

## 21. エネルギー科学研究科

I	エネルギー科学研究科の教育目的と特徴	・・・・・・・・・・	21-2
II	「教育の水準」の分析・判定	・・・・・・・・・・	21-3
	分析項目 I 教育活動の状況	・・・・・・・・・・	21-3
	分析項目 II 教育成果の状況	・・・・・・・・・・	21-5
III	「質の向上度」の分析	・・・・・・・・・・	21-7

## I エネルギー科学研究科の教育目的と特徴

エネルギー科学研究科は、人類の持続的な発展のための最重要課題である、エネルギーの確保並びに環境保全の問題を解決するため、工学、理学、農学、経済学、法学などの多岐に渡る学問領域を結集して、平成 8 年に世界に先駆けて創設された。本研究科は持続型社会形成を目指して、理工系に人文社会系の視点を取り込みつつ学際領域としてのエネルギー科学の学理の確立を図り、地球社会の調和ある共存に寄与する、国際的視野と高度の専門能力を持つ人材を育成することを理念としている。これは、京都大学の基本理念「創立以来築いてきた自由の学風を継承し発展させつつ多角的な課題の解決に挑戦し、地球社会の調和ある共存に貢献する」に沿うものである。

本研究科は、エネルギー社会・環境科学、エネルギー基礎科学、エネルギー変換科学、エネルギー応用科学の 4 専攻から成り、エネルギー理工学研究所、原子炉実験所、人間・環境学研究所の協力のもとに、基幹講座 22 分野、協力講座 17 分野で構成されている。

修士課程(定員 130 名/年)においては、エネルギー科学の基礎を中心とした学術研究を進め、博士後期課程(定員 35 名/年)においては先端的研究者の養成と高度の専門的能力を有する人材の養成を推進している。これにより教育研究の高度化・多様化を進め、学術研究の進展や社会・経済の変化に対応できる幅広い視野と総合的な判断力を備えた専門的・学際的人材の養成を目指している。さらに、研究科そのものが世界的な学術研究の拠点、研究者養成の中核的機関となることを目指し、平成 20 年度から 5 年間にわたり GCOE(Global Center of Excellence)「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」を実施し、地球温暖化時代のエネルギー・環境問題の解決をめざした国際的教育拠点として特徴的な教育研究を行ってきた。さらに、海外から優秀な留学生を積極的に受け入れるため、英語による授業だけで修了が可能な「国際エネルギー科学コース」を平成 22 年度に新設した。

### [想定する関係者とその期待]

エネルギー・環境問題に取り組む強い意欲とともに、地球社会の調和ある共存に寄与する、国際的・多角的視野と高度の専門能力を持つ人材を育成し、修了生が教育者、研究者、政策提言者等として産業界、官公庁、大学・研究機関等で活躍することが期待される。官公庁、公的研究機関、民間企業が行う研究・製品開発においては、エネルギー・環境問題への高い意識と解決の方法論・技術を持って当たることの必要性がますます強まっており、このような資質を持つ実務者や研究者を輩出することが期待されている。国や自治体は各種施策の立案・実行のため、広い視野からエネルギー・環境問題に取り組める人材を求めている。加えて、エネルギー・環境問題の解決が国の安定発展に重要な東南アジア等の発展途上国では、このような人材を育成することに対する期待がとりわけ高い。

## 「教育の水準」の分析・判定

## 分析項目 I 教育活動の状況

**観点 教育実施体制**

(観点に係る状況)

本研究科教員 51 名のうち 49 名の教員が学部（工学部、理学部、農学部）を兼担することにより、本大学院と各学部の組織的な連携を行っている。また、エネルギー理工学研究所、原子炉実験所、人間・環境学研究科等の他部局の教員 46 名が、本研究科の協力講座教員として連携して教育・研究に当たっている。企業、他大学、他研究機関等の外部機関から客員教員 6 名や非常勤講師 18 名を受け入れ、エネルギー科学に関する幅広い教育を実現する体制を整えている。また、エネルギー科学の専門科目が担当できる外国人教員 2 名(教授 1 名、准教授 1 名)を採用するとともに、英語だけで履修・学位取得が可能な国際エネルギー科学コースを新設してグローバル化を促進する体制になっている。さらに、平成 22 年度から平成 25 年度までは寄付講座「太陽電池シリコン結晶科学」を設置し専門性の高い教育も実施してきた。

