

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19188

研究課題名(和文)化合物先行型脂質疾患バイオマーカーの探索研究

研究課題名(英文)Study for molecules initiated lipid related disease biomarkers

研究代表者

門出 健次(Monde, Kenji)

北海道大学・先端生命科学研究院・教授

研究者番号：40210207

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：スフィンゴシンの頭部、L-セリンは、生合成の最初の段階で、セリンパルミトイル転移酵素に取り込まれ、パルミトイルCoAと結合、セラミド類へと変換される。近年、L-セリンのみならず、その他のアミノ酸を取り込む可能性が示唆されており、疾患との関連が注目されている。質量分析装置における標準物質の提供を目的として、フェニルアラニン、アラニン、トリプトファン、ロイシン、システイン、スレオニンを頭部に有するスフィンゴシン類の合成に成功した。また、これらの一部を脂肪酸類と結合させ、ユニークなセラミドライブラリーを構築した。このうちのいくつかは、スフィンゴミエリン合成酵素の阻害活性を示すことを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スフィンゴ脂質は、動物、植物、バクテリア等ほとんどすべての生物にあまねく広く存在する。細胞膜の構成成分であると同時に、情報伝達、皮膚バリア機能等に重要な役割を果たしている。その基本構造であるスフィンゴシン骨格は、セリンとパルミトイルCoAからセリンパルミトイル転移酵素によって生合成される。近年、その他のアミノ酸が取り込みの可能性と疾患との関連性が示唆されているが、原因物質検出のための標準化合物は、これまで化学合成されていない。本研究では、異常取り込みの結果、生合成される可能性がある物質の化学合成を世界で初めて化学合成することに成功した。これにより脂質関連疾患のバイオマーカー研究が推進される。

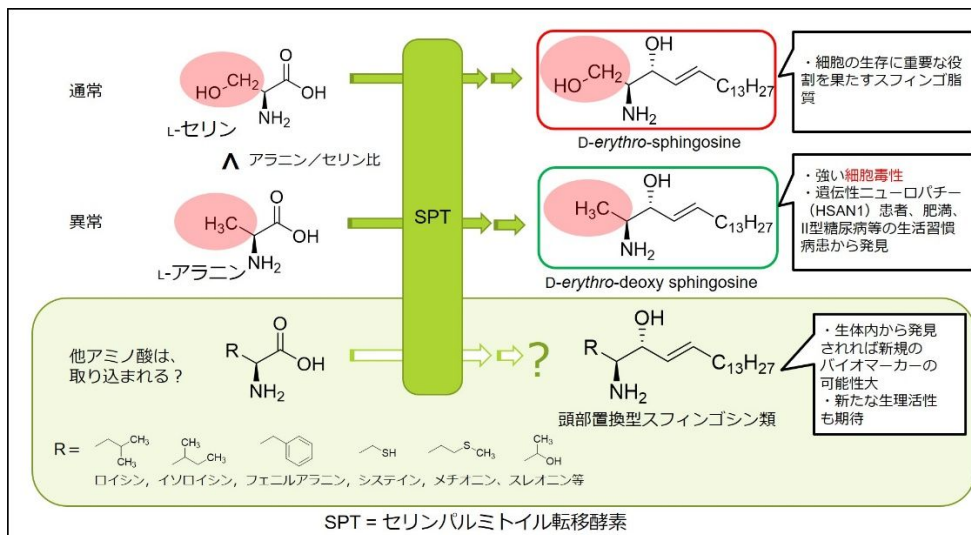
研究成果の概要(英文)：L-serine, the head part of a sphingosine, is incorporated by serine palmitoyl transferase (SPT), coupled with a palmitoyl CoA in the first stage of its biosynthesis and converted into ceramides. Recently, it has been suggested that not only L-serine but also other amino acids may be incorporated into this biosynthetic system, and its association with lipid-related diseases has been trend. We have been succeeded in synthesizing sphingosines having phenylalanine, alanine, tryptophan, leucine, cysteine, and threonine in its head part for the purpose of providing authentic standard samples in a mass spectrometric analysis. We also constructed a unique ceramide library by binding some of these to fatty acids. It was found that some of them showed inhibitory activity of sphingomyelin synthase.

