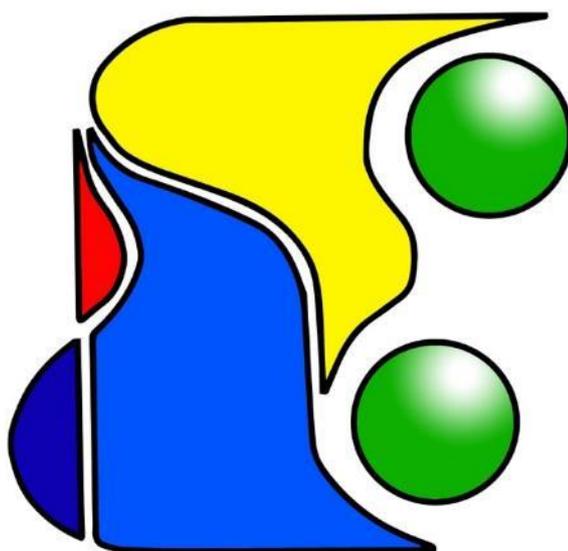


SPACC
先端錯体工学研究会

The Society of Pure and Applied Coordination Chemistry

SPACC News Letter (August, 2025)



SPACC ニュースレター (SPACC News Letter)
(2025 年 8 月号)

目次

1. 2024 年度 先端錯体工学研究会奨励賞 受賞者 研究紹介
「2024 年度先端錯体工学研究会奨励賞を受賞して」
受賞題目「MALDI-TOF MS を利用した薬剤耐性菌の迅速検出と
活性酸素種によるそれらの制御に関する研究」

東京医療保健大学大学院 医療保健学研究科
松村 有里子

2. 2024 年度 先端錯体工学研究会技術賞 受賞者 研究紹介
「銅(II)錯体からの抗菌・抗ウイルス膜の形成」

星和電機株式会社 研究開発部 開発課
呉 向容

3. SPACC30 学生講演賞 (Excellent Presentation Award
(Takeda-Rika Singapore Memorial Prize) 受賞者の声

“Single cell elemental analysis of HeLa cells using plasma mass
spectrometer with high-selectivity sample introduction system”

東京科学大学 未来産業技術研究所
博士後期課程 2 年 福智 魁

“Reflections on Receiving the SPACC30 Excellent Presentation Award”
北海道大学 大学院総合化学院 高分子化学研究室
博士後期課程 3 年 柯 鈞耀 (KE, Chun-Yao)

“学生講演賞を受賞して”

北海道大学 大学院総合化学院 高分子化学研究室
博士後期課程 2 年 海老井 大和

4. The 31st International SPACC Symposium (SPACC31), ご案内
大阪公立大学大学院 理学研究科
西岡 孝訓

5. SPACC 一般会員及び学生会員ご入会のお願い

6. 今後の行事予定及び事務局からのお知らせ

★賛助会員からのお知らせ

Contents of this issue (August 2025)

1. The SPACC Incentive Award Research
“Rapid detection of drug resistant bacteria using MALDI-TOF MS approach and their controls by reactive oxygen species” by Prof. Yuriko Matsumura at Tokyo Healthcare University

2. The SPACC Technical Award Research
“Formation of antibacterial and antiviral films from copper(II) complexes” by Dr. Hsiang-Jung Wu at SEIWA ELECTRIC MFG CO. Ltd

3. Excellent Presentation Award (Takeda-Rika Singapore Memorial Prize Report) Research on SPACC30

"Single cell elemental analysis of HeLa cells using plasma mass spectrometer with high-selectivity sample introduction system"

Mr. Kai Fukuchi (Institute of Science Tokyo)

"Reflections on Receiving the SPACC30 Excellent Presentation Award"

Mr. Chun-Yao Ke (Hokkaido University)

"Structure-Property Relationships of Multicyclic Polystyrene Synthesized via Ru-catalyzed Cyclopolymerization"

Mr. Yamato Ebii (Hokkaido University)

4. Invitation to SPACC31

5. Invitation to join SPACC – General and Student Members–

6. Upcoming Event Information

★ Recommendations from Supporting Companies

2024 年度先端錯体工学研究会奨励賞を受賞して

受賞題目「MALDI-TOF MS を利用した薬剤耐性菌の迅速検出と活性酸素種による
それらの制御に関する研究」

東京医療保健大学 大学院医療保健学研究科 感染制御学領域

松村有里子

y-matsumura@thcu.ac.jp

はじめに

この度は、栄えある 2024 年度先端錯体工学研究会奨励賞を賜り、誠にありがとうございます。研究会会長の佐藤光史先生をはじめ、選考委員の先生方、ご推薦いただきました大倉一郎先生（東京科学大学名誉教授）、運営委員の先生方、ならびに先端錯体工学研究会の皆様にご心より御礼申し上げます。本研究は、私が 2016 年に東京医療保健大学大学院に講師として着任した時に着手しました。着任時、医療従事者ではない私に感染制御学について懇切丁寧にご指導をくださいました木村哲先生（東京大学名誉教授・東京医療保健大学名誉学長）、現在の領域長である森屋恭爾先生（東京大学名誉教授）、本研究に携わっていただいた学生の皆様に、この場を借りて深く感謝申し上げます。本稿では、私どもがこれまで進めてまいりました薬剤耐性菌の迅速検出と活性酸素種によるそれらの制御に関する研究についてご紹介させていただきます。

背景

近年、抗菌薬の効かない薬剤耐性菌(Antimicrobial Resistance: AMR)や複数の抗菌薬が無効な多剤耐性菌が世界的な問題となっています。新たに開発された抗菌薬の数は減少し、現在、その開発も停滞しています。AMR に対する適切な対策が行われない場合、2050 年には AMR による感染症の死者数が 1000 万人以上となり、現在の死因の第 1 位である悪性新生物を上回ることが予測され、2015 年 11 月には世界保健総会(WHO)では「薬剤耐性(AMR)に関するグローバル・アクション・プラン」が採択されました。日本ではグローバル・アクション・プランにおける 5 つの柱を参考に、「普及啓発・教育」、「動向調査・監視」、「感染予防・管理」、「抗微生物剤の適正使用」、「研究開発・創薬」、「国際協力」の 6 つの分野に関する目標が設定された「薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン」が策定され、AMR 対策が行われています。我々は、抗微生物剤の適正使用につながる研究として、薬剤耐性菌の迅速検出と抗菌薬に頼らない新たな殺菌方法として活性酸素種を活用することに着想を得て研究を行っております。

