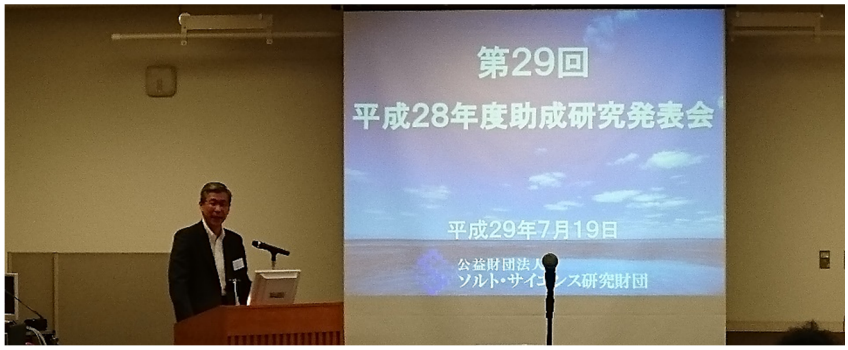
第29回助成研究発表会における発表概要

平成 28 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 29 回助成研究発表会」が平成 29 年 7 月 19 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，食品関連企業などから，約 200 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，理工学分野一般公募研究が 24 件，医学分野一般公募研究が 22 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 9 件であった。各発表について活発な質疑・応答が行われた。

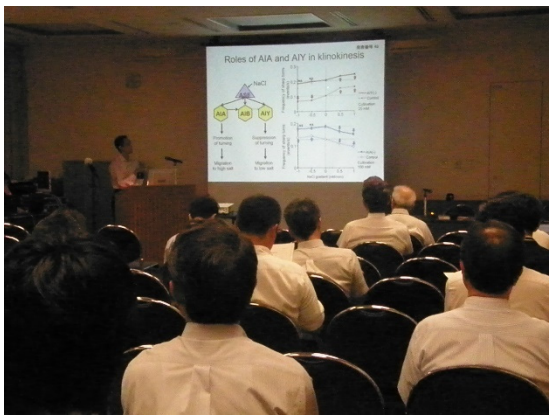
会場入口看板



開会挨拶（齋藤研究部長）

第1会場（理工学分野）

第2会場（食品科学分野ほか）



第3会場（医学分野）

質疑応答の模様

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 150 名が参加した。当財団の墳崎理事長挨拶の後，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

中尾会長による乾杯のご発声

交流会の模様

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 29 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 30 年 3 月に発行予定の「平成 28 年度助成研究報告集」に掲載される。

【理工学分野】

理工学分野では一般公募研究 24 件の発表が行われた。内訳は，膜関係が 6 件，吸着・分離関係が 5 件，晶析関係が 3 件，分析関係が 2 件，造水関係が 2 件，その他が 6 件であった。

(1)膜

●神奈川工科大学の市村は，多孔膜の表面を 2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン（MPC）ポリマーで

修飾した膜を作製しその性能評価を行った。表面修飾には表面開始原子移動ラジカル重合（SI-ATRP）法を利用した。その結果，表面のポリマー層の構造を制御することで，耐汚染性とともに高い透水性と高い溶質阻止性を持たせた次世代の海水処理用分離膜の開発が可能になることが示唆された。（1601）

●神戸大学の垣花らは，モノリシックな中空糸型 IEM を開発するために，親水性かつ結晶性高分子である PVA および高分子電解質を用いてゲル紡糸法により中空糸型 IEM を作製し，それらの基礎特性とイオン輸送特性への影響を検討した。作製した中空糸型 IEM モジュールのドナン透析実験結果は，市販膜 AMX と CMX を用いた結果と比較するとイオン流速は同等かそれ以上の値を示した。今後，熱処理温度の検討により，高いイオン選択性を有する中空糸型 IEM の作製が期待できる。（1604）

●山口大学の鈴木は，水晶振動子マイクロバランス（QCM）を用いてポリアミド活性層の電荷密度を簡易に測定することを目的として研究を行った。R-COO^-の対イオンとして Cs^+を選択し，R-COOH が脱プロトン化して R-COO^- Cs^+になる際の重量変化を QCM で測定することで R-COO^-濃度を求めた。その結果，本研究で得た電荷密度は既存の手法を用いて測定した結果とよい相関が得られた。つまり，本手法を用いれば，市販 RO 膜のポリアミド活性層の電荷密度を容易に測定できることが分かった。（1611）

●山口大学の比嘉らは，膨潤率の同等な正・負荷電膜を積層させ，垂直方向に薄くスライスすることでストライプ状の正・負荷電構造を有するモザイク荷電（CM）膜を作製し，圧透析による脱塩性能評価試験を行った。作製した CM 膜は 0.3 MPa 以上の圧力に耐え得る強度を有しており，圧透析による脱塩性能においては世界最高の性能を有するミクロ相分離構造を有する CM 膜である Desalton®と比較して，水／塩透過流束比を約 2 分の 1 に抑えることができ，水分子よりイオンが少ない低濃度塩溶液において圧透析により淡水化が可能である結果が得られた。そしてその水回収率は 62%となり，Desalton®の値：16%よりも高い値を示した。（1617）

