

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 パワーエレクトロニクス研究センター(2017年度予算:7,100千円) (5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。

2 ソフトウェア開発技術教育研究センター(2017年度予算:4,336千円)

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。

3 脳科学ライフテクノロジー寄附研究センター(2017年度予算:10,000千円)

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

4 グリーンイノベーション研究センター(2017年度予算:10,000千円)

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(2017年度予算:____千円)

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(2017年度予算:13,000千円)

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(2017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(2017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(2017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(おもいやり共感コミュニティ)の実現を目指す。

法人番号	131024
プロジェクト番号	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い SBD の試作に成功した。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

(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。

次々世代 EV への走行中大電力給電の実現を目的として、5 年間の研究により以下の研究成果を得た。

i) 13.56MHz 駆動 ワイヤレス給電システム

走行中 EV へのワイヤレス給電において必要となる次々世代高周波大電力非接触給電システムの研究を実施した。

2015 年度までの高周波インバータ実験(1kW)を終了し(*1), 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, 2017 年に 10kW インバータの設計を完了し, 7kW のインバータ出力を実現, インバータ効率 97%を得た(*3,*8)。13.56MHz でのインバータ出力、ならびに効率値ともに世界最高出力、最高効率の結果である。

アンテナ設計においてはシミュレーションと実機との差異を一つずつつぶすことにより実機実験効率を予測できるシミュレーション技術を構築した(*2)。また走行中給電時に問題となる位置ずれに対して、リンクコイルと共振コイルとの距離を制御することで伝送効率を改善できることを提案、実機にて検証した(*11)。

さらにアンテナの小型化のために平面型スパイラルコイルを用いたアンテナを提案し、13.56MHz での駆動を確認、1kW 送電を実現した。

また次世代電力給電システムで用いる 85kHz での電力伝送においても、送電側システムの低コスト化を実現し、10kW の電力を 85%の効率で送信することに成功した(*10)。

一方、韓国 KIPe の学会にて現地に実験装置を持ち込みデモンストレーションを行った。以上より次々世代給電システムの送電側、受電側の基礎検討が終了し、実車への電力伝送システム設計への準備が整った。

ii) 走行中非接触給電インフラシステム

走行中非接触給電システムのインフラ面での検討が多くなされていないため、受変電設備などのインフラ設計を行い、システム実用化への課題抽出を明らかにした。EV の消費電力概算、必要設備容量の想定、受変電設備の設計を行った。EV 一台に対して約 9kW の給電量を確保することで、充電レーン上でバッテリー消費なしで走行できることを明らかにした(*4)。交通量が多い地点でのシステムの必要設備容量は約 3.5MW であると確認した(道路上の三分の一が充電レーン, 走行速度 80km/h, 斜度 0%, 加速なし, 最大交通量:約 6000 台)。またシステム運用時の負荷変動対策として、蓄電池導入の検討を行い、系統安定化・低コスト化の観点から NAS 電池が有効であることを明らかにした。今後はインフラ設計時の具体的コストを示すことが課題であると考え。

iii) EV 用トラクションモータ

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(*18)。体積が約 10 分の 1 のダウンサイズモデルを製作し、トルクおよび効率の特性を実験によって検証した。ダウンサイズモデルの定格は、回転数 3000rpm, 出力 600W, 電圧 150V(線間電圧実効値), 電流 5A である。トルク特性はシミュレーション結果と良く一致し、また効率については、回転数が定格の 3 分の 1, トルクが定格の 5 分の 1 の低速・低出力で 95.6%の高い効率を得た。市販の EV に搭載されているトラクションモータには高特性の高価なネオジム焼結磁石が使用されているが、提案のモータでは重レアアース材料であるジスプロシウムやテルビウムを使用しない、より安価なネオジムボンド磁石を使用している。それでもなお、製作したダウンサイズモータは低速・低出力で高効率を示した。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

iv) インバータ用 GaN デバイスの高性能化

i)で実施した高周波大電力インバータ用 GaN デバイスの基礎検討を実施し、芝浦工大内でデバイスが作成できるようになった。具体的には電子デバイスシミュレーションの確立、デバイス製作プロセスの策定および製作装置の整備、さらには測定方法の確立が実現できた。結果として Al/GaN/GaN HEMT 素子を作成し、良好な素子特性を得ることができた。

さらなる高特性化を目的に、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)。

さらに GaN デバイスでは、TEOS/CF₄ 系ガスを用いた SiOF 膜/n-GaN MOS 構造を試作し、基礎的な電気的評価を行った。容量-電圧特性より求めた SiOF 膜/n-GaN および比較用の SiO₂/n-GaN MOS 構造の界面準位密度は $5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ および $6 \sim 9 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ であり、5~8 倍大きな界面準位密度となった。一方、SiOF 膜/n-GaN MOS 構造の容量-電圧特性は SiO₂ 膜のものより 0.2~0.5V 正方向へのシフトが観察された。これにより、SiOF 中の F が負の固定電荷として有効に働くことがわかった。F の導入により界面準位密度が大きくなるものの、MOSHEMT のノーマリオフ動作が期待できる。

v) 高周波インバータ用電極・配線

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実施した。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。結果として GaN 基板上に直接グラフェン膜を堆積する方法を確立した(*5)。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である。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(*6)。さらにダイオードの寄生抵抗の低減のために、固相析出法においては、MLG 膜の薄膜化や、MLG 膜上に堆積する金属材料の変更を検討した。その結果、Au を直接 MLG 上に堆積する代わりに Ni/Au を堆積することで、接触抵抗の低減により寄生抵抗が低減できることがわかった(*21)。また、CVD による電極堆積では、昨年までは良好なダイオード特性が得られない問題があったが、ダイオード作製プロセスフローを見直しと、オーミック電極のアニール条件の最適化による低減によって、良好なダイオード特性が得られるようになった。

<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 7kW 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)しても断トツの成果である。

またインフラ検討においても今後の給電システム確立の基礎検討結果として価値が高い。さらにモータは低コストでありながら課題であった低負荷効率の改善を実現しており、給電量を低減できる新しいモータの提案ができた。

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

GaN デバイスについては学内でデバイスが作成できるようになったことが最も優れた成果である。グラフェン応用も併せて今後画期的なデバイスが作成されることが期待できる。

<課題となった点>

個々の研究成果は十分な実績をあげることができた。しかしながらこれらの研究成果を一つにまとめる作業が 5 年間では実現できなかった。今後新たなプロジェクトを立ち上げて、これら研究成果をまとめたシステムを実現、実車での電力伝送を実現していきたい。

<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（H29 年 3 月 8 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。

熱問題を解決する方策として、具体的にどのような手段をとられているかについて、簡潔な説明が望まれる。実用化を目指すためのキーとなる課題であると思われるので、具体的な成果を期待したい。

専門外であるため、詳細がつかみきれないところがありましたが、順調にプロジェクトがすすんでいるとの印象を受けました。当該分野での国内外での他の研究と比較した特長と、それに対する成果がハイライト されると、さらに効果的なのではないかと思います。

ISM 周波数帯の高周波大電力インバータは小型化が可能で様々な用途が見込める一方、高速スイッチング や低インピーダンス実装など高い技術課題がある。課題に取り組み、3kW の出力を実証したことは大きな成果である。システム全体を見て効果的な解決方法を抽出し、研究として取り組んで頂くことは、産業応用の面からも大変価値がある。熱的な課題があるとのことだが、実用上重要な点であり、しっかり取り組んで解決して欲しい。

13.56 MHz の周波数帯におけるワイヤレス給電システムの実現を目指す研究プロジェクト

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

である。他の研究機関ではあまり取り組まれていない高い周波数帯の利用であり、実現すれば多様な非接触給電の利用形態が広がる可能性があり成果が期待される。ただ、「材料から応用までのパワエレ研究者が集合する垂直統合型研究拠点」ということに、あまりこだわらない方が良いと思われる。学生を中心とする人材育成という観点では有効であるが、研究の第一線で他機関とのしを削っていく上では、あまり自前主義にこだわらない方が賢明であろう。

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(SIP)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, Volume: 33, Issue 4, Pages: 3218 - 3231
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. Azreezal Zairee Bin Omar, Khai Phuc Nguyen, Yukimori Honda, Noriaki Matsumoto, Zur Ain Binti Hanafi, Akihiro Hoshikawa, Goro Fujita, 'Towards Japan's Future EV-Friendly Highway Concept With In-Motion Road-Embedded Wireless Chargers' Journal of Mechanics Engineering and Automation p.255-261 (Volume 7, Number 5, May 2017 (Serial Number 67))
5. M. S. Uddin and K. Ueno, "Fabrication of a Schottky diode with transfer-free deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reaction", Japanese Journal of Applied Physics,

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

56, 04CP08 (2017).

6. M. S. Uddin and K. Ueno, "Thermal stability of a Schottky diode fabricated with transfer-free deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reactions", Japanese Journal of Applied Physics, **56**, 07KD05 (2017).
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 13.56MHz 10 kW resonant inverter using GaN HEMT for wireless power transfer systems", 2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) Year: 2017, Pages: 955 - 960
9. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, "Driver design for 3kW 13.56 MHz multiphase resonant inverter", 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEEC 2017 - ECCE Asia) Year: 2017, Pages: 170 - 174
10. Kazuya Uchida and Kan Akatsu, "An examination of optimizing input impedance for wireless power transfer operating with high power condition", 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEEC 2017 - ECCE Asia)
11. Coung Nguyen Tri・赤津 観, "13.56MHz 無線電力伝送結合システムにおける受信側マルチポジション効率の改善", 電気学会産業応用部門大会 1-30, 2017 年 8 月
12. 内田 和也・赤津 観, "非接触給電における大電力送電時のインピーダンス設計に関する検討", 電気学会産業応用部門大会 1-97, 2017 年 8 月
13. 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.
14. 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.
15. 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
16. 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
17. 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
18. 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),
19. 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)
20. 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)
21. U3. Md. Sahab Uddin, Kazuyosi Ueno, "Improvement of multilayer graphene (MLG) / n-GaN Schottky diode properties fabricated with transfer-free deposition of MLG on n-GaN by solid-phase reaction" Symposium on Semiconductors and Integrated Circuits Technology (2017,

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

Electrochemical Soc. Japan, 8/24, Tokyo)

22. 松本哲明, 藤田吾郎, 「電気自動車の走行中非接触給電システムの検討」, 平成 29 年電気学会電力・エネルギー部門大会, No. 120, pp. 1-6-15~16, (2017-9, 明治大学)
23. 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).
24. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, " Ringing suppressing method in 13.56MHz resonant inverter for wireless power transfer systems", IEEE ECCE2015
25. Nguyen Kien Trung, Takuya Ogata, Shinichi Tanaka and Kan Akatsu, "Attenuate influence of parasitic elements in 13.56MHz inverter for wireless power transfer systems", 電気学会 産業応用部門大会, 2015
26. 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
27. 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 IFECC 2015
28. 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)
29. 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)
30. 小久保陽平, 下村昭二:「デュアルロータ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)
31. BIN OMAR Azreezal Zairee, et al, 'Electric Vehicle Dynamic Charging and Safety Related Studies' ICEE2015, 15A-182 (2015-7, HongKong)
32. HONDA Yukimori, et al, 'Preliminary Review of Electric Vehicle In-Motion Wireless Charging IECC2015, 15A-181 (2015-7, HongKong)
33. Z. Omar, N. A. Jalaludin, T. Takeuchi, Y. Honda, G. Fujita, 'ELECTRIC VEHICLE IN-MOTION CHARGING-EMF EXPOSURE SAFETY REGULATION', SEATUC2015 (2015-7, Thailand)
34. 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)
35. 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).
36. 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
37. 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
38. Yohei Kokubo, Shoji Shimomura. "Design of Dual Rotor - Axial Gap PMVM for Hybrid Electric Vehicle," *International Conference of Electrical Machines and systems (ICEMS)*, 2014.
39. 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
40. 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
41. Noor Hidayah Binti Mustafa Kamal and Kan Akatsu, "Antenna Design for 13.56MHz Magnetic Power Transfer Technology", 2013 SEATUC symposium, March, 2014
42. 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
43. 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
44. 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

法人番号	131024
プロジェクト番号	S1311010

＜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＞

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

＜これから実施する予定のもの＞

特になし

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＞

中間評価の実施を行わなかった。

＜「中間評価時」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	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。その後、2012 年度、2014 年度 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、2016 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た大学院システム理工専攻の授業における MOT 研究室との共同研究の継続に加え、2017 年度より文部科学省「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」enPiT「組込みシステム分野」に連携大学として参加し、活動を実施した。enPiT の目的は、成長分野を支えるために、組込みシステムなどの情報システム基盤技術を有し、新たな価値を持つシステムを構築することのできる情報技術者を育成するために、学部 3~4 年生における課題解決型の実践教育(PBL)を行う教育ネットワークを形成し、実践的な教育を実施・普及することであり、本研究プロジェクトの目的に合致している。

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(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。

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。

本研究センターでは、これまでの研究プロジェクトの成果の継続研究ならびに実際の授業に適用した教育活動により、教育方法の研究開発を実施している。さらに、これまで実施してきた実践的ソフトウェア開発実験の教育実習の実績により、2017 年度より、enPiT プロジェクトの連携大学として参加し、他大学との連携や FD 活動を実施した。

2017 年度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 研究代表者

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

7 プロジェクト参加研究者数 2 名

8 研究プロジェクトに参加する主な研究者

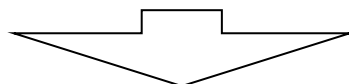
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
松浦佐江子	システム理工学部・教授	検証方法の策定・事例の検討	リーダー・研究全般
青木善貴	SIT 総研研究員	検証方法の策定・事例の検討	研究・事例の検討
(共同研究機関等)			

<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

9 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。

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る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
- ソフトウェア開発実習PBLの設計

本年度は、昨年度に引き続き、下記の活動を行った。

- ① モデル検査技術による要求分析モデルの検証事例の開発。
- ② 大学院システム理工学専攻の授業における中小企業が抱える課題解決の要求分析方法の改良。
- ③ 文部科学省enPiT2プロジェクトにおけるPBL授業の授業設計の改良と実践および学内外向けFD活動。

①は③の事例に対し、検証方法を検討し、UMLモデルでは確認が困難な並行プロセスを検査するツールを開発した。②では、プロジェクトマネジメント知識体系(PMBOK)に基づく、業務の実態の整理情報を分析の出発点として与えて、要求分析を実施した。これにより達成すべきシステムのゴールが明確になり、システムの提供する価値を議論しやすくなった。

本学電子情報システム学科では 2002 年度より、実践的ソフトウェア開発実習 PBL として 3 年後期に「情報実験 II」を実施してきた。本実習は半期をかけてある程度複雑なシステムを 6~8 人程度のグループで開発する PBL であり、要求分析から実装・テストまでのソフトウェア開発の全工程を体験する。PBL の内容と評価については論文(※1)として、課題の1つである「大宮校舎会議室予約システム」の分析・設計に関しては、教科書(※2)に事例としてまとめて、公表している。2008 年度より、組込みシステム課題として、LEGO MINDSTORMS を用いた「荷物の自動搬送システム」の開発実習を実施している。これまで実施してきた実践的ソフトウェア開発実習の教育実績により、2017 年度より、enPiT2 プロジェクトの連携大学として参加することとなった。③は、この授業を enPiT2 プロジェクトの授業として位置づけ、1 学科の PBL というのではなく、本学、さらには enPiT2 プロジェクトに参加する他大学と共有することを目的としている。

※1 松浦佐江子:実践的ソフトウェア開発実習によるソフトウェア工学教育, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2578-2595, 2007.

※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.

(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 2 名
大学院 MOT 教員
大学院修士課程学生 1 名
学部 4 年生 3 名

(3)研究施設・設備等

特になし

(4)進捗状況・研究成果等 ※下記、11 及び 12 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>

enPiT2 は成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成を目的とし、ビッグデータ・AI 分野、セキュリティ分野、組込みシステム分野、ビジネスシステムデザイン分野の 4 分野における高度 IT 人材の育成を目指している。芝浦工業大学は 10 の連携大学で構成される組込みシステム分野のメンバーである。

以下に、授業の内容と PBL 設計のポイントを説明し、今年度実施した改善項目について述べる。

到達目標

電子情報システム学科 3 年後期科目「情報実験 II」のシラバスに記載した達成目標は、以下のとおりである。

- システムに対する要求を分析し、モデリング技法を使って設計できる。
- 設計に基づき、システムを実装し、プログラムが要求を満たしていることをテストできる。
- ソフトウェア開発において必要なドキュメントをモデリング言語 UML (Unified Modeling Language) を用いて期限内に適切に作成できる。
- ソフトウェア開発のプロセスを理解する。
- グループによるソフトウェア開発における個人の役割を理解する。

※ UML はオブジェクト指向開発における標準モデリング言語である。

ハードウェアと動作環境

図 1 に示す LEGO MINDSTORMS EV3 を用いて、荷物運搬を行う車両型ロボットを 2 台作成する。1 台は図 2 の搬送路の受付所から EV3 で実装される中継所まで、荷物を搬送する収集担当ロボットである。もう 1 台は、待機所から中継所に移動し、中継所から受け取った荷物を受取人宅まで搬送する配達担当ロボットである。受付所・受取人宅、搬送業務を統括する本部は PC で実装する。搬送路は白地に黒いラインで示されており、分岐点等の位置を示すために、一部のラインは灰色になっている。



図 1 LEGO MINDSTORMS EV3

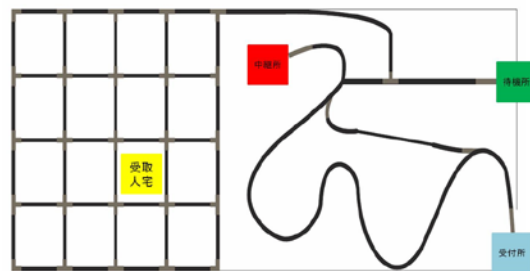


図 2 搬送路

開発プロセスとスケジュール

本授業は、2コマ(100分×2)14回の授業であり、表1のように計画されている。

表1 開発プロセスとスケジュール

第1回(9月27日)	- 実験内容の説明(各教員) - グループ分け - 課題・フェーズ・ワークフローの書き方の説明 - 実験の進め方の注意 - プロジェクト計画:グループディスカッション - 作業計画について - グループワークについて - 協同作業のために何をなすべきか - 要求分析フェーズの作業計画
第2回(10月4日)	要求分析(基本ロボット作成講習含む)
第3回(10月11日)	レビュー
第4回(10月18日)	要求仕様書納品:10月24日
第5回(10月25日)	システム分析
第6回(11月8日)	レビュー システム仕様書納品:11月14日
第7回(11月15日)	システム設計(共通クラスの実装・テストを含む)
第8回(11月22日)	レビュー
第9回(11月29日)	システム設計書・テスト仕様書納品:12月5日
第10回(12月6日)	実装・テスト
第11回(12月13日)	
第12回(12月20日)	
第13回(1月10日)	発表会準備
第14回(1月17日)	発表会

プロダクト

上記の各フェーズに置いて、図3に示すプロダクトを作成する。対象は組込みシステムであることから、システムの要求を満たすために、ハードウェアがどのような性能を持てばよいかを早期に見極めることが重要である。モデルはUMLを、プログラムはJavaを用いて開発する。その他、テスト仕様はユースケース、ステートマシン図単位で定義する。本実習では、モデルがドキュメントの基本である。

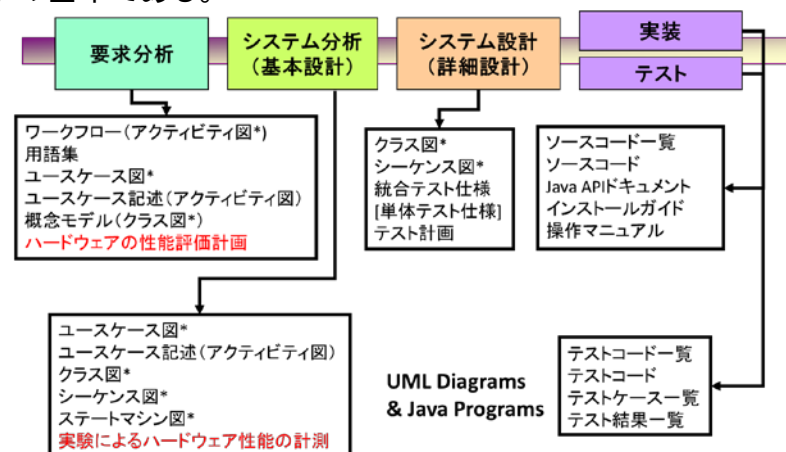


図3 各フェーズにおけるプロダクト

前提知識の学習

表2は、本学科におけるソフトウェア開発技術系の科目一覧である。PBLの目標を達成するために前提知識の学習を行う。2年前期「オブジェクト指向プログラミングⅠ」では、単に言語を教えるのではなく、分析設計へ向けた構造化の方法とその利点を学習する。2年後期「オブジェクト指向プログラミングⅡ」では、プログラムのリファクタリングやデザインパターンの観点により、構造化の仕組みや、その利点を学習する。後期の「プログラミング演習Ⅱ」では、モデ

ル図による課題の分析方法や、プログラムのテスト方法を学習する。3 年前期「ソフトウェア設計論」ではソフトウェア開発における UML の役割と役に立つ使い方を、事例を通して学習する。「情報実験 I」では、段階的な仕様変更を実践し、ソフトウェアの使用性と保守性の観点から、プログラムの構造と開発プロセスを学習する。実践においては、プログラムの発表（プログラムのアイデアを人に説明する）や、2 人一組になった相互テストも行う。

表 2 ソフトウェア開発技術系科目の配置

	前期	後期
1年	情報処理基礎(講義+演習) :コンピュータの基本的な使い方の学習	情報処理II(C言語入門の講義) 情報処理演習II(C言語による演習)
2年	データ構造とアルゴリズムI(講義) プログラミング演習I(C言語) オブジェクト指向プログラミングI (講義、Java 言語による演習)	データ構造とアルゴリズムII(講義) オブジェクト指向プログラミングII(講義と演習) プログラミング演習II(Java 言語による演習)
3年	ソフトウェア設計論 (オブジェクト指向による分析・設計方法) 情報実験I: 応用プログラミング実習 -H/Wを意識したプログラミング -アルゴリズムの効率 -プログラムの仕様変更・テスト -ネットワークプログラミング	情報実験II グループワークによるソフトウェア開発実習 ●自律走行車両型ロボットによる荷物自動搬送システム ●芝浦工業大学大宮校舎会議室予約システム ●無線ICタグを用いた自動改札システム ●センシングロボットを用いたネットワークシステム

システム開発では、そのシステムが社会に対してどのような価値を生み出すかを念頭に開発することが重要である。本授業では、荷物の自動搬送システムのゴールを以下のように定めて、要求分析を始め、最終検査では、ゴールを満たすシステムができているかを確認する。ただし、「速やかに」は難しい要件のため、今回は考慮しないこととする。

- 受け付けた荷物を正しい届け先に(必ず・速やかに)配達する。
- 宅配会社は配達の状態を時間および配達の状態(成功・不具合発生)によって常時知ることができる。それにより、適切な対応ができる。
- 依頼者も配達状況をいつでも知ることができる。

ゴールを定めることは、要求から実装までの間、自分たちの開発しているシステムが妥当なものであるかを常に確認するための規範となる。これがあることで、ハードウェアがゴールを達成するために何ができればいけないのか、環境の設定はどのようにすればよいのかを議論できるということを学ぶことが大切である。

今年度は、この教材を多くの大学においても活用できるように、課題の要求文、各フェーズのレビューにおける指摘項目を見直すために、以下の方法で改善を行った。

- 情報実験 II の履修済み学生3名により、モデルの再構築実験を行った。この過程で得られた知見により、要求文のあいまいな部分を修正した。
- 複数のサブシステムの連携でサービスを提供している場合には、まずは、要求文にある各サブシステムの振舞いの連携を、システム全体のゴールを満たすようにモデル化する必要がある。モデルの再構築実験を通して、モデリング指針と手順を整理した。開発事例を教科書としてまとめることを目指している。
- enPiT2 連携企業の方に、実習の成果発表会に参加していただき、評価を受けた。
- FD 講演会を実施し、本取組と enPiT2 の活動を学内、学外の教員に周知した。

以下に、今回整理したモデリングの指針と手順の概要を示す。

本課題では、複数のシステムの連携によって、荷物の自動搬送を実現する。まずは、複数システムをサブシステムとして、それらの連携で、荷物自動搬送システムのゴールを満たす

作業の流れを表すワークフローを定義する。

- ワークフローは、システムを構成するサブシステムと利用者が連携して、システムのゴールを満たすように、サブシステム間でやり取りする**情報**やサブシステムの**アクション**を**アクティビティ図**によって定義したものである。情報は**クラス図**で定義する。
- 利用者とサブシステムは**パーティション**を用いて表し、サブシステム間の情報のやり取りは、**シグナル送受信のアクション**により表現する。システムの連携によって、荷物が正しい受取人に配送できているかと配送の記録が適切に行えるかというゴールを達成できるかを確認する。ワークフローでは、サブシステム間の連携の振舞いとデータの流れを明確にし、各サブシステム固有の振舞いは、サブシステムの**ユースケース**として定義する。

ワークフローを定義する手順は以下のとおりである。

- 1) サブシステムのゴールを定義し、各サブシステムの役割を明確にする。
- 2) 要求文の宅配の要件に従い、各サブシステムのパーティション内に、連携のための作業とサブシステム独自の作業をアクション系列(アクションをフローでつないだもの)により定義する。アクションは一般に動詞句で定義されるので、用いる動詞は全体で一貫性のある語を選択する。目的語となる名詞については4)を参照のこと。
- 3) クラス図を定義する。
ワークフローの段階では、各サブシステムの連携を考えるので、サブシステム固有のデータではなく、全体で共有するデータをモデル化する。ここでは、荷物と荷物票がシステム全体で共有するもの(伝達される情報)と考えるとよい。各サブシステムが、自己の作業を行うために、これらの情報を保持する必要がある場合は、ユースケースを分析する際に、各サブシステムの情報としてクラスを定義する。この際、共通のクラスと各サブシステムのクラスの値の関係が定義できる。
- 4) ワークフローにデータを定義する。
 - ワークフローのアクションは何らかの動作を表している。動作は対象のデータがある。そのことに留意して、クラス図で定義した語と整合するようにする。
 - 全体で共有する「荷物」のデータが、どのようにサブシステム間で伝達されるかを、ワークフロー上にオブジェクトノードを用いて明記する。
- 5) ワークフローでは、各サブシステムが複数の仕事を適宜行っているため、パーティション内に、複数のフローが登場している。以下のことを、検証する。
 - ゴールを満たしているかをデータに着目して、ワークフローの流れを追いながら確認する。
 - 各サブシステムの作業(分割されたフロー)が滞りなく行われるための条件(事前条件)を確認する。
 - 各サブシステムの固有の振舞いが、センサーやアクチュエータと環境とのインタラクションにより、ワークフロー全体の振舞いに影響することがないかを確認する。
- 6) ワークフローがシステムのゴールを満たすことが確認できたら、ワークフローから、各サブシステムのユースケース図を定義する。ワークフローでは、各サブシステムが複数の仕事を適宜行っているため、パーティション内に、複数のフローが登場している。これらに着目し、パーティション毎にユースケースに名前を付ける。
- 7) ワークフローの定義を詳細化し、各ユースケース記述をアクティビティ図により定義する。

<特に優れた研究成果>

今年度はPBLの前提となる3年前期「ソフトウェア設計論」の講義において、前述の教科書を用いた。モデリングの事例を学習することで、以前に比べ、実験開始時より、モデルをうまく

書けるようになっていた。グループで議論を行う際に、まずモデルを書いてみるという行動ができていた。各フェーズにおいて、書くべきことをある程度理解しているといった意味で、モデルの使い方のレベルが向上していた。

<問題点とその克服方法>

事例により、モデリングの指針と手順を整理したが、教科書としてまとめる場合には、一般化した整理が必要である。これまでの開発した事例と合わせて、整理する必要がある。

<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>

FD 活動を通じて、本学内での人材育成科目を増やすことを検討する。教材の共同開発を検討するとともに、教科書の作成を目指す。

<今後期待される研究成果>

教材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>

今年度より教科書を利用することで、教育効果が見られた。引き続き、有効活用できる工夫をする。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>

1 月 25 日に岡山にて enPiT2 全体の外部評価委員会が開催され、順調に進行しているとの評価があった。さらに、3 月 10 日の enPiT2 組込みシステム分野の合同成果発表会が東海大学で開催され、文部科学省の視察が行われる予定である。

10 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>ソフトウェア工学</u>	(2) <u>要求分析</u>	(3) <u>検証</u>
(4) <u>UML</u>	(5) <u>ソフトウェア品質</u>	(6) <u>組込みシステム</u>
(7) <u>人材育成</u>	(8) <u>授業設計</u>	

11 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、9(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, Goal-Satisfaction Verification to Combination of Use Case Component, ENASE2018, to appear. *

<図書>

<学会発表>

- [2] 西川, 松浦、ハードウェアと環境のインタラクションに着目した制御モデルのアジャイル開発, 信学技報, vol. 117, no. 137, KBSE2017-6, pp. 31-35, 2017 *
- [3] 野田, 田中, 内藤, 松浦, 「育てて育つ」女性技術者育成 PBL の試行, 第 65 回年次大会・工学教育研究講演会, 2017
- [4] 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, 第 79 回情報処理学会全国大会, 2J-07, 2017. *
- [5] 青木, STAMP/STPA におけるモデル検査の利用, 第 1 回 STAMP ワークショップ in Japan, 2016.
- [6] 青木, 不確かさをもつ IoT・CPS システムにおけるモデル検査による安全性検証, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2017 ワークショップ ソフトウェアと不確かさ, 2017.

