

溶媒抽出・分析時間を大幅に短縮可能なデバイスを発明！ 兵庫県警科学捜査研究所と共同で実用化に向けた研究開発を開始

甲南大学理工学部機能分子化学科の茶山健二教授の研究グループは、従来の溶媒抽出の手法より、操作の時間短縮、多サンプルの同時処理など、大幅な進歩が期待できる、水溶液中の目的物質を分離・濃縮するための手法と実現するためのデバイスを発明しました。この発明は産業界の幅広い分野で使うことが可能で、科学捜査における実用化に向け、兵庫県警科学捜査研究所（以下、科捜研）と共同研究を開始しました。

1. ポイント

- ・従来の溶媒抽出手法に比べて、多サンプルを短時間で分析が可能に
- ・今回の手法を応用することで、環境分析、貴金属リサイクルなど幅広い産業界での利用に期待
- ・科学捜査における実用化に向け、科捜研と共同研究を開始

2. 研究成果の概要

目的物質を抽出する手段として、食品、金属工業、化学製品製造工業、原子力分野など多くの産業で溶媒抽出法が100年以上前から利用されています。溶媒抽出法は、有機溶媒を使用して、水の中から有用な物質を有機相中に抽出する手法です。この手法は、吸収毒性を有する有機溶媒を使用、抽出過程において攪拌振とう機等で激しく混合する時間が必要、等の課題があります。近年は、有機溶媒の代替として、吸収毒性がないイオン液体^{※1}を利用した抽出方法の研究が進められてきました。しかしながら、この方法も振とう時間が必要である点や、多くの手順が必要であり、目的物質の抽出に一定の時間が必要という課題を解決できていません。

この課題に対し、甲南大学理工学部機能分子化学科の茶山健二教授の研究グループは、イオン液体生成共抽出法^{※2}に基づき、遠心力で水溶液中の目的物質を分離・濃縮するための手法を発明し、それを実現するデバイス数種（図1）を開発しました。これ等のデバイスには、目的物質を含む溶液を収容する空間と、陽イオン（カチオン）と陰イオン（アニオン）を収容する空間（図2）があります。このデバイスを遠心機に取り付け回転させることで、遠心力を用いてデバイス内の流路の差によって陽、陰イオン水溶液が溶液混合槽に流入するタイミングを制御し、化学反応を順に発生させることで、振とう時間を必要とせず、イオン液体生成共抽出法で目的物質を含むイオン液体だけをデバイス外側に格納することができます（図3）。

デバイス外側に格納されたイオン液体を分取、液体クロマトグラフ質量分析計^{※3}等で分析することで、従来の手法に比べて大幅に前処理時間を短縮することが可能となります。また、簡易分析としては、デバイスからイオン液体を取り出さず、デバイスを撮影した映像からサンプル濃度を定量する方法や、イオン液体貯留槽に特定波長の光を透過させ、目的物質の濃度を定量する方法の開発も同時に進めています。

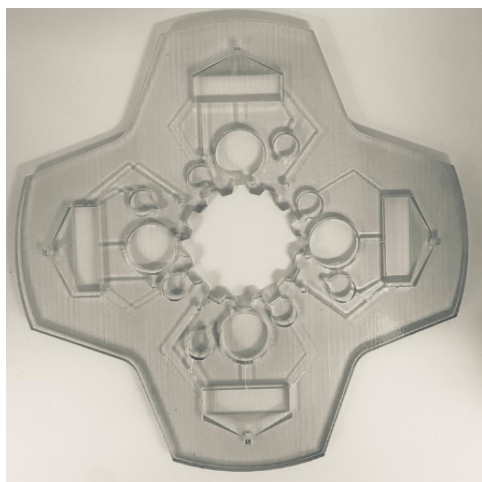


図1 発明したデバイスの例
この写真は4サンプル用だが、多サンプル用も作成することが可能

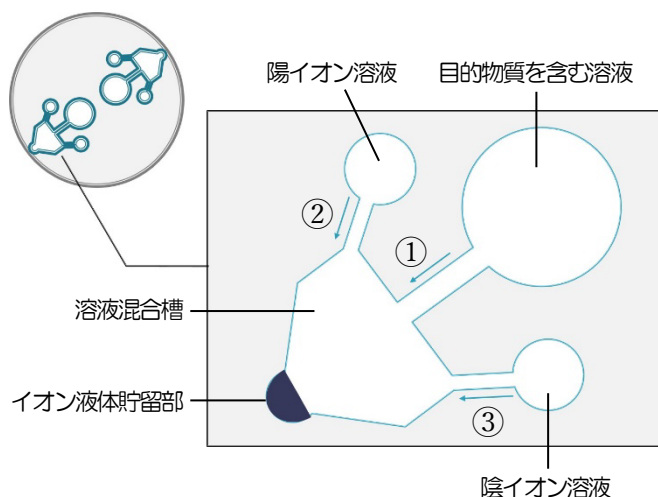
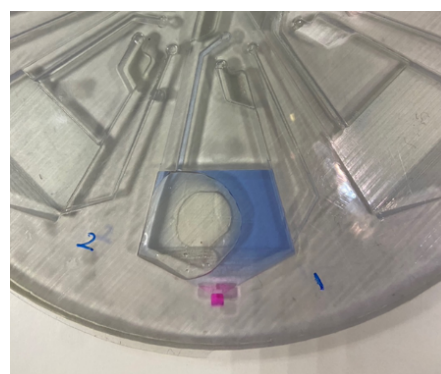
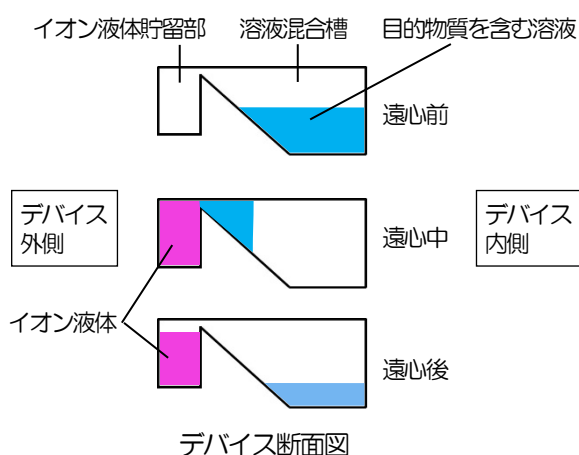


