

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	名 古 屋 大 学	学長名	平 野 眞一	拠点番号	C 0 7	
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)	先端プラズマ科学が拓くナノ情報デバイス Information Nano-Devices Based on Advanced Plasma Science					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 電気工電子工学> (反応性プラズマ) (プラズマプロセス) (微細プロセス技術) (電子デバイス・集積回路) (薄膜・量子構造)					
3. 専攻等名	工学研究科電子情報システム専攻(電気工学専攻、電子工学専攻、電子情報学専攻の3専攻が2004.4.1に移行)、量子工学専攻、情報科学研究科情報システム専攻(工学研究科情報工学専攻が2003.4.1に移行)、先端技術共同研究センター、エコピア科学研究所					
4. 事業推進担当者	計 23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) Sugai Hideo 菅井 秀郎	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	プラズマ理工学 工学博士	本拠点形成プログラム全体の取りまとめ 材料プロセス用の新規プラズマ生成法と 薄膜プロセス制御法の開発 レーザー散乱による電子エネルギー分布計測と マイクロプラズマ生成 プラズマによる高精度ナノ加工プロセス技術の開発 スパッタプロセス用プラズマの診断と新規スパッタ源の開発 材料創製用新規高密度プラズマ源の開発と モニタリング技術の確立 プロセスプラズマ中ラジカルレーザー分光計測 に基づく制御法の開発(平成15年1月に交替) 電子線ホログラフィによる原子構造および ナノ電気・磁気構造評価法の開発 選択成長法によるSi基板上へのGaN微細結晶成長 カーボンナノチューブデバイスおよび 超高速半導体デバイスの開発 Siナノデバイス・分子デバイスとSi MOSデバイス との融合(平成17年4月1日から交替) プラズマ表面改質を利用するトンネル接合 作製技術の開発 プラズマ界面制御によるスピントレージ 媒体の磁気異方性の強化 プラズマ酸化を用いたスピントンネル素子 の形成とスピントランジスタの試作 ナノ情報デバイスに適合した演算回路の設計と デジタル回路設計法の開発 パルスニューラルネットワークを用いた データ処理・制御技術の高度化 ナノ情報デバイスのソフトウェア無線システム への適用 新規信号源の開発と次世代通信技術への展開 (平成17年10月1日から交替) プロセスプラズマ中ラジカルレーザー分光計測 (平成14年12月に辞退) 低温プラズマプロセス用の気相および表面計測 (平成17年3月31日定年退職) プラズマによる有機材料創製とデバイスプロセス (平成17年3月31日定年退職) MI磁気センサの高感度マイクロ化とナノ・アモル ファスワイヤ開発(平成16年3月31日定年退職) 超高速量子デバイスの開発(平成16年4月1日 から交替、平成18年9月30日辞退) 新規信号源の開発と次世代通信技術への展開 (平成17年4月1日から交替、同年9月30日に辞退)			
Kono Akihiro 河野 明廣	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	レーザープラズマ工学 工学博士				
Hori Masaru 堀 勝	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	プラズマプロセス工学 工学博士				
Toyoda Hirotsuka 豊田 浩孝	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・助教授	プラズマ理工学 工学博士				
Sasaki Koichi 佐々木 浩一	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・助教授	プラズマ理工学 工学博士				
Aramaki Mitsutoshi 荒巻 光利	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・助手	プラズマ理工学 工学博士				
Tanji Takayoshi 丹司 敬義	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・助教授	電子顕微鏡学 工学博士				
Sawaki Nobuhiko 澤木 宣彦	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	半導体工学 工学博士				
Mizutani Takashi 水谷 孝	大学院工学研究科 量子工学専攻・教授	半導体デバイス工学 工学博士				
Nakazato Kazuo 中里 和郎	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	集積デバイス工学 理学博士				
Fujimaki Akira 藤巻 朗	大学院工学研究科 量子工学専攻・教授	超伝導デバイス工学 工学博士				
Tsunashima Shigeru 綱島 滋	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	情報ストレージ工学 工学博士				
Iwata Satoshi 岩田 聡	先端技術共同研究センター 教授	スピントロニクス 工学博士				
Takagi Naofumi 高木 直史	大学院情報科学研究科 情報システム専攻・教授	計算機工学 工学博士				
Okuma Shigeru 大熊 繁	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	知能デバイス工学 工学博士				
Katayama Masaaki 片山 正昭	エコピア科学研究所 教授	通信システム工学 工学博士				
Kawase Kodo 川瀬 晃道	大学院工学研究科 電子情報システム専攻・教授	テラヘルツ工学 工学博士				
Kadota Kiyoshi 門田 清	大学院工学研究科 電気工学専攻・教授	プラズマ理工学 理学博士				
Goto Toshio 後藤 俊夫	大学院工学研究科 量子工学専攻・教授	プラズマ応用工学 工学博士				
Mizutani Teruyoshi 水谷 照吉	大学院工学研究科 電気工学専攻・教授	電気・電子材料工学 工学博士				
Mohri Kaneo 毛利 佳年雄	大学院工学研究科 電気工学専攻・教授	磁気センサ工学 工学博士				
Maezawa Koichi 前澤 宏一	大学院工学研究科 量子工学専攻・助教授	半導体デバイス工学 工学博士				
Nishizawa Norihiko 西澤 典彦	大学院工学研究科 量子工学専攻・助手	非線形光学 博士(工学)				
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 4	1 5	1 6	1 7	1 8	合 計
交付金額(千円)	140,000	128,000	128,000	117,000 (11,700)	106,930 (10,693)	619,930

6. 拠点形成の目的

21世紀の科学技術がめざす最重要課題の一つは、環境と調和する中で文明と福祉の持続的発展を推進する「高度情報化社会」の実現である。人と環境に優しい情報化社会を実現するためには、超高速・大容量・低消費電力の情報通信技術の開発が不可欠である。その開発の鍵は、ナノ構造を利用する高機能情報デバイス(ナノ情報デバイス)、すなわち、ロジック、メモリ、ディスプレイ、センサ等の情報デバイスの創出にある。

一方、ナノメートルスケールの加工に欠かせない優れた技術としてプラズマプロセスがあり、LSI製造工程の60%に利用されている。しかしながら、プラズマ状態を把握し制御することが難しく、ナノプロセスの制御は経験的手法に頼ってきている。このことから、次世代の精密ナノプロセスを支えるにはプラズマの学術基盤の強化とプロセス技術の高度化が急務となっている。

