

計測技術セミナー 分析化学における不確かさ研修プログラム

(公社)日本分析化学会と共催

楽しく！ 簡単に！ わかりやすく！

オンライン参加も可能になりましたので、遠方の方も是非ご参加下さい

受講者全員に目が届く
少数定員

複数の講師が対応

質問
しやすい！

講義と演習を
繰り返すので身に着く

受講者一人一人の
理解度を確認しながら
進めるので安心！

受講者全員に
受講証明書を発行

社員教育として
活用できる！

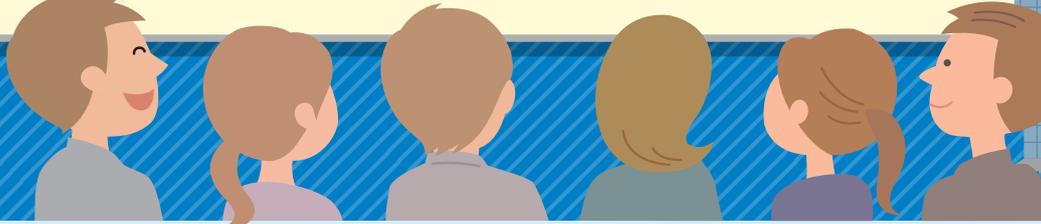
未経験者でも
簡単に不確かさの計算が
できるようになる

難しい数式や
偏微分は
使いません！

その他、JEMICで開催しているセミナー

「知っておきたい不確かさの評価法 応用編」
「不確かさ評価に必要な統計的手法」
「事例で学ぶ不確かさ：電気編」
「事例で学ぶ不確かさ：温度編」
「ISO/IEC 17025：2017内部監査員研修」

「ISO/JIS Q 10012計測器管理規格の解説と活用」
「質量計の校正と不確かさ評価」
「一次元寸法測定器の校正と不確かさ評価」
「温度測定の基礎」「抵抗温度計の校正」
「熱電対の校正」「放射温度計基礎講座」など



問い合わせ先

日本電気計器検定所 (JEMIC) セミナー事務局

〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7

TEL：03-3451-1205 / E-Mail：kosyukai-tyk@jemic.go.jp

セミナー詳細はこちら https://www.jemic.go.jp/gizyutu/j_keisoku.html



標準器・計測器の校正試験については下記へお問い合わせください

日本電気計器検定所 <https://www.jemic.go.jp/> **JEMIC**

- **JEMIC** は、電気、磁気、温湿度、光、時間、長さ、質量、圧力、トルク、力のJCSS校正を行っています。
- **JEMIC** が発行する国際MRA対応JCSS認定シンボル付き校正証明書は、品質システムの国際規格ISO 90005、自動車業界の国際的な品質マネジメントシステム規格IATF 16949の要求に対応できます。

校正試験実施・窓口

- 本社
〒108-0023 東京都港区芝浦4-15-7
Tel.03-3451-6760 Fax.03-3451-6910
- 中部支社
〒487-0014 愛知県春日井市気噴町3-5-7
Tel.0568-53-6336 Fax.0568-53-6337
- 関西支社
〒531-0077 大阪府北区大淀北1-6-110
Tel.06-6451-2356 Fax.06-6451-2360
- 九州支社
〒815-0032 福岡市南区塩原2-1-40
Tel.092-541-3033 Fax.092-541-3036

JEMICのネットワーク・代表電話

- 本社
03-3451-1181
- 北海道支社
011-668-2437
- 東北支社
022-786-5031
- 中部支社
0568-53-6331
- 北陸支社
076-248-1257
- 関西支社
06-6451-2355
- 関西支社京都事業所
075-681-1701
- 中国支社
082-503-1251
- 四国支社
0877-33-4040
- 九州支社
092-541-3031
- 沖縄支社
098-934-1491

お客様のニーズに応えるネットワークと、
永年にわたる研究を基盤とする実績。
校正試験のことなら、
JEMICにご相談ください。



JEMICイメージキャラクター
「ミクちゃん」

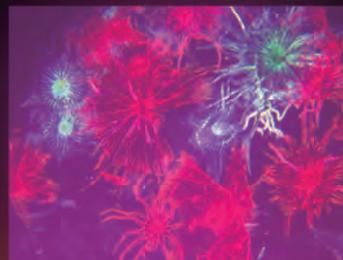
6th
Anniversary

Welcome to the Next Generation

赤外顕微鏡における「観る」、「測る」、「使う」を再構築、
顕微赤外測定に新たなイノベーションを創出します。

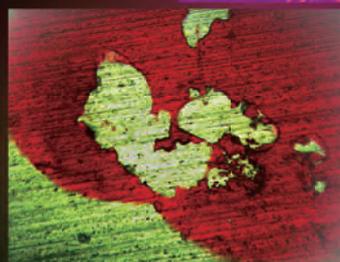
「観る」

- ・500万画素の高解像度カメラを搭載
- ・光学系の改良と電動アイリス機構による高品位な観察画像
- ・オートフォーカス標準搭載
- ・スマートモニターによる観察・測定の同時実行
- ・各種観察オプションを用意



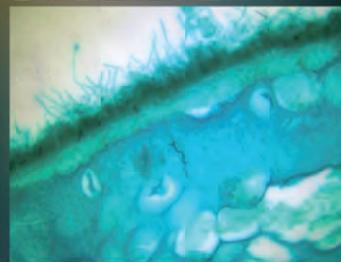
「測る」

- ・自動XYZステージによる顕微測定の効率化
- ・スマートマッピングによる革新的な測定
- ・光学系及びミッドバンドMCT検出器の改良による感度向上
- ・2in1MCT検出器による高空間分解能・高感度測定
- ・4検出器搭載可能



「使う」

- ・シンプルで使い易く、初心者でも使えるUI
- ・IQ IR NAVによる自動試料認識
- ・集光鏡スライドイン方式の採用
- ・40mm厚試料の反射測定対応
- ・設置スペースのダウンサイジング



FT/IR-4X + IRT-5X システム

IRT-5X

赤外顕微鏡 / Infrared Microscope

IRT-5X について



詳しくはこちらから

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)

日本分光の最新情報はこちらから

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

日本分光HP



JASCO

JASCOは日本分光株式会社の登録商標です。
本広告に掲載されている装置の外観および各仕様は、
改訂の仕様に準拠する場合があります。

エネルギー分散型蛍光X線分析装置

Energy Dispersive
X-ray Fluorescence Spectrometer

ALTRACE



元素分析の限界を超越する

簡単操作で微量元素を高速に分析。さらなる高感度を求めて、最適光学系設計と当社独自の高速信号処理技術により、蛍光X線分析装置が新しいステージに到達しました。

類いなき高感度

- サブppmから%まで広範囲の一斉元素分析を実現
- 1 ppm未満の簡易スクリーニングとして活用
- 粉末・液体試料を溶解や希釈することなく、簡便に分析が可能

煩雑な前処理からの解放

- 化学的な前処理なしに分析可能
- 精密分析前の簡易スクリーニングに最適
- 精密分析よりコスト削減・操作性が優位

圧倒的な効率性

- 最大48試料搭載の連続自動分析
- 扱いやすいトレイ引き出し方式採用
- 測定中の割り込み分析に対応



詳しい製品情報はこちら

各種標準物質 (RM, CRM)

PFAS関連 (EPA 1633対応など)、RoHS (MCCPs, TBBPA)、REACH規則 (PAHs) など取り扱っております。
核燃料関連 (ウラン、トリウム、プルトニウム)、環境中放射能標準物質などもございます。

<p>ICP-OES/ICP-MS AAS/IC</p>	<p>固体発光分光分析 蛍光X線 / ガス分析</p>	<p>物理特性 / 熱特性</p>	<p>有機標準物質</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・無機標準液 / オイル標準液 ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・乳製品、魚肉、穀物等 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄・非鉄各種金属 ・工業製品 (石炭、セメント、セラミックス等) ・環境物質 (土壌、水、堆積物、岩石等) ・(乳製品、魚肉、穀物等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・X線回折装置用 Si powder, Si nitride, 等 ・粒度分布計用 ・熱分析用 DSC (In, Pb, 等) ・粘度測定用 ・膜厚分析用 	<ul style="list-style-type: none"> ・製薬標準物質 SPEX, LGC, EP, USP, TRC, MOLCAN ・認証有機標準液 ・ダイオキシン類 / PCB ・有機元素計用標準物質 ・Cayman Chemical

