

## 官能検査 (最終回)

山口 静子\*

本稿では再び官能検査で重要な幾つかの基礎的事項について述べ、このシリーズを終ることにする。

## 1. 閾値と主観的等価値

## 1) 刺激閾 (Stimulus threshold)

特定の感覚を惹き起こすために越えなければならない最小の刺激量をいう。例えば、食塩は0.0037%まで純水と統計的に有意に識別できるが、塩味であることがわかるのは0.1%以上である。前者を識別閾、後者を認知閾と呼んで区別する。前者の方がかなり値が低いのが普通である。調理科学の実験ではベースが純水でなく、食品のモデル系や、実際の食品中での閾値を問題にすることも多い。

刺激閾 (次の弁別閾も同様) はその値を境として、感覚が飛躍的に変化するような不連続点として存在するわけではない。ある特性が識別あるいは認知できる(真の)確率がその値の前後で0から100%まで徐々に移行するものとする。従ってその確率が50%となるときの刺激量を閾値とすることが多い。

閾値は刺激の性質を表すと同時にパネルの感度も表しており、両者を厳密に区別することはできない。その値は測定の方法によっても大きく変化する。どのようなパネルによってどのように測定された値であるかを明確にしておく必要がある。

## 2) 弁別閾 (Differential threshold)

ある刺激が刺激量  $S$  において感覚的な相違を惹き起こすのに越えなければならない最小の刺激量の変化  $\Delta S$  を  $S$  における弁別閾という。丁度可知差異 (just noticeable difference) ともいう。刺激が増加する側の値を上弁別閾、減少する側の値を下弁別閾という。  $S$  と  $S + \Delta S$ , または  $S$  と  $S - \Delta S$  の間の範囲を不確定範囲という。

刺激閾、弁別閾と閾上の感覚強度の関係は図1のように考えられている。

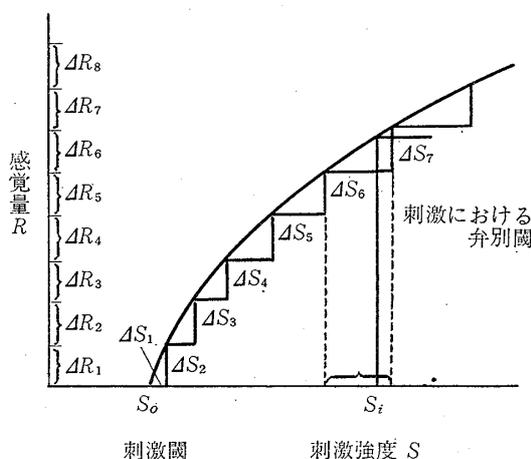


図1 刺激閾・弁別閾の説明

## 3) 主観的等価値 (PSE)

2つの刺激がある感覚特性に関して同等の感覚を惹き起こすとき、それらは等価刺激であるという。標準刺激に対する等価刺激を主観的等価値 (point of subjective equality) という。例えば、ブドウ糖10%に対するショ糖のPSEは6.3%である。

PSEは被験者の感度には大きく左右されずに求めることができる。

## 2. 感覚の法則

刺激の強さ  $S$  における弁別閾の大きさを  $\Delta S$  とする。  $\Delta S$  は  $S$  に比例する、すなわち

$$\Delta S/S = k = \text{一定} \quad (2.1)$$

と考えたのが Weber であり、これを Weber の法則という。  $\Delta S/S$  を Weber 比という。  $\Delta S$  を微分係数  $dS$  としても成り立つとみなして、積分形で表し、感覚の強さ  $R$  は

$$R = k \log S + a \quad (2.2)$$

( $a$ : 積分定数)

で表されるとしたのが Fechner であり、これを Weber-Fechner の法則という。

\* 味の素中央研究所

## 官能検査(最終回)

これに対して Stevens は

$$R = kS^n \quad (2.3)$$

$$\text{または } R = k(S - S_0)^n \quad (2.3)$$

( $S_0$  は絶対閾)

を提唱した。これは Stevens のベキ法則と呼ばれる。

Weber-Fechner の法則が  $\Delta S$  は  $S$  に比例するという仮説に基づくのに対して、Stevens のベキ法則は感覚量の相対的变化  $\Delta R/R$  が刺激量の相対的变化  $\Delta S/S$  に比例する、すなわち

$$\Delta R/R = k \cdot \Delta S/S \quad (2.5)$$

という Brentano の仮説に対応する。

Stevens のベキ法則は分量評定法のような比による判断のデータにはよくあてはまるとされている。

### 3. 閾値の測定法

閾値の測定方法はいろいろ知られているが、ここでは食品の官能検査でよく用いられる例をいくつか説明する。詳細は日科技連出版社の官能検査ハンドブックや計量心理学(精神物理学)の専門書<sup>2,3)</sup>を参照されたい。

