

第28回助成研究発表会における発表概要

平成 27 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 28 回助成研究発表会」が平成 28 年 7 月 26 日 (火) 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、出損団体、賛助会員、食品関連企業などから、約 200 名が参加し、3 会場で合計 69 件の演題が発表された。

発表の内訳は、理工学分野一般公募研究が 26 件、食品科学分野一般公募研究が 12 件、医学分野の一般公募研究が 31 件で、それぞれの発表について活発な討論がなされた。



会場入口



財団広瀬専務理事による開会挨拶



発表会場風景



質疑応答の様様



塩事業センター「日本の塩・世界の塩」のスライド上映(昼休み)

発表会に引き続き、同ホテルにおいて交流会が開催され、約 140 名が参加した。当財団の墳崎理事長挨拶の後、尾上研究顧問(千葉工業大学教授)による乾杯のご発声で開会し、助成研究者をはじめとした各分野の研究者と塩産業に関わる各方面の方々の交流がはかられ、盛会の内に終了した。



墳崎理事長挨拶(交流会)



尾上研究顧問による乾杯(交流会)



交流会の様様

以下に発表の概要を紹介する。なお、研究内容の詳細は平成 29 年 3 月に発行される「平成 27 年度助成研究報告集」に掲載される。

- ・ 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。
- ・ 各概要末尾の()内数字は助成番号であり、助成研究課題名は記事末尾の「第 28 回助成研究発表会発表一覧」に掲載されている。
- ・ 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。

1. 理工学分野

理工学分野では一般公募研究 26 件の発表が行われた。内訳は、晶析関係が 5 件、吸着・分離関係が 4 件、膜関係が 4 件、腐食関係が 3 件、造水関係が 2 件、分析関係が 2 件、その他が 6 件であった。

(1) 晶析

- 徳島大学の外輪は、マイクロリアクタの 1 種である深溝型マイクロ流路を用いて食塩の貧溶媒晶析実験を行った。まず深溝型マイクロ流路の混合性能をシミュレーションや実験によって評価し、条件の最

適化を行った。貧溶媒実験を行ったところ、ビーカーを用いた場合に比べて平均径、変動係数をともに小さくできることを示している。深溝型マイクロ流路は高流量での処理が可能であるため、本技術は工業的にも利用しやすいと言える。(1512)

- マグネシウム回収プロセスを構築するための基礎データを得るために、東京農工大学の滝山は、濃縮海水と苦汁を原料とした場合の水酸化マグネシウム(MH)を、回収率と結晶化度の観点から比較した。結果、苦汁を原料とした場合、低温条件ではMHの回収が困難であったが、濃縮海水を原料とした場合に、高回収率である程度の結晶化度を持ったMHを得ることが可能であるといった基礎データを示せた。(1513)
- 横浜国立大学の中村は、水酸化カルシウム水溶液と炭酸ガスとの中和反応において、ゼータ電位が結晶表面への Ca^{2+} の吸着状態を反映し、液中のイオン組成の変化に応じてダイナミックに変化すること、また、高分子電解質PAAを添加した場合は、PAA吸着状態を反映して変化すること示した。ゼータ電位のモニタリングにより、結晶表面のイオンの吸着状態に基づく結晶成長の理解や結晶生成場の制御が可能であることが示された。(1515)
- 日本大学の松本らは、海水溶存 $\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ の回収・高品位化法の確立を目指し、模擬濃縮海水への CO_2 微細気泡の導入による CaCO_3 の製造と CaCO_3 からHAPへの転換について検討した。その結果、気泡の微細化により CaCO_3 の生成効率が增大すること、 CaCO_3 懸濁液を温度が333 K、pHが7.0でリン酸・水酸化処理することでHAPに転換できる知見を得た。さらに、製塩企業より提供を受けた脱K苦汁に CO_2 気泡を導入すればドロマイトが生成し、気泡の微細化によりドロマイトの収量およびMg/Ca比が増加することを確認した。(1523)
- 晶析装置内の核発生現象と関連して、横浜国立大学の三角らは、カリミョウバンを対象に攪拌羽根への結晶粒子の衝突に起因する摩耗微結晶の生成量と母結晶の摩滅量を実測した。その結果、攪拌の進行にともない母結晶の摩滅比率が1%になると、微結晶生成速度は1/100まで急減すること、ならびに装置サイズを10 cmから2倍に大きくすると、同翼回転数、同摩滅比率において、微結晶生成速度は8~20倍に大きくなることを明らかにした。(1525)

(2) 吸着・分離

- 日本大学の岡田は、海水中に溶存する有価金属イオンの獲得技術の開発に向けて、金属と有機分子からなる多孔性材料、金属—有機骨格体(MOF)の利用を検討した。比較的高い耐水性を有するMIL-53(Al)を用いて検討を行ったところ、 Li^+ に対する選択的な捕捉能が確認された。また、捕捉イオンは温水での処理により容易に脱離が可能であり、MOFの Li^+ 濃縮材料として適用できることが明らかとなった。(1502)
- 高機能アミノカルボン酸型キレート樹脂の開発を進めている富山大学の加賀谷は、分子量の大きなポリエチレンイミンを導入し、そのアミノ基をカルボキシメチル化した樹脂を調製してそれらの元素捕捉特性について流れ式操作にて検討した。その結果、分子量10,000のポリエチレンイミンを導入したもの

が、高流量下でも多くの元素を定量的に捕捉できることを見出し、塩製品中の微量元素の分離に有用であることも明らかにした。(1503)

●多孔質炭素電極を用いた多成分電解質水溶液からのイオンの選択的吸着について検討することを目的に産業技術総合研究所の清原らは、前回の助成で活性炭素繊維を電極に用いた電気化学的吸着によってイオンの選択的吸着がなされる可能性を見出した。引き続き、電解質水溶液のイオン濃度をより精密に調整するために、電気化学セルの洗浄方法を検討した結果、外部からのイオンの混入を高い精度で防げることが示唆された。(1507)

