

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。

1 建築ストック研究センター（2016年度予算:3,000千円）（5年目）

日本がこれから迎える超高齢社会において、あらゆる世代が満足して住み続けることができるよう、都市部に数多く存在する既存共同住宅を主な研究対象として、地域社会、建築、インフィル（内装・設備）をいかに再生するかを研究する。

2 パワーエレクトロニクス研究センター(2016年度予算:8,100千円)（4年目）

消費電力削減のキー技術であるパワーエレクトロニクスにおいて、要素技術であるデバイス製作から応用技術である電力系統連系技術までの出口を見据えた垂直統合型研究を行う。デモンストレータとして10kW高周波非接触給電技術を開発する。

3 ソフトウェア開発技術教育研究センター(2016年度予算:1,540千円)

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、開発現場で利用可能な形式検証技術をはじめとするソフトウェア開発技術とその教育方法を研究し、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。

4 グリーンイノベーション研究センター(2016年度予算:10,000千円)（4年目）

財団法人新機能素子研究開発協会からの寄付金を基金とし、同財団で実施されてきたパワーデバイスの研究など、持続可能な地球を実現する鍵であるグリーンイノベーション研究の推進、プロジェクトへの参画、実践的な人材の育成を目指す。

5 高齢者住環境デザイン研究センター

リフォーム等の実践を通して高齢者とその家族の負担軽減に資する住空間デザイン、ケアリフォーム要件のマニュアル化、設備の開発提案、認知症の周辺症状(BPSD)対応支援技術等について研究を行う。

6 ゼロエネルギー建築研究センター

建築・都市のゼロエネルギー化に向けて、関連する技術開発と実証を行う。一般社団法人環境共創イニシアチブが推進するエネマネハウス等への参加により、ゼロエネルギー建築モデルにて実証し、公開することで普及を目指す。

7 テーラーメイドマテリアル工学研究センター(2016年度予算:18,000千円)

世界的喫緊の課題である地球温暖化対策という共通の目標を掲げ、本学の強みである材料（マテリアル）分野の技術、材料の組成制御、表界面制御、マイクロナノ加工、先端計測・評価の、学科にまたがるシーズ技術をコアとして、芝浦型ERCのコンセプトを適用し、この課題を解決するグリーンイノベーションの創生を目指す。

8 QOL向上とライフサイエンスコンソーシアム(2016年度予算:3,000千円)

生命科学を基盤とし、機械・情報工学との融合を図ることで、産学に跨る確固たるヘルスケアイノベーションプラットフォームを創成し退行性変化の遅延のための技術開発、環境因子由来による疾患の診断・治療法の確立、予後の速やかな改善を促す技術開発を推進し、QOLの向上および健康長寿社会の実現を目指す。

9 ロボット・自動車共進化コンソーシアム(2016年度予算:4,000千円)

本学の強みであるロボットと自動車の共通要素技術を高度化・一体化し更に感性的アプローチを加えて、建屋内外、まちにおいて、生活や社会をシームレスに俯瞰し、高齢者や社会弱者の生活支援・活力向上や、安全で安心な社会生活（おもしろ共感コミュニティ）の実現を目指す。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

平成 24 年度～平成 28 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」 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 SIT 総合研究所 建築ストック研究センター
- 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 木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興
- 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
南 一誠	建設工学専攻	教授

- 8 プロジェクト参加研究者数 10 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
南 一誠	工学部・教授	木材を活用した住宅内装の開発	地場産業を活かした住宅内装の開発と事業化
蟹澤宏剛	工学部・教授	共同住宅内装用家具の開発	木材加工技術の育成
秋元 孝之	工学部・教授	改修用住宅設備の開発	住宅設備の開発
土方 勝一郎	工学部・教授	インフィルの耐震性確保	耐震性分析
(共同研究機関等) 澤田 誠二	客員教授	建築構法、団地再生	サプライチェーンマネジメントの計画
山崎 尚	(株)山康商店・代表取締役社長	木材加工、流通	地場産業の育成、技術支援
Stephen Kendall	Ball State 大学・教授	オープンビルディング	インフィルの市場開発
Tedd Benson	Bensonwood・代表取締役社長	木造工法	木造住宅生産の先進技術供与
近角 真一	集工舎都市建築デザイン研究所・所長	SI 工法	スケルトンインフィル技術の開発
安達 好和	(株)インテリックス空間設計・取締役	インフィル開発	インフィル下地の技術開発

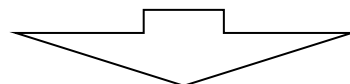
法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

<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
改修工事の施工性	工学部・教授	木本 健二	現場施工性の向上

(変更の時期:平成24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
(新採用)	工学部・教授	土方 勝一郎	耐震性分析

11 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

日本の住宅ストックの約4割は共同住宅であり、そのかなりの部分を占める区分所有マンションの老朽化が進んでいる。外から見ると健全に見えるマンションでも、入居者の高齢化、独居化が進み、住まい手の人間関係が崩壊しつつある。高齢化が進み、世帯用の住戸に1人、2人の高齢者が住まう。共同住宅の人口構成は歪で、地域コミュニティとしても機能していない。構造体として十分、耐久性、耐震性がある住宅ストックのインフィル(住宅の内装・設備)改修を行い、「住まい」と「住まい手」のミスマッチを解消して、健全な住共同体として再生することが急務である。技術的にどのように改修工事をするかだけではなく、住宅改修により、今後、どのように快適な地域社会を構築するかについても研究を行っている。共同住宅を、高齢者が住み続け、若い世帯も入居する、持続可能性を持った「すまい」として再生するため、ハード、ソフトの両面で総合的に検討する。

持続可能性や資源の有効活用の側面からも、これまでのように短い期間で、住宅をスクラップアンドビルドにより浪費することはできない。若い世代が今後、住居に負担できる資金は限られている。都心にリーズナブルな費用負担で、真に豊かな住環境を手に入れるためには、既存の住宅ストックを、有効に活用していくことが必須である。次の世代に、既存住宅ストックを、適切な姿で、引き継ぐ手法を構築することが、本研究の社会的意義である。

芝浦工業大学に近接する江東区新木場の木材流通企業と連携して、インフィル改修に木材を活用する手法を開発している。本研究は、既存住宅のストック改修と言う社会的課題と、景気低迷に苦しんでいる地元の木材流通加工業の振興と言う経済的課題とを組み合わせ、複合的に解決することを目指している。

(2)研究組織

研究目的を達成するため、この分野の研究、実務に精通する学内外の専門家による産学連携の研究組織を構成し、定期的に打ち合わせを行うことにより、研究を進めている。研究を円滑に進めるため、学外研究者には芝浦工業大学 SIT 総合研究所客員教授、客員研究員を委嘱している。芝浦工業大学理工学研究科の建設工学専攻分野における連携大学院客員教授には、オブザーバーになっていただき、定期的に助言をいただいている。

研究代表者の南一誠は、研究全体の総括、工程管理を行うとともに、自らは木材を活用した住宅内装の開発を研究課題とし、地場産業を活かした住宅内装の開発と事業化に取り組んでいる。研究代表者と各研究者は定期的に打ち合わせを行い、研究課題全体として、進行管理を行っている。土方勝一郎教授らは、共同住宅内装用家具の開発、改修用住宅設備の開発、インフィルの耐震性確保などを研究課題として、木材加工技術の育成、住宅設備の開発、耐震性分析を担当している。

学外研究者である、澤田誠二客員教授(明治大学・工学部元教授)は、専門性を活かして建築構法、団地再生を研究課題としてとりあげ、サプライチェーンマネジメントの計画を分担している。山崎尚株式会社山康・代表取締役社長は、木材加工、流通を専門とし、地場産業の育成や技術支援のあり方の検討について、研究代表者を補佐している。Ball State 大学の Stephen Kendall 教授は、研究代表者とはオープンビルディングの研究を30年以上にわたって協同しており、定期的に訪日して、インフィルの市場開発の研究を分担している。集工舎都市建築デザイン研究所の近角真一所長は、我が国の SI 工法に関する第一人者であり、スケルトンインフィル技術の開発を担当している。(株)インテリックスの安達 好和・取締役も、わが国におけるマンションのリフォームを先導する企業の技術責任者であり、本研究組織においては、インフィル開発におけるインフィル下地の技術開発を担っている。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

(3) 研究施設・設備等

・研究施設の場所、面積及び使用人数:

芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟 7 階 C28 室、8 階 C25 室(面積、約 75 m²)及び教室棟1階テクノプラザに設備を設置し、研究拠点として、プロジェクト所属の研究者および大学院院生が常時、研究を行っている。

・主な研究設備の名称と利用時間

2013 年度において BIM 対応 CAD システムを整備した。設備は常時使用可能な状態に有る。2014 年度において、木工製作機械として、6 軸多関節ロボットおよびガントリー型 NC ルーターを整備し、豊洲キャンパス 1 階テクノプラザに設置し、使用している。

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

研究5年目となる平成 28 年度においては、構想調書や申請書に記載した内容について、計画的に研究を進め、以下①～⑤に略述する活動を実施した。

- ① 木材を使用した住宅用内装材として、国産の無垢木材を使用した遮音性の高い床材の開発を、共同研究者(遮音材メーカーのコスモプロジェクト社、長谷工コーポレーション技術研究所)と継続して行い、実用に近い段階まで性能(=我が国のマンション管理組合の管理規約が規定する最高水準相当の遮音性能)を有する床材を開発できた。2017年においては、共同研究者の施工物件において試行採用を行い、現場作業性の確認、改良を経て、実用化する予定である。特許出願については、共同開発者の意向を踏まえて行う予定である。
- ② 建設作業、特に熟練工の不足が深刻化している状況を鑑み、居住者がセルフビルドにより共同住宅の内装インフィルを設置、改修できる構法を、実物大の試作品を製作し開発した。試作品及び説明パネルを、2016年5月28日に開催された環境自治体会議の会場や、2016年8月に本学豊洲キャンパスで開催したオープンキャンパスの場で展示した。木造のインフィルについては、2015年度は軸組み構法を中心に開発したが、2016年度はパネル構法を中心に開発した。共同研究者である新木場の材木企業が企業化を行う意思を表明しているため、本研究終了後も、引き続き改良作業を行う予定である。
- ③ 研究成果の発信として、2016 年 10 月 28 日に東京大学を会場として開催された、国立研究開発法人 建築研究所創立 70 周年記念講演会に招聘され、基調講演「住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化がもたらすものー」を行った。2016 年 10 月 20 日には中華人民共和国の政府機関として住宅、建築基準の策定業務を行っている中国建築標準設計研究院の創立 60 周年記念国際会議に招聘され、基調講演 Adaptable Housing in Japan を行った。中国政府機関からの招聘は、2015 年 9 月に、スイス連邦工科大学で開催された The Future of Open Building Conference にて発表した論文「Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System」が同会議に参加していた中国政府関係者から評価を得たこと、および本研究の共同研究者らと研究成果をまとめて出版した拙著「共同住宅のインフィル改修」が中国政府機関において読まれていることが背景にあった。2017年、ロンドンで John Wiley & Sons から出版される専門書 Architectural Design Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change ISBN: 9781119152644 に招聘され、研究成果を Japanese innovation in adaptable homes と題して論文を投稿した。
- ④ 国土交通省社会資本整備審議会委員や国立研究開発法人建築研究所研究評価委員会生産分科会主査として、研究成果を踏まえて、審議会、評価委員会で発言した。
- ⑤ 研究成果に対して、2016 年 5 月、都市住宅学会から、2016 年学会賞・著作賞を受賞した。

平成 24 年度から 28 年度における、主な研究内容と成果は以下の通り。

(1) 市場調査(担当:南、安達、橋本)

1) 江東区におけるマンションリフォームの市場調査

- ・住宅統計データ分析、人口統計データ分析
- ・江東区において分譲された、リフォームされた中古マンションの価格と、そのマンションの分譲時の価格を比較し、マンション改修の経済効果を分析
- ・江東区における共同住宅のインフィル改修需要を分析
(日本建築学会大会論文、日刊建設工業新聞、「集合住宅のインフィル改修」にて発表)

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

2) マンションリフォーム業者へのヒアリング調査など

- ・中古マンションを買い取り、リフォーム後に分譲しているインテリックス社や、長谷エリフォームなどにヒアリング調査
- ・TOTO, LIXIL, 大建工業などの住宅用建材、住宅設備メーカーの調査
- ・長谷エコーポレーションのインフィル調査
(「集合住宅のインフィル改修」、新建築、技術セミナー、シンポジウム講演で発表)

(2) 学術研究(主な担当者: 南、土方)

1) 居住履歴および改修履歴の分析

- 長寿命化を目指して可変性、更新性を付加した実験住宅の 30 年にわたる居住履歴、改修履歴を分析。リフォームの設計要件を検討。
- ・住宅 CAD データ作成
- ・CHS(長寿命共同住宅、センチュリーハウジングシステム)現地調査、
- ・KEP(UR 都市再生機構が1980年代初頭に多摩ニュータウンに建設)現地調査
(日本建築学会大会、日本建築学会論文報告集、国際学会 CIB で論文発表)

(3) 技術開発・市場化(主な担当者: 南、土方、山崎、安達、近角、橋本、ケンドル)

1) マンション改修用設計図書の作成および施工実験

① マンションの改修工事の標準的設計図書を作成

- ・建築設計図書の作成
- ・マンションリフォーム設計図書作成(インフィル改修モデルプランをタイプ別に作成)
- ・現場施工を分析し、設計図書を検証
(「マンションリフォームの標準的な設計図書」に成果をとりまとめた。)

② 標準的設計図書に基づき、リフォーム工事を試行

- ・試行工事対象住戸の選定
- ・マンションリフォーム工事の現場施工
(「集合住宅のインフィル改修」、技術セミナー、シンポジウム講演に成果を発表した。)

③ 木製インフィルの開発

- ・インフィル部品の市場調査
- ・木材の卸市場、小売市場の現地調査
- ・インフィルの製作図作成
- ・遮音性の高い国産無垢木材床フローリングの開発
(床遮音測定報告書に成果をとりまとめた。)
- ・木造インフィル空間ユニットの試作

④ インフィルの製作上の課題、市場化における課題(価格、流通等)の検討

- ・インフィル部品の市場調査、木材の卸市場、小売市場の現地調査。
- ・現場施工に基づき、インフィルを商品化するための要件検討
- ・企業化に向けての準備
- ・木材の利用促進策について、専門家へのヒアリング、具体的手法を明確化。
(「集合住宅のインフィル改修」、都市住宅学会(2013.8)、国際学会誌 OHI にて研究成果を発表した。)

(4) 木造インフィル空間ユニットの試作 (担当: 南、土方、安達、山崎)

木造インフィルの設計・製作・組立て・解体を行い、技術開発上の課題を分析した。木を感じられる和の空間であり、プレハブ建築としての特徴もある茶室を空間単位として考え、検討対象とした。人工数、組み立て手順などについて、数寄屋建築を専門とする建築家や伝統木造建築の棟梁の意見を参考とし、少人数での施工を可能とするため軸組構法を採用することとした。製作においては、木の特性や使い勝手等を踏まえて、どこにその部材を用いるのかを検討しながら製作作業を行った。設計段階で決めた人工数で組立て・解体を行い、施工時間を計測した。設定した人工で施工が可能かを確認した。

今回の試作では、仮組みを行ったことが奏功し、本組の施工時間は予想より短かった。組み立て手順として、組んだ土台を定規にして足固めを組み、それから束を打ち込む施工手順としたため、足元周りの施工時間の短縮が図れた。材料に木を使う場合、経年により木が痩せて隙間が出るためホゾをキツくしたいが、一方で組立て、解体の際に、仕口の欠損や変形が生じる危険性が高まる。両者の条件を満たすには高度な寸法調整が求められる。

セルフビルドでインフィルを製作する上で、最も重要な課題は人工と仕口である。住宅の室内にてインフィルを組立、解体するためには、施工時間が重要な要素である。本研究において確認した施工時間は非熟練工によるものであるが、計画していた時間通りの短い時間で組み立てることができ、今後の開発につながる成果が得られた。部材の長さ

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

を短くし、仕口を統一することにより施工が容易になり、非熟練工によるセルフブルドが可能なインフィルの可能性が高まると考えられる。

木は同じ材から取ったものであっても各々に反りの具合や節の有無等が異なるため、均一な品質の材料のように品質管理をすることは困難である。上下左右を反転して使用しても成立するインフィルを開発した場合、施工が簡略化でき施工時間の短縮につながると考えられるかもしれないが、木には使い勝手が決まっている。経年による部材の変形を考慮し、別れ継ぎを防ぐために元側を外から見て右側にする等の部材の向きへの配慮や、上むくり、下むくりの配慮、逆さ木にして使わない等多様なルールがあり、部材の入れ替えが簡単にはできない事を木造インフィルの開発の際には考慮する必要がある。

(5) 遮音性の高い国産無垢木材床フローリングの開発、試作・性能試験（担当：南、安達、山崎）

1) 開発の目的

化学繊維を利用した建材(以下、SS ボード)と無垢フローリング材を組み合わせる事により、どの程度の遮音性能を確保できるのか実験により確認した。今回の実験では無垢フローリング材に対しての SS ボードの性能を測る事を目的とし、その結果を今後の分析、考察、研究に活用する。

2) 実験方法

試験体はコンクリートスラブの上に直置きとした。測定対象の床上にタッピングマシンを設置し、衝撃音を発生させた。タッピングマシン設置位置は、室の周壁から 50cm 以上離れた床平面内で、中央点付近一点と 1/4 対角点に設置した。梁やリブをもつ異方性を持った床構造の場合は、各ハンマを結ぶ線が、梁やリブの方向に対して 45° の向きとなるようにタッピングマシンを設置した。測定は、発生音のレベルが安定してから行う。加振点は 3 点とし、試験体は 600 角のものを 2 枚使用(一部試験体については 1 枚)して行った。受音室の測定点は、騒音計一台のみを利用し、移動しながら 5 点計測を行った。各 5 点の高さはそれぞれ異なる高さ(0.8m 1.0m 1.2m 1.4m 1.6m)で測定した。始めにスラブ素面測定を行った後に、試験体セット→測定→試験体撤去→データ速報の 1 サイクル 15 分程度で各試験体を測定した。

3) 試験結果と考察

SS ボード 5mm あたり衝撃音 5dB の軽減が確認された。20mm の厚みで ΔL-45 が取得できる。音の印象としては、スラブ素面の衝撃音に比べ音の角が取れた印象であった。遮音シート(厚さ 1mm 面密度 2.1kg/m²)の効果の有無の検証したところ、衝撃音に対しては効果が無い事が分かった。防音マット(厚み 4.5mm 面密度 6.8kg/m²)の効果については、SS ボードと比べ衝撃音の減少量が少ない結果となった。防音マットが無垢フローリングに近い構成の方が遮音性能で高い性能が得られた。以上から、衝撃音に対する層構成は表面材に接している部分に制振性能が高いものを配置する事が重要である事が分かった。遮音シート・防音マットのメーカーはスラブ面に、これらのシートもしくはマットを設置するようにアドバイスしていたが、衝撃音に対しては異なるという結果であった。

(6) センチュリーハウジングシステムによる住宅の居住履歴、改修履歴の調査結果(担当：南、近角他)

長期居住履歴の調査はその重要性が指摘されながら、調査対象を何十年にも渡って継続調査することが困難なため、これまで多くは行われてこなかった。研究代表者らがこれまで、多摩ニュータウンエースト鶴牧 3 団地等において行った研究手法は、入居直後、入居後 10 年超経過後、20 年超経過後に住まい方を調査することにより、その変化を分析するものであった。本研究でも調査対象とした世帯に、入居開始から現在までの住まい方の変遷をアンケートやヒアリングにより調査・分析することを試みている。途中で転出した世帯の状況については調査できないことや、回答者の記憶に頼る調査のため調査結果の正確さに留意する必要があるが、長期居住の実態を把握するための、一つの現実的な調査手法であると考え採用した。

本調査では、アンケート調査において複数枚の住戸平面図を居住者に渡し、現在の住居の状態と過去の住戸内の住まい方についての記入を依頼した。住戸平面図を用いて家族構成の変化に伴う居住履歴の変遷、居住環境の評価、インフィル改修の履歴と今後の改修予定、CHS の認知度についての調査を行った。また、了解の得られた住戸に対してはアンケートの回答をもとにヒアリング調査を行った。234 戸中 228 戸に配布し、58 戸から回答を得ることができた。回収率は 25.4%である。ヒアリングは 14 戸を対象に実施した。

管理組合理事会、自治会、管理組合員への調査と並行して、管理会社へのヒアリングを行った。また調査対象とした集合住宅を当初、設計・施工した企業およびその関連会社で当該住宅の改修工事を担当している企業へのヒアリングを行った。設計・施工を担当した企業からは設計図書や CHS に関する資料等を提供いただいた。当初、建築、設備の設計を担当した技術者には調査結果を報告し、CHS の評価について意見交換を行った。

(7) 査読付き論文 10 編、一般論文 23 編を発表した(* 13 の査読付き論文(A)、* 13 の査読なし論文)。

本研究の成果を反映して、単著(P.200)1 冊、共著 6 冊を出版した(* 13<図書>)。日本建築学会での学術講演 14 編(* 13 の<学会発表>)、専門家やマンション管理組合役員を対象としたセミナーなどで講演、パネルディスカッションを行い、研究成果を報告した(13 の<研究成果の公開状況>)。研究内容について国土交通省社会資本審議会等で発言し、議事録が国土交通省のウェブサイトで開催された(* 14 その他の研究成果の 7)。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

＜優れた成果が上がった点＞

- (1) 2016 年 10 月 28 日に東京大学を会場として開催された、国立研究開発法人建築研究所創立 70 周年記念講演会に招聘され、基調講演「住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化がもたらすものー」を行った。
- (2) 2016 年 10 月 20 日には中華人民共和国の政府機関として住宅、建築基準の策定業務を行っている中国建築標準設計研究院の創立 60 周年記念国際会議に招聘され、基調講演「Adaptable Housing in Japan」を行った。
- (3) 2017 年、英国ロンドン John Wiley & Sons 社から出版される専門書 Architectural Design Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change ISBN: 9781119152644 に招聘され、研究成果を Japanese innovation in adaptable homes と題して寄稿した。(掲載決定)
- (4) 研究成果に対して、2016 年 5 月、都市住宅学会から、2016 年学会賞・著作賞を受賞した。

＜課題となった点＞

導入した研究設備の次年度以降の維持管理費用が課題です。

＜自己評価の実施結果と対応状況＞

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。その結果を受け、研究戦略会議において、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。また、客観評価については、SIT 総合研究所として、年に 1 回、外部の有識者 4 名(大学、企業等)からなる評価委員会を実施し、多角的な視点から忌憚りの無い評価・アドバイス等を受けている。

＜外部(第三者)評価の実施結果と対応状況＞

2015 年 3 月 2 日、文部科学省高等教育局担当者(私学部私学助成課:平野正幸官、伊藤新悟官)及び外部評価委員(京都大学溝口文雄教授、東京理科大学北村隆行名誉教授)による中間審査(実地審査)を受審した。その指摘事項と、研究センターとしての対応策に基づき、研究を進めている。

文部科学省外部評価委員からは、本学 SIT 総合研究所外部評価者は 4 名とも、建築分野以外の研究者であるため、建築ストック研究センターとして独自に、建築分野の外部専門家の意見を聴く体制をとっていることに対して、一定の評価を受けたため、その後も以下の通り、自主的な外部評価を継続している。

- ・本研究分野の権威である東京理科大学元理工学部長・名誉教授の真鍋恒博氏に、芝浦工業大学 SIT 総合研究所客員教授を委嘱し、原則として毎月 1 回、研究の進捗状況などについて、指導・助言をいただいている。真鍋教授の紹介で、産業界の専門家からヒアリングする機会を得ることができ、研究内容が実務の実態に即したものとなる成果が得られている。
 - ・本研究課題に関連する分野において研究実績が豊富な京都大学工学系研究科教授の高田光雄氏に助言をいただいている。
 - ・本研究分野と関連する研究課題にて COE 拠点リーダーの経験がある首藤大学東京の深尾精一名誉教授から、助言をいただいている。
 - ・米ボール州立大学のステファン・ケンドル名誉教授に研究組織に参加いただき、国際的な視点で、技術開発の方向性について助言をいただいている。
- 上記の専門家の方がたの評価、助言を踏まえて、研究目標と成果について、絶えず確認を行い、必要に応じて見直すよう心がけている。」

＜研究期間終了後の展望＞

本プロジェクト終了後も、整備した研究装置・設備を最大限に活用して、木質系インフィルユニットの更なる開発を行い、実用化に向けての研究を進めていきたい。

＜研究成果の副次的効果＞

下記の審議会などで、研究成果を活かした社会貢献活動を行っている。

国土技術政策総合研究所 総合技術開発プロジェクト 地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント技術の開発 委員(2015 年より現在)、国立研究開発法人建築研究所研究評価委員会生産分科会、主査(2016 年度より現在)、公益社団法人ロングライフビル推進協会 ビルのライフサイクルマネジメント指針等作成委員会 副委員長(終了)、公益社団法人 建築技術教育普及センター インテリアプランナー更新講習委員会、委員長、(2015 年 3 月 18 日 ~ 現在)、公益社団法人 ロングライフビル推進協会 建築・設備総合管理技術者講習委員会 委員長(2014 年 1 月 22 日 ~ 現在)等。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

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) <u>共同住宅</u> | (2) <u>ストック活用</u> | (3) <u>インフィル(内装・設備)</u> |
| (4) <u>既存改修</u> | (5) <u>木材利用</u> | (6) <u>地域産業再生</u> |
| (7) <u>高齢者居住</u> | (8) <u>ビジネスモデル構築</u> | |

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

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>

(1)国内学会採択・発表済

2016 年度においては、日本建築学会大会において下記の 4 編の論文を発表した。

- * 1)KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1 分冊, pp.1307-1308、2016 年 8 月
 - * 2)KEP 方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1 分冊, pp.1309-1310、2016 年 8 月
 - * 3)KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1 分冊, pp.1319-1320、2016 年 8 月
 - * 4)KEP 方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1 分冊, pp.1321-1322、2016 年 8 月
- その他、下記の発表を行った。
- * 5)インフィル、木材、そして総合芸術、木まつり 2016 秋、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会 関東甲信越支部埼玉地域会、2016 年 10 月 9 日、
 - * 6)リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー、2016 年 7 月 23 日
 - * 7)先端技術が拓くマスカスタマイゼーションの新たな可能性、新木場木まつり 2016 夏、木のことをもっと知ってもらい、もっと使ってもらうために part II、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会、2016 年 7 月 16 日、
 - * 8)リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー、2016 年 6 月 25 日
 - * 9)ストック活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit -, 第 21 回リフォーム&リニューアル建築再生展 2016 基調講演(招聘)、2016 年 6 月 3 日
 - * 10)木材を使用した住宅用インフィルの開発 - Long Life & Loose Fit -, 新木場木まつり 2016 春「木のことをもっと知ってもらい、もっと使ってもらうために」—今までの木づかい、これからの木づかい—、2016 年 3 月 26 日

(2)国際学会査読付き論文、発表済

- * 1) Adaptable Housing in Japan、中国建築標準設計研究院主催 2016 Beijing・International Forum of Open Building Development and Practice -Construction Model of International Open Building and Housing Industrialization 基調講演, October 20th, 2016, Beijing
- * 2) Post-Occupancy Evaluations of the adaptable housing in Japan, Kazunobu Minami, SUSTAINABLE HOUSING 2016 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE HOUSING PLANNING, MANAGEMENT AND SUSTAINABILITY, Sustainable Housing 2016 Chapter 7: Refurbishment and upgrading of residential buildings pp.467-476, November 16-18, 2016, The University Lusíada, Porto Portugal
- * 3)The efforts to develop longer life housing with adaptability in Japan, Kazunobu Minami, PROCEEDINGS pp.755-766, SBE16 Tallinn and Helsinki Conference; Build Green and Renovate Deep, 5-7 October 2016, Tallinn and Helsinki
- * 4) The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
- * 5)Effect of Design on Maintenance of Public Residential Buildings in Lagos State, Nigeria, Oluwasegun Akande and Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

- * 6) Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System, Kazunobu Minami, The Future of Open Building Conference 2015, ETH Zurich

(3)論文(掲載済み)、発表状況

査読付き論文5編、一般論文18編を発表した(下記に概要を記載)。また研究成果を元に、単著(P.200)1冊、共著6冊を出版した。日本建築学会での学術講演12編、専門家やマンション管理組合役員を対象としたセミナーなどで講演、パネルディスカッションを6回行い、研究成果を報告した。

(A)査読有りの論文

- * 1) Adaptable Housing in Japan、中国建筑標準設計研究院主催 2016 Beijing・International Forum of Open Building Development and Practice -Construction Model of International Open Building and Housing Industrialization 基調講演, October 20th, 2016, Beijing
- * 2) Post-Occupancy Evaluations of the adaptable housing in Japan, Kazunobu Minami, SUSTAINABLE HOUSING 2016 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE HOUSING PLANNING, MANAGEMENT AND SUSTAINABILITY, Sustainable Housing 2016 Chapter 7: Refurbishment and upgrading of residential buildings pp.467-476, November 16-18, 2016, The University Lusíada, Porto Portugal
- * 3) The efforts to develop longer life housing with adaptability in Japan, Kazunobu Minami, PROCEEDINGS pp.755-766, SBE16 Tallinn and Helsinki Conference; Build Green and Renovate Deep, 5-7 October 2016, Tallinn and Helsinki
- * 4) The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
- * 5) Effect of Design on Maintenance of Public Residential Buildings in Lagos State, Nigeria, Oluwasegun Akande and Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
- * 6) Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System, Kazunobu Minami, The Future of Open Building Conference 2015, ETH Zurich, September 9-11 2015
- * 7) センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の居住履歴とインフィル改修、南一誠、丸山諒太郎、日本建築学会計画系論文集 第80巻 第711号, 1075-1084, 2015年5月
- * 8) Infill Renovation, Kazunobu Minami, Open House International, Vol 40 no1, 2015, pp.44-47
- * 9) 成熟社会における共同住宅ストックの再生、南一誠、都市住宅学会 20周年記念誌、pp.114-117、2013年8月
- * 10) センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の居住履歴とインフィル改修、南一誠、丸山諒太郎、日本建築学会計画系論文集 第80巻 第711号, 1075-1084, 2015年5月

(B)査読なしの論文

- * 1) スtock活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit-, 南一誠、pp.44-49, 月刊リフォーム 2016年8月号、コ・ベネフィット型のStock活用へ:ビル・マンションの再生・改修がもたらす多様な効果(Part I))
- * 2) KEP方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧3中層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、佐藤慎吾・吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊、pp.1307-1308、2016年8月
- * 3) KEP方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧3中層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊、pp.1309-1310、2016年8月
- * 4) KEP方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧3低層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、胡天行・吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊、pp.1319-1320、2016年8月
- * 5) KEP方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧3低層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、永田圭甫・吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊、pp.1321-1322、2016年8月
- * 6) コ・ベネフィット型のStock活用へ ビル・マンションの再生・改修がもたらす多様な効果、友澤史紀、坊垣和明、南一誠、安達和男、REFORM 2016年1月号、pp.1-16
- * 7) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」-公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報告、pp.33-36、2015年7月27日
- * 8) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(1)、永田圭甫(芝浦工業大)・佐藤慎吾・横田裕・荒木優太・吉田早織・山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、E-1分冊、pp.1201-1202、2015年9月
- * 9) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(2)、佐藤慎吾・永田圭甫・横田裕・吉田早織・荒木優太・山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、E-1分冊、pp.1201-1202、2015

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

年 9 月

- * 1 0) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (3), 横田裕・荒木優太・山中尚典・吉田早織・佐藤慎吾・永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東)、E-1 分冊, pp. 1201-1202、2015 年 9 月
- * 1 1) CHS 方式集合住宅における居住者属性 -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、山中尚典、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、横田裕、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、E-1 分冊, pp. 1201-1202、2014 年 9 月
- * 1 2) CHS 方式集合住宅における居住履歴(1) -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、横田裕、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、山中尚典、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、E-1 分冊, pp. 1225-1226、2014 年 9 月
- * 1 3) CHS 方式集合住宅における居住履歴(2) -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、吉田早織、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山中尚典、横田裕、山田知洋、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、E-1 分冊, pp. 1227-1228、2014 年 9 月
- * 1 4) CHS 方式集合住宅におけるインフィル改修 -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日比野雄大、山中尚典、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、横田裕、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、E-1 分冊, pp. 1203-1204、2014 年 9 月
- * 1 5) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化 リフォーム&リニューアルによる新しい価値の創造、南一誠、月間リフォーム、第 31 巻 1 号通巻 358 号、pp. 46-49、2014 年 1 月
- * 1 6) マンションストックの再生技術と専門家の役割、南一誠、日本ウレタン建材工業会誌ウレタン建材 37 号、2014 年 1 月
- * 1 7) 「マンション再生に係る専門家の育成」について、南一誠、市街地再開発、pp. 30-45、No. 523、2013 年 11 月
- * 1 8) 木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興、南一誠他、日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)、pp. 1017-1018、2013 年 8 月
- * 1 9) 長寿命建築と都市、社会、技術、南一誠、公益社団法人ロングライフビル推進協会 BELCA NEWS、pp. 11-19、2013 年 7 月

他 4 編

(C)学術図書等

- * 1) Architectural Design Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change, 共著、2017, John Wiley & Sons London
- * 2) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化、南一誠、UNIBOOK、2014 年 2 月 28 日
- * 3) 木の魅力を伝える、南一誠他、pp. 4-28、pp. 158-159、UNIBOOK、2014 年 2 月 28 日
- * 4) 集合住宅のインフィル改修、集合住宅のインフィル再生技術 ～インテリアの新技术～、南一誠、安達好和、近角真一、川崎直宏、安孫子義彦、井上書院、2014 年 2 月 28 日
- 5) 日本建築学会叢書「市民と専門家が協働する成熟社会の建築・まちづくり」、南一誠、和田章、後藤治、中井検裕、桑田仁、樋口秀、高木次郎、川瀬貴晴、鈴木祥之、2014 年 2 月 28 日
- * 6) 共同住宅ストックの再生のための技術の概要 総合、高齢者対応、南一誠、pp. 8-43、耐用性、pp. 44-49、マンションストック再生技術、テツアドー出版、2013 年 6 月 28 日
- 7) 包括的な生活サービスへの拡大とサプライチェーンを活かしたインフィル産業の構築、南一誠、プレハブ建築協会 50 年史、第 4 章「これからのプレハブ建築」、p. 190、2013 年 5 月
- 8) 平成 26 年インテリアプランナー更新講習テキスト、財団法人日本建築技術教育普及センター、南一誠、福井潔、近角真一、川崎直宏、2014 年 4 月、2015 年 4 月、2016 年 4 月

(D)日本建築学会学術講演

- * 1) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究 (1)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp. 1307-1308、2016 年 8 月
- * 2) KEP 方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究 (2)、吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp. 1309-1310、2016 年 8 月
- * 3) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究 (1)、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp. 1319-1320、2016 年 8 月
- * 4) KEP 方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究 (2)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp. 1321-1322、2016 年 8 月
- * 5) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (1)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015 年 9 月
- * 6) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (2)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015 年 9 月
- * 7) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (3)、横田裕・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015 年 9 月
- * 4) CHS 方式集合住宅における居住者属性 -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、山

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

中尚典、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
 ＊ 5) CHS 方式集合住宅における居住履歴(1) -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、横田裕、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
 ＊ 6) CHS 方式集合住宅における居住履歴(2) -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、吉田早織、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
 ＊ 7) CHS 方式集合住宅におけるインフィル改修 -センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日比野雄大、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
 他 3 編

<図書>

- ＊ 1) ロングライフを目指すビルのライフサイクルマネジメント、共著、170 ページ、公益社団法人ロングライフビル推進協会、2015 年 10 月
- ＊ 2) 長く暮らせるマンション 多様な住まい方を実現するストック再生の手法、共著（分担執筆）、団地再生まちづくり 4、水曜社、pp.142-146、2015 年 9 月
- ＊ 3) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化、南一誠、200 ページ、UNIBOOK、2014 年 2 月 28 日
- ＊ 4) 木の魅力を伝える、南一誠、山下浩一、三浦清史、pp.4-28、pp.158-159、UNIBOOK、2014 年 2 月 28 日
- ＊ 5) 集合住宅のインフィル改修、集合住宅のインフィル再生技術 ～インテリアの新技术～、南一誠、安達好和、近角真一、川崎直宏、安孫子義彦、井上書院、2014 年 2 月 28 日
- ＊ 6) 日本建築学会叢書「市民と専門家が協働する成熟社会の建築・まちづくり」、南一誠、和田章、後藤治、中井検裕、桑田仁、樋口秀、高木次郎、川瀬貴晴、鈴木祥之、「はじめに」、「あとがき」、2014 年 2 月 28 日
- ＊ 7) 共同住宅ストックの再生のための技術の概要 総合、高齢者対応、南一誠、pp.8-43、共同住宅ストックの再生のための技術の概要 耐用性、pp.44-49、マンションストック再生技術、テツアドー出版、2013 年 6 月 28 日
- ＊ 8) 包括的な生活サービスへの拡大とサプライチェーンを活かしたインフィル産業の構築、南一誠、プレハブ建築協会 50 年史、第 4 章「これからのプレハブ建築」、p.190、2013 年 5 月
- ＊ 9) 平成 26 年インテリアプランナー更新講習テキスト、財団法人日本建築技術教育普及センター、南一誠、福井潔、近角真一、川崎直宏、2014 年 4 月

