

## 匂いの気づきやすさが香りの好悪に影響する食品の探索

Search for the Foods whose Aroma Preferences Affected by the Odor Awareness

宮村 佳典

**要約** 今後作られる情報銀行に集められる多種多様なパーソナルデータは、知覚を利用した個別食品嗜好予測により、自分でも気が付かなかったお気に入り食品の発見を可能にすると思われる。本研究では、このような知覚的食品推薦システムへの第一歩として、日本語版 Odor Awareness Scale (OAS) と食品香気の嗜好性との関係を分析した。まず因子分析により食品の香りの嗜好性は少なくとも5因子あることを明らかにした。次に、嗅覚に影響する年齢、性別で集団を6群に分けた。最後にOASと食品香り嗜好因子や個別食品の香り嗜好との相関を各群で調べた。その結果、OASと関係のある香り嗜好の因子や食品を見つけることができ、特に、若年層(25-34歳)の女性では、この相関がより多く見られることを明らかにした。

**Abstract** Information bank will supply the data of personal characteristics which can be used to recommend food for each preference of us. The food preference prediction system including individual perception will also be needed for utilizing such data. However, such system has not worked yet. In this research, as first step toward perceptual food recommendation system, the relationship between the Japanese odor awareness scale (OAS) and preference of food aroma was analyzed. Factor analysis revealed that there are at least five factors for the food aroma preference. Next, the participants were divided into six groups according to age and gender affecting olfaction. Finally, the correlation between OAS and the aroma preference factors or the individual foods aroma preferences were analyzed in each group. As a result, food aroma preference factors and foods related to OAS were found. Especially in young women (25-34 years old), these correlations were more frequent rather than other groups.

### 1. はじめに

食品が栄養摂取を通じて健康の維持に役立っていることは言うまでもない。日本人の健康に関する論文を見ても、味噌汁を飲む人は逆流性食道炎が少ない<sup>[1]</sup>、植物蛋白の摂取が多いと心血管疾患による死亡率が低下する<sup>[2]</sup>、野菜やフルーツ、魚や小魚、納豆や厚揚げで代表されるような食生活のパターンの人達にはメタボ指標となる血液検査の値が低い<sup>[3]</sup>など、2018年度だけでも多数の報告がある。

健康的な食生活のために健康意識や栄養の知識の啓蒙は大事であるが、その一方で食品選択に嗜好の及ぼす影響も少なからずあり、個々人の食嗜好を考慮した栄養指導は成功率及び満足度を上げるためには重要と思われる。しかし個々人の嗜好と栄養バランス双方を満たすためのシステムは未だ作られていないばかりか、嗜好に絞ったお勧めシステムでさえ、満足なものはない。その理由としては、これまでの知覚に基づく嗜好研究の中心である食品メーカーや香料会社はメーカーとしての性質上、多数派顧客用製品の製品開発のみに注力せざるを得ず、一方でアフィリエイトなどの宣伝においては、使用できるパーソナルデータが検索情報や購買など

限られており、いずれの分野も緻密な嗜好分析に基づいたリコメンドを行おうとしなかったことが考えられる。しかしながら今後は、分散 PDS (Decentralized Personal Data Store) の一種である PLR (Personal Life Repository) と結びついた情報銀行<sup>[4]</sup>が発展し、利活用できるパーソナルデータが拡大することで、供給者、消費者双方に有効な情報としての広告を提供することも可能になると考えられる。既に英国では Gocompare.com 社が、英政府主導で行われている“midata”と呼ばれるデータポータビリティの枠組みを生かし、個々人の取引状況に合わせた金融機関、電力会社などの価格比較と紹介のサービスを提供している<sup>[5]</sup>。我が国でも情報銀行の認定が 2019 年 3 月には行われることが決まり、経済産業省と総務省は認定制度のための指針を作成した<sup>[6]</sup>。このような状況に鑑み、情報銀行の具現化で個々の感性もデータとして使える近未来の社会環境に向け、これまでになかった感覚や感性による食品嗜好予測の個別調整システムを作成したいと考えるに至った。

さて、一般的には食品嗜好形成に重要と思われるのは味覚である。しかし我々がおいしい又は風味が良いと思うのはかなりの部分が飲食の際に呼気により鼻に入る口中香と呼ばれる匂いによるものである<sup>[7]</sup>とされている。また日本人の食嗜好のクラスター分析により形成されたグループの一部と匂いの同定能力の関係が示唆される報告<sup>[8]</sup>もあったため、匂いと嗅覚が食品の嗜好性に及ぼす影響が大きいと考え、嗅覚と食品香り嗜好（以下、嗜好）の関係を調べて嗅覚の違いにより選択されるような食品を見つけることで、感覚や感性による食品嗜好予測調整に役立てようと考えた（以下、本研究）。

しかしながら、嗅覚測定は消耗品コストがかかり、面接式で行われることから被験者の負担も大きく、将来的な活用を考えると普及しているスマートフォンや PC とのやり取りだけで嗅覚を推定できるアンケート形式が望ましい。そこで、匂いの同定能力と関係が報告されているアンケート形式の心理検査であり、匂いの気づきやすさを表す尺度でもある日本語版 Odor Awareness Scale（以下 OAS）<sup>[9]</sup>の得点と食品の香り嗜好との関係を調べた。

以上のように、本研究では、現在の食品嗜好予測では欠けている個々人の感性による調整を実現する第一歩として、OAS を指標とした匂いの気づきやすさの個人差により好みの分かれる香りを持つ食品を見つけることを目的とした。

嗅覚の変動は嗜好と OAS の関係に影響を与えるため、本稿ではまず 2 章で嗅覚に影響を与える要因について過去研究を基に論じる。次いで 3 章で嗜好と OAS の関係の解析方法を説明し、4 章で結果を述べ、5 章で考察する。

