

におい分析～機器分析と官能評価～

研究開発本部 分析解析室 廣瀬 亜矢子

1. はじめに

においとは、ヒトの五感のひとつである嗅覚を刺激するものである。ヒトの感じ方によって、匂い・香り（好ましいにおい）や臭い（不快なにおい）などの表現があるが、それらの総称として‘におい’と呼んでいる。

においは、近年さまざまな分野で関心が高まっており、当社で扱う製品においても、着目されることがある。香りが商品のイメージを左右する食品や飲料業界の製造工程で使用されるシール材やパッキンににおいが着くこと（着香）があってはならない。また、製品の製造現場で発生するにおいは、職場環境に影響する。これらの問題を解決するには、原因物質を特定すること（におい分析）が重要となる。

本稿では、当社で活用しているにおい分析について、官能と機器分析の両面から述べたいと思う。

ヒトが感じるにおいの強さは、化合物や個人に対してさまざまである。機器分析を行った結果、分析データ上ではわずかにしか検出されない成分がにおいへの寄与が大きい、あるいは分析データで顕著でもにおいへの寄与が小さいなど、機器分析データと官能情報が一致しない場合は多々ある。そのため、機器分析データのみからにおい成分を特定することは難しく、官能情報との結び付けを工夫する必要がある。また、においの原因成分は極微量であることも多く、測定者は、機器分析データ上では極わずかにしか検出されない成分を見落とさずに特定していく作業が求められる。

以下に、ヒトの感覚を利用したにおい嗅ぎシステムを活用し、‘官能情報’と‘機器分析データ’を関連づけたにおい分析の概要と分析例を報告する。

2. におい分析の概要

においを感じるには、におい成分が空気中を漂ってきて鼻腔内に取り込まれ、嗅覚器官を刺激することである（図1）¹⁾。におい成分は、主に嗅覚刺激をもつ揮発性有機化合物である。以下に、におい成分の機器分析法、官能評価法、におい分析時のポイントについて述べる。

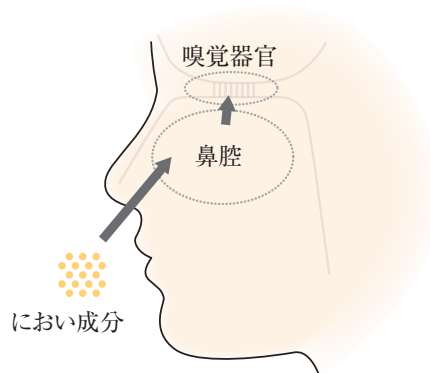


図1 ヒトの嗅覚系模式図

2.1 におい成分の機器分析法

におい成分の機器分析法は、揮発性有機化合物の分析法を用いる。

測定装置は、種々の有機化合物の定性および定量が可能なGC/MS（ガスクロマトグラフ質量分析計）が有効である。分析する際は、対象の成分

をGC/MSに注入する前処理が必要となるが、におい成分は極微量であることも多いため、におい分析における前処理はGC/MSへの導入だけでなく、成分を濃縮する工程もポイントとなる。濃縮導入できる前処理方法として、におい分析に用いられる代表的なもののひとつである、パージアンドトラップ法（P&T法）を用いた。パージアンドトラップ法は、ほぼ全量の揮発性化合物を導入できるため高感度測定が可能、広範囲な沸点の化合物をGC/MSに導入可能、といった特長があり、発生ガス分析に多用されている前処理法である。

2.2 におい成分の官能評価法

機器分析で得られた化合物の情報（定性・定量）と官能情報を関連づけるため、当社では、におい嗅ぎシステムを用いた官能評価を導入した。

図2ににおい嗅ぎシステムの概要を示す。

におい嗅ぎシステムはGC/MSに連結しており、GC/MS測定の検出と同時に官能評価を行う手法

である。図2に示すように、GC内にあるスプリット機構により、分離した成分は、MS（検出器）とにおい嗅ぎポートに分岐される。測定者はポートで各成分のにおいを嗅ぎ、においを感じた直後に音声とスイッチにより官能評価結果（においの質・強度）をGC/MSクロマトグラム上に記録する。GC/MSで検出された多くの成分の中から、におい嗅ぎシステムでにおいを検知したピークに絞ってGC/MSクロマトグラムを解析することで、におい成分の特定が可能となる。