<学会発表>

- ＊ 1) 既存共同住宅ストックの再生に向けたインフィル改修 Long Life, Loose Fit、南一誠、(一社) マンションリフォーム推進協議会 (REPCO) 平成 27 年度 第 2 回「会員交流講演会」、2015 年 12 月 3 日、明治薬科大学 剛堂会館ビル
- ＊ 2) 共同住宅の□期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、南一誠、長谷工コーポレーション共同調査・研究解説講演会、2015 年 11 月 25 日
- ＊ 3) ハブラーケンの思想、南一誠、文化庁 平成 27 年度 地域の核となる美術館・歴史博物館支援事業アート井戸端かいぎ「“き”がわりを“き”がえる」、川口市芝公民館 2015 年 10 月 18 日
- ＊ 4) 建築・住宅分野における長寿命化技術と計画手法、日本学術会議第 3 部 土木工学・建築学委員会 大地震に対する大都市の防災・減災分科会、2015 年 8 月 18 日
- ＊ 5) 公共施設再編の計画と実践ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間的総括ー、日本建築学会建築計画委員会 設計計画運営委員会主催シンポジウム、2015 年 7 月 27 日
- ＊ 6) 新浦安 CHS による共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、日本建築学会建築計画委員会各部構法小委員会、オープンビルディング小委員会、現代構法計画研究WG、オープンビルディング事例情報収集WG 合同委員会、2015 年 7 月 22 日
- ＊ 7) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報告、pp.33-36、2015 年 7 月 27 日
- ＊ 8) 新しい空間を提示するリノベーション、馬場正尊、松村秀一と、第 20 回 R&R 建築再生展 2015、2015 年 6 月 4 日
- ＊ 9) 建築・住宅分野における長寿命化技術と計画手法、日本学術会議第 3 部土木工学・建築学委員会 インフラ健全化システム分科会、2015 年 6 月 2 日
- ＊ 10) 埼玉県における市町村合併に伴う庁舎再編、山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月
- ＊ 11) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (1)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月
- ＊ 12) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (2)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月
- ＊ 13) KEP 方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究 (3)、横田裕・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月
- ＊ 14) 自治体の設計・コンサル発注の状況に関する日本学術会議によるアンケート調査結果、山田知洋・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月
- ＊ 15) 木都水園 新木場再開発、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015 年 9 月

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

- *16) 山中尚典、南一誠他：CHS 方式集合住宅における居住者属性 - センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
- *17) 日比野雄大、南一誠他：CHS 方式集合住宅におけるインフィル改修 - センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
- *18) 横田裕、南一誠他：CHS 方式集合住宅における居住履歴(1) - センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
- *19) 吉田早織、南一誠他：CHS 方式集合住宅における居住履歴(2) - センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
- *20) 木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2013 年 8 月
- *21) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(1)、加藤達也、南一誠、日本建築学会学術講演、2013 年 8 月
- *22) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(2)、原田亮介、南一誠、日本建築学会学術講演、2013 年 8 月
- *23) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(3)、荒木優太、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 年 9 月
- *24) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(4)、山田知洋、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014 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>

研究成果公開用ホームページ <http://www.minami.arc.shibaura-it.ac.jp>

シンポジウムなど

- *1) 2017 年 1 月 27 日 日本建築学会 建築計画委員会 設計計画運営委員会 公共施設マネジメント小委員会 主催 公開研究会「公共施設再編とまちなか再生」で講演
- *2) 2016 年 11 月 21 日、近年の大震災における仮設住宅の教訓と今後の課題、日本学術会議 巨大津波に対する国土計画と防災・減災分科会で講演。
- *3) 2016 年 10 月 28 日、住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化がもたらすものー、国立研究開発法人 建築研究所創立 70 周年記念講演会で基調講演
- *4) 2016 年 10 月 20 日、Adaptable Housing in Japan、中国建築標準設計研究院創立 60 周年記念式典で基調講演
- *5) 2016 年 10 月 9 日、インフィル、木材、そして総合芸術、木まつり 2016 秋、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会で講演。
- *6) 2016 年 9 月 22 日、The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, The International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA) 2016、A-7-3 Design Method 1 で講演。
- *7) 2016 年 8 月 1 日、安全性の高い国土・都市に向けての長期的戦略の必要性、日本学術会議主催シンポジウム「大震災の起きない都市を目指して」、大地震に対する大都市の防災・減災分科会で講演
- *8) 2016 年 7 月 23 日、リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー で講演。
- *9) 2016 年 7 月 16 日、先端技術が拓くマスカスタマイゼーションの新たな可能性、新木場木まつり 2016 夏、木のことももっと知ってもらい、もっと使ってもらうために part II、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会で基調講演
- *10) 2016 年 6 月 25 日、リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナーで講演。
- *11) 2016 年 6 月 3 日、ストック活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit -, 第 21 回リフォーム&リニューアル建築再生展 2016 で基調講演。
- *12) 2016 年 3 月 26 日、木材を使用した住宅用インフィルの開発 - Long Life & Loose Fit -, 新木場木まつり 2016 春「木のことももっと知ってもらい、もっと使ってもらうために」ー今までの木づかい、これからの木づかいーで基調講演。
- *13) 2016 年 3 月 9 日、日本建築学会建築計画委員会オープンビルディング小委員会で講演
- *14) 2016 年 3 月 1 日、関東甲信越地方における市町村合併と庁舎再編の現状と改善提案、日本学術会議シンポジウム「地方創生と土地利用変革 ～ 法制度の創造的見直し」、日本学術会議土木工学・建築学委員会、地方創生のための国土・まちづくり分科会で講演。
- *15) 既存共同住宅ストックの再生に向けたインフィル改修 Long Life, Loose Fit、南一誠、(一社)マンションリフォーム推進協議会(REPCO) 平成 27 年度 第 2 回「会員交流講演会」、2015 年 12 月 3 日、明治薬科大学 剛堂会館ビル
- *16) ハブラケン思想、南一誠、文化庁 平成 27 年度 地域の核となる美術館・歴史博物館支援事業アート井戸端かいぎ「き」がわりを「き」がえる」、川口市芝公民館 2015 年 10 月 18 日

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

- * 17) 公共施設再編の計画と実践ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間的総括ー、日本建築学会建築計画委員会 設計計画運営委員会主催シンポジウム、2015 年 7 月 27 日
- * 18) 新浦安CHS による共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、日本建築学会建築計画委員会各部構法小委員会、オープンビルディング小委員会、現代構法計画研究WG、オープンビルディング事例情報収集WG合同委員会、2015 年 7 月 22 日
- * 19) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報告、pp. 33-36、2015 年 7 月 27 日
- * 20) 新しい空間を提示するリノベーション、第 20 回 R&R 建築再生展 2015、2015 年 6 月 4 日
- * 21) 木の魅力を伝える 趣旨説明、南一誠、パネルディスカッション、「地（知）の拠点整備事業」イベント、木の魅力を伝える、第 19 回 東京バリエリア産学官連携シンポジウム、2014 年 1 月 25 日、芝浦工業大学
- * 22) マンションの長寿命化に向けた診断と予防保全、南一誠、公益社団法人ロングライフビル推進協会(BELCA) BELCAセミナー、長く安心して住めるマンションをめざしてーこれからのマンション管理のあり方ー、2013 年 9 月 4 日、連合会館
- * 23) マンション再生に係る専門家の育成、南一誠、マンション再生協議会総会・シンポジウム、2013 年 7 月 10 日、すまいるホール <http://www.uraja.or.jp/mansion/doc/news/130710/document02.pdf>
- * 24) 「総合」及び「耐用性」について 国土交通省「持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会」の成果より、南一誠、第 18 回 リフォーム&リニューアル建築再生展 マンション・ビルのストック再生技術、2013 年 7 月 3 日、東京ビッグサイト <http://rr2013.rrshow.jp/>
- * 25) 可変型集合住宅のライフサイクルデザインー既存共同住宅ストックの再生に向けてー、南一誠、日本建築家協会メンテナンス部会 プロフェッショナルのための技術セミナー、2014 年 10 月 15 日
- * 26) 世界の木造建築、南一誠、新木場木まつり 2014・冬、江東区新木場シンポジウム、2014 年 12 月 6 日

他

<これから実施する予定のもの>

- ・特に予定が決まっているものはありません。

14 その他の研究成果等

- * 1) 日刊建設工業新聞ストック活用特集号、インタビュー記事「地域、時代のニーズに合わせたストック管理を」が掲載 (2014 年 3 月 26 日)。
http://www.shibaura-it.ac.jp/society/advanced_engineering_organization/center11.html)
- * 2) 長く暮らせるマンション 多様な住まい方を実現するストック再生の手法、南一誠、ウエインディ 2013 年 8 月 15 日号、第 291 号、9 ページ (全国のマンション管理組合に配布されているフリーペーパー)
- * 3) これからの住まいづくりに求められることとは?、長谷工コーポレーション社内報 SHIN 2013 Autumn vol. 23、pp. 14-15
- * 4) 住民合意をまとめていく 話し合いの糸口をつかむ、ダイヤモンドMOOK 蘇るマンション みんなで決める 再生への第一歩、P. 21、2013 年 4 月
- * 5) 既存住宅ストックの有効利用が目標 木を活かしたリフォームを開発中、総合資格学院 Architekton PLUS vol. 7、pp. 13-16、2013 年 4 月
- * 6) CHS による共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査、ハウジングアンドコミュニティ財団との共同研究、2013 年 7 月 1 日～12 月 27 日
- * 7) 国土交通省、社会資本整備審議会・交通政策審議会 社会資本メンテナンス戦略小委員会委員
国土交通省、社会資本整備審議会建築分科会委員
国土交通省、社会資本整備審議会建築分科会建築基準制度部会委員
- * 8) 建築士法第 15 条の 6 第 3 項の規定により準用する同法第 15 条の 3 の規定に基づく二級建築士および木造建築士試験の試験委員、財団法人建築技術教育普及センター
- 9) 日本学術会議連携会員 (第 3 部) 土木工学・建築学委員会
大規模地震災害総合対策分科会、大学等研究・キャンパス整備に関する検討分科会、デザイン等の創造性を喚起する社会システム検討分科会、低炭素建築・都市マネジメント分科会 委員

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

＜「選定時」に付された留意事項＞

「外部評価を含む評価体制を整備されたい。」との記載をいただいている。

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

本研究分野の権威である東京理科大学元理工学部長・元教授の真鍋恒博氏に、芝浦工業大学 SIT 総合研究所客員教授を委嘱し、原則として毎月 1 回、研究の進捗状況などについて、指導・助言をいただいている。真鍋教授の紹介で、産業界の専門家からヒアリングする機会を得ることができ、研究内容が実務の実態に即したものとなる成果が得られている。

本研究課題に関連する分野において研究実績が豊富な京都大学工学系研究科教授の高田光雄氏と米ボール州立大学のステファン・ケンドル教授に助言をいただいた。私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の建築系分野に採択され研究を進めている関大大学環境都市工学部建築学科の江川直樹教授の研究成果報告会に参加し、戦略研究の進め方、特に成果の公表などについて学んだ。本研究分野と関連する研究課題にて COE 拠点リーダーの経験がある首都大学東京の深尾精一教授からも、助言をいただいた。

上記の専門家の方がたの評価、助言を踏まえて、研究目標と成果について、絶えず確認を行い、必要に応じて見直すよう心がけている。

＜「中間評価時」に付された留意事項＞

下記の①～⑥に掲載。

＜「中間評価時」に付された留意事項への対応＞

芝浦工業大学 SIT 総研外部点検評価委員会における主な指摘事項とそれへの対応は以下の通り。

- ①本テーマは共同住宅の再生、地元江東区の木材産業の活性化を狙っており、行政の面からも大変重要なテーマである。価格をおさえた共同住宅再生手法のような形でまとめていただくと産業界での利用価値が高い。

対応：国土交通省住宅局住宅生産課や東京新木場木材商工協同組合などと定期的に意見交換を行い、研究を進めています。

- ②年数を経たマンション等ストックの補修・延命による有効活用は時流に乗ったテーマである。通常のマンション市場では建設費用の抑制が重要で、仕様の統一、材料の大量購入によりコストダウンとすることが多いと聞いている。内装の多くの部位に木材を使用することであり、生産・流通体制など、良く検討する必要があると思われる。

対応：東京中央木材市場の調査や新木場の木材流通企業へのヒアリングを行っています。多段階にわたる複雑な流通機構が、卸売価格が低い木材の末端価格を高いものとしているため、インターネットにより木材をエンドユーザーが購入し、DIY で組み立てるインフィルユニットの開発を行っています。

- ③木材は、日本文化の根源であり、日常生活の多様な面に木材を取り込むことにより石油を原料とする素材 (synthetic materials) に汚染された国土を再生する鍵となる。本研究の取り組みは、このような視点からも重要であり、高齢者のみならず若年層も考慮すべきと思われる。ここでも触れられている流通過程のみならず、森林の保全・水資源の保全・労働力の恒常的な確保・国際競争力の向上など多面的なアプローチも期待したい。

対応：2012 年度において、江東区を対象としてマンションの居住者像とマンションストックの現況調査を行い、今後の改修（リフォーム）需要を、高齢者が住み続けるための改修や、子育てする若い世代が住むための改修など、分類整理しました。その結果も踏まえて、2013 年度、マンションリフォームの標準的な設計図書を作成しました。森林の保全など重要な課題ですが、本研究の課題の範囲で検討をしたいと存じます。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1201021

- ④木材を住宅用内装に生かし、さらに地域産業への貢献も含めた研究。行程に時間を要する、また費用が高額となるような困難な面があるが、どのように普及し、評価をしていくかが課題であると感じる。

対応：国産木材の卸値は非常に安価であり、流通加工の工程で高額なものになっています。本研究では、エンドユーザーがホームセンターやネットで材料を購入し、DIY に近い形で施工できるインフィルを開発しています。2014, 2015 年度においては、非熟練工が組み立てることが出来る四畳半程度のインフィル空間ユニットの開発を行いました。

- ⑤日本における物づくりの原点とも言える木材加工・利用技術の維持・継承および木材資源の有効利用の立場から、地味ながら重要かつ有意義な拠点形成と思われる。本研究の計画と進捗から、供給側のアプローチは良く理解できたが、需用側・顧客側への市場調査が十分ではないのではと懸念される。一段と高い視野から、ニーズを調査され分析されることを推奨したい。

対応：需要側、顧客側の市場調査については、共同住宅のリフォームや工業化住宅の生産を行う民間企業において 30 年以上に渡る実務経験を有している安達好和氏、集合住宅の設計実績豊富な建築家の近角真一氏、木材加工流通業の代表取締役をしている山崎尚氏が、本研究組織に参画し、市場の実情について情報提供を行っていただいている。また市場の現況と今後の展望について、2012 年 11 月 17 日に開催したシンポジウムで、安達氏が講演し、共同執筆した「集合住宅のインフィル改修」にて執筆している、2012、2013 年度において、マンションリフォーム最大手の長谷工リフォーム、三井不動産リフォーム、インテリックスや江東区の地場で小規模なりフォーム工事を行っている企業にヒアリングを行っている。江東区で販売された 152 戸の中古マンションの価格とリフォームの関係について市場調査を行い、マンションリフォームの経済的効果を分析した。

- ⑥高齢化社会における共同住宅の内装・設備の改修というユニークなテーマであり、今後の研究成果に期待したい。研究対象地域を江東区に選び、かつ地場産業である新木場の木材流通企業と連携した開発となっているのも新しい試みである。ただ、地域的な特性に依存したものと、地域によらず共通化したものとを区分けして研究が進められているかを常に意識しておくことが肝要と思われる。改修工事担当の先生が急逝され、体制の立て直しを図られており、遺志を継いだ研究の継続をお願いしたい。

対応：江東区の中にも老朽化がすすむマンションに高齢者が多く住む北東部と、超高層マンションに若い世代が多く住む豊洲地区など、地域による差がある。東京ベイエリア地区は再開発が進む地域で人口の流入があり、人口減少に伴う空き家の増加が社会問題化している日本の多くの地域とは状況が異なる。技術的な課題は比較的に普遍性があるが、市場性については地域差が大きいことに注意しながら研究を進めたい。木本教授は本研究の中核をなす存在として、CAD システムの構築などに貢献いただけるものと期待されていた。本研究に対する影響は大きい、民間企業との連携を構築するなどして、木本教授の担当分野を補うように努力している。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

平成 25 年度～平成 29 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」 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 SIT 総合研究所パワーエレクトロニクス研究センター
- 4 プロジェクト所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5 / 埼玉県さいたま市見沼区深作 307
- 5 研究プロジェクト名 デバイスから電力系統まで考慮した EV 用 MHz 帯域ワイヤレス電力
伝送方式の研究
- 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
赤津 観	工学部電気工学科	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
赤津 観	工学部電気工学科・ 教授	電力受信ならびに利用方法の研究	研究代表者 MHz 帯電力伝送コイルの実現 と 10kW の電力伝送
下村 昭二	工学部電気工学科・ 教授	電力受信ならびに利用方法の研究	伝送電力による高効率モータ 駆動と力率制御
藤田 吾郎	工学部電気工学科・ 教授	電力受信ならびに利用方法の研究	回生された電力のスムーズな 系統連系
石川 博康	工学部電子工学科・ 教授	高周波インバータの研究	MHz 帯域で動作する大電力ス イッチングデバイスの実現
上野 和良	工学部電子工学科・ 教授	高周波インバータの研究	低抵抗配線材料による低イン ピーダンスインバータの実現
田中 慎一	工学部通信工学科・ 教授	高周波インバータの研究	MHz 帯での高周波インバータ 回路のパターン実現

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

研究代表者 赤津 観 職名変更 (准教授→教授)

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

11 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

社会的な省エネ要求, CO₂削減要求から個々の機器の省エネだけでなく, 自然エネルギーによる発電, 電力輸送, 電力貯蔵を含んだ電力ネットワークの形成が必要とされている。特に輸送分野では電気自動車(EV)の普及が省エネ, CO₂排出量削減の鍵となっており, 停止時の充電のみならず家庭での電力ネットワーク結合(V2H), ならびに走行中の充電および系統への電力回生についても研究が行われており, EV の普及を妨げているバッテリーエネルギー密度の問題を克服しようとしている。つまり EV が創エネ, 省エネ, 蓄エネの役割を果たせるようになれば, 大きな社会革新が実現される。この電力ネットワークの一部としての EV に必要なキー技術がワイヤレス電力伝送技術であり, すでに東大や埼玉大をはじめとした研究機関が EV への応用を前提として研究を行っている。ワイヤレス電力伝送技術は, 1m 程度の距離でも非接触で電力を送れる技術であるが, まだ 1kW 程度の小電力伝送しか実現できず, EV 走行中での電力授受や, 急速充電および電力ネットワークの一部として EV が役割を果たすためには送受信電力が不足している。大電力伝送が困難な理由は, 電力の伝送周波数が MHz 帯域と高いために, MHz 帯域での大電力インバータが実現できていないためである。MHz 帯域の大電力インバータの実現には, ワイドバンドギャップ半導体を用いた高速スイッチングデバイスの開発のみならず, インバータ主回路のインピーダンス低減や, 分布定数での回路設計, 高周波磁気回路設計が必要である。以上の背景を鑑み, 本研究プロジェクトでは同一大学ではあるが異なる学科に所属する, 半導体, 材料, 通信, 電力変換, 電気機器, 電力系統の一流研究者を一同に集め, 上記 MHz 帯域の大電力(10kW)電力ワイヤレス伝送用インバータを研究開発し, 実際に非接触で送信した電力によりモータを駆動, 回生電力を系統に連携するまでの複合領域プロジェクトを実施することを目的とする。

(2) 研究組織

研究代表者(赤津観)は研究の進捗とりまとめおよび予算管理、月例ミーティングの開催など各研究者での研究がスムーズに進むようマネジメントを行っている。研究代表者を含めた各研究者 6 人は研究プロジェクトの一部となるそれぞれ独立した研究テーマをもち、各研究テーマについて責任をもって研究を遂行しており、それぞれの研究成果の集合体が研究プロジェクトの成果となる課題設定を行っている。また各研究テーマにおいては研究者の研究室の学生が担当し RA がとりまとめを行っている。各研究テーマの進捗は月 1 回の月例ミーティングで報告を行い、それぞれのテーマについて技術的なディスカッションを通して相互補完するとともに全体の進捗を確認している。またプロジェクトの予算管理や書類業務は本学研究支援課が支援している。

(3) 研究施設・設備等

研究施設は大宮キャンパス先端工学研究機構棟に 3 部屋(50m²)、豊洲キャンパス交流棟に 50m² を実験室として使用しており、先端工学研究機構棟には金属膜スパッタ装置およびモータ、インバータの実験装置を設置、豊洲キャンパス交流棟には電子ビーム真空蒸着器ならびにインバータ実装装置、評価装置を設置している。電子ビーム真空蒸着器では GaN デバイスの作成を行いダイオード試作に成功、金属膜スパッタ装置では GaN 基板上にグラフェンを蒸着させた低抵抗デバイスの作成を行っている。

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

2015 年度までの高周波インバータ実験(1kW)を終了し、2016 年度は GaN デバイスを用いて 13.56MHz, 3kW インバータの設計、実験を行い 3kW 出力時に 96.1%の電力変換効率(インバータ効率)を実現した。この成果は国際会議にて発表し(*8,*9)、同時に IEEE Trans. on Power Electronics に投稿中である(*3)。13.56MHz を用いた高周波インバータでは世界一の出力お

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

よび効率と自負している。また 3kW と同様な構成を用いて 10kW インバータの設計を完了した。シミュレーションによる効率は 98.9%であり、実機実験を実施して国際会議にて発表予定である。ワイヤレス電力伝送のシステム検討も継続して実施しており、1kW インバータを用いて DC モータの駆動を実施、韓国 KIPe の学会にてデモンストレーションを行った。またアンテナが位置ずれした際に、アンテナのリンクコイルと送信コイルの距離を制御することで効率が向上することを確認し、まとめ次第国際会議で発表予定である。さらに、受電側は降圧チョップパを用いてインピーダンス制御を実施することにより 13.56MHz の高周波でも電力がきちんと整流、制御できることを確認した(*11)。次年度中に 3kW の電力伝送を実現し、インピーダンス制御によりアンテナ位置ずれ時での電力伝送効率向上を実施、10kW の送信実験を実施する。

一方、「電力系統への影響・変電設備やインバータなどの設備課題」といったインフラの課題も多く存在する。非接触給電が可能であっても導入が不可能では意味を成さない。そこで、実験や導入コストなどを参考にしてシステムを提案した(*6, *14, *15)。また、課金方法や使用するセンサも検討した。システムを決定することにより、電力系統へ与える影響などを検討することが出来る。また、有効受電電力量率を使った検討から、基準を満たすパターンを明らかにした。そして実用的な走行中非接触給電のシステムを提案した。今後はこのシステムを基盤に、走行中非接触給電の課題である電力系統の影響などの検討を行う。

EV 用トラクションモータの検討としては市街地走行運転領域での効率改善のために Dual Axial 構造の PM バーニアモータを提案し、シミュレーションによって検討を続けてきた。現在は実機による検証を進めている。実機による検証の初めてとして、ダウンサイズモデルを試作して実験評価を開始した。トルク特性の計測結果は、シミュレーションと一致し、すでに発表したシミュレーションによる検証結果の妥当性を示している。今後は効率特性などを詳細に評価する予定である。また、Dual Axial 構造を適用すれば、高価な希土類磁石ではなく、安価化なフェライト磁石を採用しても従来の EV 用トラクションモータと同等のトルク、効率性能が得られることを見出し、その検討結果は今年度の国際会議で発表した(*13)。

GaN デバイスの検討は高特性化を目的に、サファイア基板上に成長した Ga 極性及び N 極性 GaN 薄膜のナノスケール表面形状と表面電位の相関について調べた。Ga 極性及び N 極性の平均表面電位はそれぞれ+531mV、+454mV であった。また、電位変化を伴わない結晶欠陥と 30mV 程度低く電位が検出される欠陥の 2 種類が存在することがわかった。表面電位の違いについて、自発分極・ピエゾ分極の影響の他、結晶欠陥の影響も示唆された(*7)。

また高効率な高周波パワーインバータに向けた電極・配線として、GaN デバイスにグラフェンを応用する研究を継続して実施。グラフェンは、熱的に安定で高い電子移動度を持ち、また原子間隔が狭く緻密な構造を持つことから、従来の銅(Cu)や金(Au)などの電極・配線に比較して、高信頼、低抵抗な配線材料あるいは銅配線のバリア膜として期待される。そこで、GaN 基板上に直接グラフェン膜を堆積する方法として、固相析出法と CVD 法を検討し、グラファイト構造を含む膜を GaN 基板上に比較的低温で直接堆積できる方法を見出した。またそれを用いて、GaN ショットキーダイオードを試作し、従来の Au/Ni より高い熱的な安定性が得られることがわかった(*4, *5,*16~*19)。一方、堆積膜の抵抗の低減が今後の課題であり、堆積膜の膜質の改善、ドーピングによる低抵抗化、Au から Cu への変更などを今後検討する必要がある。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

＜優れた成果が上がった点＞

13.56MHz を用いた非接触給電方式は長距離電力伝送可能な方式として徐々に注目を浴びてきており、その中でも 3kW インバータの実現は、競合 (Oxford Univ. with DAIHEN Co.,) と比較 (周波数 6.78MHz, 2.5kW) しても優れている。10kW の実現は断トツの成果となる予定であり実験を急いでいる。

＜課題となった点＞

インバータは順調であるが大電力アンテナ設計が難しいことが分かった。熱的に厳しい状態にあるのでコイル選択を含め再設計を実施している。また、GaN デバイスの製作が滞っており、ダイオードのみならず MOS-FET の製作まで進めたい。

＜自己評価の実施結果と対応状況＞

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。その結果を受け、研究戦略会議において、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。またプロジェクトの進捗状況を確認するための成果報告書 (SIT 総合研究所研究成果報告) を毎年度作成し、自己評価を行っている。

今年度まで予定どおりデバイスから電力インフラまで幅広く実施しており、個別のテーマにて順調な成果を挙げている。個別のテーマをいかにシステムとしてまとめあげるか、が 2017 年度 (最終年度) の課題であり、それぞれの成果をうまく生かしたシステムを提案したい。

＜外部(第三者)評価の実施結果と対応状況＞

本研究プロジェクトは、SIT 総合研究所の研究センター (パワーエレクトロニクス研究センター) 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。H25～27 年度と過去 3 回の外部評価を受けている。

外部評価委員は以下のとおりである。

(独) 東京都立産業技術研究センター	理事長 片岡 正俊 氏
(株) I H I	執行役員 技術開発本部長 館野 昭 氏
東京大学大学院情報学環	教授 大島 まり 氏
慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科	顧問・上席研究員 狼 嘉彰 氏

直近の評価委員会 (H28 年 3 月 24 日実施) における評価コメントを抜粋すると、以下のとおりである。

- ・自動車走行中のワイヤレス高効率給電が実用化すれば、EV 普及のネックとなっているバッテリーの課題が解決され、きわめて価値が高い。既に高効率の電力伝送に成功しており、早い時期での走行実験ならびに成果を期待したい。

- ・電気自動車、プラグインハイブリッド車の普及を見据え、車両用ワイヤレス電力伝送は期待される技術であり、取り組む意義のあるテーマである。個々の研究要素、例えばインバータ、アンテナ等については、いくつか成果が得られており、大いに評価できる。実機システムとして、熱、ノイズなどの問題にも取り組まれており、将来、産業界で活躍できる技術人材育成の

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

点でも、有意義な研究であると思われる。

・多岐にわたった研究を進めており、研究の進捗状況も素晴らしいです。実用化に向けた社会実装の研究も積極的に進められており、貴校の特長が出ているプロジェクトと思います。

・電気自動車（EV）の実用化に必須の高周波 MHz 帯無線伝送技術の開発およびモータ駆動のキー要素であるインバータの大容量化と高効率化を目指した研究開発は、時代のニーズにマッチした重要かつ喫緊のテーマである。大学ならではの飛躍的展開を期待したい。

これらのコメントより、本研究プロジェクトの技術的な取り組みに対する評価は高く走行実験実施などの期待感が高い。現在のところ走行実験の実現は困難であるものの走行実験を模擬したデモンストレーション実施を検討するなど、当該プロジェクトの今後の課題として受け止めたい。

<研究期間終了後の展望>

特にワイヤレス電力伝送のテーマは実現した 10kW のシステムを用いて EV 走行中給電の実施に向けた国プロまたは科研に応募したい。

<研究成果の副次的効果>

特に 13.56MHz インバータの測定方法や実験に用いた回路について問い合わせが多く、多くの企業が実施しているようである。徐々に 85kHz の短距離送電から長距離送電へ研究トレンドが移行しているように思われる。共同研究の実施を念頭に置き、積極的に発信していく。

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) <u>非接触電力伝送</u> | (2) <u>高周波インバータ</u> | (3) <u>アンテナ</u> |
| (4) <u>パワーエレクトロニクス</u> | (5) <u>低抵抗配線</u> | (6) <u>高効率モータ</u> |
| (7) <u>三次元実装</u> | (8) <u>電力系統連系</u> | |

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

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>

1. Nguyen Kien Trung, Takuya Ogata, Shinichi Tanaka and Kan Akatsu, "Analysis and PCB design of a class D inverter for wireless power transfer systems operating at 13.56MHz", IEEJ Journal of Industry Applications, Vol. 4, No. 6, pp. 703-713, 2015
2. Nguyen Kien Trung, Takuya Ogata, Shinichi Tanaka and Kan Akatsu, "Attenuate influence of parasitic elements in 13.56MHz inverter for wireless power transfer systems", IEEE Trans. on Power Electronics (revised, under reviewing)
3. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, "Design high power and high efficiency inverter operating at 13.56MHz for wireless power transfer systems", IEEE Trans. on Power Electronics (under reviewing).
4. M. S. Uddin, H. Ichikawa, S. Sano and K. Ueno, "Improvement of multilayer graphene crystallinity by solid-phase precipitation with current stress application during annealing", Japanese Journal of Applied Physics 55, 06JH02 (2016).
5. M. S. Uddin and K. Ueno, "Fabrication of a Schottky diode with transfer-free deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid state reaction", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 56, No. 4S, April 2017. (accepted for publication)

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

6. Azreezal Zairee Bin Omar, Khai Phuc Nguyen, Yukimori Honda, Noriaki Matsumoto, Zur Ain Binti Hanafi, Akihiro Hoshikawa and Goro Fujita, 'Towards Japan's Future EV-Friendly Highway Concept With In-Motion Road-Embedded Wireless Chargers', Journal of Mechanics Engineering and Automation (under reviewing).
7. 潤間威史, 佐藤宣夫, 石川博康, “走査型プローブ顕微鏡によるサファイア基板上窒化ガリウム層の表面形状及び表面電位観測”, 電気学会論文誌 E, Vol. 136, No. 4, pp. 96-101 (2016).

<図書>

該当なし

<学会発表>

8. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “Design high power and high efficiency inverter operating at 13.56MHz for wireless power transfer system”, IEEE ECCE(Energy Conversion Congress & Expo) 2016, Sept. 2016 in Milwaukee.
9. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “Design high power and high efficiency power source for dynamic wireless charging systems”, EVTeC and APE Japan, May 2016.
10. Nguyen Kien Trung・赤津 観, "13.56MHz 多相共振インバータの設計", 電気学会産業応用部門大会 1-101, 2016 年 8 月/9 月
11. 佐藤 雅一・赤津 観, "13.56MHz を用いた非接触給電の受電側の検討", 電気学会産業応用部門大会 1-93, 2016 年 8 月/9 月
12. 内田 和也・赤津 観, "非接触給電における入力インピーダンス最適化の検討", 電気学会産業応用部門大会 Y-56, 2016 年 8 月/9 月
13. S. Shimomura, and T. Sunaga, “Design of Integrated Radial and Dual Axial-Flux Ferrite Magnet Synchronous Machine,” 2016 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE),
14. 本田幸盛, 藤田吾郎, 松本哲明, ニュエンフックカイ, 干川晶大, 「走行中非接触給電システムの検討」, 平成 28 年電気学会電力・エネルギー部門大会, No.380, pp.10-1-1~2, (2016-9, 福岡)
15. Noriaki Matsumoto, Goro Fujita, 'Building the demonstration device of In-motion Wireless Power Transmission', The International Conference on Electrical Engineering 2016 (ICEE), ID 90230, (2016-7, Okinawa, Japan)
16. M. S. Uddin and K. Ueno, “Fabrication of a Schottky diode with direct deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid state reaction”, Extended Abstracts of the International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) 2016, no K-4-04, pp 495-496 (2016).
17. M. S. Uddin and K. Ueno, “A noble Schottky diode involving direct deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reaction”, Extended Abstracts of the Advanced Metallization Conference (ADMETA^{plus}) 2016, no. 7-3, pp 94-95 (2016).
18. K. Aida, T. Enomoto, H. Arai, K. Yokosawa, and K. Ueno, “Direct deposition of graphene on GaN by thermal CVD at low temperatures”, 2016 International Conference on Microprocesses and Nanotechnology (MNC), 10P-7-9.
19. 相田航, 榎本学祥, 新井秀樹, 横澤孝典, 上野和良, “熱 CVD による GaN 表面への直接ナノカーボン成長の低温化”, 第 77 回応用物理学会学術講演会講演予稿集 (2016) 15-037.
20. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “PCB design for 13.56MHz half-bridge class D inverter for wireless power transfer system”, ICPE –ECCE Asia- 2015, May 2015 (2nd Prize Award).
21. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “ Ringing suppressing method in 13.56MHz resonant inverter for wireless power transfer systems”, IEEE ECCE2015
22. Nguyen Kien Trung, Takuya Ogata, Shinichi Tanaka and Kan Akatsu, “Attenuate influence of parasitic

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

- elements in 13.56MHz inverter for wireless power transfer systems”, 電気学会 産業応用部門大会, 2015
23. 佐藤雅一, 赤津 観, “13.56MHz 利用非接触給電における受電側インピーダンス整合の検討”, 電気学会 産業応用部門大会, 2015
 24. Masakazu Sato, Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “An Examination of Impedance Matching in Receiving Side of Wireless Power Transfer system operating at 13.56MHz”, IEEE IFEEC 2015
 25. 尾形卓也, ニュエン キエン トウルン, ニュエン トリ クオン, 赤津観, 田中慎一, 慎間接給電アンテナの 周囲環境変動に対する制御方法の検討”接給電子情報通信学会総合大会 2016 (発表予定)
 26. 小久保陽平, 下村昭二:「弱め磁束制御のためのデュアルロータアキシャルフラックス PMVM」,平成 27 年 度電気学会産業応用部門大会, Vol.3, No.24, pp.163-166(2015)
 27. 小久保陽平, 下村昭二:「デュアルロータアキシャルフラックス PMVM の極数構成の比較」,電気学会研 究会資料(モータドライブ・回転機・自動車合同研究会), MD-15-85・RM-15-66・ VT-15-13, pp.65-70(2015)
 28. BIN OMAR Azreezal Zairee, et al, 'Electric Vehicle Dynamic Charging and Safety Related Studies' ICEE2015, 15A-182 (2015-7, HongKong)
 29. HONDA Yukimori, et al, 'Preliminary Review of Electric Vehicle In-Motion Wireless Charging IECC2015, 15A-181 (2015-7, HongKong)
 30. Z. Omar, N. A. Jalalludin, T. Takeuchi, Y. Honda, G. Fujita, 'ELECTRIC VEHICLE IN-MOTION CHARGING-EMF EXPOSURE SAFETY REGULATION', SEATUC2015 (2015-7, Thailand)
 31. BIN OMAR Azreezal Zairee, et al, 'Towards Japan's Future EV-Friendly Highway Concept With In-Motion Road-Embedded Wireless Chargers', SEATUC 2016 (2016-3, Tokyo)
 32. Nguyen Tri Cuong and Kan Akatsu, and Kan Akatsu, SEATUC 2016 (2016-3, Tokyo) EXPOSURE SAFETY REGULATION', SEATUC2015 (2015-7, Thailand)tem operatin2016 SEATUC Symposium (to be presented).
 33. 尾形卓也, ニュエン キエン トウルン, 赤津観, 田中慎一, “平面回路電磁界シミュレータを用いた 3 次元 構造インバータの解析”, 電子情報通信学会大会 2015 年 3 月
 34. N. K. Trung 他, "Design of 1.5kW 13.56MHz class D resonant inverter for wireless power transfer systems", H26 年電気学会産業応用部門大会 1-84
 35. Yohei Kokubo, Shoji Shimomura. "Design of Dual Rotor - Axial Gap PMVM for Hybrid Electric Vehicle," *International Conference of Electrical Machines and systems (ICEMS)*, 2014.
 36. Daisuke Fukai, Shoji Shimomura. "Integrated Radial and Dual Axial-flux Variable-reluctance Vernier Machine," 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), 2014 International Conference. IEEE
 37. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, "Analysis And Design Of A 13.56 MHz Resonant Inverter For Wireless Power Transfer Systems", 2013 SEATUC symposium, March, 2014
 38. Noor Hidayah Binti Mustafa Kamal and Kan Akatsu, "Antenna Design for 13.56MHz Magnetic Power Transfer Technology", 2013 SEATUC symposium, March, 2014
 39. M. Takano, S. Shimomura, "Study of variable reluctance vernier motor for hybrid electric vehicle", Conference record of *ECCE Asia Downunder (ECCE Asia)*, 2013 IEEE , pp.1341,1347, 3-6 June 2013
 40. M. Takano, S. Shimomura, "Improvement of torque density of variable reluctance vernier machine for hybrid electric vehicle," Conference record of *Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, 2013 IEEE , pp.1205,1212, 15-19 Sept. 2013
 41. R. Ishikawa, K. Sato, S. Shimomura, and R. Nishimura, “Design of In-Wheel Permanent Magnet Vernier Machine to reduce the armature current density”, Conference record of *International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS Busan)*, 2013, pp. 459-464, 26-29 Oct. 2013

<研究成果の公開状況>(上記以外)

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

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＞

<http://www.sic.shibaura-it.ac.jp/~akatsu/index.html>

＜これから実施する予定のもの＞

14 その他の研究成果等

- Kazuya Uchida and Kan Akatsu, "An Examination of Optimizing Input Impedance for Wireless Power Transfer operating at 85kHz", S2PC 2016 JAPAN Symposium on Semiconductor Power Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.
- Nguyen Tri Cuong and Kan Akatsu, "Efficiency Analysis of Distance Variations in WPT Coupling System at 13.56 MHz", S2PC 2016 JAPAN Symposium on Semiconductor Power Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

＜「選定時」に付された留意事項＞

産業界との連携に配慮されたい

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

学会等で積極的に成果を公開することにより、徐々に研究成果が認知されていき、AGV への急速非接触充電へのニーズから1社共同研究の申し込みがあった。残念ながら先方都合により契約締結には至らなかったが今後も積極的に成果を公開していく。

＜「中間評価時」に付された留意事項＞

＜「中間評価時」に付された留意事項への対応＞

法人番号	
プロジェクト番号	

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

本研究センターでは、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、活動を行っている。今年度は、LUMINOUS の運用、WebStudy の授業への導入、IPA ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業のテーマである「モデル検査技術の開発現場への適用に関する研究」の継続に加え、ソフトウェア開発のわかりやすい事例をまとめた教科書の活用および、大学院システム理工専攻の授業において MOT 研究室との共同研究の継続を実施し、大学院授業におけるソフトウェア開発技能育成の授業設計に関わる活動を行った。本活動は、平成 28 年度 産学連携サービス経営人材育成事業の一環として実施している。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

