

論壇

安全と安心の狭間でうま味とともに歩んだ人生

株式会社鳥居食情報調節研究所代表

鳥居邦夫

1. 脳科学への始まり

はじめに、私の研究者としての経歴について述べたい。子どもの頃から食欲や生体リズムなど脳機能に興味があり、多様な動物を対象に研究出来ると考えて東京大学農学部獣医学科（当時は畜産獣医学科）に進学し脳による繁殖機能の調節の仕組み解明を進めていた獣医生理学教室（当時家畜生理学教室、鈴木善祐教授）に在籍した。研究課題は本間運隆助教授の指導の下で「ウズラの産卵周期リズムと光周性」であった。毎日多数のウズラの世話をし、産卵時刻をセンサーで記録した。正確に 24 時間 38 分の間隔で産卵し、産卵時間は毎日 38 分ずつ遅れるので限度に達すると産卵を 1 回休み、次回は消灯直後に産卵した。「クラッチ」現象である。明暗のリズムを 12 時間明暗の照明を基本に、暗黒、8 時間照明（冬至）、16 時間照明（夏至）、連続照明とすると夏至条件で上記の現象が起き、連続照明では産卵するが産卵リズムがランダムになり、明暗の変化が生体時計をリセットしていた。冬至や暗黒条件では産卵は停止した。ウズラは頭蓋骨に薄く透明な部分があり、その直下に生体リズムを調節する松果体があり、明暗に連動したリズム形成に重要な役割を担っており「第三の眼」と呼ばれている。光感受性は暗期から明期への変化に連動し、光の中では赤色に良く応答した。つまり、日の出と日没が重要な刺激で、松果体でメラトニン合成と分泌が生じ、脳機能が連動して生体リズムを形成することが知られていた。繁殖行動は明暗リズムに対応して脳幹の視床下部より性腺刺激ホルモン分泌因子（LH/FSHRH）が分泌され、下垂体を刺激し前葉から性腺刺激ホルモン（FSH）と黄体形成ホルモン（LH）とが分泌、卵巣を刺激して排卵し排卵した部位に黄体が形成され産卵が止まり孵化するまで抱卵し、巣立ちまで世話をするのである。子育ては食糧の豊富な夏期が最適であり、ウズラの産卵（排卵）は夏至を中心とした光条件となる。腹部に卵の数的センサーがあり、数個で産卵が止まるが産卵後に卵を除くと抱卵出来ず毎日産卵することになる。外部環境（光）と産卵（繁殖）とに脳が中心的に関わっている現象であった。産卵鶏は夏至条件で飼育し、抱卵させずにクラッチ現象が生じないように育種して来たので、1 年に 365 個産卵する個体もいる。このウズラの現象は興味深い、生理学的なメカニズムの解明は程遠いと思った。

当時研究室は、化学構造が不明でペプチド類と考えられる性腺刺激ホルモン分泌因子等の同定に全力を注入していた。多数の排卵期のラットの脳、特に視床下部を数百匹分集めてカラムで分離精製していたが、生理活性の評価方法が卵巣からの排卵現象以外方法がなく、冷

凍保存により活性が低下しやすいので分離同定は困難を極めた。1968 年速報版の専門誌、BBRC に 450 万頭のヒツジ視床下部から LH/FSHRH は同定されたと報告された。アミノ酸 8 個の直鎖のペプチドであった。発見者の Schally はノーベル医学生理学賞を受賞した。同僚の Guillemin も β -エンドルフィンと同定しノーベル医学生理学賞を受賞した。彼らの研究室は米国のルイジアナ州のニューオリンズ市内のチューレン大学にあり、数多くの日本人を含め外国人研究者がペプチドの分離同定に参画する大規模な施設であった。彼らの研究室は屠場にヒツジの脳から視床下部を切り出す装置を設置し、工場のように連続してサンプルを得ていた。脳に関わる生理学的現象のメカニズムの解明は十分なヒト、モノ、カネとともにシステムとして多数の研究室を競合させながら運営し全体を統括するリーダーに情報を集約して特許取得と研究論文化する米国のやり方を知り、私は素晴らしいと思った。日本ではありえない仕組みであり、まして基礎研究に大型の予算を用意している米国の National Institute of Health (NIH) や National Academy of Science (NAS) の研究グラントは米国のみならず世界の研究者が参加出来る仕組みであるので、米国の優れたリーダーの所に英知が集まるのは当然である。