●海水・かん水から選択的にリチウムを回収する方法を検討している信州大学の林らは、リチウムイオンふるい材を探索した。その結果、 MnO を用い、 $1 \text{ mol}\%$ 溶質濃度、 $1,000^\circ\text{C}$ の条件でフラックス育成すると、準安定な LiMnO_2 が単一相で得られることが分かった。それにより、焼成・酸処理して得られる多孔性 $\text{H}_{1.6}\text{Mn}_{1.6}\text{O}_4$ 結晶は高い化学的安定性と選択リチウム吸着特性を併せもつ材料であることが示唆された。(1520)

(3) 膜

●神戸大学の垣花らは、イオン交換膜 (IEM) として主鎖に機械的強度の優れたポリスルホン (PSF)、側鎖に交換基を持つ p-スチレンスルホン酸エチルエステル (Etss) を有するグラフトポリマーを原子移動ラジカル重合 (ATRP) により合成し、中空型 IEM 開発の前段階として、このグラフトポリマーから作製した膜を加水分解することにより平膜型陽イオン交換膜 (CEM) を作製した。この CEM のイオン交換容量、膜含水率、機械的強度、膜抵抗、動的輸率と膜構造との関係を検討した。イオンの輸送の指標となる膜抵抗、動的輸率を測定し、陽イオン交換膜としての特性評価を行った結果、低膜抵抗、高輸率の膜が作製可能となった。このグラフトポリマー溶液は湿式紡糸により中空糸状の膜を作製できることが予測されるため、今後、低膜抵抗、高輸率を有する中空糸型陽イオン交換膜の開発が期待できる。(1504)

●膜性能の変化の原因に関する知見を得るため、山口大学の鈴木は長期間の使用に伴う逆浸透膜の物理化学構造の変化および膜性能の評価を行った。その結果、膜性能 (透過流束, 溶質除去率, フェウリングのしやすさ) は長期間の使用に伴い低下し、その要因は PVA コーティングの剥離および臭素化に伴うポリアミド活性層の親水性の低下および孔径の拡大であることを明らかにした。(1510)

●名古屋工業大学の南雲は、分子動力学法によるマイクロ相互作用の理論計算が、逆浸透膜の表面物性を評価する際に有効であることを前 2 回の助成で明らかにした。今回は、汎用的なポリマー膜素材や温度応答性ゲルを対象に、素材近傍における水和構造と素材間の会合状態が表面物性に与える影響を分子レベルで検証した。その結果、両者が素材表面の親疎水性と密接に相関することを示唆した。(1516)

●山口大学の比嘉らは、種々の支持体膜上に押し出し法によりストライプ状の正、負荷電構造を形成することでモザイク荷電 (CM) 膜に使用する支持多孔層構造の最適化を行った。作製した膜は市販イオン交換膜以上の機械的強度を有し、マイクロ相分離構造を有する Desalton® と比較して、約 13 倍の電解質

選択透過性が得られた。これよりさらなる薄膜化や荷電構造の最適化を行うことで、かん水の脱塩に適用可能な CM 膜の作製が期待できる。(1521)

(4) 腐食

●北海道大学の安住らは、コンクリート内鉄筋の腐食モニタリング手法を確立するため、コンクリート内部環境モニタリング、コンクリート埋設マルチ電極モニタリング、レジストメトリーの不均一腐食評価対応についてそれぞれ計測法を考案し、セメントブロック試験体に各種センサーや鉄電極を埋め込んで計測を行った。その結果、セメントブロック内部の O_2 、 CO_2 、相対湿度の状況や、水の浸透に対応した電導度分布の時間変化などが把握できた。(1501)

●製塩プラントにおける耐食性に優れた樹脂ライニング技術の開発を目的にあいち産業科学技術総合センターの小林らは、大気圧プラズマ処理効果の検証を行った。その結果、投射材としてアルミナを用いたエアースラスト処理と大気圧プラズマ処理の組み合わせによって、金属材料表面の濡れ性改善が可能であり、微細なアルミナが金属材料表面に残留することで、大気圧プラズマ処理の官能基吸着効率が向上することが示唆された。(1508)

●北海道大学の坂入らは、鋼の腐食挙動に及ぼす金属カチオンの影響を浸漬試験と表面分析により調査した。溶液には、塩化物イオン濃度を 1 mol m^{-3} になるように調整した $NaCl$ 、 $MgCl_2$ 、 $ZnCl_2$ と $AlCl_3$ を用いた。溶液中に存在する微量の金属カチオンの種類により腐食速度と腐食形態に差が生じることを明らかにし、金属カチオンが不働態皮膜に取り込まれることでその保護性を向上することがその理由であることを示した。(1509)

(5) 造水

●九州工業大学の坪田は海水を淡水化する技術として CDI (Capacitive Deionization) の実験方法の検討を行った。CDI は海外では実用化もされているが日本ではほとんど報告されていない。他の海水淡水化技術と比較して低エネルギーで作動するが処理量が少ないため広範囲での実用化に至っていない。新規材料探索を目指して基本的な評価方法を確立し、活性炭材料の違いによる挙動の違いを確認した。(1514)

●琉球大学の野底は、蒸気拡散式の多重効用蒸発濃縮器において、加熱部の下流側に断熱部を設けた、拡散距離を 5 mm の 4 段効用の蒸発器を作製し、海水を濃縮する実験を行った。また、定常一次元理論モデルを用いて、実験と同じ条件における、断熱部を有しない蒸発器の性能を計算した。拡散距離 5 mm の全ての効用段において海水と凝縮水の混合はなく、断熱部を設けたことにより、蒸発倍率と総蒸発速度が 10% 向上した。(1518)

(6) 分析

●蛍光分析法は高感度な分析法で、種々の物質の定量に用いられている。山梨大学の鈴木らは、これを簡便に行うために発光ダイオード (LED) を光源とする小型の蛍光検出器と、小型のポンプを用いる流れ分析システムを開発した。セレン (IV) とホウ素の分析に蛍光検出器を用いたところ、いずれも環境基準値以下まで測定できた。ホウ素については流れ分析も試み、河川水試料の分析に応用できた。

(1511)

- 神戸大学の福士は、前回の助成でキャピラリーゾーン電気泳動法により、塩中 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} を陽イオン、陰イオン別に定量可能であることを明らかにし、引き続き他の成分についても検討を行った。その結果、 K^+ 、 Ca^{2+} についても同様に定量可能であり、 Mg^{2+} が Na^+ から分離検出でき、さらに他の陽イオン同士の分離検出が改善されれば、本法は、塩中の主成分イオンの同時定量法に成り得ることが示唆された。(1522)

