

第31回助成研究発表会における発表概要

平成30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31回助成研究発表会」が2019年7月25日(木)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180名が参加し、3会場で合計60件の助成研究成果が発表された。

発表の内訳は、理工学分野プロジェクト研究が5件、同一般公募研究が19件、医学分野プロジェクト研究が5件、同一般公募研究が16件、食品科学分野プロジェクト研究が5件、同一般公募研究が10件であった。各発表について活発な質疑・応答がなされた。



会場(都市センターホテル)入口



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140名が参加した。当財団の埴崎理事長挨拶の後、当財団研究運営審議会の中尾会長(工学院大学特任教授)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



中尾研究運営審議会会長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 31 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 2020 年 3 月に発行予定の「平成 30 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開発」については、本プロジェクトを構成する 5 課題の 2 年目の研究成果が発表された。一般公募研究の内訳は、分離・回収関係が 6 件、膜関係が 5 件、塩、にがりの新規用途が 3 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の電気透析排水から Mg^{2+} および Ca^{2+} を分離回収するため、新しいナノろ過(NF)膜の開発およびプロセス検討を行っている。平成 30 年度は、(1)界面重合法とブ

ラズマグラフト重合法を併用した新しい製膜手法と、(2)膜の荷電密度を向上するための新たな界面重合法を検討した。いずれの手法でも高性能 NF 膜の作製に成功し、特に(2)で開発した負荷電 NF 膜は、次年度のプロセス検討に向けて有望な膜候補となった。(18A1)

●製塩プロセスにおいて排出される大量の苦汁の中の Mg や Ca を原料したハイドロタルサイト(HT)とハイドロカルマイト(HC)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 HT を合成した場合、苦汁に含まれる HT の構成元素以外のイオンの影響を HT 構造、リン酸イオン交換能の点についてその特徴を明らかにした。また、各 pH での電離状態変化や初期 P 濃度の違いによるイオン交換速度への影響も検討した。(18A2)

●日本大学の松本らは、濃縮海水に溶存する Ca・Mg の分離回収および高品位化法の確立を目的として、反応系に局所的なイオン濃縮場を創成できる CO₂ 微細気泡を用いて、製塩苦汁からのドロマイト (CaMg(CO₃)₂) の製造に適用した。製塩脱 K 苦汁に自吸式または分散式気泡発生装置を用いて CO₂ 気泡を 120 min 連続供給し、CaMg(CO₃)₂ を反応晶析させた。操作因子として、CO₂ 気泡の平均径 d_{bb1} 、反応温度 T_s および CO₂ モル供給速度 F_{CO2} を変化させた結果、以下に示す知見を得た。CO₂ 気泡の微細化にともなう CO₂ ガス吸収の促進および気泡の表面電位特性により、CaMg(CO₃)₂ 微粒子の収量および Mg/Ca 比が増加する。また、 T_s が 298 K 一定下では F_{CO2} を 23.8 mmol/(l・min) まで増加させることで CaMg(CO₃)₂ 中の Mg/Ca 比が 1.0 に達する。 T_s が 298-313 K の範囲では、CaMg(CO₃)₂ 中の Mg/Ca 比および核発生誘導期の T_s に対する依存性は、 F_{CO2} に比べ些少である。さらに、本実験条件下では CaMg(CO₃)₂ の核発生速度の増加にともない Mg/Ca 比の増加速度が増大することを明らかにした。(18A3)

●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、O₃ 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。Br-を含む水溶液中に O₃ ファインバブルを供給することで、BrO⁻や BrO₃⁻などの生成に起因する液相内酸化力の向上が認められ、一般的な O₃ 処理法ではほとんど分解できない *tert*-ブチルアルコールの分解を促進できる知見を得た。(18A4)

●日本大学の日秋らは、プロジェクト研究 2 年度目にあたり、製塩プロセスの副産物である塩化カリウム (KCl) と水酸化マグネシウム (Mg(OH)₂) を対象に高度回収に向けた研究を行った。その結果、苦汁の冷却晶析では、攪拌条件により KCl の回収率が向上することが分かった。また、水酸化カルシウム添加による Mg(OH)₂ の反応晶析では、脱カリウム苦汁の希釈濃度によって回収率、結晶径および形状の制御が可能であることが示唆された。(18A5)

(2)分離・回収

●疎水性イオン液体を用いたイオン性ヨウ素の溶媒抽出について検討するため、千葉大学の勝田は、ヨウ化物イオン及びヨウ素酸イオンのイオン液体／水二相系における分配挙動を詳しく調べた。その結果、これらのイオンのイオン液体への抽出性を支配する因子が解明された。得られた知見に基づき、ヨウ素含有天然かん水からヨウ素を高効率で抽出可能なイオン液体抽出系を見いだすことに成功した。(1802)

