

AI 学習型分析機器を活用した奈良県産イチゴの官能評価

Sensory evaluation of strawberries grown in Nara prefecture using an AI learning analyzer

藤村 太郎*, 矢奥 泰章**, 厚見 治之***, 脇田 樹男****
FUJIMURA Taichiro, YAOKU Yasuaki, ATSUMI Haruyuki, WAKITA Mikio

Five varieties of Nara strawberries, 'Asukarubi', 'Kotoka', 'Tamahime', 'Nanoka' and 'Naraakari', underwent sensory evaluation to determine their principal components using the quantitative descriptive analysis (QDA) method. Employing the QDA method, four categories of pre-processed strawberries, i.e., sliced with an egg cutter, mashed, blended (1–2 pieces each), and blended (500 g per pack), were analyzed for their profiles using ProfilePrint, an AI learning analyzer. The findings revealed that pre-treated sliced strawberries demonstrated their highest accuracy exceeding 58.2% in “sweetness”, “acidity”, “richness”, and “lightness”. Consequently, our focus shifted to scanning sliced strawberries for measurement and analysis. Both category and profile models exhibited high accuracy rates of 95.8% and 87.1%, respectively. Compared with human sensory evaluation, values obtained through ProfilePrint closely aligned (within 0.0–0.3 in absolute value). Thus, ProfilePrint proved effective in analyzing the sensory characteristics of the five varieties of Nara strawberries.

1. 緒言

近年、イチゴの品種特性・改良、品質管理、消費者の嗜好性などにおいて、評価者（パネリスト）による官能評価は、食品などの産業における商品開発と同様に、その良さや好みを判定する重要な評価法であり、その役割はますます多様化している。官能評価とは、米国の Institute of Food Technologists (IFT) によると、五感によって感知される食品や素材の特性に対する反応を喚起したり、測定したり、分析したり、説明するために用いられる科学的な学問分野（訓練）と定義されている¹⁾。官能評価は、かつて官能検査と呼ばれ、広く産業界の品質管理などの検査で貢献してきた²⁾。しかし、近年、消費者の求める商品開発において官能検査は、より人の感性に関わって評価するという官能評価の方が馴染み深くなり、広く認知されている³⁾。

官能評価の主たる目的は、品質評価や嗜好評価について個別に関与するだけでなく、評価相互の関連性、品種特性・改良と消費者の求める嗜好の関連性など、それぞれの相互関係を把握する必要がある⁴⁾。その用途に応じて分析型官能評価（良さ）と嗜好型官能評価（好み）に区別され、その方法には、識別法（2点、3点、1:2点および配偶法）、順位法、格付け法、CATA法、一対比較法、採点法、記述分析（QDA法、記述的試験法、尺度法およびSD法）、動的官能評価法（TI法とTDS法）などがある³⁾。しかし、そのパネリストの生理的な制約、心理的影響、外部環境、食習慣など、その力量に属する属人的な経験知も存在する。従って、より正確で効率の良い、データサイエンスに基づいた官能評価に関する可視化が求められている。

そこで、AI 学習型分析機器を活用して、5種類の奈良県産イチゴ‘アスカルビー’⁵⁾、‘古都
* 食物栄養学科 教授, ** なら食と農の魅力創造国際大学校フードクリエイティブ学科食・研修係 係長, *** 奈良県南部農林振興事務所農業振興課 主査, **** (株)野村事務所新規事業開発部 アカウントマネージャー

華’⁶⁾、‘珠姫’⁷⁾、‘奈乃華’⁸⁾ および ‘ならあかり’⁹⁾ における官能評価について人による官能評価との比較で検討した。ここで述べた AI とは、学習データを基に、そのサンプルの機械学習によって生じるアルゴリズムを作成し、予測する、データサイエンスの 1 手法をいう。その AI 学習型分析機器としては、ProfilePrint を使用した。ProfilePrint は、デジタルフィンガープリントにパラメータとデータを組み合わせる技術を用い、機械学習を通して、プロファイルを予測するソリューションである¹⁰⁾。

