

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02751

研究課題名(和文)呼気凝集液(EBC)分析法の開発と呼吸器疾患の診断への応用

研究課題名(英文)Development of analytical methods of exhaled breath condensate analysis and their application to diagnosis of respiratory disease

研究代表者

手嶋 紀雄(TESHIMA, Norio)

愛知工業大学・工学部・教授

研究者番号：30292501

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では(1)呼気凝縮液(EBC)分析を指向した固相抽出(SPE)剤の評価，(2)流れ分析法によるEBC中のバイオマーカー定量分析法の開発を行った。

ここでは(1)と(2)に関する主な成果を述べる。(1)ではアルミナをSPE剤として用いたところ，リン酸イオンをほぼ定量的に吸脱着できた。今後EBC中の超微量なリン酸化ペプチドの精製・濃縮に応用可能であると考えられる。(2)では，EBC中の無機陽・陰イオン及び酸化ストレスマーカーであるグルタチオンのキャピラリー電気泳動法を開発し，EBC分析に応用した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

呼気分析は非侵襲分析として注目されている。身近な例で言えば，呼気アルコール検査である。医療の分野でもピロリ菌検査や気管支炎検査でも実用化されている。しかし測定される化学成分がガス成分に限定されるので得られる情報量は狭まる。そこで本研究では呼気凝縮液(Exhaled Breath Condensate, EBC)を試料として用いることとした。EBC内には溶解しているガス成分を含め，揮発性に乏しい水溶性化合物も多く含まれる。よって本研究は将来の非侵襲分析による病態診断に極めて重要な情報を提供するものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, the following subjects has been done: (1) evaluation of some solid-phase extractants useful for exhaled breath condensate (EBC) analysis, (2) some flow analysis methods for EBC analysis.

Each achievement is described here. (1): Adsorption/desorption behavior of phosphate on/from alumina was evaluated by flow injection analysis. As a result, alumina was able to almost quantitatively adsorb/desorb phosphate. This phenomenon would be useful for the preconcentration of phosphopeptide in EBC. (2): An analytical method by capillary electrophoresis was proposed for the determination of inorganic anion and cation and glutathione as an oxidative stress marker. The analytical system was applied for EBC analysis.

研究分野：分析化学

キーワード：呼気凝縮液 流れ分析 フローインジェクション分析 カルボニル化合物

1. 研究開始当初の背景

気道上皮被覆液 (Epithelial Lining Fluid, ELF) には呼吸器疾患を反映するバイオマーカーが存在する。このことが指摘されて以来、ELF を得るための様々な試みが行われてきた。ELF のサンプリング法には、気管支肺胞洗浄 (Bronchoalveolar Lavage, BAL) 法や誘発喀痰 (Sputum Induction, SI) 法がある。しかし BAL 法は気管支鏡を患者に挿入するため侵襲性が高い。SI 法は比較的侵襲性が低いものの、患者は高濃度食塩水のスプレートを吸入させられる。一方、最も非侵襲的に ELF を得る方法は、呼気凝縮液 (Exhaled Breath Condensate, EBC) の捕集である。この EBC が肺機能評価の非侵襲サンプルとして注目されたのは、1979 年に EBC 中のアンモニアガスの定量が初めてとされる。これを皮切りに EBC を病態診断のサンプルとして利用する試みが報告されている。

このように EBC が非侵襲で得られ、サンプルとして有力な候補であることに異論はないが、EBC を診断のサンプルとして用いるには、大きな問題点が残されている。それは、EBC 中のバイオマーカーの濃縮法及び定量分析法が確立されていないことである。

2. 研究の目的

そこで本研究では、工学・薬学・医学の連携研究組織を編成し、(1) これまでの機能性吸着剤の成果を駆使して EBC 中の存在が推定される水溶性不揮発性化合物の濃縮法を開発、また (2) EBC 中のバイオマーカー定量を見据えた流れ分析法の開発を目的とした。

