

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2022～2023

課題番号：22K14267

研究課題名（和文）光バイオセンサメッシュを用いた経皮成分三次元画像化による疾患位置特定システム創製

研究課題名（英文）Development of a disease localization system using optical biosensor mesh for three-dimensional imaging of transdermal chemicals

研究代表者

飯谷 健太 (Iitani, Kenta)

東京医科歯科大学・生体材料工学研究所・講師

研究者番号：00853045

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：ヒトが無意識化で定常的に放出する汗や経皮ガス中には血中由来成分が含まれる。本研究課題では、経皮成分の濃度分布情報を光情報へと変換する「光バイオセンサメッシュ」を開発した。具体的には、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド（NAD）依存性アルコール脱水素酵素をpH調整した水溶性高分子内に補酵素NAD⁺と共に混合し、電界紡糸することで作製される微細繊維メッシュを用いて、作製後の後処理なしにエタノールガスに対し蛍光出力にて応答を得ることができた。今後、このセンサメッシュを体表に直接紡糸することで、経皮放出成分の三次元的イメージングが可能となると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

皮膚上の特定箇所にて汗や皮膚ガス中の化学成分の濃度変化を計測するセンサは存在するが、濃度分布を測定しうる系は存在しない。また、我々が開発してきたガスイメージング系においても複雑な凹凸を有する身体表面にて広い範囲の濃度分布を観察することは困難であった。本研究で開発した光バイオセンサメッシュは身体表面の広い範囲で化学物質のマッピングを実現しうる。また、身体のみならず、電界紡糸が可能ならぬあらゆる物体の表面に光バイオセンサメッシュの直接作製が可能であることから、従来計測が困難であった物体表面上の化学物質濃度分布の計測と視覚化に応用となり、新たな化学計測技術として貢献しうる。

研究成果の概要（英文）：Continuously released sweat and transdermal gases contain blood-borne chemicals. In this research, an optical biosensor network was developed to convert the concentration distribution of chemicals released through the skin into intensity distributions of fluorescence. Specifically, nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)-dependent alcohol dehydrogenase was mixed with coenzyme NAD⁺ in a pH-adjusted water-soluble polymer solution, and a microfiber mesh was fabricated by electrospinning. The optical biosensor mesh can respond to ethanol with fluorescence output without post-processing. In the future, it is believed that electrospinning the optical biosensor mesh directly onto the body surface will enable three-dimensional imaging of chemicals released through the skin.

研究分野：計測工学

キーワード：バイオセンサ ガスセンサ 電界紡糸 エタノール 蛍光計測 アルコール脱水素酵素

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高度な医療技術や高価な薬剤が必要となる前に、疾患を早期発見・治療する予防医学の実現には体内状態を反映する生化学情報の高頻度な定量検査が重要である。一方、医学的にもっとも信頼される血液サンプルによる検査は、有資格者による採血及び大型機器での分析が必要であり、侵襲性があるため有病患者に対しても頻回検査は忌避される傾向がある。他方、血液中の化学成分を微量に含む汗や経皮ガス等、ヒトが無意識に体外へと放出する経皮サンプルは非侵襲的かつ連続的に採取でき、刻々と変化する体内の生化学情報をモニタリングする用途に最適である。その有用性は世界中で多くの研究者に共有されており、経皮センシングデバイスの開発が急速に進展している。経皮センシングは通常、デバイス設置の容易さ等、“研究者や利用者の都合”にあわせて手首や前腕など身体上の特定箇所で行われる。しかしながら、皮膚は $1.5\sim 2\text{ m}^2$ ほどの面積を有し、部位により「汗腺種およびその活動性」や「各層の厚み」、「毛細血管分布」、「毛細血管から皮膚に灌流する間質液量」、「皮膚常在菌種」等の皮膚特性が異なる無限の多様性を持つ。加えて、腫瘍組織の間質液は特異的な化学物質プロファイルを示し、例えば、目視では判断の難しい皮膚がんであるメラノーマの疾患部位から揮発性成分として dodecanoic acid や hexadecenoic acid、dimethyl disulfide が放出されることが報告されており、経皮センシングにより疾患位置・範囲が特定できる可能性が示されている。すなわち、「どこを計測するか」は「なにを計測するか」に匹敵する経皮センシングの重要項目であるが、特定点あるいは平均値での計測に制限され、時間変化のみを観測する一次元的な経皮センシング法には空間分布計測に課題がある。この課題を解決するためには、身体表面上で経皮サンプル中化学成分の分布を連続的に取得する必要がある。

