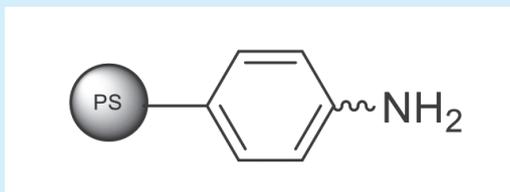


# 和光純薬時報

**July 2025**  
**Vol.93 No.3**



非膨潤性ポリスチレン担体  
Aminolinker PS

## 〔総説〕

「腸内環境の見える化技術の開発と健康未来への展望」	國澤 純…………… 2
〈テクニカルレポート〉	
「新規培養培地F-hiSIEC™ Culture Medium ALの開発と薬物動態研究への応用」	諸橋 康史…………… 5
「液-液相分離 (LLPS) の実験と試薬について」	平川 哲央…………… 7
「オンラインSPE-LC/MSシステムによる水中PFASの全自動分析法の開発と抽出法の検討 ～対象成分の拡大と溶媒抽出によるイオン交換阻害物質の除去～」	佐々野 僚一、松尾 俊介…………… 9
「スペクトル型フローサイトメトリーが切り開く新しい細胞解析の世界 ～スペクトル型セルアナライザーとセルソーターの測定原理～」	石原 誠人…………… 11

## 〔化学大家〕

「フリードリヒ・ライニツァー」	中辻 慎一…………… 25
-----------------	---------------

## 〔製品紹介〕

### 医薬品製造・品質管理

CertiProシリーズ…………… 14

### 環境・分析

PFAS試験用試薬…………… 10, 15

残留農薬試験用標準物質…………… 14

アミノ酸分析用試薬…………… 15

JCSS標準液…………… 16

多元素混合標準液 ICH Q3D用…………… 16

### 遺伝子

液-液相分離 (LLPS) 研究用試薬…………… 8

mRNA合成用リボヌクレオシド三リン酸 (rNTP)…………… 16

精製EV用RNA定量キット…………… 20

TFF用EV-Save™細胞外小胞ブロッキング試薬…………… 21

LysoPure™ Protein Extraction-PTS Solution…………… 22

### 有機合成

非膨潤性ポリスチレン担体 Aminolinker PS…………… 17

### 免疫

抗腸内細菌モノクローナル抗体…………… 4

抗CD44, モノクローナル抗体…………… 18, 19

### 細胞生物

FM Fix…………… 23

ラボアッセイ™ GLDH…………… 24

### 培養

F-hiSIEC™ Culture Medium AL…………… 6

### 機器

ソニー (株) スペクトル型フローサイトメーター…………… 12

## 〔お知らせ〕

製品容器ラベルへの二次元コードの貼付開始のご案内……………	13
『試薬お客様相談室チャットボット』のご紹介……………	13
第40回Wako ワークショップ開催のご案内……………	28

### 最新研究で見えてきた健康維持・増進における腸の働き

コロナ禍を経験し、多くの方の健康に対する意識が高まっています。その中で、「腸」の働きが注目されています。多くのメディアで「腸活」という言葉が取り上げられているように、腸と健康との関係が一般の方にも広く知られるようになってきています。

腸は消化管と言われるように、食べたものを消化・吸収した後、不要なものを便として排泄する臓器です。さらに、腸は、食物の消化管としての働きだけでなく、免疫や神経系、代謝の制御など、多様な生理機能に関与しており、「第二の脳」とも呼ばれるほど重要な臓器です。

腸と健康に関し、「医食同源」という言葉が示すように、古くから食と健康維持との深い関わりが知られてきました。さらに、次世代シーケンサー(NGS)を用いたメタゲノム解析や細菌叢の解析技術の進展により、腸内フローラとも呼ばれる腸に存在する細菌叢の構成や機能的役割が明らかになり、腸内細菌が私たちの身体機能や疾患のリスクに深く関与していることが解明されています。このような背景のもと、食や腸内細菌から形成される腸内環境を良くすることで、がん、糖尿病、肥満、アレルギー、さらにはうつ病や認知症のリスクを低減し、全身の健康を維持・増進できる可能性が期待されています。

### 日本に居住している方を対象にした腸内環境データベース(NIBN JMD)の構築

腸内細菌の研究は、日本だけでなく、世界的にも注目が高まっており、大規模な国際研究が進められています。これらのプロジェクトでは、ビッグデータを用い、様々な身体状態や疾

患と腸内細菌との関係を解析しています。いくつかの研究は実用化につながっており、例えば、肥満や糖尿病の抑制効果が示されている *Akkermansia muciniphila* (アッカーマンシア菌) は、低温殺菌処理したものが体重コントロールのための食品として承認されています。

これら世界的な研究から、腸内細菌は人種や居住環境によって異なることが分かってきました。実際に、上記の体重コントロールに関わるアッカーマンシア菌は、肥満が比較的少ないと言われていた日本人が多く保有していると予想されましたが、実際には日本人の多くはアッカーマンシア菌をほとんど持っていません。このような背景のもと、私たちは、日本人の腸内環境と健康との関係を包括的に理解していくためのデータ基盤の構築を目指し、北海道から沖縄まで、日本各地にお住まいの方を対象とした大規模な研究を進めています。具体的には、食習慣や生活スタイル、健康状態に関するアンケートに加えて、糞便や血液、唾液といった生体サンプルを提供いただき、腸内細菌や口腔細菌、代謝物、炎症マーカー、免疫因子に至るまで多様なデータを収集しています。こうした情報を統合し、「NIBN Japanese Microbiome Database (NIBN JMD)」として構築しています (<https://microbiome.nibn.go.jp/>)。このデータベースは、日本人の腸内環境の特徴を明らかにする基盤となるとともに、個人ごとに適した個別化医療・栄養の実現に向けたリファレンスとしても機能します。また、多様な年齢層・地域・健康状態の方々からの情報を集めることで、疫学的な知見の蓄積にも貢献しています。腸内細菌や食事に関する一部のデータは、フリーで公開していますので、是非、皆さんの研究に活用していただければと思います。

### 日本人が多く保有する体重増加抑制菌としてのブラウティア菌の発見！

NIBN JMDの構築のために収集したデータとAIなどのバイオインフォマティクス技術を活用した解析により、私たちはさまざまな健康状態や身体機能に関わる腸内細菌の候補を選定し、得られた仮説とともに基礎研究において検証し、得られた知見をヒト研究にフィードバックする「スパイラル型研究」を展開しています(図1)。

その成果のひとつが、日本人が多く保有する *Blautia wexlerae* (ブラウティア菌) の同定と機能解明です。ブラウティア菌は、日本人において特に高頻度で検出される腸内細菌の一つですが、これまでの研究から、ブラウティア菌は肥満ではない方が多く保有していることが報告されており、NIBN JMDを用いた我々の研究でも同様の結果が得られました。私たちは、動物モデルを用いた検討から、ブラウティア菌は過剰な体重増加を抑制し、糖尿病の症状を軽減することを確認しました。さらに、そのメカニズムとして、ブラウティア菌は短鎖脂肪酸の一つである酢酸や、代謝促進に働くS-アデノシルメチオニンやオルニチンを産生することで、宿主のエネルギー代謝を促進することに加え、腸内環境を整えることを見出しました。現在、ブラウティア菌を用いた食品や医薬品の開発を進めています。

### 腸内環境を整えるための3つの戦略

腸内環境が健康に影響を与える重要な因子であることは、広く認識されるようになってきました。では、腸内環境はどのように整えれば良いのでしょうか？ここでは、腸内環境を改善するための3つの代表的な戦略を紹介し

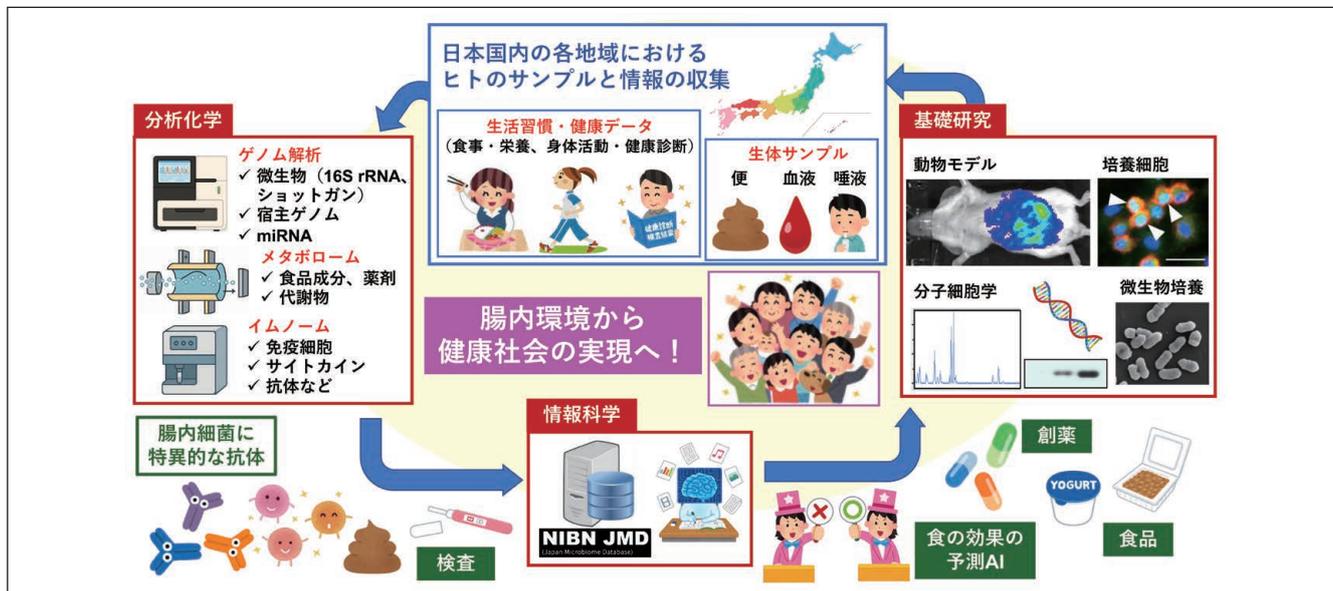


図1. スパイラル型研究による腸内環境の機能解明と応用展開

本研究では、日本人の腸内環境に関する大規模データベース（NIBN JMD）を基盤に、バイオインフォマティクス解析を通じて健康と関連する腸内細菌の候補を同定し、その仮説を動物モデルなどの基礎研究で検証、得られた知見をヒト研究へと還元する「スパイラル型研究」を展開している。これにより、ラウチア菌の体重増加抑制機能など新たな腸内細菌の生理機能を明らかにするとともに、代表的な腸内細菌に特異的な抗体の樹立を含め、食品・医薬品・検査システムへの応用を進めている。

ます。

### 第1の戦略：プロバイオティクス

ヨーグルトや納豆、キムチなどに含まれる乳酸菌やビフィズス菌、納豆菌など、有用な菌を直接摂取する方法です。これにより、腸内に有用菌を補充し、腸内環境を良好な状態に導くことが期待されます。上述のラウチア菌やアッカーマンシア菌、さらにはフィーカリバクテリウム菌といった菌も次世代のプロバイオティクスとして期待されています。

### 第2の戦略：プレバイオティクス

食物繊維や難消化性オリゴ糖、レジスタントスターチなど、有用な菌のエサとなる成分を摂取することで、腸内の有用菌を増やすことを目的としたアプローチです。現代人はプレバイオティクスとなる食物繊維などの摂取不足が指摘されており、世界保健機関（WHO）も摂取量を増やすことを推奨しています。さらに現在では、特定の菌種を選択的に育てるために、腸内細菌に合わせたプレバイオティクスが提案できるようになってきています。

### 第3の戦略：ポストバイオティクス

近年注目されている新しいコンセプトが、「ポストバイオティクス」です。これは、腸内細菌が作り出す代謝物や菌体成分で、宿主に直接働きかける実効物質となるものです。例えば、腸内細菌が大豆イソフラボンから作り出すエクオールは、女性ホルモン様の働きをすることで健康効果をもたらすことが知られています。エクオールを作る菌の多さは人によって異なることが知られていることから、エクオールを作る腸内細菌が多い人は大豆イソフラボンの摂取で効果が期待できますが、エクオールを作る腸内細菌が少ない人は、大豆イソフラボンを摂るよりもエクオールを摂るほうが効果を体感しやすいと思われます。メタボローム解析技術の発展により、このような有効成分の特定と機能解明が進んでいます。

これら3つの戦略は相補的であり、状況に応じて組み合わせることで、より効果的な腸内環境改善が可能となります。

### 「腸内細菌のリレー」によって作り出される短鎖脂肪酸

近年注目されている腸内細菌が生み出す有用な成分として、酢酸、プロピオン酸、酪酸の「短鎖脂肪酸」があります。特に酪酸は腸管上皮のエネルギー源としてバリア機能の強化に重要であり、さらに免疫の暴走を抑えることで抗炎症作用を示します。近年では、脳腸軸を介した神経活動への影響など、全身にわたる多様な作用を持つことが明らかになっています。

このような多彩な健康効果が注目されている酪酸ですが、その産生には、酪酸を産生する菌が存在することは勿論のこと、その他の菌と連携して働くことが重要です。

食物繊維から酪酸を産生するためには、菌のリレーによる3ステップが必要なことが分かってきました。具体的には、第1ステップは糖化菌が食物繊維を分解し糖を生成、次いで第2ステップでビフィズス菌などが糖から酢

酸や乳酸を作り、最後に第3ステップで酢酸や乳酸を材料にして酪酸菌が酪酸を作り出します。このプロセスを円滑にするためには、これらすべての菌が腸内に適切なバランスで存在することが重要です。

### 腸内環境の見える化技術の開発と個別化栄養への新しいアプローチ

前述のように、様々な腸内細菌が関与する多彩な機能が分かってきていますが、菌の存在量には大きな個人差があります。このような背景から、個々の腸内細菌に応じた「個別化栄養」の可能性が見えてきました。私たちは現在、バイオインフォマティクス技術を活用して、個々の腸内細菌の構成や代謝活性に基づいて、食事の効果を予測するシステムを開発しています。また、効果が見込めない人には、不足成分を補う食品の提案や、発酵食品を用いた新たなレシピの開発も行っています。

このような社会を実現していくための重要なキーポイントの一つが「腸内環境の見える化」です。現在、腸内細菌の分析はゲノム解析のデータをもと

にしています。これは、網羅的に測定できるという利点があり、私たちの研究でも活用していますが、時間やコストといった課題があります。一方で、一般社会で普及するためには、腸内環境の状態を日常的にモニターできる「簡単」「安価」な技術の開発が必要不可欠です。

私たちは、自分のお腹の中にいる腸内細菌を「迅速」「安価」「簡便」に測定できるように、様々な腸内細菌に対するモノクローナル抗体の樹立を行っています<sup>1)</sup>。抗体を使った技術は、イムノクロマトといった多くの検査で使用されているシステムに活用できますし、その他、ELISAやフローサイトメトリーなどにも展開できます。このような抗体を基盤とした技術を活用することで、将来的には、家庭で簡単に自分の腸内環境をチェックできるパーソナルモニタリングデバイスの実用化や、個別化食事指導に基づくアプリケーションとの連携など、ライフスタイルに根ざした腸内環境管理の実現が期待されます。さらに、抗体は様々な研究ツールとしても使用できますので、これまでない新たな視点からの研究も可能になると期待されます。

### 腸内環境研究の社会実装と未来医療への応用

腸内環境の重要性が明らかになるにつれ、その知見をいかに社会に還元し、健康維持や疾患予防に役立てるかが問われています。私たちが進めている腸内環境の「見える化」は、誰もが自分の腸内環境を理解し、それに基づいて食生活や生活習慣を主体的に選択・管理できる社会を実現するための基盤になると考えています。さらには、新たな研究ツールとして活用することで、腸内細菌研究のさらなる深化と高度化をもたらすと期待されます。腸内環境と健康に関する知見の蓄積は、様々な病気の早期予測、介入、予防医療の新しい方向性の提示につながり、その結果、健康長寿社会の実現に貢献できると私たちは確信しており、私たちが開発を進めている「腸内環境の見える化」に関連する技術がその発展に貢献できれば幸いです。

#### 【参考文献】

1) Yoshii, K. et al. : *Scientific Reports*, **15** (1), 16814 (2025).

