

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－ドイツ共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「プラズモニック金属ナノ構造を用いた高感度・高機能性 SERS/OW/LSPR バイオセンサーの開発」
2. 研究期間：令和 2 年 10 月～令和 6 年 3 月
3. 主な参加研究者名：
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	民谷 栄一	ラボ長	産業技術総合研究所 先端フォトニクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリ	研究全体の取りまとめ
主たる共同研究者	永井 秀典	副ラボ長	産業技術総合研究所 先端フォトニクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリ	局在プラズモン共鳴デバイスのバイオセンサーへの応用
主たる共同研究者	齋藤 真人	特任准教授	大阪大学 先導的学際研究機構	局在プラズモン共鳴デバイスの設計作成と評価
主たる共同研究者	多田 啓二	主任研究員	古野電気株式会社 技術研究所 第2研究部 光応用研究室	OWセンサーの開発
主たる共同研究者	栗田 昌昭	主任	田中貴金属工業株式会社 新事業開発統括部	SERS/EC-SERSを指向した金属ナノ構造の作製
主たる共同研究者	田中 慎一	准教授	呉工業高等専門学校 自然科学系分野	金属ナノプロープ及びサイズ分画デバイスの開発
研究期間中の全参加研究者数			22名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Wolfgang Fritzsche	Dep.Head Nanobiophotonics	Leibniz Institute of Photonic Technology (Leibniz-IPHT)	Project coordination, scientific coordination
主たる共同研究者	Andrea Csáki	Group Head Molecular Plasmonics	Leibniz Institute of Photonic Technology (Leibniz-IPHT)	Project management, scientific coordination
主たる共同研究者	Christoph Stöver	Coordination R&D Projects	Temicon GmbH	LIL technology, project management

主たる 共同研究 者	Thomas Ruhl	Head of Technology	Temicon GmbH	NIL technology
研究期間中の全参加研究者数			3名	

4. 国際共同研究の概要

国内外においてバイオセンシング技術のさらなる高感度化・高機能化を指向し、ナノプラズモニクスを利用したバイオセンサーの開発に関する研究が活発に実施されている。しかしながら、ナノプラズモン特性を持つナノ構造の作製技術が確立していないため、ナノプラズモン技術を利用した高感度化バイオセンサーの開発は未だ発展途上の研究分野である。そこで、この課題を解決するために、金属ナノ粒子、金属ナノ構造や様々な材料の微細加工について先駆的な研究を展開しているドイツ側チーム（IPHT と Temicon）との国際共同研究を遂行した。

ドイツ側の高精度なナノインプリント技術(NIL)によって、表面増強プラズモン共鳴(LSPR)/ 表面増強ラマン散乱(SERS)/ 光導波路(OW)/ 電気化学(EC-SERS)基板特性の改良がなされ、LSPR/SERS センサーでは多様なセンシングアプリケーションに対応可能なグラジエント・ナノ構造の開発に成功しただけでなく、OW センサーではガラス基板のチップ開発によって、溶液切り替え時における大幅な特性向上を達成できた。さらに、ナノ・マイクロサイズ分画デバイスについても開発し、ナノ粒子・マイクロ粒子の分画や単離・回収を可能にした。本分画デバイスは新規のバイオマーカー（診断指標）として注目を集めているエキソソームだけでなく、新型ウィルスや微生物の特異的検出・診断への応用・展開も期待される。また、共同研究を通じて構成原子数（発光波長）を精密制御し生体適合性の高い金属ナノプローブの開発も遂行するだけでなく、生体組織中における癌のマーカータンパク質の特異的検出及び新規の生体1分子計測技術の構築も実施した。以上の研究成果から、本国際共同研究によって開発された新規のバイオセンシング技術を実際の医療現場へ応用・展開することによって、多種類の生体分子を同時に検出可能な高集積化デバイスの開発や初期癌や病原性微生物なども検出可能な高精細な医療診断技術の創出が可能であることを見出した。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

本国際共同研究ではドイツ側で LSPR/SERS/OW/EC-SERS センサーのための金属ナノ粒子や金属/ガラスナノ構造を作製し、日本側でバイオセンシングデバイスの作製・評価を行った（図1）。ドイツ側が作製した金属/ガラスナノ構造を利用して、LSPR/SERS センサーでは多様なセンシングアプリケーションに対応可能なグラジエント・ナノ構造の開発に成功しただけでなく、OW センサーではガラス基板のチップ開発によって、溶液切り替え時における大幅な特性向上を達成した。さらに、サイズ分画デバイスを作製し、ナノ粒子・マイクロ粒子のサイズ分画及び単離・回収技術を構築した。

また、ドイツ側と共同で様々な形状（立方体、星形、ロッド型、三角形）の金属微粒子を合成し、比表面積に依存したピーク電位を利用することで高選択性バイオセンサーについて開発するだけでなく、高い生体適合性を有する蛍光性金属ナノプローブも合成し、生体中の癌マーカータンパク質（MMP1 と PAR1）の特異的検出技術についても開発した。

5-2 国際共同研究による相乗効果

ドイツ側の高精度な NIL によって、LSPR/SERS/OW/EC-SERS 基板特性の改良がなされ、プラズモニック基板の再現性及び感度の向上に加え、優れたセンシング能力の提供が可能となった。さらに、サイズ分画デバイスについても実現でき、ナノ粒子・マイクロ粒子の分画・単離について実証できた。また、本研究期間中にドイツ側へ博士研究員の派遣、web 会議での研究打合せを密に行う、ドイツ側が主催する国際シンポジウムに参加することで活発な国際交流を展開し、研究の進捗状況及び今後の実験計画について確認することで、

