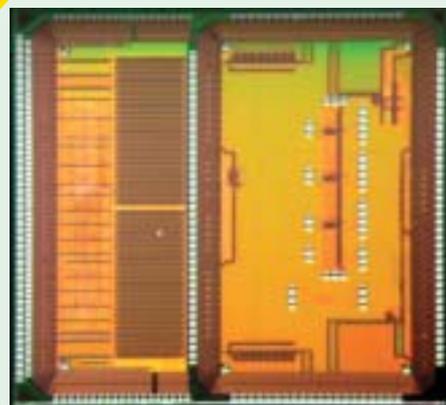




Vol.4 NO.17
NOVEMBER 2004

IT社会の未来を拓く(MIRAIプロジェクト)



CONTENTS

CLOSE UP

1. IT社会の未来を拓く
次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発(MIRAI)プロジェクト.....02

RESULT & REPORT

1. 新規産業用酵素の発見
.....07
2. 機能性ナノビーズの構築とバイオテクノロジー応用
.....09
3. G-XML技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発
.....11
4. 高信頼ニューガラスデータベース技術の開発
.....13
5. アルミ合金と硬質樹脂の射出接合による一体化品製造技術
.....15

TOPICS

1. 「エコプロダクツ国際展2004(マレーシア)」に3R技術開発事例を出展
.....17
2. 「イノベーション・ジャパン2004」に出展
.....18

IT社会の未来を拓く

～次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発(MIRAI)プロジェクト～

1. プロジェクトの目的・位置づけ・目標

(1) 研究開発の目的

情報技術がめざましく発展している今日の社会では、情報・知識を、時間や場所の制約を受けず誰もが自由に活用できる情報通信環境の実現が望まれています。このような情報通信環境を実現するためには、情報通信機器の中核を担う半導体LSI技術の発展が不可欠です。NEDOでは、2001年度(平成13年度)から7年間の計画で、「次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発(MIRAI)プロジェクト」(略称: MIRAIプロジェクト)として、2010年以降のLSIに必要とされる機能・性能を実現するための半導体デバイスプロセス基盤技術の開発に取り組んでいます。

(2) 研究開発の背景とプロジェクトの位置づけ

半導体LSIは、面積1cm²程度のチップ上に微細なトランジスタを数千万個から数億個集積させたものです。トランジスタは小さく造ることで高性能化できると共に、製造コストも低減できます。このため、集積回路の誕生以来30年以上にわたり、微細化のための技術開発が続けられ、その結果として3年で4倍という目覚ましい割合で集積度の向上を果たしてきました。近年の微細加工レベルは、数十nm(「nm」は十億分の1メートル)に達し、すでに原子の大きさの数百倍程度になっています。このような微細化に伴い、以下のような問題が深刻になり、単純な微細化だけではLSIの性能向上が困難な状況となっています。

- ・トランジスタの漏れ電流増大(消費電力増大)と出力電流のオン・オフ比低下(電流制御能力低下)
- ・LSI内の配線による信号伝達遅延、信号干渉と消費電力増大
- ・微細加工寸法のばらつきによる歩留まり低下

これらの原因は、材料や製造技術の物理的・工学的限界によるものです。MIRAIプロジェクトでは、材料・反応等の基本に立ち戻って科学的知見を活用し、これらの問題を解決して産業技術へ繋げていくという、サイエンスとエンジニアリングが融合一体となった取り組みを行っています。

(3) 研究開発の目標

当プロジェクトの目標は、2010年量産開始と予測されている次々世代LSI(技術世代45nm)以降の技術課題解決です。開発した材料・プロセス技術は、関連するコンソーシアムあるいは参加企業の協力を得てデバイス構造の試作等に適用して実用性の確認を行い、産業界への速やかな技術移転を図ります。

2. 研究開発の実施体制

本プロジェクトは、NEDOが選定した技術研究組合超先端電子技術開発機構(ASET)と独立行政法人産業技術総合研究所(産総研)が共同して実施しています。また、効率的な推進を図るため、プロジェクトリーダー(産総研次世代半導体研究センター長 廣瀬全孝氏)を置き、そのリーダーシップの下に研究開発を実施しています。

3. 研究開発項目の紹介

本プロジェクトでは、図1に示す3分野について研究開発を実施しています。それぞれの研究開発項目について紹介します。

(1) 高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術開発

トランジスタの主な構成要素は、3つの電極(ゲート、ソース、ドレイン)と、ソース・ドレイン間の電流の通路(チャネル)からなっています。ゲート電圧によりチャネルを流れる電流をオン・オフ制御することがトランジスタ動作の基本です。ゲート電極は、ゲート絶縁膜という薄い膜によって、他の電極やチャネルから絶縁されています。これまでは、ゲート絶縁膜にはシリコン酸化膜(SiO₂)が使われ、ゲート電極にはポリシリコンという半導体が使われてきました。この構成は、いわゆる比例縮小則に従って全体の寸法を一定の割合で微細化した場合でも、トランジスタ性能を維持できる理想的なものでした。

しかしながら、ゲート絶縁膜の厚さが2nm以下となる技術世代90nm以下では、これを横切ってチャネル側に漏れ出す電流(ゲートリーク電流)が大きくなり、

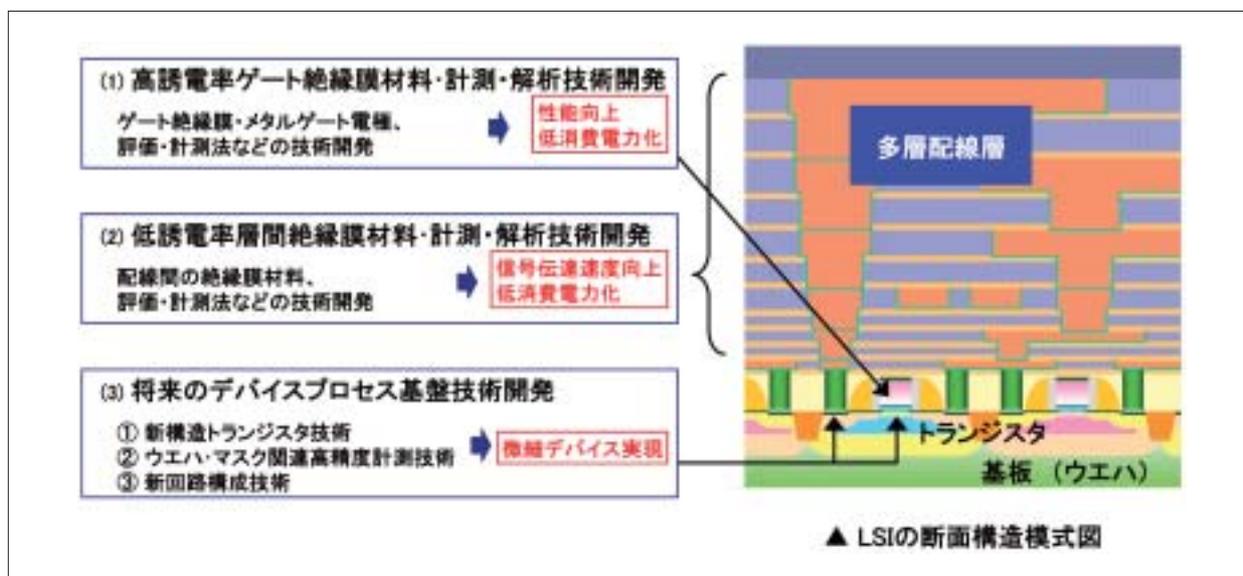


図1 MIRAIプロジェクトの研究開発項目

LSIの消費電力が増大するという問題が深刻になってきます。ゲート絶縁膜にSiO₂より誘電率が大きい材料（High-k材料）を用いれば、リーク電流抑制のため膜厚を厚くしても、電気的特性は比例縮小則で要求される薄膜と等価にすることができます。

このため、種々のHigh-k材料が開発され、電気的特性の評価が行われてきました。その結果、ゲート絶縁膜にHigh-k材料を用いると、チャンネルを流れる電流が低下したり、電流をオン・オフしにくくなるという問題点が明らかになってきました。この原因は、High-k材料に含まれる不純物や欠陥であることが判ってきたため、High-k材料の成膜方法の開発が求められています。

これまでに、ゲート絶縁膜材料としてはハフニウムアルミネート（HfAlO_x）を選択し、成膜技術としては、原子層1層ずつ成膜と緻密化処理を繰り返すLL-D&A法

（図2参照）を開発し、これにより不純物や欠陥の少ないHfAlO_x膜が形成できることを確認しました。この結果、厚さ（SiO₂換算膜厚）1nmで世界トップレベルの低ゲートリーク電流（6.7mA/cm²）を実現しました。

一方、LSIの電源電圧は技術世代が進むにつれ低電圧化し、技術世代45nm以細では1V以下になると予測されています。このような低電圧では、ゲート電極のポリシリコンによる電圧ロスが無視できなくなるため、チャンネルを流れる電流が制御しにくくなってきます。ゲートの電圧をロスなくチャンネル制御に使うにはゲート電極を金属（メタル）にする必要があります。メタルゲート電極の適用にあたっては、High-k材料との整合性を図る必要があります。このため、本プロジェクトでは、High-kゲート絶縁膜とメタルゲート電極を併せて研究開発していきます。

