

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11580

研究課題名(和文) 腸管IgAと腸内細菌の結合弱化の予防を基軸としたインスリン抵抗性の制御戦略

研究課題名(英文) Strategies to control insulin resistance based on prevention of weakened immunoglobulin A coating of commensal gut bacteria

研究代表者

鶴田 剛司 (Tsuruta, Takeshi)

岡山大学・環境生命科学学域・准教授

研究者番号：90728411

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：2型糖尿病の主要な発症要因であるインスリン抵抗性は腸管内の主要抗体であるIgAと腸内細菌の関係性の乱れと関係している。本研究では、この乱れを解消する食品素材を探索し、インスリン抵抗性を予防する上での有用性を検証した。その結果、動物性油脂の多量摂取がIgAと腸内細菌の関係性に乱れを引き起こす一方で、動物性油脂の脂肪酸組成を中鎖脂肪酸に置換することでこの乱れが緩和されるとともにインスリン抵抗性の症状も緩和した。また、一部の難消化性糖質を動物性油脂とともに摂取することによってIgAと腸内細菌の関係性の乱れとインスリン抵抗性が改善することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果から一部の難消化性糖質の摂取や動物性油脂の代替油脂として消化吸収性の高い油脂を摂取することにより腸内細菌に結合する腸管IgA量が増加し、特定の腸内細菌に対する腸管IgAの結合性が変化することが明らかとなった。また、これらの作用が糖代謝機能の低下抑制に関与していることが示された。本知見を応用し、腸内細菌と腸管IgAの正常な関係性を維持し、2型糖尿病予防に有用な食品素材の探索やその組み合わせを提案していくことが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Insulin resistance, a major factor in the pathogenesis of type 2 diabetes, is associated with a disturbance in the relationship between IgA, a major antibody in gut, and commensal gut bacteria. In this study, we searched for food materials that eliminate the disturbance and verified the effect on prevention of insulin resistance. As a result, while high intake of animal fat causes a disturbance in the relationship between IgA and gut bacteria, replacing the fatty acid composition of animal fat with medium-chain fatty acids alleviated the disturbance and also alleviated the symptoms of insulin resistance. It was also found that consumption of a dietary fiber together with animal fat improved the disturbance in the relationship between IgA and gut bacteria, as well as insulin resistance.

研究分野：食品機能化学

キーワード：インスリン抵抗性 免疫グロブリンA 腸内細菌

1. 研究開始当初の背景

申請者は、動物性油脂の過剰摂取が様々な生体異常を誘導する分子機序を解明するために IgA および腸内細菌の関係性に焦点をあてて研究を進めてきた。申請者の研究から、動物性油脂を多く含む高脂肪食をマウスに摂取させると、腸内細菌に結合する IgA 量が顕著に減少することが明らかとなり、この現象はインスリン抵抗性の発症と関係していることが示唆されていた。これらの結果に着想を得て、申請者は「動物性油脂の過剰摂取がもたらす IgA と腸内細菌の結合弱化を予防することがインスリン抵抗性の発現を抑制するうえで重要な戦略である」という仮説を立てた。この仮説を検証すべく、動物性油脂とは脂肪酸組成の異なる食事油脂の可能性に着目した。また、申請者のこれまでの研究から、標準食摂取下では一部の難消化性糖質の摂取によって IgA と腸内細菌の結合が増加することが明らかとなっていたため、高動物性脂肪食とともに難消化性糖質を摂取することで IgA と腸内細菌の結合弱化およびインスリン抵抗性の発症にどのような影響を及ぼすかを検証した。

2. 研究の目的

IgA と腸内細菌の結合を維持する食事油脂や動物性油脂の過剰摂取による IgA と腸内細菌の結合弱化を予防する難消化性糖質がインスリン抵抗性の発現抑制に有効であるかを検証し、腸管 IgA と腸内細菌の結合弱化の予防を基軸としたインスリン抵抗性の制御戦略を提唱することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

