

## ☆今月の内容

- トピックス
  - ・瓦破砕物が地盤液状化抑制に効果があることを実証しました
- 技術紹介
  - ・積層造形技術による立体形状作成について
  - ・セラミックス・金属材料の結晶方位解析 (SEM-EBSD) について
  - ・未知試料の結晶構造解析について
  - ・脂肪酸について
- お知らせ

## 《トピックス》

### ●瓦破砕物が地盤液状化抑制に効果があることを実証しました！

あいち産業科学技術総合センター常滑窯業技術センター三河窯業試験場は、愛知県陶器瓦工業組合及び名古屋工業大学と共同で、瓦破砕物が地震発生時の液状化抑制に効果があることを実証しました。1月22日(火)に記者発表を行い、各メディアで報道されました。この愛知県陶器瓦工業組合の研究開発は、「産業空洞化対策減税基金」に基づく「新あいち創造研究開発補助金」が活用されています。

先の東日本大震災では、津波による被害だけでなく、地震発生時から遠く離れた地域でも地盤の液状化によって多数の被害が発生しました。愛知県を含む東海地方でも、東海・東南海などの連動型地震による液状化被害が広範囲にわたり発生することが懸念されています。

今回、液状化抑制効果を検証した瓦シャモットは、瓦の製造段階で発生する規格外品を破砕した物です。その角張った形状から地震の際にも粒子の移動が起こりにくく、液状化の抑制に効果があることが名古屋工業大学の地盤液状化評価設備によって実証されました。記者発表後、リサイクル品が命を守るために活用できるということで、多くの反響がありました。当センターでは、今後も、地域産業の活性化に向けた支援を行っていきますので、ぜひご活用ください。



多くのメディアにお越しいただきました



デモ試験の様子

# 積層造形技術による立体形状作成について

## 1. はじめに

近年、製品開発では、品質、開発期間、コスト等への要求が厳しくなっており、試作開発の効率化を図り、できるだけ早く市場ニーズに合った製品を提供することが、非常に重要になっています。

また、製造業のみならず、医療や建築など幅広い分野において、素早く廉価に、1個だけのツールやパーツを作製したいという、カスタムメイドへの要求も増加しつつあります。

こうした要求に応える有力な手段の一つとして、3次元 CAD データからダイレクトに試作品を作製する、ラピッドプロトタイピング (RP: Rapid Prototyping) 技術があります。

これにより、3次元 CAD データがあれば、RP 装置により立体形状の試作品を簡単に作製することができます。

## 2. 積層造形法の原理と特徴

RP では積層造形法が用いられます。3次元 CAD データから作成した多数の断面形状データを基に、粉体、樹脂等の材料を薄く層状に積層して、立体形状を作製します。

切削加工では作製が困難な形状や内部構造も含めて、所望の立体形状を一回のプロセスで自動的に作製し金型が不要といった特徴があり、試作だけでなく、製造技術としても注目されています。米 ASTM では、Additive Manufacturing として規格化も進められつつあります。<sup>1)</sup>

積層造形技術は、1980年に日本で発明され、のちに実用化された光造形法<sup>2)</sup>が最初とされ、現在では多くの方法が開発・実用化されています。これら造形方法には、それぞれ長短があり、目的に応じて選択する必要があります。

本稿では、レーザー焼結式粉末造形装置とインクジェット式造形装置をご紹介します。

## 3. レーザー焼結式粉末造形装置

一層ごとにナイロン樹脂等の微粉末を層状に敷き詰め、レーザーにより任意の断面形状に加熱・焼結することを繰り返すことにより、

積層造形する装置です。

この方法により、ナイロンを基材とする、強度と耐熱性に優れた試作品を製作することができます。



図1 レーザー粉末焼結式造形装置<sup>3)</sup>

## 4. インクジェット式造形装置

断面形状データを基に、プリントヘッドから、液状の紫外線硬化型樹脂を必要な箇所のみを噴射後、紫外線で硬化させ、これを積層することで立体形状を作成する装置です。

プリンタ感覚で操作でき、透明樹脂も利用可能なため、内部に納めた機構部分を目視で確認するといった用途にも適用できます。



図2 インクジェット式造形装置<sup>4)</sup>

## 5. おわりに

当センターでは、上記2種類の RP 装置を導入し、今夏からの運用を予定しています。

是非、活用のご検討とともに、お気軽にご相談ください。

(参考文献)

