

## 食品製造業における嗜好評価システムの開発

神生 直敏, 飯田 憲一, 及川 雅稔, 畑沢 賢一,  
杉野 邦彦\*, 斉藤 秀雄\*, 山木 一史\*\*, 佐藤 理奈\*\*

### Development of Preference Evaluation System in Food Manufacturing Industry

Naotoshi KAMIO, Ken'ichi IIDA, Masanori OIKAWA, Ken'ichi HATAZAWA,  
Kunihiko SUGINO\*, Hideo SAITOH\*, Kazufumi YAMAKI\*\*, Rina SATOH\*\*

#### 抄 録

本道の食品工業では、付加価値率が全国に比べ低い水準となっており、品質改善や新製品開発を行い、付加価値率を高めていくことが重要な課題である。

一方で食品の新製品開発においては、官能評価結果を定量的に評価することは難しいという問題がある。このような問題を解決する手法として品質工学的手法の一つである「MT (マハラノビス・タグチ)法」がある。今回、業務用中華麺の製品開発を事例に、抽象的な表現である官能評価項目から置き換えることができる客観的な計測項目を見つけ出すことにより、複数のデータから嗜好評価を可能とし、自社製品の開発・評価を支援するシステムの開発を行った。

キーワード：品質工学，MT法，嗜好評価，中華麺

#### Abstract

In the food industry of Hokkaido, it is important that the rate of added value raises by an improvement in quality or new product development since the low level rate continues compared with the national average. On the other hand, in the new product development of food, it is a difficult problem to evaluate the quantitatively result of sensory-analysis. There is "MT (Mahalanobis-Taguchi) method" which is one of the quality engineering techniques as the technique of solving such a problem. For an example about development of business-use Chinese-noodles, the physical measurement item which can be replaced from sensory-analysis criteria evaluation which is abstract expression was found, and the system which supports the development and evaluation of an in-house product in which taste evaluation is possible from some physical measurement data was developed.

KEY-WORDS : Quality engineering, Mahalanobis-Taguchi method, preference evaluation, Chinese-noodle

\* 株式会社 菊水

\* Kikusui Co. LTD.

\*\* 北海道立食品加工研究センター \*\* Hokkaido Food Processing Research Center

事業名：一般試験研究

課題名：食品製造業における嗜好評価システムの開発

### 1. はじめに

北海道における食品製造業は、道内製造品出荷額の3分の1を占めている(図1)、道内製造業の基幹的な役割を担っているものの、その製品付加価値率が全国平均に比べ低い水準となっており(図2)、品質改善や新製品開発を行い、付加価値率を高めていくことが重要な課題である。

一方で食品の新製品開発においては、官能試験結果を定量的に評価することは難しいという問題がある。そこで、北海道の代表的食品であるラーメン、特に業務用中華麺の開発を対象として、抽象的な表現である官能評価項目から、客観的な物理的計測項目を見つけ出し、それらの結果を基に「嗜好評価システム」の開発を行い、製麺メーカー・担当者が「舌」で行っている判断の数値的表現を試みた。

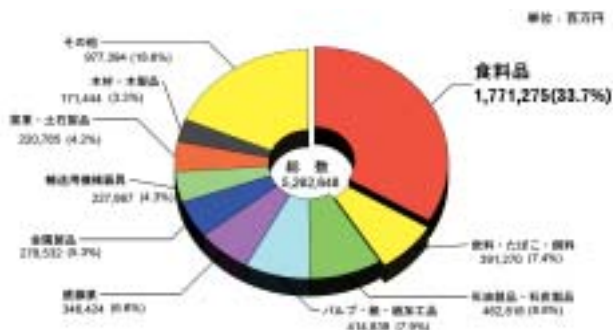


図1 道内の製造品出荷額の業種別構成 (H16)

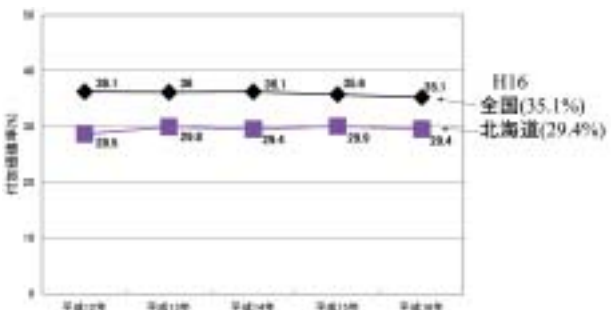


図2 食品工業製品の付加価値率の推移

### 2. 品質工学におけるMT法とは

MT法は、インドの統計学者であるマハラノビス (Mahalanobis) 博士の考案した「マハラノビス距離(MD)」を、品質工学の創始者である田口玄一博士が品質工学の体系に取り入れたパターン認識の方法である。具体的には、目的に対して均質な集団(単位空間)の多次元情報を総合して一つの「物差し」を作り、この均質な集団に属さない個々の対象が「物差し」からどれだけ離れているかマハラノビス距離で求めて、SN比により妥当性を評価する、という方法である。

