

第34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。

2021年度助成研究の成果を発表いただく第34回助成研究発表会は2022年7月26日(火)に開催しました。当初は従来どおり都市センターホテルでの開催を予定しておりましたが、新型コロナウイルス感染対策により、昨年に続きオンラインによる開催といたしました。助成研究の発表を直接聴き、参加される皆様の交流する場を設けられなかったことは大変残念でございましたが、発表者との質疑応答が可能なライブ配信形式といたしました。

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150名が参加しました。参加者数は実開催よりも少なかったものの、オンライン開催としては昨年とほぼ同じで、多くの方に最後まで視聴いただきました。大きなトラブルもなく、それぞれの発表について活発な質疑応答がなされました。

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。

第1会場 理工学

講演者向けZOOMマニュアル

こちらからZOOMリンクをご覧ください。

【第1セッション】 9:30～10:15 理工学 zoom click

【第2セッション】 10:30～12:10 理工学 zoom click

【第3セッション】 13:15～14:00 理工学 zoom click

【第4セッション】 14:15～15:30 理工学 zoom click

【第5セッション】 15:45～17:00 理工学 zoom click

配信ホームページ

第34回
2021年度助成研究発表会
【第1会場】
2022年7月26日
公益財団法人 ソルト・サイエンス研究財団

第34回助成研究発表会タイトルスライド

各研究発表タイトルスライド

発表の様子

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す。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「2021 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 2023 年 3 月に発行予定の「2021 年度助成研究報告集」に掲載されます。

【理工学分野】

工学分野ではプロジェクト研究 6 件と一般公募研究 19 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 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、製塩・晶析関係が 5 件、海水資源回収・利用技術関係が 5 件、分離・分析技術関係が 4 件、腐食・防食技術関係が 2 件、膜関係が 1 件、除塩関係が 1 件、その他が 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

- 製塩装置による食塩の生産性を向上させるため、東京農工大学の滝山らは、微結晶による成長促進現象に着目し、既存の蒸発晶析装置に微結晶粒子群を連続的に供給できる装置を設計および統合化し、微結晶粒子群の粒径分布と、成長促進係数との関係を検討した。結果、高過飽和条件でなくとも成長速度を促進でき、微結晶製造の条件を、より微細な微結晶供給ができるように設定することで、その促進効果が約 20 倍になることが分かった。(21A1)
- 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、横浜国立大学の三角らは、溶液と結晶相の混相流解析と結晶個数と結晶成長のポピュレーションバランス解析を錬成した解析手法について検討した。槽内の流動解析の妥当性を検証したうえで、ピン数を 30 に設定した離散法の場合、PBM と物質輸送方程式から算出される結晶体積分率と分散相の連続の式から算出される体積分率の誤差が最も小さくなることを明らかにした。(21A2)
- 高品質の食塩を効率的に生産するには、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必要がある。東京都市大学の江場らは、夾雑イオン存在下成長させた食塩結晶を X 線分析法などによって観察した。その結果、夾雑イオンのカリウム、カルシウムなどは結晶格子内へ容易には取り込まれず、結晶成長時の純度低下は液泡の取り込みや表面への吸着・析出によるものが大きいと予想した。(21A3)
- 連続工業晶析における結晶粒子群の品質(粒度と純度)に対する晶析条件の影響を検討するため、兵庫県立大学の前田らは、3 L のドラフトチューブ型の攪拌晶析槽のベンチスケール工業晶析装置を試作した。まず、NaCl の蒸発式連続晶析の検討する前に、3 種類の塩(K_2SO_4 , KCl, Na_2SO_4)を取り上げて、冷却式連続工業晶析を行い、操作条件(結晶溶質、滞留時間など)が粒度と純度に及ぼす影響を実験的に明らかにした。(21A4)
- 群馬工業高等専門学校の工藤らは、懸濁密度ならびに Mg^{2+} イオンの濃度が製塩蒸発晶析での食塩の凝集および純度におよぼす影響の解析を検討した。1 L 規模の回分蒸発晶析の結果、凝集は小粒径の結晶

同士で起りやすいこと、溶液が Mg^{2+} イオンを含む条件では晶析中の微結晶の凝集あるいは固液分離・乾燥過程での微結晶の付着が起こる可能性を指摘した。また、懸濁密度による食塩の内部への母液取り込み量の違いがみられ、この違いは過飽和度で決まる成長速度の違いによるものと考えられた。(21A5)

- 京都大学の外輪は、微結晶添加による結晶成長速度促進や、高懸濁密度条件での運転といった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行った。まず微結晶添加などの操作が晶析装置のモデル式の構造に及ぼす影響を明らかにした。具体的な晶析装置の運転データを用いて結晶成長速度と懸濁密度が食塩の析出速度に及ぼす定量的な影響を調査し、これらの操作を導入することができれば生産性を大きく向上できることを示した。(21A6)

