

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26410159

研究課題名(和文) 三次元デジタル電気泳動に基づく生体内タンパク質解析

研究課題名(英文) Study on Proteome Analysis Using Three-dimensional Digital Electrophoresis

研究代表者

末吉 健志 (Sueyoshi, Kenji)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：70552660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、複雑な混合物である生体試料中タンパク質を分離・解析するための従来法であるウエスタンブロットリングに替わる新規分析法として、デジタル電気泳動法の開発を行った。異なる分離・濃縮機能を有するヒドロゲルが充填されたキャピラリーカートリッジを調製し、それらを任意の順番で接続することで、自由な分析デザインを可能とする新規電気泳動デバイスの作製に成功した。また、作製したデバイスを用いたデジタル分子ふるい分離、デジタル等電点分離、デジタルアフィニティ分離、異種分離原理混合モードに基づく分離が達成され、提案したコンセプトに基づくデジタルウエスタンブロットリングが可能であることが示された。

研究成果の概要(英文)：A digital electrophoresis device was newly developed to improve resolution and sensitivity of protein analysis in complex biogenic samples as compared to conventional western blotting assay. The developed capillary cartridges filled with hydrogels having different functional groups were easily connected each other, providing the designable digital electrophoresis device containing various separation modes. The digital molecular sieving separation, digital isoelectric fractionation, and digital affinity separation were successfully conducted by the developed devices. The combination of these modes were also confirmed, which indicated that digital western blotting could be conducted by using the proposed digital electrophoresis device.

研究分野：分析化学

キーワード：デジタル電気泳動 ミクロスケール電気泳動 デジタル分子ふるい分離 デジタル等電点分離 デジタルアフィニティ分離 多次元デジタル電気泳動分画

1. 研究開始当初の背景

タンパク質の分離と特異的検出を組み合わせた手法であるウエスタンブロットリングは、生体内タンパク質解析において必須の分析法である。しかしながら、長い分析時間、低い再現性・検出感度、多数の装置を要する煩雑な実験操作、必要試料量・試薬量が多いなどの点について改善が望まれている。近年では、マイクロ分析チップ技術を応用したタンパク質の分離・特異的検出法も開発されているが、チップ作製に高コスト・長時間を要する点がボトルネックとなり、その普及はほとんど進んでいない。そこで、本研究では機能性ゲルとマイクロスケール電気泳動技術を組み合わせた、簡便かつ作製容易な新規電気泳動分析デバイスの開発とその高感度化に取り組むこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ウエスタンブロットリングの問題点を一斉に解決するための新規分析法として、pH 緩衝ゲル・分子ふるいゲル・免疫捕捉ゲルを積層したゲルを多次元分離場として用いる『三次元デジタル電気泳動分析法』を開発することである。また、三次元デジタル電気泳動法をタンパク質の多成分同時解析に応用することで、従来のウエスタンブロットリングを凌駕する高性能分離分析法として確立し、微量生体由来試料の迅速・高再現性・高感度・簡便なタンパク質解析を実現することを目指して検討を進めた。その実現のために、「種々の機能性ゲルの構造、組成、添加剤などが分離・濃縮に与える影響の解明」、「機能性ゲルを組み合わせた二次元デジタル電気泳動(等電点・サイズ分離およびサイズ分離・免疫捕捉検出)デバイスの作製と性能評価」、「三次元デジタル電気泳動デバイスの作製と実試料分析への適用」を行った。

3. 研究の方法

本研究では、ポリアクリルアミドを基材とした様々な機能性ゲルを調製し、そのマイクロスケール電気泳動分析への応用を行った。また、その評価のためのキャピラリーデバイスを作製し、デジタル分離・濃縮性能について評価した。

分離・濃縮性能を評価した機能性ゲルを用いて、二次元平面上に異なるゲルがパターン化された平板ゲルを調製した。また、簡易な二次元電気泳動を可能とする、二次元マイクロスケール電気泳動デバイスを新規に作製し、調製した平板ゲルを用いた二次元デジタル電気泳動分析を評価した。

デジタル電気泳動分析のさらなる多次元化のため、機能性ゲル充填キャピラリーカートリッジを組み合わせる、新規デジタル電気泳動デバイスを開発した。また、異種機能性ゲルが接続されたデバイスを用いた多次元分離について評価を行った。

