

## UNICHEMY TECHNICAL NEWS (2014)

<http://www.unichemy.co.jp>

## ユニケミー技報

〔平成 26 年 1 月 1 日 発行〕

No.61

## 内 容

1. 新春を迎えて
2. FE-EPMA と  
イオンミリング装置のご紹介
3. かおりのある風景  
～愛知県半田市のかおり～
4. お悩み解決 ユニケミー事例簿
5. 法令紹介・編集後記



## 謹 賀 新 年

平成 26 年 元旦

皆々様の益々のご清祥をお喜び申し上げます  
本年もご愛顧・ご指導のほどよろしくお願い致します

## 新春を迎えて

(株)ユニケミー 代表取締役社長 服部 寛和



明けましておめでとうございます。  
皆様におかれましてもよき新年をお迎えのこととお喜び申し上げます。  
旧年中は何かとご愛顧を賜り厚くお礼を申し上げます。

昨年は局地的な豪雨が地域により発生し竜巻や台風など異常気象がみられ、気温も 10 月まで夏日があるなど地球温暖化の影響が窺える年でした。今年はソチオリンピックに続きワールドカップブラジル大会が夏に開催され、リニアの着工が予定されるなど明るい話題の多い年となりそうです。一方で TPP の交渉や消費税の増税などもあります。そして円安傾向となって国内市場の活況がみられますが、中国問題や原子力発電所の問題また東日本大震災からの復興など多くの課題も抱えております。政治が強力なリーダーシップを発揮し経済が好調さを取り戻せば、新たな活気のある日本が再生する期待が持てます。

どのような状況であれ基本的な当社の進むべき方向は変わりません。課題と正面に向き合って取り組み、またどのような局面になっても対応できる力を日頃から養い、技術を磨くことが必要と考えております。技術系の企業である当社にとり、お客様の要望に技術で応えるのが社会における当社の役割と信じます。お客様の声に真摯に耳を傾け、当社への要望をよくお聞きし、お客様の満足が得られるよう全力を尽くす所存です。お客様が当社の技術をご利用いただき、よかったと思っていただけるよう、一つ一つ努力をしていきたいと思っております。正確なデータの提供をさせていただくため、従業員の技術の更なる研鑽も図り業務の効率化を行なって、お客様の信頼に答えたいと考えております。

当社の分析等の事業におきましても、昨年導入しました FE-EPMA をはじめとする材料試験関連の受託を積極的に行ない、お客様のご要望に応じたサービスの提供をさせていただきます。また環境、材料の二つの事業を始め、商品事業など一層の展開を進めていきます。そのほか学生のインターンシップ受け入れや、業界活動の支援など社会貢献も重要なことと捉えております。

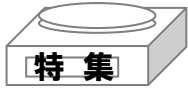
40 年以上にわたる皆様方の厚い信頼を損ねないよう、精度管理の充実、優秀な人材の確保、経営基盤の安定化、企業行動規範の遵守なども今まで同様に推進していく覚悟でございます。

最後にご愛顧を賜っております関係各位には重ねて本年も宜しくお願い申し上げますとともに、昨年が増えて良き年になりますよう祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。どうぞ本年も変わらぬご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

発行 株式会社 **ユニケミー**

〒456-0034 名古屋市熱田区伝馬 1-11-1

営業部 TEL(052)682-5619  
FAX(052)679-6281技術部 TEL(052)682-5069  
FAX(052)681-8646管理部 TEL(052)682-5069  
FAX(052)682-5574



# FE-EPMA とイオンミリング装置のご紹介

山田 麻紀

## 1. はじめに

近年、高機能化する塗料材料や微細化が進む半導体デバイス等、進化するナノテクノロジーに対応し、試験・分析機器も進化してきました。その代表的な機器の一つに、金属、セラミックス、電子材料などさまざまな固体材料の評価や研究、品質管理に活用されている電子プローブマイクロアナライザ（EPMA：Electron Probe Micro Analyser）があります。

当社では従来から活躍している熱電子放出型 EPMA に加え、今年度新たに電界放出型（フィールドエミッション）EPMA（FE-EPMA）を導入しました（図 1）。また、FE-EPMA の能力を最大限に活用するため、試料の前処理装置であるイオンミリング装置も合わせて導入しました（図 2）。

今回は EPMA 及びイオンミリング装置の機能、従来型の EPMA と FE-EPMA の違い、これらの装置による分析事例を紹介します。



図 1 FE-EPMA  
(日本電子製 JXA-8530F)



図 2 イオンミリング装置  
(日立ハイテクノロジー製 IM4000)

## 2. イオンミリング装置

試料の内部構造を金属顕微鏡や EPMA などにより観察・分析するためには、目的の場所の断面を的確に露出させる必要があります。これまで、試料断面の作製は、①試料を目的の場所周辺で切り出す、②樹脂に包埋する、③SiC 研磨紙による湿式法で粗研磨する、④ダイヤモンドペースト等により更に精密な研磨を行う、とする工程の機械研磨でした。これにイオンミリング装置による前処理工程を加え、高倍率観察及び微小分析に対応し得る断面作製が可能になりました。

イオンミリング装置は、イオンビームを試料に照射しスパッタリング現象を利用して応力をかけずに試料表面を研磨する試料前処理装置です。スパッタリング現象とは、エネルギー及び方向をそろえたイオンビームを試料に照射したとき、試料表面の原子や分子が弾き出される現象です。

導入したイオンミリング装置は、「断面イオンミリング」と「平面イオンミリング」の 2 つの機能を目的に応じて使い分けられます。

「断面イオンミリング」は試料とイオンガン間にマスク（遮蔽板）を配置し、マスク端面から突出した試料部分がマスク端面に沿って削り取られ、平坦な加工面を作製します。試料の内部構造の積層形状、膜厚評価、内部異物や亀裂、ポイドなどの解析のための断面作製が可能です。

