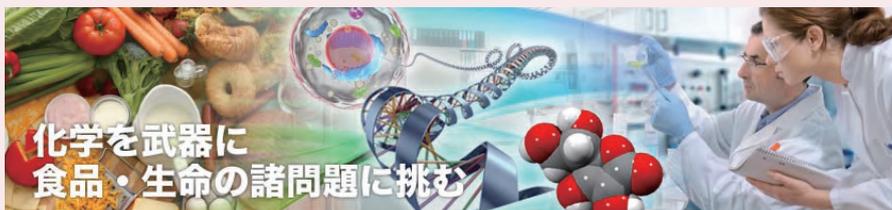


# 食品生物科学専攻

URL:<http://www.food.kais.kyoto-u.ac.jp/>



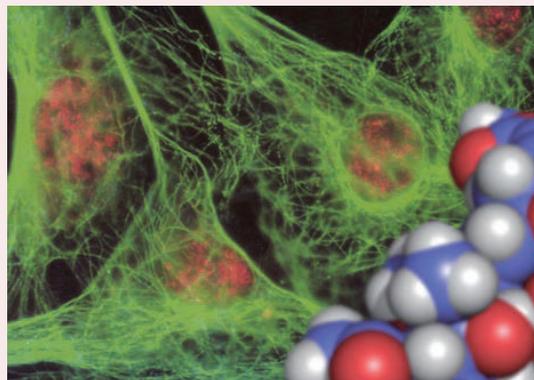
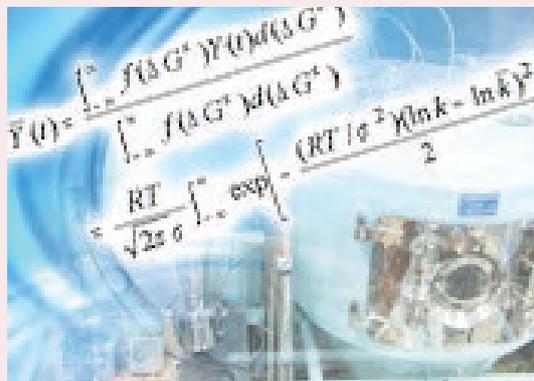
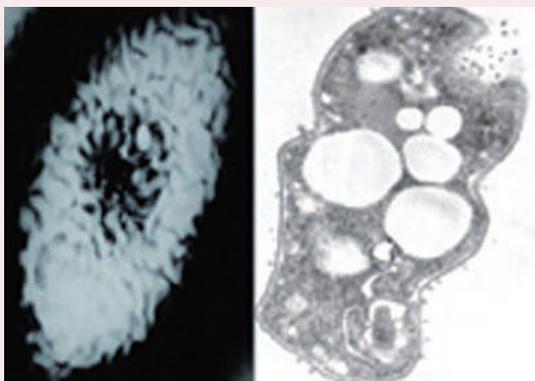
食品生物科学専攻は、化学、生物学、物理学を基盤とし、ヒトを含む生命体における生命現象の解明を通じて、食品・食料に関わる諸問題の解決を目指している。

食品生命科学、食品健康科学、食品生産工学の3つの基幹講座(8分野)より構成され、食品、化学、製薬分野などで幅広く活躍できる人材の養成を行っている。

食品生命科学講座では生命現象ならびに食品素材を化学・物理学的な観点から考究し、食品健康科学講座ではヒトと食品のかかわりを栄養・生理学的な観点から解明し、食品生産工学講座では化学工学や遺伝子工学的手法を導入した新たな食品開発の基盤を確立する基礎教育ならびに先端的研究を行っている。

## 分野名

- 酵素化学
- 食環境学
- 生命有機化学
- 栄養化学
- 食品分子機能学
- 食品生理機能学
- 農産製造学
- 生物機能変換学



# 酵素の機能を理解し創造し応用する

酵素は触媒活性をもつタンパク質の総称です。生物の営む多様な反応（生命の反応）は、体内の酵素により効率よく行われ、正確に制御されています。一方、酵素は産業上でも広く応用されています。当研究室は、酵素の構造と機能の関係を分子レベルで理解することと、有用酵素の創製や酵素反応の制御を通して酵素の新しい応用面を切り開き、食品工業と医薬工業への酵素利用を目指しています。

## MMLV逆転写酵素

逆転写酵素はRNAを鋳型としてDNAを合成する酵素で、研究や臨床診断に使用されている。RNAは高温では二次構造をとらないため、高温で逆転写反応を行うことが望まれるが、逆転写酵素の熱失活が問題となる。我々は現在、遺伝子工学を用いて、モロニーマウス白血病ウイルス（MMLV）逆転写酵素の熱安定性の向上ならびに熱安定性が向上した逆転写酵素を用いた新しい核酸増幅法の構築を試みている。