<研究成果の公開状況> (上記以外)

12 その他の研究成果等

「11 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9(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。

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>

芝浦工業大学教育イノベーションセンターとの共催で、「IoT 時代の PBL 教育と教材」というタイトルで、enPiT 連携大学の 4 名の講師による講演会を実施した。組込み分野内連携大学（芝浦工大、東海大、九大）教員が 11 名、分野外連携校（九州工業大学）教員が 1 名、その他（信州大、東北工業大、金沢工大、松江高専、早稲田）教員が 6 名の計 18 名が参加した。

プログラムは以下のとおりである。

13:00-13:05 オープニング

13:05-13:35 舘伸幸(名古屋大)「enPiT 組込み分野における基礎教育」

13:35-14:30 渡辺晴美(東海大)「IoT 時代の「つながる」組込み教育」

14:40-15:35 細合晋太郎((株)チェンジビジョン)「PBL と自由度 ~PBL 教材の遍歴~」

15:35-15:55 松浦佐江子(芝浦工大)「LEGOMINDSTORMS EV3 を用いた芝浦工業大学電子情報システム学科における実践的ソフトウェア開発実験」

15:55-16:00 クロージング

IoT 時代の組込みシステム技術者育成が求められている中、文部科学省 enPiT2 プロジェクトの活動を本プロジェクトにおいて生み出された様々な教育ロボットや教育内容について具体的な事例を解説し、IoT 時代を支える技術者育成を目指した PBL に、活用できることを目的とした講演会である。

<これから実施する予定のもの>

3 月 10 日に、東海大学高輪キャンパスにおいて、enPiT2 組込みシステム分野の合同成果発表会が行われる。松浦が、本学の取り組みについて発表する予定である。

12 その他の研究成果等

「11 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9(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。

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	脳科学・ライフテクノロジー寄附研究センター		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

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

1) 人材育成事業

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

2) 顕彰事業

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

3) 脳科学及び生活支援技術関連研究への研究費支援

4) シンポジウム等開催

5) 外部からの事業寄附等の受入れ

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

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

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

1) 人材育成事業

① 海外渡航支援

以下の3件の海外渡航に対して支援を行った。

- ・ 花房昭彦教授：南アフリカ・ケープタウン(2017.5.6-5.13)

国際義肢装具学会(ISPO2017)にて研究発表

- ・ 伊藤和寿教授：マルタ共和国・バレッタ(2017.7.2-7.7)

地中海自動制御国際学会(MED2017)にて研究発表およびラクイラ大学からの留学希望学生との面談

② 長期留学生支援を以下の学生に対して行った。

- ・ ベトナム・ハノイ工科大学からの博士留学生 Tran Van Thuc (指導教官 山本紳一郎教授), 2017.9 まで半年間
- ・ マレーシア・サラワク大学からの博士留学生 Syahmi Jamaludin (指導教官 花房昭彦教授), 2018.3 まで1年間
- ・ イタリア・ラクイラ大学からの博士留学生 Renato Oliviera (指導教官伊藤和寿教授), 2018.3 まで1年間

③ 学生交流支援

イタリア・ラクイラ大学との大学院生による Global PBL「ユニバーサルデザインによる農業機器開発」のサポートをした。ラクイラ大学からは Pierluigi Beomonte Zobel 教授, Michele Gabrio Ernesto Antonelli 講師が参加した。

2) 顕彰事業

2010年以降度脳科学・ライフテクノロジー寄附研究センター奨励賞として、舟久保記念賞に加え、米田記念の奨励賞(国際的な活躍をした学生に対して授与)を創設した。2017年度はシステム理工学専攻の長谷川健太(mf16052)に舟久保賞を、武田佳祐(mf16039)に米田賞を授与する。

3) 研究費支援を以下の研究に対して行った。

- ・ 米田教授, 李特任准教授らによる「急性期リハビリテーション用下肢ステップング装置の開発」
- ・ 山本教授らによる「最適な運動学習効果をもたらす訓練プログラムの開発」
- ・ ポスドク研究員の Tran Van Thuc らによる「Development of Body Weight Support system for gait training: design and evaluation the novel Body Weight Support system using pneumatic muscle actuators」

4) シンポジウム等については、今年度開催は行わなかった。

次年度はアメリカ国立衛生研究所(NIH)からの研究員を招待してシンポジウムを実施する予定である。

5) 海外研究調査

2018年3月1日～7日にオーストラリア, ブリスベンのザプリンスチャールズ病院訪問, シドニーのシドニー工科大学, マッコリー大学, ニューサウスウェールズ大学を訪問し, バイオメディカル研究と教育の最新動向調査, 長期留学生交換の可能性の調査を実施する予定である。

2017 年度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 先端工学研究機構

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

5 研究プロジェクト名 脳科学・ライフテクノロジー寄付研究センター

6 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
花房 昭彦	システム理工学部	教授

7 プロジェクト参加研究者数 6 名

8 研究プロジェクトに参加する主な研究者

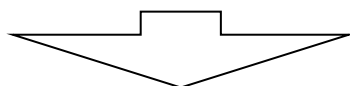
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
山本紳一郎	システム理工学部生命科学科・教授	神経生理に関する研究	生体生理情報の計測と評価
堀江亮太	工学部通信工学科・准教授	ブレイン・マシンインターフェースの研究	脳科学解析
花房昭彦	システム理工学部生命科学科・教授	福祉機器開発	機器開発
伊藤和寿	システム理工学部機械制御システム学科・教授	水圧制御福祉機器開発	制御技術の応用展開
福井浩二	システム理工学部生命科学科・教授	老化メカニズムの解明研究	神経退行性疾患の予防・治療方法の開発
渡邊宣夫	システム理工学部生命科学科・准教授	血液流れと血栓生成メカニズムの研究	血液の挙動解明と医療機器への応用開発
(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

9 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

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

1) 人材育成事業

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

2) 顕彰事業

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

3) 脳科学及び生活支援技術関連研究への研究費支援

4) シンポジウム等開催

5) 外部からの事業寄附等の受入れ

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

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

(2) 研究組織

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

(3) 研究施設・設備等

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

(4) 進捗状況・研究成果等 ※下記, 11及び12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＞

1) 人材育成事業

- ① 海外渡航支援

以下の3件の海外渡航に対して支援を行った。

- ・ 花房昭彦教授：南アフリカ・ケープタウン(2017.5.6-5.13)

国際義肢装具学会(ISP02017)にて研究発表

- ・ 伊藤和寿教授：マルタ共和国・バレッタ(2017.7.2-7.7)

地中海自動制御国際学会(MED2017)にて研究発表およびラクイラ大学からの留学希望学生との面談

② 長期留学生支援を以下の学生に対して行った。

- ・ ベトナム・ハノイ工科大学からの博士留学生 Tran Van Thuc (指導教官 山本紳一郎教授), 2017.9 まで半年間
- ・ マレーシア・サラワク大学からの博士留学生 Syahmi Jamaludin (指導教官 花房昭彦教授), 2018.3 まで1年間
- ・ イタリア・ラクイラ大学からの博士留学生 Renato Oliviera (指導教官伊藤和寿教授), 2018.3 まで1年間

③ 学生交流支援

イタリア・ラクイラ大学との大学院生による Global PBL「ユニバーサルデザインによる農業機器開発」のサポートをした。ラクイラ大学からは Pierluigi Beomonte Zobel 教授, Michele Gabrio Ernesto Antonelli 講師が参加した。

2) 顕彰事業

2010年以降度脳科学・ライフテクノロジー寄附研究センター奨励賞として、舟久保記念賞に加え、米田記念の奨励賞(国際的な活躍をした学生に対して授与)を創設した。2017年度はシステム理工学専攻の長谷川健太(mf16052)に舟久保賞を、武田佳祐(mf16039)に米田賞を授与する。

3) 研究費支援を以下の研究に対して行った。

- ・ 米田教授, 李特任准教授らによる「急性期リハビリテーション用下肢ステップング装置の開発」
- ・ 山本教授らによる「最適な運動学習効果をもたらす訓練プログラムの開発」
- ・ ポスドク研究員の Tran Van Thuc らによる「Development of Body Weight Support system for gait training: design and evaluation the novel Body Weight Support system using pneumatic muscle actuators」

4) シンポジウム等については、今年度開催は行わなかった。

次年度はアメリカ国立衛生研究所(NIH)からの研究員を招待してシンポジウムを実施する予定である。

5) 海外研究調査

2018年3月1日～7日にオーストラリア、ブリスベンのザプリンスチャールズ病院訪問、シドニーのシドニー工科大学、マッコーリー大学、ニューサウスウェールズ大学を訪問し、バイオメディカル研究と教育の最新動向調査、長期留学生交換の可能性の調査を実施する予定である。

<プロジェクトの評価体制(自己評価・外部評価を含む.)>

本センターの運営に当たっては、運営委員会を構成し、事業内容及び予算を決定している。本運営委員会には寄附元である財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所関係の外部委員4名、学内のセンター員3名と事務職員1名の8名で行っており、運営委員会自体が外部評価委員会としてのチェック機能が働いている。

また、本センターはS I T総合研究所の研究センター(脳科学・ライフテクノロ

ジー寄附研究センター)として推進している事業でもあり、客観評価については、上述の外部評価委員会とは別に、SIT総合研究所として、年1回、外部の有識者(大学、企業等)からなる評価委員会を実施し(関係規程整備済み)、多角的視点から忌憚の無い評価・アドバイスを受けている。

10 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>脳科学</u> | (2) <u>福祉機器</u> | (3) <u>ライフテクノロジー</u> |
| (4) <u>リハビリテーション工学</u> | (5) <u>バリアフリー</u> | (6) <u>ユニバーサルデザイン</u> |
| (7) _____ | (8) _____ | |

11 研究発表の状況(研究論文等公表状況. 印刷中も含む。)

上記, 9(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>

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。

- 1) Le Van Tuan, Shinichiroh Yamamoto, Akihiko Hanafusa, "Finite Element Analysis for Quantitative Evaluation of a Transfemoral Prosthesis Socket for Standing Posture", International Journal of Computer Applications, Vol.170(1), pp.1-8, 2017, 査読有。
- 2) Le Van Tuan, Kengo Ohnishi, Hiroshi Otsuka, Yukio Agarie, Shinichiro Yamamoto, Akihiko Hanafusa, "Finite Element Analysis for the Estimation of the Ground Reaction Force and Pressure Beneath the Foot Prosthesis during the Gait of Transfemoral Patients", Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering, Vol.33, pp.1-11, 2017, 査読有。
- 3) Tran van Thuc, Shin-ichiroh Yamamoto, "Development of a body weight support system using pneumatic muscle actuators: Controlling and validation", Advances in Mechanical Engineering 2016, Vol. 8(12), pp.1-13, 2016, 査読有。

<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。

- 1) *滝口理一, Tran Van Thuc, Dao Quy Thinh, 川上拓真, 飯村仁一, 萩原杜子, 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～免荷装置を用いた歩行姿勢制御と評価～", 第30回バイオエンジニアリング講演会, pp.89, 2017.12, 京都, 日本。
- 2) *萩原杜子, Dao Quy Thinh, Tran Van Thuc, 川上拓真, 飯村仁一, 滝口理一, 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～動力付下肢装具を用いた関節トルクの制御～", 第30回バイオエンジニアリング講演会, pp.91, 2017.12, 京都, 日本。
- 3) *Tran van Thuc, Shin-ichiroh Yamamoto, "Investigation of the "Pendulum Effect" During Gait Locomotion Under the Novel Body Weight Support System and Counter Weight System", 2nd International Conference

for Innovation in Biomedical Engineering and Life Sciences (ICIBEL 2017). IFMBE Proceedings, Vol 67. Springer, 2017.12, Penang, Malaysia

- 4) *K.Ito, Y.Hara, "Multipoint-measurement Multipoint-heatingGreenhouse Temperature Control with Wooden Pellet Fuel Using an Adaptive Model Predictive Control Approach with a Genetic Algorithm", Proc. of 25th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED2017), pp.54-59, 2017.7, Valletta, Malta.
- 5) *Le Van Tuan, Akihiko Hanafusa, Shinichiro Yamamoto, "Finite Element Aanalysis of Residual Limb of Transfemoral Patient Wit Socket Prosthesis in Stance Phase", Proc. of 16th ISPO World Congress 2017, paper no.493, pp.566-567, 2017.5, Cape town, South Africa.

<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.

http://www.shibaura-it.ac.jp/research/sit_research_laboratories/laboratories/center_of_neuroscience.html

<既に実施しているもの>

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

<これから実施する予定のもの>

12 その他の研究成果等

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

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は, 本欄を充実させること

該当なし

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

(2017 年度計画)

2017 年度は、2016 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。今年度は昨年度に続き、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の可能性がでないかを検討し、具体的な研究の方向性を探る。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、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 33 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、4 年目は IoT/AI とグリーンイノベーションをテーマとした第 4 回シンポジウムを開催した。今年度は「IoT・パワエレが切り拓く新時代」と題し 2018 年 2 月 23 日に第 5 回シンポジウムを開催する予定である。

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 6 回開催し、第 12 回研究会は IEEE Fellow で、早稲田大学講師の作井康司氏に NAND フラッシュメモリ技術について第 13 回研究会は台湾、国立中興大学の Jenn-Ming Song 教授に金属ナノ粒子を用いた高伝導度配線の低温形成技術について、第 14 回研究会では、アフリカ・ガーナ大学・学部長のアジマン先生に薄膜の作製・評価と光エレクトロニクスへの応用について、第 15 回研究会ではベルギーの IMEC から Zsolt Tokei 氏をお招きして配線の将来動向と IMEC における研究開発について、第 16 回研究会ではスタンフォード大学の Ling Li 氏にグラフェンを用いた高性能 Cu 配線技術について、第 17 回研究会では (株) 産業分析センター高橋 邦明氏に実装パッケージにおける故障要因についてご講演頂いた。

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。

また昨年に引き続き 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 教授グループと共同でドーピング多層グラフェンを用いた小型高性能インダクタを開発し、論文が2018年1月10日の Nature Electronicsに掲載された。

高度人材の育成に関して、2014年10月にバングラデシュより1名を採用した博士課程の学生が本年度9月に卒業した。今年度は学会の発表1件（8月）に行い、優秀賞を受けた。また卒業時には学長賞も受賞した。

平成 29 年度 グリーンイノベーション研究センター 2017 年度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

7 プロジェクト参加研究者数 16 名

8 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・	低消費電力デバイス技術の研究	

	客員教授(東芝)		
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	
共同研究機関等			
Kaustav Banerjee 教授グループ	University of California, Santa Barbara (UCSB)	ドーピング多層グラフェンを用いた小型高性能インダクタの開発	

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

なし

9 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

(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。

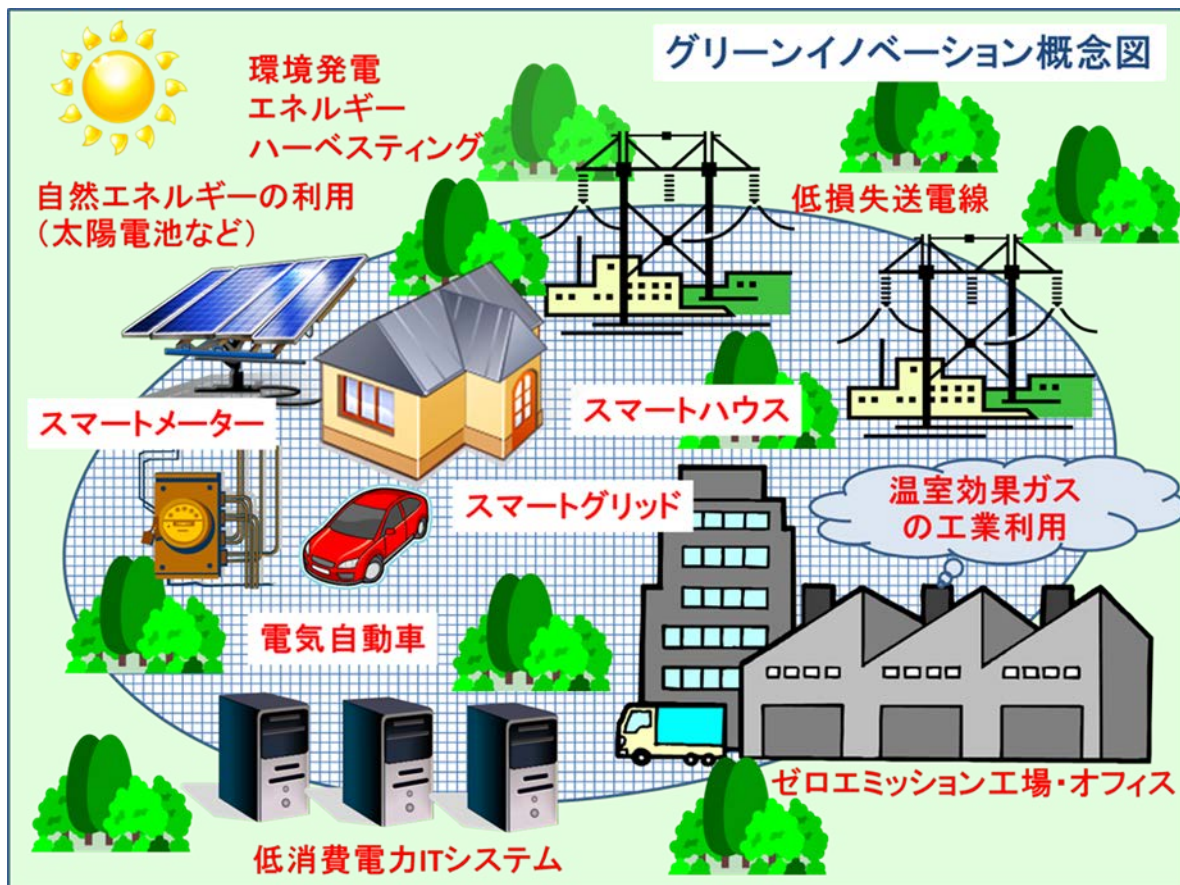
(計画の概要)

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、フォトニクス、微細加工、機械制御、フォトニ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。



(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	シリコンフォトリ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

(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、11及び12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＞

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5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。第4回はIoT/AIとグリーンイノベーションをテーマに開催された。第5回は「日の丸半導体ルネサンスーIoT・パワーエレクトロニクスが切り拓く新時代ー」と題し2018年2月23日に開催する予定で、東京大学 新領域創成科学研究科の堀 洋一 教授 にモータ／キャパシタ／ワイヤレスによる100年後のクルマ社会について、三菱電機株式会社 パワーデバイス製作所の 寺島 知秀氏 に急拡大する情報処理技術と電動化を支える次世代パワーデバイスについて、東京工業大学大学院 物理電子システム創造専攻 の 若林 整教授に IoT社会を拓く集積回路向けデバイス技術について、株式会社村田製作所 高周波デバイス事業部の 田中 聡氏に携帯電話用電力増幅器モジュールの開発ー第4世代から第5世代へー について、ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社の 大池 祐輔に IoT時代に向けたイメージセンサの情報圧縮技術 についてご講演いただく。ポスター発表では学生20名 社会人5名の発表を予定している。

また、過年度開催の計11回の研究会に引き続き、今年度6回のグリーンイノベーション研究会を開催した。第12回研究会(図3)はIEEE Fellowで、早稲田大学講師の作井康司氏に NAND フラッシュメモリ技術について第13回研究会(図4)は台湾、国立中興大学の Jenn-Ming Song 教授に金属ナノ粒子を用いた高伝導度配線の低温形成技術について、第14回研究会(図5)では、アフリカ・ガーナ大学・学部長のアジマン先生に薄膜の作製・評価と光エレクトロニクスへの応用について、第15回研究会(図6)ではベルギーのIMECから Zsolt Tokei 氏をお招きして配線の将来動向とIMECにおける研究開発について、第16回研究会(図7)ではスタンフォード大学の Ling Li 氏にグラフェンを用いた高性能Cu配線技術について、第17回研究会(図8)では(株)産業分析センター高橋 邦明 氏に実装パッケージにおける故障要因についてご講演頂いた。それぞれ、研究員が実施する研究に深く関連し、研究の進展や国際交流に寄与するものと考えられる。

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 君を博士課程奨学生に採用したが、今年度9月にUddin君は卒業した。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た。研究センターとして初めての博士学生で、2017年半導体・集積回路シンポジウムにおいてポスター賞、博士課程修了生として学長賞を受賞するなど、成果を挙げた。

TIAとの連携では、筑波にある産業技術総合研究所のナノカーボンCVD装置の利用を産総研の担当者と検討している。これはセンターで実施しているCRESTプロジェクトに関連するものである。

海外との共同研究に推進に関して、University of California, Santa Barbara(UCSB)の Banerjee 教授グループと上野が共同でドーピング多層グラフェンを用いた小型高性能インダクタの開発を進めていたが2018年1月10日 Nature Electronicsに掲載された。これは、ここ数年にわたり、研究交流を推進してきた成果であるが、今後、さらなる展開に向け、交流を続けていきたいと考えている。

また昨年度から勉強会等を通じて進めてきたセンター内の共同プロジェクトの具体化に関して、IoT 用の無線回路素子の研究に着手することになった。今後、検討を進め、成果に結びつけていきたい。

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 33 件の研究発表を支援した。上野がグラフェンを耐湿バリアとして応用する高信頼配線の研究を JST-CREST プロジェクトの一環として行った。この研究の一環として International Conference on Eco-material(ICEM) 2017 において、タイからの留学生で博士課程 1 年の Ploybussara Gomasang が Outstanding Oral Presentation Award を受賞した。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)

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、波長多重通信用光マルチプレクサ、導波路型光非相反素子を設計し、光波伝搬特性を明らかにした。また、機械的誘導を利用した長周期光ファイバグレーティングによる光センサを提案し、試作した素子を用いて光波伝搬特性を評価した。(横井秀樹)

今年度も新しいマイクロ波回路技術を用いて、携帯電話用増幅器および無線電力伝送用整流回路の高効率化の検討を行った。まず、増幅器に関しては、第五世代移動体通信の時代(2020~)を見据えて同時に複数周波数で無線通信をするためのコンカレントデュアルバンド増幅器の検討を行った。また、高効率な増幅器を半導体チップで供給する時代への備えとして、高調波処理回路をオンチップで実現する回路小型化技術の研究を行った。いずれも当センターにて注力している右手／左手系複合(CRLH)線路を用いたマイクロ波回路技術を駆使しており、この技術を使わなければ実現できない実用レベルの回路を製作し、性能実証することができた。整流回路に関しては、将来の RF エネルギーハーベスティング技術の実現の鍵となる整流器の入力感度向上に取り組んだ。通常、安価な市販ダイオードは寄生容量が問題となるが、外部インダクタを用い寄生容量と共振させることで、微弱電波への感度を 20dB 以上向上させることに成功した。(田中慎一)

IoT 向けのセンサでは超低電圧で動作させることにより省エネ化を図るが、超低電圧オンチップ SRAM は部品としてほとんど供給されないという問題があった。本研究では、SoC 設計用の標準セルと、FD-SOI の一種である Silicon-on-Thin-BOX(SOTB)デバイスを用いて SRAM を自動設計し、メモリコアと周辺回路で最適に基板分離と基板電圧制御を行う手法を提案した。4Kビット SRAMに適用した結果、従来方式に比べ 40%消費エネルギーを小さくできることを実証した。

(Y. Yoshida, K. Usami, “Design and Implementation Methodology of Energy-Efficient Standard Cell Memory with Optimized Body-Bias Separation in Silicon-on-Thin-BOX,” 2017 Joint International EUROSIOI Workshop and International Conference on Ultimate Integration on Silicon (EUROSIOI-ULIS), ギリシャのアテネで吉田君が発表) 宇佐美公良

ヘキサメチルジシラザン(HMDS)を導入して熱 CVD 法によりアモルファス樟脳カーボンを作製した。光学バンドギャップについて、HMDS 導入なしでは 0.03eV とほぼ 0eV に対し、HMDS 導入有りでは 0.4-0.9 eV と大きな値になった。XPS 測定の結果、Si-O_x 結合の増

加が観察され、広バンドギャップ化と深く関連していることがわかった。

a-CC 膜を作製し HMDS 供給量を変化させて HMDS 導入 a-CC を作製し、薄膜特性に対する Si と C の供給モル比(供給 Si/C mol 比)依存性について調べた。ラマンスペクトルより、HMDS の有無によらず、G ピークおよび D ピーク形状に大きな変化はなかった。HMDS を導入した a-CC 膜の広バンドギャップ化には、Si-C 結合以外が寄与していることが示唆される。(石川博康)

グラフェンのデバイス応用として、JST-CREST の一環として、100 年以上のデジタルデータの超長期保管メモリの実現を目指し、100 年以上の信頼性を持つ高信頼配線の検討を行った。これは、原子層の超薄膜でガス等に対するバリア性を持つグラフェンを配線保護膜に応用する検討で、九州大学や筑波大学と共同で、原理的なグラフェンバリアの有効性を示した。(SSDM2017, ADMETA2017 発表、JJAP 投稿受理)また、電気通信大学と共同で、銅配線の耐湿信頼性の寿命予測のための加速試験方法の検討を行った。(ICEM2017 発表、Outstanding Oral Presentation Award 受賞)また、Br をインターカレーションした多層グラフェン(I-MLG)を用いたインダクタを UCSB の Banerjee 教授グループと共同で検討し、従来より小型で高性能なインダクタを開発した。(Nature Electronics 掲載)また、グラフェンをデバイス上に直接形成できる固相析出法の改良を行い、結晶性を向上するための条件を明らかにした。(ICEM2017 発表)さらに、グラフェンをパワーデバイスの電極に応用するため、CVD 法と固相析出法の 2 種類を検討し、それぞれ GaN ダイオードを試作した。固相析出では、従来より高温まで熱的に安定な特性を実現した。(半導体・集積回路シンポジウム発表、ポスター賞受賞) 上野和良

<特に優れた研究成果>

- 1) 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”、システム LSI 設計技術研究会 2016 年度 優秀発表学生賞、システムと LSI の設計技術研究会(SLDM 研究会)、2017 年 8 月 30 日受賞.
- 2) Md. Sahab Uddin, Kazuyosi Ueno “Improvement of multilayer graphene (MLG) / n-GaN Schottky diode properties fabricated with transfer-free deposition of MLG on n-GaN by solid-phase reaction”、半導体・集積回路技術シンポジウム、ポスター優秀賞、2017 年 8 月 25 日
- 3) Md. Sahab Uddin 9 月博士課程修了、学長賞(Global Award)
- 4) カリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)の Banerjee 教授グループと共同でドーピング多層グラフェンを用いた小型高性能インダクタを開発(2018 年 1 月 10 日 Nature Electronics に掲載)
- 5) Ploybussara Gomasang, Takumi Abe, Satoru Ogiue, Hayato Ura, Shinji Yokogawa, and Kazuyoshi Ueno “High Temperature and High Humidity Accelerations to Estimate the Lifetime of Cu Metallization for LSIs” 13th International Conference on Ecomaterials 2017, Outstanding Oral Presentation Award 2017 年 11 月 20 日受賞

<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。今年度、センター内で検討したテーマ、グラフェンを用いた高効率 IoT デバイスや GaN パワーデバイスの実現に向け研究に取り組む。

＜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＞

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。

＜今後期待される研究成果＞

研究室を超えた RF 回路と材料・デバイス（グラフェン）の共同研究実施による成果が期待される。また新たな海外や国内の研究機関との共同研究に推進する。

＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

＜外部（第三者）評価の実施結果及び対応状況＞

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

第5回グリーンイノベーションシンポジウム

芝浦工業大学
SHIMODA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
SANKAN 101

日の丸半導体ネサンス ーIoT・パワエレが切り拓く新時代ー

開催日：2018年2月23日（金）13：00～17：40
会場：芝浦工業大学豊洲キャンパス 交流棟6階大講義室
会費：無料

お申し込み方法：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。
URL: <http://nagata.ele.shimoda-it.ac.jp/symposium/5thsymposium/>
締切：2018年2月13日（火）
定員：200名（定員になり次第締切）
※ 例：東京工業大学グリーンイノベーション研究センター
※ 例：芝浦工業大学パワーエレクトロニクス研究センター
※ 例：一般社団法人 ECA アジアンス

QRコード

プログラム（敬称略）

13:00 Opening remark	芝浦工業大学学長	村上 博人
13:10 モーター/インバータ/ワイヤレスによる100年後のクルマ社会	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻	教授 菅 洋一
13:55 急速化する情報処理技術と電動化を支える次世代パワーデバイス	三菱電機株式会社 パワーデバイス製作所	中島 健秀
14:40 <ブスターセッション>	芝浦工業大学各研究室 一般教員	
15:20 IoT社会を拓く集積回路向けデバイス技術	東京大学工学部	教授 若林 豊
15:05 携帯装置用電力管理モジュールの開発 ー第4世代から第5世代へー	株式会社村田製作所 高周波デバイス事業部	田中 聡
16:50 IoT時代に向けたイメージセンサの情報処理技術	ソニーエレクトロニクスソリューションズ株式会社 研究部門 研究1部	大迫 裕樹
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
19:00 <懇談会>		

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: 5536271@shimoda-it.ac.jp fax: 03-5659-9209

図 2. 第 5 回グリーンイノベーションシンポジウム

第12回グリーンイノベーション研究センター研究会/CREST高信頼配線研究会

NANDフラッシュメモリ技術 ～iPhoneからGoogleデータセンターへの応用～

NAND Flash Memory Technology

日時：2017年6月30日（金）17：00～18：00
場所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 408教室
講師：作井 康司 氏（IEEE Fellow, 早稲田大学）

<講演概要>
今回の研究会では、フラッシュメモリの草創期より、東芝、ソニー、Intel、Micronで開発に30年近く携わって来られた作井先生をお招きし、NANDフラッシュメモリの基本原理から、最新技術である3D NANDにフォーカスしてご講演いただきます。NANDフラッシュメモリは、USBメモリの他、ハードディスク（HDD）がソリッドステートディスク（SSD）に置き換わりつつあり、またGoogleを代表する巨大データセンターにおいても、高速性のみならず、発熱が少なく、電力コストが安いという特徴が注目されています。本研究会では、このようなフラッシュメモリ技術について、最新の3D NAND技術にフォーカスし、議論します。

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 3. 第 12 回 グリーンイノベーション研究会

第13回グリーンイノベーション研究センター研究会

Low Temperature Interconnect Fabrication using Nano/Submicron Metallic Particles and the Devices

日 時：2017年7月5日（水）15：00 ～ 16：00

場 所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 506教室

講 師：Prof. Jenn-Ming Song（台湾, 国立中興大学）
Research Center for Sustainable Energy and Nanotechnology

今回の研究会では、実装配線分野で地球に優しいナノテク応用の研究をされているSong教授をお招きし、フレキシブル・プリンタブルデバイスに向けて、最近注目されている**金属ナノ粒子を用いた高伝導度配線の低温形成技術**についてご講演いただきます。伝導度の向上には、粒子同士の結合度を高める必要がありますが、講演では銀ナノ・サブミクロン粒子（NP/SMP）を用いた配線の、熱や化学反応による還元と、光を用いた焼結による低温形成技術の進歩についてご紹介いただき、形成メカニズムや信頼性について議論します。またNP/SMP配線を用いて作製したデバイスについて、プリンタブル・フレキシブル応力センサを含めご紹介いたします。

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 4. 第 13 回 グリーンイノベーション研究会

第14回グリーンイノベーション研究センター研究会

薄膜の作製・評価と光エレクトロニクスへの応用 Thin film preparation and characterization for opto-electric applications

日 時：2017年8月21日（月）10：30 ～ 11：30

場 所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 408 教室

講 師：Prof. Boateng Onwona-Agyeman（アジマン）博士
（Dean, College of Basic & Applied Sciences, University of Ghana）

<講演概要>

今回の研究会では、アフリカ・ガーナ大学・学部長のアジマン先生に、薄膜作製法として、スパッタ法と低コストな噴霧熱分解法の原理や装置と光エレクトロニクスへの応用について紹介して頂きます。また、ガーナやガーナ大学についての紹介もあります。

Two methods of thin film deposition system, a radio frequency magnetron sputtering and spray pyrolysis deposition, and their mode of operations, operational parameters, the thin film materials that can be prepared by these instruments and also show the importance these thin film materials in real devices.