●山口大学の中山らは、ヨウ化物イオン回収のために、層間に有機分子をサンドイッチした層状二酸化マンガ

ン薄膜を被覆した活性炭素繊維を作製した。炭素繊維のみでは海水中のヨウ化物イオンを吸着できないが、二酸化マンガン被覆すると、高濃度塩化物イオン存在下でも選択的にヨウ化物イオンを吸着できることが分かった。ヨウ化物イオン吸着後の薄膜被覆活性炭素繊維を陽分極すると薄膜が再生され、初期と同じ吸着性能を示した。(1810)

- 埼玉大学の二又は、自ら開発した 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・除去できることを実証した。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。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。また、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・検出できることも実証した。幅広い試料系に適用するために重要な AuNP, AgNP 表面電位と孤立分散性の制御法の指針を得た。(1815)

- 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、レアメタル分離のための新規抽出剤を設計・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スカンジウムを高選択的に分離回収できることが明らかとなった。(1805)

- 名古屋工業大学の南雲は、抽出剤としての応用が期待されている CO_2 応答性マテリアルを対象に、水溶液中におけるマテリアル近傍の動態変化を分子動力学法で解析した。その結果、水分子が CO_2 応答性マテリアル近傍に滞留するプロセスにおいては炭酸水素イオンが重要な役割を担っており、 CO_2 ガスや不活性ガスの添加に応じて CO_2 応答性マテリアルの親疎水性が可逆的に変化するメカニズムにも関与していることを示唆した。(1811)

- 夾雑イオンが存在する海水あるいは製塩プラントのプロセス流体を原料とし、有価資源を回収する手法開発を行うための基礎データを得るために、東京農工大学の滝山は、まず水酸化マグネシウムを回収するための条件を、化学平衡計算と実験により検討した。結果、二酸化炭素の影響を考慮すれば、実験結果を上手く表現できることがわかり、原料溶液から水酸化マグネシウムを効率的に回収するための支配的条件を見出すことができた。(1808)

(3) 膜

- 海水濃縮電気透析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り、ナノ構造制御カチオン・アニオン交換膜を合成し、膜抵抗と水透過流束の両方を低減できることを明らかにした。得られた膜によりモデル海水の電気透析試験を実施したところ、現行膜を用いた場合と比べて、濃縮海水濃度を 30% 向上させることができた。(1817)

- 日本大学の高橋らは、海水利用工業である淡水化、製塩、資源回収プロセスを核とした海水総合利用システムの前処理として、新規 NF 膜を用いた浸透補助逆浸透法による海水成分の高効率分離プロセスを提案した。非平衡熱力学モデルに基づく水・塩透過モデルを構築するとともに、NF 膜と同等のイオン選択分離

性能を有する活性層と、FO 膜のようにルーズな支持層を合わせ持つ、新規 NF 膜の開発を行った。(1807)

- 新規海水淡水化膜の開発を目的に、岐阜大学の宮本は、有機金属構造体 UiO-66-NH₂ 膜の製膜条件検討および配位欠陥修復処理が脱塩性能におよぼす影響を検証した。得られた膜は浸透気化法による脱塩性能評価において、2 価カチオンに対して比較的高い阻止率を示した。また、配位欠陥修復処理により 2 価カチオン阻止率がさらに向上することを実証した。(1816)
- 香川大学の上村は、光触媒能を有する窒化炭素を利用し、自浄作用などを有するハイブリッド脱塩薄膜を目指し、研究を展開した。その結果、プロトン化処理窒化炭素と酸化グラフェン、またイオン性ポリマーとの混合薄膜から、静電相互作用による薄膜はイオン透過性を制御するものの、ナノシートの大面積化は効果的であるが確認され、相互作用による凝集化から生じる空隙などを低減する必要があることを見出した。(1801)
- 山口大学の鈴木は、従来の界面重縮合反応とは異なる分子積層法によりポリアミド活性層を形成することにより、ナノスケールレベルの欠陥がない RO 膜の作製開発を試みた。ポリアミドを形成するモノマーには、市販 RO 膜の作製に一般的に用いられている *m*-フェニレンジアミンとトリメソイルクロリドを選択した。分子積層法で作製した RO 膜は、15 層以上のポリアミドを積層することにより本研究で対象とした市販 RO 膜より高い塩分除去率を示したが、膜の水透過性は市販 RO 膜より低かった。また、ろ過実験で得られた実験結果を溶解/拡散-移流モデルを用いてモデリングした結果、本研究で対象とした市販 RO 膜はナノスケールレベルの欠陥が存在するのに対して、15 層以上のポリアミドを積層させた RO 膜はナノスケールレベルの欠陥が少ないことが分かった。(1806)