2. 研究の目的

上記の背景に基づき、本研究では汗・経皮ガスに含まれる血中由来成分の三次元(3D)イメージングによる疾患位置特定システムの開発を目的とした。

3. 研究の方法

目的達成に向け、本研究では汗や経皮ガス中に含まれる化学成分を選択的に検出可能なバイオセンサを作製することとした。技術開発のためのモデル成分としてエタノールおよびアセトアルデヒドを選択し、両成分の触媒が可能なアルコール脱水素酵素(ADH)を分子認識素子として用いた。ADHはニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(NAD)を補酵素とするNAD依存型脱水素酵素であり、酸化型NAD(NAD^+)が豊富かつ弱アルカリ性の反応場においては、エタノールの酸化を、還元型NAD(NADH)が豊富かつ弱酸性の反応場ではアセトアルデヒドの還元を触媒する。ADHの反応において、NADHのみが波長340nmの紫外線を吸収し、波長490nmの蛍光を放出する特性を有する(図1A)。エタノール酸化時、およびアセトアルデヒド還元時には、基質濃度に応じてNADHが生成、または消費される。したがって、NADH蛍光の測定によりエタノールおよびアセトアルデヒドの定量が可能になる。そして、この反応系を物体の表面へと展開すると、その面でのエタノールおよびアセトアルデヒドの濃度分布が蛍光強度の分布変化として現れる。

上記の実現には、所望の面に対して酵素と補酵素を均一に散布する必要がある。その方法として、本研究では電界紡糸に着目した。電界紡糸では、高電圧を印加したシリンジニードルから射出した高分子溶液をマイクロ繊維として堆積させ、不織布状のメッシュを対電極に作製することができる。対電極としては、様々な物体が利用可能であり、例えば人体を対電極として、体表面に密着するマイクロ繊維を堆積させることも可能と報告されている。ここで高分子溶液中に、分子認識素子である酵素と、その触媒反応の進行および計測に利用できる補酵素を混合して電界紡糸することにより人体を含む、様々な物体の表面に化学物質の濃度分布を観察するための光バイオセンサメッシュを作製できると考えた。

4. 研究成果

◆ADHおよび NAD^+ を混合したエタノール用光バイオセンサメッシュの作製

図1Bに電界紡糸に基づくエタノール用光バイオセンサメッシュの作成方法の概略図を示す。本系では、シリンジニードルと対電極に高電圧電源を接続した。シリンジには、高分子溶液に凍結乾燥粉末のADH(A7011, Sigma-Aldrich)および NAD^+ (Oriental Yeast)を混合した電界紡糸溶液を入れ、高電圧を印加した状態でシリンジポンプにて送液した。その際、シリンジニードル先端にテイラーコーンが生じるように印加電圧を調整した。その結果、ポリマーが細長く引き伸ばされて対電極に向けて高分子溶液の溶媒を揮発しながら射出され、対電極上に堆積し、不織布状の光バイオセンサメッシュが得られた。この光バイオセンサメッシュを、図1Cに示す光学系に設置した。光学系は、UV-LED、中心波長340nmのバンドパスフィルタ(BPF_{ex})、400nm以上の長波長を透過するロングパスフィルタ(LPF_{fl})、カメラを光学同軸状に配置した構造とした。 BPF_{ex} と LPF_{fl} の間に光バイオセンサメッシュを設置し、UVを照射しながらエタノールガスを負荷し