(7)その他

- 石巻専修大の角田らは、製塩や造水施設廃水の影響を魚類の生理指標から評価する方法を検討するとともに、微生物叢や魚の生理指標をもとに同施設周辺海域の環境評価と同影響軽減に資する研究を行った。結果、高塩分や高温下では、環境負荷物の影響が大きく出やすく、ストレス状態からの回復にも長い時間を要すること、急激な温度変化は同影響を助長すること等が分かった。上記施設周辺海域では、微生物叢や魚類の生理指標等に差が認められることもあったが、その影響は有意とは言えなかった。今後、廃水の塩分や温度差、環境負荷物等の削減対策に加え、短期間内での環境変動幅(変化速度)にも留意する必要性のあることが示唆された。(1505)
- 極少量医薬品の微粒子化に対して NaCl の有効活用を目的に大阪薬科大学の門田らは難溶性薬物の粉碎を行った。その結果、難溶性薬物であるメフェナム酸については、塩化ナトリウムを添加することで少量の薬物による微粒子化が可能となり、イブプロフェンについては、微粒化した薬物についても NaCl が存在することで凝集を抑制し、溶出性も改善された。(1506)
- 北海道立総合研究機構の野口らは、札幌市内の 26 小学校において積雪および鉄棒付着塩分量調査を行った。その結果、積雪中 Cl^- 濃度では、凍結防止剤の散布がなかった時期の調査(鈴木, 1985)および散布の影響の小さい地域の全道調査結果と比べて、凍結防止剤散布の顕著な影響は確認できなかった。一方、鉄棒の調査では、 Cl^- 濃度が Na^+ に比べて低く、 SO_2 の取り込みにより、 Cl^- が SO_4^{2-} に置き換わり HCl として飛散したと考えられた。(1517)
- NaCl 等の凍結防止剤の使用時、コンクリートのスケーリング現象をソルトスケーリングと呼んでいる。岩手大学の羽原らは、スケーリング劣化現象を解明するため、研究室で開発した小片試験方法を用い、ソルトスケーリングに及ぼす冷却最低温度(0~ -40°C)及び凍結防止剤の濃度の影響(0.01-10%)を把握した。モルタルの配合の影響を把握するため、砂セメント比(S/C=0-3)及び水セメント比(W/C=0.25-0.7)をかえてソルトスケーリングを評価検討した。(1519)
- 食塩の吸湿過程の理解を目指している東北大学の美齊津らは、前回の助成でナノ結晶 $\text{Na}_n\text{F}_{n-1}^+$ の構造をイオン移動度質量分析法と理論計算で明らかにした。引き続き $\text{Na}_n\text{X}_{n-1}^+$ 、 $\text{Na}_{n-1}\text{X}_n^-$ (X=F, I)の構造を決定し、多くのサイズで岩塩型構造をとるが、 $n=7$ と10では特異な cage 構造をとることを示した。また $\text{Na}_{n-1}\text{I}_n^-$ では他の系とは異なる歪んだ構造をとることを確認した。(1524)
- 茨城工業高等専門学校の若松らは、平成 24 年度助成で、塩の添加でリゾチーム蛋白質が結晶化す

る溶液では、密な構造の蛋白質凝集体が形成されることを明らかにした。引き続き、新たに開発した蛋白質凝集・結晶化分析装置を用いて、イオン種の異なる塩によるリゾチームの凝集・結晶化作用を調べた結果、イオン種によって蛋白質の凝集化が異なり、塩の凝集化作用や凝集体の構造と、蛋白質の結晶成長には密接な関係があると推察された。(1526)

2. 食品科学分野

食品科学分野では一般公募研究 12 件の発表が行われた。内訳は、味覚関係が 4 件、食品加工・保存関係が 3 件、その他が 5 件であった。

(1) 味覚

- 日本女子大学の鈴木らは、nArg に対するマウスの味細胞および味蕾由来株細胞の応答性と塩味付加およびイノシン酸 (IMP) 添加によるヒトの嗜好性の変化を調べた。その結果、nArg の塩味応答は NaCl と共通のメカニズムを持つこと、nArg の塩味には、男女差ではなく高濃度で感受性と非感受性の個体が存在すること、また、nArg と IMP の刺激情報は中枢内の別個の経路を介して処理されるという可能性が示唆された。(1564)
- 食塩の官能評価表現では、濃さやしょっぱさの表現が主となっている。そこで岡山商科大学の西は、自然塩の官能評価の表現は、どのようなものがあるのかについてアンケート、官能評価を行った。その結果、からい、しょっぱいの単一的表現のほか、微量成分による微妙な言語表現があることが推察された。また言語データより、直接的表現や間接的表現、イメージそのものに関する表現が観られ、さらに表現の順序関係や相互関係が推察された。(1565)
- 海塩と焼成塩の味の差に関する科学的要因を解析することを目的に、あいち産業科学技術総合センターの半谷らは、原料海塩、原料海塩から製造した焼成塩について、シンクロトン光を用いた粉末 X 線回折、味覚センサーによる解析を行った。その結果、焼成により原料海塩に含まれる微量成分に変化が生じること、味覚センサー測定結果を主成分分析した場合にプロット座標が移動し、焼成に伴い味の変化が生じていることが推察された。(1566)
- 東京大学の吉村らは、NMR を利用して Na^+ や Cl^- の活量を測定することで、塩味を制御する食品中の成分の分析を行うことを試みた。官能試験を行った結果、醤油に塩味を制御する成分を含んでいることが示唆された。醤油の ^{23}Na -NMR では、溶液の粘性によるシグナルの広がり観測された。その一方で、 ^{35}Cl -NMR の広がり方は粘性による影響と比較して大きく、醤油の塩味抑制は Cl^- の活量を低下させることで起こっている可能性が示唆された。(1567)

