

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本-タイ-インドネシア共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「マイクロ流体中の金ナノ粒子被膜酸化ナノワイヤによるデング熱疾患診断法の創成」
2. 研究期間：令和2年4月～令和5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	安井 隆雄	准教授	名古屋大学	研究統括
主たる 共同研究者	柳田 剛	教授	東京大学	ナノワイヤデバイスの表面改質
研究参加者	市川 裕樹	CTO	Craif 株式会社	ナノワイヤデバイスの実用化
研究参加者	長島 一樹	准教授	東京大学	ナノワイヤデバイスの表面改質
研究参加者	津田 佳周	研究員	Craif 株式会社	ナノワイヤデバイスの実用化
研究参加者	馬場 嘉信	教授	名古屋大学	研究推進にかかわるアドバイザー
研究期間中の全参加研究者数		8名		

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Sakon Rahong	Associate Professor	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	Research Director
研究代表者	Mitra Djamel	Professor	Institute Teknologi Bandung	Research Director
主たる 共同研究者	Supranee Phanthanawiboon	Assistant Professor	Khon Kaen University	Sample collection Antibody engineering
主たる 共同研究者	Mati Horprathum	Senior Researcher	National Science and Technology Development Agency, NSTDA	Design and Fabrication of Nanoplasmonic Materials
主たる 共同研究者	Annop Klamchuen	Senior Researcher	National Science and Technology Development Agency, NSTDA	Fabrication of Highly Sensitive Surface-Enhanced Raman Spectroscopy

研究参加者	Nina Siti Aminah	Researcher	Institute Teknologi Bandung	Simulation
研究期間中の全参加研究者数		6名		

4. 国際共同研究の概要

本国際共同研究は、マイクロ流体中の金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤによるデング熱疾患検出法（直接検出並びに間接検出）の創成を目的とした。3カ国の共同研究を推進し、

(1) 間接検出法：尿中のデング熱関連エクソソームの捕捉とマイクロ RNA 発現量の解析

(2) 直接検出法：金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤによる尿中デング熱 NS1 蛍光検出を達成した。(1)においては、デング熱罹患にかかるエクソソームの存在を確認し、(2)においては蛍光標識化した抗体による超高感度 (fg/mL) の尿中デング熱由来 NS1 タンパク質の検出に成功し、発症初日の尿サンプルよりデング熱検出に成功した。

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

直接検出法として、金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤの作製と、そのナノワイヤを用いた尿中デング熱 NS1 タンパク質の蛍光検出を行った。本研究では、デング出血熱やデングショック症候群の重要なバイオマーカーである尿中のデング非構造化 1 タンパク質 (デング NS1) をターゲットとした。ナノワイヤを金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤとし、抗 NS1 抗体による NS1 の捕捉、蛍光標識抗 NS1 抗体とプラズモニク現象による蛍光検出を行った。インドネシア国・タイ国による金ナノ粒子被膜ナノワイヤの設計、タイ国でのデング熱患者のサンプル採取とデング熱の陽性/陰性判定、日本国での金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤの作製と尿中デング熱 NS1 蛍光検出と 3カ国の緊密な共同研究により、尿中デング熱 NS1 の直接検出法の創出を達成した。

