

第31回 日本微量栄養素学会学術集会 プログラム

平成26年6月7日
関西大学100周年記念会館

10:00 ~ 10:05

開会の辞

会頭：吉田宗弘（関西大学）

10:05 ~ 10:35

口頭発表

座長：老川典夫（関西大学）

10:05 ~ 10:20

O-1

アミノ酸添加が *Arabidopsis thaliana* 芽生えの生育に及ぼす影響

加藤志郎^{*1)}，安原裕紀²⁾，老川典夫^{1,2)}

(¹⁾ 関西大学先端科学技術推進機構，²⁾ 関西大学化学生命工学部)

10:20 ~ 10:35

O-2

子囊菌類 *Mariannaea elegans* の中性スフィンゴ糖脂質に塩およびグルコースが与える影響

山下泰典^{*1)}，谷泰史^{1,2)}，斎藤秀樹^{1,2)}，三原久明¹⁾

(¹⁾ 立命館大学・生命科学部，²⁾ 立命館大学・R-GIRO)

10:35 ~ 11:20

口頭発表

座長：松井徹（京都大学）

10:35 ~ 10:50

O-3

牛肉中ミネラル含量と筋線維型の関係

船津祥一郎^{*1)}，後藤貴文²⁾，友永省三¹⁾，舟場正幸¹⁾，松井 徹¹⁾

(¹⁾ 京大院・農，²⁾ 九大院・農)

10:50 ~ 11:05

O-4

ヘモグロビンの給餌がラットの鉄および脂質代謝に及ぼす影響

戸田裕子^{*}，大塚錬，細見亮太，西山利正，吉田宗弘，福永健治

(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

11:05 ~ 11:20

O-5

魚肉タンパク質がリン過剰存在下におけるカルシウムの可溶性に及ぼす影響

須田理子^{*}，宮内一匡，細見亮太，吉田宗弘，福永健治

(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

11:20 ~ 11:50

口頭発表

座長：渡邊敏明（兵庫県立大学）

11:20 ~ 11:35	O-6	自然発症2型糖尿病ラットにおけるユーグレナの血糖値上昇抑制効果についての検討 島田良子^{*1)}, 藤田三穂¹⁾, 湯浅正洋¹⁾, 澤村弘美¹⁾, 渡邊敏明¹⁾, 吉田絵梨子²⁾, 鈴木健吾²⁾ (¹⁾ 兵庫県立大学環境人間学研究科食環境解析学教室, ²⁾ 株式会社ユーグレナ)
11:35 ~ 11:50	O-7	血清によるヘプシジン遺伝子発現の誘導は プロモーター上の BMP-RE1, STAT-BS, TRE を介して起こる 金森耀平^{*1)}, 村上賢²⁾, 松井徹¹⁾, 舟場正幸¹⁾ (¹⁾ 京大院農・動物栄養, ²⁾ 麻布大獣医・分子生物)
11:50 ~ 13:00		昼食・評議員会
13:00 ~ 13:30		総会
13:30 ~ 14:40		特別講演 座長：吉田宗弘（関西大学） マリンカロテノイドの抗炎症作用と疾病予防効果 細川雅史 北海道大学大学院水産科学研究院
14:40 ~ 14:55		休憩
14:55 ~ 15:40		ポスター要旨発表
15:40 ~ 16:40		ポスターセッション
	P-1	泌乳マウスの小腸と乳腺の IgA 産生に及ぼす β-クリプトキサンチンの影響 王蒙東^{*1)}, 杉本実紀¹⁾, 池田俊太郎¹⁾, 向井克之²⁾, 久米新一¹⁾ (¹⁾ 京大院農, ²⁾ ユニチカ中央研究所)
	P-2	亜鉛欠乏ラット肝臓での p-GS と p-GSK3 β のタンパク発現について 下垣里河^{*1)}, 宮崎孝²⁾, 佐藤真喜子²⁾, 高橋幸子²⁾, 荒木隆一郎²⁾, 宮島由佳¹⁾, 木村美智代¹⁾, 野寺誠¹⁾, 大野洋一²⁾, 柴崎智美²⁾, 竹中恒夫⁴⁾, 鈴木洋通^{2,3)} (¹⁾ 埼玉医科大学 保健医療学部 健康医療科学科, ²⁾ 埼玉医科大学 地域医学・医療センター, ³⁾ 医学部 腎臓内科, ⁴⁾ 国際医療福祉大学 臨床研究センター 山王病院)
	P-3	TGF- β ファミリーによる脂肪細胞の機能制御 喬宇航[*], 金森耀平, 松井徹, 舟場正幸 (京大院農・動物栄養)

- P-4 培養細胞を用いる精油の機能評価系の開発**
志村綾子*, 村田直也, 田村優衣, 眞崎花織, 板倉のり子, 吉田靖華, 水野大,
川原正博
(武蔵野大学薬学部)
- P-5 カプサイシンが褐色脂肪細胞における Ucp1 発現に及ぼす影響**
木田龍祐*¹⁾, 村上賢²⁾, 河田照雄³⁾, 松井徹¹⁾, 舟場正幸¹⁾
(¹⁾ 京大院農・動物栄養, ²⁾ 麻布大獣医・分子生物, ³⁾ 京大院農・食品分子機能)
- P-6 屋久島で栽培された茶葉の微量元素とその地域性について**
櫻井顔世*¹⁾, 内田治²⁾, 藤本尚志¹⁾, 安藤達彦¹⁾
(¹⁾ 東京農業大学, ²⁾ 東京情報大学)
- P-7 成人女性における食事性ビオチンの体内動態について**
榎原周平*¹⁾, 相崎有加里¹⁾, 湯浅正洋¹⁾, 澤村弘美¹⁾, 福井徹²⁾, 渡邊敏明¹⁾
(¹⁾ 兵庫県立大・環境人間, ²⁾ 病体生理研究所)
- P-8 亜鉛およびマンガンの長期間投与が高齢マウスの学習・記憶能に与える影響について**
吉田香*¹⁾, 魏民²⁾, 木俣勲²⁾, 寺本敬子²⁾
(¹⁾ 京都光華女子大・健康科学, ²⁾ 大阪市立大学大学院・医)
- P-9 *Staphylococcus* sp. RO-1 株の有機酸生成に関する研究**
谷泰史*^{1,2)}, 大内田竜大¹⁾, 斎藤秀樹^{1,2)}, 三原久明¹⁾
(¹⁾ 立命館大学・生命科学部, ²⁾ 立命館大学・R-GIRO)
- P-10 中国雲南省滇池周辺地域において蔬菜・花卉を多給された乳牛の生乳中の微量ミネラル濃度の測定**
天近勇太*¹⁾, 安在弘樹¹⁾, 王琳¹⁾, 大石風人¹⁾, 伊日布斯²⁾, 李昆志²⁾, 熊谷元¹⁾,
稲村達也¹⁾, 広岡博之¹⁾
(¹⁾ 京都大学大学院農学研究科, ²⁾ 昆明理工大学生命科学技術学院)
- P-11 ヒジキの成熟に伴う各種ミネラル集積の意義**
片山眞之¹⁾, 村上香²⁾, 片山(須川)洋子*¹⁾
(¹⁾ 大阪青山大学健康栄養学科, ²⁾ 広島工業大学食品生命学科)
- P-12 かき肉エキスの高尿酸血症に対する影響**
福田卓*, 春松慎, 松井博之, 松田芳和
(日本クリニック(株)・中央研究所)

16:40 ～ 17:25

口頭発表

座長：河村幸雄（京都女子大学）

16:40 ～ 16:55

O-8 栄養レベルにおける亜鉛とメタロチオネインの用量反応関係

横井克彦^{*1,2)}，小野寺麻稀²⁾

(¹⁾ 聖徳大学大学院 人間栄養学研究科, ²⁾ 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

16:55 ～ 17:10

O-9 亜鉛欠乏および食餌摂取制限が腎臓での遺伝子発現に及ぼす影響

許斐亜紀^{*1)}，横井克彦²⁾

(¹⁾ 帝京平成大学 健康メディカル学部, ²⁾ 聖徳大学 人間栄養学部)

17:10 ～ 17:25

O-10 C-C 配糖体イソフラボノイド、プエラリンの腸管吸収に関する研究
ー共存タンパク質の影響ー

服部真緒^{*}，河村幸雄

(京都女子大学)

17:25 ～ 17:55

口頭発表

座長：吉田宗弘（関西大学）

17:25 ～ 17:40

O-11 雪室を再現したモデル実験によるコーヒー豆の香気成分変化の検討

曾根英行^{*1)}，押味真里菜¹⁾，伊藤美咲¹⁾，石黒真理子¹⁾，小林和也²⁾，渡辺聡²⁾，
神山伸¹⁾

(¹⁾ 新潟県立大・健康栄養, ²⁾ 新潟農総研・食品研究センター)

17:40 ～ 17:55

O-12 アスコルビン酸とメナジオンの相互作用によるレドックス制御

村上恵子^{*}，細川好孝，吉野昌孝

(愛知医大・医・生化)

17:55 ～ 18:00

閉会の辞

懇親会

特別講演

マリンカロテノイドの抗炎症作用と疾病予防効果

細川雅史

(北海道大学大学院水産科学研究院)

心筋梗塞、脳卒中、癌は我が国の死因の上位を占め、その予防は極めて重要である。近年、これらのリスクファクターとなるメタボリックシンドロームや潰瘍性大腸炎の発症に慢性的な炎症状態が関わっていることが明らかにされた。一般的に炎症は生体適応反応の一つであるが、長時間持続する慢性炎症では組織リモデリングが起り、不可逆的な臓器機能障害に至る。このような慢性炎症は様々な疾病の発症や進展と密接に関わるため、抗炎症物質を用いた一次予防や改善が効果的である。