連携研究がより効率的に推進できるよう工夫した。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本国際共同研究によって、プラズモニック基板を利用した新規の LSPR/SERS センサー、特性の良いガラス基板による OW センサー及びナノ・マイクロサイズ分画デバイスなど、新規のバイオセンシングデバイスの開発に成功している。今後も共同研究を継続していくことで、共著論文の発表や特許取得だけでなく、感度、再現性、機能性をさらに向上させ実際の医療現場へも応用・展開可能なバイオセンシングデバイスについて開発することで、高精細な医療診断技術の創出を目指していきたい。

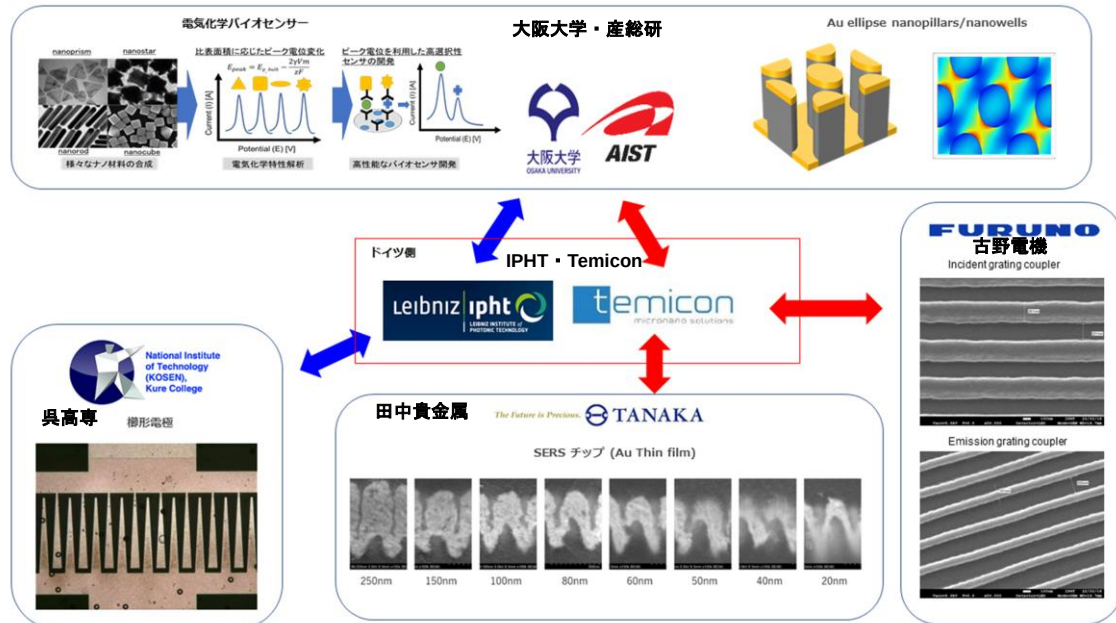


図 1 日独連携研究

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan – Germany Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Novel plasmonic materials based on nanogap features for ultrasensitive and reproducible SERS/OW/LSPR biosensing for biomedical applications」
2. Research period : October 2020 ~ March 2024
3. Main participants :
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Eiichi Tamiya	Director	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Advanced Photonics and Biosensing Open Innovation Laboratory	Project coordination and scientific coordination
Co-PI	Hidenori Nagai	Deputy Director	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Advanced Photonics and Biosensing Open Innovation Laboratory	Application of LSPR device to biosensor
Co-PI	Masato Saito	Special-appointment Associated Professor	Osaka University, Institute for Open and Transdisciplinary Research Initiatives	Design, fabrication and evaluation of LSPR device
Co-PI	Keiji Tada	Advising Research Engineer	Furuno Electric Co., LTD. Research Department 2, Applied Optics Laboratory	Development of OW sensor
Co-PI	Masaaki Kurita	Head	TANAKA Kikinzoku Kogyo K.K.	Fabrication of metal nano structure oriented to the SERS/EC-SERS
Co-PI	Shin-ichi Tanaka	Associated Professor	National Institute of Technology, Kure College	Development of metal nano probe and size fractionation device
Total number of participants throughout the research period: 22				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Wolfgang Fritzsche	Dep.Head Nanobiophotonics	Leibniz Institute of Photonic Technology (Leibniz-IPHT)	Project coordination, scientific coordination
Co-PI	Andrea Csáki	Group Head Molecular Plasmonics	Leibniz Institute of Photonic Technology (Leibniz-IPHT)	Project management, scientific coordination
Co-PI	Christoph Stöver	Coordination R&D Projects	Temicon GmbH	LIL technology, project management
Co-PI	Thomas Ruhl	Head of Technology	Temicon GmbH	NIL technology
Total number of participants throughout the research period:				3

4. Summary of the international joint research

Research on the development of biosensors using nanoplasmonics is being actively conducted both domestically and internationally, whose aim is to further increase the sensitivity and functionality of biosensing technology. However, because the fabrication technology of nanostructure with nanoplasmonic properties has not been established, the development of highly sensitive biosensor utilizing nanoplasmonic properties is still a developing research field. In order to address these issues, we have carried out this international joint research with German teams (IPHT and Temicon), which are conducting the pioneering research on metal nanoparticles, metal nanostructures and microfabrication of various materials.

Owing to German team's high-precision nanoimprint technology (NIL), improvement of localized surface plasmon resonance (LSPR)/ surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS)/ optical waveguide (OW)/ electrochemical (EC-SERS) substrate properties have been made. For the LSPR/SERS sensor, we succeeded in developing a gradient nanostructure that can be used for a variety of sensing applications, as well as developed a glass substrate chip and achieved significant improvements in characteristics for the OW sensor when switching solutions. Furthermore, we fabricated the nano- and micro-size fractionation devices and these devices have successfully fractionated, isolated and collected the nano- and micro- particles. These fractionation devices are expected to be applied not only to exosomes, which are attracting attention as a new biomarker (diagnostic indicator), but also to the specific detection and diagnosis of new viruses and microorganisms. In addition, through joint research, metal nanoprobe with high biocompatibility which precisely controlled the number of constituent metal atoms (emission wavelength) were synthesized, and we also succeeded in the specific detection of cancer marker proteins in living tissues and achieved in the construction of a new biological single molecule measurement technology. From these research results, by applying and deploying the new biosensing technology developed through this international joint research, it is possible to develop highly integrated devices that can detect many types of biomolecules simultaneously and to create high-definition medical diagnostic technology that can detect cancer and pathogenic microorganisms.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