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 5. 第 14 回 グリーンイノベーション研究会

配線の将来動向とIMECにおける研究開発

Future interconnect trends and R&D in IMEC

日時：2017年10月18日（水）15:00～16:30

場所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 304教室

講師：Zsolt Tokei 氏（IMEC, ベルギー）

Program Director, Nano-Interconnect

IoTやビッグデータなど今後の情報処理需要の増大に対応するため、究極のLSI微細化への努力が続けられています。配線技術においても、3nmノードに向けて従来の銅（Cu）配線における急激な抵抗上昇問題から、Cu以外の配線材料が検討されています。

IMECは、LSI微細化技術の研究の中心として、その研究動向が注目されており、配線に関してRu等の代替金属やグラフェンに関する発表を行っています。

今回の研究会では、IMECのNano-interconnect（ナノ配線）研究のリーダであるTokei氏に、配線技術の将来動向についてご講演いただき、IMECにおける研究開発をご紹介します。

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 6. 第 15 回 グリーンイノベーション研究会

グラフェンを用いた高性能Cu配線技術

Incorporating Graphene into Back End-of-Line for Better Cu Interconnects

日時：2017年10月21日（土）14:00～15:30

場所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 504教室

講師：Ling Li 氏（スタンフォード大学）

AIやIoTなど今後の情報量の増大に対応するため、LSIでは究極の微細化への努力が続けられています。**原子層薄膜のグラフェン**は、**究極のCu配線バリア膜**として配線の**抵抗低減**、配線間絶縁破壊（TDDDB）やエレクトロマイグレーション（EM）などの**信頼性向上**が期待され、将来の**デバイス・システムの省エネ**につながると期待されます。さらに耐湿バリア性により、100年を超える**超長期保存メモリ用配線の高信頼化**につながります。

今回の研究会では、究極の超薄膜バリア膜として注目されるグラフェンのCu配線応用について、最先端の研究を実際に行っている研究者に最新成果について紹介いただき、その技術の可能性や課題について議論します。

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 7. 第 16 回 グリーンイノベーション研究会

実装パッケージにおける故障要因について

日 時：2017年10月25日（水）17:00 ～ 19:00

場 所：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 304教室

講 師：高橋 邦明 氏（株）産業分析センター）

SNSなどインターネットの普及に伴い、生成されるデジタルデータが増大し、データ保管の重要性が高まっています。不揮発メモリなどの保管媒体には、100年を超える超長期保存の要求など、より高い信頼性が求められています。

今回の研究会では、長期保管メモリなど**半導体デバイスの長期信頼性**の観点から鍵となる実装パッケージ技術を取り上げます。この分野で長年、研究開発に取り組んでこられた高橋邦明氏を講師に迎え、**半導体後工程（パッケージ）の概略**を説明いただき、各工程での故障要因を探ります。更に**パッケージ全体での故障状況など**を概説いただきます。

お問合せ：芝浦工業大学 電子工学科 上野 和良

図 8. 第 17 回 グリーンイノベーション研究会

11 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

<論文>

- 1) Salinee Choowitsakunlert, Rardchawadee Silapunt, Hideki Yokoi "A 1D study of antiferromagnetic operated on multiferroic composites in nano read head" Microsyst Technol, (2017/3/2)
- 2) Tatsuya Suzuki, Benedict Mutunga Joseph, Misato Fukai, Masao Kamiko, Kentaro Kyuno "Low-temperature (330 ° C) crystallization and dopant activation of Ge thin films via AgSb-induced layer exchange: operation of an n-channel polycrystalline Ge thin-film transistor" Applied Physics Express 10, 095502, (2017/8/4)
- 3) S. Tanaka, K. Saito, T. Oka, Y. Shibosawa "Applications of dispersion-engineered composite right-/left-handed transmission line stubs for microwave active circuits," IEICE Trans. on Electronics, (no.10, 2017.)
- 4) Yusuke Yoshida, Kimiyoshi Usami "Energy-efficient standard cell memory with optimized body-bias separation in silicon-on-thin-BOX (SOTB)" IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, (Dec. 2017.)
- 5) M. S. Uddin and K. Ueno, "Fabrication of a Schottky diode with transfer-free deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reaction", Japanese Journal of Applied Physics, **56**, 04CP08 (2017).
- 6) M. S. Uddin and K. Ueno, "Thermal stability of a Schottky diode fabricated with transfer-free deposition of multilayer graphene on n-GaN by solid-phase reactions", Japanese Journal of Applied Physics, **56**, 07KD05 (2017).
- 7) Jiahao Kang, Yuji Matsumoto, Xiang Li, Junkai Jiang, Xuejun Xie, Keisuke Kawamoto, Munehiro Kenmoku, Jae Hwan Chu, Junfa Mao, Kazuyoshi Ueno, and Kautav Banerjee, "On-chip intercalated-graphene inductor for next-generation radio frequency electronics", Nature Electronics 1 (2018) 46–51.
- 8) Ploybussara Gomasang, Takumi Abe, Kenji Kawahara, Yoko Wasai, Nataliya Nabatova-Gabain, Ngyen Thanh Cuong, Hiroki Ago, Susumu Okada, and Kazuyoshi Ueno "Moisture Barrier Properties of Single-Layer Graphene Deposited on Cu Films for Cu Metallization", Jpn. J. Appl. Phys. (2018) accepted for publication.
- 9) Yousuke Wakabayashi, Kouhei Hashiguchi, Yousuke Inase, Masao Kamiko, and Kentaro Kyuno "Evolution of a liquid-like fluid phase on Ge/Au(111) at room temperature: A direct observation by STM" Appl. Phys. Lett. 111, 261601 (December 2017);

<学会発表>

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) Md. Sahab Uddin, Kazuyosi Ueno "Improvement of multilayer graphene (MLG) / n-GaN Schottky diode properties fabricated with transfer-free deposition of MLG on n-GaN by solid-phase reaction" SYMPOSIUM ON SEMICONDUCTORS AND INTEGRATED CIRCUITS TECHNOLOGY, (2017/8/24 Iidabashi, Tokyo)
- 2) 横澤孝典、上野和良 「TiN 層導入による固相析出多層グラフェン膜の密着性改善」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/5 福岡市)
- 3) 藤島 悠揮、川上 尚晃、上野 和良 「CoB 触媒を用いた固相析出による B ドープ多層グラフェンの形成」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/5 福岡市)

- 4) 高際 健児、Salinee Choowitsakunlert 細谷 斉昭 横井 秀樹「a-Si:H/SiNx 導波層を有する磁気光学導波路の試作」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 5) 土田 和輝、松本 大輝 横井 秀樹「偏波無依存光トリプレクサを構成する MMI カプラの伝搬特性」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 6) 南條 光哉、Ravivudh Khun-in, 高木 真寛, Yuttapong Jiraraksopakun, Apichai Bhatranand, 横井 秀樹「機械的に誘導された長周期光ファイバグレーティングの評価」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 7) Ravivudh Khun-in, Kouya Nanjo, Yuttapong Jiraraksopakun, Apichai Bhatranand, Hideki Yokoi “3D Printed Mechanically Induced Long-Period Fiber Grating for Power Attenuation” 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 8) 羽坂 奨馬、西村 謙汰、渋谷 翼、石川 博康「HMDS 導入 CVD 樟脳カーボン薄膜の XPS 分析」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 9) 近藤匠、神子公男、弓野健太郎「Ge/AuSb 積層膜のアニールによる Ge 結晶薄膜表面の平坦化」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 10) 深井 美里、B.M. Joseph、神子公男、弓野健太郎「MIC 法を用いた Ge の結晶化に対する Sb ドーピングの影響」第 79 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 11) 中井岳俊、神子公男、弓野健太郎「Ge/Ag(111)表面の STM 観察」第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 12) 藤野由樹、神子公男・弓野健太郎「共晶温度付近における Ge 薄膜の金属誘起結晶化」第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、(2017/9/7 福岡市)
- 13) 小田 倫也 田中 慎一「F 級増幅器に向けた高調波処理／バイアス給電共用回路の検討」電子情報通信学会ソサイエティ大会、(2017/9/14 東京都)
- 14) Ploybussara Gomasang, Takumi Abe, Kenji Kawahara, Yoko Wasai, Nataliya Nabatova-Gabain, Ngyen Thanh Cuong, Hiroki Ago, Susumu Okada, and Kazuyoshi Ueno “Moisture Barrier Properties of Single-Layer Graphene Deposited on Cu Films for Cu Metallization” 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2017) ,(2017/9/20, Sendai, Japan)
- 15) Ploybussara Gomasang, Kenji Kawahara, Hiroki Ago, and Kazuyoshi Ueno “Moisture Barrier Properties of Single-Layer and Double-layer Graphene on Cu Film” Advanced Metallization Conference 2017 (ADMETA2017) ,(2017/10/20, Tokyo, Japan)
- 16) Ravivudh Khun-in, Kouya Nanjo, Yuttapong Jiraraksopakun, Apichai Bhatranand, Hideki Yokoi “Weight sensor by 3D printed mechanically induced long-period fiber grating for power control inside single-mode fiber” 22nd Microoptics Conference,(2017/11/21 Tokyo)
- 17) Ploybussara Gomasang, Takumi Abe, Satoru Ogiue, Hayato Ura, Shinji Yokogawa, and Kazuyoshi Ueno “High Temperature and High Humidity Accelerations to Estimate the Lifetime of Cu Metallization for LSIs” 13th International Conference on Ecomaterials 2017,(2017/11/20 タイ・バンコク)
- 18) 見目 宗大、上野和良 “Crystallinity Improvement of Multilayer Graphene Grown by Optimized Solid-Phase Reaction for LSI Interconnection” 13th International Conference on Ecomaterials 2017,(2017/11/21 タイ・バンコク)
- 19) 小田倫也、田中慎一、「F 級増幅器に向けた高調波処理／バイアス給電共用回路の検討」、電子情報通信学会ソサイエティ大会(東京都市大)、2017 年 9 月 14 日発表
- 20) 田中克幸、田中慎一、「直列インダクタを装荷した高 RF 入力感度ダイオード整流器」電子情報通信学会マイクロ波研究会(機械振興会館)、2018 年 1 月 25 日発表、

- 21) 馬島諒子、田中愼一、「コンカレント2周波増幅回路に向けたCRLH線路小型分波器」、電子情報通信学会総合大会(東京電機大)、2018年3月X日発表
- 22) 小田倫也、齋木研人、田中愼一、「CRLH線路スタブ高調波制御ノバイアス給電共用回路を用いた2GHz帯 GaN HEMT F級高出力増幅器」、電子情報通信学会総合大会(東京電機大)、2018年3月X日発表
- 23) 齋木研人、田中愼一、「オンチップF級高調波処理回路を用いた高効率増幅器の検討」、電子情報通信学会総合大会(東京電機大)、2018年3月X日発表
- 24) T. Oda and S. Tanaka, "A Compact CRLH Transmission Line Stub Dual-Use Circuit for Harmonic-Tuning and DC-Biasing of Class-F Amplifiers", Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS), Singapore, Nov., 2017.
- 25) Yusuke Yoshida, Masaru Kudo, Kimiyoshi Usami, "Low-power Standard Cell Memory using Silicon-on-Thin-BOX (SOTB) and Body-bias Control," The 31st International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications(ITC-CSCC 2016), Okinawa, Japan, 10-13 July 2016, pp.41-44.
- 26) Yusuke Yoshida, Kimiyoshi Usami, "Design and Implementation Methodology of Energy-Efficient Standard Cell Memory with Optimized Body-Bias Separation in Silicon-on-Thin-BOX," 2017 Joint International EUROSOI Workshop and International Conference on Ultimate Integration on Silicon (EUROSOI-ULIS), Athens, Greece, 3-5 April 2017, pp. 43-46.
- 27) Yusuke Yoshida, Kimiyoshi Usami, "Unbalanced Body-Bias Control on Stability and Leakage Current for Standard Cell Memory in Silicon-on-Thin-BOX (SOTB) ," The 32nd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2017), Busan, Korea, 2-5 July 2017, pp. 333-336.
- 28) Kimiyoshi Usami, Shunsuke Kogure, Yusuke Yoshida, Ryo Magasaki, Hideharu Amano, "Level-shifter Free Approach for Multi-VDD SOTB employing Adaptive Vt Modulation for pMOSFET," 2017 IEEE SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference (S3S), San Francisco, America, 16-18 Oct. 2017.
- 29) Kimiyoshi Usami, Shunsuke Kogure, Yusuke Yoshida, Ryo Magasaki, Hideharu Amano, "Level-shifter-less Approach for Multi-VDD Design to use Body Bias Control in FD-SOI," 2017 IFIP/IEEE International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC), Abu Dhabi, United Arab Emirates, 23-25 Oct. 2017, pp. 1-6.
- 30) Yusuke Yoshida, Kimiyoshi Usami, Hideharu Amano, "Digital Embedded Memory Scheme using Voltage Scaling and Body Bias Separation for Low-Power System," International SoC Design Conference 2017 (ISODC 2017), Seoul, Korea, 5-8 Nov. 2017, pp.148-149.
- 31) 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」、電子情報通信学会デザインガイア 2016 ～VLSI 設計の新しい大地～、2016年11月29日、pp. 55-60.
- 32) 吉田有佑、宇佐美公良、「動的マルチボディバイアス制御を用いたデジタルメモリのリークエネルギー削減」、電子情報通信学会デザインガイア 2017 ～VLSI 設計の新しい大地～、2017年11月6日、pp. 37-42.
- 33) 宇佐美公良、吉田有佑、天野 英晴、「スタンダードセル・メモリの設計技術とビルディングブロック型計算システムへの応用」、情報処理学会 第80回全国大会、2018年3月14日発表予定..

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) Hiroyasu Ishikawa, Shoma Hazaka, and Tsubasa Shibuya, "HMDS-introduced CVD camphoric carbon thin films", The 13th International Conference on Ecomaterials (Bangkok, Nov. 19–23, 2017) 0-GM– 34.
- 2) 上野和良, "Graphene Application to Semiconductor Metallization", K MUTT 電子通信工学科にて講演(2017/11/24 タイ・バンコク).

<研究成果の公開状況>(上記以外)

カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB) の Banerjee 教授グループと共同でドーピング多層グラフェンを用いた小型高性能インダクタを開発

(2018年1月10日 Nature Electronics掲載)

ドーピングした多層グラフェン (I-MLG) を用いて、従来の銅を用いたインダクタと比較して 1.5 倍にインダクタンス密度を向上し、小型化できる新原理のオンチップインダクタを開発しました。

グラフェンは、キャリアの運動が 2 次元平面に閉じ込められているという特徴を持ち、従来の銅などの金属と比較して、磁場によって生じる通常のインダクタンスに加えて、キャリアの慣性によって生じるインダクタンス (kinetic inductance) が大きいという特徴を持っています。

次世代通信規格として注目される 5G では、数ギガ (10^9) ~ 数 10 ギガヘルツ (10^{10}) の高周波が使われますが、今回の成果はこのような高周波での無線通信デバイスの小型化・高性能化につながります。またグラフェンはフレキシブル基板上にも形成でき、今後の IoT デバイスへの展開が期待されます。

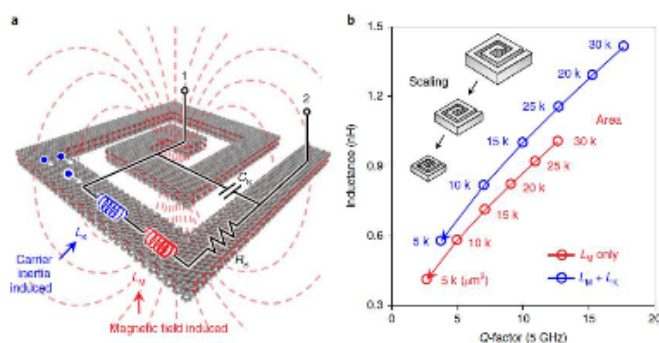
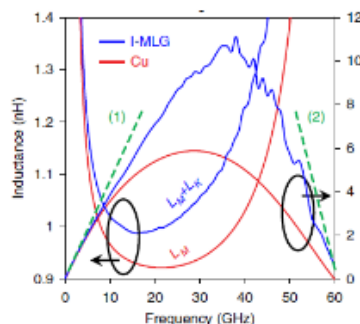
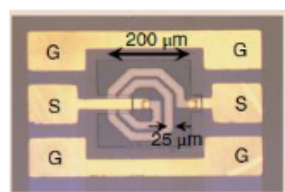


図 1. グラフェンを使ったインダクタンス高密度化・小型化の原理。



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:

<https://rcgi.nel.ele.shibaura-it.ac.jp/>

<既に実施しているもの>

- ① 第12回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年6月30日)
- ② 第13回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年7月5日)
- ③ 第14回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年8月21日)
- ④ 第15回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年10月18日)
- ⑤ 第16回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年10月21日)
- ⑥ 第17回グリーンイノベーション研究センター研究会(2017年10月25日)

<これから実施する予定のもの>

第5回グリーンイノベーションシンポジウム: 2月23日(金)

<https://rcgi.nel.ele.shibaura-it.ac.jp/symposium/5thsymposium/>

12 その他の研究成果等

- ・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)
- ・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>

平成 29 年度画像保存セミナー

開催日:平成 29 年 11 月 1 日

場所:東京都写真美術館ホール

東京都目黒区三田 1-13-3

恵比寿ガーデンプレイス内

主催:一般社団法人 日本写真学会

講演者: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 小林敏夫

講演タイトル: デジタル画像の長期保存用ストレージとしての半導体不揮発性メモリの可能性
-その現状と今後の課題-

<解説論文>

日本写真学会誌 81 巻 1 号(2018 年 2 月 28 日発行予定)

著者: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 小林敏夫

論文題目: デジタル画像の長期保存用ストレージとしての半導体不揮発性メモリの可能性 -その現状と課題

<海外出張>

- 1) 石川博康 13th International Conference on Ecomaterials 2017(2017/11/20 タイ・バンコク)にて発表
- 2) 上野和良 Graphene Application to Semiconductor MetallizationKMUTT 電子通信工学科にて講演(2017/11/24 タイ・バンコク)

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。

- 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。
- 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。
- 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. ケアリフォームがマンション住戸の価値に影響を与え得るかを検討する予備調査として、マンション大規模修繕と中古マンション住戸販売価格の関係を、共同研究先である(株)東急コミュニティーの管理物件を対象に分析を行った。
- a-2. 大規模修繕費を事例として、修繕の費用対効果を評価する指標を開発する研究を実施中。
- a-3. 高齢者が自らのマンション住戸を自らの死後にどのような活用を望んでいるかを把握することにより、ケアリフォームにどの程度の費用をかけることが可能かを検討できると考え、アンケート分析を実施中。
- b-1. 2016 年度に作成した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から、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「認知症高齢者住宅向けケアリフォーム要件マニュアル」(以下、ケアリフォームマニュアル)を作成した。
- b-2. 「ケアリフォームマニュアル」の検証と新たな情報取集を兼ねた NPO 主催セミナーでの発表と資料作成を行った(フルバージョン、困りごと TOP10 編、介護機器・用品編の 3 種類)*2
- c. 研究担当者が 2017 年 6 月をもって退職となったため研究停止を余儀なくされた。

2017 年度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 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 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
篠崎道彦	建築学科	教授

7 プロジェクト参加研究者数 6 名

8 研究プロジェクトに参加する主な研究者

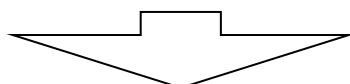
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
志手一哉	建築学科・教授	高齢者住環境デザインの情報モデリング	
(共同研究機関等) 吉久保誠一	客員教授	負担軽減高齢者住環境デザイン	
野村廣方	客員研究員・本学非常勤講師	ケアリフォーム軽減・ケアリフォーム実践	
植村尚子	客員研究員・TOTO株式会社	ケアリフォーム軽減・ケアリフォーム実践	
石田航星	客員研究員・工学院大学	高齢者住環境デザインの情報モデリング	

<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
BPSD 対応支援技術研究	生命科学科・教授	米田隆志	

(変更の時期:平成 29 年 6 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
	退職		

9 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。

- 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。
- 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。
- 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

学内教員 2 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、11 及び 12 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＞

- ケアリフォームがマンション住戸の価値に影響を与え得るかを検討する予備調査として、マンション大規模修繕と中古マンション住戸販売価格の関係を、共同研究先である(株)東急コミュニティーの管理物件を対象に分析を行った。
- 大規模修繕費を事例として、修繕の費用対効果を評価する指標を開発する研究を実施中。
- 高齢者が自らのマンション住戸を自らの死後にどのような活用を望んでいるかを把握することにより、ケアリフォームにどの程度の費用をかけることが可能かを検討できると考え、アンケート分析を実施中。
- 2016 年度に作成した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から、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「認知症高齢者住宅向けケアリフォーム要件マニュアル」(以下、ケアリフォームマニュアル)を作成した。
- 「ケアリフォームマニュアル」の検証と新たな情報収集を兼ねた NPO 主催セミナーでの発表と資料作成を行った(フルバージョン、困りごと TOP10 編、介護機器・用品編の 3 編)*2

◆ケアリフォームマニュアル構成

Ⅰ 困りごとを解決する機能を 6 大別 8 空間で整理する。 N=290

①トイレ(33) ②浴室(41) ③洗面所(28) 機能空間(120)
④LDK(37) ⑤ファミリールーム(37)
⑥寝室(52) ⑦プライベート空間(52)
⑧玄関・廊下(28) ⑨階段(14) ⑩移動空間(42)
⑪プランニング(39) ⑫全館(39)

Ⅱ 困りごとを解決する機能を 6 ジャンルで整理する。 N=290

①用品(48) ②機器(33) ③設備(85) 機能のジャンル
④建材(85) ⑤プラン(33) ⑥サービス(8)

上記 Ⅰ の空間を横軸、Ⅱ のジャンルを縦軸に困りごとを解決する機能を、マトリックスにビジュアル化する。

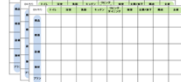


図 1. 認知症高齢者住宅向けケアリフォーム要件マニュアル(一部)

- c. 研究担当者が 2017 年 6 月をもって退職となったため研究停止を余儀なくされた。

＜特に優れた研究成果＞

- a-1. 立地条件や築年数など中古マンションの価格を形成する変数の中で大規模修繕費の影響度が 9%であることを明らかにした。*1

＜問題点とその克服方法＞

- a-1. ケアリフォームに限らず、リフォームや修繕の内容が買い手に公表されない現況において、修繕や増改築の費用対効果を如何に評価し得るかを検討する必要がある。その客観的評価指標を開発することで、VR を用いた改修効果の可視化の意義を見出すことができると考える。
- c. 本センターの主目的のひとつである次世代高齢者住環境デザインに向けた技術研究が停止したため、a および b に関する研究を含めたセンターの活動および体制を見直す必要が生じている。

＜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。)＞

- a-2. 本年度に研究を進めている、修繕の費用対効果を評価する指標の開発は、高齢者が居住するマンションの建築的な価値を共有するバロメーターとして実用化できる可能性がある。

＜今後の研究方針＞

- a. ケアリフォームを始めとした住環境の改善が中古住宅市場において優位に働く状況を創り出さなければケアリフォームに有した費用の回収は難しい。VR 等、居住空間を可視化する技術は日進月歩で開発されているので、修繕や改修の効果をアピールできる環境構築を目指した研究を遂行する。
- b. 認知症患者および家族を対象としたセミナー等をしたリフォームへの要求の蓄積によるケアリフォームマップおよびケアリフォームマニュアルの評価と学術論文としての成果とりまとめ。

＜今後期待される研究成果＞

- a. BIM を用いたケアリフォームの価値評価手法の提案。
- b. 「ケアリフォームマニュアル」を活用した住宅リフォーム実践

＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

学生の卒業論文に対する学内評価、研究成果の学外発表とその評価。

＜外部（第三者）評価の実施結果及び対応状況＞

プロジェクト成果報告書による SIT 総研/外部評価。

10 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) 修繕・改修の評価指標 (3) ケアリフォームマニュアル
(4) _____ (5) _____ (6) _____
(7) _____ (8) _____

11 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、9(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>

--

<図書>

--

<学会発表>

*1 香川宏樹, 志手一哉, 石田航星, 「集合住宅の中古価格形成要因における修繕工事費の影響に関する研究」, 日本建築学会大会(中国)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.7-8, 2017.8

<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>

12 その他の研究成果等

「11 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9(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。

*2 野村廣方, 植村尚子, 「認知症高齢者の在宅介護を楽にする工夫」, NPO 法人高齢者住環境リフォームプロジェクト主催セミナー, 2017年11月18日於:社団法人認知症の人と家族の会東京都支部事務所, および2017年12月22日於:東京ボランティア・市民活動センター

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センター, エネマネハウス 2017		
研究観点	大阪府大阪市北区大深町 1 番 25 うめきた 2 期区域		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

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。

エネマネハウスは、ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)の推進による多様な「価値」創出、課題解決を具現化する「住まい」の提案、革新的アイデアを生むプラットフォームとしての「産学官連携」を目指して世界の課題解決に貢献する「日本のエネマネ技術」を標榜した産学連携によるコンペティションです。これまで 2014 年 1 月に東京ビッグサイト東雲臨時駐車場「第 1 回 エネマネハウス 2014」が、2015 年 10 月に横浜みなとみらいにて「第 2 回 エネマネハウス 2015」が開催され、それぞれ芝浦工業大学コンソーシアムとして参加してきた。今回 2017 年には、大阪駅前・うめきた 2 期区域に場所を移して「第 3 回 エネマネハウス 2017」が開催され、早稲田大学と芝浦工業大学の合同チームで挑んだ。

エネマネハウス 2017 のテーマは、「“LIFE DESIGN INNOVATION”～住まい・コミュニティに多様な新しい価値を創造する～」とされた。本格的な少子高齢社会、人口減少社会の到来、環境制約のより一層の高まり、居住ニーズの多様化・高度化などの課題に対応して、快適・健康・省エネで、自然環境豊かな生活や、それを支える低炭素でレジリエントな社会システムを実現するため、建築デザイン手法や IoT、ビッグデータ等の先端技術の活用により、新しいライフスタイルや製品・サービスを提案し、住まい・コミュニティに多様な新しい価値を創造することが求められた。また、その前提条件としては、「ゼロエネルギー」と「普及・ビジネス展開」に関する事項が挙げられた。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

2017 年 5 月に行われた公募による 1 次審査に通過後、採択された 5 大学コンソーシアム・チームのうちの 1 チームとして 2017 年 6 月から 12 月までのモデルハウスの実施設計を行い、10 月 23 日から 11 月 10 日までの間で建設を行った。11 月中のモデルハウスの実証・測定を経て、12 月 2 日から一般公開・展示を行い、12 月 16 日の閉会まで多くの来場者に研究成果を公開することができた。

芝浦工業大学と早稲田大学の合同チームは、「この郊外の片隅に -わたしと家の約 80 年のものがたり- 」と題して、1970 年代に建設された鉄骨造の工業化住宅である「祖母の家」を、新しいライフスタイルに合わせながら環境技術を用いて、ゼロエネルギーハウスの「わたしの家」として、改修するものがたりに合わせた計画を発表した。表彰式にて、「優秀賞」に加えて、工業化住宅の改修という非常に難しい課題が多い課題に果敢にチャレンジを行ったとして、「チャレンジ賞」を受賞した。

エネマネハウスの自由な学生の発想を実プロジェクトとして具現化して世間に問うという試みは、その住宅の完成度の高さと共に、次世代住宅を体感する稀有な機会として、次代を担う学生教育という観点の他にも様々な効果を生んでる。

2017 年度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 大阪府大阪市北区大深町 1 番 25 うめきた 2 期区域

5 研究プロジェクト名 エネマネハウス 2017

6 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
秋元孝之	建築学部建築学科	教授

7 プロジェクト参加研究者数 4 名

8 研究プロジェクトに参加する主な研究者

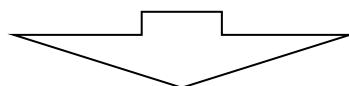
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
志手一哉	建築学部 建築学科, 教授	ゼロエネルギーハウスの建築 施工合理化	建築施工統括
青島啓太	建築学部 建築学科, 特任講師	ゼロエネルギーハウスの設計	設計(建築・生産 WG)
青笹健	ゼロエネルギー建築 センター研究員	ゼロエネルギーハウスにおける環境 技術向上	プロジェクトアドバイザー
(共同研究機関等) 田辺新一	早稲田大学, 教授		プロジェクトリーダー
旭化成ホームズ			
パナソニック			
他、17 社			

<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

9 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

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。

(2) 研究組織



早稲田大学 | 学生 27 名



田辺新一教授
建築環境学
研究室



高口洋人教授
環境メディア
研究室



林泰弘教授
先進電気エネルギー
システム研究室

建築・生産 WG

- ☐ 設計
- ☐ 図面作成
- ☐ 模型作成
- ☐ BIM
- ☐ VR・展示計画

環境・設備 WG

- ☐ 創蓄熱連携システム計画
- ☐ 集熱・給湯計画
- ☐ 温熱環境計画
- ☐ シミュレーション
- ☐ 換気・空調計画

広報・展示 WG

- ☐ ホームページ構築
- ☐ 各種 SNS
- ☐ パンフレット・動画作成
- ☐ 家具計画
- ☐ 展示計画

芝浦工業大学 | 学生 32 名



秋元孝之教授
建築環境設備
研究室



志手一哉教授
建築生産
マネジメント研究室

青島啓太
特任講師

青笹健
ゼロエネルギー
建築研究センター
客員研究員

ワセシバ協力事業者

旭化成ホームズ株式会社

- 幹事協力企業
- 設計協力
- 鉄骨
- ALC パネル
- 施工・監理

レビ設計室

- 設計協力

株式会社池原靖史建築設計事務所

- 設計協力

パナソニック株式会社

- 全熱交換器・レンジフード
- エアコン・IH ヒーター
- ヒートポンプ給湯機
- 照明
- 創著連携システム
- 太陽電池モジュール
- HEMS
- 電設資材一式

一般社団法人 日本 WOOD.ALC 協会

- WOOD.ALC (厚板集成版)
製造加工サポート

三協立山株式会社

- アルミ樹脂複合サッシ
- 自然換気窓

株式会社ニチベイ

- 断熱ブラインド
- 水平幕 (遮熱ミラーレス生地)

旭硝子株式会社

- 窓ガラス
- 透明ガラススクリーン
- 太陽電池モジュール

株式会社インクス

- BIM 支援

株式会社フルハウス・イグゼ

- ホームページ、SNS
- イラストデザイン
- 展示用動画

株式会社すまエコ

- HEMS

株式会社長府製作所

- 太陽熱利用給湯システム

三和シャッター工業株式会社

- 大型鋼製建具
- Pata-Pata PV
- 宅配 BOX

旭化成建材株式会社

- 高性能フェノールフォーム
- 気密テープ

オスモ & エーデル株式会社

- 自然塗料
- 外付け日射遮蔽装置
- フローリング

トリスミ集成材株式会社

- WOOD.ALC (厚板集成版)

JXTG エネルギー株式会社

- シート型潜熱蓄熱材

大倉工業株式会社

- 潜熱蓄熱材入りパーティクルボード

旭ファイバーグラス株式会社

- 真空断熱材

(順不同)

特別協力者

一心寺・株式会社ニューファニチャーワークス
株式会社 GREEN・株式会社 中田工務店
株式会社 日新システムズ・有限会社 カドウシステム
早稲田大学 若尾研究室・BANG & OLUFSEN
小国町森林組合・辻井木材株式会社

