

第30回助成研究発表会における発表概要

平成 29 年度に当財団が助成した研究について、その成果を発表する「第 30 回助成研究発表会」が平成 30 年 7 月 18 日(水)に都市センターホテルで開催された。発表会には、助成研究者、大学関係者、出捐団体、賛助会員、塩・食品関連企業などから、約 200 名が参加し、3 会場で合計 59 件の助成研究成果が発表された。発表の内訳は、一般公募研究 50 件、理工学分野プロジェクト研究 5 件、食品科学分野プロジェクト研究 4 件であった。各発表について活発な質疑・応答がなされた。



開会挨拶(斎藤研究部長)



第1会場(理工学分野)



第2会場(理工学・食品科学分野)



第3会場(医学分野)

また、研究発表会に続き同ホテルにおいて交流会が開催され、約 160 名が参加した。今年は当財団設立 30 周年の節目にあたることから、“財団設立 30 周年記念交流会”として開催し、冒頭、当財団の埴崎理事長が、挨拶に引き続きスライドを用いて財団のあゆみを紹介した。続いて、当財団設立時の専務理事であった武本長昭氏による乾杯のご発声で開会し、各分野の研究者や塩産業をはじめとした各方面の方々の交流がはかられた。



墳崎理事長挨拶と財団「30年のあゆみ」の紹介



武本初代専務理事による乾杯のご発声



交流会の様様

以下に各研究発表の概要を紹介する。

なお、1. 個別の研究発表概要は基本的に助成研究者が作成したものであるが、部分的に財団事務局が補足追記し、紙面の関係で簡略化した内容もある。2. 各概要末尾の()内数字は助成番号であり、助成研究課題名は本記事末尾の「第 30 回助成研究発表会発表一覧」に掲載されている。3. 助成研究者は敬称略とし、所属機関名は組織名称までとした。

研究内容の詳細は平成 31 年 3 月に発行予定の「平成 29 年度助成研究報告集」に掲載される。

【理工学分野】

理工学分野ではプロジェクト研究 5 件と一般公募研究 19 件の発表が行われた。プロジェクト研究「製塩プロセスで濃縮される未利用資源の高度回収技術の開発」については、本プロジェクトを構成する 5 課題の 1 年目の成果が発表された。一般公募研究の内訳は、分析・定量関係が 5 件、分離・回収関係が 4 件、膜関係が 3 件、晶析関係が 2 件、その他が 5 件であった。

(1) プロジェクト研究

- 工学院大学の赤松らは、イオン交換膜法製塩プロセスにおける電気透析排水からマグネシウムやカルシウムを分離回収するための、新しいナノろ過膜の開発およびプロセス検討を行っている。プロジェクト初年度となる平成 29 年度は、(1) プラズマグラフト重合法を用いた 1 段製膜と、(2) 界面重合法を利用した 2 段製膜を試みた。いずれの手法でもナノろ過膜の作製に成功したが、導入荷電量が不足する課題が残った。次年度もナノろ過膜の開発を継続する。(17A1)
- 製塩プロセスにおいて排出される大量の苦汁の中の特に濃度が高いマグネシウムやカルシウムを原料としたハイドロタルサイトとハイドロカルマイトの合成とその高度利用を検討している同志社大学の白川らは、脱 K 模擬苦汁を原料にハイドロタルサイトとハイドロカルマイトの合成を行い、析出した結晶の構造特性ならびに粒子特性を調べた。また、1 次粒子の形状を用途にあった形状に凝集させる技術について検討を行った。(17A2)
- 日本大学の松本らは、濃縮海水に溶存する $\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ の分離・回収および高品位化法の確立を目的として、製塩プロセスより得られる 3 種の製塩工程液 (ED かん水, 濃縮かん水, 脱 K 苦汁) に、気-液界面において局所的なイオン濃縮場を創成できる CO_2 ファインバブルを導入することで炭酸塩の反応晶析を行った。操作因子として、水溶液の pH および温度、 CO_2 流量を変化させ、炭酸塩の析出領域を整理した結果、pH が 5.3-6.8、 T_s が 278-298 K では $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ が主生成物として得られ、pH が 5.3 で T_s を 333 K 以上に高めるとアラゴナイト、 T_s が 298 K で pH を 7.8 以上に高めるとアラゴナイトおよび $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が主生成物となることを明らかにした。また、pH が 6.8、 T_s が 298 K において、ED かん水を用いた場合では、 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ とアラゴナイトの混合物が得られ、濃縮かん水および脱 K 苦汁では $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ のみが析出した。さらに、 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ の生成速度 r_{dolomite} および $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 中の Mg/Ca 比の増加速度 $r_{\text{Mg/Ca}}$ は、製塩工程液中の $\text{Ca}^{2+}\cdot\text{Mg}^{2+}$ イオン濃度積および F_{CO_2} の増加にともない増大することを確認した。(17A3)
- 日本大学の和田らは、海水または製塩プロセスから排出される苦汁に溶存する Br の高度利用技術の開発

を目的とし、 O_3 ファインバブルを利用して水質浄化剤としての臭素酸製造を行った。NaBr を含む水溶液中に O_3 のファインバブルを連続供給した結果、初期 Br⁻イオン濃度の増加にともない液相内の全酸素種活性種濃度が高まり、液相内に共存させたメチレンブルーまたは *tert*-ブチルアルコールの分解を促進できる知見を得た。(17A4)

- 日本大学の日秋らは、製塩プロセスにおける苦汁を原料として、KCl を冷却晶析により高収率で得るための基礎研究を中心に行った。内容積約 60 cm³ のガラス製の円筒型小型セルの外側に、ガラス製の二重管真空ジャケットを備えた三重構造の装置を作製した。実験の結果、KCl を水に溶解させ、24 時間攪拌して完全に溶解した状態の溶液の過溶解度と溶解度の差は、0°C付近で 0.55 mol/L に対し、60°C付近では 0.03 mol/L であり、温度が高いほど溶解度と過溶解度の差は小さくなることが分かった。(17A5)