#### 1) 刺激系列

予備実験により閾値のおおよその見当をつけ、スケールアウトしないよう広い範囲で、適当な間隔の試料の系列をつくる。間隔は普通刺激量(濃度)の等比数列(対数等間隔)になるように定める。

#### 2) 極限法

方法：刺激量を一定の間隔で徐々に変化させ、ステップごとにある特性を感じたか否かの判断を求める。刺激が弱いものから順に与える方法(上昇系列法—ascending series)と、弱いものから順に与える方法(下降系列法—descending series)とがある。両方の値の平均をとることもあるが、一方だけを行うこともある。例えば、辛味のように刺激が残存して消えにくいものは、下降系列的に与えると先に与えた刺激が後に与えられる弱い刺激をマスクするおそれがある。しかし、残存効果がない場合には、下降系列的に与えた方が、刺激の特徴を把握しやすいというメリットもある。いずれにするかは、実験の目的や試料の性質による。

コントロール(無添加)を与える場合と、与えないで絶対判断をさせる場合とがある。後者では、無添加の試料でも味があるというような判断を下される可能性があるため、そのような偏りをチェックするような何らかの工夫が必要である。

解析法： $n$ 人または  $n$ 回(少なくとも  $n \geq 25$ )における判断の出現率を刺激量の対数に対してプロットすると図2のようなS字形の曲線を描くことが多い。さらにこれを正規確率紙にプロットするとほぼ直線関係が得られ

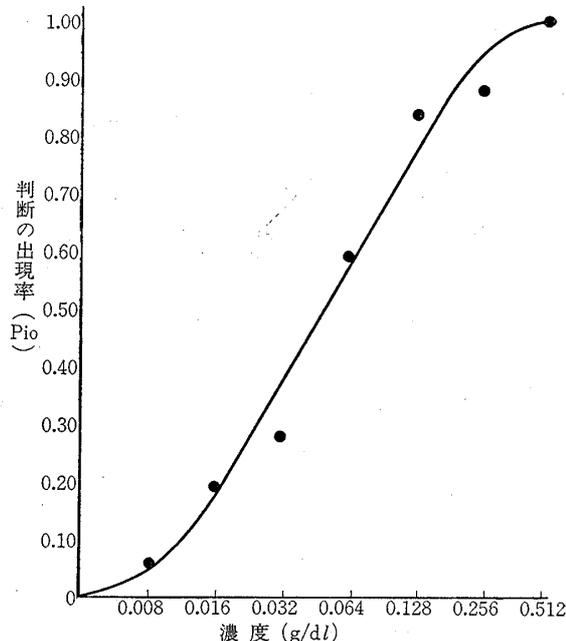


図2 DL-アラニンの甘味を感じた比率

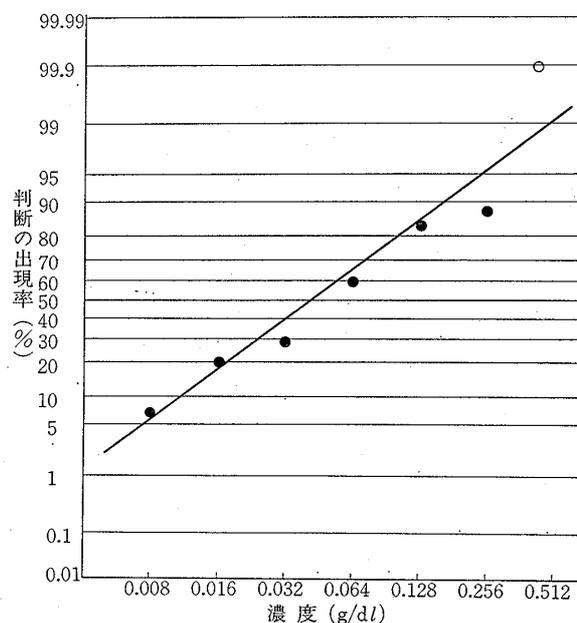


図3 DL-アラニン刺激閾測定データの正規確率紙へのプロット

る(図3)。閾値のおおよその値を推定するには目のこで直線をあてはめ、出現率50%に相当する刺激量を読み取る。さらに正確な値を求めるには、最小自乗法やプロビット法<sup>2-4)</sup>などいろいろな方法が知られている。

