

「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	東京工業大学	機関番号	12608	拠点番号	J06
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがな<ローマ字>) MISHIMA YOSHINAO (氏名) 三島 良直				
2. 申請分野 (該当するものに0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)	エネルギー学理の多元的学術融合 Multidisciplinary Education and Research Center for Energy Science				
研究分野及びキーワード	<研究分野:総合工学>(エネルギー-生成・変換)(自然エネルギー-の利用)(エネルギー-システム)(環境調和)(科学社会学)				
4. 専攻等名	大学院理工学研究科:機械制御システム専攻,電子物理工学専攻,化学工学専攻,応用化学専攻,機械宇宙システム専攻,材料工学専攻,有機・高分子物質専攻,化学専攻,国際開発工学専攻,原子核工学専攻(平成21年4月1日追加)、物質科学専攻(平成22年10月1日追加)、大学院総合理工学研究科:物質科学創造専攻,物質電子化学専攻,化学環境学専攻,物理電子システム創造専攻、大学院社会理工学研究科:経営工学専攻、大学院イノベーションマネジメント研究科:技術経営専攻(平成21年11月5日追加)、留学生センター				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)	ジョージア工科大学機械工学科、韓国科学技術院(KAIST)機械工学科、シュツットガルト大学電子物理研究所				
6. 事業推進担当者	計 27 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 [88.9%]				
ふりがな<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)					
HIRAI SHUICHIRO 平井 秀一郎	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻・教授	地球環境工学 工学博士	拠点リーダー		
HANAMURA KATSUNORI 花村 克悟	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻・教授	熱工学 工学博士	教育プログラム推進 エネルギー・アナリシス(研究分野主査)		
TSUSHIMA SHOUJI 津島 将司	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻・准教授	シミュレーション工学 博士(工学)	国際連携推進 エネルギー・アナリシス		
KONAGAI MAKOTO 小長井 誠	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	固体電子工学 工学博士	教育研究戦略(拠点サブリーダー) エネルギー・デバイス		
YAMADA AKIRA 山田 明	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	固体電子工学 工学博士	国際連携推進 エネルギー・マテリアル		
SUZUKI MASAHIKI 鈴木 正昭	大学院理工学研究科 化学工学専攻・教授	熱物質移動学 工学博士	教育プログラム推進(拠点サブリーダー) エネルギー・アナリシス		
YAMAMAKA ICHIRO 山中 一郎	大学院理工学研究科 物質科学専攻・准教授	触媒化学 工学博士	教育研究戦略 エネルギー・マテリアル		
TANAKA MAMORU 店橋 護	大学院理工学研究科 機械宇宙システム専攻・教授	熱流体力学 博士(工学)	教育プログラム推進 エネルギー・アナリシス		
MARUYAMA TOSHIO 丸山 俊夫	大学院理工学研究科 材料工学専攻・教授	高温物理化学 工学博士	国際連携推進(拠点サブリーダー) エネルギー・マテリアル		
NISHIKATA ATSUSHI 西方 篤	大学院理工学研究科 物質科学専攻・教授	腐食防食工学 工学博士	教育プログラム推進 エネルギー・マテリアル		
TAMAURA YUTAKA 玉浦 裕	大学院理工学研究科 化学専攻・教授	エネルギー-環境化学 理学博士	教育研究戦略 エネルギー・アナリシス		
