

産総研東北

Newsletter

No.48

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 東北センター

【特集】河北文化賞受賞記念インタビュー

膜材料『クレスト』の開発とその工業化による東北への貢献



蛭名 武雄

Ebina Takeo

産業技術総合研究所 東北センター
化学プロセス研究部門 首席研究員

東北で豊富に産する粘土を原料とした高機能な膜材料「クレスト」を開発し、その工業化により東北の産業界に貢献したとして、産業技術総合研究所東北センター化学プロセス研究部門の蛭名武雄首席研究員が第68回(平成30年度)河北文化賞を受賞しました。クレストは厚さ1ナノメートル(10億分の1メートル)の板状の粘土結晶を緻密に積層したフレキシブルな膜材料で、既存材料にはない高いガスバリア性と耐熱性を有する膜材料として幅広い産業分野で製品化が進められています。クレストの生みの親である蛭名首席研究員に、開発の経緯や研究にかける思いなどを聞きました。

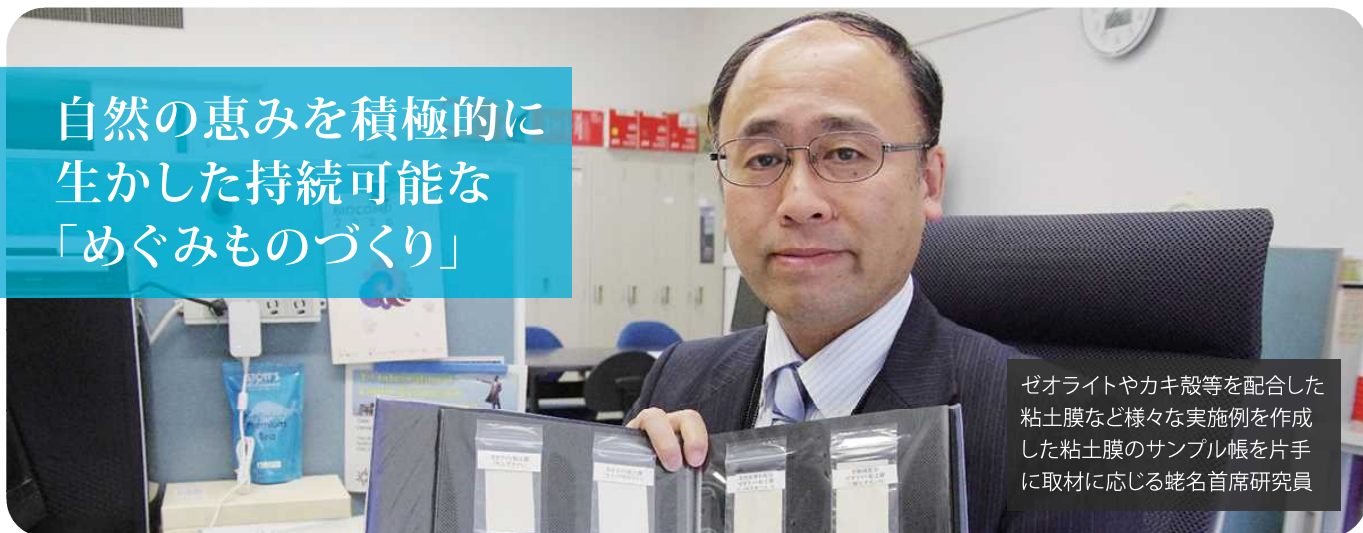


聞き手：有限会社 FIELD AND NETWORK（宮城の新聞） 大草 芳江

Contents
産総研東北
Newsletter No.48

【特集】河北文化賞受賞記念インタビュー 蛭名武雄首席研究員に聞く ……	1
東北センターからのお知らせ ……	6

自然の恵みを積極的に
生かした持続可能な
「めぐみものづくり」



ゼオライトやカキ殻等を配合した粘土膜など様々な実施例を作成した粘土膜のサンプル帳を片手に取材に応じる蛭名首席研究員

驚異的なガスバリア性と高い耐熱性を誇る粘土膜材料「クレスト」の誕生

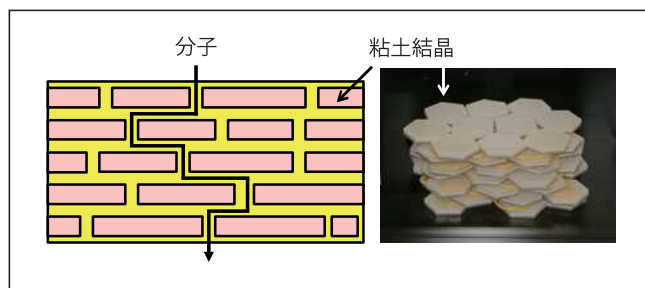
— 今回の受賞対象となった粘土膜材料「クレスト」はどのようにして生まれたのですか？

東北で豊富に産する粘土をバリア材に

私が東北工業技術試験所(*1)に入所した当時から、すでに研究室のテーマとして取り組んでいた、東北地方で豊富に産する「ベントナイト」と呼ばれる粘土を研究してきました。一般的に粘土と言えば、焼き物の原料というイメージが強いと思いますが、実はベントナイトは焼き物には適しておらず、水をドロドロにする性質（保水性）や、水を通しにくい性質（遮水性）があります。その性質を活かし、当初は廃棄物の処分場から有害物質が漏れ出すことを防ぐための浸水バリア材としてベントナイトを研究していました。

粘土を薄くするほどバリア性が向上

