



## 食品の二次機能分析について ～味・外観・硬さ・においの測定～

### はじめに

「おいしい」という感覚はかなり複雑で、味やにおいだけでなく、食べ物の色や形、喫食時の食感や音などさまざまな要素が複雑に影響しており、食べる人の体調や食べる時の環境、食文化などにも左右されます<sup>1)</sup>。

食品機能論では、食品のもつ機能を、栄養素としての一次機能、嗜好性としての二次機能、生体内調節を行う三次機能に分類<sup>2)</sup>していますが、JFRLでは、おいしさ、すなわち嗜好性(二次機能)の主な構成要素である味・外観・硬さ・においをそれぞれ分析機器により評価する試験を受託しています(JFRLではこれらの分析を二次機能分析と称しています)。

二次機能分析は、嗜好性を構成するこれらの要素を客観的なデータに置き換えることができます。二次機能分析の代表的な活用シーンとしては、①商品の差別化・特徴付け、②肉・果物等の熟成・熟度の評価、③消費(賞味)期限設定における官能評価の裏付け、④食品の保存等による劣化の評価などが考えられます。

このように様々な用途に活用できる二次機能分析について、今回は測定方法や測定事例を紹介します。

### 二次機能分析の測定方法

JFRLでは、二次機能分析として4つのカテゴリについてそれぞれの機器(味：味覚センサー、外観：ビジュアルアナライザー、硬さ：クリープメータ、におい：GC-MS)を用いて測定しています。それぞれの二次機能分析の特徴とJFRLが使用している分析機器を表-1に示しました(機器の写真はメーカーより提供)。二次機能分析では、比較試験として2つ以上の測定結果を比較します。例えば次項に記載の活用シーン①差別化・特徴付けでは2種類以上の商品の測定結果を、活用シーン②熟成・熟度、活用シーン③食品期限設定、活用シーン④劣化の評価では、測定ポイント2箇所以上の測定結果を比較します。

表-1 二次機能分析に用いる機器の特徴

味：味覚センサー	
<p>食品の「味」を比較評価する。酸味、苦味、渋味、旨味、塩味、甘味の測定が可能。</p> <p>食品の味を人間の舌で感じるように客観的に評価できる。</p> <p>インテリジェントセンサーテクノロジー製 TS-5000Z</p> <p>【測定例】野菜類，果実類，飲料，酒類，調味料など</p>	
外観：ビジュアルアナライザー	
<p>食品などの複雑かつ不均一なサンプル表面の色や形、大きさを数値化する。</p> <p>アルファ・モス・ジャパン製 IRIS VA400</p> <p>【測定例】野菜類，果実類，パンの焼き色など</p>	
硬さ：クリープメータ	
<p>食品の食感を力に置き換えて数値化する。一定速度で食品を圧縮することにより、食品が破断したときの硬さなどを求めることが可能。</p> <p>山電製 RE2-33005C</p> <p>【測定例】錠剤，ゼリー，介護食品など</p>	
におい：GC-MS	
<p>固相マイクロ抽出(SPME)を用いたガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)法と多変量解析ソフトを用いた解析により、においの変化に影響を与えた物質を検索する。</p> <p>GERSTEL 製 MPS2 多機能オートサンプラ+ Agilent Technologies, Inc. 製 7890A GC/5975C TAD MSD</p> <p>【測定例】油菓子，パンなど</p>	

## 分析事例

### 1 味覚センサーを用いた味の分析

リンゴの種類による味の違いを評価した測定例です(活用シーン①差別化・特徴付け)。

リンゴは品種によって食感や甘味、酸味などの特徴が異なります。図-1に測定したリンゴの甘味と酸味の二次元散布図を示しました。品種による甘味、酸味の強弱を可視化することができました。図-2にレーダーチャートを用いて、サンフジの味を測定した5種類のリンゴの平均値と比較した例を示しました。甘味、酸味、旨味、塩味において味の差があり、図-1に示すよう、甘味が強く酸味が弱い品種であると特徴づけることができました。

