

和光純薬時報

July 2026
Vol.94 No.3



SafeCap™ Wako
10%中性緩衝ホルマリン液 (P.24掲載)

〔総 説〕

「酵素フリーで細胞回収できるスマート温度応答性培養皿SSCW®」

中山 正道…………… 2

〈テクニカルレポート〉

「液体クロマトグラフを用いた茶葉に含まれるカテキン類の分析」

池田 涼音…………… 5

「RiboNAT™ 迅速無菌試験について」

山本 陽太郎…………… 7

〔化学大家〕

「イーダ・ノダック」

羽場 宏光…………… 20

〔製品紹介〕

医薬品製造・品質管理

CertiProシリーズ…………… 15

医薬品QC

RiboNAT™ 迅速無菌試験キット …… 9

環境・分析

11種カテキン類混合標準液 …… 6

PFAS分析用試薬 …… 12

農薬標準品CRM …… 13

多元素混合標準液 ICH Q3D用 …… 13

有機合成

電子材料精製用イオン交換樹脂 ORLITE™ …… 11

核酸合成用 高架橋ポリスチレン担体 …… 14

遺伝子

QCdetect™ 残留DNA検出キット …… 16

細胞生物

SafeCap™ Wako 10%中性緩衝ホルマリン液 …… 24

培養

スマート温度応答性培養皿 SSCW® …… 4

〔お知らせ〕

「イオン交換樹脂の電子材料精製への応用」(オルガノ株式会社)…………… 10

医薬品製造用原料カタログのご案内…………… 15

キャンペーンのご案内…………… 18

アンケートご協力をお願い…………… 19

第41回Wako ワークショップ開催のご案内…………… 23

1 はじめに

近年、自己組織由来細胞やiPS細胞から分化誘導した細胞を用いて、立体的かつ機能的な細胞組織を作製し、移植する再生医療が注目されている。このような細胞組織は、画期的な治療手段となりうるだけでなく、実験動物に替わる創薬・疾患研究のためのツールとしても有用であるほか、今後深刻化する世界的な食料危機を解決する細胞性食品（いわゆる培養肉）としてSDGsへの貢献も期待される。このため、細胞を適切に増殖させたのち、これを効率よくマニピュレーションする手法の重要性が増してきている。

細胞の接着は、培地中に添加される血清由来のフィブロネクチンなどの細胞接着分子（接着タンパク）が培養基材の表面に吸着したのち、これらのタンパクと細胞膜上のインテグリンといった受容体との間のアフィニティ結合によって誘起される。その後、接着した細胞は、基材表面上で増殖が可能となる。この培養過程において、細胞固有のさまざまなタンパクや多糖類からなる細胞外マトリックス（ECM）を産生し、生体内と類似した構造と機能を獲得する。しかしながら、いかに効率よく細胞を培養できたとしても、トリプシン等による酵素反応で基材から剥離回収してしまうと、ECMだけでなく膜タンパクまでもが分解されてしまい、細胞本来の構造と機能を完全に保持することは難しい。そこで本稿では、酵素処理を用いることなく、構造・機能を保持した状態で培養した細胞を剥離回収できるスマート温度応答性培養皿について、その特徴と活用法を紹介する。

2

温度変化で培養細胞を剥離回収できるスマート温度応答性培養皿

温度応答性培養皿は、細胞の構造・

機能を損なうことなく、温度を変化させるだけで剥離回収できるスマート培養基材であり、岡野光夫博士（東京女子医科大学 名誉教授／一般社団法人細胞シート再生医療推進機構（CSTERM）代表理事）らによって世界ではじめて開発された。この培養皿の表面には温度応答性ポリマーであるpoly（*N*-isopropylacrylamide）（PIPAAm）がナノレベルの厚みで薄膜固定されている。PIPAAmは30℃付近に下限臨界溶解温度（LCST）をもち、高温側ではポリマー鎖が脱水和し、水不溶性の収縮構造をとる。逆に低温側ではポリマー鎖は水和し、伸展した構造となる。このユニークな特性ゆえに温度応答性培養皿では、一般的な細胞培養皿と同様に、37℃で哺乳類細胞が扁平状に接着するが、室温付近（20～25℃）まで冷却すると接着性が大きく低減し、球状になって剥離する。自発的に剥離した細胞は、化学的または物理的なダメージを受けていないために、膜タンパクやECMを保持した状態で取扱うことができる。

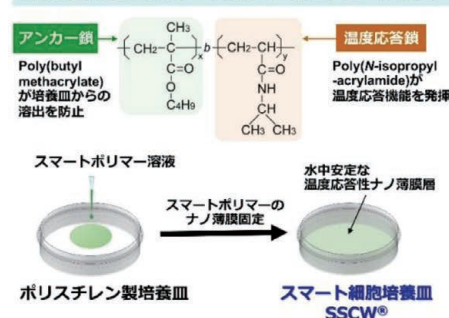
これまで温度応答性培養皿の性能品質を維持しつつ、多様な細胞種への対応（カスタマイズ性）と製造コストを抑えた量産化を両立するためには、製造技術の面で課題があった。東京女子医科大学では、細胞毒性を示すモノマーを原料とした表面グラフト重合法に替わる製造法として、独自設計したスマートポリマーを均一でかつ安定に

ナノ薄膜固定する技術を確認し、CSTERMと実用化を目指した共同研究を進め、2024年11月にスマート温度応答性培養皿Smart Surface Culture Ware（SSCW[®]）が上市された（図1）。SSCW[®]で使用されるスマートポリマーは非分解性であり、プラスチック製基材に高い吸着性をもつpoly（butyl methacrylate）をアンカー鎖として温度応答性PIPAAm鎖に連結したブロックコポリマー構造をもつ。このため、アンカー鎖を介してベース基材に強固に吸着したPIPAAm鎖は、LCST以下まで冷却しても細胞とともに基材から剥がれることはない。加えて本技術では、コーティング溶液のポリマー濃度を微調節することで、スマートポリマー層の膜厚を再現性よくナノ単位で制御できる。これにより接着性や増殖性が異なる多様な細胞種の特徴に応じて、培養細胞の挙動を任意に調整できるように表面カスタマイズ性を大きく向上させている。

〈SSCW[®]の特徴〉

- ・温度変化により細胞／細胞シートを剥離回収可能
- ・酵素フリー回収した細胞／細胞シートは膜タンパクや細胞外マトリックスを保持
- ・培養操作中でも溶出ししない非分解性スマートポリマーのナノコーティング技術
- ・化学反応フリー製造による生体に安全でかつ高い製品品質を実現

基材吸着性をもつスマートポリマーのナノコーティング



温度変化によるSSCW[®]表面の構造機能変化

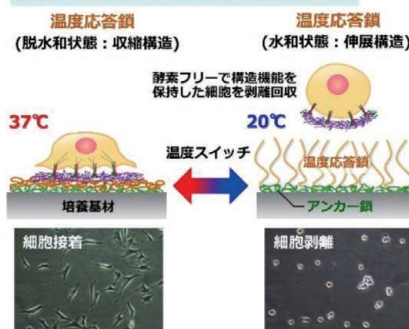


図1. スマート温度応答性培養皿 SSCW[®] の概要

- ・各種細胞の特徴にあわせたスマートポリマー層の高いカスタマイズ性を実現

3 温度応答性培養皿と細胞シート工学

組織形態を持たない血液細胞と異なり、心臓や肝臓など細胞成分が主体で複雑な構造と機能を持ち、毛細血管系も要求される臓器の場合、酵素処理で基材から回収した孤立分散した培養細胞を注入移植しても十分な組織再生を実現することは難しい。温度応答性培養皿では、コンフルエント状態（培養面が細胞で隙間無く覆い尽くされた状態）まで培養継続したのち、温度を25℃以下に冷却すると単層組織である「細胞シート」として剥離できる。細胞シートの底面には、細胞と基材表面との間に産生されたフィブロネクチンやラミニンなどの接着タンパクが保持されている。この接着タンパクが「生体の糊」として機能し、生体組織に貼付するだけでほぼすべての細胞を適所に移植することができる（図2A）。細胞シートは、細胞-細胞間ネットワーク構造を維持していることから生体組織にきわめて近い生理的機能を発現しており、移植部位の組織環境を整えるさまざまなサイトカインを持続的に分泌する生きた製剤となりうる。これまでに間葉系幹細胞シートなどを移植すると、移植付近における血管新生や局在する幹細胞の分化の誘導など、パラクライン効果による組織再生を促進させることが分かっている。一方、複数の細胞シートを重ねることで互いが構造的にも機能的にもリンクした3次元細胞組織を人工的に構築することもできる（図2B）。例えば、心筋細胞シートを積層化した場合、互いが電気的に同期し、自発的かつ継続的に伸展-収縮を繰り返す生体模倣型の立体組織を作製できる。またこのような3次元組織において、血管内皮細胞と共

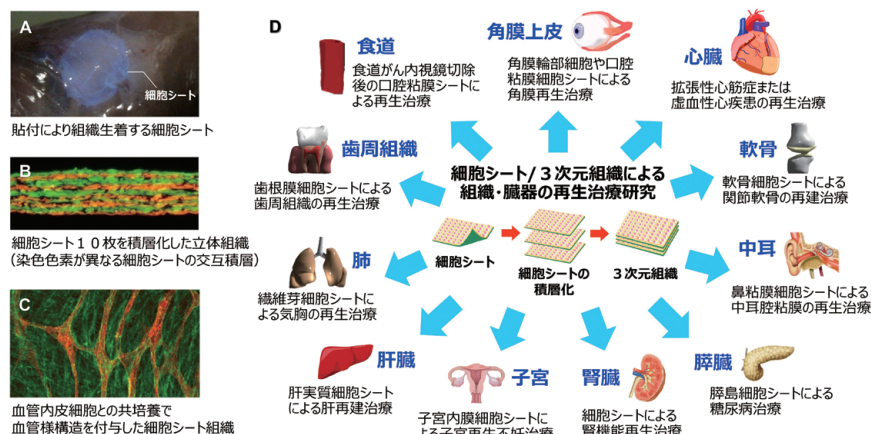


図2. 細胞シート工学を利用した組織工学と再生治療への展開

培養すると細胞シート組織内に毛細血管様のネットワーク構造を付与することも可能である（図2C）。東京女子医科大学では、この一連のマニピュレーション技術を「細胞シート工学」と称している。現在、さまざまな細胞を用いて単層あるいは積層化細胞シート組織を作製し、医療、創薬およびライフサイエンス研究への応用を追究している。一方、細胞シートを用いる再生治療の開発では、国内外で角膜上皮や心臓、食道、歯根膜、軟骨などをはじめとした組織・臓器の機能改善を目的とする前臨床研究／臨床研究／治験が進められている（図2D）。

4 SSCW[®] の選定と細胞シート作製のポイント

細胞は種類によってそれぞれ異なる

接着性と増殖性を示す。SSCW[®]の基本ラインナップでは、培養対象となる多様な細胞の特徴にあわせてスマートポリマー層を微調整したSSCW[®]-S（標準タイプ）とSSCW[®]-L（接着強化タイプ）を提供している。ここではSSCW[®]を用いて細胞シートを作製する際のポイントについて解説する（図3）。

4.1 SSCW[®] の選定

培養基材に対して強く接着し、十分な増殖性が確保できる細胞を使用する場合にはSSCW[®]-S（標準タイプ）を選ぶとよい。一方、間葉系幹細胞や血管内皮細胞などを用いる場合、SSCW[®]-Sに対する対象細胞の接着性が十分でないケースがある。この際には、スマートポリマー層をより薄膜化したSSCW[®]-L（接着強化タイプ）を使用することを推奨する。



図3. SSCW[®] を利用した細胞シート作製操作の流れ

4.2 プレコーティング操作

初代培養細胞をはじめとする低接着性細胞を扱う場合や高細胞濃度（ 1×10^5 cells/cm²以上、35-mm培養皿：8 cm²）で播種を行う場合、フィブロネクチンやラミニンなどの接着タンパク、または血清（ウシ胎児血清など）を培養面にプレコーティングすることが期待できる。この操作では、培養面が浸るようにプレコーティング溶液を添加し、37℃で3時間程度インキュベーションする。次に培養面が傷つかないように溶液を取り除き、培地などで優しく洗浄後に細胞を播種する。但し、過剰に接着タンパクを吸着させると、細胞剥離時間の遅延または不剥離が生じる可能性がある。この場合、試薬供給元の実験プロトコルを参照しつつ、プレコーティング溶液を至適濃度に調整することが望ましい。

