ケーキの外観印象の共分散構造分析

志堂寺和則[§], 都甲 潔

九州大学大学院システム情報科学研究院

Structural Equation Modeling of Impressions of Cake Palatability Based on Appearance

Kazunori Shidoji[§] and Kiyoshi Toko

Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University,
744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395

It is common to judge the palatability of food on the basis of its appearance. However, few studies have examined the viewer's mental process while this opinion is formed. In this study, we conducted a survey, using the SD method, of subjects' impressions of photographs of cakes to investigate how the feeling of palatability is processed. We hypothesized several basic models for the mental process based on the results of the survey, and tested each of these by structural equation modeling. The model that best fits the survey data is as follows. Impressions of both colors and structures are created when the subject views a photograph of food. Both of these have a causal relationship, and the overall impression of the photograph is a combination of these impressions. The viewer's individual taste preferences in sweets affect impressions of color but not of structure. The overall impression of the cake photograph and the viewer's individual preferences combine to yield a total assessment of the photograph, which is a determination of how delicious the cake looks.

(Received Mar. 16, 2006 ; Accepted Oct. 3, 2006)

Keywords : impressions of cake photos, appearance, structural equation modeling

キーワード : ケーキ写真の印象, 外観, 共分散構造分析

食品のおいしさは人間の感覚が複合的に働いて決定される。われわれは食品を見て、あるいは食品の写真を見て、おいしそうとか辛そうとかの判断を（間違っているかもしれないが）することができる。食品の外見つまり見た目は、味の認知と食品への満足度に対してハロー効果を持つことがあり、「最初の味覚はたいてい視覚から生じる」¹⁾。このため、食品を作る側は見た目にこだわり、少しでも消費者の関心を惹こうと努力を払っている。

食品から連想する語を調べた研究から、テクスチャや香りよりも外観を連想することが多いことが示されており、色や形といった見た目は食品の品質を評価する上で重要であるとされている²⁾。

しかし、見た目のおいしさに関わる科学的な研究は、実際にはほとんど行われていないのが実状である。食品の官能検査では、見た目は多数ある検査項目の中のほんの1ないしは2項目として扱われることが多く、見た目についてより詳細に分析することはない。

真柳らは、バニラカップアイスのおいしさ印象について共分散構造分析を試みている³⁾。その結果、触感の好みよ

りも風味の好みの方が総合的なおいしさに強く影響することが明らかとなった。しかしながら、この研究においても、見た目は色についてしか官能評価をおこなっておらず、解析途中において影響が小さいとして分析対象から外している。このように食品の味を全体として評価する場合、味覚から得られる情報と比較して視覚からの情報は弱く、未分析となりがちである。

相良らは、おいしさに影響を及ぼす要因として、知覚的要因（味、香り、テクスチャ、色、形等）、要求的要因（甘党、濃い味好き、空腹等）、認知的要因（価格、産地、CM等）の3つを挙げている⁴⁾。本研究では、視覚に関する知覚的要因と要求的要因がどのようにおいしそうという感情を引き起こすのかについて考えたい。

実験に先立ち、われわれは以下のような仮説を立てた。前段で記したように、今回は、食品を見て生じる、おいしそうとか食べたいといった感情は、食品の外観が視覚情報として目に入り生起する印象と見る人の内部要因によって決まるものとする。生起する印象とは、新鮮そうとか甘そうとか柔らかそうなどといったもので、食品についての視覚情報自体から比較的直接的に惹起されるもののことである。一方、見る人の内部要因とは、空腹具合や食物の

嗜好などの要因で、食品の外観とは無関係に見る人の内部状態によって決まるもののことである。この内部要因は、おいしそうという感情に直接作用することと考えられるし、印象の形成にも影響を及ぼして、間接的に感情に作用することも考えることができる。

本研究では、実際においしそうという感情に関わる印象や内部要因にはどのようなものがあるのか、そしてそれらの間にはどのような関係があるのかを詳細に検討するために、共分散構造分析を用いることとした。共分散構造分析は、真柳らも用いているが、実際に観測できる変数（アンケートの回答結果や官能検査の結果等）や心理的な観測不可能な構成概念間の因果関係を検証的に調べることでできる統計手法である⁵⁾⁶⁾。

共分散構造分析にかけるモデルを作成するために、まず、SD 法によるアンケート調査をおこない、食品から生じる種々の印象、感情がどのようにグルーピングされるかを調べた。そして、その結果を参考に複数のモデルを立て、共分散構造分析により、その中から最適な説明モデルを決定した。

