

I 電気化学バイオセンサ

Electrochemical biosensors

水谷文雄・安川智之・松原則男
Mizutani, F., Yasukawa, T., Matsubara, N.

電極表面上に固定化した抗体、酵素等の生体分子の特異的な基質選択能を利用し、高感度で簡便に生体分子を計測するシステムを構築している。酵素反応生成物を電極表面上に蓄積、濃縮することにより、pMレベルの尿中腫瘍マーカーを検出可能な高感度免疫センサーへと応用展開している。さらに、2酵素間における基質の酸化還元サイクルを利用した高感度化、イムノクロマトグラフィーとの融合に関する研究を行っている。

II マイクロ・ナノ電気化学を用いた細胞機能評価

Investigation for cellular activities by using micro- and nano-electrochemistry

水谷文雄・安川智之・松原則男
Mizutani, F., Yasukawa, T., Matsubara, N.

単一細胞のサイズと同程度以下のサイズのニードル型マイクロ・ナノ電極を作製し、単一細胞に近接させることにより細胞の機能および活性をリアルタイムで計測するシステムを構築している。骨格筋細胞の近傍に電極を設置し、細胞の呼吸活動に伴う酸素消費量を単一細胞レベルで計測した。高感度電気化学バイオセンサの技術を小型化し測定対象物質の拡充を行っている。

III 誘電泳動による細胞および微粒子操作

Manipulation with microparticles and living cells based on dielectrophoresis

水谷文雄・安川智之・松原則男
Mizutani, F., Yasukawa, T., Matsubara, N.

誘電泳動による微粒子を大量一括で迅速に配列可能なシステムを構築し、免疫アッセイおよび細胞機能探索へと応用展開している。くし型バンドアレイ電極に微粒子を導入し、交流電圧を印加することにより瞬時（1秒-1分）に微粒子や細胞の配列を得た。通常の免疫アッセイでは1時間以上の計測時間を要したが、本手法によりトータルで約3分と極めて迅速な免疫測定を可能にした。さらに、同時多項目計測が可能なデバイスの構築を行っている。