## 抗腸内細菌モノクローナル抗体

Wako

### ■フィーカリバクテリウム・ダンカニエ (旧名 フィーカリバクテリウム・ブラウスニッチ)

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
012-28901	Anti <i>Faecalibacterium</i> , Monoclonal Antibody (FD-S2D3-18K1) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000
019-28911	Anti <i>Faecalibacterium</i> , Monoclonal Antibody (FD-L4F6-18K2) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000
016-28921	Anti <i>Faecalibacterium</i> , Monoclonal Antibody (FD-L5B6-33K2) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000

### ■フォカエイコラ・ブルガタス (旧名 バクテロイデス・ブルガタス)

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
013-28931	Anti <i>Phocaeicola</i> , Monoclonal Antibody (PV-L2B7-117K1) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000
010-28941	Anti <i>Phocaeicola</i> , Monoclonal Antibody (PV-L1A6-117K2) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000
017-28951	Anti <i>Phocaeicola</i> , Monoclonal Antibody (PV-S10F7-14K1) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000

### ■セガテラ・コプリ (旧名 プレボテラ・コプリ)

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
014-28961	Anti <i>Segatella</i> , Monoclonal Antibody (SC-S10C3-49K1) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000
011-28971	Anti <i>Segatella</i> , Monoclonal Antibody (SC-L10B5-35K1) [E°]	免疫化学用	50μL	40,000

[E°]…2～10℃保存 [E°]…20℃保存 [E°]…80℃保存 [E°]…150℃保存 表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社Webをご参照下さい。

## 新規培養培地F-hiSIEC™ Culture Medium ALの開発と薬物動態研究への応用

富士フイルム株式会社 バイオサイエンス&エンジニアリング研究所 諸橋 康史

### ◆F-hiSIEC™とは

F-hiSIEC™（ヒトiPS細胞由来腸管上皮細胞）は、FFグループが保有するiPS細胞関連の技術と名古屋市立大学の松永民秀教授が持つ分化誘導技術を組み合わせて作製された細胞である<sup>1)</sup>。本細胞は、ヒト小腸に近い性質を有するため、食品や薬物の吸収、毒性評価、免疫・炎症評価<sup>2)</sup>、さらにはノロウイルス培養および消毒剤評価ができ、食品メーカー、製薬企業、アカデミア等で幅広く活用されている。

### ◆F-hiSIEC™ Culture Medium ALの製品特長

我々は、松永民秀教授の成果<sup>3)</sup>を基に、従来の培養培地の組成を変更したF-hiSIEC™ Culture Medium AL（以下、本製品）を開発した。本製品は、セルカルチャーインサート上での気液培養（Apical側：培地なし、Basal側：培地あり）に最適化した培地である。培養4日目から液液培養から気液培養に切り替えることで、小腸マーカー、トランスポーターや代謝酵素の遺伝子発現が従来法（従来の培養培地×液液培養）と比較して向上することが確認されている。バリア機能も膜透過係数 $P_{app}$ が各々の化合物の膜透過の性質に応じた値を示すことから、本製品で培養されたF-hiSIEC™のバリア機能は正常に機能していると考えられる（図1）。

### ◆小腸アベイラビリティ ( $F_g$ ) の評価

経口投与は、その利便性から薬物の投与ルートとして最も汎用されている。経口投与された薬物が効果を示すためには、消化管吸収上皮細胞を通過し、全身循環血中に到達する必要がある。したがって、創薬において、経口薬が血中に到達する割合であるバイオアベイラビリティ (BA) の予測性向上は重要な課題である。経口薬のBAは吸収上皮細胞において膜透過した割合 ( $F_a$ )、吸収上皮細胞における代謝の回避割合 ( $F_g$ ) および門脈から肝臓を通過する際の代謝・排泄の回避割合 ( $F_h$ ) で構成される ( $BA = F_a \times F_g \times$

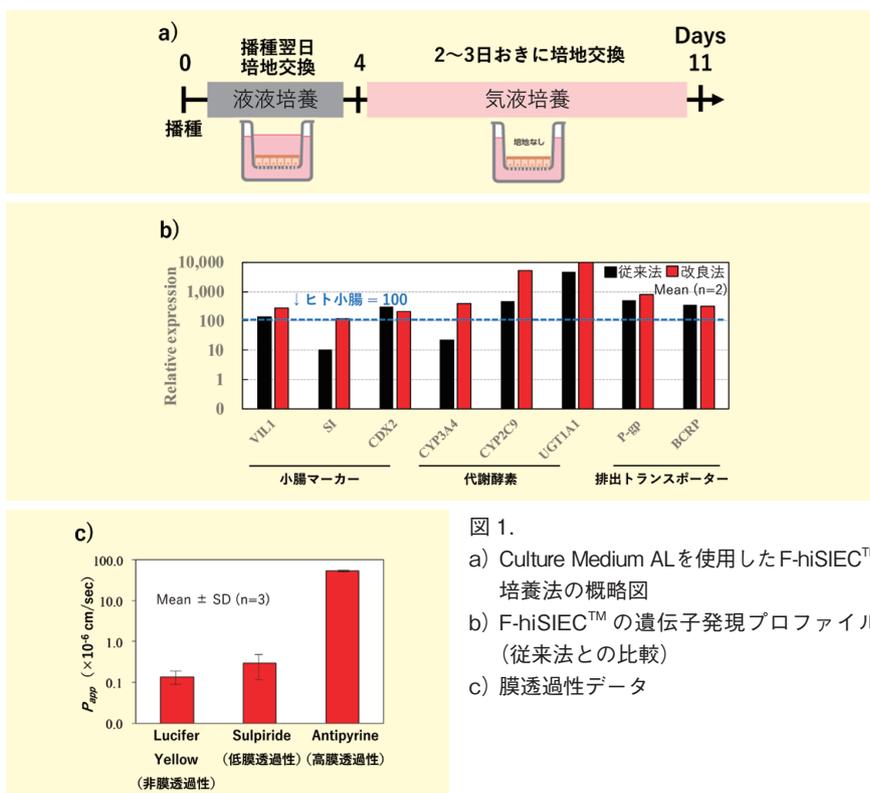


図1. a) Culture Medium ALを使用したF-hiSIEC™培養法の概略図  
b) F-hiSIEC™の遺伝子発現プロファイル(従来法との比較)  
c) 膜透過性データ

( $F_h$ )。まず、動物実験によって薬物のBAを評価する手段が考えられる。動物実験は、全過程を加味したBA評価ができる反面、種差の影響により動物のBAが必ずしもヒトBAを反映しないことが知られている<sup>4)</sup>。一方で、創薬において汎用されている*in vitro*評価系は、膜透過過程ではCaco-2細胞の細胞輸送実験、肝代謝過程では、肝ミクロソームやヒト肝細胞代謝試験である。肝代謝に関しては*in vitro*実験値から*in vivo*値に換算する方法論が確

立されており、概ね良好な相関があることが知られている<sup>5)</sup>。Caco-2細胞はセルカルチャーインサート上で極性を維持した細胞単層を形成するため、吸収上皮細胞を介した透過 ( $F_a$ ) を模倣できるが、吸収上皮細胞の代謝の中心を担うCYP3A4のmRNA量がヒト消化管の1/100程度であり、吸収上皮細胞における代謝 ( $F_g$ ) を再現することができない。したがって、ヒト $F_g$ を精度良く予測しうる実験系の開発は依然として必要であったが、近年*in vitro*

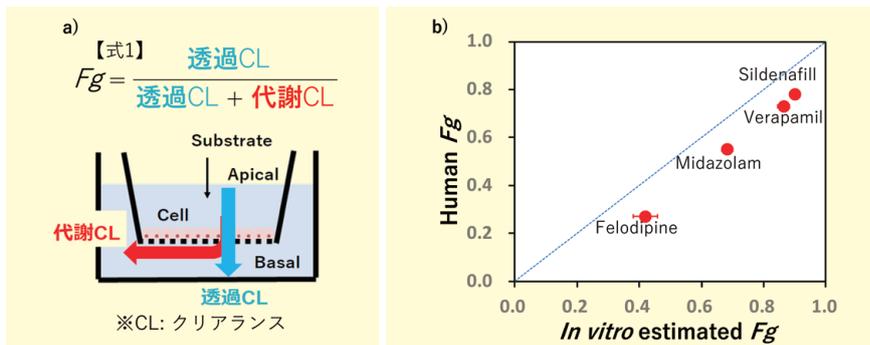


図2. a) 代謝物測定を必要とする  $F_g$  算出式 (式1) とその概念図  
b) 薬物の  $F_g$  値の  $In vitro$  (式1より計算)- $In vivo$  (文献値) 相関

でヒトFgを精度良く評価するための細胞として、ヒトcrypt由来分化吸収上皮細胞<sup>6)</sup>が報告された。ただし、製品として販売されておらず、誰もが容易に利用することはできない。そこで我々は、本製品によって培養されたF-hiSIEC™のFg評価をCYP3A4の基質に対して実施したところ、良好な予測の成立が確認できた(図2)。

しかしながら、本予測のためには生成した代謝物を定量する必要がある。通常、創薬の早期段階から代謝物の定量ができることは稀である。前述のヒトcrypt由来分化吸収上皮細胞では、代謝物の定量を必要としない、CYP阻害剤存在下/非存在下における親化合物の $P_{app}$ からFgを予測する方法が提唱されているため、本製品にもこの方法が適用できるかを検討した。図1の培養法 a) では阻害剤存在下でCYP3A4の基質であるMidazolamの $P_{app}$ が阻害剤非存在下と比較して、有意な差が見られなかった。更なるCYP3A4活性向上のため、CYP3A4誘導作用のある活性型ビタミンD<sub>3</sub>(活性型VD<sub>3</sub>)を培地に添加して3日間追加培養(図3a)することで、阻害剤存在下/非存在下におけるMidazolamの $P_{app}$ に有意な差が認められ(図3b)、式1および2の両方において算出された*in vitro* Fgの予測値はヒトの値0.55と近い値であった(図3c)。

Midazolam以外の化合物に対しても同様の解析を実施し、ヒトFg値と比較をしたところ良好な相関が確認できた(図4)。以上より、代謝物定量をせずに*in vitro*からFgを予測できる可能性が示唆された。したがって、より多くの創薬の場面における本製品の活用が期待される。

#### ◆今後の展望

近年、動物実験代替法として、ヒトの体内動態や安全性予測における*in vitro*評価系も改良が進んでいる。生体模倣システム(MPS)は、より複雑な生体反応を評価するツールとして、

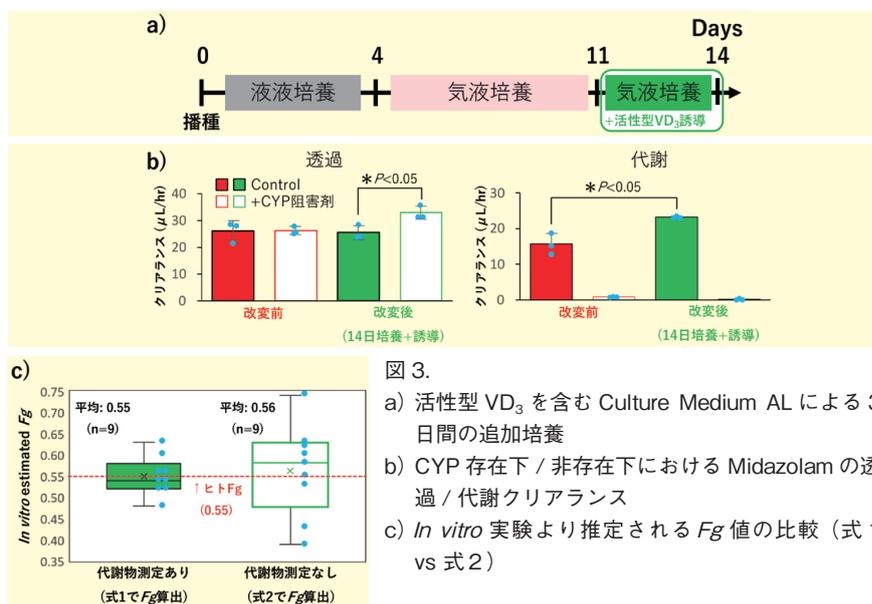


図3. a) 活性型VD<sub>3</sub>を含む Culture Medium AL による3日間の追加培養  
b) CYP存在下/非存在下におけるMidazolamの透過/代謝クリアランス  
c) *In vitro*実験より推定されるFg値の比較(式1 vs 式2)

国内外で検討されている。本製品もMPSデバイスでの活用事例が報告されており<sup>7)</sup>、セルカルチャーインサートへの播種時と同様に代謝酵素およびトランスポーターがデバイス上でも機能することが示されている。よって、MPSによる高次な薬物動態評価にも適用できる可能性がある。

今後、より多くの皆様にF-hiSIEC™および本製品をお使いいただき、薬物動態のみならず、創薬およびヒト腸管に関する研究が進展していくことを期待したい。

#### 【参考文献】

- 1) Kabeya, T. et al. : *Drug Metab. Pharmacokinet.*, **35**, 374 (2020).
- 2) Imakura, Y. et al. : *Biochem Biophys. Res. Commun.*, **692**, 1949356 (2024).
- 3) Shirai, K. et al. : *Drug Metab. Pharmacokinet.*, **66**, 100994 (2024).
- 4) Grass et al. : *Adv Drug Deliv. Rev.*, **54**, 433 (2002).
- 5) Iwatsubo, T. et al. : *Pharmacol Ther.*, **73**, 147 (1997).
- 6) Michiba, K. et al. : *Drug Metab. Dispos.*, **50**, 204 (2022).
- 7) Imaoka, T. et al. : *Sci Rep.*, **14**, 29921 (2024).

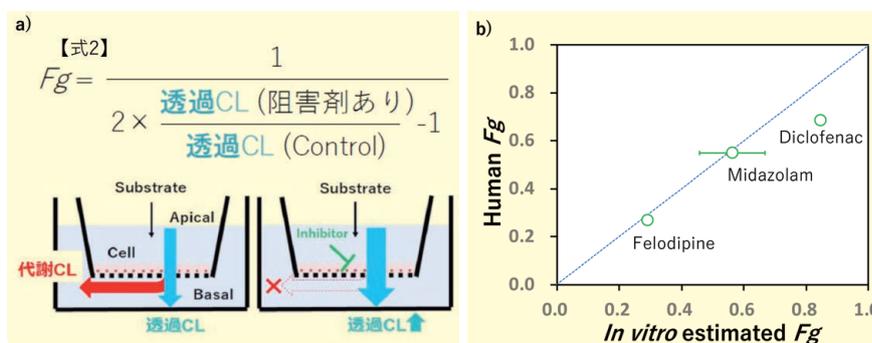


図4. a) 代謝物測定を必要としないFg算出式(式2)とその概念図  
b) 薬物のFg値の*In vitro*(式2より計算)-*In vivo*(文献値)相関

#### 関連製品

コード No.	メーカーコード	品名	容量	希望納入価格(円)
638-61101	16921505	F-hiSIEC™ Culture Medium AL	10mL	12,500

FUJIFILM

☞…2~10℃保存    ☞…-20℃保存    ☞…-80℃保存    ☞…-150℃保存    表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。  
掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社Webをご参照下さい。

## 液-液相分離 (LLPS) の実験と試薬について

株式会社同仁化学研究所 開発部 平川 哲央

### 1 はじめに

近年、細胞内で生じる液-液相分離 (Liquid-liquid phase separation : LLPS) が注目されている。LLPSはRNAやタンパク質が局所的に集まり、細胞質から分離して液滴を形成する現象であり、核小体のような膜を持たない細胞内構造を形成し、様々な生理機能を担う場となっている。現在様々な細胞内現象でLLPSが関与していると言われており、神経変性疾患との関連も研究が進んでいる。例えば、タンパク質凝集が病因となる疾患のうち、パーキンソン病や前頭側頭葉変性症、アルツハイマー病、筋萎縮性側索硬化症においては、それらの原因タンパク質である $\alpha$ -Synuclein、FUS、Tau、TDP-43が、LLPSを介して凝集体形成が促進されることが示されている<sup>1)</sup>。LLPSは生体现象を解明するための新たな糸口であり、LLPSの関与を明らかにすることで病態の理解、新規治療法の開発に繋がることが期待されている。

### 2 相分離による液滴の形成

LLPSの研究においては、蛍光顕微鏡を用いた液滴の観察が一般的に行われるが、適切な方法で液滴を作製する必要がある。本稿のこの章では、精製タンパク質を用いた*in vitro*の実験系について紹介する。LLPSの誘導には、ポリエチレングリコール (PEG) や Ficollなどのクラウディング剤が広く用いられる<sup>2)</sup>。これらの高分子は細胞内のクラウディング環境を模倣し、タンパク質の局所濃度を高めることで相分離を促進する。また、より生理的条件に近い環境を再現するために、適切なpHや塩濃度に調製した緩衝液中でタンパク質とクラウディング剤を混合し、液滴の形成を評価する。作製した液滴の特性解析では、流動性評価が重要視され、一般的に液滴同士の融合

挙動の観察や、光褪色後蛍光回復法 (Fluorescence Recovery After Photobleaching : FRAP) の測定が行われる。しかしながら、多くの研究室において液滴の性質評価が試みられているものの、その作製手法は様々であり、標準化されたプロトコルは確立されていない。そこで我々は、誰でも簡単に液滴の形成および解析を行える手法の確立を目指し、ウシ血清アルブミン (BSA) を用いたLLPS作製のモデル系を構築した。本手法は「LLPS Starter Kit」としてキット化しており、再現性の高い液滴形成および解析を可能にする。

### 3 液滴の性質を知る

タンパク質の相分離が凝集を引き起こし、疾患の発症に関与する場合、薬剤開発のターゲットとして、凝集体そ

のものに加え、前駆段階の液滴も重要な対象となり得る。そのため、凝集体の形成を制御・抑制する戦略を立てる上で、液滴の性質を詳細に理解することが重要である<sup>3)</sup>。相分離液滴は、静電相互作用、疎水性相互作用、 $\pi$ - $\pi$ 相互作用など、複数の分子間相互作用によって形成される<sup>4)</sup>。例えば、液滴形成が主に静電相互作用に依存する場合、高濃度のNaClを添加することで静電遮蔽効果が生じ、液滴の消失が観察される。一方、疎水性相互作用の関与を評価するためには、1,6-Hexanediolが頻繁に使用される。この試薬は、比較的弱い疎水性相互作用を選択的に抑制することが知られている。また、疎水場応答プローブを用いた蛍光染色も有用な手法であり、8-anilino-1-naphthalenesulfonic acid (ANS) は代表的な蛍光色素として広く利用されている<sup>5)</sup>。

