

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機関名	京都大学		学長名	尾池 和夫	拠点番号	E11
1. 申請分野	A<生命科学> B<化学・材料科学> C<情報・電気・電子> D<人文科学> E<学際・複合・新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成 (Establishment of COE on Sustainable Energy System)					
研究分野及びキーワード	〈研究分野：総合工学〉(環境調和)(エネルギー生成・変換)(エネルギー輸送・貯蔵)(自然エネルギー)(プラズマ閉じ込め・安定性)					
3. 専攻等名	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻, エネルギー基礎科学専攻, 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, 生存圏研究所(宇宙電波科学研究センター, H17.4.1変更), 国際融合創造センター					
4. 事業推進担当者	計 36名					
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) YOSHIDA SUSUMU 吉川 暹	エネルギー理工学研究所・教授	環境適合エネルギー・工博	拠点リーダー・太陽エネルギー(高効率化太陽光発電)・エネルギー科学教育の推進			
KASAHARA MITSUKI 笠原 三紀夫	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・教授	エネルギー環境学・工博	拠点リーダー・環境調和型トータルエネルギー(環境評価)・エネルギー科学教育の推進・H16/3/31退職			
YOSHIZAKI KIYOSHI 石原 慶	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・教授	エネルギー社会学・工博	環境調和型トータルエネルギー(環境評価)			
TEZUKA TETSUO 手塚 哲央	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・教授	エネルギー社会学/エネルギー経済学・工博	環境調和型トータルエネルギー(エネルギーシステム評価)			
TAKUDA HIROHIKO 宅田 裕彦	エネルギー科学研究科(エネルギー応用科学専攻)・教授	資源エネルギー学・工博	環境調和型トータルエネルギー(資源評価)・エネルギー科学教育の推進			
WAKAYANI MASAHIRO 若谷 誠宏	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	核融合学・工博	太陽エネルギー(プラズマ利用)・H15/1/9死去			
KONDOU KATSUJI 近藤 克己	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	核融合学・工博	太陽エネルギー(プラズマ利用)			
NAKAMURA YUJI 中村 祐司	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・助教授	核融合学・工博	太陽エネルギー(プラズマ利用)			
MAEKAWA TAKASHI 前川 孝	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	プラズマ理工学・理博	太陽エネルギー(プラズマ生成)			
SANO FUMIHIRO 佐野 史道	エネルギー理工学研究所・教授	プラズマ物理学・工博	太陽エネルギー(プラズマ生成)			
KOYAMA AKIRA 香山 晃	エネルギー理工学研究所・教授	エネルギー材料学・工博	太陽エネルギー(材料開発)			
KIMURA AKIHIRO 木村 晃彦	エネルギー理工学研究所・教授	エネルギー材料学・工博	太陽エネルギー(材料開発)			
MATSUMOTO HIROSHI 松本 紘	宇宙電波科学研究センター・教授	宇宙電波工学・工博	太陽エネルギー(宇宙太陽光発電)			
HASHIMOTO KOUICHI 橋本 弘藏	宇宙電波科学研究センター・教授	マイクロ波エネルギー伝送・工博	太陽エネルギー(宇宙太陽光発電)			
SHIBASAKI NAOKI 篠原 真毅	宇宙電波科学研究センター・助教授	マイクロ波エネルギー伝送・工博	太陽エネルギー(宇宙太陽光発電)			
ITOU YASUHIRO 伊藤 靖彦	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	エネルギープロセス学・工博	水素エネルギー(生成・貯蔵・利用)・H15/3/31退職			
YAGI TAKESHI 八尾 健	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	結晶化学・工博	水素エネルギー(生成・貯蔵・利用)			
TSHIYAMA TAKUJI 石山 拓二	エネルギー科学研究科(エネルギー変換科学専攻)・教授	内燃機関・工博	水素エネルギー(高効率水素利用)			
SHIROJI WASAHIRO 塩路 昌宏	エネルギー科学研究科(エネルギー変換科学専攻)・教授	燃焼工学・工博	水素エネルギー(高効率水素利用)			
SUZUKI RYOUSUKE 鈴木 亮輔	エネルギー科学研究科(エネルギー応用科学専攻)・助教授	エネルギー応用プロセス学・工博	水素エネルギー(水素吸蔵合金)・H18/2/31転出			
YONENAGA YUKIYO 尾形 幸生	エネルギー理工学研究所・教授	電気化学・工博	水素エネルギー(生成・貯蔵・利用)			
SAKA SHIROU 坂 志朗	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・教授	バイオマスエネルギー科学・Ph.D.	バイオエネルギー(バイオマスエネルギー)			
O'DAIRI KATSUYOSHI 大久保 捷敏	エネルギー理工学研究所・教授	触媒化学・工博	バイオエネルギー(バイオリクター)・H16/3/31退職			
MAKIYAMA KEISORU 牧野 圭祐	エネルギー理工学研究所・教授	バイオエネルギー・理博	バイオエネルギー(生体エネルギー)			
MATSUMOTO EIJI 松本 英治	エネルギー科学研究科(エネルギー変換科学専攻)・教授	機能材料力学・工博	エネルギー科学教育拠点の形成			
NOZAKI HIROSHI 野澤 博	エネルギー科学研究科(エネルギー応用科学専攻)・教授	LSIデバイス工学・工博	エネルギー科学教育拠点の形成			
TIWAKI MASANORI 岩瀬 正則	エネルギー科学研究科(エネルギー応用科学専攻)・教授	材料プロセス工学・工博	エネルギー科学教育拠点の形成			
SHIMODA HIROSHI 下田 宏	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・助教授	マンマシンシステム・工博	国際環境調和型エネルギー情報センターの設立(国際共同研究事業)			
YOSHIKAWA KIYOSHI 吉川 潔	エネルギー理工学研究所・教授	粒子線エネルギー学・工博	国際環境調和型エネルギー情報センターの設立(産官学連携事業)			
MITAZAKI KENZOU 宮崎 建創	エネルギー理工学研究所・教授	量子エネルギー学・工博	国際環境調和型エネルギー情報センターの設立(国際共同研究事業)			
OGISAKI HIROAKI 大垣 英明	エネルギー理工学研究所・助教授	量子エネルギー学・工博	国際環境調和型エネルギー情報センターの設立(産官学連携事業)			
YOSHINO SUSUMU 東野 達	エネルギー科学研究科(エネルギー社会・環境科学専攻)・教授	エネルギー環境学・工博	環境調和型トータルエネルギー(環境評価)・H16/4/1交代			
NAGASAKI KOZUNOBU 長崎 百伸	エネルギー理工学研究所・助教授	核融合学・工博	太陽エネルギー(プラズマ利用)・H16/4/1交代			
HAGIWARA RIKKA 萩原 理加	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・教授	エネルギープロセス学・工博	水素エネルギー(生成・貯蔵・利用)・H15/4/1交代			
MORITANI TAKASHI 森井 孝	エネルギー理工学研究所・教授	エネルギー機能材料学・工博	バイオエネルギー(バイオリクター)・H16/4/1交代			
HARABUCHI SATUYOSHI 浜口 智志	エネルギー科学研究科(エネルギー基礎科学専攻)・助教授	核融合学・理博・Ph.D.	太陽エネルギー(プラズマ利用)・H15/4/1交代・H16/3/31転出			
5. 交付経費(単位:千円)千円未満は切り捨てる() : 間接経費						
年度(平成)	14	15	16	17	18	合計
交付金額(千円)	323,000	290,000	250,000	228,000 (22,800)	211,060 (21,106)	1,302,060

