

令和 2 年 7 月 13 日現在

機関番号：34511

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00834

研究課題名(和文) いんげん豆類に含まれる高機能性オリゴ糖の探索とその構造解析

研究課題名(英文) Structural and functional analyses of bioactive oligosaccharides in kidney beans.

研究代表者

木村 万里子 (Kimura, Mariko)

神戸女子大学・家政学部・教授

研究者番号：00351932

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、遊離型植物コンプレックス型糖鎖(Man3Xyl1Fuc1GlcNAc2, M3FX)が、白いんげん(手亡)に数十mg%と多量に含まれていることを見だし、その調製方法を確立した。著者らは、M3FXが花粉症患者のT細胞からのIL-4分泌を抑制することを認めていることから、手亡は免疫調節活性を有するM3FXの良い供給源であると考えられる。

また、豆類に数%含まれるスタキオースの抗アレルギー作用を、OVA誘発食物アレルギーマウスを用いた実験で初めて確認した(血中protease-1量低下, $p < 0.01$)。いんげん豆には免疫調節活性を有する複数のオリゴ糖が存在することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、日本の伝統的な健康食材であるにもかかわらず、日本で需要が低迷しているいんげん豆類の新たな機能性を探るユニークな研究であるといえる。いんげん豆オリゴ糖の構造特性と高機能性を明らかにすることができれば、豆類を用いた新たな健康食品開発への応用が期待できる。

今回、白いんげん豆の一種である手亡に抗アレルギー作用を示す数種類のオリゴ糖が含まれていることが認められた。今後、機能性食品として利用できる可能性もあることから、本研究により得られた成果は、豆類のより一層の消費拡大、地域社会の経済活性にもつながるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)： In this study, we found for the first time that free plant complex sugar chains (Man3Xyl1Fuc1GlcNAc2, M3FX) were contained in a large amount of several ten mg% of the weight of white kidney bean (Tebo), and established the preparation method. We have already demonstrated that M3FX suppresses IL-4 production from T cells (Th2). Therefore, Tebo is a good source of M3FX which is thought to have immunoregulatory activity.

In addition, the anti-allergic effect of stachyose, which is a major constituent sugar of many kinds of beans, was confirmed using OVA-induced food allergic mice (blood protease p-1 inhibition, $p < 0.01$). These results demonstrated that kidney beans contain several biofunctional oligosaccharides with immunomodulatory activity.

研究分野：食品化学

キーワード：いんげん 豆類 ラフィノース スタキオース N-グリカン 抗アレルギー 高機能性 M3FX

1. 研究開始当初の背景

豆類は栄養学的に優れた農産物であるが、日本では、特に雑豆類(大豆・落花生以外の豆類)の消費減少が著しい。そこで、著者らは、これまでに需要が低迷している雑豆類に豊富に含まれるオリゴ糖鎖をグリコドラッグ開発に利用することを目的とし、10種類以上の雑豆に含まれるアスパラギン結合型糖鎖(N-グリカン)のスクリーニングを行ってきた。その結果、雑豆の貯蔵糖タンパク質に結合するN-グリカンの存在量と構造特性は豆の種類によって異なることが明らかになった。すなわち、*Phaseolus* 属のいんげん豆(金時、うずら豆、大福豆)には哺乳動物に対して抗原性を有するコンプレックス型糖鎖($\text{Man}_3\text{Xyl}_1\text{Fuc}_1\text{GlcNAc}_2$, M3FX等)が多く、*Vigna* 属の小豆や大納言にはマクロファーや樹状細胞に対する活性化能を有するハイマンノース型糖鎖が豊富に存在することがわかった¹⁾。

一方、著者らは、日本スギやヒノキ花粉アレルギー性タンパク質にM3FX等の植物コンプレックス型糖鎖が結合していることや、遊離型M3FXが日本スギ花粉症患者のT細胞(Th2)からのIL-4分泌を抑制することを認めている²⁾。また、豆類には様々な種類の遊離型オリゴ糖が含まれているが、それらオリゴ糖の生理的作用については不明な点が多い。特に、含有量の多い(豆乾燥重量の数%を占める)ラフィノースとメリピオースについては、アレルギーマウスの腸管リンパ節Th2応答を抑制して抗アレルギー作用を示すことが報告されているものの、それらの作用機構の詳細はまだ明らかにされていない。