発表論文 List of Publications

- I-1 Eiji Maekawa, Nao Kitano, Tomoyuki Yasukawa, Fumio Mizutani, Use of a Surface-Modified Poly(dimethylsiloxane) Layer for the Preparation of Amperometric Glucose Sensor. *Electrochemistry*, 2009, 77(4), 319-320.
- I-2 Yuki Yoshimoto, Tomoyuki Yasukawa, Fumio Mizutani, Cisplatin-based DNA sensing with enhanced current response. *Analyst*, 2009, 134 (10), 2113-2117.
- I-3 Terence G. Henares (阪府大)・前川英治・大久保文人(阪府大)・水谷文雄・関澤隆一(メタボスクリーン)・八尾俊男(阪府大)・久本秀明(阪府大) : Enzyme-Release Capillary as a Facile Enzymatic Biosensing Parts for Capillary-Assembled Microchip, *Anal. Sci.*, 25, 1025-1028 (2009).
- I-4 Tomoyuki Yasukawa, Eiji Maekawa, Fumio Mizutani, Enzyme Immobilization on Poly(dimethylsiloxane) Layer for Amperometric Sensing of Glucose. *Anal. Sci.*, 25, 1159-1162 (2009).
- I-5 安川智之・前川英治・水谷文雄 : 酸素および過酸化水素のポリジメチルシロキサン膜透過性を利用したアンペロメトリックグルコースセンサ. *分析化学*, 55, 639-644 (2009)
- I-6 Tomoyuki Yasukawa, Shingo Inadumi, Rie Harada, Shingo Shinagawa (株式会社トランスジェニック), Hiroshi Nose (株式会社トランスジェニック), Fumio Mizutani, Highly sensitive detection of N1, N12-diacetylspermine based on electrochemical charge accumulation. *Chem. Lett.*, 2010, 39, 88-89.
- I-7 Tomoyuki Yasukawa, Keisuke Goto, Fumio Mizutani, Determination of the Apparent Michaelis Constant of Glucose Oxidase Immobilized on a Microelectrode with Respect to Oxygen. *Electroanalysis*, 2010, 22(9). 927-930.
- I-8 Yu Hirano (産総研), Tomoyuki Yasukawa, Yoshihiro Sawayashiki (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Fumio Mizutani, Tomokazu Matsue (東北大), Preparation of immuno-sensors using a microfluidic device with interdigitated array electrodes modified with antibody. *Electrochemistry*, 2010, 78(2), 175-177.
- I-9 Hitoshi Shiku (東北大), Ayako Kumagai (東北大), Hong Qun Luo (東北大), Yasufumi Takahashi (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Hiroshi Yamada (防衛大), Tomokazu Matsue (東北大), Electrochemical Estimation of Surface Activity of Enzyme and Immunoglobulin G Patterned Using Microcontact Printing. *Electrochemistry*, 2010, 78(2), 122-125.
- I-10 安川智之・水谷文雄 : 超分子サイエンス 基礎から材料への展開 第3節 第15章 超分子電気化学センシング. 榊エヌ・ティー・エス, 2009, 216-225.
- I-11 水谷文雄 : アンペロメトリー、電気化学測定と解析テクニック事例集、第1部、第2章、第2節、情報機構、2009, 111-118.
- I-12 水谷文雄・栗田僚二・丹羽 修 : バイオセンサー、吸着応用ハンドブック [第2章 1-3)-c]、リアライズAT、2009.
- I-13 水谷文雄 : バイオセンサーの世界、物質科学の世界、第14章、兵庫県立大学大学院物質理学研究科編、共立出版、2010, 181-194.
- I-14 水谷文雄・太田栄次・稲積伸悟・安川智之 : 過酸化水素の高感度クーロメトリックセンサを利用した pM レベルのインスリンの免疫測定. 第70回分析化学討論会、和歌山大学、2009.5.16-17
- I-15 吉本有希・前川英治・吉村友希・安川智之・水谷文雄 : 酸素選択的透過膜を搭載したマイクログルコースセンサの開発. 第70回分析化学討論会、和歌山大学、2009.5.16-17
- I-16 吉村友希・安川智之・水谷文雄 : マイクロ電極を用いた酸素濃度制御型グルコースセンサ. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会、広島大学、東広島、2009.5.28-29
- I-17 Tomoyuki Yasukawa, Shingo Inadumi, Shingo Shinagawa (株式会社トランスジェニック), Hiroshi Nose (株式会社トランスジェニック), Fumio Mizutani, Highly sensitive detection of N1, N12-diacetylspermine based on the electrochemical charge accumulation system. 12th ISEC Changchun, China, 2009.8

