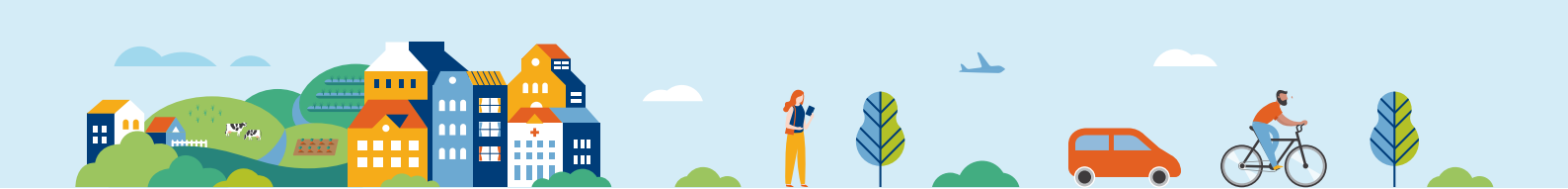


技術誌

住友化学 2026

R&D Reports "SUMITOMO KAGAKU"





技術誌

住友化学 2026 目次・抄録

R&D Reports "SUMITOMO KAGAKU"

随想

Quiet StepsがGiant Leapsを生む — 研究開発への期待

住友化学株式会社 代表取締役 専務執行役員 佐々木 啓吾

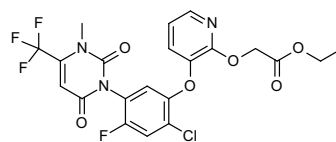
01

総説

■ 新規除草剤エピリフェナシルの発明と開発

03

エピリフェナシルは住友化学が開発したプロトボルフィリノーゲン酸化酵素を阻害する新規除草剤 (PPO阻害剤) である。本化合物は、これまで同作用の除草剤が必ずしも対象としてこなかったイネ科雑草や一部のPPO阻害剤抵抗性雑草に対して、茎葉処理で高い防除効果を示す。安全性データに基づいて、2024年にアルゼンチンでエピリフェナシル含有製剤の農薬登録を取得し、販売を開始した。今後、米国、ブラジル等の農業国で順次、登録・上市を進めていく予定である。



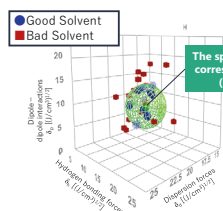
Epyrifenacil / Rapidicil

エピリフェナシルはウラシル型 PPO 阻害剤としては特異な 3 環構造を有しピリジン環の 2 位オキシ酢酸により優れた性能を発揮する。

■ ハンセン溶解度パラメータ(HSP)の社内活用とインバースガスクロマトグラフィー(IGC)を用いた測定技術の開発

14

Hansen溶解度パラメータ(HSP)は、多様な化合物に適用可能な親和性記述子であり、これまで材料設計や不具合解析などの用途において社内での活用を進めてきた。しかし、化合物によっては既存の決定法では不十分な場合がある。そこで本研究では、インバースガスクロマトグラフィーを用いた新たなHSP決定法を検討した。さらに、本手法を用いてHSPの分子量依存性の解析や、難溶性樹脂であるポリエーテルエーテルケトンのHSP決定例を示した。



PMMA 粉末における 28 種の有機溶媒の溶解試験結果を三次元空間上にプロットし、溶解球を作成し HSP を算出。(HSPiP ver 5.4.08 を使用)

■ メディカルアフェアーズによる戦略的なエビデンス創出活動:ルラシドンによる国内精神科医療への貢献

26

製薬企業においてメディカルアフェアーズは、科学的客観性を重視しアンメットニーズに応えるエビデンス創出を担う。開発治験で得られるエビデンスを基盤としつつ、実臨床で生じる多様な臨床疑問や患者ニーズに対応するため、これらを補完・発展させる新たなエビデンス創出は特に重要である。本稿では、統合失調症および双極症うつの治療薬ルラシドンに例え、多様な研究手法による戦略的なエビデンス創出活動とその臨床的意義を概説する。

■ GLP試験 —信頼できるデータの証し—

34

農薬の登録申請時に提出する試験成績のうち、特定試験成績についてはその信頼性を確保するため、農薬取締法によりGLP試験によるものでなければならないと規定されている。住化テクノサービス(株)では、物理的・化学的性状、毒性、残留、および生態毒性の分野においてGLP試験施設としての適合確認を受けている。ここでは試験の信頼性を保証し、信頼性を確保するGLPの仕組みと、我々が実施しているGLP試験、GLP組織について紹介する。



花粉・花蜜残留試験の分析に供試する花粉の採取例。かばちやの花弁を除去し、器具を用いて葯から花粉をこそぎ取る。



様々な水生生物の生態毒性試験のうち、ミジンコ類繁殖試験等に用いられるオオミジンコの抱卵成体。



技術紹介

内部凝縮型反応器を用いたCO₂とH₂からのメタノール製造技術の開発

45

CO₂を原料として有効利用するCCU技術の一つとして、船舶燃料やジェット燃料向けのe-メタノール製造技術が注目されている。当社独自技術である内凝縮型反応器(ICR)は、反応器内で生成するメタノールおよび水をその場で凝縮・除去することで平衡制約を緩和し、高いワンパスCO₂転化率を可能とする。本稿では、パイロット設備での検証結果に基づき、従来法と比べた設備費およびエネルギー消費低減の効果について述べる。

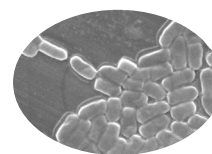


NEDOのグリーンイノベーション(GI)基金事業の助成を受けて建設し、2023年12月に完成したパイロット設備。

ブロイラー飼料用パラプロバイオティクスの開発

49

家畜生産においては抗菌性成長促進剤(AGP)の使用規制強化が進み、代替資材が求められている。パラプロバイオティクスは「宿主に利益をもたらす“不活化された”微生物細胞」であり、AGPの有望な代替資材として期待される。本稿では、住友化学が開発した飼料用パラプロバイオティクスである乳酸菌*Lactiplantibacillus plantarum* ABG0016株がブロイラーの育成成績・免疫機能・腸内環境に与える影響について分析した結果を報告する。



Lactiplantibacillus plantarum ABG0016株。300株以上の乳酸菌ライブラリーから選抜した。

世界初のiPS細胞由来再生医療等製品の創製

53

世界初のiPS細胞由来再生医療等製品「アムシェプリ(ラグネプロセル)」は、パーキンソン病治療薬として2026年3月に条件及び期限付承認を取得した。本稿では、胎児細胞移植からiPS細胞応用へと至る研究開発の歩みを、京都大学をはじめとするアカデミア、住友化学グループ、日本医療研究開発機構(AMED)等の産学官の観点から振り返る。さらに、承認後の製造販売後臨床試験を含む今後の展望について紹介する。



移植後、脳内に生着したドパミン神経細胞が、ドパミンを産生・放出することで、運動症状の改善が期待される。

バイオ可塑剤 TBIO+ (ティビオプラス)

57

地球温暖化の進行と海洋プラスチックごみに代表される環境汚染の解決策の1つにバイオプラスチックの利用推進が挙げられる。本質的なプラスチック資源循環のためには、配合される添加剤にも、生分解性またはバイオマス由来性、あるいはその両方を備えることが重要であると考えられる。田岡化学工業(株)はこれまで培ってきた知見を基にバイオプラスチック用添加剤の研究を進め、代表的な生分解性プラスチックであるポリ乳酸(PLA)などに適性を有するバイオ可塑剤 TBIO+を開発したのでここに報告する。

製品・トピックス・活動実績ハイライト

企業広告

61

製品紹介

住友化学グループの新製品や是非ご紹介したい製品などを掲載

63

トピックス(展示会)

技術や研究開発に関するトピックスや、展示会への出展状況などをご紹介

65

ホットコーナー

旬な情報・トピックス・取組み・製品などをご紹介

67

青果市況情報をもっと手軽に便利に活用 YAOYASAN／住友化学グループの再生・細胞医薬事業／住友化学が推進する炭素資源循環の取組み／環境負荷を抑えながら水をきれいに。／循環型社会を実現する リサイクルグレード SDポリカTM『REシリーズ』／-プラント・研究施設の火災・爆発事故防止- 講師派遣型 静電気危険 体感研修

外部表彰受賞紹介

2025年度に当社の部署・個人が表彰された概要をご紹介

73

外部発表紹介

2025年度に学会や学術論文誌等で発表した実績を掲載

78

Quiet StepsがGiant Leapsを生む — 研究開発への期待

住友化学株式会社 代表取締役 専務執行役員

佐々木 啓 吾

Keigo Sasaki



はじめに

2026年4月の世界を見渡すと、明るい話題と不透明要因が併存し、それぞれが連日報じられています。米国メジャーリーグ（MLB）で活躍する日本人選手、なかでも大谷翔平選手の姿は、多くの人々に前向きな空気と高揚感をもたらしています。一方で、中東情勢の緊迫化は、エネルギー価格や物流、金融市場等に大きな影響を及ぼし、世界的なインフレ再燃への懸念を通じて、各国の金利動向を含めたマクロ経済環境に重い影を落としかねません。

化学産業は、原料やエネルギー面で中東への依存度が相対的に高く、地政学リスクの影響を受けやすい産業の一つです。10年先どころか、1年先ですら見通すことが難しいVUCA（変動性・不確実性・複雑性・曖昧性）の時代と言われて久しくなりましたが、足元で起きている、誰もが予見できたとは言いがたい出来事に、企業経営も産業界も、日々翻弄^{ほんろう}されているのが実情ではないでしょうか。

一方で、日本の株式市場は総じて堅調に推移し、日経平均株価は2025年6月に4万円台を回復、同年10月には5万円台を超えました。さらに、中東情勢の緊迫化で一時は値を下げたものの、2026年4月には6万円台にまで到達しました。実体経済の足取りと、資本市場における評価との間にあるギャップについて、あらためて考えさせられます。

こうした環境認識を踏まえ、本稿では私の会社生活40年を振り返りながら、これからの研究開発に期待することについて述べたいと思います。

40年間の住友化学の業績と資本市場の評価

1986年に入社してから、今年で40年という節目を迎えました。この間、住友化学を取り巻く事業環境は大きく様変わりし、当社自身も変化を重ねてきました。ちょうど私が入社した頃は、シンガポールの石油化学コンビナートが本格稼働する等、グローバル化が進展した時期でした。1986年の売上収益は約7千億円と、現在の約2兆円と比較すると、売上収益の規模という点で見れば、この40年で当社は確かな成長を遂げてきたといえます。

しかし、最終損益の面では、過去複数回の赤字決算を経験してきたことも事実です。2000年以降の25年間では3度の最終赤字に陥りましたが、特に2023年度は、過去最大の最終赤字を計上し、経営として極めて重い現実と直面しました。事業環境の急激な変化によるところも大きいものの、新興国等の技術力や資金力の拡大によって、それまで競争力を有していた製品が汎用化^{はんようか}したことも一因でした。既存事業の収益改善とともに、常にその先を担う研究開発の重要性も強く感じました。

また、当社の株価に目を向けると、ようやくV字回復^{しんちよく}を達成し、構造改革も進捗したことで2025年夏以降に一段階切り上がった印象はありますが、過去40年間というスパンで見るとどうでしょうか。日経平均株価は3.7倍になっているのに対して、当社株価は1.4倍にしかありません。PBR（株価純資産倍率）も依然として1倍を割っています。

V字回復したとはいえ、それは一過性の事業売却による影響が大きく、財務体質の強化と成長軌道への回帰に向けて取り組むべき課題は山積みです。一定の財務健全性の下で、安定した収益力と資本効率を

高め、将来への成長期待を積み上げていくことが求められます。しかし現状、これらの点において当社はなお資本市場の信認を得られていません。収益性の改善、財務の健全性、将来の成長への投資—この三つのバランスを常に意識することが当社の持続的な成長に不可欠です。

「勝ち筋」への集中とスピード

2025～2027年度の中期経営計画「Leap Beyond ～成長軌道へ回帰～」は、当社が長期的に目指す姿の実現に向けて、再び持続的な成長軌道へ戻るための第一歩です。

重要なのは、すべての分野に一律に資源を配分するのではなく、限られた経営資源を「勝てる領域＝勝ち筋」に集中することです。設備投資のみならず、研究開発投資においてもその考え方は同じです。研究開発活動がどの領域でどのような価値を生み出すのか。これを経営戦略と結び付けてより明確に描き、それを着実かつ早期に具現化していくことこそ、中期経営計画の実現に向けた重要な鍵になると考えています。

研究開発に求められる役割は、今後の当社の持続的な成長と企業価値向上において一層重要になってきます。将来の住友化学がどのように評価されるかは、研究開発に携わる皆さん一人ひとりの挑戦にかかっていると言っても過言ではありません。率直に申し上げれば、現在の当社には、かつてのように複数の分野に同時並行で十分な研究開発投資を行う余裕はありません。だからこそ、当社が「勝ち筋」を持つ領域にいか資源を集中していくかを、これまで以上に明確にしていく必要があります。

同時に、優れた研究であっても、競争優位を築けなければ、企業価値への貢献にはつながりにくくなります。

すし、また、スピード感をもって、事業化、社会実装までを見据えた発想を取り入れなければ、今後の当社の大きな飛躍につながらないと危惧しています。成果をより早くかたちにしていく視点は、以前にも増して重要です。

終わりに

日々、研究に取り組んでおられる皆さんの探究は、一見すると気づかれにくい小さな取り組みの積み重ねに過ぎないように映るかもしれません。けれども、その静かな歩みこそが、将来の大きな飛躍を生み出す原動力です。当社の新しい企業広告のメッセージ「静かに世界を変えていく」「Quiet Steps. Giant Leaps.」は、あらゆるイノベーションの源泉である「シャーレ」をモチーフに、社会課題に真正面から向き合いながら、派手さではなく着実さによって価値を生み出してきた当社のDNAや企業文化を体現するものとなっています。

目立つ成果だけを追い求めるのではなく、現場での試行錯誤や粘り強い検証、地道な改善と挑戦を積み重ねていく。その継続こそがイノベーションの芽を育み、新たな価値を生み出し、ひいては社会課題の解決へと結実します。こうした日々の取り組みと挑戦を通じて、真に必要なとされるソリューションを絶えず生み出していく企業であり続けることが、社会からの信頼につながると信じています。

不確実性の高い時代にあって、研究開発に携わる皆さん一人ひとりのQuiet Stepsが、やがて住友化学全体としてのGiant Leapsにつながっていくことを、心から期待しています。

“静かに世界を変えていく 住友化学”

社会課題に、国境はない。

飲み水、糧、電気、薬。人が生きるすべての場所に、先人が遺した化学がある。それは知恵であり、汗であり、膨大な失敗と小さな発見の証だ。だから私たちは、この世界に未だ残る多くの困難に向き合いたい。声高なパフォーマンスより、寡黙に続ける貢献を。明日の称賛より、十年先の当たり前を。課題を越えるのは、いつだって信念だ。

静かに世界を変えていく

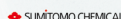


▶
右記広告をクリックすると、
全面広告ページにジャンプいたします。

Society's challenges don't stop at borders

Water to drink, food to nourish, power to live, medicine to heal. Chemistry is quietly present wherever life takes root. What we've inherited isn't just technology. It's wisdom, effort, and the proof of hard-won progress. There are still many problems that remain unsolved. We continue to face them, not for show, but because it matters. Not for praise today, but so that someday, our solutions will feel like second nature. Driven by this firm belief, we strive to overcome any challenge.

Quiet Steps. Giant Leaps.



新規除草剤エピリフェナシルの 発明と開発



Discovery and Development of a Novel Herbicide, Epyrifenacil

住友化学株式会社

アグロ&ライフソリューション研究所

定 由 直
遠 山 芳 伴^{*1}
井 戸 邦 夫
田 中 琢 也^{*2}
乾 朋 彦^{*3}
田 神 葉 子

生物環境科学研究所

(現 先進基盤技術研究所)

福 永 賢 輝
福 島 雅 雄

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Agro & Life Solutions Research Laboratory

Yoshinao SADA

Yoshitomo TOHYAMA

Kunio Ido

Takuya TANAKA

Tomohiko INUI

Yoko TAGAMI

Environmental Health Science Laboratory[†]

Satoki FUKUNAGA

Masao FUKUSHIMA

[†] current affiliation:

Advanced Research Laboratory for Fundamental Technologies

Epyrifenacil is a new protoporphyrinogen oxidase (PPO) inhibitor discovered and developed by Sumitomo Chemical Co., Ltd. This compound has an industrially feasible, unique three-ring structure and shows broad spectrum weed control, including grass weeds and some PPO inhibitor-resistant broadleaf weeds. These attributes are partly contributed by its unique systemic action. Epyrifenacil also has favorable profiles in mammalian toxicity, eco-toxicity and environmental fate. For the western hemisphere's preplant burndown no-till market, a formulated product, Empera EC, was launched in 2024 in Argentina. Further registration in additional countries, including USA, Canada, Brazil, and Australia, will strengthen the value of epyrifenacil and contribute to global food production.

はじめに

農業において雑草を効率的に防除することは、持続的な食糧生産を確保する上で必須の課題である。そのためにさまざまな除草剤が使用されているが、中でもグリホサートは世界最大規模で使用されている非選択性の茎葉処理剤である¹⁾。グリホサートは1970年代から非農耕地や果樹園において使用されてきたが、1980年代からは米国・ブラジル等の西半球で広がり始めた

不耕起栽培を契機に、耕起に変わって雑草を防除する「植え付け前の雑草茎葉処理 (preplant burndown: PPBD)」において、ダイズ等の農作物でも使用されるようになった²⁾。1990年代の後半になって、西半球では遺伝子組み換え技術によってグリホサートに耐性となったラウンドアップレディダイズが普及し、「作付け中の作物茎葉処理 (over-the-top: OTT)」でも使用が拡大した³⁾。

西半球のダイズやトウモロコシでは、一度はグリホサートが他の全ての除草剤を競争排他するほどの単独使用を確立した結果、2000年代半ばからグリホサート抵抗性雑草が次々と報告されはじめた⁴⁾。現在では60

*1 現所属：愛媛工場 *2 現所属：国際アグロ事業部

*3 現所属：大分工場

種以上の雑草においてグリホサート抵抗性が知られ、代替となる雑草防除技術が求められている⁵⁾。例えば、グルホシネート、ジカンバ、2,4-Dなどの茎葉処理剤を抵抗性対策剤として使用する方法や、フルミオキサジンやピロキサスルホンなどの土壌処理剤で予防的に防除する方法などが普及したが、これら全ての代替剤に対する抵抗性もまた報告されている。

当社では1980年代に、フルミクロラックペンチル⁶⁾とフルミオキサジン⁷⁾という二つのプロトポルフィリノーゲン酸化酵素 (PPO) 阻害剤を創製し、世界的に商業化しているが、1990年代のグリホサートとの競争を受けて、グリホサートに匹敵する新規な茎葉処理除草剤の探索を開始した。その際、PPO阻害剤であって、高い茎葉処理活性を有するフェニルウラシル誘導体に着目した。その中で、本系統がそれまで必ずしも対象としていなかったイネ科雑草への効果に着目して探索を進めた結果、エピリフェナシル (原体商標: ラピディシル/Rapidicil) を創製するに至った (Fig. 1)。本稿では、エピリフェナシルの発見の経緯と生物効果に加え、製造プロセス、製剤、分析、登録性など、多面的な観点からレビューを行い、エピリフェナシルの将来の農業生産への貢献を展望する。

発見の経緯⁸⁾

当社ではまず、Hoffmann-La Roche Inc.の特許化合

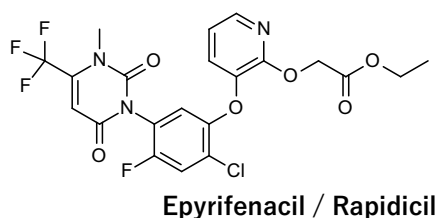


Fig. 1 Structure of epyrifenacil

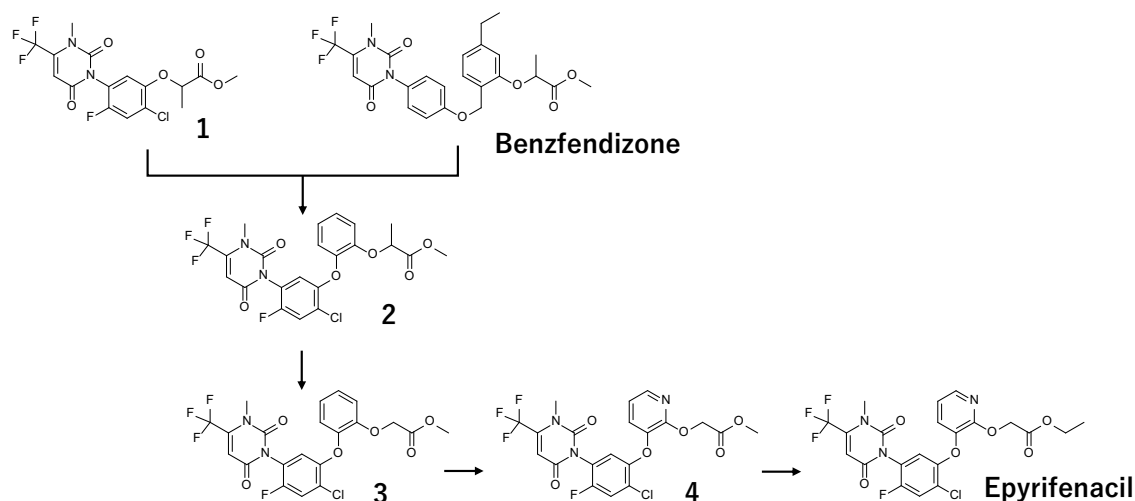


Fig. 2 Roadmap toward epyrifenacil discovery

物1⁹⁾に注目すべき活性を確認した (Fig. 2)。また、同様のプロピオン酸エステル構造を有し、骨格が大幅に異なるFMC Corporationのベンズフェンジゾンにも着目した。そこで、脂肪酸エステル部位の配座自由度を制限することを狙い、化合物1に第3の環を導入することを検討した。その際、本化合物群が必ずしも防除対象としていないイネ科雑草を代表して、イヌビエへの茎葉処理活性において構造活性相関を追った (Table 1)。

化合物1と同様、ウラシル1位のベンゼン環上の5位に、ベンズフェンジゾンと同様の環状ユニットを導入し検討したところ、フェノキシ基を有する化合物2にベンズフェンジゾンに近い活性を見いだした。さらなる構造最適化において、プロピオン酸体 (化合物2) から酢酸体 (化合物3) への変換で、ベンズフェンジゾンを上回る大幅な活性向上を得た。化合物1やベンズフェンジゾン、さらには近年開発されたチアフェナシルがプロピオン酸体であることに照らすと酢酸体での活性向上は予想外の構造活性相関であった。この傾向が5位フェノキシ基のオルト位にO-酢酸エステルが位置する場合にのみ発現することは興味深い。さらには、導入したベンゼン環をピリジン環に変換した化合物4は、化合物3と同等の除草活性を示し、化合物3を上回る移行性 (後述) を示した。

以上の構造展開は、脂肪酸部位をメチルエステル体に固定して行ったが、エチルエステル体 (エピリフェナシル) は、メチルエステル体 (化合物4) と同等の除草活性を有することが確認されたので、製造可能性や製剤性を考慮し最終的にエピリフェナシルを開発化合物に選定した。

製法

エピリフェナシルは、3-ピリジルエーテルを有するフェニルウラシル誘導体である (Fig. 3)。われわれ

Table 1 Structure-activity relationships around epyrifenacil (16 days after foliar treatment), 0 (no effect) to 10 (death)

Compound	Structure	dose g a.i./ha	Morningglory, ivyleaf	Velvetleaf	Barnyardgrass
Benzfendazole		8	10	10	10
		2	10	10	9
		0.5	10	10	8
		0.13	3	8	5
Compound 2		8	10	10	10
		2	10	10	7
		0.5	10	10	7
		0.13	3	10	6
Compound 3		8	10	10	10
		2	10	10	10
		0.5	10	10	9
		0.13	2	10	8
Compound 4		8	10	10	10
		2	10	10	10
		0.5	10	10	10
		0.13	5	10	6
Epyrifenacil		8	10	10	10
		2	10	10	10
		0.5	10	10	9
		0.13	5	10	6

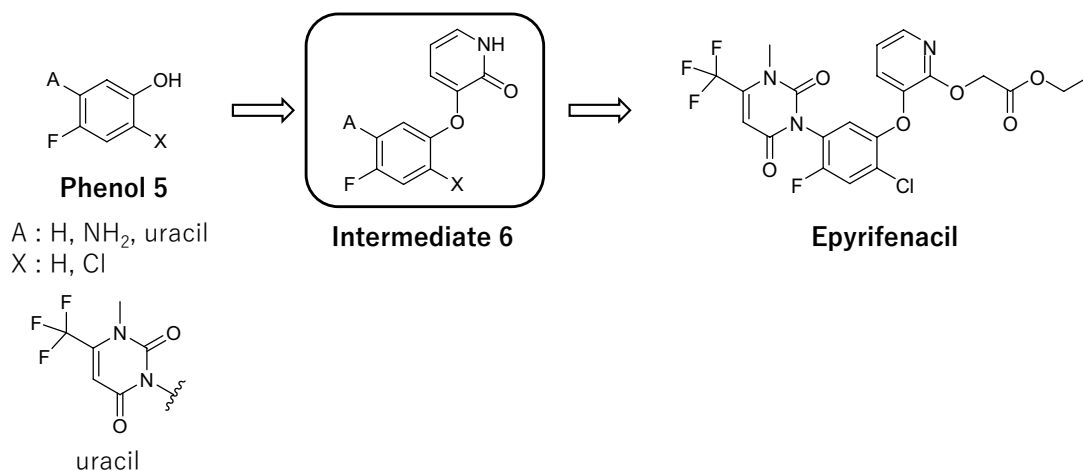


Fig. 3 Manufacturing route for epyrifenacil

は精力的に検討を重ねることで、中間体6におけるピリドン部位の構築を製法開発の鍵とする、いくつかの効率的な製造ルートを開発した。フェノール5の水酸基を足掛かりとし、種々の高選択的な反応によりピリドン部位を導入できることを見いだした。さらに後続変換も含め、効率性に加えて防災面・品質面にも適合する工業的製造法を確立した。

物性、安定性、分析法および規格

1. 物理化学的性質

エピリフェナシルの物理化学的性質をTable 2に示す。エピリフェナシルは無臭の白色の粉末であり、ア

セトンやトルエンによく溶ける一方、水にほとんど溶けない。

2. 安定性

エピリフェナシル原体の安定性試験結果をTable 3に示す。エピリフェナシル原体は、25℃/50%RH 1年間の保存において安定であった。

3. 分析法および規格

エピリフェナシル原体の有効成分および不純物につき、液体クロマトグラフィーで正確に精度よく定量できる分析法を作成した。本法を用いて、代表的なロットで組成分析試験を実施の上、適切な規格値を設定した。

Table 2 Physical and chemical properties of epyrifenacil

Color and physical state	White powder
Odor	No discernible odor
Density	1.45 g/cm ³ (20 °C)
Melting point	97.0 to 107.5 °C
Vapor pressure	7.0 x 10 ⁻¹³ Pa (25 °C), 1.3 x 10 ⁻¹³ Pa (20 °C)
Solubility in water	3.91 mg/L (20 °C)
Solubility in organic solvents	Methanol 46 g/L (hereafter, 20 °C)
	Acetone >250 g/L
	Toluene >250 g/L
	Dichloromethane >250 g/L
	Ethyl acetate >250 g/L
	<i>n</i> -Heptane 0.67 g/L
Partition coefficient (<i>n</i> -octanol/water)	<i>n</i> -Octanol 4.9 g/L
	Log Pow = 3.42 (20 °C)

Table 3 Stability of technical grade

Storage conditions	Storage period	Remaining content (%)
25 °C / 50%RH	3 months	100.1
	6 months	100.3
	9 months	100.0
	12 months	100.1

Table 4 Physicochemical properties of Empera EC

Appearance	Pale yellow clear liquid
Density	1.01g/cm ³ (23°C)
Emulsion stability	Homogenous for 2 hours at 20°C (1250x dilution)
Storage stability	Negligible degradation of active ingredient and no significant changes in other physicochemical properties after 3-month accelerated storage at 40°C

**Fig. 4** Empera herbicide bottle

製剤

エピリフェナシルを含有する初の製剤としてEmpera乳剤（エピリフェナシル 55 g/L）を開発し、世界で最初に2024年にアルゼンチンでPPBD用途として登録・上市した（Fig. 4）。

本剤は、本稿の生物効果の部分で述べるように、広いスペクトルの雑草を対象としたPPBD用途において優れた効力を示す。これらの生物効果を安定的に発揮させるため、Empera乳剤の製剤処方検討では、剤型の選抜、副資材の組み合わせとその配合量の最適化を中心に実施した。すなわち、（1）エピリフェナシルの除草効果を最大化する製剤設計、（2）薬剤散布時に求められる製剤物化性、（3）想定され得る保管条件・期間において物理化学的安定性が良好であるこ

と、を同時に満足する処方の確立を目標とした。その結果、上記要求特性を満足し、実用上の取り扱い性にも配慮した乳剤処方を制定するに至った。Empera乳剤の代表的な製剤物性をTable 4に示す。

今後は、米国、カナダ、ブラジル、オーストラリアなどにおいて、本単剤のみならず混合剤を順次登録・上市する予定である。

作用機作¹⁰⁾

エピリフェナシルはその発見の経緯、化学構造、即効的に植物に壊死症状を引き起こすという特徴からPPO阻害剤として働いていると考えられた。そこで大腸菌でオオホナガアオゲイトウ由来PPO2組み換えタンパク質を発現させ、エピリフェナシルのPPO2阻害

活性を評価した (Fig. 5)。エピリフェナシルはPPO2の活性を低濃度で阻害し、その IC_{50} (50%阻害活性を示す濃度) は0.56 nMだった。これは既存のPPO阻害型除草剤であるラクトフェン ($IC_{50} = 1.3$ nM) やフルミオキサジン ($IC_{50} = 2.2$ nM) と比較しても低い値であったことから、エピリフェナシルが高い除草活性を発揮する要因の一つとして、散布処理した植物体内でターゲットであるPPOをより低濃度で阻害できることが考えられる。

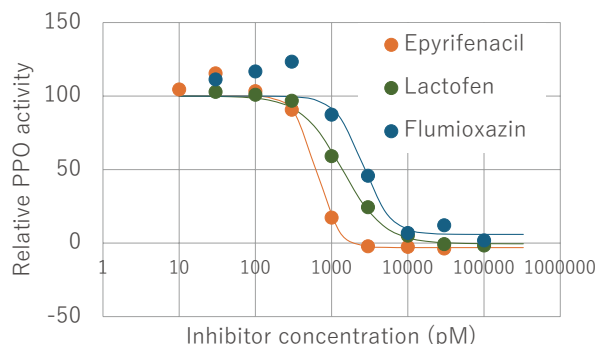


Fig. 5 *In vitro* inhibition of PPO enzyme by epyrifenacil

生物効果

1. 除草効力

(1) イネ科雑草¹⁰⁾

発見の経緯で見たように、エピリフェナシルは、通常有効と想定される広葉雑草に加えて、イネ科雑草に対しても防除効果を発揮する。他の代表的なイネ科雑草への効果を、より実用的な観点で、大きく育てたものにEmpera乳剤を処理して除草効果を見た。土壌処理剤であるフルミオキサジンは茎葉処理では十分な効果を得ないが、エピリフェナシルは20 g a.i./haでこれらイネ科雑草をほぼ枯殺し高い効果を示した (Fig. 6)。

(2) 抵抗性雑草¹⁰⁾

一般に抵抗性雑草は、一つの除草剤に抵抗性であると同じ作用機作の別の除草剤にも抵抗性となることが予想される。米国で問題となっている、オオホナガアオゲイトウについて複数のPPO阻害剤抵抗性系統を供試し効果を見たところ、エピリフェナシルはPPO阻害剤であるにも関わらず、これらの系統に20 g a.i./haで高い効力を示した (Fig. 7)。

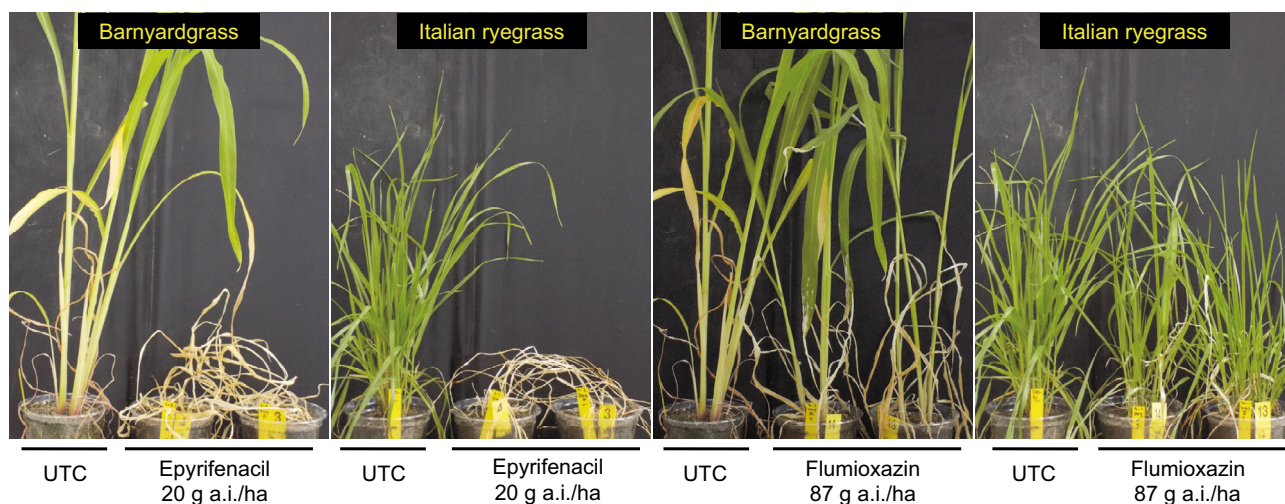


Fig. 6 Epyrifenacil activity on grass weeds
Empera EC applied with an adjuvant at 214L/ha, 21 days after treatment

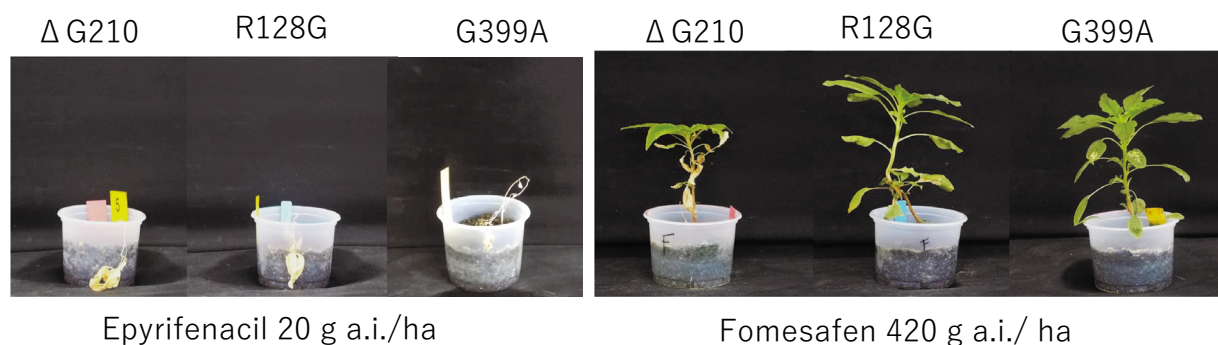


Fig. 7 Epyrifenacil activity on Palmer amaranth resistant to fomesafen
Empera EC applied with an adjuvant at 214L/ha, 21 days after treatment

(3) 圃場試験⁹⁾

米国における北部コーンベルトと南部コットンベルトにおいて、2018年の春季に、圃場で自然発生している各種雑草に対して、Empera乳剤の茎葉処理試験を行った。作物のない条件で行ったためPPBDでの試験と見なせる。その結果、エピリフェナシルは単剤で20 g ai./haという薬量において、広葉雑草とイネ科雑草を総合し、市場のスタンダードであるグリホサート+ジカンバ混合剤に匹敵する効力を示した。また、それらとの混用によりさらに高い効力を示した (Fig. 8)。

2. 作用特性

(1) 移行性

エピリフェナシルのユニークなイネ科雑草への効果発現のメカニズムを解明すべく、¹⁴Cでラベルされたエピリフェナシルを、イヌビエの第1葉に塗布したと

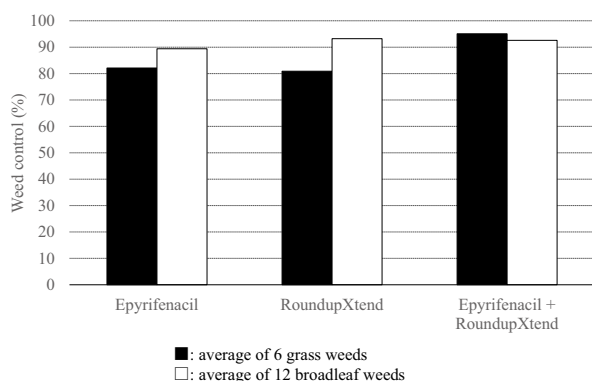


Fig. 8 Epyrifenacil field efficacy in USA on broad spectrum weeds (PPBD condition) Epyrifenacil: 20 g ai./ha, RoundupXtend: glyphosate 1120 + dicamba 560 g a.e./ha Applied with an adjuvant at 184 L/ha, 14 days after treatment



Fig. 9 Epyrifenacil systemic activity. Labelled epyrifenacil was spotted on the first leaf of barnyard grass

ころ、48時間後には、全身からシグナルを検出した。このような求基的かつ求頂的な化合物動態が、イネ科雑草への効果に寄与していることが示唆された (Fig. 9)。

(2) 耐雨性

葉の表面に処理して吸収される除草剤は、処理後の降雨で効力が低下することがある。そこで、エピリフェナシルを処理した後、人工的に雨を降らせる条件で効力を見たところ、グリホサートが効力を低下させる条件でも高い効力を維持することが判明した (Fig. 10)。

毒性・代謝・残留

ここではエピリフェナシル原体およびエピリフェナシル乳剤の評価結果を示す。

1. 哺乳動物毒性

(1) 急性毒性、刺激性および皮膚感作性

エピリフェナシル原体の経口、経皮および吸入暴露による急性毒性は極めて弱く、死亡あるいは毒性症状の発現は認められなかった。エピリフェナシル乳剤の急性毒性もいずれの投与経路においても極めて弱かった。エピリフェナシル原体は眼および皮膚に対してごく軽度の刺激性があり、皮膚感作性は認められなかった。エピリフェナシル乳剤は眼に対して中等度の刺激性があり、洗眼効果が認められた。皮膚に対しては重度の刺激性が認められ、皮膚感作性も認められた (Table 5)。

(2) 亜急性、慢性毒性および発がん性

ラット、イヌ、マウスを用いた亜急性、慢性毒性およ

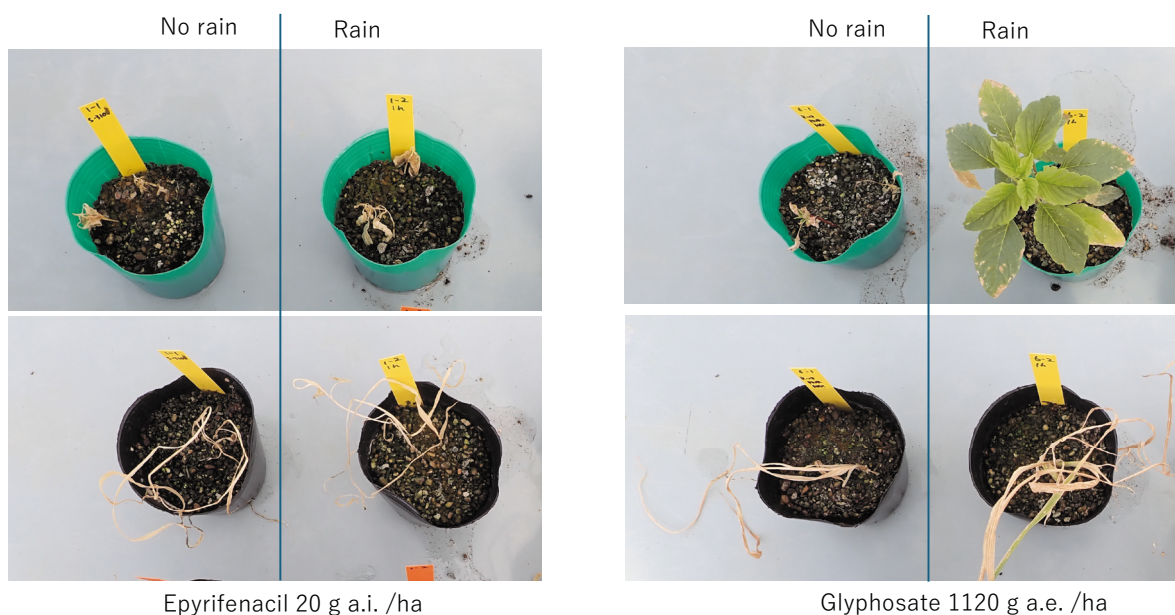


Fig. 10 Rainfastness of epyrifenacil (40 mm precipitation for 2 hours, 1 hour after treatment)

Table 5 Acute toxicity summary of epyrifenacil

Test type	Epyrifenacil	Rapidicil 5.21%EC
Rat acute oral (LD ₅₀)	> 2000 mg/kg	> 2000 mg/kg
Rat acute dermal (LD ₅₀)	> 2000 mg/kg	> 2000 mg/kg
Rat acute inhalation (LC ₅₀)	> 2190 mg/m ³ of air (4 h, nose only exposure)	> 5680 mg/m ³ of air (4 h, nose only exposure)
Eye irritation (Rabbit)	Minimally irritating	Moderately irritating
Skin irritation (Rabbit)	Minimally irritating	Severely irritating
Skin sensitization (Guinea pig)	Non-sensitizer	Skin sensitizer

び発がん性試験の結果、エピリフェナシル原体を反復投与すると、いずれの動物種においても毒性影響として傷害性変化を中心とした肝臓への影響や貧血に関連した影響が認められた。いずれの影響もエピリフェナシルの薬効であるPPO阻害に関連したものであり、肝臓ではPPO阻害に起因したプロトポルフィリンⅨを中心としたポルフィリン蓄積による肝細胞傷害等が、造血器においてはPPO阻害によるヘム合成の低下によって貧血が引き起こされたものと考えられた¹¹⁾。

発がん性試験では、ラットにおいて発がん性は認められなかったが、マウスにおいて肝細胞腺腫/肝細胞癌の発生頻度増加が認められ、肝細胞巨大化や炎症、線維化などの非腫瘍性変化も観察された。マウスで認められた肝臓腫瘍に関しては、作用機序検討試験によりポルフィリン蓄積を介した肝細胞傷害型の作用機序によるものと考えられた¹²⁾。ヒトとマウス間での種差について検討したところ、毒性本体であるカルボン酸代