- 1) N-Glycans linked to glycoproteins in Japanese edible beans (Zatsu- mame): Natural resources for bioactive oligosaccharides., Kimura M, Hara T, Kimura Y, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 75(1)155-158 (2011)
- 2) Role of major oligo- saccharides on Cryj1 in human immunoglobulin E and T cell responses. Okano M, Kimura Y, Kino K, Michigami Y, Sakamoto S, Sugata Y, Maeda M, Matsuda F, Kimura M, Ogawa T, Nishizaki K. *Clin. Exp. Allergy*, 34. 770-778 (2004)

2. 研究の目的

本課題では、貯蔵糖たんぱく質の構成成分としてM3FXを多く含むいんげん豆類に着目した。いんげん豆は、種皮の色により白色系と着色系に大別され、白色系(「白いんげん」と呼ばれる)には、手亡、大福豆、白金時豆等が、また着色系には、金時豆、うずら豆、虎豆等のさまざまな種類がある。この中で、日本人にとって昔から馴染み深い豆である“手亡”と“金時豆”を研究試料として選択した。“手亡”は、主に白あんの原料として、“金時豆”は煮豆の原料として、日本で古くから利用されている豆類である。

いんげん豆類に含まれる遊離型オリゴ糖の構造特性を解析するとともに、それらに含まれる遊離型オリゴ糖の免疫調節活性を明らかにすることを目的として研究を行った。具体的には(1)いんげん豆類(手亡、金時豆)と小豆に含まれる遊離型オリゴ糖の構造特性(2)いんげん豆由来オリゴ糖のピフィズ菌・乳酸菌増殖促進活性(3)いんげん豆由来オリゴ糖の免疫調節活性(IgE等の分泌促進・抑制活性等)である。以上の研究成果から、いんげん豆を機能性食材と捉えることが可能となり、高機能性オリゴ糖を含む新たな健康食品(素材)開発への応用が期待できると考えられる。

3. 研究の方法

- (1) いんげん豆類(手亡、金時豆)と小豆に含まれる遊離型オリゴ糖の構造特性

オリゴ糖画分の調製と糖組成分析

いんげん豆(手亡, 金時豆), 小豆(コントロール)のアセトン脱脂粉末(100g)を5%ギ酸で一晩ホモジナイズすることにより, グリコシダーゼとペプチド:N-グリカナーゼ(PNGase)を含む貯蔵タンパク質を変性させた。その後, 50%エタノール分別, 陽イオン交換(Dowex 50x2)および陰イオン交換(Dowex 1x8)により分画を行った。陰イオン交換樹脂に吸着しなかったものをAE(Anion exchange)(-)画分, 吸着したものをAE(+画分とした。各オリゴ糖画分を, 2種類ゲルろ過(Sephadex G-25 sf, Biogel P-2)に供して単糖類や塩類を除去した後, 濃縮, 凍結乾燥した。なお, 糖の検出はフェノール硫酸法で行った。

AE(-)とAE(+の糖組成は, 4M TFAで加水分解後(100℃, 3h), 単糖類をABEEラベル化し, 逆相HPLCで分析した。また, スクロース, ラフィノース族オリゴ糖の分析は, 順相HPLC(Shodex Asahipak NH2P-50)(検出器RI, CAD)およびLC-ESI-MSで行った。

N-グリカンの精製と構造解析

凍結乾燥したオリゴ糖画分を60%のアセトニトリル水溶液に溶解した後, 80%アセトニトリルで平衡化したShodex Asahipak NH2P-50樹脂に混合した。80%アセトニトリルで十分洗浄した後, 0.1% TFAでN-グリカンを溶出させた。これを濃縮, 凍結乾燥後, 蛍光標識(ピリジリアミノ(PA)化)し, ゲルろ過(Sephadex G-25)にかけて余剰の2-アミノピリジンなどを除去した。その後, PA-オリゴ糖を, 逆相HPLC(Cosmosil 5C18-AR), 順相HPLC(Shodex Asahipak NH2P-50 4E)の糖鎖二次元マップに供して精製した。

PA-オリゴ糖(約200pmol)の構造解析は, Endo-H(100U, pH5.0), タチナタマメ由来 α -マンナーゼ(4.9mU, pH4.0, 37℃)で48h消化した後, SF-HPLC(Shodex Asahipak NH2P-50 4E)で行った。また, 精製したPA-オリゴ糖のLC/MSとMS/MS(Agilent 6520 Q-TOF LC/M)による質量分析を行うとともに, 重水で溶解した後, ^1H NMR(Varian NMRシステム, 600 MHz)分析を行った。

