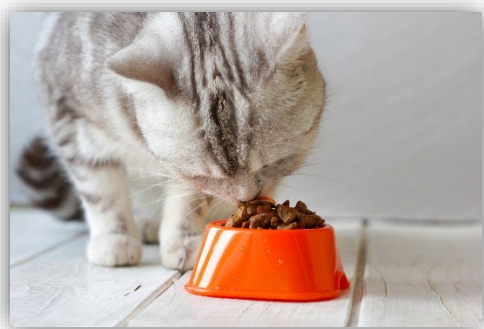


目的

競合とのベンチマーキングは、自社品や開発品とマーケットリーダーのそれとの比較から成り立ち、多くの企業で採用されている手法です。この種の研究は、自社品と競合品のマーケットにおける位置づけを明らかにし、製品の改良、再設計、あるいは配合の見直しの方向性を示します。

本研究では、フラッシュ GC ノーズ、電子味覚システム、そしてビジュアルアナライザーを用いて、複数のブランドのキャットフードを分析、比較しました。目的は、既存のレシピを見直すために、ターゲットとした競合品の詳細な官能的情報を入手することでした。



サンプルと測定条件

サンプル

3種のキャットフードのキブル（粒）を比較しました。最も安価なブランドの Lycat とそれよりも高価なブランドである Purina と Ultima を試料としました。同一種類の原料で製造された製品を比較のために選定しました。

表 1: 分析したペットフード（キブル）のサンプル

ブランド	製品のベース	100g あたりのコスト
Lycat	鶏肉、小麦	0.26 €
Purina	鶏肉、全粒シリアル	0.55 €
Ultima	七面鳥の肉、米、全粒シリアル	0.56 €

フラッシュ GC ノーズ Heracles NEO

超高速 GC 技術を基盤としたフラッシュ GC ノーズ Heracles NEO (図 1) には、極性の異なる 2 種類のメタルキャピラリーカラムが並行に配置され（本研究では、微極性の MXT-5 と低/中極性の MXT-1701, 長さ 10m, 内径 180 μ m を使用）、各々に水素炎イオン化検出器（FID）が接続されています。同時に 2 つのクロマトグラムが得られるため、保持指標データによる化合物検索の際、より明確な絞り込みが可能となります。また、ペルチエ式クーラー（0-300 $^{\circ}$ C）により温度制御された固相吸着トラップが内蔵されているため、低分子の揮発性化合物の効果的なプレ濃縮を実現し、優れた感度が得られます。カラムの高速昇温（最大 480 $^{\circ}$ C/分）により、2~3 分程度で測定結果が得られ、通常の分析サイクルは 8 分です。



図 1: フラッシュ GC ノーズ Heracles NEO

装置本体には、サンプリングと注入の自動化のためにオートサンプラ（RSI）が据え付けられています。操作はソフトウェア AlphaSoft を介して行います。AlphaSoft は、クロマトグラフィー機能に加え、サンプルのフィンガープリント分析や比較、定量・定性モデルや品質管理チャートの構築など、データを視覚化するための様々な多変量解析ツールも備えています。

AroChembase: 化合物のプレスクリーニングと官能的特徴づけのための保持指標 & においライブラリ

Heracles NEO には、保持指標&においライブラリ AroChemBase が付属しています。ライブラリには、化合物ごとの名称、分子式、CAS 番号、分子量、保持指標といった化学情報に加え、官能記述子や閾値情報、加えて関連する文献情報まで含まれています。AroChemBase によって、HERACLES のクロマトグラムから化合物の予備スクリーニングを行い、官能的特徴の情報を得ることができます。

電子味覚システム ASTREE

電子味覚システム ASTREE (図 2)は、液体センサーアレイを基盤とし、各センサーと参照電極間の電位差の計測を原理としています。個々のセンサーは、固有の有機膜を持ち、膜固有の規則に従って溶液中の化学物質と相互作用します。測定データは、ソフトウェアによって全体的な味覚のフィンガープリントとして処理されます。

センサーの選択性と AlphaSoft の解析機能の組み合わせによって、塩味、うま味、酸味のランク付けが可能です。甘味や苦味、収斂味のような味覚属性を評価するためには、その味覚属性に関与する特定の化合物の標準添加を利用して分析を行うことを推奨します。

上記の選択性を有するセンサーセット#6 を取り付けした ASTREE を用いて、サンプルを分析しました。



図 2: 電子味覚システム ASTREE

ビジュアルアナライザー IRIS

ビジュアルアナライザー IRIS は、CMOS センサーを搭載したカメラによって、製品全体、または製品の選択した部分についての色と形状、双方の詳細な外観評価が可能です。IRIS による分析はサンプルの画