4.3 培地交換と細胞シート剥離操作

培養過程でSSCW[®]の表面温度が30℃以下に低下すると、細胞の接着性

が低減し、予期せぬ剥離を生じるケースがある。これを防ぐために、顕微鏡観察はできるだけ速やかに行い、交換用培地も事前に温めたものを使用することを推奨する。

SSCW[®]から細胞剥離させる際には25℃以下でインキュベーションする。基材表面のポリマー層を十分に水和させるために、20℃付近に設定することがより好ましい。細胞シートとして剥離回収する場合には、顕微鏡下でコンフルエント状態に到達したことを確認し、さらに1日程度培養を継続後に剥離させると安定した細胞シートを得ることができる。剥離した細胞シートは、接着時の伸展状態から収縮状態に細胞形態が変化するために、培養面積よりも1/2程度まで収縮する事が多い。この収縮率が大きいものほどシート剥離性は良好な傾向にある。一方、肝実質細胞などから形成される細胞シートは収縮率が小さく、自発的に剥離しないケースがある。この場合、タッピングやマイクロピペットによる

培養面外周部へのシアストレス付与、またはピンセットで優しく摘むなどでシート剥離させることも可能となる。

5 おわりに

本稿で紹介したSSCW[®]は、東京女子医科大学において得られた学術的知見および特許を基盤技術とし、CSTERMと株式会社細川洋行が共同して商品開発したものである。より広範に取扱われている細胞種の特徴に応じて温度応答性ナノ薄膜層が微調整された2種を基本ラインナップとしている。またiPS細胞など、利用者の要望に応じて細胞種の特徴にあわせた培養皿性能のカスタマイズのほか、細胞培養用途に応じて、セルカルチャーインサートなどの多孔性膜培養基材や大面積培養皿のセミオーダー品の対応も行っている。今後、細胞とユーザーにフレンドリーなSSCW技術が、医療やライフサイエンス分野の発展に貢献できることを期待してやまない。

酵素処理ナシ 無理なく剥がせるスマート培養皿！

CSTERM

スマート温度応答性培養皿 SSCW[®]

Smart Surface Culture Ware (SSCW[®]) はさまざまな細胞の特性に合わせた培養を可能にし、無傷な状態で細胞を剥離回収するために開発された、新しいポリマーコート技術によるスマート温度応答性培養皿です。細胞の生着や剥離がやや困難であった細胞種でも、スムーズな接着と剥離回収が可能になります。使い始めの条件検討用に最適な、SSCW[®]-S・SSCW[®]-L各6枚入りの「お試しキット」を販売しております。手軽にお試しいただける価格設定となっておりますので、ぜひ実際にお試しいただき、ご自身の細胞に最適なプレートをお選び下さい。



シリーズ	特性	適用細胞例
SSCW [®] -S	接着性が標準的または比較的強い細胞に適しています。	ヒト間葉系幹細胞（脂肪由来）、ヒト角膜上皮細胞、ヒト皮膚繊維芽細胞（低濃度播種）、C2C12細胞、3T3-L1細胞など
SSCW [®] -L	接着性が比較的弱い細胞が安定して接着し、シート培養が可能です。	ヒト間葉系幹細胞（脂肪由来・骨髄由来・iPS細胞由来）、ヒト皮膚繊維芽細胞（高濃度播種）、ラット脂肪由来間葉系幹細胞、血管内皮細胞、軟骨細胞、骨芽細胞など
セミオーダー品 各種	接着性が極めて強い細胞のシート剥離や、接着性が極めて弱い細胞の安定した接着培養に対応したセミオーダー品を各種用意しました。	上皮系細胞、iPS由来細胞、HepG2など各種細胞の接着性の強弱に対応したセミオーダー品情報や、大判ディッシュやインサートについてはお問い合わせ下さい。

コード No.	メーカーコード	品 名	容量	希望納入価格(円)
631-59121	0350118	SSCW [®] -S（標準タイプ）（Φ35mmディッシュ、フタ付）	18枚	27,000
638-59131	0350218	SSCW [®] -L（接着強化タイプ）（Φ35mmディッシュ、フタ付）	18枚	27,000
634-59111	035010212	SSCW [®] -Mix（お試しキット）（条件検討用）	12枚	6,000

※お試しキットご購入の際に、円滑な培養を支援させていただく目的で簡単なアンケートをお願いしております。

☐₂…2～10℃保存 ☐_F…20℃保存 ☐₈₀…80℃保存 ☐₁₅₀…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、2026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。

液体クロマトグラフを用いた茶葉に含まれるカテキン類の分析

株式会社島津製作所 池田 涼音

はじめに

お茶の主要成分であるカテキン類は、肥満防止や認知機能の改善など、様々な生理作用と関わりがあることが知られている。その機能は多岐にわたり、お茶は最も身近な機能性食品としても注目を集めている。一般的な茶葉や緑茶飲料に加えて、特定保健用食品や機能性表示食品としてカテキン類を添加した商品なども数多く市場に流通している。

カテキン類はポリフェノールの一種であり、フラボノイド系化合物のフラバノール類に分類される。一般的に、茶葉にはエピガロカテキンガレート (EGCG), エピガロカテキン (EGC), エピカテキンガレート (ECG), エピカテキン (EC) の4種のカテキン類が多く含まれている。また、これらカテキン類に加えて、エピガロカテキンガレートやエピカテキンガレートのメチル化体を多く含む茶葉も流通している。このようなカテキン類を分析することは、食品の品質管理や機能性食品の開発において不可欠であり、健康志向が高まる近年の市場動向を踏まえても重要な役割を果たす。一方、これらカテキン類の一斉分析が可能な分析方法は標準化されておらず、各メーカー／機関独自の分析方法が用いられている。

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構と株式会社島津製作所は、食品中機能性成分の解析や社会実装を目的とし、農産物および食品中の機能性成分を簡便、迅速、かつ高精度に分析する方法の開発に取り組んでいる。そのような取り組みの中で液体クロマトグラフを用いたカフェインを含む複数のカテキン類の分析方法を開発し、「カテキン分析キット」として分析のメソッドやノウハウを提供し、さらに、分析方法の標準化を試みている。令和6年度には、JAS等の国際標

Table 1. 対象化合物の一覧

化合物名	略号
カテキン	C
エピカテキン	EC
ガロカテキン	GC
エピガロカテキン	EGC
カテキンガレート	CG
エピカテキンガレート	ECG
ガロカテキンガレート	GCG
エピガロカテキンガレート	EGCG
エピカテキン3-O-(3'-O-メチル)ガレート	ECG3 TM Me
ガロカテキン3-O-(3'-O-メチル)ガレート	GCG3 TM Me
エピガロカテキン3-O-(3'-O-メチル)ガレート	EGCG3 TM Me
カフェイン	—

準化による輸出力強化委託事業の再委託先に採択され、日本農林規格 (Japanese Agricultural Standards ; JAS) 制定を目指した取り組みを行っている。本稿では、その分析方法ならびに分析事例を紹介する。

対象成分と分析方法

「カテキン分析キット」では、カテキン類11種およびカフェインの合計12種の化合物を分析対象としている (Table 1)。

標準溶液には、酸化防止を目的としてアスコルビン酸 (1.76 g/L) と EDTA-2Na (1.00 g/L) を添加した。サンプルとして、粉碎した茶葉サンプル250 mgを秤量し、2%りん酸水溶液とエタノールを体積比1:1で混合した抽出溶媒20 mLを用いて抽出した

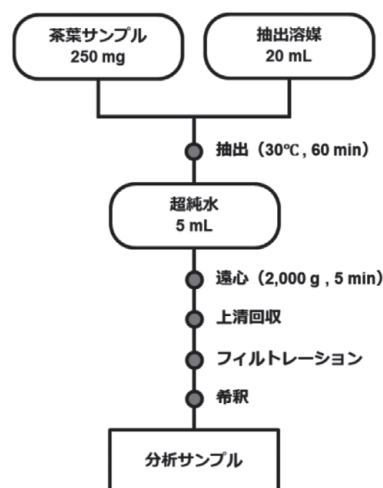


Fig. 1. 前処理のフローチャート

Table 2. 分析条件

Column	: Shim-pack TM GISS C18 150 mm×4.6 mm I.D., 3 μm, P/N:227-30055-06
Mobile phases	: A) 0.2%Phosphoric acid in H ₂ O B) MeOH
Gradient Program	: B conc. 16% (0-15 min)→45% (26 min)→ 90% (26.01-30 min)→16% (30.01-35 min)
Flow rate	: 0.85 mL/min
Column temp.	: 55°C
Injection volume	: 10 μL
Detection	: PDA 242 nm (GC, EGC), 272 nm (Others)

(30°C、60分)。抽出後、抽出液を25 mLに定容し、遠心分離 (2,000×g、5分) を行った。得られた上清をフィルトレーション後、超純水で10倍希釈し、分析サンプルとした (Fig.1)。移動相には0.2%りん酸水溶液および100%メタノールを用い、Shim-packTM GISS C 18カラム (150 mm×4.6 mm I.D., 3 μm, P/N:227-30055-06) を装着した高速液体クロマトグラフによりグラジエント分析を行った (Table 2)。

カテキン類およびカフェインの混合標準液のクロマトグラムをFig.2に示す。溶出の早いガロカテキン (GC) およびエピガロカテキン (EGC) の2成分については、ピーク強度が高い波長242 nmで検出し、それ以外の9成分については波長272 nmで検出した。

分析事例

本稿では、品種および産地の異なる複数の茶葉をサンプルとし、それぞれの茶葉に含まれるカテキン類11成分とカフェインを定量し、サンプル間で見られたプロファイルの差異について報告する。茶葉サンプルとして、国内で最も生産量が多い「やぶきた」という品種を採用し、京都府産、静岡県

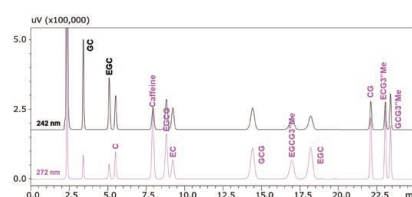
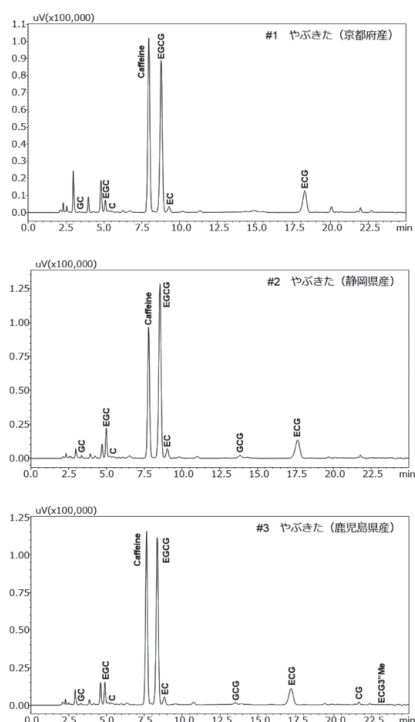


Fig. 2. カテキン類11種およびカフェインの混合標準液のクロマトグラム

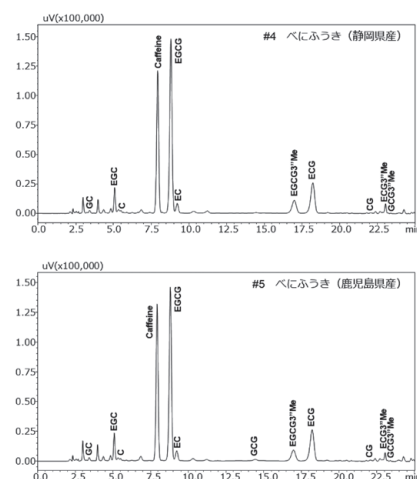
サンプル番号	品種	産地
1	やぶきた	京都府
2	やぶきた	静岡県
3	やぶきた	鹿児島県
4	べにふうき	静岡県
5	べにふうき	鹿児島県

産地の異なるやぶきた3種は、いずれの茶葉サンプルでもガロカテキン (GC)、エピガロカテキン (EGC)、カテキン (C)、エピガロカテキンガレート (EGCG)、エピカテキン (EC)、エピカテキンガレート (ECG) の6種のカテキン類が検出された。これらに加え、静岡県産のやぶきたではガロカテキンガレート (GCG)、鹿児島県産のやぶきたではガロカテキンガレート (GCG) およびカテキンガレート (CG)、エピカテキン3-O-(3"-O-メチル) ガ



産地の異なるべにふうき2種は、いずれの茶葉サンプルでもメチル化カテキンを含む多くのカテキン類が検出された。鹿児島県産のべにふうきでは、ガロカテキンガラート (GCG) を除く10種、静岡県産のべにふうきでは分析対象とした全11種のカテキン類が検出された。べにふうきは、他品種に比べてメチル化カテキンを多く含有する品種として知られており、これを裏付ける結果であった (Fig. 4)。

富士フイルム和光純薬株式会社より
開発された11種カテキン類混合標準
液（カテキン10種+カフェイン各100
 $\mu\text{g/mL}$ 溶液）は、本稿で紹介した
「カテキン分析キット」において分析



対象としている10種のカテキン類[※]とカフェインを混合成分している。「カテキン分析キット」と「カテキン類混合標準液」を組み合わせることで、スムーズなカテキン類の定量が可能になる。

