

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04882

研究課題名(和文) 交差応答的分子認識情報の並列処理を指向した有機トランジスタ型センサアレイシステム

研究課題名(英文) An organic transistor-based sensor array system toward parallel processing of cross-reactive molecular recognition information

研究代表者

南 豪 (Minami, Tsuyoshi)

東京大学・生産技術研究所・准教授

研究者番号：70731834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では超簡易な多成分分析の実現に向けて、人工分子レセプタを修飾した有機薄膜トランジスタ(OTFT)型化学センサによるハイスループット分析法を確立した。人工レセプタが有する交差応答性は、多変量解析技術との組み合わせにより、多数の標的種に対する定量的検出を可能にする。しかし、従来のセンサアレイでは数多くの標的種を判別するため、多数のセンサを並べる必要があった。そこで我々は、数少ないセンサ数でアレイを構築するアプローチとして、人工レセプタ分子の機能を拡張するマニピレータ分子の選定や、環境ファクタとなる外部因子を適切にセンシングシステムに導入し、数少ないセンサ数で多成分分析を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、交差応答的である人工レセプタ材料が分析化学的に有用であるかという分子認識・超分子化学者の学術的視点と、「有機トランジスタの魅力ある特色を活かし、従来指向される応用以外への挑戦は可能であるか」という有機デバイス工学者の実学的視点の両方から見て興味深い内容である。また、これらの学際的な観点に基づく分析化学へのアプローチはこれまでに例がなく、本申請課題によって得られる知見は、ディスプレイ・オンサイト分析技術の発展・普及に必ず寄与する。手軽にどこでも多成分同時分析が可能なセンサアレイの実現は、診療用途のみならず、食品や環境など多岐にわたる測定対象への展開が期待される。

研究成果の概要(英文)：We here established a multi-analyte detection method using an organic TFT (OTFT) sensor functionalized with "an artificial receptor". The artificial receptor exhibited a cross reactivity, the fingerprint-like response pattern of which was obtained based on a combination of the sensor and target analytes under various pH conditions. In conventional pattern-recognition based chemical sensing systems, various types of sensors have been required to obtain a multi-response pattern. In fact, however, only few sensors played significant roles in discrimination of multi-analytes. Thus, an approach to decrease the number of sensors is highly demanded for fabrication of an efficient array system. In this research, we showed a strategy to achieve multi-recognition using a small number of sensors. We believe that our strategy can open up a new avenue for information rich response patterns even in a small number of the OTFT sensors.

研究分野：分析化学

キーワード：分子認識 人工レセプタ 有機トランジスタ センサアレイ 多変量解析

1. 研究開始当初の背景

病気の発見・診断や治療方針を決定する上で、血液や尿などの体液中に含まれる各種生体分子の検出情報 (= 生化学検査) は重要な判断基準となる。他方、体液はさまざまな分子量や電荷状態を有する生体分子が混在する夾雑系であり、各標的種を項目別に分析するには、事前の分離操作や高選択性を有する天然由来材料 (抗体・酵素)、さらに専用の分析装置が必要となる。そのような背景を受け、小型分析装置の一種であるマイクロ全分析システム (μ TAS) の開発が国内外で盛んに取り組みられている。 μ TAS は小型のチップ上に分離・検出機能を集積化することで、極少量の測定溶液においても高感度な測定が達成されている。従って、 μ TAS は特定の標的種を検出する上で有用な手法といえる。一方、体液中の多成分を同時に検知・分析するためには、種々の成分を同時に分析し得るセンサアレイを構築し、そのスクリーニング結果を診療に反映させる必要がある。しかし、オンサイトで分析可能なセンサアレイの開発において分子認識材料の集積化および信号変換方式の統一の難度が障壁となる。換言すると、センサアレイの開発には、デバイス中への導入が容易かつ設計指針が明瞭な分子認識材料の適用と、同一原理に基づくトランスデューサの並列化が重要となる。

2. 研究の目的

本研究では、人工レセプタ材料を組み込んだ OTFT 型センサデバイスの集積化によって、オンサイトかつ迅速に多成分同時分析が可能なセンサアレイシステムの実現を目指す。従来のセンサアレイでは、アレイを構築する数多くのセンサに対して実際に判別に寄与するセンサはそのうちのごく一部であることが課題であった。従って、「真に機能するセンサ」を機軸とし、少ないセンサ数で超簡易に作製可能な OTFT 型センサアレイシステムの確立に挑戦する。

3. 研究の方法

数少ないセンサ数で効率的に多成分を検出するための指紋パターンを作り出すため、人工レセプタ自体の機能を最大限に引き出す必要がある。天然で生じる分子認識機構に着目すると、少ない構成分子であっても、協奏的な相互作用を含む化学刺激によって高次構造を創り出し、新たな機能を発現している。そこで申請者がこれまで取り組んできた分子認識化学、材料化学の視点に立ち、少ないセンサ数を用いて様々な応答パターンを作り出す指針を導き出すことが有効であると考えた。その具体的方針として、分子認識化学分野で一般的な手法である光学センサ (ケモセンサ) を取り入れ、構造有機化学手法に基づくセンサ機能の拡張と、基礎物性評価によるセンサ機能拡張がもたらす分子認識情報への効果を検証する。続いて、見出されたセンサ分子の機能拡張のためのアプローチを OTFT センサへ展開させ、最終目的である数少ないセンサ数で構築した OTFT 型センサアレイを用いて定性・定量分析を試みた。

4. 研究成果

1) マニピュレータ分子によるセンサ分子の機能拡張

センサ分子の機能拡張するための最初の取り組みとして、分子間相互作用に着目した。本研究ではカテコール色素 3 種 (1, 2, 3) と当該色素の波長を変化させるマニピュレータ分子の 3-ニトロフェニルボロン酸 (4) をそれぞれ混合し、環境汚染に係る金属イオン類に対する比色センサ群を調製した (図 1A)。色素と 4 は動的共有結合に基づき、色調変化 (短波長シフト) を伴って自己組織的に複合体を形成する。4 のニトロ基は電子求引性により、ボロン酸のルイス酸性度を高め、カテコール色素との複合化を促進させる働きを担う。続いて、金属イオンを添加すると競合応答により、色素と金属イオンが新たに結合し、同時に 4 が解離するため、更なる色調変化 (長波長シフト) が得られる (図 1B)。

