

住友化学

2014 技術誌



可視光の透過率が高いポリマーで作製した有機薄膜太陽電池



住友化学

目次

2014

随 想

我が国の農業と住友化学の農業関連事業の展開 住友化学株式会社 代表取締役常務執行役員 西本 麗	2
--	---

総説・解説

新規殺菌剤フェンピラザミンの研究開発	4
ジプロピレングリコール／トリプロピレングリコール新製法の開発	17
化学装置材料の非破壊評価技術の開発と適用	25
住友化学グループの情報セキュリティ確保に向けて	36

●技術紹介

無機素材を主原料とした新規機能材「タフクレスト®」	45
脳疾患診断薬「ダットスキャン®静注」の概要と 運動障害疾患分野における今後の展望	48

製 品 紹 介

LCD用高輝度カラーレジスト ダイブライト®	53
虫よけ/殺虫系デバイス技術ブランド STRONTEC®	53
EVAエマルジョン スミカフレックス®	54
イオン液体 KOELIQ®	54
ドパミントランスポーターイメージング用SPECT製剤 ダットスキャン®静注	55

トピックス

米倉会長、シンガポール「名誉国民賞」受賞	56
シンガポールでS-SBR製造プラントの開業式を開催	56
ラービグ・プラスチック・テクニカルセンターが活動開始	57
リチウムイオン二次電池用セパレータ生産能力を増強	57
核酸医薬原薬の製造開始について	58
展示会などへの出展	59

外部表彰受賞紹介

.....	62
-------	----

外部発表紹介

.....	63
-------	----



住友化学 抄録

■新規殺菌剤フェンピラザミンの研究開発

木村 教男、橋爪 雅也、柳澤 和幸、石田 一、
三浦 正哉、森本 隆史、於勢 佳子…………… 4~16

フェンピラザミンは、住友化学(株)が発明・開発したアミノピラゾリノン骨格を有する新規殺菌剤である。本剤は、高い抗菌活性、予防効果、植物内への浸透性、病斑進展阻止効果、残効性を有すると共に収穫前日数が短く、殺菌剤として優れた特長を有する。また、人への安全性が高くかつ、環境への負荷も少ない。本剤は、2012年にPROLECTUS®が世界で最初にイタリアで、2014年にピクシオ®DFが日本で上市され、現在では世界各国で農薬登録を取得している。

■ジプロピレングリコール／トリプロピレングリコール新製法の開発

石原 慎二郎、吉井 政之、池田 翔子、
篠原 浩二、村田 誠…………… 17~24

現在、ジプロピレングリコール(DPG)およびトリプロピレングリコール(TPG)は、プロピレンオキサイド無触媒水和法によるプロピレングリコール製造の副産品として製造されている。当社は、高収率でDPG/TPGのみが得られる新規なニオブ触媒の開発に成功し、シンプルかつエネルギー消費の少ないプロセスとして工業化技術確立した。今後はDPG/TPG新製法技術として、技術ライセンスのプロモーション活動を開始する予定である。

■化学装置材料の非破壊評価技術の開発と適用

末次 秀彦、多田 豊和、楠本 達也…………… 25~35

化学プラントでは運転開始後40年を超える高経年化設備や工場内に広く敷設された配管、海外展開に向けて大型化する機器などが増加しており、プラントの安全・安定操業の確保が課題である。このためには網羅的なプラント設備の状態把握と診断結果に基づいたメンテナンスコストの効率的・選択的な投入が必要である。この目的を達成するために低コスト、高速度、高品質をキーワードに開発した化学装置材料の非破壊評価技術を紹介する。

■住友化学グループの情報セキュリティ確保に向けて

中井 加津代、兼平 崇之、清水 寿美…………… 36~44

ITの活用がビジネスを支える手段の一部となって以来、企業は情報セキュリティの確保に向けて様々な活動を行ってきた。しかし、昨今のIT環境を取り巻く脅威、IT技術及びグローバル化などの環境の変化は、国際規格の改訂などにも影響を与え、企業の情報セキュリティ対策の見直しも必要となってきた。本論は、住友化学グループにおける情報セキュリティの取り組みについての一考察である。

表紙写真「可視光の透過率が高いポリマーで作製した有機薄膜太陽電池」について

有機薄膜太陽電池は、現在主流のシリコン系太陽電池とは異なり、高温・高真空プロセスが不要なためプラスチック基板などの使用も可能です。有機薄膜太陽電池の特徴として、薄膜、軽量、フレキシブル、透明性など意匠性に優れることが挙げられます。有機薄膜太陽電池の特長を生かして、従来のシリコン系太陽電池では考えられないような用途展開が可能になります。

当社の有機薄膜太陽電池は、高分子有機ELと同様に、コア技術である共役系高分子の材料設計・合成、デバイス・プロセス、評価・解析等に根差した技術です。適切な材料設計により、有機薄膜太陽電池の様々な特性を制御することが可能になります。当社独自の有機薄膜太陽電池材料のひとつとして、長波長側の吸収端波長が900nm以上で、可視光の透過率が高い特徴的なポリマーを開発することができました。

我が国の農業と 住友化学の農業関連事業の展開

住友化学株式会社
代表取締役常務執行役員

西 本 麗

Ray Nishimoto



日本の農業は、国民に食料を供給するという極めて重要な役割を果たすとともに、地域の基幹産業として地域経済社会の維持・活性化に対して大きな役割を担っています。しかしながら、大変残念なことに、農業生産額は大きく減少を続け、農業従事者の高齢化や後継者不足、耕作放棄地の拡大といった深刻な問題に直面しており、日本の農業の抜本的な改革と成長産業化が急務となっているのはご承知のとおりです。

こうした中で、農業政策の観点からは、昨年12月に「強い農林水産業」、「美しく活力ある農山漁村」を創り上げるための「農林水産業・地域の活力創造プラン」が策定され、そのグランドデザインの中には、以下のような方針が盛り込まれています。

- 国内外の需要を取り込むための輸出促進
- 農商工連携、医福食農連携等の六次産業化推進による農林水産物の付加価値向上
- 意欲ある担い手への農地集積・集約化、耕作放棄地の発生防止・解消による農業構造の改革と生産コストの低減
- 多様な担い手の育成・確保（法人経営、大規模家族経営、集落営農、新規就農、企業の農業参入）
- 経済界との連携等による大規模経営に適合した省力栽培技術・品種の開発・導入、生産資材費の低減、先端モデル農業の確立

また、昨年11月には、経団連とJAグループにより「経済界と農業界の連携強化ワーキング・グループ」が立ち上がり、私もメンバーとして参加致しました。本年5月に、その成果をとりまとめた「活力ある農業・地域づくり連携強化プラン」が発表され、農業界と経済界がそれぞれ共通の認識を構築した上で、WIN-WINの関係となることを目指し、「魅力ある農業」を実現し、高品質で安全な日本の農畜産物の輸出促進や、効率的でコスト競争力のある生産体制の確立等に重点的に取り組む考えが示されました。

このように近年、農業、農政に関する議論が活発に行われている背景の一つには、TPP交渉があります。TPP交渉が妥結すれば、米国、豪州等からの安価な農産物の輸入が増加し、少なからず日本の農業に影響を及ぼすことが懸念される一方で、日本の強みである「技術力」を生かせるチャンスでもあり、いずれにしても我が国農業の競争力強化は急務です。また、世界的な人口の増加に対応するためには食料増産が必須であり、グローバルな観点で見れば、農業は間違いなく成長産業であるといえます。

こうした状況を踏まえて、住友化学アグログループでは、国内の農業経営、農業者に対して、農薬・肥料・

種苗等の各種農業関連資材の提供から、土壌分析、栽培指導、農業ICT、農産物販売および農業経営のノウハウのソフト面のサービスまで幅広く提供し、総合的にサポートする「トータル・ソリューション・プロバイダー（TSP）」型事業の確立を目指して取り組んでいます。こうしたTSPのビジネスモデルを全国に展開し、より多くの農業者の方々に包括的にご利用いただくことで、日本の農業の競争力強化、地域経済の活性化に貢献できると考えているわけです。

住友化学アグログループでは、まずは、私たち自身が、TSPのビジネスモデルを実証し、農業経営を実践するべく、2009年から全国各地で農業法人の設立を進めてきました。現在、長野・大分・山形・三重・茨城の5か所で農業法人「住化ファーム」を展開し、農産物の生産・販売を実践しています。さらに、経団連プロジェクトとして先進農業モデルを構築するべく、愛媛・愛知の2か所で農業法人「サンライズファーム」を展開しています。これらの農業法人においては、耕作放棄地活用や地域雇用創出にも貢献しつつ、それぞれの地域に根差した形で、農業経営ノウハウの蓄積を進めています。こうした経営ノウハウを、各地域の近隣農家の方々に役立ててもらうとともに、全国各地に展開することで、農家と連携して農業の競争力強化の輪を広げていきたいと考えています。

上記農業法人の大半が施設・野菜栽培ですが、日本の農業の大きな課題は水稻の生産性向上であると考え、当社はこれまでも、直播栽培技術普及や施肥・防除の省力化、収量の向上といったアプローチで、栽培の効率化を推進しています。また、大規模経営が進むという将来予測のもと、大規模農家の経営をサポートするために、農業現場に重点を置いた、栽培技術サポート・資材供給の研究開発を進めています。

いわゆる「六次産業化」という観点からも、愛媛県西条市において、農産物の加工・包装・販売の拠点を設立しました。本拠点の活用により、地元農家の農産物の付加価値向上や所得の確保を図り、併せて愛媛県のみならず四国における六次産業化に寄与することを目指しています。また、JGAP（Japan Good Agricultural Practice）等に対応した農産物生産工程管理の導入を推奨し、安全・安心という付加価値をつけた高品質な農産物の販売を推進し、更に今後、日本の農産物を海外に輸出するための仕組作り・販路構築にも積極的に取り組んでいきたいと考えています。

最後に、世界の農業事情に再度目を転じると、耕地面積が限られる中で人口増加・バイオ燃料の需要増加を支えるために、農薬・肥料等の農業資材を適切に投入することによる生産性（単収）の向上が必須となります。今まさに「第二の緑の革命」が必要とされています。

当社は、日本企業としての特徴を生かし、良食味と多収性などを備えた水稻品種の開発・栽培等にも積極的に取り組み、日本だけでなく、中国・インドを含むアジア、そしてアフリカでの農業事業展開も視野に入れて、世界でのプレゼンスを強化したいと考えています。

肥料生産に始まる当社創業100周年の精神を引き継ぎ、長いスパンの中で収益性を確保したビジネスモデルを確立し、今後とも、日本・世界の農業の発展に貢献してまいります。

新規殺菌剤フェンピラザミンの研究開発

住友化学株式会社

健康・農業関連事業研究所

木村 教 男

橋 爪 雅 也*1

柳 澤 和 幸

基礎化学品研究所

石 田 一

有機合成研究所

三 浦 正 哉*2

生物環境科学研究所

森 本 隆 史

於 勢 佳 子

Research and Development of a Novel Fungicide ‘Fenpyrazamine’

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Health & Crop Sciences Research Laboratory

Norio KIMURA

Masaya HASHIZUME

Kazuyuki YANAGISAWA

Basic Chemicals Research Laboratory

Hajime ISHIDA

Organic Synthesis Research Laboratory

Masaya MIURA

Environmental Health Science Laboratory

Takashi MORIMOTO

Keiko OSE

Fenpyrazamine is a novel fungicide with an aminopyrazolinone structure developed by Sumitomo Chemical Co., Ltd. Fenpyrazamine has good fungicidal properties, such as high antifungal activity, preventive efficacy, trans-laminar ability, inhibition activity in lesion development, long lasting activity and short pre-harvest intervals (PHIs). Fenpyrazamine also shows safer profiles for human health and the environment. Formulated products, PROLECTUS® and PIXIO®DF, have been registered since 2012. PROLECTUS® was first launched in Italy in 2012, and PIXIO®DF was launched in Japan in 2014.

はじめに

世界の農業において、果樹や蔬菜の実を侵す、灰色かび病 (*Botrytis cinerea*) や菌核病 (*Sclerotinia sclerotiorum*) は、農作物の収量や商品性を著しく低下させるため、重要な防除対象の一つとされている。

灰色かび病等の防除剤としては、現在までにベノミルなど多くの殺菌剤が開発されてきた。しかし、特に

灰色かび病菌は、ライフサイクルが短く、かつ胞子を多数産生することから、薬剤耐性菌が出現しやすい病原菌として広く認知されている¹⁾。そのため、灰色かび病防除剤市場では、常に新規剤が期待されている。

フェンピラザミンは、当社が独自に発明、開発した新規殺菌剤であり、特に果樹・蔬菜の灰色かび病、菌核病、灰星病に高い防除効果を示す。化学構造の点では、既存農薬には前例のない、アミノピラゾリノン骨格を有している (Fig. 1)。また、フェンピラザミンと同じ作用点を有する殺菌剤は、Bayer CropScience社のフェンヘキサミド1剤のみである。

*1 現所属：生活環境事業部

*2 現所属：大分工場

当社は、2012年4月に韓国でフェンピラザミンの農薬登録を取得して以降、EUにおいても農薬登録を取得し、商品名「PROLECTUS®」として、2012年10月にイタリアで世界に先駆けて上市した。その後、2013年にスイス、オーストリア、日本、チリ、アメリカで農薬登録を取得し、韓国やチリでは、同年上市した。日本では、2014年1月に、商品名「ピクシオ®DF」として上市した。さらに、EU各国、オーストラリア等での農薬登録・上市を予定している。本稿では、フェンピラザミンの発明の経緯、効力、製造法、物理化学的性質、製剤、哺乳動物や環境に対する安全性について報告する。

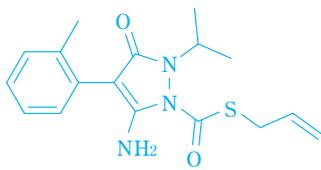


Fig. 1 Chemical structure of fenpyrazamine

創製の経緯

1. 母核探索および化合物Bの発見

当社では生物活性を有する新規母核の探索手法の一つとして、自社オリジナル骨格の改変とともに、外部から導入した特徴的な化学構造を有する化合物に対する生物活性の検定も合わせて実施していた。

外部からの導入化合物の中に、コムギうどんこ病に対して病害抑制効果が認められ、特徴的な化学構造を有するものが見出された。そこで、ベンゼン環上に置換基を導入し、生物活性がどのように変化するかを検討したところ、興味あることに、ベンゼン環上のortho位に窒素原子を導入することにより、灰色かび病に対する病害抑制効果を付与できることが判明した（化合物A）。次世代灰色かび病防除剤を探索していた我々にとってこの発見は極めて重要な知見であり、本骨格を基本母核として広範囲な周辺化合物の合成と生物活性の検定を行った結果、以下のような灰色かび病抑制効果に関する構造活性相関の概要が明らかとなった（Fig. 2）。

- ベンゼン環上のortho位への置換基導入が、高い病害抑制効果発現に重要であること
- ピラゾリノン環のケトン構造が高い病害抑制効果発現に重要であること
- ピラゾリノン環1位、2位の窒素原子に分岐した炭素を含む鎖状構造の炭化水素基が結合していることが高い病害抑制効果発現に重要であること

- ピラゾリノン環5位にアミノ基（NH₂）が結合していることが、高い病害抑制効果発現に重要であること

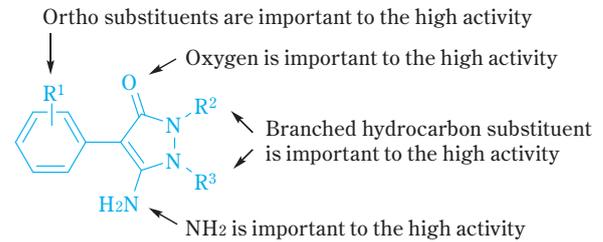


Fig. 2 Structure-activity relationship of aminopyrazolinone derivatives

生物活性の向上を目標に合成した数百の化合物の生物活性を評価した結果、高い活性を示す化合物B（Fig. 3）を見いだすに至った²⁾。

2. 化合物Cの発見

本系統のさらなる構造改変と最適化を検討する過程で、ピラゾリノン環の1位の窒素原子に結合している分枝の炭化水素鎖R³を、エステル構造を有する-C(=O)OCH₃基に変換すると、灰色かび病抑制効果がより向上することが見出された。また、チオールエステル構造を有する-C(=O)SCH₃基にすることで、さらにその効果が向上することが判明した³⁾。そこで、ピラゾリノン環1位、2位の窒素原子に結合する置換基（R², R³）とベンゼン環の置換基R¹の組み合わせを再検討し、種々の化合物を評価したところ、競合剤を明確に凌駕する灰色かび病抑制効果を有する化合物C（Fig. 3）を選抜するに至った。化合物Cは、当時、効果のベンチマークと考えていた他社剤と比較しても、同等、もしくはそれ以上の灰色かび病抑制効果を有していることが判明し、生物効果面からは開発に値する化合物と判断された。

しかしながら、化合物Cは土壤中で分解されにくく、改善することが望ましかった。

3. フェンピラザミンの発見

土壤中における難分解性を改善するために、さらに本系統化合物の置換基改変を進めるとともに、簡易の土壤残留評価を並行して実施した。その結果、ベンゼン環のortho位にメチル基を有し、ピラゾリノン環1位の窒素原子に結合するチオールエステルの末端部分に不飽和炭素鎖であるアリル基を導入したフェンピラザミンを見出すことに成功した。

フェンピラザミンは化合物Cとほぼ同等の灰色かび病抑制効果を有しながら、土壤中で速やかに分解する。

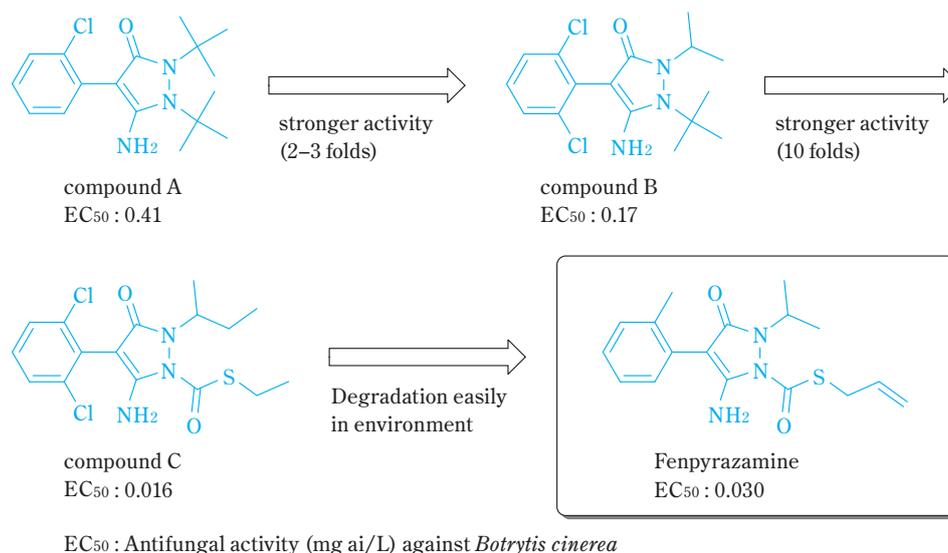


Fig. 3 Discovery of fenpyrazamine

更に、種々の開発クライテリアを総合的に勘案した結果、最終的にフェンピラザミンを開発化合物として選抜するに至った (Fig. 3)。

製造法

フェンピラザミンはメイン骨格であるピラゾール環上の2つの窒素原子上にアリルチオカルボニル基およびイソプロピル基を有している。この製造法においては、Fig. 4のようにピラゾール環に先にイソプロピル基を導入する方法、先にアリルチオカルボニル基を導入する方法が考えられるが、精力的に検討を行い、ピラゾー

ル環の2つの窒素原子上に位置選択的に置換基を導入することができる工業的製造法を確立した。

生物効果

1. 抗菌スペクトル

フェンピラザミンは灰色かび病菌や菌核病菌などの、農業上重要な防除対象の病害を引き起こす *Botrytis* 属 (灰色かび病菌等)、*Sclerotinia* 属 (菌核病菌等) 等の Sclerotiniaceae 科の菌種に高い抗菌活性を示した (Table 1)⁴⁾。

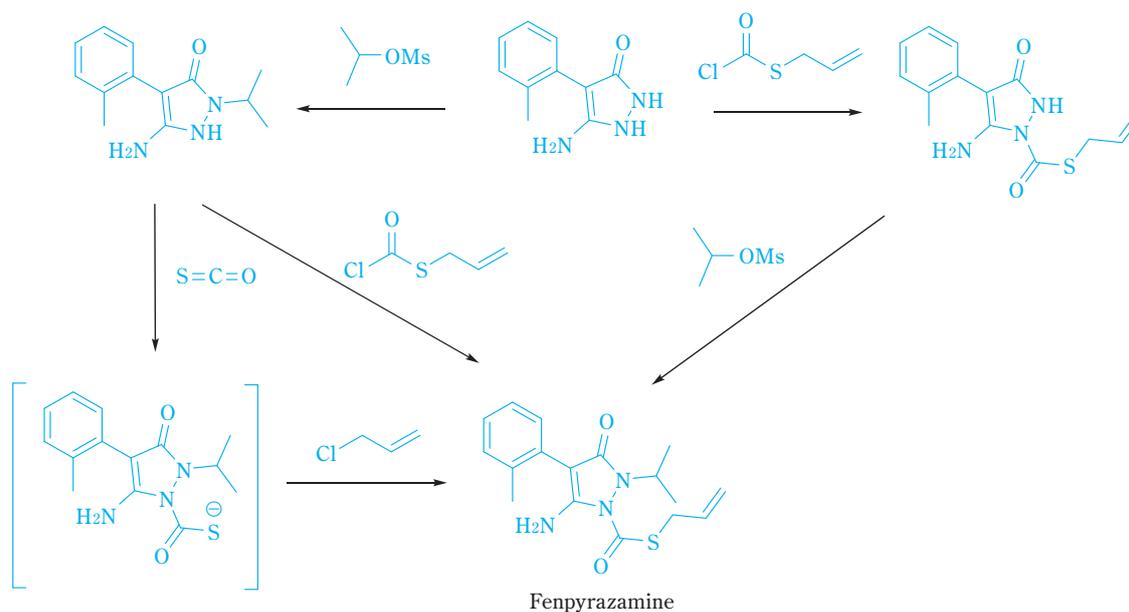


Fig. 4 Synthesis route of fenpyrazamine

Table 1 Antifungal activity of fenpyrazamine

Fungal species	EC ₅₀ (mg ai/L)	EC ₉₀ (mg ai/L)
<i>Botrytis cinerea</i>	0.030	0.14
<i>Botrytis allii</i>	0.030	0.67
<i>Botrytis tulipae</i>	0.030	0.67
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	0.11	0.47
<i>Sclerotinia minor</i>	0.049	0.25
<i>Sclerotinia triformis</i>	0.012	0.041
<i>Monilinia laxa</i>	0.020	0.15
<i>Monilinia fructigena</i>	0.048	0.31
<i>Monilinia fructicola</i>	0.079	0.58
<i>Magnaporthe grisea</i>	> 5	> 5
<i>Septoria tritici</i>	> 5	> 5
<i>Pythium aphanidermatum</i>	> 5	> 5
<i>Rhizoctonia solani</i>	> 5	> 5
<i>Rhizopus oryzae</i>	> 5	> 5

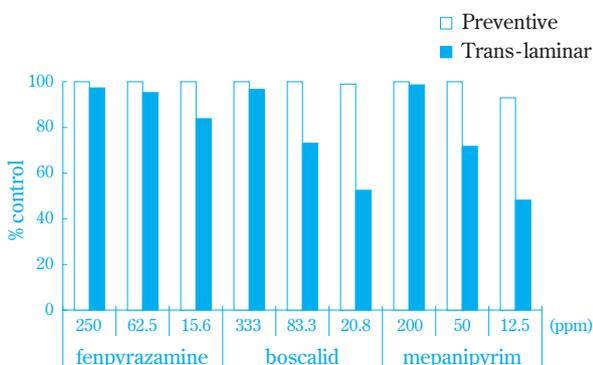
2. 作用特性

(1) 予防効果

フェンピラザミンは室内予防試験において、キュウリ灰色かび病に対して、日本国内の登録濃度 (250ppm) の1/16の低濃度でも、防除価100の高い効果を有していた (Fig. 5)。

(2) 浸達性

フェンピラザミンは浸達試験 (葉裏に薬剤処理し、葉表に病原菌を接種する試験) において、キュウリ灰色かび病に対して、日本国内の登録濃度 (250ppm) の1/16の低濃度でも、防除価80以上の高い効果を有していた (Fig. 5)。この結果は、フェンピラザミンは処理後速やかに植物体内に吸収され、未処理部位にも移行することを示している。本性質を有することは、実用



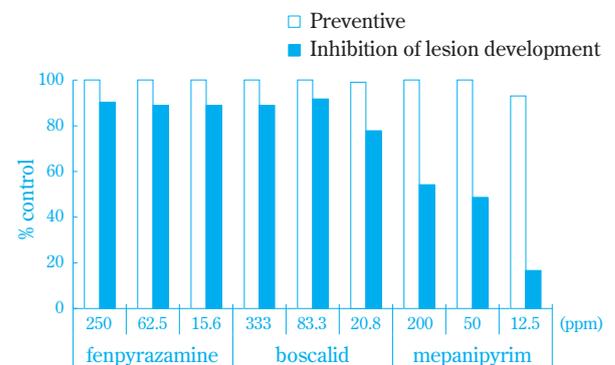
Preventive: *Botrytis cinerea* was inoculated one day after fungicide application
 Trans-laminar: *Botrytis cinerea* was inoculated on adaxial side of leaves one day after fungicide application on abaxial side of leaves

Fig. 5 Trans-laminar ability of fenpyrazamine

場面において、多少の散布むらがあっても、防除効果が期待できることを示唆している。

(3) 病斑進展阻止効果

フェンピラザミンは病斑進展阻止効果試験 (病原菌の感染後、薬剤処理する試験) において、キュウリ灰色かび病に対して、日本国内の登録濃度 (250ppm) の1/16の低濃度でも、防除価80以上の高い効果を有していた (Fig. 6)。この結果は、フェンピラザミンは、病原菌の感染初期であれば、その発病を抑制できることを示している。本性質を有することは、野菜等の実用場面において、初発後に本剤を処理しても、高い防除効果が期待できることを示唆している。

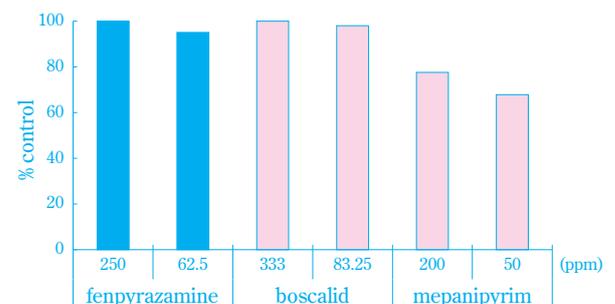


Preventive: *Botrytis cinerea* was inoculated one day after fungicide application
 Inhibition of lesion development: *Botrytis cinerea* was inoculated one day before fungicide application

Fig. 6 Fenpyrazamine-mediated inhibition of lesion development

(4) 残効

フェンピラザミンは室内14日間残効試験において、キュウリ灰色かび病に対して、日本国内の登録濃度 (250ppm) の1/4の低濃度でも、防除価90以上の高い効果を有していた (Fig. 7)。

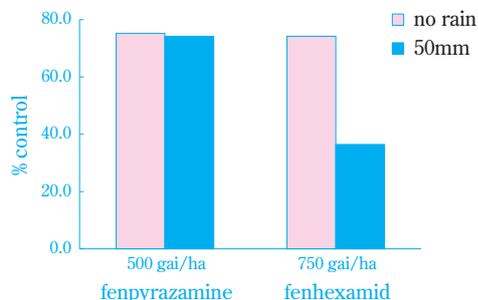


Long lasting: *Botrytis cinerea* was inoculated 14 days after fungicide application

Fig. 7 Long lasting activity of fenpyrazamine

(5) 耐雨性

フェンピラザミンは、ブドウ灰色かび病耐雨性評価試験において、散布2時間後に合計50mm (25mm/時間) の人工降雨を実施した条件においても、防除価75以上の高い効果を示した (Fig. 8)。



Rainfall: artificial rainfall was conducted 2 hours after fungicide application
 Inoculation: *Botrytis cinerea* was inoculated one day after fungicide application

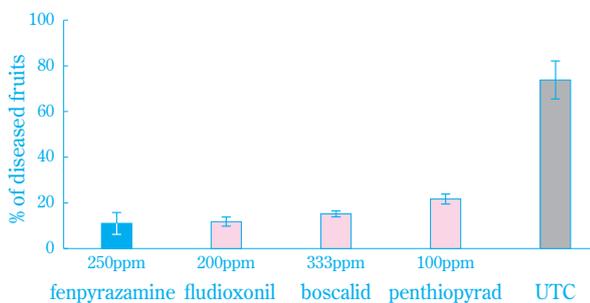
Fig. 8 Rainfastness of fenpyrazamine on grape

以上の、作用特性試験結果から、フェンピラザミンは、実用場面において、高い防除効果を有することが期待された⁵⁾。以下に、実用性評価試験の例を示す。

3. 実用性評価

(1) ナス灰色かび病 (日本)

フェンピラザミンは、散布前に発病果が認められた若干散布開始遅れの治療的な条件でかつ、無処理の発病果率 (%) が70%強の甚発生条件のナス灰色かび病の圃場試験において、高い防除効果を示した (Fig. 9)。フェンピラザミンはナス灰色かび病防除において、高い実用性を有していると思われた⁵⁾。

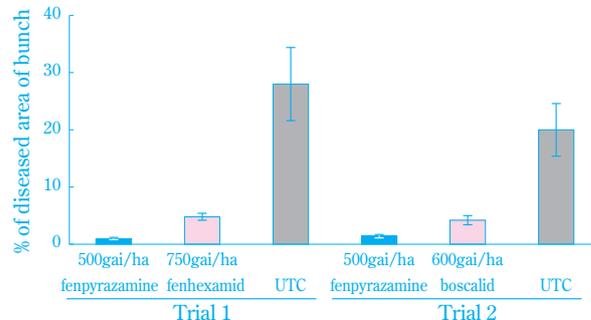


Location: Hyogo prefecture, Japan
 Inoculation: One week before 1st application (Curative condition)
 Application: 7 days interval application from December 16th to January 31th.
 Final assessment: 7 days after final application, February 7th
 Error bar: Standard deviation

Fig. 9 Efficacy of fenpyrazamine against gray mold on eggplant

(2) ブドウ灰色かび病 (イタリア)

フェンピラザミンは、複数の実用化試験において、高い防除効果を示した (Fig. 10)。フェンピラザミンはブドウ灰色かび病防除において、高い実用性を有していると思われた⁶⁾。



Location: Trani, Italy
 Application No: Twice
 Application timing:
 Trial 1 Bunch touching completed and beginning of ripening
 Trial 2 Flowering and beginning of ripening
 Final assessment: Harvest, % diseased area of bunches (100 bunches/plot, 4 plots / treatment)
 Error bar: Standard deviation

Fig. 10 Efficacy of fenpyrazamine against gray mold on grape

作用機作

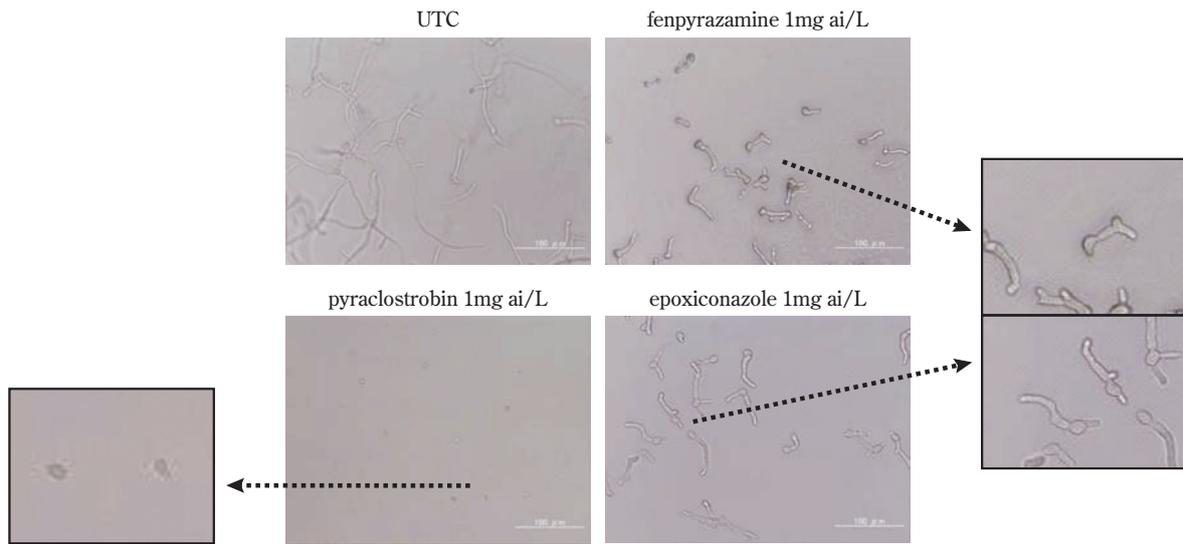
1. 胞子発芽管の伸長阻害と形態変化

フェンピラザミンを0.1~1 mg ai/L含有するPDA培地に、灰色かび病菌胞子を接種し、18°Cで、18時間培養した後に、顕微鏡下で発芽管の生育を観察した。その結果、フェンピラザミンは、胞子発芽は阻害しないが、発芽後の発芽管伸長を著しく阻害しかつ (Table 2)、発芽管の膨潤を引き起こした。なお、この膨潤は、比較対照剤として用いた、エルゴステロール生合成阻害剤 (以下、EBI剤と略す) のエポキシコナゾールに類似の形態変化であった (Fig. 11)。この結果から、フェンピラザミンがEBI剤と同様に生

Table 2 Fenpyrazamine-mediated inhibition of germ tube elongation of *Botrytis cinerea*

Conc. (mg ai/L)	fenpyrazamine		
		0.5	0.2
% inhibition	92.4*	86.3	75.5

UTC: 174.6 μm
 *: % of inhibition of germ tube elongation
 Medium: PDA, incubation temp. 18°C
 Incubation time: 18 hours



Medium: PDA, Incubation temp.18°C, Incubation time: 18 hours

Fig. 11 Morphological change of germ tube of *Botrytis cinerea* induced by fenpyrazamine

体膜構造の変化に關与する作用機作を有することが推察された²⁾。

2. メタボロミクス解析

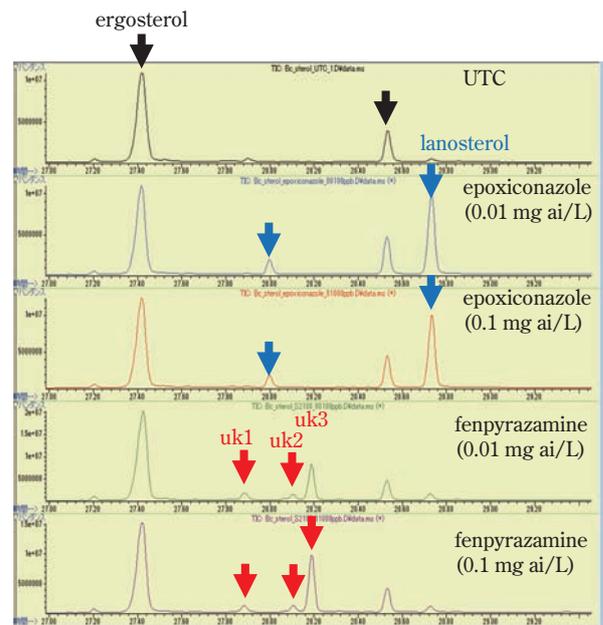
フェンピラザミンを処理した病原菌胞子と無処理の病原菌胞子のメタボロミクス解析が検討された。その結果、フェンピラザミンが、生体膜成分の一つである、エルゴステロール生合成系に作用している可能性が示唆された⁷⁾。