演者らは、このような慢性炎症を予防する天然物としてカロテノイドに着目して研究を進めている。カロテノイドは、イソプレン骨格を有する黄-赤色の脂溶性色素であり、これまでに700種以上が見出されてきた。特に、海洋生物中には陸上生物と異なるユニークな構造をもつカロテノイドが多数存在しており、優れた抗炎症効果が期待される。

1. フコキサンチンの脂肪組織における慢性炎症抑制と抗糖尿病作用

フコキサンチンは、ワカメなどの褐藻に特徴的に含まれるカロテノイドであり、分子内にアレン結合や共役カルボニル基などユニークな構造をもつ。フコキサンチンを0.2%含む飼料を糖尿病/肥満 KK-A^y マウスに経口投与すると、体重増加に加え白色脂肪組織の増大が抑制される。このような作用は、健常マウスの C57BL/6J に対しては見られず、KK-A^y マウスに対する特徴的な効果である。フコキサンチンは、肥満の脂肪組織でみられるマクロファージや T 細胞の浸潤を防ぐとともに、インスリン抵抗性にかかわる TNF α や IL-6 などのアディポカイン mRNA の過剰発現を抑制した。また、脂肪細胞とマクロファージ間の相互作用に関わる TNF α や MCP-1 の産生をそれぞれの細胞で抑制した。更に、フコキサンチンは KK-A^y マウスで見られる高血糖を改善した。これまでの検討から、インスリン抵抗性の改善による骨格筋でのグルコーストランスポーター 4 の活性化が分子機構の一つと考えている。このように、フコキサンチンは脂肪組織の慢性炎症を抑制するとともに、アディポカインの産生制御を介して、インスリン抵抗性の誘導抑制もしくは改善により抗糖尿病効果を発現することが推察される。

2. アスタキサンチンによる潰瘍性大腸炎の予防と大腸発癌の抑制作用

アスタキサンチンは、サケなどの水産物中に含まれる食品成分である。近年では、微細藻類を用いた工業的な生産も行われ、サプリメントとしても普及している。アスタキサンチンを0.02%加えた飼料を投与した ICR マウスでは、デキストラン硫酸塩 (DSS) によって誘発される大腸の潰瘍や糜爛の形成が抑制された。また、アスタキサンチン投与マウスの大腸組織では炎症誘導に関わる NF- κ B の活性化の抑制を介して、IL-6 や IL-1 β の mRNA 発現量が低下した。更に、潰瘍性大腸炎の罹患期間が長期になると大腸発癌率が高くなることが知られているが、AOM/DSS 処理によって大腸癌を誘発したマウスに対して、アスタキサンチンの投与は腺癌の発生率および発生頻度を有意に低下させた。腺癌組織部における炎症性サイトカインの発現を免疫染色にて評価した結果、TNF α や IL-1 β の発現がコントロール群と比較して抑制されており、癌組織での炎症抑制が推察される。また、癌細胞の悪性度の指標となる増殖細胞核抗原 PCNA やアポトーシス抑制因子 survivin の発現抑制が腺癌組織部位で観察されたことから、アスタキサンチンは抗炎症作用により大腸癌の発生を低下させるとともに、発生した癌組織の悪性化も抑制することが推察される。

今回の講演では、フコキサンチンやアスタキサンチンの慢性炎症を背景とした炎症関連疾患に対する予防効果について演者らの研究内容を紹介する。

口頭発表

O-1

アミノ酸添加が *Arabidopsis thaliana* 芽生えの生育に及ぼす影響

加藤志郎^{*1)}, 安原裕紀²⁾, 老川典夫^{1,2)}

(¹⁾ 関西大学先端科学技術推進機構, (²⁾ 関西大学化学生命工学部)

【目的】生物における D-アミノ酸の役割は、細菌細胞壁および抗生物質の構成要素という従来の知見に留まらないことが近年になって明らかにされた。細菌においては細胞壁のリモデリングおよびバイオフィルムの分散に、哺乳動物においては神経伝達やホルモンの分泌・生合成の制御に寄与することが知られている。一方で植物においては、様々な D-アミノ酸が植物体内に含有されることは知られているものの、その生理的役割についての十全な解析はなされていない。本研究で対象とした *Arabidopsis thaliana* においては、一部の D-アミノ酸 (D-セリンおよび D-アラニン) が芽生えの生育を阻害することは報告されているが、その作用機序は解明されていない。また、serine racemase や D-amino acid aminotransferase といった D-アミノ酸代謝関連酵素が同定され、その酵素科学的諸性質の解析はなされているものの、生理的役割については不分明な点が多い。本研究では *A. thaliana* 野生株、serine racemase 過剰発現株、および serine racemase 遺伝子破壊株を用いて各種アミノ酸による生育への影響を比較解析することで、*A. thaliana* における D-アミノ酸代謝に関する新規知見の獲得を試みた。

【方法】滅菌後の *A. thaliana* 種子を各種アミノ酸含有 MS 培地に播種し、10 日間無菌条件下で栽培した際の芽生えの生育への影響を評価した。なお、アミノ酸は終濃度 1 mM となるように添加し、必要に応じて培地の pH を調整した。

【結果および考察】D-セリン、D-アラニンおよび L-アロイソロイシン添加によって、*A. thaliana* 芽生えの生育が顕著に阻害された。serine racemase の過剰発現によって D-セリンによる生育阻害が軽減された一方で、D-アラニンおよび L-アロイソロイシンによる阻害の軽減は認められなかった。また、L-グルタミン存在下 serine racemase 遺伝子破壊株において顕著な生育阻害が起こったが、野生株および serine racemase 過剰発現株では阻害は観察されなかった。顕著な阻害が認められた上記 4 種のアミノ酸間において、*A. thaliana* の株によりその応答性が異なっており、アミノ酸添加による阻害経路が複数存在することが示唆された。

O-2

子囊菌類 *Mariannaea elegans* の中性スフィンゴ糖脂質に

塩およびグルコースが与える影響

山下泰典^{*1)}, 谷泰史^{1,2)}, 斎藤秀樹^{1,2)}, 三原久明¹⁾

(¹⁾ 立命館大学・生命科学部, (²⁾ 立命館大学・R-GIRO)

【目的】糸状菌のフィトセラミド型スフィンゴ糖脂質としては、イノシトールリン酸を含む酸性スフィンゴ糖脂質が細胞内外のシグナル伝達や分化に関与することが知られている。最近、新たなフィトセラミド型スフィンゴ糖脂質として、特異なガラ系列構造を有するフィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質 (基本骨格構造: Gal β 1-6Gal β 1-Cer) が、接合菌 *Rhizopus oryzae* や子囊菌 *Mariannaea elegans* に存在することが明らかになった。しかし、本フィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質の生理機能や生合成経路については未だ不明な点が多い。本研究では、フィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質の生合成経路を解明するために、スフィンゴ糖脂質の生合成に影響を及ぼす培養条件を検討し、スフィンゴ糖脂質生合成の有無に伴って発現量が変動するタンパク質の解析を試みた。

【方法】*M. elegans* は 2 糖構造を有するフィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質 (Gal β 1-6Gal β 1-Cer and Glc1-6Gal β 1-Cer) をもつことが分かっている。そこで、本菌株と *R. oryzae* の中性スフィンゴ糖脂質の組成が培養条件により影響されるかを薄層クロマトグラフィー分析により検討した。中性スフィンゴ糖脂質の組成に違いが見られたサンプルを用いて、糖脂質合成が行われるゴルジ体に局在する膜タンパク質画分を調製した。次に、中性スフィンゴ糖脂質の有無に伴って発現量が変動するタンパク質を電気泳動法にて解析した。

【結果および考察】本菌株では、薄層クロマトグラフィー分析により、培地組成のグルコース濃度および塩濃度に伴い、著しい影響を示さなかった 1 糖構造を有するスフィンゴ糖脂質 (Glc β 1-Cer) に対してフィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質の菌体内含有量が変動した。一方、*R. oryzae* では、グルコース濃度はフィトセラミド型中性スフィンゴ糖脂質の菌体内含有量に影響を与えなかった。従って、本菌株の中性スフィンゴ糖脂質は、*R. oryzae* とは異なる役割を担う可能性が示唆された。次に、培養条件の異なる菌株から得た膜タンパク質の電気泳動ゲルを画像解析した結果、20 種類のタンパク質の量が著しく変動することが明らかになった。

O - 3

牛肉中ミネラル含量と筋線維型の関係

船津祥一郎^{*1)}, 後藤貴文²⁾, 友永省三¹⁾, 舟場正幸¹⁾, 松井徹¹⁾

(¹⁾ 京大院・農, ²⁾ 九大院・農)

【目的】牛肉はFeやZnなどミネラルの重要な供給源である。特に、牛肉は、鶏肉や豚肉と比べこれらミネラルを多く含んでいる。一方、牛肉の部位によってミネラル含量は異なることが知られている。骨格筋は、ミオグロビンを多く含む赤色筋線維（Ⅰ型、遅筋）、ミオグロビンが少ない白色筋線維（Ⅱ型、速筋）に分けられる。骨格筋における各型筋線維の割合は大きく異なっているため、牛肉部位間のFe含量の相違は、各型筋線維の割合の影響を受けることが推察される。本試験では、牛肉各部位の赤色筋線維の割合とFeならびにその他のミネラル含量の関係を検討した。