像を取得することで行われ、得られた画像は、4096 色に分解され、検出された色の面積比率を算出することで、色のパターンとして処理されます。ソフトウェアには、サンプルの形状解析機能も統合されています。IRIS による測定は、認証されたカラースケールによって校正した後、焦点距離 16mm のレンズを用いて、上下照明の条件下で行いました。



図 3: ビジュアルアナライザー IRIS

データの取得と解析は、3 種のシステムに共通の専用ソフトウェア AlphaSoft を用いて行いました。

測定条件

本研究のために最適化した、各システムの分析パラメータを表 2 に示しました。

表 2: 各システムの分析パラメータ

Heracles NEO パラメータ	
サンプル量	2.0 ± 0.1g キブル / 20 mL バイアル 3 回の繰り返し分析
ヘッドスペース生成条件	40°C、20 分
ヘッドスペース注入量	5 mL
トラップ温度	40°C (吸着) / 240°C (脱離)
カラム昇温条件	50°C (2 秒) - 80°C @1°C/秒 - 250°C @ 3°C/秒 - 250 °C (21 秒)
FID 温度	260°C
ASTREE パラメータ	
サンプル調製	ブランドごとに 3 個の抽出液を調製。 10.0 ± 0.1g のキブルを 80°C に加温した蒸留水 100mL に添加し、500rpm、3 分間攪拌。上清をろ過し、分析サンプルとした。
サンプル量	25 mL
データ取得時間	120 秒
IRIS パラメータ	
4.0 ± 0.1g のキブルをトレイ上に広げて画像取得	

におい分析

Heracles NEO によって得られたクロマトグラムは、ブランドの異なるペットフードの揮発性化合物プロファイルに複数の顕著な差異が存在することを示しました（図 4）。幾つかの揮発性化合物は、サンプル間で強度のばらつきはあるものの 3 つのブランドに共通して検出され、ブランドに特徴的なものも幾つか検出されました。これらの揮発性化合物プロファイルのブランド間の差異の大部分は、風味と原料の違いに関係します。

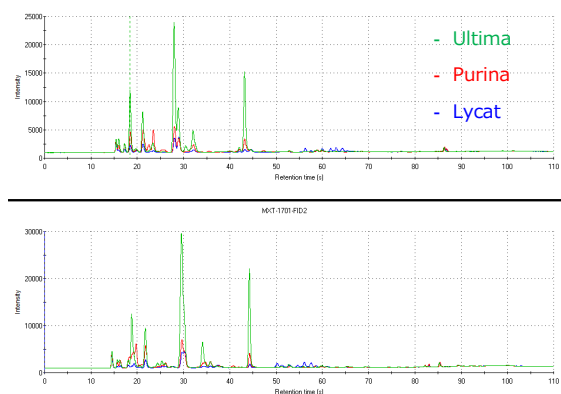


図 4：Heracles NEO によって得られたペットフード 3 ブランドのクロマトグラム重ね合わせ（上段：MXT-5、下段：MXT-1701）

ペットフードサンプルのヘッドスペース中に検出された全ての揮発性化合物のデータを用いて主成分分析（PCA）によるにおいマップを構築しました（図 5）。

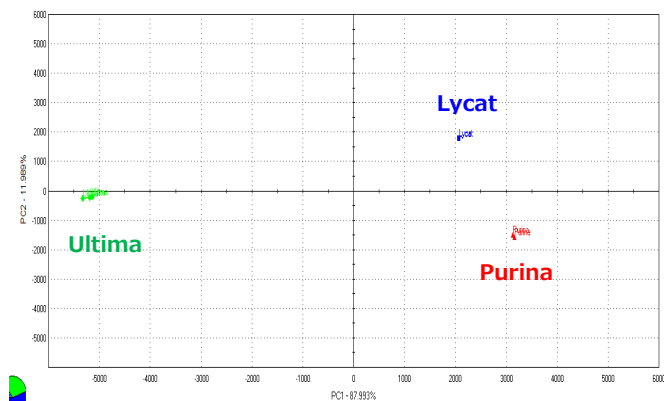


図 5：主成分分析（PCA）に基づくペットフードのにおいマップ

主成分分析のマップ上で、3 つのブランドは明確に識別され、繰り返し分析の再現性も良好でした。各ブランドのポジションから、Lycat のにおいては Purina に類似しており、Ultima のにおいプロファイルは、他の 2 つとは顕著な差異があり、最も高い揮発性化合物の強度を示しました（図 4 参照）。