ソフトウェア開発では、一般に要求分析・基本設計・詳細設計・実装・テストの工程を経て開発が行われる。近年、IoT やクラウド技術により、サービスや製品を利用する環境が社会の中に拡大し、価値のあるシステムを構築することと、その高品質化が重要な課題となっている。

ソフトウェアはシステムを構成するハードウェアや外部システムを統合してサービス・製品としての要求を満たすようにシステムを制御する役割を担う。しかし、要求には機能要求以外の非機能要求があり、要求分析の方法がシステムの価値と品質、開発効率の良し悪しを決める大きな要因となる。非機能要求は、ソフトウェアの内部の特性に起因する要求と、人間による業務活動やハードウェア・外部システムなどのソフトウェアの外部の活動の特性に起因するものがある。利用環境やシステムの構成要素が拡大されたことにより、こうした外部活動要求の機能要求に与える影響が大きくなっている。これらの要求の仕様化ならびにその検証方法を明らかにし、開発者が高品質なソフトウェアを作成する観点を教育することが本センターの目標である。

そこで、これまでの学部生教育から得られた知見をもとに、要求分析の方法を整理し、学部生向けの教材を開発し、9 月に出版した。さらに、昨年度の大学院授業の成果を踏まえ、授業を実施し、その結果をもとにプロトタイプシステムの試作を行った。

法人番号	
プロジェクト番号	

**平成 28 年度選定「私立大学戦略的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 大宮校舎

5 研究プロジェクト名 Incusphere Project

6 研究観点 ソフトウェア開発技術教育研究

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	教授

8 プロジェクト参加研究者数 3 名

9 該当審査区分 理工・〇情報 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

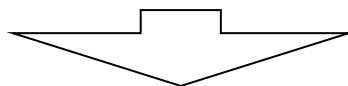
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
松浦佐江子	システム理工学部・教授	検証方法の策定・事例の検討	リーダー・研究全般
小形真平	SIT 総研研究員	検証方法の策定・事例の検討	研究・ツールの開発
青木善貴	SIT 総研研究員	検証方法の策定・事例の検討	研究・事例の検討
(共同研究機関等)			

<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

法人番号	
プロジェクト番号	

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

ソフトウェア開発では、一般に要求分析・基本設計・詳細設計・実装・テストの工程を経て開発が行われる。近年、IoT(Internet of Things)やクラウド技術によりサービスや製品を利用する環境が社会の中に拡大し、価値のあるシステムを構築することと、その高品質化が重要な課題となっている。

ソフトウェアはシステムを構成するハードウェアや外部システムを統合してサービス・製品としての要求を満たすようにシステムを制御する役割を担う。しかし、要求には機能要求以外の非機能要求があり、要求分析の方法がシステムの価値と品質、開発効率の良し悪しを決める大きな要因となる。非機能要求は、ソフトウェアの内部の特性に起因する要求と、人間による業務活動やハードウェア・外部システムなどのソフトウェアの外部の活動の特性に起因するものがある。利用環境やシステムの構成要素が拡大されたことにより、こうした外部活動要求の機能要求に与える影響が大きくなっている。

本研究センターでは、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ことを目的として、開発現場で利用可能な形式検証技術をはじめとするソフトウェア開発技術とその教育方法を研究している。

ソフトウェア開発技術は技術としての形式知に加え、多くの暗黙知により、高品質なソフトウェアを効率よくつくことに貢献していると考えられる。こうした暗黙知を多くの開発者が身に付けることがソフトウェア全体の質の向上につながる技能育成である。そのための教育方法の研究開発として、本研究センターでは、下記の項目を実施している。

- 要求分析や検証方法等の開発支援方法の研究
- 学習支援ツールの開発と運営
- 事例の開発
- 学部演習の授業設計

本年度は、昨年度に引き続き、下記の活動を行った。

- ① ソフトウェア開発のわかりやすい事例を教科書としてまとめ、9月に出版した。
 - ② 昨年度実施した大学院システム理工専攻の授業にMOT平田研究室との共同研究による中小企業が抱える課題解決の要求分析結果に基づき、授業設計を行い、講義および演習を実施し、その結果をもとにシステムのプロトタイプ作成を実施した。
- ①の教科書は、学部生を対象とした、ソフトウェアの分析・設計・実装に関して、これまでに蓄積してきた事例を用いて説明するものであり、学部教育に利用している。
- ②は学生の議論を基に、これまでの研究でも実施しているモデル駆動開発の考え方に基づき、仕様書を定義し、プロトタイプ開発を行った。本活動は、平成28年度 産学連携サービス経営人材育成事業(プロジェクト責任者 大学院工学マネジメント研究科)の一環として実施している。本書では主に②の活動について報告する。

(2) 研究組織

ソフトウェア工学を専門とする SIT 総合研究所研究員 3名

大学院 MOT 教員

大学院修士課程学生 2名

(3) 研究施設・設備等

特になし

法人番号	
プロジェクト番号	

(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＞

本研究の狙いは、つぎのとおりである。

- 大学院授業では、ソフトウェア開発を専門としない学生もいるため、IT 化の進んでいない小規模製造業の課題を分析するに当たり、前提条件となる知識の教育に、教科書の内容を適用し、モデリング教材を評価する。
- 授業での議論を踏まえ、小規模製造業の IT 化の要求仕様書を定義し、プロトタイプシステムを開発する。さらに、ユーザが IT 環境に不慣れであることから導入を躊躇する傾向があるため、導入の段階として、つぎの点を検討し、プロトタイプシステムを開発する。
 - －効果が明確であるところから提示する。
 - －利用の壁をできる限り低くするシステム構成を考える。
- システムの開発の際には UML モデルを用い、要求仕様の検証の事例とする。さらに、要求獲得プロセスを要求仕様の項目・機能／非機能要求の観点・品質の観点から検討し、要求分析の暗黙知の形式化を検討する。
- 要求の妥当性を確認するための方法を検討する。ここでは、これまで研究してきたモデル検査の適用性の検討を行う。

対象となる大学院講義は理工学研究科システム理工学専攻「システムモデリング」である。履修学生の前提知識を考慮して、教科書の事例を用いて UML(Unified Modeling Language) のモデリング演習と、小規模製造業の課題の分析を、表 1 のスケジュールで行った。

- モデリング演習では、システムの機能として抽出されたユースケースの定義から、Java による実装までを段階的に実施する方法を学習する。
- 小規模非鉄金属製品製造企業が抱える課題を分析し、ユースケースを抽出することと、要求分析の観点として、非機能要求の扱い方を検討する。

表 1 講義スケジュール

4月13日	イントロダクション
4月20日	レクチャー ソフトウェア開発とUML
4月27日	モデリング演習 モデルの意味と書き方 ユースケースから実装まで
5月11日	モデリング演習 ユースケース分析
5月18日	モデリング演習 シーケンス図による分析
5月25日	モデリング演習 設計図からのコード生成
6月1日	レクチャ これまでの復習と要求分析
6月8日	レクチャ 要求獲得技術
6月15日	課題説明と議論
6月22日	課題説明と議論
6月29日	レビュー1 各自のアイデアの提示と議論
7月6日	レクチャー モデリング(外部講師講演 日本ユニシスの研究)
7月13日	レビュー2 各自のアイデアの提示と議論
7月20日	MOT向け発表 議論
7月27日	レポート提出

モデリング演習

文献[2]に記載されたセキュリティのための認証機能を例に、次のプロセスにより、ユースケースモデルから実装までの段階を演習した。図 1 に示すように、ユースケース「認証する」をアクティビティ図で定義する。「認証する」というユースケースは、日常よく使っている機能ではあるが、ソフトウェア開発をあまり行っていない学生には、その手順を定義することが難しいようであった。ユーザとシステムのインタラクションの観点、それを実現するためのシステムが必要とするデータと振舞いの観点、インタラクションによる入出力とデータの関係の観点を理解する必要がある。

法人番号	
プロジェクト番号	

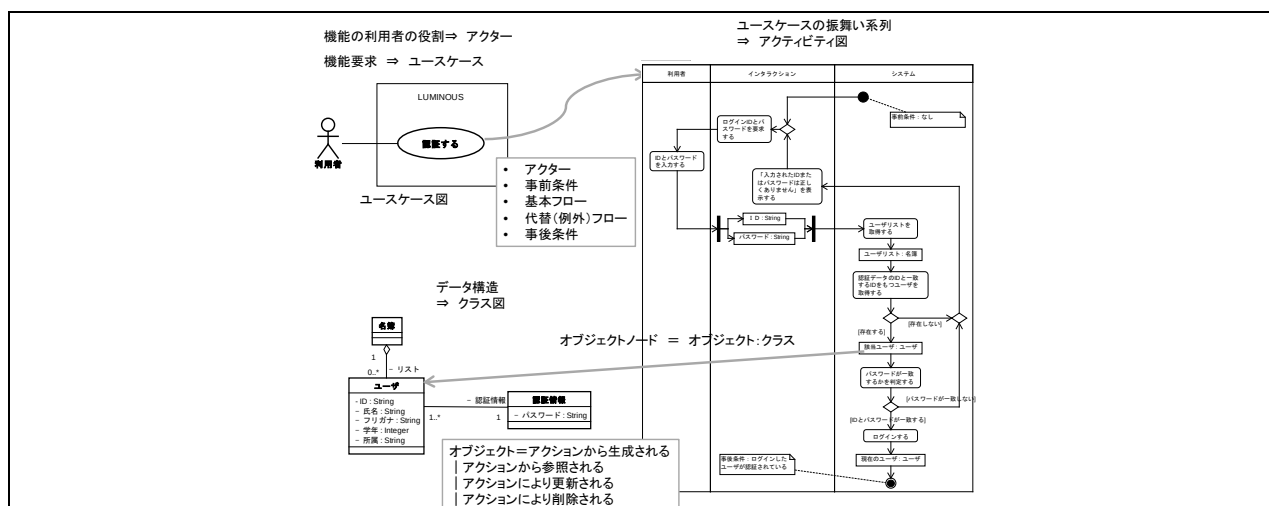


図1 ユースケース分析モデル

オブジェクト指向では、ユースケース分析で登場したクラス図が実装の設計図となる。設計図を完成するためには、図2に示すように、アクティビティ図で分析した振舞い(アクション)をクラスに割り振り、クラスのメソッドとしてシグネチャを定義する必要がある。学生は、対応関係の説明により、ベースとなるシーケンス図を定義することはできた。

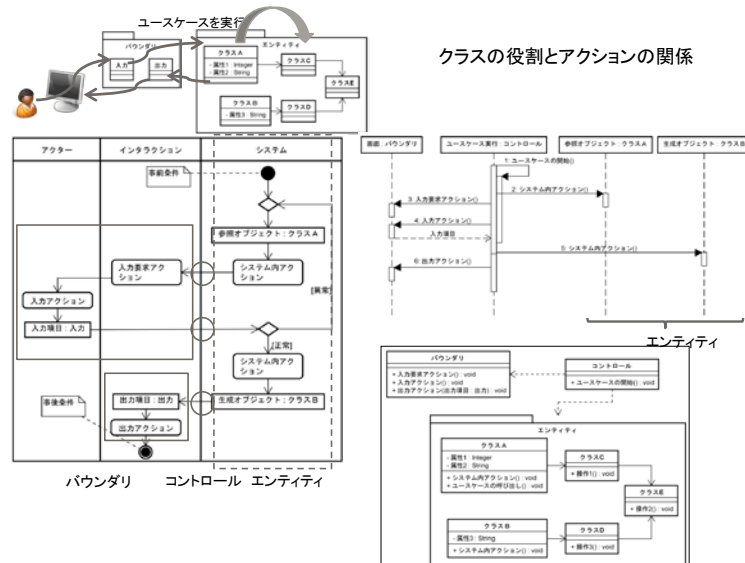


図2 クラス構成に基づくメソッドの抽出

その後、クラスの構成に基づき詳細化したシーケンス図から定義できるJavaのソースコードを示し、最終的な実装に必要な入力処理とデータの読み込みを行う処理を導入し、「認証する」機能の実行を確認した。ソフトウェアがどのように出来上がるのかを体験できることが分かった。

要求分析課題概要

2018年に100周年を迎える鋳物技術を軸とした、非鉄金属製品製造企業における課題を対象とする。当該企業は、主に、建材メーカーなどから受注した建築金物手掛けており、多品種小ロットに特化している。主な製品はオーダー建築金物、サッシ金物、木建具金物、船舶艀（ふなよそおい）金物、装飾金物である。従業員は20名弱であり、小規模な工場であるが、地域に点在するそれぞれの協力工場が持つ製造技術を用いて、製品の製造から加工まで、一貫したサービスを手掛けている。小回りの効く協力工場との連携は強みである。しかし、多く

法人番号	
プロジェクト番号	

の部品が協力工場間を移動して、多種の製品化に至るため、これらの作業工程を管理することが困難になっている。

対象企業をA社とし、協力工場との製品の製作手順の1例を表したものが、図3である。このように1つの製品を製作するにあたって、複数の部品の加工を複数の協力工場に依頼し、製品を完成しなければならない。A社と協力工場との部品の受け渡しは、通い箱にいれ、専任のドライバーが運搬する。工程や製品に関する情報の伝達は、電話、ドライバーへの伝言、打ち合わせによって行われている。

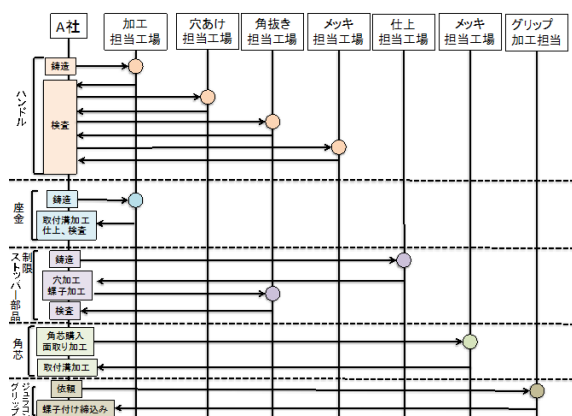


図3 協力工場との製品製作手順

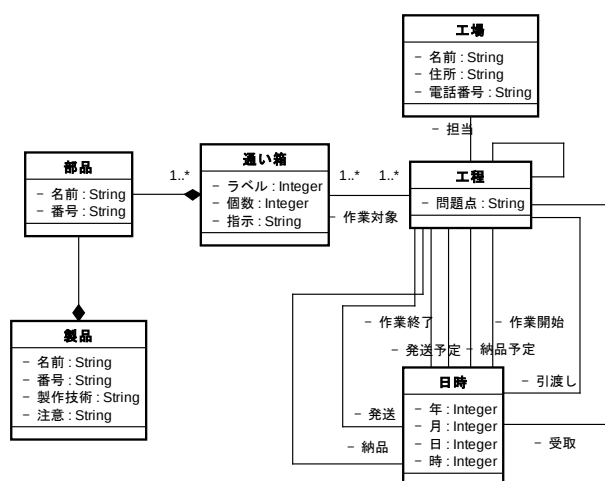


図4 クラス図

課題の要求分析

本研究で用いる要求分析プロセスについては文献[4]を参照のこと。本報告では課題の要求分析について説明する。はじめに、マインドマップを用いて、目標・ステークホルダー・管理情報・製品のライフサイクル・機能要求・機能要求属性・外部活動・外部活動属性・シナリオの項目を整理する。まずは対象システムの「目標」を定め、ステークホルダー毎に、その役割、目標を整理し、これに基づき、図4のクラス図を定義する。

つぎに、目標を満足するために必要なユースケースを図5のように抽出し、このユースケースを基に、作業の1工程のワークフローを図6のように定義した。ここでは、使用するハードウェアの想定はまだ行っていない。ワークフローの前提として、製品情報は登録されていることと、計画としての工程情報は登録されているものとする。図5で色付けされているユースケースをプロトタイプの開発対象とする。そこで、図6のワークフローは、「工程情報を登録する」ユースケースにより、登録が終了していることを前提としている。

図6において、パーティションは、各作業者を表す。すなわち、パーティション内のアクションは各作業者のアクションを限定している。「工程情報を閲覧する」「工程情報を更新する」の振り出し呼び出しアクションで書かれているアクションはユースケースを表している。また、色付けされたアクションは、各パーティションにおける作業者が、図5のユースケースをもつ通い箱工程管理システムを利用しながら行う作業とシステムとは無関係に実際に行う作業を表している。四角形で囲まれた部分は、前者の作業であり、ハードウェア構成を決定して、システムを利用することで作業者にメリットを生み出す必要がある。作業者にとってのメリットとは、それぞれの目標であるが、システムの導入自体が壁とならないことが重要である。

図6は、これまでの作業に、コンピュータを使った工程管理という機能を導入したワークフローである。工程管理として目標を満足するための前提はつぎのとおりである

-
- ```

graph LR
 subgraph "工程管理システム"
 UC1([製品情報を登録する])
 UC2([製品情報を削除する])
 UC3([製品情報を更新する])
 UC4([製品情報を閲覧する])
 UC5([工程情報を登録する])
 UC6([工程情報を削除する])
 UC7([工程情報を更新する])
 UC8([工程情報を閲覧する])
 end
 A[A社作業員] --- UC1
 A --- UC2
 A --- UC3
 A --- UC4
 A --- UC5
 A --- UC6
 A --- UC7
 A --- UC8
 B[協力会社作業員] --- UC1
 B --- UC2
 B --- UC3
 B --- UC4
 B --- UC5
 B --- UC6
 B --- UC7
 B --- UC8
 C[ドライバー] --- UC1
 C --- UC2
 C --- UC3
 C --- UC4
 C --- UC5
 C --- UC6
 C --- UC7
 C --- UC8

```

| A社作業員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ドライバー                                                                                                                                                                                                                                                   | 協力会社作業員                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre> graph TD     Start(( )) --&gt; A1[工程情報を閲覧する]     A1 --&gt; A2[作業する]     A2 --&gt; A3[通い箱に部品を入れる]     A3 --&gt; A4[工程情報を更新する]     A4 --&gt; A5[通い箱を確認する]     A5 --&gt; A6[通い箱の出荷を依頼する]     A6 --&gt; A7[通い箱を確認する]     A7 --&gt; A8[工程情報を閲覧する]     A8 --&gt; A9[製品を検査する]     A9 --&gt; A10[工程情報を更新する]     A10 --&gt; End((X))   </pre> | <p data-bbox="1070 613 1209 665">事前条件：製品情報は登録されている&amp;&amp;工程情報は登録されている</p> <pre> graph TD     D1[通い箱を確認する] --&gt; D2[工程情報を閲覧する]     D2 --&gt; D3[通い箱を運搬する]     D3 --&gt; D4[通い箱を確認する]     D4 --&gt; D5[工程情報を閲覧する]     D5 --&gt; D6[通い箱を運搬する]   </pre> | <pre> graph TD     C1[通い箱を確認する] --&gt; C2[工程情報を閲覧する]     C2 --&gt; C3[作業する]     C3 --&gt; C4[工程情報を更新する]     C4 --&gt; C5[通い箱の出荷を依頼する]     C5 --&gt; C6[通い箱を確認する]     C6 --&gt; C7[工程情報を閲覧する]     C7 --&gt; C8[通い箱の出荷を依頼する]   </pre> |

協力工場

端末 RFID リーダライタ

ドライバー

RFID付き通い箱

端末 RFID リーダライタ

A社

PC サーバ RFID リーダライタ

```

sequenceDiagram
 participant User
 participant Interaction
 participant System

 Start(()) --> System
 Note over System: 事前条件: 通い箱が
届いている
 System->>Interaction: 荷物 : OrderedSet<通い箱>
 Interaction->>System: リーダで読み取る
 System->>Interaction: IDリスト : OrderedSet<Integer>
 Interaction->>System: 該当工程を表示する
 System->>Interaction: 確認を入力する
 Interaction->>System: 現在日時を取得する
 System->>Interaction: 更新した工程表を表示する
 System-->>End(())

```

The diagram illustrates the '箱の管理' (Box Management) process across three swimlanes: 利用者 (User), インタクション (Interaction), and システム (System). The process begins with a start node in the System lane, leading to a pre-condition note: '事前条件: 通い箱が届いている' (Pre-condition: Delivery box has arrived). The process then flows to the Interaction lane, where a message '荷物 : OrderedSet<通い箱>' (Cargo : OrderedSet<Delivery box>) is sent to the System. From the System, a message 'リーダーで読み取る' (Read with reader) is sent back to the Interaction. This is followed by a message 'IDリスト : OrderedSet<Integer>' (ID list : OrderedSet<Integer>) from the Interaction to the System. The process continues in the Interaction lane with '該当工程を表示する' (Display corresponding process), then '確認を入力する' (Enter confirmation) to the System. The System then sends '現在日時を取得する' (Get current date and time) to the Interaction, followed by '更新した工程表を表示する' (Display updated process table). The process concludes with an end node in the System lane.

図 8 工程情報を閲覧する



|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

＜特に優れた研究成果＞

システム理工学専攻の学生とMOTの学生という背景知識と研究の視点の異なる学生の交流を継続し、改題解決策のシステム化事例を開発できた。授業のモデリング演習において、教科書の事例を適用し、その有効性を確認できた。

＜問題点とその克服方法＞

上記の要求分析に基づき、プロトタイプを開発中である。当初は、対象企業にプロトタイプを示しながら、開発を行う予定であったが、相手方の都合により、まずは仕様書通りの実装を行うこととなった。プロトタイプ完成後に、実証実験を行い、改善点および要求獲得の不足を確認し、要求獲得方法と要求分析プロセスの連携方法を改善する予定である。

＜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。）＞  
特になし

＜今後の研究方針＞

来年度のシステム理工学専攻の授業「システムモデリング」では、プロトタイプ開発実験を踏まえ、授業設計を行う予定である。

教科書を用いた授業を実施する。社会人の学び直しへの適用を検討する。

Incusphre Project の HP <http://www.sayo.se.shibaura-it.ac.jp/incusphere/> における技術の紹介や、以下のような学習環境を通じたソフトウェア開発技術教育教材の公開や開発を行い、ソフトウェア開発技能育成に貢献したいと考えている。

＜今後期待される研究成果＞

学部生向けの教科書および大学院の実践的な教育の授業設計を授業に適用することで、ソフトウェア開発技術に関する教育への効果が期待される。

＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

教科書は次年度前期から本格的に利用する。IPA の研究成果は論文化した。

＜外部（第三者）評価の実施結果及び対応状況＞

特になし

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) 要求分析 (3) 検証  
 (4) UML (5) ソフトウェア品質 (6) 小規模製造業  
 (7) IT 化 (8) 授業設計

13 研究発表の状況（研究論文等公表状況。印刷中も含む。）

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＞

[1] Saeko Matsuura, Shinpei Ogata and Yoshitaka Aoki, Security Requirements Verification for Existing Systems with Model Checking Technique, MODELSWARD2017, to appear.  
＊

＜図書＞

[2] ソフトウェア設計論―役に立つ UML モデリングへ向けて―, 松浦佐江子, コロナ社, 2016. ＊

＜学会発表＞



|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

- [3] 西川, 松浦, 組込みシステムにおける要求分析モデルからのテストケース導出手法, ソフトウェア工学の基礎 XVIII, 日本ソフトウェア科学会 FOSE 2016, pp.271-272, 2016.
- [4] 松浦, 小形, 青木, ユースケース部品の組み合わせに対する目標の満足度の検査, 信学技報, vol. 115, no. 487, KBSE2015-54, pp. 37-42, 2016. \*
- [5] 松井浩司, 松浦佐江子, UML モデリングツールと GUI ビルダによる相互的なモデリング手法の実装と適用事例による評価, 第 78 回情報処理学会全国大会, 3J-04, 2016
- [6] 西川俊, 松浦佐江子, 組み込みシステムにおける設計制約の導出手法, 第 78 回情報処理学会全国大会, 7J-04, 2016

#### <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

ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

<既に実施しているもの>

Incusphere Project の HP <http://www.sayo.se.shibaura-it.ac.jp/incusphere/>

<これから実施する予定のもの>

2017 年 3 月 16 日に本学で行われる産学官連携研究交流会において、MOT との合同授業についてポスター展示する予定である。

#### 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。

#### 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>

該当なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

## 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 | グリーンイノベーションの基盤技術研究と人材育成 |     |        |
| 研究観点      | 研究推進と人材育成               |     |        |

### 2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

#### (目的・意義)

グリーンイノベーションは、地球温暖化の抑制という世界的課題の解決とともに、今後の産業の発展方向として期待されている。例えば、電気自動車(EV)やハイブリッド車(HV)、太陽電池の普及を支える効率的なパワーエレクトロニクス用デバイス、材料の研究の重要性が増している。またスマートグリッドなど効率的に大量のデータを低消費電力で処理するデバイスが必要とされている。これらの技術は地球資源の有限性が顕在化し、地球温暖化による問題が顕在化しつつある中で、持続可能な地球、人類社会を実現する鍵である。

本センターでは、本学の有する材料、デバイス、システムの人材を活用して、国プロ等で展開されるグリーンイノベーション(GI)研究プロジェクトに対応できる研究基盤を整備し、SiC、GaN パワーデバイス、低抵抗ナノカーボン配線、高効率電力変換システム、低消費電力集積回路、太陽電池等の研究発表を促進し、シンポジウムや研究会開催による研究分野の活性化、プロジェクトへの学生参画や学会参加の補助、奨学金、留学支援等を通じて人材育成を図ることを目的とする。

#### (計画の概要)

本センターでは幅広い GI 分野の中で、研究員の強みを生かして、パワエレ素子、低消費電力素子を中心に研究を進め、さらに、エネルギーハーベスト、環境エネルギーの利用、太陽電池、超電導材料、ナノデバイス・プロセス等の研究を推進する計画である。またグローバル化が進む中で、研究者の海外派遣、海外からの招聘など、国内外の研究機関との連携を図り、研究の国際化を推進する。

パワエレ素子では、パワーエレクトロニクス研究センターと協力して、SiC や GaN 等を用いた高周波インバータやそれを利用する機器等の開発を実施する。低消費電力素子では、国プロの一環として、低消費電力回路や低抵抗ナノカーボン材料の研究を実施し、それらの研究を発展させ、ナノカーボンのデバイス応用など、センターの特徴となる研究テーマを深化させ、グリーンイノベーションの実現を目指す。

さらにGI研究の展開のために、センター員の持つ超電導材料、太陽電池材料、ナノデバイス・プロセス、低消費電力回路、フォトリソ、微細加工、機械制御等の基盤技術や、GIにつながる新たなアイデアの研究を推進し、情報発信を推進する。また実践的な人材を育成するため、大学院生を中心に研究プロジェクトに参画させ、研究発表を促進するとともに、奨学制度により博士課程の高度人材の育成を図る。

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

### 3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

(2016 年度計画)

2016 年度は、国プロ（NEDO）IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト「高速大容量ストレージデバイス・システムの研究開発/超大容量メモリの低エネルギー動作を実現する低抵抗・低容量グラフェン配線の研究開発（グラフェン配線）」（NEDO-IoT）プロジェクトに参画する。また、2015 年度に引き続き、国プロ（JST CREST）「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成/デジタルデータの長期保管を実現する高信頼メモリシステム」において高信頼配線技術の研究を実施する。またパワーエレクトロニクス関連のプロジェクト活動の研究を実施する計画である。

また、学内外の GI 研究の活性化のため、グリーンイノベーションに関するシンポジウムや研究会を継続的に開催し、研究の促進と学内外での連携を図る。今年度は新たな試みとしてセンター内の各研究室の装置や研究を理解し協力することで共同研究ができないかを模索し、具体的な研究の方向性を探るため勉強会を開催する。また、国プロや海外研究機関との連携（派遣、招聘）に向けた調査や具体化を行う。研究の加速と高度人材の育成を図るため博士課程奨学生の支援を継続する。

(進捗および成果の概要)

計画に沿って、IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト「高速大容量ストレージデバイス・システムの研究開発/低抵抗ナノカーボン配線技術」（NEDO）をはじめ各研究員が研究を実施し、学会発表や論文発表を行い、センターでは 35 件の研究発表（国内および国外）の補助を実施した。研究テーマは多岐に渡るが、低炭素社会を目的とした低消費電力デバイス、エネルギーの利用効率を高めるパワーエレクトロニクス、太陽電池技術等である。

グリーンイノベーションに関するシンポジウムに関して、初年度は SiC を中心としたパワーエレクトロニクスに関する第 1 回グリーンイノベーションシンポジウム、2 年目は GaN を中心とした次世代パワーデバイス材料に関する第 2 回グリーンイノベーションシンポジウム、3 年目はパワーエレクトロニクス研究センターと共催で SiC、GaN パワーデバイスの最新動向と、実用化に向けて研究が進むダイヤモンドデバイスの最新成果について第 3 回シンポジウムを開催した。第 4 回シンポジウムは 2017 年 2 月 22 日に開催する。テーマは、IoT/AI とグリーンイノベーションである。

また今年度も昨年に引き続き、学内の活動を知ってもらい、連携のきっかけとするため、センター員が指導する学生によるポスター発表も行うが、今年も幅広く一般からのポスターも募集する。

グリーンイノベーション研究会を、昨年度に引き続き 2 回開催し、第 10 回研究会は電子セラミック・プロセス研究会と共催で開催され 5 名の先生にご講演頂いた。第 11 回研究会は Symposium on Materials for Energy and Environment Sustainability との共催で開催され 7 名の先生方の講演があった。

研究プロジェクトへの参画として、NEDO・IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト「高速大容量ストレージデバイス・システムの研究開発/超大容量メモリの低エネルギー動作を実現する低抵抗・低容量グラフェン配線の研究開発（グラフェン配線）」（上野和良）を行った。また SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)、次世代パ

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

ワエレクトロニクス、次世代パワーモジュールの応用に関する基盤研究開発、EV モータ駆動用機電一体インバータの研究開発(赤津観)、科研費 基盤研究(S) 誘導結合を用いたビルディングブロック型計算システムの研究(宇佐美 公良)を継続して実施した。

昨年に引き続き JST-CREST(戦略的創造研究推進事業)の研究領域「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」の研究課題「デジタルデータの長期保管を実現する高信頼メモリシステム」に参画し、「高信頼配線技術」の研究を継続実施した。

TIA との連携に関して、CNT の電気的特性評価など、産業技術総合研究所の Nano Processing Facility (NPF) や評価設備を利用した研究を進めている。

海外との共同研究の推進に関して、カリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)の Banerjee 教授との共同研究を具体化し共著論文を投稿し、審査中である。

高度人材の育成に関して、昨年博士課程の学生としてバングラデシュより 1 名を採用し、研究を開始したが本年も引続き支援を行い、国際会議での発表 2 件(9 月と 10 月)と論文投稿(5 月)を行った。

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

## 平成 28 年度 グリーンイノベーション研究センター 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 総合研究所グリーンイノベーション研究センター

4 プロジェクト所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5 / 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

5 研究プロジェクト名 グリーンイノベーションの基盤技術研究と人材育成

6 研究観点 \_\_\_\_\_

7 研究代表者

| 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|--------|-------|----|
| 上野 和良  | 電子工学科 | 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      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                       | 役割      |
|-----------|--------------|------------------------------------|---------|
| 上野 和良     | 電子工学科・教授     | 低消費電力、高効率電力応用に適したナノカーボン等の電気伝導材料の研究 | 研究実施、総括 |
| 村上 雅人     | 材料工学科・教授     | 高効率電力応用に適した超伝導材料の開発                | 研究実施    |
| 弓野 健太郎    | 材料工学科・教授     | Si、Ge 薄膜の低温結晶化に関する研究               | 研究実施    |
| ムラリダ ミリアラ | 大学院理工学研究科・教授 | 高効率電力応用に適した超伝導材料の開発                | 研究実施    |
| 西川 宏之     | 電気工学科・教授     | 太陽電池、パワエレ、MEMS 実装用材料の微細加工と応用       | 研究実施    |
| 赤津 観      | 電気工学科・教授     | 低消費電力電気機械エネルギー変換の研究                | 研究実施    |
| 小池 義和     | 電子工学科・教授     | 洋上発電データの収集システムの構築                  | 研究実施    |
| 石川 博康     | 電子工学科・教授     | 酸化物薄膜の結晶成長と太陽電池応用、オールカーボン太陽電池の研究   | 研究実施    |
| 山口 正樹     | 電子工学科・准教授    | 微細加工技術を用いた圧電特性向上に関する研究             | 研究実施    |

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

|        |                               |                            |      |
|--------|-------------------------------|----------------------------|------|
| 横井 秀樹  | 電子工学科・教授                      | シリコンフォトニクスを用いた光配線の研究       | 研究実施 |
| 前多 正   | 電子工学科・教授                      | アナログ無線回路技術の研究              | 研究実施 |
| 田中 慎一  | 通信工学科・教授                      | RF エネルギーハーベスティング用レクテナ回路の研究 | 研究実施 |
| 宇佐美 公良 | 情報工学科・教授                      | 高度情報化社会に向けた低消費電力回路の研究      | 研究実施 |
| 柴田 英毅  | グリーンイノベーション研究センター・客員教授(東芝)    | 低消費電力デバイス技術の研究             |      |
| 谷本 智   | グリーンイノベーション研究センター・客員教授(日産アーク) | 高効率パワーデバイス実装技術の研究          |      |
| 小林 敏夫  | グリーンイノベーション研究センター・客員教授(神奈川大学) | 長期保管用メモリーおよび高信頼配線の調査研究     |      |

＜研究者の変更状況(研究代表者を含む)＞研究員として、電子工学科前多正教授が加わった。

## 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

#### (目的・意義)

グリーンイノベーション(GI)は、今後の産業の発展方向として期待されている(図1)。例えば電気自動車(EV)やハイブリッド車(HV)、太陽電池の普及を支える効率的なパワーエレクトロニクス用デバイス、材料の研究の重要性が増している。またビッグデータ、スマートグリッドなど効率的に大量のデータを低消費電力で処理するデバイスが必要とされている。これらの技術は地球資源の有限性が顕在化し、地球温暖化による問題が顕在化しつつある今日において、持続可能な地球、人類社会を実現する鍵である。

本センターでは、本学の有する材料、デバイス、システムの人材を活用して、国プロ等で展開される研究プロジェクトに対応できる研究基盤を整備し、SiC、GaN パワーデバイス、低抵抗ナノカーボン配線、高効率電力変換システム、低消費電力集積回路、太陽電池等の研究に参画し、学生をプロジェクトに参画させることを通じて、実践的な人材を育成することを目的とする。また、シンポジウムや研究会の開催を通じて、研究分野の活性化を図る。

研究の活性化、促進、人材育成を通じて、新たなグリーンイノベーション産業の育成に貢献するとともに、低炭素社会の実現につながるものである。

#### (計画の概要)

本センターでは幅広い GI 分野の中で、研究員の強みを生かして TIA 等との連携が見込

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

めるパワエレ素子、低消費電力素子を中心に研究を進め、研究基盤の整備強化を図りながら、エネルギーハーベスト、環境エネルギーの利用、太陽電池、超電導材料、ナノデバイス・プロセス等を取り込んで、研究テーマの深化と展開を図る計画である。またグローバル化が進む中で、研究者の海外派遣、海外からの招聘など、国内外の研究機関との連携を図り、研究の国際化を推進する。

パワエレ素子では、パワーエレクトロニクス研究センターと協力して、SiC や GaN 等を用いた高周波インバータや、それを利用する機器等の開発を実施する。低消費電力素子では、国プロ(NEDO)の一環として、低消費電力回路や低抵抗ナノカーボン材料の研究を実施し、それらを発展させ、低消費電力・高効率・高信頼を目指したナノカーボンのデバイス応用など特徴ある研究に繋げ、グリーンイノベーションの実現を目指す。

さらにGI研究の深化と展開のために、センター員の持つ超電導材料、太陽電池材料、ナノデバイス・プロセス、低消費電力回路、フォトンクス、微細加工、機械制御、フォトンクス等の基盤技術や、GIにつながる新たなアイデアの研究を推進し、情報発信を推進する。また実践的な人材を育成するため、大学院生を中心に研究プロジェクトに参画させ、研究発表を促進するとともに、奨学制度により博士課程の高度人材の育成を図る。

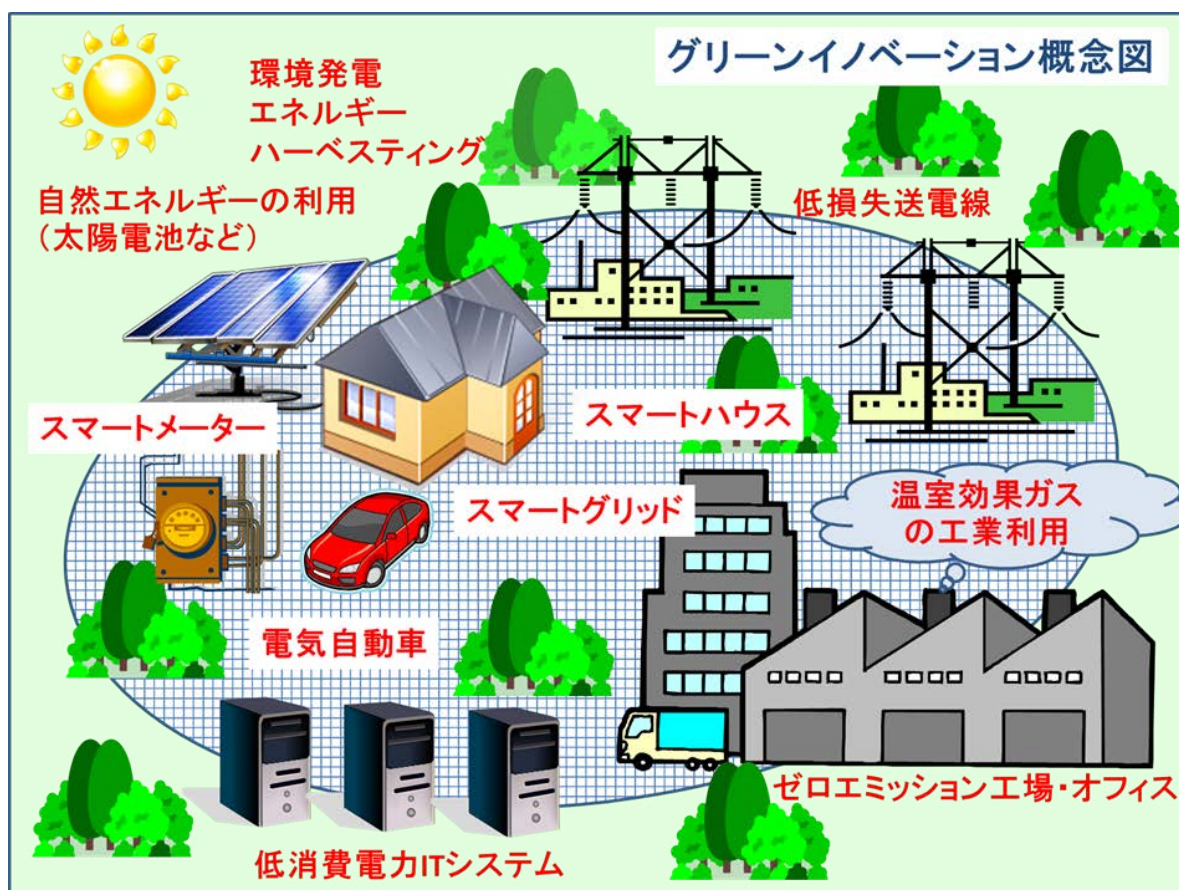


図1. 低炭素社会に向けたグリーンイノベーションの概念図.