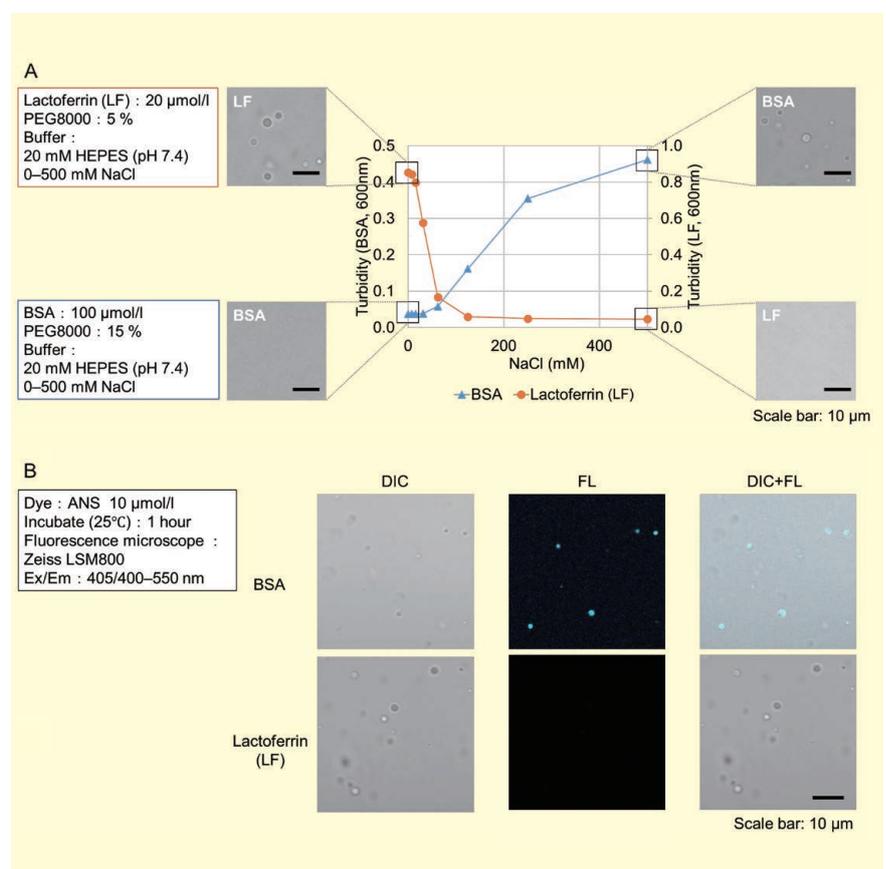


図1. 液滴形成におけるタンパク質間相互作用の評価

## 4 液滴の評価

タンパク質の種類による相分離液滴の分子間相互作用の違いを評価するために、BSAおよびLactoferrin (LF) タンパク質の液滴形成に及ぼすNaClの影響と、ANS色素を用いた染色例を紹介する。NaCl濃度を上昇させタンパク質間の静電相互作用を阻害すると、LFの液滴形成が顕著に低下したことから、LFは主に静電相互作用に依存して液滴を形成していることが示唆された。一方、BSAの液滴形成はNaCl濃度の増加に伴い促進された。この結果は、塩濃度の上昇によりBSA分子間の静電的反発が緩和され、相分離が促進された可能性を示唆している(図1-A)。さらに、ANSを用いた蛍光染色では、LFよりもBSAの方が強い蛍光シグナルを示し、BSAの液滴形成には疎水性相互作用がより関与していることが示された(図1-B)。これらの解析は、クラウディング剤、バッファーの種類、pH、塩濃度を幅広くスクリーニング可能な「LLPS Forming Condition Screening Kit」を用いて実施した。また、ANSに加え、液滴のゲル化状態も評価可能なSepaFluor色素、さらにはアミロイド

結合性蛍光プローブ(Thioflavin T、Congo Red)を同梱した色素のセット「LLPS Characterization-dye Set」も弊社より発売している。

## 5 グアニン四重鎖とLLPSの関わり

これまで、タンパク質のLLPSについて述べてきたが、DNAやRNAに形成される特殊な高次構造であるグアニン四重鎖(G-quadruplex: G4)がLLPSに関与することも注目されている。塩田らは、パーキンソン病、レビー小体型認知症、多系統萎縮症といったシヌクレイノパチーの原因タンパク質である $\alpha$ -Synuclein ( $\alpha$ -Syn)が、G4構造を有するRNA(G4RNA)を足場としてLLPSを形成し、その後の凝集体形成を促進することを明らかにした。さらに、プロトポルフィリンIXの前駆体である5-アミノレブリン酸(5-ALA)がG4RNAの相分離を抑制し、シヌクレイノパチーモデルマウスに5-ALAを経口投与することで、 $\alpha$ -Synの凝集が阻害され、運動機能の低下が予防されることが確認された<sup>6)</sup>。これらの知見は、G4RNAを介した $\alpha$ -Synの凝集と神経変性機構の一端を解明するものであり、シヌクレ

イノパチーに対する新たな治療戦略の可能性を示唆している。現在弊社でも細胞内のG4構造を特異的に検出する蛍光プローブを開発中である。

### 【参考文献】

- 1) Zbinden, A. *et al.* : *Dev Cell*, **55**, 45 (2020).
- 2) Dolgin, E. : *Nature*, **555**, 300 (2018).
- 3) Alberti, S. *et al.* : *Cell*, **176** (3), 419 (2019).
- 4) Murakami, K. *et al.* : *Chem Sci.*, **12**, 7411 (2021).
- 5) Thiebault, F. *et al.* : *Can J Microbiol.*, **51** (1), 91 (2005).
- 6) Matsuo, K. *et al.* : *Cell*, **187** (24), 6835 (2024).

### 関連製品



コード No.	メーカーコード	品名	容量	希望納入価格(円)
341-10211	LL01	LLPS Starter Kit	1set	19,800
348-10221	LL02	LLPS Forming Condition Screening Kit	300tests	39,800
349-10251	LL03	LLPS Characterization-dye Set	1set	39,800
347-90911	LK01	Fluorescein Labeling Kit - NH <sub>2</sub>	3samples	28,700
341-09341	N511	Nucleolus Bright Green	60nmol	34,900
348-09351	N512	Nucleolus Bright Red	60nmol	34,900

…2~10℃保存 …-20℃保存 …-80℃保存 …-150℃保存 表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。  
掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社Webをご参照下さい。

## オンラインSPE-LC/MSシステムによる水中PFASの全自動分析法の開発と抽出法の検討 ～対象成分の拡大と溶媒抽出によるイオン交換阻害物質の除去～

株式会社アイスティサイエンス 佐々野 僚一、松尾 俊介

### 1. はじめに

PFASとは主に炭素とフッ素からなる化学物質で、その中の3成分であるPFOA、PFOSおよびPFHxSは国際条約（POPs条約）において製造・輸入等の規制がされている。海外では分析対象が3成分以外の数十成分へ拡大しており、今後、分析装置や試験法の技術革新が求められてくると考えられる。アイスティサイエンス（当社）は、効率化を提案し分析前処理の自動化装置を開発している。本投稿では水質分析において、有機溶媒抽出法や富士フィルム和光純薬社製混合標準液を用いた対象成分拡大の検討について最新情報を紹介する。

### 2. 抽出法の開発

現在普及している試験法では、採水した水（検水）をそのまま、もしくはフィルターを過した後に固相抽出を行うことが多い。当社も同様の理論で固相抽出装置を用いた分析も行ってきた。ただ、いくつかの環境水を試したところ、回収率が悪化したものがあり、その一つが河口付近の河川水だった。現在普及している固相抽出に使用している固相はWAX（弱陰イオン交換樹脂）が多いが、PFAS構造式中の陰イオン部分が吸着する相互作用を利用して、河口付近の河川水は比較的海水の比率が多いため、本来PFASが保持される固相側の陽イオン官能基に海水由来の無機陰イオンが吸着し、PFASの保持が阻害されていることが予想された。そこで当社は、阻害を回避すべく有機溶媒による抽出法を考案し検討を行った。

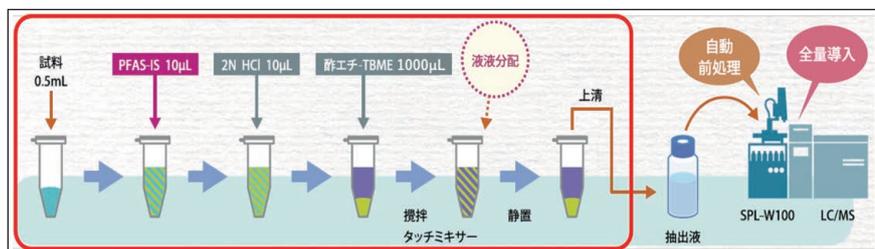


図1. 有機溶媒抽出工程

### 2.1. 溶媒抽出の工程

溶媒抽出の工程を図1に示す。チューブに検水を0.5mL分取後、塩酸を添加する。塩酸を添加することで、PFASは非解離、無機塩はそのまま解離状態となる。続いて、酢酸エチル：*t*-ブチルメチルエーテル（TBME）=1：1混液を添加し撹拌する。その後、静置すると有機溶媒層と水層に分離し、非解離状態のPFASは有機溶媒層、無機塩は水層に分かれることで除去できる。この他溶媒抽出のメリットとして、容器や浮遊物に吸着したPFASも抽出できる。抽出によって得られた有機溶媒層をバイアルに分取しオンラインSPE-LCシステムにセットする。

### 3. オンラインSPE-LC/MSシステム

#### 3.1. システムの概要

当社では固相抽出からLC/MS測定まで全自動で分析可能なシステムを提案している（図2）。インジェクション信号が当該装置に送られると、抽出液分取から固相抽出、LC/MS測定までの全自動分析が可能である（図3）。また、測定中に次の試料がオーバーラップし固相抽出がされるため、ハイスループット化も実現している。

#### 3.2. 専用固相カートリッジ Flash-SPE

当該システムで使用している固相カートリッジ（図3）は、充填材量が数mgとごく微量で試験スケールのコンパクト化を実現している。また、ストレート構造による通液・通気がスムーズで固相の乾燥も1～2分程度で行える。その他、上下ともに配管を接続できるプレスフィット構造を有し、ノ

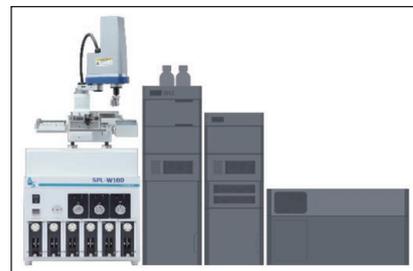


図2. オンライン SPE-LC/MS システム (SPL-W100)

ズルを使用した検水の負荷と溶出液のバルブへの注入を可能としている。

#### 3.3. 混合注入バルブシステム (MiVS、図3)

逆相モードの固相抽出では有機溶媒比率の高い液が溶出することになる。先述したFlash-SPEは、ごく微量とはいえ溶出に数十μLの体積を必要とする。この有機溶媒比率が高い溶出液をLCカラムに全量導入すると、LCカラム入り口で保持が難しくピーク形状が悪化する問題がある。これを解決するため「混合注入バルブシステム (MiVS)」(※特許取得)を開発した。溶出液をバルブを介してループに溜める。その際に、もう一方のバルブ入り口から水を混合することでループ内にて水の比率（極性）を高めることができる。極性が高くなった試料液はLCカラムに導入されると、カラム入り口で保持・濃縮されピーク形状が向上する。PFAS分析ではこの混合機能を中和としても使用している。その他、誘導体化などにも応用可能だ。

### 4. 添加回収試験

PFASの混合標準液（富士フィルム和光純薬社製）を用い添加回収試験（図4）を行ったところ、先述した3成分を含む多くの成分で検量線の直線性、回収率、再現性ともに良好な結果が得られた。当該システムでは、検量線も固相抽出を行って回収率を算出し、絶対検量線法で定量している。一部低極性の数成分が低回収率となったが、現在改善に着手している。

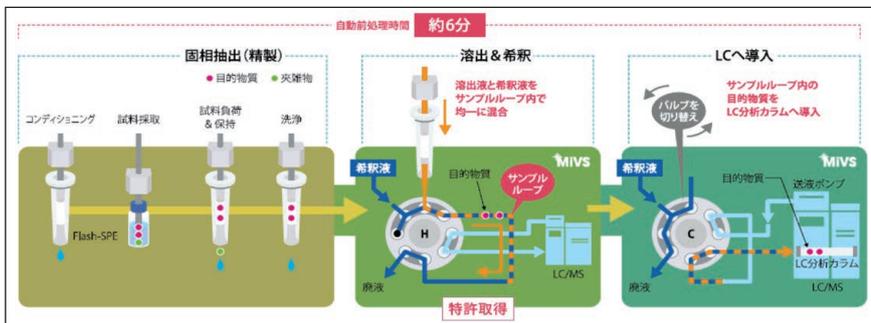


図3. オンライン SPE-LC/MS システム 自動工程

### 5. オンラインSPE-LCシステムのメリット

当該システムは先述の通り、検水量は0.5～1mLで十分なため、従来法に比べスケールを数十から百分の程度に抑えられる。溶媒や廃液の大幅な削減につながり、コスト削減の他グリーンケミストリーにも貢献できる。ま

た、試験だけではなく採水現場にもメリットがある。検水量の減量は、作業労力、危険性、運搬、保管、廃棄、ボトル洗浄などにおける負担の大きな軽減につながる。

その他、本題とは逸れるが、当該システムはPFAS専用ではなく、固相抽

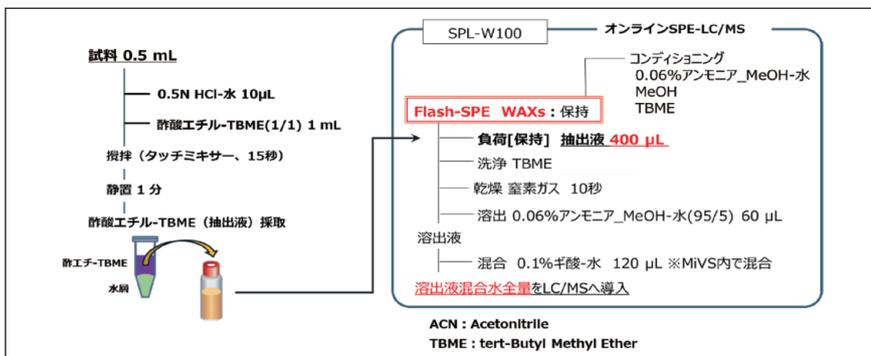


図4. 添加回収試験工程

出を必要とするLC/MS分析全般に活用できる。たとえば、残留農薬や動物用医薬品、添加物、カビ毒、成分分析など多岐に応用可能な技術であり、精製や濃縮を必要とする様々なLC/MS (HPLC) 分析に対応可能である。

### 6. 謝辞

当該システムは下記の皆さまの協力を得て開発、技術改良に取り組んでおり、今後も継続していく予定である。この場を借りてあらためて感謝申し上げます。

埼玉県環境科学国際センター：

竹峰秀祐様、高沢麻里様  
株式会社島津製作所：

小林まなみ様、前島希様、渡辺淳様

### 【参考文献】

- ・環境省Webサイト：<https://www.env.go.jp/>
- ・佐々野俊一<sup>1,3</sup>、浅井智紀<sup>1</sup>、渡辺淳<sup>2</sup>、伊藤里恵<sup>3</sup>、龜山浩<sup>3</sup>：「オンラインSPE-LC/MSシステムを用いた河川水中のPFOA分析法の開発」, p.658 (第30回環境化学討論会 講演要旨集) (2022年) (1 株式会社アイスティサイエンス, 2 株式会社島津製作所, 3 星薬科大学)
- ・高沢麻里<sup>1</sup>、竹峰秀祐<sup>1</sup>、佐々野俊一<sup>2,3</sup>、龜山浩<sup>3</sup>：「環境中に含有されるPFASのオンラインSPE-LC-MS/MS手法構築に向けた検討」, p.467 (第32回環境化学討論会 講演要旨集) (2024年) (1 埼玉県環境科学国際センター, 2 株式会社アイスティサイエンス, 3 星薬科大学)

### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
162-29071	3 PFCs Mixture Standard Solution (PFHxS, PFOS, PFOA each 2μg/mL Methanol Solution) <sup>*1</sup>	水質試験用	1mL×5A	33,000
169-29123	3 PFC Internal Standards Mixture Solution	水質試験用	1mL	49,500
163-29121	(PFHxS- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> , PFOS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub> , PFOA- <sup>13</sup> C <sub>8</sub> each 2μg/mL Methanol Solution) <sup>*1</sup>	水質試験用	1mL×5A	209,000
162-29853	7 PFCs Internal Standards Mixture Solution (PFBS- <sup>13</sup> C <sub>4</sub> , PFBA- <sup>13</sup> C <sub>4</sub> , PFPeA- <sup>13</sup> C <sub>5</sub> , PFHxA- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> ,	水質試験用	1mL	105,000
166-29851	PFHpA- <sup>13</sup> C <sub>7</sub> , PFNA- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> , GenX- <sup>13</sup> C <sub>3</sub> each 2μg/mL Methanol Solution) <sup>*2</sup>	水質試験用	1mL×5A	472,500
163-29861	26 PFCs Mixture Standard Solution (each 2μg/mL) <sup>*1</sup>	環境分析用	1mL×5A	70,000

※1 第1種特定化学物質を含むためご購入の際は、「確約書」が必要となります。

※2 本品の使用に関しましては、特に法的な規制はございませんが、「化審法第一種特定化学物質」が不純物として微量含有している可能性がありますので、ご購入の際は「1,2,4-トリクロロベンゼン等を試験・研究用に使用することを確認する証」が必要です。

メーカー	コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
アイスティサイエンス	SA-4110-003	Flash-SPE C18	100個	29,800