(3) 研究施設・設備等

建築学部建築学科の各研究室および、早稲田大学田辺研究室

建設: 大阪府大阪市北区大深町 1 番 25 うめきた 2 期区域

(4)進捗状況・研究成果等 ※下記、11及び12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＞

2017年3月より モデルハウスの計画
2017年5月 エネマネハウス 2017 公募および1次審査
2017年6月 採択通知
2017年6月から12月まで モデルハウスの実施設計及び施工計画
2017年10月23日から11月10日まで モデルハウスの建設
2017年11月 モデルハウスの実証・測定
2017年12月2日一般公開・展示
2017年12月16日 表彰式（以後モデルハウスの解体）
2017年2月2日 成果報告会

＜特に優れた研究成果＞

2017年6月 エネマネハウス 2017 採択5大学に選定
早稲田大学・芝浦工業大学 この郊外の片隅に わたしと家の約80年のものがたり
2017年12月16日 表彰式にて「優秀賞」「チャレンジ賞」受賞



＜問題点とその克服方法＞

鉄骨造による工業化住宅の改修を課題として取り組み、鉄骨造との構法的な合理性の向上や、既存住宅の調査、および熱橋処理などの具体的な技術革新に課題が残る。

＜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。）＞

参加したコンソーシアム企業による各環境技術の商品化や普及。
今後の ZEH 研究における改修計画モデルの展開を示唆した。

＜今後の研究方針＞

引き続き、協力企業との技術開発や研究を行う予定である。

＜今後期待される研究成果＞

＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

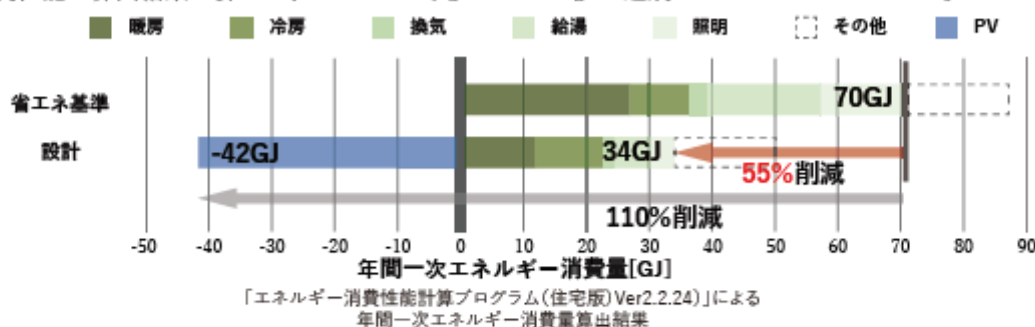
＜外部（第三者）評価の実施結果及び対応状況＞

エネマネハウス事務局による計測による評価、およびBELS☆5評価、CASBEE 自己評価☆5を受けた。

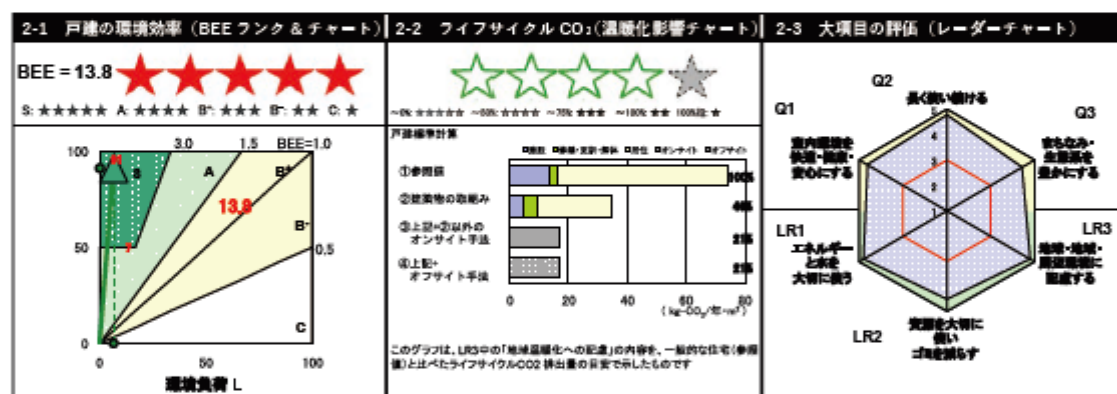
■ ZEH 達成

「わたしの家」の設計値は基準値から暖房設備で 16 GJ、換気設備で 1 GJ、給湯設備で 12 GJ、照明設備で 10 GJ の合計 39 GJ（55%）の削減、さらに太陽光発電によって合計 81 GJ（114%）削減される算出結果が出ています。

外皮性能の算出結果と併せて、「わたしの家」が『ZEH』を達成しすることができました。



■ CASBEE 建築環境総合性能評価システム



CASBEE とは、省エネルギーといった環境配慮に加えて室内の快適性や景観への配慮などを含めた総合的な建物の品質を 5 段階で評価するシステムです。「わたしの家」では、既存住宅の外皮を残す改修によって街並みの景観への配慮や鳥の水飲み場を設置する工夫を行いました。「わたしの家」では自己評価による採点によって 5 つ星となりました。

■ BELS 建築物省エネルギー性能表示制度

BELS とは、Building-Housing Energy-efficiency Labeling System の略称であり、非住宅建築物の省エネルギー性能を第三者機関がガイドラインに沿って評価及び表示するシステムとして制定されました。これによって消費者は省エネ性能というもののさしで建築物を比較できるようになりました。BELS では一次消費エネルギーをもとに省エネ性能が客観的に 5 つ星で表示されます。

「わたしの家」は BELS 申請中で 5 つ星を獲得予定です。



10 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>ゼロエネルギーハウス</u> | (2) <u>エネマネハウス</u> | (3) <u>環境技術</u> |
| (4) <u>工業化住宅</u> | (5) <u>鉄骨造</u> | (6) <u>木質化</u> |
| (7) <u>省エネルギー</u> | (8) <u>改修</u> | |

11 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、9(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>

「建築設備&昇降機」No.131(2018.1)
新建築、住宅特集、住宅建築
他

<図書>

未定

<学会発表>

エネマネハウス 2017 として発表予定

<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>

エネマネハウス 2017 公式サイト

<https://www.enemanehouse.jp>

この郊外の片隅に -わたしと家の約 80 年のものがたり- 特設サイト

<http://shibaura-waseda.tokyo/>

<これから実施する予定のもの>

報告書等

12 その他の研究成果等

「11 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9(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。

2017 年度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 芝浦工業大学
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	教授

6. プロジェクト参加研究者数 13 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 教授	
芹澤 愛	材料工学科 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 研究者名上の○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することで、グリーンイノベーションの創出に繋げる。これにより、近年、国際的にも多くの大学や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によるモータ材料の高性能化・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の創出を行う。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、H29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 ϵ -Fe₂O₃ 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
- ・陽子ビーム照射による有機・無機ナノコンポジット材料の改質・加工に関する研究
- ・レーザーを利用した表面加工
- ・電子線を利用したナノ構造作製技術の開発
- ・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
- ・マイ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
- ・酸素還元触媒材料の開発および酸素還元触媒能向上のための技術開発
- ・カーボンナノチューブ電極を有する誘電エラストマーアクチュエータの開発
- ・バルーン DEA 作製および DEA 内部応力可視化技術の開発
- ・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

9. 研究の概要

(1) 表界面制御グループ

A 計画の概要

(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、ピンの形状は、ゼロデッドボリュームを実現しながらも隣りあうピン間のメニスカス力を低減するため、 $\square 0.3\text{mm}$ の断面をもつピンの中間部約 4mm 長を $\square 0.2\text{mm}$ 程度に細める、いわゆる dog bone 型に加工する必要がある。放電加工で当該形状を作製するのはきわめてコスト高であるため、いままではピン中間部をエッチング液($5\text{M HCl} + 0.5\text{M HNO}_3$)に浸漬することで加工していたが、エッチング結果の寸法のばらつきや、ピン中間部以外の腐食が無視できなかった。そこで、これらの問題を解決するための dog-bone 形へ状のエッチングの改良を検討した。

(超音速フリーズジェット PVD による高保磁力 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 硬磁性膜の開発)

Fe_2O_3 酸化鉄は α 相、 β 相、 γ 相、 ϵ 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。 ϵ 相(斜方晶、空間群 Pna_21)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、 ϵ 相を含む酸化鉄の成膜に関する研究報告例は少ない。

超音速フリーズジェット 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膜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が可能である。

本研究は、超音速フリーズジェット PVD により高保磁力を有する $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 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、2017 年度は膜組織・構造の解析を中心に検討を進めた。

(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。また、電解酸化重合法は電極(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やすい金属（Mg, Al, Fe など）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酸化を受けるため重合が進行しない。

一方、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では酸化を受けやすい金属を電極として用いることができるが、その報告例は非常に限られている。これは、電解還元重合法ではモノマーに電子求引基および脱離基として臭素や塩素などのハロゲン類を導入する必要がある、さらにニッケルやパラジウムなどの触媒を用いる必要があるなど、電解酸化重合法と比べて制約（問題点）が多いからである。

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。2017 年度は、ヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合を行うための陰極材料の詳細な検討を行った。

B 成果の概要

(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)

0.3mm の直方体断面を持つ、全長 10, 12, 14 mm の L 字型ピンを、SUS316L の放電加工により製作した。ここで受入時に脱脂後、65℃の 10v/v%硝酸でピン全体を不動態化後、フッ素系離型剤(フロロテクノロジー社)でコーティングすることにより、それ以降のエッチングに耐える表面を生成した。その後、ガラスの貼り合わせで製作したディッシュにピンを 2mm 間隔で配置し、ピンの先端と末端をシリコーン接着剤をディスペンサで等幅に塗布することで、エッチング対象位置の精度確保とエッチングしない箇所の保護を兼ねた。ピンの等間隔配置と等幅塗布は、3D プリンタで製作したジグにより手作業で容易に実現できるようにした。そして、ピン 10 本あたり、65℃の 0.4ml のエッチング液(5M HCl + 0.5M HNO₃)を 10 min 浸漬し、一旦重曹で中和後、さらに 1 回繰り返すことで、 $\pm 0.2\text{mm} \pm 0.01\text{mm}$ 程度の精度よいエッチング結果を得ることができた。これは、ピンの等間隔配置とエッチング液の交換がエッチングレートの安定化に特に寄与したと考えられる。

(超音速フリージェット PVD による高保磁力 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 硬磁性膜の開発)

本実験では、基板に $\phi 5\text{mm}$ 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_2O_3 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。

2016 年度に成膜条件が及ぼす膜中の ϵ 相含有率を決定する支配因子であることを明らかにし、保磁力 5kOe を超える $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 膜の形成に成功した。今年度は、高保磁力を有する $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 膜の膜組織及び構造を TEM 観察により検討した結果、本法による皮膜

は～10nm 程度のナノ結晶膜となっていること、更なる高保磁力化には粒径を 50nm 程度に制御する必要があることが明らかとなった。

(Mg, Al, Fe 表面への導電性高分子膜の電解合成技術の開発)

Mg, Al, Ti, Fe, Ni, Cu, Zn, Pd, Ag, Pt, Au を陰極（電極）として用い、ヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合を行った。その結果、Mg, Al, Ti, Fe を陰極として用いた場合には重合が全く進行せず、その他の金属を用いた場合には重合が進行した。また、重合が進行した金属の中でも Pd を用いた場合にヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合が最もスムーズに進行することが明らかになった。これらの陰極材料による違いは、ヘキサフルオロベンゼンの陰極表面への吸着のしやすさに関連があるものと考えられ、吸着のしやすさは陰極材料の d 軌道の電子数と相関があるものと考えられる。すなわち、d 軌道の電子数が少ない場合にはヘキサフルオロベンゼンは陰極に吸着しにくく、d 軌道の電子数が多い（閉殻構造に近い）場合には吸着しやすくなる。この吸着がヘキサフルオロベンゼンの還元の受けやすさや電解還元重合の進行に大きな影響を与えているものと考えられる。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. N. Futai, K. Fujita, W. Ikuta, Reconfigurable Microfluidic Channel with Pin-discretized Sidewalls, *J. Vis. Exp.*, e57230, in press (2018)
2. M. Oono, K. Yamaguchi, A. Rasyid, A. Takano, M. Tanaka and N. Futai, *Biomicrofluidics*, **11**, 034103 (2017)
3. Kei Shimagami, Sae Matsunaga, Atsushi Yumoto, Tsutomu Ito and Yoko Yamabe-Mitarai: Solid Solution Hardening and Precipitation Hardening of α_2 -Ti₃Al in Ti-Al-Nb Alloys, *Mater. Trans.* Vol.58, No.10(2017), pp.1404-1410.
4. M. Gizynski, S. Miyazaki, J. Sienkiewicz, S. Kuroda, H. Araki, H. Murakami, Z. Pakiel, A. Yumoto: Formation and subsequent phase evolution of metastable Ti-Al alloy coatings by kinetic spraying of gas atomized powders, *Surface & Coatings Technology*, Volume 315(2017), pp.240-249.

【図書】

1. 沖幸男, 上野和夫監修 (分担湯本敦史): 溶射工学便覧 (改訂版), 15.5.1 超音速フリージェット PVD, 2017 年 9 月 1 日改訂版発行, ISBN:978-4-9903127-3-2, pp.961-963.

【学会発表】

1. 湯本敦史: 超音速フリージェット PVD による酸化鉄膜の磁気特性, 日本溶射学会第 106 回 (2017 年度秋季) 全国講演大会, ホテルアウリーナ大阪 (大阪) 2017 年 11 月 21 ~ 22 日 (22 日), pp.39-40(No.206)
2. 菅野智広, 湯本敦史: 超音速フリージェット PVD によるイットリア膜の結晶構造と

- 硬さ, 日本溶射学会第 106 回 (2017 年度秋季) 全国講演大会, ホテルアウイーナ大阪 (大阪) 2017 年 11 月 21~22 日 (22 日), pp.37-38(No.205)
3. 清水麻里, 湯本敦史:超音速フリーズジェット PVD によるナノ結晶 AlN 厚膜の膜構造, 日本金属学会 2017 年秋期 (第 161 回) 大会, 北海道大学札幌キャンパス, 2017 年 9 月 6~9 月 8 日 (8 日), (No. 63)
 4. 島上溪, 伊藤勉, 湯本敦史, 御手洗容子:耐熱 α -Ti 合金の固溶強化, 日本金属学会 2017 年秋期 (第 161 回) 大会, 北海道大学札幌キャンパス, 2017 年 9 月 6~9 月 8 日 (7 日), (No. J7)
 5. 菅野智広, 湯本敦史:超音速フリーズジェット PVD による Y2O3 膜の形成, 日本金属学会 2017 年秋期 (第 161 回) 大会, 北海道大学札幌キャンパス, 2017 年 9 月 6~9 月 8 日 (6 日), (No. P38)
 6. 草野正大, 宮崎史帆, 岸本哲, 湯本敦史, 渡邊誠:レーザー積層造形における温度計測と有限要素解析および試料特性への影響, 日本金属学会 2017 年秋期 (第 161 回) 大会, 北海道大学札幌キャンパス, 2017 年 9 月 6~9 月 8 日 (6 日), (No. 328)
 7. 湯本敦史:材料工学の基礎 –より良い溶射材料や溶射条件を選ぶための材料の基礎-【招待講演】, 日本溶射学会関東支部第 6 回基礎セミナー, 首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス (東京), 2017 年 7 月 21 日
 8. 清水麻里, 湯本敦史:超音速フリーズジェット PVD による反応合成 AlN ナノ粒子を用いて形成させた AlN 膜の膜性状, 日本溶射学会第 105 回 (2017 年度春季) 全国講演大会, ホテルアウイーナ大阪 (大阪) 2017 年 6 月 29~30 日 (29 日), pp.5-6(No.103)
 9. 塚田柊人, 黒田聖治, Chen Xiaolong, 渡邊誠, 湯本敦史:セラミック溶射皮膜の構造と高温腐食挙動の関係, 日本溶射学会第 105 回 (2017 年度春季) 全国講演大会, ホテルアウイーナ大阪 (大阪) 2017 年 6 月 29~30 日 (30 日), pp.29-30(No.204)
 10. 湯本敦史:ナノ結晶厚膜形成技術としての超音速フリーズジェット PVD の開発【招待講演】, 大阪大学 接合科学研究所 第 5 回 溶射・造形 研究集会, 大阪大学中之島センター (大阪), 2017 年 6 月 15 日
 11. 湯本敦史:新規厚膜形成技術超音速フリーズジェット PVD【招待講演】, 日本学術会議 若手アカデミー 若手科学者ネットワーク分科会 第 2 回若手科学者サミット, 日本学術会議 講堂 (東京乃木坂), 2017 年 6 月 2 日
 12. 宮崎史帆, 草野正大, 岸本哲, 渡邊誠, 湯本敦史:レーザー積層造形における Ti-6Al-4V 試料の評価と温度モニタリング, 粉体粉末冶金協会平成 29 年度春季大会, 早稲田大学 (東京), 2017 年 5 月 31 日~6 月 2 日 (2 日), p.180. (2-46A)
 13. 草野正大, 宮崎史帆, 岸本哲, 渡邊誠, 湯本敦史:Ti-6Al-4V 試料のレーザー積層造形温度の有限要素法解析, 粉体粉末冶金協会平成 29 年度春季大会, 早稲田大学 (東京), 2017 年 5 月 31 日~6 月 2 日 (2 日), p.181. (2-47A)
 14. 宮崎史帆, 草野正大, 岸本哲, 渡邊誠, 湯本敦史:Ti-6Al-4V を用いたレーザ積層

造形材の微細組織と機械的性質に及ぼす熱処理効果, 日本金属学会 2017 年春期 (第 160 回) 大会, 首都大学東京南大沢キャンパス (東京), 2017 年 3 月 15~17 日 (15 日), (No. P31)

15. 島上溪, 松永紗英, 北嶋具教, 伊藤勉, 湯本敦史, 御手洗容子: 耐熱チタン合金の高温強度に対する α_2 相の大きさによる影響, 日本金属学会 2017 年春期 (第 160 回) 大会, 首都大学東京南大沢キャンパス (東京), 2017 年 3 月 15~17 日 (15 日), (No. P80)

16. 青木翼, 山田真秀, 田嶋稔樹, 第二級アミン-3HF 錯体の合成およびその電解フッ素化への応用, 第 41 回有機電子移動化学討論会, 北海道大学, 2017 年 6 月 22~23 日, P23.

17. 湯本拓馬, 三田海人, 田嶋稔樹, KF と固体酸のカチオン交換反応に基づく第三級ホスフィン- n HF 錯体の合成, 第 7 回 CSJ フェスタ 2017, 東京, 2017 年 10 月 19 日.

18. 若井大悟, 富岡慧太, 不動祐作, 田嶋稔樹, ヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合における電極材料の検討, 第 7 回 CSJ フェスタ 2017, 東京, 2017 年 10 月 19 日.

19. 青木翼, 楮本建, 山田真秀, 田嶋稔樹, 新規有機塩基-3HF 錯体の合成および電解フッ素化への応用, 電気化学会第 85 回大会, 東京, 2018 年 3 月 9 日.

20. 伊藤亘, 若井大悟, 不動祐作, 田嶋稔樹, ヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合条件の検討と重合膜の構造解析, 電気化学会第 85 回大会, 東京, 2018 年 3 月 10 日.

21. 緒方真奈海, 渡辺陽平, 田嶋稔樹, 環状アミド系溶媒中での化学的および電気化学的な溶媒和電子の生成, 日本化学会第 98 春季年会, 千葉, 2018 年 3 月 20 日.

22. 青木翼, 楮本建, 山田真秀, 田嶋稔樹, 新規アミン-3HF 錯体の合成とその電解フッ素化への応用, 日本化学会第 98 春季年会, 千葉, 2018 年 3 月 21 日.

23. 伊藤亘, 若井大悟, 不動祐作, 田嶋稔樹, ヘキサフルオロベンゼンの電解還元重合における陰極材料の検討, 日本化学会第 98 春季年会, 千葉, 2018 年 3 月 22 日.

【特許等出願】

1. 発明者: 湯本敦史, 菅野智広, 日野高志, 井上哲夫, 齋藤秀一, 出願: 学校法人芝浦工業大学, 東芝マテリアル株式会社, 発明の名称: 部品および半導体製造装置, 出願日: 2017 年 9 月 1 日, 出願番号: 特願 2017-168524

2. 発明者: 湯本敦史, 出願: 学校法人芝浦工業大学, 発明の名称: 超音速フリージェット物理蒸着装置で用いる超音速ノズル, 超音速フリージェット物理蒸着装置で用いる超音速ノズルの製造方法, 超音速フリージェット物理蒸着装置で用いる超音速ノズルの設計方法及びコンピュータプログラム, 出願日: 2016 年 2 月 28 日, 出願番号: 特願 2017-036799 (*2016 年度出願で, 昨年の報告書には未記載分)

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1704	5,179 千円
2	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1707	2,000 千円
3	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1708	2,000 千円
4	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1715	373 千円
5	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1719	1,250 千円
6	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1720	2,500 千円
7	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1721	1,500 千円
8	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1731	1,862 千円
9	材料工学科	湯本敦史	NDA 締結中	学内管理番号 1733	500 千円

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	材料工学科	湯本敦史	超音速フリースペクト PVD による高保磁力ナノ結晶 NdFeB 膜の開発	科学研究費補助金 (科研費 基盤研究 (c))	1,040 千円
2					
3					

F 評価指標の集計（上記 A～E の集計）

	件数（金額）		備考
論文数	4 件		
特許出願件数	2 件		2017 年度中にさらに 3 件出願予定
共同研究件数	9 件	17,164 千円	
外部資金獲得数	1 件	1,040 千円	
参加学生数	15 名（内留学生 0 名）		
参加企業数	8 社		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

(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めざす。

(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・試作し、光波伝搬特性を明らかにする。

(陽子ビーム照射による有機・無機ナノコンポジット材料の改質・加工に関する研究)

セラミックスあるいは金属ナノ粒子と樹脂材料とのコンポジット材料を陽子ビームによって微細加工・改質する技術を開発し、導電性を有する三次元構造体および光導波路型スイッチの作製に応用する。

(電子線を利用したナノ構造作製技術の開発)

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金属材料に照射し、接着力の向上を目指す。加えて、レーザー光照射により生じる表面周期構造の作製条件・作製過程を調査する。

B 成果の概要

(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ることで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スロット光導波路を設計し、光波伝搬特性を明らかにするとともに、実際に FIB 加工によりスロット導波路を試作した。また、光集積回路実現に必要な導波路型光非相反素子を試作した。

(陽子ビーム照射による有機・無機ナノコンポジット材料の改質・加工に関する研究)

高い機能性を有するセラミックスや金属のナノ粒子と柔軟性を有する樹脂のコンポジット材料の陽子ビーム描画による微細な改質・加工に取り組んだ。導電性を有する Ag、カーボンナノ粒子や比較的誘電率が高い TiO_2 、 Al_2O_3 等のセラミックス系ナノ粒子を添加したエポキシ系ナノコンポジット材料の微細加工性による機能性 3 次元構造体の形成、および TiO_2 ナノ粒子を添加したポリジメチルシロキサン (PDMS) における陽子ビーム照射による屈折率変化を計測し、光導波路の直接描画手法を検討した。

(電子線を利用したナノ構造作製技術の開発)

収束電子線を利用して材料表面に微細な加工を行う手法の開発に取り組んでいる。具

体的には、Si等の基板表面の任意の位置にAu等のナノ粒子を固定する手法を開発した。またその際の空間分解能について、粒子や基板による電子の散乱に基づいて検討した。

(レーザーを利用した表面加工)

アルミニウム (A5052) 表面にレーザー光を照射して表面に微細構造を形成し、そのときの接着力の変化を引張試験により評価した。表面の形状変化が起きる範囲で比較的弱いレーザー光を照射すると接着力が向上し、レーザー光を強くすると接着力が低下する傾向が見られた。このほか、ステンレス (SUS304) への均一な表面周期構造の作製方法や、その生成過程の観察に関する研究も行った。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. S. Choowitsakunlert, R. Silapunt, and H. Yokoi, “A 1D study of antiferromagnetic operated on multiferroic composites in nano read head”: Microsyst. Technol., March 2017. (online)
2. R. Sano, S. Hayakawa, H. Hayashi, Y. Ishii, and H. Nishikawa, Micro-structuring of epoxy resists containing nanoparticles by proton beam writing, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B404, pp. 228-232 (2017).
3. 金子優斗、林秀臣、西川 宏之、TiO₂/ポリジメチルシロキサンコンポジット材料の陽子ビームによる改質、電気学会論文誌 A、Vol. 137、No. 11、pp.652-653 (2017).
4. D. Morioka, T. Nose, T. Chikuta, K. Mitsuishi and M. Shimojo, “Fixation mechanisms of nanoparticles on substrates by electron beam irradiation”: Beilstein J. Nanotech., 8, 1523-1529 (2017).
5. K. Hayashi and S. Matsuo, “Removal Processing inside PDMS by Short Pulse Laser,” Journal of Laser Micro/Nanoengineering 12(2), 141–145 (2017).
6. H. Hikage, N. Nosaka, and Shigeki Matsuo, “High-spatial-frequency periodic surface structures on steel substrate induced by subnanosecond laser pulses,” Applied Physics Express 10(11), 112701 (2017).
7. R. Murakami, H. Nakagawa, and Shigeki Matsuo, “Water-Assisted Laser Drilling for Miniature Internal Thread in Glass and Evaluation of Its Strength,” Journal of Laser Micro/Nanoengineering 12(3), 203–206 (2017).

【学会発表】

1. S. Choowitsakunlert, R. Silapunt, K. Takagiwa, H. Yokoi, “Athermal condition of magneto-optic waveguides in optical isolator employing nonreciprocal guided-radiation mode conversion”: 22nd OptoElectronics and Communications Conference, P3-104, August 2017. 査読有り
2. H. Yokoi, K. Tsuchida and D. Matsumoto, “Design of waveguide crossings with slot waveguide for polarization-independent optical triplexer”: Proc. 17th International Conf. on

Numerical Simulation of Optoelectronic Devices, TuP29, pp. 163-164, July 2017. 査読有り

3. S. Choowitsakunlert, K. Takagiwa, T. Kobashigawa, N. Hosoya, R. Silapunt, H. Yokoi, "Fabrication processes of magneto-optic waveguides with Si guiding layer for optical nonreciprocal devices": 5th International IEEE Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration, 17SP-20, May 2017. 査読有り

4.H. Yokoi, K. Tsuchida and D. Matsumoto, "Design of polarization independent optical triplexer with cascaded multimode-interference couplers and waveguide crossings": European Materials Research Society's 2017 Spring Meeting, P.9.45, May 2017. 査読有り

5. 築田大輝、下条雅幸; Si 板上への Ag ナノ粒子の固定方法の開発; 日本金属学会 2017 年秋期 (第 161 回) 講演大会、(2017)、2017.9.6-8.

6. 築田大輝、能勢智裕、森岡大地、三石和貴、下条雅幸; 電子照射を用いた Au ナノ粒子の固定における基板の材質の検討; 日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会、(2017)、2017.5.30-6.1.

7. K. Hayashi and S. Matsuo, "Removal processing inside PDMS by short pulse laser," 18th International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM2017) (Toyama, Japan), P-27. June 6, 2017,

8. R. Murakami, H. Nakagawa, and S. Matsuo, Water-Assisted Laser Drilling for Miniature Internal Thread in Glass and Evaluation of its Strength, 18th International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM2017) (Toyama, Japan), Tu2-O-4. June 6, 2017,

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	材料工学科	下条雅幸	平成 28 年度科学研究費 助成事業基盤研究(c)	日本学術振興会	1,690

F 評価指標の集計 (上記 A~E の集計)

	件数 (金額)		備考
論文数	7 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	0 件	千円	

外部資金獲得数	1 件	1,690 千円	
参加学生数	6 名 (内留学生	0 名)	
参加企業数		0 社	

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

3

(3) 組織制御グループ

A 計画の概要

本研究では、Al 合金および Mg 合金の高機能化（優れた機械的特性，高耐食性，断熱/放熱特性制御等）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、市販合金を用いたプロセス条件の最適化、ならびに水蒸気プロセスを施した試料の解析ならびに特性評価を行う。

(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うとともに、組織解析手法の確立を目指す。様々な熱処理条件によって組織制御を施した Mg 合金に対し、強度および耐食性の評価を行う。

(マイ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)

散乱性媒体において、ナノマイクロ粒子の粒径や材質はその光学性質に大きく影響する。この特性を応用し、放熱・遮熱性に優れた屋外運動用太陽光高反射技術の開発を行う。散乱性媒体に関して、ふく射伝熱解析を行い、最適化設計を行う。また、媒体の光学特性を測定し、熱収支の評価を行う。一方、Al 合金に対しては、放熱材料として多用される Al-Si 合金に着目し、マイクロ組織を制御することによる熱伝導率の向上技術の開発を行う。

(酸素還元触媒材料の開発および酸素還元触媒能向上のための技術開発)

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やボロン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、合成した窒素やボロン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)

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。Al-Mg-Si 合金および Al-Zn-Mg 合金板材に対して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)

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。適切な条件の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し、基板表面の化合物の面積率を減少させることで耐食性が大幅に向上することを明らかにした。

(マイ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)

屋外運動用太陽光高反射技術のアプローチとして、化粧品と服飾の二種類を考えた。化粧品について、粒子の光学特性から解析を行い、化粧層の熱特性について理論解析を行い、粒子材料の選定と粒径の最適化を行った。また、服飾に関して、その光学特性を測定し、実際の使用を想定した連成伝熱解析に測定結果を組み込むことで実際の遮熱放熱特性の評価を行った。一方、Al-Si 合金のマイクロ組織を制御することによる熱伝導率変化について検討した。Al-Si 合金中に形成する化合物および析出物の形成・溶解を制御した結果、熱伝導率が大幅に向上することを見出した。

(酸素還元触媒材料の開発および酸素還元触媒能向上のための技術開発)

ソリューションプラズマを用いて、窒素やボロン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確立した。得られた窒素あるいはボロン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とヘテロ原子の結合状態に影響を及ぼすことを明らかにした。さらに、窒素やボロン含有のシート状のグラフェンライクなカーボン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. 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). (DOI: 10.1039/C6TA08962C).
2. 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.*, 193, 42-45 (2017). (DOI: 10.1016/j.matlet.2017.01.050).
3. Takahiro Ishizaki, Mika Tsunakawa, Yuta Shimada, Ryota Shiratori, Kae Nakamura, Ai Serizawa, Formation of Corrosion Resistant Mg(OH)₂ Film Containing Mg-Al Layered Double Hydroxide on Mg Alloy Using Steam Coating, *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering (ICMME 2017)*, 201-205 (2017). (DOI: 10.12783/dtetr/icmme2017/9130).
4. Ai Serizawa, Yuya HIRAI, Takahiro Ishizaki, Heterogeneous Formation of Nanoclusters in a Cold Rolled 6000 Series Aluminum Alloy, *Proceedings of 2017 International Conference on Mechanical and Mechatronics Engineering (ICMME 2017)*, 233-238 (2017). (DOI: 10.12783/dtetr/icmme2017/9136).
5. Oi Lun Li, Mika Tsunakawa, Yuta Shimada, Kae Nakamura, Kazuhito Nishinaka, Takahiro Ishizaki, Corrosion resistance of anodized film prepared on Ca-added flame-resistant magnesium alloy AZCa612, *Corros. Sci.*, 125, 99-105 (2017). (DOI: 10.1016/j.corsci.2017.06.008).
6. 綱川美佳, 嶋田雄太, 中村嘉恵, 菊池風斗, 松村健樹, 石崎貴裕, マグネシウム合金上へのリン酸系化成処理皮膜の作製と評価, *軽金属*, 67, 497-502 (2017).
7. 綱川美佳, 嶋田雄太, 宮下智弘, Lee Hoonseung, 中村嘉恵, 芹澤愛, 石崎貴裕, 蒸気コーティング法による Mg-6Al-1Zn-2Ca 合金への耐食性皮膜の作製, *軽金属*, 67, 511-517 (2017).
8. Tomoyuki Azuma, Ryuichi Ohmori, Yuji Teramura, Takahiro Ishizaki, Madoka Takai, Nano-Structural Comparison of 2-Methacryloyloxyethyl Phosphorylcholine- and Ethylene Glycol-Based Surface Modification for Preventing Protein and Cell Adhesion, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 159, 655-661 (2017). (DOI: 10.1016/j.colsurfb.2017.08.039)
9. Yuta Shimada, Mika Tsunakawa, Kae Nakamura, Takahiro Ishizaki, Influence of Ca-addition amount on corrosion behavior of Ca-added Mg alloys, *Proceedings of EUROCORR 2017, [Mechanisms & Methods]*, 83386-1-6 (2017).
10. Mika Tsunakawa, Yuta Shimada, Kae Nakamura, Takahiro Ishizaki, Preparation of corrosion

resistant film on magnesium alloys with different aluminum contents by steam coating, *Proceedings of EUROCORR 2017, [Coatings]*, 84676-1-7 (2017).