(4)塩・にがりの新規用途

- ポーラスアルミニウムは、軽量で衝撃吸収能に優れた機能を持った素材である。複数の異なるポーラスアルミニウムから構成される傾斜機能ポーラスアルミニウムは、通常のポーラスアルミニウムよりも、高機能化できることが期待される。群馬大学の半谷は、異種合金からなる3層構造の傾斜機能ポーラスアルミニウムを作製し、傾斜機能ポーラスアルミニウムは、複合的な特性を一つのポーラスアルミニウムで実現できることが分かった。(1812)
- プラズモニクスの分野において、金属の組織制御は、その後の加工精度や光学特性に大きく影響する。しかしながら、成膜サイズや基板材料の制約から確立した単結晶金属の成膜法が少なく、展開が限られる。そこで、香川大学の山口らは、塩の単結晶基板上へ単結晶金薄膜を成長させるヘテロエピタキシャル成長を採用し、成膜後に異種基板へ転写する成膜法を確立した。また、単結晶金薄膜を用い、高精度なライン&スペースを作製し、その光学性能を評価した。(1818)
- にがりから作成した 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利用プロセスの構築を目的として、千葉大学の和嶋は、にがりに塩化第二鉄を($\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$)/ $\text{Fe}^{3+}=3$ のモル比で添加し pH 9.5 の溶液中で、50℃で Fe 系層状複水酸化物の合成を行った。その結果、Mg-Fe 系層状複水酸化物は 30 分程度で合成可能であり、硝酸性窒素除去能は低温で効果的に作用することが示唆された。(1819)

(5)その他

- 山口大学の比嘉らは、製塩工場の各種塩水を供給溶液として標準膜と一価イオン選択性膜を使用した逆電気透析 (RED) スタックの発電特性からエネルギー回収システム構築の基礎評価を行った。その結果、一価イオン選択膜は高い開回路電圧を示したが、スタック抵抗も高くなり、標準膜が高い RED 出力を示した。この原因は使用したスタックが有する大きな漏れ電流の配流部構造と考えられ、今後の構造最適化により RED 発電の向上が期待できる。(1813)
- 熊本大学の中田らは、国内の市販食塩と室内ダストを対象に、マイクロプラスチック (MP) 汚染の実態把握とヒトへの暴露評価を行った。スーパー等で購入した 26 種類の食塩のうち、MP が検出されたのは 1 種類のみであり、その汚染は外国の食塩に比べて軽微であった。一方、室内ダスト中の MP 濃度は極めて高いことがわかった。食塩の MP 汚染とヒトへの暴露リスクは室内ダストのそれに比べて小規模であり、直ちに対策が必要な状況に至っていないと考えられた。(1809)
- 北海道大学の菊地は、「塩」に強い、高い耐食性をもつアルミニウム材料を開発するために、自身が見いだした新規なアルマイト (アノード酸化皮膜) 形成法である「エチドロン酸アノード酸化」を探究した。エチドロン酸により作製したポーラス皮膜被覆アルミニウムは、従来工業的に利用されている硫酸皮膜に比べて 10 倍以上の耐食性を示した。ポーラス皮膜中の細孔を充填し、さらに耐食性を向上させる手法を確立した。(1804)
- 神戸大学の福土らは、キャピラリーゾーン電気泳動法による塩中フッ化物イオン (F-) の簡易定量法を確立するために、種々の分析条件について検討し、確立された方法により副産塩 5 種類及び造粒塩 1 種類中の F- を定量した。その結果、本法は試料量が少なく済み、分析所要時間も短く、さらに本法による定量結果は従来法による結果とよく一致し、本法は塩中 F- の簡易で正確な定量法に成り得ることが示唆された。(1814)
- 水素製造のための海水電解用酸素発生陽極を研究している東北工業大学の加藤らは、それを用いた新規なイオン交換膜法の可能性を検討した。その結果、不溶性 $\text{Sn}_{1-x}\text{Ir}_x\text{O}_2$ 複酸化物電極を用い、脱塩室の濃度を一定に保持しながら、陽極室で十分に pH が低下した溶液を陰極室に送液してそれを循環させることにより、循環させないものに比べて電解電圧を低くできることを明らかにした。(1803)

【医学分野】

医学分野ではプロジェクト研究 5 件と一般公募研究 16 件の発表が行われた。プロジェクト研究「食塩バランスと生体機能」については、本プロジェクトを構成する 5 課題の 1 年目の研究成果が発表された。一般公募研究の内訳は、食塩感受性高血圧関係が 4 件、塩の生理作用関係が 4 件、その他が 8 件であった。

(1) プロジェクト研究

- 腎腸連関による新たな食塩バランス制御機構を検討している岐阜薬科大学の五十里らは、結腸におけるクロードイン-7 の発現調節機構を調査した。その結果、アンジオテンシン II は NF- κ B を活性化し、細胞間接着部位におけるクロードイン-7 の発現量を増加させた。食塩濃度の低下によってレニン-アンジオテンシン系が活性化すると、イオンチャネルだけでなくクロードイン-7 を介して電解質が輸送されると推察された。(18C1)

