

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

1. 機関の代表者 (学長)	(大学名)	東京電機大学	機関番号	32657
	(ふりがな<ローマ字>) (氏名)	HARASHIMA FUMIO 原島 文雄		

2. 大学の将来構想

当初申請時点での、本拠点を中心とした大学の将来構想の骨子を次にまとめる。

【申請当初の大学将来構想大枠】

- ・システム工学分野と、平成14年度に本プログラムへの申請を行った生命科学及び情報の2分野を基礎として、全キャンパス型のネットワークを用いたネットワーク結合型大学院である博士後期課程「先端科学技術創成研究科」の設置を計画した。
- ・本プログラムを基軸として、大学院博士課程の発展的改組並びに拡充を行うことを目指した。
- ・古くから研究についても重きを為し、かつ実務的な技術者の養成を進めるといふ本学の特色を活かしつつ、世界水準に伍した研究レベルでの卓越した推進拠点づくりを行うことで、世界の科学界・産業技術界をリードする創造的な能力を有する人材の育成を目指した。

【学長を中心としたマネジメント体制】

本学では、理工系大学としての伝統に基づき、学長の強いリーダーシップのもと、研究を拡充・発展させることに努めてきており、付置研究所として「総合研究所」「先端工学研究所（ハイテク・リサーチ・センターを含む）」「建設技術研究所」「フロンティア共同研究センター」の4つを設置した実績があり、私立大学としては稀有かつ極めて充実した研究施設を有していることにも現れている。本学では大学院教育をも重視するという学長の強い意向の下に、将来的には上述の両研究拠点を中心とした、キャンパスに依存しないネットワーク結合型大学院の博士後期課程「先端科学技術創成研究科」の開設を本申請当初に企図した。

大学運営に関し、学園に学長とは別に理事長を有する本学では、学長が大学院研究科と付置研究所、学部を統括する組織の長として位置付けられている。学長はこれら研究教育組織の長と有機的連携を保ちつつも、教育研究の最高責任者としての強いリーダーシップを発揮できる運営基盤を整えてきた。その延長として「基本理念、戦略の決定」「業務執行の連絡調整」「執行」の役割分担とその組織を明確に定め、全学的な教学上の基本戦略・基本理念を策定する「教学戦略会議」の設置を本拠点形成申請当初に計画した。

また、複雑・高度化する種々の研究教育課題に対処するべく、申請当初2名の学長補佐を本学では配置していたが、採択後には学長の個性輝くリーダーシップをさらに発揮するため、副学長制度を登用することを計画していた。

3. 達成状況及び今後の展望

【大学院博士後期課程の改組・先端科学技術研究科の設置】

学部を基礎とする大学院として工学研究科、理工学研究科及び情報環境学研究科に修士課程を設置、さらに工学研究科及び理工学研究科には博士課程を設置してこれまで一貫して体系的な研究教育体制を敷設してきた。また採択時の将来構想として大学院博士後期課程の再編が予定されていたが、当初の予定通り、平成18年度には、平成13年度開設の情報環境学部に将来的に接続する博士後期課程と、既設2研究科の博士後期課程を一本化した全キャンパス型ネットワーク結合型大学院として、「先端科学技術研究科」博士後期課程を設置した。採択された本COE拠点は、この博士後期課程の中核的専攻（先端技術創成専攻）として位置付けられている。本専攻の設立にあたっては、COE推進教員の多くが関わっており、COEを中心として学内組織再編が加速した成果の賜物であるといえる。平成19年度には、本COEプロジェクトの成果や学生支援内容を反映し、学生に「Human Adaptive Mechatronics」(HAM)学を指導するための教育カリキュラムの整備を進めた。

【大学運営体制の強化】

21世紀COEプログラム等戦略会議を平成14年度に設置、本COE採択後には「21世紀COEプロジェクト推進室」を設置し、大学運営と本COE関連活動を速やかに相互反映できる運営組織を発足した。平成18年度には研究活動を統括する「研究企画室」を設置し、さらに従来からある「教学戦略会議」を含めた組織改組を実施して「研究企画推進会議」として統合し、より広範囲な研究連携のための組織体制を強化した。

さらに当初2名だった学長補佐を4名に増員(各学部から1名づつ就任)し、事実上の副学長制度を導入。副学長を中心とした「学長補佐会議」において、本学の運営全般の基本的方針の策定を、社会的状況を踏まえて進めるとともに、学長補佐が学識理事として学園理

事会へ参画することにより、全学的取組の迅速かつ円滑な実施を実現した。

【新学部・新学科設立】

平成19年度には学部改編を行い、従来の工学部・理工学部は再編、さらに神田キャンパスに新学部「未来科学部」を開設し、同部においてロボット・メカトロニクス学科を新たに設け、本COE拠点形成における研究活動成果を迅速に活かせる実務教育を具現化した。これにより、3キャンパス5学部の充実した教育体制を構築した。ロボット・メカトロニクス学科の設立は、多くのCOE推進教員/協力教員/COEプロジェクト推進室教員が関わって成し遂げられたものであり、教育拠点の形成にも本COE活動が役立っている。

【博士課程学生増員対策】

当大学における博士課程の学生は決して多くなく、中間審査においても改善点として指摘され、当大学に関する課題点の一つであった。しかし、採択年度より本学が輩出した博士学位授与者は90名であり、そのうち本COE拠点の事業推進者が研究指導や審査を実施した授与者は16名に達しており、本COE拠点が博士課程学生の増員に大きく貢献している。さらに大学運営としての改善策の一つとしては先端科学技術研究科の統合を、また本COE拠点としては平成19年度にエストニアのタリン工科大学へ本学博士学生1名と、タリン工科大学から博士学生1名の短期交換留学を実施するなど、博士課程学生を増やす努力を継続している。

【研究施設・環境の整備】

本COEの鳩山キャンパスでの実質的な教育研究拠点形成のため、COE研究センター、大学院、学生クラブハウスを融合したCOE研究棟の建設計画を本COE採択後に発足し、平成16年12月に竣工、平成17年1月より新COEセンターを稼働させた。本研究棟には、研究スペース（約1100㎡）の他、大学院関係室、学生ラウンジ、クラブハウス等を備えており、研究拠点形成及び学生活動を支援する環境作りへの取り組みを行った。本棟の完成によりCOE研究活動の円滑化や加速化は言及するまでもなく、目に見える形でのCOE研究拠点の形成を示した波及効果は大きく、学生活動や他の研究交流にも良い影響を及ぼしている。またCOE神田拠点と産官学交流活動との相乗効果を狙い、平成17年度～平成19年度の間秋葉原クロスフィールドで、当大学エクステンションセンター、学内ベンチャー企業と併設し、研究活動、講演会等、多面的な活動を展開した。

【海外研究拠点と協力関係強化】

卓越した推進拠点づくりの一環として、海外研究拠点との連携強化を進めた。平成15年度には、Human-Friendly Welfare Robot System Research Center (HWRS-RC), (KAIST, 韓国), Human-Robot Interaction Research Center (KAIST, 韓国), Chung-Ang University (韓国)の工学部と、平成16年度にはInstitute for Problems in Mech. Russian Academy of Sciences (RAS) (ロシア)と、平成18年度には、Chinese Academy of Science (中国), Tallinn University of Technology (エストニア)と海外共同研究支援協定を結び、国際的研究協力体制を強化した。