(2) いんげん豆由来オリゴ糖のビフィズス菌・乳酸菌増殖促進活性

手亡, 金時豆, 小豆から調製した各々のオリゴ糖画分を用い, ビフィズス菌(*Bifidobacterium longum* JCM 1217)と乳酸菌(*Lactobacillus plantarum* NBRC 3070, *Lactococcus lactis* NBRC 12007)の増殖促進活性を嫌気培養法で調べた。

(3) いんげん豆由来オリゴ糖の免疫調節活性

本実験は, 「岐阜薬科大学における動物実験の実施に関する規定」, ならびに, 関連省庁の定める規則を遵守して行った。

食物アレルギーマウスの作製は, 山下らの方法³⁾により, BALB/c雌性マウス(各群, n=6)を用い, 卵白アルブミン抗原の腹腔注射により免疫感作した後, OVA抗原の経口投与によって食餌的なアナフィラキシーを誘導することにより行った。小豆と手亡のオリゴ糖画分を, それぞれ食物アレルギーマウスに41日間経口投与し(100mg/kg)し, 体温低下, アレルギー性下痢および卵白アルブミンに対する特異的IgE抗体価, マスト細胞protease-1値などを測定した。また, 市販ラフィノースとスタキオースをそれぞれ35日間自由飲水で経口投与し, 上記同様, OVA誘発食物アレルギーモデルマウスを用いた手法で抗アレルギー活性を調べた。

3) Yamashita et al. Overcoming food allergy through acquired tolerance conferred by transfer of Tregs in a murine model. *Allergy* 67. 201-9, (2012).

4. 研究成果

(1) いんげん豆類(手亡, 金時豆)と小豆に含まれる遊離型オリゴ糖の構造特性

オリゴ糖画分の調製と糖組成分析

手亡, 金時豆, 小豆のアセトン脱脂粉末から 4~7%の AE(-) 画分と, 0.1~0.5%の AE(+) 画分が得られた。ABEE ラベル化法による糖組成分析の結果から, 各画分共通の主要構成糖として, マンノース(Man), グルコース(Glc), ガラクトース(Gal), N-アセチル-D-グルコサミン(GlcNAc), アラビノース(Ala)が検出された。また, 手亡から得られた AE(+)画分には, 少量成分としてキシロース(Xyl)およびフコース(Fuc)が認められた。

AE(-)画分の乾燥重量の大部分(50~90%)を, スクロースと難消化性オリゴ糖として知られるラフィノース族オリゴ糖が占めていた。HPLC でオリゴ糖の組成分析をした結果, 各種豆類から得られた AE(-)画分には, スクロースとスタキオースが多く, ラフィノースは少ないことがわかった。

N-グリカンの精製と構造解析

単糖類の組成分析結果より, 手亡 AE(+)画分には M3FX のような植物性コンプレックス型 N-グリカンが含まれる可能性が示唆された。そこで, 手亡 AE(+)画分から, 上述の手法により調製した蛍光標識糖鎖(PA-オリゴ糖)の構造解析を行った。その結果, 図 1-I に示すように, M3FX の RP-HPLC 溶出位置に均一なピークが得られた。また, この PA-オリゴ糖の MS/MS 分析により, 図 2 に示すイオンが検出された。これを順相 HPLC にかける(図 1--1), さらにタチナタマメ-マンノシダーゼで消化した結果, 図 1--2 に示す MFX 構造に収束した。

以上の結果から, 手亡には, 多量の遊離型 $\text{Man}_3\text{Xyl}_1\text{Fuc}_1\text{GlcNAc}_2$ (M3FX) が存在することが明らかになった。M3FX の収量を計算した結果, 手亡 AE(+)画分(凍結乾燥物)の約 50%程度(47.8mg/100g)を M3FX が占めていた。

(2) いんげん豆由来オリゴ糖のピフィズ菌・乳酸菌増殖促進活性

各オリゴ糖画分のプレバイオティック活性を 3 種類の菌 (*Bifidobacterium longum*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*) を用いて調べた。その結果, すべてのオリゴ糖画分において, 既知のプレバイオティクス(ラクツロースやラフィノース)と同程度の活性が認められた。研究を始めた当初は, GlcNAc が検出された手亡 AE(+)画分に, 高い *L.plantarum* 増殖促進活性が認められたが, 精製を進めるにつれ増殖促進活性が低下し, 有効な成分を特定することはできなかった。