このような背景のもとに、我々は本COEの目的を次の3つに集約し、特色ある研究教育拠点の形成を進める。

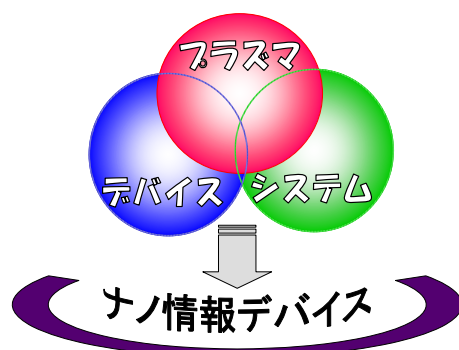
- (1) ナノ構造形成に欠かせないプラズマの学術基盤を強化する。さらに、科学的に制御された超微細化工・高品質薄膜および界面形成のための先端的プラズマ技術、すなわち、スマートプロセスを創出する。
- (2) この技術の応用事例として、プラズマ・デバイス研究者間の連携のもとに各種電子材料を用いるナノ情報デバイス^(*)の創出をはかる。さらに、デバイス・システム研究者間の連携研究により、高効率計算機構成、高度無線通信システム等の大容量・超高速・超低消費電力の情報システムの研究開発を進める。

(*)注：スピンエレクトロニクスデバイス、
超伝導デバイス、GaNデバイス、分子
デバイス、ナノチューブデバイス、
超高速量子デバイス

- (3) 本拠点の最先端の研究開発を通して、広い視野と独創性、国際性、社会性を備えた意欲ある優れた若手研究者を育成する。

7. 研究実施計画

本拠点形成の特色は、プラズマ、デバイス、システムの3つの異分野の研究者が連携しながらナノ情報デバイスの創出をはかる点にある。(下図 参照)



各研究分野と連携研究、研究項目および主な研究課題は次のとおりである。

A. プラズマ分野の研究

A1. プラズマの学術基盤の強化

プラズマ診断法を開発して、レーザートムソン散乱法による電子エネルギー分布の精密計測や、電子密度、ラジカル密度等の簡易モニタリング法の開発を進める。また、新規プラズマ生成法として、マイクロ波を利用した大面積プラズマ、大気圧非平衡プラズマ、マイクロプラズマを開発する。

A2. スマートプロセスの開発

ラジカルのその場診断・制御によるプラズマエッチング、CVDプロセス、高エネルギー粒子ダメージを抑えたスパッタ膜形成、中世ビームプロセス、低電子温度プロセス等を開発する。

B. プラズマ・デバイス分野の連携研究

B1. GaNデバイス

新窒素ラジカル源と窒素ラジカル計測技術を開発するとともに、これを活用した拡散増速成長によりストイキオメトリを制御した高品質結晶を実現する。また基板との格子定数・熱膨張係数の不整合の課題を解決するため、選択成長技術を開発する。

B2. 超伝導デバイス

高集積化を実現するためには高均質のトンネル障壁が必須である。膜質の支配要因をプラズマ診断・制御技術を駆使して明らかにするとともに、プラズマ照射表面改質を用いた成膜技術を開発する。

B3. スピンエレクトロニクスデバイス

記録密度向上、スピンドバイスの実現には、良質な磁性/非磁性界面の形成が必須である。この膜質を支配している損傷・層間拡散等の要因をプラズマ診断から解明しこれに基づ

いて高品質薄膜を実現する。

B4. ナノチューブデバイス

プラズマCVDにより低温成長を実現するとともに、プラズマの先端計測・生成技術を駆使し、低損傷ナノチューブを実現する。またナノチューブの特徴を生かしたDNAセンサー、光・電子融合デバイス等の新デバイス概念を創出する。

B5. 超高速量子デバイス

室温動作可能な共鳴トンネル素子の、超高速・多機能の特徴を生かしつつ高集積の要求に対応するため、微細ダイスの作製・配置という独自技術からなる、シリコンLSIとのヘテロ集積技術を開発する。

B6. 有機電子・光デバイス

プラズマグループが開発するプラズマを利用して、有機ELおよび分子単層膜の作製プロセスにおける表面処理の高品質・高効率化をはかる。

C. デバイス・システム分野の連携研究

C1. 次世代情報通信・信号処理技術

情報通信サービスや信号処理の高度化・多様化に対処するためには、膨大なデータを高速に処理する技術が必須である。そのためのキー部品である大容量送受信システム、超高速・高精度AD変換器、超高速プロセッサを実現するため、これまでにその高速性を実証してきた超伝導デバイス、共鳴トンネルデバイス、さらに新たに新規光源を取り上げ、システム要求に沿ったデバイス性能向上、デバイス特性に合わせた回路・システム設計によりこれを実現する。

なお、プラズマ、デバイス、システムの3つの異分野間の連携研究を促進するという方針は、若手研究者育成においても堅持され、後述のように、異なる分野の異なる研究室の学生が連携して行うプロジェクトに研究費を支給する形で、異分野間の連携・共同研究を奨励している。

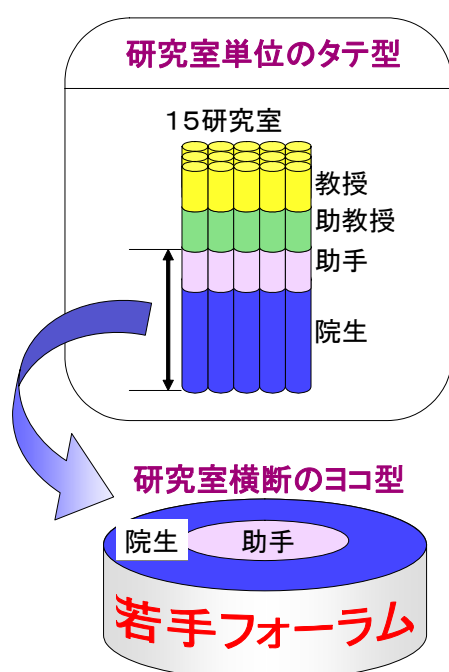
一方、世界最高水準の拠点形成には国際交流が不可欠であり、3つの分野がおのおの、あるいは共同で国際会議を開催して情報発信するとともに、海外のCOEとの学術交流・連携を積極的に進める。また、産業界のニーズを把握するとともに拠点の研究成果を社会に還元するため、民間からのCOE研究員の採用を広げて産学連携を強化する。

