

ぶんせき ④

Bunseki 2026

The Japan Society for Analytical Chemistry



冷凍粉碎機 & メカノケミカル反応装置

メカノケミカル反応装置 (JMC-100) は、26年間に及ぶJAIの冷凍粉碎技術から生まれました。

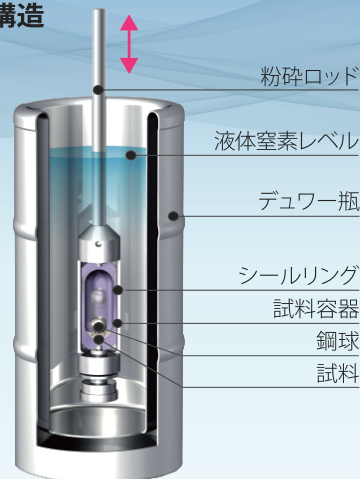
■ 冷凍粉碎機 JFCシリーズ

JAIの冷凍粉碎機は、液体窒素中でさまざまな試料を簡単に、しかも粒子をそろえて微粉碎します。溶媒抽出、固定NMR、IR測定、X線解析などの前処理として幅広くご使用ください。

粉碎可能例

- ・プラスチック・各種ゴム・ガラス・セラミックス
- ・生体試料・繊維・電子基板・紙・木片等の天然物

■ 内部構造



液体窒素中で粉砕ロッドを上下振動させ、試料容器内の鋼球を運動させることで試料を粉碎します。



1回の粉碎量 最大50g
大容量モデル
JFC-5000



1回の粉碎量 最大3g
コンパクトモデル
JFC-400

■ メカノケミカル反応装置 JMC-100

試料容器内に試料、鋼球及び試薬を封入し、試料容器全体を激しく上下に振動させることで、容器内の鋼球が試料分子を機械的に切断・攪拌し、新しい反応を実現することができます。

静音設計

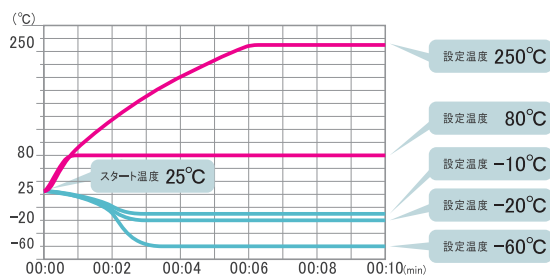
56db程度 (デパート店内の騒音)

駆動速度調整

可変範囲: ~1,300回/min

反応温度調整機能

JMC-100は反応温度を設定することができます。試料容器の温度設定は、**-100℃から+150℃** シールを取り外した時は**+350℃**まで上げられます。



試料容器温度が設定温度に至る時間と容器温度の安定性



デモンストレーションでお客様のラボにお持ちします。実際にお使いいただき、粉碎能力や使い勝手をご評価ください。

JAI 日本分析工業株式会社 <https://www.jai.co.jp/>

- 本社・工場 〒190-1213 東京都西多摩郡瑞穂町武蔵208 TEL 042-557-2331
- 大阪営業所 〒532-0002 大阪市淀川区東三国5-13-8-303 TEL 06-6393-8511
- 名古屋営業所 〒451-0045 名古屋市西区名駅2-23-14 VIA141-321 TEL 052-446-6696



製品情報

column

ムロマックミニカラムの使用例(公開論文・文献より)

1. 環境分野：海水、雨水など環境試料の分析用途
2. 鉱業分野：岩石、鉱物、石英などの組成分析
3. 農業分野：植物などの分析
4. 生化学分野：タンパク質、生体などの精製研究
5. 原子力分野：高レベル廃棄物の処理法研究(詳細はお問い合わせください)

ムロマック® ミニカラム

ムロマック®ミニカラムはカラムと液溜槽がポリプロピレンにより一体成型されていて、丈夫で耐薬品性に優れています。小さなカラムながら濾槽が効率良く試料中の物質を吸着できるように設計されており、リークやテリングの少ない精度の高いクロマトグラフィーが可能です。

