

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	東京工業大学	学長名	伊賀健一	拠点番号	H06	
1. 申請分野	F<医学系> G<数学、物理学、地球科学> <u>H<機械、土木、建築、その他工学></u> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	先端ロボット開発を核とした創造技術の革新 Innovation of Creative Engineering through the Development of Advanced Robotics					
研究分野及びキーワード	<研究分野：機械工学>(創造工学)(生産モデリング)(安全・安心設計)(生体力学)(人間機械システム)					
3. 専攻等名	理工学研究科・機械宇宙システム専攻 機械物理工学専攻 機械制御システム専攻 総合理工学研究科・メカノマイクロ工学専攻 情報理工学研究科・情報観測工学専攻					
4. 事業推進担当者	計 2 2 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) HIROSE SHIGEO 広瀬 茂男 SAMPEI MITSUJI 三平 満司 MATSUNAGA SABRO 松永 三郎 OMATA TOBI 小俣 透 KURABAYASHI DAISUKE 倉林 大輔 ITATSUKI NOBUYUKI 岩附 信行 OKUBA MASAAKI 大熊 政明 KISHIMOTO KIKUKUO 岸本 喜久雄 KOSUGI TUKIO 小杉 幸夫 SASAJIMA SAZUFUJI 笹島 和幸 SHINNO HIDENORI 新野 秀憲 TODOROKI AKIRA 轟 章 MITAUCHI YOSHITO 宮内 敏雄 OKAZAKI KEN 岡崎 健 YABE TAKASHI 矢部 孝 IYABE TAKAYOSHI 井上 剛良 UJITHASHI SADATUKI 宇治橋 貞幸 HIRAI SHUICHIRO 平井 秀一郎 TSUKAGOSHI HIDEYUKI 塚越 秀行 (H18.4.1交替) SATO TAKASHI 齋藤 卓志 (H18.4.1交替) YONEDA KAN 米田 完 (H18.3.31辞退) OHTAKE NAOTO 大竹 尚登 (H18.3.31辞退)	理工学研究科・機械宇宙システム専攻 教授 理工学研究科・機械制御システム専攻 教授 理工学研究科・機械宇宙システム専攻 准教授 総合理工学研究科・メカノマイクロ工学専攻 教授 理工学研究科・機械制御システム専攻 准教授 理工学研究科・機械物理工学専攻 教授 理工学研究科・機械宇宙システム専攻 教授 理工学研究科・機械物理工学専攻 教授 総合理工学研究科・メカノマイクロ工学専攻 教授 情報理工学研究科・情報観測工学専攻 教授 総合理工学研究科・メカノマイクロ工学専攻 教授 情報理工学研究科・情報観測工学専攻 教授 総合理工学研究科・メカノマイクロ工学専攻 教授 理工学研究科・機械物理工学専攻 教授 理工学研究科・機械宇宙システム専攻 教授 情報理工学研究科・情報観測工学専攻 教授 理工学研究科・機械制御システム専攻 准教授 理工学研究科・機械物理工学専攻 教授 情報理工学研究科・情報観測工学専攻 教授 理工学研究科・機械宇宙システム専攻 助教授 理工学研究科・機械物理工学専攻 助教授	ロボット工学 工学博士 制御工学 工学博士 宇宙工学 博士(工学) ロボット工学 工学博士 知能機械工学 工学博士 ロボット工学 工学博士 機械工学 工学博士 材料工学 工学博士 脳神経制御工学 工学博士 知能機械工学 工学博士 設計工学 工学博士 複合材料工学 工学博士 熱流体力学 工学博士 エネルギー工学 工学博士 計算工学 工学博士 マイクロ工学 工学博士 生体工学 工学博士 環境制御工学 工学博士 ロボット工学 工学博士 成城大学 博士(工学) ロボット工学 博士(工学) 創成工学 工学博士	COEプログラム統括 COEプログラム副統括 システム化技術 国際連携担当 制御・情報技術 環境整備担当 制御・情報技術 環境整備担当 構造・機構 設計技術 国際連携担当 構造・機構 設計技術 環境整備担当 構造・機構 設計技術 教育システム担当 センシング技術 産学連携担当 センシング技術 産学連携担当 材料利用・加工技術 産学連携担当 材料利用・加工技術 国際連携担当 エネルギー利用技術 若手育成担当 エネルギー利用技術 若手育成担当 熱制御技術 国際連携担当 熱制御技術 教育システム担当 人間・環境適合技術 若手育成担当 人間・環境適合技術 環境整備担当 システム化技術 教育システム担当 材料利用・加工技術 産学連携担当 システム化技術 教育システム担当 材料利用・加工技術 産学連携担当			
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)	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	合 計
交付金額(千円)	185,000	159,000	161,600	151,580 (15,158)	148,000 (14,800)	805,180

6. 拠点形成の目的

東工大機械系は世界でも有数の多勢の教育研究スタッフと学生を抱えた組織であり、機械工学の国際的な研究拠点として、かつ産業界とも連携を持って産業界を支えてきている。最近では大学として進める研究テーマの中で社会に役立つロボットの開発研究が外部の評価も高い。

ロボットはメカニズム、構造、制御、動力源、解析など機械工学の専門技術が合わさって初めて成り立つものであり、機械技術・制御技術等の総合化により出来上がるものである。そこで社会に役立つ先端ロボット開発を核とした創造技術の革新ロボット開発を核として、そこから始まる創造性教育、創造技術の総合化を柱としてCOEプログラムを運営してゆく。プログラムのタイトルとしては「先端ロボット開発を核とした創造技術の革新」として、機械工学の各専門の力を結集するため、関連の専攻と協同する。

