

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21204

研究課題名(和文)パーキンソン病治療薬のモニタを指向したデュアルリードアウト型センサチップの開発

研究課題名(英文)Development of a dual read-out type sensor chip for monitoring the therapeutics for Parkinson's disease

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) 5,000,000円

研究成果の概要(和文):トロパンアルカロイドの一種であるパーキンソン病治療薬は、神経系に副作用(幻覚や記憶障害など)をもたらすため、それらの定量的検出は意義深い。選定した治療薬の中でも、ラセミ体の市販薬であるアトロピンは、(S)-ヒヨスチアミンのみが薬効を示す。創薬分野における光学純度(ee)の厳格な制約を鑑みて、本研究では、分子鑄型高分子を人工分子認識場として用いた高分子トランジスタ型センサを開発し、市販薬剤の高選択的検出とee決定に挑戦した。本研究構想の実現によって、分子認識能を有する高分子トランジスタは、簡便かつ正確に市販試薬を検出する薬物分析用センサとしての可能性を秘めていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、パーキンソン病治療薬を高選択的に検出するために、分子鑄型高分子を人工分子認識場として用いた高分子トランジスタ型センサを開発し、当該薬剤の光学純度を決定することに成功した。可溶性高分子半導体を用いた印刷プロセスによって、簡便かつ迅速に電子デバイスが作製できるようになれば、どこでも・誰でも・簡便に測れるセンサが実現され、薬物分析に留まらない化学センシングが期待できる。少子高齢化に伴い加速する健康意識の高まりから生体情報の可視化が益々求められる社会において、高分子材料をプラットフォームとした化学センサは、新規デバイス開発のバイオニアとして貢献すると考えている。

研究成果の概要(英文):From the viewpoint of drug analysis, the quantitative detection of tropane alkaloids for Parkinson's disease is important because of their side effects. Among them, atropine is racemic hyoscyamine, and only the (S)-hyoscyamine enantiomer shows pharmacological activity. Taking into consideration the strict regulations concerning enantiomeric purity in the pharmaceutical industry, the accurate and easy determination of enantiomeric excess (ee) of over-the-counter (OTC) drugs is required. Hence, we developed a polymer field-effect transistor (PFET) sensor with a molecularly imprinted polymer (MIP) as the recognition scaffold for the tropane drug. The MIP-PFET succeeded in the sensitive and selective detection of the tropane drug and the determination of enantiomeric excess of the OTC drug. We believe that our strategy for the development of analytical devices based on polymer chemistry could broaden the horizon of the chemical sensing applications in drug analysis.

研究分野：分析化学

キーワード：高分子トランジスタ 化学センサ 分子認識 パーキンソン病治療薬

1. 研究開始当初の背景

天然物に分類される麻薬や向精神薬などのアルカロイド系薬物は、神経系に対して強い薬理活性を示す。とりわけトロパンアルカロイドの一種であるパーキンソン病治療薬は、神経系に副作用(幻覚や記憶障害など)をもたらすため、それらの定量的検出は意義深い。選定した治療薬の中でも、ラセミ体の市販薬であるアトロピンは、(S)-ヒヨスチアミンのみが薬効を示す。創薬分野における光学純度 (*ee*) の厳格な制約を鑑みても、光学純度の決定は極めて重要であることから、*ee* 決定を可能とする小型化学センサの実現が求められている。

2. 研究の目的

高分子トランジスタ (PFET) は、ゲート・ソース・ドレインの三電極、絶縁体層、高分子半導体層で構成される電子デバイスである。PFET の電極に電圧を印加すると、絶縁体層を介した電界効果によって高分子半導体層でのキャリア輸送が誘発され、PFET はスイッチング特性を示す。これは、標的種の捕捉によって生じるゲート電極の電位変化が、トランジスタ特性の変化と相関することによって由来する。従って、適切な分子認識材料をデバイスに組み込むことで、標的種の認識情報を高分子トランジスタのパラメータ (閾値電圧や電流値) の変化として読み出し可能なセンサデバイスが実現する。本研究では、可溶性半導体材料の PBTTT-C14 を用いた溶液プロセスによって、簡便に PFET を作製した。