|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

## (2) 研究組織

本研究センターでは、図 1 に概念図を示した低炭素社会に向けたグリーンイノベーションに関わる広範囲の研究を推進するに当たり、下記の本学教員が当初、独立して基盤となる研究を実施し、研究センター長がグリーンイノベーションに結びつく研究を、シンポジウム、研究会の実施、大学院生の学会発表支援等を通じて促進し、プロジェクト終了時点において全体を俯瞰した時、個々の基盤技術がグリーンイノベーションや低炭素化に貢献する技術、人材育成となっていることを目指すとともに、ナノカーボンのデバイス応用など特徴ある研究分野を育成して、それによりグリーンイノベーションへの貢献を目指す。

その研究組織として、表1に示す研究員がそれぞれ分担する基盤研究を実施し、研究センター長がセンター会議等を通じて研究を総括する体制とする。またセンター長の下に事務局を置き、シンポジウム、研究会、定例センター会議での議論を通じて、研究テーマ毎の活性化、組織化を図っていきたいと考えている。本年度は、パワーエレクトロニクス研究センター(赤津センター長)と連携し、パワーエレクトロニクス分野で、石川、田中、上野が研究拠点形成に関係するパワエレプロジェクトを実施している。中長期的には、例えばカーボンをコア技術として、低炭素社会につながる特徴あるテーマの組織化も図っていきたいと考えている。

表1. 研究組織(研究員と研究分担)

| 研究者名      | 所属・職名        | プロジェクトでの研究課題                       |
|-----------|--------------|------------------------------------|
| 上野 和良     | 電子工学科・教授     | 低消費電力、高効率電力応用に適したナノカーボン等の電気伝導材料の研究 |
| 村上 雅人     | 材料工学科・教授     | 高効率電力応用に適した超伝導材料の開発                |
| 弓野 健太郎    | 材料工学科・教授     | Si、Ge 薄膜の低温結晶化に関する研究               |
| ムラリダ ミリアラ | 大学院理工学研究科・教授 | 高効率電力応用に適した超伝導材料の開発                |
| 西川 宏之     | 電気工学科・教授     | 太陽電池、パワエレ、MEMS 実装用材料の微細加工と応用       |
| 赤津 観      | 電気工学科・教授     | 低消費電力電気機械エネルギー変換の研究                |
| 小池 義和     | 電子工学科・教授     | 洋上発電データの収集システムの構築                  |
| 石川 博康     | 電子工学科・教授     | 酸化物薄膜の結晶成長と太陽電池応用、オールカーボン太陽電池の研究   |
| 山口 正樹     | 電子工学科・准教授    | 微細加工技術を用いた圧電特性向上に関する研究             |
| 横井 秀樹     | 電子工学科・教授     | シリコンフォトニクスを用いた光配線の研究               |
| 前多 正      | 電子工学科・教授     | アナログ無線回路技術の研究                      |
| 田中 慎一     | 通信工学科・教授     | RF エネルギーハーベスティング用レクテナ回路の研究         |
| 宇佐美 公良    | 情報工学科・教授     | 高度情報化社会に向けた低消費電力回路の研究              |



|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

|       |                                       |                        |
|-------|---------------------------------------|------------------------|
| 柴田 英毅 | グリーンイノベーション研究<br>センター・客員教授(東芝)        | 低消費電力デバイス技術の研究         |
| 谷本 智  | グリーンイノベーション研究<br>センター・客員教授(日産ア<br>ーク) | 高効率パワーデバイス実装技術の研究      |
| 小林 敏夫 | グリーンイノベーション研究<br>センター・客員教授(神奈川<br>大学) | 長期保管用メモリーおよび高信頼配線の調査研究 |

## (3) 研究施設・設備等

各研究室で管理する本学の施設・設備を当面使用するが、必要に応じて、外部資金の調達等を含め必要な研究施設、設備を整備し、研究基盤を強化していく予定である。また、筑波にある共同利用施設(例えば産業技術総合研究所の Nano Fabrication Facility (NPF))を活用する。

## (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。

研究センターは、グリーンイノベーションに関する基盤技術の研究推進と人材育成を目標とする。

グリーンイノベーション研究の推進として、昨年度に引き続き、第4回グリーンイノベーションシンポジウムを開催する(図2)。本シンポジウムは、第1回で SiC を中心としたパワーエレクトロニクス<sup>\*</sup>の現状と実用化の課題について議論したことを踏まえ、第2回は GaN に焦点を当て、技術の現状と今後の展開について議論した。昨年度第3回は SiC、GaN パワーデバイスの最新動向と、実用化に向けて研究が進むダイヤモンドデバイスの最新成果について議論した。今回は IoT/AI とグリーンイノベーションをテーマに開催する予定で、日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所 の山道 新太郎氏に Cognitive Computing が拓く未来と省エネに向けたデバイスレベルでの取り組みについて、日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所の 阪本 利司氏 に低電力 LSI を実現する NanoBridge 技術について、慶應義塾大学 理工学部電子工学科 の黒田 忠広教授に新しい集積回路でモバイル人工知能を創るについて、(株)東芝 研究開発センター の柴田 英毅氏に IoT/CPS 実現に向けた More than Moore 技術について、芝浦工業大学 工学部情報工学科 の宇佐美 公良教授に最小エネルギーで動作する超低電圧 LSI の設計技術についてご講演いただく。

また、過年度開催の計9回の研究会に引き続き、今年度2回のグリーンイノベーション研究会を開催した。第10回研究会は電子セラミック・プロセス研究会と共催で開催され5名の先生にご講演頂いた(図3)。第11回研究会は Symposium on Materials for Energy and Environment Sustainability との共催で開催され7名の先生方の講演があった。(図4)

高度人材の育成に関して2014年10月より、バングラデシュのダッカ工科大学より、MD Sahab Uddin を博士課程奨学生に採用したが、今年度も Uddin は、センター長の研究指導の下で、グラフェンの新しい形成方法とパワーデバイスへの応用に向けた研究を実施している。

TIA との連携では、筑波にある産業技術総合研究所の NPF と連携した研究を実施してい

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

る。具体的には、CNT の電氣的特性評価に関して、NPF のナノプローバ等の設備を活用し、CNT の低抵抗化の研究を実施した。

海外との共同研究に推進に関して、University of California, Santa Barbara (UCSB)の Kaustav Banerjee 教授との共同研究により共著論文を投稿中である。

また今年度は新しい試みとしてセンター内の各研究室の装置や研究を理解し協力することで共同研究ができないかを模索し、具体的な研究の方向性を探るため 3 回の勉強会を開催した。今後、研究の具体化を図る予定である。

また、各研究センター員がそれぞれのプロジェクトや研究の成果発表をセンターが支援した。今年度は後述する 35 件の研究発表を支援した。低炭素社会に向けた低消費電力デバイスに関しては、宇佐美が低消費集積回路の研究、上野が低抵抗ナノカーボン配線の研究を NEDO プロジェクトや JST-CREST プロジェクトの一環として行った。また、パワーエレクトロニクスに関して、赤津(パワーエレクトロニクス研究センター長)、石川、田中、上野が、高周波高出力パワーインバータ開発に関する研究をパワーエレクトロニクス研究センターの活動の一環として行った。他に、各研究員が各自のテーマについて研究を実施した。例えば太陽電池を目指した半導体結晶成長技術(弓野)研究を実施した。

(各研究員の進捗について)

#### グラフェンのデバイス応用

集積回路の消費電力低減につながるグラフェン配線の実現に向け、固相析出法による絶縁膜上への直接グラフェン形成法を検討し、均一な多層グラフェン膜の析出を実現した、今後、膜質の向上が課題である。またグラフェン配線の抵抗低減のため、インターカレーションドーピングを検討し、 $\text{MoO}_3$  を用いたパッシベーション法を開発した。これにより、ドープした低抵抗多層グラフェンの安定性が向上できることを示し、2017 年 2 月の開催される IEEE Electron Device Technology and Manufacturing (EDTM)に投稿し論文が採択された。

また、GaN デバイスの電極に、グラフェン(ナノカーボン)を応用する検討を実施した。固相析出法を工夫し、GaN 基板上に比較的低温で、多層グラフェンを形成できるプロセスを開発した。またそれを用いて、ショットキーダイオードを作製し、良好な整流特性を得た。また、従来の電極材料に比較して、加熱処理に対して優れた安定性を持つことが明らかになった。その成果を 2016 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) と Advanced Metallization Conference, Asian Session 2016 において発表し、Japanese Journal of Applied Physics (JJAP)に論文投稿した。JJAP で論文 1 件が採択された。さらに、GaN 上に CVD 法で直接グラフェンを形成するプロセスを検討し、プロセスの工夫によってプロセスの低温化を実現した。膜質の改善が課題であるが、その成果を 2016 Micro Process and Nanotechnology (MNC)において発表した。(上野 和良)

IEEE Industrial Electronics Society 主催の回転機に関する国際会議 ICEM(International Conference on Electric Machines)にて新規提案の MRM(Magnet Reversal Motor)について発表した。MRM は永久磁石をパルス電流により磁化反転させ、少ないエネルギーでモータを回転させることのできる新しいモータである。発表はポスターで実施したが絶えず聴衆者が質問をしており、大いに興味をもってもらった発表であった。現在実機にてその性能を確認しており、良好な駆動特性が得られている。(赤津観)

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

樟腦を原料に用いた熱 CVD 法により、太陽電池用アモルファスカーボン薄膜の作製を行っている。バンドギャップの制御を目的にヘキサメチルジシラザン(HMDS)を添加し、供給量を変化させて薄膜の特性を評価した。HMDS 供給量 0 ではバンドギャップは 0.03 eV と小さいが、供給するとバンドギャップが 0.4~0.9 eV まで増加した。供給量依存性は観察されず、広バンドギャップ化のメカニズムとして Si-C 結合以外が寄与しているものと考えている。最終目標を太陽電池完成とすると、バンドギャップが太陽電池として適した値に近づいたことから、達成度は 50%である。＜特に優れた研究成果＞HMDS 導入により、CVD 樟腦アモルファスカーボンの広バンドギャップ化ができることを報告したのは、本グループが初めてである。従来、熱 CVD 法によるアモルファスカーボン薄膜はバンドギャップが 0 eV に近いものしかできなかったことを考えると、大きな進歩であり外部評価を受けたのは今回が初めてである。(石川博康)

WDM 用光トリプレクサに関して、電力消費が少ない光配線技術のさらなる高機能化、高集積化を目的として、複数の MMI カプラと交差光導波路を組み合わせ実現される偏波無依存型光トリプレクサを提案した。素子を構成する MMI カプラを設計し、光波伝搬特性を明らかにした。

光非相反素子に関して、電力消費が少ない光配線技術のさらなる高機能化、高集積化を目的として、非相反な導波モード放射モード変換型光アイソレータを波長 1550nm で設計した。また、素子の波長依存性、及び温度依存性を明らかにした。(横井秀樹)

マイクロ波電力増幅器の高効率のため、右手左手系複合(CRLH)線路スタブを用いた F 級動作条件を満たすための高調波処理回路を提案してきた。今回、同高調波処理回路を近年注目されている GaN FET を用いた電力増幅器に適用して評価を行ったところ、ドレイン効率 84.4%、付加電力効率 75.5%という優れた特性を得た。

特に優れた研究成果として、従来より 1/10 の超小型サイズで、5次高調波まで処理が可能(従来は3次高調波まで)となり、回路サイズの大型化が利用を阻む原因のひとつとなっていた F 級増幅器に対して実用化のひとつの方向を示したといえる。CRLH 線路はアンテナなど受動素子回路に利用が検討されているが、増幅器のような能動素子回路に適用した数少ない応用例である。

自然界には存在できない電磁波の性質を引き出す仕組みである、CRLH 線路を応用した。(2015 年 8 月に特許出願済み)

電力効率の改善に関しては一定の成果が得られたので、学術論文にまとめる予定。

CRLH 線路スタブを増幅器の高性能化に応用するという独自の手法を発展させ、今後は例えば増幅器の歪特性の改善にもつなげていく予定である。

(田中慎一)

(問題点とその克服方法)

研究センターでは、各研究員の研究室に所属する学生の発表について支援を行ったが、研究の状況によって発表支援をする研究室に偏りが生じた。また、海外発表等においては、出張先によってかかる費用に差があり、公平な支援となるように、今後ルール作りが必要である。また、今後はセンターの特徴ある研究分野の強化も課題と考えており、例えば n 低消費電力・高効率・高信頼性を目指したナノカーボンのデバイス応用など、特徴ある研究を育成し、それによるグリーンイノベーションへの貢献を目指す。

(今後の方針)

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

今後も、継続的に研究会、シンポジウムを開催する。また海外との連携や人材育成に関して、国際共同研究を推進し、また海外発表の推進を行い、研究力向上を図る。研究に関して、当面は低消費電力デバイスに関する研究、高効率パワーエレクトロニクスに関する研究を中心に進め、定期的な研究センター会議等を通じて、中長期的に、各研究員の持つ基盤技術から新テーマ、特徴ある研究分野を掘り起し、グリーンイノベーションへの方向づけと、学会発表助成等を通じた研究推進を行う。また勉強会も継続的に行い共同研究への発展を目指す。

第4回グリーンイノベーションシンポジウム

SHIBaura INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
Saitama 102

IoT/AIとグリーンイノベーション

開催日：2017年2月22日（水）13：00～17：40  
会 場：芝浦工大豊洲キャンパス 交遊棟 6 階大講義室  
会 費：無料  
お申込み方法：事務局ホームページ専用フォームにて  
お名前・ご所属・ご連絡先をお知らせ下さい。  
芝浦工業大学グリーンイノベーション研究センター事務局  
URL: <http://rcgl.net.ele.shibaura-it.ac.jp/symposium/4thsymposium/>  
期 切：2017 年 2月 13日(月)  
定 員：200名

プログラム（敬称略）

|       |                                                   |                           |           |
|-------|---------------------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 13:00 | Opening remark                                    | 芝浦工業大学学長                  | 村上 雅人     |
| 13:10 | Cognitive Computingが拓く未来と<br>省エネに向けたデバイスレベルでの取り組み | 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基研研究所    | 山道 新太郎    |
| 13:55 | 低電力LSIを実現するNanoBridge技術                           | 日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所  | 阪本 利明     |
| 14:40 | <ポスターセッション>                                       | 芝浦工業大学各研究室<br>一般役員        |           |
| 15:20 | 新しい集積回路でモバイル人工知能を創る                               | 慶應義塾大学 理工学部電子工学科          | 教授 黒田 忠広  |
| 16:05 | IoT/GPS実現に向けたMore than Moore技術                    | 株式会社東芝 研究開発センター           | 柴田 英毅     |
| 16:50 | 最小エネルギーで動作する超低電圧LSIの設計技術                          | 芝浦工業大学 工学部情報工学科           | 教授 宇佐美 公良 |
| 17:35 | Closing remark                                    | 芝浦工業大学 グリーンイノベーション研究センター長 | 上野 和良     |
| 18:00 | <懇親会>                                             |                           |           |

お問い合わせ先：芝浦工業大学グリーンイノベーション研究センター事務局  
〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5  
email: [j036791@shibaura-it.ac.jp](mailto:j036791@shibaura-it.ac.jp) fax: 03-5859-8201

図 2. 第 4 回グリーンイノベーションシンポジウム

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

図 3. 第 10 回 グリーンイノベーション研究会

芝浦工業大学・グリーンイノベーション研究センター  
第10回研究会プログラム

日 時：平成28年10月22日（土）13:00より  
場 所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟403教室（東京都江東区豊洲3丁目7番5）  
HP: <http://www.shibaura-it.ac.jp/access/toyosu.html>  
参加費：法人会員、グリーンイノベーション研究センター研究員、学生：無料  
上記以外 大学・公研：2,000 円、企業：5,000 円  
共 催：電子セラミック・プロセス研究会（第168回研究会）

特集テーマ：「低炭素社会の実現にむけた電子材料・デバイスの開発」

座長：山口 正樹（芝浦工業大学）

13:00-13:50 「有機 EL と LED による低消費電力照明」  
芝浦工業大学 長友 隆男 氏

13:50-14:40 「配線応用を目指すナノカーボン材料技術」  
株式会社東芝 酒井 志司 氏

14:40-15:30 「圧電材料を用いた振動発電の可能性」  
物質・材料研究機構 木村 秀夫 氏

15:30-15:45 休憩

座長：大釜 信治（研化学工業（株））

15:45-16:35 「スピンゼーベック効果と熱電変換応用への期待」  
日本電気株式会社 桐原 明宏 氏

16:35-17:25 「BaTiO<sub>3</sub>の微細化とMLCG 薄膜化の進展」  
太陽誘電株式会社 岸 弘志 氏

17:30 より、自由討論会（参加費 ¥3,000）を芝浦工業大学生協ラウンジ（交流棟 2 階）にて行います。  
多数の皆様のご参加をお待ちしています。

図 4. 第 11 回 グリーンイノベーション研究会

| FRIDAY                                                                                                                                                                                                                                                   | DECEMBER 16 | MORNING |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Location: Conference Hall 5F, Toyosu campus                                                                                                                                                                                                              |             |         |
| Opening Message 9:30-9:35 : President Prof. Dr. Masato Murakami, SIT                                                                                                                                                                                     |             |         |
| Technical Session I:<br>Chairpersons: Prof. Dr. Tetsuo Oka, Niigata University and Prof. Dr. Muralidhar Miryala, SIT                                                                                                                                     |             |         |
| ORL1-INV 9:35-10:30 Dr. Amit Goyal, Director, RENEW, USA<br>Title: High-performance, low-cost, single-crystal-like device layers and controlled self-assembly of nanostructures within device layers for wide-ranging energy and electronic applications |             |         |
| ORL2-INV 10:30-10:40 Prof. Dr. Yong Zhao, Dean, Southwest Jiaotong University, China<br>Title: Recent Progress on HTS Maglev in China                                                                                                                    |             |         |
| ORL3-INV 10:40-11:05 Dr. Pavel Diko, Head, Slovak Academy of Sciences, Slovakia<br>Title: Microstructure of inner seeded YBCO bulk superconductors                                                                                                       |             |         |
| ORL4-INV 11:05-11:30 Dr. C.-J. Kim, Head, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Korea<br>Title: Two directional growth of a Y123 grain in melt processed YBCO with interior seeding                                                            |             |         |
| 11:30 ~ 11:40 BREAK                                                                                                                                                                                                                                      |             |         |
| Technical Session II:<br>Chairpersons: Prof. Dr. Amit Goyal, RENEW and Prof. Dr. Yutaka Yamada, SIT                                                                                                                                                      |             |         |
| ORL5-INV 11:40-12:05 Prof. Dr. Mitsuru Izumi, Director, TUMSAT(Kaiyodai), Japan<br>Title: Study of Magnetization of Gd-Ba-Cu-O bulk high-temperature superconductors                                                                                     |             |         |
| ORL6-INV 12:05-12:30 Prof. Dr. Paolo Mele, Muroran Institute of Technology, Hokkaido, Japan<br>Title: Nanostructured thin films of superconducting and thermoelectric oxides for sustainable development                                                 |             |         |
| ORL7-INV 12:30-12:55 Dr. S. Lee, CEO, SuperOX, Japan<br>Title: Overview of SuperOx activity in fabrication and application of coated conductors                                                                                                          |             |         |
| Closing remarks 12:55~ Prof. Dr. M. Muralidhar                                                                                                                                                                                                           |             |         |
| 13:00~ LUNCH                                                                                                                                                                                                                                             |             |         |
| Supported by<br>Research Center for Green Innovation, Shibaura Institute of Technology                                                                                                                                                                   |             |         |

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) 低炭素社会 (2) 温室効果ガス削減 (3) 低消費電力  
 (4) 高電力効率 (5) パワーエレクトロニクス (6) エネルギーハーベスティング  
 (7) 太陽電池 (8) カーボン

13 研究発表の状況（研究論文等公表状況。印刷中も含む。）

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

## &lt;論文&gt;

- 1) Satoshi Tanimoto, Kenichi Ueoka, Takaya Fujita, Sawa Araki, Kazutoshi Kojima, Toshiharu Makino, Satoshi Yamasaki「A New Type of Single Carrier Conduction Rectifier on SiC」Materials Science Forum ISSN: 1662-9752, Vol. 858, pp 769-772 (2016/5/24)
- 2) Md. Sahab Uddin, Hiroyasu Ichikawa, Shota Sano, Kazuyoshi Ueno「Improvement of multilayer graphene crystallinity by solid-phase precipitation with current stress application during annealing」Japanese Journal of Applied Physics 55 06JH02 (2016/5/26)
- 3) Md. Sahab Uddin, Kazuyoshi Ueno「Fabrication of a Schottky diode with direct deposition of multilayer graphene on n-Gan by solid-phase reaction」Japanese Journal of Applied Physics 56 (2017) Accepted for publication.
- 4) 弓野 健太郎, Takatoshi Sugiyama<sup>1</sup>, Naoya Mishiba<sup>1</sup>, Masao Kamiko<sup>2</sup>「Fabrication of crystalline Ge thin films by co-deposition of Au and Ge at low substrate temperatures (<200 ° C) without post annealing」Applied Physics Express 9, 095501 (2016/8/2)
- 5) 宇佐美 公良「超低電圧 LSI の設計技術」電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, Vol. 10, No. 3, pp. 195-205 (2017/01/01)

## 【新聞掲載】

日本経済新聞

<知の明日を築く> 芝浦工業大学グリーンイノベーション研究センター  
 ～ 情報機器の省エネ追及 ～ 2016年4月13日朝刊

## &lt;学会発表&gt;

グリーンイノベーション研究センターの助成により実施したもの(学生)

- 1) Salinee Choowitsakunlert, Rardchawadee Silapunt, Hideki Yokoi「A study of antiferromagnetic-pinned multiferroic composites nano read head」The 25th ASME Annual Conference on Information Storage and Processing Systems (2016/6/20 Santa Clara)
- 2) 山田 晋衣, 赤津 観「A new motor with stator magnet using the magnetization reversal technique」International Conference on Electrical Machines (ICEM' 2016) (2016/9/5 ローザンヌ)
- 3) 井上 優太, 横井秀樹「スロット交差光導波路を用いた偏波無依存光トリプレクサの設計」電子情報通信学会 2016年ソサイエティ大会 (2016/9/20 札幌市)
- 4) 小林 航也, Salinee Choowitsakunlert, 横井 秀樹「ストリップ装荷型導波路を用いた非相反導波モード-放射モード変換型光アイソレータの波長依存性」電子情報通信学会 2016年ソサイエティ大会 (2016/9/23 札幌市)
- 5) Salinee Choowitsakunlert, Rardchawadee Silapunt, Hideki Yokoi「Temperature dependence of Waveguide Optical Isolator Employing Nonreciprocal Guided-Radiation Mode Conversion」電子情報通信学会 2016年ソサイエティ大会 (2016/9/23 札幌市)

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

- 6) 羽坂 奨馬, 西村謙汰, 石川博康「HMDS 導入 CVD 樟脳カーボン薄膜の原料 Si/C 比依存性」応用物理学会 (2016/9/15 新潟)
- 7) Md. Sahab Uddin, Kazuyoshi Ueno「Fabrication of a Schottky diode with direct deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reaction」SSDM-2016 (2016/9/28 Tsukuba)
- 8) 小泉聡太, 田中慎一 石川亮 本城和彦「CRLH 線路スタブ F 級高調波処理回路を用いた GaN HEMT 増幅器」電子情報通信学会 (2016/9/20 札幌)
- 9) Joseph B. Mutunga, T. Kondo, T. Suzuki, M. Kamiko, K. Kyuno「AuSb induced crystallization of Ge thin films」応用物理学会 (2016/9/15 新潟)
- 10) 高鳥毛 怜, 神子公男, 弓野健太郎「Au と Ge の同時スパッタによる Ge 薄膜の結晶化 (Ⅲ)」応用物理学会 (2016/9/15 新潟)
- 11) 阿久津 敏, 神子公男, 弓野健太郎「uGe/Au 積層膜のアニールによる Ge 結晶薄膜の作製 (1)」応用物理学会 (2016/9/15 新潟)
- 12) 熊谷健太, 神子公男, 弓野健太郎「AuGe/Au 積層膜のアニールによる Ge 結晶薄膜の作成 (2)」応用物理学会 (2016/9/15 新潟)
- 13) Md. Sahab Uddin, Kazuyosi Ueno「A noble schottky diode involving direct deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reaction」ADMETA-Plus-2016, 26th Asian Session (2016/10/21 Tokyo)
- 14) 相田 航, 榎本学祥, 新井秀樹, 横澤孝典, 上野和良「Direct deposition of graphene on GaN by thermal CVD at low temperatures」29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (2016/11/10 京都)
- 15) 小暮 俊輔, 宇佐美公良「薄膜 BOX-SOI (S0TB) におけるレベルシフトレス設計の実現性の検討と評価」電子情報通信学会 VLD 研究会 (デザインガイア) (2016/11/28 大阪)
- 16) 吉田 有佑, 宇佐美公良「薄膜 BOX-SOI を用いた基板バイアス制御による低消費電力スタンダードセルメモリの設計と実装」電子情報通信学会 VLD 研究会 (デザインガイア) (2016/11/29 大阪)
- 17) SEATUC (2017/3/ホーチミン) にて学生 1 名発表予定
- 18) IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing Conference (EDTM) 2017 (2017 年 2 月 富山) にて学生 3 名発表予定
- 19) Materials for Advanced Metallization (MAM) 2017 (2017 年 3 月 ドイツ) にて学生 1 名発表予定

グリーンイノベーション研究センターの助成により実施したもの (学生以外)

- 1) 横井 秀樹, Salinee Choowitsakunlert, Kouya Kobayash「Temperature dependence of optical isolator with Si guiding layer employing nonreciprocal guided-radiation mode conversion」E-MRS Spring Meeting 2016 (42495 Lille)
- 2) M. Muralidhar, M. Higuchi, H. Kobayashi, I. Naoki, M. Jirsa, P. Diko, I. Kokal, M. Murakami「Record critical current density in bulk MgB<sub>2</sub> using carbon-coated amorphous boron and optimum sintering conditions」9th International Symposium on Superconductivity, (December 13-15 Tokyo)
- 3) M. Muralidhar, M. Higuchi, I. Naoki, H. Kobayashi, M. Jirsa, P. Diko, I. Kokal, M. Murakami「Improved critical current densities of bulk MgB<sub>2</sub> using carbon-coated

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

amorphous boron」2016 Applied Superconductivity Conference, ( September 4-9, 2016Denver, Colorado, USA)

- 4) M. Muralidhar, , I. Naoki, M. Higuchi, M. Tomita, M. Murakam 「Application of High Tc Superconducting Technology Use in the Day Life of Public” 」BIT’ s Annual World Congress of Advanced Materials 2016( June 6-8, 2016Chongqing, China)

#### グリーンイノベーション研究センター研究員が発表したもの(上記以外)

- 1) Sawa Araki, Tatsuhiro Suzuki, Mari Yamashita, Satoshi Tanimoto, Toshiaki Ono, Hisashi Yakumaru and Hiroki Sawada 「Degradation Analysis of T0-247 Package SiC-MOSFETs Subjected to High Temperature Storage and Heavy Thermal Cycle Test」 IMAPS HiTEC 2016 (2016/5/11 Albuquerque, NM, USA)
- 2) Tatsuhiro Suzuki, Mari Yamashita, Tetsuya Mori , Sawa Araki, Satoshi Tanimoto, Shota Iizuka, Yuuta Niitsuma, and Kan Akatsu 「A Built-in High Temperature Half-bridge Power Module with Low Stray Inductance and Low Thermal Resistance for In-Wheel Motor Application」 ECSCRM 2016 (2016/9/28 Halkidiki, Greece)
- 3) Satoshi Tanimoto, Tatsuhiro Suzuki, Sawa Araki, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura and Satoshi Yamasaki 「High Temperature Reliability Assessment and Degradation Analysis for Diamond Semiconductor Devices 」 ECSCRM 2016 (2016/9/26Halkidiki, Greece )
- 4) 荒木 祥和, 鈴木 達広, 山下 真理, 大野 俊明, 薬丸 尚志, 澤田 浩紀, 谷本 智「破壊観察による SiC-MOSFET (T0-247) の冷熱サイクル劣化解析」第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (2016/9/14 新潟市)
- 5) 山下 真理, 鈴木 達広, 荒木 祥和, 森 哲也, 荻原 尚志, 田中 秀和, 薬丸 尚志, 谷本 智「次世代パワー半導体ダイアタッチの複合オンゴーイング劣化解析」第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (2016/9/14 新潟市)
- 6) 荒木 祥和, 鈴木 達広, 山下 真理, 大野 俊明, 薬丸 尚志, 澤田 浩紀, 谷本 智「市販 SiC-MOSFET (T0-247) の冷熱サイクル劣化解析」応用物理学会先進パワー半導体分科会第 3 回講演会 (2016/11/8 つくば市)
- 7) 山下 真理, 鈴木 達広, 荒木 祥和, 森 哲也, 荻原 尚志, 田中 秀和, 薬丸 尚志, 谷本 智「SiC 半導体ダイアタッチの冷熱サイクル試験劣化解析」応用物理学会先進パワー半導体分科会第 3 回講演会 (2016/11/8 つくば市)
- 8) 鈴木 達広, 山下 真理, 森 哲也, 荒木 祥和, 谷本 智, 飯塚 祥太, 赤津 観「SiC インバータモジュールのスイッチング速度高速化に向けた低インダクタンス構造の設計」応用物理学会先進パワー半導体分科会第 3 回講演会 (2016/11/8 つくば市)
- 9) 谷本 智, 鈴木 達広, 荒木 祥和, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 小倉 政彦, 山崎 聡「500° C 環境で起こるダイヤモンド・パワー半導体の故障モードは何か」応用物理学会先進パワー半導体分科会第 3 回講演会 (2016/11/8 つくば市)
- 10) 山下 真理, 鈴木 達広, 森 哲也, 荻原 尚志, 田中 秀和, 薬丸 尚志, 荒木 祥和, 谷本 智「冷熱サイクル試験にかけた SiC ダイアタッチの非破壊・破壊複合解析」第 64 回応用物理学会春季学術講演会 (2017/3/15 横浜市)



|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

<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

グリーンイノベーション研究センターHP:

<http://www.nel.ele.shibaura-it.ac.jp/info/rcgi/>

<既に実施しているもの>

- ① 第10回グリーンイノベーション研究センター研究会(2016年10月22日)
- ② 第11回グリーンイノベーション研究センター研究会(2016年12月16日)

<これから実施する予定のもの>

第4回グリーンイノベーションシンポジウム: 2月22日(水)

<http://rcgi.nel.ele.shibaura-it.ac.jp/symposium/4thsymposium/>

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

#### 14 その他の研究成果等

- ・(NEDO)IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト「高速大容量ストレージデバイス・システムの研究開発/低抵抗ナノカーボン配線技術」(上野和良)
- ・低消費電力回路の研究(宇佐美公良)
- ・(JST CREST )デジタルデータの長期保管を実現する高信頼メモリシステム(上野和良)
- ・SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)/次世代パワーエレクトロニクス  
/次世代パワーモジュールの応用に関する基盤研究開発/EV モータ駆動用機電一体インバータの研究開発(赤津観)
- ・科研費 基盤研究(S) 誘導結合を用いたビルディングブロック型計算システムの研究(宇佐美 公良)
- ＜依頼講演＞
- 1) 小林 敏夫「超長期保管メモリ・システムの必要性とその課題」SNIA 日本支部(.2016年7月28日東京)
- 2) 小林 敏夫「超長期保管メモリ・システムの必要性とその課題 - 電子情報時代の“和紙”をめざして -」野村證券株式会社 野村 スピーカーシリーズ(.2016年9月29日東京)
- 3) 小林 敏夫「超長期保管メモリ・システムの必要性とその課題」SNIA 日本支部 コールドストレージセミナー第2回(.2017年1月12日東京)
- 4) 小林 敏夫「超長期保管メモリ・システムの必要性とその課題」SNIA 日本支部 ストレージトレンドセミナー(.2017年1月27日大阪)
- 5) 小林 敏夫「超長期保管メモリ・システムの必要性とその課題」シリコン材料・デバイス研究会(.2017年2月6日東京)
- ＜海外出張＞
- 1) 横井秀樹、アメリカ(バークレー)、21st Microoptics Conference (MOC '16) 参加 2016年10月11日(火)から10月16日(日)
- 2) ミリアラ ムラリダ、Chongqing, China、BIT's 5th Annual World Congress of Advanced Materials-2016 参加 June 6-8, 2016
- 3) 田中愼一、ロンドン、European Microwave Conference (EuMC) 2016に参加、2016年10月3日(月)-7日(金)
- 4) 宇佐美公良、サンフランシスコ、International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED 2016)調査参加 2016年8月8日～8月10日
- ＜勉強会＞
- 第1回 2016年11月16日①低消費電力 LSI 設計技術(宇佐美)②メタマテリアル回路を用いた次世代マイクロ波電力増幅器の高効率化(田中)③LRE-123 など高温超電導材料の研究や応用の可能性について(ミリアラ)
- 第2回 2016年11月25日①江戸っ子1号の開発や、水中での画像伝送の研究、バッテリーや非接触充電のニーズなどの技術課題(小池)②IoE に向けた低消費電力無線技術のニーズや技術課題、環境電磁波を用いたエネルギーハーベスティングの可能性(前多)③非シリコン系太陽電池用半導体薄膜の作製-MOCVD 法による太陽電池用酸化膜薄膜-(石川)

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

第3回 2016年11月30日①光集積デバイスについて(横井)②太陽電池や、フレキシブルエレクトロニクス用のトランジスタとして期待される Ge の MIC 法による低温形成技術について(弓野)③エネルギーハーベスティングのための圧電材料のプロトンビームを使った加工技術について(山口)④低消費電力集積回路やパワーデバイスへの応用を目指したグラフェンの研究について(上野)

#### 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＞

該当なし

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

該当なし

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

## 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 | 高齢者住環境デザイン研究センター |     |        |
| 研究観点      |                  |     |        |

### 2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

高齢者、とりわけ認知症患者とその家族が生活する住宅の増改築要求は個々の症状、生活者の状況によって異なり、また変化する。こうした要求に効率よく合致させる方法を開発する上で、生活者の生活実態把握、最適な生活パターンと住宅環境の理解、最適な住宅改築計画と実施が必要となる。本センターの研究は以下の項目を対象とする。

- a. 高齢者住環境デザインの情報モデリング: 高齢者とその家族の生活に適合した「オーダーメイド」の住空間デザイン、ケアリフォームを提案するための 3D を始めとした情報技術の標準的な活用方法の研究。
- b. ケアリフォームの実践を通じた新しい住環境デザインの提案: リフォーム要件整理、マニュアル化、対応システムおよび設備の開発、住生活の負担を軽減する住環境デザインの提案。
- c. 住空間における BPSD 対応支援技術の研究: 徘徊防止センサの開発と性能評価、住宅への組み込み等に関する研究。

### 3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

- a-1. 2016 年 8 月、ケアリフォームに関するアンケート調査の分析を完了し、共同研究先である（株）東急コミュニティーに説明会を実施した。
- a-2. ケアリフォームによるバリューアップの可能性を検討するため、共同研究先が管理しているマンションの大規模修繕実施記録と中古市場価格のデータを収集し、高齢者が居住するマンションの建築部分に対する市場の評価を分析中。
- b. ケアリフォームマップをベースに、在宅ケアを前提とした認知症高齢者の自立支援と家族・介護者の介護負担軽減の両面より、住環境に求められる機能（リフォーム要件）を心身機能症状ごとに整理した「住環境ケアマニュアル」を作成した。
- c. 徘徊を認識するためにレーザーレンジセンサを用いて歩容の違いを測定・解析し、徘徊時の特色を抽出するシステムの構築を目指した。歩容の特色の抽出は可能となり、徘徊時との識別手法を開発中である。

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

## 2016 年度高齢者住環境デザイン研究センター 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 SIT総合研究所

4 プロジェクト所在地 芝浦校舎, 大宮校舎, 豊洲校舎

5 研究プロジェクト名 高齢者住環境デザイン研究センター

6 研究観点 \_\_\_\_\_

7 研究代表者

| 研究代表者名 | 所属部局名   | 職名 |
|--------|---------|----|
| 篠崎道彦   | デザイン工学科 | 教授 |

8 プロジェクト参加研究者数 7 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 |
|--------------------|----------------|---------------------|------------|
| 米田隆志               | 生命科学科・教授       | BPSD 対応支援技術開発       |            |
| 志手一哉               | 建築工学科・准教授      | 高齢者住環境デザインの情報モデリング  |            |
| (共同研究機関等)<br>吉久保誠一 | 客員教授           | 負担軽減高齢者住環境デザイン      |            |
| 野村廣方               | 客員研究員・本学非常勤講師  | ケアリフォーム軽減・ケアリフォーム実践 |            |
| 植村尚子               | 客員研究員・TOTO株式会社 | ケアリフォーム軽減・ケアリフォーム実践 |            |
| 石田航星               | 客員研究員・工学院大学    | 高齢者住環境デザインの情報モデリング  |            |