- 1) ASTM International Technical Committee F42 ホームページ,  
<http://www.astm.org/COMMITTEE/F42.htm>
- 2) 小玉秀男, 「立体図形作成装置」, 特開昭 56-14478
- 3) 3D Systems 社カタログより
- 4) Objet 社カタログより



共同研究支援部 加藤 正樹 (0561-76-8316)  
研究テーマ: 機能性材料の開発  
担当分野: 試作評価

# セラミックス・金属材料の結晶方位解析（SEM-EBSD）について

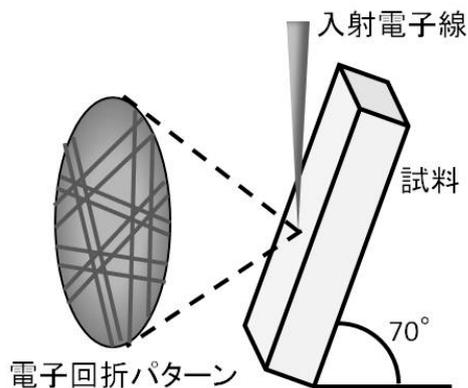
## 1. はじめに

走査電子顕微鏡（SEM）は、細く絞った電子線で試料表面を走査し、マイクロ～ナノスケールでの表面構造の観察及び付属のエネルギー分散型 X 線分光器（SEM-EDX）による元素分析を主な用途として、製品開発や品質管理に広く利用されています。

今回は、その他の有用な分析手法として、結晶性材料の結晶方位解析（SEM-EBSD）について紹介します。

## 2. 結晶性材料の結晶方位解析（SEM-EBSD）

試料を  $70^\circ$  程度に傾斜し、電子線を照射すると、電子回折パターン（後方散乱電子回折：EBSD）が得られます（**図 1**）。試料表面を走査しながらこの方位解析を行うと、結晶方位分布などが得られます。これにより、物性との関連を検討する上で重要な結晶情報が得られます。

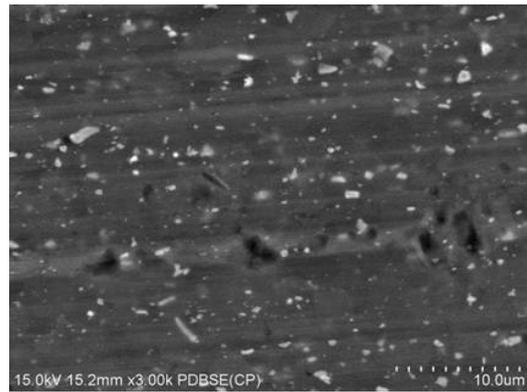


**図 1** 後方散乱電子回折（SEM-EBSD）

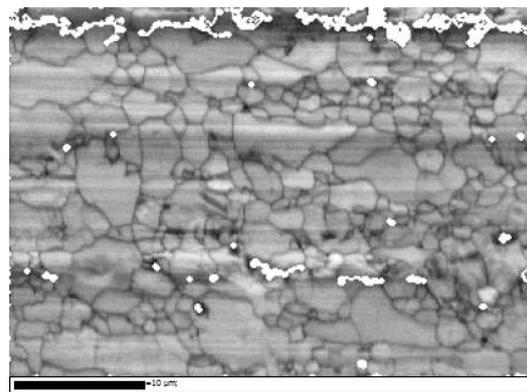
## 3. アルミ箔の結晶方位解析（SEM-EBSD）

市販のアルミ箔の SEM-EBSD 測定事例を紹介します（**図 2**）。通常、SEM-EBSD では測定試料表面を鏡面仕上げしてから測定するのが一般的ですが、今回は、市販のアルミ箔の表面をそのまま測定しました。

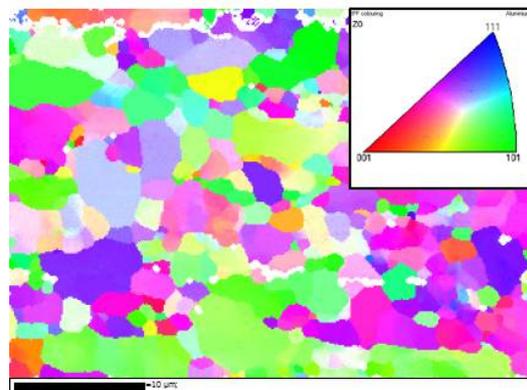
通常の反射電子像では、アルミ箔の個々の結晶粒がろうじて確認できる程度ですが、SEM-EBSD によるバンドコントラストでは、明瞭に粒界が確認できます。また、個々の結晶粒が向いている方位を色で表示する IPF