- 食塩摂取量を制御する塩味受容機構の理解は予防医学的見地から社会的希求があるが、未解明な点が多い。京都府立医科大学の樽野は、 Na^+ 選択的塩味を受容する味蕾細胞(Na^+ 細胞)からの神経伝達機構の解明に資する結果を得、 Na^+ 細胞と求心性味神経との間のシナプス局在とその構造を明らかにした。(18C2)
- 熊本大学の柿添は、酵素の1種であるセリンプロテアーゼ(SP)を標的とした降圧療法の開発を目指している。慢性腎臓病(CKD)における食塩感受性高血圧では尿蛋白中のSPが腎尿細管で上皮型Naチャネル(ENaC)を活性化し高血圧を生じ、合成SP阻害薬は尿中SPとENaC活性化を抑制することを見出した。SP阻害薬は特に蛋白尿を伴うCKDにおいて新たな降圧療法となる可能性が示唆された。(18C3)
- 生理活性物質アンジオテンシンII(Ang II)受容体への新規結合分子ATRAPを発見した横浜市立大学の田村功一らは、腎臓近位尿細管に局限したATRAP発現低下マウスを用いて、病的刺激の慢性Ang II負荷時の血圧調節系への影響について解析し、腎臓近位尿細管に局限した特異的ATRAP発現低下は病的刺激に伴う高血圧の発症進展には影響せず、血圧調節作用とは別個の独自作用を有する可能性を示した。(18C4)
- 腎機能低下に伴う食塩バランスの異常に伴うサルコペニアのメカニズムを解明し新しい予防・治療法の開発にむすびつけることを最終目的とする香川大学の西山らは、2018年度の研究では特に、最近明らかにした「高食塩摂取によるカタボリズムと交感神経の役割ならびに食塩感受性高血圧の病態への関与」に着目した。その結果、高食塩摂取によるカタボリズムには腎交感神経が重要な役割を果たし、食塩感受性高血圧の病態に関与しているものと考えられた。(18C5)

(2)食塩感受性高血圧

- 鉄は生体にとって必須の微量元素であるが、鉄過剰状態は酸化ストレスの原因となる。兵庫医科大学の内藤らは、食塩感受性高血圧の病態を鉄過剰状態という観点から検討し、高血圧による血管リモデリングの形成過程における鉄の関与、および細胞内への鉄取り込みを担う鉄取り込み受容体トランスフェリン受容体1(Transferrin Receptor 1: TfR1)の関与を明らかにした。(1826)
- 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泉らは、著明な浸透圧環境での細胞の生存に重要な転写因子であるNFAT5の尿細管特異的な欠損マウスを用いて、NFAT5の食塩感受性高血圧における意義を検討した。その結果、NFAT5欠損マウスでは高塩食により高血圧が悪化することが明らかとなった。尿細管細胞のNFAT5が、水再吸収に加え尿中Na排泄も調節し、体液恒常性の維持に重要な役割を果たしていることが示唆された。(1820)
- 熊本大学の中村らは、プロテインキナーゼG(PKG)の機能を制御するシステイン残基C42の酸化還元に着目し、C42をセリンに置換したレドックス非感受性PKGマウスを作製して食塩感受性の影響を検討した。食塩負荷によりC42が酸化されると、交感神経過活動を介しナトリウムを排泄するためにより高い血圧上昇が必要になった。PKGの酸化は、食塩感受性高血圧のバイオマーカーになり新たな治療標的として期待される。(1827)

- 武庫川女子大学の家森らは、心拍数(HR)と 24 時間尿の食塩排泄量(24UNa)から食塩感受性の昇圧の検出が可能か否かを検討した。世界 60 以上の地域での WHO-CARDIAC 研究で 24UNa が多く、HR が共に高い第 3 分位では収縮期、拡張期血圧が共に有意に高く、24UNa と HR で食塩感受性昇圧の検出が可能である事を示した。更に、食塩摂取の多い韓国農村で 24UNa と 24 時間血圧、HR を測定し、24UNa と HR が高い群では食塩摂取と正相関する“食塩感受性”の夜間血圧が有意に高い事を示したので、日本人のコホートの長期健診でもこれを検証中である。(1834)

(3)塩の生理作用

- 東北大学の山家らは、塩分のわずかな付加が、嚥下蠕動運動を変動させる可能性に着目し、新しく嚥下蠕動運動機能診断システムを世界で初めて発明し、特許を申請した。非接触ステレオモーション解析システムを導入し、時系列データに対して、移動平均フィルタをかけ、その後フーリエ変換を行った。嚥下機能の定量的な評価方法の開発は、嚥下障害を有する患者のリハビリテーションや治療指針の決定の重要な項目になる。(1835)
- 名古屋市立大学の片岡らは、ラットの男性性機能を指標として食塩の過剰摂取による血管機能障害発症メカニズムを解明することを目的に、Dahl-S ラットに対して食塩を負荷したところ、HS 群で勃起機能および血管内皮機能の有意な低下が観察された。一方、EPL 投与により、有意な上昇に改善した。食塩負荷により ADMA 濃度および SDMA 濃度が上昇したが、MR を阻害することで改善が見られた。(1824)
- 食塩の過剰摂取が夜間頻尿の原因の一つであることが知られているが、詳細なメカニズムは不明である。名古屋市立大学の堀田は、アンジオテンシン(1-7)に着目し、食塩過剰摂取が下部尿路機能にどのような影響を与えるのか検討した。その結果、8%食塩含有食を 1 週間投与した Dahl-salt sensitive rat の膀胱組織においてレニン-アンジオテンシン(RA)系が亢進し、排尿筋条片のカルバコールに対する収縮応答が増強することが示唆された。RA 系の異常が下部尿路機能障害を惹起していることが証明できれば、新たな治療標的として有用となるかもしれない。(1833)
- ヒトを含む恒温動物は、寒冷に暴露されると交感神経系を介して褐色脂肪や骨格筋の“非ふるえ熱産生”によって発熱量を増加させ、体温の低下を防いでいる。盛岡大学の長谷川は、塩分が寒冷暴露による体温低下に与える影響について検討した。その結果、塩分摂取の増加は寒冷下における体温低下を抑制すること、またこの作用は褐色脂肪組織の糖代謝系の亢進が関与している可能性が示唆された。(1830)