6. 拠点形成の目的

京都議定書の要請にこたえ、持続可能な社会を実現するには、環境調和型エネルギーシステムを実現し、未来にわたって、エネルギーの安定な供給を確保することが不可欠である。このため、①太陽光の創生・変換・利用技術、②水素の創生・貯蔵・利用技術、③バイオエネルギーの生成・変換技術を確立するとともに、④社会的受容と環境調和を志向したシステム技術及びその評価手法を開発する。

6. 1. 研究拠点の形成

(1) 環境調和型トータルエネルギー評価

社会基盤としての太陽・水素・バイオエネルギーシステムの構築には、技術的開発とともに、LCA (Life Cycle Assessment) をベースに環境及び人文・社会的受容についても解析・評価・提言を行っていくことが必須である。

- ・各種エネルギー技術の地球温暖化等、環境に及ぼす影響と、安全性等の社会的受容に関わる評価基準を定め実際に評価
- ・太陽光発電と水素、バイオエネルギーを一体化したトータルシステムの評価を行い、安全・安心で、環境に優しい環境調和型エネルギーシステムの提言

(2) 太陽エネルギー

太陽エネルギーの利用で、最も期待されるのが、光電変換効果を利用した直接発電であり、高効率・低価格化が重要課題となっている。そこで本プログラムでは、安価・高効率の次世代太陽電池の開発を行う。また、環境調和型エネルギーシステムの一つである太陽光発電を宇宙空間で行い、マイクロ波でエネルギーを地球に伝送する宇宙太陽光発電や、核融合技術の確立を目指した次世代プラズマ閉じ込め技術の開発を行う。本課題の成果は地上でのクリーン発電から宇宙でのクリーン発電までの広い学術的・社会的波及効果が期待され、新産業創出への期待も大きい。

- ・マイクロ波ビーム制御、高能率無線エネルギー伝送技術の研究とその最適化
- ・材料機能の至適化手法の開発、高効率化の期待できるナノ構造を持ったデバイス化技術の開発
- ・核融合に関する湯川以来の独創的研究を基盤に、先進的な磁場閉じ込め方式の研究と、熱流

束と粒子束を制御するための加熱・電流駆動、炉材・エネルギー変換技術研究を展開

(3) 水素エネルギー

クリーンなエネルギー媒体としての、水素の生成・貯蔵・輸送・利用に関わる本拠点の独創的技術をもとに水素エネルギーシステムの中長期的課題を研究する。特に、太陽光発電と水素をリンクした実証システムを創生する。

- ・ジメチルエーテル・アンモニア等の化合物水素媒体による水素貯蔵輸送システムを確立し、太陽光発電と水素をリンクしたエネルギーシステムの創生
- ・燃料電池のシステム高度化と材料の開発研究
- ・小型高出力水素エンジンの開発と燃焼最適化

(4) バイオエネルギー

化石エネルギーに替わるバイオマス起源の代替燃料生成・変換技術とその有効利用システムの構築を図り、環境調和型エネルギーシステム確立を目指す。

- ・京大独自の超臨界流体によるバイオマスからの糖生産及びアルコール発酵によるエタノール変換、植物油からのバイオディーゼル燃料創成のための新規な超臨界メタノールプロセスの開発、及び超臨界流体や遺伝子工学による新規なバイオ燃料の創成のための研究開発
- ・熱分解法によるバイオガスやメタノール生産のための研究開発

6. 2. 教育拠点の形成

国際環境調和型エネルギー情報センターを設立し、エネルギー技術・社会環境受容に関わる情報の収集、システム評価指標の設定、政策提言として情報発信を行うとともに、国際エネルギー共同研究事業により国際的研究ネットワークを形成し、世界的研究教育拠点としての展開を図る。さらに、産官学連携研究事業により、シーズの速やかな産業技術化を促進する体制を整え、大学の社会的責務を果たす。また、人文社会系研究科との連携により、広い視野からエネルギー・環境問題に対応できる人材育成のための研究教育組織を充実させる。特に、エネルギー科学には世界的視野の判断能力、バランス感覚が必要であり、国際カリキュラムの導入と、国内外のエネルギー研究機関との連携を通して、各国や、地域社会のニーズを的確に把握し国際的に通用する人材の養成を図る。

7. 研究実施計画

前項の目的を達成するための4つのタスクの中核的研究活動の実実施計画を1)に記す。また、これらの研究活動を円滑かつ、活発にするための国際環境調和型エネルギー情報センターの活動計画について2)に記す。

1) 中核的研究活動の実実施計画：

(1) 太陽エネルギー

コンビナトリアルマテリアル創生原理により、1D ナノ材料を用いた安価高効率な第3世代太陽電池の開発を進める。特に、1次元ナノ材料を用いた、高効率有機太陽電池開発を進める。また、太陽エネルギー輸送においてはマイクロ波送電を利用し、宇宙環境下でも安定して動作できるような高いレベルの無線送電技術の開発を目指し、エネルギー伝送手段としての軽量・高効率マイクロ波送電器の開発及びマイクロ波ビーム制御技術の開発を行う。この技術の地上応用として「太陽エネルギー無線電力空間」という斬新な環境調和型エネルギー輸送方式を完成させる。さらに、人工太陽ともいえる核融合エネルギーの生成を最終的な目標として、新たなプラズマ閉じ込め磁場の実証および加熱電流駆動等の高効率化、低放射化を目的とした壁材料の開発、熱流束と粒子束のダイバータによる制御の研究を行う。一方、理論モデル構築のため計算機シミュレーションに基づく不安定なプラズマの非線形現象の解明を行う。

(2) 水素エネルギー

水素の創生・貯蔵・利用技術および関連する材料の開発・評価を行う。具体的には、化合物水素媒体合成法の最適化と評価、高効率水素エンジンの開発、燃料電池の電極材料開発とシステムの最適化、Ti-Cr二元系化合物の合成と評価、高効率熱交換ポラス金属の開発、廃棄物利用鉄併産型水素製造法の開発、微小重力環境下の電気化学プロセッシング、材料微視構造を考慮した変形・強度解析手法の構築、水素システムを担う材料・構造の健全性評価技術の確立を行う。また、水素エネルギーシステムの各ステップの統合化のために太陽光発電・有機系炭化水素による水素製造・変換を組み合わせたエネルギー変換システムを考案・設計するとともに、構成材料の強度解析・余寿命予測手法などを提案し、トータルエネルギーシステムとしての実