In this international joint research, German team fabricated metal nanoparticles and metal/glass nanostructures for LSPR/SERS/OW/EC-SERS sensors, and Japanese team

developed and evaluated the biosensing device. (Figure 1) By using metal/glass nanostructures, we succeeded in the development of gradient nanostructures suitable for various sensing applications in LSPR/SERS sensor, and a significant improvement in properties of OW sensor when switching solutions was achieved. Moreover, we have fabricated size fractionation devices, and have succeeded in the development of the technology for size fractionation, isolation, and collection of nanoparticles and microparticles. Furthermore, the fluorescent metal nanoprobe could be applied to a technology to specifically detect cancer marker proteins (MMP1 and PAR1) in living organisms, and the metal nano particles of various shapes (cube, star, rod, triangle) could be used as sensor probes to develop the highly selective biosensors by utilizing peak potential dependent on specific surface area.

5-2 Synergistic effects of the joint research

Owing to German team's high-precision NIL, improvement of LSPR/SERS/OW/EC-SERS substrate properties have been made, and it has become possible to provide excellent sensing capabilities in addition to the improvement of the reproducibility and sensitivity of plasmonic substrates. And we also realized size fractionation devices and demonstrated size fractionation, isolation, and collection of nanoparticles and microparticles. In order to promote collaborative research more efficiently, we developed active international exchange by dispatching postdoctoral researchers to the German side, holding close research discussions via web meetings to confirm future experimental plans, and participating in international symposiums hosted by the German side.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

Through this international joint research, we have successfully developed the novel biosensing devices, such as LSPR/SERS sensor using a plasmonic substrate, OW sensor utilizing nano glass substrate, size fractionation device and so on. By continuing joint research in the future, in addition to publishing co-authored papers and obtaining patents, we will create high-definition medical diagnostic technology by developing biosensing devices with further improved sensitivity, reproducibility and functionality, which can be applied and deployed in actual medical settings.