「平面イオンミリング」はイオンビームの中心と試料の回転中心をずらすことにより、直径 5mm 程度の広い範囲を均一な平滑面に仕上げます。機械研磨の場合、比較的柔らかい試料（銅やメッキ、ハンダ等）は細かい研磨キズが残りやすく、キズを減らすために精密な研磨を長く行うと試料がダレてくるなどの問題がありましたが、平面イオンミリングを短時間行うことにより、これらの問題を解決できます。また、結晶方位の違いや組成の違いなどによるスパッタ速度の違いを利用して凹凸のコントラスト（結晶コントラスト）をつけ、構造を浮き出させた試料断面を作製します。

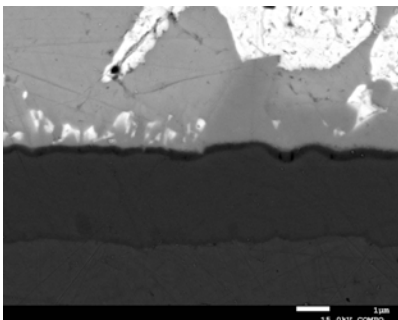


図 3 機械研磨後

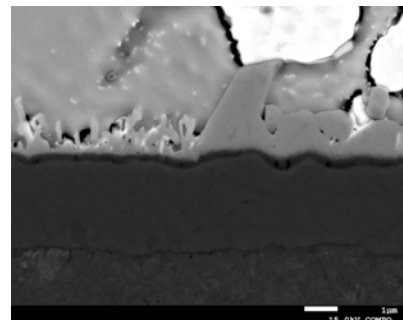
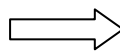


図 4 平面イオンミリング後

図3は機械研磨を施し、1万倍に拡大した基板端子部断面の銅上のニッケルメッキとハンダの境界部の反射電子組成像です。細かいキズが多く残っているのが確認されます。この試料に、さらに平面イオンミリングを3分程度かけたものを図4に示します。ハンダ部のキズはほぼ無くなり、境界の結晶状物やハンダ部の粒状物が明瞭に観察できます。また、銅の結晶コントラストも確認できます。

### 3. EPMA —従来型 EPMA と FE-EPMA との違い—

先にも述べましたように、EPMAとは、電子プローブマイクロアナライザ (Electron Probe Micro Analyser) の略称です。

固体試料表面に細かく絞られた電子線 (電子プローブ) を照射し、試料と電子線の相互作用により発生する二次電子や反射電子、元素特有の波長を持つ特性 X 線を効率よく検出することにより、試料の表面形態を観察したり、試料を構成している元素とその量を知ることができます (図5)。また、図6に EPMA 内部の簡単な基本構成を示します。