(2) 食品加工・保存

- 秋田県立大学の石川は、にがり成分を含んだ塩を用いてダイコンの浅漬加工を行い、食感を損なわずに減塩が可能かを検討した。浅漬加工段階毎の分析結果から、にがり成分含有塩は通常の食塩よりも野菜の脱水率が高く、ペクチン組成も塩蔵後早い段階から変化していることを確認した。官能評価においても、塩味はまるやかであるが、歯ごたえがあり漬かり具合が良いと評価され、にがり成分含有塩は浅漬の漬け上がりを早める効果を持つことが示唆された。(1559)

- カビの細胞壁分解酵素による高・中濃度の食塩を含有する食品中におけるカビの生育抑制効果を検討するため、立命館大学の若山らは *Bacillus* 属細菌および *Streptomyces* 属放線菌由来の α -1,3-グルカナーゼならびにキチナーゼを用いて実験を行った。その結果、被験菌の生育特性上の違いや被験食品中の塩分濃度や含有成分の違い等が、酵素によるカビの生育抑制効果に大きく影響することが示唆された。(1568)

- 昆布と鰹節から調製される出汁の旨味および香り成分に及ぼす水の硬度の影響について検討するため、近畿大学の渡邊は硬度の異なる 8 種の水を用いて昆布および鰹出汁を調製し、それらの pH、濁度、色調、旨味成分量、アミノ酸組成および香り成分を測定した。その結果、濁度・色調といった外観や pH のような化学的性質は水の硬度の影響を強く受け、さらに旨味および香り成分量も硬度により若干の相違が生じることが明らかとなった。(1569)

- (3)その他

- 東京大学の朝倉は、塩ストレス下で成熟したトマト果実中の機能性成分としての可能性を探るため、マイクロトムを開花後から完熟まで塩ストレス条件下で栽培し、miRNA を抽出した。GeneChip miRNA array に供した結果、発現が 2 倍以上変動し、ヒト miRNA と交差したものが 4 種存在した。これら miRNA の予測標的遺伝子を IPA にて解析した結果、28 のパスウェイが抽出された。一方、トマト miRNA では、sly-miR395 が塩ストレス条件下で 10 分の 1 に、sly-miR399 も 3 分の 1 に減少し、塩ストレス下での遺伝子発現制御に重要な役割を果たしている可能性が示唆された。(1558)

- 宮城大学の金内は、発芽させた大豆の機能性物質の生成について検討した。塩化ナトリウム水溶液で発芽させることで、遊離アミノ酸やペプチドは上昇し、遊離グルタミン酸が 1.5 倍まで上昇した。また、リラックス効果のある GABA (γ アミノ酪酸) は、発芽後、3~40 倍まで増加した。また、血圧上昇抑制効果を示す ACE (アンジオテンシン変換酵素) 阻害活性は、発芽後 12 倍以上増加し、発芽させることで機能性や栄養成分を改良することが明らかとなった。(1563)

- 埼玉医科大学の石原らは、食塩感受性高血圧症モデルラット (DIS/Eis) に対し、それぞれ 0.3%、4.0%、8.0% 食塩添加飼料を与えた結果、4.0%、8.0% 食塩添加群の DIS/Eis において 0.3% 食塩添加群の DIS/Eis より有意な血圧上昇を観察した。この血圧上昇に対し、フィコシアニンは降圧作用を示さなかった。血圧上昇における DIS/Eis の血漿でのキャピラリー電気泳動-飛行時間型質量分析 (CE-TOFMS) による網羅的代謝産物の分析結果、尿素回路、脂質代謝、及びそれらの関連アミノ酸代謝に関与する 11 種類の代謝産物の有意な変動が観察された。(1560)

- 極端な低塩分食は摂食量を減少させる。低塩分食は味が薄く、好ましいものではない。このような味覚嗜好性は咀嚼運動にも影響を及ぼす。大阪大学の乾らは、発育・成長期の低塩飼料の摂取が、咀嚼運動の影響を受けるとされる下顎骨の形成に与える影響についてラットを用いて調べた。その結果、低塩飼料の摂取により下顎骨の一部の下顎頭の形成に変化がみられ、顎骨形成には適切な塩分を含む飼料の摂取が重要であることが示唆された。(1561)

- 千葉科学大学の岡本は、塩分過剰摂取時の免疫機能変動について、Treg 細胞と Th17 細胞の分化過

程やその機能に及ぼす影響、さらに代表的な自己免疫疾患である関節リウマチの病態に及ぼす影響について検討した。塩分過剰摂取条件下で飼育した健常マウスに関節リウマチ発症を誘導した。塩分過剰摂取群は、対照群に比較し、関節炎症状が悪化した。この時、制御性 T 細胞数、機能に大きな影響はなかった。一方、塩分過剰摂取群の炎症起因性 Th17 細胞頻度、IL-17 産生能は、対照群に比較し増加した。従って、塩分過剰摂取は、関節炎モデルマウスの病態を悪化させることがわかった。また、その要因に Th17 細胞の関与が示唆された。(1562)

3. 医学分野

医学分野では一般公募研究 31 件の発表が行われた。内訳は、食塩感受性高血圧関係が 8 件、ミネラル代謝・恒常性関係が 5 件、カチオンチャンネル機能関係が 5 件、塩受容機構関係が 2 件、その他が 11 件であった。

(1) 食塩感受性高血圧

- 浜松医科大学の大橋らは、食塩負荷および日中と夜間の食塩感受性の血圧、腎臓内 RAS、腎臓障害への関与を日内変動から明らかにするため、IgA 腎症患者の塩分 10g/日食と 6g/日食の昼間と夜間の蓄尿から、食塩感受性指数、尿中 AGT・蛋白・アルブミン排泄と血圧の日内変動を検討した。その結果、塩分負荷は腎臓内 RAS 活性を生じ、血圧の上昇や尿中アルブミン・蛋白排泄に関係しており、食塩感受性指数は、腎臓障害を反映する可能性があることが示唆された。(1530)
- 慢性腎臓病 (CKD) の新しい治療法の開発を目指し、酵素の 1 種であるセリンプロテアーゼと腎臓害について研究している熊本大学の柿添らは、塩分摂取により血圧が上昇する食塩感受性高血圧による腎臓害にセリンプロテアーゼが関与しており、酵素阻害薬が腎臓害を軽減することを見出した。日本人は塩分摂取が多いため、酵素阻害薬が高血圧を伴う CKD の新しい治療法となる可能性が示唆された。(1532)
- 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、腎組織アセチルコリン含量を増加させ、腎臓害を低減させる可能性あることが示唆された。(1539)
- 鉄は生体にとって必須の微量元素である。しかし、慢性的な鉄過剰状態は酸化ストレス、動脈硬化の原因となる。兵庫医科大学の内藤らは、食塩感受性高血圧の病態形成における鉄の関与、特に高血圧性障害臓器におけ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) の関与を明らかにした。(1544)
- 順天堂大学の長瀬は、マクロファージ特異的鋳質コルチコイド受容体 (MR) KO マウスを用いて片腎摘 / 食塩 / アルドステロンモデルを作製し、その食塩誘発性高血圧、腎臓害にマクロファージ MR が果たす役割を検証した。収縮期血圧、尿中アルブミン排泄は対照群と差がなかったが、腎線維化マーカー (Collagen I, III, Fibronectin) は KO 群で高値を示し、マクロファージ MR の欠損は線維化を増悪させることが示された。(1545)