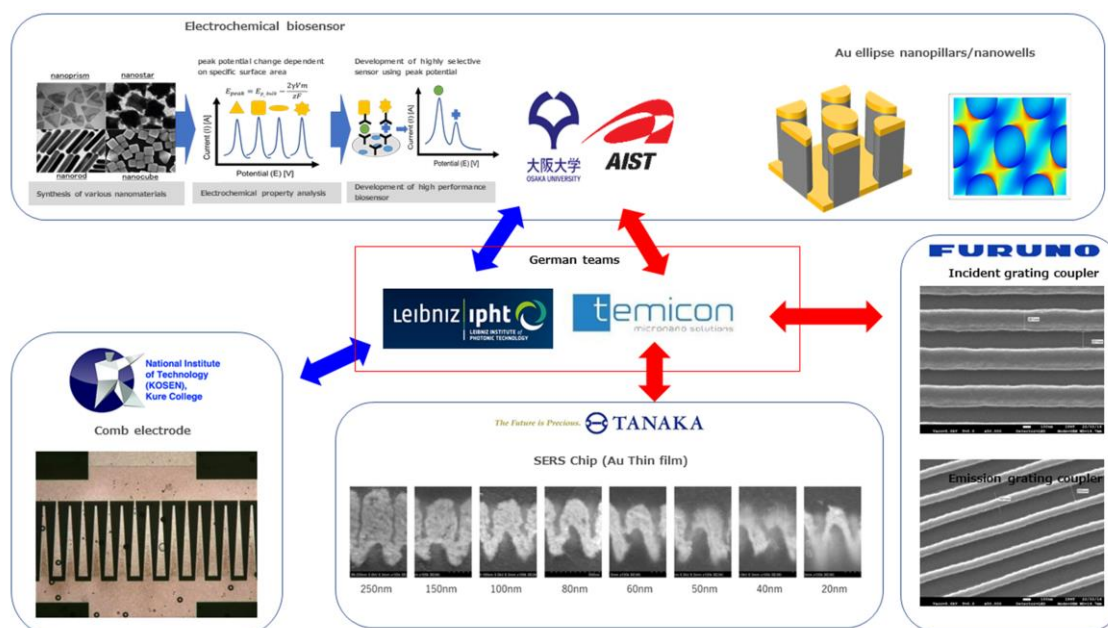


Figure 1 Japan-Germany collaborative research

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

＊原著論文（相手側研究チームとの共著論文）発表件数：計 0 件

・査読有り：発表件数：計 0 件

・査読無し：発表件数：計 0 件

＊原著論文（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文）：発表件数：計 14 件

・査読有り：発表件数：計 14 件

1. Wilfred Villariza Espulgar, Masato Saito, Kazuya Takahashi, Sakiko Ushiro, Norihisa Yamamoto, Yukihiro Akeda, Shigeto Hamaguchi, Kazunori Tomono and Eiichi Tamiya, "Deskilled and rapid drug-resistant gene detection by centrifugal force-assisted thermal convection PCR device", *Sensors*, **2021**, 21(4), 1-14, 1225 DOI:10.3390/s21041225
2. Futoshi Kuroki, Shouta Sora and Kousei Kumahara, "An Approach to Identify Circulating Tumor Cell Using Ring Resonator Type of Electrode Using Oscillation Technique at Centimeter Frequency Bands", *IEICE Trans. on Electronics*, **2021**, E103-C (10), 410-411
3. Hadiyawarman, Yuki Usami, Takumi Kotooka, Saman Azhari, Masanori Eguchi and Hirofumi Tanaka, "Performance of Ag-Ag₂S core-shell nanoparticle-based random network reservoir computing device", *Japanese Journal of Applied Physics*, **2021**, 60, SCCF02
4. Seimei Oku, Keisuke Higashitani, Takahiro Himuro and Masanori Eguchi, "onsiderations on triangular-shaped electrodes for deoxyribonuclease detection", *Electronics and Communications in Japan*, **2021**, 141(8), 860–86 DOI:10.1002/ecj.12336, 2022
5. Yuhei Terada, Ain Obara, Hyota Takamatsu, Wilfred Villariza Espulgar, Masato Saito and Eiichi Tamiya, "Au-Capped Nanopillar Immobilized with a Length-Controlled Glycopolymers for Immune-Related Protein Detection", *ACS Appl. Bio Mater.*, **2021**, 4(11), 7913–7920 DOI:10.1021/acsabm.1c00834
6. Jonathan Briones, Wilfred Espulgar, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya and Masato Saito, "A design and optimization of a high throughput valve based microfluidic device for single cell compartmentalization and analysis" *Scientific Reports*, **2021**, 11, 12995 DOI:10.1021/acsabm.1c00834
7. Kohei Nagano, Yuhei Terada, Akiko Araki, Shuto Osaki, Masato Saito and Eiichi Tamiya, "Gold Nanocatalysts Towards Digital Sensing Probes with Electrochemiluminescence Based Micro Electrodes Array" *Electroanalysis* **2022**, 34, 8-14 DOI:10.1002/elan.202100312
8. Ryu Nakabayashi and Masanori Eguchi, "Evaluation of Isomotive Insulator-Based Dielectrophoretic Device by Measuring the Particle Velocity," *Sensors*, **2022**, 22(4), 1533 DOI:10.3390/s22041533
9. S. Osaki, W. Espulgar, S. Wakida, M. Saito and E. Tamiya, "Optimization of electrochemical analysis for signal amplification in gold nanoparticle-probed immunoassays", *Electrochimica Acta*, **2022**, 432(10), 141180 DOI:10.1016/j.electacta.2022.141180

10. Shin-ichi Tanaka, Kohei Yamagami, Kazuhisa Sato, Hidehiro Yasuda, Hirohiko Niioka and Hiroki Wadati "Synthesis and Characterization of Multifunctional Fluorescent-Magnetic Platinum Nanoclusters", *Scientific Reports*, (査読中)
11. C. Briones, Y. Okui, W. Espulgar, J. Park, E. Itotagawa, S. Koyama, E. Tamiya, H. Takamatsu and M. Saito, "The combination of hexagonal microfluidic devices and cell-based reporter cells allows detection of cytokine-producing cells at the single-cell level", *Sensors and Actuators*, **2023**, 393, 134131
12. Eiichi Tamiya, Shuto Osaki, Tomoko Tsuchihashi, Hiromi Ushijima and Keiichi Tsukinoki, "Point-of-Care Diagnostic Biosensors to Monitor Anti-SARS-CoV-2 Neutralizing IgG/sIgA Antibodies and Antioxidant Activity in Saliva", *Biosensors*, **2023**, 13(2), 167 DOI:10.3390/bios13020167
13. E. Tamiya, S. Osaki and H. Nagai, "Wireless electrochemiluminescent biosensors: Powering innovation with smartphone technology", *Biosensors and Bioelectronics*, **2024**, 252, 116083
14. S. Osaki, M. Saito, H. Nagai and E. Tamiya, "Surface Modification of Screen-Printed Carbon Electrode through Oxygen Plasma to Enhance Biosensor Sensitivity", *Biosensors*, **2024**, 14, 165

・査読無し：発表件数：計 0 件

*その他の著作物（相手側研究チームとの共著総説、書籍など）：発表件数：計 0 件

*その他の著作物（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など）：発表件数：計 12 件

1. 民谷栄一、吉川裕之「デジタルヘルスに向けた POCT 電気化学バイオセンサー」、電気化学、5、299-304
2. 民谷栄一 「新型コロナウイルス禍に学ぶ応用」、応用物理学会特別 WEB コラム 2020.10
3. 坂本雅弥、空翔太、熊原宏征、黒木太司「肺癌摘出手術支援を目的とした高周波癌部位検出共振電極」、電気学会論文誌 C 分冊、141 巻、8 号、pp.851-855 (2021 年 8 月)
4. 中林 龍、松村 浩太郎、氷室 貴大、江口 正徳 「Creek-gap 型絶縁体を有する絶縁体ベース誘電泳動デバイスの開発」、2021 年電子情報通信学会総合大会（オンライン）、2021 年 3 月 12 日、エレクトロニクス講演論文集 1, p. 72
5. 堀越 悠斗、藤井 蒼太、氷室 貴大、江口 正徳、山川 烈 「電界結合方式を用いた非接触給電型誘電泳動デバイス」、2021 年電子情報通信学会総合大会（オンライン）、2021 年 3 月 12 日、エレクトロニクス講演論文集 1, p. 73
6. 奥 清明、西林 寛大、氷室 貴大、江口 正徳 「DNA が架橋した先端鋭利型電極の電気的特性解析」、2021 年電子情報通信学会総合大会（オンライン）、2021 年 3 月 12 日、エレクトロニクス講演論文集 1, p. 74
7. 中岡 佑輔、岡田 麻実、梶谷 直人、江口 正徳 「誘電泳動現象を用いた生体細胞単離法に関する研究」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 43 回研究会（CHEMINAS 43）講演要旨集、2021 年 5 月 17 日、p. 27