最初はベントナイトを圧密した塊をサンプルとして、水のバリア性を測定していました。ところが、なかなか水が染み出してこないでサンプルを薄くすることにしました。すると、ベントナイトの層を薄くするほど水の通るスピードが遅くなり、膜状にまで薄くしたものが最もバリア性が高いという意外な結果が出ました。その理由は、慎重にサンプルをつくるために厚さ1ナノメートルの板状の粘土結晶が一方に整然と並びやすくなり、それらが多層的に重なり合うことで、通り抜ける水分子にとって“邪魔板”の役割を果たすためとわかりました。



▲ 粘土膜の構造と、バリア性の発現メカニズム

粘土膜の耐熱性・ガスバリア性を発見

工業用途として気体を透過させない「ガスバリア」のニーズが非常に多くあり、プラスチックに粘土を混ぜることでガスバリア性が高くなることが知られていました。さらに、高温で溶けたりするプラスチックとは異なり、粘土は耐熱性が高い特性もあります。そこで、プラスチックが使えないような高温下でも使える耐熱バリア材料として粘土膜を実用化するアイデアが浮かび、上司から、高圧水素ガスシール材の検討を指示されました。そして、この粘土膜の性能をテストした結果、高い耐熱性とガスバリア性があることがわかったのです。完成した粘土膜は「CLAY（粘土）」と産総研の英文略称である「AIST」から「クレスト（CLAIST）」と名付けられました。



▲ 高い耐熱性と驚異的なガスバリア性を持つ粘土膜「クレスト」

*1 産総研東北センターは、1928年、国立工芸指導所に始まり、東北工業技術試験所となり、次に東北工業技術研究所へ改称し、2001年に産総研東北センターとして組織再編された。

クレーストの工業化

一開発した粘土膜材料を、どのようにして実用化まで結びつけていったのでしょうか？

バリア機能を工業用途に積極展開

耐熱バリア材料としての粘土膜を産総研のシーズとして2004年以降、プレスリリースや展示会等で積極的に発表し、「この新しい材料をどんな用途に使えますか？」と幅広く問いかけました。2010年までに国内外から約400件もの技術相談を受け、これらの情報も基礎として強い特許群の構築を行いました。

製品化第一号はアスベストの代替材料

クレースト製品化第一号はアスベスト（石綿）を使わないガスケットの開発でした。ガスケットという、工業用配管間のつなぎ目の隙間を埋めるガス漏れ防止用のシール材として、それまでアスベストが使われていましたが、健康への影響があるとして代替材料の開発が急がれていました。そこで、ジャパンマテックス株式会社（大阪府）とアスベスト代替ガスケットの共同開発を始めました。2007年に製品化に成功し、発電所や化学プラントなどに広く導入されています。



