

Application News

テクスチャーアナライザ EZTest™

機械学習を用いたお菓子の官能評価値の予測

矢野 文彬、小池 夏実

ユーザーベネフィット

- ◆ テクスチャーアナライザEZTestを使用することで食品のテクスチャー試験が可能です。
- ◆ 治具プラットフォームにより、様々な治具を容易に交換することができます。
- ◆ 機械学習を用いることで、おおよその官能評価値の予測が可能です。

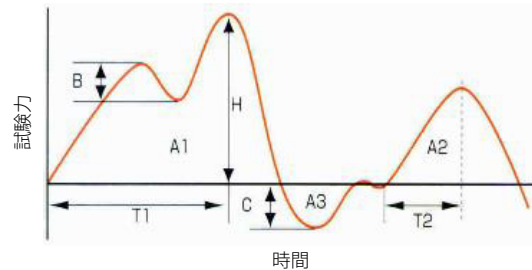
はじめに

おいしさを感じる要因には、食品による要因(味、香り、食感など)と人による要因(生理的、心理的、食習慣、外的など)がありますが、食品によっては、おいしさにおける食感の占める割合が大きく、食感の評価が重要事項の一つとなっています。食感の評価方法は人が食べてどう感じるかを評価する「官能的な評価」と、食品の持っている硬さなどを装置を使って評価する「物理的性質の評価」があります。食感は通常官能試験によって評価されますが、官能試験には人の感覚の個人差や体調などによる再現性の難しさの問題が伴います。そのため、客観的な結果を得るために、装置を使用した測定が行われています。テクスチャーの代表的な力学特性として、図1に示すSzczesniakのテクスチャー・プロファイルがあります。テクスチャー・プロファイルでは基本的な食感は評価可能ですが、複雑な食感の測定は困難です。

前報¹⁾では、クッキーの硬さ、サクサク感、しっとり感を多変量解析により予測しました。クッキー自体のばらつきを考慮するため、クッキーの種類ごとにテクスチャー試験から得られた物理的特性の平均値を用いて予測を行いました。今回は、機械学習によりさらに多くの説明変数を使用し、クッキー1枚における官能評価値の予測を行った例を紹介いたします²⁾。対象とする官能評価項目は前報同様に硬さ、サクサク感、しっとり感になります。また、テクスチャー試験の測定データも前報と同様になります。

官能評価

図2のように11種類のクッキーを用意しました。官能評価の結果を表1に示します。詳細は前報をご確認ください。



硬さ	: H	最大試験力 (N)
脆さ	: B	口の中で壊れる力 (N)
粘着性	: A3	歯・舌・口腔に付着して、引き離そうとする力 (N)
凝集性	: A2/A1	1回目と2回目の負荷面積 (エネルギー) の比
弾力性	: T2/T1	ピークまでの時間 (変位) の比
ガム性	: H×A2/A1	硬さ×凝集性
そしゃく性	: H×A2/A1×T2/T1	硬さ×弾力性×凝集性

図1 Szczesniakのテクスチャー・プロファイル



図2 測定サンプル (11種類のクッキー)

表1 官能評価の結果 (中央10名の統計結果)

サンプル名	硬さ			サクサク感			しっとり感		
	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
A	54.30	7.85	14.45	72.10	5.07	7.03	44.90	8.57	19.09
B	66.10	4.58	6.93	80.20	5.90	7.36	20.30	8.08	39.82
C	20.40	4.70	23.02	25.50	4.28	16.77	79.00	6.99	8.85
D	88.60	3.10	3.50	78.80	6.14	7.80	22.50	7.55	33.54
E	60.20	9.44	15.68	67.60	6.22	9.20	42.10	13.11	31.14
F	52.50	7.23	13.77	70.90	5.20	7.33	40.00	9.43	23.57
G	72.20	4.13	5.72	65.80	4.44	6.75	37.65	5.52	14.66
H	40.30	7.87	19.54	40.10	7.23	18.04	55.70	14.58	26.18
I	54.70	8.21	15.00	68.20	6.43	9.42	37.10	6.21	16.73
J	75.60	5.50	7.28	83.40	3.53	4.24	24.60	7.59	30.85
K	34.50	4.38	12.69	31.30	3.80	12.15	70.00	11.55	16.50