8. 中林 龍、江口 正徳 「生体細胞の誘電特性測定を目指した絶縁体ベース誘電泳動デバイスの設計」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 43 回研究会（CHEMINAS 43）講演要旨集，2021 年 5 月 18 日，p. 44
9. 奥 清明、東谷 圭佑、氷室 貴大、江口 正徳 「DNA 分解酵素検出を目的とした先端鋭利型対向電極に関する検討」、電気学会論文誌 C, Vol. 141, No.8, pp. 860-865, 2021 年 8 月
10. 中林 龍、江口 正徳 「絶縁体ベース誘電泳動における粒子の誘電泳動特性の測定」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 44 回研究会（CHEMINAS 44）講演要旨集，p. 54, 2021 年 11 月
11. 柳井 惇宏、西林 寛大、奥清明、氷室 貴大、江口 正徳 「DNA 分解酵素検出用デバイスの高感度化に関する検討」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 44 回研究会（CHEMINAS 44）講演要旨集，p. 73, 2021 年 11 月
12. 松村 浩太郎、堀越 悠斗、江口 正徳 「非接触エレクトロローションデバイスの開発」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 44 回研究会（CHEMINAS 44）講演要旨集，p. 75, 2021 年 11 月

2. 学会発表

＊口頭発表（相手側研究チームとの連名発表）

発表件数：計 0 件（うち招待講演：0 件）

＊口頭発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）

発表件数：計 48 件（うち招待講演：11 件）

1. 民谷 栄一 「コロナ時代を生き抜く産業を支える素材と技術“先端バイオセンシング 技術の基礎と最近の動向」、高分子学会 2020 年度 印刷・情報・電子用材料研究会講座、2021/01/29（招待講演）
2. 民谷 栄一 「COVID-19 診断技術とバイオセンサー」、応用物理学会第 11 回市民講座、2021/02/27（招待講演）
3. 小原 亜均、寺田 侑平、齋藤 真人、高松 漂太、民谷 栄一 「LSPR を利用した単細胞分泌物検出のためのナノ・マイクロ融合構造基板の開発」、2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会、2021/03/16
4. 民谷 栄一 「COVID-19 診断とバイオセンサ研究」、応用物理学会 春季学術講演会 一般公開シンポジウム（リモート）、2021/03/17（招待講演）
5. 寺田 侑平、小原 亜均、齋藤 真人、民谷 栄一 「サイトカイン検出に向けた糖鎖高分子固定化 LSPR バイオセンサー」 2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会、2021/03/17
6. 坂本雅弥、黒木太司 「手術支援を目的とした高周波肺癌検出デバイスの検討、第 3 報」、

電気学会 ICT イノベーションを支えるエンジニアリングデザイン技術調査専門委員会資料、(2020 年 10 月オンライン)

7. 坂本雅弥、黒木太司 「平面型高周波共振電極を用いた肺癌部位検出の模擬実験」、電子情報通信学会マイクロ波研究会 (2020 年 10 月オンライン)
8. 坂本雅弥、空翔太、黒木太司 「発振素子装荷リング共振器型電極による循環腫瘍細胞同定の有効性に関する検討」、電子情報通信学会総合大会、C-2-56 (2021 年 3 月オンライン)
9. Masaya Sakamoto and Futoshi Kuroki "Simulation Experiment to Detect Lung Cancer by Tweezers-type of Electrode in VATS Using Alternative Tissues", Electronic Proceedings on Smart City Symposium (March. 2021, Online)
10. Masaya Sakamoto, Shouta Sora and Futoshi Kuroki "A Consideration on Effectiveness for Circulating Tumor Cell Identification Using Ring Resonator Type of Electrode with Oscillator Device", Electronic Proceedings on Smart City Workshop (March. 2021, Online)
11. 新浜優貴、坂本雅弥、黒木太司 「テラヘルツ波帯における誘電体チューブ挿入金属ロッド伝送線路の伝送特性」、電子情報通信学会ソサイエティ大会 (2021 年 9 月オンライン)
12. 坂本雅弥、新浜優貴、黒木太司、宮本和哉 「検体検査を目的とした流路導波路の超高周波帯伝送特性」、電子情報通信学会ソサイエティ大会、(2021 年 9 月オンライン)
13. Masaya Sakamoto, Shouta Sora and Futoshi Kuroki "An Advantage of Sensitivity to Identify Circulating Tumor Cell Derived by Primary Lesion From Using Ring Resonator Type of Electrode with Oscillator Device", Electronic Proceedings of IEEE AP-S and URSI Int., (December 2021 in Singapore)
14. 坂本雅弥、新浜優貴、黒木太司、宮本和哉 「マイクロ流路導波路とトリプレート線路を組み合わせたセンチ波帯血中細胞同定の基礎検討」、電子情報通信学会総合大会 (2022 年 3 月オンライン)
15. 新浜優貴、坂本雅弥、黒木太司、宮本和哉 「線路の構造不整がテラヘルツ帯 NRD ガイド及び DTM ラインに及ぼす影響について」、電子情報通信学会総合大会 (2022 年 3 月オンライン)
16. Masaya Sakamoto, Yuki Shinham, Futoshi Kuroki and Kazuya Miyamoto "Basic Consideration on Identification of Biomolecules in Blood by Synthesizing Microfluidic Waveguide with Tri-plate Transmission Line", Electronic Proceedings on Smart City Workshop2022 (March. 2022, Online)