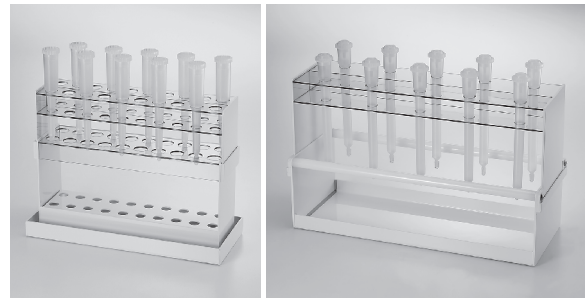


種類	内径(mm)	長さ(mm)	容量(mL)	液溜槽容量(mL)
S	5.0~5.5	50	1.0	8.0
M	6.5~8.5	5.8	2.5	10.0
L	10.0~11.0	118	10.0	5.0 ^{*1}

*1. 連結キャップを使って50ml注射器を接続すると便利です。

ムロマック® ミニカラムスタンド

カラムSまたはM用のスタンドは、直径15~16.5mm、長さ100~165mmの試験管を20本立てることができます。カラムL用スタンドのトレイには100mLのビーカー又は三角フラスコを10個並べることができます。



種類	横(cm)	縦(cm)	高さ(cm)	立数
S・M共用	26.5	7.0	20.5	20本
L用	36.5	14.5	22.5	10本

ムロマック® ガラスカラム

ムロマック®ガラスカラムはガラス製で耐薬品性に優れ、鮮明にイオン交換反応を可視化します。イオン交換樹脂の初期検討後、樹脂量を多くして使用することでより正確なデータを取ることが可能です。枝管付きタイプはムロマック分液ロートを使用することで液枯れしません。また、ライブ試験など樹脂層高を上げて試験を行う場合は細長カラムを使用することで正確なデータを取得できます。



種類	横(cm)	縦(cm)	容量(mL)
S	8	28	30.0
M	8.5	32.5	100.0
ロング	5	43	40.0

ムロマック® 分液ロート

【各ガラスカラム対応】

ムロマック®分液ロートはガラス製で耐薬品性に優れ、ムロマック®ガラスカラム(S・M・ロング各種)に互換性のあるすり合わせ規格を有しています。



種類	容量(mL)
S	500
M	1000

お問合せ先

室町ケミカル株式会社 <https://www.muro-chem.co.jp>

[東京] TEL. 03-3525-4792 [大阪] TEL. 06-6393-0007 [本社] TEL. 0944-41-2131

イオンクロマトグラフ
Ion Chromatograph

Nexera IC

Make Every Analysis Count

環境や人々の健康を守るために、各種規制の試験法に準拠した分析が日々行われています。その水質分析にはイオンクロマトグラフが活用され、すべてのユーザーが迷うことなく確実に分析を行える、スマートな分析装置が求められています。

イオンクロマトグラフ Nexera™ IC は、コンパクトながら妥協のない性能を有し、誰もがスムーズに分析を行うことができます。

Compact & Cost-Effective

分析に必要な機能をコンパクトに集約し、かつ、メンテナンス性にも配慮した設計と独自ソフトウェアにより、スペース効率を高め、さらにダウンタイムの低減も実現します。日常分析を効率化するとともに、信頼性の高い分析結果を提供します。

Effortless Efficiency

革新的なユーザーインターフェースの搭載によるシンプルな操作で誰もが迷わず分析可能です。また、日常業務をサポートするソフトウェアを搭載し、安定した装置性能を発揮できるよう支援します。

Streamlined Automation

独自の自動化機能が、状態や結果を自動で判断しトラブル等を未然に防ぐことで、ユーザーの習熟度に依存することなく、信頼性のあるデータを提供します。また、自動化により業務負担が軽減することで、分析に関わるワークフローを効率化します。



