

「グローバルCOEプログラム」(平成20年度採択拠点)事業結果報告書

概要

機関名	京都大学	機関番号	14301	拠点番号	J08
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) (氏名) MATSUMOTO HIROSHI 松本 紘				
2. 申請分野 (該当するものに○印)	F<医学系> G<数学、物理学、地球科学> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	地球温暖化時代のエネルギー科学拠点 -CO2ゼロエミッションをめざして (Energy Science in the Age of Global Warming -Toward CO2 Zero-emission Energy System)				
研究分野及びキーワード	<研究分野・総合工学>(Iエネルギー-生成・変換)(Iエネルギー-輸送・貯蔵)(Iエネルギー-節約・効率利用)(Iエネルギー-システム)(自然Iエネルギー-の利用)				
4. 専攻等名	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻, エネルギー社会・環境科学専攻, エネルギー変換科学専攻, エネルギー応用科学専攻), エネルギー理工学研究所, 工学研究科(原子核工学専攻), 原子炉実験所				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)					
6. 事業推進担当者	計 19名 ※他の大学等と連携した取組の場合: 拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [%]				
ふりがなくローマ字 氏名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー) Y A O TAKESHI 八尾 健	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-基礎科学専攻)・教授	Iエネルギー-材料化学 ・工学博士	拠点リーダー(全体の総括) 最先端研究(太陽光エネルギー)		
ISHIHARAKEIICHI 石原 慶一	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-社会・環境科学専攻)・教授	Iエネルギー-社会工学 ・工学博士	シナリオ策定(需給シナリオ分析)		
KONISHI SATOSHI 小西 哲之	Iエネルギー-理工学研究所・教授	核融合工学・博士(工学)	シナリオ策定(先進原子力政策)		
TEZUKA TETSUO 手塚 哲央	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-社会・環境科学専攻)・教授	Iエネルギー-システム 学・工学博士	シナリオ策定(Iエネルギー-経済モデル分析)		
MATSUMOTO EIJI 松本 英治	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-変換科学専攻)・教授	非破壊評価・工学博士	Iエネルギー-科学教育(カリキュラム)		
STOJI MASAHIRO 塩路 昌宏	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-変換科学専攻)・教授	燃焼工学・工学博士	国際交流推進(市民講座)		
MAEKAWA TAKASHI 前川 孝	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-基礎科学専攻)・教授	プラズマ理工学 ・理学博士	Iエネルギー-科学教育(社会連携教育)		
TAKUDA HIROHIKO 宅田 裕彦	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-応用科学専攻)・教授	資源Iエネルギー-科学 ・工学博士	Iエネルギー-科学教育(研究助成)		
FUKUYAMA ATSUSI 福山 淳	工学研究科(原子核工学専攻)・教授	プラズマ物理学 ・工学博士	Iエネルギー-科学教育(カリキュラム)		
KAMAE KATSUHIRO 釜江 克宏	原子炉実験所・教授	地震工学・博士(工学)	Iエネルギー-科学教育(原子炉教育)		
MORII TAKASHI 森井 孝	Iエネルギー-理工学研究所・教授	Iエネルギー-生物機能 化学・工学博士	最先端研究(太陽光Iエネルギー-)		
MIZUUCHI TOORU 水内 亨	Iエネルギー-理工学研究所・教授	先進核融合Iエネルギー- 科学・工学博士	最先端研究(先進原子力Iエネルギー-)		
SAKA SHIROU 坂 志朗	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-社会・環境科学専攻)・教授	ハ イエネルギー-学 ・Ph. D.	最先端研究(ハ イエネルギー-)		
TOUNO SUSUMU 東野 達	Iエネルギー-科学研究科(Iエネルギー-社会・環境科学専攻)・教授	Iエネルギー-環境学 ・工学博士	最先端研究(Iエネルギー-社会・経済)		
KUNUGI TOMOAKI 功刀 資彰	工学研究科(原子核工学専攻)・教授	熱流体工学・博士(工学)	国際交流推進(欧米担当)		
OOGAKI HIDEAKI 大垣 英明	Iエネルギー-理工学研究所・教授	量子放射Iエネルギー- 学・工学博士	国際交流推進(アジア担当)		
NAKAJIMA KEN 中島 健	原子炉実験所・教授	原子炉物理・博士(工学)	最先端研究(先進原子力エネルギー)		
UNESAKI HIRONOBU 宇根崎 博信	原子炉実験所・教授	Iエネルギー-政策学 ・博士(Iエネルギー-科学)	シナリオ策定(Iエネルギー-政策)		
SAKKA TETSUO 作花 哲夫	平成24年9月1日変更 工学研究科(物質Iエネルギー-化学専攻) ・教授	平成24年9月1日 変更 機能性材料科学 ・博士(工学)	最先端研究(太陽光Iエネルギー-)		
平成24年4月2日辞退 IKKATAI SEIJI 一方井 誠治	学際融合教育研究推進センター・ 特定教授	Iエネルギー-環境 経済・経済学博士	最先端研究(Iエネルギー-社会・経済)		