## HIV-1逆転写酵素

エイズ（後天性免疫不全症候群）はヒト免疫不全ウイルス1型（HIV-1）が感染することにより発症する病気で、世界的にはマラリア、結核とならんで主要な感染症のひとつである。エイズの治療薬の多くはHIV-1逆転写酵素を標的としたものである。我々は現在、食品中のHIV-1逆転写酵素阻害物質の探索ならびに阻害物質の阻害機構の解析を進めている。

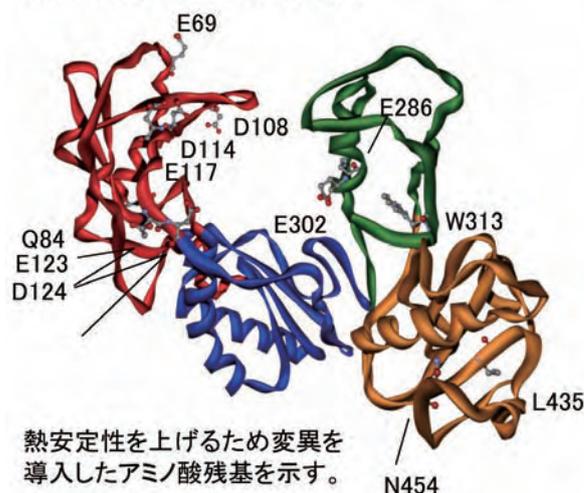
## コラーゲン

コラーゲンは動物組織の細胞間に存在する細胞外マトリックスの主要構成成分である。今日、動物組織から酸により抽出されたコラーゲンやこれをプロテアーゼで分解したコラーゲンペプチドが食品や化粧品に広く応用されている。我々は現在、コラーゲンを効率よく分解することを目的として、ペプシンによるコラーゲン分解反応の酵素化学的解析を進めている。さらに、コラーゲナーゼの有効利用を目的として、細菌由来コラーゲナーゼの組換え体の発現と性状解析に取り組んでいる。

## アミノアシル-tRNA合成酵素

アミノアシル-tRNA合成酵素（aaRS）は遺伝情報の翻訳過程において、その高い精度を保証する酵素である。生物進化の過程で、aaRS基質認識の精度は極限にまで高められてきた。この機構を解明することにより、酵素をデザインする上で必要な情報が得られると考えられる。

### MMLVウイルス逆転写酵素



■ キーワード 酵素、酵素化学、機能改変、阻害物質、反応制御、プロテアーゼ、逆転写酵素

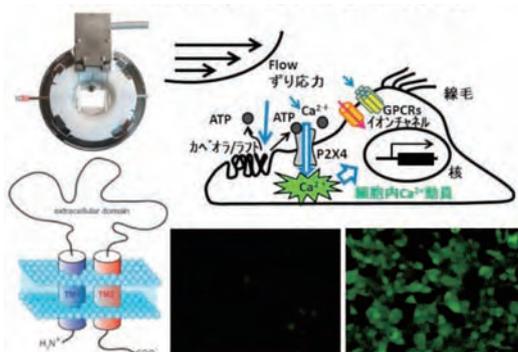
教授：保川 清 助教：滝田 禎亮・兒島 憲二

TEL:075-753-6266  
E-mail: yasukawa@kais.kyoto-u.ac.jp  
URL: <http://www.enzchem.kais.kyoto-u.ac.jp/>

# 食品の感性科学を考えてみよう

消化管内は「内なる外」とも呼ばれ、さまざまな情報が入り込んで来ます。食品は多様な構造をとり、天然素材のまま、あるいは加工することによって優れた物性機能を発現します。では、食品の構造は、我々の消化管にどのような影響を及ぼしているのでしょうか？ 消化管は進化的に古く最も原始的な器官です。それ故、生物が本来もっているべき根源的なシグナルに対する受容機構が存在しています。逆に、これらの受容機構を通して消化管内の環境を制御することも可能ではないでしょうか。当分野は、食品の構造や物性が口腔内や腸管内でどのように変遷し感知されるのかについて、生化学、分子・細胞生物学や構造生物学の手法を用いて明らかにし、その特徴を生かした素材を創ることを目標にしています。

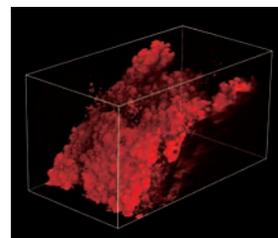
## 食品の構造特性と感性科学 — 嗜好性と健康機能向上のための包括的な基礎研究 —