詳しい製品情報はこちら

70年の想い、次へ。

里見奨学会は昭和31年(1956年)4月、
日本パーカライジング(株)の設立者の一人である里見雄二により、
同氏の故郷である大分県竹田市に設立され、本年4月、70周年を迎えます。
現在では全国的に奨学金事業と研究支援事業を行っており、
70周年を記念して里見雄二が事業とした
“表面”に関する研究助成事業を開始いたします。

研究助成募集

1 助成対象研究

表面(界面、境界等を含む)に関わる分野での、「環境と調和した社会の実現」に貢献できる独自性のある研究

2 応募資格

本会が募集を依頼する学協会に所属する日本国内の大学等公的研究機関に所属する研究者又はグループ

3 助成額

1件200万円

詳しくは 日本分析化学会の募集告知をご覧ください

70th
anniversary
since 1956

公益財団法人 里見奨学会
The SATOMI Scholarship Foundation



設立者の故郷・大分県竹田市の岡城址



分析業務を支える、 確かなpH測定

卓上型水質計 Xシリーズ



研究室でのルーチン測定から
多検体分析まで、
安心して使える
pH測定を実現します。



タッチパネル搭載

大きく見やすい表示で
測定結果を直感的に確認

用途に応じた多種多様なpH電極

標準タイプの他に「つきさし用」、
「微量用」、「流液用」など、
広範囲の用途に対応

ラインアップ

マルチ水質計:MM-43X
pH・イオンメータ:HM-42X
電気伝導率計:CM-42X

省力化を実現する多検体測定システム

マルチ水質計 MM-43X+ターンテーブルTTT-710
多検体pH・電気伝導率測定システム



東亜ディーケーケー株式会社

<https://www.toadkk.co.jp/>

本社 / 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL.03(3202)0219

●東京:03(3202)0226 ●大阪:06(6312)5100 ●札幌:011(726)9859 ●仙台:022(353)6591 ●千葉:0436(23)7531
●名古屋:052(485)8175 ●広島:082(568)5860 ●四国:087(831)3450 ●九州:093(551)2727

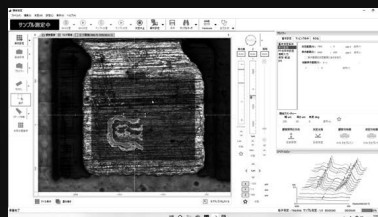


Explore with Confidence

マルチチャンネル赤外顕微鏡 IRT-7X は、圧倒的な観察画質の向上と高速化されたリニアアレイ検出器の高次元デジタル処理により、より高速で高精細な赤外イメージングを実現しました。異物解析や材料研究における“観る・測る・解析する”を次の次元へ導きます。

■ 1秒間に最大160スペクトルの測定とスペクトル・色分け図表示を同時に実行

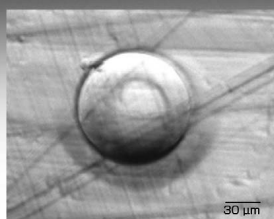
16 ch リニアアレイ検出器の各素子にデータ処理回路を備え、測定データを高速に並列処理します。目的成分の分布を測定しながら同時に把握できます。



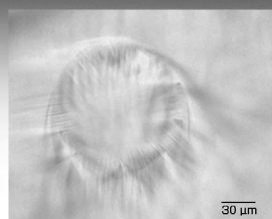
電子基板の電極上の異物測定

■ シリコンオイル中のPMMA粒子のATRイメージング

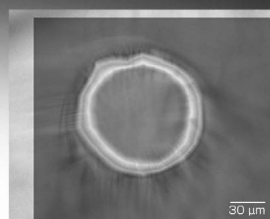
ステージを動かさずに光軸走査する日本分光独自の“スマートマッピング”により、プリズム密着時に試料が観察画像の中央以外に動いても、移動後の部位を測定エリアに指定できます。1回のプリズム接触でケミカルイメージも取得可能です。