3. 中間体ステロールの異常蓄積の解析

発芽管の形態変化およびメタボロミクス解析より、フェンピラザミンがエルゴステロール生合成系に作用している可能性が示唆された。そこで、フェンピラザミンとEBI剤のエポキシコナゾールを用いて、薬剤処理した灰色かび病菌におけるステロール類の蓄積パターンを比較した。その結果、フェンピラザミンを処理した灰色かび病菌において、エルゴステロール以外の中間体の異常蓄積が認められた。また、中間体の異常蓄積のパターンは、エポキシコナゾールのそれとは異なった (Fig. 12)。この結果は、フェンピラザミンはエルゴステロール生合成系に作用するが、エポキシコナゾールとは異なる作用点であることを示唆している。

4. 蓄積ステロール類の同定

ガスクロマトグラフィーで検出された異常蓄積のステロールuk1、uk2とuk3の同定を、GC/MSを用いて検討した。その結果、uk1の同定には至らなかったが、uk2はfecosterone、uk3は4-methylfecosteroneと同定された (Fig. 13)。3位のケトンがある中間体の蓄積が



Incubation temp: 18°C, Incubation time: 6 hours

Fig. 12 Analysis of sterols accumulation pattern in unsaponifiable lipids of *Botrytis cinerea* incubated in presence of fungicide with gas-chromatography

認められたことから、フェンピラザミンは、エルゴステロール生合成系の3-keto reductaseに作用している可能性が強く示唆された。

5. 灰色かび病菌の3-keto reductaseの阻害活性

当社と大日本住友製薬(株)の共同研究において、組み換え体酵母を用いた3-keto reductaseの精製系とその精

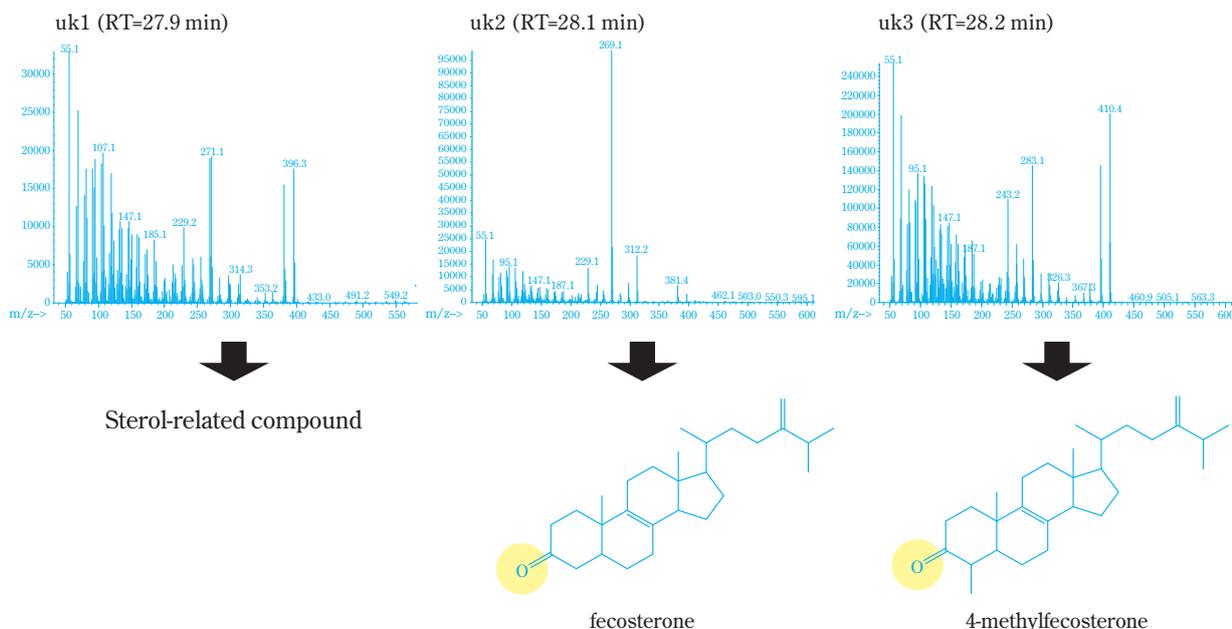
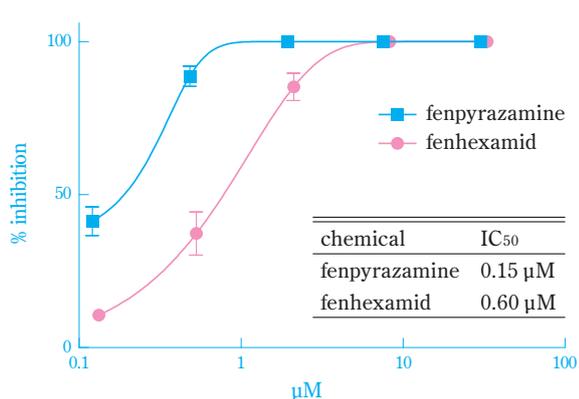


Fig. 13 Identification of accumulated unknown sterols (uk1, uk2 and uk3) of *Botrytis cinerea* incubated in presence of fenpyrazamine with GS / MS



Enzyme: 20 μg/ml 3-keto reductase
 Substrate: 2 μM Zymosterone
 Incubation time: 2 hours
 Incubation temp: 18°C

Fig. 14 Inhibitory activity against 3-keto reductase from *Botrytis cinerea* with fenpyrazamine or fenhexamid

製3-keto reductaseを用いた*in vitro*の酵素阻害評価系が確立された⁷⁾。その系を用いてフェンピラザミンおよび3-keto reductase阻害剤と推察されている比較対照剤フェンヘキサミドの酵素阻害活性を評価したところ、両化合物ともに、3-keto reductaseを直接阻害することが明らかとなった (Fig. 14)。また、各々の薬剤の酵素阻害活性は、フェンヘキサミドのIC₅₀値が0.60μMであるのに対して、フェンピラザミンのIC₅₀値は、0.15μMであった。以上の結果より、フェンピラザミンの作用

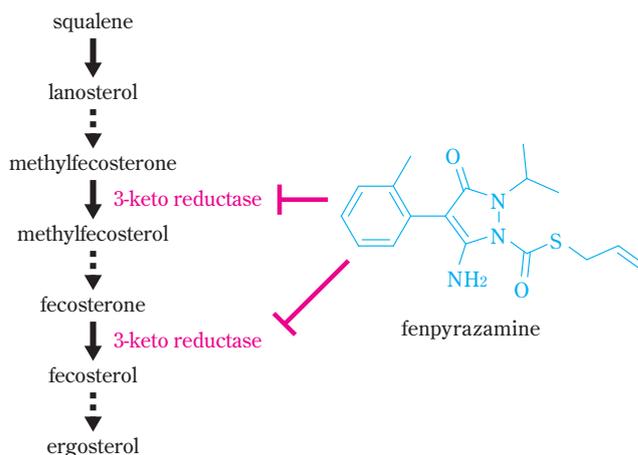


Fig. 15 Target enzyme of fenpyrazamine in the pathway of ergosterol biosynthesis

点は、エルゴステロール生合成系の3-keto reductaseであることが明らかとなった⁷⁾ (Fig. 15)。

物性および製剤

1. 物性

フェンピラザミン原体の物理化学的性質をTable 3に示した。フェンピラザミン原体は白色の結晶性粉末である。蒸気圧は25°Cで2.89×10⁻⁸ Pa、分配係数log Powは3.52である。水に対する溶解度は20.4 mg/Lであり、酢酸エチル、アセトン等の有機溶媒には比較的良く溶ける。

Table 3 Physical and chemical properties of fenpyrazamine

Common Name (ISO)	fenpyrazamine
Chemical Name (IUPAC)	S-allyl 5-amino-2,3-dihydro-2-isopropyl-3-oxo-4-(<i>o</i> -tolyl)pyrazole-1-carbothioate
CAS RN	473798-59-3
Molecular Formula	C ₁₇ H ₂₁ N ₃ O ₂ S
Molecular Weight	331.43
Physical Form	Solid (Ta)
Color	White (Ta)
Odor	Slight
Density	1.262 g/mL (20°C)
Melting Point	116.4°C
Vapor Pressure	2.89 × 10 ⁻⁸ Pa (25°C)
Solubility	Water : 20.4 mg/L (20°C) Hexane : 902 mg/L (20°C) Toluene : 113 g/L (20°C) Ethyl acetate : > 250 g/L (20°C) Acetone : > 250 g/L (20°C) Methanol : > 250 g/L (20°C)
Octanol-water partition coefficient (logPow)	3.52

2. 製剤

日本では核果樹・野菜分野向けに開発が進み、取り扱いが良い顆粒水和剤であるピクシオ®DF（フェンピラザミン：50%）として2013年7月に登録、2014年1月に上市された。本剤は現在国内で問題となっている、各種薬剤に耐性を示す灰色かび病菌に対しても高い効果を発揮することが特徴であり、灰色かび病に対するローテーション防除の主要薬剤として活用が期待できる剤である。海外においては、2012年にイタリアで世界に先駆けて上市されている。また、オーストラリアなどに向けては40%フロアブル剤を、早期上市を目指し開発中である。

ピクシオ®DFの処方設計におけるポイントは生物効力と使用性すなわち優れた水への希釈性の両立であった。スクリーニング評価の結果、特定の界面活性剤の添加が生物効果の向上に効果的であることが分かった。一方で、この界面活性剤の添加により、泡立ち性や水分散性に改善が必要となったが、組成や製造法を各種検討し、上述の両性能を満足する製剤処方を確立するに至った。

また、40%フロアブル剤の開発においては、最適な界面活性剤、増粘剤を選択することで、良好な分散性と貯蔵安定性を示す製剤処方を確立することができた。**Table 4**、**Fig. 16**にピクシオ®DFの代表的な製剤物性を示す。本剤の物性並びに貯蔵物性は極めて良好で安定である。

Table 4 Physical and chemical properties of PIXIO®DF

Items	Typical value
Appearance	Brown micro granule (Visual observation)
Apparent density	0.64g/mL
pH	6.9
Suspensibility	96.9%
Stability	No decomposition of fenpyrazamine was observed after storage of 40°C 3 months

**Fig. 16** Dispersibility of PIXIO®DF in water several tens of seconds after treatment

毒性・代謝・残留

1. 哺乳動物毒性

(1) 急性毒性、刺激性および皮膚感作性

フェンピラザミン原体および50%水和剤の急性経口、経皮、吸入毒性試験において、高用量でも死亡あるいは重篤な毒性症状の発現はなく、急性毒性はいずれも弱かった。フェンピラザミン原体および50%水和剤の目に対する刺激性は、ごく軽度から軽度に分類される弱いものであった。皮膚に対する刺激性は、フェンピラザミン原体では認められず、50%水和剤では軽度で

Table 5 Acute toxicity summary of fenpyrazamine

Test type	fenpyrazamine	fenpyrazamine 50%WG
Rat acute oral (LD ₅₀)	>2000mg/kg	>2000mg/kg
Rat acute dermal (LD ₅₀)	>2000mg/kg	>2000mg/kg
Rat inhalation (LC ₅₀)	>4840mg/m ³ of air (4-hour, nose only exposure)	>1974mg/m ³ of air (4-hour, nose only exposure)
Eye irritation (Rabbit)	Minimally irritant	Mild irritant
Skin irritation (Rabbit)	Non-irritant	Mild irritant
Skin sensitization (Guinea pig)	Mild sensitizer	Non-sensitizer

あった。フェンピラザミン原体はMaximization法で弱い皮膚感作性を示したが、50%水和剤はBuehler法で陰性であった (Table 5)。

(2) 亜急性、慢性毒性および発癌性

ラット、イヌ、マウスを用いた亜急性、慢性毒性および発癌性試験の結果 (Table 6)、フェンピラザミン原体を反復投与すると、体重の増加抑制および貧血を認め、毒性影響は主に肝臓および甲状腺に認められた。肝臓では、臓器重量の増加および小葉中心性肝細胞肥大を認め、それに伴う甲状腺濾胞細胞肥大も観察された。しかしながら、これらの変化は、いずれもフェンピラザミン投与による薬物代謝酵素誘導に関連した適応性変化であり、毒性学的意義のないものと考えられた。ラットおよびマウスにおいて、発癌性は認められなかった。

(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、着床数の低下、着床後の死亡数の増加、分娩児数の減少および出生児の死亡率の増加が認められたが、これらはいずれも母動物の一般毒性学的影響に関連した二次的な影響と考えられた (Table 7)。

(4) 神経毒性および免疫毒性

ラットを用いた急性神経毒性試験および亜急性神経毒性試験では、いずれも特異的な神経毒性作用は認められなかった。また、ラットを用いた免疫毒性試験において、免疫機能に対する影響は認められなかった (Table 8)。

Table 6 Subacute and chronic toxicity summary of fenpyrazamine

Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/day)
Rat	Dermal, 28 days	100, 300, 1000 mg/kg/day	Male: 1000 Female: 1000
Rat	Oral (in diet), 13 weeks	300, 600, 1000, 3000 ppm	Male: 64.0 (1000ppm) Female: 68.6 (1000ppm)
Rat	Oral (in diet), 24 months	100, 300, 1200, 2400 ppm	Male: 12.7 (300ppm) Female: 15.6 (300ppm) No carcinogenicity
Dog	Oral (in capsule), 13 weeks	25, 50, 150 mg/kg/day	Male: 25 Female: 50
Dog	Oral (in capsule), 12 months	5, 25, 100 mg/kg/day	Male: 25 Female: 100
Mouse	Oral (in diet), 18 months	Male: 100, 1500, 3000 ppm Female: 100, 2000, 4000 ppm	Male: 176 (1500ppm) Female: 283 (2000ppm) No carcinogenicity

Table 7 Developmental and reproductive toxicity summary of fenpyrazamine

Study	Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/day)
Developmental toxicity	Rat	Oral (gavage)	30, 125, 500 mg/kg/day	Maternal 30
		Days 6-20 of gestation		Fetal 125
	Rabbit	Oral (gavage)	30, 50, 90 mg/kg/day	Maternal 30
		Days 6-27 of gestation		Fetal 90
Two-generation reproductive toxicity	Rat	Oral (in diet)	400, 1000, 3000 ppm	Systemic Male; 27.4 (400ppm) Female; 32.0 (400ppm)
				Parental Reproductive Male; 68.6 (1000ppm) Female; 79.9 (1000ppm)
				Offsprings Systemic 32.0 (400ppm)

Table 8 Neurotoxicity and immunotoxicity summary of fenpyrazamine

Study	Species	Administration route and duration	Dose	NOAEL (mg/kg/day)
Neurotoxicity	Rat	Acute oral (gavage)	80, 400, 2000 mg/kg/day	Male & Female: >2000
	Rat	Oral (in diet), 13 weeks	500, 1200, 3000 ppm	Male: >223.6 (3000ppm) Female: >248.4 (3000ppm)
Immunotoxicity	Rat (female)	Oral (in diet), 4 weeks	500, 1500, 4000 ppm	>392 (4000ppm)

(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 (Table 9)。

Table 9 Mutagenicity summary of fenpyrazamine

Study	Study design	Results
Reverse mutation (Ames test)	<i>S. typhimurium</i> TA98, TA100, TA1535 and TA1537	Negative
	<i>E. coli</i> WP2uvrA -/ +S9 mix: 156 - 5000 µg/plate	
Gene mutation	Chinese hamster V79	Negative
	-/ +S9 mix: 10 - 100 µg/mL	
<i>In vitro</i> chromosomal aberration	Chinese hamster CHL/IU	Negative
	-/ +S9 mix: 22.5 - 160 µg/mL	
Micronucleus	CD-1 mice	Negative
	500, 1000, 2000 mg/kg	

2. 動物・植物代謝

(1) 動物における代謝

¹⁴Cで標識したフェンピラザミンをラットに経口投与したところ、速やかに体内に吸収されて全身に分布した。その後、速やかに代謝されて主に尿中に排泄された。経口投与時の吸収率は90%以上と推定され、組織への残留性・蓄積性はなかった。

フェンピラザミンの主要な代謝反応は、親化合物のプロペニルスルファニルカルボニル基の脱離であった。その他にメチル基の水酸化、イソプロピル基の脱離、およびピラゾール環の水酸化がみられた。また、生成した代謝物のグルクロン酸または硫酸抱合化も認められた⁸⁾。

(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（ぶどう、レタスおよびなたね）で代謝試験を行ったところ、いずれの作物においてもフェンピラザミンは、チオカーバ

メート結合の開裂とそれに続くピラゾリル基4位の水酸化により代謝された。

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、フェンピラザミンはpH 4および7の緩衝液中では安定であり、pH 9の緩衝液中ではチオカーバメート結合の開裂とそれに続くピラゾリル基4位の水酸化により分解され、その半減期は11~24日 (20~25°C) であった。また、¹⁴C-フェンピラザミンの緩衝液 (pH 7) および自然水 (pH 6.9~7.2) 中での分解は光照射により著しく促進され、光分解半減期 (東京における春の太陽光換算値) は、それぞれ5.2~5.5日および11.8~12.0日であり、チオカーバメート結合の開裂とそれに続くピラゾール環の開裂により分解された。

(2) 土壌中における代謝

¹⁴Cで標識したフェンピラザミンは好氣的土壌において半減期 (25°C) 62~63日で減少し、チオカーバメート結合の開裂とそれに続くピラゾリル基4位の水酸化を経て、最終的には二酸化炭素まで無機化されるか、土壌に強固に吸着された。また、土壌表面上での分解は光照射により促進されず、その光分解半減期 (20°C) は74~80日であった。

(3) 土壌残留

茨城および山梨の畑地圃場にフェンピラザミン50%水和剤の800倍希釈液を300 L/10aの割合で7日間隔で計3回散布したところ、最高残留濃度は5.03~8.78 mg/kgであり、消失半減期は30~31日であった。

(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フェンピラザミンの有機炭素含有量で補正した吸着係数 $K_{Foc(ads)}$ および脱着係数 $K_{Foc(des)}$ は112~731および133~954であった。

(5) 作物残留

フェンピラザミン50%水和剤を2000倍希釈し、200~

300 L/10 aの割合で、きゅうり、なす、いちご、トマトおよびミニトマトに7日間隔で4回処理したところ、平均残留濃度の最高値は0.28~3.04 ppmであった。同希釈液を300~700 L/10 aの割合で、温州みかん、なつみかん、ぶどう、かぼすおよびすだちに7日間隔で3回処理したところ、平均残留濃度の最高値は0.02~6.52 ppmであった。

(6) 後作物残留

フェンピラザミン50%水和剤の2000倍希釈液を300 L/10 aの割合で、7日間隔で4回処理したトマト施設栽培圃場の後作物としてかぶおよびピーマンを栽培したところ、フェンピラザミンの残留濃度は両作物においていずれも定量限界 (0.01 ppm) 未満であった。

4. 非標的生物に対する影響

水産動植物、ミツバチ、蚕、天敵昆虫等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

フェンピラザミン原体のコイ、オオミジンコおよび淡水緑藻の急性毒性値 (LC₅₀/EC₅₀) は、それぞれ6.0、5.5および>0.92 mg/Lであった。また、フェンピラザミン50%水和剤での各毒性値はそれぞれ13、6.0および1.5 mg/Lであった。これらの値は実施用から予想される環境水中の濃度よりも充分に高く、フェンピラザミンの水産動植物に及ぼす影響は低いと考えられる。

(2) ミツバチ、蚕および天敵昆虫等に対する影響

フェンピラザミン原体のセイヨウミツバチにおける

経口投与および接触投与での急性毒性値 (LD₅₀) はいずれも>100 µg/頭であった。フェンピラザミン50%水和剤の蚕における経口投与での死虫率は0%で、発育に対しても影響は認められなかった。天敵昆虫に関しては、コレマンアブラバチ、タイリクヒメハナカメムシおよびミヤコカブリダニの接触投与での死虫率は6.0~7.6%であった。これらのことから、実施用場面でのフェンピラザミンのミツバチ、蚕および天敵昆虫等に及ぼす影響は低いと考えられる。

(3) 鳥類に対する影響

フェンピラザミン原体のコリンウズラにおける急性毒性は弱く経口投与でのLD₅₀値は>2000 mg/kgであった。このことから、実施用でのフェンピラザミンの鳥類に及ぼす影響は低いと考えられる。

以上より、フェンピラザミンは哺乳動物に対する急性毒性は低く、長期にわたって摂取したとしても発癌性・催奇形性および繁殖性など次世代への悪影響はないものと考えられる。また、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えられる。

国内登録内容

フェンピラザミンの日本での登録内容は、Table 11の通りである。本剤はいずれの作物にも、収穫前日まで使用可能である。今後は、メロン菌核病 (申請済)、スイカ菌核病 (申請済)、ピーマン菌核病、イチゴ菌核病等の適用拡大も予定している。

Table 10 Ecotoxicological summary of fenpyrazamine on non-target organisms

Test substance	Test organisms	Test species	Test type	Results
fenpyrazamine	Aquatic organisms	Carp	Acute (96 hrs)	LC ₅₀ = 6.0 mg/L
		<i>Daphnia magna</i>	Acute (48 hrs)	EC ₅₀ = 5.5 mg/L
		<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	Acute (72 hrs)	ErC ₅₀ > 0.92 mg/L
	Honeybee	<i>Apis mellifera</i>	Acute oral (48 hrs)	LD ₅₀ > 100 µg/bee
		<i>Apis mellifera</i>	Acute contact (72 hrs)	LD ₅₀ > 100 µg/bee
	Bird	Bobwhite quail	Acute oral	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
fenpyrazamine 50%WG	Aquatic organisms	Carp	Acute (96 hrs)	LC ₅₀ = 13 mg/L
		<i>Daphnia magna</i>	Acute (48 hrs)	EC ₅₀ = 6.0 mg/L
		<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	Acute (72 hrs)	ErC ₅₀ = 1.5 mg/L
	Silkworm	<i>Bombyx mori</i>	Acute oral (7 days)	mortality 0% (at 175 g a.i./ha)
	Natural enemy	<i>Aphidius colemani</i> (adult)	Acute contact (7 days)	mortality 7.6% (at 100 mg a.i./L)
		<i>Orius strigicollis</i> (adult)	Acute contact (7 days)	mortality 6.8% (at 100 mg a.i./L)
		<i>Amblyseius californicus</i> (adult)	Acute contact (7 days)	mortality 6.0% (at 100 mg a.i./L)

Table 11 Domestic registration of fenpyrazamine (PIXIO®DF)

Target Crops	Target disease	Dilution rate	Spray volume	PHIs	Maximum number of applications	Application method
Citrus	Gray mold	2000	200-700 L/10a	One day	3	Spray
Grape						
Strawberry						
Cucumber	Gray mold	2000	100-300 L/10a	One day	4	Spray
Tomato						
Mini tomato	Sclerotinia rot					
Eggplant						

おわりに

フェンピラザミンは、灰色かび病等に対して、高い予防効果のみならず、優れた浸透性、治療効果、残効性を有し、実用場面においても、高い防除効果を発揮する。従って、灰色かび病等の防除の基幹剤になりうると考える。しかしながら、前述したように、特に、灰色かび病菌は耐性菌の出現しやすい病害であるため、フェンピラザミンの連用は避け、他の作用点を有する剤との併用による防除体系の中で使用するのが望ましい。

灰色かび病の防除に関しては、果樹、特にEU等のぶどうのように、スケジュール散布される場合と日本等の野菜のように、若干発病を認めてから散布される場合があるが、いずれも、防除体系の最初の剤の役割が重要である。従って、灰色かび病等の特効薬であるフェンピラザミンは、防除体系の最初に使用するのが望ましいと考える。

今後は、防除体系の中でのフェンピラザミンの効果事例を積み重ねることで、普及推進を図っていく必要があると考える。

謝辞

フェンピラザミンの開発に当たっては、一般社団法人日本植物防疫協会、各都道府県の独立行政法人および植物防疫協会、大学などの試験研究機関の方々により実用性評価試験や多くのご助言をいただいたことに深く感謝するとともに、今後も引き続きご指導とご鞭撻をお願い申し上げます。

引用文献

- 1) P. Leroux, R. Fritz, D. Debieu, C. Albertini, C. Lanen, J. Bach, M. Gredt and F. Chapeland, *Pest Manag. Sci.*, **58**, 876 (2002).
- 2) 住友化学(株), 日本特許3780541 (2006).
- 3) 住友化学(株), 日本特許4395912 (2010).
- 4) 田中 創一, 木村 教男, 日本植物病理学会報, **78** (3), 242 (2012).
- 5) 田中 創一, 木村 教男, 石川 亮, 日本植物病理学会報, **79** (3), 198 (2013).
- 6) M. Pizzi, A. Cavotto, S. Tanaka and N. Kimura, *Atti delle giornate fitopatologiche*, **2**, Clueb Editore, 207 (2012).
- 7) 岩橋 福松, 千代 直樹, 関 典昭, 田中 創一, 日本植物病理学会報, **79** (3), 198 (2013).
- 8) 永堀 博久, 竹内 逸人, 十亀 祥久, 日本農薬学会第38回大会講演要旨集 (2013), p.142.



木村 教男
Norio KIMURA

住友化学株式会社
健康・農業関連事業研究所
主席研究員



三浦 正哉
Masaya MIURA

住友化学株式会社
有機合成研究所
(現職：大分工場 副課長)



橋爪 雅也
Masaya HASHIZUME

住友化学株式会社
健康・農業関連事業研究所
(現職：生活環境事業部 主席部員)



森本 隆史
Takashi MORIMOTO

住友化学株式会社
生物環境科学研究所
主任研究員



柳澤 和幸
Kazuyuki YANAGISAWA

住友化学株式会社
健康・農業関連事業研究所
主任研究員



於勢 佳子
Keiko OSE

住友化学株式会社
生物環境科学研究所
主席研究員



石田 一
Hajime ISHIDA

住友化学株式会社
基礎化学品研究所
主席研究員

ジプロピレングリコール／ トリプロピレングリコール新製法 の開発

住友化学株式会社

石油化学品研究所

石原 慎二郎*1

吉井 政之*2

池田 翔子

千葉工場

篠原 浩二

先端材料探索研究所

村田 誠*3

Development of New Dipropylene Glycol / Tripropylene Glycol Process

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Petrochemicals Research Laboratory

Shinjiro ISHIHARA

Masayuki YOSHII

Shoko IKEDA

Chiba Works

Koji SHINOHARA

Advanced Materials Research Laboratory

Makoto MURATA

Both dipropylene glycol (DPG) and tripropylene glycol (TPG) are manufactured by non-catalytic propylene oxide hydration reactions as byproducts of propylene glycol. Owing to the successful development of a new high performance niobium catalyst for DPG/TPG-only production, we have established industrial technology which is a simple and energy-saving process. From now, we are planning on starting promotion activities for licensing this technology.

はじめに

ジプロピレングリコール (DPG) は、不飽和ポリエステル樹脂や安息香酸エステル系可塑剤のグリコール成分や化粧品の原料等として、またトリプロピレングリコール (TPG) は、UV・EB硬化樹脂のグリコール成分等として使用される工業製品である。

不飽和ポリエステル樹脂は、アジア、特に中国における需要の伸びが著しく、DPGはFRP用不飽和ポリエステル樹脂に靱性を付与する変性用グリコール成分として、それなりの市場を形成していくものと推測されている。また化粧品向けでは、DPGは肌の潤いを保ち、みずみずしさを維持する特徴を有することから、主に感触改良剤や保湿剤として用いられている¹⁾。

UV・EB硬化樹脂は主に塗料、インキ、接着剤などの分野で使用されている。無溶媒の硬化樹脂原料として用いることが可能であり、これらの用途で要求が高まる揮発性有機化合物の発生抑制に合致すること、並びに省エネや生産性の向上にも寄与することから世界的に需要が伸びており、今後も高成長が見込まれている。TPGはアクリル酸とのエステル化反応によりトリプロピレングリコールジアクリレートに誘導化され、UV・EB硬化樹脂の原料の一つである反応希釈剤として主に塗料やコーティング剤向けに使用されている²⁾。

DPGやTPGは、工業的にはプロピレンオキサイド (PO) 水和反応によりプロピレングリコール (PG) が製造される際の副産品であり生産量は限られている。その一方、近年はPO水和法以外の製法によるPGの生産が増加しており、これらの製法ではDPGやTPGが副産しないため中長期的には需給の逼迫が予想されるところである。

*1 現所属：工業化技術研究所

*2 現所属：千葉工場

*3 現所属：人工光合成化学プロセス技術研究組合

今回、当社はPOと水を原料として高い収率でDPG/TPGが得られる触媒の開発に成功し、その工業化技術を確認した。住友化学技術の主な特長は、触媒の高い活性と選択性が長期間に渡って安定に持続すること、反応がシンプルな固定床方式であること、反応熱をスチームとして回収するなどエネルギー消費量の少ないプロセスに仕上げていることである。

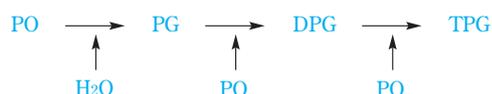
本稿では、プロピレングリコール類（PG、DPG、TPG）の製法の簡単なレビューとともに、当社の開発したDPG/TPG新製法（オンパースDPG/TPG技術）の触媒とプロセスの特徴について紹介する。

現行のプロピレングリコール類の製造技術

現在工業的に実施されているプロピレングリコール類の製造技術について以下に紹介する。

1. PO水和法

PGを製造する代表的な商業生産の技術であり、POと水を原料として無触媒で水和反応を行う方法である。この際に生成したPGの一部は逐次的にPOと反応してDPGおよびTPGを副生する（Scheme 1）。さらにPOが付加していくと重質のポリオール類となり収率の低下に繋がる。工業的に入手されるDPGおよびTPGは、このPO水和反応によるPG製造プロセスの副産品を蒸留精製したものであるため、その生産量は限られるといった実態になっている。



Scheme 1 PO hydration method

反応は160～200℃程度の高温、液相の高圧条件で行われる。PG、DPG、TPGの生成割合はPOと水とのモル比によって異なるが、例えばモル比と各プロピレングリコール類の生成割合の関係はTable 1に示す例のとおりである³⁾。

PO水和反応は大きな発熱を伴うが、原料として過剰に用いる水が顕熱として吸収する。反応によって得られる反応液は過剰の水を含むため、蒸留によって除去する必要があるが、蒸発潜熱が大きい水の蒸発には多量のエネルギー消費を伴う。工業的な運転では、反応制御の容易性、収率、過剰に用いる水の蒸発に要するエネルギーの経済性等の観点から条件が選択される。そのため、PGに対する生成比率はDPGが1/10、TPGが1/100程度となり、比率を大きく変えて生産することは困難であると推定される。

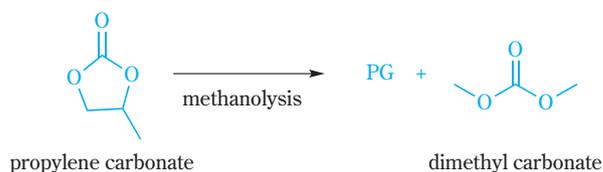
Table 1 Correlation between water/PO ratio and PG/DPG/TPG production ratio³⁾

H ₂ O/PO molar ratio	Product distribution (wt%)		
	PG	DPG	TPG
5	63.5	24.0	12.5
9	76.0	19.0	5.0
12	81.0	16.5	2.5
20	88.5	10.5	1.0
25	91.0	8.0	1.0

2. PO水和法以外のPG製法

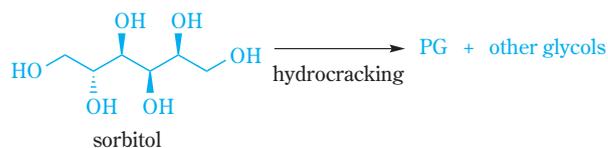
近年、PO水和法以外の製法によるPG生産が増加している。

例えば中国においては、ジメチルカーボネートの製造において副生するPG生産の割合が全体の2/3程度を占めるまでになっている（Scheme 2）⁴⁾。

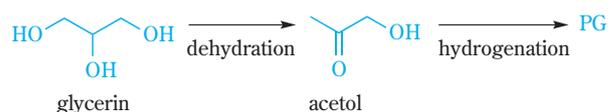


Scheme 2 Dimethyl carbonate method

その他、最近はどうもろこしを原料とするソルビトールからPGを他のグリコール類と併産する製法（Scheme 3）⁵⁾や、バイオディーゼル油を生産する際に副生するグリセリンからPGを生産する製法（Scheme 4）⁶⁾について、工業的な実施が発表されている。



Scheme 3 Sorbitol method



Scheme 4 Glycerin method

これらのPO水和法以外のPG製法ではDPGやTPGは副生されない。したがって、これらの製法によるPG生産割合の増加は、結果的にDPGやTPGの需給の逼迫に繋がることになる。

DPG/TPG新製法（オンパースDPG/TPG技術）の開発

1. 触媒開発

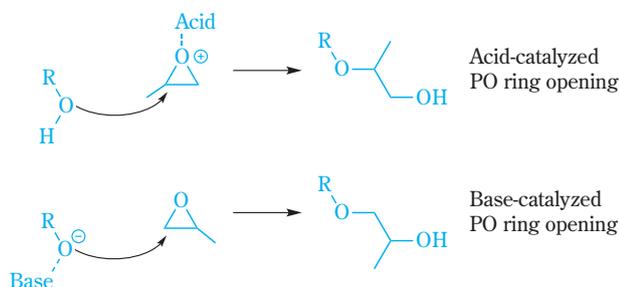
POの触媒的水和反応に関しては従来から種々検討されているものの、多くはPGの収率を高めることを目的としており⁷⁻⁹⁾、DPGやTPGの合成に対して高い選択性を有する触媒の報告は殆ど見当たらない。

しかし近年になって、DPGやTPGを目的物とした報告がなされている。例えば、POと水を原料としてNa担持ジルコニア触媒を用いてDPG/TPGを合成する技術¹⁰⁾や、POとPGを原料としてPPh₃触媒や有機アミン触媒を用いてDPG/TPGを合成する技術^{11),12)}が報告されているが、高い活性を発現するものはなく選択性も低い。

当社において開発されたニオブ系触媒は、POと水を原料とするDPG/TPGの製造に対して高い活性と選択性はもちろん、工業触媒として重要な長期触媒寿命も達成されたものである。以下に詳細を紹介する。

(1) 触媒探索

水酸基によるオキシラン環の開環反応については、酸または塩基のどちらでも加速されることが知られており¹³⁾、反応速度の向上という観点からは両者とも使用可能であると考えられる。