(4)その他

- 3 細胞結合部に特異的に発現している新規タンパク質アンギュリン 1 の腸管のバリア機能を評価するために静岡県立大学の林らは、アンギュリン 1 腸管特異的欠損マウスを用いて解析を行った。その結果アンギュリン 1 は 2 細胞タイト結合部の Na⁺透過性ならびに経細胞性の Na⁺依存性栄養素輸送を間接的に調節している可能性が示唆された。(1831)
- 島根大学の原らは、遺伝性高血圧モデル動物である脳卒中易発症高血圧自然発症ラット(SHRSP)の解析から同定した食塩誘発脳卒中の原因遺伝子候補 Cblc について、その病態への関与をラット腎由来培養細胞を用いて検討した。その結果、CBLC は腎機能不全をもたらす腎線維化プロセスを促進するように働く

ことが示され、腎障害の亢進が SHRSP の脳卒中発症に関与することが推察された。(1823)

- 神戸女子大学の栗原らは、塩分摂取で上昇する血圧に対して昆布だし汁、かつおだし汁の降圧作用がどのように影響するかについて検討した。腎血管性高血圧モデルラットにおいて、昆布、昆布出汁、かつお出汁摂取はいずれも降圧効果を示し高血圧を緩和した。このモデルにおいて、高塩分摂取下では、標準塩分摂取下に比べて、昆布による降圧効果は強く現れたが、昆布出汁やかつお出汁による降圧効果では塩分による差は見られなかった。各群の尿中、糞中 Na 量を測定した結果、それぞれの降圧効果の機序における塩分の役割は異なっている可能性が示唆された。(1825)
- 国際医療福祉大学の市来らは、慢性心不全患者の腎機能・塩分摂取量と気温などの関連や予後、急性心不全患者の急性心不全治療薬治療効果と塩分摂取量との関連を検討した。前向き研究では症例の収集が進行中である。慢性心不全患者 110 名の後ろ向き検討では心不全マーカーの BNP 値は気温差と正の相関があり、腎機能不良群で気温低下により BNP は上昇し内服コントロールを要した。塩分摂取量や血管内皮機能と関連するか、前向き研究の結果が期待される。(1822)
- 腎不全患者では減塩が重要になるが、その実施は困難である。浜松医科大学の磯部らは、腎不全患者では食塩嗜好性が亢進しているという仮説を立て、腎不全モデルラットに食塩負荷を行い、食塩嗜好性の評価を行った。同モデルではコントロール群と比較して腎組織障害、腎機能の悪化、腎臓内レニン-アンジオテンシン系の活性化を認めた。食塩嗜好性は上昇する傾向にあったが、統計学的な有意差は認めなかった。(1821)
- 摂南大学の西田は、これまでのラット味細胞における亜鉛の局在並びに小胞型亜鉛トランスポーター ZnT3 の発現局在に関する知見をふまえ、味細胞からの亜鉛放出性を解明することを目的に、極微量の亜鉛を検出する方法である Zinc biosensing system を確立し、検討を行った。その結果、味刺激により味細胞から亜鉛が放出されることが示され、味蕾における生体内亜鉛が新たな生理的役割を担う可能性が示唆された。(1828)
- 大阪大学の船戸らは、前回の助成で腎臓でのマグネシウム再吸収に関わる TRPM6 が血圧の日周変動に関わることを明らかにし、引き続きその仕組みの解析を行った。その結果、TRPM6 の腎臓特異的欠損マウスでは血中レニン活性の日周変動がほぼ消失しており、TRPM6 は腎臓からのレニン分泌を調節することで血圧の日周変動を制御していると示唆された。(1832)
- 音を電気信号へと変換する蝸牛の有毛細胞は、蝸牛内の血管条機能が成立させる内リンパ液電位によりその鋭敏性が維持される。しかし、この血管条機能の音刺激依存性は不明であった。新潟大学の任らは、モルモットを用いた in vivo 電位・K⁺濃度計測実験により血管条機能の音刺激依存性を実証し、さらに、オプトジェネティクスを駆使した遺伝子改変マウスを用いて、この変化が過去臨床に利用された蝸电图に反映することを実証した。(1829)

