

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05540

研究課題名(和文)スクロースの構造を基盤とした特殊2糖の酵素合成と生理機能特性の評価

研究課題名(英文) Enzyme synthesis of sucrose analog disaccharides and evaluation of their physiological function.

研究代表者

西尾 俊幸 (NISHIO, Toshiyuki)

日本大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：10256836

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：スクロースのグルコース残基を他の単糖に置換したスクロースのアナログ2糖を糖質分解酵素の糖転移作用で合成し、それらのプレバイオティクス機能を評価した。

合成した4種類のアナログ2糖について、純粋培養にてヒト腸内由来のビフィズス菌11株と乳酸菌4株に対する増殖効果を調べたところ、幼児腸内の優先種であるビフィズス菌が特異的に増殖することを確認した。また、少量のグルコース存在下でのこれらの2糖によるビフィズス菌の増殖パターンを観察したところ、ジオーキシン現象が確認された。さらに、これらの細菌は α -フルクトフラノシダーゼを利用してアナログ2糖を分解し、栄養源として摂取し増殖していることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

機能性オリゴ糖の製造と開発については、現在は日本が世界のトップランナーとなっている。新規なスクロースアナログ2糖の酵素合成法を確立し、それらの有用生理機能を評価して次世代型機能性オリゴ糖として開発し世界に発信してゆくことは、この分野における日本のリーダーとしての地位をより確固たるものにする。

本研究を通じて、アナログ2糖は、従来のプレバイオティクスオリゴ糖と異なり腸内善玉菌の増殖に関して種特異性を示すことがわかった。この成果は、機能性オリゴ糖の分野をさらに拡大・発展させ、機能性食品や健康食品の分野に大きく貢献できるものと確信している。

研究成果の概要(英文)：Sucrose analog disaccharides in which the glucose residue of sucrose was replaced with other monosaccharides were synthesized by the transglycosylation action of a several microbial glycosides, and their prebiotic functions were evaluated.

When the growth effect of the synthesized four types of analog disaccharides on 11 strains of bifidobacteria and 4 strains of lactobacilli isolated from the human intestine was investigated, it was confirmed that bifidobacterium strains, which are the preferred species in the intestines of infants, proliferate specifically. Moreover, when the growth pattern of these bifidobacterium strains by analog disaccharides in the presence of a small amount of glucose was observed, the diauxie phenomenon was confirmed. It was found that these bacteria use α -fructofuranosidase to decompose analog disaccharides and ingest them as a nutrient source to proliferate.

研究分野：酵素科学、糖質科学、応用微生物学、タンパク質工学

キーワード：新規オリゴ糖 酵素利用合成 プレバイオティクス 腸内細菌 ビフィズス菌 ジオーキシ α -フルクトフラノシダーゼ スクロースホスホリラーゼ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の食用オリゴ糖に関する研究は、嗜好性からヒトの健康に及ぼす生理機能特性を対象とする方向に発展してきた。その過程において、特殊構造を有する特定のオリゴ糖に非・抗う蝕性、整腸効果、ミネラル吸収促進効果など様々な有用生理機能特性が見出された。このことにより、それらのオリゴ糖は機能性オリゴ糖と呼ばれ健康補助食品として使用されるようになった。フラクトオリゴ糖、ラクトスクロース、パラチノースをはじめ、現在までに数多くの機能性オリゴ糖が糖質関連酵素の反応を利用して生産され使用されてきた¹⁻³。これらの第一世代の機能性オリゴ糖の殆どは、グルコース(Glc)、フルクトース、ガラクトースといった単糖から構成され、それらの組合せや結合位置が異なるものである。それは、デンプン、スクロース(Suc)、ラクトースなど、生物が大量に生産し安価に入手できる身近な糖質の利用を基盤として開発されたことと、これらの糖質に対して作用する様々な酵素の探索、基礎研究、および生産研究が活発に行われ、工業的に利用することが可能になったためである。

