

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：32415

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11535

研究課題名（和文）妊娠期の母体の腸内細菌由来水素ガスが胎児の正常な発生・分化の維持へ及ぼす影響

研究課題名（英文）Effect of the hydrogen produced by the intestinal microbes in pregnant mother on the regulation of the embryonic and fetal development

研究代表者

中村 禎子（Nakamura, Sadako）

十文字学園女子大学・人間生活学部・教授

研究者番号：60382438

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）：本研究は、難消化性オリゴ糖、ならびにそれを利用する腸内細菌の代謝産物である水素ガスについて、妊娠期を対象とした新規生理機能を明らかにした。妊娠期葉酸過剰モデルマウスは仔の成長後に糖代謝異常を惹起する。このマウスを3群 AIN93G（対照）群、これに葉酸を添加した葉酸添加群（モデルマウス飼料、FA）、FAにフラクトオリゴ糖を含有する飼料（FA-FOS）に割付け、妊娠18日に解剖した。その結果、母獣の腸内細菌由来水素ガスが胎児へ移行すること、母獣と胎児双方の生体酸化を抑制すること、胎児の糖代謝異常発誘発抑制に関与する膵臓細胞のタンパク質、および転写因子の発現を維持することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、妊娠期葉酸過剰モデルマウスの母獣に難消化性糖質を摂取させると、母獣の腸内細菌が産生する水素ガスが胎児に移行し、母獣と胎児双方の酸化ストレスを軽減することを、初めて明らかにした。また、このモデルマウスの出生仔が成長後に糖代謝異常を惹起する要因を検討した結果、胎児期に、酸化ストレスによって膵臓ランゲルハンス島細胞の分化・発達抑制が生じていること、また、この抑制は、母獣に難消化性糖質を摂取させることにより軽減することを明らかにした。

本研究成果は、妊娠期の適切な栄養素の摂取に関する基礎資料の1つとなり、将来的には母子保健に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We have revealed novel physiological functions of nondigestible oligosaccharides and intestinal microbes derived hydrogen gas (IMDH) which is a metabolic product of intestinal microbes, targeting pregnancy period. A pregnancy excessive folic model mouse (PEFAM) develops glucose metabolic abnormalities after the growth of offspring. The PEFAM were divided into three groups, AIN93G (control) group; excessive folic acid group with folic acid added to AIN93G (PEFAM's diet, FA); diet containing fructooligosaccharides in FA (FA-FOS), and dissection was performed on the 18th day of pregnancy. We clarified that IMDH following FOS ingestion was transferred into the fetus; IMDH suppressed oxidation in both the mother and fetus, and maintained the expression of pancreatic β -cell related proteins and transcription factors involved in suppressing the development of abnormal glucose metabolism in fetus of PEFAM.

研究分野：栄養生化学

キーワード：難消化性糖質 腸内細菌由来水素ガス（IMDH） 葉酸 胎児 抗酸化作用 分化・発達

1. 研究開始当初の背景

申請者は、難消化性糖質を経口摂取したときに生体内の腸内細菌がこれを代謝することによって産生する水素ガスについて研究してきた。その過程において、疾病下にある患者や疾病モデルの実験動物を対象として、外因性水素ガス吸入や溶存溶液により、症状軽減が観察されたこと、その機序に外因性水素ガスの抗酸化作用が関与しているという報告(①)に強い関心をもった。以下、本研究では、難消化性糖質摂取により腸内細菌が産生する水素ガスのことを外因性水素ガスと区別し、腸内細菌由来水素ガス(Intestinal microbes derived hydrogen gas, IMDH)と称する。IMDHは消化管粘膜から吸収された後、循環血液に移行し、肺胞を経由した後に終末呼気へ排出されるほか、皮膚からのガスや腸ガス等へ排出される。申請者らは、呼気へのIMDH排出濃度は、腸内細菌による難消化性糖質の発酵性を定量的に反映すること(②)、さらにIMDHの抗酸化作用を介する生理作用を明らかにした(③-⑤)。老化促進モデルマウス(③, ④)や肝障害モデルラット(⑤)を用いて、難消化性糖質を継続的に摂取させることにより、生体の酸化や炎症性の指標が低値を示し、疾病の発症や重症化が遅延し、これらの症状軽減にIMDHが関与している可能性を明らかにした。難消化性糖質の経口摂取によるIMDHが抗酸化を示すことは、西村らによっても報告されている(⑥)。