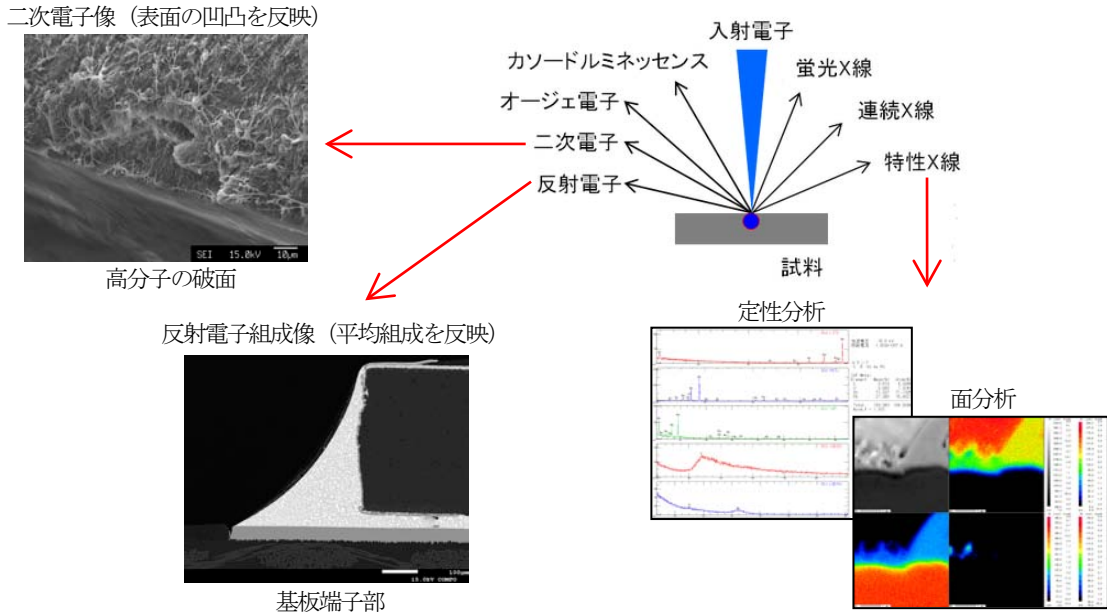


図5 EPMAにより検出する信号の種類

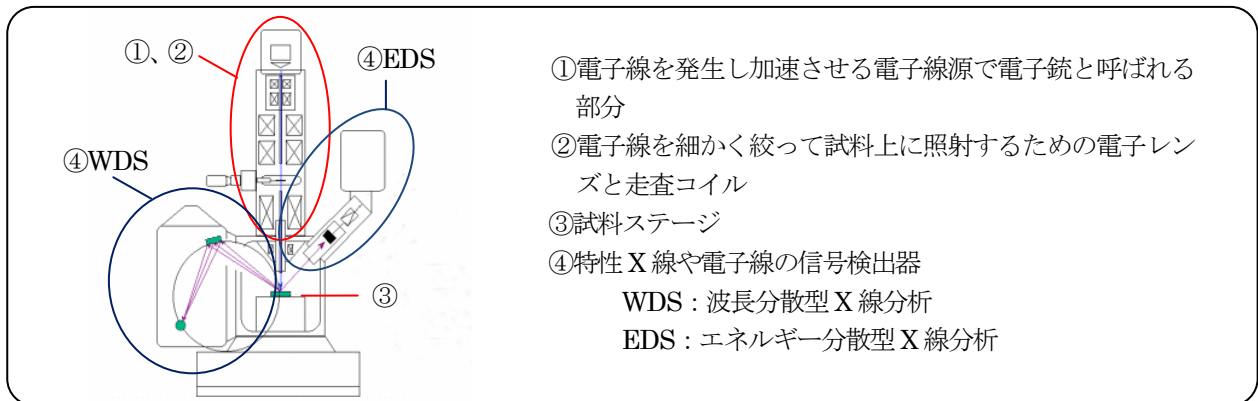


図6 EPMAの構成

#### <電子銃>

熱電子放射型と電界放射型 (以下 FE 型) の違いは電子銃にあります (図7)。熱電子放射型はタングステンフィラメントを通電加熱し、熱の作用でフィラメント (エミッター) から電子を放出します。一方、FE 型は先端を尖らせた酸化ジルコニウム/タングステン単結晶 (エミッター) に強い電界をかけ、電界の作用で電子を放出します。FE 型は熱電子放射型に比べて、光源の大きさが遥かに小さいにも関わらずその輝度はかなり高く、電子プローブ径を約 1/2~1/10 に縮小し、高分解能な高倍率像が取得できます。また、その輝度の高さから微小領域において高い X 線強度が得られます。

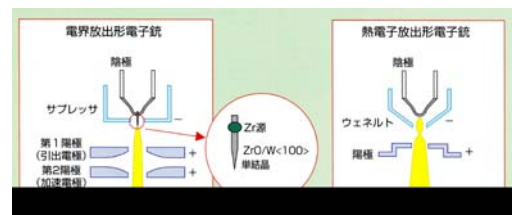


図7 電子銃の違い

今回導入した FE-EPMA はエミッターを加熱しながら強電界をかけるショットキー形 FE 電子銃を搭載しており、エミッターのガス吸着を防ぎ、安定なエミッション電流（電子銃から放出される電子電流）が得られるとともに、熱電子銃なみの大きなプローブ電流を得ることが可能となっています。

これにより、高倍率の観察はおよそ 10 万倍、微小な領域の分析はおよそ 3 万倍にまで対応できるようになりました。

#### <検出器>

元素特有の波長を持つ特性 X 線を検出する検出器には、WDS（波長分散型）と EDS（エネルギー分散型）があります。

WDS は X 線の回折現象を利用して特性 X 線の波長を測定しスペクトルを得る分光器です。分光結晶と検出器から構成され、試料表面（X 線発生源）と分光結晶、検出器が円周上に位置しています（図 6 ④WDS）。EDS の検出器は半導体であり、検出器に入った X 線は電流パルスとして取り出されます。このパルス波高は入射 X 線のエネルギーに比例しているためエネルギースペクトルが得られ、このエネルギー値から元素を知ることができます（図 6 ④EDS）。

WDS の特長は波長分解能が高く、低加速電圧での元素分析や微量濃度の元素が効率よく検出できることです。一方、EDS の特長は少ないプローブ電流での測定が可能で、比較的短時間でスペクトルが得られることなどが挙げられます。当社の熱電子放出型 EPMA は WDS のみ搭載していましたが、今回導入した FE-EPMA は EDS、WDS とともに搭載している WD/ED コンバインシステムが採用されており、目的に応じた使い分けができます。また、WDS による面分析（WDS ではあらかじめ定性分析を行い、面分析をする元素を指定してから分析）を行いつつ同時に EDS による多元素同時分析を行い、実際存在するのに選択されなかった元素の取りこぼしを防ぐ等の多様な使い方が可能です。

#### 4. 分析事例

##### [ 例 1. アルミ缶の外側塗料 ]

図 8、図 9 は清涼飲料水が入っていたアルミ缶の外側断面です。機械研磨後に断面イオンミリング処理を行い、FE-EPMA にて反射電子組成像を観察しています。アルミニウム合金の外側に塗布された塗料の厚さはほぼ  $10\mu\text{m}$  程度となっています。さらに 3 万倍まで拡大していくと、アルミニウム合金と塗料の境界に厚さ  $0.1\mu\text{m}$  程度の層を発見しました。プライマー（塗料下地）もしくはアルミニウム合金の酸化皮膜等が予想されます。

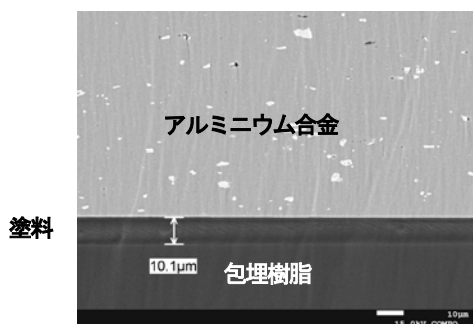


図 8 アルミ缶断面

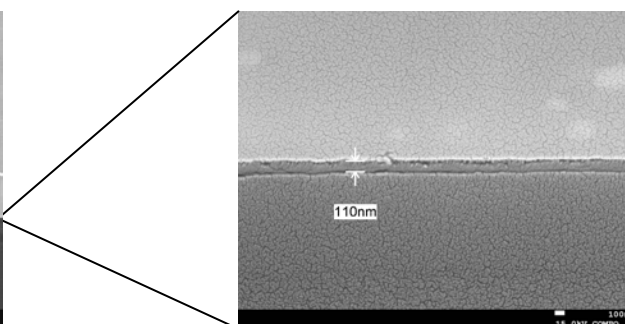
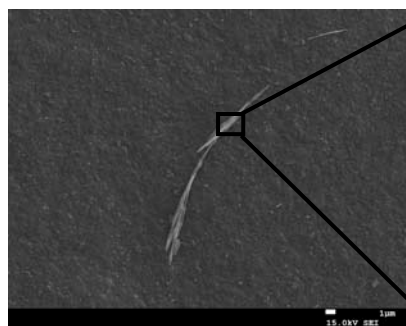


