

バニラカップアイスの官能評価モデル

真柳 麻誉美 (女子栄養大学 食品学第一研究室)

鈴木 督久 (日経リサーチ)

古我 可一 (女子栄養大学 食品学第一研究室)

バニラアイスをおいしく食べた経験を持つ人は多いだろう。ところが同じアイスを緊張下で食べると味さえ感じないこともある。「おいしい」という感覚表現は広く人々に共有されているように思われるけれど、おいしさの構造を説明することは、実は大変難しいことである。

1. おいしさとは何か

ここでおいしさのメカニズムを「食品の構成成分が人間という複雑な関数に入力され、表現として出力される」という入出力として考えてみよう。

食品を食べると、味、匂い、温度、歯ごたえの他、色や形といった刺激情報が脳に送られる。同時に、食品に関する過去の記憶や知識と照合される。また食事時の心理・生理状態、環境なども影響を与える。これらの情報の全てが統合されておいしさを感じたり、感じなかったりする。これが入力側である。

食べ終わった人間は「おいしい」「まずい」「香りが好き」「舌触りがいい」などの言葉や態度で官能を表現したり、しないこともある。この出力にも過去の経験・知識や心理・生理状態が影響を与える。

一般に、官能評価の興味は入力側にある。「おいしい」という出力結果を従属変数とし、入力される食品の成分特性を独立変数¹としておいしさを説明するモデルを構成できれば、パラメータを制御条件として製造に反映する余地があるからである。

一方、出力側(表現)の研究は少ない²。言葉による官能表現は抽象的なので、具体的な製造過程に知見を活用しにくいからであろう。しかし、機器による測定が困難な場合、得られるデータは官能値しかない。この研究の興味は成分値測定が難しいバニラアイスについて、その特性を潜在変数として扱い、学生パネルから出力(表現)された官能値を観測変

数として「おいしさ」の嗜好構造を説明することにある。

2. 官能評価の実施方法

官能評価は表1に示した代表的なバニラカップアイス6商品(ラクトアイス表示品を含む)を対象に、表2示した要領で実施した。

評価者120人に対する各人のサンプル評価順序はセミランダム化した。すなわち、午前・午後の1品目に評価するサンプルは6品が同数になるように割り付けたうえで、残りはランダム化した。

評価時にアイス喫食適温の-14℃となるように-17℃前後で調温し、評価者には1品40mlを透明プラスチックカップに盛り移して記号で提示した。

表1 評価対象のバニラカップアイス商品と提示記号

記号	商品名/メーカー
P	エッセルスーパーカップ超バニラ/明治乳業
Q	バニラブルー/雪印乳業
R	AYA(彩)バニラ/明治乳業
S	ハーゲンダッツ(ミニカップ)バニラ/HD ジャパン
T	雪印リーベンデール厳選素材バニラ/雪印乳業
U	Lady Borden/ロッテ

実施前に評価目的の説明と以下の注意をした。

- 各サンプルについて、まず1/3程度を食べてから問1の「第一印象」を回答する。
- 問2以降は必要に応じてサンプルを随時食べながら評価を行う。
- 香りは直接かくのではなく、口に入れて鼻に抜ける香りを評価する。
- 好みを評価する際の「強さ」と「質」とは何か。
- 問4「総合的なおいしさ」評価と、最初の問1「第一印象」の評価が矛盾していても良い。
- 評価の前と次のサンプルを試食する際には口ゆすぎ用の水を飲む。
- 前のサンプルの評価を後から訂正しない。
- 評価中の私語、口紅・香水使用の禁止

¹ 入力特性は分析機器あるいは専門パネルによって測定される。

² 心理学分野で一部研究されている。

表2 バニラカップアイスの官能評価の実施概要

測定方法	絶対評価による7段階評点尺度法 (SD法)
評価者	女子栄養大学栄養学部3年生120名
実施日	1995.8.1 (103名) と, 1995.8.4 (17名)
実施時間	10:10-12:30 (140分), 13:40-16:00 (140分) 午前と午後1回ずつ各人2回実施(1回20分)
実施場所	女子栄養大学食品学第一研究室 1.5m×3.0mの大型机に各6~8名が着席
回収率	100% . 実施時間内に無効回答のチェックと再記入・再回収を実施.