いまアセンブリロボットなどの産業界を支えるロボットを超えて、過酷な極限環境下で複雑・高度な任務を遂行する地雷撤去ロボット、災害救助ロボットなどの、人類の幸福な生存のために役立つ先端ロボットの開発が希求されている。本拠点では、これまでもそのような先端ロボットの開発に取り組んでおり、さらに実用化に向けて研究を進めて、世界最高水準の機械システム創造技術を世に発信するとともに、世界をリードする若手研究者の育成を行うこととする。

また拠点を研究センター化することで分野横断的な先端ロボット開発プロジェクトを通して、博士課程学生に対して複数の教官が協同指導を行い、機械系各分野の最新の技術を習得して斬新なコンセプトを創出し、なおかつ具体的な研究構想と実施の計画を立案しうる人材育成を行う。

7. 研究実施計画

ロボットの高性能化のために、ロボティクスの技術分野を拡大して、関係する細分化されている機械工学の制御、構造体解析、新規複合材料などの各分野との連携をとり活動するとともに、総合的な技術を駆使したロボットを製作のみならず機械工学の総合的アプローチができる研究拠点として「スーパーメカノシステム創造開発センター」（SMS I&Dセンター：SMSセンター）を設置する。そして、手始めとして、生産、救助、防災、福祉、宇宙開発などの現場で真に活躍できる高性能なロボット群を開発する。これらの技術群は高性能ロボットの設計手法として総合化し、ロボットの知能機械の普及を推進させる役を担う。また、ロボット開発を通じて機械創造技術を発展させていく。

COEメンバーの分野を混ぜたグループを複数作り新しいコンセプトのロボット及びロボット技術、また機械工学の新しい展開をリサーチ

する。

次いで上記ロボットの研究開発を通じて得られた各機械工学分野の新たな課題を新たに進めると共に、新たな分野の融合による研究分野、研究テーマへの展開を図る。

8. 教育実施計画

機械工学本来の総合（Synthesis）の技術と

して専門分野の融合化をもってT型研究者の養成を行うため、博士後期学生を対象にして研究開発のマネジメントやリーダーシップを学ばせる機械系COEプロジェクトリーダーコース（COEコース）を開設する。学生には自分の所属する研究室、自分の研究と離れたテーマを選び、ほぼ3か月にわたるプロジェクト研究に取り組ませる。実施場所は学外や海外を積極的に選んでもらう。また学生・若手研究者に創造開発研究に取り組ませるためのCOEとしての雇用および研究費の援助を行う。また国際的にリーダーシップを異分野交流、国際化の推進を図る。

[機械系COEプロジェクトリーダーコース（COEコース）]

COEコースは研究者として優れた高度な専門知識を有するだけでなく、研究開発・技術開発のリーダーとして必要な資質の育成を目指す。

- ・新しい研究分野を切り拓く独創力
- ・短期・中期・長期的な展望を明確に描きながら研究開発を推し進める計画力
- ・広く一般社会・産業界から研究開発要素を抽出する能力
- ・研究グループを組織化し、推し進める統率力
- ・自らの研究能力・開発成果を国際的に主張できる交渉力・表現力

COEコースは3種8科目の講義・演習から成り立っている。全体として14単位を取得した者に認定証を与える。プログラムの期間に50人余りの学生が受講した。

◎機械系21世紀COE マネジメント特論

＜材料系COEプログラムで開設されている「プロジェクトマネージング（PM）コース」と協力して開講する。＞

研究の社会的意義、経営上の重要性を把握しビジネスの観点からの判断ができるよう、ビジネス関連科目の客員教授による演習を伴った実践的教育を行う。自分の関連した研究や特許に基づく商品企画の演習や合宿演習など将来ビジネスの現場でリーダーとして役立つものである。

◎機械系21世紀COE 開発プロジェクト

＜100日プロジェクト＞

およそ週2日×50週間の時間をかけるプロジ

エクトということでこの名前が付いている。とりまとめに特任教授を1名雇用了。

まず各研究室、企業、学外の研究所等から博士学生が取組めそうな短期間のプロジェクトを募集する。毎年数十の研究開発プロジェクトテーマを揃えた。一テーマについてA4一枚の提案書を年初に博士学生に説明会で提示し、希望者を募る。学内で行う場合には原則として自分が所属する研究室以外で選ぶ。

希望学生にはテーマの提案者からさらに詳しい説明があり、学生が1月ほど調査を行い研究の企画を行う。企画が不十分な場合は再度やり直しを行ない、受入側の了解が得られた時点でプロジェクトをスタートさせる。COEコースとしてはRAの採用とし研究の援助を行う。

企業の研究に参加する場合は事前に特許や守秘に関し契約を結び実行している。成果が出てきた場合は共同研究に進む余地も残している。

海外大学や研究機関におけるプロジェクト研究に関しては、メンバー教員のルートから提案されたものと学生がインターネットを通じて見つけ出し、メンバーのCOEメンバーの判断で採用したものとがあった。海外での実施は経済的な援助を加味したほか、期間も融通性を持たせた。

研究のフォローはほぼ特任教授を交えた毎週の集まり（各人の研究進捗報告）、中間報告会、最終報告会で行い、ほぼ全員が予定通りの成果を達成できた。単位認定はプロジェクト終了後に担当教官及び指導教官に発表報告を行い審査を行い十分と判断して認定した。

単位の比重は高くこれを取らないでCOEコースの終了認定を授与されることはない。

優秀研究の例を示す

- ・「多機能4足歩行ロボットの開発」
- ・「Thermal Interface Materials with CNTs」

いずれも全体の研究のある側面の問題解明に取り組んだものである。（下図 最終報告会）



発表ポスター

◎機械系21世紀COE創造的リーダーシップ実習 ＜リーダーシップ実習＞

学部・修士課程の創造性教育等に指導的に参加するとともに、その計画立案、実施運営、評価を行い、改善の提言を行う。これらを通じて、研究開発プロジェクトを運営するリーダーに求められる資質を養う。実験や演習の全体管理やサポートにより、教育実践の能力を修得させるもので、カリキュラムに載ったものだけでなく、臨時的に行われるロボットスクールの企画からのサポートなども対象にしている。

