

I 研究組織

(1) 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
青柳 誠司	先端科学技術推進機構・システム理工学部	教授

(2) プロジェクト参加研究者数 12 名

(3) 研究プロジェクトに参加する主な研究者

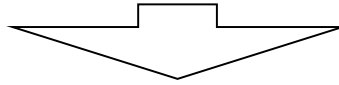
研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
青柳 誠司	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授	統括・3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発	ナノ・マイクロ加工とバイオミメティクスを応用した注射針やロボット用デバイスの開発
新宮原 正三	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授	マイクロエレクトロプレーティングによる微細構造の創成	3次元マイクロ構造物へのメッキとその離形による金属製ナノ・マイクロ構造物の創成
新井 泰彦	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授	フェムト秒レーザー加工による微細構造の創成	高精度・高出力レーザー加工による生体適合金属(ステンレス、チタン等)製ナノ・マイクロ構造物の創成
山口 智実	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授	ナノインプリント法による微細構造の創成	ナノインプリントによる生体適合プラスチック製ナノ・マイクロ構造物の創成
福永 健治	先端科学技術推進機構・化学生命工学部・教授	動物実験による医療用デバイスの性能評価	ラットを用いた採血・薬剤注入による医療用微細針の性能評価
大村 泰久	先端科学技術推進機構 研究員(前システム理工学部・教授)	MEMS による生体センシングデバイスの開発	血中アルコール濃度測定をはじめとした生体センシング手法の開発
稲田 貢	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授(前准教授)	MEMS による医療用バイオセンサの開発	金属ナノ粒子を用いた表面プラズモンセンサの開発とタンパク質同定への応用
鈴木 昌人	先端科学技術推進機構・システム理工学部・准教授	蚊のバイオミメティクスによる医療用無痛注射針の開発	蚊の口器構造・穿刺動作の模倣、採血と注薬が可能な医療用無痛針の開発
高橋 智一	先端科学技術推進機構・システム理工学部・准教授(前助教)	蛸のバイオミメティクスによるフレキシブルロボットハンドの開発	蛸の吸盤の構造・メカニズムの模倣、任意寸法・形状の物体を吸着・把持できるロボットハンドの開発
伊藤 健	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授(前准教授)	自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用	トビウオのヒレ、セミの羽根等のナノ・マイクロ構造の機能評価と工学的模倣
(共同研究機関等) 高澤 知規	群馬大学医学部附属病院集中治療部(前麻醉神経科学(麻醉・蘇生学))・講師	臨床試験による医療用デバイスの性能評価	臨床試験も視野に入れた動物実験による医療用注射針の痛みの評価
歌 大介	富山大学薬学部・助教	動物実験による医療デバイスの性能評価	マウスを用いたマイクロニードル穿刺の際の痛みの評価

<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 27 年 10 月 1 日)



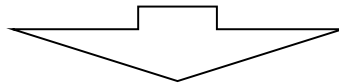
新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
	先端科学技術推進機構・システム理工学部・准教授	伊藤 健	トビウオのヒレ、セミの羽根等のナノ・マイクロ構造の機能評価と工学的模倣

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 28 年 4 月 20 日)



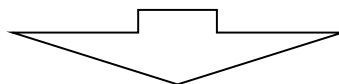
新

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
	富山大学大学院医学薬学研究部・助教	歌 大介	マウスを用いたマイクロニードル穿刺の際の痛みの評価

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
	先端科学技術推進機構・システム理工学部・教授	大村 泰久	血中アルコール濃度測定をはじめとした生体センシング手法の開発

(変更の時期:平成 31 年 4 月 1 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
先端科学技術推進機構システム理工学部・教授	先端科学技術推進機構研究員	大村 泰久	血中アルコール濃度測定をはじめとした生体センシング手法の開発

II 研究成果の概要

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

本プロジェクトはナノ・マイクロメートルスケールの 3 次元微細構造の形成技術とバイオメティクス技術の融合による新学問分野の確立すること、研究成果を医療デバイスおよびメカトロニクス・ロボティクス関連のデバイスの開発に応用することを目的とする。

本プロジェクトは、研究代表者の青柳が統括し、3 次元ナノ・マイクロ加工に関する基礎的な研究を行うグループ(以下、「ナノ・マイクロ加工グループ」と略す。メンバー:青柳、新宮原、山口、新井)、微細加工を応用した医療用デバイスに関する応用研究を行うグループ(以下、「医療応用グループ」と略す。メンバー:福永、高澤、歌、大村、稲田)、バイオメティクスに関する応用研究を行うグループ(以下、「バイオメティクスグループ」と略す。メンバー:高橋、鈴木、伊藤)の 3 グループから構成される。ナノ・マイクロ加工グループでは、3 次元光造形、フェムト秒レーザー加工、ナノインプリント等の最新の加工技術について、加工現象の解明や最適加工パラメータの探索等、理論・実験研究を行う。この加工技術を応用し、医療応用グループでは蚊を模倣した注射針、バイオ・生体センサ等の医療関連デバイスの設計・製作・評価を行う。バイオメティクスグループでは蛸を模倣したロボットハンド等のメカトロニクス関連デバイスの設計・製作・評価を行う。

(2) 研究組織

【研究代表者の役割】 研究代表者の青柳は、3 グループの進捗状況のチェックを行い、各研究者とコミュニケーションを密にとりながら、プロジェクトを円滑に推進している。ナノ・マイクロ加工グループ、医療応用グループ、バイオメティクスグループの全てに横断的に関わる研究として、蚊の口器を模倣した無痛針の研究が進められており、代表者が主体的に推進しながら 3 グループ全体の進捗状況を把握している。

【研究プロジェクト遂行のための役割分担や責任体制の明確化】 研究代表者の青柳が強いリーダーシップを発揮してプロジェクトを遂行し、プロジェクト全体に関わる事項の責任を負う。各グループには責任者を置き(ナノ・マイクロ加工グループ:新宮原、医療応用グループ:大村、バイオメティクスグループ:高橋)、グループの進捗について責任を持つとともに、代表者との間で密に連携を取りながら研究を推進している。

【研究者間・研究チーム間の調整・連携の状況】 半年に一度、プロジェクトに参画する全ての研究者と、その研究者の指導のもとにプロジェクトに関わる研究を行う学生(学部生、大学院生)を全て集めて(約 140 名/年)、各グループの進捗状況について皆で情報を共有するとともに、薬品やガス等の取り扱い、装置の取り扱いに関する安全講習を行っている。これとは別に、各グループの研究者間での連携、グループ間の研究者の連携も、研究遂行にあたり日常的にとりつつ研究を推進している。

【研究支援体制】 関西大学先端科学技術推進機構より、研究経費(予算、支出等)、装置の管理(設置、修理等)、プロジェクト推進に関わる全般的な管理事務の支援を得ている。試薬や機器等の購入、PD の雇用などは大学の法人部局により、研究の進捗状況のチェックは研究推進部より、万全の支援を得ている。

【プロジェクトに参加する研究者・大学院学生・PD、RA の人数と活用状況】 プロジェクトの準研究員として複数の大学院生がプロジェクトに参画しているだけでなく、各研究分担者の研究室に所属する大学院生もデバイスの作製、性能評価などを通じて間接的にプロジェクトの研究に携わっている。PD1 名、RA2 名を雇用し、ナノ・マイクロ加工グループ、医療応用グループ、バイオメティクスグループの研究を推進してもらうとともに、装置群の維持・管理、学生への装置の使用法の教示等も行ってもらっている。

【共同研究機関等との連携状況】 各研究メンバーにおいて、企業との共同研究、NEDO、JST を通じた外部機関(企業、大学、公的研究機関)との連携を行っている。特に、デバイスの医療応用を想定しているため、メンバーに群馬大学医学部の高澤医師、富山大学薬学部の歌が参画しており、最低月 1 回以上の頻度でメールや電話にて打ち合わせを行い、研究を進めている。さらに、大阪医科大学との連携も逐次進めている(消化器外科における内視鏡用マイクロニードル、小児科におけるマイクロニードルで採血した血液の溶血チェック等)。

(3) 研究施設・設備等

【プロジェクトに適合した装置設備の整備】

【研究施設の整備状況】

・ハイテクリサーチ・コア:201-204 号室(186.619 m²)使用人数:141 名、205 南室(35.00 m²)使用人数:68 名、014 号室(46.62 m²)使用人数:33 名

・学術フロントティア・コア:F33 室(40.62 m²)使用人数:23 名

・第 4 実験棟 :動物飼育室(28.50 m²)使用人数:5 名

動物実験は、関西大学動物実験委員会の規定に基づいて実施している。

【主な研究装置、設備の名称及びその利用時間数等】

フェムト秒レーザー加工機:使用時間 41h/月、ナノインプリント装置:使用時間 7h/月、接触式表面プロファイラー装置:使用時間 11h/月、イオンミリティング装置:使用時間 2h/週、超高精度光造形装置:使用時間 35h/週、両面マスクアライナー:使用時間 35h/週、高真空スパッタ装置:使用時間 20h/週、ICP エッチング装置:使用時間 3 h/週、高分解能走査電子顕微鏡:使用時間 50 h/週

【外部の研究資金の導入状況等】

学内の研究メンバーの外部資金導入状況は以下の通りである。

・日本学術振興会科研費：

2015年度 7件 10,400千円；2016年度 4件 6,630千円；2017年度 1件 2,600千円；
2018年度 3件 10,920千円；2019年度 3件 7,410千円

・学外共同研究・受託研究・指定寄付等：

2015年度 14件 10,258千円；2016年度 19件 18,701千円；2017年度 15件 10,819千円；
2018年度 18件 34,081千円；2019年度 17件 44,908千円

(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*を付している。

＜研究総括＞

本プロジェクト全体の成果

プロジェクトの中心的な課題である「蚊の口器を模倣した無痛針の研究」には、3つのグループが連携して取り組んだ。結果、1)低侵襲性の中空微細針の作製技術および量産化技術の開発、2)動物実験による開発した微細針の性能評価、3)蚊の穿刺動作メカニズムの解明およびこれを応用した穿刺装置の開発、にそれぞれ成功した。これらの成果は種々の学会および論文で発表済みの他、各要素技術の特許申請も行っている。最終的に開発した微細針を用いてマウスの微細血管から血液を採取することに成功しており、また微細針の量産化技術についても実用化に近い段階に達している。現在はこれらの成果を統合して無痛採血システムを開発し、これを上市することを検討している。

ナノ・マイクロ加工グループの成果

プロジェクトの中心的な課題である「蚊の口器を模倣した無痛針の研究」においては、蚊の口器(針)の形状と寸法を模倣した中空微細針の開発に成功した。この微細針は光造形法または3次元レーザー加工法により形成され、最小のものでは外径50 μ m、内径30 μ mを達成した。その他、蚊の構造を模倣した微細針の座屈防止機構、血栓の発生を抑制する中空管内壁への表面処理技術の開発等を実施し、上記微細針に適用した。また、上述の3次元加工法等により形成した微細針を、射出成型法またはナノインプリント法を用いて樹脂製針として複製することにも成功した。得られた樹脂針は直径約100 μ m、長さ2mm以上の高アスペクト比を有しており、このような針の作製は世界的に見ても例を見ない。さらには、この樹脂針を母型として金属鑄型を作製し、ナノインプリント法により針を高速に複製する技術も確立した。

本グループでは微細針の開発だけではなく、振動発電デバイスの開発、高アスペクト比の微細孔(TSV)の内壁に無電解めっき法によりCoWB合金のバリア膜形成する技術、Auパターンを用いた湿式Siエッチングによる高アスペクト比の微細孔の形成する技術、ダイヤモンド加工法によりナノインプリント用の微細金型を作成する技術、3次元光造形法を用いた微小光モータの開発等を実施し、いずれの課題においても当初の目標を達成している。

医療応用グループの成果

動物実験によりナノ・マイクログループが開発した微細中空針の穿刺/採血性能の評価を遂行した。倒立型顕微鏡を用いた専用の観察システムを開発したことにより、微細針がマウスの血管を穿孔し、血液を吸引する様子を可視化することに成功した。更に、痛みを伝達する神経の活動電位の測定により、針穿刺時の痛みを定量的に評価する手法を提案した。

また、Micro Electro Mechanical System (MEMS) による生体センシングデバイスとして、光電脈波を使った非侵襲的なアルコール摂取検知システム、体液(唾液等)から生体情報をリアルタイムで分析するMEMS分析デバイス、金属及び半導体ナノ粒子を用いたバイオセンサの開発を行った。アルコール検出デバイスについては、検知信頼度を高める検知アルゴリズムやトンネルFETを利用した新しい検出システムを提案し、特許申請を行った。MEMS生体分析デバイスについては、体液や試薬を効率的に攪拌するMEMS構造や分析原理を提案し、その検証を行った。ナノ粒子を用いたバイオセンサについては、粒子集合体試料の発光特性、磁気特性、電気伝導特性を測定し、センサへ応用可能な種々の特性の観察に成功した。特に生体親和性有機分子を保護膜とする金ナノ粒子集合体はグルコース濃度に対して敏感に発光特性が変化することが判明したため、高感度血糖値センサとしての応用が期待される。

バイオメテックスグループの成果

医療応用グループと共同で開発した観察システムを用いて、蚊が動物の血管を穿孔/吸血する様子を観察し、その低侵襲性の穿刺メカニズムを解明した。更には、このメカニズムを開発した微細針の穿刺動作に応用することを試みた。結果、蚊の動作を模倣して微細針に往復回転(ねじり)動作と振動動作を付与することにより、穿刺抵抗力が大幅に抑制可能であることを見出した。また、一つのモータで微細針に振動と往復回転を同時に付与可能であり、更に血液の吸引も行うことができるシステムのデバイスを開発し、これを用いて微細針をマウスに穿刺した結果、その血液を採取することに成功した。これらの成果とナノ・マイクロ加工グループが開発した微細中空針を組み合わせることで、マウスから血液を採取することに成功した。

また、蛸のバイオメテックスによるフレキシブルロボットハンド、昆虫の翅を模倣した殺菌機能を有するナノ

構造等の開発を行い、いずれも当初目標を達成できた。特にフレキシブルロボットハンドおよびナノ殺菌構造の研究成果に対しては大きな反響が得られ、上市の可能性も含めて今後の展開を検討している段階に至っている。

＜研究成果の概要＞

各研究グループの研究成果の概要を以下にまとめる。

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発*1a(担当者:青柳)

蚊の口器を模倣した無痛針の研究・開発を進めた結果、蚊の口針とほぼ同等の鋭利な先端形状を有する低侵襲性針(最小外径 50 μ m、内径 30 μ m)を作製した。作製においては3次元レーザー加工法【★3】と3次元光造形法【★12】をそれぞれ用いた。これらの手法は共にナノ・マイクロメートル級の微細な3次元構造を作製可能であるが、本プロジェクトでは前者を用いて樹脂製針を、後者を用いて金属製針をそれぞれ作製した。またどちらの方式においても、加工条件の最適化により針の先端を3次元的に先鋭化することに成功した。針の側面に蚊の小顎(蚊の口器の一つ)を模した微細な鋸歯状突起を付与することにも成功した【★4】。

針の低侵襲性は穿刺時に対象(人工皮膚)が受ける抵抗力を測定することで評価した。結果、針の細径化、および側面への鋸歯状突起の付与は侵襲性の低減に対して極めて有効であることが確認された。

一方で、針を細径化すると座屈・折損が発生し易くなる、採血時に管内で血栓が生じてしまう等の問題が発生することも分かった。これらの問題を解決するため、蚊の下唇(口針が折損しないように保護する鞘状の器官)を模倣した針座屈防止治具を開発した。また生体膜と同等性質を持つ2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン(MPC)ポリマーを針の内壁にコーティングすることにより、内径30 μ mの中空針を用いて血液を吸引することに成功した【★16】。この針は血糖値検査に必要な0.3 μ Lの血液を数秒で吸引することが可能であり、早い段階での実用化が期待される。

3次元ナノ・加工を応用したデバイスとして、環境中に存在する微小な振動エネルギーを電気エネルギーに変換するエナジーハーベスティングデバイスの研究開発も行った。本プロジェクトでレーザー加工法により機械損失の小さいばね構造を作製し、これを応用することでセンサネットワークの駆動に必要な100 μ Wの高出力を得られる発電デバイスの開発に成功した。また、スプレーコーティング法またはディップコーティング法を用いて種々の3次元微細構造の表面に圧電材料であるポリフッ化ビニリデン(PVDF)膜をコーティングし、構造の変形に応じて発電するデバイスを作製することにも成功した。本構造は発電デバイスとしてだけでなく構造の変形を検出する高感度な歪センサとしても使用することが出来るため、例えばロボット用の吸着パッドの状態を検出するシステム等への応用も可能である。

(1b) マイクロエレクトロプレーディングによる微細構造の創成*1b(担当者:新宮原)

3D ナノ・マイクロデバイスを作製するには、微小構造物へ金属皮膜を形成することが必要であり、この方法として、無電解・電解めっき法が重要である。また、シリコン基板への微細な孔パターン形成においては、レーザー加工では残差物の発生が問題であるので、湿式Siエッチングによる残差物フリープロセスを行った。前者のメッキ被膜形成においては、直径5 μ m、深さ50 μ mの微細孔(TSV)の内壁全面にCoWB合金膜を無電解めっきにより100nm厚で均一に堆積することに成功した【★8, 9】。CoWB膜上に電解めっきによりCuをボトムアップ堆積して、TSV内部への低抵抗金属の完全埋め込みに成功した。またCu拡散バリア性の高いCoWB合金膜の形成に成功した。後者のSiエッチングにおいては、金薄膜をスパッタ堆積膜を触媒として、フッ酸と過酸化水素水の混合浴にてエッチング速度2-3 μ m/分での垂直エッチングに成功した【★6, 18】。さらには、この湿式エッチング速度の温度依存性から、エッチング反応の活性化エネルギーが37 kJ/molであることを見出した。なお、エッチング方向の垂直性の制御が大きな課題となったが、PEGなどの界面活性剤を適量添加することにより、垂直エッチング性の大幅な向上を達成した。その結果、直径20 μ m、深さ200 μ mの微細孔の均一な垂直エッチングを達成した。

(1c) ナノインプリント法による微細構造の創成*1c(担当者:山口)

マスター形状を転写する技術として、熱や紫外線のエネルギーを加えながらマスターを相手方の材料に押しつけ、負型(金型)を作製することが有望である。負型に対してポリマー材料を射出成形することでプラスチック製の、電鍍(金属をメッキして剥がす)を行うことで金属製の微細製品の大量生産が可能となる。本課題では、ダイヤモンドを金型材として想定する。金属をダイヤモンドに熱化学拡散させることで、ダイヤモンド表面に微細構造物の負型を転写する。この加工原理の妥当性を分子動力学を用いたシミュレーションで解明した【★28】。実際に、鉄系試料上の溝パターンを人工単結晶ダイヤモンドに真空加熱接触させた。散発的に微細溝がダイヤモンドに転写され、加工の可能性を確認できた【★27】。接触加熱温度と接触時間に対する加工量(溝深さ)との関係も明らかにすることができたが、どの温度においても、ある時間を超えると加工が進まなくなることがわかった。これは、接触境界面に乖離した炭素が黒鉛として残留し、鉄とダイヤモンド間での炭素の移動を阻害するためと推察された。そこで、接触加熱後ダイヤモンドのみを真空加熱して黒鉛を除去した

のち再び純鉄との接触加熱を行う、という繰り返し工程という方法を考案した。

(1d)3次元光造形による微細構造の創成*1d(担当者:新井)

本研究では、光の運動量に変化する際に発生する光放射圧を用いたMEMSの動力源としての光モータの開発を目指した。加えて、近年特に使用が拡大する3DプリンタのMEMS領域での利用を促進させることを目指した。光放射圧は、2018年度ノーベル物理学賞を受賞したAshkinにより1970年に2本の対向レーザーを用いた誘電体微粒子のトラッピングとして報告され、開口数の大きなレンズを用いたレーザー光による新たな技術として利用されている。電磁ノイズの発生もなく、複雑な電気配線も必要でないことより、光放射圧を用いる技術は、シンプルな製作過程で有意義な働きをMEMSに与えることのできる物理現象であるといえる。

MEMS技術で作製した風車のようなマイクロロータ(直径:100 μ m)を用いて、反射現象に基づく光放射圧を利用した新たな技術の開発を実施した【★10, 19】。将来的には、極めて小さな力である光放射圧を複数の羽根を持つマイクロロータに複数方向から光を照射することによって、回転トルクの集積をはかり、MEMSの駆動源として利用可能になることが期待される。また、光放射圧によって得られる力を実験並びにシミュレーションにより検証し、それに基づき一つのロータから取り出すことが可能なトルクをマイクロロータのダイナミクスのもとで検討した。さらに、3Dプリンタを用いてマイクロロータを製作し、レーザー光を用いてロータを回転させることにより、具体的に得られるトルクを明確にした。

2. 医療応用グループ

(2a)動物実験による医療用デバイスの性能評価*2a(担当者:福永、高澤、歌)

蚊の口器を模倣した医療用無痛針の研究として、本課題では動物実験による注射針の穿刺性能、採血性能の評価を遂行している。倒立型顕微鏡でマウスの皮膚の血管を可視化する手法を開発することができ、世界的にも貴重な映像が取得できた。この成果を平成29年7月の第44回可視化情報シンポジウムにて発表し、大きな反響を得た【★26】。また、痛みを伝達する神経の活動電位を測定し、そのデータから電気生理学的な検討により針の痛みの程度を定量的に評価する手法を提案し【★30】、その成果は新聞にも取り上げられた【★32】。今後人間による臨床実験も視野に入るが、高澤の所属する群馬大学にてその準備を進めている。

(2b) MEMSによる生体センシングデバイスの開発*2b(担当者:大村)

本課題では、血中アルコール濃度測定をはじめとした生体センシング手法の開発を進めている。先ず、本プロジェクト以前から基礎検討を続けてきた光電脈波を使った非侵襲なアルコール摂取検知アルゴリズムについて、このプロジェクトで検知信頼度を高める工夫を積み重ねてきた。脈波の線形解析であるFourierスペクトル解析データだけを使うアルゴリズムの限界を突破するために、非線形信号解析や信号相関モデルを使った解析を実施した。それらに加えてカオス解析手法を取り入れたアルゴリズムを検討し、検知信頼度を高めることができるアルゴリズムを提案した【★20, 21】。