▲アスベスト代替ガスケット
（ジャパンマテックス）

東北の原料と技術、企業でつくる

一クレーストの工業化により東北にどのような貢献をされてきたのですか？

原料となる粘土も、技術も東北発ですので、東北で生まれたシーズを東北地方の企業に使っていただくことで地域活性化に貢献したい思いがありました。

そこで、株式会社宮城化成（宮城県）とは燃えないプラスチック材を共同開発しました。製品化まで6、7年を要しましたが、新幹線の天井材に使える、燃えない・割れない照明カバーの開発に成功しました。



▲燃えない照明カバー
（宮城化成）

有限会社東北工芸製作所（宮城県）とは、宮城県指定の伝統的工芸品「玉虫塗」の保護膜として、粘土とプラスチックをナノレベルで混合したナノコンポジットコーティングを共同開発し、食洗機対応の玉虫塗の製品化に成功しました。これも製品化まで約6年を要しましたが、引き合いの多い製品に育てることができました。

色々な方にお会いできた幸運もあって、東北ゆかりの原料と技術、企業で製品を一貫してつくることができました。そのような点を今回の河北文化賞ではご評価をいただけたのではないかと考えています。

歴史とは生かすもの

産総研東北センターが、漆器、木工、工業デザイン等を取り扱う国立工芸指導所をその起源にしていること、また、工芸指導所の発明を基に、東北工芸製作所は「玉虫塗」を製作していることを勉強させていただきました。工芸指導所発のベンチャーは工芸と最先端材料の融合という野心的な取り組みを行っており、むしろ今の私たちの発想よりも自由で開拓意識旺盛だと感じました。

「歴史とは学ぶものでなく今この時に活かすものだ」と思った私は、東北工芸製作所にアポなしで

訪問し「何か一緒にできませんか？」と提案し食洗機対応漆器の開発を始めたのです。

食洗機対応玉虫塗のワインカップは2016年の主要7カ国（G7）



▲食洗機対応玉虫塗
（東北工芸製作所）

財務相・中央銀行総裁会議で各国要人への記念品として採用されました。食洗機にも耐えるコーティングを施すことで、諸外国の幅広い生活様式でも玉虫塗漆器を普段使いいただけるようになったのです。（蛭名首席研究員談）

最大の壁は「耐水化」

ー研究開発の過程で最も困難だった壁は何ですか？

粘土膜自体は 1937 年にマサチューセッツ工科大学が「AlSi フィルム」という材料を提案していましたが、製品化には至りませんでした。私が開発した粘土膜と大体同じものですが、当時はガスバリアフィルムのニーズがなかったことに加え、耐水化の問題があったと思われます。耐水化問題は、私の研究開発でも最大の壁でした。

水に溶けるから膜になるが、膜が水に溶けては困る

クレーストは、原料となる粘土の粉を水に加えて均一なペーストにし、平らな基板の上に塗って、乾燥させて剥がすという簡単な方法でつくられます。そもそも水に溶ける性質だから粘土が膜になるわけですが、膜になった後はまた水に溶けてもらっては困るわけです。

焼き物の場合、高温で加熱することで無機結晶でも水に溶けない性質に変わりますが、粘土をフィルムとして使う場合、高温で焼くとパリパリになるため、あまり高い温度をかけられないという問題がありました。

あちらを立てればこちらが立たず

それまで粘土の耐水化は「有機化」という前処理が一般的でした。本来親水性である粘土の表面に界面活性剤という有機物をくっつけて疎水性に変えることで、有機溶剤に混ざるようになり、水には溶けなくなります。