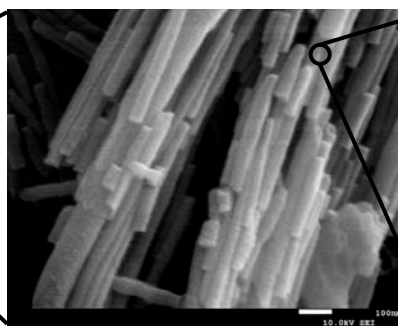
図 9 境界部拡大

##### [ 例 2. 繊維状物質 ]

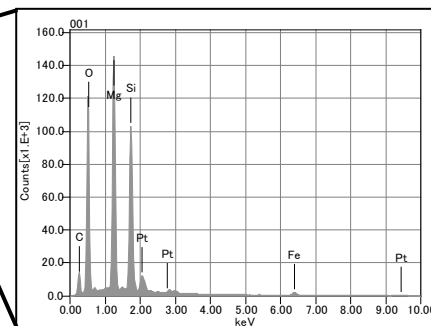
図 10①は FE-EPMA により二次電子像にて 3 千倍で撮影した繊維状物質です。さらに 10 万倍まで拡大した像が図 10②、EDS にて定性分析を行った結果が図 10③です。図 10②の形態から、この繊維状物質は石綿（アスベスト）の一種であるクリソタイルではないかと予想されました。さらに EDS による元素分析を行った結果、Mg（マグネシウム）と Si（ケイ素）の組成比から、クリソタイルであると判定しました。



① 繊維状物質



② 拡大した繊維状物質



③ EDS スペクトル

図 10 繊維状物質

EPMA で石綿を分析する場合は環境大気中から捕集してきた試料が多いのですが、セルロースエステルやポリカーボネートなど、熱に弱いメンブランフィルター上の非常に細い繊維を計測する必要があります。少ないプローブ電流により、短時間でスペクトルが得られる EDS と FE 電子銃の安定性により、フィルターダメージを最小限に抑えた分析を可能にしています。

**【例3. 基板端子部】**

2項でご紹介した平面イオンミリングを施した基板端子部（図4）を FE-EPMA により 2 万倍まで拡大し、WDS により面分析を行いました。また、結晶状物の定性分析を行いました（図11）。

ニッケルメッキとスズ鉛ハンダの境界に確認される結晶状物は、定性分析の結果、スズとニッケルが多量に検出されました。面分析の結果でも、結晶状物にスズ、ニッケル、一部に鉛の分布が認められます。これより、結晶状物はニッケルメッキから析出してきたと考えられます。面分析は、2 万倍という高倍率でも元素分布が明瞭に確認できます。

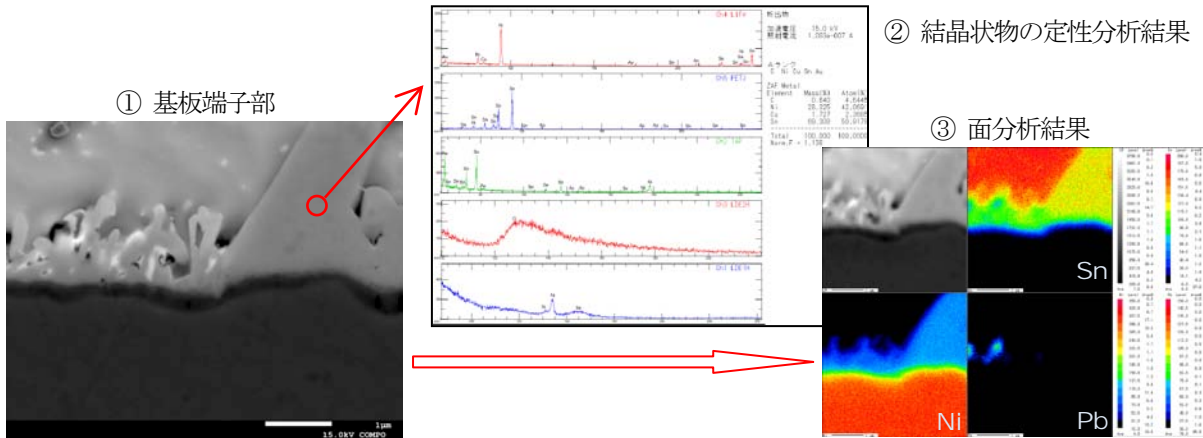


図 11 基板端子部

**5. おわりに**

おわりに、イオンミリング装置を用いた前処理と FE-EPMA を用いた観察・分析の有用性を図 12 に示します。今回導入した機器の高度な性能を引き出せるのは、使う人間があつてこそです。これらの機器の高い性能と当社が築いてきたノウハウや経験を最大限に活かし、お客様のニーズに応えるため試験・分析技術をさらに進化した高度なものにしていきます。

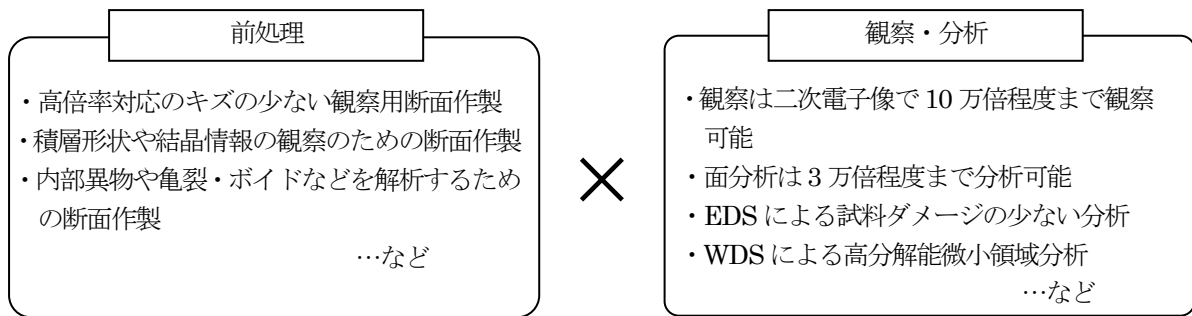
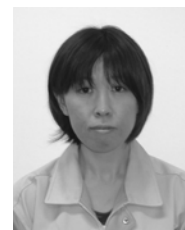


