

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12114

研究課題名（和文）微細血管網認識システムの開発と医療用微細針の自動穿刺機構への応用

研究課題名（英文）Development of automatically blood sampling system using minimally invasive microneedles and artificial intelligence recognizes minute blood vessels.

研究代表者

鈴木 昌人（Suzuki, Masato）

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号：70467786

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、自動で採血や注射を行い、かつその際の患者の痛みを低減可能な全自動注射/採血システムの開発を目的に実施した。

研究においては、注射/採血時の痛みを低減する目的で、射出成型法およびナノインプリント法を用いて蚊を模倣した外径0.09mmの世界最細中空微細針を開発した。また、AI技術を活用して皮膚表面の画像から微細血管網を抽出し、0.2mm以下の非常に細い血管網を識別する技術を確立した。更に、画像抽出された結果に針を自動で導く装置およびシステムも開発した。これらを組み合わせることで自動で針を血管に正確に穿刺することに成功した。動物実験ではラットからの採血にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果である全自動採血/注射システムが実用化されることで、看護師の業務を補助することができる。これにより、将来的な看護師不足に対応できる。また、遠隔診断や遠隔治療において、本システムを用いて遠隔で注射や採血が行える。これにより、医師不足の問題の解消に貢献できる。針の更なる微細化により患者の痛みや恐怖感を軽減し、注射や採血時のストレスを緩和させることができると期待される。AI技術を活用した血管抽出技術は、他の医療技術にも応用可能であり、治療プロセスの自動化を促進する。以上の成果は、医療費の削減や医療資源の効率的な利用にも寄与し、高齢化社会における持続可能な医療システムの構築に貢献する。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop a fully automated injection/blood collection system capable of performing these tasks while reducing patient pain. In the research, we developed the world's thinnest hollow micro-needle, with an outer diameter of 0.09mm, mimicking a mosquito using injection molding and nanoimprint lithography to reduce pain during injection/blood collection. Furthermore, by utilizing AI technology, we established a technique to extract microvascular networks from skin surface images and identify extremely thin blood vessels, less than 0.2mm in diameter. Additionally, we developed a device and system that automatically guides the needle based on the extracted image results. Combining these technologies successfully achieved accurate automatic needle insertion into blood vessels. In animal experiments, we also succeeded in automatically collecting blood from rats.

研究分野：医療工学

キーワード：医療器具 全自動注射/採血システム 人工知能 低侵襲性治療 採血器具 血管識別 無痛針 採血器具

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

今日の日本は高齢化社会を迎え、医療費の抑制が喫緊の課題となっている。さらに、過疎化と高齢化の進行により、地方における医療体制の維持が困難になることが予想される。このような状況において、情報通信技術と AI 技術を援用した遠隔治療および治療の自動化が重要視されている。これにより、患者が自宅で自動診察を受け、必要に応じて医師の遠隔治療や診察を受けることが可能となることが期待される。現在、体重や体温、心拍、心音の測定技術は存在するが、採血や注射ができる技術が加われば、より多くの診察や治療を自宅で受けられるようになると思われる。

我々は長年に渡り「蚊を模倣した無痛針とその穿刺システム」を開発してきた。これは蚊が対象に痛みを感じさせることなく血液を吸引できることに着目し、蚊の吸血器官(口針)の寸法や形状、口針の穿刺方法を模倣する試みである。その成果として、本研究開始までに、生体適合性樹脂であるポリ乳酸(PLA)製の非常に細い(直径0.13mm)の中空針の開発に成功している。また、これを蚊の穿刺方法を模倣した往復回転を付与することで、非常に小さな力で針を皮膚に穿刺することに成功している。しかし、研究開始時までの技術では、人間が手動で採血を行うことは困難であるという問題点が残っていた。これは、開発した針とその穿刺対象となる血管が細すぎて、従来のように肉眼で血管を視認しながら針を装着したシリンジを施術者が手で持って針刺し位置を制御することが困難であることが原因である。当時は顕微鏡とカメラシステムの組み合わせでモニタ上に映し出した血管を目標に、精密ステージと電動精密アクチュエータを組み合わせで針刺しおよび採血を行っていた。その手法は基礎研究としては十分であると同時に、応用を想定した際に手間と時間が掛かり過ぎるという課題があった。

