

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03990

研究課題名(和文) 出芽酵母の遊離糖鎖解析がもたらす新規糖鎖代謝機構の解明とヒト稀少疾患への応用

研究課題名(英文) Clarification of novel glycan catabolic pathways by free glycan analysis of budding yeast and its application to human rare genetic disorders

研究代表者

鈴木 匡 (Tadashi, Suzuki)

国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員

研究者番号：90345265

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,900,000円

研究成果の概要(和文)：出芽酵母において、小胞体関連分解(ERAD)に関わるユビキチンリガーゼであるHrd1の変異体がOSTの加水分解反応を増強することが明らかとなった。詳しい解析の結果、出芽酵母におけるOSTの遊離糖鎖生成は小胞体ストレスなど、変性タンパク質が蓄積する条件で促進され、タンパク質のフォールディング促進や凝集抑制に機能がある可能性が示唆された。また、OSTの加水分解によって生じると予想されている哺乳動物の血清遊離糖鎖について精製法の検討を行ったところ、新規な糖鎖構造が複数見つかった。またラット肝臓の初代培養を用いて実際に肝細胞がOST由来糖鎖の分泌に関わることを実験的に証明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々が新たに見出したオリゴ糖転移酵素の加水分解反応は、ドナー基質を加水分解する、という一見無駄な反応であるが、出芽酵母ではタンパク質のフォールディング促進やタンパク質凝集の抑制に関わる可能性が示された。一方哺乳動物細胞では、その加水分解反応が出芽酵母に比べて格段に促進されているが、肝臓が血清に遊離糖鎖を放出できるように進化的に獲得した機能であることが推察される。血清遊離糖鎖の機能はまだ不明であるが、さまざまな免疫反応の調整に関わる可能性が考えられる。

研究成果の概要(英文)：In *S. cerevisiae*, hydrolysis activity of OST was enhanced in hrd1 mutant, a ubiquitin ligase involved in endoplasmic reticulum-associated degradation (ERAD). After detailed analyses, it was found that formation of OST-mediated free glycans are enhanced under conditions of enhanced accumulation of unfolded proteins, such as ER stress conditions, and free glycans are suggested to play a role on promoting protein folding and/or preventing misfolded proteins from forming protein aggregates. On the other hand, in mammalian cells we established a method for analyzing serum free glycans, for which OST is believed to be involved in the formation, and identified several novel structures. Furthermore, using rat primary hepatocytes it was shown that liver is indeed involved in the secretion of OST-derived serum free glycans.

研究分野：糖鎖代謝生化学

キーワード：オリゴ糖転移酵素 遊離糖鎖 ユビキチンリガーゼ 初代肝細胞 フォールディング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

タンパク質の糖鎖修飾は普遍的な翻訳後修飾であり、タンパク質の安定性や生理機能に重要な役割を果たしていることが知られている。出芽酵母において、糖鎖修飾の中でもっとも良く知られているアスパラギン結合(N)型糖鎖の生合成機構の分子機構はほぼ解明されたのに対し、その制御機構には不明な点が多い。我々は最近、N型糖鎖の分解機構を研究する過程で、小胞体関連分解(ERAD)に関わるユビキチンリガーゼの欠損によってN型糖鎖の付加を担うオリゴ糖転移酵素(OST)の加水分解反応が促進されることを明らかにした。また、ユビキチンリガーゼの欠損体が様々なN型糖鎖合成・プロセッシング変異体の糖鎖不全を解消することを偶然に見出した。

2. 研究の目的

本研究では、出芽酵母においてこのユビキチンリガーゼによるN型糖鎖の加水分解反応の制御の詳細を明らかにし、実際にN型糖鎖合成・プロセッシング変異体の糖鎖不全を解消するかどうかを精密に解析する。また、哺乳動物を用いて、血清中に存在する遊離糖鎖に着目し、その構造を解析する手法を確立するとともに、肝臓におけるOSTの加水分解反応血清遊離糖鎖の生成に関わる可能性の検証を行った。