5-2 国際共同研究による相乗効果

本共同研究では、デバイス開発に強みがある日本にてマイクロ流体中の酸化ナノワイヤの開発を、材料解析に強みがあるタイにて酸化ナノワイヤの特性解析を、計算解析に強みがあるインドネシアにてマイクロ流体中の酸化ナノワイヤ近傍の流体ダイナミクスと金ナノ粒子被覆酸化ナノワイヤの蛍光増強のシミュレーションを同時に進展させた。デバイス・材料・理論の 3本の柱と 3カ国の共同研究の相乗効果と共同ワークショップ、SNS を用いた研究交流により、分野循環・自己増幅型研究を実施するスパイラルアップ型の研究体制を構築した。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本国際共同研究にて得られるデバイスについては、企業より製品化を進めている。デング熱の検査については、タイ国の地元の病院と早くから共同しているため、デバイスの製品化が完成した後はタイ国の病院にて治験を開始する予定である。本研究で期待される成果のインパクトは、デング熱検出技術のアジアで実用化に向けた研究開発が期待される。また、本研究成果や研究開発活動を通じ、本技術を基盤とする他のウイルス性疾患（近年発生した新型コロナウイルス COVID-19 のような突発性新型コロナウイルス）への診断技術への応用展開に関連する研究に従事することも想定され、将来的には、SDGs 目標 3「すべての人に健康と福祉を」に貢献する。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan—Thailand—Indonesia Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Microfluidic nanowires coupled with gold nanoparticles for Dengue viral disease diagnosis」
2. Research period : April 2020 ~ March 2023
3. Main participants :
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Takao Yasui	Associate Professor	Nagoya University	Research Director
Co-PI	Takeshi Yanagida	Professor	The University of Tokyo	Surface modification of nanowire devices
Collaborator	Yuki Ichikawa	CTO	Craif Inc.	Application of nanowire devices
Collaborator	Kazuki Nagashima	Associate Professor	The University of Tokyo	Surface modification of nanowire devices
Collaborator	Keishu Tsuda	Researcher	Craif Inc.	Application of nanowire devices
Collaborator	Yoshinobu Baba	Professor	Nagoya University	Advisor for research promotion
Total number of participants throughout the research period: 8				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Sakon Rahong	Associate Professor	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	Research Director
PI	Mitra Djamal	Professor	Institute Teknologi Bandung	Research Director
Co-PI	Supranee Phanthanawiboon	Assistant Professor	Khon Kaen University	Sample collection Antibody

				engineering
Co-PI	Mati Horprathum	Senior Researcher	National Science and Technology Development Agency, NSTDA	Design and Fabrication of Nanoplasmonic Materials
Co-PI	Annop Klamchuen	Senior Researcher	National Science and Technology Development Agency, NSTDA	Fabrication of Highly Sensitive Surface-Enhanced Raman Spectroscopy
Collaborator	Nina Siti Aminah	Researcher	Institute Teknologi Bandung	Simulation
Total number of participants throughout the research period: 6				

4. Summary of the international joint research

This international joint research project aims to develop methods for the detection of dengue fever diseases (direct and indirect detection) using gold nanoparticle-coated oxide nanowires in microfluidic media as below: (1) indirect detection, “capture of dengue-related exosomes in urine and analysis of microRNA expression”; and (2) direct detection “detection of dengue NS1 fluorescence in urine using gold nanoparticle-coated oxide nanowires.” In (1), we confirmed the presence of dengue-associated exosomes, and in (2), we succeeded in detecting dengue-derived NS1 protein in urine with ultra-high sensitivity (fg/mL) using fluorescence-labeled antibody.

5. Outcomes of the international joint research

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

As a direct detection method, we fabricated gold nanoparticle-coated oxide nanowires and used them to detect fluorescence signals from dengue NS1 proteins in urine. In this study, we targeted the urinary dengue nonstructural 1 protein (dengue NS1), which is an important biomarker for dengue hemorrhagic fever and dengue shock syndrome. The nanowires were gold nanoparticle-coated oxide nanowires, and NS1 was captured by anti-NS1 antibody and fluorescence detection by fluorescence-labeled anti-NS1 antibody and plasmonic phenomenon. Through close collaboration among the three countries, the design of gold nanoparticle-coated nanowires in Indonesia and Thailand, the collection of dengue fever patient samples and positive/negative determination of dengue fever in Thailand, and the fabrication of gold nanoparticle-coated oxide nanowires and fluorescent detection of dengue fever NS1 in urine in Japan, the direct detection method for dengue fever NS1 in urine was achieved.

5-2 Synergistic effects of the joint research

In this joint research, the development of oxide nanowires in microfluidics was carried out in Japan, which has strength in device development, the characterization of oxide nanowires in Thailand, which has strength in material analysis, and the simulation of fluid dynamics near oxide nanowires in microfluidics and fluorescence enhancement of gold nanoparticle-coated oxide nanowires in Indonesia, which has strength in computational analysis. Simulation of fluorescence enhancement of oxide nanowires coated with gold nanoparticles was simultaneously developed in Indonesia, which has strength in computational analysis. A

spiral-up research system was established to conduct research in the three pillars of devices, materials, and theory, as well as in the three countries, through synergistic effects of joint research, joint workshops, and research exchanges using SNS to conduct field-circulating and self-amplifying research.