謝物の肝臓への取り込みや、PPO阻害能に顕著な種差が認められたことから^{11),13-15)}、ヒトへの外挿性はない変化であり、ヒトの発がん性を示唆するものではないと考えられた¹²⁾ (Table 6)。

(3) 生殖・発生毒性

ラットおよびウサギを用いた催奇形性試験では、胎児に対して催奇形性は認められなかった。ラットを用いた2世代繁殖性試験では、繁殖能および哺育能に影響は認められなかった。離乳後の雌の児動物の発育においては、^{ちつ}腔開口完了日齢が遅延し、性成熟遅延が認められた。これらの児動物では貧血が認められていたこと、および貧血により^{ちつ}腔開口の遅延が認められることから¹⁶⁾、性成熟遅延はエピリフェナシル原体の直接影響ではなく、PPO阻害を介した貧血による二次的影響と考えられた (Table 7)。

Table 6 Subacute and chronic toxicity/carcinogenicity summary of epyrifenacil

Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/d)
Rat	Oral (in diet), 13 weeks	0, 50, 300, 800 ppm	Male: 3 (50 ppm) Female: 19 (300 ppm)
Rat	Oral (in diet), 12 months	Male: 0, 15, 30, 60, 200 ppm Female: 0, 15, 30, 200, 600 ppm	Male: 9.1 (200 ppm) Female: 10.9 (200 ppm)
Rat	Oral (in diet), 24 months	Male: 0, 15, 30, 60, 200 ppm Female: 0, 15, 30, 200, 600 ppm	Male: 8.3 (200 ppm) Female: 9.5 (200 ppm) No carcinogenicity
Rat	Dermal, 4 weeks	0, 40, 200, 1000 mg/kg/d	Male: 200 Female: 200
Rat	Inhalation (nose only exposure), 13 weeks	0, 50.4, 139, 281 µg/L	Male: 139 µg/L Female: 139 µg/L
Dog	Oral (in capsule), 13 weeks	0, 100, 300, 1000 mg/kg/d	Male: 100 Female: 300
Mouse	Oral (in diet), 13 weeks	0, 5, 25, 100 ppm	Male: 0.7 (5 ppm) Female: 4.1 (25 ppm)
Mouse	Oral (in diet), 12 months	Male: 0, 1, 5, 15, 40 ppm Female: 0, 1, 5, 20, 60 ppm	Male: 0.1 (1 ppm) Female: 0.2 (1 ppm)
Mouse	Oral (in diet), 18 months	Male: 0, 1, 5, 15, 40 ppm Female: 0, 1, 5, 20, 60 ppm	Male: 0.1 (1 ppm) Female: 0.1 (1 ppm)

Table 7 Developmental and reproductive toxicity summary of epyrifenacil

Study	Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/d)	
Developmental toxicity	Rat	Oral (gavage) Days 6-20 of gestation	0, 20, 60, 200 mg/kg/d	Maternal Fetal	20 200
	Rabbit	Oral (gavage) Days 6-28 of gestation	0, 80, 250, 750 mg/kg/d	Maternal Fetal	250 750
Two-generation reproductive toxicity	Rat	Oral (in diet)	0, 10, 30, 100, 300 ppm	Parental	Male: 5.57 (100 ppm) Female: 10.31 (100 ppm)
				Reproductive	Male: 6.62 (100 ppm) Female: 22.63 (300 ppm)
				Offspring	Male: 6.61 (100 ppm) Female: 7.70 (100 ppm)

(4) 神経毒性

ラットを用いた急性および亜急性神経毒性試験では、神経毒性は認められなかった（Table 8）。

(5) 遺伝毒性

ネズミチフス菌および大腸菌を用いた復帰突然変異試験、チャイニーズハムスター肺由来CHL細胞を用いた染色体異常試験およびV79細胞を用いた遺伝子突然変異試験、マウス小核試験を実施した結果、いずれも陰性であった¹²⁾（Table 9）。

2. 動物・植物代謝

(1) 動物における代謝

エピリフェナシルをラットに経口投与したところ、速やかに吸収されて全身に分布し、主に糞および尿か

ら排泄された。投与48時間後までに90%以上が排泄され、組織への残留性・蓄積性は認められなかった。主要な代謝反応はエステル結合の開裂によるカルボン酸代謝物生成、ウラシル環のヒドロキシル化および二重結合の還元、ピリジン環2位のエーテル結合の開裂、ウラシル環の開裂によるメチル尿素代謝物の生成などであった¹⁷⁾。

(2) 植物における代謝

¹⁴C標識体を用いて3種類の異なる作物（トウモロコシ、ダイズおよびセイヨウアブラナ）で代謝試験を実施したところ、いずれの作物においてもエピリフェナシルの代謝経路はほぼ同様で、主要代謝分解経路は、エステル結合の開裂とそれに続くエーテル結合の切断、フェノール性水酸基のメチル化、ウラシル環の還

Table 8 Neurotoxicity summary of epyrifenacil

Study	Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/d)
Acute neurotoxicity	Rat	Oral (gavage) single	0, 500, 1000, 2000 mg/kg/d	Male: 2000 Female: 2000
Subchronic neurotoxicity	Rat	Oral (in diet), 13 weeks	Male: 0, 60, 300, 500 ppm Female: 0, 60, 300, 800 ppm	Neurotoxicity Male: 28.9 (500 ppm) Female: 54.0 (800 ppm) General toxicity Male: 3.33 (60 ppm) Female: 20.0 (300 ppm)

Table 9 Mutagenicity summary of epyrifenacil

Study	Study design	Results
Reverse mutation (Ames test)	<i>S. typhimurium</i> : TA98, TA100, TA1535 and TA1537 <i>E. coli</i> : WP2 <i>uvrA</i> -/ +S9 mix: 156 – 5000 µg/plate	Negative
<i>In vitro</i> gene mutation	Chinese hamster V79 -S9 mix: 1.9 – 60 µg/mL +S9 mix: 3.8 – 120 µg/mL	Negative
<i>In vitro</i> chromosomal aberration	Chinese hamster CHL/IU -S9 mix (6 h): 15.6 – 62.5 µg/mL +S9 mix (6 h): 31.3 – 125 µg/mL -S9 mix (24 h): 15.6 – 62.5 µg/mL	Negative
Bone marrow micronucleus	CD-1 mice 500, 1000, 2000 mg/kg	Negative

元とウラシル環の開環であり、生成した代謝物の一部は植物成分に取り込まれると考えられた。

3. 環境挙動および残留

(1) 水中における分解

¹⁴C標識体を用いた加水分解試験で、エピリフェナシルはpH4の緩衝液中で安定であり、その半減期は1年以上(25℃)であった。pH7およびpH9の緩衝液中における25℃での半減期はそれぞれ38-45日および0.45-0.58日であり、エステル結合の開裂とそれに続くウラシル環4位のヒドロキシル化ならびにウラシル環の開裂により分解した。また、pH5の緩衝液におけるエピリフェナシルの光分解半減期(北緯40℃の夏の太陽光換算値)は6.1-9.5日であった。水中光照射下での主要光分解経路はフェニル基4位の脱フッ素化および水酸化とそれに続くフェニル基2位の脱塩素化およびフェニル基とピリジン環の環化反応であり、多数の微量分解物の生成を経て最終的に二酸化炭素にまで無機化されると考えられた。

(2) 土壌中における代謝

¹⁴C標識体を用いたエピリフェナシルの好氣的土壌中動態試験での消失半減期(20℃)は、0.11-0.40日であった。また、土壌表面上での分解は光照射により促

進されず、その半減期(20℃)は66-359日であった。土壌中での主な分解経路は、エステル結合の開裂とそれに続くエーテル結合の開裂、ウラシル環の還元と4位のヒドロキシル化ならびにウラシル環の開裂であり、最終的に二酸化炭素に無機化されるか、結合残渣を形成すると考えられた。

(3) 土壌残留

米国の畑地3圃場とカナダの1圃場にエピリフェナシル乳剤を40 g ai./haの割合で14日間隔で3回散布したところ、最高残留濃度は0.026 mg/kgであり、いずれの圃場でも極めて速やかに消失し最終散布3日後には定量限界未満になった。

(4) 土壌移行性

フロイントリッヒ吸着等温式をもとに求めたエピリフェナシルの有機炭素含有量で補正した土壌吸着係数 $K_{Foc(ads)}$ および脱着係数 $K_{Foc(des)}$ はそれぞれ151-233および215-426であった。

(5) 作物残留

エピリフェナシル乳剤を20または40 g ai./haの割合でコムギ、トウモロコシ、ダイズ、セイヨウアブラナのはし前の土壌に1回散布処理したところ、いずれの

作物でもエピリフェナシルの残留濃度は定量限界未満（＜0.005 mg/kg）であった。

(6) 後作物残留

エピリフェナシル乳剤を40 g ai./haの割合で土壌に1回散布処理し一定期間後にコムギ、大根、レタスを播種し生育させたところ、いずれの作物でもエピリフェナシルの残留値は定量限界未満（＜0.005 mg/kg）であり、後作物に及ぼす影響は低いと考えられた。

4. 非標的生物に対する影響

水産動植物、節足動物および鳥類における試験結果をTable 10に要約した。

(1) 水産動植物に対する影響

エピリフェナシル原体の魚、甲殻類および藻類の急性毒性値（LC₅₀/EC₅₀/ErC₅₀）は、それぞれ2.7、＞3.2および0.0022 mg/Lであった。エピリフェナシルの藻類に対する急性毒性は比較的強いいため注意が必要である。

(2) 節足動物に対する影響

エピリフェナシル原体のセイヨウミツバチ成虫における経口および接触投与での急性毒性値（LD₅₀）はそれぞれ＞20および＞100 μg/頭であった。エピリフェナシル乳剤の寄生蜂（*Aphidius rhopalosiphi*）および捕食性ダニ（*Typhlodromus pyri*）における接触投与での急性毒性値（LR₅₀）はいずれも＞120 g ai./haであった。これらのことから、実施用でのエピリフェナシルの節足動物に及ぼす影響は低いと考えられた。

(3) 鳥類に対する影響

エピリフェナシル原体のマガモにおける急性毒性は弱く、経口投与でのLD₅₀値は＞2250 mg/kgであり、実施用でのエピリフェナシルの鳥類に及ぼす影響は低い

と考えられた。

以上より、エピリフェナシルは哺乳動物に対する急性毒性は弱く、催奇形性も認められなかった。また、長期にわたって摂取したとしてもヒトに対して発がん性や繁殖性などの影響はないものと考えられる。また、実用上、環境中での挙動、非標的生物に対する影響評価に基づいて安全な使用が可能であると考えられる。

おわりに

以上にレビューしたように、エピリフェナシルは、高い性能を有するのみならず、原体と製剤を工業的かつ経済的に製造できると見込まれる。加えて、毒性・代謝・残留研究の結果から、米国やブラジル等の主要国において登録性を有すると考えられる。このように多面的な技術を組み合わせ、研究着手から実に四半世紀の歳月を経て、2024年にアルゼンチンにおいて登録・上市された。今後、米国、カナダ、ブラジル、オーストラリアでの上市も待たれる。不耕起栽培は古くからある栽培技術ではあるが、昨今、カーボンニュートラルの観点から見直されており、エピリフェナシルは不耕起栽培におけるPPBDでの普及が見込まれるのみならず、エピリフェナシルというツールを得て逆に不耕起栽培が普及しやすくなることも期待される。さらには、エピリフェナシルに耐性の作物も開発されつつあり¹⁸⁾、その作付け中のOTT処理が普及すれば、フレキシブルな使用方法で農家の選択肢が増え、世界の雑草防除に貢献することも予想される。エピリフェナシルに対する抵抗性雑草の発生には注意を要するものの、別の作用機作の除草剤とのローテーションや混合を施しながら、エピリフェナシルが、持続可能な形で農業生産に貢献していくことを確信している。

Table 10 Ecotoxicological summary of epyrifenacil on non-target organisms

Test substance	Test species	Test type	Results
Epyrifenacil TGAI	Aquatic organisms	Bluegill sunfish	Acute (96 hours)
		<i>Daphnia magna</i>	Acute (48 hours)
		Green alga ^{*1}	Acute (72 hours)
	Arthropods	Honeybee ^{*2}	LD ₅₀ > 20 μg/bee
		Honeybee ^{*2}	LD ₅₀ > 100 μg/bee
Epyrifenacil EC	Bird	Bobwhite quail	Acute oral (14 days)
	Arthropods	<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	Acute contact (2 days)
		<i>Typhlodromus pyri</i>	Acute contact (7 days)

^{*1} *Raphidocelis subcapitata*

^{*2} *Apis mellifera*

TGAI, technical grade active ingredient
EC, emulsifiable concentrate

謝辞

エビリフェナシルの開発は、協業パートナーの高い興味・関心に支えられました。また、各市場における適用性については、現地の大学の専門家による実用性評価や多くの助言を参考にさせていただきました。特に、イリノイ大学のPatrick Tranel教授とコロラド州立大学のFranck Dayan教授には深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) S. O. Duke and S. B. Powles, *Pest Manag. Sci.*, 64(9), 319–325 (2008).
- 2) H. J. Beckie *et al.*, *Plants*, 9(1), 96 (2020).
- 3) S. O. Duke, *Pest Manag. Sci.*, 74(5), 1027–1034 (2018).
- 4) R. D. Sammons and T. A. Gaines, *Pest Manag. Sci.*, 70(9), 1367–1377 (2014).
- 5) I. Heap: “The International Herbicide-Resistant Weed Database”, <http://www.weedscience.org/> (参照2026/3/10).
- 6) 橋本 俊一ほか, 技術誌 住友化学, 1995-I, 4 (1995).
- 7) 永野 栄喜ほか, 技術誌 住友化学, 2001-I, 14 (2000).
- 8) 遠山 芳伴ほか, 日本農薬学会誌, 51(1), 1 (2026).
- 9) Hoffmann-La Roche Inc., US 4859229 A (1989).
- 10) Y. Sada *et al.*, *Pest Manag. Sci.*, 81(5), 2463 (2025).
- 11) K. Matsunaga *et al.*, *J. Pestic. Sci.*, 46(4), 333 (2021).
- 12) S. Fukunaga *et al.*, *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 136, 105268 (2022).
- 13) K. Sakurai *et al.*, *Pharmacol. Res. Perspect.*, 9(5), e00877 (2021).
- 14) K. Matsunaga *et al.*, *J. Toxicol. Sci.*, 46(12), 601 (2021).
- 15) 平澤 康太, 安部 潤, 技術誌 住友化学, 2025, 83 (2025).
- 16) M. Shimada *et al.*, *J. Toxicol. Sci.*, 50(2), 83 (2025).
- 17) K. Sakurai *et al.*, *J. Agric. Food. Chem.*, 69(44), 13190 (2021).
- 18) C. T. Larue *et al.*, *Pest Manag. Sci.*, 76(3) 1031 (2020).

PROFILE



定 由直 Yoshinao SADA

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主席研究員
博士（農学）



遠山 芳伴 Yoshitomo TOHYAMA

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主任研究員
(現所属：愛媛工場 主席部員)



井戸 邦夫 Kunio Ido

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主席研究員
博士（生命科学）



田中 琢也 Takuya TANAKA

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主任研究員
博士（工学）
(現所属：国際アグロ事業部 主席部員)



乾 朋彦 Tomohiko INUI

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主任研究員
博士（薬学）
(現所属：大分工場 主任部員)



田神 葉子 Yoko TAGAMI

住友化学株式会社
アグロ&ライフソリューション研究所
主任研究員



福永 賢輝 Satoki FUKUNAGA

住友化学株式会社
生物環境科学研究所
主席研究員
博士（医学）
(現所属：先進基盤技術研究所)



福島 雅雄 Masao FUKUSHIMA

住友化学株式会社
生物環境科学研究所
主席研究員
博士（学術）
(現所属：先進基盤技術研究所)

ハンセン溶解度パラメータ(HSP)の社内活用とインバースガスクロマトグラフィー(IGC)を用いた測定技術の開発



住友化学株式会社
ICT&モビリティソリューション研究所
中 本 秀 一*

In-House Application of Hansen Solubility Parameters and Development of Hansen Solubility-Parameter Measurement Technique Using Inverse Gas Chromatography

Sumitomo Chemical Co., Ltd.
ICT & Mobility Solutions Research Laboratory
Shuichi NAKAMOTO

Hansen solubility parameters (HSPs) are affinity descriptors applicable to many various compounds, and the present authors have promoted their in-house deployment in applications such as materials design and failure analysis. However, depending on the compound, existing determination methods can be problematic with insufficient accuracy; therefore, in this study, we explore an alternative HSP determination method employing inverse gas chromatography. Additionally, we utilize the proposed method to analyze HSP molecular-weight dependence, and we present an example of HSP determination for polyether ether ketone, a poorly soluble resin.

はじめに

化合物同士の親和性は、溶解、分散、接着、膨潤、抽出など多様な現象に関係し、材料開発や工程設計における重要な判断要素となる。親和性を表す指標としてはLog *P*やHLB値などが知られるが、どちらも適用範囲は限定される。一方、Hildebrandによって提唱された溶解度パラメータ (SP) は、幅広い物質に適用可能な指標として位置付けられてきた¹⁾。さらにHansenは、SPを分散力、双極子間力、水素結合力の3成分に分割することで、SPが苦手とした極性化合物に対しても精度よく適用可能なHansen溶解度パラメータ (HSP) を提案した²⁾。このHSPはHansen空間上の2点間の距離 (HSP distance) として物質間の親和性を定量化できる点が特徴であり、現在広い分野で活用されている³⁾⁻⁶⁾。しかし、HSPには複数の算出方法が存在し、対象物質 (例えば、無機/有機、低分子/高分子、液体/固体、可溶/不溶など) により適用可否が変わる。実務においては、HSPの概念が有用であっても、

測定・推定手段が対象材料に適合しない、あるいは結果が算出条件に依存して変動し得る、といった理由で運用が難しくなる場合がある。

インバースガスクロマトグラフィー (IGC) は、固体試料をカラムに充填し、プローブとなる溶媒ガスの保持挙動から相互作用を評価する手法である。このIGCを用いてHSPを算出する方法も提案されているが、煩雑さや精度などの問題から、定着しているとは言い難い^{7),8)}。

本稿では、HSPの理論と社内での展開、またIGCを用いたHSPの算出法について概説した上で、IGCを用いたHSPの分子量依存性についての検討例および難溶性樹脂への適用例を報告する。

1. Hansen溶解度パラメータ (HSP) とその活用

1.1. 溶解度パラメータ理論

溶解度パラメータ (SP) はHildebrandの正則溶液理論に基づき、凝集エネルギー密度 (CED) の平方根として定義された。これは、混合に要するエネルギーは凝集エネルギー密度の差として表現できるという考え

*現所属：ICT&モビリティソリューション品質保証室

方に由来する。混合物の凝集エネルギー密度を各成分の凝集エネルギー密度の幾何平均と仮定すると、混合に要するエネルギーは成分1と成分2の凝集エネルギー密度の平方根の差として式1で表される。ここで、 ΔE^M [J・mol]は混合エネルギー、 n [mol]はモル数、 V [cm³/mol]はモル体積、 ΔE^V [J/mol]は蒸発エネルギーを示す。また添え字1、2はそれぞれ成分1と成分2である。蒸発エネルギー ΔE^V は液体中で働く分子間力を示したもので、凝集エネルギーとも表される。

$$\Delta E^M = \frac{n_1 V_1 \cdot n_2 V_2}{n_1 V_1 + n_2 V_2} \left\{ \left(\frac{\Delta E_1^V}{V_1} \right)^{1/2} - \left(\frac{\Delta E_2^V}{V_2} \right)^{1/2} \right\}^2 \quad (\text{式1})$$

凝集エネルギー密度の平方根をSP (δ) と定義すると、 δ は式2で表される。これにより成分1と成分2のSPが離れているほど混合に要するエネルギーが大きい。ため混ざりにくく、SPが近いほど混合に要するエネルギーが小さいため混ざりやすい、という直観的解釈が可能になる¹⁾。

$$\delta = \left(\frac{\Delta E^V}{V} \right)^{1/2} \quad (\text{式2})$$

この正則溶液理論を基にしたSPの考え方は、極性の低い化合物においては経験的によく当てはまる一方で、極性化合物への適用は難しいことがわかっており、適用範囲が限定されていた⁹⁾。そこで、Hansenは32種類のポリマーの溶解性データから90種類の溶媒の分子間力の分割方法を確立し、Hildebrandの溶解度パラメータを分散力、双極子間力、水素結合力の三つの成分に分割して表現することで、極性化合物にも適用可能なHansen溶解度パラメータ (HSP) を提案した。 δ_d 、 δ_p 、 δ_h [(J/cm³)^{1/2}]はそれぞれHansen溶解度パラメータにおける、分散力、双極子間力、水素結合力の項であり、以下の式3のように表される。

$$\delta^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2 \quad (\text{式3})$$

加えて、HansenはこのHSPを比較する際に、以下の式4で表されるHSP distanceから、二つの化合物の親和性を定量的に評価できることを提案した。この時、分散力にかかる係数である“4”については経験則から算出された値である。このHSP distanceは小さければ小さいほど化合物同士が似ており、親和性が高いことを示している²⁾。

$$\text{HSP Distance} = \sqrt{4(\delta_{d1} - \delta_{d2})^2 + (\delta_{p1} - \delta_{p2})^2 + (\delta_{h1} - \delta_{h2})^2} \quad (\text{式4})$$

1.2. HSPの算出法

一般的なHSPの算出法は大別して、(a) 物性値から算出、(b) 分子構造から推算 (原子団寄与法)、(c) 溶解球法、に整理できる。物性値からの算出には表面張力、屈折率、誘電率などを利用する。また、分子構造からの推算には原子団寄与法を用いる。低分子液体では物性値からの算出や分子構造からの推算が比較的行いやすいが、高分子や固体では適用ができない、もしくは難しい場合が多い。こうした場合、複数溶媒での溶解・分散試験結果を三次元空間に配置し、良溶媒群を包含する球を当てはめて中心をHSPとして推定する「溶解球法」が用いられる。本手法はHSPの公式ソフトウェアであるHSPiPを用いて算出する。溶解球法は、構造情報が不明でも実測からHSPを推定することが可能であり、汎用性の高い手法である¹⁰⁾。

ただし溶解球法から得られるHSPの値は、溶解判定基準 (例えば濁り、沈降、粘度変化など)、評価時間、温度、攪拌条件、溶媒セットの選び方などに依存し得る。また化合物の溶解性が非常に高い場合や、球の中心が極端な位置にある場合は、値が定まりにくいことがあり、さらに評価のスループットも高くない。したがって、溶解球法を実務で用いる際には、溶解・評価条件の標準化とデータ解釈の明確化が重要となる。

1.3. HSPの産業利用について

Fig. 1は溶解度パラメータを使用した2005年以降の国際特許出願件数を出願年ごとに並べたグラフである。2025年12月時点で年間約200-300件の特許に溶解度パラメータが利用されており、また緩やかな増加傾向にあることがわかる。一方で、HSPを利用している特許は2008年にHSPの公式算出ソフトウェアであるHSPiPが開発されてから急激に出願件数が増えており、溶解度パラメータを利用した特許全体におけるHSPの割合も明らかに多くなっていることがわかる。HansenによりHSPの理論が提唱されたのが1967年であることを考えると、産業界で本格的にHSPが活用され始めたのがごく最近であるとも言える。

1.4. HSPの社内活用について

当社では、HSPを材料設計および不具合解析の共通基盤技術として位置づけ、特定分野に限定せず社内での多様な部材・テーマへ横断的に適用してきた。具体的には、ICT&モビリティソリューション研究所機能材料解析Gが中心となり、研究所間の垣根を越えて、先進基盤技術研究所、エッセンシャル&グリーンマテ

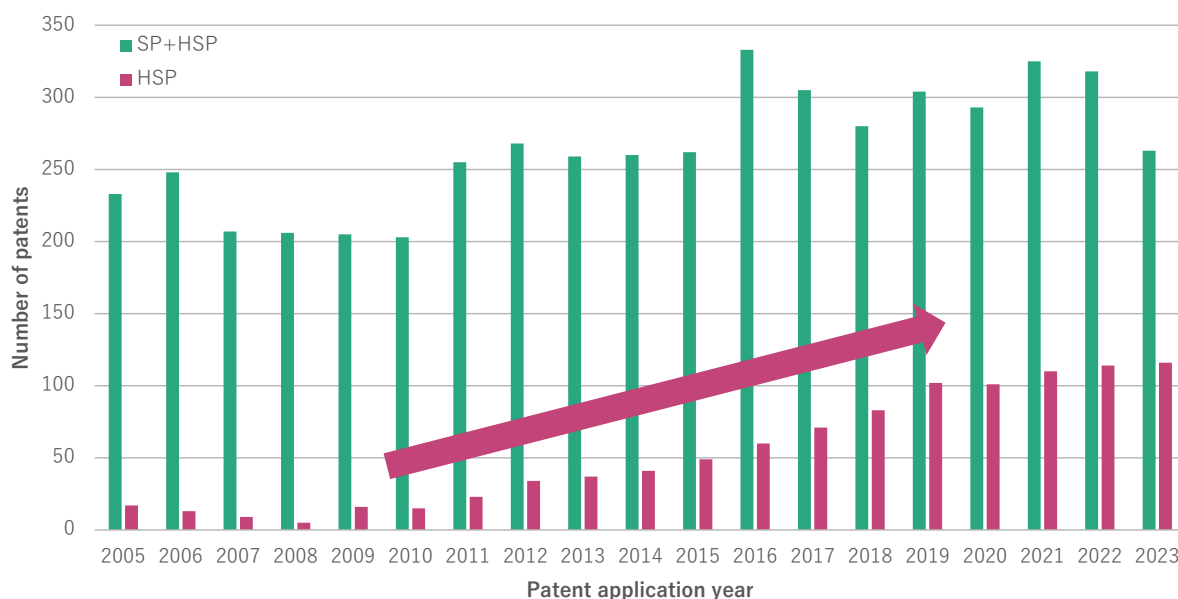


Fig. 1 Trends in number of international patent applications related to solubility parameters and Hansen solubility parameters

リアルズ研究所などの領域にも展開し、配合設計、溶媒選定、界面制御、分散安定化など、分野は異なっても本質的に共通する「材料間の親和性」に起因する課題の解決に活用を進めている。例えば樹脂フィルムでは、層間の密着不良が性能・外観に直結するため、製品設計段階での基材—添加剤間の親和性や樹脂同士の親和性評価が重要になる。また、粒子分散液においては、分散安定性等の性能を確保するため、粒子・分散剤・分散媒の組み合わせを最適化することが不可欠であり、HSPによる候補材料の相性の定量的な評価が各種部材選定の効率化につながる。それ以外にも基礎検討における合成溶媒の検討や、工業化における洗浄溶媒の検討など、広い分野でHSPが適用できることが分かってきた。このようにHSPは、経験則に依存しがちな「溶ける／溶けない」「相性が良い／悪い」といった事象を材料間の親和性として数値化することで、製品設計時の材料候補の選定や工業化における溶媒設計などを支える実務的なツールとなり得るとして社内活用が進んでいる。

2. インバースガスクロマトグラフィー（IGC）を用いたHSP算出

2.1. インバースガスクロマトグラフィーの原理

ガスクロマトグラフィー（GC）は気体および液体の分離/定量を目的に用いられる分析手法である。測定試料を試料気化室に注入し、気化した測定試料をキャリアガスによってカラムに運ぶ。ここで、カラムと試料との相互作用から、成分ごとに保持時間の違いが生

まれることで、成分が分離される。最終的にキャリアガスによって各成分は検出器（一般的にはFID：水素炎イオン化検出器）に運ばれ、各成分の量が測定される。

一方、インバースガスクロマトグラフィー（IGC）は、基本的にはGCと同じ原理で測定する手法ではあるが、測定の目的は大きく異なる。IGCの目的はカラムに詰めた固体試料と、注入する各種プローブ溶媒ガスとの親和性を評価することであり、そこからさまざまな物性値を算出することが可能になる。純粋な各種プローブ溶媒ガスがIGCに導入されると、GC同様キャリアガスによってカラムに運ばれる。カラムには親和性を評価したい固体試料が詰められており、プローブ溶媒ガスはこの固体試料との相互作用が強ければ遅く溶出し、弱ければ早く溶出する。溶出したプローブ溶媒ガスはキャリアガスによって運ばれ、FID検出器で検出される。このようにIGCとは、導入してからFID検出器で検出されるまでに流したキャリアガスの体積（保持体積）の違いから、各プローブ溶媒との親和性を評価する手法である。この時、基準物質としてメタンガスも同様に測定することで、デッドボリューム等を差し引くことが可能になる。概念図をFig. 2に示す。こうして得られたデッドボリュームを差し引くことで得られた正味の保持体積（ V_N ）から、表面エネルギーや酸・塩基相互作用、吸着等温線、比表面積、および次に紹介するFlory-Hugginsの相互作用パラメータ（ χ ）などの物性評価が可能になる。

2.2. IGCを用いたHSPの算出

Flory-Huggins理論における相互作用パラメータ（ χ ）は

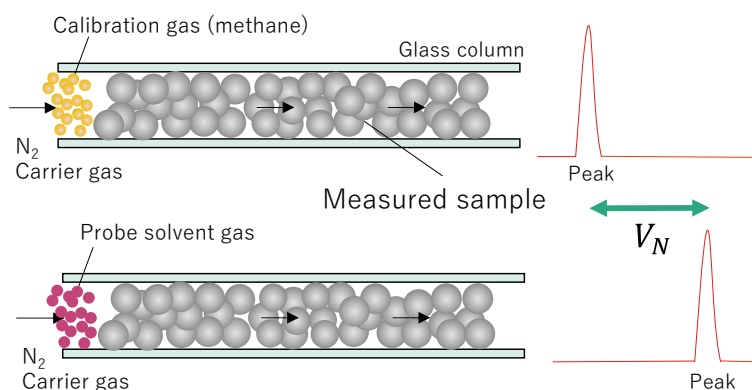


Fig. 2 Schematic diagram of inverse gas chromatography process

高分子と溶媒の親和性を示すパラメータであり、前述の通り、IGCで求めた正味保持体積から以下の式5を用いて算出することができる。ここで $V_g = V_N/RT$ であり、 $M_{r,1}$ は分子量、 p_1^0 [Torr]はプローブ溶媒の飽和蒸気圧、 B_{11} [cm³/mol]はプローブ溶媒の第2ビリアル係数、 V_1 [cm³/mol]はプローブ溶媒のモル体積、 V_2 [cm³/mol]は測定試料のモル体積、 ρ_1 [g/cm³]はプローブ溶媒の密度、 ρ_2 [g/cm³]は測定試料の密度を示している。

こうして得られたFlory-Hugginsの相互作用パラメータ (χ) はHSP distanceと相関があることがLindvig等によって報告されている (式6)。ここで、 $\delta_{1,d}$, $\delta_{1,p}$, $\delta_{1,h}$, $\delta_{2,d}$, $\delta_{2,p}$, $\delta_{2,h}$ [(J/cm³)^{1/2}]はそれぞれプローブ溶媒 (添え字1)、および測定試料 (添え字2) のHSPにおける分散力項、双極子間力項、水素結合力項であり、 V_1 [cm³/mol]はプローブ溶媒のモル体積、 R [J/K・mol]は気体定数、 T [K]は測定温度、 a はLindvigの定数 (0~1) を示す^{11),12)}。

式4と式6から χ とHSP distanceの二乗は比例関係にあることがわかり、実測された複数の χ を用いた線形回帰から、目的の高分子のHSPを算出することができる。このIGCを用いたHSP算出法 (以下、IGC法と記載) は、溶解球法に比べ、再現性や一義性が高く、わずかなHSPの差も捉えられる可能性があるものの、IGC装置が必要なこと、Lindvigの関係式が提案されるまで精度の低い算出法しかなかったことなどから、一般的に使われているとは言えない状況である。

2.3. IGCを用いたHSP算出の実例

測定試料としてPMMA (ポリメタクリル酸メチル) 粉体 ($M_w=115,500$) を用い、溶解球法とIGC法のそれ

ぞれの手法からHSPを算出し比較した。はじめに、溶解球法での測定を行った。PMMA約50 mgに対し、有機溶媒を0.5 mL加え振とうし、室温 (25℃) にて24時間保管後の溶解性を目視で確認した。これを28種の有機溶媒で実施した結果をTable 1に示す。得られた結果から、HSP 算出用ソフトウェアであるHSPiP (ver.5.4.08) を用いて溶解球の解析を行った。得られた溶解球をFig. 3に示す。ここから算出されたPMMAのHSPは(δ_d , δ_p , δ_h) = (17.6, 8.7, 9.2)となり、文献値^{2),13)}とも十分近いことを確認した。

次に、IGC法での測定に先立ち、PMMA粉体のガラス転移温度 (T_g) と比表面積を確認した。 T_g はTA instruments 社製DSC2500を用いて測定した。試料約3 mgをアルミニウム製密閉パンに秤量し、-30℃で5 min保持した後10℃/minで180℃まで昇温した。続いて-10℃/minで-30℃まで冷却し、-30℃で5 min保持した後、再び10℃/minで180℃まで昇温した。エンタルピー緩和等の不可逆的な影響を軽減し、安定した値を得るため、2回目の昇温時に観測されたガラス転移の midpoint 温度の平均値である132.2℃を T_g とした。比表面積はSurface Measurement Systems 社製IGC-SEAを用いて測定した。キャリアガスは窒素 (purity: 99.99%) を用い、流量は10 sccmに設定した。プローブ溶媒ガスにはオクタンを用い、303 Kにおけるオクタンの吸着量の相対圧依存性から、BET法により比表面積を8.15 m²/gと算出した。

Flory-Huggins 理論における相互作用パラメータを算出する際、低い測定温度では分子運動性が低くなることで、正確な評価ができない可能性がある。そのため、測定においては、分子運動性が十分に高くなる T_g

$$\chi = \ln \left(\frac{273.15R}{p_1^0 V_g M_{r,1}} \right) - \frac{p_1^0}{RT} (B_{11} - V_1) + \ln \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right) - \left(1 - \frac{V_1}{V_2} \right) \quad (\text{式5})$$

$$\chi = a \frac{V_1}{RT} \left((\delta_{1,d} - \delta_{2,d})^2 + 0.25(\delta_{1,p} - \delta_{2,p})^2 + 0.25(\delta_{1,h} - \delta_{2,h})^2 \right) \quad (\text{式6})$$

Table 1 Results of PMMA solubility tests for 28 organic solvents

Solvent	δ_d [(MPa) ^{1/2}]	δ_p [(MPa) ^{1/2}]	δ_h [(MPa) ^{1/2}]	Solubility
Acetone	15.5	10.4	7	soluble
Tetrahydrofuran (THF)	16.8	5.7	8	soluble
N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP)	18	12.3	7.2	soluble
Pyridine	19	8.8	5.9	soluble
Benzyl alcohol	18.4	6.3	13.7	insoluble
Dimethyl formamide (DMF)	17.4	13.7	11.3	soluble
γ -Butyrolactone (GBL)	18	16.6	7.4	insoluble
N-Methyl formamide	17.4	18.8	15.9	insoluble
Aniline	20.1	5.8	11.2	soluble
Nitrobenzene	20	10.6	3.1	insoluble
1-Butanol	16	5.7	15.8	insoluble
Salicylaldehyde	19	10.5	12	insoluble
1-Methyl imidazole	19.7	15.6	11.2	insoluble
Toluene	18	1.4	2	insoluble
Methyl ethyl ketone (MEK)	16	9	5.1	soluble
Dimethyl sulfoxide (DMSO)	18.4	16.4	10.2	insoluble
N,N-Dimethyl acetamide	16.8	11.5	9.4	soluble
Chloroform	17.8	3.1	5.7	insoluble
Diacetone alcohol	15.8	8.2	10.8	insoluble
Acetonitrile	15.3	18	6.1	insoluble
Methyl n-amyl ketone	16.2	5.7	4.1	insoluble
1,1,2,2-Tetrachloroethane	18.8	5.1	5.3	insoluble
Dibenzyl ether	19.6	3.4	5.2	insoluble
Isoxazole	18.8	13.4	11.2	soluble
Dimethyl methyl phosphonate	16.7	13.1	7.5	insoluble
Cyclopentanone	17.9	11.9	5.2	insoluble
Dimethyl phthalate	18.6	10.8	4.9	insoluble
Dichloromethane	17	7.3	7.1	soluble

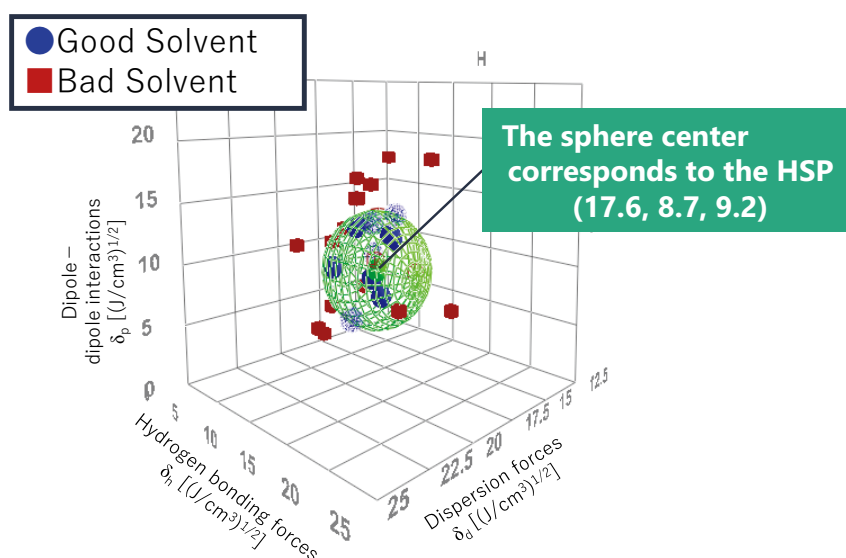


Fig. 3 Solubility sphere constructed from PMMA solubility-test results (HSPiP ver5.4.08)

以上で行うことが推奨されている。一方で、測定温度が高すぎる場合、測定中に測定試料の形状変化が起きることで、カラム内試料の表面積の変化やカラムが閉塞する可能性がある。そこで、 T_g を100%とした際の90%、92.5%、95%に当たる各温度（以下 T_g の90%の温度、 T_g の92.5%の温度、 T_g の95%の温度と記載）にて窒

素フロー条件下で120 minの加熱を行い、比表面積の変化を確認した。 T_g の92.5%の温度、および T_g の95%の温度では加熱と共に比表面積が徐々に減少することが判明したが、 T_g の90%の温度で加熱したときには大きな変化は見られなかった。このことから、本試料においては、 T_g の90%の温度では、加温に伴う形状変化は

起きていないと考え、 T_g になるべく近い温度であり、かつ形状変化が起こらない、 T_g の90%の温度で測定を行うこととした。

本試料において、IGC を用いて各溶媒のFlory-Huggins の相互作用パラメータ (χ) を実験的に算出した値をFig. 4に示す。長時間の加熱による劣化等を考慮し、同一の測定試料でそれぞれ2回の測定を行い、再現性の確認を行った。このとき、装置はSurface Measurement Systems社製IGC-SEAを用いて測定した。キャリアガスは窒素 (purity: 99.99%) を用い、流量は10 sccmに設定した。プローブ溶媒ガスには11種類の有機溶媒 (ヘプタン、オクタン、ノナン、トルエン、ピリジン、酢酸エチル、ジクロロメタン、アセトニトリル、エタノール、1-ブタノール、1-プロパノール) を用い、デッドボリューム測定にはメタン (purity: 99.9999%) を用いた。検出器にはFID (Flame Ionization Detector) を用い、測定の際のTarget Fractional Surface Coverageは0.2に設定した。粉体試料を約50 mg量り取り、内径3 mm、長さ300 mmの内側が不活性化処理されたガラスカラムに充填し、ガラスカラム両端は少量のガラスウールで封止した。プローブ溶媒ガスは32 °Cにおける飽和蒸気として注入し、各プローブ溶媒の飽和蒸気圧とバルブの開放時間から注入量を計算した。また、カラムオープンの温度やキャリアガスの流速などは常に装置によってモニタリングされており、計算には実測値を用いた。

ここで実験的に得られたFlory-Hugginsの相互作用パラメータを χ_{exp} とした。得られた値を見ると、最も大きい値をとったのがノナン、最も小さな値をとったのがジクロロメタンとなった。Flory-Hugginsの相互

作用パラメータは値が小さいほど、高分子化合物に対して良溶媒であることを示し、 $\chi \leq 0.5$ を満たすときその溶媒は高分子化合物をよく溶かすとされる。以上のことから、今回試験したプローブ溶媒のうち、PMMAに対して最も相溶性の低い溶媒がノナンで、最も相溶性の高い溶媒がジクロロメタンであることが示唆された。測定試料のHSP(δ_{d} , δ_{p} , δ_{h})から、式6の a を1として算出したFlory-Hugginsの相互作用パラメータを χ_{calc} とし、 χ_{exp} と χ_{calc} の相関係数が最も高くなる測定試料のHSPを探索した。この時、測定温度におけるプローブ溶媒のHSPは式7を用い、各プローブ溶媒の熱膨張係数から計算した。この時 β は熱膨張係数を示す。また、相関係数が最も高くなるHSPの探索にはGeneralized Reduced Gradient methodを用いた。

$$\left(\frac{\partial \delta_{\text{d}}}{\partial T}\right)_p = -1.25 \delta_{\text{d}} \beta$$

$$\left(\frac{\partial \delta_{\text{p}}}{\partial T}\right)_p = -\delta_{\text{p}} \left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$\left(\frac{\partial \delta_{\text{h}}}{\partial T}\right)_p = -\delta_{\text{h}} \left(1.22 \times 10^{-3} + \frac{\beta}{2}\right) \quad (\text{式7})$$

最も相関係数が高い値を示した時の χ_{exp} と χ_{calc} との相関を示すグラフをFig. 5に示す。こうして得られた測定温度 (91.6 °C) におけるHSPは (16.4, 7.2, 6.4) であり、ここから式7を用いて25 °Cでの値に変換すると、HSPは (16.7, 7.2, 7.1) となった。この時、PMMAの熱膨張係数は文献値¹⁴⁾より0.00025として計算した。測定手法が異なるものの、二つの算出法から得られたHSPの値は十分な一致を示しており、文献値とも近い。こ