(2)分析・定量

- 横浜国立大学の伊藤は、前 1 回の助成でキラリティをもった有機分子からなる新しい人工アニオンレセプターを開発することに成功している。本助成研究では、核磁気共鳴(NMR)分光法により、アニオン類のキラリティが識別される機構を解明した。また、蛍光性部位をもつキラルビスウレア型レセプターの創製とその利用に関する研究にも取り組み、高感度の蛍光分光法によりアニオン類のキラリティを識別することに成功した。(1702)
- 東京工業大学の原田は、凍結濃縮法の微量元素分析への展開を目指すため、シンクロトロン放射光を利用した XRF 測定を用い、凍結濃縮法による定量性に関する検討を行った。ドープ氷に直径 150~400 μm の空孔を作成し、氷内部に分散した濃縮液相を空孔内に収集した。氷温度を調整し、濃縮率を変えて濃度の見積もりを行ったところ、-12°Cまでは期待される濃縮率と検出された蛍光 X 線強度との間にはよい比例関係を示すことが示唆され、凍結濃縮による高感度化を実現できた。(1713)
- 新潟大学の則末らは、海洋環境における生物地球化学的過程の解明において重要な役割を担う懸濁粒子態の微量元素群の新規分析法の確立を目的として、閉鎖型のクリーン湿式分解・蒸発乾固システムを構築し、これを用いた蒸発乾固過程での回収率、分解に用いる酸濃度の検討、ブランク値の低減化とその変動要因に関する基礎検討を行った。(1615)
- 兵庫県立大学の朝熊らは、マイクロ波照射のホットスポットによるバブルの生成を発見している。この特徴を利用し、バブル圧壊に伴う発光現象を定量化することで、無機塩濃度の算出を試みた。まず、発光強度は、照射出力に対して比例し、高濃度になるほど発光した。さらに、適度な出力や照射時間を検証し、溶質濃度に対して発光強度の相関を得た。最終的に、マイクロ波照射による濃度の定量化は、有望な分析法であることを示した。(1701)
- 岡山大学の田上は、光ファイバ屈折率センサを利用し、その高感度化と食塩水濃度測定を行った。光ファイバ屈折率センサには、マルチモード干渉構造光ファイバセンサを利用し、センサを光ファイバルーブ内に導入することで高感度化を実証した。得られた結果は、光強度分解能を 0.01 dB とした場合に、 3.06×10^{-7} (RIU) の屈折率測定感度を達成した。さらに、食塩水濃度変化に対して、 1.82×10^{-4} wt% の濃度測定感度を示した。

(1708)

(3)分離・回収

- 埼玉大学の二又は、開発した flocculation-SERS 法に基づいて、海水中に含まれる種々のイオンや有機分子を、捕捉・除去・分析する手法について検討した結果、海水中の Na^+ , Cl^- のほか、 Mg^{2+} , SO_4^{2-} は前処理なしに捕捉・除去できることが実証された。それら以外の金属カチオンも、多価イオンは 0.1-0.3 mM の濃度まで濃縮することで捕捉除去が可能であることが明らかになった。さらに、AgNP 表面化学種と分析対象イオンの相互作用及び溶媒和水分子を通して、状態分析が可能であることを示した。さらに、分析対象有機分子として DNA・RNA 塩基をモデルとして、異なる方法で形成した AuNP を用いて、flocculation-SERS 法により捕捉・検出できることを実証した。(1714)
- 山形大学の近藤らは、二官能性レセプターを用いた臭化物イオンとアルカリ金属イオンの協同的輸送系の確立を目指し、尿素基を介してベンゾ-15-クラウン-5-エーテルを連結した 2,2'-ビナフタレン誘導体を設計、合成した。この化合物はカリウムイオン存在下、臭化物イオンに対する比較的高い選択性を達成した。また、臭化カリウムの液-液抽出が可能であることも示した。(1705)
- 環境負荷の小さな金属回収系を検討している同志社大学の松本は、イオン液体や融点降下溶媒などの Green solvent として知られる新規溶媒を用いた金属抽出系の構築について研究した。その結果、イオン液体/塩系の水性 2 相によるコバルトイオン、融点降下溶媒を抽出剤として用いて鉄、マンガンイオンについてほぼ定量的な抽出を達成でき、同時に抽出剤濃度を制御することにより鉄、マンガンの完全な分離も達成できた。(1716)
- 海底資源からのレアメタルの高効率分離プロセスの構築を目的に、九州大学の後藤らは、新たにレアメタル分離用の抽出剤を設計合成した。その結果、開発されたアミノ酸型の新規抽出剤を用いることによって、海底資源のマンガン団塊からレアメタルのニッケルおよびコバルトを高選択的に分離回収できることが明らかとなった。(1704)

(4)膜

- 工学院大学の高羽は、アクアポリンの水チャンネルにおける透過メカニズムに注目し、Fluctuating-wall 分子動力学法を用いて、新しい透過メカニズムに基づく逆浸透膜の理論設計を行なった。その結果、圧力差を駆動力とし、一次元細孔をもつ人工膜透過でアクアポリンに匹敵する高速な水輸送が実現できることを示した。また、水分子の高速輸送には、透過時の分子配向性の制御が重要であることを明らかにした。(1709)
- 海水濃縮プロセスの高効率化を目的に、量子科学技術研究開発機構の八巻らは、イオンビーム照射グラフト重合法という独自の手法によって、新しい電気透析用カチオン・アニオン交換膜を合成した。その結果、イオンビームの高いナノ構造制御性によって、現行膜を凌駕するイオン輸送特性、すなわち低い膜抵抗と高い輸率の両方を実現できた。モデル海水を用いた濃縮試験で、従来より濃縮濃度を高められたことから、実用化への見通しを得た。(1717)
- 香川大学の舟橋らは、側鎖末端に重合性シクロテトラシロキサン環を、イオン伝導部位として、トリエチレンオ