今後の目標は、SiO₂換算膜厚を1.0nmに設定し、実用レベルで問題のない低ゲートリーク電流と、十分なオン電流が得られる45nm技術世代のトランジスタ技術を実現させることです。以上の研究開発に基づき、量産で使用される直径300mmウエハに展開可能なゲート電極成膜装置（試作機）を開発します。さらに、技術世代32nm以細の技術探索として極限的ゲート絶縁膜厚（SiO₂換算膜厚0.5nm）でトランジスタ動作の実証を目指します。

（2）低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術開発

トランジスタ間を接続し、回路として機能させる役割を担っているのが配線です。配線は、アルミや銅などの

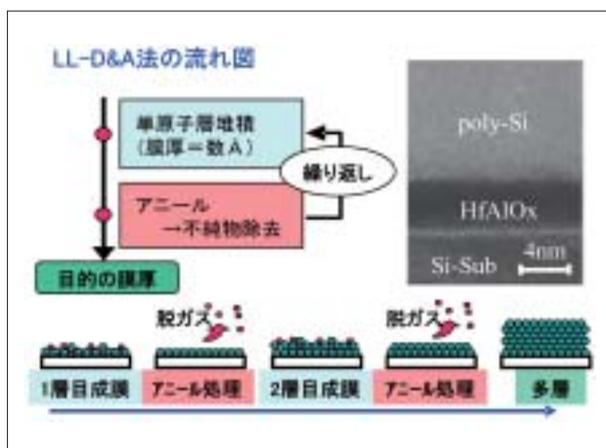


図2 LL-D&A法の説明概念図

金属で形成され、配線間の絶縁のために層間絶縁膜で覆われた構造をしています。トランジスタが微細化により高性能化する一方で、配線は微細化により信号伝達遅延が顕在化するため、LSIとしての性能は配線の性能で決まるようになります。また、配線間の信号が相互に干渉し合うことによる信号の劣化や、配線間の充放電による消費電力増大が無視できなくなります。配線のこのような振る舞いは、配線自身が持つ抵抗成分と容量成分が原因です。従って、配線によるLSI性能劣化を抑えるには、低抵抗の配線材料と低誘電率の層間絶縁膜が必要です。

配線材料は、近年アルミ合金配線から銅配線に置き換わりつつあり、配線抵抗が6割程度に低下しています。更なる低抵抗化は通常の金属では困難なため、しばらくは銅配線が使われていきます。

層間絶縁膜は、従来、比誘電率が約4のシリコン酸化物系材料（SiO₂系材料）が使用されてきましたが、配線の容量成分をさらに低減させるため、低誘電率材料

（Low-k材料）の検討が行われています。半導体技術国際ロードマップ（ITRS2003）によれば、技術世代45nmのLSIの性能を確保するには比誘電率2.1以下が必要とされています。

層間絶縁膜は、低誘電率とともに、LSIの製造プロセスとの整合性が求められます。特に、製造過程でひび割れや剥がれが起きないような機械的な強度や、配線全体として信頼性の確保が重要です。

これまでに、ポーラスシリカ材料で比誘電率2.1~1.8の構造安定な膜を開発し、さらにTMCTS（tetramethyl-cyclo-tetra-siloxane）ガス中で熱処理することにより比誘電率を変化させずに機械的強度を高める方法を開発しました（図3）。比誘電率はポーラスシリカの空孔率で調整できるので、ひとつの材料で複数の技術世代に対応できます（スケラブル）。このLow-k材料で、図4に示すように銅配線プロセスに適用できることを実証しました。今後は、この技術を発展させ比誘電率が2.0~1.5

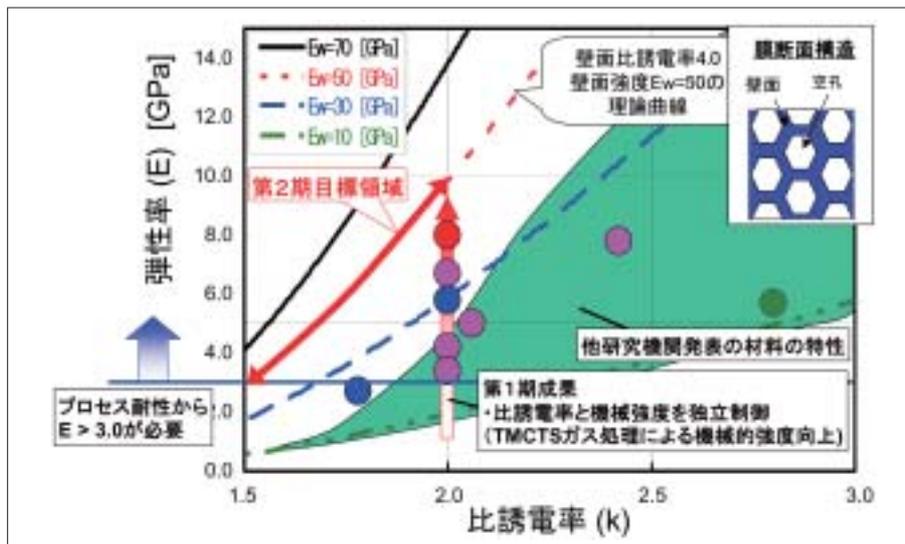


図3 Low-K材料の弾性率と比誘電率の関係
「」がMIRAIのデータを示す。k=2.0で他研究機関の材料の2倍以上の弾性率が得られた。他研究機関発表の材料は、k=2.0では機械的強度が弱くなり、層間絶縁膜に適用しにくい。



図4 ポーラスシリカによる層間絶縁膜
ポーラスシリカ膜を層間絶縁膜として用いた銅配線プロセスが可能であることを実証した。

で、弾性率が10GPa～3GPaのスケラブルな高強度低誘電率絶縁材料の実現を目指します。また、45nm以細の技術世代に対応した、直径300mmウエハ対応のLow-k膜形成装置（試作機）を開発します。

(3) 将来のデバイスプロセス基盤技術開発

(3-1) 新構造トランジスタ技術の開発

トランジスタを微細化していくと、従来の構造では十分な電流制御能力が得にくくなります。本プロジェクトでは、技術世代32nm以細でも制御性良く機能するトランジスタを実現するための材料技術やプロセス技術、及

び新トランジスタ構造の研究開発を行うとともに、トランジスタ微小領域のナノスケール計測・解析技術を開発しています。具体的には、従来のシリコン（Si）を用いたトランジスタに代わり、ひずみSi（結晶をひずませたSi）、SiGe（Siとゲルマニウムからなる半導体材料）、Ge（ゲルマニウム）を用いたトランジスタや立体構造トランジスタなどの候補から、微細化に最適な素子構造を選択し、有効性を実証します。最近の成果としては、図5に示すように、ひずみGeトランジスタを試作し、従来のSiトランジスタの10倍の性能（移動度）と高いオン・オフ比を実現しました。

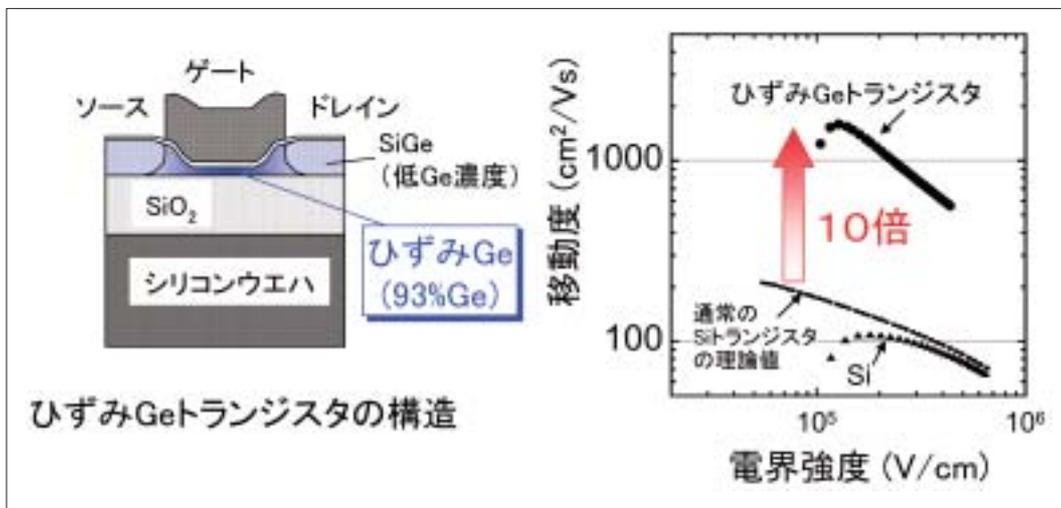


図5 ひずみGeトランジスタの構造と性能

従来のSiプロセスとの整合性に優れる方法でひずみGeトランジスタを作成して、従来Siトランジスタの10倍の移動度を確認した。

(3-2) ウエハ・マスク関連高精度計測技術の開発

LSIの微細構造の作製は、マスクと呼ばれるガラス板上のパターンを写真技術と同様な方法でウエハの表面に転写する方法で行っており、この一連の工程をリソグラフィ工程と称しています。LSI性能向上のためには、引き続き微細化を進める必要があります。今後リソグラフィ技術開発が重要です。リソグラフィ工程で使われる光源は技術世代と共に短波長化しており、次々世代リソグラフィでは極短波長（EUV）光源や電子線などが候補に挙がっています。