検出部として採用した分子鋳型ポリマー (MIP) は、モノマーに標的分子を混ぜ込み重合することで、効率良く分子の形・サイズ空間を形成することができたため、標的薬剤に対して高選択的な人工分子認識場となる。本研究では、MIP を修飾した高分子トランジスタ型化学センサ (MIP-PFET) を開発し (図 1)、市販薬剤の高選択的検出と *ee* 決定に挑戦した。

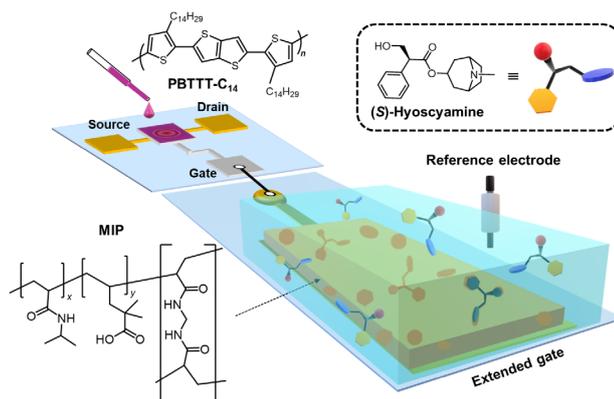


図 1. (S)-ヒヨスチアミン検出用 MIP-PFET センサの構造。

3. 研究の方法

【MIP の設計と最適化】

MIP は、標的種に対する 3 次元的な非共有結合性の相互作用が協奏的に働くことで特異的な検出能を有する人工分子認識材料である。従って、MIP を構成するモノマーと標的種間の相互作用を考慮した MIP の設計が、高選択的検出において重要な鍵となる。アミド基とカルボキシ基を有する N-イソプロピルアクリルアミド (NIPAM) と 2,2-ジメチル-4-ペンテン酸 (DMPA) は、水素結合を介して標的薬剤 ((S)-ヒヨスチアミン) と相互作用を示すことが期待できるため、MIP の構成要素として選定した。標的種とモノマーに働く相互作用に基づく MIP の構造を最適化するために、密度汎関数理論 (DFT) を用いて計算を行ったところ、(S)-ヒヨスチアミンは NIPAM および DMPA と 6 つの水素結合を介して複合体を形成することが明らかになった (図 2)。

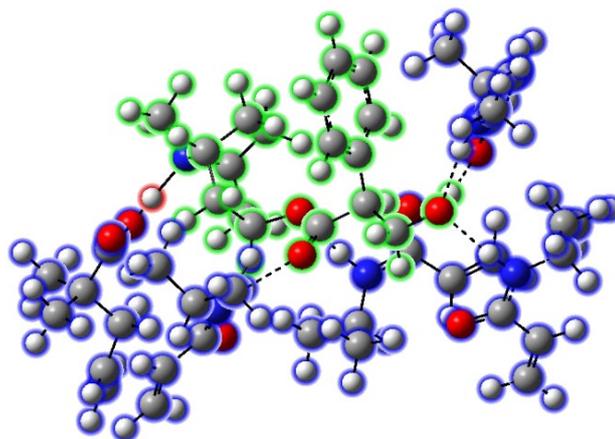


図 2. DFT 計算によって最適化された複合体 (NIPAM:DMPA:(S)-ヒヨスチアミン = 4:1:1)。

【MIP の合成と電極のキャラクタリゼーション】

上述に示す DFT 計算によって導かれたモル比 (NIPAM: DMPA : (S)-ヒヨスチアミン = 4:1:1) に基づいてラジカル重合を行い、MIP を得た。PFET のゲートを一部延長した真空蒸着金電極 (延

長ゲート) 上に、電気化学的手法によって金のナノ構造 (AuNS) を形成したのち、MIP の固定化を行って MIP-AuNS 電極を作製した。このように作製した MIP 電極表面は、周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) によって評価され、200 nm 程度の膜厚を有する MIP が延長ゲート上の AuNS 層上に固定化されていることが明らかとなった (図 3)。