証と総合評価を行う。

(3) バイオエネルギー

超臨界流体技術による新規なバイオマス変換システムの構築を目指し、1)超臨界アルコール技術による液体バイオ燃料および有用ケミカルス、2)超臨界水技術によるバイオエタノール、3)超臨界水技術による有機酸からのバイオメタン・バイオメタノール、4)超臨界水技術によるギ酸からのバイオ水素、5)超臨界メタノール技術によるバイオディーゼル燃料の創製技術について、基礎から実証レベルにいたる研究を行う。なお、1)については、熱分解機構とその制御に関する研究、2)についてはバイオエタノール発酵における阻害物質に関する研究および高効率発酵バイオエタノール生産プロセスの開発研究、3)についてはバイオメタンからバイオメタノールへの変換研究および金属触媒を用いたバイオマス由来二酸化炭素からメタノールへの変換研究を併せて行う。さらに、得られた各種バイオ燃料について、その特性評価と高度化を進め、超臨界流体技術によるバイオ燃料および有用ケミカルス生産に向けての利活用システムを提案する。

(4) 環境調和型トータルエネルギー評価

環境調和型エネルギーシステムの総合評価の基礎となるエネルギー関連技術データ、排出インベントリデータ等を整備すると共に、エネルギー利用に伴う環境負荷の大気影響評価モデルを大気観測結果に基づいて構築する。そして、これらの結果を基に、太陽・水素・バイオエネルギーを基盤としたエネルギーシステムの将来像を具体化し、ライフサイクルの視点からの環境影響評価、社会科学的視点からの実現可能性評価を実施する。更に、環境調和型エネルギーシステムの構築に向けた政策提言を行う。

2) 国際環境調和型エネルギー情報センター：

本センターでは国内、国際シンポジウムの開催、既設の海外拠点による国際共同研究の実施の推進と新規の海外拠点設立に向けた調査・交渉を行う。環境・エネルギーに関する各種データベース構築を、国内外での調査に基づいて行う。また市民講座の定常的開催と、産学連携共同研究の推進を行う。更に本事業の成果や報告を、広報誌およびニューズレターの発行やホームページを用いて、国内外に向けて広範・迅速に情報発信を行う。

8. 教育実施計画

エネルギー科学研究科の博士課程では、高度な科学的知見に基づいて、環境への負荷や経済性を考慮して、エネルギー問題を解決する能力を身につけ、英語によるコミュニケーションやプレゼンテーションが自由にできる国際的な人材を養成する。そのためには、大学院の50%以上の講義を英語で行い、各研究室における研究活動に係わる最先端の国際共同研究に参加できる機会や、国際会議で報告する機会を設ける。また、修士課程のカリキュラムを改善し、エネルギー科学教育のための体系的な教科書を刊行し、エネルギー教育を充実させることにより優秀な修士学生、留学生を増やし、これらを基に、博士課程定員の充足率の向上をめざす。また、博士課程学生のためには、teaching assistant やresearch assistantのポストを増やし、博士課程修了者のためには、post doctoral fellowshipを新設し、研究意欲・能力の向上をはかる。

具体的事業

- (1) 大学院教育のカリキュラムを改良し、教育を国際化するため、外国人招聘教授(人文社会系を含む)の増員をはかる。そのため、例えば、既に協力関係があるMIT、ノルウエー科学技術大学、ウィーン大学、カルガリー大学、テキサス大学、チュラロンコン大学、ラジャマンガラ工科大学、ハノイ工科大学やソウル国立大学等との大学間交流を活用する。また、宇宙科学の分野では既にUCLAとの間で実績のある共同講義等を通じて国外の大学との単位互換をめざす。これには、インターネットを利用するなどし、主だった大学との連携を深める。更に連携大学を中心に主要学科への講師の海外派遣を実施し、国際協力を推進する。
- (2) 大学院博士課程学生の国際的活動を高めるために、特別コース等の制度を利用し、留学生の割合が高くなるようにする。アジア地域を中心にエネルギー科学を発展させるとともにエネルギー問題の解決に貢献できる人材を養成する。
- (3) これまで行われていたシミュレーション国際学校を拡張し、毎年、国際エネルギー科学スクールとして開催し、各国の人材を育成すると

もに、国際的視野に立った環境調和型エネルギーシステムの構築に寄与する。

- (4) 博士課程の学生のための teaching assistant や research assistant のポストをそれぞれ 10 人／年に増やす。また、博士修了者を対象とした post doctoral fellowship (PD, 10 人／年) を新設する。PD の募集は国内外から広く行う。
- (5) エネルギー科学のカリキュラムの体系化を図り、標準的な教科書を執筆する(和文・英文)。
- (6) エネルギー・環境関連の国際プロジェクト(たとえば核融合研究における ITER 計画や環境科学における IGAC プロジェクト) への人材供給をめざした研究教育を行う。
- (7) 新しく設立する国際環境調和型エネルギー情報センターにおいて、エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所および宙空電波科学研究センターの最新の成果を広く公開し、大学院教育や社会人教育に活用する。同時に産官学連携にも役立てる。
- (8) 21世紀 COE による国際共同研究事業において、大学院博士課程学生に自発的研究の場と研究経費を提供する公募型研究資金を設置し、申請・実施を経験させることを通じて、世界へ発信できる創造的人材を養成する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

研究拠点形成計画に基づき、**京都議定書の要請**に応えうる新エネルギーとして、①太陽エネルギーの創製・変換・利用技術、②水素エネルギーの製造・貯蔵・利用技術、③バイオエネルギーの創製・利用技術の独創的な研究開発を推進するとともに、④持続可能なエネルギーシステムの評価指標構築を行い、我が国最大先進的国際研究拠点を形成した。また、ASEAN10ヶ国を含む、新エネルギーフォーラム[SEEフォーラム]を構築し、**New Energy Initiative**の共同行動を進めつつある。

以下に突出した研究成果・拠点活動の詳細を記述する。

太陽エネルギーでは、①次世代太陽電池、②宇宙太陽光発電、③人工太陽という3つの最先端研究タスクグループのもと、京大発のユニークな研究拠点形成を進めた。**次世代太陽電池タスク**では、安価、軽量、大面積化が可能な、**有機太陽電池の開発**を進め、特に、高分子太陽電池において4%を超える最高効率を持つ新規太陽電池の開発に成功した。また、**1次元ナノ材料創製**(米セラミック学会賞受賞、新聞報道8件)、**レーザーによる材料ナノ構造制御技術**(論文別刷り添付)など、ナノテク独自技術を生かして、変換効率10%以上を可能とする、「超階層ナノ構造をもつ有機薄膜太陽電池の開発」をNEDOに採択され(6億円)、学内外10研究室との研究を進めている。また、2005年に**有機太陽電池研究会**を発足するとともに、有機薄膜太陽電池の専門書を発行し、本分野における我が国最大の拠点の構築に成功した。**宇宙太陽光発電タスク**では、全国共同利用のSPSLABとMETLABのような専用施設を利用して、3度の国際会議を主催し、この分野の国際拠点として活躍した。本事業期間中、宇宙空間で太陽光発電により得られたエネルギーをマイクロ波で地上に伝送するための**小型軽量高効率のマイクロ波送電器COMET**開発に成功し、出力280Wで25g/W以下の世界一軽量化を実現した。また、早期応用技術として、モバイル機器へのマイクロ波無線電力伝送を行う「**ユビキタス電源**」開発に成功し、世界最高の変換効率の実現により、10cm角程度のレクテナで携帯電話の充電が可能となった。**人工太陽タスク**では、ITER以