Cole-Parmer 社 (旧 SPEX 社) 前処理機 (フリーザーミル・ボールミル)

凍結粉碎機 (Freezer / Mill)

粉碎容器にインパクトター (粉碎棒) とサンプルを一緒に入れ、液体窒素にてサンプルを常時凍結させて運転を開始します。インパクトターを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉碎します。やわらかいサンプルや熱に弱い生体サンプルに最適です。

〈サンプル例〉プラスチック、ゴム、生体サンプルなど、
〈使用例〉ICP, XRF, GC, LCの前処理 DNA/RNAの抽出の前処理

ボールミル (Mixer / Mill)

SPEX独自の8の字運動により、効率的な粉碎、混合が可能。サンプルに合った粉碎容器、ボールを選択可能。

〈サンプル例〉岩石、植物、錠剤、合金など
〈使用例〉ICP, XRFの前処理 メカニカルアロイニング



日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) 技能試験



(一社) 日本バイオテクノロジー認証機構 (JBCO) ではISO / IEC 17043 (技能試験提供者認定) に準じて各種技能試験を開催しております。全ての技能試験についてフォローアップセミナーが開催されるのが大きな特色で、試験結果に対する追跡が可能です。また理化学試験、リアルタイムPCR試験については余剰試料の頒布を行っており、その後の精度管理及びメソッド開発などへ活用できます。



理化学試験 (ヒスタミン)



理化学試験 (栄養成分)



微生物試験 (一般生菌数)



リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定)

〈現在頒布中の余剰サンプル〉
理化学試験：栄養成分・ヒスタミン
さばしょう油煮：(プルトップ缶、容量約80g)
さば水煮：(プルトップ缶、容量約80g)
・リアルタイムPCR (DNAコピー数の測定)
プローブ法 or インターカレータ法

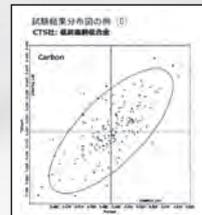
海外技能試験輸入代行サービス

技能試験 (外部精度管理) とは・・・

技能試験提供機関が提供する未知サンプルを分析することによって、分析者の分析技能を測るテストです。分析能力に関して中立的な評価が得られ、国内外の参加試験所と分析能力の比較が出来ます。

〈メーカー/サンプル例〉

- ・LGC (ドイツ)：環境・食品・飲料・アルコール・微生物・化粧品・製薬・オイル・飼料
- ・CTS (アメリカ)：鉄鋼・非鉄・樹脂
- ・iis (オランダ)：ポリマー (化学試験)・繊維・化粧品
- ・NIL (中国)：ポリマー (化学試験・物性試験) 鉄鋼原料
- ・NSI (アメリカ)：飲料水・環境・食品・微生物・製薬
- ・PTP (フランス)：非鉄関連・航空宇宙関連試験
- ・TESTVERITAS (フランス)：食品・食肉・野菜



YouTubeチャンネル [西進商事公式]

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



SEISHIN

標準物質専門商社

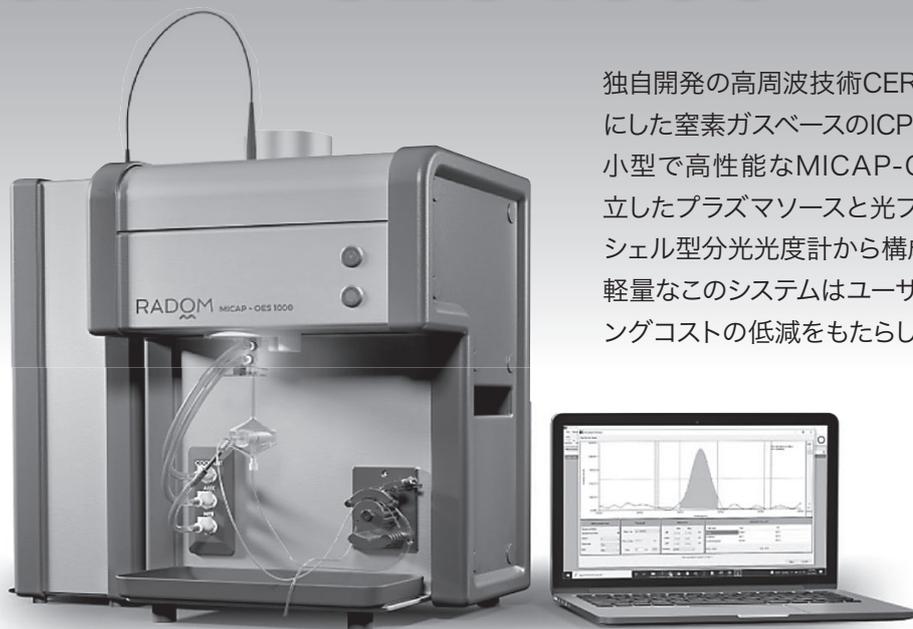
西進商事株式会社

<https://www.seishin-syoji.co.jp/>

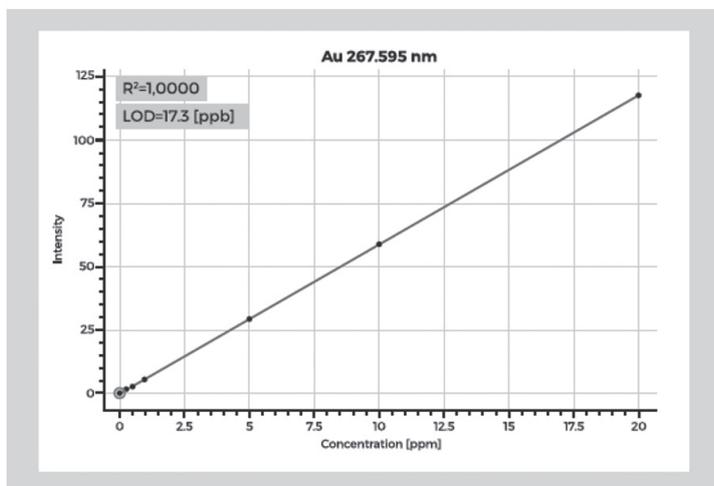
本社 〒650-0047 神戸市中央区港島南町1丁目4番地4号
TEL.(078)303-3810 FAX.(078)303-3822
東京支店 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目12番地7号 (RBM芝パークビル)
TEL.(03)3459-7491 FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4丁目2番25号 (名古屋ビルディング桜館4階)
TEL.(052)586-4741 FAX.(052)586-4796
北海道営業所 〒060-0002 札幌市中央区北二条西1丁目10番地 (ピア2・1ビル)
TEL.(011)221-2171 FAX.(011)221-2010

窒素ガスICP分析計 MICAP™-OES 1000

RADOM™



独自開発の高周波技術CERAWAVE™が可能にした窒素ガスベースのICP発光装置です。小型で高性能なMICAP-OES-1000は、独立したプラズマソースと光ファイバー接続のエシエル型分光光度計から構成されます。小型、軽量なこのシステムはユーザーに大幅なランニングコストの低減をもたらします。



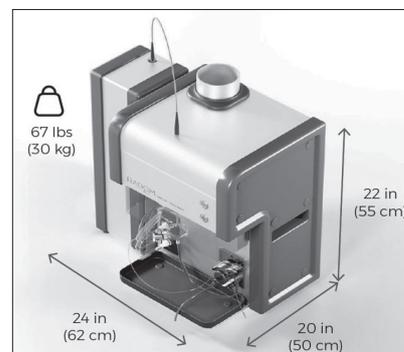
金の検量線 (0.025~20.00ppm)

特徴

- 窒素ガスプラズマ方式 (Arガス不要)
- 新開発プラズマソースCERAWAVE™ (1000W)
- 空冷式トーチ
- エシエル分光器による全波長同時測定
- 省スペース設計

Aperture:	f/10
Wavelength range:	194 nm - 625 nm
Simultaneous:	up to 625 nm
Slit Width:	30 μm slit
Resolution:	5pm - 30 pm

光ファイバー接続のエシエル分光検出器



装置寸法・重量

輸入総販売元

株式会社 エス・ティ・ジャパン

<http://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 /

〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27

TEL: 072-835-1881 FAX: 072-835-1880

ST.JAPAN INC.

