

【研究費区分】：国際共同研究支援枠

【研究代表者所属】：都市環境科学研究科

【研究代表者氏名】：内山一美

【研究代表者氏名フリガナ】：ウチヤマ カツミ

【研究代表者職】：教授

【国内研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・システムデザイン学部・楊 明・教授
- ・都市環境学部・加藤俊吾・准教授

【国外研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・清華大学・林 金明・教授

【研究課題名】：ナノ・マイクロ化学デバイスの創成

【研究実績の概要（600～800字程度で記入。図，グラフ等の使用も可。）】

・ナノ・マイクロ化学に関する以下の研究を行った。

1 ナノ化学描画装置の新展開：ナノワイヤー・ビーズを任意の位置に合成・配置するナノ化学描画法（日本，米国，中国，国際特許取得済）の高度化について検討した。描画条件の最適化を進め，ナノワイヤーの線幅の最小化と描画長の拡大を図り，線幅と線長の比が1800のナノワイヤーを得た。これは現在世界一のアスペクト比である。これを用いてナノワイヤセンサーを作成し，温度計測・環境計測に応用した。この成果は現在 *Analytical Chemistry* 誌に投稿中である。また，単一細胞操作（薬物投与，細胞内液の抽出）を目途として細胞操作実験環境の整備を行った。

2 ナノ液滴送達法：インクジェットによるナノ液滴生成法を用い，キャピラリー細管中に導入した。円筒状に配置した3つのヒーティングブロック（PCR反応の温度サイクルに対応）にキャピラリーを多数回巻き付けることでPCR増幅を実現した。これにより新規なオンラインデジタルPCRシステムを構築し迅速・超高感度なDNA解析を実現した。この結果は *Analytical Chemistry* 誌に掲載され，また国際会議で招待講演を行った。

細胞をインクジェットナノ液滴生成法やマイクロ化学デバイスなどにより質量分析に導入・分析する新規ツールの研究は清華大学を中心に検討中である。

3 共同研究を通じた本学の国際的評価の向上：本国際共同研究により，微小液滴の科学，ナノ化学描画法について多くの成果をあげることができた。細胞操作においても多くの成果を上げることができ本学の国際的名声向上に寄与できた。

4 マイクロ化学デバイスの応用・実施：マイクロ化学デバイスを実際の現場に適用した。即ち，マイクロ化学デバイスを用いた新規酵素免疫測定法による感染症検査の感度向上を，楊教授を中心に行った。また微小センシングデバイスを大気環境計測の移動計測に応用し，オンサイト大気センシングの道を開いた（加藤准教授）。