におい&保持指標ライブラリ AroChemBase を用いて、ペットフードの風味に関わる揮発性化合物の性質を調査しました。推定された揮発性化合物を表 3 に示し、ブランド間の主な差異に寄与する識別性の高い化合物は太字で示しました。

保持指標 MXT-5	保持指標 MXT-1701	推定された化合物	におい記述子
435	458	Trimethylamine	魚様, 刺激臭
447	488	Methanethiol	魚様, 肉様
502	577	Propanal	エーテル様, 刺激臭
557	635	Carbon disulfide	焦げ臭
601	600	Hexane	エーテル様
654	738	Isopropyl acetate	エーテル様
665	744	Thiophene	ガーリック, 硫黄臭
698	784	Pentanal	ハーブ様, 青草様
804	890	Hexanal	魚様, ハーブ様
951	963	alpha-pinene	ハーブ様
1049	1046	5-ethyl nonane	-
1069	1069	3-methyl decane	-

表 3：推定されたペットフードの風味に寄与する揮発性化合物

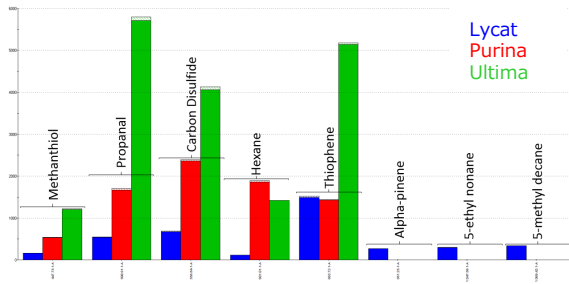


図 6: ペットフード 3 ブランドの揮発性化合物の濃度

統計的品質管理 (SQC) 解析による品質管理チャートを構築しました (図 7)。より品質の良好な Ultima をリファレンスと定義したところ、Purina と Lycat は品質の許容範囲 (緑色の領域) の外側にプロットされました。識別性の高いピーク面積値の差異を図 6 に示しました。

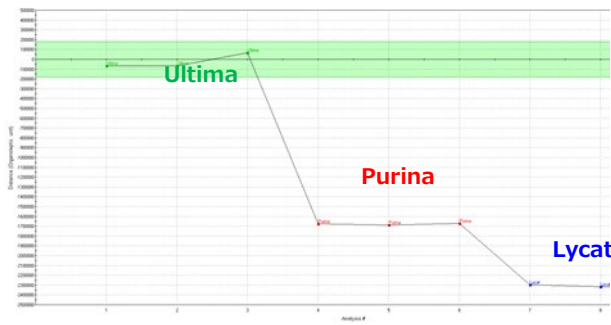


図 7: ペットフードのにおいの品質管理チャート

味覚分析

電子味覚システム ASTREE による測定結果では、ペットフード 3 ブランドが異なる味覚プロファイルを示しました。各ブランドの抽出液の再現性は良好でした。

主成分分析による味覚マップにおいて、Lycat は Ultima により近い味覚を示し、Purina は他のサンプルに対してより大きな差を示しました (図 8)。

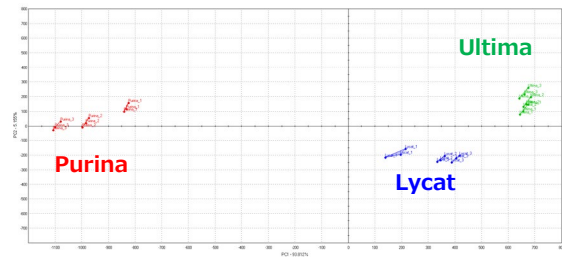


図 8: ASTREE によって得られたペットフード 3 ブランドの味覚マップ (主成分分析)

本研究で使用したセンサーセット #6 とソフトウェアの機能を組み合わせることで、3 つの味覚属性 (酸味、塩味、うま味) について、サンプルのランキングが可能です。サンプルは 0-12 の強度スケールで点数化されます (図 10)。Purina は他のサンプルよりも塩味が強く、酸味が弱いことが示唆されました。Lycat は、3 つの味覚属性について、中間にランキングされました。

SQC 解析による品質管理チャートを構築しました (図 9)。3 種のなかで最も高価な Ultima をリファレンスとして定義しました。Purina は品質の許容範囲 (緑色の領域) の外側にプロットされました。Lycat も許容範囲外でしたが、許容範囲の上限近傍にプロットされました。