本プロジェクトでは、次々世代リソグラフィに必要なウエハ上のパターンやマスクパターンの精密な加工寸法（CD：Critical Dimension）測定、欠陥検出手法の研究開発を行います。具体的には、45nm技術世代対応のマスク検査装置実現のための短波長光源とセンサーの開発、深紫外光検査技術によるウエハ検査、EUVマスクの検

査技術の実用化、EUV照射ビームによる50nmサイズ微粒子の分析技術の開発と装置の実用化、45nm技術世代対応のCD測定装置を開発・実用化します。実用化の取り組みの一例をあげると、本プロジェクトで開発した短波長高出力光源（波長199nm）とセンサーを組み込んだ65nm技術世代対応のマスク検査装置をSelete（コンソーシアムのひとつ）や企業との共同研究により事業化を目指しています（図6）。

(3-3) 新回路構成技術の開発

LSI製造歩留まりを決める主要要因のひとつは、製造プロセスで発生したウエハ面内の加工寸法ばらつきです。これまでは、製造プロセス技術の向上によって、ばらつき低減に対処してきましたが、技術世代45nm以細に微細化が進むと、従来の方法では制御が難しくなります。本プロジェクトでは、この問題に対してLSI内部の

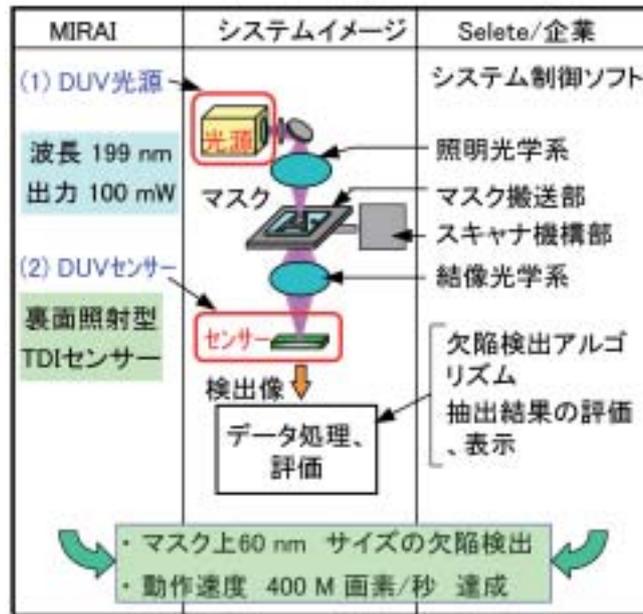


図6 65nm対応DUV光源マスク検査技術開発の成果
MIRAI-Selete-企業の共同開発により事業化を進めている。

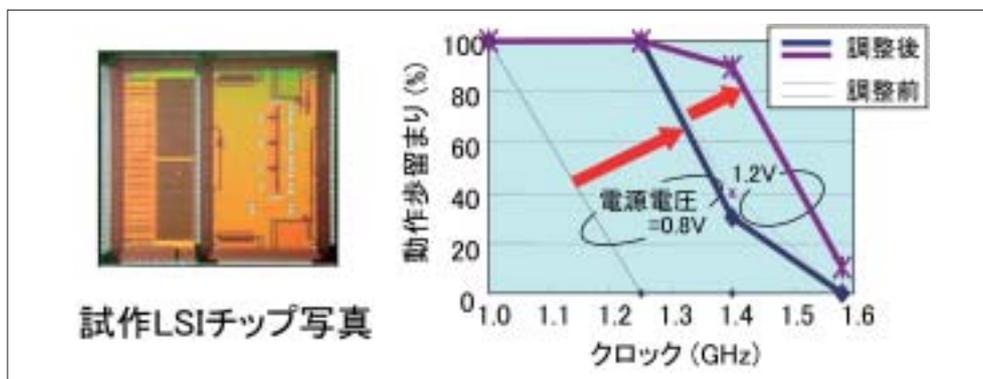


図7 適応型タイミング調整技術の効果

1.2V、1GHz動作設計のLSIに適用した結果。本技術を採用することにより、素子特性のパラツキによる歩留まり低下を抑制でき、更に、クロック周波数の向上（25%向上）と低消費電力化（75%減）を実証した。

回路技術により解決する手法を開発しています。具体的には、図7に示すようにLSI内部の各回路ブロックのクロックタイミングを調整する技術（適応型タイミング調整技術）で信号のやり取りをスムーズにして、LSI製造歩留まり改善と共に動作速度向上と低消費電力化が可能なことを実証しました。今後はチップ自身が自動的に回路動作の調整を行う機能を付加し、これまでに開発した調整技術の実用化を目指します。また開発した基盤回路技術を、高速デジタル回路、高速データ転送用回路などへ応用展開を図ります。

4. 今後の展開

MIRAIプロジェクトは、最先端要素技術開発を実用化に結びつけることを重視して推進しています。特に、関連企業や他のコンソーシアムとの共同研究を強化することで、産業界や各企業のニーズに合わせた技術モジュール開発を行うことにより、成果の産業界へのスムーズな展開を図ります。確実に実用化へ繋げることで、我が国半導体産業の進展を推し進める原動力になります。

本件に関する問合せ先

電子・情報技術開発部 TEL：044-520-5210
五十嵐 泰史（主査）
阿刀田 伸史（プログラママネジャー）

新規産業用酵素の発見

～ 世界最高の生産速度でシステイン(有用アミノ酸)を
合成できる酵素の開発に成功～

産業技術フェローシップ事業 (技術者養成事業)

1. はじめに

筆者は平成13年度から3年間、独立行政法人産業技術総合研究所関西センターにNEDOフェローとして受け入れられ、「新規産業用酵素の大量生産とその実用化」カリキュラムのもとで、新規産業用酵素を見出すところから研究を始めました。特殊な環境下で活発に生育する超好熱性古細菌(90以上の熱水中で生きる微生物)の産生する酵素は耐熱性を有することから、当研究センターでは、そのユニークな性質を生かした産業への利用を進めています。しかし、その生物の代謝経路はほとんど解明されていません。新規な代謝経路を同定することができれば、その経路を触媒する酵素は新規性が高く、新しい物質生産方法の開発に結びつけることができると考え、研究開発に取り組みました。

2. 開発の内容

システインはしみ、そばかすなどの色素沈着改善薬として、またその誘導体であるカルボシステインは代表的な去痰剤として用いられる有用なアミノ酸です。筆者は、超好熱性古細菌の一種であるアエロピラム ペルニックスのシステイン合成酵素の解析を行うことで、その合成経路を理解する鍵を得るとともに、その成果を有用アミノ酸の合成に役立てることを目指しました。

既知のシステイン合成酵素は、大腸菌などの常温で生育する微生物や植物において、アセチルセリンからシステインを合成する反応を触媒します(図1a)。超好熱性古細菌のゲノム中にも、システイン合成酵素の遺伝子が見出されていますが、アセチルセリンは熱に不安定であること、及び、超好熱性古細菌にはアセチルセリン合成経路が見出されていないことから、その生物ではどのようにシステインを合成しているのかは解明されていません。そこで、アエロピラム ペルニックスのゲノム情報から見出されたシステイン合成酵素の機能と構造の解析を行いました。

3. 成果

(1) 新原料であるホスホセリンからシステインを高い速度で合成

システイン合成の原料として、アセチルセリンの代わりに様々な物質をアエロピラム ペルニックスの超耐熱性システイン合成酵素に作用させました。その結果、従来の酵素には知られていないホスホセリンからシステインを合成する反応を、本酵素が触媒することを発見しました(図1b)。本酵素によるホスホセリンからのシステイン合成速度は、従来知られていたシステイン合成速度の最高値(大腸菌由来のもの)より更に7倍高い値を示しました(図2)。ホスホセリンは熱に対して安定であるため、反応温度を上げることにより、熱に不安定なアセチルセリンよりも合成速度を増大させることができます。また、酵素反応を高温で行うことにより、酵素法の欠点ともなり得る雑菌の繁殖を抑え、原料濃度も高められるという効果も期待できます。本研究の成果は平成15年5月28日付けの日本経済新聞、日刊工業新聞、朝日新聞、産経新聞などに掲載されました。

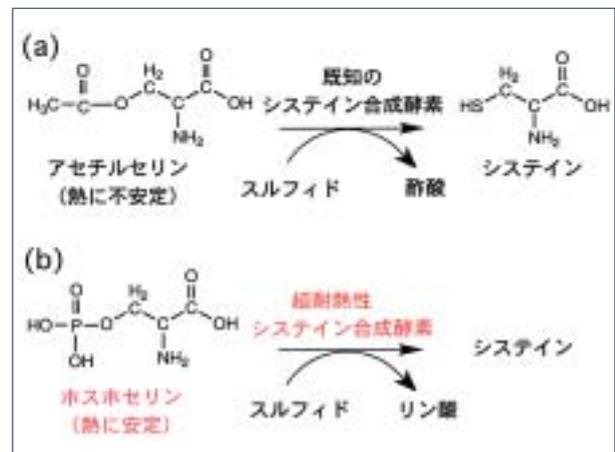
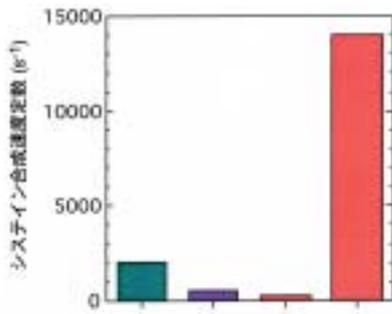