ところが粘土を有機化すると、別の重大な問題が発生しました。もともと粘土の特長は、プラスチックが使えない高温で使える点だったにも関わらず、界面活性剤が入ると、高温では使えなくなってしまうのです。さらに、粘土膜の驚異的なガスバリア性は粘土結晶が一方に隙間なく積層することで発現するわけですが、有機物がくっつくと粘土結晶同士がくっつかずに離れてしまい、ガスバリア性が上がらないことがわかってきました。

耐熱性・ガスバリア性・耐水性を兼ね備えることに成功

苦労の末に開発した成果が、これまでと同様に水系で粘土を膜にした後、ある一定の熱（約 100～200℃）を加えることで耐水化する粘土「加熱耐水化粘土」です。有機化合物を使わないため高温でも使え、ガスバリア性も高く、水にも溶けません。2009 年に成功したこの開発が我々のオリジナル技術で、粘土バリアの用途を広げた一因となっています。

「死の谷」を乗り越える原動力

ー技術シーズの事業化には「死の谷」があります。

新しく開発した技術を製品化する過程でも、さまざまな新規の問題が必ず発生します。例えば、「こんな形状に成型する必要がある」「つくった後に掃除をしても剥がれない膜にしたい」といった問題や、製品化で必ず問題になるのはコストですね。それでまた原料に戻ったり行ったり来たりが多くありますので、自然と時間もかかります。製品化研究をやるからには論文を書いて終わりでなく、売れるまで面倒を見たいので、企業との連携段階もしっかり時間をかけて取り組ませていただきました。その結果が 6 年、7 年という歳月なのです。

ー「死の谷」を乗り越えてきた蛭名さんの原動力は？

最初にクレーストの製品化に取り組んだ、ジャパンマテックスの塚本勝朗社長（当時）の「今すぐやる、できるまでやる、必ずやる」という行動指針に影響を受けました。塚本社長の曲がらない信念にひっぱられて、私たちも全くくじけることなく進めさせていただきました。今でもそうです。熱意を持って自社製品の開発に取り組む方々とお話したりご期待いただいたりすると、我々の仕事は「技術の橋渡し」ですから、しっかりそのバトンを渡さなければいけないと感じます。一緒に走っている意識が心の支えとなって続けることができると思います。

めげない理由は、粘土そのものにもある

もうひとつ、私だけのめげない理由は粘土そのものにあります。ベントナイトは「千の用途を持つ材料」と言われています。地球上にたくさん存在し、一つひとつ合成する必要もありません。食べることもでき、人間に対して安全です。コストも、掘って採れるという意味では、目が飛び出るほどの高値ではありません。ほかにも先述の特性などいろいろな可能性があります。そんな機能性材料って考えつかないでしょう？ベントナイトだから「本気で開発すれば、必ず何種類か用途が出てくるぞ」と諦めずに開発ができるのです。研究のための研究ではなく、産業界で製品化に結びつく材料の研究開発を、私はやりたいのです。



（5ページに続く）

人類を滅亡から救いたい

—蛭名さんの研究の原点を教えてください。

高校生の頃に決意

1979年、神奈川県立橋本高校の生物科学研究部に入部しました。谷戸（谷間）水田におけるトンボの個体群生態学研究をフィールドワークで行い、学会等でも発表して、ここで一連の研究の仕方を学びました。

当時は、国際的な研究・提言機関「ローマ・クラブ」が「成長の限界」という報告書を1972年に発表してから7年経った頃でした。人間の活動が地球レベルで生態系に大きな影響を与えることや、資源の枯渇につながることを、皆が考え始めた時期でした。その頃に高校生だった私は自分の将来について考え、「人類を滅亡から救う仕事をしたい」と決めました。

18歳の頃、「人類と環境—地球システムの平衡—」という8ミリ映画を制作しました。当時、「夢の島」と呼ばれていた埋立地（現在の新木場付近）へロケに行き、リサイクルの考え方を映像化しようと制作したもので、基本は「人類を滅亡から救う」ことがテーマです。