本稿で報告した茶葉サンプルは、共栄製茶株式会社および鹿児島県農業開発総合センターより提供いただきました。厚く感謝を申し上げます。

- 1) 日本農林規格べにふうき緑茶中のメチルカテキンの定量—高速液体クロマトグラフ法 (JAS0002)
- 2) 山本 (前田) 万里:「緑茶のカテキン類分析法 (異性体カテキン類も含む)」、食品機能性評価マニュアル (Ⅳ) (<http://fmric.or.jp/ffd/kinousei-hyoka4.html>)
- 3) 堀江秀樹 他:「茶葉中カテキン類分析のための抽出方法の検討」、茶業研究報告、94、60 (2002)

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
033-26451	11 Catechin Mixture Standard Solution (10 Catechins+Caffeine each 100 μ g/mL Solution)	食品分析用	1mL $\times$ 5A	75,000



6 和光純薬時報 Vol.94, No.3 (2026)

Technical Report

RiboNAT™ 迅速無菌試験について

富士フイルム和光純薬株式会社 バイオ技術センター 山本 陽太郎

はじめに

近年、再生医療等製品やバイオ医薬品の発展に伴い、無菌試験の迅速化と信頼性向上への要求が高まっている。従来の培養法に基づく無菌試験は、結果判定までに14日間を要し、製品供給の遅延や品質管理上の制約となる。一方で、医薬品の無菌性は最終試験の結果のみに依存するものではなく、製造工程全体で構築された無菌保証システムにより担保されるべきものである¹⁾。GMPやPIC/Sにおいても、無菌試験は無菌性を直接証明するものではなく、無菌保証システムの有効性を確認する補完的手段と位置付けられている¹⁾。したがって、環境管理、設備適格性評価、工程バリデーションに加え、工程中のモニタリング、すなわちインプロセス試験の重要性が高まっている。特に迅速な微生物検出技術は、工程異常の早期検知および品質リスク低減に寄与する²⁾。さらに近年では、Quality by Design (QbD) の考えに基づき、工程設計段階から品質を作り込むアプローチが推奨されており³⁾、その延長として工程データに基づき製品品質を保証するReal-Time Release Testing (RTRT) の概念を取り入れるように求められている⁴⁾。これらを実現するためには、工程中における迅速かつ信頼性の高い微生物検出技術が不可欠である。

以上のような、工程管理のシステムに答えるためと使用期限が短い製品に対して従来の試験法では対応できない課題に取り組むために富士フイルム和光純薬(株)ではRiboNAT™迅速無菌試験キットを2025年9月に上市した。

RiboNAT™ 迅速無菌試験の特徴

核酸増幅法(NAT法)による迅速

無菌試験法において、Genome DNA(gDNA)を検出対象としていた従来の取り組みに対してRiboNAT™迅速無菌試験(RiboNAT™)の最大の特徴は、検出対象としてribosomal RNA(rRNA)を採用した点にある。細菌は23S rRNA、真菌/カビは28S rRNAを標的としている。rRNAは生細胞内に豊富に存在し、DNAと比較すると細胞の死後は速やかに分解されるため、生菌の存在を反映した指標として有用であるとされている。この特性により、従来のgDNA検出法で問題となっていた死菌由来gDNAによる偽陽性を低減することが可能となる。

本法は、図1に示したように①微生物の活性化と遊離核酸の不活化、②酵素および界面活性剤を用いた迅速溶菌とRNA抽出、③ワンステップリアルタイムRT-PCRによる検出、という一連の工程から構成される。これにより、従来14日間を要した無菌試験を約7時間~18時間で完結することができる。JP 18 4.06 無菌試験法に規定される代表的な試験菌に対しても高い検出感度を示し、低菌数(数CFU/mLレベル)の検出が可能であることが確認されている。また、ヒト細胞や

培地成分との交差反応がないことから、再生医療等製品への適用にも適した手法である。RiboNAT性能データに関しては当社のHPで紹介資料があるため、gDNA汚染の影響とサンプル量が多い場合の試験方法について一部紹介する。

RiboNAT™を用いた数十 mL からの検出方法

RiboNAT™では、標準的な試験方法において好気性・嫌気性ともに1 mL以下のサンプル量を用いて検査を行う。しかし、顧客によってはこの処理量では十分ではない場合があることも認識している。和光純薬時報 Vol. 94 No. 1 (2026年1号) 掲載の「[総説] 再生医療における迅速無菌試験法 その選択と課題」でも、サンプル中の微生物濃縮技術に課題が残されていると指摘されている⁵⁾。本稿では、遠心やフィルターによる微生物濃縮工程の方法と結果の一部を紹介する。10 mL中に各微生物を18 CFU添加し、図2のフローに従って菌の濃縮を行い、RiboNAT™ Assay Flowに従い試験を実施した。

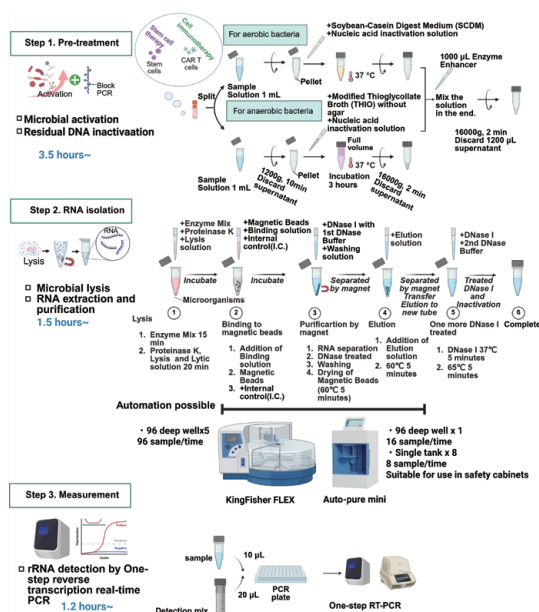


図1. RiboNAT™ Assay Flow

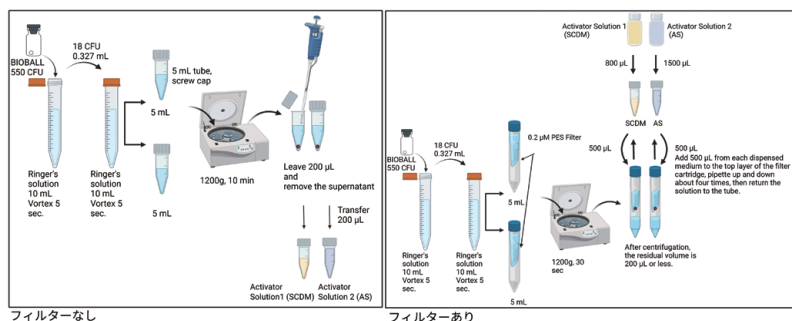


図2. 微生物濃縮方法の概要

表1. 異なる微生物濃縮方法を用いた検出結果

評価菌株	濃縮方法	検出蛍光	試験1	試験2	試験3
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	フィルターあり	Cyanine 5	30.69	30.70	30.67
	フィルター無し		29.23	29.18	28.44
<i>Bacillus subtilis</i>	フィルターあり	FAM	27.13	24.32	26.06
	フィルター無し		26.08	25.42	28.89
<i>Candida albicans</i>	フィルターあり	Cyanine 5	26.79	26.64	23.84
	フィルター無し		22.12	21.79	22.98
<i>Clostridium sporogenes</i>	フィルターあり	FAM	33.73	33.92	34.47
	フィルター無し		34.00	34.55	33.81
<i>Staphylococcus aureus</i>	フィルターあり	FAM	33.16	33.23	34.25
	フィルター無し		32.99	33.06	34.10
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	フィルターあり	FAM	31.22	30.22	30.89
	フィルター無し		34.78	34.88	30.03

セル内の数値はCq値、1試験当たり2 wellで実施
Cut Off line: Cq 35

その結果、表1に示すように、6菌株の検出が可能であることを確認した。今後は、フィルターを用いた場合や遠心と上清除去操作のみの場合など、大容量サンプルに対する検査方法についても検討を進めていく予定である。

RiboNAT™におけるgDNA 混入の耐性

RiboNAT™ Assay Flowにおいて、gDNAが混入した場合にどの程度、偽陽性の抑制が可能かについて検討した。大腸菌由来のgDNAを30 ng／抽出になるようにLysis工程中に添加し、その後、1st DNase処理および2nd DNase処理の有無によって、Cq値と核酸量の変化を確認した。その結果、図3に示す通り、DNase処理を行うことでΔCq 16程度のCq値の増加が認められた。核酸量の定量結果からは、1st DNase処理だけでも99.992%の減少効果があり、2nd DNase処理においても同レベルの減少が確認され

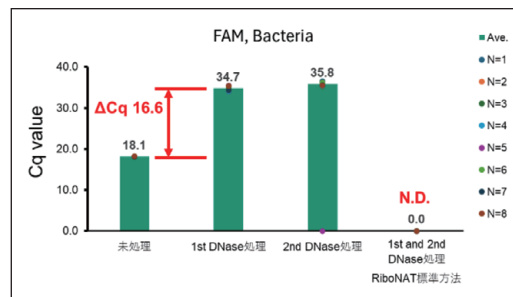


図3. 各試験条件におけるCq値、未処理サンプルとの差分

表2. 各試験条件における溶出液中のgDNA濃度と減少率

試験条件	溶出液中の濃度(pg/μL)	減少率(%)
未処理	472.0	N/a
1st DNase処理	0.0387	99.992
2nd DNase処理	0.0210	99.996
1st and 2nd DNase処理 RiboNAT標準方法	N.D.	N/a

行している。我々も各国のドキュメント開発を支援し、顧客がより使いやすいシステムの提供に取り組む必要がある。その中で、RiboNAT™はrRNAを標的とした核酸増幅法により生菌のみに特異的な検出を迅速に実現する技術であり、従来の出荷試験の代替または補完のみならず、インプロセス試験への適用やRTRTを志向した無菌保証戦略を支える基盤技術として期待される。

※図の一部は「BioRender」を使用して作成しています。

【参考文献】

- 1) Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme. PIC/S guide to good manufacturing practice for medicinal products : Annex 1 - Manufacture of sterile medicinal products. (2022).
- 2) Parenteral Drug Association. PDA technical report no. 33 : Evaluation, validation and implementation of alternative and rapid microbiological methods. (2014).
- 3) International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. ICH Q8 (R2). (2009a).
- 4) International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. ICH Q10 : Pharmaceutical quality system. (2009b).
- 5) 松山 晃文 : 和光純薬時報 Vol.94 No.1 (2026).
- 6) Montag-Lessing, T. et al. : Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, 53, 45 (2010).

おわりに

本稿では、RiboNAT™の性能および大容量サンプルを用いた検査方法について紹介した。これらは、さまざまなケースでRiboNAT™が適用可能であることを示している。無菌保証の考え方については前述の通り、規制当局等が発行するドキュメントに記載されている。一方、学術論文でも Montag-Lessing, Tらの報告においてプロセス中の管理の重要性が指摘されている⁶⁾。そのため、迅速無菌試験法には核酸増幅法のみならず、さまざまな技術による社会実装への挑戦が進められている⁵⁾。核酸増幅に関するトピックとしては、USPにおいて、使用期限が短い製品に対する核酸増幅法のドキュメント開発がUSP chapter 75として進

細菌・真菌を約7時間で迅速検出するNAT法（核酸増幅法）キット

Wako

RiboNAT™ 迅速無菌試験キット

医薬品の安全性試験の一環として、微生物汚染を確認するための無菌試験が実施されます。薬局方に定められた無菌試験法では14日間の培養が必要とされることから、使用期限の短い細胞医薬品などを中心に、より迅速な試験法の必要性が高まっています。RiboNAT™ は、NAT法（Nucleic Acid Amplification Test）により、細菌および真菌を迅速に検出できるキットです。



