

「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	東京大学	機関番号	12601	拠点番号	H03
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字)HAMADA JUNICHI (氏名)濱田 純一				
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> <b>H&lt;機械, 土木, 建築, その他工学&gt;</b> 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)	機械システム・イノベーション国際拠点 Global Center of Excellence for Mechanical Systems Innovation				
研究分野及びキーワード	<研究分野:機械工学>(革新的機械)(拡張機械工学)(エネルギー)(医療・福祉)(マルチスケール・シミュレーション)				
4. 専攻等名	大学院工学系研究科 機械工学専攻, (※1)産業機械工学専攻, 航空宇宙工学専攻, (※2)精密機械工学専攻, 精密工学専攻, (※3)環境海洋工学専攻, (※3)システム量子工学専攻, (※3)地球システム工学専攻, システム創成学専攻, マテリアル工学専攻, 応用化学専攻, 化学システム工学専攻, 生産技術研究所 (※1平成21年4月1日付で大学院工学系研究科機械工学専攻に改組。※2平成23年4月1日付で大学院工学系研究科精密工学専攻に改組。※3平成20年4月1日付で大学院工学系研究科システム創成学専攻に改組。ただし, 改組以前から在籍する学生は改組前の専攻の名称を所属名として使用。				
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 23 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 [100%]				
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)		
(申請大学)					
MITSUSHI MAMORU 光石 衛	工学系研究科機械工学専攻・教授	生産工学, 医用工学 ・工学博士	研究総括, シンセシス(リーダー):コンピュータ統合手術支援システム, 知能化生産システム		
MATSUMOTO YOICHIRO 松本 洋一郎	工学系研究科機械工学専攻・教授	流体工学 ・工学博士	ナノ:マルチスケール解析, マイクロバブル, 医療支援		
SAKAI SHINSUKE 酒井 信介	工学系研究科機械工学専攻・教授	構造強度学 ・工学博士	シンセシス:システム安全, LCA, ナノ・マイクロメカニクス		
KANEKO SHIGEHICO 金子 成彦	工学系研究科機械工学専攻・教授	機械力学 ・工学博士	要素:振動制御, 流体関連振動, 小型分散エネルギーシステム		
MARUYAMA SHIGEO 丸山 茂夫	工学系研究科機械工学専攻・教授	分子熱工学 ・工学博士	ナノ(リーダー):分子熱工学, カーボンナノチューブ, 分子動力学シミュレーション		
KATO CHISACHI 加藤 千幸	生産技術研究所機械・生体系・教授	流体工学 ・工学博士	要素:マイクロガスタービン, マイクロターボ機械		
ISHIHARA SUNAO 石原 直	工学系研究科機械工学専攻・教授	ナノメカニクス ・工学博士	シンセシス:ナノ加工, 超精密測定・制御		
NAKAO MASAYUKI 中尾 政之	工学系研究科機械工学専攻・教授	微細加工学 ・工学博士	シンセシス:ナノ加工, マイクロマシン, 失敗事例解析		