マイクロプラスチック分析用
熱分解GC/MSシステム



フロンティア・ラボのマイクロプラスチック分析用熱分解GC/MSシステムは ASTM D8401-24 「熱分解GC/MSを用いた水中のマイクロプラスチックの標準試験法*」に準拠しています。

*Standard Test Method for Identification of Polymer Type and Quantity of Microplastic Particles and Fibers in Waters with High to Low Suspended Solids Using Pyrolysis - Gas Chromatography/Mass Spectrometry



システム紹介

Advance your microplastics research with Frontier Lab's system

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 … 通常会話を妨げないレベル（粉碎時の騒音参考値55 dB）
- 瞬時 & 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

静音設計



製品情報



マススペクトル
検索ソフトウェア **F-Search 3.8**

ポリマー・添加剤を瞬時に同定！

- ライブラリー登録数大幅増 … 前バージョン比約650種類のポリマーを追加

NEW



製品情報



フロンティア・ラボ フォーラム 2024を開催します

講師の先生方によるマイクロプラスチック分析や反応熱分解分析などのご講演のほか、最新の分析手法のご紹介、協力企業様と弊社による製品展示とポスター講演を行います。

- 開催日時：2024年11月19日(火) 9:30～16:30頃
- 開催場所：浅草橋ヒューリックホール

詳細は弊社ウェブサイトへ



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と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

ポリマー分析用試料キット

ポリマーサンプルキット205

<1セット 100本入・10-20g/1本>

100本の構成ポリマーは汎用性ポリマー試料だけでなくエンブラ試料も含まれておりますのでIR分析等のライブラリーへの収録にご利用いただけるポリマー分析試料キットです。

スペックとして：引火点・平均分子量・屈折率・ガラス転移点・融解温度等の情報がございます。

100種類の試料の一部試料については入れ替えも可能です。

詳しくはお問い合わせ下さい。



Cap No.	Cat No.	Polymer	Cap No.	Cat No.	Polymer
1	053	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 22% acrylonitrile	51	107	Polyethylene, chlorosulfonated
2	054	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 22% acrylonitrile	52	042	Polyethylene, low density
3	530	Acrylonitrile/butadiene copolymer - 51% acrylonitrile	53	405	Polyethylene, oxidized
4	209	Butyl methacrylate/isobutyl methacrylate copolymer	54	491	Poly(ethylene glycol)
5	660	Cellulose	55	136A	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 100,000
6	083	Cellulose acetate	56	136E	Poly(ethylene oxide) - Approx Mw 400,000
7	077	Cellulose acetate butyrate	57	113	Poly(ethyl methacrylate)
8	321	Cellulose propionate	58	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 300,000
9	1078	Cellulose triacetate	59	815	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) - Approx Mw 1,000,000
10	459	Ethyl cellulose - Viscosity 4cp (5% solution @ 25°C)	60	112	Poly(isobutyl methacrylate)
11	464	Ethyl cellulose - Viscosity 22cp (5% solution @ 25°C)	61	106	Polyisoprene, chlorinated
12	460	Ethyl cellulose - Viscosity 300cp (5% solution @ 25°C)	62	037B	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 75,000
13	534	Ethylene/acrylic acid copolymer - 15% acrylic acid	63	037D	Poly(methyl methacrylate) - Approx Mw 540,000
14	455	Ethylene/ethyl acrylate copolymer - 18% ethyl acrylate	64	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
15	939	Ethylene/methacrylic acid copolymer - 12% methacrylic acid	65	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
16	243	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 14% vinyl acetate	66	090	Poly(phenylene sulfide)
17	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 18% vinyl acetate	67	130	Polypropylene, isotactic
18	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 28% vinyl acetate	68	1024	Polystyrene, Mw 1,200
19	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 33% vinyl acetate	69	039A	Polystyrene - Approx Mw 260,000
20	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 40% vinyl acetate	70	574	Polystyrene sulfonated, sodium salt
21	784	Ethylene/vinyl acetate copolymer - 45% vinyl acetate	71	046	Polysulfone
22	959	Ethylene/vinyl alcohol copolymer - 38% ethylene	72	203	Poly(tetrafluorobutylene)
23	143	Hydroxyethyl cellulose	73	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
24	401	Hydroxypropyl cellulose	74	347	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 150,000
25	423	Hydroxypropyl methyl cellulose - 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl	75	1040	Poly(vinyl acetate) - Approx Mw 500,000
26	144	Methyl cellulose	76	336	Poly(vinyl alcohol), 88% hydrolyzed
27	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer - 50/50 copolymer	77	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
28	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride - 50/50 copolymer	78	361	Poly(vinyl alcohol), 99% hydrolyzed
29	034	Nylon 6 Poly(caprolactam)	79	043	Poly(vinyl butyral)
30	033	Nylon 6/6 Poly(hexamethylene adipamide)	80	038	Poly(vinyl chloride)
31	313	Nylon 6/12 Poly(hexamethylene dodecanediamide)	81	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated - 1.8% carboxyl
32	006	Nylon 11 Poly(undecanoamide)	82	102	Poly(vinylidene fluoride)
33	044	Nylon 12 [Poly(lauryllactam)]	83	840	Poly(4-vinylpyridine), linear
34	045A	Phenoxy resin	84	416	Poly(4-vinylpyridine-co-styrene)
35	009	Polyacetal	85	132	Polyvinylpyrrolidone - Approx Mw 360,000
36	001	Polyacrylamide	86	494	Styrene/acrylonitrile copolymer - 25% acrylonitrile
37	1036	Polyacrylamide, carboxyl modified, high carboxyl content	87	495	Styrene/acrylonitrile copolymer - 32% acrylonitrile
38	026	Poly(acrylic acid) - Approx Mw 450,000	88	393	Styrene/allyl alcohol copolymer
39	599	Poly(acrylic acid) - Approx Mw 4,000,000	89	057	Styrene/butadiene copolymer, ABA block
40	134	Polyacrylonitrile	90	595	Styrene/butyl methacrylate copolymer
41	385	Polyamide resin	91	453	Styrene/ethylene-butylene copolymer, ABA block
42	128	Poly(1-butene), isotactic	92	1067	Styrene/isoprene copolymer, ABA block
43	962	Poly(butylene terephthalate)	93	457	Styrene/maleic anhydride copolymer
44	111	Poly(n-butyl methacrylate)	94	049	Styrene/maleic anhydride copolymer - 50/50 copolymer
45	1029	Polycaprolactone	95	068	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer - 10% vinyl acetate
46	954	Polycarbonate - Approx Mw 36,000	96	063	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer - 12% vinyl acetate
47	035	Polycarbonate - Approx Mw 45,000	97	911	Vinyl chloride/vinyl acetate/hydroxypropyl acrylate - 80% vinyl chloride, 5% vinyl acetate
48	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)	98	058	Vinylidene chloride/vinyl chloride copolymer - 5% vinylidene chloride
49	324	Poly(4,4'-dipropoxy-2,2'-diphenyl propane fumarate)	99	369	n-Vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer - 60/40 copolymer
50	558	Polyethylene	100	021	Zein, purified

ここに記されている他にも数千種類のポリマー試料を取り揃えております。 カタログ・資料ご希望およびお問い合わせ等は下記へご連絡下さい。

GSC 株式会社 **ゼネラルサイエンスコーポレーション**

〒170-0005 東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号 TEL.03-5927-8356 (代) FAX.03-5927-8357

ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

分析業界のコストカッター ディスポチューブでらくらく粉砕!!

立体8の字[®]原理による **秒速粉砕機**

商標登録第 6576850 号

マルチビーズショッカー[®] Multi-beads Shocker[®]



MB3000シリーズ

☑️ 卓上型・省スペース ☒ 極静音

豊富な種類の粉砕用ディスポ容器

96well ~ 最大 100ml チューブまでラインナップ!!