ずり応力に対する細胞の物理的感覚受容

食品の加工特性、構造や物性は、口腔内から腸管内での物理的な刺激に影響を及ぼし、種々の感覚特性として認知されます。我々は、高い嗜好性と健康機能をもつ新規素材の開発と食品への応用利用を目指し、ナノ構造化した低利用資源に由来する多糖類を例に、加工プロセスの開発、物性の評価、構造と腸管内動態の3次元イメージング、物理刺激の感知機構の解明、抗肥満効果への影響の解明に取り組んでいます。

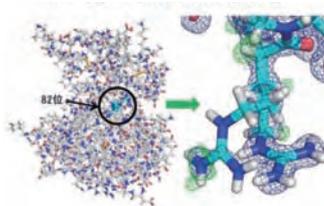
また、強い甘味を呈する植物由来のタンパク質であるソーマチンの構造と甘味発現との関係や新機能について研究しています。



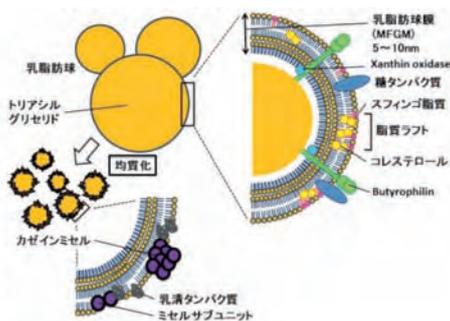
食品内部の3次元イメージング

## 消化管内環境のセンシングと機能制御:

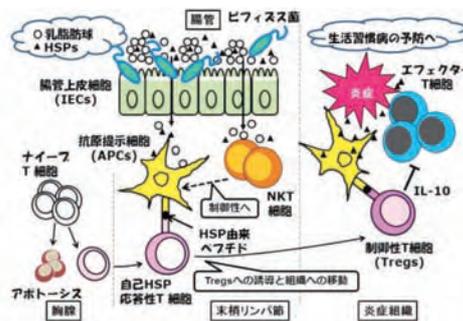
消化管は進化的に古く原始的な器官であることから、口から取り込まれるものや消化管内の環境は生物にとって根源的な知覚システムによって感知されています。哺乳類が最初に口にする食べ物である乳の新しい免疫機能を見出し、その機能を活かした加工法を探っています。また、人工甘味料や腸内細菌由来のストレスタンパク質が、消化管の粘膜免疫機能をどのように調節しているのかを明らかにしています。



ソーマチンの高分解X線結晶解析



乳脂肪球膜に存在する免疫調整因子



粘膜組織の免疫制御にかかわる食環境因子

■ キーワード 食品、構造、物性、3次元イメージング、物理的的刺激、甘味、苦味、消化管、センシング、受容体、生体防御、粘膜免疫、乳、腸内細菌、人工甘味料、食環境

教授：谷 史人 助教：梶田 哲哉・小川 剛伸

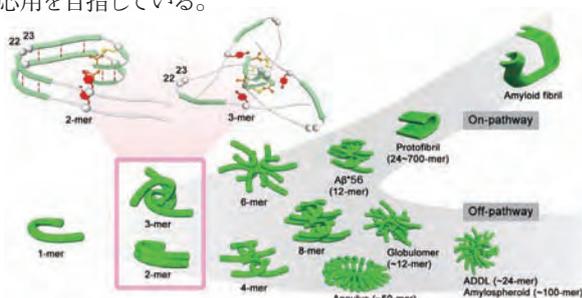
TEL:0774-38-3742  
E-mail: tanifumi@kais.kyoto-u.ac.jp  
URL: http://www.fes.kais.kyoto-u.ac.jp/

# 生命現象を有機化学的手法を用いて解明する

生命有機化学とは、生物が生きているという現象（生命現象）を有機化学的手法を用いてダイナミックかつ精密に解明するという研究分野である。生物に作用して一連の生化学反応を引き起こす物質（生理活性物質）は生命の維持に不可欠なものであると同時に、生体反応を解析するうえで有効なツールとなりうる。従って、生理活性物質の研究は、生命有機化学において重要な位置を占める。本研究室では、主に下記4課題の研究を行っている。