図2 デバイスの基本構造
流路の差によって溶液混合槽に流れる順を制御している



混合溶液（青色）からイオン液体（ピンク色）を分離した様子

図3 抽出中のデバイスの断面図とイオン液体を分離する仕組み（左）と抽出した様子（右）

3. 今後の展開と科捜研との共同研究について

この手法は、抽出させたい物質によって、イオン液体を構成する陽イオン・陰イオンの種類・濃度の組み合わせ、回転速度を調整し対応が可能です。現在までに、環境試料水中のリン酸イオンあるいはケイ酸イオンの定量をデバイスで実証しております。物質の抽出分離・濃縮法はあらゆる産業、研究のシーンで使用されます。そのため、この手法の応用範囲は環境分析、貴金属リサイクル、ドーピング検査、合成反応物質の確認など非常に広いです。

その一つとして、大麻代謝物の高感度検出を可能にする分離濃縮技術を開発するための共同研究契約を科捜研と締結致しました。近年、社会的な問題となっている薬物使用の有無を確認するためには尿検査が必要ですが、現在の技術では、「検出限界以下のごく微量濃度の大麻代謝物の高感度測定が難しい」、個々のサンプルに有機溶媒を加え大麻代謝物を溶媒抽出する方法であり、一つ一つの検体を遠沈管内で振とう、遠心分離したのちに分析するため、「分析に時間がかかる」という課題があります。今後開発されるデバイスを用いると十数検体のサンプルを一度に遠心分離のみでイオン液体中に抽出することが可能となり、その濃度は尿中の50～100倍に濃縮され、高感度な測定が可能となることが期待されます。既に、開発したデバイスでは、大麻代謝物の検出に成功しており、実際の科学捜査に使用可能となるように技術開発を進めてまいります。

甲南大学は、ありたき姿を示した「KONAN U. VISION 2025—甲南新世紀ビジョン—」を2021年度に策定しました。さらに、2023年9月に「甲南大学先端研究社会実装シンポジウム」を開催し、先端的な研究成果の社

会実装を推進する取り組みを実施するなど、ビジョンの一つである「社会貢献を通じてより良い社会の実現に持続的に貢献する大学になる」ことに取り組んでおります。今回の研究成果を実用化につなげることで、兵庫県警の公共の安全安心を目指す取り組みに協力し、社会貢献を行ってまいります。

【用語説明】

※1 イオン液体

有機物の陽イオンと陰イオンからなる水に難溶性の液体です。一般的に、陽イオンと陰イオンからなる塩は揮発することはありませんが、イオン液体も揮発性がなく、吸収毒性がない。水に溶けにくいので水と2相を形成し、有機溶媒であるベンゼンあるいはヘキサンと同じように、溶媒抽出に利用され始めました。電池の電解質等の利用法もあります。

※2 イオン液体生成共抽出法

難溶性塩であるイオン液体は、無機難溶性塩である固体の沈殿生成と同様、構成成分の陽イオンと陰イオンの濃度が溶解度積を超えた時に生成します。無機難溶性塩の沈殿が生成する際に分析目的イオンを、生成する沈殿の中に取り込む現象を共同沈殿（共沈）といい、物質の濃縮法として利用しますが、イオン液体が生成すると同時に水溶液中の目的物質を抽出することを利用した物質の抽出法をここでは、イオン液体生成共抽出法と呼んでおります。

※3 液体クロマトグラフ質量分析計

高速液体クロマトグラフィーの検出部に質量分析計を接続した装置、液体クロマトグラフィーにより物質の分離を行った後、分離された成分の性質（定性分析）と量（定量分析）を調べることが可能です。

以上

《プレスリリース全体に関するお問い合わせ先》

甲南学園広報部

〒658-8501 神戸市東灘区岡本 8-9-1

電話 078-435-2314 FAX 078-435-2546 E-mail: kouhou@adm.konan-u.ac.jp

《研究内容に関するお問い合わせ先》

甲南大学理工学部機能分子化学科 教授 茶山健二

電話 078-435-2500 E-mail: chayama@konan-u.ac.jp

プレスリリース配信先：兵庫県教育委員会記者クラブ、神戸市政記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