てカメラにて NADH 蛍光を観察した。

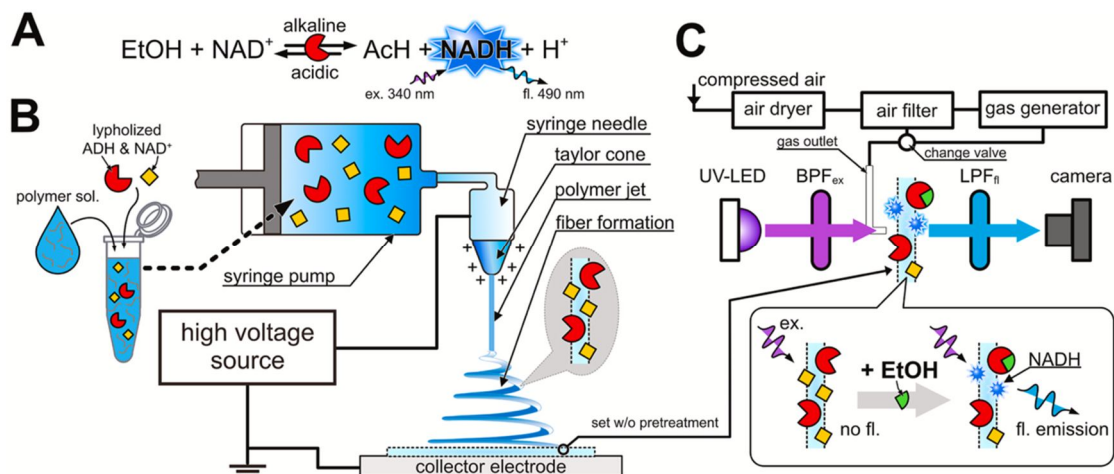


図 1 (A) ADH によるエタノールガスの蛍光検出原理、(B) 電界紡糸法による ADH および NAD⁺ を含む光バイオセンサメッシュの作製方法の概略図、(C) 作製した光バイオセンサメッシュの特性評価実験系

◆光バイオセンサメッシュに用いる高分子の選定

電界紡糸法では、様々な高分子のマイクロ繊維化が可能であることから、光バイオセンサメッシュに適する特性が得られる材料の選定を行った。蛍光観察を行う光バイオセンサメッシュにおいては、UV 照射時に蛍光を生じない材料を使用することで高感度計測が可能になることからまず、高分子溶液単体の蛍光特性を評価した。図 2A は候補材料として用いたポリカプロラクトン (PCL, Sigma-Aldrich)、乳酸・グリコール酸共重合体 (PLGA, Sigma-Aldrich)、ポリビニルアルコール (PVA) を電界紡糸して得たメッシュの走査型電子顕微鏡像である。各種材料にて電界紡糸が可能であり、繊維径はどの材料においても約 1 μm 程度となった。また、波長 340 nm の励起光を照射した状態で 400 nm の以上の蛍光強度を観察すると、図 2B に示す蛍光出力がそれぞれ得られた。結果として、一般的なコットンメッシュと比較して、電界紡糸で作製したメッシュは自家蛍光が低くなることがわかった。

