

令和 4 年 6 月 18 日現在

機関番号：10105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06364

研究課題名(和文) 家畜乳オリゴ糖ヌクレオチドの生理的意義および飼料添加剤としての実用化への検討

研究課題名(英文) Study of the biological significance of oligosaccharide nucleotides separated from domestic farm animals' milk and attempt to utilize it in animal feed

研究代表者

浦島 匡 (Urashima, Tadasu)

帯広畜産大学・畜産学部・教授

研究者番号：80185082

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：酪農家畜(ウシ、ヤギ、ヒツジ)の初乳より、オリゴ糖ヌクレオチドの分離と構造解析を試みたが、再現よく分離することができず、単糖ヌクレオチドUDP-Gal, UDP-Glc, UDP-GalNAc, UDP-GlcNAcが分離、同定された。

その腸管細胞のバリア機能強化に及ぼす効果を調査するため、小腸を模した系として腸管上皮細胞の共培養系を使用し、UDP-Gal, UDP-Glcを添加して、6~24時間培養した。ついで細胞からRNAを抽出し、リアルタイムPCRにてMUC2, MUC3遺伝子発現への影響を調査した。結果、6時間培養によってUDP-GalによるMUC2遺伝子発現量の上昇が発見された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オリゴ糖ヌクレオチドという機能未知の物質の普遍的な存在と機能解明を行うことは、生化学に新たな知見を切り拓く壮大なチャレンジであったが達成できなかった。一方、酪農家畜の初乳に含まれる糖ヌクレオチドの種類を、従来の方法ではなく、現代的な精密な手法で明らかにしたことは意義がある。また、細胞内での糖鎖合成材料としてではなく、分泌液である初乳に含まれる糖ヌクレオチドが、乳子の腸管通過中にバリア機能に影響する可能性のあるデータがえられたことは、機能解明への今後の展開に希望をいだかせるものである。そのような試みによってその機能が解明されれば、家畜飼料・食品添加素材としての利用可能性をもたらすであろう。

研究成果の概要(英文)： Although the separation of oligosaccharide nucleotides from the colostrum of domestic farm animals including, cow, goat and sheep, these were not separated. However, UDP-Gal, UDP-Glc, UDP-GalNAc and UDP-GlcNAc as sugar nucleotides were identified.

In in vitro experiment with intestinal epithelial cell, the growth stimulation had not been found by addition of UDP-Gal into the medium. To study the effect on intestinal barrier function by exposure with the sugar nucleotide, the mixed intestinal epithelial cell of Caco2:HT29-MTX cells = 9 : 1, which was imitated for small intestine, was cultured with the final concentration of 200 μg/mL of UDP-Gal or UDP-Glc for 6, 12 or 24 hrs. Then total RNA was extracted from the cells and reverse-transcribed to cDNA. The expressed levels of MUC2 or MUC3 was measured by real time PCR. As a result, the significant increase of the expression level for MUC2 was found in the cells, which were cultured with UDP-Gal for 6 hr.

研究分野：糖質科学

キーワード：糖ヌクレオチド 酪農家畜 初乳 腸管バリア機能 MUC2 MUC3 オリゴ糖ヌクレオチド

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

哺乳動物の乳や初乳には、乳仔に栄養を付与する他に生命や健康の維持に欠かすことのできない機能をもった成分が含まれている。またこれまでに乳・初乳の中に分離・同定されている成分に機能未解明のものもある。家畜やヒトの乳・初乳の中にヌクレオチドの他、糖ヌクレオチドの含まれていることは1960年代から報告されている。糖ヌクレオチドは通常細胞内に含まれ、糖転移酵素のドナーとして糖鎖合成系の材料として使用されているが、乳・初乳を含めた分泌液中でのその機能についてはまったくわかっていない。それに加えてヒトや家畜の初乳にオリゴ糖とウリジン 2 リン酸の結合したオリゴ糖が発見されているが、それは存在理由がまったく理解させていない物質である。オリゴ糖ヌクレオチドをドナーとして、オリゴ糖ごとに転移するような糖転移酵素の存在も予想されたが、多くの努力にもかかわらずそれはこれまでに発見されていない。