●海水濃縮プロセスのさらなる高効率化を目的に，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，新しい電気透析用イオン交換膜の合成を行った。その結果，精密に制御されたナノスケールの構造に起因して，カチオン・アニオンの伝導性，選択性の向上という電気透析応用に有望なイオン輸送特性が確認され，モデル海水の濃縮試験に展開できる見通しを得た。（1623）

●中央大学の米津は，原子間力顕微鏡（AFM）を用いたナノ吸着力測定法を開発し，逆浸透膜（RO 膜）の塩素劣化メカニズムおよびファウリングの吸着特性を調べた。まず，膜の劣化に伴う分子構造等の化学的変化を赤外分光光度計（FT-IR）および X 線光電分光法（XPS）を用いて調べた。そして，ファウリングを模擬した AFM プローブを自作して AFM 負荷除荷試験からナノ吸着力を評価する方法を構築した。この方法により劣化 RO 膜のメカニズムやファウリング吸着特性を検討した。（1624）

(2) 吸着・分離

●固相抽出剤の形状多様化について研究している富山大学の加賀谷は，微粒子状キレート樹脂と微粒子状ポリエチレンとを混合して加熱焼結することにより円柱形および円板形のキレート樹脂焼結多孔体を調製した。それらの元素捕捉特性について検討し，含有する樹脂の持つ特性が損なわれることなく発現されること，塩製品中の微量元素の分離に適用可能であることを明らかにした。（1603）

●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，前回の助成で電気化学セルの調整法を最適化した。本研究では，さまざまな細孔径分布を持つ炭素材料を電極に，LiCl および CsCl の水溶液を電解質に用いて解析を行った。その結果，イオンの電気化学的吸着の選択性は電極の細孔径分布と相関があることがわかった。（1607）

●山形大学の近藤らは，臭化物イオンに選択性を有する人工アニオンレセプターの構築を目的に，二つの尿素部位をカルバゾールと 1,3-ビスナフチル-1,2,3-トリアゾール基をスペーサーとして連結したレセプターを設計，合成した。この化合物はこれまでのレセプターに比べて，臭化物イオンに対する比較的高い選択性を達成した。（1608）

●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。（1618）

●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を目的として，千葉大学の和嶋は，にがりに塩化第二鉄を添加し Fe 系層状複水酸化物の合成を行った。その結果，にがり中の 2 価の陽イオン（Mg^{2+}+Ca^{2+}）に対して 1/3-1/5 の物質量の Fe^{3+}を添加することで Fe 系層状複水酸化物が合成可能であり，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。（1625）

(3) 晶析

●製塩と海水淡水化との統合プロセスから有価資源を回収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らは，統合プロセスから得られる様々な塩濃度のプロセス流体を原料とした場合の，水酸化マグネシウム（MH）回収を，結晶品質の一つである結晶子サイズから比較した。結果，溶液組成と結晶子サイズとの関係を相図上に整理でき，かん水組成に近いプロセス流体を用いると品質の高い MH 結晶を生成できることが明らかとなった。（1612）

●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 CO_2 微細気泡を，製塩苦汁からのドロマイト（$CaMg(CO_3)_2$）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 CO_2 気泡を 120 min 連続供給し，$CaMg(CO_3)_2$ を反応晶析させた．操作因子として，CO_2 気泡の平均径 d_{bbl}，反応温度 T_S および CO_2 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。CO_2 気泡の微細化にともなう CO_2 ガス吸収の促進および気泡の表面電位特性により，$CaMg(CO_3)_2$ 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 $CaMg(CO_3)_2$ 中の Mg/Ca 比が 1.0 に達する。T_S が 298-313 K の範囲では，$CaMg(CO_3)_2$ 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 $CaMg(CO_3)_2$ の核発生速度と Mg/Ca 比の増加速度が正の相関を示すことを明らかにした。（1620）

●晶析装置内の二次核発生現象と関連して，横浜国立大学の三角らは，硫酸カリウムを対象に貧溶媒中での撹拌操作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，硫酸カリウムの母結晶はおもに角と稜が摩滅され，カリミョウバンと比較して微結晶生成量は多く，結晶の角が丸くなっても微結晶生成が継続される傾向があることを明らかにした。また，Gahn らによる摩耗現象モデルと実験結果の比較を試みた。（1622）

(4)分析

●横浜国立大学の伊藤は，アニオンとキラリティの同時検出を目的として，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した。本研究で開発したアニオンレセプターを用いることで，核磁気共鳴（NMR）分光法によるアニオン類のキラリティ識別を達成した。また，「蛍光」を利用したアニオンとキラリティの高感度同時検出を目的として，蛍光性部位を有するアニオンレセプターを創製することにも成功した。（1602）