3. 研究の方法

(1) アルミナによるリン酸イオンの吸脱着作用：アルミナをエンブティーシリンジに充填し、これを固相抽出 (Solid-Phase Extraction, SPE) カートリッジとした。この SPE カートリッジをコンディショニング後に、リン酸イオン水溶液 (通過液)、次いで洗液として水を通過し (洗浄後)、最終的に水酸化ナトリウム水溶液でリン酸イオンを溶出 (溶出液) した。通過液、洗浄液、溶出液をモリブドリン酸青吸光度法に基づくフローインジェクション分析 (FIA) システムに注入し 825 nm における吸光度を測定することによりアルミナのリン酸イオンに対する吸脱着特性を評価した。

(2) EBC 中の酸化ストレスマーカーであるグルタチオンの定量法：図 1 に希釈補正物質とグルタチオンの同時定量のための LIF-C4D 同時検出 CE システムを示す。希釈補正物質の候補として無機陽・陰イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Cl^-) 及び有機酸 (酢酸、プロピオン酸、ブチル酸、乳酸)、酸化ストレスマーカーとしてグルタチオンを選択した。

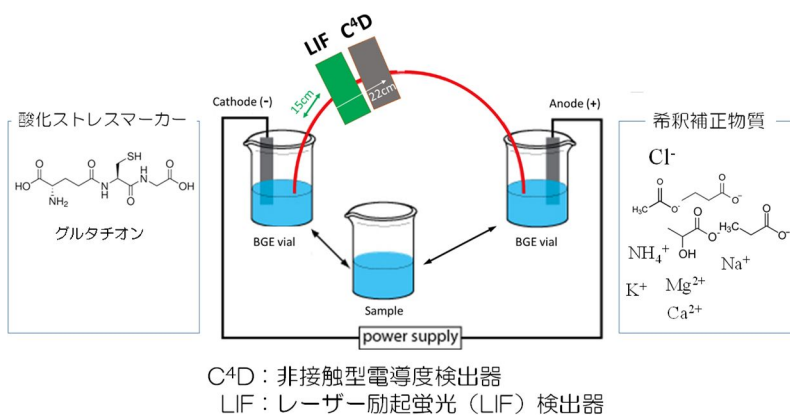


図1 希釈補正物質と酸化ストレスバイオマーカーの同時定量を実現するキャピラリー電気泳動システム

4. 研究成果

(1) アルミナによるリン酸イオンの吸脱着作用：まずアルミナを固相抽出剤としてリン酸イオンの吸脱着挙動を調べた。SPE カートリッジの通過液および洗浄液を FIA システムで測定したところ、リン酸イオンはほとんど検出されなかった。よってリン酸イオンはアルミナに明確に吸着されていることが判明した。溶離液としての水酸化ナトリウム濃度を 0.25 ~ 1.0 mol/L の範囲で変化させたところ、NaOH 濃度が高くなるにつれ回収率が上昇した。1.0 mol/L 水酸化ナトリウムを溶離液とした場合、溶出液 1 及び 2 の合計で回収率は 93.6 % と良好であった。

次にグリホサートがペルオキシ二硫酸カリウムによってリン酸イオンに定量的に酸化分解されるかを調べた。FIA システムからペルオキシ二硫酸カリウムを送液する場合としない場合において、リン換算濃度で同濃度のリン酸イオン及びグリホサートを FIA システムに注入した。その結果、ペルオキシ二硫酸カリウム非共存下の場合にはグリホサートはほぼ検出されなかったのに対し、共存下ではグリホサートのピーク高はリン酸イオンのピーク高と一致した。従って、ペルオキシ二硫酸カリウムによる酸化分解率は 100 % と判断された。グリホサートの検量線は、0.2 ~ 2.0 mg/L の範囲で $r^2 = 0.998$ の良好な検量線を得た。この濃度範囲は、環境省が設定している水質汚濁に係る農薬登録保留基準値である 2.66 mg/L に十分に対応できるものと考えられる。グリホサートはアルキルホスホン酸 ($\text{R-P}(=\text{O})(\text{OH})_2$) の一種であり、 $-\text{P}(=\text{O})(\text{OH})_2$ の部位でアルミナに吸着する可能性がある。そこで 0.2 及び 2.0 mg/L のグリホサートのアルミナによる吸脱着