8. 教育実施計画

本拠点においては、最先端の研究開発を通して、広い視野と独創性、国際性、社会性を備えた意欲ある優れた若手研究者を育成するために、以下の教育プログラムを実施する。

(1)「若手フォーラム」の活動

博士後期課程学生・助手・ポスドクからなる若手フォーラムという新しい組織を発足させる。この組織の特色は、下図に示すように、従来の講座・研究室という縦型の研究ユニットから脱皮し、研究室横断の横型の研究ユニットを構成する点にある。



本プログラムの主旨は、第一に、若手研究者が自立して主体的に研究に取り組むのを支援することであり、第二に、研究室の枠を超えて、広い視野と自由な発想を育む環境を整えることにある。また、本組織の運営は、研究プロジェクトの立案、決定、遂行から、成果発表までの全てを、若手研究者の責任において自主的に行う。研究プロジェクトは、異なる研究室の若手が連携して行う研究であることが条件であり、原則2年間で終了する。年度当初に公募し、プレゼンテーションを行って評価し、競争的環境の中で選考している。選ばれたプロジェクトの推進経費を本拠点形成補助金から優先的に配分する。

(2)複数指導教員制とダブルメジャー制

大学院生に広い視野をもたせるために、従来、名古屋大学工学研究科が進めてきたダブルメジャー制を堅持し、強化する。さらに、本拠点が進

める3つの異分野(プラズマ、デバイス、システム)の研究にまたがる連携研究をベースにして、複数指導教員制の拡大をはかる。すなわち、半導体・磁性体・超伝導体等を用いる6種類の情報デバイスを軸として、プラズマ・デバイス間の連携研究およびデバイス・システム間の連携研究を進める中で、これに関わる大学院生は、必然的に異分野の複数の教員から指導を受ける。その結果、より広い知識と視野を身につけることができ、また、違った観点からの指導を受けることが可能になる。

(3)国際性の涵養

大学院生の国際会議発表に対しては、旅費を全額補助して国際感覚を養う機会を増やす。また、本拠点が自ら主催して開く国際シンポジウムに、大学院生の積極的な参加を促して、英語による発表・討論を実践させる。また、コミュニケーションツールとしての英語能力の向上を図るため、専門家による実践的教育を実施する。さらに、海外からトップレベルの研究者を招へいし、講演や研究討論の機会を増やす。

一方、何名かの優れた大学院生を選んで、海外の大学や民間企業に短期1～2ヶ月程度派遣する、海外インターンシップを実施する。

(4)社会性の涵養

従来から進めている産学官連携プロジェクトに大学院生を積極的に参加させ、社会感覚を身につけてさせる。また、民間から客員教授・客員助教授を招へいし、社会との連携を深めつつ、学生の意識を変えるように努める。

(5)研究意欲の向上と経済支援

全ての大学院生を対象として定期的に研究成果発表会を実施し、評価した上で優秀者を顕彰するとともに、特段に優れた学生には研究費を支給する。また、博士後期課程の全ての院生をリサーチアシスタントに採用し、経済的支援を行う。また、大学院生の国内及び海外における研究発表に必要な旅費の補助を行う。

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

ナノ情報デバイス作製の基盤技術であるプラズマプロセスの研究開発においては、世界に先駆けて超大面积・高密度プラズマ及び大気圧非平衡プラズマ等の新規プラズマ源の開発に成功し、いくつかのプラズマ計測・モニタリング法を創出するとともに、ラジカル制御プロセスや低損傷スパッタプロセス等の新規スマートプロセスを実証したことから、想定以上の成果を挙げた。一方、本COE独自のプラズマとデバイスの研究者間の連携研究を推進した結果、窒素プラズマMBE法によるGaN成長に関しては、原子状窒素が主たる成長寄与種であることを世界で初めてつきとめ、カーボンナノチューブ(CNT)に関してはグリッド挿入プラズマCVD法による高品質単層CNT成長と、半導体的CNTの優先成長という世界トップレベルの成果を挙げた。また、高温超伝導ジョセフソン接合のトンネル障壁形成に初めて表面波プラズマを採用し高品質化に成功する等、連携研究によって想定どおりの成果を挙げた。一方、デバイスとシステムの研究者間の連携研究においては、世界最大規模の単一磁束量子マイクロプロセッサの20GHz動作実証に成功し、今後のVLSI設計の基本技術をほぼ確立した。また、共鳴トンネル素子を用いた超高速集積回路を試作し、室温動作の量子効果デバイスとして初めて100Gbps動作を実証する等、想定どおりの成果を挙げた。優れた若手研究者育成の面では、異分野の研究室の学生が連携研究を進める本COE独自の教育プログラム「若手フォーラム」や、短期海外派遣・国際留学等をとおして、想定以上の成果を挙げた。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

本COEにおける異分野横断型研究や上述の教育プログラム「若手フォーラム」を経験し、国際経験を積んだ学生が数多く育ち、博士後期課程を短縮修了して助手に採用される等の具体例も見られた。また、拠点形成の過程において、研究活動の活性化や国際交流の面での綿手の寄与は多大であった。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

高密度マイクロ波プラズマの大面积化とSi系薄膜形成への応用(菅井秀郎、豊田浩孝)

マルチスロットと真空導波管方式を開発してマイクロ波プラズマの大型化に成功し、世界的にも例がない2メートルの長尺・高密度プラズマを生成し、太陽電池用微結晶Si薄膜の高速堆積を実現した。一方、Siの低温プラズマ酸化は酸素ラジカルによるという通説を覆し、膜中の負イオン輸送による事を世界で初めて示した。

高効率トムソン散乱計測法と表面波プラズマの電子加熱機構解明(河野明廣、荒巻光利)

レーザートムソン散乱法に独自技術を導入して従来の40倍という世界最高の高感度化に成功した。この計測法を用いて表面波プラズマの電子エネルギー分布関数の測定に成功し、新しい電子加熱機構として局所強電界による統計加速モデルを提唱した。

マイクロ波励起による高圧高密度非平衡マイクロプラズマの生成(河野明廣、荒巻光利)

100 μ m程度の狭ギャップにマイクロ波を印加する独自の方法で、大気圧・高密度・非平衡プラズマの定常生成に初めて成功し、そのプラズマパラメータをトムソン散乱法で明らかにし、さらにプラズマ中のガス温度の振舞いを実験とシミュレーションから解明した。

シースレンズ効果によるイオン入射分布の制御(菅井秀郎)

3次元シース電界中のイオン軌道を実験と理論から解明し、プロセスへの影響を示した。

プラズマイメージングおよびプラズマモニタリング(佐々木浩一、門田 清)