反射電子像



バンドコントラスト



IPFマップ(Z方向)

**図 2** 反射電子像と SEM-EBSD 測定結果

マップでは、結晶粒の結晶方位を可視化することができます。

## 4. おわりに

当センター共同研究支援部では、依頼試験として SEM-EBSD による結晶方位解析を行っています。是非、お問い合わせください。



共同研究支援部 杉本 貴紀 (0561-76-8315)  
研究テーマ：電子顕微鏡  
担当分野：材料評価

# 未知試料の結晶構造解析について

## 1. はじめに

原子の周期的な構造である結晶構造は、試料の硬さ等の物性、反応性等の化学的性質を決めているため、未知試料の結晶構造を調べることは大変重要です。その結晶構造を決定する装置として代表的なものがX線回折計です。今回は、共同研究支援部に導入されたX線回折装置SmartLab<sup>®</sup>を用いた結晶構造の解析について紹介します。

## 2. 結晶構造解析とは

X線を材料に入射すると、結晶の周期的構造を反映して、試料によって異なったある一定角度に強い散乱が見られます。散乱が起こる角度を精密に調べることで周期構造の間隔を調べることができます。また、散乱角度に対する強度のパターンを見ることで、材料の同定を行うことができます。図1はSmartLabでの測定例です。

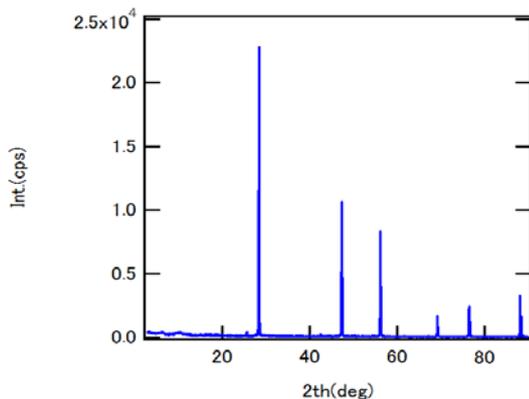


図1 散乱パターンの例

## 3. 実際の構造解析

SmartLabに付属する解析ソフトウェアにおいては、データを読み込むだけでピークの自動検出が行われ、各ピークの位置、幅、強度から、周期構造間隔であるd値、結晶子サイズなどの情報が算出されます(図2)。

2θ (deg)	d (Å)	高さ (cps)	FWHM (deg)	積分強度 (cps·deg)	積分幅 (deg)	非対称因子	表面原子 片/mL	結晶子サイズ (Å)
6.11(9)	14.46(19)	96(19)	0.74(9)	96(9)	1.0(9)	0.8(4)	1.1(4)	116(14)
10.13(14)	8.73(12)	66(15)	1.78(13)	122(11)	1.9(6)	0.40(16)	0.0(7)	47(3)
25.617(13)	3.4746(17)	194(25)	0.069(19)	23(2)	0.12(3)	2.1(15)	0.0(9)	969(212)
28.423(9)	3.1330(23)	1999(239)	0.081(9)	201(16)	0.101(9)	2.3(4)	0.29(3)	0.5(112)
42.48(2)	2.1263(11)	85(17)	0.08(2)	7.5(19)	0.05(4)	4(7)	0.0(9)	1048(247)
47.275(14)	1.92118(5)	10744(189)	0.0730(10)	999(9)	0.003(2)	1.37(11)	0.48(3)	0.54(6)
55.059(17)	1.63611(4)	9204(195)	0.0675(14)	720(9)	0.009(3)	1.31(13)	0.52(5)	0.61(7)
99.106(3)	1.35814(5)	1026(7)	0.073(2)	169(3)	0.101(6)	0.96(13)	0.50(8)	0.54(9)
76.3814(19)	1.24614(3)	2414(6)	0.0776(17)	24(3)	0.102(5)	1.25(12)	0.60(5)	0.58(7)
88.014(2)	1.10875(2)	3296(106)	0.0837(19)	373(4)	0.113(5)	0.82(8)	0.75(7)	0.59(5)

図2 ピーク検出結果

さらに、付属のデータベースを検索することで、未知試料の同定が可能です。ピークデータを元に、データベース(ICDD PDF2)の検索を行います。データ登録件数は243,991と膨大ですので、検索を効率よくするための工夫が必要です。例えば、予想される名前、含まれる元素、含まれない元素などを指定することができます(図3)。