【学会発表（発表題目，発表大会名，年月を記入）】

- ・アニュアルレポート参照(一部の主要なもの，国際会議・招待講演を以下に示した)
- ・インクジェット液滴を用いたオンラインデジタル PCR, 古賀 大介、Weifei Zhang、 Hulie Zeng、中嶋 秀、内山 一美, 第 85 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第 107 回 計測自動制御学会力学量計測部会第 35 回 合同シンポジウム, 首都大学東京南大沢キャンパス国際交流会館, 2018/6/14-6/15
- ・リモート地における揮発性有機化合物の測定, Sandra Hong-Lam-Hong、中嶋 秀、内山 一美、加藤 俊吾, 第 85 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第 107 回 計測自動制御学会力学量計測部会第 35 回 合同シンポジウム, 首都大学東京南大沢キャンパス国際交流会館, 2018/6/14-6/15
- ・低コスト、省電力な小型センサーによる一酸化炭素、オゾンの測定, 千島 峻、中嶋 秀、内山 一美、加藤 俊吾, 第 85 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第 107 回 計測自動制御学会力学量計測部会第 35 回 合同シンポジウム, 首都大学東京南大沢キャンパス国際交流会館, 2018/6/14-6/15
- ・温度応答性高分子の微小位置選択的の化学修飾, 田中 佑実、森岡 和夫、 Hulie Zeng、加藤 俊吾、中嶋 秀、内山 一美, 第 85 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第 107 回 計測自動制御学会力学量計測部会第 35 回 合同シンポジウム, 首都大学東京南大沢キャンパス国際交流会館, 2018/6/14-6/15
- ・ μ ケミカルペンを用いたナノセンシングデバイスの作製, 河口 政登, Yong Zhan, 中嶋 秀, 加藤 俊吾, 内山 一美, 第 85 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第 107 回 計測自動制御学会力学量計測部会第 35 回 合同シンポジウム, 首都大学東京南大沢キャンパス国際交流会館, 2018/6/14-6/15
- ・インクジェット液滴を用いたオンラインデジタル PCR, 古賀 大介, Weifei Zhang, Hulie Zeng, 中嶋 秀, 内山 一美, 日本分析化学会第 67 年会, 東北大学川内北キャンパス, 2018/9/12-9/14
- ・Inkjet Printing Based Droplet Generation for Integrated Online Digital Polymerase Chain Reaction, Weifei Zhang, Daisuke Koga, Jin-Ming Lin, ○Katsumi Uchiyama, The 4th Asian Symposium on Analytical Sciences, 東北大学川内北キャンパス, 2018/9/12-9/13 (Invited Lecture)
- ・Long term measurements of CO, O₃, and VOCs at Moshiri, Hokkaido in northern Japan, Shungo KATO, 14th iCACGP Quadrennial Symposium and 15th IGAC Science Conference, Sunport Takamatsu Convention Center, Kagawa, 2018/9/25-9/29
- ・Inkjet Printing Based Droplet Generation for Integrated Online Digital Polymerase Chain Reaction, Katsumi Uchiyama, The First Symposium for Cell Analysis on Micro/Nanofluidics, Xijiao Hotel, Beijing, China, 2018/9/25-9/26 (Invited Keynote Lecture)
- ・Position selective fabrication of nano-wire and its application to sensing device, Katsumi Uchiyama, The 9th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry, Shanghai New International Expo Center, Shanghai, China, 2018/10/31-11/2 (Invited Keynote Lecture).
- ・Direct and Regioselective Fabrication of Nano-wires by Chemical Pen, Katsumi Uchiyama, The 9th International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-9), Ichijo Hall, Yayoi Auditorium, The University of Tokyo, 2018/11/18-11/19 (Invited Lecture).
- ・Development of Chemical Nano-sensor fabricated by Micro-chemical Pen, Katsumi Uchiyama, 2018 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry (CJK 2018), Baixiang Yuanshan Hotel, Zhangzhou, Fujian, China, 2018/11/30-12/3 (Invited Plenary Lecture).
- ・Development of Chemical Nano-sensor Fabricated by Nano / Micro-chemical Pen, Haifeng Lin,

Hulie Zeng, Ning Xu, Hizuru Nakajima, Shungo Kato, Katsumi Uchiyama, 2018 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry (CJK 2018), Baixiang Yuanshan Hotel, Zhangzhou, Fujian, China, 2018/11/30-12/3

・ Development of thermally responsive micro valve for μ TAS and microregion-selective surface modification, Yumi Tanaka, Katsumi Uchiyama, 2018 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry (CJK 2018), Baixiang Yuanshan Hotel, Zhangzhou, Fujian, China, 2018/11/30-12/3 (若手ポスター賞受賞)

・ Development of portable ELISA system using pipette tips, Moeko Osashima, Kazuhiro Morioka, Akihide Hemmi, Hulie Zeng, Shungo Kato, Katsumi Uchiyama, Hizuru Nakajima, 2018 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry (CJK 2018), Baixiang Yuanshan Hotel, Zhangzhou, Fujian, China, 2018/11/30-12/3 (若手ポスター賞受賞)

【論文発表又は著書発行（発表題目，著者，発表誌又は出版社，年月を記入）】

・ アニュアルレポート参照(一部主要なものを以下に示した)

1) Inkjet Printing Based Droplet Generation for Integrated Online Digital Polymerase Chain Reaction, Weifei Zhang, Nan Li, Daisuke Koga, Yong Zhang, Hulie Zeng, Hizuru Nakajima, Jin-Ming Lin, Katsumi Uchiyama, Analytical Chemistry, 2018, 90 (8), pp 5329–5334.