SUDA YOSHIHIRO 須田 義大	生産技術研究所機械・生体系・教授	車両工学 ・工学博士	要素:車両・機動システムにおける運動力学と制御		
SUZUKI SHINJI 鈴木 真二	工学系研究科航空宇宙工学専攻・教授	航空機力学 ・工学博士	シンセシス:航空機・宇宙機の動力学, 機体形状と飛行経路の最適化		
TAKEDA NOBUO 武田 展雄	新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻・教授	航空宇宙構造学 ・工学博士	シンセシス:複合材料マイクロメカニクス, 構造ヘルスマニタリング・軽量構造強度		
NAKASUKA SHIN-ICHI 中須賀 真一	工学系研究科航空宇宙工学専攻・教授	航空宇宙機器学 ・工学博士	シンセシス:宇宙利用, 超小型衛星, スマート設計		
KAGEYAMA KAZURO 影山 和郎	工学系研究科技術経営戦略学専攻・教授	複合材料学 ・工学博士	要素:知的複合材料, 構造ヘルスマニタリング, システム信頼性		
YOSHIMURA SHINOBU 吉村 忍	工学系研究科システム創成学専攻・教授	シミュレーション工学 ・工学博士	シンセシス:知的シミュレーション, 大規模計算力学, 複雑系・人間系モデリング		
FUJITA TOYOHISA 藤田 豊久	工学系研究科システム創成学専攻・教授	資源処理工学 ・工学博士	要素:ナノ粒子分散型機能性流体, 省エネ型の資源処理とリサイクル, 省エネ型環境浄化技術		
SUGA TADATOMO 須賀 唯知	工学系研究科精密工学専攻・教授	実装工学 ・工学博士	要素:常温接合, センサアクチュエータの実装, エコデザイン		
TAKAMASU KIYOSHI 高増 潔	工学系研究科精密工学専攻・教授	知的ナノ計測工学 ・工学博士	シンセシス:精密計測, ナノメートル計測, ナノ・マイクロセンサを活用した計測手法		
IKUHARA YUICHI 幾原 雄一	工学系研究科総合研究機構ナノ工学研究センター・教授	結晶界面工学 ・工学博士	ナノ:粒界・界面の原子構造と電子状態解析, 透過電子顕微鏡法を用いた微細構造解析		
KOSEKI TOSHIHIKO 小関 敏彦	工学系研究科マテリアル工学専攻・教授	材料組織学 ・Sc.D	ナノ:金属材料のマイクロ組織制御, 接合, 界面制御		
WATANABE SATOSHI 渡邊 聡	工学系研究科マテリアル工学専攻・教授	計算材料学 ・理学博士	ナノ:ナノ構造物性の予測, 固体表面上での原子・電子の振舞の理論解析		
KITAMORI TAKEHIKO 北森 武彦	工学系研究科応用化学専攻・教授	マイクロ・ナノ化学 ・工学博士	要素(リーダー):マイクロチップ化学反応, 極限化学計測, 液相微小空間化学		
YAMAGUCHI YUKIYO 山口 由岐夫	工学系研究科化学システム工学専攻・教授(平成21年4月1日追加)	材料化学, 化学工学 ・工学博士	ナノ:ナノ材料の自己組織的構造形成, モデリング, 太陽電池		
OKUBO TATSUYA 大久保 達也	工学系研究科化学システム工学専攻・教授	材料化学, 化学工学 ・工学博士	ナノ:ゼオライト単結晶および薄膜合成, 無機ホスト構造を用いた分子集積化システム		
NAKAO SHINICHI 中尾 真一	工学系研究科化学システム工学専攻・教授(平成21年3月31日辞退)	膜工学 ・工学博士	要素:高温水素分離無機膜の開発, 水素製造膜反応器の開発		
KASAGI NOBUHIDE 笠木 伸英	工学系研究科機械工学専攻・教授(平成24年3月31日辞退)	熱流体工学 ・工学博士	要素:マイクロエネルギー, マイクロ生化学分析, 熱流体シミュレーション		