2次元レーザ誘起蛍光(LIF)法をマグネトロンプラズマに適用し、各種粒子の密度分布、速度分布の可視化に初めて成功した。また、準安定Ar原子のLIFを利用してシースの電界分布を3V/cmの世界最高感度で計測した。一方、半導体レーザーを用いた吸収分光法に基づく電子温度の新しいモニター法を提案した。

ラジカル制御プラズマエッチングプロセス(堀 勝、後藤俊夫)

Si-ULSIの代表的なラジカルであるH,N,Oを検知できる小型ラジカルモニタリング系の開発に成功し、ラジカル情報に基づいてフィードバック制御を行うスマートプロセスを初めて構築した。さらに、マイクロ波励起大気圧非平衡プラズマをSiO₂や有機物のエッチングに適用に、超高速エッチングを実現した。

ラジカル制御プラズマCVDプロセス (堀 勝)

プラズマ励起周波数の最適化、パルス変調、ラジカル注入法等によるラジカル制御プラズマCVD法の開発と、その応用として60MHz CCPによる保護膜形成、500MHz パルス変調による $\mu\text{c-Si}$ 薄膜、Si ナノ微粒子、マイクロ波励起大気圧非平衡プラズマによるカーボンナノチューブ形成を行った。

反跳粒子エネルギー抑制型マグネトロンプラズマ源の開発 (豊田浩孝、菅井秀郎)

マグネトロンプラズマにおいてターゲットから100eVを超える反跳粒子が生成され、膜に損傷を与えることを実験とシミュレーションから初めて明らかにし、これを抑えるためにDC-VHF重畳法や円筒型ターゲット法を開発した。

金属薄膜および超伝導薄膜のプラズマスパッタリング成膜 (佐々木浩一)

マグネトロンプラズマの精密診断により、金属薄膜スパッタプロセスにおけるイオン化や表面付着率を初めて明らかにする一方、YBaCuO超伝導薄膜スパッタプロセスにおける活性粒子種の同定や膜質との相関を解明した。

シリコン・ナノデバイス (中里 和郎)

CMOSアナログ集積回路による有機分子のオンチップ計測技術を世界で初めて開発した。対象分子として電気抵抗数G Ω のポリオクチルチオフェンを用いた。同集積回路により低インピーダンス信号に変換し外部に伝え、高いS/N比の高速計測が可能となった。

シリコン基板上のGaN選択成長 (澤木 宣彦)

世界に先駆けて研究を進めてきた、Si 基板上の窒化物半導体のMOVPE選択成長技術を用いて(001)Si 微傾斜基板上にCドーブした(1-101)GaNを成長し、窒化物半導体では困難であった不純物活性化処理を要しないp型GaN結晶を得ることに成功した。

GaN HEMT (水谷 孝)

GaN HEMTの実用化を妨げている電流コラプスの原因が素子表面へのゲートからの電子注入と表面準位での捕獲にあることを示し、これまでの混乱した議論を収束させた。またGaN MBE用窒素プラズマを出現質量分析法によって調べ、結晶成長を支配する粒子種は原子状窒素であることを世界で初めて実証した。

超伝導ジョセフソン接合と集積回路応用

(藤巻 朗)

ピコ秒オーダーのタイミング制御技術確立することで、世界最大規模のSFQマイクロプロセッサの20GHz動作の実証に成功した。これは、今後のVLSI、ULSI化へ向けた大きなステップとなった。また、集積度の向上に大きく寄与する高温超伝導積層構造ジョセフソン接合作製プロセスを世界で初めて確立した。

パターン磁気記録媒体および磁気固体メモリ (綱島 滋)

電子ビームリソグラフィとGaイオン照射によりPd/Coパターン膜を作製し、ビット間の交換結合のない媒体を得た。また、熱磁気記録方式の固体メモリを実証するために、TbFe垂直磁化膜を電子ビームリソグラフィによりサブミクロンの微細加工を施し、その膜にパルス電流を流し、ジュール熱による書き込みに成功した。

プラズマパラメータの最適化による磁性多層膜の特性の向上 (岩田 聡)

独自に開発した2インチのマグネトロンスパッタソースを用いて、スパッタソースから基板に向かうArイオンやスパッタ原子の質量分析とエネルギー分析が可能なシステムを構成した。

有機EL素子 (水谷照吉)

高分子材料の分子量分布を精密に制御することにより、デバイスの高性能化、長寿命かが実現できることを初めて明らかにした。

カーボンナノチューブデバイス (水谷 孝)

ナノチューブのプラズマCVDにおいてイオン照射損傷を低減する方法としてグリッドを挿入する方法を提案し、高品質単層ナノチューブの成長を実現した。さらに本プラズマCVDを用いて半導体的ナノチューブの優先成長という世界トップクラスの成果を挙げた。

ナノ構造評価法の開発と応用 (丹司 敬義)

電子線ホログラフィによる位相計測精度の向上を図り、新規開発の計算機シミュレーション法によりその精度が世界最高感度であることを示した。また、Co/Cu磁性多層膜の磁気構造を評価し、厚さ数nmの各強磁性層内の磁化の配列状態を世界で初めて顕示した。

超高感度マイクロ磁気センサの開発とその応用

(毛利 佳年雄)

アモルファスワイヤをヘッドとする超高感度マイクロ磁気センサのデバイス集積化の基本技術を開発した。この技術はGPS搭載の携帯電話用の電

子コンパスとして実用化された。

共鳴トンネル素子を用いた超高速集積回路技術の研究(前澤 宏一)

高速動作に適した対称型構造の共鳴トンネル論理ゲート SMOBILEを提案した。プロトタイプ素子を試作し、室温動作の量子効果デバイスとして初めて100Gbps動作を実証した。さらにこれを活かした新しい方式の $\Delta\Sigma$ AD変換器を提案し、その効果を実証した。

テラヘルツ波の発生と応用(川瀬 晃道)

光注入型テラヘルツパラメトリック発生器はパルス幅のフーリエ限界の狭線化を達成し、さらにマイクロチップレーザーを導入して超小型光源を開発した。さらに 広帯域波長可変性を活かした分光イメージング技術により、特定試薬の分布密度を画像化することに成功した。

極短光パルス技術(西澤 典彦)

全ファイバ型の新しいスーパーコンティニューム光源を開発し、平坦性やコヒーレンス、雑音特性など特性について世界で最も優れた高精度スーパーコンティニューム光の生成に成功した。さらにSC光源を用いた全ファイバ型超高分解能光断層計測システムの開発に成功した。

$\Delta\Sigma$ 変調に基づく1ビット信号処理回路の提案(大熊 繁)