- 九州大学の廣岡らは、心臓交感神経求心路刺激を介した反射経路と食塩感受性に着目し、その役割を検討した。その結果、この刺激は脳内視床下部の炎症性サイトカインを介して上皮型 Na チャネル活性化を生じること、食塩負荷で増強することを明らかにした。また、圧負荷心肥大におけるその刺激を受ける心臓の受容体 (TRPV1) の重要性を示した。(1551)
- 大阪大学の船戸らは、前回の助成で Mg^{2+} トランスポーター MagEx2 がマグネシウム再吸収と血圧調節に関わっていることを示しており、引き続き MagEx ファミリーの遺伝子欠損マウスの解析を行った。その結果、腸でのマグネシウム吸収に関わる MagEx4 の遺伝子欠損マウスでは MagEx2 欠損マウスとは逆に血圧が高くなっており、腎臓におけるマグネシウム再吸収が血圧調節に重要であると示唆された。(1552)
- 東京女子医科大学の谷田部らは、食塩摂取による腸管内アミノ酸代謝の違いが体液量調節に及ぼす影響に関する研究を行った。過剰な食塩摂取によりヒトでは尿中アミノ酸排泄が増え、血漿中アミノ酸濃度は低下するが、ラットでは食塩摂取により血漿中リジン濃度が上昇した。高血圧ラットでは血圧正常ラットに比して糞便中リジン濃度が低く、食塩摂取に対する血漿中リジン濃度の上昇が小さい。腸管内でのリジン代謝と吸収の研究を推進することで、食塩摂取の有害作用を小さくするサプリメントや腸内細菌叢の調節法を開発できる可能性がある。(1557)

(2) ミネラル代謝・恒常性

- 京都大学の伊村は、副甲状腺細胞においてカルシウム受容体を大量に含む小胞が存在することに着目し、その構成成分である Tspan8 をマウスでノックアウトした。Tspan8 は主に腸管、尿細管、副甲状腺に発現しているが、いずれの部位でも細胞内小胞が膨大化していた。個体の尿量と一日当たり Ca 排泄量が増加し、骨塩量が減少した。Tspan8 は細胞内の感知ないし輸送小胞の構成を維持するために必要な分子であり、その欠損によりミネラル代謝に異常を来し、とくに Ca 維持に障害が出ると考えられた。(1528)
- 東京工業大学の加藤は、海水魚が尿中に Mg^{2+} を活発に分泌し約 150 mM にまで濃縮して排出する事に着目し、海水魚腎臓に発現する排出型 Mg^{2+} 輸送体として Slc41a1 と Cnmm3 を同定した。ヒトと魚類の Slc41、Cnmm ファミリーの Mg^{2+} 輸送活性を明らかにするため、イオン選択性微小電極法、二電極電位固定法、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) による解析手法を構築することに成功した。現在解析を進めている。(1534)
- 近年、ミネラルトランスポーターやチャネルが各種ミネラルの相互作用と密接に関与することが示唆されている。京都大学の神戸は、マグネシウム輸送チャネル TRPM6 が、小器官局在型亜鉛トランスポーターが発信する亜鉛シグナルに及ぼす影響について解析を実施した。さらに、亜鉛トランスポーター ZnT10 が亜鉛とマンガンをどのように識別するかについて様々な変異体を用いて解析し、ZnT10 のミネラル認識機構について検討した。(1535)
- 骨からのカルシウム放出は体内のカルシウム恒常性に機能する。Osteoprotegerin (OPG) は破骨細胞

の活性を制御することでカルシウム代謝に関与する。北海道大学の木村らは、腸内分泌細胞における OPG の発現制御機構の解析を行った。虚血再還流モデルマウスとエストロゲン投与マウスにおいて血中 OPG 濃度と腸上皮 OPG 発現量に相関が認められたことから、腸内分泌細胞が体内の OPG 量の変動に寄与すると考えられた。(1536)

- 脳室周囲器官のグリア細胞において塩分摂取行動の制御に関わっているナトリウムセンサー分子 Nax について、基礎生物学研究所の檜山らは、新たに扁桃体や大脳皮質における発現を調べた。その結果、弱いながらもニューロンに発現しており、C 末端の PSD95/Disc-large/ZO-1 (PDZ) 結合モチーフを介して PSD95 と結合していることを明らかにした。PSD95 は細胞膜での発現安定化に寄与していた。(1550)

