

◆SIT 総合研究所・研究センター 研究成果報告書

※各研究センターの成果報告書は、文部科学省の報告様式を基に作成しています。

(一部センターは任意書式)

1 フレキシブル微細加工研究センター (2010 年度予算 : 6,000 千円) (5 年目・最終年度)

電子ビームではなくプロトンビームを用いることで、より深度が大きく正確な微細加工ができる技術を開発し、半導体や材料加工分野への応用をめざす

プロトン：陽子のこと、水素イオン (H^+) でもある

2 ユビキタス RT システム研究センター RT: Robot Technology (2010 年度予算 : 8,000 千円) (4 年目)

ロボットは、産業応用から、ひとの生活を便利にする、あるいは補助するシステムへの応用へと変化しつつある。しかし、ロボットがひとの生活に浸透するためには、あいまいな情報から、ひとが求める要求（あうんの呼吸）を判断する必要がある。

3 バイオトランスポート研究センター (2010 年度予算 : 8,000 千円) (3 年目)

生体内の輸送現象である、栄養素や酸素の輸送、血液輸送は、生体現象にとって重要である。この現象を工学的に解析することで、生体内現象の解明を行う。

4 ライフサポートテクノロジー研究センター (2010 年度予算 : 8,000 千円) (2 年目)

ひとが幸せに暮らすためには「元気に老いる」ということが重要である。老化の現象を解明することで、高齢化社会を元気に生きるためには何が必要かを探る

5 環境微生物生態工学国際交流研究センター (2010 年度予算 : 10,000 千円) (1 年目)

東南アジアにおけるダイオキシン汚染などの問題を解決するために、微生物を利用して環境浄化する方法を探索するとともに、有用な物質を合成する技術（例：窒素からアンモニア合成）も探る。

6 ポータブル強磁場マグネットセンター (2010 年度予算 : 10,000 千円) (1 年目)

世界最強の小型マグネットを開発するとともに、その磁場を利用することで、水を浄化する装置や、ひざの軟骨を再生する技術の開発を行う。

7 レアメタルバイオリサーチセンター (2009 年 10 月～2010 年度予算 : 191,236 千円) (2 年目・最終年)

特殊な金属代謝機能を有する微生物を利用して廃電子部品等に含まれるセレン等のレアメタルを不溶液化・濃縮して回収し、市場価値のある資源としてリサイクルする一連の技術群を開発する。

※今回の点検・評価委員会の対象外(経産省で別途評価・研究期間中、内容については非公開)

8 ソフトウェア開発技術教育研究センター (2010 年度予算 : 21,798 千円) (2 年目)

産業界におけるソフトウェア開発技術者不足やソフトウェアの品質低下という問題に対して、工学のあらゆる分野における基礎教育としての重要性が高まっている情報処理技術の教育を基礎的なソフトウェア開発技術教育を強化し、ソフトウェア開発技能(技術を使用する能力)をもつ質の高い人材を各工学分野に関わる産業界に輩出する。

9 脳科学ライフテクノロジー寄附研究センター (2010 年度予算 : 5,000 千円) (1 年目)

財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所からの寄附金を基金とし、同財団で実施されてきた脳科学及び生活支援技術の研究の発展と本分野での人材育成を目指す。

【各研究センターの成り立ち】

該当 番号	事業名等	概要
1	文部科学省 学術研究高度化推進事業 (学術フロンティア推進事業)	優れた研究実績を上げ、将来の研究発展が期待される待される卓越した研究組織を「学術フロンティア推進拠点」に選定し、内外の研究機関との共同研究に必要な研究施設、研究装置・設備の整備に対し、重点的かつ総合的支援を行う。 http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/004.htm
2	文部科学省 学術研究高度化推進事業 (ハイクオリティセンター整備事業)	最先端の研究開発プロジェクトを実施する研究組織を「ハイクオリティ・センター」に選定し、研究開発に必要な研究施設、研究装置・設備の整備に対し、重点的かつ総合的支援を行う。 http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/004.htm
3,4,5, 6	文部科学省 戦略的研究基盤形成 支援事業	本事業は、私立大学が、各大学の経営戦略に基づいて行う研究基盤の形成を支援するため、研究プロジェクトに対して重点的かつ総合的に補助を行う事業であり、もってわが国の科学技術の進展に寄与するものである。 http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/1218299.htm
7 評価 対象外	経済産業省 平成 21 年度 技術研究開発委託事業	本事業は、廃製品中等のレアメタル含有量が低く現状の手法では経済的に抽出が困難なレアメタルを生物学的な循環資源を用いた手法により、低環境負荷、低コストで効率的な回収が可能となるリサイクル手法を開発するもので、現在日本の資源確保における緊急対策として重点的事業の一つである。
8	文部科学省 平成 21 年度 大学教育・学生支援推進事業「大学教育推進プログラム・テーマA」	本事業は、各大学等における学士力の確保や教育力向上のための取組みの中から、達成目標を明確にした効果が見込まれる取組を選定し、広く社会に情報提供するとともに、重点的な財政支援を行うものであり、我が国の高等教育の質保証の強化に資するものである。
9	(財)脳科学ライフテクノロジー 研究所	左記財団からの寄附金を基金とし、同財団で実施されてきた脳科学及び生活支援技術の研究の発展と本分野での人材育成を目指す。

フレキシブル微細加工研究センター

* 文部科学省 平成18年度私立大学

学術フロンティア推進事業採択

(研究助成期間 平成18年4月～平成23年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	電気工学科	教授	西川 宏之	
共同研究者	材料工学科	准教授	松村 一成	
共同研究者	通信工学科	教授	堀口 常雄	
共同研究者	応用化学科	教授	大石 知司	
共同研究者	電子工学科	准教授	山口 正樹	
共同研究者	電子工学科	教授	小池 義和	
共同研究者	電気工学科	准教授	長谷川 忠大	
客員研究員	日本原子力研究開発機構	研究主幹	神谷 富裕	
客員研究員	日本原子力研究開発機構	研究副主幹	石井 保行	
客員研究員	日本原子力研究開発機構	研究副主幹	山本 春也	
客員教授	早稲田大学理工学術院	教授	大木 義路	
客員教授	愛知教育大学理科教育講座	教授	岩山 勉	
客員研究員	(株)神戸製鋼所機械エンジニアリングカンパニー	課長	吉田 栄治	
客員研究員	芝浦工業大学	非常勤講師	渡辺 徹	(協力者)元東京都立大学大学院助教授
客員研究員	(株)カトー	顧問	中田 毅	(協力者)元本学材料工学科教授
客員研究員	NPOエコデザイン推進機構	理事	林 秀臣	

ユビキタスRTシステム研究センター

* 文部科学省 平成19年度私立大学

ハイテク・リサーチ・センター整備事業採択

(研究助成期間 平成19年4月～平成24年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	電気工学科	教授	水川 真	
共同研究者	デザイン工学科	准教授	安藤 吉伸	
共同研究者	通信工学科	准教授	齋藤 敦史	
共同研究者	電子工学科	准教授	南 正輝	
共同研究者	電気工学科	教授	吉見 卓	
共同研究者	通信工学科	准教授	上岡 英史	
客員教授	首都大学東京・システムデザイン研究科	教授	山口 亨	
客員教授	(独)産業技術総合研究所・知能システム研究部門	副部門長(連携大学院 教授)	大場 光太郎	
客員研究員	サイバースペース研究所	主幹研究員	下倉 健一郎	
客員准教授	慶應義塾大学	准教授	青木 義満	

バイオトランスポート研究センター

* 文部科学省 平成20年度私立大学

戦略的研究基盤形成支援事業採択

(研究助成期間 平成20年10月～平成25年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	機械工学科	教授	工藤 奨	
共同研究者	電子工学科	准教授	六車 仁志	
共同研究者	生命科学科	教授	柴田 政廣	
共同研究者	化学科目	教授	中村 朝夫	
共同研究者	材料工学科	准教授	松村 一成	
共同研究者	応用化学科	准教授	濱崎 啓太	
客員教授	慶應義塾大学理工学部	教授	谷下 一夫	
客員教授	東京工科大学	学長	軽部 征夫	
客員教授	埼玉医科大学形成外科	教授	市岡 滋	
客員講師	杏林大学医学部	講師	大浦 紀彦	
客員准教授	防衛大学校応用物理学科	准教授	多田 茂	
客員教授	早稲田大学理工学術院	教授	小出 隆規	20081101～客員教授
客員研究員	早稲田大学理工学術院	次席研究員	粕谷 有造	20100601～客員研究員

ライフサポートテクノロジー研究センター

*文部科学省 平成21年度私立大学

戦略的研究基盤形成支援事業採択

(研究助成期間 平成21年4月～平成26年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	生命科学科	教授	米田 隆志	
共同研究者	生命科学科	教授	小山 浩幸	
共同研究者	機械制御システム学科	教授	川上 幸男	
共同研究者	機械制御システム学科	准教授	田中 英一郎	
共同研究者	生命科学科	シニア教授	浦野 四郎	
共同研究者	生命科学科	教授	柴田 政廣	
共同研究者	生命科学科	教授	馬場 敦	
共同研究者	生命科学科	教授	山本 紳一郎	
共同研究者	生命科学科	助教	福井 浩二	
共同研究者	応用化学科	准教授	吉見 靖男	

客員研究員	東京都老人総合研究所	主事研究員	新海 正	
客員教授	東京大学大学院総合文化研究科	教授	中澤 公孝	
客員准教授	東洋大学ライフデザイン学部	准教授	高橋 良至	
客員教授	埼玉医科大学	教授	市岡 滋	
客員研究員	国立障害者リハビリテーションセンター	研究員	河島 則天	(協力者)
客員研究員	埼玉医科大学形成外科	助手	橋本 直美	(協力者)
客員研究員	PURATAMA合同会社	代表	李藤 ヘンドリー	(協力者)
客員教授	芝浦工業大学教育支援センター	特任教授	岡村 宏	(協力者) 090901～客員教授
客員研究員	岩手大学工学部	准教授	三好 扶	(協力者)
客員研究員	ラクイラ大学		アレッシア マルコ	(協力者)

環境微生物生態工学国際交流研究センター

* 文部科学省 平成22年度私立大学

戦略的研究基盤形成支援事業採択

(研究助成期間 平成22年4月～平成27年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	応用化学科	教授	正留 隆	
共同研究者	生命科学科	シニア教授	大森 俊雄	
共同研究者	生命科学科	教授	布施 博之	
共同研究者	応用化学科	准教授	濱崎 啓太	
共同研究者	生命科学科	助教	岩田 健一	

客員教授	東京大学・生物生産工学センター	教授	山根 久和	
客員准教授	東京大学・生物生産工学センター	准教授	野尻 秀昭	
客員研究員	(独)産業技術総合研究所	IPOD次長	丸山 明彦	
客員研究員	(独)産業技術総合研究所	研究員	羽部 浩	
客員研究員	マレーシア国立サラワク大学	講師	アズハム スルカムナイン	
客員研究員	ベトナム国立大学ハイ校	准教授	ティン チュ ハンク	
客員研究員	ミャンマー国立マンダレイ工科大学	講師	アウングコロ オオー	

ポータブル強磁場マグネットセンター

*文部科学省 平成22年度私立大学

戦略的研究基盤形成支援事業採択

(研究助成期間 平成22年4月～平成27年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	材料工学科	教授	村上 雅人	
共同研究者	材料工学科	特任教授	腰塚 直己	
共同研究者	院地域環境システム専攻	ポスドク研究員	関 宏範	
共同研究者	SIT総合研究所	特任教授	中山 千秋	
共同研究者	専院工学マテ専攻	特任教授	吉久保 誠一	
共同研究者	SIT総合研究所	シニア教授	塩崎 忠	
共同研究者	機械機能工学科	教授	高崎 明人	
共同研究者	SIT総合研究所	シニア教授	工藤 一彦	
共同研究者	応用化学科	教授	大田 正人	

客員教授	東京海洋大学・海洋工学部	教授	和泉 充	
客員教授	広島大学大学院・整形外科学専攻	教授	越智 光夫	
客員教授	日立製作所	主管研究員	佐保 典英	(SIT総研)
客員研究員	淡路マテリア	研究部長	丸山 忠克	(協力者)
客員研究員	セイコー加工	技術開発係長	平櫛 真男	(協力者)
客員研究員	マグネオ技研	社長	秋山 慎一	(協力者)
客員教授	鉄道総合研究所・低温システム研究室	室長	長嶋 賢	(連携大学院)

レアメタルバイオリサーチセンター

* 経済産業省 平成21年度 技術研究開発委託事業

(研究助成期間 平成21年10月～平成23年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	応用化学科	教授	山下 光雄	
共同研究者	材料工学科	助教	新井 剛	
事業実施協力者	大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	教授	池 道彦	
事業実施協力者	大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	准教授	惣田 訓	
事業実施協力者	大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	助教	清 和成	
事業実施協力者	公立大学法人秋田県立大学 生物資源科学部生物環境科学科	准教授	宮田 直	
事業実施協力者	公立大学法人秋田県立大学 環境科学研究所環境微生物学研究室	准教授	谷 幸則	
事業実施協力者	株式会社日立プラントテクノロジー 研究開発本部 兼 経営戦略本部事業開発室	副本部長 室長	渡辺 幸次	
事業実施協力者	株式会社日立プラントテクノロジー 研究開発本部松戸研究所水環境システム部	部長	大西 真人	
協力者	西日本家電リサイクル株式会社	代表取締役社長	吉良 英司	
協力者	愛媛県立衛生環境研究所環境研究課 環境科学室		中村 洋祐	

ソフトウェア開発技術教育研究センター

*文部科学省 平成21年度 大学教育・学生支援推進事業「大学教育推進プログラム・テーマA」

(研究助成期間 平成21年4月～平成24年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	電子情報システム学科	教授	松浦 佐江子	
共同研究者	情報工学科	教授	古宮 誠一	
共同研究者	電子情報システム学科	准教授	鈴木 徹也	
共同研究者	デザイン工学科	教授	山崎 憲一	
共同研究者	機能制御システム専攻	ポスドク研究員	橋浦 弘明	
共同研究者	機能制御システム専攻	ポスドク研究員	櫻井 孝平	
客員研究員	シグマコンサルティング株式会社	取締役	菅原 英治	

脳科学ライフテクノロジー寄附研究センター

(研究助成期間 平成22年4月～平成32年3月)

	所属・機関	職	氏名	備考
センター長	生命科学科	教授	米田 隆志	
共同研究者	生命科学科	教授	小山 浩幸	
共同研究者	生命科学科	教授	山本 紳一郎	
共同研究者	生命科学科	教授	花房 昭彦	

①

プロジェクト番号

06F003

**平成18年度～平成22年度「私立大学学術研究高度化推進事業」
「学術フロンティア推進事業」研究成果報告書概要**

1 学校法人名 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 芝浦工業大学先端工学研究機構フレキシブル微細加工研究センター

4 プロジェクト所在地 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

5 研究プロジェクト名 フレキシブルで高速かつ高精度なものづくりを支援する微細加工システムの創成と実証

6 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
西川 宏之	工学部電気工学科	教授

7 プロジェクト参加研究者数 14 名

8 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

9 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
西川 宏之	電気工学科・教授	小型 PBW 装置, レジスト材料, 誘電泳動デバイスの開発	ビーム発生制御, 材料・プロセス, デバイス応用
松村 一成	材料工学科・准教授	バイオセンサ応用	デバイス応用
小池 義和	電子工学科・教授	生分解プラスチック	デバイス応用
山口 正樹	電子工学科・准教授	強誘電体 MEMS	デバイス応用
長谷川 忠大	電気工学科・准教授	マイクロ化学デバイス	デバイス応用
大石 知司	応用化学科・教授	無機・有機ハイブリッド薄膜	材料・プロセス
堀口 常雄	通信工学科・教授	光デバイス応用	デバイス応用
(共同研究機関等) 神谷 富裕	日本原子力研究開発機構・研究主幹	高精度プロトンビーム発生・走査技術の開発	ビーム発生・制御
石井 保行	日本原子力研究開発機構・研究副主幹	高精度プロトンビーム発生・走査技術の開発	ビーム発生・制御
山本 春也	日本原子力研究開発機構・研究副主幹	磁性材料への照射効果	材料・プロセス

プロジェクト番号

06F003

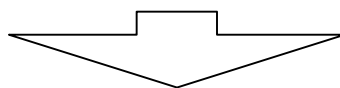
大木 義路	早稲田大学・教授	ナノシリコン	デバイス応用
岩山 勉	愛知教育大学・教授	ナノシリコン	デバイス応用
吉田 栄治	(株)神戸製鋼所・課長	産学連携	産学連携, 市場調査
林 秀臣	NPO エコデザイン推進機構・理事	エンジニアリングプラスチック	材料プロセス

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクト外での研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
H20.4 より参加	芝浦工業大学・准教授	長谷川 忠大	マイクロ化学デバイス
H21.4 より参加	先端工学研究機構・客員研究員	林 秀臣	エンジニアリングプラスチックの微細加工

10 研究の概要

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本研究プロジェクトはミクロン・サブミクロンレベルに集束した、プロトンビーム描画(Proton Beam Writing: 以下 PBW)による微細加工技術の中核に据え、電鋳やナノインプリント技術等との融合によるフレキシブルで高速かつ高精度なものづくりへの多面的展開を目指し、微細加工システムを創成することを目的とする。PBW 技術のユニークな特性を活かすために、ビーム発生・制御、材料・プロセス、デバイス応用を中心課題としてイオンビーム工学、材料、化学、電気、電子、通信の専門家による境界的かつ包括的な取り組みを行い、量子ビーム応用工学の発展に資することを目指す。

本研究開発により確立した PBW 技術を基盤に、フレキシブルで高精度かつ高速なものづくりを支援する微細加工システムの創成と実証を目指し、基盤技術としてビーム発生・制御、材料・プロセス技術、およびデバイス応用を確立することを目的とする。センターの目標としては、3年目の時点では、ものづくりに適した PBW 基盤技術と材料プロセス技術の確立と5年目の時点で小型 PBW 装置の確立とデバイス応用に至るまでの包括的目標をもって研究を推進した。図1に本研究計画の全体像と各研究グループの役割分担を示す。

プロトンビーム描画(PBW)技術を基軸とするフレキシブルで高精度なものづくりを支援する微細加工システムの創成とその実証

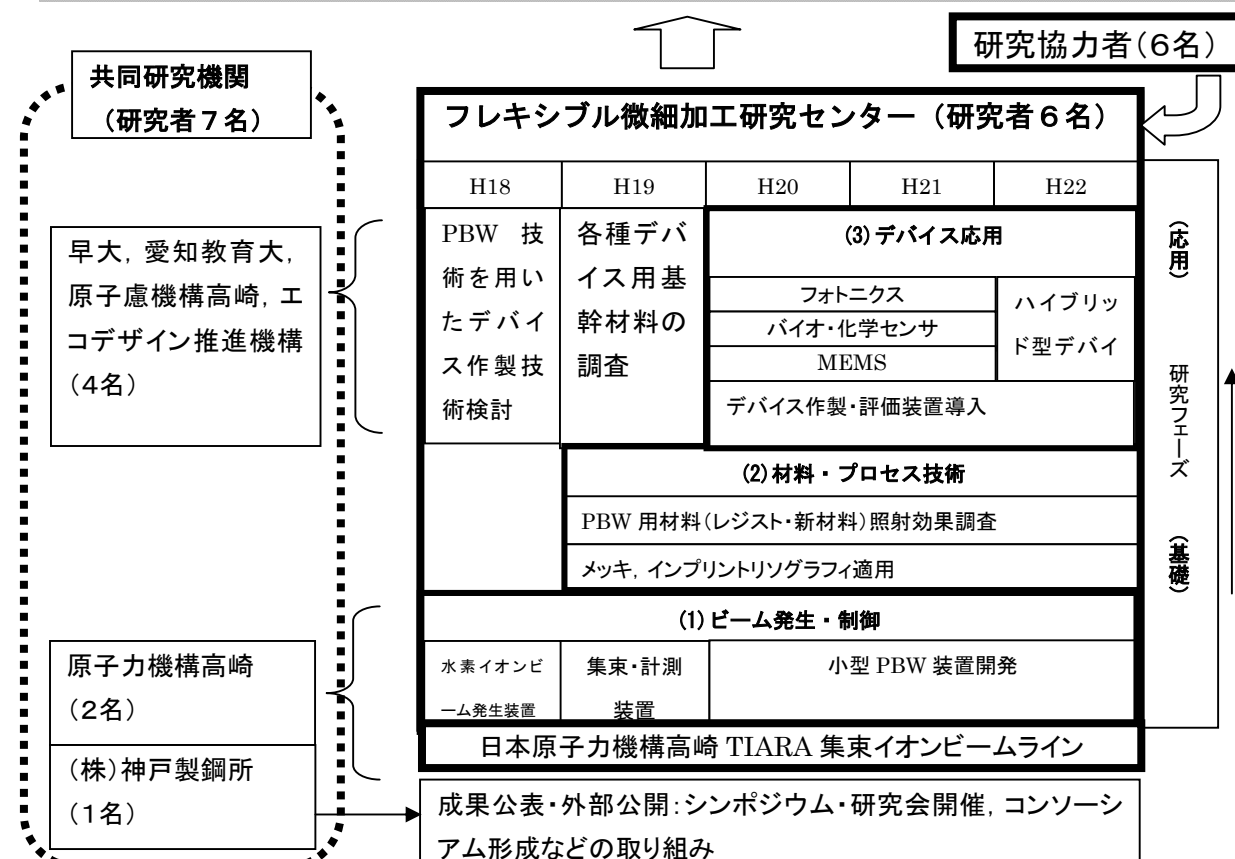


図1. 本研究計画の全体像と各研究グループの役割分担

(2) 研究組織

研究代表者の西川は、中核となる小型 PBW 技術の開発(ビーム発生・制御)を始めとして、材料・プロセスおよびデバイス応用の全般に取り組んだ。これによりグループ全体でビーム発生・制御、材料・プロセス、デバイス応用の3つのテーマ間での連携を図り、研究計画の統括を行った。また、学外においては原子力機構の神谷、石井(ビーム技術)と連携し、原子力機構装置を利用した PBW 技術開発に取り組んだ。材料プロセス技術を担当する西川、大石(無機・有機ハイブリッド薄膜)、山口(強誘電体薄膜)、および山本(セラミックス)が、材料・プロセスに関する研究を行った。大木および岩山は、シリコンナノ結晶等を用いたフォトニクス・センサデバイスの創成に取り組んだ。神戸製鋼所吉田栄治(経営学)により産業展や産業界へのヒアリングを通じて、産業界・微細加工に関する PBW 加工に対するニーズ調査を行った。

応用面では学内メンバーである堀口(光ファイバデバイス)、松村(ナノバイオセンサ)、小池(超音波エレクトロニクス)を中心に、各種デバイス応用のため研究を推進した。H20 年度より本学に赴任した長谷川(マイクロ化学デバイス)の参画を得て、本研究が最終目標とするハイブリッド型多機能マイクロデバイスの創成に向けての研究体制が整え、研究を推進した。また早大の大木、および愛知教育大学の岩山は、シリコンナノ結晶等を用いたフォトニクス・センサデバイスの創成に取り組んでいる。また、H21 年度より、産業界出身の林秀臣氏(エコデザイン推進機構)を客員研究員として招き、エレクトロニクス実装を視野に入れたエンジニアリングプラスチックへの微細加工に関する研究を開始した。また PD を 1 名雇用し、ナノバイオセンサに取り組む松村のグループを支援した(H18~H20)。また、大学院生は、各共同研究者の担当する学生が実験補助として H22 年 9 月時点で 10 名参加している。

また、研究協力者として渋谷義一(電気工学科教授(~H19)、高電圧機器技術)より、加速器の立ち上げに当たり、加速器の安定化技術面で支援を得た。また、高精細メッキ技術について、中田毅(材料工学科教授(~H19)、先端研客員研究員(H20~))および渡辺徹(都立大大学院応用化学専攻元助教授・先端研客員研究員)の協力を得て電鍍技術の基礎を固めた。さらに、野村徹(通信工学科教授)および斎藤敦史(通信工学科准教授)により、化学センサへのデバイス応用面での検討を行った。

研究者間活動の連携を図るに当たり、研究センター設置の H18 年度より、毎年「PBW 研究会」を実施している(H18 年度 箱根、H19 年度 葉山、H20 年度豊洲、H21 年度 大宮)。ここでは、各研究分野の進捗状況を報告するとともに、外部から関連する分野の外部講師を招いての勉強会の場として機能しており、本研究プロジェクトを推進する上で重要な役割を果たしている。

(3) 研究施設・設備等

芝浦工業大学大宮キャンパス先端研究工学機構を主たる研究場所として、同機構内にフレキシブル微細加工研究センターを設置した(面積:146.83m²)。同センターの利用者は、H22 年 9 月現在、教員 7 名、客員研究員 1 名、大学院生 10 名である。同センターにおいては、設置より 3 カ年計画で研究装置および研究設備の整備を行った。

初年度(H18 年度)、水素イオンビーム照射装置を導入し、高エネルギープロトンビームと材料との相互作用に関する研究を実施した。次年度(H19 年度)は、高エネルギーイオンビーム集束/計測装置を導入し、初年度に導入した水素イオンビーム照射装置からのビームを集束・走査し、二次電子を計測する機能を有する。これにより、今後の小型 PBW 装置の開発のための装置基盤を整備した。これらの装置の利用状況は極めて高く、H22 年 9 月現在、1800 時間/年である。H20 年度は、同装置により実現される複合

機能デバイスの評価を目的として、ハイブリッド MEMS デバイス評価装置を整備した。これにより、PBW により実現される微細な光デバイス応用のための光学定数の測定、および MEMS 用強誘電体の特性測定が可能な設備が整備された。同装置の利用は、光・MEMS デバイスの材料評価に用いられており、MEMS デバイス特性の評価には至っていない。したがって現時点で利用時間は 300 時間/年程度であるが、今後の MEMS デバイス特性測定において、利用度はさらに高まることが予想される。

特に H18 および 19 年度に導入した研究装置・設備は、高エネルギービームの発生機能と制御・計測機能を組み合わせることにより、H20 年度、描画機能を有する小型 PBW 装置としての機能を実現した。同装置は、本研究計画の目的である、「フレキシブルで高精度かつ高速なものづくりを支援する微細加工システム」の中核となる装置として、それ以降の計画において最大限活用されている。同装置の位置づけは、世界初の小型 PBW 専用装置として具現化したものである。現報告(H22 年 9 月)時点でビームエネルギーが最大 1.3MeV のプロトン(H^+)および水素分子(H_2^+ , H_3^+)ビームを発生することが可能である。その描画装置としての機能は、集束径として最小 $0.5\mu m$ の性能を示すに至っている。また、加工深さにして最大 $30\mu m$ に相当する。原理的には、最大 60 の高アスペクト比加工ができるのが特徴である。

なお、本研究プロジェクト遂行にあたり、研究者主導で学外共同研究者との連携を緊密に行い、上記小型 PBW 装置の開発に先行して(独)日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所の高エネルギーイオンマイクロ・ナノビーム形成装置を利用し、PBW 基盤技術の確立を行った。この過程で、ソフトウェアの開発や描画用ステージ機能の付加等のソフト・ハード両面にわたる改良が施され、PBW 装置の基本機能を実現することができた。これにより、研究センターでの研究基盤(小型 PBW 装置)が立ち上がるまでの研究のタイムラグを解消し、効果的に研究の立ち上げを実施することができた。

また、本学先端工学研究機構においては、高度な現有設備(XRD, FIB, 電界放出型走査型電子顕微鏡(SEM)等)を有効利用することにより、三次元加工物の評価においてきわめて有用であった。さらに学内の共同研究者が各研究室において、現有する 3 次元分光顕微鏡および SEM(西川)、近接場光学顕微鏡(松村)、高真空 STM/AFM(山口)、マスクアライナー・共焦点レーザ顕微鏡・卓上 SEM(長谷川)についても、相互に有効活用をする体制が整っている。

(4)研究成果の概要

<当初目標と達成度>

本研究は、これまでにない MeV 級の高エネルギー軽イオンビームをものづくり、特に産業応用も視野に入れたに適用するという革新的な取り組みであり、装置の立ち上げから、応用までを設定した当該課題は従来の取り組みにない野心的なものであったが、研究グループの努力により、5 カ年の研究計画を通じて概ね達成できた。以下では、ビーム発生・制御、材料・プロセス、デバイス応用の 3 つの研究課題につき、最終目標およびそれらに関連する成果を以下にまとめる。

(1) ビーム発生・制御(原子力機構, 芝浦工大)

(目標)プロトンビームを精密微細加工に応用するためのビーム技術基盤確立

本目標は精密ビーム加工を実現するためのツールとして、基幹となるプロトンビーム技術を確立するため、主として装置に関する開発を行うものである。5 年間にわたる取り組みにより、以下の目標を達成した。

(a) ビーム集束 $<100nm$, ステージ走査による加工面積の拡大(XYZ 最大ストローク $\sim 30mm$), 統合制御ソフトウェア開発: 共同研究機関である原子力機構高崎量子応用研究所

の放射線高度利用施設のビームラインにおいて、神谷・石井および西川が中心になり実施した。この研究過程では、後述の課題(2)(c)で確立したメッキ技術(電鍍)で作成したNiメッシュを標準として利用することで、中間審査時の目標である100nm級のビーム集束を達成することができた。しかしながら、最終的な目標であるサブ100nm級の集束は、ビーム電流値の向上が必要となり、現状の100倍程度の輝度を有するイオン源が必要であることが明らかとなった。現行の加速器を構成する、イオン源の改善(高輝度化)が必要となり、装置構成に関する検討を行った。今後は、その実現が課題である。

(b) 集束 $\leq 1\mu\text{m}$, 描画機能の付加, 小型PBW装置仕様の提案: 高エネルギーイオンビーム集束/計測装置導入により、プロトンビーム分析と装置改善を実施し、500nm以下のサブミクロンビーム集束を二次電子像として計測する機能を実現した。さらに同装置をベースに、装置メーカーの神戸製鋼所と共に共同研究を実施し、PBW用専用ソフトウェアの導入を経て、世界初の小型のPBW専用装置を実現した。また、同技術を実デバイスに適用するには、数十mm角の項領域の描画を可能にするハードおよびソフトの課題があった。H20年度に50mm角の走査が可能な真空ステージを導入し、H21年度以降、ソフトウェアの開発を行った。具体的には①静電スキャナによる200ミクロン角の描画パターンつなぎ合わせ、および②ステージ走査による大面積描画手法を開発した。

以下の表1に小型PBW装置開発の成果概要を示す。

表1. 小型PBW装置開発に関する成果

PBW装置仕様	成果・意義
サイズ: 7m×4m	実験室レベルの小型化・普及
PLC-PC制御	簡易な立ち上げ, 操作性
放射線量 $< 0.6\mu\text{SV/h}$	放射線発生装置に該当せず
加速電圧: 1.3MV(目標: 1.7MV)	加工深さ最大 30mm(目標: 60mm)
電圧安定度: $1\times 10^{-5}@1\text{MV}$	100nm級加工微細度に対応
PIGイオン源	コンパクト, 低消費電力(Δ 電流値: $\sim 10\text{pA}/\mu\text{m}^2$)
描画・測定ソフトウェア	簡便な調整操作, 作図・描画
集束ビーム径 $\sim 0.5\mu\text{m}$	アスペクト比 60(@1.3MV)の可能性
HSQサブミクロン加工($\sim 200\text{nm}$)	光学素子応用の可能性
Au, Ni電鍍応用	3次元微細電極, インプリントへの応用

(2) 材料・プロセス(芝浦工大, 原子力機構)

(目標)プロトンビーム照射による放射線化学反応による露光・現像技術の確立

プロトンビームの長深度と直進性を活かした、高精度かつ高速な加工を実現するには、加工対象となる材料と高エネルギーのプロトンとの相互作用の理解が重要となる。これらを念頭に5カ年にわたり研究に取り組み、以下の成果を得た。

(a) PBW用新材料(高感度レジスト, 半導体・強誘電体・磁性体等)のプロセス提案:

市販のレジスト材料であるメッキ用材料についての露光特性を確認した。またMEMS応用に向け、駆動源となる圧電デバイス用の強誘電体の微細加工のためビスマスならびにチタンの感光性材料として、チタンとビスマスを含有するレジスト材料を検討し、プ

ロトンビーム照射に対してネガ型レジストとして機能することを確認した。エンジニアリングプラスチックの代表格である、ポリエステルとポリイミドの加工性を確認した。熱可塑性樹脂として優れた光学的特性を有するCOCの露光特性も確認し、特許として出願した。生分解性プラスチックのポジ型加工に成功し、生体親和性を有するインプラントデバイスへの可能性が拓けた。バイオセンサ応用を念頭に入れたその他の材料開発については、(3)項にて述べる。

(b) 汎用レジスト(PMMA, SU-8 等)による高アスペクト比(≥ 20 , エッジラフネス $\leq 10\text{nm}$)

構造作製:汎用レジスト (PMMA, SU-8 等) による高アスペクト比 (≥ 10 , エッジラフネス $\leq 25\text{nm}$) 構造作製: 本目標は概ね達成することができた。また、高アスペクト比電鍍用の厚膜 PMMA の現像時の耐クラック性改善方法を特許出願した。ただし、エッジラフネスの nm レベルの高精度評価には、AFM による観察等困難が伴い、課題として残る。

(c) メッキによる鑄型を用いたインプリントプロセスの実証:メッキプロセス最適化による鑄型形成を行った。高アスペクト比、サブミクロン分解能を有する金型形成には、シード層の形成、電鍍条件 (メッキ浴、電流密度等)、電鍍時の機械的、化学的に耐えうる母型の形成等、電鍍プロセスの最適化が課題である。これらの課題だけでなく、厚膜の高アスペクト比構造現像時の目詰まり等の課題の解決も必要であった。現在、PMMA や SU-8 以外の適切なレジスト材料 (ポジ、ネガ) を探索し、市販の厚膜・電鍍用ポジ型 (AZ Electronic Materials 社製, AZP), およびネガ型 (JSR 社製, THB) レジストのプロトンビーム露光特性を調査した。さらに材料メーカーとの共同により、厚膜用 PMMA を開発することができた (特許出願済, 後述)。膜厚に依存した露光・現像特性を踏まえての検討を行い、電鍍特性の最適化により、プロトンビームの長深度、直進性を活かした、高アスペクト比 (30 以上) の Ni 構造体の作製に成功した。