世界で初めて、1ビットストリームに対する算術演算の汎用化の枠組を示し、線形演算や非線形演算の実現法を提案した。

ナノ情報デバイスの適用分野としての無線通信システム(片山 正昭)

超伝導 A/D 変換器を想定することで、広帯域・複数信号の一括デジタル化を行う受信機システムについて、他では行われていない体系的検討を行った。その結果、複数信号同時一括バンドパスサンプリング時のサンプリングジッタの影響の定式化、周波数領域での信号分離・復調手法の有効性等を明らかにした。

ナノ情報デバイスに適合した演算回路の設計とデジタル回路設計法の開発(高木直史)

半導体集積回路に適合した複合演算回路として、新しい計算法による3次元ユークリッドノルム計算回路およびその逆数計算回路、整数除算回路、乗算剰余算回路等を開発した。また、超伝導単一磁束量子回路に適合した乗算回路を開発するとともに、二線式論理回路の自動合成手法、受

動配線用いたクロック同期式回路のクロック木合成法を開発した。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

本COEの特色は、3つの異分野(プラズマ、デバイス、システム)の研究者が、次のように連携・共同研究を進めたことにある。

・プラズマ(P)とデバイス(D)の連携研究

カーボンナノチューブFET:

水谷(D) $\longleftrightarrow$ 菅井、豊田(P)

GaN MBE:

水谷(D) $\longleftrightarrow$ 菅井、豊田(P)

高温超伝導デバイス:

藤巻(D) $\longleftrightarrow$ 菅井、豊田(P)

超伝導集積回路:

藤巻(D) $\longleftrightarrow$ 菅井、佐々木(P)

スピンエレクトロニクスデバイス:

岩田、綱島(D) $\longleftrightarrow$ 菅井、豊田(P)

・デバイス(D)とシステム(S)の連携研究

超伝導信号処理回路:

藤巻(D) $\longleftrightarrow$ 高木、片山(S)

5)国際競争力ある大学づくりへの貢献度

世界の7つのプラズマ研究拠点を結ぶ国際ネットワークを本COEが構築し、さらにドイツ・ボッフム大学と学術交流協定を結んで、DC院生の交換留学を実現した貢献は大きい。

6)国内外に向けた情報発信

本COE主催の大きな国際会議を3回、国内会議を5回開催し、小規模な国内外の会議を20回開いて情報発信に務めた。

7)拠点形成費等補助金の使途について

研究用の設備や消耗品費は極力、外部資金で賄い、本補助金は若手人材育成に厚く配分し、適正かつ効果的に使用された。

②今後の展望

本COEを継承・発展させるため、名古屋大学プラズマナノ工学研究センターを設置した。

③その他

本COEは学内外に多大な影響与えた。

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	名古屋大学	拠点番号	C O 7
拠点のプログラム名称	先端プラズマ科学が拓くナノ情報デバイス		
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】			
(菅井秀郎、豊田浩孝)			
・ E. Abdel-Fattah, H.Sugai, <i>Electron heating mode transition observed in a very high frequency capacitive discharge</i> , Appl. Phys. Lett., vol. 83, No. 8, pp. 1533-1535 (2003)			
・ H. Toyoda, H. Morishima, R. Fukute, Y. Hori, I. Murakami, H. Sugai, <i>Beam study on the Si and SiO₂ etching processes by energetic fluorocarbon ions</i> , J. Appl. Phys., vol. 95(9), pp.5172-5179 (2004)			
・ E. Stamate, H. Sugai, <i>Modal focusing effect of positive and negative ions by a three-dimensional plasma-sheath lens</i> , Phys. Rev. Lett., vol. 94, No. 12, pp.125004-1-125004-4 (2005)			
・ H. Matsui, H. Toyoda, H. Sugai, <i>High-energy ions and atoms sputtered and reflected from magnetron source for deposition of magnetic thin films</i> , J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 23(4), pp.671-675 (2005)			
・ H. Sugai, Y. Nojiri, Y. Hotta, T. Ishijima, H. Toyoda, A. Masuda, M. Kondo, <i>Slot-excited surface wave plasma for giant materials processing</i> , in “Microwave Wave Discharges: Fundamentals and Applications” (edited by Yu. A. Lebedev, Yanus-K, Moscow, 2006), pp.271-278 (2006)			
・ I. Hasegawa, T. Yamauchi, H. Sugai, <i>Negative ion transfer model of low-temperature oxidation of silicon surface by high-density microwave plasma</i> , Jpn. J. Appl. Phys., vol. 45, Part2, No. 38, pp.L1022-L1024 (2006)			
・ S. Nakao, S. Nakao, E. Stamate, H. Sugai, <i>Plasma parameters in the vicinity of the quartz window of a low pressure surface wave discharge produced in O₂</i> , Thin Solid Films, vol. 515, pp. 4869-4873 (2007)			
・ N. Holtzer, E. Stamate, H. Toyoda, H. Sugai, <i>Investigation of the ion density non-uniformity caused by sheath-lens focusing effect on silicon wafers</i> , Thin Solid Films, vol. 515, pp. 4887-4891 (2007)			
(後藤俊夫、堀 勝)			
・ T. Ohta, K. Hara, T. Ishida, M. Hori, T. Goto, M. Ito, S. Kawakami, N. Ishida, <i>Measurement of Si, SiF, SiF₂ radicals and the SiF₄ molecule using very high frequency capacitively coupled plasma employing SiF₄</i> , J. Appl. Phys., Vol. 94, pp. 1428-1435 (2003)			
・ H. Nagai, M. Hiramatsu, M. Hori, T. Goto, <i>Etching of organic low dielectric film in ultrahigh frequency plasma employing N₂/H₂ and N₂/NH₃ gases</i> , J. Appl. Phys., Vol. 94, pp. 1362-1367 (2003)			
・ M. Nagai, M. Hori, T. Goto, <i>Property of atmospheric pressure plasma with microwave excitation of plasma processing</i> , J. Vac. Sci. & Technol. A, vol. 23, pp. 221-225 (2005)			
・ K. Yamakawa, M. Hori, T. Goto, S. Den, T. Katagiri, H. Kano, <i>Etching process of silicon dioxide with nonequilibrium atmospheric pressure plasma</i> , J. Appl. Phys., vol. 98, pp.13301-1-13301-6 (2005)			
・ M. Hori and T. Goto, <i>Progress of radical measurements in plasmas for semiconductor processing</i> , Plasma Sources Sci. Technol. vol. 15, pp. S74-S83 (2006)			
・ M. Iwasaki, M. Ito, T. Uehara, M. Nakamura, M. Hori, <i>Ion attachment mass spectrometry of nonequilibrium atmospheric-pressure pulsed remote plasma for SiO₂ etching</i> , J. Appl. Phys., vol. 100, pp. 093304-1 – 093304-5 (2006)			
(河野明廣、佐々木浩一、荒巻光利)			
・ A. Kono, K. Iwamoto, <i>High spatial resolution multichannel Thomson scattering measurements for atmospheric pressure microdischarge</i> , Jpn. J. Appl. Phys. vol. 42, pp. L1010-L1013 (2004)			
・ A. Kono, T. Shibata, M. Aramaki, <i>Heat transport simulation for atmospheric-pressure high-density microgap plasma</i> , Jpn. J. Appl. Phys. vol. 45, pp. 940-945 (2006)			
・ A. Kono, J. Wang, M. Aramaki, <i>Production and characterization of high-pressure microwave glow discharge in a microgap aiming at VUV light source</i> , Thin Solid Films, vol. 506-507, pp. 444-448 (2006)			
・ M. Aramaki, J. Kobayashi, A. Kono, E. Stamate and H. Sugai, <i>Development of high-efficiency laser Thomson scattering measurement system for the investigation of EEDF in surface wave plasma</i> , Thin Solid Films, vol. 506-507 pp. 679-682 (2006)			
・ J. Gao, N. Nafarizal, and K. Sasaki, <i>Measurement of Cu atom density in a magnetron sputtering plasma source using an YBaCuO target by laser-induced fluorescence imaging spectroscopy</i> , J. Vac. Sci. Technol. A, vol.24, pp.2100-2104 (2006)			
・ N. Nafarizal, N. Takada, K. Nakamura, Y. Sago, and K. Sasaki, <i>Deposition profile of Ti film inside a trench and its correlation with gas-phase ionization in high-pressure magnetron sputtering</i> , J. Vac. Sci. Technol. A, vol.24, pp.2206-2211 (2006)			
・ K. Takizawa, A. Kono, and K. Sasaki, <i>Distribution of electric field in the sheath of an electronegative plasma</i> , Appl. Phys. Lett., vol.90, pp.011503-1-100503-3 (2007)			
(丹司敬義)			
・ T. Tanji, S. Hasebe, Y. Nakagami, K. Yamamoto and M. Ichihashi, <i>Observation of magnetic multilayers by electron holography</i> , Microscopy and Microanalysis, 10 (1), 146-152 (2004)			
・ T. Tanji, H. Tanaka and T. Kojima, <i>Development of a real-time stereo transmission electron microscope</i> , J. Electron Microsc. 54 (3), 215-222 (2005)			
(澤木宣彦)			
・ T. Hikosaka, T. Narita, Y. Honda, M. Yamaguchi, and N. Sawaki, <i>Optical and electrical properties of (1-101)GaN grown on a 7[degree] off-axis (001)Si substrate</i> , Appl. Phys. Lett. vol.84, pp.4717-4719(2004)			