## アミロイドβオリゴマーの化学合成と抗体開発

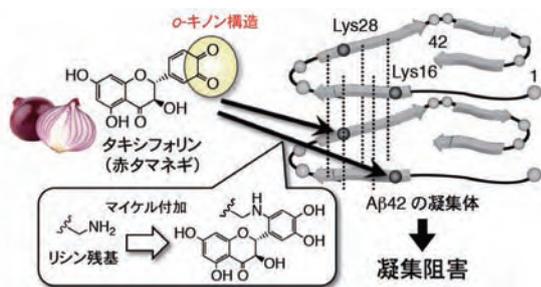
アルツハイマー病の原因物質であるアミロイドβペプチド(Aβ42)の会合体(オリゴマー)の立体構造を、核磁気共鳴法やX線結晶解析法を用いて調べている。その結果に基づいて、オリゴマーのモデル化合物を合成するとともに、そのモデルに対する抗体を作成し、新しい治療薬ならびに診断薬への応用を目指している。



アミロイドβのオリゴマー化推定経路

## 食品成分による認知症予防とその体内動態

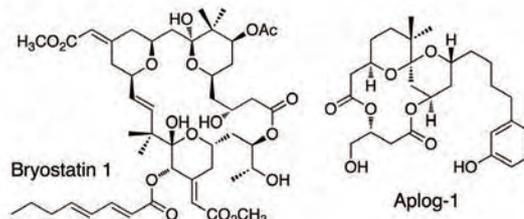
Aβ42の凝集を抑制する低分子有機化合物は、アルツハイマー病(AD)の予防および治療薬として期待されている。カテコール構造を有する機能性食品成分(赤タマネギ、青ジソ等)は、リシン残基と直接共有結合することによって、Aβ42の凝集を抑制する。これらによるAD予防効果とともに、腸管からの吸収や脳への移行を含めた体内動態を、ADモデルマウスを用いて調べている。



■ **キーワード** プロテインキナーゼC、アルツハイマー病、ペプチド化学、発がん、炎症、機能性食品、体内動態、アプタマー、核酸化学

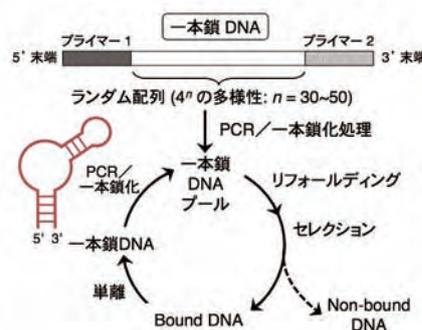
## 天然物由来の新規抗がん剤の分子設計

海洋動物フサコケムシに含まれるブリオスタチン1は、副作用の少ない抗がん剤シーズであり、アルツハイマー病の治療薬としても有望である。しかしながら、その作用機構が未だに明らかになっていない上、構造が複雑であるために合成が困難であり、十分量供給できないなどの問題がある。そこで、合成が容易なブリオスタチン等価体(アプログ類)を海洋天然物(アプリシアトキシン)の骨格を利用して開発し、それらの作用機構の解明と各種医薬品としての最適化を進めている。



## 分子進化による機能性核酸分子の開発

核酸アプタマーは、抗体よりも標的分子に対する高い結合能と選択性を持ち、人工酵素としての役割も期待される新しい機能性分子である。「Chemical antibody」とも呼ばれる核酸アプタマーは、DNAやRNAオリゴヌクレオチドからなり、標的分子に対する分子進化実験から得られる。Aβ42のオリゴマーに対する核酸アプタマーを開発し、ADの正確かつ迅速な診断法の確立を目指す。さらに、低分子化を試みることで画像診断薬の開発を行う。



教授：入江 一 浩      准教授：村上 一 馬      助教：

TEL:075-753-6281  
E-mail:irie@kais.kyoto-u.ac.jp  
URL: http://www.orgchem.kais.kyoto-u.ac.jp/

# 食品生物学専攻 栄養化学分野

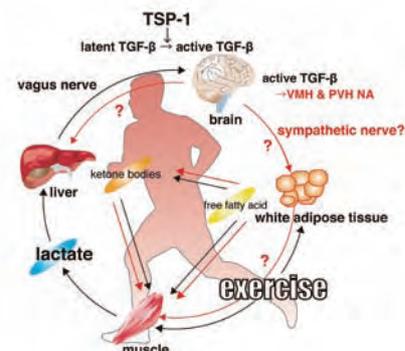
## 美味しさを科学／化学する

私たち栄養化学研究室では「美味しさって?」「運動にいい食べ物って?」「体にいい食べ物って?」と日常に思う様々な「食べ物」に関する疑問を色々な角度から研究しています。栄養化学は、栄養素と身体の相互作用を解明する学問分野です。私たちは、特に食品を食べる人間の側の問題として、人間の健康、食品の美味しさ、運動能力、肥満などについて、ヒト、実験動物、細胞、遺伝子を駆使した科学的な方法で研究を進めています。