■ テクスチャー試験

測定はテクスチャーアナライザEZTestを使用しました。前報では圧縮試験、突き刺し試験、3点曲げ試験から、適した測定手法について検討しています。本稿では、その中で最も適していた圧縮試験についてのみ記載します。詳細は前報をご確認ください。使用した治具などの装置構成を表2に示します。また、試験の様子を図3に示します。

圧縮試験における試験速度は10 mm/secに設定しました。各々のサンプルの試験数はn=20としました、代表的な試験力-ひずみ線図を図4に示します。サンプルは均一ではないため、サンプル内のばらつきは大きくなりましたが、サンプルAのように試験力が増減しながら試験が進行するものや、サンプルCのように滑らかに試験が進行するもの、サンプルDのように試験力が大きく増減するものといったようにサンプルごとのおおまかな傾向は現れました。

表2 装置構成

テクスチャーアナライザ	: EZTest
ロードセル	: 100 N
試験治具	: ϕ 3円柱押し治具
ソフトウェア	: TRAPEZIUM™-X テクスチャー

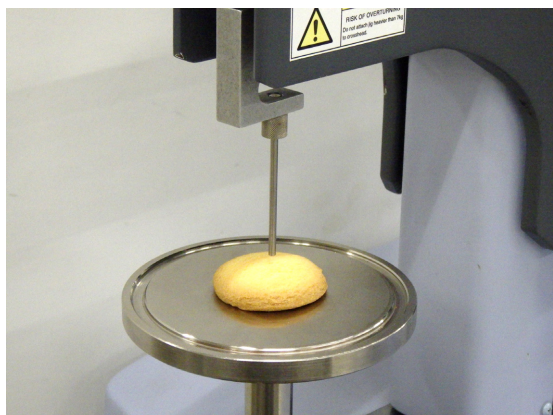


図3 試験の様子

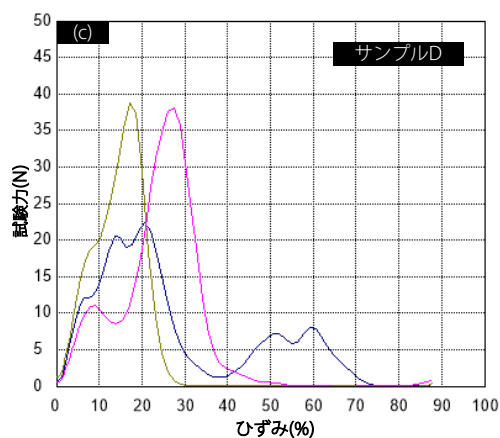
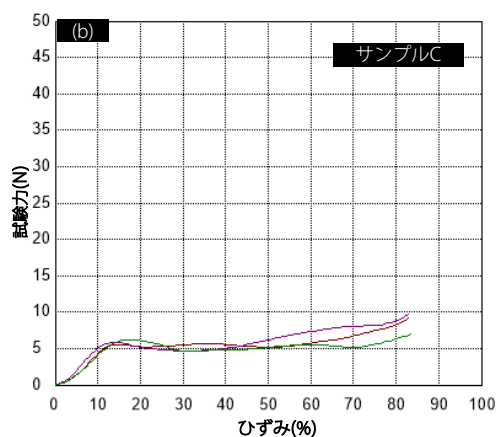
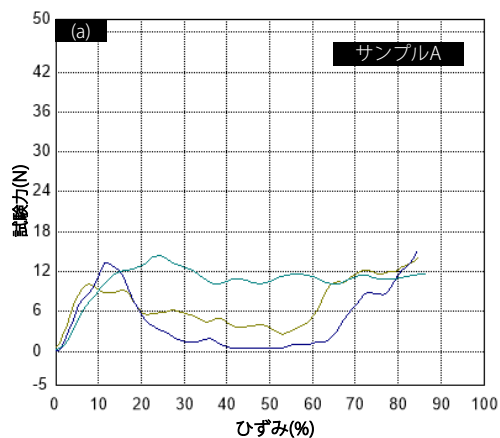