事実、中性条件下の緩衝溶液中で調製された 1 と 4 の複合体に金属イオン (例: Cu^{2+}) を添加した場合、大きな長波長シフトが観測されたのに対し (図 1C)、4 非存在下ではごくわずかな波長変化のみ示された (図 1D)。興味深いことに、当該センサはわずか 3 種のケモセンサであっても金属イオンとの組み合わせにより様々な比色応答パターンが示された (図 1E)。従って、更なる展開として、自発的に調製される比色センサ群を用いてケモセンサアレイを作製し、11 種類の金属イオン類の同時検出を試みた。多変量解析モデルの一種である線形判別分析 (LDA) の結果、240 サンプルに対して 100% の精度で識別することに成功した (図 1F)。4 非存在下ではその識別は達成されず、従ってマニピュレータ分子はカテコール色素の機能化に貢献し、分子間相互作用がセンサ分子の機能拡張において重要な役割を担うことを示した。

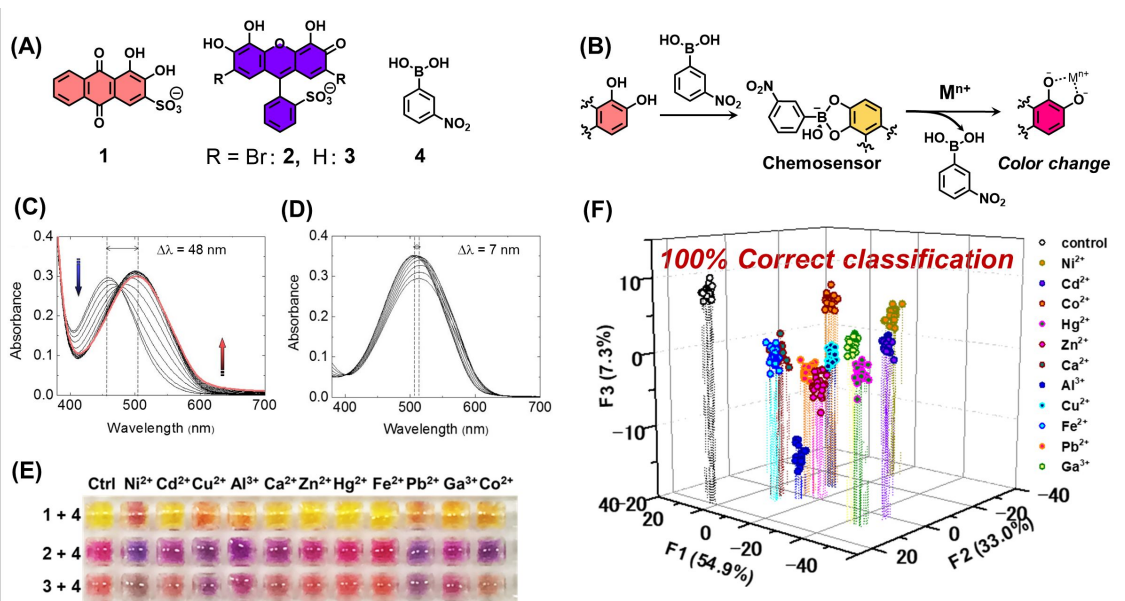


図 1. (A) カテコール色素およびフェニルボロン酸の分子構造. (B) 分子間相互作用を活用した比色ケモセンサによる金属イオンの検出. (C) 4 存在下, (D) 4 非存在下での 1 に対する Cu^{2+} 添加に伴う紫外可視吸収スペクトルの変化. (E) 金属イオン種に対する比色応答パターン. (F) 11 種の金属イオン種に対する線形判別分析の結果 (LDA).

2) 環境ファクタ変化によって生まれる指紋パターン

続いて, 先に論じた分子間相互作用に留まらず, センサが存在する環境中の外部因子を与えることで, センサ分子は (化学) 刺激を受け, その結果, 分子認識に影響を与えると予想した. そこで本研究では, 環境ファクタとして pH を変化させ, 当該アプローチが寄与するセンサ分子の機能拡張への効果を調査した.

蛍光センサを設計する際に, 標的種の捕捉に伴う Turn-ON 型の蛍光応答は, ノイズと目的物の認識に基づく応答を区別するため, 分析化学分野において重要な項目の一つである. そこで分子間相互作用を活用した Turn-ON 型の蛍光センサを作製し, その一例として糖類の検出を試みた. 蛍光色素には, クマリン誘導体 (5, 6) を, 糖の認識部位には 4 を採用した (図 2A). 4 のニトロ基は, 蛍光団との自己組織的複合体形成において, 光誘起電子移動に基づく蛍光消光をもたらす. 従って, 糖の添加に伴う競合応答において, 当該複合体の開裂と糖とフェニルボロン酸の複合体形成に起因した Turn-ON 型の応答が得られる. 本センサは pH 範囲 (7-9) において, 色素群とフェニルボロン酸の pK_a に起因した糖に対する結合能に差が生じるため, pH に応じて異なる蛍光発光色を伴う Turn-ON 型の蛍光応答を示す. 従って, pH を変化させることで, 容易に多数の蛍光波長領域を有するセンサ群を構築できると考えた. その結果, たった 2 種のケモセンサで 14 種の単糖類に対する正確な識別を達成した (図 2B). 従って, 環境ファクタである pH 変化をセンシングシステムに加えることで, 少ないセンサ数から多彩な指紋パターンを作り出せることが見出された.

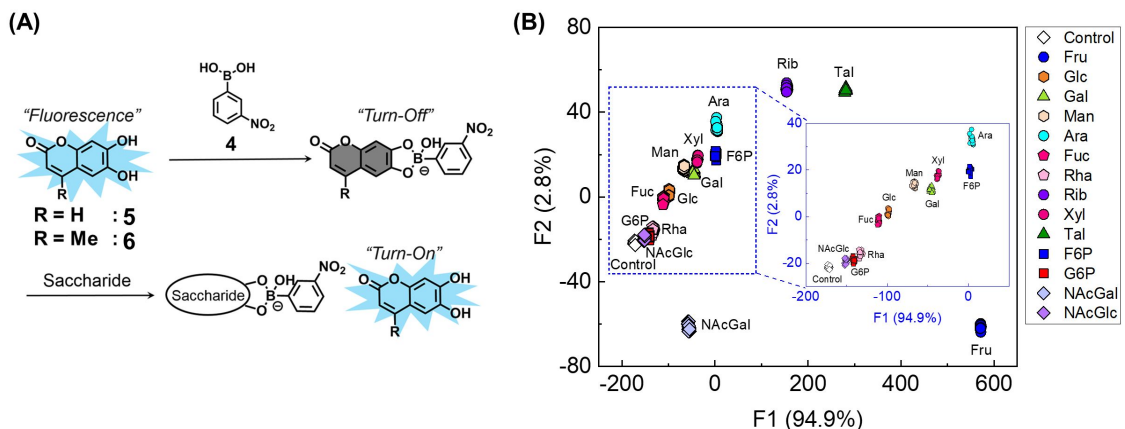


図 2. (A) 光誘起電子移動を活用した Turn-ON 型蛍光ケモセンサによる糖検出の機構と, クマリン誘導体 (5, 6) 及び標的単糖類の分子構造. (B) 14 種の単糖類の線形判別分析結果 (LDA).