表 2. 本研究で得られた材料プロセスに関する成果, 加工対象

タイプ	材料名	特徴	主な用途
ポジ型	ポリメチルメタクリレート (PMMA)	光学特性, 分解能	光学素子
	AZ Electronics 社製 AZP4620	アルカリ現像, 電鍍用	メッキ
	ポリイミドフィルム (宇部興産製 Upilex, Dupont 社製 Kapton)	耐熱性、耐久性	電子実装
	ポリエステルフィルム (東レ製 LUMIRROR S10)	耐熱性、耐久性	電子実装
	チタンとビスマスを含むオクチル酸金属塩	強誘電性, 圧電性	MEMS
	ポリ乳酸 (PLAA)	生分解性, 圧電性	MEMS
ネガ型	エポキシ系 (化薬マイクロケム社製 SU-8)	機械的・化学的特性	流路, MEMS 等
	JSR 社製 THB-15N	アルカリ現像	メッキ用
	無機シロキサン (HSQ, 東レダウコーニン	無機 SOC, 高分解能	層間絶縁膜

プロジェクト番号

06F003

グ FOX16)		
有機シロキサン (MSQ, Honeywell 社製, ACCUGLASS 512B)	有機 SOG	層間絶縁膜

(3) デバイス応用(芝浦工大, 早大, 愛知教育大):**(目標) バイオ・化学センサに関する基本加工と評価およびハイブリッド化の検討**

本研究目標は、応用に特化した材料の選定とその評価を通じて、デバイス試作と応用につなげるものである。表3に計画策定時に想定した本研究の取り組みをまとめた。

(a) デバイス基本構造(直線導波路, Y 分岐路, 回折格子, バイオコロイドテンプレート等) 作製: 3次元高アスペクト比ピラー構造を利用した3次元誘電泳動デバイスを試作し, その有用性を実証した。また, H21 年度には PMMA における誘起屈折率現象を利用した導波路作製プロセスに目途がついた。そこで H22 年度には, 光デバイスシミュレーションソフトを導入し, 設計から試作までのプロセスを検証した。さらに, ポリアクリルアミド (PMAA) レジストやネガ/ポジ型レジスト膜用の β -CyD を用いて, 分子分離・認識デバイス用の基本構造として, PBW によるウェル, メッシュ構造の形成を確認した。

(b) 各分野, 2種類程度のデバイス試作と動作検証: バイオセンサ応用では, ポリアクリルアミド (PMAA) レジストのポジ型現像特性の調査, ネガ/ポジ型レジスト膜用の β -CyD 誘導体モノマーの合成等を積極的に行い, 機能性を有する三次元構造体をデバイスに応用する取り組みを行った。この新規レジストは, 分子インプリント高分子法を適用して, CyDの包接能によってゲスト分子に特異的に結合するような性質を付与することも可能であるので, このレジストを用いた微細化構造を含むデバイスの開発を行っている。また, 電気泳動用のポリアクリルアミドゲルをPBWにより微細加工し, 利用したマイクロ電気泳動の動作を検証済みであり, デバイス化を行う予定である。

(c) PBW 技術を活かした新規デバイス提案: PBW 技術の特徴を活かした高アスペクト比構造を利用したものとして, (a) で述べた誘電泳動デバイスが挙げられる。デバイス作製のため, PBW のみならず, 光リソグラフィも含めた各種技術と組み合わせ, 3次元ピラー構造をマイクロ流路に組み込むプロセスを確立した。これにより封止されたマイクロ流路に組み込まれた誘電泳動デバイスの試作と動作検証ができた。

(d) 機能複合化によるハイブリッドデバイスの試作: 上記(b)にて掲げたデバイスの機能は, 微粒子や微生物の濃縮機能, 分子認識機能, 光導波, スイッチング機能等である。したがって, これらの機能を複合化するに当たっては, 流路をベースとする複合化が有効である。現在, マイクロ流路デバイスに対し, 電鋳プロセスによる三次元電極や光導波等の機能を導入するためのプロセスの検討を行っている。

表3. デバイス開発に関する成果 (◎, ○, △, ×で評価)

応用分	本研究における PBW 適用範囲とそのメリット	既存手法との比較した優位点	課題	期待されるデバイス	本研究での取り組み
フォトニクス	高速プロトタイプング, 多品種少量生産, インプリントリソグラフィによる光ポリマーデバイス	フレキシブル・高速 (対光リソグラフィ)	・PBWに適した材料およびプロセス開	導波路, フィルタ, レーザ	◎: 材料プロセス ○: デバイス化

バイオセンサ	・バイオコロイド用テンプレートの作製による高集積, 高機能化	高速, 高アスペクト比 (対 FIB)	発とデバイス構造の検討 ・ハイブリッドデバイス化	遺伝子診断装置 蛋白質解析装置	◎: 材料プロセス ○: デバイス化
バイオチップ	・微細チャネルの表面改質および加工 (PDMS 等)	高アスペクト比 造加工・改質 (対 UV 照射)		バイオチップ, μ -TAS	◎: 材料プロセス ◎: デバイス化
化学センサ	・水晶振動子型センサの化学物質吸着層の微細加工および表面改質, 孔構造制御による高感度化, および高選択性付加 ・センサ用高分子膜の改質による分子選択性付与	高アスペクト比, ナノ細孔形成による高感度化, 高選択性 (対半導体式ガスセンサ)		メソ孔, あるいはパーマイクロ孔を有する分子吸着型センサ	×: 材料プロセス ×: デバイス化
MEMS	感光性を付与した MEMS 用強誘電体薄膜の高アスペクト比加工	ビームの直進性による垂直加工 (EB)		マイクロポンプ, 微粒子搬送デバイス	○: 感光材料の調査 △: デバイス化

＜優れた成果があがった点＞

本研究では, PBW による微細加工というシーズ (川上) から, 電鋳による二次加工も含む材料・プロセス (川中) を経て, 応用デバイス (川下) に至るまでの一貫した取り組みを特徴とする。PBW 技術の微細なものづくりへの適用に当たっては, 3つの側面: ビーム発生・制御, 材料・プロセス, およびデバイス応用の三位一体の包括的な取り組みが欠かせない。すなわち, 基盤技術を確立するとともに, 具体的にはデバイス応用を念頭に入れて, 材料プロセスの開発を通じて, シーズ (ビーム発生・制御) とニーズ (デバイス応用) をつなぐ取り組みが必要となる。本研究では, 客員研究員吉田氏により, 市場のニーズ調査を含め, 展示会, ウェブ等における広報活動を積極的に行った。

そのため, 産官学の異分野の研究者が, PBW 技術に軸足を置きつつも, 多様な取り組みを推進した。ビーム発生・制御においては, 装置メーカーとの共同により, 産学連携で装置開発に取り組むことで, 世界初の小型 PBW 専用装置を実現した。材料・プロセスにおいては, 進展著しいナノインプリントリソグラフィと PBW 技術との融合を目指して, 高アスペクト比を有する高品位の金型技術として, 量産技術も視野に入れた実用化を目指している。デバイス応用面では, 食の安心・安全に貢献するキーデバイスとして期待される, 誘電泳動デバイス試作への PBW 技術の特徴を活かした 3次元誘電泳動という新たな可能性を見出した。

以上の成果を国内外の学術論文誌, 学会, 展示会出展や広報用のウェブサイトにて公開し, PBW 技術による微細なものづくりの新たな可能性を示すことができた。

また, 本取り組みの結果, イオンビーム技術に関わる研究者のコミュニティにおいて高エネルギーイオンビームの微細加工利用を推し進めようという気運が高まりつつある。本研究プロジェクトにおいては, 毎年, PBW 研究会を開催し, 関連する研究者を招いてネットワークづくりに努めている。H20 年度の秋季応用物理学会にて, 研究代表者西川と共同研究者の神谷 (原子力機構) と共に, 放射線分科会企画「高エネルギーイオンビームを用いたナノ・マイクロ構造創製技術とその応用」を企画するなど, 先導的な役割を担っている。

<問題点>

上述の積極的なヒアリング活動を通じて、産業界が必要とする装置の仕様（微細度、深さ、描画サイズ）を見極め、シーズ側へとフィードバックした。この過程でデバイス応用をマイクロ流路や光デバイス分野、あるいはエレクトロニクス実装にフォーカスし明確にすることで材料の特性およびプロセスに求められる加工精度などを見極めた。

ビーム技術面での検討の結果、当初有力な応用例と考えていた回折光学素子については、当初目標としていた原子力機構高崎におけるサブ 100nm 分解能は達成できないという見通しから、その実現には至らなかった。この結果、新たに高輝度イオン源の開発（ $> 100\text{A}/(\text{m}^2\text{rad}^2\text{eV})$ ）が挙げられたが、現行の装置開発に要するリソース等の問題から解決には至らなかった。このイオン源の開発については、実用化の観点から、高生産性（高輝度、マルチビーム・可変成型ビーム化）、微細化（ $< 100\text{nm}$ 、低エネルギー分散）、実装置化（小型化、エネルギー効率、寿命）の3つの観点から、本学設置の小型 PBW 装置の開発に今後反映されるものと考えられる。

表 4. 本研究計画の3年目および5年目までの達成目標（◎，○，△，×で評価）

	(1) ビーム発生・制御	(2) 材料・プロセス技術	(3) デバイス応
3年目 (平成 20年)	◎ビーム集束 $\leq 0.3\mu\text{m}$ 、ビーム計測法確立（集束度、電流）、描画ソフトウェア整備、走査範囲（ $700\mu\text{m} \times 700\mu\text{m}$ ）、試料ステージ走査（ $\sim 3\text{mm}$ 角）（ビームライン@原研機構） ◎小型プロトン照射装置の安定運転確立、プロトンビーム分析と装置改良（小型 PB 装置@芝浦工大）	◎汎用レジスト（PMMA，SU-8等）による高アスペクト比（ ≥ 10 ，エッジラフネス $\leq 25\text{nm}$ ）構造作製， △メッキプロセス最適化による鋳型形成（サブミクロン分解能） ○PBW 用新材料（高感度レジスト，半導体・強誘電体・磁性体等）の照射効果の調査と評価法確立 ○PBW 新材料のプロセス検討と確立	○各種応用基幹材料（PMMA，SU-8，PBW 用新材料）での基本形状（円，長方形，多角形，ライン&スペース，角・円柱等）の試作と評価 △フォトリソ，バイオ・化学センサ，MEMS 基本構造の評価法確立 △2種以上の機能複合化によるハイブリッドデバイスの検討・提案
5年目 (平成 22年)	○ビーム集束 $< 100\text{nm}$ ，ステージ走査による加工面積の拡大（XYZ 最大ストローク $\sim 30\text{mm}$ ），統合制御ソフトウェア開発（ビームライン@原研機構）， ◎集束 $\leq 1\mu\text{m}$ ，描画機能の付加，小型 PBW 装置仕様の提案（小型 PBW 装置@芝浦工大）	○PBW 用新材料（高感度レジスト，半導体・強誘電体・磁性体等）のプロセス提案 ○汎用レジスト（PMMA，SU-8等）による高アスペクト比（ ≥ 20 ，エッジラフネス $\leq 10\text{nm}$ ）構造作製 ○メッキによる鋳型を用いたインプリントプロセスの実証	○デバイス基本構造（直線導波路，Y 分岐路，回折格子，バイオコロイドテンプレート等）作製 ○各分野，2 種類程度のデバイス試作と動作検証 ◎PBW 技術を活かした新規デバイス提案。 △機能複合化によるハイブリッドデバイスの試作
実施場所	原研機構，芝浦工大	原研機構，芝浦工大	芝浦工大，早大，愛知教育大，原研機構

<評価体制>

本研究プロジェクトは、プロトンビーム描画技術のものづくりへの活用という一貫したビジョンの下で実施されてきた。大型の設備および装置の購入に当たっては、本学の限られた予算的な制約の下、効果的に投入した。二年間にわたる合計約 1 億円の研究装

置・設備への投資により最終的に小型 PBW 専用機の構築を達成するに至った。また、毎年度の消耗品費・備品購入費についても、同成果を有効に活用するべく、全体計画を見渡しながらか計画を推進した。特に PBW というモノづくり分野では未踏領域での出口探索であったため、材料・プロセスおよびデバイス応用のための経費を計上した。

本研究プロジェクトの成果は、毎年度の報告書を取りまとめて、2006 年度より先端工学研究機構成果報告書として刊行されている。また、H18 年度のプロジェクト発足初年度より、学外委員(本学規則により非公開)により 2 年間にわたり、評価を受けている。外部委員からは、例えば、H19 年度コメントとして、「微細加工システムに関するセンターを多様な分野に適用している。集束プロトンビームという新しい領域を拓きつつある。達成目標が明確。着実に計画が進展しており、成果が期待できる。」を得ている。また、H21 年度には、PBW 分野にて先駆的な研究を行っている国立シンガポール大学から Prof. J. A. VanKan および Prof. F. Watt の両博士の訪問を受け、研究の進捗状況に対して評価・アドバイスを受けた。特に F. Watt 教授からは、本研究プロジェクトで開発した小型 PBW 専用装置について” the first dedicated proton beam writer” であるとの認知を得て、高い評価を得ている。これらの評価結果を受け、本研究の取り組みは着実に改善されている。また、毎年度、先端工学研究機構 研究成果報告書を作成し、その進捗状況を印刷物、およびフレキシブル微細加工研究センターウェブサイト (http://www.shibaura-it.ac.jp/faculty/roae/roae_pl10.html) の形態にて逐次公開されている。

＜研究期間終了後の展望＞

研究の継続を予定している。当初の計画通り、小型 PBW 装置の実現により、PBW 利用技術開発のための研究基盤を本学先端工学研究機構内に確立した。その結果、学内のデバイス応用研究者を中心に、外部の学術研究機関および民間企業との外部連携しながら、フォトリソ、バイオ、マイクロ化学デバイスとそれらの複合化デバイスの創成に向けて、デバイス応用が本格化し、フレキシブル微細加工システムの実証をすることができた。その結果として、得られた研究ネットワークは、外部の共同研究機関である、日本原子力研究開発機構、早稲田大学、愛知教育大、神戸製鋼所から、さらに他機関の研究者に波及し、首都大学東京、大阪府立大学、大阪大学、群馬大学、東京都市大学、丸善石油化学と広がった。これを機に、国内外において複数の招待講演を受け、当該技術の普及に取り組んだ。今後は、小型 PBW 装置を本学の重要な研究リソースとして位置づけ、フレキシブルマイクロデバイスとして、フレキシブルな機能実装に向けたデバイス作製への取り組みを行う。

PBW 技術による微細加工や改質を行う対象物質としては、その応用分野に応じて、レジストのみならず、金属、セラミックス、半導体など、幅広い。高エネルギーのプロトンビームとこれらの物質群に対する照射効果を丹念に調査することで、新たな材料プロセスの発見が期待できる。今後、MeV 級の高エネルギープロトンビームの特徴である、直進性、深さ制御性、高い線エネルギー付与を活かし、フレキシブルで高速かつ高精度なものづくりが多様な分野へと発展することが期待できる。具体的には、私立大学戦略的拠点形成事業等への申請を通じて、今後、小型・軽量化に向けて、微細化が著しいフレキシブル基板上のデバイス作製や実装技術などを一つの具体的なターゲットとした、「フレキシブルデバイス研究センター」としての発展的な継続が望まれる。今後の展開が期待される研究分野として、以下があげられる。

- ・プロトンビーム描画専用のレジスト開発

- ・ダイヤモンドなど、難加工材料の新しい3次元加工プロセスの開発
- ・マイクロ化学デバイスのための高速な試作技術の開発
- ・安全安心のためのバイオ・化学センサ、X線センサデバイス用3次元構造部材の創成
- ・電鋳など二次加工技術との組み合わせによるPBWとナノインプリントとの融合
- ・小型PBW装置の開発を通じた量子ビームの微細加工の産業界への普及

これらの取り組みにより、実社会においても大きな波及効果を及ぼすことができると考えられる。

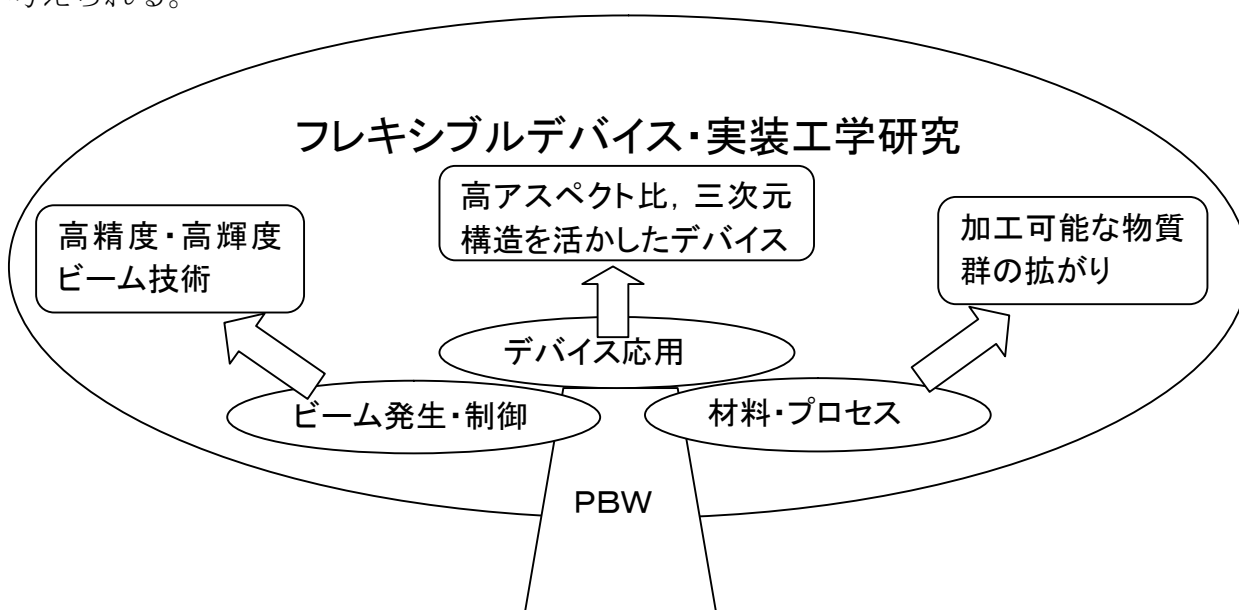


図5. 本研究分野の今後の展開(PBWの木)

＜研究成果の副次的効果＞

企業との共同研究による産学連携活動を推進することができた。芝浦工業大学 大宮キャンパス先端工学研究機構においては、小型プロトンビーム描画装置の開発を神戸製鋼所とともに実施した。また、PBW技術普及のためにセンター発足より、毎年2回程度の展示会出展を行っている。これらの活動を通じて、レジスト材料メーカーやマスクメーカーとの共同研究を開始し、現状で手薄となっているレジスト材料への取り組み、および、加工精度向上への取り組みを補強することができた。その結果として、ビーム発生制御およびデバイス応用に関して発明を得ることができ、以下の4件の出願を行った。

(1) 特願 2008-310862, ビーム照射装置, 足立成人, 西川宏之, (株)神戸製鋼所, (学)芝浦工業大学

(2) 特願 2009-13112, 三次元誘電泳動デバイス, 西川宏之, 古田祐介, 内田諭, 神谷富裕, 石井保行, 佐藤隆博, (学)芝浦工業大学, (公)首都大学東京, (独)日本原子力研究開発機構

(3) 特願 2010-016632, イオンビーム描画用ネガ型レジスト組成物及びパターン形成方法, 西川宏之, 金子智紀, 飯塚徹也, 三田孝仁, 竹森利郁, (学)芝浦工業大学, 丸善石油化学(株), 平成22年1月28日

(4) 特願 2010-016633, 感放射線性レジスト組成物及びパターン形成方法, 西川宏之, 関佳裕, 飯塚徹也, 三田孝仁, 竹森利郁, (学)芝浦工業大学, 丸善石油化学(株), 平成22年1月28日

11 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内に記載してください。)

(1) 集束プロトンビーム (2) 微細加工 (3) 電鍍
 (4) ナノインプリント (5) マイクロ化学デバイス (6) バイオセンサ
 (7) マイクロフォトンクス (8) MEMS

12 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)
 (以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

<雑誌論文>

著者名, 論文タイトル, 雑誌名(巻), 発行年月, ページ, 査読の有無
Y. Shiine, <u>H. Nishikawa</u> , Y. Furuta, K. Kanamitsu, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , R. Nakao and S. Uchida, “Soft-lithographic methods for the fabrication of dielectrophoretic devices using molds by proton beam writing”, Microelectronic Engineering, Volume 87, Issues 5-8, Pages 835-838 (May-August 2010), 査読有
Y. Seki, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Watanabe, T. Nakata, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , “Electroplating using high-aspect-ratio microstructures fabricated by proton beam writing”, Microelectronic Engineering, Volume 86, Issues 4-6, pp. 945-948 (April-June 2009), 査読有
Yusuke Furuta, <u>Hiroyuki Nishikawa</u> , Takahiro Satoh, <u>Yasuyuki Ishii</u> , <u>Tomihiko Kamiya</u> , Ryota Nakao, Satoshi Uchida, “Fabrication and evaluation of 3D-electric micro filters using proton beam writing”, Microelectronic Engineering, Volume 86, Issues 4-6, pp.1396-1400 (April-June 2009), 査読有
<u>Hiroyuki Nishikawa</u> , Ryutaro Tsuchiya, Tetsuro Yasukawa, Tomoki Kaneko, Yusuke Furuta, and <u>Tomoji Ohishi</u> , “Micro-patterning of Siloxane Films by Proton Beam Writing”, Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol.22, pp.239-243(2009) , 査読有
Yusuke Furuta, <u>Hiroyuki Nishikawa</u> , Takahiro Satoh, <u>Yasuyuki Ishii</u> , <u>Tomihiko Kamiya</u> , Ryota Nakao, Satoshi Uchida, “Applications of microstructures fabricated by proton beam writing to electric-micro filters”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 267, pp.2285–2288 (2009), 査読有
<u>T. Kamiya</u> , K. Takano, <u>Y. Ishii</u> , T. Satoh, M. Oikawa, T. Ohkubo, J. Haga, <u>H. Nishikawa</u> , Y. Furuta, N. Uchiya, S. Seki, M. Sugimoto, “Fabrication of nanowires by varying energy microbeam lithography using heavy ions at the TIARA”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 267, pp.2317–2320 (2009), 査読有
<u>T. Kamiya</u> , <u>H. Nishikawa</u> , T. Satoh, J. Haga, M. Oikawa, <u>Y. Ishii</u> , T. Ohkubo, N. Uchiya, Y. Furuta, “Development of micromachining technology in ion microbeam system at TIARA, JAEA”, Applied Radiation and Isotopes, 67, No.3, pp.481-491 (March, 2009), 査読有
N. Uchiya, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Watanabe, J. Haga, T. Satoh, M. Oikawa, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , “Ni electroplating on a resist micro-machined by proton beam writing”, Microsystem Technologies, Volume 14, Numbers 9-11 pp.1537-1540 (Oct. 2008), 査読有
Y. Furuta, N. Uchiya, <u>H. Nishikawa</u> , J. Haga, T. Sato, M. Oikawa, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> ,

“Fabrication of three-dimensional structures of resist by proton beam writing”, Journal of Vacuum Science & Technology B: microelectronics and Nanometer Structures, Volume 25, Issue 6, pp. 2171-2174 (November 2007), 査読有
N. Uchiya, T. Harada, M. Murai, <u>H. Nishikawa</u>, J. Haga, T. Sato, <u>Y. Ishii</u> and <u>T. Kamiya</u>, “Micro-machining of resists on silicon by proton beam writing”, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B 260, Issue 1, pp.405-408 (July 2007), 査読有
Kasuya Y.; Ohtaka M.; Tsukamoto K.; Ikeda Y.; <u>Matsumura K.</u>, “Liposome Immobilization on Peptide-modified Quartz Crystal Microbalance, Electrodes for Kinetic Analysis of Interactions on Membrane Surfaces”, Chem. Lett. Vol.37, No.6, pp.588-589 (2008), 査読有
Kasuya Y.; Ohtaka M.; Tsukamoto K.; Ikeda Y.; <u>Matsumura K.</u> “Development of Liposome Immobilizing Material with Small Peptides: QCM Detection of Protein-Carbohydrate Interactions on Liposome Surface”, Peptide Science (2007), 44th, pp.101-104, 査読有
Tsukamoto K.; Ohtaka M.; Kasuya Y.; Ikeda Y.; <u>Matsumura K.</u>, “Immobilization of Liposomes on Micro-Patterned Peptide Monolayers by Focused Ion Beam Fabrication”, Peptide Science (2007), 44th, pp.441-442, 査読有
<u>Tadahiro Hasegawa</u>, Kenichiro Nakashima, Fumiyuki Omatsu and Koji Ikuta, “Multi-directional Micro Switching Valve Chip with Rotary Mechanism”, Sensors and Actuators: A. Physical 143, pp.390-398 (2008), 査読有
<u>T. Ohishi</u> et al., “Effect of ultrasound sonication on electroplating of iridium”, Ultrasonic Sonochemistry, Vol.15, p.283 (2008), 査読有
<u>T. Ohishi</u> et al., “Effect of alcohol addition on electroplating of iridium”, Transactions of the Institute of Metal Finishing, Vol.85, p.260 (2007), 査読有
<u>T. Ohishi</u> et al., “Electroplating of iridium-cobalt alloy”, Transactions of the Institute of Metal Finishing, Vol.85, p.265 (2007), 査読有
<u>西川宏之</u>, 集束プロトンビーム描画による高アスペクト比構造の加工とその応用 (特集記事), 放射線, Vol. 35, No. 2, 77-86 (2009), 査読無
<u>西川宏之</u>, 「マイクロビームによる高アスペクト比微細加工」, 特集解説 放射線と産業 (雑誌) No. 122, pp. 19-23 (2009/6/1), 査読無
<u>西川宏之</u>, 「集束プロトンビーム描画による微細加工と応用(解説) 電気学会論文誌 (基礎・材料・共通) Volume 128-A No. 7, pp. 461-466 (2008年7月号), 査読無
<u>西川宏之</u>, 打矢直之, 古田祐介, <u>吉田栄治</u>, 芳賀潤二, 及川将一, 佐藤隆博, <u>石井保行</u>, <u>神谷富裕</u>, 「集束プロトンビーム描画による微細加工と型加工への応用 成形加工」 プラスチック成形加工学会誌, 第19巻, 5号, pp. 276-281 (2007), 査読無
打矢直之, 古田祐介, <u>西川宏之</u>, <u>吉田栄治</u>, 及川将一, 佐藤隆博, 芳賀潤二, <u>石井保行</u>, <u>神谷富裕</u>, 量子ビーム応用最前線, 「PBWで三次元微細加工技術の新地平を拓く(解説記事)」, 原子力 eye, pp. 48-51 (2007年9月), 査読無
<u>小池義和</u>, 「超音波振動による粉体の定量搬送(解説記事)」, 超音波テクノ, 日本工業出版社, Vol. 28, pp. 33-34 (2008年2月), 査読無

プロジェクト番号

06F003

<図書>

著者名	出版者		
なし			
書名	発行年	総ページ数	
	平成 年		

<学会発表>

発表者名, 発表標題, 学会名, 開催地, 発表年月
M. Yamaguchi, Seiji Ogawa, Yuta Mashiko and Hiroyuki Nishikawa, “Crystallization of micro-patterned precursor films by proton beam irradiation”, 2nd China-Japan Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications, October 14 - 17, 2010, Kurobe International Hall, Unazuki, Toyama, Japan. (発表予定)
Yusuke Tanabe, Hiroyuki Nishikawa, Takahiro Satoh, Yasuyuki Ishii, Tomihiro Kamiya, Tohru Watanabe, Atsushi Sekiguchi, “Electroforming of Ni mold using high-aspect-ratio PMMA microstructures fabricated by proton beam writing”, 36th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE), P-LITH-112 (Sep. 19-22, 2010, Genoa, Italy)
Yasuharu Shiine, Yusuke Sakashita, Hiroyuki Nishikawa, Takahiro Satoh, Yasuyuki Ishii, Tomihiro Kamiya, Ryota Nakao, Satoshi Uchida, “Fabrication of Three-Dimensional Pillar Arrays by PBW for Improved Trapping Performance of Dielectrophoretic Devices”, 12th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, Book of Abstracts, Paper P2-50, p.150 (Germany, July 26-30, 2010)
Tomoki Kaneko, Yuki Harashima, Hiroyuki Nishikawa, Hiromitsu Kato, and Satoshi Yamasaki, “Irradiation Effects on Diamond by Focused Proton Beam”, 12th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, Book of Abstracts, Paper No.P2-115, p.159 (Germany, July 26-30, 2010)
Tomihiro Kamiya, Katsuyoshi Takano, Takahiro Satoh, Yasuyuki Ishii, Susumu Okumura, Hiroyuki Nishikawa, Shu Seki, Masaki Sugimoto, Wataru Yokota, Mitsuhiro Fukuda, “Microbeam Complex in TIARA: Technologies to Meet Wide Range of Applications”, 12th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, Book of Abstracts, Paper No.FBOI2-84, p.40 (Germany, July 26-30, 2010)
Katsuyoshi Takano, Takahiro Satoh, Masashi Koka, Tomihiro Kamiya, Yasuyuki Ishii, Takeru Ohkubo, Masaki Sugimoto, Hiroyuki Nishikawa, Shu Seki, “Controlling Spatial Curing Reactions of Epoxy Resin Systems on Ion Beam Writing”, 12th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, Book of Abstracts, Paper No.P2-181, p.173 (Germany, July 26-30, 2010)
Katsuyoshi Takano, Takahiro Satoh, Yasuyuki Ishii, Tomihiro Kamiya, Takeru Ohkubo, Masashi Koka, Masaki Sugimoto, Shu Seki, Hiroyuki Nishikawa, “Local Nano-processing of Epoxy Resin Systems by Single Ion Hits with Writing”, 12th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, Book of Abstracts, Paper No.PBW2-5, p.133 (Germany, July 26-30, 2010)
M. Yamaguchi, Y. Mashiko, and H. Nishikawa, “Micro-pattern of Ferroelectric Films by Proton Beam Writing”, The 7th Asian Meeting on Ferroelectricity and The 7th Asian Meeting on Electroceramics, 2-b-P20, p. 480 (June 28 - July 1, 2010, Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea)

<u>H. Nishikawa</u> , R. Tsuchiya, T. Yasukawa, T. Kaneko, Y. Furuta and <u>T. Ohishi</u> , “Micro-patterning of Siloxane Films by Proton Beam Writing”, 26th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-26) , A-39 (Chiba Japan, June 30-July 3, 2009)
<u>M. Yamaguchi</u> , Y. Mashiko, and <u>H. Nishikawa</u> , “Micro-pattern of Ferroelectric Films by Proton Beam Writing”, China-Japan Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications, pp. 17-18 (August 20 - 23, 2009, Dunhuang Legend Hotel, Dunhuang, Gansu, China)
Y. Shiine, <u>H. Nishikawa</u> , Y. Furuta, K. Kanamitsu, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , R. Nakao, S. Uchida, “Fabrication of Dielectrophoretic Devices Using Poly-dimethylsiloxane Microstructures by Proton Beam Writing”, 35th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE), P-LIFE-23 (Ghent, Belgium, 28 Sep. to 1 Oct. 2009).
Katsuyoshi Takano, Takahiro Satoh, <u>Yasuyuki Ishii</u> , <u>Tomihiko Kamiya</u> , Takeru Ohkubo, Masaki Sugimoto, Masashi Koka, <u>Hiroyuki Nishikawa</u> , and Shu Seki, “Micro-Nano Lithography by MeV Ion Beam Writing”, 16th International Conference on Surface Modification of Materials by Ion Beams, O-26 (SMMIB2009-September 13-18, 2009, Tokyo)
Yasuharu Shiine, <u>Hiroyuki Nishikawa</u> , Yusuke Furuta, T. Sato, <u>Yasuyuki Ishii</u> , <u>Tomihiko Kamiya</u> , Ryota Nakao, and Satoshi Uchida, “Development of Dielectrophoretic Devices with High-Aspect Ratio Microstructures Using Proton Beam Writing”, 16th International Conference on Surface Modification of Materials by Ion Beams, PB-33 (September 13-18, 2009, Tokyo)
<u>Hiroyuki Nishikawa</u> , “Proton Beam Writing and Its Applications, Paper No.R-02-I, Innovative Materials Technologies Utilizing Ion Beam”, 19th Academic Symposium of MRS-Japan 2009, Dec. 8 (2009, Yokohama, Japan) (Invited)
<u>H. Nishikawa</u> , Y. Seki, Y. Furuta, N. Uchiya, T. Nakata, T. Watanabe, R. Nakao, S. Uchida, J. Haga, T. Satoh, T. Ohkubo, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , “Applications of Microstructures Fabricated by PBW to Electric-Micro Filters”, (Invited) Book of Abstracts, p.61, 11th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications (20-25 July, 2008, Hungary)
<u>E. Yoshida</u> , <u>H. Nishikawa</u> , Y. Furuta, Y. Seki, R. Tsuchiya, “Proton Beam Writer for manufacturing in Shibaura Institute of Technology”, Book of Abstracts, p.118, 11th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications (Hungary, 20-25 July, 2008)
Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , R. Nakao, S. Uchida, “Fabrication and evaluation of 3D-DEP devices utilized by proton beam writing”, BIO4-P05, 34th International Conference on Micro- and Nano- Engineering (Greece, Sep. 2008)
Y. Seki, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Watanabe, T. Nakata, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , and <u>T. Kamiya</u> , “Electroplating using high-aspect-ratio microstructures fabricated by proton beam writing”, PTE - P 17, 34th International Conference on Micro- and Nano- Engineering (Greece, Sep. 2008)
<u>Tadahiro Hasegawa</u> , Fumiyuki Omatsu, and Koji Ikuta, “Portable micro liquid dispenser system with pressurization and decompression switchable micro pump chip”, The 12th International Symposium on Micro Total Analysis System (μ -TAS 2008), pp.384-386 (2008)
<u>Tadahiro Hasegawa</u> , Fumiyuki Omatsu, Kenichiro Nakashima, and Koji Ikuta, “Multi-switchable micro valve chip for portable micro chemical devices”, The International Conference on Electrical Engineering 2008 (ICEE2008), No.O-220, pp.1-5 (2008)
<u>H. Nishikawa</u> , Y. Furuta, N. Uchiya, J. Haga, M. Oikawa, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> and <u>T. Kamiya</u> , “Lithography Using Focused High-Energy Proton Beam for Fabrication of High-Aspect-Ratio Microstructures”, No.6A-4-12, pp.66-67, 20th Microprocesses and Nanotechnology Conference (Nov.6-8, 2007, Kyoto)