4. 研究成果

一次元目としてタンパク質の等電点分離を行うデジタル等電点電気泳動において、分離媒体として用いる pH 緩衝ゲルについて検討を行った。緩衝能を有する機能性モノマー分子を異なる比率でアクリルアミド溶液に混合して重合させたところ、pH 4~10 程度の緩衝能を有する各種ヒドロゲルの調製が可能となった。これを用いたデジタル等電点分離・濃縮を試みたところ、等電点の異なるマーカータンパク質の分離と 100 倍程度の試料濃縮が同時に実現された。

二次元目として、異なるモノマー濃度を有するアクリルアミド溶液を用いて異なる三次元網目構造を有するヒドロゲルを調製した。これを評価用キャピラリー内に積層し、デジタル分子ふるい分離について評価を行った。タンパク質試料を積層ゲル充填キャピラリー内に導入した結果、ヒドロゲルの分子ふるい効果によって、分子量の異なるタンパク質が異なるゲル界面に濃縮・分離される様子が観察された。また、この時、未濃縮時の試料と比較して、約 150 倍の蛍光強度増加が確認された。

三次元目となる抗原抗体反応を利用したデジタルブロットリングについて、抗体固定化ヒドロゲルの調製と、その積層を検討した。その結果、各層に異なるターゲットタンパク質を捕捉、分離することに成功した。

しかしながら、ここまで検討を進めてきたヒドロゲル連続積層構造を有するデジタル電気泳動デバイスの作製手順では、大量生産および三次元以上の多次元化が困難であった。そこで、発想を転換し、異種機能性ヒドロゲルが充填されたキャピラリーカートリッジを多種類・多数調製し、それらを組み合わせる新規デジタル電気泳動デバイスに着想した。その実現のため、カートリッジ調製法、接続法、ならびに作製したデバイスを用いたデジタル電気泳動分析について検討を行った。

デバイスを構成するカートリッジについては、これまでに得られた知見を基に、各種機能性ヒドロゲルをキャピラリー内に充填して調製した。また、カートリッジ外径と同等の内径を有するガラス管に調製した各種カートリッジを並べて接続することで、煩雑な位置調整の手間が不要なデジタル電気泳動デバイスを、自由なデザインで作製可能となった。

作製したデバイスを用いたデジタル分子ふるい分離、デジタル等電点分離、デジタルアフィニティ分離が可能であることがそれぞれ確認された。また、それぞれのカートリッジを組み合わせることで、異なる分離原理を一つのデバイス内に組み込んだ新規分析手法を容易に実現可能であることも実証された。また、分離・濃縮後のカートリッジを分解し、それぞれのタンパク質を分取することも可能であった。これらの結果から、多様

な原理に基づく分離・濃縮を任意の回数繰り返し返して分取・分画可能な新規デジタル電気泳動分析法が実現されたものとする。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 18 件)

