

第35回助成研究発表会における発表概要

当財団は公益活動の一環として財団設立以来毎年7月に助成研究発表会を一般公開にて開催し、前年度の助成研究の成果を各助成研究者が発表し、討論を行うことにより、参加者に「塩」に関する様々な分野の最先端の情報に接することができる機会を提供してまいりました。

2022年度助成研究の成果を発表いただく第35回助成研究発表会は2023年7月25日(火)に開催しました。3年ぶりに都市センターホテルにて対面形式での開催となりました。発表会には、助成研究者、大学関係者、出捐団体、賛助会員、食品関連企業等から約180名とコロナ禍前と同じく多くの方に参加いただき、それぞれの発表では活発な質疑応答がなされました。また、昼休憩時には交流会を開催し、約140名にご参加いただきました。交流会では、各分野の研究者の方、塩産業・団体をはじめとした各方面の方々の交流が図られました。



開会挨拶(福嶋専務理事)



第1会場(理工学分野)



第2会場(食品科学分野)



第3会場(医学分野)



交流会挨拶(川北理事長)



交流会の様子

助成研究の成果を少しでも共有させていただくために、以下に研究の概要を紹介いたします。

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のですが、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ります。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「2022 年度助成研究一覧」に掲載されています。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ました。研究内容の詳細は2024年3月に発行予定の「2022年度助成研究報告集」に掲載されます。

【理工学分野】

理工学分野ではプロジェクト研究6件と一般公募研究14件の発表が行われました。プロジェクト研究「微結晶添加・剪断力付与によって食塩の生産速度と品質を高める晶析技術の基礎研究」については、本プロジェクトを構成する6課題の2年目の研究成果が発表されました。一般公募研究の内訳は、製塩(晶析・膜・防食含む)が8件、海水資源・分析が4件、環境関係が1件、用途開発が1件でした。

(1)プロジェクト研究：微結晶添加・剪断力付与によって食塩の生産速度と品質を高める晶析技術の基礎研究

- 東京農工大学の甘利らは、懸濁型晶析にて析出する結晶粒子群の品質を悪化させることなく微結晶による成長促進現象を利用するための操作条件の獲得を目指し、粒径が異なる微結晶を懸濁型晶析装置へ供給し、粒子群の特性の経時変化を解析した。その結果、供給する微結晶の粒径により最終的に得られる粒子群の粒径分布が著しく変化し、微結晶の特性制御が粒子群の品質と成長促進による生産性の向上に重要であることを見出した。(22A1)
- 横浜国立大学の三角らは、半回分式の食塩蒸発晶析装置内の結晶粒径分布の予測・制御方法の構築を目的として、結晶個数の収支と溶液と結晶相の物質収支を連成したポピュレーションバランス解析手法について検討した。検討した解析条件範囲では、種晶個数が多い条件では結晶粒径分布の経時変化を良好に再現できるが、二次核発生や凝集が顕著となる種晶個数が少ない条件では再現性が悪くなることがわかった。(22A2)
- 東京都市大学の江場らは、かん水中に含まれる夾雑イオンが食塩の成長速度や純度に与える影響を理解することを目的として、前1回の助成でカリウム、カルシウムなどについては結晶格子内へ取り込まれにくいことを確認し、引き続き臭化物イオンの振る舞いについて分析・観察を行った。その結果、かん水中の臭化物イオンの濃度の上昇とともに食塩結晶の格子中に取り込まれる濃度も上昇し、また格子歪みも大きくなる傾向を確認した。(22A3)
- 兵庫県立大学の前田らは、蒸発式連続工業晶析におけるNaCl結晶粒子群の粒度と母液混入率に対する晶析条件としてMgCl₂不純物添加濃度、懸濁液密度、攪拌速度の影響を検討した。その結果、不純物濃度が高い場合、母液混入率は低下する傾向があった。また、高懸濁密度、高攪拌速度でも操作因子の影響を明らかにした。(22A4)
- 千葉工業大学の工藤らは、懸濁密度ならびにMg²⁺イオンの濃度が製塩蒸発晶析での食塩の凝集におよぼす影響の解析を、凝集晶を構成する一次粒子の粒径に着目しながら検討した。0.3 L規模の半回分蒸発晶析の結果、2021年度の報告と同様に凝集は小粒径の結晶同士で起りやすいことなどを確認した。また、一

次粒子と二次粒子(凝集晶)の粒径から凝集を定量的に評価する指標を考案し、フィッティングした曲線の関数の定数や相関性(データの分散の程度)から、 Mg^{2+} イオンの有無の違いなどの条件ごとの凝集の違いを数値的に比較した。(22A5)

- 京都大学の外輪は、微結晶添加による結晶成長促進等の新規運転技術が食塩晶析工程の生産性に及ぼす影響を明らかにすることを旨とした研究を前年に引き続いて行った。生産速度を増大させるには、有効核発生速度を大きくする必要があること、抜出時に分級が無い場合にはより多くの有効核が必要であることを明らかにした。さらに、微結晶添加による成長促進に関する検討では、必要な微結晶の添加量が十分に実現可能な量であることが示唆されている。(22A6)

(2)一般公募研究：製塩(晶析・膜・防食含む)

<晶析>

- 東京大学の中室らは、食塩結晶化の制御に資する知見獲得を目的に、原子分解能を有する透過電子顕微鏡(TEM)ビデオ観察を行った。その結果、300 fps の高速撮影から結晶成長における非平衡的な動態の顕在化に成功した。すなわち、結晶面成長においては、分子集合体がある程度の大きさまで結晶面への付着がおこらず、結晶面を動的に浮動することが初めてあきらかになった。Floating island (FI)と呼ぶべき結晶成長における中間体の発見であり、その拡散が<110>方向に起こることが推察された。(2206)