N. Uchiya, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Watanabe, J. Haga, T. Satoh, M. Oikawa, T. Ohkubo, <u>Y. Ishii</u> , and <u>T. Kamiya</u> , “Electroplating of Metal Micro-Structure Using a Resist Micro-Machined by Proton Beam Writing”, No.6A-4-113, pp.288-289, 20th Microprocesses and Nanotechnology Conference (Nov.6-8, 2007, Kyoto).
Y. Furuta, N. Uchiya, <u>H. Nishikawa</u> , J. Haga, M. Oikawa, T. Satoh, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , R. Nakao and S. Uchida, “Fabrication of High-Aspect-Ratio Pillars by Proton Beam Writing and Application to DEP-Devices”, No.6A-4-139, pp.340-341, 20th Microprocesses and Nanotechnology Conference (Nov.6-8, 2007, Kyoto)
N. Uchiya, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , T. Watanabe, J. Haga, T. Sato, <u>Y. Ishii</u> and <u>T. Kamiya</u> , “Fabrication of High-Aspect-Ratio Microstructures by Proton Beam Writing (PBW)”, 7th International Workshop on High-Aspect-Ratio Micro-Structure Technology, pp.201-202 (France, June 7-9, 2007)
Y. Furuta, N. Uchiya, <u>H. Nishikawa</u> , J. Haga, T. Satoh, M. Oikawa, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , “Fabrication of 3-D Structures of Resist by Proton Beam Writing”, Paper No. 7A.5, The 51st International Conference on Electron, Ion, and Photon Beam Technology and Nanofabrication (USA, May 29-June 1, 2007)
H. Aiba, Y. Ohki, M. Nakamura, <u>H. Nishikawa</u> , T. Iwayama, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , “Formation of Si Nano-crystals and Control of the Spatial Distribution in Si-thermal Oxides”, JAEA-Review 2007-060, JAEA Takasaki Annual Report 2006, 145 (2007)
N. Uchiya, Y. Furuta, <u>H. Nishikawa</u> , J. Haga, T. Satoh, M. Oikawa, T. Ohkubo, <u>Y. Ishii</u> , <u>T. Kamiya</u> , S. Yamamoto, “Micro-machining of Resists on Silicon by Proton Beam Writing: Part 2 (Fabrication of 3D-Structures Using a Negative resist)”, JAEA-Review 2007-060, JAEA Takasaki Annual Report 2006, 196 (2007)
N. Uchiya, T. Harada, M. Murai, <u>H. Nishikawa</u> , J. Haga, T. Sato, <u>Y. Ishii</u> , and <u>T. Kamiya</u> , “Micro-machining of Resists on Silicon by Proton Beam Writing”, Paper No. 75-ICNMTA-A0016, 10th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, p.189 (9-14 July 2006, Singapore)
原島勇氣, 金子智紀, <u>西川宏之</u> , 加藤宙光, 山崎 聡, 「集束プロトンビーム照射によるダイヤモンドの構造変化」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 16p-ZL-6 (2010/9/16, 長崎大)
坂下裕介, 椎根康晴, <u>西川宏之</u> , 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , <u>神谷富裕</u> , 内田 諭, 「集束プロトンビームによる PMMA モールドを用いた誘電泳動用 PDMS ピラーの作製」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 14a-ZA-5 (2010/9/14, 長崎大)
椎根康晴, 坂下裕介, <u>西川宏之</u> , 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , <u>神谷富裕</u> , 神 孝之, 内田 諭, 「集束プロトンビーム描画によるピラー形状の違いを用いた誘電泳動デバイスの作製と評価」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 14a-ZA-4 (2010/9/14, 長崎大)
金子智紀, <u>西川宏之</u> , 三田孝仁, 竹森利郁, 「環状オレフィン系薄膜への集束プロトンビームによる微細加工」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 14a-ZA-3 (2010/9/14, 長崎大)
<u>山口正樹</u> , <u>西川宏之</u> , 「プロトンビーム描画を用いた強誘電体薄膜形成」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 14a-ZA-2 (2010/9/14, 長崎大)
竹内 均, <u>小池義和</u> , 小倉智裕, 萩原央紀, <u>西川宏之</u> , 田邊裕介, 原島勇氣, 「集束プロトンビーム照射によるポリ乳酸の微細加工」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 14a-ZA-1 (2010/9/14, 長崎大)

三浦健太, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 高野勝昌, 大久保猛, 江夏昌志, 山崎明義, 加田 渉, 神谷富裕, 上原政人, 桐生弘武, 佐々木友之, 花泉 修, <u>西川宏之</u> , 「プロトンビーム描画による Y 分岐 PMMA 光導波路の試作」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会, 15p-G-8 (2010/9/15, 長崎大)
椎根康晴, <u>西川宏之</u> , 森 敏輝, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 中尾亮太, 内田 諭, 「集束プロトンビーム描画による SU-8 モールドを用いた PDMS マイクロ流路の作製」, 17p-W-14, 2010 年春季 第 57 回 応用物理学関係連合講演会(2010 年 3 月 17 日, 東海大)
田辺裕介, <u>西川宏之</u> , 渡辺 徹, 関 佳裕, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 「集束プロトンビーム描画による PMMA 母型を用いた高アスペクト比 Ni 電鍍」, 17p-W-13, 2010 年春季 第 57 回 応用物理学関係連合講演会(2010 年 3 月 17 日, 東海大)
三浦健太, 町田裕貴, 上原政人, 花泉 修, <u>石井保行</u> , 佐藤隆博, 高野勝昌, 大久保猛, 山崎明義, 井上愛知, 江夏昌志, 横山彰人, 神谷富裕, 小嶋拓治, <u>西川宏之</u> , 「プロトンビーム描画による波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯用 PMMA 導波路の試作(II)」, 2010 年春季 第 57 回 応用物理学関係連合講演会 18p-P6-3 (2010 年 3 月 18 日, 東海大)
狩野拓也, 金子智樹, <u>西川宏之</u> , <u>林 秀臣</u> , 「プロトンビームによるプラスチックの直接加工」, 第 24 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会, 12A-12(平成 22 年 3 月 12 日, 芝浦工大)
<u>西川宏之</u> , 椎根康晴, 古田祐介, 内田諭, 中尾亮太, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 小嶋拓治, 「集束プロトンビーム描画による高アスペクト比構造を組み込んだ誘電泳動デバイスの創製」, 第 4 回高崎量子応用研究シンポジウム要旨集, No. 2-3, p. 21-22 (2009/10/9, 富山大)
椎根康晴, <u>西川宏之</u> , 古田祐介, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 中尾亮太, 内田 諭, 「集束プロトンビーム描画による PDMS マイクロ流路を有する誘電泳動デバイスの作製」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会, Vol. 2, p. 632, 11a-ZF-5 (2009 年 9 月 11 日, 富山大)
三浦健太, 町田裕貴, 上原政人, 花泉 修, <u>石井保行</u> , 佐藤隆博, 高野勝昌, 大久保猛, 山崎明義, 井上愛知, 江夏昌志, 横山彰人, 神谷富裕, 小嶋拓治, <u>西川宏之</u> , 「プロトンビーム描画による波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯用 PMMA 導波路の試作」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会 8a-ZN-6 (2009 年 9 月 8 日, 富山大)
金子智紀, <u>西川宏之</u> , 加藤宙光, 山崎 聡, 「集束プロトンビームによるダイヤモンドへの局所的な改質効果」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会 8a-L-19 (2009 年 9 月 8 日, 富山大)
<u>山口正樹</u> , 増子雄太, 塩寄 忠, <u>西川宏之</u> , 「プロトンビームによる強誘電体薄膜のパターニング」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会 11p-L-8 (2009 年 9 月 11 日, 富山大)
<u>西川宏之</u> , 関佳裕, 椎根康晴, 金子智紀, 「マイクロマシニングのための集束プロトンビーム描画技術開発と課題」, 第 22 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会, p. 54 (2009 年 7 月 16, 17 日, 筑波大学)
<u>山口正樹</u> , 増子雄太, <u>西川宏之</u> , 「感光性溶液を用いた強誘電体薄膜のパターニング」 第 26 回 強誘電体応用会議, 29-T-18 (2009 年 5 月 27 日～30 日, コーポイン京都)
<u>西川宏之</u> , 吉田栄治, 古田祐介, 土屋龍太郎, 関 佳裕, 椎根康晴, 「小型プロトンビーム描画専用装置の開発と微細加工への応用 (I)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会 予稿集 p. 723, 1p-ZR-1 (2009/4/1, 筑波大学)

椎根康晴, 古田祐介, 土屋龍太郎, 関 佳裕, <u>西川宏之</u> , <u>吉田栄治</u> , 「小型プロトンビーム描画専用装置の開発と微細加工への応用 (II)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会予稿集 p. 724, 1p-ZR-2 (2009/4/1, 筑波大学)
関 佳裕, 古田祐介, <u>西川宏之</u> , 渡辺 徹, 佐藤隆弘, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 「集束陽子線による微細構造を用いた電鍍のピアフィリング性」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会予稿集 p. 732, 30p-K-7 (2009 年/3/30, 筑波大学)
渡辺 徹, 平井利樹, 中田 毅, <u>西川宏之</u> , 永山勝久, 「めっき膜の密着性に関する新理論の提案」, 表面技術協会, 第 117 回講演大会, No. 12B-24, (2008 年 3 月, 日本大学)
渡辺徹, 平井利樹, 永山勝久, 中田毅, <u>西川宏之</u> , 「めっき膜の密着に関する新理論の提案」, 日本金属学会 2008 年春期 (第 142 回) 大会, No. 159 (2008 年 4 月, 武蔵工大)
<u>西川宏之</u> , 「集束イオンビームを用いた 3 次元微細造型」, 第 110 回ラドテック研究会講演会, (2008 年 11 月 4 日, 学士会館)
古田祐介, <u>西川宏之</u> , 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 中尾亮太, 内田 諭, 「集束プロトンビーム微細加工を応用した 3 次元微生物濃縮セルの作製と評価」, 第 69 回応用物理学学会学術講演会 講演予稿集 2a-CB-5 (2008 年 9 月, 中部大学)
関 佳裕, 古田祐介, <u>西川宏之</u> , 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 「集束陽子線による微細構造を用いた高アスペクト比電鍍」, 第 69 回応用物理学学会学術講演会 講演予稿集 2a-M-8 (2008 年 9 月, 中部大学)
土屋龍太郎, 古田祐介, <u>西川宏之</u> , <u>大石知司</u> , 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 「シロキサン系薄膜の集束イオンビーム描画によるパターンニングの照射量依存性」, 第 69 回応用物理学学会学術講演会 講演予稿集 No. 2a-D-5 (2008 年 9 月, 中部大学)
<u>西川宏之</u> , 「集束プロトンビーム描画による高アスペクト比微細加工技術とその応用」放射線分科会企画「高エネルギーイオンビームを用いたナノ・マイクロ構造創製技術とその応用」, 第 69 回応用物理学学会学術講演会 講演予稿集 4p-B-2, p. 104 (2008 年 9 月, 中部大学)
樋口豊, 粕谷有造, 池田泰之, <u>松村一成</u> , <u>西川宏之</u> , 「プロトン照射を用いたシクロデキストリン架橋高分子の微細パターンの形成とその機能」, 第 57 回高分子学会討論会 (2008 年 9 月, 大阪市立大)
塚本圭, 大鷹愛, 粕谷有造, <u>松村一成</u> , 「集束イオンビーム加工技術によるペプチド自己組織化膜の微細パターンの創製とリポソームアレイへの適用」, 第 61 回コロイドおよび界面化学討論会 (2008 年 9 月, 福岡)
<u>小池義和</u> , 飯塚大輔, 「超音波振動利用粉体搬送デバイスの表面処理による搬送精度向上の検討」, 日本音響学会講演論文集, pp. 1397-1398 (2008 年 9 月)
古田祐介, 打矢直之, <u>西川宏之</u> , 芳賀潤二, 及川将一, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 中尾亮太, 内田諭, 「集束プロトンビーム微細加工を応用した微生物濃縮セルの作製と評価」, 第 55 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, 27p-a-1, p. 714 (2008 年 3 月, 日本大学)
関佳裕, <u>西川宏之</u> , 打矢直之, 古田祐介, 芳賀潤二, 及川将一, 佐藤隆博, <u>石井保行</u> , 神谷富裕, 「集束陽子線による微細構造の PDMS による転写」, 第 55 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, 29a-ZL-19, p. 732 (2008 年 3 月, 日本大学)

土屋龍太郎，古田祐介，打矢直之， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，及川将一，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，「シロキサン系薄膜の集束イオンビーム描画による微細加工」，第 55 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集，30p-ZL-2，p. 750（2008 年 3 月，日本大学）
中尾亮太，内田諭，古田祐介， <u>西川宏之</u> ，「三次元構造誘電泳動デバイスにおける微生物の捕集特性」，第 55 回応用物理学関係連合講演会，29p-R-9，p. 1371（2008 年 3 月，日本大学）
打矢直之， <u>西川宏之</u> ，古田祐介， <u>吉田栄治</u> ，芳賀潤二，及川将一，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，Proton Beam Writing による 3 次元微細加工，第 12 回放射線プロセスシンポジウム 講演要旨・ポスター発表要旨集 pp. 95-98（2007/11/29, 30，日本科学未来館，東京）
古田祐介，打矢直之， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，及川将一，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，中尾亮太，内田諭，「集束プロトン線による高アスペクト比ピラー形成とデバイス応用」第 68 回秋季応用物理学会学術講演会講演予稿集，5a-C-21，p. 736（2007 年 9 月，北海道工業大学）
高橋翔，中田毅， <u>西川宏之</u> ，今井八郎，渡辺徹，「電析 Ni-P 合金めっきのピアフィリング性」，日本金属学会 2007 年秋期（第 141 回）大会，No. 241，2007 年 9 月
平井利樹，永山勝久，中田毅， <u>西川宏之</u> ，渡辺徹，「電析 Ag めっき膜におよぼす基板材料の影響」，日本金属学会 2007 年秋期（第 141 回）大会，No. 244，2007 年 9 月
岡田圭介， <u>小池義和</u> ，「超音波振動を利用した軽量粉体用搬送デバイスの検討」，信学技法，pp. 25-30，（2007 年 7 月）
<u>吉田栄治</u> ，古田祐介，打矢直之， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，及川将一，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，「集束プロトンビーム描画による高アスペクト比微細型加工」，精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，論文番号 C47，pp. 253-254（2007 年 3 月，芝浦工大）
古田祐介，打矢直之， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，及川将一，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，「集束プロトンビーム描画による 3 次元構造体の作製」，第 54 回春季応用物理学関係連合講演会，講演予稿集論文番号 29p-SH-14，p. 780（2007 年 3 月，青山学院大学），
打矢直之，古田祐介， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，佐藤隆博， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，「集束プロトンビーム描画による厚膜レジストの微細加工」，第 67 回秋季応用物理学会学術講演会講演予稿集，31a-RC-9，p. 649（2006 年 8 月，立命館大学）
集束プロトンビーム描画によるレジスト材料のマикроマシニング，打矢直之，原田卓也，村井将人， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，酒井卓郎，佐藤隆博，及川将一， <u>石井保行</u> ，福田光宏，山本春也， <u>神谷富裕</u> ，2P-68，第 1 回高崎量子応用研究シンポジウム（2006 年 6 月，高崎）
集束プロトンビーム描画によるマイクロマシニングプロセス，古田祐介，打矢直之， <u>西川宏之</u> ，芳賀潤二，佐藤隆博，及川将一， <u>石井保行</u> ， <u>神谷富裕</u> ，第 37 回電気学会誘電絶縁材料システムシンポジウム予稿集，pp. 73-76（2006 年 10 月，千葉大学）

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況, インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

フレキシブル微細加工研究センターウェブサイト, (URL)
<http://www.cfm.ae.shibaura-it.ac.jp> にてウェブサイトの公開, 2006 年度～現在に至る。

2007 年 2 月 国際ナノテクノロジー展(nanotech2007)

2007 年 8 月 国際マイクロマシン/MEMS 展

2007 年 2 月 「フレキシブル微細加工研究センター」 オープニングシンポジウム開催

2007 年 2 月 大阪府立大学 ニュー・フロンティア材料研究会 第 209 回講演会

2008 年 2 月 国際先端表面技術展・会議 (ASTEC2008)

2008 年 5 月 小型 PBW 装置見学会の実施 (フレキシブル微細加工研究センター)

2008 年 7 月 国際バイオ EXPO

2008 年 7 月 国際マイクロマシン/MEMS 展

2008 年 9 月 秋季応用物理学会放射線分科会企画「高エネルギーイオンビームを用いたナノ・マイクロ構造創製技術とその応用」

2009 年 2 月 国際ナノテクノロジー展(nanotech2009)

2009 年 2 月 産学公連携技術セミナー(港区産業振興課産業振興係)

2009 年 3 月 産学連携フォーラム(横浜市経済観光局 ものづくり支援課)

2009 年 7 月 国際マイクロマシン/MEMS 展

2009 年 9 月 イノベーションジャパン

2010 年 2 月 国際ナノテクノロジー展(nanotech2009)

2010 年 7 月 国際マイクロマシン/MEMS 展

<これから実施する予定のもの>

2011 年 2 月 国際ナノテクノロジー展(nanotech2011)

2011 年 3 月 「フレキシブル微細加工研究センター」 シンポジウム開催

13 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文, 学会発表等以外の研究成果があれば具体的に記入してください。

(1)日経産業新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 10 面「陽子ビームの超微細加工, 装置開発に着手, 原子力機構 芝浦工大」

(2)日本経済新聞(群馬版), 平成 19 年 2 月 20 日(火), 朝刊 35 面「陽子ビームで微細加工, 原子力機構など 立体形状も容易に」

(3)上毛新聞(群馬), 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 7 面「原研高崎量子研, 陽子ビームで微細加工, 芝浦工大と共同開発 光学素子開発などに応用」

(4)日本経済新聞(茨城版)平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 39 面「陽子ビームで微細加工, 原子力機構など 立体形状も容易に」

(5)化学工業日報 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 11 面「3次元微細構造を試作, 陽子ビーム加工技術開発, 原子力機構など」

(6)日刊工業新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 21 面「原子力機構と芝浦工大 PBW で長深度加工, 神鋼と先端素子装置開発へ」

プロジェクト番号

06F003

- (7)電気新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火), 1 面「陽子ビーム照射で新技術, 微細加工に威力」
- (8)読売新聞(群馬版)平成 19 年 2 月 23 日(金)朝刊 32 面「陽子ビーム加工技術開発 原研機構など」
- (9)化学工業日報 平成 19 年 2 月 26 日(月)朝刊 11 面「プロトンビームライティング 超精密金型作製に応用 原子力機構－芝浦工大－神戸製鋼」
- (10)岩手日報(夕刊), 平成 20 年 8 月 18 日(月), 4 面, 「水素ビームで微細部品を, 芝浦工大など取り組み, 加工の手間減少」
- (11)山陽新聞, 平成 20 年 7 月 15 日(火), 14 面, 「電子部品を微細加工へ, 芝浦工大と日本原子力開発機構が研究, 水素イオンビームで素早く」
- (12)琉球新報, 平成 20 年 7 月 15 日(火), 11 面, 「水素イオンビームで”一筆書き”, 電子部品微細加工, 低コスト手法に期待」
- (13)河北新報, 平成 20 年 7 月 26 日(土), 20 面, 「水素イオンビーム, 微細部品に”一筆書き”, 低コスト実現, 複雑な形, 素早く加工」
- (14)静岡新聞, 平成 20 年 8 月 10 日(日), 25 面, 「水素ビームで微細部品を加工」

14 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

該当なし。

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

該当なし。

<「中間評価時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

1. 研究組織について

(評価員1)：プロジェクトに参加する主な研究者の名前はすべてリストアップすべき。外部評価委員会を設けるもしくは評価委員のリストを付けた方が良い。

(評価員2)：それほど研究者の数は多くはないが、学外の参加もありまとまった組織になっている。

2. 研究施設・設備等について

(評価員1)：研究施設および設備は整っているように見受けられる。

(評価員2)：研究センターを設置するなど、設備への対応は良いようである。

3. 研究プロジェクトの進捗状況・研究成果等について

(評価員1)：学術フロンティアとしては査読有り論文は若干少なめではあるが、研究成果は出つつあると見受けられる。なお、新聞発表のエビデンスのコピーは入れておくべき。

(評価員2)：研究論文の発表、ウェブでの発信など、努力の結果がある。

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

(研究組織についての評価員1からの改善の指摘への対応)

研究成果プロジェクトに参加するリストはすべて明記した。また、外部評価委員会の設置に関して、本学制度による学外評価者はあくまで非公開である（当該評価者はいわゆる学内科研費の採択にかかる採点員も兼ねている）ために、当該センター独自の外部評価への取り組みを行った。当該分野の専門家として、国立シンガポール大学より J. A. VanKan 博士（H21 年 6 月）および F. Watt 教授（H21 年 11 月）によるフレキシブル微細加工研究センター訪問時に評価・助言を受け、改善につとめた。それぞれ、水素イオンビーム発生装置(H19 年度導入)および高エネルギーイオンビーム集束/計測装置(H20 年度導入)の立ち上げ状況への評価、および小型 PBW 装置立ち上げの進捗状況に対する評価・アドバイスを受けることができ、本研究プロジェクトの進捗を著しく加速することができた。なお、本年度の外部評価は、本研究センター主催シンポジウムの開催に合わせ F. Watt 教授を招聘する H23 年 3 月を予定している。

(研究プロジェクトの進捗状況・研究成果等についての評価員1からの指摘への対応)

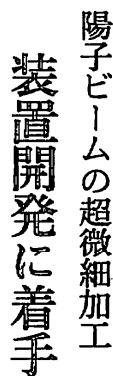
中間評価時点(H20/9 報告書作成)で査読有り論文が若干少ない点(10 編)を指摘された。小型 PBW 装置の開発に伴い、現時点(H22/9 月)で 17 編と着実に数を伸ばしている。また新聞発表のエビデンスが欠落していたので、そのコピーを本報告に添付した。

(様式1)

プロジェクト番号	06F003
----------	--------

新聞記事一覧(2010/09/17 時点)

- (1)日経産業新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 10 面「陽子ビームの超微細加工, 装置開発に着手, 原子力機構 芝浦工大」
- (2)日本経済新聞(群馬版), 平成 19 年 2 月 20 日(火), 朝刊 35 面「陽子ビームで微細加工, 原子力機構など 立体形状も容易に」
- (3)上毛新聞(群馬), 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 7 面「原研高崎量子研, 陽子ビームで微細加工, 芝浦工大と共同開発 光学素子開発などに応用」
- (4)日本経済新聞(茨城版)平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 39 面「陽子ビームで微細加工, 原子力機構など 立体形状も容易に」
- (5)化学工業日報 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 11 面「3次元微細構造を試作, 陽子ビーム加工技術開発, 原子力機構など」
- (6)日刊工業新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火)朝刊 21 面「原子力機構と芝浦工大 PBW で長深度加工, 神鋼と先端素子装置開発へ」
- (7)電気新聞, 平成 19 年 2 月 20 日(火), 1 面「陽子ビーム照射で新技術, 微細加工に威力」
- (8)読売新聞(群馬版)平成 19 年 2 月 23 日(金)朝刊 32 面「陽子ビーム加工技術開発 原研機構など」
- (9)化学工業日報 平成 19 年 2 月 26 日(月)朝刊 11 面「プロトンビームライティング 超精密金型作製に応用 原子力機構－芝浦工大－神戸製鋼」
- (10)岩手日報(夕刊), 平成 20 年 8 月 18 日(月), 4 面, 「水素ビームで微細部品を, 芝浦工大など取り組み, 加工の手間減少」
- (11)山陽新聞, 平成 20 年 7 月 15 日(火), 14 面, 「電子部品を微細加工へ, 芝浦工大と日本原子力開発機構が研究, 水素イオンビームで素早く」
- (12)琉球新報, 平成 20 年 7 月 15 日(火), 11 面, 「水素イオンビームで”一筆書き”, 電子部品微細加工, 低コスト手法に期待」
- (13)河北新報, 平成 20 年 7 月 26 日(土), 20 面, 「水素イオンビーム, 微細部品に”一筆書き”, 低コスト実現, 複雑な形, 素早く加工」
- (14)静岡新聞, 平成 20 年 8 月 10 日(日), 25 面, 「水素ビームで微細部品を加工」



日本原子力研究開発機構と芝浦工業大学は十九日、高エネルギーの陽子ビームを使う超微細加工技術で、凱旋（がせん）門をイメージしたたて立体的構造物を試作

技術を開発したと発表した。高精度で立体的な加工ができる。神戸製鋼所と小型の加工装置の開発に着手した。高性能な光学素子や医療検査用チップなどを製造する新技術として実用化につなげたと考えた。

新技術は、同機構のイオン照射研究施設「TIARA（ティアラ）」で

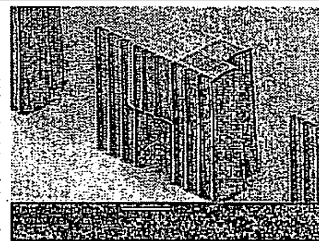
開発した。三^ナガ^ルは百万電子^ナまで加速した。陽子^ナビームを直径数百^ナ（ナは十億分の二）^ナまで細く絞り、物体に照射して加工する。

は、電子線を使う手法が主流だが、深く加工するには原理的に限界がある。陽子ビームは電子線に比べ分解能は劣るものの、数十ナノメートルと深い加工のできる利点があり、一九九〇年代後半から注目されていた。

陽子ビームで微細加工

原子力
機構など
立体形状も容易に

日本原子力研究開発機構を開設したと発表した。高性能な光学
構は十九日、芝浦工業大 立体的な形状を高精度で 素子や医療検査用チップ
学などと共同で陽子ビーム加工できる。神戸製鋼所 などを製造する新技術と
ムを使う超微細加工技術と小型の加工装置の開発 して実用化を目指す。



同機構高崎量子応用研
究所（群馬県高崎市）に
あるイオン照射研究施設

(群馬版)

日本 経済 新聞 朝刊・夕刊 2月20日 35面

三次元微細加工を施すこと
で凱旋門のような構造も可
能（写真下部の白線部分が
20ミクロン）

「TIARA（ティアラ）」
で開発した。三メガ（メガは
百万）電子と高エネルギー
ギ状態にまで加速した
陽子ビームを直径数百ナ
（ナは十億分の一）ミまで
細く絞り、対象物に照
射して加工する。

水平方向の精度が数百
ナ（ナは十億分の一）ミ
で、最大五十ミ（ミは百
万分の一）ミまで深く加
工できる。幅と奥行き
の比率（アスペクト比）の
高い微細加工は難しく、
一対十以上の値は世界で
最も高いという。

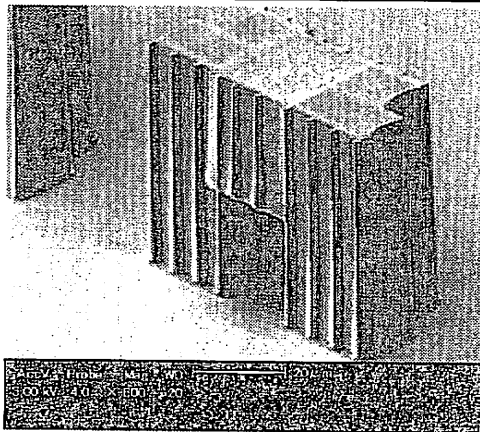
ナノメートル単位の微
細加工には、電子線を使
う手法が主流だが、深い
加工は原理的に困難。陽
子ビームは電子線に比べ
分解能は劣るものの、数
十ミの深い加工に適し
ている。

原研高崎量子研

陽子ビームで微細加工

芝浦工大と 光学素子開発などに応用
共同開発

日本原子力研究開発機構・高崎量子応用研究所(高崎市綿貫町)は十九日、芝浦工業大(東京都江東区)と共同で、高エネルギー陽子ビームを照射して樹脂などに微細加工を行う技術を開発したと発表した。この技術は、精密光学機器に使われる



芝浦工業大研究棟をモチーフに完成させた3次元微細加工の構造体

光学素子や高感度な医療検査チップの開発にも応用できることから、神戸製鋼所(神戸市中央区)と、小型加工装置の開発を始めた。三百萬電子ボルトの高エネルギー陽子ビーム径を数百ナノメートル(一ナノメートルは一ミリの一億分の一)まで集束させ、樹脂などを微細加工する技術。同研究所イオシ、ビームを当てた部分に照射施設「ネガ型」と、逆

で実験したところ、水平に当てた部分を溶かす加工精度が数百ナノメートル、加工深さ最大五十ナノメートル(一ミリの千分の一)の三次元構造体の試作に成功した。光が散乱する電子ビームでの加工に比べ、断面がシャープで深い加工が可能だとい

た。同研究所は「高エネルギー陽子ビームによる三次元微細加工で、世界トップに比肩する水準になった」と話している。

19.2.20(火)

日 経 新 聞 39 面 茨城県版

陽子ビームで超微細加工

原子力機構など

日本原子力研究開発機構は十九日、芝浦工業大学などと共同で陽子ビームを使う超微細加工技術を開発したと発表した。

立体的な形状を高精度で加工できる。神戸製鋼所と小型の加工装置の開発を始めた。

高性能な光学素子や医療検査用チップなどを製造する新技術として実用化を目指す。

同機構高崎量子応用研究所（群馬県高崎市）に高い微細加工は難しく、

あるイオン照射研究施設「TIARA（ティアラ）」で開発した。三が（ガ）は百万、電子と高エネルギー状態にまで加速した陽子ビームを直径数百ナノ（ナ）は十億分の一）にまで細く絞り、対象物に照射して加工する。

一対十以上の値は世界で最も高いという。加工は原理的に困難。陽子ビームは電子線に比べ分解能は劣るものの、数ナノメートル単位の微細加工には、電子線を使う手法が主流だが、深い加工に適している。

化学工業日報(朝)夕/面

3次元微細構造を試作

陽子ビーム加工技術開発

カド
子な
原機

日本原子力研究開発機構は、芝浦工業大学と共同でビーム直径を数百ナノメートルにまで絞り込んだ三次元の電子線(三百万電子線)の高エネルギー陽子ビーム(プロトンビーム)を使って超微細加工を行う「プロトンビームライティング技術」(PBW技術)を開発した。トップクラスの微細加工技術で、PBW技術としては世界で初めて水平加工精度が数百ナノ、加工深さが最大五十ナノと高アスペクト比(一対十)の三次元微細構造の試作に成功した。また原子力機構は神戸製鋼所と共同で光学素子やバイオチップなどを加工する小型PBW装置の開発にも着手、芝浦工大も含めた三者で実用化技術の確立に取り組む。

このPBW技術は原子力機構の高崎量子応用研究所のイオン照射研究施設TARA(ティアラ)で、高エネルギー陽子ビームを使って開発した。プロトンビームは電子線(EB)に比べ物質中での散乱効果が小さく、シャープで大きな深度の微細加工が可能。今回、開発した技術の加工精度はフォトレジストをビーム系と同じ数百ナノ前後、深さ五十ナノで描写できる。今回試作した三次元構造物(ネガ型レジスト)はビームエネルギーを二段階に変化させて深さの露光が異なった二種類のパターンを組み合わせて作製した。引き続き、三者は分解能の向上(高精度化)を図るとともに実用的なPBW加工装置の開発も行っていく。

機構大
力工
子芝
原と

PBWで長深度加工

神鋼と先端素子装置開発へ

日本原子力研究開発機構・日、プロトンビームライティング(PBW)技術で300万電子線の高エネルギー陽子ビーム径を

数百ナノ(ナノは10億分の1)にまで微細化して照射することで、水平加工精度が数百ナノ、加工深さ最大50ナノという1対10以上の高アスペクト比(縦横比)を持つ三次元微細構造体の試作に成功したと発表した。従来の先端デバイス製作に向けた型加工やプロトタイプ製作が可能になる。同機構と芝浦工大は神戸製鋼所と共同で小型PBW加工装置の開発を始めた。

PBW技術は電子ビームリソグラフィと同様に遮へいマスク製作が不要で、開発費用と期間の短縮できる上、電子ビームに比べ長深度加工ができる長所を持つ。97年ごろにシンガポール国立大学が注目し、その後、欧州などを中心にビーム径の微細化(高分解能化)を進めている。

日刊工業新聞(朝)夕/面

機構力原子

陽子ビーム照射で新技術

微細加工に威力

日本原子力研究開発機構 造体を製作できる技術を、
構、芝浦工大、神戸製鋼 開発したと発表した。水
所は19日、高エネルギー 平方向で数百ナノ、垂直
陽子ビームを使用し、ナ 方向で最大50ナノで加工
ノメートルレベルの加工 が可能だ。こうした加工
精度で、3次元の微細構 技術は、シンガポール、

2/20 (火) 電気新聞 ①面

ヨーロッパで研究開発が 活発だが、今回の成果で 世界トップレベルに到達 できたとしている。今後 は、精密機器、家電、医 療機器など、新たな光学 素子や検査チップの開発 への貢献が期待される。

3者は04年度から、原 子力機構の高崎量子応用 研究所のイオン照射研究 施設「TIARA」(テ イアラ)で、300万電 子Vの高エネルギー陽子 ビームを使用し、微細加 工技術の開発を進めてき た。原子力機構では、ビ ーム径を数百ナノに微細 化する技術は確立してい たことから、これを産業 利用を目的に電子デバイ スなどの微細加工に適用 するため、「プロトンビ ームライティング(PBW 技術)として共同研究 開発を実施してきた。

PBW技術は、半導体 製造工程でも使用される 「リソグラフィ技術」の 一種。ビームを高分子膜 などに照射するなどし て、凹凸の構造を製作で きる。今回開発した技術 では、「凱旋門」をイメ ージした構造体として、 数百ナノの線幅を持ち、 厚さは最大50ナノの3次 元微細構造体を試作する ことに成功した。

3者は今後、加工可能 な厚さを広げるなど、3 次元による微細加工技術 の確立を目指す。特に原 子力機構と神戸製鋼所 は、今回の成果を踏まえ、 小型の加工装置の共同開 発を推進する。