粉砕チューブ一例



各サンプル量に合わせた最適粉砕を実現!
タングステンカーバイド、チタン、メノウ、酸化ジルコニウム、
PTFEなど豊富なラインナップ!

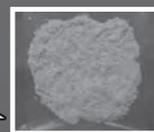
更新キャンペーン実施中!

※詳しくは、お問合せ下さい。

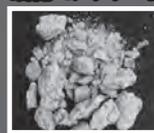
フィルムコーティング錠剤 20粒



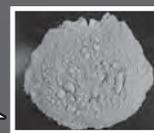
粉砕時間
30秒
常温



硬化コンクリート



粉砕時間
60秒
常温



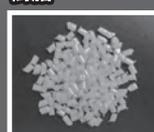
ゴム



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



樹脂



粉砕時間
10秒
液体窒素
条件下



ヨーロッパ安全基準適合



テスト粉砕 と デモ は、
アプリケーションラボで **無料** で実施しています。
遠慮なくお問合せ下さい!



お陰様で2023年に創業**70**周年を迎えました。

製造発売元 **安井器械株式会社** 本社・工場 〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8

TEL.06-4801-4831 FAX.06-6353-0217
E-mail:s@yasuikikai.co.jp https://www.yasuikikai.co.jp

©2024 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved.

240613

BAS

光学式酸素モニター



FireSting O2-C 酸素モニター(4ch)

接続するセンサータイプを入れ替えることで、基本機能の光学式酸素モニタリング測定の外に光学式温度測定、および(一部機種のみ)pH測定が可能な測定装置です。

- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定用のセンサーには通常用と低濃度用があります
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ

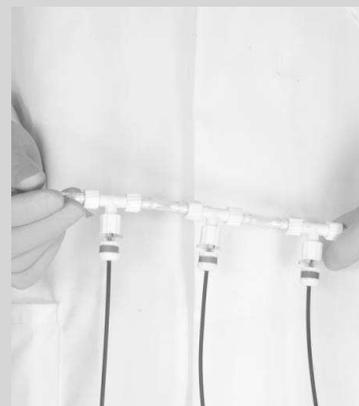
ミニプローブを
溶液に挿して...



密閉容器内の酸素濃度や
温度の測定に...



フローセルタイプで
流体の測定に...

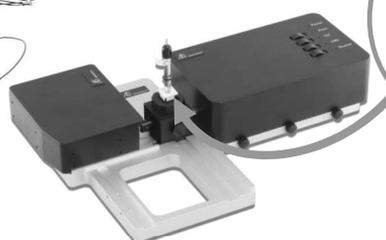


BAS

分光電気化学システム



モデル3325
バイポテンシostat



SEC2020
スペクトロメーターシステム



SEC-CT
石英ガラス製光電気化学
セルキット+参照電極

電気化学的な挙動と分光スペクトル変化を同時に測定できるシステムです。

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

BAS ビー・イー・エス株式会社

光学式センサーをはじめ各種のアクセサリーについては
弊社ホームページでご確認下さい!!

本社 〒131-0033 東京都墨田区向島 1-28-12
東京営業所 TEL: 03-3624-0331 FAX: 03-3624-3387
大阪営業所 TEL: 06-6308-1867 FAX: 06-6308-6890

セミナー講演内容などビー・イー・エス株式会社の最新情報はメールニュースで随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問合せ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

【ア行】

(株)エス・ティ・ジャパン…………… A1

【サ行】

(株)島津製作所…………… 表紙 3

サーモフィッシャー

サイエンティフィック(株)…………… A5

西進商事(株)…………… カレンダー裏

(株)ゼネラルサイエンス

コーポレーション…………… A3

【ナ行】

日本電気計器検定所…………… 表紙 4

日本分光(株)…………… 表紙 2

【ハ行】

ビー・エー・エス(株)…………… A8

フロンティア・ラボ(株)…………… A2

【ヤ行】

安井器械(株)…………… A4

製品紹介ガイド…………… A6~7

Thermo Fisher
SCIENTIFIC

Thermo Scientific™ Nalgene™ クリーンボトルサービス

ボトルの洗浄前後の残存パーティクルやメタル成分を比較したアプリケーションノートを公開中!

特長

- 洗浄証明書の発行が可能

こんな方におすすめ

- ボトル内部のパーティクル数をコントロールしたい方
- 洗浄コストや人的リソースを見直したい方



■ 詳細はこちらをご覧ください thermofisher.com/jp-cleanbottle-online-seminar

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。これらの製品は一般的なラボでの使用を目的としています。製品の性能がお客様の用途やアプリケーションに適しているかどうかはお客様自身でご確認ください。

© 2024 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified. 実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。標準販売条件はこちらをご覧ください。 thermofisher.com/jp-tc LSP501-A24100B

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

thermo scientific

お問い合わせはこちら thermofisher.com/contact

Pythonによる画像解析を用いたタンパク質濃縮相内の線維核形成検出

小林 恒一*, 山内 皓太*, 福山 真央

(* : equal contribution)

1 はじめに

近年、目覚ましいデータサイエンスの発達により、分析化学分野においてもDXを利用した先駆的な論文が多く報告されている^{1)~3)}。自分の研究とプログラミングを組み合わせていることを考えてみたことのある読者は多いのではないかと思う。

最近プログラミングに関する専門的な教育を受けずとも、画像解析や機械学習といった複雑なデータ解析のスク립トを簡単に書くことができるようになってきた。特にPython⁴⁾の出現により初心者にとってのプログラミングのハードルが明らかに下がったと著者らは感じる。Pythonには下記のような長所がある。

- ①他のプログラミング言語と比べて構文が非常にシンプルで直感的であり、スク립トの中に意図のわからない記述がほとんどない。また、文法の柔軟性も高いため、非常に使いやすい言語である。
- ②多様なライブラリが用意されている。機械学習や画像解析など専門的なもの以外にも、csvファイル操作や、多次元データの計算など、細やかなところまでライブラリが用意されている。

そのため、Pythonの基本的な文法を理解して、上記ライブラリに用意された関数のインプットとアウトプットを正確に把握すれば、プログラミング初心者でも様々なデータ解析が可能である。実際筆者らもほとんどプログラミング教育を受けたことがなかったが(大学の学部時代に1, 2コマ受講した程度)、最近Pythonを用いて画像解析を行い、論文を執筆した⁵⁾。

本稿では、最近筆者らが報告した画像解析によるアミロイド核生成の定量に関する研究⁵⁾を例として取り上げ、Pythonを用いた共焦点蛍光顕微画像の解析について説明する。本稿では主に画像解析が必要となるライブラリや関数のコンセプトを説明する。Pythonの基本的な文法についてはウェブサイト等⁶⁾を参照されたい。

2 アミロイド核生成定量に関する研究の概要

2.1 研究背景

アミロイド線維とはタンパク質が1次元方向に規則正しく集積した凝集体であり、アルツハイマー病などの神経変性疾患に関連している⁷⁾⁸⁾。しかし、アミロイド

線維の生成過程の機構については未解明な部分が多いのが現状である。アミロイド線維の形成は、タンパク質の結晶化と同じようにnucleation-dependentモデルで説明される⁹⁾¹⁰⁾。このモデルでは、核形成は非常に低頻度であるが、一旦核形成が起こると線維の伸長は速やかに進行する。

近年の研究から多くのアミロイド生成タンパク質が細胞内で液-液相分離(liquid-liquid phase separation, LLPS)を起こし、高濃度な液状集合体(ここでは濃縮相とよぶ)を形成することが分かってきた¹¹⁾。LLPSによって形成される濃縮相中のタンパク質濃度は極めて高いため、濃縮相中でアミロイド核が生成するのではないかと考えられ始めた¹²⁾(図1)。