薬剤耐性菌の迅速検出

感染症治療において原因菌が特定されていない初期治療では Empiric therapy として広域スペクトルを有する抗菌薬が投与される場合があります。薬剤耐性菌の蔓延を防ぐためにも適切な抗菌薬への de-escalation を早期に実施し、Definitive therapy に変更する必要があります。原因菌の特定には、一般に形態学的手法や生化学的手法が用いられますが、検査には3~9時間を要します。2009年にヨーロッパを中心に微生物同定検査手法として導入されたマトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計 (Matrix-assisted laser desorption/ionization-time-of-flight mass spectrometer: MALDI TOF MS) は、検査に要する時間が10分程度と短く、検査の迅速性、正確性に優れた低コスト実施できる手法です。日本でも2011年に一般医療機器として認可され、多くの医療機関で導入されています。原因菌の特定を微生物同定と同程度の時間で実施できれば、検体が提出されてから検査結果を報告するまでの時間を短縮できるため、より早期の de-escalation を実施することが可能となります。

我々は、新たな設備投資を行うことなく薬剤耐性菌を検出するために、臨床微生物検査室に導入されている検査機器として MALDI-TOF MS を活用することといたしました。MALDI-TOF MS が抗菌薬の構造変化を捉えることに秀でた分析機器であることから、薬剤耐性菌には β -ラクタム系抗菌薬を加水分解する Extended-Spectrum β -Lactamases を産生する ESBLs 産生菌を選定し、 β -ラクタム系抗菌薬の加水分解前後での構造変化を捉えました (Fig. 1)。観測対象とした抗菌薬のシグナルパターンを Table 1 に示します。ESBLs 産生菌には臨床上問題となっている *Escherichia coli*、*Klebsiella pneumoniae*、*Proteus mirabilis* を用いました。ESBLs 産生菌と抗菌薬を15分間接触すると、いずれの菌株でも非加水分解物由来シグナルが観測され、加水分解物由来シグナルは ESBLs 産生株でのみ観測されました。抗菌薬の加水分解物由来シグナルと抗菌薬関連シグナルの比を用いると、Fig. 2 に示すように臨床分離株の ESBLs 産生株と感性株とで

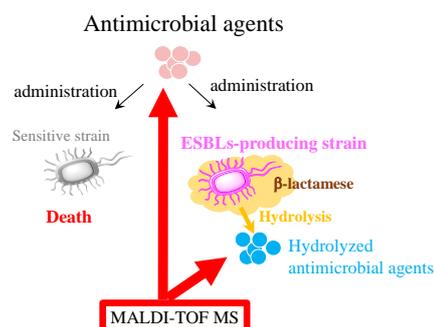


Fig. 1 A strategy for detecting ESBLs-producing strains by MALDI-TOF MS.

Table 1

Calculated masses and corresponding molecular forms in MALDI-TOF/MS defining sensitivity and resistance patterns for antibiotics

Pattern	Antibiotic Exact mass (Da)	CTX	CPDX	PIPC	MEPM
Sensitivity pattern (Da)	[M+H] ⁺	455.9	428.0		
	[M+Na] ⁺	477.8	450.0	539.6	406.2
	[M+2Na] ⁺			561.8	
Resistance pattern (Da)	[M _h +H] ⁺			535.7	
	[M _h +Na] ⁺			557.5	
	[M _h +2Na] ⁺			579.6	
	[M _{h/d} -X+H] ⁺	414.0	414.0		
	[M _{h/d} -X+H] ⁺	370.1	370.1		

MALDI-TOF/MS, matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry; CTX, cefotaxime; CPDX, cefpodoxime; PIPC, piperacillin; MEPM, meropenem; h, hydrolyzed; d, decarboxylated; X, acetyl.

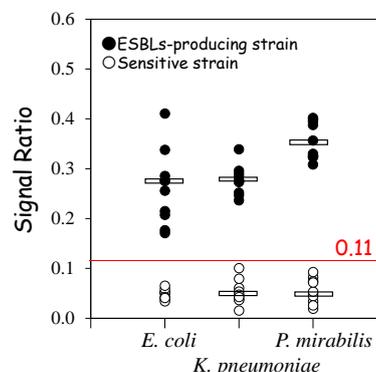


Fig. 2 The differentiation of ESBLs-producing strains using signal ratio.

ーバラップすることなく区別することができました^{2,3)}。また、これらのシグナルを用いることで、最小発育阻止濃度(MIC)値を予測できる可能性が示唆されました⁴⁾。

活性酸素種を利用した微生物制御

新規抗菌薬の開発が停滞していることから、抗菌薬に頼らない新たな殺菌方法の開発が求められています。そこで我々が注目したのが、がんの治療法の一つである光線力学的療法 (Photodynamic therapy: PDT) です。PDT では、光感受性を持つ色素に光を照射する時に生じる活性酸素種を用いてがん組織を死滅させています。活性酸素種は好中球内の殺菌に関連する因子の一つであるため、近年、PDT は細菌に対しても有効な手法として注目され、光線力学殺菌 (Antimicrobial photodynamic inactivation: aPDI) と呼称されています。歯科分野では、口腔に存在する病原菌に対してメチレンブルーやトルイジンブルーを用いた PDT 治療が行われています。我々は、生体への安全性と更なる薬剤耐性菌を生じさせないために、生体内に存在する物質の活用を考えました。そこで、光感受性物質であるプロトポルフィリン IX (Protoporphyrin IX: PpIX) の前駆体である 5-アミノレブリン酸 (5-Aminolevulinic acid: 5-ALA) を用いた ALA-PDT に着目しました。我々は 5-ALA およびメチルエステル体である Methyl-ALA を用いた aPDI の抗菌スペクトルを明らかにするとともに、菌体内における 5-ALA の代謝を検討しました。

細胞内寄生菌である *Listeria monocytogenes* を 5-ALA 存在下で培養すると、618 nm 付近に極大を持つブロードな蛍光スペクトルを示し、その強度は時間依存的に増加しました