(2)一般公募研究：製塩・晶析

- 製塩の採かん工程における水酸化マグネシウムの析出、過電圧の増大の問題を解決すべく、東北工業大学の加藤らが創製している酸素発生陽極を用いたイオン交換膜法を試みた。陰極室の pH を十分に低下させることが可能であり、同一 pH での電解が可能であった。また、送液路を工夫したセルの改良などを行うことにより陰極電位を増大させることができ、さらなる電解電圧の低下を図れる可能性があることが明らかとなった。(2104)
- 同志社大学の白川らは、製塩における不純物取り込み機構を理解するために、分子動力学シミュレーションによって結晶成長初期における NaCl 結晶と水溶液界面付近の溶液構造を解析し、不純物存在下でのイオン挙動について検討を行った。その結果、溶液－結晶界面近傍における局所的な過飽和によって不純物の取り込みが発生し、固溶体形成と各陰イオンの脱水和エネルギーの大きさによって、界面近傍での各イオン濃度が決定することが分かった。(2108)
- 液滴を利用したコンパクトな製塩プロセスを開発するために、大阪市立大学の増田は、高温面上に浮遊するライデンフロスト効果を利用した塩化ナトリウム水溶液液滴の蒸発および液滴ダイナミクスを検討した。塩化ナトリウム水溶液液滴は高温面上では振動や跳ね上がりなどの挙動を伴った。また蒸留水液滴を用いて、ラチェット面上における自走運動についても検討を行い、安定して自走する温度帯やラチェット形状の指針を得た。(2113)
- 製塩工程の濃縮、晶析、乾燥工程では水を蒸発させるために熱供給が必要である。しかしながら、晶析などの固相析出を伴う熱交換では、伝熱面に固相が付着し、強い伝熱抵抗を示すため効率的な熱交換は困難である。東北大学の丸岡は、回転円筒を伝熱面とし、隣接する固定羽根で表面を常時更新する「固相生成制御型回転式熱交換器」を用いて乾燥を促進させる回転円筒式製塩技術を提案した。実験室レベルの装置を開発し、回転数が及ぼす吹き込みガス分散挙動および蒸発速度に及ぼす影響を実験的に整理した。(2115)
- 東北大学的美齊津らは、食塩結晶への不純物の取り込み現象を分子レベルで理解する目的で、前 2 回の助成で NaCl ナノ結晶正イオンへの Br^- の取り込みが起こりにくいことを明らかにした。引き続き負イオンでは正イオンよりも取り込みが起こり易いことを確認し、置換反応のエネルギーの大小や Br^- を含むナノ結晶の幾何構造からその傾向を説明できることを示した。さらに I^- を含むナノ結晶の幾何構造も決定した。(2116)

(3)一般公募研究：海水資源回収・利用技術

- 関西大学の竹中は、国内資源を用いて国内での Mg 金属の製造を実現するため、2019 年度の本財団助成（助成番号 1906）の研究成果の一部を展開して、苦汁等から抽出可能な MgO を Al スクラップで還元する Mg 金属製造プロセスの基礎的研究を行った。具体的には、Al スクラップを用いて MgO を効率的に還元するための条件について検討するとともに、MgO への塩化物、フッ化物添加の影響について検討した。(2109)
- 海水を利用した微細藻類バイオ燃料の生産という目的を達成するために、大阪府立大学の中澤らは脂質生産能を有する海産ユーグレノイドを探索した。その結果、*Eutreptiella* sp. NIES-2325 株が低酸素下でワックスエステルを生産することを見出した。さらに、生化学的・分子生物学的な方法が全く知られていない本種について、遺伝子ノックダウン法を開発し、脂質合成代謝系についても検証を進めた。(2111)
- 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、CO₂ ファインバブルと超音波の併用による脱 K 苦汁からの炭酸塩ナノ粒子の製造および無機蛍光体への転換を行った。その結果、超音波の併用により、生成するドロマイト(CaMg(CO₃)₂)の収量および Mg/Ca 比が増大し、120 nm の平均粒径を有する CaMg(CO₃)₂ ナノ粒子が得られる知見を得た。さらに、脱 K 苦汁から得られた CaMg(CO₃)₂ を母体結晶として無機蛍光体を合成した結果、CaCO₃ を母体結晶とした場合に比べ、発光特性に優れる無機蛍光体を得られることを明らかにした。(2114)
- 海水中のファインバブル(FB)安定性について研究した京都大学のアルカンタラ・アビラは、ガス吸収性能、ゼータ電位、および粒径分布測定結果を行い、FB 生成メカニズムおよび安定性を確認した。海水の高塩分濃度では FB の安定性が優れたことが分かった。(2118)
- ホウ素含有層状複水酸化物を含む安価な難燃性粉体の合成プロセスの構築を目的として、千葉大学の和嶋は、にがり AlCl₃、FeCl₃を(Mg²⁺+Ca²⁺)/(Al³⁺, Fe³⁺) = 3 のモル比でホウ酸ナトリウム溶液に添加し、所定の pH、所定温度、所定時間で反応させ、難燃材の合成を行った。その結果、AlCl₃ を混ぜて pH 9.5、温度 40℃、1 時間以内でホウ素含有層状複水酸化物を含む難燃材が合成可能であることが示唆された。(2119)

(4)一般公募研究：分離・分析技術

- 福島第一原子力発電所の周辺海域では、放射性核種のモニタリングが続けられている。モニタリング対象のうち ¹²⁹I は半減期が 1570 万年であり、環境中に長期間存在し続けるため注視すべき核種である。しかし、現行分析法は煩雑な操作を含むため実測データ数が少ない。産業技術総合研究所の浅井らは、海水約 10 mL から ¹²⁹I を塩化銀に共沈回収し、レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計を用いて沈殿中 ¹²⁹I を直接測定する手法の開発に取り組んだ。(2102)
- 水溶液中の金属塩化物を迅速・高容量・高選択的に抽出できるイオン溶媒和抽出について、過去に体系的な溶媒探索はなされていない。宮崎大学の大島らは、抽出能力と溶媒の物性との関係を機械学習により解析し、Au(III)、Ga(III)等を抽出可能な候補化合物を選抜するモデルを構築した。一定の精度を有したモデルが得られ、候補物質として選抜されたジシクロヘキシルケトンが優れた Au(III)抽出能力を有することなどを見出した。(2103)