他方で、生体情報を有する唾液、汗などをリアルタイムで分析する無電池型の小型分析機器の開発も行っている。体外、体内を問わず、化学分析には薬液混合が不可欠であるが、従来の混合器は表面張力を使った薬液吸入とそれによる自然混合による化学反応の実現であった。それに対して、混合速度変調や混合中止再開を自在に制御可能な回転体を持ち、複数の薬液を攪拌する回転体に関するMEMS機器の提案を特許化した【★33】。この提案では、回転体自身が光照射によって発電する機能を備えているが、現実的に有効な回転トルクを生み出せるかどうかを検証するには、設計情報を得やすい理論的モデルを構成する必要があると考え、モデルの理論解析を実施した。この解析計算結果から、市販LED1個の明るさでミリメートルレベルの回転体に十分なトルクを与えることができることが証明された。

(2c)医療用バイオセンサの開発*2c(担当者:稲田)

金属及び半導体ナノ粒子を用いたバイオセンサに関する研究を行った。具体的には、生体親和性有機分子を保護膜とする金ナノ粒子集合体試料の発光特性、磁気特性、電気伝導特性の基礎物性を検討した。加えて、独自の手法により作成したアルミニウムナノ粒子が自発的磁気モーメントを有することを見出し、磁気モーメントの起源の解明と医療応用について検討した。

まず、前者の金ナノ粒子を用いた医療用バイオセンサの成果として、グルコースオキシダーゼ法による糖尿病診断用グルコースセンサを開発した【★24】。このセンサは、ヒト血清アルブミンで修飾安定化した可視光発光性金クラスター粒子の発光強度が検体中の過酸化水素濃度により変化することを利用している。すなわち、検体に発光性金クラスター粒子とグルコースオキシダーゼを添加すると、検体中のグルコース濃度に比例して過酸化水素が発生する。この過酸化水素により金クラスターが酸化されて、その個数が減少し発光強度が小さくなる。本センサでは糖尿病の疑陽性と診断される血糖値(グルコース濃度にして11.1mM)に対して発光強度が検体混入前のおよそ30%に減少した。この発光強度の減少は、目視でも明確に検知できるものである。後者に関しては、アルミナ粒子を純水中でレーザーアブレーションすると超常磁性を示すアルミニ

ウムナノ粒子が得られ、さらに驚くべきことに、このアルミニウムナノ粒子を銀ナノ粒子と混合して加熱焼成すると強磁性を示すことを見出した【★22, 23】。その磁気モーメントの起源が、アルミニウムナノ粒子表面の酸素欠陥であることを提案した。また、このような磁気特性をハイパーサーミア治療に応用すべく交流磁気特性評価を行った。

3. バイオメテイクスグループ

(3a) 蛸のバイオメテイクスによるフレキシブルロボットハンドの開発*3a(担当者:高橋)

多様な物体を把持できる蛸の吸盤を模倣したグリッパの開発を目的として研究した。このグリッパは密閉空間を体積膨張で減圧して吸着する。プロジェクト申請前の時点でグリッパの動作を確認している。また試作したグリッパは剛性の高い物体を把持できた【★11】。

本課題では、グリッパの吸着力向上、物体の剛性によらず把持ができるグリッパの開発、およびグリッパとロボットアームを組み合わせた搬送システムの開発を行った。まずグリッパに蛸のもつ微小突起、溝および漏斗構造を加えて吸着性能の向上に成功した。学生がこの研究成果を 2018 年度日本機械学会年次大会で発表し、日本機械学会 若手優秀講演フェロー賞を受賞した【★31】。

次にパウチ容器などの柔軟物を把持できる吸着グリッパを開発した。この吸着グリッパは底面に水袋があり、この水袋が物体の形状変化に追従する。市販の吸着パッドは特定の物体に対して最適化されているため、柔軟物は把持できても固い物体は把持できない。本研究で開発した吸着グリッパは物体の剛性によらず把持ができる。

最後に市販の産業用ロボットアームに開発したグリッパを搭載し、市販の画像センサと組み合わせたシステムを構築した。このシステムを用いれば、事前に学習した物体を認識して、吸着グリッパにより認識した物体を搬送できる。折りたたみコンテナに設置した 800 gf 程度の柔軟物を他のコンテナに数秒で搬送した。

(3b)蚊のバイオメテイクスによる医療用無痛注射針の開発*3b(担当者:鈴木)

蚊の口器に含まれる針は 1 本ではなく、血液を吸う中央の上唇とその両脇に鋸歯状突起を有する子顎があり、これらがお互いに位相差を持って協調振動しながら少しずつ皮膚へ侵入することで、侵襲性を最小限に留めている。また、複数の針を下唇と呼ばれる鞘状の器官で保護することで、座屈や折損を防止している。この知見をナノ・マイクロ加工グループにフィードバックし、蚊の針を模倣した微細針、および下唇を模倣した座屈防止治具を作製した(前々頁*1a 参照)。

また、医療応用グループと共同で開発した動物観察システム(前頁*2a 参照)を用いて、蚊の穿刺動作および血液吸引動作をより詳細に観察した。その結果、蚊は針全体を交互回転(ひねり)させる動作と、針を交互振動させる動作を使い分けていることが判明した。そこで、穿刺時に針へ交互回転、振動、もしくはその両方を付与して穿刺抵抗を測定した。結果、単純に穿刺する場合と比較して、交互回転と振動のいずれかを付与することにより抵抗力が半減することが分かった。さらに、往復回転と振動を両方付与すると、抵抗力は約 1/4 まで低減した【★25】。直径 100 μm の針に往復回転と振動付与した際の穿刺抵抗力は約 0.5 gf であると見積もられており、極めて小さな力で皮膚を穿孔可能である。ただし、通常のシリンジ(注射筒)を用いることを想定した場合、交互回転と振動を付与しながら血液を吸引することは困難である。そこで、上記 3 つの動作を同時に実施可能な特殊な穿刺器具を開発し、特許申請を行った。この器具は 1 つのモータにより交互回転と振動の 2 つの動作を針に当たることが可能であり、かつ針を動作させながら血液を吸引することも可能である。この穿刺器具の開発により、従来手法より容易に動物の皮膚に針を穿刺することが可能であり、また確実に血液を採取することが可能となった。このシステムについても、微細針と合わせて早期に上市することを目指している。

(3c)自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用*3c(担当者:伊藤)

近年、高度な観察技術により昆虫の翅には自己組織的に作られたナノ構造(ナノピラー)が存在することが明らかとなった。ナノピラーはロータス(蓮の葉)効果による撥水性を示すほか、光に対する無反射構造としても知られている。さらに近年、この構造が持つ物理的な特性が殺菌作用を示すことが報告された。そのナノピラー構造を単結晶 Si を用いて人工的に模倣し、Si 基板の表面状態やナノ構造の大きさが抗菌性に影響を及ぼすことを新たに明らかにした【★14】。

ナノ構造に起因する抗菌評価の手法として、JIS 規格によるマクロな評価系、および蛍光たんぱく質を大腸菌内に生成させたマイクロな評価系を立ち上げた【★13】。これらの評価法を使って、グラム陰性菌の代表例である大腸菌をターゲットにナノ構造の物理化学的特性と抗菌の関係性を調査した。マクロおよびマイクロな評価を行った結果、構造表面が疎水的であるほど、また、平面よりはナノ構造がある方が大腸菌はその表面に付着しやすく、抗菌効果が高いことが明らかとなった。このような結果が得られた理由としては、大腸菌の鞭毛は疎水的であるため、疎水-疎水相互作用により付着しているのではないかと推測される。

さらには、マイクロな系での観察結果から、大腸菌が死滅する過程には大きく分けて 3 つの過程が存在していることがわかった。大腸菌がナノ構造に付着したのち、細胞膜が何らかの原因で損傷し、徐々に体内のたんぱく質や DNA が細胞外に漏れ出ていき、その後大きな損傷が発生し一気にこれら生命活動に必須の体液が漏れ出ることを確認した。この現象は構造表面が疎水的であるほど強く発生し大腸菌の生存率も低下する。

この現象はセミの翅および人工的なナノ構造でも観察されたことから、ナノ構造によって大腸菌が死に至る過程をリアルタイムで評価できることが示されたといえる。

<優れた成果が上がった点>

1. ナノ・マイクロ加工グループ*1a,*1b,*1c,*1d

3次元光造形法および3次元レーザー加工法により、ナノ・マイクロメートル級の微細構造を有する低侵襲性針の作製に成功した。作製した針のなかで最も微細な針では、蚊と全く同一の直径 50 μm を実現している。また、この針は蚊と同様に鋸歯状の突起を有している。上記2つの作製法を比較した場合、光造形法の方がより精密な形状を作製可能であるが、レーザー加工は医療用材料として一般的なステンレス製の針を作製可能な点で優れている。

また、微細構造の作製技術として、直径 2 μm 、アスペクト比 15 の高アスペクトの微細穴内部への無電解めっきに成功し、穴底部でのカバレジが 60%という良好な結果が得られた点は、従来技術(スパッタによる金属膜の堆積等。底部カバレジ 10%以下)と比較して特に優れている。ダイヤモンド加工法によるナノインプリント用鑄型の作製に関しては、微細構造炭素拡散の動力学解析シミュレーション手法による切削結果の予測手法を確立した点が特に優れた効果である。この手法は微細加工技術への適用に限らず、ダイヤモンド加工全般における工具摩耗モデルとしても利用できる。さらに、3次元光造形機を活用し、直径 100 μm の光モータを製作したことについても、このような光の運動量を機械的運動に変換することのできるマイクロ構造物の製作を世界で初めて実現しており、特に優れた成果であるといえる。

2. 医療応用グループ*2a,*2b,*2c

医療用デバイスの性能評価のためマウスの皮膚の血管を可視化する手法を開発し、蚊の針や開発した針が血管から吸血する世界的にも貴重な映像が取得できた。ラットの痛みを伝達する神経の活動電位から、電気生理学的な検討により針の痛みの程度を定量的に評価する手法を世界で初めて提案した。

また、生体センシングデバイスの開発では、光電脈波を使ったアルコール摂取検知のために開発したアルゴリズムの信頼度が従来手法と比較して高く、実用化に向けた検討が可能となったことが優れた点であると言える。分析用無電池型小型回転体は、携帯型分析器の一つの候補になり得る。さらに、バイオセンサの開発では、金ナノ粒子の局所表面プラズモン増強電場を利用することで発光強度を 3 倍程度大きくすることができた。また、金ナノ粒子の磁気特性を利用したバイオセンサの感度増強のためには金原子とセンサ分子の吸着基との間の仕事関数差に着目して材料設計を行えばよいことを見出した。

3. バイオミメティクスグループ*3a,*3b,*3c

蛸の吸盤を模倣し、微細な突起をグリッパ表面に設けると対象物との間に働く摩擦力が高くなることを明らかにした。蛸の吸盤側面のくびれ、および底面の凹みと溝は吸盤の柔軟性を高める効果があると考えられる。これを模倣し、把持対象の形状に追従しやすいグリッパとすることで、柔軟物についても高い確率で吸着・把持することに成功した。また、グリッパとロボットアームを組み合わせた搬送システムの開発を行ったこと、特に画像センサと組み合わせて事前に学習した物体を認識して適切なグリッパを選択するシステムを構築したことが優れた成果といえる。

蚊の観察から蚊の持つ低侵襲性の穿刺メカニズムを解明し、作製した微細針の穿刺方法に応用した点も優れた点として挙げられる。蚊の穿刺動作を模倣することが可能な特殊な穿刺デバイスを開発した結果、穿刺抵抗力を従来の約 1/4 まで低減することに成功したうえ、より確実に採血することが可能になった。

自然界や生物が持つナノ構造の模倣およびセンサへの応用研究については、昆虫の翅表面のナノ構造が有する殺菌作用を評価するため、大腸菌をターゲットにナノ構造の物理化学的特性と抗菌の関係性を評価するための評価手法および環境を構築した点、その評価手法を利用して昆虫の翅の殺菌原理を解明した点、ウエットエッチングによる手法(メタルアシストエッチング)により昆虫の翅表面を模倣したナノピラーを大面積に対して均一かつ制御性良く作製することに成功した点が、それぞれ優れた点として挙げられる。このように人工的に作製したナノ構造にも抗菌性効果が認められ、抗菌デバイスの実用化へ向けた応用研究への今後の展開が期待できる。

<課題となった点>

1. ナノ・マイクロ加工グループ*1a,*1b,*1c,*1d

光造形法やレーザー加工法を応用した3次元加工は生物を模倣した複雑な3次元構造を作製可能であるという点では優れているが、加工時間が長く作製コストも高いため、量産に向かないという課題があった。そこで、ナノインプリント法や射出成型法により作製した3次元のナノ・マイクロ構造を複製する技術に取り組んだ。結果、直径 100 μm 以下、長さ 2mm 以上という高アスペクト比で、かつ先端が3次元的に先鋭化された微細針を高速に複製することに成功した。

微細孔(TSV)の内壁前面にバリアメタル膜を形成する研究においては、十分な密着強度とCu拡散バリア性の双方を兼ね備えたバリアメタル材料が存在しないことが問題であった。そこで、めっき浴の組成を変えて

合金バリア膜の元素組成を様々に変えることにより、上記問題を解決する素材の探索および成膜法の開発を行った。結果、直径 5 μ m、深さ 50 μ m の TSV の内壁に Cu 拡散バリア性の高い CoWB 合金膜を形成し、さらに Cu を TSV 内部へ完全埋め込みすることに成功した。

TSV に関する研究においては、Si の湿式エッチングにおける垂直性の均一性向上が課題であった。この課題を解決するために触媒となる金薄を直径 100nm~200nm のナノホールに配置した。また、エッチング液に界面活性剤を添加することにより触媒金と Si 基板の密着性の改善を試みた。結果、Si エッチング速度の均一性を大幅な向上させることに成功した。

光モータに関する研究においては、モータに発生する微小な回転力(トルク)を測定する方法が存在しないことが問題であった。そこで、微小トルクを測定するためのマイクロトルクレンチを直径 625nm の白金線を用いて製作した。また有限要素法解析によりマイクロトルクレンチのたわみから光モータのトルクを推定する計測技術を新たに開発した。また、動力源となるレーザー光の照射効率が低い点も課題となっていた。そこで、光照射効率の向上のため光ファイバーの先端を、ふっ酸エッチングにより直径 30 μ m の半球レンズ形状に成形した。結果、レーザー光をモータに集中して照射することが可能になり、出力を向上させることに成功した。

2. 医療応用グループ*2a,*2b,*2c

低侵襲性針の研究については、穿刺による痛みの評価法について信頼性が確保されていないことが課題であった。そこで、痛みを伝達する神経の活動電位を測定し、そのデータから電気生理学的な検討により針の痛みの程度を定量的に評価する手法を提案することで、信頼性を向上させた。また、もう一つの課題であった人間の痛みを評価する臨床実験についても、実施に向けて準備を行っている。

生体センシングデバイスの研究については、体液や試薬を攪拌する MEMS 回転機構の現実性に関して、その根拠を明らかにするまでに時間を要したが、理論的な解析に成功し、外部からの弱い光照射によっても現実的な能力を持つことを示すことができた。

ナノ粒子を用いたバイオセンサの研究に関しては、アルミニウムナノ粒子系材料のハイパーサーミア治療への応用を目指して、磁気特性を評価した。今後は交流磁場印加による温度上昇効果についても検証していく予定である。

3. バイオミメティクスグループ*3a,*3b,*3c

蛸の吸盤を模倣したロボット用グリッパの研究に関しては、研究当初から柔軟物体に対する把持成功率が低いことが問題となっていた。そこで蛸の吸盤の形状をより詳細に模倣した結果、グリッパが把持対象の形状に追従しやすくなり、柔軟物についても高い確率で吸着・把持できるようになった。

蚊の口器を模倣した低侵襲針の研究に関しては、蚊の動作の模倣に成功したものの、動物から血液を十分に吸引することができないことが課題であった。そこで、針を回転させ、回転体から液体を吸引可能な特殊カップリングを導入した採血デバイスを新たに開発した。これにより、針に蚊の吸血動作を模倣した往復回転運動を付与することができ、マウスから血液を採取することに成功した。

セミの翅表面のナノピラー構造を模倣した抗菌デバイスの研究については、ナノピラーの形成方法の確立が課題であったが、自己組織的に配列させるナノ粒子を援用したメタルアシストエッチング法により、均一なナノピラー構造を作製すること成功した。また、ナノ構造による大腸菌が死滅する原理についての解明も課題となっていたが、ナノピラー上における大腸菌の生存数をリアルタイムで定量分析する手法を確立したことで、原理解明に向けて大きく前進した。これまでに大腸菌の死滅過程が大きく3つに分かれていることを明らかにしている。現在は材料側の調整だけではなく微生物側の要因の探索も実施しており、今後より詳細に原理を解明していくことが出来ると期待される。

<自己評価の実施結果と対応状況>

関西大学先端科学技術推進機構の支援を受け、各研究員の研究成果を確認するため、研究進捗をまとめた成果報告書(技苑)を各年度末に発行している[参考資料4]。また、2017年度、2018年度及び2019年度に、本学研究推進委員会 外部資金審査・評価部会にて内部評価を受けた[参考資料1]。総合評価としては、テーマも独創的であり、成果もほぼ順調であるという評価であった。

一方、個々の課題については次のような改善点を指摘された。(1)低侵襲製針の量産性に課題が残っている、(2)針に関する研究とそれ以外のバイオミメティクスについて進捗に差がある、(3)人体を対象とした針の低侵襲性評価を行うための検討を始めるべきである、(4)活字体や映像による研究成果の公表を進めるべきである、(5)博士課程後期の大学院生や博士研究員の教育成果を示すために、具体的な論文数や学会での発表数を公表すべきである。これらを受けた対応・進捗を以下に示す。

(1)の針の量産性向上については、3次元ナノ・マイクロ加工により形成した針構造をナノインプリント法および射出成型法により複製する技術の開発に。更にプラスチック成形メーカー2社の協力を得て、実際の生産現場への適用を検討できる段階まで進捗している。

(2)の針以外のバイオミメティクス研究の進捗については、蛸の吸盤を模倣したロボット用グリッパ、およびセミの翅表面のナノ構造を模倣した抗菌デバイスの研究について大きな進捗を達成した。グリッパについて

は課題であった柔軟物の把持確率の向上に成功し、その成果を発表した。また、抗菌デバイスに関しては、セミ翅を模倣したナノ構造を安定して作製する手法の開発に成功し、かつ大腸菌の残存割合で実用的に評価することに成功した。結果、抗菌作用の原理解明に大きな進展が見られた。

(3)の人体を対象とした痛み評価については、針穿刺時の痛み刺激に対して特異的に反応するスキンコンダクタンス(皮膚表面の電流の流れやすさ)を測定することで、人間の痛みの定量的な評価を行う研究を進めている【★29】。

(4)研究成果の公表については順次進めており、その一部については既に学会発表および論文出版の形式にて公表された【例えば★2, 5-8, 18】。現在も論文投稿を継続しており、継続して成果が公表されていくと期待できる。また、研究代表者である青柳が、プロジェクトの研究成果をまとめる形で蚊の口器の穿刺メカニズム、およびそれを模倣した低侵襲性針に関する論文を、オープンジャーナルであり世界で最も権威の高い学術雑誌の人一つであるNature Communicationsに投稿する準備を進めている。Nature Communicationsは論文が公開された場合は雑誌ホームページ上で論文に関連する動画も公開できるので、世界中に映像の公開という課題も満たすことが出来る。本プロジェクトの研究開発成果の特許化も進めており、現時点で微細針の作製方法や穿刺デバイスに関連する特許を6件、生体センシングデバイスに関連する特許を1件出願し、その内2件が特許権取得に至っている。今後も順次特許申請を行う予定である。

(5)若手研究者の育成の具体的な成果を以下に示す。博士課程後期の大学院生に関しては本プロジェクト開始後に関西大学大学院理工学研究科博士課程後期に進学した院生である山本と浅井をリサーチアシスタント(RA)として雇用し、本プロジェクトの遂行を通じて教育・育成を行った。結果、山本については研究成果が学術論文誌に4報(その内2本は筆頭著者、すべて査読有)掲載された他、国際学会で2件、国内学会で16件の発表を行った。また浅井については研究成果が学術論文誌に6報(査読有4本、査読無2本、すべて筆頭著者)掲載された他、国際学会で10件、国内学会で6件の発表を行った。博士研究員の育成については、2017年度より本プロジェクトに参加した寺嶋がナノインプリント法を用いた微細針の複製に関する研究に携わり、前述した高アスペクト比の針形状の複製に成功するなど、目覚ましい成果を残している。この成果が学術論文誌に2報(いずれも筆頭著者、査読有)掲載された他【★1】、国際学会で3件、国内学会で7件の発表を行った【★15, 17】。このように、本プロジェクトにおける若手研究者の教育・育成についても大きな成果が得られたといえる。

<外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

日本のバイオメティクス研究の牽引者である千歳科学技術大学の下村政嗣氏、MEMSの産業応用における草分け的存在である産業技術総合研究所の前田龍太郎氏、研究代表者と同じく蚊を模倣した無痛針の研究を長年継続して行っている東海大学の榎谷和義氏の著名な有識者3名から外部評価を受けた。2017年5~6月に中間評価が、2019年5~6月に最終評価が実施され、両評価において3名ともから全項目において最高の評価を得た[参考資料2, 3]。

研究進捗については、中間評価、最終評価共に順調であるという評価であった。また特に優れている点として、研究課題の独自性、積極的に成果を公表している点、本プロジェクト以外の資金獲得状況が順調ある点、大学院生を中心とした若手教育が充実している点が挙げられていた。一方、課題点として3つのグループ(ナノ・マイクロ加工、医療応用、バイオメティクス)の連携をさらに促進させるべきであること、成果の実用化にむけて産業界とのつながりを目指すべきであること、知的戦略をより意識すべきであること、等を指摘された。