※オンラインSPE-LC/MSシステムに関するお問い合わせは、株式会社アイスティサイエンスにご相談ください。

☑️…2～10℃保存    ☑️…20℃保存    ☑️…80℃保存    ☑️…150℃保存    表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社Webをご参照下さい。

## スペクトル型フローサイトメトリーが切り開く新しい細胞解析の世界 ～スペクトル型セルアナライザーとセルソーターの測定原理～

ソニー株式会社 ライフサイエンス&テクノロジー事業部 石原 誠人

近年の生命医学分野の研究の進歩に伴い、生体内のより詳細な細胞分類と、それに伴う各細胞集団の生理的役割の追究が必要とされてきている。フローサイトメトリー（FCM）は、同時に複数のマーカー分子の発現プロファイルを解析可能であるとともに分類された細胞群の単離（ソーティング）が可能なることから、先の研究トレンドに対してこたえ得る解析技術であると言える。しかし、同時に解析するマーカー数の増大に伴い、蛍光を利用した従来のFCMでは蛍光色素間の補正の必要性が増えることとなり、殊に10色以上の解析は時間的消費と技術的困難が伴うことが課題となっていた。それに対し、2012年にソニーが世界に先駆けてFCMに導入したスペクトル技術は蛍光色素間の補正過程を大幅に軽減することで、超多色解析を現実的なものにした。本稿では、ソニーのスペクトル型フローサイトメーターのフラッグシップモデルであるセルアナライザー ID 7000およびセルソーター FP 7000の原理と特徴を紹介する。

### 1 スペクトル型FCMについて

スペクトル型FCMは、従来のFCM解析であるような「1蛍光色素対1蛍光チャンネル」の蛍光解析方法を使わず、Spectra Unmixingと言われる計算方法を使用し、従来の蛍光補正を行わずに各蛍光色素の定量値を算出する。このSpectra Unmixingは、(1) ビーズないし細胞での単染色からの蛍光色素特有のSpectra抽出、(2) Fully stained sample解析の2段階のステップを踏むこととなる。以下に簡単にこの原理を説明する。各蛍光色素は波長を横軸、強度を縦軸に取った時に特有の蛍光分布を持っている。この蛍光分布がSpectraと称され、これらは単一の蛍光色素で染色された微粒子担体及び染色されていない微粒子担体の

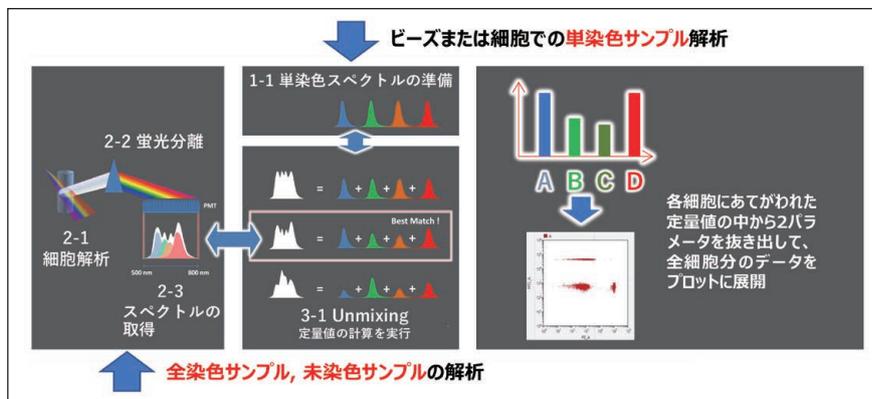


図1. Spectra Unmixingによる定量解析原理

- (1) 単染色サンプルからスペクトルを取得する。
- (2) 当該色素で染められたサンプルを流し、1細胞由来のスペクトルとシミュレーション値を比較する。
- (3) 最も合致するシミュレーション値に紐づけられた蛍光スペクトルの混合量から定量結果を算出する。

Spectraの差分から抽出することが可能である。この工程に使用する担体として一般的に細胞、またはビーズが使用される。このSpectra抽出をFully stained sampleで使用する蛍光色素すべてに対して実施し、あらかじめデータベースに保存しておく。この状態を実現すると、コンピュータ上ではこれらのSpectraを様々な量的バランスで混ぜ合わせた時に合算値がどのようなパターンをとるかシミュレーションできる。理論上、Fully stained sampleに含まれる各細胞のtotal spectrumは必ずこのシミュレーションで得られる解に含まれることとなり、結果この解となるシミュレーション値を算出するために混ぜ合わされた個々の蛍光色素のSpectra量がFCM上での相対定量値と同義の意味を持つこととなる。この計算過程をSpectra Unmixingと呼ぶ。この状態からFully stained sampleを解析し、各細胞に対してSpectra Unmixingを実施すると、各々の細胞の蛍光色素毎の相対定量値が計算され、従来のFCM解析と同等のDot plotを蛍光色素間の補正を実施せずに得ることができる（図1）。この結果、パネルに使用する蛍光数が増えることによって問題となっていた補正にかかる時間の問題を大幅に軽減することが

可能となった。この観点から、複数の色数を使用したFCM解析では従来の「1蛍光色素対1蛍光チャンネル」方式のFCMよりもSpectra Unmixingの方が合理的な手法であると言える。

### 2 スペクトル型セルアナライザー (ID7000) について

ID 7000はスペクトル型アナライザーの最高峰であり、最大7レーザーを搭載可能で40～50色程度までの同時解析が可能である（図2）。また、ソニー独自の技術により、前項(1)のSpectra抽出における感度設定は(2)のFully stained sampleにおける感度設定と一致させる必要がないため、Spectraの使いまわしが可能となっている。この結果、生理条件下で永続的にSpectraに変化のないnon-tandem色素（FITCやPEなど）は異なる感度設定下においても理論上、半永久的に取り込んだSpectraを使いまわすことが可能となり、いわゆる単染色サンプルの準備の必要性を軽減できる。これらはユーザビリティを極限まで考慮したID 7000ソフトウェア上で実施可能で、簡便性が従来のFCMよりも格段に向上することが期待できる。さらに、ID 7000には空気吸引、

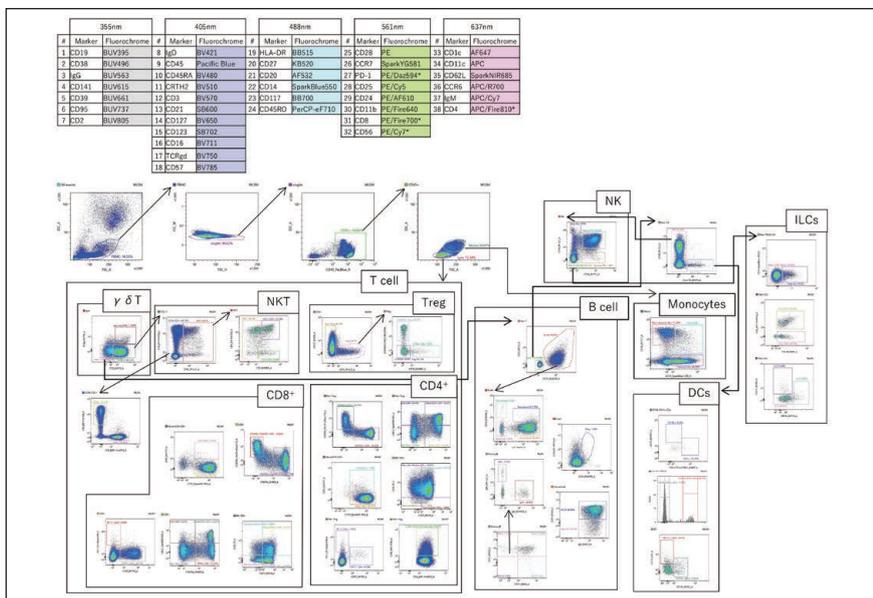


図2. ID7000 で取得したデータの一例 (38 色染色)

詰まりを自動検出した上でバックフラッシュを自動で実施する自動正常復帰機能 (Event Check 機能) が搭載されており、これまで安定性・信頼性の観点で疑義が持たれることが多かったオートサンプラーを信頼できる機能として使用可能となった。この結果、多検体処理での革新的な利便性の向上を実現した。また、本稿では詳述はしないが、スペクトル型FCMでは、いわゆる自家蛍光除去を実施する事が可能なため、自家蛍光性細胞が多く存在する組織由来のサンプルなど、従来のFCM解析で得ることができなかった正確性の高い定量結果を得ることが可能である。したがって、例えば組織に

浸潤してくる免疫細胞の解析では、今後スペクトル型FCMがスタンダードな手法となっていくと予想される。また、ID 7000 には、Standardization 機能が搭載されており、データ取得タイムポイントが異なっていたとしても感度設定を一定にしていれば、常に同等の定量結果が得られるため、タイムコースアッセイやランダムに検体が届く臨床研究では極めて合理的なシステムとなっている。

### 3 スペクトル型セルソーター (FP7000) について

この度、ID 7000 の解析技術をベ-

スとしたセルソーター FP 7000 を発売する。FP 7000 ではここまで説明してきた (a) Spectra Unmixing を利用した定量解析、(b) 自家蛍光除去機能を利用した高精度解析、および (c) Standardization 機能によるデータの安定性が期待できる解析プラットフォームの上にソーティング機能が付き、ソーティングでは 70  $\mu$ m nozzle では 28,000 eps でのソーティングが可能で、超多色解析下でのレアポピュレーションのソーティングが可能である。ソーティングは様々なフォーマットで行う事ができ、Tube タイプはオプションを含めると 1.5mL、5mL、15mL、50mL を実施可能で、プレートは 384-well タイプまで対応している。また、ID 7000 で作成した Experiment を FP 7000 で展開し、かつソーティングに用いることが可能なため、仮に ID 7000 および FP 7000 を両方とも使える環境下であればアナライザーからソーターへのシームレスな解析プラットフォームの移譲を実現することも可能である。

以上のように、セルアナライザー ID 7000 およびセルソーター FP 7000 は、研究者の方々に高精度な解析が可能な Spectra Unmixing を現実解として提供することができる革新的なシステムとして、世界の最先端の研究領域に貢献できることを切に願っている。

## ソニー(株) スペクトル型フローサイトメーター



セルアナライザー ID7000

セルソーター FP7000

### 特長

- スペクトル型FCMでハイパラメーターのデータ取得が可能
- 初心者でも安心して操作できるユーザーフレンドリーなソフトウェアを装備

詳細は当社Webをご覧ください。

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/equipment/cell/index.html>



# Information

## 製品の容器ラベルに二次元コードの貼付を開始！



製品容器ラベルに二次元コード（QRコード\*）を追加しました。QRコードを読み取るだけで製品規格書やSDSなどの確認書類を簡単に閲覧できます。日々の研究活動にぜひご活用下さい。  
\*QRコードは株式会社デンソーウェブの登録商標です。

### QRコードの活用で製品情報を簡単に入手！



- ✓ **簡単なアクセス**  
スマホでQRコードをスキャンするだけ！
- ✓ **詳細情報の取得**  
ラベルには記載しきれない詳細な情報を閲覧可能！
- ✓ **リアルタイムな情報**  
最新の情報にアクセスできるため、正確な情報を得ることが可能！
- ✓ **購入サポート**  
製品カタログや問い合わせフォームから追加情報を得ることが可能！

### こんな情報が確認できます！

(製品によって掲載内容は異なります)

#### ドキュメント

SDSや製品規格書、検査成績書など

#### 概要・使用例

CAS RN®、保存条件、適用法令、GHSなどの概要や使用用途

#### 物性情報

外観、溶解性、沸点、密度、純度など

## 『試薬お客様相談室チャットボット』のご紹介

チャットボットを活用いただくことで、迅速に問題を解決できる場合がございます。お問合せ前に『チャットボット』をご活用下さい。

当社Web右下のアイコンをクリックすると起動します。

画面に表示されるカテゴリを選択いただくか、検索窓にキーワードをご入力下さい。「Q&A」や「情報掲載Webサイト」などをご案内します。  
(※製品検索はできません)

チャットボットで対応できない質問は、引き続きお問い合わせフォームにて対応いたします。

最後に「お役に立ちましたか？」とアンケートが表示されます。

質問への回答精度向上や質問カテゴリの拡充のために結果を活用します。ぜひアンケートへのご協力をお願いいたします。



## 医薬品製造用原料

### CertiPro シリーズ

Wako

当社では、医薬品の製造工程に使用可能な「医薬品製造用原料」を提供しています。日本薬局方および日本薬局方外医薬品規格（局外規）、医薬品添加物規格（薬添規）等公定書収載品目の他、公定書に収載のない（non-compendialな）成分では当社の自主規格品を取り揃え、管理基準により、CertiPro（GMP 管理品）と CertiPro-L（ISO9001 管理品<sup>\*</sup>）に区分しています。

一部品目では、日本薬局方、局外規、薬添規への適合に加え、USP-NF（米国薬局方 - 国民医薬品集）、Ph.Eur.（欧州薬局方）規格項目への適合、エンドトキシン試験を実施しています。

※製造・品質管理などの一部を GMP 管理しています。

### CertiPro 新製品

コード No.	品名	規格	適合規格		容量	CAS RN <sup>*</sup>	エンドトキシン
			USP-NF	Ph.Eur.			
NEW 013-28757	アセチルシステイン「製造専用」	日本薬局方	✓	✓	10kg	616-91-1	10EU/g 未満
NEW 199-19415	炭酸水素ナトリウム「製造専用」	日本薬局方	✓	✓	500g	144-55-8	10EU/g 未満
NEW 195-19417					10kg		

### CertiPro-L 新製品

コード No.	品名	規格	適合規格		容量	CAS RN <sup>*</sup>	エンドトキシン
			USP-NF	Ph.Eur.			
NEW 021-19925	パラオキシ安息香酸	日本薬局方	(NF)	✓	500g	94-26-8	10EU/g 未満
NEW 027-19927	ブチル「製造専用」	日本薬局方			10kg		
NEW 027-19905	Bis-Tris	-	-	-	500g	6976-37-0	10EU/g 未満
NEW 086-10755	HEPES	-	-	-	500g	7365-45-9	10EU/g 未満
NEW 138-19565	MES	-	-	-	500g	145224-94-8	10EU/g 未満
NEW 139-19615	MOPS	-	-	-	500g	1132-61-2	10EU/g 未満

※詳細及びCertiProシリーズの製品一覧は当社Webをご覧ください。

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/pharmaceutical-raw-materials/index.html>



## フレキシブル認定を活用した CRM 品目追加

### 残留農薬試験用標準物質

Wako

当社では、2023年に国内で初めて取得した標準物質生産者の包括的認定（フレキシブル認定）を活用し、残留農薬試験用 CRM のラインアップを拡大しています。

## 農薬標準品規格の比較

当社規格	残留農薬試験用 [CRM] <sup>*1</sup>	TraceSure <sup>®</sup>	Traceable Reference Material (TRM)	残留農薬試験用 [non-CRM]
認定制度	ASNITE		-	-
計量参照	NIST SRM等	NMIJまたはCERIによる校正		-
MRA 対応	○		-	-
認証書	IAJapan 認証書		-	-
SIトレーサブル		○		-

## 農薬標準品 (CRM) 新製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 011-28611	Acetamiprid Reference Material [CRM] [劇]III Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	12,000
NEW 019-28771	Acrinathrin Reference Material [CRM] Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	25,000
NEW 018-28621	Alachlor Reference Material [CRM] Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	16,000
NEW 166-29471	trans-Permethrin Reference Material [CRM] Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	30,000
NEW 169-29461	Piperonyl Butoxide Reference Material [CRM] [危] Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	照会

## 動物用医薬品標準品 (non-CRM) 新製品

当社が定めた分析条件で含量規格値を設定した標準品です。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 121-04723	Lufenuron Standard Ref <sup>°</sup>	残留農薬試験用	100mg	22,000

## ポジティブリスト制度対応農薬混合標準液 PL シリーズ新製品

PL シリーズは、残留農薬および動物用医薬品の一斉分析に最適な混合標準液です。本製品は、従来の PL-2-1 から化審法第一種特定化学物質のメトキシクロルを除いたポジティブリスト制度対応の 30 種農薬混合標準液です。これに伴い、PL-2-1 は現在庫をもって販売終了します。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 160-29871	Pesticide Mixture Standard Solution PL-2-2	残留農薬	1mL	照会
NEW 166-29873	(each 20µg/mL Acetone Solution) [劇] [劇]III Ref <sup>°</sup>	試験用	1mL×5A	照会
NEW 164-22973	Pesticide Mixture Standard Solution PL-2-1	残留農薬	1mL	販売終了
NEW 168-22971	(each 20µg/mL Acetone Solution) [毒]I [劇] [劇]III Ref <sup>°</sup>	試験用	1mL×5A	予定

## 固相抽出カラム新製品

Presep<sup>®</sup> Agri は親水性のステレンジビニルベンゼン - ポリメタクリレート樹脂を用いた固相抽出カラムです。低極性から中・高極性までの幅広い化合物の濃縮に最適です。残留農薬の前処理では、回収が困難とされている高極性成分や金属配位性成分等（アシュラム・オキシン銅）の濃縮にも使用できます。Presep<sup>®</sup> Agri は、現在庫をもって販売終了し、代替品として Presep<sup>®</sup> Agri-II を発売します。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 297-37061	Presep <sup>®</sup> -C Agri-II (Short)	試料前処理用	10個×5	照会
NEW 293-37041	Presep <sup>®</sup> Agri-II (500mg/6mL)		50本	照会
NEW 296-32651	Presep <sup>®</sup> -C Agri (Short)	試料前処理用	10個×5	販売終了
NEW 291-26851	Presep <sup>®</sup> Agri		50本	予定

詳細は当社Webをご覧ください。

試薬事業トップ→分析→農薬・動物用医薬品混合標準液検索  
<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/search/pesticides.html>