エネルギー科学は多彩な分野を含む学際領域であるため、多彩な背景の受験生がいる点に配慮し、基礎的な学力を評価しつつ、複数の問題の中から出身学部・学科に応じて得意とする問題を選択して解答させるなどの方法を導入しており、例えば、平成 27 年度には修士課程に 50 名、博士後期課程に 2 名の他大学学生を受け入れている。また、教育のグローバル化に対応するため、海外在住の留学希望学生が来日することなく書類選考と遠隔面接により受験することができる「国際エネルギー科学コース」を平成 22 年度に新設し、これまでに修士課程 32 名(応募 80 名)、博士後期課程 11 名(応募 24 名)の学生を受け入れている。

このような高い教育力を維持するため、毎年、教育研究委員会が修了予定者アンケートを実施し、その結果を自己点検・評価報告書に記載して公表するとともに教員にフィードバックして教育改善を促進している。また、平成 26 年度からは同窓会組織「京エネ会」の協力を得て、修了後 3 年目の修了生へのアンケートと関係者アンケートを開始しており、さらに平成 27 年度からは全学で準備している授業アンケートシステムを利用して教育研究委員会の一部を除くすべての授業科目で授業アンケートを実施し、その結果を担当教員へフィードバックするとともに授業改善を促す体制を整えた。

(水準) 期待される水準にある

(判断理由)

地球社会の調和ある共存に寄与する、国際的・多角的視野と高度の専門能力をもつ人材を育成するために、柔軟で多様な教育組織と教育システムが期待されている。これを実現するため、多くの協力講座、企業や外部研究機関からの客員教員や非常勤講師、寄付講座等からなる柔軟な教育組織を整え実践している。同時に、グローバル化にも対応するため、海外から来日することなく受験可能で英語のみで学位を取得できる国際エネルギー科学コースを新設し、これまでに修士課程 32 名(応募 80 名)、博士後期課程 11 名(応募 24 名)の学生を受け入れている。同時に、英語による教育を充実させるために 2 名の外国人教員を新規雇用している(うち 1 名は定員内雇用)。また、平成 27 年度には、授業アンケート、修了予定者アンケート、修了生アンケート、関係者アンケートを実施し、その結果を教育の改善にフィードバックする体制を整えている。このように高度で柔軟な教育実施体制を整えており、関係者の期待に応えていると判断できる。

**観点 教育内容・方法**

(観点に係る状況)

修士課程については、研究科の理念に基づき、主にエネルギー科学の基礎的知識の習得と専門的研究の遂行能力によるディプロマポリシーとそれを育てるカリキュラムポリシー

を定めて公開するとともに、それに沿って基礎科目、応用科目、セミナーや研究指導から体系的に教育課程を編成している。博士後期課程では、主にエネルギー科学に寄与する優れた専門的研究成果によるディプロマポリシーとそれを育てるカリキュラムポリシーを定めて公開するとともに、専門的研究と広い学識をさらに発展させる特別専門科目、セミナーや研究指導から教育課程を編成している。当研究科では特に、エネルギー経済論やエネルギー政策論のような人文社会系の視点を取り込んだエネルギー関連の学際的科目を10科目以上提供している。また、研究科の理念に沿った教育が実施できているかどうかは修了予定者アンケートにより確認している。さらに、各コースの科目編成名を分かりやすく提示するカリキュラムマップを作成している。学生の募集に関しては、アドミッションポリシーを公開しており、それに沿って入学試験を実施している。また、平成26年度から卒業後3年目の卒業生を対象とした修了生アンケートや卒業生の就職先への関係者アンケートを実施して、教育に対する社会のニーズの把握に努めている。在学生については、学生自身が社会に出て体験することを促進するため、企業や外部機関が実施しているインターンシップに参加した際に条件を満たせば単位として認定する学外研究プロジェクトを実施しており、例えば、平成26年度には21名の学外研究プロジェクトの単位取得者があった。また、グローバル化のニーズに応えるために、海外から来日することなく受験可能で英語のみで学位を取得できる「国際エネルギー科学コース」を新設し、これまでに修士課程32名、博士後期課程11名の留学生を受け入れるとともに、『「人間の安全保障」開発を目指した日アセアン双方向人材育成プログラムの構築』にも参画しダブルディグリープログラムを実施している。同時に、英語による教育を充実させるために2名の外国人教員を新規雇用している(うち1名は定員内雇用)。