(Fig. 3)。5.0mg/mL の 5-ALA 存在下で培養後、405 nm の LED 光を 60 分間照射すると、生菌数は検出限界以下まで減少し aPDI 効果を示しました (Fig. 4)。aPDI 効果は、グラム陽性菌 3 菌種 8 菌株、グラム陰性菌 6 菌種 9 菌株、真菌 1 菌株に対しても認められ、Methyl-ALA を用いた方が 5-ALA を用いた場合より高い aPDI 効果を示しました。また、その効果とポルフィリン化合物由来の蛍光強度との間に正の相関関係があることを明らかにしました⁵⁾。5-ALA または Methyl-ALA と培養後の *Escherichia coli*、*Listeria monocytogenes*、*Pseudomonas aeruginosa*、*Staphylococcus aureus*、*Candida albicans* において、細菌内にポルフィリン誘導体と推定される化合物が生合成されていることを確認いたしました。以上より、天然のアミノ酸であるアミノレブリン酸類は、細菌内でポルフィリン誘導体に代謝

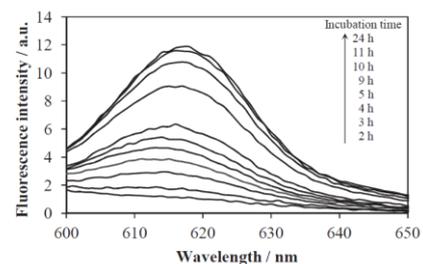


Fig. 3 Fluorescence spectra of an *L. monocytogenes* ATCC19122 suspension incubated with 5-ALA.

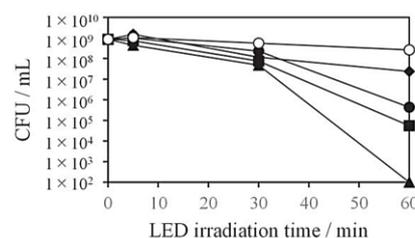


Fig. 4 Bactericidal inactivation of *L. monocytogenes* ATCC19122 by ALA-aPDI with 5-ALA. 5-ALA concentration: 0 mg/mL (○), 0.1 mg/mL (◆), 0.5 mg/mL (●), 2.5 mg/mL (■), and 5.0 mg/mL (▲).

され、多くの細菌種に対して aPDI 効果を示すことから、抗菌薬を用いない新たな殺菌手法となることが示唆されました。

おわりに

以上、AMR 対策として薬剤耐性菌の迅速検出と抗菌薬を用いない新たな殺菌手法に関して述べてまいりました。本研究は、臨床検査技師として働きながら大学院に通われた社会人大学院生との出会いにより着想され、分析化学、薬学、生化学、微生物学といった多数の学術領域の融合により見出されたものです。錯体化学のみならず、多くの学問領域との融合により新たな研究分野の開拓を行われている先端錯体工学研究会での先生方との活発な議論が、自由な発想のもと研究を推進させる場となり、大いに研究を展開することができました。このような素敵な先端錯体工学研究会との出会いの場を提供していただいた研究会フェローの矢野重信先生（奈良女子大学名誉教授）に深く感謝を申し上げますとともに、素晴らしい機会を頂いたことに対し先端錯体工学研究会の皆様へ改めて御礼申し上げます。本投稿を御了承頂きました編集委員の皆様へ、末筆ながら篤く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) O'Neill, J. Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations. (2016, May).
- 2) K. Ikegaya, Y. Matsumura, K. Shima, A. Iwasawa, S. Kimura, K. Tsuchiya. "MALDI-TOF mass spectrometry for detection and identification of extended-spectrum β -lactamases". *Jpn. J. Chemother.* **67**, 29-27 (2018).
- 3) D. Kaji, Y. Matsumura, A. Iwasawa, S. Kimura, A. Iwama. "Rapid detection of bacteria that produce extended-spectrum β -lactamase by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry". *J. Global. Antimicrobial. Resis.* **27**, 309–314 (2021).
- 4) Y. Matsumura, K. Ikegaya. "MALDI-TOF MS Approaches for the identification of the susceptibility of extended-spectrum β -lactamases in *Escherichia coli*". *Microorganisms*, **11**, 1250 (2023).
- 5) A. Makino, Y. Matsumura, A. Iwasawa. "Antimicrobial Photodynamic Inactivation for *Listeria monocytogenes* using 5-Aminolevulinic Acid". *ALA-Porphyrin Sci.*, **9**, 29-35 (2020).

銅(II)錯体からの抗菌・抗ウイルス膜の形成

星和電機株式会社 研究開発部 開発課

呉 向容

e-mail: U_syanron@seiwa.co.jp

背景

近年、細菌やウイルスによる感染症の発生が相次ぎ、社会に甚大な影響を与えている。そのため、感染症対策に関する研究開発はますます重要視されている。銅 (Cu)、銅合金、亜酸化銅 (Cu_2O)、および酸化銅 (CuO) は、特異な電気的特性を持ち、導体や半導体として幅広く応用されているだけでなく、優れた抗菌・抗ウイルス材料としても知られている。たとえば、*Escherichia coli* (*E. coli*)^[1-2]、*Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)^[2-3]、*Candida albicans* (*C. albicans*)^[4]、およびメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA)² に対して、優れた抗菌性能を示すことが数多くの研究により報告されている。

筆者らは、アミン配位子を有する Cu^{2+} 錯体を含むプレカーサー膜に紫外光 (UV 光) を照射することで、室温かつ相対湿度 60% という簡便な条件下で、多結晶 Cu_2O 薄膜の形成が可能であることを報告した^[5]。本手法は、分子プレカーサー法と呼ばれる金属錯体設計を基盤とした湿式薄膜形成法を用いており、従来の熱処理を必要とする成膜法とは異なり、UV 光による錯体の光分解反応を活用することで、常温・常圧下での薄膜形成を実現している^[5]。

さらに、光照射により形成された低結晶性 Cu_2O 薄膜は、SARS-CoV-2 (COVID-19) に対して極めて高いウイルス不活化性能を示し、ウイルス接種後 1 時間以内に 99.99% 以上の不活化を確認した (培地には Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) を使用)。一方で、熱処理により得られた高結晶性 Cu_2O 薄膜では、同条件で 3 時間経過しても有効なウイルス不活化効果は見られなかった^[6]。 Cu_2O 薄膜から培地中へ溶出する銅イオン量を定量的に評価した結果、薄膜の結晶性がウイルス不活化性能に大きく影響する因子であることが示唆された。