マハラノビス距離の算出法であるが、単位空間となる n 個サンプル(項目数は k 個)のうち、i 番目のサンプルの j

番目の項目におけるデータ  $y_{ij}$  について、項目毎の平均値  $m_j$ 、標準偏差  $\sigma_j$  を使い、 $Y_{ij} = (y_{ij} - m_j) / \sigma_j$  のようにデータを正規化し、その後、式(1)で表されるような要素からなる行列 R(相関行列)を求める。

$$r_{ij} = \frac{\sum_{p=1}^n Y_{pi} Y_{pj}}{n} \quad (1)$$

引き続き比較対象となるデータについて、単位空間の平均値  $m_j$ 、標準偏差  $\sigma_j$  を使って正規化し、正規化したベクトルを U とすると、マハラノビス距離  $MD^2$  は式(2)で表される。

$$MD^2 = \frac{1}{k} UR^{-1}U^T \quad (2)$$

現在、文字認識や健康診断、利益予測等の種々の分野で活用が期待され、各方面で研究が進んでいる。

本研究では、官能評価の定量化を目的に、多次元の物理的計測結果からの解析手法として、このMT法を利用した。

### 3. 嗜好評価項目・物理的計測項目の検討

#### 3.1 嗜好評価項目の検討

研究を進めるに当たり、まず、嗜好を表現する官能評価項目を調査するために、製麺メーカー従業員および著者らにより、試食会(図3)を実施した。その中で麺に対する好みをインタビュー形式により自由に表現してもらい、言葉を整理して項目の抽出を行った。抽出例を表1に示す。



図3 試食会風景

表1 嗜好の表現例

麺の色	形状	食感
黄色が明るい/暗い	麺が太い/細い/平面	硬い/柔らかい
黄色が濃い/薄い	縮れが強い/弱い	腰が強い/弱い
透明感がある/ない	肌荒れ(麺角)がある/ない	スベリがある/ない
自然な色	しなやかさがある/ない	茹で伸び早い/遅い
白っぽい		歯ごたえがある/ない
くずみがある/ない		歯切れがよい/悪い
		弾力がある/ない
		ヌメリ(ネチャつき)がある/ない
		もちもち感がある/ない
		ふやけた
味	におい	その他
美味しい/不味い	香ばしい	どっしりしている
甘い/からい/苦い	かん水臭い	バランスが良い/悪い
小麦の味がする	古い麺のような臭い	食欲をそそる
かん水の味が強い/弱い		
アルコールが強い/弱い		
味がする/しない		
添加物の味がする/しない		
スープと絡む/絡まない		
味わいがある		
ラーメン屋らしい味		
発酵したような味		
(舌先に)刺激がある		

さらに業務店主の協力で、同様のインタビュー形式の調査を行った。その後検討を重ね、「臭い」については味の評価に含めることとし、最終的には「色調、食感（滑らかさ、硬さ、弾力性）、味、ゆでのび」の6つの嗜好評価項目に絞り込んだ。

また同時に、嗜好評価項目を用いた場合での官能試験方法についても配点等について検討した。官能試験については配点は表2のようにし、評価幅を9段階とした。中央値は70点で点数幅は最低40点～最高100点である。

表2 嗜好評価項目と配点

項目名	①色調	②なめらかさ	③かたさ	④弾力性	⑤味 (臭いも含)	⑥ゆでのび
配点	配点①	配点②	配点③	配点④	配点⑤	配点⑥

### 3.2 物理的計測項目の検討

次に嗜好評価項目が置き換えられると思われる物理的計測項目および計測機器について調査した。研究後もメーカー自身でシステムを運用可能なものにしていくことを考慮し、メーカーで保有している計測機器により現場で実施が可能な計測項目を中心に検討を進めた。その結果、生麺で7項目、ゆで麺で8項目の計15項目を物理的計測項目とし、それらに使用する計測機器を表3のように選定した。ただし、企業秘匿情報も含まれることから、詳細は省略している。

表3 物理的計測項目と使用機器

	計測項目名	使用機器
生麺 試験	1 計測1	...
	2 計測2	...
	3 計測3	...
	4 計測4	...
	5 計測5	...
	6 計測6	...
	7 計測7	...
茹麺 試験	8 計測8	...
	9 計測9	...
	10 計測10	...
	11 計測11	...
	12 計測12	...
	13 計測13	...
	14 計測14	...
	15 計測15	...