3. 研究の方法

出芽酵母においては、主に Hrd1、および Doa10 の欠損体、およびその2重変異体を主に用いて OST の加水分解反応や糖鎖生合成不全体糖鎖不全を解消するかどうかを検討した。また、これらの遊離糖鎖が肝細胞から分泌される可能性を検証するため、ラットの初代肝細胞を用いて、無血清培地による培養法を確立し、分泌される遊離糖鎖の同定を行い、これらが OST の加水分解によって生成するかどうかの検証を行った。

4. 研究成果

出芽酵母においては、ユビキチンリガーゼである Hrd1、および Doa10 の欠損体、およびその2重変異体を主に用いて OST の加水分解反応を増強することが明らかとなった。一方で、糖鎖生合成不全体糖鎖不全を解消するかどうかを検討したところ、残念ながら同様の結果は得られず、その再現性は確認できなかった。OST の加水分解活性は、OST のドナー基質であるドリコール糖鎖の生合成に関わる様々な Alg 変異体を用いると Hrd1 Doa10 の2重欠損変異体においても抑制されており、OST のタンパク質転移活性と同様、加水分解活性も生合成が完成したドリコール糖鎖(Dol-PP-Glc3Man9GlcNAc2)をより良い基質とすることが判明した。また、それらの遊離糖鎖生成促進は、DTT処理など、タンパク質のフォールディング不全状態においてユビキチンリガーゼの依存性は解消されることから、出芽酵母における OST の遊離糖鎖生成は小胞体ストレスなど、変性タンパク質が蓄積する条件で促進され、タンパク質のフォールディング促進や凝集抑制に機能がある可能性が示唆された(Sheng-Tao Li et al., 論文投稿準備中)。また、出芽酵母において新たにリン酸化遊離糖鎖の生成活性を生化学的に検出することに成功した。この活性はこれまで哺乳動物で見られていた活性と比較して、2価カチオンの要求性などの性質が大きく異なる酵素であることが示唆された(Sheng-Tao Li et al., 論文投稿準備中)。