当時、企業内研究所はそれなりに特許取得に向けて基礎研究の重要性に気づいていたが、応用研究が中心で 3~5 年で部所の異動があり世の中のニーズによる研究テーマも変わり易く若手研究者の資質向上は大学や国の研究機関のようにはいかなかった。基礎研究を志す若手研究者は企業での研究生活を諦めて大学に戻ることも多かった。まして、脳に関わる研究は生理学の中でも未開領域で多額の研究費を要し実験手段の修得も難しく研究成果の出口がはっきりしないこともあり、大学のみならず企業でも一番遅れている分野であった。脳科学を志す若手研究者は解剖学を理解するだけで何年も要する上に麻酔下では脳機能の一部しか測定出来ず、実験再現性に問題を生じやすく論文投稿にも手間取り結果として学位取得が難しいのが現実であった。加えて当時の東京大学は、どのキャンパスも大学紛争の下でまともな授業も実習も出来ず、私の場合、かろうじて研究室でウズラの世話をし産卵記録をまとめる程度で、新規の挑戦は大変な努力を必要とした。毎日山程のウズラの卵をゆで卵にして食べていたらストレスからウズラの卵が食べられなくなった。一人で山ほどのウズラを毎日世話していると恐怖感からトラウマになり、鳴き声にも嫌悪感を持ち、他の研究機関で仕事したいと考え始めた。

2. 脳科学研究を企業内研究所で開始

私は国内外の研究所で脳研究が出来る可能性を探っていた。1969 年、Science 誌に J. W. Olney の幼若 (10 日齢) マウスへのグルタミン酸ナトリウム (MSG) 大量皮下投与 (4 g/kg 体重) にともなう脳障害の論文が出た。生後 10 日齢のマウス (体重 1~2 g) に 50% (w/v) のグルタミン酸ナトリウム (MSG) 水溶液を皮下に大量投与した研究目的不明の生理学を無視した恐ろしい実験であった。MSG 投与後、マウスの血中グルタミン酸濃度は正常の 200 倍~1000 倍に上昇し、未形成の血液脳関門は投与に伴う脱水症が重なり全くバリアーとして機能を失

い脳内に神経興奮物質のグルタミン酸が大量に流入し、神経細胞死を生じたのは当然の現象であった。しかし、脳障害を生じた部位は食欲や摂食に関わる中枢だけで全体の数%であった(図 1)。離乳期に発達する脳の部位に障害が生じ易いことは、離乳後では血液脳関門をはじめとして小腸、肝などの臓器が恒常性を維持するので問題を生じない可能性が考えられた。学術論文を定性的にしか理解し得ないマスコミは脳障害がヒトでも生じるかのように大きく取り上げ、うま味のある食品は危険との表現が続き、グルタミン酸の生産メーカーや調味料として利用していた食品メーカーは存亡の危機になった。永年、うま味は嗜好性の高い呈味と考えていた我々にとって理解に苦しむ問題提起であった。実験方法に問題があるとは考えないのが一般的で、通常の使用形態ではマウスでも安全であると反論しても聞く耳を持たないのである。安全性に関わる問題は科学的理解力(Scientific literacy)が重要であると思った。

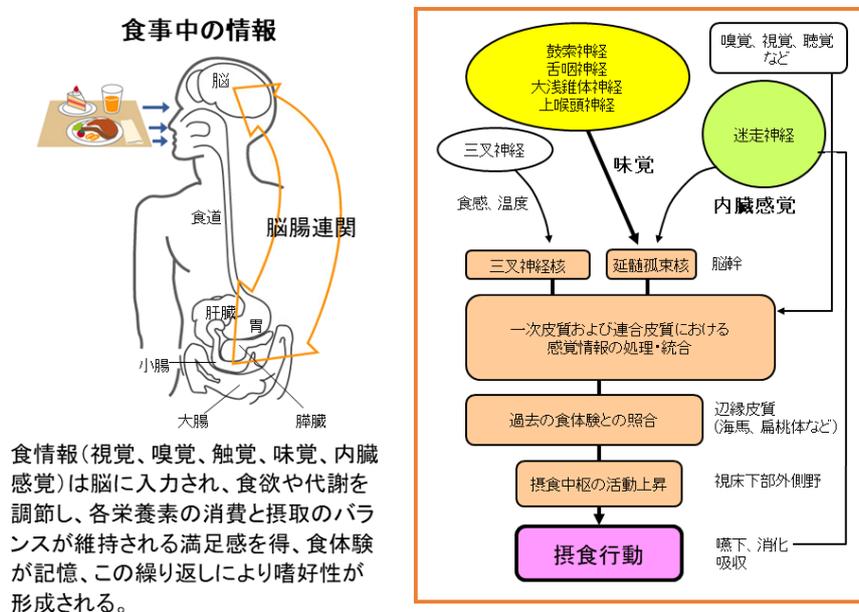


図 1 食事中の情報

私は代表的アミノ酸のグルタミン酸は安全かつ有用であると信じていたが、科学的に証明する 10 年間の研究計画をまとめて味の素(株)の中央研究所を訪れ、採用面接を受けた。長時間にわたる面接の結果、定期採用時期を過ぎていたがようやく採用された。私の予備的実験で血液脳関門が形成された離乳後のラットや胎児期にすでに形成されるモルモットではマウスと同一条件で処置しても脳障害は生じないことをデータで示した。10 日齢マウスを用いた実験は、マウスの血液脳関門が離乳期に形成され 10 日齢では未形成であること、ヒトは妊娠 3 か月齢で形成されるのでヒトにはマウスの実験結果を外挿して安全性を論じるのは無理であることなどを説明し、面接した人々に納得してもらった。