この課題を解決するため、我々は穿刺機構の全自動化を提案した。具体的には、血管領域の抽出、穿刺開始座標の決定、針の移動および穿刺動作といった、針穿刺に必要な要素を自動化する。この提案により、施術者の熟練度によらず採血が可能であり、また採血に要する時間も短縮可能であると期待される。

この提案は本項冒頭に述べた採血・注射の自動化という需要にも対応している。また、その採血・注射の自動化に我々の低侵襲性針を使用する意義は非常に大きい。すなわち、医療行為を機械が行うことへの不安や恐怖を、穿刺時の痛みが少なく皮膚への損傷も極めて小さい針を使うことで解消できることが期待される。

しかし、この提案には技術的な課題が多く存在する。特に、視覚情報から血管領域を抽出し、最適な針穿刺位置を自動で決定することは容易ではない。そのため、本研究では、人間の高度な血管抽出機能を人工知能(AI)で置き換えることに焦点を当てる必要があると予想された。

2. 研究の目的

前節で述べた背景から、AI 技術を用いて血管位置を自動抽出するアルゴリズムを構築し、全自動注射/採血システムの基盤を確立することを目的として研究を実施した。具体的には、(1) 皮膚表面から微細な血管網をカメラを用いて明瞭に撮影するために必要な撮影系と照明系の開発、(2) AI 技術を用いた血管領域を自動抽出するアルゴリズムの構築、(3) 抽出した血管領域から最適な針穿刺の開始位置と穿刺軌道を自動的に決定するアルゴリズムの構築、(4) 針を自動で穿刺する装置とその制御システムの構築、(5) PLA 微細中空針の更なる細径化や量産技術の確立、(6) 開発成果の総合評価のための動物実験の実施を目標とした。

特に項目(2)の血管領域の自動抽出アルゴリズムの開発を本研究の主要目的とした。本開発においては、深層強化学習を取り入れた AI 技術を活用して画像内から血管の位置を高精度に抽出することを目指した。合わせて、血管抽出処理を安価なコンピュータでも実行可能にし、全自動注射/採血システムの実現に向けた基盤を構築することも目的とした。

3. 研究の方法

3.1. 明瞭な微細血管網画像取得のための撮影・照明系の開発

皮膚表面の皺における光の散乱により微細血管が観察が難しくなる問題を解決するため、光学的マッチング消毒液を開発した。この消毒液は水、グリセリン、ヒアルロン酸、クロルヘキシジングルコン酸塩で構成され、皮膚の溝を埋めて光の散乱を防ぎつつ、安全に皮膚を消毒するものである。

さらに、単波長の光を使用して光の吸収と反射の特性を利用し、血管と皮膚のコントラストを強調することを試みた。観察部分に影ができないように LED を円形に配置し、顕微鏡と LED の焦点距離を一定に保ちながら固定した。照明系の光源として、波長の異なる複数の LED を採用した。使用した LED の波長は、紫色(波長: 420nm)、緑色(波長: 515nm~520nm)、黄色(波長: 585nm~590nm)、および白色(比較用)である。これらの波長は、皮膚と静脈の吸光差が大きく、血管と皮膚のコントラスト差が大きい部分を選択した。

実験手法として、まず手首の腹の部分にマッチング消毒液を塗布し、塗布した部分に LED の器具を当て、顕微鏡とカメラを使用して血管を可視化した。これらの手法により、微細血管が明瞭

に映っている画像を取得できるかを検討した。

3.2. 深層強化学習を用いた血管領域抽出システムの開発

3.1 節で述べた撮影系により取得した皮膚表面の画像から、AI を用いて血管領域を抽出するシステムを開発した。このシステムでは、体毛、異物、皮膚の皺などの血管と誤認される要素を的確に除外することが重要である。そこで、深層強化学習を利用して血管形状の特徴を学習し、領域抽出に利用した。深層強化学習の中でも、医療用の画像領域抽出で高い実績を有する「U-net」と呼ばれる手法を採用した。U-net は画素単位でのラベル付けによる領域抽出（セマンティックセグメンテーション）を行うことが可能であり、高速かつ正確に領域抽出するための U 字型の構造をした畳み込みニューラルネットワークである。