### 運動と疲労に関する研究

運動時のエネルギー代謝の中枢性調節に関する研究として、脳がどのようにして運動時の脂肪酸利用を調節するか、そのメカニズムの解明を目指しています。

疲労の生成機構とその制御に関する研究として、精神的ストレスや運動による中枢性疲労発生機構、およびこれらの知見を応用した抗疲労・疲労回復食品の開発を目指しています。



### 食品の美味しさのメカニズム

#### 1 脂肪の美味しさのメカニズム

アイスクリームやポテトチップス、ケーキなどの食品には脂肪が豊富に含まれます。多くの人がこれら脂肪を多く含む食品から、一度食べたら止まらなくなってしまうほどの美味しさを感じたことがあると思います。そして近年、この脂肪の美味しさによって高脂肪食の過食および生活習慣病のリスクファクターである肥満が引き起こされること、が社会的に問題視されています。そこで当研究室では、「脂肪の美味しさ（報酬性）のメカニズム解明」に向けて行動学的・細胞学的手法を用いた研究を行っています。

#### 2 鰹だしの美味しさのメカニズム

油や砂糖には動物をやみつきにさせてしまう美味しさがあります。でも油や砂糖以外に動物をやみつきにさせる食材として鰹だしを見いだしました。鰹だしだけではやみつきにさせるほどの美味しさはないのですが、デンプンを加えた鰹だしにはやみつき効果がある事を条件付け場所嗜好性試験（CPP試験）によって明らかにしました。さらにこのやみつき効果の発現には、においの情報が必要という事を明らかにしました。現在は、鰹だし中のどんなにおい成分がやみつきにさせるほどの美味しさを産み出すのに大きく寄与しているのかを調べています。



### 自律神経に作用する食品の研究

環境に応答して身体の機能を調節する自律神経に働きかけ、体調を整える作用をもつ食品を、主として体温を感知する温度受容体への作用機構を中心として研究しています。

### 消化管機能を調節する酵素の研究

腸管の上皮は食物の消化吸収や侵入してきた異物の排除といった大切な役割を日々果たしています。そのため腸管の上皮は消耗も激しく、わずか2～3日といった、生体内でも1、2を争う速さで新しい細胞へと置き換えられています。しかしながらこの円滑なターンオーバーが維持される機構についてはよくわかっていません。私たちは腸管上皮に恒常的に発現しているプロテアーゼ matriptase/MT-SP1に着目し、培養細胞を用いた *in vitro* での検討を行うことで、腸管上皮のターンオーバー維持機構について研究しています。

■ キーワード 美味しさ、自律神経、疲労、運動、消化管機能

准教授：井上 和生 助教：都築 巧・松村 成暢

TEL:075-753-6263

E-mail: <http://www.nutrchem.kais.kyoto-u.ac.jp/nutrjoom/ja/general-question.html>

URL: <http://www.nutrchem.kais.kyoto-u.ac.jp/nutrjoom/>

# 健康を支える食品の機能

食品分子機能学とは、健康の維持や病気の予防・改善に役立つ「食品の働き」を、体のなかの遺伝子やタンパク質の働きと関連づけて系統的、論理的に研究する新しい学問領域です。ヒトや実験動物の遺伝子情報を活用し、細胞内のみならず細胞間、臓器間など生体内情報伝達・制御機構に関わる「食品成分」の役割・機能を最新の実験技術を用いて「分子のレベル」で研究しています。そのような新しい研究方法を取り入れて、健康科学の視点から食品研究の発展に寄与するために次のようなテーマで研究を行っています。

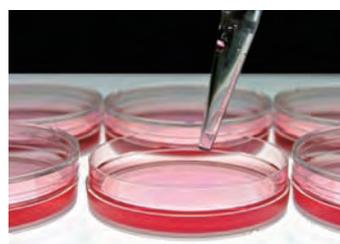
## 脂質代謝と肥満の分子メカニズム

肥満は糖尿病や心疾患などの生活習慣病が発症するリスクを著しく高めます。最近の研究成果により生活習慣病の原因の多くは、肥満から生じることがわかりました。そこで生活習慣病を引き起こす最も重要な原因である脂質代謝異常や肥満に着目し、そのメカニズムを遺伝子レベルで研究しています。