一方、ヒトにはグルコサミン(GlcN)、*N*-アセチルグルコサミン(GlcNAc)、グルクロン酸(GlcA)といったアミノ単糖や酸性単糖とそれらの誘導体を構成糖として含む糖質が多く存在し、これらは生体の各所で重要な生理機能を担っている。これらの単糖は、肝臓解毒作用、変形関節炎予防効果、肌老化抑制効果などの有用生理機能特性を有しており、安価に製造され医薬品やサプリメントとして使用されている。また、GlcNAcやGlcAを含むヘテロオリゴ糖は、ヒト体内においても重要な役割を果たしていることが知られている。しかし、このような単糖を構成糖として含むヘテロタイプのオリゴ糖を機能性オリゴ糖として開発する研究は、これまで積極的に行われてこなかった。したがって、上記のような単糖を含むヘテロオリゴ糖の生理機能特性に関する知見はほとんど無い。

機能性オリゴ糖に関する以上の状況を鑑みて、上記の単糖を構成糖として含む新規オリゴ糖を造り、それらの生理機能特性を調べることにした。このような研究は、機能性オリゴ糖の分野に新しい知見をもたらすものであり、新タイプの次世代機能性オリゴ糖の開発に向け大変有意義であると考えた。

2. 研究の目的

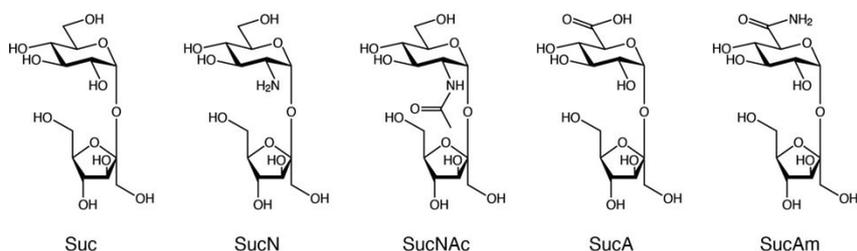
上記の状況を鑑みて、本研究では、甘味料や調味料として繁用されている代表的な食用オリゴ糖のあるSucの構造に改めてスポットを当て、そのGlc残基を他のアルドヘキソース単糖(アミノ糖や酸性糖とそれらの誘導体)に置換したSucアナログ2糖を糖質加水分解酵素の糖転移作用を利用して合成し、それらのヒト腸内善玉菌に対する増殖効果をまずは純粋培養系にて調べ、既存のプレバイオティクスオリゴ糖の同効果と比較して、Sucアナログ2糖のプレバイオティクス機能特性について評価を行うことを目的とした。また、用いた腸内細菌が、どのような酵素を使用してSucアナログ2糖を単糖にまで分解し、栄養源として利用し増殖しているのかについても調べることにした。

3. 研究の方法

(1) Sucアナログ2糖の酵素合成

本研究では、GlcNAc、GlcN、GlcA、およびグルクロン酸アミドアミド(GlcAm)を構成糖として有する4種類のSucアナログ2糖を合成した。これらの単糖素材については、実際にサプリメントなどに使用されており、安価に製造され容易に入手できるものである。目的としたSucアナログ2糖は、それぞれ

N-アセチルスクロサミン(SucNAc)、スクロサミン(SucN)、スクロン酸(SucA)、およびスクロン酸アミド(SucAm)である。それらの構造を図1に示す。



これらのSucアナログ2

図1. 合成したスクロースアナログ2糖

糖の合成は、*Aspergillus oryzae*や*Microbacterium saccharophilum*が生産する α -フルクトフラノシダーゼの糖転移反応を利用して行った。具体的な合成方法について以下に示す。SucNAcについては、SucとGlcNAcの高濃度水溶液中に、糖転位活性を示す α -フルクトフラノシダーゼを含む*A. oryzae*の乾燥菌糸を全細胞触媒として添加し反応させて合成した^{4)・5)}。SucNは、SucNAcの水溶液に強塩基性イオン交換樹脂を添加し、加温しながら分子中のアミド結合を加水分解することによって生産した⁶⁾。SucAについては、Sucとグルクロン酸メチルエステルの高濃度水溶液中に糖転位活性を示す*M. saccharophilum*の α -フルクトフラノシダーゼを添加して反応させスクロン酸メチルエステルを合成した後、強塩基性イオン交換樹脂処理によりそのエステル結合を加水分解して合成した⁷⁾。SucAmは、Sucとグルクロン酸アミドの高濃度水溶液中に、糖転位活性を示す*M. saccharophilum*の α -フルクトフラノシダーゼを添加して反応させて合成した⁸⁾。合成したそれぞれのSucアナログ2糖は、活性炭カラムクロマトグラフィーなどにより精製した後、核磁気共鳴分析(NMR)と質量分析(MS)にて構造確認を行った。