2. 方法

(1) 試料

5 種類の奈良県産イチゴ ‘アスカルビー’、‘古都華’、‘珠姫’、‘奈乃華’ および ‘ならあかり’ (図 1) を用いた。

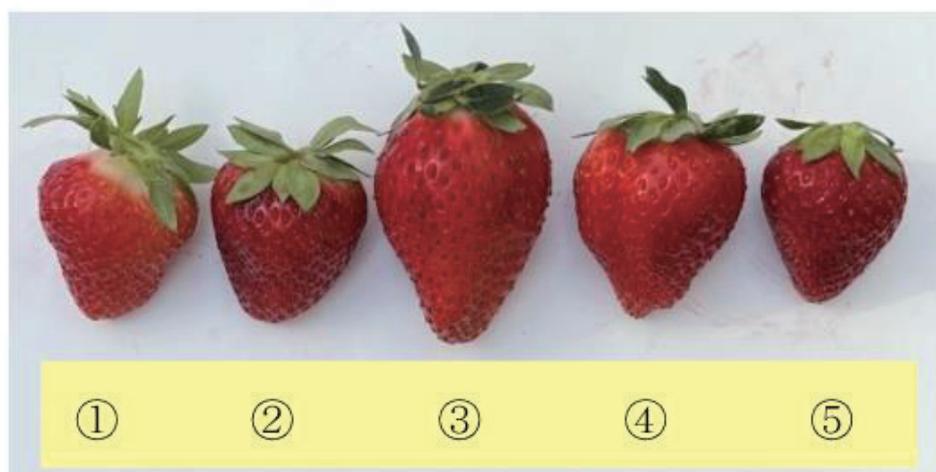


図 1 奈良県産イチゴ

- ① ‘アスカルビー’、② ‘古都華’、③ ‘珠姫’、④ ‘奈乃華’、
⑤ ‘ならあかり’

(2) 人による官能評価

QDA 法 (定量的記述的試験法 quantitative descriptive analysis)¹¹⁾ に準じて、2021 年 6 月、21～24 歳の 10 名 (男性 2 名、女性 8 名) または、2022 年 4 月、21～24 歳の 7 名 (男性 2 名、女性 5 名) のパネリストで、5 種類の奈良県産イチゴを食して、官能評価を行った。その実施手順は、言葉出し (各人イチゴを食して、特徴を表す特徴づける評価用語を抽出した。) → 話し合い (抽出された評価用語を全体で吟味し、共通で認識できる評価用語を選択した。) → 評価用語の決定 (共有でき、特徴となる評価用語を決定した。) → 試し評価 (再度、評価用語の確認や採点のすり合わせを行い、パネリスト間の調整を行った。) → 5 段階評価 (5 が非常に適合、1 が非常に不適合の 5 段階で数値化した。) → 評価結果の統計解析 (EXCEL 官能評価 ver. 1.0 (株式会社エスマ) にて主成分分析を行った。) であった。

なお、この人による官能評価は、帝塚山大学研究倫理委員会の審査にて承認を得て、成果公表に至った (受付番号 05-33)。

(3) AI 学習型分析機器の測定での前処理

AI 学習型分析機器で測定するにあたり、前処理として以下のように、4 種類の方法①～④を調製した。

5 種類の奈良県産イチゴを用いて、図 2 のように、①卵カッターで輪切りにスライスした中心部（厚さ 5 mm）のイチゴ、②潰したイチゴ、③1～2 個をミキサーにかけたイチゴおよび④1 パック 500 g をミキサーにかけたイチゴという 4 種類の異なる形態となる前処理を行った。