機関（連携先機関）名	東京大学
拠点のプログラム名称	機械システム・イノベーション国際拠点
中核となる専攻等名	工学系研究科 機械工学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー）光石 衛 ・教授 外 22名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>本拠点の目的は、ナノあるいはマイクロメートルオーダーの現象を解明かつ制御することでマクロスケールにおいて従来にない画期的な性能を発揮できる<b>革新的な機械システムを創出する学問・技術体系</b>を構築すること、および、当該分野の<b>産業界・学術界を先導することのできるリーダー</b>を養成することにある。地球レベルでの環境に配慮しつつも活力を維持した持続的社会と、健康・快適、安全・安心な生活が保証された社会の構築のため、革新的な医療機器・福祉機械、航空機・自動車、エネルギー変換機器、情報関連機器を創出すること、および、それを支える学問・技術体系を構築することが必要不可欠である。また、国際性を有し、産業界・学術界でリーダーシップを取って活躍できる人材の養成が社会から希求されている。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>環境に配慮しつつ活力ある持続可能社会を実現するためには、例えば、高効率かつ環境負荷の小さいエネルギー機器のように多面的な要求を同時に満たす革新的な機械の創造が必要になる。従来の連続体力学をベースにした機械工学の体系に基づく機械設計には限界があり、ナノレベルでの特異な現象や優れた性質をも積極的に活用する「<b>拡張機械工学</b>」体系を構築する。この構想の具現化のために、(1)拡張ナノ空間研究プロジェクト、(2)ナノ・マイクロ要素イノベーション研究プロジェクト、(3)シンセシス・イノベーション研究プロジェクトの3つを実施する。ここで「<b>拡張ナノ空間</b>」とはナノ空間の現象がマイクロ空間に展開する領域を呼ぶ。具体的に、拡張ナノ空間研究プロジェクトにおいては、拡張ナノ空間における学問体系の構築を目標とし、現象の解明と数理モデルの構築、マルチスケールのシミュレーション、拡張ナノ空間の現象を用いたプロセス・イノベーションの推進を行う。ナノ・マイクロ要素イノベーション研究プロジェクトでは各革新的機械を創出するための要素技術を確立する。シンセシス・イノベーション研究プロジェクトでは新たな現象を具現化するための設計の方法論を確立する。「<b>機械システム・イノベーション</b>」とは、拡張ナノ空間での特異な現象や優れた性質を積極的に用い革新的な機械を創出すること、および、創出した革新的な機械システムによって安全安心で環境に配慮しつつも活力のある社会を構築するために社会にイノベーションを起こすことをいう。拡張ナノ空間の現象を用いた具体的な成果としては、固体酸化物形燃料電池を対象とし、収束イオンビーム法(FIB-SEM)により燃料極3次元材料構造を構築し、原子レベルのミクロスコピックな視点と流体力学計算によるマクロスコピックなアプローチを融合した<b>マルチスケール・シミュレーションを確立</b>し、燃料極内のイオン、電子電流線分布、酸化物イオン電気化学ポテンシャル分布を算出するなど、3次元電極構造と電流密度との相関関係の解明に道筋を立てた。また、拡張機械工学の体系化を目指し、ナノ・マイクロスケールの現象、基礎理論、新しい方法論、ファブリケーション、設計論、応用事例等をまとめた「<b>ナノ・マイクロスケール機械工学</b>」の教科書を執筆した(平成25年10月出版予定)。</p> <p>人材育成においては、<b>基礎素養、専門知識、リテラシー、コンピテンシーの涵養</b>を目標とし、(1)工学(基礎・専門)と社会とを俯瞰することのできる能力の涵養、(2)国際性と深い専門知識とに基づいた競争力の涵養、(3)産業界・学術界で活躍するためのリーダーシップの涵養、(4)優秀な留学生の確保のためのプログラムを実施する。これより、将来の産業界・学術界のリーダーとなる<b>基礎素養・専門知識・リテラシー・コンピテンシー</b>を兼ね備えた国際競争力の高い若手研究者が育成される。具体的な教育成果としては、研究の幅や視野を拡大するため、<b>主指導教員・副指導教員制度</b>を設け、専攻を越えた副指導教員の研究室にも配属させた。大学院カリキュラムを改編し、以下の講義を新設した。拡張ナノ空間実践演習:拡張ナノ空間の講義、MEMS演習、SIMULATION演習。工学リテラシーⅠ:<b>イノベーションに関する技術マネージメント</b>を中心としたリテラシーを学ぶ。工学リテラシーⅡ:<b>知的財産管理や企業戦略</b>を学ぶ。工学リテラシーⅢ:<b>英語プレゼンテーション</b>に関する講義。工学コンピテンシーⅠ:企業から提案いただいた課題を博士課程学生がチームを組み、企業の方と共に課題解決を図る<b>プロジェクトベースドラニング(PBL)</b>。工学コンピテンシーⅡ:<b>海外共同研究や研究インターンシップ</b>。工学コンピテンシーⅢ:招聘した海外の学生と共に合宿形式で英語での討論を行う<b>サマーキャンプ</b>。講義以外では、世界第一線の研究者による<b>公開セミナー</b>を月2~3回開催し、最先端研究を肌で感じ、著名な研究者と気軽に議論できる環境を設けた。若手教員の企画によりが関係機関にて専門的な議論を行う<b>国際拠点ワークショップ</b>を年2件程度開催した。学生へのアンケートなどを元に、教育プログラムにて涵養される力の割合を見直す、カリキュラム内容を再検討するなど教育プログラムの改善を行った。分野ごとや教育面と合わせた統合的な<b>シンポジウム</b>、学会、各種委員会などで、これらの取り組みを紹介するなど、成果の展開に努めた。</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。

