

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06993

研究課題名（和文）高機能化マイクロチップ電気泳動システムによる糖鎖、リン酸化の全自動解析

研究課題名（英文）Fully automatic analysis of glycans and phosphorylation using a highly functional microchip electrophoresis system

研究代表者

山本 佐知雄（Yamamoto, Sachio）

近畿大学・薬学部・准教授

研究者番号：10707954

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は前処理を含む一連の分析操作が特に困難な糖鎖付加や細胞のシグナル伝達に必要な不可欠なリン酸化反応を明らかにするために、アクリルアミドゲル層と3次元型のマイクロチップを用いて糖鎖やリン酸化化合物の分析までに必要な前処理を含む一連の工程を流路中で行うことにより真のハイスループット分析を実現するために実施した。糖鎖の特異的濃縮法とリン酸化化合物のオンライン濃縮・標識マイクロチップ電気泳動法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

糖鎖修飾やタンパク質のリン酸化などの翻訳後修飾を解明しようとする研究が世界中で盛んに行われているが、それぞれの翻訳後修飾がどのタイミングでどのように変化した結果、糖鎖構造やリン酸化状態が変化したという報告はない。そこで、何らかの刺激を与えた直後のタンパク質の翻訳後修飾のメカニズムを解明するために、糖鎖およびリン酸化タンパク質の分析までに必要な前処理を含む一連の工程を流路中で、かつプログラムされた電圧印加のみで行うことにより真のハイスループット分析を実現する方法を実現した。

研究成果の概要（英文）：In this research, we used an acrylamide gel layer and a three-dimensional microchip to perform a series of steps such as pretreatment necessary for analyzing sugar chains and phosphorylated compounds in a flow channel, achieving true high-throughput analysis.

研究分野：分析化学

キーワード：糖鎖 リン酸化 マイクロチップ電気泳動

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

糖鎖修飾やタンパク質のリン酸化などの翻訳後修飾を解明しようとする研究が世界中で盛んに行われているが、そもそも糖鎖の機能解析では網羅的に解析する技術がなく、ガンなどの疾病により発現する糖鎖やタンパク質のリン酸化状態が変化するという知見が数多く報告されているが、それぞれの翻訳後修飾がどのタイミングでどのように変化した結果、糖鎖構造やリン酸化状態が変化したという報告はない。これが解明できればより詳細ながん化や、がん転移のメカニズムの解明につながるだけでなく治療のターゲット分子を発見できる可能性がある。このためには何らかの刺激を与えた直後の翻訳後修飾をその場で解析できるような技術が必要と考えられていた。

2. 研究の目的

タンパク質の翻訳後修飾として、その発現量や発現している種類のモニタリングが重要であるが、前処理を含む一連の分析操作が特に困難な糖鎖とリン酸化タンパク質をターゲットとし、アクリルアミドゲル層と3次元型のマイクロチップを用いて細胞を3次元で培養し、そこに何らかの刺激を与えた直後のタンパク質の翻訳後修飾のメカニズムを解明するために、糖鎖およびリン酸化タンパク質の分析までに必要な前処理を含む一連の工程を流路中で、かつプログラムされた電圧印加のみで行うことにより真のハイスループット分析を実現するための方法の開発を試みた。細胞に発現している糖鎖のプロファイリングなどはもちろんのこと、抗体医薬品の生産ラインにおいて免疫原性となる糖鎖の特異的検出などを短時間で簡単に、かつ網羅的に解析することが可能になると考えられ、糖鎖やリン酸化化合物あるいは、この両方を利用した指標とした臨床分析にも広く応用することが可能であると考えられる。