後のプラズマ核融合に資する、ヘリカル軸ヘリオトロン**磁場**や、マイクロ波**球状トカマク**形成など、世界を先導する磁場閉じ込め方式を実現した。また**ODS鋼**や**SiC系セラミックス**複合材料による革新的炉材料開発など、熱流束と粒子束を制御するための**炉工学**分野でも世界をリードする研究拠点を構築した。これらの活動に対する評価は高く、国立核融合研との双方向研究(4億/年)の重要なパートナーであるとともに、次世代原子炉の開発主体(9億円)としても期待されている。

水素エネルギータスクでは、クリーンなエネルギー媒体としての水素の生成・貯蔵・輸送・利用に関する独創的研究を進め、水素貯蔵媒体をアンモニアとする独自の**アンモニアサイクル**を提唱、その実現のために新しい溶融塩電解技術を発明、アンモニア生成効率として最大で77%を達成するとともに、これを直接燃料に用いた**アンモニア燃料電池**発電を提案し、ルテニウムが触媒として有望であることを見出した。また、水素の貯蔵技術としては、**Ti-Cr-V水素貯蔵合金**の研究を進め、Ca還元による合金の一括形成プロセスを確立した(米Mater. Met. Trans. A&B, 最優秀論文賞)。さらに燃料電池に関しては、**一室型燃料電池**[独自材料開発]によるメタンガスやバイオガス燃料による発電試験に成功するとともに、**イオン液体燃料電池**の無加湿中温作動PEMを実証した。水素エンジンの開発について、**水素噴射型の高熱効率エンジン**の開発により、当初の目標として掲げた同等ディーゼルエンジンを超える世界最高効率の41%を達成した。これらの実績は、国際的な水素エネルギー研究拠点と呼ぶにふさわしいとの外部評価を得た。

バイオエネルギータスクでは、バイオマス資源からの**高品位バイオ燃料油**として液体バイオ燃料、バイオエタノール、バイオメタン、バイオメタノール、バイオディーゼルの一環製造プロセスの確立を進め、環境負荷の小さい**超臨界流体技術**を用いた京都大学独自のバイオエネルギーの創製技術の開発を進めた(TV放映)。具体的には、超臨界アルコール技術によるバイオマス資源からの液体バイオ燃料、超臨界水技術により得られた木質バイオマスからのバイオエタノールおよび超臨界水技術によるメタン・メタノール生産、さらには超臨界メタノールによる油脂類からのバイオディーゼル燃料、さらには熱分解制御技術による液体燃料の創製である。**バイオエタノール創製**に関しては、新規な製

造プロセスを提案し、木質バイオマスの超臨界水処理、遺伝子工学によるペントース、ヘキソース同時発酵法による高効率エタノール生産法(論文別刷り添付)など画期的な提案を行った。また、バイオメタン創製では、リグノセルロースから超臨界水処理により得られる有機酸からのメタン生産、蟻酸・水素生産、メタンを液体燃料に変えるメタノール生産、バイオマス由来CO₂からのメタノール生産などユニークな研究を進めている。

特筆すべきは、バイオディーゼル燃料についてであり、平成15年度NEDOに「二段階反応法によるバイオディーゼル燃料(BDF)製造技術の研究開発」が採択され、産学連携のもと実用化に向け動き出した。これら一連のバイオ燃料創製研究を通して、ゼロエミッション型バイオエネルギー製造及びその利用システムを構築した。この分野では、超臨界流体技術の確立や熱分解制御技術、さらに遺伝子技術のバイオエネルギーへの応用等、独創的な成果が多く、当初想定以上の成果を挙げた。

環境調和型トータルエネルギー評価タスクでは、「2030年エネルギー需給シナリオ」を広範なデータ分析に基づいて策定し、**2030年にCO₂の50%削減の可能性**を発表し、わが国エネルギー政策へインパクトを与えた。また、環境調和型エネルギーシステムに関する総合評価について、基礎となる情報源を明確にした「**継承可能なデータベース**」のプロトタイプを新規に開発した。特に大気環境については、エネルギー利用に伴って排出されるエアロゾルの気候や健康へ及ぼす影響を定量的に評価し、エアロゾル排出と社会活動との関係性を評価できる**排出インベントリデータベース**を世界に先駆けて構築した。**エネルギー需給システムの分析と評価**については、産業、運輸、業務、家庭のそれぞれの部門について、エネルギー・資源の消費、環境負荷の排出についての詳細な現状分析を行い、そのモデル化を通して将来の省資源、低環境負荷のための技術的、社会制度的方策について提言を行った。

このような文理融合型の多様な新エネルギーへの取り組みは、総合大学たる京都大学ならではの極めてユニークな取り組みであり、SEEフォーラム、新エネルギーフォーラムの活動のベースとなっており、今後の世界標準の策定に向けた取り組みが期待されている。

また、人材育成を図る**教育拠点形成活動**では、

エネルギーや環境の分野で国際的に活躍できる人材を育成することを目的として、インセンティブを高めるための制度を種々取り上げた。先ず、**公募型研究助成**を競争的に毎年実施することにより、博士課程学生の研究提案能力の向上を図った。また、**RA, TAへの採用**を広範に実施し、学生の経済的援助を行い、研究活動へ専念できる環境を整えた。若手研究者の研究意欲向上のため、外国での**国際会議への派遣**を中心に、平成15年度以降は毎年40件程度の旅費助成を行った。**国際エネルギー科学スクール**を2回開催し、現地の大学院生とのシンポジウム共同開催等による交流の場を設けた。また英語によるプレゼンテーション能力を高めるため、ネイティブスピーカーを講師に招いて、少人数クラスで**英語研修**を行った。一方、広範多岐にわたるエネルギー科学教育のため、平成15年度に**日本語の教科書**6分冊を、さらに、17年度には**英文テキスト**を5分冊完成させ博士課程の英語講義を始め、海外での集中講義等に使用している。エネルギーという広大な分野でこのように広範な教育活動を行えるのは、本COEの大きなポテンシャルを示すとの外部評価を得た。

また、これらの研究教育拠点化活動を円滑に推進するための組織として**国際(環境調和型)エネルギー情報センター**を設立し、以下のような活動を行った。**海外研究拠点**として2003年度にバンコクオフィスを設けるとともに、ラジャマンガラ工科大学内に国際共同研究実験室を開設し、タイ駐在の調査専門員の協力のもと、アジアの多くの大学との研究協力を進めた。更に、**エネルギー環境調査**の一環として、本海外拠点を中心として、タイ国全土での再生可能エネルギーの分布データの調査、利用可能性評価を行った。また本海外拠点をベースに「**持続可能なエネルギーと環境**」**国際会議(SEE Meeting)**をタイ国において2度開催し、**新エネルギーイニシアティブ**を柱に、アジア各国との連携の場となる**SEE フォーラム**を設立した。また、国際シンポジウムを三回、国内シンポジウムを三回にわたり開催した。また、産官学連携事業としては、5回にわたるシンポジウムを開催し20件以上の産学連携事業をスタートさせた。