上記の評価を受けて、研究組織内の連携を促進させた。特に中心課題である低侵襲製針の開発に関してはグループ間の連携を十分意識して研究を進めた。具体的には、蚊の吸血動作観察や針の侵襲性評価に用いる評価観察システムは全グループ(*1a, 2a, 3b)が共同で開発した。結果、個々のテーマの進捗速度をより高めることが出来たうえ、相互の研究に対する理解が深まった。この結果、蚊の穿刺メカニズムを針の形状およびその穿刺方法の双方で模倣することが可能となり、研究課題全体の達成度が向上した。

研究成果の実用化に向けた活動としては、蚊を模倣した低侵襲性針の他、蛸の吸盤を模倣したグリッパ、セミの翅を模倣した殺菌デバイス、生体センシングデバイスについて、実用化を模索している。特に低侵襲性針については、複数の企業と連携して量産化技術開発を開発する段階に達している。例えば樹脂成形メーカーであるメイホー社、山田精工社の協力を得て針の転写複製技術を開発した。同時に、精密加工メーカーである住ゴム高砂インテグレート社、二九精密機械工業の協力を得て、微細針に往復回転と振動を付与しながら皮膚に穿刺し、同時に液体の吸引・吐出が可能な穿刺器具を開発した。これらの開発成果を以て上市することも視野に入れている。また、TSV形成およびそれへのバリアメタル膜形成の研究(*1b)については、企業からの共同研究の打診が複数件あり、JSTによる企業との共同開発プロジェクト(A-STEP)を2019年10月より3年間の予定で開始している。

<研究期間終了後の展望>

本プロジェクトの総合的な展望

本報告書に記述した通り、3次元ナノ・マイクロ構造を作製するための様々な技術を開発し、またこれをバイ

オミメティクス技術と融合させることで医療デバイスの開発に応用する、というプロジェクトの目標をほぼ達成することができた。研究期間終了後も現在実施中の研究テーマを継続し、また、そのために構築した研究施設・装置も維持していくことで、本プロジェクトで形成した研究基盤を更に発展させていく予定である。

そのために、次年度より関西大学内で研究グループを組織し、このグループを中心として学外研究機関との共同研究や、外部資金の獲得を目指す。特に、蚊の無痛微細針に関連する研究(*1a,*2a,*3b)については、3つのグループに分かれていた組織を統合し、一つのグループとして無痛針の実用化研究を進めていく予定である。その他のテーマについても研究グループ内でそれぞれ研究を継続・発展させていく予定である。無痛針の研究、および各グループの今後の予定について、その詳細を以下に示す。

蚊を模倣した無痛微細針に関する研究の展望 *1a,*2a,*3b

蚊の口器を模倣した無痛針の研究については、上市を目指すことが大きな目標となる。このためには、本プロジェクトで達成できなかった、人間を対象とした針の痛み評価を最優先で行う必要がある。このために、倫理委員会の立ち上げや協力機関の模索などを順次進めていくつもりである。針の量産に関しては、現時点で基礎研究はほぼ完了したといえる。そこで、量産にむけた金型作製等を進めていく必要がある。ただし、量産用の金型は研究機関で作成することが出来ないため、外部に委託するしなければならない。そこで、協力企業の模索や、新しい資金獲得に向けて努力していく予定である。具体的な予定として前者に関してはメンバーの高澤の指導の下、群馬の病院にて人間への穿刺について相談している。後者に関しては福岡と新潟の二つの射室成形専門メーカーに金型製作を依頼すべく相談しているところである。また、目標通りに研究が進捗した場合、2021年度に医薬品医療機器等法に基づく申請を開始し、2022年以降の上市を目指す。

1. ナノ・マイクロ加工グループ *1b,*1c,*1d

TSV形成およびバリアメタル膜形成の研究(*1b)については、直径20 μm 、深さ300 μm 程度のよりアスペクト比の高い微細孔を形成し、その内壁へ無電解めっき法によりCoWB膜を形成すること、さらにはそのTSVに電解めっき法によりCuを埋め込むことを目標とする。また、SiエッチングによるTSV形成においては、同時に複数枚のウェハをエッチングするバッチ処理を実施することで、その量産性を高める手法の開発を実施する予定である。

ダイヤモンド加工法によるナノインプリント用鋳型形成の研究(*1c)については、本プロジェクト終了後に、溝以外の形状、例えば円柱、角柱、円錐台などの形状に対する加工性能について調査する予定である。また、本プロジェクトでは純鉄とダイヤモンドの接触加熱による加工を行っていたが、コバルトなど他の金属材料に対する加工性能についても調査する予定である。さらにはダイヤモンドの溝形成のミクロ的なメカニズムの解明も行なっていく。

光モータに関する研究(*1d)については、当初の計画通りに光照射により回転するロータの作製に成功した。研究期間後は、複数ロータとマイクロ歯車を集積することで他のMEMS機構に機械的な動力を供給するシステムの開発を継続して目指す。現在までに100 μm 程度の歯車列の作製に成功しており、これらの歯車を回転させるための「光ベアリング」の開発も大詰めを迎えている。継続してこれらの研究を実施する予定である。

2. 医療応用グループ *2b,*2c

MEMSによる生体センシングデバイスの開発(*2b)については、非接触アルコール検出デバイスに用いている光電脈波方式による飲酒検知アルゴリズムの更なる高信頼化を目指す予定である。また、MEMS回転体を有する生体センシングデバイスについては、回転体の作製プロセスの検証を行う予定である。さらには、これに関連して生体内微小ロボットの構築に向けた検討を開始する。

金属ナノ粒子を用いたバイオセンシングデバイス(*2c)については、金クラスター試料または半導体ナノ粒子試料のバイオセンサへの応用研究を更に進める予定である。具体的には、修飾保護分子の多様化や試料配列技術の向上を目指す。これにより、センサの検出範囲や感度を大幅に向上させることが出来ると期待される。アルミニウムナノ粒子の磁気特性の医療応用については、磁気モーメントの起源を解明することにより大きな飽和磁化を持つ試料の開発を目指す。これが実現すればハイパーサーミア治療技術にとって一つのブレイクスルーとなる可能性がある。また原子間力顕微鏡のカンチレバーを用いた高感度バイオセンサの開発は、超高感度・超微小領域測定に有用な技術であり、引き続き検討したい。

3. バイオミメティクスグループ*3a,*3c

蛸の吸盤を模倣したロボット用グリッパの研究(*3a)については、本プロジェクト終了後も研究を継続する。今後は開発したグリッパの耐久性を向上させるだけでなく、ハンドを使用する特定の環境を考慮し、その環境に適した機能や機構を有するグリッパを開発する。

昆虫の翅表面のナノ構造を模倣した殺菌デバイス(*3c)に関しても、研究を継続する。本デバイスについては、その殺菌原理が完全には解明されていないため、この原理解明のための研究に力を入れる。また、ナノ構造作製については実用化を目指して作製コストを抑制可能な新しい作製方法を模索したい。このため、今

後も外部資金の導入を図り、継続して研究を進展していく体制を整えていく予定である。

＜研究成果の副次的効果＞

本プロジェクトの実施により、テーマに直接関連する成果が得られただけでなく、様々な副次効果が得られた。最も大きな効果は、本プロジェクトの成果をシーズとした新しい研究テーマが生まれたことであり、また、それに関連して企業や大学、公的機関との交流や共同研究が生まれたことである。

例えば、微細針に関連する研究からの派生として、高アスペクト比の微細針をアレイ化した「マイクロニードルアレイ」の研究が開始された。本テーマは現在非常に注目を集めており、様々な研究者が本テーマに取り組んでいるが、それらのほぼすべては中実状の針をアレイ化した物であった。我々はこれまで採血用の針の開発に取り組んでいた経緯から、中空針をアレイ化する研究に取り組み、成果が出始めている。また、これらの研究を通じて兵庫県立大学名誉教授の松井真二氏、東京大学生産技術研究所教授の金範峻氏と交流しており、研究推進の一助となっている。また、痛みの定量化研究に関連して生理学研究所生命創成探究センターの富永真琴氏と共同研究を開始している。針の量産に関して共同研究をしている山田精工社、二九精密工業社とは本プロジェクトで得られた成果を基に共同研究が開始されており、産学連携という副次効果も得られたといえる。

TSV およびバリアメタル形成に関連する研究(*1b)についても企業からの共同研究の打診が複数件あり、また JST による企業との共同開発プロジェクト ASTEP を 2019 年 10 月より 3 年間の予定で開始している。蝟の吸盤を模倣したロボット用グリッパの研究(*3c)についても、複数の企業との共同研究が進行しており、本プロジェクト終了後も共同研究を続けて実用化を目指す予定である。昆虫の翅表面のナノ構造を模倣した殺菌デバイス(*3c)については関連する特許を 2 件出願し、それに伴い企業との共同研究も 1 件スタートしている。

III 研究発表一覧 ※上記、II(4)に記載した研究成果に対応するものには★を付している。

<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. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである(13件)

- (1) S. Yamamoto, S. Aoyagi, M. Yamada, T. Takahashi, M. Suzuki, T. Nagashima, A. Kunugi, M. Chiyonobu, T. Kuroiwa, R. Hosomi, K. Fukunaga, D. Uta, T. Takazawa, T. Hikitsuchi, Y. Kawajiri, K. Nakayama, A Puncturing Device that Mimics the Mechanism of Mosquito's Proboscis and Labium-Verification of the Effect of Skin Deformation / Needle Buckling Prevention Mechanism and Puncture Experiment on Artificial Skin and Experimental Animals-, INT.J.of Automation Technology, 14(1), 117-127 (2020.1). [査読有]
- (2) S. Terashima, C. Tatsukawa, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fabrication of microneedle using poly lactic acid sheets by thermal nanoimprint, Precision Engineering, 59, 110-119 (2019). 【★1】
- (3) H. Takise, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Film formation and characterisation of PVDF piezoelectric polymer thin film by spray coating and its application to helical spring, International Journal of Nanotechnology, 15(11/12), 900-913 (2018). [査読有]【★2】
- (4) 永田一志, 樊利文, 武田朋之, 服部佐知子, 青柳誠司, 鈴木昌人, 才木常正, 瀧澤由佳子, 安藤妙子, 杉山進, 高解像三次元プリンタによる超狭ピッチバンプアレイ用プローブ, エレクトロニクス実装学会誌, 21(6), 586-589 (2018). [査読有]
- (5) 青柳誠司, 高橋智一, 伊藤健, 精密加工による種々の生物模倣デバイス, 超精密, 23, 37-43 (2017). [査読有]
- (6) H. Takise, T. Takahashi, M. Suzuki, Y. Arai, S. Aoyagi, Fabrication of piezoelectric vibration energy harvester using coatable PolyVinylidene DiFluoride and its characterisation, Micro & Nano Letters, 12(8), 569-574 (2017). [査読有]
- (7) 瀧瀬宏樹, 陳延鵬, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 塗布法により製膜可能な PVDF 圧電膜を用いた小型振動発電デバイスによる μW オーダーの発電, 電気学会論文誌 E, 137(5), 140-145 (2017). [査読有]
- (8) 青柳誠司, マイクロニードルの展望, 精密工学会誌, 82(12), 999-1004 (2016). [査読有]
- (9) Y. Hara, M. Yamada, C. Tatsukawa, T. Takahashi, M. Suzuki, S. Aoyagi, Fabrication of Stainless Steel Microneedle with Laser-Cut Sharp Tip and its Penetration and Blood Sampling Performance, International Journal of Automation Technology, 10(6), 950-957 (2016). [査読有] 【★3】
- (10) Y. Hara, M. Yamada, C. Tatsukawa, T. Takahashi, M. Suzuki, S. Aoyagi, Laser Fabrication of Jagged-Shaped Stainless Steel Microneedle Imitating Mosquito's Maxilla, International Journal of Automation Technology, 10(6), 958-964 (2016). [査読有] 【★4】
- (11) M. Suzuki, M. Shimokizaki, T. Takahashi, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi, Characterization of Electret Based on Inorganic-organic Nanocomposite Using Fluoropolymer and Silica Nanoparticles, Journal of Physics, Conference Series 660, 012077 (4 pages) (2015). [DOI:10.1088/1742-6596/660/1/012077] [査読有]
- (12) M. Suzuki, M. Shimokizaki, T. Takahashi, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi, Fabrication and Characterization of Nano/Micro Textured Electret to Avoid Electrostatic Stiction and Enhance Its Surface Potential, Journal of Physics, Conference Series 660, 012042 (4 pages) (2015). [査読有]
- (13) 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, ナノポーラス SiO_2 を用いた高耐熱エレクトレットの開発および振動発電デバイスへの応用, 電気学会論文誌 E, 135(5), 171-177 (2015). [査読有]

(1b) マイクロエレクトロプレーティングによる微細構造の創成(新宮原) *1bの内容に対応する成果は以下の通りである(18件)

- (1) T. Shimizu, R. Niwa, T. Ito, S. Shingubara, Effect of additives on preparation of vertical holes in Si substrate using metal-assisted chemical etching, Jpn. J. Appl. Phys., 58, SDDF06-1-4 (2019.5).

[査読有]

- (2) R. Nakajima, A. Azuma, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Threshold switching of a NbOx device prepared by DC reactive sputtering, Japanese Journal of Applied Physics, 8, SDDF11-1-4 (2019). [査読有]【★5】
- (3) T. Shimizu, R. Niwa, T. Ito, S. Shingubara, Effect of a metal interlayer under Au catalyst for the preparation of microscale holes in Si substrate by metal-assisted chemical etching, Japanese Journal of Applied Physics, 58, SAAE07-1-4 (2019). [査読有]【★6】
- (4) T. Shimizu, R. Niwa, T. Ito, S. Shingubara, Effect of additives on preparation of vertical holes in Si substrate using metal-assisted chemical etching, Japanese Journal of Applied Physics, 58, SDDF06 (4 pages) (2019). [査読有]【★7】
- (5) T. Iseri, S. Shindo, Y. Miyachi, A. Hirate, T. Shimizu, T. Ito, S. Tanaka, S. Shingubara, Evaluation of the interdiffusion properties of Cu and electroless plated CoWB barrier films formed on silicon substrate, Japanese Journal of Applied Physics, 57, 07MB02 (2018). 【★8】
- (6) N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Fabrication of highly sensitive QCM sensor using AAO nanoholes and its application in biosensing, Sensors and Actuators B: Chemical, 276, 534-539 (2018). [査読有]
- (7) K. Nakade, K. Jindai, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Adhesion and bactericidal properties of a wettability-controlled artificial nanostructure, ACS Applied Nano Materials, 1, 5736-5741 (2018). [査読有]
- (8) H. Yoshida, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Magnetic conductive filament formed in the ReRAM device with ferromagnetic electrode, ECS Transactions, 75(32), 65-71 (2017). [査読有]
- (9) T. Ito, T. Asada, N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, Nonenzymatic detection of glucose using BaCuO₂ thin layer, Japanese Journal of Applied Physics, 56, 01AH02 (2016). [査読有]
- (10) N. Kaneko, T. Shimizu, Y. Tada, S. Shingubara, Oxidation of CuSn alloy nanotree and application for gas sensors, Japanese Journal of Applied Physics, 55(06), 1-4 (2016). [査読有]
- (11) T. Shimizu, Y. Tada, N. Kaneko, S. Tanaka, S. Shingubara, Formation of three-dimensional nanotrees with perpendicular branches by electrodeposition of CuSn alloy, Surface and Coatings Technology, 294, 83-89 (2016). [査読有]
- (12) Y. Hara, T. Shimizu, S. Shingubara, Nitridation of Silicon by Nitrogen Neutral Beam, Applied Surface Science, 363, 555-559 (2016). [査読有]
- (13) F. Inoue, H. Philipsen, M. H. van der Veen, S. V. Huylensbroeck, S. Armini, H. Struyf, S. Shingubara, T. Tanaka, Development of Glyoxylic Acid Based Electroless Copper Deposition on Ruthenium, ECS Transactions, 64(40), 41-55 (2015). [査読有]
- (14) K. Ohta, F. Inoue, T. Shimizu, S. Shingubara, Cu Displacement Plating on Electroless Plated CoWB Layer on SiO₂ and Its Adhesion Property, ECS Transactions, 64(40), 57-61 (2015). [査読有] 【★9】
- (15) F. Inoue, H. Philipsen, M. H. van der Veen, S. V. Huylensbroeck, S. Armini, H. Struyf, S. Shingubara, T. Tanaka, Glyoxylic Acid as Reducing Agent for Electroless Copper Deposition on Cobalt Liner, ECS Transactions, 64(40), 63-75 (2015). [査読有]
- (16) N. Nakamura, J. Taniuchi, T. Sone, K. Sasaki, F. Inoue, T. Shimizu, S. Shingubara, Stability Evaluation of Non-Agglomerated Pd Nanoparticle Catalyst Dispersion for Electroless Deposition, ECS Transactions, 64(40), 77-84 (2015). [査読有]
- (17) Y. Hara, T. Shimizu, S. Shingubara, Nitridation of Si surface at the bottom of submicron trench using nitrogen neutral beam, Japanese Journal of Applied Physics, 54, 06FH07 (2015). [査読有]
- (18) H. Nishitani, K. Ohta, S. Kitano, R. Hamano, M. Inada, T. Shimizu, S. Shingubara, H. Kozuka, T. Saitoh, Band gap tuning of Ni_{1-x}Mg_xO films by radio-frequency sputter deposition for deep-ultraviolet photodetectors, Applied Physics Express, 8, 105801 (2015). [査読有]

(1c) ナノインプリント法による微細構造の創成(山口) *1c の内容に対応する成果は以下の通りである (1件)

- (1) D. Hirooka, T. Yamaguchi, N. Furushiro, K. Suzumori, T. Kanda, Particle-Excitation Flow-Control Valve using Piezo Vibration-Improvement for a High Flow Rate and Research on Controllability,

(1d) 3次元光造形による微細構造の創成(新井) *1dの内容に対応する成果は以下の通りである (11件)

- (1) Y. Arai, Precise wide-range three-dimensional shape measurement method to measure superfine structures based on speckle interferometry, *Optical Engineering*, 59(1), 014108 (2020).
- (2) Y. Arai, Pre-treatment for preventing degradation of measurement accuracy from speckle noise in speckle interferometry, *Measurement*, 136, 36-41 (2019). [査読有]
- (3) 佐野弘人, 新井泰彦, 3Dプリンタを用いた光放射圧に基づくMEMSモータの開発, 電気学会論文誌E (センサ・マイクロマシン部門誌), 138(9), 406-411 (2018). [査読有]【★10】
- (4) Y. Arai, Three-dimensional shape measurement beyond the diffraction limit of lens using speckle interferometry, *Journal of modern optics*, 65(6), 1866-1874 (2018). [査読有]
- (5) 新井泰彦, 座屈解析へのスペckル干渉変形計測技術の適用, *機械の研究*, 69(6), 480-487 (2017). [査読有]
- (6) Y. Arai, Measurement of buckling deformation using speckle interferometry with same sensitivity in three-dimensions, *Optical Engineering*, 56(4), 044102 (2017). [査読有]
- (7) 新井泰彦, 横関俊介, 2枚のスペckルパターンのみを用いたスペckル干渉計測法の精度向上, *光学*, 46(4), 151-159 (2017). [査読有]
- (8) Y. Arai, Influence of error sources in speckle interferometry using only two speckle patterns, *Optical Engineering*, 55(12), 124101 (2016). [査読有]
- (9) Y. Arai, Simultaneous in-plane and out-of-plane deformation measurement by speckle multi-recording method, *Measurement*, 91, 582-589 (2016). [査読有]
- (10) 新井泰彦, 高分解能なスペckル干渉計測法を用いた板座屈における面外・面内変形計測の可能性, *精密工学会誌*, 82, 888-893 (2016). [査読有]
- (11) Y. Arai, Evaluation of micro structure by fusion of three dimensional shape measurement and ultimate analysis using SEM, *MATECWeb of Conferences*, 32, 05002 (2015). [査読有]

2. 医療応用グループ

(2a) 動物実験による医療用デバイスの性能評価(福永、高澤、歌) *2aの内容に対応する成果は以下の通りである (13件)

- (1) D.Uta, M.Yoshimura, K.Koga, Chronic pain models amplify transient receptor potential vanilloid 1 (TRPV1) receptor responses in adult rat spinal dorsal horn, *Neuropharmacology*, 160:107753(2019).
- (2) D.Uta, T.Hattori, M.Yoshimura, Characterization on responsiveness of excitatory synaptic transmissions to α 1-adrenoceptor blockers in substantia gelatinosa neurons isolated from lumbosacral level in rat spinal cords, *Int Neurourol J.*, 23(1), 13-21(2019.3).
- (3) D.Uta, G. Kato, A.Doi, T.Andoh, T.Kume, M.Yoshimura, K. Koga., Animal models of chronic pain increase spontaneous glutamatergic transmission in adult rat spinal dorsal horn in vitro and in vivo, *Biochem.Biophys.Res.Commun.*, 512(2), 352-359(2019.2).
- (4) D. Uta, T. Hattori, K. I. Kasahara, M. Yoshimura, Effects of naftopidil in substantia gelatinosa neurons of the adult rat spinal dorsal horn, *骨髄機能診断学*39(1),7-13,(2018) [査読有]
- (5) D. Uta, K.Imoto, H. Furue, Action of local anesthetics of voltage-gated Na channels in adult rat dorsal root ganglion, *骨髄機能診断学*,38(1)33-39,(2017). [査読有]
- (6) T. Takazawa, M. Tobe, M. Kimura, T. Suto, J. Ohta, H. Matsuoka, H. Yano, S. Saito, Physiological and Pharmaceutical Knowledge in "Ninja" Society: Suggestions for Modern Anesthesiologists and Intensivists, *Journal of Anesthesia History*, 4, 209-213 (2018). [査読有]
- (7) T. Horiuchi, T. Takazawa, M. Orihara, S. Sakamoto, A. Yokohama, J. Takahashi, A. Tomioka, N. Yoshida, K. Hagiwara, S. Saito, Required cefazolin concentration to maximize diagnostic accuracy of the basophil activation test for cefazolin-induced anaphylaxis, *Journal of Anesthesia*, 32(6), 797-805 (2018). [査読有]
- (8) K. Kubo, T. Takazawa, T. Sato, T. Horiuchi, S. Saito, Effects of lidocaine administration using a newly developed urethral catheter on catheter removal pain: A randomized clinical trial, *Biomedical Research and Clinical Practice*, 3(3), 1-4 (2018). [査読有]
- (9) D. Uta, T. Hattori, M. Yoshimura, Effects of high concentrations of naftopidil on dorsal root-evoked

excitatory synaptic transmissions in substantia gelatinosa neurons in vitro, International Neurology Journal, 22(4), 252-259 (2018). [査読有]