図4 圧縮試験結果（試験力-ひずみ線図）の一例
(a) サンプルAの結果 (b) サンプルCの結果
(c) サンプルDの結果

■機械学習における官能評価値の予測

機械学習における説明変数として、硬さ、初期の傾き、エネルギー、サンプルの厚さ、平均試験力など合計11個の測定値を選択しました。機械学習における回帰アルゴリズムはランダムフォレストを選択しました。サンプル数が11種と少ないため、Leave one out法によりモデルの評価を行いました。Leave one out法による評価結果の一例としてしっとり感の予測結果を図5に示します。図5の縦軸が予測値、横軸が官能評価値になります。Leave one out法では、一つのサンプルをテストデータとし、残りのサンプルを訓練データとしてモデルを作成します。作成されたモデルにテストデータを適用して予測できているかを評価します。図5のサンプルAやサンプルBはテストデータが訓練データの外側に位置しています。一般的に機械学習では、このような外挿に位置するデータの予測は困難であり、今回の結果からも予測値とのずれが確認されました。また、内挿に位置するサンプルでも、サンプルFのように官能試験の結果と予測値との差が大きいものがありました。これはしっとりした食感の材料とサクサクした食感の材料から構成されていることが影響していると考えています。このようなサンプルに対応するためには、官能評価方法およびテクスチャー試験方法の見直しが必要である可能性があります。

図6に硬さ、サクサク感、しっとり感すべての予測結果を示します。サンプル数が9種である理由は、外挿に位置するサンプルを除いているためです。図6より多少のばらつきはあるものの、ランダムフォレストによる予測値の傾向は官能評価値の傾向と一致していることがわかります。この結果から、サクサク感やしっとり感のような比較的複雑な食感についても予測可能であることが示唆されました。