●自然科学研究機構分子科学研究所の長坂らは、軟 X 線吸収分光法を用いて、塩化リチウム水溶液中のリチウムイオンの水和構造を調べた。酸素 K 吸収端の測定から、配位水の構造変化には 2 つの濃度領域があることが分かった。分子動力学計算を用いて動径分布関数を求めることで、この 2 つの濃度領域について議論した。更に、水和構造におけるリチウムイオンの電子状態を調べるために、シリコンを含まない窓材を用いた超薄型液体セルの開発を行った。(2110)

●神戸大学の福士らは、キャピラリーゾーン電気泳動法により塩試料中のヨウ化物(I^-)およびヨウ素酸イオン(IO_3^-)を同時定量するために、各種分析条件について検討した。これまでに得られた最適条件により塩試料を分析したが、 I^- および IO_3^- を検出することはできなかった。今後、試料調製法も含め、分析条件についてさらに検討する必要があるが、塩中 I^- および IO_3^- 同時定量法としての本法の有用性が示唆された。(2112)

(5)一般公募研究： 腐食・防食技術

●バイオフィルム予防・制御のためのガイドライン策定の予備検討を目的に、産業技術総合研究所の秋田は、腐食が発生していない係留リングから採取したバイオフィルムと、バイオフィルムと腐食が発生していない金属片を加えた集積培養物の二種類を対象に菌叢解析を行った。バイオフィルムを対象とした場合は *Alkanindiges* 属細菌を、集積培養物を対象とした場合は *Sphingomonas* 属細菌を最優占種として観測した。これらの観測結果は、ガイドライン策定の基盤として有用である。(2101)

●安価な構造用鋼を表面処理により高度化する技術の開発は、幅広い産業に貢献することができるため極めて重要な基礎研究となる。慶應義塾大学の小茂鳥は、 $900^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ に加熱した構造用鋼に対して、窒素雰囲気中で Al を被覆した直径 $150\ \mu\text{m}$ 程の微粒子を $100 \sim 150\ \text{m/s}$ の高速で投射することにより、衝突面を金属間化合物(Fe_2Al_3)化するプロセスを開発した。また、この処理により、耐摩耗性、耐食性に加えて疲労特性も向上することを明らかにした。(2107)

(6)一般公募研究： 膜

●信州大学の清野は、海水淡水化技術用の新規膜材料の開拓を目的とし、キュブラを高温炭化処理して得られる炭素化繊維膜を用いて膜蒸留測定を行った。模擬海水を供給液とした膜蒸留において、炭素化繊維膜は高い塩除去率を維持したまま、多孔質ポリフッ化ビニリデン膜やポリスルホン膜よりはるかに高い透過流速を示すことを確認した。また、疎水性多孔質膜に親水性層を付与した複合膜はたんぱく質に対する高い耐ファウリング性能を示すことを確認した。(2106)

(7)一般公募研究： 除塩

●東京工業大学の八波は、高度好塩菌を用いて塩類集積土壌から除塩を行うことを目的とし、高塩濃度下で機能するナトリウムイオン結合タンパク質を作製した。ナトリウムイオン結合タンパク質には、高度好塩菌が生産する好塩性キチナーゼおよび種々の変異を導入した変異型酵素を用いることとした。野生型キチナーゼの分子表面に酸性アミノ酸を導入したところ、野生型に比べ高塩濃度下においても機能する耐塩性が向上した変異型酵素が取得できた。今後は、変異酵素を用いて高塩濃度下でのナトリウムイオン結合能を評価し、除塩の効果を解析する。(2117)

(8)一般公募研究：その他

- CaCl₂系水和溶融塩を用いる金属電析について研究している京都大学の北田は、CaCl₂系水和溶融塩がもつ高いAgCl溶解度を利用し、有毒なシアン化合物を用いない合金めっき浴を開発した。また、銀塩とスズ塩の溶解度の差を利用した金属分離能についても試験し、廃液処理が容易であることを実証した。このほか、AgClと同様に純水には難溶性であるPbCl₂が、CaCl₂系水和溶融塩に対して高い溶解度を示すことを利用し、新しい鉛電解プロセスを提案した。(2105)

【医学分野】

医学分野では一般公募研究 23 件の発表が行われました。一般公募研究の内訳は、塩類の生理的役割と調節機構と病態が 9 件、血圧制御関係が 6 件、塩の生体調節機構に及ぼす影響が 5 件、塩分摂取量と健康が 1 件、その他が 2 件でした。