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

The device obtained through this international joint research is being commercialized by a company. Since we have been collaborating with a local hospital in Thailand on dengue fever testing, we plan to start a clinical trial at a hospital in Thailand after the commercialization of the device is completed. The expected impact of the results of this research is expected to be the research and development of dengue fever detection technology for practical use in Asia. In addition, through the results of this research and R&D activities, it is also expected to engage in research related to the application and development of diagnostic technology for other viral diseases (sudden novel viruses such as the recent outbreak of the novel coronavirus COVID19) based on this technology, which will contribute to the SDGs Goal 3 "Good Health and Well-Being."

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 4 件

・査読有り：発表件数：計 4 件

1. H. Takahashi, T. Yasui, H. Kashida, K. Makino, K. Shinjo, Q. Liu, T. Shimada, S. Rahong, N. Kaji, H. Asanuma and Y. Baba, Microheater-integrated zinc oxide nanowire microfluidic device for hybridization-based detection of target single-stranded DNA, *Nanotechnology*, 2021, 32, 255301, 10.1088/1361-6528/abef2c.
2. H. Takahashi, T. Yasui, A. Klamchuen, N. Khemasiri, T. Wuthikhun, P. Paisrisarn, K. Shinjo, Y. Kitano, K. Aoki, A. Natsume, S. Rahong and Y. Baba, Annealed ZnO/Al₂O₃ Core-Shell Nanowire as a Platform to Capture RNA in Blood Plasma, *Nanomaterials*, 2021, 11, 1768, 10.3390/nano11071768.
3. P. Paisrisarn, T. Yasui, Z. T. Zhu, A. Klamchuen, P. Kasamechonchung, T. Wutikhun, V. Yordsri and Y. Baba, Tailoring ZnO nanowire crystallinity and morphology for label-free capturing of extracellular vesicles, *Nanoscale*, 2022, 14, 4484-4494, 10.1039/d1nr07237d.
4. H. Takahashi, T. Yasui, M. Hirano, K. Shinjo, Y. Miyazaki, W. Shinoda, T. Hasegawa, A. Natsume, Y. Kitano, M. Ida, M. Zhang, T. Shimada, P. Paisrisarn, Z. Zhu, F. Ohka, K. Aoki, S. Rahong, K. Nagashima, T. Yanagida and Y. Baba, Mutation detection of urinary cell-free DNA via catch-and-release isolation on nanowires for liquid biopsy, *Biosens. Bioelectron.*, 2023, 234, 115318, 10.1016/j.bios.2023.115318.