(3) カチオンチャネル機能

- マグネシウム代謝異常と高血圧との関連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ドイン-16 マグネシウムチャネルの細胞内分布の調節に関与する新たなタンパク質を探索した。その結果、PDZRN3 が脱リン酸化型クロードイン-16 に結合し、クロードイン-16 をタイトジャンクションから細胞質へ移行させることを解明した。PDZRN3 の機能を阻害することにより、マグネシウム欠乏に起因する高血圧の改善につながると推察された。(1527)
- 京都薬科大学の大矢らは、T リンパ球に機能発現する two-pore 型 K^+ チャネル $K_{2p5.1}$ に着目し、以下のことを明らかにした。
 - ① 炎症性腸疾患 (IBD) モデルにおいて、 $K_{2p5.1}$ 阻害により炎症サイトカイン発現が抑制されるため、IBD の薬物治療標的として $K_{2p5.1}$ が有用である。
 - ② Pre-mRNA スプライシング阻害剤により $K_{2p5.1}$ 機能不全体転写が促進され、 $K_{2p5.1}$ 活性が抑制される。(1531)
- 自然科学研究機構の西田らは、末梢循環における血管平滑筋細胞 TRPC6 チャネルの役割を、遺伝子改変マウスを用いて解析した。血管平滑筋細胞 TRPC6 チャネルは下肢虚血後の腓腹筋組織において発現増加し、チャネル活性を増大することで、側副血行路の発達に必要な平滑筋細胞の筋分化を負に制御することを見出した。TRPC6 活性阻害が内皮非依存的に末梢循環障害を改善したことから、TRPC6 が末梢循環障害の新たな創薬標的となることが示唆された。(1546)
- 国立循環器病研究センターの西谷らは、乳幼児突然死の心臓サンプルから未同定の Na^+ チャネル変異を同定した。これらチャネル機能に異常が認められるか、そのメカニズムは何かについて発現系で解析を行った。その結果、変異体で電流密度の顕著な低下が認められた。チャネルのゲイティングに異常は無かったが、形質膜への移行阻害が認められた。以上の結果より、この Na^+ チャネル変異により心臓突然死が生じた可能性が示唆された。(1547)
- 名古屋市立大学の西塚は、成熟脂肪細胞におけるカルシウム活性型カリウムチャネル KCNMA1 の役割を明らかにするために、発現抑制系ならびに阻害剤を用いた検討を行った。その結果、KCNMA1 が成熟脂肪細胞におけるインスリンシグナル制御を担っており、KCNMA1 の発現低下が成熟脂肪細

胞におけるインスリン抵抗性惹起につながる可能性が示唆された。(1548)

(4) 塩受容機構

●理化学研究所の小出は、環境中の「塩」を検出する嗅覚神経回路メカニズムを明らかにするため、ゼブラフィッシュをモデルに解析を行った。遺伝学的カルシウムセンサーGCaMP を嗅細胞に発現するトランスジェニック系統を用いて、「塩」に強く応答する嗅球の糸球体を同定した。この糸球体の機能を解析することにより、ゼブラフィッシュの「塩」受容の嗅覚神経回路メカニズムの全貌が明らかになることが期待される。(1537)

●舌で塩味を感じ、脳へと伝えるメカニズムの解明は、我が国でも深刻な問題となっている高血圧予防への応用など喫緊の課題である。しかしながら、舌から脳への塩味神経伝達の仕組みは不明である。京都府立医科大学の樽野らは、味覚神経伝達に必須の分子 CALHM1 と相互作用する新しい分子 CALHM3 を同定し、CALHM1/CALHM3 タンパク質複合体により塩味の神経伝達が担われている可能性を明らかにした。(1542)

(5) その他

●武庫川女子大学の籠田らは、助成研究 1231 で、妊娠期および授乳期に食塩を過剰摂取すると、子の心血管機能が減弱することを見出した。そこで引き続き、摂取時期による影響を検討した。その結果、妊娠期の食塩過剰摂取が心血管機能減弱の要因となることを明らかにした。また、妊娠期のみの摂取では授乳期まで摂取した場合に比べ心臓への影響が一部軽減されたことから、授乳期の食塩制限にも一定の効果が得られることを示唆した。(1533)

●ミトコンドリアは細胞の生と死に関与する重要な小器官である。福岡大学の田頭らは、近年同定されたミトコンドリアに Ca^{2+} を輸送する mitochondrial Ca^{2+} uniporter (MCU)、 Ca^{2+} を排泄するミトコンドリア $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ 交換体 (NCLX) 両者の遺伝子欠損マウスを作成し、心血管病の病態機序におけるミトコンドリア Ca^{2+} 輸送体の役割について検討した結果、ミトコンドリア Ca^{2+} 濃度維持機構の崩壊は、心血管病態の発症・進展に密接に関わっていることを見出した。(1540)

●東京慈恵会医科大学の坂本は、糖尿病状態及び高血圧状態に血圧変動を合併した場合に血糖値及びインスリン抵抗性に与えるかの有無を検討した。その結果、平均血圧が正常域の場合には血圧変動を増大させても血糖値にまで影響を及ぼす程のインスリン抵抗性は生じないが、血圧の平均値が大きく上昇している状態に血圧変動増大が加わると、更なるインスリン抵抗性が惹起されることより、圧受容器反射が低下している高血圧合併 2 型糖尿病患者では血糖コントロールの観点からも血圧を治療する必要があることが示唆された。(1538)

●小胞型ヌクレオチドトランスポーター (VNUT) はプリン作動性化学伝達の必須因子であり、生活習慣病の良い創薬標的になる。岡山大学の宮地らは、この阻害剤を探索した結果、強力な VNUT 特異的阻害剤を同定した。興味深いことに、この阻害剤は VNUT の塩素イオンによる活性化を可逆的に阻害した。この阻害剤は血糖を *in vivo* で制御することができたため、新しい生活習慣病の治療薬になると期待できる。(1554)

- 岡山大学の徳光らは、Ca²⁺シグナル伝達を担う Calmodulin (CaM) の新規標的分子を同定するために、新しく開発したゲノムワイドスクリーニングを用いて、STARS を同定した。Ca²⁺/CaM 複合体は化学量論的に STARS の N 末端に相互作用する。さらに STARS の CaM 結合能欠損変異体は、SRF 依存的な転写活性を高めることから、遺伝子発現調節と細胞内 Ca²⁺濃度上昇を伴う興奮-収縮連関との関連が示唆された。(1543)

- 選択的スプライシングは生物の複雑化に伴って多くなるため、その解明は遺伝病の原因究明や治療法開発の鍵となる。京都大学の増田は、最近、CHERP が mRNA スプライシングを制御する因子である事を見だし、CHERP と相互作用しているタンパク質、CHERP が制御している mRNA について解析を行った。その結果、スプライシングの初期段階に関わるタンパク質を検出した。また選択的スプライシングの制御が複雑に行われている結果を得た。(1553)