浦島は、平成28年度～平成30年度文部科学省科研費助成研究において、コリデール種のヒツジの初乳より新規なシアル酸を含む2種のオリゴ糖ヌクレオチドとして Neu5Gc 2-6Gal 1-4GlcNAc-UDP と Neu5Gc 2-3Gal 1-4GlcNAc-UDP を分離し、構造決定した。オリゴ糖ヌクレオチドはヒツジ乳・初乳に限らず、酪農家畜の乳に普遍的に存在し、そして仔の健康・生命の維持に重要な機能をもつことも予想された。そのような機能が明らかになれば、健康性素材として家畜の飼料やヒトへの機能性食品素材としての活用も期待できる。それはタンパク質、ペプチド、脂質、オリゴ糖、多糖とは異なる新規の飼料・食品添加素材の開発が期待され、畜産・食品産業の発展にも貢献できると考えた。

2. 研究の目的

酪農家畜を含む哺乳動物の乳・初乳は、乳仔の健康・生命維持に必要な各種の生理活性物質が含まれるが、機能のよくわかっていない成分もある。ウシ、ヤギ、ヒツジ、ヒト、ブタ、トナカイなどの乳に発見される糖ヌクレオチドのその一つである。糖ヌクレオチドは本来細胞内の細胞質に存在し、ゴルジ体において糖転移酵素のドナーとして糖鎖の合成材料として利用される。一方、体液の中で糖ヌクレオチドが分泌されるのは乳・初乳だけであり、乳における存在意義は、糖鎖合成の材料としてもものとは異なっているであろう。ヒトやウシの乳・初乳にはヌクレオチドが含まれており、乳仔の未熟な腸管を成熟させるような役割がある。糖ヌクレオチドに同様な働きがあるか不明であるが、母子のクロストークに何らかの役割をもっていることも考えられる。

浦島はこれまでの研究の中で、コリデール品種のヒツジの初乳にシアル酸を含む新規のオリゴ糖ヌクレオチドとして Neu5Gc 2-6Gal 1-4GlcNAc-UDP ならびに Neu5Gc 2-3Gal 1-4GlcNAc-UDP を分離、構造解析した。これは乳・初乳以外には発見されていない非常にユニークなものなので、ヒツジ以外の酪農家畜(ウシ、ヤギ)の乳・初乳にも含まれるか探索することを試みた。ついで糖ヌクレオチド成分が腸管上皮の成熟に及ぼす影響を探索する目的で、上皮細胞への増殖刺激、ならびに腸管バリア機能への影響を調査するため、*in vitro* の試験として細胞培養系への添加とムチン遺伝子複製への効果を研究した。そのような機能を明らかにすることによって、家畜飼料ならびに機能性食品への添加素材としての利用可能性を探索しようとした。

3. 研究の方法

酪農家畜初乳に含まれる糖ヌクレオチドの同定から開始した。初乳から糖ヌクレオチドを簡便に分離できるイオン交換クロマトグラフィー分離技術の開発を行うとともに、ウシ2品種(ホルスタイン、ブラウンスイス)、ヤギ1品種(日本ザーネン)、ヒツジ3品種(コリデール、フライスランド、サフォーク)の初乳から糖ヌクレオチドを溶媒抽出、イオン交換クロマトグラフィー、ならびに Amide-80 カラムを使用した高速液体クロマトグラフィーによって分離し、¹H-NMR で構造解析した。それによって各家畜種の初乳に含まれる糖ヌクレオチドの種類を特定した。

ついで上皮細胞に対する増殖刺激効果を探索するため、家畜初乳に含まれる代表的な糖ヌクレオチドとして UDP-Gal を使用し、腸管上皮 HIEC-6 細胞に3点の濃度(0.01 mg/mL, 0.1 mg/mL, 1 mg/mL)で添加して培養した。培養後10日目、11日目、12日目における細胞数を計測することで増殖刺激効果の観察をおこなった。ポジティブコントロールとしては hEGF を使用した。

続いて、糖ヌクレオチドが細胞機能に対する刺激効果をもちうるか探索する目的で、上皮組織の表面を覆うムチン層の発現に対する影響を調査した。*In vitro* の小腸を模した系として Caco2:HT29-MTX 細胞=9:1 の共培養系を使用した。それを播種して20日間培養した後、UDP-Gal または UDP-Glc を添加し、6、12 または 24 時間培養をおこなった。サンプルは糖ヌクレオチドを添