11. Kae Nakamura, Yuta Shimada, Mika Tsunakawa, Ai Serizawa, Takahiro Ishizaki, Formation mechanism of Mg-Al layered double hydroxide-containing magnesium hydroxide films prepared on flame-resistant magnesium alloy by steam coating, *Surf. Coat. Technol.*, 328, 436-443 (2017). (DOI: 10.1016/j.surfcoat.2017.08).

12. Oi Lun Li, Ryuhei Ikura, Takahiro Ishizaki, Hydrolysis of cellulose to glucose over carbon catalysts sulfonated via a plasma process in dilute acid, *Green Chem.*, 19, 4774 - 4777 (2017). (DOI: 10.1039/C7GC02143G).

13. Takahiro Ishizaki, Yuta Shimada, Mika Tsunakawa, Hoonseung Lee, Tetsuya Yokomizo, Shutaro Hisada, Kae Nakamura, Rapid fabrication of crystalline myristic acid-based superhydrophobic film with corrosion resistance on magnesium alloys by facile one-step immersion process, *ACS Omega*, 2 (11), 7904–7915 (2017). (DOI: 10.1021/acsomega.7b01256).

14. 高橋唯仁, 宮本紘明, 河野貴裕, 江目宏樹, 山田純, 春藤晃人, 高速攪拌機により高分散化した微粒子組成物の光物性, *化粧品技術者会誌*, 51(2), 142-146 (2017).

15. Gasidit Panomsuwan, Oi Lun Li, Nagahiro Saito, Takahiro Ishizaki, Accelerated formation of nanocarbons in solution plasma using benzene substituted with CF₃ group, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 0102B6-1-0102B6-5 (2018). (DOI: 10.7567/JJAP.57.0102B6).

16. Oi Lun Li, Hoonseung Lee, Takahiro Ishizaki, A review on recent progress in solution plasma synthesized carbon-supported catalysts for energy converting systems, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 0102A2-1-0102A2-1-14 (2018). (DOI: 10.7567/JJAP.57.0102A2).

17. Nagahiro Saito, Jun Nakamura, Tatsuru Shirafuji, Takahiro Ishizaki, Plasma in Solution and Its Applications FOREWORD, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 010201 (2018). (DOI: 10.7567/JJAP.57.010201).

18. Hoonseung Lee, Yuta Wada, Amane Kaneko, Oi Lun Li, Takahiro Ishizaki, Comparative study of nanocarbons synthesized between electrodes and in liquid phase by solution plasma, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 0102BD-1-0102BD-6 (2018). (DOI: 10.7567/JJAP.57.0102BD).

19. 和田雄太, 笹川圭祐, 金子周, Lee Hoonseung, 石崎貴裕, ソリューションプラズマプロセスにより合成した窒素含有カーボンの特性と酸素還元触媒活性に及ぼす放電周波数の影響, *材料の科学と工学*, 54(6), 199-204 (2018).

20. 嶋田雄太, 綱川美佳, 横溝哲也, Lee Hoonseung, 石崎貴裕, 一段階の浸漬プロセスにより AZ31B マグネシウム合金上に形成した超はっ水皮膜の塩水中での腐食挙動, *受理, 軽金属* (2018).

21. Ai Serizawa, Takuhiro Oda, Kohei Watanabe, Kotaro Mori, Tetsuya Yokomizo, Takahiro Ishizaki, Formation of Anticorrosive Film for Suppressing Pitting Corrosion on Al-Mg-Si Alloy

by Steam Coating, Coatings, in press (2018).

22. 石崎貴裕, 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 異種元素ドーパカーボン複合材料の合成と酸素還元反応触媒材料としての可能性, 車載テクノロジー, 6, 28-32 (2017).

23. 石崎貴裕, 久田柊太郎, 高田葵, 横溝哲也, 撥水および超撥水コーティング技術とその応用例, 塗装工学, 52(10), 318-323 (2017).

24. 石崎貴裕, 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 酸素還元に対する白金触媒の性能に迫る炭素複合材料の合成, 電気計算, 86(1), 34-40 (2018).

25. 石崎貴裕, 嶋田雄太, 綱川美佳, 久田柊太郎, マグネシウム合金の防食機能向上のための超撥水处理技術, ファインケミカル, 47(1), 26-33 (2018).

26. 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 石崎貴裕, ソリユーションプラズマで合成した窒素含有カーボン系複合材料の酸素還元触媒能に及ぼす熱処理の効果, 材料の科学と工学, 受理, (2018).

27. 横溝哲也, 嶋田雄太, 綱川美佳, 芹澤愛, 石崎貴裕, 蒸気コーティング法を用いた Al-Zn-Mg 合金上への耐食性皮膜の作製, 受理, 軽金属 (2018).

【図書】

1. Takahiro Ishizaki, Mika Tsunakawa, Ryouta Shiratori, Kae Nakamura, Ai Serizawa, Magnesium Alloys: Chapter 4, Preparation of Corrosion-Resistant Films on Magnesium Alloys by Steam Coating, INTECH, 91-125, (2017).

2. 石崎貴裕, 超親水・超撥水化のメカニズムと品質向上 ～測定評価ノウハウ・産業活用事例・現場の課題 Q&A～, 第4章 第2節 第4項 表面改質によるガラスへの超撥水性付与技術開発, 情報機構, 192-201, (2017).

3. Oi Lun Li, Takahiro Ishizaki, Emerging Materials for Energy Conversion and Storage, Chapter 4, Development, Challenges and Prospects of Carbon-Based Electrode for Lithium Air Batteries, Elsevier, in press (2018).

4. Takahiro Ishizaki, Takuya Furukawa, Naosumi Kamiyama, Nagahiro Saito, Osamu Takai, Handbook of Self-Cleaning Surfaces and Materials - from Fundamentals to Applications (1st Ed.), Vol. 2: Self-cleaning and anti-corrosion coatings., Wiley, in press (2018).

【学会発表】

1. T. Ishizaki, S. Hisada, O. L. Li, Wettability Behavior of Organic Silane Molecules with Different Alkyl-Chain Length coated Si surface, 19th International Conference on Advanced Materials (ICAM2017), Holiday Inn Singapore Atrium, Singapore, 3-5 May, 2017.

2. 綱川美佳, 嶋田雄太, 中村嘉恵, 石崎貴裕, 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速度の算出, 軽金属学会第 132 回春期大会, 名古屋大学東山キャンパス, 2017 年 5 月 20-21 日

3. 江目宏樹, 山田純, 太陽光反射ファンデーション開発のための数値解析, 第 54 回日本伝熱シンポジウム, 大宮, 2017 年 5 月 24 日.

4. 新井雄太, 西村徳斗, 江目宏樹, 河野貴裕, 山田純, 短期間成長評価法を用いた LED 光源のパルス周期が植物の成長に与える影響評価, 第 54 回日本伝熱シンポジウム, 大宮, 2017 年 5 月 24 日.
5. 河野貴裕, 藤間勝子, 野澤桂子, 今西宣晶, 江目宏樹, 山田純, 色素沈着を有する皮膚のふく射物性計測, 第 54 回日本伝熱シンポジウム, 大宮, 2017 年 5 月 25 日.
6. H. Gonome, K. Watanabe, T. Kono, J. Yamada, Numerical analysis for lighting by using optical fiber, CHT-17, Napoli, Italy, May 28-June 1, 2017.
7. K. Watanabe, H. Gonome, T. Kono, J. Yamada, Numerical analysis for evaluation of lighting by using optical fiber, Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, Okinawa, 28-30 Oct., 2017.
8. H. Gonome, T. Kono, J. Yamada, Measurement of scattering phase function for nano fiber, Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, Okinawa, 28-30 Oct., 2017.
9. Y. Arai, K. Fujiwara, T. Kono, K. Nakamura, J. Yamada, H. Gonome, Experimental Evaluation of Scattering Phase Function of Scattering Medium Containing Metallic Nano-Fibers, Fourteenth International Conference on Flow Dynamics, Sendai, 1-3 Nov., 2017.
10. 河野貴裕, 江目宏樹, サラスックガンタワン, 蒔田義明, 長沼英実, 山田純, 人の皮膚の光物性を再現する人工皮膚の開発, 第 38 回日本熱物性シンポジウム, つくば, Nov. 7-9, 2017.
11. A. Serizawa, K. Mori, T. Ishizaki: Tailored preparation of corrosion resistant AlOOH-LDH nanocomposite film on Aluminum alloys; 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMAP 2017), November 2017, Busan, Korea. 【招待講演】
12. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Ishizaki: Improvement of Corrosion Resistance of Al alloy by Preparing of AlOOH/Layered Double Hydroxide Composite Film; 2nd International Conference on Sustainable Materials Science and Technology (SMST17), July 2017, Canary Islands, Spain. 【招待講演】
13. A. Serizawa, T. Koike, T. Ishizaki: Synthesis of Li-Ni-Mn-Al oxide for cathode material of lithium-ion batteries by two-step flux method; European Advanced Energy Materials and Technology Congress - 2018 (AEMC-2018), March 2018, Stockholm, Sweden.
14. K. Mori, T. Kim, T. Ishizaki, A. Serizawa: Influence of Temperature and Pressure on Film Formation and Aging Behavior of Al-Mg-Si Alloys in Steam Process; 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMAP 2017), November 2017, Busan, Korea.
15. T. Kim, Y. Hirai, T. Ishizaki, A. Serizawa: Influence of Trace Element Additions on Mechanical and Thermal Properties of AZX612 Magnesium Alloy; 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMAP 2017), November 2017, Busan, Korea.

16. Y. Lim, Y. Hirai, A. Serizawa: Microstructure evolution responsible for thermal fatigue behavior of Al-Si-Mg casting alloys; 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMAP 2017), November 2017, Busan, Korea.
17. A. Serizawa, K. Mori, T. Ishizaki: Corrosion resistance of AlOOH containing Mg-Al Layered Double Hydroxide prepared on Al alloy by steam process; XXVI International Materials Research Congress (IMRC 2017), August 2017, Cancun, Mexico.
18. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Kim: Effect of vacancies on the formation and evolution of two types of nanoclusters in Al-Mg-Si alloys; XXVI International Materials Research Congress (IMRC 2017), August 2017, Cancun, Mexico.
19. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Ishizaki: Improvement of Corrosion Resistance of Al alloy by Preparing of AlOOH/Layered Double Hydroxide Composite Film; 2nd International Conference on Sustainable Materials Science and Technology (SMST17), July 2017, Canary Islands, Spain.
20. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Kim, T. Ishizaki: Corrosion Resistance of Mg-Al LDH Nanocontainer-Equipped Mg(OH)₂ Film Formed on Magnesium Alloys by Steam Coating; Nanotech France 2017 Conference and Exhibition, June 2017, Paris, France.
21. A. Serizawa, Y. Lim, K. Mori, T. Ishizaki: Preparation and Characterization of AlOOH-LDH Nanocomposite Film on Aluminum Alloy; Nanotech France 2017 Conference and Exhibition, June 2017, Paris, France.
22. A. Serizawa, K. Mori, T. Ishizaki: Characterization of AlOOH Film Containing Mg-Al Layered Double Hydroxide Prepared on Al Alloy by Steam Coating; 19th International Conference on Advanced Materials (ICAM 2017), May 2017, Singapore, Singapore.
23. 芹澤愛：軽金属材料表面のヘテロ構造化による高耐食化，一般社団法人表面技術協会 第136回講演大会，S3 異種材料の複合化による材料高機能化，金沢，2017年9月。
【招待講演】
24. 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，一般社団法人表面技術協会／第64回『ナノテク部会』研究会，異種界面制御による材料の高機能化技術，東京，2017年2月。【招待講演】
25. 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，軽金属学会関東支部平成29年度若手研究者育成修会，栃木，2017年8月。
26. 金太駿，芹澤愛：難燃性マグネシウム合金の時効挙動と熱伝導性に及ぼす微量添加元素の影響，軽金属学会関東支部平成29年度若手研究者育成修会，栃木，2017年8月。
27. 芹澤愛：水蒸気を用いた高強度・高耐食性を両立する、新たなアルミニウム等軽金属材料の創製，学校法人芝浦工業大学メディア関係者懇親会，東京，2017年11月。
28. 森浩太郎，芹澤愛：Al-Zn-Mg合金上へのベーマイト皮膜形成に及ぼす水蒸気プロ

- セス条件の影響，表面技術協会第 137 回講演大会，東京，2018 年 3 月。
29. 金太駿，石崎貴裕，芹澤愛：難燃性マグネシウム合金の耐食性に及ぼす微量添加元素の影響，表面技術協会第 137 回講演大会，東京，2018 年 3 月。
 30. イムユンス，芹澤愛，茂泉健，竹中俊夫：Al-Si-Mg-Cu 合金の疲労挙動に及ぼす表面形状の影響，表面技術協会第 137 回講演大会，東京，2018 年 3 月。
 31. 小池健生，石崎貴裕，芹澤愛：多段階プロセスによる Li-Ni-Mn-Al 系正極活性物質の作製，表面技術協会第 137 回講演大会，東京，2018 年 3 月。
 32. 横溝哲也，嶋田雄太，笹川圭祐，芹澤愛，石崎貴裕：蒸気コーティング法による Al-Zn-Mg 合金上への複合水酸化物皮膜の作製と耐食性評価，軽金属学会第 133 回秋期大会，宇都宮，2017 年 11 月。
 33. 森浩太郎，芹澤愛：水蒸気プロセスを施した Al-Zn-Mg 合金上の皮膜形成に及ぼすプロセス条件の影響，軽金属学会第 133 回秋期大会，宇都宮，2017 年 11 月。
 34. 金太駿，平井佑弥，森浩太郎，芹澤愛：難燃性マグネシウム合金の時効挙動と電気伝導性に及ぼす微量添加元素の影響，軽金属学会第 133 回秋期大会，宇都宮，2017 年 11 月。
 35. T. Ishizaki, S. Hisada, O. L. Li : Wettability Behavior of Organic Silane Molecules with Different Alkyl-Chain Length coated Si surface : 19th International Conference on Advanced Materials (ICAM2017).
 36. A. Serizawa, K. Mori, T. Ishizaki : Characterization of AlOOH Film Containing Mg-Al Layered Double Hydroxide Prepared on Al Alloy by Steam Coating : 19th International Conference on Advanced Materials (ICAM2017).
 37. 綱川美佳，嶋田雄太，中村嘉恵，石崎貴裕：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速度の算出 : 軽金属学会第 132 回春期大会。
 38. 横溝哲也，笹川圭祐，中村嘉恵，Li Oi Lun，芹澤愛，石崎貴裕：蒸気コーティング法を用いた Al-Zn-Mg 合金上への耐食性皮膜作製技術の開発 : 軽金属学会第 132 回春期大会。
 39. 嶋田雄太，綱川美佳，中村嘉恵，石崎貴裕：AZ61 系 Mg 合金の腐食挙動に及ぼす Ca 添加量の影響 : 軽金属学会第 132 回春期大会。
 40. T. Ishizaki, S. Hisada, A. Takada : Water droplet behavior on surfaces covered with two types of organic silane molecules with different alkyl-chain length : Nanotech France 2017 International Conference and Exhibition.
 41. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Kim, T. Ishizaki : Corrosion Resistance of Mg-Al LDH Nanocontainer-Equipped Mg(OH)₂ Film Formed on Magnesium Alloys by Steam Coating : Nanotech France 2017 International Conference and Exhibition.
 42. T. Ishizaki, S. Hisada, A. Takada : Behavior of Wettability on hydrophobic surface prepared by thermal CVD using organic silane molecules with different alkyl chain length :

International Conference on Sustainable Materials Science and Technology (Canary island).

43. A. Serizawa, Y. Hirai, T. Ishizaki : Improvement of Corrosion Resistance of Al alloy by Preparing of AlOOH/Layered Double Hydroxide Composite Film : International Conference on Sustainable Materials Science and Technology (Canary island).

44. T. Ishizaki, M. Tsunakawa, Y. Shimada, K. Nakamura, A. Serizawa : Preparation and anticorrosive performance of Mg(OH)₂ film containing crystalline Mg-Al layered double hydroxide on Mg alloy by steam coating : IMRC(XXVI International Material Research Congress) 2017.

45. A. Serizawa, K. Mori, T. Ishizaki : Corrosion resistance of AlO(OH) containing Mg-Al layered double hydroxide prepared on Al alloys by steam coating : IMRC(XXVI International Material Research Congress) 2017.

46. 横溝哲也, 笹川圭祐, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法を用いた Al-Zn-Mg 合金上への耐食性皮膜作製技術の開発 : 軽金属学会関東支部平成 29 年度若手研究者研修会.

47. M. Tsunakawa, K. Nakamura, Y. Shimada, T. Ishizaki : Preparation of corrosion resistant film on magnesium alloys with different aluminum contents by steam coating : Eurocorr2017.

48. Y. Shimada, M. Tsunakawa, K. Nakamura, T. Ishizaki : Influence of Ca-addition amount on corrosion behavior of Ca-added Mg alloys : Eurocorr2017.

"49. 高田葵, 石崎貴裕 : 直鎖状と枝状の分子構造を有する有機シラン分子を被覆させた表面の濡れ性挙動

: 表面技術協会第 136 回講演大会. "

50. 久田柊太郎, 横溝哲也, 高田葵, 石崎貴裕 : 2 種類の有機シラン分子を被覆した表面の濡れ性挙動に及ぼすアルキル鎖長の影響 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

"51. 横溝哲也, 中村嘉恵, Li Oi Lun, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法による Al-Zn-Mg 合金上への層状複水酸化物含有皮膜の生成条件の探索と耐食性評価

: 表面技術協会第 136 回講演大会. "

52. 金子周, 和田雄太, 李熏聲, 石崎貴裕 : ソリューションプラズマによるグラファイトライクカーボン材料の合成と物理化学的特性評価 : 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム.

53. 横溝哲也, 笹川圭祐, 中村嘉恵, Oi Lun Li, 芹澤愛, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法によるアルミニウム合金上へのヘテロ構造化複水酸化物皮膜の作製 : 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム.

54. 中村嘉恵, 綱川美佳, 嶋田雄太, 芹澤愛, 石崎貴裕 : 蒸気コーティング法によるマグネシウム合金上への複合セラミックス皮膜の作製 : 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム.

55. 綱川美佳, 嶋田雄太, 中村嘉恵, 石崎貴裕 : Ca 添加難燃性マグネシウム合金の塩

化物水溶液中での腐食挙動に及ぼすカチオン添加の影響：軽金属学会第 133 回秋期大会.

56. 嶋田雄太, 綱川美佳, 中村嘉恵, 石崎貴裕：走査型プローブ顕微鏡を用いた Ca 添加難燃性 Mg 合金の腐食挙動の解析：軽金属学会第 133 回秋期大会.

57. 横溝哲也, 嶋田雄太, 笹川圭祐, 芹澤愛, 石崎貴裕：蒸気コーティング法による Al-Zn-Mg 合金上への複合水酸化物皮膜の作製と耐食性評価：軽金属学会第 133 回秋期大会.

58. O.L. Li, H.S. Lee, G. Panomsuwan, T. Ishizaki : Nitrogen-doped carbon-carbon nano-fiber composite as a new approach for metal-free oxygen reduction catalyst : The 4th International on Hybrit Materials and Processing (HyMap2017).

59. H.S Lee, D. Imamura, Y. Wada, A. Kaneko, O.L. Li, T. Ishizaki : Simultaneous synthesis of nano graphite and amorphous carbon during electric discharge in organic solution : The 4th International on Hybrit Materials and Processing (HyMap2017).

60. T. Ishizaki, M. Tsunakawa, Y. Shimada, K. Nakamura, A. Serizawa : Preparation of corrosion resistant composite hydroxide film on magnesium alloys by steam coating : The 4th International on Hybrit Materials and Processing (HyMap2017).

61. 石崎貴裕：EPMA-8050G を用いた軽金属材料の腐食防食挙動の解析：第 35 回マイクロアナリシス懇談会.

62. 金子周, 和田雄太, 李熏聲, 石崎貴裕：窒素含有カーボンとカーボンナノチューブの複合材料の作製：日本材料科学会第 5 回 メゾスコピック研究会講演会.

63. 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 石崎貴裕：ソリューションプラズマプロセスによる窒素含有カーボンとケッチェンブラックのカーボン系複合材料の合成：日本材料科学会第 5 回 メゾスコピック研究会講演会.

64. 久田柊太郎, 石崎貴裕：2 種類の直鎖状有機シラン分子を被覆した Si 表面の濡れ性挙動：日本材料科学会第 5 回 メゾスコピック研究会講演会.

"65. 金子周, 和田雄太, 李熏聲, 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系複合材料の合成及び酸素還元反応に対する触媒性評価：第 44 回炭素材料学会年会."

66. 嶋田雄太, 綱川美佳, 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複合水酸化物皮膜の作製とその耐食性評価：第 12 回日本フラックス成長研究発表会.

"67. 横溝哲也, 笹川圭祐, 石崎貴裕：蒸気コーティング法による Al-Zn-Mg 合金上への層状複水酸化物含有皮膜の作製と耐食性：第 12 回日本フラックス成長研究発表会."

"68. 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 石崎貴裕：ソリューションプラズマにより合成した窒素含有カーボンの特性に及ぼす熱処理の効果

： 第 12 回日本フラックス成長研究発表会. "

69. Gasidit Panomsuwan, Takahiro Ishizaki : Pt nanoparticles encapsulated in nitrogen-doped carbons as methanoltolerant electrocatalysts for oxygen reduction reaction : Pure and Applied Chemistry International Conference 2018 (PACCON 2018).

70. 岩野凌, 石崎貴裕: ソリューシンプラズマプロセスによる SiC ナノ粒子の合成 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

71. 金子周, 和田雄太, 李熏聲, 石崎貴裕: ソリューシンプラズマにより合成した窒素含有カーボンの比表面積に及ぼす熱処理の影響 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

72. 横溝哲也, 嶋田雄太, 笹川圭祐, 芹澤愛, 石崎貴裕: 蒸気コーティング法による Al-Zn-Mg 合金上への複合水酸化物皮膜の作製とその耐食性評価 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

73. 加藤秀平, 石崎貴裕: ソリューシンプラズマによるコバルトナノ粒子を含む酸素還元触媒用カーボン材料の合成 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

74. 岸野峻佑, 石崎貴裕: 疎水性と親水性官能基を有する有機シラン分子を共吸着させた表面の作製と濡れ性挙動 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

75. 宮下智弘, 嶋田雄太, 石崎貴裕: 蒸気コーティングを用いた Ca 添加型難燃性マグネシウム合金上への耐食性皮膜の作製 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

76. 藤原健佑, 石崎貴裕: リチウム空気電池の性能に及ぼすナノカーボン材料の物理化学的特性の調査 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

77. 和田雄太, 金子周, Lee Hoonseung, 石崎貴裕: 五員環と六員環構造を有する原料を用いたソリューシンプラズマによる窒素含有カーボンの合成 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

78. 久田柊太郎, 高田葵, 石崎貴裕: アルキル鎖長の異なる有機シラン分子を共吸着させた Si 表面の濡れ性挙動 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

79. 高田葵, 石崎貴裕: 分子構造の異なる 2 種類の有機シラン分子を 2 段階で共吸着させた表面の濡れ性挙動 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

80. 小池健生, 石崎貴裕, 芹澤愛: Li[Ni0.8Mn0.15Al0.05]O2 の作製およびリチウムイオン二次電池用正極材への応用 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

81. 嶋田雄太, 石崎貴裕: 微小領域の計測を用いた AZ61 系 Mg 合金の腐食挙動に及ぼす Ca 添加量の影響に関する調査 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

82. 石崎貴裕: 水蒸気を利用した軽量金属材料への耐食性皮膜作製技術の開発 : 表面技術協会第 136 回講演大会.

83. 伊倉隆平, 石崎貴裕: ソリューシンプラズマによる塩素含有スルホン化カーボン固体酸触媒の合成とセルロースの加水分解への応用 : 日本化学会第 98 春期年会.

84. T. Ishizaki, A. Kaneko, Y. Wada, H.S. Lee, G. Panomsuwan : Solution plasma synthesis of

catalytic carbon composite nanomaterials for oxygen reduction reaction : European Advanced Energy Materials and Technology Congress (AEMC 2018).

【特許等出願】

1. マグネシウム複合材料及びその製造方法（特願 2017-10681），石崎貴裕，中村嘉恵，西村俊一，2017 年 5 月 30 日
2. セルロースの処理方法、及びセルロースの糖化方法（特願 2017-119814），石崎貴裕，リ オイ ルン ヘレナ，2017 年 6 月 19 日
3. 酸基含有アモルファスカーボンの製造方法、酸基含有アモルファスカーボン、及びセルロースの糖化方法、（特願 2017-148700），石崎貴裕，リ オイ ルン ヘレナ，2017 年 7 月 31 日
4. 高耐食性マグネシウム合金材及びその製造方法（特願 2017-192461），石崎貴裕，芹澤愛，2017 年 10 月 2 日
5. マグネシウム合金基材に対して高耐食性を簡単に実現できる表面被覆マグネシウム合金基材の製造方法、その製造方法で得られた表面被覆マグネシウム合金基材、その補修方法、およびその使用方法（特願 2017-212911），石崎貴裕，康諭基泰，平成 29 年 11 月 2 日
6. 炭化ケイ素微粒子の製造方法(特願 2018-011803)，石崎 貴裕，篠田 佳和，平成 30 年 1 月 26 日
7. マグネシウム合金基材に対して高耐食性を簡単に実現できる表面被覆マグネシウム合金基材の製造方法、その製造方法で得られた表面被覆マグネシウム合金基材、その修復方法、およびその使用方法、石崎 貴裕 他，出願準備中

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	HOYA(株)	1,241
2	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	篠田商事(株)	2,000
3	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	ニッコーシ(株)	1,500
4	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	大平洋ランダム(株)	1,241
5	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	旭東ダイカスト(株)	1,750
6	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	HOYA(株)	1,241
7	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	(株)放電精密加工研究 所	800
8	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	(株)本田技術研究所	2,000

9	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	日東ユメックス(株)	2,818
10	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	(株) キャタラー	1,149
11	材料工学	石崎貴裕	NDA 締結中	HOYA(株)	1,500
12	機械工学科	山田純	攪拌による粒子分散媒質の光特性への影響	株式会社 PRIMIX	1,000
13	材料工学	芹澤愛	NDA 締結中	いすゞ自動車(株)	1,500
14	材料工学	芹澤愛	NDA 締結中	ルミナス	300
15	材料工学	芹澤愛	NDA 締結中	YKK	400
16	材料工学	芹澤愛	NDA 締結中	三菱重工業	500
17	材料工学	芹澤愛	NDA 締結中	新東工業	500

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	材料工学科	石崎貴裕	科学研究費助成事業 基盤研究 (A)	日本学術振興会	9,490
2	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 ステージ II シーズ育成タイプ	JST	14,040
3	材料工学科	石崎貴裕	CREST	JST	9,100
4	材料工学科	石崎貴裕	革新的構造部材等研究開発事業	NEDO	2,000
5	材料工学科	石崎貴裕	研究補助金	軽金属奨学会	150
6	材料工学科	芹澤愛	産学共創基礎基盤研究プログラム	JST	22,850
7	材料工学科	芹澤愛	科学研究費助成事業 若手研究 (B)	日本学術振興会	780
8	材料工学科	芹澤愛	日揮・実吉奨学会研究助成金	公益財団法人 日揮・実吉奨学会	2,000
9	材料工学科	芹澤愛	研究補助金	軽金属奨学会	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	27 件		
特許出願件数	7 件		内出願準備中 1 件
共同研究件数	17 件	21,440 千円	
外部資金獲得数	9 件	51.070 千円	
参加学生数	15 名（内留学生 0 名）		
参加企業数	15 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

（刷毛を用いたカーボンナノチューブ電極を有する誘電エラストマーアクチュエータの開発）

（フェーズ I）

MWNT を 3M 社のシリコン系ゴムに直接塗布した。物理吸着によって比較的透明な電極が作成できた。さらに予歪を加えなくても振動することまで実験で明らかにした。高速応答可能な誘電エラストマーアクチュエータを実現できたと考えている。

（バルーン DEA）（フェーズ II）

軽量かつ柔軟でありながら、大きな変位を生み出すアクチュエータとして、誘電エラストマーアクチュエータ（Dielectric Elastomer Actuator: DEA）が注目されている。DEA は、人工筋肉、発電デバイス（エナジーハーベスティング）、音響スピーカー、ドラッグデリバリーシステム、ソフトアクチュエータなどへの応用が期待されている。DEA は、高分子誘電膜を柔軟電極で挟み込んだキャパシタ構造である。DEA は、電極間の電位差により電極同士が静電気力によって互いに引き合うことで変形する。誘電エラストマーはポアソン比が 0.5 に近く、体積変化はほとんどない。また、DEA は、これに対して予ひずみを作用させることで絶縁破壊強度、および変形量（ひずみ量）が大きくなるという特徴を有するため、多くの検討例においては、予ひずみを作用させて駆動させることを前提としている。

DEA スピーカは、音響試験における音源を代替するものとして期待されている。従来、複数のスピーカを組み合わせることで実現していた所望の音響放射パターンを、DEA スピーカであれば単一デバイスで実現できる。従って、DEA スピーカは、室内音響指標の残響時間の計測における理想的な点音源として期待されている。

上述の問題点を解決するために、DEA を空気圧により風船のように膨らませること

で、DEA に予ひずみを作用させると共に DEA の膜厚を薄くし、形状が球に近い風船 DEA スピーカを実現する。

(DEA の内部応力の可視化) (フェーズ II)