・査読無し：発表件数：計 0 件

該当なし

*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 33 件

・査読有り：発表件数：計 33 件

1. J. Liu, K. Nagashima, H. Yamashita, W. Mizukami, J. Uzuhashi, T. Hosomi, M. Kanai, X. Zhao, Y. Miura, G. Zhang, T. Takahashi, M. Suzuki, D. Sakai, B. Samransuksamer, Y. He, T. Ohkubo, T. Yasui, Y. Aoki, J. C. Ho, Y. Baba and T. Yanagida, Face-selective tungstate ions drive zinc oxide nanowire growth direction and dopant incorporation, *Commun. Mater.*, 2020, 1, 58, 10.1038/s43246-020-00063-5.
2. T. Shimada, T. Yasui, A. Yonese, T. Yanagida, N. Kaji, M. Kanai, K. Nagashima, T. Kawai and Y. Baba, Mechanical rupture-based antibacterial and cell-compatible ZnO/SiO₂ nanowire structures formed by bottom-up approaches, *Micromachines*, 2020, 11, 610, 10.3390/mi11060610.
3. Q. L. Liu, T. Yasui, K. Nagashima, T. Yanagida, M. Horiuchi, Z. T. Zhu, H. Takahashi, T. Shimada, A. Arima and Y. Baba, Photolithographically constructed single ZnO nanowire device and its ultraviolet photoresponse, *Anal. Sci.*, 2020, 36, 1125-1129, DOI 10.2116/analsci.20n002.
4. Q. L. Liu, T. Yasui, K. Nagashima, T. Yanagida, M. Hara, M. Horiuchi, Z. T. Zhu, H. Takahashi, T. Shimada, A. Arima and Y. Baba, Ammonia-Induced Seed Layer Transformations in a Hydrothermal Growth Process of Zinc Oxide Nanowires, *J. Phys. Chem. C*, 2020, 124, 20563-20568, 10.1021/acs.jpcc.0c05490.
5. R. Yan, T. Takahashi, M. Kanai, T. Hosomi, G. Zhang, K. Nagashima, and T. Yanagida, Unusual sequential annealing effect in achieving high thermal stability of conductive Al-doped ZnO nanofilms, *ACS Appl. Electron. Mater.*, 2020, 2, 2064, 10.1021/acsaelm.0c00321
6. C. Wang, T. Hosomi, K. Nagashima, T. Takahashi, G. Zhang, M. Kanai, H. Yoshida, and T. Yanagida, Phosphonic acid modified ZnO nanowire sensors: Directing reaction

- pathway of volatile carbonyl compound, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, 12, 44265, 10.1021/acscami.0c10332
7. J. Liu, K. Nagashima, H. Yoshida, T. Hosomi, T. Takahashi, G. Zhang, M. Kanai, Y. He, and T. Yanagida, Facile synthesis of zinc titanate nanotubes via reaction-byproduct etching, *Chem. Lett.*, 2020, 49, 1220, 10.1246/cl.200480.
 8. S. Nekita, K. Nagashima, G. Zhang, Q. Wang, M. Kanai, T. Takahashi, T. Hosomi, K. Nakamura, T. Okuyama, and T. Yanagida, Face-selective crystal growth of hydrothermal tungsten oxide nanowires for sensing volatile molecules, *ACS Appl. Nano Mater.*, 2020, 3, 10252, 10.1021/acsnm.0c02194.
 9. H. Zeng, T. Takahashi, T. Seki, M. Kanai, G. Zhang, T. Hosomi, K. Nagashima, N. Shibata, and T. Yanagida, Oxygen-induced reversible Sn-dopant deactivation between indium tin oxide and single-crystalline oxide nanowire leading to interfacial switching, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, 12, 52929, 10.1021/acscami.0c16108.