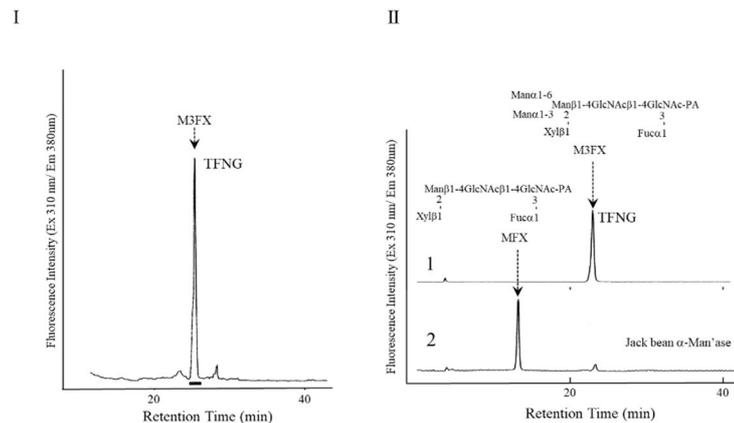


図 1 手亡 AE (+)から得られた PA - オリゴ糖の HPLC

I : 手亡 AE (+)から得られた PA - オリゴ糖(TFNG)の RP-HPLC プロファイル

: PA - オリゴ糖(1)とその - マンノシダーゼ消化物の SF-HPLC プロファイル

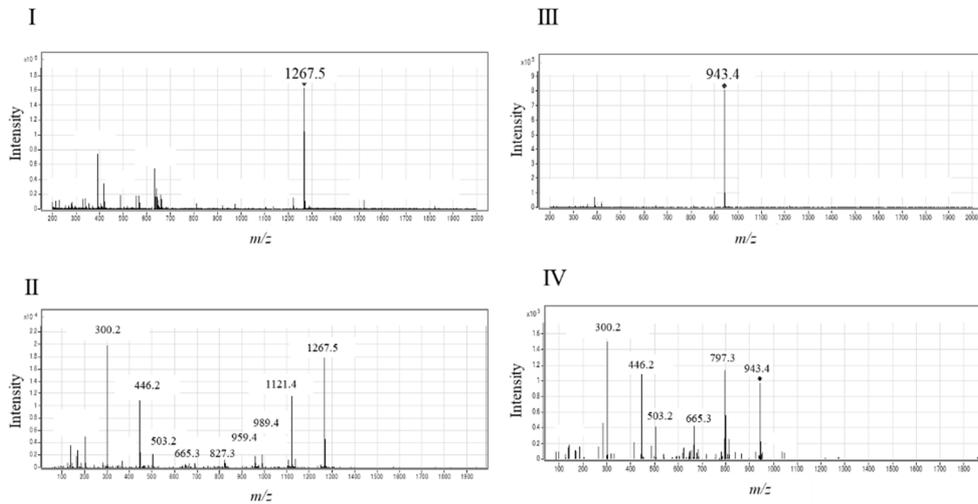


図2 手亡 AE (+)から得られた PA - オリゴ糖の ESI-MS と MS/MS 分析結果

I : 手亡 AE (+)から得られた PA - オリゴ糖の ESI-MS, : I の MS/MS

: PA - オリゴ糖の - マンノシダーゼ消化物の ESI-MS, : の MS/MS

(3) いんげん豆由来オリゴ糖の免疫調節活性

手亡と小豆から調製した各オリゴ糖画分を、オボアルブミン(OVA)誘発食物アレルギーモデルマウス(BALB/c 雌性)に経口投与(100 mg/kg, 41 日間)し、体温、下痢誘発、血清中 OVA 特異的 IgE の変化を調べた。その結果、手亡オリゴ糖画分を投与した群に、下痢の誘発を抑制する傾向が認められた。

次に行った市販ラフィノースとスタキオースを用いた OVA 誘発食物アレルギーマウスの実験では、ラフィノースとスタキオースの両摂取群において、体温、アレルギー性下痢の抑制傾向が観察された。また、図3に示す通り、両摂取群において血中 IgE 抗体価(34 日目)の減少と、マスト細胞からの protease-1 量の有意な低下が認められた($p < 0.01$)。

本研究により、いんげん豆の一種である“手亡”には、遊離型植物コンプレックス型 N - グリカン (M3FX) が数 μmol オーダー(豆重量の数% mg%)で含まれていることが明らかになった。また、いんげん豆の乾燥重量の数%を占めるスタキオースに、抗アレルギー作用があることが初めて認められた。