- Eun-Hee Kim, T. Narita, Y. Honda, and N. Sawaki, *Optical spectra of GaN/InGaN/GaN MQW structure grown on a (1-101) GaN facet*, phys. stat. sol. (c), vol.1, pp.2512–2515(2004)
- N. Koide, T. Hikosaka, Y. Honda, M. Yamaguchi, and N. Sawaki, *Incorporation of carbon on a (1-101) facet of GaN by MOVPE*, J. Cryst. Growth, vol.284, pp.341–346 (2005)
- T. Narita, Y. Honda, M. Yamaguchi, and N. Sawaki, *The surface diffusion of Ga on an AlGaIn/GaN stripe structure in the selective MOVPE*, phys. stat. sol. (b), vol.243, pp.1665–1668(2006)
(水谷 孝)
- T. Mizutani, Y. Ohno, M. Akita, S. Kishimoto, K. Maezawa, *A Study on current collapse in AlGaIn/GaN HEMTs induced by bias stress*, IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 50, pp. 2015-2020 (2003)
- T. Mizutani, S. Iwatsuki, Y. Ohno, S. Kishimoto, *Effects of fabrication process on current-voltage characteristics of carbon nanotube field effect transistors*, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 44, pp. 1599-1602 (2005)
- H. Ohnaka, Y. Kojima, S. Kishimoto, Y. Ohno, T. Mizutani, *Fabrication of carbon nanotube field effect transistors using plasma-enhanced chemical vapor deposition grown nanotubes*, Jpn. J. Appl. Phys. vol.45, pp.5485-5489 (2006)
- Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, *Photoluminescence of single-walled carbon nanotubes in field-effect transistors*, Nanotechnology, vol. 17, pp. 549-555 (2006)
- Y. Noshio, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, *Relation between conduction property and work function of contact metal in carbon nanotube field-effect transistors*, Nanotechnology, vol. 17, pp. 3412-3415 (2006)
(中里和郎)
- S. Uno, H. Mori, K. Nakazato, N. Koshida, and H. Mizuta, *Theoretical investigation of electron-phonon interaction in one-dimensional Si quantum dot array interconnected with silicon oxide layers*, Phys. Rev. B72, 035337 (2005)
- S. Uno, H. Mori, K. Nakazato, N. Koshida, and H. Mizuta, *Reduction of acoustic phonon deformation potential in one-dimensional array of Si quantum dot interconnected with tunnel oxides*, J. Applied Phys. vol. 97, pp. 113506 (1-6)
(藤巻 朗)
- T. Kimura, K. Wakita, Y. Yoshinaga, K. Taniike, T. Nishitani, M. Inoue, A. Fujimaki, H. Hayakawa, *Vertically-stacked Josephson junctions using YbBa₂Cu₃O_{7-x} as a counter electrode for improving uniformity*, IEEE Trans. Applied Superconductivity, vol. 15, pp. 145-148 (2005)
- A. Sekiya, K. Okada, Y. Nishido, A. Fujimaki, H. Hayakawa, *Demonstration of the multi-bit sigma-delta A/D converter with the decimation filter*, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 15, pp. 340-343 (2005)
- M. Inoue, K. Taniike, T. Kimura, A. Fujimaki, *Study on the barrier formation of vertically-stacked interface-treated junctions*, Physica C, vol. 426-431, pp. 1508-1513 (2005)
- H. Akaike, T. Yamada, A. Fujimaki, S. Nagasawa, K. Hinode, T. Satoh, Y. Kitagawa, M. Hidaka, *Demonstration of a 120 GHz single-flux-quantum shift register circuit based on a 10 kA cm⁻² Nb process*, Superconductor Science & Technol., vol. 19, pp. S320-S324 (2006)
- M. Tanaka, T. Kawamoto, Y. Yamanashi, Y. Kamiya, A. Akimoto, K. Fujiwara, A. Fujimaki, N. Yoshikawa, H. Terai, S. Yorozu, *Design of a pipelined 8-bit-serial single-flux-quantum microprocessor with multiple ALUs*, Superconductor Sci. & Technol., vol. 19, pp. S344-S349 (2006)
(網島 滋、岩田 聡)
- S. Yamamoto, T. Kato, S. Iwata, S. Tsunashima, and S. Uchiyama, *Scanning tunneling microscope observation and magnetic anisotropy of MBE-grown Fe/Pt superlattices with (111) and (001) orientations*, J. Appl. Phys., vol. 95, pp. 7285-7287 (2004)
- Edi Suharyadi, S. Natsume, T. Kato, S. Tsunashima, S. Iwata, *Microstructures and magnetic properties of the FIB irradiated Co/Pd multilayer films*, IEEE Trans. Magn. vol. 41, pp. 3595-3597(2005)
- Edi Suharyadi, S. Natsume, T. Kato, S. Tsunashima, S. Iwata, *Modification of the microstructure and magnetic properties of Ga-Ion-irradiated Co/Pd multilayer film for future planar media*, Trans. Magn. Soc. Jpn., vol. 5, pp. 125-130 (2005)
- Suharyadi Edi, T. Kato, S. Tsunashima, S. Iwata, *Magnetic properties of lithographically patterned Co/Pd nanostructures obtained by e-beam and Ga ion irradiation*, IEEE Trans. Magn., vol. 42, no.10, pp. 2972-2974 (2006)
- L. You, T. Kato, S. Tsunashima, S. Iwata, *Magnetic force microscopy study of thermomagnetic writing on micron and submicron-patterned TbFe films using current pulses*, Jpn. J. Appl. Phys. vol. 45, pp. 1003-1005(2006)
- C. C. Chen, Y. Suzuki, T. Kato, S. Iwata, S. Tsunashima, H. Toyoda, and H. Sugai, *Dependences of giant magnetoresistance in Co/Cu multilayers on sputtering conditions*, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 45, pp. 8466-8468 (2006)
(高木直史)
- M. E. Kaihara, N. Takagi, *A hardware algorithm for modular multiplication/division*, IEEE Trans. Computers, Vol. 54, pp. 12-21 (2005)
- F. Kumazawa and N. Takagi, *Hardware algorithm for computing reciprocal of Euclidean norm of a 3-D vector*, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E89-A, pp. 1799-1806(2006)
- K. Obata, K. Takagi, N. Takagi, *Logic synthesis method for dual-rail RSFQ digital circuits using root-shared binary decision diagrams*, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E90-A, pp. 257-266(2007)
(大熊 繁)
- 堀田博久 村橋善光 道木慎二 大熊繁, *ΔΣ変調に基づくパルスニューラルネットワークによるICAの実現とそのハードウェア実装*, 電気学会論文誌C, vol.124-D, pp.2288-2295 (2004)
- 村橋善光 道木慎二 大熊繁, *ΔΣ変調に基づく1ビット信号処理における高次のフィルタ実現*, 電気学会論文誌C, vol.125-C, pp.1891-1899 (2005)
(片山正昭)
- Y. Tadokoro, H. Okada, T. Yamazato, M. Katayama, *Application of successive interference cancellation to a packet-recognition/code-acquisition scheme in CDMA unslotted ALOHA systems*, IEICE Transactions on Fundamentals, vol.E88-A, pp.1605-1612 (2005)
- R. Uchida, H. Okada, T. Yamazato, M. Katayama, *Outage probability of a macro and micro MIMO diversity scheme in an indoor fading and shadowing environment*, IEICE Transactions on Fundamentals, vol.E88-A, pp.2945-2951 (2005)
- 羽多野裕之, 山里敬也, 岡田啓, 片山正昭, *IPCPを複数段用いたUWB Impulse Radar 受信機の実験評価*, 電子情報通信学会論文誌, vol.J89-A, pp.544-556 (2006)
(川瀬晃道)
- M. Theuer, G. Torosyan, C. Rau, R. Beigang, K. Maki, C. Otani, K. Kawase, *Efficient generation of Cherenkov-type terahertz radiation from a lithium niobate crystal with silicon prism output coupler*, Appl. Phys. Lett., vol. 88, 071122 (2006)
- A. Dobroiu, C. Otani, K. Kawase, *Terahertz-wave sources and imaging applications*, Measurement Science and Technology, vol. 17, pp. R161-R174 (2006)
- S. Hayashi, H. Minamide, T. Ikari, Y. Ogawa, J. Shikata, H. Ito, C. Otani, and K. Kawase, *Output power enhancement of a palmtop terahertz-wave parametric generator*, Applied Optics, vol. 46, pp. 117-123 (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))