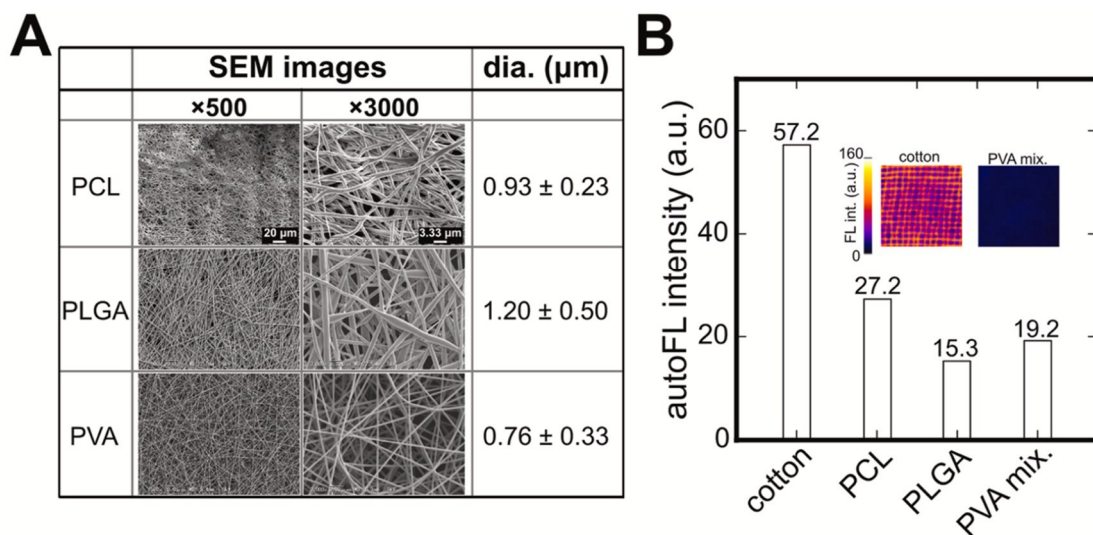


図 2 (A) 各種高分子溶液を用いて作製した電界紡糸メッシュの電子顕微鏡像、(B) 各種電界紡糸メッシュの自家蛍光の比較結果

この中で ADH を混合した際でも電界紡糸によるメッシュ化が可能で PCL および PVA を用いて、電界紡糸にて高電圧を与えた際にも内部の酵素活性が維持されるかを調べた。実験では ADH を混合した PCL 溶液 (溶媒 ヘキサフルオロイソプロパノール: HFIP) および PVA (溶媒 水) を電

界紡糸し、得られたメッシュをエタノールおよび NAD^+ を含む水溶液に浸漬して得た反応溶液の吸光スペクトルを測定し、その後、UV を照射した際の蛍光をカメラで撮影した。その結果、図 3 に示すように、PVA と ADH を混合して作製した場合には、 NADH 由来の波長 340 nm をピークとする吸収スペクトルが観察された。また、UV 照射下での青色の蛍光も観察された。また、反応溶液中のエタノール濃度を 1/100 とした場合には、吸光度が低下し、ADH を混合しない場合には吸光度の変化が観察されなかったことから、実験結果は、ADH の触媒反応が進行して NADH が生成されたためと考えられた。なお、PCL と ADH を混合した場合には、出力が得られない理由として、酵素活性に影響を与える可能性の高い有機溶媒の使用が示唆された。

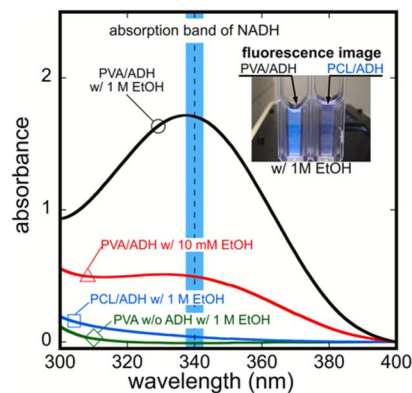


図 3 ADH を混合した PVA および PCL 溶液を電界紡糸して得たメッシュをエタノールを含む NAD^+ 溶液に浸漬した際の吸光スペクトルの比較結果 : PVA/ADH メッシュを 1 M エタノールを含む反応溶液に負荷して得た結果、 : PVA/ADH メッシュを 10 mM エタノールを含む反応溶液に負荷して得た結果、 : PCL/ADH メッシュを 1 M エタノールを含む反応溶液に負荷して得た結果、 : PVA メッシュを 1 M エタノールを含む反応溶液に負荷して得た結果、インセット画像 : および の溶液に UV を照射して観察した蛍光