17. Yuki Shinhamma, Masaya Sakamoto, Futoshi Kuroki and Kazuya Miyamoto "Transmission Characteristics of Dielectric-tube-supported Metal Rod Transmission Line in THz Wave Band", Electronic Proceedings on Smart City Workshop2022 (March. 2022, Online)
18. Kanta Nishibayashi, Seimei Oku, Takahiro Himuro and Masanori Eguchi "Evaluation of Electrode Design of a Microfluidic Impedance Biosensor for DNase Assay", 14th International Symposium on Advances in Technology Education
19. 関 哲典、長坂 葵、富山 寅、江口 正徳、多田 茂 「誘電泳動を用いたマイクロ流体デバイスによる細胞の分離」、日本機械学会 2021 年度年次大会（オンライン）、J302-08.
20. 中林 龍、松村 浩太朗、江口 正徳 「Measurement of the Micro-particle Velocity on Insulator-based Dielectrophoretic Device」、第 31 回日本 MRS 年次大会（MRSJ2021）、2021 年 12 月
21. 西林 寛大、柳井 惇宏、奥 清明、氷室 貴大、江口 正徳 「Consideration of Sensor Device for High Sensitivity DNase Detection」、第 31 回日本 MRS 年次大会（MRSJ2021）、2021 年 12 月
22. 中岡 佑輔、岡田 麻美、梶谷 直人、江口 正徳 「Development of rapid technology of Antigen-Antibody reaction by employing Dielectrophoresis」、第 31 回日本 MRS 年次大会（MRSJ2021）、2021 年 12 月
23. 田中慎一 「蛍光/磁気共鳴デュアル機能性ナノ材料の開発及び生体機能計測への応用」、フotonサイエンスセミナー、兵庫県立大学 理学部 （オンライン開催）2021 年 7 月 7 日 **（招待講演）**
24. 田中慎一 「生体適合性金属ナノ材料の開発及びその医療応用に関する研究」、2021 年度 第 1 回ヘルスケア・医療福祉事業化交流会、ホテルセンチュリー 2 1 広島 2 階フォーラザ 2021 年 7 月 16 日 **（招待講演）**
25. 田中慎一 「生体機能計測や医療診断へ向けた蛍光性金属ナノプローブの開発」、物質・デバイス領域共同研究セミナー「光駆動物質輸送の新展開」、北海道大学キャンパス内 2021 年 12 月 8 日 **（招待講演）**
26. 大崎 脩仁、脇田 慎一、民谷 栄一 「金ナノ粒子標識抗体の電気化学特性とイムノセンサへの応用」、2021 年電気化学秋季大会、2021/09/08
27. Jonathan Briones, Wilfred Espulgar, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu, Eiichi Tamiya and Masato Saito "Monitoring T-cell Exhaustion and Immune Response at Single Cell Resolution", The 82nd JSAP Autumn Meeting 2021, 2021/09/10
28. 田中慎一 「生体適合性蛍光/磁気共鳴デュアル金属ナノ材料の開発及びその医療応用に

関する研究」、物質・デバイス領域共同研究セミナー「光を用いてナノ材料の合成・分析・操作」、北海道大学 百年記念会館 2022 年 9 月 29 日（招待講演）

29. 江口 正徳 「医療応用を目的とした誘電泳動デバイスの開発」、第 195 回産学交流サロン「ひびきのサロン」、2022 年 1 月（招待講演）
30. Masanori Eguchi and Yusuke Nakaoka “Fabrication of Electrokinetic Micro/Nano Devices and its Application,” 1st International Diamond Device Workshop, 2022/2（招待講演）
31. 多田啓二 「光導波路型バイオセンサの研究と免疫測定への応用」、第 20 回 PhotoLIFE ワークショップ、2022/12/12
32. 大崎 脩仁、ウィルフレッド エスパルガー、齋藤 真人、民谷 栄一 「金ナノ粒子の電気化学活性を利用するバイオセンサの高感度化」、第 16 回バイオ関連化学シンポジウム、名古屋大学東山キャンパス、2022/09/11
33. 民谷栄一、大崎脩仁 「ワイヤレス給電を用いた電気化学発光センサー」、応用物理学会秋季学術講演会、上智大学四谷キャンパス、2023/03/15
34. 民谷 栄一、大崎 脩仁、土橋朋子、牛島ひろみ、槻木恵一 「唾液中の抗 SARS-CoV-2 中和活性抗体(IgG/sIgA)と抗酸化活性を測定するポイントオブケア電気化学バイオセンサー」、日本化学会第 103 春季大会、東京理科大学野田キャンパス、2023/03/22
35. 大崎 脩仁、ウィルフレッド エスパルガー、齋藤 真人、民谷 栄一 「酸素プラズマによる電気化学イムノセンサの高感度化」、電気化学第 90 回大会、東北工業大学、2023/03/27
36. 民谷 栄一、大崎 脩仁、土橋朋子、牛島ひろみ、槻木恵一 「SARS-CoV-2 中和抗体活性と抗酸化活性をモニタリングする電気化学バイオセンサー」、応用物理学会春季学術講演会、上智大学四谷キャンパス、2023/03/15
37. 民谷栄一、大崎脩仁 「無線電源を用いたワイヤレス電気化学発光センサー」、電気化学第 90 回大会、東北工業大学、2023/03/28
38. 民谷 栄一、大崎 脩仁、土橋朋子、牛島ひろみ、槻木恵一 「ワクチン接種前後の唾液中の SARS-COV-2 中和抗体(IgG/sIgA)と抗酸化活性をモニタリングする電気化学バイオセンサー」、電気化学第 90 回大会、東北工業大学、2023/03/28
39. Eiichi Tamiya, Jessiel Gueriba, Masato Saito and Hidenori Nagai “Plasmonic biosensor for cytokine detection in single immune cells”, Molecular Plasmonics 2023 Conference, Garmny・Jena, 2023/5/11
40. 大崎 脩仁、ウィルフレッド エスパルガー、齋藤 真人、民谷 栄一 「高感度イムノセ