3) 分子内・分子間相互作用を駆使した分子認識応答パターンの創造

アレイの最終目標は、「1分子で多彩な光学応答パターンを作り出す」ことである。すなわち、分子の機能を最大限に引き出すシステムを設計し、従来のパターン認識の概念を打ち破る「アレイを使わないパターン認識」という新たな概念が確立されれば、超分子センサの社会実装にも拍車をかけるきっかけになり得る。そこで、超分子化学における挑戦的課題の一種であるキラル認識及び光学純度の決定を1分子のみを用いてその具現化に取り組むこととした。

センサ設計の指針として、1種のケモセンサの中に波長及び強度変化を含むスペクトル変化を同時に与える機構を導入する必要がある。

本研究では、ピリジン環を有する新規ピナフチル誘導体 (7) と Zn^{2+} から構成される金属錯体型蛍光ケモセンサを採用し、アミノアルコール及びジアミン類に対するキラル認識能の調査とタミフルの母骨格となるシクロヘキサンジアミン (CHDA) に対する光学純度決定 (*ee* 決定) を試みた (図 3A)。当該錯体は、標的アミン非存在下では蛍光発光を示さないが、アミンの添加に伴うイミノ化反応が進行すると、シッフ塩基型複合体の剛直性が増大し、ピナフチル誘導体の無輻射失活抑制に基づく Turn-ON 応答を示す。興味深いことに、CHDA のエナンチオマー間では 2500 倍の蛍光強度比が生じただけでなく、 Zn^{2+} の分子内電荷移動に起因した蛍光波長と剛直性の増大・減少に由来する蛍光強度変化 (OFF-ON 及び ON-OFF) が観測された (図 3B, C)。他方、アミノアルコールの場合には蛍光強度のみ変化し、ジアミンで観測された複雑な応答は示さなかった。エナンチオマー間では、シッフ塩基形成における相補性の差が起因して異なる蛍光応答を示す。また、ジアミンの場合 Zn^{2+} の引き抜きが生じるため、過剰量存在下 (1.5 当量以上の CHDA) で ON-OFF の挙動を示したのに対し、塩基性が異なるアミノアルコールでは当該応答は観測されなかった。当該応答から、分子内・分子間相互作用を制御することで、1種のケモセンサであっても多彩な光学応答パターンを作り出すことができる、という知見が得られた。その結果、1種のケモセンサで 10 種類のキラルアミン類を同時識別 (図 3D) と、機械学習モデル人工ニューラルネットワーク (ANN) による *ee* 決定を達成した (図 3E)。本調査では、分子内・分子間相互作用を巧みに駆使することで、たった 1 種のセンサ分子であっても容易に数多くの指紋パターンを作り出せるという知見が得られた。

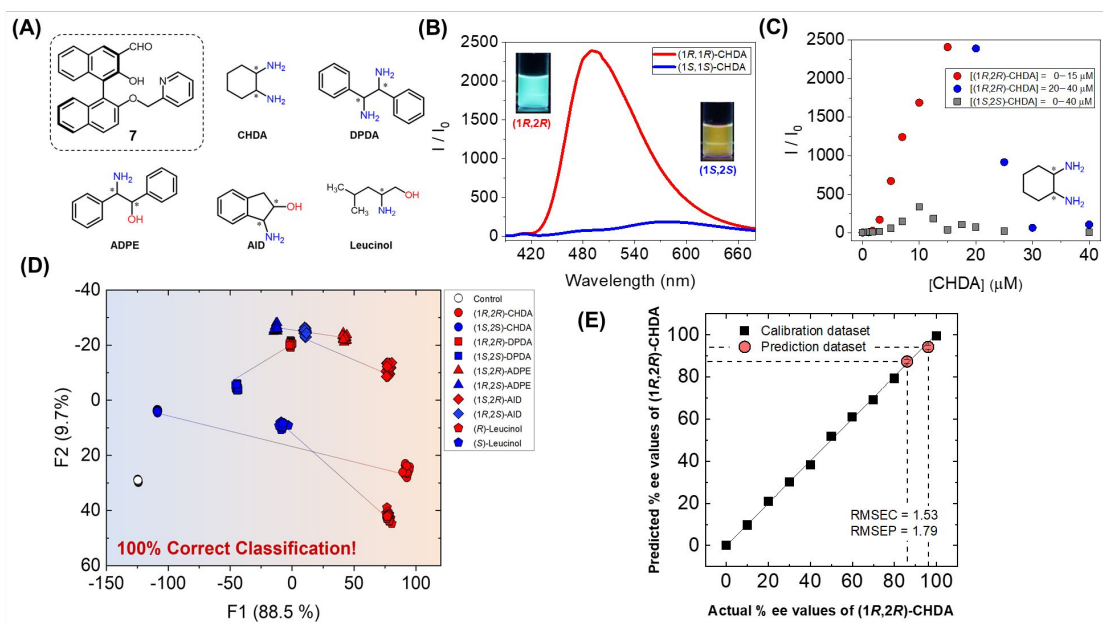


図 3. (A) ピナフチル誘導体 (7) と標的キラルアミン類の分子構造. (B) CHDA に対する 7 と Zn^{2+} のキラル蛍光選択性 ($[7] = [Zn(OAc)_2] = 10 \mu M$, $[CHDA] = 20 \mu M$. $\lambda_{ex} = 365 nm$.) と (C) CHDA の蛍光滴定結果. (D) 10 種のキラルアミン類に対する線形判別分析結果 (LDA). (E) 人工ニューラルネットワークによる (1R,2R)-CHDA の光学純度決定 (86% *ee* と 96% *ee* に対して行われた.)

旧来の材料化学的観点で検証を行った結果、分子の自己組織化現象及び環境ファクタを適切にセンシングシステムに組み込むことで、効率良く人工レセプタの機能を拡張し、その結果数少ない分子数であっても正確に多成分を検出し得る、ということを導き出した。本結果に基づき、OTFT センサに当該アプローチを展開するためには、電気化学的検出機構や、センサの設計を勘案し、環境ファクタ変化の適用が最適であると考え、続いて OTFT 型アレイの作製と多成分分析を試みた。

4)大環状化合物型レセプタの設計・合成及び物性評価

数少ないセンサ数で構築した OFET 型センサアレイを用いて、多数の標的種に対する検出能を評価するため、天然に存在するアミノ酸 20 種を標的種として選定した。当該標的種を捕捉するためのレセプタ設計として、大環状化合物であるククルビットウリル[n] (CB[n]) を基本骨格として採用した。CB[n]は低極性かつ疎水性の空孔と、それとは対照的なウレイド基による高い極性と親水性を有する開口部から構成される。深さ 9.1 の空孔は環径のサイズと相まって標的分子のサイズとかたちを識別することができるため、標的アミノ酸類の化学構造に依存した異なる応答を示すことが知見として得られている。本研究では、さらに疲労回復・抗老化・運動能力向上・生活習慣病予防などの効果を示すイミダゾールジペプチド類 (カルノシン、パレニン、アンセリン) を加え、網羅的な検出を目指した。