(1)一般公募研究：塩類の生理的役割と調節機構と病態

- 産業医科大学の上田らは、腹腔内への体液シフト後のバゾプレッシン(AVP)系の動態を明らかにすることを目的に、AVP-eGFP トランスジェニックラットの腹腔内にポリエチレングリコールを投与した。その結果、室傍核(PVN)大細胞性 AVP-eGFP ニューロンの活性化による血中 AVP 濃度上昇と PVN 小細胞性 AVP-eGFP ニューロンでの CRF・AVP 合成の亢進による視床下部—下垂体—副腎軸の活性化が生じることを明らかにした。(2122)
- 慢性腎臓病(CKD)など腎機能の低下が脳の高次機能に及ぼす影響を検討している日本大学の小菅らは、経口 Mg²⁺の長期投与が CKD モデルマウスに及ぼす影響を調査した。その結果、CKD モデルマウスでは腎機能の低下に伴う血清 Mg²⁺値増加や尿毒症性物質の増加が生じ、脳内の酸化ストレスレベルや小胞体ストレスレベルの亢進を介した脳機能障害の増悪化が生じることが示唆された。(2127)
- 東海大学の駒場らは、透析患者における血清ナトリウム濃度と骨代謝、骨折リスクとの関連性を検討するため、本邦の維持透析患者を対象とする後向きコホート研究 2,220 人のデータを解析した。血清ナトリウム濃度の低下は死亡リスクの上昇と関連していたが、骨折リスクとの関連性は認められなかった。中手骨骨密度は 455 人において測定されていたが、骨密度と血清ナトリウム濃度との関連性も認められなかった。(2128)
- 徳島大学の瀬川らは、新規リン代謝調節分子 αKlotho-regulatory factor (KRF)と αKlotho/FGF23 システムにおけるマグネシウム代謝の関与を検討した。高 FGF23 血症を呈する KRF ノックアウトマウスの解析により FGF23 による腎臓マグネシウムチャネルの調節破綻が示唆されたが、詳細を明らかにすることはできなかった。本研究の結果を踏まえ、引き続きミネラルの老化制御を明らかにし、効率よく老化を制御するミネラル栄養システムの確立を目指す。(2230)
- 和歌山県立医科大学の西谷らは、電位依存性 K⁺チャネルの制御因子である Ca²⁺センサーNCS-1 の痛み緩和における役割を検討するため、NCS-1 の遺伝子欠損(KO)マウスを用いて各種痛み刺激に対する感受性を野生型(WT)マウスと比較した。その結果、KO マウスでは熱刺激では差はなかったものの、機械刺激に対し WT より過敏になることが明らかとなった。以上の結果から、NCS-1 は神経障害性疼痛など機械刺激が原因となる痛みに対する新規治療標的となる可能性が示唆された。(2135)

- 浜松医大の福田らは、Cl⁻トランスポーターの KCC2 が持続的に脱リン酸化された遺伝子改変マウスを用い、KCC2 の機能が亢進し、GABA による抑制力が強まることにより、大脳皮質の神経細胞活動の同期性上昇、脳波の γ 波帯域の減少が生じることを見出した。また、不安と恐怖に対する感受性や認知機能に異常をきたし、けいれん発作を起こしやすいことなども、抑制作用とその頑強性の強化の結果起こると推察した。(2138)
- 神経障害性疼痛は神経障害により引き起こされる耐え難い慢性疼痛であり、プリン作動性化学伝達が制御する。岡山大学の宮地は、塩素イオン(Cl⁻)バランスの破綻によって発症する神経障害性疼痛の新規経路を同定し、Cl⁻バランスの制御に基づく神経障害性疼痛の新しい創薬基盤の構築を目指した。その結果、プリン作動性化学伝達の必須因子である小胞型ヌクレオチドトランスポーター(VNUT)の代謝スイッチは Cl⁻バランスの変化を感じて生体の恒常性維持に関わっており、Cl⁻バランスの正常化と VNUT の代謝スイッチの OFF は神経障害性疼痛の改善に重要であることを明らかにした。(2140)
- 山口東京理科大学の山中らは、前回の助成において Mg イオン濃度がヒト間葉系幹細胞の Mg イオン濃度がヒト間葉系幹細胞の分裂寿命に及ぼす影響について検討し、高濃度の Mg イオンがヒト間葉系幹細胞の分裂寿命を延長させることを示唆した。引き続き嶋本らは同様の検討を行い、その再現性を確認した。さらにディープラーニングを用いた画像データの機械学習による非侵襲的な細胞老化判定手法の開発に成功した。(2141)
- 大阪大学の山本(毅)らは、長年、オートファジー(自食作用)研究を行い、今回腎臓病におけるサルコペニアとオートファジーの関係を検討した。その結果、①筋のオートファジーが筋力維持に寄与する、②リンは Rubicon を増加させオートファジー障害をもたらす、③Rubicon 抑制は筋力低下を予防しうる、④マグネシウム欠乏はリン毒性を増悪させるがその充足は筋力維持につながる、との結果を得た。これらの知見は健康長寿実現に新たな視点と可能性を提供する。(2142)