開催時期	場所	会議等の名称	参加人数 (うち外国人人数)	主な招待者
平成16年 4月5～7日	名古屋大学 IB電子情報館	International COE Forum on Plasma Science and Technology	240 (31)	U. Czarnetzki (Germany) R. Sanden (Holland) D. B. Graves (USA)
平成16年 4月5日	名古屋大学 IB電子情報館	International School on Plasma Science and Technology (Plasma Mini-Course)	153 (11)	M. A. Lieberman (USA) N. Sadeghi (France) M. M. Turner (Ireland)
平成17年 9月19日 ～20日	名古屋大学 IB電子情報館	“ Deutschland Japan Jahr ” Plasma Science and Technology Symposium	100 (19)	K. Weltmann (Germany) K.H. Finken (Germany) R. Dettmar (Germany)
平成17年 12月12日 ～13日	名古屋大学 グリーンサロン 東山	International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics	42 (15)	J. G. Han (Korea) J. Musil (Czech Republic) M. Goeckner (USA)
平成17年 12月15日 ～16日	名古屋大学 環境学研究科 レクチャホール	International COE Workshop on Nano Processes and Devices, and Their Applications	170 (11)	P. Destruel (France) T. Eimueller (Germany) A. Seabaugh (USA)
平成18年 5月3日 ～6日	Potsdam, Germany	2 nd International COE Forum on Plasma Science and Technology	52 (40)	U. Czarnetzki (Germany) R. Engeln (Netherlands) J. G. Han (Korea)
平成18年 5月7日 ～8日	Bochum University, Germany	Japanese- German Student Workshop on Plasma Science and Technology	32 (24)	A. Serdyuchenko T. Kampschulte C. Sharwitz (Germany)
平成18年 12月1日 ～2日	幡豆郡幡豆町 グリーンホテル 三ヶ根山	4th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics and Thin Film Technology for Electronic Materials	55 (24)	J. G. Han (Korea) N. E. Lee (Korea) H. Kim (Korea)

