

総説特集：「減塩食品の開発とうま味」

低塩時におけるうま味物質を用いた減塩への応用

松本 英希

(味の素株式会社・品質保証部)

食塩は、生体にとり摂取しなければならない必須なミネラル成分である、過量な塩分摂取は、高血圧などの生活習慣病との関連性が知られている。日本人成人の平均塩分摂取量（2016年、厚生労働省）は、男性10.8g/日、女性9.2g/日¹⁾で、世界保健機関（WHO）/食糧農業機関（FAO）の目標量である5g/日²⁾、日本高血圧学会の高血圧治療ガイドラインでの目標値である6g/日³⁾を超過している。本稿では、生体内で様々な生理的な役割を担うことが知られているうま味物質の基本情報から味覚への寄与や減塩食での臨床活用（減塩療法/介入試験）における実施例を紹介したい。

キーワード：うま味、塩分摂取、L-グルタミン酸、減塩、ナトリウム

はじめに

近年、様々な塩分摂取量を減らす試みが行われているが、「塩味の足りない減塩食はあまりおいしくない」と思われ、減塩食では、摂食量の低下から栄養不足を招き、減塩療法自体が継続的に実施できない点が問題となっている。実際に、食塩摂取量を減らす長期的な試みは効果的⁴⁾ではあるが、減塩も厳しすぎると主にカロリー摂取の不足から引き起こされる身体的な悪影響に注意して実施すべきであると言及されている^{3,5)}。このことから、継続的に塩分摂取量を減らす取り組みが容易でないことが示唆されている^{6,7)}。

これらの課題を解決する手段として、うま味（出汁）、酸味（柑橘類）、辛味（スパイス）や食感（香ばしさ）などを工夫する減塩食のおいしさを損なわない取り組みが行われている。この様に多種多様なおいしさを損なわない減塩食が用意されることで、我々は、減塩食を通常の食事として、カロリー摂取不足を起こすことなく継続できるようになると考えられる。これらの取り組みは、世界中で課題となっている塩分摂取量を減らすと言う社会課題の解決に

向けた取り組みを考える上で、解決手段として大きな役割を担うと思われる。

おいしさの中の塩味とうま味

食べ物を味わう際に、人は味覚、嗅覚、触覚、視覚、聴覚で知られる五感と共に個々人の食経験、体調、雰囲気、食文化などの外的要因などを総合し、脳でおいしさを判断している。そして、人は、現在までの人類史の中で「調味料・特徴のある食材の使用」、「調理法の工夫」や「摂食時の環境整備」などを通じて、おいしさを高める工夫を行っている（図1）。

この中でもおいしさを決定するうえで最も重要な要素が、「甘味」「酸味」「塩味」「苦味」と「うま味」で知られる味覚で、これらを基本味と言う。基本味の1つである塩味やうま味はいずれも食品のおいしさを構成する重要な要素であることが知られている。塩味を示す物質としては、海水や岩塩に含まれるナトリウムイオン（Na）が太古より使用され広く知られている。うま味を示す物質としては、1908年に東京帝国大学の池田菊苗博士により、アミノ酸の一種であるL-グルタミン酸およびその塩（Glu）が

Hideki Matsumoto, PhC, PhD., Quality Assurance Dept., Ajinomoto Co., Inc.15-1, Kyobashi 1-Chome, Chuo-ku, Tokyo 104-8315, Japan
Quality Assurance Dept., Ajinomoto Co., Inc.; hideki_matsumoto@ajinomoto.com, Fax + 81-3-5250-8403

松本 英希

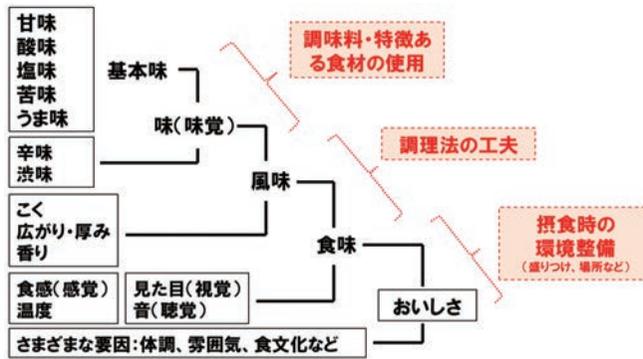


図1 食べ物のおいしさを構成する様々な因子とその工夫

おいしさを構成する様々な因子とその調整法の概要を示した。おいしさは、様々な要素で構成されている。人類は今までにこのおいしさを調整するための工夫 (①特徴ある食材・調味料の使用、②調理法の工夫、③摂食時の環境整備など) を行っている。