機構力原子
と芝浦工大

PBWで長深度加工

神鋼と先端素子装置開発へ

日本原子力研究開発機構 日、プロトンビームライ ング(PBW)技術 ーネルギー陽子ビーム径を

2/20 (火) 日刊工業新聞 ②面

数百ナノ(ナノは10億分 の1)にまで微細化して 照射することで、水平加 工精度が数百ナノ、加工 深さは最大50ミクロンとい う1 対10以上の高アスペクト 比(縦横比)を持つ3次 元微細構造体の試作に成 功したと発表した。従来 にはない先端デバイス製作 に向けた型加工やプロト タイプ製作が可能にな る。同機構と芝浦工大は 神戸製鋼所と共同で小型 PBW加工装置の開発を 始めた。

PBW技術は電子ビー ムリソグラフィと同様 に遮へいマスク製作が不 要で、開発費用と期間の 短縮できる上、電子ビー ムに比べ長深度加工がで きる長所を持つ。97年こ ろにシンガポール国立大 学が注目し、その後、欧 州などを中心にビーム径 の微細化(高分解能化) を進めている。

(群馬版)

読売新聞 朝刊・夕刊 2月23日 32面

陽子ビーム加工技術開発 原研機構など

日本原子力研究開発機構
高崎量子応用研究所(高崎
市綿貫町)のビーム技術開
発課と芝浦工科大学の西
川宏之助教授らの研究グル
ープが、陽子ビームを照射
して微細加工を行う技術を
開発した。26日に同大大宮
キャンパス(さいたま市)
で開かれるシンポジウムで
発表される。

陽子ビームによる微細加
工技術は世界中で研究が進
んでいるが、今回開発され

た技術は水平加工精度が数
百ナ・メートル(10億分の1)
で、さらに加工深度が最大
50ミ・リ(ミは100万分
の1)と「深く彫れる」の
が特徴で、世界最高レベル
の技術という。

今回の研究では光を当
てると固まる特殊な樹脂を
用い、東京・豊洲にある凱旋

門に似た同大研究棟の模型
も試作。高さ50、幅50、厚さ
20ミ・リの三次元構造体で
髪の毛の直径約100ミ・リ
に2個並べて置ける大
きさという。

磁気による誘導で陽子ビ
ームの太さを直径200ナ
・ミまで細くする同研究所
の既存技術を応用し、同研

究所の大型イオン照射研究
施設「ティアラ」を使って
実験した。

微細加工技術は光学素子
や医療検査チップの製造な
ど幅広い産業で応用されて
おり、同機構では今後、神
戸製鋼所(神戸市)と提携
し、実用化に向けた小型加
工装置の開発に取り組むと
いう。

プロトンビームライティング技術

超精密金型作製に應用

原子力機構—芝浦工大—神戸製鋼

小型機導入で開発加速

日本原子力研究開発機構、芝浦工業大学、神戸製鋼所は、三者で開発した超微細加工技術「PBW」(プロトンビームライティング)を活用して超精密金型の製作技術の構築を目指す。PBW技術は、高エネルギー陽子ビーム(プロトンビーム)を数百ナノメートルまで絞り込み、フォトレジスト(感光性樹脂)膜を百ナノメートルでの超微細加工を可能にする。金型作製は、PBW技術でパターンを描いたフォトレジスト膜に電解電鍍法でニッケルを析出させてニッケル金型に仕上げる。来月にも芝浦工大に新たに開発した小型PBW加工装置を導入、研究を加速させる。今後、電解電鍍に適したレジスト、成形条件などの検討を行い、回折光学素子、バイオチップなど超微細で高精度の形状が要求されるプラスチック成形への展開を目指す。

PBW技術は、メガ(百万)電子ボルト級の高エネルギー陽子ビーム径を二百ナノメートルまで集束させ、フォトレジストを直接描写する微細加工に活用する。フォトレジストを水平加工精度数百ナノメートル、加工深さ最大五十ミクロン、一対十以上の高アスペクト比を実現する。電気や磁場を使ってビーム方向を制御するほか、基板側を動かすことでパターンニング面積も大きくできる。現在、ナノレベルの超微細加工には電子線(EB)が用いられている。しかし、EBは物質中での拡散効果が大き

いため、大きな深度の微細加工には限界があるとされてきた。

今回、PBW技術の実用化の一環として、超精密プラスチック金型の作

製技術を開発する。PBW技術を活用するのは金型の「型」となる母型づくり。フォトレジストによる母型の精度は幅百ナノメートルの範囲で、パターンでプラスマイナスを形成する。平滑性はプラスマイナスの深さ程度を目標としている。金型はニッケルの酸化還元反応を利用する電解電鍍法で母型表面にニッケルを析出させ、フォトレジストを除去して完成させる。

超精密なプラスチック製品の成形に用いる。今後、PBWによる加工精度の向上、電解電鍍に適したフォトレジストの選定、成形技術などの確立に取り組む。早期の実用化を見込んでいる。このため原子力機構の高崎量子応用研究所にあるイオン照射研究施設T-IAR A(ティアラ)による研究開発に加え、芝浦工大のフレキシブル微細加工研究センターに新たに開発したPBW加工装置(当初一七電子ボルト)を来月にも設置、研究開発体制を強化する。

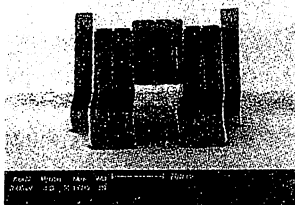
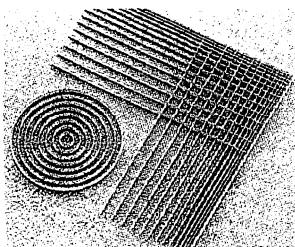
芝浦工大など
取り組み
**加工の
手間減少**

電子機器で用いられる半導体や回路、センに加工する技術の開発している。

サーなど極めて小さな部品を、高エネルギーで加速した水素イオン（プロトン）のビームに芝浦工業大（東京都）や日本原子力研究開発機構が取り組んでい。複雑な形を素早く、用途に使われ、髪の毛の太さの百分の一以下低コストで作り出せる

どちらかの樹脂を基板の上に塗り、1000分の1ミ以下の幅に絞ったビームを「ひと筆書きするように」(西

【プロトンビーム】
水素イオンを100万ボルトの高電圧で加速、それを絞り込んで生み出します。描画技術は、国立シンガポール大がイオンビームを用いた顕微鏡を研究、開発する過程で生まれた。



格子状と直径 $0.34\text{ミリの門のような形を彫り込んだ加工例（西川宏之・芝浦工業大准教授提供）$

のサイズ。

一般的な加工法で（教授）描く。その後、は、エックス線や紫外線などの光を用い、光を通す部分と通さない部分によって目的の形を描いた基板を感光性の樹脂の表面に置き、光を照射し加工する。試作したという。

原板はいわば、写真
を焼きつける際のネガ
フィルムに相当する
が、プロトンビームは
樹脂に直接照射して加
工できるため原板が不
要になり、手間と費用
を大幅に減らせる。

西川准教授は「プロ
トンビームは微小な世
界で直線や曲線を自在
に描けるし、深く彫り
込んだような構造をつ
くこともできる。実
用化には、ビームを髪
の毛の千分の一以下に

川宏之・芝浦工業大准教授）描く。その後、薬品に漬けて不要部分を洗い落とせば、出来上がり。これまでで首都大学東京と共同で、電圧を利用して微生物を検出するセンサーを試作したという。

西川准教授は「プロトンビームは微小な世界で直線や曲線を自在に描けるし、深く彫り込んだような構造をつくることもできる。実用化には、ビームを髪の毛の千分の一以下にさらに超極細にする」とや、照射装置の小型化が課題になる」と話している。

電子部品を微細加工へ

芝浦工大と日本原子力開発機構が研究

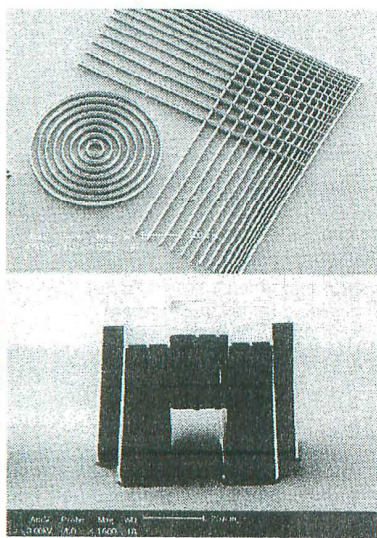
電子機器で用いられる半導体や回路、センサーなど極めて小さな部品を、高エネルギーで加速した水素イオン（プロトン）のビームを使って絵を描くように加工する技術の開発に芝浦工業大（東京都）や日本原子力研究開発機構が取り組んでいる。複雑な形を素早く、低コストで作り出せる手法として期待されている。

微細部品は家電やパソコン、医療の分析装置、液晶画面などで多用途に使われ、髪の毛の太さの百分の一以下のサイズ。一般的な加工法では、エックス線や紫外線などの光を用い、光を通す部分と通さない部分によって目的の形を描いた原板を感光性の樹脂の表面に置き、光を照射して加工する。

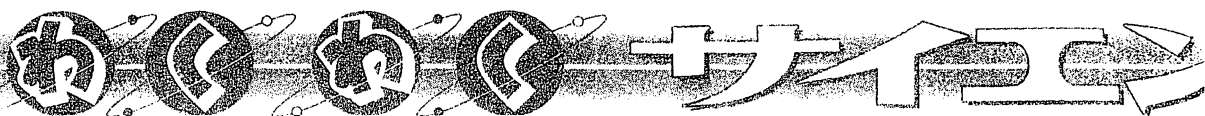
水素イオンビームで素早く

線を自在に描けるし、深く彫り込んだような構造をつくることもできる。実用化には、ビームを髪の毛の千分の一以下にさらに超極細にすることや、照射装置の小型化が課題になる」と話している。

格子状と直径0.34ミリの同心円状の加工例（上）と、高さ0.05ミリの門のような形を彫り込んだ加工例（西川宏之・芝浦工業大准教授提供）

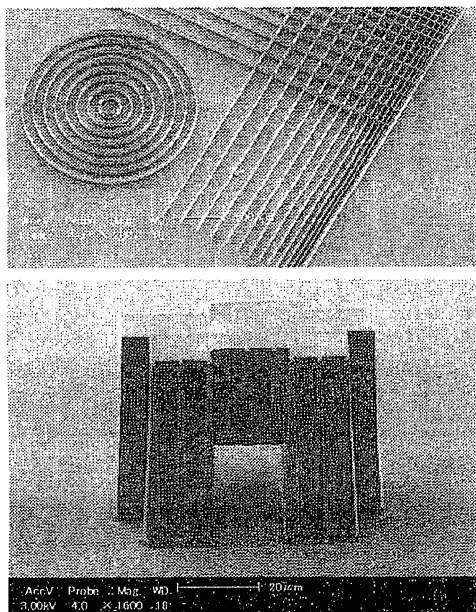


【プロトンビーム】水素イオンを100万ボルトの高電圧で加速、それを絞り込んで生み出す。描画技術は、国立シンガポール大がイオンビームを用いた顕微鏡を研究、開発する過程で生まれた。



水素ビームで「筆書き」

電子機器で用いられる半導体 工業大(東京都)や日本原子や回路、センサーなど極めて小 力研究開発機構が取り組んでいる。複雑な形を素早く、低コストのビームを使って絵を描くように作り出せる手法として期待され加工する技術の開発にまわっている。



格子状と直径0.34ミリの同心円状の加工例(上)と、高さ0.05ミリの門のような形を彫り込んだ加工例(西川宏之・芝浦工業大准教授提供)

電子部品 微細加工 低コスト手法に期待

微細部品は家電やパソコン、医療の分析装置、液晶画面などで多用に使われ、髪の毛の太さの百分の一以下のサイズ。一般的な加工法では、エックス線や紫外線などの光を用い、光を通す部分と通さない部分によって目的の形を描いた原板を感光性の樹脂の表面に置き、光を照射して加工する。原板はいわば、写真を焼きつける際のネガフィルムに相当するが、プロトンビームは樹脂に直接照射して加工できるため原板が不要になり、手間と費用を大幅に減らせる。

新手法では、プロトンビームを当てると薬品に溶けやすくなるか、溶けにくくなるかどちらかの樹脂を基板の上に塗り、千分の一ミリの幅に絞ったビームで「ひと筆書きするように」

(西川宏之・芝浦工業大准教授)描く。その後、薬品に漬けて不要部分を洗い落とせば、出来上がり。これまでに首都大学東京と共同で、電圧を利用して微生物を検出するセンサーを試作したという。

西川准教授は「プロトンビームは微小な世界で直線や曲線を自在に描けるし、深く彫り込んだような構造をつくることもできる。実用化には、ビームを髪の毛の千分の一以下にさらに超極細にすることや、照射装置の小型化が課題になる」と話している。

×モ

微細部品に「一筆書き」

水素イオンビーム

芝浦工大など開発

微細部品は家電やパソコン、医療の分析装置、液晶画面などで多用途に使われ、髪の毛の太さの百分の一以下のサイズ。一般的な

電子機器で用いられる半導体や回路、センサーなど極めて小さな部品を、高エネルギーで加速した水素イオン(プロトン)のビームを使って絵を描くように加工する技術の開発に芝浦工業大(東京都)や日本原子力研究開発機構が取り組んでいる。複雑な形を素早く、低コストで作れ出せる手法として期待されている。

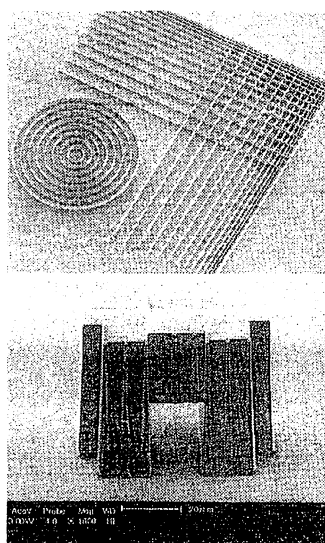
低コスト実現 複雑な形、素早く加工

加工法では、エックス線や紫外線などの光を用い、光を通す部分と通さない部分によって目的の形を描いた基板を感光性の樹脂の表面に置き、光を照射して加工する。

基板はいわば、写真を焼くときのネガフィルムに相当するが、プロトンビームは樹脂に直接照射して加工できるため基板が不要になり、手間と費用を大幅に減らせる。

新手法では、プロトンビームを当てると薬品に溶けやすくなるか、溶けにくくなるかどちらかの樹脂を基板の上に塗り、千分の一以下の幅に絞ったビームで「一筆書きするように」(西川宏之・芝浦工業大准教授)描く。その後、薬品に漬けて不要部分を洗い落とせば、出来上がり。これまでに首都大学東京と共同

で、高電圧で加速、それを絞り込んで生み出す。描画技術は、国立シンガポール大がイオンビームを用いた顕微鏡を研究、開発する過程で生まれた。



格子状と直径0.34ミリの同心円状の加工例(上)と、高さ0.05ミリの門のような形を彫り込んだ加工例(西川宏之・芝浦工業大准教授提供)

【2】プロトンビーム 水素イオンを100万



トピックス

★水素ビームで微細部品を加工 電子機器で用いられる半導体や回路、センサーなど極めて小さな部品を、高エネルギーで加速した水素イオン(プロトン)のビームを使って絵を描くように加工する技術の開発に芝浦工業大(東京都)や日本原子力研究開発機構が取り組んでいる。複雑な形を素早く、低コストで作り出せる手法として期待されている。

微細部品は家電やパソコン、医療の分析装置、液晶画面などで多用途に使われ、髪の毛の太さの100分の1以下のサイズ。一般的な加工法では、エックス線や紫外線などの光を用い、光を通す部分と通さない部分によって目的の形を描いた原板を感光性の樹脂の表面に置き、光を照射して加工する。

**平成 19 年度～平成 23 年度「私立大学学術研究高度化推進事業」
(ハイテクリサーチセンター整備事業)研究成果報告書概要**

1 学校法人名 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 ユビキタス RT システム研究センター

4 プロジェクト所在地 〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

5 研究プロジェクト名 ユビキタス RT による生活情報獲得と人間・環境相互作用システムに関する研究

6 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
水川 真	大学院工学研究科	教授

7 プロジェクト参加研究者数 10 名

8 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

9 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
水川 真	芝浦工業大学・教授	RT ミドルウェアを適用した分散 RT システムアーキテクチャに関する研究	ユビキタス RT システムフレームワークの提供
安藤 吉伸	芝浦工業大学・准教授	自律移動ロボットの環境適応行動に関する研究	RT 空間における自律行動ロボットの構築
齋藤 敦史	芝浦工業大学・准教授	化学センサ、物理センサ統合システムによる総合的状況把握 および、同統合システムのネットワーク化による広域環境状態把握に関する研究	物理・化学情報を統合した、人間親和性の高いセンサネットワークの構築
南 正輝	芝浦工業大学・准教授	ユビキタスコンピューティング/ネットワーク・センサネットワーク・位置情報システムを統合したシステム構成法に関する研究	空間知能化センサネットワークシステムの構築
吉見 卓	芝浦工業大学・教授	マニピュレーションサービスシステムに関する研究	RT 空間におけるマニピュレーションサービスシステムの構築
上岡 英史	芝浦工業大学・准教授	コンテキストウェアに関する研究	コンテキストウェア・サービス環境の構築と評価
(共同研究機関等) 大場 光太郎	(独)産総研・もとグループ長、現知能システム部門副部門長	RT サービス空間としての空間知能化・構造化に関する研究	空間知能化フレームワークの構築
下倉 健一朗	もと(株)国際電気通信基礎技術研究所・室長、現 NTT サイバ	ネットワークを介した、RT 情報流通システムに関する研究	ユビキタス RT ネットワークインフラの構築

プロジェクト番号

07H005

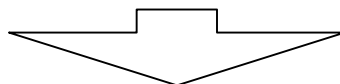
	一スペース研究 所主幹研 究員		
山口 亨	首都大学東京・教授	知能化空間における人間の意図 理解に関する研究	ユビキタス RT 環境を用いた 人とロボットとのジェスチャー によるインタラクションシステ ムの構築
青木 義満	慶應義塾大 学・准教授	ビジョンを中心としたセンサ情報統 合による人間・空間情報センシ ングに関する研究	環境観察に基づく人間・空間 情報の取得と状況理解シス テムの構築

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
RT システムインテグレーションに関する研究	首都大学東京・教授	谷江 和雄	RT システムソリューションフレームワークの提供

(変更の時期:平成 20 年 4 月 1 日 理由:死亡による)



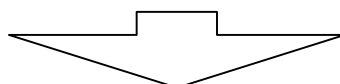
新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
首都大学東京・教授	首都大学東京・教授	山口 亨	知能化空間における人間の 意図理解に関する研究

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
ビジョンを中心としたセンサ 情報統合による人間・空間 情報センシングに関する研 究	芝浦工業大学・准教 授	青木 義満	環境観察に基づく人間・空間 情報の取得と状況理解シス テムの構築

(変更の時期:平成 20 年 4 月 1 日 理由:転出による)



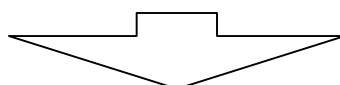
新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
芝浦工業大学・准教授	慶應義塾大学・准教授	青木 義満	環境観察に基づく人間・空 間情報の取得と状況理解 システムの構築

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 21 年 4 月 1 日 理由:(株)東芝より本学に新規採用による)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
(株)東芝研究開発センター 機械・システムラボラトリ	芝浦工業大学 工学部 電気工学科・教授	吉見 卓	RT 空間におけるマニピュ レーションサービスシステム

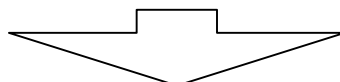
プロジェクト番号	07H005
----------	--------

一・主任研究員			構築
---------	--	--	----

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成22年4月1日 理由:サービス実験環境の強化)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
	芝浦工業大学 工学部・ 通信工学科・准教授	上岡英史	コンテキストウェア・サービス環境の構築と評価

10 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

(1)研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

ロボット技術の適用分野が、製造業向けの産業用ロボット分野から一般社会で人と共存する用途へと拡大されつつある。本研究は、個体のロボットの高度化、知能化により、人間に代わる作業の遂行を目指していた従来の研究とは異なり、人を取り囲む空間に存在するさまざまなロボット、機器、センサの知能化と情報の相互利用を図ることにより、空間自体の構造化・知能化をはかり、ロボットの知能と連携させることにより、ロボット技術(RT: Robot Technology)を用いた人間へのサービス(RT サービス)を実現することを目的とする。

このため、場面を「人の家庭日常生活」に絞り、人の生活行動から無意識的、意識的情報と行動パターンを関連づけ、これに基づき、個人の意図を反映し物理的・情動的サービスを提供するための RT と人の相互作用環境を研究する。

本研究は、人を取り囲む空間に存在するさまざまなロボット、機器、センサの知能化と情報の相互利用を図ることにより、空間自体の構造化・知能化をはかり、ロボットの知能と連携させることにより、ロボットを用いた人間へのサービス(RT サービス)を実現する。本研究では、場面を「人の家庭日常生活」に絞り、人の生活行動から無意識的、意識的情報と行動パターンを関連づける。この情報を用いて、RT ミドルウェアおよび分散制御システム、自律ロボット研究、画像処理をベースとするマルチメディア情報処理、物理・化学センサとそのネットワーク化、環境知能化、ネットワークロボットシステム、知能システムを要素とし、これらを統合した個人の意図を反映し物理的・情動的サービスを提供する環境の構築を研究内容とする。

(2)研究組織

代表 水川 真 芝浦工業大学・教授(H19-22 年度 PD0.5, 大学院生 20 名年)

RT ミドルウェアを適用した分散 RT システムアーキテクチャに関する研究

ユビキタス RT システムフレームワークの提供とサービス実験環境の構築検証を実施。

代表者の指揮のもと、本学先端工学研究機構(H20 ユビキタス RT 研究センターに知能化空間観察系を構築し、各研究者は項目 9 記載の研究項目を分担した。

青木 義満 芝浦工業大学・助教授(平成 19 年度まで本学、現慶應義塾大学准教授)(H19-22 年度 大学院生 7 名年)

安藤 吉伸 芝浦工業大学・助教授(平成 21 年度より、本学デザイン工学部准教授)(H19-22 年度 大学院生 8 名年)

齋藤 敦史 芝浦工業大学・助教授(現准教授)(H19-22 年度 大学院生 5 名年)

南 正輝 芝浦工業大学・助教授(現准教授)(H19-22 年度 大学院生 5 名年)

大場 光太郎(独)産業技術総合研究所(H19-22 年度 研究員 4 名年)

下倉 健一郎 NTT サイバースペース研究所(H19-22 年度 研究員 6 名年)

谷江 和雄 首都大学東京教授(平成 19 年 6 月まで(逝去による))

山口 亨 首都大学東京システムデザイン学部教授(平成 20 年度より)(H20-21 年度 研究員 3, 大学院生 8 名年)

吉見 卓 芝浦工業大学電気工学科教授(平成 21 年度より 大学院生 2 名年)

上岡 英史 芝浦工業大学・准教授(平成 22 年度より 大学院生 1 名年)

研究チーム・共同研究機関との連携状況

研究チームは、毎年先端工学研究機構におけるシンポジウム実施、計測自動制御学会システムインテグレーション部門における分散知能研究会、空間知部会の設立を含め中心的役

割を果たして積極的参加，関連学会（IEEE IROS，日本機械学会ロボティクスメカトロニクス部門講演会，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会）におけるセッションオーガナイズなど，積極的に連携活動を実施．さらには，芝浦工業大学における研究発表会（3回/年）にメンバが参加し，討論しつつ研究を推進した．さらには，産総研とは連携大学院協定のもと，本学より学生の受け入れ指導を実施している．

研究支援体制

本学産官学連携・研究助成課が，ユビキタス RT システム研究センターの運営に関する，設備の維持管理，研究資金の執行管理，シンポジウム実施を支援している．

(3) 研究施設・設備等

ユビキタス RT システム研究センターには，実験室として約 160 平米を確保し，日常生活空間を模した実験環境を構築している．並行して，実居住環境における化学センサによる行動分析実験を実施している．

(1) リアルタイム位置計測システム（ユビキタス RT システム研究センターに設置，稼働 3 日/週，使用者数 12 名程度）

本研究の基本データである空間内に存在する人，物，ロボットの位置を全方向カメラ，レーザレンジセンサ，アクティブ計測する自律移動ロボットを介して計測する．合わせて，それらの属性を RF タグ，空間に分散配置したセンサネットワークを介して計測し，局所情報を得る．

これらの位置情報と属性情報を時間的，空間的に獲得，蓄積，統合し，行動履歴，操作履歴，場所における作業・行動の局在性等を解析し，ヒト，コト，モノの関係性を明らかにし，RT サービスオントロジーを構築するための知能化空間実験環境設備として，本「リアルタイム位置計測システム」を利用している．

(2) 室内ガス・匂い環境分析システム（ユビキタス RT システム研究センターに設置，稼働 4 時間/週，使用者数 3 名）

本研究では，室内、あるいは大気ガス環境等の化学的な情報も取り入れることでより生活者にやさしいサービスの提供を行うことを目的とし、各種物理センサによる情報に加えて化学センサによる環境情報を RT サービスに組み込むことを検討する．主な研究設備はガスクロマトグラフィー，液体クロマトグラフィー，およびマイクロ GC である．これらは，生活空間におけるガス・匂い環境を分析するために導入をした．現在は実空間の分析をする前の予備データ蓄積を行っている．

(4) 研究成果の概要

研究プロジェクトの計画や目的・意義と関連づけて、当初の目標をどれだけ達成したか記述するとともに、新たに得られた知見などについても具体的に記述してください。

< 現在までの進捗状況及び達成度 >

21 世紀の高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現を目指すため，従来からロボットが活躍している産業用から，医療・福祉，日常生活支援などの非産業分野へと展開してきている．また，高齢者の単身世帯者の増加より直面する社会的問題に対して，ロボット分野に求められている期待は大きい．内閣府の「イノベーション 25」や経産省の「技術戦略マップ 2008」においても，生活環境への RT (Robot Technology) の創出を早急に取り組むべき課題として取り挙げている．

このような生活環境において，ロボットシステムが人間のサポートを行うには，刻一刻と変化する環境の情報を認識し，適切にサービスを提供しなければならない．

従来の研究では，ロボット一個体にプログラムを入れ，知識を埋め込むことで高知能化，高機能化を目指してきた．しかしながら，実世界で行動するために必要となる実世界の多様な知識を記述しきれず，実用的なロボットや知能システムを実現するに至っていない．一方で，近年，ロボットの機能を向上させるだけでなく，人を取り囲む空間に存在する様々なロボット，機器，

センサの知能化と情報の相互利用を図ることにより、空間自体の構造化・知能化をはかる研究がなされている。本研究センターでは、知能化空間内に存在するヒトとモノの観察系の構築と得られた情報から、ヒトに対する適切で、さりげない気の利くサービスを提供する知能化環境（空間知）の構築を目的に、研究を推進してきた。ここでの「ヒト」とは、主に RT サービス提供対象であるエンドユーザを示し、そのエンドユーザの身体機能および趣味や生活パターンを含むユーザ固有の情報を扱う。また、実環境を構成する要素として、環境内で発生する事象、現象、出来事を「コト」、環境を構成する日用品や機器、家具などを「モノ」としてとらえる。

近年のユビキタスコンピューティング技術の進展により、環境に情報を偏在させ埋め込むことが可能になった。これを応用し、ロボットと環境が相互に通信することを前提として、環境情報を構造化することにより、ヒト・ロボット・環境の相互作用による機能デザインにもとづき、有用なサービスを実現する新たなアプローチが空間知である。

この空間知を達成するために、本研究センターでは、研究の項目を大きく「環境提供サービス」、「RT 提供サービス」、「RT プラットフォーム」の3つに分け、研究を推進している。

【環境提供サービス】

室内に生活するヒトの無意識情報の定点モニタリングについては、異種複数のセンサを用いて室内全体の環境変動を取得することにより、主となる生活活動の分類が可能であることがわかった。さらに、室内全体の環境変動に生活の場と生活活動を結びつける局所の環境変動を取得することにより、室内全体の環境変動を取得するだけでは分離が不可能であった情報を分離することが可能であることがわかった(図1, 2)。

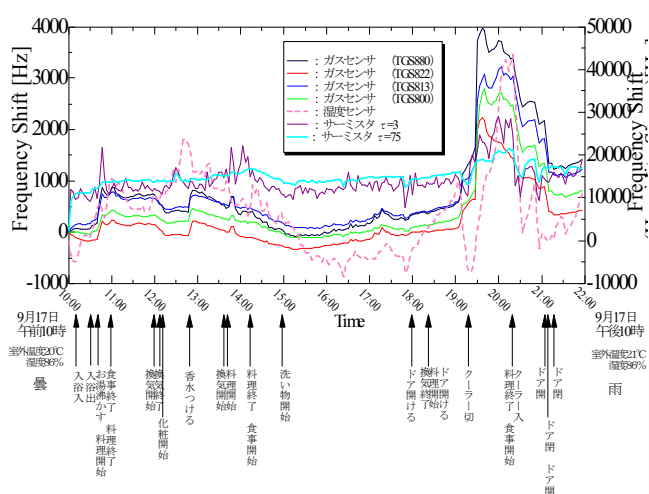


図1 化学センサによる生活行動の定点測定と分析

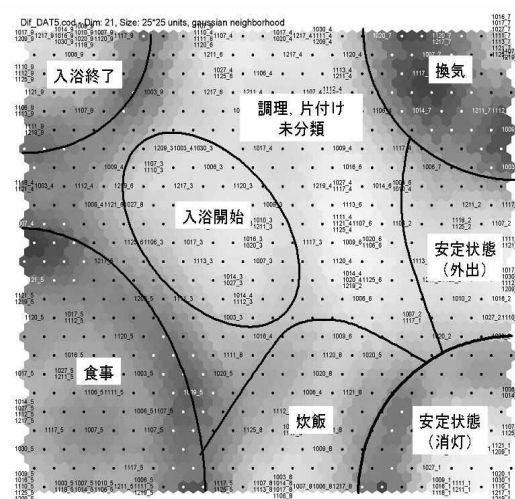


図2 測定された日常的な活動に対する自己組織化マップ

環境提供サービスの無意識情報分析のための画像センサネットワークによる生活行動及び状態のモニタリングとして、「生活行動・生活イベントの検出・認識システムの開発」を行っている。生活行動、イベントのマクロな検出、認識と合わせ、周辺移動ロボットに搭載されたセンサや環境埋め込みセンサ、更には生活者自身に装着したセンサ等のセンサ群及びネットワークから得られる計測データを元に画像処理を中心としたパターン認識技術を開発・適用することで、生活者自身の状態把握及び周辺モニタリングを行うシステムが実現できる。今後は、空間側ビジョンセンサとの処理の融合をはかることを念頭に置いた研究開発を進めていく。

【RT 提供サービス】

RT 提供サービスに関わる、実験系の構築および RT モジュール化としての RT ミドルウェア組込モジュールによる空間知能化要素モジュールの構築については、「環境と作業構造のユニバーサルデザイン」として、操作しようとする物体とロボットハンドの間の共通インタフェースを

情動的/物理的な面から構造化する CLUE とユニバーサルハンドルを提案し、実証実験によりその有効性を確認した。

RT 提供サービスにおける指示および無意識情報を用いたロボットサービスのうち、「ユビキタス RT 環境における環境情報を考慮したジェスチャと音声によるサービスロボット」では、日常生活の簡単な動作を支援する家庭内ロボットシステムにおいて、環境情報を考慮することで、指さしを理解する人とロボットのマルチモーダルインタラクションを提案した。

【RT プラットフォーム】



図 3 構築したサービス実験環境



図 4 システム統合実験

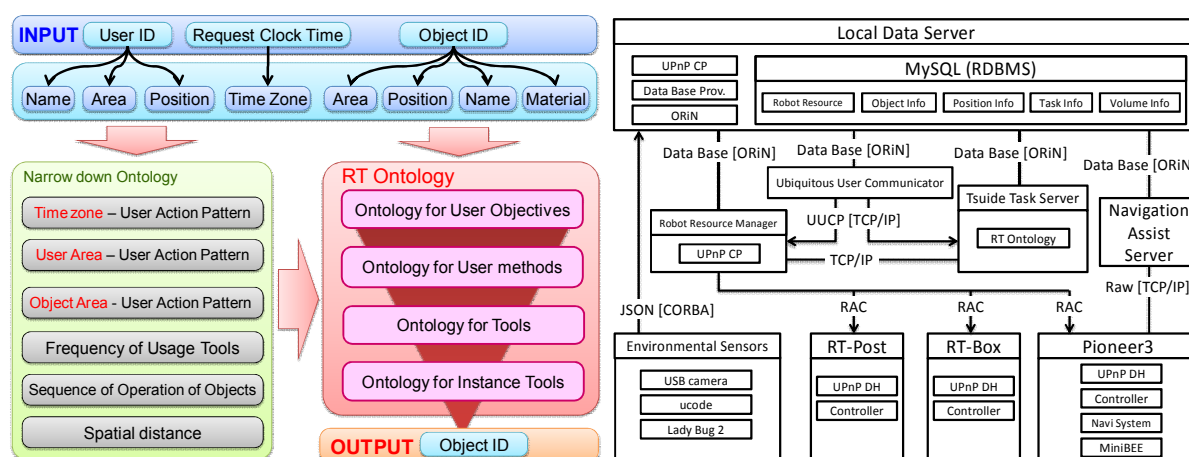


図 5 RT オントロジーによるタスク絞り込み 図 6 サービスのための情報統合システム

RT プラットフォームに関わる、「ユビキタスコンピューティング/ネットワーク・センサネットワーク・位置情報システムを統合したシステム構成法に関する研究」では、無意識情報のモニタリングの具体化の一環として消費電力モニタリングシステムの研究を行った。位置情報はセンシングシステムの根幹をなす情報であるため、継続的に研究を行う。

RT プラットフォームに関わる、「環境構造化における物理的ロボットサービスに関する研究」では、サービス用ロボットの開発のために、対象物体の位置情報取得技術、障害物や移動体の位置検出技術、これらを拡張した捜し物サービスについての研究が行われた。