プロビット法は  $LD_{50}$  の推定に長い間使われていた方法である。

正規確率紙の縦軸は、0および100%に近づくほど急

速に間隔が大きくなるので、普通の最小自乗法で直線をあてはめる場合、判断の出現率が両端に近づくほど僅かな誤差でも影響が大きくなる。プロビット法では判断の出現率が50%に近いほど大きな、かつデータの信頼性に比例した重みづけをする。また、最小自乗法ではなく最尤法を用いる。

刺激は等間隔に並んでいるとし、そのステップ番号を  $x$  とする。 $x=x_i$  における判断の出現率を  $P_{i0}$  とし、目のこでひいた直線によって推定される出現率の推定値を  $P_{i0}'$  とする。

$$P_{i0}' = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{T_i} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (3.1)$$

なる正規変換を行い、 $Y_i = T_i + 5$  とおく。 $Y_i$  から重み

$$w_i = \frac{z^2}{P_{i0}'(1-P_{i0}')} \quad (3.2)$$

を求める。ただし、 $z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{T_i^2}{2}}$

$$y_i = Y_i + \frac{P_{i0} - P_{i0}'}{2} \quad (3.3)$$

とし、 $x_i$  の重みづけ変動と、 $x_i$  と  $y_i$  の重みづけ、共変動をそれぞれ

$$S_{xx} = \sum w_i x_i^2 - \frac{(\sum w_i x_i)^2}{\sum w_i}$$

$$S_{xy} = \sum w_i x_i y_i - \frac{(\sum w_i x_i)(\sum w_i y_i)}{\sum w_i}$$

とする。

$$b' = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}, \quad a = \bar{x} + \frac{5 - \bar{y}}{b'} \quad (3.4)$$

$a$  と  $b'$  はそれぞれ単位をステップで表わしたときの刺激閾 (50%点) とそのパラッキの逆数を表す。プロビット法の計算には必要な数値表が用意されているが、SASなどのコンピュータ用統計解析システムも利用できる。

表1 DL-アラニンの刺激閾測定における濃度と甘味を感知した比率<sup>9)</sup>

ステップ No.	1	2	3	4	5	6	7	8
濃度 (g/dl)	0	0.0080	0.0160	0.0320	0.0640	0.1280	0.2560	0.5120
判断の率 $P_{i0}$	0	0.06	0.19	0.28	0.60	0.85	0.88	1.00

例1: (吉田他<sup>9)</sup>より利用) DL-アラニンの認知閾を調べるため表1のような濃度の水溶液を調製した。大学生32名にそれぞれの溶液を上昇系列的に与え、味を感ずるか否か、感ずるときはどのような味かを答えさせた。甘味があると判断された比率は表1および図2のようであった。正規確率紙にプロットした場合は図3のようである。プロビット分析の結果、ステップ番号で表すと閾値は4.63、閾値の分布の標準偏差  $\sigma = 1/b'$  は1.59と推定された。これより閾値は0.05g/dl ( $5.6 \times 10^{-3}M$ )と推

定された。

### 3) 恒常法

方法: 予め定めた一組の刺激 ( $S_1, S_2, \dots, S_i$ ) をランダムな順に一つずつ与えて判断を求める。被験者は呈示される刺激を予想する余地がないので期待効果による偏りを防ぐことができる。2点比較法や3点比較法などを用いて、コントロールとの識別試験を行うことが多い。例えば、検体の溶液と純水とを対にして与え、味の感じられるほうを選ばせる。あるいは検体の溶液1ケと純水2ケとを組にして与え、味の異なるもの1ケを選ばせる。このことを一連の試料の系列について行う。

解析法: この場合、識別能力がなくても偶然に正解する確率が1/2、または1/3であるから、真の正解率を求めるには補正が必要である。真の正解率50%に相当する点として前者の場合は見かけ上の正解率が75%となる点、後者の場合は66.7%となる点を閾値とするのが一つの方法である。