におい嗅ぎシステムは、官能評価結果が得られるという大きな利点がある一方、嗅覚の応答には個人差があるため、評価結果がばらつくという課題もある。におい分析結果をより確かなものにするには、官能評価結果が一定となる訓練を積んでおくことが必要となる。評価結果のひとつであるにおいの質については、市販の臭質キットなどを用いて特徴的なにおい成分を体験し覚えることで、においの質の識別を統一していく（図3）。に

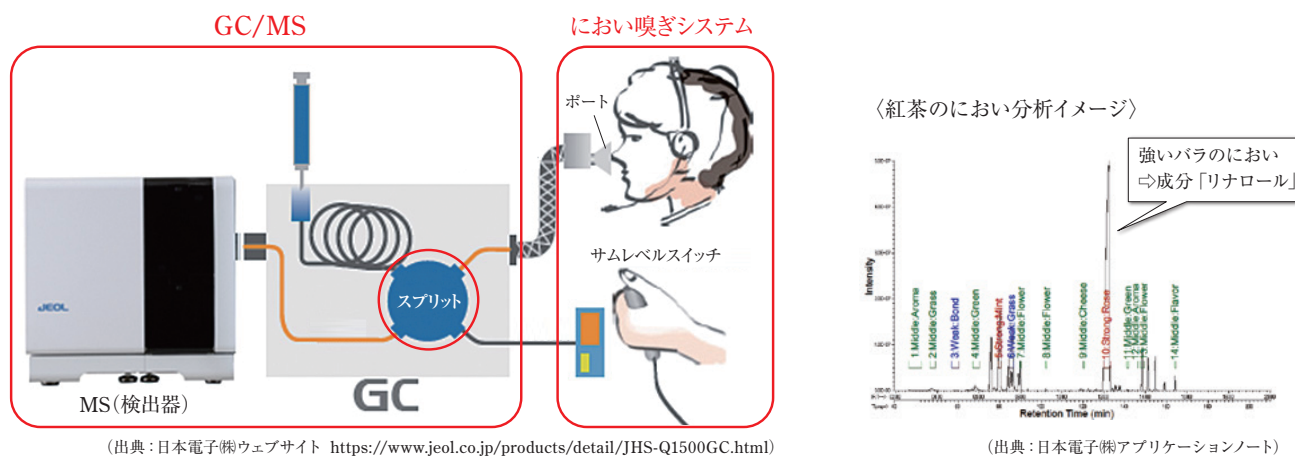


図2 におい分析の概略図と結果イメージ



物質名	嗅覚閾値レベル	臭質の特徴
ジメチルスルフィド(二硫化ジメチル、二硫化メチル)	数～数十ppb	腐敗臭 キャベツの腐ったにおい ニンニクの様なにおい
ナフタレン	数～数十ppb	防虫剤臭

「オフフレーバーキット各物質の解説の一部」

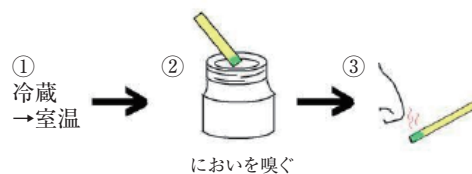


図3 オフフレーバーキットを用いたにおいの質のトレーニング例

(出典：一般社団法人オフフレーバー研究会 技術資料 http://www.fofsg.jp/?page_id=306)

おいの強度については、市販のカビ臭混合試料などを用いる。混合試料から調製した濃度の異なるサンプル、すなわちにおいの強度の異なるサンプルを用意し学習することで、各測定者のにおい成分への感度を合わせる。

2.3 におい成分の解析について

ヒトの鼻の感度は非常に高いため、におい嗅ぎシステムで明瞭ににおい成分を検知したにもかかわらず、GC/MSクロマトグラム上ではピークとして検出されず、他の夾雑成分に重なってしまい、GC/MSデータの解析が非常に困難になってしまいうことがある。