上記の抗ウイルス性能や、抗菌材料に関する研究成果を踏まえ、筆者らは UV 照射により形成された Cu_2O 薄膜の抗菌性能評価を試みた^[7-9]。しかし、リン酸緩衝液 (PBS) 中で *E. coli* を用いて実施した予備試験においては、抗ウイルス性能が高かった低結晶 Cu_2O 薄膜であっても、明確な抗菌効果は確認されなかった。この抗菌性と抗ウイルス性の著しい差異は、主に溶出銅イオンの量に起因すると考えられる。抗ウイルス試験で用いた DMEM と比較し、PBS 中では銅イオンの溶出量が少なかったことが要因と推察される。実際、Behzadinasab らによる市販 Cu_2O 粒子を用いた研究においても、同様の培地依存性が報告されている^[10]。

抗菌性向上を目的として、PBS 中への銅イオン溶出量を増加させるため、光照射により形成される Cu_2O 薄膜の結晶性を制御する成膜条件について検討した。その結果、同一の UV 照射強度、照射時間、室温下においても、相対湿度が一定の基準を満たすことで、得られる薄膜の構造に大きな変化が生じることが明らかとなった。本研究では、低湿度条件下における簡便な UV 照射により、PBS 中において極めて迅速な抗菌性能を有する Cu_2O 薄膜材料の形成方法を確立した。

実験方法

薄膜形成用の銅錯体溶液は、ギ酸銅に配位子としてプロピルアミンおよびエチレンジアミンを加え、エタノールを溶媒として混合調製した⁵。調製した溶液はマイクロピペットを用いてガラス基板上に滴下し、二段階スピコート法により塗布した。得られた塗布膜は、70 °C の乾燥機中で 24 時間プレヒートし、プレカーサー膜 (PRE) を作製した。

その後、PRE は 30 °C に設定した恒温恒湿器内に設置し、殺菌灯 (照射強度: 8 mW/cm²、中心波長: 254 nm) を用いて 4 時間 UV 光を照射した。照射時の相対湿度を 35、40、45、50、60% に制御することにより、それぞれの環境湿度条件に対応した光照射膜 **FX** (X = 環境湿度 = 35, 40, 45, 50, 60) を得た。

形成した膜の組成

図1に、**PRE**、各**FX**、およびガラス基板のフーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) による分析結果を示す。範囲 a ($3600\text{--}2600\text{ cm}^{-1}$) は、主に水酸基 ($-\text{OH}$) の伸縮振動およびメチル基/メチレン基 ($-\text{CH}_3/-\text{CH}_2$) の伸縮振動に対応する。範囲 b ($1700\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$) は、C-N 結合の変角振動およびカルボキシラート基 (COO^-) の伸縮振動に対応する。

また、**PRE** および各**FX** の結晶構造を X 線回折装置 (XRD) により解析した結果を図2に示す。**FX** の XRD パターンにおいて、 $36.6\text{--}37.0^\circ$ および 42.7° 付近に明瞭な回折ピークが確認され、これらはそれぞれ Cu_2O の (111)面および(200)面に帰属された。

これらの結果から、UV 照射によりプレカーサー膜中の有機配位子が分解され、 Cu(II) 錯体が Cu_2O 結晶へと変換されたと考えられる。また、照射時の湿度が高くなることで有機物の分解が促進され、 Cu_2O の結晶化が進行したことが示唆される。この傾向は表1の膜厚の変化とも一致しており、湿度の上昇に伴って有機成分の除去と Cu_2O の結晶化が促進され、膜構造が緻密化することで、膜厚が減少する傾向が見られた。

表1. プレカーサー膜 (**PRE**) と光照射膜 (**FX**) の膜厚

サンプル	PRE	F35	F40	F45	F50	F60
膜厚 (μm)	0.89	0.72	0.71	0.55	0.53	0.47

この結果から、高湿度条件 (相対湿度 $50\text{--}60\%$) 下で UV 光を照射した場合、**PRE** に含まれる Cu^{2+} 錯体の多くが Cu^+ へと還元され、XRD の結果より Cu_2O 結晶が形成された。一方、低湿度条件 (相対湿度 $35\text{--}45\%$) 下では、 Cu^{2+} から高エネルギーである Cu^{3+} への酸化が進行した。膜形成時の価数変化・有機物分解・膜厚変化との関係を比較した結果、湿度に応じて2つの異なる挙動が確認された。

高湿度グループ ($50\text{--}60\%$) : Cu(II) 錯体は UV 照射

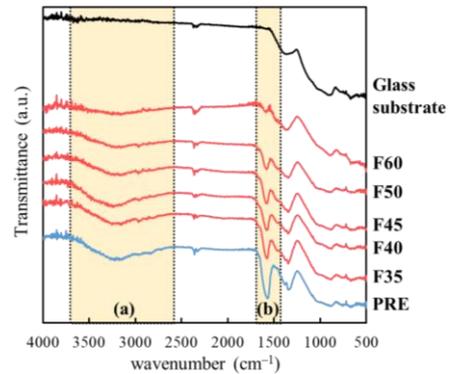


図1. プレカーサー膜 **PRE** と光照射膜 **FX** の FT-IR スペクトル

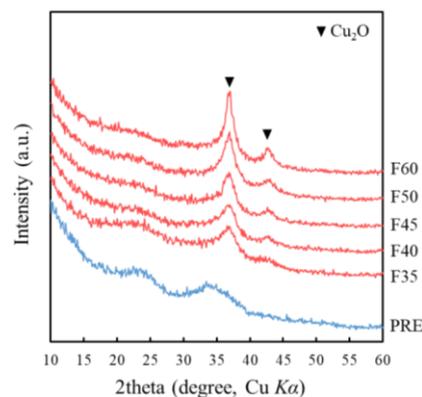


図2. プレカーサー膜 **PRE** と光照射膜 **FX** の XRD パターン

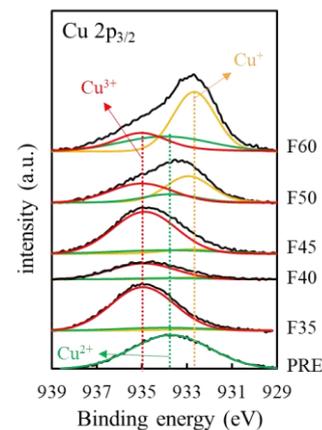


図3. プレカーサー膜 **PRE** と光照射膜 **FX** の XPS Cu 2p スペクトル

により還元的に分解され、 Cu^+ を経由して Cu_2O 結晶が形成される。この際、錯体からの配位子離脱が起こりやすく、有機成分の除去が促進される。

低湿度グループ (35~45%) : UV 照射によって錯体の光分解は進まず、プレカーサー膜中のギ酸イオンなどの有機成分が酸化的に銅中心と反応し、 Cu(III) 化合物 (または Cu(III) 錯体) として安定化される。