実験 1: 難消化性糖質給餌試験

Balb/c マウスを 3 群に分け、1 群には標準食 (NFD) を、残りの 2 群には高動物性脂肪食 (HFD) を給餌した。HFD を給餌した 2 群のうちの 1 群に難消化性の環状糖であるシクロニゲロシルニゲロース (CNN) を飲水投与した (HFD + CNN 群)。NFD 給餌群 (NFD 群) およびもう一方の HFD 給餌群 (HFD 群) には水道水を給水した。12 週間の給餌期間後、新鮮糞便を回収し、IgA 関連解析に供試した。糞便細菌 1 個あたりに結合する平均 IgA 量 (IgA coating amount) および各細菌に対する IgA の結合性の指標である IgA coating index (ICI) を引用文献記載の方法により測定した [1]。耐糖能の指標として経口糖負荷試験 (OGTT) を、インスリン抵抗性の簡易的指標として HOMA-IR をそれぞれ評価した。

実験 2: 油脂の脂肪酸組成の違いが IgA と腸内細菌の結合およびインスリン抵抗性に及ぼす影響
C57BL/6 マウスを 6 群に分け、脂肪酸組成の異なる 3 種の油脂 [1. 動物性油脂 (ラード)、2. 中鎖脂肪酸トリグリセリド (MCT)、3. 中鎖-長鎖脂肪酸トリグリセリド (MLCT、ラードと MCT をエステル置換した構造脂質)] を低濃度 (7% w/w) または高濃度 (30% w/w) で添加した 6 種類の餌を各マウスに給餌した (L-Lard 群、L-MCT 群、L-MLCT 群、H-Lard 群、H-MCT 群、H-MLCT 群)。12 週間の給餌期間後、新鮮糞便を回収し、脂肪酸濃度測定および IgA 関連解析 (IgA coating amount および ICI の評価) に供試した。耐糖能の指標として OGTT を、インスリン感受性の指標としてインスリン負荷試験 (ITT) を実施した。

4. 研究成果

実験 1

(1) 糞便中の細菌に結合する IgA 量 (図 1) および IgA coating index の評価 (図 2)

NFD 群と比較して HFD 群で IgA coating amount は減少し、HFD + CNN 群で増加した。この結果から、動物性油脂の過剰摂取による IgA と腸内細菌の結合弱体化は CNN を摂取することにより緩和することが示唆された。*Erysipelatoclostridium* 属の ICI は HFD 群で NFD 群と比較して有意に低下し、HFD + CNN 群で HFD 群と比較して有意に増加した。*Escherichia* 属および *Faecalibaculum* 属の ICI も同様に HFD 群で NFD 群と比較して減少する傾向が観察され、HFD + CNN 群で HFD 群と比較して有意に増加した。上記の細菌属とは逆の傾向が *Lachnospiraceae* 科に属する 3 つの細菌属で観察され、これらの細菌属の ICI は HFD 群で NFD 群と比較して増加し、HFD + CNN 群で低下する傾向がみられた。この結果から、HFD を摂取することで IgA の反応性が低下する細菌属だけでなく増加する細菌属が存在することが明らかとなった。また、HFD とともに CNN を摂取することで HFD 誘導性のこれらの細菌属に対する IgA の反応性変化を対照群と同レベルに調節することが示唆された。

(2) 経口糖負荷試験および HOMA-IR (図 3)

OGTT IAUC は HFD 群で NFD 群および HFD + CNN 群と比較して有意に高い値を示した。空腹時血糖値およびインスリン濃度は HFD + CNN 群で HFD 群と比較して低下する傾向が観察され、HOMA-IR は HFD 群で NFD 群および HFD + CNN 群と比較して有意に高い値を示した。これらの結果から、CNN を摂取することで HFD 誘導性の耐糖能低下およびインスリン抵抗性が緩和することが示された。

(3) 相関分析

Escherichia 属の ICI は HOMA-IR と負の相関を、*Lachnospiraceae* 科に属する 3 つの細菌属の ICI は HOMA-IR と正の相関を示した。この結果から、HFD によって誘導された *Escherichia* 属に対する ICI の低下および *Lachnospiraceae* 科の細菌属に対する ICI の増加を CNN の摂取により是正することがインスリン抵抗性の緩和に関係している可能性が示された。