【食品科学分野】

食品科学分野ではプロジェクト研究5件と一般公募研究 10 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、本プロジェクトを構成する 5 課題の 3 年目(最終年)の研究成果が発表された。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 3 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た。その結果、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。また、細胞レベルにて塩味の情報伝達に関与するタンパク質を数種類同定することができた。

(18D1)

●味噌の木桶仕込みによる風味生成と減塩効果の解明を目的に、日本大学の若林らは、官能評価と各種成分分析を行った。市販の木桶・非木桶味噌の官能評価で容器間の差が認識された。自家製味噌を調製し木桶とステンレス桶で熟成させた結果、木桶は褐変を促進し、甘味・うま味系遊離アミノ酸含量と甘い香氣成分量が増加した。これらを官能評価すると、木桶味噌は後味が長く、酸味と塩味強度が上がり、木桶による減塩効果が示唆された。(18D2)

●加齢により味に対する感受性が変化することが知られている。しかし、この味感受性の変化が何に起因して生じているのか明らかではなかった。そこで東京大学の成川らは加齢によって引き起こされる味感受性変化の要因を明らかにすることを目的に、マウスを用いて加齢による味感受性の変化の要因を調査した。その結果、加齢による味感受性の変化は末梢の味検出機能の低下が原因ではない可能性を見出した。(18D3)

●亜鉛欠乏ラットは初期より食塩嗜好が上昇するが、その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、食塩嗜好に及ぼす亜鉛欠乏の影響と、その作用機構を解析した。その結果、カルシウム欠乏ラットも食塩嗜好が上昇するが、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が示され、亜鉛欠乏初期ラットの血漿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。(18D4)

●塩加減の自己評価と実際の食塩摂取量との関連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 1 年間の詳細調査を行った。大規模疫学データから心理的ストレスと塩分摂取に関連する傾向が示唆された。詳細調査から塩加減の塩梅には季節性があること、また味噌汁の濃さ加減、食卓塩を料理にふる、醤油をかけるといったふだんの食事での塩加減にはそれぞれ特有の気分状態がかかわっていることが示唆された。(18D5)

(2)調理・食品加工

●静岡県立大学の島村らは、各種食材の最適洗浄・殺菌処理方法を確立することを目的に、NaCl を電解処理して生成した各種電解水を用いた殺菌法の最適条件を検討した。その結果、電解次亜水による洗浄・殺菌法は、食材の品質に影響を及ぼすことなく高い殺菌効果を示し、さらに、毒素やバイオフィーム等の食中毒菌の病原因子の発現を抑制することを明らかにした。(1839)

- 食品に含まれる多糖類は増粘剤やゲル化剤として広く用いられている。これらの性質と微細構造の関係を検討している大阪電気通信大学の湯口は、塩を添加することで多糖類ゲルの性質の変化をナノレベルでの変化としてとらえる実験を行った。X散乱法を用いて解析することにより塩添加により分子鎖が凝集している様子を観測できた。(1844)
- 製パン法の改善を検討している宮城大学の毛利らは、耐塩性酵母を用いて製パン条件の検討を行った。10%食塩培地で小麦粉(2%)を4日間培養したものを小麦粉生地添加到すると、小麦粉生地のふくらみが良くなった。培養液中には耐塩性酵母である *H. burtonii* が多く存在しており、*H. burtonii* と従来の酵母を併用すると直種法により製パンすることができた。耐塩性酵母併用法は比容積とクラムの硬さの点で中種法に匹敵する製パン法であった。(1842)

(3)味覚

- NaCl は甘味を増強する効果を持つことが良く知られているが、その基盤となる生理・分子機構については不明である。岡山大学の吉田らは、ヒト味覚感受性テスト、人工味細胞を用いた実験により塩の甘味増強効果の分子機構について検討した。塩の添加により甘味認知閾値が選択的に低下し、甘味受容体発現細胞の甘味物質への応答も増大したことから、Na は甘味受容体に作用し、甘味物質に対する応答を増大させる可能性が示された。(1845)
- 舌の上で味を伝える仕組みは多く研究されているのに対し、脳内で味覚情報を伝える仕組みは未だ不明な点が多い。自然科学研究機構の中島らは、塩味を伝達する神経を明らかにするため、マウス脳幹の神経細胞の活動を、蛍光カルシウムセンサーを用いたファイバーフォトメトリー法によりイメージングした。その結果、塩味に応答する脳幹神経細胞の存在が明らかになった。(1840)
- にがり成分は漬物の食感に影響を与えていると言われているが、秋田県立大学の石川は、にがり成分含有塩で作製した浅漬咀嚼時のヒトの咀嚼力測定を実施し、ヒトがどの程度の力で咀嚼した際に食感に違いがあると認識出来るのか検討した。その結果、機器測定の破断力の差をヒトは認識できる傾向にあり、にがり成分が漬物の離水や硬さに影響することが明らかとなった。(1836)