全く未知の物質の場合、結晶構造を調べる前に、エネルギー分散型蛍光X線分析を行い、含まれる元素などを調べておくことが望ましいです。

こうして得られた情報を元に検索を実行すると、もっとも確率の高い物質名が表示されます。その際、複数の物質が含まれていても可能性のある物質名がリストアップされます。



図3 元素指定の例

## 4. おわりに

SmartLabでは、このように簡単な手法で結晶構造の解析ができます。さらに、薄膜測定用の軸、二次元検出器等も装備しており、試料の多様な測定が可能です。また、当センターのエネルギー分散型蛍光X線分析装置EDX720<sup>®</sup>においては、真空中やヘリウム雰囲気中でも測定可能ですので、アルミニウムやケイ素などの軽元素でも効率よく検出することができます。測定に興味がある方は、是非、お気軽にお問い合わせください。

※ H23年度 JKA 機械工業振興事業 購入機



共同研究支援部 杉山 信之 (0561-76-8315)  
 研究テーマ：ナノ膜評価  
 担当分野：表面分析、X線分析

# 脂肪酸について

## 1. 脂肪酸の構造と種類

脂肪酸は、片方の末端にカルボキシル基(−COOH)を持つ長炭素鎖の有機化合物の総称です。食品中に存在する脂肪酸は、ほとんどは炭素数が偶数で枝分かれ結合がない直鎖脂肪酸です。直鎖脂肪酸は炭素数、二重結合の数と配置によって様々なものがあります。

炭素数が 10 以下の短鎖脂肪酸及び中鎖脂肪酸は主に乳製品に含まれ、乳製品独特の香りの元となっています。多くの油脂にあるのは炭素数が 12 以上の長鎖脂肪酸です。

長鎖脂肪酸には、炭素鎖に二重結合がない飽和脂肪酸と二重結合がある不飽和脂肪酸とがあります。不飽和脂肪酸は、さらに二重結合が一つの一価不飽和脂肪酸と二つ以上の多価不飽和脂肪酸に分けられます。また、不飽和脂肪酸は、二重結合部分の構造によっても分けられます。二重結合している炭素について、水素が同じ側に結合しているものをシス型、反対側に結合しているものをトランス型といいます。トランス型の二重結合のある不飽和脂肪酸を炭素鎖の長さや二重結合の数に関係なくまとめてトランス脂肪酸と呼んでいます。

## 2. n-3 系, n-6 系多価不飽和脂肪酸

カルボキシル基から最も遠い炭素を 1 番目として、3 番目と 4 番目の炭素の間に最初の二重結合を持つ脂肪酸を n-3 (n マイナス 3) 系多価不飽和脂肪酸 (以下 n-3 系)、6 番目と 7 番目の間に最初の二重結合を持つ脂肪酸を n-6 系多価不飽和脂肪酸 (以下 n-6 系) と総称します。n-3、n-6 はそれぞれ ω3、ω6 と呼ばれることもあります。これらは多価不飽

和脂肪酸の中でも、栄養学的に重要な脂肪酸です。それぞれでよく知られている脂肪酸には、n-3 系ではドコサヘキサエン酸 (DHA) や図のイコサペンタエン酸 (IPA、または EPA)、n-6 系ではリノール酸があります。

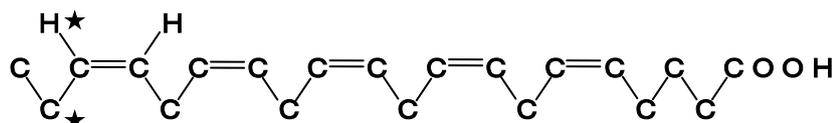
## 3. 脂肪酸の栄養

脂肪酸は、食品中では油脂の構成成分です。油脂の大部分は、グリセリンに 3 個の脂肪酸がエステル結合したトリアシルグリセロールになっており、体内でグリセリンと脂肪酸に分解された後に吸収されます。

「日本人の食事摂取基準 (2010 年版)」(厚生労働省) では、脂肪酸の摂取基準が示されています。n-6 系は不足すると皮膚炎などの欠乏症が起きますが、過剰摂取による弊害も危惧されていることから摂りすぎないように目標量の上限が定められています。一方、n-3 系は血流に関する疾病の予防効果が認められていることから目標量の下限を定めて摂取を推奨しており、特に IPA(EPA) と DHA は合わせて 1 日に 1g (魚で約 90g) 以上摂取することが望ましいとされています。