もう一つの方法では、それぞれの検体に対する見かけの正解率  $P_{i0}$  から

$$P_{i0} = P_i + p(1 - P_i)$$

(ただし、 $P_i$  は真の正解率、 $p$  は偶然に正解する確率) であるとして、偶然による正解の分を差し引いた正確率

$$P_i = (P_{i0} - p)/(1 - p) \quad (3.5)$$

を求める。 $P_i$  を正規確率紙にプロットし真の正解率が50%となる点をプロビット法などにより求める。

例2: (Salo<sup>9)</sup>より引用) アルコール飲料中でのβ-フェニルエチルアルコールの匂いの識別試験を3点比較法により行ったときの正解率は表2のようであった。偶然による正解の確率は  $p=1/3$  であるから真の正解率は(3.5)を用いて表2の最後の列のように推定される。これらの値を刺激濃度の対数に対してプロットするとほぼ直線関係が成り立つ(図4の黒丸)。回帰直線を求め、真の正解率50%に相当する濃度を求めた結果は7.5ppmであった。図4の白丸は見かけの正解率  $p_{i0}$  をプロットしたもので、その66.7%点を求めても、上記と大差ない値が得られるが、 $p_{i0}$  の期待値が  $p$  以下にならないため直線があてはめにくくなる。

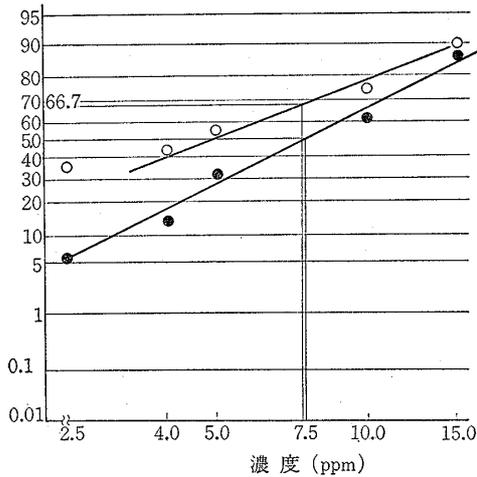
### 4. 弁別閾の測定法

弁別閾の測定法もいろいろ考案されているが、一つの方法としては、上記の恒常法の考え方がそのまま適用できる。ある刺激量  $S$  における弁別閾を測定するには、 $S$  をコントロールとし、 $S$  より刺激量を等間隔に増大または減少させた数段階の試料  $S_1, S_2, \dots, S_i$  とそれぞれ識別試験を行う。2点比較法により  $S$  と  $S_i$  を比べ、刺激の強い方を選ばせる方法がよく用いられる。見かけの正解

官能検査(最終回)

表2 3点比較法によるアルコール飲料中でのβ-フェニルエチルアルコールの識別<sup>9)</sup>

濃度 (ppm)	判定		正解率 (%)	偶然による正解率を差し引いた正解率 (%)
	n (人)	正解者数 (人)		
2.5	40	15	37.5	6.3
4.0	44	19	43.2	14.9
5.0	40	22	55	32.4
10.0	40	30	75	61.4
15.0	40	36	90	85.1



●: 修正した正解率, ○: 見かけの正解率  
図4 β-フェニルエチルアルコール識別試験正解率のプロット

率が75%となる点,あるいは偶然による正解率の分を修正した正解率が50%となる点を弁別閾とする。

5. 主観的等価値の測定法

例えば,ブドウ糖10%の甘さに対するショ糖のPSEを求めるような場合である。

最も簡単な方法では,適当な間隔で数段階のショ糖の刺激系列を標準系列として被験者に示し,検体の甘さが

表3 ブドウ糖に対するショ糖のPSE測定データ<sup>7)</sup>

検体 <i>c</i>	比較試料 <i>i</i>	<i>n</i>	判定		<i>p</i>	PSE
			<i>c</i> > <i>i</i>	<i>c</i> < <i>i</i>		
ブドウ糖 10g/dl	1. ショ糖 5.6g/dl	50	46	4	0.92	ショ糖 6.3g/dl
	2. 6.0		28	22	0.56	
	3. 6.5		24	26	0.48	
	4. 7.0		19	31	0.38	
	5. 7.6		6	22	0.12	

標準系列の何番目,あるいは何番目と何番目の間に相当するかを判断させる。番号の平均とバラツキから刺激間とその信頼区間を推定する。

さらに正確な推定を行うには,上記の恒常法が適用できる。ブドウ糖10%溶液をコントロール*C*とし,*C*と数段階のショ糖溶液  $S_1, S_2, \dots, S_i$  をそれぞれに対して,2点比較法により甘味の強い方を選ばせる。*C*の方が甘味が強いと判定された比率を正規確率紙にプロットし,プロビット法などによってその比率が50%になるようなショ糖の濃度を求める。