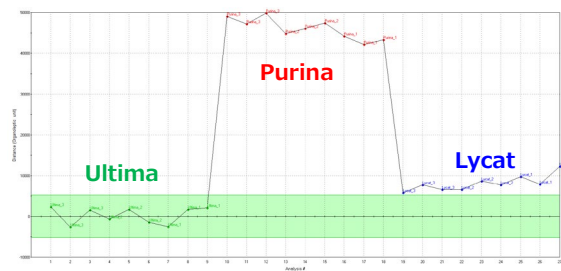


図 9: ペットフードの味覚の品質管理チャート

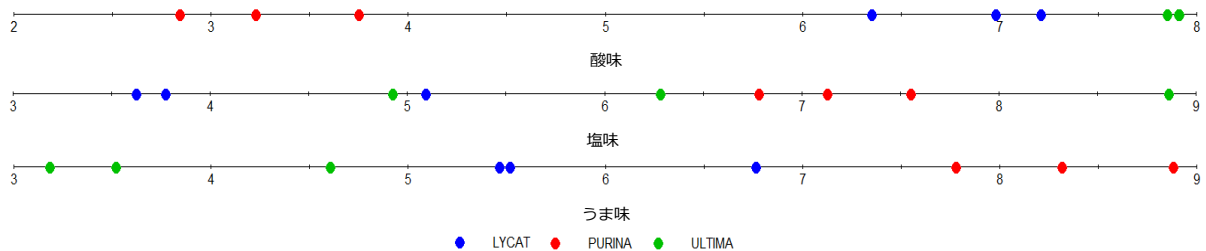


図 10: ASTREE によって得られたペットフード 3 ブランドの味覚ランキング (酸味、塩味、うま味)