1. Development of a single-step immunoassay microdevice based on a graphene oxide-containing hydrogel possessing fluorescence quenching and size separation functions; Shirai, A.; Nakashima, K.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Analyst* 2017, 142, 472-477. (査読有)
2. Polymer-based photonic crystal cavity sensor for optical detection in the visible wavelength region; Maeno, K.; Aki, S.; Sueyoshi, K.; Hisamoto, H.; Endo, T. *Analytical Sciences* 2016, 32, 117-120. (査読有)
3. Fast and single-step immunoassay based on fluorescence quenching within a square glass capillary immobilizing graphene oxide-antibody conjugate and fluorescently labelled antibody; Shirai, A.; Henares, T.G.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Analyst* 2016, 141, 3389-3394. (査読有)
4. A Simple and Rapid Immunoassay Based on Microchip Electrophoresis Using a Reagent-Release Cartridge; Sueyoshi, K.; Miyahara, Y.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Chromatography* 2016, 37, 29-33. (査読有)
5. On-line coupling of sample preconcentration by LVSEP with gel electrophoretic separation on T-channel chips; Kitagawa, F.; Kinami, S.; Takegawa, Y.; Nukatsuka, I.; Sueyoshi, K.; Kawai, T.; Otsuka, K. *Electrophoresis*, 2016, 38, 380-386. (査読有)
6. Development of microchip electrophoresis-integrated nanoimprinted photonic crystal; Endo, T.; Yamamoto, K.; Sueyoshi, K.; Hisamoto, H. *Sensors and Materials* 2015, 27, 425-433. (査読有)
7. Simple and effective label-free capillary electrophoretic analysis of sugars by complexation using quinoline boronic acids; Kubo, T.; Kanemori, K.; Kusumoto, R.; Kawai, T.; Sueyoshi, K.; Naito, T.; Otsuka, K. *Analytical Chemistry* 2015, 87, 5068-5073. (査読有)
8. Simple and rapid immobilization of coating polymers on poly(dimethyl siloxane)-glass hybrid microchips by a vacuum drying method; Kitagawa, F.; Nakagawara, S.; Nukatsuka, I.; Hori, Y.; Sueyoshi, K.; Otsuka, K. *Analytical Sciences* 2015, 31, 1171-1175. (査読有)
9. Fabrication and packaging of a mass-producible capillary-assembled microchip for simple and multiplexed bioassay; Henares, T.G.; Shirai, A.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 2015, 218, 245-252. (査読有)
10. A single-step enzyme immunoassay capillary sensor composed of functional multilayer coatings for the diagnosis of marker proteins, Funano, S.-I.; Sugahara, M.; Henares, T.G.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Analyst* 2015, 140, 1459-1465. (査読有)
11. Highly sensitive and multiple enzyme activity assay using reagent-release capillary-isoelectric focusing with rhodamine 110-based substrates; Sueyoshi, K.; Nogawa, Y.; Sugawara, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Analytical Sciences* 2015, 31, 1155-1161. (査読有)
12. Plasticized poly(vinyl chloride)-based photonic crystal for ion sensing; Aki, S.; Endo, T.; Sueyoshi, K.; Hisamoto, H. *Analytical Chemistry* 2014, 86, 11986-11991. (査読有)
13. Effective determination of a pharmaceutical, sulpiride, in river water by online SPE-LC-MS using a molecularly imprinted polymer as a preconcentration medium; Kubo, T.; Kuroda, K.; Tominaga, Y.; Naito, T.; Sueyoshi, K.; Hosoya, K.; Otsuka, K. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2014, 89, 111-117. (査読有)
14. Development of a C60-fullerene bonded open-tubular capillary using a photo/thermal active agent for liquid chromatographic separations by π - π interactions; Kubo, T.; Murakami, Y.; Tominaga, Y.; Naito, T. Sueyoshi, K.; Yan, M.; Otsuka, K. *Journal of Chromatography A* 2014, 1323, 174-178. (査読有)
15. Development of novel protease assay device using a nanoimprinted two-dimensional photonic crystal; Hashimoto, W.; Endo, T.; Sueyoshi, K.; Hisamoto, H. *Chemistry Letters* 2014, 43, 1728-1730. (査読有)
16. Efficient immobilization of the enzyme and substrate for a single-step caspase-3 inhibitor assay using a combinable PDMS capillary sensor array; Ishimoto, T.; Jigawa, K.; Henares, T.G.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *RSC Advances* 2014, 4, 7682-7687. (査読有)
17. Advancements in capillary-assembled microchip (CAs-CHIP) development for multiple analyte sensing and microchip electrophoresis; Henares, T.G.; Funano, S.-I.; Sueyoshi, K.; Endo, T.; Hisamoto, H. *Analytical Sciences* 2014, 30, 7-15. (査読有)

18. Quantitative ligand immobilization using alginate hydrogel formed in a capillary: Application for online affinity concentration; Fukushima, Y.; Naito, T.; Sueyoshi, K.; Kubo, T.; Kitagawa, F.; Otsuka, K. Analytical Chemistry 2014, 86, 5977-5982. (査読有)

(国際学会要旨)(計 12 件)