(4)その他

- 千葉大学の森部らは、四極子核を測定できる MQMAS NMR 法の有機金属塩評価法としての有用性を検討するため、ナプロキセン Na 及びその低含量製剤の評価を行った。その結果、MQMAS NMR 法によりナプロキセン Na 水和物の識別やその低含量製剤の評価が可能であり、MQMAS NMR 法は有機金属塩を含有する製剤および製品の評価法として有用であると推察された。(1843)
- 東洋大学の峯岸らは平成 26 年度の助成研究で、多くの高度好塩菌はピルビン酸、塩化ナトリウム、硫酸マグネシウム、塩化カリウム、アンモニウム塩、リン酸塩が含まれている中性培地で分離可能であることを示した。好塩性古細菌の培養に用いられる培地は高価になることが多いため、本年度の助成研究ではコストを抑えつつ多種多様な好塩性古細菌が生育できる開発を目指した。その結果、培地のコストを 2 割以上削減することができた。(1841)

- 京都大学の大日向は消化管が受容する分子を体系的に検討するため 338 種のジペプチドライブラリーの腸内分泌細胞応答性を検討したところ、Phe-Trp (FW) が最も強力な反応性を示した。さらに、食品タンパク質の酵素消化により生成するペプチドの中に FW 配列を含む 5 残基ペプチドを見出し極めて低用量 (0.005 mg/kg) の経口投与により強力で持続的な血圧降下作用を示すことを見出した。この血圧降下作用は消化管ホルモン CCK を介することを明らかにした。(1837)
- 大豆を発芽させることで、血圧上昇抑制効果を持つニコチアナミンを増加させ、食品へ応用することができると考えられる。ニコチナミンは methionineadenosyl transferase (MAT) と nicotianamine synthase (NAS) によって生成される。宮城大学の金内は、大豆を塩水下の高ストレス条件下で発芽させた大豆の MAT 活性の消長について検討した。5%食塩水溶液で発芽させたもののニコチアナミン量は高く、MAT 活性も高くなることから、塩ストレスによってニコチアナミンが生産されることが考えられた。(1838)

第31回助成研究発表会発表一覧

(分野別、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)			
1801	窒化炭素ハイブリッド薄膜の構築とその脱塩能評価	上村 忍	香川大学創造工学部
1802	イオン液体を用いた天然かん水中のヨウ素の抽出	勝田 正一	千葉大学大学院理学 研究院
1803	模擬海水下における海水電解用酸素発生陽極の創製とそれを利用した新規なイオン交換膜法の可能性	加藤 善大	東北工業大学工学部
1804	持続可能な製塩産業に資するナノ構造制御型高耐食性アルミニウム材料の開発	菊地 竜也	北海道大学大学院工 学研究院
1805	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(Ⅱ)	後藤 雅宏	九州大学大学院工学 研究院
1806	分子積層法を用いた 10 nm 以下の薄い活性層を有する次世代型逆浸透膜の創製	鈴木 祐麻	山口大学大学院創成 科学研究科
1807	新規 NF 膜を用いた浸透補助逆浸透法による海水成分の高効率分離プロセス	高橋 智輝	日本大学生産工学部
1808	夾雑イオンを含む製塩プロセス排出溶液から有価資源を高品位・高効率に回収するための晶析技術開発	滝山 博志	東京農工大学大学院 工学研究院
1809	市販食塩における微小プラスチック混入の実態把握とヒトへの暴露評価および対策提案	中田 晴彦	熊本大学大学院先端 科学研究部
1810	選択性炭素繊維を組み込んだフロッスルーセルを用いる海水からの連続ヨウ素回収	中山 雅晴	山口大学大学院創成 科学研究科
1811	海水成分の高効率分離に向けた新規抽出剤の理論設計	南雲 亮	名古屋工業大学大学 院工学研究科
1812	NaCl をスプレーヤーに用いた傾斜機能多孔質アルミニウムの開発	半谷 禎彦	群馬大学大学院理工 学府
1813	逆電気透析(RED)装置を用いた工場排出塩水と工業用水からのエネルギー回収システム	比嘉 充	山口大学大学院創成 科学研究科
1814	キャピラリーゾーン電気泳動法による塩中フッ化物イオンの定量	福士 恵一	神戸大学バイオシグ ナル総合研究センタ ー
1815	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Ⅲ	二又 政之	埼玉大学大学院理工 学研究科
1816	Zr 系金属有機構造体への官能基導入による新規海水淡水化膜の開発	宮本 学	岐阜大学工学部化学・ 生命工学科
1817	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Ⅲ	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