## 2. 嗅覚に影響を及ぼす諸要因

本章では嗅覚に影響を及ぼす要因として性別と年齢を取り上げ、それぞれについての調査結果を述べる。また、他の要因についての報告を挙げる。それらを基に、重要と思われる要因を本研究の調査対象に加えた。

### 2.1 性別の影響

匂いに対する検知、同定能力や、匂いを感じる生体組織には男女で違いがある。本節で述べる。

### 2.1.1 匂いに対する検知, 同定能力, 反応や注意の男女差

1980年代に行われた50種類に上る匂いを用いた嗅覚検査(匂い同定検査: 匂いを嗅いだ後に用意された4択から嗅いだものを一つ選ぶ課題)の成績では, 男性が女性を上回ったのはわずか6種類(ピーナッツ, 玉ねぎ, チョコレート, スイカ, バナナ, チェダーチーズ)であり, 全体的には女性が優勢であるとの結果であった<sup>[10]</sup>. また40種類を使った嗅覚検査を5歳から89歳までの幅広い世代に行った場合<sup>[11]</sup>や, 日本人を対象に人種に特化された12種類を使った嗅覚検査を20代から80代に行った場合<sup>[12]</sup>でも, 女性が男性に比べて優れた結果を示している. また嗅覚は成人後に加齢とともに低下するが, 閾値以上の刺激を与えた場合の刺激の強さの感じ方の研究結果からは, 男性の低下が20代から始まるのに対し, 女性の低下は40代からと, より長く嗅覚の感度を保つことができることが分かる<sup>[13]</sup>. 嗅覚感度や匂いの同定能力以外の研究としては, 嗅覚への意識の強さを測るためにメキシコ, 韓国, チェコ, ドイツの1082名(21~50歳)に対し, 感情, 記憶などの惹起, 1日当たりの嗅覚の使用量, 嗅覚による意思決定の3項目で, 各6設問, 4件法で調査が行われ, 女性が男性よりも嗅覚を重要だと感じていることが明らかになっている<sup>[14]</sup>. またfMRIを用い, ストレス負荷をかけた人の汗に対する反応を扁桃体における血流量で評価した試験では, 男性の汗に対する反応は男女で異なることは無かった一方で, 女性の汗に対する女性の右扁桃体の反応が男性を上回ったことも報告されている<sup>[15]</sup>. 以上の点から女性の嗅覚, 嗅覚への意識及び応答は多くの場合, 男性を上回っていることが分かる.

### 2.1.2 嗅覚に関わる組織における組織細胞学的な男女の違い

まず, 匂い分子からのシグナルがどのような組織を通じて脳に伝わるかを述べる. 図1に示すように, 匂い分子が嗅上皮中の嗅細胞にある嗅覚受容体に結合すると, シグナルは嗅神経を通じ, 嗅球に存在している糸球体に伝わる. 一つの糸球体には同じ種類の嗅覚受容体をもつ嗅細胞からのシグナルが伝わるようになっている. 糸球体に届いたシグナルは次に同じ嗅球にある僧帽細胞を経て嗅皮質に伝わる. 嗅皮質では伝わったシグナルから嗅球上の発火パターンを読み取り, どのような匂いかを判定している.

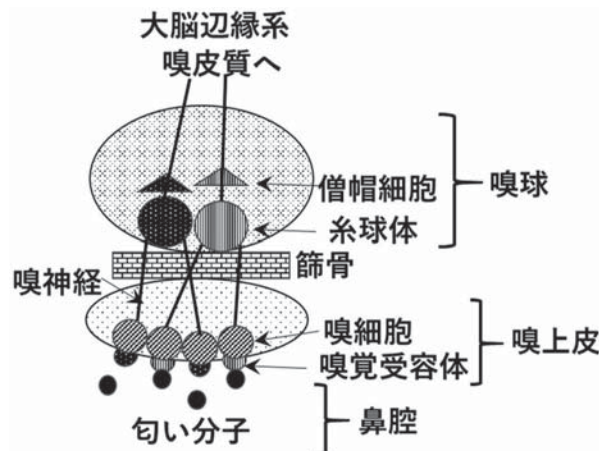


図1 匂い分子の受容体結合から中枢神経系へのシグナルの伝わり方

嗅細胞<sup>[16]</sup>、嗅球<sup>[17]</sup>及び嗅球内の僧帽細胞<sup>[18]</sup>について男女差を調べた文献が存在するが、このうち、同年代で男女を比べた場合の嗅細胞数<sup>[16]</sup>、僧帽細胞数及び僧帽細胞の核の半径<sup>[18]</sup>には違いが無かった。また嗅球全体の大きさ、重さも男女間で有意差は無かったが、嗅球の細胞を融解、核 DNA 及び核内のニューロン特異的抗原である NeuN を染色して細胞数を判定する Isotropic Fractionator 法<sup>[19]</sup>で、嗅球に含まれる総細胞数、ニューロン細胞数、非ニューロン細胞数を測定したところ、すべて女性の方が多く、その差はそれぞれ 43.2%、49.3%、38.7%であった<sup>[17]</sup>。嗅球はその容積が嗅覚機能と相関しているという報告<sup>[20][21]</sup>があり、嗅覚に重要な役割を果たしていると思われるため、嗅球における男女のニューロン数の差は嗅覚機能の男女差の一因になっていると思われる。

## 2.2 年齢の影響

人の嗅覚機能の低下がいつから始まるかに関しては、報告によって異なる。Doty ら<sup>[11]</sup>は男性 60 代、女性 70 代、Hummel ら<sup>[22]</sup>は 36-55 歳のグループで、日本人集団を用いた綾部<sup>[12]</sup>らは 50 代から、それぞれ加齢性の嗅覚低下が起きていることを明らかにした。匂いの強さの感じ方を指標とした場合では男性 20 代、女性 40 代で既に嗅覚の低下がみられるとの報告もある<sup>[13]</sup>。