キシド鎖を有するペリレンビスイミド誘導体を合成し、これらの化合物が室温で液晶相を示す事を確認した。また、スピコート法により、液晶性薄膜を作製でき、オーバーコート法により、分子配向制御に成功した。スピコート薄膜を酸蒸気に曝すことにより、重合・不溶化できた。これらの薄膜は、異方的なイオン透過性を示し、それに起因する異方的なエレクトロクロミズムを示した。(1715)

(5) 晶析

●岐阜薬科大学の田原は、医薬品分野で確立した球形晶析法を製塩プロセスに応用することを目的とし、完全混合槽型連続晶析装置(MSMPR)を利用して球形晶析法の連続プロセス化を行った。球形晶析法をNaClに適用した結果、微細な一次粒子が凝集したNaCl造粒物を調製することができた。また、MSMPRによる連続プロセスを適用することが可能であった。(1710)

●徳島大学の外輪は、微細な空間における流れが核発生、結晶成長に与える影響について研究を行った。マイクロ流路内で生じる、スラグ流を利用して晶析を行うことで、攪拌槽に比較して平均径がより小さく、大きさが均一な結晶が得られることを示した。また、せん断流中ではせん断速度を増大させると結晶成長速度を増大できる可能性を数値計算によって示した。さらに一様流よりもせん断流が結晶成長に有利となる条件が存在することを示した。(1707)

(6) その他

●Mg-Fe系層状複水酸化物を含む安価な高機能硝酸性窒素吸着材の製造プロセスの構築を目的として、千葉大学の和嶋は、にがり塩化第二鉄を($Mg^{2+}+Ca^{2+}$)/ $Fe^{3+}=3$ のモル比で添加しFe系層状複水酸化物の合成を行った。その結果、反応液のpHを10.5以下にし50°Cで合成することでMg-Fe系層状複水酸化物が効率的に合成可能であり、高い硝酸性窒素除去能を持つ生成物が得られることが示唆された。(1719)

●琉球大学の野底は、実機レベルの装置の稼働実験と数値シミュレーションを併用して、省エネ性能が高く簡易分散型である、蒸気拡散式の多重効用蒸発濃縮・造水器の開発を行った。実験と計算の結果から抽出された5つの課題に対し、各効用段における蒸気拡散距離の短縮と高い濃縮度での運転、蒸発ウィックの貼り付け方法や濃溶液と凝縮水の分離回収方法など種々の対策を検討し、蒸発倍率が約4.8倍の10段効用濃縮・造水器の実用化に目処が付いた。(1711)

●岩手大学の羽原らは、レディーミクストコンクリートの圧送時の空気量の低下に着目し、ポンプ圧送時の加圧などがコンクリートの気泡組織およびスケール抵抗性に及ぼす影響について、モルタルを用いて検証した。圧力が高いほど、平均気泡径および気泡間隔係数はいずれも大きくなる傾向があり、気泡数が減少した。特に、150 μm以下の気泡の減少が顕著であり、気泡数の減少が多いほど、スケール抵抗性が低下した。薄膜をもつ中空微小球により空気を導入したモルタルの場合では、気泡組織の変化が小さく、加圧の影響が小さかった。0.45 MPa(ゲージ圧)で加圧したモルタルを除き、スケール抵抗性の大きな低下は見られなかった。(1712)

●北海道大学の坂入は、これまでの助成研究から、稀薄塩化物イオン溶液において亜鉛イオンはインヒビターの腐食抑制能を大幅に向上することを明らかにした。引き続き、金属カチオンによる各種金属材料に対する腐食抑制剤であるグルコン酸の抑制効果への影響を調査した。その結果、塩化物イオン濃度や溶液の組成

によらず、亜鉛イオンはグルコン酸イオンの金属材料に対する腐食抑制効果を向上することが明らかとなった。(1706)

- 成蹊大学の加藤は、タイ南部における新規堆積土壌へのマングローブ植林地域、及び放棄されたエビ養殖池跡地へのマングローブ植林地域における土壌の化学性、土壌中炭素・窒素蓄積及びバイオマス量(地上部, 地下部)の調査を行い、植林地土壌環境の比較及び炭素蓄積量の評価を行った。マングローブ生態系は、熱帯林の2~3倍以上の炭素蓄積能であり、約20年間でタイ南部ナコンシタマラ県での植林地面積は約1,300 haを超え、植林地本数は約800万本以上になる。植林地域では多様な生物が回帰し、特に魚介類の回帰は地域住民の貴重な収入源、動物タンパク源となってきた。植林地経過年と共にバイオマスは増加、土壌中の炭素および窒素の蓄積量も増加し、マングローブ植林による炭素固定について定量的に明らかにすることができた。(1703)

【医学分野】

医学分野では一般公募研究22件の発表が行われた。内訳は、食塩感受性高血圧関係が5件、マグネシウム関係が3件、塩受容機構関係が3件、Kチャンネル関係が2件、Naバランス関係が2件、その他が7件であった。