以下にシステムの構築手順を示す。まず、取得した皮膚表面から微細血管が存在する領域を切り出し、これらの画像の濃度ヒストグラムを均一化した。続いて、画像内の血管領域を人間が手動でマスキングすることで、学習に使用する教師データを作成した。使用するマスク画像を作成した。ただし、人間の作業により生成できる教師データでは学習に十分な数が得られないため、それらを回転・反転することで学習データを増やした。最終的にマスク画像 9360 枚のデータセットを作成し、そのうちの 9 割を訓練データ、1 割をテストデータとして分割後、学習を行った。

領域抽出の検出精度を確認するため、正解画像と U-net の推測画像の類似度を評価する Dice 係数を使用して学習曲線図を作成した。学習曲線を確認しながら学習用のハイパーパラメータを調節し、血管領域抽出システムを作成した。

3.3. 全自動針穿刺・採血システムの開発

全自動で血管への針穿刺および採血を行うシステムを開発した。このシステムは、ハードウェアとソフトウェアを含む。ハードウェアは、血管画像取得のための照明・撮影系、針を駆動させるための電動 5 軸精密ステージ（神津精機社製、xyz 軸 + 粗動 x 軸）、針穿刺用の超精密スライダで構成される。ソフトウェアは、抽出された血管領域データから針の穿刺軌道を決定するシステム、画像上の針穿刺軌道を電動精密ステージの各軸移動量に変換するシステム、精密ステージの制御システム、および一連の針刺し・吸血動作を制御する統合システムで構成される。

このような精密な位置決めを伴うシステムにおいては、対象の 3 次元空間座標を取得するため、複眼カメラを用いたステレオビジョンを利用することが多い。しかし、研究過程において、皮膚を斜めから撮影した場合は光の拡散や屈折のために血管位置の推定精度が低下することが判明した。そこで、本研究では単眼カメラを使用して皮膚に垂直な方向から血管画像を取得した。ステレオビジョンによる座標変換の代わりとして、皮膚にテンプレート（矩形枠）を押し付ける手法を開発した。矩形枠の四隅の空間座標が既知であれば、画像上の四隅の平面座標と合わせて枠内に存在する血管の三次元座標を推定することが可能である。

実験を簡単にするため、模擬血管を埋め込んだジメチルポリシロキサン（略称：PDMS）製の人工皮膚を利用して構築したシステムの性能試験を行った。模擬血管は透明なゴムチューブに赤く着色した脱イオン水を注入することにより作成した。本試験では、模擬血管の三次元座標を予め測定しておくことで、適切な血管領域の抽出や座標変換が行えているかを評価した。

3.4. PLA 中空微細針の細径化および量産技術開発

全自動針穿刺・採血装置に利用する PLA 製の中空微細針の更なる細径化を目指して、山田精工株式会社と共同で射出成形手法の改善を実施した。流体シミュレーションによる射出成形時の溶融 PLA 挙動解析を利用して、針の設計寸法を最適化した。また、ナノインプリント法を用いて PLA 針の量産性を向上させる手法の開発を実施した。超精密 3 次元光造形装置（光学 3D プリンタ）を使用して中空針の原型を作製し、それを PDMS に転写することにより、柔軟性の高いナノインプリント型を作製した。この柔軟なナノインプリント型により、PLA 中空針を一度に複数成形することで、量産性の向上を試みた。

3.5. 動物実験による血管可視化技術および微細針穿刺機構の有用性検証

実際の生体を対象とした全自動採血システムの性能評価を行うための準備として、実験動物を対象とした採血試験を実施した。本実験では血管画像取得のための撮影・照明系、手動精密ステージ、PLA 製細径中空針、針穿刺周囲の皮膚の固定治具を利用した。本研究においては人間の前腕部を主な針穿刺・採血対象として開発を実施したため、本実験に合わせて撮影・照明系および皮膚固定治具を小動物用に改造した。実験動物としてはラットを使用した。実験においては、ラットの腹部の一部を除毛し、露出した表皮を治具により固定した。皮膚の固定には真空吸引方式を採用した。倫理上の観点から、ラットを麻酔状態にして針穿刺・採血実験を行った。