▲ 自主映画撮影中の蛭名少年。
「人類を滅亡から救うことに目覚めた頃の写真です」

自然の恵みを生かしたものづくり

—その原点が現在の研究指針になっているのですね。

「めぐみものづくり」の提唱

地球の平均組成を計算すると私が開発している材料とほぼ同じです。したがって、採る時も地面から採るだけ、捨てる時も地面に捨てるだけでよく、環境負荷がありません。サステナブル社会の実現を志向し、そのような天然無機素材の組成・機能・形状を生かしたものづくりを「めぐみものづくり」として2010年に提唱しました。たとえ日々取り組んでいる問題解決の仕事は表層でも、研究者は灯台のように、遠くを照らすことができます。その照らす先が「めぐみものづくり」です。そのように自分の中では意識しながら日々の研究を行っています。

「Clayteam」設立10周年

2003年に開発した粘土膜は一定のレベルに達し、実用化に至ったものもありますが、汎用材としては技術的・経済的な課題が残されていました。この状況を打破すべく、2008年に「クレースト連絡会」を設立し、2010年に「Clayteam」という産総研のコンソーシアムを設立して今年度で設立10周年を迎えます。この間、粘土などのナノ材料を用いた多くの製品開発に成功してきました。ナノに基づく機能を付加価値としたナノテクビジネスは、今後本格的成長を迎えると予想されています。

最後に、産総研関係者とは多くの方々と出会い大変お世話になりました。しかし現役の方々については毎日会うため恥ずかしいですし、また別の機会もあると思いますので、ここでは触れないでおきたいと思います（笑）。
—蛭名さん、ありがとうございました。

■ 本特集のフルバージョンを「宮城の新聞」でご覧いただけます。
<http://shinbun.fan-miyagi.jp>

お気軽にお問い合わせください

産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門 Clayteam 事務局

〒983-8551 宮城県仙台市宮城野区苦竹 4-2-1

✉ clayteam-aist-ml@aist.go.jp

☎ 022-237-3057



Clayteamで貴社オリジナルの
新素材と一緒に作りませんか？
詳しくはWebをご覧ください!!

東北センターからのお知らせ

産総研東北センターでは、「化学ものづくり」研究を推進するとともに、全国に 11 の研究拠点を持つ産総研の東北地域の連携窓口として、地域企業の皆さまのニーズと産総研の技術シーズをつなげるための「橋渡し」機能にも注力しています。まずは技術相談から、お気軽に東北センターをご活用ください。

4月から新たに池上敬一所長代理が着任いたしました

私は 1985 年に通商産業省工業技術院電子技術総合研究所（当時）に入所、2001 年の組織再編に伴い産総研に異動して参りました。学生時代の専攻は物理でしたが、就職してからは化学系の研究者と連携して機能性有機超薄膜を創製・評価する業務に長く従事しました。その間、1995 年にはフランス政府給費留学生として、同国ボルドーの物理化学系研究所で 1 年間働く機会にも恵まれました。専門の異なる方々との協働が多かったことから、「質問力」をそれなりに鍛えることができたのではないかと自負しております。



▲ 池上敬一所長代理

加えて、2005 年から経済産業省研究開発課に 2 年間出向し、企画調査官として多くの NEDO プロジェクトの立案に携わったこと、2016 年からは 3 年間、新設された産総研福井サイトにて地域の企業様との連携を担当したことで、企業様と研究者との間の「翻訳」作業でも経験を積んで参ったつもりです。

東北センターでは、これまでの経験を活かし、地域の企業様のお役に立てるよう微力を尽くして参りたいと存じます。ただ、何分にも東北での業務は初体験で、文字通り右も左も分からない状況です。皆様のご指導をいただけますよう、心よりお願い申し上げます。

仙台市科学館でいつでもパロに会えます

今年で 25 周年を迎えるメンタルコミットロボット「パロ」。産総研の研究成果として広く知られており、今では国内・海外の病院や介護施設で人の心を癒すセラピーロボットとして活躍しています。

そんなパロが 2020 年 3 月末までスリーエム仙台市科学館（仙台市青葉区）で常設展示されます。実際にパロに触れて話しかけてみませんか。

ぜひ、スリーエム仙台市科学館にお越しください。



▲ パロ