このように、UV 照射下での膜中銅イオンの価数変化は、成膜時の湿度に強く依存しており、薄膜の構造と結晶性に大きな影響を与えられとされる。また、照射膜の価数変化が抗菌特性に対する影響も期待される。

照射膜の抗菌性

表 2 に、大腸菌を各 **FX** 膜に 20 分間接種した後の抗菌性試験結果を示す。JIS Z 2801 規格では、24 時間接触後に抗菌活性値 (R 値) が 2 以上の材料を抗菌性有りとして判断する。これは 99% の抗菌性であることを意味する。

本試験において、低湿度グループ (**F35**、**F40**、**F45**) は、わずか 20 分間の接触で R 値が 4 を超え、非常に高い抗菌活性を示した。一方、低湿度グループ (**F50**、**F60**) は、R 値が 1 未満であり、ほとんど抗菌効果を示さなかった

表 2. 照射膜 (**FX**) の 20 分間接種抗菌性試験結果

サンプル	F35	F40	F45	F50	F60
抗菌活性値 (R)	4.5	4.3	4.5	0.0	0.1

抗菌活性の顕著な差異の要因を解明するため、フレイム原子吸光分光法 (FAAS) を用いて、各 **FX** 膜と PBS 培地との接触により溶出した銅イオン濃度を測定した (図 5)。その結果、銅イオンの溶出量は湿度条件に強く依存しており、低湿度グループでは高湿度グループに比べて、少なくとも 2.4 倍以上の銅イオンを溶出していることがわかった。

この溶出挙動の違いは、膜中に存在する銅の状態と構造に起因していると考えられる。低湿度条件下で形成された薄膜では、主に酸化的付加反応により Cu^{3+} 錯体が生成された。また、 Cu_2O 結晶の形成が抑制され、構造的に脆弱であり、PBS との接触により銅イオンが溶出しやすい状態となっていたと推測される。一方、高湿度条件下で形成された薄膜では、主に Cu_2O 結晶が成長し、この骨格が銅イオンの溶出を抑制し、結果として銅イオンの溶出量は極めて少なかった。

銅およびその酸化物・化合物による抗菌メカニズムの一つとして、銅を起点とした活性酸素種の生成が細菌の増殖を阻害することが提唱されている^[11]。本研究では、この仮説を検証するため、**F40** が PBS と接触した際の OH ラジカルの生成量について、電子スピン共鳴 (ESR) 測定により評価した。

その結果、Control (PBS のみ) と比較して、**F40** から明確な OH ラジカルの生成が観測された。この OH ラジカルの生成は、銅イオンと過酸化水素 (H_2O_2) との反応で生じる Fenton 反応に由来すると考

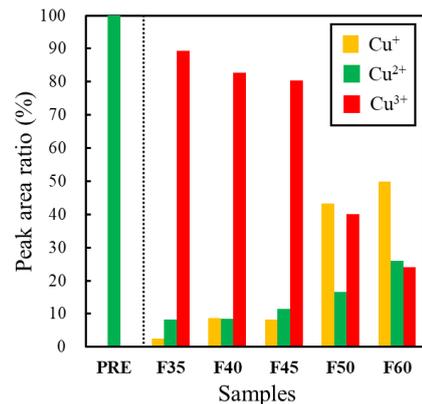


図 4. 各膜に含まれた Cu の価数の割合

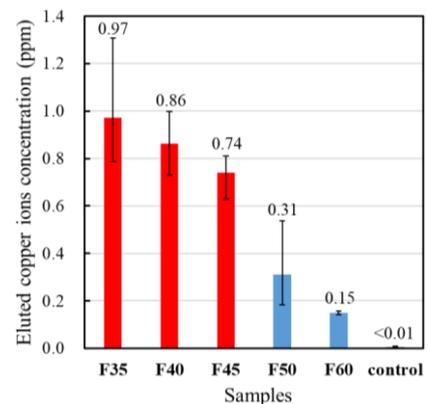


図 5. 各膜を 20 分間 PBS に接触させた際に溶出した銅イオン濃度

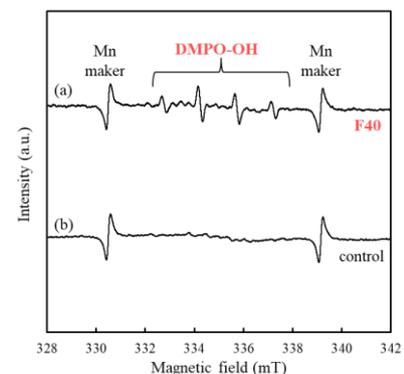
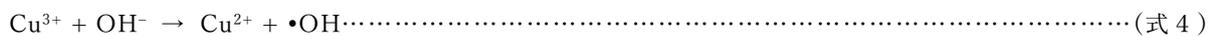
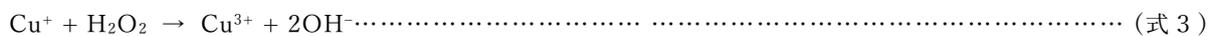
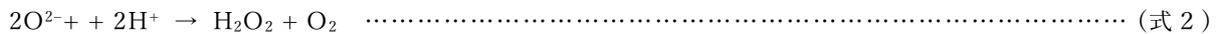


図 6. ESR 測定による照射膜 **F40** からのラジカル発生分析

えられる^[12]。通常、Fenton反応を進行させるためには、Cu⁺またはCu²⁺とH₂O₂が必要とされる(式1~式4参照)。しかし、本研究ではF40に含まれるCu³⁺の溶出により、H₂O₂を必要とせず、短時間でOHラジカルが生成されたと推測される。



さらに、Fengらは、銅からなるFenton反応を用いて、水中のCu³⁺イオン発生で汚染水に含まれた汚染物質の分解について報告した^[12]。本研究は、水中でのCu³⁺イオンを生成するではなく、固相状態でCu³⁺成分を含めた薄膜を安定に形成する方法を確立し、筆者らが知る限りこれは初めての報告例である。