加しないコントロール群、生理的濃度として終濃度 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の UDP-Gal また UDP-Glc を含む 3 群とした。培養後、トータル RNA を回収し、cDNA に逆転写した後、MUC2 また MUC3 遺伝子発現への影響をリアルタイム PCR で相対化した。スタンダードカーブ法で相対化し、ハウスキーピング遺伝子の β -アクチン、GAPDH で正規化を行い、スチューデントの t 検定で有意差を調べた。

4. 研究成果

今回の分析において、ウシ 2 品種、ヤギ 1 品種、ヒツジ 3 品種の初乳からオリゴ糖ヌクレオチドは発見できなかった。以前の分析において、コリデール品種のヒツジの初乳から 2 種のシアル酸を含むオリゴ糖ヌクレオチドを発見しているため、それは常に生合成されるものではなく、ある時期生合成されることがあると考えられる。1960 年代にヤギ初乳にもシアル酸を含むオリゴ糖ヌクレオチドを発見した例が報告されているが、その後それを再現するような報告はないので、家畜種を超えた同様な現象と考えられる。今回の分析において、2 品種のウシサンプルから糖ヌクレオチドとして UDP-Gal と UDP-Glc が、糖リン酸として N-アセチルグルコサミン-1-リン酸が、ヤギサンプルからは糖ヌクレオチドとして UDP-Gal, UDP-Glc, UDP-GlcNAc, UDP-GalNAc が、糖リン酸としては N-アセチルグルコサミン-1-リン酸が同定された。(図 1 にイオン交換クロマトグラフィーによって分画されたヤギ初乳より分離された画分の HPLC を、図 2 にヤギ初乳より精製された UDP-GlcNAc と UDP-GalNAc を含む画分の $^1\text{H-NMR}$ スペクトラムを示した) サフォークならびにフライスランド 2 品種のヒツジ初乳からは糖ヌクレオチドは検出されず、ウリジン 1 リン酸とウリジン 2 リン酸の 2 種のヌクレオチドのみが同定されたが、コリデール品種のヒツジ初乳からは糖ヌクレオチドとして、UDP-Gal, UDP-Glc, UDP-GlcNAc, UDP-GalNAc が検出された。このように初乳に含まれる糖ヌクレオチドに種間差と、ヒツジでの品種差が観察された。

家畜初乳に含まれる糖ヌクレオチドとして UDP-Gal を 3 点の濃度で添加し、HIEC-6 細胞への増殖刺激効果を調査したが、UDP-Gal 添加による効果は観察されなかった。

小腸組織を模した Caco2:HT29-MTX 細胞=9:1 の共培養系に対し、200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の UDP-Gal また UDP-Glc を添加した場合、6 時間の培養系では UDP-Gal 添加群にコントロール群と比べて MUC2 遺伝子の発現量の有意な上昇が、UDP-Glc 添加群では同遺伝子発現量の上昇傾向が発見された(図 3 参照)。12 時間培養では糖ヌクレオチド添加群は、コントロール群と比べて MUC2 発現量は有意に低下したが、24 時間培養では UDP-Glc 添加群で発現上昇の傾向があった。一方、MUC3 発現に対しては 6 時間、12 時間培養で、糖ヌクレオチド添加群で低下傾向があったが、24 時間培養では UDP-Gal 添加群で上昇する傾向が認められた。この結果は、家畜初乳に含まれる糖ヌクレオチドには、乳仔の小腸組織において曝露時間によって腸管バリア機能に影響する可能性を示唆している。しかしながら、このような傾向には再現性があるか、さらに研究実施例を増やすことが求められる。そのような機能が再現よく発見できた場合、腸管機能の調整素材としてこれらの糖ヌクレオチドを調合乳や飼料素材として添加することの有効性が示されるかもしれない。