4. 研究成果

4.1. 微細血管網画像取得のための撮影・照明系の開発

実験装置の全体像を図 1 に示す。本装置は照明系、レンズ系（ケンコートキナ社製ズームレンズ、KCM-Z6 11）、撮像装置（ソニー社製デジタルカメラ、7 111）で構成される。照明系はリング形状になっており、観察部分に影ができないように LED が円形に配置されている。また、腕の動きにより視野がぶれないように、レンズが腕に接触しないようになっている。本実験では前

腕を観察対象とした。さらに、駆血帯で上腕を緊縛して血管を拡張させて撮影を行った。実験においては、1) 駆血帯による緊縛、2) 観察部位にマッチング消毒液を塗布、3) 照明系・カメラ系の設置、4) 照射光量の調整、5) 血管画像の撮影、の順に実施した。

照明系の光源を変えて微細血管網を撮影した後、血管が鮮明に見えるように画像処理を施した結果を図2に示す。結果、緑色、白色、紫色、黄色の順で鮮明に血管が確認できることが分かった。緑色LEDを用いた場合に視認性が高くなった理由としては、緑色LEDを使用した場合に、照射光が血管の位置で最も反射係数が高くなったことが原因だと思われる。

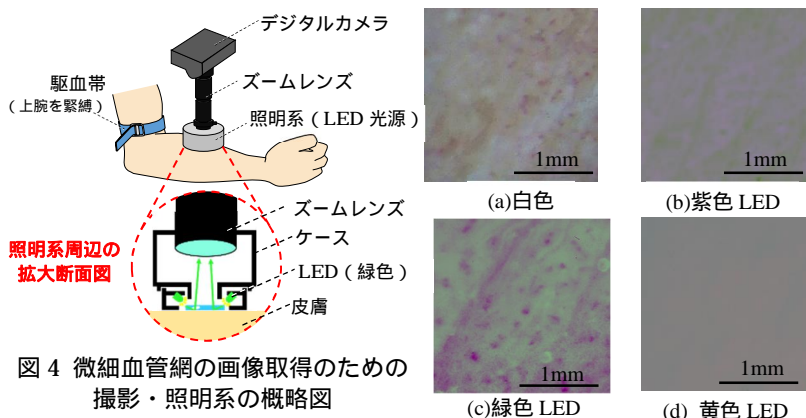


図4 微細血管網の画像取得のための撮影・照明系の概略図

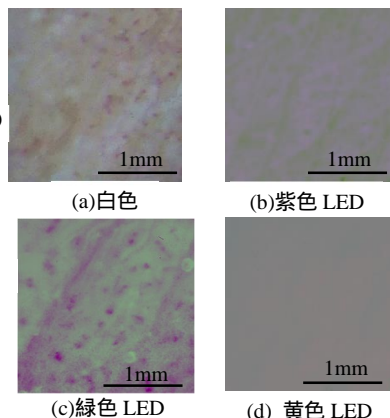


図2 微細血管可視化の実験結果

4.2. 深層強化学習を用いた血管領域抽出システムの開発

U-netの学習が収束状態を示すDice係数と学習回数の相関曲線図を図3に示す。このグラフより、20回の学習でDice係数がほぼ飽和することが分かった。この結果を踏まえ、分割処理と画像処理(ヒストグラムの平滑化)を実施した後の皮膚表面の画像について、各々20回の学習を行い、血管と推定される領域を抽出した。その結果を図4に示す。入力画像と出力画像を重ねて比較した結果、概ね正しく血管領域を抽出できていると判断できた。

しかし、一部の血管が検出されていない。例えば図4(c)中の破線で囲った領域がその事例に相当する。該当部分は他の血管より輝度値が低く、血管の存在しない領域との輝度値の差が小さい。これは、学習に用いた血管画像を用意する際、元画像から血管がはっきりと視認できる部分を切り抜いたことが原因であると判断される。ただし、本血管抽出システムは微細針を用いた採血デバイスへの応用を目的としているため、確実に血管と判断できる領域を抽出できれば良く、現状の結果でも問題ないと判断できる。