続いて MIP-AuNS 電極の分子認識能を評価するために、微分パルスボルタンメトリ (DPV) を用いて (S)-ヒヨスチアミンの添加に伴うピーク変化を観測した。図 4 に示す通り、MIP-AuNS 電極の電流ピークは、(S)-ヒヨスチアミンの濃度増加とともに減少した。他方、標的(S)-ヒヨスチアミンを加えずに重合した NIP (non-imprinted polymer)-AuNS 電極では、MIP-AuNS 電極と比較して弱い電流ピーク変化を示した。この結果より、(S)-ヒヨスチアミンに対する MIP の特異的結合能が確認された。

【MIP-PFET による(S)-ヒヨスチアミンの定量的検出】

次に、MIP-AuNS と PFET を連結した化学センサを用いて (S)-ヒヨスチアミンの電気的検出を試みた。MIP-PFET による薬剤の電気的検出は、KCl を含むリン酸緩衝液 (pH 7.0) 中で行われた。この条件では、標的薬剤のほぼ全てのアミノ基がプロトン化される一方で、MIP 中のほぼ全てのカルボキシ基は脱プロトン化される。すなわち、強い静電相互作用と水素結合に基づき、標的薬剤を効率的に捕捉できると考えた。図 5 は、(S)-ヒヨスチアミンの濃度増加に伴う PFET センサの伝達特性変化を示しており、この定量的変化からシグモイド応答の滴定曲線を得た。この特徴的な変化は、正に帯電した標的種が堆積することによって延長ゲート電極の表面電位が変化したことによる。

【選択性調査】

MIP-PFET の選択性調査は、抗ムスカリン薬 ((S)-ヒヨスチアミン、スコポラミン、トロピカミド、ソリフェナシン、オキシブチニン) とアトロピンの主要代謝物 (トロパン酸、トロピン) に対して行われた。その結果、(S)-ヒヨスチアミンに対して最も大きな応答が観測された。さらに、トロピンに対する中程度の応答から、MIP の (S)-ヒヨスチアミン検出能は、3-ヒドロキシ-2-フェニルプロパン酸の骨格よりも 8-アザビシクロ [3.2.1] オクタンに起因する可能性が示唆された (図 6)。

【光学純度決定】

最後に、MIP-PFET を用いて (S)-ヒヨスチアミンの ee 決定を行った。一般市販薬に対する簡便な薬剤分析を実現するために、市販の (S)-ヒヨスチアミンの光学純度に応じて 0.2 から 90.2% ee の範囲で評価を行った。MIP-PFET のトランジスタ特性は、(S)-ヒヨスチアミンの %ee 値の増加によりシフトし、線形性を示した閾値電圧変化が得られたため、MIP-PFET による薬剤分析が達成された (図 7)。