【方法】6頭の黒毛和種去勢肥育牛ならびに5頭のホルスタイン種去勢肥育牛を26カ月齢時にと殺し、5種の筋組織（近位大腿二頭筋、大腿直筋、広背筋、胸腹鋸筋、大腰筋）を採取した。各筋肉を速やかに冷凍し、ATPase酵素染色を用いて、各サンプル当たり最少300の筋線維の筋線維型を分別し、その数を計測した。各筋肉サンプルの一部は、ソクスレー法で粗脂肪含量を測定するとともに、濃硝酸による湿式灰化後に、Mn、Fe、Cu、Zn、Mo、Mg、Na濃度を測定した。粗脂肪含量で補正した各ミネラル含量と赤色筋線維の存在比率との関連を検討した。

【結果】胸腹鋸筋の粗脂肪含量は、他の部位と比較し著しく高かったが、他の部位の間には有意な差は認められなかった。赤色筋線維の存在比は、胸腹鋸筋が他の区と比較し有意に高かった。大腿二頭筋と大腰筋の間には差は認められなかったが、広背筋と比較し有意に高く、大腿直筋は他の区と比較し有意に低かった。粗脂肪含量で補正したFe、Cu、Zn、Mo、Na含量と赤色筋線維の存在比には有意な正の相関が認められた。一方、MnならびにMg含量と赤色筋線維の存在比には関連が認められなかった。

以上の結果から、牛肉の筋線維型構成はFe以外のミネラル含量にも大きな影響を及ぼすことが明らかになった。

O - 4

ヘモグロビンの給餌がラットの鉄および脂質代謝に及ぼす影響

戸田裕子*, 大塚錬, 細見亮太, 西山利正, 吉田宗弘, 福永健治

(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

【目的】鉄欠乏性貧血の改善にヘモグロビン（Hb）の経口摂取が有効であることは古くから知られており、医薬品やサプリメントとして販売されている。また、Hbは高中性脂肪血症など脂質代謝異常改善効果を有することも知られている。そこで本研究では、実験動物としてラットを用いて、Hb、さらにHbの構成成分であるグロビン（Gb）、ヘム（Hm）の給餌による血清および肝臓の鉄、中性脂質（TG）、総脂質（T-Lip）、総コレステロール（T-Chol）濃度に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【実験方法】豚血液由来ヘモグロビンを用い、塩酸アセトンによりグロビン粉末を調製した。AIN93G（Control群）、AIN93Gにヘモグロビン粉末1.25%（Hb群）、グロビン粉末1.19%（Gb群）、ヘミン0.03%（Hm群）含有した飼料を調製した。なお、各群のタンパク質および鉄含量が同等になるように調製した。動物実験は4週齢のWistar系雄ラットを4群（1群7匹）、計28匹を用い、飼料および水は自由摂取とし28日間飼育した。体重、給餌量、餌摂取量、給水量は、飼育開始日から解剖当日まで2日おきに測定した。飼育期間終了後、麻酔下で解剖、常法にしたがって採血、肝臓の摘出を行った。また、血清生化学検査、肝臓及び糞脂質濃度の測定、さらに肝臓及び糞中鉄濃度は原子吸光度計により分析した。

【結果】動物飼育期間中の餌料効率において、Hb群はControl群と比べ低下傾向にあったが、Gb群及びHm群は有意な差はみられなかった。血清のT-Lip、T-Chol濃度はControl群よりもグロビタンパクを摂取したHb及びGb群は低い傾向にあった。肝臓のT-Lip、T-Chol濃度ともにHb及びHm群でControl群よりも低い傾向にあった。血清鉄濃度はHm群で他群と比較し著しく低下し、また肝臓鉄濃度においてはHb及びHm群ともに低下していた。

【考察】グロビタンパクを含むHbとGb給餌で血清T-Lip、T-Chol濃度が低下し、ヘムを含むHbとHm給餌で肝臓T-Lip、T-Chol濃度が低下していることから、グロビタンパク質とヘムでは脂質低下作用機序が異なることが考えられる。ただし、Hm群は血清及び肝臓鉄濃度が低くヘムの未吸収が疑われる。今後、糞脂質分析や、人工消化による*in vitro*試験を行い、グロビタンパクとヘムの消化吸収形態について検討し作用機序のさらなる解明が必要だと考えられる。

O-5

魚肉タンパク質がリン過剰存在下におけるカルシウムの可溶性に及ぼす影響

須田理子^{*}, 宮内一匡, 細見亮太, 吉田宗弘, 福永健治
(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

【目的】 かまぼこなどの水産練り製品の原料である冷凍すり身には、保存時の変性防止や製品の食感向上を目的に重合リン酸塩が添加されている。リンは体内で骨形成などに重要な物質であるが、長期的な過剰摂取はカルシウム (Ca) の吸収を阻害し、骨粗鬆症発症など骨代謝に負の影響を与える。そのためリン酸塩を使用した練り製品は忌避される傾向にある。しかし、練り製品中のタンパク質が及びリンおよび Ca に及ぼす影響についてこれまでに報告はない。そこで本研究では、魚肉タンパク質がリン酸塩及び重合リン酸塩過剰存在下において、Ca の可溶性に及ぼす影響を人工消化試験にて評価した。

【実験方法】 スケトウダラと鶏ささみを水晒し、次いでアセトンで脱水、*n*-ヘキサンで脱脂後、乾燥したものを魚肉タンパク質 (FP)、鶏ささみタンパク質 (CP) とした。試験餌料はタンパク質源をカゼインとする AIN93G (対照餌料) と対照餌料のタンパク質源を FP、CP に 100%置換した餌料を作成した。それぞれリン酸二水素カリウムで調製した普通リン食、高リン食、ポリリン酸ナトリウムで調製した高重合リン食を作成した。各餌料をペプシン (pH 2.0, 37℃) で 120 分間消化後、水酸化ナトリウムで中和し、続いてパンクレアチン (pH 7.4, 37℃) で 120 分間消化した。消化液を経時的に回収し、遊離アミノ酸を定量し、人工消化率を算出した。また、遠心分離後得た上清においてモリブデンブルー法で遊離 P 濃度、MXB 法で遊離 Ca 濃度を測定した。

【結果及び考察】 通常リン食では、FP 餌料と CP 餌料の遊離 Ca 濃度はほぼ同等の値を示した。カゼイン餌料において、高い遊離 Ca 濃度を示したが、消化中に生成したカゼインホスホペプチドに Ca が結合し、可溶化されたためだと考えられる。

高リン食では、FP 餌料と CP 餌料の遊離 Ca 濃度は、同等の値を示し、通常リン食に比べ低下した。カゼイン餌料においては普通リン食と同等の値を示した。

高重合リン食では、FP 餌料と CP 餌料ともに、遊離 Ca 濃度は高リン食に比べ増加した。この結果から、ポリリン酸は正リン酸より Ca と結合しにくく、Ca の可溶化を阻害する作用は小さいと考えられる。また、CP に比べ、FP で高い遊離 Ca 濃度を示したことから、ポリリン酸過剰存在下において、Ca の可溶化を促す効果があると考えられる。

O-6

自然発症 2 型糖尿病ラットにおけるユーグレナの血糖値上昇抑制効果についての検討

島田良子^{*1)}, 藤田三穂¹⁾, 湯浅正洋¹⁾, 澤村弘美¹⁾, 渡邊敏明¹⁾, 吉田絵梨子²⁾, 鈴木健吾²⁾
(¹⁾ 兵庫県立大学環境人間学研究所食環境解析学教室, ²⁾ 株式会社ユーグレナ)

【目的】 ユーグレナ (学名: *Eublenagraxis* Z.、和名: ミドリムシ) は、微細藻類に分類される単細胞の微生物であり、細胞壁がないのでビタミン、ミネラル、アミノ酸などの栄養素を効率的に消化吸収することができる。また、ユーグレナの糖貯蔵物質パラミロンは抗免疫賦活作用やコレステロール吸収抑制などが報告されているが、ユーグレナの糖尿病抑制効果については知られていない。そこで、本研究では 2 型糖尿病自然誘発ラットを用いて、ユーグレナの摂取による糖尿病の抑制効果について検討した。

【方法】 7 週齢の雄性 LETO ラット (LC 群)、OLETF ラット (OC 群) に精製飼料および精製飼料にセルロースの代わりとしてユーグレナ (E 群)、パラミロン (P 群)、非結晶性物質アモルファスパラミロン (A 群) をそれぞれ 2%添加した飼料を摂取させた。飼育 0、10 週目に糖負荷試験 (OGTT) を実施し、糖負荷後 0、30、60、120 分に血中グルコース濃度を測定し、血糖曲線下面積 (AUC) を求めた。10 週間飼育後、肝臓および内臓脂肪を採取し、重量を測定した。血液の一般生化学的検査およびインスリン、アディポネクチンおよび肝臓 TG の測定を行った。

【結果および考察】 飼育 10 週目において、体重は E 群で OC 群より有意に低く、A 群は OC 群より高くなった。LC 群では A 群より有意に低かった。内臓脂肪量は E 群で A 群より減少がみられた。血中グルコース濃度は、OC 群に比べ、A 群で有意に高く、アディポネクチンは LC 群より OC 群、E 群で高値を示した。また肝臓 TG は LC 群、E 群、P 群で有意に減少した。OGTT は、0 週目では各群とも差異はなかったが、10 週目では、OC 群に比べ 0 分では LC 群で有意に低く、30 分では LC 群、P 群、A 群が低く、60 分では LC 群が、120 分では LC 群、E 群が低値を示した。また、AUC は OC 群に比べ、LC 群、E 群、A 群で有意に低かった。