(2)一般公募研究： 血圧制御

- 高浸透圧環境で活性化する浸透圧応答転写因子 NFAT5 は、その多型がヒトの血圧や血清 Na 値と関連することが指摘されている。熊本大学の泉らは、NFAT5 の腎尿細管細胞特異的欠損マウスを詳細に解析し、同マウスが食塩感受性高血圧を呈し、上皮型 Na チャネル(ENaC)が過剰に発現、活性化していることを明らかにした。ENaC は、食塩感受性高血圧の一因とされており、NFAT5 を介した高血圧の新たな治療法の開発が期待される。(2120)
- 肥満糖尿病における塩分感受性高血圧の機序についての副腎の関与を検討するため北海道大学の亀田らは、副腎癌細胞株と肥満糖尿病マウスを用いてペリリピン 1 の発現の検討を行った。その結果、ペリリピン 1 が高血糖により副腎で増加しステロイドホルモン産生を増加させていることが確認された。糖尿病治療薬である SGLT2 阻害薬を投与すると血糖が低下し副腎ペリリピン 1 の発現とステロイドホルモンが低下することから、血糖と塩分感受性高血圧の関係が示唆された。(2124)
- 国立循環器病研究センターの川田らは、前 2 回の助成で、正常血圧ラットおよび高血圧自然発症ラットにおける交感神経活動と尿排泄の関係を明らかにした。引き続き、2 週間程度の高食塩負荷を行った高血圧ラットにおける交感神経活動と尿排泄の関係を調べた結果、食塩負荷は腎臓神経に関係なく尿量を増加させた。

また、高食塩負荷を行った条件でも、腎交感神経を介する抗利尿作用よりも圧利尿が優位であることを明らかにした。(2125)

- ヒトの腎臓の構造機能単位であるネフロン数を検討している東京慈恵会医科大学の坪井は、腎臓病患者の尿中に排泄される塩分排泄量から単一ネフロンあたりの塩分排泄量の定量を行った。ネフロン数は画像検査と患者の腎生検病理組織標本の計測値から算出した。その結果、単一ネフロンあたりの塩分排泄量は夜間高血圧患者で増加しており、慢性腎臓病患者で高頻度に観察される血圧の日内変動異常への関与が推察された。(2133)

- 細胞内への鉄取り込みは、細胞膜に存在する鉄取り込み受容体 トランスフェリン受容体 1 (Transferrin Receptor 1: TfR1) を介して行われる。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、食塩感受性高血圧による血管病変・血管リモデリングの形成過程に、血管局所における TfR1、特に血管平滑筋細胞における TfR1 の関与を明らかにした。(2134)

- 大阪大学の船戸らは、前 3 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腎臓の傍糸球体細胞でのアドレナリン受容体の発現量が低下することで交感神経刺激によるレニン放出が損なわれており、その結果として血圧の日周変動が抑制されたと示唆された。(2139)

(3)一般公募研究：塩の生体調節機構に及ぼす影響

- 長崎県立大学の柴崎は、食塩の摂取は高血圧などのリスクファクターと考えられて多くの警鐘がなされているが、摂食により生理学的にプラスに働く機能も持っていることを示そうと考えた。本研究では、食事により摂取する食塩が腸管内 EC 細胞に作用し、TRPA1 活性化の増強を介した腸管蠕動運動の促進により消化と栄養吸収が向上することを分子レベルで示した。(2129)

- 東京医科歯科大学の蘇原は、マクロファージにおける塩と WNK シグナルによるサイトカイン産生分泌制御機構に関わるメカニズムを検討した。マクロファージに高 NaCl 刺激を行うと、腎臓と同じように WNK1 の蛋白量が減少するという結果を得た。このことは塩分摂取過多がマクロファージのサイトカイン産生を亢進し、逆に塩分制限は改善する可能性を示唆しており、過去の臨床的知見と合致していた。WNK1 は塩とマクロファージの古典的活性化をつなぐ新たな制御因子である可能性が示された。(2131)

- 名古屋市立大学の高木は、食塩過剰摂取と 2 型糖尿病との関連が未だ明らかになっていないことから、食塩過剰摂取がインスリン分泌自体にも影響するのかをマウスモデルで検証した。その結果、高脂肪＋高塩分食を摂取するマウスモデルは肥満が軽度でインスリン分泌不全を呈する糖尿病モデルと考えられた。このモデルの病態を解析することにより、糖尿病の新たな治療法の開発に結びつく可能性が考えられた。(2132)

- 舌で NaCl を感知して塩味を生み出す細胞基盤の解明を目指す京都府立医科大学の野村らは、味蕾における Cl 感知に関わる味細胞の同定と機能解析を最終的なゴールとして、そのために必要な技術開発をおこなった。具体的には、味蕾の細胞を活動依存的に標識する技術の開発と、特定の味蕾細胞だけを光照射によって選択的に操作するための技術開発をおこなった。今後は、これらの技術を発展させることで塩味の

感知を担う細胞分子メカニズムの解明につながり、国民の健康増進に資すると考えている。(2136)

- 大阪大学の疋田らは、食塩嗜好性の脳内基盤を研究するために、マウスのリッキング行動課題を確立した。次に、ファイバーフォトメトリー法により、マウスのリッキング行動課題での食塩摂取後の側坐核ドーパミンおよび神経細胞内カルシウムのイメージングを試みた。その結果、減塩条件下での食塩嗜好性に側坐核のドーパミンおよび間接路神経活動が関与していることが示唆された。(2137)

(4)一般公募研究：塩分摂取量と健康

- 塩に対する食行動は、低濃度では『好き』という嗜好性(アクセル)と、高濃度では『嫌い』という忌避性(ブレーキ)のバランスにより既定される。しかし減塩に対する試みは、通常『ヒトは食塩を好む』という観点からのみ行われている。京都府立医科大学の草場は、生活習慣病患者では味覚異常により高濃度食塩に対する忌避性が減弱していることを示した。このことは、食塩への忌避性にも注目した減塩への試みの可能性を示したものと考えられる。(2126)