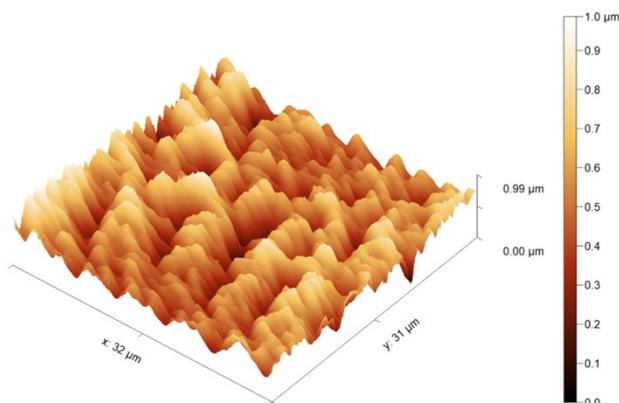


図 3. MIP-AuNS 電極表面の FM-AFM 画像。

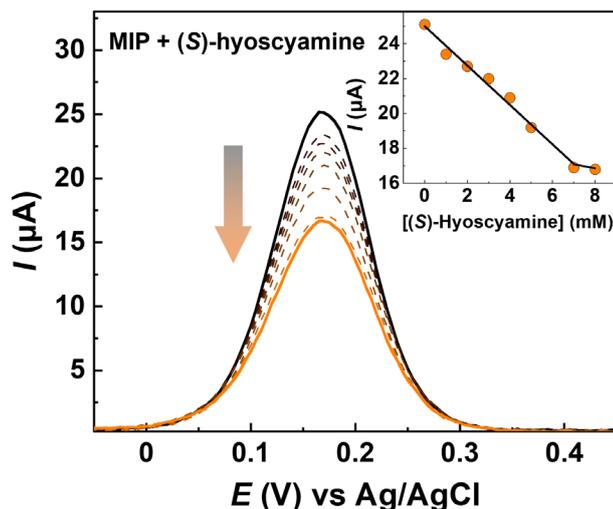


図 4. (S)-ヒヨスチアミン存在下での MIP-AuNS 電極の DPV 測定結果。

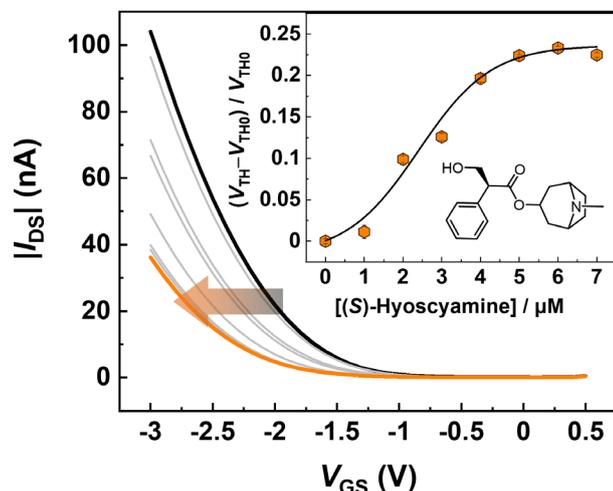


図 5. MIP-PFET による (S)-ヒヨスチアミンの電気的検出。

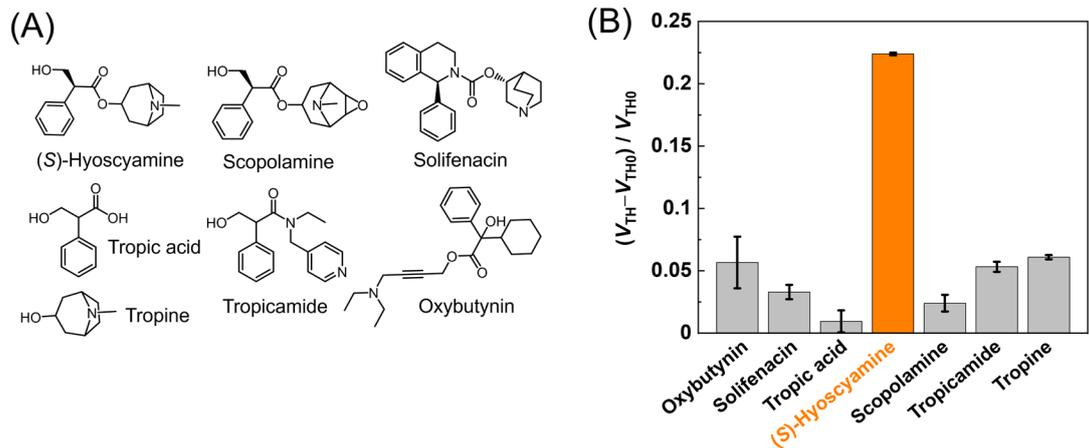


図 6(A) 選択性調査で選定した抗ムスカリン薬とアトロピンの主要代謝物. (B) MIP-PFET の選択性調査結果.