(2) Sucアナログ2糖のヒト腸内細菌に対する増殖効果

Sucアナログ2糖のプレバイオティクス効果については、まずはヒト腸内由来の8種11株のビフィズス菌と3種3株の乳酸菌を用い、これらに対するSucアナログ2糖の増殖効果を純粋培養によって調べることによって評価した。具体的には、各々のSucアナログ2糖を含むグルコース非含有MRS [MRS(-Glc)]培地にこれらの菌を接種し、嫌気性条件下にて37℃で静置培養を行ない、時間を追って培養液の濁度(OD₆₀₀ nm)を測定することにより菌の増殖度合いを、培養上清のpHを測定することで低級脂肪酸の生産を、そして培養上清のSucアナログ2糖をTLC-デンシトメトリー法により定量することにより本2糖の減少度合いを調べた。また、Sucをポジティブコントロールとして用い、同様な実験を行った。

(3) SucとSucアナログ2糖を分解するビフィズス菌の細胞内酵素の確認

使用した腸内細菌のうち、SucとSucNAcでよく増殖した*Bifidobacterium pseudocatenulatum* JCM 1200について、糖質源としてSucあるいはSucNAcを含むMRS(-Glc)培地で培養して対数増殖後期の細胞を回収し、それに冷アセトン処理と乾燥処理を施して乾燥菌体を作成した。この乾燥菌体を1%濃度の各Sucアナログ2糖の水溶液に添加し、細胞内酵素によるこれら2糖の分解の様子をTLC分析により確認した。

(4) SucとSucNAcを分解するビフィズス菌酵素の同定

B. pseudocatenulatum JCM1200が生産するSucあるいはSucNAcの分解に関わる酵素を単離し、それらの同定と性質調査を行うことにした。

SucNAcを唯一の糖質源として含むMRS(-Glc)培地で増殖した細菌細胞をフレンチプレスで破碎して得た粗酵素液から、イオン交換クロマトグラフィー、疎水性相互作用クロマトグラフィー、およびゲル濾過クロマトグラフィーにより、目的酵素を電気泳動的に単一に精製した。得られた精製酵素について、N末端アミノ酸配列を調べた。また、Suc、SucNAc、および各種のスクロースベースのオリゴ糖に作用させ、それぞれに対する反応性を調べて比較した。

また、Sucを唯一の糖質源として含む培地で増殖した細菌細胞をフレンチプレスで破碎して得た粗酵素液から、イオン交換クロマトグラフィー、疎水性相互作用クロマトグラフィー、ハイドキシアパタイトクロマトグラフィー、およびゲル濾過クロマトグラフィーにより、目的酵素を電気泳動的に単一に精製した。得られた精製酵素について、N末端アミノ酸配列を調べた。さらに、SucおよびSucNAcに対する反応性と反応生成物についても分析した。

4. 研究成果

(1) Sucアナログ2糖の酵素合成⁴⁻⁸⁾

上記の「研究方法」に示した方法により4種類のSucアナログ2糖(SucN, SucNAc, SucA, SucAm)を

合成したところ、共通原料として用いたSucから40～60%のモル収率でそれぞれの2糖を得ることができた。得られた2糖についてNMRとMSで構造確認を行ったところ、目的の2糖であることが確認できた。またHPLC分析の結果、得られた2糖の純度はいずれも99.5%以上であった。