ンサに向けた酸素プラズマ照射による電極表面改質」、第 83 回分析化学討論会、富山大学五福キャンパス、2023/05/20

41. 大崎 脩仁、永井秀典、民谷栄一 「グラフェン修飾印刷電極を用いた金ナノ粒子の電気化学特性評価」、2023 電気化学秋季大会、九州大学、2023/09/12
42. Eiichi Tamiya "AIST Technologies on Electrochemical detection", 2nd Dept of Physics (DLSU)-AIST PhotoBIO OIL Joint Seminar, Manila, Philippine, 2023/11/14 (招待講演)
43. 大崎 脩仁、民谷栄一 「Development of electrochemical biosensors and its application」、第 3 回産総研・DSLU 国際シンポジウム、大阪大学フォトニクスセンター、2024/03/06
44. Eiichi Tamiya "Biodevice and bio-imaging research and development in the AIST-Osaka University Open Innovation Laboratory", 3rd AIST-DLSU Joint Symposium -24th PhotoLIFE Workshop, Osaka University, Suita, Japan, 2024/03/06 (招待講演)
45. 民谷 栄一、大崎 脩仁、永井秀典 「電解重合ルミノール印刷電極を用いた電気化学発光バイオセンサーの開発」、電気化学第 90 回大会、名古屋大学東山キャンパス、2024/03/16
46. 大崎 脩仁、永井秀典、民谷栄一 「ナノ構造の異なる金粒子の電気化学特性とバイオセンサ応用」、電気化学第 91 回大会、名古屋大学東山キャンパス、2024/03/16
47. 田中 慎一、和達 大樹、新岡 宏彦 「近赤外蛍光性金属ナノプローブの開発と生体イメージングへの応用」、日本化学会 第 104 春季年会 日本大学、2024 年 3 月
48. 大崎 脩仁、永井秀典、民谷栄一 「ワイヤレス電力伝送を用いた電気化学発光センサーによるバイオマーカー計測」、2024 年応物春季学術講演会、東京都市大学世田谷キャンパス、2024/03/24

*ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）

発表件数：計 0 件

*ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）

発表件数：計 20 件

1. 齋藤真人、青枝大貴、高松漂太、Wilfred Villariza Espulgar、細川正人、松永浩子、鈴木直子、有川浩司、竹山春子、民谷栄一 「2 細胞間相互作用解析デバイスによる T 細胞の抗原認識活性評価および発現遺伝子解析」、第 15 回バイオ関連化学シンポジウム、2021/09/09
2. 寺田侑平、高松漂太、齋藤真人、民谷栄一 「糖鎖高分子ブラシ界面を用いたサイトカインバイオセンシング」、第 15 回バイオ関連化学シンポジウム、2021/09/09
3. Wilfred Espulgar, Masato Saito and Eiichi Tamiya "Simulation-Assisted Analysis and

Design for HighThroughput Centrifugation-Driven Convective PCR”, The 82nd JSAP Autumn Meeting 2021, 2021/09/22

4. Hiroki Ide, Wilfred Villariza Espulgar, Masato Saito, Taiki Aosh and Eiichi Tamiya “In vitro single-cell-level visualization and profiling of T cell-APC interaction on microfluidic chip”, Pacifichem2020, 2021/12/20
5. Masato Saito, Presenter; Jonathan Briones, Wilfred Espulga, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu and Eiichi Tamiya ”Single- cell Granzyme B secretion assay for immunotherapy response prediction”, Pacifichem2020, 2021/12/20
6. Xi Luo, Presenter; Masato Saito, Presenter; Yuhei Terada, Ain Obara, Shohei Koyama, Hyota Takamatsu and Eiichi Tamiya ”Single-cell level cytokine secretion detection using cauliflower-like nanopillar structured localized surface plasmon resonance biosensor”, Pacifichem2020, 2021/12/20
7. 町 依落、江口 正徳、山川 烈 「斜面重力を用いた生体分子固定化マイクロビーズの誘電泳動特性測定」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 45 回研究会 (CHEMINAS 45) 講演要旨集、2022 年 5 月 21 日、p. 25
8. 二重谷 光輝、西林 寛大、江口 正徳、山川 烈 「クリークギャップ電極を用いた誘電泳動特性と電極界面インピーダンスとの一考察」、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 45 回研究会 (CHEMINAS 45) 講演要旨集、2022 年 5 月 21 日、p. 31
9. 町 依落、二重谷 光輝、甲斐 萌華、中岡 佑輔、江口 正徳、岡田 麻美、梶谷 直人 「交流電気浸透流を用いたエクソソーム収集デバイスの開発」、第 34 回バイオエンジニアリング講演会、2022 年 6 月 26 日
10. 町 依落、西林 寛大、江口 正徳 「先端鋭利型対向電極を用いたエクソソームインピーダンス計測」、化学とマイクロ・ナノシステム学会、2022 年 11 月 14 日～16 日、(15P2-PC-35)
11. 甲斐 萌華、町 依落、江口 正徳、岡田 麻美、梶谷 直人 「交流電界を用いた生体細胞と細胞外小胞の分離」、化学とマイクロ・ナノシステム学会、2022 年 11 月 14 日～16 日、(15P2-PC-44)
12. 藤井 蒼太、植松 琢登、江口 正徳 「エレクトロローテーションマイクロアレイを用いた生体細胞の誘電特性測定」、化学とマイクロ・ナノシステム学会、2022 年 11 月 14 日～16 日、(15P2-PC-45)
13. Ibuki MACHI, Kanta NISHIBAYASHI and Masanori EGUCHI “Impedance Measurement of Extracellular Vesicles Using Triangular-Shaped Electrodes”, Goal 3: Good Health and Well-Being (On-site), 7th STI-Gigaku 2022 (International Conference on “Science of

Technology Innovation), 18-19 November 2022.