<膜>

- 信州大学の清野は前 2 回の助成で、絹などの布繊維を高温で炭化処理して作製した炭化繊維膜がフッ素系の疎水性多孔膜に代わる膜蒸留用の膜として利用できることを明らかにした。引き続き、種々の布繊維を炭化した膜について調査したところ、バンブーレーヨン布を 300°C程度で炭化して得た炭化繊維膜がより高い膜蒸留性能を示し、この膜は海水から淡水を得るだけでなく濃縮海水の生成にも利用できることが示唆された。(2203)
- 名古屋工業大学の南雲は、海水淡水化に適用できる逆浸透膜のファウリング現象をマイクロな視点から検証すべく、各種ポリマー表面と有機ファウラントのマイクロ相互作用を分子動力学法で解析した。具体的には、系の分散・凝集状態を評価するための第2ビリアル係数と、分子運動性を評価するための平均二乗変位を推算し、素材表面の耐ファウリング性能と分子鎖の運動性を評価した。その結果、両者の間に相関関係が存在することを示唆した。(2207)
- 塩分濃度差エネルギー(SGE)を電力に変換する逆電気透析(RED)において、高 SGE 変換の障害の 1 つが低濃度側流路の高い電気抵抗である。山口大学の比嘉らは、陽イオン交換膜と陰イオン交換膜に凹凸構造を形成することで膜と流路の電気抵抗の低減と低圧力損失を与えるプロファイル(PF)膜を作製した。この PF 膜と平膜で構成したスタックでの RED 性能評価において、PF 膜の出力密度は平膜より 1.59 倍高い値を示した。(2208)
- 東京工業大学の松本は、シリカナノファイバーから、高空孔率の多孔質シートを作製し、これを基材とする有機・無機ハイブリッドイオン交換膜の作製を検討した。多孔質シートにモノマー溶液を含浸させ、加熱重合を行った後、イオン交換基を導入することでイオン交換膜を作製した。基材空孔率の向上によって膜中のイオ

ン交換樹脂量を増やすことができ、その結果、イオン交換容量を向上させ、膜の電気抵抗を低減できることを明らかにした。(2210)

- 海水淡水化として用いられている逆浸透膜おける高性能かつ塩素系試薬により洗浄可能な膜の作製を目的として、東京理科大学の山本らは、オルガノシリカ膜にポリアクリル酸を添加した膜の作製と評価を行った。その結果、ポリアクリル酸の添加量が少量の際に、添加なしと比べて3倍程度の水透過性向上が確認された。これはカルボキシル基の親水性によるものと推察される。また、膜の目詰まりであるファウリングと次亜塩素酸ソーダ水溶液による洗浄を行っても膜の性能に大きな変化が起きていないことから、長期間利用の可能性が明らかとなった。(2212)

<防食>

- 東北工業大学の加藤は、煎ごう窯に用いられるステンレスおよび鉄を25および98°Cの0.5 M NaCl 模擬海水中に浸漬することにより、腐食減耗を検討した。ステンレスおよび鉄に $Mn_{1-x}Mo_xSn_yO_{2+x}$ 複酸化物酸素発生陽極を用いてカソード電気防食を適用することにより、防食を施さないものに比べて格段に腐食を抑制することができるとともに塩素を発生させることなく防食が可能となった。(2202)
- 人類が金属を利用するようになって久しいが、腐食についての微視的な理解は限られている。そこで理化学研究所の横田らは、電極引上げ法を用いてモデル腐食電極を作製し、X線光電子分光によって化学状態や電位印加状態の精密評価を行った。その結果、アルミ合金の場合は溶液中の電気二重層の情報が真空中でも保持できること、ステンレスの場合はわずかな腐食誘起によって劇的に表面の状態が変化することが初めて明らかとなった。(2213)

(3) 一般公募研究： 海水資源・分析

- 近年、世界各地で有毒成分による河川・土壌汚染が進行しており、海水への流れ込みも深刻化しつつある。早稲田大学の梅野は、新しいタイプの表層 Display 技術を開発し、それを用いた各種重金属イオンを標的とした「Whole cell sensor」の制作に挑んだ。テトラサイクリン排出タンパク TetA を土台とした Display 技術の開発によって「外で感じ」「細胞内に伝達する」人工センサーのゼロベース構築に成功した。(2201)
- 種々の塩混合物から塩化リチウムを選択的かつ高効率に抽出するために山形大学の近藤は、2つの尿素部位をエーテルリンカーで連結した、柔軟な骨格を有する二官能性レセプターを用い固液抽出を行った。その結果、ナトリウム、カリウム、カルシウム塩に対しては高い選択性で塩化リチウムを抽出できた。一方でイオン半径の近い塩化マグネシウムに対する選択性は低かった。人工ウユニ塩湖塩からは高効率で塩化リチウムを固液抽出ができ、苦汁濃縮液からも塩化リチウムの高効率な濃縮に成功した。(2204)
- 日本大学の松本らは、製塩プロセスの高効率化に向けた Ca・Mg の新規回収・高品位化法の構築を目指して、製塩プラントの脱硫・脱硝後のボイラー排ガスを炭酸塩の製造に直接利用することを想定し、CO₂ 分圧の低い模擬ボイラー排ガスを局所的なイオン濃縮場を創成できるファインバブルとして製塩工程液に導入することで炭酸塩の製造を試みた。製塩工程液(EDかん水、濃縮かん水、または脱K苦汁)にボイラー排煙の脱硫・脱硝後の排ガス組成の CO₂/O₂/N₂ 気泡を連続供給する系において、平均気泡径を変化させた結果、[Ca²⁺][Mg²⁺]が高く、炭酸塩の生成に対し CO₂ 供給が律速となる脱K苦汁への CO₂/O₂/N₂ 気泡の微細化導