例3:(Yamaguchi 他<sup>7)</sup>より引用)実際の測定データは表3のとおりである。

6. 尺度構成

尺度構成とは,対象,事象の状態を表示するため,一定の規則に従い,それに数値を賦与する操作をいう<sup>8)</sup>。感覚尺度の種類についてはすでに述べた。尺度構成は感覚量と物理量の対応を関数関係としてとらえるためのもので,19世紀後半以来精神物理学の分野では多くの手法が開発され,高度の理論やモデルが確立されている。詳細は成書<sup>2,3)</sup>を参照していただくことにして,ここでは,容易に実施可能な方法を幾つか紹介する。

1) 採点法に基づく尺度

刺激の感覚特性の強さを数字で答えさせる方法である。

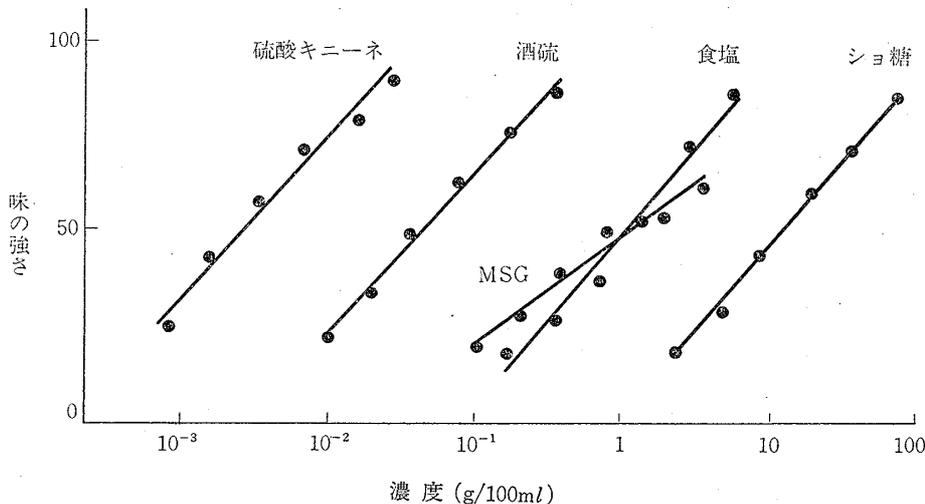


図5 採点法による5味の強さの尺度化<sup>1)</sup>

一連の刺激に対する測定値から感覚の強さと刺激量の関数関係を推定する。

**例3** : (Yamaguchi<sup>1)</sup> より引用) 5味の代表的に物質、ショ糖、食塩、酒石酸、硫酸キニーネ、グルタミン酸ナトリウム (MSG) について各々6段階の水溶液を調製し、味の強さを測定した。被験者に各試料をランダムな順に与え、5mlを10秒間口に含んだときの味の強さを、無味ならば0、最高度に強かったならば100として数字で答えさせた。ただし、100よりもさらに強い試料が後から呈示された場合は100よりも大きな数字を与えてもよいことにした。 $n=60$  の繰り返しに対する平均を濃度の対数に対してプロットしたのが図5である。甘味の強さ $R$ は濃度 $x$ (g/dl)の対数と直線的な関係にあり、Weber-Fechnerの法則に従うといえる。

$$R = \alpha \log_2(x/\beta)$$

をあてはめると、

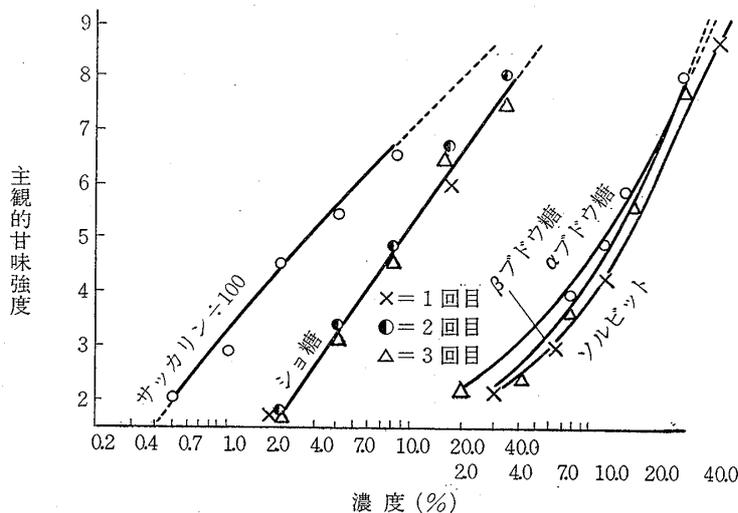


図6 9段階カテゴリー尺度による甘味強度の尺度化 (Schutz 他, Food Res. 22, 206, 1957 より引用作図)