 10. M. Musa, T. Yasui, K. Nagashima, M. Horiuchi, Z. T. Zhu, Q. L. Liu, T. Shimada, A. Arima, T. Yanagida and Y. Baba, ZnO/SiO₂ core/shell nanowires for capturing CpG rich single-stranded DNAs, *Anal. Methods*, 2021, 13, 337-344, 10.1039/d0ay02138e.
 11. R. Yan, T. Takahashi, H. Zeng, T. Hosomi, M. Kanai, G. Zhang, K. Nagashima, and T. Yanagida, Enhancement of pH tolerance in conductive Al-doped ZnO nanofilms via sequential annealing, *ACS Appl. Electron. Mater.*, 2021, 3, 955, 10.1021/acsaelm.0c01052.
 12. G. Zhang, T. Hosomi, W. Mizukami, J. Liu, K. Nagashima, T. Takahashi, M. Kanai, T. Sugiyama, T. Yasui, Y. Aoki, Y. Baba, J. C. Ho, and T. Yanagida, A thermally robust and strongly oxidizing surface of WO₃ hydrate nanowires for electrical aldehyde sensing with long-term stability, *J. Mater. Chem. A Mater. Energy Sustain*, 2021, 9, 5815, 10.1039/D0TA11287A.
 13. H. Zeng, G. Zhang, K. Nagashima, T. Takahashi, T. Hosomi, and T. Yanagida, Metal-oxide nanowire molecular sensors and their promises, *Chemosensors*, 2021, 9, 41, 10.3390/chemosensors9020041.
 14. J. Y. Liu, K. Nagashima, Y. Nagamatsu, T. Hosomi, H. Saito, C. Wang, W. Mizukami, G. Z. Zhang, B. Samransuksamer, T. Takahashi, M. Kanai, T. Yasui, Y. Baba and T. Yanagida, The impact of surface Cu²⁺ of ZnO/(Cu_{1-x}Zn_x)O heterostructured nanowires on the adsorption and chemical transformation of carbonyl compounds, *Chem. Sci.*, 2021, 12, 5073-5081, 10.1039/d1sc00729g.
 15. R. Kamei, T. Hosomi, E. Kanao, M. Kanai, K. Nagashima, T. Takahashi, G. Zhang, T. Yasui, J. Terao, K. Otsuka, Y. Baba, T. Kubo and T. Yanagida, Rational strategy for space-confined seeded growth of ZnO nanowires in meter-long microtubes, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2021, 13, 16812-16819, 10.1021/acscami.0c22709.
 16. Z. Zhu, T. Yasui, Q. Liu, K. Nagashima, T. Takahashi, T. Shimada, T. Yanagida and Y. Baba, Fabrication of a robust In₂O₃ nanolines FET device as a biosensor platform, *Micromachines*, 2021, 12, 642, 10.3390/mi12060642.
 17. M. Musa, T. Yasui, Z. Zhu, K. Nagashima, M. Ono, Q. Liu, H. Takahashi, T. Shimada, A. Arima, T. Yanagida and Y. Baba, Oxide Nanowire Microfluidic Devices for Capturing Single-stranded DNAs, *Anal. Sci.*, 2021, 37, 1139-1145, 10.2116/analsci.20P421.
 18. T. Yasui, P. Paisrisarn, T. Yanagida, Y. Konakade, Y. Nakamura, K. Nagashima, M. Musa, I. A. Thiodorus, H. Takahashi, T. Naganawa, T. Shimada, N. Kaji, T. Ochiya, T. Kawai and Y. Baba, Molecular profiling of extracellular vesicles via charge-based capture using oxide nanowire microfluidics, *Biosens. Bioelectron.*, 2021, 194, 113589, 10.1016/j.bios.2021.113589.
 19. R. Yamaguchi, T. Hosomi, M. Otani, K. Nagashima, T. Takahashi, G. Zhang, M. Kanai, H. Masai, J. Terao, and T. Yanagida, Maximizing conversion of surface click reactions