具体的な課題は

- ・「学部3年次創造性育成科目「独創機械設計」の運営・指導
- ・「科学技術者英語コミュニケーション」の運営

などである。

他の教育実施に関しては「国際的リーダーシップ能力の開発」「T型研究者とするための専門外分野の教育」があるが、人材育成の部分で説明する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①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

東工大機械系は世界でも有数の教員、学生からなる組織であり、それらの総合力をロボットに重ねる形でCOEとして機能させてきた。社会に役立つ実用的なロボットの研究開発を目標に、教員・学生・企業の力を結集して来たが、複数のタイプのレスキューロボット、法面工事用大型ロボット、対人地雷探査・除去ロボット、宇宙用ロボットは実用に近いものとして高い評価が得られている。特に地雷探査・除去ロボ

ットはカンボジアとクロアチアにおける現地における実験でも海外の関係者からも高い評価を受け、次ステップの開発に進んでいる。

水中で泳ぎまわるへび型ロボットは視覚的にもインパクトが強いものであったが、海中ロボットのひとつの姿として注目されている。

COEメンバーの国際会議、国内学会でも招待講演、基調講演は多く、特にロボットに関してはアメリカやデンマークでも実演（デモ）を要請されるなど本COEプログラムからも経費援助を行った。

論文・発表数は平成19年度で国際160、国内170を数えるに至りCOE開始前に比べそれぞれ45%、80%増えている。インパクトファクターの高い雑誌への掲載、引用数の多い論文も出ている。結果として表彰数も14件を数えている。

機械工学は特許の出しにくい領域ではあるが本COEでは毎年10件近い特許を申請している。

国際的な研究教育拠点となる動きとして、COE教員を中心とした国際会議の企画、学会等主催を下記のように行った。

日台機械・航空工学国際会議は日本（H15、19）、台湾（H17）交互にCOEの活動期間に3回を開催した。（委員長矢部教授）
これ以外にアジア・太平洋地区スポーツ技術国際会議（H17、委員長宇治橋教授）
EMAP2005（基板実装等のアジア地区国際会議）（H17、委員長岸本教授）

共同研究もロボットを中心にオランダデルフト大（H19）、米ジョージア工科大（H18）から教員、研究者を招聘する形で研究を進めるとともに、帰国後も継続されている。米カーネギーメロン大、ロ ハルピン工大、タイ キングモンクット工大などとも共同研究を実施した。

SMSセンターにおいて平成19年度に企業との共同研究が1件スタートした。計画以上の進捗があり2年目も継続中である。平成20年度はさらに新たな研究が1件スタートする予定である。

COEメンバーの連携からスタートしたロボットから展開およびロボット以外の研究に関しては従来の医工連携とは違う新たな観点からの取組みを東京医科歯科大学と開始した。両大学の教員で実行委員会を組む2回の国際シンポジウムを開催している（H18、19）。ロボット用のエネルギー源としての長寿命電池の研究から展開し、緊急の課題となりつつある対エネルギー問題の研究グループが形成されつつある。

以上のように計画全体として目標は十分達成したと考える。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与 ＜プロジェクト研究＞

大学院博士後期課程学生に対しては特にプロジェクト研究「100日プロジェクト」に対しRA採用という形で経済的援助も与え、企画段階から学生グループにおける相互ディスカッション、客員教授の個別指導を行い将来指導的研究者、開発者になるのに役立つ機会を与えた。

学外における研究を奨励し、特に海外の大学や研究機関でプロジェクト研究に取組む学生には経済的援助を増やしている。

100日プロジェクトの企業等における評価は高く、現在博士一貫コースのカリキュラムに取り込まれている。

＜学外・海外講師による講義・講演＞

プロジェクト研究に関連してロボット及び機械工学の社会における状況を学生たちに紹介する場として、企業や研究所、COEメンバーによる講義をCOEサロンとして年に7、8回開催した。これにより自分達の研究と社会のニーズや必要な技術レベルも確認され、プロジェクト研究のポイントなどを知る参考になった。これらの講義は地元企業など学外にも公開した。

海外の研究者の講義・講演に関しては1、2ヵ月以上の長期招聘を創造性教育に関し米スタンフォード大Roth教授（H16）、ロボット及び制御に関し米ジョージア工科大Sinhose准教授（H17）、工学研究者と社会・倫理に関し前EU事務総長アドヴァイザー英Rogers博士（H19）に連続講義を行ってもらったほか、単発の講義も来日の機会をとらえて毎年、年に5回程度実施した。できるだけ学外にも公開の形をとった。テレビ会議システムを利用した海外大学からの直接の講義も行った。



Roth 教授講義

＜若手研究者の採用＞

ポスドクは常時4、5人採用したほか学振特別研究員（COE枠）を申請した。それぞれ人材育成がなされ企業の研究所や大学教員として次のステップに進んでいった。

＜学生主体の行事運営奨励＞

学生の国際性を育成する一環として、韓国と中国の大学を相手に東工大機械系の学生が主体となって企画・運営を行う学生ワークショップを互いの交流を兼ねて実施している。韓国KAIST、POSTECH、中国上海交通大、西安交通大と延べ6回行っているが、学生の自覚、自信、自立に大いに効果が認められる。

国内のワークショップは機械系の21世紀COEプログラムを持つ7大学が合同で開くシンポジウムを3回開催した。

平成16年3月	早稲田大学
平成17年3月	名古屋大学
平成18年3月	広島大学

距離に応じ参加人員と業務を分担し企画から運営まで自分たちで実施している。情報発信と同時に大学間の交流にも有意義であった。

海外留学では米ロスアラモス研究所、米MIT、伊パドバ大への留学はCOE関連で実現した。いずれの場合もCOEから研究費の援助を行った。

これらの効果は研究発表などで表彰される学生が多く出てきたことで外部からも見える形で効果が確認される。

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

実用ロボットの開発に当たっては基本コンセプトの提案を行ったあと、企業の技術的要請、社会ニーズ等により次のステップのコンセプト提示に移るが、レスキューロボット、法面工事大型ロボットに関してはこの段階に入っており、企業における商品試作としての製作も始まっている。