(5)一般公募研究：その他

- 大阪大学の稲生らは、脳内で“幸せ”という情報がどのようにコードされているかを解明することを目的とし、脳内の幸せのもとと考えられる分子であるオキシトシンを、生きた動物の脳内で測定する手法の開発を行った。本手法を用い、マウス脳内においてオキシトシン動態の *in vivo* 計測を行ったところ、脳内オキシトシンは刺激の種類やマウスの身体状況より多様な動態を示すことが明らかとなった。(2121)
- ビタミン類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の観察および電気生理学的実験を行った。その結果、アドレナリンと同様、ビタミン C やビタミン B₆ は用量依存性に肥満細胞安定化作用を発揮し、併用投与による相乗効果も明らかになった。これらの食品成分は、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。(2123)

【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 9 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 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、味覚関係が 5 件、海水・塩水利用関係が 2 件、保存関係が 1 件、測定法関係が 1 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⁺に応答する分子の報告はあるが、Cl⁻に応答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ネル TMC4 を見出した。(21D1)
- 日本大学の長田らは、オレガノ醤油、ベーコンなどの匂い成分を中心に適塩作用における雌雄差を検討した。オレガノは雌雄関係なく適塩作用を発揮した。その活性成分である Carvacrol は雌に対して濃度依存的

に顕著な効果を発揮したが、雄に対する効果は限定的であった。匂い選好行動実験の結果、Carvacrol の匂いは雌で有意に選好性が高く、選好性の雌雄差が Carvacrol 単体の作用に関係することが分かった。一方ベーコンの匂い暴露により視床下部のオキシトシン受容体の発現量が変化し、食塩嗜好に影響を与える可能性が示唆された。(21D2)

- 東北大学の坂井らは、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を目的として、本年度は以下の 3 研究を実施した。1. 減塩食に対する消費者の態度測定, 2. 減塩食に対するイメージ調査, 3. 市販の減塩食に対する脳応答の測定。次年度は、態度・知識と行動・評価の関連について統合的アプローチから明らかにする予定である。(21D3)

- 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、米糠を食塩添加した条件で麹カビにより発酵させ、有効成分の増加を試みたところ、一部の生理活性成分の増加がみられた。クモノスカビで発酵させた小麦ふすまを潰瘍性大腸炎モデルマウスに与えたところ、炎症症状の抑制が観察され、高い健康機能性を持つことが示唆された。(21D4)

- 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固形モデル食品を用いて検討した。その結果、食品の味バランスの変化が味強度に影響することを確認した。また、味の対比効果が起こりやすい濃度組成にするとともに水分や味成分が溶出しやすい硬さに食品を調製することで、味増強に繋がることを示唆された。(21D5)

(2)一般公募研究：味覚

- 個別化減塩指導のために、食塩摂取量と関連する遺伝的領域の同定を目的として、東京大学の五十嵐らは食事調査データを用いて遺伝子多型との関連解析を行った。その結果、アルコール脱水素酵素 (*ALDH2*) 遺伝子の一塩基多型 (rs671) が、食塩摂取量と関連する可能性を見出した。よって、日本人においては rs671 の遺伝型に応じた栄養指導が、効果的な減塩指導として有効であることが推察された。(2143)

- 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、このうま味の効果がモデル動物のマウスでも観察されるかどうか検討した。その結果、うま味物質の添加によりマウスがより積極的に塩味を求めるようになることが明らかになった。また、イメージングおよび神経活動操作実験により、この効果に神経伝達物質のドーパミンが関与している可能性も示唆された。(2146)

- 味覚記憶の形成や味覚に依存した行動制御機構の解明を目指している東京大学の國友らは、前 1 回の助成で線虫 *C.エレガンス* の味覚記憶において CIC 型塩化物イオンチャネルが味覚神経の応答に必要なことを明らかにした。引き続き味覚神経から介在神経への情報伝達機構を調べた結果、シナプス伝達が興奮性から抑制性に切り替わることが行動を変化させる基盤となっていることを明らかにした。(2147)

- 紅藻ダルスは北方系海藻で北海道などのコンブの養殖ローブに繫茂する未利用資源であるが、フィコエリスリンやルテインなどを含むスーパーフードであることが明らかとなりつつある。その食味成分を検討している北海道大学の熊谷らは、塩ストレスによる食味改善について検討した。その結果、塩ストレスにより旨味成分

のグルタミン酸などの遊離アミノ酸が増加し、塩ストレスによりダルスの食味成分が改善される可能性が示唆された。(2148)

- 塩味嗜好性の制御メカニズムを検討している茨城大学の吉田らは、精神的なストレスが塩味嗜好性に及ぼす影響に着目し、慢性的な社会的敗北ストレスを負荷したマウスの塩味嗜好性が劇的に増強されることを明らかにした。今後は、このモデル動物を活用し、塩味嗜好性の制御メカニズムの解明、並びに新たな減塩法の開発に資する研究を進めていく。(2151)