図 12 イオンミリング装置と FE-EPMA の有用性

**参考文献**

1. 日本表面科学会：“電子プローブ・マイクロアナライザー” (1999) 日本表面科学会
2. 日本電子株式会社 JXA-8530F カタログ
3. 株式会社日立ハイテクノロジーズ IM4000 カタログ



技術部 試験四課  
山田 麻紀



## かおりのある風景 ～愛知県半田市のかおり～

森山 佑規

### 1. はじめに

「かおり風景 100 選」をご存じですか？

2001 年、環境省は全国の良いなかおりとその源となる自然や文化を保全・創出する地域の取組みを支援する一環として、かおり環境の特に優れた 100 地点を「かおり風景 100 選」として選定しました。100 選は、花や樹木、潮風、温泉、みかん・カボス・りんご等の果物などの自然のかおりのほか、にかわ、墨、線香などの伝統工芸、茶、塩わかめづくりなど地方の特産などの様々なかおりが「かおり風景」に選定されています。

### 2. 愛知県半田市のかおり

気になる愛知県のかおり風景は「半田の酢と酒、蔵の町」が唯一選定されています。半田市は江戸時代から酒造りが盛んで、その製造過程から生じる大量の酒粕を利用して造る粕酢は江戸の握り寿司によく合うと人気があったそうです。現在でも酢と酒造りは盛んに行われており、特に酢工場付近を歩くとほのかに酸っぱいかおりが漂ってきます。そのかおりは黒板囲いの醸造蔵とその周辺の景観を構成する一つの重要な要素となっています。

「酢と酒」はおいしい料理に欠かせなく、酢はさわやかな酸味、うま味、コクをもたらし、食欲を増進してくれます。また、酒はコミュニケーションを円滑にしてくれますし、中にはストレス解消の相棒にされている方もいらっしゃいますね。

さて、当社は分析会社として環境汚染の予防・早期発見のお手伝いを業務のひとつとして担っています。通常の業務は不快な臭いを対象とする分析がほとんどですが、今回珍しく良いかおりすなわち半田市の「蔵の町」の景観に欠かせない「酢と酒」のかおりと半田市の環境大気を、理化学的に分析して比較します。酒は、半田市でよく造られ酢の原料にもなる清酒（日本酒）を取り上げます。

今回、使用する分析機器の一つは「加熱脱着ーガスクロマトグラフ質量分析計（TD-GC/MS）」です。これは、サンプルガスの導入量によりますが一般的なガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）の約 10,000 倍の検出感度を有します。本機器は、通常環境分析に使用されず、専ら工業製品の研究開発支援として活躍しお客様から多くのご依頼を頂いている分析手法に用います。当社は、これまでに本機器を使用した環境大気成分分析の機会があまりなく、今回が初めての試みとなります。果たしてどんな結果が出るのでしょうか。

### 3. かおりの試験方法

#### 3.1 試料

分析に用いた試料を表 1、表 2 及び図 1 に示します。

表 1 清酒・食酢試料（ヘッドスペースーガスクロマトグラフ質量分析法）

試料	原材料	特徴	
清酒	1) 純米大吟醸酒	米、米こうじ	精米歩合 40%、アルコール分 15 度
	2) 本醸造酒	米、米こうじ、醸造アルコール	精米歩合 65%、アルコール分 15 度
食酢	3) 米酢	米、アルコール	酸度 4.5%

表 2 環境大気試料（加熱脱着ーガスクロマトグラフ質量分析法）

試料	採取地点の周辺環境
4) 酒工場近傍	酒工場、樹木のある神社、木、通行自動車
5) 酢工場近傍	酢工場、工場脇の緑地、川、通行自動車



1) 純米大吟醸



2) 本醸造酒



3) 米酢



4) 酒工場近傍



5) 酢工場近傍

図 1 試料写真

### 3.2 分析方法

清酒（純米大吟醸酒、本醸造酒）・食酢（米酢）は、それぞれ10mLをバイアル瓶に密封し、ヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析法（HS-GC/MS）を用いて揮発性のある有機成分を分析しました。また、環境大気（酒工場近傍及び、酢工場近傍）はマイラーバッグに5L直接捕集しました。捕集した環境大気は吸着剤TENAXの充填されたガラス管（吸着管）に通気し有機成分を吸着濃縮した後、加熱脱着ーガスクロマトグラフ質量分析法（TD-GC/MS）を用いて分析しました。今回使用した測定器具及び装置の一部を図2に示します。