まとめ

本研究では、プレカーサー膜に対するUV照射時の環境湿度制御によって、銅(II)錯体からCu³⁺成分を含む薄膜の安定的な形成手法を確立した。この薄膜は、銅イオンが溶出しにくいとされるPBS培地中においても高い銅イオン溶出量を示し、さらに、溶出したCu³⁺を起点とするOHラジカルの生成を確認した。その結果、大腸菌に対して極めて高い抗菌活性を短時間で示した。

このような薄膜によるOHラジカルの生成メカニズムは、抗菌・抗ウイルス材料としての応用だけでなく、汚染水中の有機汚染物質の分解・浄化といった環境浄化分野への展開も期待される。

謝辞

本研究は、工学院大学の佐藤光史名誉教授および永井裕己准教授との共同研究として推進されたものです。また、ESR測定に関しては、同大学の杉山健二郎准教授のご協力により貴重なデータを得ることができました。ここに深く感謝の意をしめします。

参考文献

- [1] W. Wu, W. Zhao, Y. Wu, C. Zhou, L. Li, Z. Liu, J. Dong, K. Zhou, *Applied Surface Science*, 2019, **465**, 279-287.
- [2] Y. Wang, Q. Wang, G. Wu, H. Xiang, M.T. Innocent, M. Zhai, C. Jia, P. Zou, J. Zhou, M. Zhu, *Journal of Materials Science & Technology*, 2022, **122**, 1-9.
- [3] A. Singh, A. Ahmed, K.N. Prasad, S. Khanduja, S.K. Singh, J.K. Srivastava, N.S. Gajbhiye, *Antimicrob. Agents Chemother.*, 2015, **59(11)**, 6882-90.
- [4] O. Długosz, K. Lis, W. Matyjasik, P. Radomski, J. Pulit-Prociak, M. Banach, *Journal of Cluster Science*, 2022, **34(4)**, 2153-2165.
- [5] H.-J. Wu, N. Tomiyama, H. Nagai, M. Sato, *Journal of Crystal Growth*, 2019, **509**, 112-117.
- [6] H.-J. Wu, T. Douura, K. Kumagai, H. Nagai, H. Kawakami, E.E. Nakayama, T. Shioda, M. Sato, *Functional Materials Letters*, 2023, **15**, 2251053.
- [7] P. Kumar, G.K. Inwati, M.C. Mathpal, S. Ghosh, W.D. Roos, H.C. Swart, *Applied Surface Science*, 2021, **560**, 164789.
- [8] R. Rai, S.N. Gummadi, D.K. Chand, *ACS Omega*, 2019, **4(27)**, 22514-22520.
- [9] N. Yehuda, Y. Turkulets, I. Shalish, A. Kushmaro, S. Malis Arad, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2021, **13(6)**, 7070-7079.
- [10] S. Behzadinasab, M.D. Williams, J.O. Falkinham Iii, W.A. Ducker, *J. Colloid. Interface Sci.*, 2023, **652**, 1867-1877.
- [11] Z. Li, L. Wang, Z. Li, R. Tian, C. Lu, *Journal of Hazardous Materials*, 2019, **369**, 408-415.
- [12] Y. Feng, P.-H. Lee, E. Wu, Z. Zhou, H. Li, K. Shih, *Journal of Hazardous Materials*, 2017, **331**, 81-87.

3. SPACC30 学生講演賞 (Excellent Presentation Award)

(Takeda-Rika Singapore Memorial Prize) 受賞者の声

Single cell elemental analysis of HeLa cells using plasma mass spectrometer with high-selectivity sample introduction system

東京科学大学 未来産業技術研究所
博士後期課程 2年 福智 魁
e-mail: fukuchi.k.0b6a@m.isct.ac.jp

このたび、The 30th international SPACC symposium において Excellent Presentation Award を授与していただきました。ご指導、ご支援をいただいた皆様にこの場を借りて深く感謝いたします。

単一細胞内元素の高感度分析ができれば、がん研究などの発展に寄与すると期待されています。我々の研究グループでは直径 70 μm の液滴に細胞一つを封入して誘導結合プラズマ (ICP) に導入して元素分析するシステムを開発してきました。この研究の中で私は図 1 に示した、セルソーターと ICP-飛行時間型質量分析計 (ICP-TOF-MS) を統合した分析システムの開発に取り組んでいます。

このシステムでは、セルソーターによって細胞の大きさや種類を測定し、分析対象の細胞のみを選択的に分析します。脱溶媒装置では分析の負荷となる液滴の水分を赤外線による加熱で蒸発させたのちに冷却部で凝集して除去します。乾燥された細胞をプラズマを用いた質量分析装置に導入し、多元素を同時に高感度分析します。今回の実験では、このシステムを用いて子宮頸がん由来の細胞である HeLa 細胞の単一細胞内元素分析を行いました。分析の結果を図 2 に示します。細胞中に高濃度で含有されるマグネシウムやカルシウムはもとより、細胞 1 つ中に平均 520 ag 含まれる銅, 100 ag 含まれるヨウ素, 160 fg 含まれる亜鉛などの微量元素の質量信号を取得することができました。