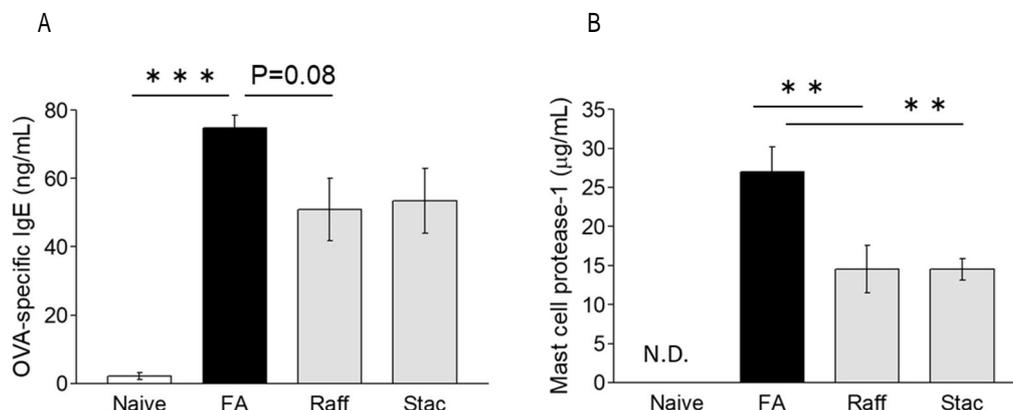


図3 ラフィノースとスタキオースの抗アレルギー作用の評価

A: OVA-specific IgE (34 日目), B: mast cell prorease-1(35 日目)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kimura Mariko, Ogura Mikako, Akamatsu Miyuki, Sugimoto Kaede, Maeda Megumi, Nitoda Teruhiko, Nagasawa-Fujimori Haruko, Yamashita Hirotaka, Kimura Yoshinobu	4. 巻 153
2. 論文標題 Convenient preparation of an antigenic oligosaccharide from white kidney bean powder: A useful plant oligosaccharide for synthesis of immunoactive glycopolymer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Biological Macromolecules	6. 最初と最後の頁 pp.1016 ~ 1023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.231	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Takeda Naoto, Maeda Megumi, Itano Satsuki, Takase Miho, Kimura Mariko, Kimura Yoshinobu	4. 巻 147
2. 論文標題 Synthesis and preliminary evaluation of neoglycopolymers carrying multivalent N-glycopeptide units	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Biological Macromolecules	6. 最初と最後の頁 pp.1294 ~ 1300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.255	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yamashita H, Hayashi T, Saneyasu K, Matsuhara H, Matsui T, Tanaka H, and Inagaki N..	4. 巻 67(4)
2. 論文標題 Immune suppression of food allergy by maternal IgG in murine models.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Allergology International	6. 最初と最後の頁 pp.507-514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.alit.2018.04.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Matsui T, Tanaka K, Yamashita H, Saneyasu K, Tanaka H, Takasato Y, Sugiura S, Inagaki N, and, Ito K.	4. 巻 68(2)
2. 論文標題 Food allergy is linked to season of birth, sun exposure, and vitamin D deficiency.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Allergology International	6. 最初と最後の頁 pp.172-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.alit.2018.12.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 山下弘高、田中宏幸、稲垣直樹	4. 巻 71(2)
2. 論文標題 特集2 経口免疫寛容 経口免疫寛容の誘導における食品添加物の影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床免疫・アレルギー科	6. 最初と最後の頁 pp.146-152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamashita Hirotaka, Hayashi Tadamasa, Saneyasu Kenichi, Matsuhara Hiroki, Matsui Teruaki, Tanaka Hiroyuki, Inagaki Naoki	4. 巻 30
2. 論文標題 Immune suppression of food allergy by maternal IgG in murine models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Allergology International	6. 最初と最後の頁 pp.1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.alit.2018.04.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 前田恵, 木村万里子, 木村吉伸	4. 巻 38(3)
2. 論文標題 スギ・ヒノキ花粉アレルギーに結合したN-グリカンの構造特性と免疫活性解析に向けた新技術	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 アレルギーの臨床	6. 最初と最後の頁 pp.55-59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamashita H, Matsuhara H, Miotani S, Sako Y, Matsui T, Tanaka H, and Inagaki N.	4. 巻 47(9)
2. 論文標題 Artificial sweeteners and mixture of food additives cause to break oral tolerance and induce food allergy in murine oral tolerance model for food allergy.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Clinical and Experimental Allergy	6. 最初と最後の頁 pp.1204-1213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cea.12928	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsui T, Yamashita H, Mori M, Tanaka H, and Inagaki N.	4. 巻 173