(1) 食塩感受性高血圧

- 強力な生理活性物質アンジオテンシン II 受容体に結合する新規分子 ATRAP を発見した横浜市立大学の田村らは、ATRAP 遺伝子特異的欠損マウスを用いて慢性腎臓病病態における電解質代謝系や血圧調節系について検討し、ATRAP 欠損が、慢性腎臓病における腎尿細管アンジオテンシン II 受容体の病的活性化と炎症系亢進を介してナトリウム再吸収を促進し循環血液量を増大させて高血圧を発症させることを示した。(1733)
- 国立循環器病研究センターの清水らは、食塩感受性高血圧の病態を制御・治療するために、薬剤を用いてナトリウム依存性の腎アセチルコリン分泌に介入しようと試みた。8%高食塩食を負荷した Dahl 食塩感受性高血圧ラットに、アセチルコリン分解酵素阻害薬であるリバスチグミンを経口投与すると、血圧の上昇を抑え、生存率を改善させる可能性があることが示唆された。(1730)
- 酵素の1種であるセリンプロテアーゼ(SP)と腎障害について研究している熊本大学の柿添らは、慢性腎臓病(CKD)の新しい治療法の開発を目指し、食塩感受性高血圧では SP の1種であるプラスミンが糸球体上皮細胞を傷害し、尿蛋白の一因となること、SP 阻害薬がプラスミン活性抑制を介して蛋白尿を抑制することを見出した。SP 阻害薬は尿蛋白を伴う CKD において新しい治療法となる可能性が示唆された。(1724)
- 血圧変動性(血圧値の動揺)の増大は、新たな心血管危険因子であり、変動性増大と食塩摂取増加との関連が指摘されている。宮崎大学の加藤らは、食塩摂取増加に伴う血圧変動性増大の治療手段探索のためのラットモデルの作成を試みた。高食塩負荷のみでは血圧変動性は増大しないが、食塩負荷に加えて第二の因子が加わることにより、変動性増大が生じる可能性があり、本研究では、第二の因子の同定を試みている。(1726)

- 熊本大学の山本は、食塩感受性心拡張不全ラットなどのモデル動物、治療抵抗性高血圧患者で検討を行った。結果、食塩感受性高血圧ラットの血管内皮機能障害を腎交感神経切除による活性化抑制により有意に改善させることで、合併する慢性腎臓病と心拡張不全をも回復させる可能性があること、ヒトにおいても末梢血管内皮機能障害は腎神経アブレーション術治療反応群の選別や治療標的そのものになりえる可能性を明らかにした。(1740)

(2) マグネシウム

- マグネシウムの同族元素として、カルシウム・ストロンチウム・バリウム等がある。名古屋大学の加藤らは、本研究において、野生型ヘアレスマウス・242 系統遺伝子改変マウス・304 系統遺伝子改変マウス、色彩色素計、ICP-MS が、皮膚メラニン量と元素の関係を調べる上で、重要なツールになることを示した。さらに、皮膚におけるマグネシウムと同族元素の濃度に焦点をあて、皮膚メラニン量に着目しながら元素とメラニンの関係を新しい視点で解明できた。(1727)

- 遺伝性低マグネシウム血症に対する新たな治療法の開発を検討している岐阜薬科大学の五十里らは、腎臓におけるクローディン-16 マグネシウムチャンネル変異体の局在異常を改善する化合物を探索した。その結果、マラリア治療薬のプリマキンが細胞間接着部位におけるクローディン-16 変異体の分布量を増加させ、マグネシウム透過性を亢進させることを解明した。プリマキンは遺伝性低マグネシウム血症患者の治療に有効であると推察された。(1720)

- 大阪大学の船戸らは、前 2 回の助成で Mg^{2+} 排出分子 *CNNM2* の血圧調節での重要性を明らかにし、引き続きマイクロアレイで *CNNM2* 欠損により発現低下していた Mg^{2+} チャンネル *TRPM6* に着目した解析を行った。その結果、種々の方法で *CNNM2* 機能阻害での *TRPM6* の発現低下が確認され、また腎臓特異的な *TRPM6* 欠損マウスで血圧が低下しており、腎臓でのマグネシウム再吸収に共役した血圧制御機構が示唆された。(1737)

(3) 塩受容機構

- 土壌線虫 *C.エレガンス* の味覚記憶の形成、およびその記憶に基づいて適応行動が生じる仕組みの解明を目指している東京大学の國友らは、前 1 回の助成で味覚回路を構成する神経細胞の役割を明らかにした。引き続き塩刺激に対する味覚神経と介在神経の応答の仕組みを調べた結果、両者間のグルタミン酸神経伝達が経験に依存して変化することが明らかになり、それが行動を変化させる原因であることが示唆された。(1728)

- 自然科学研究機構の檜山らは口渇感と塩欲求が生じる機構を解析し、脳弓下器官のアンジオテンシン II 受容体発現ニューロンの中に口渇感と塩欲求を駆動するニューロンを見出した。それぞれ、水ニューロン、塩ニューロンと命名した。水ニューロンは終板脈管器官に、塩ニューロンは境界条床核腹側部に投射していた。また、局所回路の解析から、塩欠乏や脱水など、体内の欠乏状態に合わせて、それぞれが制御される仕組みが示唆された。(1735)

- 岩手大学の若林らは、海水のような高濃度の塩溶液に対して高等動物が感じる不快な塩味の受容のしくみ

を明らかにするために、自身が見出した受容体候補遺伝子のマウスの変異体を用いた行動実験や、機能を調べるための発現実験を行った。この結果、マウスの変異体では不快な味に対する感受性が低下し、また発現実験では候補遺伝子産物が高濃度塩に反応した。以上により今回研究対象とした遺伝子が味覚受容体であることが示唆された。(1741)

(4) K チャネル

●臓器の線維化における肥満細胞の生理的・病的意義について検討するため東北大学の風間らは、肥満細胞に対する電気生理学的実験および腹膜線維化モデルラットに対する治療実験を行った。その結果、抗アレルギー薬のひとつである *Tranilast* は、肥満細胞安定化作用を介し、腎不全に伴う腹膜線維化の進行を抑制した。腎不全では、腹膜間質における肥満細胞の過剰な活性化が、腹膜線維化の進行を促すと推察された。(1725)

●名古屋市立大学の矢野らは、T細胞のIL-10発現・産生におけるカリウムチャネルの役割に着目し、以下のことを明らかにした。①デキストラン硫酸ナトリウム誘発性炎症性腸疾患モデルマウスにカルシウム活性化カリウムチャネル $K_{Ca3.1}$ 阻害剤TRAM-34 (1 mg/kg体重)を皮下投与したところ、 $CD4^+CD25^+$ T細胞におけるIL-10転写が促進された。②IL-10及び $K_{Ca3.1}$ を高発現するヒトTリンパ腫細胞株HuT-78において、 $K_{Ca3.1}$ を介したIL-10転写制御機構にSmad2/3シグナルが関与することが示唆された。(1723)