観察画像 (ATR 密着前)



観察画像 (ATR 密着後)



観察画像とケミカルイメージの重ね合わせ
(1718 cm⁻¹のピーク高さ)



Multichannel Infrared Microscope
マルチチャンネル赤外顕微鏡

IRT-7X

Infrared Microscope
赤外顕微鏡

IRT-5X

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

〒192-8537 東京都八王子市石川町 2967-5
TEL 042(646)4111 内線
FAX 042(646)4120

日本分光の最新情報はこちらから

<https://www.jasco.co.jp>

JASCO

日本分光IP



Jupiter

Solid nebulizer

レーザーアブレーションの
“当たり前”を、もう一段上へ。

fsレーザー、ガルバノ光学系搭載により定量精度を確保したJupiter Solid nebulizer。
新たに機能をアップグレードしました。

新機能

1. 強化された撮像系による高解像度試料観察
2. 片手で試料交換可能な新型スライドセルによる、位置再現性、メンテナンス性の向上
3. スポット径可変 (5~15 μm) *
4. オートローダーによる自動測定 *
5. 新開発2D・3Dソフトウェア (XQuant3D) *
6. 無機有機ハイブリッド分析

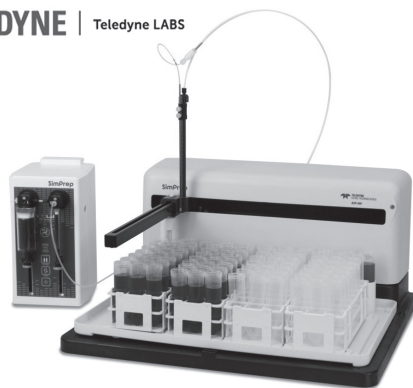
*オプション



SimPrep

精度と効率を両立する、前処理の新基準

TELEDYNE | Teledyne LABS

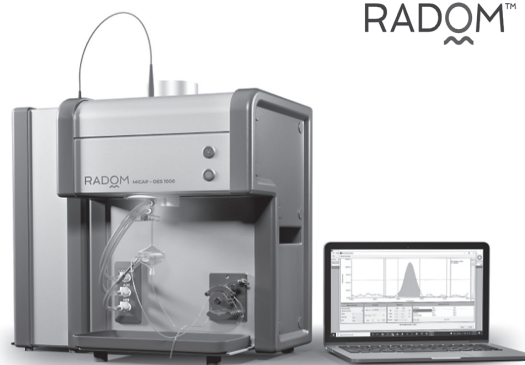


- 試料の希釈、混合、酸添加などの前処理を自動化し作業時間を大幅に短縮
- オペレーターの手作業を減らし、人的ミスの低減
- オフラインによる装置稼働率の向上、メンテナンスの簡素化

MICAP

窒素が拓く、新世代のICP-OES

RADOM™



- 安価な窒素の使用によるランニングコストの低減
- Cerawave™技術によりチラー不要での運用を実現
- 小型化による省スペース設置が可能

ST.JAPAN INC.

株式会社 エス・ティ・ジャパン
URL: <https://www.stjapan.co.jp>

東京本社 /
〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-14-10
TEL: 03-3666-2561 FAX: 03-3666-2658

大阪支店 /
〒540-6127 大阪府大阪市中央区城見2-1-61 ツイン21 MIDタワー
TEL: 06-6949-8444 FAX: 06-6449-8445