●千葉大学の勝田は，独自に合成した Li^+選択性メタロホストを多孔性高分子樹脂に担持させた固相抽出剤を調製し，これを用いた Li^+の簡便・安全な分離定量法の開発を目指した。先に報告された同メタロホストを用いる溶媒抽出法に比べて，本法では Li^+の抽出時間が著しく短縮されたが，Li^+/Na^+間の分離選択性は低下した。本法を炎光分析の前分離法として用いることで，海水中の Li^+を正確に定量できることが示された。（1605）

(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 CDI 用の電極材料を評価するための基本的な実験操作の確立を目指し，活性炭材料の違いによる挙動の違いを確認した。（1613）

●琉球大学の野底は，前1回の助成で蒸気拡散距離 5 mm の多重効用蒸発器を作製し，それが理論的予測に近い性能を有することを明らかにし，引き続き定常二次元に拡張した解析モデルにより蒸発器に内蔵された排熱回収部が有効であることを示すとともに，蒸発器の長期の運転に伴い海水を浸透・吸収するウィックが仕切り板から部分的に剥離するという問題を把握した。（1614）

(6)その他

●海水電解のための酸素発生陽極を研究している東北工業大学の加藤らは，酸素発生電極活物質を従来のアノード電着に代わりに無電解酸化物めっきで形成することを試みた。その結果，初期酸素発生効率 99%以上の γ-MnO_2 型 $Mn_{1-x}Mo_xO_{2+x}$ 複酸化物電極を作製できた。この無電解酸化物めっきを前処理としてアノード電極を施した電極は，アノード電着のみの海水電解用酸素発生電極よりも酸素発生効率を高いまま維持することができた。（1606）

●鉄の腐食挙動に及ぼす金属カチオンの影響を明らかにすることを目的に，北海道大学の坂入らは，前1回の助成で金属カチオンの種類により腐食挙動に差が生じることを明らかにした。引き続き，金属カチオンの

影響およびインヒビターと金属カチオンの腐食抑制への相乗効果を調査した結果，表面構造を考慮した指標によりその影響を評価出来ること，Zn^{2+}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。（1609）

●電気透析の高電流密度化運転を実現するスペーサーを開発するため，静岡大学の佐野らは，3D プリンターにより多孔質体構造スペーサーを製造し，スペーサー構造が限界電流密度に及ぼす影響を精査した。その結果，千鳥配置構造の多孔質構造スペーサーを挿入した場合では，濃度境界層厚さを薄くすることにより，多孔質構造スペーサー非挿入時の限界電流密度に比べて，その限界電流密度が 4 倍に増加することが明らかとなった。（1610）

●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。群馬大学の半谷らは，異種合金からなる2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。（1616）

●生体吸収性を有する多孔質マグネシウム合金の開発を目的に産業技術総合研究所の松崎は NaCl の球状化を行い，それとマグネシウム合金の複合材を作製後，NaCl を除去することで多孔質材の作製を行った。多孔質材の気孔径は用いた NaCl の粒径を反映しており，NaCl の粒径を制御する技術を確立することで，生体応用に適した組織を有する生体吸収多孔質材の作製が可能となるものと推察された。（1619）

●食塩の吸湿過程の理解を目的に東北大学の美齊津らは，前 2 回の助成でナノ結晶 $Na_nX_{n-1}^+$, $Na_{n-1}X_n^-$ (X=F,I)の構造をイオン移動度質量分析法で明らかにした。引き続き $Na_nF_{n-1}^+$に水やメタノール分子を反応させて上記手法を適用するとともに，エレクトロスプレーイオン化法を用いたナノ結晶イオンの観測を行った。その結果，吸着反応性，吸着イオンの断面積にサイズや反応分子依存性を見出した。（1621）

【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，K チャネル関係が 4 件，マグネシウム関係が 3 件，塩受容機構関係が 3 件，腎疾患関係が 3 件，その他が 4 件であった。

(1) 食塩感受性高血圧

●遺伝性高血圧疾患である偽性低アルドステロン症II型（PHAII）の原因遺伝子である KLHL3/Cullin3 複合体は WNK キナーゼの分解を担うが，東京医科歯科大学の内田は KLHL3 ノックアウトマウス作成によって，生体での KLHL3 の組織分布を明らかにし，さらに KLHL3 は二量体を形成して，これに変異 KLHL3 が組み込まれることにより，優性遺伝型の PHAII を発症することを明らかにした。（1629）

●鉄は生体にとって必要不可欠な微量元素であるが，慢性的な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新たな視点から検討し，高血圧性臓