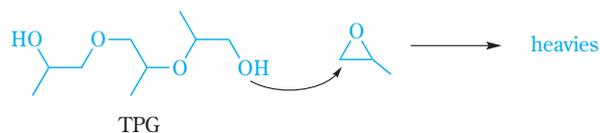


一方で、グリセリンなどを開始剤としてPOを付加重合させるポリエーテルポリオール製造には塩基触媒

が使用されることから、塩基触媒はDPGやTPGといったモノマー合成には好適ではないと考え、開発的を酸触媒に絞ることとした。

均一系と不均一系の酸触媒を比較すると、環境負荷だけでなく、生成物との分離の容易さや触媒の回収/再利用といった経済的な観点からも、固体触媒を用いる不均一系反応が有利である。しかし通常の固体酸は、水中では酸点が水の被毒を受け機能しない。そのためPOと水からDPGとTPGを合成する触媒は、水の中で機能する固体酸、いわゆる水中固体酸“Water-tolerant solid acid”である必要がある。

一方で、TPGも反応性の水酸基を有するため、酸触媒であっても生成したTPGとPOがさらに逐次反応によって重質化し収率の低下を引き起こすことが想定される。したがって、水やPGといった親水性の化合物とPOとの反応は促進させるが、TPGのような疎水性の化合物とPOとの反応は促進しない水中固体酸の開発が鍵となると考えた。



このような特性を有する触媒として、水中固体酸の報告の中でも水の存在下で硫酸と同等の強酸性を発現するニオブ酸¹⁴⁾に着目した。ニオブ酸が歪んだ多面体構造を持ち、Nb-O結合が大きく分極していることが報告¹⁵⁾されており、このニオブ酸の特異的な構造によって、親水性の化合物（本反応では水やPG）は触媒の活性点に近づいて反応が加速され、一方疎水性の化合物（本反応ではTPG）は活性点から遠ざかり重質化は促進されないと想定した。

POと水との反応に対する固体酸の触媒性能を比較した実験結果をTable 2に示す。POと水との反応ではPG、DPG、TPGおよび重質の生成だけでなく、酸触

Table 2 Catalytic activity for the reaction of PO and H₂O

cat.	PO Conv. (%)	Selectivity (%)				
		PG	DPG	TPG	tetra-PG*	PA
niobic acid	67	34	56	8	0.5	< 0.1
tantalum oxide	28	23	68	2	0.1	< 0.1
H-ZSM-5	29	39	26	12	3	1
SO ₃ type ion exchange resin	33	46	26	12	3	0.5

Reaction condition

PO/H₂O=2/1 (molar ratio)

reaction temperature 373K, reaction time 2h

* tetrapropylene glycol

媒はPOからプロピオンアルデヒド（PA）への異性化等の副反応を併発することも懸念される¹³⁾ため、反応液を注意深く分析して確認を行った。その結果、ニオブ酸がゼオライト等の一般的な固体酸と比較して高い活性を有しながらも重質（テトラプロピレングリコール（tetra-PG））の副生が少なくDPG/TPGの高い収率が期待できること、およびPOからPAへの異性化の副反応も起きにくいことが確認された。またニオブと同じ5族の酸化タンタルも、ニオブ酸ほど高活性ではないものの、高い選択性を示すことが分かった。

(2) 触媒のキャラクタリゼーション

反応と触媒物性との相関を詳細に解析するため、比表面積はほぼ同じであるが結晶構造が異なる二種類のニオブ系触媒A、Bを調製法を工夫して作り分け比較を行った。両触媒のXRD、SEMイメージをFig. 1、Fig. 2に示す。

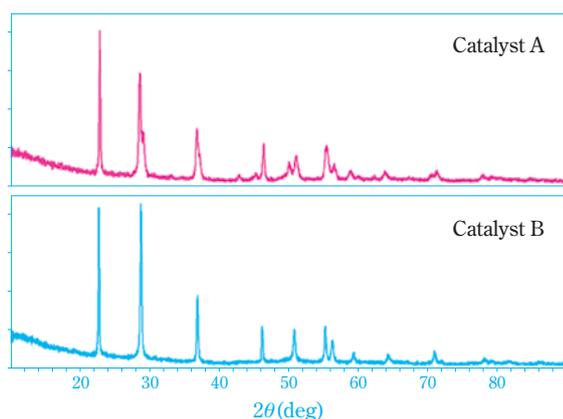


Fig. 1 XRD pattern of catalyst A,B

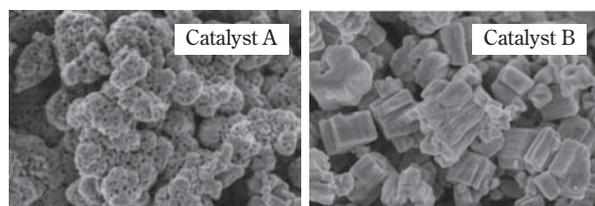


Fig. 2 SEM image of catalyst A,B

ニオブ系触媒A、BはPOと水を原料とするDPG/TPGの生成に対して選択性はほぼ同等であるが、触媒Bのほうが約3倍の活性を示した。この触媒性能の違いについて考察するため、前述の触媒探索において選択性が低かったゼオライトも含めて親水性の評価、および酸量の分析を行った。

触媒の親水性に関してBET法によるH₂O吸着量とN₂吸着量の比から比較してみたところ、ゼオライトのような一般的な無機酸化物と比較して、ニオブ系触媒はA、Bともにより親水であることが分かった（Fig. 3）。またNH₃-TPD法により総酸量を分析した結果、触媒Bは触媒Aよりも酸量が多いことが分かった（Fig. 4）。すなわち、親水的な触媒を用いることで重質化が抑制されDPG/TPGの選択性を高められること、および酸量の増加によってさらなる触媒の高活性化も可能であることが明らかにされた。

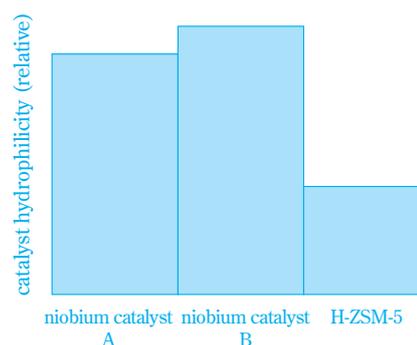


Fig. 3 Relative catalyst hydrophilicity

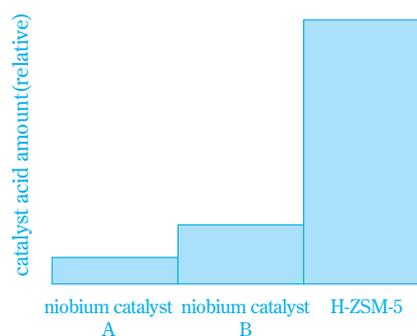


Fig. 4 Relative catalyst acid amount

(3) ニオブ系触媒の反応特性

ニオブ系触媒がPOと水からのDPG/TPG合成に優れた活性と選択性を有することが確認されたことをベースに、工業触媒への開発を進めるとともに反応に対する特徴を把握し反応プロセスの開発に生かしていくこととした。

① 反応温度

ニオブ系触媒を用いるPOと水との反応について、120、180、200℃の各反応温度での選択率を比較した結果をFig. 5に示す。実験はバッチ式の不均一系触媒反応法で各反応温度でのPO転化率が90%を超えるように反応時間を調整して行った。

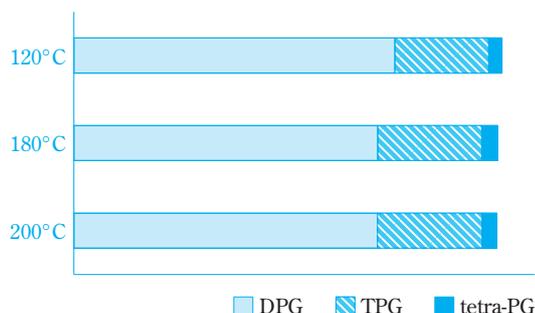


Fig. 5 Temperature dependence of DPG/TPG/tetra-PG selectivity

一般に触媒反応においては、反応温度を大幅に高くすると副反応が増大して目的物の選択性が低下するものが多いが、驚くべきことにニオブ系触媒はPOと水との反応に対しては100°C以下の温度でも活性を発現するが、200°Cという高い反応温度においても重質の副生は殆ど増加することなく高いDPG/TPG選択率が得られる特徴を有していた。

②PO/水の原料比率

ニオブ系触媒を用いてPOと水とのモル比の選択性への影響を調べた結果をFig. 6に示す。

POと水との比率はDPGとTPGの選択性には影響するものの、ここでも重質は殆ど増加しないといったニオブ系触媒の特徴が明らかにされ、POと水との原料組成比を変えることで、目的物であるDPGとTPGの生成割合をある程度任意に制御できることが示唆された。

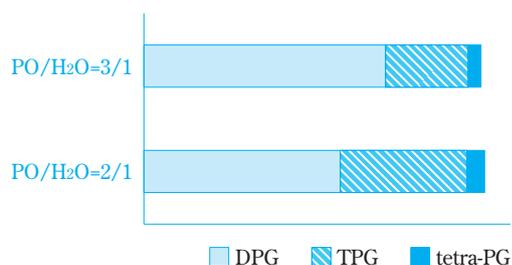


Fig. 6 Molar ratio dependence of DPG/TPG/tetra-PG selectivity

2. 反応プロセスの開発

POと水からDPG、TPGを生成する反応熱はDPGが188kJ/mol、TPGが268kJ/molと非常に大きく（標準生成エンタルピーから計算）、断熱反応させた場合には数百度の温度上昇が起こってしまう。



一般に大きな発熱を伴う液相反応では、多管熱交換式反応器が用いられることが多いが、触媒充填に多くの時間を要したり、原料を多数の反応管に均一に導入できるようにするなどといった煩雑さだけでなく、反応装置の建設に多大なコストがかかる欠点がある。この他にも複数の反応器を直列につなげて触媒層を多段にして途中で反応液を冷却する方法もあるが、複数の反応器と熱交換器を必要とするために建設コストは大きくなる。

本反応の場合には、単純な断熱方式での固定床反応器では触媒層内で数百度の温度上昇が起きてしまうが、ニオブ系触媒は水やPGといった親水性の化合物とPOとの反応は促進させるが、TPGのような疎水性の化合物とPOとの反応は抑制する特徴を有している。したがって、POと水からなる原料をDPGやTPGを含む反応液で希釈しても重質化による収率の低下は小さいと予測されるため、反応プロセスは反応液を外部熱交換器で冷却した後に、その一部を循環させて原料とともに触媒層へ供給させる断熱式固定床反応器とした。

またニオブ系触媒では反応温度を上げて重質化への逐次反応が起きにくい特徴を生かし、外部熱交換器で回収する反応熱を後工程の蒸留塔の熱源として使用できるようにエネルギーレベルを考慮して反応温度の最適化を図った。

反応圧力は液相状態が保持される条件とした。

反応速度はラボの等温型反応器を用いてデータを取得し、触媒への水とプロピレングリコール類のLangmuir-Hinshelwood型の吸着モデルの反応速度式を作成し、後述するベンチテストでの実験結果等と比較検証してブラッシュアップを行った。

線速度については、基質拡散律速と反応律速の領域、並びに触媒の流動化現象をラボ実験で確認し、運転可能な範囲の中で定常運転からの負荷変動等にも対応しうる適切な条件を決定し、ベンチテストの触媒寿命評価もこの条件下で行った。

空間速度（触媒量）は、ラボ実験での100h程度の短期寿命評価において触媒の性能と物性に变化が認められなかったことから、長寿命が期待できると判断し過剰な余裕は持たせないこととした。

工業触媒の成型は活性と触媒層の圧力損失との兼ね合いから粒子の大きさと形状を適切に検討すると同時に、触媒粒子の機械的強度も考慮した。すなわち、触媒の充填時の摩耗、充填後の自重による圧壊や反応中の崩壊といった現象によって、触媒層が閉塞したり、反応流体が偏流したりすることがないように留意した。

これらの検討を重ね、ニオブ系触媒が本反応に高い活性を有する優位性を活かし、適切な大きさに成型した工業触媒を用いて断熱固定床反応方式の反応プロセスを構築させた。

3. 全体プロセスの開発

(1) プロセスの概要

住友化学技術のプロセスの特長は、高活性・高選択性かつ長寿命の触媒を用いたコンパクトな固定床反応器により高い収率でDPG/TPGが得られること、反応熱をスチームとして回収するなどエネルギー消費量が少ないことである。

プロセスはFig. 7に示される各工程により構成され、シンプルである。以下に各工程の概要を説明する。

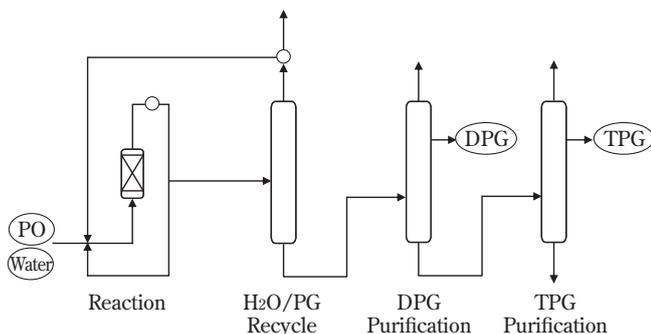


Fig. 7 On-Purpose DPG/TPG process flowsheet

①反応工程

ニオブ系触媒が充填された固定床反応器にPOと水が供給され、液相反応によりDPGとTPGが生成する。反応は断熱方式で行われるため、冷却された反応液の一部がリサイクルされ触媒層の過剰な温度上昇が抑制されている。また反応熱は外部熱交換器によってスチームとして回収され有効利用される。

ニオブ系触媒では、POと水との原料組成比により製品となるDPGとTPGの生成割合をある程度任意に制御できることも大きな特徴である。

②H₂O/PGリサイクル工程

反応液からは未反応の水と中間生成物のPGからなる軽沸留分が蒸留分離され反応工程にリサイクルされる。軽沸留分中にはいくつかの微量不純物が含まれるため、一部を系外へ排出させて蓄積を防止する。微量不純物の分離挙動はAspen Plus®のシミュレーションによって行い、Aspen Plus®の標準物性にない成分に関してはラボ実験で気液平衡データを取得し物性パラメータを決定した。この微量不純物の蒸留挙動、リサイクルプロセスでの挙動は後述するベンチテストで検証を行い技術を完成させた。

温度、圧力は反応工程で発生する反応熱の有効利用や、コンデンサーでの熱回収、冷却水の温度条件等を考慮し最適な条件を決定した。

③DPG、TPG精製工程

H₂O/PGリサイクル工程の蒸留塔の塔底液から2本の蒸留塔を用いる精製によってDPGとTPGが製品として回収される。一般にDPGやTPGといったグリコール類は高温での加熱により分解する傾向が知られているため、製品は各蒸留塔のサイドカット留分として回収される。

4. ベンチテストによる工業化技術の確立

数万トン規模の工業設備へのスケールアップを視野に、ラボ実験をベースにしたベンチ設備を設計し連続運転による検証を行うとともに技術のブラッシュアップが行われた。

運転のスタート方法は工業設備で計画する方法で実施し問題がないことが確認され、各工程とも短時間で容易に安定運転化が可能であった。連続運転中にはPOと水との原料組成比を変えた反応テストを行い、反応速度式からの推算の通りにDPGとTPGの生成割合が制御されること、および製品として取得したDPGとTPGのサンプルが現行の工業品と同等の純度であることを確認した。

また通常の運転停止方法の検証だけではなく、地震等の大きなトラブルによる緊急停止を想定したテストも行い、プラントの安全確保に関わる技術も確立した。停止後の再稼働においては停止前と同様な触媒性能が発現することが確認され、ロバスト性の高いプロセス技術が確立された。

プロセスの工業化および長期安定運転の実現には適切な工業材料の選定が重要なポイントとなるため、反応器と各蒸留塔の運転環境でテストピースを用いた評価を行い適切な材料選定を行った。

工業触媒において重要な寿命に関しては、約1年間の運転においてPO転化率はほぼ100%を維持し (Fig. 8)、収率についても計画通りに90%を超える良好な成績が継続された。また1年間の使用後に触媒を回収し分析を

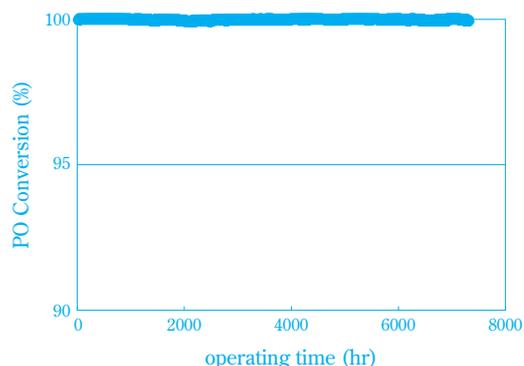


Fig. 8 Plot of operation time vs PO conversion

行った結果、触媒へのカーボン質の析出やシンタリング等は殆ど認められず、触媒性能はフレッシュ品と比較して遜色がないものであった。これらのことから、本ニオブ系触媒はさらに長期間の使用が期待できると思われる。

約1年間におよぶベンチテストにおいて、エンジニアリングデータの取得、触媒寿命や反応液リサイクルの影響に関する確認、製品DPGとTPGの取得といったことなどが行われ工業化技術が確立された。

おわりに

住友化学(株)は自社開発したニオブ系触媒を用いてPOと水を原料とするDPG/TPGのオンパース生産の新技术を開発し、ベンチテストによる検証とブラッシュアップによって工業化技術を確立させた^{16),17)}。

触媒は高活性・高選択性かつ長寿命であり、反応はシンプルな固定床方式であるために安い建設費が期待され、さらに反応熱をスチームとして回収するなどエネルギー消費量の少ないプロセスで構築されている。また本技術は、POと水との原料組成比によりDPGとTPGの生産割合をある程度任意に制御できることも大きな特徴である。

今後はDPG/TPG新製法（オンパースDPG/TPG技術）として、技術ライセンスのプロモーション活動を開始する予定である。

引用文献

- 1) 月刊ファインケミカル, 2011年7月号, 73.
- 2) 月刊ファインケミカル, 2008年7月号, 70.
- 3) “化学プロセス集成”, 化学工学協会編, 東京化学同人 (1970), p.587.
- 4) “2011 China PG Market Research Report”, Shanghai Suntower Business Consulting Co.,Ltd. (2012).
- 5) Global BioChem Technology Americas ホームページ, http://www.globalbiochemna.com/Glycol_Products.html (参照 2014/3/25).
- 6) 化学工業日報, 2012/7/2, p.12.
- 7) (株)日本触媒, 特開昭56-20529 (1981).
- 8) 三井東圧化学(株), 特開昭62-126144 (1987).
- 9) 三菱化学(株), 特開平11-12206 (1999).
- 10) Z. Liu, W. Zhao, F. Xiao, W. Wei and Y. Sun, *Catal. Commun.*, **11**, 675 (2010).
- 11) Zhejiang Huangma Technology, China Patent 101941893-A (2011).
- 12) Tianjin Zhendong Paints, China Patent 101117307-A (2008).
- 13) R. E. Parker and N. S. Isaacs, *Chem. Rev.*, **59**, 737 (1959).
- 14) K. Tanabe and S. Okazaki, *Appl. Catal. A: General*, **133**, 191 (1995).
- 15) K. Nakajima, Y. Baba, R. Noma, M. Kitano, J. N. Kondo, S. Hayashi and M. Hara, *J. Am. Chem. Soc.*, **133**, 4224 (2011).
- 16) 住友化学(株), WO Patent 2013/089271-A1.
- 17) 住友化学(株), WO Patent 2013/168827-A1.



石原 慎二郎
Shinjiro ISHIHARA

住友化学株式会社
石油化学品研究所
主任研究員
(現所属：工業化技術研究所)



篠原 浩二
Koji SHINOHARA

住友化学株式会社
千葉工場
主任技師



吉井 政之
Masayuki YOSHII

住友化学株式会社
石油化学品研究所
主席研究員
(現所属：千葉工場)



村田 誠
Makoto MURATA

住友化学株式会社
先端材料探索研究所
主任研究員
(現所属：人工光合成化学プロセス技術研究組合)



池田 翔子
Shoko IKEDA

住友化学株式会社
石油化学品研究所
研究員

化学装置材料の非破壊評価技術の開発と適用

住友化学株式会社

生産安全基盤センター

末次 秀彦

多田 豊和

楠本 達也

Development and Application of Non-Destructive Evaluation Technology for Chemical Equipment Materials

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Production & Safety Fundamental Technology Center

Hidehiko SUETSUGU

Toyokazu TADA

Tatsuya KUSUMOTO

In chemical plants an important objective is to ensure safety and stable operation of equipment such as widely-laid pipe lines, aged equipment (used for more than 40 years), and large-sized equipment for overseas expansion. In order to achieve this objective, it is important to understand the condition of exhaustive equipment in a plant, and to invest intensively in cost-effective maintenance based on diagnosis test results. A study on non-destructive evaluation techniques for chemical plant equipment, developed based on the keywords of low cost, high speed and high quality, is described here.

はじめに

当社は1913年に亜硫酸ガスから肥料を製造することを目的に設立され、時代の変遷にあわせて事業の変革を遂げてきた。現在は基礎化学、石油化学、情報電子化学、健康・農業関連事業、医薬の5事業分野にわたって種々のプラントを保有・運転し、生産される製品の形態も流体、粉体、成型品など多岐にわたっている。こうした長い歴史の中で、基幹製品の製造プラントやユーティリティ供給設備の高経年化が進み、建設・運転開始後40年を超える設備も少なくない。また、広大な敷地にコンビナートを組んで運転している関係上、原料やユーティリティの輸送配管は人体の血管のように広く、かつ複雑に工場内に張り巡らされている。こうした高経年化設備や膨大な長さを持つ配管について、日頃から性能や品質を点検・監視し、劣化や劣化の予兆をできるだけ早く発見し、異常が起こる前に補修や設備更新を行うことが重要である。このために当社では機器の重要度と劣化・損傷の発生頻度を指標にして機器のリスク順位を決定し、メンテナンスに関わる時間とコストの有効活用を試みている。それでも尚、検査・診断の対象箇所は膨大であり、リスク管理をした上で、更に検査における足場設置や付帯工事のコス

ト削減、前処理を含めたトータルでの検査速度の向上、そして設備の劣化・損傷の有無と程度の正確な把握が可能な検査手法の開発と実機適用が求められている。

我々のグループではこうした背景のもと、低コスト、高速度、高品質な検査・診断技術をキーワードに化学装置材料の非破壊評価技術を開発してきた。本稿では近年開発テーマとして取り組んできた磁化渦流探傷試験技術を用いた強磁性管の検査方法、電磁超音波技術を用いた材料劣化の検査方法および配管架台接触部の腐食検査方法、渦流探傷試験技術を応用した浸炭測定方法について紹介する。

磁化渦流探傷試験技術の開発

化学プラントでは熱媒として溶融塩（Heat Transfer Salt: HTS）を扱う炭素鋼製縦型多管式反応器が数多く使用されており、かつ近年機器の大型化が進んでいる。また、これらの炭素鋼製反応器の溶融塩に空気の巻き込みが生じてバップルプレート下等に空気層を形成してしまうと、溶融塩への熱伝達が阻害されて局所的な昇温が生じ、反応管の外表面に腐食減肉が発生することが懸念される（Fig. 1）。従って炭素鋼管のバップルプレート下の保守検査が必要となるが、この要求に

応えられる検査手法はIRIS (Internal Rotary Inspection System) 等の水浸回転式超音波厚さ測定のみである。水浸回転式超音波厚さ測定は肉厚評価精度が0.1mm単位と高精度である反面、超音波の伝播媒質として水が必須であり、化学プラントの禁水機器には適用できないこと、管の肉厚方向に超音波を伝播させるために管内表面の付着物を完全に除去する必要があること、一日の検査可能数が50~100本程度と検査速度が遅いこと等の弱点がある。従って、大型の反応器の保守検査を効率的に実施するためにも、水を使用せず、簡易な前処理で実施でき、かつ高速な検査技術を開発する必要がある。

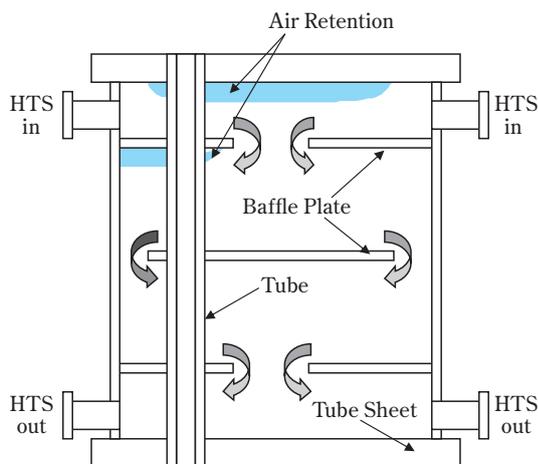


Fig. 1 Schematic of air retention in a Vertical reactor

1. 強磁性材料の渦流探傷試験の問題点

SUS304鋼やSUS316L鋼などに代表されるオーステナイト系ステンレス鋼のような非磁性管では1日あたりの検査本数が1000~1500本と、検査速度に優れた渦流探傷試験が適用されている。渦流探傷試験は水浸回転式超音波厚さ測定ほどの高い検査精度は見込めないが、水のような接触媒質が不要で、かつ非接触で高速の探傷が可能であることが利点である。これまで強磁性管である炭素鋼管にも渦流探傷試験を適用したいという現場からの強いニーズがあり、1970年代から磁気飽和渦流探傷試験やリモートフィールド渦流探傷試験などの特殊な渦流探傷試験技術が開発されてきたが、バップルプレート下の減肉の検査に適用できるまでには至っていない。

2. プロブの開発

強磁性管に渦流探傷試験を用いると透磁率のバラツキに伴う強い磁気ノイズが障害となるが、この磁気ノイズは強い磁場を与えることで低減されることが知られている。ただし、保守検査においては管内に挿入するプロブに永久磁石を組み込む必要があり、そのス

ペースは非常に限定的で与えられる磁場の強さも相応に小さくなる。そこで、保磁力の高い希土類磁石を採用するとともに、磁石配列にはリニアモーターカーや医療用MRI (Magnetic Resonance Imaging system) などで使用される最も強力な磁界を発生するハルバツハ配列を採用した (Fig. 2 (a))。ただし、プロブに組み込んだ永久磁石で強力な磁場を与えられる領域は Fig.2 (b)に示したような管軸方向の一部分のみに限られる。一般的な2コイル型のプロブではFig.3 (a)に示したように管軸方向に広く渦電流が流れるため、渦電流を強力な磁場を形成した領域のみに誘導する工夫が必要であった。そこで、Fig. 3 (b)に示したように検出コイルの両側に渦電流制御用のコイルを設置した4コイル型のプロブとし、検出コイルによって生じる渦電流と反対方向の渦電流を制御コイルで発生させて、過剰な渦電流を打ち消す手法を採用した^{1),2)}。Fig. 4に磁化渦流探傷試験に用いるプロブ (以下、磁化渦流プロブと表記) の外観を示した。強力な磁化力を有するとともに、検出コイルと渦電流制御コイルに流す

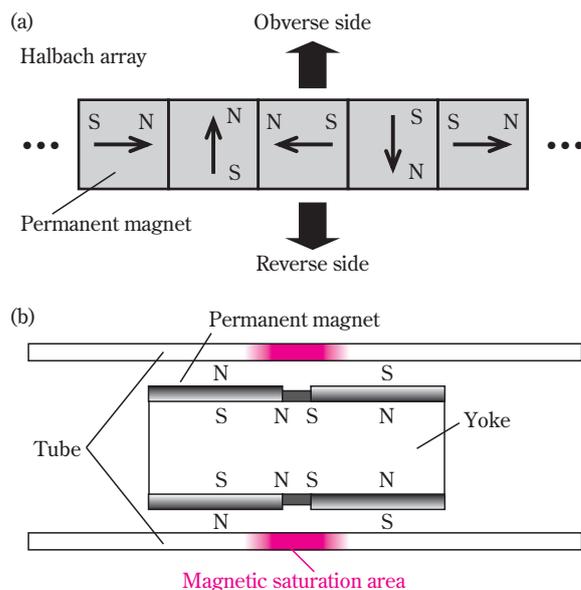


Fig. 2 Magnet array (Halbach array)

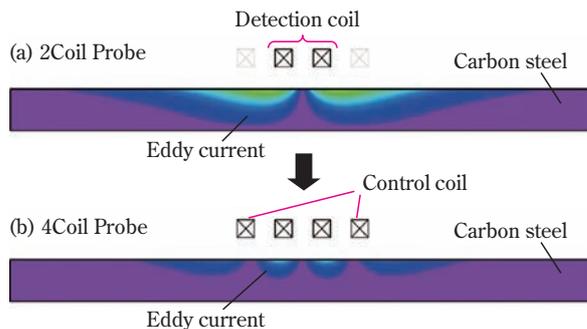


Fig. 3 Eddy current limitation through Control coil

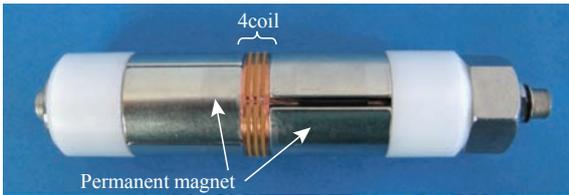


Fig. 4 External appearance of Magnetic Eddy Current Probe

電流の比率を調整することで、検出コイルの渦電流の発生領域を制御可能である。

磁化渦流プローブの特徴は内面欠陥については欠陥そのものによる渦電流の乱れを検出し、外面欠陥については磁石による磁場の付加によって欠陥周りで生じる透磁率の斑を渦電流の変化として検出する点にある。従って、炭素鋼管中の磁気ノイズは十分に抑制しつつ、外面欠陥周りの透磁率のムラを弱めすぎない程度の磁化を管に与えることが重要である。このようなことから、管の外径と肉厚によって最適な磁化力が管に与えられるように磁化渦流プローブの構造を工夫している。具体的にはFig. 5に示したように、磁石を取り付けているヨークを中空構造として、そのスペースに円柱状の調整用ヨークを挿入することで、磁束が流れる経路のヨーク断面積を変化（磁気抵抗をコントロール）させている³⁾。

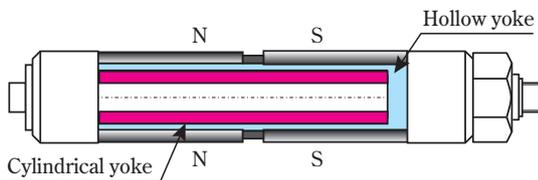
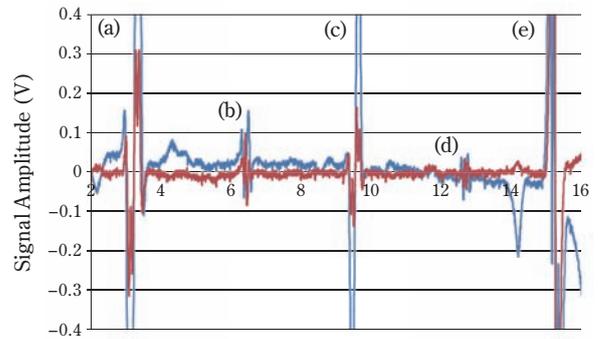


Fig. 5 Magnetizing force adjustment mechanism in a Magnetic Eddy Current Probe

3. 磁化渦流プローブの性能

磁化渦流プローブの欠陥検出性能の評価結果をFig. 6に示した。微小欠陥としては $\phi 0.5\text{mm}$ 貫通穴を高いS/Nで検出可能であった。通常の渦流探傷試験による保守検査で基準欠陥として採用されるのは $\phi 2\text{mm}$ 程度の貫通穴であることが多く、欠陥検出性能としては十分である。また、管の内外面に深さを変えて加工した溝状欠陥についても良好なS/Nで検出されている。Fig. 7には試験片に加工した人工欠陥の種類と磁化渦流探傷試験によって得られた信号の位相角との関係を示した。欠陥の発生面（貫通、内面、外面）の違いや欠陥深さの違いによって信号の位相角が変化していることが確認できる。非磁性管の渦流探傷試験の欠陥深さの評価レベルには達していないが、欠陥の有無、欠陥発生面



(a) Angular groove 5L x 50% (d) Drilled hole $\phi 0.5\text{mm}$
 (b) Drilled hole $\phi 1.0\text{mm}$ (e) Inner groove 1.5W x 20%
 (c) Angular groove 5L x 25%

Fig. 6 Evaluation of defect detection limit

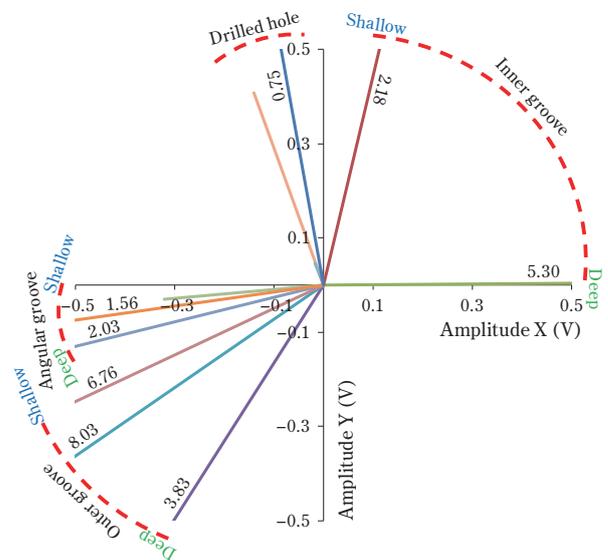


Fig. 7 Phase characterization of the Magnetic Eddy Current Probe

の判断および欠陥深さの定性評価が可能である。また、バッフルプレート信号と欠陥信号とを信号の位相角で分離できるので、多重周波数法を用いてバッフルプレート信号の影響を軽減し、バッフルプレート下の欠陥の評価が可能となった。

4. 実機への磁化渦流探傷試験の適用

(1) 炭素鋼製多管式反応器への適用

当社のHTSを熱媒として使用した多管式反応器の定期検査に磁化渦流探傷試験を導入した。その結果、検査品質の面では、多重周波数法を用いてバッフルプレート信号の影響を軽減することで、バッフルプレート下の反応管の欠陥有無検査が実施できた。また、水浸回転式超音波厚さ測定で検出していた管肉厚の10%程度（約 0.2mm ）の凹凸についても磁化渦流探傷試験で検出できていることを確認した。このように、磁化

渦流探傷試験は水浸回転式超音波厚さ測定の代替検査として実用可能な検査品質であることが確認できた。

検査速度の面では、反応管1本あたりの検査速度は約5倍を達成した。また、水浸回転式超音波厚さ測定のための入念な前処理に要する時間の削減を含めると、更に短時間で効率的な検査実施が可能となった。原理上、プローブは磁石で反応管の内表面に強く吸着するが、滑りを良くするスリーブの効果もあってプローブの操作性は良好であり、摩耗などプローブの耐久性の面でも問題はなかった。また、反応管の内面の凹凸が比較的少ない状態であれば、圧縮空気をプローブの周囲から少量噴出することで、更に軽くプローブを操作することが可能となる⁴⁾。

(2) 二相ステンレス鋼・ニッケル製機器への適用

化学プラントで使用される強磁性管として、炭素鋼以外にも耐食性が要求される場面において二相ステンレス鋼やニッケルといった材料が採用されている。これらの材料は炭素鋼の比透磁率 (μ_r = 数百~数千) よりも十分に小さいため、開発した磁化渦流プローブの強力な磁場によって磁気飽和させることが可能である。Fig. 8には二相ステンレス鋼の代表的な鋼種であるSUS329J4L製の伝熱管 (外径 $\phi 19.0 \times 1.6t$) に貫通穴、内外面の模擬減肉欠陥を付与した対比試験片の測定チャートならびに、それを基に作成した位相角-減肉率校正曲線を示した。各模擬欠陥をS/N良く検出でき、かつ、減肉深さによって十分に位相角の変化が得られていることがわかる。このように磁化渦流探傷試験を用いることで二相ステンレス鋼やニッケルについて、一般的な非磁性材料の渦流探傷試験と同等の検査品質が得られることが確認された。よって、定期開放検査時の水浸回転式超音波厚さ測定の代替検査手法として切り替えを進めているところである。