飼育 10 週目の OGTT の結果より、ユーグレナの摂取によって血糖値の上昇抑が抑制された。この抑制効果には、体重、内臓脂肪量、肝臓中 TG 量の増加が抑制されたことやアディポネクチンの分泌が増加していたことが関与していると考えられる。パラミロンの摂取ではユーグレナよりも効果が十分に得られなかったことから、血糖上昇抑制はパラミロン以外のユーグレナ成分も関わっている可能性も考えられる。また、アモルファスパラミロンの摂取により体重、内臓脂肪量は著しく増加したが、血糖値の上昇が緩やかであったことから、糖の吸収に影響を与える可能性が示唆された。

血清によるヘプシジン遺伝子発現の誘導は プロモーター上の

BMP-RE1, STAT-BS, TRE を介して起こる

金森耀平*¹⁾, 村上賢²⁾, 松井徹¹⁾, 舟場正幸¹⁾⁽¹⁾ 京大院農・動物栄養, ⁽²⁾ 麻布大獣医・分子生物)

【目的】ヘプシジンは肝臓で産生されるペプチドホルモンで、鉄の腸管吸収を制御している。調節性の鉄排泄機構が存在しないためヘプシジンによる鉄吸収の調節が鉄恒常性維持に重要である。ヘプシジン遺伝子発現調節経路として、体内鉄量の増加に応答する BMP/Smad シグナルと、炎症で駆動される STAT3 シグナルの 2 大経路が知られている。これらの経路は活性化に伴ってそれぞれ Smad1/5/8 あるいは STAT3 のリン酸化・核移行が誘導され、これらのタンパク質がプロモーター領域に結合して転写活性を亢進することが知られている。*In vitro* では、血清によりヘプシジン遺伝子発現が誘導されることが報告されているが、その誘導機構の詳細は不明な点が多い。今回、血清によるヘプシジン発現誘導機構の解明を試みた。

【方法】コラゲナーゼ灌流法により単離したラット初代肝細胞、継代系肝細胞の HepG2 細胞ならびに Hepa1-6 細胞を用いて、血清刺激に伴う Smad1/5/8 のリン酸化をウェスタンブロット法により調べた。マウスヘプシジンプロモーターのルシフェラーゼレポーター遺伝子 (Hamp1-luc) を HepG2 細胞に導入し、プロモーター上の血清応答に関わる領域を調べた。また、初代肝細胞と HepG2 細胞を用いて血清刺激に伴う遺伝子発現の変化を RT-qPCR 法で測定した。

【結果と考察】血清により Smad1/5/8 のリン酸化の亢進は起こらないが、ヘプシジン遺伝子発現の誘導には、内在的にリン酸化された Smad1/5/8 とプロモーター上の BMP-RE1 が血清応答に不可欠であることが示された。また、ヘプシジンプロモーター上に存在する配列 TRE が血清によるヘプシジン遺伝子発現の誘導に重要であった。TRE に結合することが知られており AP1 転写因子群である c-fos、junB は血清刺激に伴って遺伝子発現レベルが高まり、これらは血清によるヘプシジン遺伝子発現亢進を増幅した。一方で c-fos、junB の機能喪失変異型を遺伝子導入すると血清応答が低下したことから、c-fos、junB の発現が血清応答に正に寄与していることが示された。さらに STAT-BS も血清応答に部分的に寄与することが明らかになり、プロモーター上で近接する BMP-RE1、STAT-BS、TRE を介して、Smad1/5/8、STAT3、AP1 が協調的にヘプシジン遺伝子発現を制御している可能性が示唆された。

ポスターセッション

P - 1

泌乳マウスの小腸と乳腺の IgA 産生に及ぼす β -クリプトキサンチンの影響

王蒙東^{*1)}, 杉本実紀¹⁾, 池田俊太郎¹⁾, 向井克之²⁾, 久米新一¹⁾

(¹⁾ 京大院農, ²⁾ ユニチカ中央研究所)

【目的】 β -クリプトキサンチンはミカンに豊富に含まれ、 β -カロテンと類似した機能を有している。演者らの研究室では、 β -カロテンを泌乳マウスに給与すると回腸と乳腺の IgA 産生細胞数が増加し、乳中への IgA 分泌量が増加することを報告した。そこで、本研究では妊娠期から泌乳期のマウスに β -クリプトキサンチンを給与して、泌乳マウスの小腸と乳腺における IgA 産生に及ぼす影響を調べた。

【方法】 ICR 系妊娠マウス計 30 匹を対照区およびクリプトキサンチン区に割り当て、クリプトキサンチン区では β -クリプトキサンチンを妊娠マウスに交配後 6.5 日から分娩 7 日後と 14 日後まで飼料に 50ppm 添加して給与した。仔マウスは出生後 2 日目に雌雄各 5 匹になるように間引きした。妊娠・泌乳マウスの体重および飼料摂取量と新生仔マウスの体重を毎日測定し、分娩 7 日後と 14 日後に母体から血清、乳腺、回腸および空腸を、また新生仔からは血清、胃内容物、小腸および糞を採取した。血清、胃内容物、小腸および糞については ELISA 法による IgA 濃度の測定を行い、母体乳腺および小腸については免疫組織学的、分子生物学的解析を行った。

【結果と考察】 泌乳マウスの体重、飼料摂取量および新生仔マウスの体重には β -クリプトキサンチン給与による影響は認められなかった。泌乳マウスでは乳腺の IgA 産生細胞数が分娩 7 日後から 14 日後にかけて急激に増加し、新生仔マウスへの IgA の分泌も増加した。 β -クリプトキサンチン給与で分娩 14 日後の空腸の IgA 産生細胞数が増加したが、乳腺および回腸の IgA 産生細胞数には処理による影響は認められなかった。泌乳マウスの血清および糞中の IgA 濃度並びに新生仔マウスの血清、胃内容物、小腸および糞中の IgA 濃度には、 β -クリプトキサンチン給与による影響は認められなかった。 β -クリプトキサンチン給与で分娩 14 日後における乳腺、空腸および回腸の IgA の mRNA 発現量と空腸のケモカインリガンド (CCL25 と CCL28) の mRNA 発現量が増加した。

以上の結果から、妊娠期と泌乳期のマウスに β -クリプトキサンチンを給与すると泌乳後期における空腸の IgA 産生細胞数の増加に効果的なことが認められたが、乳腺の IgA 産生に及ぼす影響は明らかでなかった。

P - 2

亜鉛欠乏ラット肝臓での p-GS と p-GSK3 β のタンパク発現について

下垣里河¹⁾, 宮崎孝²⁾, 佐藤真喜子²⁾, 高橋幸子²⁾, 荒木隆一郎²⁾, 宮島由佳¹⁾, 木村美智代¹⁾

野寺誠¹⁾, 大野洋一²⁾, 柴崎智美²⁾, 竹中恒夫⁴⁾, 鈴木洋通^{2,3)}

(¹⁾ 埼玉医科大学 保健医療学部 健康医療科学科, ²⁾ 埼玉医科大学 地域医学・医療センター,

³⁾ 医学部 腎臓内科, ⁴⁾ 国際医療福祉大学 臨床研究センター 山王病院)

【目的】 糖尿病は、インスリンの分泌不足または作用不全が主因であり、成人病や心疾患の危険因子であることから、その予防は喫急な課題である。必須微量栄養素の亜鉛は RNA 合成酵素や脱炭酸酵素等、300 種以上の酵素活性に関与し、1 万種以上のタンパクの構造安定性に寄与している。亜鉛がインスリンの合成・分泌に必須であることは、インスリンの発見当初から知られており、亜鉛欠乏状態ではインスリンの分泌低下が知られている。肝での糖代謝は、グリコーゲン合成酵素 (GS) により調節されている。グリコーゲン合成は、GS Kinase 3 β (GSK3 β) による GS のリン酸化により調節されている。今回、亜鉛欠乏状態での肝臓における糖代謝を明らかにすることを目的に、亜鉛欠乏ラットでの肝臓での p-GSK3 β と p-GS のタンパク発現を SDS-PAGE で検索した。

【方法】 5 週齢 SD 系ラット雄 30 匹を亜鉛欠乏餌 (ZnD) 群、亜鉛添加餌自由摂取 (Free) 群 (亜鉛 5mg/100g 餌) および ZnD 群と同一カロリーの亜鉛添加餌で飼育した Pf 群の 3 群に分けた。それぞれの飼料で飼育 4 週後、肝臓での GS および GSK3 β を検出するためにエーテル麻酔下で肝臓を摘出した。摘出した肝臓を用いて SDS-PAGE にて p-GSK3 β 抗体 (Santa Cruz Biotechnology, Inc., sc-11757) と p-GS 抗体 (Cell signaling Technology, Inc. #3891S) を用いてそれぞれのタンパク発現を検索した。使用した PVDF 膜から β -actin を検出、結果はそれらの比で表した。

【結果】 肝臓で p-GS の発現量は、ZnD 群 (2.1 ± 0.7 , n=4)、Pf 群 (4.0 ± 0.4 n=4) および F 群 (3.2 ± 0.3 n=4) であった。GS のリン酸化酵素である p-GSK3 β の発現は ZnD 群 (1.5 ± 0.3 , n=4)、Pf 群 (2.4 ± 0.4 n=4) および F 群 (1.7 ± 0.2 n=4) であった