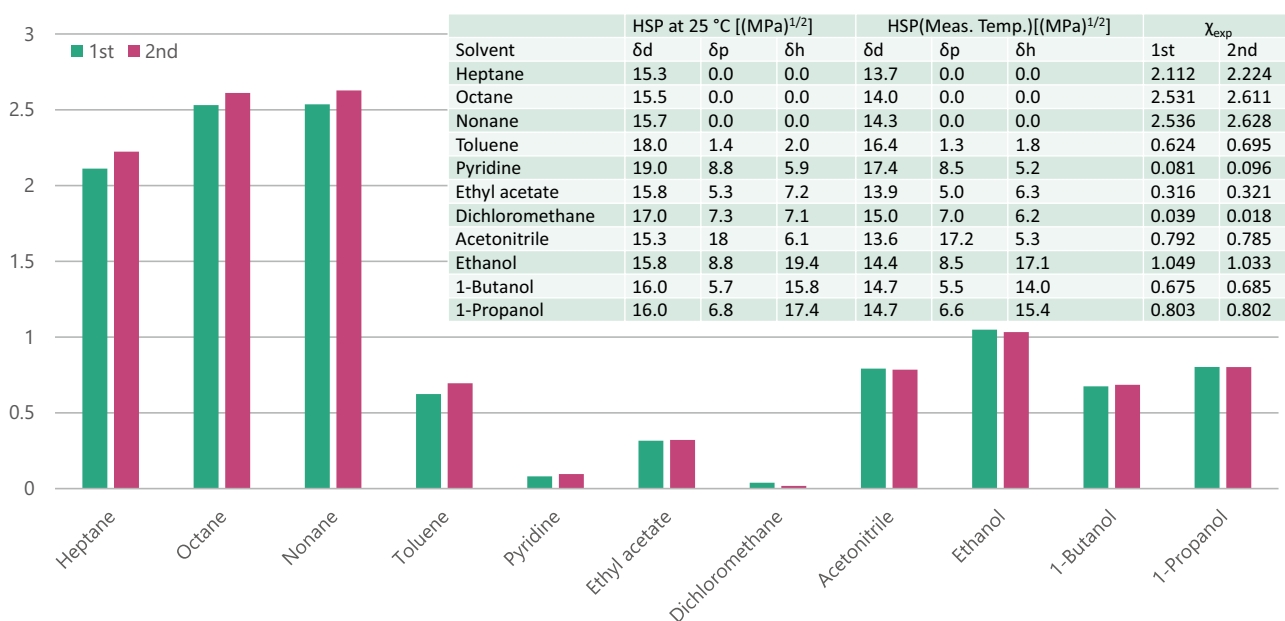


Fig. 4 Experimental Flory-Huggins interaction parameters (χ) between PMMA and each solvent, determined via inverse gas chromatography

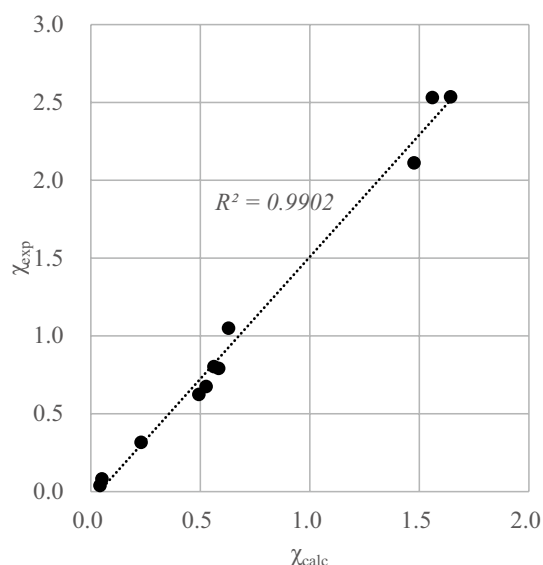


Fig. 5 Correlation between experimentally determined Flory-Huggins interaction parameters (χ_{exp}) and values calculated from HSP distance (χ_{calc}) for PMMA ($M_w = 1,155,000$)

れは、IGCの結果が十分に確からしいことを示している (Table 2)。また、実験温度は異なるものの、IGCでの実験で低いFlory-Hugginsの相互作用パラメータ χ_{exp} が算出され、親和性が高いとされたジクロロメタンとピリジンは常温における溶解試験の結果においても良溶媒であることが確認された。このことも、IGCによる評価が正しく行われていることを示唆している。

3. IGCを用いたHSPの分子量依存性の確認

高分子においては分子量や分子量分布、末端基比率などがHSPに影響し得ると考えられるが、HSPの分子量依存性についての明確な議論は少ない。モノマーの分子構造からの構造推算 (原子団寄与法) では当然ながら分子量依存性を議論することはできず、溶解球法では、溶解度の差が明確に見られない限り、値に差が出ないため議論は難しい。一方、IGC法は保持挙動から算出した相互作用パラメータを連続量として扱えるため、分子量依存性の検討に適用しやすい。

分子量依存性の検討では、分子量分布の狭いサンプ

ルを用いることが重要となる。PMMAは透明性が高く、対候性、耐衝撃性、加工性に優れ、幅広い分野で利用される樹脂である。この樹脂はGPC用の標準品として分子量分布の狭いサンプルが市販されており、分子量依存性の議論に適している。分子量の異なる複数のPMMA標準品について T_g と比表面積を測定し、 T_g の90%の温度で120 min加熱して形状変化が十分に小さいことを確認した上でIGC測定を実施し、 χ_{exp} を得た (Fig. 6)。分子量の違うサンプルごとに異なる値が得られており、サンプル間の親和性の差を反映した結果であることを示している。また、連続測定した際の測定再現性から、測定中の劣化等が起きていないことも確認した。

さらに、 χ_{exp} と χ_{calc} の相関が最も高くなるHSPを探索することで各分子量のHSPを得た。分子量の異なる全てのPMMAにおいて高い相関を示していることから、 χ_{exp} と χ_{calc} の相関に基づくHSPの推定が成立していると考えられる (Fig. 7)。加えて、サンプリング手順を含む、IGCの一連の測定における再現性についても確認している (Table 3)。

得られた結果として、PMMAでは分子量10000付近を境にHSPの分子量依存性の傾向が変化することが示された。すなわち、低分子量域 (約 10^3 - 10^4) と高分子量域 (約 10^5 - 10^6) で、 δ_d 、 δ_p 、 δ_h の変化の挙動が異なる可能性が示唆された¹⁵⁾。

さらなる検証として、ポリスチレンにおいても分子量分布の狭い標準品を用いた測定を行った。Fig. 8に示すようにポリスチレンでもPMMAと同様に分子量10000付近を境にHSPの分子量依存性の傾向が変化することが示された。PMMAの繰り返し単位が100 Da、ポリスチレンが104 Daであることを考慮すると、およそ重合度100付近でHSPの分子量依存性の傾向が変化することが示唆された。一般的には、重合度100未満の重合体はオリゴマー、重合度100以上の重合体はポリマーと区別されることが多い。これは、重合度100付近を境として物性値の挙動が変化することが経験的に知られているためである。今回得られた結果も、重合度100付近を境にしてHSPの分子量依存性に大きな違いが出ており、これは他の物性値の挙動と比較しても妥当な結果であると考えられる。

Table 2 PMMA HSP values at 25 °C determined using each method

		δ_d	δ_p	δ_h
IGC method	Conventional method*	21.9	19.3	20.8
	This study	16.7	7.2	7.1
Solubility sphere method	Literature values	17.4	8.5	7.1
	This study	17.6	8.7	9.2

*Slope method by Voelkel *et al.*

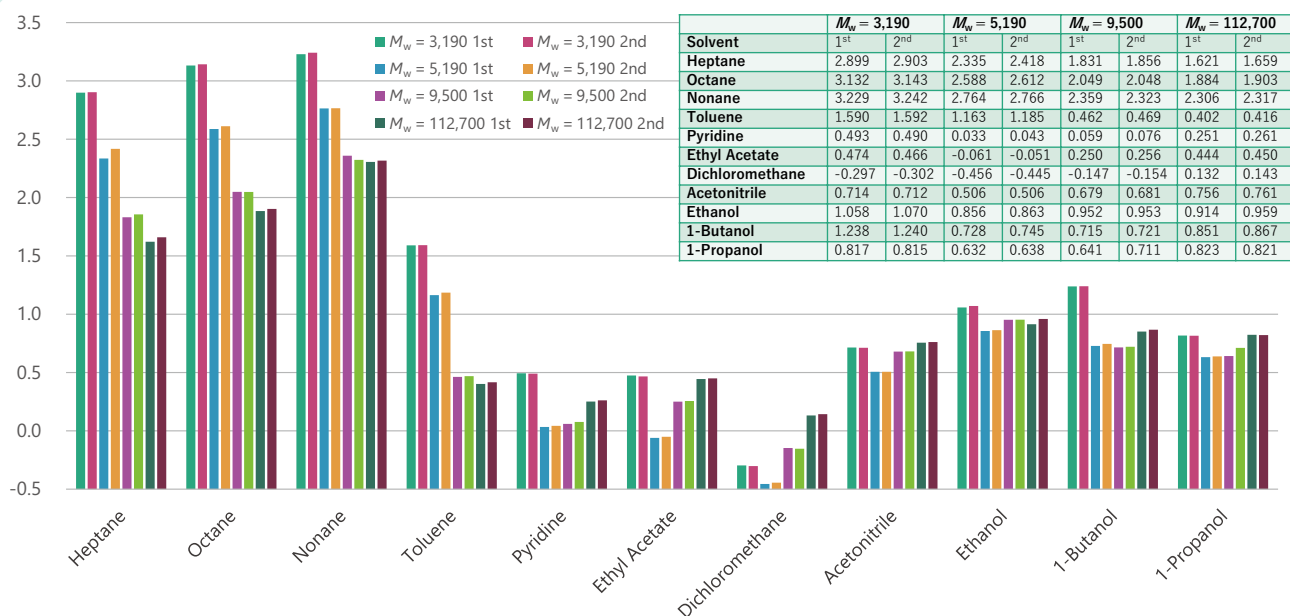


Fig. 6 Experimental Flory-Huggins interaction parameters (χ) for each solvent, determined via inverse gas chromatography for PMMA samples with different molecular weights

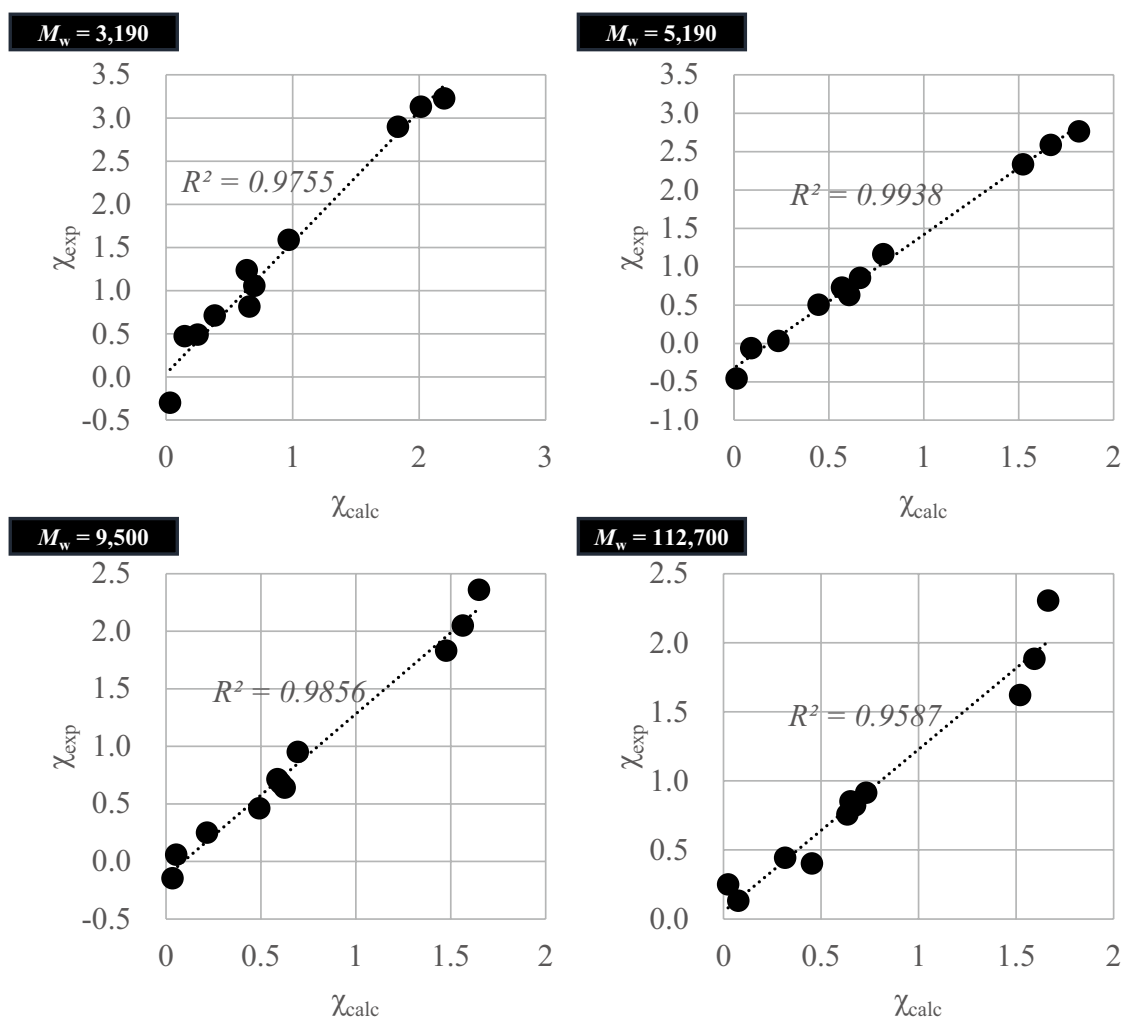


Fig. 7 Correlation between experimentally determined Flory-Huggins interaction parameters (χ_{exp}) and values calculated from HSP distance (χ_{calc}) for PMMA samples with different molecular weights

Table 3 HSP values at 25 °C for PMMA samples of different molecular weights. These values were optimized to maximize the correlation coefficient between the experimentally determined Flory-Huggins interaction parameters (χ_{exp}) and those calculated from the HSP distance (χ_{calc})

M_w	N	δ_d [(MPa) ^{1/2}]	δ_p [(MPa) ^{1/2}]	δ_h [(MPa) ^{1/2}]	Correlation coefficient between χ_{exp} and χ_{calc}
3,190	1	15.7	9.1	7.4	0.988
	2	15.8	9.6	7.4	0.985
5,190	1	15.5	8.2	7.2	0.997
	2	15.6	8.4	7.3	0.996
9,500	1	16.9	7.2	6.9	0.993
	2	16.8	6.9	6.8	0.994
112,700	1	17.3	7.2	6.5	0.979
	2	17.3	7.1	6.5	0.980
1,155,000	1	16.7	7.2	7.2	0.995
	2	16.7	7.3	7.3	0.997

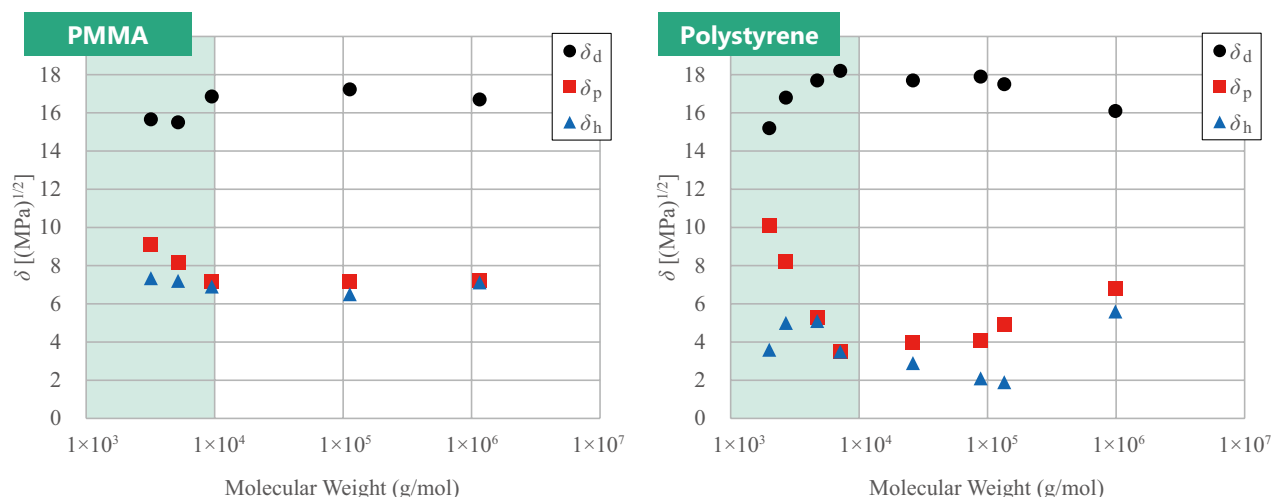


Fig. 8 Molecular-weight dependence of Hansen solubility parameters for PMMA and polystyrene

4. IGCを用いた難溶性樹脂PEEKのHSP測定

IGC法の実用化において重要な適用先の一つが、溶解球法での測定が難しい難溶性樹脂である。PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）は優れた機械特性、耐薬品性、熱安定性を持つスーパーエンジニアリングプラスチックであり、航空宇宙、自動車、医療、電子など幅広い用途で利用される。このような性質から、常温で有機溶媒に溶解しないため溶媒接触部材に用いられる一方、一部の溶媒においては、浸透し熱劣化促進や表面可塑化など内部構造や物性に影響を与えることが知られている¹⁶⁾⁻¹⁸⁾。こうした背景から、PEEKのHSPを得ることは、溶媒浸透や劣化リスク評価の一助となり得る。

PEEKの測定に先立ち T_g 、比表面積の測定を行い、 T_g が163.7 °C、比表面積が約28 m²/gであることを確認した。測定温度は、先述の考え方に基づき T_g の90%

の温度に相当する120.0 °Cに設定した。しかし、この条件で測定を行った際、PEEKのHSP測定ではこれまでの結果に比べ、試料量の影響が強く出ることが確認された。試料量を20-350 mgの範囲で検討した結果、80 mg未満ではFlory-Hugginsの相互作用パラメータ χ の測定値が安定せず、確からしいHSPも得られなかった。これは、PEEKのガラス転移温度が高いために、測定温度条件がPMMAやポリスチレンに比べて高温の条件であり、プローブ溶媒ガスの脱着が促進されることで、総表面積が小さいと正味保持体積が小さくなりすぎて、相互作用を十分に評価できないことが原因だと推察された。

この推論を検証するため、試料量とTFSC（Target Fractional Surface Coverage：サンプル総表面積に対する、導入ガスの総吸着断面積の割合）の組み合わせにより測定安定性が変化するかについて検討した。350 mgの試料量でTFSCを0.002、0.005、0.01、0.02と

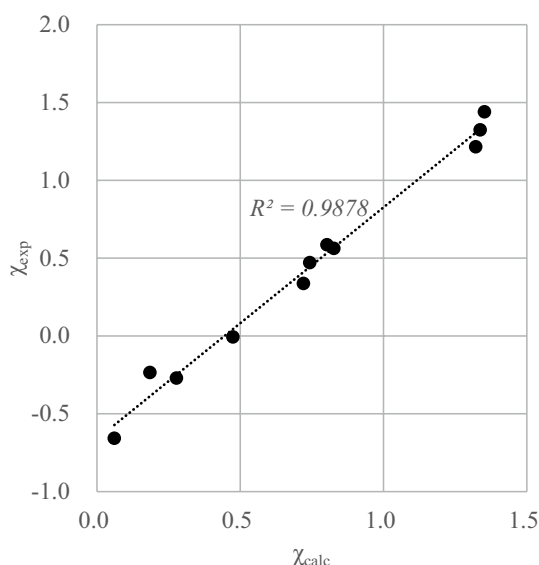


Fig. 9 Correlation between experimentally determined Flory-Huggins interaction parameters (χ_{exp}) and values calculated from HSP distance (χ_{calc}) for PEEK

Table 4 PEEK-pellet swelling ratio in each solvent.
PEEK pellets (~500 mg) were immersed in 2 mL of each solvent at room temperature for 2 weeks

Solvent	degree of swelling
Acetone	0.8%
Tetrahydrofuran (THF)	2.1%
N-Methyl-2-Pyrrolidone (NMP)	2.8%
Pyridine	2.1%
Benzyl Alcohol	1.5%
Dimethyl Formamide (DMF)	2.1%
γ -Butyrolactone (GBL)	0.5%
N-Methyl Formamide	0.7%
Aniline	1.1%
Nitrobenzene	1.8%
1-Butanol	0.9%
Salicylaldehyde	1.2%
1-Methyl Imidazole	0.8%
Toluene	0.4%
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	0.7%
Dimethyl Sulfoxide (DMSO)	0.9%
N,N-Dimethyl Acetamide	1.3%
Chloroform	4.0%
Diacetone Alcohol	0.5%
Acetonitrile	1.2%
Methylene Dichloride (Dichloromethane)	9.6%
1,1,2,2-Tetrachloroethane	2.7%

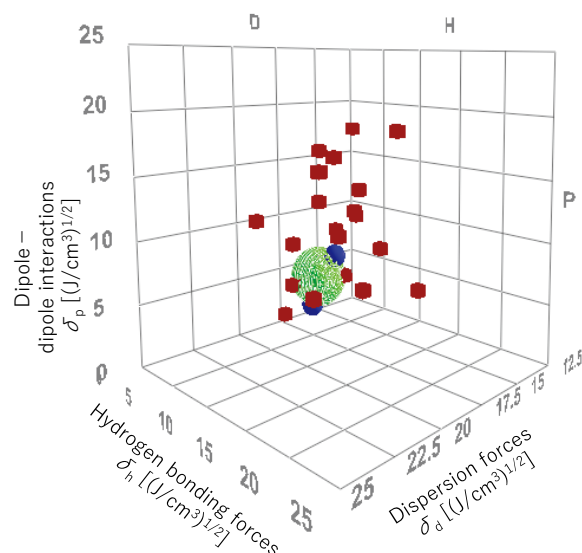


Fig. 10 Solubility sphere constructed from PEEK swelling-test results (HSPiP ver5.4.08)

して検討したところ、 χ の測定値は0.01以上で安定し、かつサンプル総表面積から計算される導入量の上限が0.02であったため、TFSCは設定可能な最大値である0.02を採用した。このように、特に高温測定系では「サンプル総表面積が一定値以上」かつ「ガス量が一定値以上」の条件を満たさないと正しく相互作用を観測できない可能性が示唆された。

以上の結果から、PEEKのHSP測定においては、十分な総表面積があり、最も測定値が安定した試料量350 mgを採用した。

上記条件（試料量350 mg、TFSC=0.02）において、11種のプローブ溶媒について χ を測定し、得られた値を χ_{exp} とした。得られた χ_{exp} と、HSP distanceから算出した χ_{calc} の相関が最大となるようにHSPを探索したところ、 $r^2 = 0.9878$ の相関が得られ、PEEKのHSPとして(17.4, 5.6, 5.7)が得られた（Fig. 9）。

得られたHSPの確からしさの検証のため、溶解球法を用いてHSPの算出を行い比較検証した。膨潤試験に基づく溶解球法として、PEEKペレット（約500 mg）を22種溶媒（各2 mL）に室温で2週間浸漬し、体積膨潤率からHSPを算出したところ（17.5, 5.4, 5.8）の値が得られた（Table 4, Fig. 10）。これらは十分に近い値であり、IGC法から確からしい値が得られたことを示唆している（Table 5）。

一方、一義的に値が定まったIGC法に比べ、溶解球法は良溶媒／貧溶媒の閾値設定によっては球が安定せず、場合によっては値が変動することもあり、算出には十分な注意が必要であった。このように、難溶性樹脂を膨潤試験から溶解球法で評価するには、分子形状や分子体積等の影響があるため、一義的にHSPを定め

Table 5 PEEK HSP values at 25 °C determined by each method

	δ_d	δ_p	δ_h
IGC method	17.4	5.6	5.7
Solubility sphere method	17.5	5.4	5.8

ることが難しい場合がある。これに対し、IGC法は装置内で保持挙動を測定し、 $\chi_{\text{exp}}-\chi_{\text{calc}}$ の相関という指標で妥当性を示しやすいという点で優れている。また、膨潤試験に比べて多種溶媒への曝露が少なく、作業者の安全性・作業性の観点でも有効な手段となり得る。

ただし、本結果はあくまで半結晶性樹脂であるPEEK中のアモルファス部のHSPの算出法である。したがって結晶部あるいはPEEK全体を評価したものでない。一方で、われわれが調べた限り、PEEKのHildebrandの溶解度パラメータ (SP) に関する文献は存在するものの、HSPの記載がある文献は見つけることができなかった。このことから、PEEK中のアモルファス部のHSPの算出自体に十分な価値があり、得られたアモルファス部のHSPを用いることで、PEEKへの有機溶媒の浸透やそれによる物性変化の度合い等を予測することが可能になる¹⁹⁾。

まとめ

HSPはSPを分散力、双極子間力、水素結合力の3成分に分割し、HSP distanceとして相互の親和性を定量化できる指標である。溶解球法は構造情報が不十分な場合でも実測からHSPを得られる利点がある一方、結果が溶解判定基準、溶媒セット、および評価条件に依存し得る点、良溶媒が多い場合に球が定まりにくい点、またはスループットの制約などが課題となり得る。

IGCを用いたHSPの算出は、固体試料とブローブ溶媒ガスの相互作用を保持挙動から評価できるため、溶解球法で扱いにくい材料にも適用可能性がある。ただし、IGCで得られる保持挙動をHSPへ変換する算出理論の妥当性が重要であり、既存法では他手法と大きく異なるHSPが得られる例が報告されていた。

一方、本稿で紹介したIGC法はFlory-Huggins相互作用パラメータ χ を介して、HSPを算出する方法である。具体的には、HSP distanceから計算した χ_{calc} とIGCから得た χ_{exp} の直線相関が最大となるHSPを探索する直線相関法である。さらに、他手法で得られたHSPとの比較においても妥当な値が得られたことや、溶解球法に比べ属人性が低く、一義性が高い部分に利点があることから、本手法はIGCによるHSP算出の適用に資するものと考えられる。

ただし、IGC法により実際にHSPを算出する際には測定条件設定が重要であり、BET比表面積測定による試料量の最適化、 T_g を基準とした温度設定、およびTFSCによる導入量規格化などが必要である。特に高温測定系では、試料量とTFSCに安定領域が存在し、総表面積と導入量が一定値以上でないことと相互作用を正しく観測できない可能性が示されたことから、測定条件の設定には十分注意する必要がある。

以上を踏まえ、IGC法により、PMMA、ポリスチレン、およびPEEKの確からしいHSPを測定した。さらに、PMMA、およびポリスチレンについてはHSPの分子量依存性についても議論した。本手法は既に社内含めさまざまな部材に適用されており、今後さらなる適用範囲の拡大が期待される。

謝辞

本研究の実施にあたり、多大なるご指導を賜りました関西大学 山本秀樹特別任命教授に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) J. H. Hildebrand and R. L. Scott, “The Solubility of Nonelectrolytes”, 3rd ed., Dover Publications (1964).
- 2) C. M. Hansen, “Hansen Solubility Parameters: A User’s Handbook”, 2nd ed., CRC Press (2007).
- 3) T. Sato *et al.*, Energy Fuels, 28, 891 (2014).
- 4) Y. Kobayashi *et al.*, Ind. Eng. Chem. Res., 59(32), 14217 (2020).
- 5) T. Fujii *et al.*, Toxicol. Lett., 342, 1 (2021).
- 6) D. Fairhurst *et al.*, Powder Technol., 377, 545 (2021).
- 7) A. Voelkel and J. Janas, J. Chromatogr. A, 645, 141 (1993).
- 8) K. Adamaska and A. Voelkel, J. Chromatogr. A, 1132, 260 (2006).
- 9) J. H. Hildebrand, Chem. Rev., 44(1), 37 (1949).
- 10) S. Abbott and H. Yamamoto, “HSPiP version 5.4.08”, Steven Abbott TCNF Ltd. (2023).
- 11) T. Lindvig *et al.*, Fluid Phase Equilib., 203, 247 (2002).
- 12) K. Adamaska *et al.*, J. Chromatogr. A, 1195, 146 (2008).
- 13) Y. Inagaki *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces, 16, 26653 (2024).
- 14) G. Wypych, “Handbook of Polymers”, Second Edition, ChemTec Publishing (2016).

- 15) S. Nakamoto *et al.*, Ind. Eng. Chem. Res., 64(1), 81 (2025).
- 16) A. Ahmad *et al.*, J. Chem. Soc. Pak., 40(4), 810 (2018).
- 17) T. Iqbal *et al.*, Eur. Polym. J., 47(12), 2244 (2011).
- 18) B. H. Stuart and B. J. Briscoe, Polymer, 37(17), 3819 (1996).
- 19) S. Nakamoto and H. Yamamoto, Ind. Eng. Chem. Res., 64, 16244 (2025).

PROFILE



中本 秀一 *Shuichi NAKAMOTO*

住友化学株式会社
ICT&モビリティソリューション研究所
主任研究員
博士（工学）
（現所属：ICT&モビリティソリューション
品質保証室）

メディカルアフェアーズによる 戦略的なエビデンス創出活動： ルラシドンによる 国内精神科医療への貢献



住友ファーマ株式会社
メディカルアフェアーズ部
高井 健太郎
増田 孝裕

Highlighting the Strategic Role of Medical Affairs in Evidence Generation: Contributions of Lurasidone to Clinical Psychiatry in Japan

Sumitomo Pharma Co., Ltd.
Medical Affairs
Kentaro TAKAI
Takahiro MASUDA

Medical Affairs plays a critical role in evidence generation to address unmet needs from a scientifically objective and unbiased perspective. Evidence generated through clinical trials conducted for regulatory approval may not sufficiently address the wide range of clinical questions encountered in routine clinical practice, thereby necessitating additional evidence generation. This review describes strategic evidence generation activities led by Medical Affairs, with a focus on lurasidone, an atypical antipsychotic drug used for the treatment of schizophrenia and bipolar depression. Various research approaches have been implemented to generate scientific evidence, advancing disease understanding and informing clinical care and treatment within the frameworks of evidence-based and value-based medicine.

はじめに

メディカルアフェアーズ (Medical Affairs: MA) は、製薬企業においてプロモーション活動とは独立した立場から医科学的専門性を担い、医療ニーズの把握、戦略に基づいたエビデンス創出、ならびにその適切な科学的解釈と情報発信を行う部門である^{1)~4)}。医療の高度化と専門化が進む中で、公正かつ中立的な立場から専門的な医科学的コミュニケーションが求められるようになり、MAは主に2000年代以降多くの製薬企業で営業部門と独立した組織として発展してきた。

従来、特に海外では営業部門に所属する Medical Representative (MR) が、医薬品の添付文書に記載された情報を医療現場に提供することを通じたプロモーション活動を行ってきた。一方で、プロモーションを目的とした情報提供においては、情報の選択や提示のあり方によっては科学的中立性が十分に担保されない可能性が指摘されてきた。そのため、薬剤間の比較情報や治療選択を支える客観的な情報など、臨床現場が求める情報ニーズとの間に乖離が生じる場合があった⁵⁾。

近年、このような状況も踏まえ、米国食品医薬品局 (FDA) をはじめとする各国規制当局がプロモーション情報の提供とノンプロモーションの医科学的コミュニケーションを明確に区別する姿勢を強めてきた⁶⁾。こうした背景のもと、MAは科学的エビデンスを基盤としたノンプロモーションの医科学的コミュニケーションを担う部門として整備され、その役割と重要性が拡大してきた。

日本においては、2012年に起きた製薬企業社員による自社医薬品の臨床研究への不適切な関与と研究結果の情報発信に関する不正行為事案 (ディオバン事件)⁷⁾ を一つの契機として、科学的に中立で透明性の高いエビデンス創出や情報発信の重要性が強く認識されるようになり、臨床研究に関する法制度や情報提供に関連するガイドラインの整備が進んできた。

MAの活動評価は自社医薬品の売り上げや処方量ではなく、主に社外医学専門家等への高度な医科学的情報提供やアンメットニーズに基づくエビデンス創出への貢献を軸として行われている³⁾。

住友ファーマ株式会社におけるMAは、患者を中心とした社会および医療関係者にとっての自社医薬品等

の価値を最大化するための部門として2013年に設立され、現在は精神神経領域、糖尿病領域、がん領域といった疾患領域で活動を展開している。

MAが担う業務は、大きく四つ（①情報収集、②戦略立案、③エビデンス創出、④情報発信）に整理することができる。これら四つの業務は、個別に独立しているわけではなく、相互に連動しながらその活動内容を洗練させることで、より高質な医療的価値を生み出すことにつながっている。①情報収集では、疾患領域において、医療従事者、患者や家族といった当事者、さらには社会が抱える課題およびアンメットニーズを的確に把握する。そのため、診療の実態に関する情報も含め、論文や公的資料などの文献情報に加え、医療従事者や当事者からの情報収集も行う。②戦略立案では、収集した情報を自社医薬品の情報とともに分析し、自社医薬品を通じて提供し得る疾患領域における医療貢献の方向性を定め、どのような情報をいつどのように提供していくかを明確にしたMA活動の羅針盤となるメディカル戦略を策定する。③エビデンス創出では、アンメットニーズの解決に寄与する科学的根拠を生み出すための研究企画・推進を行う。④情報発信では、研究により得られたエビデンスについて、その学術的妥当性と信頼性を示し、広く共有することを目的として、論文や学会で発表する。また、そのエビデンスを中立かつ科学的にわかりやすく整理し、医療従事者や当事者に効果的なかたちで届けるため、学会との共催イベントなどにも取り組む。

これらの業務の中でも、医療の意思決定に必要な科学的基盤となるエビデンス創出は、製薬企業の科学的責任を果たすうえで特に重要である。本稿では、住友ファーマが創製した精神疾患治療薬ルラシドンを題材として、MAによるエビデンス創出の意義を概説するとともに、精神科領域の特性を踏まえながら、MA主導で取り組んできたエビデンス創出活動の実例を紹介する。

MAによるエビデンス創出の意義

エビデンス・ベースド・メディスン（EBM）⁸⁾の枠組みでは、疾患を詳細に理解し、症状改善などの医科学的な治療効果に関するエビデンスに基づいて治療選択の意思決定を行うことが求められる。また今日では、治療が患者や社会にもたらす臨床的・社会的価値を重視するバリュー・ベースド・メディスン（VBM）⁹⁾の概念も広がりつつあり、患者の臨床的転機や生活の質（QOL）の改善といった患者視点の治療効果や、医療資源の有効活用など、治療の“価値”を多面的に測る視点が不可欠となっている。

国の薬剤承認審査を担う規制当局（FDAや医薬品

医療機器総合機構（PMDA）など）が薬剤の臨床的価値を評価するうえで中心的な役割を果たす臨床研究として、いわゆる開発治験が製薬企業等により実施される。開発治験では、薬剤の対象疾患における主要な症状に対する有効性の検証、安全性および忍容性の確認といった承認申請で必要とされるデータ取得を目的とすることが多い。また、倫理的配慮から患者の負担を最小限に抑えるため、薬剤が最も効果を発揮すると想定される対象患者および投与方法、投与期間を設定する。したがって、最適化された厳格な試験規定のもと、限られた患者層を対象に限られた投与期間で評価されたデータが開発治験では得られる。そのため、日常診療で直面する多種多様な背景やニーズをもつ患者に対する、当該薬剤に関する臨床疑問に答えるエビデンスが、薬剤承認時点では得られているとは限らない。たとえば治療によって就労・就学などの社会生活に復帰できるか、そのために必要な社会的機能が改善しているか、といった開発治験では十分に評価されていなかったエビデンスが求められることもある。また、実際に薬剤が医療現場で使用され始めることで、医師、患者、家族、薬剤師など、多様なステークホルダーから新たな臨床疑問が生まれることもある。これらの問いの解決には、臨床現場の実態を反映した新たなエビデンスが不可欠となる。さらに治療による患者の臨床的転機やQOLの改善を示すエビデンスは、わが国の薬価制度を補完する費用対効果評価制度で評価対象となることが示されており¹⁰⁾、その重要性は増してきている。

さらに疾患領域によっては、疾患の病態理解や治療目標が、なお発展途上にあるケースが存在する。その領域においては、薬剤の治療効果を示すエビデンスに加えて、疾患理解そのものの向上につながる研究が、質の高いEBMを支える重要な基盤となる。

したがって、エビデンスの創出を担うMAの存在意義は極めて大きく、またMA部員に求められる知識や能力は多岐にわたる。その背景には、近年、社会における価値観や生活背景の多様化に伴って医療ニーズの細分化が進み、疾患ではなく個々の患者を中心とした医療への転換が求められていることが挙げられる¹¹⁾。こうした多様なニーズに応えるためには、観察研究や介入研究、リアルワールドデータ解析などの研究手法に、患者報告アウトカムやデジタルデータの活用といったアプローチも取り入れ、それぞれの特性を理解し、目的に応じて使い分けながら、エビデンスを創出する高度な専門性が必要である。また、医学研究の実施に関わるレギュレーションも絶えずアップデートされており、エビデンス創出活動に取り組むうえでは、科学的知識に加えて、倫理、法規制、データガバナンスといった幅広い領域に対する理解が不可欠と

なっている。

ルラシドンと精神科領域の特性

ルラシドンは住友製薬株式会社（現・住友ファーマ）によって創製された第二世代抗精神病薬であり、統合失調症と双極症のうつ症状に対して適応を有し、50を超える国と地域で承認されている（2026年3月現在）。ルラシドンの神経伝達物質受容体に対する特性は、ドパミンD₂、セロトニン(5-HT)₇ および5-HT_{2A} 受容体に対してはフルアンタゴニストとして、5-HT_{1A} 受容体に対してはパーシャルアゴニストとして作用する。これらの作用は、動物モデルにおいて精神症状、うつ症状、認知機能障害、不安症状などの改善と関連していることが示唆されている。また、過鎮静や体重増加などの関連が示唆されているヒスタミンH₁、ムスカリンM₁受容体に対しては、ほとんど結合親和性を示さない^{12),13)}。

こうした薬理学的特徴により、ルラシドンは統合失調症の精神症状、双極症のうつ症状といった各疾患の主症状に加え、認知機能障害や不安症状などに対しても幅広い有効性を示し、さらに従来の抗精神病薬で課題とされている過鎮静や代謝系パラメータへの影響といった副作用のリスクを低減し得る、新たな治療選択肢となる可能性が期待された。

日本においては、開発治験として実施された国際共同フェーズ3試験¹⁴⁾⁻¹⁸⁾を含めた開発治験結果に基づき、統合失調症患者および双極Ⅰ型障害のうつ症状患者に対して有効性が検証され、安全性が確認されたことで、2020年に承認された。これら承認取得時のエビデンスは、疾患の主症状に対する有効性、また安全性、忍容性といった規制当局が承認可否を判断するうえで必要な情報を十分に含んでいた一方で、臨床で期待されるルラシドンの幅広い有効性や、日常臨床で想定される多様な患者像に対するルラシドンの治療効果に関する情報は限られていた。

また、ルラシドンが適応を有する統合失調症や双極症をはじめとした精神科領域は、他の疾患領域と比べても、とりわけ患者の個性性が大きく、患者の集団としても異質性の高さが際立つ領域として知られている¹⁹⁾。こうした精神科領域の特性の背景には、①疾患の原因が十分に解明されておらず、治療選択や症状評価の指標となる明確なバイオマーカーが存在しないこと²⁰⁾、②患者が訴える症状を診断と治療判断の中心に据えざるを得ない構造があること、③症状を客観的に測定できる評価尺度が限られ、症状変化の把握が使用する尺度に大きく依存すること²¹⁾、④症状の変動が大きく、外来で観察される状態と日常生活で示される状態に乖離が生じやすいことなど²²⁾、複数の要因が複雑に関係している。

これらは研究デザインの立案やアウトカム設定を難しくする要因となるため、精神科領域のエビデンス創出には、疾患特性に即した計画立案が必要である。また、同じ診断がついても個性性の高さから多様な患者が存在するため、患者中心の医療の実現には疾患理解の向上につながるエビデンスも求められる。

ルラシドンのエビデンス創出活動の実例

住友ファーマでは、ルラシドンの価値の最大化、至適化のために立案した戦略に沿って、ルラシドンに関する臨床疑問に応える研究、ならびにルラシドンの適正使用に必要な疾患理解の向上に寄与する研究を体系的に進めてきた。

研究手法の選択にあたっては、臨床疑問に基づく研究仮説との適合性に加え、実施可能性（feasibility）を満たすことが重要となる。具体的には、患者集団の特性、アウトカム指標の妥当性、データ取得の現実性、データベースの特性、倫理的配慮など多面的な要素を十分に検討し、さらに研究期間や費用といった実務的観点も考慮する必要がある。

住友ファーマのMAが、精神疾患領域でこれまで実施してきた主なエビデンス創出活動について、各研究手法と研究事例の概要を示す（Table 1）。

1. 精神科領域の疾患理解に寄与する研究

精神科領域の疾患理解に寄与する研究として、調査研究とデータベース研究を実施してきた。

1-1. 調査研究

調査研究では、臨床現場で実際に診療を担う医療従事者や、疾患当事者の視点からの情報を直接収集することができる。回答内容には、思い出しバイアスの存在などの限界があるものの、医療現場のニーズを拾い上げる有用なアプローチである。こうした実態把握に基づくエビデンスは、精神科領域における今後の研究仮説の形成や、エビデンス創出の優先度を検討する際の重要な手掛かりとなる。

①統合失調症患者の認知機能に対する精神科医アンケート調査²³⁾

統合失調症における認知機能障害は、患者の機能的予後に影響し、社会復帰などのパーソナルリカバリーの妨げとなることが示唆されている。しかし、日本における統合失調症患者の認知機能に対する診療実態は十分に明らかとなっていない。認知機能障害に対する効果的な評価・治療の実装に向けては、診療実態を把握する必要があると考え、統合失調症患者を月10名以上診療する精神科医を対象にWebアンケート調査を実

Table 1 Examples of evidence generation activities for lurasidone conducted by medical affairs in psychiatry

Research category	Research type	Research examples	Clinical Questions	Key outcomes
1. Research contributing to disease understanding in psychiatry	1-1. Survey research	Questionnaire survey of psychiatrists' views on cognitive function in patients with schizophrenia	How do psychiatrists perceive cognitive function in schizophrenia and how do they currently address it?	✓ Understanding of the importance of cognitive function as a treatment target ✓ Current practices of cognitive function assessment in routine clinical care
		Online survey of difficulties experienced by individuals with bipolar disorder in Japan	What daily-life difficulties do individuals with bipolar disorder experience?	✓ Functions and symptoms perceived as causing daily-life difficulties by patients
	1-2. Database study	Database study on the impact of bipolar disorder on quality of life and work productivity in Japan	What impact does bipolar disorder have on healthcare economics?	✓ QOL ✓ Work productivity ✓ Societal costs
2. Research contributing to the maximizing and optimizing the clinical value of lurasidone in psychiatry	2-1. Post-hoc analyses of clinical trial data	Post-hoc analysis evaluating the efficacy and safety of lurasidone dose escalation in schizophrenia treatment	What are the effects of increasing lurasidone from 40 mg to 80 mg on psychiatric symptoms in patients with schizophrenia, and are there safety concerns?	✓ Psychiatric symptoms ✓ Incidence of adverse events
		Post-hoc analysis evaluating the effects of lurasidone on anxiety symptoms in schizophrenia	What are the effects of lurasidone on anxiety symptoms in patients with schizophrenia with comorbid anxiety?	✓ Anxiety symptoms
	2-2. Prospective interventional clinical studies	Clinical study evaluating the combined effects of lurasidone and cognitive remediation on cognitive function in patients with schizophrenia	How does the combination of lurasidone and cognitive remediation compare with standard treatment in improving cognitive impairment in schizophrenia?	✓ Cognitive function ✓ Social functioning ✓ QOL
		Clinical study assessing the effectiveness of lurasidone for daytime sleepiness in patients with schizophrenia	Is lurasidone an effective treatment option for daytime sleepiness in schizophrenia?	✓ Daytime sleepiness ✓ Activity levels ✓ Daily sleep patterns
	2-3. Systematic review and network meta-analysis	Network meta-analysis comparing the efficacy and tolerability of atypical antipsychotics in patients with bipolar depression	How do the efficacy and tolerability of lurasidone compare with other antipsychotics in patients with bipolar depression?	✓ Treatment response rate ✓ Changes in body weight