実 験 方 法

1. 刺激材料

刺激として 8 枚のケーキの写真 (図 1) を用いた。実物ではなく写真を用いたのは、香りの影響を排除するためであった。また、本研究では、ケーキという一つ一つが微妙に細部が異なる食品、時間と共に状態が変化する食品を対象としているため、多数のパネルにできるだけ同じ視覚的刺激が提供できることを考慮した結果でもあった。

ケーキは福岡市内のケーキ店より購入し、著者らがデジタルカメラで撮影した。解像度は 2272×1704 ピクセルであった。ケーキを用いたのは、見た目で判断するため、種

類が豊富で外観の変化が大きい方が種々の印象・感情がはっきりと生じること、嫌いな人が少ないこと、写真に取りやすいことなどの理由である。

2. パネル

大学生、大学院生、261 名。

3. 手 順

実験は 4 名以下の少人数で実施した場合と、100 名強の大人数で実施した場合 (2 組) があったが、手順は同一であった。少人数実施の場合は、ノート PC のモニタ画面 (12.1 インチディスプレイ、1024×768 ピクセル) を用いて刺激を提示し、大人数の場合は、200 名程度規模の教室でプロジェクタ投影をおこなった。

実験は以下の 3 つのステップで実施した。

(1) ステップ 1

パネルに 8 枚の写真を 1 枚あたり 5 秒間、順次閲覧させた。この手続きは、回答する際に天井効果やフロア効果が生じないようにするために実施した。写真の提示順序は回答するときと同一で、実施回毎にランダムとした。

(2) ステップ 2

パネルに写真毎に印象について回答させた。使用した形容詞対を表 1 に示す。形容詞対は、あらかじめ 4 名のブレインストーミングによりケーキ写真から想起しやすい形容詞を検討して決定した。形容詞対を数直線の両端に配置し「非常に」「かなり」「やや」「どちらでもない」「やや」「かなり」「非常に」の 7 件法で回答させた。写真の提示時間は特に決めず、各パネルがすべて回答し終えたことを確認して、次の写真を見せた。以下ではここで回答した項目 19 項目を印象項目と呼ぶ。

(3) ステップ 3

最後に、パネルに、フェイス・シート項目 (年齢や性別等)、空腹状態 (食後経過時間の記入、空腹具合の 7 段階評

刺激 A 果実の森

刺激 B レアチーズケーキ

刺激 C モンブラン

刺激 D 苺のショートケーキ

刺激 E ベリーベリーの
レアチーズケーキ

刺激 F ザッハトルテ

刺激 G チーズケーキ

刺激 H ブリンアラモード

図 1 刺激

表 1 印象項目の形容詞対

順序 ^a	形容詞対 ^b		相関係数 ^c
1	柔らかい	硬い	0.264
2	美しい	醜い	0.495
3	あつい	冷たい	0.191
4	複雑な	単純な	0.098
5	甘い	辛い	0.254
6	重い	軽い	0.122
7	好き	嫌い	0.829
8	繊細な	大まかな	0.261
9	暗い	明るい	0.347
10	食べたい	食べたくない	0.803
11	くすんだ	つややかな	0.274
12	洗練された	粗野な	0.370
13	おいしい	まずい	—
14	やさしい	きつい	0.516
15	安っぽい	高級な	0.243
16	さっぱりした	しつこい	0.218
17	上品な	下品な	0.399
18	かわいた	しっとり	0.196
19	鮮やかな	地味な	0.300

^a 順序はアンケート用紙の回答順。 ^b 太字で記載した形容詞の方が高得点となるよう得点化。 ^c 相関係数は「おいしい」とのケーキ毎の相関係数の絶対値平均。0.200 以上の相関係数は太字。

表 2 甘味嗜好検出項目

順序 ^a	質問項目	相関係数 ^b
1	ケーキは好きですか	0.308
2	チョコは好きですか	0.217
3	果物は好きですか	0.158
4	チーズは好きですか	0.232
5	生クリームは好きですか	0.260
6	甘いものは好きですか	0.306