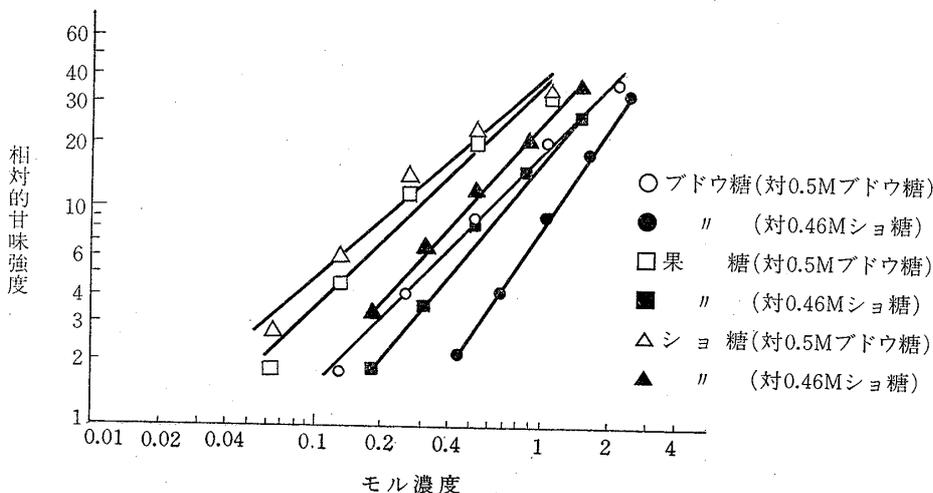


図7 マグニチュード推定法による甘味強度の尺度化 (Stone 他, J. Food Sci. 34, 215, 1969)

ショ糖 :  $R = 14.98 \log_2(x/0.873)$   
 食塩 :  $R = 15.50 \log_2(x/0.0943)$   
 酒石酸 :  $R = 14.45 \log_2(x/0.00296)$   
 硫酸キニーネ :  $R = 14.16 \log_2(x/0.000169)$   
 MSG :  $R = 9.69 \log_2(x/0.0195)$

が得られた。対数の底を2としたのは $\alpha$ が刺激濃度を2倍にしたときの味の強さの増分を示すようにするためであり、他に特別な意味はない。 $\beta$ は各直線を延長したときの横軸との交点の濃度を示す。各味に対する $\beta$ はいずれも認知閾に近い値を示している。

2) 評価尺度法に基づく尺度

感覚の強さを7段階または9段階などの評価尺度を用いて測定する方法である。

**例4** : (Shutz 他<sup>9)</sup> より引用) いろいろな甘味物質の溶液の甘味の強さを、非常に強いを9、非常に弱いを1とする9段階評価尺度で評価した。図6は結果の一部である。例えばブドウ糖はショ糖よりも甘味が弱い、より加速度的に味が増大することなどが読み取れる。刺激濃度と甘味の強さの関数関係については原報には触れられていない。

3) 分量評定法に基づく尺度

ある試料の感覚特性の強さを例えば10としたときに、与えられた刺激がその5倍強く感じられたならば50、1/2ならば5というように比による判断の数字を答えさせる。得られた相乗平均を尺度値とし、刺激量との関係を求める。

**例5** : (Stone 他<sup>9)</sup> より引用) 分量評定法によりいろいろな甘味物質の味の強さを測定した。結果の一部は図7のとうりで、

官能検査(最終回)

両対数プロットで甘味の強さの比による判断の値と刺激濃度の間には直線関係が成り立ち、Stevensのベキ法則が成り立った。

4) 一対比較法に基づく尺度

この方法では、適当に何段階かの刺激量の試料を調製し、それらを2つずつ対にして被験者に示し、どちらの感覚特性が大きいかを判断させる。全体の組み合わせに対する判断の結果を総合して試料間の相対的な位置づけを推定し間隔尺度を求める。

Thurstoneの一対比較判断のモデル、CaseVの仮定<sup>10)</sup>をもとにした以下のような方法がよく知られている。

いま、2つの試料  $S_i$  と  $S_j$  の比較を考える。これらの感覚強度を  $s_i, s_j$  とする。 $t$  という被験者が  $S_i, S_j$  に対して感じる強度を  $s_{it}, s_{jt}$  とする。