社会的活動の一環として、新エネルギーや環境問題をテーマに、全国47都道府県で**市民講座**を開催し、全体で3000名近い方々の参加を得、自治体・市民との交流を図った。また出版物としての広

報誌(和文版・英文版)に加えて、関連部局のホームページ、速報性に配慮し、2003年度以降はニューズレター(和文版・英文版)を年2回、全7号まで、発行し本COEに関する最新情報の公開を行った。これらの活動は、本COE事業終了以後、**国際新エネルギー連携機構**に引き継がれている。

以上の活動は、西川禎一、茅陽一先生をはじめとする外部有識者からなる**諮問委員会**で審議いただき、高い評価を得ており、新エネルギー開発における国際的な研究拠点としての所期の目的を100%以上達成しえたものと考えている。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

本COE期間中、学生が2件の論文賞/学生賞と5件のポスター賞で表彰されるなど人材育成面で成果を挙げたほか、国際会議での発表の倍増など、国際的に活躍できる若手研究者の育成に寄与した。また、博士後期課程修了者は期間中33名がポスドク研究員、8名が大学の助手・講師、16名が公的研究機関、8名が企業の研究開発部門に採用されるなど、研究者として活躍している。これらの結果「魅力ある大学院教育」イニシアティブの採用にも結びつき、さらなる若手研究者養成拠点機能の強化に寄与した。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

- ・超階層ナノ構造素子という概念の基に我々の提案する、新規有機太陽電池が認知され、NEDO未来型太陽電池の目標に採用された。
- ・受電器を装備したモバイル機器へ送電器からマイクロ波を用いた無線電力伝送を行うユビキタス電源という概念を創成。
- ・核融合炉等の先進エネルギープラント用高Cr-酸化物分散強化鋼を開発し経産省及び文科省の国家プロジェクトへと発展。
- ・マイクロ波球状トカマクの実証により2006年秋のIAEA主催第21回核融合エネルギー会議の総合成果報告でとり上げられた。
- ・超臨界流体技術によるバイオ燃料製造プロセスの確立に多大な成果を得、今後の低環境負荷エネルギー利用システムの構築に明確な方向付けがなされた。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

環境調和型エネルギーに新たな質をもたらす4タスク横断的な連携による研究を進めた。推進委員会を月に1度開催し、タスク間の連携や共同事

業に対する取り組みを行った。これら有機的連携の結果として、**2030年エネルギー需給シナリオ**を策定し、**CO₂50%削減の可能性**を示した。

5)国際競争力ある大学づくりへの貢献度

海外拠点中心にアジアの有能な人材・学生を京大に呼び込むことのできる仕組みを構築した。

本COEによる国際会議の他に、エネルギー関連COE(青山学院大、東工大、佐賀大、九州大、京都大)の連携による国際会議を平成18年に東京にて開催した。また、平成18年11月には京大8COEが連携して第8回京都大学国際シンポジウムをタイにおいて開催した。英語による教科書を出版し、これを用いて海外における集中講義を行った。

6)国内外に向けた情報発信

国際エネルギー情報センターを設立し、本事業期間中に国内シンポジウムを3回、国際シンポジウムを3回、**海外における国際シンポジウムを4回**主催するとともに、5回の産学連携シンポジウム開催による産業界への情報発信、並びに全国47都道府県における**市民講座による市民レベルへの情報発信**を行った。更に各種専門書の出版やホームページ、Newsletter(季刊)、和文・英文報告書(毎年)作成とその配布による情報発信を行った。

7)拠点形成費等補助金の使途について(拠点形成のため効果的に使用されたか)

補助金は、教育事業を含むタスク運営に必要な部分を除き、全て拠点化に必要な研究に対し、ヒアリングに基づく選択と集中により投入した。

今後の展望

恒常的な拠点として**国際新エネルギー連携機構**を立ち上げ、現拠点長をリーダーに研究ユニット、教育ユニット、連携ユニットを構成し独自の活動をスタートした。特に、連携活動としては、新エネルギーフォーラムを立ち上げ、これを核に、アジアの20大学を含む**SEEフォーラム**をスタートしている。この事業は、文科省の国際交流官の支援を受け、恒常的な組織構築にむけ準備中である。また国の予算を受けた研究が多数開始されており、新エネ国際拠点として更に発展中である。

その他(世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度)

地球温暖化に資する**学の連携**が実現した。国内では、エネルギー関連COEを核とした新エネルギーフォーラムが結成、国際的には、ASEANを中心とするSEEフォーラムの活動をスタートさせた。