IHARA MANABU 伊原 学	大学院理工学研究科 化学専攻・准教授	化学 博士(工学)	教育プログラム推進 エネルギー・デバイス		
KANNNO RYOJI 菅野 了次	大学院総合理工学研究科 物質電子化学専攻・教授	固体化学 理学博士	国際連携推進 エネルギー・マテリアル(研究分野主査)		
ONISAKA TAKEO 大坂 武男	大学院総合理工学研究科 物質電子化学専攻・教授	電気化学 工学博士	教育プログラム推進 エネルギー・デバイス(研究分野主査)		
YAMAGUCHI TAKEO 山口 猛央	大学院総合理工学研究科 化学環境学専攻・教授	電気化学 博士(工学)	教育研究戦略 エネルギー・デバイス		
HANNA JUN-ICHI 半那 純一	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	イノベーション材料 工学博士	教育研究戦略 エネルギー・マテリアル		
SALJO MIKI 西條 美紀	留学生センター・教授	応用言語学 博士(人文科学)	教育プログラム推進 科学技術社会論・コミュニケーション(研究分野主査)		
NAKAJIMA HIDEITO 中島 秀人	大学院社会理工学研究科 経営工学専攻・教授	科学技術社会論 学術博士	教育プログラム推進 科学技術社会論・コミュニケーション		
ABE NAOYA 阿部 直也 (平成21年4月1日追加)	大学院理工学研究科 国際開発工学専攻・准教授	環境経済 Ph. D.	教育プログラム推進 科学技術社会論・コミュニケーション		
KOSAKA HIDENORI 小酒 英範 (平成21年4月1日追加)	大学院理工学研究科 機械宇宙システム専攻・教授	熱機関 博士(工学)	教育研究戦略 エネルギー・アナリシス		
KATO YUKITAKA 加藤 之貴 (平成21年4月1日追加)	大学院理工学研究科 原子核工学専攻・准教授	原子力 工学博士	国際連携推進 エネルギー・アナリシス		
OBARA TORU 小原 徹 (平成21年4月1日追加)	大学院理工学研究科 原子核工学専攻・准教授	原子力 博士(工学)	国際連携推進 エネルギー・アナリシス		
FUJIMURA SYUZO 藤村 修三 (平成21年10月15日追加)	大学院イノベーションマネジメント研究科 技術経営専攻・教授	イノベーション理論 博士(工学)	教育研究戦略 科学技術社会論・コミュニケーション		
HATANO MUTSUOKU 波多野 睦子 (平成22年12月10日追加)	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	電子デバイス 博士(工学)	教育研究戦略 エネルギー・マテリアル		
OKAZAKI KEN 岡崎 健 (平成24年3月30日辞退)	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻・教授	エネルギー-工学 工学博士	教育研究戦略 エネルギー・アナリシス		
TANIOKA AKIHIKO 谷岡 明彦 (平成24年3月30日辞退)	大学院理工学研究科 有機・高分子物質専攻・教授	物理化学 工学博士	国際連携推進 エネルギー・マテリアル		
YAMAZAKI YOHTARO 山崎陽太郎 (平成23年3月31日辞退、平成24年2月死亡)	大学院総合理工学研究科 物質科学創造専攻・教授	エネルギー-科学 工学博士	国際連携推進 エネルギー・デバイス		
HIROSE SAOHIO 廣瀬 幸夫 (平成24年3月30日辞退)	大学院理工学研究科 国際開発工学専攻・教授	留学生教育 工学博士	国際連携推進 科学技術社会論・コミュニケーション		
Shin, H. Dong	KOREA Adv. Inst. Sci. and Tech., Dept. Mechanical Eng., Prof.	Reaction Eng. Ph. D.	国際連携推進 エネルギー・アナリシス		
Fedorov, A. G.	Georgia Inst. Tech., Dept. Mech. Eng., Prof.	Fuel Cell Ph. D.	国際連携推進 エネルギー・デバイス		
Werner, J. H.	Univ. Stuttgart, Inst. Phys. Elec., Prof.	Solar Cell Ph. D.	国際連携推進 エネルギー・マテリアル		