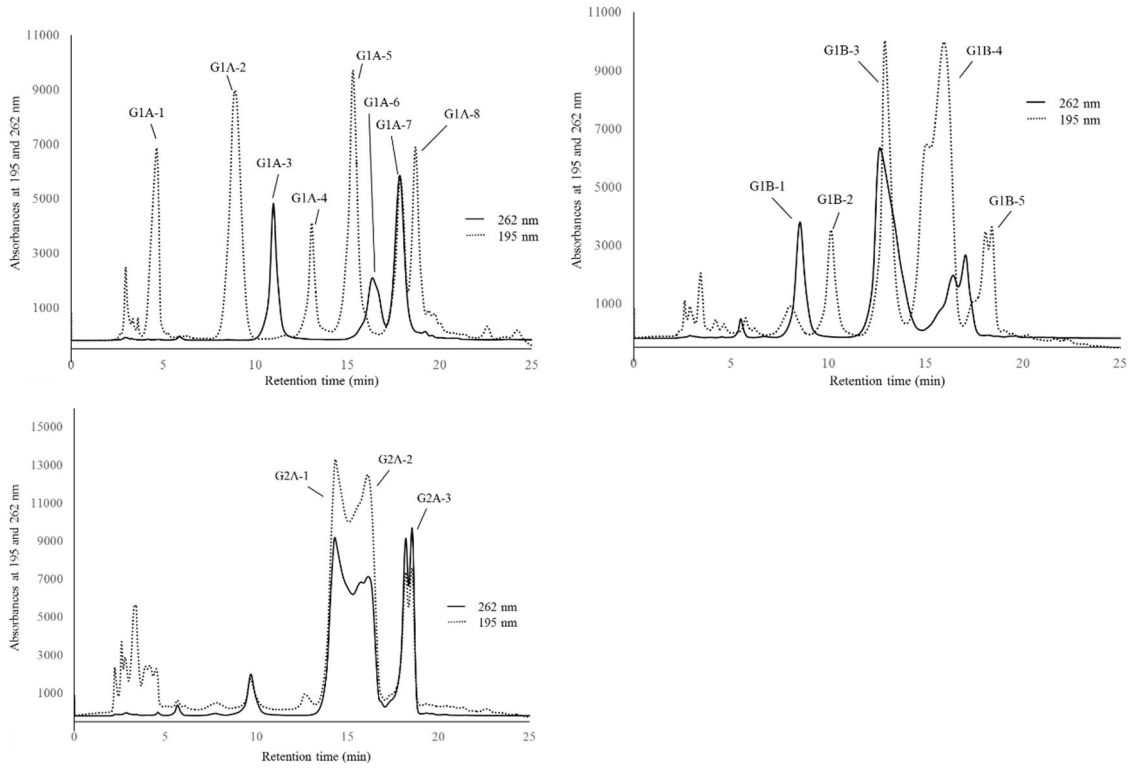


図1 高速液体クロマトグラフィーによるヤギ初乳より分離した糖ヌクレオチドの分離

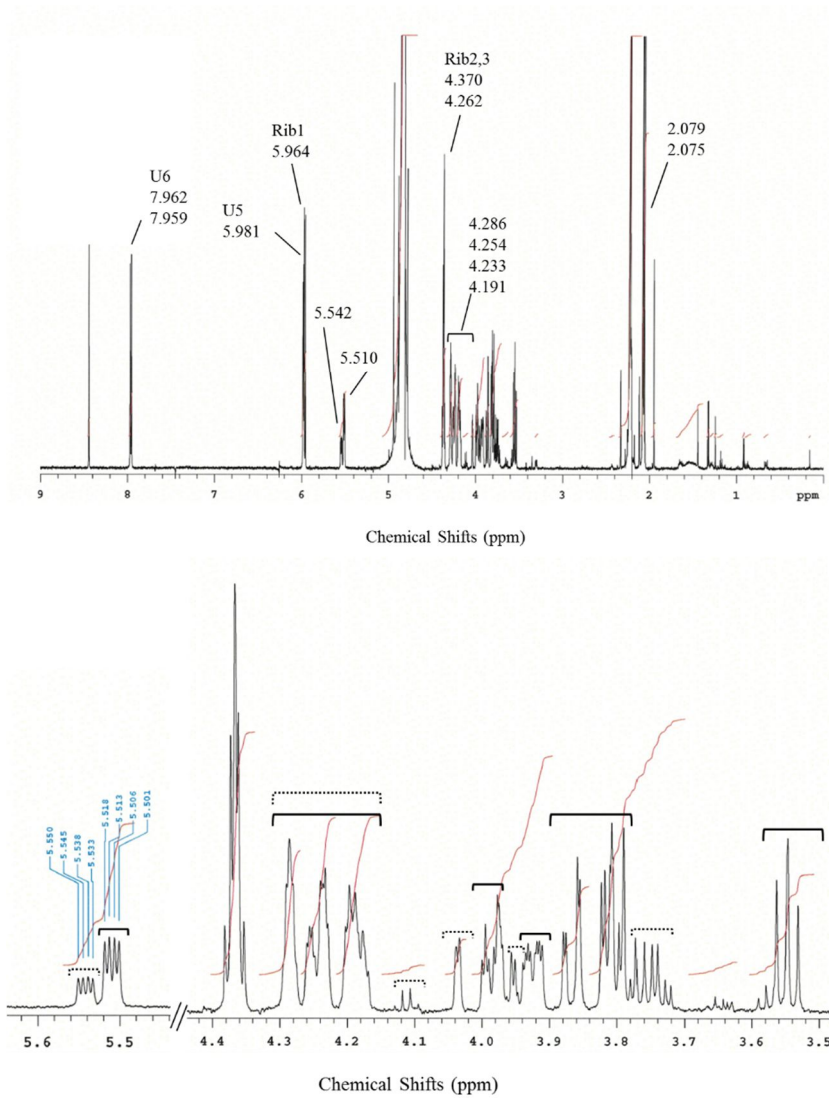


図2 ヤギ初乳より分離した糖ヌクレオチドの¹H-NMR
6h リアルタイム PCR

ハウスキーピング遺伝子とムチン遺伝子との相対量

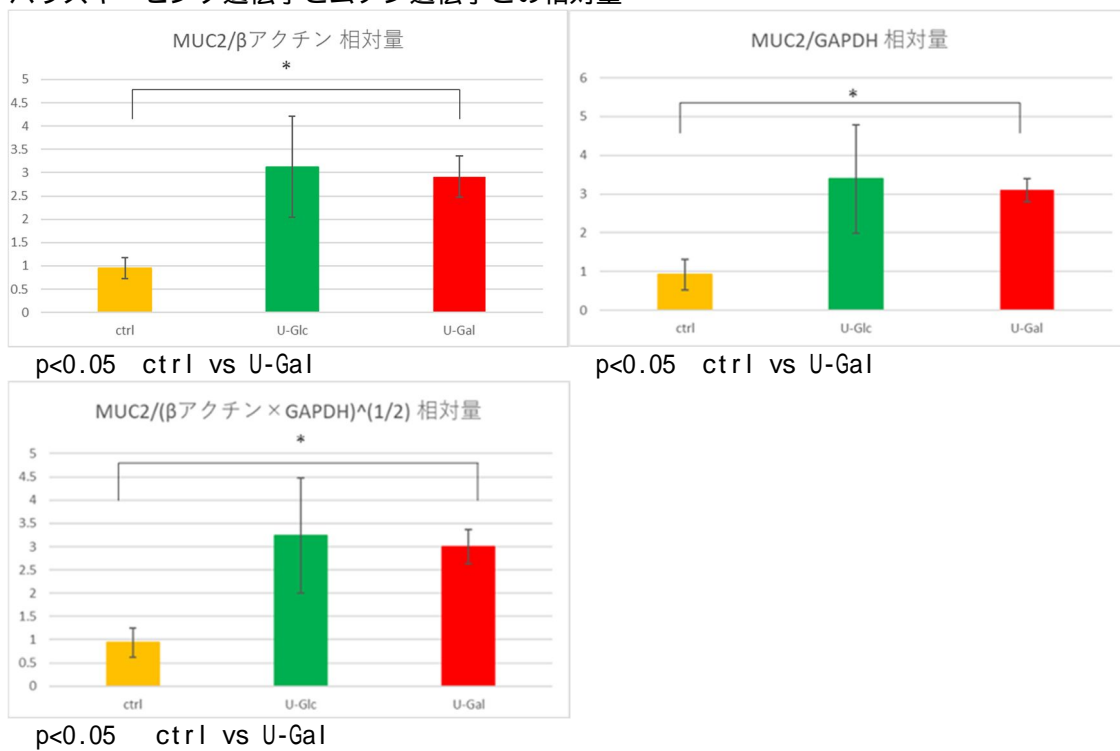


図3 コントロールと比較したUDP-Gal またはUDP-Glcと6 h 共培養した上皮細胞のMUC2 mRNAレベルの変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mineguchi Yuri, Goto Kyosuke, Sudo Yuna, Hirayama Kentaro, Kashiwagi Hirotooshi, Sasagase Izumi, Kitazawa Haruki, Asakuma Sadaki, Fukuda Kenji, Urashima Tadasu	4. 巻 113
2. 論文標題 Characterisation of sugar nucleotides in colostrum of dairy domestic farms animals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Dairy Journal	6. 最初と最後の頁 104897 ~ 104897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.idairyj.2020.104897	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 浦島 匡、片山 高嶺、福田 健二	4. 巻 92
2. 論文標題 ミルクオリゴ糖・マイクロビオータのグライコミクス	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 生化学	6. 最初と最後の頁 307 ~ 322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14952/SEIKAGAKU.2020.920307	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 Urashima Tadasu, Mineguchi Yuri, Fukuda Kenji, Whitehouse-Tedd Katherine, Oftedal Olav T.	4. 巻 1
2. 論文標題 Evolution of Milk Oligosaccharides of Carnivora and Artiodactyla: Significance of the Ratio of Oligosaccharides to Lactose in Milk	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Evolutionary Biology -A Transdisciplinary Approach	6. 最初と最後の頁 359 ~ 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-57246-4_15	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 該当する