外観分析

原料組成や製造工程に関連する外観は、視覚的な認識に影響を与えるため、官能的ベンチマーキングの重要なパラメータです。

ビジュアルアナライザー IRIS によって、様々な色調の茶色が観察され、ブランドごとにそれらの色の全体に対する比率は異なっていました（図 11、12、13）。

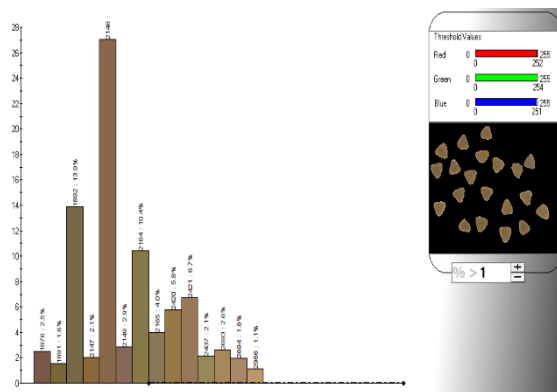


図 11：IRIS によって得られた Lycat のカラーパターン

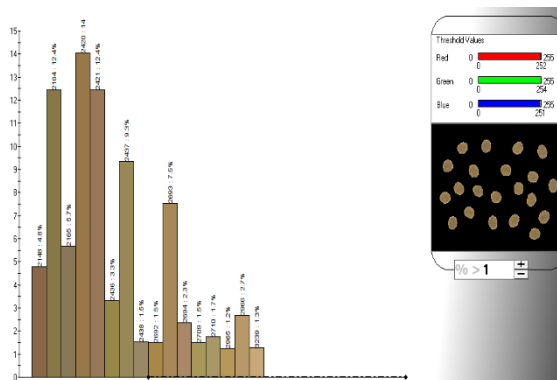


図 12：IRIS によって得られた Ultima のカラーパターン

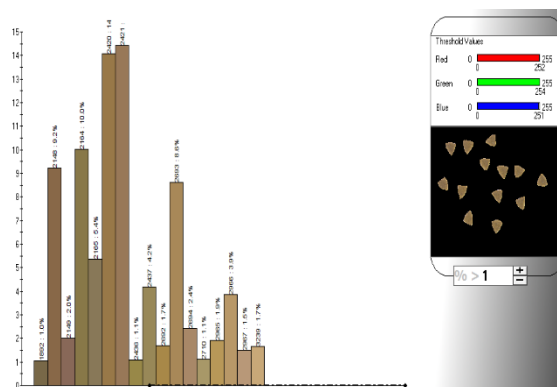


図 13：IRIS によって得られた Purina のカラーパターン

迅速、かつ容易にペットフードの全体の外観を比較するために、IRIS によって得られた色と形状のパラメータによる主成分分析を行いました（図 14、15）。

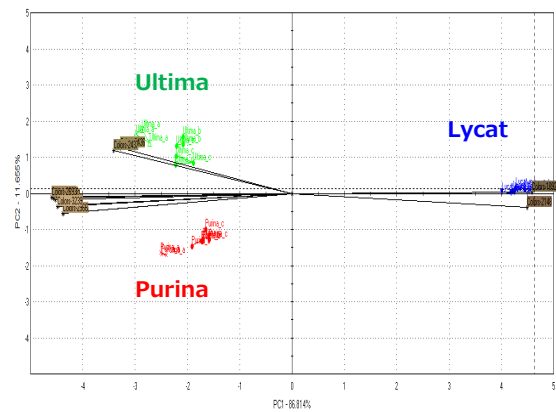


図 14：ペットフードの色のパラメータによる主成分分析

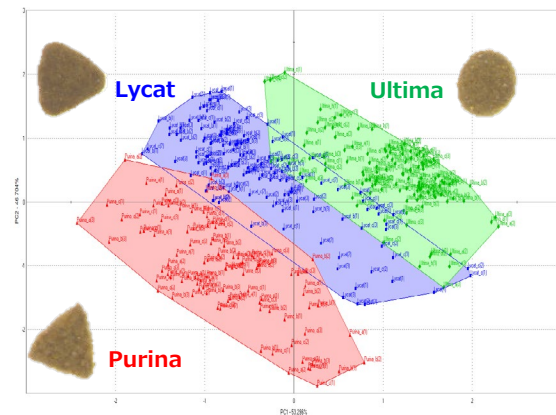


図 15：ペットフードの形状のパラメータによる主成分分析

色と形状に基づく外観のプロファイルの比較によって、3つのブランドは明確に識別されました：

- ▶ 3つのブランドの差異は、茶色の強さと概ね関連していました。
- ▶ Ultima の色は、Purina に近く、Lycat はそれらとは全く異なり、より暗めの色の比率が高なっていました。
- ▶ 形状についてのサンプル間の変動は、色ほど大きくはありません。各ブランド内のキブルのばらつきは、ブランド間で同等でした。Ultima と Purina は差があり、Lycat はそれらの中間に位置していました。この結果は、Purina は鋭角の三角形、Lycat は角の丸い三角形、Ultima は楕円形という、製品の全体的な形状によって説明されました（図 15）。

SQC 解析による品質管理チャートを構築しました (図 16)。他の分析と同様に、Ultima をリファレンスとして定義しました。Purina の大部分が品質の許容範囲 (緑色の領域) 内にプロットされた一方、Lycat は許容範囲外にプロットされました。品質管理チャートによって、ペットフードの外観が規格に適合しているか否か迅速に判断できます。

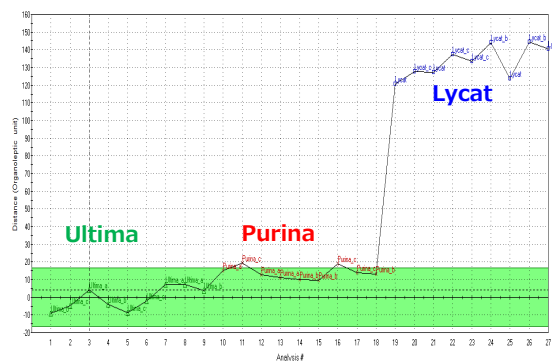


図 16 : ペットフードの外観の品質管理チャート

結論

フラッシュ GC ノーズ Heracles NEO、電子味覚システム ASTREE、ビジュアルアナライザー IRIS を用いて、キャットフードの各種ブランドのベンチマーク研究を実施しました。

Heracles NEO による分析によって、ブランド間の揮発性化合物プロファイルの差異にハイライトしました。Lycat のにおいては Purina に近く、Ultima とは大きな差を示しました。AroChemBase を利用することで、ブランド間の差異に寄与する化合物は、Propanal や Methanethiol、あるいは Carbon disulfide であると推定されました。

ASTREE による味覚分析によって、製品の味覚を比較でき、うま味や酸味といった属性ごとのランク付けができました。味覚分析の結果から、Purina は他の 2 つの競合品とは明確に分類されました。

最後に、IRIS による全体の外観の評価から、Lycat はより暗めの色で、色の観点から他の製品とは顕著に異なることが示されました。

各システムによって、キャットフードの官能プロファイルが調査され、においや味覚、あるいは外観に関する情報を抽出しました。また、ブランド間の差異と許容範囲を視覚化するために品質管理モデルを構築しました。官能分析機器による分析結果は、より好ましい製品の開発やターゲットとなる品質に近づけるための官能に関わる数値と相関付けることが可能であることが示唆されました。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。 2018年10月