入は、高い Mg/Ca 比を有する $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 微粒子の製造に有効であり、製塩プロセスにおいて CO_2 の分離濃縮工程を簡略化した $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 炭酸塩の製造工程を構築できる可能性が示唆された。(2211)

- ホウ素含有層状複水酸化物を含む安価な難燃性粉体の創製を目的として、千葉大学の和嶋は、にがり塩化アルミニウムを $(\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+})/\text{Al}^{3+} = 3$ のモル比でホウ酸ナトリウム溶液に添加し合成したホウ素含有層状複水酸化物を炭酸イオンで処理し低ハロゲン含有量の難燃性粉体の調製を行った。その結果、低温で低濃度の炭酸イオンで処理することで低ハロゲン含有量の難燃性を持つホウ素含有層状複水酸化物が調製可能であることが示唆された。(2214)

(4)一般公募研究：環境関係

- 産業技術総合研究所の斎藤らは、重金属類(ヒ素、鉛、カドミウム)のマイクロプラスチックへの吸着・脱離特性を明らかにするため、バッチ吸着・脱離試験に取り組んだ。その結果、ヒ素は吸着が生じなかった一方で、カドミウムと鉛は吸着が確認された。特に鉛の吸着は明確であり、その最大吸着量は $4.8 \sim 11.8 \mu\text{g/g}$ 程度と推定された。その後、吸着された鉛の脱離特性を検討した結果、その吸着保持率は $71 \sim 90\%$ 程度であることが明らかになった。(2205)

(5)一般公募研究：用途開発

- イカ類は、ストレス下で墨を吐き、墨によるアンモニア上昇などで水質を悪化させるため飼育が難しい。そして、活イカ輸送では共食いするため個別包装輸送が一般的で、高密度輸送できない。そこで、金沢大学の松原らはイカの麻酔剤を開発し、麻酔下でイカを高密度輸送することを試みた。本研究により、我々は日本海固有水製塩副産物「にがり」に浸漬したイカが墨を吐いた後、麻酔状態になることを発見、大量輸送の可能性を見出した。(2209)

【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 22 件の発表が行われました。プロジェクト研究「適切な塩分摂取で挑む超高齢社会」については、本プロジェクトを構成する 3 課題の 1 年目の研究成果が発表されました。一般公募研究の内訳は、塩類の影響が 7 件、塩類の生理的機能が 14 件、塩類摂取量評価法の開発が 1 件でした。

(1)プロジェクト研究：適切な塩分摂取で挑む超高齢社会

- 近畿大学の梶らは、塩分バランス異常の、フレイル、サルコペニア、骨粗鬆症に共通する病態機序への寄与、および塩分摂取による治療効果の検討を目的として、デスマプレシン (dDAVP) を投与したマウスを用いて、低ナトリウム血症が筋と骨におよぼす影響を検討した。その結果、dDAVP を投与したマウスでは、骨格筋 IGF-1 発現が低下し、骨格筋での IGF-1 発現低下が低ナトリウム血症による骨量減少に関連することが示唆された。(22C1)
- 藤田医科大学の藤沢らは、慢性低 Na 血症による精神症状の評価およびそのメカニズムの解明のため、慢性低 Na モデルマウスを用いて行動解析および脳各部位でのモノアミン含有量の測定を行った。その結果、慢性低 Na 血症により不安様行動が増強することを明らかにし、そのメカニズムはモノアミン神経機能の変化が示唆された。また、疫学調査で慢性低 Na 血症と Frailty が関連していることを明らかにした。(22C2)

- 誤嚥性肺炎の増悪に対する塩分摂取の影響を検討している岐阜大学の安部は、マウスの口腔内微生物を誤嚥させたモデルマウスを用いて実験を行った。この結果、食塩負荷が誤嚥性肺炎の増悪を引き起こしていることがわかり、神経-免疫系の悪化との関係性が示唆された。(22C3)
- 食塩摂取と口腔保健状態の関連を明らかにするため、九州大学の竹下らは、地域住民の歯科健診結果と栄養調査で取得した食塩相当量の情報を用いて疫学的分析を行った。その結果、女性では現在歯数は食塩相当量の最も多い群でも最も少ない群とほぼ同等であった一方で、男性では食塩相当量が多い群ほど有意に現在歯数が少ないことが明らかになった。食塩摂取の増加は特に男性において不良な口腔保健状態と関連することが示唆された。(22C4)
- 長崎大学の井上剛らは、神経系-免疫系という新しい切り口から、塩分感受性高血圧発症のメカニズム解明を目指すし、検討を行った。その結果、高血圧誘導に免疫細胞が重要であること、ノルアドレナリンで処理した(交感神経刺激した)免疫細胞を移入し、高血圧を誘導すると、高血圧誘導が抑制されることを見出した。これにより、神経系-免疫系が血圧制御に関与していることが示唆された。(22C5)