器障害の形成過程における鉄の関与，特に鉄取り込み受容体 トランスフェリン受容体 1 の関与を明らかにした。また，食塩感受性高血圧に対する食事性鉄制限の有用性を示した。（1641）

●PKG1α レドックス機構の食塩感受性における意義は不明である。熊本大学の中村は，C42 をセリンに置換したレドックス非感受性 PKG1α マウスと野生型を用い，高食塩飼育後の血圧とナトリウム排泄能を比較した。PKG1α は食塩負荷によりジスルフィド二量化すると，十分なナトリウム排泄のために血圧をより上昇させる必要性が示唆された。腎臓内 PKG1α の酸化は，食塩感受性高血圧の発症進展に深く関与していると考えられる。（1642）

●九州大学の廣岡らは，食塩感受性を獲得することを示した圧負荷心肥大における心臓交感神経求心路刺激と圧受容器反射を規定する脳内延髄孤束核の脳由来神経栄養因子（BDNF）との関係について着目し，その役割を検討した。その結果，その刺激を感知する心臓の受容体（TRPV1）と脳内 BDNF が圧負荷による心肥大進行とリンクしていることを示した。（1644）

●食塩負荷誘発高血圧における内因性ミオシンホスファターゼ阻害タンパク質である CPI-17 の関与を検討するため，東京大学の堀らは CPI-17 欠損マウスと恒常的不活性型 CPI-17 ノックインマウスを作製し，食塩負荷による高血圧発症の程度について野生型マウスと比較解析した。その結果，CPI-17 の欠損ならびに恒常的不活性化は正常血圧を低下させ，さらに食塩負荷によって誘発される高血圧をも低下させることを明らかにした。（1645）

(2) K チャネル

●アンギオテンシン II（AngII）は，副腎皮質球状層細胞において K チャネルを抑制してアルドステロン分泌を促進する。産業医科大学の井上らは，関与する K チャネル及び抑制の機序を，免疫細胞化学的に検討した。マウス副腎皮質細胞では，TASK1 および TASK3 チャネルがそれぞれおもに細胞質と細胞辺縁に局在した。AngII による TASK チャネル抑制の一部には，これらのチャネルのエンドサイトーシスが関与する可能性がある。（1628）

●リンパ球 K^+チャネル（Kv1.3）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，リンパ球に対する電気生理学的実験および末期腎不全モデルラットに対する治療実験を行った。その結果，一部の降圧薬やスタチン系薬剤は，Kv1.3 阻害作用を介し，腎不全に伴う腎線維化の進行を抑制した。慢性腎臓病では，腎間質における本チャネルの過剰発現が，リンパ球の活性化や増殖を介し，病態の進行を促すと推察された。（1633）

●大コンダクタンス Ca^{2+}活性化 K^+（BK）チャネル BKγ1 サブユニットの気管支平滑筋における機能の解明を目的に名古屋市立大学の鈴木らはマウス気管支平滑筋細胞に対して電気生理学的・分子生物学的手法を用いて，種々の実験を行った。その結果，BKγ1 は気管支特異的な平滑筋拡張因子であり，喘息などで問題となる気道狭窄の治療や重症化の予防に資する優れた気管支拡張薬の標的分子となりうると推察された。（1637）

●細胞内 K^+透過性 TRIC チャネル（TRIC-A と TRIC-B）は小胞体 Ca^{2+}放出を促進するカウンターイオンの膜

透過に寄与すると考えられており，*TRIC-B/TMEM38B* 遺伝子変異は骨形成不全症の原因となることが近年報告された。京都大学の竹島は，骨形成不全症様異常を示す *Tric-b* 欠損マウスに注目し，その骨芽細胞では小胞体 Ca^{2+}ハンドリング異常に起因して骨基質コラーゲンの生合成が障害されることを明らかにした。（1640）

(3)マグネシウム

●薬剤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 TRPM6 マグネシウムチャネルの発現量を増加させる因子を探索した。その結果，抗癌剤のエルロチニブ存在下，TNF-αが TRPM6 の転写活性と発現量の増大を介して，尿細管上皮細胞内へのマグネシウム流入を増加させることを解明した。抗癌剤投与時に TNF-αを併用することにより，薬剤性低マグネシウム血症の予防につながると推察された。（1627）

●細胞内マグネシウムイオンは種々の病気との関係が経験的には知られていたものの，その分子機構は未知である。慶応義塾大学の岡は，自ら開発した新規なマグネシウム蛍光色素をパーキンソン病モデル細胞系に適用して，細胞内マグネシウムイオンの振る舞いとそれを引き起こしている原因について調べた。その結果，エネルギー代謝と関連したミトコンドリアでのマグネシウムイオンの健全性が病態と関係することを明らかにした。（1631）