我が国で発見された。Glu は、我々が普段手にする食品中 (チーズ、トマト、ブロッコリーなど) に含まれ、食品の味に影響を与えている。さらに、日本料理に欠かせない出汁、西洋料理や中華料理のスープストックには、Glu を濃縮する調理手法にも施されている (図2A)⁸⁾。また、母乳中にも、全遊離アミノ酸の半分以上に Glu が含まれており、私たちは生後まもなく母乳から Glu を摂取している (図2B)⁹⁾。

塩味とうま味の生理的役割

味覚は、我々が生きるために必要な栄養素や避けるべき有害物が含まれることを生体に知らせる感覚器としての役割を果たしている。なかでも、塩味は

生体に必要なミネラルを感知する感覚であり、うま味はアミノ酸やタンパク質によるエネルギーと窒素源を感知する感覚であると言われている。

実際に、食物中に含まれる塩味物質である Na は、口腔内などに存在する塩味受容体への作用を介して脳に伝わり、脳で塩味が認知される (図3)。また、生体内に吸収された Na は生体内の浸透圧を担うミネラルバランスにおいて重要な役割を果たす。一方、うま味物質である Glu は口腔内や消化管粘膜の Glu 受容体への作用を介して脳に伝わり、脳でうま味が認知される (図3)。すると、今度は逆に、脳は食物の消化に必要な信号を末梢に送り、効率的な食物消化の準備が各器官でなされる。実際に、Glu は、

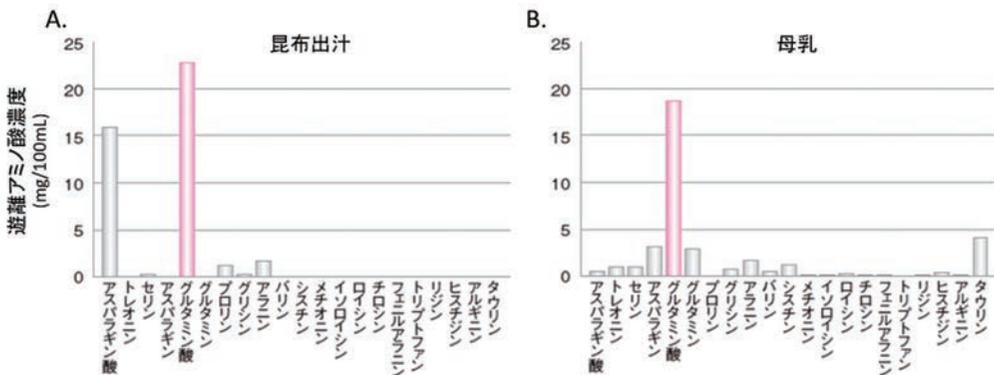


図2 和風だし (昆布) と母乳中の遊離アミノ酸の含量

日本伝統の昆布出汁 (A) と母乳 (B) に含まれる遊離アミノ酸の含量を示した^{8,9)より}。A,B 共に、全遊離アミノ酸の半分以上にグルタミン酸が含まれている。A は、利尻昆布 30 g を 1.8L の水で 60℃、60 分加熱抽出した。B は、産後 7 日目の母乳 (アスパラギン、プロリン、トリプトファンは分析値なし)。