また、加齢とともに組織細胞学的な変化も生じる。嗅細胞数は 50 代から減少<sup>[16]</sup>、僧帽細胞数は 40 代から減少、僧帽細胞の核半径は 50 代から減少（細胞核の凝縮→アポトーシスへ）<sup>[18]</sup>、さらに嗅球の大きさも 40 代以降減少する<sup>[23]</sup>。

これらの機能的、器質的变化は高齢者に様々な生活上の不便を生じさせ、食欲、意欲を低下させ、はなはだしい場合は生命の危機を生じる。前者は、オレンジゼリーを食べるにも 63-93（平均 74）歳の老人は 18-32（平均 24）歳の若者の 49 倍の匂い成分が必要<sup>[24]</sup>となるし、70 歳以上の高齢者の 45% が LP ガスに添付したエチルメルカプタンの匂いを検知できない<sup>[24]</sup>。また、当帰芍薬散の活用<sup>[25]</sup>といった可能性は模索されてはいるものの、加齢性の嗅覚障害に関しては未だ決定的な治療法が無い<sup>[26]</sup>。ただし、50 歳以上でも 94% 識別できるカレーの匂いや、50 歳以上と 50 歳未満で識別率に有意な差が認められなかったヒノキの匂い<sup>[27]</sup>など、加齢性嗅覚障害の影響を受けにくい匂いは、高齢者であっても若年の頃と同様に楽しむことができるだろう。また、嗅覚受容体数の減少が、入り混じったノイズを減らし、それまで気づかなかった良さを感じるような例外もあるかもしれない。

## 2.3 その他嗅覚に及ぼす影響

Liu ら<sup>[28]</sup>は変数減少法を用いたロジスティック回帰分析の結果、年齢、性別の他にも、人種（白人以外、特に黒人）、家族の低収入、低学歴、癌や喘息の病歴が、独立した嗅覚異常の増加要因と報告している。また同報告では少量ながら飲酒するグループが全く飲まないグループよりも嗅覚異常はかえって少なく、喫煙の有無には関連が見られなかった。しかしながら、別グループの報告では過度の飲酒経歴が嗅覚異常を引き起こすことが報告されており<sup>[29]</sup>、煙草にしても影響なし<sup>[30]</sup>と煙草嗅覚低下<sup>[31]</sup>の両方の報告がある。最初に紹介した Liu らの文献<sup>[28]</sup>によれば、嗅覚異常全体への影響は年齢、性別、人種の三つが大きく、ROC カーブ<sup>\*1</sup>を超える範囲であり、影響の目安とされる AUC<sup>\*2</sup>は 0.72 あるが、飲酒喫煙を含む他項目込みにしても 0.74 にしか増加しない。飲酒や喫煙の効果は弱いために正確な結果を得るのに難しいことに加え、各研究間で嗅覚検査に用いた匂いが異なっていたことで安定した結果が得られなかったと考え

られる。

本章で述べてきたように、性別と年齢の嗅覚への影響は他と比べ大きい。また、飲酒、喫煙に関しても効果は小さいものの影響する可能性があったため、性別、年齢、飲酒及び喫煙に関してもデータの収集を行い、これらの要因との偏回帰係数を調べた結果を、補正又は層別解析を行うために用いた。

### 3. 調査・解析方法

本章では、本研究でのデータ収集方法、評価尺度、対象食品と、統計解析に利用した手法について述べる。

#### 3.1 実験データの収集

本研究ではイントラネットを通じて日本ユニシスグループ社員に匿名を条件に参加を募り、479人（男性302人、女性177人、平均年齢=42.57歳、年齢標準偏差=10.63歳）の参加を得た。参加者には、年齢、性別、喫煙、飲酒、嗜好及びOASのそれぞれの設問に対しWebアンケート（Lime Survey, 有限会社ディアアイピィ）を介して回答させた。

#### 3.2 OAS

中野らの開発手法<sup>[9]</sup>を用い、参加者の匂いの気づきやすさを評価した。該手法は快い匂いに対する行動や感情の変化であるポジティブ項目（OAS\_P）9設問と不快な匂いに対する行動や感情の変化であるネガティブ項目（OAS\_N）11設問の計20設問で構成され、参加者は各設問に“全く当てはまらない”から“非常に当てはまる”までの5件法で回答するが、例外的に最後の設問は、四つの選択肢に順位をつける回答を行う。尺度は重みづけをしない合計得点を用い、得られることが予想される得点の幅はOAS\_Pが9～44点、OAS\_Nが11～55点であった。

#### 3.3 香り嗜好性

本研究では香りという言葉をも食品の匂いと言う意味で使う。理由としては食品の匂いは英語で“Aroma”と呼ばれ、一般的な匂いの“Smell”や悪臭を示す“Odor”と別の単語であることから、日本語の表現も別の単語としたかったためである。嗜好に関するWebアンケートには一部を除き、焼く、炒める、炒るなどの高温加熱調理による香りの変化の影響を受けにくい食品を基準に以下の41食品を用いた。：13種類の果物と野菜（チェリー、青りんご、グレープ、レモン、オレンジ、桃、トマト、バナナ、メロン、ニンニク（生）、タマネギ（生）、キュウリ、パクチー）、6種の発酵食品（鮎ずし、くさや、イカの塩辛、納豆、魚の粕漬、たくあん）、3種類の穀物と種子（トウモロコシ（茹で）、ナッツ、炒りゴマ）、3種類のノンアルコール飲料（ココア、コーヒー、甘酒）、3種類のアルコール（ワイン、日本酒、ウイスキー）、3種類の調味料（わさび、マスタード、醤油）、2種類のハーブ（バニラ、ミント）、2種類の乳製品（牛乳、チーズ）、2種類の加熱調理した芋類（冷めたフライドポテト、焼き芋）、お菓子（チョコレート）、麺類（とんこつラーメン）、肉類（レバー）、発酵していない魚介類（牡蠣）。