【補助事業終了後の具体的施策】

大学院博士後期課程での研究推進を継続していく。研究内容は本COEのテーマであるHAMを学問体系にし、博士課程等で実践的なカリキュラムに結実させるなど、特に教育システムの確立を重要視した点に特徴を持たせる。

ポスドク等の採用を円滑且つ有効的に行うために、大型プロジェクトにおける研究支援者雇用制度を新たに制定した。また平成20年度からは、教員を任期付で採用する規程を整備し、研究のみならず教育を中心としたプロジェクト活動のバックアップを行う。さらに、継続して世界的レベルにある外国人教員の採用に重点を置き、客員教授の採用も積極的に行い、海外研究協力機関との連携を図る。

若手研究者育成の観点から、大学院博士後期課程学生の増加推進を行っている。先端科学技術研究科の改組設置により大学院研究活性化のポテンシャルが高いことを踏まえ、将来的にはスカラシップの授与も含めた新たな制度を鋭意検討していく。さらに、学術協定を締結する21大学との連携を深め、世界各国から優秀な研究員・研究生・大学院生等の受け入れを積極的に行う。大型プロジェクトに参加する博士後期課程の学生に於いては、経済的支援を行い、研究に集中できる環境作りを行う。

HAMという言葉が少なくとも制御関連学会では認知され、IEEE CCA/CACSD/ISIC Joint Conference (2006 Munich) 等の大きな国際会議において特別セッションが作られるようになってきた。また英国ではEPSRC HAM Network Project が推進されるなど、世界的にHAMという言葉が定着してきている。今後も国際会議等での研究・広報活動を進め、海外研究拠点との研究連携は維持、世界的レベルでの研究活動を発展的に継続させる。

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	東京電機大学	学長名	原島 文雄	拠点番号	H19	
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)	操作能力熟達に適應するメカトロニクス (Human Adaptive Mechatronics) ※副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ)					
研究分野及びキーワード	<研究分野:機械工学>(メカトロニクス)(人間機械システム)(ロボティクス)(情報システム)(制御システム)					
3. 専攻等名	先端科学技術研究科 先端技術創成専攻、数理学専攻、情報学専攻、機械システム工学専攻 (旧名称 理工学研究科 応用システム工学専攻、数理・情報科学専攻、工学研究科 電気工学専攻、電子工学専攻、機械工学専攻 平成18年4月1日改組)					
4. 事業推進担当者	計 19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) FURUTA KATSUHIKA 古田 勝久	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	システム制御工学・工学博士	拠点基盤形成推進総括、制御系グループリーダー 可変構造制御系の研究教育推進			
HARASHIMA FUMIO 原島 文雄	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	メカトロニクス工学・工学博士	拠点形成サブリーダー人間適應型ロボティクスの研究			
KANO HIROYUKI 狩野 弘之	先端科学技術研究科・数理学専攻・教授	システム制御理論・Ph. D.	人間-機械適應系モデリング手法の研究教育推進			
OTSUKA NAOHISA 大塚 尚久	先端科学技術研究科・数理学専攻・教授	システム制御理論・博士(理学)	人間-機械適應数理系の研究教育推進			
MORI MASATAKE 森 正武	先端科学技術研究科・数理学専攻・教授	数値解析学・工学博士	制御系数値最適化探索/CADアルゴリズムの研究教育推進			
HATAKEYAMA SHOSHIRO 畠山 省四朗	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	システム工学・工学博士	人間-機械適應系同定法の研究教育推進			
UCHIKAWA YOSHINORI 内川 義則	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	医用電子工学・工学博士	人間系グループリーダー 人間行動予測論の研究教育推進			
FUKUI YASUHIRO 福井 康裕	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	医用生体工学・Ph. D.	医用工学の研究教育推進			
MIYAWAKI FUJIO 宮脇 富士夫	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	心臓血管外科学・医学博士	人間系センシングシステムの研究教育推進			
SATO TAICHI 佐藤 太一	先端科学技術研究科・機械システム工学専攻・教授	メカトロニクス工学・工学博士	人間適應バイラテラルシステムの研究教育推進			
KOBAYASHI HARUMI 小林 春美	先端科学技術研究科・情報学専攻・教授	認知心理学、発達心理学、 言語心理学・Ph. D.	人間心理メカニズムに基づく評価方法の研究教育 推進			
MIYASHITA OSAMU 宮下 収	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	電子制御機器工学・ 工学博士	機械系グループリーダー メカトロニクス研究教育推進			
SAITO YUKIO 斎藤 之男	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	メカトロニクス工学・工学博士	人間適應メカトロニクス研究教育推進			
HANEYOSHI TOSHIMASA 羽根吉 寿正	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	パワーエレクトロニクス工学・ 工学博士	アクチュエータ/駆動制御システムの研究教育推進			
KURISU MASAMITSU 栗栖 正充	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	ロボット工学・博士(工学)	メカトロニクスシステムの構築・研究教育推進			
(平成17.8.1辞退) MASAMUNE KEN 正宗 賢	理工学研究科・応用システム工学専攻・助教授	医用精密工学・博士(工学)	人間系システムの研究教育推進			
(平成18.7.22辞退) KAKIKURA MASAYOSHI 柿倉 正義	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・教授	ロボット工学・工学博士	人間適應型ロボティクスの研究 人間適應メカトロニクス研究教育推進			
(平成19.3.31辞退) INABA HIROSHI 稲葉 博	先端科学技術研究科・数理学専攻・教授	システム制御理論・Ph. D.	人間-機械適應数理系の研究教育推進			
(平成19.4.1追加) SUZUKI SATOSHI 鈴木 聡	先端科学技術研究科・先端技術創成専攻・准教授	制御工学、ロボット工学・ 博士(工学)	人間適應型ロボティクスの研究 人間適應メカトロニクス研究教育推進			
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)	15	16	17	18	19	合計
交付金額(千円)	144,000	157,100	159,800	149,500 (14,950)	146,000 (14,600)	756,400

6. 拠点形成の目的

【目的】 機械を人間のように「賢く」するためインテリジェント化がメカトロニクスの世界にも導入されて数十年が経過した。人工知能や知識工学による人間の脳を模倣した高次機能の実現、情報融合による環境変化への自動適応化など、機械自身が自律的に賢くなる知能機械に関する研究は今も活発である。その一方で、人間が介在する人間-機械系システムでは、人間が環境の変化を認知判断するだけでなく、人間が機械の特徴や癖を熟達、すなわち人間が機械に慣れることが前提で設計されたものが多い。人間工学のように、人間が使いやすいようにシステムを設計する為に役立つ専門分野は存在するものの、機械が人間の熟達度を考慮して機械自身が変化するような積極的な操作支援システムの設計論の確立は未だ十分でない。