低塩時におけるうま味物質を用いた減塩への応用

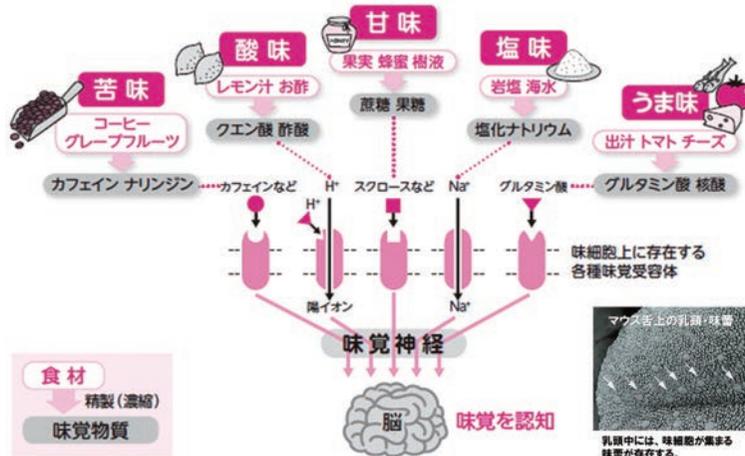


図3 5基本味の代表的な食材と味覚作用物質、味覚作用物質の受容体を介した脳への情報伝達と認知

5基本味を呈する食材など脳で認知されるまでの情報伝達の概要を示した²⁰⁾より)。5基本味を呈する代表的な食材には、5基本味の受容体に作用する味覚物質が比較的高含量含まれる。この味覚物質が舌上に存在する乳頭の中にある味蕾中の味細胞の各種基本味に相当する受容体を介し、脳へ味覚情報が伝達され、最終的に認知される(写真部分²¹⁾)。

口腔内での唾液¹⁰⁾や胃での消化液¹¹⁾の分泌促進などの生理作用が引き起こされ、タンパク質の消化に寄与¹²⁾する。

この様に、塩味物質のNaやうま味物質のGluは、味覚物質であるばかりではなく生体の生理作用においていずれも重要な役割を果たす栄養素であると言える。

減塩における様々な調理上の工夫

塩分摂取を減らす減塩の取り組みでは、食事のおいしさを構成する因子(図1)の中の塩味が減少することで、最終的なおいしさに影響を与える。この様に、単に塩分を減らす取り組みでは、食事のおいしさへの影響が生じてしまう。そこで、我々人類は、おいしさを損なわない様な塩分摂取を減らす取り組みとして、塩味以外の食事のおいしさを構成する様々な因子を調整する試みを行ってきた。主な工夫方法としては、「①物理的に塩分摂取量を減らすこと」、「②低塩時に味に特徴のある食材や調味料を活用すること」そして、「③調理法を工夫すること」による減塩への取り組みが考えられる。①の取り組みでは、塩分量(味)はそのままで摂取カロリーを減らす方法や食べる量は変えずに塩分を少なく(味を薄く)する方法があげられる。②の取り組みでは、

酸味・香辛料・風味等(レモン、ゆず、唐辛子、山椒、わさび、ごま油など)やうま味(出汁、きのこ類、きのこ、うま味調味料など)を活用する方法があげられる。③の取り組みでは、見た目や食感等を活用(焼き色、揚げる、香ばしさなど)する方法があげられる。

これら減塩への各種取り組みは、我々人類が現在までに経験・蓄積してきた英知であり、将来にわたり継承してゆくべき事象と考えられる。一方で、近年必要とされる科学的な手法による試験の実施やその評価と報告が少ないのも実情である。

うま味の生理作用を応用した減塩研究

本稿では、うま味を用いた減塩知見に焦点を当てる。米国における塩分摂取量の削減戦略のための専門委員会より、うま味物質を活用した減塩が有効であることが言及されている¹³⁾。さらに、米国栄養・栄養士協会により、うま味による減塩への寄与に関するシステマティックレビューが行われ、Evidence Analysis Library (EAL) という形で報告¹⁴⁾されている。EALでは、論文情報を基に総合的に評価した結果として、うま味物質の添加はおいしさを損なわずに減塩が可能であると言及されている。同時に、食事全体としての塩分摂取量への影響に関しては、科

松本 英希

学的知見が不足することから評価しないことも言及されている。

これらのことより、うま味を適切に活用すればおいしさを損なわずに塩分含量を減らすことが可能であることは、今までの報告から示唆される。一方で、うま味を用いて塩分含量が少ない料理を、一日量として、さらには、継続して摂取したときの減塩効果に関しての科学的な論文報告が少ないのが現状である。