RT プラットフォームに関わる、「RT ミドルウェアを適用した分散 RT システムアーキテクチャに関する研究」では、これまでは逐一指示が必要であった作業に対して、RT オントロジーを用いて、ユーザが要求した対象物に対して、状況に応じて一緒に実行すべき作業を生成するための、「ついでタスク」の判断を行える実現可能性を示した。特に、限定された場面設定ではあるが、従来のシナリオベースのタスクではなく、同じユーザからの要求であっても場面に応じて適切なコマンドを判別し、タスクを提供する「気が利く」システムの柔軟性をシステム構築と検証実

験により示せた(図 3-6). この RT オントロジーに関しては、ホームロボットサービスに必至な技術として、自動車会社事業部に技術内容を開示し、2010 年度には共同研究へと発展している。さらに、2010 年は RT オントロジーの自動生成、人の感性を含む状況認識に展開している。

物理エージェントシステムサービス設計については、代理人としてロボットがサービスを可能とするための、空間内に存在する物体の位置情報と作業の関係記述のためのフレーム構造と、情報化規約について研究した。フレームワークの導入によって、従来のシステムでは各サブシステムが個々に保有していたセンサが環境センサとして提供されるようになり、LDS (Local Data Server) によって環境センサのデータを共有することが可能となった。環境センサを RT コンポーネント化することによって再利用性が高まっただけではなく、ロボットシステムの運用、管理の煩雑さを大幅に減らすことができた。

この情報取得と蓄積のためのデータ記述規約 FDML とサーバは、NTT から提供され、これを拡張運用することで共同研究(時空間エンジンを用いたユビキタスホームの研究、および RT ミドルウェアとオントロジーを利用したライフログサービスの研究)においてもサービス環境構築と検証に適用した。

<優れた成果があがった点>

- (1) 従来の物理情報に加え、化学情報を加えることによる、無意識人間行動の把握
- (2) 環境情報構造化による環境に分散した各種センサからの情報統合・運用フレームワークの提案と構築・改良
- (3) 分散コンポーネントに RT ミドルウェアを適用した、柔軟なシステム構成法の提案と実装
- (4) RT オントロジーの提案とサービス統合実証実験に基づく効果の確認

<問題点とその克服方法>

- (1) 異常系への未対応に対しては、コンポーネントのシステム連携動作ロバスト化を図る
- (2) 限定サービスに対しては、情報完備性の研究に基づく、サービスレパートリの拡充

<評価体制>

(研究プロジェクトの目標等に照らした自己評価の実施や、その結果を研究費等の資源の配分へ反映させるためのルールの設定、また、本プロジェクトに係る費用対効果(かけた費用に見合う効果が見られるか)について、どのように分析しているか。また、それらについて、外部(第三者)による評価を受ける体制ができているか等について記述してください。)

本学では、毎年経過報告書を取りまとめ、年報として発行公開している。この経過報告書および、次年度実施計画書にもとづき、学長のもと研究戦略会議を設け、総合評価と次年度研究費の配分を決定している。評価の根拠となる客観評価は、外部委員からなる特別教育・研究評価委員会を設置し、外部の有識者(大学、企業)に委託している。

委員会運営、評価等に関わる規定類は、細則、評価表を含め、明文化し運用されている。これまで無かった分野の開拓で専門知識と大局観が評価には必要とされる。外部評価委員の評価としては、計画が総花的で、各研究項目を平行して行う必要があるかが不明確。統合する効果が期待できない、というご指摘の一方、ロボティクスは相当な研究費を必要とする分野であるが、予算 600 万円という制約の中で、よい成果を上げている、人を取り囲む空間に存在するさまざまなロボット、機器、センサの知能化と情報の相互利用を図ることを目指している点は評価できる、といった肯定的な評価もいただいている。

<研究期間終了後の展望>

(本プロジェクト終了後における研究の継続の有無、有の場合は今後の研究方針、無の場合は当該研究施設・装置・設備の活用方針を記述してください。)

以下を発展研究のコアとして、研究を継続する

- (1) 無意識情報の積極的活用、タスクの場所依存性を考慮した、RT オントロジーのレパートリ拡充による、サービス統合実験の推進

- (2) 人の行動履歴(ライフログ)をベースに、状況適応型のサービス生成システム、人の快適性を含む感情をベースにした、サービスレベルの学習などへの展開を図る。
 (3) 上記、統合情報を活用したヒューマンインタフェースの改善
 (4) 空間知ミドルウェアを構築し、RTサービスモデルベース設計論の構築と実証

＜研究成果の副次的効果＞

(研究成果の活用状況又は今後の活用計画(実用化・企業化の見通しや、特許の申請があればその申請状況・取得状況等)について、記述してください。)

- (1) 高齢化社会に対応した、個人サービスとしてのロボット技術の社会インフラ化
 このため、H22年度より、本研究の一部を拡張発展させる形で、自動車会社事業部との間で、RTオントロジーの一般化に関する共同研究を推進中。同社は、事業化を想定した社内体制を構築している。
 (2) ロボットコンポーネントの日用品化
 空間知モジュールを実装開発し、サービスのモデルベース設計と実装を推進する。

11 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- ((1) ロボット技術(RT) (2) センサネットワーク (3) オントロジー
 (4) 意図理解 (5) 分散オブジェクト (6) RTミドルウェア
 (7) サービス (8) システムインテグレーション

12 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

＜査読有雑誌論文＞＜査読有国際会議＞＜図書＞＜査読有学会発表＞＜査読無学会発表＞

水川 真(芝浦工業大学)

- (1) Yusuke Fukusato., Eri sato-Simokawara., Toru Yamaguchi., and Makoto Mizukawa, A Service System Adapted to Changing Environments Using Kukanchi, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.21 No.4,pp443-452,JSME Robotics and Mechatronics Division, Fuji Publishing, 2009
 (2) Ken Ukai, Yoshinobu Ando, and Makoto Mizukawa, Robot Technology Ontology Targeting Robot Technology Servicesin Kukanchi “Interactive Human-Space Design and Intelligence”,Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.21 No.4,pp489-497,JSME Robotics and Metronics Division, Fuji Publishing, 2009
 (3) Kanlaya Rattanyu, Michiko Ohkura, and Makoto Mizukawa, Emotion Monitoring from Physiological Signals for Service Robot in the Living Space, International Conference on Control, Automation and Systems 2010 (ICCAS2010) pp.580-583 Oct. 27-30, 2010, Korea
 (4) Mizuno, Takuya, Ukai, Ken, Hanji, Takayoshi, Kato, Toshihiro, Ando, Yoshinob, Yoshimi, Takashi, Mizukawa, Makoto, Approach of Arm Navigation in Intelligent Space, Proc. 2010 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, PaperFrC5.3(1)-(6), July 6-9, 2010, Montreal, Canada
 (5) Takashi Akiba,Makoto Mizukawa,Yoshinobu Ando,Takashi Yoshimi, ZigBee Location Identification in Living Environment, Proc. URAI2010, Session:Ambient Intelligent System

and Its Practical Integration 1, FC3-1, Korea, 2010.11

ほか 査読有り 上記(1)-(5)を含み 39 件 図書 1 件 査読無し 94 件

青木 義満 (芝浦工業大学(平成 19 年度まで本学, 現慶應義塾大学))

- (1) 高橋拓也, 青木義満, 河内まき子, 持丸正明: "解剖学的構造としわを手がかりとした手部寸法の画像計測", 電気学会論文誌 C, Vol.130, No.4, pp.686-695, 2009.4.
- (2) 佐藤 勲, 青木義満, 中島真人: "2カメラ FG 呼吸モニタリングシステムの開発". 画像電子学会論文誌 Vol.38, No.4, pp.385-394, 2009.7.
- (3) 青木義満: "人を測り, 人に資する光画像センシング", 計測自動制御学会 SICE City 構築研究会, 2009.5. (招待講演)
- (4) 高橋拓也, 青木義満, 持丸正明, 河内まき子, 大関和夫: "手部寸法とデジタルハンドモデルに基づく把持姿勢の推定のための画像計測装置", 第 14 回画像センシングシンポジウム (SSII08), IN3-27, 2008.6.
- (5) Hirokatsu Kataoka, Yoshimitsu Aoki, "Robust Tracking of Multiple Football Players Considering Occlusion and Crowded Situations", ACCV2009 Workshop VCAS2009, IW2-6, 2009.9.

ほか 査読有り 上記(1), (2), (5)を含み 5 件 査読無し 上記(3), (4)を含み 17 件 招待講演 5 件

安藤 吉伸 (芝浦工業大学)

- (1) Navigation of the Autonomous Mobile Robot Using Laser Range Finder Based on the Non Quantity Map, Shouhei Kubota;Yoshinobu Ando;Makoto Mizukawa, Proceedings of International Conference on Control, Automation and Systems 2007 (ICCAS2007),20071018.
- (2) 石塚 哲也、安藤 吉伸、吉見 卓、水川 真, 空間知における探し物サービスの提案, 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集, 2I3-4, 2010 年 12 月、
- (3) 一色博史、安藤 吉伸、吉見 卓、水川 真, 知能化空間における場所に応じたロボットサービス提供に関する研究, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会予稿集, 2A1-B28、2010 年 6 月
- (4) 知能化空間における場所に応じたサービス提供に関する研究, 一色 博史; 安藤 吉伸; 吉見 卓; 水川 真, 計測自動制御学会 SI 部門講演会 2009 予稿集, 2009 年 12 月 25 日
- (5) レーザレンジファインダを用いた生活空間内での移動体検出に関する研究, 一色博史; 安藤吉伸; 水川真, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 09 講演論文集, 2009 年 5 月 1 日
- (6) センサネットワーク環境下における物体位置検索とロボットの移動に関する研究, 南山 尚久; 松田 浩一; 横山 嵩祥; 安藤 吉伸; 水川 真, 計測自動制御学会 SI 部門講演会予稿集, 2008 年 12 月 5 日
- (7) 分散配置測域センサによる環境内物体の位置情報取得に関する研究, 南山 尚久; 安藤 吉伸; 水川 真, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008 論文集, 2008 年 6 月 7 日

ほか 査読有り 上記(1) 1 件 査読無し 上記(2)-(5)を含み 8 件

齋藤 敦史 (芝浦工業大学)

- (1) Kazuki Hirasawa, Shinya Sawada, Atsushi Saitoh, "Recognition of daily activities based on

- processing the information about air environmental changes in living space", Proc. of The 7th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp.325-329 (2010)
- (2) Study on multi-sensor unit for monitoring of living space environment and classification of daily activities, Kazuki Hirasawa, Atsushi Saitoh, SI International 2009 Proc., pp.101-106., 2009,11.
 - (3) Study on Muliti-Sensor System for Monitoring of Living Space Environment and Classification of Daily Activityies, Kazuki Hirasawa, Atsushi Saitoh, Proceedings of the 26th SENSOR SYMPOSIUM, pp.276~280, 2009.
 - (4) Recognition of Residential Daily Activities Using Multi-Sensor System for Monitoring of Indoor Environment, W.Saeki, K.Hirasawa, A.Saitoh, Proceedings of the 25th SENSOR SYMPOSIUM, pp.353~356, 2008.
 - (5) 平澤 一樹, 澤田 伸也, 齋藤 敦史, “室内大気環境変動による生活活動認識における局所情報取得”, 第 27 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, pp.710-715 (2010)

ほか 査読有り 上記(1)-(4)を含み 5 件 査読無し 上記(5)を含み 8 件

南 正輝 (芝浦工業大学)

- (1) N. Horita and M. Minami, A Smart Phone based Breath Monitoring System, 5th Sympsiuim of South East Asia Technical University Consortium, Feb.2011 (accepted)
- (2) 2011. (Accepted)位置・方向検出機能統合型面状通信システム, 南 正輝, 森川 博之, パーソナルネットワークの技術特集, ヒューマンインタフェース学会誌, vol.10, no.4, pp.11-16, Dec. 2008
- (3) Magic Surfaces: A Surface Networking Technology for Indoor Ubiquitous Sensor Networks, K.Sakakura and Masateru Minami, 3rd International Symposium on South East Asian Technical University Consortium, Malaysia, February 25-26 2009.
- (4) Design and Implementation of a wireless metering device for context-aware energy management”, Takafumi Watanabe, Kouhei Fujishige, Masateru Minami, 3rd International Symposium on South East Asian Technical University Consortium, Malaysia, February 25-26 2009.
- (5) Magic Surfaces: A Smart Building Material for Indoor Sensing Infrastructures, R. Kurakake, Y. Nishizawa, K. Sakakura, H. Huchi, M. Minami H.Morikawa, Proc. 4th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2007), pp. 213-220, Braunschweig, Germany, June 6-8, 2007.

ほか 査読有り 上記を含み 8 件 査読無し 4 件

大場 光太郎((独)産業技術総合研究所)

- (1) K. Ohara, et al., "Visual Mark for Robot Manipulation and Its RTMiddleware Component", Advanced Robotics, vol. 22, no. 6, 2008, pp 633-655
- (2) H. Tanaka, et al., "Visual Marker System for Control of Flexible Manipulator Supporting Daily Living ", in Proc. ICROS-SICE International Joint Conference (ICCAS-SICE2009), 2B12-4, 2009.
- (3) Takayuki SUGAWARA, Kohtaro OHBA, et. Al., "Development of Ubiquitous Mobile Manipulator System with RT-Middleware", Proc. of the International Conference on Control, Automation and Systems 2007(ICCAS2007),Oct 2007, Seoul, Korea, pp2473-2476.
- (4) X.F. Liang, T. Tomizawa, J.H. Lee, H.M. Do, Y.S. Kim, K. Ohara, B.K. Kim, T. Tanikawa K. Ohba, "A Large Camera Array System for Real Time Surveillance", ACCV'07 Workshop on

Multi-dimensional and Multi-view Image Processing, Tokyo, November, 2007.

- (5) 大場光太郎, 大原賢一:「ユビキタス・ロボティクス」, 日本ロボット学会誌, Vol.25, No.4, 特集「環境知能化」, pp.21-24, 2007.05.

ほか 査読有り 上記(1)-(5)を含み 6 件 査読無し 4 件

下倉 健一郎(NTT サイバースペース研究所)

- (1) 茂木学, 平澤圭一, 松村成宗, 山田智広, 武藤伸洋, 金丸直義, 下倉健一郎, 阿部匡伸, 大久保由美子, 森田佳子, 葛西圭子, 山本友子, 落合慈之, “転倒転落事故予防に向けた入院患者の起き上がり動作分析”, 医療の質・安全学会誌, Vol.4 No.1, pp86-94, 2009
- (2) 石原達也, 中村幸博, 武藤伸洋, 阿部匡伸, 下倉健一郎, “SLAM を用いた屋内におけるユーザやモノの同時位置推定”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009 講演論文集 2A1-C10(1)-(4), 日本機械学会, 2009
- (3) 松村成宗, 平澤圭一, 竹野内紋子, 金丸直義, 下倉健一郎, “転倒転落事故の予防を目的とした, みまもりベッドの研究”, 第 13 回ロボティクスシンポジウム, 2008
- (4) 松村成宗, 平澤圭一, 金丸直義, 下倉健一郎, “転倒転落事故の予防を目的とした, みまもりベッドの研究”, 電子情報通信学会 2008 総合大会, 電子情報通信学会, 2008
- (5) 武田澄子, 水川真, 下倉健一郎, 武藤伸洋, 中村幸博, “空間知活用のためのデータサーバフレームワークとロボット連携サービスの提示”, 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門(SI 部門)講演会, 計測自動制御学会, 2007

ほか 査読有り 上記(3) 1 件 査読無し 上記(1)(2)(4)(5)を含み 6 件

谷江 和雄 (首都大学東京)

本センターの研究方針, 内容に付き計測自動制御学会分散知能研究会等における議論を通じて, 貢献. 平成 19 年 5 月逝去のため, 具体的研究成果を示すことはできない.

山口 亨 (首都大学東京(平成 20 年度より))

- (1) Kota Nakamura, Yoshiharu Yoshida, Toru Yamaguchi and Eri-Shimokawara Sato, "SERVICE ROBOT SYSTEM IN A STORE USING PERSONAL ATTRIBUTE," International Journal of Innovative Computing, Information & Control, Vol.4, No.12, pp. 3319-3327, 2008.
- (2) Yusuke Fukusato, Eri sato-Simokawara, Toru Yamaguchi, and Makoto Mizukawa, "A Service System Adapted to Changing Environments Using “Kukanchi”," Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.21, No.4, pp. 443-452, 2009.
- (3) K.Nakamura, Y.Yoshida, E.Sato-Shimokawara, and T.Yamaguchi, "SERVICE ROBOT SYSTEM BASED ON NETWORKED ROBOTS FOR USING PERSONAL ATTRIBUTE AND TO GET PREFERENCE ATTRIBUTE," International Journal of Robotics and Automation, Vol.24, No.3, 2009.
- (4) Cheng Chang, Gen Ohbayashi, Toru Yamaguchi, Eri sato-Shimokawara, Information Presentation Support of Car Robotics Simulator System based on Humatronics, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.15, No.3, Fuji Press, 2011.3 (in printing)
- (5) Yihsin Ho, Tomomi Shibano, Eri sato-Shimokawara, Toru Yamaguchi, An smart information offering system using augmented reality in the indoor environment with Smartphone, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics,

Fuji Press (to be appeared)

ほか 査読付き上記(1)-(5)を含み 32 件 査読無し 31 件 図書 1 件

吉見 卓 (芝浦工業大学)(平成 21 年度より)

- (1) 松尾大輔;吉見卓;安藤吉伸;水川真,“倣い動作におけるロボットアームの押しつけ力目標値の推定に関する研究”, 第 11 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門 講演会(SI2010)講演論文集, 2E3-3, 2010
- (2) 矢口和嵩,吉見卓,安藤吉伸,水川真,“平行柔軟二指ハンドを持つロボットアームによる飲料缶の蓋開け操作”, 日本機械学会 ロボティクスメカトロニクス部門講演会 (Robomec'10) 講演論文集, 2A2-B01, 2010
- (3) 矢口 和嵩, 吉見 卓, 安藤 吉伸, 水川 真:“柔軟二指ハンドによる飲料缶蓋開け操作に関する研究”, 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2009 講演論文集, 2G1-3, 2009.
- (4) 松尾 大輔, 吉見 卓, 安藤 吉伸, 水川 真:“ロボットアームによるアイロンがけ動作の実現”, 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2009 講演論文集, 2G1-4, 2009.
- (5) 中島 崇, 吉見 卓, 安藤 吉伸, 水川 真:“ロボットアームを用いた本棚に本を挿入する動作の研究”, 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2009

ほか 査読有り 0 件 査読無し 上記を含み 13 件

上岡英史(芝浦工業大学)(平成 22 年度より)

- (1) Eiji Kamioka, Tatsuya Kasahara, and Takahiro Sawatari, "Possibility of Brainwave-based Context Aware Systems", Proceedings of the 5th South East Asia Technical University Consortium Symposium (SEATUC2011), Hanoi, Vietnam, February 24-25, 2011 (accepted).
- (2) Nurzal Effiyana binti Ghazali and Eiji Kamioka, "Influence of the Scanning Time to Total Handover Interruption Time in Mobile WiMAX", Proceedings of the 5th South East Asia Technical University Consortium Symposium (SEATUC2011), Hanoi, Vietnam, February 24-25, 2011 (accepted).
- (3) Quang Tran Minh, and Eiji Kamioka, “Pinpoint: An Efficient Approach to Traffic State Estimation System Using Mobile Probes”, Proceedings of the 6th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM2010), Sep. 23-25, Chengdu, China, 2010, CD-ROM.
- (4) Quang Tran Minh and Eiji Kamioka, “Granular Quantifying Traffic State Using Mobile Probes”, Proceedings of IEEE 72nd Vehicular Technology Conference (VTC2010-Fall), Sep. 6-9, Ottawa, Canada, 2010, CD-ROM.

査読有り 上記(1)-(4) 4 件, 査読無し 25 件

＜研究成果の公開状況＞（上記以外）

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

＜既に実施しているもの＞

本センターの水川, 山口, 谷江, 大場らが中心となり, 計測自動制御学会システムインテグレーション(SI)部門に分散知識・行動知能調査研究会(2006-2007 年度)を設置, これを発展させ空間知部会(2008 年度より現在 主査 水川 真(2009 年度まで)・山口亨(2011 年度まで)において, 人を取り巻く空間と人間の機能拡張としての空間とのインタラクションを研究し, 新しい拡張身体性に関する研究分野を開拓してきた。

以下, その学会等における活動を列記する。

- ・Journal of Robotics and Mechatronics(機械学会ロボティクスメカトロニクス部門英文論文誌)にて, ゲストエディターとして空間知特集号発刊, 2009 年 8 月
水川, 山口, 大場が論文掲載
 - ・先端工学研究機構シンポジウム
ユビキタス RT システム研究センターキックオフシンポジウム 2007.12
先端工学研究機構シンポジウム 2007.12, 2008.12, 2009.10
 - ・IEEE ICRA2007 Workshop: 12 件
 - ・日本機械学会ロボティクスメカトロニクス部門講演会(OS):「空間知」
Robomec07 26 件, Robomec08 21 件, Robomec09 22 件, Robomec10 11 件
 - ・ファジィシステムシンポジウム(OS):「空間知」
2007 2 セッション 8 件, 2008 1 セッション 5 件 2010 2 セッション 6 件
 - ・日本ロボット学会学術講演会(OS):「空間知」
2007 2 セッション 10 件, 2008 2 セッション 11 件, 2009 1 セッション 4 件
 - ・計測自動制御学会 SI 部門講演会(OS):「空間知」
2007 6 セッション 34 件, 2008 4 セッション 20 件 2009 4 セッション 22 件
2010 4 セッション 21 件
 - ・IEEE/RSJ IROS2007: Workshop 11 件 IROS2010:OS 6 件
 - ・IEEE URAI(OS) 2008 1 セッション 6 件 2009 1 セッション 6 件 2010 1 セッション 6 件
 - ・SCIS&ISIS2008 1 セッション 5 件
 - ・FUZZ-IEEE2009 1 セッション 6 件
 - ・計測と制御 Vol. 48, No. 12, 特集「空間知ー私たちの生活を支える脳・身体 of 拡張空間の創出ー」エディタ, 計測自動制御学会, 2009.12 6 編の解説中 3 編 本センター研究員執筆
- ＜これから実施する予定のもの＞
- ・IEEE Symposium Series in Computational Intelligence 2011 (SSCI 2011) OS 2011.4
 - ・ROBOMECH2011 空間知セッションオーガナイズ
 - ・ユビキタス RT システム研究センター成果報告集 発刊 2012.3
 - ・FUZZ-IEEE 2011 OS 企画
 - ・Special Issue on "Ambient Intelligence" in Journal of Robotics and Mechatronics Vol. 23, No.4(August 20, 2011)企画

13 その他の研究成果等

- 12 研究発表の状況で記述した論文、学会発表等以外の研究成果があれば具体的に記入してください。
- ・芝浦ハッケン展 講演および URT-RC 実験室公開デモ 2010.11.8

14 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

該当無し

<「中間評価時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

評価者 A

指摘事項

今回、指摘した事項を初めから進捗状況報告書に記載しておくべきである。進捗状況報告書の記載が十分でないと成果が出ていないと評価されることもある。

外部評価委員がなぜ、取扱注意なのか理解できない。

外部評価委員のリストと、外部評価委員による評価結果を進捗状況報告書に記載するべきである。

研究成果について、論文は各研究員ごとに 5 報をリストとして記載し、残りはその他〇報(内査読付き〇報)などと記載すべきである。代表者のみの業績を示すだけではこの事業の成果を十分に現しているとは言い難い。枚数制限のある中で、効果的に成果を表す方法を考えて報告書を作成してほしい。

* 上記評価を踏まえ、本プロジェクトの進捗状況と研究成果を明確に示した資料を早急に提出すること。

評価者 B

(1) 委員の交代について

説明を了承する

(2) 企業との連携および論文以外の成果

アクティビティは認める。ただし、その内容が説明されていない。本プロジェクトとの関連を明確に報告する必要がある。また、受託研究の場合には、本プロジェクトと関連した全体像(研究の内容 施設・設備等の共有度合い 産業界からの評価 産業的成果物)についても説明が必要である。

(3) 論文について

追加された論文の大半が、山口亨(首都大学東京)のものであり、実施主体である芝浦工業大学の研究者によるものではない。その観点からは、満足のできる実績であるとは言い難い。

研究に真摯に取り組んでいる気配は感じられるが、追加報告を似ても成果についての概要が理解できない。本プロジェクトの成果の示し方に工夫が必要と考える。成果として学術論文

に限る必要は無い(本成果報告では十分でないとする)が、産業界との関わりや社会的貢献が大きなファクターであるならば、それが見えるように全体像およびその成果を明確に示すべきである。

* 上記評価を踏まえ、本プロジェクトの進捗状況と研究成果について明確に示した資料を早急に提出すること。

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

評価者 A

指摘事項

今回、指摘した事項を初めから進捗状況報告書に記載しておくべきである。進捗状況報告書の記載が十分でないとなれば成果が出ていないと評価されることもある。

(対応)

確かに計画書と照らし合わせて読まなければ、全貌が読み取れない記述は不十分と考え、全体の位置づけと意義を簡潔に補うこととした。本報告書は、この形で記載している。

外部評価委員がなぜ、取扱注意なのか理解できない。

外部評価委員のリストと、外部評価委員による評価結果を進捗状況報告書に記載すべきである。

(対応)

外部評価委員が取扱注意であるのは、当該外部評価委員は本件のみを評価しているのではなく、本学学内で実施している競争的研究資金(いわゆる学内科研費)の採択にかかる審査員も兼務していることによる。すなわち、科学研究費補助金の審査員が非公開であるのと同じ理由による。

外部評価委員の評価としては、計画が総花的で、各研究項目を平行して行う必要があるかが不明確。統合する効果が期待できない、というご指摘をいただいた。

一方、ロボティクスは相当な研究費を必要とする分野であるが、予算 600 万円という制約の中で、よい成果を上げている、人を取り囲む空間に存在するさまざまなロボット、機器、センサーの智能化と情報の相互利用を図ることを目指している点は評価できる、といった肯定的な評価もいただいている。

これら外部評価委員の意見を踏まえ、研究活動において、各研究項目の統合の効果をより具体的に明らかになるようつとめるとともに、進捗状況報告書には、上記外部評価委員の意見について簡潔に記述した(本報告にも反映)。

研究成果について、論文は各研究員ごとに 5 報をリストとして記載し、残りはその他〇報(内査読付き〇報)などと記載すべきである。代表者のみの業績を示すだけではこの事業の成果を十分に現しているとは言い難い。枚数制限のある中で、効果的に成果を表す方法を考えて報告書を作成してほしい。

(対応)

本報告も、指示の形式で記載している。

* 上記評価を踏まえ、本プロジェクトの進捗状況と研究成果を明確に示した資料を早急に提出すること。

(対応済み)

評価者 B

(4) 委員の交代について

説明を了承する

(5) 企業との連携および論文以外の成果

アクティビティは認める。ただし、その内容が説明されていない。本プロジェクトとの関連を明確に報告する必要がある。また、受託研究の場合には、本プロジェクトと関連した全体像(研究の内容 施設・設備等の共有度合い 産業界からの評価 産業的成果物)についても説明が必要である。

(対応)

確かに計画書と照らし合わせて読まなければ、全貌が読み取れない記述は不十分と考え、全体の位置づけと意義を簡潔に補うこととした(本報告にも反映済み)。

さらに、共同研究との関係や産業界からの評価として、2010 年度共同研究への展開などを追記した(本報告にも反映済み)。

(6) 論文について

追加された論文の大半が、山口亨(首都大学東京)のものであり、実施主体である芝浦工業大学の研究者によるものではない。その観点からは、満足のできる実績であるとは言いがたい。

(対応)

論文については、山口教授の研究室ではジェスチャ認識を利用した知能システムとのインタラクション研究に実績があり、成果が早めに出た結果である。水川研では、この分野を立ち上げるために環境構築と並行して研究実施したため、RT オントロジーの部分では成果としてまとめることが遅くなっている。2009 年度後半からは、学会論文や解説、特集号への採択が続いている。さらに、これら成果や学会でのセッションオーガナイズを通じて、日常生活サービスへの RT オントロジーの重要性が理解されはじめ、2010 年度には企業との共同研究に発展してきている(本報告でも進展成果を反映して記述済み)。

研究に真摯に取り組んでいる気配は感じられるが、追加報告をみても成果についての概要が理解できない。本プロジェクトの成果の示し方に工夫が必要と考える。成果として学術論文に限る必要は無い(本成果報告では十分でないと思う)が、産業界との関わりや社会的貢献が大きなファクターであるならば、それが見えるように全体像およびその成果を明確に示すべきである。

* 上記評価を踏まえ、本プロジェクトの進捗状況と研究成果について明確に示した資料を早急に提出すること。

(対応済み)

③

プロジェクト番号

S 0801013

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	芝浦工業大学	大学名	芝浦工業大学
研究プロジェクト名	マイクロ・ナノバイオトランスポート		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

動脈硬化症や動脈瘤といった血管病変の発生メカニズムの解明には、血管内皮細胞の細胞内・細胞間での物質輸送メカニズムの解明が不可欠である。また、脳組織において内皮細胞を介した物質輸送の停滞は重大な脳障害を引き起こす。さらに血管から細胞や組織への栄養分や酸素輸送の詳細を明らかにすることは、再生組織工学の重要な課題の一つである。このように血液循環系の分子認識機構を用いた組織・細胞レベル(マイクロ・ナノレベル)での物質輸送機構を解明することは、血管病変発生メカニズムの解明、機能恒常性の解明、さらには再生組織工学の応用展開において重要な意義を持つ。そこで、本プロジェクトでは血液循環系の組織・細胞レベルの物質輸送機構の解明、および物質輸送機構に基づいた組織再生、ドラッグデリバリーシステム、バイオチップへの臨床応用を目的として研究をおこなう。

本プロジェクトを効率的に進めるために、生体内の輸送を4階層(①輸送・移動分子、②細胞膜(境界面)輸送、③細胞内輸送、④組織間輸送)に大別し、各階層を専門とする研究者により詳細に研究し、培養系→生体内へと段階的に研究を進め、最終的には動物実験を用いた生体内でマイクロ・ナノレベルの輸送機構の解明を統合的におこなう。第1段階(H20～H22)は、主に培養細胞等を用いて、物理・化学的条件を十分制御した形で、細胞膜、細胞内、細胞間の輸送、さらには酸素輸送が主要因となる血管新生に関して解析をおこなう。第2段階(H22, H23)では、生体から取り出した組織(細胞集団)を用いて、生体内により近い形での細胞間および細胞内輸送の解析をおこなう。第3段階(H23, H24)では、動物を用いて生体内でのマイクロ・ナノレベルでの輸送を可視化解析、さらに血管新生の臨床的展開をおこなう。また細胞の分子認識システムを応用したバイオチップの開発をおこなう。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

組織再生、ドラッグデリバリーシステム、バイオチップへの応用展開を見据え、H22 年度時点では、構想調書の第一段階(H20～H22)とおり、主に培養細胞等を用いて、物理・化学的条件を十分制御した形で、細胞膜、細胞内、細胞間の輸送、さらには酸素輸送が主要因となる血管新生に関して研究を進め論文等で成果を報告してきた。以下に第一段階(H20～H22)までの進捗状況を記す。

①輸送・移動分子: 血液中の主な輸送タンパク質である血清アルブミンをターゲットとし、アルブミンと薬物の結合状態に応じて各種の色調で発光させ、薬物の体内動態を可視化するプローブの開発を進めてきた。これまでに、ある特殊な配位子をもつルテニウム錯体がこの

ような発光プローブとして有用であることを見だし、その特性を改善するための分子設計と合成を続けている。また薬物応答性構造変化型タンパク質開発のため、非共有結合であるホストゲスト作用を利用したモデルペプチドを合成し薬物応答性を評価した。

②細胞膜(境界面)輸送： 膜受容体とリガンドの結合現象は結合定数の詳細な定量化が必要である。膜受容体を人工脂質膜小胞(リポソーム)を介して固定化した水晶振動子バランスセンサー(QCM)を新たに構築することに成功し、再現性の良い膜受容体-リガンド結合の測定が可能になった。また、細胞膜自身の流動特性が膜受容体とリガンドの結合状態に大きく影響を与える。そのため、血流を模擬した流れ場で細胞膜の流動特性を調べた結果、同一細胞においても流れの上流下流で細胞膜の流動特性が変化することを見いだした。さらに、核酸などの水溶性薬物を細胞膜内に輸送(通過)させるための手段として、カチオン性脂質膜と細胞膜との融合現象の活性化に関して検討をおこなった。カリックスアレーン誘導体が、カチオン性脂質膜を経由して膜融合現象を活性化することを見いだした。

③細胞内輸送： 細胞内のタンパク質の移動速度を詳細に定量化するために改良型の蛍光タンパク質を用いて計測をおこなった。その結果、同一タンパク質においても細胞内の部位により移動速度が異なることを見出した。また、細胞骨格の一つである微小管を用いた細胞内輸送過程においては、細胞内の微小管が部位によりネットワーク形成速度が異なることを見出した。細胞内の単純拡散と能動的な物質移動現象と関連する微小管の動きを視覚的にとらえることに成功し、さらにその速度も定量化することに成功した。さらには、細胞内の RNA の移動状態を可視化するために、標的 RNA の存在を可視化する構造再構成型蛍光性タンパク質を合成し、標的 RNA の検出特性を評価した。

④組織間輸送： 酸素濃度依存性蛍光(リン光)プローブの蛍光寿命変化を利用した生体内酸素分圧計測装置を開発し、従来からの生体内微小循環観察用生体顕微鏡に組み込むことにより、骨格筋組織レベルでの微小血管から周辺組織への酸素輸送過程を定量的に解析することが可能となった。本法により微小循環での酸素輸送を解析した結果、従来毛細血管からのみ行われていると考えられていた組織への酸素輸送が、毛細血管の上流にある細動脈を中心に供給されていることが明らかとなった。また、これまで無視されていた細動脈血管壁自身の酸素の多さが判明し、さらにその細動脈血管壁の酸素消費量は血管壁の運動量(仕事量)に依存することを明らかにした。また、血管新生を模擬した実験において、細胞組織を傷つけた部位に向かって近傍の細胞の細胞内で PKC α というタンパク質が移動する様子を見出した。さらには、脳組織における血管観測のシステムも構築しており、薬剤投与時や温度変化さらには学習を模擬した刺激時において血管径が変化する様子が観察されつつある。