実験 2

(1) 糞便中の脂肪酸濃度の測定

糞便中のパルミチン酸 (C16:0)、ステアリン酸 (C16:0)、オレイン酸 (C18:1) および総脂肪酸濃度は H-Lard 群および H-MLCT 群で低濃度油脂摂取群と比較して増加していた。H-MCT 群はこれらの脂肪酸がほとんど糞便中に検出されなかった。また、有意な差はなかったものの H-MLCT 群の糞便中の脂肪酸濃度は H-Lard 群と比較して低下傾向であった。低濃度油脂摂取群間でも同様に L-Lard 群、L-MLCT 群、L-MCT 群の順に糞便中の脂肪酸濃度が高い傾向が観察された。これらの結果から、MCT および MLCT を構成する中鎖脂肪酸の多くが小腸で吸収されることで大腸内に流入する未消化脂質量が減少することが示唆された。

(2) 糞便中の細菌に結合する IgA 量 (図 4) および IgA coating index (図 5) の評価

IgA coating amount は低濃度油脂摂取群と比較して高濃度油脂摂取群で有意に低い値を示した。また、油種間で有意な差はなかったものの Lard 群と比較して MCT 群および H-MLCT 群で高い傾向が観察された。糞便中の C16:0、C18:0 および総脂肪酸濃度が高まるにつれて IgA coating

amount が減少する傾向が観察された。これらの結果から、大腸内に流入する未消化脂質が腸内細菌に結合する IgA 量を低下させていることが示唆された。Firmicutes 門および一部の細菌属の ICI を表 1 に示した。*Erysipelatoclostridium* 属の ICI は H-Lard 群で L-Lard 群と比較して有意に低い値を示し、H-MCT 群で H-Lard 群と比較して有意に高い値を示した。*Faecalibaculum* 属の ICI は *Erysipelatoclostridium* 属と同様の傾向を示した。*Lachnoclostridium* 属の ICI は高濃度油脂摂取群で低濃度油脂摂取群と比較して有意に高い値を示した。*Lactobacillus* 属の ICI は油種間で有意な変化が観察され、MCT 群で高い傾向を示した。*Erysipelatoclostridium* 属の ICI は糞便中の C18:0、C18:1 および総脂肪酸濃度が増加するにつれて低くなる傾向が、*Faecalibaculum* 属の ICI は C16:0、C18:0 および総脂肪酸濃度が増加するにつれて低くなる傾向が、*Lactobacillus* 属の ICI は C16:0、C18:0、C18:1 および総脂肪酸濃度が増加するにつれて低くなる傾向が、*Lachnoclostridium* 属の ICI は C16:0、C18:0、C18:1 および総脂肪酸濃度が増加するにつれて高くなる傾向がそれぞれ観察された。これらの結果から、油脂の摂取量および消化・吸収性の違いが腸管 IgA の腸内細菌に対する反応性に大きく影響を及ぼしており、その作用は細菌属によって異なることが示唆された。

(3) 経口糖負荷試験およびインスリン負荷試験 (図 6)

OGTT IAUC は H-Lard 群で低濃度油脂摂取群と比較して有意に高い値を示し、H-MCT 群および H-MLCT 群で H-Lard 群と比較して有意に低い値を示した。ITT IAUC も OGTT IAUC と同様の傾向を示した。これらの結果から、Lard と比較して小腸での消化・吸収性の高い MCT および MLCT を摂取することにより耐糖能およびインスリン感受性の低下が軽減されることが示された。IgA coating amount が減少するにつれて OGTT IAUC および ITT IAUC は増加する傾向が観察された。これらの結果から、腸内細菌に結合する IgA 量の減少が耐糖能およびインスリン感受性の低下に関係していることが示唆された。*Lachnoclostridium* 属の ICI が増加するにつれて OGTT IAUC および ITT IAUC は増加する傾向が観察された。これとは逆に、Firmicutes 門および *Lactobacillus* 属の ICI が減少するにつれて ITT IAUC が増加する傾向が観察された。これらの結果から、消化・吸収性の異なる油脂の摂取にともなう特定の細菌属に対する IgA の反応性の変化が耐糖能およびインスリン感受性に影響を及ぼすことが示唆された。