参加者は、9件法の嗜好尺度<sup>[32][33]</sup>に従い、1（大嫌い）から9（大好き）の間で各食品の香りの好みを評価し、該当食品の香りを知らない場合には0を入力した。

### 3.4 その他データ

年齢は数字で記入し、そのまま連続変数として用いた。性別は男女のいずれか、飲酒はお酒を飲めるか飲めないか、煙草は現在吸っているか吸っていないかをそれぞれ選択し、男性は1、女性は0、飲酒可能は1、飲酒不可能を0、喫煙者は1、非喫煙者は0とそれぞれダミー変数化して以降の統計解析に用いた。

### 3.5 統計解析と利用した手法

Stekhoven と Buhlmann (2011) が開発した MissForest パッケージ (ver. 1.4)<sup>[34][35]</sup> は、random forest をベースにした手法であり、他の欠損値補完法と比較してエラー率が優れているため、欠損値を補うために使用した。決定木の数は200、一つの決定木で用いる特徴量(変数)は24とした。次に収集データにおける年齢、性別の偏りを減らすため、総務省統計局の日本の統計2018<sup>[36]</sup>の“2-5 年齢5歳階級別人口”に基づき、集めたデータをブースティングにより補正した。具体的には参加者集団を男女別にした後、それぞれを25歳から34歳まで、35歳から44歳まで、45歳から54歳までの3群に分け、全6群中における各群の比を計算して日本人の各年齢層の人口構成比率と比べ、最も多い集団に合わせて足りない集団のデータを再サンプリングした。そのデータを基に最尤推定と Harris-Kaiser の独立クラスター回転を用いた探索的因子分析を行い、嗜好5因子を抽出した。

次いで、年齢、性別、飲酒及び喫煙の影響を調べるため、年齢、性別、飲酒及び喫煙を説明変数、嗜好5因子、OAS\_P 及び OAS\_N を目的変数として重回帰分析を行った。加えて、性別と年齢層で分けたブースティングされていない6群に対し、それぞれ飲酒と喫煙で調整した OAS\_P 又は OAS\_N と因子又は食品の間の偏相関係数を求めた。偏回帰係数、偏相関係数いずれも無相関検定  $p$  が 0.05 未満の際に、有意な相関とした。すべての統計テストは、R の統合開発環境である RStudio 上において R プログラム (ver. 3.5.0)<sup>[37]</sup> で実行した。

## 4. 結果

前章で述べた調査の結果数値と分析内容を本章に記す。

### 4.1 嗜好因子の探索

嗜好の探索的因子分析により、嗜好5因子を抽出し、各因子との因子負荷量が0.4を超える香り嗜好を持つ食品の印象を基に、それぞれ悪臭、果実臭、ロースト臭、刺激臭、酒臭と名付けた。悪臭の嗜好因子と関連のある飲食物は幅広く、発酵臭、海産物の香り、血なまぐささ、青臭さなど様々な香りを持つ11食品への嗜好が一つの因子で表されていた。なかでも因子負荷量が0.6より高い食品は鮎寿司、牡蠣、及びくさやであった。果実臭の嗜好因子は6種類の果実への嗜好と関連しており、チェリー、グレープ、及び青りんごの因子負荷量が0.6より高い一方、メロン及びバナナは0.4未満と関連は薄かった。ロースト臭の嗜好因子は焙煎系のやや甘い香りを持つ6食品への嗜好と関連があり、ココア、チョコレートの因子負荷量が0.6を超えていた。刺激臭の嗜好因子は鼻につんと来る4食品の香り嗜好性と関連があり、わさび及びマスタードの因子負荷量が0.6を超えていた。酒臭の嗜好因子は今回嗜好を調査した全てのアルコール飲料(ウイスキー、日本酒、及びワイン)の香りの嗜好性と関連し、いずれも0.6より高い因子負荷量であった。5因子がデータ全体をどの程度説明できているかを示す累積寄

与率は 0.38 であった。

#### 4.2 年齢, 性別, 飲酒, 喫煙の直接的影響

年齢, 性別, 飲酒, 喫煙を説明変数として, 嗜好 5 因子及び OAS\_P, OAS\_N との関係を重回帰分析によって調べた結果を表 1 に示す. 性別は全体に渡って有意な偏回帰係数が見られ関係が示唆された. 年齢, 飲酒は酒の香り嗜好因子のみ有意な偏回帰係数が見られた.

表 1. 各嗜好因子及び OAS に対する年齢, 性別, 喫煙, 飲酒の偏回帰係数

	悪臭	果実臭	ロースト臭	刺激臭	酒臭	OAS_P	OAS_N
年齢	-0.05	-0.02	0.01	0.04	0.13***	-0.03	0.03
性別	0.10*	-0.12**	-0.11*	0.20***	0.13**	-0.22***	-0.22***
喫煙	0.01	-0.02	-0.05	0.05	0.03	-0.01	-0.07
飲酒	0.01	0.03	-0.03	0.08	0.39***	0.00	0.01
R2	0.01	0.01*	0.01*	0.05***	0.17***	0.04***	0.06***

$p < 0.05^*$ ,  $p < 0.01^{**}$ ,  $p < 0.001^{***}$

#### 4.3 嗜好因子と OAS の関係

2 章で述べた先行研究からの嗅覚への影響と, 表 1 の重回帰分析の結果から, 性別が嗜好と OAS 双方に影響を与えていると考えられるため, これらの関係を調べるにあたっては性別ごとに分けた層別解析を行った. また年齢も嗅覚の加齢変化を通じ香り嗜好に影響を及ぼす可能性があり, 少なくとも酒臭因子との関係が認められたことから, 集団を性別及び年齢層段階 (25-34 歳, 35-44 歳, 45-54 歳) で計 6 群に分けた. 一方, 飲酒, 喫煙については, 飲酒と酒臭因子に関連が認められ, 喫煙も先行研究から何らかの影響を及ぼすと思われるが, 飲酒できない群, 喫煙する群の人数が, それぞれ 67 人, 64 人と性別及び年齢に加えて層別するには少ないため, 飲酒, 喫煙いずれも性別, 年齢層の偏相関係数の計算時の補正用として用いた. 表 2 は嗜好 5 因子と OAS\_P との偏相関係数を調べた結果である. 25-34 歳の若齢群では男女共に因子と OAS に四つの有意な相関が見られ, 男性の全年代を通じ有意でなかった果実臭因子