- I-18 Tomoyuki Yasukawa, Eiji Maekawa, Yuki Yoshimura, Yuki Yoshimoto, Fumio Mizutani, Use of a Surface-Modified Poly(dimethylsiloxane) Layer for the Preparation of Amperometric Glucose Sensor. 60th ISE 北京, China, 2009.8
- I-19 武永祥子 (豊橋技科大)・水谷文雄・石田 誠 (豊橋技科大)・澤田和明 (豊橋技科大) : ポリイオン複合膜を用いた2次元ラベルフリーAChイメージセンサ、応用物理学会2009年秋季第70回学術講演会、富山大学、2009.9.8-10.
- I-20 水谷文雄・原田理恵・稲積伸悟・品川真吾 (株式会社トランスジェニック)・能勢 博 (株式会社トランスジェニック)・安川智之 : 尿中ジアセチルスペルミンとクレアチニンの同時測定. 2009年電気化学秋季大会、東京農工大学、2009.9.10-11
- I-21 安川智之・吉本有希・水谷文雄 : シスプラチンの電析によるプロトン触媒還元電流の増加とDNA検出への応用. 日本分析化学会第58年会、北海道大学、札幌、2009.9.24-26
- I-22 原田理恵・安川智之・稲積伸悟・品川真吾 (株式会社トランスジェニック)・能勢 博 (株式会社トランスジェニック)・水谷文雄 : 尿中腫瘍マーカーの高感度計測とクレアチニンセンサによる補正. 日本分析化学会第58年会、北海道大学、札幌、2009.9.24-26
- I-23 吉本有希・安川智之・水谷文雄 : マイクログルコースセンサをプローブとした電気化学顕微鏡. 日本分析化学会第58年会、北海道大学、札幌、2009.9.24-26
- I-24 吉村友希・安川智之・水谷文雄 : デュアルマイクロディスク電極を利用した酸素濃度制御型グルコースセンシング. 日本分析化学会第58年会、北海道大学、札幌、2009.9.24-26
- I-25 吉本有希・前川英治・吉村友希・安川智之・水谷文雄 : 酸素選択的透過膜を搭載したマイクログルコースセンサを利用したSECM測定. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 石川, 2009.11.7-9
- I-26 吉村友希・安川智之・水谷文雄 : ポリジメチルシロキサン膜を用いるマイクログルコースセンサの作製と酸素濃度依存性評価. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 石川, 2009.11.7-9 I-27 Shoko Takenaga (豊橋技科大), Koichi Okumura (豊橋技科大), Makoto Ishida (豊橋技科大), Kazuaki Sawada (豊橋技科大), 水谷文雄 : Two-dimensional label-free acetylcholine image sensor based on acetylcholinesterase-immobilized polyion complex membrane, IEEE BioCAS 2009, 北京, China, 2009.11.
- I-28 水谷文雄 : バイオセンサの新展開、フォトニクス技術フォーラム合同研究会 第3回光情報技術研究会、第3回次世代光学素子研究会、大阪、2009.11.
- I-29 原田理恵・稲積伸悟・品川真吾 (株式会社トランスジェニック)・能勢 博 (株式会社トランスジェニック)・安川智之・水谷文雄 : 電荷蓄積法を用いるN1, N12-Diacetylspermine の高感度計測. 第19回日本MRS学術シンポジウム, 横浜, 2009.12.7-9
- I-30 安川智之・吉本有希・後藤卓也・水谷文雄 : 高感度DNA検出を目指したシスプラチンの電解還元析出. 表面技術協会 第121回講演大会, 成蹊大学, 2010年3月16日
- I-31 吉本芳美・井口美帆・安川智之・水谷文雄 (ポスター賞受賞) : 変換ストリッピング法を応用した免疫測定の高感度化. 表面技術協会 第121回講演大会, 成蹊大学, 2010年3月15日
- I-32 和田 晃 (長岡技科大)・安川智之・新部正人・齋藤秀俊・伊藤治彦・神田一浩 : DLC膜に対する酸素プラズマエッチングの効果. 応用物理学会、東海大学 (神奈川)、2010年3月19日
- I-33 安川智之・吉本芳美・水谷文雄 : 変換ストリッピングを利用した高感度免疫測定法の開発. 電気化学会第77回大会、富山大学、2010年3月29日
- II-1 Hitoshi Shiku (東北大), Shun Goto (東北大), Sungbong Jung (東北大), Kuniaki Nagamine (東北大), Masahiro Koide (国立環境研), Tomosato Itayama (国立環境研), Tomoyuki Yasukawa, Tomokazu Matsue (東北大), Electrochemical Characterization of Enzymatic Activity of Yeast Cells Entrapped in a Poly(dimethylsiloxane) Microwell on the Basis of Limited Diffusion System. *Analyst*, 134(1), 182-187, 2009.
- II-2 Hitoshi Shiku (東北大), Takeshi Yamakawa (東北大), Yuji Nashimoto (東北大), Yasufumi Takahashi (東北大), Yusuke Torisawa (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Takashi Ito-Sasaki (東北大), M. Yokoo (東北大), Hiroshi Abe (東北大), Hideki Kambara (日立中研), Tomokazu