1971 年 7 月大学紛争で 3 か月遅れで卒業した私は、入社後まず、安全性評価システムの見直しをして国際的評価システムに再構築を行いながら、並行して飼料中に最高 30% (w/w) ま

で MSG を添加してマウスやラットに 3 世代に渡り摂取 (30 g/kg 体重) させても脳を含めて安全性に関わる障害は全く認められないこと、加えて 10 日齢マウスに流動食に MSG を 50% (w/v) 添加して経口投与 (4 g/kg 体重) しても血中グルタミン酸上昇は限定的であり、脳障害の生じやすい視床下部弓状核にわずかに神経細胞死を認めた程度で、脳の他部位は正常であった。特にグルコースとアルギニンとが共存すれば経口投与後に血中濃度上昇は生じないことを示した。さらにインスリンやグルカゴン等の消化管ホルモンを投与すると 10 日齢マウスでも血中グルタミン酸濃度上昇を抑制し脳障害発生を抑制した。つまり、食事をしたと脳および消化管が認識すれば未熟なマウスでも消化管がバリアーとなり血中濃度上昇を抑制し、血液脳関門は賦活化し脳内へのグルタミン酸流入を阻止する仕組みがあることを証明した。食品に適切に添加して利用すれば 10 日齢マウスでも脳障害は生じないことを意味している。

本来、グルタミン酸ナトリウムは食品に添加する物質として食塩や砂糖と同様に特別な制限なしに国連、各国の規制当局の許可を得ている (generally recognized as safe, GRAS) ので、嗜好濃度 (0.5%, w/v (水溶液), 1%, w/w (飼料)) で食品に添加されれば問題とされた安全性上の現象は全く生じないことになり、現在に至っている。そこで私は安全性に加えて食行動を調節する脳機能を中心に研究展開し、安全性と有用性とを立証することにした (図 1)。

マウスは産仔数が 10 匹以上と多く脳は未熟な状態で生まれ、離乳まで 3 週間と短期であるので脳環境を守る血液脳関門は生後 2 週以降に形成される例外的な動物であることを知った上で大量グルタミン酸ナトリウム皮下投与は生理学的に認められない実験系である。胎児期に血液脳関門が形成されるモルモットや離乳後の動物を対象に同様の処置をしても何も障害は生じないことを承知した上で未熟な 10 日齢マウスを実験対象に選択して行ったのである。私は科学的な「テロ論文」であると考えた。グルタミン酸は溶解度が低いので、水に良く溶解し呈味性も良いナトリウム塩が調味料として利用されるので栄養素としてではなく、食品添加物に分類され使用許可が当局から出る。呈味物質は嗜好濃度での利用であり、嗜好濃度を超えた高濃度の使用は味が悪く、日常生活では本来生じないのである。

当時は、安全性立証のための研究結果創出は喫緊の課題であり、全社からリクルートしたやる気のある研究者を再教育し、機能毎に研究室を形成しロードマップに従ってデータをまとめ英文論文化し、専門誌へ投稿した。各国の規制当局は査読を受けた専門誌掲載論文を安全性評価の対象とするので英文論文化は必須条件である。特に食事摂取が強力に MSG の安全性を高めることが明らかになったので、食欲、味覚、内臓感覚そして脳機能変化のメカニズム解明を強力に推進した。新規の研究結果により食品添加物であるグルタミン酸ナトリウム (MSG) は食品に嗜好濃度で添加するという従来通りの使用で問題は生じないことが科学的に認められた。論文とそのドキュメント集が、国連、米国 Food and Drug Administration (FDA) を始めとして各国の規制当局に提出し、公開情報としてメディアや一般人もコピー出来、ようやく日常使用でも安全であると受け入れられた。

その過程で、米国規制当局の FDA の食品局長であった S. Miller から「うま味」はどんな味で国際的に認知されているかと聞かれ、「日本では乾燥コンブから熱水抽出した出汁や長年蛋白質を醗酵分解してつくる醤油や味噌に大量に含まれるグルタミン酸を中心とした呈味で、食品に添加するとおいしくなる。」と説明したら、日本ではその説明で納得するが欧米では誰も「うま味」を知らないし、学術語として認められていないと言われた。まずは「うま味」の有用性を科学的に解明する必要性が生じた。私にとっては脳機能それも食欲や嗜好性、好き嫌いや「やみつき」等の脳での現象の仕組みを科学的解明する機会ととらえ、前向きに対応することにした。