このような背景から本拠点では、「操作能力熟達に適應するメカトロニクス=Human Adaptive Mechatronics (HAM)」の概念を提案した。HAM概念が導入されたシステムでは、操作者の操作熟達度を同定し、支援は適切に行われる。従来は、機械の性能と操作能力の熟達が適合しなかったために、機械の高機能なメカトロニクスシステムが最高の機能を発揮しえなかった。また、操作者の技能が機械の性能を上回る場合には、HAMでは機械自体がその機能/形状を変化させることで、人間の能力を発揮するシステムを再構成している。このような新たな概念であるHAMを実現するために、電気・機械・情報システム工学を基礎に、従来のメカトロニクスの枠を超えた、生態学・心理学・医学などの複数の分野の研究者を集結し、プロジェクトタイプの研究を推進することにより、先端技術を創出するとともに技術を体系化し、学問として作りあげるプロセスにおいて研究教育の高度化を図ることが、本拠点の目的である。

【特色】 人間の能力及び熟達度に応じて機械自体あるいはマンマシンインターフェイスを適応/変化させて人間-機械協力系が機能を最大限に発揮したり熟達を支援したりするという概念自体が新規である。また人間と機械系のあり方を捉えるにあたり、俯瞰的な観点から、システム工学・機械工学・制御工学・生体

工学・医用工学・心理学まで包含した多角的方法論を駆使する研究は他に類を見ない。これまでに人間の操作運動特性を同定し、機械操作系が機能を発揮するように機械に対して制御系を設計する方法論の提案はあるが、人間が操作に習熟するにつれて機能特性を変化させることを考慮したものはない。

また、このような学際分野の研究・教育推進のためには、異なる専門分野の研究者の連携が必須である。東京電機大学で Human Adaptive Mechatronics Workshop を開催し、従来それぞれに協力関係のあった研究者を招聘することで、国内のみならず世界中の上記多分野に渡る優秀な研究者との情報交換の機会を設け、本拠点のみならず、世界中に新たな学問概念の発展のネットワークを構築することも本拠点の特色である。

【期待される成果】 東京電機大学ではこれまで医用工学に関連した研究・教育に力を注いで来たが、制御・メカトロニクス分野の研究との統合化研究に十分な力を注いでこなかった。本COE研究教育を通じ目的達成への道程を経る上で、本学の特色を生かしつつ世界に情報発信可能な研究教育拠点となることが期待できる。また応用としてのHAMは、さらに十分な能力をもたない障害者が操作する福祉機器などにおいても、その障害の回復に合せて機能を自律的に変化させる機械として有効に活用されることや、操作能力の拡張により従来複数人が必要であった作業の少人数化が達成できるという意味で、今後日本および世界が迎える高齢化社会への多大な貢献が期待できる。

また、健常者においても、機器に対する熟達度が低い初学者等への操作がより行いやすくなる機器が開発されるものと期待できる。

7. 研究実施計画

本拠点は、①人間系、②制御系、③機械系の3グループから構成し、重点項目の設定と相互における協力体制によって研究の推進を行う。さらに他大学との連携や、産業界の協力を得て、本大学の枠組みを超えた拠点の形成を図る。

研究の取り組み方針としては、人間もひとつの知能システムと考え、1. 情報の認識、2. 経験の蓄積、3. 知識の構築、4. 判断・操作の実行、の各機能を人間の生体信号(脳波・血流など)や心理的变化に基づき解析し、視覚・力覚からの情報を実時間で処理するシステムの開発が必要である。これらの課題に取り組むべく、先の3グループに以下の具体的な研究内容・目標を設定し、研究を促進する。

①人間系

HAMシステムにおいては、人間の五感(聴覚・視覚・触覚など)による感覚量は、主に操作者の心理等の内的感性に依存している。人間系グループでは、HAMにおける人間の内的状態モデルを構成する研究を主に行い、操作者の認知情報の定量化から、意思判読・解釈を実時間でモデル化し、機械と人間が協調して最大の機能を発揮できるように人間を支援する知能機械システムの構築を目的とする。具体的には感覚を含む言語理解の為の高次脳機能解明を目的とした脳波や脳磁界による生体信号計測、聴覚・感覚モデルの解析研究を行う。それらの適用例として生体信号に基づく人間・機械インタフェース技術、また、医用HAMシステムへの適用として、医用ロボット用ユーザインタフェースや手術支援ロボットシステム、補助人工心臓システムなどの研究開発に取り組む。

②制御系

制御系グループでは、HAM学の基盤を形成する制御系設計理論や、人間-機械系のモデリングに関する研究を行う。制御システムにおいて、機械のみならず操作者をも制御対象としてシステム全体を構成する方法論の確立と共に、操作者の熟達に応じて最も好ましい特性を発揮するように制御対象を環境や状況に適応させるシステム設計法を確立する。また、人間-機械系の制御出力を良好に保つために、熟達した

人間の動作を機械により実現できる手法について研究・開発を行う。人間は基本的に不確かなパラメータを有する極めて複雑かつ再現性の乏しいシステムであるため、より広く不確かなパラメータを有するシステムの理論的研究についても行っていく。また、人間-機械系のような物理システムの運動や最適化問題の解を効率的に得るために、数値計算ツールとして利用可能な数学的な理論の展開も行っていく。このように人間や機械を含むサブシステムの関係が動的に変化することを陽に考慮した可変拘束系のモデリング、人間適応型システム制御の数理モデルの構築と解析、人間内的情報の可観測性/可利用性、非線形適応制御系の設計法について研究する。

②機械系

HAMにおける人間と機械のインタフェース機器に関する研究を行うことを目的としている。人間への情報伝達にはセンサリーフィードバックとしての物理的振動や光刺激による手段がある。人間系を含む操作支援機能システムに関しては、ビジョン・力フィードバック制御の基礎となる内部モデル制御があり、古田が特許を取得している。フェールセーフ機能に加え危険回避をバイラテラルサーボ系に組み込んだハイブリッドアクチュエータの開発や、筋の拮抗作用を重視したマルチモータによるアクチュエータの開発などを推進する。ここでの研究対象は機能的な福祉介護機器としてユーザフレンドリーな移乗用福祉ロボット、動力義手、高次脳機能評価機器であり、HAMに基づいて設計から試作までを視野に入れた開発研究に取り組む。

8. 教育実施計画

本COEを進展させるためには従来の大学院教育課程に加え、柱となる分野における教育体制を整えることが必須である。既に HAMの関連として理工学研究科において、知能機械システム考究、電子情報システム考究、制御システム工学考究、システム情報考究がある。HAMを直接教育する場として本学理工学研究科応用システム工学専攻(博士課程)および数理・情報科学専攻(博士課程)内に新しい考究、すなわち「人間適応型メカトロニクス考究」および「人間・ロボット協調システム考究」を設置する。さらに拠点の基盤となる大学院研究科の体制については、本COEを中核とする全学的な統合により HAM学の総合教育拠点としての形成を目指す。

研究室を超えた幅広い人材育成のため、HAM研究に関する意見交換および研究指導の場所として研究会や講義を開催する。また本研究の活動と成果の公開のため、広く社会への公開講座等を実施する。

トップレベルの研究者を養成するための体制と予算措置を図る。具体的にはCOE研究専任の期限付き若手教授(1)・助教授(1)・講師(1)を採用し、研究メンバーに加えることで平均年齢を下げると共に、計画終了後の継続的発展を図る。博士学位の取得を目指す研究者を期限付き助手(嘱託助手)に採用することで研究生活支援を行い、特に付置研究所の助手育成についても十分配慮する。さらに”技術は人なり”という本東京電機大学の教育思想を活かし、理論から実際的成果に至る研究・教育風土を進展させる。国際的な交流を通して教育を促進する為に、特にアジア地域からの優秀な大学院生の受け入れを進め、招聘外国人教員による英語講義など国際化を標準とした教育カリキュラムを整備する。また企業から社会人博士学生を多く採用すると共に企業との共同研究をさらに進め、実学に基づく東京電機大学の特徴を活かした研究・教育の活性化を総合的に図る。