を評価したところ、グリホサートが吸着し、水酸化ナトリウム水溶液で溶離することによりおよそ 90% 回収することができた。今後、SPE 前処理をオンライン化したグリホサートの選択的 FIA 分析法の開発に発展することが期待される。さらに今後 EBC 中の超微量なリン酸化ペプチドの精製・濃縮に応用可能であると考えられる。

(2) EBC 中の酸化ストレスマーカーであるグルタチオンの定量法：図 1 に示すように、EBC サンプルをアノードとカソードの双方から導入する方法を採用した。すなわち、まずサンプルをアノード側から落差法によって導入し、次いでほぼ同量の泳動液 (Background Electrolyte, BGE) も導入した。このあと、カソード側から再度同一の EBC サンプルを落差法により導入し、高電圧を印加することにより泳動を行った。その結果、無機陽・陰イオンは C_4D によって検出された。一方、グルタチオンは予めエオシン-5-マレイミドと誘導体を形成させてあるので、この誘導体がレーザー誘起蛍光検出器によって検出された。本法により一回の泳動によって希釈補正物質と酸化ストレスマーカーを同時に定量することが可能となった。また EBC 分析に応用して微量なグルタチオンの定量を行うことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Murakami Hiroya, Tomita Hiroki, Aoyanagi Takuya, Sugita Takashi, Miki Yuta, Esaka Yukihiro, Inoue Yoshinori, Teshima Norio	4. 巻 1075
2. 論文標題 Effects of pendant-like hydrophilic monomers on the adsorption properties of reversed-phase-type sorbents for solid-phase extraction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytica Chimica Acta	6. 最初と最後の頁 106 ~ 111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aca.2019.05.019	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 ESAKA Yukihiro, KUNISHIMA Saki, ARUGA Hiromitsu, YAMAMOTO Takehei, MURAKAMI Hiroya, TESHIMA Norio, UNO Bunji	4. 巻 35
2. 論文標題 Preparation of Cyclic-1,N2-propano-2 -deoxyguanosine-d7 as an Internal Standard for ESI-MS/MS Determination of DNA Damage from Acetaldehyde	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1393 ~ 1397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19N023	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 Lacna Julia, Prikryl Jan, Teshima Norio, Murakami Hiroya, Esaka Yukihiro, Foret Frantisek, Kuban Petr	4. 巻 40
2. 論文標題 Optimization of background electrolyte composition for simultaneous contactless conductivity and fluorescence detection in capillary electrophoresis of biological samples	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ELECTROPHORESIS	6. 最初と最後の頁 2390 ~ 2397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/elps.201900112	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 該当する
1. 著者名 作田成久、藤井亮甫、大野慎介、村上博哉、林 則夫、酒井忠雄、手嶋紀雄	4. 巻 68
2. 論文標題 環境水中の全窒素の定量分析法におけるダウンサイジングと自動化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 387 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki.kagaku.68.387	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 Kaneko Tsuguhiro, Sun Yue, Nakajima Hizuru, Uchiyama Katsumi, Zeng Hulia	4. 巻 91
2. 論文標題 Droplet Sensitized Fluorescence Detection for Enzyme-Linked Immune Sorbent Assays on Microwell Plate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 5685 ~ 5689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.8b05668	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 該当する

1. 著者名 富田博貴、杉田 崇、村上博哉、江坂幸宏、井上嘉則、手嶋紀雄	4. 巻 69
2. 論文標題 極性化合物捕集用メタクリレート系逆相型固相抽出剤の調製と特性評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 25 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.69.25	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 曲奎智、森岡和大、東奈穂、長嶋萌子、辺見彰秀、東海林敦、村上博哉、手嶋紀雄、梅村知也、加藤俊吾、河西奈保子、内山一美、中嶋秀	4. 巻 69
2. 論文標題 自律送液が可能なマイクロチップと有機フォトダイオード検出器を用いる化学発光分析システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 31 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.69.31	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 該当する