◆エタノールガスイメージングへの適用

次に、ADH および NAD^+ を PVA 溶液に混合して電界紡糸して得た光バイオセンサメッシュにエタノールガスを負荷して生じる蛍光をカメラで観察した結果、図 4A に示すようにガス負荷部に著しい蛍光が生じる様子が観察できた。撮影した蛍光動画の平均輝度値を算出すると図 4B に示すように ADH と NAD^+ を PVA と混合して得たメッシュ (PVA/ADH/ NAD^+) にエタノールガスを負荷したときのみ蛍光強度が上昇する様子を観察できた。一方、この方法では反応後に蛍光強度が一定値に収束するため、時系列画像をすべて確認しなければ、いつエタノールガスが負荷されたのか知ることが困難となる。そこで、蛍光強度の変化速度 (すなわち酵素反応速度) の分布を画像化するために時系列画像に対して、時間領域の微分処理を施した。その結果、図 4C に示すようにガス負荷時に画像出力を生じ、ガス負荷の停止時には出力を示さない、時空間的な分布表示が可能となった。出力の経時変化も、図 4D に示すようにガス負荷に応じた鋭いピークにて示された。また、これらの出力は、エタノールガスの代わりにキャリアエアを負荷した場合や、ADH を混合していないメッシュでは生じないことから、ADH の触媒反応に基づいて生じたものと考えられた。

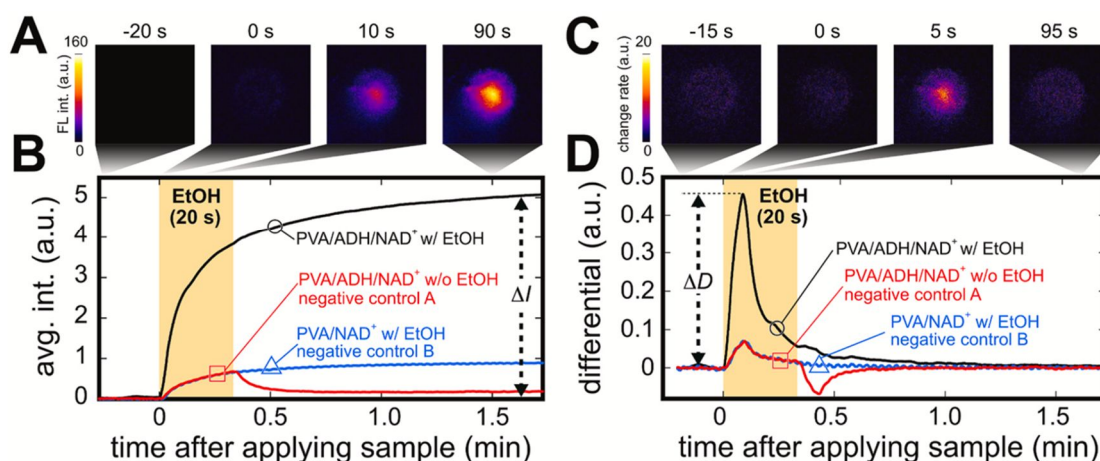


図 4 (A) 200 ppm のエタノールガスを各種 PVA/ADH/ NAD^+ メッシュに負荷して得た蛍光動画、(B) 各種メッシュにエタノールガスまたはキャリアエアを負荷して得た蛍光画像から算出した出力の経時変化、(C) PVA/ADH/ NAD^+ メッシュに 200 ppm のエタノールガスを負荷して得た蛍光動画を微分解析して得た酵素反応速度の分布画像、(D) 酵素反応速度の分布像から算出した出力の経時変化、○ : PVA/ADH/ NAD^+ メッシュに 200 ppm のエタノールガスを負荷した結果、□ : PVA/ADH/ NAD^+ メッシュにキャリアエアを負荷して得た結果、△ : PVA/ NAD^+ メッシュに 200 ppm のエタノールガスを負荷して得た結果