●動脈硬化には，粥状硬化と血管石灰化という二つの異なる病態がある。粥状硬化では血中の「悪玉コレステロール」を下げる薬が有効だが，血管石灰化の治療法は確立されていない。自治医科大学の黒尾らは，マウスにマグネシウムを多く含む餌を与えると，血管石灰化が予防できる可能性を示した。マグネシウムを多く含む食品を摂取することで，ヒトでも動脈硬化の予防に役立つものと推察される。（1636）

(4)塩受容機構

●塩分過剰摂取は高血圧症の主たる要因である。塩分摂取量を制御する塩味受容機構の解明は予防医学的観点からも注目される。京都府立医科大学の加塩らは，新規イオンチャネル CALHM1/3 を発見し，これがアミロライド非感受性塩味の神経伝達を担うことを解明した。また，アミロライド感受性（AS）塩味受容細胞にも CALHM1/3 が発現することを発見し，CALHM1/3 チャネルが AS 塩味の神経伝達も担っている可能性も示唆された。（1634）

●味覚の記憶と動物の行動との関係について検討している東京大学の國友らは，土壌線虫 C.エレガンスを用いて，塩走性が過去に経験した塩濃度に依存して変化するのに必要な神経回路のはたらきを調べた。その結果，味覚神経から情報を受け取る複数の介在神経が経験依存的な塩走性に必要なことが明らかとなり，それらが協調して行動を制御していることが示唆された。（1635）

●国立循環器病研究センターの西谷らは，これまで機能不明のタンパク質 TMC の細胞・組織発現パターンおよび分子機能について検討を行った。特異的抗体を作製して解析したところ，これらのいくつかは形質膜に発現が認められた。また TMC を発現した細胞では，高濃度塩分刺激で細胞内 Ca^{2+}濃度が上昇したことから，TMC は塩味感覚に寄与する Na^{+}センサーあるいはメカノセンサーである可能性が示唆された。（1643）

(5)腎疾患

●CKD 患者で抑制されたメラトニンが，減塩により回復するか，塩分負荷でより抑制されるかを明らかにするため，浜松医科大学の大橋らは，腎生検目的で入院となった CKD 患者の塩分 10 g/日食と 6 g/日食の昼間と夜間の蓄尿から，尿中 aMT6s（メラトニン代謝物）・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，メラトニンの減少を介し，腎臓内 RAS 活性とは独立して腎臓障害を惹起させる可能性があることが明らかになった。（1630）

●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，糖尿病性腎症（DN）の新しい治療法の開発を目指し，DN では尿中 SP 排泄が亢進し高血圧を誘導しており，SP 阻害薬が高血圧を抑制すること，さらに蛋白尿も抑制し腎障害を軽減することを見出した。DN は未だ有効な治療法が少ないが，SP を標的とした新しい治療法となる可能性が示唆された。（1632）

●高血圧および糖尿病では糸球体内圧上昇により腎障害が進行すると考えられているが，十分には解明されていない。また塩分摂取量は血圧の重要な規定因子である。静岡県立大学の森らは，近位尿細管でのアルブミン再吸収を抑制したマウスにおいて，塩分負荷および糖尿病惹起は糸球体ろ過されるアルブミン量をそれぞれ3倍および2倍に増加させることを観察し，これらの状態での糸球体内圧上昇を示唆した。高血圧あるいは糖尿病に伴う慢性腎臓病の治療おいて糸球体内圧低下を目指すべき根拠を提示した。（1648）

(6)その他

●塩分感受性キナーゼ（SIK）は，高塩分食によって発現が増加するキナーゼであるが，腎尿細管，脂肪細胞，膵 β 細胞においてそれぞれ重要な働きをしている。広島大学の浅野らは，SIK にプロリン異性化酵素のひとつである Pin1 が結合することで，キナーゼ活性が上昇することを発見した。その結果，例えば，β 細胞では SIK の活性化から，細胞内カルシウムの流入が増加し，インスリン分泌が促進されることが明らかとなった。（1626）

●塩は黄色ブドウ球菌（*Staphylococcus aureus*）のバイオフィルム（BF）形成を促進する。そこで，国立感染症研究所の泉福らは，口腔常在菌の *Streptococcus mutans* と *S. aureus* との複合菌による BF 形成に対する塩の効果について検討した。その結果，一定濃度の NaCl がクオラムセンシングを活性化し，そして死菌を誘導し，*S. mutans* と *S. aureus* との混合菌 BF を形成させることが明らかになった。（1639）

●遺伝情報の担い手となる mRNA の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。そのため，選択的 mRNA スプライシングの分子機構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いだしたので，その分子機構を解析した。その結果，CHERP により選択的スプライシングが制御されている幾つかの遺伝子を見出した。（1646）

●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・血液検査から分析した。またウエスタンブロッティングにて心臓組織の (pro)renin 受容体の発現も観察した。その結果，極端な減塩食負荷は，WKY・SHR ともに血中 renin-angiotensin 系と交感神経系，心拍数の有意な上昇，左室壁の肥厚がみられ，慢性的な心負荷が心血管病