におい物質は数十万種類と膨大にあるが、そのうち極微量でも強いにおいを発する成分は数十種といわれている。ゆえに、主だったにおい物質のGC/MSデータをあらかじめ取得し、においの質・成分・GC/MSクロマトグラム保持時間の情報を整理しておけば、におい嗅ぎシステムで検知したにおいの質と保持時間との照合からにおい成分の推測が可能となり、GC/MSデータ解析の効率化をはかれる。

表1に当社で作成しているにおい成分データベースを抜粋して示す。極微量のにおい成分を解析す

る際は、このようなデータベースが有用となる。

2.4 分析前の情報収集

上記の分析に加えて、重要となるのは、分析依頼者が特定したいにおいの官能情報を整理し、分析対象となるにおいを明確にしておくことである。


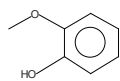
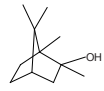
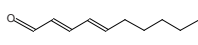

測定者は、分析依頼者から聞き取ったにおいの質（甘いにおい、消毒臭、腐敗臭など）やにおいの感じ方（加熱すると感じる、など）などの情報をもとに、官能評価や機器分析条件の設定（試料加熱条件の設定など）を行い、対象となるにおい成分を特定していく。そのため、分析前の情報収集が重要となる。

3. 果汁系飲料の着香成分分析

におい嗅ぎGC/MSを用いた、果汁系飲料の着香成分（ゴム片に吸着したにおい成分）の分析事例を報告する。

果汁系飲料などの製造ラインでは、パッキンやガスケットなどのゴム材料が使用されている。ゴム材料はにおい成分の吸着（着香）が起りやすいが、製造ラインは、複数の飲料の製造で共有しているため、製造する飲料の種類を切り替えた際

表1 におい成分のデータベース（抜粋）

No.	GC/MS 保持時間 (min)	においの質	におい成分		
			成分名	CAS番号	構造式
1	01:24	腐敗臭, 魚の腐敗臭	トリメチルアミン	75-50-3	
2	12:34	薬品臭, 胃腸用丸薬のにおい, 歯科用薬のにおい	グアヤコール	90-05-1	
3	14:36	かび臭, 墨汁臭	2-メチルイソボルネオール	2371-42-8	
4	16:32	油の酸化臭, 使い古した天ぷら油臭	2,4-デカジエナール	25152-84-5	
5	16:48	かび臭	2,4,6-トリクロロアニソール	87-40-1	

に次の飲料へのにおい移りを抑えることが課題となっている。

3.1 試料の作製

果汁系飲料は市販のオレンジ系と桃系を、ゴムは汎用合成ゴムであるエチレンプロピレンゴム (EPDM) を用いた。各飲料に80℃×20時間浸漬したゴム片を分析試料とした。

3.2 官能情報

分析を実施する前に、作製した試料のにおいを確認した。

試料は、それぞれの飲料が有する特徴的なにおいを発しており、オレンジ系浸漬試料は柑橘系のにおいを、桃系浸漬試料は桃の甘い芳香を感じた。さらに試料を40℃、60℃、80℃に加熱した際のおいも確認した。温度が上がるにつれ、においが強くなり、80℃加熱時に飲料由来のにおいをもっとも強く感じた。

3.3 分析条件

今回実施した分析条件を以下に示す。官能情報をもとに試料加熱条件を設定した。

〈分析条件〉

・測定装置

：日本電子製 AROMAVOICE システム
(におい嗅ぎシステム)

日本分析工業製 JTD-505 III (P&T)

日本電子製 JMS-Q1050GC (GC/MS)

・試料加熱温度：80℃×15分

・GCカラム：Ultra Alloy-1 (0.25mm×30m)