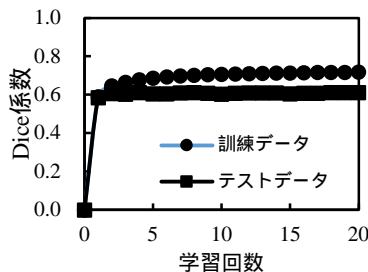


図3 学習回数とDice係数の相関曲線

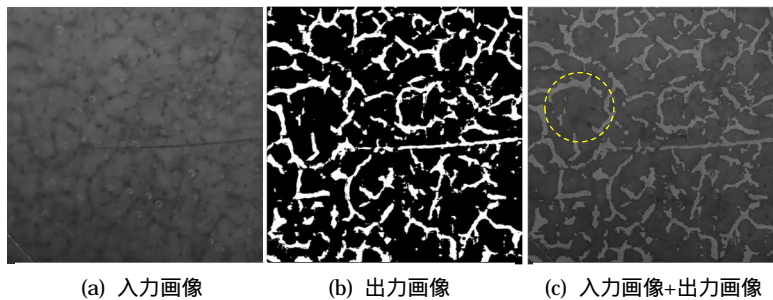


図4 U-netの学習結果(血管領域の抽出)

4.3. 全自動針穿刺・採血システムの開発結果

開発した全自動針穿刺・採血システムのハードウェア系を図5に示す。本実験系は模擬血管付き人工皮膚、市販の注射針(23G、25mm長)、5軸自動ステージ、USBカメラで構成される。人工皮膚内には、表皮から深さ1.5mmの位置に赤色水が充填された模擬血管が包埋されている。この人工皮膚を20mm×20mmの矩形窓を有する治具で実験系に固定した。治具の矩形窓の四隅の座標は既知であり、これにより画像上の二次元の血管領域を精密ステージの三次元座標に変換し

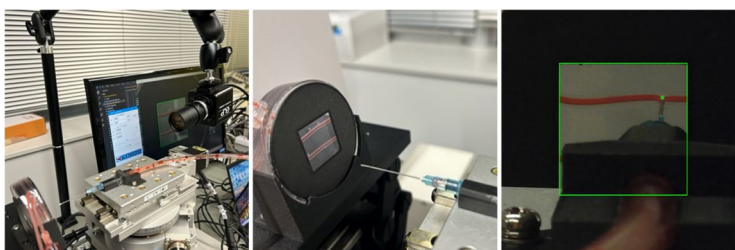


図5 自動針穿刺・採血実験におけるハードウェアの系全体像(右), 模擬血管つき人工皮膚周辺(中央), および実験系のカメラにより撮影した模擬血管(右)

た。注射針はシリンジとチューブを介して真空ポンプに接続することで、模擬血管内の赤色水を吸引できるようにした。

システムの性能確認試験として、針の自動穿刺および採血実験を行った。本実験では、カメラで模擬血管をリアルタイム撮影し、血管画像領域処理と座標変換処理により血管の存在する領域の空間座標値を求めた。ここから一定の直線性が確保できる穿刺位置を自動決定し、自動ステージにより穿刺位置の真上まで移動させ、そこから深さ 1.5mm まで針を穿刺した後、模擬血管から赤色水の吸引を試みた。本実験の結果、16 回の試行に対して、15 回まで吸水に成功した。成功時の様子を図 5 右図に示す。成功率は 93.8% であり、提案手法の有用性が証明された。

4.4 . PLA 中空微細針の細径化および量産技術開発の結果

射出成型法による PLA 中空微細針の細径化結果を図 6 に示す。針寸法の最適設計および射出成形条件の最適化により、世界最細の PLA 製中空針となる、外径 0.09mm、内径 0.05mm の針の成形に成功した。

