然災害の早期警戒システム等の先端的な技術開発や実用化促進のための国際共同研究に取り組む。
2020-	マレーシア、カンボジア、ミャンマー、インドネシア、フィリピン	University of Malaya	JASTIP-net	再生可能エネルギーの導入前後での非電化地区住民の生活パターンや生活様式の変化を研究し、最善のエネルギー導入法の導出を行う。
2020-	マレーシア	University of Malaya	FUNDAMENTAL RESEARCH GRANT SCHEME (Malaysia)	辺境地での再生可能エネルギー導入のための蓄電池に関する研究
2020-	スロヴァキア	VUJE	革新的な材料、技術、プロセスに基づく安全性の高いガス冷却高速炉の開発	耐照射特性、耐酸化特性に優れたSiC複合材料の開発及び評価

### 1.8.5 社会との連携と一般啓蒙活動

エネルギー理工学研究所の教員は、国内の様々な学会の委員や団体の役員を努め、学術分野の発展に貢献している。表 1.8.6、表 1.8.7 に本研究所教員が務める代表的な委員のリストを示す。また、インターシップ、高大連携、アウトリーチ活動の実施例を表 1.8.8 に示す。新型コロナウイルスの蔓延を受け、2020（令和 2）～2021（令和 3）年度は実施が見送られた。一方で、表 1.8.9 に示すようなリモート、ICT を活用した見学会、講演、実験演習を実施した。

表 1.8.6 教員が役員・委員などを務める主な財団、研究所等（2019-2021 年度抜粋）

(一社) 海洋インバースダム協会
(一社) 日本マグネシウム協会
(一社) 原子力安全推進協会
(一財) サムコ科学秘術振興財団
(一財) 高度情報科学技術研究機構
特定非営利活動法人シンビオ社会研究会
未来エネルギー研究協会
関西原子力懇談会
核融合エネルギーフォーラム

表 1.8.7 教員の政府や自治体などの審議委員等への就任例（2019-2021 年度抜粋）

文部科学省研究開発局	・国際論文選考委員
日本学術振興会	・特別研究員等審査会委員等 ・科学研究費委員会専門委員
京都市	・立入調査および点検有識者
岐阜県産業経済振興センター	・戦略的基盤技術行動化支援事業に係る研究開発委員会委員

表 1.8.8 インターンシップの実績例

年度	対象	国名
2018	Amgen Scholars Program	アメリカ、パキスタン
	Visvesvaraya Technological University	インド
	University of Barcelona	スペイン
	大阪府立大学工業高等専門学校	日本
	奈良工業高等専門学校	日本
	和歌山工業高等専門学校	日本
	福島工業高等専門学校	日本
	久留米工業高等専門学校	日本
	香川高等専門学校	日本
2019	福島工業高等専門学校	日本
	久留米工業高等専門学校	日本
	アイントホーフエン工科大学	オランダ

- ・ 2020 年度、2021 年度は新型コロナウイルスの影響で実施できなかった。

表 1.8.9 一般向けアウトリーチ活動の例

年度	研究所見学・一般公開	アウトリーチ活動（出張講義・講演等）
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 静岡県立磐田市立磐田第一中学校</li> <li>・ 大阪府立天王寺高等学校</li> <li>・ 愛知県滝高等学校</li> <li>・ 中国清華大学</li> <li>・ 東京都立国立高等学校</li> <li>・ 愛知県立半田高等学校</li> <li>・ 東京学芸大学附属国際中等教育学校</li> <li>・ 中国大連理工大学</li> <li>・ 中国浙江大学</li> <li>・ JST さくらサイエンスプラン中国行政官プログラム</li> <li>・ 京都大学宇治キャンパス公開 2019</li> <li>・ 中国科学院力学研究所</li> <li>・ 三重県立上野高等学校</li> <li>・ 中国浙江大学、韓国亜州大学</li> <li>・ 大阪府立大学</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第 24 回エネルギー理工学研究所公開講演会</li> <li>・ 科学のフロントランナーが語る未来世界</li> <li>・ 大阪府立天王寺高等学校</li> <li>・ 第 32 回京都大学宇治キャンパス産学交流会</li> <li>・ 馬淵教室京大探究講座</li> <li>・ 宇治市中学生理科教室</li> <li>・ 科学・技術・人との出会い 女子中高生夏の学校 2019</li> <li>・ 滋賀県立彦根東高等学校（講義）</li> <li>・ 京都大学宇治キャンパス公開特別講演会</li> <li>・ 静岡聖光学院中学校・高等学校（講義）</li> <li>・ インターンシップ「ヘリオトロン」における揺動計測</li> <li>・ 豊島岡女子学園高等学校（模擬講義）</li> <li>・ 京都府私立中高理科学研究会（講義）</li> </ul>

2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 京都大学宇治キャンパス公開 2020（オンライン）</li> <li>・ 三重県立上野高等学校（オンライン）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 核融合ベンチャーの衝撃ー新たなる希望と挑戦（オンライン）</li> <li>・ 静岡聖光学院中学校・高等学校キャリアトーク「研究者になるための生き方」（オンライン）</li> <li>・ 京都大学令和2年度高大連携事業「サマープログラム」（オンライン）</li> <li>・ 第36回京都大学宇治キャンパス産学交流会（オンライン）</li> <li>・ エネルギーと生活満足度（アセアン非電化地区での調査から）（オンライン講義）</li> <li>・ 拠点協議会「すぐわかアカデミア。」（オンライン）</li> <li>・ プラズマ核融合学会第18回高校生シンポジウム特別講演会（オンライン）</li> <li>・ 膳所高等学校 SSH サイエンスプロジェクト（講義）</li> </ul>
2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 京都大学宇治キャンパス公開 2021（オンライン）</li> <li>・ 三重県立上野高等学校</li> <li>・ 京都大学宇治地区三研究所技術部</li> <li>・ 京都大学技術職員第1 専門技術群</li> <li>・ 開成学園理化学部</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大阪府立天王寺高等学校（オンライン）</li> <li>・ ワイルド&amp;ワイズ共学教育受入れプログラム事業（フィリピン・インド）（オンライン）</li> <li>・ 第36回京都大学宇治キャンパス産学交流会（オンライン）</li> <li>・ 宇治市中学生理科教室</li> <li>・ 第26回エネルギー理工学研究所公開講演会（オンライン）</li> <li>・ 第116回京都大学丸の内セミナー</li> <li>・ 第17回京都大学附置研究所・センターシンポジウム／京都大学松山講演会</li> </ul>

- ・ 2020年、2021年は新型コロナウイルスの影響で開催数が限られた。

## 1.9 施設整備

### 評価対象期間における特記事項

- ・ 外部資金等の獲得により、幾つかの設備導入と更新を行った。
- ・ 宇治地区の他研究所と協力して宇治地区設備サポート拠点を立ち上げ、宇治地区の設備の共用に適した環境を整えた。
- ・ 研究所の展示室の整備を2年計画で開始し、研究所の歴史をまとめた年表パネル等の制作・展示を行った。

### 1.9.1 大型研究設備

改組以前の旧組織から継続して研究に使用されている設備・機器類のうち、比較的規模の大きいものは附属エネルギー複合機構研究センターの所管として運営してきた。センターで所管する基幹装置の在り方を検討した結果、(1) 研究所で独自に開発した装置（または装置システム）であって、共同利用・共同研究に供する役割を担う基幹的な（または大型の）装置、あるいは(2) 当該装置（装置システム）を用いて、他研究機関や産官学のコミュニティとの双方向または連携融合の研究が格段に推進され、エネルギー理工学研究の拠点形成に資するものを「センター基幹装置」として規定した。研究所の将来構想と併せて、中期目標・中期計画ごとに見直すことを原則としながら、装置の運転・維持管理を行っていくこととなった。第3期中期目標・中期計画期間のセンター基幹装置として、Heliotron J 装置（Heliotron J）、複合ビーム材料照射装置（DuET）、自由電子レーザー発生装置（KU-FEL）、および高分解能核磁気共鳴（NMR）装置群を選定している。これらのほかにも、マルチスケール評価開発研究基盤群（MUSTER）やフェムト秒レーザーなど大型装置の整備も計画的に実施してきた。一方で、従来担当していた研究者が退職や異動で不在となった設備をどうするかが、検討課題となっている。フェムト秒レーザー装置は、2021（令和3）年度に過去に研究利用していたが転出した教員に移管された。2020（令和2）年度に MUSTER を構成する装置群の維持計画が見直され、DuET は、2023（令和5）年度末に運転を終了することが決定された。今後も設置準備中の「先端研究支援設備運営委員会」等において、議論が進められる予定である。

2007（平成19）年度以降 整備された研究設備リストを資料編に掲載する。2005（平成17）～2009（平成21）年度には、研究所経費や外部競争的資金（原子力システム開発事業：2件、15億円）などを利用し、北1号棟ならびに南1号棟を整備・再開発して、電界放出型透過電子顕微鏡などの先端研究設備・装置を新規導入し、MUSTER の拡充を行った。また、2008（平成20）～2010（平成22）年度にかけて、学内特別設備経費（1.2億円）を用いて、複合ビーム加工観察装置などを整備した。2009（平成21）年度には、補正予算（1.7億円）により、フェムト秒レーザーが導入され、2010（平成22）年度には特別教育研究経費（2.2億円）にて光エネルギー材料連携研究設備が導入された。2012（平成24）年度の補正予算により、革新的太陽光エネルギー利用設備（0.8億円）を導入し、先端研究施設共用促進事業の主要設備 DuET および MUSTER を高度化（2億円）した。さらに、2013（平成25）年度には補正予算によりナノバイオ材料検出・計測システム（0.4億円）が導入された。また、2016（平成28）年度にエネルギー損失分光装置（0.3億円）が、2017（平成29）年度には汎用マルチ波長域プラズマ分光診断システム（0.5億円）が、全学経費（設備整備経費）で導入された。2020（令和2）年度には液体クロマトグラフィー、および質量分析計と接続された 800 MHz NMR 装置（1億円）の移設・導入が、全学経費（設備整備経費）によって認められた。なお本装置は、新型コロナウイルスの蔓延によって、移設・導入が延期されてきたが、2022（令和4）年度には移設・導入予定である。これらの先端設備・装置の導入により、研究拠点としての機能強化を図っている。

建物・設備については、研究所だけでなく全学的な観点からの整備計画が進められている。2006（平成

18) 年度の補正予算により、宇治キャンパス本館研究棟の耐震改修工事が行われ、2010（平成 22）年度に本館の工事が完了した。この工事による増床や大学院エネルギー科学研究科の一部移転に伴い、研究所の総床面積が増大した。研究所別棟の整備に関し、南 2 号棟については 2007（平成 19）～2008（平成 20）年度に再整備に着手し、高温液体ナトリウム伝熱実験装置のナトリウム撤去と装置解体撤去作業を法令を遵守しつつ安全に実施するとともに、内装および外装を整備・再開発し、高分解能核磁気共鳴スペクトル装置をはじめとする実験装置を設置した。また、南 3 号棟の浸水対策工事、および北 4 号棟の耐震改修工事が 2012（平成 24）年度に行われた。2012（平成 24）年度には北 4 号棟の耐震改修工事が行われた。さらに、2015（平成 27）年度には南 1 号棟別棟の整備（小規模耐震補強工事）が実施された。2020（令和 2）年度には南 1 号棟を改修して 800MHz NMR 装置を移設・導入する部屋を整備した。また、2021（令和 3）年度には従来担当していた研究者が退職や異動で不在となった設備の一部を研究所の経費によって撤去し、スペースの有効活用を図った。さらに、2021（令和 3）年度より 2 年がかりでの研究所の展示室の整備に着手し整備を行うとともに歴史をまとめた年表等の制作・展示を行った。