- 自治医科大学の高橋は、NLRP3 インフラマソーム活性化機構における細胞内カリウム(K)イオンの関与について検討し、K イオノフォアである Nigericin や Na-K ポンプの阻害剤である Ouabain が、細胞内 K の流出を介して NLRP3 インフラマソーム活性化を誘導することを明らかにした。また、マウスを用いた検討により、Ouabain による NLRP3 インフラマソームの活性化が、心機能障害を誘導する可能性が示された。(1541)

- 聴覚の末梢器官である蝸牛内にあり音を電気信号へと変換する有毛細胞は、蝸牛内リンパ液が持つ電位「内リンパ液高電位」によってその鋭敏性が維持されている。この高電位には、蝸牛側壁の「らせん靱帯」が不可欠であることが指摘されてきたが、その電位成立の詳細は不明であった。今回、新潟大学の任らは、らせん靱帯を構成する線維細胞膜のイオン透過性を数理モデルで予測し、予測で用いた仮定を、実験動物を用いた電気生理実験により実証した。(1549)

- 産業医科大学の上田らは、バゾプレッシン-チャネルロドプシン2(ChR2)-eGFP トランスジェニックラットを作出することによりバゾプレッシンニューロンの神経活動を光操作すること(オプトジェネティクス)を可能とした。今後、このトランスジェニックラットを用いて、バゾプレッシン分泌、飲水行動、塩分嗜好性との相関などを検討することにより新たなナトリウム・水分調節機構の解明に役立てたいと考えている。(1529)

- 京都工芸繊維大学の宮田は、成体マウスの下垂体後葉を用いて、血管系の可塑性がバゾプレッシンとオキシトシンの神経分泌調節に重要な役割を果たしていることを明らかにすることを目的として研究を行い、マウス下垂体後葉の血管外スペースにはペリサイトが存在し、細胞質突起の裏打ちにより血管外スペースの波打ち構造形成に関わることを明らかにした。トレーサーを用いた実験より、血管外スペースが低分子分子の通り道であることも判明した。高浸透圧負荷を与えた場合、ペリサイトの細胞質突起が複雑化するとともに、血管トレーサーの透過性が増加した。以上の結果は、下垂体後葉後葉の血管系は可塑的な性質を持ち、ホルモンの分泌増加時には、ペリサイトの形状変化により血管透過性効率を加速していることが明らかになった。(1555)

-
- リボヌクレアーゼ H (RNase H) は、DNA/RNA ヘテロ 2 本鎖の RNA を分解する。細胞内で DNA に誤って取り込まれた RNA の構成成分であるリボヌクレオチドは本酵素により除去される。京都大学の保川らは、ヒト RNase H2 の活性および安定性に対する塩の効果を解析した。その結果、細胞内で NaCl および KCl は本酵素の活性および安定性を向上させていると推察された。(1556)

第28回助成研究発表会発表一覧

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
一般公募研究(理工学分野)			
1501	融雪剤散布による鉄筋コンクリートの腐食モニタリング手法の確立	安住 和久	北海道大学
1502	海水中有価金属イオンの獲得を指向した熱応答性イオン交換材料の開発	岡田 昌樹	日本大学
1503	ハイスループット元素分離を可能にするキレート樹脂の開発	加賀谷 重浩	富山大学
1504	高いイオン透過性を有する中空糸型イオン交換膜の開発	垣花 百合子	神戸大学
1505	製塩および造水プラント廃水の環境影響評価と同影響軽減に関する研究	角田 出	石巻専修大学
1506	極少量医薬品の微粒子化を指向した NaCl の有効活用法	門田 和紀	大阪薬科大学
1507	多孔質炭素電極によるイオンの選択的吸着	清原 健司	産業技術総合研究所
1508	大気圧プラズマを応用した製塩プラントにおける樹脂ライニング技術の研究	小林 弘明	あいち産業科学技術総合センター
1509	金属カチオン種による不動態皮膜構造と耐食性への影響	坂入 正敏	北海道大学
1510	5年間海水淡水化施設で使用した RO 膜の膜性能および物理化学的構造の評価ー長期間の使用により膜性能が劣化する原因を解明するー	鈴木 祐麻	山口大学
1511	簡易で小型の蛍光検出器の開発とシーケンシャルインジェクション分析法への応用	鈴木 保任	山梨大学
1512	深溝型マイクロリアクタを利用した食塩の貧溶媒晶析	外輪 健一郎	徳島大学
1513	製塩と海水淡水化とを統合したプロセスからマグネシウム資源を高効率に回収するための晶析操作法の開発	滝山 博志	東京農工大学
1514	容量性脱イオン現象による脱塩用高性能炭素電極材料の探索	坪田 敏樹	九州工業大学
1515	界面導電現象を利用した結晶表面の評価法の開発と結晶の核化・成長の制御のための添加物の探索	中村 一穂	横浜国立大学
1516	海水成分のマイクロ挙動に着目した逆浸透膜の分子モデリング	南雲 亮	名古屋工業大学
1517	凍結防止剤の散布量増加に伴う鋼構造物への塩害影響評価	野口 泉	北海道立総合研究機構