本研究の活動と成果の公表は、国内外の会議・シンポジウム・学術雑誌をはじめ、公開講座・本学で開催予定のHAMワークショップを通じて積極的にを行う。さらに、ネット上に「HAMジャーナル」を発刊する。

【各研究グループの教育体制】

① 人間系

HAMにおける人間の動作や活動(感覚, 生体信号, 感情表現)の把握とモデル化およびHAMインタフェース装置開発のため、医用工学・生体工学・人間工学・心理学等の見地から知識と関連工学技術の修得を目指して、それらを総合的に学ぶ教育環境を整える。

② 制御系

基礎的なシステム制御理論と関連する数学の基礎まで教育する。特に理論的な成果を実際の機器開発に結びつける方法論として、モデリングからシステム設計までの教育に重点を置き、開発されたアルゴリズムをFPGAのようなASICまで落として実システムへの実装を可能にするシステム開発法に関する教育を行う。産業界からの技術情報も逐次積極的に受け入れ、常に実用性を重視した実戦的なカリキュラムを整備する。

③ 機械系

HAM装置の具現化と評価のためには、信号処理を担うセンサ回路と制御回路のためのアナログおよびデジタル電子回路とコンピュータ、また機械制御としてアクチュエータ等の制御要素はもとより、モータドライブ技術を含む広範な電気機械・パワーエレクトロニクスの知識・機械設計技術を学べる教育環境を整備する。特にメカトロニクス設計開発についての教育を強化する。

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

本COEプログラムは、「操作能力熟達に適應するメカトロニクス-Human Adaptive Mechatronics (HAM)」という新たな概念のもとに、知能機械に関する世界最高水準の研究教育拠点を形成することを目的とした。以下の(i)-(iii)に示す理由から、本COEプログラムは確実に「目的は十分達成した」と判断する。

(i) 活動拠点の整備拡充を行い多数の優れた研究成果を得た。 拠点環境の整備として、鳩山キャンパスに、COE研究センター、大学院、学生クラブハウスを収容するCOE研究棟を建設し、平成17年1月より稼働させた。また平成17年には神田キャンパスに設立したCOE研究センターと産官学交流活動との相乗効果を目標に、秋葉原ランチを設置した。この波及効果は大きく、学生活動や国内外の研究交流の活性化に大きく貢献した。

研究は人間系、制御系、機械系の3グループ体制のもと、多数の海外研究者との協力関係を築きつつ進めた。その結果、脳・手の動き・視線との関連による熟達の定量化、熟達操作に対する人間の特性同定、熟達を促進する制御系設計など、HAM学の基礎となる多数の成果を得た。さらに実証研究として手術支援ロボット、各種マン・マシン・インタフェース、センサ用移動カプセル型ロボットを開発し、研究成果を目に見え体験できる形で示した。5年間の主な発表として、学術誌論文146件、国際会議論文388件、国際会議でのplenary等の招待講演13件があり、また学生の受賞4件がある。

(ii) 大学院博士後期課程の全学的な改組、統合を行い若手研究者育成のための体制を強化した。 大学院研究科の体制を再構築し、拠点形成の基盤を確立した。平成18年に、既設の工学研究科と理工学研究科の博士課程を改組、統合し、全キャンパス型ネットワーク結合の「先端科学技術研究科」を新設した。本COEはその中核的専攻の一つ「先端技術創成専攻」として位置づけた。HAMを直接教育する場としては、平成15年度後期にすでに理工学研究科に「人間適応型メカトロニクス考究」、工学研究科に「人間・ロボット協調システム考究」を開講していたが、さらに新研究科においてHAM考究として設置するなど、学生にHAM学を指導する教育カリキュラムの強化に取り組んだ。連動して、学部においては、ロボット・メカトロニクス学科を創設した。

(iii) 様々な国際的活動によってHAMが東京電機大

学発の新しい概念として認知され定着しつつある。

本COEの研究活動や得られた研究成果の国内外に向けた情報発信を積極的に行い、HAMの概念も着実に定着してきた。例えば、Maki K. Habib氏による解説「Mechatronics」(IEEE Industrial Electronics Magazine, Vol.1, No.2, 2007)では、HAMの概念が一般的に解説されている。また、工学の研究および教育を支援する英国政府の主要基金機関EPSRCの支援を受けて、東京電機大学を始めとするいくつかの日本の大学と英国との大学との間で、UK-Japan Network on HAMが構築され、平成19年には数回のHAM meetingが開催された。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

若手研究者の育成、支援を積極的に推進し、また彼らは活発な研究活動を行い本COEに多大の貢献をした。

まず採用については、5年間に博士後期課程の学生とポスドクを13名、研究支援者(RA)として採用した。また留学生の積極的な確保をめざしてH17年度入学者より、本学協定校を中心とした外国人特別入試を実施し、授業料減免もしくは免除の措置をした。この制度によりベネズエラから大使館推薦による国費留学生を受け入れ、また一般入試により韓国から私費留学生を受け入れた。一方、COE研究支援教員の採用にも努めた。平成16年には学内の予算措置を受けCOE専任教員を2名、平成17年に1名の計3名を採用し、また、国内外の大学から計5名をCOE研究支援教員として採用した。

若手研究者の育成の手段としては、前述の博士後期課程による教育のほか、大学院生向けの公開講座にHAM研究の講座を組み込み、研究の浸透を行った。また、外国人客員教授による学生向けの中長期的特別講義を、平成17年度に4件、平成19年度に1件、それぞれ4~8回開催した。平成18年度より学生企画のワークショップ「COE Student Workshop on HAM」を計3回開催した。学生の研究発表をはじめ、企業から技術者を講師として招き、ものづくりの実際について聴講する機会や、学生同士で率直に議論する場を設け、学生がHAM研究に対し積極的に関わる姿勢を養うことが出来た。

本COEに関係する若手研究者は順調にその業績を伸ばし、新設されたロボット・メカトロニクス学科の教員になるなど研究教育者としてのキャリアを開始している。本拠点の人材育成の成果は大きいと考える。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

本COEの目的は、HAMという新たな概念のもとに、知能機械に関する世界最高水準の教育研究拠点の形成することであった。特に、従来のメカトロニクス枠を超えた医学や心理学までも含む幅広い分野の研究の融合をめざした。本COE独特の異分野間の融合、さらに多数の海外研究者との協力を通して、HAM学の構築に向けて多くの学術的知見が新たに得られた。研究は、目的に応じてプロジェクトを組織し進めた。以下に代表的な研究を説明する。