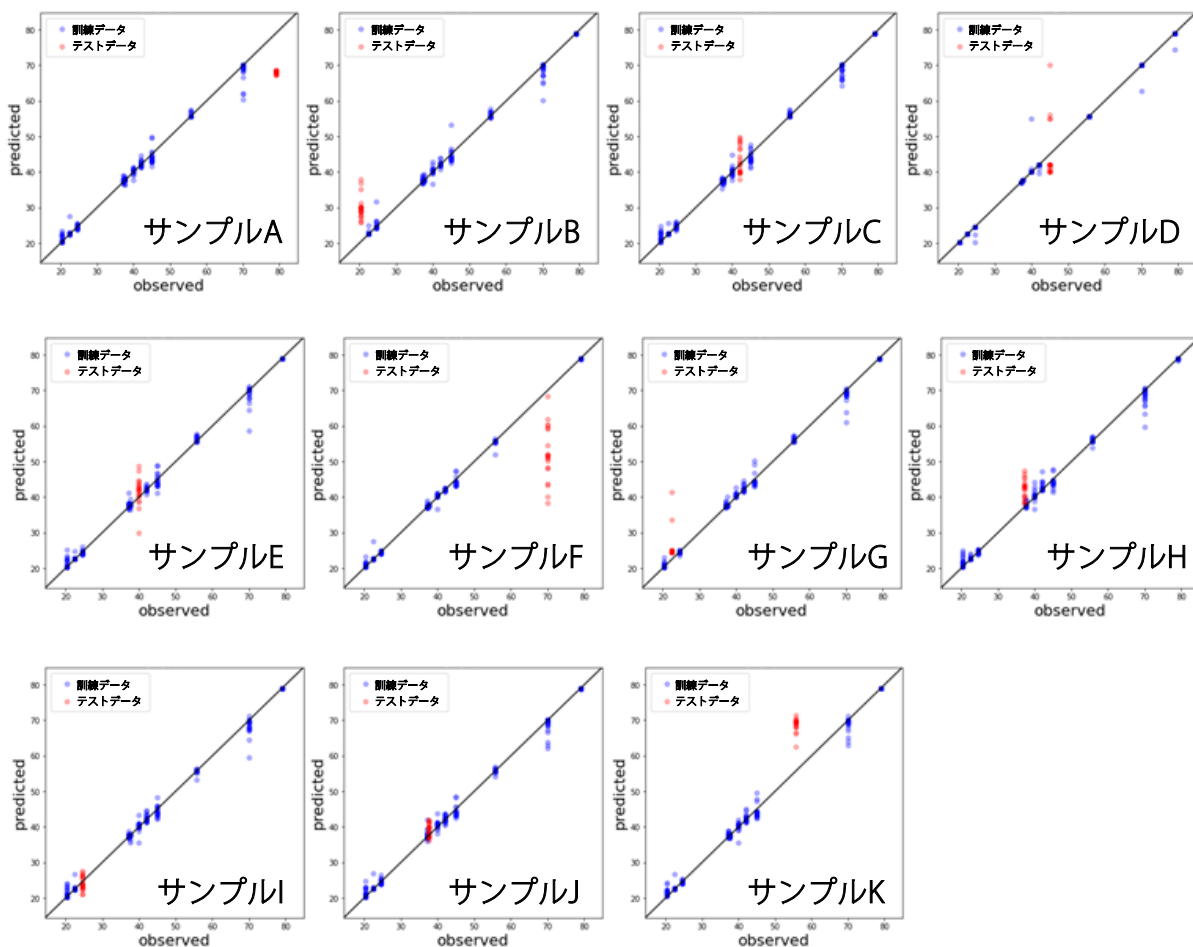


図5 機械学習による予測結果の一例（しっとり感）

■まとめ

テクスチャーアナライザEZTestを使用したクッキーの官能評価値の予測を行いました。機械学習により官能評価値に対して、多少のばらつきはあるもののおおよその傾向の一致した予測値を得ることができました。また、サクサク感やしっとり感など1つのテクスチャー試験結果からは相関が得られないような官能評価項目についても、複数の説明変数を使用することで予測可能であることがわかりました。以上の結果から、テクスチャー試験における測定結果と機械学習を組み合わせることで、官能評価値を予測できる可能性が示唆されました。

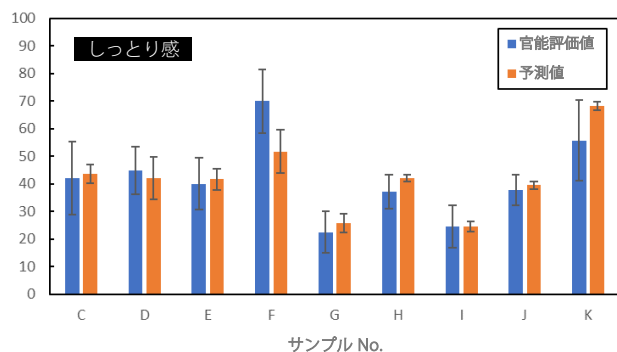
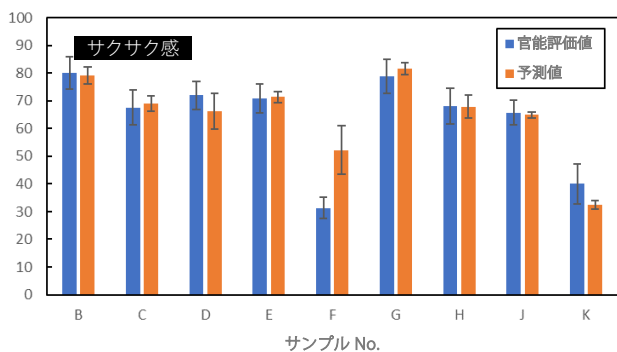
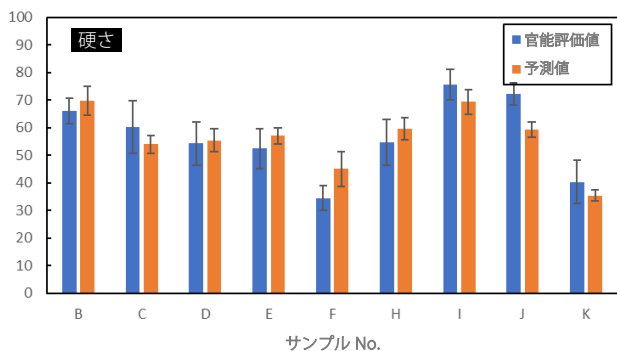


図6 機械学習による予測結果

<参考文献>

- 1) [Application News No.01-00377](#)、多変量解析によるお菓子（クッキー）の官能評価値の予測
- 2) 小池夏実、矢野文彬、第70回記念大会講演要旨集、日本食品科学工学会（2023）

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ EZ Test シリーズ
小型卓上試験機

関連分野

▶ 食品・飲料

▶ 食感・物性評価

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