(3)一般公募研究：海水・塩水利用

- 筑波大学の岩井は、マンノース添加を塩水栽培と併せて行う栽培を行ったところ、果肉となる果皮で、緑色の未熟なステージにおいて、完熟に近い赤色の果実とほぼ同量のビタミン C 含量となった。トマトは熟さない状態で出荷されることから、未熟果実でも熟した果実と同じレベルのビタミン C 含量のトマトが得られる塩水とマンナンを組み合わせた栽培系は、農業技術に転用できる有効な手段ではないかと考えられる。(2145)

- 筑波大学の橋口らは、塩が植物の環境ストレス応答と食品としての健康増進効果に及ぼす影響の評価する目的で、複数の塩処理条件で栽培したウチワサボテン抽出物の抗酸化能、ACE 活性阻害能および動物培養細胞にもたらす影響を解析した。塩処理により ACE 活性阻害能が向上し細胞への生理活性効果が変化することが明らかになり、栽培条件を制御することにより作物の健康増進効果を高めることのできる可能性を示すものと考えられた。(2150)

(4)一般公募研究：保存

- 食品の保存料において、味や風味などに影響を与えない新たな抗菌物質の開発が求められている。食品保存料への応用を目的として、静岡大学の小谷は、静岡市の海洋環境から、抗菌物質を生産する細菌の分離を行った。その結果、2 株の放線菌 (OHYA-14 および OHYA-26) を分離した。さらに化学分析を行い、OHYA-26 株が食品保存料として有望なランチペプチドを生産していることを明らかにした。(2149)

(5)一般公募研究：測定法

- 福島大学農学群石川は、塩溶液中のイオンによる水の構造状態への影響を把握するため、20 年度助成を継続し、赤外/遠赤外および近赤外分光を用いた研究を実施した。本研究では、濃厚溶液における水の非理想性について検討し、赤外スペクトルのコレクティブバンドを含む OH 伸縮振動領域の挙動から、バンドの強度比が塩添加による水の構造変化把握の有用な指針となりうることを示した。(2144)

第34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)			
2101	微生物に起因する金属腐食メカニズムの解明を可能とする評価基盤技術の開発	秋田 紘長	産業技術総合研究所 機能化学研究部門
2102	海洋汚染の状況把握を目的とした福島第一原発事故に由来する長寿命放射性ヨウ素のモニタリング法の開発	浅井 志保	産業技術総合研究所 計量標準総合センター
2103	高濃度塩溶液中の金属を抽出する油:イオン溶媒と抽出に適する化合物の機械学習による探索	大島 達也	宮崎大学工学教育研究部
2104	酸素発生陽極および新規な送液方法を用いたイオン交換膜法における電位測定	加藤 善大	東北工業大学工学部
2105	水和溶融塩を用いる環境対応型の銀—スズめっき液の開発	北田 敦	京都大学大学院工学研究科材料工学専攻
2106	炭素化繊維膜の性質や構造が膜蒸留の透過・脱塩性能におよぼす影響	清野 竜太郎	信州大学水環境・土木工学科
2107	製塩プラントの長寿命化に資する配管用鋼高度化技術の開発	小茂島 潤	慶應義塾大学理工学部機械工学科
2108	塩化ナトリウム結晶の臭素イオン取り込み機構の解明	白川 善幸	同志社大学理工学部
2109	苦汁を出発原料とした金属マグネシウム製造へのアルミニウムスクラップ利用法の基礎研究	竹中 俊英	関西大学化学生命工学部
2110	軟 X 線吸収分光法による塩水溶液の水和構造の濃度依存性の解明	長坂 将成	自然科学研究機構分子科学研究所光分子科学研究領域
2111	ユーグレノイドによる海水利用型 CO ₂ 資源化を目指した研究	中澤 昌美	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
2112	塩中のヨウ化物及びヨウ素酸イオン同時定量法の確立	富士 恵一	神戸大学大学院海事科学部研究科
2113	高温平面上で浮遊する液滴を応用した革新的製塩プロセスの開発	増田 勇人	大阪市立大学大学院工学研究科機械物理系専攻
2114	CO ₂ ファインバブルと超音波の併用による製塩脱 K 苦汁からの炭酸塩ナノ粒子の製造と蛍光体への転換	松本 真和	日本大学生産工学部基礎科学系
2115	伝熱面への固相付着を抑制する回転円筒式製塩技術	丸岡 伸洋	東北大学多元物質科学研究所
2116	食塩ナノ結晶への不純物原子イオンの取り込み易さに関する研究	美齊津 文典	東北大学大学院理学研究科化学専攻
2117	高度好塩菌による塩類集積土壌からの除塩	八波 利恵	東京工業大学生命理工学院
2118	海水中およびその塩分含有溶液中ファインバブルの安定性に関する研究	Alcantara Avila Jesus Rafael	京都大学大学院工学研究科化学工学専攻
2119	にがりからの高性能ホウ素含有難燃性粉体の合成プロセスの構築	和嶋 隆昌	千葉大学大学院工学研究院