図1 (a) 従来のシステイン合成反応
(b) 今回発見したシステイン合成反応



No	原料	酵素の起源	反応温度 (°C)
1	アセチルセリン + スルフィド	大腸菌	25
2	アセチルセリン + スルフィド	好熱菌 (Thermus)	50
3	アセチルセリン + スルフィド	超好熱性古細菌 (Acropyrum pomix)	60
4	ホスホセリン + スルフィド	超好熱性古細菌 (Acropyrum pomix)	85

図2 単位時間当たりにシステインを合成する速度の比較

(2) 超耐熱性システイン合成酵素の立体構造

図3aは、超耐熱性システイン合成酵素の結晶の顕微鏡写真を示しています。この結晶に大型放射光施設スプリング8でX線を照射することにより、高分解能(2.0)でデータを収集し、その立体構造を決定することができました。決定した立体構造の模式図を図3bに示します。本酵素は2量体として存在し、活性部位にピリドキサルリン酸を補酵素として結合しています。

超耐熱性システイン合成酵素はどのようにして原料であるホスホセリンを認識しているのでしょうか。本酵素の立体構造データを用いて、本酵素とホスホセリンの結

合を予測するモデリングを行いました。モデリングの結果、ピリドキサルリン酸結合部位の酵素表面近くにある正に荷電したアミノ酸残基(アルギニン)が、酵素の内側に移動して、ホスホセリンのリン酸基と相互作用する状態が予測されました。そこで、タンパク質工学的手法で正に荷電したアミノ酸残基を、電荷を持たないアミノ酸残基(アラニン)に変えたところ、酵素のホスホセリンに対する反応性が予測通り失われることを実験で確かめました。従って、正に荷電したアミノ酸残基(アルギニン)は、既知のシステイン合成酵素には見られない特徴的な残基ですが、負に荷電したホスホセリンの認識に重要な役割をしていることが分かりました。

4. 今後の展開

本研究成果は、有用アミノ酸の生産に役立つ可能性を有していると考えています。そこで、決定した立体構造に基づいて超耐熱性システイン合成酵素を改変し、システイン誘導体(カルボシステインなど)についても反応を研究し、生産性の向上を図りたいと思います。また、超好熱性古細菌のホスホセリン合成経路は、まだ解明されていないため、明らかにすることによって、原料であるホスホセリンを耐熱性酵素で合成する方法の開発も行いたいと考えております。

(構造解析はタンパク3000プロジェクトの支援のもとで実施しました。酵素の構造解析、及び、酵素とホスホセリンの結合状態のモデリングは、同じ研究グループの小田裕氏(現 第一製薬株式会社)のご協力を頂きました。)

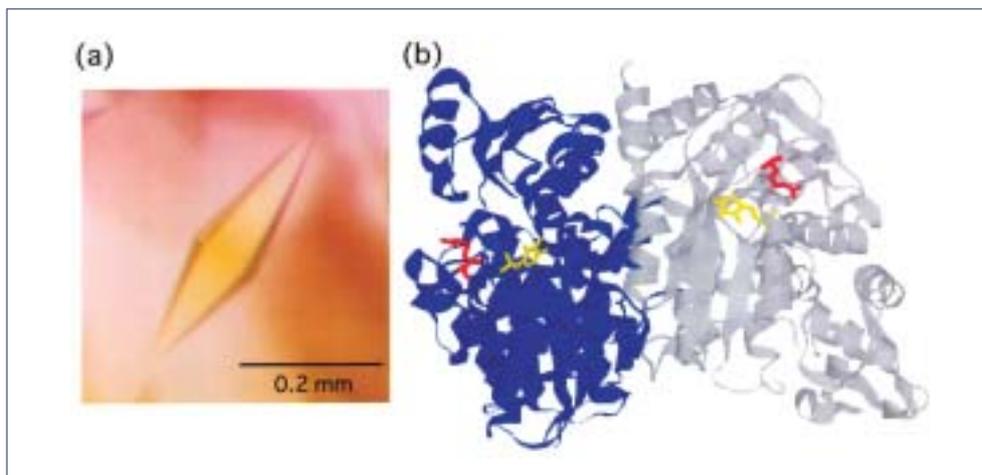


図3 (a) 超耐熱性システイン合成酵素の単結晶
(b) 立体構造

2つの同一サブユニット(青、灰色)から成る。ピリドキサルリン酸を黄色で、ホスホセリンの認識に重要なアミノ酸残基(アルギニン)を赤色で示した。

機能性ナノビーズの構築と バイオテクノロジー応用

ナノ微粒子利用スクリーニングプロジェクト

1. プロジェクトの背景・目的

人類が手にしたゲノム情報を活用して、疾病に関わる遺伝子の情報に基づき薬剤を開発する技術(ゲノム創薬)や、遺伝情報の個人差に基づき各人に合った医療を施す(テーラーメイド医療)などの革新的な医療技術の国際的な研究開発競争が行われ、膨大な市場が生まれると期待されています。特に、創薬に関しては薬剤が生体内で標的とするタンパク質(標的タンパク質)を単離・同定する技術開発が不可欠です。同定された標的タンパク質は、創薬ターゲットとなるのみならず、薬剤の作用メカニズムの解明や標的タンパク質が関与する生体反応の制御メカニズムおよび制御ネットワークの解明にも多大な貢献が期待されています。薬剤の標的タンパク質の情報が得られれば、新規の薬剤開発に要する労力、時間、費用を大幅に低減することができます。

我々は、これまでタンパク質と化学物質との間や、タンパク質同士の間での相互作用を解析する方法として、ナノサイズのアフィニティラテックスビーズを開発してきました。ところが、その操作はすべて手作業で行うので、多くの労力や時間を必要とします。そこで、作業工程を自動化するために、ナノサイズの新規高機能磁気ビーズを構築し、従来手作業で行っていた行程を自動化・ロボ

ット化するスクリーニング自動化装置(図1)を新たに開発することを目的とし、プロジェクトを開始しました。

このプロジェクトは、委託先であるバイオテクノロジー開発技術研究組合を中心とし、東京工業大学、キヤノン(株)、第一製薬(株)、山之内製薬(株)、多摩川精機(株)、(株)アフニックス、みずほ情報総研(株)、慶應義塾大学を加えた産学官連携の下、H15年度からH17年度までの予定で実施されています。

2. プロジェクト内容

従来から物質間の相互作用を解析する方法の一つとして、アフィニティクロマトグラフィーが知られています。しかし、従来法は優れた特性を持ちますが、欠点もあり、目的とするターゲットタンパク質や化学物質を種々のライブラリーから直にワンステップでアフィニティ精製することができません。そこで、セファロースより優れた機能を発揮するアフィニティ担体を構築するために、新規ラテックスビーズ(SGビーズ)を構築してきました。SGビーズは、その特性により、アフィニティ精製で最も重要な課題である非特異的吸着物の低減、即ち選択性(S/N比)の向上や、回収効率の向上が図れるため、その結果、膨大な数の物質から成るライブラリーの中から、

リガンドに選択的に結合する物質あるいは物質群のみをワンステップに、高純度に、しかも収率よく単離できるようになりました。これは、従来法では不可能であった事を現実化した画期的な技術開発で、国際的にも高く評価されています。

しかし、アフィニティSGビーズによるリガンドとレセプターとの相互作用の解析は、全て手作業で行われており、高速化・多量処理化が要求される今日、アフィニティ精製操作を自動化・ロボット化することが

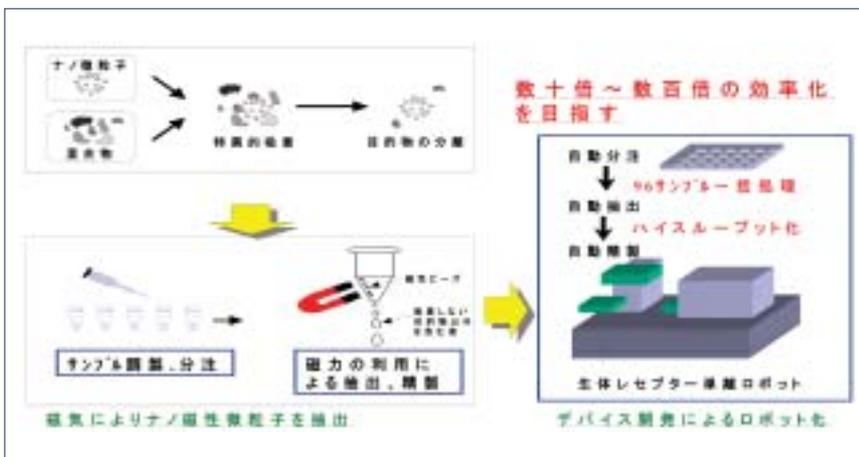


図1 スクリーニング技術のロボット化(ナノ微粒子を用いた高度化、高速化、システム化)