高分子材料分析の強力な戦力！
マルチショット・パイロライザー

EGA/PY-3030D

未知試料へ多面的にアプローチ

発生ガス分析や瞬間熱分析などの組み合わせにより
未知試料を多面的に熱分解GC/MS分析

前処理なしで迅速に分析

あらゆる形態のポリマー試料を煩雑な前処理なしで
簡単・迅速に分析

高性能で高信頼

サーモグラムとパイログラムの高い再現性を保証

豊富な周辺装置

目的に合わせて選べる周辺装置で分析業務をサポート



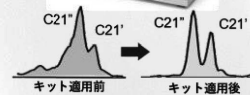
微量ポリマーの検出感度が大幅向上！
スプリットレス熱分解用オプション装置
MFS-2015E



キャピラリーGC分析における中・高沸点領域の
異常ピーク出現を解消！
異常ピーク解消キット **NEW**



試料水中のマイクロプラスチックを簡単に捕集！
捕集から測定までスムーズな操作を実現
Smart 微粒子コレクター **NEW**



迅速凍結粉碎装置 **IQ MILL-2070**

簡単操作！扱いやすい卓上型の粉碎装置

静かな作動音 … 周辺での会話が可能（粉碎時の騒音参考値 55 dB）

短時間 & パワフルに粉碎 … 高速上下ねじれ[®]運動による効率的な粉碎

試料に合わせた細かな条件設定 … 粉碎速度/時間/サイクル数の設定
種類豊富な粉碎子と容器

液体窒素消費量が少なく省エネ … 液体窒素の最小消費量は約300 mL

DNA抽出用に細胞破碎を効率化する専用モデルもございます

高分子材料や生体試料などの
粉碎・攪拌・分散に最適



製品情報

フロンティア・ラボ 株式会社

www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com

高性能の熱分解装置/金属キャピラリーカラム/粉碎装置の開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

武力紛争時に生じる環境汚染の計測と除染方法



梅 津 茜

1 はじめに

紛争地における環境分析の最も大きな制約は、汚染地までのアクセスが制限され、現地調査が困難である点にある。例えば、ウクライナにおける環境被害の一次データの収集および分析を行った研究は、88件の調査のうちわずか7%にとどまるという報告もある。安全面、財政面、政治面、実務面の著しい制約に加え、人道的支援優先の状況下において後回しにされがちな環境分析と紛争汚染除去の現状について概観する。

2 紛争地における環境分析

紛争地における環境分析は、紛争が収束するなどして通常の現地調査が行える状況となった場合を除き、主に一次データの不足を補完することを目的に、代替的な方法を模索する方向で進展してきた。典型的な例は、リモートセンシング技術とオープンソース・インテリジェンス（open-source intelligence, OSINT）を組み合わせで行うものである。このような手法が用いられるようになった背景には、通信基盤が整備されたこと、2~4日という短い再訪問隔で1 m未満の空間分解能を有する高解像度画像が取得可能となった衛星リモートセンシング技術の進歩や、Sentinel HubやNASA Worldviewなどのプラットフォームの利用拡大により、インターネット接続さえあれば中解像度の衛星画像を無料でほぼリアルタイムに閲覧できるようになったことがある。その一例として、国連主導で整備された「Ecodozor」プラットフォームがある¹⁾。これは、衛星画像解析とOSINTを用いてウクライナにおける紛争環境被害の規模を地図上に可視化したもので、一般公開されている。

これらの手法で得られたデータに、可能な範囲で補足的調査を行うことで、信頼性の向上が図られている。例

えば、現地聞き取りによる破損建物の用途把握や、限定的な土壌分析がこれに当たり、後者の例としてSolokhaらの研究が挙げられる。彼らは、軍事残骸を重金属による土壌汚染の主要な要因と位置づけ、衛星画像解析によりハルキウ州の農地に散在する破壊された装備の断片を地理的に特定し、現地調査によりそれらの結果の検証とともに土壌分析を行った²⁾。具体的には、SasPlanetソフトウェアにより高解像度の衛星画像を入手、喪失された軍用装備品に関するオープンソースの位置情報データベースにより軍事廃棄物の場所を特定し、これらを地理情報システムソフトウェア「MapInfo」を用いてジオコーディングした。その後、特定された場所で、深さ0~30 cmの土壌をサンプリングし、原子吸光分光計を用いて重金属の含有量を測定した。その結果、特にPb, Cd, Znにおいて最大許容濃度（maximum permissible concentrations, MPCs）の大幅な超過を報告している。