3. 基本味として認知されたうま味

1976 年 4 月、私は米国のペンシルヴァニア州フィラデルフィア市にある名門のペンシルヴァニア大学の味覚、嗅覚、内臓感覚各分野に焦点を絞った研究所のモネル化学感覚センター (M. R. Kare 所長) に 2 年間の予定でうま味の有用性研究の手がかりを求めて留学した。まず考えたのは、日本で出来ない研究を実施することであった。そこで日本では使用量が厳しく管理されているアイソトープでうま味受容体を力づくで探索することを考えた。大量のアイソトープ標識したグルタミン酸を用いて舌表面の味蕾に含まれる味細胞膜に存在するうま味受容体の分離同定を試みることにした。この研究所は創立 10 年と日が浅くこれといった研究装置がなく、超遠心機、シンチレーションカウンターと低温室があったのでアイソトープで、力づくで受容体を見つけるしかない状態であった。ヒトに近い味覚感受性を持ち、大量に手に入るウシの舌を国際獣医師免許を活かし屠場内に入り、同種の牛を選び血まみれの状態で仕入れ、味受容体が存在すると考えられる味蕾 (有郭乳頭) をその日のうちに低温室で分離、摩砕し膜画分にアイソトープで標識したグルタミン酸ナトリウム (pH 7.40) の結合量を測定した。当初グルタミン酸に対する結合親和性が低く使用限度に近い大量のアイソトープを必要とした。屠場では高級食材の舌は屠体から切除後熱水で洗浄していることを見て、結合親和性の低さは熱水による受容体の変性が原因であることに気づき、以後、血まみれで仕入れた。基礎研究には現場主義は重要である。うま味は核酸関連物質のグアニル酸やイノシン酸共存でうま味が相乗的に増強さ

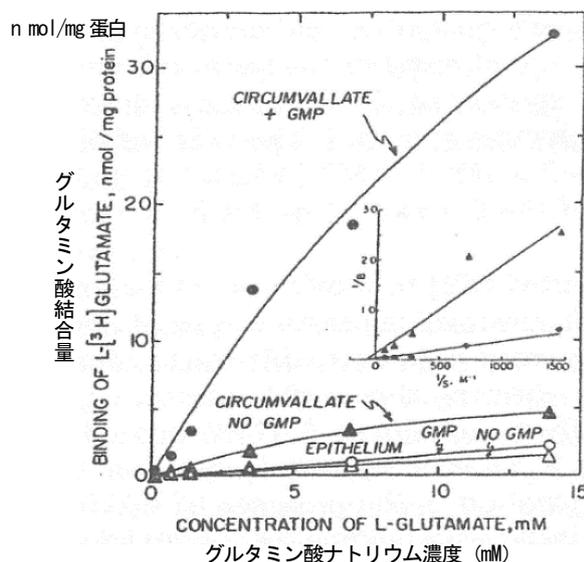


図2 ウシ味蕾におけるグルタミン酸のうま味受容

体への結合とグアニル酸ナトリウム共存効果

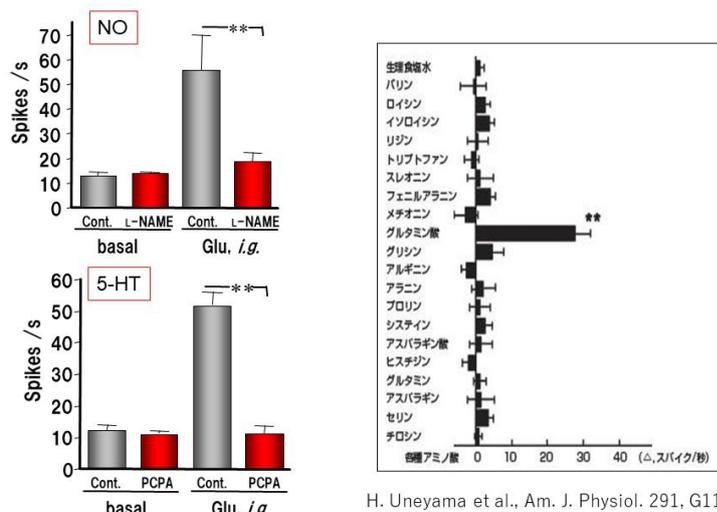
ウシの舌より味蕾の 70%が集中して分布する有郭乳頭 (Circumvallate) 上皮と味蕾の分布しない舌側面の上皮 (Epithelium) を用いてグルタミン酸の特異的結合量を推定し、グアニル酸ナトリウム (GMP) の有無による比較を行った。

(K. Torii & R. Cagan, BBA, 1980) 627, 313-323, 1980.