DEA は、柔軟電極に電圧を印加することにより駆動される。DEA は、柔軟電極 (材料、数、配置)、駆動電圧、予ひずみなどの諸条件により、応答性や発生力など性能が大きく異なる。所望の性能を有する DEA を製作するためには、これらの諸条件を適切に設定する必要がある。本研究では、所望の性能を有する DEA の設計指針を定性的または定量的に示すために、駆動時の DEA 内部の応力状態を可視化することを試みる。本研究では、DEA の内部応力分布を複屈折位相差分布として可視化する。

(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実現) (フェーズ II)

多孔質物質は内部に空孔を有することから断熱材、緩衝材、吸着材として優れた性質を持つ。柔軟かつ機械的強度が優れていれば内部の空孔を潰しつつ変形するので大きな変位が可能である。本研究では、誘電エラストマーを多孔質化することで 1 軸変形可能なアクチュエータの理論を構築し、実験で実証することを目的とした。

B 成果の概要

(刷毛を用いたカーボンナノチューブ電極を有する誘電エラストマーアクチュエータの開発) (フェーズ I)

刷毛を用いて、シリコン系エラストマーに CNT を塗布した。物理吸着ではあるが、比較的透明度が高く、100Hz 以上での応答も確認できた。さらに予歪が無くても振動することも見出しており、これまでにない展開が期待できる。

(バルーン DEA) (フェーズ II)

DEA を空気圧により風船のように膨らませることで、DEA に予ひずみを作用させると共に DEA の膜厚を薄くし、形状が球に近い風船 DEA を実現できた。今後は、風船 DEA スピーカとしての性能評価 (音響特性、振動特性)、発電用 DEA としての可能性の探索を実施していく。

(DEA の内部応力の可視化) (フェーズ II)

DEA 駆動時の内部応力分布を複屈折位相差分布として可視化することに成功した。今後は、柔軟電極 (材料、数、配置)、駆動電圧、予ひずみなどの諸条件と、応答性や発生力などの性能との関連を調べる。

(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実現) (フェーズ II)

昨年度に比べて多孔質化のプロセスの最適化を検討し、効率よく且つ再現性の良い多孔質 PDMS を得ることに成功した。さらに電極と多孔質構造の多層化に向けて実験を推進している。また理論的な理解も進み、材料定数が持つ意味の微視的な解釈がある程度できた。今後は実験との対応をはかり、応用研究を一举に進める。これらの研究は海外共同研究として推進している。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. Hiroki Hijikata, Yuki Sakai, Kan Akatsu, Yoshihiro Miyama, Hideaki Arita, and Akihiko Daikoku”, "Wide Speed Range Operation by Low-Voltage Inverter-Fed MATRIX Motor for Automobile Traction Motor”, IEEE Trans. on PE (accepted)
2. 土方大樹, 赤津 観, 加藤 崇, “可変漏れ磁束型永久磁石同期モータの実機検証”, 電気学会論文誌 D, Vol. 137 No. 9, 2017
3. NGUYEN KIEN TRUNG, and Kan Akatsu, “Attenuate influence of parasitic elements in 13.56MHz inverter for wireless power transfer systems, IEEE Trans. on PE (Accepted)
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. Hiroyuki Kaimori and Kan Akatsu, “Behavior Modeling of Permanent Magnet Synchronous Motors Using Flux Linkages for Coupling with Circuit Simulation”, IEEJ Journal of Industry Applications, Vol. 7, No. 1, pp.56-63, 2018
6. 土方大樹, 酒井祐樹, 赤津 観, 深山義浩, 有田秀哲, 大穀晃裕, “広域高効率駆動を実現する多相 MATRIX モータの提案”, 電気学会論文誌 D , vol. 138, No.3, 2018
7. Yuelin Zhang, Toshiki Hiruta, Itsuro Kajiwara and Naoki Hosoya, Active vibration suppression of membrane structures and evaluation with a non-contact laser excitation vibration test, Journal of Vibration and Control (J. Vib. Control), 23(10), 2017, 1681–1692, doi: 10.1177/1077546315599302
8. Naoki Hosoya, Itsuro Kajiwara, Koh Umenai, Shingo Maeda, Dynamic characterizations of underwater structures using noncontact vibration tests based on nanosecond laser ablation in water: evaluation of passive vibration suppression with damping materials, Journal of Vibration and Control, XX, 2017, XXXX-XXXX. (DOI: 10.1177/1077546317710158)
9. Naoki Hosoya, Michiru Mishima, Itsuro Kajiwara, and Shingo Maeda, Non-destructive firmness assessment of apples using a non-contact laser excitation system based on a laser-induced plasma shock wave, Postharvest Biology and Technology, 128, 2017, 11–17. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.01.014
10. Naoki Hosoya, Ryosuke Umino, Atsushi Kanda, Itsuro Kajiwara, and Atsushi Yoshinaga, Lamb wave generation using nanosecond laser ablation to detect damage, Journal of Vibration and Control, XX, 2017, XXXX-XXXX. (DOI: 10.1177/1077546316687904)
11. K. Ichikawa, S. Maeda, Y. Yamanishi, “Evaluation of invasiveness by breakdown phenomena of electrically induced bubbles for a needle-free injector”, Journal of Microelectromechanical Systems, (Accepted).
12. V. Cacucciolo, H. Shigemune, C. Matteo, C. Laschi, S. Maeda, “Conduction

ElectroHydroDynamics with Mobile Electrodes: a novel Actuation System for Untethered Robots”, Advanced Science, 4, pp.1600495-1 - 1600495-6, 2017.

13. T. Sato, Y. Yamanishi, V. Cacucciolo, Y. Kuwajima, H. Shigemune, M. Cianchett, C. Laschi, S. Maeda, “Conduction ElectroHydroDynamic pumps with asymmetrical structure of electrodes in micro channel”, Chemistry letters, 46, pp.950-952, 2017.

14. 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, 2, 2, pp.1001-1007, 2017.

【図書】

1. 前田真吾, ” 自律機能を有したインテリジェントマテリアルの設計とケミカルアクチュエータの創製”, 機械の研究, 69, pp.661-668, 2017 年.

【学会発表】

1. Kazuya Uchida and Kan Akatsu, “An examination of optimizing input impedance for wireless power transfer operating with high power condition”, 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEC 2017 - ECCE Asia)

2. Yoshihiro Miyama; Mitsuru Ishizuka; Haruyuki Kometani and Kan Akatsu , “Vibration reduction by applying carrier phase-shift PWM on dual three-phase windings permanent-magnet synchronous motor”, 2017 IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC)

3. Tatsuki Murakami and Kan Akatsu, “Principle verification of magnetization reversal motor” , 2017 19th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'17 ECCE Europe)

4. Shota Iizuka and Kan Akatsu, “A thermal dissipation characteristics of integrated in-wheel motor using SiC power module”, 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEC 2017 - ECCE Asia)

5. Kohei Aiso; Kan Akatsu and Yasuaki Aoyama , “Reluctance magnetic gear and flux switching magnetic gear for high speed motor system”, 2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)

6. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “Driver design for 3kW 13.56 MHz multiphase resonant inverter”, 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEC 2017 - ECCE Asia)

7. Nguyen Kien Trung and Kan Akatsu, “Design 13.56MHz 10 kW resonant inverter using GaN HEMT for wireless power transfer systems”, 2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)

8. Takumi Shoyama and Kan Akatsu, “Wide driving range realization by multi-layer multi-phase motor for electric vehicle”, 2017 20th International Conference on Electrical

Machines and Systems (ICEMS)

9. Alessio Di Tullio; Marco Tursini; Francesco Parasiliti and Kan Akatsu, “Five phase multi-layer drive with fault tolerant neuro-fuzzy features for safety critical applications”, 2017 20th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)
10. Kohei Aiso; Kan Akatsu; Yasuaki Aoyama, “A novel magnetic gear for high speed motor system”, 2017 IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC)
11. Dongwoo Lee and Kan Akatsu, “The study on transient performance improvement of position sensorless control algorithm for IPMSM”, 2017 IEEE International Symposium on Sensorless Control for Electrical Drives (SLED)
12. Dongwoo Lee and Kan Akatsu, “The Study on Gain Selecting Method of Position Sensorless Control Algorithm for IPMSM”, 2017 IEEE International Conference on Power Electronics and Drive Systems (IEEE PEDS2017), Dec. 2017, Honolulu
13. S. Tanimoto, A. Hara, M. Yamashita, T. Suzuki, S. Araki, S. Sato, and K. Akatsu, “Extremely Compact Half-Bridge SiC Power Modules built into EV In-Wheel Motor”, 2017 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM), Sept., 2017, Washington DC.
14. Shanshan Cao, Itsuro Kajiwara, Xisheng Lia, Naoki Hosoya, Structural health monitoring based on laser excitation vibration test and wavelet transform, 2017 Eleventh International Conference on Sensing Technology (ICST), (査読有). Macquarie University, Sydney, Australia. 2017.12.4-2017.12.6
15. Naoki Hosoya, Atsushi Yoshinaga, Atsushi Kanda, Ryosuke Umino, and Itsuro Kajiwara, Excitation system based on laser-induced plasma to generate Lamb wave, International Conference on Engineering Vibration (ICoEV2017), (査読有). Hotel Hilton, Sofia, Bulgaria. 2017.9.4-2017.9.7
16. 小田一心, 梶原逸朗, 細矢直基, レーザーを用いた音響加振に基づく閉空間内の異物検知, 日本機械学会 [No.17-17] Dynamics and Design Conference 2017 USB 論文集, 2017, (No. 525). (査読無). 愛知大学豊橋キャンパス (愛知県豊橋市) 2017.8.29-2017.9.1
17. 吉永 敦, 奥村 洋平, 細矢 直基, 神田 淳, 岩崎 紗綾, 梶原 逸朗, レーザーアブレーションを用いた Lamb 波の生成 (金属チップによる損傷防止), 日本機械学会 [No.17-13] Dynamics and Design Conference 2017 USB 論文集, 2017, (No. 441). (査読無). 愛知大学豊橋キャンパス (愛知県豊橋市) 2017.8.29-2017.9.1
18. H. Shigemune, S. Maeda, S. Hashimoto, S. Sugano, “Simultaneous printing of multiple origami structures”, IEEE International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, 2017 (in press).
19. Y. Fukuyama, K. Ichikawa, S. Maeda, Y. Yamanishi, “Fundamental study on electrically-induced bubble catalytic plating technology”, IEEE International Symposium on

- Micro-NanoMechatronics and Human Science, 2017 (in press).
20. Y. Kuwajima, H. Shigemune, S. Maeda, “Development and simulation of electrohydrodynamic pumps”, IEEE International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, 2017 (in press).
21. K. Ichikawa, S. Maeda and Y. Yamanishi, “DIRECT ETCHING AND IMPLANTED METALLIZATION IN SOFT MATTER”, Proc. International conference on Micro-Nano Science Technology, IEEE μ TAS, 2017 (Accepted).
22. Y. Kuwajima, H. Shigemune, V. Cacucciolo, C. Matteo, C. Laschi, and S. Maeda, “Active suction cup actuated by ElectroHydroDynamics phenomenon”, IEEE IROS, 2017.(Accepted).
23. H. Shigemune, S. Maeda, Vito Cacucciolo, Yoshitaka Iwata, Eiji Iwase, S. Hashimoto, S. Sugano, “Printed paper robot driven by electrostatic force”, IEEE ICRA, 2017(Accepted).
24. 市川啓太, 前田真吾, 山西陽子, “電界誘起マイクロバブルを用いた直接凝着めっき法の創生”, 第8回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 2017年10月.
25. 市川啓太, 前田真吾, 山西陽子, “キャビテーション圧力計測と衝撃波収束の研究”, 応用物理学会学術講演会, 福岡国際会議場, 2017年9月.
26. 佐藤匡, 前田真吾, 山西陽子, “連結式低電圧マイクロ EHD ポンプの研究”, 応用物理学会学術講演会, 福岡国際会議場, 2017年9月.
27. 奥野友都, 中村真吾, 長谷川忠大, 油田信一, 前田真吾 “やわらかい静電型接着デバイスの開発”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
28. 佐藤匡, 前田真吾, 山西陽子, 桑島悠, 重宗宏毅, “電気流体現象を用いた連結式マイクロポンプの研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
29. 市川啓太, 前田真吾, 山西陽子, “電界誘起マイクロバブルのキャビテーションにおける衝撃波発生と収束に関する研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
30. 板橋壮平, 前田真吾, 山西陽子, “電界誘起気泡を用いた植物細胞への試薬導入の研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
31. 今川直人, 前田真吾, 山西陽子, “電界誘起気泡を用いた帯電液滴インクジェットの研究”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
32. 桑島悠, 重宗宏毅, 前田真吾, “CONDUCTION PUMPING を用いたポンプの設計”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
33. 前田真吾, 重宗宏毅, 宇津直輝, “多孔質エラストマーの作製”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
34. 吉村恭輔, 前田真吾, 大塚裕司, “複数の自励振動ゲルから得られる発生力”, ロボティクス・メカトロニクス 2017 (ROBOMECH2017), 2017年5月.
35. S. Maeda, “Soft and chemical robots”, Progress In Electromagnetics Research Symposium,

Singapore, Oct. 2017 (Invited talk).

36. 前田真吾: “化学反応で動くシステム“, 「ソフトロボット: メカニカル材料」 シンポジウム, 早稲田大学, 2017 年 5 月 27 日(招待講演)

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	電気工学科	赤津 観	位置センサに関する研究	ミネベアミツミ株式会社	3,240
2	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	2,160
3	電気工学科	赤津 観	SR モータに関する研究	情熱ものづくりカンパニー	3,240
4	電気工学科	赤津 観	モータ制御に関する研究	マブチモーター株式会社	1,000
5	電気工学科	赤津 観	モータシミュレータに関する研究	ディエスピーテックノロジ株式会社	1,000
6	電気工学科	赤津 観	磁石モータに関する研究	TDK 株式会社	3,068
7	電気工学科	赤津 観	小型モータに関する研究	日産自動車株式会社	1,620
8	電気工学科	赤津 観	振動抑制に関する研究	日産自動車株式会社	4,320
9	電気工学科	赤津 観	多相モータに関する研究	三菱電機株式会社	1,500
10	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	1,500
11	電気工学科	赤津 観	SR モータに関する研究	現代自動車日本技術研究所	2,700
12	電気工学科	赤津 観	自動車用モータに関する研究	現代自動車日本技術研究所	2,500
13	電気工学科	赤津 観	小型モータに関する研究	日本電産株式会社	1,000
14	機械機能工学科	細矢 直基	レーザー加振技術による内部減衰の評価	古河電気工業株式会社	1,150

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	電気工学科	赤津 観	SIP パワーエレクトロニクス	NEDO (内閣府)	61,664
2	電気工学科	赤津 観	大学院重点プロジェクト	文科省	7,100
3	機械機能工学科	細矢 直基	科研費 基盤研究 (B)	日本学術振興会	1,400
4	機械機能工学科	細矢 直基	科研費 挑戦的研究	日本学術振興会	3,900
5	機械機能工学科	前田真吾	科研費 基盤研究 (B)	日本学術振興会	3100
6	機械機能工学科	前田真吾	科研費 挑戦的研究	日本学術振興会	910

F 評価指標の集計（上記 A～E の集計）

	件数（金額）		備考
論文数	14 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	14 件	29,998 千円	
外部資金獲得数	6 件	78,074 千円	直接経費
参加学生数	11 名（内留学生 名）		
参加企業数	11 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

H29 年度は、テーラーメイドマテリアル工学研究センターの 2 年目ということもあり、有機的な連携を図りながら研究をすすめることができた。これにより、効果的に成果を挙げることができた。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、等に関して多数の成果を挙げた。

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を定期的の実施したことにより、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有機的な連携の実施を促進させた。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 合金の高機能化技術を開発し、外部資金の獲得や論文発表および特許出願を多数行った。また、国際的な共同研究も実施し、一定の成果を挙げた。計測制御 G では、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を抽出することで、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を実施した。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ことで、接着技術に有効な表面作製技術の開発にも取り組んだ。

表界面制御 G、組織制御 G、計測制御 G では、多数の共同研究を実施することで、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した。

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昨年度に引き続き整備した。これにより、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した。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ことに成功し、特許出願等も行った。さらに、テーラーメイドマテリアル工学研究センターの国際連携を強化するために、プサン大学（韓国）の Assist. Prof. を次年度の客員研究員として迎え入れる手はずを整えた。

センターでは、計 6 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、研究出口を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、イノベーション・ジャパンなど、外部に向けて広く研究シーズやその成果を公表するための活動を行った。

(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 (上記 A~E の集計)

	件数 (金額)		備考
論文数	52 件		
特許出願件数	9 件		
共同研究件数	40 件	68,602 千円	
外部資金獲得数	17 件	131,874 千円	
参加学生数	47 名 (内留学生 0 名)		
参加企業数	34 社		
公開イベント数	4 件		

(3) 今後の計画

H30 年度は、今年度までに実施した研究テーマの中から成果の挙がっているテーマや企業ニーズの高いテーマを選定し、選定テーマを中心とした研究を継続していく。これにより、継続する研究テーマのフェーズ引き上げの加速を図ることを目標とする。また、企業ニーズの調査を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実施するとともに、社会的なニーズを有する具体的なターゲット材料を選定し、そのターゲット材料の試作品を最終年度に作製できるような研究課題の設定を行う。

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 (敬称略)	場所
1	7 月 5 日	芝浦工業大学 新技術 説明会	JST, 芝浦工業 大学	赤津、芹澤、田 嶋	JST
2	8 月 31 日 - 9 月 1 日	イノベーション・ジャ パン 2017 ~ 大学見本 市 ~	JST	石崎	東京ビッ グサイト
3	10 月 31 日	g ERC(グローバルエ ンジニアリングリサー チセンター)研究紹介	芝浦工業大学	松尾、石崎、横 井、田嶋、芹澤、 前田、	本学芝浦 校舎
4	3 月 19 日	テーラーメイドマテリ アル工学研究センター	芝浦工業大学		本学大宮 校舎
5					
6					
7					
8					

2017 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 19 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・准教授	〃	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・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
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	生命科学科・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

本学の工学的手法を生命科学に活用し、退行性変化の遅延のための技術開発、環境因子由来の疾患の診断・治療法の開発、予後の速やかな改善の観点から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(図1)。本年度はこれまでの研究に加えて、コンソーシアム内での相乗効果を図るため、コンソメンバーを構成員とする新規テーマを公募し、採択チームを中心として研究開発を進めた。これらのチームについては、年度末に進捗状況を評価し、次年度の継続・中止、あるいは再公募を行い最適化を図る予定である。

また情報発信としては、各メンバーが参画する学会等で講演を行うと共に、コンソ全体として、大学が主催するシンポジウムでポスターセッションを行った。昨年度から解説したHPに加え、新たな情報発信チャンネルとして、週刊東洋経済に記事広告を掲載し、ビジネス界の実務および意思決定者層および本学受験者保証人層に対する情報発信に努めた。年度末の SEATUC2018 シンポジウムではコンソメンバーで Special Session を行う事で、海外への情報発信・交流も始動する。

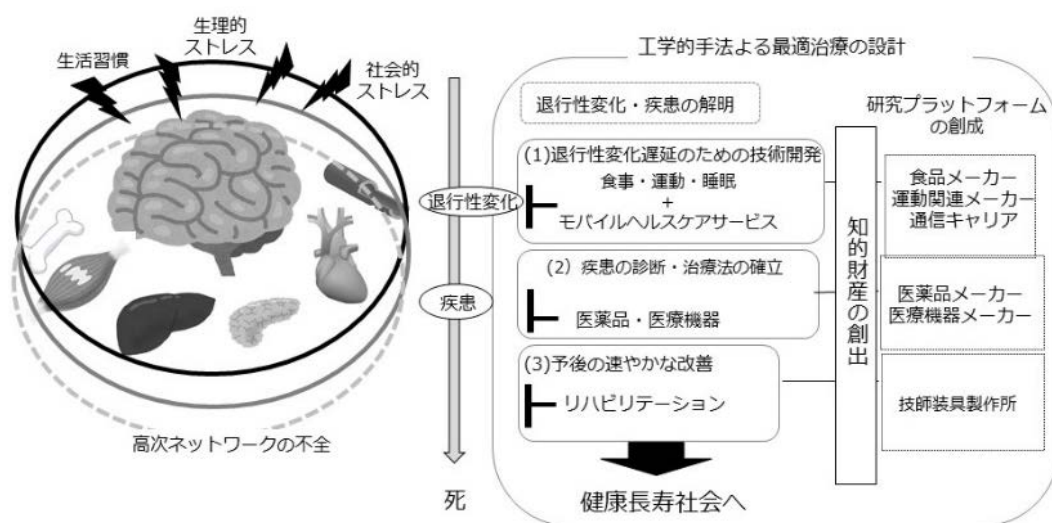


図1 本研究の目指す総合的ヘルスケアシステム

<採択された公募チームについて>

コンソーシアム発足当初の2016年度は、下記(1)～(3)に示す3グループを設定し、各研究者・研究グループによる研究を推進した。2017年度は、特色ある研究を打ち出すべく、学内複数研究者および新規テーマを条件として、コンソーシアム内でテーマ申請を行い、下記6つの研究テーマ・研究チームを設定した。

なお、本報告書では2017年度設定の6研究テーマを中心に記述するが、2016年度からの継続的な研究についても適宜補完を行う（2017年度研究テーマを「■」、2016年度研究テーマを「□」で示す）。

(1) 退行性遅延のための技術開発グループ

- 生理作用に資する食品中のポリフェノール量の簡便測定法の開発（六車仁志）
- 力学的評価法と生化学的評価法による赤血球密度と膜タンパク状態の関係性、赤血球の損傷の仕組みの詳細な理解（渡邊宣夫）
- 筋力向上のための新トレーニング手法の開発（赤城亮太）
- 血流改善作用を有する機能性表示食品の開発（越阪部奈緒美）

(2) 環境因子由来の疾患の診断・治療法の開発グループ

- マラリア自動診断システムの開発・低侵襲脳手術支援システムの開発（花房昭彦）
- 高雑音下でも所望の身体音の聴取を可能とする聴診器の開発（間野一則）
- バンコマイシンやテトラサイクリンの濃度を簡便、迅速、安価に測定できるセンサの開発（吉見靖男）
- ビタミン K の脳神経性疾患への適用（須原義智、廣田佳久）
- ビタミン E の神経保護作用の解明と臨床応用（福井浩二）
- 感性科学を応用した神経作動薬の開発（越阪部奈緒美）

(3) 予後の速やかな改善グループ

- アクチュエータを搭載しない移動式免荷歩行訓練システムの開発（山本紳一郎）
- オーダーメイド義肢装具開発の効率化（花房昭彦、山本紳一郎）
- 筋電制御日常生活動作支援上肢装具の開発（花房昭彦、山本紳一郎）

(1) 研究の概要

(1)-1（退行性遅延のための技術開発グループ）

A 計画の概要

より質の高い生活習慣を実現する情報や製品プロトタイプを開発、モバイルヘルスケアサービスを通じた発信などにより、病気に至る前のセルフケアをサポートする手法を開発する。

（研究テーマごと）

■生理作用に資する食品中のポリフェノール量の簡便測定法の開発（六車仁志）

ポリフェノールの酸化還元反応やオキシダーゼとの反応を利用した電気化学的検出法はこれまでも取り組まれてきたが、食品に混在する強雑物の影響もあり実装化には到っていない。本申請で取り組むカーボンナノチューブなどのメディエータを用いて電子を直接的に取り出す方法は精度・正確度を向上させる点において画期的な試みであり、既にモデル系を用いた予備試験において良好な成績を得ている。今後は食品抽出物などを用い、前処理を含め検討し、実装に近づける。一方、申請者らはこれまで行われてきた HPLC などによる分析法にも精通していることから、新たに開発した測定法と比較検討することでその有用性を評価する。

■力学的評価法と生化学的評価法による赤血球密度と膜タンパク状態の関係性、赤血

球の損傷の仕組みの詳細な理解（渡邊宜夫）

加齢赤血球で見られる退行性変化には、膜表面タンパク質や脂質の変性・減少、更にはこれらに起因するとされる表面積低下や形態異常など、循環器系機械式補助装置使用時の損傷現象との類似点が多々存在する。このことは、物理的刺激が細胞老化に関係する可能性を示している。そこで、加齢度レベルに応じて生じる密度の異なる赤血球膜と高せん断で損傷した赤血球の膜タンパク質の組成や酸化変性度等を比較し、両者の関連性を検証する。細胞体積あたりの重さである密度と、加齢度の関係性は従来明らかであるため、遠心分離した赤血球の密度別の膜タンパク質量を定量化する事で密度一膜タンパク質の相関性を把握する。次に、せん断に起因して損傷した赤血球を試料に用いて、膜タンパク質を定量化することで、損傷による膜タンパク質変化を明らかにし、加齢による退行性変化と比較することで、総合的に膜タンパクレベルでのせん断による赤血球損傷を解明する。これらの研究に加えて、損傷度と変形能力との関係性も明らかにする。

B 成果の概要

■生理作用に資する食品中のポリフェノール量の簡便測定法の開発（六車仁志）

ポリフェノールは多種多様であり、あらゆる食品に含まれている。本研究では、まず、ポリフェノールの一種であるカテキン類に限定した。カーボンナノチューブ(CNT)薄膜と小型で安価なカーボン電極基板を用いることによってカテキンを簡易測定法を開発した。緑茶のカテキンは、エピカテキン(EC)、エピガロカテキン(EGC)、エピカテキンガレート(EGCG)、エピガロカテキンガレート(EGCG)、の4種類（光学異性体を含めると8種類）である。これまでの研究から実際の緑茶にはEGCとEGCGの成分が大半を占めていることが知られている。実際に、EGCとEGCG混合物のサイクリックボルタモグラムが緑茶試料のそれと類似していた。そのため、EGCとEGCGの2つのカテキン類で定量する方針で取り組んだ。EGCとEGCGのピロガロール基に由来する+0.23Vの電流値または、ガレート基に由来する+0.35Vの電流値とEGCとEGCGの量が比例することを確認した。また、食品中に存在する夾雑物質であるアスコルビン酸やカフェインの影響を受けないことも確認した。ペットボトル茶のカテキン量を測定したところHPLCの測定値とCNT電極による電気化学測定法と相関がとれた。

■力学的評価法と生化学的評価法による赤血球密度と膜タンパク状態の関係性、赤血球の損傷の仕組みの詳細な理解（渡邊宜夫）

赤血球に対する力学的評価方法に関して：我々はせん断流れ環境下にて血液細胞の流動・変形を撮影する装置を構築し、更に高せん断応力の作用による細胞の損傷プロセスを可視化する事に成功した。加えて、変動せん断流れ発生装置を構築する事ができた事で、再現可能な変動せん断応力条件の幅が増大した。これにより、生体内のせん断応力変化応答から機械式循環に近い条件まで模擬する事が可能となった。

生化学的評価方法に関して：生命科学科福井教授の協力により、膜タンパクの酸化状

態を測定評価する事に取り組んでいる。引き続き、データを蓄積し赤血球損傷プロセスにおける力学的観点と生化学的観点から現象の定量化に向け活動中である。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. A. Hikichi, H. Muguruma, H. Inoue, T. Ohsawa, "Selective Determination of Nicotinamide Adenine Dinucleotide in the Presence of Ascorbic Acid and Uric Acid at A Long-Length Carbon Nanotube Electrode," *Electrochemistry*, 2017, 85, 13-16.
2. Akagi R, Suzuki M, Kawaguchi E, Miyamoto N, Yamada Y, Ema R., "Muscle size-strength relationship including ultrasonographic echo intensity and voluntary activation level of a muscle group." *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 75: 185-190, 2018.
3. Akagi R, Fukui T, Kubota M, Nakamura M, Ema R. , "Muscle shear moduli changes and frequency of alternate muscle activity of plantar flexor synergists induced by prolonged low-level contraction. " *Frontiers in Physiology*, 8: 708, 2017.
4. Ema R, Ohki S, Takayama H, Kobayashi Y, Akagi R., "Effect of calf-raise training on rapid force production and balance ability in elderly men. " *Journal of Applied Physiology* (1985), 123: 424-433, 2017.
5. Ema R, Takayama H, Miyamoto N, Akagi R., "Effect of prolonged vibration to synergistic and antagonistic muscles on the rectus femoris activation during multi-joint exercises. " *European Journal of Applied Physiology*, 117: 2109-2118, 2017.
6. Hirayama K, Akagi R, Moniwa Y, Okada J, Takahashi H., "Transversus abdominis elasticity during various exercises: a shear wave ultrasound elastography study. " *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12: 601-606, 2017.
7. Osakabe N, Terao J. Possible mechanisms of postprandial physiological alterations following flavan 3-ol ingestion. *Nutr Rev.* in press.
8. Unno, T. Osakabe, N. Green tea extract and black tea extract differentially influence caecal levels of short-chain fatty acids in rats. *Food Sci. Nutr.* In press
9. Ito M, Kudo N, Miyake Y, Imai T, Unno T, Yamashita Y, Hirota Y, Ashida H, Osakabe N. Flavan 3-ol delays the progression of disuse atrophy induced by hindlimb suspension in mice. *Exp Gerontol.* 2017 Nov;98:120-123
10. Ikeda M, Ueda-Wakagi M, Hayashibara K, Kitano R, Kawase M, Kaihatsu K, Kato N, Suhara Y, Osakabe N, Ashida H. Substitution at the C-3 Position of Catechins Has an Influence on the Binding Affinities against Serum Albumin. *Molecules.* 2017 18:22(2)

【図書】

1. Michael J. Simmonds, Nobuo Watanabe, Deepika Nandakumar, Jarod Horobin. Blood-device interaction. Page 597-626, Chapter19. of *Mechanical Circulatory and Respiratory Support 1st Edition* (Published on 13th Oct 2017, Editors: Shaun Gregory Michael Stevens John F Fraser. eBook ISBN: 9780128104927, Hardcover ISBN: 9780128104910)

【学会発表】

1. 村上知史、六車仁志、井上均、大澤達也、長尺カーボンナノチューブ電極を用いたドーパミンの検出、日本分析化学会第66年会、2017年9月10日
2. Osakabe N. Terao J. Possible mechanisms of postprandial physiological alterations following flavan 3-ol ingestion. International Conference on Polyphenols and Health 2017
3. Stress response in paraventricular hypothalamic after a single dose of flavan 3-ols. Fujii Y. Kawagoe A. Suzuki K. Hasegawa Y. Osakabe N. . International Conference on Polyphenols and Health 2017
4. Watanabe N., Shimada T., Hakozaki M, Hara R. Visualized erythrocyte's shear induced damage process under high shear flow. Abstracts from the 44th ESAO and 7th IFAO Congress(6-9 September 2017), Vienna, Australia (Aural presentation in Symposium: Blood Damage in Rotary Assist Devices)

【特許等出願】

該当なし

D 共同研究

	学科	学内研究代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	生命科学科	越 阪 部 奈 緒 美	十六茶を構成する各種植物由来ポリフェノールの血流改善効果およびメカニズム解明	アサヒ飲料㈱	1,100
2	生命科学科	渡邊宣夫	せん断刺激に起因した赤血球と血小板の機能低下・損傷現象に関する総合的基礎研究	オーストラリア・グリフィス大学およびプリンスチャールズ病院	(E4に同じ)