ロシアのウクライナ侵攻を契機に、紛争汚染の計測にこれまで見られなかった動きが起きている。一つは、市民科学の参入による一次データの拡充である。2024年3月、ウクライナにおいて、研究者と人道支援機関が協働し、現場レベルでサンプリングを行う取り組みが初めて試みられた。英国環境NGOのConflict and Environment Observatory (CEOBS)と人道地雷対策団体Norwegian People's Aid (NPA)は、爆発物によるリスクが低い場所において、ウクライナ DSTU4287:2004規格に準拠したサンプリングを行った。一部のフィールドで、セキュリティ上の理由から採取地点が制限される事案が生じながらも、計3地点で土壌74試料および水3試料が採取され、ウクライナ国内の大学または研究所において、誘導結合プラズマ発光分光分析（ICP-AES）または原子吸光分析（AAS）により重金属類、高速液体クロマトグラフィ（HPLC）によりPAHs含有量が測定された³⁾。これらの分析は、ウクライナ国内で利用可能な研究所の能力に依存する。

もう一つは、国連機関が一次データ拡充を支援する動きである。従来、国連は被災国の分析能力強化のため研修（サンプリングの計画および実践演習、修復行動計画を策定するための主要な概念や手法等に関する研修）の機会や、実験室または現地調査用の分析機器を提供してきたが（例えば、2007年までに国連環境計画からイラク政府に誘導結合プラズマ発光分光計（ICP-OES）等が提供されている）、これらは武力紛争終結後に行われたものである。これに対し、国連開発計画（UNDP）はウクライナ国家環境監督局に移動式ミニラボ10台を提供している。これは、バンに無人クアッドコプター、土壌と水のサンプリングツール、携帯型冷蔵装置、衛星インターネット接続システムを搭載したものである。この取り組みにより、被災国の分析能力次第では、武力紛争の終結を待たずに紛争汚染の計測を行える可能性が示された。

Measuring and Remediating Environmental Contamination in Contexts of Armed Conflict.

表 1 紛争地における環境分析手法の特性比較

手法	空間スケール	定量性	即時性	安全性	主な限界
現地調査	局所	高	低	高	安全性
衛星リモートセンシング	広域	低	高	低	定量性
OSINT	局所～広域 (不均質)	低	高	低	信頼性
市民科学	局所	中	中	中	標準化
移動式ラボ	局所	高	中	中	人員能力

3 紛争汚染物質とその除染

紛争汚染の典型的な汚染源は、射撃残渣^{せんさ}、爆薬、推進薬などである。普遍的な汚染物質は、重金属や半金属などの潜在的有害元素 (PTEs)、多環芳香族炭化水素 (PAHs)、火薬類であり、兵器の使用状況により、化学兵器由来の有害化学物質、生物兵器由来の病原体や生物毒素、核兵器由来の放射性核種が汚染要因となり得る。石油由来の炭化水素汚染も一般的によく見られる。

軍事由来の主要な PTEs は Pb で、他に Sb, Cr, As, Hg, Ni, Zn, Cd などがあり、使用される銃器や弾薬の種類に依存する。近年は Pb (鉛) フリーの弾薬 (銅, 鉄, 合金) が導入されているが、Pb 弾薬より腐食が速く、Bi, Cr, Ni などの汚染源となる。PTEs の土壌滞在時間は pH, 酸化還元電位 (pe), 有機物量に依存する。PTEs の空間分布および垂直プロファイリングを調査した研究は、Ni など一部の PTEs については深部で比較的高い蓄積が確認される例があるものの、一般的に表層 (0~10 cm) において高濃度で、ほぼ地表から 50 cm 程度に限定され、深度が増すにつれて急速に濃度が低下することを報告している⁴⁾。