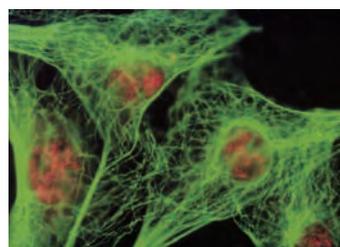
## 生活習慣病を予防・改善する食品成分の探索と食品への応用研究

食生活は、糖尿病や肥満などの生活習慣病と密接に関係し、それらの原因ともなる一方、予防にも役立ちます。食品の働き（機能）を上手く利用することが健康を考える上で大変重要となってきています。私たちは、生活習慣病をもたらす肥満や脂質代謝異常をコントロールする天然物素材を探し、食品の開発へ応用する研究を行っています。



## エネルギー消費代謝を制御する褐色脂肪細胞の発生機構と生理的役割の解明

褐色脂肪細胞（褐色脂肪）は、熱産生を専門に営むヒト体内で唯一の細胞であり、活発に脂肪を燃焼・消費します。本研究は、組織的に異なる複数の褐色脂肪の分化・増殖機構と生理的役割を解明するために、動物個体レベルでの新しい検出系、評価系を開発するとともに、ヒト由来多能性幹細胞を活用して詳細な分子機構を解析することを目的としています。



前駆脂肪細胞

## 生体炎症反応を防ぐ食品の開発

近年、生体炎症反応が過剰に起こると動脈硬化や糖尿病が引き起こされることが明らかとなりました。そこで私たちは、実験動物や培養細胞などの手法を用いてそれらの発症原因やメカニズムの研究を行っています。さらに、それらの生体炎症を緩和する食品の開発をめざしています。



## メタボロミクス(代謝物包括解析)の食品科学・代謝機能学への応用

ゲノム科学の一分野であるメタボロミクス(動的な代謝反応の量的な解析)で開発された新たな代謝物の網羅的精密分析法を用いて、食品に含まれる成分、またそれらの体内代謝(成分変換)、さらには病態発症と深く関連する糖・脂質代謝機能への影響を生体内成分反応の視点から網羅的に解析することにより世界に先駆け新しい食品科学研究を創りだす研究を行っています。

■ キーワード 生活習慣病、肥満、糖尿病、脂肪細胞、食品成分、脂質代謝、代謝異常、メタボリックシンドローム

教授：河田 照雄

准教授：後藤 剛

特定助教：野村 亘

TEL:0774-38-3753

E-mail: tgoto@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.foodfunc.kais.kyoto-u.ac.jp/index.html>

食品には栄養素としての機能の他に、情報伝達物質として生体調節機能のあることが知られています。本分野では、加齢や運動に伴う栄養要求性と生体機能応答の変化を解明すると共に、食品成分が脳神経系、消化器系、循環器系などに対して及ぼす作用を個体、臓器、細胞、分子及び遺伝子レベルで追求し、生活習慣病の予防及び健康の維持・増進にとって真に望ましい食品とは何かを究明することを目指しています。これまで、アミノ酸代謝酵素が加齢に伴うタンパク質必要量の変化に応答して発現することや、タンパク質の酵素分解によって生成するペプチドの中には、精神的ストレス緩和、食欲調節、血圧降下などの生理作用を示すものがあることを明らかにしてきました。現在は、特に神経系に作用する食品成分に着目し、「食」と「ころ」の分子基盤を解明することによって生活習慣病予防や Quality of Life (QOL) の向上を目指しています。

### 加齢に伴うタンパク質・アミノ酸必要量の変化と代謝応答

セリンやアスパラギンなどの可欠（非必須）アミノ酸を合成・分解する酵素の発現が、その必要量と食事からの供給量に反応して発現変動することを、週齢の異なるラットを用いて明らかにしました。このことは、組織への可欠アミノ酸の供給が厳密に制御されていることを示しています。しかし、このような制御機構は今まで知られておらず、その分子機構の解明に取り組んでいます。

### 精神的ストレス緩和素材の探索と応用

過度の精神的ストレスは、精神疾患の症状を増悪させるだけでなく、生活習慣病の発症リスクを高めることから、ストレスを緩和する機能性素材の開発が期待されています。これまで我々は食品タンパク質の酵素分解により派生する低分子ペプチドのなかに経口投与で精神的ストレス緩和作用（抗不安作用）を示す場合があることをマウスを用いた行動実験で明らかにしました（図1）。なかには医薬品に匹敵する低用量で作用するものも存在します。現在、さらに新しい抗不安素材を探索するとともに、その作用機構を解析中です。糖尿病モデル動物を用いて生活習慣病発症に及ぼす影響も評価しています。



図1. マウスを用いた精神的ストレスレベルの評価。マウスは高いところが苦手なので、通常、壁のないオープンアームにはあまり滞在しないが抗不安薬やストレス緩和物質を投与するとオープンアームの滞在時間が長くなる。