急務となりました。本プロジェクトでは、タンパク質・化学物質・生体関連物質との相互作用を高効率・自動的にスクリーニングし、これにバイオインフォマティクスを導入したデータ処理を一貫して行うための基盤技術開発を確立することを目指しています。そのために、これまで優れた機能を発揮することが証明されているSGビーズに、さらに磁性を付加する技術開発を行っています。

3. プロジェクト成果（中間成果）

スクリーニング技術のコアとなる分離用ナノ微粒子として、磁気力での分離・回収が可能なナノ磁気ビーズの開発を進めています。これに関して、フェライトにアダプター分子を化学結合する技術を開発し、アダプターを基点としてモノマーを重合する技術を開発しました。これら技術を基に、これまで構築したナノ磁気ビーズは、直径約8nmのフェライト超微粒子をコアにもち、そのフェライト微粒子の周りをポリGMA（グリシジルメタクリレート）で被覆されている直径約60nmのナノ磁気ビーズでした（図2a）。このナノ磁気ビーズは、粒子表面の電位が非常に大きいため分散性に非常に優れている反面、磁力が弱く磁石での磁気分離にやや時間を要するという欠点を有していました。そこで、次に、我々はナノ磁気ビーズの磁力の向上を目指し検討を行い、均一でかつ粒径の大きなフェライトを作製する技術を開発し、これをポリGMAで被覆する技術開発に成功しました。粒径が約40nmのフェライトを用いて、重合反応条件の最適化を行った結果、均一粒径で高分散性かつ高磁気応答性を兼ね備えた目標とした物性を持つ約120nmの磁気ビーズを創製することができました（図2b）。

このビーズはこれまで開発したナノ磁気ビーズ（図2a）と同様にタンパク質の非特異的吸着がほとんど無く、ビーズ表面のGMA由来のエポキシ基量もSGビーズと同等でリガンドの固定化が可能であり、結果、自動化スクリーニング装置への利用に適したプロトタイプビーズがほぼ完成しました。今回開発したナノ磁気ビーズは、これまで直径約60nmのナノ磁気ビーズに比べ磁気分離時間を大幅に短縮できるため、ビーズとしてのレセプター回収能も優れており、今後はビーズの強度や有機溶媒等の耐性を調べることで、自動化装置での使用に十分に耐えうる安定性

を確認した上で、実際にスクリーニング試験を行っていく予定です（H16・10月1日現在、論文2報、特許出願3件）。また、多摩川精機㈱により、自動化装置のプロトタイプが出来上がり、その性能の検討や改良点を検討しています。

5. 今後の展開

このナノアフィニティ磁気ビーズにより単離された化学物質および標的タンパク質やそれらの情報は、生命科学における基礎研究および創薬に向けたケミカルバイオロジーと呼ばれる研究分野に貢献するばかりでなく、副作用のない薬剤や、個人向けのテラメイド医薬や、新規診断・予防システムなどの開発といった次世代医療に大いに役立つなどバイオ産業にも多彩な応用展開が期待されています。さらに、医療以外にも高感度バイオセンサーの創出などの新たなデバイス等の創出が可能で、広くバイオ分野への貢献が期待されています（図3）。

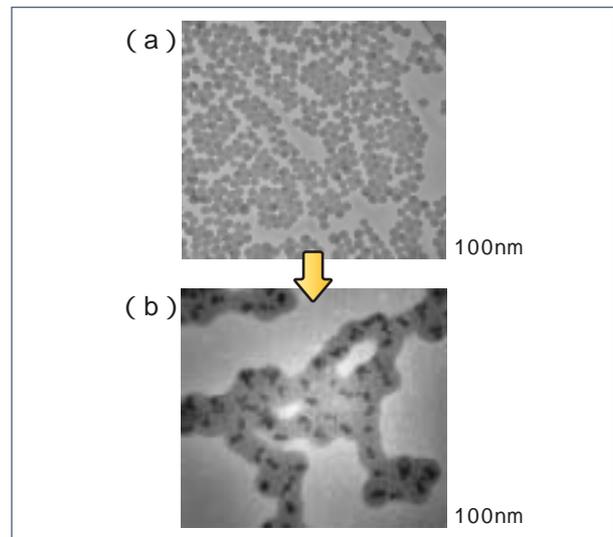


図2 高機能ナノ磁気ビーズ

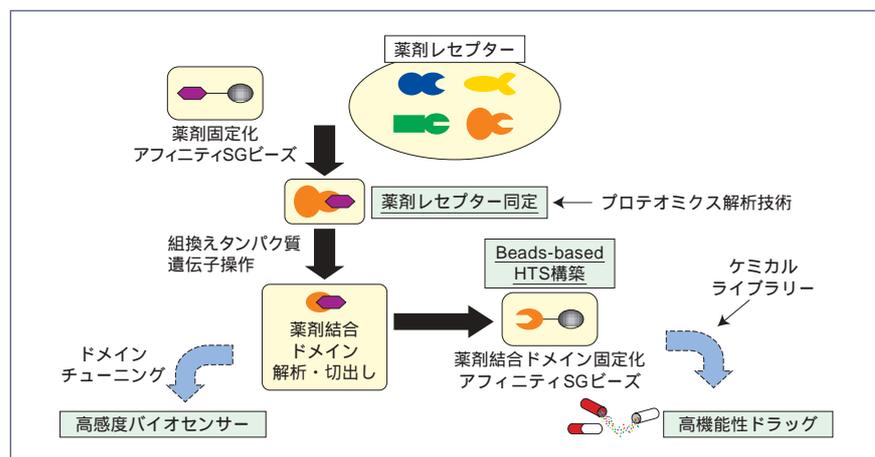


図3 高機能・高性能微粒子技術から得られるアウトプットのイメージ

G-XML技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発

～ G-XMLプロトコルを地質図の世界に初めて本格的に適用～

知的基盤創成・利用促進研究開発

1. はじめに

地質図(図1及び2)は、地表下の地盤や構造、成り立ち等を明らかにした知的基盤として、資源開発、防災、都市開発、地域開発、土木建設、土壌環境対策等において、関係地方公共団体やディベロッパーをはじめとする産業界によって幅広く活用されています。従来、地質図は紙ベースで提供・利用されてきましたが、近年の情報化の進展、インターネットの普及や電子政府化の動きの中で、電子地質図を編集加工が可能なベクトルデータの形態で、インターネット上のWEBを通じて提供することが求められています。

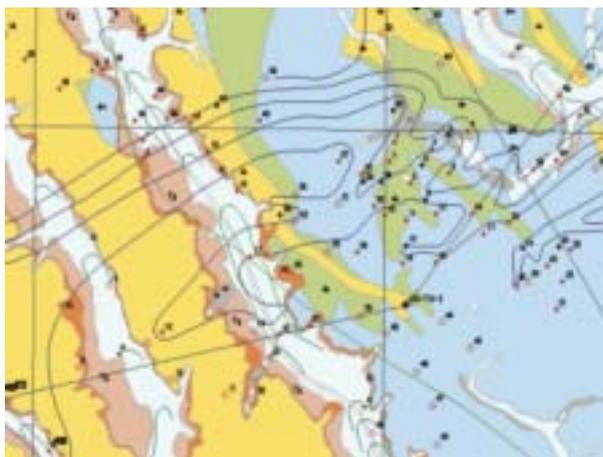


図1 2.5万分の1地質図、ボーリング点、断面線

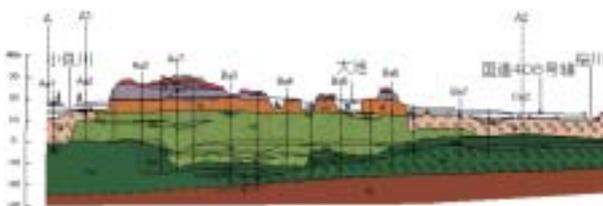


図2 2.5万分の1地質断面図

また、地質図は、単独で用いられるよりは、ボーリングデータ(図3)をはじめとする他の地盤関連情報や地

形情報、資源情報、気象情報などとともに利用される場合が少なくありません。特に事業者等においては、独立行政法人産業技術総合研究所や地方公共団体から提供される地質図、ボーリングデータなどの公的な情報に加えて、事業者独自に有する情報を統合的に利用することによりその付加価値が高められます。

こうした統合利用は、従来、異なったGIS(地理情報システム)エンジン間では、ファイル構成等の相違により困難であったところですが、G-XMLを活用することにより、システムに依存せず各種の位置関連情報を共通基盤として整備・利用することが可能となります。