電磁超音波法の適用

電磁超音波法は永久磁石とコイルで構成された探触子 (Electro-Magnetic Acoustic Transducer: EMAT) を用いて検査対象物に超音波を送受信できる手法である。この手法の利点是非接触で材料内部に超音波を励起できることである。この利点を活かして、高精度に材料の音速を測定し材料の弾性率の変化から材質劣化を評価したり、従来の超音波探傷試験で超音波の入射の妨げとなっていた塗装や錆を除去する前処理の簡略化によって検査効率を向上させた検査・診断技術を検討し、実機適用を進めている。

1. 電磁超音波の発生原理

超音波の励起方法としては圧電素子製の振動子に高周波電圧を加えて振動を発生させ、超音波に変換させる場合が最も一般的である。電磁超音波の場合は、この駆動力として電磁気力を用いており、電磁氣的エネルギーを機械的振動に変換することで超音波を発生する。逆に機械的エネルギーを電気信号に変換することによって超音波を受信している。その駆動力となる電磁気力としてローレンツ力を利用する場合と磁歪効果を利用する場合とがあるが、Fig. 9には駆動力としてローレンツ力を用いる場合の作動原理について横波用EMATを例にして示した。EMATを金属製試料の近くに置き、コイルに高周波電流を流すと、電磁誘導作用によって試料に渦電流 (J) が発生する。これに永久磁石からの磁界 (B) が作用して、フレミングの左手の法則に従って試料表面に平行な方向にローレンツ力 (F) が発生する。この力が試料を振動させて超音波を発生させる。また、発生時と逆の現象によって超音波を受信することができる。このように渦電流と磁界の方向を組み合わせることによって縦波や横波の受発信が可能となる。

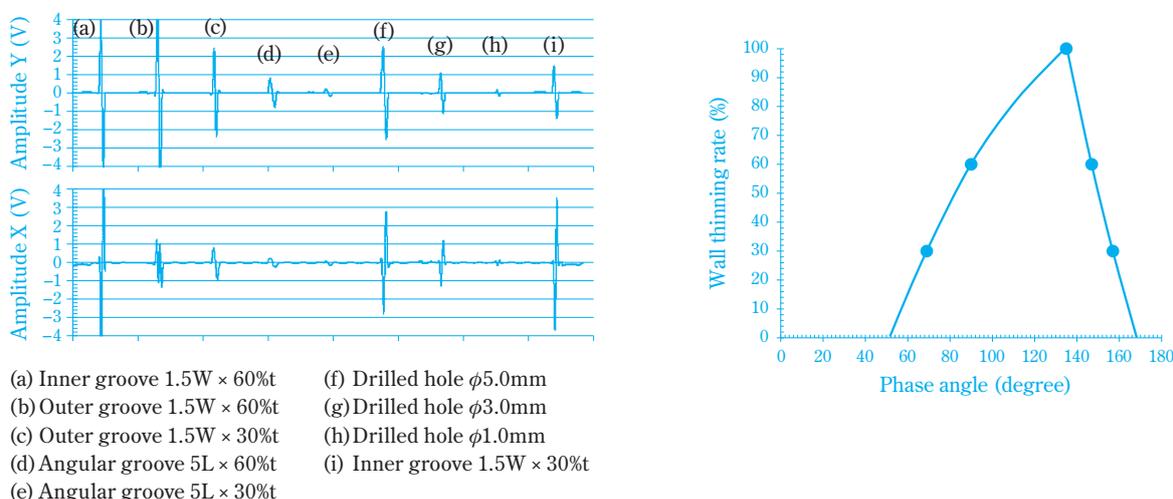


Fig. 8 Flow detection result (Left) and Evaluation curve (Right) of the reference piece

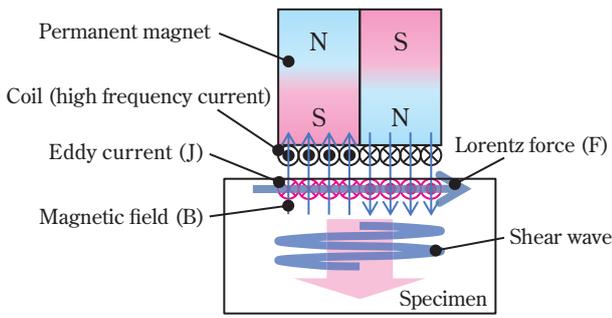


Fig. 9 Mechanism of Lorentz force generation in EMAT

2. 材料劣化診断への適用

化学プラントで使用されている設備材料の中には、ある種の環境で使用されると材質が劣化する場合がある。設備材料の選定時には劣化が生じないように配慮されているが、長期間の使用、使用条件の変更、局所的な特異環境の形成などによって劣化が生じる場合がある。こうした材質劣化は耐食性の低下、機械的性質の低下、硬化といった現象を引き起こす。これらの劣化を検査する方法としては、破壊検査による方法が最も信頼性が高く、明確にその状態を把握することができるが、機器の保守検査という意味合いでは適用できない。ここでは、非破壊的に材質劣化を評価する手法として、電磁超音波共鳴法を用いた475℃脆化および水素脆化の検査方法について述べる。

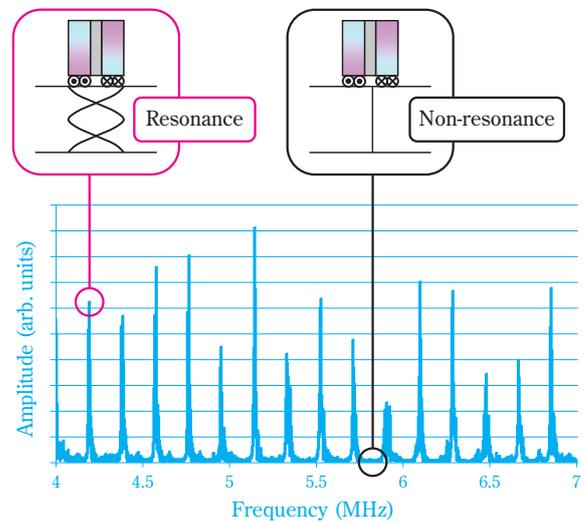
(1) 475℃脆化の検出

SUS329J4L材に代表される二相ステンレス鋼は約50%ずつのオーステナイト相とフェライト相から成り、優れた耐食性と高い強度を合わせ持った材料である。化学プラントでは、特に塩化物環境下での耐応力腐食割れ性に優れることから、各種設備の材料として適用されている。ただし、二相ステンレス鋼は高温環境で長時間使用されると脆化することが知られている。この脆化の機構は、フェライト相がスピノーダル分解によってCr濃度の低いα固溶体とCr濃度の高いα'固溶体の二相に分解し、析出したα'固溶体によって材料が硬化すると同時に衝撃値が著しく低下するものである。特に衝撃値の低下は硬化よりも敏感であり、硬度増加の極初期から衝撃値が大幅に低下する。α'固溶体の析出に起因する脆化は、その発生が最も顕著である温度が475℃付近であることから、475℃脆化と呼ばれている⁵⁾。475℃脆化は材料中のCr含有濃度の増加に伴い、脆化開始までの時間が短縮すると同時に脆化度も顕著になる。また、温度が475℃以下であっても保持時間が長時間になれば熟時効により脆化が進行する。

475℃脆化に伴って材料のフェライト相の弾性率が增加することにより、試料中を伝播する超音波の音速も

変化するが、健全材に対する音速の変化は数%程度の増加であり、この差を評価するためには精度の高い音速測定技術が必要である。そこで検討したのが電磁超音波共鳴法⁶⁾の適用である。電磁超音波共鳴法はEMATの変換効率が低いという欠点を補うため、試料を共鳴状態にして超音波振幅を増大させる方法である。Fig. 10に示したように励起する高出力のバースト波の周波数を掃引しながら測定することで試料の共鳴周波数を計測し、共鳴周波数と試料の厚さから試料を伝播する超音波の音速を高精度に求めることができる。

電気炉で加熱温度と加熱時間を調整して人工的に475℃脆化を生じさせたSUS329J4L材を対象として、電磁超音波共鳴法による試料を伝播する超音波の音速測定とシャルピー衝撃試験を実施した。Fig. 11は横軸に



$$f_n = \frac{nv}{2d} \rightarrow v = \frac{2df_n}{n}$$

f_n : n-th-order resonant frequency
 v : Acoustic velocity of specimen
 d : Thickness of specimen

Fig. 10 Resonance spectrum obtained in EMAT

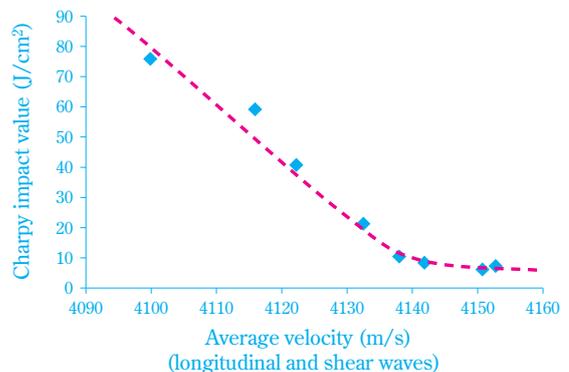


Fig. 11 Correlation between Average velocity and Charpy impact value

試料を伝播する超音波の縦波と横波の音速の平均値をとり、縦軸に室温（25℃）でのシャルピー衝撃値をとって、その関連性を示した結果である。475℃脆化によって材料が脆化してシャルピー衝撃値が低下するのに従って、試料を伝播する超音波の縦波と横波の平均音速が速くなっている。健全部の衝撃値が脆化によって1/8程度まで大幅に低下するのに対して試料を伝播する超音波の音速変化は1%程度と小さいが、電磁超音波共鳴法は微小な音速変化を高精度に評価できるため、この評価曲線を用いて二相ステンレス鋼の475℃脆化の有無と脆化程度の評価に活用している。

(2) 水素脆化の検出

チタンは海水環境で優れた耐食性を示すため、当社でも海水熱交換器用の伝熱管材料として多く利用されている。ただし、チタンは水素との親和性が高いため水素を吸蔵するとFig. 12に示したように金属内に針状の水素化物を形成して脆化する。この結果、腐食の兆候や減肉を伴わずに延性の低下を引き起こす。一般的にチタン中の水素濃度が500ppm以下程度であれば、通常の変形速度での機械的特性の低下は小さいが、シャルピー衝撃試験のように急速な変形に対しては、水素濃度が100ppm以下でも脆化が顕在化することがある。

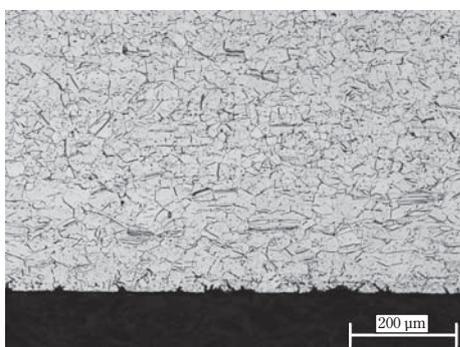


Fig. 12 Microstructure of titanium affected by hydrogen embrittlement

水素吸蔵に対しては、プロセス流体に水素が含まれる場合には当然注意が必要であるが、シェル側でチタンの耐食性が要求されていない場合においては、伝熱管を支えるバップルプレートや管板はチタン材を採用しない場合がほとんどであり、これら部材の微量な腐食によって発生した水素が伝熱管に吸蔵された事例もあるので注意が必要である。

チタンの水素脆化は脆い針状の水素化物を形成して脆化することから、電気伝導度の変化、弾性率の変化、硬さの変化として現れる。この諸特性の変化はFig. 13に示したように試料を伝播する超音波の縦波、横波の音速の変化や導電率の変化として検出できる。試料を伝播する超音波の音速の測定には先述した電磁超音波共鳴法が有効である。ただし、1000ppm以下の微小な水素吸蔵量の場合には、これらのパラメータの変化量は非常に微小となり、測定データのバラツキとの明確な判断が難しくなる。そこで、水素化合物が超音波伝播の阻害要因となることに注目し、EMATで励起した超音波の特定の共鳴周波数のエネルギーの減衰速度を測定して水素脆化を検出する方法を開発した⁷⁾。Fig. 14にはチタンの健全材と約300ppmの水素を吸蔵したチタンの水素脆化材について、5次の共鳴周波数である5.2MHzの超音波エネルギーの減衰速度を比較した結果を示した。健全部では

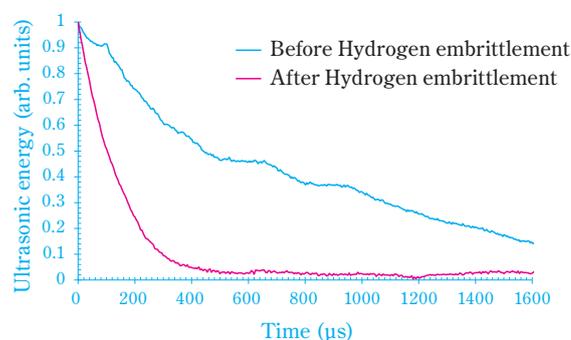


Fig. 14 Attenuation of ultrasonic energy in Titanium

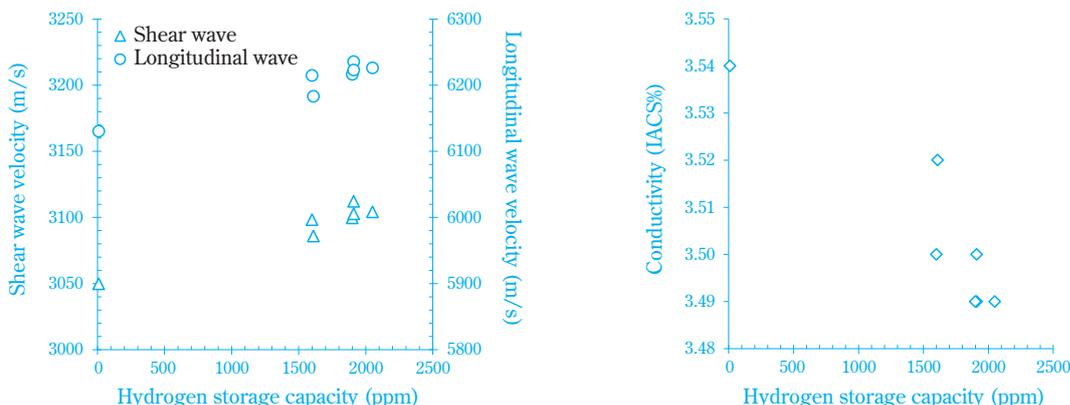


Fig. 13 Changes in ultrasonic velocity (Left) and conductivity (Right) due to hydrogen embrittlement

エネルギーが20%まで減衰するのに1400 μ secを要しているが、水素脆化部では220 μ secで減衰している。このように共鳴状態の持続時間を計測することで水素吸蔵量が微小な水素脆化に対しても検出が可能である。ただし、この手法は検査部位を特定して実施する部分検査手法であるため、伝熱管などにおいて水素脆化の発生位置が管軸方向で特定できない場合には、軸方向のピッチを決めて多点検査を実施する必要がある。本検査の適用対象としては伝熱管が圧倒的に多いため、伝熱管の全長に渡る検査を連続的に実施できるような手法に仕上げるのが今後の課題である。

3. 配管架台接触部の腐食検査への適用

配管架台接触部はFig. 15に示したように雨水等の水分が滞留しやすい、配管の熱伸縮によって架台との接触部の塗装が剥がれやすい、再塗装などのメンテナンスが困難であるなどの理由から外面腐食が発生・進展しやすい部位である。一方で架台の数は配管敷設距離に比例するため膨大であり、腐食減肉の重点点検ポイントでありながら、目視検査を中心とした一次検査だけでも多大な時間を要する。また、一次検査で問題となった部位では、超音波等の非破壊検査手法を用いた二次検査が実施されるが、配管表面の塗装の除去、錆のケレン、表面の磨きなど非破壊検査実施のための付帯工事が必要であり、腐食減肉が進行して危険な状態にありながら検査の実施が間に合わないといった事態も懸念される。そこで、超音波を非接触で励起できるという電磁超音波法の特性を活かした配管架台接触部の腐食検査技術の開発を行い、検査部位の前処理簡略化による二次検査の所要時間の削減のみならず、目視検査結果を補完する技術と位置付けることで、更に配管架台接触部の信頼性をあげたいと考えている。ここでは、本技術の検討状況について述べる。

ベースとする検査技術はFig. 16に示した超音波表面波法⁹⁾である。超音波表面波法は架台部を挟み込むように送受信探触子を設置して表面波の送受信を行う。配管に減肉が発生している場合には、配管減肉部で表面波が迂回することによって表面波の到達時間が遅れるため、この遅れ時間から減肉量を推定する。超音波減衰法と異なり、内部流体の影響を受けにくいため液抜きが必要がない、減衰のような相対値ではなく腐食に伴う表面波の伝播距離の伸長から減肉量を計測する方法であることが利点としてあげられる。しかし、欠点として探触子設置部の表面処理が必須であり、かつ探触子を強く配管表面に押し付ける必要があり、大掛かりな検査用の治具が必要であることがあげられる。そこで、従来の超音波表面波法の欠点を克服するため、非接触で材料中に超音波を励起できるEMATの適用を検討することとした。ただし、EMATは圧電素子

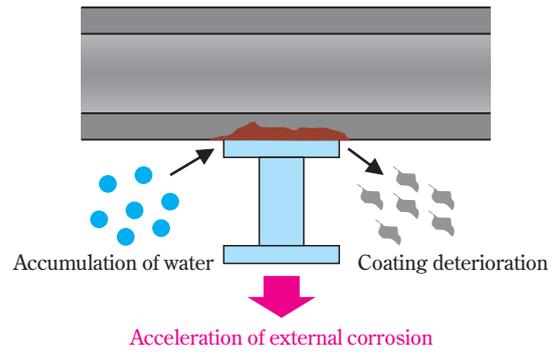


Fig. 15 Acceleration of external corrosion of pipe on pipe support

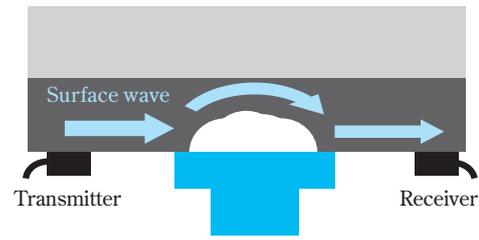


Fig. 16 Surface wave technique of ultrasonic testing

型の探触子と比較してエネルギー変換効率が低いことから、検査対象物に対して計測に必要な強度を有し、かつS/Nの優れた超音波を励起することが最大の課題である。先ず装置関連の改善として、材料の劣化診断に用いている電磁超音波共鳴法では周波数を広帯域で掃引するため広帯域プリアンプを使用してきたが、探傷では超音波を共鳴させず、励起する超音波の周波数帯域を絞って利用するため、その帯域の信号だけを増幅する狭帯域プリアンプを導入した。また、信号中の高周波ノイズを除去するためのバイパスコンデンサの設置を行った。EMAT関連ではコイルの太線化を実施して入力できる電圧値を増加させるとともに、磁石配列の見直し・最適化など様々な検討を行った。Fig. 17

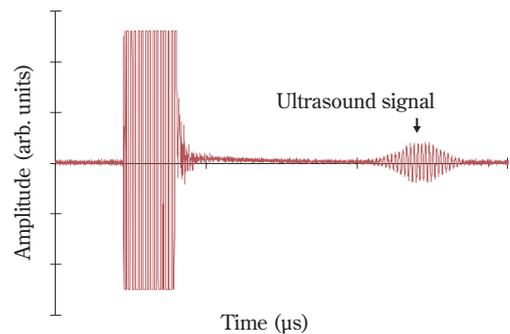


Fig. 17 Waveform of ultrasound in a non-defective steel pipe

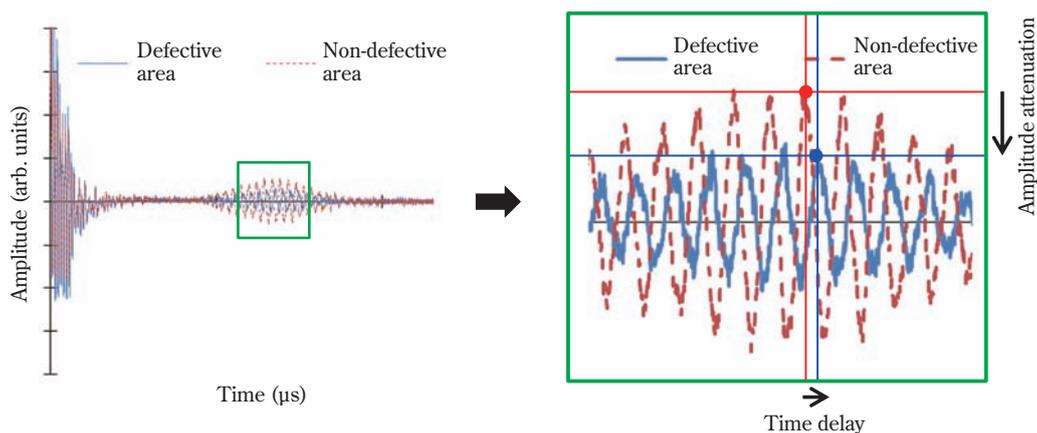


Fig. 18 Comparison between waveforms in defective and non-defective area of a steel pipe

は外径60.5mm、肉厚3.9mmの管を対象にして超音波の送受信をした時の超音波波形を示した。架台幅を想定して探触子間距離を50cm以上に設定しても、計測に必要な信号が送受信可能となった。次のステップとして、現在は模擬減肉配管や実機腐食配管に対して計測を重ね、減肉深さの測定精度向上を目指している。その一例として**Fig. 18**に外径60.5mm、肉厚3.9mmの実機腐食配管の計測例を示した。減肉部では健全部と比べて超音波の到達時間が遅く、かつ振幅が減衰していることがわかる。到達時間の遅れから推定した減肉深さは1.6mmであり、超音波厚さ測定で実測した減肉深さ2.0mmに対して良好な結果が得られた。

今後はEMATの更なる性能向上、現場検査用治具の開発を行うとともに、模擬減肉配管や実機腐食配管の計測データを拡充する。更に実機の腐食減肉形態を調査した上で、減肉評価手法の精度向上を目指す。これと並行して現場でのデータ採取を進め、得られた知見をEMATの設計や検査用治具の改良に活かし、更なる現場での測定効率と測定精度の向上を目指す。

浸炭測定技術とポータブル浸炭測定器の開発

エチレンプラントの分解炉では、輻射管内に原料となるナフサやエタンを流し、高温環境下で熱分解させる。輻射管の内面にはコーキングと呼ばれる炭素の析出が起こり、このコーキングにより管壁温度も上昇する。管の内表面ではCr, Si酸化膜が形成され、炭素の侵入を抑制する。しかし、被膜の性能が劣化・破壊されると、炭素の拡散速度に従って浸炭が発生・進展する。浸炭はCr₇C₃を代表形態とするクロム炭化物が管内表面側に形成される現象である。浸炭が発生した輻射管の断面マクロ組織を**Fig. 19**に示した。なお、浸炭箇所を茶色く染色する特殊なエッチング液（村上液）に浸した。このサンプルには局所的な浸炭が発生していることがわかる。浸炭すると延性がほとんどなくなり、衝

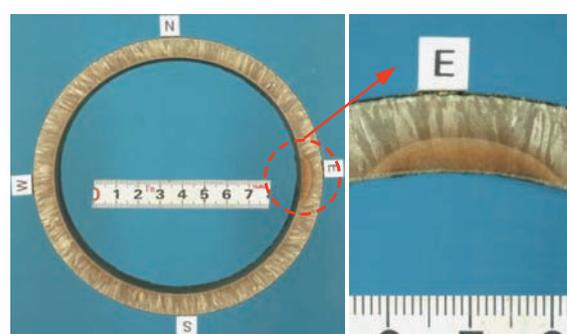


Fig. 19 Carburization of radiant tube

撃値も低下して非常に脆い状態となる。また、浸炭に伴う体積膨張により、高温使用下では管外表面の健全層に引張応力を生じさせ、管の変形やクリープ損傷を発生させることがある。このように浸炭の程度が輻射管の寿命を決定する最大の要因となっている。

1. 浸炭測定の方法

浸炭測定には渦流探傷試験技術を用いている。輻射管は浸炭していない時は非磁性体だが、浸炭するとCr₇C₃を代表形態とするクロム炭化物が形成されることにより、材料の基地組成のCr量が低下して成分バランスに変化をきたすため、その部分が強磁性体に変化する。

Fig. 20に示したように、交流電流を流したコイルを輻射管の外表面に近づけると、電磁誘導現象により輻射管の肉厚方向に渦電流が発生する。そして、強磁性体となった浸炭層とコイルとの間隔（非浸炭層の厚さ）を測定する。具体的には、浸炭が肉厚方向に進展すると非浸炭層の厚さが薄くなる。この変化は渦流探傷試験技術の評価パラメータの一つである位相角の変化として検出することができるため、**Fig. 21**に示したような位相角と非浸炭層厚さとの関係を整理した浸炭評価曲線を用いて非浸炭層の厚さが評価できる。ただし、

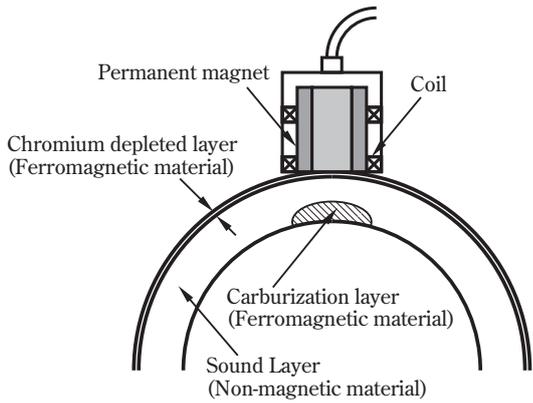


Fig. 20 Principle of carburization measurement

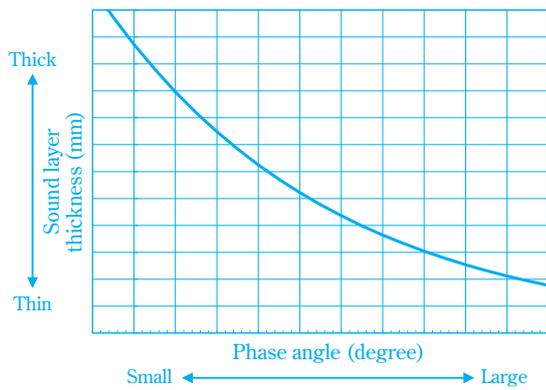


Fig. 21 Calibration curve for Carburization measurement

近年使用されているHP系合金（25%Cr-35%Ni）製や45%Ni系合金製の輻射管においては、高温での使用に伴って管外表面に発生する酸化によって生じるクロム欠乏層が浸炭層と同様に強磁性体となるため、渦電流は表皮効果によって肉厚中に浸透せず、渦流探傷試験技術では浸炭測定ができなかった。

この問題に対して、当社ではプローブ内に永久磁石を組み込んで、表層部を磁化することによって表層部

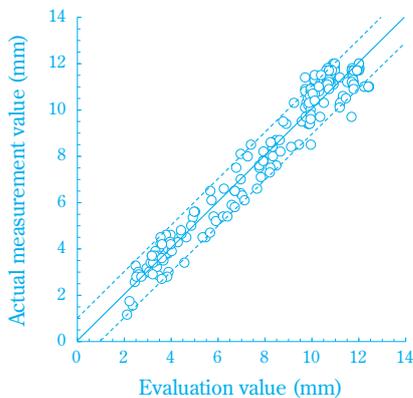


Fig. 22 Carburization measurement accuracy in 45% Ni alloy

の磁性層の影響を軽減した上で、得られた信号の位相角と非浸炭部の厚さとの関係を整理した浸炭評価曲線を用いて非浸炭層の厚さを測定している。本手法の測定精度については、横軸に非浸炭層厚さの評価値、縦軸に非浸炭層厚さの実測値をとって整理した結果を**Fig. 22**に示した。評価値に対して実測値は、ほぼ±1mmの範囲内に入っており、高精度の浸炭測定が実施できている。

2. 窒化層への対応

輻射管材料が45%Ni系合金になると浸炭への耐性が増すため長期間使用可能になるが、高温での長時間使用により管外表面の酸化層の内側に**Fig. 23**に示したような大気中の窒素とクロムとの化合物（Cr₂N）の層（以下窒化層）が形成される。窒化が進むと浸炭と同様に磁性を持った約1~2mmの層が形成される。この厚い窒化層の形成に伴う電磁気特性の変化は大きく、浸炭測定精度を低下させる。具体的には非浸炭部も浸炭が発生していると誤った診断を行い、浸炭厚さを過大評価する。

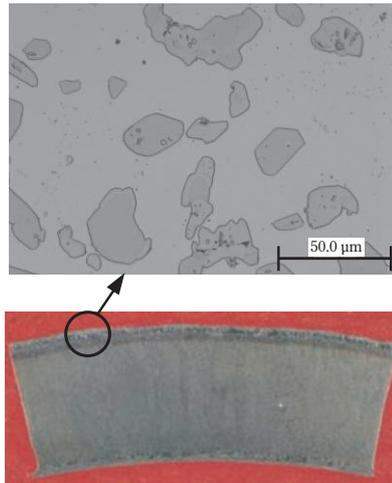


Fig. 23 Nitridation of radiant tube (outer surface)

管外表面の酸化による磁性層と同様に外部から強力な磁場を付与して磁気飽和させる方法も考えられたが、厚い窒化層の影響を軽減する程度まで磁化を行うと、輻射管内面から進展する浸炭層の評価にも影響を与えてしまうため、窒化層による渦電流信号の特性の変化から窒化層の有無を評価する方法を検討した。サンプルとしては実機からサンプリングした輻射管を用い、サンプルの浸炭測定を実施するとともに、断面組織観察を実施して窒化と浸炭の有無を評価した。

Fig. 24はサンプルの渦流探傷試験データの位相角を横軸に振幅を縦軸にとって示した結果に断面組織観察の結果を加えたものである。健全部に対して浸炭部で

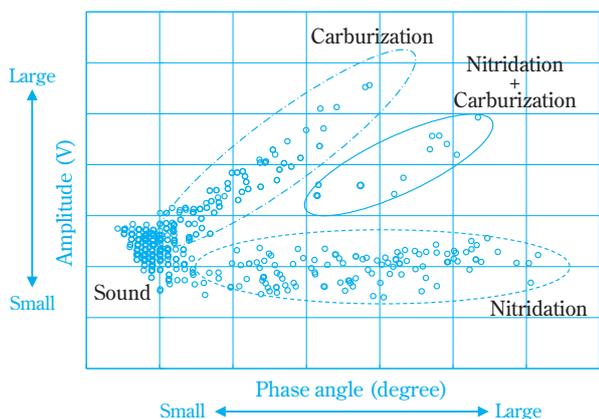


Fig. 24 Correlation between amplitude and phase angle

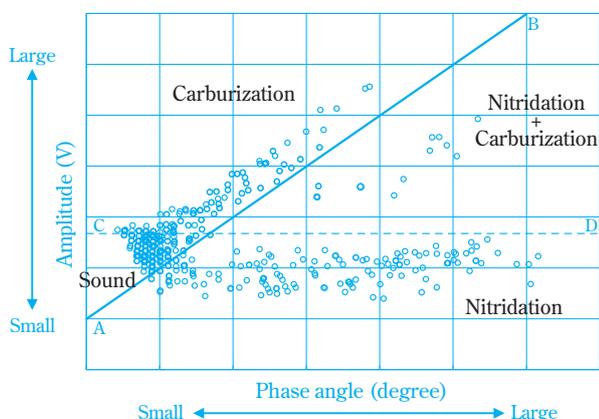


Fig. 25 Determination procedure of nitridation layer

は位相角と振幅の双方が増加しているが、窒化部では位相角のみが増加して振幅の変化は認められない。また、窒化と浸炭が複合した場合には、その中間的な特性を示している。この結果をもとにして、Fig. 25に示したように浸炭、窒化、窒化と浸炭の複合の領域を実線A-B、破線C-Dによって区分けして、判定する方法⁹⁾を開発した。

また、窒化と浸炭の複合によって浸炭厚さを過大評価する問題については、サンプルの浸炭測定と断面組織観察の結果をもとにして検討した結果、窒化と浸炭が複合すると、実際の浸炭厚さに対して約2mm過大評価することがわかった。したがって、浸炭測定によって窒化と浸炭が複合していると判定された場合には、浸炭厚さの測定値から2mmを減算した値を浸炭厚さとすることにした。なお、今後もサンプルの計測・破壊調査を実施してデータの信頼性向上を図る。

3. ポータブル浸炭測定器の開発と適用

当社の浸炭測定技術は窒化層の影響を考慮しながら

浸炭厚さを高精度に評価することが可能である。ただし、浸炭測定に使用する渦流探傷器、データレコーダーなどは、時代の流れに従って小型・軽量化されたが、分解炉内部で手軽に持ち運んで検査できるとは言えない。また、機器の校正や得られたデータの解析には相応の知識を要する特殊技術であり、渦流探傷試験の有資格者による測定が必要であった。

国内の自社プラントではこうした有資格者による検査実施が可能であったが、中東を始めとする海外の関連会社においては、同一レベルでの検査実施は困難であった。そこで、軽量・コンパクトかつ堅牢な測定器本体とデータ解析ノウハウをソフト化してインストールしたタブレット型PCを組み合わせたポータブル浸炭測定器を開発した。これにより測定精度を確保した上で、現場での作業性の向上と専門知識を必要としない測定技術を提供できる。

Fig. 26にはポータブル浸炭測定器の構成を示した。浸炭測定器本体、タブレット型PC、浸炭測定プローブ、プローブ接続コネクタ、USBケーブル、標準試験片からなる。浸炭測定器本体のサイズは110mm(W)×210mm(L)×24mm(H)、重量は480g(単三型ニッケル

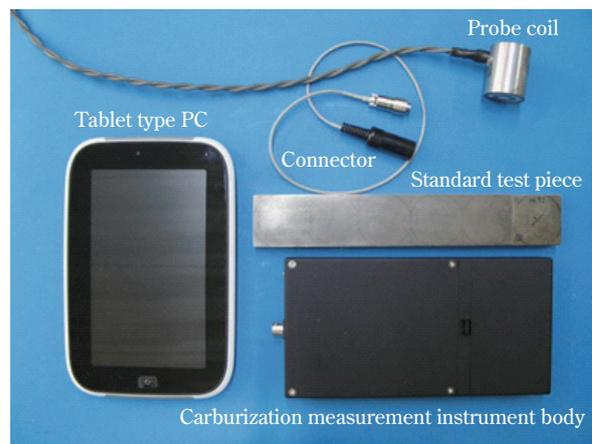


Fig. 26 Portable carburization measurement instrument



Fig. 27 Screenshot of portable carburization measurement instrument

水素バッテリーを含む) であり、連続5時間の測定が可能である。

Fig. 27は浸炭測定時の画面を示した。標準試験片を用いた簡単なキャリブレーションを実施することで、浸炭測定用のソフトの起動から約1分後には輻射管の浸炭測定が実施可能な状態になる。プローブを輻射管表面に接触させるだけで、画面上に窒化層の有無、浸炭深さが表示される。測定データの保存も簡単で、連続測定モードでは連続の浸炭測定データをPC内に保存すると同時に、最大の浸炭測定値が画面上に表示される。軽量コンパクトでバッテリー駆動であるため、炉内での電源の確保が不要で、機器の持ち運びも容易なため、現場作業の効率を大幅に向上させた。また、多大な時間を要していたデータ解析時間をゼロにできた。なお、画面表記が全て英語となった英語バージョンのソフトも準備し、海外プラントでの使用にも対応している。

まとめ

本稿では低コスト、高速度、高品質な検査・診断技術をキーワードに開発した検査・診断技術を紹介した。磁化渦流探傷試験はニッケルや二相ステンレス鋼などの磁性材料製の伝熱管に対して非磁性管の渦流探傷試験と同等の検査品質を達成した。また、炭素鋼のような強磁性材料製の反応管であってもバッフルプレート下の局所的な減肉の検出と評価を可能とし、水浸回転式超音波厚さ測定に代わる高速検査技術として適用されつつある。電磁超音波法は電磁超音波共鳴法による二相ステンレス鋼の熱時効脆化やチタンの水素脆化の評価を可能とし、実機検査に適用している。また、超音波を非接触で励起できる特性を活かして配管架台接触部

の腐食検査手法として開発を進めている。渦流探傷試験技術を応用した浸炭測定方法については、長期使用に伴う窒化層の評価を含めた浸炭深さの高精度評価を可能にするとともに、現場での作業性向上と計測に専門家を必要としないポータブル型の浸炭測定器も開発し、国内外のプラントでの検査に活用している。

プラントの安全・安定操業の継続は、当社の利益を安定して継続的に確保するだけでなく、無事故、無災害のプラント運転は共存する地域・社会への企業として果たすべき最低限の責任でもある。今後更に高経年化が進む設備に対して、適切なタイミングで適切なメンテナンスを行うことが、我々設備管理部門に対して、以前にも増して強く求められている。本稿で紹介した技術をはじめ、今後も真に求められるメンテナンス技術の開発・検討を行って、プラントの安全・安定操業の継続に寄与していきたい。

引用文献

- 1) 住友化学(株), 日本特許5169983 (2013).
- 2) 住友化学(株), 日本特許5233835 (2013).
- 3) 住友化学(株), 特開2014-52265 (2014).
- 4) 住友化学(株), 日本特許5417979 (2013).
- 5) D. Chandra and L. H. Schwartz, *Metall. Trans.*, **2**, 511 (1971).
- 6) H. Ogi, H. Ledbetter, S. Kim and M. Hirao, *J. Acoust. Soc. Am.*, **106**, 660 (1999).
- 7) 住友化学(株), 特願2013-171335 (2013).
- 8) 広田 信明, 岸 栄一, 横野 泰和, 今中 拓一, 四辻 美年, 非破壊検査, **50**, 368 (2001).
- 9) 住友化学(株), 日本特許3765188 (2006).