人工レセプタを OTFT センサへ導入するため、駆動部の OTFT のゲート電極を一部延長した延長ゲート金電極上に化学修飾し、化学センサを構築する。金電極と CB[n]のウレイド基が相互作用することで電極平面に対して CB[n]は 2 次的に平面に配向することは報告されている。しかし、比較的弱い分子間相互作用を用いる修飾プロセスにより、センシング中にレセプタ分子の剥離が懸念される。従って、延長させたゲート金電極上にチオール基を介して CB[n]を化学修飾するため、ジスルフィドを導入した CB[n]誘導体を設計した。当該誘導体の合成は以下に示す。CB[n]の環サイズは $n = 6$ とし、CB[6]と過氧化物との反応によりヒドロキシ基の導入により、中間体を得た。次いでチオール基を有するハロゲン化アルキルとの Williamson エーテル合成により、目的の CB[n]が得られた。

金電極表面への CB[6]誘導体 (8) の固定化は、フーリエ変換赤外分光光度計及び大気中光電子収量分光装置を用いて行い、キャラクター化を行い、金電極表面上への固定化の達成を確認した。

5) CB[n]誘導体を導入した OTFT センサの特性評価と分子認識能調査

はじめに、化学センサのプラットフォームとなるデバイスとして、低電圧駆動可能な延長ゲート型 OTFT を作製し、その基本特性を評価した(図 4)。その結果、3 V 以下の電圧印加にて良好なスイッチング特性がみられ、安定した出力電流が得られた。デバイス特性の均一性や再現性についても、良好な結果が得られたことから、当該デバイスは水溶液中での分子認識情報を読み出すのに十分な特性を有していることを確認した。続いて、8 を修飾した延長ゲートと組み合わせ、OTFT による標的種の検出を試みた。滴定実験を水溶液中にて行ったところ、その伝達特性において負方向への閾値電圧のシフトが観測された。当該変化は CB[6]の分子認識能に由来した変化と考えられ、事実、8 を修飾していない電極を用いた結果と比較すると、その変化量は明白に増大していることを確認した。

6) OTFT センサによる多変量解析

数少ないセンサ数で様々な応答パターンを作り出すために、pH 変化は有効であることを見出した。従って、本センサでは人工レセプタとして 8 のみを用いることとし、pH を変化させ標的種の捕捉に伴う OTFT の応答バリエーションに基づき定性・及び定量分析を行った。その結果、イミダゾールジペプチド類及びアミノ酸類の同時判別を達成し、機械学習サポートベクターマシーン (SVM) による定量分析を達成した。当該結果は、大環状化合物の包接によって定量的に応答した OTFT の TFT 特性を正しく反映し、「真に機能するセンサ」の概念は電子デバイス型センサへも適用可能であることを見出した。

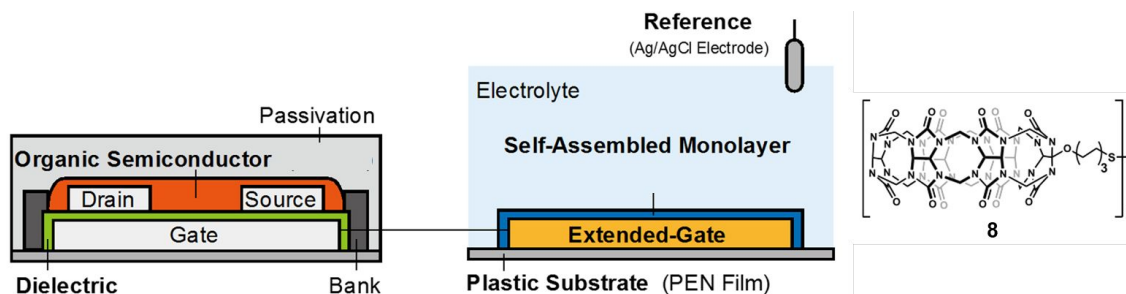


図 4. 延長ゲート型 OTFT のセンサ構造と CB[6]誘導体 (8) の分子構造.