(i)人間系グループ：高次脳機能イメージングについて、人間の特性を評価するための生体信号の計測と信号処理法の開発を行いマン・マシン・インタフェース技術応用として眼電図（EOG）情報に基づく眠気の評価アルゴリズムを創出し、眠気推定・警報システムを開発し、人間の特性の一つである「眠気」の定量評価法の有効性が確認された。また、医用システムへの応用として、HAM技術を用いた補助人工心臓の開発では、拍動型人工心臓において、複雑な制御がなくとも生体の機構に類似した機能をデバイスに付加させることで、ある程度生体に適応した駆動が可能であること、また、より生体に適した駆動を行うためのポンプデザインや制御方法など、人間適応型補助人工心臓の開発に必要な知見と技術が明らかとなった。医用ロボットについては、Scrub Nurse Robot（SNR：器械出し看護師ロボット）を世界に先駆けて提唱し、開発した。また、SNRの到達目標も単なる手術器具授受ロボットではなく、執刀医が次に要求する器具を予測しあらかじめ準備することによって的確なタイミングで提供するロボットである。この高度知能化達成に際し、SNRに外科手術を理解させ認識させるために外科手術のモデル化を世界に先駆けて着手するとともに国際共同研究（エストニア・タリン工科大学）を実施してきている。

(ii)制御系グループ：人間操作支援のための制御系の設計解析法として、操作者の操作限界によって引き起こされる不安定性の解析とその制御系設計に関する知見が得られ、その知見に基づき、一輪車運転支援システムを開発した。また操作支援の程度を安定的に変えることの出来る制御システムを提案した。HAMの基礎に関する適応制御系の設計、非線形系の同定法、非線形制御系の設計等においても多くの成果を得た。特に、操作者の操作限界に関する研究は、平成15年12月のIEEE CDC(Int. Conf. on Decision and Control)においてPlenaryで発表され、注目を集めた。さらに平成16年8月のMMAR (Methods and Models in Automation and Robotics) のPlenary で発表され、ポーランド科学ア

カデミーの機関誌に掲載された。

(iii)機械系グループ：人間と機械のインタラクションにおける操作熟達について、主に操作者の特性に関する知見を得た。研究方法は、具体的な実験装置を試作し、機械操作を行う人間の熟達（学習効果など）の定量化の方法を考案し、その指標により操作熟達を検討している。特に、視線分析による機械操作者の熟達レベルの検討、音と操作能力の関係の解明と応用、ロボットの遠隔操作の定量分析、ブロック積木の組み合わせ過程の学習効果、などにおいて顕著な成果を得た。機能的近赤外分光計測装置や視線計測など従来にない人間計測システムの導入と、認知心理学などの人間科学分野の研究者との協力により研究が進められた。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

本COEの基本テーマである「熟達」は、人間・機械・制御の研究者の有機的連携によってはじめて解決される問題である。実際、複数分野の研究者からなるプロジェクト研究を組織して研究を実施した。代表的な研究としては、手術支援システム(Scrub Nurse Robot)の開発、機能的近赤外分光計測装置による脳からの熟達解明、熟達支援のためのダイナミックシミュレータの開発、カプセル移動ロボットの開発、などがある。工学や医学、認知心理学分野の研究者間の緊密な連携の結果として多数の共著論文を発表するとともにHAM理論の実証研究として高い評価を受けた。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

本COEは、HAMという新しい概念を創出したこと、学際的研究によりHAM学の基礎を確立したこと、および海外の研究者・研究機関との協力関係を構築したこと、などから、国際競争力のある大学作りに大いに貢献したと考える。前述のように、HAMの概念は、国際的に注目・認知され、本COEにおいて数多くの先駆的な研究が行われた。

国際的協力関係については、韓国KAISTの研究チーム、韓国のChung-Ang大学工学部、ロシア工学アカデミーIPMechとメモランダムを交換、相互の共同研究促進のための礎を築いた。またK. J. Aström(スウェーデン・ルンド大学)、E. J. Davison(トロント大学)、M. Buss(ミュンヘン工科大学)、M. Tomizuka(カリフォルニア大学バークレイ校)、Z. Bien (KAIST)、C. Park (Kyun Hee 大学)、J. Vain(タリン工科大学)、の各教授を始め多数の海外研究者と、客員教授や共同研究者として緊密な協力関係を築き共著論文等の成果を得て

いる。平成17年にはミュンヘン工科大学のBuss教授と協力し、ドイツHigh-Fidelity Telepresence and Teleaction Systems Centerとの共同ワークショップを開催した。これは、日独交流活動「日本におけるドイツ年」の一環として秋葉原ランチで開催された。

6) 国内外に向けた情報発信

国内外に向けた情報発信は活発かつ効果的に行われた。第一は、本COEで得られた研究成果の学術雑誌や国際会議などでの公表であり、電気、電子、情報、機械、制御、心理など多岐にわたる学問分野での発表を行った。また本COE初年度に第1回COE国際フォーラムを開催、さらに年度毎にCOEワークショップを開催し研究発表と討論を行った。

第二にHAMをテーマとする特別セッションやワークショップがIEEEを始めとする様々な国際会議（ICMT2004, RO-MAN2005, ICMT2005, ICCAS2005, CCA2006, ICMT2007）で開かれた。また本COEからCoeditor-in-Chiefとして韓国KAISTの学術誌Int. J. of Assistive Robotics and Mechatronicsの発行に協力した。同誌には本COEグループリーダーがGuest EditorとなってHAM特集を3回にわたり企画し発行された。さらに、IEEE Trans. on Industrial ElectronicsでのHAM特別企画が行われ、Int. J. of Modeling, Identification and ControlでHAMの特集号が生まれ、現在、発行に向けて作業が進められている。

第三に、本COE活動と研究成果を社会へも公開し、地域社会、産業界と連携するための組織作りに配慮した。具体的には、秋葉原ランチを開設し、本学の産官学交流センターと連携させ、公開講座の定期的な開設や学内発ベンチャーの支援、COE神田拠点を中心とした研究会や講演など研究交流会を行った。本COEの活動全般の情報発信のため、webのホームページを基本的な手段として利用した。

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HAM学という新しい学問体系の構築をめざす拠点形成のため効果的に使用した。機能的近赤外分光計測装置など熟達の定量化研究のための計測装置の導入、ダイナミックシミュレータなど操作熟達を支援する実験システムの開発、HAM手術支援システムなどHAM理論の実証システムの開発など、大型研究装置の導入や開発に重点的に使用され本COEにとって大変効果的であった。また若手研究者の育成を目的として、博

士課程学生やポスドクを研究支援者として採用し人件費を支出した。採用の際の選考は組織的かつ厳正に行われた。研究発表のための国内外の出張経費、外国人研究者の招へいのための費用なども有効に使用された。

②今後の展望

本COEプログラムでは、HAMという新しく提唱した概念のもと、知能機械に関する先駆的な研究が行われた。また本プログラムでの国内外への情報発信など、様々な国際的活動によってHAMが新しい概念として認知され定着しつつあるところであり、さらにHAMに関する研究が活発化している。またH19年度に開催された第5回COE-HAMワークショップでは、ラウンドテーブルディスカッションやパネルディスカッションなどによって集中的な討論をした。特に海外からの研究者によって5年間の活動が高く評価され、また今後の課題が整理されHAMへの高い期待が表明された。新しい学問分野としてのHAM学の確立に向けてのなお一層の努力が期待されている。