また、PDMS 製の柔軟な型 (PDMS モールド) を用いたナノインプリント法により、外径 0.2mm、内径 0.1 mm の PLA 製微細針を転写することに成功した。その結果を図 7 に示す。本 PLA 中空微細針は、先端に蚊の口針を模倣した鋸歯状の突起を有しており、この効果で穿刺時の侵襲性をさらに低減できると期待される。

ナノインプリント法による PLA 微細針の転写については、ステップ・アンド・リピート法と呼ばれる手法の援用により、同一基板上に原型の数倍から数十倍の本数の針を転写することにも成功した (図 8)。本手法により本数を増加させた微細針を新たな原型として、さらに針の本数を増やすことも可能であり、PLA 針の製造コストの大幅な低減が可能であると期待される。

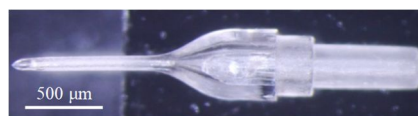


図 6 射出成型法により作製した
外径 0.09 mm の PLA 中空微細針

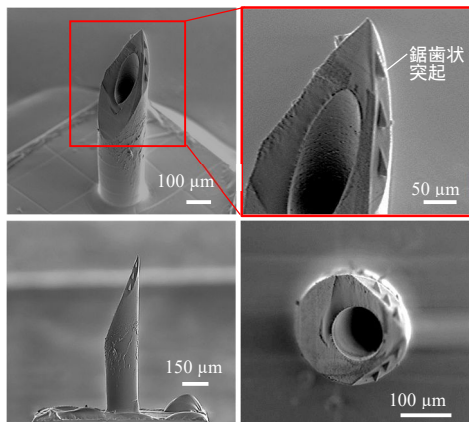


図 7 柔軟な PDMS モールドを用いた
ナノインプリント法により転写成形した
PLA 製中空微細針の電子顕微鏡像

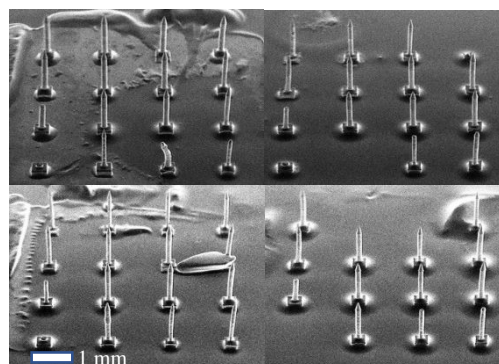


図 8 PDMS モールドを用いたナノインプリント法
により同一基板上で連続成形した PLA 製微細針
(外径 0.1 mm) アレイの電子顕微鏡像

4.5 . 動物実験による血管可視化技術および微細針穿刺機構の有用性検証結果

本研究で開発した血管画像取得用の照明・撮影系および直径 0.09 mm の PLA 製中空微細針を用いて、ラットを対象とした針穿刺・採血実験を行った。図 9 に実験系の概略図を、図 10 に実験結果をそれぞれ示す。図 10 に示す通り、画像上で可視化されたラット腹部の血管から血液を採取することに成功した。本実験は 10 回行い、そのうち 3 回、採血に成功した。採血の成功率がやや低いのは、針の穿刺に伴い血管が変形し、針が血管内に挿入できないケースが見られたためである。これは、使用しているラットの皮膚および皮下組織が人間の皮膚および皮下組織より柔軟であることが原因の一つと考察される。また、使用した PLA 製中空微細針には、市販の採血針のような表面潤滑処理を施していないため、皮膚と針の摩擦が大きくなり、皮膚組織全体の变形を促進させている可能性も考えられる。このため、今後はシリコンオイルのような潤滑材の塗布を検討する。

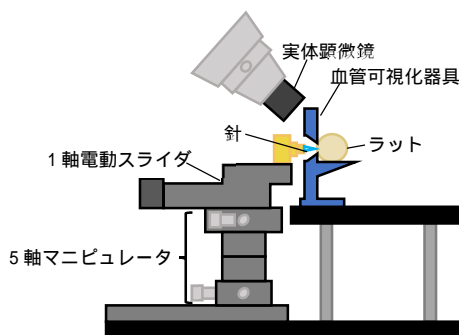
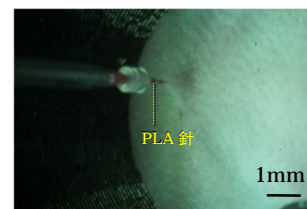