申請者らは、IMDHは、外来の水素ガスと同じように、抗酸化作用を示すことを明らかにしたが、生体内IMDHの分布や消長に関する科学的エビデンスを確立していなかった。そこで、科研費(C)17K00976によって、ラットとマウスに難消化性糖質を継続摂取させた後の、生体内IMDHの分布を明らかにした(⑦)。また、IMDHが妊娠ラットの母獣の子宮内のみならず、その胎仔に移行していることを明らかにした(⑦)。これまでの外因性水素ガスやIMDHによる健康影響、ならびに疾病の重症化遅延等へ及ぼす影響に関する研究は、高齢者や傷病者とこれらのモデルマウス等を対象として検討されており(⑧)、妊娠期と胎児期を対象としたIMDHの研究は検索した限りヒットしなかった。

そこで申請者は、Developmental Origins Health and Diseases, DOHaD説、すなわち母体の栄養環境は胎児期の発生過程に影響し、出生後の疾病発症リスクに影響するという考え方を取り入れることとした。妊娠期の母体では、酸化ストレスが亢進状態にあり、このことが母体の健康状態を悪化させるのみならず、胎児の正常な分化・発達にも支障をきたすことが明らかになっている(⑨)。近年、National Institute of Health in USは、妊娠期に母体が葉酸を過剰摂取した場合には、母体に健康被害が発症するだけでなく、その児には成長後に肥満や糖・脂質代謝異常を発症するリスクが高まることを報告している(⑩)。申請者らは、これらの発症リスクが高まる要因について、母体と胎児の双方から検討することを目的として、既に妊娠期葉酸過剰モデルマウス(Pregnant Excessive Folic Acid Model Mice, PEFAM)を構築していた(⑪)。PEFAMは、C57BL/6Jマウスの妊娠期母獣に葉酸過剰飼料を給餌すると、雌性出生仔が7週齢時に糖代謝異常を発症するモデルである。繁殖用飼料(American Institute of Nutrition, 93 Growth diet, AIN93G)の葉酸(プテロイルモノグルタミン酸, folic acid)含有量が2 mg/kg of dietであるのに対し、PEFAMの飼料は、これに38 mgの葉酸を添加した葉酸過剰飼料を給餌している。

申請者らは、PEFAMを用いて、妊娠期の母獣が難消化性糖質を摂取することによって、母獣のIMDHが母獣と胎仔の酸化ストレスへどのような影響を及ぼすか、また出生仔成長後における疾病発症へどう影響するかについて、母獣と同時にその胎仔について検討することとした。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、難消化性オリゴ糖、ならびにIMDHの新規な生理作用を明らかにし、母子の健康の保持増進に寄与することである。本研究費では、まず、そのための科学的エビデンスを蓄積することを目的とした。

申請者は、PEFAMにおいては、葉酸過剰摂取によりマウス母獣と胎仔双方の酸化ストレスが亢進し、胎仔の膵臓ランゲルハンス島β細胞の分化・発達を異常化したと推察した。そこで、実験動物としてPEFAMを用い、難消化性糖質としてフラクトオリゴ糖(Fructooligosaccharide, FOS)含有飼料を給餌するプロトコールを作成し、下図の研究仮説を構築した。

本研究では、仮説①から④を証明することを目的とした。

【研究仮説の説明】

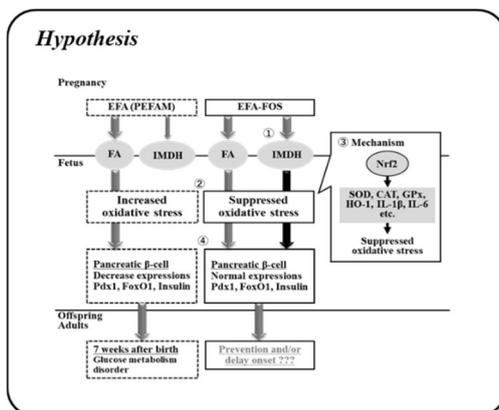
以下の①から⑤は、図中の①から⑤に対応する。

PEFAMの妊娠期母獣にFOS含有飼料を摂取させると、

- ① FOS摂取群において、母獣にIMDHが観察され、そのIMDHが胎仔へ移行する。
- ② PEFAMの母獣、ならびに胎仔においては、葉酸過剰による酸化ストレス亢進が観察されるが、FOS摂取群ではIMDHにより酸化ストレス亢進が抑制される。
- ③ IMDHによる酸化ストレス亢進の抑制は、核内転写因子であるnuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2)が関与する。
- ④ PEFAMにおいては、酸化ストレス亢進により、胎仔の膵臓ランゲルハンス島β細胞の分化・発達に関与するタンパク質(pancreatic and duodenal homeobox 1 (Pdx1), forkhead