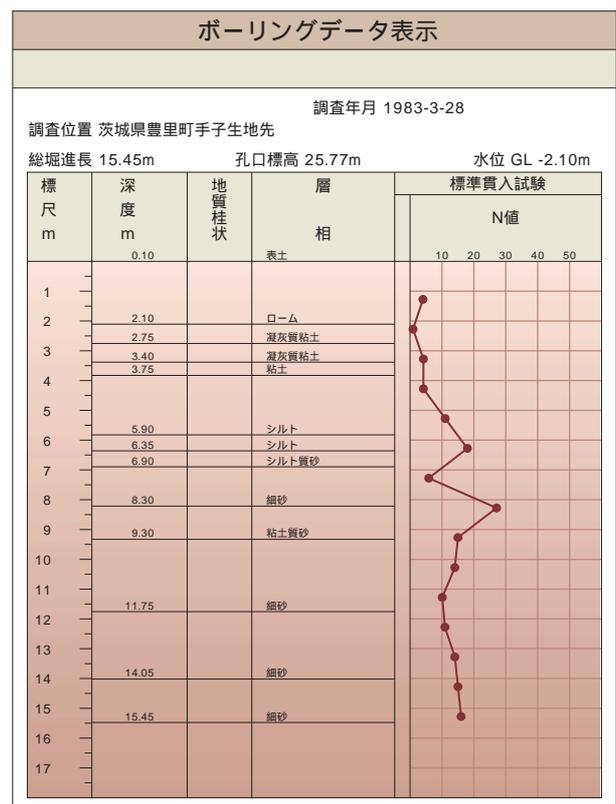


図3 ボーリングデータの表示イメージ

2. 研究開発の概要

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託事業として、財団法人データベース振興センターが、平成14年度～平成16年度の3カ年計画で実施しているもので、G-XMLプロトコルを地質図の世界に初めて本格的に適用し、関連情報であるボーリングデータも含めてインターネット上での情報の流通促進を図り、また他の地盤情報や地形情報、資源情報、気象情報などの統合利用を可能にするために必要な技術開発を行うことを目的としています。

事業では、独立行政法人産業技術総合研究所が整備する、一般的な4種類の縮尺（100万分の1、20万分の1、5万分の1、2.5万分の1）のDLG（Digital Line Graph）仕様の電子地質図にG-XMLプロトコルを対応させる手法を検討・開発するとともに、DLG形式からG-XML形式に変換/逆変換するソフトウェアを開発しました。また、地質情報の中でも重要な要素であるボーリングデータをG-XML化する手法を開発し、G-XML形式の2.5万分の1地質図と、それに対応する地域のG-XML形式のボーリングデータを組み合わせる利用を可能とする地質情報提供システム（図4）の研究開発並びに構築を行い、その有効性を実証しました。

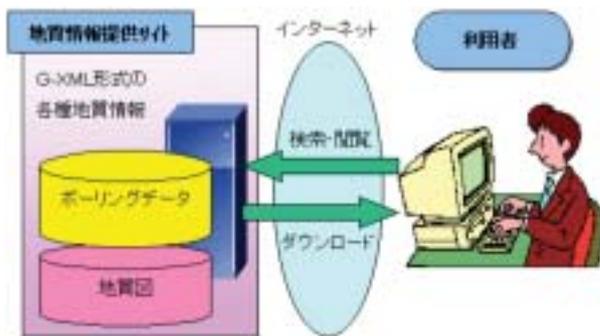


図4 地質情報提供システムの利用イメージ

3. G-XMLプロトコルの地質情報への適用

G-XMLは、インターネット上の情報流通を促進する有効かつ新たな方法として、近年発展・普及が著しいXML（Extensible Markup Language）技術をGISの分野に応用し、電子地図、その構成要素、GISコンテンツなどを記述することを可能にしたプロトコルです。G-XMLを使用することにより、従来、異なったGISエンジン間で共有することが困難であった地図情報や位置関連情報をインターネット上で容易に通信、交換することができます。

G-XMLは、平成12年度にJISX7199「地理情報 - 地理

空間データ交換用XML符号化法」として制定され、地方公共団体等での共通ツールとしての利用が進展するとともに、ISO（国際標準化機構）における国際標準化の作業も開始されています。

G-XMLは汎用性の高いプロトコルですが、従来は、道路地図、市街地図、地形図などの一般的な平面地図とその上に表示されたコンテンツを流通させるために設計されてきているため、これまで対象とされてこなかった地質図やボーリングデータに適用するためには、プロトコル自体の変更も含めて様々な工夫が必要となりました。

特に、地質図は、地形図上に、単に表面地質を記載し、色分けしたのではなく、そこには地質研究者が調査、分析、推定を行った際の、様々な情報が盛り込まれています。これは、極めてコンテンツ情報量の多い地図情報であるとも言えます。このため、現行のG-XMLプロトコルに、カバレッジ（被覆）モデルや、オブザベーション（観測値）モデルというものを導入するなどにより、ある地物に対して複雑な構造を有したデータに対してもG-XMLで記述することが可能となりました。このアプローチは、単に地質図の世界だけに留まらず、様々な位置情報を有したコンテンツを主体とする情報流通をも可能にすることが期待されます。

4. 今後の展望

地質の世界は本来三次元の世界であり、平成16年度事業では引き続きG-XMLプロトコルを用いた地質情報の三次元表示手法の研究開発を実施しています。一方、三次元地質モデルの研究分野においては、我が国のみならず世界的にも様々な地質モデルが提案され研究が進められています。本事業においてG-XMLプロトコルによる三次元情報の処理を可能にすることは、三次元地質モデルの構築という地質図自体の高度化を図るためのツールを提供するものとも位置づけられます。

本プロジェクトにおいてG-XMLプロトコルによる三次元での地質情報の処理を可能にすることが進められることと平行して、三次元地質モデル自体の研究開発が進められ、双方の進展が相まって、知的基盤としての地質図が高度化されることを願うものです。

なお、本事業で開発されたソフトウェアはフリーかつオープンに提供される予定です。各方面においてこれらの成果が活用され、我が国の知的基盤整備の一環として役立つことを期待します。

高信頼ニューガラスデータベース 技術の開発

～ ガラス研究開発の高効率化を目指して ～

知的基盤創成・利用促進研究開発

1. プロジェクトの背景

平面ディスプレイやデジタルカメラなどに使われるガラスは、建築・自動車用板ガラス、びんガラス、CRTガラスなどと同様に、数種類の酸化物から構成されています。配合する酸化物の組み合わせを変えると、特性の異なった様々なガラスを作ることができ、それらの配合比を変えると、その特性を微妙に変化させることができます。周期律表のほとんどの元素がガラスとして溶かし込むことができ、構成元素とその配合量の組み合わせから、性質の異なった無数のガラスが作り出せます。それらガラスの性質の多くは、構成元素の比率により連続的に変化し、ある程度予測することができますが、不連続に変化する特異点的なケースもあり、ガラスの研究は尽きることはありません。

ファクトデータから成るガラスデータベースには、(社)ニューガラスフォーラムのINTERGLADと米・露共同開発によるSciGlassの2つがあります。いずれも20万種類以上のガラスを収録し、データ数と利用頻度の多さは他の材料に類を見ません。INTERGLADが利用されている機関は、世界27ヶ国267サイトに及び、利用者数は1200名以上と推定されます。

INTERGLADは、これまで、データの増強に力点が置かれ、個々のデータの信憑性については「多数のデータとの比較から自ずと評価されるもの」との立場をとってきました。しかし、正確なデータを求める利用者の期待は高く、データベースの高信頼化を図る時期がきていました。そこで、データベースの量的充実から質的充実への転換を促すべく、世界最先端の材料ファクトデータベースであるINTERGLADを所管している(社)ニューガラスフォーラムを委託先として、知的基盤創成・利用促進技術開発事業の一環としてH14年度からH16年度までの予定で、「高信頼ニューガラスデータベース技術の開発」プロジェクトが実施されています。

2. 研究開発の内容と成果

利用者から信頼されるデータベースであるためには、十分な量の良質なデータを、迅速・簡便・安全に利用できる必要があり、データ面とシステム面の両面からの高信頼化が不可欠です。INTERGLADデータの大半は年々公表される学術誌や特許を出典としており、データを産み出す研究者らの資質、測定技術の完成度、データ収集時のミス回避の仕組みなどがデータの信頼度を確保する上で重要となります。また、システム面からは、データベースがあたかも座右のハンドブックであるかのように気軽に使えることが大切です。

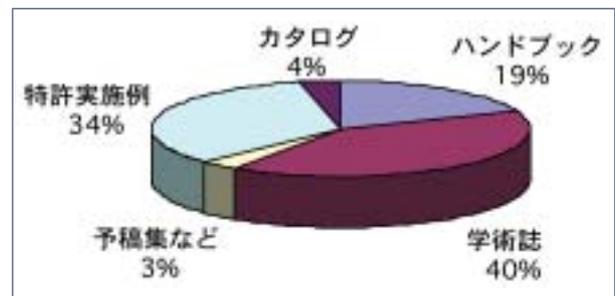


図1 INTERGLADデータの情報源の内訳

このプロジェクトでは以下の6つのテーマで研究開発が進められています。

1つ目は、ガラスにとって重要な物性にもかかわらず測定誤差が大きいガラス転移温度の測定を高精度化する研究です。ガラスの熱的な変化を光学的に捉える新たな技術が開発されつつあります。

2つ目は、データ収集源が信頼できるかどうかを微量成分の記載の有無から見定めようとするもので、微量成分の物性への影響度を理論的に解析するための実験データが収集されつつあります。