(機関名: 東京工業大学 拠点のプログラム名称: エネルギー学理の多元的学術融合)

機関（連携先機関）名	東京工業大学、ジョージア工科大学、韓国科学技術院(KAIST)、シュツットガルト大学		
拠点のプログラム名称	エネルギー学理の多元的学術融合		
中核となる専攻等名	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー) 平井 秀一郎・教授		外 26 名

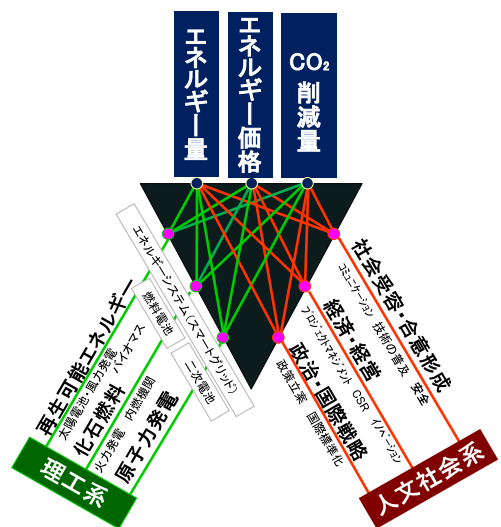
【拠点形成の目的】

エネルギーの獲得により人類は文明を成し、その膨大なる消費が、今まさにエネルギー問題と地球環境問題として人類に牙を剥いている。蒙昧なるエネルギー依存からの脱却は、自然科学と人文科学など、すべての人類の英知を結集した「エネルギー学理」を創成し、持続的エネルギーシステムの構築により具現化される。この全世界的な課題の解決のための人材育成には、旧来の深化した専門教育では不十分であり、自然科学を横断し、かつ人文科学の素養を有した優秀な研究者が必要とされる。「エネルギー学理」とは、エネルギーに関連する多元的な学術を統合的に融合させて扱おうとする学問である。本拠点は、①エネルギー技術を研究する理工系と、その技術を社会・経済・国際戦略の観点から研究する人文社会系を融合した新しい「エネルギー学理」を体系化し、②その新体系に基づいたエネルギー学理融合教育研究プログラムの推進と卓越した若手研究者の支援等を行い、③新しいエネルギー学理を世界トップレベルの教育研究として永続的に推進できる拠点として形成することを目的とした。

【拠点形成計画及び達成状況の概要】

①「エネルギー学理」の体系化 エネルギーの視点から「持続可能、安心・安全な社会」の構築を目指すには、理工系と人文社会系が真に融合した新しい概念が本拠点の教育研究を推進するのに必要となる。理工系で扱う主なエネルギー形態「再生可能エネルギー」、「化石燃料」、「原子力発電」に係る新技術を社会に浸透させ社会構造に変革をもたらすためには、人文社会系で扱う「社会受容・合意形成」、「経済・経営」、「政策・国際戦略」から解析することが必須となる。このアプローチは、異なる両者を繋ぐ共通の評価軸を設けて両者のコミュニケーションを可能にすることにより実現すると考えた。そこで文理の融合軸として「エネルギー量」、「エネルギー価格」、「CO₂削減量」を設定し、理工系、人文社会系、評価軸の3つの辺より構成される“エネルギートライアングル”で示された「エネルギー学理」の新概念を確立した。右図は、その新概念を図解したものである。これにより、文理間の“知識・アプローチの非対称性”を解消し、社会ニーズに基づく技術開発から革新的技術の普及による社会変革(イノベーション)に至る好循環を生み出す、理と文のそなわった「エネルギー学理」の新概念を本拠点の全ての教育研究活動の根幹に据えた。

文理融合「エネルギー学理」の新概念



②エネルギー学理融合教育研究と若手研究者育成

＜教育面＞ 新しい「エネルギー学理」をベースとして、博士教育プログラムを構築した。具体的には、①博士課程教育プログラムの構築:理工系・人文社会系教員群の連携により、「科学技術社会論Ⅰ、Ⅱ」「エネルギー・アナリシス」「エネルギー・デバイス」「エネルギー・マテリアル」「科学技術コミュニケーションと教育」「新エネルギービジネスと社会受容」等から成るエネルギー学理融合教育プログラムを構築した。これにより文理融合による広い視野を有する博士課程学生を育成した。②国際性の涵養:博士課程学生の口頭発表を含むエネルギー国際教育フォーラムは、日本人の学生と海外の学生を同一の部屋で寝食を共にして共通の課題に対して共同で討論・発表させることで、国際コミュニケーション力の育成を図った。③博士課程学生への経済的支援:博士課程学生(48~91名/年)に対して研究プロポーザルの提出を課し、厳格な審査を行い、傾斜配分に基づくRA経費を支出した。④若手研究者への研究支援:若手研究者(25~69名/年)に対して研究申請書の提出を課し、優秀な提案に対して研究助成を行うことで若手研究者の自立が図られた。⑤キャリアパス支援:エネルギー社会教育フォーラムを通じて、先端的な産業動向を把握させ、博士課程学生が行っている研究の社会的位置づけを明確にさせた。

＜研究面＞ 理工系異分野融合研究を平成20~22年度に5~8件/年、文理融合研究を平成20~24年度に3~5件/年、実施した。これらの成果を積み重ね、多元的学術融合によるエネルギー学理の創成を目指すとともに、海外連携拠点等との相互交流を通して、世界最高水準の教育研究拠点を構築した。