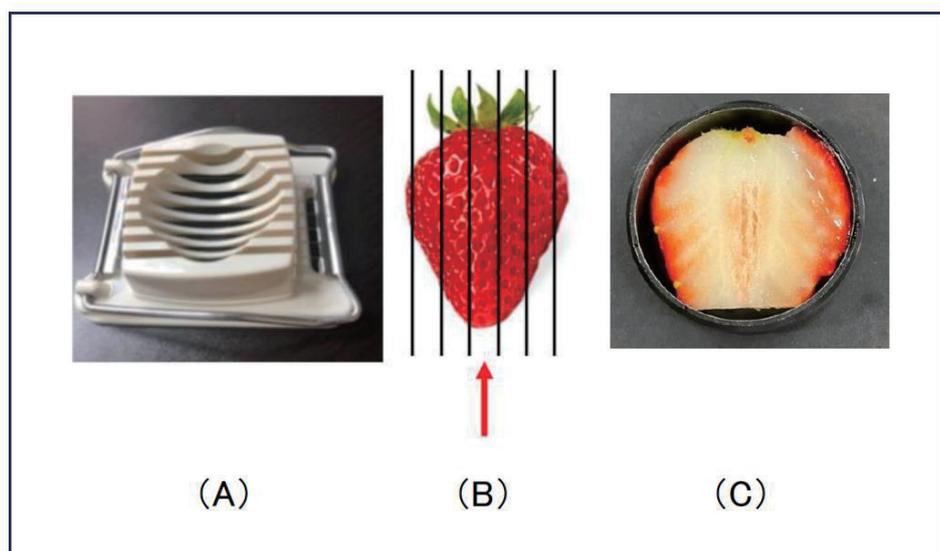


図 2 (A) 卵カッター、(B) スライスした中心部 (→) および (C) 断面図

(4) AI 学習型分析機器の測定・解析

4 種類の前処理を施した後、各種イチゴは、ProfilePrint (図 3、ProfilePrint Pte. Ltd.、シンガポール) にて各々 3 検体を 9 回ずつスキャン測定した。

その後、QDA 法に準じて、17 名のパネリストによる各種のイチゴの評価用語における 5 段階官能評価 (5 が非常に適合、1 が非常に不適合) のデータを用いて、カテゴリーモデルとプロファイリングモデルを作成した。

具体的には、カテゴリーモデルでは各種サンプルのスキャンデータと品種情報を学習させることで、スキャンデータから品種を予測するモデルを作成した。

プロファイリングモデルでは、スキャンデータ及び 5 段階官能評価データを学習させることで、スキャンデータから官能評価結果を予測するモデルを作成した。



図 3 ProfilePrint

3. 結果と考察

(1) 人による官能評価

QDA 法に準じて、17 名のパネリストによる 5 種類の奈良県産イチゴの評価用語として、“甘味”、“酸味”、“渋み”、“青臭さ”、“濃厚”、“あっさり”、“みずみずしい”、“後味”、“食感”、“種

感”および“果汁感”の11の特徴づける評価用語を選択した。続いて、各種のイチゴの11評価用語に対して、5段階官能評価（5が非常に適合、1が非常に不適合）を行い、その評点から主成分分析にて統計解析をした。図4には、2021年6月の官能評価の主成分分析を示した。第1主成分の寄与率は、36.3%で、第2主成分の寄与率は、28.3%であったので、合計64.6%であった。3つのグループに分類することができ、その官能評価からx軸の酸味対甘味、y軸の濃厚対あっさりとして表記され、Aグループ（‘珠姫’）は、あっさりタイプ、Bグループ（‘古都華’と‘ならあかり’）は、濃厚で甘味が強いタイプ、およびCグループ（‘アスカルビー’と‘奈乃華’）は、濃厚で酸味が強いタイプであった。3グループによるタイプ別における、各種イチゴは、奈良県農業研究開発センターの文献⁵⁻⁹⁾でも同様の食味特性にて支持があった。従って、QDA法のパネリストは、本来、訓練された評価者であるが、訓練されてなくても一定のグルーピングは可能であることが示唆された。