3. 研究の方法

高機能化マイクロチップ電気泳動システムによる糖鎖、リン酸化の全自動解析を実現するために個別の全自動解析を実現する方法について検討を行った。高機能化マイクロチップを用いる糖鎖の全自動高速構造解析法の開発では①サイズ排除用マイクロチップを用いて培養細胞からの総タンパク質の抽出をPC膜、酵素による糖鎖の調製を透析膜上で連続して達成できるマイクロチップ電気泳動法の開発、②流路中での8-aminopyrene-1,3,6-trisulfonic acid (APTS)による蛍光標識化、③開発済みの前濃縮ゲルやレクチン封入ゲルをオンライン特異的濃縮や試料精製に利用することで前処理が一切不要な全自動糖鎖解析法の開発を目指す。培養細胞から糖鎖を抽出するためには細胞に対して還元剤やベンゾナーゼなどを加えて総タンパク質を抽出した後、酵素を用いて糖鎖を調製する必要がある。この一連の操作をマイクロチップの流路中で達成するには、まず細胞を流路の一部に止めさせ、試薬をその部分に泳動させてタンパク質を抽出しなければならない。その後、抽出した総タンパク質を別の流路で濃縮し、酵素などをその部分に泳動することが必要と考えられる。そこで、細胞濃縮には細孔径が1 μmのPC膜を、その後の総タンパク質の濃縮には分子量1万のカットオフフィルターを用いる予定である。このサイズ排除用のマイクロチップの有用性が確認された後、多分岐流路を有するマイクロチップにナイロンモノフィラメントで作製した流路と透析膜などを組み合わせ、かつ異なる機能をもつ複数のゲル層を流路上に配し、濃縮、反応、粗分画、特異的抽出の一連の過程を実現するための研究を遂行した。リン酸化タンパク質の解析も糖鎖と同様に、細胞をチップ上で培養し、目的とするタンパク質群を抽出後、この中からリン酸化タンパク質のみを、我々が開発したPhos-tagアクリルアミドゲルによるオンライン特異的濃縮を行い、そこにFITCのようなタンパク質のアミノ基をターゲットとした蛍光試薬を導入し、高感度化を行った後、分離検出する。このリン酸化タンパク質の全自動高速解析用マイクロチップの概念図をFig. 1に示す。

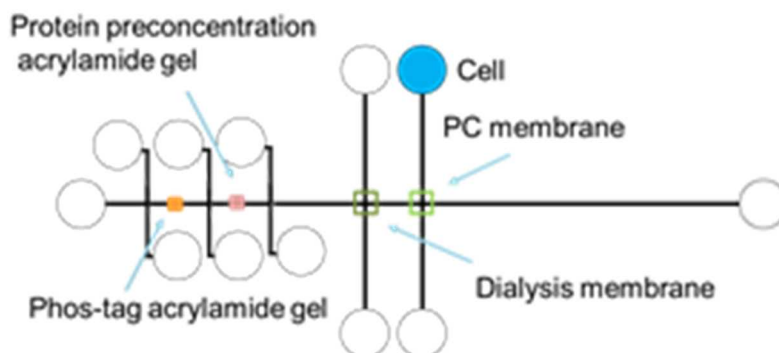


Fig. 1. リン酸化タンパク質の全自動高速構造解析を達成するための PDMS 製マイクロチップのレイアウト。

4. 研究成果

①ではPC膜上でタンパク質の濃縮は確認することが出来たが、続く酵素消化では、反応に大きなばらつきがあった。現在、電圧印加プログラムを見直し、酵素消化の再現性を向上させるための実験を実施している。ところで、この研究を進める過程においてアクリルアミドゲルによる酵素消化の有用性については十分に評価できたことから、本法の応用として、このPNGase F含有ゲルや糖鎖の加水分解酵素を市販のピペットチップ内に封入し、酵素消化を試みた。その結果、通常のマイクロチューブで行うよう手法で2日かかっていた工程を20分に短縮することが出来た。また、PNGase Fによる糖鎖の回収量は既存の方法と比較しても、ほぼ定量的に酵素消化が起こっていることを示唆していた。また、糖加水分解酵素を封入したチップでは電動ピペッターを用いて最適化を行ったため全自動化も見込めると考えている。