れることからヒトのみならず多くの哺乳類で認められていることを利用して、うま味物質の受容体への特異的結合をグアニル酸共存の有無で比較した。ウシのうま味受容体は 0.014% (w/v) グアニル酸ナトリウム共存でグルタミン酸ナトリウムの結合を数倍上昇させた。この現象は核酸の化学構造と相関し味蕾の味細胞膜にうま味受容体が存在することが明らかとなった(図 2)。1978 年、米国神経科学学会総会と Godon Research Conference とで口頭発表し、速やかに論文発表した(BBA, 1980)。これを契機に、脳内のグルタミン酸受容体が次々に同定され、並行して研究に必須な抗体などが市販され、私の研究展開に役立った。官能評価の結果などから、うま味は他の基本味から独立した受容体を持ち、他の基本味と独立した基本味であることが 1993 年国際的に認められ、“umami taste” と小文字で専門雑誌に表現出来るようになった。脳内では神経細胞がグルタミン酸を生合成し細胞外に分泌し受容体を刺激し、再吸収する仕組みが明らかになった。これは脳以外の神経細胞も同様である。ようやくうま味の有用性研究の入り口に立った。

4. うま味刺激の脳腸連関

私どもは次のステップで消化管に着目し、すでに脳で同定され市販された多様なグルタミン酸受容蛋白質の抗体を用いて調べたところ、口腔から胃までは代謝型グルタミン酸受容体 (mGluR) 1 型バリエーション、十二指腸から大腸までは 4 型バリエーションが粘腸上皮細胞に散在し近傍に迷走神経終末を認めた。特に重要なのは、ラットの迷走神経胃枝求心性線維 (胃から脳への入力) の応答性を調べるとアミノ酸ではグルタミン酸のみ応答した。また、グルコース等の糖類、食塩などのミネラルには全く応答しなかった (図 3 右)。すなわち、食物摂取は食塊が胃に至り遊離のグルタミン酸が迷走神経胃枝への刺激、さらに一酸化窒素 (NO) とセロトニン (5-HT) とを介して脳に入力してから食物摂取を認知し、消化吸收全体が脳により調節される仕組みが存在することを示している。逆に遊離のグルタミン酸がない食物は、消



H. Uneyama et al., Am. J. Physiol. 291, G1163-70, 2006

図 3 アミノ酸に対する迷走神経胃枝求心性線維の応答

グルタミン酸 (MSG) の胃内刺激は、一酸化窒素 (NO) は阻害剤 (L-NAME) でセロトニン (5-HT) 分泌は阻害剤 (PCPA) で強く抑制された。

化は始まらず食滞を生じることになる (図 3 左、図 4)。グルタミン酸を多く含む調味料は醤油、味噌、ケチャップ、出し汁やスープ、チーズ類は食物をおいしくする他に消化促進効果があると言えよう。又、粘液や消化液を分泌する細胞にも代謝型グルタミン酸受容体 1 型もしくは 4 型があるが、ここではグルタミン酸を自己産生し、摂食の脳での認知後、必要に応じて迷走神経を介して分泌しその刺激により消化液と粘液を分泌して消化液の流路を自家消化を防いで守り、消化管腔内に放出している。迷走神経遠心性線維 (脳から消化器系臓器) は脳の指令に基づきグルタミン酸の分泌を調整し、消化管の各分泌細胞を刺激し、消化が効率的に進むよう調節していると考えられる (図 3、図 4)。

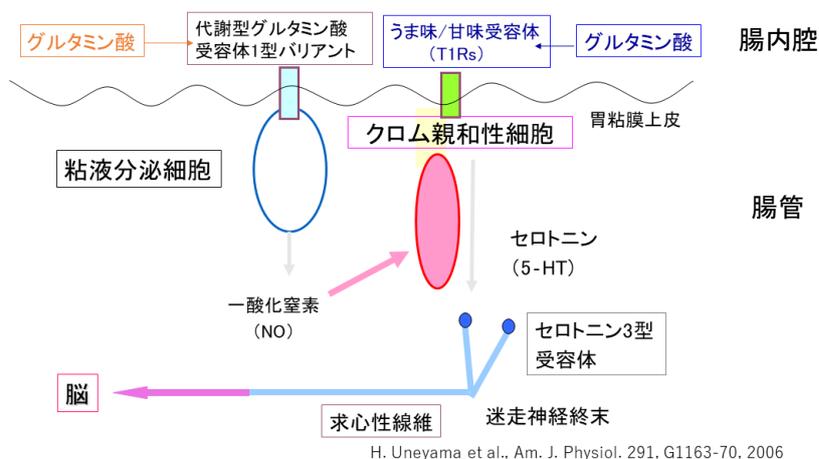
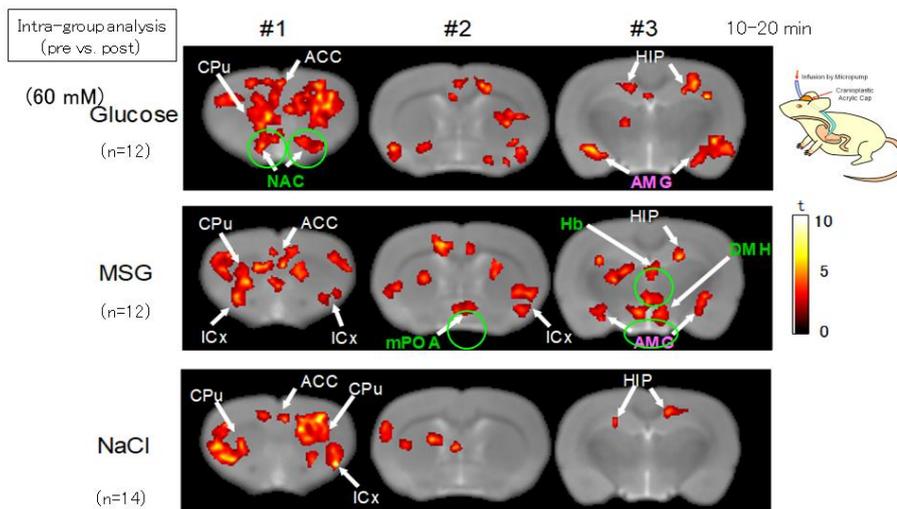