$s_{it} > s_{jt}$  のときは  $S_i > S_j$ ,

$s_{jt} > s_{it}$  のときは  $S_j > S_i$

と判断するものと仮定し、 $s_{it}, s_{jt}$  はそれぞれ正規分布  $N(s_i, \sigma_i^2), N(s_j, \sigma_j^2)$  に従うものと仮定する(図8)。さらにThurstoneのCaseVでは  $s_{it}$  と  $s_{jt}$  は互いに独立とし、かつ  $\sigma_i^2 = \sigma_j^2 = \sigma^2$  と仮定する。

そのとき  $S_i > S_j$  と判断される確率  $P_{ij}$  は  $s_{it} - s_{jt} > 0$  となる確率であるが、 $s_{it} - s_{jt}$  の分布は正規分布の再生性(本シリーズその2)により、正規分布  $N(s_i - s_j, 2\sigma^2)$  に従う。それゆえ  $x_{ij} = s_{it} - s_{jt} > 0$  となる確率は

$$P_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sqrt{2}\sigma)} \int_0^{\infty} \exp \frac{-1}{2(\sqrt{2}\sigma)^2} \times \{X_{ij} - (s_i - s_j)\}^2 dX_{ij}$$

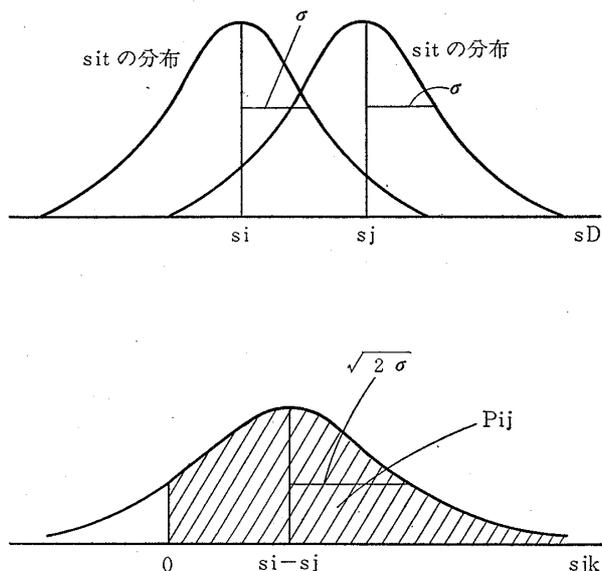


図8 ThurstoneのCaseVの仮定の下における一対比較判断の法則

で与えられる。 $Y = \{X_{ij} - (s_i - s_j)\} / \sqrt{2}\sigma$  とおくと、

$$P_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{S_i - S_j}{\sqrt{2}\sigma}} e^{-\frac{Y^2}{2}} dY \quad (4.1)$$

従って、 $P_{ij}$  が与えられれば(4.1)式を満足する  $(s_i - s_j) / \sqrt{2}\sigma$  を求めることができる。 $\sqrt{2}\sigma = 1$  としてスケールの単位を定義すれば、 $S_i > S_j$  と判断された比率  $P_{ij}$  を用いて  $s_i - s_j$  を推定することができることになる。いろいろな  $S_i, S_j$  の組合わせに対する実測値  $x_{ij}$  から  $s_i, s_j$  を求めるには最小自乗法により

$$Q = \sum \sum (x_{ij} - \hat{s}_i - \hat{s}_j)^2$$

を最小にするように  $\hat{s}_i, \hat{s}_j$  を定めればよい。

普通、一対比較法では試料間の全ての組合せが比較されるが、Gulliksen<sup>11)</sup>の方法を用いれば一部の組合せを比較するのみでよい。

例6:(Yamaguchi<sup>12)</sup>より引用) MSGとイノシン酸ナトリウム(IMP)などの核酸系うま味物質の間には著しい呈味の相乗効果が引き起こされることが知られている。両者の濃度の和を一定にし、IMPの配合比率を0から100%まで変化させた47通りの試料について一対比較法によりうま味の強さを測定した。配合比率が大きく異なるものは比較するまでもなく差が明らかであること、試料間で相乗効果を引き起こす可能性があるため、比較は配合比率が近接している試料間でのみ行い、Gulliksenの方法で解析した。尺度の原点はMSG単独溶液0.05%のところに設定した。結果は図9に示す。