Ref<sup>°</sup>…2～10℃保存 F<sup>°</sup>…-20℃保存 [劇]…80℃保存 [劇]III…150℃保存 表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。  
掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社Webをご参照下さい。

## 新製品追加！

### PFAS 試験用試薬

Wako

PFAS (有機フッ素化合物) は難分解性、高蓄積性を有するため、POPs条約を始めとして国内外でさまざまな規制の対象となっています。国内の水道水質基準においてはPFOS、PFOAが水質管理目標設定項目、PFHxSが要検討項目に設定されています。また令和8年4月以降に新たに7物質 (PFBS・PFBA・PFPeA・PFHxA・PFHpA・PFNA・GenX) が要検討項目へ追加される予定です。当社ではPFAS分析に使用できる溶媒、標準品、分析用カラム等を取り揃え、この度、下記製品を発売しました。

#### 混合標準液・混合内部標準液<sup>※1</sup>

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
162-29071	3 PFCS Mixture Standard Solution (PFHxS, PFOS, PFOA each 2 μg/mL Methanol Solution) <sup>※2</sup>  	水質試験用	1mL×5A	33,000
169-29123	3 PFC Internal Standards Mixture Solution (PFHxS- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> , PFOS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub> , PFOA- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> each 2 μg/mL Methanol Solution) <sup>※2</sup>  	水質試験用	1mL	49,500
NEW 162-29853	7 PFCs Internal Standards Mixture Solution (PFBS- <sup>13</sup> C <sub>4</sub> , PFBA- <sup>13</sup> C <sub>4</sub> , PFPeA- <sup>13</sup> C <sub>5</sub> , PFHxA- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> , PFHpA- <sup>13</sup> C <sub>7</sub> , PFNA- <sup>13</sup> C <sub>6</sub> , GenX- <sup>13</sup> C <sub>3</sub> each 2 μg/mL Methanol Solution) <sup>※3</sup>  	水質試験用	1mL	105,000
NEW 163-29861	26 PFCs Mixture Standard Solution (each 2 μg/mL) <sup>※2</sup>  	環境分析用	1mL×5A	70,000

※1 直鎖化合物の濃度が明確な標準液です。

※2 第1種特定化学物質を含むためご購入の際は、「確約書」が必要です。

※3 本品の使用にしましては、特に法的な規制はございませんが、「化審法第一種特定化学物質」が不純物として微量含有している可能性があり、ご購入の際は「1,2,4-トリクロロベンゼン等を試験・研究用に使用することを確認する証」が必要です。

#### 【26種 有機フッ素化合物混合標準液組成】

成分名	略称	成分名	略称
Perfluorobutanoic Acid	PFBA	Perfluorobutanesulfonic Acid	PFBS
Perfluoropentanoic Acid	PFPeA	Perfluoropentanesulfonic Acid	PFPeS
Perfluorohexanoic Acid	PFHxA	1H,1H,2H,2H-Perfluorohexanesulfonic Acid	4:2FTS
Perfluoroheptanoic Acid	PFHpA	Perfluoroheptanesulfonic Acid	PFHpS
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctanesulfonic Acid	6:2FTS	Perfluorooctanesulfonamide	PFOSA
N-Methylperfluoro-1-octanesulfonamide	N-MeFOSA	N-Ethylperfluoro-1-octanesulfonamidoacetic Acid	N-EIFOSAA
Perfluorononanoic Acid	PFNA	Perfluorodecanoic Acid	PFDA
Perfluorodecanesulfonic Acid	PFDS	1H,1H,2H,2H-Perfluorodecanesulfonic Acid	8:2FTS
(Z)-2H-Perfluoro-2-decenoic Acid	8:2FTUCA	Perfluoroundecanoic Acid	PFUnDA
Perfluorododecanoic Acid	PFDoDA	Perfluorotridecanoic Acid	PFTriDA
Perfluorotetradecanoic Acid	PFTeDA	Perfluorohexadecanoic Acid	PFHxDA
Perfluoro(2-ethoxyethane)sulfonic Acid	PFEESA	Perfluoro-4-methoxybutanoic Acid	PFMBA
Perfluoro-3-methoxypropanoic Acid	PFMPA	Perfluoro(2-methyl-3-oxahexanoic) Acid	HFPO-DA (GenX)

#### 固相抽出カラム

本カラムはジビニルベンゼン-ポリメタクリレート系ポリマーに陰イオン交換基を導入した充てん剤を用いた固相抽出カラムです。ペルフルオロオクタン酸 (PFOA) をはじめとするペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロ

アルキル化合物 (PFAS) の回収が可能です。従来のカラムでは回収が困難とされてきた炭素鎖の短いPFC から炭素鎖の長いPFASまで幅広く、高い回収率が期待できる製品です。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 291-37081	Presep <sup>®</sup> -C PFAS (Short)	試料前処理用	10個×5	50,000
NEW 294-37071	Presep <sup>®</sup> PFAS (60mg/3mL)	試料前処理用	100本	65,000

## 新製品追加！

### アミノ酸分析用試薬

Wako

アミノ酸は食品栄養素として重要な化合物で、人の身体は約20%がアミノ酸で構成されています。生体液中のアミノ酸の変動は、身体の代謝や疾患の指標として利用されています。当社では、誘導体化試薬や標準品、各種自動分析装置に対応した試薬、緩衝液等を取り揃えています。この度、D体としての認証値を付与したD-セリン標準物質を発売しました。

#### ■ D-アミノ酸標準物質

近年、D-アミノ酸が生命活動の様々な局面で働いていることが示唆されています。その中でもD-セリンは腎機能における急性腎障害のバイオマーカーとしての役割が期待されています。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 195-19451	D-Serine Reference Material [CRM] 	アミノ酸分析用	50mg	照会

#### ■ 誘導体化試薬

(R)-BiACは、D/Lアミノ酸をLC/MS (プレカラム誘導体化法) で分析する際の誘導体化試薬です。本品と専用の試薬セットを用いる事で、キラルアミノ酸分析を高分解度・短時間かつ、専用機器を用いることなく行えます。

#### 【参考文献】

- 唐川幸聖, 原田真志: 和光純薬時報, 87 (1), 5 (2019)
- 唐川幸聖: 和光純薬時報, 92 (1), 18 (2024)

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
025-19761	(R)-BiAC 	アミノ酸分析用	5mg	22,000
296-86001	(R)-BiAC誘導体化試薬セット <sup>※</sup> 	アミノ酸分析用	1キット	11,000
235-64051	Wakopak <sup>®</sup> Ultra APDS TAG <sup>®</sup> φ2.1 mm × 100 mm (D)	-	1本	132,000

※(R)-BiAC用緩衝液と反応停止剤のセットです。本キットでは誘導体化操作をより簡便に行うことができます。

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→分析→アミノ酸・ペプチド・タンパク質  
<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/analysis/aminoacid/index.html>



## 新製品追加!

### JCSS 標準液

Wako

JCSSとは「Japan Calibration Service System」の略称で、計量法に基づく計量法トレーサビリティ制度を表しています。JCSS標準物質は、SIトレーサビリティが確保されており、JCSS標準付き証明書が添付された製品です。

当社は、国際MRA対応JCSS登録事業者としてIAJapanより認定を受け、JCSS標準液（無機（イオン、金属）、有機、pH）を販売し、この度下記製品を発売しました。これに伴い、原子吸光分析用は在庫をもって販売終了となります。

### JCSS 新製品

コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
027-19961	ベリリウム標準液 (Be 1000)	JCSS	100mL	4,600
024-19351	ベリリウム標準液 (Be 100)	原子吸光分析用	100mL	販売終了予定

詳細は当社Webをご覧ください。

試薬事業トップ→分析→ICP→単元素標準液→JCSS元素標準液・原子吸光分析用標準液

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/01299.html>



## フレキシブル認定を活用した認証標準物質

### 多元素混合標準液 ICH Q3D 用

Wako

ICH Q3Dとは医薬品に含まれる元素不純物の管理のためのガイドラインで、医薬品規制調和国際会議 (International Council for Harmonization of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use; ICH) にて検討されたものです。平成27年9月30日付で厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知（薬食審査発0930第4号）「医薬品の元素不純物ガイドラインについて」が発出され、平成29年4月1日以降新たに承認申請される新医薬品（新製剤）から適用されています。

当社は2023年3月に日本初のASNITE認定に基づいた、元素標準物質生産者の包括的認定（フレキシブル認定）を取得し、この度、質量比混合法の認定を取得しました。これに伴い、ICH Q3D用多元素混合標準液をSIトレーサブルな認証標準物質（CRM）へ切り替えを行い、従来品は在庫をもって販売終了となります。

コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
138-19641	多元素混合標準液 ICH Q3D 経口剤用 [認証標準物質]	ICP分析用	100mL	23,000
138-18801	多元素混合標準液 ICH Q3D 経口剤用	ICP分析用	100mL	販売終了予定

組成：Ni200, V100, Co50, As15, Cd5, Pb5 (mg/L) 5 w/w%硝酸

詳細は当社Webをご覧ください。

試薬事業トップ→分析→ICP→多元素一斉分析→ICP分析用 多元素混合標準液

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/00342.html>



## in vitro 転写反応に最適!

### mRNA 合成用 リボヌクレオシド三リン酸 (rNTP)

Wako

mRNAは遺伝情報の伝達を担い、タンパク質の合成に重要な役割を果たすRNAの一種です。タンパク質は、RNAポリメラーゼによって鋳型DNA（遺伝情報）から転写されたmRNAに翻訳因子であるリボソームが結合し、翻訳が行われることで合成されます。近年では、必要なタンパク質を供給するために生体外で人工的に合成したmRNAを体内に投与し、ワクチンや治療薬として用いるmRNA医薬品が注目を集めています。

本品は、mRNAの基本構成成分であるリボヌクレオシド三リン酸 (rNTP) です。これらのrNTPは、DNase/RNaseやエンドトキシンに関する規格を設けているため、in vitro 転写反応にも安心して使用できます。

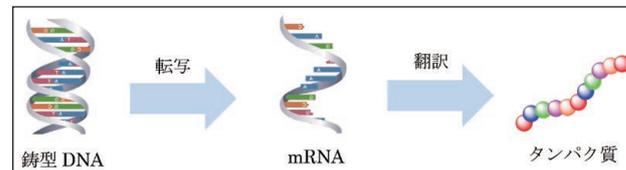


図. タンパク質の合成過程

(イラスト引用元)

- ・研究ネット (<https://www.wdb.com/kenq/illust/dna-double-helix>)
- ・研究ネット (<https://www.wdb.com/kenq/illust/rna>)

### 特長

- DNase/RNase フリーを保証
- エンドトキシン 1EU/mL 未満を保証
- 転写機能を検証済

コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
012-28761	100mmol/L Adenosine 5'-Triphosphate Sodium Solution (略称: ATP)	核酸合成用	100μL	8,000
018-28763	Sodium Solution (略称: ATP)	核酸合成用	1mL	32,000
031-26251	100mmol/L Cytidine 5'-Triphosphate Sodium Solution (略称: CTP)	核酸合成用	100μL	8,000
037-26253	Sodium Solution (略称: CTP)	核酸合成用	1mL	32,000
074-06921	100mmol/L Guanosine 5'-Triphosphate Sodium Solution (略称: GTP)	核酸合成用	100μL	8,000
070-06923	Sodium Solution (略称: GTP)	核酸合成用	1mL	32,000
211-01671	100mmol/L Uridine 5'-Triphosphate Sodium Solution (略称: UTP)	核酸合成用	100μL	8,000
217-01673	Sodium Solution (略称: UTP)	核酸合成用	1mL	32,000

詳細は当社Webをご覧ください。

試薬事業トップ→合成・材料→核酸合成→mRNA合成用 試薬→天然ヌクレオシド三リン酸

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03421.html>



## オリゴヌクレオチド合成の新たな担体

### 非膨潤性ポリスチレン担体 Aminolinker PS

Wako

オリゴヌクレオチドの合成には、速度や操作の簡便さから、固相合成法が一般的に用いられます。この方法では、固相担体に結合したユニバーサルリンカーやヌクレオシドを起点に、オリゴヌクレオチドの伸長反応が進みます。固相合成に用いられる担体にはいくつかの種類があり、代表的なものとして多孔質ガラス（CPG）や架橋ポリスチレン（非膨潤性および膨潤性ポリスチレン）が挙げられます。

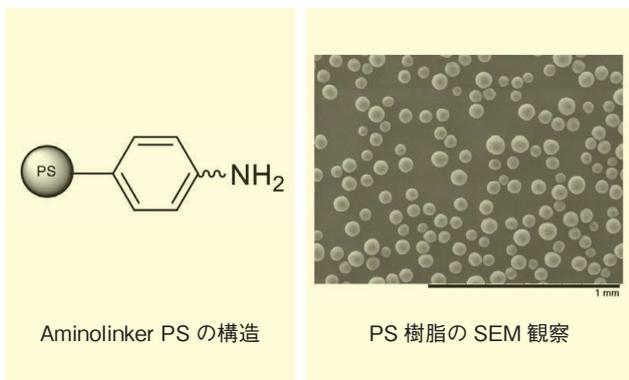
非膨潤性ポリスチレンの担体は、縮合効率が高く（合成純度が良好）、洗浄が容易であるという利点がありますが、リンカー導入量が少ないため、大規模合成には適しません。一方で、膨潤性ポリスチレンの担体はローディング量が多く、高収量での合成が可能ですが、洗浄効率が劣るという欠点があります。このように、合成する核酸の品質、スケール、鎖長に応じて、適切な担体を選ぶことが重要です。

この度、新たに核酸合成用の非膨潤性ポリスチレン担体を発売しました。本品はアミノリンカー構造を末端修飾としており、ユニバーサルリンカーやヌクレオシドを結合させることで、オリゴヌクレオチド合成に利用可能です。

### 特長

- オリゴヌクレオチドの化学合成に用いる固相担体
- 多孔性の非膨潤性ポリスチレン担体
- ポリスチレン樹脂の粒子径や形状、細孔径などの物理的なパラメータを精密に制御

### Aminolinker PS の構造と担体形状



コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
018-28981	Aminolinker PS 1000A, Standard Loading	核酸合成用	1g	11,000

### 物性

Aminolinker PS 1000A	
粒子径	53 ~ 100 μm
細孔径	1000Å (100nm)
乾燥体積	3.9mL/g
アセトニトリル膨潤体積	4.1mL/g
トルエン膨潤体積	4.1mL/g
反応基の種類	NH <sub>2</sub>
リンカー修飾量	40 ~ 60 μmol/g

### 反応例

#### Aminolinker PS 1000A を用いたオリゴヌクレオチド合成 (T<sub>10</sub>) の合成 (DMTr-Off モード)

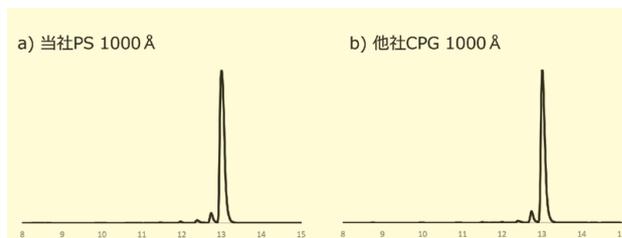
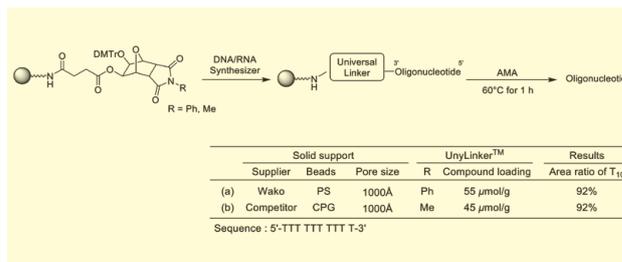


Figure HPLC analysis of ONs released from T<sub>10</sub>-loaded (a) UnyLinker™ PS 1000Å (R=Ph) and (b) UnyLinker™ CPG 1000Å (R=Me) under Basic conditions. Basic condition: AMA at 60°C for 1 h.