(2) Sucアナログ2糖のヒト腸内細菌に対する増殖効果⁶⁾

上記の「研究方法」に示した方法により、ヒト腸内由来の善玉菌に対する4種類のSucアナログ2糖の増殖効果を調べた結果、ポジティブコントロールとして用いたSucはいずれの細菌も培養初期から良く増殖させたが、Sucアナログ2糖は*Bifidobacterium infantis*や*B. pseudocatenulatum*といった特定の種のビフィズス菌のみを増殖させることが分かった。また、これらの細菌のSucアナログ2糖による増殖は、一定の飢餓状態の期間を経てから始まることを見出した。このような現象の原因を探るため、SucNAcで良く増殖した*B. pseudocatenulatum*をGlcとSucNAcを含むMRS(-Glc)培地で培養したところ、培養初期からGlcが消費され細菌が増殖した後に、30時間の飢餓状態を経てSucNAcの資化が始まり、それに伴って再び細菌増殖が始まること分かった。このことは、資化され易い糖(Glc)とされ難い糖(SucNAc)の2種類の糖を含む培地において、細菌の2段階増殖現象(ジオーキシー現象)が起きていることを示唆した。SucNAcによる菌体増殖の際、*B. pseudocatenulatum*は本2糖を分解する酵素を生産し、その酵素の生産を司っている遺伝子は、飢餓期間中に生合成されたサイクリックアデノシン3リン酸(cAMP)と、それが結合することで活性化するカタボライト活性化タンパク質(CAP)による正の制御を受けていることが考えられた。また、Sucの分解を触媒する酵素は、そのようなcAMP-CAPシステムによるコントロールを受けることなく、培養の初期から生産されていることが示唆された。

(3) SucおよびSucアナログ2糖を分解するビフィズス菌の細胞内酵素の確認

上記の「研究方法」に示した方法により、各Sucアナログ2糖あるいはSucを含むMRS(-Glc)培地で増殖したビフィズス菌の菌体を回収した後、冷アセトン処理・乾燥処理により作成した乾燥菌体標品をSucと各Sucアナログ2糖に作用させたところ、各Sucアナログ2糖含有培地で増殖した菌体の酵素はSucと各Sucアナログ2糖をそれぞれ構成単糖に加水分解した。このことは、各Sucアナログ2糖含有培地で増殖した菌体標品は、Sucや各Sucアナログ2糖を加水分解するグリコシダーゼを生産していることを示す。また、Suc含有培地で増殖した菌体の酵素は、Sucに作用して構成単糖の一つであるFruは生成したが、もう一方の構成単糖であるGlcは生成せず、TLC分析において低移動度を示す化合物を生産した。また、このSuc培養で得た乾燥菌体中には、Sucアナログ2糖を分解する酵素は存在していなかった。

これらの酵素がどのようなものなのか調べるため、SucあるいはSucNAcを含む培地で増殖させたビフィズス菌の菌体から、それらの酵素を抽出し精製を行うことにした。

(4) SucとSucNAcを分解するビフィズス菌酵素の同定

上記の「研究方法」に示した方法により、*B. pseudocatenulatum*をSucNAc含有MRS(-Glc)培地で増殖させ、回収した菌体から本2糖を分解する酵素を可溶化し、各種カラムクロマトグラフィーにより電気泳動的に単一になるまで精製した。得られた精製酵素のN末端アミノ酸分析を行ったところ、TGFTPDAPVLHEIの配列が得られた。この配列をタンパク質データベースBLASTPにて検索したところ、*B. pseudocatenulatum*では-フルクトフラノシダーゼのN末端に本配列が存在することが分かった。また、本酵素はSucとSucNAcをよく加水分解し、それらに対する比活性はほぼ同じであった。さらに、本酵素は1-kestose、ラクトスクロース、ニストースのようなスクロースベースの3糖や4糖に対して、より高い活性を示すことが分かった。これらの事実から、本酵素は-フルクトフラノシダーゼ(EC 3.2.1.26)であることが確定した。

上記の「研究方法」に示した方法により、*B. pseudocatenulatum*をSuc含有MRS(-Glc)培地で増殖させ、回収した菌体から本2糖を分解する酵素を可溶化し、各種カラムクロマトグラフィーにより