PROFILE



末次 秀彦
Hidehiko SUETSUGU
住友化学株式会社
生産安全基盤センター
主席研究員



楠本 達也
Tatsuya KUSUMOTO
住友化学株式会社
生産安全基盤センター
研究員



多田 豊和
Toyokazu TADA
住友化学株式会社
生産安全基盤センター
主任研究員

住友化学グループの 情報セキュリティ確保に向けて

住友化学システムサービス株式会社
IT戦略室

中井 加津代
兼平 崇之
清水 寿美

Ensuring Information Security in the Sumitomo Chemical Group

Sumitomo Chemical Systems Service Co., Ltd.
IT Strategy Office

Kazuyo NAKAI
Takayuki KANEHIRA
Sumi SHIMIZU

Many companies have conducted various activities to ensure information security since utilization of information technology became one of the ways to support business. However, changes in the threats surrounding the current IT environment and changes in the environment such as IT technology and globalization also have an effect on revisions of international standards, and so security measures in companies need to be reexamined. This report includes a discussion of information security in the Sumitomo Chemical Group.

はじめに

グローバルケミカルカンパニーとしてのさらなる飛躍を目指す住友化学グループでは、グローバル連結経営の支えとなるIT基盤の整備が急速に進められており、海外を含めたグループ会社が同一のネットワーク上で業務を遂行する環境が整備されてきた。これと並行して、情報セキュリティの基本的な方針を固め、住友化学(株)はじめ、グループ会社の対策推進を行ってきた。

しかしながら、外部環境からの情報システムの脅威は年々増大しており、グローバル連結経営を実現するためには、継続的に情報セキュリティを維持していく取り組みが求められる。

コンプライアンス経営やCSR経営を重視する住友化学グループでは、情報セキュリティ確保を経営課題の一つとして捉え、グループ全体を対象とした情報セキュリティマネジメントを進めてきた。

本稿では、グループ経営における情報セキュリティ確保の進め方や課題、課題解決に向けた対策について、主にマネジメントの観点から解説し、住友化学グループでの取り組みを紹介する。

脅威の変遷

近年、インターネットを主としたIT環境での犯罪行為は非常に巧妙化していると言われており、数々報道

される情報セキュリティ事故がそれを裏付けている。これらの攻撃は手段の面だけではなく、目的の多様化傾向も報告されており、攻撃対象の範囲と種類は拡大する一方で、IT面における情報セキュリティリスクは非常に高まっている。

これらのIT環境における脅威の変遷を振り返り、企業の対応の動向を述べる¹⁾。

1. サイバー攻撃の変遷

(1) インターネットの定着に伴う脅威の変化

2000年に入ってブロードバンドネットワークが普及して以来、インターネットは家庭や企業で本格的に利用されるようになった。2000年代後半には、オンラインショッピングサイトを代表とするインターネットを利用した直接的な商取引も社会に定着した。

IT環境の進化とともに、脅威も変化していく。

インターネット利用の拡大に伴い、インターネットを介したコンピュータウイルスやワーム*¹といった不正プログラムによる攻撃が広まった。CodeRed*²、Nimda*³、SQLSlammer*⁴などのワームは、多数の企業に大きな被害をもたらしたとして知られている。しかし、これらの攻撃は自己顕示を目的とした愉快的な色合いが濃かったが、インターネット上の商取引の普及とともに、直接的な金銭の搾取を目的とする攻撃が活発化した。

一方で、2005年に個人情報保護法が施行され、イン

ターネット上、現実世界の両方の犯罪に有用な情報である個人情報の管理は厳しくなる。個人情報そのものの価値が闇市場で高まることになり、この搾取を目的とした攻撃も相次いだ。

攻撃者の目的が明確に金銭へと変遷していく中で、攻撃の方法は年々巧妙化していく。IT面の脆弱性について技術を駆使して侵入するような攻撃に加え、人の心理面の弱さをついて騙すような攻撃が猛威を振るいはめるのである。関係者を巧みに装ったメールに、不正プログラムの起動や不正なウェブサイトへの誘導を行うように仕掛ける標的型メール攻撃もその一例である。

(2) 新たなIT活用と市場化・軍事化する攻撃

近年、無線LANやスマートデバイス、クラウドサービスなどにより、市民生活、社会生活全般においてオンライン化がますます進んでいる。また、従来特殊な基盤を利用していた制御システムにも汎用技術の採択が進み、一般的なIT資産と同じように製造業のプラントや電力産業の発電施設など、重要インフラが犯罪者の脅威にさらされることになる。

魅力的な標的が増え続けるに伴い、攻撃のための手法も進歩を遂げていく。攻撃者は脆弱性の検索や攻撃手法をツール化し、闇市場で売買し始める。これによって、特殊な技術や膨大な時間を要することなく、誰もが効率的な攻撃を成功させることが可能になった。

既知の脆弱性は簡単に侵入を許し、ゼロデイ攻撃*5の回数は年々増加している。特定の組織を狙った標的型攻撃は、メールの攻撃、不正プログラムの感染、より深く侵入するための情報の搾取、組織内のコンピュータの遠隔操作など、目的を遂げるまでに、複数の種類の攻撃を多段階で周到に仕掛けてくる事例も報告されている。2013年3月には、韓国で大規模な標的型攻撃が発生し、銀行3行と放送局3社が銀行取引や放送業務の停止に陥るなどの被害にあった。この事例では発生9ヶ月前から攻撃が仕掛けられていたと言われており、その周到さ、執拗さが伺われる。重要インフラ制御システムへの攻撃事例もその件数が年々増加していることが報告されており、プラントを持つ製造業に

とっては見過ごせない脅威である。また、「ハクティビズム」のように、主義主張のメッセージ発信のために公的機関や特定組織のWebサイトに侵入する事例や、国家を標的にした「サイバートロ」なども相次いで報道されるようになった。このように、ついには、思想、政治的対立の攻防の手段としてもサイバー攻撃が使われるようになり、米国防総省は、サイバー空間を陸・海・空・宇宙に次ぐ第五の戦場と呼び、国家としての対策を強いられるまでになったのである。

2. 企業の対策

企業側の対策も、脅威の変化に合わせて、局所的な技術的対策から、従業員の意識向上や継続的な運用を重視する組織的な取り組みへと変わっていった。

インターネット普及当初は、外部からのネットワーク侵入を防御するファイアウォールや、アンチウィルスなどのセキュリティ製品の導入が主流であった。その後、ISMSファミリー規格や日本版SOX法などの制度・法規の整備が進んだこともあり、2000年代後半からは組織としての包括的なマネジメントが求められるようになった。また、前述のような制御システムへの脅威の高まりを受け、制御システムの特性をふまえた固有のマネジメント規格CSMSが新たに国際標準として定義された。これらの規格については後の章で詳細を述べる。

顧客情報漏洩や制御系への攻撃は社外へも重大な影響を及ぼす。脆弱な海外拠点の一家への侵入からグループ全体に攻撃が広まり、顧客への影響も含め多額の被害が発生した事例もある。企業の情報セキュリティ対策の目的は、自社事業の保護に止まらず、社会的責任の完遂の意味合いを加え、重要な経営リスクの一つとなった。グローバルでグループ経営を展開する企業の場合、国境を越え、グループ全体を視野に入れた対策の必要に迫られているのである。

情報セキュリティマネジメント

脅威の変遷や各種法整備に伴い、企業は様々な情報セキュリティ対策を検討・実施してきた。その際、多

*1 ワーム：独立して動作可能なプログラムで、自分自身を複製して感染する不正プログラム。

*2 CodeRed：Microsoft製品の脆弱性を利用し、自己増殖を行うワームの一種。2001年に世界中に感染を拡げ、このワームが行う攻撃活動のため、一時的にインターネットが繋がりにくい状態に陥ったこともあった。

*3 Nimda：Microsoft製品の脆弱性を利用し、感染を拡げるワームで、ブラウザ、Webサーバ、メールという、複数の経路で感染を拡げることで初期のタイプ。2001年に流行し、Webサーバを経由しての感染はCodeRedと同じ方法が用いられた。

*4 SQLSlammer：Microsoftのデータベースエンジンの脆弱性を利用し、自己増殖を行うワームの一種。2003年に発見された直後、10分程度で爆発的に感染を拡げ、このワームが行う攻撃活動のため、世界中でネットワーク障害が発生した。

*5 ゼロデイ攻撃：あるソフトウェアのセキュリティ上の脆弱な箇所が、広く公表される前にそれを悪用した攻撃が行われること。攻撃者が独自にソフトウェアの脆弱箇所を発見して攻撃を始めることを意味し、ソフトウェアベンダや企業側の対策が無い状態で攻撃が行われるため、攻撃を受けた場合被害に合うリスクが高い。

くの企業が拠所としてきたのが、ISO27000をはじめとするISMSファミリー規格である。

ここでは、ISMSファミリー規格で述べられている情報セキュリティマネジメントに関する考え方、及び代表的な管理策について述べる。

1. 情報セキュリティとは

「セキュリティ」とは、守るという考え方や行動である。

前述した多様化、かつ巧妙化している様々な脅威から、経営資源として欠かすことのできない「情報」や「資産」に加え、長い歴史を重ね築き上げてきた「企業ブランド」をも守らなければならない。

なぜなら、今やIT無しの企業活動は考えにくく、ITを安全にかつ積極的に活用することで、ビジネスチャンスが今まで以上に拡大できる半面、ITの誤用や悪用によりひとたび社会からの信用を失うと、事業継続そのものが困難な状況に陥る危険性もはらんでいるからである。さらに、悪意のある攻撃により加害者に仕立てられてしまう可能性も否めない。

それらを回避するためには、リスクに見合った対策を誰があるいはどの組織が講じていくかを決定し、確実に実行していくことが必要である。その一連の活動こそが、情報セキュリティマネジメントである。

「情報セキュリティ」とは、情報を守りながらも安全に活用できるように管理されていることであり、また、情報セキュリティが確保されている状態とは、情報の機密性、完全性、及び可用性が、適切に維持・管理されている状態である。

具体的には、Table 1の通りに定義されている。

情報システムマネジメントのフレームワークとして、情報セキュリティに関する国際規格である「ISO/IEC 27001:2013 情報セキュリティマネジメントシステム—要求事項」がある。また、情報セキュリティ確保のた

Table 1 3 elements of information security
情報セキュリティの3要素

3 elements of information security 情報セキュリティの3要素	Definition 説明
Confidentiality 機密性	Only authorized people can appropriately use information asset. 許可された人だけが適切な情報資産を利用できること。
Integrity 完全性	Information asset is not falsified by unauthorized persons. 許可されていない人によって情報資産が不適切に変更されないこと。
Availability 可用性	Authorized individuals can use information asset when necessary. 許可された人が必要な時に情報資産を適切に利用できること。

Table 2 Control category based on ISO/IEC 27002:2013²⁾

ISO/IEC 27002:2013に基づく管理策のカテゴリ

Control category	管理策のカテゴリ
Information security policies	情報セキュリティのための方針群
Organization of information security	情報セキュリティのための組織
Human resource security	人的資源のセキュリティ
Asset management	資産管理
Access control	アクセス制御
Cryptography	暗号
Physical and environmental security	物理的及び環境的セキュリティ
Operations security	運用のセキュリティ
Communications security	通信のセキュリティ
System acquisition, development and maintenance	システムの取得、開発及び保守
Supplier relationships	供給者関係
Information security incident management	情報セキュリティインシデント管理
Information security aspects of business continuity management	事業継続マネジメントにおける情報セキュリティの側面
Compliance	順守

めの具体的な管理策については、「ISO/IEC 27002:2013 情報セキュリティ管理策の実践のための規範」において、Table 2の通り14のカテゴリに分けて示されている。

但し、あらゆる情報を守るために全ての管理策を同等に講じることが求められているわけではない。情報そのものの価値や脅威を受けた場合の影響度に鑑みて、費用対効果に見合った対策を優先順位をつけて講じることが重要であり、場合によっては経営判断が必要となる。

2. ISO/IEC 27002:2013において述べられた代表的な管理策

情報セキュリティ対策は、Table 2に示す通りであるが、一般的にはTable 3の通り、組織的対策、人的対策、物理的対策、技術的対策の大きく4つに分けられる。

多くの技術的対策が示されてはいるが、それだけでは十分とは言えず、ましてや脅威の変遷を踏まえると、むしろ包括的なマネジメントを実現するための組織的対策や人的対策がより重要となってきている。

なお、Table 3に記載されている管理策の具体例は、以下の通りである。

組織的対策

情報セキュリティに関する規定類を定め、経営者の承認を受け、全社及び関係者に周知することなどが必要である。

情報セキュリティは経営者が責任をもち、トップダウンで推進する必要がある、その推進においては各部門の責任者が調整することなどが必要である。

Table 3 Typical measures of ISO/IEC 27002:2013³⁾
 「ISO/IEC 27002:2013 情報セキュリティ管理策の実践のための規範」の代表的な管理策

	Contents 目次	Control 管理策
Organized Measures 組織的対策	5.1.1 Policies for information security	A set of policies for information security should be defined, approved by management, published and communicated to employees and relevant external parties.
	5.1.1 情報セキュリティのための方針群	情報セキュリティのための方針群は、これを定義し、管理層が承認し、発行し、従業員及び関連する外部関係者に通知することが望ましい。
	6.1.1 Information security roles and responsibilities	All information security responsibilities should be defined and allocated.
Human measures 人的対策	6.1.1 情報セキュリティの役割及び責任	全ての情報セキュリティの責任を定め、割り当てることが望ましい。
	7.2.2 Information security awareness, education and training	All employees of the organization and, where relevant, contractors should receive appropriate awareness education and training and regular updates in organizational policies and procedures, as relevant for their job function.
Physical measures 物理的対策	7.2.2 情報セキュリティの意識向上、教育及び訓練	組織の全ての従業員、及び関係する場合には、契約相手は、職務に関連する組織の方針及び手順についての、適切な、意識向上のための教育及び訓練を受け、また、定めに従ってその更新を受け取ることが望ましい。
	11.1.1 Physical security perimeter	Security perimeters should be defined and used to protect areas that contain either sensitive or critical information and information processing facilities.
Technical measures 技術的対策	11.1.1 物理的セキュリティ境界	取扱いに慎重を要する又は重要な情報及び情報処理施設のある領域を保護するために、物理的セキュリティ境界を定め、かつ、用いることが望ましい。
	12.2.1 Controls against malware	Detection, prevention and recovery controls to protect against malware should be implemented, combined with appropriate user awareness.
	12.2.1 マルウェアに対する管理策	マルウェアから保護するために、利用者に適切に認識させることに併せて、検出、予防及び回復のための管理策を実施することが望ましい。

人的対策

情報セキュリティの意識向上のための教育を定期的に行うことなどが必要である。

物理的対策

情報処理施設におけるセキュリティを保つため、隔壁や認証ドアなど、情報セキュリティ区画内に物理的境界を設けることなどが必要である。

技術的対策

マルウェア対策のためのソフトウェアを導入し、その重要性やパターンファイルの最新化を利用者に意識づけ、異常時の対応に関する運用手順を定めることなどが必要である。

3. ISO/IEC 27001:2013、ISO/IEC 27002:2013 改訂のポイント

2013年10月1日に、ISO/IEC 27001:2013、及びISO/IEC 27002:2013が発行された。いずれも、既存の規格で示された根本的な取り組みを変更するものではなく、多くを2005年度版の継承としている。

しかし、他のISOマネジメントシステムの規格構成の共通化に伴い、全体的に強化・明確化されており、また、環境や技術の変化に対応した改訂となっている。

主な改訂のポイントは、以下の通りである。

ISO/IEC 27001:2013

- マネジメントシステム規格の共有化の適用
多くの企業が、組織のガバナンスを強化させるため

に、様々なマネジメント規格、例えば、品質：ISO 9001:2008、環境：ISO 14001:2004 などを採用している。

よって、マネジメントシステム間の整合性向上を図り、組織の負担を軽減するために、共通の目次である「上位構造」や「共通テキスト」、「共通用語定義」の使用を義務付けている。

- 新しいビジネス環境及びシステム環境へ対応

現代は、リスクマネジメントの社会といっても過言ではない。リスクをゼロにすることが不可能だからこそ、いかにリスクをコントロールするかが企業活動に必要な不可欠である。

よって、原則的にすべてのマネジメントシステムにリスクの概念が導入され、それは「ISO 31000:2009 リスクマネジメント—原則及び指針」が基本となる。

また、組織の方針を明確にする「情報セキュリティ目的」の導入により、経営層以下組織全体が企業活動に貢献するために目指すべき目的と、そこに至る道標としての目標を示し、確実に達成することが望まれている。

ISO/IEC 27002:2013

- 組織における情報の管理・取扱いに関する技術及び環境の変化に対応

外部委託により、組織の情報を活用するのは自らの組織だけであると限定できない環境となってきた。よって、供給者に対する管理策が一つにまとめられている。

また、クラウドサービスなどについても、供給者関係の部分に記載されている。

- 幅広い利用者に向けて、この規格を一層使いやすきものへ

情報セキュリティ管理策の指針を提供するが、技術的な詳細については、一般的な管理策の解釈や他の規格に譲り、削除されている。

4. PDCAからCAPDへ

マネジメントシステムの活動の基本としてPDCAサイクル (Plan→Do→Check→Act) がある。

しかし、最近では、現状の把握が十分にされないまま対策を計画、実行しても効果が薄いとの考えから、情報セキュリティの分野だけでなく、教育、防災、マーケティングなどの分野においても、CAPDサイクルの活用が提唱されている。

CAPDサイクルでは、まず組織の現状を正確に把握してリスクを可視化し、その結果を受けて有効な対策案を検討する。勿論、緊急性が高い場合は、直ぐに対策を実行する。そして、各組織に合った対策を計画し、着実に実行していく。

情報セキュリティの分野では、各フェーズによって、例えば、次の活動などがあげられる。

- C : 監査、自己点検によるリスクの可視化
- A : リスク分析の結果を受け、必要な対策案を検討
- P : リスクに対応した対策の導入を計画
- D : 対策の実行

PDCAサイクルあるいはCAPDサイクルのいずれにしても、各フェーズにおいて実施すべき活動が適切に行われることが重要である。

このように、技術や環境の変化に合わせて、ISMSファミリー規格といった国際規格やマネジメントの考え方も、対応し続けるのである。

制御システムセキュリティ

これまで、制御システムは固有かつ特殊な構成であり安全であると認識されてきた。しかし、システムのネットワーク化・オープン/汎用化が進んだ結果、イランの核燃料施設が被害を受けたStuxnet*6が示す通り、制御システムの安全神話は崩壊した。

こうした動向をしっかりと踏まえ、制御システムの情報セキュリティ対策に取り組んでいくことが肝要である。

1. セキュリティインシデントの動向

Stuxnet以降、制御システムへの深刻なサイバー攻撃の被害報告はなされていない。しかし、イスラエルで

犯行声明を伴った道路トンネル管理システムへの攻撃で8時間以上にわたり通行止めが起きる⁴⁾など、脅威は高まっている。米国国土安全保障省からも、重要インフラ事業者への標的型サイバー攻撃の深刻化を懸念する発表がされている。

2. 制御システムセキュリティ対策の方向性

制御システムセキュリティ対策の方向性として、情報システムセキュリティ対策をベースとした、マネジメントシステムであるCSMS (Cyber Security Management System) が構築されている。

CSMSの国際標準は、IEC62443シリーズで定義されている。IEC62443-2-1は、Table 4 及びTable 5の通り、制御システムセキュリティの固有要件を持つが、ISMSファミリー規格 (ISO/IEC27001他) との共通要件も多い。

Table 4 Requirement analyses of IEC62443-2-1 and ISO/IEC27001⁵⁾

IEC62443-2-1とISO/IEC27001の要件の分析	
IEC62443-2-1	
Number of requirement 要件数	126
Unique requirement 固有要件	26
Common requirement 共通要件	100

Table 5 Unique requirement of IEC62443-2-1
IEC62443-2-1の固有要件

	Number of requirement 要件数
Risk identification, classification and assessment リスク識別、分類、及び評価	4
Security policy, organization, and awareness セキュリティ方針、組織、及び認識	3
Personnel security 要員セキュリティ	2
Physical and environmental security 物理的環境的セキュリティ	2
Access control アクセス制御	7
System development and maintenance システム開発とメンテナンス	3
Information and document management 情報・文書管理	1
Incident planning and response インシデント対応計画	2
Review, improve and maintain the CSMS CSMSの見直し・改善・維持	2

*6 Stuxnet : 2010年にイランを中心とする中東各地域で発見された、制御システムを標的としたコンピュータウイルスの一種。イランの原子力発電所に影響を及ぼした。

3. セキュリティ対策の取り組み

前項の通り、制御システムセキュリティは情報システムセキュリティをベースとし、制御系固有の差異をCSMSとして追加する二階建て構造と捉えると理解しやすい。Table 6の様な相違点が情報システムと制御システムにあるため、情報システム部門と工務/製造部門が手を組む機会はこれまであまり無かった。しかし、北朝鮮からのサイバー攻撃を発表した韓国で原子力発電所をネットワークから完全に分離する⁴⁾など、原子力をはじめとする制御システムの安全神話は崩れ、重要なインシデントに繋がる脅威がますます増している。これまでの範疇にこだわることなく互いに協力して、制御システムセキュリティに喫緊に取り組むことが大切である。

Table 6 Difference between information system and a control system
情報システムと制御システムの相違点

	Information system 情報システム	Control system 制御システム
Priority 優先度	C: Confidentiality 機密性 I: Integrity 完全性 A: Availability 可用性	A: Availability 可用性 I: Integrity 完全性 C: Confidentiality 機密性
Renewal Term 更新タイミング	3-5 years 3年~5年	10-20 years 10年~20年
Department 担当部署	Information System Department 情報システム部門	Engineering Works/Producing Department 工務/製造部門
Required Performance 要求性能	Non-real-time 非リアルタイム Delay and a stop are permitted. 遅延や停止は許容	Real Time リアルタイム Delay and a stop are fatal. 遅延や停止は致命的
Threats and Risks 脅威/リスク	Loss of data and business opportunities データ、ビジネス機会の喪失	Loss of human life, equipment, and products 人命、設備、製品の喪失

グローバル経営の製造業にとっての情報セキュリティの課題

グループ企業にとっては、自社だけではなく、グループ会社のいずれかが攻撃者に侵入されると、グループ全体に影響が及ぶことが懸念される。制御システムも危機にさらされている以上、BtoBが中心の製造業にとっても例外とは言えない。

以下にグローバル経営企業がグループ全体を統制して情報セキュリティを維持するための課題と、住友化学グループでの、情報システムを対象にした取り組み事例を紹介する。

1. グローバル統制

(1) 統制のための枠組み⁶⁾

情報セキュリティリスクをマネジメントするためには、対策製品を導入するだけでなく、前述の各種規格に定めるようにマネジメントの枠組みを整備し、継続的に運営することが必要になる。すなわち、規程を定め、体制の役割・責任を明確にし、それに基づいてリスク管理策を定着化・推進する活動のPDCAを回すことである。

しかし、企業の抱えるリスクは情報セキュリティ以外にも様々に存在する。これらの対策は、経営方針に基づいて適正な投資配分を行う必要がある。また、様々なリスクを横断的に捉えた上で、対策が計画・推進され、経営層がその状況・結果を把握・評価できなければならない。そして、それらの取り組みや情報セキュリティに対する意識の向上を組織内に徹底させるには、経営層が主導する形が望ましい。

(2) 住友化学グループにおける枠組み

住友化学グループでは、近年、本社情報システム部門主導によるグループ共通の取り組み推進を強化している。経営層をメンバーとする内部統制委員会の下で、それぞれのリスクの主管部署を定めてリスク対策を管理することで、グループ全体のリスクマネジメントを行っている。この枠組みの中で情報システムセキュリティを重要リスクの一つと位置づけて、経営層が主導する形で取り組みを進めている。

2005年、まずは本社において情報システムセキュリティポリシーを制定し、情報システムセキュリティマネジメント体制を構築、情報システムの導入・運用、及び情報システムセキュリティの推進における基本的な基準を定め、実装してきた。そして、徐々に同様の規程・体制の構築・運用をグループ各社にも要求し、本社組織からその整備・運用状況の監査を行っている。

また、冒頭に述べたようなリスクの高まりを受け、これらの枠組みをさらに確かなものにし、変化にスピーディに対応していくため、本社規程類をグループ共通としようとしている。これによってグループ各社への要求をより明確にし、共通の物差しでグループ全体が評価できるようにする。また、これらの規程類を本社情報システム部門で維持管理を行うことで、グループ全体が素早く外部の脅威の変化に備えることができるようにする。

さらに、グループ各社が自主的に行うモニタリング・評価活動として共通の「自己点検」のスキームを定め、グループ各社で年に1度実施することを計画中である。規程類の提示と遵守状況の監査を本社情報システム部門が行うだけではなく、グループ各社が自立して

「自己点検」、問題点の把握、改善計画、改善の実行のCAPDサイクルを回すことが狙いである。

(3) 海外グループ会社に対する取り組み

グローバル経営を行う企業にとって、海外拠点は、一般的に本社から目が届きにくく、統制が難しいことが多い。しかし、前述のようにその弱点をつかれた被害事例も発生しており、このような海外拠点をマネジメントすることはグループ全体の情報セキュリティにとって重要な課題となる。

住友化学グループでは、海外主要地域にリージョナルヘッドクォータを設置し、IT専任要員を配置している。そして、エリア内のグループ会社のITマネジメントを統括し、その中で情報セキュリティ推進指導を行っている。

しかし、一部の地域では、グループ各社の情報セキュリティを推進するためのIT要員の確保が困難であったり、雇用の流動性が激しくようやく確保した要員もスキルが要求水準に上がった途端に辞めてしまうことがある。そのため、本社やリージョナルヘッドクォータからの指導だけでは、なかなか進まない場合も多い。外部のITベンダに委託しても、ベンダコントロールが十分に行えなければ、セキュリティ対策製品を導入しているにもかかわらず適切な運用が行われないなどの懸念もある。また、グループ各社が個々にリソース調達や対策ソリューションを維持していると、グループ全体でみれば運用コストが重複することになる。

こうした問題への対策として、住友化学グループでは、地域ごとの共有ITサービスを起ち上げようとしている。基本的なIT基盤を、マネジメントも併せてサービス提供することで、自社だけではITマネジメントが困難なグループ各社においても、一定の情報セキュリティの維持を最適なコストで行えるようになることが狙いである。

東南アジア地域のように、国や言語が多岐にわたるような地域では、サービス全体のコントロール、サービス利用するグループ各社ごとのマネジメント業務やサービスデスク業務、現地での実作業、それぞれで役割分担をする構造を取ろうとしている。全体のコントロールはリージョナルヘッドクォータが、利用各社ごとのマネジメント業務・サービスデスク業務は、地域全体をカバーできる大手ベンダが担う。現地作業は、高度なスキルを要するものは大手ベンダが各国のサイトに指示をし、比較的簡易な作業はグループ各社が利用するローカルベンダを継続して使用する構想である（Fig. 1）。これによって、ユーザ対応やマネジメント対応の品質を維持しつつ、多言語への対応やスピーディなオンサイト作業を可能にする。また、ローカルベンダを活用することで、運用費用を抑えることができる。

このような共有ITサービスの一部はすでに稼働中であるが、今後本格的に各地域内に展開していかなければならない。サービスの拡大にあたっては、世界中の様々な国の法規などにも細やかに対応していくことが今後の課題である。

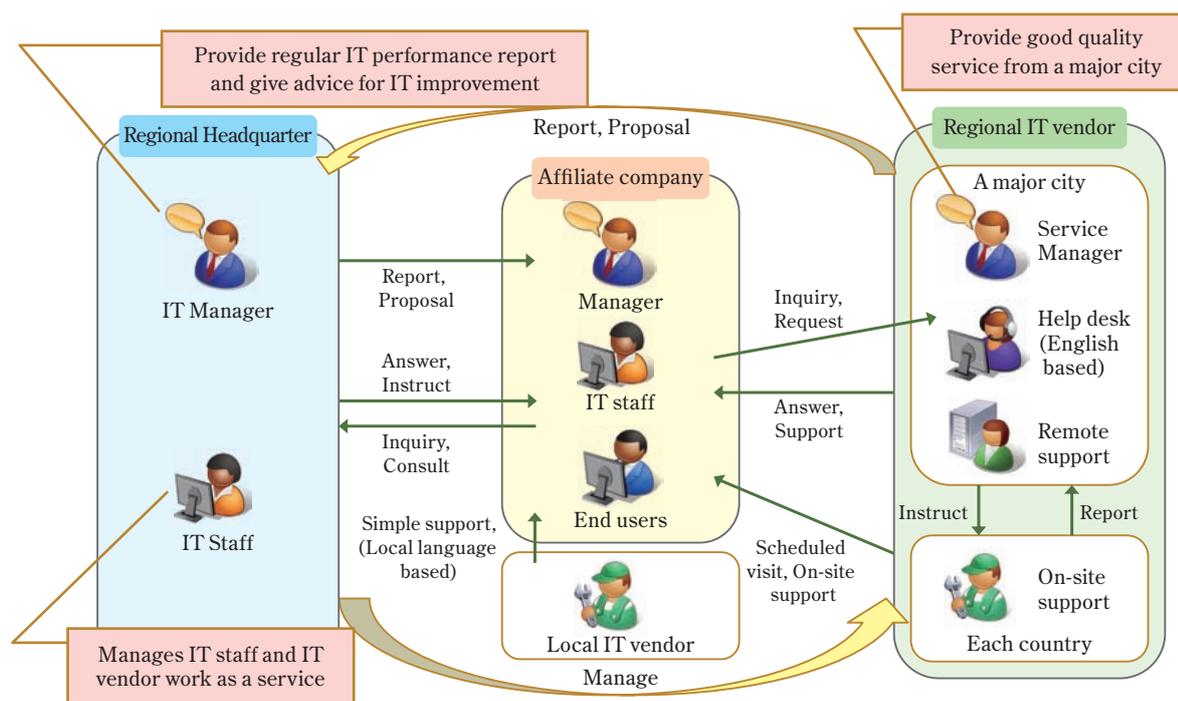


Fig. 1 Operational image of the Regional IT Service
地域ITサービスの運用イメージ

2. グループ全体の文化とするために

これまで述べたマネジメントの枠組みや共有ITサービスが定着したとしても、新たなサービス加入を行うことや、モニタリング活動によって発見された問題点への対処を実施することは、グループ会社に負担を強いることになる。グループ各社は当然、情報セキュリティにかかるコストはできるだけ抑えたい思いがある。とりわけ、昨今の石油化学業界の厳しさを背景に、コスト削減要求は激しい。全社リスクマネジメント組織からのトップダウン推進を行っているとは言え、正しくリスクを理解していなければ、コストとそれによって得られるセキュリティとのバランスで適正な投資判断ができないことも想定される。

こうしたことが起こらないようにするために、グループ各社の投資判断をする上位層の社員に、脅威や情報セキュリティの重要性を正しく理解してもらうべく、教育・啓蒙活動を継続的に行わなければいけない。

また、そういった経営に近い立場になる以前から、基本的な情報システムの利用に関する注意事項や、立場に応じて求められる責任を、定期的に、あるいは立場が変わるイベントごとに、全ての社員にしっかりと理解してもらう。そうすることで組織としてのマネジメントがよりスムーズに行われ、対策費用も最低限に抑制できるだろう。

一方で、グループ各社に情報セキュリティ対策を受け入れてもらうために、情報セキュリティの必要性を説くだけではなく、より魅力的なサービス提供や費用削減の努力を怠まずに行う。そして、それを各社に丁寧に説明して、受け入れやすいシナリオを考えていくことが、グループ唯一の情報システム会社である我々の課題である。

おわりに

本稿では、IT環境と脅威の動向を解説し、企業が情報セキュリティリスクをマネジメントするための代表的な手法を説明した。そして住友化学グループでの事例に基づき、グローバルなグループ経営企業の課題を紹介した。

ITは日々目覚ましい進歩を遂げ、我々の社会生活の利便性を向上するだけでなく、ワークスタイル自体を変革しようとしている。

企業は、グローバル化で競争激化する経済環境にあって、経営をスピードアップし、企業価値を高めるために、これらのITを駆使することを躊躇することはできない。

攻撃者と脅威を正しく理解し、適切な情報セキュリティマネジメントをすることは、もはや事業を継続しようとする企業にとって、必須要件となりつつある。

住友化学グループの世界中のお客様に、資源、エネルギー、食糧、環境など国際社会が抱える課題解決に貢献する製品、技術を提供し続けるため、当社はグループにおける情報セキュリティマネジメントを確立していく。

引用文献

- 1) “2013年版10大脅威～身近に忍び寄る脅威～”，(独)情報処理推進機構 (2013).
- 2) “ISO/IEC 27002:2013 情報セキュリティ管理策の実践のための規範” (2013), piii.
- 3) “ISO/IEC 27002:2013 情報セキュリティ管理策の実践のための規範” (2013), p2.
- 4) 宮地 利雄, “制御システム・セキュリティの現在と展望 この1年を振り返って”, (一社) JPCERT コーディネーションセンター (2014), p.11, http://www.jpCERT.or.jp/ics/2014/20140205ICSC-JPCERTCC_Miyachi.pdf (参照 2014/3/24).
- 5) “制御システムにおけるセキュリティマネジメントシステムの構築に向けて～IEC62443-2-1の活用のアプローチ～”, (独)情報処理推進機構 (2013), p.16. <http://www.ipa.go.jp/files/000014265.pdf> (参照 2014/3/24).
- 6) “情報セキュリティガバナンス導入ガイダンス”, 経済産業省 (2009), http://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/downloadfiles/secuirty_gov_guidelines.pdf (参照 2014/3/24).