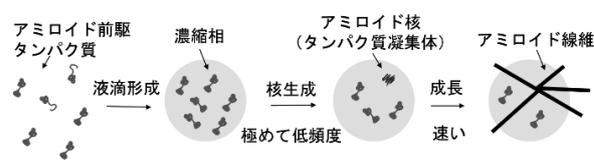


図1 濃縮相形成を介したアミロイド線維伸長過程

そこで筆者らは、濃縮相中のアミロイド核生成をイメージングにより定量的に解析する方法を提案した⁵⁾。マイクロメートルサイズの濃縮相をゲル中に固定し、濃縮相内でのアミロイド核形成の動態を調べた(図2A)。この研究では、酵母プリオンタンパク質であるSup35NMドメイン(Sup35NM)¹³⁾をモデルタンパク質とし、核形成速度(単位時間中に単位体積で起こる核形成イベントの数)の計測を目的とした。

2.2 実験条件

まず、アガロースゲル中にSup35NMの濃縮相を生成・固定した。39 μM Sup35NM, 2% アガロース, 10% ポリエチレングリコール(PEG), 20 μM チオフラビンT(ThT), 4.3 mM リン酸緩衝液(pH 6)となるように試薬類を40℃のマイクロチューブ中で混合することで濃縮相を形成した。その後サンプルを384ウェルプレートに移し、冷蔵庫(4℃)で5分間冷却することでアガロースをゲル化した。

アガロースゲル中に固定したSup35NM濃縮相を、共

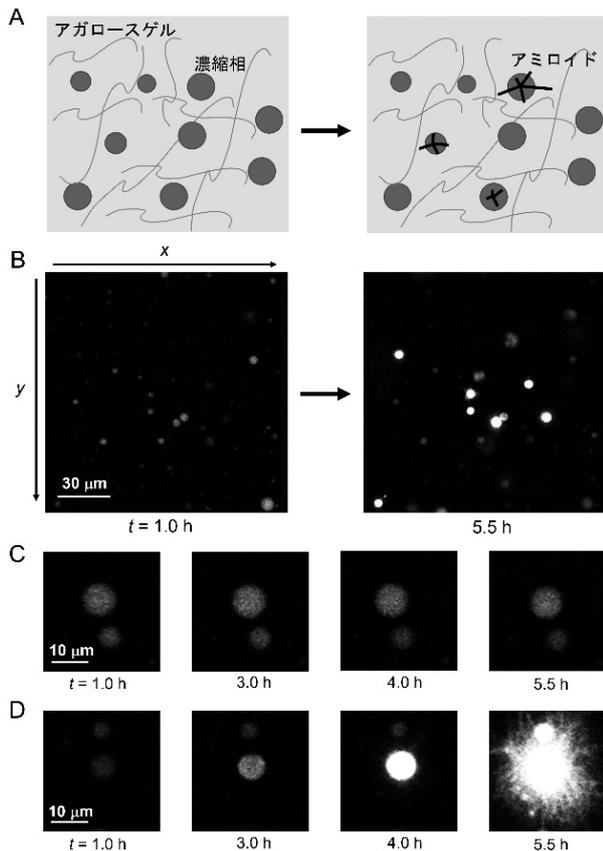


図2 アガロースゲル中に固定したタンパク質濃縮相におけるアミロイド形成

(A) アガロースゲル中に Sup35NM 濃縮相を固定している模式図。(B) 全体の蛍光画像の時間変化。(C) 核形成が起きなかった濃縮相の時間変化。(D) 核形成が起きた濃縮相の時間変化。Reprinted from ref 5. Copyright 2023 American Chemical Society.

焦点顕微鏡 (LSM 710, Carl Zeiss) を用いて観察した。ここでは、アミロイド線維伸長に伴い増強する ThT の蛍光を観察した。0.5~1 時間間隔で約 6 時間観察した。各時点で 1.19 mm² の領域を 3 μm 間隔で 10 枚の z-スライス画像を得た。画像解析の処理コストを削減するための工夫として、一つの画像データを 3×3 の九つのタイルに分割した。濃縮相の蛍光強度は時間とともに数十倍に増加するため、鮮明な画像を得るため三つのゲインを用いて計測した。つまり 1 回の実験でおおよそ 10 (時間数) × 10 (z-スライス数) × 9 (タイル数) × 3 (ゲイン数) = 2700 枚の画像を得た。

2.3 結果の概要

図 2B に示すように、時間とともに ThT 蛍光強度が上昇する濃縮相数が増えた。この挙動は、核生成が線維伸長に比べて非常に遅いため見られる。濃縮相中で核生成が 1 回も起こらないと図 2C のように濃縮相の蛍光強度は低いままであった。一方で、1 回以上核生成が起ると図 2D のように濃縮相内のタンパク質は速やかにアミロイド線維に変換し ThT 蛍光が上昇した。

3 Python を用いた画像解析スクリプト

3.1 本スクリプトの概要

本スクリプトの目的は、1 回の実験で得られた共焦点顕微画像 (図 2B) より、一つ一つの濃縮相の蛍光強度 (図 11B) およびサイズ (図 11C) の時間変化を明らかにすることである。この操作により蛍光強度が上昇した (= 核生成が起きた) 濃縮相の割合が求まり、濃縮相中のアミロイド核生成速度が算出できる。

上記目的を踏まえ、本スクリプトでは大まかに、まず各時間における画像を解析し (3.2~3.7)、その後すべての時間の情報を統合して、結果を出力した (3.8~3.9)。各項の要点は下記のとおりである。

- Python プログラミング環境の準備 (3.2)

Python をインストールし、画像解析に必要なライブラリ群をインポートした。

- 顕微画像の行列化 (3.3)

Python で画像解析をするために画像ファイルを行列として読み込んだ。

- 濃縮相の検出 (3.4)

画像を二値化して画像内の濃縮相を検出した。

- マスク処理 (3.5)

3.4 の結果を用いてマスクを作成し、各濃縮相の位置・面積情報等を取得した。

- Z 軸方向の濃縮相の情報統合 (3.6)

一つの濃縮相は z-スライス複数枚にまたがって検出された。そのため、解析における重複を避けるために濃縮相の重心位置を特定し、同一濃縮相の情報を統合した。同時に各濃縮相に ID を付与した。

- 濃縮相のデータ出力 (3.7)

各濃縮相の座標・蛍光強度・面積の情報を出力した。

- 全時刻・全タイルの濃縮相情報の統合 (3.8)

3.7 の出力データを基に各時刻における画像の位置ずれを補正し、全時刻・全タイルで統合した濃縮相 ID を付与した。

- 全時刻・全タイルの濃縮相データ出力 (3.9)

3.8 を踏まえ各濃縮相のすべての時刻における蛍光強度・面積情報を出力した。

次項からこれらの操作の詳細を記す。

3.2 Python プログラミング環境の準備

Python を使用する際には、Anaconda¹⁴⁾等のプラットフォームを利用するとよい。Anaconda には、Python のツールやライブラリがすでに含まれており、煩雑な環境構築の必要なく円滑に Python を使用できる。また、AnacondaNavigator¹⁵⁾を用いれば、新しい仮想環境の作成から内包されていないライブラリのインストールまで容易に実行できる。Python にはスクリプトモードとインタラクティブモードがあるが、本研究ではスクリプト

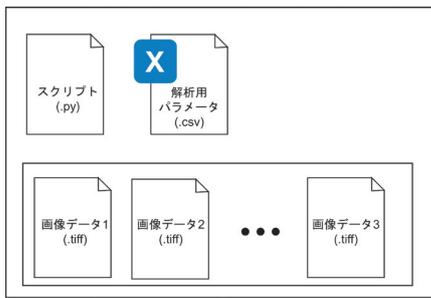


図3 ファイルの配置図

モードを用いた。

ファイルの配置を図3に示す。一つのフォルダの中にスクリプト、画像データを格納したフォルダ、実験名やゲイン情報など解析に必要なパラメータが記載されている csv ファイルを格納した。

そしてスクリプト冒頭で NumPy, pandas, os, glob および OpenCV を、import ステートメントを用いてスクリプトの最上部でインポートした¹⁶⁾。

3.3 顕微画像の行列化

画像は、ピクセルと呼ばれる小さな点の集合で構成されており、各ピクセルに色や明るさなどの情報が含まれている(図4)その集合体として画像が表現されるが、画像解析を行う際は、これらの情報を数値の行列として取り扱う。