#### HPLC Condition of Oligonucleotide

Column size: Wakopak® Ultra C18-2 φ 2.1 mm × 100 mm (D)  
 Mobile phase: A) 100 mmol/L TEAA aq., B) Acetonitrile  
 Gradient: 0-15 min B=5-15%, 15-20 min B=100%,  
 20-25 min B=5%  
 Flow rate: 0.3 mL/min  
 Temperature: 40°C  
 Detection: UV260 nm  
 Injection vol.: 0.5 μL  
 Sample: DNA dT 10 mer, All PO

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→合成・材料→核酸合成→固相合成用支持担体→高架橋ポリスチレン担体『Aminolinker PS』→アミノリンカー PS 1000A, Standard Loading  
<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01W0101-2898.html>



## がん幹細胞マーカー抗体

### 抗 CD44, モノクローナル抗体

Wako

CD44は内皮細胞、上皮細胞、線維芽細胞など、多くの細胞に発現する膜貫通型の糖タンパク質です。ヒトCD44遺伝子は19個のエクソンで構成されています。選択的スプライシングにより、最初の5個と最後の5個の計10個の定常エクソンによって構成される最小形態のCD44標準型(CD44s)と、それらに加えて9個の変異エクソンの組み合わせで構成されるCD44バリエーション型(CD44v, pan-CD44)が存在します。CD44sとCD44vは、どちらもがん幹細胞マーカーとして広く使用されます。リガンドであるヒアルロン酸(HA)と相互作用を介して、がん細胞の動態制御に関与します。特にCD44vは腫瘍の増殖、転移、細胞内シグナル伝達経路を活性化させる役割を果たすと報告されています。

当社の抗CD44, モノクローナル抗体は、CD44に対するマウスモノクローナル抗体です。CD44の各バリエーション型に対応した抗体をラインアップしています。

### 製品概要

CD44	クローン No.	免疫動物	サブクラス	交差性	アプリケーション	
CD44s	C44Mab-46	マウス	IgG1・κ	ヒト	FCM IHC : 5 μg/mL WB : 1 μg/mL	
CD44v3	C44Mab-6				FCM IHC : 1 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v4	C44Mab-108				ELISA : 1 μg/mL IHC : 10 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v5	C44Mab-3				ELISA : 10 μg/mL FCM IHC : 1 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v6	C44Mab-9				ELISA FCM IHC : 1 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v7/v8	C44Mab-34				ELISA : 10 μg/mL FCM IHC : 10 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v8	C44Mab-94				ELISA : 10 μg/mL FCM IHC : 5 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v9	C44Mab-1				ELISA : 10 μg/mL FCM IHC : 1 μg/mL WB : 10 μg/mL	
CD44v10	C44Mab-18				IgM・κ	ELISA : 1 μg/mL FCM IHC : 1 μg/mL WB : 10 μg/mL

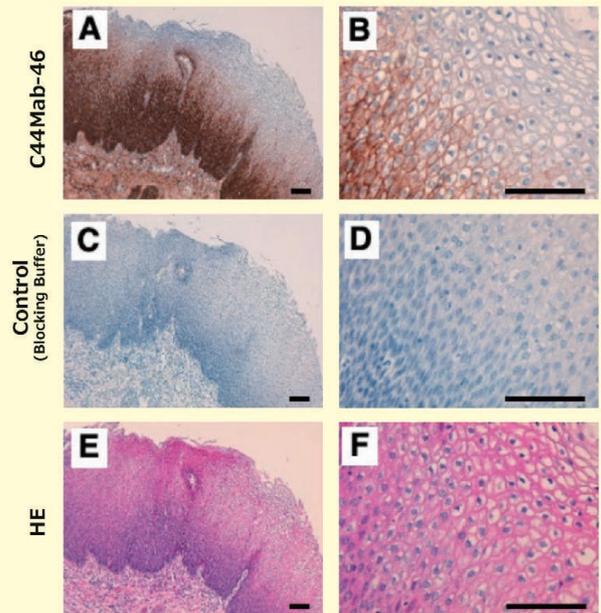
### 抗体情報 (共通)

抗体種	モノクローナル抗体
バッファー	PBS、0.1% アジ化ナトリウム
濃度	1mg/mL
標識	未標識

### アプリケーションデータ

#### 抗 CD44s, モノクローナル抗体 (C44Mab-46)

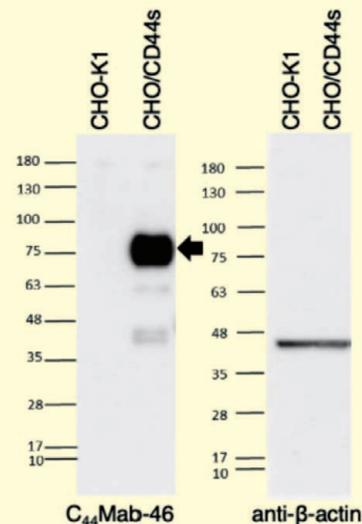
##### 免疫組織染色



スケールバー : 100 μm

組織 転移性食道扁平上皮がん  
抗体濃度 5 μg/mL

##### ウエスタンブロッティング



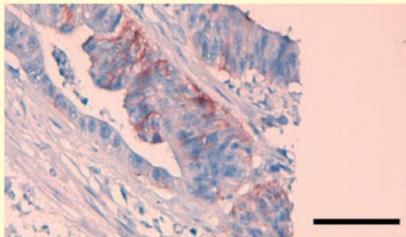
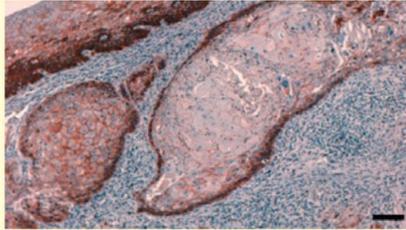
細胞種 CHO 細胞  
(CHO/CD44s はヒト CD44s の強制発現系)  
抗体濃度 1 μg/mL

免疫組織染色、ウエスタンブロッティングのデータは、CCBY 4.0 に基づいて、文献 1) のデータを転載しています。

1) Goto, N. *et al.* : *Int. J. Mol. Sci.*, **23** (10), 5535 (2022).

## ■ 抗 CD44v6, モノクローナル抗体 (C44Mab-9)

### 免疫組織染色



スケールバー：100 μm

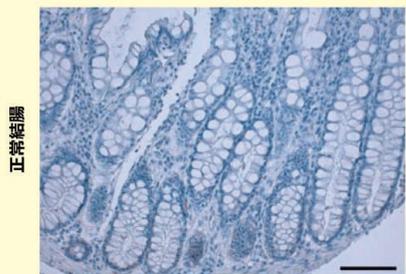
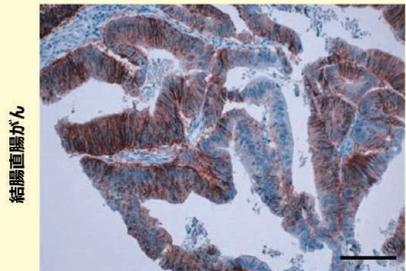
組織 口腔扁平上皮がん  
抗体濃度 1 μg/mL

免疫組織染色のデータは、CCBY 4.0 に基づいて、文献2) のデータを転載しています。

2) Ejima, R. *et al.* : *Int. J. Mol. Sci.*, **24** (4), 4007 (2023).

## ■ 抗 CD44v9, モノクローナル抗体 (C44Mab-1)

### 免疫組織染色



結腸直腸がん

正常結腸

スケールバー：100 μm

組織 結腸直腸がん / 正常結腸  
抗体濃度 1 μg/mL

免疫組織染色のデータは、CCBY 4.0 に基づいて、文献3) のデータを転載しています。

3) Tawara, M. *et al.* : *Curr. Issues Mol. Biol.*, **45** (4), 3658 (2023).

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 015-28991	Anti CD44s, Monoclonal Antibody (C44Mab-46) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 012-29001	Anti CD44v3, Monoclonal Antibody (C44Mab-6) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 019-29011	Anti CD44v4, Monoclonal Antibody (C44Mab-108) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 016-29021	Anti CD44v5, Monoclonal Antibody (C44Mab-3) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 013-29031	Anti CD44v6, Monoclonal Antibody (C44Mab-9) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 010-29041	Anti CD44v7/v8, Monoclonal Antibody (C44Mab-34) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 017-29051	Anti CD44v8, Monoclonal Antibody (C44Mab-94) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 014-29061	Anti CD44v9, Monoclonal Antibody (C44Mab-1) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
NEW 011-29071	Anti CD44v10, Monoclonal Antibody (C44Mab-18) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000

### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
012-28881	Anti CD133, Monoclonal Antibody (CMab-43) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	50,000
016-28781	Anti Human EGFR, Monoclonal Antibody (EMab-134) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	45,000
018-24081	Anti IDH1-R132H, Monoclonal Antibody (HMab-1) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
013-26851	Anti IDH1-R132H, Monoclonal Antibody (HMab-2) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	48,400
015-24091	Anti IDH1-R132S, Monoclonal Antibody (SMab-1) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
011-24071	Anti IDH2, Monoclonal Antibody (RMab-22) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
015-25691	Anti Mutated IDH1/2, Monoclonal Antibody (MsMab-1) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
010-26861	Anti TERT, Monoclonal Antibody (TMab-6) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	48,400
017-26751	Anti ATRX, Monoclonal Antibody (AMab-6) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	48,400
018-27423	Anti CTGF Module1, Monoclonal Antibody (30D2) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	50 μL	54,500
016-27424			1 mL	照会
015-27433	Anti CTGF Module2, Monoclonal Antibody (2-3) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	50 μL	54,500
012-27443	Anti CTGF Module3, Monoclonal Antibody (3-54) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	50 μL	57,200
019-27453	Anti CTGF Module4, Monoclonal Antibody (4-69) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	50 μL	57,200
011-27491	Anti Human Podocalyxin, Monoclonal Antibody (PcMab-47b) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	41,100
018-24101	Anti Human Podoplanin, Monoclonal Antibody (NZ-1.2) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
015-24111	Anti Mouse Podoplanin, Monoclonal Antibody (PMab-1) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	44,100
017-27091	Anti Dog Podoplanin, Monoclonal Antibody (PMab-38) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">F</span>	免疫化学用	100 μg	41,100
014-09801	Anti asialo GM1 (Rabbit) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">R</span>	免疫化学用	1 mL	71,500

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→がん→一次抗体 (がん) → 抗 CD44 抗体

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03425.html>



## 細胞外小胞 (EV) 由来の RNA 定量に

### 精製 EV 用 RNA 定量キット

Wako

精製EV用 RNA定量キットは、エクソソームをはじめとする細胞外小胞 (EV) 溶液から抽出・精製した後のtotal RNAを定量するキットです。RNA結合性蛍光色素を利用することで、溶液中に含まれる微量RNAを高感度に定量することができます。EV研究における次世代シーケンス (NGS) やマイクロアレイの前工程でRNA定量が必要な場合にご使用下さい。

#### 特長

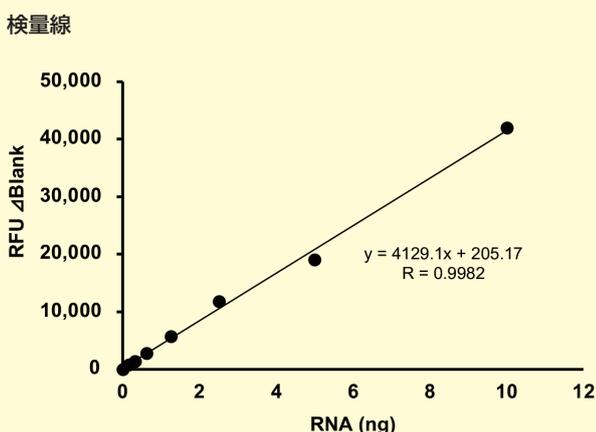
- 少量 (1-20  $\mu\text{L}$ ) のRNA検体を測定可能
- 高感度 (0.1-10ng/ $\mu\text{L}$ )
- 短時間測定 (反応時間: 5分)

#### キット構成

- コントロール RNA ..... 100  $\mu\text{L}$   $\times$  1 本
- 蛍光試薬 ..... 100  $\mu\text{L}$   $\times$  1 本
- 希釈液 (20 $\times$ ) ..... 2.5mL  $\times$  1 本

#### アプリケーションデータ

##### 精製 EV 由来 RNA の定量



#### RNA 測定値

実測値 (RFU $\Delta$ Blank)	RNA 量 (ng)
4,239	0.977

臍帯由来間葉系幹細胞から MagCapture™ Exosome Isolation Kit PS Ver.2 (コード No. 290-84103) を用いて、EV を単離し、精製 EV 用 マイクロ RNA エキストラクター® キット (コード No. 294-84601) を用いて total RNA を抽出した。抽出した RNA 溶液 5  $\mu\text{L}$  の RNA 量を本製品を用いて定量した。その結果、本製品を用いて EV 中の RNA を定量可能であることが確認された。

#### 測定プロトコル

##### 1. 試薬の調製

###### 1-1. 1 $\times$ 希釈液

希釈液 (20 $\times$ ) にヌクレアーゼフリー水を 1 : 20 となるよう添加し、よく混合する。

###### 1-2. 蛍光試薬溶液

蛍光試薬に 1 $\times$ 希釈液を 1 : 2,000 となるよう添加し、よく混合する。

(希釈用試験管は、アルミホイルを巻くなど、遮光して下さい)

###### 1-3. コントロール RNA 溶液

コントロール RNA を下記に示すように段階希釈し、各濃度の RNA 溶液を調製する。

RNA 濃度 (ng/ $\mu\text{L}$ )	コントロール RNA 溶液の容量	1 $\times$ 希釈液
100	コントロール RNA 原液: 100 $\mu\text{L}$	—
10	100ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 10 $\mu\text{L}$	90 $\mu\text{L}$
5	10ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$
2.5	5ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$
1.25	2.5ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$
0.625	1.25ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$
0.3125	0.625ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$
0.15625	0.3125ng/ $\mu\text{L}$ 溶液: 50 $\mu\text{L}$	50 $\mu\text{L}$

##### 2. 試薬の調製

2-1. 96 ウェルプレートの使用する各ウェルに蛍光試薬溶液を 200  $\mu\text{L}$  ずつ分注する。

2-2. 標準品測定ウェルに希釈調製した各濃度のコントロール RNA 溶液を 10  $\mu\text{L}$  ずつ分注する。ブランクには 1 $\times$ 希釈液を 10  $\mu\text{L}$  ずつ分注する。

2-3. 検体測定ウェルに測定用 RNA 検体を 1-20  $\mu\text{L}$  ずつ分注する。

2-4. マイクロプレート振とう器もしくはピペッティング操作で各ウェルの混合液を攪拌する。

2-5. 遮光し、室温で 5 分間インキュベートする。

2-6. プレートリーダーを使用して蛍光 (励起波長 492nm、蛍光波長 540nm) を測定する。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
NEW 297-97901	RNA Quantification Kit for Purified EV	遺伝子研究用	1000回用	22,000

#### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
294-84101	MagCapture™ Exosome Isolation Kit PS Ver.2	遺伝子研究用	2回用	20,000
290-84103	Isolation Kit PS Ver.2	遺伝子研究用	10回用	80,000
294-84601	microRNA Extractor® Kit for Purified EV	遺伝子研究用	20回用	44,000

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→エクソソーム→RNA 解析試薬 (エクソソーム) → 精製 EV 用 RNA 定量キット

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03457.html>



## TFF における EV の吸着を抑制

Wako

### TFF 用 EV-Save™ 細胞外小胞ブロッキング試薬

タンデンスchalフローろ過 (TFF) は、エクソソームなどの細胞外小胞 (EV) を単離する手法の一つです。ろ過膜と平行してサンプルを流すことによりフィルターが目詰まりを起こしにくいという特長があり、EVを大量に精製する際に用いられています。しかし、TFFで処理すると、ろ過膜にEVが吸着してしまい、収量が低下するという課題がありました。また、従来品のEV-Save™ 細胞外小胞ブロッキング試薬 (コードNo. 058-09261) には、TFFのろ過膜への吸着抑制効果がありませんでした。

TFF用EV-Save™ 細胞外小胞ブロッキング試薬は、TFFにおいて、EVがろ過膜へ吸着することを防止するブロッキング試薬です。本製品を添加することで、EV回収率を向上させることができます。

#### 特長

- TFFでの精製・濃縮・バッファー交換において、ろ過膜へのEV吸着を抑制
- EVを凍結融解のダメージから保護
- サンプルおよび平衡化バッファーに添加するだけの簡単操作

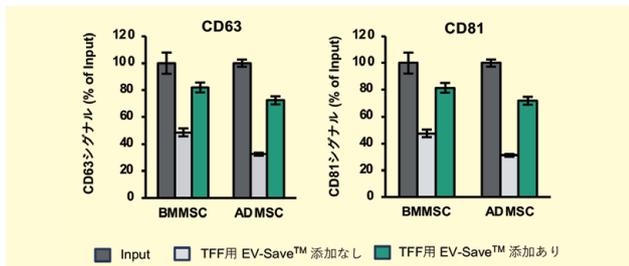
#### 推奨サンプル

- 細胞培養上清\*
- 精製 EV 溶液

\*血清・血漿や夾雑物が多いサンプルでは、吸着防止効果が得られにくくなります。

#### データ

##### TFF を用いたバッファー交換時の吸着抑制効果



1. Tim4 レジンカラム (1mL) を用いて骨髄由来 MSC (BMMSC) および脂肪組織由来 MSC (ADMSC) の培養上清から EV を精製した。
2. Repligen 社の TFF システムで、本製品を 1/100 量添加した HBS バッファーへバッファー交換した。
3. PS Capture™ エクソソーム ELISA キット (ストレプトアビジン HRP) を用いて、バッファー交換後の EV 溶液について EV 回収率を評価した。検出抗体には抗 CD63 抗体もしくは抗 CD81 抗体を使用した。

TFF 用 EV-Save™ の添加により、TFF における EV の回収率が向上した。

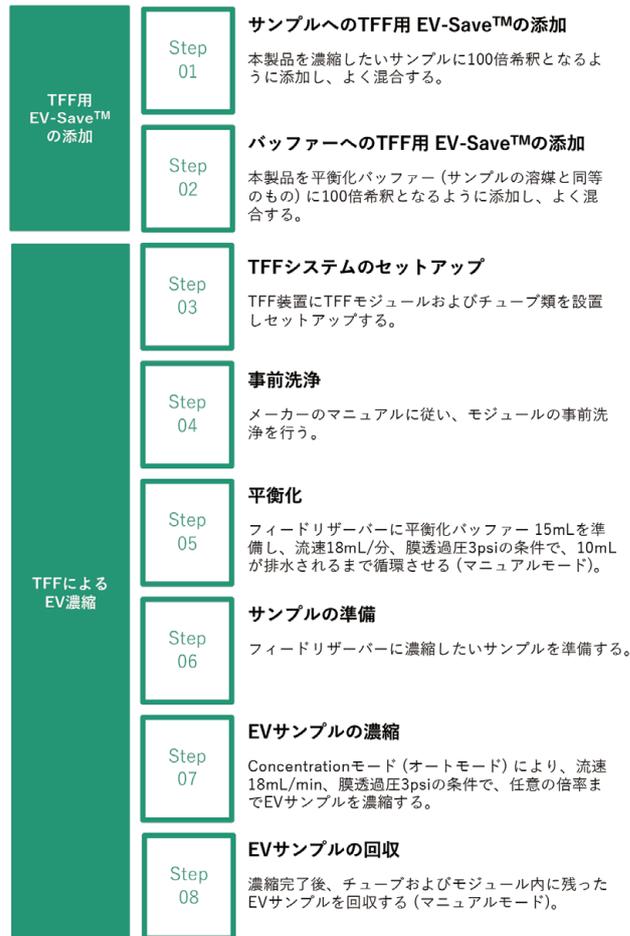
## 測定プロトコル

### TFF による EV 濃縮の場合

TFF 装置 : Repligen 社 KR2

TFF モジュール : Repligen 社 MicroKros mPES 100kDa

(メーカーコード : C02-E100-05-N)



コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
059-09671	EV-Save™ Extracellular Vesicle Blocking Reagent for TFF	遺伝子研究用 Ref	20mL	60,000

### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
058-09261	EV-Save™ Extracellular Vesicle Blocking Reagent	遺伝子研究用 E	1mL	20,000
050-09461	EV-Save™ Extracellular Vesicle Blocking Reagent for <i>in vivo</i>	遺伝子研究用 E	1mL	22,000

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→エクソソーム→エクソソーム吸着防止 / 凍結保護試薬→EV-Save™ 細胞外小胞ブロッキング試薬

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/01116.html>



## プロテオミクス用タンパク質可溶化剤

### LysoPure™ Protein Extraction-PTS Solution

Wako

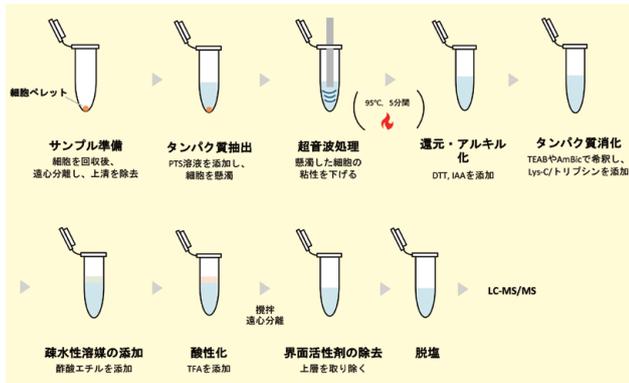
LysoPure™ Protein Extraction-PTS Solutionは、プロテオミクスの前処理であるタンパク質抽出に使用可能な可溶化剤です。相間移動溶解剤 (PTS: Phase Transfer Surfactant) を用いた前処理方法であるPTS法に基づき、抽出が難しいタンパク質を可溶化しつつ、消化酵素の活性は阻害しない、なおかつ、液液分配による除去が容易という特性を有しています。本製品はこれまでのPTS溶液よりもタンパク質の可溶化能とタンパク質消化酵素の活性が高く、さらに消化酵素による切断ミスの発生も低いことが特長です。エクソソームなど、細胞外小胞のプロテオミクスにも使用できます。

### 特長

- 抽出が困難な疎水性の高いタンパク質 (膜タンパク質など) も抽出可能
- 消化酵素の活性を阻害しない
- 可溶化剤は液液分配によって容易に除去可能

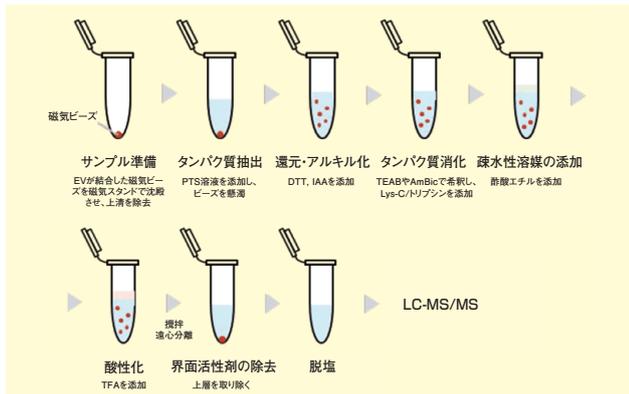
### 測定プロトコル

#### ■ 細胞からのタンパク質抽出



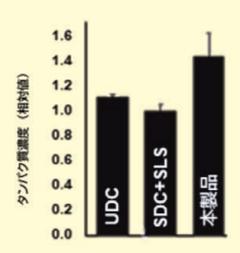
#### ■ 細胞外小胞 (EV) からのタンパク質抽出

(MagCapture™ Exosome Isolation Kit PS Ver.2を使用)



### データ

#### ■ タンパク質の可溶化能



複数の界面活性剤を混合した異なる組成の各種 PTS 溶液を用いて、ヒト肝ミクロソーム画分からタンパク質を抽出し、それぞれのタンパク質濃度を比較した。

本製品は他の界面活性剤で構成される従来の PTS 溶液よりも、高い可溶化能を示した。

#### ■ タンパク質消化酵素の活性と切断ミスの発生率

##### タンパク質消化酵素の活性

PTS 溶液	トリプシン活性			リシルエンドペプチダーゼ® (Lys-C) 活性		
	PTS濃度	活性	初速度	PTS濃度	活性	初速度
SDC+SLS	4mM	12.6	4.4	4mM	2.5	1.9
SDC+SC	8mM	5.7	2.3	8mM	2.6	2.4
SDC+CDC	8mM	7.5	4.4	8mM	2.4	1.8
本製品	8mM	10.3	4.6	8mM	2.6	1.8

##### 切断ミスの発生率

PTS 溶液	切断ミス発生数
UDC	586
SDC+SLS	723
SLS+SC	273
本製品	291

CDC: ケノデオキシコール酸  
SC: コール酸ナトリウム  
SDC: デオキシコール酸ナトリウム  
SLS: ラウロイルサルコシン酸ナトリウム  
UDC: ウルソデオキシコール酸

トリプシンの酵素活性は SDC+SLS が最も高かったものの、切断ミスの発生数も最も多かった。本製品はトリプシンの酵素活性は SDC+SLS に劣るものの、リシルエンドペプチダーゼの切断活性は最も高く、切断ミスも少なかったため、本製品の酵素活性は高く、切断ミスの発生数が少ないバランスの優れた PTS 溶液であることが示唆された。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
127-07101	LysoPure™ Protein Extraction-PTS Solution <small>Ref</small>	遺伝子研究用	5mL	20,000

### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
294-84101	MagCapture™ Exosome Isolation Kit PS Ver.2 <small>Ref</small>	遺伝子研究用	2回用	20,000
290-84103	MagCapture™ Exosome Isolation Kit PS Ver.2 <small>Ref</small>	遺伝子研究用	10回用	80,000
121-05063	Lysyl Endopeptidase®, Mass Spectrometry Grade (Lys-C) <small>Ref</small>	プロテオーム研究用	20µg	24,200
125-05061	Lysyl Endopeptidase®, Mass Spectrometry Grade (Lys-C) <small>Ref</small>	プロテオーム研究用	20µg×5	85,800
202-15951	Trypsin, from Porcine Pancreas, Mass Spectrometry Grade <small>Ref</small>	プロテオーム研究用	20µg×5	21,700

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→タンパク質実験→タンパク質抽出試薬 → LysoPure™ Protein Extraction-PTS Solution

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03405.html>



Ref: 2 ~ 10°C 保存    F: 20°C 保存    S: 80°C 保存    H: 150°C 保存    表示がない場合は室温保存です。その他の略号は、巻末をご参照下さい。  
掲載内容は、2025年7月時点での情報です。最新情報は、当社 Web をご参照下さい。

## 形態・抗原性保持に優れた固定液

Wako

### FM Fix

組織固定は、生物試料を自己分解や腐敗による劣化から保護するために重要な操作であり、組織を構成するタンパク質等を安定的に維持することが可能です。組織固定では、ホルマリン固定が顕微鏡標本をはじめとした研究・病理検査等で広く用いられていますが、一部のタンパク質では立体構造や抗原性に影響を与え、染色性などの低下に繋がります。当社では、名古屋大学 腎臓内科 古橋和拡先生が開発した技術を元に、組織形態・抗原性の保持や組織染色性に優れた固定液として、FM Fixを製品化しました。

#### 製品概要

#### ■ FM Fix (L)

FM Fix (L) は、組織形態や抗原性の保持、組織染色性に優れた固定液です。本製品は、様々な目的の組織固定を行うことができます。GFPなどの蛍光タンパク質の保持にも優れており、組織透明化にも適用可能です。

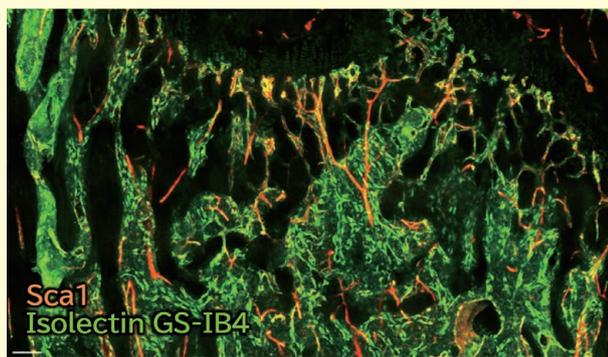
#### ■ FM Fix (s)

FM Fix (s) は、FM Fix (L) の固定液特性を維持したまま、針生検のような小さな組織や浸透性が良い組織に最適化された固定液です。

#### アプリケーションデータ

#### ■ FM Fix (L)

##### マウス大腿骨の免疫組織染色



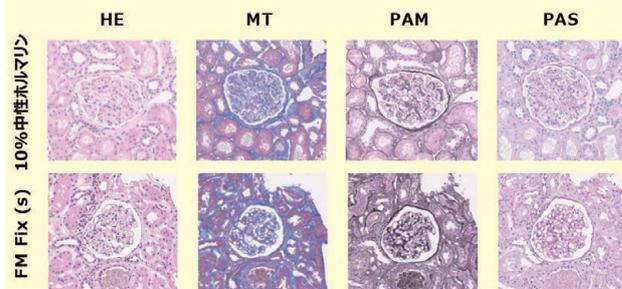
〈データご提供〉名古屋大学大学院医学系研究科 病態内科学  
腎臓内科 古橋和拡先生

蛍光標識抗 Sca1 抗体と Isolectin GS-IB4 をマウスに静脈投与し、1 時間後に FM Fix (L) で灌流固定を実施。その後、大腿骨を採取した。

採取したサンプルは FM Fix (L) で 2 日間、4℃、遮光で固定処理した。その後、脱灰処理とスクロース処理を行い、O.C.T. コンパウンドで包埋、-30℃で保存した。最後に薄切を行い、骨全体を観察した。

#### ■ FM Fix (s)

##### ヒト腎生検の組織染色

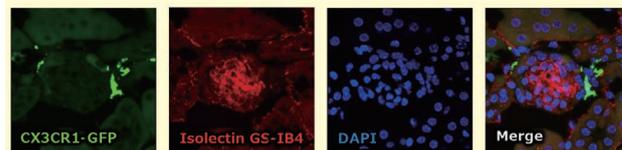


〈データご提供〉名古屋大学大学院医学系研究科 病態内科学  
腎臓内科 古橋和拡先生

16G のバイオプシーガンで腎組織を採取し、FM Fix (s) で 1 日固定 (4℃) を行った。その後パラフィン包埋を行い、薄切後に、ヘマトキシリン・エオシン (HE) 染色、Periodic Acid Schiff (PAS) 染色、Periodic Acid-Methenamine-Silver (PAM) 染色、Masson-Trichrome (MT) 染色を行った。

染色の結果、FM Fix (s) は 10% 中性ホルマリンと比較して、組織構造が維持されていた。

##### CX3CR1-GFP マウスの腎臓の蛍光免疫組織染色



〈データご提供〉名古屋大学大学院医学系研究科 病態内科学  
腎臓内科 古橋和拡先生

CX3CR1-GFP マウスに Isolectin GS-IB4 Alexa Fluor® 647 を 30 μg 静脈投与し、30 分後に腎臓を摘出した。その後、腎臓を 2mm 程度にカミソリ刃でカットし、本製品で固定 (24 時間、4℃、遮光) した。固定後の組織は 30% スクロースへ置換し、O.C.T. コンパウンドで包埋した後、-30℃で保存。その後、クライオスタットで薄切、1 時間風乾し、0.1% Triton で洗浄した。最後に DAPI 封入剤で封入し、顕微鏡で観察した。FM Fix (s) では、GFP タンパク質の蛍光が減弱せず、抗 GFP 抗体を使用しなくても GFP のシグナルが検出できた。

※ Alexa Fluor® はインビトロジェン株式会社の登録商標です。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
299-97101	FM Fix (L)	組織固定用	1キット	46,000
295-97201	FM Fix (s)	組織固定用	1キット	24,000

詳細は当社 Web をご覧ください。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→病理学実験→組織固定液→FM Fix

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03340.html>



## 自動分析装置用 GLDH 測定試薬

### ラボアッセイ™ GLDH

Wako

グルタミン酸デヒドロゲナーゼ (GLDH) は、グルタミン酸と  $\alpha$ -ケトグルタル酸の相互変換を触媒する酵素です。正常時、GLDHは血清中にわずかにしか存在しませんが、細胞が障害を受けると細胞外に漏出する逸脱酵素です。特に肝細胞中に多く認められることから、毒性試験などにおいて、肝障害のマーカーとして利用されています。

ラボアッセイ™ GLDH (AAタイプ) は、ヒト、マウス、ラット、イヌ、ウサギの血清・血漿中GLDHを測定するための自動分析装置専用試薬です。短時間で検体中のGLDHを測定することが可能です。

#### 製品概要

測定対象	GLDH
動物種	ヒト、マウス、ラット、イヌ、ネコ
検体	血清、血漿
検量線範囲	1.0-150U/L
必要検体量	15 $\mu$ L (LABOSPECT 003の場合)
測定時間	約 10 分
検出法	発色系 (主 340nm/ 副 405nm)

#### 対応可能な自動分析装置

- LABOSPECT 003 (日立ハイテック) など
- その他の対応する自動分析装置や分析パラメータ、プロトコルはお問い合わせ下さい。

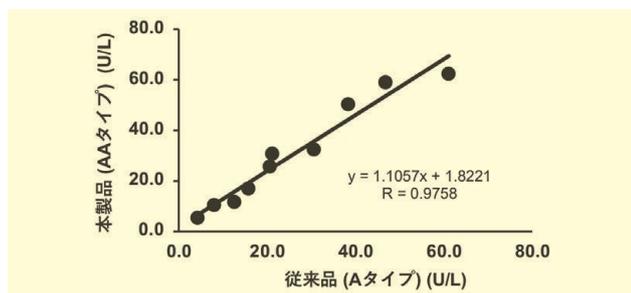
#### 測定原理

試料中のGLDHにより、アンモニアと  $\alpha$ -ケトグルタル酸はグルタミン酸に変換されます。このときNADHは、 $\beta$ -ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド酸化型 (NAD) に酸化され、340nmの吸光度が減少します。この吸光度の減少を測定することにより、GLDHの値を求めます。

#### データ

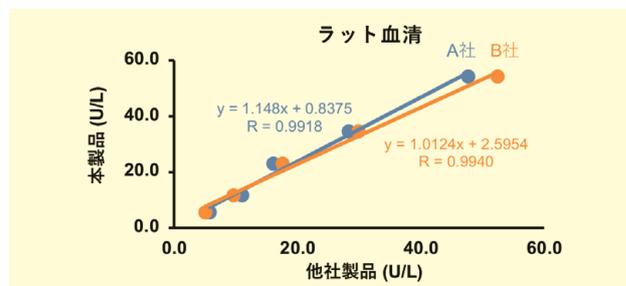
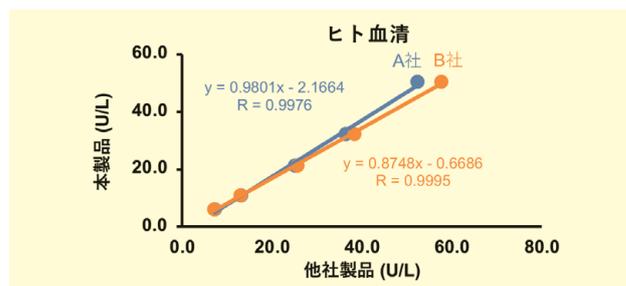
##### 従来品との相関性

ラボアッセイ™ GLDH (AAタイプ) (本製品) およびラボアッセイ™ GLDH (Aタイプ) (コードNo. 291-93401、従来品) を用いて、ラット血清・血漿中のGLDHを測定し、その相関を確認した。



##### 他社製品との相関性

本製品およびA社もしくはB社のGLDH測定試薬を用いて、ヒト、ラットの血清中GLDHを測定し、その相関を比較した。



##### 各種動物検体での測定

動物種	検体	測定値 (U/L)
ヒト	血清	5.9
	血漿	1.1
マウス (BALB/c、♂)	血清	6.3
	血漿	19.0
ラット (SD)	血清	13.0
	血漿	2.8
イヌ (ビーグル)	血清	9.4
	血漿	4.1
ウサギ (日本白色)	血清	11.6
	血漿	19.6

※血清と血漿は同一検体で測定したものではありません。

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
291-97801	LabAssay™ GLDH (AA-type)	細胞生物学用	150回用	45,000

##### 関連製品

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
128-07131	LabAssay™ GLDH Control	細胞生物学用	500 $\mu$ L $\times$ 20	60,000

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→ライフサイエンス→代謝→ELISA/アッセイキット (肝機能)→グルタミン酸デヒドロゲナーゼ (GLDH) 測定キット