※写真の製品は「RNA Isolation Kit 1」です

特長

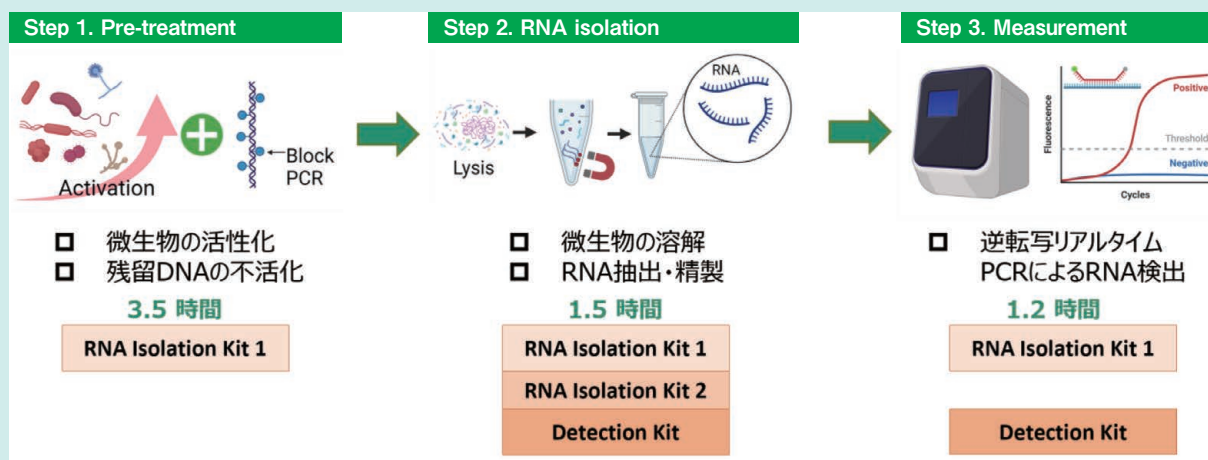
- 当日中に結果が判明（約7時間）
- rRNAを逆転写リアルタイムPCR法で検出
- 検体中の残存DNAに由来する偽陽性を低減
- 広範な細菌・真菌を1アッセイで同時検出

検出感度

薬局方掲載菌種	検出感度 (CFU/mL)
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	9
<i>Bacillus subtilis</i>	9
<i>Candida albicans</i>	9
<i>Clostridium sporogenes</i>	9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9
<i>Staphylococcus aureus</i>	9

HEK293 細胞懸濁液（ 0.25×10^6 cells/mL）
に各標準菌を 9CFU/mL で添加し検出を確認。

アッセイフロー



※掲載しているイラストは「BioRender」を使用して作成しています。

コード No.	品 名	容量	希望納入価格(円)
291-98401	RiboNAT™ Rapid Sterility Test - RNA Isolation Kit 1	50回用	280,000
297-98001	RiboNAT™ Rapid Sterility Test - RNA Isolation Kit 2	50回用	150,000
293-98101	RiboNAT™ Rapid Sterility Test - Detection Kit	100回用	320,000

<詳細情報のご案内>

- 製品紹介動画・技術資料などの詳細な情報をご用意しています。右の二次元コードからご覧下さい。
- ご検討中のお客様にはバリデーションデータをご提示可能です。



【お問合せ先】

富士フイルム和光純薬株式会社
 試薬化成品事業ユニット 試薬事業部 試薬開発マーケティング本部 QC 製品推進部
 大阪本社 050-3514-4814 東京本店 050-3514-4914
 メールアドレス：ffwk-shiyaku-lal@fujifilm.com

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、2026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。

イオン交換樹脂の電子材料精製への応用

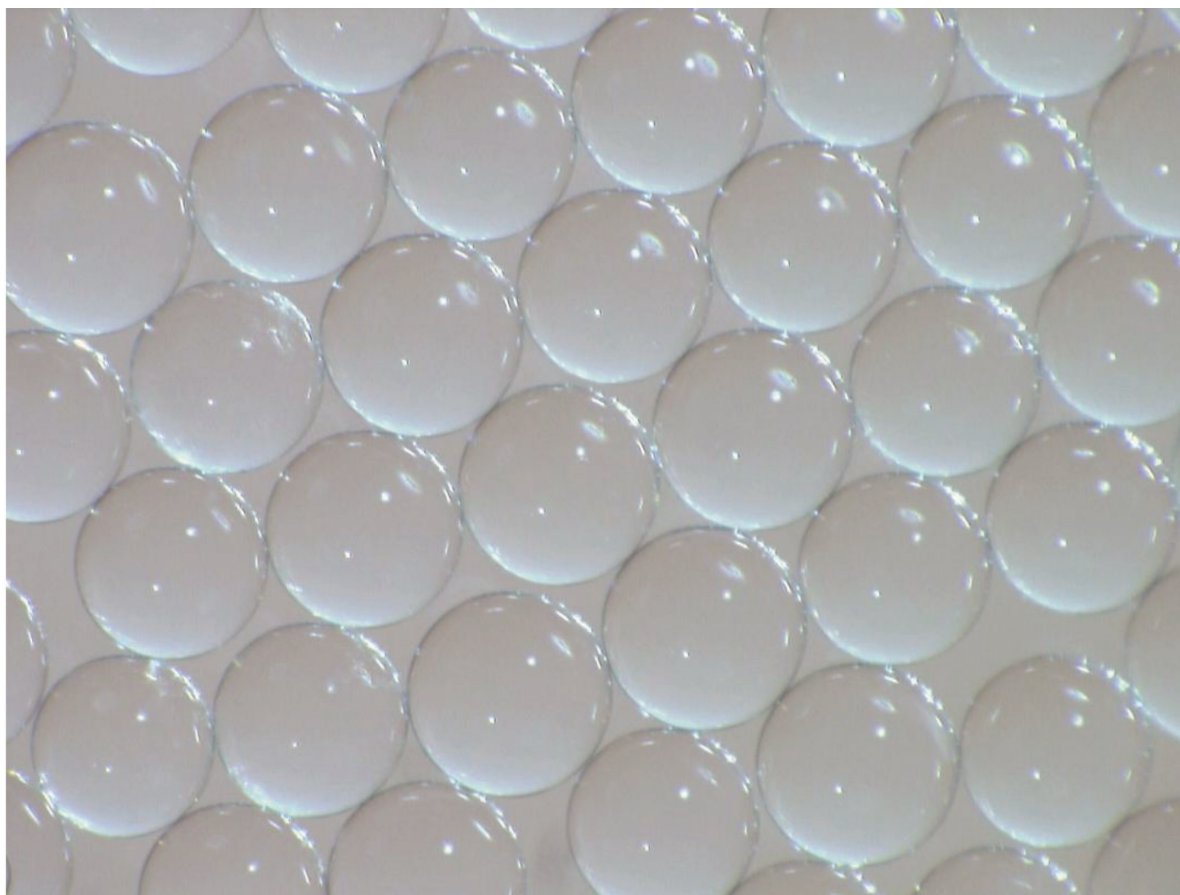


オルガノは、超純水・純水・水道水・産業排水・下水と多岐にわたる水処理技術を有し、その技術を非水分野にも応用しながら、多角的な事業をグローバルに展開しています。製品開発から設計、施工、販売、さらには納入後のメンテナンスや運転管理までを自社で一貫して対応できる体制を整えており、中でも先端半導体をはじめとする電子産業向けの超純水製造設備は、世界的に高い評価をいただいています。

当社の水処理技術の根幹をなしているのは、高度な分離精製技術です。この技術は、超純水から排水、各種の溶剤や薬液など多種多様な対象に適用されますが、「不要な成分を分離・除去すること」と「有用成分を高純度化すること」の両立がその要となります。近年、半導体の微細化が急速に進行し、製造プロセスに使用される電子材料についても、微量の不純物が製品の欠陥に直結するようになりました。当社は超純水設備で培った技術を応用し、電子材料中の微量不純物を極限まで除去する技術を提供しています。

半導体は多くの電子材料から製造されますが、中でも「ウェットプロセス」と呼ばれる工程で使用される液状の電子材料が、当社の分離精製技術の主な対象です。具体的には、フォトリソ、レジスト材料、反射防止膜、現像液、CMPスラリー、ポストCMPクリーナー、過酸化水素、各種洗浄液、各種溶剤など多岐にわたり、いずれも半導体製造に欠かせない重要材料です。半導体のプロセスノードが7nm、3nm、2nmと加速度的に進化する中、電子材料に含まれる不純物にはpptレベルでの管理が求められるようになりました。電子材料の精製は、従来は蒸留や再結晶、ろ過などが主流でしたが、当社技術はこれら従来法では除去困難であったレベルの不純物低減に大きく貢献しています。

電子材料は種類ごとに異なる性質を持つため、個々の特性に応じた精製技術が必要です。材料中には金属不純物がイオン、錯体、固体など様々な形態で存在するほか、酸成分など金属以外の不純物も含まれています。精製にあたっては、これら微量不純物を除去しつつ、材料の有効成分は損なわずに残すという高度な選択性が求められます。当社は、電子材料中の微量



写真：イオン交換樹脂

Information

不純物除去に、超純水製造で実績のあるイオン交換樹脂が極めて有効であることを見出し、精製に特化した超高純度イオン交換樹脂「ORLITE™（オルライト）DSシリーズ」を開発しました。本シリーズは構造や官能基の異なる豊富なラインアップを描いているため、各材料や不純物の性質に最適化した対応が可能です。当社がこれまで多様な電子材料の精製で蓄積してきたノウハウに基づき、最適な製品の組み合わせや使用方法をご提案します。

当社の技術的特徴は、先端材料で要求される超低メタル化の実現、非水系にも対応可能な多彩なラインアップ、そして豊富な精製実績に基づくノウハウに集約されます。イオン交換樹脂は、直径0.5mm程度の細孔構造を持つビーズ状の製品です。ORLITE™ DSシリーズには、均一構造で高交換容量・高強度の「ゲル型」と、比表面積が大きく対象液が内部まで拡散しやすい「マクロポーラス型」の2種類があり、さらに修飾されるイオン交換基の種類により、強酸性型、弱塩基型、強塩基型、キレート型をご用意しています。

また、非水系電子材料向けには「ORLITE™ DRYシリーズ」を展開しています。イオン交換樹脂は通常、水中で合成されるため湿潤状態で納入されますが、非水系材料では水分が不純物となってしまいます。イオン交換樹脂からの水分除去方法には溶媒置換法がありますが、中間溶媒を経由する二段階の脱水操作が必要で、手間や溶媒廃液の発生が課題でした。しかし、ORLITE™ DRYシリーズは、出荷時の水分含有率を2～10%以下（樹脂型式による）に抑制しているため、溶媒ロスや工数を最小限に抑えたスムーズな導入が可能です。

具体的な精製事例として、一つ目は「有機酸の精製」です。半導体製造ではクエン酸等の様々な有機酸が使われていますが、有機酸はpHが低く、通常の樹脂では樹脂内部の金属が溶出（吐き出し）してしまいますが、超低メタル化されたORLITE™ DSシリーズであれば低pH環境下でも効果的な金属除去が可能です。二つ目は「過酸化水素の精製」です。当社では、合成吸着剤による有機物除去と、ORLITE™ DSシリーズによる金属除去を組み合わせた高純度化手法をご提案しています。三つ目は「溶媒の精製」です。半導体工場や電子材料製造ではPGMEA（プロピレングリコールメチルエーテル酢酸）、PGME（プロピレングリコールメチルエーテル）、IPA（イソプロピルアルコール）等様々な有機溶媒が使用されています。ORLITE™ DSシリーズ、DRYシリーズでこれらの有機溶媒から金属不純物を高精度に除去することが可能です。特にPGMEAはイオン交換基との接触により分解することがありますが、当社では分解を抑制しながら高純度化を達成する最適な製品の組み合わせをご提案します。

まずはORLITE™ DS、DRYシリーズをぜひお手にとってお試しください。評価方法のご相談や、最適な精製手法の検討など、どのようなことでもお気軽に当社までお問い合わせ下さい。お客様の課題に対し、最適なソリューションをご提案します。

電子材料精製用イオン交換樹脂

ORLITE™

ORLITE™ DS シリーズ（超低メタル化樹脂）

コード No.	品 名	容量	希望納入価格 (円)
100316401_139	ORLITE™ DS-1	250mL	25,000
100316401_178		5L	113,000
100316402_139	ORLITE™ DS-2	250mL	25,000
100316402_178		5L	102,500
100316403_139	ORLITE™ DS-3	250mL	25,000
100316403_178		5L	144,000
100316404_139	ORLITE™ DS-4	250mL	25,000
100316404_178		5L	131,500
100316405_139	ORLITE™ DS-5	250mL	25,000
100316405_178		5L	109,000
100316406_139	ORLITE™ DS-6	250mL	25,000
100316406_178		5L	109,000
100316407_139	ORLITE™ DS-7	250mL	25,000
100316407_178		5L	144,000
100316420_139	ORLITE™ DS-21	250mL	25,000
100316420_178		5L	150,000
100316421_139	ORLITE™ DS-22	250mL	25,000
100316421_178		5L	170,500



ORLITE™ DRY シリーズ（低水分樹脂）

コード No.	品 名	容量	希望納入価格 (円)
200002538_137	ORLITE™ 15JS-HG・DRY	100g	25,000
200002536_137	ORLITE™ B20-HG・DRY	100g	25,000
200002537_137	ORLITE™ MSPS2-1・DRY	100g	25,000
200001302_137	ORLITE™ DS-21・DRY	100g	25,000

詳細は当社 Web をご覧下さい。

試薬事業トップ→分析→カラムクロマトグラフィー→ポリマーゲル担体→オルガノ社 ORLITE™ シリーズ

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03494.html>



PFAS分析用試薬

各水試料添加回収試験例追加・溶媒規格値追加

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、国内外でさまざまな規制の対象となっています。日本国内においては、PFOS および PFOA が水道水質基準 水質基準項目に追加されるなど、規制強化が進められています。