表 2. 性別, 年齢層ごとの嗜好因子と OAS\_P の偏相関係数

性別	男			女			
	年齢	25-34	35-44	45-54	25-34	35-44	45-54
参加者数		63	82	103	51	41	63
悪臭		0.27*	-0.06	0.00	0.09	0.15	0.26*
果実臭		0.10	0.09	0.18	0.38**	0.31*	0.21
ロースト臭		0.25*	0.14	0.16	0.40**	0.42**	0.16
刺激臭		0.27*	0.15	0.23*	0.38**	0.08	0.16
酒臭		0.32*	0.26*	0.07	0.37**	0.33*	0.21

$p < 0.05^*$ ,  $p < 0.01^{**}$

と OAS\_P の相関が女性では有意であった。35-44 歳の中齢群では男性が一つの相関のみ有意であるのに対し、女性は果実臭因子とロースト臭因子を含む OAS\_P との有意な相関が三つ見られた。男性女性とも加齢により有意な相関の組み合わせは減る傾向が見られた。

表 3 は因子と OAS\_N との偏相関係数を調べた結果である。表 2 の OAS\_P よりも有意相関は少なく、男性は 35-44 歳の酒臭因子、女性 25-34 歳の果実臭因子以外は因子と OAS\_N の間に有意な相関は見られなかった。

表 3. 性別、年齢層ごとの嗜好因子と OAS\_N の偏相関係数

性別	男			女			
	年齢	25-34	35-44	45-54	25-34	35-44	45-54
参加者数		63	82	103	51	41	63
悪臭	0.15	-0.18	-0.07	-0.08	0.16	0.04	
果実臭	0.03	0.11	0.10	0.37**	0.22	0.09	
ロースト臭	0.19	0.09	0.04	0.22	0.27	0.10	
刺激臭	0.10	0.09	0.16	0.22	-0.11	0.11	
酒臭	0.21	0.22*	0.00	0.21	-0.03	0.10	

p < 0.05\*, p < 0.01\*\*

#### 4.4 個別嗜好と OAS の関係

個別嗜好と OAS\_P の偏相関係数を計算したところ、OAS\_P と有意な相関が見られた香り嗜好を持つ食品は男性では 25-34 歳が鮎寿司、イカの塩辛、コーヒーなど 8 品、35-44 歳がウイスキー、オレンジ、桃の 3 品、45-54 歳がバニラ、マスタード、冷めたフライドポテトなど 7 品、女性では 25-34 歳がわさび、メロン、マスタードなど 15 品、35-44 歳が醤油、グレープ、チョコレートなど 8 品、45-54 歳がとんこつラーメン、イカの塩辛、鮎寿司など 6 品であった。このうち OAS\_P と複数世代で共通して有意な相関が見られた食品は男性では 35-44 歳と 45-54 歳の桃、25-34 歳と 45-54 歳のわさび、女性では 25-34 歳と 35-44 歳のグレープ、焼き芋、ワイン、ナッツ、35-44 歳と 45-54 歳の醤油であり、すべての年齢層で共通して OAS\_P と有意な相関のある香り嗜好を持つ食品は見つからなかった。

一方、個別嗜好と OAS\_N の偏相関係数を計算したところ、OAS\_N と有意な相関が見られた香り嗜好を持つ食品は男性では 25-34 歳がイカの塩辛、ココアの 2 品、35-44 歳が牛乳、ウイスキー、パクチャーなど 4 品、45-54 歳がわさび、きゅうり、冷めたフライドポテトなど 4 品、女性では 25-34 歳が、トマト、メロン、グレープなど 7 品、35-44 歳がチョコレート、バニラの 2 品、45-54 歳は 1 品も無かった。このうち OAS\_N と複数世代で共通して有意な相関が見られた食品は男性で 35-44 歳と 45-54 歳でわさびが見られたのみであった。すべての年齢層で共通して OAS\_N と有意な相関のある香り嗜好を持つ食品は見つからなかった。殆どの有意な相関は正の相関であったが、女性の 25-34 歳におけるメロンと OAS\_P、OAS\_N の間のみ、有意な負の相関が見られた。



## 5. 考察

本研究では、匂いの気づきやすさと嗜好因子、及び個別嗜好の相関を調べ、目的である匂いの気づきやすさで香りの好みが変わる食品を見つけることができた。しかしながら、年齢、性別の層別により異なった結果を証明するには各層のサンプル数は少なく、今回見られた有意な相関は多重比較による偶然の結果である可能性を否定できない。また、相関は弱いものが殆どであり、特に男性の場合は有意ではあるが寄与率にすると1割に満たない相関ばかりであった。嗜好の予測にはOASだけでなく、もっと強い相関を持つ変数、例えば同じ因子に属する個別食品の追加が有効だろう。それ以外の変数としては、過去研究でアルコール過剰摂取を予測した新規性追求と甘味好き<sup>[38]</sup>が酒類に有効なことが考えられ、他のパーソナリティや味覚などの組み合わせも香り嗜好の予測に有効かもしれない。しかし、直ちに予測に用いることができないとはいえ、生活の匂い全般に対する気づきやすさ尺度であり、匂いの同定能力とも関係を持つOASと関係のある食品が見つかったことは興味深い。さらに本研究ではいくつかの予想と異なる結果を見つけることもできたので以下に述べる。