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）

本COEの拠点形成によって、従来のメカトロニクスの枠を超えて医学や心理学までの研究の融合を含む、特徴ある先端的な学際領域が創出された。日本が得意とするメカトロニクスに、今回、HAMが東京電機大学発、従って日本発の新たな概念として提唱され、新しい学問分野が開拓されるとともに、さらにその確立に向けての道筋がつけられた。国内外に多大の学術的影響を与えたと共に、先端技術として社会に還元されると考える。

学内的には、特に大学院の組織改編や新学科開設として大学の発展に寄与し、若手研究者の育成、輩出に大きく貢献した。

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	東京電機大学	拠点番号	H19
拠点のプログラム名称	操作能力熟達に適應するメカトロニクス		
<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> <p>【【主な論文】】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>A. Patete, K. Furuta, M. Tomizuka, Stability of self-tuning control based on Lyapunov function, IJ of Adaptive Control and Signal Processing, 10.1002/acs.1027, Published online, 2008</u> 2. <u>M. Izutsu, Y. Pan, K. Furuta, Swing-up of Furuta Pendulum by Nonlinear Sliding Mode Control, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, 1-1, pp. 12-17, 2008</u> 3. <u>K. Furuta, Y. Kado, Y. Pan, Assistive Control System for Skill Acquisition – Balancing Pendulum-, International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics, Vol 8, No. 4, pp. 47-55, 2007</u> 4. <u>K. J. Åström, M. Iwase, K. Furuta, J. Åkesson, Safe Manual Control of Pendulums - A Human Adaptive Mechatronics Perspective -, International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics, Vol. 7, 1, pp.3-11, 2006</u> 5. <u>K. Furuta, M. Iwase, S. Hatakeyama, Internal Model and Saturating Actuator in Human Operating Action from View of Human Adaptive Mechatronics, IEEE Transaction on Industrial Electronics, Vol. 52, 5, pp.1236-1245, 2005</u> 6. <u>畠山省四朗, 岩瀬将美, 原拓也, On an Optimal Choice of Input for Identification of Continuous-Time Transfer Functions, 日本シミュレーション学会論文集, 24-1, pp. 66-74, 2005</u> 7. <u>X. Chen, H. Kano, State Observer for a Class of Nonlinear Systems and Its Application to Machine Vision, IEEE Trans. On Automatic Control, 49-11, pp. 2085-2091, 2004</u> 8. <u>H. Kano, H. Nakata, C. F. Martin, Optimal Curve Fitting and Smoothing Using Normalized Uniform B-Splines: A Tool for Studying Complex Sytems, Applied Mathematics and Computation, 169-1, pp. 96-128, 2005</u> 9. <u>H. Fujioka, H. Kano, H. Nakata, H. Shinoda, Constructing and Reconstructing Characters, Words and Sentences by Synthesizing Writing Motions, IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part A, 36-4, pp. 661-670, 2006</u> 10. <u>H. Fujioka, H. Kano, Character Modeling and Synthesis from Human Handwriting Motions with Esthetic Evaluation, International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics, Vol. 8, No. 4, pp. 37-46, 2007</u> 11. <u>H. Kano, M. Egerstedt, H. Fujioka, S. Takahashi, C. F. Martin, Periodic Smoothing Splines, Automatica, 44-1, pp. 185-192, 2008</u> 12. <u>H. Fujioka, H. Kano, Design of cursive characters using arm dynamics as a generation mechanism, Advanced Robotics, Vol.20, No.7, pp. 825-848, 2006</u> 13. <u>N. Otsuka, A Note on Generalized Invariant Subspaces for Infinite-Dimensional systems, IMA Journal of Mathematical Control & Information, Oxford Univ. Press, 21, 2, pp. 175-182, 2004</u> 14. <u>N. Otsuka, A Necessay and Sufficient Condition for Parameter Insensitive Disturbance-Rejection Problem with State Feedback, Automatica, Vol. 42, No. 3, pp. 447-452, 2006</u> 15. <u>N. Otsuka, Parameter Insensitive Disturbance-Rejection Problem with State Feedback for Uncertain Linear ω-periodic Discrete-Time, Journal of the Franklin Institute, 344-8, pp. 1091-1101, 2007</u> 16. <u>N. Otsuka, Necessay and Sufficient Conditions for Parameter Insensitive Disturbance-Rejection Problem with Dynamic Output Feedback, IMA Journal of Mathematical Control & Information, 24-4, pp. 507-522, 2007</u> 17. <u>M. Muhammad, A. Nurmuhhammad, M. Mori, M. Sugihara, Numerical Solution of integral equations by means of the Sinc-collocation method based on the double exponential transformation, Journal of Computational and Applied Mathematics, 177, pp. 269-286, 2005</u> 18. <u>M. Mori, Discovery of the Double Exponential Transformation and Its Development, Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences Kyoto University, 41-4, pp. 897-935, 2005</u> 19. <u>M. Mori, T. Echigo, Numerical Green's Function Method Based on the DE Transformation, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, 23-2, pp. 193-205, 2006</u> 20. <u>A. Nurmuhhammad, M. Muhammad, M. Mori, Sinc-Galerkin method based on the DE transformation for the boundary value problem of fourth-order ODE, Journal of Computational and Applied Mathematics, 206, pp.</u> 			