また、学生の科目履修時の利便性を図るとともに自学自習を促すため「標準シラバスモデル」を策定し、平成27年度の学修要覧から全科目においてモデルに沿ったシラバスの記述と教育研究委員会によるチェック体制を整えた。また、平成27年度からは科目履修数の上限を設けるキャップ制を導入し、授業時間外学習の促進と単位の実質化に努めている。さらに、自主的学習環境については、配属された研究室において、各自の机や椅子、コンピュータなどを完備しており、大学院教育で主体となる自主的な研究を促進している。さらに、研究科共通の施設として、図書室、学生控室、計算機演習室などを設置して、自主的学習環境を整備している。また、遠隔地に研究室がある学生のために、吉田地区に実習室を設け、宇治地区にも計算機演習室を設置して、吉田地区と同じ環境で勉学できるように配慮している。

(水準) 期待される水準にある

(判断理由)

本研究科では、その設立理念に従って、地球社会の調和ある共存に寄与する、国際的視野と高度の専門能力をもつ人材の育成が期待されている。そのため、研究科の理念に沿ったディプロマポリシーを明確にした上で、カリキュラムポリシーを定め、それに基づいて授業科目等の教育課程を編成している。その教育効果については修了直前の修了予定者アンケートや修了3年目の修了生アンケートを実施し確認している。例えば修了生アンケートの「本学での学修により卒業を後に役に立った項目」では多くの修了生が「幅広い教養・知識」「専門的な知識と技術」「問題解決能力」と回答している。さらに、修了生アンケートや関係者アンケート調査等を実施し、社会のニーズを広く把握してカリキュラム編成にフィードバックしている。例えば、企業や外部機関のインターンシップを有効に活用して学生に参加を促す学外研究プロジェクト科目を推進し、平成26年度には21名の参加学生のプロジェクト実習報告書にて、就職後に役立つと思われる、企業等のインターンシップだからこそ学べる事項が記載されており、期待される効果が得られている。グローバル化のニーズへの対応についても「国際エネルギー科学コース」を平成22年度に新設し、これまでに修士課程32名(応募80名)、博士後期課程11名(応募24名)の留学生を受け入れている。同時に2名の外国人教員を新規雇用している(うち1名は定員内雇用)。さらに、平成

26年度からはAUN(ASEAN University Network)加盟大学とともにダブルディグリープログラムを開始している。これらより、教育内容・方法については、関係者の期待に応じていると判断できる。

## 分析項目Ⅱ 教育成果の状況

### 観点 学業の成果

(観点に係る状況)

修士課程学生と博士後期課程学生の留年・退学・休学状況は事務室教務掛を通じて教育研究員会で継続的に把握している。別添資料1に過去6年間の状況を示す。修士課程については、休学者と退学者を除く過去6年間の留年率は1~4%と低い数値を示しており、ほとんどの学生が留年せずに修了している。同様に、博士後期課程についても過去6年間の留年率が平均14%と低く、標準年限の1.5倍である4.5年間での修了率も平均78%と高い。一方、特に修学上の問題を抱えて留年している学生については、指導教員だけでなく学生総合支援センターの支援のもとで研究科教育研究委員会も学生指導に関与する体制を整備した。