また、OST の加水分解によって生じると予想されている哺乳動物の血清遊離糖鎖について精製法

の検討を行ったところ、これまでの方法では検出できなかった中性糖鎖（オリゴ・高マンノース型：複合型）や、Gn1型糖鎖（還元末端がGlcNAc 1個になっている糖鎖）、またミルクオリゴ糖に類似した糖鎖など、新規な糖鎖構造が複数見つかった（Chengcheng Huang, et al., *Glycobiology* 2022）。哺乳動物のOST由来遊離糖鎖の分泌機構については、肝臓の初代培養を用いて実際に肝細胞がOST由来糖鎖の分泌に関わることを実験的に証明した（Chengcheng Huang, et al., 論文投稿準備中）。OST由来遊離糖鎖は、通常は細胞質に放出されて非リソソーム糖鎖代謝機構によって分解、代謝されるが、肝細胞においてはその一部が分解をまぬがれ、分泌経路を通る過程でシアル酸を持つような複合型遊離糖鎖として分泌する、という経路が確立された。一方で、還元末端がGlcNAc1残基となった糖鎖や、ミルクオリゴ糖で見られるような新規の遊離糖鎖の分泌も見られることから、これまで考えられてきたより遊離糖鎖の分泌機構は複雑であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Chengcheng Huang, Junichi Seino, Haruhiko Fujihira, Keiko Sato, Reiko Fujinawa, Zeynep Sumer-Bayraktar, Nozomi Ishii, Ichiro Matsuo, Shuichi Nakaya, Tadashi Suzuki	4. 巻 32
2. 論文標題 Occurrence of free N-glycans with a single GlcNAc at the reducing termini in animal sera	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Glycobiology	6. 最初と最後の頁 314-332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/glycob/cwab124.	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 Tadashi Suzuki and Yukiko Yoshida	4. 巻 171
2. 論文標題 Ever-expanding NGLY1 biology	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 141-143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab134.	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 Hiroto Hirayama, Yuriko Tachida, Junichi Seino, Tadashi Suzuki	4. 巻 32
2. 論文標題 A method for assaying peptide: N-glycanase/N-glycanase 1 activities in crude extracts using an N-glycosylated cyclopeptide	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Glycobiology	6. 最初と最後の頁 110-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/glycob/cwab115.	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 Haruhiko Fujihira, Makoto Asahina, Tadashi Suzuki	4. 巻 171
2. 論文標題 Physiological importance of NGLY1, as revealed by rodent model analyses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 161-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab101.	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 Hiroto Hirayama, Tadashi Suzuki	4. 巻 171
2. 論文標題 Assay for the peptide:N-glycanase/NGLY1 and disease-specific biomarkers for diagnosing NGLY1 deficiency	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 169-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab127.	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 Makoto Asahina, Reiko Fujinawa, Hiroto Hirayama, Ryuichi Tozawa, Yasushi Kajii, Tadashi Suzuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Reversibility of motor dysfunction in the rat model of NGLY1 deficiency	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Brain	6. 最初と最後の頁 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13041-021-00825-3.	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 Nobuhiko Okamoto, Tatsuyuki Ohto, Takashi Enokizono, Yoshinao Wada, Tomohiro Kohmoto, Issei Imoto, Yoshimi Haga, Junichi Seino, Tadashi Suzuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Siblings with MAN1B1-CDG Showing Novel Biochemical Profiles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 3117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells10113117.	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 Yukiko Yoshida, Makoto Asahina, Arisa Murakami, Junko Kawawaki, Meari Yoshida, Reiko Fujinawa, Kazuhiro Iwai, Ryuichi Tozawa, Noriyuki Matsuda, Keiji Tanaka, Tadashi Suzuki	4. 巻 118
2. 論文標題 Loss of peptide: N-glycanase causes proteasome dysfunction mediated by a sugar-recognizing ubiquitin ligase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Proceedings of the National Academy of Sciences, the United States of America	6. 最初と最後の頁 e2102902118.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2102902118.	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 M. Asahina, R. Fujinawa, S. Nakamura, K. Yokoyama, R. Tozawa, and T. Suzuki*	4. 巻 29
2. 論文標題 Ngly1 - / - rats develop neurodegenerative phenotypes and pathological abnormalities in their peripheral and central nervous systems.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Human Molecular Genetics	6. 最初と最後の頁 1635-1647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/hmg/ddaa059.	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 A. Hosomi, K. Iida, T. Cho, H. Iida, M. Kaneko, and T. Suzuki*	4. 巻 295
2. 論文標題 The ER-associated protease Ste24 prevents N-terminal signal peptide-independent protein translocation into the ER in <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 10406-10419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA120.012575.	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 J. C. Maynard, H. Fujihira, G. E. Dolgonos, T. Suzuki* and A. L. Burlingame	4. 巻 539