2011年11月7日(月), 8日(火), 世界の工学系をリードする大学の代表者がこれからの工学教育について話し合う「Deans Forum on Engineering 2011」を開催した。これは、本プログラムの事業推進担当者である工学系研究科北森研究科長が呼びかけて、IBMのChen副社長とともに議長を務め、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学バークレー校、インペリアルカレッジロンドン、スイス連邦工科大学チューリッヒ校、スウェーデン王立工科大学が参加したものである。フランスのトップランクのグランゼコール(Centrale Paris, Mines de Nante, Mines ParisTech, Polytechnique, Ponts ParisTech)の代表がオブザーバーとして出席した。この会議は、各大学の課題や戦略について相互理解を深め、協力によって解決が期待できる課題を洗い出し、高度人材の育成に資する工学教育と工学研究、ならびにそれを支える組織の在り方について包括的に議論を行い、未来志向の協調と連携のかたちを探索するもので、本プログラムの実践している博士課程学生の教育も中心議題の一つであった。濱田総長の挨拶に続き、各代表による発表(ここまで公開セッション)、非公開の議論を経て、今後の連携について以下の合意を定めた覚書を締結するに至った。公開セッションにはのべ165名が参加した。

- ・議論の継続、教育と研究の新しい枠組みを構築するため協力する。
- ・レジリアンス工学と生体発想型情報技術など重要な学際的研究分野の連携を進める。
- ・大学院生を協同指導し、高度な人材育成を推進する。
- ・大学間での教員、学生の流動性を向上させる。

また、議論の継続のため、定期的にDeans Forum on Engineeringを参加大学において開催することを予定した。

教育プログラムの一環として実施したサマーキャンプは、毎年、海外から博士課程学生を25名程度招へいし、本学学生50名程度とディスカッションを行うものである。参加大学は、インペリアルカレッジロンドン、ケンブリッジ大学、スウェーデン王立工科大学、ミュンヘン工科大学、聖アンナ高等師範学校、スイス連邦工科大学チューリッヒ校、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、デルフト工科大学、コロンビア大学、マサチューセッツ工科大学、ライス大学、スタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレー校、テキサス大学オースティン校、トロント大学、清華大学、ソウル国立大学、KAIST、ナンヤン工科大学、インド工科大学と海外の著名な大学であり、本学の国際的な位置づけと事業推進担当者の研究プレゼンスを示している。参加学生は、若い段階から知り合うことにより、将来的な国際ネットワークを構築できると考えている。なお、事業終了後の平成25年度においてもサマーキャンプを計画しており、事業期間中と同様に、多くの大学が東京大学からの参加要請に応え、学生を派遣することとなっている。