- for versatile molecular modification on metal oxide nanowires, *Langmuir*, 2021, 37, 5172, 10.1021/acs.langmuir.1c00106.
20. R. Yan, T. Takahashi, H. Zeng, T. Hosomi, M. Kanai, G. Zhang, K. Nagashima, and T. Yanagida, Robust and electrically conductive ZnO thin films and nanostructures: Their applications in thermally and chemically harsh environments, *ACS Appl. Electron. Mater.*, 2021, 3, 2925, 10.1021/acsaelm.1c00428.
 21. G. Zhang, H. Zeng, J. Liu, K. Nagashima, T. Takahashi, T. Hosomi, W. Tanaka, and T. Yanagida, Nanowire-based sensor electronics for chemical and biological applications, *Analyst*, 2021, 146, 6684, 10.1039/D1AN01096D.
 22. C. Jirayupat, K. Nagashima, T. Hosomi, T. Takahashi, W. Tanaka, B. Samransuksamer, G. Zhang, J. Liu, M. Kanai, T. Yanagida, Image processing and machine learning for automated identification of chemo-/biomarkers in chromatography-mass spectrometry, *Anal. Chem.*, 2021, 93, 14708, 10.1021/acs.analchem.1c03163.
 23. W. Li, K. Nagashima, T. Hosomi, C. Wang, Y. Hanai, A. Nakao, A. Shunori, J. Liu, G. Zhang, T. Takahashi, W. Tanaka, M. Kanai, T. Yanagida, Mechanistic approach for long-term stability of a polyethylene glycol-carbon black nanocomposite sensor, *ACS Sens.*, 2022, 7, 151, 10.1021/acssensors.1c01875.
 24. K. Nakamura, T. Takahashi, T. Hosomi, Y. Yamaguchi, W. Tanaka, J. Liu, M. Kanai, K. Nagashima, T. Yanagida, Surface dissociation effect on phosphonic acid self-assembled monolayer formation on ZnO nanowires, *ACS Omega*, 2022, 7, 1462, 10.1021/acsomega.1c06183.
 25. J. Liu, K. Nagashima, T. Hosomi, W. Lei, G. Zhang, T. Takahashi, X. Zhao, Y. Hanai, A. Nakao, M. Nakatani, W. Tanaka, H. Saito, M. Kanai, T. Shimada, T. Yasui, Y. Baba and T. Yanagida, Water-Selective Nanostructured Dehumidifiers for Molecular Sensing Spaces, *ACS Sens.*, 2022, 7, 534-544, 10.1021/acssensors.1c02378.
 26. H. Honda, T. Takahashi, Y. Shiiki, H. Zeng, K. Nakamura, S. Nagata, T. Hosomi, W. Tanaka, G. Zhang, M. Kanai, K. Nagashima, H. Ishikuro, T. Yanagida, Impact of lateral SnO₂ nanofilm channel geometry on a 1024 crossbar chemical sensor array, *ACS Sens.*, 2022, 7, 460, 10.1021/acssensors.1c02173.
 27. J. Liu, H. Zeng, G. Zhang, W. Li, K. Nagashima, T. Takahashi, T. Hosomi, W. Tanaka, M. Kanai, T. Yanagida, Edge-topological regulation for in situ fabrication of bridging nanosensors, *Nano Lett.*, 2022, 22, 2569, 10.1021/acs.nanolett.1c04600.
 28. W. Li, K. Nagashima, T. Hosomi, J. Liu, T. Takahashi, G. Zhang, W. Tanaka, M. Kanai, T. Yanagida, Core-shell metal oxide nanowire array to analyze adsorption behaviors of volatile molecules, *Chem. Lett.*, 2022, 51, 424, 10.1246/cl.220010.
 29. P. Paisrisarn, T. Yasui, Z. T. Zhu, A. Klamchuen, P. Kasamechongchun, T. Wutikhun, V. Yordsri and Y. Baba, Tailoring ZnO nanowire crystallinity and morphology for label-free capturing of extracellular vesicles, *Nanoscale*, 2022, 14, 4484-4494, 10.1039/d1nr07237d.
 30. C. Jirayupat, K. Nagashima, T. Hosomi, T. Takahashi, B. Samransuksamer, Y. Hanai, A. Nakao, M. Nakatani, J. Y. Liu, G. Z. Zhang, W. Tanaka, M. Kanai, T. Yasui, Y. Baba and T. Yanagida, Breath odor-based individual authentication by an artificial olfactory sensor system and machine learning, *Chemical Communications*, 2022, 58, 6377-6380, 10.1039/d1cc06384g.
 31. K. Takahashi, S. Chida, T. Suwattharak, M. Iida, M. Zhang, M. Fukuyama, M. Maeki, A. Ishida, H. Tani, T. Yasui, Y. Baba, A. Hibara, M. Okochi and M. Tokeshi, Non-competitive fluorescence polarization immunosensing for CD9 detection using a peptide as a tracer, *Lab Chip*, 2022, 22, 2971-2977, 10.1039/d2lc00224h.
 32. K. Chattrairat, T. Yasui, S. Suzuki, A. Natsume, K. Nagashima, M. Iida, M. Zhang, T. Shimada, A. Kato, K. Aoki, F. Ohka, S. Yamazaki, T. Yanagida and Y. Baba, All-in-one