リンゴなどの青果物の場合には、味覚センサーの塩味は味の厚みに表現を置き換えて、評価を行うことがあります。

なお、図-1及び図-2は、JFRLにおける測定例であり、一般的な品種の特徴を示すものではありません。

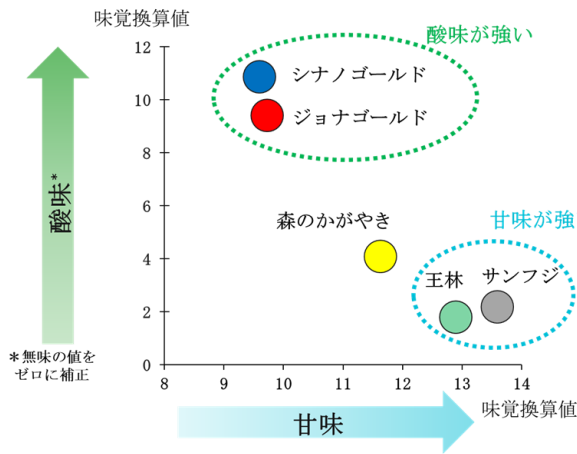


図-1 リンゴの二次元散布図

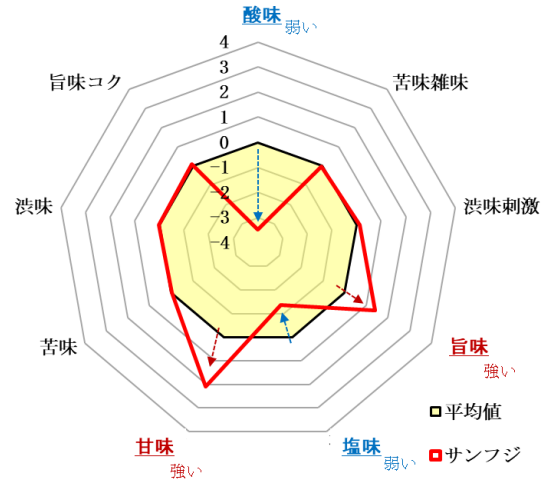


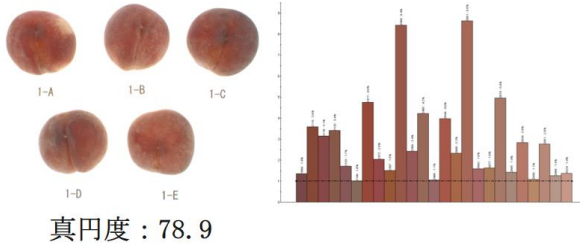
図-2 リンゴのレーダーチャート

## 2 ビジュアルアナライザーを用いた外観分析

等級の異なる桃の測定例を図-3 に示しました(活用シーン①差別化・特徴付け)。

桃の真円度とカラーパターンを図-3 に示しました。カラーパターンは、外観を構成する色要素の存在割合を示した棒グラフです。規格外に比べてエクセレントの桃は赤の割合が多く円に近い(真円度が大きい)ことがわかります。

### 等級(エクセレント)



### 等級(規格外)

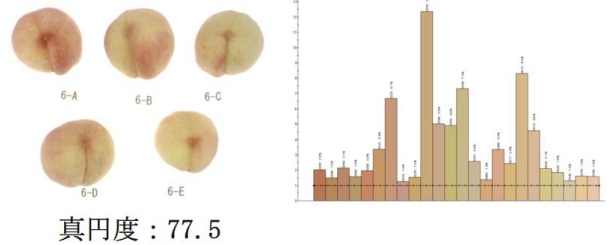


図-3 等級の異なる桃の色・形の比較

室温で5日間保存したバナナのカラーパターンの測定例を図-4 に示しました(活用シーン②熟成・熟度)。保存中の経時的な色の変化をモニタリングすることで、熟度の進行を数値化することができました。