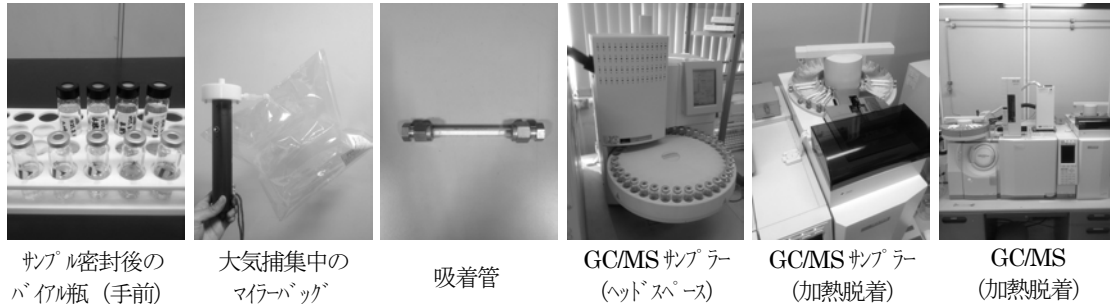


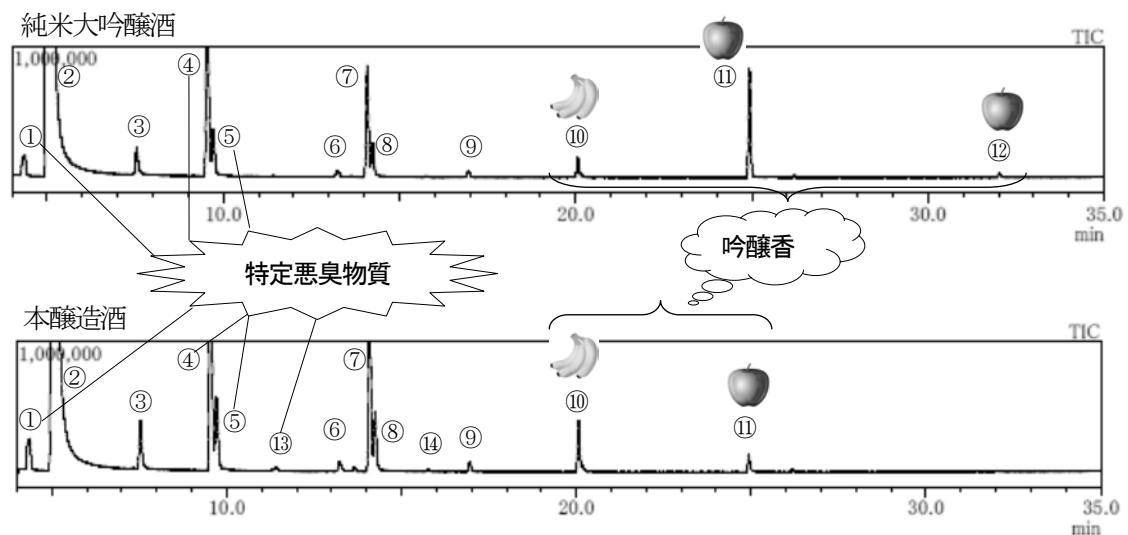
図2 測定器具及び装置写真

## 4. かおりの分析結果

### 4.1 清酒

純米大吟醸酒（精米歩合 40%、醸造アルコール無添加品）と本醸造酒（精米歩合 65%、醸造アルコール添加品）は香気成分として、共に酒の主成分であるエタノールのほか、*n*-プロパノール等のアルコールや酢酸エチル等のエステルが検出されました。これらの成分は主に酵母によるアルコール発酵中に生成され、組成バランスが酒それぞれの個性的なかおりに繋がると考えられます。中でも吟醸香は特徴的です。代表的な成分に酢酸イソアミル、カブロン酸エチル、カプリル酸エチルが含まれ、バナナやリンゴなどフルーティーな香りをもたらします。図3のクロマトグラムから、カブロン酸エチルは純米大吟醸酒に圧倒的に多く含まれています。一方、酢酸イソアミルは本醸造酒に多く含まれています。この図3に示す「特定悪臭物質」は、悪臭防止法に指定された物質です（表3の※6も参照下さい）。

単純に精米歩合を低く抑えれば吟醸香がより多く生産されるわけではなく、アルコール発酵に使用する酵母の種類や発酵条件も要因の一つと考えられます。また、本醸造酒に添加されている醸造アルコールが酵母や米に吸着しやすい吟醸香を溶かし出す効果があるため、本醸造酒は純米大吟醸酒より多くの酢酸イソアミルを含む可能性も考えられます。



- ①アセトアルデヒド、②エタノール、
- ③*n*-プロパノール、④酢酸エチル、
- ⑤イソブタノール、⑥ジエチルアセチル、
- ⑦イソアミルアルコール、⑧2-メチル-1-ブタノール、
- ⑨酪酸エチル、⑩酢酸イソアミル、
- ⑪カブロン酸エチル、⑫カプリル酸エチル、
- ⑬イソバレルアルデヒド、⑭酢酸イソブチル

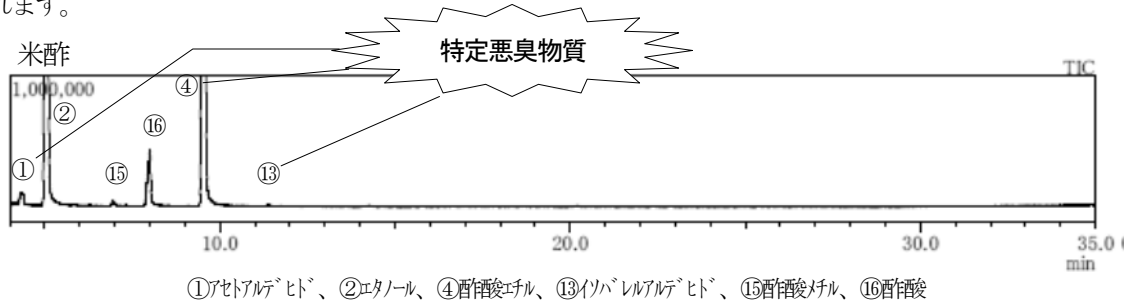
#### 「吟醸香」とは？

米を原料としている清酒が放つ花や果物の香りを一般的に「吟醸香」と呼び、酵母によって造り出されます。アルコール発酵中は麹による糖化がゆっくり進み、酵母は糖が不足している状態にあります。また、精米工程で大部分の糠を削り取るためタンパク質などの栄養成分が少なく、極低温で発酵させるため酵母に多くのストレスがかかります。そのため酵母の代謝に異変が起こり、果物香のもとであるエステル類を生み出し、「吟醸香」となります。