地雷探査・除去ロボットに関しては現地における試験を通じて新たな試作設計に移っている。これら開発を通じて基本原理にかかわる部分は学問的に意味があり基礎研究の論文として成果を上げている。

構造体・制御解析の新たな展開があるほか、ロボット技術を生かすための医工連携研究が始まった。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

キャンパスが離れているためとすれば交流がなかった教員が定期的なCOE会議で顔を合わせ議論することで研究にも互いに口を挟め、協同する雰囲気が出てきたのは大きい。個々の研究上の問題点も提起され、関連分野の教員が論議することも多々あり、新たな研究テーマにつながることもあった。なお本COEが始まる時のキックオフミーティングでは教員各自の研究テーマや特長を紹介し合うことができた良い機会であった。

COEの自主的国際シンポジウムは創造性教育。ムなどロボット関係以外のメンバーを中心に企画・運営を行い4回開催している。招聘研究者、招待講演に関しては各メンバーの提案を基に複数の関係メンバーで調整を行い、最良の結果を得るための企画を行った。

またロボットコンテストの企画・運営にも深く関与したほか、ストラスクライド大学、ジョージア工科大生及びスタンフォード大学などの学生プロジェクト受入れも分担することで対応した。

医工連携や新エネルギー関連テーマの取組もメンバーの有機的連携から生まれたものである。

100日プロジェクトの指導に関しては研究室の枠を越えて対応した。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

欧米の主要大学の教員を中長期に渡って招聘できたことは、国際的な研究教育拠点作りに有効であったと共に、国際拠点としての認知が

あったものと判断される。特に最終年にEUの要人を招聘できたのは、元東大教授が工学系に関しては東大より東工大が適当であろうと判断して紹介があったのであるが、事前に

Dr. Rogers本人との合意があったということであり、まさに東工大機械が国際的にも認知されていることの証明になると考える。実際、学生に機械技術者・研究者の社会に対する責任と義務を倫理の面を含み講義されたことの意味は大きい。なお海外からの研究者の講義は倫理を除いていずれも英語のみで講義を行っている。

COEメンバーの論文、学会発表は日本語のものより英語によるものが多く、グローバル基準が定着化している。海外における国際会議でも招待講演、基調講演も多く国際的にも高い研究レベルが認知されている。

タイ王国キングモンクット工大とはCOEプログラムの期間中教育研究の協力協定（H17-20）を結び、広瀬教授の現地における特別講義、機械科のサタポン准教授の長期間受入れを行った。

6) 国内外に向けた情報発信

（国内）

学生の理系離れを懸念して、一般向けのロボットおよび機械工学の現況に関し発信するために、平成17年度はメカノ月間、18年度はメカノウィークとして展示会、講演会、およびものづくりの実地体験を学生の企画・運営を柱として行った。両年とも複数のメディアで取上げられ、特にテレビの放送はNHKの全国ニュースと日本テレビの思いっきりテレビで生中継されたのはインパクトがあり、仙台から開催時間の問合せが電話で入ったほどであった。ロイターの取材もあり英字新聞にも取り上げられた。

レスキュー関係の研究はテレビの取材も多く、ロボット以外の研究（小杉教授、小俣教授）の紹介もあったほか、早稲田塾とタイアップした高校生のロボット講義・実作体験もあった。

このように専門家以外への情報発信が多くなっているとはいえ、他に与えたインパクトとしてはプロジェクト研究「100日プロジェクト」の導入である。企業にもインターン制度という形で広まりつつある。



展示会の様子

愛知万博におけるへび型ロボットなどのデモ、科学技術館におけるロボットと超小型人工衛星の展示（H18）も行った。

Inter COEは東工大として毎年開催され、多くの見学があった。

他大学の機械系COEと合同で学生によるCOEシンポジウムは3回実施された。

学会とタイアップした講演会はCOEメンバーの実行委員長としてあり機械学会MOVIC（三平教授）、COE主催としてはSMSセンター開設記念講演会をもった。

報告書としてはシンポジウムの資料集とは別に、「2003-2005年成果報告」「教育成果報告」「最終報告」と小冊子として「東工大ロボット開発の現況」を発行した。

（海外）

国際シンポジウムは「医工連携バイオ・メカニクス国際シンポジウム」（H18, 19の2回）、「創造性教育国際シンポジウム」（H16）「同ワークショップ：各国の取組みの具体例」（H16）「英Loughborough大ー東工大国際シンポジウム」（H18）を開催したほか共催として「国際ロボットコンテスト」、機械学会「IFAC」など5件開催した。

学生のワークショップは韓国、中国の大学と総計7回開催した。

ロボットに関してはデンマーク（H19）、ニューヨーク（H18）に於ける依頼されてのデモンストレーション（デモ）、広島「ロボット国際会議」におけるデモ（H19）が情報発信に貢献した。どれも学生のみが現地に赴きデモを行うという形で実施したこともあって学生の自信につながったと考えられる。

また海外メディアの映像を交えての取材も複数回あった。

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）

機械の特長として加工・ものづくりは学生の段階で実際に手を下し頭でなく手先が理解することが必要である。このためCOEの拠点整備費を用いて、学生が直接使用できる基本的な加工機械を整備した。博士学生は自分の技術修得だけでなく、学部生の指導を行うことで技術を身につけることができるようになった。英ストラスクライド大からの実習生（修士）は自国でこのような経験はできないと、感心すると共に熱心に技術習得に取組んだ。しかしその設計は日本人学生に比べ重いもので、やはり実習の大切さと機械導入の効果が確認できた。