これらの結果から、ADH と NAD^+ を PVA 溶液に混合して電界紡糸することで作製する光バイオセンサメッシュによってエタノールガスの分布計測が可能であることがわかった。本手法では、電界紡糸で作製した光バイオセンサメッシュに計測前処理を加えずに、測定したいガスを負荷

するだけで濃度分布情報を得ることが可能となる。すなわち、この光バイオセンサメッシュを体表面上に直接作製すれば、体表面状のエタノール分布を観察することが可能となる。電界紡糸法では、シリンジ位置を走査することで広い面積に繊維を堆積させることが可能であることから体表面の広い範囲で同時に化学物質の濃度分布評価が可能となると考えられる。今後、本手法による生体計測を実施することで皮膚の特性や状態に応じた経皮成分の放出を観察でき、疾患位置の特定につなげることができると期待する。

また、電界紡糸では、高分子溶液の溶媒が揮発することで繊維形成を可能としている。すなわち、作製された光バイオセンサメッシュの内部には PVA の溶媒である水がほとんど存在しない状態であると考察される。その一方で、ADH が酵素活性を維持し、補酵素が関わる触媒反応が進行することは非常に興味深い。本研究で利用可能だった PVA の他にも、様々な水溶性高分子が存在する。今後、多様な水溶性高分子を用いて酵素活性を評価し、電界紡糸時の酵素安定化のメカニズム解析等にも取り組んでいきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Iitani Kenta, Nakaya Misa, Tomono Tsubomi, Toma Koji, Arakawa Takahiro, Tsuchido Yuji, Mitsubayashi Kohji, Takeda Naoya	4. 巻 213
2. 論文標題 Enzyme-embedded electrospun fiber sensor of hydrophilic polymer for fluorometric ethanol gas imaging in vapor phase	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biosensors and Bioelectronics	6. 最初と最後の頁 114453 ~ 114453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bios.2022.114453	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 Iitani Kenta, Suzuki Mika, Toma Koji, Arakawa Takahiro, Mitsubayashi Kohji	4. 巻 142
2. 論文標題 An Enzyme Immobilized Mesh for Bio-fluorometric Acetone Gas-imaging Camera	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines	6. 最初と最後の頁 166 ~ 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejsmas.142.166	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 Mitsubayashi Kohji, Toma Koji, Iitani Kenta, Arakawa Takahiro	4. 巻 367
2. 論文標題 Gas-phase biosensors: A review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators B: Chemical	6. 最初と最後の頁 132053 ~ 132053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2022.132053	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 Iitani Kenta, Mori Hidehisa, Ichikawa Kenta, Toma Koji, Arakawa Takahiro, Iwasaki Yasuhiko, Mitsubayashi Kohji	4. 巻 23
2. 論文標題 Gas-Phase Biosensors (Bio-Sniffers) for Measurement of 2-Nonenal, the Causative Volatile Molecule of Human Aging-Related Body Odor	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 5857 ~ 5857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s23135857	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 -