## 1.9.2 共用研究設備群

### （センター共用・共同利用・共同研究拠点・宇治地区設備サポート拠点）

本研究所が所有する共用研究設備群は、センター共用機器、拠点共同利用機器、宇治地区設備サポート拠点共用機器の 3 つに分類することができる。これらはそれぞれ、本研究所内の分野間を横断的に進める所内共同研究で利用できる機器、文部科学省認定共同利用・共同研究拠点「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」で採択された外部研究者が所内研究者と共同研究を進める上で利用できる機器、および大学本部からの支援を受けて宇治地区設備サポート拠点の一元管理の基に学内外の共用に資する機器、という位置づけである。機器によっては、これら 3 つの分類の 2 つ、または 3 つを兼ねている。これら共用機器のうち、前回の自己点検以降、2018（平成 30）～2021（令和 3）年に新たに設置または整備された機器については資料編に記載されている。

第 1 期拠点活動が始まる 2011（平成 23）年度までは、所内研究者と学内研究者を含む所外研究者が共同研究を進めるための枠組みが、当時のセンター共同研究でありそこで利用できる機器がセンター共用機器であった。拠点活動が開始した 2011（平成 23）年度以降は、所内研究者同士が分野横断的に進める共同研究をセンター共同研究、所外研究者が所内研究者と進める共同研究を拠点共同利用・共同研究と、2 つの枠組みに切り分けられた。このため、センター共用機器群と拠点共同利用機器群は現在一致している。前述のセンター基幹装置、すなわち Heliotron J 装置 (Heliotron J)、複合ビーム材料照射装置 (DuET)、自由電子レーザー発生装置 (KU-FEL) および高分解能核磁気共鳴 (NMR) 装置群も、これら 3 つの共同利用の枠組みで活用されている。センター共用機器、および拠点共同利用機器の一覧は、以下の URL (<http://www-test.iae.kyoto-u.ac.jp/old/kosirase/setsubi.html>) で公開されている。

宇治地区設備サポート拠点共用機器については、ホームページ (<https://www.jimu.uji.kyoto-u.ac.jp/uji-sces/about/>) が作成され、宇治地区にある 4 研究所、および宇治地区全体で管理する機器が部局ごとに写真入りで説明されている。また、キーワードも検索できるようになっており、利用者の便を図っている。

研究成果を社会に還元するという意味では、成果の学術発表だけでなく、産学連携の取り組みも重要である。DuET は、これまで産学共同研究に供された実績を有する。また、本研究所は化学研究所、生存圏研究所、および株式会社ダイセルと共同で、バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門を 2021（令和 3）年 10 月に宇治キャンパス内に設立したが、上記の装置群はこの産学共同研究部門における主要機器の一つとして利用されている。

新たな装置の導入あるいは整備は、運営費、各種外部資金、および宇治地区設備サポート拠点の支援によって行われている。装置の設置場所に関しては、関連する研究分野の教員が、面積利用検討委員会に面積利用の申請を行い、承認を受けることが必要となっている。

### 1.9.3 建物・設備

表 1.9.1 に、エネルギー理工学研究所が現在使用している建物についてまとめた。宇治地区研究所本館には、所長室、会議室、研究室、共同研究のためのオープンスペース、セミナー室、各種機器室などが配置されている。また、同じく宇治地区研究所本館にある宇治地区事務部内に、本研究所担当事務室が配置されているほか、宇治地区共通スペースとして女子休養室、男女シャワー室、ラウンジなどが整備されている。

総合研究実験 1 号棟、および総合研究実験 2 号棟も宇治地区他部局との共用建物であり、エネルギー理工学研究所もその一部を実験室として利用している。

南 1 号棟（別棟を含む）、南 2 号棟、南 3 号棟、北 1 号棟、北 2 号棟、北 3 号棟、北 4 号棟、実験用倉庫は本研究所が管理する研究棟であり、磁場閉じ込めプラズマ実験装置（HeliotronJ：北 4 号棟）、イオンサイクロトロン共鳴加熱装置（北 3 号棟）、自由電子レーザー施設（KU-FEL：北 2 号棟）、高度エネルギー機能変換実験装置/材料実験装置（DuET：北 2 号棟）、マルチスケール材料評価基盤設備（MUSTER:北 1 号棟、北 2 号棟）、核融合炉内機器実験装置（南 3 号棟）、NMR 装置群（南 1 号棟、南 2 号棟）をはじめ、エネルギーナノサイエンス研究装置群や先端エネルギー変換試験装置、触媒材料創製機能解析システムなどが配置されている。

さらに、300 名収容のきはだホールや 5 つのセミナー室に加え、ポスター発表や学生の自習等にも使用可能なハイブリッドスペース、レストラン、コンビニエンスストアなどの福利厚生施設がある。さらに、宇治地区共通施設の宇治おうばくプラザの運営にも主体的に参画し、学術研究、研究者交流、学生支援、産官学連携の推進、および地域社会との連携などの活用に寄与している。

表 1.9.1 建物面積・建物年次別区別・建物構造別区別等

区分	床面積/㎡	建築年	耐震改修年	構造別区分	耐震性能
宇治研究所本館	42,707	1966	2009-2010	S	耐震性能を満たしている
		1968	2009-2011	S	
		1970	2008-2010	S	
		1979	2009	R	
		1982		R	
		1984		R	
		1988		R	
		2008	-	S	
		2009	-	S	
南 1 号棟	497	1969		R	耐震性能を満たしている
南 1 号棟別棟	198	1969	2016	S	
南 2 号棟	481	1981		R	耐震性能を満たしている
南 3 号棟	679	1983		R	耐震性能を満たしている

北1号棟	609	1972		R	耐震性能を満たしている
北2号棟	1,452	1970	2016	R,S,B	耐震性能を満たしている
北3号棟	1,851	1984		R	耐震性能を満たしている
北4号棟	8,617	1979	2013	R	耐震性能を満たしている
総合研究実験1号棟	11,199	2004	-	R	耐震性能を満たしている
総合研究実験2号棟 (旧工業教員養成所)	2,673	1962	2016	R	耐震性能を満たしている
実験用倉庫	318	1895		B	
宇治地区自動車車庫	218	1973		S	

- ・ 2022（令和4）年4月28日現在
- ・ 宇治地区構内土地面積（215,642 m<sup>2</sup>）
- ・ 構造区別の欄中、Rは鉄筋コンクリート造、Sは鉄骨構造、Bはレンガ・ブロック造を示す。

#### 1.9.4 共通面積、分野専有面積

表1.9.2に、エネルギー理工学研究所が現在使用している本館内の研究分野別面積をまとめた。宇治地区研究所本館には、16研究分野のうち、北1号棟や北4号棟に専有面積を持つ研究分野以外の11研究分野が、分野専有面積を有している。また、共通面積として、所長室、会議室、共同研究のためのオープンスペース、セミナー室などがあり、材料実験、化学実験、生化学実験などに対応した共通実験室が配置されており、各種測定機器が配備されている。また、附属センターに所属する教職員の居室などが、共通面積内に暫定的に配置されている。

表 1.9.2 本館研究分野別面積

[単位：m<sup>2</sup>]

研究分野名	本館面積計	BF	1F	2F	3F	4F	5F
量子放射エネルギー	343		154	189			
原子エネルギー	343		147	196			
プラズマエネルギー							
複合系プラズマ							
複合機能変換過程	340		126	214			
レーザー科学	343						343
エネルギー基盤材料	334						334
ナノ光科学	336						336
複合化学過程	361				361		
分子ナノ工学	375						375

生物機能化学	361					361	
エネルギー構造生命科学	362			362			
自己組織化科学	124						124
高温プラズマ機器学							
広帯域エネルギー理工学開拓							
環境微生物学							
共通	945	48	173	86		56	582
	4,567	48	600	1,047	361	417	2,094

## 2. 研究部門・研究分野における研究の現状・課題・展望

本研究所では、第1章に掲げた理念・目標を実現するため3つの研究部門（「エネルギー生成研究部門」、「エネルギー機能変換研究部門」および「エネルギー利用過程研究部門」）と1つの附属施設（附属エネルギー複合機構研究センター）を設置している。各部門およびセンターでは、それぞれを構成する研究分野を中心とし第3期中期目標・中期計画に沿い、それぞれの研究領域における先端研究を推進している。合わせて、新しい融合研究や新領域研究への展開を常に意識しつつ、エネルギー理工学研究に携わり着実に成果をあげている。

本章では、第3期中期目標・中期計画における本評価期間（2019（令和元）～2021（令和3）年度）において、3部門1センターを中心として行われた研究の現状を記載する。なお、中期目標として定めた研究所重点複合領域研究に関する分野間連携研究の現状は第3章に、共同利用・共同研究拠点「ゼロエミッションエネルギー研究拠点」活動をはじめとするエネルギー研究拠点形成に関する現状は1.6章に記載した。

各部門・分野の構成人員（2022（令和4）年3月31日現在）、各部門・分野における人事異動の状況は資料編に記載している。

### エネルギー生成研究部門

(2-1-1) 量子放射エネルギー研究分野：加速器からの量子放射エネルギー源の開発とこれによる計測手法を開発する。特に、中赤外自由電子レーザー（KU-FEL）の高性能化とこれを用いた光物性研究、バルク高温超電導超小型挿入光源開発、さらに国際連携に基づく再生可能エネルギー実装研究を進める。

(2-2-2) 原子エネルギー研究分野：人類の持続可能な発展を可能とする物質エネルギー循環システムの構築を目指して核融合を中心とした革新的エネルギーの生成変換利用系の概念を構築し、斬新な発想に基づく先鋭的な機器とプロセスを実験室規模で実証する一方、超長期世界レベルでのシナリオをモデル分析で評価し、開発戦略として提示する。

(2-1-3) プラズマエネルギー研究分野：核融合エネルギーの生成のために「ヘリカル軸ヘリオトロン磁場による核融合エネルギーの実用化」に向けて、磁場閉じ込めプラズマに内在する物理を解明しつつ、新たな加熱手法や粒子供給手法によるプラズマ制御法を探究し、高度化された高精度局所計測システムを開発し適用することによって、プラズマ制御学の新たな地平を開拓することを目標とする。

(2-1-4) 複合系プラズマ研究分野：プラズマ現象のうち、粒子的な特徴が強く現れる側面においては個々の粒子のエネルギー分布や磁場中の軌道などが、流体としての性質が色濃く現れる側面では不安定性や乱流現象が対象となる。そのような複合的な側面を光学的診断による可視化や数値シミュレーション等により解明し、核融合エネルギーの早期実現、および社会への広い認知を目指す。

### エネルギー機能変換研究部門

(2-2-1) 機能物性工学研究分野：持続可能なエネルギー社会実現に資する新しい太陽光・熱エネルギー高効率利活用技術の創成を目指して、ナノカーボン物質をはじめとするナノスケール・量子物質の物性・

機能とそのエネルギー応用に焦点を当てた研究を推進している。

(2-2-2) レーザー科学研究分野：非接触下で瞬時に高エネルギーの受け渡しをすることができるというレーザーの特徴を生かした高機能ナノ材料創成法の開発、エネルギー材料やエネルギー生成過程を対象とした先進分析手法の開発を進めている。創成したナノ材料については、所望のプラズモニクス特性や電気特性等を付与することにより、エネルギー材料としての活用を目指す。

(2-2-3) エネルギー基盤材料研究分野：より安全かつ長持ちする原子力・核融合エネルギーシステムのための材料開発、高経年化対策に有効なシステム保全学の構築に関する研究を行っている。具体的には、中性子照射環境下における材料内非平衡相の出現メカニズムの解明や機能劣化予測のマルチスケールモデリング、さらには照射劣化リスク評価の方法論の開発を進めている。

(2-2-4) ナノ光科学研究分野：ナノサイエンスに立脚した新しい光科学・物質科学の学理構築とエネルギー応用を目指した研究を行っている。特に、極限ナノ物質において発現する量子光学現象の物理を通じて、持続可能な社会の実現に向けた革新的な太陽光エネルギー利用に向けた研究を推進している。