一方、海外研究機関を訪問し、専門分野に特化して議論を行うのが、海外拠点ワークショップである。講師、助教、PDといった若手教員が企画し、5~6名の学生を引率して行くものである。開催テーマは、第1回:コンピュータ支援医療機器(ミュンヘン工科大学、聖アンナ高等師範学校)、第2回:カーボンナノチューブ(コロンビア大学、マサチューセッツ工科大学)、第3回:ナノスケール熱エネルギー現象(スタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレー校)、第4回:コンピュータ外科手術(ジョンズホプキンス大学、ハーバード大学)、第5回:熱流体现象(ヘルシンキ大学、アルト大学、ケンブリッジ大学)、第6回:マイクロスケール多層流体伝熱(スイス連邦工科大学ローザンヌ校、ダルムシュタット大学)、第7回:ナノマイクロフルーディスク(スウェーデン王立工科大学、スイス連邦工科大学チューリッヒ校)、第8回:精密計測(アモイ大学、北京理工大学)、第9回:数値熱流体シミュレーション(スウェーデン王立工科大学、デルフト工科大学)であり、事業期間中に9回の開催で、訪問機関は19であった。世界的に先端的な研究者と議論を行うことにより、新たな研究に関するヒントを得ることができ、改めて自らの研究ポジションを知る良い機会となった。また、引率した若手教員にとっても、学生指導やチームマネジメントの良い訓練となり、研究の面だけでなく効果が得られている。

2012年12月には、JSPS-DSTアジア学術セミナーをインド工科大学ムンバイ校と協力し、インド、ムンバイにて開催した。本セミナーは、日本及びアジア各国の大学院生や若手研究者を対象に「Manufacturing, Design and Innovation」を主題とし、製造、設計および技術革新に関する近年の学術動向について、設計・生産システム・工作機械・精密測定・加工・微細加工の各分野に係る研究者によるセミナーを実施し、次世代のアジアにおける精鋭の養成を目的とする。加えて、講師、受講生相互の交流を通じて、日印間の若手研究者の親睦を図るものである。日本:20名、シンガポール:5名、インド:35名の合計50名での国際セミナーで、製造・設計・イノベーションのテーマでの有益な講演と深い議論ができ、インドと日本の良い交流を行うことができた。準備期間が短かく、他の教育プログラムもある中で、円滑に準備、運営できたことは、国際交流に慣れた学生や教員、および、事務職員がいたことによるもので、国際拠点の証ともいえる。

「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	東京大学	拠点番号	H03
申請分野	機械、土木、建築、その他工学		
拠点プログラム名称	機械システム・イノベーション国際拠点		
中核となる専攻等名	工学系研究科機械工学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)光石 衛		外 22 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、本教育研究拠点を大学全体の理念である「自律分散協調系」と「知の構造化」の核として位置づけると共に、その事業推進・支援のための「COEプログラム推進室」の設置や、優秀な博士課程学生の経済的支援のための「研究遂行協力制度」の創設など、組織的な支援の方策が構築されている。

拠点形成全体については、事業推進担当者会議、ステアリング委員会、国際評価委員会などにより組織的に拠点形成事業を推進するとともに、機械システム・イノベーション工学のための人材育成像と、そのための教育研究の方向性を明確にして、3つの革新的研究プロジェクトの設置、国際シンポジウム・国際拠点ワークショップの開催などに取り組んだ。

人材育成面については、国際性を有し、産業界・学术界でイノベーションを先導する人材の養成を目標に、基礎素養、専門知識、リテラシー、コンピテンシーを重視する教育プログラムの設定に加え、国際共同研究、インターンシップなどによる海外派遣、若手研究者による国際ワークショップを開催し、グローバルCOEプログラム実施期間中に輩出した約200名の修了者は学术界のみならず産業界でも国際的に活躍している。

研究活動面については、機械システムのイノベーション創出を目的とするナノ・マイクロスケール工学の学問・技術体系を構築するため「拡張ナノ空間研究」、「ナノ・マイクロ要素イノベーション研究」、「シンセシス・イノベーション研究」の3つのプロジェクトを推進した。本プログラム主催による数多くの国際会議、国際シンポジウムの開催や、国際的に著名な学術雑誌での論文掲載数、国内外の多くの学術賞の受賞数は、本プログラムの研究活動レベルの高さを示している。

今後の展望については、新たに構築された本教育プログラムが5年間でのべ626名の博士課程学生を対象として実施され、今後も工学系の共通カリキュラムとして認知継続されている。また修了生の半数近くが留学生であることから、今後は海外拠点大学との連携の強化を通じ、国際的教育研究拠点として発展する可能性が高い。