### ライフステージに対応した機能性素材の探索

抗肥満の観点から食欲抑制素材の開発が期待されています。一方、高齢者では食欲減退が老化を促進することから食欲促進物質も期待されています。これまで低分子ペプチドが食欲抑制作用、あるいは逆に促進作用を示す場合があることを明らかにしています。これらの作用機構を検討する過程で脳内のプロスタグランジン類が摂食調節に重要な役割を果たすことをノックアウトマウス等を用いて解明しました。さらに高齢者では睡眠不足、成長ホルモン分泌低下、高血圧、学習機能低下などが問題となっています。これらの機能低下の改善に寄与する素材を探索し、その作用機構を解析しています。

■ **キーワード** タンパク質栄養、アミノ酸代謝、生理活性ペプチド、精神的ストレス緩和、食欲調節、学習促進、血圧降下、メタボリックシンドローム

教授：金本 龍平 准教授：大日向 耕作

TEL:0774-38-3725

E-mail: kanamoto@kais.kyoto-u.ac.jp

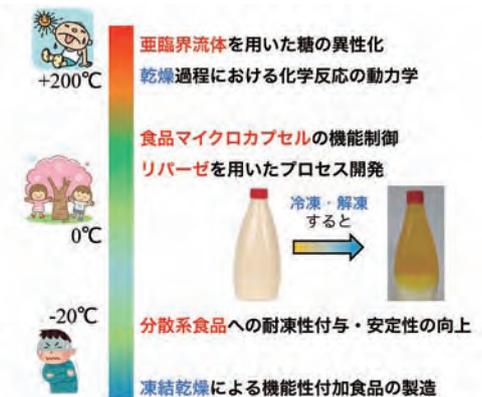
URL: <http://www.sseiri.kais.kyoto-u.ac.jp/>

# 食品を造る基礎科学

農産製造学分野では、100年後の食糧生産に貢献する新しい技術・工学的コンセプトを世に出すことを目指した研究を実施します。複雑かつ機能性に富む食品素材の特性を制御し、食品製造プロセスの合理的な設計・構築・運転を実現し、今までにない新しい食品をつくる技術に関わる研究を行います。

## 食品物理化学の視点に基づく食品プロセスの構築

現状、多くの食品製造プロセスは膨大な試行錯誤に基づいて経験的に製造条件が決定されています。ある製造プロセスに対して合理的な根拠に基づいた品質設計の手法を開発することは、食品製造の可能性を大きく広げると信じています。本分野では、食品中で進行する様々な物理化学現象の支配因子の理解を深めることを通じ、製品に要求される品質を満たすプロセスの構築を目指しています。近年では食品乾燥プロセスを題材にプロセスの操作領域（デザインスペース）を明示することや、食品エマルションの機能的安定性を向上させることに取り組んでいます。

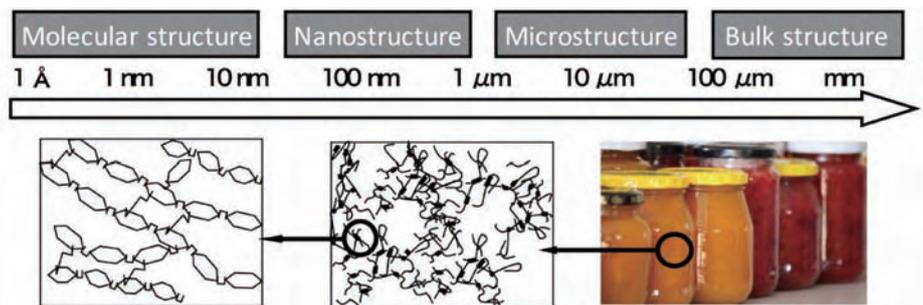


## 食品構造の制御を通じた新しい食品の創出

食品は分子サイズからナノ・ミクロンサイズに至る非常に広範なスケールの構造を有しています。様々な生理機能は化学物質の分子構造に由来しますが、これを内包する食品が持つ高次の構造も食品の生理機能と強く関わっています。本分野では、より高度な食品機能を付与できる食品構造の探索や、そのような構造物をつくるための新しい加工技術の開発を目指しています。近年では食品マイクロカプセルの製造に関する研究に取り組んでいます。

## 食品製造に関わる新しい技術開発

食品生産に関わる技術課題は、食品そのものに関わる課題だけでなく、未利用資源の活用、環境エネルギー対策など多岐にわたるため、新しい加工技術の開発は常に希求の課題です。水を常圧での沸点以上に加熱、加圧すると、亜臨界もしくは超臨界状態となり、常温常圧の水にない物性を示します。また、常温の熔融塩であるイオン液体は、水とも有機溶媒とも異なる特性を持つため、通常の溶媒中では進行しない化学反応を進行させられると期待できます。本分野では、これらの特殊な流体を用いて、様々な有用物質の生産や有効利用を目指す研究を行っています。