態に深刻な影響を及ぼす可能性が示唆された。(1647)

【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 1 年目の研究成果が発表された。一般公募研究の内訳は，塩味・旨み増強関係が 4 件，食品加工関係が 3 件，その他が 2 件であった。

(1)プロジェクト研究

●塩味の信号がどのように塩味を感知する細胞で処理されるのかを検討している龍谷大学の植野らは，γ－アミノ酪酸(GABA)合成にかかわるタンパク質を研究することで減塩につなげようとしている。塩は異なる細胞で受容されるうま味や甘みに影響を与える対比効果を示すことより，細胞内での出来事を理解することは重要と考え，基礎的な細胞内でのタンパク質・タンパク質相互作用に関与するタンパク質を同定し，塩の情報伝達機構の一端を示した。(16D1)

●味噌の木桶仕込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，市販の木桶・非木桶仕込味噌の官能評価を行った。木桶 2 種の評価は類似し非木桶の 1 種は異なった。味噌湯を試料とすると木桶味噌の香りの評価が向上した。手作り味噌を木桶とステンレス桶で調製して調べた結果，ステンレス桶で着色が強かった。官能的な嗜好性は味噌・味噌湯ともにステンレス桶が高かった。味噌の香気分析の手法を検討し確認した。(16D2)

●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とし，研究を行った。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，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。(16D3)

●我が国では近年，食生活の偏りなどにより潜在的な亜鉛欠乏が増えているといわれている。亜鉛欠乏ラットでは初期より食塩嗜好上昇が認められるが作用機構は明らかではない。カルシウム欠乏ラットも食塩嗜好が上昇するため，東北大学の後藤らは，亜鉛欠乏初期より血漿イオン化カルシウム濃度が低下するか検討した。その結果，血漿イオン化カルシウム濃度は，亜鉛欠乏初期で一時的に低下し回復後，長期亜鉛欠乏で低下し，応じて PTH 分泌が上昇した。(16D4)

●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塩分摂取に関する詳細調査を行った。詳細調査は季節やふだんの体調変化の影響も考慮し 1 年間通した調査計画とした。大規模疫学データによる中間解析結果では年齢による塩分摂取状況に差がみられ，また心理的ストレスが塩分摂取に関連する傾向が示唆された。(16D5)

(2)塩味・旨み増強

●神戸大学の上田らは，牛肉に含まれるジペプチドについて，液体クロマトグラフィー質量分析計による網羅

的な解析の結果，332 ピークを検出し，多変量解析より黒毛和種牛肉により多く含まれる複数のジペプチドを推定した。また，部位別の食味アンケート調査より，牛肉のラム芯（臀筋）で塩味が最も強く認識されることが示された。動物性食品に伴う塩分摂取を配慮する上で，塩味成分と部位に関する有用な情報を得ることができた。（1649）

●人工的に塩味を誘導・増強する物質の探索は長年試みられているが有効な物質の同定はなされていない。ショウジョウバエはヒトと同様に塩を好んで摂取する。東京都医学総合研究所の上野らは，ハエを利用し，東大創薬機構より提供を受けた約 1,000 種類の分子を用いて網羅的スクリーニングを行った。その結果，22 分子の候補分子を得た。今後はこの候補分子を精査し，ヒトの塩味を増強する物質を同定することを目指す。（1650）

●広島大学の三本木は，*Shewanella violacea*（至適生育塩濃度：0.51 M NaCl）と *Shewanella amazonensis*（至適生育塩濃度：0.17 M NaCl）由来の 5'-ヌクレオチダーゼ（NTase）を比較することで蛋白質の耐塩化機構を解明した。*S. violacea* 由来 NTase（SVNTase）は 2.5 M NaCl 存在下でも高い活性を有していたのに対し，*S. amazonensis* 由来 NTase（SANTase）は 2.5 M NaCl 存在下では大きく活性が低下していた。SVNTase は SANTase より酸性／塩基性残基率が高く，両者間では形成し得る塩橋数が異なっていた。こうした違いが塩存在下での活性に影響を及ぼしていると考えた。（1655）

●干物製造におけるにがりの利用を評価するために東京海洋大学の関らは，ソウハチガレイの IMP 分解酵素におよぼす NaCl, $MgCl_2$ の影響を調査し，塩水漬け干物とにがり添加干物におけるうま味成分含量と官能検査による比較を行った。その結果 IMP 分解酵素は NaCl と低濃度の $MgCl_2$ の同時添加によって阻害された。うま味成分はにがり添加干物で高く，干物の違いで官能的な差は確認されなかった。にがりは干物製造において有効であることがわかった。（1656）