### **エネルギー利用過程研究部門**

(2-3-1) 複合化学過程研究分野：太陽光発電やバイオエネルギー等の再生可能エネルギーを主要一次エネルギーにするために、基礎から実用化まで見据えた研究開発を行い、「ゼロエミッションエネルギーシステム」の実現に貢献する。

(2-3-2) 分子ナノ工学研究分野：自発的に自己組織化する前駆体分子を設計し、金属表面上での化学反応を用いて、エネルギーや情報分野において有用な新物質・材料を創成する。

(2-3-3) 生物機能化学研究分野：生物はタンパク質、核酸などの生体高分子を用いて、温和な条件下で高効率にエネルギーを利用している。このような生物のエネルギー利用原理を理解し、高い機能を発揮する生体高分子、およびその組織体を設計・作製することにより、化学エネルギーを活用するクリーンで高効率なエネルギー利用システム「分子コンビナート」を実現する。

(2-3-4) エネルギー構造生命科学研究分野：構造生物学に立脚してタンパク質・核酸等の生体高分子の機能発現機構を理解すると共に、これを生かして木質バイオマスからエネルギーと有用物質を獲得する方法論の開発を推進する。

### **附属エネルギー複合機構研究センター**

(2-4-1) 自己組織化科学研究分野：DNA ナノ材料に複数の酵素をテンプレート化することで、カスケード酵素反応の速度や効率を高めることができる。しかし、DNA ナノ材料は様々な条件下での安定性に乏しい。バイオマスエネルギー変換に関連する酵素反応に応用する前に、様々な化学的、機械的、環境的条件に対する安定性を向上させることが必要である。そこで、DNA ナノ材料を安定化させるための酵素的・

化学的手法を開発している。

(2-4-2) 高温プラズマ機器学研究分野：将来の基幹エネルギーの一つとして開発されている核融合炉を目指した高温プラズマ閉じ込め高度化を研究の目標としている。トーラスプラズマ内での高速イオン生成、高速粒子閉じ込めの磁場構造に対する依存性とその結果として生ずるバルクイオン加熱の Heliotron J を用いた実験研究を主とし、モンテカルロ計算を含めて、ヘリカル軸ヘリオトロンプラズマにおける高速イオン生成・閉じ込めを解明する。

(2-4-3) 広帯域エネルギー理工学開拓研究分野：持続可能な社会の実現に向けて、省エネルギーで動作する新しい物理自由度を用いた次世代光・電子デバイスの研究を進めている。また、従来の製造法よりも少ない工程、およびコストで結晶性シリコン太陽電池を製造する電気めっき技術を研究している。

(2-4-4) 環境微生物学研究分野：微生物はごく僅かなエネルギーで稼働する究極の機能性マイクロデバイスであり、人々の生活のみならず地球環境の維持にも重要な役割を担っている。本研究分野では、微生物の生理機能をより理解し、様々な生物工学的手法を駆使することで、持続的社會を実現するための課題解決を目指す。

(2-4-5) バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門：自然と共生する循環型の低炭素社会の実現と新しい産業の創出に貢献することを目指した京都大学と株式会社ダイセルの包括連携協定の下に設立され、当研究所からは片平正人教授のグループが参画している。

## 2.1 エネルギー生成研究部門

1996（平成8）年の研究所改組以来、エネルギー生成研究部門は「社会性受容性の高い高品位エネルギーの生成についての研究」を担う部門である。発足から2018（平成30）年度までは、量子放射エネルギー研究分野、原子エネルギー研究分野、粒子エネルギー研究分野、プラズマエネルギー研究分野の4研究分野からなり、2019（令和元）年度より、量子放射エネルギー研究分野、原子エネルギー研究分野、プラズマエネルギー研究分野、複合系プラズマ研究分野の4研究分野となった。また、外国人客員分野として、先進エネルギー評価分野を擁している。

本研究部門は物理・電磁気軸足のある先進的なエネルギー研究を行う点に特徴がある。本部門では、テラヘルツ領域から赤外線領域までのコヒーレント光を発生する自由電子レーザーや逆コンプトン散乱線までを扱うほか、未来エネルギー源として期待される核融合のためのヘリオトロンプラズマの閉じ込め、制御、基礎的な物理の研究、マイクロ波や中性粒子による加熱、診断などのプラズマ物理のほか、核融合エネルギーの利用のためのブランケット、ダイバータ、エネルギー利用系に関する研究を行っている。さらには、エネルギーシステムの設計と社会環境影響の研究やバイオマスの有効利用に関する研究、アジア地区での再生可能エネルギー実装に関する研究も展開している。本研究部門は、量子、粒子、プラズマなどの物理と工学を軸とし、社会科学的な面にも触れるような学際融合領域にも視野を広げ、他の2研究部門との密接な連携はもとより、他分野・他部局、ならびに学外・海外研究機関との共同研究を進めている。

外国人客員研究分野には、世界的にも優秀な研究者を3か月ずつ招へいし、様々な分野の研究を行うとともに、これによる国際的な協力関係の構築を行ってきた。

## 2.1.1 量子放射エネルギー研究分野

### 1. 構成員

教授：大垣英明、准教授：紀井俊輝、助教：全炳俊、特定准教授：金城良太（2022.1～）、特定助教：Jordi Cravioto（2019.6～）

### 2. 分野題目

量子放射エネルギー源の開発と応用

### 3. 研究概要

加速器からの量子放射エネルギー源の開発とこれによる計測手法を、中赤外自由電子レーザー（KU-FEL）の高性能化とこれを用いた光物性研究等を進める。

### 4. 研究目標

中赤外 FEL の高度化とその応用、バルク高温超電導体を用いた超小型挿入光源の開発、同位体 CT に関する研究開発、ASEAN 地区における再生可能エネルギーの実装に関する研究

### 5. 研究手法

独自に開発した KU-FEL 装置を用いて、共同研究拠点活動等を通じ、外部共同研究者との開発研究を進める。バルク高温超電導体を用いた超小型挿入光源、同位体 CT 研究、ASEAN 地区における再生可能エネルギー実装研究は国際共同研究を中心に進める。

### 6. 学術領域

光量子科学、ビーム物理、加速科学、物理・応用物理（超電導応用、光物性、非線形光学）、赤外分光学、エネルギー学、原子力、地域研究

### 7. 研究課題

#### 1) 中赤外 FEL の高度化とその応用

H. Zen et al., Appl. Phys. Exp., 13, (2020) 102007.

#### 2) 同位体 CT に関する研究開発

K. Ali et al., Appl. Sci., 11, (2021) 3415.

### 8. 分野の自己評価

光源開発から利用をカバーする分野であるとともに、それぞれにおいて研究成果をあげてきている。これにより各種学会にて委員を務める位置にある。また多数の国内・国際会議を開催・共催し、国際的にも貢献している。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

KU-FEL はユーザーと一体となり性能向上を行った結果、世界トップレベルの性能を誇るに至っている。なお科学技術・学術審議会の令和 2 年「我が国全体を俯瞰した量子ビーム施設の在り方」に、Spring-8/SACLA 等とともに取り上げられている。

## 2.1.2 原子エネルギー研究分野

### 1. 構成員

教授:小西哲之、講師:八木重郎、助教:向井啓祐、特別招へい准教授:Mahmoud Abdelaziem BAKRARBY  
(2021.1～2021.12)

### 2. 分野題目

核融合等革新的エネルギーシステムの開発と社会環境経済適合性評価の研究

### 3. 研究概要

人類の持続可能な発展を可能とする物質エネルギー循環システムの構築を目指して核融合を中心とした革新的エネルギーの生成変換利用系の概念を構築し、斬新な発想に基づく先鋭的な機器とプロセスを実験室規模で実証する一方、超長期世界レベルでのシナリオをモデル分析で評価し、開発戦略として提示する。

### 4. 研究目標

- 1) 先進的核融合炉内機器・材料の開発研究
- 2) 小型核融合装置の開発・高度化研究
- 3) バイオマス核融合ハイブリッドシステムの開発と環境社会適合性評価研究

### 5. 研究手法

核融合工学機器要素の開発と実験、物理化学実験、エネルギーシステムモデル評価・シナリオ検討、核融合炉システム設計

### 6. 学術領域

核融合学、原子力工学、放射線利用、社会環境経済

### 7. 研究課題

- 1) 先進増殖材料（液体金属・熔融塩）からの水素同位体・不純物の回収  
R. Omura et al., *Fusion Eng. Des.*, 170, (2021) 112548.
- 2) 小型核融合中性子源の開発とその利用  
S. Kenjyo et al., *Int'l J. Hydrog. Energy*, 47, (2022) 3054.

### 8. 分野の自己評価

人類の持続可能な発展の観点で、核融合炉の実現に向けた研究、またバイオマス核融合ハイブリッド概念はエネルギーと環境の関係を根本的に変える大きなインパクトを持つ。小型中性子源、先進ブランケット材料、ダイバータ排気システムの開発は独創性が高い。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

核融合の研究開発や実証は第6期科学技術基本計画にも明示されており、具体的かつさらに有効に利用することを考える本分野の概念は、大学からのエネルギー科学の発信としてふさわしい。核融合炉工学では、独創性で世界の原型炉開発にインパクトを与える研究成果を出している。

### 2.1.3 プラズマエネルギー研究分野

#### 1. 構成員

教授：長崎百伸、准教授：小林進二

#### 2. 分野題目

核融合エネルギー実現のためのプラズマエネルギー制御学の探究

#### 3. 研究概要

核融合エネルギーの生成のために「ヘリカル軸ヘリオトロン磁場による核融合エネルギーの実用化」に向けて、磁場閉じ込めプラズマに内在する物理を解明しつつ、新たな加熱手法や粒子供給手法によるプラズマ制御法を探究し、高度化された高精度局所計測システムを開発し適用することによって、プラズマ制御学の新たな地平を開拓することを目標とする。

#### 4. 研究目標

- 1) 磁場の多様性を用いた超高温プラズマダイナミクスと構造形成の理解
- 2) 閉じ込め改善のためのプラズマ分布、プラズマ流、プラズマ電流分布制御
- 3) 新粒子供給、加熱シナリオの探究によるプラズマ制御
- 4) 高ベータプラズマ生成手法の開発による運転領域拡大

#### 5. 研究手法

核融合プラズマの磁場閉じ込め配位最適化、プラズマ加熱手法の探究、高度プラズマ計測技術開発、新プラズマ粒子供給法

#### 6. 学術領域

核融合学、プラズマ科学

#### 7. 研究課題

- 1) 核融合プラズマの生成・加熱・電流駆動  
S. Kobayashi, K. Nagasaki, et al., Nucl. Fusion 61 (2021) 116009.
- 2) 高エネルギー粒子 MHD 不安定性の制御  
J. Varela, K. Nagasaki, et al., Nucl. Fusion 60 (2020) 112015.
- 3) 先進ヘリカル配位プラズマにおけるフロー構造と輸送の物理解明  
R. Matoike, G. Kawamura, et al., Plasma Phys. Control. Fusion 63 (2021) 115002.