■ キーワード 食品工学、化学工学、食品物理化学、食品加工学

教授(兼)：谷 史人 准教授：中川 究也 助教：小林 敬

TEL:075-753-6288  
E-mail: tanifumi@kais.kyoto-u.ac.jp, kyuya@kais.kyoto-u.ac.jp  
URL: http://www.bioeng.kais.kyoto-u.ac.jp

微生物は目に見えない小さな生き物である。微生物には、「生き物」として動物や植物に共通する性質がある半面、それぞれに個性（特性）を示すものもいる。当研究室では、特に微生物に焦点をあて、「生き物」に共通する性質とその特異な性質の両面を解析し、それらの成果を、「生き物」の本質を理解すること及び我々の社会に還元することに繋げることを目指している。大規模ゲノム解析、各種オミクス解析、X線結晶構造解析、合成生物学的手法などの最新技術を駆使し、常に視線を未来のバイオに向けている。

### 大規模ゲノム解析とゲノム情報の積極的活用

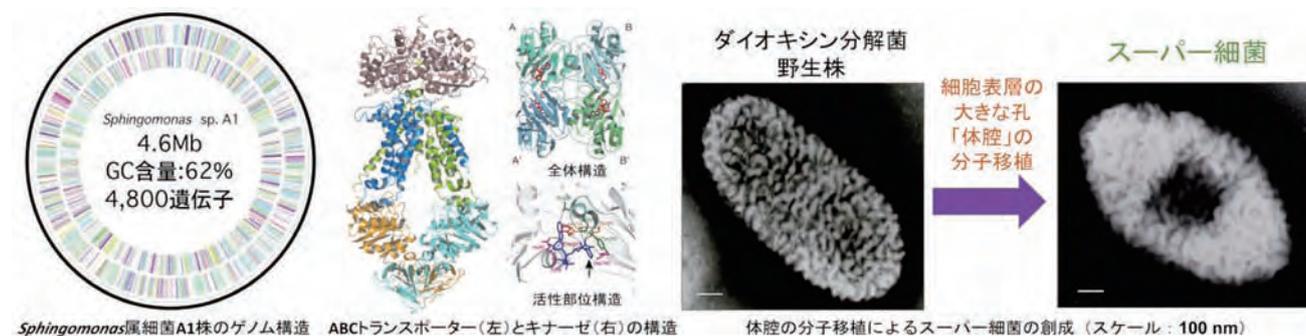
ヒト腸内から分離された常在菌のゲノム配列を決定し、常在菌とヒトとの相互作用についてメタゲノム解析を行っている。多糖走化性体腔形成細菌（*Sphingomonas* 属細菌 A1 株）の全ゲノムに基づき、走化性発現と体腔形成機構を究明している。また、酵母のゲノム情報をフルに活用した分子生物学・細胞生物学的手法による形質転換機構の解明も行った。

### X線結晶構造解析による生体分子の立体構造の決定

X線結晶構造解析により、様々な生体分子（タンパク質、酵素や糖質など）の構造と機能との相関を明らかにしている。物質輸送に関わるABCトランスポーターの立体構造を決定し、膜透過におけるタンパク質分子の動的ダイナミクスを解析している。有望な未利用資源である多糖の分解酵素や生体内で重要な機能を発揮するキナーゼの立体構造も解明した。生体分子の機能発現メカニズムを原子レベルで理解することにより、自由自在な機能改変が可能になる。

### 未来へ向けたバイオ：スーパー細菌とスーパー酵母の創成

上記の基礎研究に基づき、細胞・分子・原子レベルでの機能改変を試み、明るい未来を約束する技術の確立に取り組んでいる。遺伝子導入により、ダイオキシン（土壌汚染物質）分解菌に体腔を分子移植し、ダイオキシンの輸送と分解能力が著しく向上したスーパー細菌、並びに海洋資源からバイオ燃料や有用化合物を高産生するスーパー細菌やスーパー酵母を創成することに成功した。



■ キーワード 微生物、細胞表層工学、窒素固定、ゲノミクス、プロテオミクス、メタボロミクス、X線結晶構造解析、合成生物学、バイオレメディエーション、バイオ燃料、キナーゼ、多糖、糖質分解酵素

教授：橋本 渉 助教：河井 重幸

TEL: 0774-38-3766

E-mail: whasimot@kais.kyoto-u.ac.jp

URL: <http://www.molbiotech.kais.kyoto-u.ac.jp/>