施し、得られた300名の回答を集計した。その結果、認知機能障害の評価・治療が実臨床で十分に実装されない背景には、医療従事者側の時間・人員・設備の不足、保険点数の制約、有効な評価法や治療法の限界など、多面的な課題が存在することが示唆された。これらの知見は、日本の精神科医療において統合失調症の認知機能障害への体系的対応が十分に確立されていない現状を浮き彫りにし、今後の診療体制整備や研究課題設定に示唆を与えるものである。

②双極症当事者が日常生活で経験する困り事に関するアンケート調査²⁴⁾

近年、双極症の治療は気分症状の改善に加え、当事者が日常生活で直面する困り事を把握し、個別の目標に沿った治療方針を立てることが重要とされている。しかし、双極症当事者が日常生活で抱える困り事の実態は十分に把握されていない。本研究では、より深い臨床的理解と支援の充実を目的として、双極症当事者を対象にWebアンケート調査を実施した。解析対象者516名の回答結果により、生活機能において金銭管理、セルフケア、対人関係、生活リズムの維持といっ

た広範な領域にわたる課題が報告された。また精神症状に関連する困り事としても、気分症状に加え、認知機能障害、不安症状、睡眠障害など多数挙げられた。これらの知見から、双極症の治療には、気分症状の安定化のみならず、睡眠、認知機能、不安などの症状管理と日常生活の支援を統合した柔軟かつ包括的アプローチが必要であることが示唆された。

1-2. データベース研究

データベース研究では、大規模なサンプル数の既存データを適切に活用することで、外的妥当性の高い包括的かつ定量的な実態把握を、比較的短期間で行うことが可能となる。一方で、データベース上の情報は固定されたものであり、取得したいデータが存在しない場合には評価が困難となること、データの欠測や取得時の精度に関する懸念といった限界がある。しかしながら、診断が難しく患者背景の多様性が大きい精神科領域においては、治験では反映されにくい患者を対象に含められることに加え、疾患が患者や社会に及ぼす影響を可視化し、社会的理解の促進につながるエビデンスを創出できる点でも、意義の大きい研究手法である。

①双極症が日本人のQOLや労働生産性に及ぼす影響に関するデータベース研究²⁵⁾

日本人における双極症の有病率、QOLや労働生産性への影響、双極症の罹患に伴う間接費用に及ぼす影響は、十分に検討されていない。日本における双極症患者の実態をより深く理解するため、2019年に実施されたオンラインの大規模自記式調査National Health and Wellness Surveyのデータを用いて双極症を有する179名と有しない29,034名を対象として、双極症の有病率や双極症に関連する社会的影響などについて比較検討した。その結果、日本における双極症の生涯有病率は0.6%であった。また双極症患者ではQOLや労働生産性の有意な低下が認められ、さらに双極症に関連する全コストは1兆2,360億円と推定された。これらの結果は、双極症の適切なスクリーニングや診断および治療の重要性を表している。

2. ルラシドンの精神科医療における価値の最大化、至適化に寄与する研究

ルラシドンの価値の最大化、至適化に寄与する研究として、治験データのpost-hoc解析研究、前向き介入臨床研究、システマティックレビューに基づくネットワークメタ解析を実施してきた。

2-1. Post-hoc解析

Post-hoc解析は、治験等の臨床研究実施時の解析計画には規定されていなかった解析を、研究終了後に実施するため、検証的なものではなく、あくまで探索的な性質をもつ。そのため結果の解釈や臨床への応用には十分な注意が必要である。一方、新たな臨床データの取得を行わずに、既存の臨床試験データを再解析することで、特定の背景を持つ患者群に対する薬剤の有効性や安全性などのエビデンスを比較的短期間で創出できるという利点を有する。したがって、治験データ等をうまく活用することで、医薬品として承認された後に生じた臨床疑問への対応や薬剤の特徴のより深い理解といった、医療現場のニーズに応えるエビデンスをタイムリーに創出できる有用な研究手法である。

①統合失調症患者におけるルラシドン投与量の増量による有効性と安全性を検討したpost-hoc解析²⁶⁾

統合失調症の実臨床における治療実践では、抗精神病薬の増量は一般的に行われている。日本の統合失調症治療において、ルラシドンは1日40mgから開始し、最大80mgまで増量することができるが、増量することによる臨床的意義を明確に示すエビデンスは限られていた。ルラシドン増量による有効性、安全性に対する影響を示すため、開発治験のデータを活用して、post-hoc解析研究を実施した。その結果、ルラシドン

を1日40mgから80mgに増量された患者群では、増量前と比べて精神症状の改善が認められた。また、新たな有害事象の発現は限定的であった。以上のことから、ルラシドンの増量は、有用な治療法である可能性が示唆された。

②統合失調症の不安症状に対するルラシドンの効果を検討したpost-hoc解析²⁷⁾

統合失調症に併存する不安は、自殺企図の増加や精神症状の重症化、社会機能の低下と関連することが報告されており、適切な治療介入が求められる。ルラシドンはその受容体特性や非臨床の動物モデルのデータから抗不安作用を示す可能性が示唆されているが、臨床エビデンスは不足していた。そこで、これまでに実施された複数の開発治験データを統合し、統合失調症における不安症状に対するルラシドンの効果をpost-hoc解析研究により検討した。ルラシドンは重度の不安症状を有する統合失調症患者の不安症状を改善することが明らかとなった。以上のことから、ルラシドンは統合失調症患者に併存する不安症状にも有用な治療選択肢であることが示唆された。

2-2. 前向き介入臨床研究

前向き介入臨床研究は、臨床疑問に応じた研究デザインを一から構築できるため、患者背景の多様性や実際の診療プロセスを反映した実臨床に近い環境下でデータを時系列に収集・評価することが可能である。そのため、研究結果の解釈が比較的明確であり、臨床現場における意思決定に反映しやすいエビデンスを提供し得る点において大きな意義がある。一方で、新たに患者を集めて臨床データを取得する必要があるため、実施コストの大きさ、研究期間の長さといった実務上のハードルは他の研究手法と比べて非常に高く、研究遂行には実施可能性の事前の見積もりが重要となる。

①統合失調症患者の認知機能に対するルラシドンと認知リハビリテーションの併用効果を検討する臨床研究²⁸⁾

統合失調症の中核症状の一つである認知機能障害は、患者の社会機能に悪影響を及ぼすため、疾患からのリカバリーを妨げる大きな要因である。ルラシドンによる薬物療法や、心理社会療法のひとつである認知リハビリテーション（NEAR）が、認知機能障害に対して有効性を示す報告もあるが、それぞれ単独での治療効果は限定的であり、より効果的な治療法の確立が求められている。そこで、認知機能障害に対するルラシドンとNEARの併用の有用性を、薬物療法の標準治療薬の一つであるパリペリドンとNEARの併用と比較検討することを目的として、2026年3月現在、前向き臨床研究を実施中である（臨床研究等提出・公開シス

テム（jRCT）登録番号：jRCTs031200338）。本研究は、国内の統合失調症患者を対象とした複数の医療機関が共同で参加する前向き介入のランダム化比較試験で、「ルラシドン+NEAR併用群」と「パリペリドン+NEAR併用群」における治療効果および安全性を比較検討する。本研究によって、統合失調症の認知機能障害に対する新たな治療選択肢を示すことにつながると期待される。

②統合失調症患者の日中の眠気に対するルラシドンの有用性を検討する臨床研究²⁹⁾

統合失調症の日中の眠気は、患者のQOLの低下、意欲の低下、集中困難の一因となるとともに、社会生活に支障を与える可能性が指摘されているが、治療方法の選択に示唆を与えるエビデンスは限られている。ルラシドンは、その受容体特性と開発治験データのpost-hoc解析の結果から統合失調症の日中の眠気を改善することが期待される。ルラシドンの統合失調症の日中の眠気に対する臨床効果をより詳細に検討するために、2026年3月現在、前向き臨床研究を実施中である（jRCT登録番号：jRCTs021240065）。本研究は、国内の日中の眠気を併存する統合失調症患者を対象とした複数の医療機関が共同で参加する前向き介入研究である。短期間でのエビデンス創出を目指し、比較群を設定せず、ルラシドンの介入前後のデータを比較する研究デザインとした。本研究では、病院での医師による評価に加え、試験期間中は日常生活でもウェアラブルデバイスにより睡眠状態や活動量等のデータを継続的かつ自動的に収集する。さらに患者自身が意欲や気分の状態を報告する主観的データを取得している。このような多面的かつ診察室外の日常生活のデータを活用することで、限られた診察機会に基づく従来の精神科診療では把握が困難であった症状の変動を、より精緻に捉えることが可能となる。本研究によって、統合失調症の日中の眠気に対する有効な治療選択肢が示されるとともに、外来で観察される状態と日常生活で示される状態の乖離が大きいという精神科診療の課題解決に貢献する知見を得られることが期待される。

2.3. システマティックレビューとネットワークメタ解析

システマティックレビューでは、設定した臨床疑問に関連する過去の試験結果に関する公表論文等を漏れなく収集しレビューする。メタ解析では、レビュー後に最終的に適合する試験データを全て抽出して、統合解析をする。この手法は、一つの臨床疑問に対して試験結果が複数存在する際に、それらを統合的に解析するため、単一試験では得られない包括的で信頼性の高いエビデンスを創出できるため、得られたエビデンスの質が高いとされる。ネットワークメタ解析は、メタ

解析の一手法であるが、臨床疑問として比較したい二つの介入方法（薬剤治療など）において、直接比較した試験だけでなく、共通の比較対照（プラセボや標準治療など）を用いた試験結果も解析に組み込み、間接比較のデータも考慮して比較する。また、直接比較した試験結果がない場合でも、介入方法の比較を可能にする手法でもある。一方でネットワークメタ解析の結果は間接比較も含まれた推定であるため、慎重に解釈する必要がある。しかし、多数の治療薬が存在する疾患領域では、各薬剤の有効性や安全性の相対比較は、臨床現場で医師から頻繁に寄せられる疑問であるため、ネットワークメタ解析により、これらの疑問に対して相対的な比較を整理し、理解を深める上で有用な手法である。

①急性期双極症うつ症状に対する抗精神病薬の有効性と忍容性を検討したネットワークメタ解析³⁰⁾

双極症うつの患者に対する有効性、安全性が臨床試験によって確認されている非定型抗精神病薬はいくつも存在するが、それら薬剤の効果を直接比較したランダム化比較試験はない。そこで双極症うつの患者を対象とした非定型抗精神病薬を用いたランダム化比較試験をシステマティックレビューにより網羅的に抽出し、ネットワークメタ解析の手法を用いて相対的な有効性および忍容性について比較検討した。システマティックレビューの結果、18本のランダム化比較試験が解析対象に該当した。双極症のうつ症状に対して、ルラシドン、オランザピン、クエチアピンは大きな治療効果を示し、カリプラジンの治療効果は比較的小さく、アリピプラゾールおよびジプラシドンは有効性を示さなかった。また、非定型抗精神病薬の副作用として問題になることが多い体重増加は、ルラシドンおよびアリピプラゾールはプラセボと同程度である一方、オランザピン、クエチアピン、およびカリプラジンでは体重増加がより顕著であった。

おわりに

本稿では、MAが担うエビデンス創出活動の意義とその実践について、住友ファーマが創製したルラシドンを題材に、精神科医療の特性を踏まえながら紹介してきた。精神科領域では、疾患の特性や多様な医療ニーズにより、開発治験等の承認申請データのみでは応えきれない臨床疑問が数多く存在する。その中でMAは、医療現場や当事者の声に基づき、実臨床に即したエビデンスを創出・発信することで、EBMおよびVBMの双方を支える重要な役割を果たしている。本稿で示した調査研究、データベース研究、post-hoc解析、前向き介入研究、ネットワークメタ解析により創

出されたエビデンスは、国内精神科医療における診療課題を可視化させ、薬剤特性の新たな知見や治療選択肢を比較検討するために必要な情報を提供する。こうした活動により、医科学的に質の高い診療と治療への貢献が期待される。

今後、MAに求められる姿としては、単に科学的に正確なデータを生み出すことにとどまらず、患者を中心とした社会および医療関係者にとっての自社医薬品等の価値の最大化を、医療従事者や社会、さらには当事者自身と協働しながら追求することであると考えられる。そのためには、患者の価値観に寄り添えるような研究仮説を構築し、倫理性と透明性を担保しながらエビデンス創出に臨む姿勢が求められる。

なお、本稿で紹介した活動は、住友ファーマMAが取り組むエビデンス創出活動の一部であり、その他の多様な研究・情報発信については、当社MAの専門Webサイトにて紹介している。MAの役割や具体的な取り組み全体に関心を持たれた方は、同サイトを参照いただきたい。（https://sumitomo-pharma.jp/medical_affairs/）

引用文献

- 1) A. D. Farrington *et al.*, *Pharmaceutical Medicine*, 37, 417 (2023).
- 2) 前田 英紀, 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 51(6-7), 345 (2020).
- 3) 日本製薬工業協会, メディカルアフェアーズの活動に関する基本的考え方, https://www.jpma.or.jp/information/evaluation/basis/rfcmr00000002zsh-att/ma-jp_20190401.pdf (参照 2026/03/30).
- 4) MAPS, The future of medical affairs 2030, <https://medicalaffairs.org/position-paper-future-medical-affairs-2030/> (参照 2026/03/30).
- 5) U.S. Food and Drug Administration, Medical Product Communications That Are Consistent With the FDA-Required Labeling-Questions and Answers, <https://www.fda.gov/media/102575/download> (参照 2026/03/30).
- 6) U.S. Food and Drug Administration, Communications From Firms to Health Care Providers Regarding Scientific Information on Unapproved Uses of Approved/Cleared Medical Products-Questions and Answers, <https://www.fda.gov/media/184871/download> (参照 2026/3/30).
- 7) 桑島 巖, 薬剤疫学, 24(2), 67 (2019).
- 8) G. Guyatt *et al.*, *JAMA*, 268, 2420 (1992).
- 9) J. -M. Bae, *Epidemiol. Health*, 37, e2015014 (2015).
- 10) 国立保健医療科学院保健医療経済評価研究センター, 中央社会保険医療協議会における費用対効果評価の分析ガイドライン2024年度版, <https://www.mhlw.go.jp/content/10808000/001517968.pdf> (参照 2026/03/30).
- 11) World Health Organization, Framework on integrated, people-centred health services, https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha69/a69_39-en.pdf (参照 2026/03/30).
- 12) T. Ishibashi, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 334(1), 171 (2010).
- 13) T. Horisawa, *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry*, 40, 132 (2013).
- 14) M. Iyo *et al.*, *Psychiatry Clin. Neurosci.*, 75(7), 227 (2021).
- 15) M. Iyo *et al.*, *Neuropsychiatr. Dis. Treat.*, 17, 2683 (2021).
- 16) T. Kato *et al.*, *Psychiatry Clin. Neurosci.*, 74(12), 635 (2020).
- 17) J. Ishigooka *et al.*, *J. Affect. Disord.*, 281, 160 (2021).
- 18) T. Higuchi *et al.*, *Int. J. Bipolar Disord.*, 9, 25 (2021).
- 19) M. S. García-Gutiérrez *et al.*, *Front. Psychiatry*, 11, 432 (2020).
- 20) S. Leucht *et al.*, *JAMA Psychiatry*, 81(11), 1149 (2024).
- 21) S. Juul *et al.*, *BMJ Evid. Based Med.*, 31(2), 75 (2026).
- 22) M. E. McDevitt-Murphy *et al.*, *Focus (Am. Psychiatr. Publ.)*, 16(4), 370 (2018).
- 23) 篠原 温美ほか, 最新精神医学, 29(4), 263 (2024).
- 24) T. Kato *et al.*, *Bipolar Disord.*, 27(Suppl.1), SS59 (2025).
- 25) T. Kato *et al.*, *J. Affect. Disord.*, 295, 203 (2021).
- 26) H. Takeuchi and H. Uchida, *J. Clin. Psychopharmacol.*, 45, 16 (2025).
- 27) T. Nemoto *et al.*, *Psychiatry Clin. Neurosci. Rep.*, 4(4), e70245 (2025).
- 28) R. Kubota *et al.*, *Front. Psychiatry*, 14, 1331356 (2024).
- 29) 三島 和夫 ほか, BPCNP2025, [P06-8] (2025).
- 30) A. Kadakia *et al.*, *BMC Psychiatry*, 21(1), 249 (2021).

PROFILE



高井 健太郎 *Kentaro TAKAI*

住友ファーマ株式会社
メディカルフェアーズ部
主席部員
農学博士



増田 孝裕 *Takahiro MASUDA*

住友ファーマ株式会社
メディカルフェアーズ部
主席部員
医学博士

GLP試験 —信頼できるデータの証し—



GLP Studies –Proof of reliable data–

住化テクノサービス株式会社
技術室品質技術部
湯川 清子
環境科学センター
宮本 貢
応用動物センター
堀江 泰志
応用生物センター
高市 みゆき
環境科学センター
門岡 織江

Sumika Technoservice Corporation
Technical Management Center
Kiyoko YUKAWA
Environmental Science Center
Mitsugu MIYAMOTO
Animal Science Center
Hiroshi HORIE
Biological Science Center
Miyuki TAKAICHI
Environmental Science Center
Orie KADOOKA

According to the Agricultural Chemicals Regulation Act, specific test results submitted during the pesticide registration application must be derived from Good Laboratory Practice (GLP) studies to ensure their reliability. Our company has received confirmation of compliance as a GLP testing facility in terms of physical and chemical properties, toxicity, residue, and ecotoxicity. Here, we will introduce the GLP framework that ensures and guarantees reliability, the GLP studies conducted by our company, and our GLP organization.

1. 農薬の安全性評価におけるGLPの必要性

GLP (Good Laboratory Practice : 優良試験所基準、以下GLP) に基づいて実施される試験は、農薬の安全性評価において不可欠な要素である。

農薬取締法に基づき農薬の登録申請の際に提出する試験成績のうち、「特定試験成績」については、その信頼性を確保するために「農林水産省令で定める基準（農薬GLP基準）に従って行われる試験（基準適合試験）」、つまり「GLP試験」によるものでなければならないとされている¹⁾。「特定試験成績」とは例えば、農薬の組成・物理的・化学的性状、人に対する影響（毒性）、動物や植物体内での代謝・残留、環境中での動態、生活環境動植物への影響（生態毒性等）に関わる試験成績である²⁾。これらの試験は、農薬が農作

物に散布され、意図的に環境中に放出される場面を想定し、人の健康や環境への影響を評価するために実施されるものであり、信用できる試験でなければならない。

当社では、物理的・化学的性状、毒性、残留、生態毒性の分野においてGLP試験を実施しており、ここでは試験の信頼性を保証するGLPの仕組みと当社の取り組みについて紹介する。

(1) GLPのはじまり

米国では、サリドマイド事件を契機に医薬品の承認制度が厳格化され、1962年に医薬品改正法が制定された。この法律により、米国内で医薬品を販売するには、「適切かつよくコントロールされた科学的な研究によって前もってその安全性と有効性を証明するこ

と」が求められた。しかし、1970年代に入って、安全性と有効性を証明するための試験を実施する施設において重大な不正が行われていることが次々と明らかとなった。このような背景から、法的規制や当局による施設査察だけでは不正を抑制できない、産業界が「自主的にデータの信頼性を高めようとする意識が必要」と認識されるようになった。この「試験施設の信頼性を自主的に向上させるための仕組み」がGLPである。米国食品医薬品局（FDA）は、試験施設におけるGLPと、当局による査察基準を整理し、1978年にFDA GLPを制定した³⁾。

化学物質の安全性への関心が高まる中、経済協力開発機構（OECD）は、加盟国間での試験方法と試験実施基準の国際的調和の追求という側面から1981年に「OECD GLP原則」を採択し、加盟国間で試験成績を相互に受け入れる制度（Mutual Acceptance of Data：MAD）を定めた。OECD GLP原則の序文には、「GLP原則の目的は高水準の試験データ作成を促進することにある」と記されており、各国が他国で作成された試験データを信頼できることで、試験の反復実施を避け、費用や時間を節約できると述べられている⁴⁾。

日本では、1982年に医薬品GLP、1984年に化学物質GLPおよび農薬GLPが導入され、農薬GLPは1999年の全面改訂を経て、2018年には省令として施行された。農薬の安全性評価試験データはOECD加盟国およびその他のMAD参加国間で共有されるため、農薬GLP基準はOECD GLP原則に従い、評価試験の方法は基本的にOECDテストガイドラインに沿っている。また、農薬GLP調査当局は、他のMAD参加国からなる評価チームによる現地評価を受け、信頼関係を強化している。

(2) 信頼性を保証する仕組み

工業製品は検査結果を示して品質を保証するが、試験データの品質とは、データの「信頼性」を指す。信頼できるデータを取得するためには、試験方法の検討が必要であり、使用する材料や機器、担当者の訓練も含まれる。確立した方法に従って実施した記録や得られたデータについては、不正がないことを説明しなければならない。訓練を受けた人が吟味された材料と方法を用いて、適切に管理運営されている試験施設で試験を実施していることを記録で示すことが求められる。

さらにGLPでは、試験の信頼性を保証するために、「信頼性保証部門（Quality Assurance Unit：QAU）」の設置が求められる。QAUは試験に関与しない独立した立場であり、客観性を保ち試験の透明性を確保する役割を担う。GLP基準には試験施設が守るべき基準が規定されており、試験施設はGLP基準を満

たすために必要な手順を標準操作手順書（Standard Operating Procedure：SOP）に定める。QAUは、試験の計画、実施、報告書の作成、施設や組織の管理が、GLP基準やSOP、試験計画書に従って実施されていることを調査し、試験の信頼性を保証する。裏を返せば、QAUはGLP基準やSOP、試験計画書に記載されている内容以上のことは保証できないため、SOPや計画書を丁寧に作り込むことが保証のレベルを高めることにつながる。

(3) GLP の留意点

前項で説明した信頼性を保証するしくみを整えるために必要な事項について、農林水産省消費・安全局農産安全管理課農薬対策室が2012年に以下6点を基本的なGLPの留意点としてあげている⁵⁾。

① 組織体制および責任体制の明確化

GLP組織全体を統括する運営管理者、試験責任者、QAU、資料保管責任者、被験物質等管理責任者、機器管理責任者を設置し、その責任を明確にする必要がある。

② 試験・操作手順の標準化（文書化）

試験施設で得られるすべてのデータの質と正確性を保証するため、運営管理者の承認を受けたSOPを備えることが求められる。

③ 計画・操作手順に従った試験の実施

試験は試験計画書とSOPに従って実施し、修正や逸脱がある場合は試験責任者がその影響を評価し記録する必要がある。

④ 実験記録の明確化

試験責任者は、試験計画に沿った実験が実施されたことを示す実験記録を確認し、日付を付して署名または押印する必要がある。これらの記録類は散逸や改ざんを防ぐため、資料保管責任者に移管され、資料保管施設において保管される。

⑤ 関連資料の保管

後日試験の全体が再構築できるよう、試験に関連する全ての資料を保管するための施設が必要であり、散逸を防ぐために保管施設への人と物の出入りを記録しなければならない。農薬GLP基準では、試験完了後10年間（2018年改正）、当該試験を実施した試験施設において試験関連資料を保管することが規定されている。

⑥ 自主的な信頼性の保証

試験施設は、試験が農薬GLP基準に準拠していることを保証するためにQAUを設置し、QAUは、試験の重要な段階について調査を実施しなければならない。なお、QAUの者は自身が調査する試験に関与してはならない。

国内で農業GLP試験を実施する施設は、これらの点に留意してGLP基準を遵守した上で、3年に1回の頻度で当局（農林水産省消費・安全局長）による施設調査を受け、農業GLP基準に適合している旨の確認（適合確認）を得る必要がある⁶⁾。

2. 当社のGLP試験、GLP組織

(1) GLP 試験業務の沿革

当社は1989年に設立された。1992年に生態毒性試験業務を開始し、1995年からは環境庁（現環境省）の生態影響評価試験実施事業に参画してGLP対象試験に関わるようになった。2004年にはGLP対象の分析試験業務を開始し、2008年には新たに農業GLP試験対象となった作物残留試験に対応するため、GLP対象^{ほじょう}の圃場試験業務を開始した。また、2023年には毒性試験のためのGLP組織を別途立ち上げた。

生態毒性試験分野については、1996年の環境庁による査察後、継続的に化学物質GLP試験施設として適合確認を受け、2001年からは農業GLP（農林水産省）の水産動植物への影響に関する試験分野の適合確認も加えた。その後施設における機能性等を踏まえて2021年までに農業GLPに一本化した。その他、残留、物理的・化学的性状、毒性分野については上記のとおり適宜GLP適合試験領域を拡大しながら現在も継続している。2023年に立ち上げた毒性試験施設は、農業GLPおよび医薬品GLPの適合確認を受けている。

(2) 生態毒性試験

当施設で実施している主要な水生生物毒性試験の概要をTable 1に示す。可能な試験項目および供試生物種に加え、日本・欧州・米国の農業登録申請におけるデータ要求性^{7)~12)}、さらに代表的な試験ガイドライン^{13)~14)}、主要な評価指標と専門技術、幾つかの解説写真を併せて要約した。日本を含む世界各地の農業の水圏生態系影響評価では、地域や社会的背景などに関連した環境条件や指標生物種などの多様性はあるものの、生態系の基盤を構成する栄養段階を体系的に評価する枠組みは共通している¹⁵⁾。すなわち、生産者・一次消費者・高次消費者の指標生物として、藻類やウキクサ、ミジンコやユスリカ、魚類の毒性データが基本的に求められる。当社では、長年の生物取り扱い経験と技術・ノウハウの蓄積に基づき、これら主要試験を実施可能な体制を整備している。さらに、今世紀から世界的に注目され、欧州では登録要件に組み込まれている内分泌かく乱作用性の評価についても、指標生物である魚類および両生類の代表的な試験も実施可能である。それらTable 1に示した各試験の特徴を以下に概説する。

① 藻類成長阻害試験

指数増殖する藻類懸濁液を72または96時間培養し、EC50（50%影響濃度）を評価する試験である。緑藻の1種ムレミカヅキモ（*Raphidocelis subcapitata*, Table 1写真）は世界各地域で必須データとされ、地域や状況によっては珪藻^{けいそう}や藍藻^{らんそう}など他の藻類種のデータが追加で求められる。試験期間中は24時間ごとの藻類濃度測定が必要であり、顕微鏡による直接計数や蛍光スペクトロメトリーによるクロロフィル測定などの技術が求められる。

② ウキクサ成長阻害試験

7日間の暴露によりEC50を評価する試験で、主に除草剤に対して要求される。1容器あたり9～16の葉状体、1濃度区あたり3～4容器を設置し、標準試験（5濃度＋対照）では162以上の葉状体を使用する。対照区では7日間で約7倍以上に増殖するため、サイズや形態が異なる多数の葉状体（Table 1写真）を正確に計数する技術が必要となる。

③ ミジンコ急性遊泳阻害試験

産出後24時間未満のオオミジンコ（*Daphnia magna*）幼体を48時間暴露し、遊泳阻害（15秒間の観察で遊泳不能）を指標としてEC50を評価する。1濃度区20個体（複数容器に分割）、標準試験では計120個体を供試する。個体は1 mm前後と小型であり、必要に応じて顕微鏡下での観察技術が求められる。

④ ミジンコ繁殖試験

産出後24時間未満の幼体を21日間暴露し、NOEC（最大無影響濃度）およびEC10（10%影響濃度）を評価する。1濃度区10個体（10容器に1個体ずつ）、標準試験では計60個体を供試する。単為生殖を行うオオミジンコは第2～3週に3日ごとに20～40個体程度産仔^{さんし}するため（抱卵成体ミジンコ、Table 1写真）、膨大な産仔数の計数・除去を含む給餌・飼育技術が重要となる。

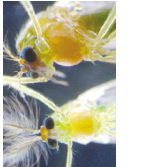
⑤ ユスリカ幼虫急性遊泳阻害試験

1齢幼虫を48時間暴露し、遊泳阻害を指標としてEC50を評価する。主に殺虫剤に対して要求される。1濃度区20個体、標準試験では計120個体を供試する。個体は1～2 mmと小型であり（Table 1写真）、顕微鏡下での観察技術が必要となる。

⑥ ユスリカ羽化試験

1齢幼虫を水一底質系で最大4週間飼育し、羽化率などからNOECおよびEC10を評価する。セスジユスリ

Table 1 Overview of aquatic ecotoxicological test capabilities in our laboratory

Ecological/Testing Function	Aquatic plant (Producer)			Invertebrate (Primary consumer)		Vertebrate (Secondary consumer)		Special purpose for endocrine disruption diagnosis (#1)		
Biological Group (Taxon/Testing aim)	Phytoplankton (Algae)	Macrophyte (Duckweed)	Crustacean zooplankton (Daphnid)	Insect (Midge)	Fish	Fish (E.A.S. activity)	Amphibian (T. activity)			
Test/Assay Type	Growth Inhibition		Acute	Reproduction	Acute	Emergence	Early-Life Stage	Short Term Reproduction	Metamorphosis	
Capable Test Species in Our Laboratory	Several species (#2)	<i>Lemna minor</i>	<i>Daphnia magna</i>	<i>Chironomus yoshimatsui</i>	Several species (#3)		Japanese medaka	African clawed frog		
Biological Stages for Testing	growing population	growing population	neonate	neonate - adult	larvae	larvae - adult	egg - juvenile	adult	larvae (tadpole)	
Typical Test Guideline (OECD and US EPA)	OECD 201 OCSPP850.4500	OECD 221 OCSPP850.4400	OECD 202 OCSPP850.1010	OECD 211 OCSPP850.1300	OECD 235 -	OECD 218, 219 -	OECD 210 OCSPP850.1400	OECD 229, 230 -	OECD 231 OPPTS890.1100	
Data Requirement (#4)	JP EU US	R R R	CR R R	CR R R	CR CR NR	NR CR NR	CR R R	NR CR NR	NR CR NR	
Test Duration	3-4 days	7 days	2 days	21 days	2 days	<28 days	4 days	<i>ca.</i> 30-90 days (by species)	21 days 21 days	
Core Endpoint (typical parameter)	EC50 (population growth rate)		EC50 (immobilization)	NOEC, EC10 (reproduction)	EC50 (immobilization)	NOEC, EC10 (emergence)	LC50 (mortality)	NOEC, EC10 (growth; body weight and length)	E.A.S.-related change (morphology, biomarker) T.-related change (morphology, histology)	
Typical Key Experimental Techniques	cell counting (including other cell density measurements)	frond (plant) counting	small animal observation	rearing, neonate counting	small animal observation	rearing, gender identification of emerged adults	fish handling, toxic symptom diagnosis	egg and fish handling, rearing	handling, rearing, morphological and histological examinations(#5)	
Annotative Photos								male (upper) & female (bottom) rainbow trout fry 1 day after hatch NF Stage 51 larva		

#1: Currently, the main focus is on endocrine disrupting (ED) activities in the estrogenic (E), androgenic (A), thyroid (T), and steroidogenesis (S) pathways.

#2: Available species: *Raphidocelis subcapitata* & *Desmodesmus subspicatus* (green alga), *Navicula pelliculosa* (diatom), *Synechococcus leopoliensis* (blue-green alga), *Skeletonema costatum* (marine diatom)

#3: Typical capable species: carp (for acute only), rainbow trout, Japanese medaka, zebrafish, fathead minnow, guppy (for acute only)

#4: Typical cases of plant protection product registration/re-registration for 3 regions (Japan, EU and USA), and indicated abbreviations are as the following:

R=Required (one or more species), CR=Conditionally Required (e.g., for insecticide only, for justification, or for higher tier testing), NR=Not Required or Not Relevant (e.g., unsuitable test species)

#5: Histological examination involves subcontracting to a specialized histopathology laboratory.

カ (*Chironomus yoshimatsui*) では1容器20個体、1濃度区4容器、標準試験では計480個体を供試する。雌雄で羽化時期がわずかに異なるため、毎日の羽化個体数の計数と、触角形態等に基づく雌雄判別 (Table 1写真) が必要となる。

⑦ 魚急性毒性試験

稚魚を96時間暴露しLC50 (50%致死濃度) を評価する。1濃度区7個体、標準試験では計42個体を供試する。致死だけでなく、平衡失調や遊泳異常などの毒性症状も評価対象であり、適切な観察が求められる。

⑧ 魚初期生活段階毒性試験

受精当日の卵を孵化後の自由摂餌期から稚魚まで (魚種により約30~90日) 飼育し、NOECおよびEC10を評価する。1容器20卵、1濃度区4容器、標準試験では計480個体を供試する。孵化直後の卵黄嚢仔魚 (Table 1写真) への餌付けから稚魚の長期飼育まで、一連の高度な飼育技術が必要となる。

⑨ 魚短期繁殖試験

繁殖状態が良好で雌雄が形態的に判別可能な成魚を用い、21日間暴露してエストロゲン (雌性ホルモン) ・アンドロゲン (雄性ホルモン) ・ステロイド合成に関わる内分泌かく乱作用性を評価する。ミナミメダカでは、アンドロゲン作用による雄の二次性徴のシリビレ形態や、エストロゲン作用による卵黄タンパク質前駆体であるビテロゲニン蓄積の変化などを指標とし、ヒレ微細形態の観察やビテロゲニン定量 (ELISA法: 酵素結合免疫吸着測定法) などの特殊技術が必要となる。当施設では遺伝的に雌雄で体色が異なるミナミメダカのS-rR系統¹⁶⁾ (雄=緋色、雌=白色; Table 1写真) を保有しており、これにより精緻な雌雄供試生物の識別、使用、観察が可能である。

⑩ 両生類変態試験

アフリカツメガエルの幼生であるオタマジャクシを後肢芽 (後ろ足の発生が始まった段階の小突起) が形成された生育段階 (Table 1写真) から21日間暴露し尾の退縮が本格化する前程度まで変態させ、後肢 長

などの形態指標および甲状腺の組織検査により、甲状腺ホルモン系の内分泌かく乱作用性を評価する。幼生の飼育・形態測定に加え、甲状腺の病理組織学的検査が必要であり、当施設では甲状腺組織検査については哺乳動物試験の病理組織学的検査に実績を有する他のGLP機関と連携して実施している。

(3) 毒性試験

農業の安全性評価では、急性毒性、刺激性、感作性、遺伝毒性といった毒性試験が一般的に実施されている。従来、毒性試験は実験動物を用いた*in vivo*試験系が中心であったが、国際的な代替法推進の流れの中で、一部の毒性試験は細胞などを用いた*in vitro*試験系へと移行しつつある。

遺伝毒性試験では、細菌復帰突然変異試験 (Ames試験)、染色体異常試験、小核試験などの*in vitro*試験系が早期から導入されてきた。また、刺激性試験についても国際的に*in vitro*試験系への移行が進んでおり、動物実験に代わる評価法として注目されている。当施設では、こうした国際的動向に対応するため、刺激性試験の*in vitro*試験系を導入し、非GLP試験の受託を2024年から開始している。現在はGLP試験への対応準備も完了し、2026年度中の本格稼働を予定している。この取り組みは、国内外の規制当局が代替法の活用を推進する方針に合致しており、重要な課題と位置づけ、計画的に前進させている。

近年、*in vitro*試験系ではヒト由来細胞の利用が一般化しており、動物実験で得られる知見と比較して外挿性が同等、あるいは目的によってはより高いと評価される事例も増加している。本稿では、*in vitro*刺激性試験の概要を示す (Fig. 1)。

① *in vitro*皮膚刺激性・腐食性試験

本試験では、ヒト皮膚を模倣した立体培養モデルに所定量の被験物質 (農薬) を塗布し、規定時間接触させた後に洗浄し、細胞の代謝活性を測定して生存率を算出する。生存率の低下は、皮膚バリア機能の破綻や細胞障害の進行を示す指標となり、刺激性の有無を判定するための根拠となる。腐食性の評価では、短時間と長時間の接触条件を設定し、迅速に発現する損傷と

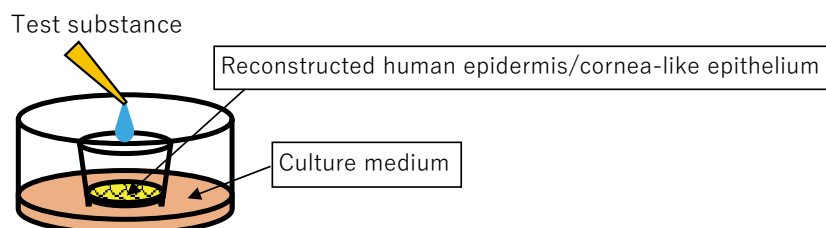


Fig. 1 Schematic illustration of cell culture

遅れて現れる損傷の両方を確認する。測定に先立っては、被験物質の性状（着色や還元性など）が測定結果に干渉する可能性を確認し、必要に応じて補正手順を適用する。

② *in vitro*眼刺激性試験

本試験では、ヒト角膜表面を模倣した立体培養モデルを使用する。手順は前述の皮膚試験と同様に、塗布・接触・洗浄・測定の流れで実施する。なお、眼組織の特性を踏まえ、試験法によっては複数の接触時間を比較して反応速度を評価する方法が採用される場合がある。このような手法により、短時間で顕著な影響を示す物質と、より緩やかに影響を及ぼす物質とを区別しやすくなる。

これらの*in vitro*試験は、ヒト由来の立体培養モデルを使用することで、得られた知見がヒトの生体反応をより直接的に反映しやすいという利点を持つ。また、対象や目的によっては、動物試験と同等あるいはそれ以上の予測精度を示す場合もあり、リスク評価の初期段階から開発後の品質管理に至るまで、幅広い場面で活用可能である。

(4) 圃場試験

2008年に農水省が作物残留試験へのGLP制度の導入と、試験機関の民間開放を通知したことを機に、当社は独自で試験圃場を整備し、農薬GLPの適合確認を得て、他社圃場試験機関とも連携を取りながら、複数の圃場で試験を実施できる体制を整えてきた。

作物残留の圃場試験においては、供試農作物が良好に生育し、分析妨害物質の汚染が無く、市場に出荷で

きるレベルの試料を十分量採取しなければならない。本試験は、圃場の土性と栽培履歴を調査し栽培に適していること、過去1年間の農薬使用履歴を確認し圃場が分析妨害物質で汚染されていないことを記録することから始まる。次に、試料の採取に十分な栽培面積を有した試験区配置を設計する。実験工程ごとのSOPには、試験区や試料への分析妨害物質の汚染を避けるための手順を定めている。被験物質の処理に際しては、計画書に定められた散布量を処理区に均一に散布するために、散布機の吐出量と作業者の歩行速度を調整し（Fig. 2）、その散布結果を記録することが当試験の核心部である。処理後の試料は試験計画書に定められた最終農薬散布から収穫までの期間（Pre-Harvest Interval：PHI）に応じて、ガイドラインに記された数量と重量を試験区全体から均一に採取して分析試験部門に送付し、受け入れ可否の判断を受ける。近年の異常気象により試験が成立しない事例が生じているが、異なる県の圃場の確保や、作物品種または作型のバリエーションを駆使してリスクを分散している。これら経験に基づく知識と技術、記録の積み重ねが資産となっている。

農薬登録のニーズに合わせ、2017年以降は小型無人航空機やドローン散布による作物残留（Fig. 3）、2020年からは花粉・花蜜残留、2023年には農薬使用者暴露の圃場試験を実施するに至った。

花粉・花蜜残留試験は、ミツバチへの農薬影響の評価を目的とする。作物の可食部とは異なり、微量な花粉や花蜜の試料を分析妨害物質による汚染が無く、分析試験で必要とされる量を採取することが課題である。花の大きさや形態、花当たりの試料量、開花の状態や期間などの作業効率性を目安として、多くの作物



Fig. 2 Pesticide spraying scenery during a residual test of maize

The operator sprays the plants at a constant speed in sync with the tempo of a metronome. The experimental area is surrounded by sheets to prevent drift.



Fig. 3 Pesticide spraying scenery on a rice field using a small unmanned aerial vehicle (UAV)

The operator controls the UAV at a constant speed and height.



Fig. 4 Pollen collection scenery of pumpkin flowers during a residual test

The petals are removed, and pollen is scraped off the anthers using a spatula or similar tool.

を用いて検討してきた。例えば、花を振動させて花粉を採取したり、開花前の花から薬を採取して実験室で開薬させてから花粉を採取する手順、花蜜においては蕾～開花期の花に毛細管を差し込み試料を採取するなどの手順を標準化した（Fig. 4, 5）。これらは、当社独自の先駆的な技術であると自負している。

農業使用者暴露試験は、農業者の農業暴露量に関する知見を得ることを目的としており、散布作業者の着衣が分析試料となる。手散布試験では5アール以上の処理区と複数の試験例を確保することが必要であり、地方独立行政法人青森県産業技術センターりんご研究所県南果樹部の協力を得て、散布手順を試行しながら、果樹3例の試験を実施した（Fig. 6）。

上記の試験は社内外の関連部署と協力し、横断プロジェクト的に手順の確立に取り組んできた。今では定常的な圃場試験として受託しており、当社圃場試験部門における事業の柱のひとつとなっている。

(5) 農業登録申請試験で求められる分析

国内において、平成30年（2018年）の農業取締法改正により、農業の安全性評価は国際基準（OECDガイドライン等）に整合する形で大きく見直され、平成31年（2019年）には新しい登録申請資料の基準⁷⁾が通知された。これに伴い、農業登録要件のGLP試験で用いる分析法は、ガイドラインに準拠して、より高い信頼性と精度が求められるようになった。

① 分析法の妥当性評価

通常、分析法の準拠すべきガイドラインとしては、主に以下のものがある。

- 国内：OECD Guidance Document on Pesticide residue analytical methods¹⁷⁾
- 欧州：SANTE/2020/12830, Rev.2 February 14, 2023¹⁸⁾
- 米国：OPPTS 830.1700 – Preliminary Analysis¹⁹⁾



Fig. 5 Nectar collection scenery of apple flowers during a residual test

A capillary tube is inserted into the base (nectary) of the flower to suck up the nectar.