1. 著者名 T. Urashima, M. Umewaki, E. Taufik, T. Ohshima, K. Fukuda, T. Saito, K. Whitehouse-Tedd, J.A. Budd, O.T. Oftedal	4. 巻 37
2. 論文標題 Chemical structures of oligosaccharides in milks of the American black bear (<i>Ursus Americanus Americanus</i>) and cheetah (<i>Acinonyx jабatus</i>)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Glycoconjugate Journal	6. 最初と最後の頁 57-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10719-019-09899-7	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 該当する

1. 著者名 M. Sakanaka, M.E. Hansen, A. Gotoh, T. Katoh, K. Yoshida, T. Odamaki, H. Yachi, Y. Sugiyama, S. Kurihara, J. Hirose, T. Urashima, J. Xiao, M. Kitaoka, S. Fukiya, A. Yokota, L.L. Leggio, M.A. Hachem, T. Katayama	4. 巻 5
2. 論文標題 Evolutionary adaptation in fucosyllactose uptake systems supports bifidobacteria-infant symbiosis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advance	6. 最初と最後の頁 eaaw7696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaw7696	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 河村あゆみ, 田中正之, 牛嶋隼也, 中井 壱, 峯口祐里, 福田健二, 浦島 匡	4. 巻 68
2. 論文標題 キリンの乳成分組成の泌乳時期による変動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ミルクサイエンス	6. 最初と最後の頁 44-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11465/milk.68.44	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 浦島 匡, 福田健二	4. 巻 9
2. 論文標題 ミルクオリゴ糖の機能研究における最近の進歩(4)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 応用糖質科学	6. 最初と最後の頁 254-265