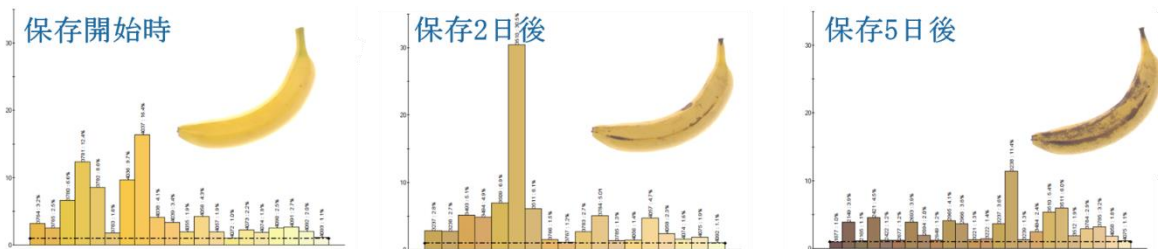


図-4 保存によるバナナの色の变化

### 3 クリープメータを用いた硬さの分析

室温で、15日間保存した食パンの測定例を示しました(活用シーン③食品期限設定)。

保存による硬さと水分の変化を図-5に示し、並行して行なった官能評価の結果を表-2に示しました。官能評価では、3日後と7日後に差が見られず、「ぱさついている。ふんわり感が弱い」という結果でしたが、クリープメータを用いた硬さの分析では、保存開始時から15日後までで、経時的に最大荷重の数値が大きくなり、また、水分値においても減少がみられ、食パンが硬くなったことがわかります。