うま味の生理作用を応用した減塩研究

山口らによる官能評価手法を用いた報告¹⁵⁾では、0.7% (w/v) 塩化ナトリウム (NaCl) 溶液の官能評価による好ましさの評点は、0.4% (w/v) NaCl 溶液では大きく低下する、ここで、0.4% (w/v) NaCl 溶液にうま味物質として L-グルタミン酸ナトリウム (MSG) を 0.38% (w/v) を加えることにより、減塩前の 0.7% (w/v) NaCl 溶液の好ましさと同等の評点となる (図 4)。この結果から、うま味物質は、約 40% の塩分量を減らしても好ましさを損なうことなく減塩を実現できることが示された。この結果は、訓練された官能評価のパネラーにより実施された結果ではあるが、Cater らの報告¹⁶⁾においてもほぼ同様の結果が示されており、本事象の再現性が確認されている。さらに、早瀬らの報告¹⁷⁾では、多施設無作為化盲検試験による、全国 7 大学の学生 171 名の官能評価による 0.3, 0.6, 0.9% (w/v) NaCl 溶液

の「おいしさ」に与える 0.3% (w/v) MSG 添加の影響評価が行われている。本報告においても、おいしさの官能評価による評点は、0.6% (w/v) NaCl 溶液から、約 50% 減塩された 0.3% (w/v) NaCl 溶液では、有意に低値を示す。一方で、0.3% (w/v) NaCl 溶液に 0.3% (w/v) の MSG を添加すると、その評点は、減塩前の 0.6% (w/v) NaCl 溶液と同等のおいしさの評点にまで有意に増加する (論文投稿中)。この結果から、官能評価のパネラーのみではなく無作為化盲検試験条件下で行った一般的な健康成人においても、低 NaCl 濃度水溶液のおいしさは、うま味物質の添加で増強されることが示唆された。

うま味物質を用いた減塩介入研究

うま味物質は、低塩時でもおいしさを損なわないことが多くの官能評価手法を用いた研究により示されている。一方で、1日に摂取する食事全体の減塩効果やこの減塩効果が継続的に実施できるか否かに関しては不明確である。順天堂大学医学部附属順天堂越谷病院の石田らの報告¹⁸⁾では、うま味調味料としてグルタミン酸マグネシウム (MDG) を活用して通常の病院食を減塩し、減塩前の通常食と官能評価指標が同等となるような減塩食を作製した (図 5)。同病院の河野らの報告¹⁹⁾では、この通常食とうま味添加減塩食 (通常食に比して 14~32% 減塩) を用いた、入院患者での 14 日間の単盲検クロスオー

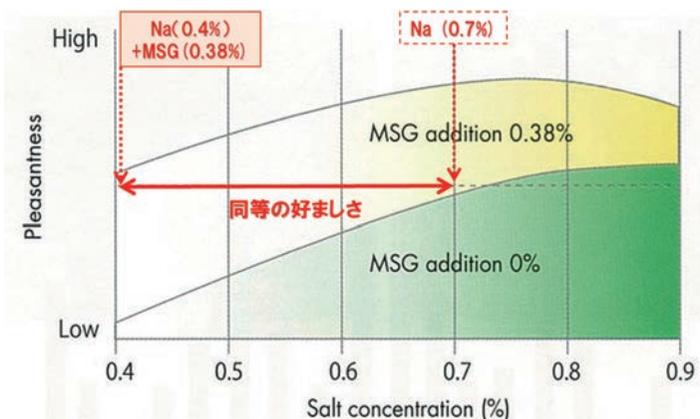


図 4 うま味物質 (MSG) が食塩濃度の好ましさを与える官能評価試験における影響
食塩濃度別の官能評価における好ましさのうま味物質添加の影響を示した^{15)より一部追記}。

0.7% (w/v) NaCl 溶液の官能評価による好ましさは、0.4% (w/v) NaCl + 0.38% (w/v) MSG 溶液と同等である。約 40% の塩分量を減らしても好ましさを損なうことなく、適切な量のうま味物質を用いることで、減塩を実現できる。

低塩時におけるうま味物質を用いた減塩への応用

バー介入試験を行った。この試験結果では、介入初日から最終日の14日目までの全ての日で1日当たりのNa摂取量は有意に低値を示し、14日間の平均Na摂取量は、通常食で 3.28 ± 0.79 (g/日)、うま味添加減塩食では 2.43 ± 0.38 (g/日)であり、減塩率は約26%であった。また、減塩療法を継続した場合の課題であるエネルギー摂取量は、介入前後において同等であり、さらに、14日間の平均カロリー摂取量は、通常食で 1505 ± 356 (Kcal/日)、うま味添加減塩食では 1621 ± 343 (Kcal/日)であり、同等のカロリー摂取量であった。また、タンパク質、炭水化物および脂質の摂取量も介入前後と介入群間全てにおいて同等であった。これらの結果より、うま味