まず嗜好の因子分析の結果において、予想以上に幅広い食品が悪臭という不明確な表現の因子と関わっていた。一見不快の象徴とも思える悪臭因子であるが、“ニオイのせいでその食べ物を避けることがある”という不快なおい食品に対しての直接的な設問があるOAS\_Nとの負の相関は見られなかった。そればかりか男性の若年層(25-34歳)や女性の高年齢層(45-54歳)では、香水、リネン、シャンプーなど快い匂いの設問が含まれるOAS\_Pと弱いながらも正の相関を示している。個別食品では、欠損値の多い鮎寿司を除いたとしても、男性の25-34歳がイカの塩辛と魚の粕漬、女性の45-54歳がイカの塩辛ととんこつラーメンとOAS\_Pとの間に相関が見られた。イカの塩辛にはイソ吉草酸、とんこつラーメンはアンドロステノンと悪臭に該当する成分も含まれるが、他の香り成分との組み合わせによるこれらの食品の香りの好意的な解釈において匂いの気づきやすさが何らかの役割を果たしていると思われる。

また、高い嗅覚を期待できる女性若年群(25-34歳)にOAS\_Pと相関のある香り嗜好を持つ食品が15品と数多くみられることは予測できたが、35-44歳の加齢性嗅覚異常が顕著でないと思われる年齢群で8品に減ったのは意外であった。表1を見る限り、年齢が香り嗜好因子やOASに及ぼす直接的影響は限定的(酒臭のみ)であったが、関連性の消失には働いていると言える。世代の違い、経験による香り嗜好の多様化もOASとの関係を変化させようだろうが、匂いの識別が困難な食品では、嗅覚異常とされないわずかな嗅覚の変化も原因となっているのではないだろうか。例えば嗅覚検査の一つであるNHANESキットに含まれる8種の匂いのうちグレープの匂いが最も同定が難しい<sup>[28]</sup>とされるが、女性のOAS\_Pとグレープ、及びワインの香り嗜好性では25-34歳、35-44歳で見られた有意な相関が45-54歳では見られなくなっている。もちろん本研究では同定能力の実験は行っていないので、この変化がブドウの匂いのとらえ方の変化だとの証明はできない。

しかし、日本の大学生においては匂いの気づきやすさの主観的評価であるOASと匂いの同定能力の関係が認められる<sup>[9]</sup>一方、57-85歳の米国人では嗅覚の主観的回答には正常と答えながら、Sniffin' Stickを用いた客観試験では嗅覚異常だった割合が16.3% (主観と客観評価が共に異常だった割合は5.7%)と報告されている<sup>[39]</sup>ことから、加齢により無意識に同定能力が低下した際、主観の気づきやすさであるOASは変わらないまま、香り嗜好が変化することが考えられ、本研究においても結果を見る限り香り嗜好の変化がOASの測定値変動よりも早期

に起きている可能性がある。OASを始め嗅覚の指標を個々人の嗜好予測に用いるにあたってはこの変化を考慮し、年齢別の対応を行う必要があるだろう。性差は先行研究からも香り嗜好、OAS双方に影響を及ぼす可能性が予測できたので、表1で見られた直接的影響は驚くに当たらない。女性のOASと嗜好の有意な相関が男性より多く見られるのも当然であろう。但し、女性若年群におけるメロンの香り嗜好性とOAS\_P、OAS\_Nの負の相関を説明するのは難しい。青臭さはあるにせよ、OAS\_PとOAS\_Nの双方がメロンの香りへの嗜好性と逆相関するというのは、悪臭因子の食品でも見られず、一般の感覚からも理解しがたい現象である。この相関が25-34歳の女性に限定してみられることから、15歳から35歳までの若い女性に存在し、加齢とともに低下すると言われているスイート臭<sup>[40]</sup>も関係していると推測できるが、原因特定のためには、さらに研究する必要があるだろう。

## 6. お わ り に

本稿は日本味と匂い学会第52回大会におけるポスター発表<sup>[41]</sup>に改変、追加を行い作成した。本研究で調べたのは数多くの食品のうち、ごくわずかであり、網羅的とまでは言えず、逆に特定の製品プロモーションへの応用には、具体性に欠け、粗い面も目立つ。解析面でも線形解析のみであり、改善の余地は多々ある。また、嗜好予測からは外れるが、嗅覚検査と嗜好、OASの関係を調べることで、嗜好とOASをベースにした嗅覚異常ハイリスク群の検出に繋がる可能性もあるため、今後検討する。

本稿の導入部分で述べたように、筆者はプロモーションと嗜好の一体化を完成した後、広告配信の対価としての健康サービスを紹介商品選択により行い、気が付かないうちに健康な食生活や習慣を身に着けさせたいと考えている。健康管理のために、ヘルスケアアプリや健康情報でユーザーに課金するのは本末転倒だろう。従って嗜好による精緻なプロモーションは健康管理に必須な条件として行うのが望ましく、個人の情報をくまなく管理する情報銀行が行うべき使命の一つとも考えている。

数年内に普及するであろう5G通信における通信速度の向上と通信料金の減額はPLRによるパーソナルデータ端末管理と情報銀行によるデータ分析にとっても追い風と思われる。現在のネットにおけるプロモーションも、サクラの影響を避けられないネット上の評価や緻密さに欠ける検索購買分析など、必ずしも評判は良くないため、個別嗜好に基づいた的確な情報提供へと進化を遂げると考えている。筆者も食に関わらず人間の嗜好に関する研究を幅広く行っていきたいと考えているため、本稿を読んで興味を感じた方、共同研究や実証試験を行いたい方は是非ご一報いただきたい。

最後に本研究に協力いただいた479人の参加者の方々、研究にアドバイスをくださった小塩真司早稲田大学教授、本稿の執筆を指導してくださった石原英里室長、高橋英治上席研究員、さらに日々助言を頂いている総合技術研究所の方々にこの場を借りて深くお礼を申し上げます。