図3 清酒のHS-GC/MS トータルイオンクロマトグラム

## 4.2 食酢

図4より、食酢は酢っぱいかおりの主成分である酢酸のほか、エタノール、アセトアルデヒド、イソバレルアルデヒド、酢酸メチル、酢酸エチルが検出されました。これは酒を原料に酢酸発酵させたため清酒同様の成分が検出されたと考えられます。

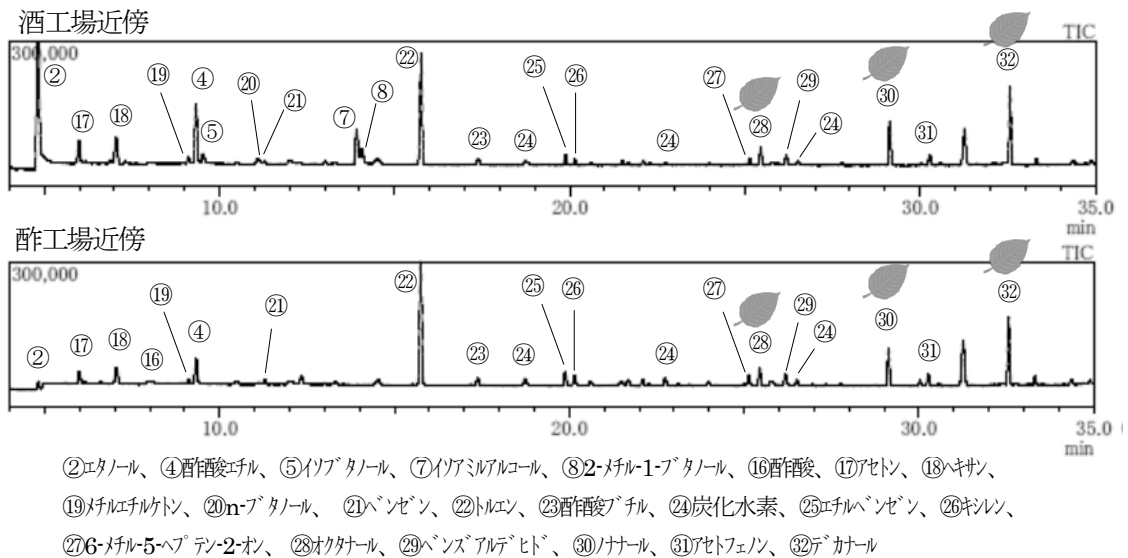


①アセトアルデヒド、②エタノール、④酢酸エチル、⑬イソバレルアルデヒド、⑮酢酸メチル、⑯酢酸

図4 食酢のHS-GC/MS トータルイオンクロマトグラム

## 4.3 環境大気

図5及び表3より、酒工場や酢工場周辺の環境大気から、酒や食酢由来のほか、植物由来あるいは自動車排ガスや周辺工場等由来と考えられる成分が確認されました。主に植物由来として、アルデヒドであるオクタナール、ノナナール及びデカナールの3成分、主に自動車排ガスや周辺工場等由来として、トルエン、エチルベンゼン及びキシレンなどの13成分が確認できました。環境大気を採取した酒工場と酢工場は直線距離で約300m離れており、それぞれ清酒や食酢由来と考えられる成分を除きほぼ同等な検出成分とピークパターンが得られました。この周辺地域の主要なかおりは、検知閾値を超えたオクタナール、ノナナールおよびデカナールの3成分となっていることが分かります。



②エタノール、④酢酸エチル、⑤イソブタナール、⑦イソamilアルコール、⑧2-メチル-1-ブタナール、⑯酢酸、⑰アセトン、⑱キシレン、⑲メチルシクロヘキサン、⑳n-ブタナール、㉑ベンゼン、㉒トルエン、㉓酢酸メチル、㉔炭化水素、㉕エチルベンゼン、㉖キシレン、㉗6-メチル-5-ヘプテン-2-オン、㉘オクタナール、㉙ヘンズアルデヒド、㉚ノナナール、㉛アセトフェノン、㉜デカナール

図5 環境大気のTD-GC/MS トータルイオンクロマトグラム

## 5. おわりに

子供の頃、細いストローの先端に透明なガムのようなものをつけて膨らませて遊んだ経験はありますか？あの風船玉(図6)の臭いが特定悪臭物質である酢酸エチルです。この臭いは好き嫌いがあるでしょうが、決して食欲をそそるかおりではありませんね。しかし、清酒や食酢の香りに特定悪臭物質が含まれているからといって、そのかおりを不快に感じる人はあまりいないと思います。なぜなら多くのかおりは単一成分でなく複数の成分から構成されており、悪臭物質のみの場合不快な臭いでも他の香気成分にマスキングされたり、「悪臭物質+他の香気成分」により新たな質のかおりを生み出すことがあるからです。

ところで、半田市の環境大気を採取する際、酒工場や酢工場周辺のかおりは、その場の雰囲気によく合って心地よく感じました。しかし、その大気を持ち帰って嗅いでみると、決して良いかおりでなく何だか変な臭いを感じたことが印象的でした。このかおりは、半田市の「酢と酒」の歴史背景や名産品としての知名度、醸造蔵を中心とした町の景観があってこそで、これらが一つになり初めて『半田市のかおり風景』として成り立つと思いました。