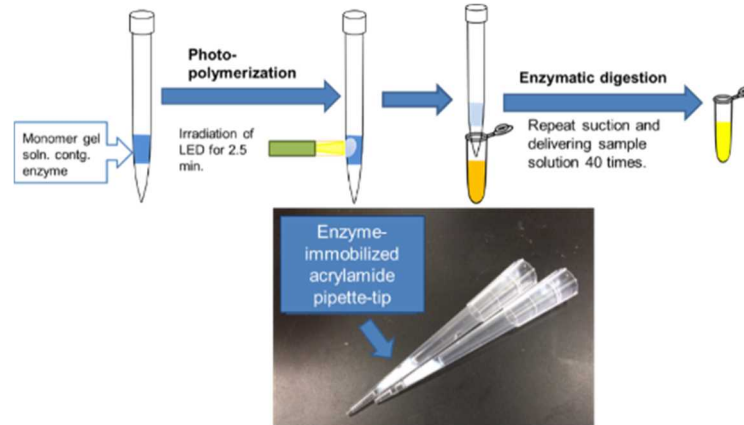


Fig. 2 酵素含有アクリルアミドゲルチップによる試料調製手順と実際のアクリルアミドゲルチップの写真

②、③のオンライン試料標識化反応、および特異的濃縮一度・分離を達成できる電気泳動法の開発では比較的蛍光標識が容易と考えられたリン酸化タンパク質の全自動解析について着手した。本研究を実施するにあたり柔軟性・耐久性があり、汎用性の高いポリマーである poly(dimethyl siloxane) (PDMS)とガラスのハイブリッドマイクロチップを作製し、分離検出に至る一連の工程の集積化を試みた。作製したマイクロチップのレイアウトを Fig.3 に示す。PDMS を基盤とする多分岐流路の構築し、Phos-tag 含有アクリルアミドゲル層の作製を試みた。マイクロチップは、内径 100 μm の多分岐型流路を有する PDMS プレートと基盤のスライドガラスをプラズマ処理によって貼り合わせたものを用いた。Phos-tag 含有アクリルアミドゲル溶液として、アクリルアミドに架橋形成剤のビスアクリルアミド、重合開始剤としてアゾビス系化合物を、重合促進剤として N,N,N',N'- tetramethylethylenediamine (TEMED), および Phos-tag® acrylamide を加えたものを用いた。このゲル溶液を加圧してマイクロチップ流路中に導入し、流路に LED (365 nm)をピンポイントで照射し、光重合性 Phos-tag 含有アクリルアミドゲル層を流路の一部のみに構築した。

作製した PDMS-ガラス製ハイブリッドマイクロチップの流路中に構築した Phos-tag ゲル層において、未標識のリン酸化ペプチドのオンライン濃縮と標識化、それに続く電気泳動分離を試みた。試料にはモノリン酸化 β -casein を用いた。まず、3 種類の蛍光剤、5-(4, 6-dichlorotriazinyl)aminofluorescein (DTAF), fluorescein isothiocyanate (FITC), 4-fluoro-7-nitrobenzofurazan (NBD-F)を用いて蛍光標識化したモノリン酸化 β -casein をマイクロチップ上の Phos-tag ゲル層に泳動したところ、いずれの試料においても時間経過に伴う蛍光強度の上昇が観察され、リン酸化化合物が特異的にゲル層に捕捉されることが分かった。次に、オンライン標識に用いる蛍光試薬の検討を行った。未標識のモノリン酸化 β -casein をゲル層に捕捉させた後、蛍光試薬をゲル層に電圧印加で送液したところ、DTAF を用いた場合でのみ、ゲル層の蛍光の増大が確認できた。このことから、試料は DTAF によって短時間で標識化されることが示唆された。ゲル層に捕捉された DTAF 標識化モノリン酸化 β -casein の脱離用泳動液として EDTA を含む高濃度のリン酸緩衝液を用いたところ、ゲル層から DTAF 標識化モノリン酸化 β -casein のスムーズな脱離が達成され、良好な分離を実現できた。