③永続的な世界トップレベル教育研究拠点形成 本拠点が目指す融合研究を推進するため、『多元学術融合エネルギー研究センター』(H.21.4)を設立した。さらに、広範囲な環境エネルギー問題の解決に貢献すべく、200名を超える教員を擁する全学横断組織『環境エネルギー機構』へと発展させた(H.21.11)。環境エネルギー機構を中心に構築した『環境エネルギー協創教育院』が平成23年度博士課程教育リーディングプログラムに採択された。環境エネルギー教育研究の中核をなすプラットフォームとして『環境エネルギーイノベーション棟』を平成23年度末に完成し、異なる専攻に所属する教員が under one roof の下で融合した教育研究を永続的に推進できる拠点を形成した。

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。

本学の事業推進担当者(平成20年度:22名、平成21年度:27名、平成22年度:28名、平成23年度:27名、平成24年度:24名)が指導教員であった博士課程在籍者数(事業推進担当者1名あたりの博士課程在籍者数)は、平成20年度:59名(2.68名)、平成21年度:76名(2.81名)、平成22年度:91名(3.25名)、平成23年度102名(3.78名)、平成24年度95名(3.96名)と明らかな増加傾向を示しており、本拠点の活動によりエネルギー分野の教育研究拠点が効果的・発展的に形成されてきたことを物語っている。その内数である**外国人留学生数**も、平成20年度:21名(**0.95名**)、平成21年度:28名(**1.04名**)、平成22年度:34名(**1.21名**)、平成23年度40名(**1.48名**)、平成24年度53名(**2.21名**)と、**事業推進担当者1名あたりの博士課程留学生が2.3倍に増加**しており、本拠点が国際的に卓越した教育研究拠点として世界的に認知され高く評価されてきたことを示している。これらの博士課程学生の中から、平成20~21年度は5名、平成22年度は8名、平成23年度は9名、平成24年度は4名が、**日本学術振興会特別研究員(DC)**に採用された実績があり、研究を通じて高度な人材育成がなされた。

さらに、この5年間の博士課程学生の研究業績の向上は目覚ましいものがあった。国内外を合わせた学会発表数(**博士課程学生1名あたりの発表数**)は、平成20年82件(**1.39件**)、平成21年110件(**1.45件**)、平成22年215件(**2.36件**)、平成23年244件(**2.39件**)、平成24年367件(**3.86件**)と顕著に増大し、本拠点の研究活動は質的にも大幅に向上した。**博士課程学生・若手研究者**は、21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference PVSEC Young Researcher Award、1st Best Presentation Award for Thermal Engineering in 6th & 7th Korea-China-Japan Student Symposium、IUMRS-ICEM2012 Young Scientist Gold Award、37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Best Poster Award をはじめ、平成20~24年度に国際会議等において論文賞など**計28賞**を受賞し、本拠点の活動は国際的に高く評価された。国内関連学会からも、化学工学会関東支部大会学生賞(金賞)、日本化学会第88春季年会学生講演賞、第46、47回日本伝熱シンポジウム優秀プレゼンテーション賞、第9回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム、イノベティブPV奨励賞、第72回春季応用物理学会学術講演会講演奨励賞、2010化学工学会関東支部大会学生賞(銅賞)をはじめ、**計48賞**を受賞した。

これに加え本拠点の**事業推進担当者**は、The American Ceramic Society Spriggs Phase Equilibria Award(菅野)、18th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Best Oral Presentation Award(小長井)、文部科学大臣表彰科学技術賞(小長井)、経済産業大臣原子力安全功労者表彰(鈴木)、日本機械学会熱工学部門業績賞(平井)、日本エネルギー学会賞学術部門(山崎)、日本液晶学会学術分野業績賞(半那)、日本海水学会学術賞(谷岡)をはじめとして**計46賞**を受賞しており、国内外の学会、政策機関等からの評価も極めて高まった。また、事業推進担当者は国内外で多くの**基調講演**(H20:**17件**、H21:**20件**、H22:**6件**、H23:**17件**、H24:**12件**)、**招待講演**(H20:**70件**、H21:**81件**、H22:**38件**、H23:**59件**、H24:**68件**)を行っており、このことから本拠点が社会からの高い注目と十分な評価を得たことがわかる。