^a 順序はアンケート用紙の記載順。 ^b 相関係数は「おいしい」とのケーキ毎の相関係数の絶対値平均。0.200 以上の相関係数は太字。

価), 甘味嗜好検出項目の項目に回答させた。甘味嗜好検出項目は表 2 の 6 項目で、印象項目と同様に 7 件法で回答させた。

4. 分析ソフトウェア

結果の分析において、因子分析は SPSS13.0J (エス・ピー・エス・エス株式会社)、共分散構造分析は AMOS5.0 (エス・ピー・エス・エス株式会社) を用いた。

実験結果および考察

1. データの統合ならびに取捨選択

印象項目の回答に抜けのあるものを外した有効回答数は計 226 であった (少人数実施が 43, 大人数実施が 95 と 88)。有効回答者 226 名のうち男性は 165 名, 女性は 61 名であっ

た。また、年齢は平均 20.3 歳, 標準偏差は 2.0 歳であった。

まず、各パネルの回答について、各形容詞対において、ケーキを見たときの評価として肯定的な形容詞 (表 1 の形容詞対のうち太字で記載) の方が数値が大きくなるように、7 段階評価をそのまま得点化した。以下の表記では、肯定的な形容詞のみで形容詞対を表記する。

共分散構造分析を実施するためには、最低 200 程度のサンプルが必要であるといわれており、各グループのデータを統合できるかどうか検討した。最初に、大人数で実施した回答の 2 組分について、ケーキ種×印象項目で両グループの平均値の比較をおこなったところ、どこにも 1 以上の差はなかったため、両データを統合した。次に、この統合データと少人数実施データと同様の比較をしたところ、1 以上の差は 2 箇所 (刺激 F「ザッハトルテ」の「しっとり」の項目で差 1.028, 刺激 G「チーズケーキ」の「明るい」の項目で差 1.106) でしかみられなかったため、両データで大きな開きはないものとして統合した。このようにして統合した全データに関して、各印象項目について天井効果やフロア効果がないか調べたところ、見つからなかった。

おいしそうという感情との関係を検討することが目的であるため、これと関係する「おいしい」の項目と他の印象項目ならびに甘味嗜好検出項目の相関係数をケーキ毎に求め、これの絶対値をとり平均値を出した。そして、この値が 0.200 以上の項目を以下の分析で用いることとした (表 1 および表 2 の相関係数が太字の項目)。その結果、おいしいを含め 20 項目 (印象項目 15, 甘味嗜好検出項目 5) が選択された。なお、表に含まれていない空腹具合は、「おいしい」との相関係数が 0.124 と低かったため選択されなかった。

2. 因子分析

選択した項目を使い、最尤法による探索的因子分析をおこなった。スクリー・プロットの急激な変化点に基づく基準では 3 因子が、固有値 1 以上を採用するカイザー・ガットマン基準では 4 因子が抽出された。プロマックス回転の結果得られた因子パターンを表 3 と表 4 に示す。各因子において 0.400 以上の値を持つ項目をその因子を構成する項目と考えた。どの因子とも 0.400 以下の値しか持たない項目は排除した。

スクリー・プロット変化による基準の第 1 因子はカイザー・ガットマン基準の第 1 因子と同じであり、前者の第 3 因子は後者の第 2 因子と同じであった。前者の第 2 因子は後者では第 3, 第 4 因子に分かれた。

スクリー・プロット変化による基準の場合、第 1 因子は評価、第 2 因子は色彩印象、第 3 因子は形態 (造作) 印象に関係する項目であると考えられた。一方、カイザー・ガットマン基準の場合、第 1 因子は評価、第 2 因子は形態 (造作) 印象、第 3 因子は色彩印象、第 4 因子は複合印象に関係する項目であると考えた。

3. 共分散構造分析

(1) 初期モデル

因子分析により抽出した因子を参考に、図 2 に示すような共分散構造分析の初期モデルを作成し検討した。初期モデル作成に当たって、潜在変数（図 2 の因子 X と記載され

た楕円枠）として、因子分析により抽出した各因子と見る人の内部要因である甘味嗜好を中心に考えた。因子分析により抽出した各因子の潜在変数に関する観測変数（図 2 の四角枠）は、因子分析の結果において各因子を構成する印象項目とした。甘味嗜好の潜在変数に関する観測変数