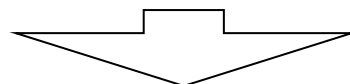
|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

<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

高齢者、とりわけ認知症患者とその家族が生活する住宅の増改築要求は個々の症状、生活者の状況によって異なり、また変化する。こうした要求に効率よく合致させる方法を開発する上で、生活者の生活実態把握、最適な生活パターンと住宅環境の理解、最適な住宅改築計画と実施が必要となる。本センターの研究は以下の項目を対象とする。

- a. 高齢者住環境デザインの情報モデリング:高齢者とその家族の生活に適合した「オーダーメイド」の住空間デザイン、ケアリフォームを提案するための 3D を始めとした情報技術の標準的な活用方法の研究。
- b. ケアリフォームの実践を通じた新しい住環境デザインの提案:リフォーム要件整理、マニュアル化、対応システムおよび設備の開発、住生活の負担を軽減する住環境デザインの提案。
- c. 住空間における BPSD 対応支援技術の研究:徘徊防止センサの開発と性能評価、住宅への組み込み等に関する研究。

(2)研究組織

3学部の学内教員3名および関連分野の客員教員・研究員4名により構成

(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>

- a-1. 2016 年 8 月、ケアリフォームに関するアンケート調査の分析を完了し、共同研究先である(株)東急コミュニティーに説明会を実施した。
- a-2. ケアリフォームによるバリューアップの可能性を検討するため、共同研究先が管理しているマンションの大規模修繕実施記録と中古市場価格のデータを収集し、高齢者が居住するマンションの建築部分に対する市場の評価を分析中。
- b. ケアリフォームマップをベースに、在宅ケアを前提とした認知症高齢者の自立支援と家族・介護者の介護負担軽減の両面より、住環境に求められる機能(リフォーム要件)を心身機能症状ごとに整理した「住環境ケアマニュアル」を作成した。成果を開発工学会論文誌に投稿中である。

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

c. 徘徊を認識するためにレーザーレンジセンサを用いた歩容の測定を行うとともに、得られたデータの解析を行い、徘徊時の特色を抽出するシステムの構築を目指した。歩容の各個人における特色の抽出は可能となり、通常歩行時と徘徊時との識別手法を開発中である。

<特に優れた研究成果>

<問題点とその克服方法>

本年度に実施予定としていた、特定マンションでのケアリフォームに関するワークショップが、候補物件の管理組合から許可を得られず実施できなかった。次年度に他の物件を候補とし、交渉を試みる。

ケアリフォーム実践のターゲットを明確にしつつ活動を継続する。

<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。)>

<今後の研究方針>

- a. ケアリフォームに関するワークショップ実施
- b. 在宅ケア負担軽減に資するケア機器の研究・開発

<今後期待される研究成果>

- ・BIMを用いたケアリフォームの妥当性評価手法の提案。
- ・「住環境ケアマニュアル」を活用した住宅リフォーム実践

<プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む。)>

- ・年度ごとのプロジェクト成果報告書による SIT 総研/外部評価。
- ・学生の卒業論文による学内外評価。
- ・研究論文の学会発表とその評価。

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) ケアリフォーム | (2) 高齢化住宅 | (3) BPSD デザイン |
| (4) ケアマニュアル | (5) _____ | (6) _____     |
| (7) _____   | (8) _____ |               |

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

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。

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

### ＜雑誌論文＞

論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)について記入してください(左記の各項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

### ＜図書＞

図書名、著者名、出版社名、総ページ数、発行年(西暦)について記入してください(左記の項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

### ＜学会発表＞

学会名、発表者名、発表標題名、開催地、発表年月(西暦)について記入してください(左記の項目が網羅されていれば、順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

日本建築学会, 香川宏樹, 志手一哉, 石田航星, 集合住宅における高齢者向けリフォームに関する研究, 2016 年日本建築学会大会(九州)学術講演発表, 九州, 2016 年 8 月 26 日

### ＜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

ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

＜既に実施しているもの＞

＜これから実施する予定のもの＞

2017 年度日本建築学会大会学術講演発表

### 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



|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

## 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。

### <「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。

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

## 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 | ゼロエネルギー建築研究   |     |        |
| 研究観点      | 建築・都市の省エネルギー化 |     |        |

### 2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

国内すべての建築物における環境基準適応の段階的な義務化が2020年までに進められることが決定され、建築や都市のゼロエネルギー化の必要性が高まっている。これに伴い、環境技術開発を軸とした総合的な研究拠点として、本研究センターの設置を目指す。

建築・都市の省エネルギー化を目指して、ネット・ゼロ・エネルギー住宅(以下、ZEH)の普及促進、都市エネルギーに関する防災拠点の確保、低環境負荷の建築デザイン等における、多角的な研究を行う。

### 3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

平成26年度に開催された、一般社団法人環境共創イニシアチブが推進するエネマネハウス2014(第1回)に5大学の内の1校として採択を受け、ZEHのモデルハウスとして「母の家2030-呼吸する屋根と環境シェルター」を芝浦工業大学コンソーシアムとして建設・発表し、優秀賞ならびにピープルズチョイスアワードを受賞した。その後、当モデル住宅を福島県会津若松市に移築し、住環境性能についての継続計測実験を行った。これについて、復興庁新しい東北事業や、自治体等で研究発表・講演を行った。これらの住環境性能の研究結果をもとに、エネマネハウス2015(第2回)に参加し、「継ぎの住処-母から広がる多世代ZEH」の採択を受け、モデルハウスの建設・発表を行った。これにより、最優秀賞ならびにピープルズチョイスアワードを受賞している。2016年度は、これらの研究成果の学術発表と、同モデルハウスによる継続研究の為、移築による研究を続けている。2017年1月に、福島県泉崎市にて移築モデルの躯体が完成している。

また、都市のゼロエネルギー化・災害に強い都市づくりに向け、2016年度COC事業として「東京臨海地域における安心安全の都市づくりを推進するロードマップの作成」を行い、豊洲地域を拠点とした防災まちづくりに関する調査及び研究を続けている。

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

**平成 28 年度選定「私立大学戦略的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 ゼロエネルギー建築研究センター

4 プロジェクト所在地 芝浦工業大学豊洲キャンパス内

5 研究プロジェクト名 ゼロエネルギー建築研究

6 研究観点 建築・都市の省エネルギー化

7 研究代表者

| 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|--------|-------|----|
| 秋元孝之   | 建築工学科 | 教授 |

8 プロジェクト参加研究者数 7 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 |
|----------------------|--------------------|--------------|------------|
| 志手 一哉                | 建築工学科 准教授          | 生産システム研究     | 構法システム開発   |
| 赤堀 忍                 | 建築工学科 教授           | 設計手法の研究      | 設計手法開発     |
| 橋田 規子                | デザイン工学科 教授         | デザイン研究       | 設計手法開発     |
| 青島 啓太                | イノベーション推進センター 特任講師 | 設計手法の研究      | 設計手法開発     |
| 村上 公哉                | 建築工学科 教授           | 都市エネルギー      | 都市エネルギー開発  |
| 佐藤 宏亮                | 建築工学科 准教授          | 都市計画研究       | 都市エネルギー開発  |
| 青笹 健                 | 株式会社アルテップ          | 環境技術研究       | 環境技術開発     |
| (共同研究機関等)<br>旭化成ホームズ |                    |              | 環境技術開発     |
| 藤田建設工業               |                    |              | 設計手法開発     |
|                      |                    |              |            |
|                      |                    |              |            |

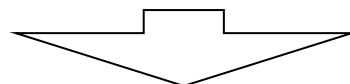
|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

## &lt;研究者の変更状況(研究代表者を含む)&gt;

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 |
|-----------|---------------|-------|------------|
| なし        |               |       |            |

## 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

国内すべての建築物における環境基準適応の段階的な義務化が2020年までに進められることが決定され、建築や都市のゼロエネルギー化の必要性が高まっている。これに伴い、環境技術開発を軸とした総合的な研究拠点として、本研究センターの設置を目指す。

建築・都市の省エネルギー化を目指して、ネット・ゼロ・エネルギー住宅(以下、ZEH)の普及促進、都市エネルギーに関する防災拠点の確保、低環境負荷の建築デザイン等における、多角的な研究を行う。

## (2)研究組織

SIT 総合研究所 ゼロエネルギー建築研究センター

## (3)研究施設・設備等

芝浦工業大学豊洲キャンパス 建築工学科各研究室及び実習室

## (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。

## &lt;現在までの進捗状況及び達成度&gt;

エネマネハウスにおける2回のゼロエネルギーハウスのモデルハウスを建設・実証を行なった。第1回のモデル住宅を福島県会津若松市に移築し、住環境性能についての継続計測実験を行った。これについて、復興庁新しい東北事業や、自治体等で研究発表・講演を行った。第2回のモデルハウスについて移築計画中であり、福島県泉崎市にて移築モデルの躯体が完成した。

また、都市のゼロエネルギー化・災害に強い都市づくりに向け、2016年度COC事業として「東京臨海地域における安心安全の都市づくりを推進するロードマップの作成」を行い、豊洲地域を拠点とした防災まちづくりに関する調査及び研究を続けている。

## &lt;特に優れた研究成果&gt;

エネマネハウス2014(第1回)「母の家2030-呼吸する屋根と環境シェルター」

優秀賞ならびにピープルズチョイスアワードを受賞

エネマネハウス2015(第2回)「継ぎの住処-母から広がる多世代ZEH」

最優秀賞ならびにピープルズチョイスアワード受賞

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

### ＜問題点とその克服方法＞

ゼロエネルギー化及び建設時の環境負荷低減を目的として、モデルハウスで導入した木質構法にいて、特に新工法である CLT パネル工法、WOOD.ALC 構法における市場展開には、住宅の品質確保の促進等に関する法律や住宅性能表示をはじめとした、性能への適応が重要である。しかし、法整備や認定機関の整備、サプライチェーンの不足による市場価格の高騰等により、市場展開までまだ時間がかかる。エネマネハウス等の実績をもとに、先進的なプロジェクトに対して応用・展開することで、市場展開に向けたスピードを上げられると考えている。

### ＜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。)＞

エネマネハウス 2015 で発表した計画を活かして、福島県の協力企業らが復興公営住宅約 300 住戸の計画を実施して完成させた。従来であれば RC や鉄骨造による復興公営住宅が主流である中、エネマネハウスにて導入した構法が居住性能や省エネルギー性能上で注目され、採用された。

### ＜今後の研究方針＞

エネマネハウスの移築計画並びに、継続研究を行う。特にエネマネハウス 2015 のモデルハウスでは、事務所として活用しながらの実験を目指している。また、次回のエネマネハウスへの参加を目標に、企業らと協力しながら更なるゼロエネルギー建築の研究を進める。また、都市の省エネルギー化および防災拠点の整備については、COC 事業を展開し、防災まちづくりに関する調査研究を継続する。

### ＜今後期待される研究成果＞

次回エネマネハウスへの参加  
省エネルギー化につながる建築構法を用いた計画の実施

### ＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

昨年度の実績をもとに、多方面での情報発信および研究発表等が進められた。

### ＜外部(第三者)評価の実施結果及び対応状況＞

持続可能な社会に向けた、先進的な分野として評価を受けている。構法のフィージビリティにも主眼を置き、現実性のある研究に向けて活動している。

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) <u>省エネルギー</u> | (2) <u>サステナブルデザイン</u> | (3) <u>環境設備</u> |
| (4) <u>木質構法</u>   | (5) <u>ZEH</u>        | (6) <u>ZEB</u>  |
| (7) <u>都市防災</u>   | (8) <u>都市エネルギー</u>    |                 |

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

### 13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

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>

1. 「研究室からフィールドへ「エネマネハウス 2015」学生が考える、将来の家-エネルギー・ライフ・アジア」建築資料研究社、住宅建築、2016 年第 456 号、pp106-115
2. 青島啓太・粕谷淳司・小林恵吾、五明遼平・丸毛遼・樋山恭助・水石仁・川久保俊「エネマネハウスで見た未来の住まい：ゼロエネルギーのその先へ」建築雑誌 131 (1680), 8-13, 2016-02-20, 日本建築学会
3. 「研究室からフィールドへ「エネマネハウス 2014」5 大学と企業による実証」新建築社住宅特集、2014 年 5 月号、pp134,141-143
4. 秋元孝之・青島啓太「ゼロ・エネルギー・ハウスの標準化-「エネマネハウス 2014」5 大学と企業による実証」建築資料研究社、住宅建築、2014 年第 445 号、pp106-117
5. 青島啓太, 「ソーラーデカトロンヨーロッパ 2014, ゼロエネルギーハウスへの憧憬—60 年後の住環境はどうなってゆくのか」日仏工業技術会誌、創立 60 周年記念特集号、第 60 号、28-32、2014
6. 「先進の省エネ住宅を5大学が競演」日経ホームビルダー, 03/2014
7. 青島啓太, 「つくば CLT 実験棟の実践」建築防災、日本建築防災協会、第 463 号、46-54、2016.8
8. 青島啓太, 「実験棟の活用で CLT の可能性を探る, CLT による新たな木質建築へのヴィジョン」プレカットユーザー、2016 年第 18 号、38-43、2016

#### <図書>

なし

#### <学会発表>

1. 「鉄骨構造+大判木質パネル新構法システムによる設計と実証 『継ぎの住処—母からひろがる多世代 ZEH—』エネマネハウス 2015 その 2-1」
2. ○山本明輝(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.783
3. 「鉄骨構造+大判木質パネル新構法システムの施工性に関する研究 『継ぎの住処—母からひろがる多世代 ZEH—』エネマネハウス 2015 その 2-2」
4. ○小野真徳(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.785
5. 「戸×個の可能性を追求した集合住宅型 ZEH に関する研究 『継ぎの住処—母からひろがる多世代 ZEH—』エネマネハウス 2015 その 2-3」

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

6. ○池端翔(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.787
7. 「エネルギーを有効利用した実証住戸の実施方法とその概要 『継ぎの住処－母からひろがる多世代 ZEH－』エネマネハウス 2015 その 1-1」
8. ○五寶智美(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.1289
9. 「鉄骨構造+大判木質パネル新構法システムにおける開口部に関する研究 『継ぎの住処－母からひろがる多世代 ZEH－』エネマネハウス 2015 その 1-2」
10. ○高田正太郎(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.1291
11. 「実証住戸における室内環境の向上と多様なライフスタイルを許容する内装計画 『継ぎの住処－母からひろがる多世代 ZEH－』エネマネハウス 2015 その 1-3」
12. ○竹島弘樹(芝浦工業大)・赤堀忍 | 2016 年, E-1 分冊, p.1293
13. 「エネマネハウス 2015 継ぎの住処」
14. ○青島啓太(芝浦工業大)・五寶智美・千葉麻貴・林晃士・志手一哉・赤堀忍・秋元孝之 | 2016 年, G-1 分冊, p.200
15. 青島啓太・秋元孝之:「母の家 2030 呼吸する屋根・環境シェルターによるシェア型居住スタイル」、『2014 年日本建築学会大会梗概集 G-1 分冊』、p.100

#### <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  
ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

#### <既に実施しているもの>

1. エネマネハウス 2015  
<https://sii.or.jp/emh2015/>
2. 芝浦工業大学エネマネハウス 2015  
<http://www.kk.shibaura-it.ac.jp/akimotolab/zeh2015/>
3. 芝浦工業大学エネマネハウス 2014  
<http://www.kk.shibaura-it.ac.jp/akimotolab/zeh2014/>
4. 芝浦工業大学 ZEH プロジェクト  
<https://www.facebook.com/zehsit/>
5. 青島啓太, 基調講演「CLT 建築の可能性について」第 2 回県産木材に係る新技術・新工法講習会, 福島県建築士事務所協会, 2016.9
6. 青島啓太, 講演「木質建築の新たなヴィジョン」大分県木造マイスター育成研修, 大分県林業振興室, 2016.9

|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

7. 青島啓太, 講演「実物件を通じて明らかになる CLT の可能性」高知県 CLT 建築推進協議会, 日本における CLT 普及の到達点講演会, 2016.4
8. 青島啓太, 基調講演「木材利用の可能性を拡げ、低炭素社会について考える」平成 27 年度大分県地球温暖化防止講演会支援事業, エコ住宅おおい推進協議会, 2015.12

＜これから実施する予定のもの＞

9. 青島啓太, 講演「エネマネハウスの設計経緯、コンセプト」鉄骨+厚板集成材のコラボレーション構造見学会, 2017.1

#### 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。

1. 「鉄骨構造+WOOD.ALC による構法システムの研究開発」  
受託研究(旭化成ホームズ株式会社)

中高層の新たな集合住宅の躯体システムとして、鉄骨構造を構造体に用い、外壁材に国産の木質パネルを使った構法システムの研究を行い、実用化に向けた技術開発を行う。

2. 2016 年度 COC 事業 東京臨海地域における安心安全の都市づくりを推進するロードマップの作成

木造密集市街地や海拔ゼロメートル地帯などの災害脆弱地域が広がる江東区全域を視野にいれながら、豊洲地域を拠点とした防災まちづくりの体制づくりや空間づくりについて検討を行った。豊洲地区に立地するオフィスビル、商業ビル、マンションなどの各施設における防災対策や非常時のエネルギー確保を始め、地域に寄与する情報について調査を行い、空間情報として取りまとめを行った。調査結果をもとに具体的な地区の防災計画、空間整備計画の提案を行った。

「災害脆弱地域に近接した再開発地域の防災性能と災害時連携に関する研究 - 江東区豊洲および周辺地域を対象として-」○黒木貴光, 芝浦工業大学修士論文

「東京臨海地域を拠点とする災害危険地域復旧のための防災計画 - 江東デルタ地帯における防災機能の在り方-」○栗原健悟, 芝浦工業大学卒業設計



|          |  |
|----------|--|
| 法人番号     |  |
| プロジェクト番号 |  |

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>

<「選定時」に付された留意事項への対応>

## H28 年テーラーメイドマテリアル工学研究センター 研究成果報告書

1. 法人名                    学校法人
2. 大学名                    芝浦工業大学
3. 研究組織                テーラーメイドマテリアル工学研究センター
4. 研究所在地            135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
5. 研究代表者

| 研究者名    | 所属    | 職名  |
|---------|-------|-----|
| ◎ 石崎 貴裕 | 材料工学科 | 准教授 |

6. プロジェクト参加研究者数        14 名

7. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

| 研究者名      | 所属・職名           | 研究グループ  |
|-----------|-----------------|---------|
| 二井 信行     | 機械工学科 准教授       | 表界面制御   |
| 湯本 敦史     | 材料工学科 准教授       |         |
| ○ 田嶋 稔樹   | 応用化学科 准教授       |         |
| ○ 松尾 繁樹   | 機械工学科 教授        | 量子ビーム加工 |
| 下条 雅幸     | 材料工学科 教授        |         |
| 西川 宏之     | 電気工学科 教授        |         |
| 横井 秀樹     | 電子工学科 教授        |         |
| 山田 純      | 機械工学科 教授        | 組織制御    |
| ○ 石崎 貴裕   | 材料工学科 准教授       |         |
| 芹澤 愛      | 材料工学科 助教        |         |
| Li Oi Lun | SIT 総合研究所 特任准教授 |         |
| 細矢 直基     | 機械機能工学科 准教授     | 計測制御    |
| ○ 前田 真吾   | 機械機能工学科 准教授     |         |
| 赤津 観      | 電気工学科 教授        |         |

(注 研究者名頭の○は、研究グループリーダー)

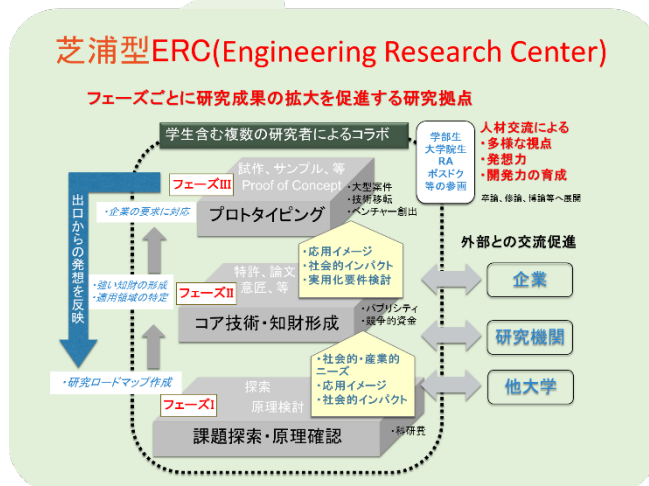
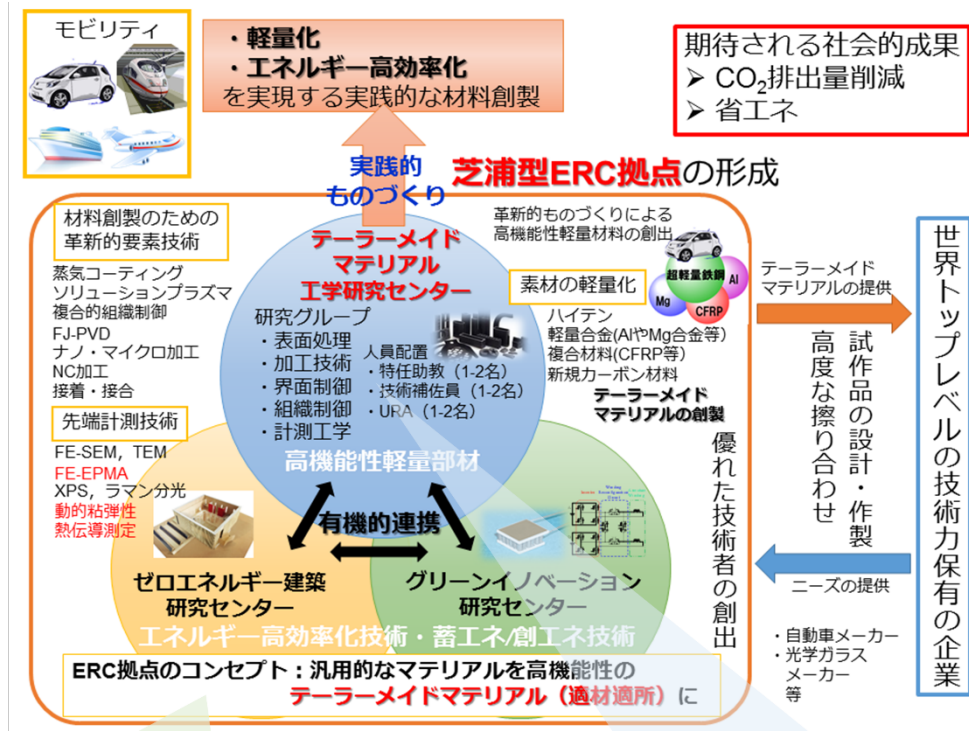
## 8. 研究計画の概要

本研究センターの目的は、社会実装を視野に入れた低環境負荷のものづくりの基盤技術の構築を実現させるための国際研究開発拠点（芝浦型 ERC）を構築し、これを本学のブランドとして推進し、グリーンイノベーションの創出に繋げることにより、近年、国際的にも多くの企業が取り組んでいるカーボンフットプリントの最小化に対して貢献する技術開発を行うことである。

本研究センターで実施する具体的な研究内容としては、マイクロ組織制御技術と表面処理技術の融合による軽量金属（Al や Mg 合金等）の高強度・高耐食化技術の確立を行い、自動車および鉄道車両等の軽量化を促進させるための基盤技術の構築、また、エネルギーデバイスで重要な酸素還元反応を効果的に生じさせるためのカーボン系触媒材料の開発がある。さらに、既存の磁性材料の高機能化や薄膜化技術を確立することでモータ材料の高性能化を実現させ、モータの高効率化技術の開発、また、建材の高機能化を促進すべく、放熱性あるいは断熱性に優れた高機能性材料を創出するとともに、表面の濡れ性を制御するための技術開発を行い、窓ガラスの高機能化技術の開発も行う。さらに、エラストマーアクチュエータを用いた創エネ材料の創製に関する技術開発を行う。これらの技術開発を実現させるために、本研究センターでは、表界面制御、量子ビーム加工、組織制御、計測制御グループを配置し、それぞれの専門性を活かした研究開発を実施する。さらに、表界面制御、組織制御、量子ビーム加工、計測制御の技術を有機的に連携させることで、社会的なニーズに合わせた本学独自の材料創製技術のコンセプトとなる「テーラーメイドマテリアル」を、ものづくり基盤技術のコア技術として確立する。

以下に、H28年度に実施する具体的な研究項目を示す。

- ・未解明な環境リスクを評価するための簡便な長期細胞培養デバイスの開発
- ・超音速フリージェット PVD による高保磁力  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 硬磁性膜の開発
- ・Mg, Al, Fe 表面への導電性高分子膜の電解合成技術の開発
- ・波長分割多重通信システムのための導波路型光素子の開発
- ・電子線を利用したナノ加工
- ・レーザーを利用した表面加工
- ・高強度・高耐食化のための金属組織制御技術の開発
- ・結晶粒・化合物の微細化技術の開発
- ・酸素還元触媒材料の開発
- ・カーボンナノチューブを用いた誘電エラストマーアクチュエータの電極作成方法の確立
- ・誘電エラストマーアクチュエータを用いた発電デバイスの探索
- ・多孔質材料を用いた誘電エラストマーアクチュエータの探索



テラーメイドマテリアル工学研究センター概念図

## 9. 研究の概要

### (1) 表界面制御グループ

#### A 計画の概要

表界面制御グループでは、様々な材料の高機能化を実現するための表面や界面を制御するための技術開発を行う。H28 年度に実施を計画している具体的な研究テーマとその概要を以下に示す。

##### **未解明な環境リスクを評価するための簡便な長期細胞培養デバイスの開発**

マイクロ流体システムは、微細加工技術により基板上にパターンしたマイクロサイズの凸形状の転写によって構成されるのが一般的であるが、製作時点で流路のレイアウトは固定されるため、完成したシステムは設計時に特定した代表的な状況以外を実現できない問題がある。そこで、我々は微小流路の壁面を機械要素に置き換えることで、使用時にあっても動的に再構成できる微小流路の実現に取り組んでいる。具体的には、微小な正方形断面をもつピンの先端を多数並べて流路の側壁とし、ピンをスライドさせることによって流路の形の再構成を可能としたものである。

ここで、ピンを構成する材料に関する問題がある。ピンに求められる寸法精度ならびに剛性から考え、現在の技術においては金属しか選択肢がないと考えられる。現状では耐食性をもつステンレス鋼である SUS316L を用いているが、細胞の接着性を明確に制御できないことと、時々強い細胞毒性をもたらすことが問題になっていた。そこで、これらの問題を解決するための SUS316L 表面の制御方法を検討した。

##### **超音速フリージェット PVD による高保磁力 $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 硬磁性膜の開発**

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 酸化鉄は  $\alpha$  相、 $\beta$  相、 $\gamma$  相、 $\epsilon$  相などが存在し、各相において種々の異なる特性を示すことが知られている。 $\epsilon$  相(斜方晶、空間群  $Pna2_1$ )は、金属酸化物中で最大の保磁力を有する硬磁性材料であり、次世代の貴金属・希土類フリー硬磁性材料として注目されている。しかし、既存の薄膜技術において酸化鉄の結晶構造を制御することは困難であり、 $\epsilon$  相を含む酸化鉄の成膜に関する研究報告例は少ない。

超音速フリージェット PVD は、生成直後の活性なナノ粒子を超音速のガス流で加速させ、基板にナノ粒子を堆積させることで膜形成を行う新規成原理によるコーティング技術である。本法では、蒸発させた原子をナノ粒子として捕集し成膜するため膜原料を高い歩留まりで成膜することが可能であり、高い成膜速度で厚膜形成が可能である。また、ナノ粒子の堆積により皮膜を形成させるため、緻密なナノ結晶粒膜を低温環境下で成膜することが可能である。

本研究は、超音速フリージェット PVD により高保磁力を有する  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の形成を試み、成膜諸因子が及ぼす磁気特性への影響を評価することを目的とした。

##### **Mg, Al, Fe 表面への導電性高分子膜の電解合成技術の開発**

導電性高分子膜は金属表面の防食に有効であることが知られている。一方、電解酸化重合合法は電極(金属)表面で重合と成膜を同時に行うことができる有力な合成手法の 1 つ

として、基礎から応用まで幅広く研究が行われている。しかしながら、電解酸化重合法はモノマーの電解酸化をキーステップとすることから、モノマーよりも酸化を受けにくい白金などの貴金属を電極として用いる必要がある。すなわち、マグネシウム、アルミニウム、鉄などの酸化を受けやすい金属を電極として用いると、目的とするモノマーではなく金属が電解酸化を受けることで重合が進行しない。

これに対し、モノマーの電解還元をキーステップとする電解還元重合法が数例報告されている。電解還元重合法は、モノマーに脱離基として臭素を導入しニッケルおよびパラジウム触媒を用いることで、炭素－臭素結合を還元的に開裂させることで重合を行うものである。しかしながら、電解還元重合法の研究例はごく僅かであり、さらに弱い電子求引基である臭素によるモノマーの活性化効果が低いために触媒が必要になるなど、汎用性に大きな問題点を有している。

これに対し本研究では、最も強い電子求引基であるフッ素を脱離基としてモノマーに導入して強く活性化することで、触媒を用いることなく炭素－フッ素結合を還元的に開裂させることを新たな方法論とする電解還元重合法を確立することを目的とした。特に今年度は、電解還元重合条件の詳細な検討を行うことを目的とした。

## B 成果の概要

上記の研究テーマに対して得られた研究成果は下記の通りである。

### 未解明な環境リスクを評価するための簡便な長期細胞培養デバイスの開発（フェーズ 1）

0.3×7mm の直方体 SUS316L ピンの表面をエッチング液(5M HCl + 0.5M HNO<sub>3</sub>)に浸漬し、65℃湿潤環境下で 40 分静置することで dog bone 型に加工した。このピンをそのまま細胞培養に用いると、細胞が死滅する現象がときどきみられた。その要因として、エッチング時に生じた微細孔に残存した酸がエッチングを進行させ、培地の持つ塩類の作用もあいまって SUS316L のもつ不動態膜が破壊されるものと考えた。そこで、1M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30min 浸漬で中和、純水リンス後、HNO<sub>3</sub>に 65℃で 30min 浸漬することで追加の不動態化処理を行うことで、エッチング後においても細胞毒性のない表面が得られた。

上記の中和・不動態化処理を施した SUS316L 表面に、ヒト臍帯静脈内皮細胞(HUVEC)とヒト肺胞線維芽細胞(hLF)のスフェロイドを接近させたところ、双方について強い細胞接着をもたらすことを見いだした。一方、この表面の細胞接着を阻止する方法として、2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン(MPC)ならびにポリ(2-ヒドロキシエチルメタクリレート) (polyHEMA)のコーティングを試みたが、ともに細胞接着の阻止への効果を見いださなかった。ただし、狭義の表界面制御ではないが、偏心回転荷重を持つ DC モータにてピンを機械的に振動させることで、細胞接着を阻止することは可能であった。

### 超音速フリージェット PVD による高保磁力 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 硬磁性膜の開発（フェーズ 1）

本実験では、基板に φ5mm 板厚 1mm の無酸素銅(C1020)を用い、ターゲットには逆ミセル法－ゾルゲル法により形成させたシリカが被覆された Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 微粉末(ε 相 77%・α 相

23%)を焼結したものを用いた。膜原料ターゲットの蒸発には、Q スイッチ Nd:YAG パルスレーザー(波長  $\lambda=532\text{nm}$ , 10Hz)を用い、レーザー出力・フルエンス、ナノ粒子生成室圧力、ノズル基板間距離などの成膜パラメータを評価した。

成膜条件を検討した結果、ターゲットに照射するレーザースポット(照射面積)が膜中の  $\epsilon$  相含有率を決定する支配因子であることを明らかとし、ターゲットからの  $\epsilon$  相転写率 95%以上の皮膜の形成に成功した。また、本法により保磁力 5kOe を超える  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  膜の形成に成功した。

#### Mg, Al, Fe 表面への導電性高分子膜の電解合成技術の開発 (フェーズ 1)

ベンゼンの水素を全てフッ素で置換したヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合について重合条件の詳細な検討を行った。まず、ヘキサフルオロベンゼンの還元電位を測定したところ、約-2V 付近から還元を受けることが明らかになった。そこで、ヘキサフルオロベンゼンの電位掃引重合を行い重合の進行をモニタリングすることで、溶媒や支持塩などの電解条件について検討を行った。その結果、溶媒にヘキサメチルリン酸トリアミド(HMPA)、支持塩にテトラブチルアンモニウムテトラフルオロボレート( $\text{Bu}_4\text{NBF}_4$ )を用いた場合に、比較的平滑な重合膜が電極(ITO)表面に生成することが明らかになった。さらに、得られた重合膜の元素分析を行ったところ、架橋構造のやや多いペルフルオロポリフェニレン膜が生成していることが示唆された。以上より、炭素-フッ素結合を還元的に開裂させることを利用した電解還元重合法を新たに確立することに成功した。

### C 研究発表等の状況

#### 【雑誌論文】

1. 小林龍馬, 湯本敦史, 阿相英孝, 鷹野一朗: CoFeNi 磁性膜の交流軟磁気特性に対する電流パルスリバース印加の効果, 表面技術, vol.67 No.11(2016), pp.607-613.
2. Shinsuke Tomida, Ryohei Tsuda, Shiho Furukawa, Marie Saito, Toshiki Tajima, Electroreductive hydrogenation of activated olefins using the concept of site isolation, Electrochemistry Communications, 2016, 73, 46-49.

#### 【学会発表】

1. M. Oono, A. Takano, N. Futai, Reconfigurable microfluidic channel with the discretized sidewalls, 29th Intl. Microproc. Nanotech. Conf. (MNC2016), Nov. 8-11, 2016, Kyoto, Japan.
2. 湯本敦史: 超音速フリージェット PVD によるセラミックス膜の形成【招待講演】, 日本溶射学会関東支部・日本溶射工業会関東支部共催合同関東支部講演会, 江戸東京博物館, 2016 年 12 月 15 日~16 日 (15 日)
3. Tsukasa Katsuki, Tetsuo Tsuchiya, Jun Akedo, Atsushi Yumoto, Kentaro Shinoda: Surface Temperature Evolution Upon Crystallization of Tin Oxide Films in ELAMOD Process, The 7th Tsukuba International Coating Symposium (TICS7), 2016 年 12 月 8 日
4. 草野正大, 宮崎史帆, 渡邊誠, 岸本哲, 湯本敦史: レーザ積層造形法による Ti-6Al-4V 合

- 金の微細組織および機械的性質, 日本機械学会 第 24 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2016), 早稲田大学国際会議場, 2016 年 11 月 24 日～26 日 (25 日), No.302
5. 塚田柊人, Chen Xiaolong, 黒田聖治, 渡邊誠, 湯本 敦史: ランタノイドヘキサアルミニート溶射膜の高温腐食挙動, 日本溶射学会第 104 回 (2016 年度秋季) 全国講演大会, ウェル戸畑 (北九州) 2016 年 11 月 17～18 日 (18 日), pp.61-62(No.214)
  6. 鬼海修平, 渡邊誠, 荒木弘, 黒田聖治, 湯本 敦史: WS Ti-6Al-4V 膜の力学特性に及ぼす原料粉末の影響, 日本溶射学会第 104 回 (2016 年度秋季) 全国講演大会, ウェル戸畑 (北九州) 2016 年 11 月 17～18 日 (18 日), pp.43-44(No.205)
  7. 柏貴也, Chen Xiaolong, 田中義久, 黒田聖治, 荒木弘, 渡邊誠, 湯本敦史: ナノインデンテーション法による TBC 材料の微小機械特性評価, 日本溶射学会第 104 回 (2016 年度秋季) 全国講演大会, ウェル戸畑 (北九州) 2016 年 11 月 17～18 日 (17 日), pp.11-12(No.106)
  8. 勝木司, 湯本敦史, 土屋哲男, 明渡純, 篠田健太郎: 塗布光照射法における酸化スズ膜結晶化過程のナノ秒温度計測, :第 53 回日本電子材料技術協会秋期講演大会, 日本セラミックス協会ビル (東京), 2016 年 11 月 2 日, 日本電子材料技術協会概要集、頁番号 A6
  9. 湯本敦史: デュアルセルを用いたパルスリバーサ電析によるナノ結晶軟磁性膜の開発【招待講演】, 第 59 回ナノプレーティング研究会, 関東学院大学 KGU 関内メディアセンター (神奈川), 2016 年 10 月 4 日, pp.3-4.(No.2)
  10. Tsukasa Katsuki, Tetsuo Tsuchiya, Jun Akedo, Atsushi Yumoto, Kentaro Shinoda: Ultrafast Temperature Measurement of Crystallization Process of Tin Oxide Films in ELAMOD Process Toward Device Fabrication via Chemical Solution Route, The 8th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications(JCFMA8), Tsukuba International Congress Center (JAPAN), 2016 年 10 月 1 日, The 8th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications(JCFMA8)
  11. 清水麻里, 湯本敦史: 超音速フリージェット PVD による窒化アルミニウム膜の耐電圧に及ぼす膜組織の影響, 日本金属学会 2016 年秋期 (第 159 回) 大会, 大阪大学豊中キャンパス大学会館アゼンブリーホール, 2016 年 9 月 21～9 月 23 日 (21 日), (No. P89)
  12. 菅野智広, 湯本敦史: 超音速フリージェット PVD による  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜の形成, 日本金属学会 2016 年秋期 (第 159 回) 大会, 大阪大学豊中キャンパス大学会館アゼンブリーホール, 2016 年 9 月 21～9 月 23 日 (21 日), (No. P90)
  13. 塚田柊人, 湯本敦史, 黒田聖治, Xiaolong Chen, 荒木弘: ランタンマグネシウムヘキサアルミネート ( $\text{LaMgAl}_{11}\text{O}_{19}$ ) およびイットリア安定化ジルコニア ( $8\text{wt.}\%\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ) の大気プラズマ溶射膜と焼結体の高温腐食挙動, 日本金属学会 2016 年秋期 (第 159 回) 大会, 大阪大学豊中キャンパス大学会館アゼンブリーホール, 2016 年 9 月 21～9 月 23 日 (21 日), (No. P154)
  14. Tsukasa Katsuki, Tetsuo Tsuchiya, Jun Akedo, Atsushi Yumoto, Kentaro Shinoda: In Situ Temperature Measurement of Crystallization Process of Tin Oxide Films in ELAMOD Process at



Nano Second Time Scale, 13th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPs-13), Nara Kasugano international Forum (Nara Prefectural Conference Hall), 2016 年 5 月 9 日, 13th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPs-13), p.80.