火薬類で最も頻繁に利用されるのは、ヘキサヒドロ-1,3,5-トリニトロ-1,3,5-トリアジン (RDX), 2,4,6-トリニトロトルエン (TNT), およびオクタヒドロ-1,3,5,7-テトラニトロ-1,3,5,7-テトラゾシン (HMX) である⁴⁾。これらは、難揮発性及び難分解性のため、一般的に土壌中で高い残存性を示す。

紛争被災地の一般環境下において修復技術を適用した研究は、限られた事例報告にとどまる。Zhu らは、射撃場跡地における汚染土壌の修復技術についてレビューを行い、一般的に、物理的修復 (土壌置換, 機械的スクリーニング, 電気浸透修復, ガラス化処理), 化学的修復 (固化・安定化, 電気透析修復), 生物学的修復 (ファイトレメディエーションのうちファイトエクストラクションとファイトスタビライゼーション, 微生物修復) が用いられていることを報告した⁵⁾。しかし、研究の多くは実験室条件下に限定され、実際の環境下で原位置処理を行った研究は限られる。そのため、彼らは、低コス

トで迅速、かつ環境影響が小さい原位置修復技術の開発が不可欠としている。

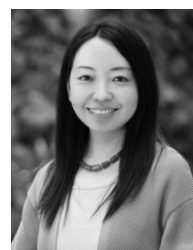
4 おわりに

本報告で述べた衛星リモートセンシングや OSINT は、紛争地における環境被害の広域把握に有効である一方、汚染物質の定量評価や暴露量推定には限界がある。また、市民科学や移動式ラボによる一次データ拡充は進展しつつあるものの、測定手法や精度管理の標準化は十分とは言えず、地域間比較や時系列解析を困難にしている。このようなデータや解析の欠如は、予想される健康・環境影響の軽視につながり得る。紛争被災地の除染に関しては、分析技術と除染技術の研究が分断されている点も課題であり、分析結果が修復戦略に十分反映されないケースも少なくない。

環境被害の実態を示し対処を促すため、データ収集を円滑化する革新的な手法の開発が求められている。例えば、現場で簡易に主要な紛争汚染物質を測定できる可搬型の分析ツールや、適用可能な原位置処理技術の開発や被災地への提供など、日本から遠隔的に貢献できる可能性も示唆される。

文 献

- 1) Ecodozor : <<https://ecodozor.org/>> , (accessed 2025. 11. 30).
- 2) M. Solokha, O. Melnyk, N. Cannon, M. Horton, O. Datsko, D. O'Connor : *Sci. Total Environ.*, **995**, 180105, (2025).
- 3) I. Babanina, A. McKean, A. Splodytel, D. Weir : "Assessing Environmental Degradation from Explosive Weapons in South Ukraine", available from <https://ceobs.org/wp-content/uploads/2025/01/NPA-CEOBS_2025_Assessing_environmental_degradation_explosive_weapons_southern_Ukraine.pdf> , (accessed 2026. 1. 3).
- 4) P. Broomandi, M. Guney, J. R. Kim, F. Karaca : *Sustainability*, **12**, 9002 (2020).
- 5) Y. Zhu, R. Che, B. Tu, J. Miao, X. Lu, J. Li, Y. Zhu, F. Wang : *Environ. Sci.*, **12**, 1352603 (2024).



梅津 茜 (UMETSU Akane)

内閣府国際平和協力本部事務局 (〒100-8970 東京都千代田区霞が関 3-1-1)。北海道大学院自然史科学専攻博士後期課程単位取得退学。《現在の研究テーマ》武力紛争後の環境修復における我が国の貢献可能性。《趣味》絵画, 読書, 猫。
E-mail : akane.umetsu.m5s@cao.go.jp, dofixersaiyou@gmail.com