以上、本研究では交差応答性を示す人工レセプタを OTFT に組み込んだ化学センサによる多成分分析を達成した。従来、多成分分析では、「レセプタを数多く並べる必要がある」という基本方針に基づきセンサの設計を行ってきた。しかし、センサの機能を拡張させ得る仕組みを合目的にセンシングシステムに導入することで、従来の概念を打ち破る「少ないレセプタ数で達成するパターン認識」を具現化することに成功した。本研究で得られた知見は、今後のパターン認識に向けたセンサの設計に大きな影響を与えるとともに、分子認識化学や分析化学、デバイス工学の多岐に渡る研究領域の発展に大きく寄与し得るものと期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計37件（うち査読付論文 31件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Sasaki Yui, Kojima Soya, Hamedpour Vahid, Kubota Riku, Takizawa Shin-ya, Yoshikawa Isao, Houjou Hirohiko, Kubo Yuji, Minami Tsuyoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Accurate chiral pattern recognition for amines from just a single chemosensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 3790 ~ 3796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1039/d0sc00194e	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 Asano Koichiro, Aiko Michio, Yamanashi Yusuke, Sasaki Yui, Nakahara Katsumasa, Minamiki Tsukuru, Koike Toshihiro, Minami Tsuyoshi	4. 巻 59
2. 論文標題 An extended-gate type organic transistor with a solution processable small-molecule semiconductor capable of detecting glutathione in water	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SGGG07
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab5b6e	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 Cao Zhenbo, Cao Yang, Kubota Riku, Sasaki Yui, Asano Koichiro, Lyu Xiaojun, Zhang Zhoujie, Zhou Qi, Zhao Xiaolei, Xu Xu, Wu Si, Minami Tsuyoshi, Liu Yuanli	4. 巻 8
2. 論文標題 Fluorescence Anion Chemosensor Array Based on Pyrenylboronic Acid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00414	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 Sasaki Yui, Leclerc Eric, Hamedpour Vahid, Kubota Riku, Takizawa Shin-ya, Sakai Yasuyuki, Minami Tsuyoshi	4. 巻 91
2. 論文標題 Simplest Chemosensor Array for Phosphorylated Saccharides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 15570 ~ 15576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b03578	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 Hamedpour Vahid, Sasaki Yui, Zhang Zhoujie, Kubota Riku, Minami Tsuyoshi	4. 巻 91
2. 論文標題 Simple Colorimetric Chemosensor Array for Oxyanions: Quantitative Assay for Herbicide Glyphosate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 13627 ~ 13632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b02822	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 Sasaki Yui, Hamedpour Vahid, Kubota Riku, He Yixiang, Torii Yosuke, Minami Tsuyoshi	4. 巻 48
2. 論文標題 Facile Indicator Displacement Assay-based Supramolecular Chemosensor: Quantitative Colorimetric Determination of Xylose and Glucose in the Presence of Ascorbic Acid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1368 ~ 1370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1246/cl.190570	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 Minamiki Tsukuru, Kubota Riku, Sasaki Yui, Asano Koichiro, Minami Tsuyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Protein Assays on Organic Electronics: Rational Device and Material Designs for Organic Transistor Based Sensors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemistryOpen	6. 最初と最後の頁 573 ~ 581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1002/open.202000025	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 Kubota Riku, Sasaki Yui, Minamiki Tsukuru, Minami Tsuyoshi	4. 巻 4
2. 論文標題 Chemical Sensing Platforms Based on Organic Thin-Film Transistors Functionalized with Artificial Receptors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sensors	6. 最初と最後の頁 2571 ~ 2587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1021/acssensors.9b01114	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 南木 創、浅野 康一郎、佐々木 由比、窪田 陸、南 豪	4. 巻 35
2. 論文標題 有機トランジスタによるタンパク質検出：抗体から人工レセプタ材料への展開	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Sensors	6. 最初と最後の頁 131 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Didier Pierre, Lobato Dauzier Nicolas, Clement Nicolas, Genot Anthony J., Sasaki Yui, Leclerc Eric, Minamiki Tsukuru, Sakai Yasuyuki, Fujii Teruo, Minami Tsuyoshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Microfluidic System with Extended Gate Type Organic Transistor for Real Time Glucose Monitoring	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	6. 最初と最後の頁 1332 ~ 1336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1002/celec.201902013	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 Du Linlin, Gao Peng, Liu Yuanli, Minami Tsuyoshi, Yu Chuanbai	4. 巻 10
2. 論文標題 Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Polypyrrole/Hollow Mesoporous Silica Particles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 686 ~ 686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3390/nano10040686	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 Liu Yuanli, Song Liushuo, Du Linlin, Gao Peng, Liang Nuo, Wu Si, Minami Tsuyoshi, Zang Limin, Yu Chuanbai, Xu Xu	4. 巻 12
2. 論文標題 Preparation of Polyaniline/Emulsion Microsphere Composite for Efficient Adsorption of Organic Dyes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 167 ~ 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3390/polym12010167	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 Minamiki Tsukuru, Kubota Riku, Sasaki Yui, Asano Koichiro, Minami Tsuyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Protein Assays on Organic Electronics: Rational Device and Material Designs for Organic Transistor Based Sensors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemistryOpen	6. 最初と最後の頁 573 ~ 581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1002/open.202000025	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 岩田 達哉、板垣 吉晃、小畑 賢次、安川 智之、清水 康博、末松 昂一、上田 太郎、脇田 慎一、上野 祐子、吉見 靖男、長峯 邦明、南 豪	4. 巻 35
2. 論文標題 第66回 化学センサ研究発表会レポート	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Sensors	6. 最初と最後の頁 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 南 豪、池内 与志穂、金 秀炫	4. 巻 19
2. 論文標題 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第40回研究会 若手企画開催報告	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学とマイクロ・ナノシステム	6. 最初と最後の頁 3 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 南 豪	4. 巻 39
2. 論文標題 電解質ゲート高分子薄膜トランジスタ型化学センサの創製	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 超分子研究会アニュアルレビュー	6. 最初と最後の頁 8 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 佐々木 由比、南 豪	4. 巻 70
2. 論文標題 自己組織型比色ケモセンサアレイの構築と金属イオン類の多種同時検出への展開	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生産研究	6. 最初と最後の頁 193 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11188/seisankenkyu.70.193	査読の有無 無
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 Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami	4. 巻 67
2. 論文標題 Development of Organic Thin-film Transistors with Molecular Recognition Ability for Chemical Sensing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 229-237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.67.229	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 Yui Sasaki, Tsuyoshi Minami	4. 巻 67
2. 論文標題 Fabrication of Supramolecular Sensor Arrays Using Intramolecular/Intermolecular Interactions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 519-529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2116/bunsekikagaku.67.519	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 Yui Sasaki, Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami	4. 巻 76
2. 論文標題 Development of Supramolecular Sensor Devices Based on Organic Transistors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 1086-1097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.76.1086	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 Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki, Yui Sasaki	4. 巻 86
2. 論文標題 Development of Enzymatic Sensors Based on Extended-gate-type Organic Field-effect Transistors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 303-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5796/electrochemistry.18-6-E2672	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 Minamiki Tsukuru, Sasaki Yui, Su Shiwei, Minami Tsuyoshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Development of polymer field-effect transistor-based immunoassays	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1038/s41428-018-0112-0	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 Minamiki Tsukuru, Hashima Yuki, Sasaki Yui, Minami Tsuyoshi	4. 巻 54
2. 論文標題 An electrolyte-gated polythiophene transistor for the detection of biogenic amines in water	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 6907~6910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CC02462F	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 Minamiki Tsukuru, Sekine Tomohito, Aiko Michio, Su Shiwei, Minami Tsuyoshi	4. 巻 31
2. 論文標題 An Organic FET with an Aluminum Oxide Extended Gate for pH Sensing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 99~99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2082	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 Sasaki Yui, Zhang Zhoujie, Minami Tsuyoshi	4. 巻 7
2. 論文標題 A Saccharide Chemosensor Array Developed Based on an Indicator Displacement Assay Using a Combination of Commercially Available Reagents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2019.00049	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 Deng Weixing, Sun Pengfei, Fan Quli, Zhang Lei, Minami Tsuyoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Highly selective detection of copper(II) by a "ligand-free" conjugated copolymer in nucleophilic solvents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers of Chemical Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 105 ~ 111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11705-019-1791-6	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 Pushina Mariia, Koutnik Petr, Nishiyabu Ryuhei, Minami Tsuyoshi, Savechenkov Pavel, Anzenbacher Pavel	4. 巻 24
2. 論文標題 Anion Sensing by Fluorescent Expanded Calixpyrroles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 4879 ~ 4884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1002/chem.201705387	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 MINAMIKI Tsukuru, TOKITO Shizuo, MINAMI Tsuyoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Fabrication of a Flexible Biosensor Based on an Organic Field-effect Transistor for Lactate Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 103 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2116/analsci.18SDN02	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 Hashima Yuki, Ishikawa Yasuaki, Raifuku Itaru, Inoue Ippei, Okamoto Naofumi, Yamashita Ichiro, Minami Tsuyoshi, Uraoka Yukiharu	4. 巻 10
2. 論文標題 Easy and green preparation of a graphene?TiO2 nanohybrid using a supramolecular biomaterial consisting of artificially bifunctionalized proteins and its application for a perovskite solar cell	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 19249 ~ 19253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8NR04441D	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 Minamiki Tsukuru, Sasaki Yui, Tokito Shizuo, Minami Tsuyoshi	4. 巻 6
2. 論文標題 Label-Free Direct Electrical Detection of a Histidine-Rich Protein with Sub-Femtomolar Sensitivity using an Organic Field-Effect Transistor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ChemistryOpen	6. 最初と最後の頁 472 ~ 475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/open.201700070	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 Yui Sasaki, Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki, Shizuo Tokito	4. 巻 85
2. 論文標題 An Organic Transistor-based Electrical Assay for Copper(II) in Water	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 775-778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.85.775	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 Sasaki Yui, Minamiki Tsukuru, Tokito Shizuo, Minami Tsuyoshi	4. 巻 53
2. 論文標題 A molecular self-assembled colourimetric chemosensor array for simultaneous detection of metal ions in water	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 6561 ~ 6564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC03218H	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 Mamada Masashi, Minami Tsuyoshi, Katagiri Hiroshi, Omiya Takafumi, Tokito Shizuo	4. 巻 53
2. 論文標題 One-step, green synthesis of a supramolecular organogelator based on mellitic triimide for the recognition of aromatic compounds	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 8834 ~ 8837
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC04876A	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 Elena G. Shcherbakova, Ben Zhang, Samer Gozem, Tsuyoshi Minami, Peter Y. Zavalij, Mariia Pushina, Lyle D. Isaacs, Pavel Anzenbacher Jr.	4. 巻 139
2. 論文標題 Supramolecular Sensors for Opiates and Their Metabolites	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 14954-14960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b06371	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 南豪, 南木創	4. 巻 10
2. 論文標題 共役高分子の構造制御による光学ケモセンサー及び電気化学センサーデバイスの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ぶんせき	6. 最初と最後の頁 497-500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 上田太郎, 伊藤敏雄, 兵頭健生, 橋新剛, 長尾征洋, 小畑賢次, 松浦宏昭, 珠玖仁, 有本聡, 吉見靖男, 久保いづみ, 斉藤真人, 丹羽修, 南豪, 六車仁志	4. 巻 32
2. 論文標題 第61回化学センサ研究発表会レポート	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Sensors	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) なし	査読の有無 無
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 Pushina Mariia, Koutnik Petr, Nishiyabu Ryuhei, Minami Tsuyoshi, Savechenkov Pavel, Anzenbacher Pavel	4. 巻 24
2. 論文標題 Anion Sensing by Fluorescent Expanded Calixpyrroles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 4879 ~ 4884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201705387	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