【考察】 今回の結果から亜鉛欠乏ラット肝臓において GS 酵素のリン酸化酵素である p-GSK3 β タンパク発現低下を介した p-GS タンパク発現量の低下が認められた。亜鉛欠乏状態の肝臓ではグリコーゲン合成酵素が低下し、グリコーゲン合成を上昇させる方向に働いていることが推定された。

P - 3

TGF- β ファミリーによる脂肪細胞の機能制御

喬宇航*, 金森耀平, 松井徹, 舟場正幸
(京大院農・動物栄養)

【目的】TGF- β 、Activin、BMP などからなる TGF- β ファミリーは多機能性のサイトカインで、未分化な細胞の増殖・分化を強力に制御する。しかしながら、TGF- β ファミリーの受容体は、分化した細胞においても発現していることから、TGF- β ファミリーは終末分化細胞に対しても機能すると考えられるものの、不明な点は多い。脂肪細胞系列細胞における従来の知見も同様で、脂肪細胞における TGF- β ファミリーの機能については大部分が不明である。そこで、本研究では、3T3-L1 脂肪前駆細胞を用いて、脂肪細胞に分化させた後に TGF- β ファミリー処理を行い、脂肪細胞の機能を検討した。

【方法】3T3-L1 脂肪前駆細胞を常法にしたがって脂肪細胞に分化した。分化刺激後8日目から2日間 TGF- β 1、Activin A、Activin B、BMP 4 あるいは BMP 7 処理した。脂肪細胞では、 β 3 アドレナリン受容体活性化により脂肪分解が引き起こされる。そこで、一部の細胞に対しては、 β アドレナリン受容体アゴニストであるイソプロテレノール処理も行った。脂肪蓄積は oil red O 染色法により、脂肪分解は培地中のグリセロール濃度測定により評価し、脂肪分解に関わる酵素の遺伝子 (HSL, ATGL)、アディポカイン類 (Leptin, Adiponectin, PAI-1, Resistin)、褐色脂肪細胞関連遺伝子 (Ucp1, Pgc-1 α) の発現は RT-qPCR 法により測定し、Gapdh で補正した。肥満者の脂肪組織にはマクロファージが浸潤していることが知られている。そこで、LPS によって RAW264.7 マクロファージ細胞を活性化した場合の TGF- β ファミリーの発現も併せて検討した。

【結果と考察】脂肪細胞に対する TGF- β ファミリー処理は脂肪蓄積に大きな影響を及ぼさなかった。TGF- β 1 によりイソプロテレノール誘導性の脂肪分解は増加した。HSL 遺伝子の発現に関して、TGF- β ファミリーの影響は認められなかった一方、ATGL 発現は、TGF- β 1、Activin A、Activin B、BMP 4 あるいは BMP 7 により有意に増加した。Activin A により測定した全てのアディポカイン類発現は有意に増加した。一方、イソプロテレノール誘導性の Pgc-1 α 発現は BMP7 により有意に上昇した。さらに、RAW264.7 細胞では恒常的な TGF- β 1 発現が認められること、活性化に応じた Activin A 発現増が明らかになった。以上の結果は、脂肪組織へのマクロファージの浸潤・活性化により引き起こされる脂肪分解促進ならびにアディポカイン類発現変化に TGF- β 1 ならびに Activin A が関与している可能性があることを示している。

P - 4

培養細胞を用いる精油の機能評価系の開発

志村綾子*, 村田直也, 田村優衣, 眞崎花織, 板倉のり子, 吉田靖華, 水野大, 川原正博
(武蔵野大学薬学部)

【目的】植物から抽出された精油には様々な活性が有り、アロマセラピーは疾病の治療・予防などにも広く用いられている。精油の効能については、ヒトに対する生理心理学的試験が主として用いられているが、倫理的限界故に詳細な検討は困難である。一方、動物実験では自他の発する臭いの影響を除去する必要など実験的に問題が多い。培養細胞を用いる in vitro 評価系は簡便ではあるが、これまでの応用例は抗菌活性などに限られてきた。演者等は、精油の新たな効能を探索するために不死化視床下部神経細胞 (GT1-7 細胞) を用いて数十種類の精油の抗酸化活性等を検討してきた。今回、小胞体ストレスなどの疾患誘起薬物に対する保護効果についても検討した。さらに、女性ホルモン様活性についても検討すると共に、乳癌由来細胞株 (MCF-7 細胞) を用いて作用を比較した。

【方法】GT1-7 細胞は既報に従って増殖させ、confluent に達した後に trypsin-EDTA 処理により分散させ、無血清培地にて培養を行った。培養1日後に様々な精油を単独、あるいは細胞死誘起物質と共に投与し、投与1日後に細胞生存率を測定した。MCF-7 細胞についても同様に培養を行った。

【結果及び考察】ヒドロキシラジカルを生じる過酸化水素、虚血性神経細胞死に関わる亜鉛、小胞体ストレスを引き起こす thapsigargin、estradiol のアンタゴニストである tamoxifen などは、GT1-7 細胞の細胞死を引き起こし、種々の疾患発症に関わることが明らかになっている。このような細胞死誘起物質と精油とを共投与して、精油の保護効果を観察した結果、いくつかの精油に保護効果があることが観察された。特に、ゼラニウム (*Pelargonium graveolens*) 精油は tamoxifen による細胞死を顕著に増強した。現在、活性成分の同定を試みている。また、ゼラニウム精油は MCF-7 細胞で異なる応答性を示した。本研究で開発した評価系は簡便で有り、これを用いることによって、精油の新たな効能が開発できることが期待される。

P - 5

カプサイシンが褐色脂肪細胞における Ucp1 発現に及ぼす影響

木田龍祐^{*1)}, 村上賢²⁾, 河田照雄³⁾, 松井徹¹⁾, 舟場正幸¹⁾

(¹⁾ 京大院農・動物栄養, ²⁾ 麻布大獣医・分子生物, ³⁾ 京大院農・食品分子機能)

【目的】褐色脂肪細胞で発現している Ucp1 発現は脱共役的にグルコースならびに脂肪酸を酸化しエネルギーを熱として消費する。Ucp1 発現レベルと熱産生量はパラレルな関係にあるので、Ucp1 発現量上昇は肥満の予防・改善に繋がり得る。これまでに、トウガラシ辛味成分であるカプサイシン類の経口投与により、褐色脂肪組織では Ucp1 発現上昇が明らかにされている。この現象は、交感神経系の活性化を介したものと理解されているものの、摂取したカプサイシン類は体内に吸収されることを考慮すると、褐色脂肪細胞への直接作用の可能性も否定できない。本研究の目的は、褐色脂肪細胞におけるカプサイシン誘導性の Ucp1 発現への直接的な影響を調べることである。

【方法】HB2 褐色脂肪前駆細胞を用いた。この細胞は、インスリン刺激8日後に褐色脂肪細胞に分化する。分化に伴うカプサイシン受容体 (Trpv1) 発現を RT-qPCR 法により調べた。また、HB2 褐色脂肪前駆細胞を用いて、ルシフェラーゼを利用したマウス Ucp1 プロモーター（翻訳開始点より上流 4022 bp から 122 bp まで：Ucp1(4022)-luc）の転写活性を測定した。さらに、HB2 褐色脂肪細胞の培地にカプサイシンを添加し2日間暴露した。その後、 β アドレナリン受容体アゴニストであるイソプロテレノール誘導性の Ucp1 発現を RT-qPCR 法により検討した。

【結果】HB2 褐色脂肪前駆細胞の分化に伴い、Trpv1 発現量は上昇した。Trpv1 存在下において、HB2 褐色脂肪前駆細胞はカプサイシンにตอบสนองし、Ucp1 転写促進を引き起こした。しかしながら、HB2 褐色脂肪細胞に対してカプサイシン処理を行っても Ucp1 mRNA レベルは変化しなかった。また、Ucp1 mRNA 量はイソプロテレノール処理に応じて即時的に増加するが、イソプロテレノール誘導性の Ucp1 mRNA レベルに対してもカプサイシンは影響を及ぼさなかった。

【考察】HB2 褐色脂肪細胞における Trpv1 の発現はカプサイシンの直接作用の可能性を示唆する。Ucp1(4022)-luc を用いた転写活性評価において、カプサイシンは転写を促進したが、一方で、mRNA レベルには影響を及ぼさなかった。この結果は、Ucp1 遺伝子の翻訳開始点上流 4 kb にはカプサイシンにより正に調節される領域が存在するものの、それ以外の部分に転写抑制部位が存在する可能性、あるいはカプサイシンには Ucp1 mRNA の分解を促進する可能性が考えられた。以上から、生体で見られる褐色脂肪細胞におけるカプサイシン誘導性の Ucp1 発現は直接作用ではないことが示唆された。

P - 6

屋久島で栽培された茶葉の微量元素とその地域性について

櫻井顔世^{*1)}, 内田治²⁾, 藤本尚志¹⁾, 安藤達彦¹⁾

(東京農業大学¹⁾, 東京情報大学²⁾)

【目的】茶葉に含まれる微量元素は生育土壌の影響を受け、栽培された地域ごとに変動することがある。本研究では屋久島で栽培された茶葉の微量元素を測定し、屋久島という狭い地域で栽培された茶葉と本州で栽培された茶葉を比較し地域性について検討を行った。

【方法】試料は屋久島で採取した生茶葉を乾燥させたもの 32 種、静岡など本州で栽培された茶葉 21 種を使用した。

乾燥茶葉 0.5g を硝酸にて高压分解後定容とし、ICPS1000 IV を用いて含有される Na, Fe, Zn, Mg, Ca, Al, Mn を測定した。

【結果】ICP によって測定された微量元素含量を用いて主成分分析を行った。主成分分析では屋久島と本州で栽培された茶葉とでは非常に高い値で識別され、屋久島と本州とでは明確な違いが見られた。