## 4. 嗜好評価システムの製作と単位空間データ収集

### 4.1 嗜好評価システムの製作

嗜好評価項目と物理的計測項目を選定した後、嗜好評価システムを製作した(図4)。今回、後々のデータ整理のことも考慮して、入力部をExcel-VBAで製作し、MT法の解析エンジンには、解析後の貢献度分析も可能であり、Excel上のアドインソフトとして動作するアングルトライ(株)のMT-AddInsを使用した。貢献度分析とは、マハラノビス

距離に与えている影響の強さを項目毎に分析するもので、この分析により、基準としたデータとの違いに影響を与えている項目が視覚的に判断できる。

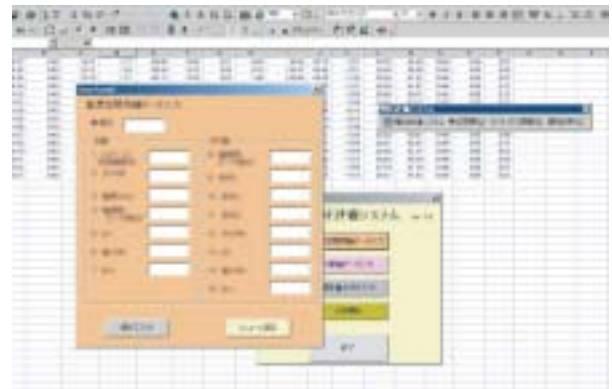


図4 システム入力画面例

### 4.2 単位空間データの収集

次に基準となる単位空間作成用データを収集した。その結果を表4に示す。

基準麺には、メーカーが通常製造している自社業務用麺を使用した。基準麺のサンプル数は20であり、すべてロットが異なるものとした。測定内容は嗜好評価項目による官能試験(6項目)と物理的計測(15項目)の合わせて21項目である。なおMT法に用いる単位空間は物理的計測の15項目で構成される。官能試験については、メーカーの担当者3名により行い、サンプル毎に点数を平均化したものを使用した。実際のデータ収集作業では、1サンプル当たりの作業量が多いため、今回はMT法を用いた場合の信頼性は低くなるが、基本性能確認のため、この20サンプルで単位空間を作成した。

表4 単位空間に用いたデータ

No.	計測1	計測2	...	計測15	嗜好1	嗜好2	...	嗜好6
1	0.50	40.10		0.50	7.80	5.40		10.50
2	0.32	25.40		0.20	6.80	4.40		10.50
...								
20	0.10	19.70		0.90	5.80	6.20		10.50

## 5. 項目間の相関性分析と他社麺との比較

### 5.1 項目間の相関性分析

製作したシステムを用いて、まず官能試験による嗜好評価項目と物理的計測項目の項目間の相関関係について分析調査した。その結果、

- 色調 - - 計測14
- なめらかさ - - 計測14
- かたさ - - 計測1
- 弾力性 - - 計測1
- ゆでのび - - 計測4
- ゆでのび - - 計測8

など、11種類の項目間で高い相関性が認められた。実際の麺でも経験則的なことは漠然と分かっていたが、MT法による分析により、具体的な数値としてその関連性が確かめられたことは大きな成果である。ただし、嗜好評価項目の中で重要な要素である「味」については、自社麺を使用したこともあり、官能試験結果にバラつきが出なかったため、相関性の判定を行うまでには至らなかった。

5.2 他社麺との比較

次に、4種類の他社麺（A～D社）について同様のデータを収集し対象空間データとし、さらに嗜好評価項目による官能試験については総合得点を出して、システムで算出されたマハラノビス距離（MD<sup>2</sup>）の順位との比較を行った。その結果を表5に示す。単位空間である自社業務用麺の物理的計測値の傾向と異なる程、MD<sup>2</sup>の値は大きくなるが、MD<sup>2</sup>の順位はメーカー担当者の官能試験結果と異なるものであった。また貢献度分析例を図5に示す。このグラフの値が大きい項目ほど、MD<sup>2</sup>の値に大きな影響を与える事を意味し、例えば図5の場合は、計測6、計測11などが影響を与えることを意味している。

表5 算出した他社麺のMD値の比較

No	MD <sup>2</sup>	官能得点
A社	176.33②	77.0①
B社	333.03③	64.25③
C社	388.19④	76.50②
D社	95.56①	64.25③