当社では、PFAS 分析に使用可能な標準品・溶媒・固相抽出カラムを販売しています。このたび、河川水試料を対象に PFAS30 種の添加回収試験を行った結果を紹介します。また PFAS 分析用溶媒では、保証 PFAS 種を追加し、多種の PFAS 分析において、より安心して使用できる製品となりました。

PFAS 分析用混合標準液

本製品は、水質基準項目となる PFOS・PFOA 及び要検討項目である PFHxS の 3 成分を混合した認証標準物質（CRM）です。NITE（製品評価技術基盤機構）が運営する ASNITE 認定制度に基づいて製造し、認証書を製品に添付しており、告示法に使用できます。

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
167-29881	3 PFCs Mixture Standard Solution (each 2µg/mL Methanol Solution) [CRM]※1※2	水質試験用	1mL×5A	35,000

※1 「化審法」に基づき「第一種特定化学物質」を試験研究用に使用するための「確約書」が必要です。

※2 認定書に記載の濃度は酸としての濃度です。

NEW | PFAS 分析用固相抽出カラム

本製品は、逆相系ポリマーに陰イオン交換基を導入したミックスモードカラムで、幅広い炭素鎖の PFAS を効果的に捕捉・抽出可能です。

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
294-37071	Presep® PFAS (60mg/3mL)※3	試料前処理用	10本×10	65,000
291-37081	Presep®-C PFAS (Short)※4	試料前処理用	10個×5	50,000

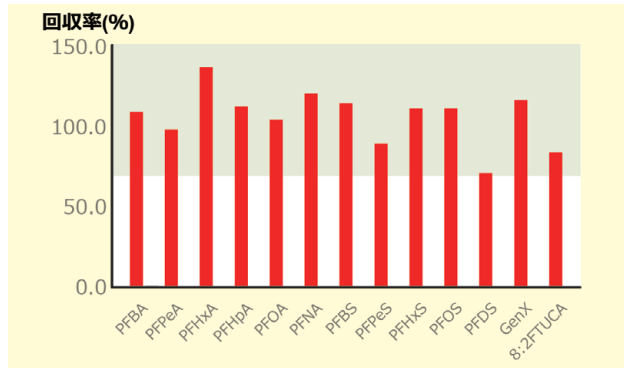
※3 シリンジ型 ※4 コマ型

Presep®-C PFAS を用いた河川水試料における PFAS 添加回収試験

Presep®-C PFAS を用い、河川水試料を対象に、PFAS 30 種の添加回収試験を実施しました。評価の結果、マトリックスの影響による回収率低下の抑制が期待できることを確認しています。

一般に、試料中のマトリックスは、樹脂への PFAS 吸着を妨害し、回収率低下の一因になると考えられます。Presep®-C PFAS ではその影響が抑制され、高マトリックス試料においても回収率を維持できることが示唆されました。

● 河川水試料における 13 種 PFAS 添加回収率※5



※5 本添加回収試験は、「水質基準に関する省令の規定に基づき環境大臣が定める方法 別表45」に基づき実施しています。

詳細データについては、当社Webをご覧ください。

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03470.html>



■ ポスター発表のご案内

上記添加回収試験の結果について、第60回水環境学会にてポスター発表を行いました。当社siyaku blogおよびポスターデータダウンロードページよりご確認ください。

▶ 第60回水環境学会ポスターダウンロード申し込みフォーム

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/pg4621a1/download/index.html>



NEW | PFAS 分析用溶媒（規格値追加）

令和 8 年 4 月より、水道水質規制における分類で新たに PFAS 7 成分が要検討項目へ追加されました。これを受け、当社では PFAS 分析用溶媒に、対象 7 種 PFAS の保証値を追加しました※6。各 PFAS の保証値等の詳細は当社 Web をご覧ください。

※6 新規製造ロットより順次当該規格値を保証します。

特 長

水道水質規制対象 PFAS（PFOS、PFOA、PFBS、PFBA、PFPeA、PFHxS、PFHxA、PFHpA、PFNA、GenX）の残留値を保証！

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
011-22251	Acetonitrile	PFAS分析用	1L	8,160
130-15941	Methanol	PFAS分析用	1L	4,100
136-15943			3L	6,200
216-01361	Ultrapure Water	PFAS分析用	1L	3,400
212-01363			3L	9,400

試薬事業トップ→分析→水質→有機フッ素化合物（PFAS）分析→PFAS（PFOS、PFOA、PFHxS等）分析用試薬

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/00353.html>



フレキシブル認定制度を活用したCRMラインアップ拡充

農薬標準品 CRM 新製品

Wako

当社は、令和5年に定量NMR法による値付け技術でASNITE認定プログラムでの包括的認定（フレキシブル認定）を取得しました。これにより、個別認定を受けることなく有機化合物をCRMとして迅速に供給できる体制を整えています。CRM製品には、認証値や不確かさ、値付け方法、トレーサビリティに関する情報を記載した認証書を添付しています。

この度、新たに農薬標準品CRMを追加しましたので、紹介します。

農薬標準品規格の比較

当社規格	残留農薬試験用 [CRM] ^{※1}	TraceSure [®]	Traceable Reference Material (TRM)	残留農薬試験用 [non-CRM] ^{※1}
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	○	—	—	—

※1 CRMとして販売している「残留農薬試験用」製品は、品名に「Reference Material [CRM]」と記載しています。

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 022-19911	Benzobicyclon Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	38,000
NEW 068-07121	Fluxametamide Reference Material (mixture of isomers) [CRM]	残留農薬試験用	100mg	28,000
NEW 169-29461	Piperonyl Butoxide Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	21,000
近日発売 019-29131	Atrazine Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 037-26351	Chlorantraniliprole Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 038-26261	Cyantraniliprole Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 044-35211	Diethofencarb Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 095-07771	Imicyafos Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 099-07791	Ipfenfencarbazone Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会
近日発売 209-21691	Tefuryltrione Reference Material [CRM]	残留農薬試験用	100mg	照 会

詳細は当社Webをご覧ください。

試薬事業トップ→農薬・動物用医薬品混合標準液検索バナー

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/search/pesticides.html>



Ref²…2～10℃保存 F²…20℃保存 30²…80℃保存 150²…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、2026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。

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、令和5年3月に日本初のASNITE認定に基づいた、金属標準液 (単一成分) の包括的認定を取得し、令和7年3月に質量比混合法による混合標準液の包括的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) へ変更します。尚、従来品は販売終了となります。

特 長

- 「元素不純物に係る許容一日曝露量 (PDE 値)」を参考にした濃度設定
- 原液調製の手間を省略可能
- 認証標準物質へのリニューアルにより標準物質の適格性評価や維持管理が不要

新製品

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
138-19641	Multielement Standard Solution for ICH Q3D Oral Preparation [CRM]	ICP分析用	100mL	23,000

・組成: As 15, Cd 5, Co 50, Ni 200, Pb 5, V 100 (mg/L)
・マトリックス: 5 w/w% 硝酸

新品

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
133-19831	Multielement Standard Solution for ICH Q3D Injection [CRM]	ICP分析用	100mL	照 会

・組成: As 15, Cd 2, Co 5, Cu 300, Li 250, Ni 20, Pb 5, Sb 90, V 10 (mg/L)
・マトリックス: 5 w/w% 硝酸

販売終了予定品

コード No.	品 名	規格	容量
138-18801	Multielement Standard Solution for ICH Q3D Oral Preparation	ICP分析用	100mL
135-18811	Multielement Standard Solution for ICH Q3D Injection	ICP分析用	100mL

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>



高純度・高収率を両立！

核酸合成用 高架橋ポリスチレン担体

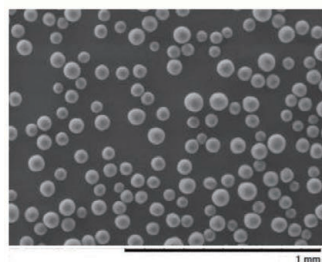
Wako

高架橋ポリスチレン担体(Highly Cross-linked Polystyrene Support, HCP)は、オリゴヌクレオチド合成において優れた特長を持つ固相合成用の担体です。一般に、この担体は縮合効率が高く、反応中の試薬洗浄効率にも優れているため、他の担体に比べて高純度のオリゴヌクレオチドを得ることが可能です。さらに、物理的強度が高いため、合成中の担体破損を抑制でき、また、低膨潤性であるため、合成時の担体の体積変化が少なく、反応容器に担体を充填する際に膨潤性を考慮した空隙調整が不要です。このため、多孔質ガラス(CPG)と同様に簡便に使用できます。

当社の担体は高架橋ポリスチレンを採用しており、粒子径・形状・細孔径などの物理的パラメータを精密に制御しています。この担体は、アミノリンカーで修飾したNative型およびユニバーサルリンカーを修飾した製品として販売しています。

特長

- 低膨潤性担体
 - ・ 膨潤が少なく、試薬の洗浄効率が高い
- 高収率
 - ・ 合成スケールあたりのオリゴ核酸収量が多い
- 空隙考慮不要
 - ・ 膨潤性が低いため、カラム充填時の空隙調整が不要
- 柔軟な修飾対応
 - ・ Native体アミノリンカーは、反応起点ヌクレオチドやユニバーサルリンカーを自由に修飾可能
- 選べる細孔径
 - ・ 細孔径1000、2000、3000Åから選択可能(4000Åはカスタム対応)
 - ・ バルク品の提供や多様な修飾など、柔軟に対応



ポリスチレン樹脂のSEM観察

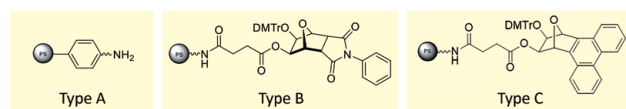


Aminolinker PSの外観

物性

		Aminolinker PS 1000A	Aminolinker PS 2000A	Aminolinker PS 3000A
粒子径		53～100 μm	53～100 μm	53～100 μm
細孔径		1000Å (100 nm)	2000Å (200 nm)	3000Å (300 nm)
乾燥体積		3.9 mL/g	4.2 mL/g	4.3 mL/g
膨潤 体積	アセトニトリル	4.1 mL/g	4.4 mL/g	4.5 mL/g
	トルエン	4.1 mL/g	4.5 mL/g	4.6 mL/g
	THF	4.2 mL/g	4.5 mL/g	4.6 mL/g
	ジクロロメタン	4.3 mL/g	4.6 mL/g	4.8 mL/g
反応基の種類		NH ₂	NH ₂	NH ₂

製品スペック



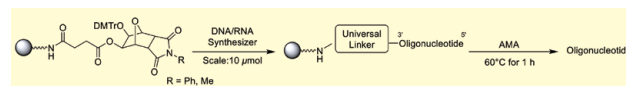
Type	品名	細孔径	リンカー導入量
A	Aminolinker PS 1000A, Standard Loading	1000Å	40-60 μmol/g
	Aminolinker PS 2000A, Standard Loading	2000Å	40-60 μmol/g
	Aminolinker PS 3000A, Standard Loading	3000Å	40-60 μmol/g
B	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 1000A, Standard Loading	1000Å	20-40 μmol/g
	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 2000A, Standard Loading	2000Å	10-30 μmol/g
	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 3000A, Standard Loading	3000Å	10-30 μmol/g
C	PT Linker PS 1000A, Standard Loading	1000Å	20-60 μmol/g
	PT Linker PS 2000A, Standard Loading	2000Å	20-40 μmol/g
	PT Linker PS 3000A, Standard Loading	3000Å	20-40 μmol/g

反応例

■ オリゴヌクレオチド (T₁₀ および T₂₀) の合成 (DMTr-Off モード)

マレイミド型リンカー (UnyLinker™) を修飾した低膨潤性担体を用いて、T₁₀およびT₂₀の合成を行った。以下にその結果を示す。

※UnyLinker™はIonis Pharmaceuticals, Inc. の商標です。



1) T10mer の合成

	Solid Supports			UnyLinker™		Crude Yield (%)	Crude Purity (HPLC, area%)		
	Supplier	Materials	Pore Size (Å)	Substituent on N	Functional Loading (μmol/g)		T ₁₀ <N-1>	T ₁₀ <FLP>	
1	FUJIFILM Wako	HCP (Low-Swelling Polymer)	1000	Ph	49	>90	5	92	
2			2000		27	>90	3	92	
3			3000		29	>90	4	90	
4			4000		8	>90	4	90	
C1	Competitor A	CPG	500	Ph	90	69	10	83	
C2			1000		48	71	7	87	
C3	Competitor B	CPG	1000	Me	45	67	2	93	
C4	Competitor C	Swelling Polymer	Swelling Pore	Ph	407	73	1	95	
C5	Competitor D				347	79	2	94	