また、毎年、学生が受けた賞や学生が第一著者として執筆した論文数を調査するとともに自己点検・評価報告書に記載し公表している。例えば、原著論文数については「学生が第一著者として発表した原著論文数」(別添資料2)に示すように、年度によってばらつきはあるものの、平成22~27年度には平均して修士23本/年(0.083本/人/年)、博士後期66本/年(0.73本/人/年)と高い水準を維持している。

さらに、修了予定学生向けに「修了予定者アンケート」を実施し、自己点検・評価報告書に記載し公表しており、これを基に自己点検・評価委員会にて教育の改善に取り組んでいる。また、教育研究委員会でもこの結果を分析して詳細な教育方法の改善を検討している。例えば、平成26年度修了予定者アンケート(別添資料3)に示すように「⑥論文を書く際に教員や先輩から受けた執筆指導が、今後の仕事に役立つと思いますか」という質問に対しては6段階評価(1~6点)で平均5.5点と高い数値を示しており、他の質問項目でもおおむね平均4点以上の良好な結果を示している。一方、「⑩エネルギー科学研究科の学修内容で良かった点および悪かった点を挙げてください」という自由記述の質問項目では多くの回答があり、回答を吟味したうえで今後の教育の改善に役立てる。

(水準) 期待される水準にある

(判断理由)

本研究科では、地球社会の調和ある共存に寄与する、国際的・多角的視野と高度の専門能力を持つ人材を効率よく育成することが期待されている。修士課程学生については、低い留年率、発表論文数の増加、修了予定者アンケートの結果から、学業の成果は十分に期待される水準にあると言える。一方、博士後期課程学生については、年度にもよるが過半数の学生が標準年限の3年間で学位を取得できていない反面、学生が第一著者の発表論文数は増加しており、積極的に研究を推進し論文を投稿していることがわかる。また、修了予定者アンケートでは、大学院で学んだことが今後の仕事の役に立つかという質問に対し、88%の学生が肯定的な回答をしている。また、エネルギー科学研究科の学修内容で悪かった点として「専門授業の不足」や「専攻間のつながりの不足」等の回答がある一方で、良かった点として「広範な学問領域について専門的に学べた」や「研究重視のカリキュラムが良かった」等の回答もあった。指摘された点については改善を考慮すべきであるが、視野を広げるための多様な講義と高度な専門的知識・技術を身に着ける研究指導が実現できていると考えられる。これらより、学業の成果については、関係者の期待に応じていると判断できる。

**観点 進路・就職の状況**

(観点に係る状況)

修了生の進路・就職に関しては、専攻毎に就職担当教員を配置し、進路・就職指導を実施するとともに進路・就職状況を把握している。過去 6 年間の就職希望者に対する就職率は「修了者の就職・進学状況」(別添資料 4) のとおり、修士課程で 94~100%、博士後期課程で 77~97% と高い数値を示している。また、具体的な進学先や就職先については、「修了生の進路先の分野」(別添資料 5) のように年度ごとの過去の実績を纏めるとともに自己点検・評価報告書に記載して公表している。また、平成 26 年度からは同窓会組織「京エネ会」の協力を得て、卒業 3 年目の修了生に対して修了生アンケートを実施していると同時に、就職先への関係者アンケートも実施した。例えば、修了生アンケートでは「本学での学修により卒業後に役に立った能力」として半数以上の回答者が「幅広い教養・知識」「専門的な知識と技術」「問題解決能力」を挙げており、カリキュラムポリシーに沿って実施された教育が現在の仕事に役立っていることを確認している。今後、教育研究委員会にてアンケート結果をさらに分析し、教育の改善に役立てる予定である。

(水準) 期待される水準を上回る

(判断理由)