2) Local surface modification at precise position using a chemical pen Sifeng Mao, Yong Zhang, Qiang Zhang, Jin-Ming Lin, Katsumi Uchiyama, Talanta, 187 (2018), pp246-251.

3) Reversibly Switching Molecular Spectra, Yong Zhang, Hulie Zeng, Sifeng Mao, Shun Kondo, Hizuru Nakajima, Shungo Kato, Carolyn L. Ren, Katsumi Uchiyama, Appl. Mater. Interfaces, 2018, 10 (27), pp 23247–23253.

4) Measurement of Cell-Matrix Adhesion at Single-Cell Resolution Reveals the Functions of Biomaterials for Adherent Cell Culture, Sifeng Mao, Qiang Zhang, Haifang Li, Qiushi Huang, Mashooq Khan, Katsumi Uchiyama, Jin-Ming Lin, Analytical Chemistry, 2018, 90 (15), pp9637–9643.

5) Inkjet-Based Dispersive Liquid–Liquid Microextraction Method Coupled with UHPLC–MS/MS for the Determination of Aflatoxins in Wheat, Meng Sun, Dan Xu, Sicen Wang, Katsumi Uchiyama, Analytical Chemistry, 2019, 91(4), pp 3027–3034.

6) MoS₂-Quantum Dots Triggered Reactive Oxygen Species Generation and Depletion: Responsible for Enhanced Chemiluminescence, Xiangnan Dou, Qiang Zhang, Syed Niaz Ali Shah, Mashooq Khan, Katsumi Uchiyama, Jin-Ming Lin, Chemical Science, 2019, 10, pp.497-500.

7) Chemical operations on a living single cell by open microfluidics for wound repair studies and organelle transport analysis, Sifeng Mao, Qiang Zhang, Wu Liu, Qiushi Huang, Mashooq Khan, Wanling Zhang, Caihou Lin, Katsumi Uchiyama, Jin-Ming Lin, Chemical Science, 2019, 10, pp.2081-2087.

8) NO_x 酸化物質(NO_x)計測手法の開発と山岳地域における実大気への応用, 和田龍一, 定永靖宗, 加藤俊吾, 勝見尚也, 大河内博, 岩本洋子, 三浦和彦, 小林拓, 鴨川仁, 松本淳, 米村正一郎, 松見豊, 梶野瑞王,

畠山史郎, 分析化学, Vol.67, No.6, pp.333-340(2018).

9) Comprehensive measurements of atmospheric OH reactivity and trace species within a suburban forest near Tokyo during AQUAS-TAMA campaign, Sathiyamurthi Ramasamy, Yoshihide Nagai, Nobuhiro Takeuchi, Shohei Yamasaki, Koki Shoji, Akira Ida, Charlotte Jones, Hiroshi Tsurumaru, Yuhi Suzuki, Ayako Yoshino, Kojiro Shimada, Yoshihiro Nakashima, Shungo Kato, Shiro Hatakeyama, Kazuhide Matsuda, Yoshizumi Kajii, Atmospheric Environment, **184**, pp.166-176, 2018.

10) Diurnal variations and partitioning of atmospheric glyoxal and methylglyoxal between gas and particles at the ground level and in the free troposphere, Kasumi Mitsuishi, Masakazu Iwasaki, Masaki Takeuchi, Hiroshi Okochi, Shungo Kato, Shin-Ichi Ohira, Kei Toda, ACS Earth and Space Chemistry, **2**, pp.915-924, 2018.