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	京 都 大 学	拠点番号	E11
拠点のプログラム名称	環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの</p> <p>著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（_____）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（_____）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 吉川 暹編、化学フロンティア、新エネルギー最前線、化学同人出版、（2006） ・ 吉川 暹他（監修）、「有機薄膜太陽電池の最新技術」、株式会社シーエムシー出版（2005） ・ 坂 志朗、超臨界メタノールによる木質系バイオマスの化学変換、“バイオマスエネルギー利用技術 普及版（Technological of Biomass Energy）”湯川 英明 監修、シーエムシー出版、東京、pp.186-200（2006） ・ F.H.M.Faisal, A.Abdurrouf, K.Miyazaki, and G.Miyaji, “Origin of anomalous spectra of dynamic alignment observed in N2 and O2”, Phys. Rev. Lett. Vol.98, 143001, (2007) ・ Rika Hagiwara, Toshiyuki Nohira, <u>Kazuhiko Matsumoto</u>, Yuko Tamba, “A fluorohydrogenate ionic liquid fuel cell operating without humidification”, Electrochemical and Solid-State Letters, 8, No. 4, A231-A233 (2005) ・ Kozo Hashimoto and Hiroshi Matsumoto, “Retrodirective System for Solar Power Satellites”, IAC-06-C.3.1.09, 57th International Astronautical Congress, Valencia, Spain, October 2-6, (2006) ・ Hiroaki Imahara and Shiro Saka, “Thermodynamic study on cloud point of biodiesel with its fatty acid composition”, Fuel 85(12-13), 1666-1670, (2006) ・ H.Imahori, S.Hayashi, T.Umeyama, S.Eu, A.Oguro, S.Kang, Y.Matano, T.Shishido, S.Ngamsinlapasathian, S.Yoshikawa, “Comparison of Electrode Structures and Photovoltaic Properties of Porphyrin-Sensitized Solar Cells with TiO2 and Nb,Ge,or Zr-Added TiO2 Composite Electrodes”, Langmuir 22, 11405, (2006) ・ <u>Y. L. Kawamura</u>, T. Sakka, and Y. H. Ogata, “Photo-Assisted Control of Pt Electrodeposition on p-Type Si”, J. Electrochem. Soc., 152 (10), C701-C705, (2005) ・ A. Kimura, R. Kasada, K. Morishita, <u>R. Sugano</u>, A. Hasegawa, K. Abe, T. Yamamoto, H. Matsui, N. Yoshida, B.D. Wirth and T.D. de la Rubia, “High Resistance to Helium Embrittlement in Reduced Activation Martensitic Steels”, J. Nucl. Mater. 307-311, 521-526, (2002). ・ <u>Yasutaka Kitamura</u>, Sung-Sub Kee, Ali Mohammadi, Takuji Ishiyama and Masahiro Shioji, “Study on NOx Control in Direct-Injection PCCI Combustion - Fundamental Investigation Using a Constant-Volume Vessel”, SAE 2006 Transactions (Journal of Fuels and Lubricants), SAE Paper No.2006-01-0919, pp.358-367, (2006) ・ <u>K. Kobayashi</u>, F. A. Harraz, S. Izuo, T. Sakka, and Y.H. Ogata, “Microrod and Microtube Formation by Electrodeposition of Metal into Ordered Macropores Prepared in p-Type Silicon”, J. Electrochem. Soc., 153 (4), C218-C222, (2006) ・ A. Kohyama, “Current status of fusion reactor structural materials R&D,” Materials Transactions, 46[3], 384-393, (2005) ・ Akihide Kugo, Hidekazu Yoshikawa, Hiroshi Shimoda, Yasunaga Wakabayashi, “Text Mining Analysis of Public Comments Regarding High-level Radioactive Waste Disposal”, Journal of Nuclear Science and Technology, 42(9), pp.755-767, (2005) ・ C.-J. Ma, Y. Oki, S. Tohno and M. Kasahara, “Assessment of wintertime atmospheric pollutants in an urban area of Kansai, Japan”, Atmos. Environ., Vol.38, No.14, pp.2939-2949, (2004) ・ Hiroshi Matsumoto, “Research on Solar Power Station and Microwave Power Transmission in Japan : Review and Perspectives”, IEEE Microwave Magazine, pp.36-45, December (2002) ・ <u>K.Miyazaki, M.Kaku, G.Miyaji, A. Abdurrouf, and F.H.M.Faisal</u>: “Field-Free Alignment of Molecules Observed with High-Order Harmonic Generation”, Phys. Rev. Lett. Vol.95, 243903, (2005) 			

- Ali Mohammadi, Masahiro Shioji, Takuji Ishiyama, Masato Kitazaki, "Utilization of Low-Calorific Gaseous Fuel in a Direct-Injection Diesel Engine", Transaction of the ASME, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 128 (4), pp.915-920 ,(2006)
- T. Morii, M. Hagihara, S. Sato and K. Makino, "In Vitro Selection of ATP-binding Receptors Using a Ribonucleopeptide Complex", J. Am. Chem. Soc. 124, 4617-4622, (2002)
- K.Nagasaki, K.Takahashi, T.Mizuuchi, N.Nishino, Y.Nishioka, H.Shidara, K.Hanatani, H.Okada, S.Kobayashi, S.Yamamoto, K.Kondo, Y.Nakamura, H.Kawazome, M.Kaneko, Y.Fukagawa, T.Obiki, F.Sano, "Experimental study of plasma breakdown by second harmonic electron cyclotron waves in Heliotron J", Nuclear Fusion, Vol.45, No.1, pp.13-21, (2005)
- Y. Nakamura, Y. Suzuki, O. Yamagishi, K. Kondo, N. Nakajima, T. Hayashi, D. A. Monticello and A. H. Reiman, "MHD equilibrium and pressure driven instability in L=1 heliotron plasmas", Nuclear Fusion 44, 387-394, (2004)
- N. Nishida, K. Sugimoto, Y. Hara, E. Mori, T. Morii, T. Kurosaki and Y. Mori, "Amplification of receptor signalling by Ca²⁺ entry-mediated translocation and activation of PLC β_2 in B lymphocytes", EMBO J. 22, 4677-4688, (2003)
- H. Ohgaki, S. Hayashi, A. Miyasako, T. Takamatsu, K. Masuda, T. Kii, K. Yoshikawa, and T. Yamazaki, "MEASUREMENTS OF THE BEAM QUALITY ON KU-FEL LINAC", Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. A, vol.528, pp.366-370, (2004)
- S. Pavasupree, S. Ngamsinlapasathian, Y. Suzuki and S. Yoshikawa, "Synthesis and Dye-Sensitized Solar Cell Performance of Nanorods/Nanoparticles TiO₂ from High Surface Area Nanosheet TiO₂," J. Nanosci. Nanotech., 6 [12]3585-3692, (2006)
- F.Sano, T.Mizuuchi, K.Kondo, K.Nagasaki, H.Okada, S.Kobayashi, K.Hanatani, Y.Nakamura, S.Yamamoto, Y.Torii, Y.Suzuki, H.Shidara, M.Kaneko, H.Arimoto, T.Azuma, J.Arakawa, K.Ohashi, M.Kikutake, N.Shimazaki, T.Hamagami, G.Motojima, H.Yamazaki, M.Yamada, H.Kitagawa, T.Tsuji, H.Nakamura, S.Watanabe, S.Murakami, N.Nishino, M.Yokoyama, Y.Ijiri, T.Senju, K.Yaguchi, K.Sakamoto, K.Toishi, M.Shibano, "H-mode confinement of Heliotron J", Nuclear Fusion, Vol.45, No.12, pp.1557-1570, (2005)
- Naoki Shinohara, Hiroshi Matsumoto, and Kozo Hashimoto, "Solar Power Station/Satellite (SPS) with Phase Controlled Magnetrons", IEICE Trans. Electron, Vol. E86-C, No.8, pp.1550-1555,(2003)
- H. Takuda, T. Morishita, T. Kinoshita and N. Shirakawa, Modelling of formula for flow stress of a magnesium alloy AZ31 sheet at elevated temperatures, Journal of Materials Processing Technology, 164/165, 1258-1262, (2005)
- Nguyen Thi Anh Tuyet and Keiichi N. Ishihara : "Analysis of changing hidden energy flow in Vietnam", Energy Policy, Vol.34, pp.1883-1888, (2006)
- Watanabe, S., Kodaki, T., and Makino, K., "Complete reversal of coenzyme specificity and increased thermostability by introduction of new-structural zinc". J. Biol. Chem. 280, 10340-10349 ,(2005)
- Watanabe, S., Kodaki, T., and Makino, K., "Cloning, Expression and Characterization of Bacterial L-Arabinose 1-Dehydrogenase Involved in an Alternative Pathway of L-Arabinose Metabolism", J Biol. Chem. 281, 2612-2623, (2006)
- Takeshi Yao, Naoshi Ozawa, Takahiro Aikawa and Sinsuke Yoshinaga, "Analysis of layered structures of lithium-graphite intercalation compounds by one-dimensional Rietveld method "Solid State Ionics, 175, 199-202, (2004)
- K. Yoshikawa, K. Masuda, H. Toku, K. Nagasaki, T. Mizutani, T. Takamatsu, M. Imoto, Y. Yamamoto, M. Onishi, H. Osawa, E. Hotta, T. Khono, A. Okino, M. Watanabe, K. Yamauchi, M. Yuura, S. Shiroya, T. Misawa and T. Mori, "Research and Development of Landmine Detection System by a Compact Fusion Neutron Source", Fusion Science and Technology, vol. 47, no. 4, pp. 1224-1228, (2005)
- A.Hayakawa,O.Yoshikawa,T.Fujieda,K.Uehara and S.Yoshikawa,"High performance polythiophene/Fullerene bulk-heterojunction Solar cell with Tiox hole layer",Applied Physics Letters 90, 163517,(2007)
- T. Yoshinaga, M. Uchida, H. Tanaka and T. Maekawa, "Spontaneous Formation of Closed Field Torus Equilibrium via Current Jump Observed in an Electron Cyclotron Heated Plasma". Phys. Rev. Letters Vol.96, pp.125005-1-4, (2006)