[学会発表] 計107件 (うち招待講演 63件 / うち国際学会 41件)

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 超分子センサーの設計と光学チップ・有機デバイスへの応用
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 超分子センサチップ・デバイスの創製
3. 学会等名 高分子学会 超分子研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Chemical Sensing Based on Organic Transistors
3. 学会等名 Seoul National Univ. (SNU) / IIS, The Univ. of Tokyo Joint Workshop on Innovative Micro/Nano systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Self-Assembled Chemosensor Arrays
3. 学会等名 2019 International Conference for Leading and Young Medical Scientists (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Electrical Detection of Glyphosate by an Electrolyte-gated Organic Transistor
3. 学会等名 Bio4Apps2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Supramolecular Sensors for the Detection of Carcinogen
3. 学会等名 SMMiL-E Workshop on BioMEMS for Cancer (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Design of Supramolecular Sensors and Their Applications to Optical Chips and Organic Devices
3. 学会等名 Workshop IIS-U Bordeaux (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Organic TFT-based Biosensors Functionalized with Artificial Receptors
3. 学会等名 IDW (International Display Workshop)'19 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 パターン認識・機械学習を用いた多成分同時検出法
3. 学会等名 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会講習会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Molecular Self-Assembled Supramolecular Sensor Arrays for Environmental and Biochemical Application
3. 学会等名 3rd Asian Conference on Chemosensors & Imaging Probes (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Supramolecular Sensors: Exploratory Research toward Practical Applications in Molecular Sensors
3. 学会等名 Invited talk at SRM Institute of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Glucose Sensing in Microfluidic Device
3. 学会等名 20 Years of Microfluidics Between France and Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Organic transistor based biosensors
3. 学会等名 UTC iLite LIMMS workshop at University of Technology of Compiègne (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Organic transistor based biosensors
3. 学会等名 UTC iLite LIMMS workshop at Centre Hepato Biliare (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 超分子センサレイとケモメトリックスによる多成分同時分析
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Organic transistor-based chemical Sensors
3. 学会等名 Workshop IIS-MESA+ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 分子認識化学に立脚した有機トランジスタ型化学センサの創成
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 超分子センサに基づくドラッグ検出
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 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 分子認識化学に基づく有機トランジスタ型化学センサ
3. 学会等名 公益財団法人 新化学技術推進協会 電子情報技術部会 次世代エレクトロニクス分科会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 超分子化学に基づくセンサの創成
3. 学会等名 関東高分子若手研究会サマーキャンプ2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Development of Glyphosate Sensors
3. 学会等名 Workshop on Advanced Materials and Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 分子認識材料の実践応用を目指して
3. 学会等名 ADEKA講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 「こんなこといいな、できたらいいな」をデザインする
3. 学会等名 デザインアカデミーインスパイアトーク (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Supramolecular Chemosensor Arrays
3. 学会等名 桂林理工大学 材料科学与工程学院（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 分子認識能を賦与した有機トランジスタ
3. 学会等名 第1回PE研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 呂 曉俊, ワヒド ハーメドブール, 南 豪
2. 発表標題 A 96-well Plate Made of Paper: Colorimetric Chemosensor Array for Saccharides
3. 学会等名 日本化学会第100回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 農薬グリホサートに対するデュアルリードアウトセンサの創製
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中原 勝正, 小池 俊弘, 窪田 陸, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 ククルビット[n]ウリルを修飾した延長ゲート有機トランジスタ
3. 学会等名 第67回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 水ゲート有機トランジスタ型センサによるグリホサート検出
3. 学会等名 第67回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 パターン認識・機械学習を活用した化学センシング
3. 学会等名 日本学術振興会 情報科学用有機材料 第142委員会C部会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南木 創, 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 窪田 陸, 南 豪
2. 発表標題 金属錯体型人工レセプタを修飾した有機トランジスタによるタンパク質の高感度検出
3. 学会等名 電子情報通信学会 有機エレクトロニクス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 由比, 張 舟傑, ワヒド ハーメドブール, 南 豪
2. 発表標題 Chemosensor Arrays for Glyphosate
3. 学会等名 CEMSupra 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 Electrical Detection of Glyphosate by an Electrolyte-gated Organic Transistor
3. 学会等名 CEMSupra 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張 舟杰, ワヒド ハーメドブール, 南 豪
2. 発表標題 Facile Paper-based Chemosensing for Glyphosate Detection
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 有機トランジスタ型センサによる高感度なグリホサート検出
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山梨 裕介, 相子 美智雄, 中原 勝正, 佐々木 由比, 小池 俊弘, 南木 創, 南 豪
2. 発表標題 グルタチオンを検出可能とする有機薄膜トランジスタ型センサ
3. 学会等名 第80回 応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張 舟杰, ワヒド ハーメドプール, 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 Simple Colorimetric Chemosensor Array for Oxyanions: Quantitative Assay for Glyphosate
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 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 Development of A Glyphosate Sensor Based on Polythiophene Derivatives
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 Development of glyphosate sensors utilizing polythiophene derivatives
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 由比, 相子 美智雄, 南 豪
2. 発表標題 ポリチオフェンを用いたグリホサートセンサ
3. 学会等名 第17回ホスト ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 由比, 張 舟傑, 南 豪
2. 発表標題 分子の自己組織化現象を活用した比色糖ケモセンサアレイ
3. 学会等名 第17回ホスト ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 リン酸化糖検出を指向した超簡便なケモセンサアレイの開発
3. 学会等名 第19回 生命科学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南 豪, ディディエ ピエール
2. 発表標題 マイクロ流路デバイスを連結した延長ゲート有機トランジスタ型化学センサの開発
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ディディエ ビエール, 南 豪
2. 発表標題 A microfluidic system with an extended-gate type organic field-effect transistor for real-time glucose monitoring
3. 学会等名 10th International Conference on Molecular Electronics and BioElectronics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Organic Transistor-based Biosensors
3. 学会等名 国立台湾科技大学 応用化学研究所 (Tsai研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Chemical Sensors
3. 学会等名 国立陽明大学 医学工程研究所 (Lo研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Chemosensors
3. 学会等名 国立台湾大学 高分子研究所 (Jeng研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 分子認識能を賦与した有機トランジスタ
3. 学会等名 大阪大学産業科学研究所・東京大学生産技術研究所 研究交流会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 超分子分析化学に立脚したセンサチップ・デバイスの創製
3. 学会等名 第81回超分子創製化学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Organic Transistor-based Biosensors
3. 学会等名 SMMiL-E Seminar, Institut pour la Recherche sur le Cancer de Lille（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Organic Transistor-based Biosensors
3. 学会等名 Université de technologie de Compiègne (Haupt研究室)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Organic transistor-based biosensors toward healthcare applications
3. 学会等名 Département Hospitalo-Universitaire Hepatinov (Duclos-Vallée研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular-Material Based Sensors
3. 学会等名 Institut des Sciences Chimiques de Rennes (Lemiegre研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 IoT社会に寄与し得る有機薄膜トランジスタ型化学センサの開発
3. 学会等名 東京都市大学サロン (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 超分子分析化学に基づくセンサデバイス・チップの創製