E 外部資金

	学科	学内研究代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	生命科学科	越 阪 部 奈 緒 美	食シグナルの認知科学の新展開と脳を活性化する次世代機能性食品開発へのグランドデザイン	戦略的イノベーションプログラム (内閣府)	11,000
2	生命科学科	越 阪 部 奈 緒 美	食品因子による消化管センシングを介したホメオダイナミクス発現機構の解明	科研費基盤研究 B	5,460
3	生命科学科	越 阪 部 奈 緒 美	カテキンオリゴマーの交感神経刺激作用を介するサルコペニア予防作用の検証		1,950
4	生命科学科	渡邊宣夫	せん断刺激に起因した赤血球と血小板の機能低下・損傷現象に関する総合的基礎研究	科学研究費補助金 (基盤研究 C)	1,960
5	生命科学科	渡邊宣夫	ファールウス・リンドクイスト効果が生じるマイクロ流路内血流に対する精密可視化評価による赤血球の密度別役割の解明	公益財団法人精密測定技術振興財団研究助成金	1,750

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	15 件		雑誌+図書+学会
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	1 件	1,100 千円	
外部資金獲得数	5 件	22,120 千円	
参加学生数	10 名 (内留学生 0 名)		
参加企業数	4 社		大学・研究機関含む

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

4

(1)-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

感性科学を応用した創薬やドラッグリポジショニング、新しい診断法や TDM 用センサの開発の両面から、今までにない治療薬や医療機器を開発する。

(研究テーマごと)

■マラリア自動診断システムの開発・低侵襲脳手術支援システムの開発（花房昭彦）

東南アジアなど熱帯地方では、マラリアが死亡者数は 42 万以上と多くの被害を及ぼしている。これらの国々では正確な診断の行える十分な数の病院がまだ無いため、現地で簡易にスクリーニングのできるマラリア自動診断システムの開発を行う。また生存率に課題のある悪性脳腫瘍を、より効率的にまた悪性腫瘍の領域をより高精度に診断、摘出のできる低侵襲脳手術支援システムの開発を行う。

■バンコマイシンやテトラサイクリンの濃度を簡便、迅速、安価に測定できるセンサの開発（吉見靖男）

抗菌薬の不適切な使用による耐性菌の発生が世界的な問題になっている。耐性菌の防止には抗菌薬が適正な濃度に保たれているか血中濃度を監視する治療薬モニタリング（TDM）が有効とされている。しかし、現状では多くの病院が分析を外部の専門機関に頼らざるを得ず、血中濃度のデータが得られるが投薬開始から 3 日後であり、耐性菌発生防止に有効な TDM が普及していないのが現状である。そこで、目的物質を鋳型として分子構造をそのマトリックス内に記憶させる分子インプリント高分子（MIP）を利用して、血液中の抗菌薬をベッドサイドで迅速に測定するセンサを開発する。

分子インプリント高分子を表面に固定されたグラファイト粒子のペースト電極を作製し、この電極をセンサとすることで、緩衝水溶液のみならず、ウシおよびヒトの全血内における抗菌剤の濃度を測定できるセンサを開発する。この目的のために、以下の研究を計画する。

- [1] MIP 高分子固定ペースト電極を用いた、抗菌薬バンコマイシンを始めとした各種医療薬用センサの開発
- [2] MIP のナノ粒子を合成し、鋳型との結合の強さ、および鋳型との特異相互作用によって粒径が変化する様子を観察する。この結果から、MIP 固定電極の電流値が変化するメカニズムを考察する。

■高雑音下でも所望の身体音の聴取を可能とする聴診器の開発（間野一則）

航空機内等における救急医療機器の一つとして、聴診器がある。しかしながら、通常の聴診器により取得される音響信号には、目的とする身体音（心音等）のほかに機内雑音が混入し、必要な情報を聞き取ることができない。近年、電子聴診器、デジタル聴診器が開発されているが、必ずしも、救急医療のための簡便性・常備設置可能性、かつ高品質なものはない。そこで、信号処理技術と聴診器の機能向上による高雑音下でも所望の身体音の聴取を可能とする聴診器開発を行う。

B 成果の概要

■マラリア自動診断システムの開発・低侵襲脳手術支援システムの開発（花房昭彦）

マラリア自動診断システムでは、スマートフォンなど性能の高くない計算機上でも処理可能な画像処理方式を試行している。現状、赤血球領域を切り出した後、感染部の染色色相、輝度の違いによる判別を試みている。低侵襲脳手術支援システムでは、安全な手術のため、腫瘍切除部に開閉センサを設け、閉じたときのみ吸引する制御システムを開発した。また洗浄水と腫瘍分離の脱水効率の向上のため新しい機構の開発を行った。

■バンコマイシンやテトラサイクリンの濃度を簡便、迅速、安価に測定できるセンサの開発（吉見靖男）

○MIP 固定カーボンペースト電極を用いて、体外循環療法に使われるヘパリンを検出する方法を開発した。このセンサは、ロット間のバラツキが小さく、血液中でも、生理食塩水中と同感度を示すことが示され、使い捨て型ヘパリン監視用センサの実現が期待されるものである（本成果は *Sensors and Actuators B: Chemical*, 259, 2018 に掲載された）。

○またヘパリンのナノ粒子は、結合能に特異性は低いものの、粒径変化は鋳型に対して特異的に発生することを見出した。本センサが血液中でも高い特異性を示すことを裏付けるものとなった。（本成果は論文を準備中である）

○幡野が合成したフェロセニル基含有モノマーを用いた MIP 固定カーボンペースト電極は、ビニルフェロセンを使ったものより好感度に血液中のバンコマイシンを安定して測定できることがわかった。（研究進行中である）

■高雑音下でも所望の身体音の聴取を可能とする聴診器の開発（間野一則）

まず、救急医療従事の医者とのヒヤリングを実施した。低コストで実用性のある聴診器の要望があることを確認した。簡単な実験として、防音室での航空機内騒音発生下での通常聴診器による心音聴取を実施しその困難性を把握した。

次に、聴診器開発のための技術調査・問題点の把握を行った。既存技術として、外部雑音と体内音の複数收音機構による雑音低減技術、電子聴診器による音・電気信号変換による伝送手段改善、また心音と心電の両方を同時測定する超聴診器の開発等がある。簡易性も一つの要求であるが、この分野で開発すべき新たな技術の方向性としては、マルチモーダル（心音・肺音等の音情報と心電図・超音波・映像情報の同時利用）、マルチマイク（または身体を広く被覆した面としての音収集）技術の可能性が強く示唆された。また、収集データ・雑音信号処理については、最終的な利用者（医者）の所望する音の提供として QoE（ユーザ体感品質）推定に基づく音処理技術の確立の重要性が挙げられる。得られた知見をもとにシステム提案・設計に取り組む。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. Y. Yoshimi, Y. Yagisawa, R. Yamaguchi, M. Seki, Blood heparin sensor made from a paste electrode of graphite particles grafted with molecularly imprinted polymer, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 259, 455-462, 2018
2. A. Hatano, Y. Kanno, Y. Kondo, Y. Sunaga, H. Umezawa, M. Okada, H. Yamada, R. Iwaki, A. Kato, K. Fukui, Synthesis and characterization of novel, conjugated, fluorescent DNJ derivatives for α -glucosidase recognition *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 25 (2017) 773-778
3. H. Muguruma, A. Hikichi, T. Matsubayashi, "Characterization of Nitrogen-Rich Coating Films with Atmospheric-Pressure Plasma Generated by Re-Entrant Microwave Cavity," *Industrial and Engineering Chemistry Research* 2017, 56, 5296-5301. 4月24日
4. H. Iwasa, A. Hiratsuka, K. Yokoyama, H. Uzawa, K. Orihara, H. Muguruma, "Thermophilic *Talaromyces emersonii* Flavin Adenine Dinucleotide-Dependent Glucose Dehydrogenase Bioanode for Biosensor and Biofuel Cell Applications," *ACS Omega*, 2017, 2, 1660-1665. 4月26日。
5. K. Orihara, A. Hikichi, T. Arita, H. Muguruma, Y. Yoshimi, "Heparin molecularly imprinted polymer thin film on gold electrode by plasma-induced graft polymerization for label-free biosensor," *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2018, in press.
6. Matsuoka, M.; Goto, M.; Wzorek, A.; Soloshonok, V. A.; Kitagawa, O. "Diastereoselective α -Alkylation of Metallo Enamines Generated from N-C axially Chiral Mebroqualone Derivatives, *Organic Letters*. 19 (10) 2650-2653 (2017)
7. Hirota Y, Suhara Y, Osakabe N, Sakaki T, Okano T. 25-hydroxyvitamin D3 may Function via Genomic and Non-Genomic actions. *Anat. Physiol.*, 7, 278-280 (2017)
8. Hirota Y, Nakagawa K, Mimatsu S, Sawada N, Sakaki T, Kubodera N, Kamao M, Tsugawa N, Suhara Y, Okano T. Nongenomic effects of 1 α ,25-dihydroxyvitamin D3 on cartilage formation deduced from comparisons between Cyp27b1 and Vdr knockout mice. *Biochem Biophys Res Commun*, 483, 359-365 (2017)
9. Kamao M, Hirota Y, Suhara Y, Tsugawa N, Nakagawa K, Okano T, Hasegawa H. Determination of Menadione by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Using Pseudo Multiple Reaction Monitoring. *Anal Sci.*, 33, 863-867 (2017)
10. Kimura K, Hirota Y, Kuwahara S, Takeuchi A, Tode C, Wada A, Osakabe N, Suhara Y. Synthesis of Novel Synthetic Vitamin K Analogues Prepared by Introduction of a Heteroatom and a Phenyl Group that Induce Highly Selective Neuronal Differentiation of Neuronal Progenitor Cells. *J Med Chem.*, 60, 2591-2596 (2017)
11. Sakane R, Kimura K, Hirota Y, Ishizawa M, Takagi Y, Wada A, Kuwahara S, Makishima M, Suhara Y. Synthesis of novel vitamin K derivatives introduced alkylated phenyl group at ω -terminal side chain and evaluation of their neural differentiation activities. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 27, 4881-4884 (2017)
12. Ito M, Kudo N, Miyake Y, Imai T, Unno T, Yamashita Y, Hirota Y, Ashida H, Osakabe N. Flavan 3-ols delays the progression of disuse atrophy induced by hindlimb suspension in mice. *Exp. Gerontol.*, 98, 120-123 (2017)
13. Hatano A, Kanno Y, Kondo Y, Sunaga Y, Umezawa H, Okada M, Yamada H, Iwaki R, Kato A, Fukui K, Synthesis and characterization of novel, conjugated, fluorescent DNJ derivatives for α -glucosidase recognition, *Bioor Med Chem*, 25(2), 773-778, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmc.2016.11.053>
14. 堀井浩二, 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
15. 西岡達馬, 梅田香織, 吉田悠真, 横島誠, 須原義智, LXR アゴニスト活性をもつ新規ナフトキノ誘導体の合成, 第59回天然有機化合物討論会(札幌) 9月20日, 2017.
16. 高田希望, 廣田佳久, 須原義智, ビタミンK作用タンパク質の同定を目指したビオチン標識ビタミンK誘導体の合成, 第61回日本薬学会関東支部大会(慶應義塾大学薬学部), 9月16日, 2017年.
17. 伊東優貴, 廣田佳久, 須原義智, ビタミンK結合タンパク質の解明を目指した新規蛍光プローブの合成, 第61回日本薬学会関東支部大会(慶應義塾大学薬学部), 9月16日, 2017年.
18. 佐藤大輝, 木村キミト, 廣田佳久, 和田昭盛, 須原義智, ニューロンへの分化誘導活性を有するヘテロ原子を誘導したビタミンK誘導体の合成, 第61回日本薬学会関東支部大会(慶應義塾大学薬学部), 9月16日, 2017年.
19. 中川公恵, 泰井麻由奈, 横田衣利, 原香織, 三宅智子, 澤田夏美, 須原義智, 岡野登志夫, 長谷川

- 潤、脳神経特異的ビタミン K₂ 合成酵素 UBIAD1 欠損マウスの脳機能解析、第 61 回日本薬学会関東支部大会（慶應義塾大学薬学部）、9 月 16 日、2017 年。
20. 木村キミト、廣田佳久、須原義智、日本薬学会第 137 年会（仙台）、3 月 27 日、2017 年。
 21. 中川公恵、原香織、三宅智子、泰井麻由奈、横田衣利、澤田夏美、須原義智、長谷川潤、岡野登志夫、脳神経特異的ビタミン K₂ 合成酵素 UBIAD1 欠損マウスの表現型解析、日本薬学会第 137 年会（仙台）、3 月 27 日、2017 年。
- 【図書】
1. 廣田佳久、ビタミン K の生体内代謝機構に関する研究、ビタミン誌、92、63-72（2018）
 2. 須原義智、廣田佳久、ビタミン K 研究のパラダイムシフト吸収・代謝から新たな生物活性まで、化学と生物、56、26-32（2018）
 3. 廣田佳久、伊東優貴、須原義智、ビタミン D は SREBP/SCAP の分解を誘導することで脂質代謝を制御する、ビタミン誌、91、617-620（2017）
 4. 木村キミト、廣田佳久、桑原重文、竹内敦子、都出千里、和田昭盛、越阪部奈緒美、須原義智、神経幹細胞からニューロンへの分化を高選択的に誘導するヘテロ原子を導入したビタミン K 誘導体の合成、ビタミン誌、91、499-502（2017）
 5. 廣田佳久、中川公恵、澤田夏美、奥田直子、須原義智、内野由理、木本貴士、舟橋伸昭、鎌尾まや、津川尚子、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、ビタミン誌、91、348-351（2017）
 6. 福井浩二、トコトリエノールに抗肥満効果はあるのか？ ビタミン、92(1)、21-23、2018
 7. 福井浩二、トコトリエノールの骨粗鬆症に対する効果と有効性、ビタミン、91(8)、506-508、2017
 8. 福井浩二、COPD とビタミン E、ビタミン、91(1)、48-52、2017
- 【学会発表】
1. 高口太郎、清水ふみ香、花房昭彦、正宗賢、村垣善浩、伊関洋：洗浄水を利用した脳腫瘍連続摘出手術システムの開発 ～腫瘍と洗浄水の分離機構の提案～. 日本コンピュータ外科学会誌 Vol. 19, No. 4, 第 26 回日本コンピュータ外科学会特集号, P. 260, 2017. 10. 28
 2. 高橋直志、花房昭彦、林英明：超音波ガイド下末梢神経ブロック支援システムに関する研究 -カメラ台数変更時の計測評価-. 第 33 回ライフサポート学会 (LIFE2017) 講演要旨集, P. 361-362, 2017. 9. 15
 3. 高口太郎、清水ふみ香、花房昭彦、正宗賢、村垣善浩、伊関洋：悪性脳腫瘍を対象とした腫瘍摘出支援システムの開発 -腫瘍と洗浄水の分離機構の提案-. 第 56 回日本生体医工学会大会 (JSMBE56) 抄録集, Th. GS-6. 1-4, 2017. 5. 4
 4. 高橋直志、花房昭彦、林英明：超音波ガイド下末梢神経ブロック支援システムに関する研究-穿刺針の刺入位置・角度・深さの計測-. 第 56 回日本生体医工学会大会 (JSMBE56) 抄録集, Th. GS-7. 4-1, 2017. 5. 4
 5. 廣田佳久、中川公恵、須原義智、岡野登志夫、水素付加したビタミン K1 の生体内代謝機構の解析、2017 年度 生命科学系学会合同年次大会 2017 年 12 月、神戸
 6. 廣田佳久、中川公恵、榊利之、須原義智、岡野登志夫、Cyp27b1 および Vdr 欠損マウスの比較から 1 α , 25D3 は軟骨形成において nongenomic 作用を示す、第 22 回日本フードファクター学会大会 2017 年 12 月、神奈川
 7. 高木勇太、井田有香、木村キミト、須原義智、廣田佳久、メチル基を有する芳香環を側鎖末端に導入したビタミン K 誘導体による神経分化活性評価、第 22 回日本フードファクター学会大会 2017 年 12 月、神奈川
 8. 請川翔一、○海野裕真、伊津野左奈永、須原義智、岡野登志夫、廣田佳久、ビタミン K1 水素付加物 (2', 3'-PKH2) の生体内代謝機構の解析、第 22 回日本フードファクター学会大会 2017 年 12 月、神奈川
 9. 高木勇太、井田有香、木村キミト、須原義智、廣田佳久、メチル基を有する芳香環を導入したビタミン K 誘導体によるニューロンへの分化誘導作用の検討、第 61 回日本薬学会関東支部大会 2017 年 9 月、東京
 10. 請川翔一、伊津野左奈永、須原義智、岡野登志夫、廣田佳久、ビタミン K1 水素付加物の生体内代謝機構の解析、第 61 回日本薬学会関東支部大会 2017 年 9 月、東京
 11. 廣田佳久、中川公恵、須原義智、岡野登志夫、ビタミン K1 水素付加物 (2', 3'-PKH2) の生体内代謝機構、第 69 回日本ビタミン学会大会 2017 年 6 月、横浜
 12. 廣田佳久、中川公恵、須原義智、岡野登志夫、水素添加したビタミン K1 (2', 3'-PKH2) の代謝機構、第 137 回日本薬学会年会 「環境・衛生系薬学」分野、2017 年 3 月、仙台
 13. 加藤優吾、白井将志、青木由典、小池泰介、福井浩二、長期高脂肪食投与マウスへのトコトリエノ

- ールの効果、第 29 回ビタミン E 研究会、プログラム・アブストラクト p31、1 月 27 日、京都、2018
14. 斎藤優太、吉田直樹、富澤佑樹、青木由典、小池泰介、福井浩二、酸化ストレスによる神経突起変性での微小管収縮と α -tocotrienol の保護効果、第 29 回ビタミン E 研究会、プログラム・アブストラクト p24、1 月 27 日、京都、2018
 15. 早川敦子、津元裕樹、岩本真知子、福井浩二、秋元義弘、遠藤玉夫、三浦ゆり、GK ラット腎臓のプロテオーム変化と組織の繊維化、第 68 回日本電気泳動学会にて発表予定。
 16. 福井浩二、神経細胞の観察と機能評価の研究、2017 年度科研費補助講演会 (CA/有限要素法融合による大規模ボクセル解析) (同志社大学仲町研究室)、12 月 1 日、京都、2017 (招待講演)
 17. 福井浩二、マウスの行動実験による認識機能評価の紹介 ～どのマウスが一番賢いのか～、科学的根拠に基づく健康寿命を伸ばす会 第 7 回講演会、要旨集 p2、9 月 11 日、東京、2017
 18. 福井浩二、沖廣俊介、大淵優花、津元裕樹、三浦ゆり、過酸化水素添加で生じる神経突起変性時に変動する突起特異的タンパク質の解析、第 25 回日本過酸化脂質・抗酸化物質学会、8 月 19 日、仙台、2017
 19. 吉田直樹、中村沙希、山下賢也、平野杏奈、福井浩二、AD モデルマウス脳ミトコンドリアの加齢に伴う各種抗酸化防御機構タンパク質の発現変化について、第 70 回日本酸化ストレス学会、プログラム・抄録集、p150、つくば、6 月 28-29 日、2017
 20. 加藤優吾、中村啓佑、平野杏奈、白井将志、吉田直樹、前原孝洋、福井浩二、アルツハイマー病モデルマウスにおける認識機能障害の一因としての脳内での酸化ストレスの亢進と神経栄養因子の変化について、第 70 回日本酸化ストレス学会、プログラム・抄録集、p150、つくば、6 月 28-29 日、2017
 21. 福井浩二、沖廣俊介、大淵優花、津元裕樹、三浦ゆり、N1E-115 細胞における神経突起の単離方法の確立と過酸化水素添加時の神経突起変性タンパク質の同定、第 70 回日本酸化ストレス学会、プログラム・抄録集、p105、つくば、6 月 28-29 日、2017
 22. 福井浩二、白井将志、平野杏奈、細野文耶、高津博勝、三浦ゆり、新海 正、浦野四郎、Long-term vitamin E-deficient and aged mice exhibit cognitive dysfunction via brain oxidation、第 40 回日本基礎老化学会、基礎老化研究 (プログラム・発表抄録)、41、Supplement、p87、名古屋、6 月 14-16 日、2017
 23. 福井浩二、沖廣俊介、大淵優花、青木由典、小池泰介、浦野四郎、津元裕樹、三浦ゆり、神経突起変性関連タンパク質の同定とトコトリエンールによる防御の可能性、日本ビタミン学会 第 69 回大会、ビタミン、91(4)、(プログラム・講演要旨集)、p298、横浜、6 月 9-10 日、2017
 24. 白井将志、浦野四郎、青木由典、小池泰介、福井浩二、トコトリエンールによる抗肥満効果と脳内の抗酸化防御機構の変動について、日本ビタミン学会 第 69 回大会、ビタミン、91(4)、(プログラム・講演要旨集)、p295、横浜、6 月 9-10 日、2017
 25. 福井浩二、ビタミン E による脳神経保護効果にメカニズムの解明、日本ビタミン学会 第 69 回大会、ビタミン、91(4)、(プログラム・講演要旨集)、p311、横浜、6 月 9-10 日、2017 (Invited)
 26. 吉田直樹、富澤佑樹、浦野四郎、福井浩二、長期ビタミン E 欠乏マウスにおける脳内 tubulin 修飾の変化、ビタミン、91(4)、(プログラム・講演要旨集)、p272、日本ビタミン学会 第 69 回大会、横浜、6 月 9-10 日、2017
 27. 福井浩二、高津博勝、トコトリエンールによる培養細胞での神経保護作用について、講演要旨集 p205、第 71 回 日本栄養食糧学会、沖縄、5 月 19-21 日、2017
 28. Koichi Harada, Yutaro Shirasaka, Takashi Harada, Daisuke Watanabe, Keita Hamasaki, "Dual hairpin RNA as a scaffold of assembling hetero protein" The 44th International symposium on Nucleic Acids Chemistry, November 14, 2017, Tokyo, Japan.
 29. Mayuko Tonosaki, Shogo Yokota, Taka-aki Higuchi, Yusuke Itou, Keita Hamasaki, "Short hairpin RNA regulates the enzymatic activity of fluorescent protein labeled BioH" The 44th International symposium on Nucleic Acids Chemistry, November 14, 2017, Tokyo, Japan.
 30. Ririka Matsumura, Kazuya Takahashi, Yusuke Itou, Chie Nakagawa, Seiya Urata, Keita Hamasaki, "RRE RNA regulates folding and emission of Rev peptide fused GFP" The 44th International symposium on Nucleic Acids Chemistry, November 14, 2017, Tokyo, Japan.
 31. 吉見 靖男、山口 莉奈、関 真希、林 俊介：分子インプリント高分子をグラフトしたグラファイト粒子のペースト電極による薬剤センシング、膜シンポジウム 2017、2017 年 11 月 13 日、京都
 32. Y. Yoshimi, Y. Yagisawa, R. Yamaguchi, M. Seki, S. Hayashi, T. M. Sato, A.C. Ferreira, Drug sensor using molecularly imprinted polymer grafted on graphite paste electrode, The 15th Congress of International Association Therapeutic Drug Monitoring and Clinical Toxicology, 2017 年 9 月 27 日、京都
 33. T.M. Sato, Y. Yoshimi, A warfarin sensor using a paste electrode of graphite grafted with

molecularly imprinted polymer, 9th International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE9), 2017 年 6 月 26 日, 金沢					
34.	Fukui K,	Nakamura S,	Calcium ionophore induces neurite degeneration in neuroblastoma cells via mitochondrial membrane oxidations, Neuroscience 2017, Nov 11-15, 2017, Washington D.C.,		
35.	Yoshida N,	Kato Y,	Hirano A, Nakamura K, Maehara T, Takatsu H, Fukui K, Changes in antioxidant protein expressions in isolated mitochondria of AD transgenic mice brains. Neuroscience 2017, Nov 11-15, 2017, Washington D.C.,		
36.	Fukui K,	Nakamura S,	Nakanishi A, Okihira S, Takatsu H, Calcium influx accelerates neurite degeneration via mitochondrial dependent oxidation, The 21 st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, July 23-27, 2017, San Francisco, CA,		
* 【特許等出願】					
なし					

D 共同研究

	学科	学内研究代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	生命科学科	福井浩二	全粒粉小麦由来トコトリエノールによる神経突起保護作用の解明	北海道大学、東京都健康長寿医療センター研究所	(E5 に同じ)
2	生命科学科	福井浩二	トコトリエノールによる神経保護作用のメカニズムの解明	株式会社 三菱ケミカルフード	1,000

E 外部資金

	学科	学内研究代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	生命科学科	廣田佳久	ビタミン K 合成機構の統一的理解を目指したビタミン K 側鎖切断酵素の解明	科学研究費補助金 (若手研究 (B))	2,030
2	生命科学科	廣田佳久	神経幹細胞分化を誘導する大豆含有ビタミン K の脳神経変性疾患治療への応用	公益財団法人 不二たん白質研究振興財団	500
3	生命科学科	廣田佳久	食品添加物ビタミン K1 水素付加物 (2',3'-PKH2) の生体内代謝機構に関する研究	公益財団法人 日本食品化学研究振興財団	400
4	生命科学科	福井浩二	非侵襲的手法による認知症早期診断キット開発への基礎的検討	公益財団法人精密測定技術振興財団	1,750
5	生命科学科	福井浩二	全粒粉小麦由来トコトリエノールによる神経突起保護作用の解明	公益財団法人 飯島藤十郎記念食品科学振興財団	1,500
6	生命科学科	須原義智	アルツハイマー病患者の脳神経再生を志向した安全性の高い神経分化誘導物質の創製	科学研究費補助金 (基盤研究 (C))	1,300
7	生命科学科	須原義智	脳障害により失われた脳神経を修復・再生する低分子化合物の創製	日本私立学校振興・共済事業団	500

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	62 件		雑誌＋図書＋学会
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	2 件	1,000 千円	
外部資金獲得数	7 件	7,980 千円	
参加学生数	9 名（内留学生 0 名）		
参加企業数	3 社		大学・研究機関含む

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

(1)-3 予後の速やかな改善グループ

A 計画の概要

早期リハビリテーションに資する免荷式歩行訓練システムや新たな治療に対応するリハ技術、義肢装具のスキル定量化、検証、設計支援システムの開発など、運動機能回復やQOLの向上に向けたリハビリ技術を開発する。

□■空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システム（AirGait）の開発およびアクチュエータを搭載しない移動式免荷歩行訓練システムの開発（山本紳一郎）

運動機能障がいや有する疾患には、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。これまでに開発を進めてきた「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」の完成させ、臨床応用を目指す。

□テーラーメイド義肢装具開発の効率化（山本紳一郎・花房昭彦）

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テーラーメイドであり、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。

□筋電制御日常生活動作支援上肢装具の開発（山本紳一郎・花房昭彦）

上肢機能障害者の中でも、主に手首動作が可能な方を対象とし、手首動作時に発生する筋電を利用して制御可能な、日常生活動作(ADL)支援を行う能動型上肢装具システムの開発を目的とする。

B 成果の概要

□空気圧人工筋を用いた免荷式歩行訓練システム（AirGait）の開発

システム構成は、主として免荷機構部、下肢装具部、計測制御部に分けられ、各々チームを組んで連携を取りながら開発を進めてきた。免荷機構チームは免荷機構をこれまでのカウンターウェイト方式から空気圧人工筋方式に変更を進めており、両者を比較して評価した結果、新たに開発しチェいる空気圧人工筋を用いたほうが歩行訓練中の余分な重心移動等を防ぐことができるようになった。また、下肢装具チームは様々な不具合の解消のため、新たな装具部の設計とシミュレーションによる評価を進めており、現在詳細設計に進んでいる。計測制御チームは歩行訓練中に外乱を与えてバランス評価できるシステムを組み込むことを目指しており、患者のモチベーションを維持を目指した視覚フィードバックや外乱印加システムの開発を進めている途上である。

■アクチュエータを搭載しない移動式免荷歩行訓練システムの開発

これまでに開発してきた筐体をベースに新たに設計した上肢を用いた移動式免荷

歩行訓練システムのプロトタイプ（試作品）を完成することができた。現在は、新たに開発したプロトタイプと旧システムを比較した評価（動作解析，主観的感性評価）やハンドリムの最適設計等に取り組んでいる。

□テーラーメイド義肢装具開発の効率化

これまで3名に加えて新たに1名の大腿義足者のMRIデータを撮影し，計4名のデータをもとに内部組織およびソケット形状の定量化を進めてきた。その結果，軟部組織とソケット形状の形状変化設計法の違いによる変化を定量的に示すことができるようになった。また，そのソケット形状や軟部組織の変形を有限要素法(FEM)を用いたシミュレーションで解析できるように進めている。できる限り実際の変形に近いシミュレーションを実現するために様々な取り組みを試みている途上である。

□筋電制御日常生活動作支援上肢装具の開発

筋電計測を行う際の電極添付の簡易化，上肢装具システムの旋回機能の改善，肘関節部へのElectro Attractive Material (EAM)という新規素材を利用した電圧で制御可能な軽量のブレーキの関節への搭載を進めている。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. N Fatin Fatina, Ogawa S and Yamamoto S: Effects of Base Changes during Implicit Condition on Standing Postural Strategy : Int J Phar Med Biol Sci. 6, 4, 109-113, 2017 doi: 10.18178/ijpmbs.6.4.109-113.
2. Nurhazimah Nazmi, M A A Rahman, S Yamamoto, S A Ahmad, S A Mazlan , H Zamzuri: Assessment on Stationarity of EMG Signals with Different Windows Size During Isotonic Contractions. Appl Sci 2017 (in press)
3. L V Tuan, K Ohnishi, H Otsuka, Y Agarie, S Yamamoto, A Hanafusa: Finite Element Analysis for the Estimation of the Ground Reaction Force and Pressure Beneath the Foot Prosthesis during the Gait of Transfemoral Patients, J Biomimetics, Biomaterials & Biomed Eng 33, 1-11. 2017 DOI:10.4028/www.scientific.net/JBBBE.33.1.
4. L V Tuan, S Yamamoto, A Hanafusa: Finite Element Analysis for Quantitative Evaluation of a Transfemoral Prosthesis Socket for Standing Posture, Int J Comp Applications (IJCA) 2017 DOI:10.5120/ijca2017914658
5. Nurhazimah Nazmi, M A A Rahman, S Yamamoto, S A Ahmad, S A Mazlan , H Zamzuri, S A Mazlan: A Review of Classification Techniques of EMG Signals during Isotonic and Isometric Contractions. Sensors 16(8):1304, 2016 DOI: 10.3390/s16081304
6. T. V. Thuc, S. Yamamoto: Development of a body weight support system using pneumatic muscle actuators: Controlling and validation. Adv in Mechanical Eng 2016, 8(12) 1-13, DOI:10. 1177/1687814016683598