(2)一般公募研究：塩類の影響

- マグネシウムが有する抗アレルギー作用について検討するため宮城大学の風間らは、肥満細胞における脱顆粒現象の観察と定量化を行った。その結果、マグネシウム(塩化マグネシウム;MgCl₂)は、高用量で肥満細胞安定化作用を発揮し、アドレナリンとの併用による相乗効果も明らかになった。マグネシウムは、エキソサイトーシスの過程そのものを直接的に抑えることで、抗アレルギー作用を発揮すると推察された。(2218)
- 奥羽大学の関らは、塩分摂取が恐怖ストレス後の積極的コーピングを増加させること、また塩分摂取は恐怖ストレスによる視床下部のコルチコトロピン放出因子(CRF)の発現を抑制することを報告してきた。本研究では、視床下部 CRF 過剰発現マウスが、塩分摂取マウスと同様に積極的コーピングを増加させ、塩分摂取は CRF 過剰発現マウスの影響を及ぼさないこと、この結果が塩分摂取による不安レベルの変化ではなく、塩分摂取による積極性の増強であることを明らかにした。(2222)
- 東京大学の田中らは、高張食塩水投与による血中 Na⁺濃度上昇が、C1 neurons→交感神経→脾神経→脾臓という経路を活性化し急性腎障害に対して保護的に働く、という仮説を立てその検証実験を行った。その結果、マウスへの高張食塩水投与(経口・腹腔内)はいずれも有意に血中 Na⁺濃度を上昇させたものの、急性腎障害における保護効果は確認できなかった。今後これらのマウスにおいて上記経路が活性化されているか検証する必要がある。(2225)
- 大阪大学の船戸らは、前4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、高マグネシウム食投与により TRPM6 発現と血圧日周変動を抑制できることを明らかにしており、引き続き高マグネシウム食投与の影響についての解析を行った。その結果、高マグネシウム食投与マウスでは下痢以外の明確な副作用は確認できず、投与経路などの改善により今後安全な血圧日周変動抑制法の開発へとつながる可能性が示唆された。(2231)

- 高食塩負荷が腎臓リンパ管の収縮制御調節に影響を与えるかを検討するために、岡山理科大学の水野は、薬理学・生化学的手法を用いて研究を行った。その結果、ラットへの4週間の高食塩負荷は、アンジオテンシン I による腎臓排出リンパ管の筋原性収縮を増強させることと、ACE (アンジオテンシン変換酵素) の mRNA レベルを増加させる傾向にあることを明らかにし、アンジオテンシン I-ACE 軸を介する腎臓排出リンパ管の拡張性を低下させることを推察した。(2234)
 - 血漿タンパク質フォン・ヴィレブランド因子 (vWF) は出血時の流れストレスで構造変化し止血を始動する。血中ナトリウム濃度の上昇で vWF は異常凝集体を形成するがその機構はよくわかっていない。京都大学の森本らは、流れストレス下で構造解析ができるレオロジー-NMR 法を用い、食塩依存的な vWF の構造変化を原子レベルで調べた。食塩濃度上昇により vWF の構造内部の安定性は高くなったが、流れストレスに対する安定性は低下することがわかった。本研究により食塩と vWF の構造変化との関係を明らかにでき、止血の初動における重要な知見を得た。(2235)
 - 高食塩摂取と免疫チェックポイントの関係を明らかにすることを目的に、京都府立医科大学の吉田は、培養細胞とマウスを用いて解析を行った。その結果、白血病細胞において NaCl 添加培地中の培養によって免疫チェックポイント因子 PD-1 と PD-L1 の発現が減少することを見出した。また免疫監視機構を担う抗腫瘍性サイトカイン TRAIL の発現も減少していた。高食塩食摂取マウスの血球解析では同様の結果が得られなかったが条件を変えて更に検討したい。(2244)
- (3)一般公募研究：塩類の生理的機能
- マグネシウム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、細胞間接着分子であるクローデインの役割を調査した。その結果、加齢やマグネシウム濃度の低下により結腸におけるクローデイン-7 の発現量が増加し、細胞間塩素イオン透過性が亢進したため、マグネシウムはクローデイン-7 の発現変化を介して食塩バランスの制御に関与することが推察された。(2215)
 - 福岡大学の岩本らは、血圧・心拍数の日内変動調節における $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ 交換輸送体 (NCX) の役割を検討するために、全身性・血管平滑筋特異的 NCX 欠損マウスを用いて血圧・心拍数の概日リズムを解析した。その結果、全身性 NCX3 欠損マウスにおいて血圧の概日リズム異常を認めた。先行研究と併せて、概日リズムの中枢(視交叉上核)における NCX3 の細胞内 Ca^{2+} 制御の重要性が示唆された。(2216)
 - 小腸や肺の上皮細胞における“ K^+ リサイクル”を担う K^+ チャネル KCNQ1-KCNE3 複合体が、生理条件下では常時開状態の K^+ チャネルを構成する仕組みを明らかにするために、自治医科大学の糟谷と中條は、KCNQ1-KCNE3 複合体の立体構造において KCNQ1 と KCNE3 の相互作用に関与するアミノ酸の変異体を多数作成し、電気生理解析と光生理解析を行った。その結果、KCNQ1 と KCNE3 の相互作用がアミノ酸残基の側鎖の大きさレベルで厳密に最適化されていることが明らかとなった。(2219)
 - 大分大学の後藤らは、塩分過多によって新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の易感染性がもたらされるかを検討するため、塩分過多によって1) 肺内での ACE2 の発現、2) SARS-CoV-2 の S タンパクを投与した後の肺内での S タンパクの含有量、について評価した。通常の2倍以上の塩分摂取によって、肺内での ACE2 発現が増加し、さらに肺内での S タンパク含有量も増加した。以上より、塩分摂取の過多は、SARS-CoV-2