- (10) D. Uta, T. Taguchi, Peripheral and spinal mechanisms of nociceptive transmission in a rat model of fibromyalgia, Pain Research, 32, 280-287 (2017). [査読有]
- (11) T. Takazawa, P. Choudhury, C.-K. Tong, C. M. Conway, G. Scherrer, P. D. Flood, J. Mukai, A. B. MacDermott, Inhibition mediated by glycinergic and GABAergic receptors on excitatory neurons in mouse superficial dorsal horn is location specific but modified by inflammation, The Journal of Neuroscience, 37, 2336-2348 (2017). [査読有]
- (12) T. Takazawa, T. Kato, S. Saito, Is use of glycine-containing drugs in anesthesia safe?, Journal of Anesthesia, 31(6), 925 (2017). [査読有]
- (13) D. Uta, D.-J. Xie, T. Hattori, K. Kasahara, M. Yoshimura, Effects of naftopidil on inhibitory transmission in substantia gelatinosa neurons of the rat spinal dorsal horn *in vitro*, Journal of the Neurological Sciences, 80, 205-211 (2017). [査読有]

(2b) MEMS による生体センシングデバイスの開発(大村) *2b の内容に対応する成果は以下の通りである (4件)

- (1) Y. Omura, S. Sato (Invited Paper) Impact of Light and Ambient Gas on the Resistance of Sputter-Deposited Non-doped ZnO Films, SPIE West 2020, USA (2020.2), in print.
- (2) Y. Omura, Theoretical Consideration on Potential and Scalability of Optical Rotors based on a pn-Junction Rod, Sensors & Transducers, 235 (7), 1-8 (2019.7).
- (3) Y. Jiang, S. Sato, Y. Omura, and A. Mallik, Analysis of Miller Capacitance in Si Tunnel Field-Effect Transistors and Potential for Low-Voltage/Low-Energy Applications, International Journal on Engineering Applications (IREA), 7(3), 88-96 (2019.5).
- (4) Y. Mori, S. Sato, Y. Omura, A. Chattopadhyay, A. Mallik, On the definition of threshold voltage for tunnel FETs, Superlattices and Microstructures, 107, 17-27 (2017). [査読有]

(2c) MEMS による医療用バイオセンサの開発(稲田) *2c の内容に対応する成果は以下の通りである (5件)

- (1) T. Saiki, Y. Iida, M. Inada, Appearance of Ferromagnetic Property for Si Nanopolycrystalline Body and Vanishing of Electrical Resistances at Local High Frequencies, Journal of Nanomaterials, 2018, 9260280 (2018). [査読有]
- (2) 佐伯拓, 飯田幸雄, 稲田真, 焼成鉄ナノ多結晶体の磁気特性と高周波電気抵抗の局所的消失, 電気学会論文誌 A(基礎・材料・共通部門誌), 138(10), 512-520 (2018). [査読有]
- (3) T. Saitoh, K. Kinoshita, M. Inada, Bandgap Bowing in $Ni_{1-x}Mg_xO$ Alloy, Applied Physics Letters, 112, 041904 (2018). [査読有]
- (4) M. Inada, Y. Iida, T. Saiki, S. Masuda, Aluminum Nano-polycrystalline Substance with Ferromagnetics and Application to High-Frequency Core Inductor, Journal of Electrical and Electronic Engineering, 5(3), 98-103 (2017). [査読有]
- (5) M. Inada, H. Yamamoto, M. Gibo, R. Ueda, I. Umezu, S. Tanaka, T. Saitoh, A. Sugimura, Crossover from Efros-Shklovskii variable range hopping to nearest-neighbor hopping in silicon nanocrystal random network, Applied Physics Express, 8, 105001 (2015). [査読有]

3. バイオミメティクスグループ

(3a) 蛸のバイオミメティクスによるフレキシブルロボットハンドの開発(高橋) *3a の内容に対応する成果は以下の通りである (2件)

- (1) 高橋智一, 三村拓人, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤の漏斗形状と表面の微細な溝を模倣した真空吸着グリッパの開発, 日本ロボット学会誌, 35(4), 327-333 (2017). [査読有] 【★11】
- (2) 高橋智一, 菊池智史, 鈴木昌人, 青柳誠司, 微小突起をもつタコの吸盤を模倣した真空吸着グリッパの開発, 日本ロボット学会誌, 35(1), 62-69 (2017). [査読有]

(3b) 蚊のバイオミメティクスによる医療用無痛注射針の開発(鈴木) *3b の内容に対応する成果は以下の通りである (2件)

- (1) M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, 3D laser lithographic fabrication of hollow microneedle

mimicking mosquitos and its characterisation, International Journal of Nanotechnology, 15, 157-173 (2018). [査読有] 【★12】

- (2) M. Suzuki, T. Sawa, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fabrication of Microneedle Mimicking Mosquito Proboscis Using Nanoscale 3D Laser Lithography System, Journal of Automation Technology, 9(6), 655-661 (2015). [査読有]

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3cの内容に対応する成果は以下の通りである (8件)

- (1) 伊藤健, クマゼミの翅を模倣した抗菌材料の開発, 機能材料, 39(6), 44-52 (2019.6)
- (2) N. Asai, N. Matsumoto, N. Kazama, Y. Nagaoka, T. Sumiyoshi, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Nnano-Honeycomb electrode-based QCM sensor and its application for PPI detection, IEEE Sensors, 19(11), 4025-4030 (2019). [査読有]
- (3) T. Ito, K. Nakade, K. Jindai, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, Time-lapse imaging of bactericidal effect on nanostructural surface, Proceedings of SPIE, 10965, 109650N (2019).
- (4) K. Jindai, K. Nakade, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Investigation of nanostructural-based bactericidal effect derived from a cicada wing by using QCM-D, Materials today: proceedings, 7, 492-496 (2019).
- (5) N. Nakade, K. Jindai, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Single Cell/real-time imaging of bactericidal effect on the nanostructural surface, Materials today: proceedings, 7, 497-500 (2019). 【★13】
- (6) 伊藤健, セミの翅が持つナノ構造に起因する抗菌特性評価とその模倣, Fragrance Journal, 2018-6, 51-56 (2018). [査読有]【★14】
- (7) N. Asai, H. Terasawa, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Highly Sensitive quartz crystal microbalance based biosensor using Au dendrite structure, Japanese Journal of Applied Physics, 57, 02CD01 (2018). [査読有]
- (8) N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Fabricating a Highly Sensitive QCM Sensor Using AAO Nanoholes and Its Application for Biosensing, Proceedings, 1(4), 495 (2017).

< 図書 >

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (2件)

- (1) H. Takise, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Piezoelectric Vibration Energy Harvester Using PolyVinylidene Difluoride Film Formed by Bar-Coating Method and Its Spray-Coating Method on a Three Dimensional Surface, Piezoelectricity—Organic and Inorganic Materials and Applications, IntecOpen, 83-101, 総ページ数 145 (2018).
- (2) 青柳誠司, 第2章 マイクロニードル製造技術と穿刺評価, 「マイクロニードルの製造と応用展開」, シーエムシー出版, 41-52, 総ページ数 181 (2016).

2. 医療応用グループ

(2b) MEMS による生体センシングデバイスの開発(大村) *2bの内容に対応する成果は以下の通りである (1件)

- (1) Y. Omura, A. Mallik, Potential of Low-Voltage and Low-Energy MOS Devices in Coming Sensor Network Era, Ed. Sergey Y. Yurish, “Advances in Microelectronics: Reviews, vol. 1” (IFSA, 2019), Chapter 2 総ページ数 534 ページ.

3. バイオメティクスグループ

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3cの内容に対応する成果は以下の通りである (1件)

- (1) 伊藤健, ナノ構造に起因する抗菌・殺菌効果,天然系抗菌・防カビ剤の開発と応用, CMC 出版, 224-233, 総ページ数 233 (2019.4).

<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、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。

【国際学会】

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (14件)

- (1) S. Aoyagi, Y. Sakai, T. Takahashi, M. Suzuki, R. Hosomi, K. Fukunaga, D. Uta, T. Takazawa, T. Hikitsuchi, Y. Kawajiri, K. Nakayama, T. Li, M. Tominaga, Study on analgesic effect of mosquito saliva- Examination of action on TRPV1 receptor by patch clamp method -, 自然科学研究機構生理学研究所 2019 年度国際学術集会 International Workshop on Frontiers in Defensive Survival Circuit Research, P40, Aichi, Japan (2020.1).
- (2) S. Aoyagi, T. Morita, T. Shintani, H. Takise, T. Takahashi, M. Suzuki, Formation of PVDF Piezoelectric Film on 3D Bellows Surface of Robotic Suction Cup for Providing Force Sensing Ability-Feasibility Study on Two Methods of Dip-Coating and Lamination, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2019), Paper ThBT12.4, China (2019.11).
- (3) S. Terashima, C. Tatsukawa, T. Takahashi, M. Suzuki, S. Aoyagi, Fabrication of Hyaluronic Acid Hollow Microneedle Array, 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2019), Hiroshima, Japan (2019.10)
- (4) S. Yamamoto, M. Yamada, T. Takahashi, M. Suzuki, S. Aoyagi, R. Hosomi, K. Fukunaga, D. Uta, T. Takazawa, Observation of mosquito's labium and its application to microneedle, 17th International Conference on Precision Engineering, G-1-6, Kanagawa, Japan (2018.11).
- (5) S. Terashima, C. Tatsukawa, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fundamental Study on Thermal Imprint of Microneedle Tip under Atmospheric Pressure, 17th International Conference on Precision Engineering, G-1-7, Kanagawa, Japan (2018.11). 【★15】
- (6) S. Aoyagi, Skin Puncture and Blood Sampling Inspired by Mosquito Using A Microneedle Integrated with Buckling Prevention Jig, The 5th International Conference on Microneedles, Canada (2018.5). 【★16】
- (7) S. Terashima, C. Tatsukawa, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fabrication of Microneedles Tip by Thermal Nanoimprint Method, The 5th International Conference on Microneedles, #61, Canada (2018.5). 【★17】
- (8) H. Takise, Y. Chen, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fabrication of piezoelectric vibration energy harvester using coatable poly vinylidene difluoride and its characterization, International Symposium on Micro-Nano Science and Technology 2016, SuP1-A-1, Tokyo, Japan (2016.12).
- (9) S. Aoyagi, Microneedle for Blood Collection Mimicking Mosquito, 2nd Korea-Japan Micro Needles Symposium 2016, Session I-3, Korea (2016.11).
- (10) M. Suzuki, M. Shimokizaki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Characterization of Electret Made of Mixture Contains Mesoporous Silica Nanoparticles and Fluorocarbon Polymer, The 11th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, Paper ID:1180, Miyagi, Japan (2016.4).
- (11) M. Suzuki, M. Shimokizaki, T. Takahashi, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi, Fabrication and Characterization of Nano/Micro Textured Electret to Avoid Electrostatic Stiction and Enhance Its Surface Potential, The 15th International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications, T6B-03, USA (2015.12).
- (12) M. Suzuki, M. Shimokizaki, T. Takahashi, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi, Characterization of Electret Based on Inorganic-organic Nanocomposite Using Fluoropolymer and Silica Nanoparticles, The 15th International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications, PA-11, USA (2015.12).
- (13) S. Aoyagi, 3D laser lithographic fabrication of hollow microneedle mimicking mosquito and its characterization, 第5回世界工学会議技術展示会, Kyoto, Japan (2015.11-12).
- (14) S. Aoyagi, T. Sawa, T. Takahashi, M. Suzuki, 3D Laser Lithographic Fabrication of Hollow

Microneedle Mimicking Mosquito and Its Characterization, The 5th International Workshop on Nanotechnology and Application, NFT-033-I, Vietnam (2015.11).

(1b) マイクロエレクトロプレーティングによる微細構造の創成(新宮原) *1bの内容に対応する成果は以下の通りである (24件)

- (1) T. Shimizu, S. Shingubara, Formation of through-Si via using metal- assisted chemical etching method, 8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-8), FA2-1, Miyagi, Japan (2019.11).
- (2) T. Yorioka, S. Hanatani, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Preparation of Si-TSVs Using Metal-Assisted Chemical Etching -Effect of Concentration of the Etching Solution-, 8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-8), WP2-21, Miyagi, Japan (2019.11).
- (3) T. Yorioka, S. Hanatani, T. Ito, S. Shingubara, T. Shimizu, Effect of concentration of the etching solution on formation of Si-TSVs using metal-assisted chemical etching, 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2019), 31P-9-19, Hiroshima, Japan (2019.10).
- (4) S. Hanatani, T. Yorioka, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Metal-assisted chemical etching of Si using additives for preparation of Through-Si via, 32th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2019), 30D-6-3, Hiroshima, Japan (2019.10).
- (5) M. Morimoto, R. Hatanaka, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Effect of pulse width and temperature on resistance change behavior of Ti/HfO₂/Au ReRAM device, 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2019), 31P-9-20, Hiroshima, Japan (2019.10).
- (6) T. Yorioka, S. Hanatani, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Effect of a metal interlayer under Au catalyst on metal-assist chemical etching of Si substrate, Advanced Metallization Conference 2019 29th Asian Session (ADMETA Plus 2019), P-28, Tokyo, Japan (2019.10).
- (7) S. Hanatani, T. Yorioka, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Study of MacEtch using additives for preparation of TSV, The IEEE International 3D Systems Integration Conference 2019, Miyagi, Japan (2019.10).
- (8) T. Matsudaira, S. Shindo, K. Morita, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Cu diffusion barrier properties of various CoWB electroless plated films on SiO₂/Si substrate for via-last TSV application, IEEE International 3D Systems Integration Conference 2019, Miyagi, Japan (2019.10).
- (9) T. Okamoto, T. Shimizu, K. Takase, T. Ito, S. Shingubara, Formation of MoS₂ nanostructure arrays using anodic aluminium oxide template, 45th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE2019), PB65, Greece (2019.9).
- (10) S. Shingubara, All wet TSV process using Si MACE and electroless plating of barrier and seed layers, 2nd Nucleation and Growth Research Conference, Kyoto, Japan (2019.6).
- (11) S. Shindo, K. Morita, T. Matsudaira, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Effect of SPS Addition for Electroless plating of CoB, IEEE International Interconnect Technology Conference and the Materials for Advanced Metallization Conference, Belgium (2019.6).
- (12) T. Shimizu, S. Hanatani, T. Yorioka, T. Ito, S. Shingubara, Influence of surfactants on formation of vertical holes in Si substrate using metal assisted chemical etching, The 235th Electrochemical society meeting, USA (2019.5). 【★18】
- (13) R. Niwa, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Effect of additives for preparation of vertical holes in Si substrate using metal-assisted chemical etching, 31nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 16D-8-4, Hokkaido, Japan (2018.11).
- (14) N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Fabricating of highly sensitive QCM sensor with a nano-honeycomb structure and demonstration for biosensing, European Material Research Society Fall Meeting 2018, Poland (2018.6).
- (15) T. Iseri, S. Shindo, T. Shimizu, T. Ito, M. Matsumoto, S. Shingubara, Effect of W addition for Cu diffusion barrier property of electroless CoB films formed on SiO₂, 2018 International Conference

- on Electronics Packaging and iMAPS All Asia Conference, P01, Mie, Japan (2018.4).
- (16) T. Shimizu, R. Niwa, M. Matsumura, T. Ito, S. Shingubara, Effect of a metal interlayer under Au catalyst for preparing microscale holes in Si substrate by metal-assisted chemical etching, 43rd International Conference on Micro and Nanoengineering, PO064, Portugal (2017.9).
- (17) H. Yoshida, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Memristive operation observed in the Ti/HfO₂/Au ReRAM device, 43rd International Conference on Micro and Nanoengineering, PO254, Portugal (2017.9).
- (18) H. Yoshida, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Magnetic Conductive Filament Formed in the ReRAM Device with Ferromagnetic Electrode, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2016, D02-1458, USA (2016.10).
- (19) A. Hirate, Y. Miyachi, K. Ohta, T. Shimizu, T. Ito, S. Shingubara, Electroless Plating of Diffusion Barrier Films on SiO₂ and Evaluation of Film Characteristics, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2016, G04-1926, USA (2016.10).
- (20) N. Kaneko, T. Shimizu, T. Ito, Y. Tada, S. Shingubara, Oxidation of CuSn Alloy Nano-Tree and Application for Gas Sensors, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2016, H07-2339, USA (2016.10).
- (21) T. Ito, T. Asada, T. Shimizu, S. Shingubara, Non-enzymatic detection of glucose using BaCuO₂ thin layer, ISPlasma2016, 07pE08O, Aichi, Japan (2016.3).
- (22) N. Kaneko, T. Shimizu, Y. Tada, S. Shingubara, Oxidation of CuSn Alloy Nanotree and Application for Gas Sensors, 28th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Toyama, Japan (2015.11).
- (23) K. Ohta, F. Inoue, T. Shimizu, S. Shingubara, Highly adhesive displacement plated Cu seed on CoWB barrier for all-wet TSV fill process, 228th ECS meeting, 881, USA (2015.10).
- (24) K. Ohta, A. Hirate, Y. Miyachi, T. Shimizu, S. Shingubara, All-wet TSV filling with highly adhesive displacement plated Cu seed layer, IEEE 2015 International 3D Systems Integration Conference, TS8.4, Miyagi, Japan (2015.8).

(1d) 3次元光造形による微細構造の創成(新井) *1dの内容に対応する成果は以下の通りである (16件)

- (1) Y. Arai, Role of zeroth order diffraction beam in three dimensional shape measurement of fine structure based on speckle interferometry, ISMTII, Niigata, Japan (2019.9).
- (2) Y. Arai, Electromagnetic analysis of three-dimensional fine structure measurement using speckle interferometry, SPIE, Optics + Photonics, USA (2019.8).
- (3) Y. Arai, Three dimensional shape measurement of fine structure by detecting phase distribution of only zeroth order diffraction beam based on speckle interferometry, Optical Metrology, Germany (2019.6).
- (4) Y. Arai, Role of zeroth-order diffraction beam and scattering light in three-dimensional shape measurement of fine structure by detecting phase distribution based on speckle interferometry, Optical Technology and Measurement for Industrial Applications, Yokohama, Japan (2019.4).
- (5) M. Tsuji, Y. Arai, Observation of buckling phenomena using 3D-speckle interferometer, 17th International Conference on Precision Engineering, D-3-4, Kanagawa, Japan (2018.11).
- (6) Y. Arai, Three-dimensional shape measurement beyond diffraction limit for measurement of dynamic event, 19th International Symposium on Optomechatronic Technology, OM_1.1, Mexico (2018.11).
- (7) Y. Arai, Three-dimensional shape measurement beyond the diffraction limit of lens using speckle interferometry, Interferometry XIX SPIE International Conference, 10749-1, USA (2018.8).
- (8) Y. Arai, Expansion of measurement area of three-dimensional deformation measurement speckle interferometry with same sensitivities in three directions under consideration of measurement sensitivity, SPIE Optical Engineering + Applications, USA (2017.8).
- (9) Y. Arai, Pre-treatment for preventing degradaton of measurement accuracy by speckle noise in speckle interferometry, SPIE Optical Metrology, Germany (2017.6).
- (10) Y. Arai, Deformation measurement of buckling phenomrna using 3D-speckle interferometry, Symposium on Optomechatronic Technology 2016, Tokyo, Japan (2016.11).
- (11) D. Shimizu, Y. Arai, Development of optical actuator ~Fabrication of micro rotor~, International

Symposium on Optomechatronic Technology 2016, P05, Tokyo, Japan (2016.11). 【★19】

- (12) D. Shimizu, Y. Arai, Development of rotor with optical actuator using the silicon-fabrication process, International Symposium on Optomechatronic Technology 2016, P18, Tokyo, Japan (2016.11).
- (13) Y. Arai, Two dimensional deformation vector analysis using speckle interferometry with same sensitivity in three directions, SPIE Optics + Photonics Interferometry XVIII, USA (2016.8).
- (14) Y. Arai, Evaluation of micro structure by fusion of three dimensional shape measurement and ultimate analysis using SEM, International Symposium of Optomechtronics technology, Switzerland (2015.10).
- (15) Y. Arai, Development of three-dimensinal speckle deformation measurement mehod with same sensitivities in three directions, SPIE Optics + Photonics, USA (2015.8).
- (16) Y. Arai, Influence of error sources in speckle interferometry using only two speckle patterns, SPIE Optical Metrology, Germany (2015.6).

2. 医療応用グループ

(2a) 動物実験による医療用デバイスの性能評価(福永、高澤、歌) *2aの内容に対応する成果は以下の通りである (7件)

- (1) D.Uta, N.Kiguchi, T.Kume, T.Andoh, Electrophysiological and behavioral analysis of NC/Nga mice with atopic dermatitis-like symptoms., The 10th World Congress on ITCH, PP8, Australia (2019.11).
- (2) D. Uta, K. Imoto, H. Furue, Firing pattern and morphological analysis of substantia gelatinosa neurons receiving TRPA1-expressing afferents in rat spinal dorsal horn, The 49th National Institute Physiological Sciences International Symposium, P28, Aichi, Japan (2018.12).
- (3) D. Uta, T. Andoh, Electrophysiological and behavioral analysis of a mouse model of atopic dermatitis, The 48th Annual Meeting of the Society for Neuroscience 2018, 388.11/V13, USA (2018.11).
- (4) D. Uta, T. Andoh, K. Imoto, H. Furue, Morphological characteristics of superficial spinal dorsal horn neurons receiving 5-HT-responsive afferents in the rat spinal cord, The 28th International Symposium of Itch, 6, Tokyo, Japan (2018.9).
- (5) D. Uta, T. Andoh, Y. Kuraishi, K. Imoto, H. Furue, A pruritogen 5-HT-induced itching on synaptic transmission in spinal superficial dorsal horn neurons—In vivo patch-clamp recording analyse—, 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology, PO2-2-40, Kyoto, Japan (2018.7).
- (6) D. Uta, T. Andoh, K. Imoto, H. Furue, Firing pattern of superficial spinal dorsal horn neurons receiving 5-HT-responsive afferents in the adult rat spinal cord, The 27th International Symposium of Itch, Tokyo, Japan (2017.11).
- (7) D. Uta, Y. Magoshi, Y. Kuraishi, T. Andoh, Analysis of itch-related responses evoked by cutaneous interleukin-31 administration in mice, 26th International Symposium of Itch, Basic Research 1, Tokyo, Japan (2016.10).