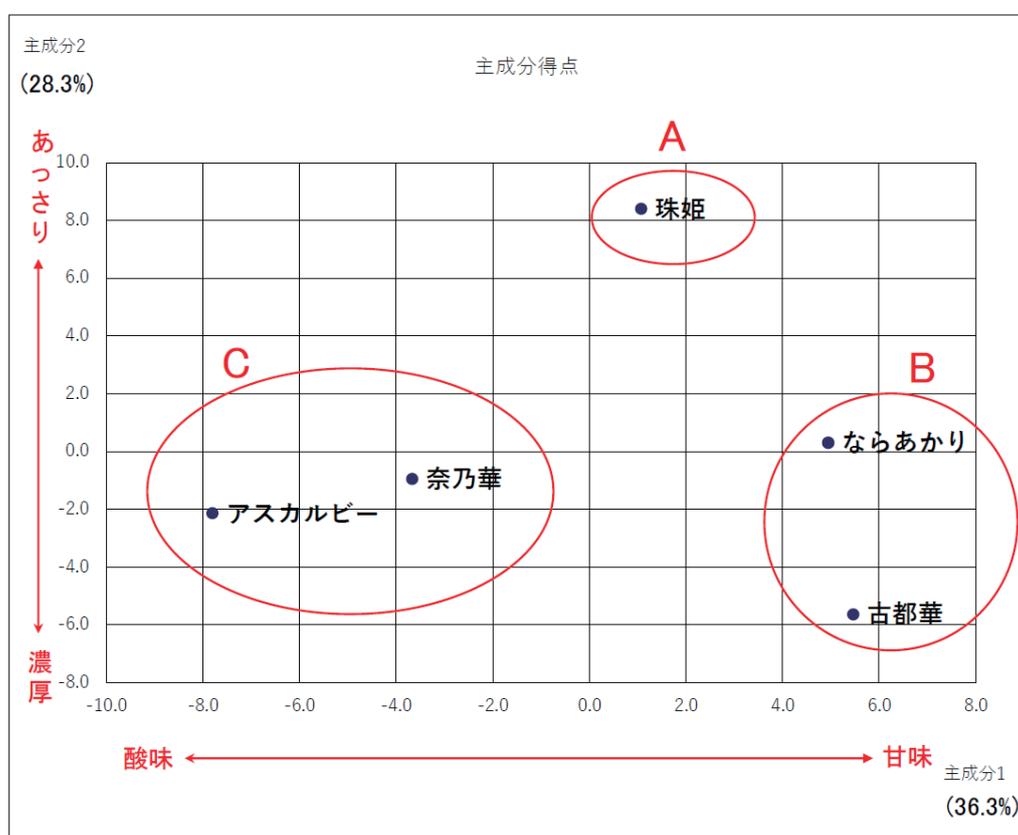


図4 5種類の奈良県産イチゴにおける主成分分析（2021年6月の官能評価）

(2) AI学習型分析機器による官能評価

Hoと脇田(2023)¹⁰⁾によると、本研究で使用するProfilePrintは、VIS-NIR分光法を用いてスキニングを行い、その光の反射率から総合的に分子的特徴をパターン認識して、フィンガープリントを形成する。続いて、これらのパターンを実際の人の官能評価に関連させ、機械学習することで作成された学習モデルは、新たな評価やプロファイルを予測するという価値を創造できるAI学習型分析機器である。

しかし、イチゴの場合、ProfilePrintでは、本来、非破壊での測定ができる機器であるが、VIS-NIR分光法の光がそもそもイチゴ全体を透過せず、図2の断面図にあるようなサンプリングでな

いと測定ができなかった。そこで、前処理をする必要があり、まずは、その適した条件を検討するため、以下の4種類の方法①～④を調製した。

5種類の奈良県産イチゴを用いて、①卵カッターで輪切りにスライスした中心部（厚さ5mm）のイチゴ、②潰したイチゴ、③1～2個をミキサーにかけたイチゴおよび④1パック500gをミキサーにかけたイチゴの4種類の方法について行った。その後、ProfilePrintにて各々スキャン測定し、人の官能評価データ、すなわち、官能評価の評価用語における各々の5段階評価での平均値を用いてプロファイリングモデルを作成した。ProfilePrintでは、人による官能評価の結果とAIによる分析結果に相関性があるかを正確さにより評価することができる。正確さが50%以上あれば、信頼度が高いといえる。

その結果を表1～4に示した。4種類の前処理①～④のうち、信頼度からは、56%の③が最も良

表1 ①スライスしたイチゴ

信頼度 52%	
評価用語	正確さ
甘味	63.76%
酸味	63.38%
渋み	36.05%
青臭さ	38.15%
濃厚	58.18%
あっさり	58.25%
みずみずしい	42.39%
後味	47.17%
食感	75.07%
種感	31.36%
果汁感	60.24%