14. 寺田 侑平、高松 漂太、齋藤 真人、民谷 栄一 「マンノース糖鎖高分子バイオセンサーを用いたサイトカイン検出」、第 41 回日本糖質学会年会、大阪大学吹田キャンパス、2022/09/30
15. Shin-ichi Tanaka, Hiroki Wadati and Hirohiko Niioka "Near-Infrared Luminescent Platinum Nanoclusters for in vivo Imaging and Biomedical Application" Molecular Plasmonics 2023, 11-13, May, 2023, Leibniz Institute of Photonic Technology (IPHT), Jena, (Germany)
16. Ibuki Machi, Masanori Eguchi, Shinichi Tanaka, Mami Okada and Naoto Kajitani "A Development of EVs Detection Device Based on AC Electroosmosis," Molecular Plasmonics 2023, 11-13, May, 2023, Leibniz Institute of Photonic Technology (IPHT), Jena, (Germany)
17. Keiji Tada and Takeshi Kawajiri "Optical waveguide (OW) biosensor", Molecular Plasmonics 2023, 11-13, May, 2023, Leibniz Institute of Photonic Technology (IPHT), Jena, (Germany)
18. Keiji Tada "Optical waveguide (OW) biosensor", 3rd AIST-DLSU Joint Symposium-24th PhotoLIFE Workshop, 2024/3/6
19. 多田啓二 「a.医工連来に発展させたい研究テーマ：光導波路型バイオセンサ」、第 1 回医療フォトリニクスシンポジウム、2024/3/13
20. Jessiel Siaron Gueriba, Hidenori Nagai, Satoshi Fujita and Eiichi Tamiya "Characterization of a highly tunable plasmonic Au nanopillar array towards sensing applications", The 71st JSAP Spring Meeting 2024, March 22-25, 2024
3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催
 1. DNA Plasmonics 2021, Name of Organizer: Wolfgang Fritzsche (IPHT・Dep.Head), Andrea Csaki (IPHT・Group. Head), IPHT (virtual meeting), Jena, Germany, 2021/5/2~2021/5/3 Number of Participants:50
 2. DNA Nanotechnology 2022, Name of Organizer: Wolfgang Fritzsche (IPHT・Dep.Head), Andrea Csaki (IPHT・Group. Head), IPHT, Jena, Germany, 2022/5/12~2022/5/14 Number of Participants:50
 3. 1st Joint symposium at DLSU, Name of Organizer: DLSU・AIST, DLSU, Manila, Philippine, 2023/3/3~2023/3/4 Number of Participants:100
 4. Molecular Plasmonics 2023, Name of Organizer: Wolfgang Fritzsche (IPHT・Dep.Head), Andrea Csaki (IPHT・Group. Head), IPHT, Jena, Germany, 2023/5/11~2023/5/13 Number of Participants:50
 5. 2st Joint symposium at DLSU-Lab to Market Project, Name of Organizer: DLS

U・AIST, DLSU, Manila, Philippine, 2023/11/13~2023/11/14 Number of Participants:50

6. 3rd AIST-DLSU Joint Symposium -24th PhotoLIFE Workshop-, Name of Organizer: AIST・DLSU, Osaka University, Suita, Japan, 2024/3/6 Number of Participants:70

4. 研究交流の実績（主要な実績）

【合同ミーティング】

- ・2020/11/16 キックオフミーティング、web 会議（日本側のみ）
- ・2021/1/28 キックオフミーティング、web 会議（両国交えて）
- ・2021/4/26 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2021/6/22 研究打ち合わせ、web 会議（両国交えて）
- ・2021/7/6 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2021/10/15 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2021/10/28 PO 面談、web 会議（日本側のみ）
- ・2022/3/28 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2022/4/20 研究打ち合わせ、web 会議（両国交えて）
- ・2022/7/28 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2022/9/13 研究打ち合わせ、web 会議（両国交えて）
- ・2022/12/20 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2023/5/10 研究打ち合わせ、IPHT, Jena, Germany（両国交えて）
- ・2022/5/11 Fraunhofer Institute 訪問、IPHT, Jena, Germany（両国交えて）
- ・2023/7/31 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2023/8/1 PO 面談、大阪大学 フォトニクスセンター、吹田市、日本、（日本側のみ）
- ・2023/12/8 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2024/3/25 研究打ち合わせ、web 会議（日本側のみ）
- ・2024/3/28 【JST 日独オブティクス・フォトニクス第2期】 終了報告会、東京本部別館、東京（日本側のみ）

【研究者の派遣、受入】

- ・2023/8/20~2023/8/26：日本から大崎脩仁研究員を相手研究機関に派遣し、研究打合せ及び金属ナノ粒子の作製方法について修得した。

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：3 件

1. 【出願人】独立行政法人国立高等専門学校機構、和達 大樹 【発明者】田中 慎一、和達 大樹「白金ナノ粒子含有組成物の製造方法」特願 2021-017498
2. 【出願人】先端フォトニクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリ 民谷 栄一 【発明者】民谷 栄一、永井 秀典、泉 和雄、中村 努、藤森 一浩、小川 昌克「電気化学発光バイオセンサおよび電気化学発光バイオセンサを用いた検出方法」特願 2023-027267
3. 【出願人】田中貴金属工業株式会社、産業技術総合研究所 【発明者】麻田敬雄、窪田 秀一、権藤麻衣子、栗田昌昭、民谷栄一、Jesseil Gueriba、Wilfred Espulgar、大崎脩仁「貴金属ナノ構造と電極を持つバイオセンサー」（出願準備中）

6. 受賞・新聞報道等

1. 民谷栄一、「日本分析化学会学会賞」2021/9/3
2. Ekaterina Podlesnaia, “Best Poster Award in IPHT-internal Dornburg seminar”, 2021/10/6
3. 大崎脩仁、「Sensors and Materials / S&M Young Researcher Paper Award 2022」2023/2/3

7. その他

初年度：相手先国の参画機関を含む共同研究契約の締結。

2年度：多田啓二、ゼロからスタートした研究大阪大学の設備機器でバイオセンサーが実用化へ、ナノテクプラットフォームユーザーレポート、2021.8、和文（Japanese）、出版済み（published）

3年度：ドイツ側：(Master thesis) Yeshni Luximun: Characterization of the sensing potential of plasmonic nanostructures; Friedrich-Schiller-Universität Jena, Msc. Medical Photonics, 2022

4年度：ドイツ側：(Master thesis) Amarildo Hoxha: Development of assembled plasmonic nanostructures for improving their sensing potential, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Master of Science – Chemistry of Materials, 2024
(PhD) Ekaterina Podlesnaia: Gold Nanotriangles: from Atoms to LSPR-Based Sensing, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 2024