の易感染性をもたらすことが示唆され、SARS-CoV-2 感染症の重症化予防には、減塩も有効である可能性がある。(2220)

- うつ病の治療と予防法について研究している日本医科大学の小林は、マウスを用いて、ストレスに対するレジリエンス(弾力)に関連する海馬のドーパミン D1 受容体シグナルを、マグネシウムが増強する可能性を検討した。その結果、マウスに運動させつつストレスをかけた場合には、マグネシウム欠乏が D1 受容体シグナルの低下と関連することが示唆された。マグネシウムは運動とストレスの相互作用に影響を及ぼす可能性が考えられる。(2221)
- 血圧が上昇した際に分泌されるホルモンであるナトリウム利尿ペプチド(NP)が、動物の末梢塩味感受性にもどのような効果をもたらすかを検討するため、九州大学の高井らは、マウス味覚器における NP とその関連分子の発現解析及び機能解析を行った。その結果、マウス味蕾では NP 受容体の一つである NPRB が発現しており、NPRB を薬理的に活性化すると、ENaC を介した塩味感覚が選択的に増強されることが示唆された。(2223)
- 名古屋市立大学の高木は、マウスモデルを用いて食塩過剰摂取の肥満や代謝疾患に対する影響を検討している。本研究において、マウスに脂質と食塩を過剰摂取させると、脂質のみを過剰摂取させた場合と比較して、内臓脂肪が増加するものの炎症や線維化の程度は低く、肝臓の脂肪沈着は減少した。食塩摂取が脂肪の蓄積の仕方を変化させメタボリック症候群の発症に影響を与える可能性が示唆された。(2224)
- 体内のナトリウムイオンが欠乏している時には、塩をより美味しく感じられる現象の神経メカニズムを理解するために、東京医科歯科大学の田中 大介らは、マウスにおいてナトリウムイオンが欠乏している時に活動している神経細胞を全半球で網羅的に探した。その結果、視床において、ナトリウムイオンが欠乏している時に活動している細胞が分布する新たな脳領域が見つかり、この脳領域が起点となって塩をより美味しく感じさせる神経メカニズムが駆動していることが推測された。(2226)
- 岐阜大学の任らは、蝸牛における超音波受容の可能性を検討するため、蝸牛マイクロフォン電位(CM)の計測を行った。CMは有毛細胞のカリウム循環電流を反映する。その結果、超音波刺激に同期したCMを計測できた。また、刺激圧力を増加させると、CM振幅も増加したが、その入出力関係は「非線形」であった。なお、無酸素負荷後に計測した振幅(LOD)との比較から、CMが好気性代謝に立脚して増幅されることも確認された。(2228)
- 大阪大学の疋田らは、前2回の助成で、マウスの食塩濃度依存的な嗜好性は体内環境によって変化することを示した。今回、恒常性維持プロセスの計算モデルによる解析を行い、食塩の濃度依存的な嗜好性の理論的再構成を行った。その結果、マウスの食塩嗜好性の計算理論として、ホメオスタシス強化学習が妥当であることが示唆された。(2229)
- 同種造血幹細胞移植の重篤な合併症として GVHD と呼ばれる免疫反応により、経口摂取困難になるため点滴による栄養を行うが、その効果は不十分である。塩化ナトリウムの経口摂取による GVHD に与える影響について研究した岡山大学病院の藤原らは、少量塩化ナトリウム摂取により免疫反応性合併症である

GVHD が軽減することを確認した。それにより、少量の塩化ナトリウム摂取により組織障害が低減する可能性が示唆された。(2230)

- 自治医科大学の増田らは、SGLT2 阻害薬によるバソプレシン分泌および飲水促進の機序を明らかにするため、非糖尿病 SD ラットを用いて検討した。その結果、SGLT2 阻害薬イプラグリフロジンによる利尿作用は、血清 Na^+ および Cl^- 濃度を軽度上昇させ、バソプレシン分泌および飲水促進により体液を適正に保持した。これら SGLT2 阻害薬の適正体液保持作用は、心・腎保護に寄与すると考えられる。(2232)
- 東京工業大学の松田は、後脳のコレシストキニン陽性ニューロン(CCK ニューロン)の機能を明らかにするため、遺伝子改変マウスに対して *in vivo* カルシウムイメージングやオプトジェネティクスを組み合わせて解析を行った。その結果、CCK ニューロンの一部の集団が塩分摂取に応答して、摂取を一過性に抑制することを明らかにした。さらに、この CCK ニューロンの集団が下流の神経核において GABA 作動性ニューロンを活性化していることを確認した。(2233)
- 大阪大学の山本らは、長年にわたり、腎臓のオートファジー(自食作用)研究を行い、今回、『マグネシウムは Rubicon 抑制を介したオートファジー活性化により高リン腎毒性を軽減する』ことを明らかにした。今後、さらに腎尿細管細胞内外の CPP 動態に着目し、マグネシウムによるリン毒性軽減機序が解明されることで、慢性腎臓病患者の予後改善、超高齢化社会における健康長寿に寄与することが期待される。(2236)