#### 8. 分野の自己評価（分野題目・研究目標の位置付けなど）

マスタープラン「高性能核融合プラズマの定常実証研究」の連携機関として参画し、これまで、(i) バンピー（トロイダルミラー）磁場成分等を用いた閉じ込め最適化探索、(ii) 高エネルギー粒子励起 MHD 不安定性の安定化、(iii) 高エネルギー粒子励起 MHD 不安定性の安定化、(iv) 非共鳴マイクロ波を用いたプラズマ立ち上げ、(v) 1MeV 級高エネルギー電子の生成と閉じ込め、等の成果を通し、プラズマ制御による先進ヘリカルプラズマ装置高性能化の推進に貢献した。国内外の共同利用・共同研究を展開し、学外からの支援事業、協力事業などの支援を得るとともに、国際会議の招待講演者としての招待を受け、また、日本学術振興会・国際拠点形成事業を主催するなど、活発な活動を行っている。

## 2.1.4 複合系プラズマ研究分野

### 1. 構成員

教授：長崎百伸（兼任）、准教授：南貴司（2019.1～）、門信一郎（2019.1～）、助教：大島慎介（2019.1～）

### 2. 分野題目

磁場閉じ込めプラズマにおける複合現象の解明

### 3. 研究概要

プラズマ現象のうち、粒子的な特徴が強く現れる側面においては個々の粒子のエネルギー分布や磁場中の軌道などが、流体としての性質が色濃く現れる側面では不安定性や乱流現象が対象となる。そのような複合的な側面を光学的診断による可視化や数値シミュレーション等により解明し、核融合エネルギーの早期実現、および社会への広い認知を目指す。

### 4. 研究目標

- 1) 先進ヘリカル配位における高速イオン励起 MHD 不安定性に起因した高速イオン損失の物理機構解明
- 2) 核融合プラズマにおけるレーザートムソン散乱法の高度化と閉じ込め研究への適用
- 3) プラズマ中の原子分子過程や輸送現象に対する分光診断法の開発と適用

### 5. 研究手法

プラズマ計測、プラズマ実験、粒子軌道計算、波動-粒子ハイブリッドシミュレーション

### 6. 学術領域

プラズマ科学、核融合学、分光学

### 7. 研究課題

- 1) 自由境界ハイブリッドシミュレーションによる周辺部の高エネルギー粒子駆動 MHD モードの数値計算  
P. Adulsiriswad, et al., Nucl. Fusion, 61, (2021) 116065.
- 2) 磁気島発生時における電子内部輸送障壁の位置制御  
N. Kenmochi, et al., Sci. Rep., (2019).
- 3) 境界層プラズマにおける液晶リオフィルターを用いたヘリウム原子輝線強度のイメージング分光  
S. Kado, Plasma Fusion Res., 14, (2019) 2402140.

### 8. 分野の自己評価

それぞれの構成員が国際共同研究、大学間連携、学内連携を通じた幅広い研究活動、学会等の運営活動、および社会へのアウトリーチ活動に推進している。継続的な競争的資金の獲得も実現している。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

2021 年 10 月に閣議決定された第 6 次エネルギー基本計画においても強調されているように、2011 年の東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所事故の「真摯な反省」を原点に、長期的視点にたった核融合開発が推進されている。本分野では、プラズマの電磁場および光子場としての複合的な性質を解明し、核融合の早期実現、高性能化に向けた、学術研究、人材育成、社会活動を推進している。

## 2.2 エネルギー機能変換研究部門

1996年（平成8）の研究所改組により、エネルギー機能変換研究部門は、「エネルギーの機能的利用にとって重要な、エネルギー機能変換の効率化、高度化について研究する。そのために、エネルギーと物質との相互作用の原理・機構の解明、新しいエネルギー変換原理の解析、エネルギー機能材料の創製とその応用などの研究を行う。」として5つの研究分野；複合機能変換過程研究分野、レーザー科学研究分野、エネルギー基盤材料研究分野、複合系プラズマ研究分野、クリーンエネルギー変換研究分野（客員分野）から発足した。その中で、複合機能変換過程研究分野から機能物性工学研究分野、複合系プラズマ研究分野からナノ光科学研究分野へと改称され、現在に至っている。

本研究部門では、エネルギーの高効率機能変換と新機能創出を目的として、各種エネルギーと物質との相互作用機構の解明と利用、エネルギー機能変換過程の高効率化・高性能化、エネルギー機能材料の創製と応用等の研究を推進している。特に、新しい太陽光・熱エネルギー高効率利活用技術の創成を目指した材料機能とそのエネルギー応用、レーザー利用によるナノ材料の創成や光応答の研究、加速イオンなどの高エネルギー粒子線と物質の相互作用の研究、およびナノサイエンスに基づく新たな材料創生と物性・応用研究など、材料科学や光学、電磁気学の基礎から応用にわたる広範囲な領域での展開が期待され、その成果に基づいて革新的なエネルギー材料の開発研究が進展している。

国内客員研究分野では、研究所教員の合議によって選抜された研究者を招へいし、環境負荷の少ないクリーンエネルギーシステムを目指し、再生型自然エネルギーやバイオエネルギー領域も含め、エネルギー生成・変換の高効率化、ならびにその有効利用システムの研究等の研究を所内研究分野との密接な連携の下で実施している。

## 2.2.1 複合機能変換過程研究分野（～2020）、機能物性工学研究分野（2021～）

### 1. 構成員

教授：松田一成（～2021.3 兼任）、宮内雄平（2021.4～）、准教授：檜木達也（～2021.3）、助教：西原大志（2021.10～）

### 2. 分野題目

ナノスケール・量子物質の機能物性を基盤とするエネルギー理工学の開拓

### 3. 研究概要

持続可能なエネルギー社会実現に資する新しい太陽光・熱エネルギー高効率利活用技術の創成を目指して、ナノカーボン物質をはじめとするナノスケール・量子物質の物性・機能とそのエネルギー応用に焦点を当てた研究を推進している。

### 4. 研究目標

- 1) ナノスケール・量子物質の物性解明と太陽光・熱エネルギー変換応用
- 2) マクロスケール応用に向けたナノ物質集積機能材料の開発
- 3) 耐環境セラミックスおよびセラミックス複合材料の開発

### 5. 研究手法

ナノ・量子物質合成、広帯域先端分光、デバイス作製

### 6. 学術領域

ナノ構造物理、光物性、応用物性、熱工学

### 7. 研究課題

- 1) カーボンナノチューブ励起子熱放射の学理開拓  
S. Konabe, T. Nishihara, Y. Miyauchi, Opt. Lett., 46, (2021) 3021.
- 2) 単一構造カーボンナノチューブ集積膜の広帯域複素屈折率の実験的決定と経験式導出  
T. Nishihara, A. Takakura, Y. Miyauchi et al., Nanophotonics 11, (2022) 1011.

### 8. 分野の自己評価

2021 年度の新分野発足により実験室の電源・空調等の整備、実験設備群の移転・再立ち上げなどの環境整備を進めている状況であるが、ナノスケール・量子物質の物性を基盤とする新しいエネルギー理工学の開拓に向けた研究が着実に進展している。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

当分野の目指す「ナノスケール・量子物質の機能物性を基盤とするエネルギー理工学の開拓」は、第6期科学技術基本計画において我が国が目指す Society 5.0 実現に向け、国家戦略に基づき着実に研究開発等を推進すべき複数の分野（量子技術、マテリアル、環境エネルギー）にまたがる、分野融合的・学際的なものである。

## 2.2.2 レーザー科学研究分野

### 1. 構成員

教授：松田一成（兼任）、准教授：中嶋隆、特定助教：安東航太（2021.5～）

### 2. 分野題目

レーザーや光を用いた高機能材料の創成および先進分析手法の開発

### 3. 研究概要

本研究分野では、非接触下で瞬時に高エネルギーの受け渡しをすることができるというレーザーの特徴を生かした高機能ナノ材料創成法の開発、エネルギー材料やエネルギー生成過程を対象とした先進分析手法の開発を進めている。創成したナノ材料については、所望のプラズモニクス特性や電気特性等を付与することにより、エネルギー材料としての活用を目指す。

### 4. 研究目標

- 1) レーザーを用いた高機能ナノ材料の創成
- 2) 電極表面構造の最適化による水素製造の高効率化

### 5. 研究手法

レーザー誘起ナノ構造化、レーザー誘起合金化、選択的レーザー焼結、光計測、物理化学実験

### 6. 学術領域

レーザー科学、光計測、材料科学、物理化学

### 7. 研究課題

- 1) レーザー散乱計測によるナノ粒子生成過程の時間空間分解計測  
K. Ando, T. Nakajima, *Nanoscale*, 12, (2020) 9640.
- 2) 水素製造過程における溶存水素濃度の光学計測  
K. Ando, Y. Uchimoto, T. Nakajima, *Chem. Commun.*, 56, (2020) 14483.

### 8. 分野の自己評価

マンパワー不足の分野ではあるが、大学院生の興味に応じた研究テーマを設定し、基本的には修士課程修了時までには1篇の研究論文を第一著者として執筆することを目指して、研究を通じた教育に重きを置きながら研究を進めている。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

当該分野で進める研究テーマの中でも特に、レーザーを用いた水素製造用電極表面構造の最適化に関する研究は、第6期科学技術・イノベーション基本計画における3本柱の中の「イノベーション力の強化」で言及されている”カーボンニュートラルの実現”と”社会実装による課題解決”に密接に関連している。高効率水素製造技術の開発は、急速に進められている再生可能エネルギーを最大限利用するために必要不可欠との認識から、日本はもとより世界各国で技術開発が進められている喫緊の課題であり、この課題に我々は、レーザー科学を専門とする研究者の視点で挑んでいる。

### 2.2.3 エネルギー基盤材料研究分野

#### 1. 構成員

教授：松田一成（兼任）、准教授：森下和功、助教：藪内聖皓

#### 2. 分野題目

原子力・核融合材料の開発とシステム保全学の構築

#### 3. 研究概要

本研究分野では、より安全かつ長持ちする原子力・核融合エネルギーシステムのための材料開発、高経年化対策に有効なシステム保全学の構築に関する研究を行っている。具体的には、中性子照射環境下における材料内非平衡相の出現メカニズムの解明や機能劣化予測のマルチスケールモデリング、さらには照射劣化リスク評価の方法論の開発を進めている。

#### 4. 研究目標

- 1) 照射下材料内の非平衡相の出現機構の解明と照射劣化予測のためのマルチスケールモデリング開発
- 2) 原子炉・核融合炉システムの安全性を定量化するためのリスク評価法の開発
- 3) イオン加速器を用いた原子炉・核融合炉材料の照射効果と照射後組織発達の解明

#### 5. 研究手法

数値シミュレーション（第一原理、分子動力学法、モンテカルロ法、反応速度論解析、有限要素法等）、データ駆動科学手法、ディープラーニング技法、材料照射実験および照射後分析

#### 6. 学術領域

原子力学、核融合学、材料学、計算機科学、材料熱力学

#### 7. 研究課題

- 1) 照射下材料内非平衡相の出現メカニズムに関するマルチスケールモデリング  
Y. Chen, K. Morishita, Nucl. Mater. Energy 30, (2022) 101150.
- 2) 原子力システムの安全性を定量化するためのリスク評価法の開発  
X. Ruan, K. Morishita, Nucl. Eng. Des. 373, (2022) 111021.
- 3) イオン加速器を用いた原子炉・核融合炉材料の照射後組織発達評価  
K. Tougou, K. Yabuuchi, Nucl. Mater. Energy 30, (2022) 101130.

#### 8. 分野の自己評価

原子力エネルギーシステムを対象に、材料－機器－システム－社会のつながりを意識した教育を行い、大学院生の興味に応じた研究テーマ（材料学・構造力学から安全学や社会学に至るまで）を設定し、いわゆる T 字型人材の育成を目指している。

#### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

当該分野は、原子力エネルギーの安全利用を通じてカーボンニュートラルの達成に寄与する研究に取り組んでいる。エネルギーシステム・エネルギー機器の安全性は、これらを構成する材料の健全性に深く依存するものであるが、当該分野は、①頑強な材料の開発、②使用中の材料の状態把握、③材料劣化の予測と寿命判断の 3 つを基本柱に据えて、この課題に挑んでいる。また、いかに頑強なシステムでも社会的に受容されない限り社会実装されないことから、原子力安全を事例に社会的受容性の議論も大事にしている。

## 2.2.4 ナノ光科学研究分野

### 1. 構成員

教授：松田一成、准教授：宮内雄平（～2021.3）、助教：篠北啓介（2020.10～）、特定助教：西原大志（～2021.3）

### 2. 分野題目

ナノサイエンスに立脚した新しい光科学・物質科学の学理の構築とその応用

### 3. 研究概要

我々は、エネルギーの高効率生成・利用において高いポテンシャルを有する極限ナノ物質を舞台に、そこで発現する特異な物理や機能を明らかにしながら、ナノサイエンスに立脚した新しい光科学・物質科学の学理構築とそのエネルギー応用を目指して研究を進めている。

### 4. 研究目標

- 1) ナノカーボン・二次元半導体の光科学とエネルギー応用
- 2) 新たな物理自由度（バレースピン）を利活用したバレースピントニクス創生の創生
- 3) 新しい原理・物質系を利活用した高機能・性能エネルギーデバイスの開発

### 5. 研究手法

ナノ物質作製、先端分光、光エネルギーデバイス

### 6. 学術領域

総合理工、数物系科学、工学

### 7. 研究課題

- 1) バレースピントニクスに向けた原子層モアレ超構造の光科学  
K. Shinokita, K. Matsuda, *et al.*, *Nano Lett.* 21, (2021) 5938.
- 2) 原子層二次元半導体と磁性体により発現するバレースピン物理とその機能  
Y. Zhang, K. Matsuda, *et al.*, *Adv. Mater.* 32, (2020) 2003501.
- 3) 省資源・低環境負荷を目指したリサイクル可能電極ペロブスカイト太陽電池の開発  
F. Yang, K. Matsuda, *et al.*, *Adv. Sci.* 7, (2020) 1902474.