国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

開催時期：平成15年3月13-14日

開催場所：キャンパスプラザ京都(京都)

会議名：The 1st International Symposium on Sustainable Energy System
(環境調和型エネルギーに関する第1回国際シンポジウム)

参加者数：185名(15名)

主な招待講演者：Prof. Sadruddin Benkadda (CNRS -- Université de Provence, France)、Prof. J. Robert Selman (Illinois Institute of Technology, USA)、Prof. Jack N. Saddler (University of British Columbia, Canada)、

開催期間：平成16年12月1-3日

開催場所：Hilton Hua Hin Resort & Spa, Hua Hin, Thailand

会議名：The 1st International Conference on Sustainable Energy and Environment

参加者数：338名(48名日本人、290名外国人)

主な招待講演者：Dr. Prommin Lertsuridej (Minister of Energy, Thailand), Prof. Yoichi Kaya (Director General RITE, Japan), Prof. Yoshikazu Nishikawa, (President, Osaka Institute of Technology, Japan)

開催期間：平成16年12月13-15日

開催場所：京都大学時計台記念館

会議名：International Energy Agency (IEA) Bioenergy, Task 39 Workshop, 21COE Presymposium

参加者数：35名(24名)

主な招待講演者：Prof. Jack Saddler, (UBC, Canada), Dr. Bill Cruickshank (Natural Resources Canada, Canada), Prof. Charles Wyman (Dartmouth University, United States)

開催期間：平成16年12月17-18日

開催場所：京都大学時計台記念館

会議名：The 2nd International Symposium on Sustainable Energy System

参加者数：357名(55名)

主な招待講演者：Prof. Joop Schoonman (Delft University of Technology, Netherlands)、Prof. Liisa Viikari (VTT, Finland)、Dr. S. Kent Hoekman (Desert Research Institute, USA)

開催期間：平成18年8月30日-9月1日

開催場所：京都大学時計台記念館

会議名：The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System

参加者数：439名(54名)

主な招待講演者：Dr. Terry Penney (National Renewable Energy Laboratory, USA)、Prof. Martin Mittelbach (Karl-Franzens-University, Austria) Prof. Fritz Prinz (Stanford University, USA)

開催期間：平成18年11月21-23日

開催場所：Swissotel NAI LERT PARK, Bangkok Thailand

会議名：The 2nd International Conference on Sustainable Energy and Environment

参加者数：333名(76名日本人、257名外国人)

主な招待講演者：Prof. Yoichi Kaya (Director General RITE, Japan), Mr. Uwe Fritsche (Oeko Institute, Germany), Prof. Prida Wibulsawas (Chairman of the Policy Board, Thailand Research Fund, Thailand)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

・公募型研究助成プログラム

対象：博士後期課程学生

選抜法：科学研究費の若手研究計画調書に準じた計画調書を提出させ、計画調書に記載された研究計画・実施方法・研究業績などを審査。審査は、研究目的の妥当性（研究目的の検討、絞込みが十分に行われており、目的設定が妥当である）、研究実施の妥当性（研究の実施内容および実施方法が妥当である）、目的達成の可能性（研究目的を達成し、成果を挙げる可能性の高いことが見込まれる）の3項目について採点し（5点：非常に良い、4点：良い、3点：概ね良い、2点：やや劣る、1点：劣る）、審査員全員の合計得点によって評価した。応募者の希望があれば、評価を開示。

実施時期：平成14年度～平成18年度

具体的内容：博士後期課程学生を対象に公募型研究助成を、計画調書（単年度）に記載された研究計画・実施方法・研究業績などを審査して行った。助成額は、評価の高いものから順に70、50、30万円の3段階にし、平成14年度は55件の応募中25件を、平成15年度は51件の応募中24件を、平成16年度は48件の応募中20件を、平成17年度は44件の応募中21件（内1件は中途退学のため辞退）を、平成18年度は35件の応募中20件を採択した。助成を受けた学生に対しては、最低限本COEプログラムが主催する国内および国際シンポジウムでの研究発表、および終了報告提出を義務付けた。終了報告書には受給期間中に投稿、掲載された論文リストを添付させた。これら5年間の記録は別途保管している。

・学会会議参加助成プログラム

対象：博士後期課程学生

選抜法：会議の名称、場所、期間および本人の役割と概算旅費を書いた申請書を提出させて審査を行った。本人の発表であるものに限定した。

実施時期：平成14年度～平成18年度

具体的内容：博士後期課程学生を対象に、主として国際会議参加について助成した。できるだけ多くの学生に機会を与えるため、原則として一人年間1回の助成に限った。平成14年度は次年度以降の助成を学生に周知し、学会への積極的参加を促し、期間が間に合ったもの若干件数を、平成15年度は外国20件、国内14件を、平成16年度は外国27件、国内15件を、平成17年度は外国34件、国内5件を、平成18年度は外国29件、国内7件を採択した。海外への参加数が年々増加した。

・RA採択プログラム

対象：博士後期課程学生

選抜法：指導教員より採用願いの出た学生について、学生から現在の研究進捗状況ならびにRAとしての具体的な役割を書いた申請書および研究業績を提出させて審査を行った。

実施時期：平成14年度～平成18年度

具体的内容：博士後期課程学生を対象にRA採択を、申請書に基づく研究業績などを審査して行った。平成14年度は期間が短いことから試験的に40名という多数を採用したが、平成15年度以降はその成果も踏まえて毎年15名程度を厳選し、採用した。

・国際エネルギー科学スクール

対象：博士後期課程学生

実施時期：平成15年度、平成16年度

具体的内容：博士後期課程学生を対象にした国際エネルギー科学スクールに参加させた。平成15年度は学生9名、教員3名を米国イリノイ大学にて開かれた国際スクールへ、平成16年度は学生13名、教員2名をタイ国ラジャマンガラ大学にて開かれた国際スクールに参加させ、研究発表、現地の学生、研究者との交流およびエネルギー関連施設の見学等を行った。