まず、pandas ライブラリの read_csv 関数を用いて CSV ファイルから実験情報を読み取った。pandas ライブラリとはデータ操作のライブラリであり¹⁷⁾、csv ファイルにおける表の操作の際に重宝する。

次に読み込んだ情報を基に全顕微画像のファイル名を取得した。ファイル名の取得には glob ライブラリの glob 関数を用いた。glob ライブラリとは、ファイルシステム内のファイルやディレクトリを検索するための標準ライブラリである¹⁸⁾。glob 関数は指定したパスを持つファイル名を一括で取得できる関数である。まず空のリストを作成し、この関数を用いて順次ファイル名をリストに格納した。

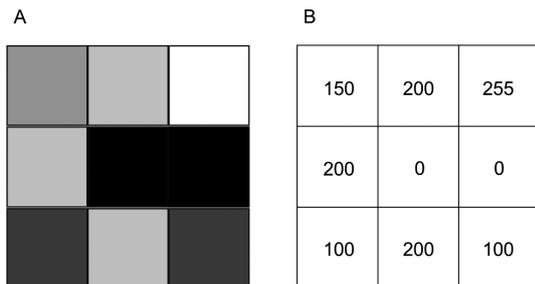


図4 画像の模式図

グレー画像はピクセルごとの色深度で記述できる。8 bit グレースケールの場合、色深度は0~255の範囲で表される

続いて、取得したファイル名の画像を、OpenCV の imread 関数を用いて読み込んだ。OpenCV とは画像解析用の汎用的なライブラリであり¹⁹⁾、imread は画像を行列(正確には NumPy 配列)として読み込む。NumPy とは科学技術計算を行う汎用的なライブラリである²⁰⁾。特に数列の操作・演算に長けているため、画像解析では、OpenCV と NumPy を組み合わせて使うことが多い。後の画像の解析手順を踏まえ、ここでは一つの画像について、四つの行列を用意した: 濃縮相の①検出用・②蛍光強度計測用の行列(それぞれ 16 bit グレースケール画像に対応) および③検出結果出力用・④蛍光強度測定結果出力用の行列(それぞれ RGB カラー画像に対応)を用意した。①, ②のグレースケール画像の読み込みでは、まず np.zeros 関数を用いて z-スタック数, ゲイン数, y 軸方向のピクセル数, x 軸方向のピクセル数の四次元のパラメータを持つすべての要素が0の初期行列を作成した。次いで各 z-スタック・ゲインに対応するファイル名を、先程作成した画像ファイル名のリストから、二重の for 構文と imread 関数を用いて行列として取り込んだ。③④の画像についてもおおむね同様の手順で行列を作成した。③④の画像では RGB の3チャンネルの数値を入力する必要があるため、①②の読み込みで準備した行列に次元を一つ追加し5次元の行列を作成した。

以上の手法で取得した行列を用いて次項以降の解析を行った。

3.4 濃縮相の検出

本項では、画像中の濃縮相の輪郭を検出し、行列として出力する方法について説明する。

まず、OpenCV ライブラリの threshold 関数を用いて、3.3 で読み込んだ①検出用行列を二値化処理した。二値化のタイプには cv2.THRESH_BINARY を使用し、閾値しきいちより大きい値は 255 (8 bit 出力での真っ白に相当する)、閾値以下の値は 0 (同真っ黒に相当する)に変換した。

次に、OpenCV ライブラリの findContours 関数を用いて二値化した行列から輪郭(白と黒の境目)を検出した。第2引数としては cv2.RETR_TREE を使い、輪郭の階層構造をツリー形式で取得した。また、輪郭座標には第3引数として cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE を用いた。

その後、画像上のノイズ(ごく小さな白い輝点)を除去するために、OpenCV ライブラリの contourArea 関数によって 20 pixel² 以下の面積のオブジェクトを削除した。

以上で得られた輪郭情報を、OpenCV ライブラリの drawContours 関数を用いて③検出結果出力用行列と④蛍光強度出力用行列に追記した。そして OpenCV ライブラリの imwrite 関数を用いてこれらの行列を画像フ

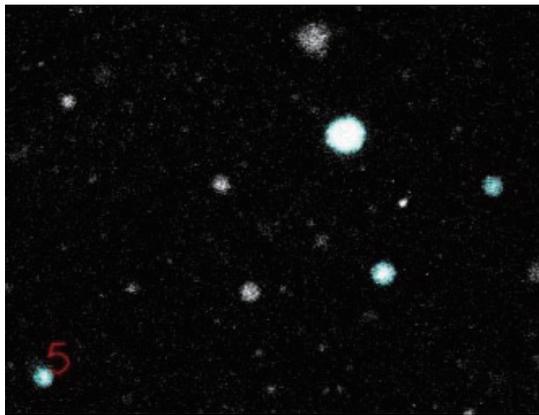


図5 濃縮相の輪郭を検出した例

蛍光強度や面積が一定以下のシグナルは棄却された。Reprinted from ref 5. Copyright 2023 American Chemical Society.

イルとして出力した(図5)。ここでは画像ファイルの軽量化のためTIFFではなくJPEGで出力した。また3.5のマスク作成の準備として、NumPyライブラリのzeros_like関数で真っ黒な画像に相当する行列を準備し、そこに輪郭情報を記入した(マスク用行列)。

3.5 マスク処理

マスク処理はOpenCVライブラリのconnectedComponentsWithStat関数で行った。本関数では二値化された画像中に含まれるすべてのオブジェクトを検出し、それらをラベリングし、面積、重心座標を検出する。そして、図6のようにピクセルごとにラベリングした結果を出力する。注意点として、マスク処理は背景全体を「0番目のオブジェクト」として認識するので、実際に利用する際は、オブジェクト数や重心から0番目のものを除去する必要がある。

3.4で準備したマスク用行列に対しconnectedComponentsWithStat関数を用いて、合計のオブジェクト数および各オブジェクトのマスク番号・面積、重心座標を出力した。この操作をすべてのマスク行列に対して

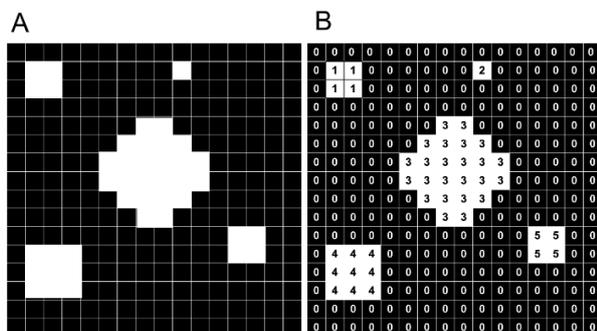


図6 マスク処理の概要図

(A) 二値化した画像(白色部分が濃縮相を表す)。(B) マスク処理後の画像。

行い、結果を行列に格納した。この処理により、画像中の濃縮相一つ一つに対する議論が可能になった。

3.6 z軸方向の濃縮相の情報統合

本実験では、濃縮相が数 μm 程度の大きさであり、 $3\mu\text{m}$ 間隔でz-スライス画像を取得しているため、同一の濃縮相が複数の画像に出現する(図7)。本項では、複数の画像に渡って現れる同一濃縮相の情報を統合する方法について説明する。

本操作の概要を説明する。まず、z軸方向にスライスした複数の画像において、濃縮相の重心座標が一致しているものは同じ濃縮相であると考えた。そして、共焦点顕微鏡は焦点距離前後の蛍光もある範囲で拾うため、濃縮相の中心付近のz画像ほど、蛍光強度は大きくなる(図7)。そのため、同一濃縮相の各z-スライス画像について重心付近の蛍光強度を比較し、最大となるz-スライス画像が濃縮相の中心に最も近いz画像であると判断した。以上の操作で得られたz座標、xy中心座標、マスク番号などの情報を行列として出力した。