box protein O1 (FoxO1), ならびに Insulin 等の発現が抑制されるが, FOS 摂取群においてはこれらの発現が維持される。

- ⑤ PEFAM 出生仔の成長後に惹起する糖代謝異常の発症は, FOS 摂取により遅延, または抑制される。



3. 研究の方法

(1) 試験物質

飼料に混合する難消化性糖質として, FOS (株式会社明治) を使用した。FOS のオリゴ糖画分の純度は 98%, 平均分子量は 608 である。

(2) 実験動物, 飼育飼料, ならびに群分け

妊娠 1 日目の C57BL/6J マウスを以下の 3 種類の飼料を割付け, *ad libitum* で飼育した。飼料は, 対照 (CONT) 飼料として葉酸 2 mg/kg 飼料を含む AIN-93G 精製飼料, PEFAM の定義に定める飼料として CONT 飼料に葉酸 38 mg/kg を添加した葉酸過剰 (EFA) 飼料, EFA 飼料中の 10% スクロースの半分を FOS に置換した飼料 (EFA-FOS) を給餌した。妊娠 15 日目に母獣の糞尿を採材し, 妊娠 18 日目に母獣を安楽死後, 解剖し, 胎仔, および各臓器を採材した。胎仔の成長は速いため, 同一条件下でサンプルを採材できるように, 同じ飼育実験を繰り返し実施した。

(3) 測定項目, ならびに方法

母獣肝臓, ならびに胎仔の IMDH 濃度は, 下内らの方法 (12) で水素ガスを遊離させた後, 簡易ガスクロマトグラフィー (水素/メタン測定装置 BGA-1000, (株) 呼吸生化学栄養代謝研究所, 奈良) を用いて, duplicate で測定した。母獣肝臓, ならびに羊水の葉酸貯留量, 酸化ストレス指標である 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG), malondialdehyde (MDA) と肝臓ミトコンドリア画分の抗酸化酵素活性は, それぞれ専用キットを用いて測定した。母仔肝臓抗酸化酵素と母獣肝臓 Nrf2 のタンパク質発現量は Western blotting を行った。抗酸化酵素とサイトカインの mRNA 発現は real-time RT-PCR で測定し, *Tbp*, または *Actb* を reference として補正した。Western blotting の結果, 胎仔肝臓 Nrf2 と膵臓 Pdx1, FoxO1, および Insulin のタンパク質発現量は免疫組織化学染色後, ImageJ を用いて定量解析した。

(4) 統計解析

平均値, ならびに標準偏差を算出し, 正規性と等分散性の検定後, 一元配置分散分析を実施し, Tukey HSD 検定を行った。統計解析は, SPSS ver. 26 を使用し, 有意確率 5%未満を統計的有意とした。

(5) 動物実験の倫理審査

本動物実験は, 「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準 (最終改正: 平成 25 年環境省告示第 84 号)」を遵守し, 十文字学園女子大学動物実験委員会の承認を得て実施した (承認番号 2102, 2101, 2106, 2110, 2203)。

4. 研究成果

本研究仮説①から④を証明し, これらの主たる研究成果を文献 (13) に報告した。実験動物として PEFAM を用い, FOS 摂取による IMDH の新規な機能を明らかにし, PEFAM の出生仔が成長後に惹起する糖代謝異常の要因の一つを明らかにした。