(5) Na バランス

●産業医科大学の上田らは、バゾプレッシン-hM3Dq-mCherry トランスジェニックラットを作出し、hM3Dq 受容体選択的アゴニスト(clozapine-N-oxide, CNO)を末梢投与することにより、脳内バゾプレッシンニューロンの活性化に成功した。その結果、バゾプレッシン分泌増加、飲水量、尿量の低下、およびサーカディアンリズムの乱れが生じた。今後、新たなナトリウム・水バランス調節系を明らかにすることが期待される。(1722)

●腎臓における水・Na 調節について研究している熊本大学の向山らは、高浸透圧環境での細胞の保護、生存に重要な転写因子である NFAT5 の尿細管細胞特異的な欠損マウスを作製し、その表現型を解析した。その結果、尿細管細胞のNFAT5が尿の濃縮能に重要であり、尿中Na排泄にも関与することが示唆された。また、尿細管細胞のNFAT5が腎組織のアポトーシスを抑制し、慢性腎障害の進展抑制に働く可能性が示唆された。(1739)

(6) その他

●東京大学医科学研究所の館林らは、食塩の過剰摂取による自己免疫疾患リスク上昇に関与する p38 MAPキナーゼとその酵母ホモログの Hog1 MAPキナーゼの活性化機構を解析した。その結果、高塩によって引き起こされる高浸透圧刺激が、これらのキナーゼの上流因子に加え、MAPキナーゼ自体にも作用し活性化する、という2段階での活性化機構の存在が示唆された。(1732)

●ミクログリア(MG)は食塩負荷による高血圧に関与する。名古屋市立大学の井上らは、リン酸化酵素SGK1のMGにおける重要性を見出しており、今回MGで食塩負荷による炎症性分子の誘導及びSGK1の関与を検討した。その結果、MGではLPSによるiNOSの発現が食塩負荷で上昇する一方、TNF α の放出は減少した。SGK1破壊MG細胞では、LPSによるiNOS及びTNF α の発現が減弱した。これらから、食塩負荷

により MG の活性は修飾を受け、SGK1 はその活性を増強することが示唆された。(1721)

- 極端な減塩が心臓に及ぼす影響について検討するため、岐阜大学の湊口らは 8 週齢のラット(WKY・SHR)を用いて血圧・心拍・心機能・血液・心臓組織を分析した。その結果、極端な減塩食負荷は、WKY、SHR とともに血中 renin-angiotensin-aldosterone 系と交感神経系の亢進を惹起し、さらに心臓組織の renin-angiotensin 系、prorenin-(pro)renin 受容体系の亢進をもたらし、左室壁肥厚、心筋間質線維化、血管周囲線維化をもたらし、心筋組織障害を惹起することを明らかにした。(1738)
- 自然科学研究機構の富田らは、外界からのストレスによる心臓内の酸化ストレス上昇の分子機構を明らかにするため、抗がん剤ドキソルビシン(Dox)による心臓機能低下についての解析を行った。その結果、Dox 処置はカルシウムチャンネル TRPC3 と活性酸素種生成酵素 NADPH oxidase 2 との相互作用を誘導し、心臓における過剰な活性酸素種を産生させ、心臓機能の低下を引き起こすことを明らかにした。(1734)
- 塩(NaCl)は Na⁺を介して浸透圧に、Cl⁻を介して抑制性神経伝達物質(GABA)の作用に影響する。浜松医大の福田らは、妊婦の食塩過剰摂取が胎児の脳発達に与える影響・機序を検討するための基礎実験を行った。塩分濃度や浸透圧の調節に関わる分子であるタウリン輸送体、リン酸化酵素の WNK3、Cl⁻輸送体の KCC2 の相互作用が、脳発達に重要な GABA システムの恒常性維持に必須であると推察した。(1736)
- 塩分摂取が生体環境に与える大きな影響のひとつとして、腸内細菌叢(腸内フローラ)のバランスが破綻する("dysbiosis"と呼ぶ)ことが明らかとなっている。腸内フローラは生体恒常性維持に必須な構成要素であり、またこの破綻は、さまざまな感染症に対する抵抗性と密接に関連することが明らかとなっている。しかし、慢性的な塩分の過剰摂取・不足によって引き起こされる dysbiosis が、ヒトの免疫系および感染症への抵抗性に与える影響については不明である。京都大学の佐藤は、ヒトの慢性感染性疾患のひとつであるヒト免疫不全ウイルス(HIV)を感染症モデルシステムとして使い、ウイルス感染病態と dysbiosis の関連に着目して HIV 感染および非感染のヒト化マウスの腸内細菌の組成を調査した結果、HIV 感染により、腸内細菌科(Enterobacteriaceae)が顕著に増加していることを明らかにした。ここで増加が確認された菌は、実際に HIV 患者の糞便(臨床検体)においても増加していることが、先行研究において確認されている(Vujkovic-Cvijin et al, Sci Transl Med, 2013)。つまり、ヒト化マウスの糞便においても、実際にヒトで確認されている腸内環境の変容を再現できることを示唆する。今後は、摂取塩分量の変動が dysbiosis およびウイルス感染病態にどのような影響を与えるかを解析していく予定である。(1729)
- 海洋深層水は表層水とは異なり幾つの特徴があり、魚の生育がよいという報告もある。しかしながら、深層水の魚類生理に対する研究は非常に少ない。そこで金沢大学の鈴木らは、魚の内分泌学的な側面から研究を行った。表面水で 10 日間飼育したメジナ及びヒラメでは、ストレスホルモンであるコルチゾルの血中濃度が著しく上昇したが、深層水で飼育した場合は上昇しなかった。魚を深層水に入れて飼育するとストレスが低減される事を示している。(1731)