本解析について、より詳細に説明する。各ファイルの最小ゲイン画像における濃縮相を、for文とif文を組み合わせることで次の①~③の選別にかけた。

①注目している濃縮相が、既に検出されたものと同一でないか確認する。そのため、一つ目の濃縮相が検出されるまでは、この選別は実質的に飛ばされる。そして既に検出された濃縮相との重心の座標の差がx座標、y座標ともに4ピクセル以内である場合は、既に検出された濃縮相と同一の濃縮相であると判断し棄却した。それ以上離れている場合は新しい濃縮相であると判断して②のプロセスに進み、さらなるふるいにかけた。

②濃縮相の中心に最も近いz-スライス画像を特定する。そのため、検知している濃縮相のxy中心座標におけるの蛍光強度が、上下のz-スライス画像における同蛍光強度よりも大きい場合のみ、濃縮相の中心を捉えられていると判断して③に進んだ。蛍光強度が極大となっていない場合は、他のz-スライス画像上に中心があるため、ここでは棄却した。

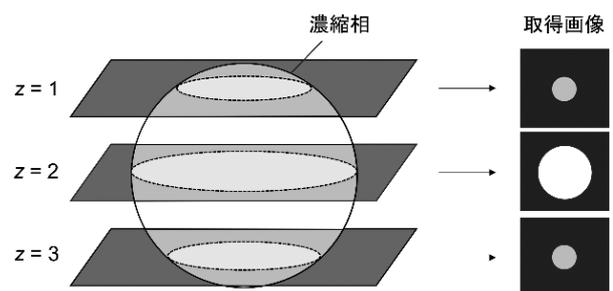


図7 z-スライスと取得画像のイメージ

一つの濃縮相が複数のz-スライス画像で検出される場合、中心付近の画像(図の $z=2$)で蛍光強度と面積が最大となる。

③蛍光強度が最小ゲインにおいて飽和しているピクセルが存在する場合には、蛍光強度を定量的に議論できないため棄却した。

以上の選別を突破した濃縮相を「蛍光計測が可能な新規濃縮相」だと考え、ID 番号を付与した。そして ID、検知された z-スライス番号、xy 座標、マスク番号等を行列に格納した。この操作により、複数の z-スライス画像に渡って存在していたそれぞれの濃縮相の情報が一つに統合され、正しい濃縮相数の判定が行えるようになった。

3.7 濃縮相の面積補正と解析データの出力

アミロイドが形成されると、濃縮相の外まで伸長することで濃縮相外にも蛍光が観測され、実際の濃縮相の大きさや重心座標が計測できない(たとえば図 2D 5.5 h)。アミロイドが密に存在する濃縮相内と比較して、アミロイドが伸びて濃縮相外にはみ出た部分の蛍光強度は小さくなる。このことから、濃縮相内最大蛍光の半分以上の強度を持つ範囲が濃縮相であると判定し、濃縮相からはみ出たアミロイドによる面積の誤認識を軽減した。

スクリプト上の操作としては、まず、ある濃縮相について、内部の蛍光強度が飽和しないゲインの画像を用いて最大蛍光強度を求めた。次に、if 構文により濃縮相内の各ピクセルの蛍光強度が最大蛍光強度の 0.5 倍の値より大きいか判定し、その x 座標と y 座標をそれぞれ加算した。その後、判定された点の数(真の濃縮相面積に相当)でそれらを割ることにより、濃縮相の真の重心座標と面積を求めた(図 8)。

以上の手順で求めた真の重心座標や面積、さらに濃縮相の蛍光強度を、3.6 と同じ行列に格納した。これにより、ある時刻・あるタイルで観測された全濃縮相(～40 個)の重心座標や蛍光強度、面積、マスク番号などの詳細な情報を一つの行列に統合することができた(図 9)。



図 8 濃縮相の正確な大きさを検出した例

3.4 の操作では水色で囲まれた部分が検出されたが、3.7 の操作により薄い水色で囲まれた強度の高い中心部分のみが濃縮相として検出された。

濃縮相番号	zスライス番号	マスク番号	x座標	y座標	面積	ゲイン	蛍光強度
0	1	11	870.7	65.4	32	1.00E+06	4.88E+05
1	1	24	449.4	287.4	363	2.01E+05	5.85E+06
2	1	27	677.1	285.5	214	2.01E+05	5.01E+06
3	1	30	900.6	290.3	54	2.01E+05	7.32E+05
4	2	36	96.8	369.4	119	2.01E+05	1.92E+06
5	2	43	567.1	410.4	33	1.00E+06	5.97E+05
6	2	48	608.1	445.5	36	1.00E+06	1.64E+06
7	2	54	306.7	559.0	71	2.01E+05	5.68E+05
8	3	56	584.3	511.2	55	2.01E+05	9.60E+05

図 9 出力された濃縮相情報のイメージ

3.8 全時刻・全タイルの濃縮相情報の統合

本項では、3.7 で出力された時刻・タイルごとで出力されている濃縮相情報を、実験全体を通して統合する方法について説明する。

本操作は三段階で行った。①時間が経つにつれて濃縮相の位置が徐々に移動するため、そのずれを補正した。②同一濃縮相に対して全時刻を通して同一の ID を付与した。③全タイルについてすべての濃縮相に対して固有の ID を振りなおした。

まず、①のずれ補正について説明する。図 10A に一般的な時間変化画像の模式図を示す。本研究の観察法では、時刻 $t=0$ と $t=t_n$ の画像比べると濃縮相の位置が数 μm ずれてしまう。そのため、 $t=t_n$ の画像を 1 ピクセルずつ動かし、このずれを補正した。

具体的には時刻 $t=t_n$ の全濃縮相の座標データにおいて、x, y 座標を $\Delta x, \Delta y$ ずつずらした。そして、 $t=0$ のすべての濃縮相の xy 座標データと比較し、差が 5 pixel 以内に収まっている濃縮相を「ずれを補正できた濃縮相」と定義して数え上げた(図 10B)。 $-20 < \Delta x < 20$, $-20 < \Delta y < 20$ の範囲でこの操作を実行し、ずれを補正できた濃縮相数が最も多かった $(\Delta x, \Delta y)$ を求め、これを、 $t=t_n$ でのずれの補正值とした。以上の操作を全時刻・全タイルで行い、濃縮相の位置のずれを補正した。

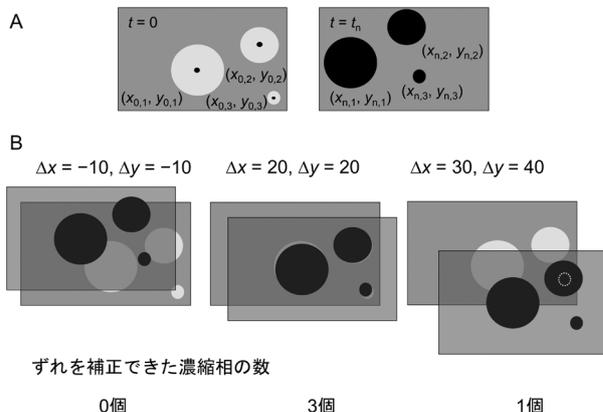


図 10 時間による画像ずれの補正方法

(A) 異なる時刻における濃縮相のずれの模式図。(B) $t=0$ を基準として、重なった(=ずれを補正できた)濃縮相が最も多くなる x, y 方向の移動度 $(\Delta x, \Delta y)$ を決めた。

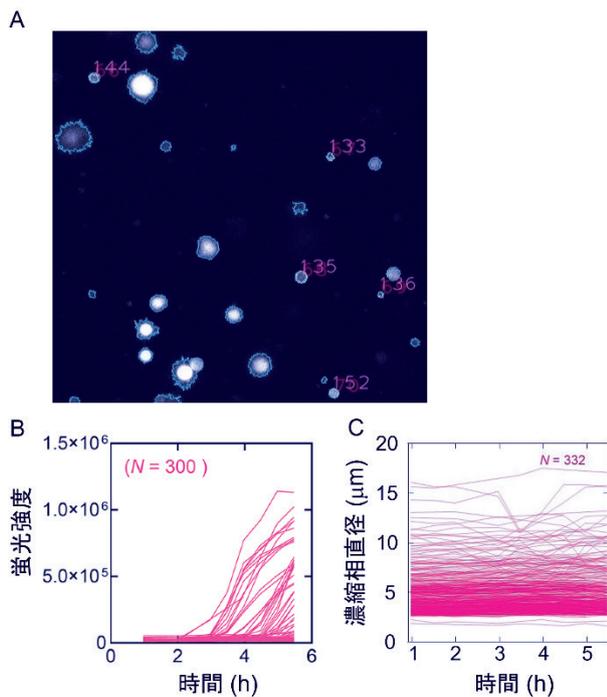


図 11 画像解析の結果

(A) 濃縮相が統合された画像. (B) 各濃縮相の蛍光強度の時間変化. (C) 濃縮相直径の時間変化. Reprinted from ref 5. Copyright 2023 American Chemical Society.