3. 学会等名 M&BE講習会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Fundamental Research of Biosensors Based on Organic Transistors with Self-Assembled Monolayer-Functionalized Electrodes
3. 学会等名 華東師範大学 化学与分子工程学院 (Tian研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Material-based Sensors
3. 学会等名 桂林理工大学 材料科学与工程学院 (Liu研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Material-based Chemical Sensors
3. 学会等名 華東師範大学 化学与分子工程学院 (Tian研究室) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 分子認識化学に立脚したセンサデバイス・チップの開発
3. 学会等名 センサ&IoTコンソーシアム講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機トランジスタを活用した生体関連物質の電気的検出
3. 学会等名 M&BE新分野開拓研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 ポリチオフェンを用いた光学ケモセンサアレイの構築
3. 学会等名 第67回高分子討論会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 高分子トランジスタ型化学センサの設計・作製とそのセンシング能評価
3. 学会等名 第64回高分子研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Molecular Self-Assembled Supramolecular Sensor Arrays
3. 学会等名 Collaborative Conference on Materials Research 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Organic transistor based chemical sensors
3. 学会等名 Joint French Japanese technology and bioengineering against liver disorders (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 超分子分析化学に立脚したセンサデバイス・チップの創製
3. 学会等名 第18回超分子化学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由比, 南豪
2. 発表標題 Development of Glyphosate Sensors utilizing Polythiophene Derivatives
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木由比, 南豪
2. 発表標題 ポリチオフェンを活用した光学センサアレイの構築
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由比, 南豪
2. 発表標題 金属錯体型比色センサアレイによるオキソアニオン類の同時検出
3. 学会等名 第16回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yui Sasaki, Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Molecular Self-Assembled Chemosensor Array for Metal Ions
3. 学会等名 The 9th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yui Sasaki, Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Molecular Self-assembled Chemosensor Arrays for Simultaneous Detection of Saccharides
3. 学会等名 13th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (2018 ISMSC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪, 南木創, 橋間裕貴, 佐々木由比
2. 発表標題 電解質ゲート型ポリチオフェントランジスタによる生体アミン類の検出
3. 学会等名 第16回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiwei Su, Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Control of Threshold Voltage in Electrolyte-Gated Organic Transistors by Cations
3. 学会等名 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiwei Su, Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Modulation Effect of Threshold Voltage in Mixed-Electrolyte Gated Organic Transistors
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Molecular Self-Assembled Chemosensor Arrays
3. 学会等名 3rd International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 Label-free and Antibody-free Protein Detection Based on Organic Thin-Film Transistors
3. 学会等名 17th International Meeting on Chemical Sensors (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南木創, 時任静土, 南豪
2. 発表標題 カルボキシ基導入ポリチオフェンを用いた電解質ゲート型トランジスタの作製とそのセンシング応用
3. 学会等名 第61回 高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南木創, 時任静土, 南豪
2. 発表標題 自己組織化単分子膜修飾電極を有する有機トランジスタ型化学センサを用いたタンパク質検出
3. 学会等名 第61回 高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南木創, 南豪
2. 発表標題 電解質ゲート高分子トランジスタ型化学センサの構築
3. 学会等名 平成29年度日本分析化学会関東支部若手交流会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南木創, 南豪
2. 発表標題 共役高分子の電子的摂動を活用した化学センサデバイスの構築
3. 学会等名 日本分析化学会第66年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南木創, 南豪
2. 発表標題 化学センサを指向した電解質ゲート型高分子トランジスタ
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第36回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木由比, 時任静士, 南豪
2. 発表標題 自己組織型比色ケモセンサーアレイによる金属イオン類の同時検出
3. 学会等名 第77回分析化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪, Petr Kounik, Elena Shcherbakova, Samer Gozem, MehmetCaglayan, Pavel Anzenbacher, Jr.
2. 発表標題 炭酸脱水酵素阻害薬の迅速スクリーニング法の開発
3. 学会等名 第11回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木由比, 時任静士, 南豪
2. 発表標題 自己組織型Turn-on蛍光センサーアレイによる糖類の同時検出
3. 学会等名 第11回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機薄膜トランジスタを用いた化学センサデバイスの開発
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第35回研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 橋間裕貴, 石河泰明, 浦岡行治, 南豪
2. 発表標題 塗布型蛍光材料の簡易合成と金属イオン認識による光学特性チューニング
3. 学会等名 第15回ホスト ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木由比, 時任静士, 南豪
2. 発表標題 分子の自己組織化を用いたTurn-on型蛍光センサーアレイによる糖類の同時検出
3. 学会等名 第15回ホスト ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪, 片桐洋史, 大宮崇史, 儘田正史, 時任静士
2. 発表標題 メリティックトリイミド誘導体を用いた超分子ゲルの作製と芳香族化合物検出への応用
3. 学会等名 第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木由比, 南木創, 時任静士, 南豪
2. 発表標題 Copper(II) ion detection by an extended-gate type organic transistor
3. 学会等名 9th International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics Tsuyoshi minami (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 超分子材料は分析化学の発展にコミットできるのか
3. 学会等名 日本分析化学会 平成29年度 関東支部若手交流会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 分子認識能を賦与した光学及び電気化学センサデバイスの開発
3. 学会等名 日本分析化学会 第66年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機薄膜トランジスタを用いた唾液中物質の検出検討
3. 学会等名 日本分析化学会 第66年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機トランジスタの化学センサへの展開
3. 学会等名 日本学術振興会第142委員会C部会 第78回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機薄膜トランジスタを用いた化学センサ・バイオセンサ
3. 学会等名 日本学術振興会分子ナノテクノロジー第174委員会 第59回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Molecular self-assembled colorimetric chemosensor arrays
3. 学会等名 The 3rd International Workshop on Chromogenic Materials and Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 A chemical sensor based on an organic thin-film transistor for label-free detection of proteins
3. 学会等名 17th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Sensors for Addictive Drugs
3. 学会等名 The Symposium on Biosensing and Bioimaging for Neuroscience (SBBN) 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Supramolecular Chemical Sensors
3. 学会等名 Frontiers in materials, sensors and devices for humanophilic innovation (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 Label-Free and Antibody-Free Protein Detection Based on Organic TFTs
3. 学会等名 The 24th International Display Workshops (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機薄膜トランジスタを用いて分子認識情報を読み出す
3. 学会等名 日本化学会フロンティア生命化学研究会主催 第20回 生命化学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 金電極を活用した有機薄膜トランジスタ型化学センサの開発
3. 学会等名 第79回レアメタル研究会 特別・合同シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 分子認識能を賦与した有機薄膜トランジスタ型化学センサの創製
3. 学会等名 電気化学会第85回大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南豪
2. 発表標題 有機薄膜トランジスタを活用したバイオセンシング
3. 学会等名 日本化学会 第98春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南木創, 佐々木由比, 時任静士, 南豪
2. 発表標題 サブフェムトモル濃度のタンパク質を検出可能な有機トランジスタ型センサの開発
3. 学会等名 電気化学会第85回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南木創, 相子美智雄, 南豪
2. 発表標題 電解質ゲート型有機電界効果トランジスタの閾値電圧制御
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由比, 南木創, 南豪
2. 発表標題 Label-Free Electrical Detection of a Histidine-Rich Protein with Sub-Femtomolar Sensitivity using an Organic Field-Effect Transistor
3. 学会等名 CEMSupra2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由比, 南木創, 南豪
2. 発表標題 ニッケル(II)-ニトリロ三酢酸修飾電極を導入した有機FET型センサによる血清アルブミンの検出
3. 学会等名 関東高分子若手研究会2017年度学生発表会・交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由比, 南豪
2. 発表標題 Molecular Self-assembled Chemosensor Arrays for Simultaneous Detection of Saccharides
3. 学会等名 日本化学会 第98春季年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 浅野 康一郎, 南木 創, 南 豪	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 9
3. 書名 有機トランジスタ型化学センサの開発動向, BIOINDUSTRY	