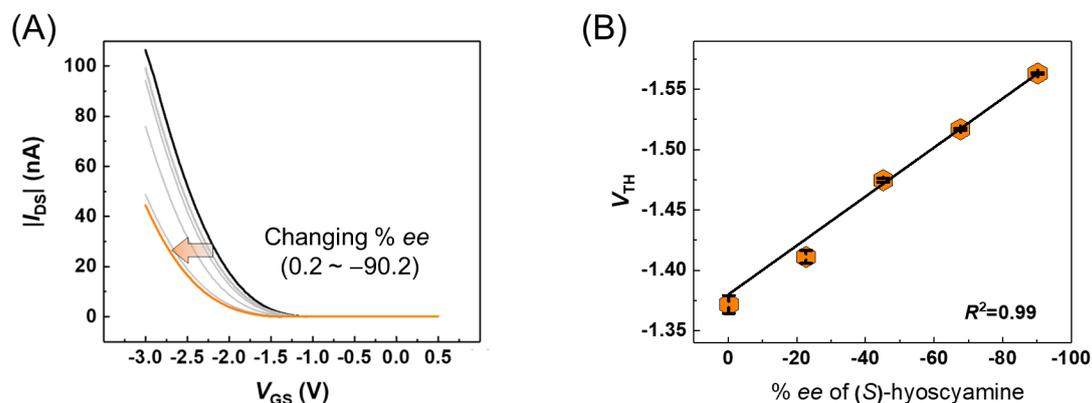


図 7(A) (S)-ヒヨスチアミンの%ee 値の増加に伴うトランジスタ特性変化. (B) ee 決定の結果.