図 4 胃粘膜側でのグルタミン酸刺激の受容と迷走神経胃枝の応答の仕組み

5. 栄養素摂取に伴う脳機能変化

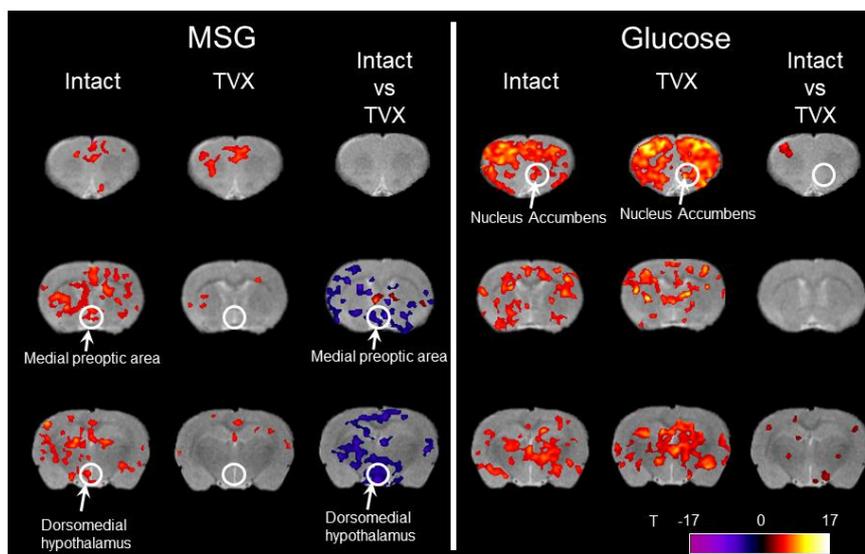
グルタミン酸の情報は迷走神経胃枝により、脳内にどのように伝達されるかは、機能型 MRI (4.7 テスラ) を用いて無麻酔下のラットを用いて経時的に調べた。私どもの研究室は大きなバリエー (陽圧 1.05 気圧) の動物室があり、その中にシールドルームを作り機能型 MRI (4.7 テスラ) や電気生理学的測定装置のある実験室を設け、動物はバリエー施設から外部に出すことなく長期にわたって連続的に脳機能を測定出来るように特別な設計を行った。あらかじめ胃内へカテーテルを装着したラットを静止するようトレーニングし、無麻酔条件下で MRI 内部に固定し、60 mM のグルコース (甘味)、グルタミン酸ナトリウム (うま味) と食塩 (塩味) 各水溶液を胃内に注入 (1 ml/100 g 体重) し、脳内の応答を経時的に記録した。嗜好性に関わる扁桃体 (AMG) は食塩を除き各呈味液に応答し、好ましい刺激と考えられる。やみつき現象に関わる腹側被蓋野や側坐核 (NAC) はグルコースのみ応答し、他の糖類も同様であり甘味を呈する糖類に共通と考えられる。この現象は脂肪酸でも生じたことから、高脂肪高砂糖食による肥満症発症に関係していると考えられる。逆に塩味やうま味物質はやみつき現象は生じないと考えられる。一方、グルタミン酸ナトリウムは体温調節中枢 (内側視索前野、mPOA) と体熱産生に関わる基礎代謝の調節中枢 (背側腹側核、DMH) とが同時に応答し、いわゆる蛋