平成20~24年度に実施した**共同研究**は、**大学・研究機関に対して国外42件、国内63件、企業に対して国外3件、国内143件**であり、研究活動としての産学官連携が活発に行われた。出願あるいは取得**特許数**は、5年間の合計で**71件**であり、産業界へ大きな実務的貢献も果たした。また、社会貢献として一般市民向けの燃料電池・太陽電池のシンポジウム、水素教室、燃料電池自動車の試乗会を科学技術振興機構主催のサイエンスアゴラにおいて実施するとともに、**エネルギー技術のアウトリーチ**を目的としたサイエンスカフェを定期的に開催した。文理融合研究の一環として、日光市や掛川市等の新エネルギーの導入に積極的な地方自治体を支援する活動を実施しており、今後も継続的な社会貢献が展開可能である。

海外連携拠点である、ジョージア工科大学、シュツットガルト大学、KAISTは既に東京工業大学と交流協定を締結しており、事業終了後も本事業は永続的に維持される。また、**エネルギー国際教育フォーラム**に参加した海外の主要大学(*)の大半は既に東京工業大学と交流協定を締結している。東工大北京オフィス、東工大バンコクオフィス、TAISTおよび中国清華大学との大学院合同プログラム、アジアオセアニア地区工学部連携等を有効に利用した国際連携をより一層推進することで、海外の優秀な博士課程学生の積極的な受入れを継続できる。これにより、世界的に大きな影響力を持つアジア諸国における環境・エネルギー問題の解決を含め、国際社会で**我が国の発言力を担保する中核的拠点**の形成が成し遂げられた。

(*)エネルギー国際教育フォーラムの参加者および海外からの参加大学・機関

H20:参加者104名(うち、**海外5カ国から52名**)—ジョージア工科大、ペンシルバニア州立大(アメリカ)、KAIST(韓国)、シュツットガルト大(ドイツ)、ケンブリッジ大(イギリス)、ユトレヒト大(オランダ)

H21:参加者157名(うち、**海外7カ国から55名**)—H20の参加大学・機関に加え、プリンストン大、MIT、コネチカット大(アメリカ)、釜山大T(韓国)、ナント大(フランス)、チェコ科学アカデミー(チェコ)

H22:参加者104名(うち、**海外7カ国から71名**)—H21の参加大学・機関に加え、テネシー大、ドレクセル大、カンザス大(アメリカ)、ダルムシュタット工科大(ドイツ)、リヨン工科大(フランス)

H23:参加者169名(うち、**海外7カ国から65名**)—新規参加大学・機関はなし

H24:参加者94名(うち、**海外3カ国から3名**)—新規参加大学・機関はなし

「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	東京工業大学	拠点番号	J06
申請分野	学際、複合、新領域		
拠点プログラム名称	エネルギー学理の多元的学術融合		
中核となる専攻等名	理工学研究科機械制御システム専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)平井 秀一郎		外 26 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）

設定された目的は十分達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、「世界最高の理工系総合大学の実現」を目指す将来構想を掲げており、学長の強いリーダーシップによる全学横断的なマネジメント体制が十分機能し、本拠点形成を支援したと判断される。

拠点形成全体については、文理融合エネルギー学理の体系化を確立し、エネルギー学理融合教育プログラムに基づき、グローバルな視野を有する若手研究者の育成に成果をあげている。教育拠点形成計画全体の目的はほぼ達成されている。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共同研究体制の確立に向けての活動も望まれる。

人材育成面については、エネルギー学理融合教育プログラムに基づき、エネルギー学理を体系的に理解し、国際対応力の優れた若手研究者が育成され、学会発表論文数、国内外での受賞数に成果が見られる。エネルギー学理融合教育プログラム、エネルギー国際教育フォーラム、エネルギー社会教育フォーラム、若手研究者の研究経費支援、海外インターンシップ派遣などの制度が機能している。

研究活動面については、エネルギー・アナリシス、エネルギー・デバイス、エネルギー・マテリアルならびに理工系異分野型の融合共同研究では、顕著な業績をあげ、国際的な研究拠点として、国際会議、学術論文、招待・基調講演、受賞など多くの成果が見られる。文理融合型の融合共同研究は、プロジェクト後半から注力されており、今後の成果の公表が期待される。

今後の展望については、環境エネルギー分野の教員228名が参画する全学横断組織「環境エネルギー機構」を設立し、その中核的メンバーが集結する「環境エネルギーイノベーション棟」を建設しており、拠点として継続的な活動が期待される。研究については、さらに文理融合研究を推進する努力が不可欠である。