### 8. 分野の自己評価

ナノカーボン・原子層二次元物質での光に関わる物性物理と機能発現の研究を通して、新しい光科学・物質科学の学理の構築を進めた。さらにそれらの研究成果を基盤として工学応用の道筋を示し、エネルギー研究においても新しい展開を図ることができた。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

我々が目指す「ナノサイエンスに立脚した光・エネルギー科学の開拓とエネルギー応用」は、第6期科学技術基本計画中での柱である、我が国が目指す未来社会（Society 5.0）の実現において、その基盤技術の創出（量子技術・マテリアル）とも深く関連している。

## 2.3 エネルギー利用過程研究部門

1996年（平成8）の研究所改組により、エネルギー利用過程研究部門は「エネルギーの高度利用を実現するための研究を行う。そのために物質生産システムにおける複合過程の解明、精密、高性能なエネルギーの利用に関わる物質化学的な研究、ならびに高効率化学生産システムの構築に関する研究などを行う。」との研究内容を担う部門として発足し、複合化学過程研究分野、分子ナノ工学研究分野（2010（平成22）年度までは、分子集合体設計研究分野）、生物機能化学研究分野（2010（平成22）年度までは、生物機能科学研究分野）、エネルギー構造生命科学研究分野（2010（平成22）年度までは、生体エネルギー研究分野）の4つの研究分野から構成されている。

本研究部門では、ソフトエネルギーを利用し、ロス無く高効率なエネルギー・分子変換を達成することで、研究所の目標でもあるゼロエミッションエネルギーを実現することを目的としている。主要な研究テーマとしては、シリコン太陽電池の超大量生産を目指した電解技術、分子建築技術を用いる高効率クリーンエネルギー物質材料の開発、生体高分子による高効率物質変換とエネルギー利用、バイオマスやタンパク質の構造機能研究等があり、ナノ・バイオ機能材料およびプロセスの研究を推進している。

### 2.3.1 複合化学過程研究分野

#### 1. 構成員

教授：野平俊之、准教授：小瀧努、特定准教授：川口健次（2020.10～）、助教：山本貴之

#### 2. 分野題目

電気化学的および生物化学的アプローチによるエネルギー問題の解決

#### 3. 研究概要

太陽光発電やバイオエネルギー等の再生可能エネルギーを主要一次エネルギーにするために、基礎から実用化まで見据えた研究開発を行い、「ゼロエミッションエネルギーシステム」の実現に貢献する。

#### 4. 研究目標

- 1) シリコン等の太陽電池用材料の新規製造法の開発
- 2) 元素戦略的に有利で安全性の高い大型二次電池の開発
- 3) バイオマスからのバイオエタノール高効率生産システムの開発

#### 5. 研究手法

電気化学実験、遺伝子組替

#### 6. 学術領域

電気化学、金属生産工学、生物学

#### 7. 研究課題

- 1) 熔融塩電解を用いた新規太陽電池用シリコン製造法の開発  
Y. Ma, A. Ido, K Yasuda, R. Hagiwara, T. Homma, T. Nohira, J. Electrochem. Soc. 166, (2019) D162.
- 2) イオン液体を用いたナトリウム、およびカリウム二次電池の開発  
T. Yamamoto, S. Nishijima, T. Nohira, J. Phys. Chem. B 124, (2020) 8380.
- 3) バイオマスからのバイオエタノール高効率生産システムの開発  
T. Kodaki, T. Kishiro, Y. Sugie, T. Nohira, J. Jpn. Inst. Energy, 101, (2022) 83.

#### 8. 分野の自己評価

それぞれの研究課題について着実に成果が得られている。また、競争的資金の獲得や査読付ジャーナルへの論文掲載も順調である。さらに、構成員の異なる専門分野をうまく融合させた新しい研究テーマ「イオン液体を利用した木質バイオマスからのバイオエタノール高効率生産」も継続して行っている。

#### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

研究目標は全て、第6期科学技術・イノベーション基本計画の第2章「Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策」の第1節「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革」で設定されている6つの目標の1つ「地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進」に直接的に貢献するものである。

### 2.3.2 分子ナノ工学研究分野

#### 1. 構成員

教授：坂口浩司、助教：小島崇寛、信末俊平

#### 2. 分野題目

エネルギー・情報応用を目指した機能性新材料の創成

#### 3. 研究概要

自発的に高度に自己組織化する新しい前駆体分子設計、新しい表面合成技術、原子レベル表面分析技術を融合した特異な研究アプローチにより、エネルギー・情報応用を目指した機能性新材料創成研究推進を目的とする。学理としては表面科学、有機化学、高分子化学を融合した新たな学際領域を拓く。所内では再生可能エネルギー領域に位置する。

#### 4. 研究目標

1) 機能性ナノ炭素細線の表面合成

#### 5. 研究手法

分子設計、表面合成技術、原子レベル表面分析技術

#### 6. 学術領域

ナノ・マイクロ科学

#### 7. 研究課題

1) グラフェンナノリボン表面合成の研究

H. Sakaguchi, et al., *Nature Chemistry*, 9, (2017) 57.

#### 8. 分野の自己評価

新しい表面自己組織化前駆体分子設計、表面合成技術、新グラフェンナノリボン創成など、表面科学・有機化学・高分子化学の学際領域を拓いたと自己評価できる。*Nat. Chem, Adv. Mater.*論文は引用数 100 以上をカウントし、複数学会における解説記事や基調講演、招待講演を行った。

#### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

なし。

### 2.3.3 生物機能化学研究分野

#### 1. 構成員

教授：森井孝、准教授：中田栄司、助教：仲野瞬（～2021.5）、特定助教：Dinh Huyen（2019.12～2021.3）

#### 2. 分野題目

高効率なエネルギー利用を可能にする分子コンビナート設計原理の確立

#### 3. 研究概要

生物は、タンパク質、核酸などの生体高分子を用いて、温和な条件下で高効率にエネルギーを利用している。このような生物のエネルギー利用原理を理解して、高い機能を発揮する生体高分子およびその組織体を設計・作製することにより、化学エネルギーを活用するクリーンで高効率なエネルギー利用システム「分子コンビナート」を実現する。

#### 4. 研究目標

- 1) 特定の空間に配置した酵素・受容体による高効率物質・エネルギー変換
- 2) 機能性生体高分子複合体の合目的な作製法の開発

#### 5. 研究手法

有機化学、生物化学、核酸化学、タンパク質工学実験、各種分光法、原子間力顕微鏡

#### 6. 学術領域

生物分子科学、生体関連化学、生物機能化学

#### 7. 研究課題

- 1) DNA ナノ構造体上へのタンパク質・酵素の定量的配置技術(DNA 結合性アダプター)の開発  
T. Ngo, E. Nakata, T. Morii, et al., Chem. Commun. 55, (2019) 12428.; T.M. Nguyen, E. Nakata, Z. Zhang, M. Saimura, H. Dinh, T. Morii, et al., Chem. Sci., 10, (2019) 9315.
- 2) DNA ナノ構造体上に配置したタンパク質・酵素ナノ組織体の機能に関する研究  
H. Dinh, E. Nakata, M. Kinoshita, T. Morii, et al., Chem. Sci., 11, (2020) 9088; P. Lin, E. Nakata, M. Kinoshita, T. Morii, et al., Chem. Commun., 57, (2021), 3925.
- 3) DNA ナノ構造体の安定性を向上させるための基盤技術の拡充  
A. Rajendran, E. Nakata, T. Morii, et al., Nucleic Acids Res., 49, (2021) 7884.

#### 8. 分野の自己評価

独自に開発したタンパク質や酵素をナノメートルの精度で 1 分子ずつ配置する方法を活用して、これまで不可能だった細胞内を模した空間に配置した酵素や受容体の化学を開拓しつつある。さらに、DNA ナノ構造体の熱的安定性を向上させる手法を開発して、その応用範囲を拡大した。

#### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

カーボンニュートラル社会を実現するためのエネルギー利用法として、環境適合性とエネルギー利用効率に優れた生物のエネルギー利用・物質変換システムを細胞外で再構築した分子コンビナートを開発する。精緻な生体高分子組織体の構築と、生体高分子組織体が細胞内環境で高度な機能を発揮する原理の探求により、基礎研究力に根ざした新しい学術分野を創成するとともに、カーボンネガティブを実現するエネルギー利用システムを開発する。

## 2.3.4 エネルギー構造生命科学研究分野

### 1. 構成員

教授：片平正人、准教授：永田崇、助教：真嶋司（～2019.10）、山置祐大（2020.4～）

### 2. 分野題目

構造生命科学に立脚した生体分子の機能発現機構の解明と木質バイオマスを解析・活用する方法論の開発

### 3. 研究概要

木質バイオマスからエネルギーと有用物質を獲得する方法論の開発は、化石資源への依存度の減却と CO<sub>2</sub> の排出量の削減に繋がり、研究所が標榜するゼロエミッションエネルギーとも合致する。酵素等の生体分子の機能発現機構の理解に基づいて、木質バイオマスを解析・活用する方法論の開発を推進した。

### 4. 研究目標

- 1) 木質バイオマスからエネルギーと有用物質を獲得する方法論の開発
- 2) 蛋白質の機能発現機構の解明
- 3) 核酸の機能発現機構の解明

### 5. 研究手法

核磁気共鳴法、分子生物学実験、生物物理学実験、結晶構造解析

### 6. 学術領域

構造生物化学、生物物理学、木質科学、物理系薬学、生体関連化学

### 7. 研究課題

- 1) 木質バイオマスからバイオエネルギーを高効率で獲得するのに役立つ酵素の同定・改良  
H. Nguyen, K. Kondo, Y. Yagi, Y. Iseki, N. Okuoka, T. Watanabe, B. Mikami, T. Nagata, and M. Katahira, ACS Sustain. Chem. & Eng., 10, (2021) 923-934.
- 2) せん断応力によるタンパク質のアグリゲーションと核酸によるその阻害  
N. Hamad, R. Yoneda, M. So, R. Kurokawa, T. Nagata and M. Katahira, Sci. Rep., 11, (2021) 9523.
- 3) インセル NMR 法による生細胞内の生体分子の構造・ダイナミクス of 直接観測・解析  
T. Sakamoto, Y. Yamaoki, T. Nagata and M. Katahira, Chem. Commun., 57, (2021) 6364-6367.