15. 吉田学, 山口一輝, 川崎周, 山田将大, 宮崎伸雄, 田嶋稔樹,  $\beta$ -ニトロアルコールの両極電解合成, 第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016, タワーホール船堀, 2016 年 11 月 16 日.
16. 緒方真奈海, 太田幹彦, 中込祥, 三浦純典, 佐藤慎太郎, 田嶋稔樹, 環状アミド系溶媒中で電気化学的に生成した溶媒和電子の種々の還元反応への応用, 第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016, タワーホール船堀, 2016 年 11 月 16 日.
17. 湯本拓馬, 若井大悟, 國井太一郎, 北島庸貴, 田嶋稔樹, 第四級アンモニウムフルオリド-HFIP 錯体の合成とその電解フッ素化への応用, 第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016, タワーホール船堀, 2016 年 11 月 16 日.
18. 白井龍汰, 志賀一貴, 船津航平, 田嶋稔樹, 電解ヒドロキシ化をキーステップとするワンポット炭素-炭素結合形成反応の開発, 第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016, タワーホール船堀, 2016 年 11 月 16 日.
19. 山田真秀, 福田敏寛, 青木翼, 佐合慶太, 田嶋稔樹, KF と固体酸のカチオン交換反応に基づく HF-塩基錯体の合成とその電解フッ素化への利用, 第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016, タワーホール船堀, 2016 年 11 月 16 日.
20. 若井大悟, 川嶋大吾, 中島梢, 村杉恵, 川口祐樹, 安藤拓海, 田嶋稔樹, 電解還元重合法に基づくペルフルオロポリフェニレン膜の電解合成, 第 40 回有機電子移動化学討論会, 新潟大学, 2016 年 6 月 23 日.
21. 吉田学, 川崎周, 山田将大, 宮崎伸雄, 田嶋稔樹, 両極電解合成法を利用した  $\beta$ -ニトロアルコールのワンポット合成, 第 40 回有機電子移動化学討論会, 新潟大学, 2016 年 6 月 23 日.

【特許等出願】

なし

#### D 共同研究

|   | 学科    | 学内研究<br>代表者 | 共同研究テーマ | 共同研究先            | 研究費<br>(千円) |
|---|-------|-------------|---------|------------------|-------------|
| 1 | 材料工学科 | 湯本敦史        | NDA 締結中 | 田中貴金属工業(株)       | 1,750       |
| 2 | 材料工学科 | 湯本敦史        | NDA 締結中 | 新光電気工業(株)        | 17,000      |
| 3 | 材料工学科 | 湯本敦史        | NDA 締結中 | 東京大学, 田中貴金属工業(株) | 0           |
| 4 | 材料工学科 | 湯本敦史        | NDA 締結中 | 東芝マテリアル(株)       | 3,000       |
| 5 | 材料工学科 | 湯本敦史        | NDA 締結中 | (株)シンク・ラボラ       | 685         |

|  |  |  |  |     |  |
|--|--|--|--|-----|--|
|  |  |  |  | トリー |  |
|--|--|--|--|-----|--|

#### E 外部資金

|   | 学科    | 学内研究<br>代表者 | プロジェクト名                                          | 委託元                           | 研究費<br>(千円) |
|---|-------|-------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1 | 材料工学科 | 湯本敦史        | 超音速フリージェ<br>ット PVD による高<br>保磁力ナノ結晶<br>NdFeB 膜の開発 | 科学研究費補助金<br>(科研費 基盤研究<br>(c)) | 1,040       |

#### F 評価指標の集計

|         | 件数 (金額) |           | 備考 |
|---------|---------|-----------|----|
| 論文数     | 2 件     |           |    |
| 特許出願件数  | 0 件     |           |    |
| 共同研究件数  | 5 件     | 22,435 千円 |    |
| 外部資金獲得数 | 1 件     | 1,040 千円  |    |
| 参加学生数   | 15 人    |           |    |
| 参加企業数   | 4 社     |           |    |

#### G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

3

## (2) 量子ビーム加工グループ

### A 計画の概要

量子ビーム加工グループでは、材料加工技術・ものづくり技術の一環として、量子ビーム（光・電子ビーム・イオンビーム）を使った加工技術および分析・評価技術に関する研究を行い、表面マイクロ・ナノ構造の形成による異種材料の接合性の向上、表面改質による濡れ性や生体適合性の制御、これらの技術の各種デバイスへの応用などを旨とする。H28年度に実施を計画している具体的な研究テーマとその概要を以下に示す。

#### 波長分割多重通信システムのための導波路型光素子の開発

量子ビーム加工などの微細加工技術を用いて実現される交差光導波路を設計し、光波伝搬特性を明らかにする。

#### 電子線を利用したナノ加工

電子線等を利用したナノメートル領域における加工や構造作製方法の開発を行う。

#### レーザーを利用した表面加工

パルスレーザー光を照射したときに生じる周期構造が自己組織化的に発生する初期過程を調査する。

### B 成果の概要

上記の研究テーマに対して得られた研究成果は下記の通りである。

#### 波長分割多重通信システムのための導波路型光素子の開発（フェーズ 1）

電力消費が少ない光配線技術のさらなる高機能化、高集積化を目的として、複数の MMI カプラと交差光導波路を組み合わせて実現される偏波無依存型光トリプレクサを提案した。量子ビーム加工などの微細加工技術を用いて実現される交差光導波路を設計し、光波伝搬特性を明らかにした。また、光集積回路実現に必要な不可欠な導波路型光非相反素子について検討した。

#### 電子線を利用したナノ加工（フェーズ 1）

電子回路や光回路の微細化や高集積化を目的として、電子線等を利用したナノメートル領域における加工や構造作製方法の開発を行った。

#### レーザーを利用した表面加工（フェーズ 1）

シリコン・金属基板表面にパルスレーザー光を照射したときに波長程度あるいはサブ波長の周期構造が自己組織化的に発生する初期過程を、走査型電子顕微鏡を用いた観察した。

### C 研究発表等の状況

#### 【雑誌論文】

1. E. Ishida, K. Miura, Y. Shoji, **H. Yokoi**, T. Mizumoto, N. Nishiyama and S. Arai, “Amorphous-Si waveguide on garnet magneto-optical isolator with a TE mode nonreciprocal phase shift”: Opt. Express, Vol. 25, no. 1, pp. 452-462, January 2017.

2. Y. Ebihara, Y. Sugimachi, T. Noriki, **M. Shimojo** and K. Kajikawa; Biometamaterial – Dark ultrathin gold film fabricated on taro leaf; Opt. Mater. Express, 6, 5, (2016), 1429-1435.

3. M. Hongo and **S. Matsuo**, “Subnanosecond-laser-induced periodic surface structures on prescratched silicon substrate”: Appl. Phys. Express, Vol. 9, No. 6, 062703 (2016).

【図書】

なし

【学会発表】

1. E. Ishida, K. Miura, Y. Shoji, **H. Yokoi**, T. Mizumoto, N. Nishiyama, and Y. Arai, “Novel a-Si on garnet nonreciprocal phase shift optical isolator with TE mode operation”: Optical Fiber Communication Conference and Exhibition, ThE3.4, March 2017. 査読有り

2. K. Kobayashi, S. Choowitsakunlert, and **H. Yokoi**, “Optical isolator with Y2O3 strip-loaded waveguide employing nonreciprocal radiation mode conversion”: 21st Microoptics Conference, 13C-4, October 2016. 査読有り

3. Y. Inoue and **H. Yokoi**, “Design of polarization-independent optical triplexer employing crossing with slot waveguides”: 21st Microoptics Conference, 13C-7, October 2016. 査読有り

4. Y. Suzaka, R. Hamada, S. Nakajima and **M. Shimojo**; Fabrication of nano-structures containing tungsten oxides by using focused electron beam induced deposition; 6th Workshop on Focused Electron Beam Induced Processing (FEBIP 2016), 6-8 July 2016, Vienna, Austria.

5. D. Morioka, T. Noriki, **M. Shimojo** and K. Mitsuishi; Fixing mechanism of gold nanoparticles using focused electron beam irradiation; 6th Workshop on Focused Electron Beam Induced Processing (FEBIP 2016), 6-8 July 2016, Vienna, Austria.

6. T. Shii, Y. Suzaka and **M. Shimojo**; Fabrication of iron oxide nanostructures using focused electron beam induced deposition; 6th Workshop on Focused Electron Beam Induced Processing (FEBIP 2016), 6-8 July 2016, Vienna, Austria.

7. 須坂祐輔、濱田遼、中島将太、**下条雅幸**；電子線誘起蒸着法を用いて作製したタングステンナノワイヤーの熱処理による酸化；日本金属学会 2016 年秋期講演大会、(2016)、大阪、2016.9.21-23.

8. 築田大輝、乗木貴宏、**下条雅幸**；Si 板上への SiO<sub>2</sub> ナノ粒子の固定方法の開発；日本金属学会 2016 年秋期講演大会、(2016)、大阪、2016.9.21-23.

9. 古澤崇哉、築田大輝、**下条雅幸**、梶川浩太郎；トリミリスチン表面を鋳型に用いた黒体メタマテリアル；第 77 回応用物理学会秋季学術講演会、(2016)、新潟、2016.9.13-16.

10. 森岡大地、乗木貴宏、**下条雅幸**；電子照射を用いた金ナノ粒子パターンニングにおける粒子固定メカニズムの検討；日本顕微鏡学会第 72 回学術講演会、(2016)、仙台、2016.6.14-16.

11. M. Hongo and **S. Matsuo**, Sub-nanosecond laser induced periodic surface structures on pre-scratched silicon surface, 23-27 May 2016, Xi'an, China.

12. **S. Matsuo**, Bulk and surface processing of silicon by subnanosecond laser pulses, 2nd workshop on

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Progress on Ultrafast Laser Modifications of Materials, 13-16 June 2016, Neuchâtel, Switzerland.<br>【特許等出願】<br>なし |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### D 共同研究

|   | 学科 | 学内研究<br>代表者 | 共同研究テーマ | 共同研究先 | 研究費<br>(千円) |
|---|----|-------------|---------|-------|-------------|
| 1 |    |             |         |       |             |
| 2 |    |             |         |       |             |
| 3 |    |             |         |       |             |

#### E 外部資金

|   | 学科    | 学内研究<br>代表者 | プロジェクト名                             | 委託元                    | 研究費<br>(千円)      |
|---|-------|-------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|
| 1 | 材料工学科 | 下条雅幸        | 電子線を用いたナノ粒子パターンニング技術の開発             | 日本学術振興会<br>(科学研究費助成事業) | 1,400<br>(H28年度) |
| 2 | 機械工学科 | 松尾繁樹        | 近赤外フェムト秒レーザーを用いるシリコンの新奇三次元微細加工技術の開発 | 日本学術振興会<br>(科学研究費助成事業) | 1,100<br>(H28年度) |

#### F 評価指標の集計

|         | 件数 (金額) |          | 備考 |
|---------|---------|----------|----|
| 論文数     | 3 件     |          |    |
| 特許出願件数  | 0 件     |          |    |
| 共同研究件数  | 0 件     | 0 千円     |    |
| 外部資金獲得数 | 2 件     | 2,500 千円 |    |
| 参加学生数   | 8       |          |    |
| 参加企業数   | 0 社     |          |    |

#### G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

3 (フェーズ 1)

### (3) 組織制御グループ

#### A 計画の概要

組織制御グループでは、Al 合金の高強度化と高耐食化および Mg 合金の高耐食化を目指した組織制御技術に関する研究開発を行う。また、Li-空気電池のカソード材料として使用可能な酸素還元触媒能を有するヘテロ元素含有カーボン材料の合成を行う。具体的な研究テーマとその計画の概要を以下に示す。

##### **高強度・高耐食化のための金属組織制御技術の開発**

Al 合金の高強度化および高耐食化については、水蒸気を活用した 1 段階プロセス（水蒸気プロセス）の開発を行う。水蒸気プロセスを施すことで、これまでトレードオフの関係にある Al 合金の強度と耐食性を向上させることを目的とする。本年度は、プロセス条件の最適化、水蒸気プロセスを施した試料の解析を行う。

##### **結晶粒・化合物の微細化技術の開発**

結晶粒径ならびに化合物サイズは、強度や耐食性といった構造材料の特性に大きな影響を及ぼす。このことから、Mg 合金に対し、熱処理による結晶粒・化合物の微細化技術の開発を行い、組織解析手法の確立ならびに組織制御を施した Mg 合金の強度および耐食性の評価を行う。

##### **酸素還元触媒材料の開発**

ソリューションプラズマ（液相中での低温非平衡プラズマ）により、ヘテロ元素として有望な窒素を含有したカーボン材料を合成するためのプロセス条件の最適化を図ることを目的とした。また、合成した窒素含有カーボン材料の酸素還元反応に対する触媒性の評価を行う。

#### B 成果の概要

上記の研究テーマに対して得られた研究成果は下記の通りである。

##### **高強度・高耐食化のための金属組織制御技術の開発（フェーズ 1）**

Al 合金の高強度化および高耐食化については、極めて独自性の高い水蒸気プロセスの開発を行った。水蒸気プロセスを施すことで、これまでトレードオフの関係にある Al 合金の強度と耐食性を同時に大幅に向上させることに成功した。さらに、水蒸気プロセスにより形成される皮膜の構造解析ならびに元素分析を行い、形成した皮膜の解明を行った。水蒸気プロセスにより形成される皮膜は、プロセス条件によって変化することを見出した。

##### **結晶粒・化合物の微細化技術の開発（フェーズ 1）**

Mg 合金に対し、熱処理を施すことで結晶粒ならびに化合物サイズの微細化技術の開発を行った。適切な熱処理を施すことで、Mg 合金の結晶粒径ならびに化合物サイズを同時に微細化することに成功した。組織制御を施した Mg 合金の強度をマイクロビッカース硬さ試験、耐食性を塩水浸漬試験により評価した結果、特に化合物サイズを微細化するこ

とで耐食性が大幅に向上することを明らかにした。

#### **結晶粒・化合物の微細化技術の開発**（フェーズ 1）

ソリューションプラズマを用いて、窒素を含有させたカーボン材料を合成するための技術開発を行った。得られた窒素含有カーボン材料は、電気化学測定の結果から酸素還元能を有することを明らかにした。また、カーボン材料を合成するための原料の構造が合成したカーボンの結合状態に影響を及ぼすことを明らかにした。さらに、窒素含有のカーボン複合体材料を合成する技術開発も行った。

### C 研究発表等の状況

#### 【雑誌論文】

1. **Takahiro Ishizaki**, Sou Kumagai, Mika Tsunakawa, Takuya Furukawa, Kae Nakamura, Ultrafast Fabrication of Superhydrophobic Surfaces on Engineering Light Metals by Single-Step Immersion Process, *Mater. Lett.*, in press (2017). DOI: 10.1016/j.matlet.2017.01.050.
2. Gasidit Panomsuwan, Nagahiro Saito, **Takahiro Ishizaki**, Nitrogen-doped carbon nanoparticle-carbon nanofiber composite as an efficient metal-free cathode catalyst for oxygen reduction, *ACS Appl. Mater. Interface*, **8**, 6962–6971 (2016).
3. **Oi Lun Li**, Hiroki Hayashi, **Takahiro Ishizaki**, Nagahiro Saito, Enhancement of Conductivity in Nano Carbon Balls by the addition of Carbon Tetrachloride via Room Temperature Solution Plasma Process, *RSC Adv.*, **6**, 51864-51870 (2016).
4. **Takahiro Ishizaki**, Yuta Wada, Satoshi Chiba, Sou Kumagai, Lee Hoonseung, **Ai Serizawa**, **Oi Lun Helena Li**, Gasidit Panomsuwan, Effect of Halogen Doping on Nanocarbon Catalyst Synthesized by Solution Plasma Process for Oxygen Reduction Reaction, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **18**, 21843-21851 (2016).
5. **Oi Lun Li**, Satoshi Chiba, Yuta Wada, Hoonseung Lee, **Takahiro Ishizaki**, Selective nitrogen bonding states in nitrogen-doped carbon via solution plasma process for advanced oxygen reduction reaction, *RSC Adv.*, **6**, 109354-109360 (2016).
6. Gasidit Panomsuwan, Nagahiro Saito, **Takahiro Ishizaki**, Fe–N-Doped Carbon-Based Composite as an Efficient and Durable Electrocatalyst for the Oxygen Reduction Reaction, *RSC Adv.*, **6**, 114553-114559 (2016).
7. **Oi Lun Li**, Satoshi Chiba, Yuta Wada, Gasidit Panomsuwan, **Takahiro Ishizaki**, Synthesis of graphitic-N and amino-N in nitrogen-doped carbon via solution plasma process and exploration of their synergic effect for advanced oxygen reduction reaction, *J. Mater. Chem. A*, **5**, 2073 - 2082 (2017).
8. Yusuke Tsutsumi, Maki Ashida, Kei Nakahara, **A. Serizawa**, Hisashi Doi, Carlos Roberto Grandini, Luís Augusto Rocha, Takao Hanawa: Micro Arc Oxidation of Ti-15Zr-7.5Mo Alloy, *Mater. Trans.*, **57**, 2015-2019 (2016).
9. S. Matsunaga, **A. Serizawa**, Y. Yamabe-Mitarai: Effect of Zr on Microstructure and Oxidation

Behavior of  $\alpha$  and  $\alpha + \alpha_2$  Ti-Al-Nb Alloys, *Mater. Trans.*, **57**, 1902-1907 (2016).

10. 芹澤愛, 岩瀬陽祐, 簾智仁, 齋藤永宏, 神山直澄, 石崎貴裕: Ca 添加難燃性マグネシウム合金 AZ61 の耐食性および耐熱性に及ぼすマイクロ組織の影響, *軽金属*, **66**, 9-14 (2016).

【図書】

1. **T. Ishizaki**, M. Tsunakawa, R. Shiratori, K. Nakamura, **A. Serizawa**, Magnesium Alloys: Chapter 4, Preparation of Corrosion-Resistant Films on Magnesium Alloys by Steam Coating, INTECH, 91-125, (2017).

【学会発表】

1. **T. Ishizaki**, Y. Wada, H.S. Lee, S. Kumagai, **O. L. H. Li**, Solution Plasma Synthesis of heteroatom-containing carbon materials toward cathode electrode for Li-air battery, 4th International Workshop Solution Plasma and Molecular Technologies (SPM-4), The University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic, May 2016, **Invited**.

2. 石崎貴裕, 簡易プロセスによる 高機能性材料創製技術の開発, 新エネルギー向け表面処理研究部会, アルミニウム協会, 2016 年 7 月, 招待講演.

3. 石崎貴裕, 溶液を利用したマグネシウム合金の表面処理技術, 日本マグネシウム協会第 17 回表面処理分科会例会, 江戸東京博物館, 2016 年 9 月, 招待講演.

4. M. Tsunakawa, K. Nakamura, R. Shiratori, **T. Ishizaki**, Corrosion behavior of flame-resistant Ca-added magnesium alloy in NaCl aqueous solution containing various anion species, Eurocorr2016, Le Corum, Montpellier, France, September 2016.

5. 石崎貴裕, 溶液プロセスによる軽量金属の表面処理, H28 年度第 1 回表面処理技術研究会, 茨城県工業技術センター, 2016 年 11 月, 招待講演.

6. **A. Serizawa**, **T. Ishizaki**: Formation of nanostructured AlOOH film on Al alloys by steam coating toward corrosion protection; Applied Nanotechnology and Nanoscience International Conference (ANNIC 2016), Barcelona, Spain, November 2016.

7. **A. Serizawa**, **T. Ishizaki**: Preparation of corrosion resistant film on Aluminum alloy by steam coating; EUROCORR 2016, Montpellier, France, September 2016.

8. **A. Serizawa**, Y. Iwase, M. Tsunakawa, **T. Ishizaki**: Surface control for improving corrosive resistance of Al alloy by steam coating, Global Conference on Applied Physics and Mathematics, Rome, Italy (2016).

9. **T. Ishizaki**, T. Furukawa, K. Sasagawa: Preparation of hydrophobic surface showing low contact angle hysteresis using organic silane molecules with different molecular configuration, Energy Materials Nanotechnology (EMN) Croatia Meeting 2016, Dubrovnik, Croatia (2016).

10. **A. Serizawa**, R. Yasuda, **T. Ishizaki**: Synthesis of Li-Ni-Mn-Al oxide for cathode material of lithium-ion batteries by flux method, Energy Materials Nanotechnology (EMN) Croatia Meeting 2016, Dubrovnik, Croatia (2016).

11. 綱川美佳, 白鳥亮太, 中村嘉恵, 石崎貴裕: 異種アニオン含有塩水環境下における難燃性



- マグネシウム合金 AZX612 の腐食挙動, 軽金属学会第 130 回春期大会, 2016 年 5 月.
12. 中村嘉恵, 綱川美佳, 白鳥亮太, 石崎貴裕: 蒸気コーティング法で形成した難燃性マグネシウム合金上の耐食性皮膜の形成メカニズム, 軽金属学会第 130 回春期大会, 2016 年 5 月.
13. T. Ishizaki, T. Furukawa, K. Sasagawa: Preparation of water repellent surface using organic silane molecules with different molecular structure, Global Conference on Applied Physics and Mathematics, Rome, Italy (2016).
14. O. L. Li, S. Chiba, T. Ishizaki: Towards Efficient Electrocatalysts for Oxygen Reduction by Enriched Graphitic-N Composition in N-doped Carbon via Liquid Plasma Process, 第 26 回 MRS 年次大会, 2016 年 12 月.
15. 綱川美佳, 白鳥亮太, 石崎貴裕: 異種アニオン含有塩水環境下における Ca 添加難燃性マグネシウム合金の腐食挙動, 軽金属学会関東支部平成 28 年度若手研究者ポスター発表会, 2016 年 8 月.
16. 白鳥亮太, 綱川美佳, 石崎貴裕: 難燃性マグネシウム合金上へ形成した皮膜の耐食性に及ぼす+D53 蒸気コーティング法における処理温度の影響, 軽金属学会関東支部平成 28 年度若手研究者ポスター発表会, 2016 年 8 月.
17. 中村嘉恵, 綱川美佳, 白鳥亮太, 石崎貴裕: 蒸気コーティング法により難燃性マグネシウム合金上に形成した皮膜の耐食性に及ぼすプロセス因子の影響, 表面技術協会第 134 回講演大会, 2016 年 9 月.
18. 古川卓弥, 石崎貴裕: 分子構造の異なる 2 種類の有機シラン分子を被覆させた Si 表面の濡れ性評価, 表面技術協会第 134 回講演大会, 2016 年 9 月.
19. 熊谷楓, 石崎貴裕: マグネシウム合金上への超はっ水表面の作製とその物理化学的特性評価, 表面技術協会第 134 回講演大会, 2016 年 9 月.
20. 笹川圭祐, 石崎貴裕: アルキル鎖長の異なる 2 種類の有機シラン分子を被覆させた Si 表面の水の動的挙動, 表面技術協会第 134 回講演大会, 2016 年 9 月.
21. 和田雄大, 石崎貴裕: ソリューションプラズマによる窒素含有カーボン材料の合成と Li 空気電池用電極材料への応用, 表面技術協会第 134 回講演大会, 2016 年 9 月.
22. 中村嘉恵, 綱川美佳, 白鳥亮太, 石崎貴裕: 蒸気コーティング法で難燃性マグネシウム合金上に形成した皮膜の耐食性に及ぼす成長速度の影響, 軽金属学会第 131 回秋期大会, 2016 年 11 月.
23. 白鳥 亮太, 綱川 美佳, 石崎貴裕: 蒸気コーティング法を利用した複合プロセスによる難燃性 Mg 合金 AZX612 上への高耐食性皮膜の作製, 軽金属学会第 131 回秋期大会, 2016 年 11 月.
24. 綱川美佳, 白鳥亮太, 中村嘉恵, 石崎貴裕: 難燃性マグネシウム合金の腐食挙動に及ぼす塩水濃度の影響, 軽金属学会第 131 回秋期大会, 2016 年 11 月.
25. M. Tsunakawa, K. Nakamura, R. Shiratori, T. Ishizaki, Dyanmic behavior of water droplet on water repellent surface with low contact angle hysteresis; Applied Nanotechnology and Nanoscience

International Conference (ANNIC 2016) , Barcelona, Spain, November 2016.

26. 古川卓弥, 石崎貴裕 : 分子構造の異なる 2 種類の有機シランを被覆させた Si 表面の濡れ性評価, 日本材料科学会第 4 回 メゾスコピック研究会講演会, 2016 年 11 月.

27. 熊谷颯, 石崎貴裕 : 溶液プロセスにより作製した超はっ水性マグネシウム合金の耐食性, 日本材料科学会第 4 回 メゾスコピック研究会講演会, 2016 年 11 月.

28. 白鳥 亮太, 綱川 美佳, 中村嘉恵, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法を用いた複合プロセスによる難燃性 Mg 合金 AZX612 上への高耐食性皮膜の作製, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

29. 越野大輝, 白鳥亮太, 綱川美佳, 中村嘉恵, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法による難燃性マグネシウム合金上への水酸化物系複合皮膜形成技術の開発, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

30. 和田雄大, 石崎貴裕 : ソリユーションプラズマによる酸素還元触媒用窒素含有カーボンの合成と Li 空気電池の正極触媒への応用, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

31. 中村嘉恵, 綱川美佳, 白鳥亮太, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法で形成した難燃性マグネシウム合金上の耐食性皮膜の形成過程モニタリング, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

32. 安田良太, 石崎貴裕, 芹澤愛 : フラックス法を用いて作製した Li-Ni-Mn-Al 系酸化物の組成に対する酸素アニール処理の影響, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

33. 笹川圭祐, 石崎貴裕 : フラックス法により作製した  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$  結晶の特性評価, 第 11 回日本フラックス成長研究発表会, 2016 年 12 月.

34. 芹澤愛 : アルミニウム合金表面のヘテロ構造化による高耐食化技術, (一社) 表面技術協会/第 64 回『ナノテク部会』研究会, 東京, 2017 年 2 月, **招待講演**.

35. 芹澤愛 : Al-Mg-Si 系合金におけるナノクラスタ形成挙動の原子レベル解析, 公益財団法人軽金属奨学会 第 22 回課題研究成果発表会, 大阪, 2016 年 6 月, **招待講演**.

36. 芹澤愛 : 軽金属材料の高機能化・多機能化, 東京都立産業技術研究センター平成 28 年度研究成果発表会 TIRI クロスミーティング, 東京, 2016 年 6 月, **招待講演**.

37. 平井佑弥, イムユンス, 芹澤愛 : Al-Si 合金の熱疲労挙動に及ぼすマイクロ組織因子の解明, 平成 28 年度第 5 回若手研究者ポスター発表会, 2016 年 8 月.

38. 岩瀬陽祐, 芹澤愛 : 難燃性マグネシウム合金 AZX612 における熱処理にともなうマイクロ組織変化, 平成 28 年度第 5 回若手研究者ポスター発表会, 2016 年 8 月.

39. 湯川敬太, 芹澤愛, 茂泉健 : アルミニウム鋳造合金の疲労破壊における破壊起点の観察, 平成 28 年度第 5 回若手研究者ポスター発表会, 2016 年 8 月.

40. 平井佑弥, イムユンス, 芹澤愛, 茂泉健 : Al-Si-Mg 合金の熱疲労挙動に及ぼす Cu 添加の影響, 軽金属学会第 131 回秋期大会, 2016 年 11 月.

【特許等出願】

1. 石崎貴裕, 芹澤愛, PCT JP2017-003744、高強度と高耐食性を有するアルミニウム合金材及びその製造方法、並びに、アルミニウム合金材の表面処理方法, 平成 29 年 2 月 2 日
2. 石崎貴裕, PCT JP2017-003857, 複合材料からなるカーボン系触媒, 平成 29 年 2 月 2 日
3. 石崎貴裕, 熊谷颯, 特許第 6057268 号, 撥水性マグネシウム材の製造方法および撥水性マグネシウム材, 平成 28 年 12 月 16 日

#### D 共同研究

|    | 学科    | 学内研究<br>代表者 | 共同研究テーマ | 共同研究先            | 研究費<br>(千円) |
|----|-------|-------------|---------|------------------|-------------|
| 1  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | 旭東ダイカスト          | 1,750       |
| 2  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | 放電精密加工研究所        | 800         |
| 3  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | ニッコーシ            | 1,241       |
| 4  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | ジャパンファイン<br>スチール | 1,000       |
| 5  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | ミリオン化学           | 689         |
| 6  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | 太平洋ランダム          | 1,241       |
| 7  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | 日東ユメックス          | 1,400       |
| 8  | 材料工学科 | 石崎貴裕        | NDA 締結中 | HOYA             | 1,241       |
| 9  | 材料工学科 | 芹澤愛         | NDA 締結中 | いすゞ自動車           | 1,500       |
| 10 | 材料工学科 | 芹澤愛         | NDA 締結中 | ルミナス             | 1,200       |

#### E 外部資金

|   | 学科    | 学内研究<br>代表者 | プロジェクト名                                      | 委託元 | 研究費<br>(千円) |
|---|-------|-------------|----------------------------------------------|-----|-------------|
| 1 | 材料工学科 | 石崎貴裕        | 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP<br>ステージⅡ シーズ<br>育成タイプ | JST | 10,400      |
| 2 | 材料工学科 | 石崎貴裕        | CREST                                        | JST | 9,100       |
| 3 | 材料工学科 | 芹澤愛         | 産学共創基礎基盤研究プログラム                              | JST | 16,640      |
| 4 | 材料工学科 | 石崎貴裕        | 研究成果展開事業<br>マッチングプランナー<br>プログラム「企業ニ          | JST | 1,700       |

|    |       |      |                                                |                           |        |
|----|-------|------|------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|    |       |      | ーズ解決試験」                                        |                           |        |
| 5  | 材料工学科 | 芹澤愛  | 研究成果展開事業<br>マッチングプランナー<br>プログラム「企業ニ<br>ーズ解決試験」 | JST                       | 1,700  |
| 6  | 材料工学科 | 石崎貴裕 | 科学研究費助成事業<br>基盤研究（A）                           | 日本学術振興会                   | 21,970 |
| 7  | 材料工学科 | 芹澤愛  | 科学研究費助成事業<br>若手研究（B）                           | 日本学術振興会                   | 780    |
| 8  | 材料工学科 | 石崎貴裕 | H28 年度単年度研究<br>助成                              | 公益財団法人<br>池谷科学技術振<br>興財団  | 1,200  |
| 9  | 材料工学科 | 芹澤愛  | H28 年度単年度研究<br>助成                              | 公益財団法人<br>池谷科学技術振<br>興財団  | 1,500  |
| 10 | 材料工学科 | 芹澤愛  | 日揮・実吉奨学会研究<br>助成金                              | 公益財団法人<br>日揮・実吉奨学会        | 2,000  |
| 11 | 材料工学科 | 芹澤愛  | 平成 28 年度国際交流<br>事業                             | 公益財団法人<br>日立金属・材料科<br>学財団 | 150    |

F 評価指標の集計（上記 A～E の集計）

|         | 件数（金額） |           | 備考          |
|---------|--------|-----------|-------------|
| 論文数     | 10 件   |           |             |
| 特許出願件数  | 3 件    |           | PCT 出願<br>含 |
| 共同研究件数  | 10 件   | 12,062 千円 |             |
| 外部資金獲得数 | 11 件   | 67,140 千円 |             |
| 参加学生数   | 15 名   |           |             |
| 参加企業数   | 5 社    |           |             |

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

5



#### (4) 計測制御グループ

##### A 計画の概要

計測制御グループでは、誘電エラストマーアクチュエータに関する研究を実施する。誘電エラストマーアクチュエータは静電型のアクチュエータであるため、エネルギー効率が高く環境汚染なども無いため非常にクリーンな技術として注目を集めている。しかしながら、電極のファブリケーションが確立されていないことや応用展開が進んでいないことが挙げられる。具体的には、カーボンナノチューブを用いた誘電エラストマーアクチュエータの電極作成方法の確立、誘電エラストマーアクチュエータを用いた発電デバイスの探索、多孔質材料を用いた誘電エラストマーアクチュエータの探索を行う。

##### **カーボンナノチューブを用いた誘電エラストマーアクチュエータの電極作成方法の確立**

マルチウォールナノチューブ (MWNT)を用いた誘電エラストマーアクチュエータの電極作成を行う。有機材料を用いた電極の作成方法は、カーボンパウダー、カーボングリス、導電性ゴム、イオン性ゲルの4つの種類が主に報告されている。イオン性ゲルは透明性が高く、導電性を付与するイオン種を調整すると極めて揮発しにくい条件も見出されており科学的には面白い。しかしながら、デバイス化を検討する上で水を含むことやゲルとエラストマーの接着方法についてはクリアしなければならない課題がいくつかあげられる。カーボングリスはカーボンを粘性の高いオイルに分散することで導電性を発現しており、ハンドリングはし易い。問題は、greaseは汚れること、形状の不安定さ（例えば拡散や浸透）、乾燥などである。導電性ゴムはフレキシブルなポリマーにカーボンブラックやカーボンナノチューブなどを分散させることで安定した電極を作成でき、印刷可能なファブリケーションを可能にしている。しかし導電性ゴムを電極とした場合は変位が非常に小さくなる。本研究では、MWNTをエラストマーに物理吸着させ直接塗布する方法を提案する。

##### **誘電エラストマーアクチュエータを用いた発電デバイスの探索**

誘電エラストマーアクチュエータは、キャパシタ構造をしている。したがって、外部から力を加え、変形させることで静電容量が変化し、発電することは可能である。外部の研究グループが実験的に成功している。本研究では、さらなる発電方法の探索、最適化などを行うことで、高出力発電デバイスを実現する。

##### **多孔質材料を用いた誘電エラストマーアクチュエータの探索**

誘電エラストマーアクチュエータは、予歪を与えることで大変形することが分かっている。したがって、予歪を与えるためのフレームが必要であるため、出力を取り出す方法に制限がある。本研究では、誘電ゴムを多孔質化することで予歪を必要としない誘電エラストマーアクチュエータを提案する。

##### B 成果の概要

##### **カーボンナノチューブを用いた誘電エラストマーアクチュエータの電極作成方法の確立 (フェーズ I)**

MWNT を 3M 社のアクリルゴムに直接塗布した。結果として、物理吸着によって比較的均一な電極が作成できた。電極が硬さを持たないことでアクチュエータの大変形が可能となり、結果として低電圧下につながった。また、アクリルゴムだけでなくシリコン系のゴムへも物理吸着可能であることも分かった。

#### **誘電エラストマーアクチュエータを用いた発電デバイスの探索（フェーズ I）**

発電するための条件の検討を行い、シミュレーションも行った。結果として、大変形しかつ高い周波数の入力があると効率の良い発電ができることが明らかとなった。

#### **多孔質材料を用いた誘電エラストマーアクチュエータの探索**

誘電ゴムとしてポリジメチルシロキサン（PDMS）を採用し、PDMS の多孔質化を行った。結果として、理想的な応力-歪線図が得られた。この応力-歪線図から理想的に得られる変位を計算したところ、約 20%程度の変位が得られることが分かった。実際にレーザー変位計で多孔質化されたゴムに電圧を印加したところ、16%～18%程度の変位が得られた。

### C 研究発表等の状況

#### **【雑誌論文】**

1. H. Shigemune, **S. Maeda**, Vito Cacucciolo, Yoshitaka Iwata, Eiji Iwase, S. Hashimoto, S. Sugano, “Printed paper robot driven by electrostatic force”, IEEE Robotics and Automation Letters, (in press).
2. **N. Hosoya**, Y. Terashima, K. Umenai, **S. Maeda**, “High spatial and temporal resolution measurement of physical properties in hydrogels by non-contact laser excitation”, AIP advances, 6, 095223, 2016.
3. H. Shigemune, **S. Maeda**, Y. Hara, **N. Hosoya**, S. Hashimoto, “Origami Robot: A Self-folding Paper Robot with an Electrothermal Actuator Created by Printing”, IEEE/ASME Trans. on Mechatronics, 21, pp.2746-2754, 2016.
4. Hiroki Hijikata and **Kan Akatsu**, “A Research Trend of Electric Machines with Development of Finite Element Analysis”, IEEJ Transaction, vol.12, no. S1 SUPPLEMENT 2017, 2017 年 6 月
5. Ryo Tanabe and **Kan Akatsu**, “Advanced Torque Control of Permanent Magnet Synchronous Motor Using Finite Element Analysis Based Motor Model with a Real-time Simulator”, IEEJ Journal of Industry Applications, vol. 6, No.3, 2017
6. Toru Ito and **Kan Akatsu**, “Electromagnetic Force Acquisition Distributed in Electric Motor to Reduce Vibration”, IEEE Trans. on IAS, March/April 2017
7. 相曽 浩平, **赤津 観**, “圧粉磁心の磁気特性を考慮したアキシヤル型 SRM の設計”, 電気学会論文誌 D, Vol. 136, No.9, pp.664-665, 2016
8. 岡島佑大, **赤津 観**, “永久磁石同期電動機の高調波電流制御における複素ベクトル制御の適用”. 電気学会論文誌 D, Vol.137 No.3, 2017
9. **N. Hosoya**, M. Nagata, I. Kajiwara, R. Umino, “Nano-second Laser-induced Plasma Shock Wave in Air for Non-contact Vibration Tests”, Experimental Mechanics, 2016 (In press).
10. **N. Hosoya**, R. Umino, I. Kajiwara, **S. Maeda**, T. Onuma, A. Mihara, “Damage Detection in

Transparent Materials Using Non-contact Laser Excitation by Nano-second Laser Ablation and High-Speed Polarization-imaging Camera”, Experimental Mechanics, 2016 (In press).

11. **N. Hosoya**, R. Umino, A. Kanda, I. Kajiwar, A. Yoshinaga, “Journal of Vibration and Control”, Experimental Mechanics, 2017 (In press).

【図書】

1. **前田真吾**, “インテリジェントマテリアルの設計と応用”, 機械の研究, 2017 年 (掲載予定)

【学会発表】

1. T. Sato, **S. Maeda**, Y. Yamanishi, “Micro-Electrohydrodynamic pump of non-uniform structure for cell culturing structure”, International conference on Micro-Nano Science Technology, 2016.