1. 著者名 Kanokwan Kiwfo, Wasin Wongwilai, Tadao Sakai, Norio Teshima, Kate Grudpan	4. 巻 25
2. 論文標題 Determination of albumin, glucose, and creatinine employing a single sequential injection lab-at-valve with mono-segmented flow system enabling in-line dilution, in-line single-standard calibration, and in-line standard addition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 1666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules25071666	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 該当する

1. 著者名 Hiroya Murakami, Miho Omiya, Yuta Miki, Tomonari Umemura, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima	4. 巻 217
2. 論文標題 Evaluation of the adsorption properties of nucleobase-modified sorbents for a solid-phase extraction of water-soluble compounds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Talanta	6. 最初と最後の頁 121052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.talanta.2020.121052	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 Kanokwan Kiwfo, Wasin Wongwilai, Tadao Sakai, Norio Teshima, Hiroya Murakami, Pathinan Paengnakorn, Kittti Phojuang, Narong Kotchabhakdi, Kate Grudpan	4. 巻 37
2. 論文標題 Simple Natural Material Based Microfluidic Platforms with a Smartphone Detection Employing Natural Reagent for Acidity Assay	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Flow Injection Analysis	6. 最初と最後の頁 9~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24688/jfia.37.1_9	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 該当する

1. 著者名 手嶋紀雄, 村上博哉, 酒井忠雄	4. 巻 69
2. 論文標題 流れ分析法による水質試験方法の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 257~269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.69.257	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 Yuta Miki, Hiroya Murakami, Keisuke Iida, Tomonari Umemura, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima	4. 巻 36
2. 論文標題 Molding-type solid-phase extraction media glued using commercially available adhesives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1185~1190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20c012	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 村上博哉, 三木雄太, 井上嘉則, 手嶋紀雄	4. 巻 70
2. 論文標題 親水基含有固相抽出剤の開発と水溶性化合物に対する捕捉特性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 19 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki.kagaku.70.19	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 井上嘉則, 山本喬久, 鈴木清一, 村上博哉, 手嶋紀雄	4. 巻 70
2. 論文標題 チタニアおよびアルミナにおける無機陰イオンおよび有機酸に対する固相抽出特性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 53 ~ 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki.kagaku.70.53	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 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄	4. 巻 70
2. 論文標題 膜乳化-共重合法による数十 μm の単分散性ポリマー粒子の合成とその固相抽出特性評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 435 ~ 441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki.kagaku.70.435	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 Sayaka Suzuki, Aika Tokimatsu, Yusuke Nakanishi, Tatsuya Shirai, Shinsuke Ohno, Norio Hayashi, Hiroya Murakami, Norio Teshima	4. 巻 38
2. 論文標題 Flow injection spectrophotometric determination of fluorides in industrial wastewater using Alfusone solution containing acetone and fluoride ion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Flow Injection Analysis	6. 最初と最後の頁 5 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24688/jfia.38.1_5	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 Piyanat Issarangkura Na Ayutthaya, Chonnipa Yeerum, Kullapon Keasonkan, Kanokwan Kiwfo, Kate Grudpan, Norio Teshima, Hiroya Murakami, Monnapat Vongboot	4. 巻 26
2. 論文標題 Determination of lead employing simple flow injection AAS with monolithic alginate-polyurethane composite packed in-valve column	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 4397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26154397	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 該当する