表2 ②潰したイチゴ

信頼度 52%	
評価用語	正確さ
甘味	46.88%
酸味	61.99%
渋み	40.43%
青臭さ	30.77%
濃厚	43.14%
あっさり	41.50%
みずみずしい	68.99%
後味	61.76%
食感	84.61%
種感	68.69%
果汁感	30.95%

表3 ③ミキサーにかけたイチゴ
(1～2個)

信頼度 56%	
評価用語	正確さ
甘味	52.15%
酸味	68.05%
渋み	48.75%
青臭さ	38.82%
濃厚	45.24%
あっさり	39.18%
みずみずしい	75.09%
後味	54.69%
食感	75.64%
種感	75.48%
果汁感	43.56%

表4 ④ミキサーにかけたイチゴ
(500g)

信頼度 30%	
評価用語	正確さ
甘味	7.78%
酸味	31.81%
渋み	18.78%
青臭さ	5.08%
濃厚	11.85%
あっさり	15.03%
みずみずしい	43.83%
後味	12.36%
食感	65.06%
種感	82.26%
果汁感	38.98%

かったが、図 4 に示された、イチゴのおいしさの特徴づける代表的な評価用語としての“甘味”、“酸味”、“濃厚” および “あっさり” においては、①が全て 58.2%以上で最も高かった。従って、①～④のうち、最も良かった前処理は、①であると結論づけた。潰したり、ミキサーにかけたイチゴの正確さが低かった理由として、潰したり、ミキサーを使用したことにより生じた気泡が反射率に影響し、スキヤニングが不安定になったのではないかと推測している。

そこで、再度、①スライスしたイチゴのスキヤニングに絞り、測定・解析を行った。その結果、スライスしたイチゴにおけるカテゴリーモデルとプロファイリングモデルは、その正確さが各々 95.8%（表 5）と 87.1%（表 6）に達し、共に高い信頼度のあるモデルが作成できた。

表 5 カテゴリーモデル (1)

Model Name	Model Type				
202204 Strawberry Category 1-3	Profile Categorical				
TRAINING RESULTS					
Model Accuracy:	95.8333 %				
	Asukabubi-	KOTOKA	NANOCA	Nara Akari	TAMAHIME
Asukabubi-	3	0	0	0	0
KOTOKA	0	3	0	0	0
NANOCA	0	0	3	0	0
Nara Akari	0	0	0	3	0
TAMAHIME	0	0	0	0	3

表 6 プロファイリングモデル (1)

信頼度	87.05%
評価用語	正確さ
甘味	83.67%
酸味	86.58%
渋み	88.61%
青臭さ	88.50%
濃厚	87.24%
あっさり	84.88%
みずみずしい	87.99%
後味	87.25%
食感	90.99%
種感	89.63%
果汁感	82.19%

カテゴリーモデルでは、5種類のイチゴを区別し（表5）、新しく用意した別のサンプルの‘古都華’のデータを、‘古都華’であると100%認識し、判定できた（表7）。すなわち、5品種の奈良県産イチゴ‘アスカルビー’、‘古都華’、‘珠姫’、‘奈乃華’および‘ならあかり’の中から‘古都華’を明確に区別することができた。一方、人の官能評価データを用いたプロファイリングモデルでは、11種類の評価用語全項目で82.2%以上の高い正確さが得られた（表5）。また、新しく用意した別のサンプルの‘古都華’のデータから予想した官能プロファイリングと、人による官能評価を比較した結果、総じて近い値（絶対値で0.0~0.3）であるとみられ、評価用語によっては差がほとんどなかった（表8）。従って、両者の間で高い相関性を見ることができた。

表7 カテゴリーモデル (2)

Specimen #1		サンプル名
Specimen ID	631494-Kotoka-4	
Prediction	KOTOKA (100.00%)	ProfilePrintの判定した結果

表8 プロファイリングモデル (2)

	甘味	酸味	渋み	青臭さ	濃厚	あっさり	みずみずしい	後味	食感	種感	果汁感
①ProfilePrint 評価結果	4.93	1.78	1.31	1.42	4.18	2.30	3.58	3.38	3.00	3.37	3.77
②人による 官能評価結果	4.60	1.60	1.30	1.40	4.10	2.40	3.40	3.60	3.00	3.30	3.90
①と②の差 (絶対値)	0.33	0.18	0.01	0.02	0.08	0.10	0.18	0.22	0.00	0.07	0.13