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
1818	NaCl(001)基板による金属単結晶成膜法を活用した光センシングデバイスの開発	山口 堅三	香川大学工学部材料創造工学科
1819	にがりから作成した硝酸性窒素吸着材の効率的な利用プロセスの開発	和嶋 隆昌	千葉大学大学院工学研究院
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			
18A1	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
18A2	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
18A3	製塩脱 K 苦汁からの炭酸塩の製造と高品位化―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―	松本 真和	日本大学生産工学部
18A4	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	日本大学生産工学部
18A5	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
一般公募助成研究(医学分野)			
1820	腎尿細管細胞内浸透圧応答転写因子 NFAT5 の食塩感受性高血圧における意義の検討	泉 裕一郎	熊本大学大学院生命科学研究部
1821	腎不全モデルにおける腎臓内 RAS、脳内 RAS 活性化を介した食塩嗜好性亢進の解明	磯部 伸介	浜松医科大学医学部附属病院第一内科
1822	心不全患者における塩分摂取量と心腎・血管内皮機能と神経内分泌因子：治療効果及び予後に関する検討	市来 智子	国際医療福祉大学医学部循環器内科
1823	遺伝学的アプローチに基づく塩分負荷と心血管病発症をつなぐ新規分子シグナルの解明	大原 浩貴	島根大学医学部
1824	メタボローム解析技術を応用した食塩過剰摂取による血管内皮機能障害発症メカニズムの分子薬理的解明	片岡 智哉	名古屋市立大学大学院医学研究科
1825	高血圧モデルラットの血圧に対する塩分と昆布出汁またはかつお出汁との交互作用	栗原 伸公	神戸女子大学家政学部
1826	血管内皮細胞における鉄取り込み受容体と食塩感受性高血圧の関連	内藤 由朗	兵庫医科大学内科学
1827	細胞内サイクリック GMP のシグナル格差を介した食塩感受性の可逆性解明と治療応用	中村 太志	熊本大学医学部附属病院医療情報経営企画部
1828	Zinc biosensing system を用いた味細胞における亜鉛の生理的意義の解明	西田 健太郎	摂南大学薬学部

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
1829	蝸牛側壁血管条カリウム輸送機構の音刺激依存性の解析	任 書晃	新潟大学大学院医歯学総合研究科
1830	食塩の摂取が寒冷刺激による体温低下に及ぼす影響	長谷川 和哉	盛岡大学栄養科学部
1831	上皮バリア蛋白質による新規腸管 Na 代謝調節機構の解明	林 久由	静岡県立大学食品栄養科学部
1832	腎臓でのマグネシウム輸送体を介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
1833	高食塩食に伴う血中アンジオテンシン(1-7)の変動が下部尿路に与える影響	堀田 祐志	名古屋市立大学大学院薬学研究科
1834	適塩生活を目指す食塩感受性の簡易検出法の開発と感受性におよぼす栄養バランスの研究	家森 幸男	武庫川女子大学国際健康開発研究所
1835	塩分のわずかな付加が、嚥下・蠕動運動を変える＝誤嚥性肺炎予防の可能性の研究	山家 智之	東北大学加齢医学研究所
医学分野プロジェクト研究：食塩バランスと生体機能			
18C1	腎腸連関による細胞間タイト結合を介した新たな食塩バランス制御機構の解明	五十里 彰	岐阜薬科大学薬学部
18C2	味蕾におけるアミロライド感受性塩味センサーメカニズムの解明	樽野 陽幸	京都府立医科大学大学院医学研究科
18C3	慢性腎臓病における ENaC の不適切な活性化が食塩感受性高血圧、血圧日内リズム変化に及ぼす影響	柿添 豊	熊本大学大学院生命科学部
18C4	受容体結合蛋白による腎尿細管区分特異的な2つの作用を介した食塩感受性高血圧と腎性老化の克服戦略研究	田村 功一	横浜市立大学医学部
18C5	食塩バランス異常によって生じるサルコペニアの機序解明	西山 成	香川大学医学部
一般公募研究(食品科学分野)			
1836	減塩しても十分な食感が得られる漬物の硬さと塩味強度の関係について	石川 匡子	秋田県立大学生物資源科学部
1837	消化管を標的とする食品由来の新規血圧降下分子に関する研究	大日向 耕作	京都大学大学院農学研究科
1838	塩ストレス条件下で発芽させた大豆の血圧上昇抑制物質「ニコチアナミン」の合成酵素の特性解明と応用に関する研究	金内 誠	宮城大学大学院食産業学研究科
1839	NaCl を電解処理して生成した電解水による各種食材の最適洗浄・殺菌処理方法の検討	島村 裕子	静岡県立大学食品栄養科学部

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
1840	ファイバーフォトメトリー法を用いた脳幹塩味応答神経のイメージング解析と味の相互作用機構の定量的検証	中島 健一朗	自然科学研究機構生理学研究所
1841	天日塩、岩塩中に潜む好塩性微生物の安全性に関する研究とそれらの安価簡易検出法の開発	峯岸 宏明	東洋大学理工学部
1842	中種法製パンにおける耐塩性酵母の寄与	毛利 哲	宮城大学食産業学群
1843	非侵襲的測定技術に基づく食品成分の溶解性・吸収性・安定性に及ぼす塩の影響の評価	森部 久仁一	千葉大学大学院薬学研究院
1844	食品多糖類ゲルの分子凝集構造に及ぼす塩添加効果	湯口 宜明	大阪電気通信大学工学部
1845	塩による甘味増強のメカニズム	吉田 竜介	岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
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			
18D1	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
18D2	味噌の木桶仕込による風味生成の解明と減塩効果の可能性を探索	若林 素子	日本大学生物資源科学部
18D3	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
18D4	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
18D5	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