機械は細かい部品の集合体であり、COE経費も部品加工に利用され非常に効果的であった。

教育的観点ではボスドクの採用と博士学生のRA採用に多くの費用が使われたほか、海外の教員の招聘に有効に使われたと考える。

また大学から別途支援金があったことを報告する。

②今後の展望

COEプログラム終了後研究の場としてはスーパーメカノシステム（SMS）創造開発センターに移ることになるが、学内の正式な組織として設置が認められ平成18年4月に発足した。同年7月には発足記念講演会を開催したが、実質的な活動は平成19年度の企業との共同研究（委託研究）で始まり、センターとして特任助教を採用している。

平成19年度は同共同研究にさらに1名の助教が採用されるほか、センターを拠点とする研究が増える見込みである。今後はいかに外部資金を集めセンター運営を行ってゆくかがポイントになる。

100日プロジェクトはCOE終了にあたり大学院博士一貫コースに移行することができた。COEにおける試行が無事に連続することができた。今後はこれらプロジェクト研究をセンターでできるようにすることが考えられる。

③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）

共同研究の打診や学生派遣の打診が多いことは本COEが海外でも認知されていることを示していると考ええる。特に学生達のもの作りの技術の高さは、海外から学生を派遣したいと考える要素のようである。これには実際に東工大に滞在した学生や招聘教員による現地での紹介という要素も大きいと考えられる。

海外の要人や大学関係者の見学も多く、特にインドは関心が高まっていると想像される。最近NHKなどで最新の技術や研究紹介コーナーができており、本COEの研究もテレビで紹介されることが多くなっている。メディアへの露出は通常のテレビに限らずケーブルテレビ、インターネットや予備校、雑誌と様々である。海外のビデオ取材も多いが、これはロイターなど名の知れたところが多い。

このように専門家以外への情報発信が多くなっているとはいえ、他に与えたインパクトとしてはプロジェクト研究「100日プロジェクト」の導入である。企業にもインターン制度という形で広まりつつある。

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機関名	東京工業大学	拠点番号	12608
拠点のプログラム名称	先端ロボット開発を核とした創造技術の革新		
1. 研究活動実績			
①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】			
・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〕 ・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 ※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 波下線（ ）：拠点からコピーが提出されている論文 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			
M.Guarnieri,P.Debenest,T.Inoh,E.Fukushima and S.Hirose: Helios VII -a New Vehicle for disaster response- mechanical design and basic experients, Advanced Robotics, 19-8, 901-927 (2005)「H06-1」 Ryuichi Hodoshima, Takahiro Doi, Yasishi Fukuda, Shigeo Hirose, Toshihito Okamoto, and Junichi Mori: Development of Quadruped Walking Robot TITAN XI for Steep Slopes -Step Over Gait to Avoid Concrete Frames on Steep Slopes-, Journal of Robotics and Mechatronics, 19-1, 13-26 (2007)「H06-2」 Marc Freese, Paulo Debenest, Edward F. Fukushima, Shigeo Hirose: Development of Deminer-Assisting Robotic Tools atTokyo institute of Technology, Humanitarian Demining, Ed.M.K.Habib, I-Tech Education and Publishing 221-234, (2007)「H06-3」 Kenjiro Tadakuma,Masatsugu Matsumoto,Shigeo Hirose: Mechanical Design of Jopint Braking and Underactuated Mechanism of "Tri-Star3" Horisontal Polyarticular Arm Equipped 3-Wheeled Expandable Mobile Robot, Int. Journal of Facotry Automation,Robotics and Soft Computing, Issue2, 128-134 (2007) 本村和寛,広瀬茂男: 短腕車輪ハイブリットロボット「槍騎II号機」の開発(機構設計と基礎動作実験), 日本設計工学会誌, 42-9, 527-533 (2007) 新井雅之,広瀬茂男: 球形トレーラ型ケーブルリール機構の開発(機構設計と基礎動作実験), 日本設計工学会誌, 43-3, 148-156 (2008) 相模毅, 中浦茂樹, 三平満司: 入力を陽に含む座標変換による1generator高階非ホロノミックシステムの制御, 計測自動制御学会論文集, 43-12, 1144-1150 (2007) Yoshiki Sugahara, Tadao Takigami, Mitsuji Sampei "Suppressing Vertical Vibration in Railway Vehicles through Primary Suspension Damping Force Control" Transactions of JSME, Journal of System Design and Dynamics Vol.1, No.2, pp.224-235 (2007) 菅原 能生, 瀧上 唯夫, 三平 満司: 可変減衰軸ダンパを用いた鉄道車両の上下振動低減、日本機械学会論文集(C編) vol. 72 No.721, 2770-2778 (2006) 中原健志, 大熊政明: ボルト緩み検知用薄板形センサの初期緩み感度向上に関する研究, 日本機械学会論文集C編, 719-71, 2232-2239 (2006) 戸松太郎, 岡田 毅, 池野哲朗, 塩見和之, 大熊政明: 実験的モード解析を用いたエンジンマウント剛性値測定方法, 日本機械学会論文集C編, 71 巻 709 号, 2715-2722, (2005) Y. Wang, M. Tanahashi and T. Miyauchi, Coherent Fine Scale Eddies in Turbulence Transition of Spatially-Developing Mixing Layer, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol. 28,.1280-1290 (2007) G.-M. Choi, J.-S. Yang , D.-J. Kim, M. Tanahashi and T. Miyauchi, Estimations of Local Heat Release Rate in the Methane-Air Premixed Flames, Thermochimica Acta, Vol. 455, 34-39 (2007) G.-M. Choi, M. Tanahashi and T. Miyauchi, Control of Oscillating Combustion and Noise Based on Local Flame Structure, Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 30, 1807- 1814 (2005) Tanahashi, S. Murakami, G.-M. Choi, Y. Fukuchi and T. Miyauchi, Simultaneous CH-OH PLIF and Stereoscopic PIV Measurements of Turbulent Premixed Flames, Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 30, 1665- 1672 (2005) M. Tanahashi, S.-J. Kang, T. Miyamoto, S. Shiokawa and T. Miyauchi, Scaling Law of Fine Scale Eddies in Turbulent Channel Flows up to Re.=800, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol. 25, 331-340 (2004) 此上一也, 澤田弘崇, 中谷幸司, 宇井恭一, 宮下直己, 居相政史, 岡田英人, 占部智之, 山口伸齊, 柏宗孝, 尾曲邦之, 松永三郎, "超小型衛星 CUTE-I の開発と軌道上運用評価," 電子情報通信学会和文論文誌, Vol.J88-B, No.1, 2005, pp.184-192. O. Mori and S. Matunaga, "Formation and Attitude Control for Rotational Tethered Satellite Clusters," Journal of Spacecraft and Rocket, Vol.44, No.1, Jan.-Feb, pp.211-220 (2007) 三浦敦佑, 伏信一慶, 岡崎健: Ti 薄膜ガス拡散層を用いた固体高分子形燃料電池 -(PEFC)におけるフラッディング条件の解析, Thermal Science and Engineering, 15 (1), 43-45 (2007) K. Fushinobu, D. Takahashi, K. Okazaki: Micromachined Metallic Thin Films for the Gas Diffusion Layer of PEFCs, Journal of Power Sources, 158, 1240-1245 (2006) K. Fushinobu, K. Shimizu, N. Miki, K. Okazaki: Optical measurement technique of water contents in polymer membrane for			