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
一般公募助成研究(医学分野)			
2120	腎尿細管細胞の浸透圧応答転写因子 NFAT5 の欠損による食塩感受性高血圧の発症機序の検討	泉 裕一郎	熊本大学病院地域医療連携ネットワーク実践学寄附講座
2121	幸せの形成・破綻に関わる脳内カルシウム活動をとらえる	稲生 大輔	大阪大学大学院医学系研究科統合薬理学(金沢大学より異動)
2122	体液シフトにおけるバゾプレッシンを主軸としたナトリウム・水バランス維持機構の解明～新たな遺伝子改変ラットを用いた検討～	上田 陽一	産業医科大学医学部第1生理学
2123	食品成分の抗アレルギー作用におけるカリウムチャネルの関与と治療への応用	風間 逸郎	宮城大学看護学群/大学院看護学研究科
2124	肥満糖尿病病態での副腎における代謝変化とステロイドホルモン合成亢進が食塩感受性に影響する機序の解明	亀田 啓	北海道大学病院内科II
2125	食塩負荷が高血圧ラットにおける圧利尿と腎交感神経性抗利尿のバランスに及ぼす影響の定量解析	川田 徹	国立循環器病研究センター循環動態制御部
2126	慢性腎不全や糖尿病状態では、高濃度塩味刺激に対する忌避行動の減弱が塩分過剰摂取を助長する。	草場 哲郎	京都府立医科大学腎臓内科
2127	脳内マグネシウムレベルに着目した慢性腎臓病による認知機能障害誘発機構の解明と治療法開発	小菅 康弘	日本大学薬学部薬理学研究室
2128	透析患者における血清ナトリウム濃度と骨代謝、骨折リスクとの関連性	駒場 大峰	東海大学医学部内科学系腎・代謝内科学
2129	食塩摂取による TRPA1 活性化と腸管蠕動運動の促進	柴崎 貢志	長崎県立大学大学院人間健康科学研究科細胞生化学講座
2130	ミネラル栄養連関抗老化調節—マグネシウムが関与する新規メカニズムを解明—	瀬川 博子	徳島大学大学院医歯薬学研究部応用栄養学分野
2131	WNK シグナルを介した塩分負荷によるマクロファージからのサイトカイン分泌制御機構の解明	蘇原 映誠	東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科腎臓内科学
2132	食塩過剰摂取によるインスリン分泌不全発症機構の解明とその治療法の開発	高木 博史	名古屋大学医学部付属病院糖尿病・内分泌内科
2133	単一ネフロンあたりの塩分排泄量の推算と腎臓病診療への臨床応用	坪井 伸夫	東京慈恵会医科大学腎臓・高血圧内科
2134	食塩感受性高血圧における血管平滑筋細胞トランスフェリン受容体1の関与	内藤 由朗	兵庫医科大学循環器・腎透析内科学
2135	K ⁺ チャネル制御因子 NCS-1(細胞内 Ca ²⁺ センサー)による新規痛み調節機構の解明	西谷 友重	和歌山県立医科大学医学部薬理学講座
2136	塩味感覚を支える味蕾細胞の網羅的な同定と操作技術の開発	野村 憲吾	京都府立医科大学大学院医学研究科細胞生理学

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
2137	神経回路制御と計算論から食塩嗜好性の脳内基盤を探る	疋田 貴俊	大阪大学蛋白質研究所
2138	脳特異的 K^+ -Cl ⁻ 共輸送体 KCC2 の持続的脱リン酸化モデルを用いたリン酸化の生理的意義の解明	福田 敦夫	浜松医科大学医学部 医学科神経生理学講座
2139	マグネシウム輸送体を介した腎臓からの血圧日周変動制御の機構解明	船戸 洋佑	大阪大学微生物病研究所
2140	塩素イオンバランスの破綻によって発症する神経障害性疼痛の新規経路の同定とその分子メカニズムに基づく疼痛制御	宮地 孝明	岡山大学自然生命科学研究支援センター ゲノム・プロテオーム解析部門
2141	細胞内マグネシウムイオン恒常性に着目した細胞老化の制御	山中 龍	山陽小野田市立山口 東京理科大学薬学部 薬学科
2142	マグネシウムがもたらす健康長寿の細胞生物学的機序の解明	山本 毅士	大阪大学大学院医学 系研究科腎臓内科学
一般公募研究(食品科学分野)			
2143	塩摂取量に影響する一塩基多型の探索	五十嵐 麻希	東京大学大学院農学生命科学研究科応用 生命化学専攻健康栄養機能学
2144	塩添加溶液中の水和構造の把握に関する分光学的基礎研究	石川 大太郎	福島大学農学群食農 学類
2145	海水を利用した塩水栽培による高マンナン&高ビタミン C 含有トマト栽培技術開発	岩井 宏暁	筑波大学生命環境系
2146	塩味とうま味の相乗作用を司る脳内報酬系メカニズム	小澤 貴明	大阪大学蛋白質研究所
2147	味覚嗜好の調節に関与する、イオン感知神経の塩応答と細胞外塩化物イオン濃度の制御機構の解明	國友 博文	東京大学大学院理学 系研究科生物科学専攻
2148	塩ストレスによる紅藻類の食味改善物質の同定と機構に関する研究	熊谷 祐也	北海道大学大学院水 産科学研究院
2149	食品保存科への応用を目指した海洋細菌由来抗菌物質の探索	小谷 真也	静岡大学大学院農学 領域
2150	環境ストレスによる伝統薬用植物サボテン類の健康機能性向上	橋口 晶子	筑波大学医学医療系
2151	塩味の嗜好性を制御する脳神経基盤の解明	吉田 悠太	茨城大学農学部食生 命科学科
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			
21A1	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
21A2	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

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
21A3	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
21A4	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
21A5	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	群馬工業高等専門学校物質工学科
21A6	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
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			
21D1	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
21D2	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
21D3	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
21D4	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
21D5	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