【食品科学分野】

食品科学分野ではプロジェクト研究 4 件と一般公募研究 9 件の発表が行われた。プロジェクト研究「適塩」

考究に向けた複眼的研究」については、4 課題の 2 年目の成果が発表された。一般公募研究の内訳は、調理・食品加工関係が 3 件、味覚関係が 2 件、その他が 4 件であった。

(1) プロジェクト研究

- 塩の存在は対比効果によりうま味などの味質に影響を与える。その塩味には γ -アミノ酪酸(GABA)合成にかかわる酵素の活性に影響を与える香辛料成分が関与する。龍谷大学の植野らは、実際の調理において、塩味増強効果をもつとされる香辛料抽出物の添加により、50%減塩のパン、ドレッシング、そして汁物に与える香辛料の効果を検討している。香辛料の抽出物は調理においても塩味増強効果を示すことが判明した。(17D1)
- 東京大学の成川らは前年度の助成で加齢による味感受性の変化の要因を調査し、加齢による味感受性の変化は味検出機能の低下が原因ではない可能性を見出した。今回、味感受性変化に影響する要因を中枢の遺伝子発現および血中の味応答修飾因子の視点から検討した。特定の遺伝子の著しい発現変化は認められなかった一方、味修飾因子の有意な変化が認められた。したがって、それらの濃度変化が味感受性に影響する可能性が考えられた。(17D3)
- 亜鉛欠乏ラットでは初期より食塩嗜好が上昇するが、作用機構は明らかではない。宮城学院女子大学の後藤らは、前年度の助成研究で亜鉛欠乏初期からの食塩嗜好上昇は、潜在的カルシウム欠乏を介さないことを示した。引き続き検討した結果、亜鉛欠乏初期ラットの血漿中アルドステロン濃度は対照ラットと同程度であったが、血漿中オキシトシン濃度は有意な低値を示した。亜鉛欠乏初期からの食塩嗜好上昇は、オキシトシン分泌低下を介する可能性が考えられた。(17D4)
- 塩加減の自己評価と実際の食塩摂取量との関連および背景要因を明らかにするため東北大学の佐藤らは、約 2 万人の大規模疫学データと個別塩分測定等の塩分摂取に関する計 28 日間の詳細調査を行った。大規模疫学データによる解析から、心理的ストレスが高い人は料理に塩をふる傾向が 1.8~3.9 倍高い状態であることが推定された。(17D5)

(2) 調理・食品加工

- 冷蔵を伴う煮物の調理条件の設定を目的に、お茶の水女子大学の佐藤は刻々と変化する加熱中及び冷蔵中の食塩水と根菜類(ダイコン及びジャガイモ)の食塩濃度を同時に予測した。蒸発量及び食塩水から食材へ拡散した食塩量を考慮した解析を行った結果、予測値は実測値とほぼ一致し、食塩水と食材の食塩濃度の同時予測が可能であることを確認した。さらに冷蔵中に食材が適度な食塩濃度になるまでに要する調味時間を設定した。(1743)
- 日本原子力研究開発機構の中川は、以前の1回の助成で、中性子散乱実験、分子動力学計算、水分活性測定によって、蛋白質の水和水ネットワークに対する塩の影響についての研究を行った。今回は、これを熱分析と近赤外分光で確認し、より詳細な水和水構造や分子運動性の情報を得ることを目指した。その結果、水や塩によって若干の変化は確認できるものの、現在の時点では、それらを詳細に議論できる大きな変化は捉えられていない。(1748)

- 静岡県立大学の増田らは、食塩を添加した加熱調理した畜肉の変異原性についてエームス試験を用いて評価した。また、生成したヘテロサイクリックアミン類、グリシドール脂肪酸エステル類等の変異・発がん物質量を LC-MS/MS を用いて測定した。その結果、食塩を添加した畜肉では変異原性が減少し、また各種変異原物質の生成量が変動した。これらの結果より、畜肉の加熱時に食塩を添加することで、変異原物質の生成が抑制される可能性が示唆された。(1749)

(3)味覚

- 藤田保健衛生大学の柴田らは摂取塩分濃度閾値の違いを生み出す塩分受容体の個人差と腸内細菌叢の関与を解明するため、健常ボランティアを募集し、塩味の閾値をそれぞれ測定し、さらに各人の腸内細菌のバリエーションを調べ、塩味感受性遺伝子 ENaC の多型との関連性を探った。現在、腸内細菌、ENaC の多型 R563Q に関し解析中であり、興味深い結果がもたらされると推測される。(1744)
- 異なる味細胞で感知される低濃度塩味と高濃度塩味の情報が脳内ニューロンにいかにかに伝達され、それぞれ嗜好性と忌避性の応答を引き起こされるかを検討するため、広島大学の杉田は、低濃度塩味と高濃度塩味の情報を受け取るニューロンの脳内での配置を探索した。その結果、忌避性の応答を引き起こす苦味の情報を処理するニューロンの一部が塩味情報も受け取り、情報を統合し応答を引き起こすことが示唆された。(1746)