1. 著者名 SHINOHARA Riki, HAYAKAWA Yuuki, IITANI Kenta, MITSUBAYASH Kohji	4. 巻 35
2. 論文標題 アルコール代謝に基づく呼気中エタノールおよびアセトアルデヒドの並列画像計測	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Science	6. 最初と最後の頁 n/a ~ n/a
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2978/jsas.35301	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31件(うち招待講演 2件/うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Kenta Iitani, Koji Toma, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Enzyme-based biofluorometric gas-imaging system "sniff-cam" for spatiotemporal measurement of human-derived volatile organic compounds
3. 学会等名 The 11th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 友野 つぼみ, 中谷美沙, 飯谷 健太, 當麻 浩司, 荒川 貴博, 土戸 優志, 三林 浩二, 武田 直也
2. 発表標題 電界紡糸高分子マイクロファイバーと酵素を複合化した生体ガスセンサの開発
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土戸 優志, 友野 つぼみ, 中谷 美沙, 飯谷 健太, 當麻 浩司, 荒川 貴博, 三林 浩二, 武田 直也
2. 発表標題 気相用バイオセンサ材料として機能する酵素複合化マイクロファイバー不織布の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯谷 健太, 當麻 浩司, 荒川 貴博, 三林 浩二
2. 発表標題 代謝評価のための生体ガス画像化システム
3. 学会等名 センサ技術発表会(センサEXPO 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 友野つぼみ, 中谷美沙, 飯谷健太, 當麻浩司, 荒川貴博, 土戸優志, 三林浩二, 武田直也
2. 発表標題 生体ガス計測のための酵素を含有させた電解紡糸高分子マイクロファイバーの開発
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Zhang Geng, Naoki Mizukoshi, Ming Ye, Po-Jen Chien, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Screening diabetes mellitus through monitoring lipid metabolism by measuring and imaging breath acetone using bio-fluorometric gas sensors
3. 学会等名 Breath biopsy conference 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯谷 健太, 中谷 美沙, 友野 つぼみ, 當麻 浩司, 荒川 貴博, 土戸 優志, 武田 直也, 三林 浩二
2. 発表標題 ガス動画像化のためのエレクトロスピンニング酵素系で紡ぐバイオ蛍光メッシュの開発
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 篠原 利樹, 早川 悠暉, 飯谷 健太, 三林 浩二
2. 発表標題 呼気中2成分の並列イメージング計測によるアルコール代謝評価
3. 学会等名 2022 SAS Symposium
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田直也, 友野つぼみ, 中谷美沙, 飯谷健太, 當麻浩司, 荒川貴博, 土戸優志, 三林浩二
2. 発表標題 高分子マイクロファイバー中に酵素を組み込んで活性を維持し気相の生体ガスを検出するバイオセンサの開発
3. 学会等名 第31回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土戸優志, 友野つぼみ, 中谷美沙, 飯谷健太, 當麻浩司, 荒川貴博, 三林浩二, 武田直也
2. 発表標題 気相用バイオセンサ材料として機能する酵素複合化マイクロファイバーの開発
3. 学会等名 第44回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Zhang Geng, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Bio-fluorometric imaging system for volatile organic compounds in breath and transdermal gas
3. 学会等名 Advances in Functional Materials (AFM-2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷 健太、三林 浩二
2. 発表標題 バイオ蛍光法による呼気・経皮ガスの計測とイメージング
3. 学会等名 化粧品開発展2022
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Real-time biosensors for assessing biochemical conditions of humans
3. 学会等名 The 9th Joint Symposium between IBB/TMDU and Chulalongkorn University on "Biomedical Materials and Engineering" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷 健太、土戸優志、三林 浩二、武田直也
2. 発表標題 マイクロ繊維を基盤としてバイオ蛍光式ガス感応メッシュ
3. 学会等名 生体医歯工学共同研究拠点2022年度成果報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 篠原 利樹、早川 悠暉、飯谷 健太、荒川 貴博、三林 浩二
2. 発表標題 アルコール代謝の為の呼気二成分のバイオ蛍光同時イメージング
3. 学会等名 令和5年電気学会全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷 健太 , 篠原 利樹 , ナセデン ムニラ , 三林 浩二
2. 発表標題 バイオ蛍光式ガスイメージングシステムを用いた皮膚ガス中エタノールの探嗅, 電気化学会第90回大会 第72回化学センサ研究発表会
3. 学会等名 第72回化学センサ研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Naoki Mizukoshi, Geng Zhang, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Acetone vapor imaging using secondary alcohol dehydrogenase immobilized on a laser-patterned hydrophilic PTFE mesh
3. 学会等名 SPIE Future Sensing Technologies 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kohji Mitsubayashi, Geng Zhang, Kenta Iitani