Fig. 6 Pesticide spraying scenery on apple trees during a pesticide operator exposure test

The operator is equipped with samples (hat, work clothes, underwear, gloves, and suction pump) while spraying the pesticide.

これらのガイドラインに準拠して、目的に合致した適切な分析法を開発し、適正な真度・精度を有することを示す妥当性評価を実施する。評価項目は、以下の通り。

- 選択性・特異性：試料中のマトリックス存在下で、分析対象物質を区別して検出する能力。
- 直線性：分析対象物質の濃度と測定応答（ピーク面積など）の間に、比例関係（一次関数的関係）が成立する度合い。分析法が特定の濃度範囲において正確に定量できることを示す重要な指標で、その関係をグラフに示したものが検量線。
- 定量下限：試料中における分析対象物質を信頼できる真度・精度で定量できる最低濃度
- 検出限界：確かさをもって検出可能な最小量または最小濃度。通常、検量線の最低濃度。
- 真度：分析対象物質濃度が既知の試料を分析（添加回収試験）し、その定量値と理論値の一致の程度。

- 精度： 添加回収試験での繰り返し分析によって得られる定量値のばらつきの程度。
- マトリックス効果： 試料中のマトリックス由来物質による分析対象物質の測定応答（ピーク面積など）への影響
- 安定性： 検量線作成に用いる標準溶液および分析試料中における、保存時の分析対象物質の安定性の確認。

上記項目について、基準を満たすことが示された分析法を用いて、各種GLP試験での試料中の分析対象物質の濃度測定を行う。近年、分析対象物質に対して、高感度・高選択性であるLC-MS/MSが主に測定機器として用いられている。

② 安全性評価のための人や環境生物への暴露量の測定

• 作物残留試験

農薬の対象作物への処理により、食品である作物を介して一般消費者が摂取する農薬の量を測定する。現在は、農薬そのもののみならず、その代謝物も分析対象物質として評価することが求められている。

• 花粉・花蜜残留試験

国内では、新たに、ミツバチが農薬に暴露した花粉や花蜜を巣に持ち帰る暴露経路を通じた群全体への影響について評価するため、農薬処理時に開花している作物の花粉や花蜜中の残留量を測定する花粉・花蜜残留試験が要求された。この試験では、十分量の花粉や花蜜を採取するのが極めて困難であり、100～200 mg程度の極少量試料で、0.001 µg/g程度の低い定量下限が求められるため、分析法開発が大きな課題となっている。

• 農薬使用者暴露試験

国内では、農薬使用者への安全性においてリスク評価が導入され、農薬散布時に散布者が暴露する量の把握が必要となり、農薬使用者暴露試験が新たに求められた。暴露量の評価方法には、パッチ法（ガーゼなどを作業服に貼付し付着量測定）と全身法（作業服・下着そのものを分析）がある。毒性値や機器感度に応じた分析法開発・妥当性評価が必要となる。

③ 試験の正当性評価のための試験系での濃度確認

• 哺乳動物毒性試験

各種毒性試験では、^{こんじ}混餌の投与量の検証および均一性の確認ならび混餌中の安定性の確認のため濃度を測定する。また、投与の検証のため、被験動物の組織中、例えば血清中の濃度測定を行う。

• 生態毒性試験

国内では、従来の魚類・ミジンコに加え、ウキクサやユスリカなどの影響試験も求められるようになり、試験の正当性を示すために、試験系である試験水中の濃度を厳密に管理する必要がある。止水式試験系では、開始・終了の2回、半止水式では交換前後も含め多数の測定を行う。短時間で大量の試料の分析を行うため、現在では、LC-MS/MSを用いた効率的な分析法の開発および妥当性評価が行われている。

(6) 信頼性保証部門（QAU）

独立性が求められるQAUの役割について、試験部門との関わりという視点から、OECDアドバイザリー文書No. 23（信頼性保証とGLP）²⁰⁾を参考に考察する。

QAUは独立した調査を実施するために、そのGLP組織を統括する運営管理者の直接の責任下に置かれる。調査をするQA担当者と被調査者の間の上下関係はあってはならないし、QAUが調査のために必要な文書はすべて利用できることが求められる。このようにQAUに対して開かれた環境を整えることは試験の信頼性を高めることにつながる。

試験責任者は、QA調査がスムーズに進められるよう協力が必要である。調査開始に間に合うように試験計画書の写しを配付し、試験の進捗^{しんちょく}を知らせるなど効果的に連絡を取り合う。試験計画書やSOPからの逸脱を指摘された場合は速やかに対応して是正を示す。逸脱があった場合、QA担当者は逸脱に至った経緯や関連の状況なども聞き取り、再発防止策につなげるよう注意を促す。

QA調査は、チェックリストを用いて、GLP基準やSOP、試験計画書に沿っていることを確認する作業である。チェックポイントが的外れでは信頼性を保証できず、多すぎではQA担当者と被調査者双方の作業を妨げるので、問題発生^{しんぷ}の確率や検出能力、問題が発生した場合の影響範囲など、リスクの大きさを考慮してQA調査の頻度や範囲を決める。新たな調査項目を追加するときや、新項目のGLP試験を始めるときには、チェックリストも新たに検討することになる。その際には試験部門と相談しながら、試験の段階ごとに試験の品質を左右するポイントを見極め、チェックポイントを決めていく。

また調査は、試験だけではなくGLP試験施設全体の信頼性を保証するために、SOPで規定しているすべてを網羅するように実施する。SOPはGLP基準に沿っているか、施設の運営はSOPに従っているか、実験施設や機器の管理、資料の保管、職員の教育、SOPの管理等について調査を実施し、それぞれの管理責任者に調査結果を報告する。

QAUの役割は調査だけではない。施設全体として

GLP基準から逸脱しないように、バランスのとれた提案をすることも重要な役割である。当社は複数の試験分野を扱っており、試験分野ごとに事情が異なる部分がある。特に実験室内で行う試験と屋外で行う圃場試験では実験環境も施設管理方法も異なる。これらを一つのGLPで管理するには工夫が必要である。例えばそれぞれの場所に配備されるSOPの管理、被験物質の管理、どの試験でも使う天秤や冷蔵庫の管理手順など、使う場所や試験分野ごとの事情を無視して手順を決めてしまうと行き詰まることがある。QAUは調査を通じてそれぞれの事情をよく理解しているので全体を見渡しやすく、GLP要求事項を理解しているので守るべきポイントがわかる。どこまでを共通として、何を分けるのか、合理的な提案ができる立場である。このように、試験の専門家としての試験部門と、GLPの専門家としてのQAUが、運営管理者の元で協力して、信頼性の高いGLP試験施設に仕上げていく。

(7) 資料保管部門

GLP試験の記録やデータ等の資料は、散逸や改ざん防止のため、試験責任者から資料保管責任者に移管され、その管理下の資料保管施設で保管される。保管施設への立ち入りは限定され、資料の出入りは記録に残し、資料の見読性を維持しながら、厳重に管理されている。

OECD GLP原則では、生データにはコンピューターで読み取り可能な媒体も含まれるとしているが、当社SOPでは、試験データはすべて紙で保管すると規定し、電子データとして得られたデータは、それを紙に印刷して生データとして保管している。

一方で、実験機器においては電子機器の一般化が進み、当局による施設調査では、電子データの取り扱いにおいて重大な逸脱事例が確認されている。また、国際的にもデータインテグリティの重要性の認識が高まってきている状況を踏まえ、農薬GLPでは、優先的に検討すべき「農薬GLPにおけるデータインテグリティ重点項目」が2025年3月に公表された²¹⁾。その中に「オリジナルデータ（電子データ）の生データ化」がある。

今後は、オリジナルデータを印刷した紙ではなく、電子データで保管することが要求される。保存媒体の種類によっては、資料保管施設に求められているアクセス制限と出入りの記録、見読性の維持などの要件をどのような形で構築していくのか、施設ごとの状況にあわせて検討が必要だ。当社でも保存方法について検討を始めており、一部のオリジナルデータは電子データでの保存に変更している。

3. おわりに

「現在使用されている農薬については、農業生産者が農薬を取り扱うとき、そして農薬が処理された作物を食品として一般消費者が口にするときの安全性は十分確保されていると言える。年間数百万件に上る食品の残留農薬の検査結果からも問題はないと結論されている」²²⁾という意見の一方で、「安全安心な社会と言われるように、安全と安心が一体として考えられ、表記されることが多々見られるが、リスク評価体系に伴う安全と、人が感じる安心とは異次元の事象で、安全と訴えても人々の安心を得られるものではないことを痛感してきた」²³⁾という業界の感覚もある。農林水産省は2009年、「我が国における農薬登録制度上の課題と対応方針－食品の残留農薬に係る安全性と農薬使用に係る安全の向上のために－」の中で、今後講ずべき課題として農薬に関する理解を深める取り組みをあげている。消費者への情報提供として、「農薬は安全」というキャッチコピーが中心で、「なぜ安全といえるのか」について科学的エビデンスに基づいて説明するケースは非常に少なかったことが、心理的に「農薬は危険」という印象を与える要因になっていたことは否めない。農薬そのものや農薬残留に対する正しい知識、農薬の安全使用に関する基礎的な知識の普及・理解の醸成に取り組む必要があると述べている²⁴⁾。

いま変革期を迎えている日本の農業は、環境インパクトを考慮した新しい農業政策へ舵を切り、その中で取り組まれているリジェネラティブ農業（環境再生型農業）²⁵⁾は、農薬のみならず農業全体の安心を伝えることができそうだ。

GLPもまた変化への対応が求められている。「以前の対応」は通じないし、もっとよい方法を探せる時代だ。われわれはアップデートを意識したGLPを通じて、リジェネラティブ農業の安心と信頼を支える「科学的エビデンス」を提供していく。そして、GLPで培ったデータの信頼性を追求する姿勢は、GLP試験のみならず、当社全体の品質重視文化を牽引する大きな力となっている。

引用文献

- 1) 農林水産省, “農薬取締法(昭和23年法律第82号)(最終改正：令和2年12月1日施行)”, 第3条第2項, https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_kaisei/attach/pdf/index-21.pdf (参照2026/3/5).
- 2) 農林水産省, “特定試験成績及びその信頼性確保のための基準に関する省令(平成30年農林水産省令第76号)(最終改正：令和6年4月1日)”, 第2条, https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_kaisei/

- attach/pdf/index-19.pdf (参照2026/3/5).
- 3) 一般社団法人日本QA研究会(JSQA)GLP部会監修, “GLPとは—信頼性確保の軌跡—”, 薬事日報社 (2015).
- 4) JSQA, “OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring No.1 OECD Principles of Good Laboratory Practice (as revised in 1997) OECD GLP原則 英文・和訳対比表”, https://jsqa.com/wp3/wp-content/uploads/2021/12/080408_1.pdf (参照2026/3/5).
- 5) 農林水産省消費・安全局農産安全管理課農薬対策室, 植物防疫, 66(1), 47 (2012). https://www.jpapa.or.jp/archive/pdf/66_01_47.pdf (参照2026/3/5).
- 6) 農林水産省消費・安全局長, “特定試験成績及びその信頼性の確保のための基準に関する省令第5条から第19条までに定める基準に適合していることの確認及びその調査等について(平成30年11月30日付け30消安第4215号農林水産省消費・安全局長通知)(最終改正: 令和6年9月27日)”, https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_touroku/attach/pdf/index-92.pdf (参照2026/3/5).
- 7) 農林水産省消費・安全局長, “農薬の登録申請において提出すべき資料について(平成31年3月29日付け30消安第6278号農林水産省消費・安全局長通知)(最終改正: 令和8年3月31日)”, https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_touroku/index.html (参照2026/5/14).
- 8) 環境省 水・大気環境 局／環境管理課 農薬環境管理室, “生活環境動植物に係る長期的な農薬ばく露の影響に関する評価についての答申に対する対応案”, <https://public-comment.e-gov.go.jp/pcm/download?seqNo=0000301179> (参照2026/2/18).
- 9) EU, “COMMISSION REGULATION No 283/2013 of 1 March 2013 (OJ L 309, 24.11.2009)”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02013R0283-20221121> (参照2026/2/18).
- 10) EU, “COMMISSION REGULATION (EU) No 284/2013 of 1 March 2013 (OJ L 309, 24.11.2009)”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0284> (参照2026/2/18).
- 11) EFSA, “Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters (EFSA Journal 2013;11(7):3290)”, <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2013.3290> (参照2026/2/18).
- 12) US Environmental Protection Agency, “Code of Federal register, Title 40 Chapter I Subchapter E Pesticide Programs, Part 158 Data Requirements for Pesticides, Subpart G Ecological Effects”, <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-E/part-158/subpart-G> (参照2026/2/18).
- 13) OECD, “OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2”, https://www.oecd.org/en/publications/oecd-guidelines-for-the-testing-of-chemicals-section-2_20745761.html (参照2026/2/18).
- 14) US Environmental Protection Agency, “Final Test Guidelines for Pesticides and Toxic Substances”, <https://www.epa.gov/test-guidelines-pesticides-and-toxic-substances/final-test-guidelines-pesticides-and-toxic> (参照2026/2/18).
- 15) 宮本 貢 ほか, 住友化学, 2008- I, 26 (2008). https://www.sumitomo-chem.co.jp/rd/report/files/docs/20080102_v5j.pdf (参照2026/2/18).
- 16) S. Hagino *et al.*, Environmental Sciences, 8, 1, 75 (2001).
- 17) OECD, “OECD GUIDANCE DOCUMENT ON PESTICIDE RESIDUE ANALYTICAL METHODS ENV/JM/MONO(2007)17 SERIES ON TESTING AND ASSESSMENT Number 72 SERIES ON PESTICIDES Number 39”. https://www.oecd.org/en/publications/guidance-document-on-pesticide-residue-analytical-methods_5900bd46-en.html (参照2026/3/10).
- 18) EFSA, “Guidance Document on Pesticide Analytical Methods for Risk Assessment and Post-approval Control and Monitoring Purposes” (SANTE/2020/12830, Rev.2-Final of 14 February 2023). https://food.ec.europa.eu/document/download/d8f2d862-94ea-412d-a0dd-c037e41898b2_en?filename=pesticides_mrl_guidelines_2020-12830.pdf (参照2026/3/10).
- 19) US Environmental Protection Agency, “EPA OPPTS 830.1700 – Preliminary Analysis”. <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPPT-2009-0151-0008> (参照2026/3/10).
- 20) JSQA, “OECD環境・健康・安全 出版物 GLPの原則と適合性モニタリング No.23 信頼性保証とGLPについてのGLP作業部会のアドバイザー文書 英文・和訳対比表”, https://jsqa.com/wp3/wp-content/uploads/2024/03/OECD_GLP_No.23_JSQA.pdf (参照2026/3/5).
- 21) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター農

薬検査部試験施設審査課, “データインテグリティ (DI) を踏まえた今後の農薬GLP調査について”, https://www.acis.famic.go.jp/glp/202503_glp_data_integrity.pdf (参照2026/3/5).

- 22) 大田博樹, 植物防疫, 69(4), 267(2015). https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/69_04_55.pdf (参照2026/3/5).
- 23) 瀧本善之, 城仁士, 神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要, 10(1), 69(2016).

- 24) 農林水産省, “我が国における農薬登録制度上の課題と対応方針－食品の残留農薬に係る安全性と農薬使用に係る安全の向上のために－”, (2009). <https://www.maff.go.jp/j/council/sizai/nouyaku/17/attach/pdf/index-11.pdf> (参照2026/3/5).
- 25) 住友化学株式会社, i-農力, “事業方針”, <https://www.i-nouryoku.com/about/message.html> (参照2026/3/5).

PROFILE



湯川 清子 *Kiyoko YUKAWA*

住化テクノサービス株式会社
技術室品質技術部



宮本 貢 *Mitsugu MIYAMOTO*

住化テクノサービス株式会社
環境科学センター
環境生態部長
博士 (農学)



堀江 泰志 *Hiroshi HORIE*

住化テクノサービス株式会社
応用動物センター
安全性試験部長



高市 みゆき *Miyuki TAKAICHI*

住化テクノサービス株式会社
応用生物センター
センター長
博士 (農学)



門岡 織江 *Orie KADOOKA*

住化テクノサービス株式会社
環境科学センター
センター長

内部凝縮型反応器を用いたCO₂とH₂からのメタノール製造技術の開発

住友化学株式会社
エッセンシャル&
グリーンマテリアルズ研究所

川 端 智 則
松 田 雅 人*



はじめに

CO₂を回収して利用する技術（Carbon Capture and Utilization：CCU）は、炭素資源循環型社会の実現に向けて重要な選択肢であり、従来から存在する回収・利用技術を基盤に、近年、研究開発・実証・商用化が急速に進展している。今後は、再生可能エネルギーの活用やライフサイクルでの排出削減効果を確保しつつ、さらなる導入拡大が期待される。この中で、上記CO₂と水素とを原料として合成されるeメタノールは、各種化学品の原料や燃料として注目されている。特に、欧州連合（EU）は「Fit for 55」¹⁾や「FuelEU Maritime」²⁾などの政策を通じて、船舶燃料に対する温室効果ガス（GHG）排出規制を強化しており、これが従来の重油やディーゼルよりも環境負荷の低いeメタノール需要増加を後押ししている。

このような背景のもと、eメタノール製造技術の開発と商業化は、世界中の主要プレーヤーによって推進されている。欧州では、デンマークのEuropean Energy A/S³⁾や、アイスランドのCarbon Recycling International⁴⁾などが先行しており、グローバルでは中国、北米の大手化学メーカーも大型プラント建設を進めている。

eメタノールを得るためのCO₂と水素からメタノールと水を生成する反応では、化学平衡的に正反応が不利であり、ワンパスの原料転化率が極めて低いため、未反応原料のリサイクルプロセスが大きくなる。さらに、合成過程で副生した水が触媒の劣化要因になるだけでなく、水と生成物との分離に設備コストやエネルギー消費が増加するなどの課題もある⁵⁾。

反応で生じたメタノールと副生水を反応場から系外に分離することで、触媒劣化を抑制するとともに、化学平衡以上のCO₂転化率を達成し設備コストやエネルギー消費を大幅に抑制することができる。これを実現するための方法として、膜リアクターを利用す

るプロセスが数社から提案され開発が進められている。他方、当社は一般社団法人HiBD研究所藤元所長が開発し、国立大学法人島根大学（以下、島根大学）小俣教授が研究を進めた内部凝縮型反応器（Internal Condensation Reactor、以下ICR）^{6),7)}に着目し、eメタノール製造技術に適用することで、化学平衡を大きく上回るCO₂転化率を達成することができた。本稿では、ICR技術の特徴について他社が商業化しているeメタノール製法（従来法）との違いを中心に紹介する。

内部凝縮型反応器（ICR）の原理

従来法においては、CO₂/H₂の原料ガスは触媒層内で反応し、この温度圧力条件下での平衡転化率に達した時点で見かけ上反応が停止する。一般的な条件において、CO₂の平衡転化率は20%である。

一方、ICR技術においては、この温度圧力条件下での平衡濃度に達した後、平衡組成の混合ガスが反応器内に設置された冷却部により凝縮され、重力により反応器下部へ移動して排出される。これにより触媒層内のメタノールと水の濃度は常に平衡組成よりも低い状態に保たれるため、反応器全体として平衡転化率を超えることが可能となる。Fig. 1にICRの概念図を示

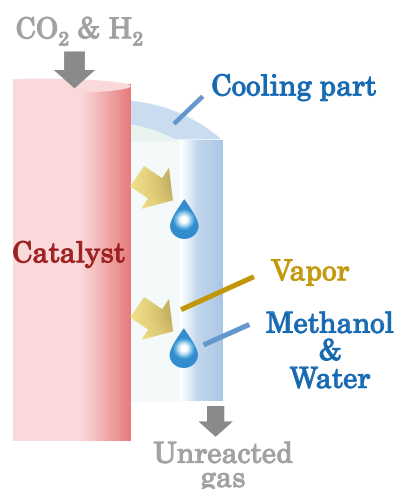


Fig. 1 Principle of ICR (conceptual diagram)

*現所属：工業化技術研究所

す。図は円筒形反応器の内部の一部分であり、生成したメタノールと水は、触媒を充填した触媒層と冷却部の間の空間部で凝縮する。触媒使用量と反応条件の組み合わせにより、原理的には90%程度までCO₂転化率を上げることができる。

ラボスケールによる原理検証

ICRの原理検証のため、Fig. 2に示す装置を作製した。原料ガスであるCO₂/H₂を上部から供給し、予熱ゾーンで温度を上げたのち、反応器内部に充填した触媒と接触させる。生成したメタノールと水は反応器外側のジャケット内を流れる冷却媒体により冷却されて反応が進行し、液・ガスの混合物を反応器下部から回収する仕組みである。

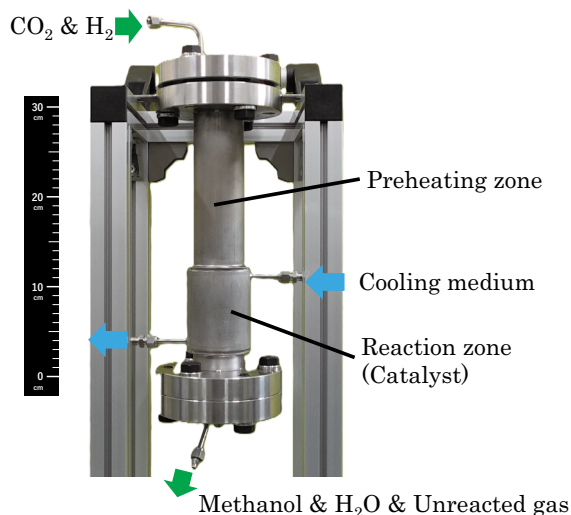


Fig. 2 Appearance of ICR lab prototype

Fig. 3に0.9MPaGの条件下、ICRラボ試作器を用いた反応実験で得られた典型的なメタノール収率および、各温度におけるメタノール収率の平衡値を示す。

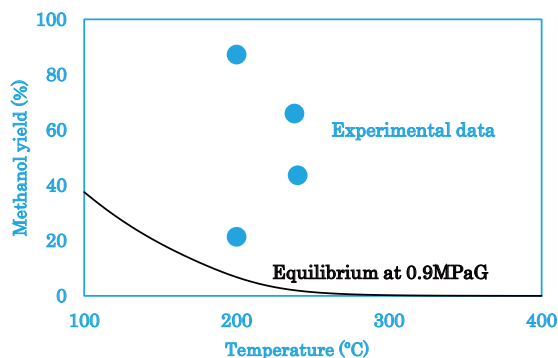


Fig. 3 Methanol yield obtained by ICR

ICRを用いることで、一般的なCO₂を原料とするメタノール合成の反応圧力5~10MPaGよりも低い圧力でも、CO₂転化率が平衡を大きく超え、20~90%の収率でメタノールが生成することを確認した。また、メタノール選択率は従来法と変わらず、副生物についてもほぼ同等であった。ラボスケールにおける原理検証に成功したため、パイロットスケールでの実証に進めることとした。

パイロットスケール検討

当社は、50~100トン/年規模のICR法によるパイロット設備を愛媛工場（愛媛県新居浜市）に設置し、2023年に運転を開始した。Fig. 4にパイロット設備の外観を示す。反応器は単管であり、主な検討項目はICR内部での凝縮方法の検討、熱バランスの把握、ならびに触媒の長期安定性の確認である。収率向上や熱効率改善を意図した改造も行いながら、2年以上トラブルなく検討を行っており、ワンパスのCO₂転化率の実績値は40~80%であった。転化率に幅があるのは、反応条件や凝縮方法の違いによるものである。このようにパイロットスケールでの検証により、工業化を見据えた実用レベルの技術であることが確認されつつある。



Fig. 4 Pilot-scale equipment

プロセスの特長と競争力

ICR法の特長の一つは、高効率な反応システムとシンプルなプロセス構成により、設備費の削減が期待できる点である。ICR法メタノール合成プロセスをFig. 5に示す。主に原料ガス圧縮工程、反応工程、気液分離工程、精製工程から成り、未反応ガスは分離し反応器にリサイクルされる。これは従来法と同じ構成であるが、リサイクルガス量が大きく異なる。Fig. 5中の

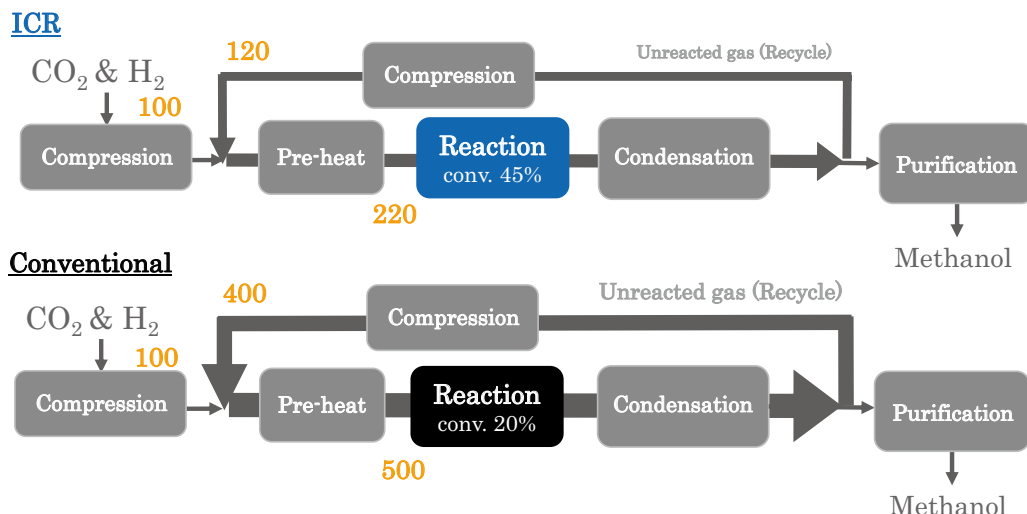


Fig. 5 Methanol production process (upper; ICR method, lower; conventional method)
The numbers represent the relative amounts of fluid at each step.

数字は、従来法およびICR法のワンパスCO₂転化率をそれぞれ20%、45%とした場合の各工程に存在する相対的な流体の量である。ICR法では、従来法に比べリサイクルガスの流量を7割、反応器入口ガスの流量を6割削減できることになる。

Fig. 6は原料ガスの圧縮やメタノールの精製の工程を除いた反応工程に関わる機器費をICR法と従来法で比較し、反応器、熱交換器、リサイクルガスの圧縮機の内訳も示している。前述のとおり、ICRは反応器の内部に熱交換の機能を持つため、従来法の反応器よりも高額となる。しかしながら、ワンパスCO₂転化率が高いために熱交換器のサイズや基数を削減することが可能となり、反応工程に関わる機器費全体で見れば約40%の削減が見込める。さらには、プラントの敷地面積の削減など初期投資の抑制と高い競争力が期待できる、当社独自の先進的なプロセスである。

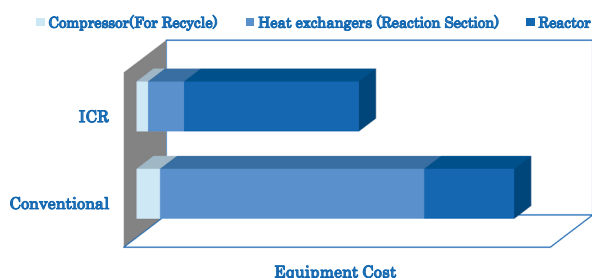


Fig. 6 Equipment cost comparison (Reaction part only)

Fig. 7では、CO₂と水素の供給から精製したメタノールを得るまでの製造工程全体で使用するスチーム

および電力のエネルギーについてICR法と従来法との比較を行っている。ICR法については、**Fig. 6**の計算前提と同じくワンパスCO₂転化率45%で運転した場合を想定した。この値はパイロット運転における実績を踏まえた期待値となる。ここで、ICR法では、先述した反応条件や凝縮方法の適正化に加え、多段化や反応器構成の工夫によってワンパスCO₂転化率を幅広い範囲に調整し得る。この特徴により、立地も踏まえた柔軟なプラント設計が可能となるが、特にワンパスCO₂転化率を40~60%程度に抑制してリサイクルプロセス化するのが、トータルコストの観点で有利とされている。従来法に関しては、文献⁸⁾に記載のプロセス情報をもとに当社ICR法の計算と前提を合わせるようにプロセスを微修正した結果を反映している。

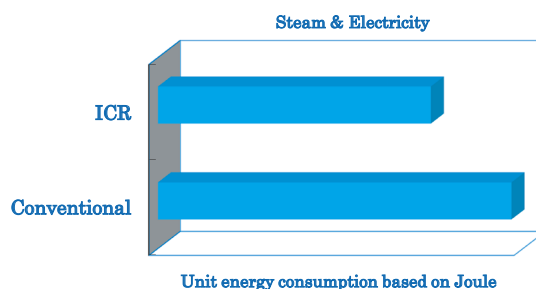


Fig. 7 Comparison of unit energy consumption (Steam and electricity)

この図に示すように、プロセス全体のエネルギー消費についてICR法は従来法に比べて省エネルギーで、コスト面と環境負荷の両面で優れたプロセスとなることが期待される。一方、従来法は先述したとおりワン

パスの転化率が低いためにリサイクルとして循環するガスが多く、エネルギー多消費型プロセスという課題がある。また、ICR法によるメタノールは、CI値⁹⁾の観点で優位となるポテンシャルがあり、低炭素燃料へのニーズの高まりとともに、その価値向上が期待される。

おわりに

当社は島根大学と連携しCO₂とH₂からメタノールを合成する反応に適したICRを開発し、パイロット試験による検証とブラッシュアップにより、工業化に向けた基盤技術をほぼ確立した¹⁰⁾。

ICRではワンパス転化率を高められることから、従来法よりも建設費が抑えられ、かつプロセスのシンプル化も期待される。さらにプロセス条件を緻密に制御することでエネルギー消費量の削減が期待される。

今後は「Sumitomo Process for eMethanol Production」¹¹⁾として、社外への技術ライセンスも視野に入れながら、社会実装に向けた取り組みを行う予定である。

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の補助事業（JPNP21021）において得られたものである。

引用文献

- 1) European Council, Fit for 55, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/> (参照2026/2/17)
- 2) European Commission, European Green Deal: Agreement reached on cutting maritime transport emissions by promoting sustainable fuels for shipping, (2023), https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1813 (参照2026/2/17)
- 3) Renewable Energy Liquefied for Tomorrow, (2026), <https://europeanenergy.com/kasso/> (参照2026/2/26)
- 4) Carbon Recycling International HP, <https://carbonrecycling.com/> (参照2026/2/26)
- 5) 室井 高城, “触媒からみる炭素循環（カーボンリサイクル）技術2021”, シーエムシー・リサーチ, (2021).
- 6) 小俣 光司 ほか, ペトロテック, 42(2), 108 (2019).
- 7) 北九州産業学術推進機構 JP 4487103 (2010).
- 8) “Process Economics Program Report Review 2020-07”, IHS Markit (2020).
- 9) JOGMEC, LNG・水素・アンモニアの温室効果ガス排出量及びCarbon Intensity 算定のための推奨作業指針（CI ガイドライン第2版）, (2023), https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methanation_suishin/pdf/011_04_03.pdf (参照2026/3/9).
- 10) 住友化学(株), WO 2024/157578 A1.
- 11) Sumitomo Chemical Technology Licensing, <https://www.sumitomo-chem.co.jp/technology-licensing/> (参照2026/3/9).

ブロイラー飼料用パラプロバイオティクスの開発

住友化学株式会社

バイオサイエンス研究所

(現 先進基盤技術研究所)

近 藤 宏 哉

福 田 貴 子

興 梶 順 也

国際アグロ事業部アニマルニュートリション部

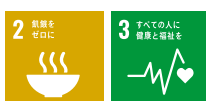
新 里 出

塔ノ上 毅

Valent BioSciences LLC

(現 Sumitomo Biorational Company LLC)

松 井 大 典



はじめに

ブロイラー（肉用鶏）は、栄養価の高いタンパク質源として、多くの国の人々の食生活を支えてきた。ブロイラーのFCR（飼料要求率；増体量に対する飼料摂取量の比率）は1.7程度と、ウシ（6.0～10）やブタ（2.7～5.0）と比較して効率良く¹⁾²⁾、安価に生産できることが特徴である。世界人口が増加を続ける中、急増するタンパク質の需要を満たすためにより効率的なブロイラーの生産が望まれている。

ブロイラー生産の効率化の手法として、低用量の抗生物質を飼料に添加して生産性を改善する飼育が行われてきた。この抗生物質は成長促進剤（Antibiotic Growth Promoters, AGP）と呼ばれる。しかし、AGPの多用により動物の体内で薬剤耐性菌が出現することが危惧されてきたことから³⁾、対策としてEUでは2006年には全てのAGPの使用が禁止され⁴⁾、米国でも2017年から、ヒト医療に重要な抗生物質については、同目的での使用が禁止されている⁵⁾。一方でAGPの使用規制は、増体が鈍化するだけでなく、抗生物質によって抑えられていた感染症の蔓延・暑熱等の各種ストレスへの耐性低下といったさまざまな問題を生み出すことにもつながっている。そこで、AGPの代替となってブロイラーの免疫系を強化し、生産性を向上させるような飼料添加用の資材が世界中で求められている。

ブロイラー飼料用パラプロバイオティクス

プロバイオティクスは「適切な量を投与すると宿主に健康上の利点をもたらす“生きた”微生物」として定義され（FAO（国連食糧農業機関）／WHO（世界保健機関）、2001年）、家畜の生産にも利用されてきた

が、プロバイオティクスは製品としての保存期間が短いものや、飼料加工時の加熱工程によって有効性が影響を受けやすいものも多い。そこで近年注目されているのがパラプロバイオティクスであり、「十分な量で管理すれば宿主に利益をもたらす“不活化された”微生物細胞」と定義されている⁶⁾。不活化された菌であっても免疫活性を持つ菌体構成成分は保持されており、プロバイオティクスと同様の効果が期待できる。プロバイオティクスと比較して保存性・熱安定性に優れ、薬剤耐性遺伝子の伝播リスクは非常に低く（Fig. 1A）、AGPの有望な代替資材として期待される。

ABG0016株（Fig. 1B）は、*Lactiplantibacillus plantarum*に属する植物性乳酸菌であり、沖縄県のフルーツから単離された。われわれは、マウスマクロファージ様細胞株Raw264.7を用いた免疫活性評価およびブロイラー脾細胞を用いた*ex vivo*免疫活性評価を実施し、300株以上の乳酸菌ライブラリーから本菌株を選抜した。本稿ではパラプロバイオティクスABG0016株をブロイラーに給与した際の育成成績・免疫機能・腸内環境に及ぼす影響について分析した結果を報告する。

フィールド試験におけるパラプロバイオティクスの効果確認

ABG0016株がブロイラーの育成成績に与える影響を評価するため、大規模フィールド試験を実施した⁷⁾。試験区として、NC: 投与無し（基礎飼料のみ）／PC: AGP（バシトラシン）／LOW: ABG0016株2 ppm／MID: ABG0016株5 ppm／HIGH: ABG0016株10 ppmを設定し、2000羽のブロイラー（雄）ヒナをランダムに分けた。動物数は各試験区あたり400羽（25羽×16

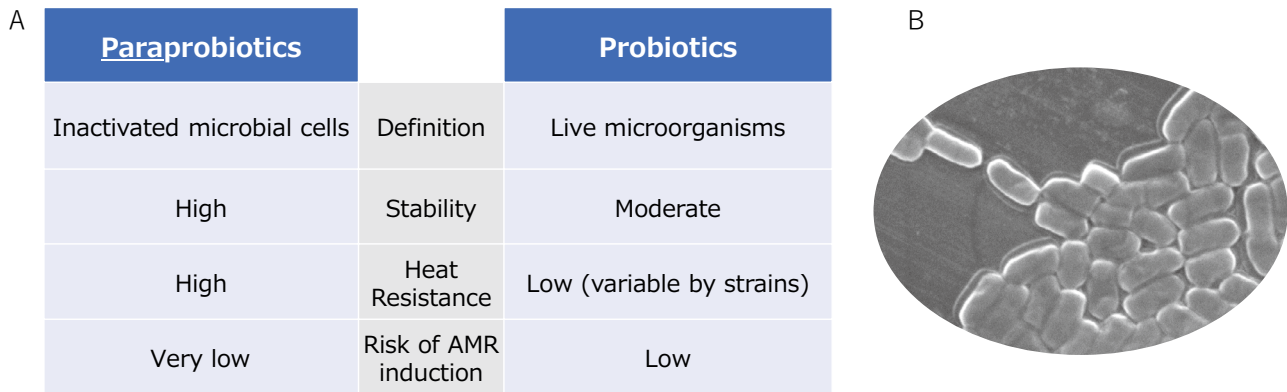


Fig. 1 (A) Comparison between paraprobiotics and probiotics (Abbrev.: AMR, antimicrobial resistance)
(B) Electron microscopy image of *Lactiplantibacillus plantarum* ABG0016 strain

反復)とし、ABG0016株は飼育期間(0~43日齢^{れい})を通して混餌^{こんじ}で給与した。商業農場環境を再現するため、全試験区に低濃度の*Clostridium perfringens*(病原菌)を負荷し、使用済み床敷きを利用した状態で資材の効果を評価した。

出荷齢である43日齢までの体重増加量(BWG)と飼料要求率(FCR)を算出した結果、MID区およびHIGH区で体重増加量が向上し、NC区およびLOW区に対して統計的有意差が認められた。FCRについてはMID区およびHIGH区において、NC区に対して統計的有意な改善が認められた(**Fig. 2A**)。死亡率については、試験区間に統計的有意差は認められなかった(**Fig. 2B**)。上記成績を統合した生産指数であるEPEF(European Production Efficiency Factor)を計算した結果、MID区が最も高い値を示し、NC区から約4%向上した(**Fig. 2C**)。EPEFはブロイラー生産に

おける収益性を測る指標であり、この成績向上率は生産者に対して大きなインパクトになると期待される。

生体サンプル分析によるパラプロバイオティクスの作用メカニズム考察

パラプロバイオティクスが生体に作用する機構は、①免疫機能の調節、②免疫応答の変化による間接的な腸内環境の変化であると考えられる。ABG0016株がもたらす作用メカニズムを考察するため、ブロイラーから採材^{さいざい}した生体サンプルを用いて各種分析を行った^{7,8)}。

1. 免疫機能に及ぼす影響

ABG0016株が免疫機能に及ぼす影響を評価するため、脾臓中のサイトカイン(免疫細胞が産生する伝達物質)遺伝子5種の発現量を定量PCRによって測定した。その結果、IL-12/IL-10/IFN- α /IFN- β の四つ

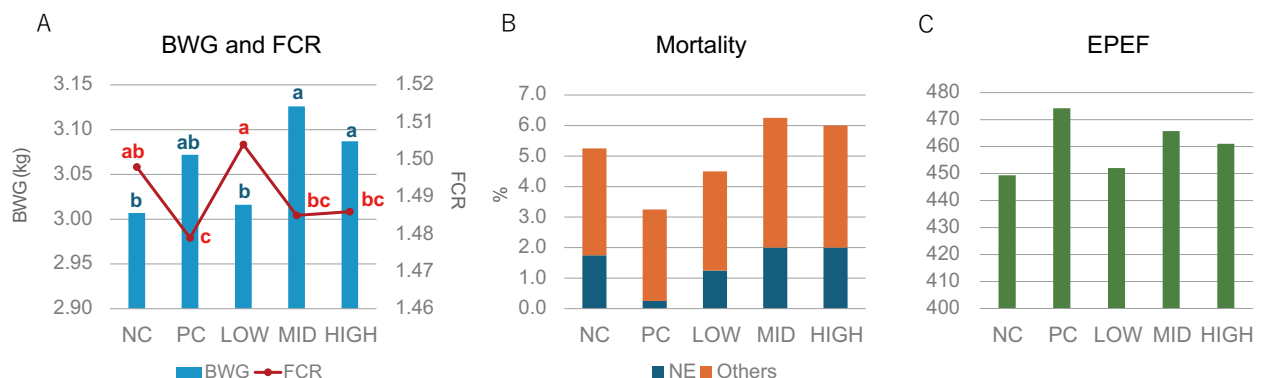


Fig. 2 Growth performance in the field trial

(A) Body weight gain (BWG) and feed conversion ratio (FCR) were calculated. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Fisher's LSD test ($P < 0.05$). Different letters denote significant differences. (B) Mortality rate by cause was calculated. NE, necrotic enteritis. (C) European production efficiency factor (EPEF) was calculated. The score was calculated using the following formula: (Livability (%) $\times$ Final Body Weight (kg)) $\div$ (Age in days $\times$ FCR) $\times$ 100. Data were analyzed using one-way ANOVA ($P < 0.05$).