Note : These results were obtained from limited sample sizes and specific conditions

[次頁に続く]

HPLC condition of Oligonucleotide

Column size : Wakopak® Ultra C18-2 φ 2.1 mm × 100 mm (D)
 Mobile phase : A) 100 mM 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

2) T20mer

	Solid Supports			UnyLinker™		Crude Yield (%)	Crude Purity (HPLC, area%)	
	Supplier	Materials	Pore Size (Å)	Substituent on N	Functional Loading (μmol/g)		T ₁₉ <N-1>	T ₂₀ <FLP>
1	FUJIFILM Wako	HCP (Low-Swelling Polymer)	1000	Ph	29	>90	5	87
2			2000		19	>90	4	83
3			3000		20	>90	5	80
4			4000		8	>90	5	84
C1	Competitor A	CPG	500	Ph	90	73	12	80
C2	Competitor A	CPG	1000		48	69	7	83
C3	Competitor B	CPG	1000	Me	45	68	8	86
C4	Competitor C	Swelling Polymer	Swelling pore	Ph	407	57	4	79
C5	Competitor D	Swelling Polymer	Swelling pore		347	69	12	78

Note : These results were obtained from limited sample sizes and specific conditions

HPLC condition of Oligonucleotide

Column size : Wakopak® Ultra C18-2 φ 2.1 mm × 100 mm (D)
 Mobile phase : A) 100 mM HFIP + 8.6 mM TEA aq., B) Acetonitrile
 Gradient : 0-15 min B=1-9%, 15-20 min B=100%, 20-25 min B=1%
 Flow rate : 0.3 mL/min
 Temperature : 40°C
 Detection : UV260 nm
 Injection vol. : 0.25 μL
 Sample : DNA dT 20 mer, All PO

Type	コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
A	018-28981	Aminolinker PS 1000A, Standard Loading	核酸合成用	1g	11,000
	015-29111	Aminolinker PS 2000A, Standard Loading	核酸合成用	1g	11,000
	012-29121	Aminolinker PS 3000A, Standard Loading	核酸合成用	1g	11,000
B	135-19771	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 1000A, Standard Loading	核酸合成用	250mg	13,000
	132-19781	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 2000A, Standard Loading	核酸合成用	250mg	13,000
	139-19791	Maleimide-Type Linker (N-Ph) PS 3000A, Standard Loading	核酸合成用	250mg	13,000
C	169-29841	PT Linker PS 1000A, Standard Loading	核酸合成用	1g	35,000
	163-29981	PT Linker PS 2000A, Standard Loading	核酸合成用	250mg	15,000
	160-29991	PT Linker PS 3000A, Standard Loading	核酸合成用	250mg	15,000

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

https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/synthesis/nucleic_acid_synthesis/solid_support/index.html



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ご使用いただくことが可能な「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※）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®	エンドキシン
			USP-NF	Ph.Eur.			
NEW 017-28755	アセチルシステイン	日本薬局方	✓	✓	500g	616-91-1	10EU/g
013-28757	「製造専用」				10kg		未満
037-26035	グルコン酸カルシウム	日本薬局方	—	—	500g	299-28-5	1.5EU/g
NEW 031-26038	水和物「製造専用」				20kg		未満
136-19625	りん酸二水素ナトリウム	—	✓	—	500g	10049-21-5	2.0EU/g
132-19627	水和物				10kg		未満

CertiPro-L 新製品

コード No.	品名	規格	容量	CAS RN®	エンドキシン
NEW 016-28541	L-アスコルビン酸りん酸エステル	—	50g	1713265-	10EU/g
018-28545	マグネシウム塩 n水和物		500g	25-8	未満

医薬品製造用原料カタログ

CertiProシリーズの新製品はもちろん、調液済みのプロセス溶液「バイオプロセッシング用溶液」や抗体医薬製造プロセス別の製品例なども更新しました。

最新カタログは当社Webよりダウンロード可能です。

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



※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>



バイオ医薬品の残留DNAを検出

QCdetect™ 残留 DNA 検出キット

Wako

バイオ医薬品の製造工程において、抗体をはじめとするタンパク質の発現に CHO 細胞や大腸菌が宿主細胞（ホストセル）として用いられます。宿主細胞の DNA は製造工程由来不純物として管理する必要があり、世界保健機関（WHO）、米国食品医薬品局（FDA）、欧州薬局方（EP）は、最終的な宿主由来残留 DNA 量を 10ng/dose もしくは 100pg/dose 未満とする指針を示しています。

QCdetect™ 残留 DNA 検出キットは、バイオ医薬品などに残留する DNA を検出・定量する qPCR キットです。CHO 細胞と大腸菌由来の残存 DNA に対応したキットをラインアップしています。



QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for CHO cells



QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for E.coli

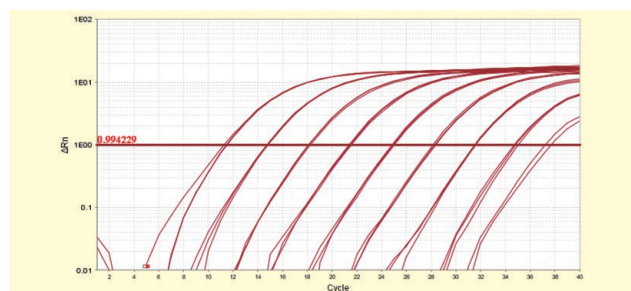
特長

- Pre-mixの溶液設計により Ready-to-Use
- 宿主由来の微量DNAを高感度に検出
検出感度：CHO細胞用 $\geq 0.0003\text{pg/test}$ 、大腸菌用 $\geq 0.03\text{pg/test}$
- アッセイ間差が少なく、再現性が高い
- Internal Control含有
- サンプル中の夾雑物の影響を受けにくい

データ

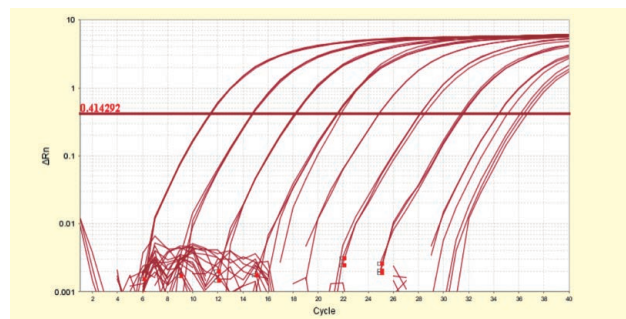
QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for CHO cells

■ 他社製品との比較



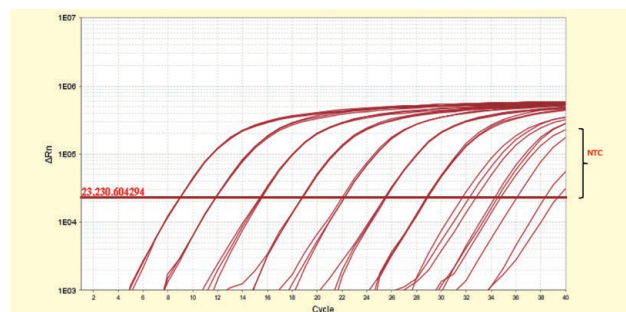
当社製品

検出感度：0.0003pg/well



A 社

検出感度：0.0003pg/well



B 社

NTC (No-template control) が増幅

検出方法・キットコンポーネント数

	検出方法	キットコンポーネント数
当社	TaqMan Probe 法	3
A 社	TaqMan Probe 法	5*
B 社	インターカレーター法	9*

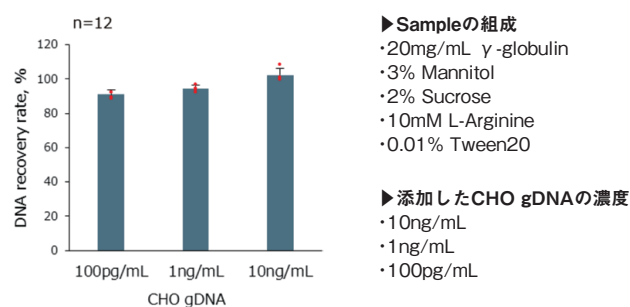
* DNA 抽出用試薬を含む

当社、A 社、B 社の CHO 細胞ゲノム DNA 検出キットそれぞれにおいて、0.00003 - 30,000pg/well の CHO 細胞 gDNA における増殖曲線の Log Data を比較した。

他社製品と比較して、検出感度、増幅曲線の再現性ともに同等以上の性能を示した。

■ 高濃度タンパク質を含むサンプルでの使用例

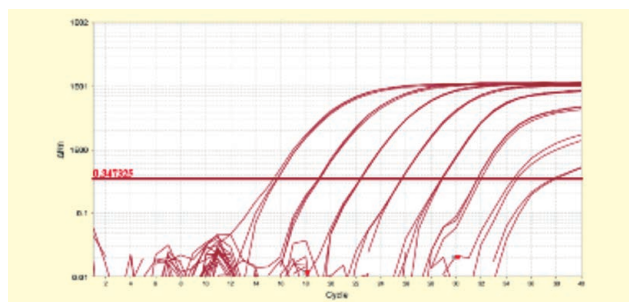
—DNA Extractor® Kit との併用—



γ -globulin を高濃度を含むサンプルへ CHO gDNA を添加し、DNA Extractor® Kit で DNA を抽出した。次に、得られた DNA を本キットで定量し、添加回収率を求めた。高濃度のタンパク質を含むサンプルにおいても、高い回収率で CHO gDNA を回収できた。

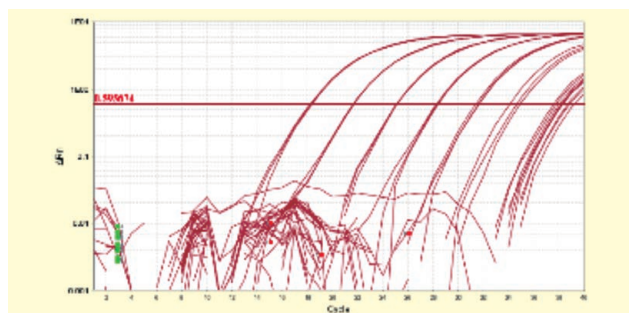
QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for *E. coli*

■ 他社製品との比較



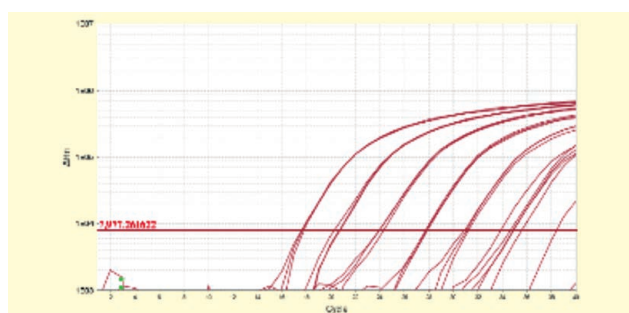
当社製品

検出感度：0.03pg/well



A 社

検出感度：0.03pg/well



B 社

検出感度：0.3pg/well
IC なし

検出方法・キットコンポーネント数

	検出方法	キットコンポーネント数
当社	TaqMan Probe 法	3
A 社	TaqMan Probe 法	5*
B 社	インターカラーター法	9*

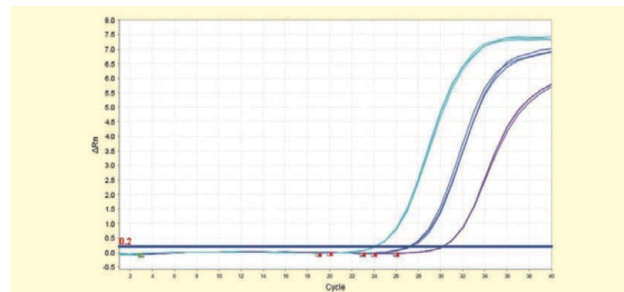
* DNA 抽出用試薬を含む

当社、A 社、B 社の大腸菌ゲノム DNA 検出キットそれぞれにおいて、0.003 - 30,000pg/well の大腸菌 gDNA における増幅曲線の Log Data を比較した。

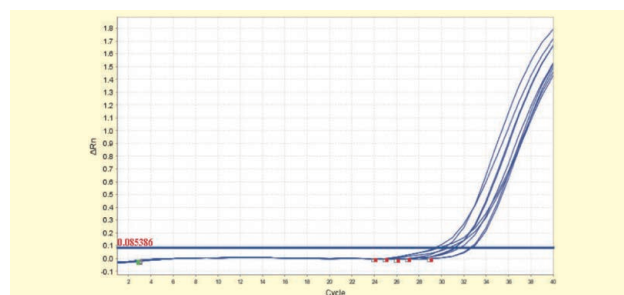
他社製品と比較して、検出感度、増幅曲線の再現性ともに同等以上の性能を示した。

■ 高濃度タンパク質を含むサンプルでの使用例

ー DNA Extractor® Kit との併用ー



Detection of *E. coli*-derived genomic DNA



Detecting Internal Control

DNA 添加量	0.1ng/mL	1ng/mL	10ng/mL
検出系 (PCR 反応) への DNA 添加量	1pg	10pg	100pg
回収率 (平均)	96.9%	85.7%	86.9%
SD	0.013	0.67	1.4
CV%	1.3%	7.8%	1.6%