17-26, 2007

21. A. Umemura, T. Haneyoshi, Y. Saito, F. Harashima, Discrete-time Model Following Control of Inverter with Rectifier Load, *Electrical Engineering in Japan*, 158-2, pp. 72-81, 2007
22. 佐藤太一, 田中基八郎, 音・ことばに対する人の感性とその工学的利用, *日本ロボット学会誌*, 24-6, pp. 716-719, 2006
23. T. Sato, K. Oyama, M. Iimura, H. Kobayashi, K. Tanaka, Control of Human Generating Force by Use of Acoustic Information – Utilization of Onomatopoeic Utterance, *JSME International Journal Series C*, 49-3, pp. 687-694, 2006
24. T. Sato, M. Ohno, K. Tanaka, Extraction of physical characteristics from onomatopoeia - relationship between actual sounds, uttered sounds and their corresponding onomatopoeia *Forum Acusticum 2005*, pp. 1763-1768, 2005
25. F. Miyawaki, Y. Takano, D. Satoh, A. Akiba, T. Kawamura, Y. Kanamori, T. Konno, T. Fujii, Evaluation of Recovery Directed Left Ventricular Assist Device Using Isolated Perfused Rabbit Hearts, *ASAIO Journal*, 50-4, pp. 316-320, 2004
26. F. Miyawaki, K. Masamune, S. Suzuki, K. Yoshimitsu, J. Vain, *Scrub Nurse Robot System – Intraoperative Motion Analysis of a Scrub Nurse and Timed-Automata-Based Model for Surgery*, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 52-5, pp. 1227-1235, 2005
27. K. Ohnuma, F. Miyawaki, T. Sadahiro, K. Yoshimitsu, K. Masamune, Y. Fukui, Development and Assessment of Real-Time Visual Recognition System for Scrub Nurse Robot, *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, Vol. 8, No. 4, pp. 14-24, 2007
28. 吉光喜太郎, 宮脇富士夫, 貞弘晃宜, 大沼健太郎, 橋本大定, 正宗賢, 腹腔鏡下手術支援用 Scrub Nurse Robot の開発, *計測自動制御学会論文集*, 43-7, pp. 589-598, 2007
29. S. Suzuki, K. Kurihara, K. Furuta, F. Harashima, Assistance Control on Haptic Systems for Human Adaptive Mechatronics, *Journal of Advanced Robotics*, 20-3, pp. 323-348, 2006
30. F. Harashima, S. Suzuki, Future of mechatronics and human machine operation skill and visual perception, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, 1-1, pp. 18-25, 2008
31. H. Kobayashi, T. Yasuda, S. Suzuki, The relations between development of human's manipulative skills and physiological signals of brain and hand, *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, 7-1, pp. 49-61, 2006
32. T. Sato, K. Oyama, M. Iimura, H. Kobayashi, K. Tanaka, Control of Human Generating Force by Use of Acoustic Information – Utilization of Onomatopoeic Utterance, *JSME International Journal Series C*, 49-3, pp. 687-694, 2006
33. H. Kobayashi, T. Yasuda, Micro-Slips in the Development of an Everyday Skill, *Studies in Perception and Action IX*, pp. 107-110, 2007
34. 植野彰規, 新井研, 宮下收, 三層網膜細胞モデルとモンテカルロ法によるマッハ効果錯視の模擬, *電気学会論文誌 C*, Vol. 127, No. 10, pp. 1699-1704, 2007
35. S. Suzuki, J. Kolodko, F. Harashima, Development of Eye Gaze Tracking as HAM-device, the *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, 7-1, pp. 41-48, 2006
36. E. Sato, T. Yamaguchi, F. Harashima, Natural Interface Using Behavior for Human Robot Gestural Interaction, *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, 54-2, pp. 1105-1112, 2007
37. Y. Uchikawa, B. S. Kim, K. Kobayashi, A 3-D measurement of biomagnetic field and its application, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 304, pp. 128-132, 2006
38. A. Ueno, S. Kokubun, Y. Uchikawa, A Prototype Real-time System for Assessing Vigilance Levels and for Alerting the Subject with Sound Stimulations, *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, Vol.8, No. 1, pp. 19-27, 2007
39. B. S. Kim, Y. Uchikawa, Waveform Analysis of SEF to Three Different Finger Stimulations based on 3-D Magnetic Measurement, *Journal of the Magnetics Society of Japan*, Vol. 32, No. 1, pp. 2-6, 2008
40. 大沼健太郎, 正宗賢, 貞弘晃宜, 吉光喜太郎, Juri Vain, 橋本大定, 福井康裕, 宮脇富士夫, 腹腔鏡下手術支援システムのための術者動作解析と Timed Automata による手術シナリオモデルの構築, *計測自動制御学会論文集*, 43-8, pp. 679-688, 2007

【本プログラムで公刊したもの】

1. Proceedings of the COE Workshop on Human Adaptive Mechatronics, 2003 ~ 2007 毎年発行

【本プログラム特集号のジャーナル】

1. *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics*, Vol. 7, No. 1, 2006, Vol. 8, No. 1, 2007, Vol. 8, No. 4, 2007 (HAM特集号)

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. **COE研究講演会「重症呼吸不全治療における医工の連携と今後の展開」**
 [日時]平成15年12月13日(土) [場所]お茶の水総評会館 参加人数:61名(外国人3名)
 [招待講演者] Robert H. Bartlett(ミシガン大学・米国)、樋上 哲哉(島根医科大学)
2. **The 1st COE INTERNATIONAL FORUM 及び The 1st COE WORKSHOP** [日時]平成16年3月4日(木)~6日 [場所]本学神田キャンパス・鳩山キャンパス [参加人数]3日間延べ336名(外国人24名) [招待講演者] Karl J. Åström(ルンド工科大学・スウェーデン)、吉川 弘之(産総研理事長)、Roger W. Brockett(ハーバード大学・米国)
3. **「ICMT2004」 Invited Session (technical-co-sponsor)** [日時]平成16年11月10日(水) [場所]ベトナム・ハノイ [場所]31名(外国人23名) [招待講演者]古田勝久(東京電機大学)、宮下収(東京電機大学)、正宗賢(東京電機大学)
4. **The 2nd COE WORKSHOP** [日時]平成17年3月4日(金)~3月5日(土) [場所]本学鳩山キャンパス [参加者]2日間延べ210名(外国人13名) [招待講演者] Tomizuka Masayoshi(カリフォルニア大学バークレー校・米国)、Z. Zenn Bien(韓国科学技術院・韓国)、Juan Luis Cabr(Centro de Fisica Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas・ベネズエラ)
5. **ICCAS2005, International Conference on Control, Automation and Systems**
 [日時]平成17年6月2日(木)~6月5日(日) [場所]韓国・京畿道 [本学からの参加者]5名及び大阪大学魚崎勝司教授(大阪大学)
6. **The TDU COE-UK EPSRC Joint Workshop on HAM**
 [日時]平成17年7月25日(月) [場所]本学鳩山キャンパス [場所]88名(外国人8名)
 [招待講演者] Hongnian Yu(スタッフオードシャー大学・英国)、David H. Owens(シェフィールド大学・英国)、Gurvinder S. Virk(リーズ大学・英国)
7. **「RO-MAN2005」 14th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Invited Session**
 [日時]平成17年8月13日(土)~8月15日(月) [場所]米国・ナッシュビル [本学からの参加者]7名 [招待講演者] Kazuhiko Kawamura(バンダービルト大学・米国)、大西謙吾(大分大学)、Jung-Hoo Hwang(韓国科学技術院・韓国)
8. **JI - COE/HAM-SRB453 Workshop on Human Adaptive Mechatronics and High Fidelity Telepresence**
 [日時]平成17年10月6日(木) [場所]COE秋葉原ランチ [参加者]58名(外国人14名)
 [招待講演者] Karl J. Åström(ルンド工科大学・スウェーデン) Martin Buss(ミュンヘン工科大学・ドイツ) Carsten Preusche(ドイツ航空宇宙センター・ドイツ)
9. **「ICMT2005」 Invited Session (Human Adaptive Mechatronics)**
 [日時]平成17年12月5日(月)~12月8日(木) [場所]マレーシア・クアラルンプール [本学からの参加者]8名
10. **The 3rd COE WORKSHOP**
 [日時]平成18年3月3日(金)~3月4日(土) [場所]本学鳩山キャンパス [参加者]200名(外国人13名) [招待講演者] Bijoy K. Ghosh(ワシントン大学・米国)、Yun-Hui Liu(香港中文大学・中国)、Jüri Vain(タリン工科大学・エストニア)
11. **CCA2006/CACSD/ISIC Joint Conference**
 [日時]平成18年10月4日(水)~10月6日(金) [場所]ドイツ・ミュンヘン [本学からの参加者]7名及びHyong-Euk Lee(韓国科学技術院・韓国)
12. **The 4th COE WORKSHOP**
 [日時]平成19年3月2日(金)~3日(土) [場所]本学鳩山キャンパス [参加者]200名(外国人12名) [招待講演者] Michael Beetz(ミュンヘン工科大学・ドイツ)、Dong-Soo Kwon(韓国科学技術院・韓国)、小菅一弘(東北大学)
13. **「ICMT2007」 Invited Session HAM Special Workshop (Future and Perspective of Human Adaptive Mechatronics)**
 [日時]平成19年11月5日(月)~11月9日(金) [場所]韓国・蔚山 [参加者] Invited Session 及び Special Workshop 100名(本学参加者12名) [招待講演者] Karl J. Åström(ルンド工科大学・スウェーデン)、Z. Zenn Bien(韓国科学技術院・韓国)
14. **The 5th COE WORKSHOP**
 [日時]平成19年11月16日(金)~17日(土) [場所]メトロポリタンホテル(池袋)・本学 [参加者]230名(外国人13名) [招待講演者] Philippe Lataire(ブリュッセル自由大学・ベルギー)、Lutz Trahms(ドイツ連邦物理工学研究所・ドイツ)、Chongkug Park(慶燕大学・韓国)