### 8. 分野の自己評価

科研費、JST/ALCA、JST/e-ASIA、NEDO、AMED 等の外部資金を数多く獲得し、上記の分野課題に精力的に取り組んだ。その結果多くの論文を発表し、プレスリリースも行い、さらにバイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門の設立にも参画する等の成果を挙げた。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

木質バイオマスからエネルギーと有用物質を獲得する方法論の開発を行うことで、地球規模の課題である CO<sub>2</sub> の排出量の削減・カーボンニュートラルに貢献することを目指している。

## 2.4 附属エネルギー複合機構研究センター

附属エネルギー複合機構研究センター（以後、センターと略称）は、1996（平成8）年度の研究所改組により設置された。研究所固有の研究分野とは一線を画した、プロジェクト的性格のより強い共同研究を機動的かつ横断的に遂行することを設置目的としている。センターでは、研究所が設定した「重点研究課題」の研究や単一の研究分野では実施困難な研究、多数の研究分野や所内外の協力に基づく研究を大型設備を用いて推進するとともに、装置設備を充実・発展させてきた。改組発足以来10年間を経て、2016（平成18）年度にはセンター研究を「プラズマエネルギーに関する学理・技術の新領域開拓」、および「エネルギー指向型先進的ナノバイオ機能材料創出」をミッションとする2つの複合研究領域に集中・特化させ、新たに設置した「研究推進部」で研究を統括することにより効率的に共同研究を実施する体制となった。現在は、「プラズマ・量子エネルギー研究推進部」、および「ソフトエネルギー研究推進部」が上述の複合研究領域の活動母体となって、2つの複合研究領域で分野を越えたプロジェクト的な共同研究を推進している。さらに、研究の推進だけでなく、国際連携や産官学連携を進めることも重要であるとの認識から、「国際・産官学連携研究支援推進部」を設置し、国際的な活動を中軸とする流動・開発連携を推進している。

所内の分野横断的な共同研究を推進するために、「センター共同研究」を毎年募集・採択・実施している。2021（令和3）年度からは所内の研究活動をより一層活性化するため、分野横断的な共同研究を実施する「共同研究」のカテゴリーに加えて、若手教員（主に助教を対象）が自由な発想の基に単独で実施する「萌芽研究」のカテゴリーを設けて募集を行った。採択された翌年度の4月初旬には採択課題の成果報告会を開催し、積極的な質疑応答が行われた。これにより、センターの本務である研究分野・研究部門の枠を越えた先端的・先導的共同研究を推進し、エネルギー理工学における中核的、指導的役割を担える人材を育成している。また、核融合科学研究所との双方向型共同研究によるプラズマエネルギー研究の推進をはじめ、国内外の教育・研究機関との連携による、地球規模のエネルギー・環境問題に対応できるエネルギー理工学研究ネットワークの拠点形成を推進している。

センターの研究分野は、研究所の活動をその時々で最大化するべく機動的に設定されている。現在センターには、「自己組織化科学研究分野」、「高温プラズマ機器学研究分野」、「広帯域エネルギー理工学開拓研究分野」、および「バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門」という4つの研究分野がおかれ、専任の講師と助教各1名と兼任の教授4名が配属されている。また、2018（平成30）年度からは、寄附研究部門による「環境微生物学研究分野」が設置され、特定教授と特定准教授各1名が外部資金による研究活動を行っている。さらに、センターには大型装置・設備を支援する技術室が設置されており、所属する技術専門員、技術系職員はこれら装置群の管理運営にあたっている。センターは機動的な研究を遂行する場であるとともに、次のプロジェクトを萌芽させる場でもあり、不定期に開かれるセンター談話会や内外の講師によるセミナーやセンター萌芽研究・共同研究などによって情報交換を進めながら新しい研究テーマを探索している。

## 2.4.1 自己組織化科学研究分野

### 1. 構成員

教授：森井孝（兼任）（2021.4～）、講師：アリバザガン・ラジェンドラン（2021.4～）

### 2. 分野題目

バイオマスエネルギー変換に関連する酵素を取り扱うための DNA ナノ材料の酵素的・化学的安定化手法の開発

### 3. 研究概要

DNA ナノ材料に複数の酵素をテンプレート化することで、カスケード酵素反応の速度や効率を高めることができる。しかし、DNA ナノ材料は様々な条件下での安定性に乏しい。バイオマスエネルギー変換に関連する酵素反応に応用する前に、様々な化学的、機械的、環境的条件に対する安定性を向上させることが必要である。そこで、DNA ナノ材料を安定化させるための酵素的・化学的手法を開発しています。

### 4. 研究目標

- 1) 酵素を用いた DNA ナノ材料の安定化手法の評価
- 2) DNA ナノ材料の安定化化学的手法の開発とバイオマス関連酵素反応への応用

### 5. 研究手法

酵素的ライゲーシオン、化学的ライゲーシオン、生化学、高分子化学、分光学、原子間力顕微鏡

### 6. 学術領域

自己組織化科学、バイオ関連化学、生体機能化学

### 7. 研究課題

- 1) DNA 折り紙を安定化させるための酵素的・化学的手法の開発  
A. Rajendran, K. Krishnamurthy, A. Giridasappa, E. Nakata, T. Morii, *Nucleic Acids Res.* 49, (2021), 7884-7900.
- 2) DNA-タンパク質相互作用評価のためのトポロジカルインターロック DNA 構造体の構築  
A. Rajendran, K. Krishnamurthy, S. Park, E. Nakata, Y. Kwon, T. Morii, *Chem. Eur. J.* 28, (2022), e202200108.

### 8. 分野の自己評価

DNA ナノ材料の安定化法を開発することで、酵素を異なる pH、塩環境、細胞培養液などの様々な条件下で取り扱うことが可能となり、また機械的な処理も可能となる。これにより、バイオマス関連の酵素反応を効率的に解析することが可能となった。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

特に、酵素-DNA ナノ物質複合体の安定性を重視し、カスケード酵素反応の効率的な組織化法を開発する予定である。当研究所の研究者と共同研究および国際共同研究を行っており、すでに数本の研究論文が発表されている。

## 2.4.2 高温プラズマ機器学研究分野

### 1. 構成員

教授：長崎百伸（兼任）、准教授：岡田浩之（～2020.7）

### 2. 分野題目

ヘリカル軸ヘリオトロンプラズマ閉じ込め装置における高度プラズマ閉じ込め制御

### 3. 研究概要

将来の基幹エネルギーの一つとして開発されている核融合炉を目指した高温プラズマ閉じ込め高度化を研究の目標としている。トラスプラズマ内での高速イオン生成、高速粒子閉じ込めの磁場構造に対する依存性とその結果として生ずるバルクイオン加熱の Heliotron J を用いた実験研究を主とし、モンテカルロ計算を含めて、ヘリカル軸ヘリオトロンプラズマにおける高速イオン・高密度プラズマの生成・閉じ込めを解明する。

### 4. 研究目標

- 1) ヘリカル軸ヘリオトロンプラズマの高速イオンの生成・閉じ込め
- 2) ヘリカル軸ヘリオトロンプラズマのバルクイオン加熱の高度化

### 5. 研究手法

Heliotron J における高温プラズマ実験、高周波加熱、モンテカルロシミュレーション

### 6. 学術領域

プラズマ・核融合

### 7. 研究課題

- 1) Heliotron J における高速イオン生成と高密度プラズマ生成  
G. Motojima, H. Okada, Plasma Phys. Control. Fusion 61 (2019) 075014.

### 8. 分野の自己評価

先進磁場閉じ込め核融合プラズマにおける高速イオンに関する研究を進め、バンピネス（トロイダルミラー）成分、トロイディシティ成分の重要性に関する理解を拡張した。また、ペレット入射による高密度プラズマ生成などの双方向型共同研究を推進した。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

マスタープラン「高性能核融合プラズマの定常実証研究」の連携機関として参画し、核融合等の革新的技術の開発の範疇に入るものである。国内外の共同利用・共同研究を展開し、学外からの支援事業、協力事業などの支援を得た。

### 2.4.3 広帯域エネルギー理工学開拓研究分野

#### 1. 構成員

教授：松田一成（兼任）（2020.2～2021.9）、野平俊之（兼任）（2021.10～）、助教：篠北啓介（2020.2～2020.3）、法川勇太郎（2021.10～2022.3）

#### 2. 分野題目

物理および電気化学的アプローチによるエネルギー問題の解決

#### 3. 研究概要

省エネルギー光・電子デバイスに資する極限半導体の物理とその応用、および新規シリコン太陽電池製造法の研究開発を行い、「ゼロエミッションエネルギーシステム」の実現に貢献する。

#### 4. 研究目標

- 1) 極限二次元半導体におけるバレースピン物理の理解とそれを利活用したデバイス応用
- 2) 低コストな結晶性シリコン太陽電池の新規製造法の開発

#### 5. 研究手法

先端分光実験、電気化学実験

#### 6. 学術領域

応用物性、数物系化学、電気化学、金属生産工学

#### 7. 研究課題

- 1) 先端分光手法による極限二次元半導体におけるバレースピンドイナミクス の 解 明 と 制 御  
K. Shinokita, K. Matsuda, et al., Phys. Rev. B 99, (2019) 245307.
- 2) 電気めっき技術を用いた太陽電池用シリコン膜の新規製造法の開発  
K. Yasuda, T. Kato, Y. Norikawa, T. Nohira, J. Electrochem. Soc.168, (2021) 112502.

#### 8. 分野の自己評価（分野題目・研究目標の位置付けなど）

それぞれの研究課題について着実に成果が得られている。また、競争的資金の獲得や査読付ジャーナルへの論文掲載も順調である。

#### 2.4.4 環境微生物学研究分野

1. 構成員

特定教授：原富次郎、特定准教授：高塚由美子

2. 分野題目

環境中に生息する微生物が持つ有用な物質や機能を強化して社会応用する

3. 研究概要

微生物はごく僅かなエネルギーで稼働する究極の機能性マイクロデバイスであり、人々の生活および地球環境の維持に重要な役割を担っている。本研究分野では微生物の生理機能をより理解し、様々な生物工学的手法を駆使することで、持続的社會を実現するための課題解決を目指す。

4. 研究目標

- 1) 水汚染環境中における微生物群集構造を理解し、高塩素化ポリ塩化ビフェニル類を効率良く脱塩素化する人工酵素を創出する。
- 2) 水稲伝染性糸状菌の感染環境における生態的地位を明らかにし、それに関わる複合的糖加水分解反応や生産物質を利用した防除システムを構築する。

5. 研究手法

微生物学（細菌学・真菌学）、応用微生物学、遺伝子工学、分子生物学、生化学、環境工学

6. 学術領域

合成生物学、農芸化学

7. 研究課題

- 1) 塩素系環境汚染物質の酵素分解  
T. Hara, Y. Takatsuka, E. Nakata, T. Morii, *Microbiology Spectrum.*, 9(3), (2021) e01926-21.
- 2) 水稲伝染性糸状菌の生存戦略  
文献: 対象なし

8. 分野の自己評価

今回の自己点検では、水環境汚染物質の酵素的分解に関わる新規な微生物の発見～総ゲノム情報の登録に加え、微生物細胞へ理工学的手法を融合させた新浄化システムを構築し、これを国際誌へ報告することで一定の成果を挙げることができた。今後はこのような成果へ、さらに本研究所の理念を折り込みつつより磨きをかけ、社会実装されるよう研究を推進したい。

9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

研究を遂行する上で留意していることは、社会的課題の解決に向けた研究であり、その成果が社会実装化されることで、持続的社會の発展へ貢献することである。

## 2.4.5 バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門

### 1. 構成員

片平正人（兼任）（2021.10～）

### 2. 分野題目

バイオマスの微細構造の NMR 法による決定と酵素を用いた利活用法の開発

### 3. 研究概要

京都大学と株式会社ダイセルは、自然と共生する循環型の低炭素社会の実現と新しい産業の創出に貢献することを目指した包括連携協定を 2021 年に締結し、本産学共同研究部門を設置した。当研究所からは片平正人教授のグループが参画して当該研究を推進している。

### 4. 研究目標

- 1) 木質バイオマスの微細構造の決定
- 2) 木質バイオマスの酵素を用いた利活用法の開発

### 5. 研究手法

核磁気共鳴法、生化学実験、結晶構造解析

### 6. 学術領域

木質科学、農芸化学、構造生物化学

### 7. 研究課題

- 1) 木質バイオマスからバイオエネルギーを高効率で獲得するのに役立つ酵素の同定・改良  
H. Nguyen, K. Kondo, Y. Yagi, Y. Iseki, N. Okuoka, T. Watanabe, B. Mikami, T. Nagata, and M. Katahira, ACS Sustain. Chem. & Eng., 10, (2021) 923.