< 本研究成果のインパクトおよび今後の展望 >

本研究成果から難消化性糖質の摂取により高動物性脂肪食の摂取にともなう腸内細菌に結合する平均 IgA 量の低下が緩和し、特定の細菌属に対する IgA の結合性を調節することができることが初めて示された。また、食物繊維の摂取と同様に動物性油脂の代替油脂として小腸での消化・吸収性の高い MCT や MLCT といった油脂を摂取することによっても腸内細菌に結合する平均 IgA 量の低下が緩和し、特定の細菌属に対する IgA の結合性を調節することができることが示された。さらに、難消化性糖質および動物性油脂の代替油脂による IgA の腸内細菌に対する反応性の調節作用が高動物性脂肪食誘導性のインスリン抵抗性制御において重要である可能性も示された。今後は、これらのメカニズムの解明を進めていく。

[1] Tsuruta, T., et al., Molecular Nutrition & Food Research, 2023

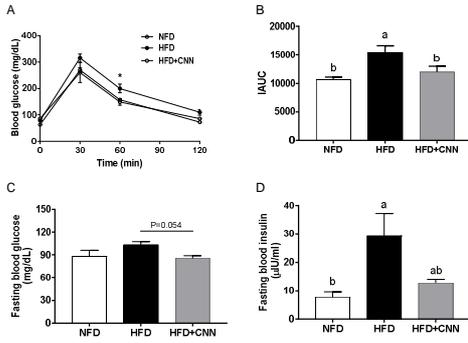
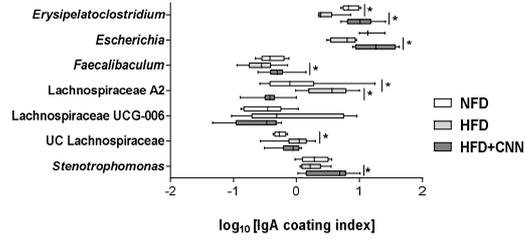
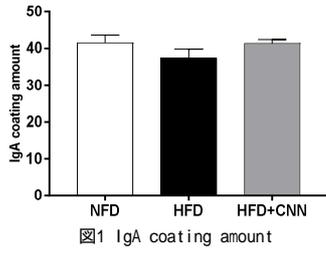


図2 糞便細菌のIgA coating index (ICI)。群間で有意差あった属レベルのICIを示した。*P<0.05で有意差あり。

図3 経口糖負荷試験およびHOMA-IR。(A) OGTTの血糖値の推移、(B) OGTT IAUc、(C) 空腹時血糖値、(D) 空腹時インスリン濃度 (E) HOMA-IR。同一のアルファベットを含まないものはP<0.05で有意差あり。

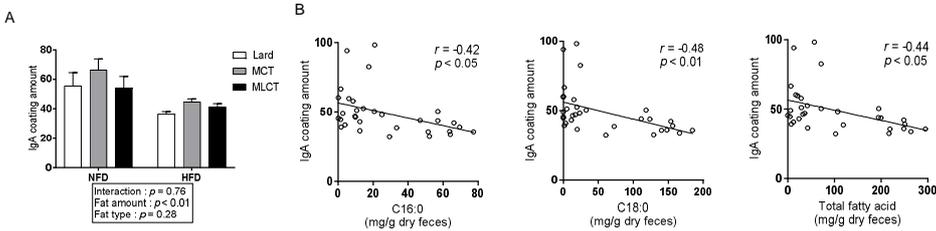


図4 (A) IgA結合細菌1個あたりに結合する平均IgA量 (IgA coating amount) (B) IgA coating amountと糞便中脂肪酸濃度の関係性。(A) 油脂添加量および油脂の種類を要因とする二元配置分散分析により分析した。(B) Pearsonの相関分析を実施した。