2. K. Ichikawa, **S. Maeda** and Y. Yamanishi, “Perforation method by combining bubble cavitation and focusing shock waves”, International conference on Micro-Nano Science Technology, 2016.

3. T. Hirakawa, **S. Maeda**, “Micro Brush Actuator Using Self-Oscillating Gel”, Proc. International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2016), 2016.

4. S. Murai, Y. Tanno, T. Hasegawa, S. Nakamura, S. Yuta, **S. Maeda**, “Development of flexible electrostatic adhesive device that can equip in multicopter”, Proc. International Conference on Control, Automation and Systems, 2016.

5. M. Mishima, N. Hosoya, I. Kajiwar, **S. Maeda**, “Quality assessment of apples based on modal analysis using laser-induced plasma shock wave”, ISMA International Conference on Noise and Vibration Engineering, 2016.

6. **Shingo Maeda**: “Soft actuators driven by a chemical reaction network”, EPFL, 2016 年 7 月 11 日 (招待講演)

7. 秋元琢磨, **前田真吾**, “不均一な環境により駆動されるゲルのランダムウォーク”, 日本物理学会年次大会, 金沢大学, 2016 年 9 月.

8. 佐藤匡, **前田真吾**, 山西陽子, “熱ゲル制御のための局所温度制御型オンチップマイクロヒータ・センサ”, 日本機械学会年次大会, 九州大学, 2016 年 9 月.

9. 板橋壮平, **前田真吾**, 山西陽子, “電界誘起気泡デバイスを用いた植物への遺伝子導入”, 日本機械学会年次大会, 九州大学, 2016 年 9 月.

10. 今川直人, **前田真吾**, 山西陽子, “電界誘起インクジェット射出液滴の研究”, 日本機械学会年次大会, 九州大学, 2016 年 9 月.

11. 市川啓太, **前田真吾**, 山西陽子, “皮膚への低侵襲インジェクション技術の研究”, 日本機械学会年次大会, 九州大学, 2016 年 9 月.

12. 市川啓太, **前田真吾**, 山西陽子, “皮膚深部への低侵襲インジェクション技術へ向けた基礎研究”, 化学とマイクロナノシステム研究会, 東大生研, 2016 年 4 月.

13. 今川直人, **前田真吾**, 山西陽子, “機能性界面を有するインクジェット技術の研究”, 化学とマイクロナノシステム研究会, 東大生研, 2016 年 4 月.

14. 板橋壮平, 嶋村恭敏, 赤木悟史, **前田真吾**, 山西陽子, “電界誘起気泡による低侵襲胚操作



の研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2016(ROBOMECH2016), パシフィコ横浜, 2016 年 6 月.

15. 佐藤匡, 前田真吾, 山西陽子, “細胞周囲の局所温度制御のためのオンチップマイクロヒータ・センサの基礎研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2016 (ROBOMECH2016), 2016 年.
16. Yuki Sakai, Hiroki Hijikata and Kan Akatsu, Yoshihiro Miyama and Hideaki Arita, "Study of Switching Method for MATRIX Motor Realizing Variable Characteristic", IPEMC 2016, May 22-25, 2016, Hefei, China.
17. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “Design high power and high efficiency power source for dynamic wireless charging systems”, EVTeC and APE Japan, May 2016.
18. Hiroki Hijikata, Yuki Sakai and Kan Akatsu, Yoshihiro Miyama, "Larger Torque Production Strategy of Multi-phase Inverter-Fed MATRIX Motor using Air-gap Flux Density", ICEM2016, September 4-7, 2016, Lausanne, Switzerland.
19. Hiromasa Mashiko and Kan Akatsu, "Design of Switched Reluctance Motors for Electric Hand Tools", ICEM2016, September 4-7, 2016, Lausanne, Switzerland.
20. Ryo Akune and Kan Akatsu, Makoto Fujihara and Takashi Yamamoto, "Study of High Torque Density Interior Permanent Magnet Synchronous Motor With Flexible Orientation Nd2Fe14B Sintered Magnet", ICEM2016, September 4-7, 2016, Lausanne, Switzerland.
21. Yukie Yamada and Kan Akatsu, "A new motor with stator magnet using the magnetization reversal technique", ICEM2016, September 4-7, 2016, Lausanne, Switzerland.
22. Yudai Okajima and Kan Akatsu, "Harmonic current control for Interior Permanent Magnet Synchronous Machines applying current controller design method by using complex vectors", IECON2016, October 24-27, 2016, Firenze, Italy.
23. Katsuya Yoneyama and Kan Akatsu, "Operating Point Estimation for Permanent Magnet of Electric Motor under Load-Condition" , ICEMS2016, November 13-16, 2016, Makuhari, Japan. (Award)
24. Kazuki Ueta and Kan Akatsu, "Study of High-Speed SRM with Amorphous Steel Sheet for EV" , ICEMS2016, November 13-16, 2016, Makuhari, Japan.
25. Kien Trung Nguyen and Kan Akatsu, "Design High Power and High Efficiency Inverter Operating at 13.56MHz for Wireless Power Transfer Systems", ECCE 2016, September 18-22, 2016, Milwaukee, USA.
26. Kohei Aiso and Kan Akatsu, "A Novel Reluctance Magnetic Gear for High Speed Motor", ECCE 2016, September 18-22, 2016, Milwaukee, USA.
27. Hiroyuki Sano, Katsuyuki Narita, Eri Zeze, Takashi Yamada, Kazuki Ueta and Kan Akatsu, "A Practical Approach of Electromagnetic Analysis with the Effect of the Residual Strain due to Manufacturing Processes", ECCE 2016, September 18-22, 2016, Milwaukee, USA.

28. 佐野広征・成田一行・瀬々英里・山田隆・赤津 観・米山勝也・植田一輝, "加工歪の影響を考慮した材料モデリングの検討 (その 3)", 静止器/回転機合同研究会 SA-16-061, 2016 年 9 月
29. 土方 大樹・酒井 祐樹・赤津 観・深山 義浩, "エアギャップ磁束密度分布に着目した多相 MATRIX モータのトルク増加方法の提案", 電気学会産業応用部門大会 3-36, 2016 年 8 月/9 月
30. Nguyen Kien Trung・赤津 観, "13.56MHz 多相共振インバータの設計", 電気学会産業応用部門大会 1-101, 2016 年 8 月/9 月
31. 相曽 浩平・赤津 観, "高速モータのための磁気ギアの特性", 電気学会産業応用部門大会 3-74, 2016 年 8 月/9 月
32. 阿久根 亮・赤津 観・久米 克也・山本 貴士・齊藤 正一朗・, "永久磁石着磁方向に着目した永久磁石同期モータの不可逆減磁対策と理論検証実験", 電気学会産業応用部門大会 3-54, 2016 年 8 月/9 月
33. 植田 一輝・赤津 観, "アモルファス鋼板を用いた EV 用高速 SRM の検討", 電気学会産業応用部門大会 3-70, 2016 年 8 月/9 月
34. 岡島 佑大・赤津 観, "永久磁石同期電動機の高調波電流制御における複素ベクトル制御の適用", 電気学会産業応用部門大会 3-47, 2016 年 8 月/9 月
35. 酒井 祐樹・土方 大樹・赤津 観・深山 義浩, "電流転流に着目した駆動領域拡大を実現する MATRIX モータの回路構成の検討", 電気学会産業応用部門大会 1-76, 2016 年 8 月/9 月
36. 佐藤 雅一・赤津 観, "13.56MHz を用いた非接触給電の受電側の検討", 電気学会産業応用部門大会 1-93, 2016 年 8 月/9 月
37. 鈴木 陽介・赤津 観, "マルチレベルインバータを用いた SRM の振動低減手法の検討", 電気学会産業応用部門大会 3-2, 2016 年 8 月/9 月
38. 増子 大真・赤津 観, "電動工具に適する高速 SRM の検討", 電気学会産業応用部門大会 3-69, 2016 年 8 月/9 月
39. 山田 晋衣・赤津 観, "固定子永久磁石を使用したモータの駆動に用いる磁化反転の入力エネルギーに関する検討", 電気学会産業応用部門大会 3-52, 2016 年 8 月/9 月
40. 米山 勝也・赤津 観, "等価回路法を用いた永久磁石同期モータの負荷運転時における永久磁石動作点の推定", 電気学会産業応用部門大会 3-53, 2016 年 8 月/9 月
41. 飯塚 祥太・赤津 観, "機電一体インホイールモータ用 SiC パワーモジュールの放熱検討", 電気学会産業応用部門大会 Y-54, 2016 年 8 月/9 月
42. 内田 和也・赤津 観, "非接触給電における入力インピーダンス最適化の検討", 電気学会産業応用部門大会 Y-56, 2016 年 8 月/9 月
43. 荘山 拓海・赤津 観, "EV 用機電一体多重多相インホイールモータの検討", 電気学会産業応用部門大会 Y-96, 2016 年 8 月/9 月

44. 相曾 浩平・赤津 観, "高速モータと磁気ギアのモータシステムの構築"電気学会研究会  
モータドライブ, 回転機, 自動車 合同研究会,MD-16-066, 2016 年 7 月
  45. 李東 禹・赤津 観, "The study on transient-state stability of PMSM sensorless control using  
extended EMF estimator"電気学会研究会 モータドライブ, 回転機, 自動車 合同研究  
会,MD-16-056, 2016 年 7 月
  46. Kazuya Uchida and Kan Akatsu, "An Examination of Optimizing Input Impedance for Wireless  
Power Transfer operating at 85kHz", S2PC 2016 JAPAN Symposium on Semiconductor Power  
Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.
  47. Takumi Shoyama and Kan Akatsu, "Wide Driving Range and High Efficiency Operation by  
Multi-layer Motor for Electric Vehicle", S2PC 2016 JAPAN Symposium on Semiconductor  
Power Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.
  48. Nguyen Tri Cuong and Kan Akatsu, "Efficiency Analysis of Distance Variations in WPT  
Coupling System at 13.56 MHz", S2PC 2016 JAPAN Symposium on Semiconductor Power  
Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.
  49. Dongwoo Lee and Kan Akatsu, "The Study on Transient-State Stability of Sensorless Control  
Algorithm for PMSM without Position Sensor", S2PC 2016 JAPAN Symposium on  
Semiconductor Power Conversion, October 14-16, 2016, Nagaoka, Japan.
  50. 新倉孝典、細矢直基、橋村真治, "実験モード解析によるボルト締結体の軸力検知",  
Dynamics and Design Conference 2016, 2016 年 8 月
  51. 秋田涼佑、梶原逸朗、細矢直基, "レーザープラズマ音響加振・計測による構造ヘルスマ  
ニタリング", Dynamics and Design Conference 2016, 2016 年 8 月
- 【特許等出願】
- なし

#### D 共同研究

|   | 学科    | 学内研究<br>代表者 | 共同研究テーマ           | 共同研究先                | 研究費<br>(千円) |
|---|-------|-------------|-------------------|----------------------|-------------|
| 1 | 電気工学科 | 赤津 観        | 永久磁石に関する<br>研究    | 日東電工株式会社             | 2,000       |
| 2 | 電気工学科 | 赤津 観        | 永久磁石モータに<br>関する研究 | 日本電産株式会社             | 1,000       |
| 3 | 電気工学科 | 赤津 観        | 高性能制御方式に<br>関する研究 | ディーエスピーテ<br>クノロジ株式会社 | 1,000       |
| 4 | 電気工学科 | 赤津 観        | EV 用モータに関<br>する研究 | 現代自動車日本技<br>術研究所     | 2,000       |
| 5 | 電気工学科 | 赤津 観        | 永久磁石に関する<br>研究    | TDK 株式会社             | 3,000       |

|    |       |      |                 |           |       |
|----|-------|------|-----------------|-----------|-------|
| 6  | 電気工学科 | 赤津 観 | EV 用モータに関する研究   | 三菱電機株式会社  | 1,500 |
| 7  | 電気工学科 | 赤津 観 | EV 用モータ制御に関する研究 | 日産自動車株式会社 | 3,000 |
| 8  | 電気工学科 | 赤津 観 | モータ制御に関する研究     | 三菱電機株式会社  | 1,000 |
| 9  | 電気工学科 | 赤津 観 | 磁気ギアに関する研究      | 株式会社日立製作所 | 2,000 |
| 10 | 電気工学科 | 赤津 観 | 高速モータに関する研究     | 日産自動車株式会社 | 1,500 |

#### E 外部資金

|   | 学科          | 学内研究<br>代表者 | プロジェクト名                                 | 委託元                     | 研究費<br>(千円) |
|---|-------------|-------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------|
| 1 | 機械機能工<br>学科 | 前田真吾        | ケミカルアクチュエータの知能化とケミカルメカニクスの学理構築          | 日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B) | 5,070       |
| 2 | 機械機能工<br>学科 | 前田真吾        | 電界紡糸法を用いた多孔質材料の創製と静電型ソフトアクチュエータの開発      | 日本学術振興会科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究 | 1,560       |
| 3 | 電気工学科       | 赤津観         | GMR 素子のスピン注入磁化反転を用いた電動アクチュエータの研究開発      | NEDO エネルギー・環境新技術先導プログラム | 12,720      |
| 4 | 電気工学科       | 赤津観         | 次世代パワーモジュールの応用に関する基盤研究開発                | NEDO 戦略的イノベーション創造プログラム  | 9,853       |
| 5 | 機械機能工<br>学科 | 細矢直基        | レーザーパルス加振と偏光高速度カメラによる透明高分子材料の非接触非破壊損傷検知 | 日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B) | 14,300      |

F 評価指標の集計（上記 A～E の集計）

|         | 件数（金額） |           | 備考 |
|---------|--------|-----------|----|
| 論文数     | 11 件   |           |    |
| 特許出願件数  | 0 件    |           |    |
| 共同研究件数  | 10 件   | 18,000 千円 |    |
| 外部資金獲得数 | 5 件    | 43,503 千円 |    |
| 参加学生数   | 2 名    |           |    |
| 参加企業数   | 0 社    |           |    |

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

5

## 10 研究成果の総括

### (1) 成果総括と成果位置付け

H28 年度は、テーラーメイドマテリアル工学研究センターを立ち上げて 1 年目ということもあり、研究テーマを進めるだけでなく、研究センターを効率的に進めて行くための体制を整備した。また、芝浦型 ERC を実践していくために必要となる社会的ニーズの高い研究テーマを調査し、その研究テーマの課題解決に向けた研究開発も実施し、論文発表、学会発表、外部資金獲得、共同研究の実施、特許出願、等に関して一定の成果を得ることに成功した。

各研究者がそれぞれの研究を進める中で、各研究グループ間での協議により、互いの研究内容についての理解を深めるとともに、各研究グループ内での共同研究を実施した。組織制御 G では、グループ内の共同研究を実施し、組織制御による Al や Mg 合金の高耐食化技術を開発し、外部資金の獲得や論文発表および特許出願を行うことができた。計測制御 G でも、グループ内の共同研究を実施することで、エラストマーアクチュエータの創製技術を行い、論文発表や学会発表を行った。また、グループ内のみならず、グループ間の有機的な連携を図るために必要な研究テーマの抽出を行うことで、テーラーメイドマテリアルの構築に向けた研究開発を実施した。例えば、組織制御 G で開発した組織制御技術を適用した Al や Mg 合金に対して、表界面制御 G のコーティング技術を適用するための基礎研究も実施することができた。また、組織制御技術を適用した Al や Mg 合金に対して、加工グループで開発した微細加工技術を適用するための基礎検討も実施した。

表界面制御 G、組織制御 G、計測制御 G では、企業からのニーズを解決するための研究開発を行った。これにより、芝浦型 ERC の第一ステップである現象の原理を確認することができ、この原理に基づく知財を創出することができた。

芝浦型 ERC を推進していく上で重要となる企業の技術者や研究者を招聘研究員等として受け入れるための体制を整備した。これにより、2017 年度から、数社の技術者や研究者を、テーラーメイドマテリアル工学研究センターの招聘研究員として招聘する準備を整えた。これにより、企業ニーズを積極的に取り入れた研究開発を実施するための体制を整備した。

センターでは、計 4 回の全体ミーディングの中で、センター内の個別の研究を整理し、研究の出口も想定した研究フェーズマップの形で複数の 5 年間計画のプロジェクト案をまとめた。(添付参照) またセンター全体として、技術セミナー(11/2)、nanotech2017(2/15-17)など、外部に向けて広く研究シーズ及びその成果する活動を行った。

### (2) 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

5

(3) プロジェクト全体 評価指標の集計

|         | 件数（金額） |            | 備考         |
|---------|--------|------------|------------|
| 論文数     | 26 件   |            |            |
| 特許出願件数  | 3 件    |            | PCT 出願含    |
| 共同研究件数  | 25 件   | 52,497 千円  |            |
| 外部資金獲得数 | 19 件   | 114,183 千円 |            |
| 参加学生数   | 40 名   |            |            |
| 参加企業数   | 9 社    |            |            |
| 公開イベント数 | 8 件    |            | 添付 1 リスト参照 |

(4) 今後の計画

H29 年度は、今年度を実施した研究テーマを引き続き行い、各研究テーマのフェーズを 1 段階引き上げることを目標とする。また、企業ニーズの調査を今年度に引き続き行うことで、社会的要請の高い研究テーマの抽出とその課題解決に向けた研究開発を実施していく。さらに、芝浦型 ERC を効率的に推進させていくための体制の充実化を図っていく予定である。具体的には、各研究グループ内の連携や各研究グループ間の連携の強化を図るための方策を考案していく。

各研究者の研究テーマに関しては、個別のテーマ目標を設定し、その目標をクリアするための研究を実施する。得られた成果を毎月の打合せ時に報告することで、有機的な連携を図ることが可能な研究テーマを設定していくことも検討している。また、優れた成果が出た場合には、プレス発表や展示会、Web 掲載等を介して、その情報を社会に発信するための体制を構築する。

以上

添付 1：公開イベントリスト

|   | 月日        | イベント名                                      | 主催                   | 参加メンバー<br>(敬称略)         | 場所              |
|---|-----------|--------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 | 7月6日-8日   | テクノトランスファー<br>in かわさき 2016                 | (公財)神奈川産業振興センター      | 石崎                      | かながわサイエンスパーク    |
| 2 | 8月25日-26日 | イノベーション・ジャパン 2016～大学見本市～                   | JST                  | 石崎                      | 東京ビッグサイト        |
| 3 | 8月25日-26日 | 産学パートナーシップ<br>創造展                          | 文部科学省                | 赤津、石崎、芹澤                | 東京ビッグサイト        |
| 4 | 9月28日     | 材料工学科材料設計工学研究室×JRM 特別講演                    | 芝浦工業大学材料工学科材料設計工学研究室 | 芹澤                      | 本学豊洲校舎          |
| 5 | 10月19日    | 光交流会                                       | 光交流会                 | 湯本                      | 本学豊洲校舎          |
| 6 | 11月2日     | 技術セミナー<br>グリーンイノベーションを実現する<br>テーラーメイドマテリアル | テーラーメイドマテリアル工学研究センター | 全研究者                    | 本学大宮校舎          |
| 7 | 11月6日     | 第6回大田研究開発フェア                               | 大田区                  | 湯本                      | 大田区産業プラザ<br>PIO |
| 8 | 2月15日-17日 | nano tech 2017<br>第16回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議  | nano tech 実行委員会      | 松尾、二井、下条、石崎、芹澤、西川、赤津、横井 | 東京ビッグサイト        |



## 添付2:テーラーメイドマテリアル工学研究センター 研究フェーズマップ案

省工ネ

Al/Mg合金(高強度化、高耐蝕化、複合材料化によるモバイル軽量化等)

| 研究グループ          | ERCフェーズ   |                   | テーマ・目標            | 研究テーマ                         | 目標<br>マイルストーン                                             |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|-----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|-----------|-------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
|                 |           |                   |                   |                               |                                                           | 2016(H28)                                               |       | 2017(H29) |       | 2018(H30) |   | 2019(H31) |   | 2020(H32) |   |
|                 |           |                   |                   |                               |                                                           | 上                                                       | 下     | 上         | 下     | 上         | 下 | 上         | 下 | 上         | 下 |
| 組織制御            | フェーズⅠ     | 課題探索・原理確認         | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 | 高強度・高耐食化のための金属組織制御技術の開発       | 強度10%向上および腐食電流密度化合物 $<5\mu\text{m}$ 、結晶粒 $<10\mu\text{m}$ |                                                         | 10%向上 |           | 20%向上 |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅡ     | コア技術・知財形成         | 異種金属接着・接合技術       | 結晶粒・化合物の微細化技術の開発              | 化合物 $<5\mu\text{m}$ 、結晶粒 $<10\mu\text{m}$                 |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅢ     | プロトタイプング          | Al/Mg合金プロトタイプ試作   | ミクロ組織制御技術による放熱/断熱材料の高機能化技術の開発 | 熱伝導率:市販合金の15%性能向上                                         |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| 量子ビーム加工         | フェーズⅠ     | 課題探索・原理確認         | 異種金属接着・接合技術       | 高強度・高耐食化AlおよびMg合金のプロトタイプ試作    | 50cm角、1m角                                                 |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅡ     | コア技術・知財形成         | 異種金属接着・接合技術       | 量子ビーム等による金属表面加工技術の開発          |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 |           |                   |                   | 表面状態と接着力との関係の評価               | 接着力評価法の確立                                                 |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| 表界面制御           | フェーズⅠ     | 課題探索・原理確認         | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 | 量子ビーム等による異種金属接着力の向上           | 10%向上                                                     |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅡ     | コア技術・知財形成         | 異種金属接着・接合技術       |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 |           |                   |                   |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 |           |                   |                   |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅢ     | プロトタイプング          |                   |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅠ     | 課題探索・原理確認         | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 | 合金のシリコン離形コーティング               | 量子ビーム等による合金のシリコン離形コーティング                                  | 腐食なし、 $\phi 100\mu\text{m}$ –H100 $\mu\text{m}^{\circ}$ |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
|                 | フェーズⅡ     | コア技術・知財形成         | 異種金属接着・接合技術       | マイクロパターン型の表面粗さ制御              | 0.8 $\mu\text{mRa}$                                       |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| 合金のシリコン離形コーティング |           |                   |                   | シリコンへの金属移行が3ショット              |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| フェーズⅢ           | プロトタイプング  |                   | グレースケールマイクロパターン型  | ガウシアンカーブ断面流路(高さLIM対応、1000ショット |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| フェーズⅠ           | 課題探索・原理確認 | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 | 安価で堅牢なマイクロパターン型   | 実サンプルへの製膜、評価                  |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| フェーズⅡ           | コア技術・知財形成 | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 |                   |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |
| フェーズⅢ           | プロトタイプング  | Al/Mg合金の高強度化と高耐蝕化 |                   |                               |                                                           |                                                         |       |           |       |           |   |           |   |           |   |

## 磁性材料(モーター、発電機高効率化、軽量化)

[illegible]

蓄工不

触媒マテリアル(Li空気電池)

[illegible]

## 誘電体材料(DE発電)

## その他:ライフ

|        |         |   |   |
|--------|---------|---|---|
| 研究グループ | ERCC7-1 | ブ | ー |
|--------|---------|---|---|

[illegible]

## H28 年度 QOL 向上とライフサイエンスコンソーシアム 研究成果報告書

1. 法人名 芝浦工業大学
2. 大学名 芝浦工業大学
3. 研究組織 QOL 向上とライフサイエンスコンソーシアム
4. 研究所在地 さいたま市見沼区深作 307、江東区豊洲 3-7-5
5. 研究代表者

| 研究者名     | 所属            | 職名 |
|----------|---------------|----|
| ◎越阪部 奈緒美 | システム理工学部生命科学科 | 教授 |

6. プロジェクト参加研究者数 20 名

7. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

| 研究者名     | 所属・職名         | 研究グループ    | 参画研究テーマ                 |
|----------|---------------|-----------|-------------------------|
| ◎越阪部 奈緒美 | 生命科学科         | ①退行性遅延、全体 | 機能性食品、生命科学              |
| ○長谷川 浩志  | 機械制御システム学科・教授 | ①退行性遅延    | 健康寿命、モニタリング             |
| 赤木亮太     | 生命科学科・助教      | 〃         | 骨格筋バイオメカニクス、高齢者トレーニング   |
| 井上雅裕     | 電子情報システム学科・教授 | 〃         | 認知症の早期発見、スマホセンシング       |
| 間野一則     | 電子情報システム学科・教授 | 〃         | ヒューマンインターフェース           |
| 堀江亮太     | 通信工学科・准教授     | 〃         | ブレイン・コンピューター・インターフェース   |
| 山本創太     | 機械機能工学科・教授    | 〃         | バイオメカニクス、障害評価・予測・予防     |
| ○吉見 靖男   | 応用化学科・教授      | ②治療・診断法   | 治療薬モニタリング、分子インプリント高分子   |
| 北川理      | 応用化学科・教授      | 〃         | 有機合成化学、医薬品              |
| 幡野明彦     | 化学科目・教授       | 〃         | 抗体の機能代替、モノマー合成          |
| 六車仁志     | 電子工学科・教授      | 〃         | バイオセンサー、医療機器            |
| 齋藤敦史     | 通信工学科・准教授     | 〃         | 化学センサ                   |
| 濱崎啓太     | 応用化学科・教授      | 〃         | ケミカルバイオロジー              |
| 須原義智     | 生命科学科・教授      | 〃         | 有機化学、化合物探索              |
| 福井浩二     | 生命科学科・准教授     | 〃         | 認識機能、老化、細胞生物学           |
| 廣田佳久     | 生命科学科・教授      | 〃         | 生化学、分子生物学、創薬、神経細胞、ビタミン  |
| 米田隆志     | 生命科学科・教授      | 〃         | 医用・福祉工学                 |
| 渡邊宣夫     | 生命科学科・准教授     | 〃         | バイオレオロジー、画像解析、血液細胞の能力評価 |
| ○山本 紳一郎  | 生命科学化・教授      | ③予後の改善    | バイオメカニクス、リハビリ工学         |
| 花房昭彦     | 生命科学科・教授      | 〃         | 福祉人間工学、CAD              |

※①退行性遅延のための技術開発、②環境因子由来の疾患の診断・治療法の開発、③予後の速やかな改善

## 8. 研究計画の概要

生命科学を基盤とし、芝浦工業大学がこれまで積み上げてきた工学的手法とを融合し多面的に展開することで、モバイルヘルスケアによるセルフメディケーション、ドラッグリポジショニングや感性科学を応用した創薬、分子インプリント法による治療薬モニタリング、あるいは予後の速やかな改善につながるリハビリテーション技術の開発を推進し、総合的ヘルスケアシステムを構築することを目的とする。大きくは、下記の3つの観点から研究を進める。

### ■退行性変化の遅延のための技術開発

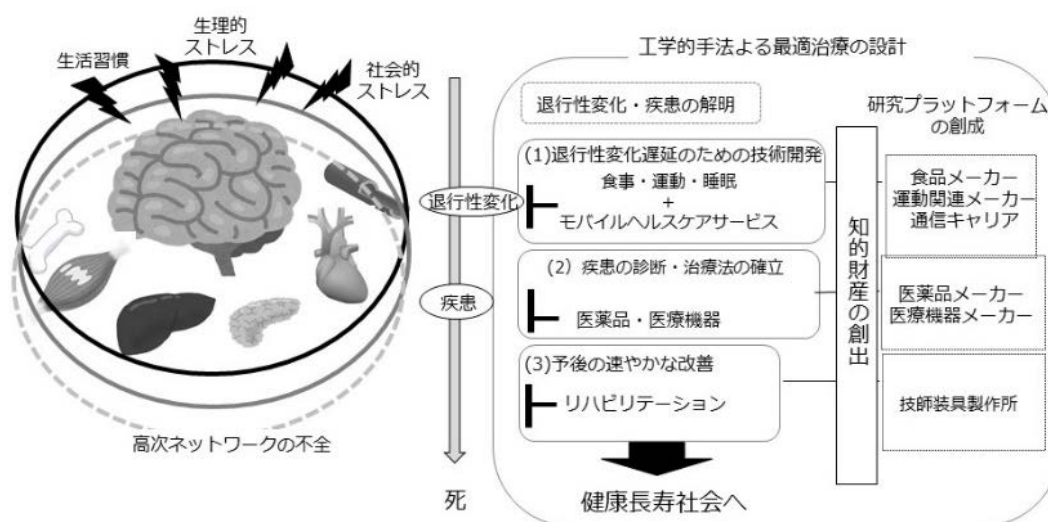
疾患や退行性変化を引き起こす様々なストレスを軽減するために、より質の高い生活習慣（食生活・運動習慣）を個人が獲得することができる情報発信・収集ツールや商品プロトタイプを開発し、健常人簿ランディを用いて評価を行う。

### ■環境因子由来の疾患の診断・治療法の開発

脂溶性ビタミン誘導体のドラッグリポジショニングや感性科学を応用した神経作動薬を創薬に結びつけるとともに、特異結合能を獲得する分子インプリント高分子（Molecularly Imprinted Polymer MIP）を用いた治療薬モニタリング方法を開発する。

### ■予後の速やかな改善

空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システム（AirGait）や上肢運動を誘導する免荷式歩行補助装置を開発し、早期リハビリテーションの実現化を推進する。また義肢装具士のスキルの定量化、有限要素法や実計測による検証に引き続き、3D プリンタを用いた設計支援システム（CAD/CAM）を開発する。



## 9. 研究の概要

## (1) 退行性遅延のための技術開発グループ

### A 計画の概要

退行性変化を引き起こす様々なストレスを軽減するため、より質の高い生活習慣の追求をテーマに、*in vivo* イメージングなどの最先端技術を活用し、有用な情報や製品プロトタイプを開発。これらの情報は、同時に開発するモバイルヘルスケアサービスを通じて発信する。このサービスには、提供された情報に基づくユーザー側の行動変容およびその結果から生じた生理学的変化を簡易に検出できるツールを搭載する。ユーザーの健康情報は、IoT 通信プラットフォーム上に構築したヘルスケアプラットフォームに集約することで、セルフメディケーションの支援する。

### B 成果の概要

#### 1. 既存食品因子の未知なる作用機序を *in vivo* イメージング技術により解明

消化管上皮細胞において食品成分が認識され、 $\text{Ca}^{2+}$ シグナリングが誘導されることを *in vivo* で評価可能な実験系を、yellow cameleon 3.60 (YC3.60) トランスジェニックマウスを用いることによって東京医科歯科大学と共同で開発した（論文番号1）。また、逆行性神経トレーサー標識マウスを用いて食品成分摂取後の消化管知覚神経シグナルがその細胞体である脊髄後根神経節で観察されることがわかった。

#### 2. 筋力向上のための新トレーニング手法の開発

転倒防止に不可欠な立位バランス能力が、短時間で素早く発揮する筋力と相関がみられることが明らかにされた（論文番号7）。そこで、高齢者を対象に、筋力向上のための新トレーニング手法として、在宅で実施可能な、自重を用いたカーフレイズトレーニングを、速さを意識して1日10回×3セット、週3日を8週間継続させた結果、短時間で素早く発揮する筋力と立位バランス能力の双方を改善させることができた（論文投稿中）。

#### 3. バイタル・体組成・脳機能変化を同時検出できるデバイスの開発

IoT あるいは人工知能を用いたアプローチが可能か、検討している段階である。

### C 研究発表等の状況

#### 【雑誌論文】

1. Adachi T, Kakuta S, Aihara Y, Kamiya T, Watanabe Y, Osakabe N, Hazato N, Miyawaki A, Yoshikawa S, Usami T, Karasuyama H, Kimoto-Nira H, Hirayama K, Tsuji NM. (2016) Visualization of Probiotic-Mediated  $\text{Ca}^{2+}$  Signaling in Intestinal Epithelial Cells *In Vivo*. *Front Immunol.* 7:601 (IF:5.668)
2. Saito A, Inagawa K, Ebe R, Fukase S, Horikoshi Y, Shibata M, Osakabe N. (2016) Onset of a hypotensive effect following ingestion of flavan 3-ols involved in the activation of adrenergic receptors. *Free Radic Biol Med.* 99, 584-592. (IF:5.784)
3. Ushima S, Ishimaru Y, Narukawa M, Yoshioka M, Kozuka C, Watanabe N, Tsunoda M, Osakabe N, Asakura T, Masuzaki H, Abe K. (2016) Catecholamines Facilitate Fuel Expenditure and Protect Against Obesity via a Novel Network of the Gut-Brain Axis in Transcription Factor Skn-1-deficient Mice. *EBioMedicine.* 8, 60-71.
4. Saito A, Nakazato R, Suhara Y, Shibata M, Fukui T, Ishii T, Asanuma T, Mochizuki K, Nakayama T, Osakabe N. (2016) The impact of theaflavins on systemic and microcirculation alterations: The murine and randomized feasibility trials. *J Nutr Biochem.* 32, 107-114. (IF:4.668)
5. 越阪部奈緒美 (2016) ポリフェノールパドックス-生体利用性と機能性の矛盾 化学と生物 154, 726-731 (招待論文)

6. 越阪部奈緒美 (2016) 脳腸相関と食品：ポリフェノール 臨床栄養 128, 820-827 (招待論文)
7. Ema R, Saito M, Ohki S, Takayama H, Yamada Y, Akagi R. (2016) Association between rapid force production by the plantar flexors and balance performance in elderly men and women. AGE (Dordr), 38: 475-483.
8. Akagi R, Shikiba T, Tanaka J, Takahashi H. (2016) A 6-week resistance-training program does not change shear modulus of the triceps brachii. J Appl Biomech, 32: 373-378.
9. Kobayashi Y, Ueyasu Y, Yamashita Y, Akagi R. (2016) Effects of 4 weeks of explosive-type strength training for the plantar flexors on the rate of torque development and postural stability in elderly individuals. Int J Sports Med, 37: 470-475.
10. Nakatani M, Takai Y, Akagi R, Wakahara T, Sugisaki N, Ohta M, Kawakami Y, Fukunaga T, Kanehisa H. (2016) Validity of muscle thickness-based prediction equation for quadriceps femoris volume in middle-aged and older men and women. Eur J Appl Physiol, 116: 2125-2133.
11. Akiyama K, Akagi R, Hirayama K, Hirose N, Takahashi H, Fukubayashi T. (2016) Shear modulus of the lower leg muscles in subjects with medial tibial stress syndrome. Ultrasound Med Biol, 42: 1779-1783.
12. Ema R, Sakaguchi M, Akagi R, Kawakami Y. (2016) Unique activation of the quadriceps femoris during single- and multi-joint exercises. Euro J Appl Physiol, 116: 1031-1041.
13. 横澤俊治, 熊川大介, 荒川裕志, 勝亦陽一, 赤木亮太 (2016) 立幅跳踏切動作中の下肢関節パワーと等速性最大筋力との関係に関するバイオメカニクス的研究. 体育学研究, 61: 173-184.
14. Hirota Y\*, Nakagawa K, Mimatsu S, Sawada N, Sakaki T, Kubodera N, Kamao M, Tsugawa N, Suhara Y, Okano T. Nongenomic effects of  $1\alpha,25$ -dihydroxyvitamin  $D_3$  on cartilage formation deduced from comparisons between *Cyp27b1* and *Vdr* knockout mice. *Biochem Biophys Res Commun* (IF:2.30), pii: S0006-291X(16)32199-4. [Epub ahead of print] (2016) \*Corresponding author

#### 【学会発表】

1. 齊藤 晃子, 深瀬 忍, 難波 文男, 戸田 登志也, 柴田 政廣, 越阪部 奈緒美 CinnamtanninA2 と capsaicin の循環刺激作用の比較 第 70 回日本栄養・食糧学会大会 2016/5/14
2. 石村 佳菜, 中川 湧太, 荒川 優, 難波 文男, 戸田 登志也, 須原 義智, 越阪部 奈緒美 Cinnamtannin A2 の褐色脂肪活性化作用機序の解明 第 70 回日本栄養・食糧学会大会 2016/5/14
3. 川越藍, 藤井靖之, 志藤隼祐, 越阪部奈緒美 Flavan 3-ols 投与によって誘導される ストレス応答反応の検証 第 10 回 日本酸化ストレス学会関東支部会 2016/12/17
4. 齊藤晃子, 稲川広大, 深瀬忍, 江部力彦, 柴田政廣, 越阪部奈緒美 Flavan 3-ols の循環刺激作用における用量反応性とそのメカニズムの解明 第 10 回 日本酸化ストレス学会関東支部会 2016/12/17
5. 伊藤麻央, 工藤直人, 三宅勇司, 中村将広, 越阪部奈緒美 Flavan 3-ols の廃用性筋萎縮抑制効果の検証 第 10 回 日本酸化ストレス学会関東支部会 2016/12/17
6. 羽里直幹, 高橋李沙, 越阪部奈緒美 消化管による cinnamtannin A2 の認識機構の解明 第 10 回 日本酸化ストレス学会関東支部会 2016/12/17
7. 江間諒一, 高山浩一, 山田陽介, 赤木亮太 高齢者における足関節底屈筋力と立位バランス能力の関係 日本体育学会第 67 回大会
8. 赤木亮太, 大木俊輔, 高山浩一, 江間諒一, 小林雄志 高齢男性における在宅での速さを意識したカーフレイズトレーニングが腓腹筋内側頭の剛性率に及ぼす影響 第 24 回日本バイオメカニクス学会大会
9. Ema R, Ohki S, Takayama H, Kobayashi Y, Akagi R. Home-based calf-raise training with the intent to move rapidly improves rapid force production and balance performance in elderly men. 第 24 回日本バイオメカニクス学会大会
10. 赤木亮太 高齢者を対象とした在宅での速さを意識したカーフレイズトレーニングがもたらす効果 第 31 回 日本酸化ストレス学会関東支部会
11. 廣田佳久, 津川尚子, 中川公恵, 鎌尾まや, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン K 合成機構解明を目指した側鎖切断酵素の探索 第 21 回日本フードファクター学会、2016 年 11 月
12. 廣田佳久, 中川公恵, 澤田夏美, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン  $K_2$  変換酵素 UBIAD1 タンパク質の機能解析 第 89 回 日本生化学会大会、2016 年 9 月
13. 廣田佳久, 中川公恵, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン K 合成酵素のタンパク質機能解析 第 60 回日本薬学会関東支部大会、2016 年 9 月
14. 廣田佳久, 中川公恵, 澤田夏美, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン  $K_2$  合成酵素 UBIAD1 タンパク質の機能解析 フォーラム 2016：衛生薬学・環境トキシコロジー、2016 年 9 月
15. 廣田佳久, 中川公恵, 澤田夏美, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン K 合成酵素 UBIAD1 タンパク質の機能解析 第 68 回 日本ビタミン学会、2016 年 6 月
16. 廣田佳久, 中川公恵, 須原義智, 岡野登志夫 ビタミン K 変換酵素 UBIAD1 タンパク質の機能解析 第 136 回日本薬学会年会、2016 年 3 月