4. 研究成果

本研究では、パーキンソン病治療薬を簡便に分析するための高分子トランジスタ型化学センサを開発し、分子鑄型ポリマーの認識能に基づく高選択的検出と正確な光学純度決定を達成した。さらに、デュアルリードアウトセンサの実現に向けて、同一高分子材料を用いて、同一標的種を対象とした蛍光センサチップと高分子トランジスタの2種センサを開発した。その結果、蛍光センサチップに比べて高分子トランジスタの検出限界値が低いことが見出され、 π 共役高分子を基軸としたデュアルリードアウトセンサの確立に向けて、有益な知見を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 24件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sasaki Yui, Asano Koichiro, Minamiki Tsukuru, Zhang Zhoujie, Takizawa Shin ya, Kubota Riku, Minami Tsuyoshi	4. 巻 26
2. 論文標題 A Water Gated Organic Thin Film Transistor for Glyphosate Detection : A Comparative Study with Fluorescence Sensing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry -A European Journal	6. 最初と最後の頁 14525 ~ 14529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003529	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 Zhou Qi, Wang Mengqiao, Yagi Shunsuke, Minami Tsuyoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Extended gate-type organic transistor functionalized by molecularly imprinted polymer for taurine detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 100 ~ 107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NR06920E	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, Lyu Xiaojun, Kubota Riku, Takizawa Shin-ya, Minami Tsuyoshi	4. 巻 4
2. 論文標題 Easy-to-Prepare Mini-Chemosensor Array for Simultaneous Detection of Cysteine and Glutathione Derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Bio Materials	6. 最初と最後の頁 2113 ~ 2119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsbm.0c01275	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, Lyu Xiaojun, Zhang Zhoujie, Minami Tsuyoshi	4. 巻 16
2. 論文標題 A minimized fluorescent chemosensor array utilizing carboxylate-attached polythiophenes on a chip for metal ions detection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers of Chemical Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 72 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11705-021-2037-y	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 Lyu Xiaojun, Hamedpour Vahid, Sasaki Yui, Zhang Zhoujie, Minami Tsuyoshi	4. 巻 93
2. 論文標題 96-Well Microtiter Plate Made of Paper: A Printed Chemosensor Array for Quantitative Detection of Saccharides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 1179 ~ 1184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c04291	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 Zhang Zhoujie, Hamedpour Vahid, Lyu Xiaojun, Sasaki Yui, Minami Tsuyoshi	4. 巻 86
2. 論文標題 A Printed Paper Based Anion Sensor Array for Multi Analyte Classification: On Site Quantification of Glyphosate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 798 ~ 802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.202100041	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, Lyu Xiaojun, Zhou Qi, Minami Tsuyoshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Indicator Displacement Assay-based Chemosensor Arrays for Saccharides using Off-the-shelf Materials toward Simultaneous On-site Detection on Paper	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 987 ~ 995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200962	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 Minami Tsuyoshi	4. 巻 101
2. 論文標題 Organic transistor-based chemical sensors with self-assembled monolayers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10847-021-01050-0	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 Sasaki Yui, Kubota Riku, Minami Tsuyoshi	4. 巻 429
2. 論文標題 Molecular self-assembled chemosensors and their arrays	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Coordination Chemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 213607 ~ 213607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ccr.2020.213607	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 Lyu Xiaojun, Sasaki Yui, Ohshiro Kohei, Tang Wei, Yuan Yousi, Minami Tsuyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Printed 384 Well Microtiter Plate on Paper for Fluorescent Chemosensor Array in Food Analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry -An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202200479	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 Ohshiro Kohei, Sasaki Yui, Zhou Qi, Didier Pierre, Nezaki Takasuke, Yasuike Tomoharu, Kamiko Masao, Minami Tsuyoshi	4. 巻 58
2. 論文標題 A microfluidic organic transistor for reversible and real-time monitoring of H_2O_2 at ppb/ppt levels in ultrapure water	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 5721 ~ 5724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC01224C	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 Mitobe Riho, Sasaki Yui, Tang Wei, Zhou Qi, Lyu Xiaojun, Ohshiro Kohei, Kamiko Masao, Minami Tsuyoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Multi-Oxyanion Detection by an Organic Field-Effect Transistor with Pattern Recognition Techniques and Its Application to Quantitative Phosphate Sensing in Human Blood Serum	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 22903 ~ 22911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscami.1c21092	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 Ohshiro Kohei, Sasaki Yui, Zhou Qi, Lyu Xiaojun, Yamanashi Yusuke, Nakahara Katsumasa, Nagaoka Hirokazu, Minami Tsuyoshi	4. 巻 147
2. 論文標題 Oxytocin detection at ppt level in human saliva by an extended-gate-type organic field-effect transistor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Analyst	6. 最初と最後の頁 1055 ~ 1059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1AN02188E	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, Lyu Xiaojun, Tang Wei, Wu Hao, Minami Tsuyoshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Supramolecular optical sensor arrays for on-site analytical devices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews	6. 最初と最後の頁 100475 ~ 100475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochemrev.2021.100475	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, Lyu Xiaojun, Tang Wei, Wu Hao, Minami Tsuyoshi	4. 巻 94