(3)一般公募研究：塩類摂取量評価法の開発

- 浜松医科大学の大橋らは、慢性腎臓病患者で蓄尿と随時尿の食塩摂取量の変動幅と関係する要因、及び改訂食塩調査票の食塩摂取量推定への有用性を解明する目的で、外来慢性腎臓病患者の1日食塩摂取量(蓄尿、随時尿と食塩調査票を使用)を算出し変動幅を評価した。加えて、蓄尿に対する他の食塩評価法の有用性を比較した。その結果、食塩摂取量の月毎の比較で、4月は冬場に比較し食塩摂取量が少ない傾向があった。従来の食塩調査票に比較し改訂食塩調査票では、蓄尿とより高い相関を認めた。(2217)

【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7件の発表が行われました。プロジェクト研究「風味に着目した塩味受容メカニズムの解明と食品加工における塩の有効利用に関する研究」については、本プロジェクトを構成する5課題の3年目の研究成果が発表されました。一般公募研究の内訳は、調理・加工が4件、味覚・嗜好が3件でした。

(1)プロジェクト研究：風味に着目した塩味受容メカニズムの解明と食品加工における塩の有効利用に関する研究

- 塩味の代表的な物質は食塩(NaCl)であるが、塩味を感じるには、 Na^+ と Cl^- の両イオンが必要である。 Na^+ に反応する分子の報告はあるが、 Cl^- に反応する分子の存在は示唆されていたものの、その実体は不明であった。東京大学の朝倉らは、味蕾に発現する電位依存性クロライドチャンネル TMC4 を見出した。(22D1)
- 日本大学の長田らは、オレガノなど複数の匂い成分に適塩作用を発揮することを行動学的に突き止め、その作用メカニズムを追求した。オレガノは雌雄ともに濃度依存的に適塩作用を発揮した。活性成分である

Carvacrol 効果に雌雄差があり、オスに対する効果は限定的であった。オレガノ成分はナトリウム調節中枢である分界条床核腹側部を刺激することが明らかになった。適塩には嗅覚のみならず、体性感覚など別の感覚が重要であることが示唆された。(22D2)

●東北大学の坂井らは、日本人の減塩に対する知識・態度・行動に関する調査、減塩食の味知覚と脳応答計測実験、塩味を増強させる香料の選定、減塩食パッケージに対する視線計測実験などを行った。これらの研究から、日本人は減塩に対する知識は十分にあるが、行動に移せていないこと、減塩食の味は通常食とは全く異なるように認知されていることなどがわかった。そこで、より塩味を感じ、よりおいしい減塩商品であることが明確なパッケージを持つ食品を提供することが日本人の減塩行動につながることを示唆された。(22D3)

●米糠や小麦ふすまは多くの有効成分を含み、健康機能性が高い。麹カビは醤油や味噌の発酵に利用されており、食塩が含まれている状態での発酵である。東北大学の白川らは、ふすまを食塩添加した条件でカビにより発酵させたところ、健康機能性が期待される生理活性成分が増加していた。さらに本発酵物を病態モデル動物に投与したところ、高血圧症や潰瘍性大腸炎の改善が観察され、高い健康機能性を持つことが推察された。(22D4)

●秋田県立大学の石川は、食塩とアミノ酸との相互作用による風味向上の可能性について検討した。その結果、液体、固体どちらの食品においても、アミノ酸添加濃度が増加すると味持続時間が増加する傾向にあること、味バランスの変化が味強度にも影響することを確認した。さらに、味物質に加えてかつお節から抽出した香気成分を付与することで、味強度だけでなく嗜好性も向上することが示唆された。(22D5)

(2)一般公募研究：調理・加工

●味噌、醤油等の高塩発酵食品の製造に関与する醸造微生物 *Zygosaccharomyces* sp. の高塩条件での影響を検討している前橋工科大学の尾形は、食品香気産生や、微生物の遺伝的安定に関わる接合性発現に関与する遺伝子の高塩条件での発現制を調べた。その結果、高塩条件で、食品香気産生量を増加させる酵母株の存在や接合性発現に関与する遺伝子のうち、高塩条件で発現上昇する遺伝子の存在を見出した。(2238)

●しょうゆ中ヒスタミン(Hm)の簡易な低減法を提供することを目的に、新潟食料農業大学の小熊らは、耐塩性の Hm 低減菌を各種食材から検索し、キャベツより *Pseudomonas* sp. KYA11 株を分離同定した。本菌を用いて、しょうゆ中の Hm 低減を試みた結果、本菌株の生育範囲が pH6 以上であったため、通常のしょうゆでは、バイオリクター法、及び培養法いずれも Hm の低減はできなかった。一方、pH を中和した脱アルコールしょうゆに本菌を接種して振盪培養することで、1 か月で約 1500 ppm の Hm 塩酸塩を低減できることが判明した。(2239)

●東京海洋大学の久田らは、*L. lactis* の基準株と沿岸環境由来株(Himuka-SU2)について、薬剤耐性と牛乳および豆類の発酵性に対する塩分馴化の影響を検討した。その結果、Himuka-SU2 は基準株よりも薬剤耐性が強く、塩分 3.4%を含む培地で 24h の馴化培養による薬剤耐性の上昇が基準株でより明確に示された。豆乳の発酵は Himuka-SU2 のみで認められた。両菌株で薬剤耐性遺伝子の種類に違いは認められなかった

が、Himuka-SU2 で検出されたショ糖分解酵素関連遺伝子が基準株では検出されなかった(2241)