バイオチップ開発： バイオチップは、バイオトランスポート研究の応用化を進める上での重要な技術である。バイオチップの中でも細胞や生体物質などを目的の場所に活性を保ったまま操作する技術確立を目的とし、局所的プラズマ重合処理で、生体物質の接着/非接着領域を形成することに成功した。

上記のように第二(H22, H23)、第三段階(H23, H24)での動物実験等を用いた生体内への応用を見据えた現時点では、構想時の第一段階(H20~H22)の目的を達成している。

プロジェクト番号

S 0801013

**平成20年度選定「私立大学研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

1 学校法人名 学校法人 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポート研究センター

4 プロジェクト所在地 さいたま市見沼区深作 307、江東区豊洲 3-7-5

5 研究プロジェクト名 マイクロ・ナノバイオトランスポート

6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
工藤 奨	工学部	教授

8 プロジェクト参加研究者数 学内 6 名, 学外 6 名

9 該当審査区分 ○理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
工藤奨	工学部 機械工学科・教授	生体組織・細胞における物質輸送・移動機構の解明	組織・細胞における物質輸送・移動機構の解明および研究全体の統括
六車仁志	工学部 電子工学科・准教授	生体組織・細胞マイクロリソグラフィの創製	組織・細胞の位置を制御した物質輸送の定量化およびバイオチップ等の応用展開
柴田政廣	システム工学部 生命科学学科・教授	生体内微小循環での酸素動態の解析と血管新生への展開	血管壁細胞の酸素消費を考慮した新しい酸素輸送モデル構築と血管新生への応用展開
中村朝夫	工学部 材料工学科・教授	血中輸送タンパク質の分子認識の可視化	血中輸送タンパク質の結合サイトの蛍光色素可視化および輸送分子側の分子認識システムを解析
松村一成	工学部 材料工学科・准教授	細胞膜などの二分子膜間における物質輸送の制御・機構解明	細胞膜における物質輸送機構の解明

プロジェクト番号

S 0801013

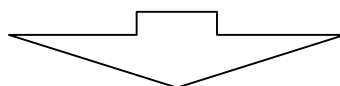
濱崎啓太	工学部応用化学科・准教授	蛍光タンパク質を用いた細胞内輸送分子可視化システムの開発	細胞内で輸送される分子の蛍光タンパク質による可視化システムの開発
(共同研究機関等)			
谷下一夫	慶應義塾大学・理工学部・教授	循環系のバイオトランスポート解析	バイオトランスポートに関する共同研究と専門知識の提供
軽部征夫	東京工科大学・学長	生体組織のバイオセンサへの応用展開	バイオセンサに関する共同研究と専門知識の提供
市岡滋	埼玉医科大学・形成外科・教授	最適酸素供給効率に基づく機能的血管化組織の構築	血管新生に関する臨床応用
大浦紀彦	杏林大学・医学部・講師	機能的血管化組織の難治性潰瘍への臨床応用	血管新生に関する臨床応用
多田茂	防衛大学校・応用物理学科・准教授	組織間輸送のシミュレーション	血液循環系の物理モデルでのシミュレーション
小出隆規	早稲田大学先進理工学部・教授	コラーゲン結合タンパク質に関する研究	細胞接着に関する専門知識の提供

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
生体組織・細胞における物質輸送・移動機構の解明	工学部機械工学科・准教授	工藤奨	組織・細胞における物質輸送・移動機構の解明および研究全体の統括

(変更の時期:平成22年4月1日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
工学部機械工学科・准教授	工学部機械工学科・教授	工藤奨	組織・細胞における物質輸送・移動機構の解明および研究全体の統括

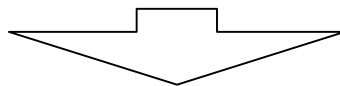
プロジェクト番号

S 0801013

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成20年11月1日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
	早稲田大学 先進理工学部・教授	小出隆規	細胞接着に関する専門 知識の提供

11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

(1)研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

動脈硬化症や動脈瘤といった血管病変の発生メカニズムの解明には、血管内皮細胞の細胞内・細胞間での物質輸送メカニズムの解明が不可欠である。また、脳組織において内皮細胞を介した物質輸送の停滞は重大な脳障害を引き起こす。さらに血管から細胞や組織への栄養分や酸素輸送の詳細を明らかにすることは、再生組織工学の重要な課題の一つである。このように血液循環系の分子認識機構を用いた組織・細胞レベル(マイクロ・ナノレベル)での物質輸送機構を解明することは、血管病変発生メカニズムの解明、機能恒常性の解明、さらには再生組織工学の応用展開において重要な意義を持つ。そこで、本プロジェクトでは血液循環系の組織・細胞レベルの物質輸送機構の解明、および物質輸送機構に基づいた組織再生、ドラッグデリバリーシステム、バイオチップへの臨床応用を目的として研究をおこなう。

本プロジェクトを効率的に進めるために、生体内の輸送を4階層(①輸送・移動分子, ②細胞膜(境界面)輸送, ③細胞内輸送, ④組織間輸送)に大別し、各階層を専門とする研究者より詳細に研究し、培養系→生体内へと段階的に研究を進め、最終的には動物実験を用いた生体内でマイクロ・ナノレベルの輸送機構の解明を統合的におこなう。第1段階(H20～H22)は、主に培養細胞等を用いて、物理・化学的条件を十分制御した形で、細胞膜、細胞内、細胞間の輸送、さらには酸素輸送が主要因となる血管新生に関して解析をおこなう。第2段階(H22, H23)では、生体から取り出した組織(細胞集団)を用いて、生体内により近い形での細胞間および細胞内輸送の解析をおこなう。第3段階(H23, H24)では、動物を用いて生体内でのマイクロ・ナノレベルでの輸送を可視化解析、さらに血管新生の臨床的展開をおこなう。また細胞の分子認識システムを応用したバイオチップの開発をおこなう。

(2)研究組織

本プロジェクトは工藤を代表として研究を進めていく。工藤は芝浦工業大学先端工学研究機構棟バイオトランスポートセンターのセンター長を務め、当センターに所属する研究者と連携統括し研究を進めている。

研究体制として、①では分子の化学的特性が重要となるために、中村、濱崎を中心として進める。②では脂質二重膜の化学的特性と細胞膜表面での受容体の特性が重要となるために、工藤、松村を中心に、③では細胞内での物理・化学的特性が重要となるために、工藤、柴田、濱崎が中心に、④では組織間の物理的な輸送特性が重要となるために、工藤、柴田が中心となり研究をおこなう。また、細胞の分子認識システムを応用したバイオチップの開発を工藤、六車が中心となつてすすめる。

各研究者は、芝浦工業大学先端研究機構棟バイオトランスポートセンターに所属し、実験装置等も共有しており密に連携しており、各研究室には3～7名の大学院生が所属している。

研究支援体制としては、芝浦工業大学に産学官・研究支援課および SIT (Shibaura Institute of Technology) 総合研究所が研究費および研究場所のサポートをおこなっている。

外部共同研究機関の研究者は、主として高度な専門性を持つ研究者で構成しており、おもに各専門的見地から本研究に対する助言をおこなう体制をとり、年 2 回のシンポジウムと報告会、および各学会において意見をいただいている。また、市岡、大村は臨床応用を目的とし動物実験等で協力体制をとっている。

(3) 研究施設・設備等

研究施設の面積は先端工学研究機構棟 178.51 m²、芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟 200 m²において研究者および大学院生約 20 名が以下に示す設備等を使用している。

①ナノバイオリソグラフィー作製・解析装置 稼働時間 週 30 時間

②発現系シグナル分子解析システム 稼働時間 週 40 時間

③蛍光寿命測定システム 稼働時間 週 20 時間

(4) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

＜現在までの進捗状況及び達成度＞

組織再生、ドラッグデリバリーシステム、バイオチップへの応用展開を見据え、H22 年度時点では、構想調書の第一段階(H20～H22)とおり、主に培養細胞等を用いて、物理・化学的条件を十分制御した形で、細胞膜、細胞内、細胞間の輸送、さらには酸素輸送が主要因となる血管新生に関して研究を進め論文等で成果を報告してきた。以下に第一段階(H20～H22)までの進捗状況を記す。

①輸送・移動分子：血液中の主な輸送タンパク質である血清アルブミンをターゲットとし、アルブミンと薬物の結合状態に応じて各種の色調で発光させ、薬物の体内動態を可視化するプローブの開発を進めてきた*1。これまでに、ある特殊な配位子をもつルテニウム錯体がこのような発光プローブとして有用であることを見いだし*2、その特性を改善するための分子設計と合成を続けている。また薬物応答性構造変化型タンパク質開発のため、非共有結合であるホストゲスト作用を利用したモデルペプチドを合成し薬物応答性を評価した*3。

②細胞膜(境界面)輸送：膜受容体とリガンドの結合現象は結合定数の詳細な定量化が必要である。膜受容体を人工脂質膜小胞(リポソーム)を介して固定化した水晶振動子バランスセンサー(QCM)を新たに構築することに成功し、再現性の良い膜受容体-リガンド結合の測定が可能になった*4。また、細胞膜自身の流動特性が膜受容体とリガンドの結合状態に大きく影響を与える。そのため、血流を模擬した流れ場で細胞膜の流動特性を調べた結果、同一細胞においても流れの上流下流で細胞膜の流動特性が変化することを見いだした*5。さらに、核酸などの水溶性薬物を細胞膜内に輸送(通過)させるための手段として、カチオン性脂質膜と細胞膜との融合現象の活性化に関して検討をおこなった。カリックスアレーン誘導体が、カチオン性脂質膜を経由して膜融合現象を活性化することを見いだした*6。

③細胞内輸送：細胞内のタンパク質の移動速度を詳細に定量化するために改良型の蛍光タンパク質を用いて計測をおこなった。その結果、同一タンパク質においても細胞内の部位により移動速度が異なることを見出した*7。また、細胞骨格の一つである微小管を用いた細胞内輸送過程においては、細胞内の微小管が部位によりネットワーク形成速度が異なることを見出した*8。細胞内の単純拡散と能動的な物質移動現象に関連する微小管の動きを視覚的にとらえることに成功し、さらにその速度も定量化することに成功した。さらには、細胞内のRNAの移動状態を可視化するために、細胞内でRNAの活動を制御する糖誘導体を設計、合成し標的RNAに対する結合能を評価した*9。

④組織間輸送：酸素濃度依存性蛍光(リン光)プローブの蛍光寿命変化を利用した生体内酸素分圧計測装置を開発し、従来からの生体内微小循環観察用生体顕微鏡に組み込むことにより、骨格筋組織レベルでの微小血管から周辺組織への酸素輸送過程を定量的に解析することが可能となった。本法により微小循環での酸素輸送を解析した結果、従来毛細血管からのみ行われていると考えられていた組織への酸素輸送が、毛細血管の上流にある細動脈

を中心に供給されていることが明らかになり*10, これまで無視されていた細動脈血管壁自身の酸素の多さが判明し, さらにその細動脈血管壁の酸素消費量は血管壁の運動量(仕事量)に依存することを明らかにした*10. また, 血管細胞に物理刺激を加えた際に, 組織間で物質移動を利用した情報伝達をおこなっている可能性があることを明らかにした*11. さらに, 低酸素状態で血管新生が促進される効果が期待され*12, 血管新生を模擬した実験において, 細胞組織を傷つけた部位に向かって近傍の細胞の細胞内でPKC α というタンパク質が移動いく様子を見出した*13. 脳組織における血管観測のシステムも構築しており, 薬剤投与時や温度変化さらには学習を模擬した刺激時において血管径が変化する様子が観察されつつある*14.

バイオチップ開発: バイオチップは, バイオトランスポート研究の応用化を進める上での重要な技術である. バイオチップの中でも細胞や生体物質などを目的の場所に活性を保ったまま操作する技術の確立を目的とし, 局所的プラズマ重合処理で, 生体物質の接着／非接着領域を形成することに成功した*15.

上記のように第二(H22, H23), 第三段階(H23, H24)での動物実験等を用いた生体内への応用を見据えた現時点では, 構想時の第一段階(H20～H22)の目的を達成している.

<特に優れた研究成果>

①輸送・移動分子: 薬物の体内動態を可視化するプローブの開発に有効なルテニウム錯体は, 三つの配位子それぞれに異なる置換基を導入できることから, 分子設計の自由度が高い. そのことを利用して, ルテニウム錯体を母体とする発光プローブを合理的に設計することができた*16. 薬物応答性構造変化型タンパク質の開発は, 細胞内輸送成分の濃度に依存して伸縮する人工組織素材構築の可能性を示した*3.

②細胞膜(境界面)輸送: 膜受容体-リガンド結合の測定系については, タンパク質とサイトカインの結合も評価できるようになった*17. これは天然の細胞膜に近い人工系を構築して初めて可能になる高度な評価系となった.

③細胞内輸送: 従来細胞内の物質移動現象は細胞内を均一な媒体と仮定して定量化をおこなっていたが, 蛍光タンパク質を用いて細胞内の輸送現象をマイクロスケールで可視化したことにより, 細胞内での物質移動現象は一定ではなく部位依存性が高く不均一であることを定量評価により明らかにした*7*8.

④組織間輸送: 毛細血管の上流に位置する細動脈は, 組織の血流量や全身の血圧調節に大きく関与しているが, その機能維持には細動脈平滑筋の運動量, すなわち血管壁の酸素消費が必要となる. 特に全身の40%をしめる骨格筋を例にとると, 骨格筋が多量の酸素を必要とする運動時には, その血流調節を行う細動脈は弛緩することにより酸素消費を少なくし, 組織に有効に酸素を供給している. 一方, 酸素消費が少ない安静時骨格筋では, 細動脈自身が酸素を消費してでも血管運動を行い, 骨格筋への血流を制限し, 少ない全身血液量で他の重要臓器への血流を確保している. これらの実験結果は, 血液循環システムが組織への酸素輸送を基本として最適に制御されていることを初めて実証したものである*10. これらの成果は基礎医学的な重要性はもちろん, 血管梗塞時の組織ダメージ解析等に応用可能で, 臨床での評価法として期待できる. また, 現在データを取得中であるが, 血管新生メカニズムに関与するPKC α の集積過程の動きをリアルタイムで可視化することに初めて成功して

おり*11, 血管新生メカニズムの解明に寄与することが期待される。

バイオチップ開発: 従来のアプローチであるウェット化学処理による手法に比べて, 本手法はドライであり, 簡便, 再現性, 微細制御など点で優れている*15. また, 従来は単なるプラズマ表面処理であったが, 本成果は, プラズマ‘重合処理’であることが優れている。

＜問題点とその克服方法＞

①輸送・移動分子: 発光プローブの血清アルブミンに対する結合がやや弱いことと, 発光が十分な強度をもたないことが問題点である。結合については配位子の化学修飾により, また発光強度については中心金属の交換により解決を図る。

②細胞膜(境界面)輸送: 脂質膜小胞は一般の細胞より小径ではあるものの, 細胞と同様に流動変形が起きるため, QCM を用いた測定ではその定量性に限界がある。現在ではペプチド吸着場の最適化でその流動性を抑えたと共に, 本プロジェクトで整備したナノバイオリソグラフィー作製・解析装置を活用した流動性評価によって定量性の限界を克服する。

③細胞内輸送: マイクロスケールでタンパク質を可視化するには, マイクロスケールの範囲で着目している部位のタンパク質を可視化する必要があった。このために従来型の蛍光タンパク質ではなく, 光転換型蛍光タンパク質を使用することにより数マイクロメートルの範囲のタンパク質だけを可視化することに成功した。この手法の確立により, 細胞内の移動現象の部位による違いや, 標的タンパク質の集積過程の動きを追跡し定量化することが可能となった。また, 蛍光性タンパク質と RNA の結合力が RNA 結合部位のポリペプチド単体の場合に比べ 1/500 以下に低下していることが判った。現在, タンパク質と RNA の結合力を損なうことなく, 特定の RNA の検出を可視化するため, タンパク質の RNA 結合部位と蛍光性タンパク質を繋ぐスペーサー配列の最適化を行っている。

④組織間輸送: 現時点での生体内酸素分圧を含む物質移動計測や蛍光計測は, 一部位での計測で画像として酸素輸送などの計測量を得ることはできない。この克服法として, 生体顕微鏡システムにレーザースキャン装置を組み込み, 蛍光プローブの蛍光寿命を 2 次元イメージとして計測する方法を検討し, 今年度に計測システムを導入する。本計画が, 予定通り進行すれば, 毛細血管, あるいは細動脈からの組織への物質輸送過程が理論モデルを使わず実時間観察可能となる。

バイオチップ開発: 生物機能は多種類でありその選択と, 細胞組織から生体分子までのどの階層性を利用するか戦略が重要であり, パラメータ等を増やすことで対応していく。

＜研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。)＞

①輸送・移動分子: タンパク質に特異的に結合するプローブは, 抗酸化剤などの食品添加物の体内動態*18 の追跡や血液の生理学的検査における特定酵素の検出などにも応用できる可能性があり, 汎用的な用途の拡大が期待される。

②細胞膜(境界面)輸送: 脂質膜表面の電荷と物性を評価する手法が測定機器メーカー作成のアプリケーションノートとして採用され高分子学会等で紹介された*4.

③細胞内輸送: 特定の RNA を検出する蛍光性タンパク質は新たなバイオマーカーとして, こ

これらの結合を阻害する薬物の探索に応用可能である。また、薬物応答性構造変化型タンパク質は人工組織素材として実用的応用の可能性がある*3。

④組織間輸送：形成外科領域での組織再建医療において、細動脈血管を弛緩させ血管壁の酸素消費を低下させることにより組織再生を促進させる効果があることを実際の臨床現場で確認している*19。

バイオチップ開発：バイオチップの新規製造プロセスとして期待できる*20。特に、大気圧プラズマを併用することで生産性の格段の向上が期待される。

<今後の研究方針>

H22 年度までは、当初の研究計画とおり生体内計測のための準備として、主に培養細胞等を用いて、物理・化学的条件を十分制御した形で、細胞膜、細胞内、細胞間の輸送、さらには酸素輸送が主要因となる血管新生に関して研究を進め、細胞レベルまでの輸送形態をおおよそ把握することが可能となった。第二段階、第三段階と移行し、動物実験等を用いより生体内に近い環境で輸送形態を調べていく。そのために①では、励起波長と発光波長の長波長化によって、生体組織内で使用可能なプローブを作製する。また、薬物応答性構造変化型タンパク質は伸縮、形状変化のダイナミクスの向上を目指す。

②、③においては、細胞膜および細胞内の輸送形態の概要が把握できたため、④の生体組織内計測に移行していく。特に、生体組織内計測用装置が今年度内に導入が決定したので、今後は重点的に動物実験を用いて生体内での移動現象や血管新生プロセスを追跡していく予定である。動脈硬化症や高血圧症実験モデルを対象に、細動脈血管壁の酸素消費と運動能力の関連を明らかにする。さらに再生組織への血管誘導を目的とした血管新生のための最適組織酸素環境を決定する。

また、バイオチップ開発の応用面では、固定化されたタンパク質のより詳細な構造と機能の解明、さらに、様々なタンパク質への拡張およびより具体的な応用が考えられる。また、細胞パターンニングについても、より詳細にパターンのサイズや形状および培養条件などを調べる必要があり、順次取り組む予定である。

<今後期待される研究成果>

薬物の体内動態を可視化する有用な発光プローブが合成されることが期待される。また、薬物応答性ポリペプチドは人工組織を構築する素材として細胞内小分子の移動制御素子として応用が期待できる。

血管新生のための最適酸素環境が決定することにより、幹細胞を利用した組織工学的再生組織の再生医療への応用が期待できる。

環境や医療に貢献できるバイオチップが開発され、持続的社会に貢献できる。具体的には、生活習慣病の健康管理バイオチップ*21や生物燃料電池*22などが期待される。

<プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む。)>

大学の研究戦略の総合的な企画立案をする SIT 総合研究所が研究代表者とヒアリングを実施し、研究成果の評価、今後の展開の確認を行っている。また、H21 年度までは、外部有識者による書面評価をおこない、その後、大学研究戦略会議により、ヒアリング結果や外部評価結果を参考に、各事業の次年度の予算配分を決定する仕組みとしている。H22 年度からは、SIT総合研究所外部点検・評価委員会と立ち上げ、委員会方式で外部評価を実施する予定である。

プロジェクト番号

S 0801013

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 血管組織 (2) 内皮細胞 (3) 血管新生
 (4) 物質輸送 (5) 蛍光タンパク質 (6) 酸素
 (7) バイオチップ (8) 輸送分子の可視化

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況. 印刷中も含む.)

(以下の各項目が網羅されていれば, 枠にはこだわらなくてもよい.)

上記, 11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと.

<雑誌論文>*7

著者名	論文標題			
川崎那緒人, <u>工藤 奨</u>	フォトクロミック蛍光タンパク質を用いた血管内皮細胞内物質拡散の可視化			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
日本機械学会論文集	有		平成22年	印刷中

<雑誌論文>*8

著者名	論文標題			
川崎那緒人, 長崎 晃, 斎藤知行, 野口拓哉, <u>工藤 奨</u>	光転換型蛍光タンパク質を用いた血管内皮細胞の微小管構造の可視化			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
日本生体医工学	有	47	平成21年	595-601

<雑誌論文>*9

著者名	論文標題			
Takashi Yamanoi, Ryo Inoue, Sho Matsuda, Kazuya Iwao, Yoshiki Oda, Akihiko Yoshida, <u>Keita Hamasaki</u>	Formation of O-glycosidic linkage from 1-hydroxy sugars by Bisumus(III) triflate-catalyzed dehydrative glycosidation			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Heterocycles	有	77	平成 21 年	445-460

<雑誌論文>*9

著者名	論文標題			
Takashi Yamanoi, Ryo Inoue, Sho Matsuda, <u>Keita Hamasaki</u>	Bisumus(III) triflate-catalyzed dehydrative glycosidation using hydroxyl sugars			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Letters in Organic Chemistry	有	5	平成 21 年	30-33

プロジェクト番号

S 0801013

<雑誌論文> * 10

著者名	論文タイトル			
M. Shibata, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, T. Komeda	Observation of capillary flow in human skin during tissue compression using CCD video-microscopy			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc	有		平成 22 年	5161-5164

<雑誌論文> * 10

著者名	論文タイトル			
M. Shibata, N. Ohura, S. Ichioka	Oxygen consumption by arteriolar wall during enhancement and inhibition of nitric oxide synthesis			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
IFMBE Proceedings	有	25	平成 21 年	125-128

<雑誌論文> * 11

著者名	論文タイトル			
Susumu KUDO, Kaoru HOSOE, Makoto HOSOBUCHI, Naoto KAWASAKI, and Kazuo TANISHIT	ATP Release from Cultured Endothelial Cells and Intercellular Calcium Signaling During Shear Stress Exposure			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Journal of Biomechanical Science and Engineering	有	4	平成 21 年	274-285

<雑誌論文> * 12

著者名	論文タイトル			
Akinori UEDA, Ryo SUDO, Mariko IKEDA, Ken-ichi KOKUBO, Susumu KUDO, Hirosuke KOBAYASHI and Kazuo TANISHITA	Effect of Hypoxia on Formation of Three-Dimensional Microvessel Networks by Endothelial Cells <i>in vitro</i>			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Journal of Biomechanical Science and Engineering	有	3	平成 20 年	299-310

<雑誌論文> * 15

著者名	論文タイトル			
H. Muguruma	Plasma-polymerized films for biochip design			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Plasma Processes and Polymers	有	7	平成 22 年	151-162

プロジェクト番号

S 0801013

<雑誌論文> * 15

著者名	論文タイトル			
H. Takahashi, N. Murata, H. Muguruma,	Plasma polymerization for protein patterning: reversible formation with fullerene modification			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
IEICE Transaction on Electronics	有	E93-C	平成 22 年	211-213

<雑誌論文> * 17

著者名	論文タイトル			
Kasuya, Y.; Nosaka, S.; Yamada, D.; <u>Matsumura, K.</u>	Modification of sensor surface with oligopeptide as liposome anchor for development of analytical devices based on biomembrane systems			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Peptide Science	有	46	平成 22 年	69-72

<雑誌論文> * 18

著者名	論文タイトル			
K. Fukuhara, A. Ohno, I. Nakanishi, K. Imai, A. Nakamura, K. Anzai, N. Miyata, H. Okuda	Novel Ninhydrin Adduct of Catechin with Potent Antioxidative Activity			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Tetrahedron Letters	有	30	平成 21 年	6989-6992

<雑誌論文> * 18

著者名	論文タイトル			
K. Fukuhara, I. Nakanishi, K. Ohkubo, Y. Obara, A. Tada, K. Imai, A. Ohno, A. Nakamura, T. Ozawa, S. Urano, S. Saito, S. Fukuzumi, K. Anzai, N. Miyata, H. Okuda	Intramolecular Base-Accelerated Radical-Scavenging Reaction of a Planar Catechin Derivative Bearing a Lysine Moiety			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Chemical Communications	有		平成 21 年	6180-6182

<雑誌論文> * 19

著者名	論文タイトル			
M. Shibata, N. Ohura N, S. Ichioka	Oxygen dynamics around arterioles in skeletal muscle			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Clinical Hemorheology and Microcirculation	有	42	平成 21 年	226

プロジェクト番号

S 0801013

<雑誌論文> * 19

著者名	論文標題			
S. Ichioka, T. Ando, <u>M. Shibata</u> , N. Sekiya, T. Nakatsuka	Oxygen consumption of keloids and hypertrophic scars			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Ann Plast Surg	有	60	平成 20 年	194-197

<雑誌論文> * 19

著者名	論文標題			
S. Ichioka, H. Watanabe, N. Sekiya, <u>M. Shibata</u> , T. Nakatsuka	A technique to visualize wound bed microcirculation and the acute effect of negative pressure			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Wound Repair Regen	有	16	平成 20 年	460-465

<雑誌論文> * 19

著者名	論文標題			
G. Nakagami, H. Sanada, N. Matsui, A. Kitagawa, H. Yokogawa, N. Sekiya, S. Ichioka, J. Sugama, <u>M. Shibata</u>	Effect of vibration on skin blood flow in an in vivo microcirculatory model			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
BioScience Trends	有	1	平成 20 年	161-166

<雑誌論文> * 20

著者名	論文標題			
A. Hiratsuka, H. Fukui, Y. Suzuki, <u>H. Muguruma</u> , K. Sakairi, T. Matsushima, Y. Maruo, K. Yokoyama,	Sulphur dioxide plasma modification on poly(methyl methacrylate) for fluidic devices			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Current Applied Physics	有	8	平成 20 年	198-205

<雑誌論文> * 21

著者名	論文標題			
A. Hiratsuka, K. Fujisawa, <u>H. Muguruma</u> ,	Amperometric biosensor with the glucose dehydrogenase and plasma-polymerized thin films			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Analytical Sciences	有	24	平成 20 年	483-486

<雑誌論文> * 21

著者名	論文標題			
H. Muguruma, Y. Shibayama, Y. Matsui	Amperometric biosensor based on a composite of single-walled carbon nanotubes, plasma-polymerized thin film, and an enzyme			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
<i>Biosensors and Bioelectronics</i>	有	23	平成 20 年	827-832

<雑誌論文> * 21

著者名	論文標題			
H. Muguruma, S. Yoshida, M. Urata, K. Fujisawa, Y. Matsui,	An amperometric biosensor for glucose based on a composite electrode of glucose dehydrogenase, carbon nanotubes, and plasma-polymerized thin films			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Electrochemistry	有	76	平成 20 年	545-548

<雑誌論文> * 21

著者名	論文標題			
Y. Matsui, T. Hoshino, M. Yoshizawa, H. Muguruma	NADH sensing using a carbon nanotube electrode reinforced with a plasma-polymerized thin film,			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Electrochemistry	有	76	平成 20 年	610-613

<雑誌論文> * 22

著者名	論文標題			
H. Muguruma	Biofuel cell based on a complex between glucose oxidase and a plasma-polymerized film containing a redox site			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
IEICE Transaction on Electronics	有	E91-C	平成 20 年	1811-1815

<雑誌論文>

著者名	論文標題			
Kihara, H.; Motohashi, M.; Matsumura, K.; Yoshida, M.	Grayscale Photopatterning of an Amorphous Polymer Thin Film Prepared by Photopolymerization of a Bisanthracene-Functionalized Liquid-Crystalline Monomer			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Advanced Functional Materials	有	20(10)	平成 22 年	1561-1567

プロジェクト番号

S 0801013

<雑誌論文>

著者名	論文タイトル			
Kishi, R.; Matsuda, A.; Miura, T.; <u>Matsumura, K.</u> ; Iio, K.	Fast responsive poly(N,N-diethylacrylamide) hydrogels with interconnected microspheres and bi-continuous structures			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Colloid and Polymer Science	有	287(5)	平成 21 年	505-512

<雑誌論文>

著者名	論文タイトル			
K. Furuya, O. Numakami, N. Yagi, S. Hori, T. Sugaya, K. Komori, M. Mori, Y. Okano, <u>H. Muguruma</u> , M. Asada,	Analysis of terahertz oscillator using negative differential resistance dual-channel transistor and integrated antenna			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Japanese Journal of Applied Physics	有	48	平成 21 年	04C146

<雑誌論文>

著者名	論文タイトル			
Noriyuki Kataoka, Ken Hashimoto, <u>Susumu Kudo</u> , Ryuhei Yamaguchi, Katsuhiko Tsujioka, Fumihiko Kajiya	Intracellular Ca ²⁺ Responses in Cultured Endothelial Cells to Mechanical Stimulation by Laser Tweezers			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
<i>Journal of Biomechanical Science and Engineering</i>	有	3	平成 20 年	116-123

<図書> * 10

著者名	出版者		
柴田(分担)	朝倉書店		
書名	発行年	総ページ数	
からだと酸素の事典	平成 21 年	596	

<図書> * 21

著者名	出版者		
<u>H. Muguruma</u> (分担 chapter 執筆) Edited by Pier Andrea Serra	IN-TECH, Vukovar, Croatia		
書名	発行年	総ページ数	
Amperometric biosensor based on carbon nanotube and plasma polymer, <i>Intelligent and Biosensors</i> ,	平成 22 年	24	

プロジェクト番号

S 0801013

<図書>

著者名	出版者		
Susumu Kudo and Kazuo Tanishita,	Taylor & Francis		
書名	発行年	総ページ数	
Human Variation – from the laboratory to the field, Chapter title: Chapter 2.3 Tissue and cell adaptability to physical and chemical factors	平成 21 年	305	

<図書>

著者名	出版者		
工藤奨, 濱崎啓太ほか 58 名	丸善株式会社		
書名	発行年	総ページ数	
カラダの百科事典	平成 21 年	724	

<学会発表> * 1

発表者名	発表標題		
中村朝夫, 新井雅史, 大淵真澄	血清アルブミンをキラルテンプレートとする分子内不斉光環化反応		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年光化学討論会	桐生	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 1

発表者名	発表標題		
A. Nakamura, K. Hiranuma, M. Ohbuchi, M. Arai	Asymmetric Photochemical Synthesis Using Serum Albumins as Chiral Templates		
学会名	開催地	発表年月	
IKCOC-11	京都	平成 21 年 11 月	

<学会発表> * 2

発表者名	発表標題		
Y. Sakatani, A. Nakamura	Visualization of the Binding of Drug Molecules to Human Serum Albumin by Fluorescent Probe Displacement		
学会名	開催地	発表年月	
The 6 th Symposium on Host-Guest Chemistry	大阪	平成 22 年 6 月	

<学会発表>*3

発表者名	発表標題		
天野光, 小林鮎未, 吉田夏樹, 濱崎啓太	ナフタレンまたはピ連をアームに持つシクロデキストリン-ペプチドハイブリッドの設計と合成, 2次構造の評価		
学会名	開催地	発表年月	
日本化学会第3回関東支部大会	東京	平成 21 年 9 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表>*3

発表者名	発表タイトル		
天野光, 小林鮎未, 吉田夏樹, 柴崎知宏, 下屋貴彦, 濱崎啓太	シクロデキストリン-ペプチドハイブリッドの外部ゲストに応答する構造変化		
学会名	開催地	発表年月	
日本化学会第4回関東支部大会	筑波	平成 22 年8月	

<学会発表>*4

発表者名	発表タイトル		
粕谷有造, 野坂静香, 山田大輔, 松村一成	ペプチド修飾表面へのリポソーム吸着を基にした機能界面の構築とバイオ分析デバイスへの応用		
学会名	開催地	発表年月	
第 62 回コロイドおよび界面化学討論会	岡山	平成 21 年 9 月	

<学会発表>*4

発表者名	発表タイトル		
磯野嵩博, 須藤友貴, 粕谷有造, 松村一成	二本鎖型ピレン誘導体プローブを利用したリポソーム膜相転移挙動の評価		
学会名	開催地	発表年月	
第 62 回コロイドおよび界面化学討論会	岡山	平成 21 年 9 月	

<学会発表>*4

発表者名	発表タイトル		
野坂静香, 粕谷有造, 松村一成	自己組織化単分子膜上のリン脂質平面膜の形成過程に対する表面官能基の効果		
学会名	開催地	発表年月	
第 62 回コロイドおよび界面化学討論会	岡山	平成 21 年 9 月	

<学会発表>*4

発表者名	発表タイトル		
松村一成	リポソームを利用した生体膜上分子間相互作用分析系の構築		
学会名	開催地	発表年月	
第 2 回 QCM 研究会セミナー	東京	平成 20 年 10 月	

<学会発表>*5

発表者名	発表タイトル		
川崎那緒人, 島田知弥, 福井武和, 工藤奨	せん断応力下における血管内皮細胞細胞膜タンパク質の運動の可視化		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会 2010 年度年次大会	名古屋	平成 22 年 9 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> *5

発表者名	発表タイトル		
島田知弥, 島田勇祐, 川崎那緒人, <u>工藤 奨</u>	血管内皮細胞の GPI アンカー型タンパク質の運動解析		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会関東支部第 16 期総会講演会	東京	平成 22 年 3 月	

<学会発表> *5

発表者名	発表タイトル		
Naoto Kawasaki and <u>Susumu Kudo</u>	Visualization of Dynamic Protein Movement in Living Cells Using Photochronic Protein		
学会名	開催地	発表年月	
The 3 rd South East Asian Technical University Consortium Symposium	Malaysia	平成 21 年 2 月	