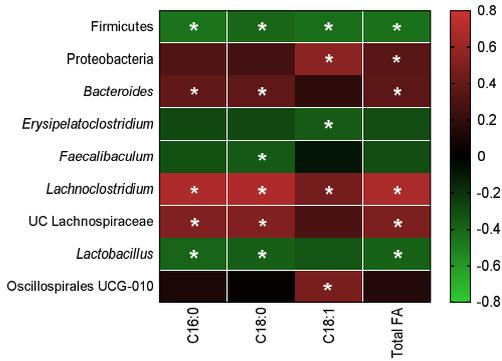


図5 糞便中の脂肪酸濃度と細菌属レベルのICIの関係性。Pearsonの相関分析を実施した。*P<0.05で有意な相関。

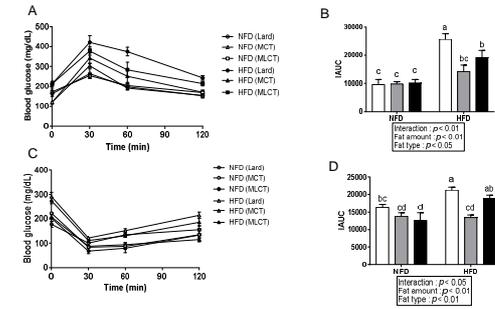


図6 (A) OGTT: 血糖値の推移、(B) OGTT: IAUc、(C) ITT: 血糖値の推移、(D) ITT: IAUc。(B)、(D) 油脂添加量および油脂の種類を要因とする二元配置分散分析により分析した。

表1 IgA coating index at phylum and genus level

	NFD			HFD			P value		
	Lard	MCT	MLCT	Lard	MCT	MLCT	Fat amount	Fat type	Interaction
Firmicutes	1.04 ± 0.04	1.07 ± 0.03	1.06 ± 0.02	1.00 ± 0.01	1.10 ± 0.04	1.04 ± 0.01	0.61	0.11	0.44
Erysipelatoclostridium	65.98 ± 26.71 ^{ab}	18.53 ± 4.81 ^{bc}	69.80 ± 36.83 ^{abc}	15.35 ± 3.92 ^c	192.20 ± 88.71 ^a	28.92 ± 9.83 ^{abc}	0.42	0.25	<0.05
Faecalibaculum	1.69 ± 0.27	1.81 ± 0.24	1.18 ± 0.09	1.15 ± 0.11	1.38 ± 0.20	1.33 ± 0.06	0.07	0.18	0.14
Lachnospiraceae	0.22 ± 0.04	0.20 ± 0.04	0.37 ± 0.09	0.71 ± 0.22	0.40 ± 0.18	0.79 ± 0.19	<0.01	0.17	0.59
Lactobacillus	1.32 ± 0.25	30.98 ± 16.73	17.60 ± 8.70	1.56 ± 0.23	19.80 ± 5.76	1.35 ± 0.37	0.22	<0.05	0.60