nanowire assay system for capture and analysis of extracellular vesicles from an ex vivo brain tumor model, ACS Nano, 2023, 17, 2235-2244, 10.1021/acsnano.2c08526.

33. H. Takahashi, T. Yasui, M. Hirano, K. Shinjo, Y. Miyazaki, W. Shinoda, T. Hasegawa, A. Natsume, Y. Kitano, M. Ida, M. Zhang, T. Shimada, P. Paisrisarn, Z. Zhu, F. Ohka, K. Aoki, S. Rahong, K. Nagashima, T. Yanagida and Y. Baba, Mutation detection of urinary cell-free DNA via catch-and-release isolation on nanowires for liquid biopsy, Biosens. Bioelectron., 2023, 234, 115318, 10.1016/j.bios.2023.115318.

・査読無し：発表件数：計 0 件

該当なし

*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

該当なし

*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 13 件

1. H. Takahashi, Y. Baba and T. Yasui, Oxide nanowire microfluidics addressing previously-unattainable analytical methods for biomolecules towards liquid biopsy, Chemical Communications, 2021, 57, 13234-13245, 10.1039/D1CC05096F.
2. 安井隆雄、馬場嘉信、核酸科学ハンドブック、2020、89-98
3. 安井隆雄、馬場嘉信；尿中マイクロ RNA 測定技術；ぶんせき、6、204、(2020).
4. 安井隆雄；ナノワイヤを使い 1mL の尿でがん検知；宙舞、87、10、(2020).
5. 長島一樹、高橋綱己、細見拓郎、柳田剛、「分子認識エレクトロニクスに向けたナノ界面エンジニアリング」、化学工業、vol. 71、pp. 518-524、2020.
6. 長島一樹、高橋綱己、細見拓郎、柳田剛、「次世代のセンシング材料」—堅牢な分子認識界面の創製—、MATERIAL STAGE、vol. 20、pp. 78-83、2020.
7. 安井隆雄、馬場嘉信；ナノデバイスを用いた細胞外小胞・エクソソームの分離精製；化学工学、85、72、(2021).
8. 安井隆雄、馬場嘉信；ナノワイヤデバイスと AI による尿中細胞外小胞 miRNA の網羅的解析とがん検知への展開；Drug Delivery System、36、124、(2021).
9. 安井隆雄；医工連携の実践者 47 エクソソームを逃さない；医薬経済、1639、22、(2021).
10. 安井隆雄；ナノワイヤと AI による尿中マイクロ RNA 解析と早期がん診断、"AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング —超早期パンデミック検査・超早期診断・POCT から健康長寿社会へ—、eds. 馬場嘉信、柳田剛 and 加地範匡"、シーエムシー出版、2021、pp. 173.
11. 長島一樹、ジラヨパットチャイヤナ、細見拓郎、高橋綱己、田中航、柳田剛、「ノンターゲットガスメタボロミクス・生体センシングへ向けた AI データ解析」、月刊「細胞」、vol. 54、pp. 169-173、2022.
12. 長島一樹、ジラヨパットチャイヤナ、細見拓郎、高橋綱己、田中航、柳田剛、「香りの網羅的成分分析・センシングに向けた AI データ解析」、月間アグリバイオ、vol. 6、pp. 361-366、2022.
13. 本田陽翔、高橋綱己、田中航、細見拓郎、長島一樹、柳田剛、「金属酸化物ナノ薄膜分子センサを 1 チップに集積化したロバストな分子センサアレイの開発」、コンバーテック、vol. 592、pp. 47-49、2022.

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 2 件（うち招待講演：1 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 37 件（うち招待講演：18 件）

*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 12 件

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. ナノ分析討論会、主催者：安井隆雄（名古屋大学・准教授）、名古屋大学、名古屋、日本、2021年12月22日、参加人数20名程

4. 研究交流の実績（主要な実績）

【合同ミーティング】

1. 2021年3月14日：キックオフミーティング、オンライン
・チームメンバーを交えて ZOOM ミーティングを 6 時間程度開催した。
2. 2021年4月9日：Joint Research Proposal、オンライン
・3カ国で研究内容のプロポーザルを 6 時間程度行った。
3. 2021年11月24日：2nd SICORP Japan-Thailand workshop、オンライン
・日本-タイでワークショップを 6 時間程度行った。
4. 2022年1月19日：3rd e-ASIA Workshop on “Microfluidic nanowires coupled with gold nanoparticles for Dengue viral disease diagnosis”、オンライン
・3カ国で研究進捗報告会を 6 時間程度行った。
5. 2022年12月7日：4th e-ASIA Workshop on “Microfluidic nanowires coupled with gold nanoparticles for Dengue viral disease diagnosis”、オンライン
・3カ国で研究進捗報告会を 6 時間程度行った。
6. 2023年2月10日：5th e-ASIA Workshop on “Microfluidic nanowires coupled with gold nanoparticles for Dengue viral disease diagnosis”、オンライン
・3カ国で研究進捗報告会を 6 時間程度行った。