3. 評価内容

調査票は1品につきB5版2枚とした。1枚目が表3に示す官能評価, 2枚目は30項目にわたるイメージ評価だが, ここでは分析しない。1回の評価で6枚(3品×2枚)一綴りとした。

表3 官能評価の7段階評点尺度法の設問

質問番号	変数名	評価項目
問1	Y1	第一印象の好み(好き・嫌い)
問2-1	X1	色の濃さ [の強弱評価]
-2	X2	香りの強さ [同]
-3	X3	甘味の強さ [同]
-4	X4	口溶けの速さ [同]
-5	X5	舌ざわりのなめらかさ [同]
-6	X6	後味の強さ [同]
-7	X7	濃厚感 [同]
問3-1a	V1a	色<強弱> [の好み評価]
-1b	V1b	色<質> [同]
-2a	V2a	香り<強弱> [同]
-2b	V2b	香り<質> [同]
-3a	V3a	甘味<強弱> [同]
-3b	V3b	甘味<質> [同]
-4a	V4a	口溶け<強弱> [同]
-4b	V4b	口溶け<質> [同]
-5a	V5a	舌ざわり<強弱> [同]
-5b	V5b	舌ざわり<質> [同]
-6a	V6a	後味<強弱> [同]
-6b	V6b	後味<質> [同]
-7a	V7a	濃厚感<強弱> [同]
-7b	V7b	濃厚感<質> [同]
問4	Y2	総合的なおいしさ(おいしい・まずい)

全設問とも7件法である。問1は1/3程度食べたあとの第一印象の好き・嫌いで「どちらともいえない」を中心に「非常に好き(嫌い)」「かなり好き(嫌い)」「やや好き(嫌い)」と形容した。問2はSD法による強弱判定, 問3は好みに関する嗜好評価である。問4は「非常においしい」から「非常にまずい」までの総合評価とした。

4. 予備解析

分析の基本的枠組は, 問1「第一印象」と問4「総合評価」を従属変数系, 問2と問3を独立変数系と考えて嗜好構造を説明することだが, 強弱

判定をしている問2の観測変数群は従属変数群との相関が一様に低かったので分析から除外した。

問3の14変数の相関行列を観察すると, 同じ特性の「a強弱」と「b質」の相関が他のペアと比較して特に高く, ほぼ同じ感覚を測定していると考えられた。和得点か, aとbの共通因子を作るか検討し, 和得点V1~V7を観測変数とした³。これを変数選択した結果, 「V1:色」は測定方程式モデルの指標として不適切と判断して除外した。

従属変数については, 「Y1:第一印象」と「Y2:総合的なおいしさ」を潜在変数「総合評価」の指標とすることを検討した。しかしY1とY2の相関は高いものの, V1~V7との単相関係数はY1がY2よりも一様に低く, 最初の「第一印象」と最後の「総合的なおいしさ」とでは, 評価構造が違うと考えられたので, ここでは「Y2:総合的なおいしさ」を説明することを目的とした。

5. おいしさの多重指標モデル

「おいしさ」を規定する要因はいくつもあるが。ここでは食品による刺激だけを考える。潜在変数に関する仮説は, 化学的刺激による「F1:風味の好み」と, 物理的刺激による「F2:触感の好み」が観測変数「Y2:総合的なおいしさ」に影響を与えるというもので, 6サンプルのバニラについて図1に示した多重指標モデル1を個別に適用した⁴。