- PEFCs, ASME Journal of Fuel Cell Science and Technology, 3(1), 13–17 (2006)
- R. Shimoi, M. Masuda, K. Fushinobu, Y. Kozawa, K. Okazaki: Visualization of the membrane temperature field of a polymer electrolyte fuel cell, ASME Journal of Energy Resources Technology, 126(4), 258–26 (2004)
 - Daisuke Kurabayashi, Katsunori Urano, Tetsuro Funato, "Emergent Transportation Networks by Considering Interactions between Agents and their Environment", Advanced Robotics, 21, 12, 1339/1349, (2007)
 - 倉林大輔, 長川研太: 幾何条件による自律移動ロボット群の編隊構造遷移, 日本ロボット学会, Vol.23, No.3, 376/382, 2005.
 - 塚越秀行, 吉柳一郎, 伊藤雅幸, 北川能.: 瓦礫こじ開け機能をもつジャッキアップ移動体「Bari-bari-I, II, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト III 被害者救助等の災害対応戦略の最適化 4. レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 平成 17 年度成果報告書, 293-299 (2006)
 - Hideyuki Tsukagoshi, Masaki Sasaki, Ato Kitagawa, Takahiro Tanaka, " Numerical Analysis and Design for a Higher Jumping Rescue Robot Using a Pneumatic Cylinder," Trans ASME, Journal of Mechanical Design, Vol.127, No.3, 308–314(2005)
 - Tsushima S, Teranishi K, Hirai S, Magnetic resonance imaging of the water distribution within a polymer electrolyte membrane in fuel cells, ELECTROCHEMICAL AND SOLID STATE LETTERS 7 (9): A269–A272 (2004)
 - Yihua Gu, Isao Satoh, Takushi Saito and Tatsuya Kawaguchi, Heat Transfer in Segregated Fluidized Beds Part 1: Relation between Particle and Temperature Segregation and Dominating Heat Transfer Mechanisms, Journal of Thermal Science and Technology, Vol.2, No. 1, pp. 43–54 (2007)
 - 西田耕介, 津島将司, 寺西一浩, 平井秀一郎, 固体高分子形燃料電池における多孔質電極内水分のマイクロ挙動可視化計測と排出促進, 化学工学論文集, 33 巻 2 号, 181–185 (2007)
 - Masaki Omiya, Kikuo Kishimoto, Wei Young, Multi-stages peel tests and evaluation of interfacial adhesion strength for micro- and opto-electronic materials ; Micro- and Opto-Electronic Materials and Structures: Physics, Mechanics, Design, Reliability, Packaging, Vol2, 403–427, Kluwer Academic Publishers, (2007)
 - Kikuo Kishimoto, Masaki Omiya, A Cohesive Zone Model and Interfacial Crack Propagation, IUTAM Symposium on Mesoscopic Dynamics of Fracture Process and Materials Strength, 301–310, (2004)
 - Y.Ogata, T.Yabe and K.Odagaki, " An Accurate Numerical Scheme for Maxwell Equation with CIP-Method of Characteristics", Comm.in Comput. Phys. Vol.1, No.2, 311–335 (2006)
 - Kajiwar, I., Hoshino, K., Hara, S., Shiokata, D., and Yabe, T., Tracking Control and System Development for Laser-Driven Micro-Vehicles, Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol.49, No.164, 71–76 (2006)
 - 松浦 大輔, 岩附 信行: 超多自由度ロボットの誤差履歴線形と学習に基づく運動制御と後退学習による初期姿勢の獲得, 日本機械学会論文集 C 編, 73-732, .2305–2311 (2007)
 - Daisuke Matsuura, Nobuyuki Iwatsuki, Masafumi Okada. Redundancy Utilization of Hyper Redundant Robots Based on Movability and Assistability JSME-KSME Joint International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology 1–8, (2007)
 - Ryosuke Matsuzaki and Akira Todoroki: Stacking Sequence Optimization Using Fractal Branch and Bound Method for Unsymmetrical Laminates, Composite Structures, vol. 78, no. 4, pp. 537–550 (2007)
 - 平野義鎮, 轟章, 岩崎篤, フラクタル分枝限定法による板翼フラッタ問題積層構成最適化(基底繊維配向角最適化による最適階向上の検討), 日本機械学会論文集(A編), 71巻712号, 1668–1675 (2005)
 - Koshiro Ono, Koji Kaneoka, Shinichiro Hattori and Sadayuki Ujihashi; Cervical Vertebral Motions and Biomechanical Responses to Direct Loading of Human Head; Traffic Injury Prevention, Taylor & Francis, Vol.4.No2, pp.141–152. (2003)
 - 宮崎祐介, 宇治橋貞幸, 持丸正明, 河内まき子: 日本人の形態に基づいた頭部有限要素モデルの構築と衝撃シミュレーション; 日本機械学会論文集A編, Vol.71, No.704, pp.692–699. (2005)
 - T Kaneko, K Sato, S Ujihashi, H Yomoda: Finite-element failure analysis of carbon fibre-reinforced plastic cylinders under transverse impact loading; Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Journal of Materials: Design and Applications, Vol.221, No.L2, pp.103–112. (2007)
 - Watanabe, N., Yoshioka, H. and Shinno, H.: Development of a Novel Vertical CNC Multiple-Function Integrated Grinding Machine, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 1–3, 328–337 (2006).
 - Shinno, H., Yoshioka, H. and Marpaung, S.: A Structured Method of Analysing Product Specification in Product Planning for Machine Tools, Journal of Engineering Design, 17, 4, 347–356 (2006).
 - Shinno, H., Yoshioka, H., Marpaung, S.: Quantitative SWOT Analysis on Global Competitiveness of Machine Tool Industry, Journal of Engineering Design, 17, 3, 251–258 (2006).
 - Sildomar Takahashi Monteiro, Yohei Minekawa, Yukio Kosugi, Tsuneya, Akazawa and Kunio Oda: Prediction of sweetness and amino acid in soybean crops from hyperspectral imagery, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 62, Issue 1, 2–12 (2007)
 - 嶺川陽平, 小田九二夫, 森静香, 小杉幸夫: 再現実験による水稻の潮風害被害解析, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.27, No.3, pp.205–215 (2007)
 - 枝長孝幸, 宇都有昭, 小杉幸夫: 短波長赤外領域スペクトル情報を用いた人肌領域抽出に関する研究、写真測量とリモートセンシング, Vol.46, No.2, pp.17–26 (2007)
 - 高木健, 小俣透: 負荷感応無段変速機を用いた100[g]・100[N]指の開発, 日本ロボット学会誌, 24, 2, 263–269 (2006)
 - 高木健, 小俣透: 大きな把持力が得られる直動機構, 日本ロボット学会誌, 25, 2, 209–305 (2007)
 - 高山俊男, 小俣透, 二見空, 赤松秀樹, 大谷敬樹, 小嶋一幸, 高瀬浩造, 田中直文: 腹腔鏡下手術のための組立式ハンド, 日本ロボット学会誌, 25, 3, 478–484 (2007)