(機関名: 京都大学 拠点のプログラム名称: 地球温暖化時代のエネルギー科学拠点)

機関（連携先機関）名	京都大学
拠点のプログラム名称	地球温暖化時代のエネルギー科学拠点—CO2ゼロエミッションをめざして
中核となる専攻等名	エネルギー科学研究科エネルギー基礎科学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー）八尾 健・教授 外18名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>エネルギーの確保並びに環境の保全は、人類の持続的な発展のための最も重要な課題である。これまで、人類は必要とするエネルギーの大部分を化石燃料に依存し、二酸化炭素に代表される温室効果ガス（本拠点においては総称して“CO2”という）を大量に排出してきた。近年地球温暖化による気候変動が容易に認識されるまでに進行し、その原因として、CO2排出がほぼ確実にされる事態に陥っている。CO2排出を如何に抑えるかが、世界にとって喫緊の問題になっている。しかし、エネルギー問題は、単に技術だけの問題ということではできず、そこには社会や経済の要素も大きく関係してくる。ここに、理工学に社会科学と人文科学の視点を加えた学際・複合領域としての「低炭素エネルギー科学」の確立が必要となってくる。本プログラムは、2100年までに、化石燃料に依存しないCO2ゼロエミッションエネルギーシステムに到達するシナリオの実現に向けた技術の創出・政策提言を行いうる教育者・研究者・政策立案者を育成する国際的教育研究拠点形成を目的とする。この拠点では、学生自らがシナリオ策定への参加を通して、他分野研究者との相互交流を体験し、「エネルギーシステム」全体を俯瞰する能力を獲得し、更に各専門研究へ反映するものであり、これは人材育成の大きな特徴となっている。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>本プログラムの実施に当たっては、図のように中心に教育を行う「GCOE教育ユニット」を据え、シナリオ策定から、最先端研究、評価と互いに関連させながら推進した。「シナリオ策定研究グループ」では、CO2ゼロエミッション技術ロードマップの作成並びにCO2ゼロエミッションシナリオの策定を行い、産業界から専門家を招いて「エネルギーシナリオ・戦略研究会」を組織し、年2回定期的な意見交換を行い、これをシナリオ策定にフィードバックした。「シナリオ策定研究グループ」において、2100年までのCO2ゼロエミッションエネルギーシナリオ：“Zero Carbon Energy Scenarios”を策定した。研究を通じた教育の場として、「最先端重点研究クラスタ」を設置した。CO2を排出しないエネルギー科学研究として、太陽光エネルギー、バイオマスエネルギー、先進原子力エネルギーを対象とした。エネルギー問題は社会や経済の要素も大きく関係してくる。エネルギー社会・経済の研究も推進した。評価においては、学内、学外、国外のアドバイザーとの意見交換を通じて、シナリオのチェック、教育・研究の見直しを行い、プログラムを推進した。</p> <p>中心課題である教育においては、「GCOE教育ユニット」を設置して博士後期課程学生を選抜し、「CO2ゼロエミッション教育プログラム」を提供した。この教育プログラムは、独自のカリキュラムを構成し、「シナリオ策定研究グループ」に参加しながら、理工学研究分野に人文社会科学研究分野を含む、CO2ゼロエミッションに向けた総合的なグループ研究を、学生に研究費を支給して自主的に企画実施する「国際エネルギーセミナー（公募型グループ研究）」、「最先端重点研究クラスタ」に独立した研究者として参加させ、創造性・自立性を修得させる「最先端重点研究」、原子力発電所等、リアリティのあるフィールドに派遣し、問題の本質を実地に学習させる「フィールド実習」、国際学会や産学連携セミナー、並びに国際研究集会で発表する「研究発表」を必修科目とし、さらに国外機関における「国際研修」や英語による講義等を実施した。国際会議や国内外の学会等への参加旅費の助成を行った。エネルギー需給全体に関わる技術的・社会的特性を俯瞰する能力、自発的な研究企画能力、国際的視野、コミュニケーション能力等を育成した。</p> <p>教員並びに学生の国際交流や研究成果の発信を推進するため連携委員会を設置した。国内・国外の研究機関との交流・連携、国際、国内シンポジウムの開催、ホームページの運営、和文・英文年報、和文・英文併記のニューズレターの発行等を行った。2009年度から毎年GCOE国際シンポジウムを開催し、さらにその研究発表のpeer reviewをおこない、“Zero-Carbon Energy Kyoto 20**” (**=09,10,11,12)と題するISBNを有する市販本を毎年Springer社から出版した。</p>	