表 3 スクリーン・プロット変化状況より 3 因子を抽出したときの因子パターン

印象項目	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子
好き	0.978	-0.054	-0.033
食べたい	0.921	-0.060	0.041
おいしい	0.877	0.025	0.025
明るい	-0.074	0.921	-0.093
つややかな	-0.087	0.730	0.002
柔らかい	0.062	0.586	-0.158
鮮やかな	-0.150	0.561	0.284
やさしい	0.355	0.518	-0.135
美しい	0.187	0.496	0.280
高級な	-0.026	-0.277	0.786
繊細な	-0.079	0.047	0.685
洗練された	0.036	0.151	0.648
上品な	0.187	0.013	0.546
回転後の因子 負荷量平方和	3.630	3.674	3.003

表 4 カイザー・ガットマン基準により 4 因子を抽出したときの因子パターン

印象項目	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	第 4 因子
好き	0.969	-0.057	0.001	-0.008
食べたい	0.931	0.002	0.028	-0.047
おいしい	0.827	0.041	-0.002	0.098
高級な	0.043	0.710	-0.017	-0.301
繊細な	-0.084	0.656	0.089	-0.005
洗練された	-0.004	0.656	0.109	0.102
上品な	0.039	0.646	-0.148	0.251
鮮やかな	0.040	0.164	0.755	-0.188
明るい	-0.009	-0.076	0.715	0.243
つややかな	0.006	-0.034	0.679	0.099
やさしい	0.086	0.067	-0.005	0.746
柔らかい	-0.072	-0.028	0.171	0.510
さっぱりした	0.043	-0.057	-0.035	0.448
回転後の因子 負荷量平方和	3.360	2.653	2.714	2.804

(a) 4 因子モデル

(b) 5 因子モデル 1

(c) 5 因子モデル 2

(d) 6 因子モデル

図 2 初期モデル

は、「おいしい」との相関が0.200以上であった5つの甘味嗜好検出項目とした。また、各潜在変数は2～3の観測変数を有することとした。このとき、最終的な評価に係る潜在因子と関係する観測変数の一方は「おいしい」に固定した。

i) 4因子モデル (図2a)

スクリー・プロット変化による基準に基づくもので、甘味嗜好 (図2aの因子3: 甘味嗜好検出項目が相当)、色彩印象 (図2aの因子1: 表3の第2因子が相当)、形態印象 (図2aの因子2: 表3の第3因子が相当)、評価 (図2aの因子4: 表3の第1因子が相当) に関する潜在変数を仮定した。前3者の間に共分散を仮定し、それぞれが評価に影響を及ぼすと仮定した。

ii) 5因子モデル1 (図2b)

カイザー・ガットマン基準によるもので、甘味嗜好 (図2bの因子4: 甘味嗜好検出項目が相当)、形態印象 (図2bの因子1: 表4の第2因子が相当)、色彩印象 (図2bの因子2: 表4の第3因子が相当)、複合印象 (図2bの因子3: 表4の第4因子が相当)、評価 (図2bの因子5: 表4の第1因子が相当) に関する潜在変数を仮定した。前4者の間に共分散を仮定し、それぞれが評価に影響を及ぼすと仮定した。

iii) 5因子モデル2 (図2c)

4因子モデルを拡張したもので、色彩印象 (図2cの因子1: 表3の第2因子が相当) と形態印象 (図2cの因子2: 表3の第3因子が相当) に関する潜在変数をまとめる潜在変数 (全体印象: 図2cの因子4) を介在させたモデルである。制約条件を満たすため、全体印象の因子には誤差項を入れなかった。評価因子で誤差項を考慮しているため、こちらに含まれると考えた。

iv) 6因子モデル (図2d)

5因子モデル1を拡張したもので、形態印象 (図2dの因子1: 表4の第2因子が相当)、色彩印象 (図2dの因子2: 表4の第3因子が相当)、複合印象 (図2dの因子3: 表4の第4因子が相当) に関する潜在変数をまとめる潜在変数 (全体印象: 図2dの因子5) を介在させたモデルである。5因子モデル2と同様の考えの下に、制約条件を満たすため、全体印象の因子には誤差項を入れなかった。

(2) 初期モデルの検討結果

共分散構造分析には最尤法を用いた。各初期モデルにおいて、観測変数に関連する項目を順次投入し、ケーキ毎に総当り的にモデルを調べた。 χ^2 検定で0.05の基準を満たしモデルが観測データに適合しているとされた組み合わせの数は、表5のようになった。すべてのケーキを説明できるモデルは存在しなかった。6因子モデルは最高4つのケーキしか説明できなかったため、今後の検討から外した。