なお、加工食品の消費(賞味)期限設定は、食品表示法により、科学的・合理的な根拠をもって適正に設定することが要求されています<sup>3)</sup>。

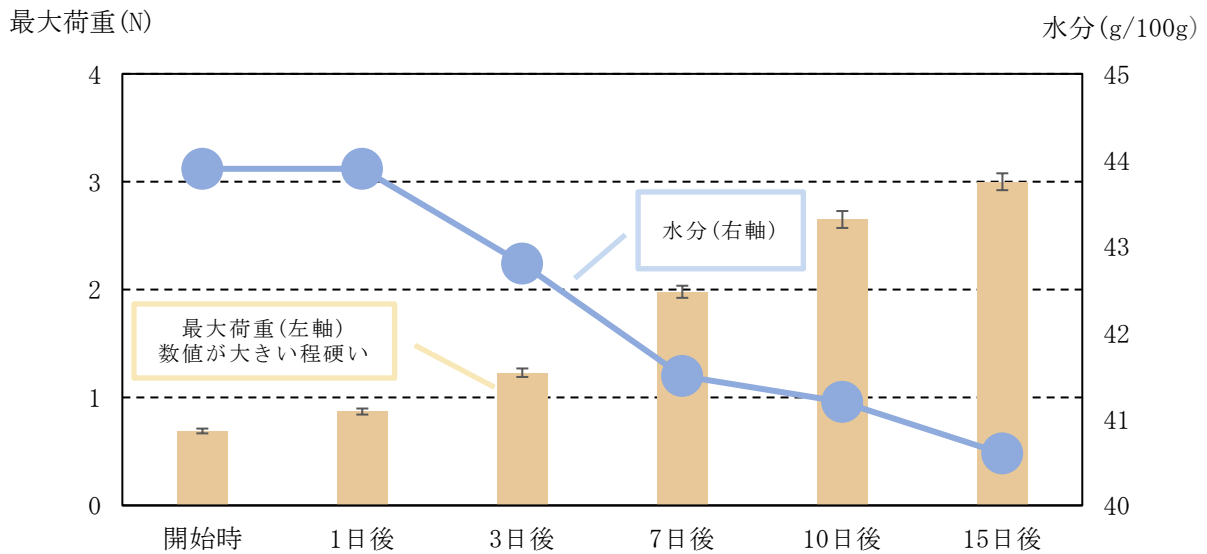


図-5 室温保存した食パンの硬さ及び水分の結果

表-2 室温保存した食パンの官能評価の結果

検査項目	保存日数	
	3日後	7日後
食感	ぱさついている。 ふんわり感が弱い。	ぱさついている。 ふんわり感が弱い。

#### 4 GC-MS で測定したにおい成分の多変量解析を用いた分析

25℃で111日間保存したかりんとうの測定例を示しました(活用シーン④劣化の評価)。

SPME法(固相マイクロ抽出法)により揮発性を有する成分を捕集し、これをGC-MSで測定しました。得られた全イオンカレントクロマトグラム中の各ピークについて、多変量解析(主成分分析)により経時的に変化しているピークを抽出、得られた物質リスト中から、においに関与する成分を検索しました。

その結果、脂質の酸化により生じることが知られているアルデヒド類、アルコール類、脂肪酸類の経時的な増加が確認されました(図-6, 7及び表-3)。これらの成分変化が、油の酸化臭の増加に寄与していると考えられました。

表-4に示した官能評価の油の酸化臭の結果は、30日後に「やや感じる」、82日後に「かなり感じる」、111日後に「非常に感じる」となり、油の酸化臭に関与するヘキサナールなどの増加との関連がみられました。