3.4 分析結果

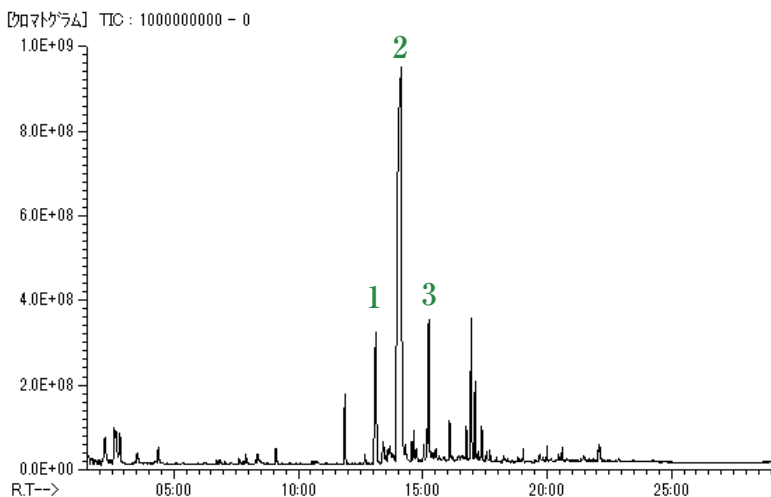
におい嗅ぎシステムで検知されたピークについて、GC/MSクロマトグラムの解析を行い、各飲料の着香成分を特定した。

3.4.1 オレンジ系飲料の着香成分

分析結果を図4に示す。

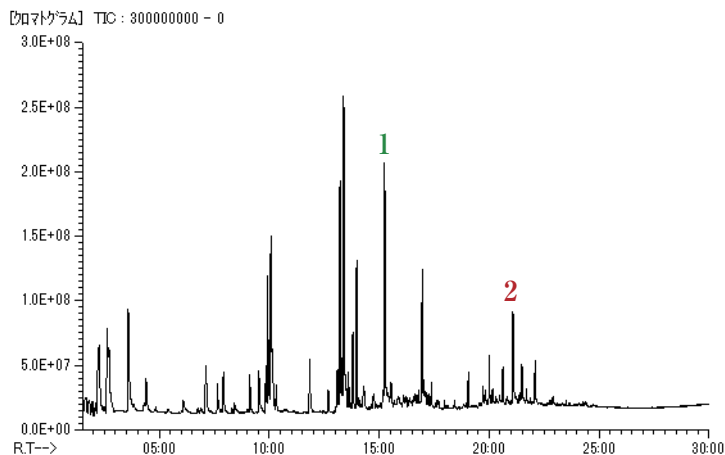
- ・オレンジのにおい成分として広く知られているリモネン (モノテルペン, 炭素数10の化合物) をにおい嗅ぎシステムで柑橘系のにおいとして検知した。同成分はGC/MSクロマトグラムでも顕著に検出された。
- ・柑橘系のにおいとして、ミルセン (モノテルペン), リナロール (モノテルペンアルコール) も検知した。GC/MSクロマトグラムのピーク強度は中程度であるが、においの強さはリモネンと同等であった。

GC/MSクロマトグラムではオレンジ系飲料由来の他のモノテルペン類も検出されている。におい嗅ぎシステムが無い場合、多くの構造異性体の中からにおい成分を絞り込むことは容易ではない。



No.	におい検知ピーク	官能評価		検出成分	
	保持時間 (min)	強度	質	成分名	構造式
1	13:04	中	柑橘系	ミルセン	<chem>CC(C)=CC=C</chem>
2	14:01	中	柑橘系	リモネン	<chem>CC1=CC(C)=CC=C1</chem>
3	15:13	中	柑橘系	リナロール	<chem>CC(C)=CC(C)C=C</chem>

図4 オレンジ系飲料の着香成分分析結果



No.	におい検知ピーク	官能評価		検出成分	
	保持時間 (min)	強度	質	成分名	構造式
1	15:13	中	柑橘系	リナロール	<chem>CC(=C)C/C=C\C/C=C\C</chem>
2	21:05	強	桃	γ-ウンデカラクトン	<chem>CCCCCCCCC1OCC1=O</chem>