1. Yuta Aoki, Tadamasu Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "DEVELOPMENT OF A DESIGNABLE DIGITAL ELECTROPHORESIS DEVICE BY CONNECTING CAPILLARY CARTRIDGES FILLED WITH A DIFFERENT FUNCTIONALIZED HYDROGEL", The Proceedings of MicroTAS 2016 Conference, 1448-1449, 2016. (査読有)
2. Akihiro Shirai, Kaho Nakashima, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "SINGLE-STEP IMMUNOASSAY MICRODEVICE BASED ON GRAPHENE OXIDE-CONTAINING HYDROGEL POSSESSING FLUORESCENCE QUENCHING AND SIZE SEPARATION FUNCTIONS", The Proceedings of MicroTAS 2016 Conference, 581-582, 2016. (査読有)
3. Kasumi Sugawara, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "HIGHLY SENSITIVE ENZYME ACTIVITY ASSAY MICRO DEVICE BASED ON ISOELECTRIC FOCUSING USING BIFUNCTIONAL FLUORESCENT SUBSTRATES AND REAGENT-RELEASE HYDROGELS", The Proceedings of MicroTAS 2015 Conference, 1987-1989, 2015. (査読有)
4. Ryota Sanuki, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "DOUBLE SWEEPING USING REAGENT-RELEASE HYDROGELS FOR A HIGHLY SENSITIVE ELECTROPHORETIC BIOASSAY MICRODEVICE", The Proceedings of MicroTAS 2015 Conference, 1080-1082, 2015. (査読有)
5. Shogo Miyamoto, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "RAPID AND HIGHLY SENSITIVE IMMUNOASSAY DEVICE BASED ON ELECTROPHORETIC FILTRATION USING A HYDROGEL IMMOBILIZING FLUORESCENT SUBSTRATES", The Proceedings of MicroTAS 2015 Conference, 948-950, 2015. (査読有)
6. Takashi Nishiwaki, Shogo Miyamoto, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "RAPID AND SENSITIVE ENZYME ACTIVITY ASSAY MICRODEVICE BY ELECTROPHORETIC FILTRATION AND A HYDROGEL IMMOBILIZING FLUORESCENT SUBSTRATES", The Proceedings of MicroTAS 2015 Conference, 939-941, 2015. (査読有)
7. Akihiro Shirai, Terence G. Henares, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "MASS-PRODUCIBLE CAPILLARY-ASSEMBLED MICROCHIP (CAS-CHIP) FOR MULTIPLE SENSING WITH SINGLE-STEP OPERATION TOWARD POINT OF CARE TESTING", The Proceedings of MicroTAS 2015 Conference, 826-828, 2015. (査読有)
8. Shogo Miyamoto, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo Hideaki Hisamoto, "RAPID AND HIGHLY SENSITIVE ELECTROPHORETIC IMMUNOASSAY DEVICE BASED ON THE ON-LINE CONCENTRATION OF ENZYME-LABELED ANTIBODY USING HYDROGEL IMMOBILIZING FLUORESCENT SUBSTRATE", The Proceedings of the microTAS 2014 Conference, 2423-2425, 2014. (査読有)
9. Keita Matsuda, Tasamasu Kanaoka, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "EVALUATION OF THE STACKED FUNCTIONAL HYDROGELS TOWARDS MICROFLUIDIC WESTERN BLOTTING BASED ON MULTI-DEMENSIONAL DIGITAL ELECTROPHORESIS USING CAPILLARY-ASSEMBLED MICROCHIP", The Proceedings of the microTAS 2014 Conference, 2396-2398, 2014. (査読有)
10. Akihiro Shirai, Terence G. Henares, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto*, "ULTRAFAST AND SINGLE-STEP IMMUNOASSAY USING FUNCTIONAL GRAPHENE OXIDE FOR CAPILLARY-ASSEMBLED MICROCHIP", The Proceedings of the microTAS 2014 Conference, 956-958, 2014. (査読有)
11. Seiji Odaka, Kaede Jigawa, Shun-ichi Funano, Terence G. Henares, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "PREPARATION OF HYDROGEL IMMOBILIZING FLUORESCENT SUBSTRATE ON A FLEXIBLE POLYMER SHEET AND ITS APPLICATION TO MASS-PRODUCIBLE AND SINGLE-STEP MULTI-SENSING DEVICE", The Proceedings of the microTAS 2014 Conference, 947-949, 2014. (査読有)
12. Tadamasu Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "TWO-DIMENSIONAL DIGITAL ELECTROPHORESIS OF PROTEINS