(4)その他

- 筑波大学の岩井は、塩ストレス条件下の成熟過程におけるトマト硬度の変化において、細胞壁構造とその制御が組織ごとにどのように変化しているかについて調査した。塩ストレス条件下での栽培により、トマト果実硬度が上昇するが、逆に果実内部は軟らかな性質を持っており軟化は促進されていることが示された。その硬度変化の原因が、組織ごとに異なる細胞壁動態の変化を伴う細胞組織的な変化であることが示唆された。(1742)
- 東北女子大学の土谷は、ニンニク成分アリシンはラット大腸においてクロライドイオン分泌を亢進する事を明らかにし、これがワサビ受容体として知られる TRPA1 を介した機構であることを解明した。また回腸部では、アリシンは重炭酸イオン分泌を亢進し、これはアリシン誘発性回腸蠕動運動亢進を起こすために重要な役割を果たすことが示唆される結果が得られた。(1747)
- 山梨大学の望月は、母獣の塩分摂取と仔獣の生活習慣病発症との関連を研究するため、妊娠 1 日目の ICR マウスに、高塩分食、通常塩分食、低塩分食を妊娠 17 日まで摂取させ、離乳後の仔獣に高脂肪・高シヨ糖食を投与し 72 日齢まで飼育した。母獣の高塩分食摂取は、成獣期の仔獣の体重や血中インスリン濃度と腸間膜脂肪重量の低下と成長期の肝臓重量の急激な増大を誘導した。母獣の低塩分食摂取は、仔獣のインスリンの分泌低下と腸間膜脂肪組織のインスリン感受性遺伝子の発現増大を誘導し、肥満のリスクを増大させた。(1750)
- 東北大学の下川は、疫学調査によって得られる塩分嗜好、塩分摂取などの食行動に関する情報を用いる事によって、食の嗜好性に関連する感受性遺伝子多型を調査した。血縁関係のない男女 3,500 人程度を抽出してゲノムワイド関連解析を行ったところ、塩分嗜好性に有意に関連すると思われる遺伝子座を発見した。こ

これらの解析で明らかになった感受性遺伝子多型について塩分摂取量に関する国際比較との関連を調べたところ、明らかな相関を認めた。(1745)

第30回助成研究発表会発表一覧

(助成番号順)

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
一般公募研究(理工学分野)			
1615	海洋中の微量元素の動態を担う微小懸濁粒子のクリーン分解・乾固系開発と粒子態 Al, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb の定量法確立	則末 和宏	新潟大学理学部 准教授
1701	マイクロ波による無機塩の定量化法の開発 ～hot spot を利用した発光分析～	朝熊 裕介	兵庫県立大学大学院工学研究科 准教授
1702	高溶解性キラルビスウレア型レセプターによるアニオン類の高感度検出	伊藤 傑	横浜国立大学大学院工学研究院 助教
1703	放棄されたエビ養殖池への大規模マングローブ植林による生態系修復効果(再生マングローブ林の炭素蓄積評価および食物連鎖解析)	加藤 茂	成蹊大学理工学部 特別研究招聘教授
1704	海底資源からのレアメタルの高効率分離回収プロセスの開発	後藤 雅宏	九州大学大学院工学研究院 教授
1705	二官能性レセプターを用いた臭化物イオンとアルカリ金属イオンの協同的輸送系の確立	近藤 慎一	山形大学理学部 教授
1706	金属腐食に及ぼすインヒビターと金属カチオンの相乗効果機構の解明	坂入 正敏	北海道大学大学院工学研究院 准教授
1707	フロー晶析装置における流動状態が食塩の析出挙動に及ぼす影響の研究	外輪 健一郎	徳島大学大学院理工学研究部 教授
1708	光ファイバを用いた塩分濃度の高精度測定	田上 周路	岡山大学大学院自然科学研究科 助教
1709	アクアポリンを模倣した高い透水性と塩阻止性能を有する新規逆浸透膜の理論設計	高羽 洋充	工学院大学先進工学部 教授
1710	NaCl 結晶品質制御を可能にする連続製塩プロセスの確立 -MSMPR 晶析装置を活用した球形晶析造粒法-	田原 耕平	岐阜薬科大学薬学部 准教授
1711	簡易分散型の多重効用蒸発濃縮・造水器の開発	野底 武浩	琉球大学工学部 教授
1712	ソルトスケーリング劣化に抵抗性にあるコンクリートの材料設計に関する研究	羽原 俊祐	岩手大学理工学部 教授
1713	海水の微量元素分析を可能にする凍結濃縮-X線蛍光分析法	原田 誠	東京工業大学理学院 助教
1714	海水成分及び微量不純物の効率的捕捉・除去(回収)及び超高感度状態分析II	二又 政之	埼玉大学大学院理工学研究科 教授
1715	外部刺激によってイオン透過性を制御できるイオン交換膜の開発	舟橋 正浩	香川大学工学部 教授
1716	環境適応型溶媒を利用した水性2相による希薄資源からの金属回収	松本 道明	同志社大学理工学部 教授

助成番号	表題	助成研究者	所属
1717	イオンビームによるナノ構造制御イオン交換膜の合成と海水濃縮への応用II	八巻 徹也	量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所 上席研究員
1719	にがりからの高機能硝酸性窒素吸着材製造プロセスの開発	和嶋 隆昌	千葉大学大学院工学研究科 准教授
理工学分野プロジェクト研究：製塩プロセスで濃縮される未利用資源の高度回収技術の開発			
17A1	電気透析排水から Mg ²⁺ および Ca ²⁺ を分離する新規ナノろ過膜の開発	赤松 憲樹	工学院大学先進工学部 准教授
17A2	Mg ならびに Ca 化合物の用途別凝集粒子形態制御技術の開発	白川 善幸	同志社大学理工学部 教授
17A3	製塩脱 K 苦汁からの炭酸塩の製造と高品位化ー結晶品質を制御した炭酸塩からの無機蛍光体材料の合成ー	松本 真和	日本大学生産工学部 准教授
17A4	ファインバブルを活用した臭素の選択的酸化と水質浄化への応用	和田 善成	日本大学生産工学研究員
17A5	分離プロセス設計の鍵となる物性測定と未利用海水資源の高度回収に向けた複合プロセスの最適化	日秋 俊彦	日本大学生産工学部 教授
一般公募助成研究(医学分野)			
1720	クローデイン-16 マグネシウムチャネルの局在異常を改善するケミカルシヤペロンと会合タンパク質の探索	五十里 彰	岐阜薬科大学薬学部 教授
1721	ミクログリアの炎症活動の Na ⁺ 依存的な抑制と、それによる認知症等の精神症状の安定化	井上 浩一	名古屋市立大学大学院医学研究科 講師
1722	新たな遺伝学的アプローチによるナトリウム・水バランス調節機序の解明	上田 陽一	産業医科大学医学部 教授
1723	カリウムチャネル阻害による抗炎症性サイトカイン IL-10 産生増大機構の解明	大矢 進	名古屋市立大学大学院医学研究科 教授
1724	食塩感受性高血圧において糸球体上皮細胞傷害を誘導するセリンプロテアーゼの検索と新規尿蛋白抑制療法の検討	柿添 豊	熊本大学大学院生命科学部 助教
1725	臓器の線維化における肥満細胞 K ⁺ チャネルの関与と、治療(予防)への応用	風間 逸郎	東北大学大学院医学系研究科 准教授
1726	食塩摂取量増加に伴う血圧変動性増大のモデル動物の開発と機序解明および治療手段探索	加藤 丈司	宮崎大学フロンティア科学実験総合センター センター長・教授
1727	マグネシウムをはじめとする感覚器障害制御元素の特定と機構解明	加藤 昌志	名古屋大学大学院医学系研究科 教授
1728	塩濃度学習の分子・神経機構の解明	國友 博文	東京大学大学院理学系研究科 准教授