1. 著者名 南豪, 南木創, 時任静士	4. 発行年 2017年
2. 出版社 R&D支援センター	5. 総ページ数 9
3. 書名 ウェアラブル機器の開発とマーケット・アプリケーション・法規制動向 第1章第3節「有機FET型化学センサ」	

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 トランジスタ型センサ	発明者 南 豪, 中原 勝正, 小池 俊弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-030081	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 新規化合物及びそれを用いたセンサーチップ	発明者 南 豪, 中原 勝正, 小池 俊弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-030080	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 グリホサート検出用センサ材料及び検出方法	発明者 南 豪, 佐々木 由比	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-103022	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 味覚成分検出用センサ材料及び検出方法	発明者 南 豪, 伊藤 聡	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-164818	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

1)文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞; 2)Frontiers in Chemistry Rising Starsに選定; 3)日経産業新聞「血糖センサ 長期安定使用」; 4)高分子学会研究奨励賞; 5)OPTRONICS ONLINE, 東大の学生発明コンテスト, 光関連技術2件が入賞; 6)Chemical CommunicationsのTwitterアカウントにおける論文紹介; 7)ChemComm Emerging Investigator 2018に選定; 8)日本化学会進歩賞; 9)優秀ポスター発表賞 (CSJ化学フェスタ2019); 10)Publons Peer Review Awards 2019; 11) 高分子学会パブリシティ賞; 12)第17回M&BE分科会奨励賞; 13)Top Downloaded article in ChemistryOpen during 2017-2018; 14)学生講演賞(日本化学会); 15)わかしゃち奨励賞; 16)Polymer Journalハイライト論文; 17)Poster Award (The 9th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry); 18)Publons Peer Review Awards 2018; 19)クリタ水・環境科学研究優秀賞; 20)ヤングサイエンティスト講演賞(高分子学会関西支部); 21)関東高分子若手研究会2017年度学生発表会・交流会優秀ポスター発表賞; 22)電気化学会 進歩賞(佐野賞) 23)日本分析化学会奨励賞; 24)安藤博記念学術奨励賞; 24)新化学技術研究奨励賞; 25)化学とマイクロ・ナノシステム学会 若手優秀賞; 26)優秀講演賞(学術)(日本化学会); 27)Chemical ScienceのHot Article及びFront Coverに選定; 28) Chemical CommunicationsのFront Cover及びBack Coverに選定; 29) ChemistryOpenのFront Coverに選定; 30)ChemElectroChemのCover Featureに選定; 31)ACS SensorsのSupplementary Coverに選定

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