今後は装置の完成度を上げていくとともに、様々な細胞の元素情報の取得や医療への応用研究に取り組んでいきます。

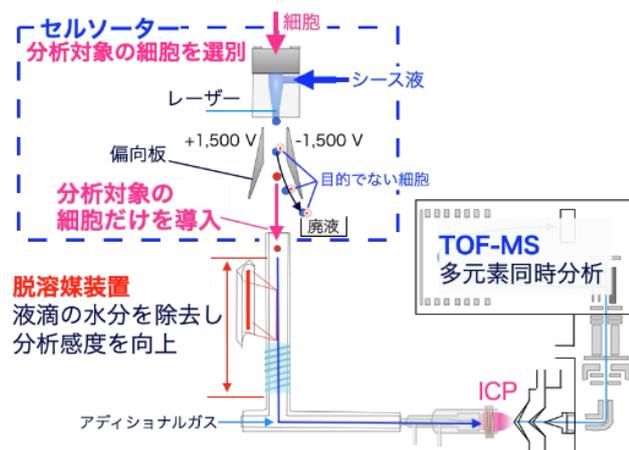


図 1 開発中のシステムの概略図

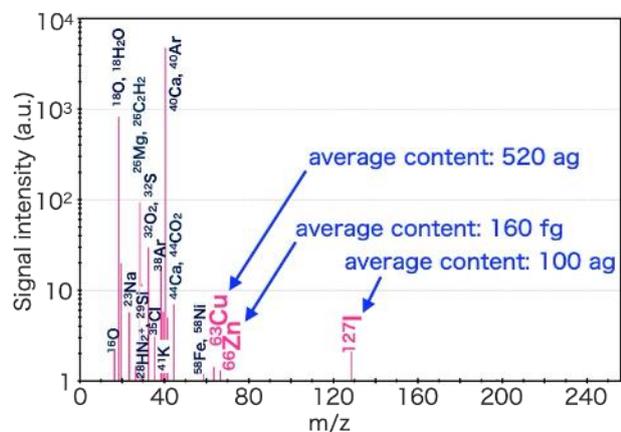


図 2 単一 HeLa 細胞の分析結果

Reflections on Receiving the SPACC30 Excellent Presentation Award

北海道大学 大学院総合化学院 高分子化学研究室

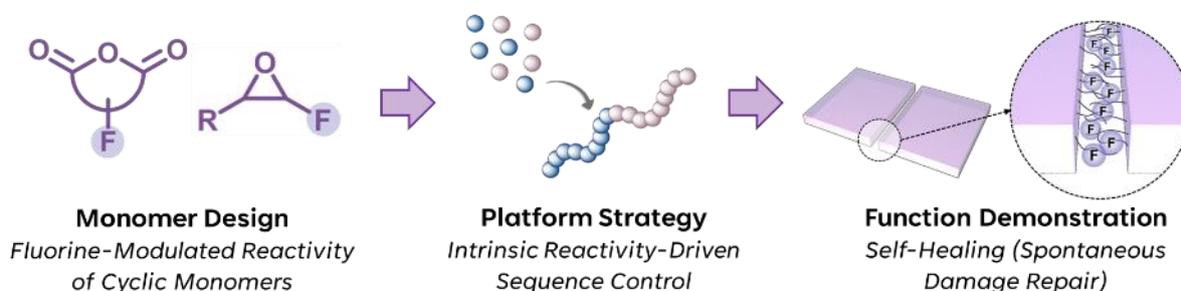
博士後期課程 3 年 柯 鈞耀 (KE, Chun-Yao)

E-mail: chunyao.ke.m8@eis.hokudai.ac.jp

I am sincerely honored to receive the Excellent Presentation Award (Takeda–Rika Singapore Memorial Prize) at the 30th International SPACC Symposium, held at the National University of Singapore. I would like to express my deepest gratitude to the SPACC organizing committee for this recognition. I am especially thankful to Prof. Toshifumi Satoh and Prof. Takuya Isono for their unwavering guidance and support, as well as to my co-authors and colleagues who contributed to this work.

My presentation, titled “Fluorine-Modulated Reactivity in Ring-Opening Alternating Copolymerization: Toward Sequence-Controlled Fluorinated Block Copolymers,” explored the development of a one-pot synthetic method for precision fluorinated block polyesters. By exploiting the intrinsic reactivity differences between fluorinated and non-fluorinated monomers, we successfully demonstrated sequence-selective polymer growth under mixed-monomer conditions. Notably, the resulting polymers exhibit ambient and water-compatible self-healing properties, suggesting exciting applications in protective coatings and soft electronic materials.

Participating in SPACC30 was a valuable experience. Presenting in the Ignite session format—delivering a condensed talk with auto-timed slides—challenged me to communicate complex ideas clearly and concisely. It was also an excellent opportunity to connect with researchers from various fields and countries. This award motivates me to continue pursuing functional polymer materials through molecular-level design and mechanism-driven strategies. I truly appreciate the opportunity to share my work at this inspiring international symposium.



Scheme 1. Schematic overview of the fluorine-modulated ring-opening alternating copolymerization (ROAC) strategy.

学生講演賞を受賞して

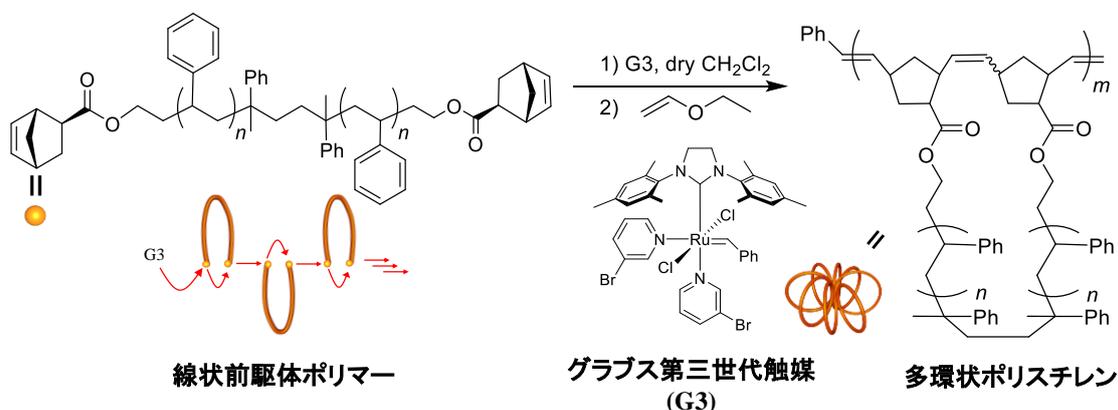
北海道大学 大学院総合化学院 高分子化学研究室
博士後期課程 2年 海老井 大和
e-mail: abyama@eis.hokudai.ac.jp

この度は、The 30th International SPACC Symposium Excellent Presentation Award を賜り、誠にありがとうございます。先端錯体工学研究会会長である佐藤光史先生をはじめ、先端工学研究会の皆さまに心より感謝申し上げます。また、日々の熱心な指導とご助言をくださった、佐藤敏文先生、磯野拓也先生、Li Feng 先生、Gao Tianle 先生、さらに研究を支えていただいている研究室メンバーのサポートがあつてこそその成果であり、心からお礼申し上げます。

講演タイトル「Structure-Property Relationships of Multicyclic Polystyrenes Synthesized via Ru-catalyzed Cyclopolymerization」