図 9 ラットを用いた微細針穿刺・
採血実験装置の概略図



(a) 採血中の様子



(b) 採血実験後の PLA 針

図 10 針穿刺・採血実験結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shiratori Toshihiro, Sakamoto Jinya, Kanazawa Yuma, Suzuki Masato, Takahashi Tomokazu, Aoyagi Seiji	4. 巻 123
2. 論文標題 Micro-adhesive structure inspired by tree frog toe pads fabricated by femtosecond laser processing of PVA sponge	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 4160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0160377	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakamoto Jinya, Shiratori Toshihiro, Suzuki Masato, Takahashi Tomokazu, Aoyagi Seiji	4. 巻 63
2. 論文標題 Fabrication of hollow microneedles with jagged edges mimicking mosquito's needles by thermal nanoimprint method using a mold combining soft and hard materials	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 05SP15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/ad3e04	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mizutsu Akira, Okumura Yuki, Ueda Atsushi, Yamamoto Shunki, Takahashi Tomokazu, Suzuki Masato, Aoyagi Seiji, Nagashima Toshio, Chiyonobu Makoto, Nishikawa Hideki, Sudo Fumio, Ohdaira Toshiyuki, Seshimo Satoshi	4. 巻 18
2. 論文標題 Effects of Mosquito-Imitated Microneedle's Reciprocating Rotations on Puncture Resistance Forces -Evaluations by Puncturing Experiments and Nonlinear FEM Analyses-	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 276 ~ 286
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/ijat.2024.p0276	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 J. Sakamoto, T. Shiratori, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi
2. 発表標題 Fabrication of Hollow Microneedles with Jagged Edges Mimicking Mosquito by Thermal Nanoimprinting Method Using Soft Mold
3. 学会等名 37th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 S. Aoyagi, H. Hamada, T. Takahashi, M. Suzuki
2 . 発表標題 Step-And-Repeat UV Nanoimprint Using PFP Gas for Realizing Microneedle Array with Jagged Tip Shape Bioinspired by Mosquito
3 . 学会等名 The 22th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers2023) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 M. Ohashi, S. Kotani, Y. Tanaka, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi
2 . 発表標題 High-Sensitive Slip Sensor Featuring High Aspect Ratio Microw Alls and Its Measuring Principle Using Convolutional Neural Networks
3 . 学会等名 The 22th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers2023) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 T. Shirataori, J. Sakamoto, Y. Kumooka, M. Suzuki, T. Takahashi, S. Aoyagi
2 . 発表標題 Micro Adhesive Structure Bioinspired by Tree Frog Toe Pad -Femtosecond Laser Fabrication on Sponge and Force Evaluation-
3 . 学会等名 The 22th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers2023) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 五十嵐遼, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2 . 発表標題 血管位置推定を枠内座標補間の技術を備えた低侵襲性針穿刺システムの開発
3 . 学会等名 2024年度精密工学会春季大会学術講演会
4 . 発表年 2024年