2. 論文標題 Polythiophene-Based Chemical Sensors: Toward On-Site Supramolecular Analytical Devices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 2613 ~ 2622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210265	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 Asano Koichiro, Didier Pierre, Ohshiro Kohei, Lobato-Dauzier Nicolas, Genot Anthony J., Minamiki Tsukuru, Fujii Teruo, Minami Tsuyoshi	4. 巻 37
2. 論文標題 Real-Time Detection of Glyphosate by a Water-Gated Organic Field-Effect Transistor with a Microfluidic Chamber	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 7305 ~ 7311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c00511	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 Asano Koichiro, Sasaki Yui, Zhou Qi, Mitobe Riho, Tang Wei, Lyu Xiaojun, Kamiko Masao, Tanaka Hikaru, Yamagami Akari, Hagiya Kazutake, Minami Tsuyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Detection of polyamines by an extended gate-type organic transistor functionalized with a carboxylate attached 1,3,4-thiadiazole derivative	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 11690 ~ 11697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC01542G	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 Lyu Xiaojun, Matsumoto Akira, Minami Tsuyoshi	4. 巻 53
2. 論文標題 A polythiophene-based chemosensor array for Japanese rice wine (sake) tasting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1287 ~ 1291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-021-00521-y	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 Du Linlin, Lao Yijia, Sasaki Yui, Lyu Xiaojun, Gao Peng, Wu Si, Minami Tsuyoshi, Liu Yuanli	4. 巻 12
2. 論文標題 Freshness monitoring of raw fish by detecting biogenic amines using a gold nanoparticle-based colorimetric sensor array	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 6803 ~ 6810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2RA00160H	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 Lyu Xiaojun, Tang Wei, Sasaki Yui, Zhao Jie, Zheng Tingting, Tian Yang, Minami Tsuyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Toward Food Freshness Monitoring: Coordination Binding?Based Colorimetric Sensor Array for Sulfur-Containing Amino Acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 685783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2021.685783	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 SASAKI Yui, LYU Xiaojun, YUAN Yousi, MINAMI Tsuyoshi	4. 巻 70
2. 論文標題 On-site Chemosensor Arrays for Qualitative and Quantitative Detection with Imaging Analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 691 ~ 702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.70.691	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 Mitobe Riho, Sasaki Yui, Minami Tsuyoshi	4. 巻 24
2. 論文標題 Toward the Realization of Organic Transistor-Based Ubiquitous Chemical Sensors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of The Japan Institute of Electronics Packaging	6. 最初と最後の頁 361 ~ 368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5104/jiep.24.361	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 Minami Tsuyoshi, Tang Wei, Asano Koichiro	4. 巻 53
2. 論文標題 Chemical sensing based on water-gated polythiophene thin-film transistors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1315 ~ 1323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-021-00537-4	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, Lyu Xiaojun, Zhou Qi, Minami Tsuyoshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Indicator Displacement Assay-based Chemosensor Arrays for Saccharides using Off-the-shelf Materials toward Simultaneous On-site Detection on Paper	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 987 ~ 995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200962	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 Didier Pierre、Blomenkamp Hans、Kubota Riku、Sasaki Yui、Minami Tsuyoshi	4. 巻 33
2. 論文標題 Extended-gate-type Organic Field-effect Transistors for the Detection of Potential Psychological Stress Markers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 211～211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2021.3066	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34件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 有機トランジスタをプラットフォームとする化学センサ
3. 学会等名 FIoTコンソーシアム 第1回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Emerging-electronics innovation for SDGs -Toward synergy among young researchers-
3. 学会等名 Tsukuba Global Science Week 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Extended Gate-Type Organic Thin-Film Transistors as Chemical Sensing Platforms for Healthcare Applications
3. 学会等名 The 10th International Conference on Electronics, Communications and Networks (CECNet2020) (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 有機電界効果トランジスタ型バイオセンサ・化学センサ
3. 学会等名 名古屋大学 第一回電子工学セミナー「バイオエレクトロニクスの展開と将来展望」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Development of Chemical Sensors Based on Polymer Thin-Film Transistors
3. 学会等名 3rd Glowing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K 2020) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Chemical Sensing in Aqueous Media by Organic TFTs
3. 学会等名 The 66th IEDM Conference 2020 (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 Interdisciplinary research of organic transistors: microfluidics, molecular recognition chemistry, and chemical sensing