調味料を減塩食に活用することで、おいしさを損なわない減塩食を提供することが可能であり、さらに、おいしさを損なわない減塩食はカロリー摂取量を低下させることなく継続的に実施できることが示唆された。

おわりに

うま味物質などの調味料を用いた味付けや調理法を上手に活用したおいしい減塩食の継続的な摂取は、適正なエネルギー摂取の状態、低塩摂取の状態が習慣化され、将来の私たちの健康維持や疾病発症予防などへ寄与すると共に、塩分摂取量を低減させるという社会課題の解決にも貢献すると考えられる(図6)²⁰⁾。

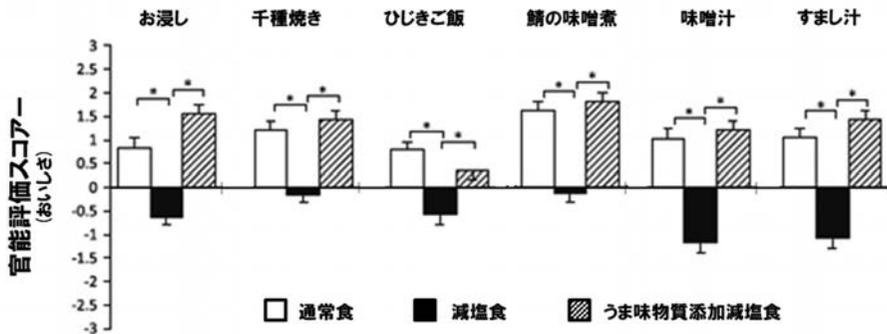


図5 各種料理の官能評価結果

順天堂大学附属順天堂越谷病院で提供されている代表的な給食メニューへの減塩及びうま味物質添加減塩料理における官能評価(おいしさ)結果を示した^{18)より抜粋}。通常食を減塩するとおいしさを指標とする官能評価スコアは有意に減少したが、うま味物質を添加した減塩食での官能評価スコアは減塩食に比して有意に増加し、その評点は通常食とほぼ同等であった。

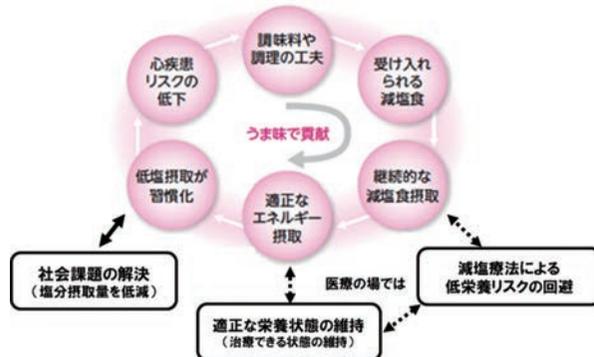


図6 継続的な減塩食摂取における好循環サイクル概念モデル

継続できる減塩食の摂取を習慣化することで生じる好循環の概念図を示した^{20)より改編}。うま味物質の活用や調理法の工夫により、低塩時でもおいしさを損なわない減塩食の提供を通じて、低塩摂取を習慣化し、適正なエネルギー摂取が維持され、低塩摂取が習慣化されると考えられる。特に、医療の現場では、減塩療法時の低栄養リスクを回避することで、治療時に必要な栄養状態の維持に貢献する。