図5 桃系飲料の着香成分分析結果

対象のにおい成分を同定するには、におい嗅ぎシステムが有用であることが示された。

3.4.2 桃系飲料の着香成分

分析結果を図5に示す。

- ・ γ-ウンデカラク톤を桃のにおいとして強く検知した。GC/MSクロマトグラム上のピーク強度は他成分と同程度であるが、においは強く発していた。
- ・ その他に、柑橘系のにおいであるリナロールを検知した。

多数のGC/MS検出成分のうち、におい嗅ぎシステムを活用することで、γ-ウンデカラク톤が桃系飲料に特徴的な桃のにおいに寄与すること、また、そのにおいが強いことが明らかとなった。

4. おわりに

機器分析と官能評価を関連づけたにおい分析の概要と分析例を中心に紹介した。当社では、低着香性（におい成分が付着しづらい）を特長にも

つ飲料製造工場ライン用ガスケットTOMBO™ No.9014「サニクリーン® ガスケット」²⁾ など、においに対応する製品も展開している。

今後も製品に関連する分析法の導入を進め、各位にご満足いただける分析結果を提供していく所存である。

参考文献

- 1) においを“見える化”する分析・評価技術, 株式会社R&D支援センター, p.16 (2019).
- 2) TOMBO™ No.9014「サニクリーン® ガスケット」, ニチアス技術時報, No.381 (2018).

- *「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。
- *「サニクリーン」はニチアス(株)の登録商標です。
- *本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。

筆者紹介



廣瀬 亜矢子

研究開発本部 分析解析室
ガス分析と微量金属分析に従事



速攻解決!
ガスケット
専門ポータル
サイトが更に
使いやすく!

Renewal
リニューアル!

検索が断然カンタン!

「ガスケットNAVI」機能
ガスケット交換時に必要な製品検索・選定、他社製品との比較、ガスケットの使い分けなどの情報を提供する「ナビ」をはじめ、「エンジニアリングツール」「各種技術資料閲覧」の各機能を搭載しています。

ガスケット初心者からベテランまで!カンタン検索!比較検討がしやすい次世代検索エンジン搭載!

- ガスケットで困ったらまず**製品情報【検索】**
- 最新情報が届く**プッシュ情報機能!**
- 入力間違いなしの**プルダウン式メニュー!**
- 性能比較を強化!**革新的検索機能搭載!



- 使用条件から調べる**
流体の種類・温度・圧力を入力するだけでおススメのガスケットを検索・選定することができます
- 他社品から調べる**
他社メーカーの製品番号を入力するとニチアスの相当品を検索することができます
- 産業分野から調べる**
業界別にニチアス推奨品を検索することができます
- 製品番号を調べる**
使用可能温度・圧力や標準寸法などの製品情報を閲覧できます



- 技術資料**
カタログや取扱説明書、ニチアス技術手帳の資料をPDFでダウンロードできます
- ガスケット 寸法検索**
寸法や単位で検索でき、目的の製品へスムーズにたどり着けます
- FAQ**
ガスケット・パッキンの知恵袋としたい・・・との思いから、よくあるご質問をまとめました

●**締付力計算**
最小締付トルク、許容締付トルク、ボルトにかかる応力が簡単に計算できます
JIS、JPI規格寸法品は圧カクラス、呼び径を選択すれば計算できるので、具体的な寸法が分からなくても大丈夫です

●**単位換算**
長さや重さ、面積、トルク、漏洩量などの単位を他の単位に換算します

●**メタルOシールの寸法設定**
リング外径から推奨溝寸法を計算できます

●**テクニカルデータ**
会員登録を頂くことで、圧縮復元特性データなどを閲覧できます

最新のプッシュ情報をご紹介します

お問い合わせ	English
FAQ	お知らせ
利用規約	利用環境

スマートフォン・タブレットアプリ版「ガスケット NAVI」もご利用いただけます。

ダウンロードは [こちら](#)

iPhoneをご利用の方 [Download on the App Store](#)

Androidをご利用の方 [GET IT ON Google Play](#)

ガスケット NAVI

無料!

※「ガスケットNAVI」はニチアス(株)の商標です。 ※記載された内容は予告なく変更することがあります。