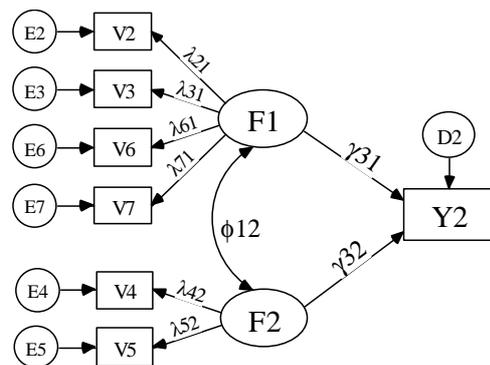


図1 バニラカップのおいしさモデル1

風味や触感は感じることはできても, その嗜好量を物理量として測定する技術はまだない。何かの化合物を人の官能とは独立に測定できても, 人の嗜好量・感覚量を観測したわけではない。しかし風味や

³ 例えば, $V1 = V1a + V1b$ である。

⁴ 係数の添字はY2の変数番号を「3」とみなして付けた。

触感は共通体験として了解可能な概念なので、潜在変数としてその存在を仮定する。観測変数である「V2：香りの好み」や「V3：甘味の好み」は、抽象化された「F1：風味の好み」の具体的な側面の反映である。モデル1は以上のような仮説を表明していることになる。

6. 「モデル1」の評価と検討

表4にモデル1の適合度指標をまとめた。カイ2乗検定ではサンプルQだけが棄却される(5%水準)。標本数がn=120と小さいので、この検定結果は無視できない。RMSEA に関してもQだけは0.12と大きい。GFIは0.94だがAGFIは0.84と低下が著しい。実はQは「Y2：総合的なおいしさ」の平均値が3.8で「どちらともいえない」の4点を下回り「まずい」と評価された唯一のサンプルである⁵。

他のサンプルについても、カイ2乗検定は5%水準でかろうじて受容されるが、GFIとAGFIの差が大きい。RMSEAも0.10未満ではあるが、0.05を超えており、微妙な結果で再検討の余地がある。

表4 各バニラにおけるモデル1の適合度指標

	χ^2	P-値	GFI	AGFI	RMSEA
P	17.09	.15	.96	.91	.06
Q	31.58	.00	.93	.84	.12
R	21.17	.05	.95	.89	.08
S	19.70	.07	.95	.89	.07
T	19.77	.07	.96	.90	.07
U	20.22	.06	.95	.89	.08

表5はモデル1の標準解と従属変数「Y2：総合的なおいしさ」の決定係数である。測定方程式モデルのパス係数を見る限りでは特に問題を発見できない。決定係数も0.8前後と良好である。

表5 各バニラにおけるモデル1の標準解と決定係数R²

	λ_{21}	λ_{31}	λ_{61}	λ_{71}	λ_{42}	λ_{52}	γ_{31}	γ_{32}	ϕ_{12}	R ²
P	.70	.79	.77	.74	.81	.70	.73	.23	.63	.81
Q	.85	.73	.82	.76	.87	.86	.92	.03	.61	.87
R	.80	.84	.83	.76	.83	.87	.77	.17	.59	.77
S	.76	.80	.83	.82	.94	.78	.87	.07	.70	.84
T	.73	.72	.80	.83	.81	.76	.68	.27	.79	.83
U	.78	.82	.76	.74	.82	.83	.95	-.08	.77	.80

しかし表6に示した基準化残差を検討すると、「V2：香りの好み」と「V7：濃厚感の好み」の残差が大きくて、両変数には問題がありそうである。

「香り」は風味の重要な要素であるが、味評価にも影響を及ぼす特性を持っている。しかし学生パネルには評価がやや難しく、嗜好差に加えて香りの弁別力の個人差が影響している可能性がある。

⁵ 他のサンプルの「総合的なおいしさ」の平均値は4.2~4.7である。

表6 モデル1の基準化残差(大きい順に7つ)