<学会発表> *6

発表者名	発表タイトル		
須藤友貴, 磯野嵩博, 粕谷有造, <u>松村一成</u>	カリックスアレーン誘導体の膜内物性とリポソームに対する膜融合誘起効果の相関		
学会名	開催地	発表年月	
第 31 回日本バイオマテリアル学会大会	京都	平成 21 年 11 月	

<学会発表> *6

発表者名	発表タイトル		
須藤友貴, 大鷹愛, 塚本圭, 池田泰之, 粕谷有造, <u>松村一成</u>	カチオン性リポソームに対するカリックスアレーンの膜融合誘起効果		
学会名	開催地	発表年月	
第 31 回日本バイオマテリアル学会大会	東京	平成 20 年 11 月	

<学会発表> *7

発表者名	発表タイトル		
川崎那緒人, <u>工藤奨</u> , 濱崎啓太	フォトクロミック蛍光タンパク質による細胞膜タンパク質拡散の可視化		
学会名	開催地	発表年月	
日本生理人類学会第2回研究奨励発表会	東京	平成 21 年 12 月	

<学会発表> *7

発表者名	発表タイトル		
川崎那緒人, 福井武和, <u>工藤奨</u>	フォトクロミック蛍光タンパク質を用いた生細胞における細胞膜タンパク質の可視化		
学会名	開催地	発表年月	
第32回日本バイオレオロジー学会年会	群馬	平成 21 年 6 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 7

発表者名	発表タイトル		
Naoto KAWASAKI and Susumu KUDO	Measurement of Local Protein Dynamics in Living Cells Using Photochromic Fluorescent Protein,		
学会名	開催地	発表年月	
4 th Asian Pacific Conference on Biomechanics	New Zealand	平成 21 年 4 月	

<学会発表> * 7

発表者名	発表タイトル		
川崎那緒人, 浅井貴行, 福井武和, 工藤 奨	フォトクロミック蛍光タンパク質を用いた細胞膜タンパク質拡散の可視化		
学会名	開催地	発表年月	
第 20 回バイオエンジニアリング講演会	札幌	平成 21 年1月	

<学会発表> * 8

発表者名	発表タイトル		
川崎那緒人, 長崎 晃, 斎藤知行, 野口拓哉, 工藤 奨	光転換型蛍光タンパク質を用いた血管内皮細胞の微小管構造の可視化		
学会名	開催地	発表年月	
生体医工学会シンポジウム 2009	千葉	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 10

発表者名	発表タイトル		
M. Shibata, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, T. Komeda	Observation of capillary flow in human skin during tissue compression using CCD video-microscopy		
学会名	開催地	発表年月	
32 th IEEE international Conference on EBM	Buenos Aires	平成 22 年 9 月	

<学会発表> * 10

発表者名	発表タイトル		
M. Shibata, N. Ohura, S. chioka	Oxygen consumption by arteriolar wall during enhancement and inhibition of nitric oxide synthesis		
学会名	開催地	発表年月	
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering	Munich	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 10

発表者名	発表タイトル		
M. Shibata, N. Ohura N, S. Ichioka	Oxygen dynamics around arterioles in skeletal muscle		
学会名	開催地	発表年月	
5th International Conference on Clinical Hemorheology	St. Moritz	平成 21 年 7 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 10

発表者名	発表タイトル		
M. Shibata, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi	Oxygen consumption by vascular wall in skeletal muscle arterioles under physiological conditions		
学会名	開催地	発表年月	
8 th IEEE international Conference on BIBE	Athens	平成 21 年 10 月	

<学会発表> * 11

発表者名	発表タイトル		
Susumu KUDO, Shogo KURETOKO, Naoto KAWASAKI	Intercellular Ca ²⁺ Communication in Cultured Endothelial Cells in Response to Caged Compounds		
学会名	開催地	発表年月	
4 th Asian Pacific Conference on Biomechanics	New Zealand	平成 21 年 4 月	

<学会発表> * 13

発表者名	発表タイトル		
Susumu Kudo, Yuri Shimamura, Tomoya Shimada, and Naoto Kawasaki,	Translocation of PKC α inResponse to Calcium Elevation Inside Endothelial Cells		
学会名	開催地	発表年月	
6 th World Congress of Biomechanics	Singapore	平成 22 年 8 月	

<学会発表> * 13

発表者名	発表タイトル		
島田知弥, 島村友理, 寺田麻理枝, 岡本諭, 高柳翔, 工藤奨	Ca イオン応答伝播時における PKC α 局在の変化		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会 2010 年度年次大会	名古屋	平成 22 年 9 月	

<学会発表> * 13

発表者名	発表タイトル		
島村友理, 岡本諭, 高柳翔, 工藤奨	血管内皮細胞内 Ca ²⁺ 上昇時における PKC α 局在の変化		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会関東支部第 16 期総会講演会	東京	平成 22 年 3 月	

<学会発表> * 14

発表者名	発表タイトル		
小林翔, 荒井雅貴, 糸井一真, 工藤奨	シナプス可塑性誘導時における脳血流調節機構への神経活動の関与		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会関東支部第 16 期総会講演会	東京	平成 22 年 3 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 14

発表者名	発表標題		
青木健太郎 工藤奨	神経活動に伴う脳血流調節機構に対してシナプス可塑性が及ぼす影響について		
学会名	開催地	発表年月	
日本生理人類学会第2回研究奨励発表会	東京	平成 20 年 12 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
伊井敬弘, 入江亮, 高橋勇人, 六車仁志	局所的プラズマ処理を利用するタンパク質パターンニング		
学会名	開催地	発表年月	
電子情報通信学会有機エレクトロニクス研究会	東京	平成 22 年 5 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 入江亮, 伊井敬弘, 六車仁志	局所的プラズマ処理を用いるプロテインパターンニング技術 2		
学会名	開催地	発表年月	
2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会	神奈川	平成 22 年 3 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
H. Takahashi, T. Ii, A. Irie, H. Muguruma	Protein patterning with selective adsorption on surface by partial plasma polymerization		
学会名	開催地	発表年月	
The 3rd International Conference on Plasma-Nanotechnology & Science	Japan	平成 22 年 3 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
H. Takahashi, H. Muguruma	Partial treatment by organic plasma for protein patterning		
学会名	開催地	発表年月	
7th International Workshop on "Microwave Discharges: Fundamentals and Applications	Japan	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 入江亮, 伊井敬弘, 六車仁志	プロテインチップのためのパターンニング技術		
学会名	開催地	発表年月	
生体医工学シンポジウム 2009	千葉	平成 21 年 9 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 金原達哉, <u>六車仁志</u>	局所的プラズマを用いるタンパク質パターンニング技術		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年電気化学会秋季大会, 第 48 回化学センサ研究会	東京	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 伊井敬弘, 入江亮, <u>六車仁志</u>	局所的プラズマ処理を用いるプロテインパターンニング技術		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会	富山	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
H. Takahashi, T. Kimbara, M. Yoshizawa, <u>H. Muguruma</u>	Protein Patterning Technique with Plasma Process		
学会名	開催地	発表年月	
Fifth International conference on Molecular Electronics and Bioelectronics(M&BE5),	Japan	平成 21 年 3 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
H. Takahashi, T. Kimbara, <u>H. Muguruma</u>	Protein Patterning Technique with Nanomaterials and Plasma Process		
学会名	開催地	発表年月	
International Symposium on Surface Sciences and Nanotechnology (ISSS-5)	Japan	平成 20 年 11 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 金原達哉, <u>六車仁志</u>	有機プラズマを用いるタンパク質パターンニング技術 2		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年春季 第 56 回応用物理学関係連合講演会	茨城	平成 21 年 3 月	

<学会発表> * 15

発表者名	発表標題		
高橋勇人, 金原達哉, <u>六車仁志</u>	ドライプロセスを用いるタンパク質パターンニング技術 2		
学会名	開催地	発表年月	
日本化学会第 89 春季年会	千葉	平成 21 年 3 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 16

発表者名	発表標題		
酒谷佳明, 中村朝夫	血清アルブミンへの薬物の結合を可視化するための発光プローブの開発		
学会名	開催地	発表年月	
2010 年光化学討論会	千葉	平成 22 年 9 月	

<学会発表> * 16

発表者名	発表標題		
酒谷佳明, 中村朝夫	血清アルブミンへの薬物の結合を可視化するための発光プローブの開発		
学会名	開催地	発表年月	
日本化学会 第 4 回関東支部大会	筑波	平成 22 年 8 月	

<学会発表> * 17

発表者名	発表標題		
Kasuya, Y.; <u>Matsumura, K.</u>	Preparation, Characterization and Application of Surface-Immobilized Liposomes as Nanosized Mimics of Cells		
学会名	開催地	発表年月	
1st Russian-Japanese Young Scientists Conference on Nanomaterials and Nanotechnology	Moscow	平成 20 年 10 月	

<学会発表> * 20

発表者名	発表標題		
<u>六車仁志</u>	MEMS 製造プロセスにおけるプラズマ表面処理, プラズマエレクトロニクス分科会企画, 「最先端MEMSを支えるプラズマプロセスの現状と展望」		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会	富山	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表標題		
T. Hoshino, <u>H. Muguruma</u>	Incorporation of redox mediator into Carbon Nanotube Reinforce by Plasma-polymerized Film: Low Potential Detection of NADH		
学会名	開催地	発表年月	
The 7 th Asian Conference on Electrochemistry	Japan	平成 22 年 5 月	

プロジェクト番号

S 0801013

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
星野達也, 井上貴博, 六車仁志	カーボンナノチューブを基盤とする酵素センサ動作の低電位化,		
学会名	開催地	発表年月	
2010 年電気化学会秋季大会, 第 50 回化学センサ研究会	神奈川	平成 22 年 9 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
星野達也, 六車仁志	プラズマ重合膜で補強したカーボンナノチューブを用いる NADH センサ動作の低電位化		
学会名	開催地	発表年月	
電子情報通信学会有機エレクトロニクス研究会	東京	平成 22 年 5 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
星野達也, 六車仁志,	カーボンナノチューブを用いる NADH センサ動作の定電位化 2		
学会名	開催地	発表年月	
2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会	神奈川	平成 22 年 3 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
高橋勇人, 伊井敬弘, 入江亮, 六車仁志	プラズマ重合を基盤とするタンパク質のパターニング 2		
学会名	開催地	発表年月	
第 29 回表面科学講演大会	東京	平成 21 年 10 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
星野達也, 吉澤昌宏, 六車仁志	カーボンナノチューブを用いる NAD センサ動作の定電位化		
学会名	開催地	発表年月	
2009 年電気化学会秋季大会, 第 48 回化学センサ研究会	東京	平成 21 年 9 月	

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル		
吉澤昌宏, 星野達也, 六車仁志	基板上へのカーボンナノチューブの直接成長と酵素センサへの応用		
学会名	開催地	発表年月	

プロジェクト番号

S 0801013

2009 年電気化学会秋季大会, 第 48 回化学センサ研究会	東京	平成 21 年 9 月
---------------------------------	----	-------------

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
浦田宗幸, 関口慎一郎, <u>六車仁志</u>	グルコース脱水素酵素とカーボンナノチューブとプラズマ重合膜を利用するバイオセンサ	
学会名	開催地	発表年月
2009 年電気化学会秋季大会, 第 48 回化学センサ研究会	東京	平成 21 年 9 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
高橋勇人, 関口慎一郎, 星野達也, 吉澤昌宏, 松井泰憲, <u>六車仁志</u>	カーボンナノチューブとプラズマ重合膜を用いる化学センサとバイオセンサ	
学会名	開催地	発表年月
2009 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会	富山	平成 21 年 9 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
関口慎一郎, 浦田宗幸, 高橋勇人, <u>六車仁志</u>	プラズマ重合膜, カーボンナノチューブおよびグルコース脱水素酵素を用いるバイオセンサ	
学会名	開催地	発表年月
2009 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会	富山	平成 21 年 9 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
Y. Matsui, T. Hoshino, M. Yoshizawa, <u>H. Muguruma</u> ,	Direct growth of carbon nanotube onto substrate for amperometric biosensor application	
学会名	開催地	発表年月
Fifth International conference on Molecular Electronics and Bioelectronics(M&BE5)	Japan	平成 21 年 3 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
浦田宗幸, 小泉幸太, 松井泰憲, <u>六車仁志</u>	カーボンナノチューブとグルコース脱水素酵素を用いる血糖値センサ	
学会名	開催地	発表年月
第 48 回日本生体医工学会大会	東京	平成 21 年 4 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
星野達也, 吉澤昌宏, 松井泰憲, <u>六車仁志</u>	カーボンナノチューブを用いる NAD センサー動作の定電位化と選択性の向上	

プロジェクト番号	S 0801013
----------	-----------

学会名	開催地	発表年月
2009 年春季 第 56 回応用物理学関係連合講演会	茨城	平成 21 年 3 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
松井泰憲, 吉澤昌宏, 星野達也, <u>六車仁志</u>	基板上へのカーボンナノチューブの直接成長とバイオセンサへの利用	
学会名	開催地	発表年月
2009 年春季 第 56 回応用物理学関係連合講演会	茨城	平成 21 年 3 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
吉澤昌宏, 松井泰憲, 星野達也, <u>六車仁志</u>	カーボンナノチューブとプラズマ重合膜を用いる電気化学バイオセンサ	
学会名	開催地	発表年月
日本化学会第 89 春季年会	千葉	平成 21 年 3 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
星野達也, 吉澤昌宏, 松井泰憲, <u>六車仁志</u>	プラズマ重合膜で補強したカーボンナノチューブを用いる電気化学センサ	
学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会有機エレクトロニクス研究会	東京	平成 20 年 12 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
Y. Matsui, T. Hoshino, M. Yoshizawa, <u>H. Muguruma</u>	Chemical and Biochemical Sensor with Carbon Nanotube and Plasma-polymerized Film	
学会名	開催地	発表年月
International Symposium on Surface Sciences and Nanotechnology (ISSS-5)	Japan	平成 20 年 11 月

<学会発表> * 21

発表者名	発表タイトル	
松井泰憲, 吉澤昌宏, 星野達也, <u>六車仁志</u>	プラズマ重合膜で補強したカーボンナノチューブ酵素電極を用いるバイオセンサ	
学会名	開催地	発表年月
第 28 回表面科学講演大会	東京	平成 20 年 11 月

<学会発表> * 22

発表者名	発表タイトル	
<u>六車仁志</u>	プラズマ重合膜を用いる新世代バイオセンサーの先進テクノロジー	
学会名	開催地	発表年月

プロジェクト番号

S 0801013

日本学術振興会プラズマ材料科学第 153 委員会第
91 回研究会

東京

平成 21 年 5 月

<学会発表>

発表者名	発表タイトル		
福井武和, 土屋宏紀, 柴崎英介, 早瀬俊太, <u>工藤奨</u>	蛍光タンパク質 GFP を用いた細胞内 eNOS 局在の観察		
学会名	開催地	発表年月	
日本機械学会 2010 年度年次大会	名古屋	平成 22 年 9 月	

<学会発表>

発表者名	発表タイトル		
KAMARIAH binti Md Isa, 川崎那緒人, <u>工藤奨</u>	低温刺激による血管内皮細胞の一酸化窒素産生に関連する研究		
学会名	開催地	発表年月	
日本生理人類学会)第 60 回大会	札幌	平成 21 年 6 月	

<学会発表>

発表者名	発表タイトル		
Susumu Kudo, Yuuki Sakaguchi, and Kamariah Binti Md Isa	The Effect of Body temperature on the Hunting Response of the Finger Skin Blood Flow		
学会名	開催地	発表年月	
The 3 rd South East Asian Technical University Consortium Symposium	Malaysia	平成 21 年 2 月	

<学会発表>

発表者名	発表タイトル		
Kamariah binti Md Isa, <u>工藤奨</u>	せん断応力と低温度負荷による血流の調節メカニズム		
学会名	開催地	発表年月	
日本生理人類学会第2回研究奨励発表会	東京	平成 20 年 12 月	

発表者名	発表タイトル		
山田大輔, 粕谷有造, <u>松村一成</u>	FIB 描画によるガラス基板上のペプチド微細パターンニングとリボソームの固定化		
学会名	開催地	発表年月	
日本化学会第 90 春季年会	大阪	平成 22 年 9 月	

発表者名	発表タイトル		
関野悟, 粕谷有造, <u>松村一成</u> , 西川宏之	プロトンビーム描画によるポリメタクリル酸微細デバイスの作製とバイオセンシングへの応用		
学会名	開催地	発表年月	

プロジェクト番号

S 0801013

第 58 回高分子討論会

熊本

平成 21 年 9 月

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況, インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

2008 年 12 月 13 日

芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポート研究センターキックオフシンポジウム

主催: 芝浦工業大学先端工学研究機構

2009 年 3 月 10 日

芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポート研究センター成果報告会

主催: 芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポートセンター

共催: 生体医工学会バイオメカニクス研究会

2009 年 12 月 19 日

第 9 回 東京ベイエリア産学官連携シンポジウム

主催: 芝浦工業大学

2010 年 3 月 9 日

芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポート研究センター成果報告会

主催: 芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポートセンター

共催: 日本生理人類学会システムバイオエンジニアリング研究部会

<これから実施する予定のもの>

2010 年 12 月 2 日

SIT 総合研究所シンポジウム

主催: 芝浦工業大学

2011 年 3 月

芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポート研究センター成果報告会

主催: 芝浦工業大学先端工学研究機構バイオトランスポートセンター

共催: 日本生理人類学会システムバイオエンジニアリング研究部会

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文, 学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また, 上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには * を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は, 本欄を充実させること

特になし

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

該当なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

該当なし

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	芝浦工業大学	大学名	芝浦工業大学
研究プロジェクト名	QOL 向上のためのライフサポートテクノロジー		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本研究では超高齢社会を見据えて、老化による退行性疾患の発症機序や生命現象を科学的に明らかにし、その予防法を確立することで発症に伴う生体機能不全治療のための新規診断法の開発の道を開く。さらに、発生した機能不全を回復させる、あるいは維持するための先進的な装置及び手法の開発を科学的根拠に基づいて行うことを目的とする。これにより、高齢者のQOL(Quality of Life)の向上を図ることができ、年齢を重ねても元気で活動的に社会活動に参加可能な高齢者を輩出し、高齢社会による社会的な疲弊を防ぐ重要かつ意義のある研究プロジェクトである。具体的には以下を行う。

1. 個体と細胞レベルの老化による退行性変化の解明と老化遺伝子発現との関連性を詳細に検討し、ゲノム DNA 構造の変化を明らかにして相互の関連性を検討する。
2. 血流に代表される生体機能の変化とその支援装置開発手法について、再生医療も視野に入れて関連性を明らかにする。
3. 失われた機能の代行デバイス開発及び退行部位の人工組織の構築手法を開発する。
4. 神経再生を考慮した動物での実験及び評価を実施し、ヒトでの訓練手法の開発を目指す。また、動的刺激による機能回復装置の開発と動物実験を行う。
5. ヒトの歩行を科学的な根拠に基づいて支援可能な補助装置の開発を行う。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

当初の目的にしたがって研究が進捗している。

退行性変化に関する基礎研究として、退行性変化と神経細胞傷害との関連についてレセプターの働きを含めた研究を行うとともに、脳神経の退行性変化の解明とその防御についても実施している。防御については薬学的な見地から研究を実施しており、ビタミンEの活性について研究を進めている。

退行性変化を支援する装置の開発としては、空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システムの開発、パワーアシストユニットシステムの開発、動力アシスト付き歩行支援機の開発等さまざまな支援機器を設計・試作している。これらの中では、空気圧人工筋を用いた従来にはない訓練装置の試作が完了し、現在訓練方法について実験的に検討を行っている。これが完成すると、本プロジェクトの大きな成果として期待される。

また、再生医療を見据えた研究も一部実施しており、応力負荷時における皮膚毛細血管血流の観察装置を開発し、組織再生に対する最適な条件設定等に応用することが可能である。

プロジェクト番号

S0901012

**平成 21 年度選定「私立大学研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

1 学校法人名 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 ライフサポートテクノロジー研究センター

4 プロジェクト所在地 さいたま市見沼区深作307

5 研究プロジェクト名 QOL向上のためのライフサポートテクノロジーの研究

6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
米 田 隆 志	システム理工学部	教授

8 プロジェクト参加研究者数 13 名

9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
浦野四郎	システム理工学部・教授	退行性変化に関する薬学的研究	退行性変化因子の解明
小山浩之	システム理工学部・教授	患者シミュレータの開発	具体的な支援機器開発
山本紳一郎	システム理工学部・教授	退行性変化による神経反射の研究	生体生理情報の計測と評価
(共同研究機関等) 市岡 滋	埼玉医科大学・教授	血管再生に関する研究	組織再生の基礎検討
新海 正	東京都老人研究所・研究員	老化とホルモンの関連研究	老化による認知症発生機所解明

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

(1)研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本研究はコメディカル(co-medical)の立場から、退行性疾患の発症機序や生命現象を科学的に明らかにし、その予防法を確立することで発症に伴う生体機能不全治療のための新規診断法の開発の道を開くとともに、発生した機能不全を回復させることで高齢者のQOL向上に貢献することを最終目標とする。このためには、機能不全の回復や機能維持のための先進的な装置及び手法の開発を科学的根拠に基づいて行う研究である。本研究の特色は、生命科学現象の科学的な解明に基づいた実用性の高い装置開発を行う点にある。このためには老化に伴う退行性変化の原因究明や退行性変化によりどの機能を補綴することが支援装置開発のポイントとなるかの生命生体活動の解明が重要なポイントとなる。このため、本研究では装置開発のものづくりを担当する研究者だけでなく、生命現象をバイオテクノロジーレベルで解明する研究者やものづくりに必要となる血流や神経反射等の生命現象の解明を担当する研究者からなる研究体制を構築し、境界領域分野の研究を実施する。本研究の成果により実用的な支援機器の開発が可能となるとともに、生命現象解明で得られた成果は、生理学的、生化学的な生体の退行性変化防御の指標として活用することも可能である。これらを通して、高齢となって寝たきり状態で老後を過ごすのではなく、年齢を重ねても元気で活動的に社会活動に参加可能なQOLの高い高齢者を輩出し、高齢社会による社会的な疲弊を防ぐ重要かつ意義のある研究プロジェクトである。

(2)研究組織

本学システム理工学部生命科学科に所属する教員を中心に、学内で関連する研究に従事しているシステム理工学部機械制御システム学科、工学部応用化学科の教員が参加して組織する。学外からは、本研究プロジェクトに密接に関係する医師、老化研究の専門家、神経科学の専門家、ライフデザインの専門家に協力してもらい、エンジニアだけの狭い視野での研究とならないようにしている。

(3)研究施設・設備等

本学先端工学研究機構棟に部屋を確保し、ここで各教員グループの垣根をなくして共同で研究を行う。また、設備については従来から保有していたものを継続して使用するとともに、今後必ず関連を持つと考えられる脳機能の計測が可能となるよう光トポグラフィを設備として購入し、共同で利用していく。

(4)進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

<現在までの進捗状況及び達成度>

まだ2年目であり、明らかな成果としては出てきていないものの、各教員が個別に実施しているテーマならびに教員が共同で取り組んでいるテーマともに順調に進捗している。論文についても随時発表しており、達成度としては現段階では十分と考える。今後は、基礎的な研究成果を機器開発にいかにより有効に取り入れていくかを考慮しながら研究を進めることで、更なる成果を生み出すように努力する。

<特に優れた研究成果>

機器開発では、エアー駆動による従来にない歩行訓練装置を開発した。これは、モータ式にはない柔軟性と安全性を持っているとともに、人の筋肉と同じ構造でアクチュエータを配置することが可能であり、従来にない訓練効果が期待される。

＜問題点とその克服方法＞

前述のように、基礎的な研究成果を機器開発にいかにより有効に取り入れていくかが今後の課題である。このためには基礎研究実施者と機器開発設計者のコミュニケーションを良くして克服していく予定である。

＜研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。)＞

実用化につながる装置開発は、本研究プロジェクトの重要な課題であるので、常にこの点に注意しながら研究を実施している。特許につながるアイデアや装置も確実に出てきているが、福祉分野での特許は権利化するよりも広く使ってもらう方が社会的に有用と考え、申請はしていない。

＜今後の研究方針＞

現状の計画に沿って研究が進展するよう一層の努力をする。また、プロジェクト内のコミュニケーションを良くして、基礎研究の成果を取り込んだ科学的エビデンスに基づく装置の実用化を目指していく。

＜今後期待される研究成果＞

退行性変化に対する支援装置開発は着実に実施されており、実用化を目指してさらに進めていく。一方で、装置の効果が科学的根拠に基づくものであるかの検証をとおして、より効果的な訓練手法や新たな装置の可能性についても積極的に取り組んでいく。また、再生医療が今後発展することが期待されるので、再生医療も考慮された新しい装置開発も実施していく。これらを通して、退行性変化そのものの機所解明・予防に役立てるとともに、退行性変化に対処できる装置開発を通して元気な高齢社会を実現することが最大の成果となる。

＜プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む。)＞

自己評価については、毎年2回の報告書作成時に各メンバーが実施している。また、メンバー相互の話し合いの中での評価が日常的に実施されている。

外部評価については、次年度研究費申請時に、研究の進捗状況についても外部評価委員により評価されている。また、本年度より毎年1回外部識者による評価が行われることになっている。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 老化 (2) 退行性変化 (3) 支援装置
 (4) リハビリテーション (5) 高齢者介助 (6) _____
 (7) _____ (8) _____

プロジェクト番号

S0901012

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文> 多数あるので代表3つを記す

著者名 *	論文タイトル			
柴田芳幸、三好扶、山本紳一郎	空気圧人工筋を用いた綿花歩行訓練装置の開発			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
生体医工学	有	48 巻 2 号	平成 22 年	175-180

著者名	論文タイトル			
Tasuku Miyoshi, Tomohiko Kihara, Hiroyuki Koyama, Shin-Ichiro Yamamoto, Takashi Komeda	Automatic detection method of muscle fiber movement as revealed by ultrasound images			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Medical Engineering & Physics	有	Vol. 31	平成 21 年	558-564

著者名	論文タイトル			
Koji Fukui, Shiro Urano, Tasyuro Koike	Releasing factors from mature neurons modulate microglial survival via purinergic receptor activation			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Neuroscience Letters	有	Vol. 456	平成 21 年	64-68

<学会発表> 100 件以上あるため、代表1件のみ記す

発表者名 *	発表タイトル		
Y. Shibata, S. Yamamoto et. al.	Development of body weight support gait training system using antagonistic bi-articular muscle model		
学会名	開催地	発表年月	
IEEE EMBS	アルゼンチン	平成 22 年 9 月	

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

シンポジウムとしては、2009 年 10 月に本センターのキックオフシンポジウムを実施し、100 名強の参加者があった。また、2010 年度にはSIT総合研究所シンポジウムに参加し、研究の進捗状況について報告した。また、2011 年 11 月にはライフサポート学会大会の大会長をプロジェクト代表者が勤めるため、本センターメンバーもこれに積極的に参加し、成果を公表していく。インターネットについては、学内で統一したホームページを作成中であり、これに合わせて広く公開していく予定である。

<これから実施する予定のもの>

シンポジウムについては毎年最低 1 回は実施し、広く成果を公表する。

学会については、関連分野の学会に積極的に参加するとともに、論文投稿をできるだけ増やして成果を公表する。

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには＊を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

該当なし

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

該当なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	芝浦工業大学	大学名	芝浦工業大学
研究プロジェクト名	環境微生物生態工学の国際研究拠点の形成		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

単離された微生物に関しては、ゲノムの塩基配列の解析など、分類・遺伝・生理学的な面などから研究がなされてきている。しかし、99%をこえる微生物は未だに分離不能で、環境中の微生物コンソーシャを合目的的に制御する技術は確立されていない。そこで、微生物コンソーシャをエネルギー・環境の面から実用的に制御・利用していくために国際的に連携し技術開発を行う。全体としては、微生物マイクロフローの制御・利用に関し、環境保全の観点から①個々の微生物の改良と適用、②生態系中の物質の流れ、③微生物叢の動態の3つを中心として、基礎技術の開発を進めていくと共に、東南アジアの国々においてそれら技術の実用的展開を図っていく。具体的には、①ダイオキシン汚染地域を有するベトナムのハノイ国立大学の教授らのグループと共同し、ダイオキシン分解酵素を構成的に二倍量生産出来る新規高分解活性の変異微生物による汚染土壌の処理を試みる。さらに、ダイオキシン分解系遺伝子の解析と操作を行い、より高分解活性をもつ酵素の創出を試みる。②現在、既に分離されているセルロース資化性菌と窒素固定菌の微生物複合系を用いてアンモニア生産性の向上をはかり、インドネシアやミャンマーと共同してそれらの土地での実用化実験を試みる。③タンカーの事故、メタンハイドレートや油田の開発による海洋への炭化水素化合物の漏出が予想される産油国のインドネシアやベトナム等と共同して、汚染や漏出の指標となる微生物検索やマーカー遺伝子の開発と利用を図る。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

プロジェクトの初年度であるが、ほぼ予定通りの進捗状況であり、下記のような成果を得ている。

- ・ダイオキシン分解菌よりダイオキシン分解系調節遺伝子が破壊され、かつ分解系の遺伝子量が2倍に増大した変異株を得ている。
- ・グルコースを炭素源として生育できる窒素固定菌を、土壌を菌株の分離源としてスクリーニングを行った。その結果得られた数種の菌株は、低い炭素源濃度において比較的高濃度のアンモニアを菌体外に蓄積することが明らかとなった。
- ・カルバゾール資化性菌のカルバゾール分解系のメタ開裂酵素 CarBaBb のラージサブユニット CarBb の安定化条件を検討している。スモールサブユニット CarBa とラージサブユニット CarBb を融合したフュージョン CarBab の作製を試みた。
- ・メタン資化性菌を共生させているシンカイヒバリ貝の組織より、メタン資化性菌の分離を行い、1株の分離株を得た。

プロジェクト番号

S1001009

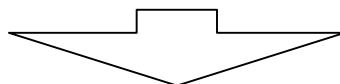
アウングココ オオー	マンダレー工科大学講師	農業生物の遺伝解析	窒素固定能とアンモニア生成能の解析
------------	-------------	-----------	-------------------

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

(1)研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

単離された微生物に関しては、ゲノムの塩基配列の解析など、分類・遺伝・生理学的な面などから研究がなされてきている。しかし、99%をこえる微生物は未だに分離不能で、環境中の微生物コンソーシャを合目的に制御する技術は確立されていない。そこで、微生物コンソーシャをエネルギー・環境の面から実用的に制御・利用していくために国際的に連携し技術開発を行う。全体としては、微生物マイクロフローの制御・利用に関し、環境保全の観点から①個々の微生物の改良と適用、②生態系中の物質の流れ、③微生物叢の動態の3つを中心として、基礎技術の開発を進めていくと共に、東南アジアの国々においてそれら技術の実用的展開を図っていく。具体的には、①ダイオキシン汚染地域を有するベトナムのハノイ国立大学の教授らのグループと共同し、ダイオキシン分解酵素を構成的に二倍量生産出来る新規高分解活性の変異微生物による汚染土壌の処理を試みる。さらに、ダイオキシン分解系遺伝子の解析と操作を行い、より高分解活性をもつ酵素の創出を試みる。②現在、既に分離されているセルロース資化性菌と窒素固定菌の微生物複合系を用いてアンモニア生産性の向上をはかり、インドネシアやミャンマーと共同してそれらの土地での実用化実験を試みる。③タンカーの事故、メタンハイドレートや油田の開発による海洋への炭化水素化合物の漏出が予想される産油国のインドネシアやベトナム等と共同して、汚染や漏出の指標となる微生物検索やマーカー遺伝子の開発と利用を図る。

(2)研究組織

本研究プロジェクトは大きくは上記の①～③の3本の柱から成っているが、①を大森教授と岩田助教、②を大森教授、③を布施教授が主に管轄し、全体を代表者が統括する形となっている。3人の外国人研究者は本年度に来日し、約4週間研究を行ってそれぞれの国での研究成果を補足・発展させると共に今後の方向を確認した。また、上記の学内研究者が、本年の1月にベトナムとミャンマーを訪問して、それぞれの国での現状を基に研究の打ち合わせを行っている。国内共同研究者とは、それぞれの研究課題の下に訪問等により情報交換を行っている。本年度は大学院生1名と昨年の9月よりPD1人が研究に参加しており、重点的な研究活動については派遣職員1名・非常勤職員1名の雇用も行っている。

(3)研究施設・設備等

本プロジェクトは主に先端工学研究機構棟の301室(約 200m²)において、本学教員3名・ポスドク研究員1名・大学院生1名・外国人共同研究者3名・派遣職員1名・非常勤職員1名におよび関連研究の卒論研究生数名により使用されている。

主要研究装置としては、ガスクロマトグラフ質量分析計(TRACE DSQ GC-MS)があり、平均すると週1日程度の使用頻度である。

(4)進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

＜現在までの進捗状況及び達成度＞

プロジェクトの初年度であるが、ほぼ予定通りの進捗状況であり、下記のような成果を得ている。

・ダイオキシン分解菌である *Novosphingobium* sp. KA1 株の培養液からダイオキシン分解系調節遺伝子が破壊され、かつ分解系の遺伝子量が2倍に増大した変異株を得ている。今後本菌のダイオキシン汚染土壌への浄化を試みる。

・グルコースを炭素源として生育できる窒素固定菌を、土壌を菌株の分離源としてスクリーニングを行った。その結果得られた数種の菌株は、低い炭素源濃度において比較的高濃度のアンモニアを菌体外に蓄積することが明らかとなった。*

・カルバゾール資化性菌である *Pseudomonas resinovorans* CA10 株のカルバゾール分解系のメタ開裂酵素 CarBaBb のラージサブユニット CarBb の安定化条件を検討している。スモールサブユニット CarBa とラージサブユニット CarBb を融合したフュージョン CarBab の作製を試みた。

・メタン資化性菌を共生させているシンカイヒバリ貝の組織より、メタン資化性菌の分離を行い、1 株の分離株を得た。

＜特に優れた研究成果＞

・上記 KA1 株の分解系の制御に関する R 遺伝子の破壊株が得られ、ダイオキシン分解系が構成的に発現することが出来た。

・上記 CA10 株由来 CarBaBb のサブユニットを融合した CarBab の発現プラスミドを作製し、酵素活性を菌体レベルで確認した。

・海底から分離されたメタン資化性菌が、シンカイヒバリ貝の共生細菌の近縁種であることが判明した。

＜問題点とその克服方法＞

・窒素固定菌がアンモニアをグルコースから生成することには成功を収めているが、研究目的を達成するには、バイオマス原料のセルロースに窒素固定菌が生育してアンモニアを生成する菌株を得る必要がある。そのため、今後も窒素固定菌でセルロースを利用できる菌株を取得するためにスクリーニングを続ける。