(2b) MEMSによる生体センシングデバイスの開発(大村) *2bの内容に対応する成果は以下の通りである (10件)

- (1) Y. Omura, S. Sato, (Abstract for Invited Talk) Impact of Light and Ambient Gas on the Resistance of Sputter-Deposited Non-doped ZnO Films, SPIE OPTO 2020, 'Oxide-based Materials and Devices XI' (Symposium OE108), USA (2020.2).
- (2) Y. Omura, Potential of Nano-scale Optical Rotor Based on a pn-Junction Wire, The 2019 Silicon Nanoelectronics Workshop, Kyoto, Japan (2019.6).
- (3) Y. Omura, Theoretical consideration of an optical rotor using a Si pn-Junction Rod, the second of a series of International Conferences on Microelectronic Devices and Technologies, ID-3, The Netherlands (2019.5).
- (4) N. Takahashi, S. Sato, Y. Omura, T. Saitoh, Measuring impact of light on resistance of non-doped ZnO films, International conference on Advanced Nano Materials, 90, Portugal (2018.7).
- (5) Y. Jiang, S. Sato, Y. Omura, A. Mallik, Aspects and Reduction of Miller Capacitance of Lateral Tunnel FETs, The 2018 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai, A-2, Kyoto, Japan (2018.6).
- (6) Y. Omura, S. Sato, Theoretical Models for Low-Frequency Noise Behaviors of Buried-Channel

MOSFETs, IEEE SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference, USA (2017.10).

- (7) Y. Omura, S. Sato, Impact of Crystal Orientation and Conduction Band Nonparabolicity on Diffusion Constant of Nano-scale Si Rectangular Wires — theoretical estimation, 12th International Conference on Surfaces, Coatings and Nano Structured Materials, France (2017.9).
- (8) Y. Omura, K. Harada, H. Ozaki, Correlation Characterization of Photoplethysmogram Signals of Pulsation—Potential for Application to Reliable Alcohol-Intake Detection—, Computing Conference 2017, 174, United Kingdom (2017.7). 【★20】
- (9) Y. Omura, H. Ozaki, Key Aspects of Photoplethysmogram Signals for Applications to Alcohol-Intake Detection, IEEE Sensors 2016, C-1-2, USA (2016.11). 【★21】
- (10) Y. Omura, Low-Energy SOI Devices for RF Applications in Sensor Network Era, 7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces, FP4-A-4, Aichi, Japan (2016.6).

(2c) MEMSによる医療用バイオセンサの開発(稲田) *2cの内容に対応する成果は以下の通りである (12件)

- (1) M. Inada, S.Sato, T.Miyake, S. Fujikawa, Photo-Excited Carrier Dynamics of Organic Thin-Film Solar Cell, Materials Research Society 2019 Fall Meeting & Exhibit, EN12.15.25, USA (2019.12).
- (2) M. Inada, R. Yonezawa, T. Saiki, T. Saitoh, Magnetic properties of Al nanoparticles and Al/Ag nanoparticle composites prepared by pulsed laser ablation, The International Conference on Laser Ablation, USA (2019.9). 【★22】
- (3) T. Saiki, Y. Iida, M. Inada, Si nano-polycrystalline body with ferromagnetic property and vanishing of electrical resistance at local high frequencies, Nanotech France, France (2019.6).
- (4) R. Yonezawa, T. Saiki, A. Matsuo, T. Saitoh, M. Inada, Magnetic properties of Al nanoparticles and Al/Ag nanoparticles composites, Materials Research Society 2018 Fall Meeting & Exhibit, NM02.10.16, USA (2018.11). 【★23】
- (5) S. Yamanaka, T. Saitoh, S. Yamazaki, H. Kozuka, M. Inada, Concurrent Activation of Localized Surface Plasmons and Polarons in Tungsten Oxide Nanoparticles, Materials Research Society 2017 Fall Meeting & Exhibit, NM06.09.15, USA (2017.11).
- (6) M. Inada, N. Isobe, T. Miyake, T. Saitoh, Photovoltaic characteristics of organic-inorganic hybrid silicon quantum dot solar cell, 2017 SPIE Optical Engineering + Applications, Next Generation Technologies for Solar Energy Conversion VIII, 10368-4, USA (2017.8).
- (7) M. Inada, T. Miyake, N. Isobe, T. Saitoh, Photo-excited carrier dynamics of CuPc/C60 organic thin film structure, 2017 SPIE Nanoscience+Engineering, Nanostructured Thin Films X, 10356-36, USA (2017.8).
- (8) S. Masuda, T. Saiki, Y. Iida, M. Inada, High Frequency Core Inductor Using Sintered Aluminum Nano-paste with Aluminum Nano-polycrystalline Structure, Conference on Lasers and Electro-Optics, USA (2017.5).
- (9) M. Inada, N. Isobe, T. Miyake, T. Saitoh, Photocurrent in Si Quantum Dot Solar Cells with Inorganic-Organic Hybrid Structure, 2016 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit, NM4.11.03, USA (2016.11).
- (10) M. Inada, T. Koshida, Y. Yoshihara, A. Matsuo, Y. Yamamoto, T. Saitoh, Synthesis and magnetic characterization of DMF-protected Gold nanoclusters, The 61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, AW-08, USA (2016.11).
- (11) M. Tsukamoto, H. Kawasaki, T. Saitoh, M. Inada, Comparison of photoluminescence properties of HSA-protected and BSA-protected Au₂₅ nanoclusters, American Physical Society March Meeting 2016, G1.00176, USA (2016.3).] 【★24】
- (12) M. Inada, K. Kamiya, T. Saitoh, Distance-dependent plasmon assisted luminescence of Gold clusters on Gold nanoparticles, 2015 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit, GG20.03, USA (2015.12).

3. バイオミメティクスグループ

(3a) 蝨のバイオミメティクスによるフレキシブルロボットハンドの開発(高橋) *3aの内容に対応する成果は以下の通りである (3件)

- (1) T. Takahashi, M. Suzuki, S. Aoyagi, Octopus Bioinspired Vacuum Gripper with Micro Bumps, The 11th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, PaperID 1185, Miyagi, Japan (2016.4).
- (2) T. Takahashi, S. Kikuchi, M. Suzuki, S. Aoyagi, Vacuum Gripper Imitated Octopus Sucker -Effect of Liquid Membrane for Absorption, 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, WeCT14.4, Germany (2015.9).
- (3) T. Takahashi, M. Suzuki, T. Nishida, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi, Long Time Power Enhancement of Vertical Capacitive Energy Harvester Using Magnetic Repulsive Force, The 18th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, M4B.003, USA (2015.6).

(3b) 蚊のバイオミメティクスによる医療用無痛注射針の開発(鈴木) *3b の内容に対応する成果は以下の通りである (7 件)

- (1) M.Suzuki, Y.Onishi, T.Takahashi, S.Aoyagi, Micropatterning of Electret by Thermal Imprinting Method and Its Application to Electret Based Rotary Energy Harvester, The 7th International Workshop on Nanotechnology and Application-IWNA2019, AMN-009-I, Vietnam (2019.11).【招待講演】
- (2) M.Suzuki, Y.Onishi, T.Takahashi, S.Aoyagi, Development of Electret made of SiO₂ Thin Film with Micro Bump Array to Avoid Electrostatic Stiction and Enhance Its Surface Potential, 2019 International Conference On Solid State Devices and Materials (SSDM2019) , J-5-04, Aichi, Japan (2019.9).
- (3) M.Suzuki, T.Takahashi, S.Aoyagi, A Distributed 3D Force Sensor For Detecting Insect Motion by Optically Evaluating Deformation of Microscale Grid Pattern Inscribed on A Flexible Hydrogel Sheet , The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems(Transducers2019), W3P.137, Germany (2019.6)
- (4) M.Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi, Passive Pump Based on Capillary Force Generated by Gaps Between Microbeads for Blood Collection Via Microneedle, The 19th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, M3P.068, Taiwan (2017.6).
- (5) M. Suzuki, S. Yamamoto, T. Takahashi, S. Aoyagi, Reinforcement of Sputtered Titanium Microneedle by Parylene Coating to Make Multilayered Shell Structure Like Mille-Feuille, MicroTAS2015, 984-986, Korea (2015.10).
- (6) M. Suzuki, T. Sawa, T. Takahashi, S. Aoyagi, Ultrafine Three-Dimensional (3D) Laser Lithographic Fabrication of Microneedle and Its Application to Painless Insertion and Blood Sampling Inspired by Mosquito, 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Paper WeCT9.5, Germany (2015.9).
- (7) M. Suzuki, T. Sawa, Y. Terada, T. Takahashi, S. Aoyagi, Fabrication of Microneedles Precisely Imitating Mosquito's Proboscis by Nanoscale Tree Dimensional Laser Lithography and Its Characterization, The 18th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, M4D.007, 121-124, USA (2015.6).

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3c の内容に対応する成果は以下の通りである (9 件)

- (1) K. Jindai, K. Masuda, H. Kojima, T. Sagawa, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Detection of adhesion and deformation of E.coli on the nanostructured surface using QCM-D, The 13th Asian Conference on Chemical Sensors (ACCS 2019), Indonesia (2019.11).
- (2) N. Asai, Y. Sakai, J. Heddle, I. Yamashita, T. Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Investigation of cancer biomarker-aptamer attached DNA origami interaction by QCM and its application for biosensor, European Materials Research Society 2019 Fall Meeting (EMRS), V.YSF.11, Poland (2019.9).
- (3) T. Ito, K. Nakade, K. Jindai, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, Bactericidal effect on the nanostructural surface: mimicking the cicada wing, Biomimetics in Bioengineering Conference, Australia (2019.8).
- (4) T. Ito, K. Masuda, K. Jindai, H. Kojima, I. Yamashita, T. Shimizu, S. Shingubara, Estimation of bacteria death on the nanostructured surface using electrochemical impedance spectroscopy, The

19th IEEE Conference on Nanotechnology, China (2019.7).

- (5) T. Ito, K. Masuda, K. Jindai, H. Kojima, I. Yamashita, T. Shimizu, S. Shingubara, Detection of adhesion and deformation of E. coli on the 3D nanostructural electrode using electrochemical impedance spectroscopy, 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics, DP1-15, Nara, Japan (2019.6)
- (6) T. Ito, K. Nakade, K. Jindai, T. Sagawa, H. Kojima, T. Shimizu, S. Shingubara, Time-Lapse Imaging of Bactericidal Effect on Nanostructural Surface, SPIE Smart Structures + Nondestructive Evaluation 2019, 10965-21, USA (2019.3).
- (7) N. Asai, T. Yoshimura, Shimizu, S. Shingubara, T. Ito, Highly sensitive QCM based biosensor using Au dendrite structure, The 6th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies, PA3-2-4, Fukui, Japan (2017.6).
- (8) T. Ito, K. Nakade, N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, Antibacterial property of Si nanopillar array fabricated using metal assisted etching; mimic a cicada wing, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2016, Z02-4121, USA (2016.10).
- (9) T. Ito, K. Nakade, N. Asai, T. Shimizu, S. Shingubara, Antibacterial characteristics of Si nano-pillar array, The 16th International Conference on Nanotechnology, TuPo1.6, Miyagi, Japan (2016.8).

【国内学会】

プロジェクト全体 (7件)

- (1) 青柳誠司, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクスー蚊の針, ヤモリの足裏, モリアオガエルの手指ー, 19-2 バイオミメティクス研究会, P9, 千葉 (2019.9.6).
- (2) S. Aoyagi, Trends in MEMS and Robotics-Painless microneedle, Autonomous mobile robot-, 2nd Workshop on Micromachining, MEMS and IoT~IoT for Green, Manufacturing and Life, China (2019.6.17).
- (3) 青柳誠司, ナノインプリントを用いた無痛針の作製, 2019年第2回ナノインプリント技術研究会, 東京 (2019.5.9).
- (4) 青柳誠司, バイオミメティクスー蚊の針, ヤモリの足裏, モリアオガエルの手指ー, 第39回エアロ・アクアバイオメカニズム学会, 大阪 (2019.3.20)
- (5) 青柳誠司, 蚊のバイオミメティクスによる痛くない針の実現への挑戦, 国際医薬品開発展 InnoPack Japan コンファレンス 2019, 東京 (2019.3.19)
- (6) 青柳誠司, 蚊の穿刺メカニズムに学ぶ無痛採血・薬液投与システムの開発, 積水化学テクノフォーラム, 京都 (2019.2.6).
- (7) 青柳誠司, 3次元ナノ・マイクロプロジェクトの意義と目指すところ, 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業キックオフ・ミーティング, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用, 大阪 (2016.1).

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (78件)

- (1) 大西優希, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, SiO₂ エレクトレット表面へのナノドットアレイ形成による小型振動発電デバイスの電極貼り付き力効果の低減評価, 第24回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.14, 大阪 (2020.1).
- (2) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 千代延真, 黒岩健, 非線形有限要素法による血管付き人工皮膚へのマイクロニードルの穿刺シミュレーション, 第24回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.13, 大阪 (2020.1).
- (3) 王鵬翔, 蔣光瑞, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, モリアオガエルの吸盤付き手指を模倣したロボットハンドの開発と凡用物体の把持実験, 第24回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.12, 大阪 (2020.1).
- (4) 西野遼, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 歌大介, 高澤知規, 藤井敏弘, ケラチンフィルムを用

いた二重構造の人間の皮膚の再現およびその特性評価, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.11, 大阪 (2020.1).

- (5) 森田樹, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 導電性高分子のコートによる吸着パッドヘッドのセンサ機能の付与とロボット把持への応用, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.10, 大阪 (2020.1)
- (6) 寺嶋真伍, 立川周子, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ナノインプリント法によるポリ乳酸製マイクロニードルの作製, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.9, 大阪 (2020.1).
- (7) 孔徳鵬, 山本峻己, 福田優人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 生物の微小な力を測定する格子付きヒアルロン酸を用いた分布センサの開発, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.8, 大阪 (2020.1).
- (8) 元岡風太, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 微細針のための芯操出機構を持つ穿刺装置の検討, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.7, 大阪 (2020.1).
- (9) 松下昂平, 駒走仁哉, 北田博之, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 動物皮膚を用いた蚊の血管穿刺および吸血行動の観察, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.6, 大阪 (2020.1).
- (10) 寺嶋真伍, 立川周子, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 熱ナノインプリント法による高アスペクト比ポリ乳酸マイクロニードルの作製, 2019 年度精密工学会秋季大会学術講演会, E34, 静岡 (2019.9).
- (11) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 千代延真, 黒岩健, 非線形有限要素法解析による微細針穿刺シミュレーションー血管付き皮膚モデルに対する針の穿刺ー, 2019 年度精密工学会秋季大会学術講演会, E33, 静岡 (2019.9).
- (12) 松下昂平, 北田博之, 駒走仁哉, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 動物皮膚を用いた蚊の血管穿刺および吸血行動の観察, 2019 年度精密工学会秋季大会学術講演会, E32, 静岡 (2019.9).
- (13) 西野遼, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 藤井敏弘, ケラチンフィルムを用いた二層構造の皮膚の再現およびその特性評価, 2019 年度精密工学会秋季大会学術講演会, E31, 静岡 (2019.9).
- (14) 青柳誠司, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, Tianbang Li, 富永真琴, 蚊の唾液の鎮痛効果に関する研究ーパッチクランプ法による TRPV1 への作用の検討ー, 第 41 回日本疼痛学会, O01-6, 愛知 (2019.7).
- (15) 西野遼, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 藤井敏弘, ケラチンフィルムを用いた人工皮膚の開発とその力学特性の評価, 精密工学会 2019 年度関西地方定期学術講演会, 51-L(P-48), 大阪 (2019.6).
- (16) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 千代延真, 黒岩健, 有限要素法による血管付き人工皮膚へのマイクロニードルの穿刺解析, 精密工学会 2019 年度関西地方定期学術講演会, 50-L(P-16), 大阪 (2019.6).
- (17) 寺嶋真伍, 立川周子, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ポリ乳酸製高アスペクト比マイクロニードルのナノインプリント法による作製, 精密工学会 2019 年度関西地方定期学術講演会, 33-G(P-29), 大阪 (2019.6).
- (18) 孔徳鵬, 関月, 山本峻己, 福田優人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 生物の微小な力を計測するマイクロピッチ格子付きヒアルロン酸を用いた分布力センサの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2A2-S04, 広島 (2019.6).
- (19) 王鵬翔, 蔣光瑞, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, モリアオガエルの吸盤付き手指を模倣したロボットハンドの開発と汎用物体の把持実験, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2A2-Q03, 広島 (2019.6).
- (20) 西野遼, 山田雅大, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高

澤知規, 回転及び振動を付与したマイクロニードルの穿刺方法の提案, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2A2-Q01, 広島 (2019.6).

- (21) 青柳誠司, 酒井裕也, 駒走仁哉, 鈴木昌人, 高橋智一, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 蚊の唾液成分の感覚神経への作用の検討—動物の反射行動実験—, 第 71 回日本衛生動物学会大会, B209, 山口 (2019.4).
- (22) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 千代延真, 黒岩健, 非線形有限要素法解析による微細針の穿刺シミュレーション—複数針の穿刺と振動付与の効果の検討—, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会, D37, 東京 (2019.3).
- (23) 山田雅大, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 回転と振動を用いた針の穿刺方法の提案, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会, D38, 東京 (2019.3). 【★25】
- (24) 西野遼, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, カエルの水掻き部分の血管を利用した針の穿刺実験水掻き部分の血管を利用した針の穿刺実験, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会, D39, 東京 (2019.3).
- (25) 寺嶋真伍, 立川周子, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ナノインプリントによるマイクロニードルの作製, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2019.1).
- (26) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 非線形有限要素法解析による微細針の穿刺シミュレーション—解析結果と穿刺実験結果の比較—, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.4, 大阪 (2019.1).
- (27) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, ねじりを用いた新しい採血方法の提案, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.5, 大阪 (2019.1).
- (28) 北田博之, 酒井裕也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 皮膚表面における蚊の穿刺時の下唇の観察, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.6, 大阪 (2019.1).
- (29) 奥田健人, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 西川秀樹, 二九良三, 極細テーパ管の研磨法考案と開発, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.7, 大阪, (2019.1).
- (30) 佐藤潤哉, 清水智弘, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ヤモリを模倣した吸着機構の作製と吸着力を測定, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.8, 大阪 (2019.1).
- (31) 関月, 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 生物の微小な力を計測する格子付き寒天を用いた分布力センサの開発, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.9, 大阪 (2019.1).
- (32) 瀧瀬宏樹, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ディップコーティング法による薄膜形成とフレキシブル発電素子への応用, 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.10, 大阪 (2019.1).
- (33) 駒走仁哉, 酒井裕也, 青柳誠司, 鈴木昌人, 高橋智一, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 安東嗣修, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 蚊の唾液成分が動物の反射行動に与える影響の検討, 痛み研究会 2018, P2, 愛知 (2018.12).
- (34) 北田博之, 酒井裕也, 青柳誠司, 鈴木昌人, 高橋智一, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 安東嗣修, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 電気生理学的解析法を用いた蚊の唾液成分による機械的痛み刺激に対する効果の検討, 痛み研究会 2018, P4, 愛知 (2018.12).
- (35) 辻岡大祐, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, エレクトレットを用いた回転型発電機の開発—熱インプリント法を用いたエレクトレットパターン形成—, 第 9 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 31am3-PN-135, 北海道 (2018.10).
- (36) 瀧瀬宏樹, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, フレキシブル発電素子への応用を想定したディップコーティングによる PEDOT 高分子導電性薄膜および PVDF 高分子圧電薄膜の成膜, 第 35 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 31am3-PS-105, 北海道 (2018.10).
- (37) 北田博之, 山本晴輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 山本峻己, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 動物の皮膚を用いた蚊の穿刺および吸血行動の観察, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1510201, 大阪 (2018.9).
- (38) 奥田健人, 村上峻人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 高澤知規, 歌大介, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 有精卵内の血管とハイスピードカメラを用いた蚊の吸血メカニズムの解明, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1510202, 大阪 (2018.9).