2. 論文標題 Eppikajutsuto protects against food allergy induced by ovalbumin in a murine model.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Archives of Allergy and Immunology	6. 最初と最後の頁 pp.71-83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1159/000472715	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 松下夏子、隅野真菜、塚前実句、萩原佐 和子、藤田裕之、木村万里子
2. 発表標題 各種豆煮汁に含まれる天然 遊離ペプチドの血圧上昇抑制効果
3. 学会等名 日本家政学会関西支部 第41回 研究発表会(神戸女子大学教育センター)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹田歩佳、篠倉美香、上田楓、佐藤月観、田村さつき、松廣芽依、木村万里子
2. 発表標題 豆類の摂取が健常成人女子の食後血糖変動に与える効果
3. 学会等名 日本家政学会関西支部 第41回 研究発表会(神戸女子大学教育センター)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 篠倉美香、笹田歩佳、宮本有香、高橋路子、木村万里子
2. 発表標題 豆微粉末を用いたパンの食後血糖上昇抑制効果
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会(仙台) Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笹田 歩佳、松下 夏子、吉田 和利、山下 弘高、木村 万里子
2. 発表標題 豆類の熱水抽出物に含まれるオリゴ糖の構造特性および抗アレルギー作用
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会(仙台) Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森翔太、山下弘高、松井照明、伊藤浩明、田中宏幸、稲垣直樹
2. 発表標題 食物アレルギーの即時型症状に対するステロイド薬の有効性の検討
3. 学会等名 第135回日本薬理学会近畿部会(岐阜)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田美怜、山下弘高、森翔太、松井照明、伊藤浩明、稲垣直樹、檜井栄一、田中宏幸
2. 発表標題 食物アレルギーの即時型症状に対するステロイド薬の作用機序の解析
3. 学会等名 日本薬学会第140年会(京都) Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村 万里子、山下 弘高、吉田 和利、長澤 治子
2. 発表標題 小豆と白いんげん豆に含まれるオリゴ糖の構造特性および抗アレルギー作用
3. 学会等名 第72回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroataka Yamashita, Kenichi Saneyasu, Hiroyuki Tanaka, Naoki Inagaki.
2. 発表標題 Suppression of food allergy by maternal antigen-specific IgG in murine model.
3. 学会等名 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下弘高、田中友梨、松原弘季、田中宏幸、稲垣直樹
2. 発表標題 経皮感作によるマウス食物アレルギーモデルの作製と機序の解析
3. 学会等名 第92回日本薬理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura M, Yamashita H, Akamatsu M, Hotta H, Hama Y, Nagasawa H ,
2. 発表標題 Structural features and prebiotic activities of water-soluble oligosaccharides obtained from Vigna and Phaseolus beans.
3. 学会等名 The 19th European Carbohydrate Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村万里子
2. 発表標題 食品に含まれるオリゴ糖鎖の構造と機能性，健康食品としての利用
3. 学会等名 第44回食品の物性に関するシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下弘高、田中宏幸、稲垣直樹
2. 発表標題 マウス食物アレルギーモデルの作製と食品添加物による免疫寛容獲得阻害に関する検討
3. 学会等名 第66回日本アレルギー学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村 万里子、山下 弘高、吉田 和利、長澤 治子
2. 発表標題 小豆と白いんげん豆に含まれるオリゴ糖の構造特性および抗アレルギー作用
3. 学会等名 第72回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村万里子
2. 発表標題 豆類の糖質・タンパク質について
3. 学会等名 日本穀物科学研究会 第168回例会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松原弘季、山下弘高、見尾谷昇、松井照明、田中宏幸、稲垣直樹
2. 発表標題 食品添加物が経口免疫寛容に及ぼす影響
3. 学会等名 第65回日本アレルギー学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山下弘高、松原弘季、見尾谷昇、松井照明、田中宏幸、稲垣直樹
2. 発表標題 食品添加物の摂取による経口免疫寛容の破綻機序の解明にむけた基礎検討
3. 学会等名 第90回日本薬理学会年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 瀬口正晴, 木村万里子	4. 発行年 2017年
2. 出版社 食品資材研究会	5. 総ページ数 8
3. 書名 New Food Industry「グルテンフリー食品用の各種素材(2)」	

1. 著者名 木村万里子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 公益財団法人 日本豆類協会	5. 総ページ数 6
3. 書名 豆類時報No.90「雑豆微粉末を利用した高機能性パンの開発研究」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山下 弘高 (Yamashita Hiroataka) (40453055)	岐阜薬科大学・薬学部・講師 (23701)	