中井 加津代

Kazuyo NAKAI

住友化学システムサービス株式会社
IT戦略室



清水 寿美

Sumi SHIMIZU

住友化学システムサービス株式会社
IT戦略室
シニアマネージャー



兼平 崇之

Takayuki KANEHIRA

住友化学システムサービス株式会社
IT戦略室

無機素材を主原料とした 新規機能材「タフクレスト®」

住友精化株式会社 精密化学品研究所
川崎 加瑞 範

はじめに

近年、情報通信機器の小型化、多機能化、高機能化に伴い、これらに用いるフィルムにも高機能化が求められている。これらフィルムは、柔軟性はもちろん、高耐熱性、高水蒸気バリア性、低熱収縮性、高絶縁性、耐候性などが求められる。個々の性能を持つ材料は既にたくさんあるが、これら性能を併せ持つものは非常に少ない。ポリイミドフィルムは有機高分子フィルムの中で最も高い耐熱性、絶縁性、機械的強度を持つが、用途によっては十分では無く、さらなる耐熱性や低い熱膨張性、水蒸気バリア性などが求められている。

当社では高機能材料への展開を目指し、2004年8月に(独)産業技術総合研究所によりプレス発表された、粘土を主原料とするフィルム材料「クレスト®」¹⁾⁻⁵⁾の技術に注目し、2010年8月に共同研究を開始した。

多くの粘土と樹脂を組み合わせることで検討を行った結果、主原料として、粘土鉱物の一種であるタルクを60wt%以上使用し、バインダとしてポリイミドを組み合わせることで得られたフィルムが、粘土の優れた特性とポリイミドの取り扱い性の良さを併せ持つことが分かった (Fig. 1)。

我々はこのフィルムを、「タフクレスト®」と名付け、現在、放熱・伝熱材、プリンテッドエレクトロニ

クス (PED) 基材、被覆材、シール材、コンポジット材等への応用展開を進めている。今回は、「タフクレスト®」の特性、応用展開について紹介する。

タフクレスト®の特性

タフクレスト®は、例えば、タルクを60wt%用いて作製したフィルムのXRD測定を行った結果、タルクの001ピークがシフトしていないため、ポリイミド中にタルクの微粉結晶が、層剥離までは進行せず均一分散した、ポリイミド-タルクハイブリッド材料であると考えられる。この分散状態に関しては、Fig. 2に示したようにフィルム断面の電子顕微鏡観察結果からも明らかである⁶⁾⁻⁸⁾。

単独フィルムとしては実質、機械的強度などの関係上、タルクの平均粒子径より薄くはできないが、30~100µm程度のものが作成可能である。また、タフクレスト®の積層品、二種類以上の粘土混合品も作成可能である。

現在、タフクレスト®の膜厚は、50~100µmを標準としている。

タフクレスト®は、様々な特徴的物性を有している (Table 1)。特に耐候性は高く、85°C、85% RH条件下



Fig. 1 Toughclaist® (Film containing 60wt% of Talc)

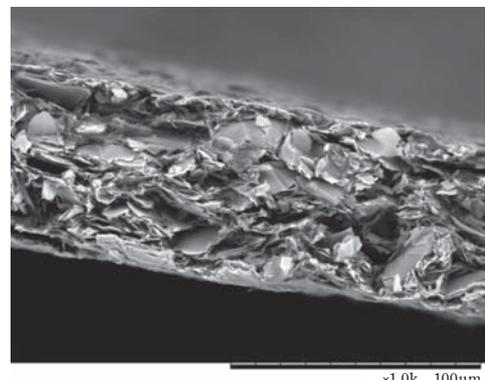


Fig. 2 Cross-sectional SEM images of Toughclaist®

Table 1 Characteristics comparison of Toughclaiast® and other films

	Toughclaiast®	Polyimide film (Commercial)	PET film (Commercial)
Heat resistant temperature (°C)	450	400	150
Flammability test (UL94)	VTM-0 V-0 (Thickness: 60µm)	VTM-0 V-1 (Standard film)	VTM-0~ VTM-2
Coefficient of linear expansion ^{a)} (ppm/°C)	10~20	20~50	—
Thermal shrinkage (%)	0.04~0.1 (350 °C, 30min)	0.6 (350 °C, 30min)	0.6 (150 °C, 30min)
Water vapor permeability (g/m ² ·day)	< 1	21	0.3~1.8
Thermal conductivity (W/m·K)	0.6~2	0.2	0.2
Volume resistivity (Ω·cm)	10 ¹⁶ ~10 ¹⁸	10 ¹⁷	10 ¹⁷

a) Measuring room temperature to 350 °C

で9300時間経過後も、外観や柔軟性、水蒸気バリア性に目立った変化は見られなかった。IRスペクトルを取得したところ、変化は見られず、分子結合レベルにおいても劣化は確認されなかった。

また、難燃性が、UL94のV-0相当(60µm厚)であり、不燃フィルムである。更に、耐熱性は450°C程度、10~20ppm/°Cの低い線膨張率、収縮率は室温から350°Cまで加熱した後の最小で0.04%と非常に小さく、ポリイミドよりも優れた水蒸気バリア性、熱伝導性などの特性を持つことが確認された。これら個々の特性を持つ材料は多く存在するが、これらを兼ね備えているのがタフクレスト®の大きな特徴である。

用途

1. 放熱・伝熱材

近年、電気、電子機器分野では軽量化、薄型化、静音化が進む一方で、高機能・高密度化に伴う、熱対策が、重要になっている。現在放熱材として代表的なのは、アルミヒートシンクや、シリコンゴム、ヒート

パイプなどがあるが、ファンや、金属筐体の併用など、軽量化や薄型化を進めるには問題がある。

一方、タフクレスト®は、主原料として使用している無機フィラーのアンカー効果により、各種金属と接着層無しで、積層することが可能である。さらに、タフクレスト®の放射率は0.90と、熱を遠赤外線に変換し、放熱する能力が高い。

そのため、タフクレスト®金属複合品は、輻射放熱材として有効であり、ヒートシンクに対し、同等の放熱性能で比較した場合、放熱材としては、薄型化、軽量化が可能となる。

現在、電子機器においては薄型化、筐体のプラスチックによる軽量化が進行している。家電製品の制御回路冷却、タブレットなどのモバイル端末の制御回路冷却に有効な、新規放熱材として、商品化を目指している (Fig. 3)。

2. プリンテッドエレクトロニクス (PED) 基材

プリンテッドエレクトロニクスは印刷技術による回



Fig. 3 Aluminum heat sink (Left side)
Toughclaiast®/Aluminum Composite (Right side)

路形成により、大面積化、低コスト化、廃棄物低減が容易である。

また、回路を形成するインクとして、Agインクよりも安価なCuインクでは、抵抗値を下げ十分な導電性を持たせるために、350~400℃の熱処理が必要であり、タフクレスト®の耐熱性、繰り返し加熱冷却による寸法安定性、低い熱線膨張率が、フレキシブル回路基板として有用である。

現在、(独)産業技術総合研究所と共同で、タフクレスト®を基板とした、各種回路の試作検討を進めている (Fig. 4)。

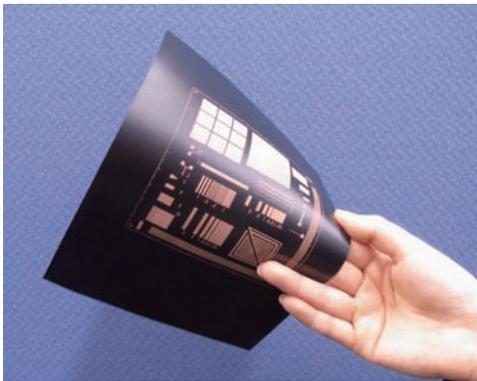


Fig. 4 Toughclaiست® based PED

3. シール材

高温から極低温に耐えられるアスベスト代替ガスケットは、良いものが無かったが、ステンレス板、膨張黒鉛シートとタフクレスト®を組み合わせることにより、350℃から-190℃までの広範囲において満足のいくガスシール性能を確認し、現在、商品化に向けて精力的に研究が進められている。

また、使用後の、配管への焼きつき、固着なども無く、メンテナンス性も大幅な改善が期待される。高温下および液化天然ガス (LNG) などの極低温下で優れたシール性を有するガスケットとして期待される (Fig. 5)。

4. その他

タフクレスト®の放熱性、不燃性・絶縁性などを活かし、電線の被覆材、各種繊維材、他種フィルム材との複合による、コンポジット材への応用検討などを進めている。



Fig. 5 Toughclaiست®/Graphite/SUS composite gasket

おわりに

タフクレスト®の応用用途範囲は、多種多様である。2013年12月に、当社別府工場内にパイロット設備が完成し、500mm幅のロールフィルムの作製が可能になった。

今後も、研究開発を加速させ、商品化を進めていく予定である。

タフクレスト®は(独)産業技術総合研究所コンパクト化学システム研究センター 蛭名 武雄首席研究員をはじめとする先進機能材料チームの皆様、(独)産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センター 印刷エレクトロニクスデバイスチーム 吉田 学チーム長、東京工科大学 山下 俊教授、静岡理工科大学 石田 隆弘教授、服部 知美講師をはじめとする関係者の方々の多大なご指導、ご協力により実現したものであります。感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 蛭名 武雄, FC Report, **23**, 109 (2005).
- 2) 蛭名 武雄, 未来材料, **6**, 22 (2006).
- 3) (独)産業技術総合研究所, 日本特許3855003 (2006).
- 4) (独)産業技術総合研究所, 日本特許3855004 (2006).
- 5) (独)産業技術総合研究所, 日本特許4162049 (2008).
- 6) 川崎 加瑞範, 蛭名 武雄, 林 拓道, 吉田 学, 坂東 誠二, 林坂 徳之, 梅田 雄紀, 第55回粘土科学討論会講演要旨集, **2011**, 96.
- 7) 坂東 誠二, 見正 大祐, 林坂 徳之, 梅田 雄紀, 川崎 加瑞範, 蛭名 武雄, 中村 考志, 吉田 学, 山下 俊, 日本セラミックス協会年会講演予稿集, **2012**, 181.
- 8) 坂東 誠二, “技術解説書 2012-粘土利用材料の新展開-”, 産総研コンソーシアム Clayteam (2013), p.39.

脳疾患診断薬「ダットスキャン®静注」の概要と 運動障害疾患分野における今後の展望

日本メジフィジックス株式会社 創薬研究所
大西 崇子

はじめに

新しい診断用放射性医薬品である「ダットスキャン®静注」(以下、本剤)は、2013年9月に製造販売承認を取得し、2014年1月27日より発売された。本剤の有効成分であるイオフルパン (^{123}I) (Fig. 1) は、米国Research Biochemicals Internationals社のNeumeyerらによって1994年に報告されたフェニトロパン系の化合物であり、ドパミントランスポーター (以下、DAT) に対して高い親和性を有している¹⁾。

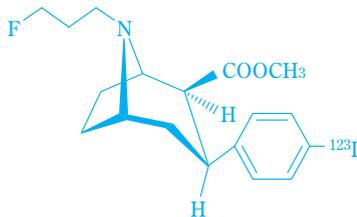


Fig. 1 Structure of ^{123}I -ioflupane

DATは、線条体内に存在する黒質線条体ドパミン神経の終末部に高発現しており、黒質線条体ドパミン神経の終末部より放出されるドパミンの再取込みを行っている膜タンパク質である。パーキンソン症候群の主要な疾患であるパーキンソン病、及びレビー小体型認知症では、黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落に伴い、線条体のDAT密度が低下することが知られている^{2),3)}。

本剤を用いた単一光子放射断層撮影 (以下、SPECT) は、ガンマ線を放出する放射性同位体を含む薬剤を患者に投与し、当該薬剤の脳内分布を画像化することにより、線条体におけるDATの密度を確認するための技術である。Fig. 2に本剤のSPECT断層画像の代表例を示す。本態性振戦やアルツハイマー型認知症など、黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落を伴わない疾患では、水平断層像において、尾状核及び被殻にほぼ均等の放射能分布を認め、その集積は左右対称の三日月型

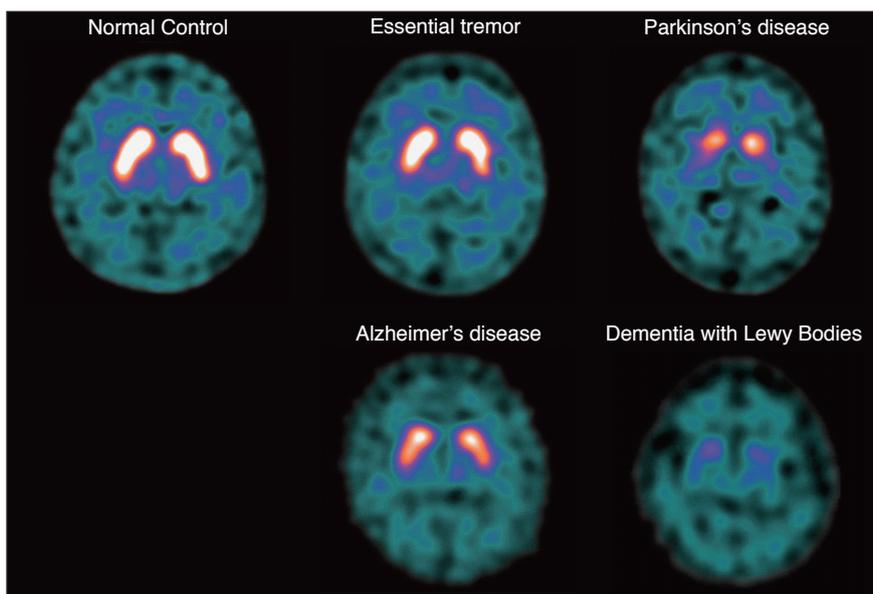


Fig. 2 SPECT images with ^{123}I -ioflupane

又はカンマ型の形状を呈し、バックグラウンドとのコントラストは良好である。一方、パーキンソン病やレビー小体型認知症など、黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落を伴う疾患では、尾状核のみが描出され集積は円形又は卵形の形状を呈するか、線条体への集積が全体的に低下する。

本剤を用いたSPECT検査は、臨床症状やMRIなどの形態学的検査に加えて、黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落の有無に関する情報を提供することにより、パーキンソン症候群及びレビー小体型認知症の診断精度の向上や治療方針の決定に寄与することが期待される。

本剤に期待される臨床的有用性

1. パーキンソン症候群の早期診断

パーキンソン症候群は、パーキンソン病で見られるパーキンソン症状（パーキンソン病の4大徴候である安静時振戦、固縮、無動、姿勢反射障害のうち2つ以上を有する状態）を呈する疾患の総称である。パーキンソン病は、中枢神経系の黒質線条体ドパミン神経細胞の障害による運動障害を主徴とする神経変性疾患であり、パーキンソン症状を呈する患者の約80%を占めると海外で報告されている⁴⁾。パーキンソン症状又は類似の症状を呈する運動障害疾患は複数あり（Table 1）、黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落を伴うものと伴わないものに大別される^{5), 6)}。黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落を伴う疾患は、基本的に抗パーキンソン病薬による治療の対象となる。

Table 1 Movement disorders With/Without striatal dopaminergic deficit^{5), 6)}

With striatal dopaminergic deficit	Without striatal dopaminergic deficit
Parkinson's disease	Drug-induced parkinsonism
Multiple system atrophy	Vascular parkinsonism
Progressive supranuclear palsy	Normal pressure hydrocephalus
	Wilson's disease
	Essential tremor

国際的なパーキンソン病の臨床診断基準としては英国のUK Parkinson's disease society brain bank clinical diagnostic criteria⁷⁾が一般的に用いられ、国内では厚生労働省特定疾患調査研究班（神経変性疾患に関する調

査研究班）の診断基準⁸⁾が用いられる。いずれの診断基準でも主要な診断指標として、臨床症状（パーキンソン症状の4大徴候（安静時振戦、固縮、無動、姿勢反射障害）の出現）及び治療所見（抗パーキンソン病薬による症状改善）が用いられている。しかし、パーキンソン病の病初期では、パーキンソン症状が非定型であるか又は軽度に出現し進行が緩徐であるため、診断に時間を要する。このことから、病初期のパーキンソン病患者において、臨床診断をサポートする客観的な生物学的指標が適切な治療管理のために求められている⁹⁾。

近年、複数の臨床研究において、パーキンソン病の治療では抗パーキンソン病薬による早期の治療開始によって予後が改善することが示されており、早期治療開始が主流になっている¹⁰⁾。一方、黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落を伴わない運動障害疾患の場合、外科的手術や抗パーキンソン病薬以外の薬物療法等を第一選択とするため、この点からも黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落を早期に確認することのできる方法が求められている。

線条体のDAT密度は、パーキンソン病の臨床症状が発現する段階において、すでに正常の半分に低下していることが報告されている³⁾。国内外での本剤の第Ⅱ相試験では、軽度のパーキンソン病患者において、パーキンソン症状発現対側の線条体における明らかな本剤の集積低下が示されている。また、初期のパーキンソン症状の見られる患者を3年間経過観察した海外第Ⅲ相試験では、臨床診断に本剤を用いたSPECT断層画像による黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落に関する情報を加えることで、診断の未確定なパーキンソン症候群患者における診断の特異度が向上することが示された。これは、臨床診断の未確定なパーキンソン症候群患者において、本剤を用いたSPECT検査が、抗パーキンソン病薬による治療の必要な患者又は不要な患者を専門医がより正確に判断する上で有用であることを示している。

さらに、診断が未確定なパーキンソン症候群患者を対象とし、本剤を用いたSPECT検査が患者管理に与える影響について長期間の追跡調査を行った海外第Ⅲb/Ⅳ相試験では、臨床診断に本剤を用いたSPECT断層画像の情報が加わった場合、被験者の72.0%（85名）において患者管理の方針に1つ以上の変更がなされた（新たな治療の開始（41名）、治療の中止（18名）、予定していた検査の取りやめ（28名）など）。

以上のことから、既存の臨床診断に本剤を用いたSPECT検査による黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落の有無に関する情報を加えることにより、パーキンソン病の発症早期の段階において精度の高い診断が可能になると考えられ、本剤のSPECT断層画像は専門医が治療方針を決定する上で有用な情報となることが期待される。

2. レビー小体型認知症の早期診断

レビー小体型認知症は、認知症状を必須の臨床症状とし、加えて幻視やパーキンソン症状が高頻度で見られる神経変性疾患である¹¹⁾。1970年代後半に小阪らが報告し¹²⁾、1995年に開催されたレビー小体型認知症に関する国際ワークショップにおいて臨床診断基準（以下、CDLBガイドライン）が作成された¹³⁾。レビー小体型認知症は、幻想、妄想等の精神症状が出やすく抗精神病薬が頻繁に使用されるが、抗精神病薬に対する過敏症を有する。特に、パーキンソン症状等の錐体外路系症状が悪化し、日常生活活動が著しく低下する場合があるため、アルツハイマー型認知症よりも慎重に使用することが求められている¹⁴⁾。また、レビー小体型認知症は、アルツハイマー型認知症よりも転倒による外傷は4倍、誤嚥による肺炎は2倍高いという報告があり¹⁵⁾、転倒が原因で骨折したり、誤嚥から肺炎を繰り返したりするなど、アルツハイマー型認知症とは異なった臨床的特徴がある。これらのことから、誤った診断結果に基づいて治療やケアを進めることは、症状の悪化や介護者の負担増大につながる可能性が高く、疾患の特徴に合わせた治療及びケアのために、レビー小体型認知症の早期診断は非常に重要である^{14), 15)}。

1995年に作成されたCDLBガイドラインの大きな問題点は、特異度は高い(>87%)が感度が低く(22~58%)¹⁶⁾、レビー小体型認知症を見逃していることであった。これを踏まえ、CDLBガイドラインが2005年に第3版¹⁷⁾として改訂されており、この改訂ではDATイメージングによる画像診断結果が重要な示唆症状として追加された。

認知症患者を対象とした本剤の海外第Ⅲ相試験では、組入れから1年後の臨床診断を真のスタンダードとした場合、本剤を用いたSPECT検査の診断能は感度78.5%、特異度92.8%であった。さらに、剖検時の病理診断を真のスタンダードとした海外医師主導試験では、本剤を用いたSPECT検査の診断能は、感度77.8%、特

異度84.6%であり、臨床診断の診断能（感度：77.8%、特異度：46.2%）を上回っていた。

CDLBガイドライン第3版¹⁷⁾において、レビー小体型認知症の臨床的な特徴を表す最も重要な症状は中核症状であるが、示唆症状は中核症状に次いで重要な症状である。示唆症状のうち、DATイメージングによる黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落の確認以外の項目は臨床症状による基準であるため、レビー小体型認知症の病態を客観的に示すことのできる項目はDATイメージングのみである。少なくとも1つの中核項目が確認されpossible DLB（レビー小体型認知症疑い）と診断された場合に、本剤によるSPECT検査で黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落が確認されればprobable DLB（レビー小体型認知症ほぼ確実）となるなど、当該検査はレビー小体型認知症をより正確に把握する上で必須となっている。

以上のことから、本剤のSPECT断層画像は、possible DLBと判定された症例について、probable DLBとしての可能性を専門医がより正確に判断し治療やケアの方針を決定する上で有用な情報となることが期待される。

運動障害疾患分野における今後の展望

初期のパーキンソン症状の見られる患者を3年間経過観察した海外第Ⅲ相試験では、臨床診断でパーキンソン病と診断されたにも関わらず本剤によるSPECT検査で異常のない症例が21%報告されており¹⁸⁾、これらの患者はSWEDD（Scans Without Evidence of Dopaminergic Deficit）と呼ばれ、本剤が新しい診断基準を提供することとなった。SWEDDは診断困難な本態性振戦などを含むと考えられており、既存の臨床診断ではパーキンソン病と誤診されてしまう¹⁸⁾。本剤はパーキンソン病が疑われる又はパーキンソン病と臨床診断された患者集団からSWEDDを除外することが可能であり、パーキンソン病患者の適切な患者管理やSWEDD症例における無用な抗パーキンソン病薬の長期投与の回避に寄与することが期待される。また、今後の新規抗パーキンソン病薬の治験では、SWEDDを除外してより正確にパーキンソン病患者を組入れることが必要になってくると思われる。

抗パーキンソン病薬の開発に本剤が利用されている事例として、日本、米国及び欧州の計10箇国で2006~2009年に実施された「Pramipexole On Underlying Disease (PROUD) study」がある¹⁹⁾。当該試験は、早

期パーキンソン病患者535名を対象に、薬物治療の開始時期の違いによる臨床転帰を比較するプラミペキソールの第IV相試験であり、副次評価項目の一つとして、ベースライン時と15箇月後に本剤を用いたSPECT検査を実施し、DAT密度の変化を比較している。

さらに、2010年に米国、英国、ドイツ、イタリア及びオーストリアにおいて「The Parkinson's Progression Markers Initiative」(以下、PPMI)が開始された²⁰⁾。PPMIは新規抗パーキンソン病薬の開発に有用な客観的な生物学的指標(バイオマーカー)の探索を目的とする初めてのプロスペクティブ多施設共同研究であり、パーキンソン病患者400名、健康成人200名及びSWEDD約70名を対象に、神経学的観察、並びに脳脊髄液検査、画像検査及び遺伝子検査を実施して、3~5年間にわたり病態進行を追跡調査する²¹⁾。PPMIの画像検査では、本剤による黒質線条体ドパミン神経細胞の変性・脱落の有無の検査が評価項目となっている。本剤による検査所見の経時的な変化と臨床での病状改善効果又は問題症状発生率の関連性に関する知見が蓄積されることで、近い将来、本剤が新規抗パーキンソン病薬の開発の標準的評価項目となる可能性がある。

今後、本剤のSPECT断層画像の視覚的評価に加えて、信頼性の高い定量法を開発することにより、本邦発の抗パーキンソン病薬であるトレリーフ®(一般名:ゾニサミド)のように神経保護作用などの新しい機序を有する治療薬や、iPS細胞由来神経細胞移植による機能再生治療法など、新しい治療薬や治療法の開発において、本剤によるSPECT検査が標準的な評価方法となり、パーキンソン病治療の発展に貢献することが望まれる。

引用文献

- 1) J.L. Neumeier, S. Wang, Y. Gao, R.A. Milius, N.S. Kula, A. Campbell, R.J. Baldessarini, Y. Zea-Ponce, R.M. Baldwin and R.B. Innis, *J. Med. Chem.*, **37**, 1558 (1994).
- 2) H.B. Niznik, E.F. Fogel, F.F. Fassos and P. Seeman, *J. Neurochem.*, **56**, 192 (1991).
- 3) M.A. Piggott, E.K. Perry, E.F. Marshall, I.G. McKeith, M. Johnson, H.L. Melrose, J.A. Court, S. Lloyd, A. Fairbairn, A. Brown, P. Thompson and R.H. Perry, *Biol. Psychiatry*, **44**, 765 (1998).
- 4) 久野 貞子, 老年精神医学雑誌, **19**, 1167 (2008).
- 5) S. Fahn, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **991**, 1 (2003).
- 6) A. Rajput, C.A. Robinson and A.H. Rajput, *Neurology*, **62**, 932 (2004).
- 7) W.R.G. Gibb and A.J. Lees, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, **51**, 745 (1988).
- 8) 厚生省特定疾患・神経変性疾患調査研究班(班長:柳澤信夫), “厚生省特定疾患神経変性疾患調査研究班パーキンソン病診断基準 1995年度研究報告書”(1996), p.22-7.
- 9) E. Tolosa, T.V. Borghet and E. Moreno; the DaTSCAN Clinically Uncertain Parkinsonian Syndromes Study Group, *Mov. Disord.*, **22**, 2346 (2007).
- 10) 水野 美邦, “神経内科ハンドブック 鑑別診断と治療”, 第4版, 医学書院 (2010), p.938-71.
- 11) 水野 美邦, “神経内科ハンドブック 鑑別診断と治療”, 第4版, 医学書院 (2010), p.928-30.
- 12) K. Kosaka, S. Oyanagi, M. Matsushita and A. Hori, *Acta Neuropathol.*, **36**, 221 (1976).
- 13) I.G. McKeith, D. Galasko, K. Kosaka, E.K. Perry, D.W. Dickson, L.A. Hansen, D.P. Salmon, J. Lowe, S.S. Mirra, E.J. Byrne, G. Lennox, N.P. Quinn, J.A. Edwardson, P.G. Ince, C. Bergeron, A. Burns, B.L. Miller, S. Lovestone, D. Collerton, E.N.H. Jansen, C. Ballard, R.A.I. de Vos, G.K. Wilcock, K.A. Jellinger and R.H. Perry, *Neurology*, **47**, 1113 (1996).
- 14) C. Frank, *Can. Fam. Physician*, **49**, 1304 (2003).
- 15) H. Hanyu, T. Sato, K. Hirao, H. Kanetaka, H. Sakurai and T. Iwamoto, *Eur. J. Neurol.*, **16**, 212 (2009).
- 16) D.S. Knopman, S.T. DeKosky, J.L. Cummings, H. Chui, J. Corey-Bloom, N. Relkin, G.W. Small, B. Miller and J.C. Stevens, *Neurology*, **56**, 1143 (2001).
- 17) I.G. McKeith, D.W. Dickson, J. Lowe, M. Emre, J.T. O'Brien, H. Feldman, J. Cummings, J.E. Duda, C. Lippa, E.K. Perry, D. Aarsland, H. Arai, C.G. Ballard, B. Boeve, D.J. Burn, D. Costa, T. Del Ser, B. Dubois, D. Galasko, S. Gauthier, C.G. Goetz, E. Gomez-Tortosa, G. Halliday, L.A. Hansen, J. Hardy, T. Iwatsubo, R.N. Kalara, D. Kaufer, R.A. Kenny, A. Korczyn, K. Kosaka, V.M.-Y. Lee, A. Lees, I. Litvan, E. Londos, O.L. Lopez, S. Minoshima, Y. Mizuno, J.A. Molina, E.B. Mukaetova-Ladinska, F. Pasquier, R.H. Perry, J.B. Schulz, J.Q. Trojanowski and M. Yamada; the Consortium on DLB, *Neurology*, **65**, 1863 (2005).

- 18) V.L. Marshall, C.B. Reiningger, M. Marquardt, J. Patterson, D.M. Hadley, W.H. Oertel, H.T.S. Benamer, P. Kemp, D. Burn, E. Tolosa, J. Kulisevsky, L. Cunha, D. Costa, J. Booij, K. Tatsch, K.R. Chaudhuri, G. Ulm, O. Pogarell, H. Höffken, A. Gerstner and D.G. Grosset, *Mov. Disord.*, **24**, 500 (2009).
- 19) A.H. Schapira, M.P. McDermott, P. Barone, C.L. Comella, S. Albrecht, H.H. Hsu, D.H. Massey, Y. Mizuno, W. Poewe, O. Rascol and K. Marek, *Lancet Neurol.*, **12**, 747 (2013).
- 20) “Parkinson’s Progression Markers Initiative, Investigators Meeting; March 18-19, 2010 NY.”, PPMI (Parkinson’s Progression Markers Initiative) ホームページ, <http://www.ppmi-info.org/wp-content/uploads/2012/11/March-2010-Investigators-Meeting-Slides.pdf> (参照 2014/5/8).
- 21) “The Parkinson’s Progression Markers Initiative (PPMI), Date of Protocol: October 14, 2013, Final Version: 8.0”, PPMI (Parkinson’s Progression Markers Initiative) ホームページ, <http://www.ppmi-info.org/wp-content/uploads/2014/01/PPMI-AM7-Protocol.pdf> (参照 2014/5/8).