助成番号	表題	助成研究者	所属
1729	摂取塩分による腸内環境変化を起因とした感染症への抵抗性変化の原理の解明	佐藤 佳	京都大学ウイルス・再生医科学研究所 講師
1730	食塩感受性高血圧に対する腎内因性アセチルコリン分泌機構介入による降圧作用の検討	清水 秀二	国立循環器病研究センター循環動態制御部 上級研究員
1731	魚類のストレスを低減する能登海洋深層水に関する研究	鈴木 信雄	金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設 教授
1732	過剰塩摂取で上昇する自己免疫疾患リスクに関わる p38 MAPK の新規活性化機構の検討	舘林 和夫	東京大学医科学研究所 准教授
1733	受容体直接結合性低分子蛋白による機能選択的調節作用に着目した炎症制御による慢性腎臓病における食塩感受性高血圧に対する新規治療戦略	田村 功一	横浜市立大学医学部 主任教授
1734	心臓の恒常性維持における TRPC3 チャネル-Nox2 機能連関制御機構の解明	富田 拓郎	自然科学研究機構岡崎統合バイオサイエンスセンター生理学研究所 助教
1735	塩分欲求から塩分摂取行動に至る神経機構の解析	檜山 武史	自然科学研究機構基礎生物学研究所 助教
1736	塩・浸透圧調節分子を介した母体高塩分食の胎仔脳発達過程への影響	福田 敦夫	浜松医科大学医学部 教授
1737	マグネシウム再吸収と共役した血圧調節機構の解明	船戸 洋佑	大阪大学微生物病研究所 助教
1738	極端な減塩食による心臓(pro)renin 受容体系亢進を介する心臓障害のメカニズム解明	湊口 信也	岐阜大学大学院医学系研究科 教授
1739	腎尿細管細胞内転写因子 NFAT5 の Na 調節における役割と腎障害進展・慢性炎症に及ぼす意義の検討	向山 政志	熊本大学大学院生命科学部 教授
1740	食塩感受性高血圧に対する腎交感神経を標的とした新たな治療戦略の確立	山本 英一郎	熊本大学医学部附属病院循環器内科 診療講師
1741	高濃度塩に対する不快な塩味受容体分子の同定	若林 篤光	岩手大学理工学部 助教
一般公募研究(食品科学分野)			
1742	細胞壁再構成機構による塩ストレス下のトマト果実硬度変化調節のための基盤形成	岩井 宏暁	筑波大学生命環境系 准教授
1743	冷蔵保存を伴う煮物の食塩の拡散過程の予測と最適調理条件の設定	佐藤 瑤子	お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系 助教

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
1744	摂取塩分濃度閾値の違いを生み出す塩分受容体の個人差と腸内細菌叢の関与	柴田 知行	藤田保健衛生大学医学部 教授
1745	ヒト塩分摂取量と食品摂取行動に関する感受性遺伝子多型の関連解析と国際比較	下川 和郎	東北大学東北メディカル・メガバンク機構 講師
1746	嗜好性塩味と忌避性塩味の脳内コーディング様式と体内環境変化に応じた相互制御	杉田 誠	広島大学大学院医歯薬保健学研究院 教授
1747	ニンニク成分アリシンによる大腸起電性イオン輸送制御および腸管蠕動運動との関連性の検討	土谷 庸	東北女子大学家政学部 准教授
1748	熱分析と近赤外分光法による食品蛋白質の水和とガラス転移に対する塩の影響の解析	中川 洋	日本原子力研究開発機構物質科学研究センター 研究副主幹
1749	食肉の加熱調理時における変異・発がん物質の生成及び遺伝毒性の発現に対する食塩の抑制効果	増田 修一	静岡県立大学食品栄養科学部 准教授
1750	母獣の塩分摂取と仔の生活習慣病発症との関連	望月 和樹	山梨大学大学院総合研究部 教授
食品科学分野プロジェクト研究：“適塩”考究に向けた複眼的研究			
16D1	GABA 合成酵素を用いた天然物由来の塩味増強物質の探索, 低減食品の開発, 塩味情報伝達機構の解明	植野 洋志	龍谷大学農学部 教授
16D3	細胞生物学的視点からの味覚改善食品の開発: 老化依存的味受容機構変化の検証	成川 真隆	東京大学大学院農学生命科学研究科 特任助教
16D4	食塩嗜好に及ぼす亜鉛欠乏の影響と作用機構の解析	後藤 知子	宮城学院女子大学生生活科学部 准教授
16D5	塩加減と習慣的な食塩摂取量に関する疫学研究	佐藤 ゆき	東北大学大学院医学系研究科東北メディカル・メガバンク機構 助教