(3) 修正モデル

次に、6因子モデル以外の3つのモデルについて、各モデルで最も適合したケーキの種類が多い観測変数の組み合わせを使い、AMOSの修正指数の値を参考に、共分散を仮定した部分を因果関係に置き換える作業をおこなった。以下では、各ケーキにおいてモデルを適用した場合の χ^2 検定の結果が0.05以上、GFIが0.95以上、RMSEAが0.05以下の場合を適合度指数から判断される適合モデルとした。さらにパス係数が負の値をとる場合も不適とした。各モデルの平均適合指数、潜在変数の平均決定係数、不適合であったケーキの種類を表6に示した。

i) 4因子モデル (図3a)

色彩印象変数、形態印象変数、甘味嗜好変数の3者間の共分散関係を削除し、色彩印象変数と形態印象変数の間に相互の因果関係を、甘味嗜好変数から色彩印象への因果をおくことができた。しかしながら、このモデルでは、2つの観測変数の組み合わせとともに、適合度指数から判断される説明可能なケーキの数が5つに減少した。

表5 χ^2 検定で適合すると判断された観測変数の組み合わせ数

基本モデル	適合したケーキの種類 ^a			
	8	7	6	5
4因子モデル	0	2	19	93
5因子モデル1	0	0	2	9
5因子モデル2	0	0	11	63
6因子モデル	0	0	0	0

^a 適合したケーキの種類が5つ以上の場合のみを記載。

表6 各モデルの適合度指数、決定係数、不適合だったケーキ種

	χ^2 のp値	GFI	RMSEA	AIC	色彩印象 決定係数	形態印象 決定係数	評価 決定係数	不適合 ケーキ
4因子モデル								
組み合わせ1	0.150	0.972	0.039	76.483	0.544	0.438	0.430	B, D, F
組み合わせ2	0.185	0.974	0.034	75.455	0.592	0.406	0.520	A, D, F
5因子モデル1								
組み合わせ1	0.164	0.970	0.035	91.022	—	—	0.666	A, E, H
組み合わせ2	0.175	0.971	0.034	90.056	—	—	0.672	D, E, F
5因子モデル2								
組み合わせ1	0.244	0.975	0.028	74.401	0.498	0.352	0.552	D, F

(a) 4 因 子 モ デ ル

(b) 5 因 子 モ デ ル 1

(c) 5 因 子 モ デ ル 2

図 3 修正モデル

ii) 5 因子モデル 1 (図 3b)

共分散関係を因果関係に置き換えることができなかった。ただし、置き換える作業の過程で、甘味嗜好変数と形態印象変数の間、甘味嗜好変数と色彩印象変数の間の共分散は削除可能であることがわかった。(共分散関係を残したままであるが、) 2つの観測変数の組み合わせとともに、適合度指数から判断される説明可能なケーキの数が5つに減少した。

iii) 5 因子モデル 2 (図 3c)

色彩印象変数、形態印象変数、甘味嗜好変数の3者間の共分散関係を削除し、色彩印象変数と形態印象変数の間に相

互の因果関係を、甘味嗜好変数から色彩印象への因果をおくことができた。11種の観測変数の組み合わせのうち1つにおいて、適合度指数から判断される説明可能なケーキの数が減少することがなかった(6種のケーキに適合した)。

(4) 最適モデルの決定

上記の分析の結果は、適合したケーキの種類の多さ、AICの低さ、共に5因子モデル2を最適モデルであることを支持するものであった。このモデルは、色彩印象変数の観測変数として「明るい」「美しい」、形態印象変数の観測変数として「繊細な」「洗練された」、甘味嗜好変数の観測変数として「ケーキが好き」「甘いものが好き」「チョコが

図 4 採択したモデルのケーキ適用例

好き」を持つものであった。図4にこのモデルを使って適合ケーキを説明するときの標準化推定値を記載したパス図を示した。

見た目に「おいしい」が何によってどの程度決定されるのかを検討するために、各潜在変数が「おいしい」に与える標準化総合効果を求めた(表7)。色彩印象変数がもっとも効果が高く、形態印象変数と甘味嗜好変数が同程度であることが示唆された。

すべてのケーキを説明できるモデルは見つからなかったが、8種類のうち6種類のケーキを説明するモデルを見つけることができた。このモデルに従い、ケーキを見たときに生じる内的プロセスを説明すると以下ようになる。