- Matsue (東北大), A microfluidic dual capillary probe to collect mRNA from adherent cells and spheroids. *Analytical Biochemistry*, 385, 138-142, 2009.
- II-3 Yasufumi Takahashi (東北大), Takeshi Miyamoto (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Ryutaro Asano (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Izumi Kumagai (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Electrochemical Detection of Epidermal Growth Factor Receptors on a Single Living Cell Surface by Scanning Electrochemical Microscopy. *Anal. Chem.*, 81, 2785-2790, 2009.
- II-4 Yasufumi Takahashi (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Tatsuya Murata (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Tomokazu Matsue (東北大), Transfected Single Cell Imaging by Scanning Electrochemical Optical Microscopy with Shear Force Feedback Regulation. *Anal. Chem.*, 2009, 81, 9674-9681.
- II-5 Tatsuya Murata (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Electrochemical Single-Cell Gene Expression Assay Combining Dielectrophoretic Manipulation with Secreted Alkaline Phosphatase Reporter System. *Biosens. Bioelectron.*, 2009, 25 (4), 913-919.
- II-6 Kumi Y. Inoue (東北大), Kosuke Ino (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Shigenobu Kasai (東北工大), Tomoyuki Yasukawa, Fumio Mizutani, Tomokazu Matsue (東北大), Amperometric biosensor for monitoring the release of hydrogen peroxide from leucocytes. *Biosens. Bioelectron.*, 25 (2010) 1723-1728
- III-1 Hyun Jung Lee (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Masato Suzuki (東北大), Sang Hyun Lee (東北大), Takafumi Yao (東北大), Yusuke Taki (ニコン), Akira Tanaka (ニコン), Masaomi Kameyama (ニコン), Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Simple and Rapid Preparation of Vertically Aligned Gold Nanoparticle Arrays and Fused Nanorods in Pores of Alumina Membrane Based on Positive Dielectrophoresis. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 136, 320-325, 2009.
- III-2 Javier Ramón-Azcón (東北大), Ryouta Kunikata (東北大), F. -J. Sanchez (バルセロナ大), M. -P. Marco (バルセロナ大), Hitoshi Shiku (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Tomokazu Matsue (東北大), Detection of pesticide residues using an immunodevice based on negative dielectrophoresis. *Biosens. Bioelectron.*, 24, 1592-1597, 2009.
- III-3 Ryouta Kunikata (東北大), Yasufumi Takahashi (東北大), Masahiro Koide (国立環境研), Tomosato Itayama (国立環境研), Tomoyuki Yasukawa, Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Three dimensional microelectrode array device integrating multi-channel microfluidics to realize manipulation and characterization of enzyme-immobilized polystyrene beads. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 2009, 141, 256-262.
- III-4 Tomoyuki Yasukawa, Masato Suzuki (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Control of the microparticle position in the channel based on dielectrophoresis. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 2009, 142 (1), pp. 400-403.
- III-5 Kosuke Ino (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Fumisato Ozawa (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Tomokazu Matsue (東北大), Manipulation of Microparticles for Construction of Array Patterns by Negative Dielectrophoresis Using Multilayered Array and Grid Electrodes. *Biotechnology and Bioengineering*, 2009, 104 (4), 709-718.
- III-6 Kosuke Ino (東北大), Yusuke Kitagawa (東北大), Tsuyoshi Watanabe (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Masahiro Koide (国立環境研), Tomoaki Itayama (国立環境研), Yoshiko Horiguchi (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Tomokazu Matsue (東北大), Detection of hormone active chemicals using genetically engineered yeast cells and microfluidic devices with interdigitated array electrodes. *Electrophoresis*, 2009, 30, 3406-3412.
- III-7 Hyun Jung Lee (東北大), Sang Hyun Lee (東北大), Tomoyuki Yasukawa, Javier Ramón-Azcón, Fumio Mizutani, Kosuke Ino (東北大), Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu

- Matsue (東北大), Rapid and simple immunosensing system for simultaneous detection of tumor markers based on negative-dielectrophoretic manipulation of microparticles. *Talanta*, 2010, 81(1-2), 657-663.
- III-8 Javier Ramón-Azcón, Tomoyuki Yasukawa, Hyun Jung Lee (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Francisco Sánchez-Baeza (バルセロナ大), Maria-Pilar Marco (バルセロナ大), Fumio Mizutani, Competitive multi-immunosensing of pesticides based on the particle manipulation with negative dielectrophoresis. *Biosens. Bioelectron.*, 25(8), 1928-1933 (2010).
- III-9 Yasukawa, T., Lee, H.J. (東北大), Ramon-Azcon, J., Yoshida, Y., Shiku, H. (東北大), Matsue, T. (東北大), Mizutani, F., Rapid immunosensing based on accumulation of microparticles by negative dielectrophoresis. *20th Anniversary MHS 2009 and Micro-Nano Global COE - 2009 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science*, art. no. 5352000, pp. 385-390, 2009.
- III-10 安川智之・水谷文雄・末永智一 (東北大): 誘電泳動を用いた迅速な免疫測定法の開発. *エレクトロニクス実装学会誌*, 13(3), 188-193 (2010)
- III-11 安川智之・吉田悠亮・Lee Hyun Jung (東北大)・末永智一 (東北大)・水谷文雄: 誘電泳動による微粒子の迅速配列法を応用した免疫測定. 第70回分析化学討論会、和歌山大学、2009.5.16-17
- III-12 安川智之・Hyun Jung Lee (東北大)・珠玖 仁 (東北大)・末永智一 (東北大)・水谷文雄: 誘電泳動による微粒子集積化技術の免疫測定への応用. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会、広島大学、東広島、2009.5.28-29
- III-13 吉田悠亮・安川智之・水谷文雄: 誘電泳動による免疫反応を介した微粒子の捕捉とその電気化学検出. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会、広島大学、東広島、2009.5.28-29
- III-14 安川智之: 微粒子の操作技術の免疫測定法への応用. 特定領域バイオ操作 第四回若手研究者ワークショップ、札幌、2009.6.12
- III-15 安川智之 (招待講演): 微粒子操作技術を用いる迅速な免疫測定法の開発. WDB株式会社 研究シーズ交流会、神戸、2009.7.28
- III-16 安川智之・吉田悠亮・Javier Ramon-Azcon・末永智一(東北大)・水谷文雄: 微粒子配列化による迅速性と電荷蓄積による高感度化を融合した免疫センサ. 2009年電気化学秋季大会、東京農工大学、2009.9.10-11
- III-17 石田敦子(東北大)・井上(安田)久美(東北大)・伊野浩介(東北大)・鈴木雅登(東北大)・安川智之・珠玖 仁(東北大)・末永智一(東北大): 迅速イムノアッセイを目的とするマイクロロッドの *electrorotation*に関する研究. 2009年電気化学秋季大会、東京農工大学、2009.9.10-11
- III-18 安川智之・Javier Ramon-Azcon・吉田悠亮・水谷文雄: 微粒子操作技術による迅速な免疫測定. 東京コンファレンス2009、幕張メッセ、千葉、2009.9.2-4
- III-19 吉田悠亮, Ramon-Azcon Javier・安川智之・水谷文雄: 微粒子配列化技術による迅速な免疫反応と電気化学的計測. 日本分析化学会第58年会、北海道大学、札幌、2009.9.24-26
- III-20 Tomoyuki Yasukawa, Hyun Jung Lee (東北大), Javier Ramon-Azcon, Yusuke Yoshida, Hitoshi Shiku (東北大), Tomokazu Matsue (東北大), Fumio Mizutani, Rapid Immunosensing Based on Accumulation of Microparticles by Negative Dielectrophoresis. 2009 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, Nagoya University, 2009.11.8-11
- III-21 石田敦子(東北大)・井上(安田)久美(東北大)・伊野浩介(東北大)・鈴木雅登(東北大)・安川智之・珠玖 仁(東北大)・末永智一(東北大): シリカ製マイクロロッドの *electrorotation* デバイスの開発. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会、石川、2009.11.7-9
- III-22 吉田悠亮・Ramon-Azcon Javier・安川智之・水谷文雄: 微粒子表面に固定化されたグルコースオキシダーゼの高感度電気化学計測. 第19回化学とマイクロ・ナノシステム研究会、石川、2009.11.7-9
- III-23 安川智之・水谷文雄 (招待講演): 誘電泳動を用いた高感度迅速ELISAシステム. 2009年度第3回ナノバイオデバイス実装技術研究会、姫路、2009.11.27