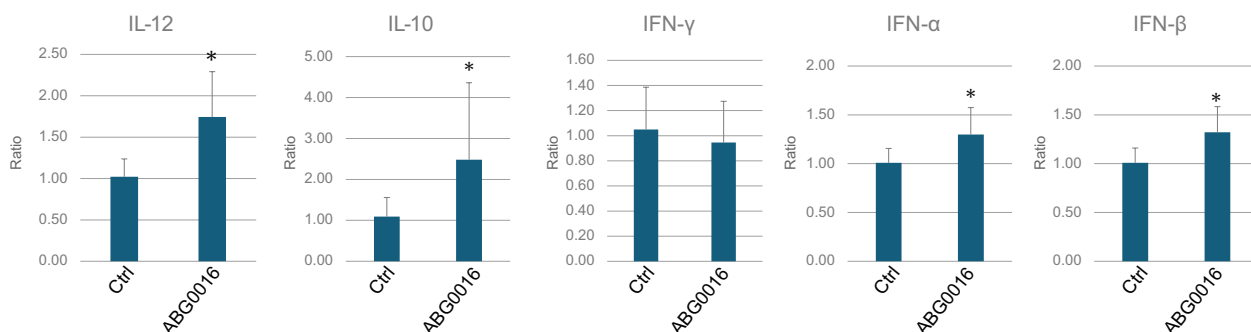


Fig. 3 Cytokine gene expression in the spleen
Data were analyzed using a *t*-test (* $P < 0.05$). Groups: Ctrl, control; ABG0016, paraprobiotic ABG0016 strain administered

の遺伝子発現が対照区に対して有意に増加していた (Fig. 3)。IL-12は獲得免疫系応答の惹起に重要であり、IL-10は過剰な免疫応答の抑制に寄与している。IFN- α および IFN- β は抗ウイルス応答において重要なサイトカインである。この結果から、ABG0016株の給与によってプロイラーの免疫機能が強化されていることが示唆される。

2. 腸内環境に及ぼす影響

プロイラーの消化管には細菌叢（多様な微生物の集合体）が形成されており、腸管免疫系・消化管の生理機能・生産性に影響を与えるため、宿主の健康に重要な役割を果たすことが知られている。ABG0016株が腸内環境に及ぼす影響を評価するため、回腸内容物中の細菌叢を次世代シーケンサーによって分析・解析した。その結果、*Romboutsia*属や*Lactococcus*属などの有

用菌の存在割合が対照区に比べて有意に増加していた (Fig. 4)。*Romboutsia*属の一部の菌種では、免疫活性化や腸内細菌叢の改善に寄与することが報告されている⁹⁾。また、*Lactococcus*属はいわゆる乳酸球菌の一群であり、ヒトやプロイラーでプロバイオティクスとして使用される有用菌である^{10),11)}。以上を踏まえると、これらの菌叢変化は、宿主の免疫調節や栄養吸収能の向上に寄与する良好な変化であり、パラプロバイオティクスは腸内細菌叢に直接作用する機構を持たないことから、ABG0016株が誘発した免疫調節によって間接的にもたらされたものと考えられる。

また、腸内細菌は宿主が摂取した食物繊維や難消化性糖質を発酵して短鎖脂肪酸を産生している。短鎖脂肪酸は多様な生理活性を持つことから、腸内細菌と宿主との相互作用を考察する上で重要な成分である。そこで、回腸内容物中の短鎖脂肪酸濃度をガスクロマト

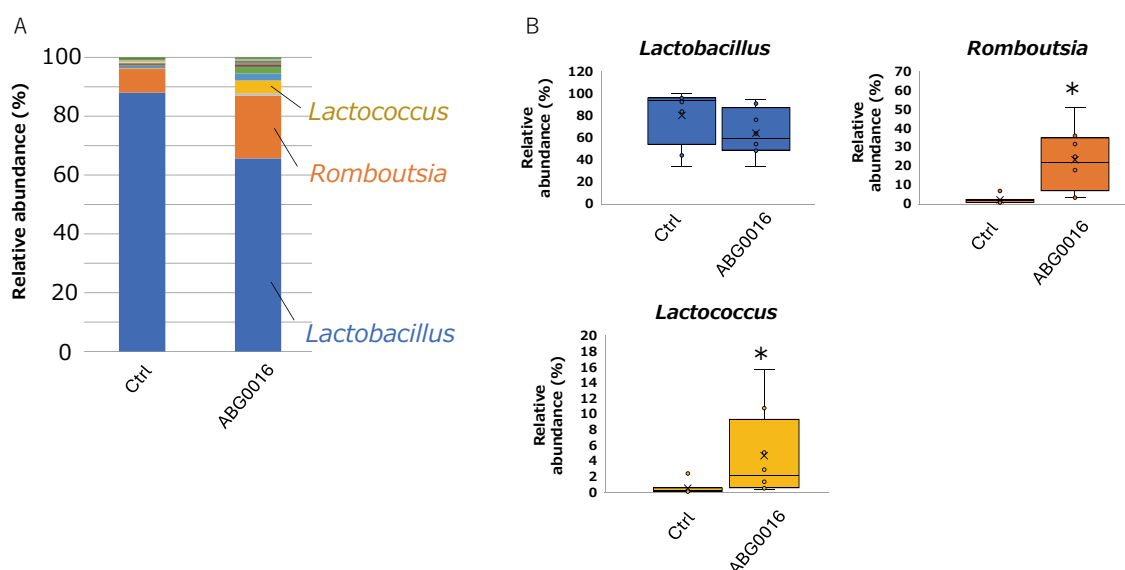


Fig. 4 Microbiota in ileal digesta
(A) Microbial composition (B) Abundances of predominant genera are shown. Data were analyzed using a *t*-test (* $P < 0.05$). Groups: Ctrl, control; ABG0016, paraprobiotic ABG0016 strain administered

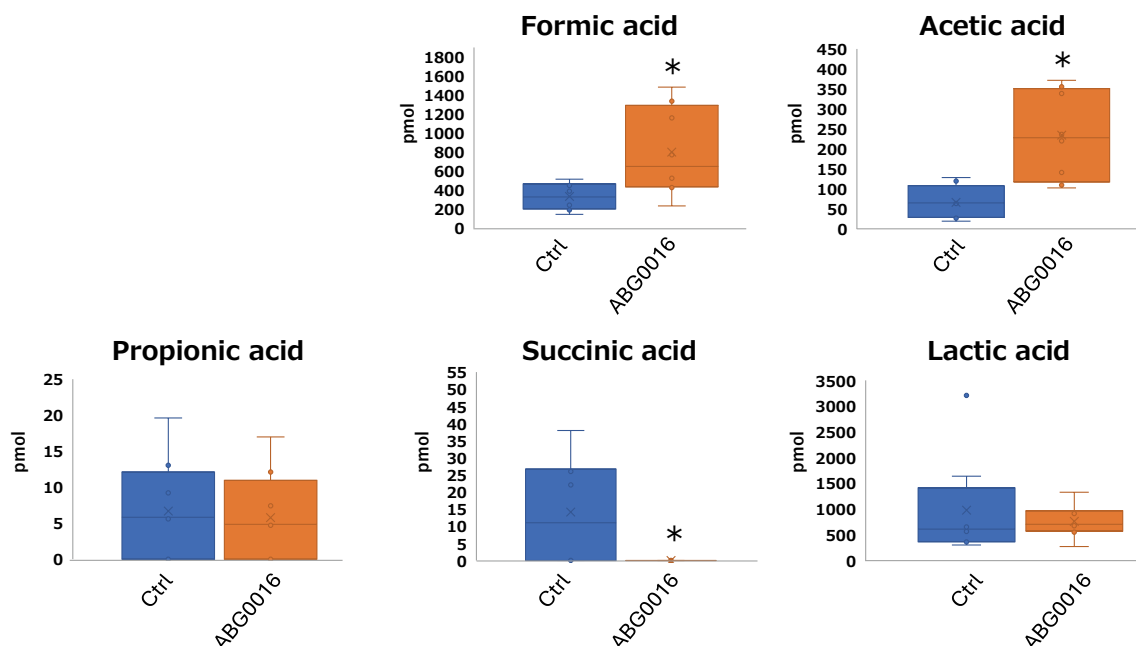


Fig. 5 Concentration of short chain fatty acids in ileal digesta
Data were analyzed using a *t*-test (* $P < 0.05$). Groups: Ctrl, control; ABG0016, paraprobiotic ABG0016 strain administered

グラフ-質量分析計 (GC/MS) によって分析した。その結果、パラプロバイオティクス投与によってギ酸および酢酸濃度の有意な増加、さらにコハク酸濃度の有意な減少が認められた (Fig. 5)。ギ酸は消化管内の pH を下げることで病原菌の増殖を阻害する作用を持ち、酢酸は消化管の上皮細胞のエネルギー源となり、腸管上皮バリア機能を強化する作用を持つことが知られている。先述の *Romboutsia* 属や *Lactococcus* 属の細菌はギ酸や酢酸を産生することが報告されていることから^{12),13)}、本結果は腸内細菌叢の変化によってもたらされた可能性が高いと考えられた。コハク酸は腸内細菌による発酵過程で生成する中間代謝物であるが、コハク酸が腸内に過剰に蓄積すると消化管に炎症を誘導することも知られている。本実験ではコハク酸濃度が有意に低下していたため、腸内細菌叢におけるコハク酸の利用が相対的に亢進し、発酵工程が停滞しにくい良好な状態であった可能性が示唆された。

おわりに

パラプロバイオティクス ABG0016 株はブロイラーの免疫機能を調節し、間接的に腸内環境 (腸内細菌叢および短鎖脂肪酸) を改善することで育成成績の向上をもたらすと考えられる。ABG0016 株を有効成分として含むパラプロバイオティクス資材は、製品名 SUMIFLORA-LP として販売される予定である。今後

も製品の改良や他畜種への適用拡大、新たな菌株の開発などを通して、世界の食糧問題の解決に貢献したい。

引用文献

- 1) M. J. Zuidhof *et al.*, Poultry Sci., 93, 2970 (2014).
- 2) J. P. Fry *et al.*, Environ. Res. Lett., 13, 024017 (2018).
- 3) Y. You *et al.*, Front. Microbiol., 5, 284 (2014).
- 4) C. Coglianini *et al.*, Microbe Magazine, 6, 274 (2011).
- 5) H. M. Salim *et al.*, Sci. Prog., 101(1), 52 (2018).
- 6) V. Taverniti and S. Guglielmetti, Genes. Nutr., 6(3), 261 (2011).
- 7) D. Matsui *et al.*, International Poultry Scientific Forum (2026).
- 8) H. Kondo *et al.*, International Poultry Scientific Forum (2026).
- 9) B. Song *et al.*, J. Anim. Sci., 102, skae286 (2024).
- 10) V. D. Navale *et al.*, Probiotics Antimicrob. Proteins, 17(5), 3458 (2024).
- 11) M. Wang *et al.*, Front. Microbiol., 15, 1381756 (2024).
- 12) J. Gerritsen *et al.*, PeerJ, 5, e3698 (2017).
- 13) P. Gaudu *et al.*, Microbiol. Spectrum, 7(4), 10.1128 (2019).

世界初のiPS細胞由来再生医療等製品の創製

株式会社RACTHERA

神戸リサーチセンター

平 松 里 恵

事業推進部

吉 田 賢 司

代表取締役社長

池 田 篤 史



はじめに

パーキンソン病は運動緩慢（動きが遅くなる）、静止時振戦（ふるえ）、筋強剛（筋肉のこわばり）、姿勢保持障害（転倒しやすくなる）といった運動症状を主とする進行性の神経変性疾患である。主な原因は、運動機能のコントロールに重要な中脳黒質から線条体へ投射するドパミン神経細胞の変性・脱落である。従来の医薬品が、残存する神経細胞に依存した薬理作用を有するのに対し、細胞医薬は細胞を外から補充することで、失われた神経回路の機能回復を目指す、全く異なるアプローチの治療法である。

住友ファーマ株式会社（住友ファーマ）は、iPS細胞を用いた細胞医薬の実用化に早期から着手し、アカデミアや異業種との連携を通じて研究・製造・臨床を一体的に進めてきた。これらの取組はその後、再生・細胞医薬事業を担う株式会社RACTHERA（RACTHERA）、ファーマの事業基盤を持つ住友ファーマ、細胞製造を担うS-RACMO株式会社（S-RACMO）のグループ各社が連携する体制へと発展している。その成果が、非自己iPS細胞由来ドパミン神経前駆細胞「アムシェプリ」（一般的名称：ラグネプロセル）であり、2026年3月に条件及び期限付承認を取得した。本稿では、その長い開発の経緯と技術的特徴、そして今後の課題と展望を概説する。

開発の経緯

1. パーキンソン病に対する再生医療の礎を築いたアカデミア

パーキンソン病を対象とした再生医療の歴史は古く、1987年にはスウェーデンで中絶胎児由来の中脳組織を用いた臨床研究が実施されている（Fig. 1）。胎児細胞の移植は、これまでに400例以上実施されており、患者脳内に移植された細胞が生着・機能することでパーキンソン病の運動症状を改善することが確認されている。しかし、胎児細胞には倫理的問題、品質

および供給の不安定さ、夾雑物による副作用といった課題があり、普及には至らなかった。このような中、2006年にマウスiPS細胞が、その翌年にはヒトiPS細胞の作製が報告された¹⁾²⁾。iPS細胞は皮膚や血液の細胞などから作られ、ほぼすべてのヒト組織に分化可能な万能細胞である。大量に増やすことも可能で、胎児細胞が抱える課題を解消することができるため、再生医療に理想的な原材料となった。iPS細胞の発明者、国立大学法人京都大学（京都大学）山中伸弥教授は2012年にノーベル賞を受賞している。

このiPS細胞技術の医療応用など実用化を目指して開設された京都大学iPS細胞研究所では、臨床用に樹立されたヒトiPS細胞株から、高純度のドパミン神経前駆細胞を大量に分化誘導する方法の確立に成功した³⁾。2018年から京都大学医学部附属病院（京大病院）にてこの細胞を用いた医師主導治験が実施され、その結果は2025年にNature誌に掲載された⁴⁾。治験では、7名の患者の脳内に細胞が移植された。重篤な有害事象が認められた症例はなく、全例で移植された細胞は腫瘍形成することなく生着し、ドパミン神経として機能し、有効性評価対象である6例のうち4例で運動機能の改善が認められ、治験前の設定基準から著効と判定された。これにより、ヒトiPS細胞由来ドパミン神経前駆細胞の安全性が確認され、有効性が示唆された。

2. 住友化学グループにおける再生医療の推進基盤

住友ファーマでは、1990年代から神経再生研究に着手している（Fig. 1）。初期の研究では、神経栄養因子や化合物で、傷害を受けた神経自身の再生を促進することを目指していたが⁵⁾⁶⁾、2007年のヒトiPS細胞の登場を受け²⁾、2012年には細胞移植による治療、組織再生研究の取組を本格化し、新たな専門組織として再生・細胞医薬事業推進室（RACTHERA社の前身となる部署）を立ち上げた。住友化学株式会社（住友化学）においても、2003年から化学物質の安全性評価へ

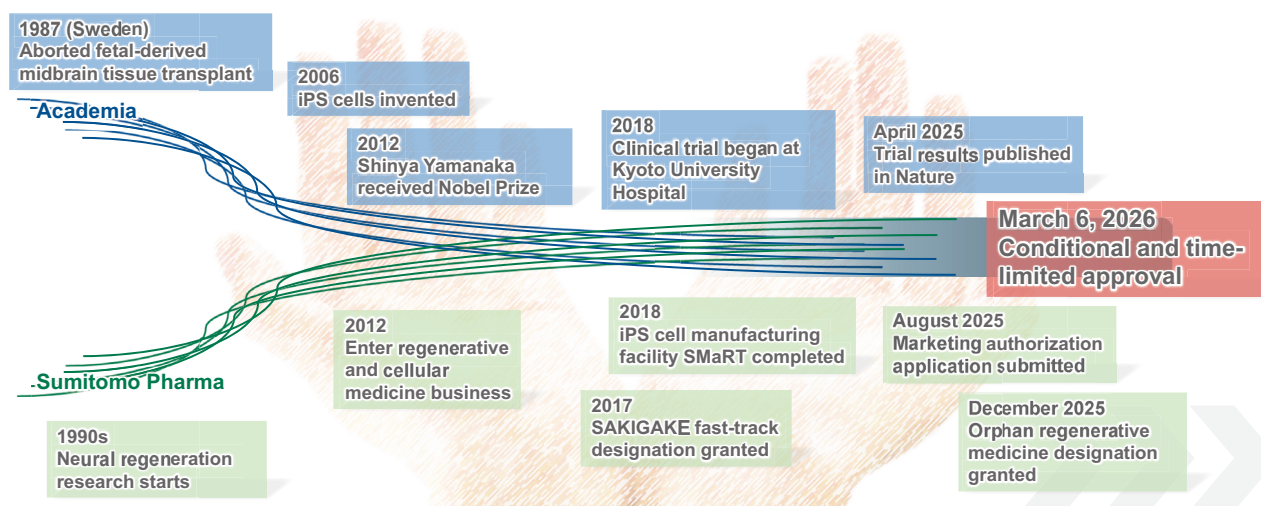


Fig. 1 History of research and development of regenerative and cellular medicine for Parkinson's disease

の応用を目的として、幹細胞研究に取り組んでおり、国立研究開発法人理化学研究所との共同研究を実施していた。これらのノウハウと研究員も再生・細胞医薬事業推進室に合流した。2014年から京都大学iPS細胞研究所とヒトiPS細胞の医療応用を目指した共同研究を開始し、延べ8名の研究員を派遣して、工業化に向けた課題解決を重ねた。例えば、初期の小スケールの製造では熟練の作業員により高品質な細胞を提供できるが、市販後の継続的な提供のためには安定的大量生産が必要で、製造プロセスの自動化や無菌性確保などが課題であった。そこで、自動培養装置や、低ダメージの高速細胞選別装置を機器メーカーと共同で開発し製法に導入した。また、細胞医薬品は一定のばらつきを持つ細胞の集団である。こうした不均一性を管理して医薬品としての品質を担保するには、重要品質特性（CQA）を把握し、品質評価法を確立する必要があった。さらに、製法変更時において変更前後の品質の一貫性を示すためにも、CQAに基づいた適切な品質評価法の整備が求められていた。これら課題解決の試みは、日本医療研究開発機構（AMED）事業に、4年間で総額約4億円の国家事業として採択された。住友ファーマが代表機関を務め、学から産への技術トランスファーを行った。

この間、先駆的医薬品等指定制度の指定をiPS細胞由来製品として初めて受けることに成功した。2018年には、開発した専用機器や細胞培養システムを装備した世界初のiPS細胞商用製造施設（SMaRT）が完成した。京大病院で行われた治験では、最初の3例では京都大学で製造された細胞が、後半の4例ではSMaRTで住友ファーマが改良した製法で製造された細胞が使

用された。医薬品の製法・製造所の変更は、品質の同等性・同質性の観点から重大な変更とされるが、先行事例のない中、その妥当性を科学的・薬事的に理論構築し、規制当局と議論を重ね、変更を実現した。そして、2025年8月に京大病院で行われた治験の結果をもとに製造販売承認を申請した。

3. 制度整備と政策が生んだ社会実装への追い風

山中教授のノーベル賞受賞後、日本では再生・細胞医薬の実用化を支える法制度・政策が相次いで整備された。2013年の医薬品医療機器等法の成立や条件及び期限付承認制度の導入を起点に、2015年にはAMEDが設立され、省庁横断で研究開発から実装までを一体的に支援する体制が本格化した。京都大学では基礎研究から治験まで、住友ファーマでは商用製法の開発において、AMEDより一貫した支援を受け研究開発を行った。これらの制度的後押しは、アムシェプリの研究開発・社会実装における追い風となった。

以上のように、産学官がそれぞれ培ってきた取り組みを重ね合わせた結果として、30年以上におよぶ研究開発の蓄積が結実し、世界初のiPS細胞由来再生医療等製品「アムシェプリ」が誕生した。

今後の展開を支える住友化学グループ

住友化学グループは、RACTHERAの研究開発力、住友ファーマの医薬品事業基盤、住友化学の工業化・分析・品質管理技術、ならびにS-RACMOの細胞製造技術を結集し、グループ全体として再生医療でしか実現できない新たな価値の創出を目指している。こうし

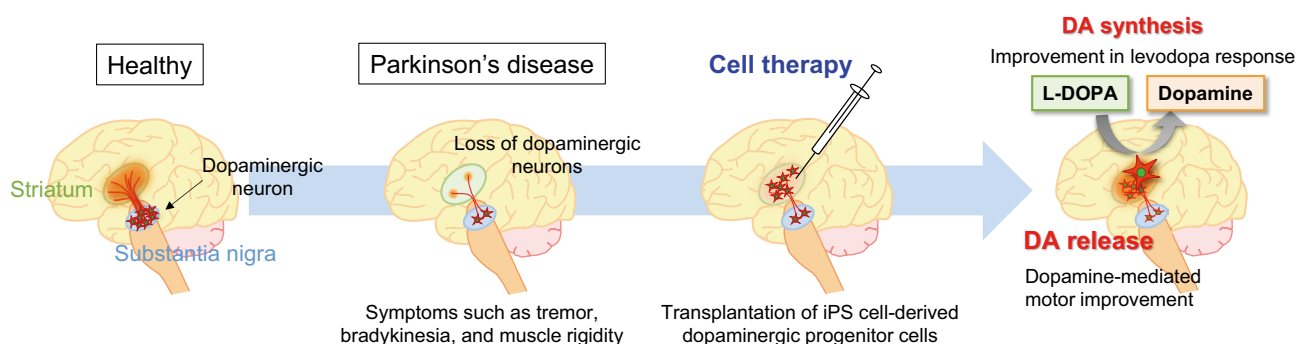


Fig. 2 Expected mode of action of iPS cell-derived dopaminergic progenitor cells

たグループの総合力を背景に、住友ファーマは、アカデミアや異業種企業との協働を通じて技術や知見を取り込みながら、iPS細胞の初期研究から製造体制の構築、当局対応といった経験を蓄積してきた。今後、これらの基盤をもとに、開発対象の範囲を段階的に広げながら、より複雑で多くの細胞を必要とする疾患領域にもグローバルに対応していく。アムシェプリは、この取り組みの第一歩である。

アムシェプリ

1. 製品概要

アムシェプリは非自己iPS細胞由来ドパミン神経前駆細胞である。本製品は、既存の薬物療法で十分な効果が得られないパーキンソン病患者の運動症状の改善に使用される。移植後、脳内に生着したドパミン神経細胞はドパミンを自律的に産生・放出することに加え、薬物治療の効果を高めることが期待される (Fig. 2)。

2. 条件及び期限付承認制度および本承認に向けた取り組み

再生医療等製品の条件及び期限付承認制度は、有効な治療法が乏しい重篤な疾患に対して、安全性と一定の有効性が確認された段階で、早期に治療アクセスを可能とする仕組みである。販売後にデータを収集し、安全性および有効性について改めて評価した上で、期限内に再度承認申請を行う。

販売後の検証では、治療を受ける全例を対象に医療機関から通常診療下の情報を収集する使用成績調査を実施する。また、販売後の有効性の評価では、治験結果の再現性を確認することが重要となる。治験では病態の進行度を反映する指標として、薬を完全に中止した状態での運動機能評価が行われ、改善が認められている。また、PET検査により、ドパミン神経細胞が生

着し、機能していることが確認された。これらの評価には入院が必要であり、通常診療では行われないことから、本製品では、製造販売後臨床試験 (Phase 4試験) としてこれらの評価を含む検証試験を行い、安全性および有効性を確認する。

Phase 4試験は7施設で実施し、予定登録患者数は35例である。対象となる患者の年齢は最初の30例では18歳以上65歳以下で、その後の5例は65歳を超える症例を対象とする。Phase 4試験では、移植後2年間フォローアップを行う。

承認後の初期段階では、治療を急速に広げるのではなく、まずは適切な体制を備えた限られた医療施設において、Phase 4試験の患者のみを対象に治療を開始する。2～3年間でPhase 4試験の患者登録を終了し、その後、実施施設および対象患者の範囲を段階的に拡大する計画である。この間、移植施設の体制整備と症例情報の収集、知見の蓄積を通じて、治療の質向上を図っていく。

おわりに

条件及び期限付承認の取得は、再生医療の実装における大きなマイルストーンであるが、終着点ではない。再生医療に対する多くの期待を背負った製品として、本承認を取得し、必要とする患者が適切に受けられる医療として社会に確実に届ける責任がある。そのためには、実臨床での使用を通じて追加エビデンスを取得し、製品を育てていくことが欠かせない。

また、こうした取り組みは、アムシェプリ製品にとどまるものではない。30年以上に及ぶ試行錯誤の末に形づくられたこの道筋は、今後続く製品群の社会実装を支える基盤となることが期待される。

今後も、産学官の協力を念頭に一歩ずつ確実に前進し、患者に真に役立つ医療へと育てていきたい。

引用文献

- 1) K. Takahashi and S. Yamanaka, *Cell*, 126(4), 663 (2006).
- 2) K. Takahashi *et al.*, *Cell*, 131(5), 861 (2007).
- 3) D. Doi *et al.*, *Nat. Commun.*, 11, 3369 (2020).
- 4) N. Sawamoto *et al.*, *Nature*, 641(8064), 971 (2025).
- 5) A. Kishino *et al.*, *Exp. Neurol.*, 144(2), 273 (1997).
- 6) S. Kaneko *et al.*, *Nat Med.*, 12(12), 1380 (2006).

バイオ可塑剤 TBIO+ (ティビオプラス)

田岡化学工業株式会社 研究所

松島歩海
森愛美香
葛山圭悟
西墻朝香



はじめに

地球温暖化の進行と海洋プラスチックごみに代表される環境汚染の深刻化を背景に、国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）をはじめとする国際交渉の場では、温室効果ガス削減と並行してプラスチック汚染対策および循環型経済への移行が重要課題として位置づけられている。特に、プラスチックのライフサイクル全体を対象とする国際的な包括的枠組みの構築が進められ、化石資源依存からの脱却と再生可能資源の活用が求められている。こうした潮流の中で、日本では2019年5月に「プラスチック資源循環戦略」が策定された¹⁾。この戦略では、「3R+Renewable」を基本理念として、ワンウェイプラスチック排出量の削減、リユース・リサイクル率の向上、使用済みプラスチックの100%有効利用、さらにバイオマスプラスチック利用促進などが目標として掲げられ、代替素材としてのバイオプラスチックの導入拡大が明確に位置づけられた。また、本戦略の実行力を高めるための具体的な法制度として、2022年4月に「プラスチック資源循環促進法（プラスチック資源循環法）」が施行された²⁾。同法は、プラスチック製品の設計段階から使用、排出、回収・リサイクルに至るライフサイクル全体を対象に、設計指針の策定、特定プラスチック使用製品の使用の合理化、自治体による分別回収の拡充、事業者による自主回収・リサイクル計画の認定制度等が制度

化された。なお、バイオプラスチック導入促進に関しては、2021年に作成された「バイオプラスチック導入ロードマップ」において、「2030年までにバイオプラスチックを最大限（約200万トン）導入する」という世界トップレベルの野心的なマイルストーンが示されている³⁾。

Fig. 1で示されるように、バイオプラスチックとは生分解性プラスチックおよび／またはバイオマスプラスチックの総称であり、生分解性という機能とバイオマスという原料物質の異なるふたつの視点から分類されるものである。バイオプラスチックとしてこれまで注目されてきたのはバイオプラスチック材料そのものであり、それに配合される添加剤の研究は十分に進められていなかった。プラスチックには、酸化防止剤、紫外線吸収剤、帯電防止剤、滑剤、難燃剤、可塑剤、核剤、透明化剤、架橋剤、充填剤、顔料、着色剤などさまざまな添加剤が配合されている。したがって、本質的なプラスチック資源循環のためには、配合される添加剤にも、生分解性またはバイオマス由来性、あるいはその両方を備えることが重要であると考えられる。

当社は、1949年から今日までの長年にわたり塩ビ用可塑剤を中心とした非フタル酸系可塑剤のリーディングカンパニーとして、食品包装フィルム向けなどの多様な用途に対応する可塑剤を製造し、提供してきた。今回、当社は、これまで培ってきた知見を生かし

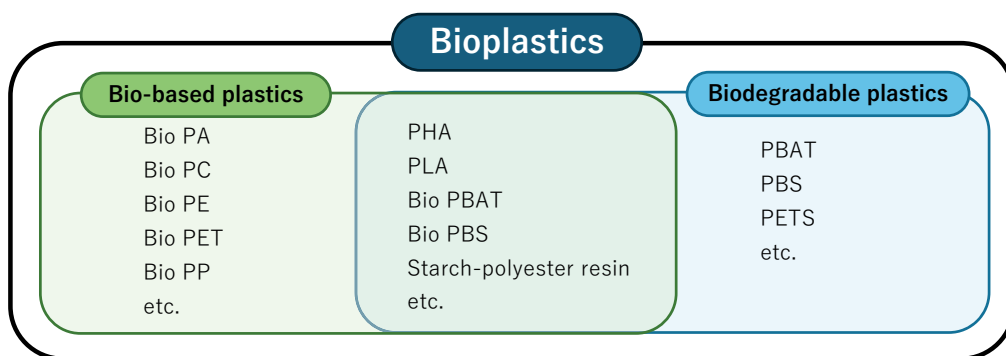


Fig. 1 Definition of bioplastic

てバイオプラスチック用添加剤の研究を進め、代表的な生分解性プラスチックであるポリ乳酸（PLA）などに適性を有するバイオ可塑剤 TBIO+（ティビオプラス）を開発した。TBIO+のラインアップには、BPCシリーズ、および既存の生分解性可塑剤であるATBC（アセチルクエン酸トリブチル）にバイオマス原料を適用したBio-ATBCが含まれる。

商標登録TBIO+の命名は、10以上の候補名の中から田岡化学の目指すところを表すものとして厳選した。TBIO+のTは、田岡化学とTerra（地球）を意味し、当社と地球環境、自然との調和を示唆し、BIOは生分解性およびバイオマス由来原料という意味を有する。最後に+（プラス）はPlasticizerのPlasと添加（プラス）するという意味を持たせた。

TBIO+（ティビオプラス） BPCシリーズ

1. ポリ乳酸（PLA）への適用

代表的な生分解性プラスチックであるPLA向けの可塑剤として、性能のバランスとともに生分解性と高バイオマス度を兼ね備えた可塑剤はあまり知られていなかった。当社は、これまで培ったエステル化技術を活用し、耐ブリード性などの特性に優れたPLA向けバイオ可塑剤TBIO+のBPCシリーズを開発した。

BPCシリーズは、PLAなどの生分解性プラスチックに適合する非フタル酸系の複合エステル型可塑剤であり、その基本化学構造は、（ポリ）アルキレングリコール／脂肪族ジカルボン酸／（ポリ）アルキレングリコールモノアルキルエーテル／アルコールなどの

エステル化合物である。これらは、PLAをはじめとする生分解性プラスチックとの高い相溶性を有し、少量の配合で優れた可塑性と耐衝撃性を付与できる。

Table 1に代表的なBPCシリーズ（BPC-110、113、117、137）の性能を示す。BPCシリーズでは、複合エステルの原料であるジカルボン酸とグリコール類やアルコール類との組み合わせを変えることで、可塑剤としての特性をコントロールできる。例えば、末端置換基を調整することで、高温・高湿環境下での優れた耐ブリード性（BPC-113）や、体積固有抵抗率が $5.2 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ と優れた帯電防止性能（BPC-117）を発揮させることができる。また、BPC-137はジカルボン酸の安定性向上により高い耐熱性を示す。このように、BPCシリーズは、当社のエステル化技術を用いることで容易に分子設計することができ、耐ブリード性、帯電防止性に加え、耐熱性、高バイオマス度など、望みの特性を有するグレードを合成することができる。全てのグレードにおいて86%以上の良好な生分解性を示すとともに、BPC-117およびBPC-137では、原料のジカルボン酸、グリコール類およびアルコール類に全てバイオマス原料を用いることができ、それぞれ100%に近いバイオマス度を有している。

PLAは天然物由来で比較的安価な生分解性プラスチックとして注目されているが、耐熱性と成形加工性に課題を有する。当社開発のTBIO+のBPCシリーズは、PLAに高い相溶性を示すとともにその可塑化効果により、硬くて脆い性質を有するPLAに柔軟性を付与し、成形加工性を改善することができる。BPCシリー

Table 1 Physical properties of BPC series

	BPC-110	BPC-113	BPC-117	BPC-137
	Standard type	Bleed-resistant type	High biomass content/ Antistatic type	High biomass content/ High heat resistant type
Biodegradability (%) ¹⁾	88	86	89	96
Bio-based content (%) ²⁾	49	47	93	98
APHA scale	30	30	30	30
Viscosity (mPa·s, 30 °C)	95	220	100	100
Relative density (20/20°C)	1.106	1.173	1.138	1.056
Refractive index (at 25 °C)	1.456	1.511	1.458	1.458
5% weight loss temperature (°C) ³⁾	236	226	223	256
Weight loss (% at 200 °C × 30 min)	13	16	27	5
Volume resistivity (Ω·cm)	3.2×10^8	2.3×10^8	5.2×10^7	1.0×10^9

1) JIS K6950

2) ¹⁴C analysis

3) TG-DTA (under N₂)

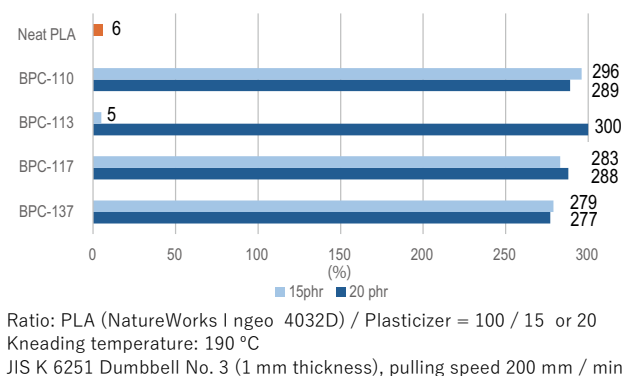


Fig. 2 Tensile elongation of PLA with BPC series

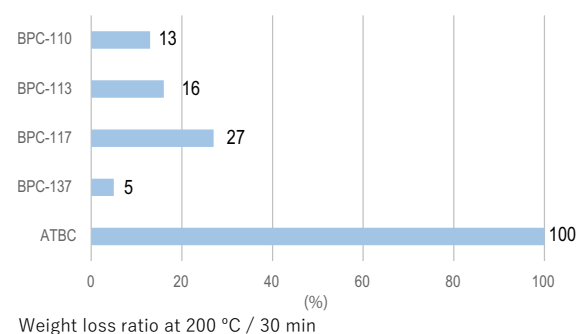


Fig. 4 Heat resistance of BPC series

ズ配合によるPLA可塑性（引張伸び）の評価結果を**Fig. 2**に示す。BPC-113を除き、PLAに対して15 phr（parts per hundred resin）の配合量で250%以上の引張伸びを確認した。BPC-113を用いた場合でも20 phrの添加で同等の引張伸びを示した。

可塑剤がプラスチックから浸出する「ブリード」は、成形時の不良発生、製品性能の低下、長期保管時の互着や外観不良などの問題を引き起こすため、耐ブリード性は重要な指標である。BPCシリーズをPLAに配合した場合の耐ブリード性（80°Cにおけるテストピースの重量減少率）の評価結果を**Fig. 3**に示す。BPC-113は20 phrの配合量でも重量減少率は0.7%であり、非常に低い重量減少率を示した。また、BPC-110およびBPC-117についても、可塑性を発現する15 phrの配合で十分な耐ブリード性を確認した。

さらに、可塑剤にとって重要な性能指標であり、プラスチックの耐久性にも影響を与える耐熱性を**Fig. 4**に示す。BPCシリーズでは汎用可塑剤であるATBCと比較して優れた耐熱性（200°Cでの重量減少率）を示す。特にBPC-137は、低揮発性により加熱混練成形時の生産安定性を向上させ、生産時の環境汚染の抑制にも寄与する点がお客さまにも高く評価されている。

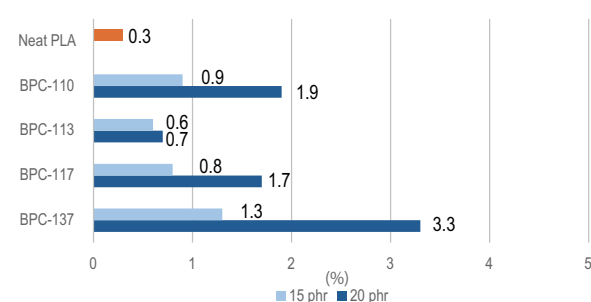


Fig. 3 Bleed resistance (Weight loss ratio at 80°C)

このように、TBIO+のBPCシリーズは複合エステルの骨格構造を変化させることで、さまざまな特性を持つ可塑剤の設計が可能である。今回はPLAへの適用例について紹介したが、セルロースアセートなどPLA以外の生分解性プラスチックへの適用も可能であり、適用範囲が広いこともひとつの特徴である。

2. ポリ塩化ビニル（PVC）への適用

高バイオマス度の可塑剤は、生分解性プラスチックだけではなく非生分解性プラスチックへの需要も高い。非生分解性プラスチックで代表的なポリ塩化ビニル（PVC）の場合、可塑剤の使用量が多いため、バイオマス度の高い可塑剤を使用することで一般社団法人日本有機資源協会（JORA）における高い数値のバイオマスマークの認定が可能となる。このような背景から、バイオマス度が98%と高いBPC-137はPVCへの適用が望まれている。

BPC-137と汎用のPVC向け可塑剤として知られるATBC、ジオクチルアジペート（DOA）、およびジオクチルフタレート（DOP）をそれぞれPVCに適用した結果を**Table 2**に示す。配合は、PVC（重合度1,000）／ステアリン酸カルシウム／ステアリン酸亜鉛／エポキシ可塑剤／可塑剤＝100／1／0.5／3／50とした。BPC-137は、汎用可塑剤と比較して低い体積固有抵抗（ $1.0 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ）を示し、配合シートに高い帯電防止性能（ $2.8 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ）を付与するとともに、耐ブリード性も優れていることから、高バイオマス度だけではなく性能面でも優位性を有している。

バイオ可塑剤 TBIO+／Bio-ATBC

当社が長年にわたり製造販売しているATBCは、日本バイオプラスチック協会（JBPA）の生分解性ポジティブリストに登録（登録番号B30050）されてい

Table 2 Physical properties of PVC sheets with various plasticizers

Plasticizer	Volume resistivity	Bleed resistance		Tensile strength	100% modulus	Tensile elongation	Durometer A hardness
	$\Omega\text{-cm}$	Immediately after sheet forming ¹⁾	Weight loss at 100 °C / 48 hr (%)	MPa	MPa	%	
BPC-137	2.8×10^9	none	2.2	22	7	397	86
ATBC	1.9×10^{11}	none	14.6	22	8	337	86
DOA	3.4×10^{10}	none	10.5	18	7	401	83
DOP	2.8×10^{11}	none	3.5	19	10	330	84

PVC sheet: PVC (DP: 1,000) / Calcium stearate / Zinc stearate / Epoxy plasticizer / Plasticizer = 100 / 1/ 0.5 / 3 / 50 (phr)

Kneading conditions: 100 °C / 3 min then 160 °C / 17 min

Heat press conditions: 185 °C × 40 MPa, 2 to 4 min

1) none : No bleeding by visual inspection

Table 3 Properties of Bio-ATBC

	ATBC	Bio-ATBC
Biodegradability (%) ¹⁾	82	82
Bio-based content (%) ²⁾	30	89
JBPA PL Number	B30050 B60409	
Resin with good compatibility	PLA, PHBV, CN, EC, PS, VA, VB, VC, VCA, PVC	

1) OECD 301C

2) ¹⁴C analysis

る生分解性可塑剤であり、日米欧を含む多くの国では食品包装用材料として認可されている。さらにその高い安全性で、食品包装用フィルムだけでなく、玩具、文房具、塗料、インキといった幅広い用途で使用されている。今回、環境負荷のさらなる低減のため、原料をバイオマス原料に変更し、バイオマス度を約90%にまで高めたBio-ATBCを開発した（Table 3）。Bio-ATBCは、従来のATBCが有する各樹脂への優れた可塑性や相溶性、加工性等の性能を損なうことなく、バイオマス度を大きく高めることに成功している。BPCシリーズに加えて、このBio-ATBCも生分解性バイオマス可塑剤として、従来の市場における顧客ニーズに応えるだけでなく、バイオマス可塑剤を求める新たな市場への展開を考えている。

おわりに

環境問題を解決するひとつの手段として、バイオプラスチックはますます重要度が増しているが、その添加剤にも生分解性またはバイオマス由来性、あるいはその両方を備えることが重要であると考えられる。今回、当社が開発したバイオ可塑剤TBIO+（ティビオ

プラス）BPCシリーズおよびBio-ATBCは、PLAなど生分解性プラスチックに求められる可塑剤として有用である。また、これらは、PVCなどの非生分解性プラスチックへの適用も可能であり、PVC製品のバイオマス度を高めることができることから、広くお客さまのニーズに応えることができる。本技術を起点に、可塑剤に限らず、潤滑油基油などの幅広い分野に展開し、持続可能な社会の実現に少しでも貢献していきたい。

引用文献

- 1) 環境省，“「プラスチック資源循環戦略」について”，<https://plastic-circulation.env.go.jp/about/senryaku> (参照 2026/4/7).
- 2) 環境省，“プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律”，<https://www.env.go.jp/content/000050379.pdf> (参照 2026/4/7).
- 3) 環境省，“バイオプラスチック導入ロードマップ” <https://www.env.go.jp/recycle/plastic/bio/roadmap.html> (参照 2026/4/7).

社会課題に、国境はない。

飲み水、燃、電気、薬。人が生きるすべての場所に、先人が遺した化学がある。それは知恵であり、汗であり、膨大な失敗と小さな発見の証だ。だから私たちは、この世界に未だ残る多くの困難に向き合いたい。声高なパフォーマンスより、寡黙に続ける貢献を。明日の称賛より、十年先の当たり前を。課題を越えるのは、いつだって信念だ。

静かに世界を変えていく



Society's challenges don't stop at borders

Water to drink, food to nourish, power to live, medicine to heal. Chemistry is quietly present wherever life takes root. What we've inherited isn't just technology. It's wisdom, effort, and the proof of hard-won progress. There are still many problems that remain unsolved. We continue to face them, not for show, but because it matters. Not for praise today, but so that someday, our solutions will feel like second nature. Driven by this firm belief, we strive to overcome any challenge.

Quiet Steps. Giant Leaps.