6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

(1) 本拠点の国際シンポジウムを、海外の第一線の研究者を招待しながら、[5-2. 研究活動実績②国際会議等の開催状況] (以降、[5-2②]と略記)に記載したように、平成21年度以降毎年開催した。特に、2011年は韓国でAjou大学と共同で、2012年はタイでJGSEEと共同で海外での開催を実現した。第1回～第4回いずれのシンポジウムにおいても、本プログラム所属の教員・学生のみならず学内外を含めいずれも百数十名が参加した。シンポジウムでは活発な議論が繰り広げられた。「GCOE教育ユニット」(以降、ユニットと略記)所属学生それぞれの研究課題の発表と、本プログラムに独特な「国際エネルギーセミナー(公募型グループ研究)」科目の成果の発表を行い、厳正な審査に基づき、優れた発表を表彰した。シンポジウムの研究発表を取りまとめて、ISBNを有するpeer review付きの論文集”Zero-Carbon Energy Kyoto 20**”(**=09,10, 11,12)を毎年Springer社から、いずれも300ページ前後のハードカバー版市販本として発行した。

(2) 21世紀COE「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」プログラムから引き継いで、ASEAN諸国と共同で推進している持続可能なエネルギー環境フォーラム：SEE(Sustainable Energy and Environment) Forumの事務局を担当し企画運営を行った。本プログラム期間中に、[5-2②]に記載したように、計7回のシンポジウムを開催した。参加国は、ASEAN諸国にインド、バングラデシュ、スリランカ、台湾を加えた15ヶ国にのぼった。アジアにおけるエネルギー・環境研究のリーダーとしての役割を担っている。各国の要請を受け、現在も継続し、さらに発展している。

(3) 全米36大学のエネルギー関係の大学院・センター等の集まりであるCouncil of Energy Research and Education Leaders (CEREL)に、アメリカ以外の大学として初めて唯一加盟を認められ、研究交流を行い、現在も継続・発展している。

(4) 本拠点事業に関連して、海外での活動に関する下記のプロジェクトを実施した。

- 2009年度採択：JST「タイにおける低炭素排出型エネルギー技術戦略シナリオ研究」
- 2010年度採択：UNESCO COMPETENCE Program「アジアの持続的発展のためのエネルギー」
- 2011年度採択：ODA-UNESCO支援事業「アジア地域の持続可能な発展のためのエネルギー科学教育の推進」
- 2011年度採択：JICA-JSPS専門家派遣プログラム「ボツワナにおける地域適応型エネルギーの設計」(エネルギー環境分野におけるアフリカとの交流に、本学において先鞭を切った)
- 2011年度採択：JSPS若手研究者招聘事業「人間の安全保障」開発を目指したアジア若手研究者交流
- 2012年度採択：大学の世界展開力強化事業「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

2009年12月には、本学が我が国の大学として初めてAUN (ASEAN University Network) との連携協定を締結した。これは「持続可能エネルギーと環境研究の分野」におけるものであり、本拠点が主導したものである。この本拠点における国際交流事業は、2012年度に採択された、大学の世界展開力強化事業「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引き継がれ、ASEAN各国の大学と本学の間のダブルディグリー制度設定が進められている。

(5) ユニットの学生は、日本も含め延べ22ヶ国に及んだ。「国際エネルギーセミナー(公募型グループ研究)」及び「フィールド実習」では、必然的に共通語が英語になり、日本人学生の実践的な英語力が大幅に向上し、またグローバルに人を親密に知り合える機会にもなった。

(6) 教員への研究費支給は行わず、学生・若手研究者・教員に対し、本拠点の活動に必要と認められた学会等の出張経費を支給した。海外で開催されるシンポジウム等への参加が大きく増加し、拠点事業の国際的発信に大きく寄与した。学生の国際会議での発表件数(第1著者)は、(2008年度：65件、2009年度：122件、2010年度：155件、2011年度：156件、2012年度：180件)と増加した。

(7) 「シナリオ策定研究グループ」は7名の研究者のうち3名が外国人であり、国際的な観点から分析協議を行い、日本、東南アジア、中東、並びに世界を対象としたシナリオを作成した。この間、英国、フランス、オーストラリア、中国、タイ、韓国の諸大学、研究所と国際連携を進展させた。