屋久島で採取した地域ごとでは識別率は高かった。交差判別では差は見られるもののあまり高い値はでなかった。さらに採取した地域は北東と南東に分かれた。

以上のことから屋久島と本州では明確な地域性の差が見られた。屋久島島内の地域では特徴が見られる場所もあったため測定微量元素の種類を増やすことや調査茶園数を増やすなど、より詳細に調査することでさらに信頼度の高いデータが得られるものと考えられる。

P-7

成人女性における食事性ビオチンの体内動態について

榎原周平^{*1)}, 相崎有加里¹⁾, 湯浅正洋¹⁾, 澤村弘美¹⁾, 福井徹²⁾, 渡邊敏明¹⁾

(¹⁾ 兵庫県立大・環境人間, ²⁾ 病体生理研究所)

【目的】 ビオチンは生体内でカルボキシラーゼの補酵素として働き、糖新生、分岐鎖アミノ酸代謝、脂肪酸合成に関与している。食品中のビオチンの化学形態としては、タンパク質と結合した結合型ビオチンと、遊離で存在する遊離型ビオチンがあり、それらの割合は食品により異なる。結合型ビオチンは、体内で消化酵素により加水分解され、ビオチニダーゼによって遊離型となって吸収される。しかし食品中のビオチンがどの程度利用されているか、また体内動態については不明な点がある。そこで本研究では、遊離率の異なる食品を用い、尿中排泄量の推移から解析することを目的に実験を行った。

【方法】 成人女性 10 名 (22.8 ± 0.9 歳) を被験者とした。前日 21 時より絶食とし、実験当日は、早朝第一尿は排泄し、試験食摂取後、2 時間毎に採尿した。試験食は、ビオチン 50 μg を含むビオチン粉末 (遊離率 100%)、ゆで卵 (40.3%)、アーモンド (0.5%) である。1 日以上の上 Washout 期間を設け、異なる日に摂取した。尿中のビオチンは乳酸菌を用いた微生物学的定量法で測定した。

【結果・考察】 ビオチン粉末摂取後の尿中排泄量は 2 時間後が最も高く、 $69.6 \pm 7.1 \mu\text{mol/mol Cre}$ であった。また、6 時間後においては摂取前のレベルに低下していた。一方、ゆで卵、アーモンドでは、尿中排泄量のピークは 4 時間後であり、それぞれ 18.8 ± 3.5 、 $25.2 \pm 3.6 \mu\text{mol/mol Cre}$ であった。アーモンド摂取においては、6、8 時間後においても、摂取前のレベルにまで低下していなかった。以上のことから、ビオチンの化学形態の違いにより体内動態が異なることが示された。またビオチン以外の食品因子による影響も考えられ、これらの要因についても合わせて検討する。

P-8

亜鉛およびマンガンの長期間投与が高齢マウスの学習・記憶能に与える影響について

吉田香^{*1)}, 魏民²⁾, 木俣聡²⁾, 寺本敬子²⁾

(¹⁾ 京都光華女子大・健康科学, ²⁾ 大阪市立大学大学院・医)

【目的】 近年、種々の健康食品を常用する人が増えており、食品のみから摂る場合には注意する必要のなかった微量元素の過剰摂取が起こる可能性がある。マンガン (Mn)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu) および鉄 (Fe) などの微量元素は、脳神経変性疾患との関連性が指摘されている元素である。これらの微量元素の長期に渡る過剰摂取により老人性神経障害が起こる可能性がある。これまでの研究で、天然原料より作られたサプリメントに Mn、Zn、Cu、Fe が多く含まれているものがあること、サプリメントの摂取状況および意識調査により中高年者において天然原料サプリメントと食事の合わせた摂取により微量元素の過剰摂取の可能性があることを示した。本研究では、Zn および Mn の単独または組み合わせ長期間投与が高齢マウスの学習・記憶障害に及ぼす影響を調べた。

【方法】 25 週令雌マウスに Mn(100ppm)、Zn(100ppm) および Mn+Zn (50ppm+50ppm) 水溶液を飲料水として自由摂取させたのち、30 および 50 週間後、ビデオトラッキングシステムを用い、Y 字型迷路試験と新奇物質探索試験により対照群との比較を行った。また、投与 50 週間後、ステップ・スルー型受動的回避学習試験により対照群との比較を行った。投与 51 週間後、血清を採取し、生化学検査を行った。さらに、脳組織の HE 染色および免疫組織化学染色により脳神経変性の有無を調べた。

【結果および考察】 ステップ・スルー型受動的回避試験は長期記憶、Y 字型迷路試験は短期記憶、新奇物質探索試験は視覚的認知記憶を調べるものである。Y 字型迷路試験では、30 および 50 週間投与により群間に差は認められなかった。新奇物質探索試験では、対照群に比べ Zn 群と Mn+Zn 群で探索性嗜好率および DI 値の低下傾向が認められ、特に、30 週投与後の Zn 群では対照群に比べ有意に低下していた。ステップ・スルー型受動的回避学習試験では、Mn 群で記憶能の低下が認められた。以上の結果より、動物行動試験において、Mn は長期記憶能に、Zn は視覚的認知記憶に影響を与える可能性があることが示唆された。なお、脳組織の HE 染色および免疫組織化学染色では、対照群と投与群の間に明らかな差は認められなかった。生化学試験の結果においても、対照群と投与群で明らかな違いは認められなかった。

Staphylococcus sp. RO-1 株の有機酸生成に関する研究

谷泰史^{* 1,2)}, 大内田竜大¹⁾, 斎藤秀樹^{1,2)}, 三原久明¹⁾

(¹⁾ 立命館大学・生命科学部, ²⁾ 立命館大学・R-GIRO)

【目的】微生物の有機酸発酵によって生成するクエン酸や乳酸、酢酸などの有機酸は、食品をはじめとして、香料や医薬などの工業原料として有用である。有機酸の高生産は、EMP 経路や TCA 回路などの様々な糖代謝経路の中間体の蓄積によって得られる。従来から利用されている有機酸生産菌は好気性で酸耐性を有するものが多い。本研究では、有機酸を高生産する細菌を土壌より単離し、生成される主な有機酸の種類とその生産条件を調べることを目的とした。

【方法】有機酸を高生産する細菌を単離するために、酸によって溶解する炭酸ストロンチウム (3 mg/ml) を含む Yeast Peptone (YP) 寒天培地をスクリーニングに用いた。寒天培地中の炭酸ストロンチウムの溶解により、クリアーゾーン (ハロー) を形成する細菌を土壌サンプルより選別した。単離した細菌を 16S rRNA 遺伝子相同性解析により簡易同定した。培養上清による炭酸ストロンチウム溶解性とその pH 変化を指標として、炭素源となる糖の種類による有機酸の生成の有無を調べた。また、培養上清に含まれる有機酸をガスクロマトグラフィー質量分析法にて同定した。

【結果と考察】炭酸ストロンチウム含有 YP 寒天培地上でハローを形成する能力が最も高い細菌を単離した。本菌は、16S rRNA 遺伝子相同性解析により、*Staphylococcus pasteurii* の近縁種であることが明らかになり、*Staphylococcus* sp. RO-1 株と命名した。本菌の培養上清は炭酸ストロンチウムを溶解し、pH は 4.4 に低下していた。次に、グルコース、ソルビトール、フルクトース、マンニトールをそれぞれ含む YP 培地を用いて本菌を培養したところ、グルコース、フルクトース、マンニトール含有 YP 培地では、炭酸ストロンチウムの溶解と pH の低下が見られた。一方、糖を添加していない YP 培地及びソルビトール含有 YP 培地では、炭酸ストロンチウムの可溶化も pH の低下も見られなかった。培養上清に含まれる有機酸をガスクロマトグラフィー質量分析器により調べたところ、pH の低下を引き起こす培地のみに於いて、コハク酸とフェニル酢酸が著しく増加していることが明らかとなった。

中国雲南省滇池周辺地域において蔬菜・花卉を多給された乳牛の生乳中の微量ミネラル濃度の測定

天近勇太^{* 1)}, 安在弘樹¹⁾, 王琳¹⁾, 大石風人¹⁾, 伊日布斯²⁾, 李昆志²⁾, 熊谷元¹⁾, 稲村達也¹⁾, 広岡博之¹⁾

(¹⁾ 京都大学大学院農学研究科, ²⁾ 昆明理工大学生命科学技术学院)

【目的】中国雲南省に位置する滇池の南東岸の畑作地域では、蔬菜・花卉がビニールハウスで周年作付けされ、過剰な施肥が行なわれている。このような過剰施肥で栽培された作物中には高濃度の有毒ミネラルが含まれる場合がある。同地域の酪農家では周辺地域で生産されている蔬菜・花卉の残渣および市場規格外品を乳牛に対して大量に給与しているため、乳牛が多量の有毒ミネラルを摂取し、生乳中の有毒ミネラル濃度が高くなっている可能性が危惧される。牛乳は高栄養価のため幼児期に飲用が推奨されているが、過剰施肥で栽培された蔬菜・花卉の残渣を給与された乳牛の生乳中の有毒ミネラル濃度を測定することは牛乳の安全性を確保する上で重要と考えられる。そこで、本研究では同地域酪農家における生乳中の有毒ミネラル (Pb, Cd, As) 濃度を測定し、日本で生産されている生乳との比較を行なった。さらに、必須ミネラル (Mn, Co, Zn, Mo, Cu) 濃度に関しても、同様に測定した。