本研究科で育成される人材は、エネルギー・環境関連分野において広く社会に必要とされる人材であることが期待される。上述のように、過去 6 年間の修士課程学生の就職率は非常に高く、平成 26 年度学校基本調査の修士課程修了生の就職率 74.4% を大きく上回っている。その中でも電力・ガス等のエネルギーインフラからそれを支える各種メーカーへの就職が多く、本研究科が育成目標とする、エネルギー・環境問題に取り組む強い意欲を持ち、社会から必要とされる人材が育成されていることがわかる。また、修了生アンケート調査の結果では、「本学での学修により卒業後に役に立った能力」として半数以上の回答者が「幅広い教養・知識」「専門的な知識と技術」「問題解決能力」を挙げており、本研究科での学修が現在の仕事に活かされていることがわかる。一方、博士後期課程学生の就職については、年度によっては 80% 程度の時もあり、少ないながらも希望の就職先に就いていない修了生もいるが、過去 6 年間では平均 89% と高い水準にあり、平成 26 年度学校基本調査の博士後期課程修了生の就職率 66.0% を大きく上回っている。これらより、進路・就職の状況については、関係者の期待を上回ると判断できる。

### Ⅲ 「質の向上度」の分析

#### (1) 分析項目Ⅰ 教育活動の状況

前述のように、平成 22 年度から教育のグローバル化に対応するため、海外在住の留学希望学生が来日することなく書類選考と遠隔面接により受験することができる「国際エネルギー科学コース」を新設し、これまでに修士課程 32 名(応募 80 名)、博士後期課程 11 名(応募 24 名)の留学生を受け入れている。特に IDP(International Doctoral Program)を除く留学生については、第 1 期の平成 21 年 5 月時点の在籍学生数が 21 名(修士 11 名、博士後期 10 名)であったのに対し、第 2 期の平成 27 年 5 月現在では 48 名(修士 20 名、博士後期 28 名)に増加している。これに伴い、これらの学生への英語での教育のために 2 名の外国人教員を新規に雇用し、そのうちの 1 名は京都大学再配置定員を利用した定員内雇用である。また、英語での授業科目も雇用した外国人教員だけでなく日本人教員も数多く提供している。国際エネルギー科学コースの留学生は、基本的に日本語ではなく英語でコミュニケーションをとるため、専攻内の修士論文発表会や中間報告会等の行事も英語で行われることが多くなり、さらには各研究室でのゼミや輪読会等も英語で実施される機会が多くなっている。これらの変化は、日本人学生にも英語で議論する多くの機会を与えることになり、その意味でも本当のグローバル化が確実に促進されている。このことより、本研究科では教育活動の質について重要な向上が見られていると判断できる。

#### (2) 分析項目Ⅱ 教育成果の状況

本研究科では、平成 23 年度より修士・博士後期課程修了予定者を対象に「修了予定者アンケート」を、平成 26 年度より修了後 3 年目の修了生を対象に「修了生アンケート」を実施しており、本研究科での学修についての満足度や改善点等を確認するとともに、教育活動へのフィードバックを実施している。例えば、平成 26 年度に実施した修了予定者アンケートの結果では、「大学院で学んだことが今後の仕事の役に立つか」という質問に対し 88% の学生が肯定的な回答を、また「論文を書く際に教員や先輩から受けた執筆指導が、今後の仕事に役立つと思いますか」という質問では 99% の学生が肯定的な回答をしており、第 1 期の平成 18 年度に実施した修了生アンケート結果(それぞれ 85%、90%)を上回っている。一方、平成 26 年度に実施した修了生アンケートでは「本学での学修により卒業後に役に立った能力」として半数以上の修了生が「幅広い教養・知識」「専門的な知識と技術」「問題解決能力」を挙げている。しかし、「本学での学修では身に付かなかった能力」として 52% が「国際性」を挙げていることもわかった。平成 27 年度に実施した修了生アンケートでは 44% に減少しているが、まだ少なくない修了生が「国際性が身に付かなかった」としている。前述のように修了生アンケートは修了後 3 年目の修了生を対象に実施したものであり、本研究科で取り組んでいる教育活動のグローバル化の成果が修了生アンケートに現れるにはもう少し時間がかかりそうである。このような「修了予定者アンケート」や「修了生アンケート」により修了生の満足度が概ね向上していることが確認できているため、重要な質の向上が見られていると判断できる。