P	V7,V2	Y2,V5	Y2,V4	V5,V3	V4,V2	V5,V2	Y2,V2
	-2.89	2.02	-2.02	-1.86	1.29	-1.27	1.18
Q	V7,V2	Y2,V2	Y2,V3	V7,V4	Y2,V6	V5,V2	V7,V5
	-4.13	3.80	-2.76	2.29	-1.98	-1.97	1.95
R	V4,V2	V7,V2	Y2,V2	Y2,V3	V6,V3	V5,V2	Y2,V7
	2.97	-2.46	2.20	-2.12	2.08	1.92	1.71
S	Y2,V2	V7,V2	V5,V3	V7,V6	Y2,V6	V7,V5	V7,V4
	3.19	-2.51	-2.14	1.96	-1.79	1.24	1.19
T	V7,V4	V7,V3	Y2,V6	V4,V3	Y2,V3	V4,V2	V7,V6
	3.07	1.83	1.19	-1.17	-1.12	-1.06	-1.02
U	Y2,V7	V7,V3	V3,V2	Y2,V6	V7,V2	V6,V3	Y2,V3
	2.36	-2.29	2.00	-1.86	-1.84	1.72	-1.47

濃厚感は5基本味と香りの複合感覚で、色、口溶け、舌触りなどの物理的刺激の影響も考えられる。「F1：風味の好み」と「F2：触感の好み」の両方からパスを受けるモデルも考えられるが、最終的に指標として適切に測定されていないと判断し「V7：濃厚感」を除外したモデル2(図2)を考えた。

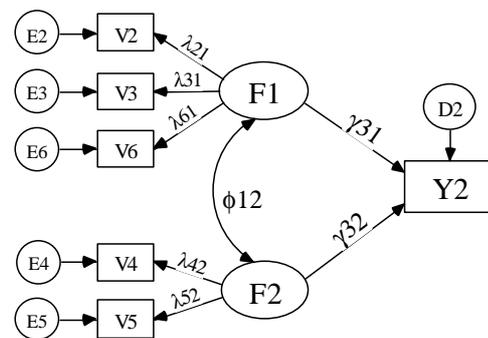


図2 バニラカップのおいしさモデル2

7. 「モデル2」の評価と解釈

「V7：濃厚感」を除外するとカイ2乗値は表7に示すように大きく減少した。モデル1で問題のあったサンプルQも受容される。一方、サンプルRの改善は不調でRMSEAは0.08のまま変化しない。GFIとAGFIの差(0.97-0.90)も0.7で最も大きく、「V2：香りの好み」の残差が影響していると考えられる。標本サイズ(n=120)が小さいのでサンプルRにモデル2を適合させる判定は微妙だが、他のサンプルの適合度は申し分のない結果を示している。

表7 各バニラにおけるモデル2の適合度指標

	χ^2	P-値	GFI	AGFI	RMSEA
P	7.32	.40	.98	.94	.02
Q	7.94	.34	.98	.93	.03
R	12.26	.09	.97	.90	.08
S	8.95	.26	.98	.93	.05
T	3.69	.82	.99	.97	.00
U	7.68	.36	.98	.93	.03

表8の標準解をみると、各サンプルとも測定方程式モデルに関しては良好だといえる。構造方程式モデルは「F1：風味の好み」から「Y2：総合的なおいしさ」へのパス係数 β_{31} が β_{32} よりもかなり大きい点、どのサンプルでも共通している。触感より風味がおいしさに強く影響することは常識的にも理解できることである。

表8 各バニラにおけるモデル2の標準解と決定係数 R^2

	λ_{21}	λ_{31}	λ_{61}	λ_{42}	λ_{52}	γ_{31}	γ_{32}	ϕ_{12}	R^2
P	.73	.78	.77	.81	.70	.72	.24	.64	.79
Q	.89	.72	.82	.87	.87	.87	.10	.56	.85
R	.82	.84	.83	.83	.87	.76	.17	.61	.75
S	.78	.79	.81	.94	.78	.88	.08	.68	.87
T	.74	.70	.82	.80	.77	.65	.33	.74	.85
U	.80	.86	.76	.82	.83	.83	.03	.75	.74

サンプルQ,S,Uは $\beta_{32} = 0$ の帰無仮説を5%水準で棄却できないが、観測変数V4,V5あるいはF2とY2の単相関は中程度で、触感の影響は存在する。