1. 著者名 Ayaka Inoguchi, Yurina Kawakami, Hiroya Murakami, Tadao Sakai, Norio Teshima	4. 巻 38
2. 論文標題 Successive determination of vanadium and creatinine in urine samples using a sequential injection analysis system coupled to ICP-MS and spectrophotometer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Flow Injection Analysis	6. 最初と最後の頁 55 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24688/jfia.38.2_55	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 Piyanat Issarangkura Na Ayutthaya, Chonnipa Yeerum, Kullapon Kesonkan, Kanokwan Kiwfo, Kate Grudpan, Norio Teshima, Hiroya Murakami, Monnapat Vongboot	4. 巻 26
2. 論文標題 Lead assay with a smartphone detection using monolithic rod with 4-(2-pyridylazo) resorcinol	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 5720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26185720	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 該当する

1. 著者名 Chalermpong Saenjuma, Nichapat Pattapong, Thitiya Aunsakol, Thanawat Pattananandecha, Sutasinee Apichai, Hiroya Murakami, Kate Grudpan, Norio Teshima	4. 巻 105
2. 論文標題 High sensitivity spectrophotometric determination of tetracycline with zirconium chelation by employing simultaneous injection effective mixing analysis (SIEMA): tetracycline residue in honey	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Food Composition and Analysis	6. 最初と最後の頁 104215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfca.2021.104215	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 該当する

1. 著者名 Kazuhiro Morioka, Moeko Osashima, Nao Azuma, Kuizhi Qu, Akihide Hemmi, Atsushi Shoji, Hiroya Murakami, Norio Teshima, Tomonari Umemura, Katsumi Uchiyama, Hizuru Nakajima	4. 巻 238
2. 論文標題 Development of a fluorescence microplate reader using an organic photodiode array with a large light receiving area	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Talanta	6. 最初と最後の頁 122994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.talanta.2021.122994	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 Ryo Ishii, Kazuhiro Morioka, Takuya Mizumoto, Natsumi Yamasaki, Akihide Hemmi, Atsushi Shoji, Hiroya Murakami, Norio Teshima, Tomonari Umemura, Katsumi Uchiyama, Hizuru Nakajima	4. 巻 34
2. 論文標題 Development of portable fluorescence microplate reader equipped with indium tin oxide glass heater for loop-mediated isothermal amplification	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 971 ~ 985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2022.3618	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 Yuta Miki, Hiroya Murakami, Keisuke Iida, Tomonari Umemura, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima	4. 巻 38
2. 論文標題 Preparation and evaluation of molding-type solid-phase extraction media binding with commercially available adhesives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 307 ~ 315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.21P265	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 -