②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))

1. 2004年8月9日～22日 東京工業大学大岡山キャンパス
国際ロボットコンテスト(International Design Contest) <共催>
(招待講演者) ブラジル サンパウロ大 Driemeier教授
英ケンブリッジ大 Long准教授
コンテスト 参加人数 40人 (外国人 30人) 他 各国支援スタッフ多数
2. 2004年8月24日 東京工業大学大岡山キャンパス西8号館大会議室
ワークショップ 「創造性を育てる教育」実践例 <主催>
(招待講演者) ブラジル サンパウロ大 Driemeier教授
英ケンブリッジ大 Long准教授 米 MIT Willoughby博士
参加人数 70名 (外国人 20名)
3. 2004年8月24日 東京工業大学大岡山キャンパス デジタル多目的ホール
国際シンポジウム 「創造的工学教育に関する国際シンポジウム」 <主催>
(招待講演者) 米スタンフォード大 Roth教授、米ペンシルヴァニア州立大 Benson教授
台湾国立中正大学 Luo学長、 仏VMグループ Raoul氏 他
参加人数 100名 (外国人 20名)
4. 2005年9月11日～14日 東京工業大学大岡山キャンパス
アジア太平洋スポーツ・テクノロジー国際会議(APCST) <共催>
実行委員長 宇治橋教授 (招待講演者) 豪メルボルン大 Subic教授
参加人数 60名 (外国人 15名)
5. 2005年9月18日 東京大学 弥生講堂・一条ホール
21世紀COEプログラム合同主催コンテンポラリー・ロボットデザイン・ワークショップ
スタンフォード大学 カトコスキー教授 カティープ教授
マサチューセッツ工科大学 浅田教授 フランス情報国立研究所 メルレー博士
参加人数 120人 (外国人 67人)
6. 2005年12月11日～14日 東京工業大学大岡山キャンパス デジタル多目的ホール
EMAP 2005-The 7th International Conference on Electronics Materials and Packaging-
実行委員長 岸本教授
(基調講演) 米メリーランド州立大 Pecht教授 米ポートランド大 Yi教授
米Texas Instruments Bolanos博士
参加人数 100名 (外国人 30名)
7. 2006年7月29日 東京工業大学田町キャンパス・イノベーションセンター
第1回 医工連携・バイオメカニクス国際シンポジウム <主催>
実行委員長 小杉教授 委員 小俣助教授
(招待講演者) オランダ デルフト工科大 Breedveld准教授 九州大学 橋爪教授
参加人数 80名 (外国人 3名)
8. 2006年10月6日 東京工業大学工大大岡山キャンパス
東工大と英国Loughbrough大学(ICoVIS)による国際共同Workshop
英Loughbrough大 Babitsky 教授 Silberschmidt 教授
米Wayne State 大 Ibrahim 教授 中国, 上海交通大 陳進教授
参加人数 50名 (外国人 7名)
9. 2007年10月20日 東京工業大学大岡山キャンパス
第2回 医工連携・バイオメカニクス国際シンポジウム <主催>
実行委員長 小杉教授 委員 小俣教授
(招待講演者) 韓国Yonsei大 Hyung教授 韓国Hongik大 Choi教授
参加人数 70名 (外国人 4名)