LCD用高輝度カラーレジスト **ダイブライト®**

ダイブライト®は、高輝度&高コントラストなカラーフィルターが製造できるカラーレジストです。従来のカラーレジストと同等の耐熱性、耐溶剤性を有しており、既存設備&現行プロセスにてカラーフィルターの作製が可能です。また、従来のカラーレジストと同等の信頼性を有しており、パネル設計においても従来構成の利用が可能です。

■当社技術について

- 長年培った当社独自の色材合成技術を駆使し、液晶ディスプレイ用カラーフィルターに適した新たな色材を開発しています。さらに、樹脂、硬化剤、その他添加剤などのリソグラフィー技術を融合し、従来の材料では発現できない高輝度&高コントラストを有するカラーフィルターを製造できるカラーレジストを開発しています。
- カラーフィルターの高輝度化により色再現範囲の拡大、バックライト部材削減、低消費電力化などに寄与します。
- カラーフィルターの高コントラスト化により、より美しいディスプレイに貢献します。



コンタクト先：
住友化学株式会社 電子材料事業部 機能薄膜材料部
〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号
TEL：03-5543-5812 FAX：03-5543-5934

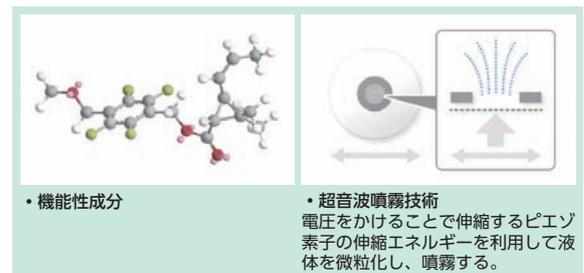
虫よけ/殺虫系デバイス技術ブランド **STRONTEC®**



STRONTEC®は、住友化学(株)が長年培った「機能性成分設計・評価技術」と、「超音波噴霧」「静電噴霧」などの新しいデリバリーシステムを組み合わせた、技術パッケージのブランド名です。この技術を使用して、お客様に「安心」と「確かな効果」を両立した製品を提供することを目的としています。

2014年春、このSTRONTEC®の技術を使用した屋外用虫よけ製品の販売が開始されました。本体から半径約3.6m(約40m²)の範囲を、虫(ユスリカ・チョウバエ)からガードします。超音波噴霧を用いた小型の虫よけ製品で、これほど広い屋外空間をしっかりと虫よけできるものは世界でも類を見ないと思います。これまで屋外では、蚊取り線香や虫よけスプレーなどが使われてきましたが、この新製品は使い方も簡単で、火も使わず、肌に塗る必要もなく、繰り返し使うことができます。高い効果に加えて、安全性に配慮され、利便性に優れ、手軽に使えるため、ガーデニングや屋外レジャー、スポーツ観戦など幅広い場面での利用を想定しています。

今後もSTRONTEC®を使用した、お客様に満足いただける最終商品を生み出し、生活環境事業部の最重点課題である「川下化推進による事業モデルの変革加速」に寄与してまいります。



STRONTEC®を支える技術



STRONTEC®の技術を使用した屋外用虫よけ製品

コンタクト先：住友化学株式会社 生活環境事業部
〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号
TEL：03-5543-5752 FAX：03-5543-5948
「STRONTEC®」ウェブサイト <http://strontec.com/>

EVAエマルジョン スミカフレックス®

スミカフレックス®はエチレン-酢酸ビニル共重合体樹脂を母体とした水性樹脂エマルジョン（EVAエマルジョン）です。強い接着性、生成フィルムの強靭性を有しており、また、エチレンを共重合モノマーとして使用することにより、

1. 可塑化効果、柔軟性に優れる
2. 耐水性、耐アルカリ性に優れる
3. 耐候性に優れる
4. 非極性素材（プラスチック、合成繊維など）とのなじみが良好である

などの特長を有しています。

これらの特長を生かし、接着剤、土木建築、塗料、紙・繊維、その他各用途の原料として使用されています。

骨格樹脂としては、基本樹脂である酢酸ビニル-エチレン共重合体樹脂をはじめとして、酢酸ビニル-エチレン-塩化ビニル三元共重合体樹脂、酢酸ビニル-エチレン-アクリル系共重合体樹脂等各種ポリマー組成の水性樹脂エマルジョンを取り揃えています。また、高機能・高性能化品の開発も行っており、さらに、種々の共重合性モノマーを導入したタイプ、高不揮発分タイプ、高エチレン含有量タイプ、高分子量タイプなどのエマルジョンのラインナップがあります。



コンタクト先：住化ケムテックス株式会社 機能樹脂事業部エマルジョングループ
〒554-8558 大阪市此花区春日出中3丁目1番98号
TEL：06-6466-5454 FAX：06-6466-5457 URL：http://www.chemtex.co.jp/seihin/emulsion/

広栄化学のイオン液体 KOELIQ®

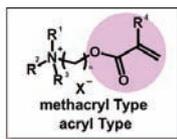
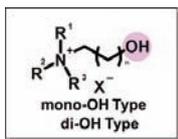
イオン液体は100℃以下で液体であり、イオンのみからなる物質（塩）です。蒸気圧が極めて低く、様々な物質を溶解し、イオン伝導率が高く、広い温度範囲で液状を示すため、多分野での応用開発が進んでいます。

1. 樹脂添加用帯電防止剤

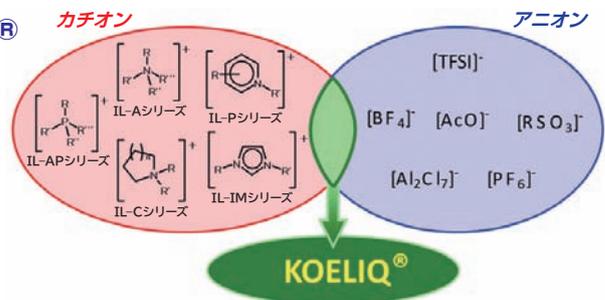
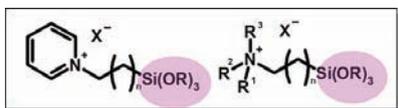
IL-Aシリーズ、IL-Pシリーズ、IL-APシリーズ

- イオン液体の構造を最適化し、樹脂との相溶性を調整することにより、樹脂の透明性を維持し、少量添加で優れた帯電防止能を示します。
- イオン液体自体のイオン導電性により帯電防止能が発現するため、使用環境（湿度）の影響を受けにくい特徴があります。

2. 樹脂組込用イオン液体 IL-OHシリーズ、IL-MAシリーズ



3. 無機材料固定化用イオン液体 IL-Sシリーズ



4. セルロース溶解用イオン液体 ILA48-32

- 従来のハロゲン塩と同等のセルロース溶解度（25%）を示します。
- セルロース再生時の重合度維持性能に優れ、セルロースの特性を損ないません。

品名	特性		物性		
	セルロース溶解度 (wt%, 100℃)	セルロース再生後重合度*1 (再生前:363)	性状 (25℃)	分解温度*2 (℃)	粘度 (mPa·s) 25℃ 60℃
ILA48-32	25	245	液体	170	258 26
四級アンモニウムハロゲン塩	25	20	固体	198	- -

*1: 100℃/1hr溶解後再生、*2: TG-DTA 5%重量減温度

コンタクト先：広栄化学工業株式会社 研究開発本部 開発室
〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町1番8号
TEL：03-6837-9298 FAX：03-6837-9310
Http://www.koeichem.com/

ドパミントランスポーターイメージング用SPECT製剤

ダットスキャン®静注

日本メジフィジックス(株)は、新しい放射性医薬品 脳疾患診断薬「ダットスキャン®静注」(以下、本剤)を2014年1月27日に販売開始しました。

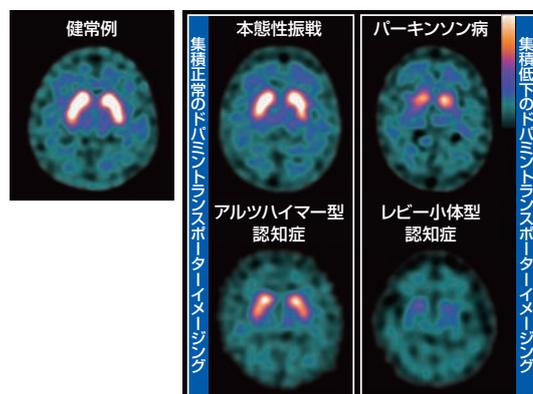
本剤は、脳内の「黒質線条体ドパミン神経の終末部」に存在するドパミントランスポーターの分布を画像化することで、パーキンソン症候群及びレビー小体型認知症における、ドパミン神経の変性・脱落を評価できるSPECT(単一光子放射断層撮影)製剤です。本剤を使用した検査により、上記疾患およびその類縁疾患における診断精度の向上と治療方針決定に寄与することが期待されます。

本剤は、海外34の国や地域で医薬品としての承認を取得しており、欧米では既に標準的診断法として位置付けられています。国内でも多くの神経内科・精神科の先生方から上市を待ち望まれていました。当社は、本剤が診断の一助として神経変性疾患・認知症等の診療に貢献し、より多くの患者さんのQOL(Quality of Life:生活の質)向上に役立つことを願っています。(本剤の技術詳細は、本誌p.48~をご参照下さい。)

コンタクト先：日本メジフィジックス株式会社 製品企画第一部
〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号
TEL：03-5634-7452 FAX：03-5634-5173



本剤の外観



症例毎の本剤SPECT典型画像



米倉会長*、シンガポール「名誉国民賞」受賞

本年2月14日、当社の米倉会長は、シンガポール共和国政府から「名誉国民賞」を贈られました。大統領官邸にて開催された式典では、トニー・タン大統領からメダルを授与されました。

この賞は、外国人を対象にした勲章の中で最高位に位置するものであり、これまで長きにわたり、同国経済、とりわけ化学産業の発展に大きく貢献した功績が高く評価されたものです。米倉会長は、2006年にも「パブリック・サービス・スター賞」を同国から受賞しています。

*：役職は当時。現在は相談役。



式典であいさつを述べる 当社 米倉会長



式典でトニー・タン大統領（前列右から2人目）と

シンガポールでS-SBR 製造プラントの開業式を開催

当社の100%子会社である住友化学アジア社は、シンガポールにおいて新設した溶液重合法スチレンブタジエンゴム (S-SBR) 製造プラントの開業式を本年3月7日に開催いたしました。

開業式は、シンガポール首相府S・イスワラン大臣や在シンガポール日本大使館、シンガポール経済開発庁、ジュロンタウン公社、プラント建設会社、主要顧客などの関係者を来賓に迎え、当社からは十倉社長が出席し、市内のホテルにて盛大に執り行われました。

S-SBRは、世界的に自動車燃費規制が強化される中で、高性能省燃費タイヤ用の原料として需要が急速に拡大しており、中長期的にも需要の増加が想定されます。当社は、中でも成長著しいアジア市場における供給上の地理的優位性や、原料の安定的な確保、当社グループの既存事業との連携といった観点から、このたび、シンガポールにおいてS-SBR製造プラント（生産能力：年産4万トン）を建設いたしました。

当社のS-SBRは、独自に開発した製造プロセス技術と、高性能化の鍵となるポリマー変性技術により、高い省燃費性や耐摩耗性といった優れた性能を有しており、顧客である国内外のタイヤメーカーから高い評価をいただいています。国内に保有する年産1万トンの既設プラント、今回の新設プラントに加え、今後シンガポールでのさらなる拡張も検討しており、当事業のグローバル展開をより一層推進してまいります。



開業式にて



シンガポールに新設したS-SBR製造プラント

ラービグ・プラスチック・テクニカルセンターが活動開始

ラービグ・プラスチック・テクニカルセンター (R-PTC) は、2013年10月1日、ラービグ工業団地への進出企業に対して、活動内容を紹介する説明会を開催いたしました。説明会には、多数の参加者が出席し、R-PTCについて活発な質疑応答が行われました。

当社は、世界最大の石油会社であるサウジ・アラムコ社とともに、ペトロ・ラービグ社に出資を行い、同社の世界最大級の石油精製と石油化学の統合コンプレックスの運営サポートを行っています。コンプレックスは、日量40万バレルの原油と年間120万トンのエタンを主原料とし、さまざまな石油精製製品と石油化学製品を生産しています。また、当社とサウジ・アラムコ社は、コンプレックスの隣接地に電力・給排水・通信設備が整ったラービグ工業団地を開設し、進出企業が操業を開始しています。

R-PTCは、ラービグ工業団地の樹脂加工業を支援するために設立されたセンターで、CAE*デモンストレーション設備のほか、E-ラーニングシステムや電子ジャーナルなどを導入し、世界最先端の技術と情報を発信してまいります。また、3Dディスプレイと連動した特殊なプラントシミュレーションシステムや、シースルーの蒸留塔を備えたプラント運転技術訓練設備を設置し、ペトロ・ラービグ社のオペレーターやエンジニアの技能向上に貢献することも目指しています。

*CAE: Computer Aided Engineering の略。コンピューターを活用し、プラスチックの製品設計や加工条件の最適化を行うこと。



R-PTCの外観

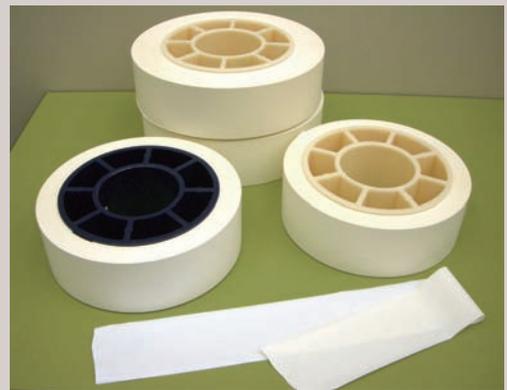


R-PTCが開催した説明会の様子

リチウムイオン二次電池用セパレータ生産能力を増強

当社は大江工場のリチウムイオン二次電池用セパレータの生産能力を2015年春までに段階的に引き上げ、従来比約2.3倍に増強いたします。

当社は、長年培ってきた高分子重合技術、無機材料技術、ポリマー成形加工技術を生かし、リチウムイオン二次電池の主要部材の一つであるセパレータ事業を展開しています。当社セパレータは、アラミド樹脂やセラミックスで形成した耐熱層とポリオレフィン基材との組み合わせによる、電池の安全性向上に寄与するセパレータで、電気自動車やノートパソコン、スマートフォンなどのリチウムイオン二次電池向けに幅広く使用されています。リチウムイオン二次電池は、軽量化、低コスト化等のニーズから、高容量化の流れにあると同時に、安全性の確保が重要なテーマとなっています。当社セパレータはその課題を解決する特徴ある製品で、とりわけ電気自動車用途において需要が伸長しています。当社は2006年にセパレータの生産を開始し、これまでも段階的に大江工場の生産能力を増強してまいりましたが、こうした需要動向を背景として、このたび、さらに能力を拡大することいたしました。今後とも需要増加に対し、生産・供給の体制を整備し、事業の拡大を図ってまいります。



リチウムイオン二次電池用セパレータ ペルヴィオ®

核酸医薬原薬の製造開始について

当社は、株式会社ボナック（以下、ボナック）が保有する核酸医薬原薬の製造・販売に関する知的財産権の独占的実施権の許諾契約を締結いたしました。これを受けて当社は、大分工場（歌島）に開発用途の核酸医薬原薬の製造設備を新設し、2014年度第3四半期から同原薬の受託製造を開始することといたしました。

核酸医薬は、DNA（デオキシリボ核酸）やRNA（リボ核酸）の働きを利用して、病気を引き起こす遺伝子やタンパク質に作用するタイプの医薬品であり、低分子医薬、抗体医薬に続く、第三世代の医薬品として近年注目されていますが、本格的な普及に向けては体内での安定性やDDS*1などの課題を解決する必要があります。ボナックは、これらの課題解決に有力な独自の核酸医薬のプラットフォームを確立し、特許を日本で取得したほか欧米の主要国で出願中であり、核酸医薬品の自社開発も行っていきます。

当社は、30年以上にわたる医薬原薬・中間体の生産実績とGMP*2対応力、高度な品質保証体制を背景に、今後、ボナックおよび同社からライセンスを受けて医薬品開発を行う国内外の製薬メーカー向けに核酸医薬原薬の受託製造を行い、医薬化学品事業の強化を図るとともに、核酸医薬品の早期実用化に向けて貢献してまいります。

*1 DDS：Drug Delivery Systemの略で、必要な薬物を必要な時間、体内の適切な場所に届けることを可能にする技術。

*2 GMP：Good Manufacturing Practiceの略で、製造工程における製造管理、品質管理の基準を指す。原材料の入荷から製造、最終製品の出荷にいたるすべての過程において、製品が安全に作られ一定の品質が保たれるよう定められている。



核酸医薬原薬の製造設備を新設する大分工場（歌島）



展示会などへの出展

◆第9回 中国—北東アジア博覧会

会期：2013年9月6日－11日
会場：中国・吉林省 長春国際会議展示センター
主催：中華人民共和国商務部、
中華人民共和国国家發展改革委員会、
吉林省人民政府

「中国—北東アジア博覧会」は、北東アジア6カ国（中国、日本、韓国、北朝鮮、ロシア、モンゴル）の経済貿易交流の促進や文化交流を目指す国際的な地域型総合博覧会です。初日に開催された「第7回 北東アジア協調トップフォーラム」には、日本を代表して当社の米倉会長*が出席し、あいさつを行いました。また、当社ブースでは、農業用ポリオレフィンフィルム、メチオニン、オリセツ®ネットなどの中国東北部で製造している製品を中心に展示を行い、農業やマラリア対策に貢献する当社の製品・技術を来場者にアピールいたしました。

*：役職は当時。現在は相談役。



フォーラムであいさつを述べる 当社 米倉会長



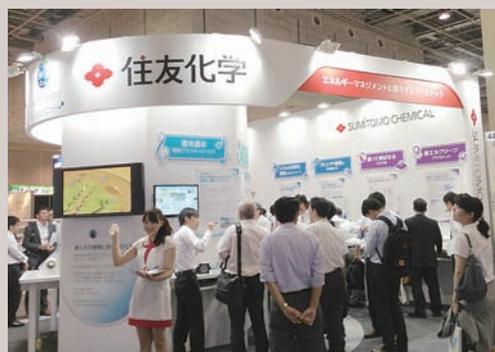
◆第1回 関西 高機能プラスチック展

会期：2013年10月2日－4日
会場：インテックス大阪
主催：リード エグジビション ジャパン株式会社

「高機能プラスチック展」は高機能樹脂・エンブラの成形、加工から材料技術に至るまで、あらゆるプラスチック技術の専門展です。今回、初めて関西で開催され、西日本最大規模のプラスチック技術の専門展になりました。

当社の石油化学部門からは「エネルギーマネジメントに寄与する高機能プラスチック」というテーマで出展いたしました。また、10月3日には当社 大野常務*による「プラスチック高機能化の歴史と住友化学の開発戦略」という演題で基調講演が行われました。当社ブースではボンドファスト®、アクリフト®、エクセレン®などの石油化学部門の機能性ポリオレフィン製品とともに、熱エネルギー制御に貢献が期待される開発品を紹介し、訪れた多くの方々から大きな反響をいただきました。なお当社ブースを訪れたお客様は3日間で合計約1,600人でした。

*：役職は当時。現在は専務。



◆メッセナゴヤ 2013

会期：2013年11月13日－16日

会場：ポートメッセなごや

主催：メッセナゴヤ実行委員会

(構成団体：愛知県、名古屋市、名古屋商工会議所)

「メッセナゴヤ」は2005年に開催された「愛知万博」の理念（環境、科学技術、国際交流）を継承する事業として2006年から毎年行われている日本最大級の異業種交流展示会で、今回が8回目の開催となりました。業種・業態の枠を超え各出展者の持ち寄る製品や技術、サービスを名古屋から国内外に広く情報発信するとともに、活発なビジネス交流を展開していくという趣旨のもとに開催されており、当社は第1回から出展しています。

2013年のテーマは「環境・安全・モノづくり」であり、当社はポリマー添加剤 スミライザー[®]、高剛性・軽量プラスチック「PEN 繊維強化TPO」、熱移動の3要素（伝導・対流・放射）を生かした新素材「高放熱性ポリプロピレン材料」を出品いたしました。また、当社のCSR活動（オリセット[®]ネット等）および(株)住化分析センターの事業活動についてもご紹介いたしました。

今回の展示会には前回を上回る過去最高の6万2千人の来場者があり、当社ブースには1,500人を超える方々にご来訪いただきました。



◆Light + Building 2014

会期：2014年3月30日－4月4日

会場：ドイツ メッセ・フランクフルト
(Messe Frankfurt Fairground)

主催：メッセフランクフルト社

(Messe Frankfurt Exhibition GmbH)

この展示会は、ドイツのフランクフルトで2年に一度開催される照明とビルオートメーションの世界最大級の国際専門見本市です。今回も照明メーカーや建築技術メーカーを中心に2,458の出展者が最先端の製品・技術を展示し、161の国から21万人を超える来場者がありました。

当社は前回2012年に引き続き、展示物デザイン・展示ブースの総合プロデューサーに、日本を代表する世界的照明デザイナーの石井幹子氏を迎え、「The Most Advanced Polymer OLED」をキャッチ・コピーに、世界最先端の高分子有機EL照明の魅力を最大限に引き立たせたオブジェ「OLED COSMOS」を展示いたしました。

今回の展示オブジェ「OLED COSMOS」は、高分子有機EL照明を散りばめて宇宙空間を表現し、高分子有機ELが将来に向けて無限に広がっていく可能性を暗示させるデザインであり、使用された照明パネルは、従来型の照明では達成が難しい鮮やかな色彩と驚異の薄さを特徴としています。また、展示オブジェには、当社が誇る塗布技術を活用した、同一パネル内に2色の発光エリアを持つ「デュアルカラーOLED照明パネル」も使用しています。来場者は、当社の照明パネルの鮮やかな色合いと「デュアルカラーOLED照明パネル」の技術に関心を示し、大きな話題となりました。



当社が展示した「OLED COSMOS」(W3.8m×D2.5m×H1.9m)
デザイン：石井幹子氏



「OLED COSMOS」に使用された16枚の照明パネルのサンプル展示
(発光領域：L94mm×W94mm×D1.2mm)

◆第3回 高機能プラスチック展・ 第1回 高機能金属展

会期：2014年4月16日－18日

会場：東京ビックサイト

主催：リード エグジビション ジャパン株式会社

あらゆるプラスチック技術の専門展である「高機能プラスチック展」と、さまざまな金属材料や、その加工機械、分析・検査機器、リサイクル技術など高機能金属に関するあらゆる技術の専門展である「高機能金属展」が、今回 同時開催され、当社は「かがくの力が生み出したかつてない機能性マテリアル」というテーマで出展いたしました。

当社は基礎化学部門から超高純度アルミニウム (SUPRAL®)、石油化学部門からタフセレン®、ボンドファスト®を展示するとともに、開発品として、ハロゲンフリー難燃エラストマー、耐油改良エラストマー材料、振動減衰材料、防錆コーティング材料、樹脂製蓄熱材料を紹介し、訪れた多くの方々から大きな反響をいただきました。なお当社ブースを訪れたお客様は、3日間で合計約1,300人でした。



◆自動車技術展： 人とくるまのテクノロジー展 2014

会期：2014年5月21日－23日

会場：パシフィコ横浜

主催：公益社団法人 自動車技術会

「人とくるまのテクノロジー展」は、本年で23回目となる自動車に関する最新技術・製品が集う日本最大の技術展で、当社グループは総合化学メーカー各社が参加を始めた2010年より5回目の出展となりました。

当社は展示メッセージを「あしたの地球に会いに行こう」とし、「暮らしに役立つ化学/科学の力は自動車の技術革新にも貢献する」というコンセプトで出展いたしました。各部門、グループ会社の製品や開発品、CSR活動を展示ブースにおいて紹介したほか、卵をモチーフとしたプロジェクションマッピングによる映像技術を用いて「未来の暮らしを生み出し、育てる住友化学」を表現いたしました。

展示会来場者は昨年の来場者数を大きく上回る9万人近くとなり、当社ブースにも非常に多くの方に足をお運びいただくことができました。展示会後も多くのお問い合わせを頂戴しております。



外部表彰受賞紹介



Abhinav DHAR



Naoki SHIMADA

◆化学工学会 化学工学論文集 2013年度 優秀論文賞

生産安全基盤センター ダール アビナーブ
生産安全基盤センター 島田 直樹
神戸大学 富山 明男

論 文

「気液界面の簡易的数値計算法」

本研究では、気液二相の界面の挙動を直接捕捉する数値計算法を開発した。本報で提案した手法はTHAINC法（Tangent of Hyperbola with Adaptive Slope for Interface Capturing）と称する。本手法は代入演算のみであり反復はない。このため、極めて計算負荷が低く、効率的に界面を詳細に解析できる。また従来の方法に比べて、体積保存性と、界面捕捉精度が優れていることを実証している。一例として、上昇気泡や平板に衝突する液滴を計算し、実験結果と比較し良好な一致を得た。



Takashi TOKUNAGA

◆日本分析化学会 第9回 近畿分析技術研究奨励賞

有機合成研究所 徳永 隆司

業 績

「工業化プロセスを指向したLC-NMR関連技術の開発」

本賞は、分析化学にかかわる技術開発と研究に携わる近畿地区の若手技術者・研究者に与えられる賞である。受賞者は、医薬・農薬などのファインケミカルの工業化プロセス開発に、ハイスループット分析法であるLC-NMRを適用した。クロマトグラフィーを用いたピーク濃縮による高感度化技術やキラルLC-CD-NMR法による光学異性体分析法など、実用性の高い独自技術を開発したことが評価された。

主な投稿論文・口頭発表

(2013年4月1日～2014年3月31日)

高分子材料

Rheological Characterization of Cross-Linked Poly (Methyl Methacrylate)

小倉 公司, Manfred H. Wagner* (基礎化学品研究所, *Technische Universität Berlin)

Rheologica Acta, **52** (8-9), 753 (2013)

Multi-length Scale Porous Polymers

竹厚 流, Thomas P. Russell* (情報電子化学品研究所, *University of Massachusetts)

Advanced Functional Materials, **24**, 1483 (2014)

環境配慮型ポリオレフィン用接着性樹脂「スミフィット®」

中島 秀人 (基礎化学品研究所)

Polyfile, **50** (591), 54 (2013)

高放熱性ポリプロピレン材料の開発

濱 久勝 (石油化学品研究所)

成形加工, **25** (9), 431 (2013)

Rheological Characterization of Cross-Linked Poly (methyl methacrylate)

小倉 公司, Manfred H. Wagner* (基礎化学品研究所, *Technische Universität Berlin)

AERC 2013 8th Annual European Rheology Conference (ベルギー), 2013年4月2日～5日

Green TPO Materials for Airbag Cover Applications

黒川 良介 (石油化学品研究所)

The SPE Automotive TPO Global Conference (米国), 2013年10月6日～9日

Transformation of Polyethylene Nanostructure by Addition of a Small Amount of Ultra-High Molecular Weight PE

川島 康豊, 野末 佳伸, Ruoyu Zhang*¹, Julia A. Kornfield*¹, Lixia Rong*², 篠原 佑也*³, 雨宮 慶幸*³ (石油化学品研究所, *¹California Institute of Technology, *²Stony Brook University, *³東京大学)

ACS Advances in Polyolefins 2013 (米国), 2013年10月15日～19日

無機・金属材料

Durability Investigation on Aluminum Titanate-Diesel Particulate Filter Having Asymmetric Hexagonal Cell Design

岩崎 健太郎*, 洪田 匠 (基礎化学品研究所, *Sumika Ceramics Poland Sp. zo.o.)

SAE 2013 World Congress & Exhibition (米国), 2013年4月16日～18日

Characterization of Advanced Aluminum Titanate Ceramic Filter Having Hexagonal Cell Geometry

洪田 匠, 岩崎 健太郎*¹, 花村 克悟*², 吉野 朝 (基礎化学品研究所, *¹Sumika Ceramics Poland Sp. zo.o., *²東京工業大学)

自動車技術会 2013春季大会 (神奈川), 2013年5月22日～24日

帯溶融精製したアルミニウム素材の超高真空溶解による更なる高純度化

桐畑 敦*, 中村 格芳*, 李木 経孝*, 恵 智裕, 星河 浩介, 田中 一郎 (基礎化学品研究所, *広島国際学院大学)

日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部 金属第53回・鉄鋼第56回中国四国支部講演大会 (愛媛), 2013年8月19日～20日

超高純度アルミニウムの帯溶融精製におけるパス回数と溶融幅の影響

曹 偉*, 中村 格芳*, 李木 経孝*, 星河 浩介, 田中 一郎 (基礎化学品研究所, *広島国際学院大学)

日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部 金属第53回・鉄鋼第56回中国四国支部講演大会 (愛媛), 2013年8月19日～20日

帯溶融精製のシミュレーションと残留抵抗比100000以上の超高純度アルミニウムの精製

中村 格芳*, 渡邊 真彦*, 李木 経孝*, 星河 浩介, 田中 一郎 (基礎化学品研究所, *広島国際学院大学)

日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部 金属第53回・鉄鋼第56回中国四国支部講演大会 (愛媛), 2013年8月19日～20日

農業化学関連製品

Resistance Levels of Sulfonylurea-Resistant *Schoenoplectus juncooides* (Roxb.) Palla with Various Pro197 Mutations in Acetolactate Synthase to Imazosulfuron, Bensulfuron-Methyl, Metsulfuron-Methyl and Imazaquin-Ammonium

定由直*, 池田源, 木澤悟 (健康・農業関連事業研究所, *国際アグロ事業部)

Weed Biology and Management, **13**(2), 53 (2013)

Characterization of Acetolactate Synthase from Sulfonylurea Herbicide-Resistant *Schoenoplectus juncooides*

大和誠司, 定由直*, 池田源 (健康・農業関連事業研究所, *国際アグロ事業部)

Weed Biology and Management, **13**(3), 104 (2013)

Characterization of Sulfonylurea-Resistant *Schoenoplectus juncooides* Having a Target-Site Asp376Glu Mutation in the Acetolactate Synthase

定由直*, 池田源, 大和誠司, 木澤悟 (健康・農業関連事業研究所, *国際アグロ事業部)

Pesticide Biochemistry and Physiology, **107**(1), 106 (2013)

The Effect of Pyriproxyfen as a “Population Growth Regulator” against *Aedes albopictus* under Semi-Field Conditions

大庭伸也*², 大橋和典, Endang Pujiyati*², 比嘉由紀子*², 川田均*², 水戸信彰*¹, 高木正洋*² (健康・農業関連事業研究所, *¹知的財産部, *²長崎大学)

PLoS ONE, **8**(7), e67045 (2013)

ドウガネブイブイに対するクロチアニジンの作用特性

岩田淳*, 坂本えみ子 (健康・農業関連事業研究所, *国際アグロ事業部)

植物防疫, **67**(8), 455 (2013)

ピリダリルの創製およびジハロプロペン殺虫剤の展開

池上宏, 坂本典保* (健康・農業関連事業研究所, *健康・農業関連事業業務室)

日本農薬学会誌, **39**(1), 83 (2014)

General Characteristics of Fenpyrazamine, a Novel Fungicidal Compound for Controlling Gray Mold

木口奏, 田中創一*¹, 岩橋福松, 石川亮, Yves Senechal*², Michele Pizzi*³ (健康・農業関連事業研究所, *¹国際アグロ事業部, *²Sumitomo Chemical Agro Europe S.A.S., *³Sumitomo Chemical Italia S.r.l.)
XVI International Botrytis Symposium (イタリア), 2013年6月23日-28日

Did We Select Lead Chemistries for Optimization Based on MOA or Activity?

永野栄喜 (健康・農業関連事業研究所)

246th ACS National Meeting and Exposition (米国), 2013年9月8日-12日

Olyset® Plus - a Novel Long Lasting Bed Net with Activity against Resistant Insects

John Lucas*, John Invest*, 大橋和典, 庄野美徳 (健康・農業関連事業研究所, *Sumitomo Chemical (U.K.), plc.)

6th Multilateral Initiative on Malaria Pan African Conference (南アフリカ), 2013年10月6日-11日

直播水稲用除草剤イマゾスルフロン・ブロモブチド・ピリミノバックメチル1キログラム剤の作用特性

西山孝行, 塚本修, 池田源 (健康・農業関連事業研究所)

日本雑草学会 第52回大会 (京都), 2013年4月13日-14日

新規水稲用除草剤プロピリスルフロンの作用特性 — ③ ノビエに対する効力

梶原ゆかり, 渡久地久代, 峯岸なつこ, 池田源 (健康・農業関連事業研究所)

日本雑草学会 第52回大会 (京都), 2013年4月13日-14日

トコジラミに対する殺虫剤試験方法と効力について

岡本央 (健康・農業関連事業研究所)

日本環境衛生センター 第6回衛生害虫対策セミナー「緊急セミナー：トコジラミ対策を考える」(神奈川), 2013年6月28日

pHコントロールが製剤の性能に及ぼす影響

岡野祥明, 門脇敦 (健康・農業関連事業研究所)

日本農薬学会 第33回農薬製剤・施用法研究会 (静岡),
2013年9月12日-13日

除草剤フルミオキサジンの創製

永野 栄喜 (健康・農業関連事業研究所)
関西創農薬研究会 (兵庫), 2013年9月20日

新規殺菌剤フェンピラザミンの作用機構解析

岩橋 福松, 千代 直樹*², 関 典昭*², 田中 創一*¹ (健康・農業関連事業研究所, *¹国際アグロ事業部, *²大日本住友製薬(株))
第8回メタボロームシンポジウム (福岡), 2013年10月3日-4日

アミド系殺菌剤の探索研究

塩田 隆之, 小森 岳*¹, 白井 真由美*³, 大平 大輔, 有本 翔*⁴, 吉本 祐也, 高石 昌直*², 松崎 雄一, 倉橋 真 (健康・農業関連事業研究所, *¹健康・農業関連事業業務室, *²国際アグロ事業部, *³住友化学知的財産センター(株), *⁴Valent U.S.A. Corp.)
日本農薬学会 第28回農薬デザイン研究会 (京都), 2013年11月8日

蒸散性を指向したピレスロイド化合物・メトフルトリンの発明と開発

氏原 一哉 (健康・農業関連事業研究所)
有機合成化学協会 関東支部若手シンポジウム (東京), 2013年11月16日

新しい長期残効性蚊帳Olyset® Plusのアフリカ野外系ハマダラカに対する生物効力

大橋 和典, John Lucas*, John Invest*, 手嶋 勇人, 庄野 美德 (健康・農業関連事業研究所, *Sumitomo Chemical(U.K.), plc.)
第25回日本環境動物昆虫学会年次大会 (兵庫), 2013年11月16日-17日

キラル農薬の海外における登録規制状況について

福島 雅雄 (生物環境科学研究所)
日本農薬学会 第31回農薬環境科学研究会 (滋賀), 2013年11月21日-22日

チオイミデート誘導体の探索研究第一報 リード化合物の発見

伊藤 滋之, 神山 英夫, 岩田 淳*, 岡本 央 (健康・農業関連事業研究所, *国際アグロ事業部)
日本農薬学会第39回大会 (京都), 2014年3月13日-15日

チオイミデート誘導体の探索研究第二報 2-プロペニルチオイミデートの殺虫活性

伊藤 滋之, 神山 英夫, 坂元 法久 (健康・農業関連事業研究所)
日本農薬学会第39回大会 (京都), 2014年3月13日-15日

チオイミデート誘導体の探索研究第三報 アリールイミン誘導体及びイミデート誘導体の合成と殺虫活性

神山 英夫, 伊藤 滋之, 荒木 知洋, 倉賀野 隆*, 坂本法久, 岡本 央 (健康・農業関連事業研究所, *筑波開発研究所)
日本農薬学会第39回大会 (京都), 2014年3月13日-15日

ラオス国カムワン県でみられたネッタイシマカとヒトスジシマカの幼虫生息場所の違い

大橋 和典, 中谷 逸作*², 鷹野 実*¹, Somsanouk Arounleuth*³, Thonelakhanh Xaypangna*³, Nao Boutta*⁴, 西山 利正*² (健康・農業関連事業研究所, *¹ベクターコントロール事業部, *²関西医科大学, *³Khammouane Provincial Health Office, *⁴Ministry of Health, Lao PDR)
第66回日本衛生動物学会大会 (岐阜), 2014年3月21日-23日

半 導 体 関 連 製 品

Effectiveness of AlN-passivation for improving GaAs/ALD-Al₂O₃ Interface in MOS structures

青木 健志, 福原 昇, 長田 剛規, 佐沢 洋幸*², 秦 雅彦*¹, 井上 孝行 (情報電子化学品研究所, *¹先端材料探索研究所, *²Sumika Electronic Materials, Inc.)
2013 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) (福岡), 2013年9月24日-27日

光 学 ・ 表 示 関 連 製 品

Multilayer Wavelength-Selective Reflector Films for LCD Applications

芭奈慈 シャッシュョティ (先端材料探索研究所)

IEICE Transactions on Electronics, E96-C(11), 1373 (2013)

インクジェット技術を用いた導光板

百田 健太郎 (大江工場)

月刊ディスプレイ, 2013年11月号, 44 (2013)

Designing Multilayered Wire-Grid Polarizers Using a Monochromatic Recursive Convolution Finite-Difference Time-Domain Algorithm

芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所)

2013 URSI Commission B International Symposium on Electromagnetic Theory (EMTS) (広島), 2013年5月20日-24日

Simulation of Arrays of Metal Nano-Particles Using a Monochromatic Recursive Convolution Finite-Difference Time-Domain Method

芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所)

SPIE Optics + Photonics Conference, NanoScience + Engineering 2013 Symposium (米国), 2013年8月25日-29日

A Monochromatic Recursive Convolution Finite-Difference Time-Domain Algorithm and its Application in Simulation of Arrays of Metal Nano-Particles

芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所)

SPIE Optics + Photonics Conference, NanoScience + Engineering 2013 Symposium (米国), 2013年8月25日-29日

Status of Soluble-OLED Material Development

山田 武 (筑波開発研究所)

15th Annual OLEDs World Summit 2013 (米国), 2013年9月17日-19日

Simulation of Arrays of Metal Nano-Particles Using a Monochromatic Recursive Convolution Finite-Difference Time-Domain Method

芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所)

18th Microoptics Conference (MOC'13) (東京), 2013年10月27日-30日

Recent Progress in Light-Emitting Polymers for full color OLEDs

福島 大介 (筑波開発研究所)

The 4th German-Japanese Symposium on Electrosynthesis (京都), 2013年12月2日-3日

Simulation of Arrays of Metal Nanowires Using a Monochromatic Recursive Convolution Finite-Difference Time-Domain Method

芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所)

TNT Japan 2014 (Trends in NanoTechnology) (東京), 2014年1月29日-31日

Computing Scattering Properties of Metal Nanorods Using FDTD Methods

岡田 直樹*¹, コール ジェムズ*¹, 善甫 康成*², 芭奈慈 シャッシュョティエ (先端材料探索研究所, *¹筑波大学, *²法政大学)

ACES 2014 Conference (米国), 2014年3月23日-27日

有機ELについて

池平 秀行 (フェロー (現 (株)住化技術情報センター))
有機合成化学協会 平成25年度有機合成化学北陸セミナー (石川), 2013年10月4日-5日

有機エレクトロニクス分野へのフッ素化学の展開

小熊 潤 (筑波開発研究所)

日本学術振興会 フッ素化学第155委員会第96回研究会 (京都), 2014年1月23日-24日

エネルギー関連製品

Photovoltaic Properties of OPV Devices Using *cis*- and *trans*-2,5-Diarylfulleropyrrolidines as Acceptor Partners with P3HT on an ITO Electrode with or without PEDOT:PSS

吉村 研, 菅原 清高*, 作道 成樹*, 松本 恵*, 上谷 保則, 早瀬 修一*, 野上 敏材*, 伊藤 敏幸* (筑波開発研究所, *鳥取大学)

Chemistry Letters, 42, 1209 (2013)

Synthesis of 5H-Dithieno [3,2-b:2',3'-d] pyran as an Electron-Rich Building Block for Donor-Acceptor Type Low-Bandgap Polymers