2. 論文標題 Cytosolic N-GlcNAc proteins are formed by the action of endo-beta-N-acetylglucosaminidase.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 719-724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.06.127.	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 A. Galeone, J. M. Adams, S. Matsuda, M. F. Presa, A. Pandey, S. Y. Han, Y. Tachida, H. Hirayama, T. Vaccari, T. Suzuki, C. Lutz, M. Affolter, A. Zuberi, and H. Jafar-Nejad	4. 巻 9
2. 論文標題 Regulation of BMP4/Dpp retrotranslocation and signaling by deglycosylation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e55596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.55596.	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 Y. Harada*, K. Nakajima, T. Suzuki, T. Fukushige, K. Kondo, J. Seino, Y. Ohkawa, T. Suzuki, H. Inoue, T. Kanekura, N. Dohmae, N. Taniguchi, and I. Maruyama	4. 巻 33
2. 論文標題 Glycometabolic regulation of the biogenesis of small extracellular vesicles.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 108261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2020.108261.	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 Huang C, Suzuki T.	4. 巻 594
2. 論文標題 The occurrence of nonglycosylated forms of N-glycoprotein upon proteasome inhibition does not confirm cytosolic deglycosylation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FEBS Lett.	6. 最初と最後の頁 1433-1442.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.13734.	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 Miyoshi E, Kamada Y, Suzuki T.	4. 巻 50
2. 論文標題 Functional glycomics: Application to medical science and hepatology.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hepatol Res.	6. 最初と最後の頁 153-164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/hepr.13459.	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 Fujihira H, Masahara-Negishi Y, Akimoto Y, Hirayama H, Lee HC, Story BA, Mueller WF, Jakob P, Claudier-Munster S, Steinmetz LM, Radhakrishnan SK, Kawakami H, Kamada Y, Miyoshi E, Yokomizo T, Suzuki T.	4. 巻 1866
2. 論文標題 Liver-specific deletion of Ngly1 causes abnormal nuclear morphology and lipid metabolism under food stress.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.	6. 最初と最後の頁 165588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbadis.2019.165588.	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 Hirayama H, Matsuda T, Tsuchiya Y, Oka R, Seino J, Huang C, Nakajima K, Noda Y, Shichino Y, Iwasaki S, Suzuki T.	4. 巻 294
2. 論文標題 Free glycans derived from O-mannosylated glycoproteins suggest the presence of an O-glycoprotein degradation pathway in yeast.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Biol Chem.	6. 最初と最後の頁 15900-15911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.009491.	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 Fermainnt CS, Sano K, Liu Z, Ishii N, Seino J, Dobbs N, Suzuki T, Fu YX, Lehrman MA, Matsuo I, Yan N.	4. 巻 10
2. 論文標題 A bioactive mammalian disaccharide associated with autoimmunity activates STING-TBK1-dependent immune response.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat Commun.	6. 最初と最後の頁 2377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-10319-5.	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 Suzuki T	4. 巻 31
2. 論文標題 NGLY1-Deficiency and the Non-Lysosomal Degradation of Free N-Glycans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Trends Glycosci. Glycotechnol.	6. 最初と最後の頁 SE55-SE56.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4052/tigg.1926.2SE	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 Suzuki T.	4. 巻 561
2. 論文標題 DNA tags used to image sugar-bearing proteins on cells.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 38-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/d41586-018-06092-y.	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 Yang K, Huang R, Fujihira H, Suzuki T, Yan N.	4. 巻 215
2. 論文標題 N-glycanase NGLY1 regulates mitochondrial homeostasis and inflammation through NRF1.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Exp Med.	6. 最初と最後の頁 2600-2616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1084/jem.20180783.	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 Hossain TJ, Manabe S, Ito Y, Iida T, Kosono S, Ueda K, Hosomi A, Inoue D, Suzuki T.	4. 巻 35