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 Urashima Tadasu, Katayama Takane, Sakanaka Mikiyasu, Fukuda Kenji, Messer Michael	4. 巻 1866
2. 論文標題 Evolution of milk oligosaccharides: Origin and selectivity of the ratio of milk oligosaccharides to lactose among mammals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects	6. 最初と最後の頁 130012 ~ 130012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbagen.2021.130012	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 Urashima Tadasu, Katayama Takane, Fukuda Kenji, Hirabayashi Jun	4. 巻 4
2. 論文標題 Human Milk Oligosaccharides and Innate Immunity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Comprehensive Glycoscience, the second edition	6. 最初と最後の頁 389 ~ 439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-12-819475-1.00009-2	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 Urashima Tadasu, Fukuda Kenji, Katayama Takane	4. 巻 5
2. 論文標題 Milk Oligosaccharides in Non-Bovine Milks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Encyclopedia of Dairy Science, the third edition	6. 最初と最後の頁 621 ~ 646
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-12-818766-1.00051-9	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 Hickey Rita M., Urashima Tadasu	4. 巻 3
2. 論文標題 Indigenous Oligosaccharides in Bovine Milk	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Encyclopedia of Dairy Science, the third edition	6. 最初と最後の頁 706 ~ 722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-12-818766-1.00322-6	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 該当する