食糧

[フセキワイドフロアブル](#) (有効成分 [ピリダクロメチル含有](#))

イミノクタジンアルベシル酸塩との混合剤化により耐性菌発生リスクの低減を狙った新製品。

[Empera](#) (有効成分 [ラピディシル含有](#))

幅広い雑草に速効性を発揮し、不耕起栽培にも適した新しい除草剤で、環境負荷低減にも貢献します。

[ノビテク](#)

光合成の促進と耐暑性の増強により、作物の生育と収量を改善する天然物由来のバイオスティミュラント。

[Excalia Max](#) (有効成分 [インディフリン含有](#))

大豆の最重要病害であるさび病のほか、褐色輪紋病に対し優れた効力を示します。世界の主要市場へ展開中。

[アレス](#) (有効成分 [オキサゾスルフィル含有](#))

既存の殺虫剤に抵抗性を有する水稻の重要害虫に対して、育苗箱施用により優れた効果を発揮。

ICT

[高純度ケミカル](#)

東友ファインケム(株)

半導体製造で不純物を除去し、洗浄・乾燥をするための高純度薬品（過水・安水・硫酸・IPA等）。

[スミレジスト](#)
半導体回路の微細なパターンを形成する感光性樹脂組成物（フォトレジスト）。

[半導体関連 ポリカーボネート](#)

住化ポリカーボネート(株)

SDポリカは、優れた導電性、撓動性等を示し、半導体製造プロセスに好適に使用されます。

[化合物半導体材料](#)

レーザーダイオードやパワー半導体用の GaN 基板、高周波デバイス用の GaN on SiC、光通信用の InP エピ基板を提供します。

[スーパーエンブラ](#)

電子機器に欠かせない LCP や、航空機や医療用途に用いられる PES など、耐熱性や機械特性に優れた高性能樹脂です。

[高純度アルミナ \(HPA\)](#)

純度 99.99%以上、粒度が揃ったアルミナで、放熱材料、半導体製造装置の部材などに使用されます。

ヘルスケア

高度化低分子医薬 CDMO 事業

高度な有機合成技術を駆使し、国内外の製薬企業に供給する医薬品の有効成分（原薬）および中間体の CDMO 事業を実施。

医療用オリゴ核酸 CDMO 事業

高純度な長鎖核酸の独自合成技術を活かし、ゲノム編集治療に必要な長鎖核酸の CDMO 事業を実施。

再生・細胞医薬 CDMO 事業

S-RACMO(株)

当社の受託製造の知見と住友ファーマの再生・細胞医薬の知見を融合し、再生・細胞医薬製品の CDMO 事業を実施。

プロピレンオキシド

住友化学のプロピレンオキシド製造は、環境負荷や廃水が少なく、高効率・安全な独自技術を採用しています。

水酸化アルミニウム

住友化学のバイヤー法による水酸化アルミニウムは、粒径制御や不純物低減で多様なニーズに応えます。

高塩基度ポリ塩化アルミニウム

朝日化学工業(株)

高塩基度ポリ塩化アルミニウムは澄んだ水と持続可能な環境づくりを支える安心の凝集剤です。

環境

スミペックス

スミペックス（メタクリル樹脂）は、高い透明性・耐候性を活かし自動車部品やディスプレイ材料に使われます。

スミカセン

スミカセンは低密度ポリエチレンで、様々な成形法に優れた加工性と高いクリーン性を持つ製品です。

スミペックス Meguri

PMMA 廃材を熱分解して高品質な MMA に戻し、透明で美しい PMMA に再生します。

その他

Biondo

住友化学で培われた高度で高速な網羅分析技術を用いて素材と企業をつなぐデジタルサービスです。

危険体感教育

(株)住化分析センター

化学物質による火災・爆発事故を未然に防止します。講師派遣、e ラーニングなど最適な方法をご提案します。

バリア性評価

(株)住化分析センター

フィルム、パッケージの水蒸気、酸素などのガスバリア性能を評価し、新素材開発や製造を支援します。

日付	トピックス
2025年 4 月 2 日	医療用オリゴ核酸CDMO事業の米国CRO拠点設立について
2025年 5 月 1 日	先進デザイン集団ハイドサインと住友化学、企業向け制服素材でコラボレーションを開始 ～本社・共創ラウンジで、ファッションショーが開催されました～
2025年 5 月 8 日	住友化学グループとT2、化学品の自動運転トラックによる幹線輸送を実証 ～カーボンニュートラル燃料を用いた環境配慮型輸送にトライ～
2025年 5 月20日	新規殺菌剤「フセキワイド®フロアブル」、日本国内で販売開始
2025年 5 月20日	YouTubeコンテンツ「すみかのミカタ～ブドウ農家のミカタ『アブサップ®液剤』～」を公開しました
2025年 5 月23日	マイナビの農業人材マッチングアプリと提携、農業コミュニティの拡大を目指して ～当社農業総合情報サービス「つなあく」とのID連携でポイントが貯まる～
2025年 6 月 2 日	住友化学と東京科学大学、強相関電子材料で次世代環境デバイス創出を推進 ～低消費電力メモリの実用化に向け2件の革新的成果を発表～
2025年 6 月12日	バイオマス原料を使用したスーパーエンブラの量産技術を確立 ～LCP事業拡大へ向け、バイオものづくりによる新製品を投入～
2025年 6 月16日	「AIネイティブカンパニー」の実現に向け、新たなDX推進体制をスタート
2025年 7 月 7 日	室温にて強相関電子材料の電流方向依存の抵抗変化を発見 ～キラル磁性体における非相反電荷輸送の包括的理解～
2025年 8 月 5 日	当社子会社における再生・細胞医薬CDMO生産能力増強に関するお知らせ ～第3棟が竣工、さらなる事業拡大を目指し第4棟を新設へ～
2025年 8 月 8 日	「Sumika Sustainable Solutions」に8製品・技術を新たに認定
2025年 8 月18日	YouTubeコンテンツ「すみかのミカタ～GaN（窒化ガリウム）～」を公開しました
2025年 8 月19日	膜分離法によるCO ₂ 回収の実証試験に着手 ～国内初、ごみ焼却処理施設にCO ₂ 分離膜を導入へ～
2025年 8 月20日	エタノールからプロピレンを直接製造する独自プロセスのスケールアップを達成 ～石油化学産業の原料転換に貢献する新技術の実証を加速～（YouTube）
2025年 9 月22日	長岡市と住友化学、地域素材の活用でタッグ ～地域資源循環の実現に、網羅分析技術・マッチングシステム「Biondo®」で貢献～
2025年10月30日	農業関係者の経営効率化に寄与する新たなデータビジネスを開始 ～青果市況情報アプリ「YAOYASAN®」に分析機能を追加、さらに便利に～
2026年 2 月 5 日	ルーマス社と住友化学、PMMAケミカルリサイクル技術の商業スケールでのライセンス提供を開始 ～アクリル樹脂の資源循環をグローバルに推進～
2026年 2 月16日	YouTubeコンテンツ「すみかのミカタ ～【素材の未来を切り拓く】情報で天然素材と人をつなぐ『Biondo®』～」を公開しました
2026年 3 月31日	新規バイオスティミュラント剤「ノビテク」の国内販売を開始 ～光合成の促進と耐暑性の増強により、作物の生育と収量を改善～

日付	展示会
2025年 4 月11日	パワーエレクトロニクスに関連する、世界最大級の展示会「PCIM Europe 2025」出展のお知らせ
2025年 4 月23日	「化粧品産業技術展(CITE JAPAN 2025)」におけるBiondo®展示のお知らせ 【5月14日(水)～16日(金)／パシフィコ横浜】
2025年 4 月30日	食品原料・添加物に関する展示会「ifa JAPAN 2025」におけるBiondo®展示のお知らせ 【5月21日(水)～23日(金)／東京ビッグサイト】
2025年 5 月20日	「人とくるまのテクノロジー展2025」出展のお知らせ
2025年 5 月26日	自動車ライティングの最前線を共有するワークショップ 「The 35th DVN Tokyo Lighting Workshop」参加のお知らせ
2025年 8 月18日	「日本食品科学工学会 第72大会」／「第18回 日本ポリフェノール学会学術集会」における Biondo®紹介のお知らせ
2025年 8 月27日	「SEMICON India 2025」出展のお知らせ
2025年 9 月 9 日	「INCHEM TOKYO 2025」出展のお知らせ
2025年10月 1 日	「食品開発展2025」(Hi Japan)におけるBiondo®展示のお知らせ 【10月15日(水)～17日(金)／東京ビッグサイト】
2025年10月30日	「第5回 サステナブル マテリアル展」出展のお知らせ
2025年11月14日	「ケミカルマテリアルJapan2025」出展のお知らせ
2025年11月27日	「第3回 日本化粧品技術者会学術大会」におけるBiondo®紹介のお知らせ
2026年 1 月 8 日	世界最大級の光学・フォトンクス展示会「SPIE Photonics West 2026」出展および招待講演の お知らせ
2026年 1 月14日	第18回 オートモーティブワールド - クルマの先端技術展 - 出展のお知らせ
2026年 1 月19日	「ZET-summit2026」出展のお知らせ
2026年 1 月21日	自動車ライティングの最前線を共有するワークショップ 「39th DVN Munich Lighting Workshop」参加のお知らせ
2026年 2 月10日	「健康博覧会2026」におけるBiondo®展示のお知らせ 【2月25日(水)～27日(金)／東京ビッグサイト】
2026年 2 月27日	「日本農芸化学会 2026年度京都大会」におけるBiondo®紹介のお知らせ

青果市況情報を
もっと手軽に便利に活用

YAOYASAN (ヤオヤサン)

青果市況情報
YAOYASAN

YAOYASANとは

YAOYASANは、青果物の市況情報の提供に特化したスマートフォンアプリです。農林水産省が提供する青果市況情報※を、独自のグラフや表で分かりやすく可視化し、農業関係者の皆さまが行う出荷先の選定や、出荷の時期・数量の調整、価格設定など経営に直結する判断をサポートします。



青果市況情報 YAOYASAN
(<https://tsuna-ag.com/yaoyasan/>)

※ 青果市況情報は、農業データ連携基盤協議会が構築したデータプラットフォーム「WAGRI」(<https://wagri.naro.go.jp/>)の API「青果物市況情報」、「青果物卸売市場調査」を利用して提供



スマートフォンアプリ画面のイメージ

搭載機能

1. 市況速報

全国30カ所の主要卸売市場における青果物の価格（高値・中値・安値）や数量などの速報値を表示します。

2. 卸売価格動向

青果物の取引実績に基づき、品目・都市別の価格や数量の変動を確認できます。主要都市14カ所の卸売市場における変動を、最大で過去4週間分グラフで表示します。

3. 市況分析（有料）

2019年以降の青果市況情報を活用し、期間や対象を自由に指定したデータ分析ができます。品目×市場に産地を組み合わせたデータや、等階級のデータもグラフで表示します。あわせて、データをより多角的に把握できるよう、以下の機能も備えています。

- ・市場視点だけでなく、産地視点でもデータを並び替えて閲覧できます。
- ・順位がひと目で分かるランキングや、青果物の流通量を視覚的に確認できる地図など、多様な形式でデータを閲覧できます。

▶ 詳細は下記Webサイトを
ご覧ください。

<https://tsuna-ag.com/yaoyasan/>



▶ アプリストア（AppStore/GooglePlay）
からダウンロードして無料で利用できます。
ぜひお試しください。

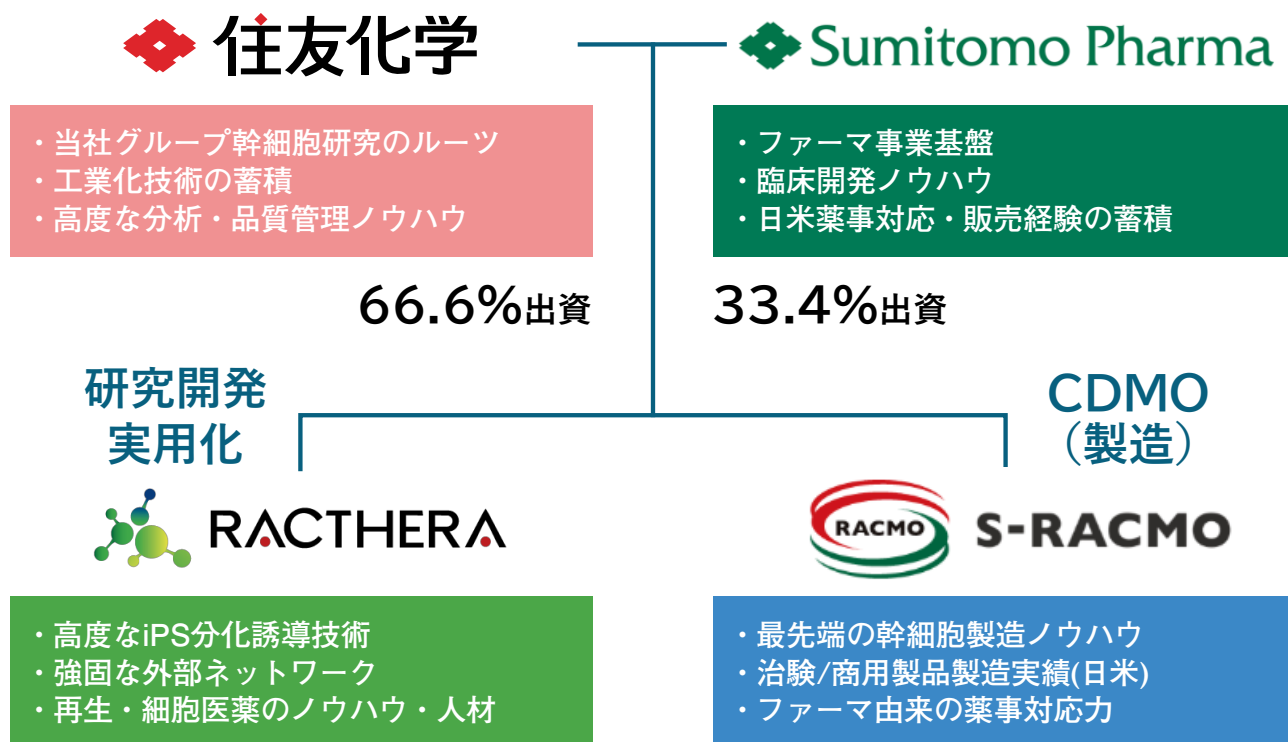


なお、有料サービス「市況分析」を利用する際は、農業情報総合サービス「つなあく」(<https://tsuna-ag.com/>)への会員登録(無料)とアプリストアでの手続きが必要となります。

住友化学グループの再生・細胞医薬事業

住友化学は、再生・細胞医薬事業を中長期的な新成長領域の中核の一つと位置付け、グループ全体で幹細胞研究、再生・細胞医薬の実用化に向けて長年注力してきました。

グループ丸の事業推進体制



Hot Topics

パーキンソン病治療用製品「アムシェプリ」

- ・iPS細胞由来製品として世界初の製造販売承認取得（条件及び期限付承認）
（本誌 技術紹介「世界初のiPS細胞由来再生医療等製品の創製」）

細胞製造設備（Cell Processing Center）の積極的増強

- ・第3棟“CRAFT”が完成し早々に稼働。経産省補助金を活用し第4棟新設へ。
（本誌 トピックス紹介）

当社グループの再生・細胞医薬事業は、世界初のiPS細胞由来製品の本格実装に向けて、また、CDMO事業の飛躍的な成長に向けて、非常に重要な局面にあります。

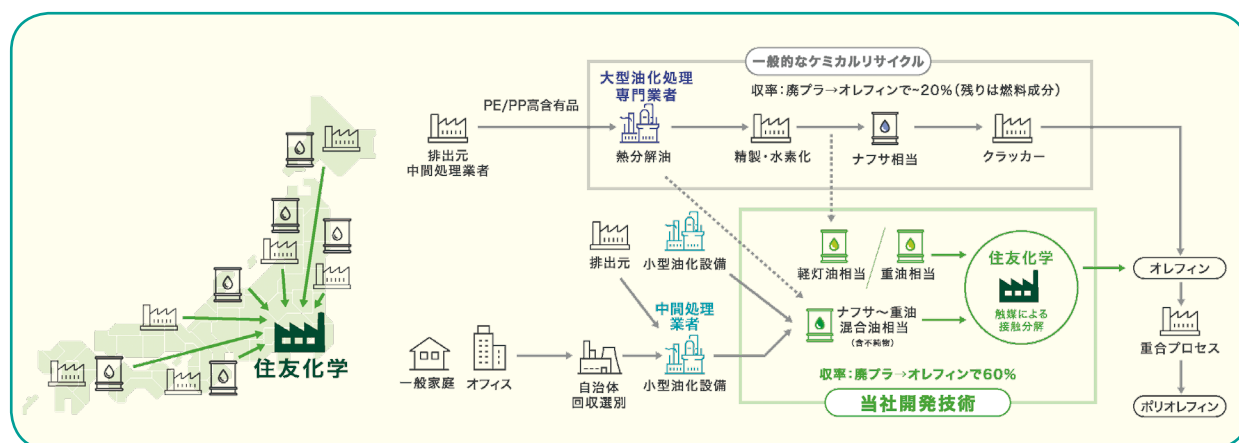
新たな革新的治療法を患者様に届けるべく、引き続きグループ丸となって、再生・細胞医薬事業の早期社会実装・拡大を推進し、社会課題の解決に貢献してまいります。

住友化学が推進する炭素資源循環の取組み

住友化学が進める廃プラスチック類を用いたケミカルリサイクルによるオレフィン製造とバイオマス資源を用いたオレフィン製造。これら2つの技術を柱として2030年以降の資源循環化社会の実現に貢献します。

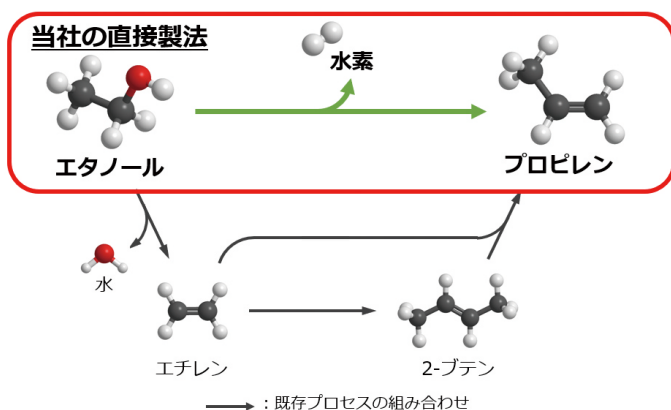
廃プラスチック類を用いたケミカルリサイクルによるオレフィン製造

- 従来のケミカルリサイクルは、熱分解油のうちナフサ代替として利用できる成分の量は限られており、オレフィン収率の向上が課題でした。当社開発触媒を活用した接触分解より、熱分解油から60%以上の高収率でオレフィンを製造することが可能です。
- 当社ケミカルリサイクル技術を実用化することで、これまで焼却や熱回収に回されていた幅広い品質の廃プラスチックを再生原料として有効活用できます。
- 廃プラスチックの大量排出元、中間処理施設の近傍に油化装置を設置することで、輸送効率の向上とともに、地域資源循環の推進、ひいては地方創生にも貢献します。



バイオマス資源を用いたオレフィン製造

- 糖質・デンプン質原料に加え、木質廃材や古紙などのセルロース系原料から得られるバイオエタノールを出発原料として、プラスチック原料となるオレフィンを製造します。
- これにより、化石資源への依存を低減し、原料の選択肢を拡げながら、資源の安定調達と循環の両立を支援します。
- CO₂を吸収して成長したバイオマス原料の活用により、ライフサイクル全体での温室効果ガス排出削減に貢献します。



パイロットプラント外観

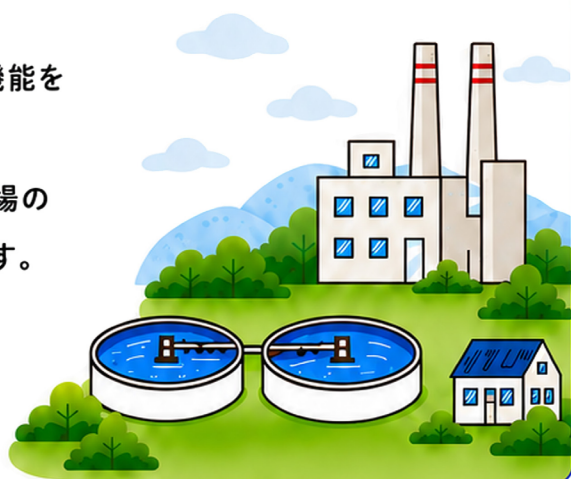
環境負荷を抑えながら水をきれいに。

— 最新PACが支えるサステナブル水処理 —

ポリ塩化アルミニウム（PAC）は、
水中の小さな汚れを集めて大きな塊にして、沈める機能を持っています。

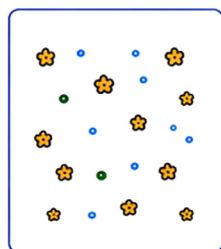
この機能を利用して、浄水場での水道水製造や工場の排水処理で水の清浄・再利用に使用される薬品です。

朝日化学工業が開発した高塩基度PACは、凝集性能等が優れており、環境負荷の低減が期待されます。



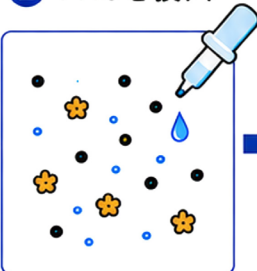
PACのはたらき（凝集沈殿のしくみ）

① 小さな汚れ



水中に小さな汚れがたくさんあるよ。

② PACを投入



PACが汚れの粒を引き寄せるよ。

③ 大きな塊に



小さな汚れが集まって大きな塊になるよ。

④ 沈殿・分離



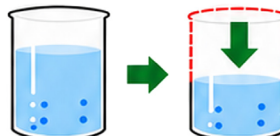
重くなって沈んで、きれいな水になるよ。

きれいな水に生まれ変わるよ！

高塩基度PACの3つの特徴

1

高塩基度PACは、通常のPACに比べて凝集性能が高く、使用量を**約3割程度減らすことができ**、さらに環境への影響が小さくなります。



約3割減！

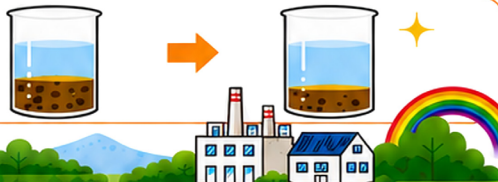
2

有機物の除去性も高くなり、カビ臭など**不快な臭気**の低減にも効果があります。



3

PACの使用量を減らすことにより、凝集沈殿で発生する**廃棄物量**の低減にも効果があります。



【お問い合わせ先】 朝日化学工業株式会社 環境＆水資源ソリューション部
TEL：06-6220-8797 URL：<https://www.asahi-chem.co.jp/inquiry/index.html>

循環型社会を実現する リサイクルグレード SDポリカ™『REシリーズ』

当社のリサイクルグレード SDポリカ™『REシリーズ』は、原料の一部に市場から回収された製品を元にマテリアルリサイクルされたポリカーボネート樹脂(PCR-PC)を使用しています。

使用するPCR-PCは、色相・物性・長期信頼性・供給安定性などの観点から厳選しており、リサイクル材特有の品質や供給に関する課題にも十分配慮しています。

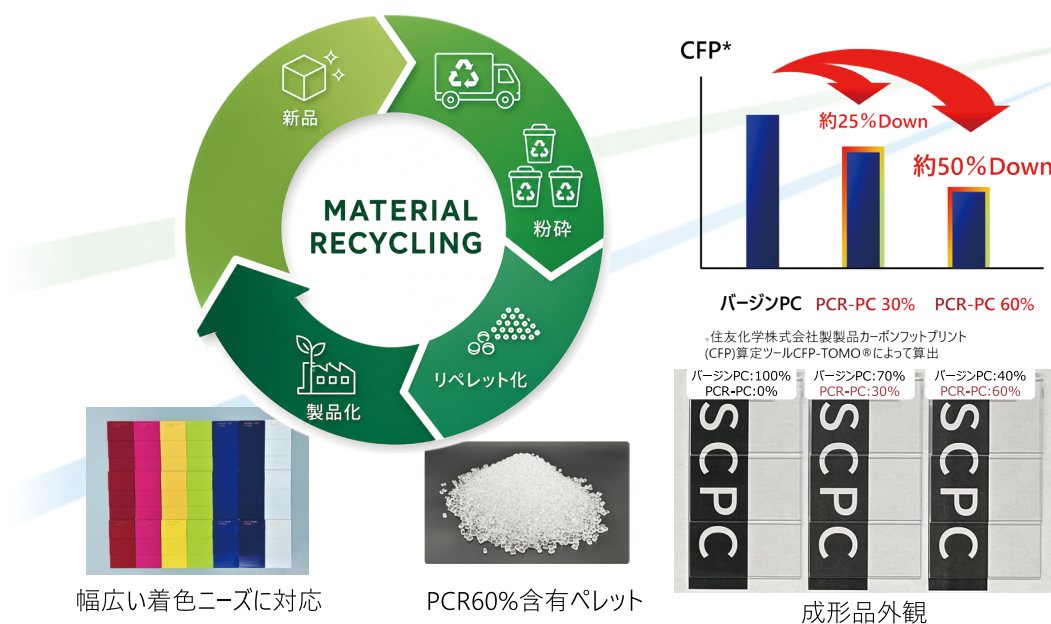
標準グレードだけでなく、高衝撃、高剛性、難燃、帯電防止などの機能性を付与したPCグレードやPCアロイグレードで、PCRの比率を選択いただけます。

PCR-PCを含有することで、ライフサイクル全体でのCO₂排出量低減に寄与することが期待されます。

今後も、リサイクルグレード SDポリカ™『REシリーズ』の新規開発・拡販を通じて、環境負荷低減に貢献してまいります。

グレードの特徴

- ― 市場回収材由来のPCR樹脂を活用し、CO₂排出量削減に寄与
- ― PC樹脂だけでなく、PC/ABSアロイなど多様な材料設計に対応
- ― 着色自由度と物性バランスを両立し、バージン材からの置き換えをサポート



SDポリカ™ REシリーズ	PCR比率	特 徴	採用事例
RE2601-22	60%	標 準	文 具
RE2401IMM	40%	高衝撃	携帯端末筐体
RE2501IRH-GF30	50%	高剛性難燃	情報機器部品
RE2601AS	60%	持続性帯電防止	情報機器部品
RE6601	60%	PC/ABSアロイ	情報機器筐体

▶ 詳細は当社Webサイトをご覧ください
<https://www.scpc.jp/performance/recycle/>

▶ 製品に関するお問い合わせ先はこちら
<https://www.scpc.jp/contact/contact-product/>



-プラント・研究施設の火災・爆発事故防止-

講師派遣型 静電気危険 体感研修



“講師派遣型 静電気危険 体感研修”は、可燃性液体や可燃性粉体などの危険物を取り扱う製造現場や研究施設において、**静電気を起因とする火災・爆発事故の未然防止を目的とする研修**です。静電気の危険性を理解し、危険感受性の向上を目的とする研修プログラムとなっております。

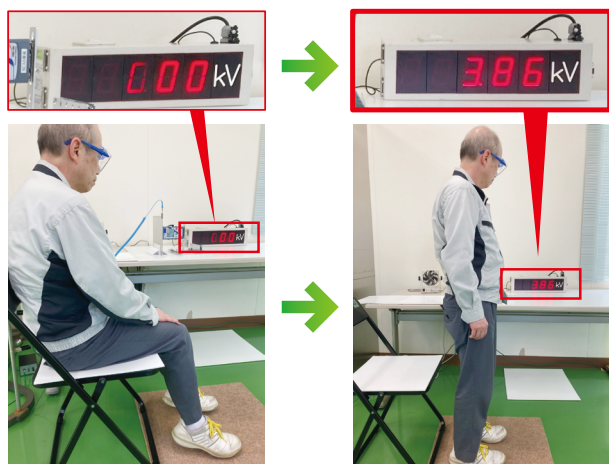
お客様の取り扱い物質、作業内容、経験年数などから、最適なプログラムをご提案いたします。

静電気危険 体感研修の特徴

- ・お客様の事業所内で実施する“講師派遣型研修”
- ・講義と実体験を組み合わせた実効性の高いプログラム
- ・静電気の専門家が作成したオリジナル教材

このようなお客様におすすめ

- ▶ 静電気による事故・ヒヤリハットが発生したため、再発防止**効果が高い教育をご検討されている工場長様**
- ▶ 静電気対策を実施している職場の新入社員に、**危険感受性が向上する研修をご希望の安全管理者様**
- ▶ 自社の安全教育プログラムに関し、**静電気の教育が不足しているとお考えの教育担当者様**



非接地状態で椅子から立ち上がる動作を行い、電位上昇や減衰の挙動を確認します

体感実験例 (人の静電気対策)

研修の流れ

研修の前に、動画を視聴し、基礎知識を習得します。
研修後は、オンラインテストにより理解度を確認します。



研修当日のプログラム例 (半日)

所要時間	項目
座学研修 (約60分)	・身近な静電気現象の理解 ・液体移し替え作業 ・粉体充填作業
体感実験※ (約90分) ※12テーマから ご希望の4～5 項目をご選択	・各種素材の摩擦帯電 ・静電誘導① (物) ・静電誘導② (人) ・各種静電気放電 ・アースとボンディング ・床の静電気対策 ・靴の静電気対策 ・人の静電気対策 ・粉体投入作業 ・導電性液体のホースでの取り扱い ・スコップや小さな容器類の手作業での取り扱い ・間違った静電気対策

その他のサービス

住化分析センターでは、静電気に起因する火災・爆発事故を防止するためのコンサルティングサービスも提供しています。研修とコンサルティングの組み合わせにより、改善点を洗い出すことで、事故防止効果が更に高まります。

▶ お問い合わせ先
株式会社住化分析センター マテリアル事業部
危険体感教育担当
E-mail : anzen_kyoiku@scas.co.jp

▶ 危険体感教育・研修サービス Webサイト
<https://www.scas.co.jp/materialscience/hazardexperience/static-electricity-safety-training.html>
SCAS 株式会社 住化分析センター



外部表彰受賞紹介

■ 2026年度 日本雑草学会賞 奨励賞



アグロ&ライフソリューション研究所

太田 健介

業 績

雑草の除草剤反応における標的酵素遺伝子の
量的効果に関する研究



Kensuke OHTA

標的部位変異型除草剤抵抗性における抵抗性型アレルの量的効果を、イヌホタルイおよびオモダカの ALS 遺伝子と、イネ科雑草 5 種の ACCase 遺伝子について検証した。遺伝子発現・酵素活性・植物体レベルの薬量反応の多層的解析により、抵抗性型アレルの増加に従って感受性が低下すること、植物体レベルでは抵抗性型アレル比率が約 50% を超えると量的効果が飽和することが、ALS・ACCase 両阻害剤抵抗性において普遍的であることを明らかにした。

■ 2026年度 日本雑草学会論文賞 (Weed Biology and Management)



アグロ&ライフソリューション研究所

太田 健介

定 由直

業 績

Resistance profile study of SU-resistant
Sagittaria trifolia in a comparison of
seedlings and tuber-derived plants



Kensuke OHTA



Yoshinao SADA

多年生雑草オモダカにおいて、ALS 遺伝子に抵抗性変異をヘテロ接合で有する親個体の S1 実生および塊茎由来個体を用い、抵抗性型 ALS アレルの量的効果を検証した。酵素レベルでは抵抗性型アレル数に応じた感受性低下が認められ、ヘテロ接合型では感受性型と抵抗性型の酵素活性比が約 50 : 50 であった。植物体レベルでも量的効果が認められたが、アレル数 1 から 2 への増加による感受性低下は 0 から 1 の場合より小さく、量的効果の飽和が示された。実生と塊茎由来個体の薬量反応は概ね一致した。

■ 2025年日経優秀製品・サービス賞 グローバル部門賞

住友化学株式会社

業 績

除草剤「ラピディシル」

日本経済新聞社が主催する「2025 年日経優秀製品・サービス賞」において「グローバル部門賞」を受賞した。ラピディシルは、既存の PPO 阻害剤と比べて速効性があり低薬量で広葉雑草やイネ科雑草に幅広く効果を発揮することから、リジェネラティブ（再生可能）農業の一つとして世界的に注目される不耕起栽培にも適した除草剤であり、カーボンニュートラルへの貢献が期待される。こうした特長やグローバル市場での高い事業成長性が評価され、今回の受賞に至った。



■ 第42回日本毒性病理学会学術集会 優秀会長賞

生物環境科学研究所（現 先進基盤技術研究所）

長谷川 大

川本 研介

緒方 敬子

福永 賢輝

浅野 敬之

業 績

CYP2F2ノックアウトマウスを用いたペルメトリンの
マウス肺発がん作用機序解析およびヒト外挿性評価

合成ピレスロイド系殺虫剤のペルメトリンの発がん性試験では、マウスにおいて肺発がんが認められた。本研究では、この肺発がんがヒトにおいても起こり得るものかを、分子メカニズム的な観点から検証した。結果として、マウスでは発現しているがヒトには存在しない代謝酵素（CYP2F2）をノックアウトしたマウスにおいて、肺発がんへと至る前段階のクラブ細胞の増殖亢進が消失した。以上より、ペルメトリンの肺発がんはヒトでは起こりにくい可能性が示唆された点が高く評価され、今回の受賞に至った。



Dai HASEGAWA



Kensuke KAWAMOTO



Keiko OGATA



Satoki FUKUNAGA



Hiroyuki ASANO

■ 令和7年度エネルギー管理優良事業者等 関東経済産業局長表彰



住友化学株式会社

業 績

高効率ガスタービンコージェネレーション設備導入による
省エネルギー

経済産業省関東経済産業局より「令和7年度エネルギー管理優良事業者等 関東経済産業局長表彰」を当社として初めて受賞した。千葉工場は従来のCO₂排出割合が高い石油コークスを燃料とした復水発電設備を停止し、国内初となるシーメンス社製の高効率ガスタービン（SGT800）とコージェネレーション設備を導入した。2024年3月の稼働後、設備の能力を最大限に引き出した効率的な操業を行い、年間24万トンのCO₂削減とエネルギー使用を最適化したことで、環境負荷低減に大きく寄与した点が高く評価された。



■ 第38回日経ニューオフィス賞 「ニューオフィス推進賞」



住友化学株式会社

業 績

研究員同士の連携を促進し、研究分野を越えた
シナジーを生み出すオフィス空間設計

千葉地区の新研究棟「Innovation Center MEGURU」は、第38回日経ニューオフィス賞において「ニューオフィス推進賞」を受賞した。2024年6月に稼働を開始している。本施設は、吹き抜けや中間階、打合せスペースの配置により、偶発的な出会いと対話を促進するとともに、実験室と執務室を隣接させることで部門間の連携を強化している。これにより、分野横断型の共創を加速することを意図した空間設計が高く評価された。



■ 第15回 クラリベイト Top 100 グローバル・イノベーター 2026

住友化学株式会社

本賞は、世界的な技術情報サービス企業であるクラリベイト社が、独自の特許関連データおよび評価基準に基づき、世界の革新的企業・機関トップ100社に授与するものであり、当社は2022年以降5年連続の受賞となる。

今回の受賞は、当社独自のコア技術や基盤技術と異分野技術とのシナジーを追求するオープンイノベーションを積極的に活用することにより、ハイブリッドな技術成果を生み出した研究開発活動と、この技術成果から有用な発明を捉えてグローバルに出願・権利化することにより、強固な特許ポートフォリオを形成した知的財産活動が、客観的に評価されたものと考えている。



■ 第7回「ESGファイナンス・アワード・ジャパン」 環境サステナブル企業部門 環境サステナブル企業

住友化学株式会社

業 績

重要な環境課題に関する戦略と情報開示の高度化

環境省主催の第7回「ESG ファイナンス・アワード・ジャパン」において、住友化学は環境サステナブル企業部門で「環境サステナブル企業」に選定された。

当社は、気候変動や資源循環などの重要な環境課題に対する戦略や指標を積極的に開示し、カーボンニュートラルや資源循環に向けた技術開発・事業展開をグループ一体で進めている。こうした取り組みが総合的に評価され、今回の選定に至った。



■ CDP2024 サプライヤー・エンゲージメント評価 サプライヤー・エンゲージメント・リーダー

住友化学株式会社

業 績

サプライチェーンを通じたGHG排出量削減

住友化学は、国際 NGO である CDP が実施する「サプライヤー・エンゲージメント評価」において、最高評価である「サプライヤー・エンゲージメント・リーダー」に 6 年連続で選定された。

2050 年カーボンニュートラル実現に向けたグランドデザインの策定・公表や、SBT イニシアチブによる「2℃を十分に下回る水準」での認定取得を通じ、サプライチェーン全体の GHG 排出量削減に取り組んでいる。具体的には、お取引先様情報交換会を毎年開催し、主要サプライヤーに対して GHG 削減に向けた協働について説明・対話を継続している。これらの取り組みが評価され、今回の選定に至った。



主な投稿論文・口頭発表

2025年4月1日～2026年3月31日

触媒設計

GHG Reduction through low-temperature decomposition of ammonia and nitrous oxide

ロドリゲス カスタノン ヘスス, 渡邊 宣史, 桑崎 直人, 高橋 瞳*, 米本 哲郎, 関 航平 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *エッセンシャル&グリーンマテリアルズ業務室)

EuropaCat 2025 (ノルウェー), 2025年8月31日～9月5日

精密加工

アクリル酸亜鉛を用いたポリプロピレンと金属の接着技術の開発

古谷 洋介, 下村 信一郎, 浦野 若葉, 富永 武史, 堀内 伸* (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *(国研)産業技術総合研究所)

成形加工, 37(12), 515 (2025)

有機・高分子材料機能設計

Controlled-release systems for agrochemicals using biodegradable block copolymers with low-temperature formability

多田 啓人^{*1,2}, Neha Sharma^{*2}, 岡崎 鷹弥^{*2}, 谷口 育雄^{*2} (^{*1}アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*2}京都工芸繊維大学)

Polymer, 330, 128507 (2025)

Revisiting solvent-free cationic polymer design for enhanced ionic conductivity

金 東昱*, 呉 東泳, 山田 泉*, 黄 珍光*, 松本 一彦* (ICT&モビリティソリューション研究所, *京都大学)

Journal of Power Sources 670 (2026) 239470

ポリオレフィンの革新的接着技術の開発

富永 武史 (エッセンシャルケミカルズ研究所)
科学技術振興機構 未来社会創造事業 大規模プロジェクト型ホームページ

Advanced TPE materials for airbag cover applications

木田 勝也 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)

TPO Global Automotive conference 2025 (米国), 2025年9月29日～10月1日

Solvent-Free Cationic Polymer Electrolytes for All-Solid-State Lithium-Ion Batteries

金 東昱*, 呉 東泳, 中島 秀人*, 山田 泉*, 黄 珍光*, 松本 一彦* (ICT&モビリティソリューション研究所, *京都大学)

MRS 2025 Fall Meeting & Exhibit (米国), 2025年11月30日～12月5日

All-Solid-State Lithium-Ion Battery using Polymer Electrolyte without Solvent

金 東昱*, 呉 東泳, 中島 秀人*, 山田 泉*, 黄 珍光*, 松本 一彦* (ICT&モビリティソリューション研究所, *京都大学)

Pacificchem 2025 (米国), 2025年12月15～20日

住友化学の耐傷向上への取り組み

丸山 剛志 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)

第34回日本ポリマースクラッチコンソーシアム (千葉), 2025年9月9日

アクリル樹脂の耐傷付き性向上の取り組み

角谷 英則 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)

第34回日本ポリマースクラッチコンソーシアム (千葉), 2025年9月9日

寸法制約のある物件を対象としたペレット状潜熱蓄熱材による遮熱効果の検証その2 木造戸建住宅における住宅仕様の違いが潜熱蓄熱材の遮熱効果に及ぼす影響
西田 竹徳, 高村 秀紀* (ICT&モビリティソリューション研究所, *信州大学)

日本建築学会 2025年度日本建築学会大会 (福岡), 2025年9月9～12日

温調樹脂の吸放熱性能が衣服内環境に与える影響

福中 進太郎*, 丸 弘樹*, 金井 博幸*, 西田 竹徳, 上田 紘平, 川島 康豊 (ICT&モビリティソリューション研究所, *信州大学)

繊維学会 2025年繊維学会秋季研究発表会 (山形), 2025年10月27-28日

無機材料機能設計

石英フリーHVPE法による大口径・高純度Ga_N on Ga_Nウエハ

藤倉 序章, 今野 泰一郎, 金木 奨太, 藤本 哲爾, 岩田 大暉, 柴田 真佐知, 奥山 清, 佐藤 隆 (ICT&モビリティソリューション研究所)

応用物理学会 第163回結晶工学分科会研究会 (大阪), 2025年6月18-19日

GaN薄膜およびバルク成長技術

藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所)

GaNコンソーシアム 2025年度 第3回サマースクール (結晶・評価) (愛知), 2025年10月1日

「様々な産業を支えるアルミナ」～あらためて振り返ろう、特性・製法・使い方～

星川 豊久, 川村 祐介 (ICT&モビリティソリューション研究所)

京都セラミックフォーラム セラミック技術セミナー (京都), 2026年2月5日

生体メカニズム解析

Identification and characterization of a circular bacteriocin, garvicin SC, a novel garvicin ML variant, produced by *Lactococcus garvieae* ABG0038

小森 優美, 小澤 直也, 桑原 弘, 善藤 威史*, 青木 幹雄 (バイオサイエンス研究所, *九州大学)

Journal of Bioscience and Bioengineering, 139(2), 95 (2025)

Freeze-dried *lactiplantibacillus plantarum* regulates formation of extracellular traps in *penaeus vannamei* ex vivo

John P. M. D. Guzman*, Claudio Gargano*, 青木 幹雄, 桑原 弘, 小祝 敬一郎*, 近藤 秀裕*, 廣野 育夫* (バイオサイエンス研究所, *東京海洋大学)

Journal of Fish Diseases, 49(5), e70092 (2025)

Identification of mosquito olfactory receptors capable of detecting nitro compounds

児玉 祐来, 尾添 淳文, 関口(橋本) 美知留, 石川 時郎, 高橋 康彦, 北本 幸子 (生物環境科学研究所)

Insect Science, 33(3), 885 (2025)

Structural and functional insights into lactobacin A: a novel non-pediocin-like bacteriocin from a *Liquorilactobacillus* strain related to *L. mali*

小森 優美, 小澤 直也, 桑原 弘, 青木 幹雄 (バイオサイエンス研究所)

Microbiology Spectrum, 14(4), e0138225 (2026)

小胞アセチルコリントランスポーター阻害剤

小嶋 健 (アグロ&ライフソリューション研究所)

植物防疫, 80(2), 100 (2026)

有機合成

液体メチオニンおよびメチオニンのシアン化合物を用いない新製法開発～新規N-heterocyclic carbene触媒と鉄触媒酸化～

萩谷 弘寿 (アグロ&ライフソリューション研究所)

有機合成化学協会関西支部 有機合成睦月セミナー (大阪), 2026年1月29-30日

分析・物性評価

Quartz-free hydride vapor phase epitaxy for production of large size Ga_N-on-Ga_N epitaxial wafers

金木 奨太, 今野 泰一郎, 森 久, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所)

Applied Physics Express, 18(5), 055502 (2025)

Extremely small trap concentrations in high-purity n-type GaN grown by quartz-free hydride vapor phase epitaxy

平山 祐輔*, 堀田 昌宏*, 金木 奨太, 藤倉 序章, 須田 淳* (ICT&モビリティソリューション研究所, *名古屋大学)

Applied Physics Express, 19, 021012 (2026)

Effects of 850°C annealing on near-surface defects in Mg-ion-implanted GaN examined using MOS structures

新藤 源太*, 畠山 優希*, 藤倉 序章, 金木 奨太, 横山 正史, 堀切 文正, 赤澤 正道* (ICT&モビリティソリューション研究所, *北海道大学)

AIP Advanced, 15, 085007 (2025)

Gas chromatographic determination of ppm-Level carbon tetrachloride in wastewater using a flame ionization detector and nitrogen carrier gas for manufacturing process control

徳永 隆司, 棕本 麻記子 (アグロ&ライフソリューション研究所)

CHROMATOGRAPHY, 46(3), 153 (2025)

Measurement of Hansen solubility parameters of poly (ether ether ketone) using inverse gas chromatography

中本 秀一^{*1,2}, 山本 秀樹^{*2} (*¹ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*2}関西大学)

Industrial & Engineering Chemistry Research, 64(33), 16244 (2025)

結晶性高分子の階層構造ならびに配向分布に関する検討

板東 晃徳, 大岡 明徳, 山口 大輔, 金坂 将, 米本 哲郎 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)

フロンティアソフトマター開発ビームライン産学連合体 成果報告書集(2024年度), (2025)

Extremely small electron and hole trap concentrations in quartz-free hydride-vapor-phase epitaxy-grown Si-doped n-type GaN confirmed by capacitance transient spectroscopy

平山 祐輔*, 堀田 昌宏*, 金木 奨太, 藤倉 序章, 須田 淳* (ICT&モビリティソリューション研究所, *名古屋大学)

The 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-15) (スウェーデン), 2025年7月6-11日

Production-ready, high-quality GaN on GaN epitaxy by QF-HVPE up to 6"

金木 奨太, 今野 泰一郎, 森 久, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所)

The 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-15) (スウェーデン), 2025年7月6-11日