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/01843.html>



# フリードリヒ・ライニツァー (1857.2.25~1927.2.16)

兵庫県立大学名誉教授 中辻 慎一

## 1. はじめに

1888年、当時プラハのドイツ大学（プラハ大学は1882年以降にドイツ大学とチェコ大学に分離していた）で、ニンジンの根から得られるコレステロール<sup>1)</sup>の研究をしていた植物学者のフリードリヒ・ライニツァー (Friedrich Reinitzer) (写真1) は、ある奇妙な現象に気がついた。

元来ライニツァーは、植物由来のコレステロールに興味をもち、その構造や性質を調べる目的で研究を進めていた。しかし、植物由来のコレステロールは量が少なかったため、動物の胆石由来のコレステロールから種々の誘導体を合成した。それらのうち、精製した安息香酸コレステリル (図1) 結晶の融点を顕微鏡で調べたところ、143.5℃で濁った流体状態になり、178.5℃で透明になることを観察した<sup>2)</sup>。また、この透明になった液体を冷やしたところ、複屈折 (光学異方) 性を示す不透明な青紫色液体となり、さらに冷却すると虹色に輝いて、再び固化することも確認した。これは、143.5℃と178.5℃に第三の相 (中間相すなわち液晶相) があることの、初めての発見であった<sup>3)</sup>。なお、現在では、143.5℃が融点、178.5℃は透明点と呼ばれている。実は、ライニツァーの論文以前に、今日の目からみるとリオトロピック液晶を扱ったと考えられる論文もあったが、液体と結晶の中間状態として認識したのは、このライニツァーの論文が初めてであった。

## 2. ライニツァーの生涯と研究

フリードリヒ・ライニツァーは、

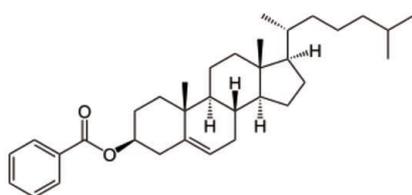


図1. 安息香酸コレステリルの構造式



写真1. 若い頃のフリードリヒ・ライニツァー

ワイン醸造家の息子として、1857年2月25日にプラハで生まれた。1867年から1873年の間プラハの中等学校に通ったのち、1873年から1877年にわたって、プラハ高等工業専門学校 (現工科大学)、次いでプラハ・ドイツ大学にて学んだ。大学卒業後の1877年から1882年の間は一般化学および分析化学教室の助手として、1882年から1888年の間は植物学および植物生理学教室の助手としてプラハ・ドイツ大学に残って研究を続けた。この間の1883年には、製品学および応用顕微鏡学にて教授資格を取得し、1888年に員外教授に任命された。1888年に発表された前述の論文は、この頃の助手時代に発表されたものである。プラハ市内には、ライニツァーが研究していた当時の建物 (写真2) と記念プレート (写真3) が残されている<sup>4)</sup>。

1895年にライニツァーは、プラハを離れてオーストリアのグラーツに赴き、当初はグラーツ高等工業専門学校 (現工科大学) の員外教授として、1903年には植物学・有機素材学・応用顕微鏡学の正教授として教育研究を続けた。なお、1909年から1910年には、同大学の学長も務めた。1927年2月16

日にライニツァーは、グラーツにて69年の生涯を閉じた。

ライニツァーは、安息香酸コレステリルだけでなく、酢酸コレステリルでも中間相の存在に基づく同様な着色現象を観察している。このような実験結果に興味を抱いたライニツァーは、同じ大学の鉱物学者V. L. ゼファロヴィッチ (Zepharovich) (1830-1890) に相談したところ、ゼファロヴィッチは、当時アーヘン高等工業専門学校 (現工科大学) で物理学講師として、結晶成長や形態変化を研究していた、オットー・レーマン (Otto Lehmann) (1855-1922) (写真4) を紹介した。そこでライニツァーは、レーマンに手紙を書き、この奇妙な挙動を示す結晶の形態変化を詳細に調べることを相談した。

レーマンは、直ちにライニツァーの安息香酸コレステリルの挙動に興味をもち、偏光顕微鏡を用いた実験を



写真2. ライニツァーの研究室のあった建物 (現プラハ・フソヴァ通り5) (参考文献4より)

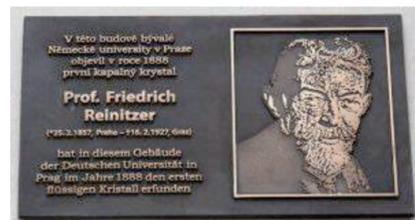


写真3. 建物の入口に掲げられた記念板 (参考文献4より)



写真4. 実験中のオットー・レーマン

行って、濁った液体が光学異方性をもっていることを見出した。光学異方性は、それまで結晶だけに観察された性質であったので、レーマンは、ライニッツァーの見出した液体と結晶の中間の挙動を示す物質を“流動性結晶”(Fließende Kristalle)と呼んだ<sup>5)</sup>。すなわち、レーマンは、当初液晶を結晶のひとつの形態と考えていた。なお、レーマンは、のちの1904年には“流動性結晶”という呼称と“結晶性液体”(Kristallinische Flüssigkeit)とをまとめて、“液晶”(Flüssige Krystalle)と言い換えている。

その後、液晶の研究はレーマンが中心となって進められ、ライニッツァーの研究は、従来の植物学あるいは植物化学の研究に向けられることとなった。ライニッツァーの論文タイトル数編を以下に掲げるが、これらから、ライニッツァーが、その当時どのような研究を進めていたか推察できよう。

- Der Gelbstoffbegriff und seine Beziehungen zur Pflanzen Chemie (黄色材料の概念と植物化学との関連, 1891年)
- Über die Atmung der Pflanzen (植物の呼吸について, 1909年)

- Die Harze als pflanzliche Abfallstoffe (植物の廃棄物としての樹脂, 1914年)
- Die Gewinnung der Benzoe und des Benzoevorharzes (安息香とその前駆樹脂の産出, 1926年)

「液晶」の名称や概念がほぼ定着してきた20年後の1908年には、それまでに多くの液晶化合物を合成したこと知られるダニエル・フォーレンダー(Daniel Vorländer) (1867-1941)が、「液晶性物質類」という本を著した<sup>6)</sup>。フォーレンダーはその書のなかで、「誰が本当の液晶発見者か?」という問いを發し、自身は「ライニッツァーとレーマンの両者をともに発見者とするのが正当だ」と結論づけた。ところが、この本を読んだレーマンは、「この本によれば、読者は、グラーツ大学植物学研究所の教授であるフリードリヒ・ライニッツァー氏が事実上の液晶の発見を1888年になし、私は単にその名称を表現し直しただけだったと思うかも知れない。そこで、私はこの経過のすべてを、ここに初めて告白する。」として、液晶の歴史についての論文を書いて、先取権(プライオリティー)を主張している<sup>7)</sup>。

一方、ライニッツァーも、自身の観点からの液晶の歴史についての論文を書き、「流れる結晶の明確な概念は、何よりもまず私の誘導体を研究したレーマン氏によって認められた。さらに、その認知がレーマン氏によるのは明らかだが、(中略)現象発見の榮譽は私に与えられてしかるべきである。」とやはり先取権を主張した<sup>8)</sup>。

このように、レーマンとライニッツァーは、それぞれ液晶の歴史についての論文を書いて液晶発見の先取権を主張したが、今日から見れば、ライニッツァーは液晶性物質とその現象の発見者、レーマンは液晶という物質状態の存在および名称の提唱者と見なすのが妥当なのであろう<sup>9)</sup>。

### 3. その後の液晶化合物類の開発について

当時の標準的な有機化学実験書を著したことで知られるドイツの化学者L. ガターマン(Ludwig Gattermann) (1860-1920)は、ライニッツァーの発見から2年後の1890年に、自身の合成したパラ-アゾキシアニソール(PAA)が、レーマンの流動性結晶と同様な性質を示すことを見出した。この化合物は、その後、液晶の研究に使用される標準的な化合物となった。この頃から、液晶性をもつ、さまざまな有機化合物が合成されていった。特に、前述のフォーレンダーらは、数多く(数百とも言われる)の液晶性化合物類を合成し、それらの構造と性質を調べた。そして、液晶を形成するには、分子が棒状で真直ぐ伸びて、長いほど良いという経験則を見出した。さらに、近年になって、棒状だけでなく、円盤状の分子からも多くの液晶(ディスコチック液晶)が見出され、金属錯体液晶、 dendroliマー型液晶、液晶ポリマーなども開発されてきた。

一方、ディスプレイ材料に用いられるには、室温でも液晶状態を保つ室温液晶が求められ、1969年にドイツのグループにより、メトキシベンジリデン-ブチルアニリン(MBBA)が開発された。さらに、1973年にはイギリスの化学者G. グレイ(George Gray) (1926-2013)によって、4-シアノ-4'-ペンチルビフェニルが、室温で安定な液晶相(ネマチック相)を示すことを見出された。グレイのグループは、さらに一連のシアノビフェニル誘導体を開発し、これらを用いたねじれネマチック(TN)ディスプレイの道を拓いた。

### 4. コレステリック液晶について

液晶の研究は、19世紀にはドイツを中心に研究が進められたが、20世紀に入ると、他の国々、とりわけイタリアやフランスでも推進されていっ

た。そして、1920年代に入ると、フランスのG. フリーデル(Georges Friedel) (1865-1933) が、液晶(サーモトロピック液晶)をその配列の仕方によって、ネマチック、スメクチック、コレステリックと3つに分類することを提唱した。フリーデルはまた、液晶相に対して、中間相(mesophase)や中間状態(mesomorphic state)という名称を用いた。

ネマチック相では、分子の配向が長軸の方向にある程度揃っており、スメクチック相では、分子が長軸方向に揃うとともに、層状構造をとっている。これに対してコレステリック相では、1つの面内では分子が一定の方向に配向しているが、隣接する面内では分子配向軸にねじれがあり、全体として面の垂直軸のまわりに配向方向がらせん構造をとっている(図2)。安息香酸コレステリルは、正にこのようならせんの相構造を有している。

このような相構造は、当初はコレステロールの誘導体でのみ観察されたためにコレステリック相と呼ばれ、この相構造をもつものがコレステリック液晶と呼ばれた。その後、ネマチック相を形成する棒状分子であっても、不斉炭素原子などのキラル構造をもつと、分子配列にねじれを生じるため、コレステリック液晶となることが知られてきた。このため、コレステリック液晶は、キラルネマチック液晶とも呼ばれる。なお、昆虫のコガネムシやタマムシなどの表面の鮮やかな色彩は、コレ

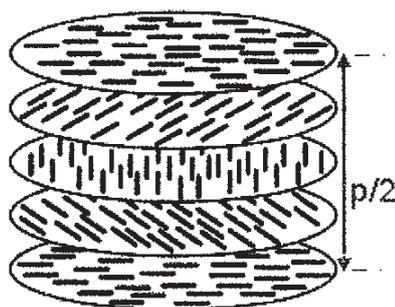


図2. コレステリック液晶のらせん構造

ステリック液晶からできる多層膜構造の反射によるものと考えられている。

## 5. 戦後の液晶研究の発展

その後の液晶の研究は、第二次世界大戦などのために停滞した時期があったが、戦後の1958年になって、温度によって色が変化する液晶の性質を利用した温度計(体温計)が開発され、液晶の応用面への展開が始められた。1963年にはアメリカRCA社のR. ウィリアムズ(Richard Williams)が、液晶に電氣的刺激を加えると、光の通り方が変わることを見出し、1968年には同社のG. ハイルマイヤー(George Heilmeyer)が、液晶を用いた表示装置を初めて開発した。そして、日本でも液晶を用いた研究開発が行われ、1973年にシャープが液晶を利用した最初の電卓を開発した。さらに、エプソンは世界で最初の液晶カラーテレビを開発し、1984年より発売を開始した。その後も液晶材料は、テレビやコンピューター、さらにはスマートフォンなどの表示材料として広く用いられ、現在に至っている。

また、特にコレステリック液晶は温度によって色が変化するため、それを用いた液晶温度計や温度応答性インキなどが開発されている。さらに、他の液晶とくらべて、高い反射率や鮮やかな色再現性などの特長をもつことから、フレキシブルなカラー電子ペーパーなどへの応用も行われている。

130年以上前に、チェコのプラハでコレステロールの研究をしていた植物学者のライニツァーが、安息香酸エステルの加熱融解における異常なふるまいに気がついたことから始まった液晶の研究は、その後多くの液晶材料が開発されるとともに、色鮮やかなディスプレイ材料として用いられるまでに発展してきた。ライニツァーが、今日の液晶テレビやスマートフォンなどのディスプレイを実際に見たとすれば、どのような感慨をもって眺めるこ

とであろうか。

## 【参考文献】

- 1) 桜井 弘 : 和光純薬時報, **92** (1), 36 (2024).
- 2) Leinitzer, F. : *Monatshefte für Chemie*, **9**, 421 (1888).
- 3) Dummur, D., Sluckin, T. 著, 鳥山和久訳 : 『液晶の歴史』, (朝日新聞出版) (2011).
- 4) Lejček, L., et al : *Liquid Crystals Today*, **26**, 66 (2017).  
<https://www.tandfonline.com/10.1080/1358314x.2017.1359141> (最終閲覧2025年3月16日)
- 5) Lehmann, O., *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, **4U**, 462 (1889).
- 6) Vorländer, D. : *Kristallinische-flüssige Substanzen* (1908).
- 7) Lehmann, O. : *Annalen der Physik (Leipzig)*, **25**, 852 (1908).
- 8) Leinitzer, F. : *Annalen der Physik (Leipzig)*, **27**, 213 (1908).
- 9) 立花太郎 : 化学史研究, **19**, 1 (1992).



## 第40回 Wako ワークショップ

Wako

# 「脳における神経伝達とイメージング」

**開催日**：2025年10月17日（金）10：00～17：00

（終了時間は変更になる場合がございます。）

**会場**：秋葉原コンベンションホール（<https://www.akibahall.jp/>）

〒101-0021 東京都千代田区外神田1-18-13 秋葉原ダイビル2F

**総合企画**：渡辺 雅彦

（北海道大学大学院医学研究院 解剖学分野 解剖発生学教室 名誉教授）

**主催**：富士フイルム和光純薬株式会社

**定員**：300名（申し込みは先着順で、定員になり次第締め切らせていただきます。）

**参加費**：無料

**申込方法**：下記URLもしくはQRコードよりお申込み下さい。

**URL**：<https://v2.nex-pro.com/campaign/81312/apply>



### 〈演者〉

- 岡部 繁男（東京大学大学院医学系研究科 神経細胞生物学 教授 兼 理化学研究所 脳神経科学研究センター センター長）
- 佐藤 正晃（京都工芸繊維大学 応用生物学系 教授）
- 清中 茂樹（名古屋大学 大学院工学研究科 生命分子工学専攻 教授）
- 和氣 弘明（名古屋大学 未来社会創造機構 兼 大学院医学系研究科 機能形態学講座 分子細胞学 教授）
- 洲崎 悦生（順天堂大学大学院医学研究科 生化学・生体システム医科学 / 医学部生化学第二講座 教授）
- 山崎美和子（北海道大学大学院医学研究院 解剖学分野 解剖発生学教室 准教授）

☐：2～10℃保存    F：-20℃保存    ☐：-80℃保存    ☐：-150℃保存    表示がない場合は室温保存です。  
 特定☐I…特定毒物    ☐I☐II…毒物    ☐I☐II☐III…劇物    ☐…毒薬    ☐…劇薬    ☐…危険物    ☐…向精神薬    ☐…特定麻薬向精神薬原料  
 ☐…化審法 第一種特定化学物質    ☐…化審法 第二種特定化学物質    ☐…化学兵器禁止法 第一種指定物質    ☐…化学兵器禁止法 第二種指定物質    ☐…カルタヘナ法  
 ☐…覚せい剤取締法    ☐…国民保護法  
 掲載内容は、2025年7月時点での情報です。上記以外の法律及び最新情報は、当社 Web をご参照下さい。

### 【試薬】

試験・研究の目的のみに使用されるものであり、「医薬品」、「食品」、「家庭用品」などとしては使用できません。試験研究用以外にご使用された場合、いかなる保証も致しかねます。試験研究用以外の用途や原料にご使用希望の場合、弊社営業部門にお問合せ下さい。

記載希望納入価格は本体価格であり消費税などが含まれておりません。

和光純薬時報 Vol. 93 No. 3

2025年7月15日発行

発行責任者 岡本訓明

編集責任者 加藤晃裕、宇治葉子

発行所 富士フイルム和光純薬株式会社  
〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号

URL <https://fujifilm.com/ffwk>

印刷所 共進社印刷株式会社

●和光純薬時報に対するご意見・ご感想・送付先変更・配信停止等はこちらまでお寄せ下さい。

E-mail [ffwk-siyakuinfo@fujifilm.com](mailto:ffwk-siyakuinfo@fujifilm.com)

●製品に対するお問合せはこちらまでお寄せ下さい。

Please contact us to get detailed information on products in this journal.

■富士フイルム和光純薬株式会社（Japan）

試薬 URL <https://labchem-wako.fujifilm.com>

フリーダイヤル（日本のみ）0120-052-099

E-mail [ffwk-labchem-tec@fujifilm.com](mailto:ffwk-labchem-tec@fujifilm.com)

■Wako Overseas Offices：

・FUJIFILM Irvine Scientific

Tel +1-949-261-7800 / Fax +1-949-261-6522

・FUJIFILM Wako Chemicals Europe GmbH <https://www.wako-chemicals.de>

European Office (Neuss, Germany) : Tel +49-2131-311-0 / Fax +49-2131-311-100