### 8. 分野の自己評価

当研究部門は 2021 年 10 月に設立されたところであり、今後の研究の進展が期待される。

### 9. 備考・留意事項（分野題目・研究目標の位置付けなど）

当研究部門は 2021 年 10 月に設立されたところであり、今後の研究の進展が期待される。

### 3. 附属エネルギー複合機構研究センターにおける重点複合領域研究の現状・課題・展望

第1期中期目標・中期計画（2004（平成16）～2009（平成21）年度）においては、将来の基幹エネルギーとして期待される「プラズマエネルギー複合領域」、社会的受容性が高い「バイオエネルギー複合領域」、および高機能、かつ基盤的な測定ツールとしての開発が期待される「光エネルギー複合領域」の3領域を重点複合領域とした。第2期中期目標・中期計画（2010（平成22）～2015（平成27）年度）においては、第1期に発展させた3重点複合領域研究の成果の展開を図るとともに、研究所の設置目的や長期目標に則り、重点複合領域研究として「先進プラズマ・量子エネルギー」、および「光・エネルギーナノサイエンス」の2つの領域を推進し、社会的受容性の高い高品位エネルギーの生成、変換、および利用研究を基盤とする連携研究体制を充実させた。さらに第3期中期目標・中期計画（2016（平成28）～2021（令和3）年度）においては、2017（平成29）年度から、前述の2つの領域を、プラズマエネルギー科学とエネルギー材料学の融合を目指した「プラズマ・量子エネルギー」、および自然エネルギーの変換と利用を目指した「ソフトエネルギー」と改称するとともに、部門・分野間の横断的研究により異分野融合研究を推進し、新研究分野の創成を目指している。本評価期間（2019（令和元）年～2021（令和3）年度）は重点複合領域研究として、以下の分野間を横断した異分野融合研究を行った。

「プラズマ・量子エネルギー」重点複合領域研究では、Heliotron J装置によるプラズマ閉じ込めの高性能化、核融合中性子源の応用、原型炉プラズマ対向材料の中性子照射効果、国際ラウンドロビン試験として革新的原子力構造材料の開発、国内研究拠点形成を目指したイオン加速器を用いた材料照射基礎研究を実施した。

「ソフトエネルギー」重点複合領域研究では、市販測定器の100倍の時間分解能で光学的に標的分子とタンパク質との高選択的な結合を測定できる装置の開発、リサイクル可能な電極を用いた低コストペロブスカイト太陽電池の開発、2次元半導体/ペロブスカイト酸化物での近接磁場と電荷制御の実現、新しい分子細線の開発、電気化学的デバイスの電解液や草木バイオマスの分解に適した新種イオン液体の物理化学的特性の解明、DNA ナノ構造体を用いた酵素反応の高効率化、NMR を用いて生細胞中の生体高分子の挙動を直接検出する手法の開発、バイオマスの有効活用に資する酵素の同定・改良、二つの生体分子の結合自由エネルギー等を計算する新しい手法による統一的な分子認識機構の提案、光核共鳴を用いた同位体CTイメージング法の開発、電気化学反応を光計測する手法の開発などが実施された。

これらの研究はすべて、異なる分野あるいは部門にまたがった教員の複合領域研究として実施され、そのうちのいくつかは附属センターの所内共同研究のための予算である「センター共同研究」、および「センター萌芽研究」によって支援されている。このほか、文部科学省 共同利用・共同研究拠点ゼロエミッションエネルギー研究拠点、特別経費「革新的高効率太陽光利用技術の開発」、自然科学研究機構核融合科学研究所との双方向型共同研究を基盤として推進した重点複合領域研究は、異分野共同研究を進展させて国内外の研究機関・研究者との連携を深め、地球規模のエネルギー問題に対応できるエネルギー理工学研究ネットワークのハブ機能を強化している。

### 3.1 プラズマ・量子エネルギー重点領域研究概要

関連分野：	エネルギー生成研究部門	原子エネルギー研究分野 (2.1.2)
		プラズマエネルギー研究分野 (2.1.3)
		複合系プラズマ研究分野 (2.1.4)
	エネルギー機能変換研究部門	複合機能変換過程研究分野 (2.2.1)
		エネルギー基盤材料研究分野 (2.2.3)
附属エネルギー複合機構研究センター		高温プラズマ機器学研究分野 (2.4.2)

プラズマ・量子エネルギー研究推進部では、中・長期的な視野に立った基幹エネルギーとして、高性能でコンパクトな定常核融合プラズマ、革新的原子力構造材料や核融合燃料の生成などを中心とした核融合実現に不可欠な学術・技術基盤を構築し、核融合エネルギーを中心とした革新的エネルギー利用システムや安全性・社会受容性に関する研究を推進している。特に、核融合プラズマ、炉システム工学、および低放射化材料の研究を統合的、包括的に議論する重点複合領域研究を展開している。以下に概要を述べる。

Heliotron J 装置は、エネルギー複合機構研究センターの基幹装置として、双方向型共同研究、センター共同研究におけるプラズマエネルギー研究領域の開拓・推進、および先進ヘリカルシステムの国際拠点形成に寄与している。無電流・磁気井戸・立体磁気軸ヘリカル系プラズマ閉じ込め装置の柔軟な磁場構造の特徴を生かし、配位あるいは同位体効果による閉じ込め特性変化の実験的検証を進め、LHD と相補的なヘリカル系プラズマ閉じ込めの高性能化に向けた実験的・理論的研究の展開を可能にしている。Heliotron J 装置を用いて、水素プラズマの中心部分に断熱層で閉じ込められた約 2000 万度の超高温領域を瞬時にプラズマ全体に広げること、磁場強度によらないプラズマ着火方法の開発によって高性能プラズマ運転領域を拡大すること、および非共鳴マイクロ波入射によって生成される予備電離プラズマが、中性粒子ビーム入射によるプラズマ着火の低パワー化・迅速化に深く関与することを示した。

エネルギー材料分野では、核融合・核分裂を含めた原子力環境に曝される構造材料の開発を進めた。DuET 等を用いた核融合模擬照射実験によって、照射損傷組織形成の素過程の理解が進み、照射欠陥論の基盤形成に貢献した。これに関連して、マグネトロンスパッタリング法で作製した酸化イットリウム被覆の微細構造に対する鉄イオン照射効果を明らかにした。また、核融合炉のダイバータの候補材料であるタングステンの中性子照射効果研究を日米科学技術協力の下で進めている。革新的原子炉構造材料の ODS 鋼や SiC/SiC は原子炉炉心や核融合炉ブランケットへの利用が期待されている。これらの照射データベースの構築を IAEA（国際原子力機関）原子力材料専門家グループ研究として推進することで、本重点複合領域研究は国際協力拠点形成に貢献している。システムの安全性の面からは、材料・機械・社会システムにおける現象をマルチスケールの視点からとりまとめ、システム保全学を構築した。また、核融合炉ブランケットについては、トリチウム増殖性実測が可能となった。

## 3.2 ソフトエネルギー重点領域研究概要

- 関連分野： エネルギー生成研究部門 量子放射エネルギー研究分野 (2.1.1)  
エネルギー機能変換研究部門 機能物性工学研究分野 (2.2.1)  
レーザー科学研究分野 (2.2.2)  
ナノ光科学研究分野 (2.2.4)  
エネルギー利用過程研究部門 複合化学過程研究分野 (2.3.1)  
分子ナノ工学研究分野 (2.3.2)  
生物機能化学研究分野 (2.3.3)  
エネルギー構造生命科学研究分野 (2.3.4)  
附属エネルギー複合機構研究センター 自己組織化科学研究分野 (2.4.1)  
広帯域エネルギー理工学開拓研究分野 (2.4.3)  
環境微生物学研究分野 (2.4.4)  
バイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門 (2.4.5)

ソフトエネルギー研究推進部が掲げる研究目標は、生物資源細胞や酵素、タンパク質を利用したバイオエネルギー、電気化学反応や自己組織化を利用した化学エネルギー、太陽光エネルギー、およびレーザーや電子ビーム等の量子ビームに関連する様々な研究分野の融合によって学際的研究を推進し、究極的には再生可能エネルギーに関する新領域の研究を生み出すことである。以下に概要を述べる。

標的分子と迅速かつ高選択的に反応する架橋反応分子の合理的な設計、および合成には反応速度パラメータを高精度で評価することが必要であるが、このパラメータを市販測定器の100倍の時間分解能で光学的に測定できる装置を開発、改良した。また、新しい分子細線の開発を行った。ペロブスカイト構造体の応用として、リサイクル可能な電極を用いた低コストペロブスカイト太陽電池の開発や2次元半導体/ペロブスカイト酸化物での近接磁場と電荷制御をおこなった。近年、化学分野で活発に新種が開発、および活用されているイオン液体については、電気化学的デバイスの電解液や草木バイオマスの分解に適した新種のイオン液体を開発し、その物理化学的特性を明らかにした。また、タンパク質などの機能性分子をナノメートルの精度で選択的、かつ高収率で配置するためのDNAナノ構造体上にさまざまな距離と位相で酵素を配置した場合、その集合状態によって酵素活性に違いが生じることを明らかにした。現在はこの実験的事実を説明するための理論研究も進めている。NMRを用いて生細胞中の生体高分子の挙動を直接検出する手法を開発した。また、バイオマスの有効活用に資する酵素の同定・改良に成功した。生体系における分子認識機構については、2つの生体分子の結合自由エネルギー等を計算する新しい手法を開発し、従来は別物と考えられていた2つのタイプの分子認識機構を統一的に説明する描像を提案した。これは、構造生物学と水和の統計熱力学の融合によって初めて実現しえたものである。

量子ビーム応用に関しては、光核共鳴を用いた同位体CTイメージング法を開発し、特定の同位体元素のみを空間分解検出できることを実証した。また、光計測の手法を用い、電気化学反応によって発生する電極近傍の溶存ガス濃度を時間空間分解計測する手法を新たに開発した。この計測によって得られる知見は、今後、高効率水素生成に最適な電極表面構造を設計するうえで重要な基礎データとなることが期待される。

企業からの支援を受けたバイオマスプロダクトツリー産学共同研究部門と環境微生物学研究分野では、バイオマスの微細構造のNMR法による決定と酵素を用いた利活用法の開発の研究を進めている。

このように、当該重点複合領域は、異分野の連携協力によって着実に新しい研究領域へと進展しつつある。

## 4. まとめ

### 活動状況のまとめ

2019（令和元）年度から2021（令和3）年度までの3年間の自己点検・評価期間の活動について、以下にまとめを記述する。

### 組織

研究教育体制に関して、3研究部門1附属センター制を基本として研究所の理念と目標を実現するため、常に組織運営の点検と見直しを進めている。特に、2022（令和4）年度概算要求での、附属カーボンネガティブエネルギー研究センターの設立経費が措置されたため、2022（令和4）年度以降に本格的にそれに伴う組織改編に着手する予定となっている。また、文部科学省の全国共同利用・共同研究拠点活動（ゼロエミッション研究拠点事業）を継続し、関連研究コミュニティの拡充を含め、国内・海外との共同研究を積極的に進めた。また、研究教育活動の一つである産学連携の組織的な取り組みとして、研究所の教員が中心となり、国内初の核融合に関するベンチャー企業を設立するなどの成果をあげている。一般社会を含め大学内外に研究所の活動を広く周知するために、広報室の拡充に取り組んだ。合わせて、資料室で研究所の研究教育活動に関する、様々なデータを一括して管理する体制を整えている。