その他 共催として 日台機械工学機械工学-航空工学ワークショップ(2003、2005、2007)

第10回「運動と振動の制御」シンポジウム(2007-8)

があり。 学生が関与するワークショップは教育欄に記す。

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

機械系21世紀COE 開発プロジェクト <100日プロジェクト>

全体としては「機械系COEプロジェクトリーダーコース(COEコース)」というものを開設したが、その中で一番重要なものは「100日プロジェクト」と呼ばれるものである。およそ週2日×50週間の時間をかけるプロジェクトということでこの名前が付いている。とりまとめに特任教授を1名雇用した。

まず各研究室、企業、学外の研究所等から博士学生が取組めそうな短期間のプロジェクトを募集する。毎年数十の研究開発プロジェクトテーマを揃えた。一テーマについてA4一枚の提案書を年初に博士学生に説明会で提示し、希望者を募る。

希望学生にはテーマの提案者からさらに詳しい説明があり、学生が1月ほど調査を行い研究の企画を行う。企画が不十分な場合は再度やり直しを行ない、受入側の了解が得られた時点でプロジェクトをスタートさせる。COEコースとしてはRAの採用とし研究の援助を行った。

企業の研究に参加する場合は事前に特許や守秘に関し契約を結び実行している。成果が出てきた場合は共同研究に進む余地も残している。

海外大学や研究機関におけるプロジェクト研究に関しては、メンバー教員のルートから提案されたものと学生がインターネットを通じて見つけ出し、メンバーのCOEメンバーの判断で採用したものがあつた。海外での実施は経済的な援助を加味したほか、期間も融通性を持たせた。

研究のフォローはほぼ特任教授を交えた毎週の集まり（各人の研究進捗報告）、中間報告会、最終報告会で行い、ほぼ全員が予定通りの成果を達成できた。単位認定はプロジェクト終了後に担当教官及び指導教官に発表報告を行い審査を行い十分と判断して認定した。単位の比重は高くこれを取らないでCOEコースの終了認定を授与されることはない。

このような手順で実施したが、企業等受入れ側、受講学生にも評判がよく、研究開発の人間として幅を広げるのに役立つと判断される。

COE終了後も博士一貫コースに組込まれ続けられる見通しが立ちより効果的な仕組みになると期待される。

COEサロン（2004-2008毎年開催）

COEサロンは2つの顔があり、ひとつは100日プロのフォローと問題点の学生同士による相談の場所としてほぼ毎週夜に持たれた。とくにキャンパスの異なる学生にとってのコモンルームでのあり、特任教授のいる顧問ルームとしても機能した。

もうひとつのCOEサロンはロボットに関する学外の技術者・研究者の講演を受けるもので、通常大学の中で聞くものとは一味違ったものの見方、社会が要求しているものを知るうえで役立った

学生が主体となり企画・運営を行う国際ワークショップ（2005-2007）毎年実施

韓国KAIST、POSTECHとの学生ワークショップは交互に会場を移し実施を重ねるようになってきた。中国上海交通大学、西安交通大学とのワークショップ(2005)はこちらが先方を訪れる形で実施した。最初はぎこちないところもあったがすぐに慣れて、自信を持って司会、進行、運営を行っていた。この期間はすべて共通語としての英語が用いられ国際化という観点からも大いに役立った。また同世代の交流は将来彼らが国際会議等で丁々発止とやる上で役立つはずである。

海外の著名な研究者の連続講義 毎年実施

単発講義は関連分野の研究者の来日機会を見つけて開催してきたが、COE拠点整備費で長期間招聘することで連続講義や演習を行えたのは学生の視野拡大に役立った。米スタンフォード大Roth教授の創造性講義(2004)、米ジョージア工大Singhose准教授のミニクレーンを使った制御演習(2005)、前EUアドバイザー英Rogers博士の研究・「技術者と社会・倫理」(2007)を持ったが、最後の倫理の問題は折りしも日本で起きている問題に合わせての講義で参考となった。

インフラ整備

自分で加工するのはものづくりの基本であり統合創造工房という機械加工・製作の行える場所に基本的な機械を整備し、学生が使えるようにした。COE補佐員を雇用し、加工の基本を教えるほか、院生を教育しRAとして指導する体制も作りつつある。

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た

(コメント)

拠点形成計画全体の目的達成度については、地雷除去、法面工事、宇宙、水中などで活動する先端ロボット開発拠点として世界的に認められるようになり、水中ロボットは、愛知万博や、国際学会でのデモなどで、ロボットの頑健性を検証するとともに、国内外の多数の人にアピールするなど、評価できる。しかし、広い分野を含む拠点全体としては、分野間での統合が十分とは言えない。

人材育成面では、COEサロンや100日プロジェクトなどの独創的な試みが行われ、海外の研究者を長期間招待し、複数の講義や講演を行ってもらう企画は、若手研究者の育成に効果的であり、その講演が外部にも公開されこの分野の発展に貢献した。また、他機関の支援を受ける100日プロジェクトは、博士課程学生が積極的に有用な研究開発を経験することができるすぐれた企画であり、実用技術を目指す教育により、本拠点からロボット工学の優秀な人材を輩出しており、評価できる。

研究活動面では、実用を目指したロボット開発の成果をあげており、また、優れたメカニズムの提案に関して世界的に知られているなど評価できる。しかしながら、拠点全体としては、ロボット開発以外の個々の成果が拠点形成にどのように貢献しているかが明確になっていない。

補助事業終了後の持続的展開については、本COEで始めた人材育成の試みは、以後も継続可能なものが多く、本拠点は既に立ち上げられているスーパーメカノシステム創造開発センターに移行することになっており、今後の円滑な運営が期待される。