白質を含む食事による体熱産生（特異動的作用）は生理的現象として知られてきたが、胃内の遊離のグルタミン酸が中心的役割を持っていることがはじめて明らかになった。食塩は体液の浸透圧や体液平衡に関わる部位に他のグルコースやグルタミン酸ナトリウムと同様応答を示した（図 5）。これらの脳の応答は迷走神経全切断(TVX)で大部分が消失し、消化吸收過程の迷走神経の役割が大きいことを示した（図 6）。



Tsurugizawa et al., Neuroreport 19(11), "1111-1115, 2008

図 5 甘味、うま味、塩味物質によるラット胃内刺激に伴う脳の応答
1%グルタミン酸ナトリウム水溶液胃内注入により、脳内の体温調節および基礎代謝を調節する中枢が応答し、体熱産生と放散が生じる。



Tsurugizawa et al., Gastroenterology 2009 137, 262-273, 2009

図 6 うま味と甘味のラットの胃内投与後の脳応答性と迷走神経の役割
迷走神経全枝切断（TVX）により、視床下部などにおけるMSG胃内投与後の脳応答が消失した。グルコースではほとんど影響がなかった。

食事性蛋白質の構成アミノ酸 20 種のうちグルタミン酸が 25~40%と最も多く大量の遊離のグルタミン酸やグルタミン酸を持つオリゴペプチドが消化吸収過程に消化管内に存在するが、血中グルタミン酸濃度は食事の前後でほとんど変化しない。これはグルタミン酸を消化吸収のエネルギーとして利用し血中濃度上昇を抑え末梢にある神経細胞に影響を生じさせない仕組みと考えられる。勿論、脳内グルタミン酸濃度は血液脳関門により血中濃度の変化に左右されず、100%グルコースから生合成して食事後の脳機能を維持している。ラットにグルタミン酸を全く含まないアミノ酸飼料を与えると食欲が低下し消化管の機能低下が生じるが、飲料水にグルタミン酸ナトリウムを添加すると大量に摂取し、食欲も消化管も正常化する。消化管はグルタミン酸を血中から得るのではなく消化産物から得て機能を発揮していると考えられ、消化管にとって必須の栄養素としての役割が考えられる。国内外の広汎な共同研究の成果は臨床栄養学の専門誌である米国臨床栄養学雑誌のサプリメントとして出版された(写真 1、Am. J. Clin. Nutri. September 2009. Vol. 90 3/s)。是非、参考にして戴きたい。

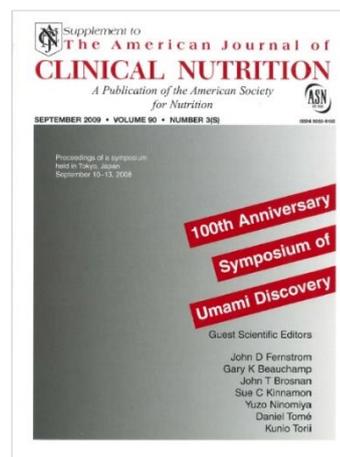


写真 1 国際共同研究の出版

うま味調味料発見 100 周年記念
グルタミン酸に関する国際シンポジウムのプロシーディングが出版された。
The American Journal of Clinical Nutrition
(Vol. 90, Num 3(s), 2009)

6. 人材育成

安全性を科学的に証明することは可能であるが、安心して積極的に摂取するには嗜好性の他に生理的な有用性の証明が必要である。とても一企業の努力で解決出来るものではない。国際的な共同研究とヒト、モノ、カネ、研究スペース、時間(給与)など数多くの要件が必要である。特に志を持ったリーダーの存在は不可欠と考える。有用性研究展開中、私は 42 歳で科学技術振興機構(JST)の ERATO のプロジェクトリーダーに指名され鳥居食情報調節プロジェクト(Eat well, be well and live better)(1990年、5年間半)を始めた。二足のわらじである。脳機能の変動を無麻酔条件下で必須栄養素の欠乏(アミノ酸、グルコース、食塩)と摂取時の応答を経時的に測定するという困難な課題に多くの若手研究者とともに立ち向かい、その後の彼らの成長に繋がった。先に述べた機能型 MRI を用いた脳機能の経時的変化は鳥居食情報調節プロジェクトの終了後、私の研究所に再構築した MRI とその手技に基づいたものである。参画した研究員、特に企業内研究者の私をプロジェクトリーダーに選抜し成長を促した科学技術振興機構に感謝する。安全性の証明は規定の試験を確実に実施することにより可能であるが、10 日齢マウスに 50%MSG 水溶液を皮下に大量投与(2~4 g/kg 体重)は栄養学や食品添加物の安全性とは無関係であるが、想定外の条件での実験結果でそれまで積み上げた安全性は否定され我々の反論に対して世間は聞く耳を持たなくなる。地道に安全性を