文 献

- 1) 厚生労働省健康局健康課栄養指導室：平成 28 年「国民健康・栄養調査」の結果, 厚生労働省, (2016)
- 2) Joint WHO/FAO Expert Consultation: Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, WHO technical report series; 916, World Health Organization, Geneva (2003)
- 3) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会：高血圧治療ガイドライン 2014 (JSH2014), 日本高血圧学会 (2014)
- 4) FJ He, GA MacGregor: Salt reduction lowers cardiovascular risk: meta-analysis of outcome trials. *Lancet* 378, 380-382 (2011)
- 5) CD Morris: effect of dietary sodium restriction on overall nutrient intake, *Am J Clinical Nutr* 65, 687S-91S (1997)
- 6) Y Ohta, T Tsuchihashi, U Onaka, K Eto, M Tominaga, and M Ueno: Long-term compliance with salt restriction in Japanese hypertension patients, *Hypertention Research* 28, 953-957 (2005)
- 7) Y Ohta, T Tsuchihashi, M Ueno, T Kajioka, U Onaka, M Tominaga, and K Eto: Relationship between the Awareness of Salt Restriction and the Actual Salt Intake in Hypertensive Patients, *Hypertention Research* 27, 243-246 (2004)
- 8) 柴田書店編集：だしの基本と日本料理～うま味のもとを解きあかす, 柴田書院 (2006)
- 9) K Ninomiya: Natural occurrence, *Food Reviews International* 14, 177-211 (1998)
- 10) T Sasano, S Satoh-Kuriwada, N Shoji, M Iikubo, M Kawai, H Uneyama, M Sakamoto: Important role of umami taste sensitivity in oral and overall health, *Curr Pharm Des* 20, 2750-2754 (2014)
- 11) V Zolotarev, R Khropycheva, H Uneyama, K Torii: Effect of Free Dietary Glutamate on Gastric Secretion in Dogs, *Annals of the new York academy of Sciences* 1170, 87-90 (2009)
- 12) C Boutry, H Matsumoto, G Airinei, R Benamouzig, D Tomé, F Blachier and C Bos: Monosodium glutamate raises antral distension and plasma amino acid after a standard meal in humans, *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 300, G137-G145 (2011)
- 13) Committee on Strategies to Reduce Sodium Intake Food and Nutrition Board: Taste and flavor roles of sodium in food. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. JE Henney, CL Taylor, and CS Boon (eds), The National Academic Press, Washington, D. C., pp. 84 (2010)
- 14) Academy of Nutrition and Dietetics: Umami (UM) in Foods (2013). Evidence Analysis Library, Academy of Nutrition and Dietetics (2013)
- 15) S Yamaguchi and C Takahashi; Interactions of Monosodium Glutamate and Sodium Chloride on Saltiness and Palatability of a Clear Soup, *Journal of Food Science* 49, 82-85 (1984)
- 16) EB Carter, P Monsivais, A Drewnowski: The sensory optimum of chicken broths supplemented with calcium di-glutamate, *Food Quality and Preference* 22, 699-703 (2011)
- 17) 早瀬仁美, 森田理恵子, 南里明子, 梅木陽子, 合田敏尚, 堤ちはる, 渡邊智子, 大野智子, 今村佳代子, 嶋田さおり, 藤谷祥司, 松本英希：食塩摂取低減を目的とした汁物の適正塩分濃度の検討～多施設無作為化盲検試験によるうま味物質の減塩効果検証～, 第 41 回日本高血圧学会総会要旨集, OM01-03 (2018)
- 18) Ishida M, Tezuka H, Hasegawa T, Cao L, Imada T, Kimura E, Matsumoto H, Kawano R, Arai H：Sensory Evaluation of a Low-salt menu created with Umami, similar to Savory, substance. *J Jpn Soc Nutr Food Sci*, 64, 305-311 (2011)
- 19) Kawano R, Ishida M, Kimura E, Matsumoto H, Arai H：pilot intervention study of a low-salt diet with Monomagnesium di-L-glutamate as an umami seasoning in psychiatric inpatients. *Psychogeriatrics*, 15, 38-42 (2015)
- 20) 松本英希：「Umami」がもたらす新たな可能性 - From Dining Table to Healthcare, *日本歯科評論*, 78, 149-153 (2018)
- 21) K Iwatsuki, HX Liu, A Grönder, MA Singer, TF Lane, R Grosschedl, CM Mistretta, and RF Margolskee: Wnt signaling interacts with Shh to regulate taste papilla development, *PNAS* 104, 2253-2258 (2007)

<著者紹介>

松本 英希 (まつもと ひでき)

1999年 北里大学大学院薬学研究科博士課程修了(薬学博士)

1999年 味の素株式会社 入社、医薬研究所、臨床開発部、ライフサイエンス研究所(途中フランス国立農学研究所(INRA))、イノベーション研究所を経て現在 品質保証部

2013年 ベトナム国立栄養研究所 名誉博士授与

2013年より ハノイ医科大学 客員教授

2018年より 国際アミノ酸科学協会 事務局長



2012年度事業所表彰、2017年度ASVアワード・大賞を受賞