PEFAM を AIN93G (対照) 群, これに葉酸を添加した葉酸添加群 (モデルマウス飼料, FA), FA にフラクトオリゴ糖を含有する飼料 (EFA-FOS) の 3 群に割付け, 妊娠 18 日に解剖した。結果は以下のとおりである。FA 群と FA-FOS 群の肝臓には, CONT 群に比較して有意に葉酸が貯留していた ($p<0.05$)。EFA-FOS 群では, 母獣に IMDH が顕著に観察され ($p<0.05$), 母獣の IMDH が胎児へ移行した ($p<0.05$)。EFA 群では, 母獣と胎児双方の生体酸化が他の 2 群と比較して有意に高値を示したが ($p<0.05$), EFA-FOS 群の母獣と胎仔では EFA 群で亢進した生

体酸化が抑制され、CONT 群と有意差が観察されなかった。これらのことより、PEFAM 母獣と胎仔において亢進する酸化ストレスは、FOS の摂取による IMDH によって抑制されることが明らかになり、IMDH の酸化ストレス抑制は、核内転写因子 Nrf2 を介する経路であることを明らかにした。

EFA 群においては、酸化ストレス亢進により、胎仔膵臓 β 細胞の分化・発達に関するタンパク質、および転写因子の発現が有意に抑制された ($p < 0.05$)。一方、EFA-FOS 群の胎仔では、膵臓 β 細胞のタンパク質、および転写因子の発現に CONT 群と有意差がなく、膵臓 β 細胞の分化・発達が維持されていた。

以上の結果は、PEFAM の出生仔が成長後に糖代謝異常を発症する要因として、葉酸過剰による酸化ストレスを介して、膵臓ランゲルハンス島 β 細胞の分化・発達が抑制されていることが一要因であることを示唆している。

【本研究の限界と展望】

本研究は、難消化性オリゴ糖、ならびに IMDH について、妊娠期の母獣と胎仔を対象とした新規な生理機能を明らかにしたが、腸内細菌の代謝産物とその生理作用は IMDH のほかにも報告がある。また、早期の胎仔では、*wnt* 関連の指標が影響を受けている可能性も考えられる。今後は、これらの複合的作用について検討することにより、興味深い結果を得る可能性が考えられる。