75mg/mL ヒト血漿由来 γ - グロブリンを含むサンプルに 0.1、1、10ng/mL 大腸菌 gDNA を添加し、DNA Extractor® Kit で DNA を抽出した。次に、得られた DNA を本キットで定量し、添加回収率を求めた。高濃度のタンパク質を含むサンプルにおいても、高い回収率で大腸菌 gDNA を回収できた。

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
294-85201	QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for CHO cells [F]	遺伝子研究用	100回用	143,000
290-85301	QCdetect™ Residual DNA Detection Kit for <i>E. coli</i> [F]	遺伝子研究用	100回用	143,000

関連製品

コード No.	品 名	規格	容量	希望納入価格 (円)
295-50201	DNA Extractor® Kit [G]	遺伝子研究用	50回用	23,100

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→バイオ医薬→品質管理・検査用試薬 (バイオ医薬) →残留 DNA 検査：抽出・検出

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/category/03027.html>



Information

キャンペーンのご案内

ライフサイエンス試薬アカデミックキャンペーン



日頃のご愛顧にお応えしまして、アカデミアユーザーを対象に当社および取扱いメーカーのライフサイエンス試薬 650 製品以上を特別価格にてご提供します。普段使用している汎用試薬も、試してみたかったあの試薬もお得にご購入できるチャンスです。一部製品は無償サンプルも提供しています。ぜひこの機会をお見逃しなく！

期 間

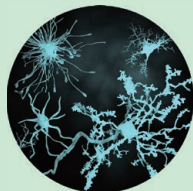
2026 年 6 月 15 日（月）～ 2026 年 8 月 31 日（月）

対象分野

- ・細胞培養試薬
- ・微生物培養試薬
- ・遺伝子研究試薬
- ・タンパク質研究試薬
- ・アッセイキット
- ・イメージング試薬
- ・動物実験用試薬
- ・分子生物学用試薬
- ・機器・器材

Wako

神経科学分野マーカー抗体&二次抗体 トライアルキャンペーン【開催予告】



当社の抗 Iba1 抗体や抗アミロイドβ抗体は、世界中の研究者に使用されています。近年では、モルモット由来マーカー抗体のラインアップを増やしており、「多重染色したいけど、違う動物種の抗体が見つからない」という研究者のお悩みを解決できます。

当社の神経科学マーカー抗体をより多くのお客様にご使用いただくため、初めて購入いただく方を対象に最大 40%OFF のキャンペーンを実施します。また今回は二次抗体のメーカーとして世界的に有名な Jackson ImmunoResearch 社の二次抗体もお得な価格でご提供します。

期 間

2026 年 8 月 3 日（月）～ 2026 年 10 月 30 日（金）

※キャンペーン詳細は 8/3（月）に当社 Web にて公開予定です。

対象製品

- [一次抗体] 神経科学分野マーカー抗体 (Iba1, P2RY12, Aβ, c-Fos など)
- [二次抗体] Jackson ImmunoResearch 社 蛍光標識抗モルモット IgG 抗体

Wako

R&D Systems社 抗体キャンペーン【抗体全製品25%OFF】



R&D Systems はライフサイエンス研究のリーディングカンパニーとして抗体、ELISA キット、リコンビナントタンパク質などを提供しており、豊富な製品ラインアップと高い品質で世界中の研究者に使用されています。多くのお客様に R&D Systems 製品をご使用いただくため、本キャンペーンでは抗体全製品（約 36,000 製品）を 25%OFF でご提供します。お客様がお買い求めやすいよう、日本国内の在庫も拡充しています。

期 間

2026 年 5 月 18 日（月）～
2026 年 8 月 31 日（月）

対象製品

R&D Systems 抗体全製品（約 36,000 製品）
メーカーコードが以下で始まるものはキャンペーン対象です（X は英数字）。
抗体の検索は R&D Systems Web サイト (<https://www.rndsystems.com/>) をご利用下さい。

- ・ AB (AB-XXX)
- ・ AF (AFXXX)
- ・ BAF (BAFXXX, BAFXXXX)
- ・ FAB (FABXXX, FABXXXX)
- ・ IC (ICXXX)
- ・ MAB (MABXXX, MABXXXX)

R&D Systems
by biotechnie

ニッポンジーン ライフサイエンス研究試薬 夏のキャンペーン



ニッポンジーンの遺伝子研究試薬をはじめとしたライフサイエンス試薬試薬のキャンペーンを開催中です。

期 間

2026 年 6 月 15 日（月）～ 2026 年 8 月 31 日（月）

対象分野

- ・ RNA 抽出
- ・ クリーンアップ
- ・ qPCR
- ・ LAMP
- ・ ゲノム編集
- ・ バッファー
- ・ クローニング関連
- ・ DNA 抽出
- ・ 1 Step RT-PCR
- ・ cDNA 合成
- ・ IVT-RNA 合成
- ・ 制限酵素
- ・ 電気泳動
- ・ タンパク質精製

ニッポン・ジーン

掲載キャンペーンの詳細やその他開催中のキャンペーンは当社 Web をご覧下さい。

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/news/campaign/index.html>



Information

夏の研究用試薬 大特価キャンペーン



有機合成・材料研究用試薬や核酸合成用試薬、分析の各種標準品、ライフサイエンス試薬など期間限定の特別価格でご提供します。

期 間

2026 年 7 月 1 日（水）～ 2026 年 8 月 21 日（金）

対象分野

有機合成・材料研究

有機合成

・各種遷移金属触媒、各種反応剤、ビルディングブロック

各種機能性材料

・有機半導体材料 など

核酸合成用試薬

オリゴ核酸合成用

・各種反応剤

mRNA 合成用

分析

分析用各種製品

・NMR 溶媒、残留農薬試験用、水質試験用、食品分析用

クロマトグラフィー用製品

・HPLC 用カラム、カラムクロマトグラフィー用 充てん剤

ライフサイエンス

細胞培養試薬

・低分子化合物、サイトカイン、ES/iPS 細胞除去試薬

生化学試薬

・生理活性物質、酵素、抗体、ELISA 構築キット

Wako

Pickup

nor-AZADO (コード No. 016-24984, 1 g)

希望納入価格: 15,400 円 → **7,700 円**

Benzo[b]benzo[4,5]thieno[2,3-d]thiophene
(コード No. 026-19311, 1 g)

希望納入価格: 38,500 円 → **19,250 円**

Pickup

架橋型核酸-mC(Bz)-シアノエチルホスホロアミダ
イト(異性体混合物) (コード No. 122-06791, 1 g)

希望納入価格: 41,400 円 → **28,980 円**

1-メチルシュドウリジン, 合成品

(コード No. 136-19321, 250 mg)

希望納入価格: 27,500 円 → **13,750 円**

Pickup

ビリジン-d₅, 99.5% (コード No. 167-28384, 50 mL)

希望納入価格: 115,000 円 → **80,500 円**

ワコーゲル® 60N, 38~100 μm

(コード No. 231-02717, 10 kg)

希望納入価格: 62,900 円 → **31,450 円**

Pickup

Ni- アガロース (コード No. 141-07983, 10 mL)

希望納入価格: 34,800 円 → **10,440 円**

Recombinant Mouse Wnt-3a Protein

(コード No. 587-97971, 2 μg)

希望納入価格: 48,000 円 → **33,600 円**

アンケートご協力をお願い

平素より当社製品をご愛顧いただき、誠にありがとうございます。

当社発行の情報誌に関して、今後のより良い誌面作りやご提供方法の参考とさせていただきたく、アンケートを実施します。

以下のアンケートフォームよりご回答下さいますようお願いいたします。

抽選で 20 名様に、Amazon ギフト券 500 円分をプレゼントします。

●回答所要時間目安: 3 分程度

●回答期限: 2026 年 11 月 30 日

※メールでのプレゼント発送をもって、当選のご連絡となります。メールアドレスに誤りがないようご入力下さい。(2026 年 12 月中旬頃に発送予定)



<https://forms.cloud.microsoft/r/pZtg714PKP>



キャンペーン主催: 富士フイルム和光純薬株式会社

Amazon は Amazon.com, Inc. またはその関連会社の商標です。

イーダ・ノダック (1896.2.25 ~ 1978.9.24)

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 核化学研究開発室 室長 羽場 宏光

20世紀初頭、女性科学者は極めて稀であった。イーダ・ノダックは、自然界に存在する最後の安定元素として原子番号75のレニウムを発見しただけでなく、原子核分裂が科学界に受け入れられる4年も前にその概念を提起した。しかし、彼女が報告した原子番号43の元素マスリウムの発見には異論があり、同時代の科学者たちから十分な評価を受けなかった。本稿では、女性化学者の先駆者であるイーダ・ノダックの重要な業績を紹介したい。

1. 化学・冶金学を学び博士号を取得

イーダ・ノダック (Ida Noddack)* は、1896年2月25日、ドイツ・ケルンの北方、ライン川沿いに位置するヴェーゼル近郊の小さな村、ラックハウゼンに生まれた。父はラッカーやニスニスの製造業を営んでいた。イーダはベルリンのシャルロッテンブルク工科大学において化学および冶金学を学び、1919年、高級脂肪酸無水物に関する研究により最優秀賞を受賞して学士号を取得、1921年には工学博士号を取得した。当時、同年に博士号を取得した女性ドイツ全土でわずか20人に過ぎなかった。

イーダは、1921年から1923年までベルリンのAEG (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft、総合電気会社の意) 社に、1924年から1925年までジーメンス・ハルスケ (Siemens-Halske) 社に化学者として勤務した。

*イーダ・ノダックは、旧姓でイーダ・タッケ (Ida Tacke) と呼ばれる。

2. 周期表が予言する未知元素

1869年、ロシアの化学者ドミトリ・メンデレーエフ (Dmitrij Mendelejev) は、当時知られていた63種の元素の原子量と化学的性質に基づき、元素の周期表を発表した。メンデレーエフは、当時未発見であった元素について周期表上に空欄を設け、その原子量や性質



写真 1. イーダ・ノダック (Dome_de, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons)

を予言した。彼の予言どおり、1875年にガリウム (Ga)、1879年にスカンジウム (Sc)、1886年にゲルマニウム (Ge) が発見され、その後、周期表は未知元素探索の重要な指針となる。

1913年、英国のヘンリー・モズリー (Henry Moseley) は、元素の特性X線を系統的に測定し、その振動数が整数Nと関係することを見いだし

た。そして、このNを原子番号と定義し、それが原子核の核電荷に等しいと結論づけた。これは、特性X線の測定によって未知元素の原子番号を実験的に決定できることを示す画期的な成果であった。

1922年、デンマークのニールス・ボーア (Niels Bohr) は、当時未発見であった原子番号72の元素はランタノイドではなく、ジルコニウム (Zr) に類似した性質をもつと予測した。そして、ニールス・ボーア研究所のディルク・コスター (Dirk Coster) とゲオルク・ド・ヘヴェシー (George de Hevesy) に対し、ジルコン (Zrのケイ酸塩鉱物) の元素分析を勧めた。コスターとヘヴェシーは1923年、モーブリーのX線分光法を用いて、原子番号72の元素ハフニウム (Hf) の発見に成功した。

図1は、ボーアの原子理論に基づく1923年当時の周期表である。当時の周期表には5か所の空欄が存在していた。このうち原子番号43および75の元素はマンガン (Mn) の下に位置し、メンデレーエフの時代からそれぞれエカマンガン (Em)、ドビマンガン (Dm) と呼ばれていた。エカ (eka) および

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																1 H	2 He	
2		3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3		11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4		19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5		37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Ru	44 Rh	45 Pd	46 Ag	47 Cd	48 In	49 Sn	50 Sb	51 Te	52 I	53 Xe	
6		55 Cs	56 Ba	57-71 *	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	
7		87 Ra	88 Ac	89 Th	90 Pa	91 U													
*ランタノイド																			
	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu				

図 1. ボーアの元素周期表 (1923 年)。当時はアクチノイド系列の概念は確立しておらず、トリウム (Th)、プロトアクチニウム (Pa)、ウラン (U) は、それぞれハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タングステン (W) の下に配置されている。

ドビ (dvi) は、それぞれサンスクリット語で1および2を意味し、マンガンの一つ下および二つ下の元素を示す。メンデレーエフは、Emの原子量を100、Dmの原子量を190と予測した。また、これらの元素の化合物は着色し、Mnと同様に複数の酸化物を形成すると予測した。しかし、これら二つの空欄は、周期表発表以来50年以上にわたり埋められないままであった。