USING MOSAIC HYDROGEL", The Proceedings of the microTAS 2014 Conference, 67-69, 2014. (査読有)

〔学会発表〕(計 31 件)

1. 讃岐僚太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明 "ダブルスウィーピングに基づく簡便・迅速・高感度酵素活性マルチアッセイ", 日本化学会第 97 春季年会 (東京), 2017.3.16-19.
2. 二宮望, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "キャピラリー電気泳動-ELISA の高感度化・高効率化", 第 27 回クロマトグラフィー科学会議 (東京), 2016.11.16-18.
3. 末吉健志 (依頼講演), "デジタル電気泳動法の開発とバイオ分析への展開", 第 36 回キャピラリー電気泳動シンポジウム (徳島大学, 徳島県), 2016.11.9-11.
4. Kenji Sueyoshi, (Invited talk) "Rapid and Sensitive Bioassay Using Online Sample Preconcentration Techniques in Microscale Electrophoresis", 16th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE2016), November 7-10, 2016, Malaysia.
5. 青木雄太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "機能性ヒドロゲルカートリッジ接続によるデジタル電気泳動分析用デザインデバイスの開発", 日本分析化学会第 65 年会, 口頭発表 (北海道大学・北海道), 2016.9.14-16.
6. Nozomi Ninomiya, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Highly Sensitive ELISA System Using a Capillary Electrophoresis Equipped with a Z-shaped Optical Cell", RSC Tokyo International Conference 2016 (RSC-TIC 2016), 国際会議 (Chiba, Japan), 2016.9.8-9.
7. Yuta Aoki, Tadamasa Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Designable digital electrophoresis devices for desirable microscale bioassays", RSC Tokyo International Conference 2016 (RSC-TIC 2016), (Chiba, Japan), 2016.9.8-9.
8. 讃岐僚太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "ダブルスウィーピングに基づく簡便・迅速・高感度酵素活性アッセイデバイスの開発", 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第 34 回研究会, 国内会議 (幕張メッセ・千葉), 2016.9.6-7.
9. Kenji Sueyoshi, (Invited talk) "Rapid and sensitive bioassay based on microscale electrophoresis", 8th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2016), (Hon Kong University, Hong Kong), 2016.5.30-6.1.
10. 讃岐僚太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "ダブルスウィーピングに基づく高感度電気泳動酵素活性アッセイ", 第 76 回分析化学討論会, 口頭発表 (岐阜薬科大学, 岐阜), 2016.5.28-29.
11. 青木優太, 金岡忠政, 松田景太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "機能性ヒドロゲルカートリッジ接続型デジタル電気泳動デバイスの開発", 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 33 回研究会, 国内会議 (東京大学, 東京), 2016.4.25-26.
12. 末吉健志, "ミクロスケール電気泳動を駆使した新規バイオアッセイ法の開発", 第 26 回クロマトグラフィー科学会議, 口頭発表 (依頼講演) (九州大学, 福岡), 2015.11.11-13.
13. 末吉健志, "ミクロスケール電気泳動のバイオアッセイへの応用", 日本分析化学会近畿支部, 異分野融合による新規分離分析法の創成のための若手後援会, 口頭発表 (依頼講演) (大阪大学, 大阪), 2015.11.7.
14. 金岡忠政, 松田景太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "ダブルスウィーピングに基づく高感度電気泳動バイオアッセイ", 第 35 回キャピラリー電気泳動シンポジウム (岡山), 2015.11.4-6.
15. 讃岐僚太, 安倉直希, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "試薬放出ヒドロゲルを用いたダブルスウィーピングに基づく高感度酵素活性アッセイ", 日本分析化学会第 64 年会 (福岡), 2015.9.9-11.
16. Takashi Nishiwaki, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Rapid and Sensitive Enzyme Activity Assay by Electrokinetic Filtration Using a Hydrogel Immobilizing Fluorescent Substrates", RSC Tokyo International Conference 2015 (RSC-TIC 2015) (Chiba, Japan), 2015.9.3-4.
17. Ryota Sanuki, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Highly Sensitive Electrophoretic Bioassay Based on Double Sweeping Using Reagent-release Capillary", RSC Tokyo International Conference 2015 (RSC-TIC 2015), (Chiba, Japan), 2015.9.3-4.
18. 末吉健志, "電気泳動を基盤としたバイオ分析技術の開発とその高感度化に関する研究", 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第 31 回研究会, 受賞記念講演 (招待講演), 口頭発表 (京都大学, 京都), 2015.6.4-6.
19. Tadamasa Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Microfluidic Digital Electrophoresis for a Rapid and Sensitive Protein Assay", 7th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2015), (Kyoto, Japan), 2015.6.4-6.
20. Shogo Miyamoto, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Single-step