【学生・研究者の派遣、受入】

- ・2020年タイ国側の学生の Ph.D.としての受け入れ 1 名(国費留学生)、次年度に向け、もう 1 名とのディスカッション開始
- ・2021年タイ国の学生 Ph.D1 名と MC1 名（タイ）を受け入れ
- ・タイ国の学生 Ph.D1 名研究指導、MC1 名（タイ）修了

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：2 件

6. 受賞・新聞報道等

【受賞】

1. 令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞、安井隆雄、2020年4月14日
2. 中谷賞(奨励賞)、安井隆雄、2021年2月26日
3. 船井学術賞、安井隆雄、2021年5月8日
4. ChemComm 2021 Emerging Investigators、安井隆雄、2021年10月29日
5. Nanoscale 2022 Emerging Investigators、安井隆雄、2022年3月2日
6. 令和4年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞、長島一樹、2022年4月20日
7. 知財番付 2022<東の横綱>、長島一樹、柳田剛、安井隆雄、馬場嘉信、2022年12月26日

【新聞報道】

1. 朝日新聞; 先端人 病気の予兆ナノワイヤで、安井隆雄、2021年11月7日
2. 中日新聞; 尿でがん発見実用化 (AI活用 高精度で判定)、安井隆雄/小野瀬隆一、2021年11月17日
3. 子供の科学: 吐く息の”匂い”で個人を特定、長島一樹/安井隆雄、2022年7月10日
4. Tii 生命科学: 尿 10 滴の滴下による脳腫瘍検知 ~オールインワンプラットフォームによるがんマーカー検出~, 安井隆雄/柳田剛、2023年1月20日
5. 日経バイオテク: 名古屋大、尿 10 滴の滴下による脳腫瘍検知~オールインワンプラットフォームによるがんマーカー検出~, 安井隆雄/柳田剛、2023年1月20日
6. 日本経済新聞: 名大と東大、尿 10 滴の滴下による脳腫瘍検知について発表、安井隆雄/柳田剛、2023年1月20日
7. ASCII: 10 滴の尿から脳腫瘍を検出、名大などが新検査法、安井隆雄/柳田剛、2023年1月24日
8. MIT Technology Review Japan: 10 滴の尿から脳腫瘍を検出、名大などが新検査法、安井隆雄/柳田剛、2023年1月24日
9. EurekAlert!: Scientists develop new device to detect brain tumors using urine、安井隆雄/柳田剛、2023年2月2日
10. NEWS-Medical: New device identifies key membrane protein in urine that could be used to detect brain cancer、安井隆雄/柳田剛、2023年2月2日
11. Inside precision medicine: New device detects brain tumors early、 from urine、安井隆雄/柳田剛、2023年2月3日
12. 科学新聞: 尿 10 滴の滴下で脳腫瘍を検知 細胞外小胞の膜タンパク質が新たな指標、安井隆雄/柳田剛、2023年2月10日
13. つくばサイエンスニュース: 尿 10 滴で脳腫瘍の早期発見を可能にする検査技術を開発、安井隆雄/柳田剛、2023年2月15日
14. 朝日新聞: 細胞の情報伝える EV に注目、安井隆雄/柳田剛、2023年2月17日
15. 客観日本: 利用 10 滴尿液検出脳腫瘍、細胞外囊泡膜蛋白作为新靶标、安井隆雄/柳田剛、2023年3月8日
16. Science Japan: Detecting brain tumors with Just 10 drops of urine、安井隆雄/柳田剛、2023年3月28日

7. その他

【市民向けアウトリーチ活動】

・2022年11月17日：令和4年度 豊西総合大学講座「化学とリキッドバイオプシー」にて、高校生に本プログラムの国際共同研究を紹介した。