〔学会発表〕 計60件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 井ノ口綾夏, 川上裕理奈, 村上博哉, 酒井忠雄, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ICP-MSと吸光光度検出器を有するSIAシステムによる尿中バナジウムとクレアチニンの定量 ICP-MSと吸光光度検出器を有するSIAシステムによる尿中バナジウムとクレアチニンの定量
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾宮美保, 三木雄太, 村上博哉, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 核酸塩基修飾吸着分離剤における基材樹脂の影響
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木雄太, 富田博貴, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 市販汎用接着剤を利用する高機能吸着媒体の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田博貴, 杉田崇, 村上博哉, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 非芳香族型ポリマー系固相抽出剤の開発と捕捉特性評価
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山拓也, 三木雄太, 村上博哉, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 水溶性高分子を被覆した吸着分離剤における高分子構造と捕捉特性
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金子嗣弘, Yue Sun, 中嶋秀, 内山一美, Hulie Zeng
2. 発表標題 マイクロ共鳴増強蛍光によるELISAの高感度化
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀大介, Weifei Zhang, 中嶋秀, 加藤俊吾, 内山一美
2. 発表標題 インクジェット液滴を用いたオンラインデジタルPCR
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野条拓矢, 森岡和大, 辺見彰秀, 加藤俊吾, 内山一美, 中嶋秀
2. 発表標題 リアルタイム測定が可能なCD型蛍光検出システムの開発
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎夏実, 森岡和大, 辺見彰秀, 加藤俊吾, 内山一美, 中嶋秀
2. 発表標題 LAMP法に基づく携帯型遺伝子検査装置の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東奈穂, 長嶋萌子, 森岡和大, 辺見彰秀, 加藤俊吾, 内山一美, 中嶋秀
2. 発表標題 ピペットチップを用いる携帯型ELISA装置の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上博哉, 尾宮美保, 杉山拓也, 三木雄太, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 極性化合物の捕捉を可能にするHILIC型固相抽出用吸着分離剤の開発
3. 学会等名 第32回バイオメディカル分析科学シンポジウム (BMAS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田博貴, 青柳拓哉, 三木雄太, 江坂幸宏, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 単官能型親水性モノマーを用いた新規逆相型吸着剤開発に関する研究
3. 学会等名 第38回分析化学中部夏期セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山拓也, 三木雄太, 村上博哉, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 親水性高分子被覆型の固相抽出剤の捕捉特性評価に関する研究
3. 学会等名 International JAFIA 35th Anniversary Symposium with Profs. Christian and Dasgupta - 第56回フローインジェクション分析講演会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾宮美保, 三木雄太, 村上博哉, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 二次効果相互作用を積極的に利用するHILIC型吸着剤の開発
3. 学会等名 International JAFIA 35th Anniversary Symposium with Profs. Christian and Dasgupta - 第56回フローインジェクション分析講演会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 愛美, 大野慎介, 村上博哉, 林 則夫, 手嶋紀雄
2. 発表標題 シュリーレン効果共存下における亜硝酸体窒素のFIA - ピーク高とピーク面積解析の比較 -
3. 学会等名 International JAFIA 35th Anniversary Symposium with Profs. Christian and Dasgupta - 第56回フローインジェクション分析講演会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林万祐菜, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 アルミナ多孔体によるリン酸イオンの吸脱着挙動
3. 学会等名 International JAFIA 35th Anniversary Symposium with Profs. Christian and Dasgupta - 第56回フローインジェクション分析講演会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 手嶋紀雄
2. 発表標題 生命環境を“はかって守る”分析化学”
3. 学会等名 愛知工業大学AITカレッジ講座 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上博哉, 杉山拓也, 三木雄太, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 水和層を固定相する固相抽出剤に関する基礎検討
3. 学会等名 第39回キャピラリー電気泳動シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 手嶋紀雄, 村上博哉
2. 発表標題 流れ分析法によるオンライン試料前処理能の強化
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 SPG膜乳化法を用いる固相抽出に好適な均一径吸着剤合成法の開発
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Miki, Hiroki Tomita, Hiroya Murakami, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Development of High Performance Monolith-like Adsorption Media by Binding Sorbents
3. 学会等名 HPLC2019 (49th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroya Murakami, Hiroki Tomita, Takashi Sugita, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Development of Non-Aromatic Reversed-phase Type Sorbent for Solid Phase Extraction