- Immunoassay Based on Electrophoretic Filtration Using a Hydrogel Immobilizing Fluorescent Substrates", 7th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2015), (Kyoto, Japan), 2015.6.4-6.
21. 松田景太, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "デジタル電気泳動に基づくタンパク質の高感度分離分析", 第 22 回クロマトグラフィースィンポジウム, 口頭発表(近畿大学, 東大阪), 2015.5.28-30.
 22. 宮本翔悟, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "蛍光基質固定化ヒドロゲルを用いた高感度電気泳動イムノアッセイ法の開発", 第 53 回分析化学討論会, 口頭発表(山梨大学, 甲府), 2015.5.23-24.
 23. 末吉健志, 金岡忠政, 松田景太, 遠藤達郎, 久本秀明, "積層型ヒドロゲルを用いたタンパク質の二次元デジタル電気泳動分析", 日本化学会第 95 春季年会, 口頭発表(千葉), 2015.3.26-29.
 24. 安倉直希, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "試薬放出キャピラリー・試薬放出ヒドロゲル組合せ型 簡便・高感度酵素活性アッセイマイクロデバイスの開発", 第 34 回キャピラリー電気泳動シンポジウム(京都), 2014.12.9-11.
 25. Tadamasu Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Two-dimensional Digital Electrophoresis Using a Layered Structure of Functionalized Hydrogels", 14th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE2014), (Kyoto, Japan), 2014.12.7-10.
 26. 末吉健志, "三次元デジタル電気泳動法の開発", 日本電気泳動学会第 65 回日本電気泳動学会総会シンポジウム シンポジウム I「最新の電気泳動技術 30 の話題」, 依頼講演(横浜), 2014.10.24-25.
 27. 末吉健志, "マイクロスケール電気泳動を基盤技術とした迅速・高感度・高分離能分析法の開発", 日本分析化学会第 63 年会, 奨励賞受賞記念講演(広島), 2014.9.17-19.
 28. Tomoko Kato, Kentaro Izumoto, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "Development and Sensitivity Enhancement of Quantitative Analysis of iPS Cell Related Proteins by ELISA Using a Capillary Electrophoresis Apparatus", RSC Tokyo International Conference, (Chiba, Japan), 2014.9.4-5.
 29. Tadamasu Kanaoka, Keita Matsuda, Kenji Sueyoshi*, Tatsuro Endo, Hideaki Hisamoto, "High-sensitivity and High-resolution Analysis of Proteins Based on Two-dimensional Digital Electrophoresis Using Layered Structure of Functionalized Hydrogels", RSC Tokyo International Conference, (Chiba, Japan), 2014.9.4-5.
 30. 泉本賢太郎, 加藤智子, 末吉健志, 遠藤達郎, 久本秀明, "キャピラリー電気泳動装置を用いた ELISA による iPS 細胞関連タンパク質定量分析法の開発と高感度化", 第 21 回クロマトグラフィースィンポジウム, 口頭発表(名古屋), 2014.6.4-6.
 31. 末吉健志, "マイクロスケール電気泳動の応用技術開発およびバイオアッセイへの展開", 依頼講演(東京工業大学, 東京), 2014.5.21.
- 〔図書〕(計 1 件)
1. 末吉健志, 「材料表面の親水・親油の評価と制御設計」第 2 章 電気泳動による分析技術, 第 1 節 マイクロチップ電気泳動, (発行: テクノシステム), pp. 41-45, 2016.
- 〔産業財産権〕
- 出願状況(計 0 件)
- 取得状況(計 0 件)
- 〔その他〕
6. 研究組織
- (1) 研究代表者:
末吉 健志 (SUEYOSHI, Kenji)
大阪府立大学・工学研究科 助教
研究者番号: 70552660