(3) 食品加工

●にがり主成分の陽イオンを添加して，ゼリー剤のテクスチャーおよび品質改善を目的に大阪薬科大学の門田らは難水溶性化合物であるクルクミンの溶解性を維持した機能性を持つゼリー剤の開発を行った。その結果，難溶性化合物のクルクミンの溶解度および溶出速度を維持したまま，アルギン酸ナトリウムとカラギナンであるゲル化剤に塩化カリウムおよび塩化カルシウムを添加することで機能性を付与したままのゼリー剤開発に成功し，さらに陽イオンの種類，濃度によって，ゼリー剤の硬さや品質に影響を与えることが明らかとなった。（1651）

●嚥下困難者用介護食には，ゼラチンや κ-カラギーナンなどの高分子電解質ゲルがよく用いられる。共立女子大学の熊谷らは，一価あるいは二価の金属塩を添加したゲルを調製し，TPA（Texture Profile Analysis）試験，破断試験などのテクスチャー測定を行った。その結果，添加する金属塩の種類や量を調整することで，多様なテクスチャーを持つゲルを作成することが可能であることが確認された。（1653）

●含塩亜臨界水中での単糖の分解を検討するため，京都大学の小林はグルコースおよびフルクトースを亜臨界処理し，その異性化挙動を測定した。その結果，含塩亜臨界水中ではグルコースおよびフルクトースの分解は加速した。そして，グルコースからフルクトースへの異性化が観測された。一方，フルクトースからグルコ

ースへの異性化は観測されなかった。このことから，アルドースからケトースへの異性化が主に起こることが示唆された。(1654)

(4)その他

●保護物質として二糖を加えた凍結乾燥乳酸菌がコラプスし易くなる原因を解明するため，広島大学の川井は，リン酸緩衝生理食塩水(PBS)がトレハロースの凍結濃縮ガラス転移温度(T_g')に及ぼす影響を調べた。トレハロースのT_g'は共存するPBSの増加と共に低下することが明らかとなった。一方，コラプスが凍結乾燥乳酸菌の安定性に及ぼす影響ついても検討した。その結果，コラプスの有無が生菌数に及ぼす影響は無いことが明らかとなった。(1652)

●知覚や環境変化などを感知するセンサーとしての働きを担うイオン輸送タンパク質である TRP チャネルの生理的役割を明らかにするため，東北大学の浜本は酵母の TRP チャネルの機能解析を行なった。その結果，TRP チャネルはリン脂質や細胞骨格によって活性が制御されていることが明らかとなった。TRP チャネルは多くの生物種に存在することから，哺乳類においても同様の制御機構が存在することが推察された。(1657)

第29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）			
1601	次世代の海水処理用分離膜の開発	市村　重俊	神奈川工科大学
1602	アニオン類の高感度検出を目指したキラルビスウレア型レセプターの創製	伊藤　傑	横浜国立大学
1603	キレート樹脂焼結多孔体を用いる微量元素の固相抽出技術	加賀谷　重浩	富山大学
1604	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（Ⅱ）	垣花　百合子	神戸大学
1605	メタロホスト化合物を用いたリチウムイオン簡易分析法の開発	勝田　正一	千葉大学
1606	海水電解による水素製造のための酸素発生陽極の創製	加藤　善大	東北工業大学
1607	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
1608	二官能性レセプターを用いたアルカリ金属イオンと臭化物イオンの同時認識	近藤　慎一	山形大学
1609	鉄の不働態皮膜構造に及ぼす金属カチオンの影響	坂入　正敏	北海道大学
1610	3D プリンターを利用した電気透析の高電流密度運転を実現するミキシング型スペーサーの開発	佐野　吉彦	静岡大学
1611	逆浸透膜と溶質との親和性評価：水晶振動子マイクロバランスを用いた新測定技術の開発	鈴木　祐麻	山口大学
1612	製塩と海水淡水化とを統合したプロセスから有価資源を高効率に回収するためのサイドカット位置と至適濃度条件の検討	滝山　博志	東京農工大学
1613	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
1614	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
1616	塩をスペーサーに用いて作製したポーラスアルミニウムとその傾斜機能化	半谷　禎彦	群馬大学
1617	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（Ⅲ）：圧透析システムにおける脱塩性能の評価	比嘉　充	山口大学
1618	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	二又　政之	埼玉大学
1619	球状 NaCl を用いた生体吸収マグネシウム合金多孔質体の作製	松崎　邦男	産業技術総合研究所