3. 学会等名 HPLC2019 (49th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上博哉, 尾宮美保, 三木雄太, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 二次効果相互作用を付与した保水性固相抽出剤の開発
3. 学会等名 第30回クロマトグラフィー科学会議 (SCS30)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norio Teshima, Hiroya Murakami
2. 発表標題 Automated Solution Handling Systems for Noninvasive Analysis
3. 学会等名 International Symposium on Miniaturized Systems for Chemical Separation and Analysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroya Murakami, Miho Omiya, Yuta Miki, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Development of Nucleic Acid-modified Sorbents for Solid Phase Extraction with HILIC
3. 学会等名 International Symposium on Miniaturized Systems for Chemical Separation and Analysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上博哉, 杉山拓也, 三木雄太, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 水和層を利用した極性化合物の抽出を可能にする固相抽出剤の開発
3. 学会等名 日本薬学会第140年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎夏実, 森岡和大, 辺見彰秀, 加藤俊吾, 内山一美, 中嶋秀
2. 発表標題 現場測定を指向した携帯型LAMPシステムの開発
3. 学会等名 日本分析化学会関東支部若手交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東奈穂, 長嶋萌子, 森岡和大, 辺見彰秀, 加藤俊吾, 内山一美, 中嶋秀
2. 発表標題 ピペットチップを用いる化学発光検出システムの開発
3. 学会等名 日本分析化学会関東支部若手交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 時松愛佳, 中西勇介, 大野慎介, 林 則夫, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 排水中ふっ素化合物のフローインジェクション分析
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 作田成久, 藤井亮甫, 大野慎介, 村上博哉, 林則夫, 酒井忠雄, 手嶋紀雄
2. 発表標題 環境中全窒素の小型バッチ酸化分解 / FIA
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 林美奈, 三木雄太, 足立雅典, 村上博哉, 梅村知也, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 セレン(IV)-2,3-ジアミノナフタレン錯体の逆相イオン交換型固相抽出剤への吸着挙動
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 手嶋紀雄
2. 発表標題 分析化学を学ぶ内発的な動機付けを如何に行うか
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田康介, 大野慎介, 村上博哉, 林則夫, 手嶋紀雄
2. 発表標題 小型蒸留装置を用いるホルムアルデヒドの蒸留 / FIA
3. 学会等名 「分析中部・ゆめ21」若手交流会第20回高山フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山倫明, 村上博哉, 杉山拓也, 三木雄太, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 両性イオン型親水性高分子を被覆したHILIC 樹脂の開発
3. 学会等名 「分析中部・ゆめ21」若手交流会第20回高山フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 手嶋紀雄
2. 発表標題 環境水質分析のためのマイクロ流れ分析装置の開発
3. 学会等名 愛工大テクノフェア2020
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 手嶋紀雄
2. 発表標題 災害時の安全な給水システムの確保に関する分野横断型研究
3. 学会等名 愛工大テクノフェア2020
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上博哉
2. 発表標題 多孔性吸着媒体の開発 - 簡便な水処理と安心・安全な水の提供 -
3. 学会等名 愛工大テクノフェア2020
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 市販汎用接着剤を用いる粒子成形手法の確立
3. 学会等名 令和2年度 分析イノベーション交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norio Teshima, Yuta Miki, Hiroya Murakami, Yoshinori Inoue
2. 発表標題 Networking, Younger generations and analytical sciences
3. 学会等名 One-Day E-Symposium on Green Innovation in Chemical Analysis: Local issues -Global impacts -Sustainable world (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木清佳, 時松愛佳, 中西勇介, 大野慎介, 林則夫, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 アルフソンを用いる排水中ふっ素化合物のFIA
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 固相抽出剤粒子を市販接着剤で成形した吸着媒体の捕捉特性評価に関する研究
3. 学会等名 第28回クロマトグラフィーシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田圭祐, 江坂幸宏, 井上嘉則, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ポリエチレンイミンを被覆したHILIC型固相抽出剤の高機能化に関する基礎検討
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川拓美, 平野裕誠, 長澤祐希, 西上和馬, 恒川香菜, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ホルムアルデヒドの同時注入迅速混合フロー蛍光分析
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林愛美, 大野慎介, 村上博哉, 林則夫, 手嶋紀雄
2. 発表標題 硝酸イオンの還元蒸留-FIインドフェノール青吸光光度法における小型蒸留装置の利用
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林万祐菜, 橋本明里, 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 アルミナ多孔体のリン酸イオンに対する固相抽出特性の評価