Hydride vapor phase epitaxy for 6-inch GaN-on-GaN wafer production

金木 奨太, 今野 泰一郎, 森 久, 佐藤 隆, 藤本 哲爾, 岩田 大暉, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所)

国際光工学会 SPIE Photonics West 2026 (米国), 2026年1月17-22日

過渡容量分光法によるQuartz-free-HVPE成長高純度n型GaNのトラップ評価

平山 祐輔*, 堀田 昌宏*, 須田 淳*, 金木 奨太, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所, *名古屋大学)

応用物理学会 第86回応用物理学会秋季学術講演会 (愛知), 2025年9月7-10日

石英フリーハライド気相成長法によるGaN結晶に対する光学特性評価

門内 勇樹*, 藤倉 序章, 今野 泰一郎, 金木 奨太, 佐野 昂志*, 市川 修平*, 田畑 博史*, 小島 一信* (ICT&モビリティソリューション研究所, *大阪大学)

応用物理学会 第86回応用物理学会秋季学術講演会 (愛知), 2025年9月7-10日

GaN における不純物のキャリアダイナミクスに与える影響:ベイズ推定を用いたTRPL曲線解析による解明
池辺 啓太^{*1}, 伊藤 央祐^{*2}, 金木 奨太, 藤倉 序章, 岩満 一功^{*1}, 赤瀬 善太郎^{*1}, 山口 敦史^{*2}, 富谷 茂隆^{*1} (ICT & モビリティソリューション研究所, ^{*1}奈良先端科学技術大学院大学, ^{*2}金沢工業大学)
応用物理学会他 The 44th Electronic Materials Symposium (EMS-44) (奈良), 2025年10月15-17日

ドローン散布時のダウンウォッシュによる散布液挙動への影響
倉内 咲, 高橋 英史 (アグロ&ライフソリューション研究所)
日本農薬学会 第44回農薬製剤・施用法研究会シンポジウム (神奈川), 2025年10月16-17日

角度分解SAXSを用いたポリオレフィンフィルムの三次元構造解析
大岡 明德, 板東 晃徳, 山口 大輔, 金坂 将, 米本 哲郎 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)
フロンティアソフトマター開発ビームライン産学連合体 第15回研究発表会 (兵庫), 2026年1月13-14日

HVPE as a dark horse for GaN on GaN epitaxy
藤倉 序章, 金木 奨太, 今野 泰一郎 (ICT&モビリティソリューション研究所)
REWIRE 英日ワイドバンドギャップ半導体シンポジウム (愛知), 2026年3月9-10日

不純物濃度の異なるGaN結晶における波長・時間分解フォトルミネッセンスによる再結晶ダイナミクス解析
池辺 啓太^{*1}, 伊藤 央祐^{*2}, 秋山 航太郎^{*2}, 櫻井 裕太^{*2}, 金木 奨太, 藤倉 序章, 岩満 一功^{*1}, 赤瀬 善太郎^{*1}, 山口 敦史^{*2}, 富谷 茂隆^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}奈良先端科学技術大学院大学, ^{*2}金沢工業大学)
応用物理学会 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会 (東京), 2026年3月15-18日

QF-HVPEで成長した高純度GaNの特性評価
金木 奨太, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所)
応用物理学会 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会 (東京), 2026年3月15-18日

Mgイオン注入GaNに対する活性化RTA前の850℃先行熱処理が活性化後に形成されたMOS構造の特性に及ぼす影響
唐沢 陽向^{*}, 高橋 尚伸^{*}, 赤澤 正道^{*}, 金木 奨太, 横山 正史, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*}北海道大学)
応用物理学会 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会 (東京), 2026年3月15-18日

安全性評価

An evaluation of the human relevance of the hepatocellular tumors observed in mice treated with synthetic fungicide, pyridachlometyl, based on mode of action
川本 研介, 下間 由佳子, 前田 圭子, 松永 光平, 浅野 敬之, Samuel M. Cohen^{*}, 山田 智也 (生物環境科学研究所, ^{*}University of Nebraska Medical Center)
Archives of Toxicology, 99, 3803 (2025)

An evaluation of the human relevance of the thyroid follicular cell tumors observed in rats treated with the synthetic fungicide, pyridachlometyl, based on mode of action
川本 研介, 矢野 純司, 下間 由佳子, 前田 圭子, 山口 恭平, 松永 光平, 福永 賢輝, Samuel M. Cohen^{*}, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所, ^{*}University of Nebraska Medical Center)
Archives of Toxicology, 99, 4677 (2025)

The modes of action for rodent liver tumor formation by activators of the constitutive androstane receptor (CAR) and the peroxisome proliferator-activated receptor alpha (PPARα) are not relevant to human cancer risk an updated critical evaluation
山田 智也, Samuel M. Cohen^{*1}, Brian G. Lake^{*2} (生物環境科学研究所, ^{*1}University of Nebraska Medical Center, ^{*2}University of Surrey)
Critical Reviews in Toxicology, 55(5), 549 (2025)

Development of a novel in vitro micronucleus test using human induced pluripotent stem cell-derived T lymphocytes

小林 諒太, 佐々木 克典, 松山 良子, 斎藤 幸一, 熊谷 綾子*, 喜多山 秀一*, 河合 洋平*, 金子 新* (生物環境科学研究所, *京都大学)

Genes and Environment, 47(24), (2025)

Degradation of the anilide fungicide inpyrfluxam in illuminated water-sediment systems

足立 剛士, 菅野 輝美, 奥田 健司, 鈴木 祐介, 藤澤 卓生 (生物環境科学研究所)

Journal of Pesticide Science, 50(4), 132 (2025)

Indoor behavior prediction and risk assessment of an active substance in an aerosol for controlling flies and mosquitoes under various conditions

田中 沙由利, 的場 好英, 近藤 裕昭^{*1}, 井原 智彦^{*2} (生物環境科学研究所, ^{*1}(国研)産業技術総合研究所, ^{*2}東京大学)

Journal of Pesticide Science, 51(1), 44 (2026)

Mode of action analysis for rat thyroid gland follicular cell tumor formation by MGK-264 and human relevance

矢野 純司, 川本 研介, 下間 由佳子, 松永 光平, 安部 潤, 福永 賢輝, Thomas G. Osimitz^{*1}, Brian G. Lake^{*2}, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所, ^{*1}Science Strategies, ^{*2}University of Surrey)

Regulatory Toxicology and Pharmacology, 160, 105834 (2025)

Mode of action analysis for mouse liver tumor formation by MGK-264 and human relevance

矢野 純司, 川本 研介, 下間 由佳子, 緒方 敬子, 松永 光平, 安部 潤, 福永 賢輝, Thomas G. Osimitz^{*1}, Brian G. Lake^{*2}, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所, ^{*1}Science Strategies, ^{*2}University of Surrey)

Regulatory Toxicology and Pharmacology, 163, 105929 (2025)

Mode of action analysis for induction of mouse lung tumors by permethrin involvement of CYP2F2 enzyme and human relevancy

長谷川 大, 川本 研介, 緒方 敬子, 福永 賢輝, Samuel M Cohen*, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所, *University of Nebraska Medical Center)

Regulatory Toxicology and Pharmacology, 164, 105958 (2026)

Prediction of human pharmacokinetics of procymidone and its major phase I and II metabolites using a PBPK model with enterohepatic circulation

平澤 康太^{*1,2}, 足立 剛士^{*1}, 竹内 逸人^{*1}, 黒田 知宏^{*1}, 安部 潤^{*1}, 中島 美紀^{*2} (^{*1}生物環境科学研究所, ^{*2}金沢大学)

Toxicology and Applied Pharmacology, 504, 117525 (2025)

テクニカルミーティング 2024 グループミーティングのまとめ 標本作製全般

廣田 早苗^{*1}, 高柳 ゆかり^{*2}, 四郎丸 千恵^{*3}, 稲垣 尋絵^{*4}, 米澤 美恵^{*2}, 三好 貴子^{*5}, 渡辺 秀幸^{*3}, 国遠 かおり^{*6}, 前田 圭子, 望月 貴治^{*7}, 中野 健二^{*8} (生物環境科学研究所, ^{*1}マルホ(株), ^{*2}(株)新日本科学, ^{*3}メディフォード(株), ^{*4}(株)新日本科学イナリサーチセンター, ^{*5}塩野義製薬(株), ^{*6}シオノギテクノアドバンスリサーチ(株), ^{*7}参天製薬(株), ^{*8}(株)サンプラネット)

実験病理組織技術研究会誌, 33(1), 40 (2025)

Multistep continuous flow synthesis of 14C-labelled chrysanthemic acid

端野 翔太, 小林 嵩明, 黒澤 元宏, 藤澤 卓生 (生物環境科学研究所)

15th International Symposium on the Synthesis and Applications of Isotopically Labelled Compounds (スウェーデン), 2025年6月23-27日

Hepatic enzyme induction and its potential effect on thyroid hormone metabolism in the metamorphosing tadpole of *Xenopus laevis* (African clawed frog)

和田 浩平, 山口 尊史, 田中 仁詞, 藤澤 卓生 (生物環境科学研究所)

SETAC North America 46th Annual Meeting (米国), 2025年11月16-20日

Simulation of chemical transfer in the human airway following aerosol deposition using a fugacity model incorporating CFD

横尾 健人, 田中 沙由利, 的場 好英, 久我 一喜*, 伊藤 一秀* (生物環境科学研究所, *九州大学)
SETAC North America 46th Annual Meeting (米国), 2025年11月16-20日

Improved assessment of soil nonextractable residues of the pyrethroid insecticide cyphenothrin

奥田 健司, 安東 大介, 鈴木 祐介, 藤澤 卓生 (生物環境科学研究所)
SETAC North America 46th Annual Meeting (米国), 2025年11月16-20日

The delay in the completion of vaginal opening induced by epyrifenacil is a secondary effect caused by prepubertal anemia

泉 雅大, 細川 義典, 島田 真理子, 松本 美咲, 菅谷 俊, 緒方 敬子, 岩下 勝将, 松山 良子, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
Society of Toxicology 65th Annual Meeting and ToxExpo (米国), 2026年3月22-25日

CYP2F2ノックアウトマウスを用いたベルメトリンのマウス肺発がん作用機序解析およびヒト外挿性評価

長谷川 大, 川本 研介, 緒方 敬子, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第52回日本毒性学会学術年会 (沖縄), 2025年7月2-4日

ブレオマイシン線維化モデルラットにおける気管内投与法および口腔咽頭吸引法の比較検討

矢野 純司, 成田 光司, 長谷川 大, 下間 由佳子, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第52回日本毒性学会学術年会 (沖縄), 2025年7月2-4日

末梢神経毒性評価における血漿中Neurofilament Light Chainの有用性の検証

大場 涼平, 矢野 純司, 江口 あゆみ, 下間 由佳子, 川本 研介, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第52回日本毒性学会学術年会 (沖縄), 2025年7月2-4日

雌ラットの腔開口のタイミングに及ぼす貧血の影響

細川 義典, 島田 真理子, 松本 美咲, 泉 雅大, 菅谷 俊, 緒方 敬子, 岩下 勝将, 松山 良子, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第52回日本毒性学会学術年会 (沖縄), 2025年7月2-4日

ヒト肝細胞キメラマウスを用いたフェノバルビタール投与によるYAPの核内蓄積を介した肝細胞増殖の評価

菅谷 俊, 下間 由佳子, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第52回日本毒性学会学術年会 (沖縄), 2025年7月2-4日

PXBマウス肝臓の質量分析イメージングを利用した新規除草剤エピリフェナシルのヒト安全性評価

松永 光平 (生物環境科学研究所)
日本薬物動態学会 第40回年会 (京都), 2025年10月20-23日

CYP2F2ノックアウトマウスを用いたベルメトリンのマウス肺発がん作用機序解析およびヒト外挿性評価

長谷川 大, 川本 研介, 緒方 敬子, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性病理学会 第42回日本毒性病理学会及び学術集会 (愛知), 2026年1月22-23日

SDラットの喉頭における自然発生性の腺扁平上皮癌の1例

下間 由佳子, 長谷川 大, 高井 順子, 大場 涼平, 緒方 敬子, 串田 昌彦, 福永 賢輝, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性病理学会 第42回日本毒性病理学会及び学術集会 (愛知), 2026年1月22-23日

イヌにおける自然発生性的大脑病変に起因したヒト脳表ヘモジデリン沈着症の類似症例

高井 順子, 緒方 敬子, 下間 由佳子, 長谷川 大, 大場 涼平, 福永 賢輝, 串田 昌彦, 浅野 敬之 (生物環境科学研究所)
日本毒性病理学会 第42回日本毒性病理学会及び学術集会 (愛知), 2026年1月22-23日

安全工学

粉じん爆発の危険性とその評価および対策技術

太田 潔 (生産安全基盤センター)

粉体技術, 18(1), 36 (2026)

エチレン-空気混合気中における球状火炎の伝播と加速開始挙動

谷口 朋也*, 伊藤 遼太郎, 上田 晃大*, 金 佑勁* (生産安全基盤センター, *広島大学)

日本学術会議 安全工学シンポジウム2025 講演予稿集, (2025)

Hazard analysis for accumulated organic solvent peroxides using computational chemistry (計算化学を活用した有機溶媒過酸化物の蓄積に関する危険性解析)

笹原 康平, 平山 和奏, 江藤 功, 熊崎 美枝子* (生産安全基盤センター, *横浜国立大学)

The Chemical Industry and Engineering Society of China (CIESC) (中国), 2025年7月13-18日

Study on accumulation behavior thermal decomposition hazards of organic peroxides

平山 和奏, 笹原 康平, 河野 剛, 江藤 功 (生産安全基盤センター)

Asia Pacific Symposium on Safety 2025 (韓国), 2025年11月9-12日

エチレン-空気混合気中における球状火炎の伝播と加速開始挙動

谷口 朋也*, 伊藤 遼太郎, 上田 晃大*, 金 佑勁* (生産安全基盤センター, *広島大学)

日本学術会議 安全工学シンポジウム2025 (東京), 2025年6月25-27日

炭化アルミニウムと水との反応性に関する研究

丸野 忍, 片岡 義浩, 江藤 功 (生産安全基盤センター)

安全工学会 第58回安全工学研究発表会 (福岡), 2025年11月27-28日

設備材料技術

ステンレス鋼片面溶接における窒素バックシールドの適用

星加 貴久 (生産安全基盤センター)

アロマティクス, Vol78 新年号, (2026)

二相ステンレス鋼の溶接かんどころ

星加 貴久 (生産安全基盤センター)

「二相ステンレス鋼の溶接-溶接施工のかんどころ」書籍発刊記念シンポジウム (東京), 2025年7月9日

補修溶接時における変形・残留応力についての検討

清水 大毅*, 山内 悠暉*, 王 聞達*, 前田 新太郎*, 生島一樹*, 柴原 正和*, 高橋 準也, 星加 貴久 (生産安全基盤センター, *大阪公立大学)

第21回学術講演会 (日本保全学会) (島根), 2025年7月29日-8月1日

理想化陽解法FEMを用いた補修溶接時における力学挙動についての検討

清水 大毅*, 山内 悠暉*, 王 聞達*, 前田 新太郎*, 生島一樹*, 柴原 正和*, 高橋 準也, 星加 貴久 (生産安全基盤センター, *大阪公立大学)

2025年度秋季全国大会 (新潟), 2025年9月24-26日

溶接補修時のシミュレーションによる変形予測

高橋 準也 (生産安全基盤センター)

「プラント圧力設備の溶接補修指針 (改訂版)」シンポジウム (日本溶接協会) (東京), 2026年2月17-18日

計算機シミュレーション

気泡塔のシミュレーション

島田 直樹 (生産安全基盤センター)

化学工学, 89(2), 59 (2025)

化学工学年鑑2025 7.1プロセスシステム工学全体

加納 学*, 久下本 秀和 (生産安全基盤センター, *京都大学)

化学工学, 89(10), 520 (2025)

プロセス産業における産×学協力の好循環

久下本 秀和 (生産安全基盤センター)

計測と制御, 64(12), 5 (2025)

Accurate and robust numerical schemes for three dimensional surface tension-driven flow

八重樫 優太, 村松 宏起, 島田 直樹 (生産安全基盤センター)

5th International Symposium on Multiscale Multiphase Process Engineering (島根), 2025年9月8-11日

Friction effects on viscous Kelvin-Helmholtz instability in a channel

佐藤 真子, Thi Thai Le*, Thorsten Koch* (生産安全基盤センター, *Zuse Institute Berlin)

5th International Symposium on Multiscale Multiphase Process Engineering (島根), 2025年9月8-11日

An application of modified S-CLSVOF method to Kelvin-Helmholtz instability and comparison with theoretical result

島田 直樹, 佐藤 真子, 八重樫 優太, Thorsten Koch*, Thi Thai Le* (生産安全基盤センター, *Zuse Institute Berlin)

5th International Symposium on Multiscale Multiphase Process Engineering (島根), 2025年9月8-11日

プロセス産業の一エンジニアから若きPSE技術者へのエール

久下本 秀和 (生産安全基盤センター)

PSE Japan 2025 (東京), 2025年5月9-10日

粗視化モデルを用いた多孔性金属錯体の核生成シミュレーション

西田 黄純*, 平出 翔太郎*, 小森 翔平, 菊地 悠太, 徳田 修, 渡邊 哲* (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *京都大学)

粉体工学会 粉体操作に伴う諸現象に関する勉強会 (滋賀), 2025年8月28-30日

粗視化モデルを用いた多孔性金属錯体の核生成シミュレーション

西田 黄純*, 平出 翔太郎*, 小森 翔平, 菊地 悠太, 徳田 修, 渡邊 哲* (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *京都大学)

化学工学会 第56回秋季大会 (東京), 2025年9月16-18日

AI駆動ものづくりへの挑戦と課題

西野 信也 (DX推進室)

工場長サミット in 大阪 (大阪), 2025年11月7日

粗視化モデルを用いた多孔性金属錯体の核生成シミュレーション

西田 黄純*, 平出 翔太郎*, 小森 翔平, 菊地 悠太, 徳田 修, 渡邊 哲* (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *京都大学)

化学工学会 材料・界面部会第10回ソフトマター工学分科会講演会 (京都), 2025年11月28-29日

無重力下におけるshear-thinning流体から成る液滴振動シミュレーション

八重樫 優太, 村松 宏起, 島田 直樹 (生産安全基盤センター)

日本流体力学会 第39回数値流体力学シンポジウム (福岡), 2025年12月16-18日

ものづくりDX&AIへの挑戦 DX NEXT empowered by AI

西野 信也 (DX推進室)

ものづくりDX&AIフォーラム2025冬 (東京), 2025年12月19日

マテリアルズ・インフォマティクス推進のポイント

西野 信也 (DX推進室)

第2回MI情報交換コミュニティ (東京), 2026年2月13日

粗視化モデルを用いたMOF形成過程の分子シミュレーション

西田 黄純*¹, 飯田 裕也*², 平出 翔太郎*¹, 小森 翔平, 菊地 悠太, 徳田 修, 渡邊 哲*¹ (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所, *¹京都大学, *²岡山大学)

化学工学会 第91年会 (京都), 2026年3月17-19日

埋め込み境界法による複雑流路を流れる shear-thinning 流体の数値計算

八重樫 優太, 村松 宏起, 島田 直樹 (生産安全基盤センター)

化学工学会 第91年会 (京都), 2026年3月17-19日

界面・表面制御

Influence of frictional drag on Kelvin-Helmholtz instability in viscous fluids

佐藤 真子, Le Thi Thai*, Thorsten Koch* (生産安全基盤センター, *Zuse Institute Berlin)

Physics of Fluids, 38(1), 014119 (2026)

オミックス技術

Time-course analysis of the effect of paraprobiotics ABG0050 on the intestinal immune system of broilers

近藤 宏哉^{*1,2}, 飯野 史織^{*1}, 福田 貴子^{*1}, 青木 幹雄^{*1}, 吉村 幸則^{*2,3}, 磯部 直樹^{*2}, 新居 隆浩^{*2} (*¹バイオサイエンス研究所, ^{*2}広島大学, ^{*3}放送大学)

Poultry Science, 104(7), 105174 (2025)

Omics analysis of the effects of paraprobiotics *Lactiplantibacillus plantarum* ABG0016 on gastrointestinal function in broiler chickens

近藤 宏哉, 松井 大典^{*1}, Charles Hofacre^{*2}, Matthew Jones^{*2}, 末岡 英明, 飯野 史織, 羽子田 真理, 福田 貴子, 竹谷 以紀^{*3}, 塔ノ上 毅^{*3}, 新里 出^{*3}, 興梠 順也, 新居 隆浩^{*4} (バイオサイエンス研究所, ^{*1}Valent BioSciences LLC, ^{*2}Southern Poultry Research Group, Inc., ^{*3}国際アグロ事業部, ^{*4}広島大学)

International Poultry Scientific Forum (IPSF) (米国), 2026年1月26-27日

Effects of paraprobiotics *Lactiplantibacillus plantarum* strain ABG0016 on growth performance, immune response and intestinal parameters in broilers under a mild necrotic enteritis challenge

松井 大典^{*1}, 近藤 宏哉, Charles Hofacre^{*2}, Matthew Jones^{*2}, 新居 隆浩^{*3}, 飯野 史織, 羽子田 真理, 福田 貴子, 竹谷 以紀^{*4}, 塔ノ上 毅^{*4}, 新里 出^{*4}, 興梠 順也 (バイオサイエンス研究所, ^{*1}Valent BioSciences LLC, ^{*2}Southern Poultry Research Group, Inc., ^{*3}広島大学, ^{*4}国際アグロ事業部)

International Poultry Scientific Forum (IPSF) (米国), 2026年1月26-27日

植物エキスMと自発走行によるマウス持久運動能力増強作用

石原 健吾*, 小田垣 萌衣*, 桑坪 彩衣*, 柿崎 博美*, 楠本 雅典, 福田 貴子, 青木 幹雄 (バイオサイエンス研究所, *龍谷大学)

日本食品化学学会 第31回総会・学術大会 (滋賀), 2025年6月5-6日

環境分野

Ozone water sensors with boron doped diamond electrodes for measuring dissolved ozone concentration

横山 正史^{*1}, 山中 貞則^{*1}, 中村 浩二, 椎名 国幸^{*1}, 西川 直宏^{*2}, 赤井 和美^{*3}, 塚原 信彦^{*3}, 村田 道生^{*3}, 永長 泰明^{*3} (茨城工場, ^{*1}先端材料開発研究所, ^{*2}コーポレート研究事業部, ^{*3}慶応大学)

AIP Advances, 15(7), 075224 (2025)

グリーンイノベーション基金事業／蓄電池リサイクル事業の進捗と今後の課題未来を創る、資源を活かす -低コスト・低環境負荷のダイレクトリサイクル技術で共に変革を-

新 健二 (ICT&モビリティソリューション部門)

BATTERY JAPAN(関西)第12回国際二次電池展 (大阪), 2025年11月19-21日

食糧分野

Direct and indirect influence of amino acid substitution in acetyl-coenzyme A carboxylase on binding affinity of cyclohexanedione oxime herbicides

神 義伸, 柘植 薫^{*1}, 原田 俊幸, 大和 誠司^{*2} (アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*1}岐阜工場, ^{*2}株住化分析センター)

Journal of Agricultural and Food Chemistry, 73(45), 28700 (2025)

Novel herbicidal pyridazinone cyclic keto-enol compounds inhibit Acetyl-CoA carboxylase and homogentisate solanesyltransferase

神 義伸, 飯田 朝子, 岩橋 福松, 椋本 藤夫, 福島 雅雄^{*1}, 定 由直, 乾 秀之^{*2}, 大和 誠司^{*3} (アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*1}生物環境科学研究所, ^{*2}神戸大学, ^{*3}株住化分析センター)

Journal of Agricultural and Food Chemistry, 73(49), 31130 (2025)

Development of the insecticide oxazosulfyl

伊藤 舞衣, 野倉 吉彦, 高橋 政樹, 亀崎 将司, 坂本 えみ子, 西村 慎哉 (アグロ&ライフソリューション研究所)

Journal of Pesticide Science, 50(3), 96 (2025)

Discovery and biological profile of pyridachlometyl

松崎 雄一, 倉橋 真, 渡邊 智史, 木口 奏, 原田 俊幸, 岩橋 福松 (健康・農業関連事業研究所)

Pest Management Science, 81(5), 2442 (2025)

Epyrifenacil, a new systemic PPO-inhibiting herbicide for broad-spectrum weed control

定 由直, 神 義伸, 彦坂 政志, 井戸 邦夫 (健康・農業関連事業研究所)

Pest Management Science, 81(5), 2463 (2025)

Discovery of novel herbicidal cyclic keto-enol derivatives containing a pyridazinone moiety and their structure-activity relationship studies on weeds

神 義伸, 木地 俊之^{*1}, 大和 誠司^{*2} (アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*1}岐阜工場, ^{*2}株住化分析センター)

Pest Management Science, 81(9), 5727 (2025)

Quantitative resistance to quinone outside inhibitor (QoI) fungicides in *Puccinia horiana* through the combination of seven distinct substitutions in cytochrome *b*

松崎 雄一, 渡邊 智史, 原田 俊幸, 岩橋 福松 (アグロ&ライフソリューション研究所)

Plant Pathology, 75(1), e70087 (2025)

Microwave pre-stimulation methodology for plant growth promotion

鈴木 伸洋^{*}, 長谷川 泰彦^{*}, 門松 佳苗^{*}, 山川 一葉^{*}, 鮫島 実桜里^{*}, 安藤 安津美, 堀越 智^{*} (アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*}上智大学)

Scientific Reports, 15, 13903 (2025)

ハイパースペクトルイメージングを活用したイネ幼苗における光合成産物含量の非破壊評価系の構築

牧 英樹^{*1,2}, 岩橋 福松^{*1}, 大毛 淑恵^{*1}, 藤本 龍^{*2}, 山崎 将紀^{*2} (^{*1}アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*2}神戸大学)

育種学研究, 27(1), 7 (2025)

実生と塊茎由来植物の比較を通じたSU抵抗性オモダカ (*Sagittaria trifolia*) の抵抗性プロファイルの研究

太田 健介 (アグロ&ライフソリューション研究所)

植調, 59(4), 106 (2025)

ピリダクロメチルのキュウリうどんこ病菌に対する感受性検定法

中野 孝明 (アグロ&ライフソリューション研究所)

植物防疫, 79(10), 569 (2025)

雑草の除草剤反応における標的酵素遺伝子の量的効果に関する研究

太田 健介 (アグロ&ライフソリューション研究所)

雑草研究, 71(1), 11 (2026)

新規除草剤エピリフェナシルの創製と生物効果

遠山 芳伴, 實光 穰, 水戸 信彰, 定 由直 (アグロ&ライフソリューション研究所)

日本農薬学会誌, 51(1), 1 (2026)

Evaluation of mandestrobin efficacy against *Sclerotiniaceae* pathogens in Europe

坂井 遼太, 木口 奏, 松崎 雄一 (アグロ&ライフソリューション研究所)

BotryScleroMoni 2025 (ギリシャ), 2025年5月25-30日

Effect of dietary S-abscisic acid (S-ABA) supplementation on the growth performance and antioxidant status of nursery pigs

Ron Aldwin S. Navales^{*1}, Jamil Faccin^{*1}, Mike D. Tokach^{*1}, 新里 出, Joel M. DeRouchey^{*1}, Katelyn N Gaffield^{*1}, Jordan T. Gebhardt^{*1}, Robert D. Goodband^{*1}, Theresa Rathbun^{*1}, Jason C. Woodworth^{*1}, 塔ノ上 毅, 松井 大典, 平岡 鉄也^{*2} (国際アグロ事業部, ^{*1}Kansas State University, ^{*2}Valent BioSciences LLC)

2025 ASAS-CSAS Annual Meeting (米国), 2025年7月6-10日

The effect of feeding a supplemental sodium gluconate on growth performance of commercial male broilers

C. Allensworth^{*2}, 松井 大典^{*3}, 近藤 宏哉^{*1}, 塔ノ上 毅, 新里 出, J. L. Snow^{*4}, H. O. Pavlidis^{*4}, G. S. Archer^{*2} (国際アグロ事業部, ^{*1}バイオサイエンス研究所, ^{*2}Texas A&M University, ^{*3}Valent BioSciences LLC, ^{*4}CSA Animal Nutrition)

International Poultry Scientific Forum (IPSF) (米国), 2026年1月26-27日

飼料へのクレアミノの利用

新里 出 (国際アグロ事業部アニマルニュートリション部)

日本畜産学会 第133回大会 (岐阜), 2025年9月12-15日

人工授精後の飼料へのアブシジン酸添加が、豚の着床期の胎盤における炎症と血管新生関連因子に与える影響
奥山 みなみ^{*2}, 鈴木 千恵^{*3}, 西浦 玲奈^{*3}, 古城 寛^{*1}, 須田 智子^{*3,4}, 新里 出^{*1}, 塔ノ上 毅^{*1}, 檜垣 彰吾^{*3}, 松井 大典^{*1,5}, 吉岡 耕治^{*3,6} (^{*1}国際アグロ事業部, ^{*2}大分大学, ^{*3}(国研)農業・食品産業技術総合研究機構, ^{*4}東京大学, ^{*5}Valent BioSciences LLC, ^{*6}麻布大学)

日本繁殖生物学会 第118回日本繁殖生物学会 (東京), 2025年9月15-17日

カルタップの殺菌活性に関する作用機構解析

原 なつき, 岩橋 福松 (アグロ&ライフソリューション研究所)

第19回メタボロームシンポジウム (兵庫), 2025年10月15-17日

植物成長調整剤と新規バイオスティミュラントの開発

玉置 裕章, 児島 征司^{*} (アグロ&ライフソリューション研究所, ^{*}パナソニックホールディングス(株))

植物化学調節学会 設立60周年記念シンポジウム (栃木), 2025年11月1-3日

植物病原性糸状菌を用いたメタボロミクスによるカルタップの作用機構解析

原 なつき, 岩橋 福松 (アグロ&ライフソリューション研究所)

日本質量分析学会 第178回質量分析関西談話会 (大阪), 2025年12月20日

ダイズ紫斑病菌のピリダクロメチルに対する感受性検定法と感受性ベースライン

倉橋 真, 中野 孝明 (アグロ&ライフソリューション研究所)

北日本病害虫研究会 第79回北日本病害虫研究発表会 (岩手), 2026年2月18-19日

植物由来成分の新規ルーメンメタン抑制資材としての in vitro 評価

氏家 舜介^{*}, 松井 大典, 竹谷 以紀, 塔ノ上 毅, 三浦 広卓^{*}, 新里 出, 小池 聡^{*} (国際アグロ事業部, ^{*}北海道大学)

ルーメン研究会_Japanese Society of Rumen Metabolism and Physiology (東京), 2026年3月24日

オモダカにおける非作用点変異型除草剤抵抗性の遺伝様式と実生のベンスルフロンメチル感受性への影響

太田 健介, 定 由直 (アグロ&ライフソリューション研究所)

日本雑草学会 第65回大会 (秋田), 2026年3月25-27日

雑草の除草剤反応における標的酵素遺伝子の量的効果に関する研究

太田 健介 (アグロ&ライフソリューション研究所)

日本雑草学会 第65回大会 (秋田), 2026年3月25-27日

国内で分離されたイネ紋枯病菌のインピルフルキサムに対する感受性ベースライン検定

水野 太智, 坂井 遼太, 中野 孝明 (アグロ&ライフソリューション研究所)

日本植物病理学会 令和8年度日本植物病理学会大会 (大阪), 2026年3月26-28日

ヘルスケア分野

Effect of capsaicin on voltage-gated sodium channels with *kdr* mutation from German cockroaches (*Blattella germanica*)

亀崎 将司, 西脇 寿* (アグロ&ライフソリューション研究所, *愛媛大学)

Journal of Pesticide Science, 50(3), 74 (2025)

Demonstration of practical direct chemical synthesis of RNA with 250 nucleotides

平島 眞吾, 宮川 卓也, 市川 善隆, 加納 俊史, 柴田 将孝, 井原 秀樹, 安岡 順一 (アドバンスドメディカルソリューション研究所)

TIDES USA: Oligonucleotide and Peptide Therapeutics (米国), 2025年5月19-22日

Providing a wide variety of high-purity gRNAs for cutting-edge CRISPR gene editing technology

宮川 卓也 (アドバンスドメディカルソリューション研究所)

TIDES USA: Oligonucleotide and Peptide Therapeutics (米国), 2025年5月19-22日

高純度長鎖核酸製造のポイント

安岡 順一 (アドバンスドメディカルソリューション研究所)

CPHI Japan 2025: 国際医薬品開発展 (東京), 2025年4月9-11日

昆虫嗅覚受容体を発現するセンサ細胞を用いた大腸がんリスク検査の開発

安藤 幸滋^{*1}, 長谷川 寛^{*2}, 滝口 創太郎, 逆井 佳祐, 有田 通朗, 橋本 美知留, 山本 千晶, 豊島 学, 小林 健太郎, 高橋 康彦, 伊藤 雅昭^{*2} (生物環境科学研究所, ^{*1}九州大学, ^{*2}(国研)国立がん研究センター)

九州外科学会 第62回九州外科学会 (福岡), 2026年3月6-7日

ICT関連分野

GaN substrates & GaN on GaN product poster

藤倉 序章*, 松田 華蓮*, 西来 拓也 (先端無機製品事業部, *ICT&モビリティソリューション研究所)

The PCIM Expo & Conference 2025 (ドイツ), 2025年5月6-8日

Investigation of electrochemical etching properties of heavily oxygen doped n-type GaN

横井 創吾^{*1}, 宇佐美 茂佳^{*1}, 今西 正幸^{*1}, 隅智 亮^{*2}, 滝野 淳一^{*2}, 岡山 芳央^{*2}, 横山 正史, 秦 雅彦^{*3}, 田中 敦之^{*4}, 本田 善央^{*4}, 天野 浩^{*4}, 丸山 美帆子^{*1}, 吉村 政志^{*1}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}パナソニックホールディングス(株), ^{*3}伊藤忠プラスチック(株), ^{*4}名古屋大学)

The 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-15) (スウェーデン), 2025年7月6-11日

Reversibility of forward current stress degradation in GaN p-n diodes

岩田 大暉, 太田 博*, 成田 好伸, 佐藤 隆, 堀切 文正*, 三島 友義*, 田中 丈士, 飯村 清寿, 藤倉 序章 (ICT&モビリティソリューション研究所, *法政大学)

The 15th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-15) (スウェーデン), 2025年7月6-11日

OVPE法を用いたMgイオン注入GaNの大気圧活性化におけるAlN中間層の効果

宇佐美 茂佳^{*1}, 伊藤 佑太^{*2}, 横井 創吾^{*1}, 田中 敦之^{*2}, 滝野 淳一^{*3}, 隅 智亮^{*3}, 今西 正幸^{*1}, 横山 正史, 秦 雅彦^{*4}, 岡山 芳央^{*3}, 本田 善央^{*2}, 天野 浩^{*2}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}名古屋大学, ^{*3}パナソニックホールディングス(株), ^{*4}伊藤忠プラスチック(株))

応用物理学会 第86回 応用物理学会秋季学術講演会 (愛知), 2025年9月7-10日

新規長距離プラズモン共鳴材料を用いた蛍光免疫染色シグナル増強法の開発

山田 文香^{*1}, 福浦 知浩, 中川 陽生^{*2}, 立花 太郎^{*2,3}, 今野 大治郎^{*1,2} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}近畿大学, ^{*2}細胞工学研究所, ^{*3}大阪公立大学)
日本生化学会 第98回日本生化学会大会 (京都), 2025年11月3-5日

OVPE法を用いたMgイオン注入GaNの大気圧活性化手法の提案

宇佐美 茂佳^{*1}, 伊藤 佑太^{*2}, 横井 創吾^{*1}, 田中 敦之^{*2}, 滝野 淳一^{*3}, 隅智 亮^{*3}, 今西 正幸^{*1}, 横山 正史, 秦 雅彦^{*4}, 岡山 芳央^{*3}, 本田 善央^{*2}, 天野 浩^{*2}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}名古屋大学, ^{*3}パナソニックホールディングス(株), ^{*4}伊藤忠プラスチック(株))
電気学会 化合物半導体調査委員会 (神奈川), 2025年11月28日

高キャリア濃度OVPE-GaNの犠牲層応用に向けた電気化学エッチング特性の調査

横井 創吾^{*1}, 宇佐美 茂佳^{*1}, 今西 正幸^{*1}, 隅智 亮^{*2}, 滝野 淳一^{*2}, 岡山 芳央^{*2}, 横山 正史, 秦 雅彦^{*3}, 田中 敦之^{*4}, 本田 善央^{*4}, 天野 浩^{*4}, 丸山 美帆子^{*1}, 吉村 政志^{*1}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}パナソニックホールディングス(株), ^{*3}伊藤忠プラスチック(株), ^{*4}名古屋大学)
応用物理学会 第4回結晶工学講演会 (大阪), 2025年12月3日

電気化学エッチングによるN極性面GaNの表面形態変化の調査

森山 達也^{*1}, 横井 創吾^{*1}, 宇佐美 茂佳^{*1}, 今西 正幸^{*1}, 横山 正史, 重川 直輝^{*2}, 滝野 淳一^{*3}, 隅智 亮^{*3}, 岡山 芳央^{*3}, 秦 雅彦^{*4}, 田中 敦之^{*5}, 本田 善央^{*5}, 天野 浩^{*5}, 丸山 美帆子^{*1}, 吉村 政志^{*1}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}大阪公立大学, ^{*3}パナソニックホールディングス(株), ^{*4}伊藤忠プラスチック(株), ^{*5}名古屋大学)
応用物理学会 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会 (東京), 2026年3月15-18日

GaN-on-Diamond基板の作製に向けたOVPE-GaN基板のGaNエピ層からの電気化学エッチングによる選択エッチング

横山 正史, 飯村 清寿, 森山 達也^{*1}, 横井 創吾^{*1}, 宇佐美 茂佳^{*1}, 今西 正幸^{*1}, 重川 直輝^{*2}, 滝野 淳一^{*3}, 隅智 亮^{*3}, 岡山 芳央^{*3}, 田中 敦之^{*4}, 本田 善央^{*4}, 天野 浩^{*4}, 森 勇介^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}大阪大学, ^{*2}大阪公立大学, ^{*3}パナソニックホールディングス(株), ^{*4}名古屋大学)
応用物理学会 2026年第73回応用物理学会春季学術講演会 (東京), 2026年3月15-18日

カーボンニュートラル

化学産業における製品カーボンフットプリントの算定 - CFP-TOMOの開発と活用 -

林 真弓, 当麻 正明^{*} (レスポンシブルケア部, ^{*}技術・研究企画部)
安全工学, 64(6), 397 (2025)

Development and dissemination of CFP-TOMO, a carbon footprint calculation tool for chemical products

当麻 正明 (技術・研究企画部)
29th Annual Green Chemical & Engineering Conference (ACS Green Chemistry Institute) (米国), 2025年6月23-26日

分離膜を用いた工場排ガス等からのCO₂分離回収システムの開発

中筋 雄大 (工業化技術研究所)
2025年度NEDOエネルギー・地球環境 (水素・アンモニア／再生可能エネルギー／脱炭素技術) 分野成果報告会 (神奈川), 2025年7月15-17日

住友化学の環境負荷低減への取り組み

岩崎 健太郎, 菊地 悠太, 橋脇 弘樹, 小森 翔平 (エッセンシャル&グリーンマテリアルズ研究所)
ZET-summit2026 (京都), 2026年2月2-3日

シングルイオン伝導性ポリマーの開発とそのリチウムイオン電池への応用

中島 秀人^{*1}, 杉野 由隆, 片岡 裕貴, 辻 史香, 松岡 輝, 勝原 哲, 山田 泉^{*1}, 黄 珍光^{*1}, 松本 一彦^{*1}, 大内 誠^{*1}, 作田 敦^{*2}, 林 晃敏^{*2}, 安部 武志^{*1} (ICT&モビリティソリューション研究所, ^{*1}京都大学, ^{*2}大阪公立大学)
電気化学会 第93回大会 (東京), 2026年3月17日-19日

資源循環

天然素材探索を支援するデジタルプラットフォーム Biondo[®]の開発と活用例

小森 優美, 米山 敏広, 山森 明弘, 青木 幹雄 (バイオサイエンス研究所)
日本農芸化学会 2026年度京都大会 (京都), 2026年3月9-12日

生物多様性

武庫川河川敷で見られるオヒシバ属の多様性と発見した種間雑種の特徴

井上 惇之, 定 由直 (アグロ&ライフソリューション研究所)
日本雑草学会 第65回大会 (秋田), 2026年3月26-27日

兵庫県南部に生育する *Eleusine africana* Kenn.-O'Byrne (仮称アフリカオヒシバ)

定 由直, 川又 栄美, 井上 惇之 (アグロ&ライフソリューション研究所)
日本雑草学会 第65回大会 (秋田), 2026年3月26-27日

合成生物学

NEDO「微生物によるグリチルレチン酸および類縁体の生産システム実証」バイオものづくりPJ中間・終了評価事業原簿

市原 準二, 香野 哲也, 笠井 信幸, 神部 大貴, 小倉 尚晃, 佐藤 わかな, 大西 優介, 村中 俊哉^{*}, 關 光^{*} (バイオサイエンス研究所, ^{*}大阪大学)
NEDO「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」中間評価報告書, <https://www.nedo.go.jp/content/800053049.pdf>

住友化学のバイオものづくり

住田 佳代 (バイオサイエンス研究所)
第1回産業植物シンポジウム (大阪), 2025年5月24日

住友化学における”sustainable × ものづくり”の取り組み

住田 佳代 (バイオサイエンス研究所)
第16回高機能素材Week サステナブルマテリアル展 (千葉), 2025年11月13日

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



2015 年 9 月、ニューヨーク国連本部において、「[国連持続可能な開発サミット](#)」が開催され、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択されました。本アジェンダは、人間、地球および繁栄のための行動計画として、宣言および目標を掲げました。この目標が、ミレニアム開発目標 (MDGs) の後継であり、17 の目標と 169 のターゲットからなる「[持続可能な開発目標 \(SDGs\)](#)」です。住友化学グループも、これらの[持続可能な開発のための諸目標の達成に向けた取り組みに貢献](#)していきます。

住友化学 2026 発行にあたって

本誌は日頃お世話になっている皆さまへ、住友化学グループの研究開発とユニークな製品をご紹介します、より一層のご理解とご協力をいただくべく編集したものです。

本誌の内容につきましては、さらに充実するよう努めてまいりますので、今後ともご指導のほど、よろしくお願い申し上げます。

2026 年 8 月

本誌に記載している商号、商品名、サービス名などは、商標として使用されている場合があります。

住友化学 2026

発行 2026 年 8 月 31 日
発行所 住友化学株式会社・編集兼発行人 辻 純平

Copyright © 2026 Sumitomo Chemical Co., Ltd. (禁無断転載)

住友化学



 住友化学株式会社

技術・研究企画部

〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号 東京日本橋タワー
TEL:03-5201-0223 FAX:03-5201-0440
www.sumitomo-chem.co.jp

2026

技術誌