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

1. 大学院教育体制の再構築

拠点形成の基盤となる大学院研究科の体制については、強力な再構築を進めた。当初から予定していた新研究科については、平成13年度開設の情報環境学部へ接続する博士課程設置の新設と、既設2研究科の博士課程の将来像等について総合的に検討した結果、大学として一本化した博士後期課程「先端科学技術研究科」を発展的に設置し、本COEもその中核的専攻の一つ「先端技術創成専攻」として位置づけた。この先端科学技術研究科は平成18年度に開設した。COEが中核を担うこの新体制は、理論、システム開発、メカトロニクス設計等のHAM的な総合教育を目指している。

2. 国内外からの博士後期課程学生及びポスドク研究支援者（RA）の採用

平成15～19年度の間、博士後期課程の学生とポスドクを13名、研究支援者(RA)として採用した。RAは、博士後期課程での研究概要、今後の研究計画、指導教員の推薦書をもとに、リーダーズ会議において厳正に選考した。COE研究に関わり、専門分野を超えた研究ミーティング等を行い、HAMの融合を目指した研究活動を行った。また、国際的交流を通して教育を推進させるため、平成17年度入学者より、本学協定校を中心に外国人特別入試を実施した。外国人志願者に対し、書類審査による合否判定を行い、授業料減免もしくは免除した。この制度により、ベネズエラから大使館推薦による国費留学生を受け入れた。また、一般入試により韓国から私費留学生を受け入れるなど、世界各地から優秀な大学院生を確保した。採択年度より事業推進者が指導を行った博士学位授与者は16名である。

3. HAM関連授業の設置

HAMを直接教育する場として、「人間適応型メカトロニクス考究」と「人間・ロボット協調システム考究」のHAM考究を大学院博士後期課程に設置した。また、外国人客員教授による博士後期課程学生向けの集中的な特別講義を、平成17年度に4件、平成19年度に1件、それぞれ4～8回開催した。様々な観点からのHAM研究を幅広く学生に浸透させることが出来たと同時に、外国人客員教授との直接対話により、英会話能力を高めることが出来た。また、学生の個々のHAM研究に対し直接アドバイスをもらう貴重な機会を持つことが出来た。

4. COEセミナー・公開講座の開催

若手研究者および学生に国際的に高いレベルの研究を学ぶ機会として、海外から多数の著名な教授を招聘したCOEセミナーを、平成15年度は計10回、平成16年度は8回、平成17年度は10回、平成18年度は9回、平成19年度は9回、計46回開催した。日頃接することの出来ない著名研究者のセミナーは若手研究活動の活性化の一助となった。また、本COEの中核となる先端科学技術研究科が主催した大学院生向けの公開講座にHAM研究の講座を組み込み、HAM研究の浸透を行った。

5. COE学生研究ミーティング・全体ミーティングの定期的開催

研究室を超えてHAM研究に関する意見交換および研究指導を行う場として、リーダー、各グループリーダーをはじめCOE関連教員と学生が参加する、目的に応じたミーティングを複数開催した。具体的には、様々な学科専攻の学生が出席し、COEに関連する様々な理論や研究紹介、討議を中心とした研究会「学生研究ミーティング」、COE関連教員と学生全員が研究成果を発表する「全体ミーティング」、COE研究支援教員および研究支援者（RA）とリーダーによる「研究スタッフミーティング」、さらに各グループリーダーとプロジェクト研究代表者による「研究ミーティング」を定期的に開催した。これにより、研究進捗に応じた効率的な運営が出来たと同時に、異種専門分野研究者間の理解を深めることが出来た。

6. 学生企画のHAMワークショップの開催

学生の自主的活動を支援する立場から、平成18年度より博士後期課程の学生を中心とした、学生企画のHAMに関するワークショップ「COE Student Workshop on HAM」を計3回開催した。各研究室の研究発表をはじめ、企業の技術者を講師として招き、ものづくりの実際について聞く機会や、学生同士で率直に議論する場が設けられ、学生がHAM研究に対し積極的に関わる姿勢を養うことが出来た。学生主体の取組の関連したものとして、21世紀COEプログラムに採択された機械系7大学（慶大、東工大、東大、東電大、名大、広大、早大）の学生および若手研究者による合同シンポジウム開催を積極的に支援した。この合同シンポジウムでは、各拠点相互の研究内容を広く理解できただけでなく、同年代の研究者の交流する機会を提供し、研究の動機付けを高めるものとなった。

7. COE研究支援教員の採用

平成16年度4月に学内の予算措置を受けCOE専任教員を2名、平成17年10月に1名の計3名採用した。これは、大学全体の学生教育も含めた即戦力として将来的な基盤作りのための採用である。また、国内外の大学から計5名COE研究支援教員として採用した。これは、若手研究者育成の観点から、チャレンジ精神旺盛で優秀な研究者を拠点形成費により講師または助手として採用することを目的とした。学内申し合わせを確立し学内支援の下を行った。COEの教員は、これまでの研究概要、COEでの研究計画、業績リストをもとに、面接を行いリーダーズ会議において厳正に選考した。このように、情報システム工学、人間科学、制御工学、機械工学といった各分野から国際的に秀でた多くの人材を集めることが出来た。

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た

(コメント)

拠点形成計画自体の目的達成度については、目標を、医学を絡めた「制御工学とロボット工学」に絞り込んで集中的努力がなされたことにより、質、量的に最高水準とは言い難いものの、中規模の私大としては、拠点形成はかなり達成されている。しかし、本来は、人文・社会、医学、メカトロニクス等の密接に関連する各領域における関連研究・教育の現状、将来動向を系統的に調査研究、勘案したより強力な拠点形成が望まれる。

人材育成面については、母集団となるべき人材の獲得が容易でない環境下での大学側の努力は評価できるが、目標とした人材が育成されたとは言い難い。特に、提唱するHAM (Human Adaptive Mechatronics) 学を専門とする人材の育成状況が不鮮明である。

研究活動については、HAM学自体に関する学術研究や応用研究の成果は少ないものの、HAM学の提唱を高く評価する一方、設計・製造技術分野で先行して行われている、熟練技能や人間の勘、閃きの定量化に関わる研究が活用されていなく、独自の取組みも希薄であるとの意見もある。これは、人間の知恵の工学技術への応用に関わる研究では、現状ではやむをえないであろう。

補助事業終了後の持続的な展開については、現状のままでは、メカトロニクスの医用工学への展開のレベルに留まり、HAM学としては大きな発展は望めないように思われ、質及び量の両面での相当の注力を行うか、研究方向の大幅な転換を期待したい。