ところで、モデル2では風味と触感に相関 λ_{12} を仮定し、両者が共変動しながら、おいしさに影響を与えると考えたが、相関ではなく間接効果も考えられる。つまり触感から風味へのパス λ_{12} を設定する。この場合、適合度も標準解もモデル2と同じで⁶、仮説だけが異なる。すなわち、最初に触感に接し、それが風味に影響を与え、おいしさを感じるという経路の間接効果と、触感そのものからおいしさへの直接効果とを考慮するので、 β_{32} が0でも間接効果を考慮して「触感の好み」の影響を解釈できる。

しかし、触感を経ってから風味を感じるという時間的な因果関係、さらに「風味の好みが同じ場合の触感の好み」というような仮定が脆弱だと思われる。やはり食べている間、風味と触感が互いに影響しあって「総合的なおいしさ」を感じる、としたモデル2の方が自然であろう。従って、パス係数 β_{32} が0の場合も間接効果で説明するのではなく、風味との共変動における触感の「振る舞い」と解釈する。

8. 食品学的な解釈

一般にアイスの味は原材料とその配合比、製造条件等により変化するのだが、今回取り上げたサンプルは市販品のためこれらの条件は統制下にはない。サンプル数も6品と少ないので、食品学的な解釈は難しい。しかしOR%（オーバーラン比率＝空気の含有率）という実在する特性を用いると潜在変数であるF2のより具体的な解釈が容易になる。

各サンプルにおける「F2：触感の好み」から「Y2：総合的なおいしさ」へのパス係数 β_{32} を大きい順に並べると、 $T > P > R > Q > S > U$ となっており、OR%が低いサンプルほど β_{32} が大きいという関係がほぼ成り立っていると推察される。

ただし評価した6品は市販品なので比重を直接測定できず、原材料比も不明でOR%を算出できないため、両者の関係を定量的に見積もることはできない。逆算のための正確な成分値測定も容易ではないので、ここでは全品とも比重を1.1として概算し、サンプルUとQが高OR%、これと比較して残り4サンプルが低OR%であることを確認した。

例外的にSは低OR%にも関わらず β_{31} が小さいが、これはSが非常に特徴的なフレーバーを持つためではないかと考えられ、OR%だけでは単純に触感の影響を説明しきれないことも示唆している。

一般的にOR%の変化がアイスの味に与える影響として以下の経験的知見が得られている。

- OR%が高いほどふわりとした触感となり、同じ温度の低OR%品に比べ冷たさを感じずらい。
- 高OR%品は氷晶が細かいことが多く、舌触りもなめらかに感じやすい。低OR%品は逆に氷晶が大きく、ざらついた舌触りになりやすい。
- 高OR%品は脂肪の凝集が進んでおり、こくみが増す分口溶けが遅くなり、後味も残りやすい。一方、低OR%品は脂肪の凝集が進んでおらず、口溶けが早くさっぱりとした後味となる。

このような知見に照らして分析結果を解釈すると、低OR%であれば触感の好みの影響が大きく、逆に高OR%であれば風味の好みの方が主体となって「おいしさ」を形成し、触感の好みは単独では影響しないという傾向を一応、考えることができる。

以上のようなモデルの解釈は食品学的見地からは納得のいくものであるが、その他にも原因となる要因の存在を考えられる。今後はOR%を含む各種条件をコントロールした試作サンプル等を用いて官能評価を実施し、詳細に検討する必要があるだろう。同時に、官能評価用語（観測変数）の吟味も行った上でモデルを洗練していく可能性も示されている。

参考文献

- 日科技連官能検査委員会(1973)新版 官能検査ハンドブック。日科技連出版部。
真柳麻誉美・鈴木督久(1998)バニラカップアイス・官能評価データの解析。第21回多変量解析シンポジウム発表要旨。日科技連。

⁶ $\lambda_{12} = \lambda_{21}$ である。すなわち同値モデルになっている。