Letian Dou*, Chun-Chao Chen*, 吉村 研, 大家 健一郎, Wei-Hsuan Chang*, Jing Gao*, Yongsheng Liu*, Eric Richard*, Yang Yang* (筑波開発研究所, *University of California, Los Angeles)

Macromolecules, **46** (9), 3384 (2013)

高性能有機薄膜太陽電池モジュールの開発

北野 真, 吉村 研, 清家 崇広 (筑波開発研究所)

Electrochemistry, **82** (2), 118 (2014)

ナトリウムイオン電池の材料開発と電池特性評価

中根 堅次, 久世 智, 岡田 重人*, 智原 久仁子* (筑波開発研究所, *九州大学)

月刊機能性材料, 2013年6月号, 16 (2013)

Electrochemical and Safety Properties of Sodium Ion Batteries Consisting of Layered Oxide Cathode and Hard Carbon Anode

久世 智, 影浦 淳一, 松本 慎吾, 山口 滝太郎 (筑波開発研究所)

1st Symposium on Na batteries (スペイン), 2013年10月16日-17日

Storage Performances of Sodium Ion Batteries Consisting of Layered Oxide Cathode / Hard Carbon Anode

影浦 淳一, 松本 慎吾, 久世 智, 山口 滝太郎 (筑波開発研究所)

224th ECS Meeting (米国), 2013年10月27日-11月1日

Supercritical Hydrothermal Synthesis of Zirconium Based Cathode without Platinum for Oxygen Reduction

真木 一, 伊藤 豊, 大村 沙織, 太田 健一郎 (先端材料探索研究所)

224th ECS Meeting (米国), 2013年10月27日-11月1日

有機薄膜太陽電池の現状と今後の展望

小熊 潤 (筑波開発研究所)

SEMI Forum Japan 2013 フレキシブル・プリンテッドエレクトロニクスセミナー (大阪), 2013年5月21日-22日

Poly (3-hexylthiophene) とn型フルオレン共重合体とのDonor/Acceptor 高分子ブレンド薄膜太陽電池における電荷キャリアダイナミクス

森 大輔*¹, 辨天 宏明*¹, 大北 英生*^{1,2}, 伊藤 紳三郎*¹, 三宅 邦仁 (筑波開発研究所, *¹京都大学, *²独科学技術振興機構さきがけ)

第62回高分子学会年次大会 (京都), 2013年5月29日-31日

ナトリウムイオン電池用負極材料の開発

山口 滝太郎, 久世 智, 松本 慎吾 (筑波開発研究所)

電気化学会 電池技術委員会 第84回新電池構想部会 (東京), 2013年6月27日

ナトリウムイオン二次電池の開発

久世 智 (筑波開発研究所)

第65回マテリアルズテラリング研究会 (長野), 2013年8月1日-3日

定置用燃料電池システムの低コスト化のためのMEA高性能化

中村 明彦, 増井 建太郎 (先端材料探索研究所)

NEDO燃料電池・水素技術開発 平成24年度成果報告シンポジウム (神奈川), 2013年8月30日

Structure and Electrochemical Performance of Rapidly Deposited Silicon-Based Porous Films for Lithium Ion Rechargeable Batteries

李 重昊*¹, 松本 慎吾, 中根 堅次, 野田 優*² (筑波開発研究所, *¹東京大学, *²早稲田大学)

化学工学会 第45回秋季大会 (岡山), 2013年9月16日-18日

Thick and Porous Si-Based Films for Lithium Ion Battery Anodes Rapidly Deposited on Cu Current Collectors

李 重昊*¹, 松本 慎吾, 中根 堅次, 野田 優*² (筑波開発研究所, *¹東京大学, *²早稲田大学)

2013年電気化学秋季大会 (東京), 2013年9月27日-28日

ナトリウムイオン電池の充放電特性評価と機構解析

松本 慎吾, 久世 智, 山口 滝太郎 (筑波開発研究所)

電気化学会 第54回電池討論会 (大阪), 2013年10月7日-9日

Sn粉末より作製したナトリウムイオン二次電池用負極の電気化学特性

福西 美香*, 松浦 祐多*, 藪内 直明, 久世 智, 孫 珍永*, 崔 芸涛*, 陰地 宏*, 駒場 慎一* (筑波開発研究所, *東京理科大学)

電気化学会 第54回電池討論会 (大阪), 2013年10月7日-9日

有機薄膜太陽電池のためのフラーレン系新規アクセプターの開発

松本 恵*, 吉村 研, 上谷 保則, 菅原 清高*, 伊藤 敏幸* (筑波開発研究所, *鳥取大学)

第40回有機典型元素化学討論会 (大阪), 2013年12月5日-7日

Highly Efficient Organic Photovoltaics and Their Stability

小熊 潤 (筑波開発研究所)

FIRST International Open Symposium for Scientists 「有機系太陽電池が拓く未来」(東京), 2014年2月5日

エコフレンドリーポストリチウムイオン二次電池の創製

岡田 重人*¹, 山木 準一*¹, 山口 滝太郎, 久世 智, 松本 慎吾, 江頭 港*² (筑波開発研究所, *¹九州大学, *²山口大学)

元素戦略/希少金属代替材料開発 第8回合同シンポジウム (東京), 2014年2月25日

有機薄膜太陽電池のアクセプターとして有用なメタノフラーレン類の開発

松本 恵*, 菅原 清高*, 吉村 研, 上谷 保則, 伊藤 敏幸* (筑波開発研究所, *鳥取大学)

日本化学会第94春季年会 (愛知), 2014年3月27日-30日

ナトリウムイオン二次電池用Snナノ粉末負極の電気化学特性と表面被膜の構造

福西 美香*, 藪内 直明*, 久世 智, 孫 珍永*, 崔 芸涛*,

陰地 宏*, 駒場 慎一* (筑波開発研究所, *東京理科大学)

電気化学会第81回大会 (大阪), 2014年3月29日-31日

有機薄膜太陽電池のためのフラーレン系新規アクセプター素子の開発

松本 恵*, 菅原 清高*, 吉村 研, 上谷 保則, 野上 敏材*, 伊藤 敏幸* (筑波開発研究所, *鳥取大学)

電気化学会第81回大会 (大阪), 2014年3月29日-31日

有機合成

Synthesis, Optical Properties, and Crystal Structures of Dithienostannoles

田中 大樹*¹, 大下 浄治*¹, 大山 陽介*¹, 小林 憲史, 東村 秀之, 中西 貴之*², 長谷川 靖哉*² (先端材料探索研究所, *¹広島大学, *²北海道大学)

Organometallics, **32** (15), 4136 (2013)

Synthesis of Group 14 Dipyridinometalloles with Enhanced Electron-Deficient Properties and Solid State Phosphorescence

大下 浄治*¹, 村上 和也*¹, 田中 大樹*¹, 大山 陽介*¹, 水雲 智信*¹, 小林 憲史, 東村 秀之, 中西 貴之*², 長谷川 靖哉*² (先端材料探索研究所, *¹広島大学, *²北海道大学)

Organometallics, **33** (2), 517 (2014)

有機触媒を鍵反応に利用したビスクロプロリン誘導体の製法開発

相川 利昭, Leopold Mpaka Lutete, 衣袋 文明, 三木 崇, 池本 哲哉 (健康・農業関連事業研究所)

日本プロセス化学会 2013サマーシンポジウム (茨城), 2013年7月18日-19日

Synthesis and Properties of Si- and Ge-bridged Bipyridyls

村上 和也*¹, 大下 浄治*¹, 水雲 智信*¹, 中西 貴之*², 長谷川 靖哉*², 小林 憲史, 東村 秀之 (先端材料探索研究所, *¹広島大学, *²北海道大学)

近畿化学協会 第60回有機金属化学討論会 (東京), 2013年9月12日-14日

住友化学の技術開発

池平 秀行 (フェロー (現(株)住化技術情報センター))
第28回有機合成化学研究所 講演会 (京都), 2013年11月5日

有機分子触媒を鍵反応に用いた光学活性医薬化学品のプロセス開発

池本 哲哉 (健康・農業関連事業研究所)
日本プロセス化学会 2013ウインターシンポジウム・新学術領域研究「有機分子触媒による未来型分子変換」第3回公開シンポジウム (宮城), 2013年11月28日-29日

触 媒**Efficient Hydrogen Production and Photocatalytic Reduction of Nitrobenzene over a Visible-Light-Responsive Metal-Organic Framework Photocatalyst**

鳥屋尾 隆*, 齋藤 雅和*, 堀内 悠*, 望月 勝紀, 岩田 真叔, 東村 秀之, 松岡 雅也* (先端材料探索研究所, *大阪府立大学)

Catalysis Science & Technology, **3**, 2092 (2013)

One-Dimensional Alignment of Strong Lewis Acid Sites in a Porous Coordination Polymer

梶原 隆史, 樋口 雅一*, 湯浅 章弘, 東村 秀之, 北川 進* (先端材料探索研究所, *京都大学)

Chemical Communications, **49** (89), 10459 (2013)

Photocatalytic Reduction of Nitrobenzene over Visible-Light-Responsive Metal-Organic Framework Photocatalyst

鳥屋尾 隆*, 齋藤 雅和*, 堀内 悠*, 望月 勝紀, 岩田 真叔, 東村 秀之, 安保 正一*, 松岡 雅也* (先端材料探索研究所, *大阪府立大学)

XIth European Congress on Catalysis (フランス), 2013年9月1日-6日

Hierarchically Organized, Honeycomb-Like MFI Zeolites by Sequential Intergrowth

大久保 達也*, Watcharop Chaikittsilp*, 鈴木 優貴*, Rino R. Mukti*, 板橋 慶治*, 下嶋 敦*, 鈴木 達也, 杉田 啓介 (基礎化学品研究所, *東京大学)

2013 AIChE Annual Meeting (米国), 2013年11月3日-8日

One-Dimensional Alignment of Strong Lewis Acid Sites in a Porous Coordination Polymer

梶原 隆史, 樋口 雅一*, 湯浅 章弘, 東村 秀之, 北川 進* (先端材料探索研究所, *京都大学)

4th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC4) (韓国), 2013年11月4日-7日

Make Strategic Difference! - Maximizing Value through "Sumitomo's Ammonium Sulphate Free Technology" and Future Path-forward

竹内 美明, 北川 雄介* (基礎化学品研究所, *工業薬品事業部)

11th China International Polyamide & Intermediates Forum (中国), 2013年12月5日-6日

錯体触媒を用いる芳香族ポリマーの精密重合

東村 秀之 (先端材料探索研究所)

日本学術振興会 創造機能化学第116委員会 6月期合同分科会 (東京), 2013年6月10日-11日

ナノ合成法による酸化触媒の生産技術開発

真木 一, 大村 沙織 (先端材料探索研究所)

NEDO燃料電池・水素技術開発 平成24年度成果報告シンポジウム (神奈川), 2013年8月30日

光エネルギーを利用したアンモニア合成の研究

佐山 和弘*, 三石 雄悟*, 古志野 伸能, ワン ニイニイ*, 東村 秀之 (先端材料探索研究所, *(独)産業技術総合研究所)

日本化学会第94春季年会 (愛知), 2014年3月27日-30日

バイオプロセス**光学活性化化合物合成のための酵素触媒技術開発**

朝子 弘之 (有機合成研究所)

分離技術, **43** (6), 11 (2013)

光学活性化化合物合成のための酵素触媒技術開発

朝子 弘之 (有機合成研究所)

分離技術会 第19回関西地区分離技術講演会「キラルと医薬品製造」(大阪), 2013年12月13日

高分子合成

Isomerization Copolymerization of Vinylcyclohexane with Alpha-Olefins Catalyzed by Pd Complexes

十河 健二 (石油化学品研究所)

Asian Polyolefin Workshop 2013 (中国), 2013年10月15日-19日

側鎖にオリゴチオフェン液晶分子を導入した高分子の合成と機能評価

金子 真大^{*2}, 高柳 奈々^{*2}, 宇部 達^{*2}, 芳賀 正明^{*2}, 池田 富樹^{*2}, 小熊 潤, 池平 秀行^{*1} (筑波開発研究所, ^{*1}フェロー (現 (株)住化技術情報センター), ^{*2}中央大学) 日本化学会第94春季年会 (愛知), 2014年3月27日-30日

無機化学

Density Functional Study for Optical Properties of Blue Silicate Phosphor: BaCa₂MgSi₂O₈

石田 雅也, 今成 裕一郎^{*1}, 磯部 敏典^{*1}, 久世 智^{*1}, 槐原 隆義^{*1}, 梅田 鉄^{*1}, 大野 慶司^{*1}, 宮崎 進^{*2} (先端材料探索研究所, ^{*1}筑波開発研究所, ^{*2}(公社)新化学技術推進協会)

Journal of Physics: Conference Series, 454, 012062 (2013)

Na[FSA]-[C₁C₃pyr][FSA] イオン液体中におけるハードカーボン負極の挙動

山口 哲司^{*}, 野平 俊之^{*}, 萩原 理加^{*}, 福永 篤史^{*}, 酒井 将一郎^{*}, 新田 耕司^{*}, 稲澤 信二^{*}, 久世 智, 松本 慎吾 (筑波開発研究所, ^{*}京都大学)

電気化学会第81回大会 (大阪), 2014年3月29日-31日

高分子成形加工

季節によって自動調光する全反射調光シート

吉村 和記^{*}, 美濃 貴之, 赤田 勝己 (基礎化学品研究所, ^{*}(独)産業技術総合研究所)

太陽エネルギー学会誌, 40 (2), 27 (2014)

並列多層フィルム加工におけるネックインと粘弾性の関係

城本 征治 (石油化学品研究所)

第24回プラスチック成形加工学会 年次大会 (東京), 2013年5月21日-22日

季節で自動調光する全反射調光シートの開発

美濃 貴之 (基礎化学品研究所)

産業技術総合研究所 シンポジウム「新材料で構成する快適建築空間」(東京), 2013年12月6日

分析物性関連

Influence of Branch Incorporation into the Lamella Crystal on the Crystallization Behavior of Polyethylene with Precisely Spaced Branches

松井 和也, 瀬野 修一郎, 野末 佳伸, 篠原 佑也^{*1}, 雨宮 慶幸^{*1}, E.B. Berda^{*2}, G. Rojas^{*2}, K.B. Wagener^{*2} (石油化学品研究所, ^{*1}東京大学, ^{*2}University of Florida)

Macromolecules, 46 (11), 4438 (2013)

高磁場NMRによるPPE-PAアロイのアロイ化機構の解析-相容化剤との結合部位の化学構造

岡田 明彦, 横田 絵美子, 眞田 隆^{*} (先端材料探索研究所, ^{*}(株)住化技術情報センター)

高分子論文集, 70 (4), 129 (2013)

残留溶媒試験法の分析法バリデーションと申請上の留意点

岡本 昌彦 (有機合成研究所)

PHARMSTAGE, 2013年10月号, 11 (2013)

Method Extension of Existing CIPAC Methods for Permethrin/Pyriproxyfen LN

椋本 麻記子 (有機合成研究所)

CIPAC Technical Meeting (ウクライナ), 2013年6月12日

DPPIV阻害剤(DSP-7238)の加熱粉末X線測定による結晶構造解析

橋塚 貴彦^{*}, 乾 昌路, 梅染 卓志^{*} (基礎化学品研究所, ^{*}大日本住友製薬(株))

日本薬剤学会 第28年会 (愛知), 2013年5月23日-25日

ポリマー1分子の直視 低密度ポリエチレン長鎖分岐構造の動態イメージング

篠原 健一*, 柳澤 正弘, 卷田 優*, 栗林 浩, 笠原 達也
(石油化学品研究所, *北陸先端科学技術大学院大学)
第62回高分子学会年次大会 (京都), 2013年5月29日-31日

製品の開発研究を支える分析技術—住友化学の研究分析

岡田 明彦 (先端材料探索研究所)
日本分析化学会 第62年会 「ものづくりを支える分析化学」シンポジウム (大阪), 2013年9月10日-12日

高分子薄膜の塗布・乾燥過程における構造形成のその場測定

吉田 秀和 (先端材料探索研究所)
フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 第3回研究発表会 (東京), 2014年1月28日

工業化プロセスを指向したLC-NMR関連技術の開発

徳永 隆司 (有機合成研究所)
日本分析化学会 近畿分析化学技術研究奨励賞 第9回受賞講演会 (大阪), 2014年3月18日

コンピューター利用・情報関連

Experimental and Computational Study of Intermolecular Migration of N,N-Dimethylcarbamoyl Group from N(7) to N(1) on a 7-Azaindoline Derivative

宇留野 義治*1, 田中 章夫, 橋本 和樹*1, 白井 伸也*1, 井上 泰尚*1,*2, 小西 康子*1, 諏訪 篤志*1, 高井 健太郎*1, 嘉藤田 渉*1, 藤原 範雄*1, 住吉 孝明*1 (有機合成研究所, *1大日本住友製薬(株), *2DSP五協フード&ケミカル(株))

Tetrahedron, **69** (46), 9675 (2013)

An Interface Capturing Scheme for Free-Surface Flows in a Flow Channel consisting of Solid Obstacles

ダール アビナーブ, 島田 直樹 (生産安全基盤センター)
Journal of Chemical Engineering of Japan, **47** (3), 230 (2014)

A Quantitative Evaluation Method for Plant Operation in Alarm Management Based on Queuing Model

久下本 秀和, 末永 治*1, 増田 士朗*2 (生産安全基盤センター, *1千葉工場, *2首都大学東京)
12th IFAC, IFIP, IFORS, IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems, 2013 (米国), 2013年8月11日-15日

Soft Sensing Technology in Chemical Industry

吉田 英昭 (生産安全基盤センター)
AEC/APC Symposium Asia 2013 (東京), 2013年11月7日

アラームマネジメントにおけるプラントオペレーションの負荷評価法

久下本 秀和, 増田 士朗* (生産安全基盤センター, *首都大学東京)
日本学術会議 安全工学シンポジウム (東京), 2013年7月4日

ここまで来た合成経路設計システム—SYNSUPの現状報告—

高島 哲彦 (有機合成研究所)
有機合成化学協会 有機合成夏期セミナー「明日の有機合成化学」(大阪), 2013年9月2日-3日

Implementation of Immersed Boundary into Interface Capturing Scheme

ダール アビナーブ, 島田 直樹 (生産安全基盤センター)
化学工学会 第45回秋季大会 (岡山), 2013年9月16日

化学メーカーが取り組む流体解析基盤技術の展開 (その2: 流動層および液面付攪拌槽の検証)

石羽 恭*1, 末益 猛*2, 川中 俊一*3, 坂倉 圭*4, 郷司 咲子*5, 梶川 真一郎*6, 島田 直樹 (生産安全基盤センター, *1三菱化学(株), *2宇部興産(株), *3(株)クラレ, *4出光興産(株), *5ライオン(株), *6三井化学(株))
化学工学会 第45回秋季大会 (岡山), 2013年9月16日

スペクトルシミュレーションによる高分子有機半導体材料の設計

石田 雅也, 秋野 喜彦, 栗田 靖之, 塩屋 俊直, 善甫 康成*1, 浦下 真治*2 (先端材料探索研究所, *1法政大学, *2(株)シミュラティオ)

平成 25年度「京」を中核とするHPCIシステム利用研究
課題 中間報告会 (東京), 2013年10月2日-3日

生物環境安全性評価

Effect of Simultaneous Exposure to Mixture of Two Skin Sensitizers on Skin Sensitization Response in Guinea Pigs and Mice

森本 隆史, 檜垣 環, 太田 美佳, 稲若 邦文, 川村 聡,
豊後 貴嗣* (生物環境科学研究所, *広島大学)
The Journal of Toxicological Sciences, **39** (1), 163 (2014)

Difference in Developmental Toxicity Among Structurally Similar N-Phenylimide Herbicides in Rats and Rabbits

川村 聡, 加藤 暉成, 河南 昇, Alan G. Fantel* (生物環境
科学研究所, *University of Washington)
*Birth Defects Research Part B: Developmental and Re-
productive Toxicology*, **98** (6), 437 (2013)

毒性とエピジェネティクス

稲若 邦文 (生物環境科学研究所)
日本農薬学会誌, **38** (1), 28 (2013)

Acute Aquatic Toxicity of Metofluthrin Metabolites in the Environment

宮本 貢, 藤原 彰子, 田中 仁詞, 片木 敏行 (生物環境科
学研究所)
日本農薬学会誌, **38** (4), 173 (2013)

Optimal Dose Selection for the Rat Comet Assay to Evaluate DNA Damage in Organs with Different Susceptibility to Cytotoxicity

北本 幸子 (生物環境科学研究所)
*6th International Workshop on Genotoxicity Testing
(IWGT)* (ブラジル), 2013年10月31日-11月2日

Genotoxicity Evaluation of a Well-Known Genotoxic Carcinogen, a Non-Genotoxic Carcinogen or a Non-Carcinogen Using a Combination of Rat Comet and Micronucleus Assays

北本 幸子, 松山 良子, 上松 泰明*, 緒方 敬子, 太田
美佳, 山田 徹*, 船橋 斉*, 斎藤 幸一 (生物環境科学研

究所, *大日本住友製薬(株))

*11th International Conference on Environmental Muta-
gens (ICEM)* (ブラジル), 2013年11月3日-8日

Human Hepatocytes Support the Hypertrophic but not the Hyperplastic Response to the Murine Nongenotoxic Hepatocarcinogen Sodium Phenobarbital in *in vivo* Study Using Chimeric Mouse with Humanized Liver

奥田 優, 山田 智也, 串田 昌彦, 竹内 逸人, 永堀 博久,
B.G. Lake*¹, S.M. Cohen*², 川村 聡 (生物環境科学
研究所, *¹University of Surrey, *²University of Ne-
braska Medical Center)
Society of Toxicology 53rd Annual Meeting (米国), 2014
年3月23日-27日

マウスES細胞を利用した発生毒性予測試験法 (Hand1-EST法)

鈴木 紀之, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)
第53回日本先天異常学会学術集会 (大阪), 2013年7月21
日-23日

化学物質の環境影響評価法概論

仲井 俊司 (生物環境科学研究所)
日本化学工業協会 ケミカルリスクフォーラム 平成25年
度 第3回研修会 (東京), 2013年7月30日

iPS/ES細胞の安全性評価研究への活用

斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)
創薬薬理フォーラム 第21回シンポジウム (東京), 2013
年9月19日-20日

CHL細胞における単核および2核細胞中の小核自動計数による構造異常誘発物質と数的異常誘発物質の識別

佐々木 克典, 松山 良子, 北本 幸子, 斎藤 幸一 (生物環
境科学研究所)
日本環境変異原学会 第42回大会 (岡山), 2013年11月28
日-30日

若齢BrlHan:WIST@Jcl (GALAS) ラットの腰部脊髄に自然発生した乏突起膠細胞腫の1例

武田 周二, 浅野 敬之, 伊原 良, 緒方 敬子, 串田 昌彦
(生物環境科学研究所)

第30回日本毒性病理学会総会及び学術集会（徳島），
2014年1月30日－31日

皮膚感作性評価におけるQSARの活用

永堀 博久（生物環境科学研究所）

日本化学工業協会「2013年度化学物質のQSAR活用セミナー」（東京），2014年3月10日

安全工学

保安力強化の取り組み

丸野 忍（生産安全基盤センター）

第47回日本芳香族工業会大会（岡山），2013年10月16日－18日

化学産業における静電気危険と静電気リスクアセスメント

太田 潔（生産安全基盤センター）

日本ボイラ協会千葉支部 第36回千葉支部ボイラー大会（千葉），2013年11月14日

静電気リスクアセスメントの運用事例

太田 潔（生産安全基盤センター）

静電気学会 2013年度静電気災害防止シンポジウム－静電気リスクアセスメント（東京），2013年11月22日

粉じん爆発危険の酸素濃度依存性と安全対策への適用例

河野 剛（生産安全基盤センター）

安全工学会 第46回安全工学研究発表会（香川），2013年11月28日－11月29日

大震災体験から学ぶ～研究所の防災対策～

真家 佳代（筑波開発研究所）

安全工学会 第46回安全工学研究発表会（香川），2013年11月28日－11月29日

設備材料工学

Case Study of Corrosion Fatigue in Boiler Feed Water Piping

矢野 昌也（生産安全基盤センター）

MTI (Materials Technology Institute) Asia TAC（大阪），

2013年4月11日－12日

Effects of Treatment and Welding Procedure on Corrosion Resistance and Microstructure of Duplex Stainless Steels

大西 浩三（生産安全基盤センター）

MTI (Materials Technology Institute) Asia TAC（大阪），2013年4月11日－12日

Sensitivity Analysis for Structural Integrity Assessment of Pressure Equipment Using Partial Safety Factor Method

戒田 拓洋（生産安全基盤センター）

ASCE 11th International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR2013)（米国），2013年6月16日－20日

Effect of Thickness Measurement Procedure on Stress Analysis of Pipe with Local Metal Loss

吉田 展之（生産安全基盤センター）

ASME PVP 2013 (2013 Pressure Vessels & Piping Conference)（フランス），2013年7月14日－18日

化学プラントにおける二相ステンレス鋼（SUS329J1）の腐食事例

大西 浩三（生産安全基盤センター）

腐食防食学会 2013年度春期講演大会「材料と環境2013」（東京），2013年5月13日－15日

分解炉輻射管の浸炭測定技術の開発

末次 秀彦（生産安全基盤センター）

腐食防食学会 第178回腐食防食シンポジウム「プラントの設備老朽化の現状と対応」（東京），2013年10月17日

設備老朽化現象とその特徴 高温劣化／損傷

大西 浩三（生産安全基盤センター）

腐食防食学会 第178回腐食防食シンポジウム「プラントの設備老朽化の現状と対応」（東京），2013年10月17日

減肉を有する圧力設備の供用適性評価技術

戒田 拓洋（生産安全基盤センター）

石油学会 北九州大会（第43回石油・石油化学討論会）（福岡），2013年11月14日－15日

ボイラ伝熱管500℃前後で長時間使用後の経年変化調査報告

中代 雅士*¹, 柴崎 敏和*², 森山 拓*³, 荒島 裕信*⁴, 小山 聡, 木村 一弘*⁵ (生産安全基盤センター, *¹(株)IHI 検査計測, *²千代田化工建設(株), *³三井化学(株), *⁴(株)日本製鋼所, *⁵(独)物質・材料研究機構)
化学工学会 第79年会 化学産業技術フォーラム「高温設備の診断と寿命延長」(岐阜), 2014年3月19日

ライフサイエンス

A Novel Selective Androgen Receptor Modulator, NEP28, is Efficacious in Muscle and Brain without Serious Side Effects on Prostate

秋田 一雅, 原田 幸一郎*¹, 市原 準二*², 高田 尚子, 高橋 康彦, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所, *¹知的財産部, *²大日本住友製薬(株))
European Journal of Pharmacology, **720** (1-3), 107 (2013)

Altered Expression of Dermokine in Skin Disorders

長谷川 稔*¹, 東 清史, 横山 智哉*², 山本 文也*², 立花 太郎*², 松下 隆*¹, 山口 康人*¹, 斎藤 幸一, 藤本 学*¹, 竹原 和彦*¹ (生物環境科学研究所, *¹金沢大学, *²大阪市立大学)
Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, **27** (7), 867 (2013)

Twenty-One Proteins Up-Regulated in Human H-ras Oncogene Transgenic Rat Pancreas Cancers are Up-Regulated in Human Pancreas Cancer

藪下 晴津子, 深町 勝巳*², 菊池 文健, 尾崎 正和, 宮田 かおり, 須方 督夫, 出口 慶人, 田中 創始*², 梯 アンナ*¹, 川村 聡, 宇和川 賢, 鱒淵 英機*¹, 酒々井 眞澄*², David B. Alexander*², 津田 洋幸*² (生物環境科学研究所, *¹大阪市立大学, *²名古屋市立大学)
Pancreas, **42** (6), 1034 (2013)

Developmental Expression Profiles of Axon Guidance Signaling and the Immune System in the Marmoset Cortex: Potential Molecular Mechanisms of Pruning of Dendritic Spines during Primate Synapse Formation in Late Infancy and Prepuberty (I)

佐々木 哲也*¹, 小賀 智文*^{1,2}, 中垣 慶子*¹, 境 和久*¹, 住田 佳代, 星野 耕平*³, 宮脇 出*³, 斎藤 幸一, 須藤 文和*¹, 一戸 紀孝*¹ (生物環境科学研究所, *¹(独)国立精神・神経医療研究センター, *²大阪大学, *³大日本住友製薬(株))

Biochemical and Biophysical Research Communications, **444**, 302 (2014)

Developmental Genetic Profiles of Glutamate Receptor System, Neuromodulator System, Protector of Normal Tissue and Mitochondria, and Reelin in Marmoset Cortex: Potential Molecular Mechanisms of Pruning Phase of Spines in Primate Synaptic Formation Process during the End of Infancy and Prepuberty (II)

佐々木 哲也*¹, 小賀 智文*^{1,2}, 中垣 慶子*¹, 境 和久*¹, 住田 佳代, 星野 耕平*³, 宮脇 出*³, 斎藤 幸一, 須藤 文和*¹, 一戸 紀孝*¹ (生物環境科学研究所, *¹(独)国立精神・神経医療研究センター, *²大阪大学, *³大日本住友製薬(株))

Biochemical and Biophysical Research Communications, **444**, 307 (2014)

Metabolomic and Transcriptomic Profiling of Human K-ras Oncogene Transgenic Rats with Pancreatic Ductal Adenocarcinomas

藪下 晴津子, 深町 勝巳*, 田中 創始*, 福田 貴子, 住田 佳代, 出口 慶人, 味方 和樹, 西岡 和彦, 川村 聡, 宇和川 賢, 酒々井 眞澄*, Alexander DB*, 津田 洋幸* (生物環境科学研究所, *名古屋市立大学)
Carcinogenesis, **34** (6), 1251 (2013)

Development of a Tightly Regulated and Highly Responsive Copper-Inducible Gene Expression System and Its Application to Control of Flowering Time

西城 隆憲, 長澤 秋都* (国際アグロ事業部, *(株)住化技術情報センター)
Plant Cell Reports, **33** (1), 47 (2014)

An *in vitro* Method for Neurotoxicity Using Neuronal Cells Derived from Mouse Embryonic Stem Cells

小林 久美子, 鈴木 紀之, 桑原 篤, 安藤 覚, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)

14th International Neurotoxicology Association Meeting
(オランダ), 2013年6月9日-13日

合成道しるべフェロモンによる行列攪乱を利用したアルゼンチンアリ駆除の試み

砂村 栄力, 鈴木 俊*¹, 西末 浩司*¹, 石川 幸男*¹, 寺山 守*¹, 田付 貞洋*¹, 坂本 洋典*¹, 福本 毅彦*², 内海 興三郎*³, 森 英章*⁴, 岸本 年郎*⁴ (健康・農業関連事業研究所, *¹ 東京大学, *² 信越化学工業(株), *³ アース・バイオケミカル(株), *⁴ (-財) 自然環境研究センター)
第65回日本衛生動物学会大会 (北海道), 2013年4月5日-7日

毒性分野における幹細胞とmicroRNAの利用

於勢 佳子 (生物環境科学研究所)
日本毒性学会 第14回生涯教育講習会 (千葉), 2013年6月16日

ES細胞を利用した発生毒性予測法Hand1-Luc Embryonic Stem Cell Test (Hand1-Luc EST)

鈴木 紀之, 永堀 博久, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)
第40回日本毒性学会学術年会 (千葉), 2013年6月17日-19日

In-vitro 神経毒性評価系の構築

小林 久美子, 鈴木 紀之, 桑原 篤, 安藤 覚, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)
日本動物実験代替法学会 第26回大会 (京都), 2013年12月19日-21日

マウスES細胞を用いたin vitro 神経毒性評価系構築の検討

小林 久美子, 鈴木 紀之, 桑原 篤, 安藤 覚, 住田 佳代, 斎藤 幸一 (生物環境科学研究所)
日本動物実験代替法学会 第26回大会 (京都), 2013年12月19日-21日

IL-8 Luc assayの施設間差試験およびデータセットの作製

木村 裕*¹, 藤村 千鶴*¹, 渡辺 美香*², 斎藤 るみ子*^{1,2}, 鈴木 紀之, 岩城 知子*³, 山影 康次*², 斎藤 幸一, 中島 芳浩*³, 近江谷 克裕*³, 酒井 綾子*², 丸谷 あおい*⁴, 大森 崇*⁴, 山崎 晶次郎*⁵, 小島 肇*⁶, 田中 憲穂*⁵, 相場 節也*¹ (生物環境科学研究所, *¹ 東北大学, *² (-財) 食品薬品安全センター, *³ (独) 産業技術総合研究所, *⁴ 同志社大学, *⁵ (公財) 鳥取県産業振興機構, *⁶ 国立医薬品食品衛生研究所)
日本動物実験代替法学会 第26回大会 (京都), 2013年12月19日-21日

IL-8 Luc assayにおけるばらつきを考慮した判定基準の提案

丸谷 あおい*¹, 相場 節也*², 木村 裕*², 渡辺 美香*³, 鈴木 紀之, 岩城 知子*⁴, 山影 康次*³, 斎藤 幸一, 中島 芳浩*⁴, 近江谷 克裕*⁴, 山崎 晶次郎*³, 小島 肇*⁵, 田中 憲穂*³, 小林 眞弓*¹, 森 梓*¹, 大森 崇*¹ (生物環境科学研究所, *¹ 同志社大学, *² 東北大学, *³ (-財) 食品薬品安全センター, *⁴ (独) 産業技術総合研究所, *⁵ 国立医薬品食品衛生研究所)
日本動物実験代替法学会 第26回大会 (京都), 2013年12月19日-21日

Hand1-Luc EST試験法におけるIC₅₀とID₅₀の関係の検討

小林 眞弓*, 鈴木 紀之, Le Coz Florian, 永堀 博久, 斎藤 幸一, 森 梓*, 丸谷 あおい*, 大森 崇* (生物環境科学研究所, *同志社大学)
日本動物実験代替法学会 第26回大会 (京都), 2013年12月19日-21日

Pirin誘導低分子化合物HSc025は細胞増殖と遊走を活性化して創傷治癒を促す

住吉 秀明*, 山岡 華児*, 中尾 祥絵*, 生駒 憲広*, 馬淵 智生*, 小澤 明*, 東 清史, 斎藤 幸一, 稲垣 豊* (生物環境科学研究所, *東海大学)
第13回日本再生医療学会 (京都), 2014年3月4日-6日



らせん状イオン軌道を実現し高分子の精密質量分析に威力を発揮する高分解能MALDI-Spiral-TOFMS装置
(基礎化学品研究所)

住友化学 2014 発刊にあたって

住友化学2014をお届けいたします。

本誌は住友化学グループが常々お世話いただいている方々へ、最近の新製品、新技術を紹介申し上げ、より一層のご理解とご協力をいただくよう編集したものです。

本誌の内容につきましては、さらに充実するよう努めたいと考えますが、なにとぞご批判賜りたく、今後ともよろしくご指導くださるようお願いいたします。

2014年7月

(無断転載を禁ず)

住友化学 2014

発行 平成26年7月31日

発行所 住友化学株式会社・編集兼発行人 小川 育三

住友化学

住友化学株式会社

技術・経営企画室

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号

東京住友ツインビル(東館)

Phone:(03)5543-5272 Fax:(03)5543-5909

〒541-8550 大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友ビル

Phone:(06)6220-3396 Fax:(06)6220-3494

URL <http://www.sumitomo-chem.co.jp>