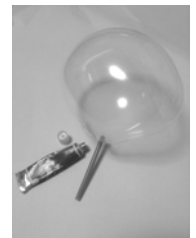


図6 風船玉



表3 環境大気中の検出物質と検知閾値との比較

検出物質	濃度 <sup>※1</sup> v/v ppm	清酒 該当成分		濃度 <sup>※1</sup> v/v ppm	食酢 該当成分	検知 閾値 <sup>※5</sup> v/v ppm	特定 悪臭 物質 <sup>※6</sup>	備考
	酒工場 近傍	吟酒 <sup>※2</sup>	醸酒 <sup>※3</sup>	酢工場 近傍	米酢 <sup>※4</sup>			
エタノール	0.017	○	○	0.0002	○	0.52	—	主に酒工場および酢工場由来と考えられる。
酢酸エチル	0.0013	○	○	0.0006	○	0.87	○	
イソブタノール	0.0002	○	○	—	—	0.011	○	
イソamilアルコール	0.0009	○	○	—	—	0.0017	—	
2-メチル-1-ブタノール	0.0005	○	○	—	—	—	—	
酢酸	—	—	—	0.0002	○	0.006	—	主に植物由来と考えられる。
オクタノール	0.0004	—	—	0.0004	—	0.00001	—	
ノナノール	0.0009	—	—	0.0007	—	0.00034	—	
デカノール	0.0015	—	—	0.0013	—	0.0004	—	
アセトン	0.0005	—	—	0.0003	—	42	—	主に自動車排気ガス、周辺工場等由来と考えられる。
ヘキサン	0.0007	—	—	0.0004	—	1.5	—	
メチルエチルケトン	0.0001	—	—	0.0001	—	0.44	—	
n-ブタノール	0.0001	—	—	—	—	0.038	—	
ベンゼン	<0.0001	—	—	<0.0001	—	2.7	—	
トルエン	0.0025	—	—	0.0028	—	0.33	○	
酢酸ブチル	0.0002	—	—	0.0002	—	0.016	—	
炭化水素	0.0003	—	—	0.0005	—	—	—	
エチルベンゼン	0.0002	—	—	0.0003	—	0.17	—	
キシレン	0.0001	—	—	0.0002	—	0.058~0.38	○	
6-メチル-5-ヘプテノ-2-オン	0.0002	—	—	0.0002	—	—	—	
ヘンズアルデヒド	0.0002	—	—	0.0003	—	0.05	—	
アセトフェノン	0.0002	—	—	0.0003	—	—	—	

・・・検知閾値を超過した物質

※1：トルエン換算値。

※2：純米大吟醸酒のこと。その他の検出物質として、n-プロパノール、アセトアルデヒド、酢酸エチル、酢酸イソamil、カプロン酸エチル、カプリル酸エチル、ジエチルセチルがある。

※3：本醸造酒のこと。その他の検出物質として、n-プロパノール、アセトアルデヒド、イソamilアルデヒド、酢酸イソamil、酢酸エチル、酢酸イソamil、カプロン酸エチル、ジエチルセチルがある。

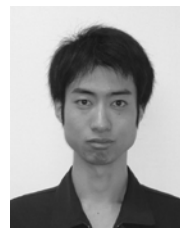
※4：その他の検出物質として、アセトアルデヒド、イソamilアルデヒド、酢酸エチルがある。

※5：嗅覚が何らかの臭気を検知できる最小濃度。

※6：悪臭防止法の第2条で「不快な臭いの原因となり、生活環境を損なうおそれのある物質」として指定される物質。

## 参考文献

1. 吉澤淑：“酒の科学”（1995）朝倉書店
2. 飴山實、大塚滋：“酢の科学”（1990）朝倉書店
3. 日本福祉大学知多半島総合研究所、博物館「酢の里」：  
“酢・酒と日本の食文化”（1998）中央公論社
4. 木村克己：“日本酒の教科書”（2010）新星出版社
5. 酒文化研究所：“うまい酒を科学する事典”（2010）ナツメ社
6. （独）酒類総合研究所：“お酒のはなし 清酒Ⅲ”  
酒類総合研究所情報誌（平成22年2月1日 第15号）
7. 小川理恵ら：“県産清酒の品質調査～平成16年度奈良県清酒品評会出品酒  
（市販酒）の品質～”奈良県工業技術センター 研究報告 No.31 2005
8. 梅本雅之ら：“加熱脱着 GC/MS による緊急時における環境汚染物質のナノレベル多成分同時分析の検討”  
山口県環境保健センター所報第51号（20年度）
9. 環境省：<http://www.env.go.jp>
10. きた産業㈱ Tips for BFD 清酒のにおい・かおりとその由来（その1）：  
[http://www.kitasangyo.com/e-Academy/b\\_tips/back\\_number/BFD\\_26.pdf](http://www.kitasangyo.com/e-Academy/b_tips/back_number/BFD_26.pdf)

技術部 試験一課  
森山 佑規

# お悩み ユニケミー事例簿

当社は社名の由来である「ユニーク&ユニバーサルなケミストリー」をモットーとする分析会社として、お客様から日々寄せられる種々様々な悩みに対して、独自の発想と技術により問題解決の提案に取り組み続けています。本コーナーでは実際にあったご相談や調査事例を紹介いたします。今後、当社をご利用いただく際の参考として気楽にお読み下されば幸いです。

## お悩み No. 11 **これも環境破壊による影響！！**

豪雨の時、製造業のお客様で工場の周囲（敷地内）にある側溝水が約 pH10 に上昇する事態が発生しました。その原因調査のご依頼を受け工場内部からの漏れを確認しましたが該当する物質は認められませんでした。

側溝水の蒸発残留物を EPMA で分析した結果、Ca を主成分として、S, O, K, Na 等が検出されました。工場周囲の植え込みは、酸性雨の影響により土壌が酸性化しているため、土壌改良を行っている例が多く見られます。そこで、植え込み土壌の溶出液を分析すると約 pH10。さらに蒸発残留物を同様に EPMA で分析しました。その結果、側溝水と同じ元素が検出され、植え込みの土壌改良剤が原因と判明しました。

破壊された環境を改善するつもりが、行き過ぎて逆に悪影響が出てしまった事例です。

“お悩みごと” お気軽に当社営業部まで、ご相談ください。

株式会社ユニケミー営業部 TEL : 052-682-5619 FAX : 052-679-6281 E-mail : eigyobu@unichemy.co.jp