2. 発表標題 Biofluorometric gas sensing and imaging for volatile markers
3. 学会等名 SPIE Future Sensing Technologies 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Tsubomi Tomono, Misa Nakaya, Yuji Tsuchido, Naoya Takeda, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Enzyme and coenzyme-integrated electrospun fiber mesh for biosensing of breath volatiles
3. 学会等名 33rd Anniversary World Congress of Biosensors (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Mika Suzuki, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Gas-phase biosensor based on fluorometric imaging by S-ADH (secondary-alcohol dehydrogenase) for breath acetone
3. 学会等名 33rd Anniversary World Congress of Biosensors (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Enzyme-based fluorometric image-sensing of transdermal gases for monitoring metabolisms
3. 学会等名 IEEE Biosensors conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林 志厚, ナセデン ムニラ, 飯谷 健太, 市川 健太, 三林 浩二
2. 発表標題 バイオ蛍光式ガス動画像化装置を用いた飲酒後の経皮エタノールガスの動態評価
3. 学会等名 2023電気化学秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷 健太, 堀口 勇貴, 藤田 博之, 張 耿, 市川 健太, 菅麻 浩司, 三林 浩二
2. 発表標題 呼吸や経皮ガス中の揮発性成分の計測とイメージングのためのバイオセンサシステム
3. 学会等名 TMDU研究者・学生の交流会 (meetUP) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷健太, 水越直樹, 張耿, 當麻浩司, 荒川貴博, 三林浩二
2. 発表標題 二級アルコール脱水素酵素を用いた呼気中アセトンガスの蛍光イメージセンシング
3. 学会等名 第40回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯谷健太, 市川健太, 三林浩二
2. 発表標題 バイオ蛍光式ガスセンシングによる身体状態の非侵襲的評価
3. 学会等名 第33回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Misa Nakawa, Tsubomi Tomono, Kenta Ichikawa, Yuji Tsuchido, Naoya Takeda, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Biofluorometric ethanol vapor imaging using enzyme-encapsulated electrospun fiber mesh
3. 学会等名 The 8th International Symposium on Biomedical Engineering & International Workshop on Nanodevice Technologies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryotaro Ishida, Kenta Ichikawa, Kenta Iitani, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Spatiotemporal gas-mapping of acetaldehyde concentration by biofluorometric imaging system (sniff-cam)
3. 学会等名 BI04APPS 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoya Takeda, Tsubomi Tomono, Misa Nakaya, Miwa Takano, Kenta Iitani, Kenta Ichikawa, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Yuji Tsuchido, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Enzyme-embedded electrospun polymeric microfiber sensor for fluorometric ethanol gas detection
3. 学会等名 BI04APPS 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Iitani, Naoki Mizukoshi, Ming Ye, Kenta Ichikawa, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi
2. 発表標題 Sensing and imaging of acetone vapor based on enzymatic biofluorometry
3. 学会等名 BI04APPS 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林 志厚, ナセデン ムニラ, 市川 健太, 飯谷 健太, 三林 浩二
2. 発表標題 バイオ蛍光ガスイメージング装置を用いた経皮エタノールガス分布評価
3. 学会等名 第33回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 飯谷 健太, 前野 夕紀, 張 耿, 當麻 浩司, 荒川 貴博, 三林浩二
2. 発表標題 酵素サイクリング反応に基づく超高感度アセトアルデヒド用蛍光バイオセンサ
3. 学会等名 令和6年電気学会全国大会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Takahiro Arakawa, Kenta Iitani, Koji Toma, Kohji Mitsubayashi	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 26
3. 書名 Encyclopedia of Sensors and Biosensors	

1. 著者名 Kenta Iitani, Koji Toma, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi	4. 発行年 2024年
2. 出版社 Springer, Singapore	5. 総ページ数 14
3. 書名 Wearable Biosensing in Medicine and Healthcare	

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------