【方法】滇池南東岸地域の搾乳場において 2013 年 7 月と 9 月に、酪農家 2 戸の飼養する計 4 ~ 7 頭の乳牛から生乳 (蔬菜・花卉残渣多給乳) を採取した。また、京都府農林水産技術センター畜産センターにおいて 2013 年 8 月に 5 頭の乳牛から生乳 (慣行乳) を採取した。サンプルを寺地ら (2011) の方法に従って灰化処理した後、ICP-MS の定量測定モードを用いて各種ミネラル濃度の測定を行なった。認証標準物質として、粉乳 (NCSZC73015) を用い回収率を求めた。生乳中のミネラル濃度を SAS の GLM プロシジャを用いて 7 月および 9 月に採取した蔬菜・花卉残渣多給乳と慣行乳の 3 群に対して Tukey-Kramer の多重比較を行なった。

【結果と考察】7 月および 9 月に採取した蔬菜・花卉残渣多給乳は慣行乳と比較し、Pb 濃度が有意に高く、Zn, Mo 濃度は有意に低かった。特に、蔬菜・花卉残渣多給乳における Pb 濃度は 24.59 (11.20-46.30) μ g/L で、2006 年に EU が定めた乳中 Pb 基準値である 20 μ g/L を上回っているサンプルが 6 割程度見られた。このように生乳中の Pb 濃度が高かったのは、化学肥料および堆肥の過剰施肥による飼料中 Pb 濃度の上昇や石炭や重油の利用による Pb の環境中への放出が原因として懸念された。他方、蔬菜・花卉多給乳の Zn, Mo 濃度が低かったのは、同地域の乳牛にミネラル剤が給与されていなかったためではないかと考えられた。今後、この地域で生産された生乳中の Pb 濃度を減少させるためには、施肥方法を改善し、環境中への Pb 放出に注意を払う必要があると考えられた。

P - 11

ヒジキの成熟に伴う各種ミネラル集積の意義

片山眞之¹⁾, 村上香²⁾, 片山(須川)洋子^{*1)}

(¹⁾ 大阪青山大学健康栄養学科, ²⁾ 広島工業大学食品生命学科)

【目的】 海洋性褐藻類ヒジキ (*Sargassum fusiforme*) は生育に伴って各種のミネラルを集積しているが、藻体の成熟に伴ってこれらのミネラルは各々一定の蓄積量に収斂する。ヒジキ栽培の観点からはこのことの生理的意義が重要であるが、食品としてのヒジキでは異なった観点からの評価が必要になろう。

【実験法】 藻体：生育途上の新鮮藻体は主として、和歌山県串本町の海岸に生育するヒジキを用いた。採集藻体は新鮮なまま研究室へ持ち帰り、人工海水・蒸留水で洗浄後、下部から 10cm ごとに切断し茎部・葉部等に分画後、凍結乾燥を行った。ミネラルは試料を強酸によって湿式灰化後、原子吸光分光光度計にて定量した。As に関しては、ICP-MS 法も併用して定量した。

【結果】 生育初期のヒジキでは、主要なミネラルの蓄積値（組織重量当たりミネラル量）は、組織分画毎に異なっていたが、成熟につれて一定値に近づいていた。

今回、これまでの組織と比べて雌雄器がより発達した個体を測定した。Ca は早期に一定値に達しているのに対し、As は比較的後期に一定値に近づいた。しかし、Zn, Mn, Fe はなお蓄積を続けていた。測定した各ミネラルは藻体各部位間を自由に移動せずに各部位に留まっているという特徴が見受けられる。

P - 12

かき肉エキスの高尿酸血症に対する影響

福田卓*, 春松慎, 松井博之, 松田芳和

(日本クリニック株・中央研究所)

【目的】 現在、日本において、慢性腎疾患患者は増加傾向にあり、それに起因する合併症も増加してきている。その中でも高尿酸血症により将来的な慢性腎疾患リスクが高まると言われてきている (Iseki K et al : Hypertens Res 24 : 691, 2001)。これまで、かき肉エキスの腎臓に対する効果についての検証は、ほとんど行われていない。そこで、本実験では高尿酸血症ラットを用いて、腎臓の尿酸排出に対するかき肉エキスの効果を検証した。

【方法】 5 週齢 SD 系雄ラットを以下の 4 群（各群 8 匹）に分け、蒸留水およびかき肉エキス溶液を 9 日間、強制経口投与した。また、かき肉エキス投与 4 日目から尿酸負荷食 (2.0 % オキシニ酸 (注) + 0.2 % 尿酸) または通常食を与えた。また、かき肉エキス投与後、3 日目、6 日目および 8 日目に尾静脈より採血し、血清尿酸値を測定した。また、9 日目に腹部大動脈より採血し、腎臓を摘出した。そして、9 日目の血清中の尿酸、クレアチニン、尿素窒素およびアラントイン濃度を測定した。

陰性対照群 : 蒸留水 + 通常食
陽性対照群 : 蒸留水 + 尿酸負荷食
OE 投与群 : かき肉エキス + 通常食
OE 投与 + UA 負荷群 : かき肉エキス + 尿酸負荷食

(注) : 尿酸代謝酵素である Uri 遺伝子を阻害するために使用した。

【結果および考察】 6 日目と 8 日目において、かき肉エキス投与により尿酸負荷による血清尿酸値上昇が有意に低下した。また、通常食群においても、かき肉エキス投与により血清尿酸値が有意に低下した。一方で、血清中アラントイン (尿酸代謝物) に対して、かき肉エキスは影響しなかった。次に、尿酸負荷に関わらず、かき肉エキス投与により血清尿素窒素が有意に低下した。このことから、かき肉エキスは尿酸排出および尿素代謝を改善することで、高尿酸血症を改善する可能性が示唆された。

口頭発表

O-8

栄養レベルにおける亜鉛とメタロチオネインの用量反応関係

横井克彦^{*1,2)}, 小野寺麻稀²⁾

(¹⁾ 聖徳大学大学院 人間栄養学研究科, ²⁾ 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

【目的】近年、抗酸化性やアンチエイジングにおけるメタロチオネインの役割が注目されている。しかしながら、亜鉛の栄養代謝においてメタロチオネインが果たす役割は、必ずしも明らかにされていない。そこで、栄養レベルの亜鉛とメタロチオネインの用量反応関係について検討した。

【方法】AIN-93G 処方を改変し、炭酸亜鉛を亜鉛源として添加亜鉛レベルを 0、3、6、9、12、15、18、30 mg/kg に設定した飼料を作製した。3 週令 SD 系雄ラット 48 匹を 6 匹ずつに分け、それぞれの飼料を自由摂取させ、超純水（ミリポア）を飲み水として与えた。ラットは、飼育 22 日から 24 日にかけて 1 晩絶食の後、エーテル麻酔下で解剖し、腹大動脈からヘパリン加採血し、各種臓器を摘出して分析まで -80℃ で保存した。メタロチオネイン濃度はカドミウム飽和法で測定した。

飼料中亜鉛濃度と各種検査値との関係を、各種検査値の最大幅の半値に対応する飼料中亜鉛濃度を最大半量（すなわち 50% 用量）とした Hill 方程式で解析した。その際、5% 用量ならびに 95% 用量も算出した。データ解析には SYSTAT ソフトウェアを用いた。

【結果】飼育 2 日目から飼育 21 日目までの体重増加量に対する最大半量（50% 用量）は、 3.91 ± 0.24 (estimate $\pm$ ASE) mg Zn/kg、5% 用量は 1.32 ± 0.21 mg Zn/kg、95% 用量は 11.6 ± 1.9 mg Zn/kg であった。肝臓中メタロチオネイン濃度に対する最大半量（50% 用量）は、 8.4 ± 0.7 mg Zn/kg、5% 用量は 6.1 ± 2.0 mg Zn/kg、95% 用量は 11.4 ± 2.4 mg Zn/kg であった。腎臓中メタロチオネイン濃度に対する最大半量（50% 用量）は、 9.9 ± 0.6 mg Zn/kg、5% 用量は 5.7 ± 0.9 mg Zn/kg、95% 用量は 17.2 ± 3.0 mg Zn/kg であった。

【考察】カドミウム飽和法で測定したメタロチオネインは、亜鉛メタロチオネインとされている。肝臓メタロチオネイン濃度の反応が 5% である 6.1 mg Zn/kg では、体重増加量の反応は 77% に達していた。亜鉛メタロチオネインは、栄養レベルでは体内存在量は少ないが、中等度以上の成長が見込まれる亜鉛量が給与されない限り増加しないことから、一時貯蔵とでも言うべき貯蔵に準じた性質を有することが示唆された。

O-9

亜鉛欠乏および食餌摂取制限が腎臓での遺伝子発現に及ぼす影響

許斐亜紀^{*1)}, 横井克彦²⁾

(¹⁾ 帝京平成大学 健康メディカル学部, ²⁾ 聖徳大学 人間栄養学部)

【目的】亜鉛は、DNA ポリメラーゼおよび RNA ポリメラーゼの補因子として知られ、その欠乏によって全身に多様な欠乏症状が現れる。しかし、亜鉛欠乏時の遺伝子発現への影響は詳細には明らかになっていない。亜鉛欠乏時には食餌摂取量が低下することから、亜鉛欠乏と食餌摂取量の低下の両者が、腎臓における遺伝子発現に及ぼす影響を検討した。