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
1518	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
1519	コンクリートのソルトスケーリングのメカニズムの解明に関する研究	羽原 俊祐	岩手大学
1520	食塩を用いるフラックス法を利用したリチウムイオン選択吸着材の開発	林 文隆	信州大学
1521	高塩選択透過性と高耐圧性を有するモザイク荷電膜の開発(Ⅱ):支持多孔層構造の最適化	比嘉 充	山口大学
1522	塩中の主成分イオンの超高感度同時機器分析法の開発	富士 恵一	神戸大学
1523	製塩苦汁からのカルシウム・マグネシウムの回収と高品位化ー炭酸塩・ハイドロキシアパタイトの製造と結晶品質制御ー	松本 真和	日本大学
1524	食塩ナノ結晶の分子吸着・吸湿反応過程の研究	美齊津 文典	東北大学
1525	攪拌型晶析槽における結晶粒子の攪拌羽根への衝突による結晶微粒子の発生量の定量化と予測手法の開発	三角 隆太	横浜国立大学
1526	蛋白質の凝集・結晶化における塩の効果	若松 孝	茨城工業高等専門学校
一般公募助成研究(医学分野)			
1527	細胞間マグネシウムチャンネルの局在異常の分子機構と新たな生理機能の解明	五十里 彰	岐阜薬科大学
1528	カルシウム、リン酸の感知メカニズム～Tspan8 ノックアウトマウスの表現型を解析する～	伊村 明浩	京都大学
1529	バゾプレッシンニューロンの光制御による新たなナトリウム・水分調節解明の試み	上田 陽一	産業医科大学
1530	日中と夜間の別々の食塩感受性指数は、IgA 腎症患者の腎臓内レニン-アンジオテンシン系(RAS)活性、腎臓障害や夜間高血圧の有用な指標となる	大橋 温	浜松医科大学
1531	Tリンパ球における two-pore 型 K ⁺ チャンネル K _{2p} 5.1 の生理的役割とその新規阻害機構の解明	大矢 進	京都薬科大学
1532	食塩感受性高血圧において臓器障害を進展させるセリンプロテアーゼの検索	柿添 豊	熊本大学
1533	母体の食塩過剰摂取は子供の食塩感受性を亢進するーどの時期にどの程度の食塩を摂取すると子の心血管機能に影響を及ぼすかー	籠田 智美	武庫川女子大学
1534	細胞膜と細胞内顆粒に局在する排出型マグネシウム輸送体の活性解析	加藤 明	東京工業大学

助成番号	表題	助成研究者	所属
1535	マグネシウム輸送チャネル TRPM7 を介したマグネシウム代謝と亜鉛代謝のクロストークに関する解析	神戸 大朋	京都大学
1536	RANKL-OPG バランスによるカルシウム代謝制御機構の解明	木村 俊介	北海道大学
1537	“塩の匂い”を受容するゼブラフィッシュ嗅覚神経回路とその生理的意義の解明	小出 哲也	理化学研究所
1538	食塩感受性ラットにおける血圧変動増大による糖代謝への影響	坂本 昌也	東京慈恵会医科大学
1539	ナトリウム依存性腎アセチルコリン分泌機構への介入による食塩感受性高血圧の病態制御の試み	清水 秀二	国立循環器病研究センター
1540	ミトコンドリア Na^+ , Ca^{2+} 制御機構とその異常による心血管病態機序	田頭 秀章	福岡大学
1541	低カリウム誘発性炎症反応における新規自然炎症経路インフラマソームの役割の解明	高橋 将文	自治医科大学
1542	ヘテロメリック CALHM1/CALHM3 チャネルによる塩味の神経伝達	樽野 陽幸	京都府立医科大学
1543	インタラクトーム解析を用いた新しい細胞内 Ca^{2+} シグナル伝達機構の網羅的探索	徳光 浩	岡山大学
1544	食塩感受性高血圧におけるトランスフェリン受容体 1 の役割	内藤 由朗	兵庫医科大学
1545	食塩感受性高血圧の成因と臓器合併症におけるマクロファージ鉍質コルチコイド受容体の役割の解明	長瀬 美樹	順天堂大学
1546	末梢血管形成における壁応力感受性カチオンチャネルの役割解析	西田 基宏	自然科学研究機構
1547	ヒトの心臓突然死の原因となる新たな Na^+ および K^+ イオンチャネル変異の解析	西谷 友重	国立循環器病研究センター
1548	Ca^{2+} 活性化カリウムチャネル KCNMA1 による成熟脂肪細胞のインスリン感受性制御機構の解明とインスリン抵抗性惹起における KCNMA1 の役割の検討	西塚 誠	名古屋市立大学
1549	聴覚に必須な蝸牛らせん靭帯におけるカリウムイオン動態の包括的解析	任 書晃	新潟大学
1550	ナトリウム恒常性に関わる神経機構の解析	檜山 武史	自然科学研究機構
1551	圧負荷による食塩感受性獲得機構における心臓交感神経求心路を介する機序の解明	廣岡 良隆	九州大学
1552	Mg^{2+} トランスポーター MagEx2 による血圧調節機構の解明	船戸 洋佑	大阪大学
1553	カルシウムシグナルによる選択的スプライシング制御機構の解明	増田 誠司	京都大学

助成番号	表題	助成研究者	所属
1554	小胞型ヌクレオチドトランスポーターの特異的阻害剤による血糖制御	宮地 孝明	岡山大学
1555	下垂体後葉の血管可塑性によるバソプレッシン分泌調節機構に関する研究	宮田 清司	京都工芸繊維大学
1556	Rnase H2 のゲノム修復効果に対する塩の影響	保川 清	京都大学
1557	食塩摂取による腸管内アミノ酸代謝の違いが体液量調節に及ぼす影響に関する研究	谷田部 淳一	東京女子医科大学
一般公募研究(食品科学分野)			
1558	塩ストレス条件下で栽培したトマト果実に発現するマイクロRNA の解析	朝倉 富子	東京大学
1559	にがり成分を含んだ食塩を活用することによる減塩達成の可能性調査	石川 匡子	秋田県立大学
1560	食塩感受性高血圧におけるスピルリナの降圧作用機序について	石原 由夏	埼玉医科大学
1561	塩味嗜好性の変化が咀嚼運動および形態に及ぼす影響	乾 千珠子	大阪大学
1562	高塩分摂取あるいは極端な減塩が制御性 T 細胞分化に及ぼす影響に関する研究	岡本 能弘	千葉科学大学
1563	塩ストレス条件下で発芽させた豆類・穀類の高機能性物質生産について	金内 誠	宮城大学
1564	アルギニンの中和によって付加される塩味感受性の性差の起源の解析	鈴木 惠雅	日本女子大学
1565	塩と味覚・嗜好の感性・官能評価における評価尺度と、評価言語データとの一般化因果モデル研究ー塩と味覚・嗜好についての研究ー	西 敏明	岡山商科大学
1566	食塩が焼成されることの味覚への影響	半谷 朗	あいち産業科学技術総合センター
1567	食品中の塩味修飾物質の単離と構造解析	吉村 悦郎	東京大学
1568	カビ細胞壁溶解酵素活性に及ぼす塩類の影響と食塩含有食品の保存への応用	若山 守	立命館大学
1569	塩が和風出汁の旨味および香気成分に及ぼす影響	渡邊 義之	近畿大学