助成番号	表　　題	助成研究者	所　属
1620	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－CO_2 微細気泡を用いた $CaMg(CO_3)_2$ の結晶品質制御－	松本　真和	日本大学
1621	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
1622	撹拌型晶析槽における結晶粒子の撹拌羽根への衝突による結晶微粒子の発生量の定量化とスケールアップ条件の検討	三角　隆太	横浜国立大学
1623	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	八巻　徹也	量子科学技術研究開発機構
1624	AFM ナノコンタクトフォースによる海水淡水化逆浸透膜のファウリング物質成長メカニズムの解明	米津　明生	中央大学
1625	にがりを原料とした高機能硝酸性窒素吸着剤の開発	和嶋　隆昌	千葉大学大
一般公募助成研究（医学分野）			
1626	プロリン異性化酵素 Pin1 を介した塩分感受性キナーゼ活性と尿細管塩分再吸収の制御機構解明	浅野　知一郎	広島大学
1627	TRPM6 を標的とした新たな低マグネシウム血症治療法の開発	五十里　彰	岐阜薬科大学
1628	副腎皮質球状帯細胞におけるアンギオテンシンⅡによる TASK チャネルの抑制	井上　真澄	産業医科大学
1629	タンパク分解系による WNK シグナル制御の病態生理学的役割の解明	内田　信一	東京医科歯科大学
1630	慢性腎臓病患者への減塩と RAS 抑制薬は，メラトニン分泌を増加させる	大橋　温	浜松医科大学
1631	パーキンソン様細胞死における細胞内 Mg イオン動態の新規な蛍光イメージング技術を利用した解明	岡　浩太郎	慶應義塾大学
1632	糖尿病性腎症における食塩感受性高血圧の機序解明とセリンプロテアーゼを標的とした降圧療法の検討	柿添　豊	熊本大学
1633	リンパ球 K^+チャネルの生理的・病的意義の解明と，疾患治療への応用	風間　逸郎	東北大学
1634	味蕾における塩味受容の細胞基盤の解明	加塩　麻紀子	京都府立医科大学
1635	塩濃度記憶の分子・神経機構の解明	國友　博文	東京大学
1636	血管石灰化に対するマグネシウムの治療効果とその分子機構の解明	黒尾　誠	自治医科大学
1637	大コンダクタンス Ca^{2+}活性化 K^+チャネル新規修飾サブユニットによる気管支平滑筋機能の制御と気管支病態形成への関与	鈴木　良明	名古屋市立大学

助成番号	表　　題	助成研究者	所　属
1639	塩の複合菌口腔バイオフィルム形成への影響	泉福　英信	国立感染症研究所
1640	カリウム透過性細胞内 TRIC チャネルと骨ミネラル化	竹島　浩	京都大学
1641	高血圧性臓器障害における鉄取り込み受容体の関与と治療への応用	内藤　由朗	兵庫医科大学
1642	食塩感受性高血圧におけるサイクリック GMP 依存性プロテインキナーゼ（PKG1α）の新規レドックス制御機構の役割	中村　太志	熊本大学
1643	哺乳類において機能不明な膜タンパク質 TMC ファミリーの Na^+センサーとしての役割の解析	西谷　友重	国立循環器病研究センター
1644	圧負荷心肥大モデルにおける心・脳コミュニケーションによる食塩感受性獲得と圧反射不全機序の解明	廣岡　良隆	九州大学
1645	食塩感受性高血圧症におけるミオシンホスファターゼレギュレーターの機能解析	堀　正敏	東京大学
1646	カルシウムシグナルによる選択的 mRNA スプライシング制御の分子基盤解明	増田　誠司	京都大学
1647	極端な減塩食による心臓障害発生のメカニズム解明―心臓（pro）renin 受容体とレニン・アンギオテンシン・アルドステロン系，神経体液性因子の関与―	湊口　信也	岐阜大学
1648	食塩摂取量が腎糸球体内圧，アルブミン尿，老化腎臓に及ぼす影響の解明	森　潔	静岡県立大学
一般公募研究（食品科学分野）			
1649	動物性食品の適塩普及に向けた塩味増強ペプチドの効果的な探索	上田　修司	神戸大学
1650	塩味消失系統を用いた塩味増強剤の網羅的探索	上野　耕平	東京都医学総合研究所
1651	にがりの主成分イオンがゼリー剤のテクスチャーおよび苦味に与える影響	門田　和紀	大阪薬科大学
1652	塩類および糖類の混合物が凍結乾燥乳酸菌のコラプスおよび生菌数に及ぼす影響	川井　清司	広島大学
1653	嚥下困難者用介護食のテクスチャーと嚥下特性に対する塩類の影響	熊谷　仁	共立女子大学
1654	含塩亜臨界水中での多糖類の変換に対する食塩の役割	小林　敬	京都大学
1655	耐塩性ヌクレオチダーゼを用いた調味料の旨味成分増強に関する研究	三本木　至宏	広島大学

助成番号	表　　題	助成研究者	所　属
1656	にがりを利用した干物製造におけるうま味成分保持に関する研究	関　洋子	東京海洋大学
1657	酵母の耐塩性に必須な液胞膜陽イオンチャネルの機能解明	浜本　晋	東北大学
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
16D2	味噌の本桶仕込による風味生成の解明と減塩効果の可能性を探る	若林　素子	日本大学
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
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	東北大学
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