- (39) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 非線形有限要素法解析による微細針の穿刺シミュレーション: 解析結果と穿刺実験結果の比較, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1510203, 大阪 (2018.9).
- (40) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 座屈防止機構と皮膚の撓み防止機構を有するマイクロニードルの開発: 動物の皮膚を用いた性能評価, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1510204, 大阪 (2018.9).
- (41) 関月, 山本峻己, 秋本翔平, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, マイクロピッチ格子付き寒天の変形を用いた分布力センサの作製および蚊のバイオミメティクスへの応用, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520101, 大阪 (2018.9).
- (42) 瀧瀬宏樹, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 高感度触覚センサへの適用を想定したマイクロ蛇腹ばねの作製と特性評価, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520104, 大阪 (2018.9).
- (43) 寺嶋真伍, 立川周子, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 大気圧中における熱インプリントを用いた円錐形状構造物の作製, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520202, 大阪 (2018.9).
- (44) 辻岡大祐, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 振動発電に用いる高性能エレクトレットの開発—エレクトレット表面へのテクスチャ付与の影響評価, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520205, 大阪 (2018.9).
- (45) 山越健太郎, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 吉川泰弘, 静電誘導・縦振動発電デバイスにおけるインピーダンス低減方法の検討, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520206, 大阪 (2018.9).
- (46) 関月, 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 生物の微小な力を計測するマイクロピッチ格子付き寒天を用いた分布力センサの開発, 精密工学会 2018 年度関西地方定期学術講演会, 47-J, 大阪 (2018.6).
- (47) 関月, 山本峻己, 秋本翔平, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 生物の微小な力を計測するマイクロピッチ格子付き寒天を用いた分布力センサの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 2P1-F12, 福岡 (2018.6).
- (48) 北田博之, 森大樹, 山下正樹, 青柳誠司, 高橋智一, 鈴木昌人, 山本峻己, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 細見亮太, ATP 溶液とそこに張られたパラフィンフィルムを用いた蚊の穿孔動作および溶液吸引動作の観察, 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, 1111, 京都 (2017.12).
- (49) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤智規, 実験動物の血管に対するマイクロニードルの穿刺・吸血性能の検討, 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, 1114, 京都 (2017.12).
- (50) 奥田健人, 山本峻己, 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 福永健治, 細見亮太, 高澤智規, 歌大介, 川尻由美, 有精卵の血管を用いた蚊の口針とマイクロニードルの穿刺性能の評価, 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, 1115, 京都 (2017.12).
- (51) 瀧瀬宏樹, 樋口歩, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, スプレーコーティングによる PVDF 高分子圧電薄膜の成膜および特性評価とコイルばねへの適用, 第 34 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム, 31am3-PS-21, 広島 (2017.10).
- (52) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 非線形有限要素法解析によるマイクロニードルの穿刺抵抗力の評価, 日本機械学会第 30 回計算力学講演会, OS03-1.239, 大阪 (2017.9).
- (53) 関月, 山本峻己, 秋本翔平, 北田博之, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 生物の微小な力を計測するマイクロピッチ格子付きフィルムを用いた分布力センサの提案と作製, 2017 年度精密工学会秋季大会 学術講演会, N15, 大阪 (2017.9).
- (54) 北田博之, 山本晴輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 山本峻己, 細見亮太, 福永健治, 高澤智規, 歌大介, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 実験動物の血管に対する蚊の穿刺・吸血行動の観察, 2017 年度精密工学会秋季大会学術講演会, N18, 大阪 (2017.9).
- (55) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 功刀厚志, 非線形有限要素法解析によるマイクロニードルの穿刺シミュレーション—形状と穿刺速度が穿刺抵抗力に与える影響—, 2017 年度精密工学会秋季大会 学術講演会, N61, 大阪 (2017.9).
- (56) 佐藤潤哉, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 谷川義博, 松本真一, 鈴木康一朗, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, 射出成形により作製されたポリ乳酸製マイクロニードルの座屈試験, 2017 年度精密工学会秋季大会学術講演会, N-62, 大阪 (2017.9).
- (57) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 実験動物に対するマイクロニードルの穿刺・吸血実験—実験方法の提案と予備実験—, 2017 年度精密工学会秋季

大会 学術講演会, N-63, 大阪 (2017.9).

- (58) 奥田健人, 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 福永健治, 細見亮太, 高澤智規, 歌大介, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 有精卵の血管を用いた蚊の穿刺メカニズムの解明とマイクロニードルへの応用, 2017 年度精密工学会秋季大会 学術講演会, N64, 大阪 (2017.9).
- (59) 青柳誠司, 山本晴輝, 北田博之, 山本峻己, 後藤寛子, 高橋智一, 鈴木昌人, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 倒立顕微鏡を用いたヌードマウスに対する蚊の穿刺・吸血行動の観察, 第 45 回可視化情報シンポジウム, D103, 東京 (2017.7). 【★26】
- (60) 関月, 山本峻己, 秋本翔平, 北田博之, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 生物の微小な力を計測する分布力センサの開発, 精密工学会 2017 年度関西地方定期学術講演会講演論文集, 47-J, 大阪 (2017.6).
- (61) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, マイクロニードルの座屈防止機構と皮膚の撓み防止機構の提案と開発ーヌードマウスへの穿刺実験による血液吸引能力の評価ー, 精密工学会 2017 年度関西地方定期学術講演会, 53-L, 大阪 (2017.6).
- (62) 佐藤潤哉, TEH WIN WEI, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ヤモリの吸着構造を用いた物体保持への応用の考察, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-M06, 福島 (2017.5).
- (63) 山本晴輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 倒立顕微鏡を用いた実験動物に対する蚊の穿刺・吸血行動の観察, 第 69 回日本衛生動物学会大会, C111, 長崎 (2017.4).
- (64) 山本峻己, 川上翔平, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 携帯型微細針穿刺装置の開発と穿刺時の振動付与の効果の検討, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E12, 神奈川 (2017.3).
- (65) 佐藤潤哉, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 延伸シートの 3 次元レーザ加工による生分解プラスチック製マイクロニードルの作製, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E13, 神奈川 (2017.3).
- (66) 青柳誠司, 原安寛, フェムト秒レーザーによる蚊の口唇の 3 次元形状を模倣したステンレスマイクロニードルの作製と性能評価, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, F31, 神奈川 (2017.3).
- (67) 瀧瀬宏樹, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, PVDF 圧電薄膜を用いた小型振動発電デバイスの開発, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.10, 大阪 (2017.1).
- (68) 瀧瀬宏樹, 陳延鵬, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 小谷哲浩, 金村崇, 塗布法により製膜可能な PVDF 圧電薄膜を用いた小型振動発電デバイスによる μW オーダーの発電, 平成 28 年電気学会センサ・マイクロマシン部門総合研究会, PHS-16-30, 石川 (2016.6).
- (69) 青柳誠司, 3D マイクロ加工とバイオミメクスー蚊を模した新しい針ー, 高分子学会 16-1 バイオミメティクス研究会, 京都 (2016.6).
- (70) 帯包大輔, 安本智, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 傾斜動作が可能なマイクロ空気圧アクチュエータの試作, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 2P1-20a5, 神奈川 (2016.6).
- (71) 原安寛, 山田雅大, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, フェムト秒レーザー加工によるステンレスパイプの切断とマイクロニードルへの応用, 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, E13, 千葉 (2016.3).
- (72) 澤貴裕, 原安寛, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 三次元光造形装置ナノスクライブを用いて作製したマイクロニードルの先端形状の考察, 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, E14, 千葉 (2016.3).
- (73) 元彪, 佐藤潤哉, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, メッキ技術を用いたマイクロニードル成形用の鋳型の開発, 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, E16, 千葉 (2016.3).
- (74) 元彪, 大石真久, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, ヒートアンドクール法を用いた射出成形によるマイクロニードルの開発, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.17, 大阪 (2016.1).
- (75) 西谷大希, 高橋智一, 鈴木昌人, 西田俊夫, 吉川泰弘, 青柳誠司, 金属電極が CYTOP の表面電位に及ぼす影響, 第 32 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 9pm3-PS-25, 新潟 (2015.10).
- (76) 下木崎誠, 鈴木昌人, 高橋智一, 吉川泰弘, 青柳誠司, エレクトレット表面へのマイクロテクスチャの付与による静電貼り付き防止, 第 7 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 30am2-PN-38, 新潟 (2015.10).
- (77) 高橋智一, 鈴木昌人, 吉川泰弘, 西田敏夫, 青柳誠司, 永久磁石の反発力を用いた静電型振動発電デバイスの開発, 日本機械学会 2015 年度年次大会, 北海道 (2015.9).
- (78) 元彪, 大石真久, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都

博之, ヒートアンドクール法を用いた射出成形によるマイクロニードルの開発, 2015 年度精密工学会秋季大会学術講演会, N46, 宮城 (2015.9).

(1b) マイクロエレクトロプレーティングによる微細構造の創成(新宮原) *1bの内容に対応する成果は以下の通りである (23 件)

- (1) 依岡拓也, 花谷俊輔, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 貴金属触媒を用いた湿式 Si-TSV 形成におけるエッチング溶液濃度の検討, 第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム 秋季大会, 2C3, 大阪 (2019.9)
- (2) 依岡拓也, 花谷俊輔, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 貴金属触媒を用いた湿式 Si-TSV 形成におけるエッチング溶液濃度の検討, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-B11-8, 北海道 (2019.9).
- (3) 森本雅大, 畠中林太郎, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, Ti/HfO₂/Au-ReRAM における直流パルス印加による抵抗変化挙動, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB2-2, 北海道 (2019.9).
- (4) 森田康生, 深堂秀亮, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 次世代 LSI 微細配線に向けた無電解 Co めっき膜の形成と評価, 2019 年電気化学秋季大会, 1F08, 山梨 (2019.9).
- (5) 花谷俊輔, 依岡拓也, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, MacEtch による TSV 形成における界面活性剤添加の効果, 第 83 回半導体・集積回路技術シンポジウム, P04, 東京 (2019.8).
- (6) 森本雅大, 畠中林太郎, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, Ti/HfO₂/Au ReRAM の抵抗変化挙動のパルス幅および温度依存性, 第 83 回半導体・集積回路技術シンポジウム, P01, 東京 (2019.8).
- (7) 深堂秀亮, 井芹崇樹, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 様々な添加剤を用いた微細溝パターンへの無電解めっき, Advanced Metallization Conference: Satellite Workshop, P-4, 東京 (2018.11).
- (8) 井芹崇樹, 深堂秀亮, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, SiO₂ 上に形成した無電解 CoB 膜の Cu 拡散バリア性に及ぼす W 添加の効果, Advanced Metallization Conference: Satellite Workshop, P-6, 東京 (2018.11).
- (9) 丹羽良輔, 花谷俊輔, 山口嵩人, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 貴金属触媒を用いた湿式 Si-TSV エッチングにおける添加剤の効果, 第 28 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム, 1C1-4, 大阪 (2018.9).
- (10) 中出一輝, 神代啓輔, 佐川貴志, 小嶋寛明, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, ナノ構造が発現する抗菌作用に付着力が及ぼす影響, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-PA3-4, 愛知 (2018.9).
- (11) 井芹崇樹, 宮地悠人, 深堂秀亮, 稲田純也, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, シリコン基板上に形成した無電解めっきバリア合金膜の熱安定性評価, 第 27 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム秋季大会, 2E2-2, 愛知 (2017.8).
- (12) 吉田勇人, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, Cu/Ti/HfO₂/Au 抵抗変化メモリにおける低電圧スイッチングの研究, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-P3-8, 神奈川 (2017.3).
- (13) 和田卓十, 金子直人, 清水智弘, 伊藤健, 埴田芳広, 新宮原正三, CuSn 合金ナノツリーの形成とガスセンサ応用, 電気化学会第 84 回大会, 3S10, 東京 (2017.3).
- (14) 井芹崇樹, 平手惇史, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, NiWB 上への無電解 Cu めっき膜の形成と評価, 電気化学会第 84 回大会, 3S13, 東京 (2017.3).
- (15) 和田卓十, 金子直人, 清水智弘, 伊藤健, 埴田芳広, 新宮原正三, CuSn 合金ナノツリー酸化物の形成と伝導特性評価, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-P7-5, 新潟 (2016.9).
- (16) 平手惇史, 宮地悠人, 太田晃平, 伊藤健, 清水智弘, 新宮原正三, TSV バリア・シード層の無電解めっき形成及び Cu 拡散バリア性の評価, 第 26 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム秋季大会, 2C4-1, 愛知 (2016.9)
- (17) 吉田勇人, 伊藤大介, 清水智弘, 伊藤健, 新宮原正三, 磁性体電極を用いた抵抗変化メモリ素子におけるスイッチング特性及び磁気抵抗効果の評価, 第 80 回半導体集積回路シンポジウム, P-6, 東京 (2016.8).
- (18) 和田卓十, 金子直人, 清水智弘, 伊藤健, 埴田芳広, 新宮原正三, CuSn 合金ナノツリー酸化物の形成とセンサ応用の検討, 第 80 回半導体集積回路シンポジウム, P-7, 東京 (2016.8).
- (19) 金子直人, 清水智久, 伊藤健, 埴田芳広, 田中秀吉, 新宮原正三, CuSn ナノツリー酸化物の形成と電気伝導特性評価, 電気化学会第 83 回大会, 1Q26, 大阪 (2016.3).
- (20) 埴田芳広, 金子直人, 新宮原正三, 清水智弘, 伊藤健, CuSn 合金ナノツリー酸化物の電気的特性とガスセンサ評価, 電気化学会第 83 回大会, 1Q27, 大阪 (2016.3).

- (21) 平手惇史, 太田晃平, 新宮原正三, SiO₂ 上への無電解 Co 合金めっき膜の形成と膜質の評価, 電気化学会第 83 回大会, 2Q10, 大阪 (2016.3).
- (22) 平手惇史, 宮地悠人, 太田晃平, 清水智弘, 新宮原正三, SiO₂ 上への無電解 CoWP めっき膜の形成と膜質の評価, 第 25 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム, 2D3-2, 大阪 (2015.9).
- (23) 宮地悠人, 平手惇史, 太田晃平, 清水智弘, 新宮原正三, SiO₂ 上への無電解 NiWP めっき膜の形成と膜質の評価, 第 25 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム, 2D3-3, 大阪 (2015.9).

(1c) ナノインプリント法による微細構造の創成(山口) *1c の内容に対応する成果は以下の通りである (2 件)

- (1) 山内靖也, 山口智実, 古城直道, 廣岡大祐, 純鉄との接触加熱によるダイヤモンド表面への溝加工—加工特性と加熱条件との関係—, 2017 年度精密工学会秋季大会学術講演会, J14, 大阪 (2017.9).
【★28】
- (2) 山本卓矢, 山口智実, 古城直道, 廣岡大祐, 斎藤賢一, 分子動力学法を用いた純鉄中への炭素拡散接触モデルの構築—荷重と移動速度の付与による検討—, 2015 年精密工学会秋季大会学術講演会, D14, 宮城 (2015.9). 【★27】

(1d) 3次元光構造による微細構造の創成(新井) *1d の内容に対応する成果は以下の通りである (16 件)

- (1) 新井泰彦, 三次元にランダムに分布する回折限界を超えた対象物の形状計測, 精密工学会 2020 年度春季大会学術講演会, J58, 東京 (2020.3).
- (2) 矢根愛理, 新井泰彦, 光放射圧を用いた摩擦低減機構の製作, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.19, 大阪 (2020.1).
- (3) 新井泰彦, スペックルパターンにおけるスペックルの位相の空間的連続性, 精密工学会 2019 年度秋季大会, 静岡 (2019.9).
- (4) 新井泰彦, スペックル干渉法を用いた回折限界を超えた三次元形状測定におけるゼロ次回折ビームの位相分布電磁場シミュレーション, 光計測シンポジウム 2019, 東京 (2019.9).
- (5) 新井泰彦, 横関俊介, スペックル干渉計測技術を用いた光波位相検出による微細構造の三次元形状計測法, 精密工学会 2019 年度春季大会, L06, 東京 (2019.3).
- (6) 新井泰彦, スペックル干渉計測法を用いたレンズの回折限界を超えた三次元形状計測法, 光計測シンポジウム, 東京 (2018.9).
- (7) 新井泰彦, 横関俊介, 回折限界を超えた三次元形状の動的現象を解析するためのスペックル干渉計測法, 精密工学会 2018 年度秋季大会学術講演会, D01-14, 北海道 (2018.9).
- (8) 大前快人, 辻雅樹, 新井泰彦, 電子スペックルに基づく三次元微細構造の観察, 精密工学会 2018 年度秋季大会学術講演会, D01-15, 北海道 (2018.9).
- (9) 新井泰彦, 横峯俊介, スペックル干渉計測技術を用いたレンズの回折限界を超えた三次元形状計測, 2018 年度精密工学会春季大会, 東京 (2018.3).
- (10) 新井泰彦, 河科大生, 三次元光造形を用いたマイクロ歯車列の製作, 第 34 回センサ・マイクロマシンと応用システム, 31am3-PS-31, 広島 (2017.10).
- (11) 佐野弘人, 新井泰彦, 三次元光造形を用いたマイクロロータの製作, 第 34 回センサ・マイクロマシンと応用システム, 31pm3-PS-36, 広島 (2017.10).
- (12) 新井泰彦, 横関俊介, スペックル干渉計測に基づく三次元変形計測法の測定感度を考慮した測定領域の拡大, 2017 年度精密工学会秋季大会学術講演会, P37, 大阪 (2017.9).
- (13) 新井泰彦, スペックル干渉計測に基づく三次元変形計測法の測定感度を考慮した測定領域の拡大について, 光計測シンポジウム 2017, 6, 東京 (2017.9).
- (14) 武田大樹, 新井泰彦, 光アクチュエータの開発～三次元光造形装置を用いたマイクロロータの製作～, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, B68, 茨城 (2016.3).
- (15) 清水大, 新井泰彦, シリコンプロセスを用いた光アクチュエータ駆動部の開発, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, B69, 茨城 (2016.3).
- (16) 新井泰彦, 東田善行, 電子線パイプリズムを用いた三次元慶事用計測法の開発, 2016 精密工学会秋季学術講演会, 茨城 (2016.3).

2. 医療応用グループ

(2a) 動物実験による医療用デバイスの性能評価(福永、高澤、歌) *2a の内容に対応する成果は以下の通りである (18 件)

- (1) 歌大介, 坪島功幸, 田口徹, 線維筋痛症モデルラット脊髄後角細胞における侵害情報伝達の電気生

理的解析, 痛み研究会 2018, P11, 愛知 (2018.12).

- (2) 歌大介, 末梢から脊髄後角への痒み情報伝達経路—*In vivo*パッチクランプ記録法を用いた解析—, 環境医学研究所第4回学術シンポジウム, 東京 (2018.11).
- (3) 歌大介, *In vivo*パッチクランプ法を用いた脊髄後角への痒みシナプス伝達の解析, 第38回鎮痛薬・オピオイドペプチドシンポジウム, 兵庫 (2018.8).
- (4) D. Uta, K. Tsuboshima, T. Andoh, T. Nishijo, K. Mizumura, T. Taguchi, *In vivo* patch clamp analysis of nociceptive synaptic transmission of spinal dorsal horn neurons in a rat model of fibromyalgia, 第40回日本疼痛学会, C2, 長崎 (2018.6).
- (5) 青柳誠司, 酒井裕也, 駒走仁哉, 北田博之, 高橋智一, 鈴木昌人, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, 蚊の唾液成分が動物神経の活動に与える影響の検討—マウスの心臓を用いた予備的実験—, 第70回日本衛生動物学会, A211, 北海道 (2018.5).
- (6) 高澤知規, 痛みの客観的評価—スキンコンダクタンスモニターを用いて, 第22回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2018.1). 【★29】
- (7) 歌大介, 坪島功幸, 宮原謙一郎, 安東嗣修, 西条寿夫, 水村和枝, 田口徹, レセルピン投与モデルを用いた脊髄後角へのシグナル伝達機構解析, 第9回線維筋痛症学会学術集会, 大阪 (2017.10).
- (8) 歌大介, 電気生理学的手法を用いた線維筋痛症の病態メカニズムの解析と新規治療薬の探索, Toyama Academic GALA 2017, 23, 富山 (2017.9).
- (9) D. Uta, K. Miyahara, K. Tsuboshima, T. Andoh, H. Nishijo, K. Mizumura, T. Taguchi, Augmented mechanical response of superficial dorsal horn neurons in a rat model of fibromyalgia. The 40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 3P-137, Chiba, Japan (2017.7).
- (10) 歌大介, 坪島功幸, 宮原謙一郎, 安東嗣修, 西条寿夫, 水村和枝, 田口徹, 線維筋痛症モデルラットにおける脊髄後角細胞の機械感受性増大, 第39回日本疼痛学会, 1P-7, 兵庫 (2017.6).
- (11) 歌大介, 宮原謙一郎, 坪島功幸, 安東嗣修, 西条寿夫, 水村和枝, 田口徹, レセルピン投与モデルの疼痛機構に関わる脊髄後角表層細胞の感受性増大, 第13回日本疲労学会総会・学術集会, MS1-1, 愛知 (2017.5).
- (12) 歌大介, 電気生理学的手法を用いた脊髄後角における侵害情報調節機構の解析～電気生理学的手法の紹介とその活用法を交えて～, 東西医薬学交流セミナー, 富山 (2017.4).
- (13) D. Uta, M. Yoshimura, T. Andoh, K. Imoto, H. Furue, Electrophysiological analysis of local anesthetic effects on adult rat spinal nociceptive synaptic transmission, 第90回日本薬理学会年会, 1-P-071, 長崎 (2017.3).
- (14) 歌大介, 井本敬二, 古江秀昌, 成熟ラット後根神経節細胞電位依存性 Na チャネルに対する局所麻酔薬の作用解析, 第38回脊髄機能診断研究会, 5, 東京 (2017.2).
- (15) 歌大介, 宮原謙一郎, 坪島功幸, 安東嗣修, 西条寿夫, 水村和枝, 田口徹, 線維筋痛症モデルを用いた脊髄後角へのシグナル伝達機構解析, 生理学研究所痛み研究会 2016, Session4-2, 愛知 (2017.1).
- (16) 青柳誠司, 武田侑也, 鈴木昌人, 歌大介, 安東嗣修, 針穿刺の痛みの評価を目的としたフォンフライイラメントによるラットの足底刺激に関する行動学的及び電気生理学的解析, 生理学研究所痛み研究会 2016, P8, 愛知 (2017.1). 【★30】
- (17) 歌大介, 安東嗣修, 井本敬二, 古江秀昌, *In vivo*パッチクランプ法を用いた中枢へのアトピー性皮膚炎による痒み情報伝達のメカニズムの解明, 第67回日本薬理学会北部会, A-08, 北海道 (2016.9).
- (18) 歌大介, 井本敬二, 古江秀昌, ラット脊髄後角膠様質細胞への後根刺激誘起のシナプス伝達に対する TRPA1 チャネル作動薬の応答解析, 第38回日本疼痛学会, B3-6, 北海道 (2016.6).