- 京都大学の保川らは、*Grimontia hollisae* 由来コラゲナーゼ(Ghcol)と *Bacillus* 由来 GH10 キシラナーゼである XynR の立体構造を決定し、その知見に基づき、Ghcol と XynR に好塩性を付与することを目的とした。Gly-Pro-Hyp と結合した Ghcol とキシロースあるいはキシロビオースと結合した XynR の立体構造を決定した。Ghcol については活性部位のチロシン 3 残基、XynR については 315 位のトレオニン残基の変異体の性状を解析した。(2243)

(3)一般公募研究：味覚・嗜好

- 高崎健康福祉大学の應本らは、味蕾における転写因子 Eya1 の機能を明らかにするために、味蕾特異的に Eya1 を欠損したマウスを作製し、解析を行った。その結果、Eya1 欠損マウスの味蕾において、苦味や高濃度の塩を受容する味細胞の減少が観察された。また、Eya1 欠損マウスは、苦味物質や塩化ナトリウムに対する忌避行動が減少していた。以上の結果から、Eya1 が苦味や高濃度の塩を受容する味細胞の分化に関与することが示唆された。(2237)
- うま味は塩味の持つ食のおいしさを増強させる効果があることがヒトにおいて報告されている。大阪大学の小澤は、モデル動物のマウスにおいても、うま味の持つ塩味嗜好性増強効果が認められる可能性を見出した。また、イメージングおよび神経活動操作実験により、この効果に前頭前皮質とドーパミン系神経回路の機能的連携が関与している可能性も示唆された。(2240)
- 京都女子大学の成川は、唾液タンパク質による塩味応答修飾作用を検討した。唾液タンパク質のうち、Serotransferin を塩味受容体発現細胞に投与した際、塩味応答の有意な上昇を観察した。この結果は Serotransferin が塩味応答を修飾する可能性を示唆する。(2242)

第35 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)			
2201	海水微量成分分析のための Whole Cell Sensor 開発	梅野 太輔	早稲田大学大学院 先進理工学研究院
2202	海水電解用酸素発生陽極を用いた煎ごう釜の電気防食法の開発	加藤 善大	東北工業大学工学部
2203	炭化繊維膜を用いた膜蒸留による海水淡水化と濃縮および膜モジュール化に関する研究	清野 竜太郎	信州大学 水環境・土木工学科
2204	ハロゲン化リチウムの高濃度かつ選択的な溶媒抽出法の開発	近藤 慎一	山形大学理学部理学科
2205	海水中のマイクロプラスチックにおける環境汚染物質の吸着・脱離特性評価	斎藤 健志	産業技術総合研究所
2206	ビデオ映像を活用した食塩結晶化過程の分子レベル解析	中室 貴幸	東京大学総括プロジェクト機構
2207	逆浸透膜の水透過性能に着目した素材設計アプローチの開発	南雲 亮	名古屋工業大学大学院 工学研究科
2208	新規凹凸構造イオン交換膜を用いた高効率塩濃度差エネルギー変換システムの開発	比嘉 充	山口大学大学院 創成科学研究科
2209	日本海固有水の製塩副産物をもちいた安心安全なイカ麻酔剤の開発	松原 創	金沢大学理工研究域 生命理工学系
2210	無機ナノファイバーを支持骨格とする有機・無機ハイブリッドイオン交換膜の創製	松本 英俊	東京工業大学 物質理工学院材料系
2211	ボイラー排ガスのファインバブルを用いた製塩工程液からの炭酸塩の製造	松本 真和	日本大学生産工学部 基礎科学系
2212	洗浄による長期間利用が可能なオルガノシリカ逆浸透膜の開発	山本 一樹	東京理科大学理工学部
2213	腐食プロセスの微視的解明に向けたモデル不均一電気化学界面の作製と精密評価	横田 泰之	理化学研究所 開拓研究本部
2214	にがりから生成したホウ素含有難燃性粉体の難燃特性の評価	和嶋 隆昌	千葉大学大学院 工学研究院
一般公募助成研究(医学分野)			
2215	腸管における細胞間食塩輸送に対する老化とマグネシウム代謝異常の影響	五十里 彰	岐阜薬科大学薬学部
2216	Na ⁺ /Ca ²⁺ 交換輸送体による血圧・心拍数の日内変動制御機構の解明	岩本 隆宏	福岡大学医学部薬理学
2217	尿検体を用いた食塩摂取量評価法の検討	大橋 温	浜松医科大学 卒後教育センター
2218	マグネシウムによる肥満細胞安定化作用とメカニズムの解明	風間 逸郎	宮城大学看護学群
2219	上皮細胞の K ⁺ リサイクルを制御する K ⁺ チャネル複合体の機能解析	糟谷 豪	自治医科大学医学部