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三木雄太, 村上博哉, 後藤万凜, 梅村知也, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 化学結合を利用した吸着剤粒子の成形技術の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横井亮祐, 三木雄太, 江坂幸宏, 井上嘉則, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 親水性高分子を被覆した新奇逆相系固相抽出剤の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川拓美, 平野裕誠, 長澤祐希, 西上和馬, 恒川香菜, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ストップ-イン-マルチコイル法の開発
3. 学会等名 第57回フローインジェクション分析講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 第57回フローインジェクション分析講演会
2. 発表標題 アルミナ多孔体及び市販アルミナのリン酸イオンに対する固相抽出特性の評価
3. 学会等名 林万祐菜, 橋本明里, 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田康介, 大野慎介, 林則夫, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 小型蒸留装置を用いる蒸留前処理/FIA法によるホルムアルデヒドの定量
3. 学会等名 第52回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山倫明, 村上博哉, 杉山拓也, 三木雄太, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 親水性高分子を被覆したHILIC型固相抽出剤の高性能化に関する研究
3. 学会等名 第52回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小田勇輝, 飯田圭祐, 江坂幸宏, 井上嘉則, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ポリエチレンイミンを被覆したHILIC型固相抽出剤の開発
3. 学会等名 「分析中部・ゆめ21」若手交流会第21回高山フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷口真央, 林万祐菜, 三木雄太, 大野慎介, 林則夫, 村上博哉, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ふっ素化合物の吸光光度定量法における共存陰イオンの除去に関する基礎検討
3. 学会等名 「分析中部・ゆめ21」若手交流会第21回高山フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深見佑弥, 横井亮佑, 三木雄太, 井上嘉則, 村上博哉, 手嶋紀雄
2. 発表標題 ポリエチレンイミン類を被覆した逆相系固相抽出剤の開発
3. 学会等名 「分析中部・ゆめ21」若手交流会第21回高山フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三木雄太, 村上博哉, 後藤万凜, 梅村知也, 江坂幸宏, 井上嘉則, 手嶋紀雄
2. 発表標題 化学結合を利用して吸着剤粒子を接合成形した吸着媒体の開発
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 Yuta Miki, Hiroya Murakami, Keisuke Iida, Tomonari Umemura, Yukihiro Esaka, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Porous adsorption media for a supply of safe water in a natural disaster
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mina Hayashi, Aya Suzuki, Yuta Miki, Hiroya Murakami, Tomonari Umemura, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Adsorption behavior of selenium(IV)-2,3-diaminonaphthalene complex onto mixed-mode reversed-phase/strong cation-exchange sorbent
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aimi Hayashi, Ikkei Ohba, Shinsuke Ohno, Hiroya Murakami, Norio Hayashi, Norio Teshima
2. 発表標題 Improvement of testing methods for water quality by flow injection analysis
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mayuna Hayashi, Akari Hashimoto, Hiroya Murakami, Yoshinori Inoue, Norio Teshima
2. 発表標題 Adsorption/desorption behavior of phosphate on/from alumina evaluated by flow analysis
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 手嶋紀雄, 三木雄太, 村上博哉, 井上嘉則
2. 発表標題 試料前処理剤の開発と流れ分析法によるオンライン化
3. 学会等名 令和3年度分析イノベーション交流会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 多孔性吸着媒体、多孔性吸着媒体を備えた固相抽出用カートリッジ及び多孔性吸着媒体の製造方法	発明者 手嶋紀雄, 村上博哉, 井上嘉則, 三木雄太	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-153938	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 多孔性吸着媒体、多孔性吸着媒体を備えた固相抽出用カートリッジ及び多孔性吸着媒体の製造方法	発明者 手嶋紀雄, 村上博哉, 井上嘉則, 三木雄太	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-153939	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

愛知工業大学工学部応用化学科生命・環境分析化学研究室ホームページ
<http://aitech.ac.jp/~analabo/>

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
研究分担者	村上 博哉 (MURAKAMI Hiroya) (40515128)	愛知工業大学・工学部・准教授 (33903)	
研究分担者	川部 勤 (KAWABE Tsutomu) (20378219)	名古屋大学・医学系研究科(保健)・教授 (13901)	
研究分担者	江坂 幸宏 (ESAKA Yukihiro) (70244530)	岐阜薬科大学・薬学部・教授 (23701)	
研究分担者	中嶋 秀 (NAKAJIMA Hizuru) (10432858)	東京都立大学・都市環境科学研究科・准教授 (22604)	
研究分担者	森岡 和大 (MORIOKA Kazuhiro) (70794056)	東京薬科大学・薬学部・助教 (32659)	

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
---------	---------