3. 学会等名 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology-2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Self-Assembled Chemosensor Arrays
3. 学会等名 5th International Conference on Recent Advances in Material Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南 豪, Genot Anthony
2. 発表標題 Paper-Based Sensor Devices for Rapid and Accurate Detection of COVID-19
3. 学会等名 JST in 2021: Core Activities (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Supramolecular Chemosensors and Their Arrays
3. 学会等名 International Webinar on Advances in Environmental and Chemical Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minami Tsuyoshi
2. 発表標題 Organic transistors for chemical sensing applications
3. 学会等名 Online Workshop between MESA+ and IIS 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水戸部 里歩, 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 ジビコリルアミン銅(II)錯体を導入した延長ゲート型有機トランジスタセンサの開発
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅野 康一郎, 田中 光, 山上 紅里, 萩谷 一剛, 南 豪
2. 発表標題 有機トランジスタ型化学センサによるポリアミン類検出
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 周 奇, 南 豪
2. 発表標題 Extended-Gate Type Organic Transistor Functionalized with Molecularly Imprinted Polydopamine for Taurine Detection
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水戸部 里歩, 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 高分子トランジスタに基づくオキソアニオンセンサ
3. 学会等名 関東高分子若手研究会2020年度学生発表会・交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 周 奇, 南 豪
2. 発表標題 Extended-Gate Type Organic Transistor with Molecularly Imprinted Polydopamine for Taurine Detection
3. 学会等名 関東高分子若手研究会2020年度学生発表会・交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 「グリホサート検出を指向した水ゲート型有機トランジスタ：蛍光検出との比較研究」 (A Water-Gated Organic Transistor for Glyphosate Detection: A Comparative Study with Fluorescence Sensing)
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Lyu Xiaojun, Hamedpour Vahid, 南 豪
2. 発表標題 Saccharide Chemosensor Array on 96-well Plate Made of Paper Utilizing Automatic Image Analysis and Machine Learning
3. 学会等名 第20回東京大学生命科学シンポジウム
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 Electrical Detection of Glyphosate by an Electrolyte-gated Organic Transistor
3. 学会等名 第20回東京大学生命科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhou Qi, 南 豪
2. 発表標題 Extend-Gate-Type Organic Transistor Functionalized with Molecularly Imprinted Polydopamine for Taurine Detection
3. 学会等名 第20回東京大学生命科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野 康一郎, Didier Pierre, Lobato-Dauzier Nicolas, Genot Anthony, 藤井 輝夫, 南 豪
2. 発表標題 マイクロ流路一体型水ゲート有機トランジスタ化学センサ
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第42回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhou Qi, 南 豪
2. 発表標題 Extended-Gate Type Organic Transistor Functionalized with Molecularly Imprinted Polydopamine for Taurine Detection
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Lyu Xiaojun, Hamedpour Vahid, 南 豪
2. 発表標題 A Paper-based Microarray Colorimetric Detections of Saccharides in Real Samples
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水戸部 里歩, 浅野 康一郎, 佐々木 由比, 南 豪
2. 発表標題 ジビコリルアミン銅(II)錯体を修飾した延長ゲート有機トランジスタによるオキソアニオン類の検出
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野 康一郎, Didier Pierre, Lobato-Dauzier Nicolas, Genot Anthony, 藤井 輝夫, 南 豪
2. 発表標題 マイクロ流路一体型水ゲート有機トランジスタによるリアルタイム化学センシング
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
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 Sensitive Detection of Glyphosate by a Water-Gated Organic Transistor
3. 学会等名 PRIME2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhou Qi, 南 豪
2. 発表標題 An Extended-Gate Type Organic Transistor Functionalized with Molecularly Imprinted Polydopamine for Taurine Detection
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Lyu Xiaojun, Hamedpour Vahid, 南 豪
2. 発表標題 Colorimetric Detection of Saccharides in Real Samples Using a Paper-based Microarray
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 Lyu Xiaojun, 横山 裕大, Zhao Jie, 南 豪
2. 発表標題 A Colorimetric Chemosensor Array for the Discrimination of Sulfur-containing Amino Acids
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 浅野 康一郎, Didier Pierre, Lobato-Dauzier Nicolas, Genot Anthony, 藤井 輝夫, 南 豪
2. 発表標題 マイクロ流路デバイスを実装した水ゲート有機トランジスタ型化学センサ
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木 由比, 小島 奏也, 久保 由治, 南 豪
2. 発表標題 単一分子のみを用いた蛍光パターン認識：キラルアミン類の高精度光学純度決定法の提案
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南 豪
2. 発表標題 Real-Sample Analysis utilizing Supramolecular Chemical Sensor Chips and Devices
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 呂 曉俊, 南 豪
2. 発表標題 Discrimination of multiple analyte groups based on a paper-based chemosensor array
3. 学会等名 第82回分析化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Qi Zhou, Tsuyoshi Minami
2. 発表標題 A Newly Developed Atropine Imprinted Copolymer and Its Functionalized Organic Transistor-Based Sensor
3. 学会等名 2022 MRS Spring Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 浅野 康一郎, 南木 創, 南 豪 (分担執筆)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 220
3. 書名 ウェアラブル医療・ヘルスケア機器の技術と市場	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Chemistry-A European Journal Cover Profile
<https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.202004491>
 Azo Sensors
<https://www.azosensors.com/news.aspx?newsID=14226>
 Azo Life Science
<https://www.azolifesciences.com/news/20201203/New-polymer-based-transistor-can-sensitively-detect-weed-killer-in-drinking-water.aspx>
 マイナビニュース, 東大生研 水中用の有害化学物質センサを有機薄膜トランジスタを用いて開発
<https://news.mynavi.jp/article/20201203-1553528/>
 EMIRA
<https://emira-t.jp/special/17535/>

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		
フランス	CNRS	コンピエーニュ工科大学	
中国	Guilin University of Technology	East China Normal University	