(2b) MEMS による生体センシングデバイスの開発(大村) *2b の内容に対応する成果は以下の通りである (4件)

- (1) 蔣煜煬, 森義暁, 佐藤伸吾, 大村泰久, A. Mallik, 縦型 TFET の性能に及ぼすパラメータの影響の評価, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, 8a-C18-1, 福岡 (2017.9).
- (2) 大村泰久, アナログ集積回路の時代に求められるデバイス技術と回路技術に対する要請, 第21回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2017.1).
- (3) 大村泰久, 原田恭輔, 車載向けアルコール摂取検知センサー実現に向けて, 平成28年電気関係学会関西連合大会, G11-12, 大阪 (2016.11).
- (4) 大村泰久, センサーネットワーク時代の低エネルギーSOI デバイスの展開可能性と見通し, 電子情報通信学会シリコン材料・デバイス研究会, SDM2016-3, 15-22, 東京 (2016.11)

(2c) MEMS による医療用バイオセンサの開発(稲田) *2c の内容に対応する成果は以下の通りである (14 件)

- (1) 稲田 貢, 米澤 諒, 松尾 晶, 佐伯 拓, レーザーアブレーション法で作成した Al ナノ粒子および Al ナノ粒子/Ag ナノ粒子混合試料の磁気特性, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-E318-2, 北海道 (2019.9).
- (2) 佐伯 拓, 松崎 友樹, 安木 達也, 稲田 貢, 還元鉄ナノ粒子と焼成体を用いたアキシタルギャップ発電機の開発, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-PA1-12, 北海道 (2019.9)
- (3) 佐伯拓, 宮楠大輝, 山崎和仁, 飯田幸雄, 稲田貢, 焼成鉄ナノ多結晶体における高周波抵抗の局所的消失, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-PB1-14, 愛知 (2018.9).
- (4) 榊原将訓, 松本公久, 神谷和秀, 伊東聡, 佐保賢志, 稲田貢, 鈴木伸哉, もみ殻から作製した Si 微粒子の発光特性における還元温度依存性, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6p-S44-8, 福岡 (2017.9).
- (5) 越田樹, 松尾晶, 山本良之, 齊藤正, 稲田貢, 有機分子保護 Au ナノクラスターの磁気特性, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-A25-7, 新潟 (2016.9).
- (6) 佐伯拓, 飯田幸雄, 稲田貢, 増田真一郎, 焼成アルミナノ多結晶板を用いたコア付きインダクターの試作, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15a-P3-8, 新潟 (2016.9).
- (7) 木下和俊, 西谷拓樹, 西田智彦, 新宮原正三, 稲田貢, 齊藤正, $Ni_{1-x}Mg_xO$ 膜におけるギャップ内準位の観測とバンドギャップの評価, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15a-A31-5, 新潟 (2016.9).
- (8) 宮下純一, 松本公久, 野村俊, 神谷和秀, 稲田貢, 鈴木伸哉, 伸縮基板による Si ナノ結晶のエネルギー移動の効率の変化, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-W834-5, 東京 (2016.3).
- (9) 田中拓也, 松本公久, 野村俊, 神谷和秀, 稲田貢, 鈴木伸哉, 靱殻から生成した Si 微粒子の発光に関する研究, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-W834-6, 東京 (2016.3).
- (10) 磯部希, 三宅伴季, 齊藤正, 稲田貢, Si ナノ粒子を活性層とする無機・有機複合型太陽電池の作製と評価, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-W531-2, 東京 (2016.3).
- (11) 三宅伴季, 磯部希, 齊藤正, 稲田貢, $CuPc/C_{60}$ 有機薄膜太陽電池のパルス光励起キャリア輸送特性, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-W531-17, 東京 (2016.3).
- (12) 西谷拓樹, 太田晃平, 北野総佑, 濱野亮介, 稲田貢, 清水智弘, 新宮原正三, 幸塚広光, 齊藤正, 深紫外線センサの応用に向けた $Ni_{1-x}Mg_xO$ 膜の酸素空孔が及ぼす吸収スペクトルへの影響とバンドギャップの評価, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21a-H111-4, 東京 (2016.3).
- (13) 岡瑞樹, 稲田貢, 齊藤正, 多孔質 AZO 電極を利用した銀析出型 EC 素子の発色特性, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21a-S323-7, 東京 (2016.3).
- (14) 稲田貢, 神谷啓介, 齊藤正, プラズモニクスによるタンパク質修飾金クラスターのバイオセンサ応用の試み, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2016.1).

3. バイオミメティクスグループ

(3a) 蟻のバイオミメティクスによるフレキシブルロボットハンドの開発(高橋) *3a の内容に対応する成果は以下の通りである (47 件)

- (1) 島岡宏行, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 2重カンチレバー電極をもつエレクトレット振動発電デバイスの試作, 第 10 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 20am2-PN3-13, 静岡 (2019.11)
- (2) 今井健太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 臓器把持のための接触時に吸引する手術器具の開発, 第 37 回日本ロボット学会学術講演会, 3M1-07, 東京 (2019.9).
- (3) 坂井大亮, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ロボットアームに搭載した間接吸引グリッパによる柔軟袋の把持, 第 37 回日本ロボット学会学術講演会, 2M2-03, 東京 (2019.9).
- (4) 福塚淳史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 水袋パッドを有する間接吸引グリッパの袋構造の改善, 第 37 回日本ロボット学会学術講演会, 2M2-02, 東京 (2019.9).
- (5) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ネット状吸盤を有するロボットハンドの試作, 第 37 回日本ロボット学会学術講演会, 2M2-01, 東京 (2019.9).
- (6) 今井健太, 中野雄太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 臓器把持のための接触時に開くカンチレバー型バルブをもつ真空吸着デバイスの試作, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 1P1-A07, 広島 (2019.6).

- (7) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ピッキング作業のための接触時に吸引する吸盤をもつグリッパの考案, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2P1-R07, 広島 (2019.6).
- (8) 坂井大亮, 澤田直宏, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 柔軟な包装袋把持のためのストッパを有する間接吸引グリッパの試作, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2P1-R08, 広島 (2019.6).
- (9) 福塚淳史, 藤林知徳, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 冷凍温度における物体搬送に向けた不凍液を充填した袋をもつタコ模倣型グリッパの試作, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 2P1-R10, 広島 (2019.6).
- (10) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 吸盤表面の微細構造が吸着力に与える影響, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520102, 大阪 (2018.9). 【★31】
- (11) 佐藤潤哉, 清水智弘, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ヤモリを模倣した 2 段構造を持つ微細毛作製と吸着力の評価, 日本機械学会 2018 年度年次大会, J1520103, 大阪 (2018.9).
- (12) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコ模倣型吸着グリッパを搭載したロボットアームにおける水平搬送速度と物体落下頻度の関係, 第 36 回日本ロボット学会学術講演会, 1J3-08, 愛知 (2018.9).
- (13) 坂井大亮, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 繊維ジャミング吸着グリッパの吸着性能, 第 36 回日本ロボット学会学術講演会, 2K2-04, 愛知 (2018.9).
- (14) 福塚淳史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, リング状ゴム袋を有するタコ模倣型吸着グリッパの開発, 第 36 回日本ロボット学会学術講演会, 2K2-06, 愛知 (2018.9).
- (15) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコ模倣型グリッパを装着した産業用ロボットアームによる物体把持, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 1A1-D06, 福岡 (2018.6).
- (16) 今井健太, 馳平一貴, 福塚淳史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 柔軟物把持に適した水袋を有するタコ模倣型吸着グリッパの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 1A1-E01, 福岡 (2018.6).
- (17) 坂井大亮, 橋隼郎, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 吸引順序が剛性可変な真空吸着パッドの把持性能に与える影響, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 1A1-E02, 福岡 (2018.6).
- (18) 佐藤潤哉, 清水智弘, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, ヤモリを模倣した吸着機構の光造形による作製と吸着力の測定, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 2P1-E11, 福岡 (2018.6).
- (19) 岩田紘明, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 縦振動型エレクトレット発電器における接触時の電極間距離と発電量の関係, 第 8 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 02pm1-PN-134, 広島 (2017.10).
- (20) 三村拓人, 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを模倣した吸盤の細径化に関する研究, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会, 1D1-05, 埼玉 (2017.9).
- (21) 堀江一生, 藤本健太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 漏斗構造とフィルタを有する真空吸着グリッパによる柔軟物把持の研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-N01, 福島 (2017.5).
- (22) 橋隼郎, 松本卓也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを生体模倣した吸盤を有する空気圧アクチュエータに関する研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-N02, 福島 (2017.5).
- (23) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを生体模倣した細径吸盤による柔軟物把持の研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-N03, 福島 (2017.5).
- (24) 澤田直宏, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 柔軟物を把持する吸着グリッパの吸着力測定に関する研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-N04, 福島 (2017.5).
- (25) 青柳貴也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを模倣した真空吸着グリッパの押付力軽減に関する研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2A1-N05, 福島 (2017.5).
- (26) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを模倣した単一吸着グリッパのアレイ化による吸着性能の向上について, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.16, 大阪 (2017.1).
- (27) 堀江一生, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 微小突起を有するタコを模倣した吸盤の剥離抵抗力について, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.17, 大阪 (2017.1).
- (28) 高橋智一, 三村拓人, 鈴木昌人, 青柳誠司, 蛇腹構造を有する吸着グリッパとそのアレイ化について, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2017.1).
- (29) 岩田紘明, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 吉川泰弘, 縦振動型エレクトレット振動発電デバイスの開発ー振動する対電極を面接触させるストッパ機構ー, 第 33 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム, 25am2-PS-005, 長崎 (2016.10).
- (30) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを模倣した吸着グリッパアレイの開発ー把持可能な段差および曲面の寸法ー, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2016AC3A2-06, 山形 (2016.9).

- (31) 藤本健太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 柔軟物および固体を把持可能な真空吸着グリッパ—柔軟物吸着におけるフィルタの効果—, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2016AC3A3-01, 山形 (2016.9).
- (32) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 独立した吸盤アレイを有するタコを模倣した吸着グリッパの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 1A1-12a4, 神奈川 (2016.6).
- (33) 松本卓也, 鈴木大輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 蛇腹構造を有するタコを模倣した吸着グリッパ, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 1A1-12a7, 神奈川 (2016.6).
- (34) 藤本健太, 杉本亮太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 静電チャックデバイスを有するタコの吸盤を模倣した執着グリッパの試作, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 1A1-13a1, 神奈川 (2016.6).
- (35) 菊池智史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤にある微細構造を模倣した真空吸着グリッパ, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.11, 大阪 (2016.1).
- (36) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸着原理と吸盤構造を模倣した真空吸着ハンド, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.12, 大阪 (2016.1).
- (37) 鈴木大輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤を模倣した真空吸着グリッパにおける粒子が吸着性能に与える影響, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.13, 大阪 (2016.1).
- (38) 杉本亮太, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 静電チャックを組み込んだタコを模倣した吸着グリッパの開発, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.14, 大阪 (2016.1).
- (39) 木下就斗, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 接触すると開くバルブをもつ吸着グリッパの開発, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.15, 大阪 (2016.1).
- (40) 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコを模倣した真空吸着グリッパの開発, 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業キックオフ・ミーティング「3 次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用」, 大阪 (2016.1).
- (41) 菊池智史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤を模倣した真空グリッパの開発—微小突起の観察と模倣—, 第 33 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2015AC2K2-05, 東京 (2015.9).
- (42) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤を模倣したグリッパの開発—吸盤の漏斗構造の模倣—, 第 33 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2015AC2K2-06, 東京 (2015.9).
- (43) 鈴木大輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤を模倣した真空グリッパの開発—内包する粒子の充填率が吸着性能に与える影響—, 第 33 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2015AC2K2-07, 東京 (2015.9).
- (44) 菊池智史, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤にある微小突起を模倣した真空グリッパの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-Q02, 京都 (2015.5).
- (45) 三村拓人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの漏斗構造を模倣した吸盤の作製と性能評価, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-Q06, 京都 (2015.5).
- (46) 鈴木大輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, タコの吸盤を模倣した真空グリッパの開発—内包する粒子の粒径が吸着性能に与える影響—, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-Q07, 京都 (2015.5).
- (47) 山本哲也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 高誘電率粉体を添加した可塑性 PVC ゲル静電アクチュエータの開発—アクチュエータの性能評価と触覚ディスプレイへの応用の検討—, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P2-W03, 京都 (2015.5).

(3b) 蚊のバイオメティクスによる医療用無痛注射針の開発(鈴木) *3b の内容に対応する成果は以下の通りである (38 件)

- (1) 大西優希, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, SiO₂ エレクトレット表面へのナノドットアレイ形成による小型振動発電デバイスの電極貼り付き力低減効果の評価, 第 10 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 20pm3-PN3-30, 静岡 (2019.11)
- (2) 元岡風太, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 座屈防止機能を持つ芯繰り出し機構を用いた微細針用穿刺機構の検証, 精密工学会 2019 年度関西地方定期学術講演会講演, 49-L(P-31), 大阪 (2019.6)
- (3) 鈴木昌人, 登坂将大, 高橋智一, 青柳誠司, 蚊の下唇機能を模倣した微細針穿刺装置の開発, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会, D46, 東京 (2019.3).
- (4) 元岡風太, 鈴木昌人, 山田雅大, 高橋智一, 青柳誠司, 蚊の下唇機能を模倣した微細針穿刺装置の開発, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会, D47, 東京 (2019.3).
- (5) 大西優希, 辻岡大祐, 大川原琢志, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, エレクトレットを用いた回転発電機の開発—熱インプリント法を用いたエレクトレットパターン形成—, 第 23 回関西大学先

端科学技術シンポジウム, パネル No.12, 大阪 (2019.1).

- (6) 奥田健人, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 西川秀樹, 二九良三, 血液が残留しない極細テーパ管の研磨法考案と開発, 2018 年度精密工学会秋季大会学術講演会, G01-4, 北海道 (2018.9).
- (7) 北田博之, 酒井裕也, 駒走仁哉, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 細見亮太, 福永健治, 歌大介, 高澤知規, 引土知幸, 川尻由美, 中山幸治, マウスの皮膚表面における蚊の穿刺時の下唇の観察, 2018 年度精密工学会秋季大会学術講演会, G01-5, 北海道 (2018.9).
- (8) 原安寛, 山田雅大, 立川周子, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 蚊の小顎を模倣した鋸歯状ステンレスマイクロニードルの作製と皮膚の剪断力の検討, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E08, 神奈川 (2017.3).
- (9) 奥田健人, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 穿刺抵抗力を低下させる新しい星型針の提案, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E14, 神奈川 (2017.3).
- (10) 北田博之, 山本晴輝, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, マイクロピッチ格子付き寒天の作製とそれを用いた蚊の穿刺における下唇の観察, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E15, 神奈川 (2017.3).
- (11) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, マイクロニードルの座屈防止機構と穿刺対象の撓み抑制機構の提案と開発, 2017 年度精密工学会春季大会学術講演会, E16, 神奈川 (2017.3).
- (12) 野村亮介, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 中空微細針の内径と血液の吸引性能の関係, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.8, 大阪 (2017.1).
- (13) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 蚊の口吻が発生する微小な力の推定—マイクロカンチレバーの撓みを利用したバイオメテイクス用力センサの提案—, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.9, 大阪 (2017.1).
- (14) 佐藤潤哉, 大石眞久, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, 蚊を模倣した 2 本の槌状パーツを組み合わせたマイクロニードルの開発, —ポリ乳酸の成形加工によるパーツの作製と針の性能評価—, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.11, 大阪 (2017.1).
- (15) 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫, 山口哲, 今里聡, 功刀厚志, 猿渡智治, 微細針の穿刺におけるひずみの可視化と最適穿刺条件の検討, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.12, 大阪 (2017.1).
- (16) 原安寛, 山田雅大, 立川周子, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, フェムト秒レーザーによる蚊の口唇の 3 次元形状を模倣したステンレスマイクロニードルの作製と性能評価, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2017.1).
- (17) 野村亮介, 山田雅人, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 中空微細針の内径と血液吸引性能の関係—蚊の上唇の内径が 20 μm であることの妥当性—, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, C19, 茨城 (2016.9).
- (18) 佐藤潤哉, 大石眞久, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, 蚊を模倣した 2 本の槌状パーツを組み合わせたポリ乳酸マイクロニードルの成形加工, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, C20, 茨城 (2016.9).
- (19) 山本峻己, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 長嶋利夫, 山口哲, 今里聡, 功刀厚志, 猿渡智治, 微細針の穿刺におけるひずみの可視化と最適穿刺条件の検討, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, C21, 茨城 (2016.9).
- (20) 原安寛, 山田雅大, 立川周子, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, フェムト秒レーザーによる蚊の小顎を模倣した鋸歯状ステンレスマイクロニードルの作製と性能評価, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会, L31, 茨城 (2016.9).
- (21) 佐藤潤哉, 大石眞久, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本真一, 鈴木康一郎, 植田浩之, 芳賀善九, 都博之, 蚊を模倣した 2 本の槌状パーツを組み合わせたマイクロニードルの開発—ポリ乳酸の成形加工によるパーツの作製と針の性能評価—, 精密工学会 2016 年度関西地方定期学術講演会, 45-L, 京都 (2016.7).
- (22) 山田雅大, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 蚊の口吻が発生する微小な力の推定—マイクロカンチレバーの撓みを利用したバイオメテイクス用力センサの提案—, 精密工学会 2016 年度関西地方定期学術講演会, 46-L, 京都 (2016.7).
- (23) 青柳誠司, 痛みの軽減を目指すマイクロニードルの開発・蚊の穿刺行動の応用研究, 第 33 回日本 TDM 学会・学術大会, LS5, 栃木 (2016.5).

- (24) 寺田善彦, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 3D 光造形装置による 3 次元分岐流路の作製と毛管力を利用した血液の吸引, 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, E06, 千葉 (2016.3).
- (25) 山本峻己, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 長嶋利夫, 山口哲, 今里聡, 功力厚志, 猿渡智治非線形有限要素法解析による蚊の上唇と小顎の協調振動の効果の確認, 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, E08, 千葉 (2016.3).
- (26) 青柳誠司, 蚊の口器を模倣したマイクロニードルの作製, 日本機械学会バイオエンジニアリング部門 A-TS02-14 スキンメカニクス計測と評価研究会 (第 8 回), 京都 (2016.3).
- (27) 青柳誠司, 蚊の生体模倣による低侵襲穿刺・採血システムの開発, 平成 27 年度第 3 回 (第 107 回) 岡山県医用工学研究会シンポジウム・交流会, 岡山 (2016.2).
- (28) 山本峻己, 漆畑雄也, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 山口哲, 今里聡, 功力厚志, 猿渡智治, 蚊の口針の穿刺における振動付与の効果の検討, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.16, 大阪 (2016.1).
- (29) 澤貴裕, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, マイクロ三次元光造形装置ナノスクライブによる蚊を模倣した微細針の作製と吸引実験と性能評価, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.18, 大阪 (2016.1).
- (30) 山本峻己, 青柳誠司, 鈴木昌人, 高橋智一, 長嶋利夫, 功力厚志, 非線形有限要素法解析による蚊の口針の穿刺挙動のシミュレーション, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2016.1).
- (31) 鈴木昌人, 澤貴裕, 高橋智一, 青柳誠司, 超高精度 3D 光造形を援用した蚊を模倣した微細針の開発, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2016.1).
- (32) 長嶋利夫, 青柳誠司, 鈴木昌人, 山本峻己, 功力厚志, 猿渡智治, 小林卓哉, 横塚智史, 山口哲, 今里聡, LS-DYNA による蚊の口針の穿刺挙動の有限要素法シミュレーション, 日本機械学会第 28 回計算力学講演会, 神奈川 (2015.10).
- (33) 澤貴裕, 寺田善彦, 鈴木昌人, 高橋智一, 清水智弘, 新宮原正三, 新井泰彦, 福永健治, 青柳誠司, マイクロ光造形装置ナノスクライブによる蚊を模倣した微細針の作製と吸引実験と性能評価, 2015 年度精密工学会秋季大会学術講演会, N44, 宮城 (2015.9).
- (34) 澤貴裕, 寺田善彦, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本卓也, 三次元光造形法による蚊を模倣した中空マイクロニードルの作製とその穿刺特性評価, 精密工学会 2015 年度関西地方定期学術講演会, P-14, 京都 (2015.6).
- (35) 澤貴裕, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 光造形装置による蚊の口針を 3 次元的に模倣したマイクロニードルの作製, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-R05, 京都 (2015.5).
- (36) 大石眞久, 鶴田隆祥, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 松本眞一, 蚊の穿刺メカニズムを模倣したマイクロニードルの座屈防止機構ー直径 50 マイクロメートルの針への対応ー, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-R06, 京都 (2015.5).
- (37) 漆畑雄也, 山本峻己, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 山口哲, 今里聡, 功力厚志, 猿渡智治, 蚊の上唇の穿刺における振動付与の効果の検討ー非線形有限要素法解析と応用可視化実験ー, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 1P1-R07, 京都 (2015.5).
- (38) 青柳誠司, バイオミメティクス(蚊の模倣)による低侵襲穿刺デバイスの開発, 第 90 回日本医療機器学会大会, バイオ・マイクロシステム研究会, 神奈川 (2015.5).

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3c の内容に対応する成果は以下の通りである (16 件)

- (1) 浅井直人, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, ナノ構造を用いた高感度バイオセンサの開発と癌関連タンパク質の相互座用の検出, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.18, 大阪 (2020.1)
- (2) 増田恭介, 神代啓輔, 藤野裕佑, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 電気化学インビードダンス法を用いたナノ構造電極上での微生物付着と評価, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.17, 大阪 (2020.1)
- (3) 花谷俊輔, 依岡拓也, 石原知宣, 長谷川敦也, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 貴金属触媒を用いた湿式 Si 微細加工技術ーエッチング形状の溶液濃度依存性ー, 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.16, 大阪 (2020.1)
- (4) 赤坂裕太, 岩川寛大, 花谷俊輔, 依岡拓也, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 貴金属触媒を用いた湿式 Si 微細加工技術の開発ー添加剤がエッチング形状に与える効果ー, 第 24 回関西大学先端科学

技術シンポジウム, ポスターNo.15, 大阪 (2020.1).