また、この操作は計算コストが大きいため、画像を9分割してコストを下げる、都度補正後の結果を保存するなどの工夫が必要であった。

次に、②同一濃縮相に対して全時刻において同一IDを付与した。具体的には、①の後、 $t=0$, t_n においてタイル・xyz座標が同じ濃縮相を同一ものと考え同一IDを付与した。また、一度しか登場しない濃縮相情報は削除した。

最後に、③九つすべてのタイルの全濃縮相について固有のIDを付与した。全タイルの濃縮相情報を、NumPyライブラリのunique関数を用いて重複を避けながら、一つのリストにまとめていった。その後、濃縮相を1から順にIDを振り直すことですべての濃縮相に固有のIDを付与できた(図11A)。

3.9 全タイル・全時刻の濃縮相データ出力

3.8において濃縮相IDが統一できたため、これをもとに面積と蛍光強度の時間変化を濃縮相一つ一つについてまとめた。

この際、ゲインが異なると蛍光強度を直接比較できないため、各ゲインにおいて補正値を用いて蛍光強度を補正した。また、ある時刻の濃縮相の面積が $t=0$ における面積の2倍以上となっている場合は、適切に濃縮相を測定できていないと判断してデータを棄却した。

以上により、それぞれの濃縮相の各時間における蛍光強度(図11B)と直径(濃縮相を円形と近似し導出。図

11C)の情報を統合できた。最後にこの行列をNumpyライブラリのsavetxt関数でcsvファイルとして出力し、エクセルなどを使ってグラフ作成等を行った。

4 おわりに

本稿では、筆者らの過去の実験データを基にPythonを用いた3次元共焦点顕微鏡画像の解析の具体的な方法について概説した。画像解析において必要となるライブラリについて言及し、マスク処理など基本的な画像処理について説明した。

本研究では、ごく単純なアミロイド生成実験系において、大量(2700枚)の画像を独自スクリプトにて解析することで、核生成についての新しい知見が得られた。スクリプト作成が分析化学分野の実験的研究において強力なツールとなり得ることが分かる。一方で、本研究で著者らは高品質な実験データの重要性を再認識した。人間の目では簡単に判別できるような差であっても、スクリプトで検出できないことが多々あった。(そのため本研究では多くのゲインで撮影する必要があり計算コストが激増した。その割に得られたデータ点数が少なく、解析誤差が大きかった。)そのため、実験ベースの分析化学手法の進歩もこれまでと同様に重要であることは間違えない。

本稿が自身の研究に画像解析を実装しようと考えている研究者の一助となることを期待する。

謝辞 本研究は科研費(22K18316)、創発的研究支援事業(JPMJFR211Y)、内藤記念女性研究者研究助成金文部科学省先端研究基盤共用促進事業(JPMXS0440600021&22)の支援を受けたものである。

文 献

- 1) T. Yasui, T. Yanagida, S. Ito, Y. Konakade, D. Takeshita, T. Naganawa, K. Nagashima, T. Shimada, N. Kaji, Y. Nakamura, I. A. Thiodoru, Y. He, S. Rahong, M. Kanai, H. Yukawa, T. Ochiya, T. Kawai, Y. Baba : *Science Advances*, **3**, e1701133 (2017).
- 2) X. Lyu, V. Hamedpour, Y. Sasaki, Z. Zhang, T. Minami : *Analytical Chemistry*, **93**, 1179 (2020).
- 3) S. Tomita, H. Kusada, N. Kojima, S. Ishihara, K. Miyazaki, H. Tamaki, R. Kurita : *Chemical Science*, **13**, 5830 (2022).
- 4) <https://www.python.org/>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 5) M. Fukuyama, S. Nishinami, Y. Maruyama, T. Ozawa, S. Tomita, Y. Ohashi, M. Kasuya, M. Gen, E. Chatani, K. Shiraki, A. Hibara : *Anal. Chem.*, **95**, 9855 (2023).
- 6) <https://www.w3schools.com/python/default.asp>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 7) M. R. Sawaya, M. P. Hughes, J. A. Rodriguez, R. Riek, D. S. Eisenberg : *Cell*, **184**, 4857 (2021).
- 8) T. P. J. Knowles, M. Vendruscolo, C. M. Dobson : *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, **15**, 384 (2014).
- 9) R. Crespo, F. A. Rocha, A. M. Damas, P. M. Martins : *Journal of Biological Chemistry*, **287**, 30585 (2012).
- 10) J. T. Joseph, L. T. Peter : *Cell*, **73**, 1055 (1993).

- 11) S. Mukherjee, M. Poudyal, K. Dave, P. Kadu, S. K. Maji : *Chem. Soc. Rev.*, **53**, 4976 (2024).
- 12) S. Ray, N. Singh, R. Kumar, K. Patel, S. Pandey, D. Datta, J. Mahato, R. Panigrahi, A. Navalkar, S. Mehra, L. Gadhe, D. Chatterjee, A. S. Sawner, S. Maiti, S. Bhatia, J. A. Gerez, A. Chowdhury, A. Kumar, R. Padinhateeri, R. Riek, G. Krishnamoorthy, S. Maji : *Nature Chemistry*, **12**, 705 (2020).
- 13) T. M. Franzmann, M. Jahnelt, A. Pozniakovskiy, J. Mahamid, A. S. Holehouse, E. Nüske, D. Richter, W. Baumeister, S. W. Grill, R. V. Pappu, A. A. Hyman, S. Alberti : *Science*, **359**, 6371 (2018).
- 14) <https://www.anaconda.com/>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 15) <https://docs.anaconda.com/navigator/>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 16) <https://docs.python.org/ja/3/reference/import.html>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 17) <https://pandas.pydata.org/>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 18) <https://github.com/python/cpython/blob/3.12/Lib/glob.py>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 19) <https://OpenCV.org/>, (2024年7月12日, 最終確認).
- 20) <https://NumPy.org/ja/>, (2024年7月12日, 最終確認).



小林 恒一 (KOBAYASHI Koichi)
 東北大学多元物質科学研究所 (〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1).
 東北大学理学部化学科卒業. 学士 (理学).
 《現在の研究テーマ》細胞内における蛍光性タンパク質結晶核の生成速度解析. 《趣味》フットサル.



山内 皓太 (YAMAUCHI Kota)
 東北大学多元物質科学研究所. (〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1).
 東北大学理学部化学科卒業. 学士 (理学).
 《現在の研究テーマ》ナノメートルスケールの濃縮相を用いたアミロイド核形成速度の解析. 《趣味》ラジオを聴くこと.



福山 真央 (FUKUYAMA Mao)
 東北大学多元物質科学研究所. (〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1).
 東京大学工学系研究科応用化学専攻博士課程修了. 博士 (工学). 《現在の研究テーマ》マイクロ流体を用いた液液・固液界面現象の解析と微量分析応用. 《趣味》鉱物磨き.

原 稿 募 集

トピックス欄の原稿を募集しています

内容：読者の関心をひくような新しい分析化学・分析技術の研究を短くまとめたもの.

執筆上の注意：1) 1000字以内 (図は1枚500字に換算) とする. 2) 新分析法の説明には簡単な原理図などを積極的に採り入れる. 3) 中心となる文献は原則として2年以内のものとし, 出所を明記する.

なお, 執筆者自身の文献を主として紹介するこ

とは御遠慮ください. 又, 二重投稿は避けてください.

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください. 原稿の送付および問い合わせは下記へお願いします.

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2
 五反田サンハイツ 304号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会
 [E-mail : bunseki@jsac.or.jp]