また、反応性の高い二重結合部分の数が多いほど酸化や変質が起りやすいため、魚油などの多価不飽和脂肪酸の多い油脂は使用に注意が必要です。

食品中の標準的な脂肪酸量は「五訂増補日本食品標準成分表脂肪酸成分表編」(文部科学省) に記載されており、「食品データベース」((独) 科学技術振興機構、<http://fooddb.jp/>) でも知ることができますが、実際の食品中の含量の分析については、ご相談ください。



図の二重結合は全てシス型 ★のHとCが入れ替わるとトランス脂肪酸になる

図 脂肪酸の構造 (例：イコサペンタエン酸)



食品工業技術センター 分析加工技術室 間瀬 雅子 (052-521-9316)  
研究テーマ：花卉などから分離した *Saccharomyces cerevisiae* の製パン適性評価  
担当分野：菓子・パン類製造技術、混入異物検査

## お知らせ

### ▶ あいち産業科学技術総合センター 平成24年度 研究成果発表を發表します！

当センターの工業、窯業、食品、繊維の各技術センターは、企業の方々を技術面から支える技術パートナーとして、技術相談や指導、依頼試験などに取り組むとともに、製造現場の技術課題や企業の方々へ技術移転するための新技術に関する研究開発を行っています。これら6技術センターが平成24年度に行った研究成果について発表会を開催します。当日は、**研究成果の発表と基調講演**がそれぞれ開催されます。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

日 時	センター及び開催場所	研究成果の概要
3月12日 (火) 13:30～16:30	【産業技術センター】 電話:0566-24-1841 【会場】 同センター 講堂 (刈谷市恩田町1-157-1)	最新の5軸・複合加工機の特徴とその加工事例に関する講演や、「切削工具に付与した表面テクスチャの形状効果」など、自動車・航空機用材料を対象とした加工技術。
3月12日 (火) 13:30～15:30	【常滑窯業技術センター】 電話:0569-35-5151 【会場】 同センター 講堂 (常滑市大曾町4-50)	廃ガラスを用いた窯業原料の開発に関する講演や、「三河産陶器のデザイン開発」など、陶器、瓦製品の開発・研究。
3月13日 (水) 13:30～16:00	【瀬戸窯業技術センター】 電話:0561-21-2116 【会場】 同センター 講堂 (瀬戸市南山口町537)	ものづくりの原点となる品質管理についての取組に関する講演や、「陶磁器用蓄光高級加飾釉薬の開発」など、地域資源を用いた技術・技法の開発。
3月12日 (火) 13:00～16:40	【食品工業技術センター】 電話:052-521-9316 【会場】 同センター 大研修室 (名古屋市西区新福寺町2-1-1)	商品開発についての講演や、「食品残さ(オカラ)の長期保存を可能とする発酵条件の確立」など、醸造食品、加工食品、バイオ関連の技術開発。
3月19日 (火) 13:30～16:30	【尾張繊維技術センター】 電話:0586-45-7871 【会場】 同センター3号館 研修室 (一宮市大和町馬引字宮浦35)	繊維・高分子材料の開発に関する講演会や、「人の寝姿を検出できるベッドシート等の開発」など、繊維製品の開発、特性評価。
3月15日 (金) 13:30～17:00	【三河繊維技術センター】 電話:0533-59-7146 【会場】 蒲郡商工会議所 1F コンベンションホール (蒲郡市港町18-23)	ナノファイバーの作製と応用、炭素繊維の製織技術及びデザインシミュレーションソフトの講演や、「みかん由来色素による一浴マルチカラー染色技術の開発」など、新製品開発、繊維表面改質技術。

【参加費】 無料

【申込み】 各技術センターまで

※詳しくは、こちらをご覧ください。

<http://www.pref.aichi.jp/0000058362.html>

### ▶ 「計測分析に関する講演会～電磁環境試験に関する最新規格の動向及び対策事例などを紹介～」を開催します！

当センターに設置された電波暗室での試験装置を用いた計測分析に関する講演会と施設見学を開催します。是非、ご参加ください。

【日時】 3月7日 (木)

【場所】 あいち産業科学技術総合センター 講習会室  
(豊田市八草町秋合 1267-1)

リニモ「陶磁資料館南駅」下車すぐ

【内容】 「EMC 最新規格動向 -マルチメディア機器規格・IEC61000-4-3・IEC61000-4-6-」  
「各種 EMC 対策部品の使い方と事例紹介」 他



【定員】 100名 (先着順) 【参加費】 無料  
※詳しくは、こちらをご覧ください。

<http://www.pref.aichi.jp/0000057969.html>

【問合せ先・申込先】

あいち産業科学技術総合センター  
共同研究支援部

電話 0561-76-8316 FAX 0561-76-8317