- (5) 増田恭介, 神代啓輔, 藤野優佑, 小嶋寛明, 山下一郎, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 電気化学インピーダンス法を用いたナノ構造電極上での微生物付着と抗菌作用の評価, 第 36 回「センサ・マイクロマシと応用システム」シンポジウム, 19am3-PS3-59, 静岡 (2019.11).
- (6) 増田恭介, 神代啓輔, 藤野優佑, 小嶋寛明, 山下一郎, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, ナノ構造における抗菌メカニズム解明を目指した微小空間での電気化学インピーダンス測定, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-E203-5, 北海道 (2019.9).
- (7) 神代啓輔, 増田恭介, 富成征弘, 田中秀吉, 小嶋寛明, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, ナノ構造が発現する抗菌作用のリアルタイム観察の試み, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB1-31, 北海道 (2019.9).
- (8) 中出一輝, 神代啓輔, 佐川貴志, 小嶋寛明, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, ナノ構造が発現する抗菌作用に付着力が及ぼす影響, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-PA3-4, 愛知 (2018.9).
- (9) 増田恭介, 中出一輝, 神代啓輔, 小嶋寛明, 山下一郎, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 電気化学インピーダンス法を用いたナノ構造電極上での抗菌メカニズム推定, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-PA3-5, 愛知 (2018.9).
- (10) 浅井直人, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 多孔質ナノ構造を用いた QCM センサの開発, 第 34 回センサ・マイクロマシと応用シンポジウム, 01pm4-PS-180, 広島 (2017.11).
- (11) 松田裕貴, 伊藤健, 清水智弘, 新宮原正三, 自己組織化ナノ構造を用いた LSPR センサ, 第 34 回センサ・マイクロマシと応用シンポジウム, 31am3-PS-79, 広島 (2017.10).
- (12) 寺沢秀章, 清水智弘, 新宮原正三, 伊藤健, 自己組織化ナノ構造を利用した LSPR と QCM のハイブリッドセンサの開発, センサ・マイクロマシと応用シンポジウム, 31am3-PS-81, 広島 (2017.10).
- (13) 伊藤健, 中出一輝, 佐川貴志, 小嶋寛明, 清水智弘, 新宮原正三, セミの翅が持つ機能性ナノ構造の模倣と抗菌性評価, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-F206-2, 神奈川 (2017.3).
- (14) 中出一輝, 伊藤健, 清水智弘, 新宮原正三, セミの翅が持つナノ構造の模倣と抗菌性評価, 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, ポスターNo.15, 大阪 (2017.1).
- (15) 伊藤健, 田中琢望, 清水智弘, 新宮原正三, クマゼミの羽が持つ機能性ナノ表面とその模倣, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-W323-2, 東京 (2016.3).
- (16) 田中琢望, 伊藤健, 清水智弘, 新宮原正三, クマゼミの羽が持つ機能性ナノ表面とその模倣, 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 大阪 (2016.1).

<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>(URL: <http://www.kansai-u.ac.jp/ordist/symposium/index.html>)

- ・ 第 24 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 関西大学 100 周年記念会館 (2019.1.23-24)
- ・ 第 23 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 関西大学 100 周年記念会館 (2019.1.24-25).
- ・ 第 22 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 関西大学 100 周年記念会館 (2018.1.18-19).
- ・ 第 21 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 関西大学 100 周年記念会館 (2017.1.19-20).
- ・ 第 20 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 関西大学 100 周年記念会館 (2016.1.21-22)
- ・ 文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 国際シンポジウム「3 次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用」, 大阪 (2018.9.21).
- ・ 高校生対象見学会「3 次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用」, 大阪 (2018.4.30).
- ・ 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業ワークショップ「バイオミメティクス(生体模倣)への誘い」, 関西大学千里山キャンパス第 4 学舎 4 号館 4301 教室(2017.12.6).
- ・ 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業キックオフミーティング「3 次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用」, 関西大学 100 周年記念会館 (2016.1.22).
- ・ 小中高生対象見学会「生体模倣(バイオミメティクス)の世界への誘い」, 大阪 (2016.8.8).
- ・ 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業キックオフミーティング「3 次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用」, 関西大学 100 周年記念会館 (2016.1.22)..

IV その他の研究成果等

「III 研究発表一覧」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Ⅱ(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。

【講演】

プロジェクト全体(4件)

- (1) 3次元ナノ・マイクロユニット，文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業国際シンポジウム「3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用」，大阪 (2018.9).
- (2) 3次元ナノ・マイクロユニット，文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業高校生対象見学会「3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用」，大阪 (2018.4).
- (3) 3次元ナノ・マイクロユニット，文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業ワークショップ「バイオメティクス(生体模倣)への誘い」，大阪 (2017.12).
- (4) 3次元ナノ・マイクロユニット，小中高生対象見学会「生体模倣(バイオメティクス)の世界への誘い」，大阪 (2016.8).

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (18件)

- (1) 青柳誠司，ナノインプリントを用いた無痛針の作製，2019年第2回ナノインプリント技術研究会，東京 (2019.5).
- (2) 青柳誠司，バイオメティクス—蚊の針、ヤモリの足裏、モリアオガエルの手指—，第39回エアロ・アクアバイオメカニズム学会，大阪 (2019.3).
- (3) 青柳誠司，蚊のバイオメティクスによる痛くない針の実現への挑戦，国際医薬品開発展 InnoPack Japan コンファレンス 2019，東京 (2019.3).
- (4) 青柳誠司，蚊の穿刺メカニズムに学ぶ無痛採血・薬液投与システムの開発，積水化学テクノフォーラム，京都 (2019.2.6).
- (5) S. Aoyagi, H. Takise, T. Takahashi, M. Suzuki，Fabrication of Piezoelectric Vibration Energy Harvester Using Polyvinylidene Difluoride and Its Spray Coating Method on Three Dimensional Surface, The 6th International Workshop on Nanotechnology and Application, NMD-011-I, Vietnam (2017.11).
- (6) S. Aoyagi，Microneedle Imitating Mosquito Toward Painless Blood Collection, The 1st International Workshop on MEMS and Sensor System 2017, Vietnam (2017.9).
- (7) 青柳誠司，精密加工による種々の生物模倣デバイス，超精密加工専門委員会第71回研究会，大阪 (2017.9).
- (8) 青柳誠司，ナノ・マイクロ加工によるバイオメティクスデバイスの開発，NBCI テクノロジー委員会バイオメティクス分科会，東京 (2017.9).
- (9) 青柳誠司，3D Fabrication of Microneedle for Blood Collection Biomimicking Mosquito, IEEE ICEM2017, 香川 (2017.8).
- (10) 青柳誠司，3D ナノ・マイクロ加工と生体模倣—蚊を模倣した無痛採血針の開発—，第7回IoT製造研究会，大阪 (2017.6).
- (11) 青柳誠司，バイオメティクスと3Dマイクロ加工(蚊を模倣した注射針)，第3回関西大学戦略研究総合センター研究交流懇談会，大阪 (2017.2).
- (12) 青柳誠司，痛みとかゆみの観点からメスの蚊の穿刺行動を解明する～生体に学ぶ工学的な応用より～，GSK Webinar, Web セミナー (2016.6).
- (13) T. Takahashi, M. Suzuki, T. Nishida, Y. Yoshikawa, S. Aoyagi，Vertical Capacitive Energy Harvester Positively Using Contact between Proof Mass and Electret Plate—Stiffness Matching by Spring Support of Plate and Stiction Prevention by Stopper Mechanism—，IEEE Electron Devices Society Kansai Chapter, 第15回「関西コロキウム電子デバイスワークショップ」，大阪 (2015.12).
- (14) 青柳誠司，蚊の生体模倣による無痛針の開発—LS-DYNAによる針の穿刺シミュレーション—，LS-DYNA & JSTAMP フォーラム 2015，東京 (2015.11).
- (15) 青柳誠司，蚊の穿刺・吸血行動の観察と採血デバイスの開発，日本家庭用殺虫剤工業会，愛知 (2015.10).
- (16) 青柳誠司，蚊の穿刺・吸血行動の観察と無痛採血デバイスへの応用，キンチョー技術者会議，大

(17) 青柳誠司, 蚊を生体模倣した低侵襲穿刺システムの開発, 大阪医科大学・大阪薬科大学・関西大学 医工薬連携の会, 大阪 (2015.4).

(18) 青柳誠司, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオミメティクス・医療への応用, 第2回関西大学戦略研究総合センター研究交流懇談会, 大阪 (2015.2).

(1b) マイクロエレクトロプレーティングによる微細構造の創成(新宮原) *1bの内容に対応する成果は以下の通りである(1件)

(1) 新宮原正三, ナノからマイクロにわたるめっきプロセス, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, 7p-C19-7, 福岡(2017.9).

3. バイオミメティクスグループ

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3cの内容に対応する成果は以下の通りである(18件)

(1) 伊藤健, セミの翅に抗菌作用? ~ナノレベルのバイオミメティクス~, 応用物理学会 北陸・信越支部講演会, 福井 (2019.11.29).

(2) 伊藤健, セミの翅を模倣した新しい抗菌材開発への取り組み, KISTEC Innovation Hub 2019 in Ebina, 神奈川 (2019.10.30-11.1).

(3) 伊藤健, 「ナノ構造に起因する抗菌・殺菌の発現」, 日本学術振興会 分子ナノテクノロジー第174委員会 第66回研究会, 大阪 (2019.10.1).

(4) 伊藤健, 「セミの翅を模倣した新しい抗菌材の開発」, 第91回バイオミメティクス市民セミナー, 北海道 (2019.7.6).

[新聞]

プロジェクト全体(1件)

(1) 青柳誠司, 一解剖・先端拠点ー関西大先端科学技術推進機構 「知見を集結実用化第一に」, 日経産業新聞, 2018年6月27日付8面.

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである(4件)

(1) 青柳誠司, 疑問氷解「蚊にさされても痛くないのに、注射が痛いのはなぜ?」, 毎日小学生新聞, 2018年6月19日付2面.

(2) 青柳誠司, 最先端ロボット研究ーロボット・メカトロニクス&マイクロシステム, 読売新聞鹿児島県全域版, 2017年8月10日付26面.

(3) 青柳誠司, 最先端ロボット研究ーロボット・メカトロニクス&マイクロシステム, 読売新聞鹿児島県全域版, 2017年8月1日付24面.

(4) 青柳誠司, 針の痛み 強弱評価 関西大・富山大 神経の信号分析, 日本経済産業新聞, 2017年3月2日付9面. 【★32】

3. バイオミメティクスグループ

(3a) 蟻のバイオミメティクスによるフレキシブルロボットハンドの開発(高橋) *3aの内容に対応する成果は以下の通りである(5件)

(1) 高橋智一, ネイチャー・インダストリー・アワード, 日刊工業新聞, 2017年1月20日付21面.

(2) 高橋智一, 進化する生体模倣(8) 吸盤でピタッ 荷物運び楽々, 日本経済新聞, 2016年11月20日付朝刊25面.

(3) 高橋智一, 生物お手本技術 革新「タコ吸盤」ロボアーム, 読売新聞, 2015年10月19日付17面.

(4) 高橋智一, ミチをひらく(下), 朝日新聞, 2015年7月23日付16面.

(5) 高橋智一, ミチをひらく(上), 朝日新聞, 2015年7月16日付17面.

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3cの内容に対応する成果は以下の通りである(18件)

伊藤健, 「薬使わず抗菌、セミの羽がカギ 超微細なトゲトゲが活躍」, 朝日新聞(全国版)朝刊 3面 (2019.5.4).

【報道】

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (7件)

- (1) 青柳誠司, NHK 国際放送(NHK World)・NHK BS1, 「Japanology Plus 副題: 虫と日本人」, 蚊のメカニズムを利用した痛みの少ない注射針, 映像提供 (2019.12.3/12.4/12/10)
- (2) 青柳誠司, フジテレビ「99 人の壁」—すごい昆虫—写真提供(蚊の口の拡大画像・注射針の画像), (2019.10.26).
- (3) 青柳誠司, 「—ロボティクス—人間の環境認識手法自律移動ロボに採用」, 電波新聞, P8 (2019.4.11)
- (4) 青柳誠司, 「—ロボティクス—蚊を模倣して MEMS で作製注射針が動物実験ステージに」, 電波新聞, P8 (2019.2.21)
- (5) 青柳誠司, NHK「ニュースシブ 5 時」—最新科学にムシのカー, 取材・インタビュー (2019.1.31).
- (6) 青柳誠司, 最新科学にムシのカー, NHK「ニュースシブ 5 時」, 2019 年 1 月 31 日放映.
- (7) 青柳誠司, 注射の未来を変える, TBS「ワザビト」, 2017 年 2 月 5 日放映.
- (8) 青柳誠司, 痛くもかゆくもない注射針, MBS「サタデープラス」, 2016 年 8 月 20 日放映.
- (9) 青柳誠司, 英語版「Bug Technology」, NHK「ワールド」, 2016 年 6 月 16 日放映.
- (10) 青柳誠司, フェアブルもびっくり! ぞくぞく発見 夢のムシ技術, NHK 総合, 2016 年 1 月 6 日放送.
- (11) 青柳誠司, ズームイン!!サタデー, 日本テレビ, 2015 年 11 月 14 日放映.
- (12) 青柳誠司, 痛くない!? “針のない注射器” 開発ヒミツは、“泡のチカラ”!, TBS 夢の扉+, 2015 年 5 月 10 日放送.

3. バイオメテックスグループ

(3a) 蛸のバイオメテックスによるフレキシブルロボットハンドの開発(高橋) *3aの内容に対応する成果は以下の通りである (2件)

- (1) 高橋智一, 出会い燦々, MBS ラジオ 子守康範 朝からてんコモリ!, 2015 年 9 月 11 日放送.
- (2) 高橋智一, ウナギに負けない“タコ”のパワー, 読売テレビ「かんさい情報ネット ten」, 2015 年 7 月 24 日放送.

(3c) 自然界や生物が持つナノ構造の模倣及びセンサへの応用(伊藤) *3cの内容に対応する成果は以下の通りである (2件)

- (1) 伊藤健, 「セミの羽に抗菌作用 進む研究 応用に期待」, 朝日放送テレビ CAST (2019.7.23).
- (2) 伊藤健, セミの羽から抗菌作用を導く, TOYRO BUSINESS 7 月号, 24-25 (2019.7).

【特許】

1. ナノ・マイクロ加工グループ

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (9件)

- (1) 青柳誠司, 鈴木昌人, 吸着パッド, ロボットハンドおよびロボットシステム[出願番号特願2019-103550, (2019.6.3 出願)]
- (2) 青柳誠司, 松本一(株式会社 AIKI リオテック) 穿刺補助具, 穿刺器具および穿刺方法.[出願番号]特願2019-091579,(2019.5.14 出願).
- (3) 青柳誠司, 松本一(株式会社 AIKI リオテック) 穿刺補助具および穿刺方法[出願番号]特願2019-091580, (2019.5.14 出願)
- (4) 青柳誠司, 鈴木昌人, 芳賀善九, 都博之, 穿刺針, 及び穿刺ユニット, 特許第 6507041 号 (2019.4.5).
- (5) S. Aoyagi, H. Matsumoto, Capillary Blood Collection Device (毛細血管血採取装置), PCT/JP2018/020094 (2018.5.25).
- (6) 青柳誠司, 松本一, 穿刺針, 穿刺装置および採血装置, 特願2018-193782 (2018.10.12).
- (7) 青柳誠司, 松本一, 駆動機構および穿孔装置, 特願2018-193783 (2018.10.12).
- (8) 青柳誠司, 鈴木昌人, 高橋智一, 中空微細針及びその作製方法, 特許第 6145249 号 (2017.5.19).
- (9) S. Aoyagi, POWER GENERATION APPARATUS, Applicatin No.14/259, 909, Filing Date: April 23

(2014).

2. 医療応用グループ

(2b) MEMS による生体センシングデバイスの開発(大村) *2b の内容に対応する成果は以下の通りである

(2 件)

- (1) 大村泰久, 回転装置, 日本国特許 第 6470993 号 (2019.1.25).
- (2) 大村泰久, 回転装置, 特開 2016-149899 (2015.2.13)【★33】

[展示]

プロジェクト全体 (3 件)

- (1) 青柳誠司, モノマネいきもの展—いきものたちの生存戦略—, マイクロニードル関連資料一式提供, バンドー神戸青少年科学館, 兵庫 (2019.7.20-9.1).
- (2) 青柳誠司, 暮らしの中の動物—嫌われものの本当のすがた—, 茨城県自然博物館第 64 回企画展, 茨城 (2015.10.10-2016.1.31).
- (3) 青柳誠司, バイオなものづくり 生物の多様性から学ぶ, 名古屋市科学館企画展, 愛知(2015.9.12-23).

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1a の内容に対応する成果は以下の通りである (2 件)

- (1) 青柳誠司, 往復回転穿孔による無痛採血システム(蚊のバイオメティクス), イノベーション・ジャパン 2018~大学見本市&ビジネスマッチング~, 東京 (2018.8).
- (2) 青柳誠司, 光造形法による蚊の口針を 3 次元的に生体模倣したマイクロニードルの作製, 創立 130 周年記念事業 関西大学フェスティバル in 九州, 福岡 (2015.9).

[刊行物]

プロジェクト全体 (12 件)

- (1) 青柳誠司, 血を吸われても痛みを感じない蚊を参考に無痛の注射針の実現を目指す, マイナビ「探究ワークブック」, 59 (2019.11).
- (2) 青柳誠司, ブンブンぱあと—保護者と歩む情報誌—, 2019 年 8 月号「人の役に立つロボットを作りたい」, ブンブンどりむ保護者向け情報誌, 2-3 (2019.8).
- (3) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 技苑, 148, 21-38 (2019).
- (4) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 平成 30 年度研究成果報告書, 21-38 (2019).
- (5) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 技苑, 146, 65-87 (2018).
- (6) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 平成 29 年度研究成果報告書, 65-87 (2018).
- (7) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 技苑, 144, 77-94 (2017).
- (8) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 歌大介, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 平成 28 年度研究成果報告書, 77-94 (2017).
- (9) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 技苑, 142, 87-99 (2016).
- (10) 青柳誠司, 新井泰彦, 大村泰久, 新宮原正三, 福永健治, 山口智実, 伊藤健, 稲田真, 鈴木昌人, 高橋智一, 高澤知規, 3次元ナノ・マイクロ構造の創成とバイオメティクス・医療への応用, 平成 27 年度研究成果報告書, 87-99 (2016).

- (11) 青柳誠司, ナノ・マイクロ技術とバイオメティクスが融合した未来志向プロジェクトが発進, Re:ORDIST, 41(02), 2-4 (2016).
- (12) 青柳誠司, 医工連携 出会いの広場～ものづくり 日本の技術 医療機器 世界の医療現場届けよう! ～, Monthly, Medical V, 19(7), 11-13 (2015).

【総説・解説・その他】

プロジェクト全体 (5件)

- (1) 新種昆虫を発見せよ!, カの口をヒントに世界一痛くない注射針開発, PHP 研究所, 148 (2018).
- (2) 3D と動画で観察! 生き物のナゾ大解明 BOOK, 「カのはりってどんなしくみ?」, 進研ゼミ小学講座 5年生教材, 8月号, 8 (2018).
- (3) 研究内容紹介パンフレット配布, 「らせんばね」「中空マイクロニードル」「オームばね」「細径針による毛細血管からの採血(蚊のバイオメティクス)」「3次元ナノ・マイクロ加工装置群」, ファインケミカルジャパン 2018, 東京 (2018).
- (4) 3次元ナノ・マイクロユニット, 【9・10月号】生体模倣の世界へ 小中高校生向け講座開催, 関西大学タイムス(Web版) (2016). [<http://www.unn-news.com/ku-times/2016/09/24/2368>]
- (5) 3次元ナノ・マイクロユニット, 戦略基盤プロジェクトによる小中高校生対象の見学会を開催しました, Re:ORDIST, 42(01), 7 (2016).

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (5件)

- (1) 青柳誠司, 講義・研究室紹介「蚊の吸血メカニズムに学び、痛くない注射針を開発する。», 関西大学大学案内 2017, 115 (2017).
- (2) 青柳誠司, 先端科学技術推進機構所管研究装置紹介「フェムト秒レーザー超微細加工装置」, ReORDIST, 43(1), 14 (2017).
- (3) 青柳誠司, 自然の中に答えがある!, JUNIOR SAFE, 2017年版2月号, 20-21 (2016).
- (4) 青柳誠司, 蚊を模倣したマイクロニードルの開発, 機能材料, 36(7), 22-30 (2016).
- (5) 青柳誠司, 夢に近づく道の中で、自分自身も変わっていく, incu・be, 33 (2016).

(1d) 3次元光構造による微細構造の創成(新井) *1dの内容に対応する成果は以下の通りである (1件)

- (1) 新井泰彦, スペックル干渉計測技術を用いた微細構造物の三次元計測, 機械の研究, 70(11), 900-904 (2018).

【資料提供】

プロジェクト全体 (7件)

- (1) テレビ大阪「かがく de ムチャミタス!」-生物がヒント!! アレの仕組みは〇〇-蚊が血を吸う様子, 動画提供 (2018.6.19)
- (2) 企画展「危険生物」, マイクロニードル関連資料一式提供, 伊丹市昆虫館, 兵庫 (2018.4.1-7.2).
- (3) Microneedles for Painless Blood Collection, Nanoscribe GmbH, Application Note on Biomimetics, 写真提供 (2017.8).
[http://www.nanoscribe.de/files/9515/0235/5443/AppNote_Biomimetics_V02_2017_web.pdf]
- (4) 蚊が血を吸う様子, TBS テレビ「あさチャン」, 写真・動画提供, 2017年7月14日放映.
- (5) 痛くない注射針, 朝日放送「キャスト」, 蚊の針の写真提供, 2016年9月20日放映.
- (6) 第50回特別展「危険生物～悪者たちの真実」, マイクロニードル関連資料一式提供, 面河山岳博物館, 愛媛 (2016.7.21-9.4)
- (7) 企画展「ムシできない虫むし展」, 写真提供, 静岡科学館る・く・る, 静岡 (2016.3.19-5.8).

【その他】

(1a) 3次元ナノ・マイクロ構造を利用した医療・メカトロニクスデバイスの開発(青柳) *1aの内容に対応する成果は以下の通りである (4件)

- (1) 青柳誠司, 血を吸われても痛みを感じない蚊を参考に無痛の注射針の実現を目指す, マイナビ「探究ワークブック」, https://shingaku.mynavi.jp/cnt/etc/locus_innovation/innovation/06.html, 高校生向け

WEB ページ掲載(2019.11).

- (2) 山本峻己(D), 青柳誠司, LS-DYNA によるマイクロニードルの穿刺シミュレーション, JSOL CAE フォーラム in TOKYO 2019, 東京 (2019.11.6-8).
- (3) 青柳誠司, 蚊の穿刺メカニズムに学ぶ無痛採血・薬液投与システムの開発, 自然に学ぶものづくりフォーラム, 京都 (2019.10.14-15)蚊の針のメカニズムについての紹介, インセクトシールドジャパン, Facebook (2017.10.4). [URL:www.mushiyoke.com/news.php?pg_now=4]
- (4) 青柳誠司, 自己給電と無線通信機能を備えた速度／加速度センサ及びセンサネットワーク, 池田泉州ホールディングス・池田泉州銀行主催 ビジネス・エンカレッジ・フェア 2015, 大阪 (2015.12).