5) 主観的等価値に基づく尺度

以上の方法は、感覚の強さを直接尺度に結びつけたものであるが、もう一つの方法として、ある標準物質を定めて試料に対する標準物質のPSEを求めるものがある。この場合味の強さを直接知ることはできないが、濃度などの客観的な数字を対応させることができ、かつ測定の

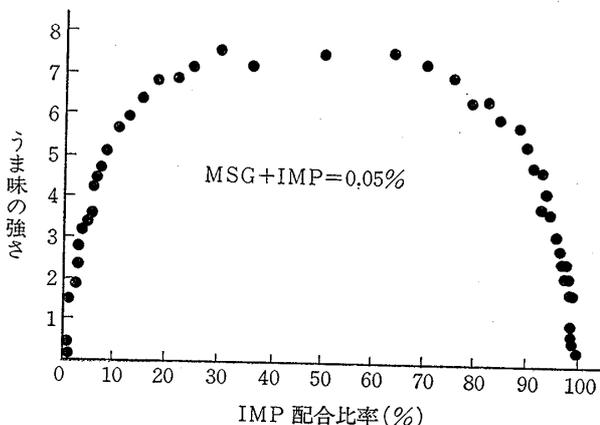


図9 MSG-IMP混合溶液の配合比率とうま味の強さの関係の尺度化(山口, 1967)

表4 ブドウ糖に対するショ糖のPSE測定値<sup>7)</sup>

ブドウ糖濃度	$x$ (g/100ml)	2.5	5.0	10.0	20.0	30.0	40.0
ショ糖等価濃度 (g/100ml)	$y$	1.40	2.80	6.32	14.4	23.0	33.0
	あてはめた数値	(1.31)	(2.93)	(6.52)	(14.5)	(23.3)	(32.4)

$y=0.451x^{1.16}$  または  $\log y=-0.3458+1.16\log x$  が成立った

精度も高い。

例7 : (Yamaguchi 他<sup>7)</sup>より引用) ブドウ糖の甘味の強さを測定するために、甘味の性質のよくわかっているショ糖を標準物質にして等価濃度を測定した。いろいろな濃度のブドウ糖溶液に対して5段階のショ糖溶液を調製し、前者と対にしてランダムな順序で与え、それぞれ甘味の強いほうを選ばせた ( $n=50$ )。得られたデータをプロビット法で解析したところ、表4のようになった。

ブドウ糖の濃度を  $x$ 、ショ糖のPSEを  $y$  とし、 $x$  と  $y$  を両対数プロットすると直線関係がみられたので  $y=ax^b$  を最小自乗法によりあてはめた。 $y=0.45x^{1.16}$  なる関係式がよくあてはまった。この式はそれぞれの物質の甘味の強さがWeber-Fechnerの法則に従うとしても、Stevensのベキ法則に従うとしてもどちらにしても成り立つ関係である。

#### おわりに

以上4回にわたって官能検査の基本的な考え方を、ときには筆者の主観を混じえつつ述べてきた。これらは官能検査の基礎知識のほんの一部にすぎないが、筆者からみて最もよく用いられると思われる事項についてふれてきたつもりである。説明も十分とはいえないが、本稿がさらに詳しいテキストをひもとくきっかけになれば幸いである。

調理科学は人間の感覚の問題を避けて通ることのでき

い学問である。サイエンスとしてのレベルを高めるような官能検査の研究が調理科学の分野でより活発化することを期待する。

#### 文献

- 1) Yamaguchi, S. : In "Food Taste Chemistry." (1979) J. C. Boudreau ed. American Chemical Society, Washington, D. C. p. 33.
- 2) 秋重義治監訳, ギルホード著: 精神測定法(1959) 培風館.
- 3) 和田陽平他(編): 感覚知覚ハンドブック (1969) 誠信書房.
- 4) Finney, D. J. "Probit Analysis." (1947, 1962) 1st & 2nd ed. Cambridge Univer. Press, London.
- 5) 吉田正昭他: 農化, **40**, 295 (1966)
- 6) Salo, P. : J. Food Sci. **35**, 95 (1970).
- 7) Yamaguchi, S. et al. : Agric. Biol. Chem., **34**, 181 (1970).
- 8) Schutz, H. G. et al. : Food Res., **22**, 206(1957).
- 9) Stone, H. et al. : J. Food Sci., **34**, 215 (1969).
- 10) Thurstone, L. L. : Psychol. Rev., **35**, 273 (1927).
- 11) Gulliksen, H. : Psychometrika., **21**, 125 (1956).
- 12) Yamaguchi, S. : J. Food Sci., **32**, 473 (1967).