- 
- \* 1 ROCカーブ：Receiver Operating Characteristic Curve（受信者動作特性曲線）は、検査の精度の評価や新旧の検査の比較に用いられ、どの範囲でカットオフポイントを取るかを示すものである。
  - \* 2 AUC：Area Under the Curveは、ROCカーブを作成した時の、グラフの曲線より下の部分の面積である。AUCは0から1までの値をとり、1に近いほど判別能が高いことを示す。

- 参考文献
- [1] Mano F, Ikeda K, Sato T, Nakayama T, Tanaka D, Joo E, et al. "Reduction in Gastroesophageal Reflux Disease Symptoms Is Associated with Miso Soup Intake in a Population-Based Cross-Sectional Study: The Nagahama Study" *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Vol. 64, Issue 5, 2018, P367-373
  - [2] Kurihara A, Okamura T, Sugiyama D, Higashiyama A, Watanabe M, Okuda N, et al. "Vegetable Protein Intake was Inversely Associated with Cardiovascular Mortality in A 15-Year Follow-Up Study of A General Japanese Population", *J Atheroscler Thromb* 2018.8, [Advance publication]
  - [3] Bahari T, Uemura H, Katsuura-Kamano S, Yamaguchi M, Nakamoto M, Miki K, et al. "Nutrient-Derived Dietary Patterns and Their Association With Metabolic Syndrome in a Japanese Population", *Journal of Epidemiology* Vol. 28, Issue 4, 2018.8, P194-201.
  - [4] 橋田浩一, 「パーソナルデータと AI」. OKI テクニカルレビュー, Vol. 228, No. 83, 2016 年 12 月, P4 ~ 9.
  - [5] 前田幸枝, 大橋慶, 大木孝修, 土橋直久. 「パーソナルデータの利活用に関する欧州の最新動向 (上)」, 経営研レポート 2017, 株式会社 NTT データ経営研究所, 2017 年, <https://www.keieiken.co.jp/monthly/2017/0323/index.html>
  - [6] 経済産業省. 「情報信託機能の認定に係る指針 ver1.0 を取りまとめました」, 2018 年 6 月, <http://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180626002/20180626002.html>
  - [7] 東原和成, 「香りとおいしさ—食品化学の中の嗅覚研究—」, *化学と生物*, Vol. 45, No. 8, 2007 年 8 月, P564 ~ 569, <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.Journalarchive/kagakutoseibutsu1962/45.564?from=CrossRef>
  - [8] 國枝里美, 澤野清仁. 「においに対する感受性と年齢及び食嗜好との関係」, *日本官能評価学会誌*, Vol. 6, No. 1, 2002 年 3 月, P28 ~ 35, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsse/6/1/6\\_28/\\_html/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsse/6/1/6_28/_html/-char/ja)
  - [9] 中野詩織, 綾部早穂. 「Odor Awareness Scale の日本人への適用可能性」, *筑波大学心理学研究*, Vol. 47, 2014 年, P1 ~ 8, <http://ci.nii.ac.jp/naid/120005550011>
  - [10] Doty RL, Shaman P, Dann M, "Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function", *Physiology & behavior*, Vol. 32, No. 3, 1984.3, P489-502, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6463130>
  - [11] Doty RL, Shaman P, Applebaum SL, Giberson R, Siksorski L, Rosenberg L. "Smell identification ability: changes with age", *Science*, Vol. 226, 1984.12, No. 4681, P1441-1443. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6505700>
  - [12] 綾部早穂, 齊藤幸子, 内藤直美. 「スティック型嗅覚同定能力検査法 (OSIT) による嗅覚同定能力: 年代と性別要因」, *Aroma research* Vol. 6, No. 4, 2005 年 11 月, P368 ~ 371.
  - [13] Wysocki CJ, Gilbert AN. "National Geographic Smell Survey. Effects of age are heterogenous", *Annals of the New York Academy of Sciences* Vol. 561, No. 1, 1989.6, P12-28, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2735671>
  - [14] Seo HS, Guarneros M, Hudson R, Distel H, Min BC, Kang JK, et al. "Attitudes toward olfaction: A cross-regional study" *Chemical Senses*, Vol. 36, Issue2, 2011.1, P177-187
  - [15] Radulescu AR, Mujica-Parodi LR, "Human Gender Differences in the Perception of Conspecific Alarm Chemosensory Cues." *PLoS ONE* Vol. 8, No. 7, 2013.7, e68485
  - [16] Tahir M, Shoro AA, Minhas LA, "Age and gender related differences in human olfactory receptor cells", *Ann Pak Inst Med Sci*, Vol. 4, No. 3, 2008, P136-143
  - [17] Oliveira-Pinto A V, Santos RM, Coutinho RA, Oliveira LM, Santos GB, Alho ATL, et al. "Sexual dimorphism in the human olfactory bulb: females have more neurons and glial cells than males" *PloS one*, Vol. 9, No. 11, 2014.11, e111733, <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0111733>
  - [18] Sama-ul-Haq, Tahir M, Lone KP, "Age and gender-related differences in mitral cells of olfactory bulb", *Journal of the College of Physicians and Surgeons-Pakistan*, Vol. 18, No. 11, 2008.11, P669-673, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18983788>
  - [19] Herculano-Houzel S, Lent R, "Isotropic fractionator: a simple, rapid method for the quantification of total cell and neuron numbers in the brain", *The Journal of neuroscience*, Vol. 25, No. 10, 2005.3, P2518-2521, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15758160>