・カルバゾール分解系のメタ開裂酵素ラージサブユニットのみで発現させると酵素活性が安定しないため、バッファの条件(pH、温度)や添加剤(酸化防止剤、鉄)の濃度条件などの検討を続ける。

・エチレン酸化遺伝子の単離がうまくいかなかったため、直接に遺伝子の塩基配列を読む方法に転換して解析を進めている。

＜研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。)＞
なし

＜今後の研究方針＞

・ダイオキシン汚染地域を有するベトナムのハノイ国立大学の教授らのグループと共同し、ダイオキシン分解酵素を構成的に二倍量生産出来る新規高分解活性の変異微生物による汚染土壌の処理を試みる。さらに、ダイオキシン分解系遺伝子の解析と操作を行い、より高分解活性をもつ酵素の創出を試みる。

・現在、既に分離されているセルロース資化性菌と窒素固定菌の微生物複合系を用いてア

ンモニア生産性の向上をはかり、ミャンマーと共同してそれらの土地での実用化実験を試みる

- ・カルバゾール分解系のメタ開裂酵素 CarBaBb のスモールサブユニットとラージサブユニットの相互作用を解析し、各々のサブユニットの役割を解析する。
- ・新規分離株の分類学的検討を行っていくと共に、膜結合型メタンモノオキシゲナーゼ類縁遺伝子の検索と配列解析を進める。

<今後期待される研究成果>

- ・ベトナムのダイオキシン汚染土壌の生分解性の評価
- ・セルロース資化菌が窒素固定によりアンモニアを生成すること。
- ・広域な炭化水素分解遺伝子の配列情報を基にした、環境中でのアンモニア酸化・炭化水素分解系の評価

<プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む。)>

外部点検評価委員会(2010年3月3日開催予定)

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) ダイオキシン (2) 窒素固定 (3) メタンモノオキシゲナーゼ
 (4) バイオレメディエーション (5) メタ開裂酵素 (6) アンモニア生成
 (7) メタンハイドレート (8) 炭化水素分解

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>(全て査読有り)

Maeda R., Ishii T., Ito Y., Zulkharnain AB., Iwata K. and Omori T. Isolation and characterization of the gene encoding the chloroplast-type ferredoxin component of carbazole 1,9a-dioxygenase from a putative *Kordiimonas* sp. *Biotechnol Lett.* **32**(11) 1725-31(2010)

Iwata K., Azlan A., Yamakawa H. and Omori T. Ammonia accumulation in culture broth by the novel nitrogen-fixing bacterium. * *Lysobacter* sp. E4. *J Biosci Bioeng.* **110**(4) 415-8 (2010)

松井徹、奈良浩太、茂野俊也、岩田健一、大森俊雄、好熱性脱窒細菌 TDN01 株を用いた実排水浄化処理、*環境科学会誌* **23** 171-6 (2010)

Kengpipat N., Iwata K., Omori T. and Pinyakong O., Monitoring survival of phenanthrene-utilizing *Sphingobium* sp. P2 in soil microcosms using green fluorescent protein as a marker. *ScienceAsia* **36** 76-80 (2010)

Yoshioka H., Maruyama A., Nakamura T., Higashi Y., Fuse H., Sakata S. and Bartlett DH. Activities and distribution of methanogenic and methane-oxidizing microbes in marine sediments from the Cascadia Margin. *Geobiology.* **8** 223-33 (2010)

Nagashima H., Zulkharnain AB., Maeda R., Fuse H., Iwata K. and Omori T. Cloning and nucleotide sequences of carbazole degradation genes from marine bacterium *Neptuniibacter* sp. strain CAR-SF. *Curr Microbiol.* **61**(1) 50-6 (2010)

<図書>

無し

<学会発表>

Zulkharnain A., Iwata K. and Omori T. Functional analyses of non-catalytic subunit CarBa in extradiol dioxygenase CarBaBb from *Pseudomonas resinovorans* CA10. *The 4th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium*, Shibaura Institute of Technology. Tokyo Japan, 25-26 February 2010

Ito Y., Maeda R., Zulkharnain A., Iwata K. and Omori T. Nucleotide sequence analyses of xenobiotic degrading genes from new marine carbazole degrader strain OC6S. *The 4th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium*, Shibaura Institute of Technology. Tokyo Japan, 25-26 February 2010

Iwata K., Azlan A., Yu S-S. and Omori T. Ammonia Production by Novel Wild-Type Nitrogen-Fixing Bacteria in Culture Broth. *BIT's 3rd Annual World Congress of Industrial Biotechnology*, Dalian China, 25-27 July 2010

Ito Y., Iwata K., Maeda R. and Omori T. Analysis of xenobiotic degrading genes from new marine carbazole degraders. *BIT's 3rd Annual World Congress of Industrial Biotechnology*, Dalian China, 25-27 July 2010

吉田光毅、沖田紀子、布施博之、福場辰洋、藤井輝夫、鋤崎俊二、平田敦洋、荒田直。「東部南海トラフ海域におけるメタン酸化細菌の分布」、2010 年度日本海洋学会秋季大会、網走市、2010年9月

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

IBC 国際シンポジウム(2010 年 11 月 27 日開催)

<これから実施する予定のもの>

SIT 総研としての HP 準備中

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには＊を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

2010 芝浦ハッケン展(2010 年 11 月 8 日)

「国際協力による環境改善・評価のための生態系利用技術開発」

ハノイ大学セミナー(2011 年 1 月 4 日)

「Microbial degradation of short-chain gaseous hydrocarbons in the sea」

「3-Dimentional structural analysis of meta-cleavage enzyme involved in carbazole degradation bacteria」

マンダレー工科大学セミナー(2011 年 1 月 7 日)

「Methane consuming and related microorganisms in the sea」

「Enzyme structure by X-ray deflection method」

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

プロジェクト番号

S1001009

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

該当無し

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	芝浦工業大学	大学名	芝浦工業大学
研究プロジェクト名	ポータブル強磁場マグネットシステムの開発と応用		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

手のひらの上に載るポータブル強磁場マグネットシステムを開発することで、専門家でなくとも超伝導の強磁場を自由に利用できる社会を実現する。強磁場は、医療現場や、薬品製造、各種製造現場、宇宙、化学分析などに広く利用されるうえ、研究者が自由に強磁場を利用できるようになれば、新しい物理現象の発見にもつながる。

平成 21 年度は、強磁場発生のための RE-Ba-Cu-O 系バルク超伝導体の高性能化を材料組成およびプロセスの最適化を通して行う。平成 22 年度は平成 21 年度で開発したバルク超伝導体を用いて、その冷却システムおよび励磁システムを開発し、ポータブル強磁場マグネットシステムを試作する。平成 23 年度は、開発した強磁場システムを用いて、フィールド試験の実施とともに、各種応用に供する場合のシステムの最適化についても検討する。平成 24 年度は、前年度の成果をもとに、強磁場マグネットシステムの改良とともに、各種応用への検討実験を行う。平成 25 年度は、システムの実機運用も含めて、各種応用分野における強磁場応用について検討する。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

研究センターにおいてバルク超伝導体製造設備および評価装置を整備し、実際にバルク超伝導体の製造および評価を行っている。

バルク超伝導体製造においては、その機械強度を向上させるための、バインダー添加の影響、鉄系形状記憶合金による強化、さらに、人工孔設置による効果などの検証を行っており、バインダー添加により前駆体の機械特性が向上し、その結果、最終製品の機械特性が向上することを明らかにした。また、鉄系形状記憶合金の締結により、バルク超伝導体の機械特性が向上するだけでなく、捕捉磁場特性が向上することを確認した。

また、バルク超伝導体の回転機器への応用については、その応用のための基本として、永久磁石型浮上部位の浮上力および剛性力の測定と、高速回転に耐えるための磁石構造の検討を行った。

さらに、バルク超伝導磁石を利用した応用機器として、ひざ軟骨の再生治療用の幹細胞を軟骨欠損部に集中させる技術として、バルク超伝導磁石を応用する際の磁場制御技術についてシミュレーション等を行うとともに、広島大学と共同で、特許を出願した。

プロジェクト番号

S1001008

**平成 22 年度選定「私立大学研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

1 学校法人名 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 芝浦工業大学 SIT 総合研究所

4 プロジェクト所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5

5 研究プロジェクト名 ポータブル強磁場マグネットシステムの開発と応用

6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
村上 雅人	工学部材料工学科	教授

8 プロジェクト参加研究者数 16 名

9 該当審査区分 理工・情報

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
村上 雅人	材料工・教授	バルク超伝導体の高性能化	プロジェクトのとりまとめ
腰塚 直己	材料工・教授	高温超伝導体の物性評価	高性能マグネット作製の基礎
関 宏範	地域環境シ	バルク超伝導体のプロセス	高性能マグネット材料の提供
(共同研究機関等) 和泉 充	東京海洋 大学・教授	バルク超伝導体マグネットシ ステム	システム全体の構築
長嶋 賢	鉄道総研	バルク超伝導体の浮上応用	本システムの応用検討

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

11 研究進捗状況

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

手のひらの上に載るポータブル強磁場マグネットシステムを開発することで、専門家でなくとも超伝導の強磁場を自由に利用できる社会を実現する。強磁場は、医療現場や、薬品製造、各種製造現場、宇宙、化学分析などに広く利用されるうえ、研究者が自由に強磁場を利用できるようにになれば、新しい物理現象の発見にもつながる。

平成 21 年度は、強磁場発生のための RE-Ba-Cu-O 系バルク超伝導体の高性能化を材料組成およびプロセスの最適化を通して行う。平成 22 年度は平成 21 年度で開発したバルク超伝導体を用いて、その冷却システムおよび励磁システムを開発し、ポータブル強磁場マグネットシステムを試作する。平成 23 年度は、開発した強磁場システムを用いて、フィールド試験の実施とともに、各種応用に供する場合のシステムの最適化についても検討する。平成 24 年度は、前年度の成果をもとに、強磁場マグネットシステムの改良とともに、各種応用への検討実験を行う。平成 25 年度は、システムの実機運用も含めて、各種応用分野における強磁場応用について検討する。

(2) 研究組織

強磁場を発生するための Re-Ba-Cu-O 系バルク超伝導体の高臨界電流密度化などの高性能化を図るチームと、当該バルク超伝導体を励磁方法なども含めてポータブル強磁場マグネットシステムを構築するチーム、さらに、同システムによってえられる高磁場環境を応用するチームからなる。応用チームは用途開発とともに、現在、利用が検討される再生医療への応用、磁気分離装置への応用、回転機器への応用チームなどから編成される。

(3) 研究施設・設備等

研究施設

SIT 総合研究所 所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5 使用総面積 200 m²

先端工学研究機構 所在地 埼玉県大宮市 使用総面積 300 m²

研究設備

MPMS 物性測定装置 主な使用目的 超伝導材料の評価 事業計画額 6000 万円

(4) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

< 現在までの進捗状況及び達成度 >

現在、RE-Ba-Cu-O 系バルク超伝導体を製造するための装置および評価装置の整備を行い、合成したバルク超伝導体の評価を行っている。

また、バルク超伝導体高性能化のため、化学組成が超伝導体の特性に及ぼす影響の評価、バルク超伝導磁石の再生医療への応用可能性の検討、バルク超伝導体の浮上回転機器への応用検討、バルク超伝導体励磁のための高温超伝導線材製法に関する研究などを開始している。

< 特に優れた研究成果 >

バルク超伝導体は、本質的に機械特性に劣る材料系であり、その強化が必要となっている。今年は、前駆体にバインダーを添加することによる製造過程での欠陥導入の抑制および、作製後に、鉄系形状記憶合金でバルク体を締結することにより、機械的強度の向上だけでなく、捕捉磁場特性そのものが向上することも見出した。

＜問題点とその克服方法＞

手のひらに載る超伝導マグネットの実現には、超伝導材料そのものの特性向上（小型化と大電流密度化およびポータブル性を考慮した励磁、冷却システムの開発が必要となる。特性向上に関しては、現在 RE-Ba-Cu-O の RE サイトを複数の希土類元素で置換することによる高性能化が期待されており、その検討を行っている。また、ポータブル性については、励磁源として冷却の簡便な高温超伝導線材によるコイル励磁を考えており、そのための線材開発として、AD 法の適用を試み、良好な結果が得られている。

＜研究成果の副次的効果（実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。）＞

高温超伝導磁石システムは、小空間に強磁場と大きな磁気勾配が与えられるため、再生治療などにおいて、幹細胞を患部に集中させることが可能であり、特許申請を行った。（発明の名称「磁気誘導装置、磁気誘導システム」2010年10月25日、PCT/JP2010/068863）今後は、その実用化に向けた検討を行う予定である。

＜今後の研究方針＞

強磁場システムの基本となるポータブル強磁場マグネット用高性能超伝導材料の開発とともに、マグネットとして使用するための励磁システムおよび冷却システムの開発を進める。一方で、企業や他機関と共同研究を進めながら、回転機器や、再生医療などへ応用するための技術課題の抽出と、応用開発も進めていく予定である。

＜今後期待される研究成果＞

本研究では、超伝導による強力な磁場をポータブルかつコンパクトな強磁場マグネットとして提供するものである。開発する超伝導バルク材料は、狭い空間の中に非常に大きな磁場を捕捉するポテンシャルを有しており、冷却システム、励磁方法と併せて持ち運び可能な小型システムを開発すれば、永久磁石の10倍以上の強磁場をいつ、どこでも利用することが可能となる。強磁場応用が期待されているのは、再生医療などの先進医療分野と NMR を代表とする磁場利用分析技術などである。さらに、水浄化用磁気分離装置、マグネトロンスパッター装置などにおいても強磁場マグネットの応用が検討されており、多くの強磁場応用が創出されると期待される。

＜プロジェクトの評価体制（自己評価・外部評価を含む。）＞

SIT 総合研究所の研究センター（ポータブル強磁場マグネットセンター）として推進している事業であり、毎年の自己点検とともに、総合研究所としての外部評価委員会による評価を受けている。

12 キーワード（当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。）

(1) バルク超伝導体

(2) 超伝導磁石

(3) 磁気浮上

(4) 非接触回転装置

(5) 冷却システム

(6) 励磁システム

(7) 材料開発

(8) 形状記憶効果

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<レフェリー付論文>

1. A. Wongsatanawarid, H. Seki, M. Murakami, " Growth of large bulk Y-Ba-Cu-O with multi-seeding", *Supercond. Sci. Technol.* vol. 23 no. 4, p. 45022, (2010).
2. Y. F. Zhang, M. Izumi, M. Murakami, D. D. Wang, P. L. Li, " Enhanced J_c in air-processed $GdBa_2Cu_3O_{7-d}$ superconductor bulk grown by the additions of two Nd_2BaCuO_5 seeds, *Physica C* vol. 470 no. 20, p. 1164-1166, (2010).
3. A. Wongsatanawarid, H. Seki, S. Kobayashi, M. Murakami," Crack reduction in a large bulk Y-Ba-Cu-O superconductor through liquid binder addition", *Physica C* vol. 470 no. 20, p. 1167-1169, (2010).
4. H. Seki, A. Wongsatanawarid, S. Kobayashi, Y. Ikeda, M. Murakami," Effects of binder addition on the mechanical properties of bulk Y-Ba-Cu-O superconductors", *Physica C* vol. 470 no. 20, p. 1177-1180, (2010).
5. M. Ikeda, K. Takeda, H. Hasegawa, H. Seino, K. Nagashima, M. Murakami," Characterization of non-contact torque transfer and switching system for superconducting flywheel", *Physica C* vol. 470 no. 20, p. 1224-1226, (2010).
6. H. Kurabayashi, S. Horikoshi, A. Suzuki, M. Ikeda, A. Wongsatanawarid, H. Seki, S. Akiyama, M. Hiragushi, M. Murakami, " Interaction between ring permanent magnets and bulk Dy-Ba-Cu-O superconductors", *Physica C* vol. 470 no. 20, p. 1853-1855, (2010).
7. H. Seki, Y. Shimpō, T. Katagiri, M. Murakami," Fabrication of bulk Y-Ba-Cu-O superconductors with artificial holes through oxidation of carbon rods", *J. Phys.*, vol. 234 no. 1, p. 12037, (2010).
8. A. Wongsatanawarid, H. Seki, M. Murakami," Multi-seeding melt growth process of bulk Y-Ba-Cu-O superconductors for engineering applications", *J. Phys.*, vol. 234 no. 1, p. 12047, (2010).

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

新聞発表

日経産業新聞 2011 年 1 月 4 日「高温超伝導応用広がる」軟骨治療向け磁石開発へ、広島大、芝浦工大

プロジェクト番号

S1001008

＜これから実施する予定のもの＞

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには＊を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

現在、本プロジェクトは、淡路マテリアの平成22年度戦略的基盤技術高度化支援事業である「ユビキタス超電導磁石の開発に資する鉄系形状記憶合金の締付技術の高度化」とも協力しながら進めている事業であり、企業として実用化を目指す事業と協力しながら、推進している。

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

＜「選定時」に付された留意事項＞

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

外部評価を求められている。

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

これは、本センターだけではなく、大学全体として取り組むべき内容であり、本センターが所属する SIT 総合研究所として外部評価委員による評価を実施する予定である。

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	芝浦工業大学	大学名	芝浦工業大学
研究プロジェクト名	ソフトウェア開発技術教育研究センター		
研究観点	ソフトウェア開発技術教育		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

近年の IT 技術の発展に伴い、工学のあらゆる分野において情報処理技術はその基礎教育としての重要性が高まっている。また、産業界ではソフトウェア開発技術者不足のみならずソフトウェア開発技術教育を受けていない技術者によるソフトウェアの品質低下という問題も生じており、工業大学である本学においても、産業界の要請に答えるために、ソフトウェア開発技術教育を全学的に展開し、ソフトウェア開発技能をもつ質の高い人材を各工学分野に関わる産業界に輩出する仕組みをもつ必要がある。現在、文部科学省平成 21 年度大学教育・学生支援推進事業【テーマA】大学教育・学生支援推進事業に「工学系技術者のソフトウェア開発技能育成」のテーマで採択されたことを契機に、Incusphere Project を立ち上げ、本センターの活動を行っている。プロジェクトの名称は、学生にソフトウェア開発者のタマゴからヒヨコになってもらうことを目標として Incubation(孵化) + sphere(場)から付けられたものである。われわれの取組では、ソフトウェア開発プロセスや品質といった多様な観点に基づき、ソフトウェア開発者が開発工程において遭遇する具体的なシナリオに沿って学習できるシナリオベースの教科書により、問題解決プロセスの学習を支援する。また、ソフトウェアの品質を高めるスキルを持つためには、最新のプログラミング言語やツールの知識を獲得するのみではなく、本質的にソフトウェアが提供するサービスや製品の品質の良し悪しを判断できる能力を育成することが重要である。そこで、ソフトウェアの様々な品質を評価する評価ツールを用いて、自分でソフトウェアの良し悪しを判断する力を身につけることを支援することにより、ソフトウェア開発技術者に期待される総合的なソフトウェア開発能力の育成を目指す。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

プロジェクトでは以下の活動を実施している。

- ① ソフトウェア開発者が開発工程において遭遇する具体的なシナリオに沿って学習できるシナリオベースの教科書の開発。これまでに紙ベースの教科書を開発、講習会にて学生に配布した。
- ② Web 教科書システム(インフラおよび評価ツール)の研究開発。平成 23 年 4 月より、Web 教科書の運用を開始する予定である。
- ③ 実践的なソフトウェア工学教育方法に基づく、ソフトウェア開発技術者育成 PBL の研究開発。平成 22 年 4 月と 9 月に学部生を対象にソフトウェア開発体験講習会を実施した。
- ④ 高品質なソフトウェアを効率よく開発するためのモデル駆動開発技術に基づく要求分析手法およびソフトウェアの評価・学習支援ツールの研究開発を行い、国際会議等で研究発表を行った。
- ⑤ Learning Management System LUMINOUS の研究開発。平成 23 年 4 月から運用を開始する予定である。

プロジェクト番号

—

**平成 22 年度選定「私立大学研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

1 学校法人名 芝浦工業大学 2 大学名 芝浦工業大学

3 研究組織名 ソフトウェア開発技術教育研究センター

4 プロジェクト所在地 芝浦工業大学 大宮キャンパス

5 研究プロジェクト名 工学系技術者のソフトウェア開発技能育成

6 研究観点 ソフトウェア開発技術教育

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
松浦 佐江子	システム理工学部電子情報システム学科	教授

8 プロジェクト参加研究者数 6 名

9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

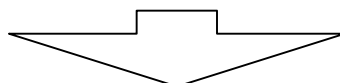
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
松浦 佐江子	システム理工学部・教授	シナリオベースの教科書の設計・開発	リーダー・研究全般
古宮 誠一	工学部・教授	評価ツールの設計・開発	研究・評価
(共同研究機関等) シグマコンサルティング株式会社	取締役・菅原英治	学習支援環境 LUMINOUS の開発	ツールの開発
株式会社ボイスリサーチ	取締役・西村一彦	Web 教科書の開発	ツールの開発

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクト外での研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)



プロジェクト番号

—

新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

近年の IT 技術の発展に伴い、工学のあらゆる分野において情報処理技術はその基礎教育としての重要性が高まっている。また、産業界ではソフトウェア開発技術者不足のみならずソフトウェア開発技術教育を受けていない技術者によるソフトウェアの品質低下という問題も生じており、工業大学である本学においても、産業界の要請に答えるために、ソフトウェア開発技術教育を全学的に展開し、ソフトウェア開発技能をもつ質の高い人材を各工学分野に関わる産業界に輩出する仕組みをもつ必要がある。現在、文部科学省平成 21 年度大学教育・学生支援推進事業【テーマA】大学教育・学生支援推進事業に「工学系技術者のソフトウェア開発技能育成」のテーマで採択されたことを契機に、Incusphere Project を立ち上げ、本センターの活動を行っている。プロジェクトの名称は、学生にソフトウェア開発者のタマゴからヒヨコになってもらうことを目標として Incubation(孵化) + sphere(場)から付けられたものである。われわれの取組では、ソフトウェア開発プロセスや品質といった多様な観点に基づき、ソフトウェア開発者が開発工程において遭遇する具体的なシナリオに沿って学習できるシナリオベースの教科書により、問題解決プロセスの学習を支援する。また、ソフトウェアの品質を高めるスキルを持つためには、最新のプログラミング言語やツールの知識を獲得するのみではなく、本質的にソフトウェアが提供するサービスや製品の品質の良し悪しを判断できる能力を育成することが重要である。そこで、ソフトウェアの様々な品質を評価する評価ツールを用いて、自分でソフトウェアの良し悪しを判断する力を身につけることを支援することにより、ソフトウェア開発技術者に期待される総合的なソフトウェア開発能力の育成を目指す。

(2) 研究組織

ソフトウェア工学を専門とする工学部およびシステム理工学部教員 2 名
 プログラミング教育を担当するシステム理工学部・デザイン工学部教員 2 名
 ポスドク研究員 2 名
 大学院博士課程・修士課程学生 4 名
 ソフトウェア開発会社 2 社

(3) 研究施設・設備等

特になし

(4) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び＊を付すこと。

<現在までの進捗状況及び達成度>

プロジェクトでは以下の活動を実施している。

- ① ソフトウェア開発者が開発工程において遭遇する具体的なシナリオに沿って学習できるシナリオベースの教科書の開発
- ② Web 教科書システム(インフラおよび評価ツール)の研究開発
- ③ 実践的なソフトウェア工学教育方法に基づく、ソフトウェア開発技術者育成 PBL の研究開発と講習会の実施
- ④ 高品質なソフトウェアを効率よく開発するためのモデル駆動開発技術に基づく要求分析手法およびソフトウェアの評価・学習支援ツールの研究開発
- ⑤ Learning Management System LUMINOUS の研究開発

具体的な成果としては、以下のとおりである。

- ①は紙ベースの教科書を開発、講習会にて学生に配布した。
- ②Web 教科書システム(インフラおよび評価ツール)の研究開発(第1期)が終了し、3月末には学生モニタ約30名による使用実験を実施する。その結果を踏まえて、平成23年4月より、運用を開始する予定である。
- ③平成22年4月 LUMINOUS 講習会を実施した。可視化によるプログラミング支援ツール AZUR の使用方法を説明した。参加者数は28名であり、工学部(情報工学科・電子工学科)システム理工学部(電子情報システム学科・機械制御システム学科・生命科学科)の学生が参加した。平成22年9月に「ソフトウェア開発講習会3日間コース」を開催した。参加者は31名であり、問題分析、開発ツールを利用したプログラム開発、プログラムのテストを体験した。
- ④モデリング手法並びにプログラムの評価・学習支援ツールに関する研究論文を国際会議等で発表した。
- ⑤Learning Management System LUMINOUS の研究開発(第1期)が終了し、3月に統合テストを実施し平成23年4月から運用を開始する予定である。

<特に優れた研究成果>

プログラミング初学者の学習支援ツール AZUR を研究開発し、デザイン工学科の2年次のプログラミング演習ならびに1年次情報処理演習に適用した。プログラムの構造および関数の可視化とプログラムの実行動作を連動させることにより、プログラミング初学者にとって理解が難しいプログラムの制御構造の学習に効果を上げることができた。

<問題点とその克服方法>

本研究での成果は、実際に学生の学習に適用し、その有効性を評価する必要がある。しかし、学生が自主的に紹介したツールを継続的に使用することができるためには、演習授業等で集中的に学習させることも必要である。本プロジェクトでは、授業への適用を実施することや、授業を通じての広報により、4月と9月に講習会を実施して、学習方法の指導を行っている。

<研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。)>

学習支援ツールの演習授業への適用を継続する。さらに、平成23年度からWeb教科書の運用を開始し、学生の学習状況を分析する。

<今後の研究方針>

Web教科書のコンテンツを研究者一同により開発し、学生に公開する。Web教科書のインフラは、学生の学習状況を把握することが可能であることから、学習状況の分析により、コンテンツの開発へのフィードバックを行う。また、他大学教員および企業の人材育成担当者を含めたコンテンツ作成者のコミュニティ形成を検討する。

<今後期待される研究成果>

Web教科書により、誰でもが自主的にソフトウェア開発の学習に参加することができる。教員は学生の学習状況を把握しながら、目標のソフトウェア開発技能育成への効果を検討し、コンテンツの改良を行うことができる。

<プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む。)>

プロジェクト番号

—

学習状況の調査により、プロジェクトの評価を行うと共に、企業の人材育成に関わる外部有識者によるコンテンツの評価を行う。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

(1) ソフトウェア工学 (2) プログラミング言語 C・Java (3) ソフトウェア開発方法
 (4) ソフトウェア品質 (5) 問題分析能力育成 (6) Web 教科書
 (7) UML モデリング能力の育成 (8) PBL

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくてもよい。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>

著者名	論文標題			
T. IMAIZUMI, H. HASHIURA, S. MATSUURA and S. KOMIYA,	A Programming Learning Environment "AZUR" : Visualizing Block Structures and Program Function Behavior			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Proc of JCKBSE'10	有		平成 22 年	pp.306 -311
著者名	論文標題			
H. Hashiura, S. Matsuura, S. Komiya,	Tool for Diagnosing the Quality of Java Program and a Method for its Effective Utilization in Education			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Proc of The 9th WSEAS International Conference on APPLICATIONS OF COMPUTER ENGINEERING (ACE'10),	有		平成 22 年	pp.276-282
著者名	論文標題			
Y. Aoki and S. Matsuura	A Method for Detecting Unusual Defects in Enterprise System			
雑誌名	レフェリー有無	巻	発行年	ページ
Proc of SOFTWARE ENGINEERING, PARALLEL and DISTRIBUTED SYSTEMS (SEPADS '11),	有		平成 23 年	to appear

<学会発表>

発表者名	発表標題		
今泉俊幸, 橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	ブロック構造の可視化によるプログラミング学習支援環境 azur ～関数の動作の可視化～		
学会名	開催地	発表年月	
電子情報通信学会, 信学技法 vol. 110	機械振興会館	平成 23 年 1 月	
発表者名	発表標題		
若林智徳, 松浦佐江子	Java プログラミング初学者のクラス構成学習のための依存関係解析		

プロジェクト番号	—
----------	---

学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会, 信学技法 vol. 110	機械振興会館	平成 23 年 1 月
発表者名	発表タイトル	
式見遼, 松浦佐江子	命名学習を目的としたソースコード難読化ツールの開発	
学会名	開催地	発表年月
第 27 回ソフトウェア科学会大会	津田塾大学	平成 22 年 9 月
発表者名	発表タイトル	
今泉俊幸, 橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	ブロック構造の可視化によるプログラミング学習支援環境 azur ～関数の動作の可視化～	
学会名	開催地	発表年月
情報処理学会 研究報告, SE-167, No. 11	国立情報学研究所	平成 22 年 3 月
発表者名	発表タイトル	
櫻井孝平, 松浦佐江子, 古宮誠一	モジュール分割を学習するための依存性の解析に基づくツールの開発	
学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会, 信学技法 vol. 109	九州工業大学	平成 22 年 3 月
発表者名	発表タイトル	
橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	Java プログラムの品質診断ツールとその教育への効果的利用方法	
学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会, 信学技法 vol. 109	九州工業大学	平成 22 年 3 月
発表者名	発表タイトル	
今泉俊幸, 橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	ブロック構造の可視化環境によるプログラミング学習支援	
学会名	開催地	発表年月
第 26 回ソフトウェア科学会大会	島根大学	平成 21 年 9 月
発表者名	発表タイトル	
今泉俊幸, 橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	ブロック構造の可視化環境によるプログラミング学習支援	
学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会, 信学技法 ET2009-30	和歌山大学	平成 21 年 9 月
発表者名	発表タイトル	
橋浦弘明, 松浦佐江子, 古宮誠一	Java プログラムの品質診断ツールとその教育への効果的利用方法,	
学会名	開催地	発表年月
電子情報通信学会, 信学技法 ET2009-31	和歌山大学	平成 21 年 9 月

プロジェクト番号

—

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

- HP の公開 <http://is.sayo.se.shibaura-it.ac.jp>
- 文部科学省平成 22 年度大学教育改革プログラム合同フォーラムにおけるポスター展示とデモンストレーション
- 芝浦ハッケン展でのプロジェクトの紹介

<これから実施する予定のもの>

- 産学連携交流会でのプロジェクト紹介

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには＊を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

学生の基礎的なプログラミング能力の不足など、ソフトウェア開発技能を養成する上でのこれまでの教育の問題点を克服することを目指していることは理解できるが、シナリオベースの教科書の作成や、オープンソースを用いたソフトウェアの評価ツールの開発によって現状を克服できるのか、取組の成果の評価をどのようにして行うのか、十分に説明されていない。これらの点について今後の更なる検討を行い、目標の成果が得られるよう努力することに加え、学生の学習を促すための指導・支援体制の充実を図るなど、取組の実効性向上のための更なる工夫が求められる。

<「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

Web 教科書では、コンテンツの作成の容易化および、学習状況把握の工夫を行っている。共同研究者ならびにプログラミング演習に携わる教員のコミュニティを形成し、コンテンツの充実と改善を行い、普及を図りたいと考える。プログラミングを学びたい学生は多数いることから、特に、学内におけるプロジェクトの活動の周知が重要であると考えます。

研究進捗状況報告書

1 研究組織名 脳科学・ライフテクノロジー寄附研究センター

2 プロジェクト所在地 さいたま市見沼区深作307

3 研究プロジェクト名 脳科学及び生活関連支援技術の研究

4 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
米田 隆志	システム理工学部	教授

5 プロジェクト参加研究者数 8 名

6 研究進捗状況

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

脳科学・ライフテクノロジー寄附研究センターは、財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所からの寄附金を基金とし、財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所で実施されてきた脳科学及び生活支援技術の研究の発展と本分野での人材育成を目指すことを目的として2010年7月に設立された。本学の他のセンターとは異なり、以下の事業内容を実施している。

1) 人材育成事業

- ①脳科学及び生活支援技術関連外国人研究員の短期及び長期の招聘
- ②脳科学及び生活支援技術関連研究者の海外渡航支援
- ③脳科学及び生活支援技術関連ハイブリッドツイニングプログラム支援

2) 顕彰事業

脳科学及び生活支援技術関連研究で顕著な成果を挙げた本学学生、大学院生に対して「脳科学・ライフテクノロジー奨励賞」の授与

3) 脳科学及び生活支援技術関連研究への研究費支援

4) シンポジウム等開催

5) 外部からの事業寄附等の受入れ

これらの事業実施に当たっては、財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所からの寄附金を原資とし、以下のように使用する。

- ①単年度予算500万円×10年とする。
- ②年度ごとに予算計画を立てて実施し、残預金が発生した場合は次年度へ繰り越す。
- ③残余原資がある限り本センターを継続する。

(2) 研究組織

本学システム理工学部生命科学科に所属する教員を中心に、学内で関連する研究に従事しているシステム理工学部機械制御システム学科、工学部通信工学科の教員が参加して組織する。学外からは、本研究プロジェクトに密接に関係する脳科学の専門家に協力してもらい、

エンジニアだけの狭い視野での研究とならないようにしている。

(3) 研究施設・設備等

研究施設は特に持たず、事務局を先端工学研究機構棟内に設置している。研究自体は各教員実験室で実施する。設備についても特に有していない。

(4) 進捗状況・研究成果等

2010年7月に海外からの研究者を招聘してキックオフシンポジウムを開催し、100名強の参加者を得た。また、9月にはマレーシア・サラワク大学から研究者を招聘し1週間日本に滞在させて、研究機関や学会の視察を行った。本年度はハイブリッドツイニングプログラムによる受け入れ学生がいなかった。来年度以降希望者がいれば積極的に受け入れる。

(5) 研究成果の公表

シンポジウムについては毎年最低1回は実施し、広く成果を公表する。

学会については、関連分野の学会に積極的に参加するとともに、論文投稿をできるだけ増やして成果を公表する。

7 運営体制及び外部評価

本センターの運営に当たっては、運営委員会を構成し、事業内容及び予算を決定している。本運営委員会には寄附元である財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所関係の外部委員4名、学内のセンター員4名と事務職員1名の9名で行っており、運営委員会自体が外部評価委員会としてのチェック機能が働いている。