3. 未知元素に魅せられた人生の転機

1922年、イーダはベルリンの帝国物理技術研究所に勤務していたワルター・ノダック (Walter Noddack) と出会った。ワルターは、熱化学の研究でノーベル化学賞を受賞したヴァルター・ネルンスト (Walther Nernst) の教え子で、ベルリンで化学、物理学、数学を学んでいた。

イーダは当時、民間のAEG社に勤務していたが、周期表と未発見元素の研究に強く惹かれ、1923年から無給の客員研究員としてワルターの研究室に出入りし、原子番号43および75の元素探索に参画した。1925年にはワルターが主宰する帝国物理技術研究所の化学



写真2. ワルター・ノダック (www.uni-bamberg.de, Public domain, via Wikimedia Commons)

研究室に正式に着任し、1926年に二人は結婚した。

当時の研究者たちは、原子番号43および75の元素が同族元素Mnに似た化学的性質を持つと考え、マンガン鉱石を中心にこれら二つの元素を探していた。これに対し、イーダとワルターは周期表でこの二つに近接する元素の化学的性質を系統的に調べ、両元素の性質は同族のMnよりも同周期の元素に近いと考えた。そして、モリブデン (Mo) やタングステン (W) を豊富に含むコルンブ石、ルテニウム (Ru) やオスミウム (Os) を豊富に含む白金鉱を重点的に分析し、原子番号43および75の元素探索を進めた。

4. レニウムとマスリウムを発見

1925年、イーダとワルターは白金鉱から約1mgの白色酸化物を抽出し、これを原子番号75の元素とみなした。さらに、ジーメンス・ハルスケ社のX線分析の専門家オットー・ベルク (Otto Berg) の協力を得て、原子番号75および43に対応するとみられるX線スペクトルを観測した。75番元素については、5本のL線が観測され、決定的な証拠とみなされた。同元素はコルンブ石からも単離することができた。

そこでイーダらは原子番号75の元素の発見を発表し、イーダの故郷を流れるライン川 (Rhein) にちなみレニウム (rhenium, Re) と命名した。同時に原子番号43の元素についても言及し、ワルターの故郷である東プロシアのマスリン地方 (現在のポーランド・マズリー) にちなみマスリウム (masurium, Ma) と名付けた。

同年、ドイツの原子量委員会は、イーダらが発見したReを正式に認定し、原子量188.71を原子量表に掲載した。一方、Maの発見は認められなかったが、イーダらはその後もMa発見の主張を曲げなかった。

その後、イーダらは両元素の研究を継続し、Reがモリブデン鉱に大量に

含まれることを突き止めた。それでも1kgあたりの含有量はわずか数mgに過ぎなかった。イーダらはジーメンス・ハルスケ社からの助成を受け、ノルウェーから大量のモリブデン鉱を入手した。1929年には、660kgの鉱石から約1gのReを抽出することに成功し、その化学的性質について多数の研究成果を発表した。しかし、Maの単離には成功しなかった。

5. 幻となったニッポニウム

今日では、原子番号43の元素のすべての同位体は放射性であり、最も寿命の長い同位体でも半減期は約420万年であることから、地球誕生46億年の歴史の中で既に消滅していることがわかっている。イーダらが用いたX線分光法をもってしても、原子番号43の元素の発見は不可能であった。

この元素の探索には、多くの科学者が挑戦し、発見に成功したと思い込んで元素に名前を付けた。その一つに、日本の小川正孝が発表したニッポニウムがある。

1904年、第一高等学校の教授であった小川正孝は、貴ガス元素の発見で知られるウィリアム・ラムゼー (William Ramsay) のもとに英国へ留学した。小川はラムゼーから、セイロン (現スリランカ) で新たに発見されたトリアニトと呼ばれる鉱物を入手し、その中から周期表でMoとRuの間に入るべき元素として、1908年に原子量約100のニッポニウム (Np) を発表した。

帰国後、小川は1911年に新設された東北帝国大学理科大学の教授・大学長に就任し、1918年には東北帝国大学総長に選ばれた。小川は大学の若手研究者とともにNpの追試を続けたが、実験は成功せず、Npは周期表から姿を消した。

1990年代から2000年代にかけて、東北大学の吉原賢二による調査により、小川が発見した元素は実際には原子番号75のReであったことが明らかに

なった。小川は、化学精製したNpの塩化物の化学式を MCl_2 (Mは金属元素を示す)と仮定し、原子量を約100と見積もった。しかし、もし化学式を正しく $MOCl_4$ としていたなら、Npの原子量は約185となり、小川はNpを現在のReの位置に置いたと考えられる。これは、イーダらがReを発見する17年前のことであった。当時の日本には、小川の試料を分析できるX線分光器がなく、Npは幻の元素となったのである。

1937年、イタリアのパレルモ大学のエミリオ・セグレ (Emilio Segrè) とカルロ・ペリエ (Carlo Perrier) は、米国カリフォルニア大学放射線研究所のサイクロトロンを用いて水素-2イオンを衝突させたMo板を入手し、その中からReに類似した化学的性質をもつ新しい元素を化学分離し、放射線計測によって同定した。セグレらは、この元素が人工的につくられた元素であることから、「人工的な」を意味するギリシャ語にちなみ、テクネチウム (Tc) と命名した。

6. 誰よりも早く核分裂に気づく

1933年、イタリアの物理学者エンリコ・フェルミ (Enrico Fermi) は、中性子を様々な金属に照射して生じる核反応生成物の研究を行った。ウラン (U) に中性子を照射したところ、複数の放射性生成物が得られた。フェルミらは、この中に中性子捕獲反応とそれに続くベータマイナス壊変によって生成した93番元素が含まれていると発表した。この新元素は周期表上でReの下に位置すると考え、エカレニウムと名付けられた。

イーダは、フェルミらの93番元素の発見に疑念を抱き、「Über das Element 93 (93番元素について)」と題する論文を単独で発表した。論文の中で、彼女はフェルミらが新しい放射性元素の性質を既知のすべての元素と比較していないことを指摘した。ま

た、重い原子核に中性子が衝突すると、衝突した元素の近傍ではなく、多数の大きな断片に分裂する可能性がある」と主張した。これはまさに原子核分裂の概念であったが、当時の論文では実験的・理論的な裏付けは示されていなかった。

イーダの核分裂に関する主張は科学界から嘲笑され、ドイツの著名な化学者オットー・ハーン (Otto Hahn) によって退けられた。ハーンらはフェルミの実験の追試を行い、超ウラン元素の放射化学分離に関する一連の論文を発表した。しかし、結果は矛盾に満ちており、超ウラン元素である93番元素が生成したという結論は取り下げざるを得なかった。

1939年、ハーンとフリッツ・シュトラスマン (Fritz Strassmann) は、ウランの中性子照射によって生成したのは超ウラン元素ではなくバリウム (Ba) であることを発表した。ハーンは、この結果をリーゼ・マイトナー (Lise Meitner) に伝え、リーゼはこの現象をU原子核の分裂として理論的

に説明した。結果として、イーダの核分裂の概念は正しかったことになるが、科学界で正当に認められるのは数十年後のことであった。

当時、イーダの主張が無視された理由の一つとして、彼女が43番元素Maを誤って発表していたことが影響していたと考えられる。

7. 戦火に翻弄された生涯

1929年のウォール街大暴落による深刻な失業率の上昇を受け、1932年、ドイツでは既婚女性の就業を制限する新たな法律が制定され、イーダは職を失った。さらに、1933年のナチスによる政権掌握は、イーダとワルターの科学者としての人生に大きな影響を及ぼした。

1935年、イーダとワルターはドイツ・バーデン州のフライブルクに移り住み、ワルターはフライブルク大学物理化学研究室の教授 (前任者はゲオルク・ド・ヘヴェシー) に就任し、イーダは研究助手となった。1941年にはナチス占領下のフランス・ストラスブール大学に移り、1942年、ワルターは物理化学研究所および光化学研究所の所長に任命された。イーダはここで初めて有給の教授職に就いた。

1944年、連合軍がフランスに上陸すると、イーダとワルターはストラスブールからの避難を余儀なくされた。戦後の1946年、ワルターはバンベルクの哲学・神学大学で物理化学と無機化学の代替教員を務め、1947年には化学の教授に就任した。さらに自身で地球化学研究所を設立し、イーダは無給のスタッフとして地球化学と生理学の研究に従事した。研究所は1956年に国有化されたが、ワルターは1960年に亡くなった。イーダは1968年に退職するまで研究を続けた。

晩年、イーダはボン近郊ライン川沿いのバート・ノイエナールにある高齢者向けアパートで過ごし、度重なる入院の末、1978年9月24日、82歳で生涯

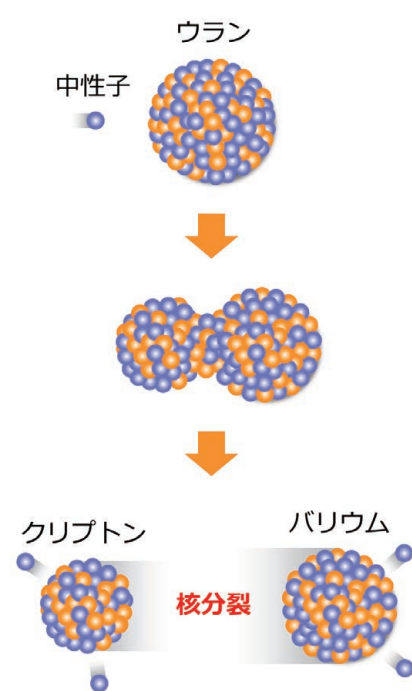


図2. 原子核分裂反応のイメージ

を閉じた。女性化学者の先駆けとして、学問、研究に意欲を燃やし続けた人生であった。

8. 栄誉と遺産

イーダは、明るくユーモアに富んだ女性で、スポーツや音楽を楽しんだ。1966年には、彼女の70歳の誕生日を記念して、ドイツ・ヴェーゼルのオブリーホーフェン・ラックハウゼンに彼女の名を冠した通りが整備された。エムデン、インゴルシュタット、バンベルクにも同様に彼女の名を冠した通りがある。

オブリーホーフェン・ラックハウゼンには、イーダの記念碑も設置されている（写真3）。2019年に創立されたヴェーゼルのイーダ・ノダック総合学校も、彼女の功績を称えている。学術的な遺産は、ベルギーのルーヴェン・カトリック大学に保管されている。

ReとMaの発見により、イーダはワルターとともに、1932年、1933年、1935年、1937年と繰り返しノーベル賞

にノミネートされた。1931年にはドイツ化学会より権威あるリービッヒ・メダル、1934年にはスウェーデン化学会よりシェーレ・メダル、そして1966年にはドイツ連邦共和国功労十字章を授



写真3. ヴェーゼルのオブリーホーフェン・ラックハウゼンにあるイーダ・ノダックの記念碑（Fraoch, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons）

与された。また、1934年にはスペイン物理化学会、1963年には国際栄養研究学会の名誉会員に推挙され、1966年にはハンブルク大学から名誉理学博士号も授与された。

謝辞

本稿執筆にあたり、文献1)～5)を参考にさせていただいた。

〔参考文献〕

- 1) Habashi, F. : *Education in Chemistry*, **46**, 48 (2009).
- 2) Santos, G. S. : *Notes and Records*, **68**, 373 (2014).
- 3) Brazil, R. : "Ida Noddack and the trouble with element 43", *Chemistry World, Culture*, May 11 (2021).
<https://www.chemistryworld.com/culture/ida-noddack-and-the-trouble-with-element-43/4013548.article>
- 4) 渡辺正（監訳）：元素大百科事典，朝倉書店（2007）。
- 5) 羽場宏光：新元素ニホニウムはいかにして創られたか，東京化学同人（2021）。

第41回Wakoワークショップ「老化を再定義する：統合的理解から介入へ」

Wako

開催日：2026年10月29日（木）10：00～17：00

会場：秋葉原コンベンションホール

〒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：南野 徹（順天堂大学大学院医学研究科 循環器内科 教授）

演 者：岩間 厚志（東京大学医科学研究所 所長
（五十音順） 幹細胞治療研究センター幹細胞分子医学分野 教授）

高橋 暁子（公益財団法人がん研究会 がん研究所 細胞老化研究部 部長
東京大学大学院薬学系研究科 細胞老化生物学教室 教授）

西村 栄美（東京大学医科学研究所 老化再生生物学分野 教授）

濱崎 洋子（京都大学iPS細胞研究所（CiRA） 医学研究科 免疫生物学 副所長・教授）

三浦 恭子（九州大学大学院医学研究院 応用幹細胞医学部門 長寿幹細胞医学分野 教授）

吉村 昭彦（東京理科大学生命医科学研究所 分子病態学部門 教授
慶應義塾大学 名誉教授）

主 催：富士フイルム和光純薬株式会社

申込みURL：https://v2.nex-pro.com/campaign/94396/apply