証明しても納得は得られず、結果として粘り強く基礎研究の成果を論文化し情報発信することで信頼を得ることが出来た。

加えて私どもは、国際共同研究の成果を一流専門誌に投稿して情報発信することで有用性への理解が深まり安心へと繋がると考え行動して来た。最近、グルタミン酸の生合成が充分でない新生児にとって初乳に高濃度に含まれるグルタミン酸が必須な栄養素であり、肥満症を抑制し記憶学習能力を高めるとの報告がなされ母乳が見直されて来た。米国ではグルタミン酸がほとんど含まれない一般の牛乳から調製される市販の人工乳（ミルク）にヒト初乳レベルのグルタミン酸添加が考えられている（図 7、図 8、図 9）。



図 7 最近のグルタミン酸ナトリウムのヒトでの有用性

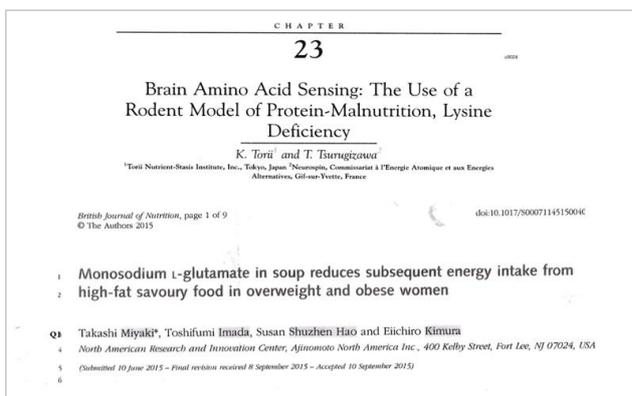
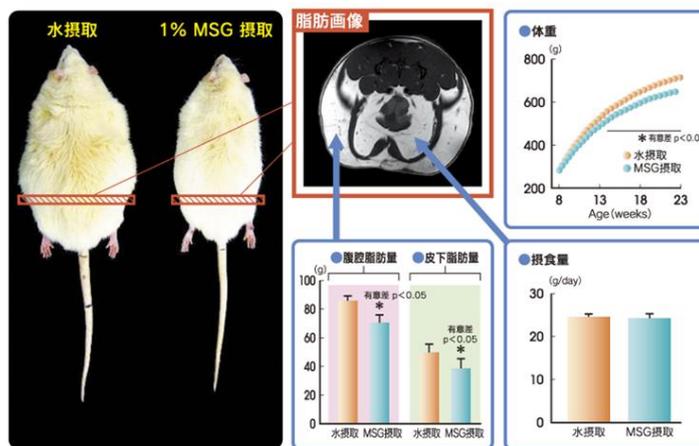


図 8 高砂糖高脂肪食摂取成長期ラットへの 1% グルタミン酸ナトリウム (MSG) 水溶液と水とを選択摂取させた際の食餌性肥満症発症
MSG 水溶液の摂取は皮下および腹腔内脂肪蓄積を抑制する



うま味は高カロリー食による肥満を抑制することが動物実験により示唆された。

T. Kondoh & K. Torii (2008) *Physiol. Behav.* 135-144

図 9 脳内報酬系は飢餓に耐え食欲維持し生存する仕組み
グルタミン酸添加スープは肥満症のカロリー摂取を抑える
(The Molecular Nutrition of Amino Acids and Proteins Elsevier Inc., 2016)

嗜好濃度が 10% (w/v) の砂糖は世界で 2 億トン/年消費され、1% (w/v) の食塩が 2000 万トン/年、0.5~0.6% (w/v) のグルタミン酸ナトリウムはうま味のある調味料が世界中にあり伝統的に使用されているので 1000 万トン/年が期待されるが、200 万トン/年超である。しかし毎年数%の消費量が増大し、糖類を原料に日本発の技術である醗酵法で安価かつ高純度でつくられている。勿論、グルタミン酸は天然の醗酵調味料や乾燥トマトやコンブなどに多く含まれ、料理に利用されているが、生産量は限定的で、グルタミン酸を 10% 含む乾燥コンブは年間 3 万トン弱と少ない。基本味であるうま味は食物をおいしい食べ物に変化させ、消化吸収と満足感を生じさせているので味わってゆっくり食べることは過食を防ぎ肥満症を抑制することに繋がる (図 8)。うま味は素晴らしい日本の食文化の伝道師と言えよう。当初、10 年もあれば安全性/有用性の立証は解決すると思ったが、気がついたら 75 歳になった。やり残した課題は沢山あるが、大きな山は越えたと思うし、国内外の後継者が残された課題解明を仕上げてくれると考えている。そして、私どもの研究成果を通じて企業内研究者の地位向上に繋がれば幸せである (図 10)。



図 10 グルタミン酸ナトリウム摂取による身体の癒し効果

参考文献は代表的な論文を表示した。参考にして欲しい。一連の研究は味の素(株)のライフサイエンス研究所を中心に国内外の研究機関との共同研究の成果を要約した。関係各位に感謝する。