単環状ポリマーは末端構造を持たないことから、線状ポリマーとは異なる興味深い物性を示す。そのため近年では、一分子内に複数の環状ユニットを有する多環状ポリマーの合成も試みられており、物性のみならずその構造を生かした機能性材料への応用も期待されている。所属研究室では、線状前駆体ポリマー中の両末端の重合性基をグラブス第三世代触媒 (G3) を用いて連鎖的に反応させる方法 (環化重合) により、多環状ポリマーを簡便合成できることを報告している。これまでの先行研究において、主鎖にエステル結合を有する多環状ポリエステルの系統的合成を達成しているものの、工業的に重要な汎用ビニルポリマーで構成された多環状高分子の合成は未開拓のままであった。そこで本研究では、環化重合による多環状ポリスチレンの合成手法確立に挑んだ (Scheme 1)。さらに、環状ユニットの数および分子量を系統的に変化させた多環状ポリスチレンを合成し、その物性評価を通じて「多環状構造-諸物性」の相関関係を調査した。

Scheme 1. 環化重合による多環状ポリスチレンの合成



4. The 31st International SPACC Symposium (SPACC31), ご案内



5. SPACC 一般会員および学生会員ご入会のお願

先端錯体工学研究会(SPACC)会員の皆様におかれましては、常日頃より本学会の活動にご支援・ご協力を賜り、誠にありがとうございます。学生の皆様につきましてもご入会をお待ちしております。ご希望の場合、1研究室あたり年会費 1,000 円で、20 名様まで入会・登録していただけます。SPACC が主催する国際会議において、講演賞・ポスター賞の審査には、必ず学生会員登録が必要です。

[年会費]

- ・ 個人正会員
賛助会員 (1 口) 10,000 円
正会員 : 3,000 円
- ・ 学生会員 (1 口) 1,000 円
(1 研究室で 1 口につき 20 名まで)
- ・ 法人会員 (1 口)
維持会員: 10 万円
一般会員: 2 万円

振込先: 先端錯体工学研究会

- ・ 振込用紙を用いた郵便振込
00130-7-773549
- ・ 銀行からのお振込
ゆうちょ銀行
(金融機関コード: 9900)
〇一九店 (店番: 019)
当座 0773549

*学生会員の場合:

会費の振り込みの際は、担当教員名か研究室名を、通信欄あるいは振込者名に書き加えて下さい。また、登録学生およびメールアドレスは、忘れずに事務局宛にお知らせください

[入会手続]

- ・ 電子メールによる手続

以下の URL に記載されているフォームをダウンロードするかコピーして必要事項をご記入の上、
jimukyoku@spacc.gr.jp 宛に送信してください。

個人正会員用: <http://spacc.gr.jp/page2e.html>

学生用会員: <http://spacc.gr.jp/page2f.html>

法人用: <http://spacc.gr.jp/page2g.html>

- ・ 郵送による手続

以下の URL に記載されているフォームをダウンロードして、必要事項をご記入の上、事務局宛に郵送して下さい。

個人正会員用: <http://spacc.gr.jp/page2e.html>

学生用会員: <http://spacc.gr.jp/page2f.html>

法人用: <http://spacc.gr.jp/page2g.html>

郵送先

〒141-8648 品川区東五反田 4-1-17
東京医療保健大学大学院
医療保健学研究科
松村 有里子

6. 今後の行事予定及び事務局からのお知らせ

主催

2025 SPACC 年会

場所: 琉球大学

会期: 2025 年 11 月 2 日 (土)

要旨投稿×切: 2025 年 9 月下旬 予定

担当: 福本 晃造 (大阪教育大学)、高良 聡 (琉球大学)

詳細は、HP 等にて追ってご連絡致します

共催

Pacificchem 2025 シンポジウム

" New Approaches to Large Molecular Architectures "

会期: 2025 年 12 月 17 日 (水)

会場: ハワイ, Hilton Hawaiian Village

シンポジウム世話人: Hiroyuki Nakamura; Vladimir Gevorgyan; Andrei Yudin

詳細は、追ってご連絡致します

主催

The 31st International SPACC Symposium (SPACC31)

場所: 大阪公立大学 杉本キャンパス

会期: 2026 年 7 月 10-11 日 (金・土)

担当: 西岡 孝訓 (大阪公立大学)

詳細は、追ってご連絡致します

編集後記

今号では、各賞受賞者の先生方、研究者、学生の皆さんに受賞研究のご紹介をいただきました。限られた紙面で申し訳ございません。ありがとうございました。受賞研究を拝読していてもよく分かりますが、ヘテロな研究集団が当研究会の一つの特徴です。にも関わらず、毎回の学会では非常にクローズな関係が生まれています。沖縄での SPACC 年会、12月の Pacificchem、来年開催が決まった、SPACC31(大阪公立大学)。学会は一つの区切りとして分かりやすい目標です。頑張りたいですね(桑村)

ニュースレター担当への問い合わせ方法

ご研究紹介等、SPACC ニュースレターへのご寄稿をしていただける場合や、本会が主催または協賛するシンポジウムの情報は、事務局までお気軽にお知らせください。

先端錯体工学研究会事務局

E-mail: jimukyoku@spacc.gr.jp

東京医療保健大学大学院 松村有里子

高速液体クロマトグラフ質量分析計
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer

LCMS-8060NX  ANALYTICAL INTELLIGENCE

Enhanced performance
Sensitivity and Robustness

- 世界最高クラスの感度と測定速度
- ダウンタイムを最小化する高い頑健性
- ワークフロー全体を効率化する操作性



高速液体クロマトグラフ質量分析計
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer

LCMS-2050  ANALYTICAL INTELLIGENCE

SIMPLY EFFORTLESS

LCMS-2050は、装置サイズの大幅な小型化と、分析の高速化・高感度化の両立を実現したシングル四重極質量分析計です。極限まで小さくなったボディの中には、島津の技術が凝縮されています。LC検出器としての使いやすさとMSの優れた能力を掛けあわせて、完璧なユーザビリティを追求した質量分析計、それがLCMS-2050です。



LCMS-2050の特長や動画をWebでご紹介



Analytical Intelligenceは、島津製作所が提案する分析装置の新しい概念です。システムやソフトウェアが、熟練技術者と同じように操作を行い、状態・結果の良し悪しを自動で判断し、ユーザーへのフィードバックやトラブルの解決を行います。また、分析機器に対する知識や経験の差を補完し、データの信頼性を確保します。

Analytical Intelligence logoは、株式会社島津製作所の商標です。