【謝辞】

試験物質である FOS を供与頂いた株式会社明治に深謝いたします。

【COI に関する事項】

株式会社明治より試験物質を供与頂きました。このほか開示すべき COI はありません。

<引用文献>

- ① Iuchi K, et al. Sci Rep 2016; 6: 18971. Doi: 10.1038/srep18971.
- ② Oku T, et al. Eur J Clin Nutr 2003; 57: 1150-1156. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601666.
- ③ Nakamura S, et al. Gastroenterol Res Pract 2014; 2014: 303184. doi: 10.1155/2014/303184.
- ④ Tanabe K, et al. J Agri Food Chem 2019; 67: 867-874. doi: 10.1021/acs.jafc.8b05164.
- ⑤ Ge L, et al. Oncotarget 2017; 21: 102653-102673. Doi: 10.19632/oncotarget.21130.
- ⑥ Nishimura N, et al. Br J Nutr 2012; 107: 485-492. doi: 10.1017/S0007114511003229.
- ⑦ 奥田明日香他. 安定同位体と生体ガス医学応用 2021; 13: 13-21.
<http://masib.jp/gakkaishi/detail/D13.html>
- ⑧ Tian Y, et al. Front Physiol 2021; 12: 2021. doi: 10.3389/fphys.2021.789507.
- ⑨ Tobola-Wrobel K, et al. Oxid Med Cell Longev 2020; 6398520. Doi: 10.1155/2020/6398520.
- ⑩ Maruvada P, et al. Am J Clin Nutr 2020; 112: 1390-1403. doi: 10.1093/ajcn/nqaa259.
- ⑪ Kintaka Y, et al. Heliyon 2020; 6: e03597. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03597.
- ⑫ Shimouchi A, et al. Adv Exp Med Biol 2013; 789: 315-321. Doi: 10.1007/978-1-4614-7411-1_42.
- ⑬ Okuda A, et al. Nutr Res 2023; 120: 72-87. doi: 10.1016/j.nutres.2023.09.008.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Okuda A, Kintaka Y, Tanabe K, Nakayama T, Shimouchi A, Oku T, Nakamura S.	4. 巻 120
2. 論文標題 Fructooligosaccharide feeding during gestation to pregnant mice provided excessive folic acid decreases maternal and female fetal oxidative stress by increasing intestinal microbe-derived hydrogen gas.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nutr Res	6. 最初と最後の頁 72-87
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nutres.2023.09.008	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 Tanabe K, Nakamura S, Nakayama T, Yoshinaga K, Ushiroda C, Oku T.	4. 巻 29
2. 論文標題 Supplemental feeding of 1,5-anhydro-D-glucitol prevents the onset and development of diabetes through the suppression of oxidative stress in KKAY mice.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research,	6. 最初と最後の頁 413-421
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3136/fstr.FSTR-D-23-00037	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 Oku T, Nakamura S, Takehsita T, Hashiguchi M, Tanabe K.	4. 巻 68
2. 論文標題 Metabolic fate and expectation of health benefits of [U14-C]-sucrose inhibition from digestion using Morus alba leaf extract.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Nutr Sci Vitaminol	6. 最初と最後の頁 294-302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3177/jnsv.68.294	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 田辺賢一, 金高有里, 奥田明日香, 近藤貴子, 奥 恒行, 下内章人, 中山敏幸, 中村禎子.	4. 巻 11
2. 論文標題 【総説】（特集 機能性糖質と健康） 難消化性糖質摂取による腸内細菌由来ビタミン, ならびに水素ガスの新規生理機能.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 食と医療	6. 最初と最後の頁 43-50
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 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 田辺賢一, 田中涼か, 山下優果, 山本桃子, 中村禎子, 奥 恒行	4. 巻 14
2. 論文標題 呼気水素ガスを指標としたヒトにおける大麦 -グルカン抽出物の腸内細菌による発酵性の評価.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 安定同位体と生体ガス医学応用	6. 最初と最後の頁 1-14
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 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 下内章人, 中村禎子, 神野直哉	4. 巻 24
2. 論文標題 非侵襲的活性酸素種計測とルミナコイドによる腸内嫌気性発酵性水素ガス分子.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ルミナコイド研究 (日本食物繊維学会誌)	6. 最初と最後の頁 45-55
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 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 奥田明日香, 金高有里, 後田ちひろ, 山崎優子, 倉若美咲樹, 田辺賢一, 渡辺章夫, 下内章人, 奥 恒行, 中村禎子	4. 巻 13
2. 論文標題 母獣ラットの難消化性糖質継続摂取による腸内細菌由来水素ガスの体内分布と胎仔への移行.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 安定同位体と生体ガス医学応用	6. 最初と最後の頁 13-22