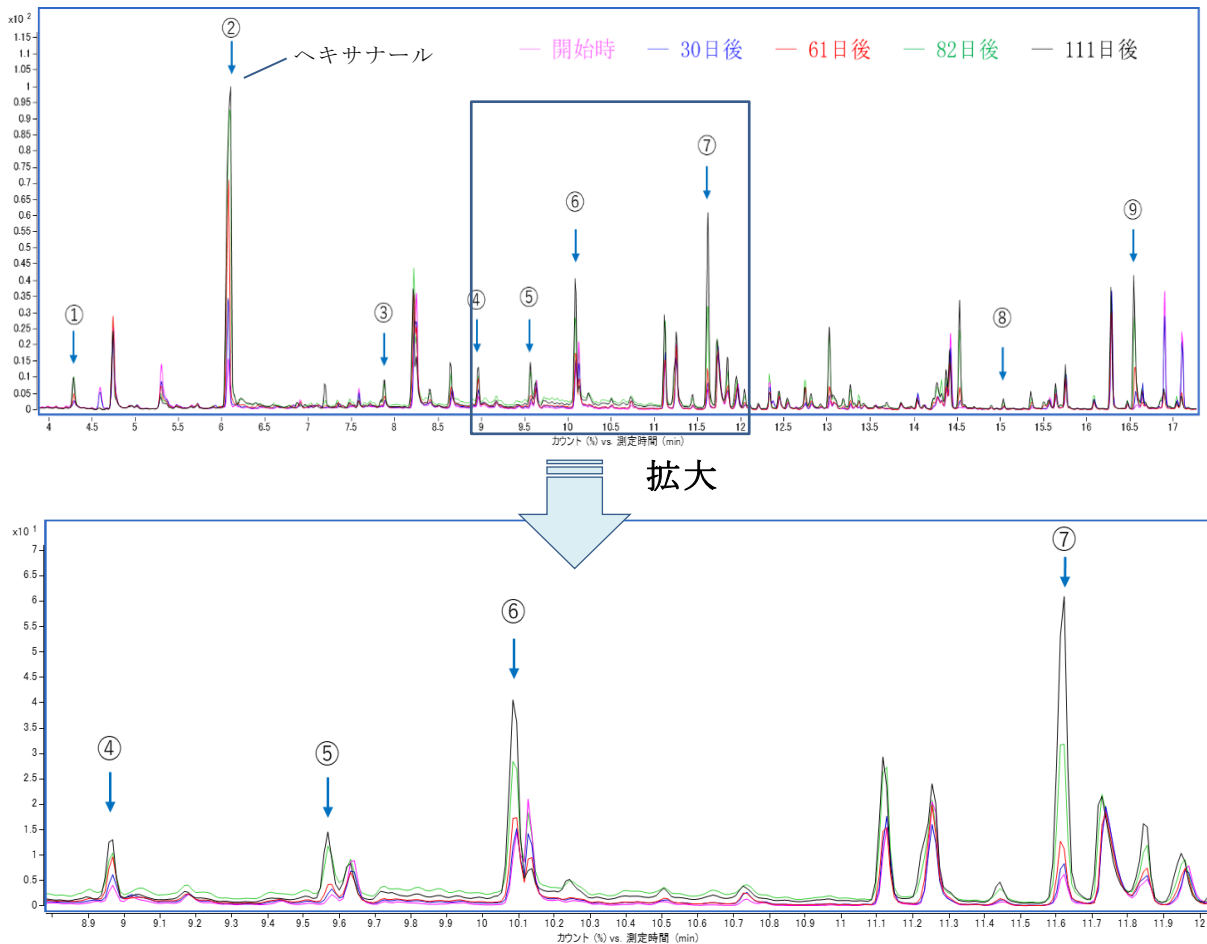


図-6 かりんとうの全イオンカレントクロマトグラム(①～⑨)：経時的な増加ピーク)

表-3 ピーク①～⑨の同定結果

ピーク	物質名
①	ペンタナール
②	ヘキサナール
③	ヘプタナール
④	1-ペンタノール
⑤	オクタナール
⑥	<i>trans</i> -2-ヘプテナール
⑦	<i>trans</i> -2-オクテナール
⑧	<i>trans</i> , <i>trans</i> -2,4-ノナジエナール
⑨	ヘキサン酸

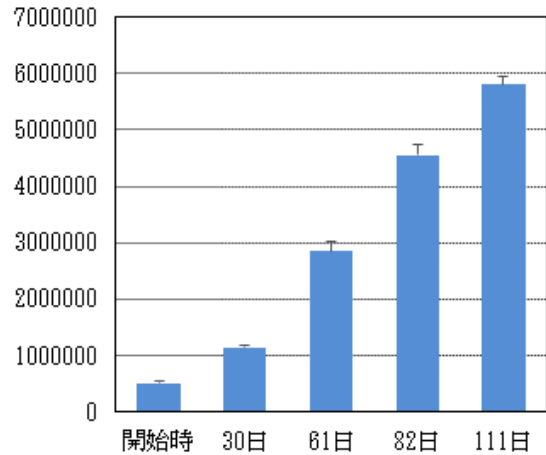


図-7 ヘキサナールの抽出イオンのピーク面積の変化

表-4 25℃で保存したかりんとうの官能評価の結果

検査項目	保存日数		
	30日後	82日後	111日後
油の酸化臭	やや感じる。	かなり感じる。	非常に感じる。

## おわりに

二次機能分析と官能評価や微生物試験、各種理化学試験を組み合わせることで、それぞれの特徴を活かしたより総合的・客観的な評価が可能となります。また、二次機能分析では、官能評価によるデータ取得が難しい以下のようなケースでも測定が可能です。

- ・パネリストへの負担の大きい酒類・香辛料・苦味物質を含むサンプルなど
- ・クレーム対応などの喫食が困難なサンプル
- ・消費期限・賞味期限を超えた範囲の評価

二次機能分析はお客様のニーズに応じた様々なシーンにご利用いただけます。

## 参考資料

- 1) 佐藤成美：「おいしさ」の科学，講談社(2018)
- 2) 荒井綜一ほか：機能性食品の事典，朝倉書店(2007)
- 3) 消費者庁：食品表示法等(法令及び一元化情報)