- [20] Buschhuter D, Smitka M, Puschmann S, Gerber JC, Witt M, Abolmaali ND, et al. "Correlation between olfactory bulb volume and olfactory function", *Neuroimage*, Vol. 42, No. 2, 2008.8, P498-502
- [21] Hummel T, Smitka M, Puschmann S, Gerber JC, Schaal B, Buschhuter D. "Correlation between olfactory bulb volume and olfactory function in children and adolescents", *Experimental Brain Research*, Vol. 214, No. 2, 2011.10, P285-291, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21842188>
- [22] Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A, "Normative data for the "Sniffin' Sticks" including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects." *European archives of oto-rhino-laryngology and head & neck*, Vol. 264, No. 3, 2007.3, P237-243, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00405-006-0173-0>
- [23] Yousem DM, Geckle RJ, Bilker WB, Doty RL, "Olfactory bulb and tract and temporal lobe volumes. Normative data across decades", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 855, Issue 1, 1998.11, P546-555
- [24] Duffy VB, Cain WS, Ferris AM, "Measurement of sensitivity to olfactory flavor: application in a study of aging and dentures" *Chemical senses*, Vol. 24, No. 6, 1999.12, P671-677
- [25] 藤枝重治, 山崎裕, 三輪高喜, 「味覚と嗅覚～漢方薬の役割～」, *日本耳鼻咽喉科学会会報*, Vol. 121, No. 4, 2018年4月, P493～494, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibiinkoka/121/4/121\\_493/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibiinkoka/121/4/121_493/_article/-char/ja/)
- [26] 小河孝夫, 「老年性嗅覚障害と先天性嗅覚障害」におい・かおり環境学会誌, Vol. 45, No. 4, 2014年7月, P287～297, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jao/45/4/45\\_287/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jao/45/4/45_287/_article/-char/ja/)
- [27] 藤尾久美, 井之口豪, 福田有里子, 黒木俊介, 古閑紀雄, 丹生健一, 「オープンエッセンスによる嗅覚加齢性変化のスクリーニング」, *日本耳鼻咽喉科学会会報*, Vol. 121, No. 1, 2018年1月, P38～43, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibiinkoka/121/1/121\\_38/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibiinkoka/121/1/121_38/_article/-char/ja/)
- [28] Liu G, Zong G, Doty RL, Sun Q, "Prevalence and risk factors of taste and smell impairment in a nationwide representative sample of the US population: a cross-sectional study", *BMJ open*, Vol. 6, No. 11, 2016.11, e013246, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28157672>
- [29] Schubert CR, Cruickshanks KJ, Klein BEK, Klein R, Nondahl DM, "Olfactory impairment in older adults: Five-year incidence and risk factors", *The Laryngoscope*, Vol. 121, No. 4, 2011.4, P873-878, <http://doi.wiley.com/10.1002/lary.21416>
- [30] Brämerson A, Johansson L, Ek L, Nordin S, Bende M, "Prevalence of Olfactory Dysfunction: The Skovde Population-Based Study" *The Laryngoscope*, Vol. 114, No. 4, 2004.4, P733-737, <http://doi.wiley.com/10.1097/00005537-200404000-00026>
- [31] Keller A, Hempstead M, Gomez IA, Gilbert AN, Vosshall LB. "An olfactory demography of a diverse metropolitan population" *BMC Neuroscience* Vol. 13, No. 1, 2012.10, 122, <http://bmcneurosci.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2202-13-122>
- [32] Peryam D, Girardot N, "Advanced taste test method," *Food Engineering*, vol. 24, P58-61, 1952.
- [33] Lim J, "Hedonic scaling: A review of methods and theory," *Food Quality and Preference*, vol. 22, no. 8, P733-747, 2011.
- [34] Stekhoven D, Bühlmann P, "MissForest-nonparametric missing value imputation for mixed type data", *Bioinformatics*, Vol. 28, No. 1, 2012.1, P112-118
- [35] Waljee AK, Mukherjee A, Singal AG, Zhang Y, Warren J, Balis U, et al. "Comparison of imputation methods for missing laboratory data in medicine", *BMJ Open*, Vol. 3, No. 8, 2013.8, e002847, <http://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2013-002847>
- [36] 総務省統計局, 「日本の統計2018」, 2018, <https://www.stat.go.jp/data/nihon/index2.html>
- [37] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Internet]. 400 Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2017. Available: 401 <https://www.r-project.org/>
- [38] Kampov-Polevoy AB, Eick C, Boland G, Khalitov E, Crews FT. "Sweet liking, novelty seeking, and gender predict alcoholic status" *Alcoholism: Clinical and Experi-*

mental Research, Vol. 28, No. 9, 2004.9, P1291-1298

- [39] Adams DR, Wroblewski KE, Kern DW, Kozloski MJ, Dale W, McClintock MK, et al. "Factors Associated with Inaccurate Self-Reporting of Olfactory Dysfunction in Older US Adults" *Chemical Senses*, Vol. 42, No. 3, 2017.3, P223-231, <https://academic.oup.com/chemse/article-lookup/doi/10.1093/chemse/bjw108>
- [40] ロート製薬株式会社, 「女性の「若い頃のニオイ」を解明! 「若い頃の甘いニオイ」の正体は「ラクトン C10/ラクトン C11」」, ロート製薬株式会社プレスリリース, 2018年2月, [https://www.rohto.co.jp/news/release/2018/0214\\_01/](https://www.rohto.co.jp/news/release/2018/0214_01/)
- [41] 宮村佳典, 小塩真司. 日本味と匂学会第52回大会 プログラム・予稿集. In: 個別食品の香り嗜好に及ぼす主観的な匂いの気づきやすさの影響. 大宮:2018. page 109.

※ 上記参考文献に含まれる URL は 2019 年 2 月 26 日時点でのリンク先の存在を確認。

**執筆者紹介** 宮村佳典 (Yoshinori Miyamura)

2015年日本ユニシス(株)入社。総合技術研究所にて、本稿で紹介した研究の他、香りの嗜好性と遺伝子やパーソナリティとの関連研究に従事。博士(医学)。  
<mailto:yoshinori.miyamura@unisys.co.jp>