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 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 Yuri Kintaka, Nobuhiro Wada, Seiji Shioda, Sadako Nakamura, Yuko Yamazaki, Kazuki Mochizuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Excessive folic acid supplementation in pregnant mice impairs insulin secretion and induces the expression of genes associated with fatty liver in their offspring.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e03597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2020.e03597	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 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 田中生真、奥田明日香、金高有里、中村禎子、奥 恒行、田辺賢一.
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖の継続摂取が妊娠前の葉酸欠乏ならびに授乳後の母獣の骨塩量に及ぼす影響.
3. 学会等名 第77回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥田明日香, 金高有里, 田辺賢一, 中山敏幸, 下内章人, 奥 恒行, 中村禎子.
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖含有飼料摂取が妊娠期葉酸過剰モデル マウスの母獣ならびに胎仔の酸化ストレスへ及ぼす 影響.
3. 学会等名 第28回日本食物繊維学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥田明日香, 金高有里, 田辺賢一, 中山敏幸, 下内章人, 奥 恒行, 吉澤剛士, 中村禎子.
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖含有飼料摂取が妊娠期葉酸過剰モデルマウスの胎仔膀胱 細胞増殖維持に及ぼす影響.
3. 学会等名 第14回日本安定同位体・生体ガス医学応用学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金高有里, 奥田明日香, 和田 亘弘, 田辺賢一, 望月和樹, 中山敏幸, 竹嶋伸之輔, 中村禎子
2. 発表標題 妊娠期葉酸過剰摂取に起因する耐糖能異常と肥満の誘導と難消化性オリゴ糖摂取による消化管機能の維持.
3. 学会等名 第14回日本安定同位体・生体ガス医学応用学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田辺賢一, 朝倉日和, 大浦卓也, 小西史佳, 日野結衣, 金高有里, 奥田明日香, 中村禎子, 奥 恒行
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖の継続摂取が妊娠ラットの葉酸欠乏状態の緩和に及ぼす影響
3. 学会等名 2022年度日本栄養食糧学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥田明日香, 金高有里, 田辺賢一, 中山敏幸, 下内章人, 奥 恒行, 中村禎子
2. 発表標題 難消化性糖質含有飼料摂取による腸内細菌由来水素ガスが妊娠期葉酸過剰モデルマウスの母獣ならびに胎仔の酸化ストレス関連指標に及ぼす影響
3. 学会等名 第13回日本安定同位体・生体ガス医学応用学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Okuda A, Kintaka Y, Ushiroda C, Yamazaki Y, Kurawaka M, Tanabe K, Watanabe A, Shimouchi A, Oku T, Nakamura S.
2. 発表標題 Intestinal microbes-derived hydrogen molecules in pregnant rats or mice fed fructooligosaccharide-containing diet, permeates into fetus and affects the oxidative stress
3. 学会等名 22nd IUNS-ICN (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kintana Y, Nakamura S, Wada N, Okuda A, Omori M, Tanabe K, Mochizuki K, Oku T.
2. 発表標題 Excessive folic acid supplementation in pregnant mice induces glucose and lipid metabolic disorders in their offspring in infancy and/or adulthood
3. 学会等名 22nd IUNS-ICN (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田辺賢一, 山本健太, 折式田彩, 宮崎理加, 熊谷美乃里, 真子穂香, 中村禎子, 奥 恒行
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖の継続摂取がラットの腸内細菌を介したフラボノイド分解能に及ぼす影響
3. 学会等名 2022年度日本食物繊維学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥田明日香, 近藤貴子, 金高有里, 中村禎子, 奥 恒行, 田辺賢一.
2. 発表標題 性状の異なる難消化性糖質がラットの腸内細菌由来の葉酸産生量ならびに体内蓄積に及ぼす影響.
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金高有里, 望月和樹, 和田亘弘, 田辺賢一, 中村禎子.
2. 発表標題 妊娠期の母獣の人工性葉酸過剰損が仔の脂質・糖代謝へ及ぼす影響.
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田辺賢一, 奥田明日香, 近藤貴子, 金高有里, 中村禎子, 奥 恒行.
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖含有飼料の継続摂取がマウスの葉酸欠乏の遅延に及ぼす影響.
3. 学会等名 日本食物繊維学会第26回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田明日香、金高有里、後田ちひろ、山崎優子、倉若美咲樹、田辺賢一、渡辺章夫、下内章人、奥 恒行、中村禎子。
2. 発表標題 妊娠期母鼠ラットの難消化性糖質経口摂取による腸内細菌由来水素ガスの体内分布と胎児への移行。
3. 学会等名 第12回日本安定同位体・生体ガス医学応用学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村禎子
2. 発表標題 腸と糖・ヒト呼気水素ガスからみえてきたもの -
3. 学会等名 JSAG (日本応用糖質科学会) 第2回企画戦略会議 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田明日香、山中なつみ、金高有里、中村禎子、奥 恒行、田辺賢一。
2. 発表標題 難消化性オリゴ糖含有飼料の継続摂取がマウスの葉酸欠乏予防に及ぼす影響。
3. 学会等名 日本食物繊維学会第25回学術集会 (WEB開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田辺賢一、奥田明日香、近藤貴子、金高有里、中村禎子、奥 恒行。
2. 発表標題 難消化性糖質の違いがラットの腸内細菌由来の葉酸産生に及ぼす影響。
3. 学会等名 2020年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部大会 (WEB開催)
4. 発表年 2020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
研究分担者	中山 敏幸 (Nakayama Toshiyuki) (30284673)	産業医科大学・医学部・教授 (37116)	
研究分担者	奥 恒行 (Oku Tsuneyuki) (50010096)	十文字学園女子大学・人間生活学部・客員教授 (32415)	
研究分担者	田辺 賢一 (Tanabe Kenichi) (60585727)	中村学園大学・栄養科学部・准教授 (37109)	
研究分担者	下内 章人 (Shimouchi Akito) (80211291)	中部大学・生命健康科学部・教授 (33910)	
研究分担者	金高 有里 (Kintaka Yuri) (80420909)	十文字学園女子大学・国際栄養食文化健康研究所・客員研究員 (32415)	

	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
研究協力者	奥田 明日香 (Okuda Asuka)	十文字学園女子大学・大学院人間生活学研究科	

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
---------	---------