2. 論文標題 Enrichment and characterization of a bacterial mixture capable of utilizing C-mannosyl tryptophan as a carbon source.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Glycoconj J.	6. 最初と最後の頁 165-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10719-017-9807-2.	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 Ishii N, Sunaga C, Sano K, Huang C, Iino K, Matsuzaki Y, Suzuki T, Matsuo I.	4. 巻 19
2. 論文標題 A New Fluorogenic Probe for the Detection of endo- β -N-Acetylglucosaminidase.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chembiochem.	6. 最初と最後の頁 660-663
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbic.201700662.	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22件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Toward curing NGLY1 deficiency.
3. 学会等名 3rd Australasian Glycoscience Symposium (3rd AGS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 NGLY1 deficiency and non-lysosomal degradation of glycans - basic science encounters a human genetic disorder.
3. 学会等名 Griffith University Institute for Glycomics Seminar. 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 匡
2. 発表標題 NGLY1欠損症の治療戦略 基礎科学は医療に貢献できるか？
3. 学会等名 第62回日本生化学会 中国・四国支部例会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 NGLY1 project at T-CiRA: iPSCs, animal models, assays & biomarkers.
3. 学会等名 The 8th Global NGLY1 Conference (Palo Alto) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Toward curing NGLY1 deficiency
3. 学会等名 Scientific CDG Symposium 2021 on congenital disorder of glycosylation and related disorders. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Generation and degradation of free oligosaccharides.
3. 学会等名 Pacifichem2021 (The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Toward curing NGLY1 deficiency.
3. 学会等名 Rare disease day symposium & CDG/NGLY1 family conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 匡
2. 発表標題 NGLY1欠損症について
3. 学会等名 第29回 大阪母子医療センター 母と子のすこやか基金シンポジウム 小児の希少難治性疾患に対する新しい取り組み (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黄澄澄、清野淳一、藤平陽彦、佐藤敬子、中家修一、鈴木匡
2. 発表標題 血清中遊離糖鎖の研究
3. 学会等名 第40回日本糖質学会年会 (鹿児島)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黄澄澄、清野淳一、藤平陽彦、中家修一、佐藤敬子、鈴木匡
2. 発表標題 血清中遊離糖鎖の研究
3. 学会等名 第94回日本生化学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 匡
2. 発表標題 細胞質における糖鎖生物学-細胞恒常性維持の包括的理解を目指して
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会フォーラム AMED-CREST/PRIME 研究開発領域紹介：「プロテオスタシスの理解と革新的医療の創出（招待講演）」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 NGLY1 deficiency and non-lysosomal catabolism of glycans.
3. 学会等名 International conference on the biology of resilience and extreme longevity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黄 澄澄、清野淳一、藤平陽彦、鈴木 匡
2. 発表標題 血清中シアリル遊離糖鎖の研究
3. 学会等名 第38回日本糖質学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 匡
2. 発表標題 ”誰もやってない研究”をやることは無謀なことか？
3. 学会等名 第38回日本糖質学会年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Is NGLY1-deficiency a result of defective ER-associated degradation?
3. 学会等名 25th International Symposium on Glycoconjugates (Glyco25)（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Generation and degradation of free oligosaccharides.
3. 学会等名 18th Human Proteome Organization (HUPO) World Congress/2nd Australasian Glycoscience Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Free oligosaccharides - formation and degradation
3. 学会等名 1st International Symposium on Glycans（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黄 澄澄、清野淳一、藤平陽彦、鈴木 匡
2. 発表標題 血清にあるシアリル糖鎖の研究
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Is NGLY1-deficiency a result of defective ER-associated degradation?
3. 学会等名 29th International Carbohydrate Symposium (ICS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Toward curing NGLY1-deficiency
3. 学会等名 Benzon Symposium No. 64 GLYCOTHERAPEUTICS - emerging roles of glycans and medicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadashi Suzuki
2. 発表標題 NGLY1-deficiency: Not just a defect in ERAD??
3. 学会等名 EMBO Workshop endoplasmic reticulum function in health and disease (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chengcheng Huang, Junichi Seino, Haruhiko Fujihira and Tadashi Suzuki
2. 発表標題 Studies on the serum sialyl oligosaccharides
3. 学会等名 Benzon Symposium No. 64 GLYCOTHERAPEUTICS - emerging roles of glycans and medicine (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Tadashi Suzuki and Haruhiko Fujihira	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 484
3. 書名 Comprehensive Glycoscience, 2nd edition, Vol. 3 Cellular Glycobiology	

1. 著者名 Tadashi Suzuki and Haruhiko Fujihira	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 28
3. 書名 Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering	

〔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
---------	---------