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
2220	新型コロナウイルス感染症の重症化に対する塩分制限の有用性	後藤 孔郎	大分大学医学部
2221	ドパミン D1 受容体シグナルを介したマグネシウムによるストレスレジリエンスの解析	小林 克典	日本医科大学薬理学
2222	恐怖ストレスに対するレジリエンスとうつ病発症を阻止する積極的コーピングを誘導する塩分摂取効果と脳内神経機構の解明	関 健二郎	奥羽大学薬学部
2223	ナトリウム利尿ペプチドによる末梢塩味感受性調節機構の解明	高井 信吾	九州大学大学院 歯学研究院
2224	食塩過剰摂取による内臓脂肪蓄積と異所性脂肪沈着の制御機構の解明	高木 博史	名古屋市立大学大学院 医学研究科
2225	塩分負荷が神経-免疫相互作用を介して腎障害に与える影響の解明	田中 真司	東京大学 医学部附属病院
2226	塩の美味しさを高める神経基盤の解明	田中 大介	東京医科歯科大学 医歯学総合研究科
2228	蝸牛内カリウム循環電流が担う超音波聴覚の電気生理学的解明	任 書晃	岐阜大学大学院 医学系研究科
2229	食塩嗜好性変化に関わる大脳基底核神経回路の解析と再構成	疋田 貴俊	大阪大学蛋白質研究所
2230	塩分と腸内細菌叢による移植片対宿主病の病態解明と治療法確立	藤原 英晃	岡山大学病院
2231	マグネシウム応答性の腎臓を起点として血圧の日周変動制御機構の解明	船戸 洋佑	大阪大学 微生物病研究所
2232	ナトリウム-グルコース共輸送体 SGLT2 阻害による適正体液保持作用: 飲水・バソプレシン分泌促進機序の解明	増田 貴博	自治医科大学 内科学講座
2233	塩分摂取および水分摂取を抑制的に制御する神経機構の解明	松田 隆志	東京工業大学 科学技術創成研究院
2234	腎臓排出リンパ管の局所 RAS は食塩感受性高血圧症の治療標的となる	水野 理介	岡山理科大学獣医学部
2235	血漿タンパク質フォン・ヴィレブランド因子の食塩濃度に依存した力学応答の原子レベル解析	森本 大智	京都大学大学院 工学研究科
2236	Calciprotein particle(CPP)とオートファジーに着目した、マグネシウムによる腎不全進行抑制の機序解明	山本 毅士	大阪大学大学院 医学系研究科
2244	高食塩摂取が免疫系に及ぼす影響の解析	吉田 達士	京都府立医科大学 医学部
一般公募研究(食品科学分野)			
2237	高濃度の塩の受容に関わる味細胞の分化機構の解析	應本 真	高崎健康福祉大学 健康福祉学部
2238	高塩発酵食品の高塩条件が醸造微生物にもたらす影響について	尾形 智夫	前橋工科大学工学部 生物工学科
2239	醤油中不揮発性アミンの簡易低減方法に関する研究	小熊 哲哉	新潟食料農業大学 食料産業学部

※2227 欠番

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
2240	塩味とうま味の相乗作用を生み出す脳内回路メカニズム	小澤 貴明	大阪大学蛋白質研究所
2241	沿岸環境から分離した塩分順応性 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> の発酵特性	久田 孝	東京海洋大学 学術研究院
2242	唾液タンパク質による塩味修飾作用の検証	成川 真隆	京都女子大学家政学部
2243	構造解析に基づいたコラゲナーゼとキシラナーゼへの耐塩性の付与	保川 清	京都大学大学院 農学研究科
理工学分野プロジェクト研究：			
微結晶添加・剪断力付与によって食塩の生産速度と品質を高める晶析技術の基礎研究			
22A1	微結晶添加による成長促進現象の夾雑イオン存在下での解析	滝山 博志	東京農工大学大学院 工学研究院
22A2	流体剪断力が食塩蒸発晶析装置での晶析現象に与える影響	三角 隆太	横浜国立大学大学院工学 研究院機能の創生部門
22A3	食塩晶析過程における固液界面近傍での夾雑イオン分布と食塩の形態の X 線分析	江場 宏美	東京都市大学理工学部 応用化学科
22A4	連続工業晶析操作で得られる結晶粒子群の粒度と純度の関係に関する基礎研究	前田 光治	兵庫県立大学大学院 工学研究科化学工学専攻
22A5	高懸濁および夾雑イオン存在下での食塩の凝集現象と粒子群純度低下の定量評価	工藤 翔慈	千葉工業大学
22A6	高懸濁状態における連続晶析装置の最適設計および操作	外輪 健一郎	京都大学大学院 工学研究科化学工学専攻
医学分野プロジェクト研究：			
適切な塩分摂取で挑む超高齢社会			
22C1	低ナトリウム血症による筋・骨関連フレイル病態に関する研究	梶 博史	近畿大学医学部 再生機能医学講座
22C2	慢性低ナトリウム血症による精神症状のメカニズムの解明とその治療法の開発	藤沢 治樹	藤田医科大学医学部 内分泌・代謝・糖尿病内科学
22C3	塩分摂取が神経－免疫系を介する誤嚥性肺炎の軽減効果に与える影響の解明	安部 力	岐阜大学大学院医学系 研究科
22C4	食塩摂取量と口腔常在微生物叢および口腔の健康との関連についての疫学的検討	竹下 徹	九州大学大学院 歯学研究院
22C5	神経系－免疫系を介した塩分感受性高血圧制御メカニズムの解明	井上 剛	長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 内臓機能生理学
食品科学分野プロジェクト研究：			
風味に着目した塩味受容メカニズムの解明と食品加工における塩の有効利用に関する研究			
22D1	塩味受容・応答における塩化物イオンの役割と分子論的解明	朝倉 富子	東京大学大学院 農学生命科学研究科
22D2	食品中匂い成分による食塩摂取量の調節に関する研究	長田 和実	日本大学生物資源科学部
22D3	ヒトにおける風味による塩味増強効果に関わる認知神経科学的研究とその知見の減塩食の呈味性増強への応用	坂井 信之	東北大学大学院 文学研究科

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
22D4	塩分制御による発酵米糠・小麦ふすまの風味・健康 機能性の向上	白川 仁	東北大学大学院 農学研究科
22D5	食塩とアミノ酸との相互作用による風味向上の 可能性について	石川 匡子	秋田県立大 学生物資源科学部