電気泳動的に単一になるまで精製した。得られた精製酵素のN末端アミノ酸分析を行ったところ、MKNKVQLITYの配列が得られた。この配列をタンパク質データベースBLASTPにて検索したところ、*B. pseudocatenuatum*ではSucホスホリラーゼのN末端に本配列が存在することが分かった。また、本酵素はSucNAcには作用しないが、Sucに作用してFruとグルコース-1-リン酸を生成した。これらのことから、本酵素はSucホスホリラーゼ(EC 2.4.1.7)であることが確定した。

以上の研究結果から、私どもが酵素反応を利用して合成した各種のSucアナログ2糖は、ヒト腸内由来の善玉菌であるビフィズス菌に対して種特異的な増殖をもたらすことが明らかとなった。特に、*B. infantis*のように幼児の腸内に優先的に生息し、プロバイオティクスとして有力視されている細菌を特異的に増殖させることは特記すべきことである。このような特性は、既存のプレバイオティクスオリゴ糖には見られない。このことから、私どものSucアナログ2糖は、新しいタイプのプレバイオティクスとして開発できる可能性がある。

また、Sucアナログ2糖資化のための分解に関わる酵素の調査を、SucNAcを良く分解して生育した*B. pseudocatenuatu*を用いて調べた。その結果、本菌はSucNAc存在下でcAMP-CAPシステムにより本2糖を分解する α -フルクトフラノシダーゼの遺伝子を発現し、生産した本酵素の作用によりSucNAcをその構成単糖に加水分解し、生成した単糖を栄養源として取り込んで増殖していることが分かった。