11) Behavior of total peroxy and total organic nitrate concentrations at Suzu on the Noto Peninsula, Japan: Long-range transport and local photochemical production, Yasuhiro Sadanaga, Ayana Ishiyama, Ryo Takaji, Atsushi Matsuki, Shungo Kato, Keiichi Sato, Kazuo Osada, Hiroshi Bandow, Atmospheric Environment, **196**, pp.20-26, 2019.

12) N-doped carbon dots/H₂O₂ chemiluminescence system for selective detection of Fe²⁺ ion in environmental samples, Syed Niaz Ali Shah, Xiangnan Dou, Mashooq Khan, Katsumi Uchiyama, Jin-Ming Lin, Talanta, **196** (2019) pp. 370–375.

13) The Optimization of Vertically Aligned Carbon Nanotubes' Synthesis According to the Selected Parameters, Materials Science Forum, Vol.**937**, pp.9-16, Ewelina Pabjanczyk-Wlazlo, Yuma Suzuki, Yungo Onoda, Tetsuhide Shimizu, Ming Yang, doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.937.9, 2018 Oct

14) Smart metal forming with digital process and IoT, International Journal of Lightweight Materials and Manufacture, 1 (2018) pp.207-214, Ming Yang, 10.1016/j.promfg.2018.07.287, 2018, Oct.

15) Effect of DC pulsed-current on deformation behavior of magnesium alloy thin sheets, Procedia Manufacturing 15, (2018) pp.1663-1670, Ichsan Indhiarto, Tetsuhide Shimizu, Tsuyoshi Furushima, Ming Yang, 10.1016/j.promfg.2018.07.270, 2018, Sept.

16) Deformation and transformation behavior in micropiercing of SUS304, Procedia Manufacturing 15(2018)pp.1452-1458, Tomomi Shiratori, Tomoaki Yoshino, Yohei Suzuki, Masahito Katoh, Shizuka Nakano, Ming Yang, 10.1016/j.promfg.2018.07.335, 2018, Sept.

17) Investigation on ultrasonic volume effects: Stress superposition, acoustic softening and dynamic impact, Ultrasonics-Sonochemistry 48(2018)pp.240-248, Jun Hu, Tetsuhide Shimizu, Ming Yang, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.05.039>, 2018, Jul.

18) Ultrasonic dynamic impact effect on deformation of aluminum during micro-compression tests, Journal of Materials Processing Tech.258(2018)pp.144-154, Jun Hu, Tetsuhide Shimizu, Tomoaki Yoshino, Tomomi Shiratori, Ming Yang, <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.03.021>, 2018, Apr.

- ・科学研究費補助金 挑戦的研究(萌芽) プッシュプル型プローブによるシングルセル操作, 不採択
- ・科学研究費補助金 基盤研究(B) 7日学描画法によるナノワイヤー形成とマルチセンシングデバイス
不採択

【国等の提案公募型研究費, 企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】

- ・日本学術振興会 論文博士取得支援事業 (JSPS RONPAKU Program for FY2019) (採択)

【受賞等】

・

【その他社会貢献】

- ・日本分析機器工業会「高校生のための先端分析機器体験」J A I M A—S S S 委員
- ・ASIANALYSYS 国際諮問委員
- ・China-Japan-Korea Symposium on Analytical Sciences 国際諮問委員
- ・日本分析化学会会長(2019~2020)

【公的審議会・委員会等の公的貢献, 生涯学習支援・普及啓発, 国際貢献・国際交流等】

- ・優秀環境装置表彰審査委員会委員 (日本産業機械工業会)

【研究成果による特許等の工業所有権の出願・取得状況】

(工業所有権の名称, 発明者, 権利者, 工業所有権の種類・番号, 出願年月日, 取得年月日)

・

【研究分担額】

(研究代表者・分担者名, 所属, 金額 (円))

- ・研究代表者が一括して分担した