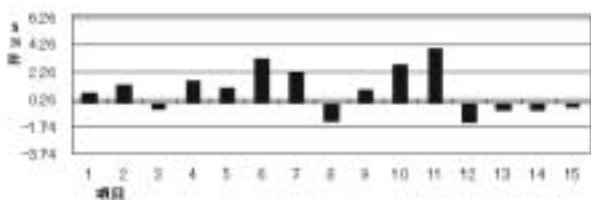


図5 貢献度分析例（A社）

6. 考 察

上記で示したように、人間による官能試験結果の順位と嗜好評価システムにより算出したMD<sup>2</sup>の順位が異なる結果になった。この原因として大きく考えられるのは、単位空間用のサンプル数も少ないこともあるが、

- 嗜好評価項目の選定
- 物理的計測項目・計測方法の選定
- 嗜好評価項目と物理的計測項目間の関連性

などが考えられる。

そのうち、嗜好評価項目と物理的計測項目間の関連性について注目し、嗜好評価項目による官能試験で、項目の重要度により配点差を設けているのと同様に、嗜好評価項目の置き換えである物理的計測項目でも何らかの「差」を設けられないかを検討した。検討を重ねた結果、項目毎に重み付け処理を施し、その上でMD<sup>2</sup>を算出することとした。

重み付けの根拠であるが、表1の嗜好評価項目の配点および前項の項目間の相関性分析結果、およびMD<sup>2</sup>を算出したときの貢献度分析結果を参考にし、重み係数を表6のように定めた。そして、他社麺のMD<sup>2</sup>を再度算出するために、他社麺の物理的計測項目データに表5の各係数を項目毎に乗算する「重み付け処理」を行って補正データとし、それを改めて対象空間として、MD<sup>2</sup>を算出した。

表6 重み付け係数

	計測項目名	重み係数
1	計測1	25.0
2	計測2	1.0
3	計測3	1.0
4	計測4	4.0
5	計測5	1.0
6	計測6	4.0
7	計測7	4.0
8	計測8	4.0
9	計測9	2.8
10	計測10	1.0
11	計測11	3.0
12	計測12	1.0
13	計測13	1.0
14	計測14	13.5
15	計測15	4.0

算出結果を表7に示す。修正データによる算出結果を見ると、人間による官能試験結果の順位と嗜好評価システムにより算出したMD<sup>2</sup>の順位がほぼ一致したものの、重み付け処理の影響でMD<sup>2</sup>が増大してしまい、比較を行う根拠とするには無理があるように考えられる。しかし、貢献度分析によりMD<sup>2</sup>に影響する項目が判明するので、その項目を改善条件とすると、新しい麺の開発につなげることができると考えられる。

表7 修正データによる他社麺のMD値の比較

名称	MD <sup>2</sup>	官能得点
A社	8734.26①	77.0①
B社	10384.31③	64.25③
C社	10212.5②	76.50②
D社	10514.96④	64.25③

今回は、味の基準としてメーカー担当者の「舌」としたが、基準麺と比較対象となる麺についてマハラノビス距離を算出した場合、数値の増大が良い製品の方向に離れているものなのか、それとも逆なのかが、数値だけでは単純には判断できなく、今後何らかの対処方法の検討が必要と考える。また、サンプルの問題もあり、SN比による検証が未実施のままである。これについては、何らかの形で検証を実施したいと考えている。

また今回は基準麺にメーカー製品を使用したがる、基準となるサンプルに地域性を含んだデータを集めることにより、その地域で好まれる嗜好の評価が可能となり、食品開発への活用が期待される。さらに将来的には、官能試験だけを行うことによって、食品のpHなどの物理的計測値が予測できるシステム開発への応用が期待される。

基準空間のサンプル数や重み付け処理などに関しては議論の余地はあるものの、いくつかの嗜好評価項目から置き換えることができる物理的計測項目間の相関性を見いだせることができたことは、MT法を使用したことで判明したものであり、メーカーにとっても貴重な経験であったと言える。

## 7. まとめ

嗜好を表現する官能評価項目から置き換えることができる客観的な物理計測項目を見つけ出し、メーカーの品質担当者の「舌」の数値的な裏付ける「嗜好評価システム」の開発を試みた。検討すべき事項は複数あるが、今後、サンプル数を増やしたり、基準空間を変更したりして、メーカーの新商品開発支援に役立つシステムとしての完成度を高めていくつもりである。そして、麺以外の北海道内の食品製造業に水平展開するなどして、北海道の食品工業の付加価値率向上につなげていきたい。

## 謝辞

本研究を進めるに当たり、(有)テツプロジェクト（らーめんてつや）、並びに北海道タグチメソッド研究会からご助言、ご尽力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) 長谷川良子：マハラノビス・タグチ（MT）システムのはなし、日科技連、143PP., (2004)
- 2) 手島昌一：検査技術とパターン認識、検査技術、日本工業出版、(2002.11-2003.5)