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Tsuruta Takeshi, Sonoyama Kei, Miyamoto Taisei, Nguyen Qui D., Mizote Akiko, Teraoka Mao, Nishino Naoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Cyclic nigerosyl-nigerose attenuates high fat diet induced fat deposition, colonic inflammation, and abnormal glucose metabolism and modifies gut immunoglobulin A reactivity to commensal bacteria	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Molecular Nutrition & Food Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mnfr.202200389	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 Wali, A., Tsuruta, T., & Nishino, N.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of Prompt-Delayed Packaging and Ensiling Time on Fermentation and Aerobic Stability of Soybean Curd Residue.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Grassland Congress Proceedings	6. 最初と最後の頁 -
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 Tran Tu Thi Minh, Tran Diep Hoang, Nguyen Thuong Thi, Acosta Tomas J., Tsuruta Takeshi, Nishino Naoki, Duong Hai Thanh	4. 巻 10
2. 論文標題 Fecal, Milk, Uterine, Airborne Dust, and Water Microbiota in Dairy Farms in Southern Vietnam: A Pilot Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advances in Animal and Veterinary Sciences	6. 最初と最後の頁 1525-1531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17582/journal.aavs/2022/10.7.1525.1531	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 SEKI Manami, MIWA Akiho, OHSAKA Fumina, KARATSU Yugo, TSURUTA Takeshi, HINO Shingo, MORITA Tatsuya, SONOYAMA Kei	4. 巻 41
2. 論文標題 Local free fatty acids trigger the expression of lipopolysaccharide-binding protein in murine white adipose tissue	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bioscience of Microbiota, Food and Health	6. 最初と最後の頁 54 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12938/bmfh.2021-061	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 Tsuruta Takeshi, Muhomah Teresia Aluoch, Sonoyama Kei, Nguyen Qui D., Takase Yurika, Nishijima Aoi, Himoto Shiori, Katsumata Emiko, Nishino Naoki	4. 巻 93
2. 論文標題 Aicda deficiency exacerbates high-fat diet-induced hyperinsulinemia but not gut dysbiosis in mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrition Research	6. 最初と最後の頁 15 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nutres.2021.06.009	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 Wali Ajmal, Hou Jianjian, Tsuruta Takeshi, Nishino Naoki	4. 巻 0
2. 論文標題 Bacterial and fungal microbiota of total mixed ration silage stored at various temperatures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jam.15582	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 TSURUTA Takeshi, KATSUMATA Emiko, MIZOTE Akiko, JIAN Hou Jian, MUHOMAH Teresia Aluoch, NISHINO Naoki	4. 巻 39
2. 論文標題 Cyclic nigerosylnigerose ameliorates DSS-induced colitis with restoration of goblet cell number and increase in IgA reactivity against gut microbiota in mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience of Microbiota, Food and Health	6. 最初と最後の頁 188 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12938/bmfh.2020-012	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 Nguyen Qui D., Tsuruta Takeshi, Nishino Naoki	4. 巻 91
2. 論文標題 Examination of milk microbiota, fecal microbiota, and blood metabolites of Jersey cows in cool and hot seasons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Animal Science Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/asj.13441	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 Okumura Motoshi, Hamada Akihiro, Ohsaka Fumina, Tsuruta Takeshi, Hira Tohru, Sonoyama Kei	4. 巻 472
2. 論文標題 Expression of serotonin receptor HTR4 in glucagon-like peptide-1-positive enteroendocrine cells of the murine intestine	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pflügers Archiv - European Journal of Physiology	6. 最初と最後の頁 1521 ~ 1532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00424-020-02453-7	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 Sivixay Souliphone, Department of Animal Science, Graduate School of Life and Environmental Science, Okayama University, Okayama, Japan, Bai Gaowa, Tsuruta Takeshi, Nishino Naoki, Department of Health Science and Social Welfare, Takahashi, Japan	4. 巻 7
2. 論文標題 Cecum microbiota in rats fed soy, milk, meat, fish, and egg proteins with prebiotic oligosaccharides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIMS Microbiology	6. 最初と最後の頁 1 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/microbiol.2021001	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 Tatsuoka Misa, Osaki Yosuke, Ohsaka Fumina, Tsuruta Takeshi, Kadota Yoshihiro, Tochio Takumi, Hino Shingo, Morita Tatsuya, Sonoyama Kei	4. 巻 -
2. 論文標題 Consumption of indigestible saccharides and administration of Bifidobacterium pseudolongum reduce mucosal serotonin in murine colonic mucosa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 British Journal of Nutrition	6. 最初と最後の頁 1 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0007114521001306	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 8件)