Fig. 3 作製した PDMS/ガラスマイクロチップ

以上の結果から、作製した PDMS-ガラス製ハイブリッドマイクロチップと光重合性 Phos-tag 含有アクリルアミドゲルの構築により、リン酸化化合物の高感度検出に必要な前処理を 1 枚のチップ上で達成できる条件を確立できた。今回開発したマイクロチップを用いれば、試料混合物 (10 μ L) をチップに導入するだけで、 10^{-14} mol 量のリン酸化されたペプチドやタンパク質を特異的に検出できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Yamamoto Sachio, Kato Naho, Wada Miki, Kinoshita Mitsuhiro	4. 巻 39
2. 論文標題 A rapid and convenient enzyme digestion method for the analysis of N-glycans using exoglycosidase-impregnated polyacrylamide gels fabricated in an automatic pipette tip	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1041 ~ 1046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-023-00314-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamamoto Sachio, Yano Shoko, Suzuki Shigeo, Kinoshita Mitsuhiro	4. 巻 67
2. 論文標題 光重合性Phos-tag含有アクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物の高感度検出システムの開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Electrophoresis Letters	6. 最初と最後の頁 33 ~ 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2198/electroph.67.33	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yamamoto Sachio, Kato Naho, Wada Miki, Kinoshita Mitsuhiro	4. 巻 39
2. 論文標題 A rapid and convenient enzyme digestion method for the analysis of N-glycans using exoglycosidase-impregnated polyacrylamide gels fabricated in an automatic pipette tip	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1041 ~ 1046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-023-00314-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 YAMAMOTO Sachio, MIYAWAKI Naohisa, KAWAKAMI Natsumi, KINOSITA Mitsuhiro, SUZUKI Shigeo	4. 巻 71
2. 論文標題 Study of HPLC Separation and Fractionation of 8-aminopyrene-1,3,6-trisulfonic Acid Labeled Ñ-glycans Using a Hydrophilic Interaction Chromatography Column	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 333 ~ 339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.71.333	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Sachio, Yano Shoko, Kinoshita Mitsuhiro, Suzuki Shigeo	4. 巻 7
2. 論文標題 In Situ Pinpoint Photopolymerization of Phos-Tag Polyacrylamide Gel in Poly(dimethylsiloxane)/Glass Microchip for Specific Entrapment, Derivatization, and Separation of Phosphorylated Compounds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Gels	6. 最初と最後の頁 268 ~ 268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/gels7040268	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita Mitsuhiro, Nakajima Kazuki, Yamamoto Sachio, Suzuki Shigeo	4. 巻 413
2. 論文標題 High-throughput N-glycan screening method for therapeutic antibodies using a microchip-based DNA analyzer: a promising methodology for monitoring monoclonal antibody N-glycosylation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical and Bioanalytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 4727 ~ 4738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00216-021-03434-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 HIOKI Maho, KOBAYASHI Hiroshi, KINOSHITA Mitsuhiro, YAMAMOTO Sachio, SUZUKI Shigeo	4. 巻 42
2. 論文標題 Chromatographic Performance of an Amine/amino-bonded Column and a Monolithic Reversed-Phase Column for the Separation of Fluorescently Labeled Glycoprotein Glycans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CHROMATOGRAPHY	6. 最初と最後の頁 99-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15583/jpchrom.2021.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Sachio, Ueda Maki, Kasai Masataka, Ueda Yusuke, Kinoshita Mitsuhiro, Suzuki Shigeo	4. 巻 179
2. 論文標題 A fast and convenient solid phase preparation method for releasing N-glycans from glycoproteins using trypsin- and peptide-N-glycosidase F (PNGase F)-impregnated polyacrylamide gels fabricated in a pipette tip	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	6. 最初と最後の頁 112995 ~ 112995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpba.2019.112995	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita Mitsuhiro, Saito Ai, Yamamoto Sachio, Suzuki Shigeo	4. 巻 186
2. 論文標題 A practical method for preparing fluorescent-labeled glycans with a 9-fluorenylmethyl derivative to simplify a fluorimetric HPLC-based analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	6. 最初と最後の頁 113267 ~ 113267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpba.2020.113267	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita Mitsuhiro, Yamamoto Sachio, Suzuki Shigeo	4. 巻 5
2. 論文標題 Age-Related Changes in O-Acetylation of Sialic Acids Bound to N-Glycans of Male Rat Serum Glycoproteins and Influence of Dietary Intake on Their Changes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 18608 ~ 18618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.0c00935	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kishimoto Yuka, Okada Fuka, Maesako Tomohiro, Yamamoto Sachio, Kinoshita Mitsuhiro, Hayakawa Takao, Suzuki Shigeo	4. 巻 1625