3つ目は、多くのガラスの組成値・物性値間に一定の関係が存在することに着目し、組成と物性に関するデー

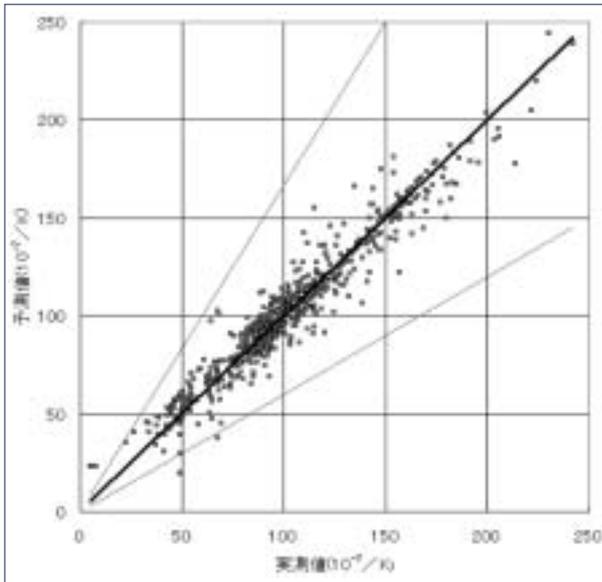


図2 関係式の開発（珪酸塩ガラスの線膨張係数）

タを評価する関係式を導き出す研究です。これまでに、2万ガラスの評価に適用できる密度データと組成との関係式10式をはじめ、ガラス転移温度データについて8式、線膨張係数8式、軟化点5式、屈折率7式およびアッペ数8式が導き出されました。

4つ目は、20万件以上のガラスについて半自動的に信頼度をランク分けするツールの開発で、微量成分や熱処理条件など所定事項の記載の有無、組成・物性関係式による計算値からの差などをもとに個々のデータを信頼度別5段階に分類するとともに、疑わしいデータを周辺組成のガラスと対比してXY図あるいは三角図上で評価するツール等が開発されました。これらのツールをテストする過程で、2万件余のデータから100件余の記載ミス

が発見されました。

5つ目は、データベースシステムを高信頼化しようとするもので、信頼度別に5段階にランク分けされたデータを迅速・簡便に検索することができるINTERGLAD改良版（バージョン6）の開発がテーマです。データのランク分け作業は長期間を要するため、ランク表示は当面は最上位ランク（Gold Data）のみですが、プログラムの改良により検索速度は2～10倍の高速化が実現され、パソコンにプログラムをインストールしなくても使用できるJavaアプレット版も開発でき、本年末に利用者に公開される予定です。

6つ目は、データの量的拡大のための調査研究です。創り出すことのできるガラスの種類が無限に近い膨大な数に及びことを考えると20万種類のガラスではまだまだ足りず、データ数をいかに増やすかについて海外文献を中心とした調査が行われています。すでに20誌が選出され、合計35種類の文献等についてデータの継続的収集が始められつつあります。

これらの研究開発は、データベース推進委員会（委員長：大田陸夫 京都工芸繊維大学教授）の支援のもとに推進されています。

3. 今後の展開

このプロジェクトで開発された高信頼化データベースシステムは本年末に公開されますが、収録データについては、開発されたランク分けツールにより今後吟味され、高信頼化が図られます。信頼性が確保されたガラスファクトデータベースにより、ガラスに関係した様々な研究開発がますます効率的に進むことが期待されます。

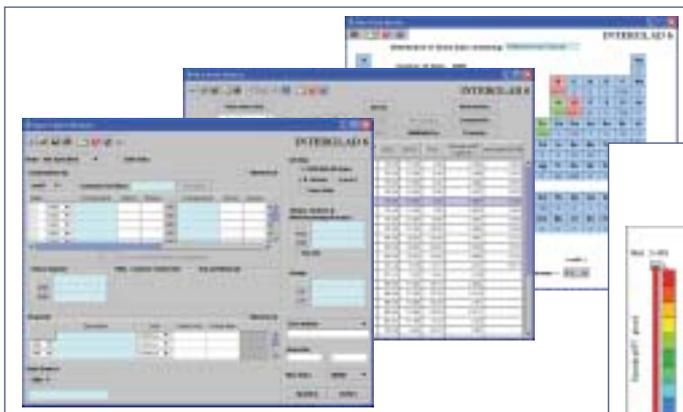


図3 高信頼度データベースシステム

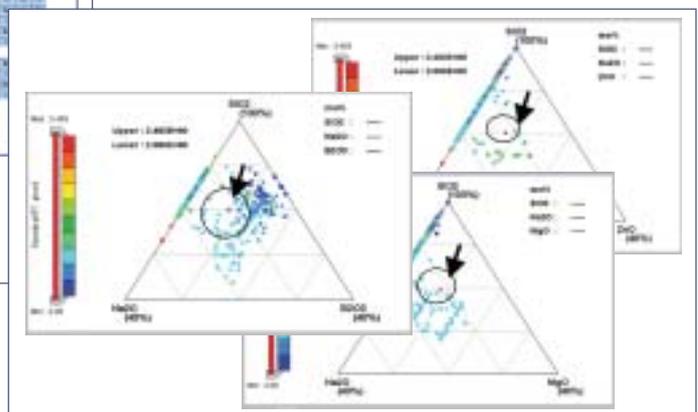


図4 三角図評価ツール

アルミ合金と硬質樹脂の射出 接合による一体化品製造技術

産業技術実用化開発助成事業

1. 開発の背景

大成プラス株式会社では“異なる材質のものを一体成形する”ことにこだわりをもち、独自技術を身近なものに展開しています。この技術は、携帯電話、自動車部品、情報端末、文具などに応用されています。異なる種類の硬質樹脂同士や軟質樹脂(熱可塑性エラストマー)同士、又、硬質樹脂と軟質樹脂を一体化する2色成形はもとより、塗装した硬質樹脂成形物や金属形状物を金型に挿入してそこへ軟質樹脂を射出することで一体化するインサート成形法は塗膜利用の射出接合ですが当社の特許技術でもあります。

数年前、金属と硬質樹脂をインサート成形で一体化する技術に取り組み、その中で比較的簡単な液浸漬処理をしたアルミ合金にPBT(ポリブチレンテレフタレート)やPPS(ポリフェニレンサルファイド)樹脂が強く射出接合することを発見しました。液処理後のアルミ合金は無数の径20~50nmの凹部で覆われており、射出後にはこの凹部の底まで樹脂が入り込んで接合力を生んでいました。当社はこれを「ナノモールディングテクノロジー(NMT)」と名付けました。

2. 事業の内容

アルミ合金を特定水溶液に浸漬して水洗し乾燥し、これを射出成形金型に挿入してPBT又はPPS系樹脂を射出すると両者は強力に接合します。本事業は、液処理工程の最適化、インサート成形金型設計法の開発、インサート成形の最適化、一体化品のアルマイト化方法の開発、一体化品塗装法の開発等に総合的に取り組み、実用化に漕ぎ着けるのが事業目的です。現況で、携帯電子機器ケースを量産中であり、引き続き各種電気電子機器部品、機械部品などで商品化に努力して間口を広げますが、将来は機械部品、特に自動車など移動機械への使用をにらんで基礎評価試験を繰り返しているところです。

3. 成果概要

図1に、試験用に成形しているサンプルを示します。

PBT、PPS系樹脂と展伸用アルミ合金(A1000~7000番台)の一体化サンプルではせん断破断力200~300Kgf/cm²、引き抜き破断力90~100Kgf/cm²が得られました。また、鋳造用アルミ合金のADC12やAC4Bではせん断破断力100~150Kgf/cm²、引き抜き破断力40~50Kgf/cm²が得られました。またPBT/アルミ合金一体化物は-40 / +85 温度衝撃試験200サイクルで接合力



図1 試験用の成形サンプル
(左：引張りせん断破断力測定用、右：引抜き破断力測定用)

に変化がありませんでした。また、PPS / アルミ合金一体化物は - 55 / + 150 温度衝撃試験1000サイクルで接合力に変化がありませんでした（この試験については引き続き3000サイクルまで行う予定です）。展伸用アルミ合金 / 樹脂一体化物の100 におけるせん断破断力は、PPSで ~ 120Kgf/cm²、PBT（HB）で ~ 90Kgf/cm²、PBT（V0）で ~ 70Kgf/cm²であり、樹脂の強度にそのまま比例することが分かりました。

また、PPS / アルミ合金一体化物について言えば、自動車エンジン周りをイメージした振動試験、高温高湿試験（85 85%湿度 × 1000時間）、温水中放置試験（70 水中 × 200時間）、温塩水中放置試験（70 の1%塩水中 × 200時間）の全てで接合力に変化がなく厳しい環境下によく耐えることが証明されました。PPSについては更に厳しい試験を行うべく準備を進めており、一方のPBTについてはこれに追いつくべく射出接合用の最適組成を探る試行錯誤を繰り返しています。実用化に対応できる樹脂種を増やして行きます。

一方、アルミプレス品は、量産品では最大寸法箇所 で ±0.1mm以上のバラつきがあるのが現状です。このアルミ合金形状物を如何に円滑に金型に挿入し、成形し、離型するかは非常に難しい問題でした。当社は射出成形金型の設計と製作を業としていますが、このNMT用金型の設計製作は試行錯誤を何回も繰り返した末に、ようやく「ノウハウ」を獲得することができました。今後も様々な形状に速く対応できるように「ノウハウ」の取得に努めていきたいと思ひます。