## (2) 環境因子由来の疾患の診断・治療法の開発グループ

### A 計画の概要

骨粗しょう症治療薬であるビタミン K の脳神経性疾患への適用、末梢神経血行障害治療薬であるビタミン E の認知症に対する有効性など、脂溶性ビタミン誘導体の新たな疾患への適応拡大（ドラッグリポジショニング）を目指した研究を行う。また、匂い・味といった自律神経系への影響に着目し、感性科学を応用した、これまでにない作用メカニズムを持つ神経作動薬を開発する。

循環系疾患の診断法につながる赤血球変形能および血小板粘着能の評価法の開発や、脳腫瘍に対する先端外科治療法の検証に関する成果を発展させた新しい診断法の開発、また、分子インプリント高分子（MIP）固定電極の電流変化を捉えることで血中の薬剤濃度を認識して測る小型・低価格・迅速・簡便な治療薬モニタリング（TDM）用インスタントセンサを開発する。

創薬やドラッグリポジショニングと、新しい診断法や TDM 用センサの開発の両面から、新たな診断・治療法を確立する。

### B 成果の概要

#### 1. 脂溶性ビタミン誘導体のドラッグリポジショニング

##### 1-1. ビタミン K の脳神経性疾患への適用

我々は、天然に存在するビタミン K 同族体のひとつであるメナキノール-4 が、弱いながらも神経幹細胞のニューロンへの分化を選択的に誘導する作用を有することを見出した。そこで、ビタミン K の化学構造を修飾した化合物を合成して活性の増強を目指し、医療に応用可能な神経分化誘導物質の開発を目指している。その一助として、ビタミン K の側鎖末端部分に脂溶性の官能基を導入したビタミン K 誘導体を合成して活性を調べたところ、天然の数倍強い分化誘導作用をもつ誘導体を得られた。今後、医療に応用可能な高活性を示す化合物の探索を行うと同時に、作用タンパク質を明らかにしていく予定である。

##### 1-2. ビタミン E の認知症に対する有効性

培養細胞にビタミン E の一種であるトコトリエノールを添加することで、通常のビタミン E であるトコフェロールよりも有意に高い神経保護効果を確認した。

肥満マウスにおいて脳酸化が亢進しているほど、ビタミン E が多く脳に取り込まれることを発見した。現在、認識機能との関連等、詳細なメカニズムを解析中である。

#### 2. 感性科学を応用した神経作動薬の開発

渋味を呈する化合物であるポリフェノール類が生体にとってストレスとして認識されることを、神経薬理学的手法を用いて動物試験によって明らかにした。

#### 3. 医療機器開発による新たな診断法の確立

##### 3-1. 赤血球変形能および血小板粘着能評価法を応用した診断法の開発

せん断に起因した血液損傷現象が流れ場スケールと表面粗さの比に相関がある事



を実験的に証明した。

せん断環境における細胞流動挙動モニタリング装置を構築した。

### 3-2. 血中の薬剤濃度を認識して測るインスタントセンサ

分子インプリント高分子をグラフトしたカーボン粒子を電極に用いた血液中ヘパリンモニタリング用センサを開発。電極間の再現性が高く、血液中でも生理食塩水中と同じ感度を示す。治療薬モニタリング用ディスプレイ型センサに要求される条件を満たす。

- ・ 上記のセンサの実用に向けて、企業と交渉中。メディカルジャパンのブースにて実演。インドでの実例試験も計画中。
- ・ また上記の技術を応用して、神経伝達物質に応答して蛍光強度を変化するプローブを開発。神経活動に伴う伝達物質分泌の場所とタイミングを特定するイメージング技術に応用可能。

## C 研究発表等の状況

### 【雑誌論文】

- N. Watanabe**, S Ueda, K Nagashima, T Oguri, T Mita, Ratio of Surface Roughness to Flow Scale as Additional Parameter for Shear-induced Hemolysis, **Int J Artif Organs**. 2016; 39(4):205-210
2. **N. Watanabe**, M. Shibata, S. Sawada, and K. Mizukami. Prototyping the experimental setup to quantify the tissue oxygen consumption rate and its preliminary test. **Adv Exp Med Biol**. 2016;876:247-55.
  3. Hirota Y, Nakagawa K, Mimatsu S, Sawada N, Sakaki T, Kubodera N, Kamao M, Tsugawa N, **Suhara Y**, Okano T. (2016) Nongenomic effects of 1 $\alpha$ ,25-dihydroxyvitamin D3 on cartilage formation deduced from comparisons between Cyp27b1 and VDR knockout mice. *Biochem Biophys Res Commun*. 16: 32199-4. (IF: 2.371)
  4. **H. Muguruma**, H. Iwasa, H. Hidaka, A. Hiratsuka, H. Uzawa, "Mediatorless Direct Electron Transfer between Flavin Adenine Dinucleotide-Dependent Glucose Dehydrogenase and Single-Walled Carbon Nanotubes," *ACS Catalysis*, 2017, 7, 725-734.
  5. **A. Hatano**, Y. Kanno, Y. Kondo, Y. Sunaga, H. Umezawa, M. Okada, H. Yamada, R. Iwaki, A. Katoa< K. Fukui, Synthesis and characterization of novel, conjugated, fluorescent DNJ derivatives for alpha-glucosidase recognition, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2017, 25, 773-778.
  6. **福井浩二**, 中村啓佑, 白井将志, 青木由典, 小池泰介, 浦野四郎, コレステロール投与マウスでの認識機能障害の誘因とビタミン E による防御, ビタミン E 研究の進歩, 17, 30-36, 2017
  7. Nakamura S, Nakanishi A, Okihiro S, Urano S, **Fukui K**, Ionomycin-induced calcium influx induces neurite degeneration in mouse neuroblastoma cells: Analysis of a time-lapse live cell imaging system, *Free Radical Research*, 50(11), 1214-1225, 2016,
  8. **福井浩二**, 酸化ストレスによる神経突起変性の誘因、ストレスと老化・疾患、基礎老化研究、40(3)、17-21, 2016 (招待論文)
  9. Tweedie D, **Fukui K**, Li Y, Yu QS, Barak S, Tamargo IA, Rubovitch V, Holloway HW, Lehrmann E, Wood WH 3rd, Zhang Y, Becker KG, Perez E, Van Praag H, Hoffer BJ, Becker RE, Pick CG, Greig NH, Cognitive impairments induced by concussive mild traumatic brain injury in mouse are ameliorated by treatment with phenserine via multiple non-cholinergic mechanisms, *PLoS One*, 11(6):e0156493, 2016\_
  10. **Y. Yoshimi**, R. Inaba, T. Ogawa, W. Yoshino, M. Inoue, K. Kuwana: Stabilized sensing of heparin in whole blood using the 'gate effect' of heparin-imprinted polymer grafted onto an electrode. *Molecular Imprinting* 4, 13-20, 2016
  11. Hirai, M.; Terada, S.; Yoshida, H.; Ebine, K.; Hirata, T.; **Kitagawa, O.** Catalytic Enantioselective Synthesis of N-C Axially Chiral Mebroqualone and Its Derivatives through Reductive Asymmetric Desymmetrization. *Org. Lett.* 18 (21) 5700-5703 (2016)



12. Hirata, T.; Takahashi, I.; Suzuki, Y.; Yoshida, H.; Hasegawa, H.; Kitagawa, O. Catalytic Enantioselective Synthesis of N-C Axially Chiral Phenanthridin-6-one Derivatives. *J. Org. Chem.* 81 (1) 318-323 (2016)

【学会発表】

1. Nobuo Watanabe, Invited presentation 'Updates from Shibaura Institute of Technology', 1<sup>st</sup> annual conference of *Centre of Research Excellence for Advanced Cardio-respiratory Therapies Improving Organ Support (1<sup>st</sup> annual conference of CRE ACTIONS 2016)* held at University of New South Wales, Kensington Campus, Sydney, Australia on 28th-29th November 2016.
2. M. Hakozaiki, T. Shimada, R. Hara, N. Watanabe. Visualized erythrocytes' shear induced damage process using newly prototyped shear flow generator incorporating counter rotating mechanism. *The 24th Congress of the International Society for Rotary Blood Pumps (ISRBP2016), 20-22<sup>nd</sup> Sept 2016, Mito, Japan.*
3. Nobuo Watanabe, Tadahihiro Shimada, Masaya Hakozaiki, Cissualized erythrocyte' s collapsing and fragmentation in high shear flow. 18<sup>th</sup> conference of the European Society for Clinical Hemorheology and Microcirculation, 5-8 June 2016, Lisboa, Portugal.
4. Hiroshi Yonezawa, Fumiya Kobayashi, Masahiro Shibata, Nobuo Watanabe. EFFECT OF ERYTHROCYTE' S DENSITY UPON THE RHEOLOGICAL BEHAVIOR IN THE MICRO-TUBE FLOW. *10<sup>th</sup> SEATUC Symposium 22-24 February 2016 Shibaura Institute of Technology. OS04-27(ISSN2186-7631)*
5. Mio Sawada, Yoshitomo Suhara, and Nobuo Watanabe. Quantification of the Vitamin K3 Concentration. *10<sup>th</sup> SEATUC Symposium 22-24 February 2016 Shibaura Institute of Technology. OS04-18(ISSN2186-7631)*
6. 澤田 濤、須原義智、渡邊宣夫、ビタミンK3の定量化に向けた計測システムの開発、*第32回ライフサポート学会大会 (LIFE2016)* 2016年9月4日-6日東北大学青葉山キャンパス
7. 澤田 濤、須原義智、渡邊宣夫、ビタミンK3の蛍光特性評価実験システムの開発、*第55回生体医工学会大会、富山国際会議場、2016年4月26日-28日 (生体医工学Vol. 54Annual (2016) No. 26PM-Abstract p. S87)*
8. 大石 麻代、花房 昭彦、町村 幸夫、吉田 脩右、渡邊 宣夫、流れに対するコラーゲン繊維の傾斜角度と血小板の粘着容易さの関係性評価方法の検討、*第39回日本バイオレオロジー学会年会*、東海大学校友会館2016年6月19日
9. 木村 キミト、廣田 佳久、坂根 里枝、岡田 歩美、中川 公恵、和田 昭盛、岡野 登志夫、須原 義智 側鎖末端を修飾したビタミン K 誘導体の合成と標的タンパク質との相互作用の検討 *日本薬学会第 136 年会 2016/3/27*
10. 須原 義智 ビタミン K 誘導体の新規生理活性物質への応用 *日本薬学会第 136 年会 2016/3/27*
11. 吉村 広志、廣田 佳久、中川 公恵、岡野 登志夫、須原 義智 二本の側鎖とその末端にフェニル基を導入した新規ビタミン K 誘導体の合成 *日本ビタミン学会第 68 回大会 2016/6/17*
12. 木村 キミト、廣田 佳久、坂根 里枝、中川 公恵、和田 昭盛、岡野 登志夫、須原 義智 ビタミン K の側鎖末端を修飾した誘導体の合成と核内受容体 SXR に対する転写活性の検討 *日本ビタミン学会第 68 回大会 2016/6/17*
13. 木村 キミト、廣田 佳久、中川 公恵、和田 昭盛、岡野 登志夫、須原 義智 分子内にヘテロ原子を導入した新規ビタミン K 誘導体の神経分化誘導作用の検討 *第 58 回天然有機化合物討論会 2016/9/14*
14. 西岡 達馬、田口 祐太、石川 隼人、須原 義智 LXR(Liver X Receptor)b を標的とした新規アゴニストの創製 *第 60 回日本薬学会関東支部大会 2016/9/17*
15. 木村 キミト、廣田 佳久、中川 公恵、和田 昭盛、岡野 登志夫、須原 義智 側鎖末端にヘテロ原子を導入した新規ビタミン K 誘導体の合成と神経分化誘導作用の検討 *第 60 回日本薬学会関東支部大会 2016/9/17*
16. 木村 キミト、廣田 佳久、中川 公恵、和田 昭盛、岡野 登志夫、須原 義智 ニューロンへの分化を高選択的に誘導する新規メカニン誘導体の合成 *第 34 回メディカルケミストリーシンポジウム 2016/12/1*
17. 須原 義智、木村 キミト、廣田 佳久 神経分化誘導作用をもつ新規ビタミン K 誘導体の創製 *第 31 回日本酸化ストレス学会関東支部会 2016/12/17*

【特許等出願】

1. 六車仁志、岩佐尚徳、平塚淳典、高木純、角矢博保「グルコースセンサ用試薬、グルコースセンサ、グルコースセンサの製造方法、および、グルコース測定装置」特許願 M16-1693、平成 28 年 8 月 29 日
2. 吉見靖男「分子インプリント高分子を表面に有する粒子を用いたセンサ」特許願 2016-246166、平成 28 年 12 月 22 日

### (3) 予後の速やかな改善グループ

#### A 計画の概要

運動機能障がいをもつ疾患には、急性期に機能回復訓練を開始する早期リハビリテーションが有効である。これまでに開発した「空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システム (AirGait)」、「上肢運動を誘導する免荷式歩行補助装置」の更なる臨床応用を目指す。また、近年開発されている iPS 細胞などを用いた新たな細胞工学的治療の実現には、これに対するリハ技術の開発が必須である。AirGait について、動物実験を用いた歩行訓練システムを開発するとともに、生理学的な解析を進め、最適化を推進する。

さらに、義肢装具は、様々な運動機能障がいに対する早期リハの処方としても活用されているが製作はすべてオーダーメイドであり、その技術は義肢装具士の伝統的なスキルに依存している。これまで検討した義肢装具士のスキルの定量化、有限要素法や実計測による検証に引き続き、3D プリンタを用いた設計支援システム (CAD/CAM) の開発を目標とする。

#### B 成果の概要

##### 1. 早期リハビリテーションの実現

現在、科研費を原資として「空気圧人工筋を用いた歩行訓練システム (AirGait) の開発」を国立障がい者リハビリセンター研究所との共同研究として進めている。本歩行訓練システムは、装具部、免荷部、制御部の各々プロジェクトチームを組んで開発を進めている。2016 年度は、装具部チームでは患者の体型に合わせられるように改良を行った。また、免荷部チームはカウンターウェイト方式から空気圧人工筋をアクチュエータとして再構築した。さらに、制御部チームでは、床反力計付きトレッドミルからの床反力信号 (COP) および 3 次元動作解析システムを用いた身体重心の解析結果をリアルタイムで制御システムにフィードバックできる開発に着手した。

「上肢運動を誘導する免荷式歩行補助装置の開発」については、免荷方法および駆動方法に問題があったため、大々的な改良を目指して再設計を進めているところである。

##### 2. ニューロリハビリテーション研究の推進

ニューロリハビリテーション研究として、動物実験で検証できるように、動物実験用免荷式歩行訓練システムの開発を目指しているが、現在、脊髄損傷ラットを用いた研究をされている国立障がい者リハビリセンターの緒方徹部長へ協力を依頼し、共同研究を進めていく準備に入ったところである。

##### 3. オーダーメイド義肢装具開発の効率化

義肢装具のスペシャリストである大学研究者を研究開発プロジェクトチームにお招きして、義肢装具研究を進めている。メンバーは新潟医療福祉大学の東江教授、人間総合科学大学の大塚准教授、東京電機大学の大西准教授および本学生命科学科の花

房教授，山本教授である．約 2 ヶ月に 1 回の進捗報告会を実施しており，主に大腿義足ソケットの定量解析，有限要素解析を実施し，設計製作支援システムの開発を目指して活動している．

## C 研究発表等の状況

### 【雑誌論文】

- 1) T. V. Thuc, S. Yamamoto: Development of a body weight support system using pneumatic muscle actuators: Controlling and validation. *Advances in Mechanical Engineering*, (in Press)
- 2) 柴田芳幸, 花房昭彦, 志岐文也, 大西謙吾, 水澤二郎, 山本紳一郎: 二輪車事故による障害の症例報告とリハビリテーション工学, 日本交通科学学会誌, 第 16 号特別号, G2-4, 94-95, 2016
- 3) 石井晴己, 花房昭彦, 清水智比古, 大西謙吾: 上肢装具への応用を目的とした誤判別削減可能な筋電計測システムの開発, 日本生体医工学会誌, Vol.54, No.3, 145-153, 2016.
- 4) 鈴木大介, 黄木剛正, 西田 健, 井上未結, 花房昭彦: ステレオカメラを用いた数字マーカー自動認識による座位姿勢計測, ライフサポート学会誌, Vol.28, No.2, 65-75, 2016.
- 5) Akihiko Hanafusa, Tsuyoshi Nojiri, Tsuyoshi Nakayama: Development and Evaluation of Navigation System with Voice and Vibration Output Specialized for Persons with Higher Brain Dysfunction, Proc. of the 15th International Conference Computers Helping People with Special Needs (ICCHP2016), Part II, LNCS9759, 273-280, 2016.

### 【学会発表】

- 1) 山本紳一郎: ニューロリハビリテーションに基づく歩行訓練システムの開発, 第 31 回日本酸化ストレス学会関東支部会, 芝浦工業大学豊洲キャンパス, 2106.12.17
- 2) 松村 壘, 山本紳一郎: 若年者および高齢者における歩行時の注意機能の評価, 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会 2016, 東洋大学川越キャンパス, 2016.11.19
- 3) K. Kurosawa, T. Saito, K. Mishima, A. Hanafusa, Y. Agarie, H. Ohtsuka, K. Ohnishi, S. Yamamoto: The Quantitative Analysis and Evaluation of Prosthetic Sockets APOSM2016, Seoul, Korea, 2016.11.6
- 4) T. Le, A. Hanafusa, Y. Agarie, H. Ohtsuka, K. Ohnishi, S. Yamamoto: Evaluates the Shape-Changing of Residual Limb with Trans-Femoral Socket by Finite Element Method, APOSM2016, Seoul, Korea, 2016.11.6
- 5) 永井 澤, 藤尾 公哉, 山本 紳一郎, 河島 則天: クラスター分析を用いた加齢/障害に伴う歩行停滞の分類評価, LIFE2016, 東北大学, 仙台, 2106.9.6,
- 6) 佐藤浩司, 横山光, 山本紳一郎, 河島則天: Split-belt トレッドミルにおける免荷歩行時の運動学習, LIFE2016, 東北大学, 仙台, 2106.9.6
- 7) 清水悠功, 山本紳一郎, 河島則天: 大脳皮質運動野の TMS マッピングを精度高く実現するリアルタイムコイルナビゲーションシステムの開発, LIFE2016, 東北大学, 仙台, 2106.9.6
- 8) 大島達也, 川上拓真, 野口洋平, 柴田芳幸, 山本紳一郎: 空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システムの開発 歩行フェイズ検出プログラムの開発, LIFE2016, 東北大学, 仙台, 2106.9.6
- 9) 後藤彩, 平井真洋, 山本紳一郎, 櫻田武: 運動学習を促進させる最適な注意の向け方を反映した背外側前頭前野活動, 第 10 回モーターコントロール研究会, 慶応大学日吉キャンパス, 2016.9.3
- 10) T. Sato, S. Yamamoto, N. Kawashima: Gait adaptation during split-belt treadmill walking under mild extent of split-belt speed ratio in patients post stroke, The proceedings of 38th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Orlando, Florida, USA, Aug 18, 2016
- 11) Y. Shimizu, T. Kitamura, S. Yamamoto, N. Kawashima: Real-time coil navigation system for TMS mapping in motor cortex, The proceedings of 38th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Orlando, Florida, USA, Aug 18, 2016
- 12) 佐藤浩司, 山本紳一郎, 河島則天: 第 55 回日本生体工学会大会, 富山, 2106.4.27
- 13) 黒澤和馬, 花房昭彦, 東江由起夫, 大西謙吾, 大塚博, 山本紳一郎: 第 55 回日本生体工学会大会, 富山, 2106.4.27
- 14) F. Shimizu, A. Hanafusa, K. Masamune, Y. Muragaki, H. Iseki: Development of forceps with continuous suction function for resecting brain tumors, Proc. of the 30th International Congress and Exhibition(CARS2016), 2016.6.24
- 15) Le Van Tuan, Kengo Onishi, Hiroshi Otsuka, Agarie Yukio, Akihiko Hanafusa, Shinichiro Yamamoto: A method for evaluating the quality of a transfemoral prosthetic socket, Proc. of 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2016), 2016.08.19.
- 16) Haruki Ishii, Akihiko Hanafusa, Fumiya Shiki, Kengo Ohnishi, Jiro Mizusawa and Yoshiyuki Shibata: Development of Active Upper Limb Orthosis System via Application of EMG as a Motion Signal, Proc. of Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2016 (APOSM2016), 2016.11.05.

## 10. 今後の計画

### 1. 退行性変化の遅延のための技術開発

昨年度までの研究でメカニズムが明らかになった食品因子について、K社・A社と連携して健常人を対象とした介入試験を遂行する。またこれまでの研究活動で協力を頂いている近隣住民100名を対象に、昨年度作成した新規運動プログラムの介入試験を実施する。健康測定機器・デバイスメーカーと共同で開発したデバイスの最適化を図り、健常人ボランティアを用いた評価を実施する。

### 2. 環境因子由来の疾患の診断・治療法の確立

#### ①脂溶性ビタミン誘導体のドラックリポジショニング

CRISPR-Cas9などのゲノム編集技術を用いて、脳神経細胞のニューロン分化の標的タンパク質を探索するビタミンKの標的タンパク質の同定および精製を行う。また、標的タンパク質に対して高い結合能を有する誘導体を *in silico* 解析により探索する。認知症に対するビタミンE有効性のメカニズムを解明し、標的タンパク質を同定する。

#### ②感性科学を利用した神経作動薬の開発

これまでの実験結果と分子間相互作用解析結果をすり合わせ、化合物をデザインし、作成および評価を始める。

#### ③医療機器開発による新たな診断法の確立

昨年度開発した血液細胞能力診断法と健康状態との関連性の検証に着手する。

(A) 分子インプリント高分子を用いた治療薬モニタリング用センサのプロトタイプを作製し、インドの病院で実例試験を行う。

(B) 神経伝達物質を検出するプローブを用いて、神経活動に伴う伝達物質をリアルタイム検出するイメージング技術を開発する。

### 3. 予後の速やかな改善

#### ①早期リハビリテーションの実現

前年度策定した脳卒中片麻痺や脊髄損傷、パーキンソン病等の様々な運動機能障害を対象とした場合に必要な開発コンセプトに従い、試作機の作成に着手する。

#### ②ニューロリハビリテーション研究の推進

実験動物用訓練システムの設計に着手する。

#### ③オーダーメイド義肢装具開発の効率化

3Dスキャナや3Dプリンタを用いた設計支援システム開発のための義肢装具士のスキルの定量化、有限要素法(FEM)によるシミュレーション、義肢ソケット応力実計測における評価を行い、実際の設計支援システム開発のためのデータベース作成に着手する。

これらの研究を進める中でコラボレーションにより革新的なテーマを創出し、積極的に外部資金の獲得を目指す。

以上

## H28 年度ロボット・自動車共進化コンソーシアム 研究成果報告書

1. 法人名 芝浦工業大学
2. 大学名 芝浦工業大学
3. 研究組織 ロボット・自動車共進化コンソーシアム
4. 研究所在地 江東区豊洲 3-7-5、さいたま市見沼区深作 307
5. 研究代表者

| 研究者名   | 所属          | 職名 |
|--------|-------------|----|
| 松日 楽信人 | 工学部・機械機能工学科 | 教授 |

6. プロジェクト参加研究者数 12 名

### 7. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

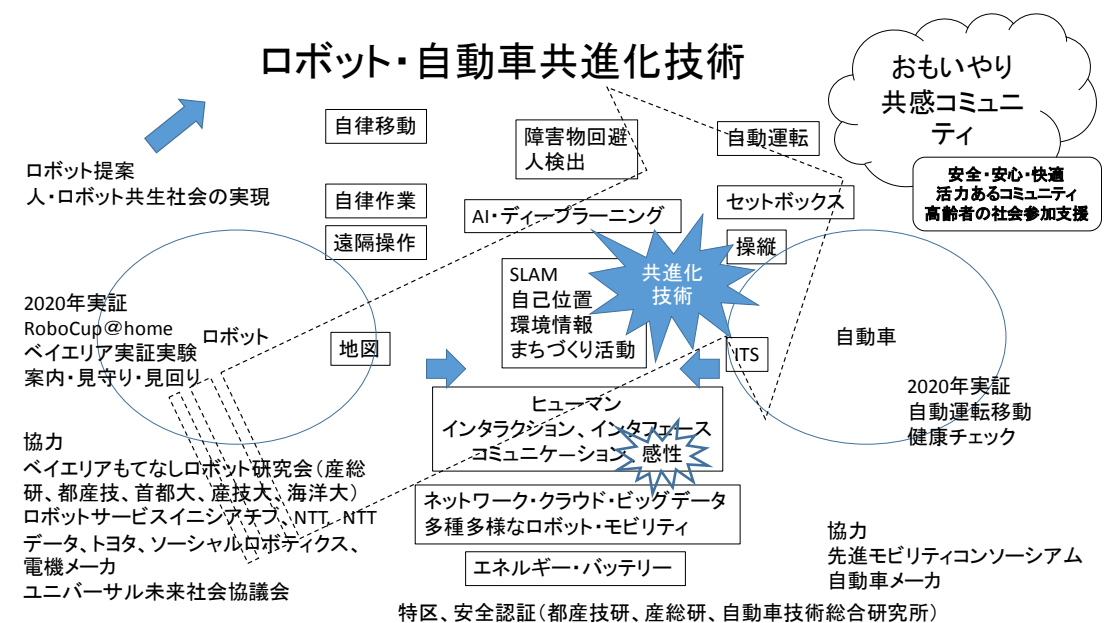
| 研究者名    | 所属・職名              | 研究グループ | 参画研究テーマ                                 |
|---------|--------------------|--------|-----------------------------------------|
| ◎松日 楽信人 | 機械機能工学科・教授         | ①ロボット  | 遠隔操作・制御<br>おもてなし動作                      |
| 内村 裕    | 機械工学科・教授           | 〃      | 自己位置推定、対人サー<br>ビス、ディープラーニン<br>グ         |
| 吉見 卓    | 電気工学科・教授           | 〃      | 自律制御<br>対人ロボット制御                        |
| 菅谷 みどり  | 情報工学科・准教授          | 〃      | ネットワークアーキテク<br>チャ、ヒューマンロボッ<br>トインタラクション |
| 佐々木 毅   | デザイン工学科・准教<br>授    | 〃      | 空間知システム                                 |
| 志村 秀明   | 建築学科・教授            | 〃      | まちづくり活動による共<br>通マップ                     |
| ○伊東 敏夫  | 機械制御システム学科・教<br>授  | ②自動車   | 認識系、制御系研究開発                             |
| 廣瀬 敏也   | 機械機能工学科・准教授        | 〃      | 車々間通信、歩車間通信<br>の計画効果シミュレーシ<br>ョン        |
| 大倉 典子   | 情報工学科・教授           | 〃      | ドライバインターフェイ<br>ス                        |
| 平川 豊    | 情報工学科・教授           | 〃      | 認識系、インフラとの通<br>信系研究開発                   |
| 飯塚 浩二郎  | 機械制御システム学科・准<br>教授 | 〃      | 足回り開発                                   |
| 渡邊 大    | 機械制御システム学科・准<br>教授 | 〃      | ダイナミクスシミュレー<br>ション                      |

## 8. 研究計画の概要

少子高齢社会や高齢者の自立支援に関してロボット技術や移動支援、自動運転自動車には大変期待が高まっている。ロボットおよび自動車における要素技術には共通の要素が多く含まれることから、互いに共通の観点から技術を高度化・一体化することにより、建屋内外、まちにおいて、生活や社会をシームレスに俯瞰し、高齢者や社会弱者の生活支援、活力向上や安全で安心な社会生活の実現に向けた取り組みを行う。

とくに、人を含めた障害物回避、環境や作業のためのディープラーニング、人、ロボット、自動車のための共通地図、対人インタラクション技術の高度化と、それらをシステム化するネットワーク、ビッグデータ、エネルギーと言った、ロボット、自動車の共進化プラットフォームを築いていくとともに、生体データを活用した「わくわく感」などの感性的アプローチを加え、おもいやりある共感コミュニティとする。

また、本研究開発は、2020 年に開催されるオリンピック、パラリンピックでの実証を1つの目標として研究を進める。



## 9. 研究の概要

### (1) 自動車グループ

#### A 計画の概要

##### 課題と提案

- 高速道路→一般道路→生活道路の流れを待つとシニアカーの自動化は最後
- 自動運転の最大受益者はシニアカーユーザ
- そのため、生活道路でのシニアカーの自動運転を最初から開発
  - 生活道路の走行環境マップ生成方法の業界標準化
  - 10年後に普及するポイントクラウド方式と画像処理を前提
  - 人と共存する生活道路での認識制御が主体
  - シニアカーに後付けでセットするだけで自動化に改造可能とする
- 自動運転セットボックスの提案

#### B 成果の概要

##### 1. 自動運転

- ・単眼画像から前方障害物を検出するためのニューラルネットワーク手法目途付け
- ・ライダーによるマップ生成と現在位置特定手法の目途付け

##### 2. 健康測定（非接触検出）

- ・心拍の体調の関係を関連付けする基本的手法の目途付け（RRIの使用）
- ・ミリ波帯域レーダによる心拍検出の検討開始

##### 3. 家族とのコミュニケーション（遠隔操作）

- ・通信方式検討開始

#### C 研究発表等の状況

##### 【雑誌論文】

1. Shoko Oikawa, Toshiya Hirose, Shigeru Aomura, Yasuhiro Matsui, Traffic Accidents Involving Cyclists Identifying Causal Factors Using Questionnaire Survey, Traffic Accident Data, and Real-World Observation, Stapp Car Crash Journal, Vol. 60 183-198, Nov. 2016.

##### 【学会発表】

2. Toshiya Hirose, Tomohiro Makino, Masanobu Taniguchi, Hidenobu Kubota, Activation Timing in a Vehicle-to-Vehicle Communication System for Traffic Collision, SAE Technical Paper, 2016-01-0147, April, 2016.
3. 並木 嵩之, 松井 靖浩, 及川 昌子, 廣瀬 敏也, 信号機付き交差点におけるサイクリング特性に関する研究, 自動車技術会秋季大会, No.123, 2016年10月

4. Varagul, J. & Ito, T.: Improving function detecting object for AGV, 2016 VISIGRAPP Proceedings of the 11th Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications –(2016)
5. Varagul, J. & Ito, T. : Simulation of Detecting Function object for AGV Using Computer Vision with Neural Network, Procedia Computer Science. Vol.96, p. 159-168(2016)
6. Takata, Y. & Ito, T.:Night-time Pedestrian Detection by On-board Monocular Camera, ITS world congress Melbourne (2016)
7. Kodai Ito, Yoshihiro Harada, Tomoki Tani, Yuya Hasegawa, Haruhiko Nakatsuji, Yosuke Tate, Hiroki Seto, Takashi Aikawa, Norio Nakayama, and Michiko Ohkura, Evaluation of feelings of excitement caused by auditory stimulus in driving simulator, Proc. JSST2016 (29, Oct., 2016).
8. Kodai Ito, Yoshihiro Harada, Tomoki Tani, Yuya Hasegawa, Haruhiko Nakatsuji, Yousuke Tate, Hiroki Seto, Takeshi Aikawa, Norio Nakayama, and Michiko Ohkura: Evaluation of feelings of excitement caused by auditory stimulus in driving simulator using biosignals, Proc. APD2016, 231/240 (30, July, 2016)
9. 伊藤弘大, 原田圭裕, 谷友貴, 長谷川裕也, 中辻晴彦, 舘陽介, 瀬戸洋紀, 相川健, 中山記男, 大倉典子: 車載機器の感性評価の研究 (第 11 報) –音楽提示による運転者の「わくわく感」の生理指標による詳細な解析– 自動車技術会 2016 年秋季大会 学術講演予稿集, #202, 2016.10.20
10. 伊藤弘大, 原田圭裕, 谷友貴, 長谷川裕也, 中辻晴彦, 舘陽介, 瀬戸洋紀, 相川健, 中山記男, 大倉典子: 音楽提示による「わくわく感」を利用した覚醒水準の低下の防止 –脳波と眼球運動を利用して– 日本人間工学会誌第 52 巻特別号 (日本人間工学会第 57 回大会講演集), 2D1-6, 2016.6.25
11. 奥貫拓也, 「輝度判定と差分情報を用いたナンバープレート領域の検出」 自動車技術会 2016 年秋季大会 産学ポスターセッション 安全・安心の自動車社会の実現に向けた芝浦工業大学の取組 情報ネットワーク研究室 2016 年 10 月 19-21 日
12. 木戸嘉一, 「適用的レベル変更処理を用いた夜間での走行車線検出精度向上」 自動車技術会 2016 年秋季大会 産学ポスターセッション 安全・安心の自動車社会の実現に向けた芝浦工業大学の取組 情報ネットワーク研究室 2016 年 10 月 19-21 日
13. 奥貫拓也, 「輝度判定と差分情報を用いたナンバープレート領域の検出」 芝浦工業大学大学院電気電子情報工学専攻修士論文 2017 年 2 月
14. 田中大貴, 「交差点進入ロジックを改良した車々間通信手法の検討」 芝浦工業大学情報工学科卒業論文 2017 年 2 月
15. 飯塚, 小山, 北島, 藤原, 河村, 鈴木, "ホイールベース可変機構を搭載した軟弱地盤



- 移動用ローバに関する研究", ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2A2-16b1, 2016
16. 宮澤, 藤原, 飯塚, 小山, 北島, 河村, 鈴木, "車輪沈下を利用したホイールベース可変移動手法の提案", 第 34 回日本ロボット学会学術講演会, 3U1, 2016
17. 飯塚, 藤原, 宮澤, 小山, 河村, 鈴木, "車輪沈下を利用したホイールベース可変移動に関する研究", 第 37 回テラメカニクス研究会, セッション 1-車輪 2-, 2016
18. 藤原, 飯塚, "時系列データを用いた軟弱地盤と車輪の相互作用の実験的検証", 第 37 回テラメカニクス研究会, セッション 1-車輪 2-, 2016
19. 中村, 飯塚, 藤原, 河村, 鈴木, "災害地用可変剛性空気レスタイヤの開発 ～可変剛性手法の提案～", 第 37 回テラメカニクス研究会, セッション 5-車輪 2-, 2016
20. 小野奨汰, ストローク速度上昇に伴い減衰力が低下するダンパの性能評価 芝浦工業大学機械制御システム学科卒業論文 2017 年 2 月
21. 戸部光朔, 人体頭部構造を模擬したヘルメット厚さの最適化 芝浦工業大学機械制御システム学科卒業論文 2017 年 2 月
- 【展示会】
22. 先進モビリティコンソーシアム 2016 春の発表会
23. 先進モビリティコンソーシアム 2016 秋の発表会

## (2) ロボットグループ

### A 計画の概要

人とロボットとの共生社会実現に向けて、人とインタラクションをするおもてなしロボットおよびロボットネットワークに関して、個々のロボットが人に対しておもてなし動作を行い、そのデータをサーバーに蓄積し、ネットワーク化されたロボットがその場で対応できるための技術の研究を行う

### B 成果の概要

1. 自律移動・作業
  - ・RTM を用いたロボットーセンサ連携
  - ・共通ソフトウェアを用いた複数ロボット連携の基礎
2. ヒューマンロボットインタラクション
  - ・写真撮影時での対人位置、アンケートにおける対人インタフェース実験
  - ・ヒューマンロボットインタラクションの基礎
3. 遠隔操作・制御
  - ・通信プロトコル RSNP を用いたロボットネットワーク
  - ・複数ロボットのネットワーク化の基礎
4. 地図作成
  - ・GPS を利用した運河クルージングマップの作成
  - ・地図情報に基づくロボット応答の基礎

### C 研究発表等の状況

#### 【学会発表】

1. 藤本一真、松日楽信人、遠藤太貴、佐々木毅、空間知能化された環境におけるロボット連携システムの開発ー環境センサを利用した写真撮影ロボットの動作生成, RSJ2016, 2P2-03a5, 2016
2. 池田 貴政、唐真卓也、松日楽 信人、加藤 由花、インタフェースロボットの応答制御のための歩行情報取得方法の検討, SI2016, 3E3-3, 2016
3. 松日楽 信人、山口 亨、成田 雅彦、Keynote コミュニティサービスロボットにおけるアプリケーション開発, SI2016, 3A2-2, 2016
4. 藤本 一真、松日楽 信人、中村 幸博、佐々木 毅、菅谷 みどり、吉見 卓、空間知システムを活用した写真撮影ロボットの位置修正, SI2016, 3D2-6, 2016
5. Kazuma Fujimoto, Takeshi Sasaki, Midori Sugaya, Takashi Yoshimi, Makoto Mizukawa, Nobuto Matsuhira, A Collaborative Service Experiment by Multiple Robots in Human Environment Utilizing Kukanchi System, ICIRA2016, 1P2B-1, 2016

#### 【展示会】

6. Japan Robot Week, 2016/10/19-10/21, ビッグサイト (5 研究室連携)

## 10. 今後の計画

ロボット研究はロボットコンソーシアムにて毎年ビッグサイトでの実証展示、ベイエリアの研究会とともに技術の実装、シンポジウムを実施し、目標を設定してきた。一方、先進モビリティコンソーシアムにおいても、毎年発表会、学会での研究発表を通して、目標の設定を行って来た。

この中で、ロボットと自動車には共通の要素が多く、ここを深耕することと、感性的アプローチを取り込み高齢者などの社会生活を一連の流れの中で研究することで、イノベーションにつながる研究成果が期待できる。

本年度は、互いの情報交換とコンセプトの融合を議論してきたが、来年度は以下のようにコンセプトの具体的な設計を行う。

- (1) ロボット、モビリティのシームレスな環境システム構築の設計
- (2) 人、ロボット、モビリティ、環境に関する共通マップの設計
- (3) 異種多様な要素からなるネットワーク設計
- (4) 多様な取得データによるシステムフィードバックの設計
- (5) わくわく感などによる共感性の向上に関する設計

以上