ケーキを見たとき、「明るい」「美しい」といった色に関する印象と「繊細な」「洗練された」といった形や造作に関する印象が別個に形成される。両者はお互いに影響を及ぼし合っているが、両者からケーキ自体の全体印象が形成される。全体印象と見る人の甘味に関する嗜好が合わさって、そのケーキがおいしそうだとか好きといった感情が生じる。

表 7 「おいしい」との標準化総合効果

ケーキ	色彩印象	形態印象	甘味嗜好
A	0.769	0.038	0.380
B	0.940	0.571	0.331
C	0.545	0.378	0.432
E	0.609	0.368	0.415
G	0.669	0.256	0.178
H	0.683	0.687	0.264
平均	0.703	0.383	0.333

人の甘味に関する嗜好は色に関係する印象にも影響を及ぼすので、ケーキ自体の全体印象にも見る人の甘味に対する嗜好が反映されることになる。したがって、ここで仮定した全体印象は完全に客観的な印象ではなく、嗜好が多少まじった印象ということになる。

各潜在変数が「おいしさ」に及ぼす標準化総合効果は色彩印象変数が最も高かった。経験的に色はおいしさと関係が深い重要な要因として考えられており⁷⁾、今回の結果はそれを裏付けるものとなった。

ただし、観測変数としては、「明るい」「美しい」が選択されているので、色相ではなく、明度とより高次の感性が関わっていると考えられる。一方、形態変数や甘味嗜好変数はほぼ同等の総合効果となった。甘味嗜好変数の効果が低かったのは、パネルができるだけ客観的に各ケーキを評価しようとしたためではないかと思われる。

空腹状態についての項目は「おいしい」との相関が低く、今回のモデルには入らなかった。しかし、日常的には、同じ食品が空腹状態か満腹状態かによっておいしそうに見えたり、それほどでもなく見えたりする。同じパネルに空腹状態のときと満腹状態のときの 2 回、アンケートをとるなどして再検討をする必要があろう。

要 約

食品の見た目のおいしさについて検討するために、ケーキの写真を見た際に生じる印象について、SD 法によるアンケート調査を実施した。その結果、3 ないしは 4 因子を抽出することができた。この結果を参考に、4 種類の初期モデルを構築し、共分散構造分析を実施した。モデルを修正しながら、ケーキ写真毎にアンケート調査データと適合性を検討した。最も適合すると考えられたモデルは以下のものであった。

ケーキ写真から色彩に関する印象と形態に関する印象が生じる。両者には相互に因果関係があり、両者からケーキ写真についての全体印象が生じる。見る人の甘味に関する嗜好は色彩に関する印象に影響を及ぼす。また、甘味に関する嗜好とケーキ写真についての全体印象から、ケーキ写真

についての評価が定まり、見た目のおいしさが決定される。

本研究の実施に当たり、科学技術振興調整費・戦略的研究拠点育成プログラム「ユーザーを基盤とした技術・感性融合機構」の援助を受けた。本研究は、金子智範君（九州大学工学部電気情報工学科）の卒業研究として筆者らが指導をおこなったものである。また、データの整理には研究室学生諸君の協力を得た。

文 献

- 1) Imram, N., The role of visual cues in consumer perception and acceptance of a food product. *Nutrition and Food Science*, **99** (5), 224-228 (1999).
 - 2) Jaros, D., Rohm, H. and Strobl, M., Appearance properties—A significant contribution to sensory food quality—. *LWT-Food Science and Technology*, **44** (4), 320-326 (2000).
 - 3) 真柳麻誉美, 鈴木督久, 古我可一, バニラカップアイスのおいしさモデル—共分散構造分析による検討, 女子栄養大学紀要, **29**, 61-71 (1998).
 - 4) 相良泰行, 池田岳郎, おいしさのモデリングによる品質設計, 「おいしさをさぐる食品感性工学」, 相良泰行監修, (化学工業日報社, 東京), pp. 213-245 (2004).
 - 5) 豊田秀樹, 「共分散構造分析 [入門編]」, (朝倉書店, 東京), (1998).
 - 6) 山本嘉一郎, 共分散構造分析とその適用, 「Amos による共分散構造分析と解析事例」, 第 2 版, 山本嘉一郎, 小野寺孝義編著, (ナカニシヤ出版, 京都), pp. 1-22 (2002).
 - 7) 片山 脩・田島 眞, 「食品と色」, (光琳, 東京), (2005).
- (平成 18 年 3 月 16 日受付, 平成 18 年 10 月 3 日受理)