【国際学会ポスター・学会発表】

1. A Hanafusa, F Shiki, H Ishii, M Nagura, Y Kubota, K Ohnishi, Y Shibata: Development of an Active Upper Limb Orthosis Controlled by EMG with Upper Arm Rotation. Intelligent Human Systems Integration, Advances in Intelligent Systems and Computing 722, Proc of the 1st Int Conf on Intelligent Human Sys Integ (IHSI 2018), Springer, pp.163-169
2. Tran van Thuc, S Yamamoto.: Investigation of the “Pendulum Effect” During Gait Locomotion Under the Novel Body Weight Support System and Counter Weight System. 2nd Int Conference for Innovation in Biomed Eng and Life Sci. ICIBEL 2017. IFMBE Proceedings, vol 67. Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-7554-4_15.
3. A Hanafusa, D Suzuki, N Suzuki, A Hattori: Development of 3D virtual spine shape superimposed display systems for subjects seated on wheelchairs. Proc. of the 31st Int Cong and Exhibition(CARS2017), S248
4. Le Van Tuan, A Hanafusa, S Yamamoto: Finite Element Analysis of Residual Limb of Transfemoral Patient With Socket Prosthesis in Stance Phase. Proc. of 16th ISPO World Congress 2017, paper no.493, pp.566-567
5. N Fatin Fatina and Yamamoto S: (2017). A Review of Balance Assessment Based on Various Perturbation. 11th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium. Ho Chi Minh University of Technology (HCMUT), 13 – 14 Mar 2017.
6. Q. T. Dao, M Hagiwara and S. I. Yamamoto, “Design and Evaluation of the Lower-limb Robotic Orthosis for Gait Rehabilitation Actuated by Pneumatic Artificial Muscle,” ICBIP '17, Aug 2325, 2017, Kitakyushu,

- Japan 2017 Association for Computing Machinery. ACM ISBN 978-1-4503-5268-0/17/08.
7. Q. T. Dao and S. I. Yamamoto, “Tracking control of a robotic orthosis for gait rehabilitation: A feedforward-feedback control approach,” 2017 10th Biomed Eng Int Conference (BMEiCON), Hokkaido, Japan, 2017, 1-5. doi: 10.1109/BMEiCON.2017.8229110
 8. M. Nagai, S. Yamamoto, N. Kawashima: Classification of the Gait Behavior based on Data Obtained from Diverse Patient Populations, 5th International Conference on Biological and Medical Sciences (ICBMS2017), 2017.8.24.
 9. V Tuan, L., Ohnishi, K., Otsuka, H., Agarie, Y., Yamamoto, S., Hanafusa, A. (2016). A method to analyze dynamics properties of transfemoral prosthesis. :MATEC Web of Conferences. (40). [02026] EDP Sciences. DOI: 10.1051/mateconf/20164002026
 10. Nazmi, N., S Yamamoto, Rahman, M. A. A., Ahmad, S. A., Adiputra, D., Zamzuri, H., Mazlan, S. A. (2016). Fuzzy logic for walking patterns based on surface electromyography signals with different membership functions. 2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016. (pp. 636-639).
 11. 飯村仁一, 川上拓真, 滝口理一, 萩原杜子, 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～リアルタイム計測制御系の構築～: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p90, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 14
 12. 滝口理一, Tan Van Thuc, Dao Quy Thinh, 川上拓真, 飯村仁一, 萩原杜子, 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～免荷装置を用いた歩行姿勢制御と評価～: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p89 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 14
 13. 萩原杜子, Dao Quy Thinh, Tan Van Thuc, 川上拓真, 飯村仁一, 滝口理一, 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～動力付下肢装具を用いた関節トルクの制御～: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p91, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 14
 14. 小川翔, N Fatin Fatina M R, 山本紳一郎: 知覚できない床面傾斜が立位姿勢制御に及ぼす影響: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p93, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 14
 15. 小林 貴, 清水 功, 山本紳一郎: 下肢筋への振動刺激が皮質脊髄路及び脊髄反射回路に及ぼす影響: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p271, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 15
 16. 山崎充, 伊藤順一, 矢野英雄, 山本紳一郎: 超音波による変形性股関節症診断用アプリケーションの開発: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p318, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 15
 17. 黒田明拓, 山本紳一郎, 非愛知諒, 河島則天: 周期的な床面動揺に対する姿勢調節特性: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p80, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 14
 18. 諫山敦成, 山本紳一郎: 移動型免荷式歩行訓練システムの開発: 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, p267, 京都大学百周年時計台記念館, 2017. 12. 15
 19. 齋藤拓也, 大野隆裕, 佐藤和樹, 東江由起夫, 大塚博, 大西謙吾, 花房昭彦, 山本紳一郎: 大腿義足ソケット形状および断端の定量的解析と評価, 第 33 回日本義肢装具学会学術大会, TFT ビル・ホール, 2017. 10. 08
 20. 川上拓真, 飯村仁一, 滝口 理一, 萩原 杜子, 山本紳一郎: アキレス腱張力計測デバイスの開発と計測方法の検討, LIFE2017, 御茶ノ水大学, 2017. 9. 17
 21. 清水悠功, 河島則天, 山本紳一郎: 経頭蓋磁気刺激による機能局在マッピング手法を用いた大脳皮質運動野の機能評価, LIFE2017, 御茶ノ水大学, 2017. 9. 16
 22. 永井澤, 河島則天, 山本紳一郎: 動作解析データに基づく脳卒中患者の歩行運動の特性抽出～多変量解析を用いたサブタイプ分類～, LIFE2017, 御茶ノ水大学, 2017. 9. 16
 23. 小林裕貴, 山本紳一郎: 足底部と下肢筋への振動刺激がヒト立位姿勢に及ぼす影響, LIFE2017, 御茶ノ水大学, 2017. 9. 15
 24. 河村太樹, 花房昭彦, 山本紳一郎, 東江由起夫, 大塚博, 大西謙吾: 短下肢装具設計支援システムの開発ートリムライン変更時の短下肢装具形状評価ー. 第 33 回ライフサポート学会 (LIFE2017) 講演要旨集, P. 299-300, 2017. 9. 15
 25. 後藤彩, 櫻田武, 手塚正幸, 中嶋剛, 森田光哉, 山本紳一郎, 平井真洋, 川合謙介: Neural activities in the prefrontal cortex reflect the individual optimal attentional strategy under motor learning: an fNIRS study, 第 40 回日本神経科学大会, 幕張メッセ, 千葉, 2017. 07. 20
 26. 櫻田武, 後藤彩, 手塚正幸, 中嶋剛, 森田光哉, 山本紳一郎, 平井真洋, 川合謙介: 運動学習中の最適注意戦略個人差に関する健常者・脳卒中患者の共通神経基盤, 第 20 回日本光脳機能イメージング学会, 星陵会館, 東京, 2017. 07. 15
 27. 河村太樹, 東江由起夫, 大塚博, 大西謙吾, 山本紳一郎, 花房昭彦: 短下肢装具設計支援システムの開発ー下肢形状と短下肢装具形状の計測評価ー. 第 56 回日本生体医工学会大会 (JSMBE56) 抄録集, We. GS-7. 1-11, 2017. 5. 3

28. 櫻田武, 後藤彩, 中嶋剛, 森田光哉, 平井真洋, 山本紳一郎, 渡辺英寿, 川合謙介: 運動機能障害リハビリテーションにおけるニューロモジュレーションのための認知-運動機能連関に関する個人差とその神経基盤, 第 56 回日本定位・機能神経外科学会, コングレコンベンションセンター, 大阪, 2017.01.28
--

D 共同研究

	学科	学内研究代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	生命科学科	山本紳一郎	ヒト下肢機能と同等にアシストできる免荷式歩行訓練システムの開発	国立障害者リハビリテーションセンター研究所	(E1 に同じ)
2	生命科学科	山本紳一郎, 花房昭彦	テーラーメイド義肢装具開発の効率化	新潟医療福祉大学 人間総合科学大学 東京電機大学	科研申請, 民間研究助成申請等申請中
3	生命科学科	花房昭彦	筋電制御日常生活動作支援上肢装具の開発	東京電機大学 啓成会高等職業技術専門校 東京都立産業技術高等専門学校	1,100 プロジェクト研究費
2	生命科学科	花房昭彦	歩行時の負荷を考慮した次世代短下肢装具の最適デザイン生成手法の研究	コニカミノルタ	800

E 外部資金

	学科	学内研究代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	生命科学科	山本紳一郎	ヒト下肢機能と同等にアシストできる免荷式歩行訓練システムの開発	科研費基盤研究 B	470

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	34 件		雑誌+図書+学会
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	2 件	1,900 千円	
外部資金獲得数	1 件	470 千円	
参加学生数	22 名 (内留学生 6 名)		
参加企業数	8 社		大学・研究機関含む

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

3

10 研究成果の総括

(1) 成果総括と成果位置付け

それぞれのメンバーがこれまでの研究を進めただけでなく、コンソメンバーを構成員とする新規テーマを公募・採択し、研究を進めたところ、異分野融合の相乗効果による新たな展開が図られた。特に電気化学的センサーによる食品中ポリフェノールの測定法は、従来の方法に比べ安価で手軽であり、現在知財化を目指してブラッシュアップを進めている。本年度採択された公募チームについては、年度末に進捗状況の評価し、次年度の継続・中止、また再公募を行い、更なるシナジー効果のため最適化する予定である。また本年度までの成果は、3月に主催する Seatuc での Special Session やグローバル PBL などの機会を介して、共同研究・人材交流を軸に、アジアでの課題抽出とその解決またはアジアへの技術輸出を進め、芝浦型 ERC の推進に貢献する。

(2) 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

4

(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	111 件		雑誌+図書+学会
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	7 件	4,000 千円	
外部資金獲得数	13 件	30570 千円	
参加学生数	32 名 (内留学生 6 名)		
参加企業数	15 社		大学・研究機関含む
公開イベント数	6 件		添付1参照 記事広告含む

(4) 今後の計画

今年度実施したコンソーシアム内での公募を次年度も継続し、異分野における更なるシナジー効果を図り、関連企業との連携を通じて知の資産の継続的な創出を進める、また、3月に主催する Seatuc での Special Session やグローバル PBL などの機会を介して、ヘルスケア分野におけるアジアでの課題抽出を抽出し、共同研究・人材交流によってその解決を図るとともに、これまでの成果については、技術輸出を進める、芝浦型 ERC の推進に貢献する。

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 (敬称略)	場所
1	11 月 2 日	学際領域セミナー	電気化学会関東 支部	吉見	明電舎大 崎会館
2	11 月 13 ～14 日	膜シンポジウム 2017	日本膜学会	吉見	富山大学 五福校舎
3	10 月 31 日	g ERC(グローバルエ ンジニアリングリサー チセンター)研究紹介	芝浦工業大学	越阪部、六車、 吉見、間野、諫 山	本学芝浦 校舎
4	12 月 25 日	週間東洋経済新春合併 特大号記事広告	東洋経済新報社	村上学長、越阪 部	---
5	2 月 22 日	知的財産マッチング会	東京都知的財産 総合センター	花房、赤木 (青木)	リロの会 議室 (飯 田橋)
6	3 月 12 ～13 日	SEATUC2018 シンポ ジウム～QOLLS スペ シャルセッション	SEATUC2018 Organizing Committee	越阪部、福井、 花房、渡邊	インドネ シア ガジ ャ・マダ 大学
7	3 月 19 日	芝浦工業大学 産学官 連携研究交流会	芝浦工業大学	越阪部、六車、 山本紳、花房、 吉見、間野、渡 邊 (予定)	本学大宮 校舎

2017 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

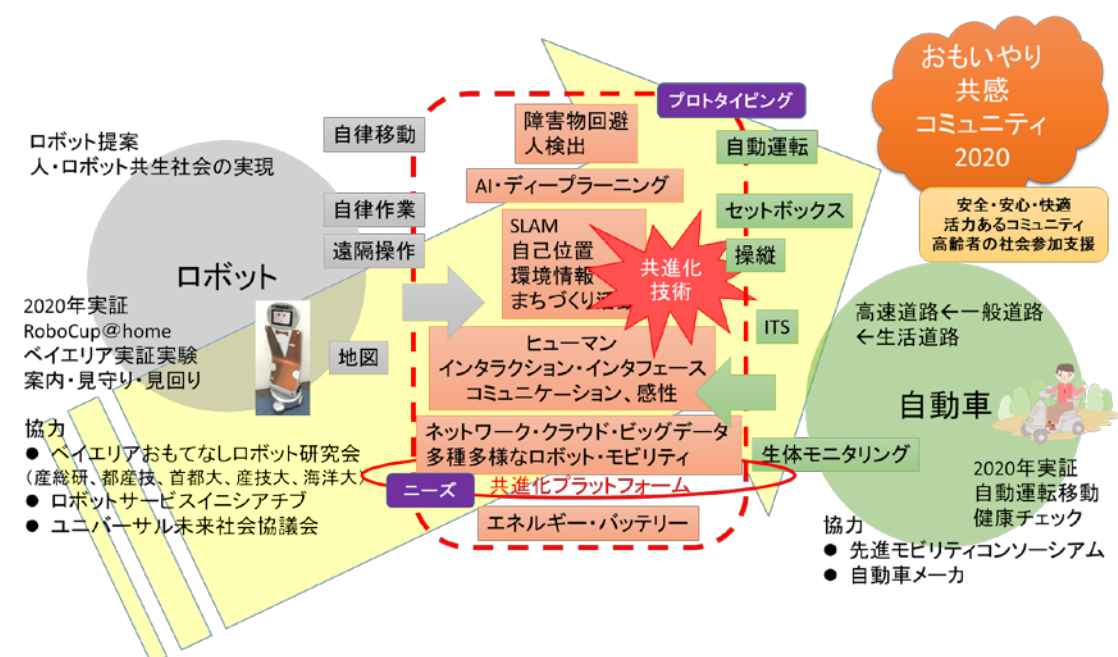
研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
◎松日 楽信人	機械機能工学科・教授	①ロボット	遠隔操作・制御 おもてなし動作
内村 裕	機械工学科・教授	〃	自己位置推定、対人サー ビス、ディープラーニン グ
吉見 卓	電気工学科・教授	〃	自律制御 対人ロボット制御
菅谷 みどり	情報工学科・准教授	〃	ネットワークアーキテク チャ、ヒューマンロボッ トインタラクション
佐々木 毅	デザイン工学科・准教 授	〃	空間知システム
志村 秀明	建築学科・教授	〃	まちづくり活動による共 通マップ
○伊東 敏夫	機械制御システム学科・教 授	②自動車	認識系、制御系研究開発
廣瀬 敏也	機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

① 人とロボットとのインタラクションの研究

人の位置を計測して、その位置や向きを考慮してロボットが目的の動作を行うシステムを開発する。また、人を見つけてついて行く移動制御を開発する。

より多くの研究者が参加できるように、標準化されたロボットソフトウェアを活用する。

② ロボットネットワークシステムの研究

サービスロボット用通信プロトコル (RSNP) を利用したロボットネットワークによりデータを収集するシステムを開発する。また、国際的に利用が進んでいるロボット OS (ROS) で人を計測するシステムを開発し、商店街で検証する。

③ ロボット—自動車の連携ネットワークアーキテクチャーの研究

シニアカーとロボットネットワークの連携システムを開発し、多種・多数のロボットやシニアカーなどの情報を共有し、活用するシステムを開発する。さらに人の情報も含めた共感動作を実現するためのシステムを開発する。

B 成果の概要

① 人とロボットとのインタラクションの研究

人の位置を計測してロボットが写真を撮ったり、2 台のロボットで協調動作し、人をモニタリングするシステムを開発した。人の位置を検出し追従制御を行う移動ロボットシステムを開発した。また、ロボットの運動の感性評価を行った。国際的に使用されているロボット OS (ROS) で動作するプラットフォームロボットを整備した。

② ロボットネットワークシステムの研究

RSNP を利用したロボットネットワークによりデータを収集するシステムを開発した。また、ROS で人を計測するシステムを開発し、商店街で検証した。

③ ロボット—自動車の連携ネットワークアーキテクチャーの研究

シニアカーとロボットネットワークの連携システムを自動車グループと協力して

開発し、シニアカーの位置をロボットネットワークに取り込み、インタフェースロボットで発話するシステムを開発した。また、開発したシステムをプロジェクトとして ADAM 発表会，国際ロボット展にて公開した。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. 菅谷みどり，松原豊，住谷拓馬，中野美由紀，IXM:ロボット制御ソフトウェア向け プロセス間通信ミドルウェア，情報処理学会論文誌，58 巻-10 号，2017 年

【図書】

なし。

【学会発表】

2. Mirai Shimoyama, Nobuto Matsuhira, Kaoru Suzuki, Human Characterization by a Following Robot Using a Depth Sensor (I), SII2017, ThA3.5, 2017
3. Nobuto Matsuhira, Mirai Shimoyama, Takamasa Ikeda, Tomoyuki Nakai, Masahiko Narita, Toru Yamaguchi, Concept of Community Service Robot Network Coping with Various Social Problems (I) , SII2017, ThA3.6, 2017
4. 池田 貴政, 下山 未来, 松日楽 信人, RSNP を利用したロボットアンケート評価システム, 人工知能学会 2017, 1J2-NFC-01a-4, 2017
5. 中井 智之, 藤本 一真, 松日楽 信人, 写真撮影ロボット制御のための RTC 群, SI2017, 1G2-02, 2017
6. 原田 信太郎, 中井 智之, 松日楽 信人, フェイス・ツアー・フェイス・カメラ RTC の開発, SI2017, 1G3-01, 2017
7. 松日楽 信人, 池田 貴政, 下山 未来, 成田 雅彦, 山口 亨, 下川原 英理, キーノート:多種多様なロボットからなるコミュニティサービスロボット, SI2017, 1D6-02, 2017
8. 中井 智之, 中村 幸博, 佐々木 毅, 松日楽 信人, 環境センサを使用した複数ロボットの連携システムの開発, SI2017, 3B1-05, 2017
9. 下山 未来, 松日楽 信人, ロボットの人物追従時における特徴量の検討と追従実験, SI2017, 3C1-02, 2017
10. 池田 貴政, 岡野 憲, 松日楽 信人, 加藤 由花, 歩行者の分岐におけるインタフェースロボットの応答制御の検討, SI2017, 3C1-03, 2017
11. 孫 博, 下山 未来, 松日楽 信人, 測域センサとパンチルトカメラを用いたアクテ

イブセンシングによる歩行者検出, SI2017, 3E2-04, 2017

12. 池田 貴政, 唐真 卓也, 松日楽 信人, 志村 秀明, インタフェースロボットのクルージングガイドへの応用, ROBOMECH2017, 1A1-I06, 2017
13. Kai Yamanaka, Takeshi Sasaki, Shinji Ishii and Hideki Hashimoto, "Proposal of New Navigation Method Using Personal Mobility and Development of Optimal Personal Mobility," The 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vancouver, Canada, p.2347, 2017.09.25.
14. 孫澤源, 中谷優之, 内村 裕, 深層強化学習による最適経路学習, RSJ2017, 3 I2-04, 2017
15. 小林浩司, 内村裕, モデルベース予測制御による遠隔操作系の制御, 電気学会産業応用部門大会 2017, II, pp.195-200, 2017
16. K.Kobayashi, H.Norizuki, Y. Uchimura, Model based predictive control for networked control system with time delay, IECON2017, pp.5633-5638, 2017
17. 染谷祐理子, 戸辺義人, 香川里穂, 松日楽信人, 菅谷みどり, ロボットと人のコミュニケーションのための生体情報による感情反応を用いたパーソナルスペース評価, 情報処理学会第 80 回全国大会, 3 月 13-15 日, 東京, 2018 年
18. 西田裕己, 保科篤志, 菅谷みどり, 心拍によるおもてなしロボットの行動評価の検討, 電気学会, 光・量子デバイス研究会, 医療工学応用一般, 4 月 21 日, 2017 年.
19. 天利友弥, 小野建也, 中山悟, 菅谷みどり, 見守りモバイルロボット: 追従による高齢者の転倒検知, 電気電子通信学会・安全性研究会(SSS), 信学技報, vol. 116, no. 530, SSS2016-32, pp. 5-8, 3 月 21 日, 2017 年
20. Liu Yifan, Modiri Sugaya, Evaluation for ROS based Distribute Robot Searching System, Embedded Systems Workshop 2017. Tokyo. December 11.
21. 染谷 祐理子, 池田 悠平, 馮 晨, 菅谷 みどり, ロボットコミュニケーションにおける生体情報を用いた位置調整, ヒューマンインタラクションシンポジウム 2017, ポスター発表. 9 月 4 日, 2017 年

【特許等出願】

なし。

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1					
2					
3					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械機能工 学科	松日楽信 人	公募型共同研究開 発	東京都立産業技術 研究センター	500
2					
3					

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	22 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	0 件	千円	
外部資金獲得数	1 件	500 千円	
参加学生数	11 名 (内留学生 2 名)		
参加企業数	社		

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

4

(2) 自動車グループ

A 計画の概要

- ① 自動運転の動作確認用プラットフォーム製作
自動運転用にシニアカー搭載のセットボックスのプロトタイプを設計。
- ② 環境マップの製作方法の検討とデータ収集
単なる障害物検出による環境地図でなく、社会生活に必要な生活環境のマップ化を検討するため、豊洲地区でのデータを収集。
- ③ 自己位置推定と障害物認識手法の開発
ライダー、及びカメラを使用した環境マップとの照合による自己位置推定手法と歩行者、自転車、自動車やその他障害物の認識手法を開発。
- ④ 動作制御アルゴリズムの開発
群集中でも停止することなく目的地に向かって移動可能な制御アルゴリズムを開発。
- ⑤ 走破性向上機構の検討
歩道と車道の段差を乗り越える機構を検討。

B 成果の概要

- ① 自動運転の動作確認用プラットフォーム製作
シニアカーの操作系を全てサーボモータで制御可能とし、ライダー、カメラ、制御用PCを搭載した動作確認用プラットフォームの製作完了。
- ② 環境マップの製作方法の検討とデータ収集
ライダーによるリアルタイムで収集したポイントクラウドデータをサーバーに送信し、事前データと照合する方式に合致した環境マップとすることに決定。また、豊洲地区でのポイントクラウドデータ収集を実施。
- ③ 自己位置推定と障害物認識手法の開発
自己位置推定として、ライダーとカメラのフュージョンで、低コストの簡易ライダーが使用可能となる手法を開発。また、障害物認識手法として、遠距離でのライダーによるポイントクラウドデータのクラスタリング性能が向上する確率共鳴を用いた手法を開発。
- ④ 動作制御アルゴリズムの開発
人に触れたことをライダーやカメラではなく、サーボモータに与えるトルク量の変化から検出するアルゴリズムを開発し、群集中でも緩やかに歩行者と共に移動可能な手法を開発。
- ⑤ 走破性向上機構の検討
歩道と車道の段差を乗り越える方法として、シニアカーにカムを装着する機構の原理モデルを開発。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】

1. 伊藤弘大, 原田圭裕, 木代優, 富山剛, 中辻晴彦, 舘陽介, 瀬戸洋紀, 大倉典子: 生理指標を用いた車載機器の情報提示による「わくわく感」の評価, 日本感性工学会論文誌, vol.16, no.3, 321/331 (2017.8.31)

【図書】

1. 自動運転車・ミラーレス車用カメラ・センサの技術と市場
「第5章 自動運転のための情報処理技術」執筆、シーエムシー出版(2018)

【学会発表】

1. 中山,伊東「自動運転セットボックスの開発に関する研究」自動車技術会 2017 年秋季大会 学術講演会講演予稿集(2017)
2. 鹿浜,伊東「LiDAR を用いた物体認識に関する研究」自動車技術会 2017 年度関東支部学術講演会予稿集(2018)
3. 斉木,伊東「群衆中で移動可能な自律移動モビリティに関する研究」自動車技術会 2017 年度関東支部学術講演会予稿集(2018)
4. Kulprom, Ito, “Reconstruct 3D Model using 2d lidar and Monocular Camera”, ITS WorldCongress(2017)
5. Agoes, Hirose, Shikahama, Ito,” Development of High Accuracy Digital Map”, SEATUC(2018)
6. Varagul, Ito,” Object Detection Method for Electric Senior Vehicle by Computer Vision with Artificial Neural Networks”, SEATUC(2018)
7. Nakayama, Ito,” Development of Automated Driving Set Box”, SEATUC(2018)
8. Hilman, Ito,” Study on Effect of Artificial Image Noise to the Accuracy of Convolutional Neural Network”, SEATUC(2018)
9. Kodai Ito, Shigeki Usuda, Kiryu Yasunaga, and Michiko Ohkura: Evaluation of “Feeling of Excitement” Caused by a VR Interactive System with Unknown Experience Using ECG, Proc. APD2017, 292/304, (2017.7.19)
10. 伊藤弘大、磨田茂樹、安永貴隆、大倉典子：未知の体験ができる VR システムの心電による「わくわく感」評価、自動車技術会 2017 年春季大会学術講演会、491、(2017.5.26)
11. 木戸嘉一、平川豊、大関和夫：適応環境データを用いた深層学習アルゴリズムによる走行環境認識、第 32 回画像符号化シンポジウム・第 22 回映像メディア処理シンポジウム PCSJ/IMPS2017 プロシーディングズ P-5-15、PP.196-197 (2017)
12. 木戸嘉一、平川豊、大関和夫：適応環境データを用いた深層学習アルゴリズムに

よる走行環境認識, 2017 自動車技術会秋季大会 ポスター発表 13. 阿部太一、平川豊:音波を用いたシニアカーと自転車の接近検知手法の検討, 2017 自動車技術会秋季大会 ポスター発表 【特許等出願】 1. 確率共鳴によるポイントクラウドデータの認識精度向上手法

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	機械制御システム	伊東敏夫	ディープラーニングによる物体認識	デジタルハーツ	1000
2					
3					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械機能	廣瀬敏也	シニアカー自動運転化を目指した生活道路環境マップの仕様の研究	科研 C	1400
2					
3					

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	15 件		
特許出願件数	1 件		
共同研究件数	1 件	1000 千円	
外部資金獲得数	1 件	1400 千円	
参加学生数	12 名 (内留学生 4 名)		
参加企業数	1 社		

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

4

10 研究成果の総括

(1) 成果総括と成果位置付け

おもいやり共感コミュニティの実現に向けて、以下に示すようにロボットグループと自動車グループで基礎的な技術開発が行われ、ロボットー自動車の連携システムが立ち上がった。

ロボットグループでは、人とロボットとの運動制御をベースとしたインタラクション技術、ロボットネットワークによる複数ロボットからのデータ取得技術、ロボットー自動車連携システム技術の基礎技術を自動車グループと協力して開発した。インタラクション技術ではコンテストで奨励賞も受賞した。ロボットネットワークでは外部団体であるロボットサービスイニシアチブと協力して、6機関でのロボット運用に関するネットワーク連携実験に成功した。

自動車グループでは、シニアカーを自動運転化する目途を付けることができた。環境センシングは、ライダーを有効活用するための確率共鳴による精度向上手法が特許出願まで結び付いたものの、カメラ映像とのフュージョンは複雑な環境が解釈できず来年度以降の課題となった。環境マップ製作はライダーによる膨大なポイントクラウドデータを如何に圧縮して使用するかという課題が明確になった。また、動作制御は原理モデルを構築と、段差乗り越え機構の原理モデルも開発し、来年度以降のフィールドテストに目途が立った。

今年度の成果をまとめ、ベトナムのハノイ工科大学、タイのスラナリ工科大学、KMUTT にプロジェクト説明ができるようになり、来年度からの国際化に向けた礎とすることができた。

この他の成果として、イベント関係で ADAM 発表会 3 回、バイエリアロボットフォーラム、国際ロボット展、深川商店街実験、サイエンスアゴラなどでの公開実験を実施し、大学ホームページなどで学会発表以外にも広く成果を公開した。

(2) 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

4

(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	37 件		
特許出願件数	1 件		
共同研究件数	1 件	1000 千円	
外部資金獲得数	2 件	1900 千円	
参加学生数	23 名（内留学生 6 名）		
参加企業数	1 社		
公開イベント数	10 件		

(4) 今後の計画

今年度の個々の基礎技術の深耕とシステム化を進めるとともに、ドライバ生体情報の取得およびヒューマンインタフェースの研究を進める。

ロボットグループ

- ① ロボットー自動車連携ネットワークアーキテクチャーの研究
 連携アーキテクチャの仕様についての明確化と開発。
 自動車グループと協力したロボットーシニアカーの連携システム実験。
- ② ロボットー自動車共通マップの設計
 共通マップの仕様を明確化と設計。
- ③ 人とロボットとのインタラクション制御の研究
 人との共存環境において挨拶、すれ違い、障害物回避、対人動作のための制御手法の開発。
- ④ 多種多様なロボットの制御、統合管理システムの研究
 移動ロボットなどの自律制御・遠隔操作と多数のロボットの制御・統合技術を開発。

自動車グループ

- ① 自動運転のための詳細制御アルゴリズムの開発
 セットボックスを介したシニアカーでの自動運転のための、方向転換や目標駐車位置への正確な駐車等も考慮した運転制御アルゴリズムの開発。
- ② 環境マップ製作
 前年度設計した環境マップの制作方法を基に、2020年での実証実験のフィールドとなる豊洲地区のデータを収集し環境マップを製作。地図メーカーの環境マップ標準化動向把握。

③ ドライバ状態の検出

ドライバの健康状態を非接触で検出する手法の開発。

④ 通信システムの開発

超音波デバイスを用いた周辺との通信システムの開発。遠隔操作も検討。

⑤ 走破性向上機構の開発

実フィールドで動作可能な歩道と車道の段差乗り越え機構の開発。

⑥ 国際化と事業化へ向けた体制整備

シンポジウム、インターンシップ、共同研究などを通して、国際化や事業化のための体制作りや企業を含めたコンソーシアム化を進める。

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 (敬称略)	場所
1	3 月 16 日	2017 年 ADAM 春の 発表会	先進モビリティ コンソーシアム	伊東他、学外 50 名	本学 大宮校舎
2	8 月 11 －12 日	深川まつり	深川商店街	松日楽 150 名が見学	深川江戸 資料館
3	9 月 15 －16 日	深川案山子まつり	深川商店街	松日楽、菅谷	清澄白河
4	10 月 31 日	g ERC 研究紹介 (COC 地域共創シン ポジウムと同時開催)	芝浦工業大学	松日楽、平川他	本学芝浦 校舎
5	11 月 6 日	2017ADAM 秋の発表 会	先進モビリティ コンソーシアム	伊東他、学外 50 名	本学 芝浦校舎
6	11 月 6 日	ベイエリアロボットフ ォーラム	ロボティクスコ ンソーシアム	松日楽、前田 学外 40 名	本学 芝浦校舎
7	11 月 24 －26 日	サイエンスアゴラ	JST	松日楽	テレコム センター
8	11 月 29 日－12 月 2 日	国際ロボット展	日本ロボット工 業会	松日楽、伊東、 廣瀬	ビッグサ イト
9	3 月 12 ～13 日	SEATUC2018 シンポ ジウム～ロボット・自 動車共進化スペシャル セッション	SEATUC2018 Organizing Committee	松日楽、伊東他	インドネ シア ガジ ャ・マダ 大学
10	3 月 19 日	2018 年 ADAM 春の 発表会	先進モビリティ コンソーシアム	伊東他、学外 50 名	本学 大宮校舎

以上