1. 発表者名 稲葉光紀, 今西将也, 酒井勇輔, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 松本一
2. 発表標題 レーザー加工技術を用いた中空PET樹脂製マイクロニードルの作製と評価
3. 学会等名 2024年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大寺夏生, 坂本陣也, 白鳥俊宏, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 熱ナノインプリント法による蚊の口針を模倣した中空マイクロニードルの作製
3. 学会等名 2024年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 金澤祐真, 白鳥俊宏, 坂本陣也, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 視覚ベースの触覚センサデバイスのための機械学習手法の検討
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白鳥俊宏, 金澤祐真, 坂本陣也, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 微小吸盤アレイを用いた視覚ベースの触覚センサの開発
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口大輔, 加来慎太郎, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 鈴木康一郎, 芳賀 善九
2. 発表標題 PDMSモールドを用いた射出成形によるポリ乳酸製マイクロニードルの作製 - 微小バリの発生を抑制する手法の開発 -
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中悠資, 大橋幹, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 有限要素法解析によるマイクロフィン型MEMS触覚センサの構造最適化
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大橋幹, 田中悠資, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 高アスペクト比フィン構造を有した触覚センサの作製と機械学習を用いた接触力測定
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 酒井勇輔, 稲葉光紀, 今西将也, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 痛覚神経パターンを付与した人工皮膚を用いた微細針の穿刺が皮膚へ与える痛みの推定
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中大志, 洪揚, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 折紙・切り紙加工により形成した柔軟な微小壁構造を有する抵抗式滑りセンサの開発
3. 学会等名 第14回マイクロナノ・工学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲葉光紀, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, 松本一
2. 発表標題 ぜんまいばねを利用した微細針回転機構の開発とその評価性能
3. 学会等名 2023年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 水津聖, 山本峻己, 高橋智一, 鈴木昌人, 青柳誠司, 長嶋利夫
2. 発表標題 非線形有限要素法による鋸歯状突起を有する2本一組の微細針の交互振動が穿刺抵抗力に及ぼす影響の検証 - 針側面部の鋸歯状突起の影響 -
3. 学会等名 2023年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今西将也, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司
2. 発表標題 2本一組の半割針の交互穿刺における針側面への鋸歯状突起付与の影響評価 - 鋸歯状突起を付与する位置の検討 -
3. 学会等名 2023年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 入潮 拓樹, 神崎 陽希, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 福永 健治, 高澤 知規, 青柳 誠司
2. 発表標題 血管可視化装置の開発および蚊の口針を模倣したマイクロニードルを用いた採血実験
3. 学会等名 2022年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田 浩輝, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 福永 健治, 高澤 知規, 青柳 誠司
2. 発表標題 ステップ・アンド・リピート方式のナノインプリントによる蚊の口針を模倣したマイクロニードルのアレイ化
3. 学会等名 2022年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今西 将也, 稲葉 光紀, 酒井 勇輔, 高橋 智一, 鈴木 昌人, 福永 健治, 高澤 知規, 青柳 誠司
2. 発表標題 2本一組の半割針に交互振動と回転を個別に付与可能な針穿刺装置の開発
3. 学会等名 2022年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口 大輔, 楊 溟予, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 青柳 誠司, 鈴木 康一郎, 芳賀 善九
2. 発表標題 PDMS型を用いた射出成形法の提案と任意形状のポリ乳酸製マイクロニードルの作製
3. 学会等名 第13回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲葉 光紀, 高橋 智一, 青柳 誠司, 細見 亮太, 福永 健治, 高澤 知規, 松本 一
2. 発表標題 アルカリエッチングによる先鋭化手法を援用した PET 樹脂製マイクロニードルの作製
3. 学会等名 2023年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 酒井 勇輔, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 福永 健治, 高澤 知規, 青柳 誠司
2. 発表標題 マイクロマシン技術を利用した神経モデル付き人工皮膚の作製 およびこれを用いた針穿刺による痛みの推定
3. 学会等名 2023年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱田 浩輝, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 青柳 誠司
2. 発表標題 ステップ・アンド・リピート法を援用した UV ナノインプリントによる 歯鋸状突起を有するマイクロニードルアレイの作製 - PFP ガスによる UV ナノインプリントの転写精度向上 -
3. 学会等名 2023年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口 大輔, 楊 溟予, 鈴木 昌人, 高橋 智一, 青柳 誠司, 鈴木 康一郎, 芳賀 善九
2. 発表標題 フレキシブルな微細 PDMS モールドを組み込んだ金型を用いた射出成形 - 蚊を模倣した鋸歯状突起を先端に有するポリ乳酸製マイクロニードルの作製 -
3. 学会等名 2023年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 入瀬拓樹, 鈴木昌人, 高橋智一, 青柳誠司, Cao Thang
2. 発表標題 U-Net を用いた微細血管領域の検出
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウムMIRU2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 画像処理装置および画像処理方法	発明者 青柳誠司, 鈴木昌人	権利者 関西大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-007289	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関