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

名古屋大学大学院工学研究科では流動型大学院システムを導入し、ダブルメジャー教育を中心とした分野横断型教育システムを推進してきた。本COEは、その思想を積極的に展開し、広く社会のオピニオンリーダーを養成すべく、幾つかのプログラムを実施した。後述の若手フォーラムにて自主性を培った学生が、短縮で博士課程を修了し助手に採用されるなどの人材育成に関する具体例も出た。博士課程後期課程を中心とした学生の意識は顕著に変化した。以下、これまで行った具体的施策とその成果について記述する。

1) 複数指導教員制の導入と中間報告会の実施

本COEはプラズマ、デバイス、システムの3つのグループに大別される。従来の講座の枠に捉われない柔軟な研究を目指し、本COEではグループ内・グループ間の連携研究を推進した。博士課程前期課程・後期課程学生全員に担当講座外の教員を副指導教員として当てたほか、連携研究のために合同セミナー・合同ミーティングを随時実施し、より幅広い視野から研究に臨む能力の開発を目指した。また、前期課程学生は1年生の12月に、後期課程の学生は2年生の11月から1月にかけて公開の中間報告会を行い、出席全教員による評価を受けた。

2) 博士課程後期課程学生のRA採用

平成15年度より、専門性を考慮した上で、博士課程後期課程学生延べ111名をRAとして雇用し、前期課程学生のTAを補助に使用して、学部学生に対する講義の演習、実験指導等の一部を任せることで、当該教科のより深い理解を促した。同時に、これらの経費は学生の大きな収入源ともなり、経済的負担の軽減にも有用であった。

3) 若手フォーラム

オピニオンリーダーに求められる問題発見能力、遂行能力、解決能力を育成するプログラムである。構成員は博士課程後期課程学生、助手、およびポスドク研究員（COE研究員は除く）であり、競争的環境の中で研究の立案・実施・発表までをすべてフォーラム内で自主的にを行い、通算13件のプロジェクトを推進した。COE委員会は、経済的支援と評価を担う。研究室の枠に捉われない連携研究が研究課題採択の条件となっていることから、研究を進める過程で自然と広い視点が身についたものと考えている。成果は年1回の学内報告会で発表されると共に、国内会議や、国際会議で公表されている。また、職員がまったくタッチしない学生独自による成果の学会発表も増えた。このように、学生自身が研究推進を常に意識するようになり、自主性が増した効果は極めて大きいと判断している。

4) 海外研究機関への派遣

博士課程後期課程学生の国際性を養うため、同様の研究をしている海外研究機関（大学および民間研究機関）へ1～3ヶ月程度滞在、共同研究を進めるプログラムで、合計6名がこの海外研修を受けた。

平成17年度には、ドイツのボッフム大学との間の学術交流協定に基づいた新しいインターンシップを開始した。すなわち、先方から大学院生計5名を本COEで受け入れ、逆にこちらから計5名の大学院生を派遣した。派遣期間はそれぞれ1ヶ月程度である。

5) 学生による国際ワークショップ

ドイツのボッフム大学との間の学生交換に合わせて、平成17年5月（名大）平成17年11月（名大）平成18年5月（ボッフム大）平成18年11月（名大）の4回、互いの学生だけで企画・運営・発表する国際ミニワークショップを開催した。職員の手を煩わすことなく学生自身が行った本企画は、自主性、積極性を培う大変有効なものであった。

6) 国際性の育成

国際的なリーダーには英語の能力は不可欠である。実際に求められる能力を養うため、後期課程の学生全員と後期課程進学予定の前期課程学生に英語論文作成訓練（平成16年度）英語発表訓練（平成17, 18年度）を実施した。その評価として、博士課程2年次の中間発表会は英語でのプレゼンテーションを課している。また、実践の場を経験させるため、後期課程学生に対し年1回程度の国際会議出張旅費支援を行なった。

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)

研究教育拠点形成計画全体について、高等研究院を活用し、研究に専念できる流動教員ポストにより、21世紀COE拠点メンバーをサポートし、また本COEを契機として「プラズマナノ工学研究センター」を創設し、本分野の今後の発展を継続すべく特段の配慮を行ったことなど、拠点形成に向けた努力が認められる。全体としては、設定された目的が概ね達成され、期待に沿う成果があったと言える。

人材育成面については、複数指導教員制とダブルメジャー制を採用し、「若手フォーラム」により、若手研究者と大学院生の自立的な異分野共同研究が行われ、プラズマとデバイス研究を融合させるなど、効果が得られた。また、ドイツのボッフム大学と学術交流協定を結び、博士課程学生の交換留学を実現したことは評価でき、両大学の大学院生だけで4回の国際ミニワークショップを行なった点も評価できる。一方で、博士課程の入学定員の充足率については、改善の傾向は見られるが、今後の更なる充実が望まれる。本COEの支援を受けた博士課程学生の社会での活躍ぶりはまだ評価できないが、今後の成果に期待する。

研究活動面については、個々の研究者の研究自体は優れており、COE発足後の競争的資金の獲得が3.2倍に増えるなど、拠点の存在感は増しており、拠点のプラズマ研究者はプラズマ源、制御、計測、プロセス研究において世界トップレベルの優れた成果を上げ、学術基盤の強化に貢献した。またプラズマ技術による新デバイス創製への貢献は評価される。しかし、プラズマ研究の成果をベースにデバイス・システムにまたがる新分野の創成については課題を残しており、本COEでプラズマ関連の研究者と、デバイス研究者の有機的な連携の実は上がり始めているものの、今後更に強化が必要である。世界の7つのプラズマ研究拠点を結ぶ国際ネットワークを構築しているが、その具体的成果の説明については、報告書に記載がなく、今後の展開において明らかにすることが望まれる。

中間評価への対応については、プラズマ技術のデバイスへの積極的適用とデバイス製作への貢献は評価されるが、更にシステム分野を含む幅広い研究者の連携の深まりを期待する。

今後の持続的展開については、計画されている「グローバル高等教育研究機構」の創設による発展が期待されるが、このプログラムの成果を継承・発展させるために設置された「プラズマナノ工学研究センター」における研究体制については、更に具体化することが望まれる。