・教科書の執筆・発行

対象：博士前期および後期課程学生

実施時期：平成15年度、16年度、17年度

具体的内容：エネルギー科学教育のための体系的な教科書の執筆、発行を進め、博士前期課程学生を対象とする和文教科書6分冊、および博士後期課程学生を対象とする英文教科書5分冊を完成させた。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は概ね達成され、期待どおりの成果があった

(コメント)

本拠点は、学科を超えた学際的なチームが組織したものであり、それがさらに優れた拠点形成に向けていかに進められるかが期待されたものである。そのため当初から、拠点リーダーが指導力を発揮し、どのような視点と理念によって、貴学発の独自の環境調和型エネルギー探索を行うかを明らかにするのが重点であり、中間評価でもそのことを指摘してきた。この点、一定の努力が払われていることは評価できる。

研究活動面では、各グループ内では目的はかなり達成できたものの、太陽エネルギータスク、水素エネルギータスク、バイオエネルギータスク等の相互分野間の有機的連携が具体的にどのような成果として顕在化されたかがよく分からないなど、期間内に十分な結果が出たとは評価できない。この点については今後、「環境調和型エネルギーの研究教育拠点」を真に形成するため、目指す方向性や理念を明確にした上で、引き続き探索を試み、新しい環境調和型社会の構築に向けた取り組みが大きく進むことを期待したい。

人材育成面においても、必要な新学際領域の構築に向けて国際的視野を有する若手研究者を育てるべく、シンポジウムの開催など、積極的な活動を今後もさらに続けていただきたい。

事後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】 そのため当初から、<u>拠点リーダーが指導力を発揮し、どのような視点と理念によって、貴学発の独自の環境調和型エネルギー探索を行うかを明らかにする</u>のが重点であり、中間評価でもそのことを指摘してきた。</p> <p>【意見及び理由】 新エネルギー拠点形成はわが国として、喫緊かつ最大の課題であり、当COEはその役割を担うべく、研究・教育・政策発信・国際連携のあらゆる面でわが国最大の学の拠点化を図った。このような成果の基、事業結果報告書P 6、21行目「新エネルギーフォーラムを立ち上げ、これを核に、アジアの20大学を含むSEEフォーラムをスタートしている。」とあるように新エネルギーフォーラム、SEEフォーラムを本拠点リーダーの発案とその指導力により確立・発展させた。この11月に拠点リーダーがパタヤで開催する3rdSEE ForumはJSPSの資金的サポートによりASEAN10カ国の21大学を巻き込むアジア最大の新エネルギーイニシャティブ実現のための組織として確立され、本COEの理念を具現化する柱となるものである。</p>	<p>【対応】 原文のままとするが、以下のコメントを追加する。 そのため当初から、拠点リーダーが指導力を発揮し、どのような視点と理念によって、貴学発の独自の環境調和型エネルギー探索を行うかを明らかにするのが重点であり、中間評価でもそのことを指摘してきた。<u>この点、一定の努力が払われていることは評価できる。</u></p> <p>【理由】 中間評価時の指摘を概況的に説明した文章であるため、修正は行わないが、評価内容を明確にするため、文章を追加した。</p>
<p>【申立て箇所】 そのため当初から、拠点リーダーが指導力を発揮し、<u>どのような視点と理念によって、貴学発の独自の環境調和型エネルギー探索を行うかを明らかにする</u>のが重点であり、中間評価でもそのことを指摘してきた。</p>	<p>【対応】 原文のままとするが、以下のコメントを追加する。 そのため当初から、拠点リーダーが指導力を発揮し、どのような視点と理念によって、貴学発の独自の環境調和型エネルギー探索を行うかを明らかにするのが重点であり、中間評価でもそのことを指摘してきた。<u>この点、一定の努力が払われていること</u></p>

<p>【意見及び理由】 本学発の独自の環境調和型エネルギーとして、事業結果報告書P5、21行目の、「有機薄膜太陽電池」、P5、59行目の「アンモニアサイクル」、P5、81行目の「超臨界流体技術を用いたバイオエネルギー」、P5,45行目の「マイクロ波球状トカマクによるプラズマの磁場閉じ込め」等のユニークな新エネルギー開発を行ってきた。これらの新エネルギーを地域の特質に合わせて組み合わせる事による「2030年までにCO2の50%削減」を、事業結果報告書P6、21行目にある「2030年エネルギー需給シナリオ」において提唱している。この報告は社会に大きなインパクトを与え、ハイリゲンサミットにおける安倍総理の「2050年までにCO2の50%削減」の提唱に直接つながったものと考えている。</p>	<p>は評価できる。</p> <p>【理由】 中間評価時の指摘を概観的に説明した文章であるため、修正は行わないが、評価内容を明確にするため、文章を追加した。</p>
<p>【申立て箇所】 研究活動面では、各グループ内では目的はかなり達成できたものの、太陽エネルギータスク、水素エネルギータスク、バイオエネルギータスク等の相互分野間の有機的連携が具体的にどのような成果として顕在化されたかがよく分からないなど、期間内に十分な結果が出たとは評価できない。</p> <p>【意見及び理由】 各タスク間の有機的連携の具体的な成果として、事業結果報告書P7、47行目にあるように、「2030年エネルギー需給シナリオ」を策定し、CO2の50%削減の可能性を示した。本シナリオは太陽エネルギータスク、水素エネルギータスク、バイオエネルギータスク等の相互分野間の有機的連携が具体的な成果として顕在化されたものであり各タスクの研究成果を基に策定したものであり、まさにタスク間連携無くしては成しえなかった。</p>	<p>【対応】 原文のままとする。</p> <p>【理由】 各グループ内での成果は評価した上で、分野間の有機的連携を行い、新たに生まれる更なる成果を期待した指摘であり、修正しない。</p>
<p>【申立て箇所】 研究活動面では、各グループ内では目的はかなり達成できたものの、太陽エネルギータスク、水素エネ</p>	<p>【対応】 原文のままとする。</p>

ルギータスク、バイオエネルギータスク等の相互分野間の有機的連携が具体的にどのような成果として顕在化されたかがよく分からないなど、期間内に十分な結果が出たとは評価できない。

【意見及び理由】

事業結果報告書P 5、21行目の「有機薄膜太陽電池」、P5、81行目の「超臨界流体技術を用いたバイオエネルギー」、P5,45行目の「マイクロ波球状トカマクによるプラズマの磁場閉じ込め」等のユニークな新エネルギーの技術開発や、新エネルギーを地域の特質に合わせて組み合わせる事による「2030年までにCO2の50%削減」を実現する、「2030年エネルギー需給シナリオ」の提唱（事業結果報告書P6、21行目）、「新エネルギーフォーラムの立ち上げと、これを核にした、アジアの21大学を含むSEEフォーラムのスタート」（事業結果報告書P6、21行目）など、最後の2年で実現した諸成果は極めて大きな成果に結びつくものであり、「期間内に十分な結果が出たとは評価できない。」という評価は納得できない。

【理由】

各グループ内での成果は評価した上で、分野間の有機的連携を行い、新たに生まれる更なる成果を期待した指摘であり、修正しない。