上記に加えて、一体化品のアルマイト化方法を開発しました。これは、数社のアルマイト会社と共同で作業しました。一体化と言えど、樹脂とアルミ合金の境界線部

はミクロン単位の隙間があります。射出接合の原理は、ナノオーダーのアルミ凹部に樹脂が進出して固化することですが、樹脂が狭い凹部の底部まで冷却固化することなく進出できる理由は溶融樹脂とアルミ合金表面に化学吸着している特定分子との間で発熱反応があるからです。但し、境界線部は溶融樹脂が最も冷え易い箇所にてミクロ的に見れば接合していません。アルマイト化では、強アルカリと強酸に漬けてアルミ合金材の表面を削り取る下化粧をしてから陽極酸化という本工程にかけます。この下化粧工程に一体化品を浸漬すると強い薬液が境界線部のアルミ合金を侵食して接合力を落とします。当社は境界線部を塗装保護することを目的として下化粧に耐え得る塗料を探しました。どのような下化粧にも耐えられるほど万能ではありませんが良い塗料を探し出しました。現在までに、ユーザー評価に耐え得るものが得られています。（図2）

加えて、一体化品の塗装試験を行い、雨ありサンシャイン試験後も双方への塗膜接着力が十分高い塗料を探し出しました。

4. 今後の展開

現在、モバイル電子機器のケースの製造で市場を広げる努力をしていますが、PPS系樹脂とアルミ合金の一体化品が自動車エンジンルーム内を想定した温度衝撃試験にも耐えられる様子であることから自動車部品関係会社からの開発依頼や試作依頼が寄せられております。強烈的な接合を利用した機能部品が世に出ると、当社の発明が接合に関する技術故に信頼を得る時間がどうしても必要と思っていますので、しっかりと基礎技術にすべく分析や測定に力を入れる所存です。



図2 アルマイト化工法による成果品

「エコプロダクツ国際展2004(マレーシア)」に3R技術開発事例を出展

1. エコプロダクツ国際展2004(マレーシア)の概要

去る9月2日～9月4日にマレーシア・クアラルンプール・ミッドバレーエキシビジョンセンターにて「エコプロダクツ国際展2004(マレーシア)」が開催され、NEDO技術開発機構も参加しました。



NEDO展示ブースの様子

本展示会は1999年以来毎年、東京ビッグサイトで開催されている「エコプロダクツ展」を初めて日本国外で開催したものと位置づけられ、テーマは「環境と調和した暮らし：持続可能な生産と消費に向けて」とし、アジア生産性機構(APO)、マレーシア製造者連合会(FMM)及びマレーシア生産性本部(NPC)の主催により開催されました。

出展者はマレーシアの政府機関・大学関係、日・欧・韓・シンガポールから政府機関、企業等が加わり、総勢76社・団体、入場者は三日間で合計11,493人(主催者発表)と盛況でした。

またブース展示と並行してグリーンサプライチェーンやグリーン購入等をテーマとした国際会議が、隣接したホテルや展示場の一角でも開催されました。

2. NEDOの出展概要

NEDOブースでは、NEDO環境技術開発部の3R(Reduce、Reuse、Recycle)プログラム関連のパネル10点の展示、エコセメント、パルフォーム、ケナフボード、ペットボトルリサイクルのサンプル展示及び、エコセメント、使用済み冷蔵庫のリサイクルシステムのDVD映像での事業紹介を行いました。

展示パネル内容：

- ・ ペットボトルtoペットボトルリサイクル(AIESプロセス)
- ・ 建築廃材等リサイクル技術開発

- ・ 廃コンクリートからの高品質骨材回収技術
- ・ 冷媒フロンケミカルリサイクル技術
- ・ 使用済み冷蔵庫のリサイクルシステム(高速自動切断解体技術)
- ・ 使用済み冷蔵庫のリサイクルシステム(断熱材ウレタンからのフロン回収技術)
- ・ ケナフ利用サステナブル建築材料(ケナフボード)
- ・ エコセメント(焼却灰リサイクルセメント)
- ・ パルフォーム(古紙原料リサイクル素材)
- ・ 塩ビのリサイクル(炭化水素と塩素の高分離技術)

NEDOブースへの来場者数は3日間合計約500名で、NEDOカラーのブルーと白が調和した大変明るく落ち着いた雰囲気のあるブースとなり、サンプル等もシンプルに配置したこともあり、総じて来場者に良い印象を与えていると感じました。今後のNEDOの広報活動への課題を挙げるとすれば、国内と違い、「NEDO=日本の独立行政法人」のイメージが海外では必ずしも明確でなく、来場者に対して若干の補足説明を要したことであり、この辺は今後海外向けパンフレットや、NEDO紹介映像作成などの際、工夫を加える余地があるように見受けられました。

マレーシア政府は現在リサイクル法案を審議中ですが、人口に比して国土が広いこともあって日本ほど廃棄物処理の問題がひっ迫しておらず、一般へのリサイクル導入普及はさほど進んでいません(クアラルンプール近郊クアラランガットで運転研究実施中のNEDO事業「製紙スラッジ焼却廃熱有効利用省エネルギーモデル事業」など現地で理想的なリサイクルプラントの一つとの評価を得ている事例もあります)。しかしながら、今回ブース展示したエコセメント、ペットボトルリサイクル及びパルフォームなどに対する関心は若者層を中心に非常に高いものがあり、この国の人々の環境への関心度の強さを感じました。

今回展示したプロジェクトの内、唯一マレーシア国内(ケランタン州)で事業を実施しているケナフボードのプロジェクトについては、ケナフがよく育つ植物で栽培が盛んに行われていることや、CDM事業化への期待(「NEDO海外レポート」No.937、No.938の記事「マレーシアの京都議定書とCDMをめぐる動き」も併せてご覧下さい)もあり、来場者の関心が特に高く、助成先である松下電工(株)の奥平有三、ケナフプロジェクト部長にはフル回転で対応していただきました。

その他来場者からの質問内容は、NEDO及び日本の技術開発への関心に加え、マレーシアの高い経済成長を反

映してか、「日本のビジネスパートナーを探している」、「日本の研究機関で働いてみたい」、あるいは「NEDOプロジェクトに参画したい」など様々で、また、今回出展した3Rプログラムに加え、地元有力産業であるパームオイルなどバイオマス分野で今後協力できないか、などの質問も寄せられました。

9月2日初日の開会式の後、マレーシアのアジズ国際貿易産業大臣一行が会場を視察され、NEDOブースにも短時間立ち寄りられました。

3. 全体を通じて

展示会全体の印象としては、大型ショッピングモールの最上階という場所柄、日欧の自動車メーカーや、日本



NEDOブースを視察されるアジズ国際貿易産業大臣

の家電メーカーのブースに来客が集中する傾向が見られ、また、無農薬野菜飲料などフード類を配った地元機関等のブースも賑わいを見せていました。

来場者層は買い物客を中心に、

- (1) マレーシア政府機関、学界関係者
- (2) 地元（一部シンガポール等海外）の産業界関係者
- (3) NGO
- (4) 若手研究者、理工系学生
- (5) 家族連れ、カップル、中高生団体等が目立ちました。

総じて技術情報交流の一環として、本展示会のような場でプロジェクト紹介を行うことは、NEDO（及び日本）の先端技術開発や方向性への理解を深めていただくのに役立つと同時に、開催国及び国際機関との連携を通じ、今後当該地域でプロジェクト等を実施する際の有効な側面支援となり得ると感じました。故に国内同様、海外、特に今回のようなアジア諸国等での展示会・セミナーの定期開催は大変意義があることだと考えます。

本件に関する問合せ先

環境技術開発部 TEL：044-520-5251
情報・システム部 TEL：044-520-5150



「イノベーション・ジャパン2004」に出展

去る9月28日(火)から30日(木)にかけて東京国際フォーラムにおいて「イノベーション・ジャパン2004」が開催されました。

本イベントは、大学等の優れた研究成果が広く世間に発信され、円滑に社会に還元されることが重要であるとの観点から、政府、産業界、大学のそれぞれの協力により本年初めて開催されたものです。

大学研究者による146件の「新技術説明会」、大学発ベンチャー等の275件の展示と共に、大学、産業界を代表する講演者による基調講演、大学学長や産業界の経営者によるパネルディスカッション等が行われました。

NEDO技術開発機構も展示ブースを設けて、若手研究者に対して助成を行う産業技術研究助成事業の研究成果として、医療・バイオ、情報通信、ナノテク・材料、環境、製造の各分野において、気鋭の若手研究者27名の成果を紹介するとともに、相談コーナーを設置し、提案公

募事業に関する個別の相談に対応しました。また、新しい技術についての発表の場である「新技術説明会」においても産業技術研究助成事業の研究代表者25人がプレゼンテーションを行いました。



NEDOブースの様子

本件に関する問合せ先

企画調整部 TEL：044-520-5200
研究開発推進部 TEL：044-520-5170

R100
再生紙を100%配合した古紙配合率100%再生紙を使用しています