- III-24 安川智之・吉田悠亮・Javier Ramon-Azcon・Hyun Jung Lee (東北大)・珠玖 仁(東北大)・末永智一(東北大)・水谷文雄：負の誘電泳動を用いた迅速な免疫センシングシステム. 第19回日本MRS 学術シンポジウム、横浜、2009.12.7-9
- III-25 安川智之(受賞講演)：微粒子の迅速操作技術を用いた細胞チップの開発とマイクロ電気化学による機能評価. 近畿分析技術研究奨励賞、大阪科学技術センター、2010年1月8日
- III-26 安川智之・Javier Ramon-Azcon・吉田悠亮・末永智一(東北大)・水谷文雄：微粒子マニピュレーションによる迅速なイムノセンシング. 第22回バイオエンジニアリング講演会、岡山理科大学、2010年1月10日
- III-27 安川智之・Javier Ramon-Azcon・吉田悠亮・水谷文雄：Rapid Immunosensing Based on Accumulation of Microparticles by Negative Dielectrophoresis. 特定領域「バイオ操作」第8回公開シンポジウム、九州大学、2010年3月11日
- III-28 Javier Ramon-Azcon・安川智之・水谷文雄：Negative dielectrophoresis to develop an immunodevice for analysis of pesticides residues in food. 電気化学会第77回大会、富山大学、2010年3月31日

大学院物質理学研究科

博士前期過程

- 吉本有希： マイクログルコース電極の開発と単一細胞計測への応用
 原田理恵： クーロメトリックな高感度免疫測定システム
 吉田悠亮： 誘電泳動を利用した迅速な免疫測定法
 吉村友希： 酸素濃度制御型マイクロ酵素センサの構築

科学研究費補助金等

- 1 科学研究費補助金(平成19～21年度) 基盤研究(B) 課題番号:19350044
 研究課題 医療計測のための超高感度・他項目免疫センサーの開発
 研究代表者 水谷文雄
- 2 科学研究費補助金(平成18～22年度) 基盤研究(S) 課題番号:18101006
 研究課題 多機能ナノ電気化学顕微鏡システムの創製
 研究代表者 末永智一
 研究分担者 水谷文雄
- 3 科学研究費補助金(平成21～22年度) 特別研究員奨励費 課題番号:21・09041
 研究課題 誘電泳動および電荷蓄積法を応用した迅速・高感度免疫測定法の開発
 研究代表者 水谷文雄
- 4 平成20年度兵庫県COEプログラム推進事業(平成20～21年度)
 研究課題 新規尿中腫瘍マーカー検出用免疫センサーの開発研究
 研究代表者 水谷文雄
- 5 科学研究費補助金(平成20～21年度) 特定領域研究 課題番号:20034050
 研究課題 誘電泳動を利用する細胞の表現型別識別と分離
 研究代表者 安川智之
- 6 科学研究費補助金(平成21～22年度) 挑戦的萌芽研究 課題番号:21655064
 研究課題 酸素濃度制御型マイクロセンサーによる単一細胞のグルコース消費量解析
 研究代表者 安川智之

- 7 科学研究費補助金（平成18～22年度） 基盤研究（S） 課題番号:18101006
研究課題 多機能ナノ電気化学顕微鏡システムの創製
研究代表者 末永智一
研究分担者 安川智之
- 8 独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（JST-CREST）（平成20～25年度）
研究課題 電気化学的な異種材料ナノ集積化技術の開拓とバイオデバイス応用
研究代表者 西澤松彦
研究分担者 安川智之
- 9 平成20年度兵庫県COEプログラム推進事業（平成20～21年度）
研究課題 新規尿中腫瘍マーカー検出用免疫センサーの開発研究
研究代表者 水谷文雄
研究分担者 安川智之