<引用文献>

- 1) T. Nakakuki, Present status and future of functional oligosaccharide development in Japan. *Pure Appl Chem.* 74, 2002, 1245-1251.
- 2) T. Nakakuki, Development of functional oligosaccharides in Japan. *Trends Glycosci Glycotechnol.* 15, 2003, 57-64.
- 3) T. Nakakuki, Present status and future prospects of functional oligosaccharides oligosaccharide development in Japan. *J Appl Glycobiol.* 52, 2005, 267-271.
- 4) T. Hirano, T. Wada, S. Iwai, H. Sato, M. Noda, M. Juami, M. Nakamura, Y. Kumaki, W. Hakamata, T. Nishio, Synthesis of α -D-fructofuranosyl-(2 \leftrightarrow 1)-2-acetamide-2-deoxy- β -D-glucopyranoside (*N*-acetylsucrosamine) using α -fructofuranosidase-containing *Aspergillus oryzae* mycelia as a whole-cell catalyst. *Carbohydr Res.* 353, 2012, 27-32.
- 5) H. Sato, S. Yokochi, T. Kasama, T. Hirano, W. Hakamata, T. Nishio, Continuous production of α -D-fructofuranosyl-(2 \leftrightarrow 1)-2-acetamide-2-deoxy- β -D-glucopyranoside (*N*-acetylsucrosamine) using a column reactor packed with α -fructofuranosidase-containing mycelia of *Aspergillus oryzae* immobilized on a porous carrier. *J Appl Glycosci.* 59, 2012, 153-160.
- 6) H. Hosaka, M. Kawamura, T. Hirano, W. Hakamata, T. Nishio, Utilization of sucrose analog disaccharides by human intestinal bifidobacterial and lactobacilli: Search of the bifidobacterial enzymes involved in the degradation of these disaccharides. *Microbiol Res.* 240, 2020, 126558.
- 7) H. Hosaka, S. Mizoguchi, M. Tashiro, T. Fujimoto, T. Hirano, W. Hakamata, T. Nishio, Chemoenzymatic synthesis of sucronic acid using D-glucurono-6,3-lactone and sucrose as raw materials, and properties of the product. *Enzyme Microb Technol.* 110, 2018, 53-60.
- 8) S. Mizoguchi, H. Hosaka, M. Tashiro, T. Hirano, W. Hakamata, T. Nishio, Chemoenzymatic synthesis and properties of sucronamide. *J Carbohydr Chem.* 35, 2016, 435-444.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 保坂浩貴、藤田 宙、白井沙也加、永嶋 誠、平野貴子、袴田 航、西尾俊幸	4. 巻 65
2. 論文標題 ビフィズス菌のスクロースアナログ二糖の加水分解に関わる酵素	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 精糖技術研究会誌	6. 最初と最後の頁 5-8
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 Hiroki Hosaka, Saori Mizoguchi, Mitsuru Tashiro, Takashi Fujimoto, Takako Hirano, Wataru Hakamata, Toshiyuki Nishio	4. 巻 110
2. 論文標題 Chemoenzymatic synthesis of sucronic acid using D-glucurono-6,3-lactone and sucrose as raw materials, and properties of the product	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Enzyme and Microbial Technology	6. 最初と最後の頁 53-60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.enzmictec.2017.12.006	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 保坂浩貴、永嶋誠、平野貴子、袴田航、西尾俊幸	4. 巻 64
2. 論文標題 スクロースアナログ二糖のヒト腸内由来ビフィズス菌および乳酸菌における増殖効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 精糖技術研究会誌	6. 最初と最後の頁 5-10
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 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 藤田 宙、保坂浩貴、平野貴子、袴田 航、西尾俊幸
2. 発表標題 Bifidobacterium pseudocatenuatumの -フルクトフラノシダーゼの基質特異性調査
3. 学会等名 日本応用糖質科学会2019年度大会（第68回）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂浩貴、平野貴子、袴田 航、西尾俊幸
2. 発表標題 ビフィズス菌によるスクロースアナログ二糖の資化とその分解に関わる酵素
3. 学会等名 日本応用糖質科学会2019年度大会（第68回）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永嶋 誠、藤田 宙、平野貴子、袴田 航、西尾俊幸
2. 発表標題 ヒト腸内由来ビフィズス菌からのN-アセチルスクロサミン分解に関わる酵素の精製と諸性質ヒト腸内由来ビフィズス菌からのN-アセチルスクロサミン分解に関わる酵素の精製と諸性質
3. 学会等名 第33回日本キチン・キトサン学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田 宙、平野貴子、袴田 航、西尾俊幸
2. 発表標題 Bifidobacterium pseudocatenulatumのN-アセチルスクロサミン分解酵素の基質特異性調査
3. 学会等名 第33回日本キチン・キトサン学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Hosaka, Takako Hirano, Wataru Hakamata, Toshiyuki Nishio
2. 発表標題 Growth of human intestinal bifidobacteria and lactobacilli by sucrose analog disaccharides
3. 学会等名 2nd International Conference on Probiotics and Prebiotics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂浩貴、溝口早織、平野貴子、袴田航、西尾俊幸
2. 発表標題 各種スクロースアナログ二糖のヒト腸内由来ビフィズス菌および乳酸菌に対する増殖効果
3. 学会等名 第116回精糖技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Hosaka, Makoto Nagashima, Takako Hirano, Wataru Hakamata, Toshiyuki Nishio
2. 発表標題 Search of enzyme involved in the hydrolysis of N-acetylsucrosamine from Bifidobacterium pseudocatenulatum
3. 学会等名 14th International Chitin and Chitosan Conference & 12th Asia-Pacific Japanese Society for Chitin and Chitosan Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 保坂浩貴、平野貴子、袴田航、西尾俊幸
2. 発表標題 腸内細菌のスクロースアナログ二糖に対する資化
3. 学会等名 日本応用糖質科学会平成30年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 保坂浩貴、平野貴子、袴田航、西尾俊幸
2. 発表標題 ヒト腸内細菌のスクロースアナログ二糖に対する資化性調査
3. 学会等名 日本農芸化学会関東支部2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永嶋誠、吉野貴紘、藤田宙、平野貴子、袴田航、西尾俊幸
2. 発表標題 Bifidobacterium pseudocatenuatumのN - アセチルスクロサミン加水分解酵素の精製と諸性質調査
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂浩貴、川村茉唯、平野貴子、袴田航、西尾俊幸
2. 発表標題 ヒト腸内細菌によるスクロースアナログ二糖の資化
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 発酵食品及びその製造方法	発明者 西尾俊幸、佐藤公彦、野口貴子	権利者 学校法人日本大学、甲陽ケミカル株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、特開2020-39289	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 特許権	発明者 西尾俊幸、佐藤公彦、野口貴子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-168772	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
---------	---------