2. 論文標題 Analysis of 2-aminopyridine labeled glycans by dual-mode online solid phase extraction for hydrophilic interaction and reversed-phase liquid chromatography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Chromatography A	6. 最初と最後の頁 461194 ~ 461194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chroma.2020.461194	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 YAMAMOTO Sachio, KAWAGUCHI Yume, KINOSHITA Mitsuhiro, SUZUKI Shigeo	4. 巻 42
2. 論文標題 Microchip Electrophoresis Utilizing <i>In Situ</i> Photopolymerized Thrombin-Immobilized Preconcentrator Gels for Specific Entrapment and Analysis of Thrombin Aptamers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CHROMATOGRAPHY	6. 最初と最後の頁 37 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15583/jpchrom.2020.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 YAMAMOTO Sachio	4. 巻 42
2. 論文標題 <i>In Situ </i>Photopolymerization of Functionalized Polyacrylamide-Based Preconcentrators for Highly Sensitive Specific Detection of Various Analytes by Microchip Electrophoresis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CHROMATOGRAPHY	6. 最初と最後の頁 29 ~ 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15583/jpchrom.2020.020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita Mitsuhiro, Nakatani Yumi, Yamada Keita, Yamamoto Sachio, Suzuki Shigeo	4. 巻 195
2. 論文標題 A rapid and facile preparation of APTS-labeled N-glycans by combination of ion pair-assisted extraction and HILIC-SPE for routine glycan analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	6. 最初と最後の頁 113875 ~ 113875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpba.2020.113875	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 山本佐知雄、吉岡 真依、鮎川立希、木下充弘
2. 発表標題 多分岐マイクロチップとレクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法
3. 学会等名 第30回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本佐知雄、鮎川立希、木下充弘
2. 発表標題 多分岐マイクロチップとレクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法
3. 学会等名 第35回バイオメディカル分析科学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本佐知雄、吉岡 真依、鮎川立希、木下充弘
2. 発表標題 レクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第72年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本佐知雄、鮎川立希、木下充弘
2. 発表標題 レクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 第34回クロマトグラフィー科学会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本佐知雄、鮎川立希、木下充弘
2. 発表標題 レクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 第 43 回キャピラリー電気泳動シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本佐知雄、鮎川立希、鈴木茂生、木下充弘
2. 発表標題 多分岐マイクロチップとレクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 第34 回バイオメディカル分析科学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本佐知雄、鮎川立希、高橋佑季、木下充弘
2. 発表標題 光硬化性レクチン固定化アクリルアミドゲルを用いる 糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 第29回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本佐知雄・矢野祥子・鈴木 茂生・木下充弘
2. 発表標題 光重合性Phos-tag含有アクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン濃縮・標識・分離システムの開発
3. 学会等名 第72回 日本薬学会関西支部総会・大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本佐知雄・矢野祥子・木下充弘
2. 発表標題 光重合性Phos-tag含有アクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン濃縮・標識・分離システムの開発
3. 学会等名 第73回日本電気泳動学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本佐知雄・鮎川立希・鈴木茂生・木下充弘
2. 発表標題 光硬化性レクチン固定化アクリルアミドゲルを利用した糖鎖のアフィニティーマイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本 佐知雄
2. 発表標題 キャピラリー電気泳動を用いた糖鎖の 網羅的解析技術の開発
3. 学会等名 第37回イオンクロマトグラフィー討論会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 佐知雄、加藤 奈帆、和田 美希、木下 充弘、鈴木 茂生
2. 発表標題 タンパク質固定化アクリルアミドゲルチップを用いる糖鎖の簡易調製と構造解析法の開発
3. 学会等名 第32回クロマトグラフィー科学会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 佐知雄、加藤 奈帆、木下 充弘、鈴木 茂生
2. 発表標題 酵素固定化アクリルアミドゲルチップによる糖鎖の簡易酵素消化法の開発
3. 学会等名 第71回 日本薬学会関西支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本佐知雄、矢野祥子、木下充弘、鈴木茂生
2. 発表標題 光重合性Phos-tag含有アクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン濃縮・標識・分離システムの開発
3. 学会等名 クロマトグラフィー次世代技術セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 佐知雄、矢野 祥子、増田 誠子、木下 充弘、鈴木 茂生
2. 発表標題 Phos-tag含有ポリアクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン濃縮・標識マイクロチップ電気泳動法の開発
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本佐知雄、辰巳凱、前谷一仁、木下充弘、鈴木茂生
2. 発表標題 サイズ排除型マイクロチップを用いるタンパク質のオンライン濃縮と酵素消化への応用
3. 学会等名 第27回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 佐知雄、矢野 祥子、増田 誠子、木下 充弘、鈴木 茂生
2. 発表標題 Phos-tag含有ポリアクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン高感度検出システムの構築
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本佐知雄
2. 発表標題 光硬化性アクリルアミドのピンポイント合成技術を用いるマイクロチップ電気泳動の高機能化
3. 学会等名 第31回クロマトグラフィー科学会議（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 佐知雄、矢野 祥子、増田 誠子、木下 充弘、鈴木 茂生
2. 発表標題 光重合性Phos-tag含有アクリルアミドゲルを用いるリン酸化化合物のオンライン高感度検出システムの構築
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関