1. 発表者名 Takeshi Tsuruta, Taisei Miyamoto, Akiko Mizote, Mao Teraoka, Emiko Katsumata, Naoki Nishino
2. 発表標題 Cyclic nigerosylnigerose attenuates colonic inflammation and abnormal glucose metabolism as well as promotes gut bacteria-specific IgA secretion in diet-induced obese mice
3. 学会等名 International Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Emiko Katsumata, Takashi Yoshida, Mio Sasaki, Mao Teraoka, Taisei Miyamoto, Naoki Nishino, Takeshi Tsuruta
2. 発表標題 Effects of interesterified fat between lard and medium-chain triacylglycerols on gut immunoglobulin A reactivity to gut bacteria and glucose metabolism
3. 学会等名 International Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mao TERAOKA, Naoki NISHINO, Taisei MIYAMOTO, Emiko KATSUMATA, Takeshi TSURUTA
2. 発表標題 Effect of lard-, olive oil- and soybean oil-enriched diet on immunoglobulin A coating of gut bacteria
3. 学会等名 International Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taisei Miyamoto, Naoki Nishino, Mao Teraoka, Emiko Katsumata, Takeshi Tsuruta
2. 発表標題 Effect of cyclic sugars with a different number of glucose units on gut IgA secretion
3. 学会等名 International Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taisei Miyamoto, Naoki Nishino Takeshi Tsuruta
2. 発表標題 GUT IMMUNOGLOBULIN A SECRETION IS INDUCED BY CYCLIC SURAR INDEPENDENT OF NUMBER OF GLUCOSE UNIT
3. 学会等名 International conference on Sustainable Agriculture and Environment (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鶴田 剛司、溝手 晶子、佐相 晴香、塩津 萌々子、西野 直樹
2. 発表標題 環状四糖の摂取が高脂肪食誘導性肥満マウスの腸管IgA分泌および肥満関連の生体異常に及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺岡 真緒、西野 直樹、鶴田 剛司
2. 発表標題 高ラード食、高オリーブ油食、高大豆油食を摂取が腸管免疫グロブリンAの腸内細菌への反応性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮本泰成、西野直樹、鶴田剛司
2. 発表標題 環状糖の鎖長の違いが腸管IgA分泌及び盲腸内容物中の短鎖脂肪酸濃度 に及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田暁仁、渡邊卓巳、西野直樹、鶴田剛司
2. 発表標題 殺菌乳酸菌の摂取が高齢マウスの小腸膜消化酵素活性および血液成分に及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会中四国支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西島葵、渡辺卓巳、池田暁仁、西野直樹、鶴田剛司
2. 発表標題 殺菌乳酸菌 (Lactobacillus plantarum SNK株) の摂取が高齢マウスの小腸膜消化酵素活性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会 中四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeshi Tsuruta
2. 発表標題 Role of gut immunoglobulin A in the pathogenesis of high fat diet-induced disorders
3. 学会等名 International Symposium on Animal Bioscience (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mao Teraoka, Naoki Nishino, Takeshi Tsuruta
2. 発表標題 Effect of lard-, olive oil- and soybean oil-enriched diet on immunoglobulin A coating of gut bacteria
3. 学会等名 International Symposium on Animal Bioscience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoi NISHIJIMA, Takumi WATANABE, Akihito IKEDA, Naoki NISHINO, Takeshi TSURUTA
2. 発表標題 Effect of heat-killed Lactobacillus plantarum SNK strain on mucosal digestive enzymes activity in small intestine of aged mice
3. 学会等名 International Symposium on Animal Bioscience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鶴田 剛司
2. 発表標題 腸管免疫（分泌型IgA）と腸内細菌の相互作用に油脂の摂取が及ぼす影響
3. 学会等名 日本栄養食糧学会中四国支部会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鶴田 剛司、園山 慶、西野 直樹
2. 発表標題 高脂肪食の摂取にともなう腸管IgAの腸内細菌に対する反応性の低下と肥満病態の関係性
3. 学会等名 日本栄養食糧学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鶴田 剛司、溝手 晶子、塩津 萌々子、佐相 晴香、西野 直樹
2. 発表標題 環状四糖（CNN）の摂取が高脂肪食誘導性肥満マウスのインスリン抵抗性に及ぼす影響
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------