### 管理・運営

研究所規程、および諸内規等に則り、研究所の研究教育活動全般を円滑に進め、適正に管理・運営を行った。また、2016（平成28）年度からの京都大学全学での学域・学系制度の施行に伴い、定員内教員の人事に関する規程、および内規を新たに整備した。人事面に関しては大学が求める人員削減による制限の中、任期制の運用等により人事の流動性を確保しながら、大学執行部からの強い意向である高い若手教員比率（40歳未満、30%）の維持に努め、それを維持している。一方で、京都大学に限らず国内外の大学・公的研究機関でのアカデミックポストの減少に歯止めがかかっておらず、年々外部転出・昇進が難しい状況が続いているため、若手教員を中心に昇進意欲の維持を図るための工夫が求められる。また、定員削減の影響があつて教授が在籍していない研究分野が複数存在するため、当該分野に兼任教授を配置して研究・教育活動を管理する努力を行っている。さらに大学が求める教員の多様性確保に関連して、2021（令和3）年度に女性限定公募を助教に関して行うなどの積極的な取り組みを進めているが、多様性のある優秀な教員を確保するためには更なる努力が必要であろう。また、所内の運営管理において重要な、RIや核燃物質を含む安全衛生管理、環境保全、情報セキュリティの管理を適切に行った。所内の教員は、宇治地区、および全学の委員会等に多数参画し、その管理・運営に大きく貢献していると言える。一方で、教職員への多岐にわたる管理・運営業務の負担は年々増加しており、業務内容の更なる効率化はもとより支援職員の拡充が急務である。

### 財政状況

研究所活動経費に対して、運営費交付金による人件費・物件費が、約6割程度を占めているが、運営費交付金は年率1.6%減額の状況が続いており、減少傾向にある。それ以外の外部資金等の研究費（科学研究費助成事業等、産学連携等研究費、寄附金、機関経理補助金）が、残り4割程度を占める状況が続いている。研究費に関しては、年度ごとの変動はあるものの概ね総額5億円前後で推移しており、予算状況の厳しい中でも、積極的に競争的外部資金の獲得に向けた努力を行っている結果が反映されていると考えられ

る。その内訳は、産学連携等の研究費の占める割合が、全体のほぼ 1/4 以上を維持している。また、科学研究費助成事業等については、学術変革領域研究（計画研究）・基盤研究（S）などの大型予算の獲得の増加もあり、毎年 1 億円超を獲得しており、特に本評価期間内に限ってみれば 1 億円強から 1.4 億円強へと大幅に増大した。博士課程学生や若手研究者を対象とした特別研究員奨励費など年度ごとの多少の増減はあるものの、ほぼ一定数採択されている。しかし、部局の大きな使命の一つである次世代の研究者育成の観点からすれば、その数が増加してゆくことが望ましい。受託研究・受託事業については、年度ごとの変動があるものの総数としては 20 件強、総額としては 1.5 億～2 億円の範囲で推移している。JST 事業については、期間内の総事業費が増大傾向にもかかわらず、件数・金額とも減少した。国の策定した戦略目標との関係から、常に所内の研究者の研究テーマに該当する事業があるとは限らないが、学術研究支援室（KURA）などの支援を受けながら積極的な情報収集を行うなど、応募ならびに採択に向けたさらなる努力が必要であろう。また、研究代表分が少ない点も留意すべき点である。また、産学連携経費については、2019（令和元）、2020（令和 2）年の 20 件前後から、2021（令和 3）年の 10 件に半減したものの、金額は 2 億円弱でほぼ一定で順調に推移している。全般として、国家予算の逼迫に伴う運営費交付金の法人化以降のシーリングを含め、今後、予算状況は厳しさを増すことが予想されており、継続的な努力は必要であろう。

## 研究活動

学術的な貢献度やアクティビティの指標となる論文発表に関しては、研究所所属の教員が発表した原著論文は、教員一人あたり年間約 3 報と一定の水準を維持していると言える。また、被引用数が多い学術論文や、第 3 中期計画期間において大学での評価指標として採用された分野間補正 SNIP 指標において、トップ 5% に位置する論文誌に発表された論文など、特記すべき論文も多い。その一方で、一連の原著論文の結果をまとめた総説・著書については、教員一人あたりの発表数がやや少ないため、発表数を増加させる努力が必要であろう。また、当該研究所の教員だけでなく一般的な状況であるが、国際会議・国内会議の開催が延期もしくは中止により、招待講演数は COVID-19 感染症蔓延の影響により、2020（令和 2）年度および 2021（令和 3）年度は大きく減少した。合わせて、主催・共催した国際会議・国内会議数も 2020（令和 2）年度、および 2021（令和 3）年度にやや減少したが、オンラインやハイブリッド化への対応を積極的に進めたため、一定数を維持できた。さらに、幅広い研究分野の多くの学会において、当研究所の教員が学会運営の中核として、研究者コミュニティの発展に大きく貢献している。

「国内外の研究機関・研究者との連携による地球規模のエネルギー問題に対応できるエネルギー理工学研究ネットワークのハブ機能強化」、「先進エネルギー領域における指導的研究者・技術者等の人材育成、ならびに学生等の教育への貢献」を掲げスタートした、文部科学省の共同利用・共同研究拠点事業「ゼロエミッションエネルギー（ZE）共同研究拠点」も第 2 期目の認定を受け、引き続きその活動を推進してきた。本研究所の先端施設や複数分野の複合・統合した学理の研究基盤に供するとともに、ゼロエミッションエネルギーの視点で既存分野を融合させた学際的共同研究として毎年 100 件を超える課題を採択し、コミュニティの形成を着実に後押ししていることを示している。それとともに、所内ゼロエミッションエネルギー研究の進展に伴い、カーボンネガティブエネルギー研究を核として、新しい附属研究センターの設置構想が文部科学省に認められた。また、核融合プラズマ研究に関連し、2004（平成 16）年から継続して、核融合科学研究所（NIFS）との間で双方向性の共同研究を進めている。核融合プラズマ研究における重要な学術的課題の解決に向け、京都大学を含む各大学がその特徴を生かした重要課題を分担し、全国規模の共同研究に参画し、その一翼を担っている。

## **教育活動**

研究所の教員は、学部生向けの全学共通科目、および専門科目等の講義通して学部教育を担当するとともに、一部の教員は工学部の特別研究の指導を行っている。また、本研究所の創設以来、現在まで継続してエネルギー科学研究科の協力講座として、大学院修士課程および博士課程の学生の教育や研究活動に貢献にしている。また、評価期間の3年間について、修士課程在籍者数と博士後期課程在籍者数の比は平均0.54であり、この数値は大学全体の数値（2018（平成30）年度は0.40）よりかなり高く、本研究のアクティビティとともに大学院生にとって魅力的な研究活動の場であることを示している。これらに、優秀な正規留学生および短期留学生や国内外からのインターンシップを積極的に受け入れており、研究所全体で組織的に人材確保に努めている点も、これらの数値に寄与している。また、研究所独自の財源など各種経費を利用したRA制度を通じて、学生の経済的支援を推進している点も影響しているものと推察される。その一方で、全般的な傾向として日本人の博士課程進学は中長期にわたって減少しており、その減少分を外国人留学生の博士課程在籍者の増加という形で埋めているのが現状である。これは本研究所に限った問題だけでなく、京都大学のみならず日本国内の大学全般で生じている根本的な問題でもある。この問題は、博士課程修了後の待遇やアカデミックポストの減少など複合的な要因によるものであるため、一朝一夕に解決できるものではないが、科学研究の根幹を支える次世代の研究者育成は大学の責務であり、将来にわたって組織的な取り組みが必要である。

## **国際・社会との連携**

2020（令和2）、2021（令和3）年度にわたりCOVID-19感染症蔓延の影響を大きく受けているが、部局間学術交流協定（MOU）を締結し、有機的な国際連携・交流を継続して展開するとともに、本研究所の教員が国際的なプロジェクトに参画するなどしている。現在、一時的に海外からの研究者や学生受け入れが認められておらず、連携活動が大きく制限を受けているが、ポストCOVID-19を見据えて、研究者や学生受け入れと合わせ国際協力や連携活動の準備をしておくべきであろう。

## **施設整備**

外部資金や設備整備経費に伴う全学経費によって、大型の研究設備の導入と更新に成功している。また評価期間内に、宇治地区の他研究所と協力し宇治地区設備サポート拠点を立ち上げ、これまで研究所独自で進めてきた共用設備事業と合わせて宇治地区の設備共用に適した環境を整えた。また、研究所の展示室の整備を2年計画で開始し、研究所の歴史をまとめた年表パネル等の制作・展示を行った。

## 5. 今後の課題

ここで示した、2019（令和元）年度から2021（令和3）年度までの3年間の自己点検・評価から、今後将来にわたり取り組むべき課題についてまとめる。

本エネルギー理工学研究所の組織、および管理・運営については概ね適切に行われてきたと判断される。特に、共同利用・共同研究拠点事業で本研究所がいち早く進めてきたゼロエミッションエネルギー研究の取り組みが評価され、2022（令和4）年度概算要求において附属カーボンネガティブエネルギー研究センターの設立要求が認可された点は、特筆すべき事項の一つであろう。これを契機として2022（令和4）年度以降、本格的に研究所組織改編に着手する予定となっている。その一方で、大学本部から求められている定員削減という制限の中で、現在または将来にわたり研究・教育の活力を維持し、さらに高めていくには、所全体での議論による将来構想の設定とそれを実現する方策の立案を欠かすことができない。具体的には、任期制の運用等により若手教員比率の維持に努めているものの、同時に、教員の昇進意欲の維持や支援体制などへの部局としての組織的な工夫が求められる。また現時点で、分野長となる教授が在籍していない研究分野が複数存在するため、健全で活力ある組織の在り方に関する抜本的な議論が必要であろう。また、教員の多様性の確保に関連して、女性教員の拡充が大学から強く求められている。高い能力を有する優れた女性研究者が応募しやすく働きやすい環境を確保するとともに、長期的な視野に立って女子学生の比率を高めるための情報発信などの工夫も有用であろう。財政状況については、基盤的経費である運営費交付金が継続的な減少にある状況下でも、研究所の教員の積極的な応募による競争的外部資金の確保などによって、一定の水準を維持できている。大学ファンドの活用などが議論されているが、国全体の財政状況の不透明さから、文教予算ならびにそれに含まれる研究予算全般は厳しいことが予想されている。産学連携活動などを通じた別の予算維持を模索し拡充するなど、研究活動を支える財源確保への不断の努力が求められる。

研究活動については、当該評価期間において教員が発表した論文数は一定の水準を維持していると言える。また、被引用数が多い論文、分野間補正 SNIP 指標トップ 5% に位置する論文誌に掲載された論文など、特記すべき論文も多いが、京都大学の附置研究所としてさらに高みを目指すべきであろう。特に、共同利用・共同研究拠点事業を通してゼロエミッションエネルギーに関する国内研究拠点基盤形成の活動が認められ、附属カーボンネガティブエネルギー研究センターの設立要求が概算要求として認可された点は、来期以降の研究所の運営や在り方などの一つの方向性を示すものとなっている。また、学生教育・若手研究者など次世代の人材育成は大学の責務でもあり、研究所として将来にわたり組織的な取り組みが必要であることは言うまでもない。特に、学生を含む若手研究者を適切に育成し、研究教育の両面で活躍できる場を提供することは、研究所の活性化に繋がるとともに永続的に発展する土台を形作るものである。

エネルギー研究を取り巻く国内外の環境は大きく変化してきている。特に、我が国でも政府が掲げる2050年「温暖化ガス排出量を実質ゼロにする」カーボンニュートラル社会の実現に向け、本研究所が主導的な役割を果たすことが期待されている。新たな第4期中期期間を迎えるにあたり、本自己点検評価とその意見に対応することによって、京都大学の自由の学風のもとに既存の学術分野の概念にとらわれることなく、新しいエネルギー理工学の学理を発出する研究所として、研究の発展とともに組織の機能および体制の強化に繋がっていきたいと考えている。

令和4年7月

京都大学エネルギー理工学研究所 自己点検・評価委員会