1. 著者名 Ojima Miriam N., Asao Yuya, Nakajima Aruto, Katoh Toshihiko, Kitaoka Motomitsu, Gotoh Aina, Hirose Junko, Urashima Tadasu, Fukiya Satoru, Yokota Atsushi, Abou Hachem Maher, Sakanaka Mikiyasu, Katayama Takane	4. 巻 88
2. 論文標題 Diversification of a Fucosyltransferase within the Genus <i>Bifidobacterium</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 e0143721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/AEM.01437-21	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 Ganzorig Khuukhenbaatar, Urashima Tadasu, Fukuda Kenji	4. 巻 9
2. 論文標題 Exploring Potential Bioactive Peptides in Fermented Bactrian Camel's Milk and Mare's Milk Made by Mongolian Nomads	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Foods	6. 最初と最後の頁 1817 ~ 1817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/foods9121817	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 Ikeda Shinya, Murayama Daiki, Tsurumaki Akane, Sato Shoya, Urashima Tadasu, Fukuda Kenji	4. 巻 218
2. 論文標題 Rheological characteristics and supramolecular structure of the exopolysaccharide produced by Lactobacillus fermentum MTCC 25067	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Carbohydrate Polymers	6. 最初と最後の頁 226 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbpol.2019.04.076	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 Nakayama Kyosuke, Saito Yuri, Sanbongi Chiaki, Murata Koichiro, Urashima Tadasu	4. 巻 60
2. 論文標題 Effects of low-dose milk protein supplementation following low-to-moderate intensity exercise training on muscle mass in healthy older adults: a randomized placebo-controlled trial	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Nutrition	6. 最初と最後の頁 917 ~ 928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00394-020-02302-4	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 ニブトゥデシー アリヤンティニ、松永 典明、小島 公実子、伊藤 裕之、浦島 匡、福田 健二	4. 巻 69
2. 論文標題 カビ熟成型チーズのスターターを指向した非商業用 <i>Penicillium</i> 属菌株の生化学的特徴付け	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ミルクサイエンス	6. 最初と最後の頁 115 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11465/milk.69.115	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 MENGI Bharat, IKEDA Shinya, MURAYAMA Daiki, BOCHIMOTO Hiroki, MATSUMOTO Shinpei, KITAZAWA Haruki, URASHIMA Tadasu, FUKUDA Kenji	4. 巻 39
2. 論文標題 Factors affecting decreasing viscosity of the culture medium during the stationary growth phase of exopolysaccharide-producing <i>Lactobacillus fermentum</i> MTCC 25067	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience of Microbiota, Food and Health	6. 最初と最後の頁 160 ~ 168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12938/bmfh.2019-051	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3件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 T. Urashima, Y. Mineguchi, K. Fukuda
2. 発表標題 Evolution of milk oligosaccharides in Carnivora and Artiodactyla
3. 学会等名 the 23th evolutionary biology meeting at Marseilles (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Mineguchi, M. Miyoshi, E. Taufik, A. Kawamura, T. Asakawa, I. Suzuki, K. Souma, M. Okubo, T. Saito, K. Fukuda, S. Asakuma, T. Urashima
2. 発表標題 Chemical characterization of the milk oligosaccharides of some Artiodactyla species including giraffe (<i>Giraffa camelopardalis</i>), sitatunga (<i>Tragelaphus spekii</i>), deer (<i>Cervus nippon yesoensis</i>) and water buffalo (<i>Bubalus bubalis</i>)
3. 学会等名 the 23th evolutionary biology meeting at Marseilles (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 峯口祐里、後藤京介、首藤悠那、柏木啓利、朝隈貞樹、北澤春樹、福田健二、浦島 匡
2. 発表標題 酪農家畜の初乳における糖ヌクレオチドおよび糖 1 リン酸の分析
3. 学会等名 日本糖質学会年会
4. 発表年 2019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	福田 健二 (Fukuda Kenji) (80419217)	帯広畜産大学・畜産学部・教授 (10105)	

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