【方法】3 週齢 SD 系雄ラット 30 匹を、体重が等しくなるように対照群 (AIN93G: Control 群)、中等度亜鉛欠乏群 (飼料中亜鉛濃度 4.5pp: ZD 群)、および Pair-Fed 群 (AIN93G: PF 群) の 3 群に割り付けた。イオン交換水を与え 4 週間飼育した。

腎臓を採取し、皮質と髄質に分けて分析に用いた。分析には TaqMan プローブを用い、共に transcription co-activator である Crebbp (CREB binding protein) と Taf5l (TAF5-like RNA polymerase II, p300/CBP-associated factor-associated factor) の遺伝子発現について検討した。Quantitative real time RT-PCR (Bio-Rad 社製) で分析した。

各群間比較は Fisher の PLSD で検定し、危険率は 5% とした。

【結果および考察】亜鉛欠乏や食事摂取量の低下により、total RNA 量自体が低下することをこれまでに報告している。そこで、total RNA 量に対する比率で検討した。腎臓皮質中の Crebbp/total RNA 比は変化がみられなかったが、腎臓髄質中の Crebbp/total RNA 比は ZD 群と PF 群が Control 群よりも有意に上昇した。腎臓皮質中の Taf5l/total RNA 比は ZD 群と PF 群が Control 群よりも有意に上昇し、腎臓髄質中の Taf5l/total RNA 比は変化がみられなかった。これらの結果により、亜鉛欠乏および食餌摂取制限の両方が腎臓における Crebbp および Taf5l 遺伝子発現に影響を与えていることが明らかになった。

O - 10

C-C 配糖体イソフラボノイド、プエラリンの腸管吸収に関する研究 ー共存タンパク質の影響ー

服部真緒*, 河村 幸雄
(京都女子大学)

【目的】 クズの主要イソフラボン、プエラリンは、c-c 配糖体で骨粗鬆症モデルマウスに経口投与するとエストロゲン皮下投与と同様に骨吸収の改善を示す事を明らかにしてきた。本研究ではまだ詳細が不明なプエラリンの腸管吸収についてタンパク質の共存がプエラリンの小腸膜透過に及ぼす影響、及びプエラリンの小腸膜透過中の膜酵素による分解性について検討を行った。

【方法】 トランスウェル装置を使用し、上部ウェルに人工膜又はラットから調製した小腸膜を張り、0.1mg/ml のプエラリンと 1mg/ml のタンパク質、又は 1mg/ml タンパク質と 5mM の糖を下部ウェルに、0.9% NaCl のみか 1mg/ml のタンパク質を上部ウェルに添加し、吸光度から濃度を測定した。タンパク質は BSA、OVA、 β -ラクトグロブリン、 γ -グロブリンを使用した。また HPLC で小腸通過時のプエラリンの分解性について検討した。

【結果・考察】 人工膜と小腸膜を比べるとプエラリンの膜透過は小腸膜のほうが遅くなり、タンパク質の共存はプエラリンの膜透過を早くすることが分かった。またタンパク質と糖の共存はタンパク質のみの時と比べてプエラリンの膜透過は遅くなった。したがってプエラリンの膜透過には GLUT が関係する可能性が示された。また HPLC 分析により、プエラリンは小腸膜透過時に分解されることなく膜透過することが判明し、プエラリンはアグリゴンに変換される事なく吸収され機能を発揮していることが明らかとなった。

O - 11

雪室を再現したモデル実験によるコーヒー豆の香気成分変化の検討

曾根英行*¹⁾, 押味真里菜¹⁾, 伊藤美咲¹⁾, 石黒真理子¹⁾, 小林和也²⁾, 渡辺聡²⁾, 神山伸¹⁾
(¹⁾ 新潟県立大・健康栄養, ²⁾ 新潟農総研・食品研究センター)

【目的】 雪室貯蔵は、低温・高湿度の環境から品質の保持のみならず食味を向上させると言われている。コーヒー豆の代表的な香気成分は、不快臭を含むアルデヒド類、甘い香りや香ばしい香りを含むピラジン類、コーヒーらしい香りを含むフラン類の3区分に大きく分類され、これらの多くはコーヒー豆の焙煎過程において生成される。焙煎直後のコーヒーは刺激の強さだけが強調されるが、貯蔵（熟成）することで内部の二酸化炭素が放出され、コーヒーらしい味と香りを示すようになる。本研究では、雪室を利用した熟成によってコーヒー豆の香気成分が変化し、呈味が向上することを報告している。本研究では、雪室環境を実験的に再現したモデル実験により、コーヒー豆に含まれる香気成分の変化を詳細に検討し、雪室貯蔵による呈味向上機構の解明を目指した。

【方法】 アルデヒド類、ピラジン類、フラン類の3区分の代表的な香気成分をガラスビーズに添加したものを試験試料とし、焙煎直後のコーヒー豆を二酸化炭素発生源として脱気バルブをつけたポリプロピレン包装に封入した。保存条件の違いにより、①対照 ②常温貯蔵 ③冷蔵貯蔵 ④雪室貯蔵の4群を設定し、対照は試料調製後直ちに-80℃で保存した。常温貯蔵は20℃に調整された室内、冷蔵貯蔵は低温庫（2～5℃、湿度45～60%）、雪室貯蔵は恒温高湿庫（2℃、湿度99%）で4週間貯蔵した。これらの試料に残存する香気成分を蒸留水で抽出し、ガスクロマトグラフィーで分析した。

【結果】 常温貯蔵では香気成分は全体的に大幅な減少を示したが、冷蔵貯蔵と雪室貯蔵では比較的保持されており、添加した全ての成分でピークが検出された。冷蔵貯蔵と比較すると、雪室貯蔵ではアルデヒド類の割合が減少しており、ピラジン類、フラン類には大きな変化が認められなかったことから、ピラジン類とフラン類で構成比が上昇した。特に、ピラジン類ではカaramel臭の成分である2-methyl pyrazine、フラン類では焙煎臭であるFurfuryl alcoholの構成比が増加していた。

【考察】 雪室のような低温・高湿度の環境では、不快臭を含むアルデヒド類の香気成分の構成比が低下し、甘い香りや香ばしい香りを含むピラジン類やコーヒーらしい香りを含むフラン類の構成比が上昇することで全体的な香りが良くなり、コーヒーの呈味が向上することが示唆された。

アスコルビン酸とメナジオンの相互作用によるレドックス制御

村上恵子*, 細川好孝, 吉野昌孝
(愛知医大・医・生化)

【目的】アスコルビン酸は抗酸化物質として機能する他、遷移金属の還元を介して酸素を活性化し、ある条件ではプロオキシダントとして働く。メナジオン（ビタミン K）は動物においてはビタミン K 依存性グルタミン酸カルボキシラーゼ反応の補因子としての機能をもつとともに、酵母では活性酸素生成、アコニターゼ失活と酵母寿命の短縮を引き起こすことが知られている。今回はアスコルビン酸がメナジオンを還元して活性酸素生成に寄与すること、SH 化合物の 1 つグルタチオンは活性酸素生成に対して抑制的に働くことを見出したので報告する。

【方法】透過性パン酵母を調製してメナジオン、還元物質、アジ化ナトリウム存在下に 37℃ で 5 分間加温した後、アコニターゼ活性を測定して活性酸素生成の指標とした。

【結果】メナジオンは SH 化合物 (DTT、グルタチオン) またはアスコルビン酸とアジ化ナトリウム存在下でパン酵母のアコニターゼを失活させた。またアスコルビン酸は NADPH/メナジオンによるアコニターゼの失活をアジ化ナトリウム存在下で増強した。還元型グルタチオンはメナジオンによるアコニターゼの失活を増強せず、酸化型グルタチオンはこの失活を抑制した。還元型グルタチオンは酸化型による保護効果を増強した。

【考察】メナジオンは酵母細胞に対して酸化傷害を引き起こし、アコニターゼの失活が最も初期の反応として知られている。今回、メナジオンによる酸化傷害の指標としてのアコニターゼの失活はアスコルビン酸により促進されることが明らかとなった。メナジオンの還元に使われる化合物として SH 化合物あるいは NADPH が知られているがアスコルビン酸もこの役を果たせること、さらに NADPH と協力的に作用し、メナジオンの酸化傷害促進因子としての役割をもつことが認められた。またグルタチオンは過剰の過酸化水素を分解する一方、グルタチオンレダクターゼによる還元型グルタチオン再生反応において NADPH を消費することによって、メナジオンによる活性酸素生成を抑制するものと推測された。

日本微量栄養素学会役員名簿

会長	吉 田 宗 弘	(関西大学)
理事	江 崎 信 芳	(京都大学)
	河 村 幸 雄	(京都女子大学)
	松 井 徹	(京都大学)
	渡 邊 敏 明	(兵庫県立大学)
監事	大 谷 貴美子	(京都府立大学)
	栗 原 達 夫	(京都大学)

第 31 回日本微量栄養素学会 学術集会実行委員名簿

会頭	吉 田 宗 弘	(関西大学)
委員	江 崎 信 芳	(京都大学)
	大 谷 貴美子	(京都府立大学)
	河 村 幸 雄	(京都女子大学)
	栗 原 達 夫	(京都大学)
	松 井 徹	(京都大学)
	渡 邊 敏 明	(兵庫県立大学)

日本微量栄養素学会事務局

〒616-8555 京都市右京区太秦開日町 10 番地の 1
日本クリニック株式会社内
TEL (075) 882-6728
FAX (075) 882-6750
E-mail bureau@jtnrs.com
2014 年 5 月 20 日発行