これまで、AI学習型分析機器 ProfilePrint を活用した事例として、日本酒の香りと味のプロファイリング、コーヒーの識別分類モデル、米の等級分類モデル、目標サンプルのプロファイルに近づける最適なブレンド比率の予測推奨などがあげられる¹²⁾。今回、ProfilePrint を活用して、5種類の奈良県産イチゴについて果実で初めてAIの評価技術による可視化が可能となった。

その結果、パネリストの負担軽減、客観的で安定した官能評価の共有、嗜好性に合わせたマーケティングに基づく育種などが行えると推察できる。さらに、これまで人でしか表現できなかった味・香りを客観的に点数化できれば、消費者に対する新しい角度での訴求効果の可能性があり、新しい市場を開拓できることが期待される。

今後の課題としては、AI学習型分析機器による再現性をさらに検証する必要があるが、農業や食品産業においてAIの役割は、ますます重要となる。今後も活躍する場が確実に増えると考えられ、人を支援する一助となり、欠かせないツールとしての有用性が望まれる。

謝辞

本研究は、2021・2022年度帝塚山大学現代生活学部食物栄養学科卒業研究において藤村ゼミで実施した内容の一部であり、ゼミ生17名に心より感謝申し上げます。また、奈良県産イチゴは、

奈良県農業研究開発センター育種科からご提供していただき、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山口静子：IFT の定義からみた官能評価、官能評価士テキスト（日本官能評価学会編）、建帛社、pp.6、2009.11
- 2) 古川秀子：おいしさを測る－食品官能検査の実際－、幸書房、140 pp.、2012.4
- 3) 日本官能評価学会編：必読 官能評価士認定テキスト、霞出版社、233 pp.、2020.1
- 4) 古川秀子編、上田玲子共著：改訂 続 おいしさを測る－食品開発と官能評価－、幸書房、194 pp.、2019.5
- 5) 信岡 尚：アスカルビーの品種特性と栽培技術、イチゴ 品種と新技術－野菜栽培の新技術－（農耕と園芸編集部編）、誠文堂新光社、pp.82-94、1998.8
- 6) 西本登志、信岡 尚、前川寛之、後藤公美、東井君枝、泰松恒男、木矢博之、吉村あみ、平山喜彦、峯岸正好、佐野太郎、米田祥二：イチゴの新品種‘古都華’の育成とその特性、奈良県農業研究開発センター研究報告、41 号、pp.1-10、2010.3
- 7) 矢奥泰章、西本登志、東井君枝、安川人央、皆巳大輔、堀川大輔、根本明季、厚見治之、宍戸拓樹、佐野太郎、嶋岡龍平、後藤公美：イチゴの新品種‘珠姫（たまひめ）’の育成とその特性、奈良県農業研究開発センター研究報告、53 号、pp.1-10、2022.3
- 8) 矢奥泰章、西本登志、東井君枝、安川人央、皆巳大輔、堀川大輔、根本明季、厚見治之、宍戸拓樹、佐野太郎、嶋岡龍平、後藤公美：イチゴの新品種‘奈乃華（なのか）’の育成とその特性、奈良県農業研究開発センター研究報告、53 号、pp.11-20、2022.3
- 9) 矢奥泰章、東井君枝、西本登志、安川人央、厚見治之、皆巳大輔、根本明季、嶋岡龍平、堀川大輔、宍戸拓樹、佐野太郎：イチゴの新品種‘ならあかり’の育成とその特性、奈良県農業研究開発センター研究報告、54 号、pp.1-11、2023.3
- 10) Ho S.、脇田樹男：おいしさの見える化における機械学習の役割、おいしさの見える化マニュアル－データサイエンスにもとづく可視化の実践・実際例－（山野善正監修）、エヌ・ティー・エス、pp.129-134、2023.5
- 11) Stone H., Sidel J., Oliver S., Woolsey A., Singleton R.C.: Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology 28(11):24-34, 1974 Nov.
- 12) Ho S.、脇田樹男：AI を活用した美味しさ評価技術、食品と開発、58 巻、6 号、pp.10-13、2023.6