(8) 本拠点は核融合工学の多くの分野において先進的な研究を展開し、国際学会等において、世界的に傑出している。大学としては、プラズマ物理、核融合炉工学、先進材料など広範な分野を連携したほとんど唯一の国際的な拠点として、核融合に関する教育においても世界をリードしている。

(9) 高エネルギー陽子加速器を用いた加速器駆動未臨界炉の実験を世界に先駆け実施した。

(10) 「最先端重点研究クラスタ」の各研究者は、いずれも国際的に第一線で活躍している。

「グローバルCOEプログラム」（平成20年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	京都大学	拠点番号	J08
申請分野	学際、複合、新領域		
拠点プログラム名称	地球温暖化時代のエネルギー科学拠点		
中核となる専攻等名	エネルギー科学研究科エネルギー基礎科学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)八尾 健		外 18 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は概ね達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、将来像と長期目標を達成するために、京都大学グローバルCOEプログラム推進委員会を設け、全学的な支援体制を整備し、大学の組織的バックアップが行われている。

拠点形成全体については、教育を最も重要なミッションとしてとらえ、GCOE教育ユニット運営委員会を中心にして拠点の体制が構築されており、GCOE国際シンポジウムの成果を市販の論文集として発信するなどの活動を通じて、国際的な教育研究拠点形成はほぼ達成されている。

人材育成面については、GCOE教育ユニットを中心に、総合的な判断力を持ち、国際的に活躍可能な若手研究者の育成に関しては、ほぼ当初の目標が達成されている。国際エネルギーセミナー（公募型グループ研究）等では、教育、研究、国際化の面で多大な成果をあげている。

研究活動面については、2100年までのCO2ゼロエミッションエネルギーシナリオを作成するとともに、福島第1原子力発電所事故を受けて、2030年までの電力供給シナリオを提示したことは評価できる。太陽光エネルギー研究やバイオマスエネルギー研究では各賞の受賞者が輩出され、高い成果をあげている。

今後の展望については、GCOE教育ユニット、一部の教育プログラム、シナリオ研究、最先端重点研究、国際的な連携などの、拠点に組み込まれた教育研究活動は継続が決定しており、更なる発展が期待される。また今後、グローバルCOEプログラムのエネルギー関連拠点を含む、国内外の大学との連携に向けての活動も望まれる。

グローバルCOEプログラム平成20年度採択拠点事後評価
 評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
<p>【申立て箇所】 しかし、<u>核融合の実現可能性ならびに、加速器駆動未臨 界炉の実験的研究の達成度は不明確である。</u></p> <p>【意見及び理由】 核融合は、原子力政策大綱（平成17年10月閣議決 定）やエネルギー基本計画（平成22年6月閣議決定）、 また第4期科学技術基本計画（平成23年8月閣議決定） において、長期的視野に立って推進することとされてい る、わが国科学技術における重要課題である。更に、核 融合実験炉を建設・運用する国際共同プロジェクト ITER 事業へのわが国の参加については、第166回国会 の承認を得たものである。本プログラムは、上記国家の 施策に沿って事業を推進し、高い成果を上げている。わ が国の施策を超える「核融合の実現可能性が不明確」と の評価については、本プログラムにおいては、議論する 立場にないと考える。 加速器駆動未臨界炉は、2009年に核破砕中性子源を用 いた世界初の実験を開始して以来、世界で唯一の実験装 置として、世界をリードする成果を挙げている。2010 年には世界初のトリウム装荷体系での実験を開始した。 これらの成果は国際原子力機関（IAEA）の国際ベンチ マークとして採用され、6カ国に及ぶ世界の研究者がこ れを利用している。更に国外で8件、国内で2件の招待 講演を行っている。これらの成果を踏まえ、2013年度 より、本研究は文部科学省国家課題対応型研究開発推 進事業原子力システム研究開発事業に採択されてい る。加速器駆動未臨界炉の実験的研究の達成度は非 常に高い。</p>	<p>【対応】 該当部分を削除。</p> <p>【理由】 当初の拠点形成計画調書では、「加速器駆動未臨界炉」 システムならびに「核融合」プラントは、設計と総合評 価を行い、最終年度には、先進的原子力エネルギーシ ステムシナリオを提言することになっている。しかし事業 結果報告書の記述内容から、この点を読み取ることは容 易でなかった。 しかし、左欄の[意見及び理由]により、核融合開発の 重要性ならびに加速器駆動未臨界炉の実験的研究の達 成度が明解になったことから、該当部分を削除する。</p>