研究分野：化学生物学

キーワード：バイオマーカー スフィンゴシン セラミド 異常取り込み ライブラリー

1. 研究開始当初の背景

スフィンゴ脂質は、動物、植物、バクテリア等ほとんどすべての生物にあまねく広く存在する。細胞膜の構成成分であると同時に、情報伝達、皮膚バリア機能等の重要な役割を果たしている。その基本構造であるスフィンゴシン骨格は、セリンとパルミトイル CoA からセリンパルミトイル転移酵素 (SPT) によって生合成される。ごく最近、肥満、II 型糖尿病等の生活習慣病患者、遺伝性ニューロパチー (HSAN1) 患者から、通常のタイプではないスフィンゴ脂質、即ち、デオキシスフィンゴシン類が発見された。(Diabetologia 2012、Diabetes 2015) デオキシスフィンゴシン類は、セリンの代わりにアラニンとパルミトイル CoA から生合成されたものであり、セリン合成能力が低下しているマウスの脳においても、その蓄積が確認されている。(J. Bio. Chem. 2015) デオキシスフィンゴシン類は、細胞増殖の抑制や細胞死の誘発など極めて強い細胞毒性を有しており、神経疾患、肥満、生活習慣病の鋭敏なバイオマーカーになる可能性があると考えられている。また、同様にして、L-セリンの代わりにグリシンを取り込み、デオキシメチルスフィンゴシン類を生産することも知られている。申請者は、スフィンゴシン類の生合成系には、セリン、アラニン、グリシン以外のアミノ酸も取り込まれる可能性があると考えた。しかし、これまで、そのような異常アミノ酸を取り込んだスフィンゴシン類の報告例はない。



2. 研究の目的

本研究では、

(1) セリンの代わりに他のアミノ酸を取りこんだスフィンゴシン類の In vivo 生産の可能性を確かめるため、LC-MS 探索に必須である各種アミノ酸を用いた頭部置換型スフィンゴシン類を化学合成すること。(2) デオキシスフィンゴ類が非常に強い細胞毒性を有することから、これら頭部アミノ酸置換型スフィンゴシン類は、さまざまな生理活性を有することが期待できる。合成した頭部置換型スフィンゴシンを用いて、当研究室保有の簡便アシル化樹脂を用いることにより、新規のセラミドライブラリーを構築すること。以上を目的としている。

3. 研究の方法

天然には 20 種のアミノ酸が存在するが、現在、生体内より確認されているスフィンゴシン(スフィンガニン: 二重結合の飽和体)は L-セリン、L-アラニン及び L-グリシンから生合成されたもののみが知られている。一般に、スフィンゴシン類は、TLC や LC-MS によって解析されるが、微量新規代謝物の解析は極めて困難である。そこで、本研究では、新規頭部アミノ酸置換型スフィンゴシンの生体内での存在探索を目的として、その分析を可能とする標準品を化学合成することとした。

(1) 中性アミノ酸を用いた頭部アミノ酸置換型スフィンゴシンの合成

天然の L-中性アミノ酸を頭部骨格のバックボーンとした化合物を誘導後、1-テトラデカノールとの Honer-Wadsworth-Emmons (HWE) 反応を鍵とした頭部置換型スフィンゴシン合成を行う。さらにカルボニル基の立体選択的還元により、スフィンゴシン類並びに二重結合還元によるスフィンガニン類の合成を行う。L-アラニンを出発原料としたデオキシスフィンゴシン類の化学合成には既に成功しており、本ルートを基本として、出発原料のアミノ酸を随時代えることにより各種頭部アミノ酸置換型スフィンゴシン類を合成する。また、スフィンゴイド塩基のキラリティーは本研究グループが VCD を用いて初めて報告した手法により確認を行う。

- ・質量分析における脂質メタボロミクスにおいて天然・生体内由来の未解明(未検出)スフィンゴ脂質は、疾患バイオマーカーとして期待できる。
- ・スフィンゴシン類、スフィンガニン類合わせて 30 種の新規スフィンゴイド塩基を得ることが

可能、ユニークなライブラリーとなる。

(2) 頭部アミノ酸置換型スフィンゴシンの多様化

セラミドはスフィンゴ脂質群の合成・代謝における中心的な脂質であり、細胞増殖、アポトーシスを制御する脂質メディエーター等の働きをする。デオキシスフィンゴ脂質類が非常に強い細胞毒性を有することから、これら頭部置換型スフィンゴシン類のセラミド誘導体は、さまざまな生理活性を有することが期待できる。新規の頭部アミノ酸置換型スフィンゴシン類を様々なカルボン酸により、セラミドに変換して、新規セラミドライブラリーを構築、脂質ケミカルバイオロジーの基盤要素を構築する。アシル化は、特殊樹脂(J. Am. Chem. Soc. 2002) にアシル化剤を固定化させ、固相上での活性エステルを構築することで実施、多検体処理を短時間で行う。

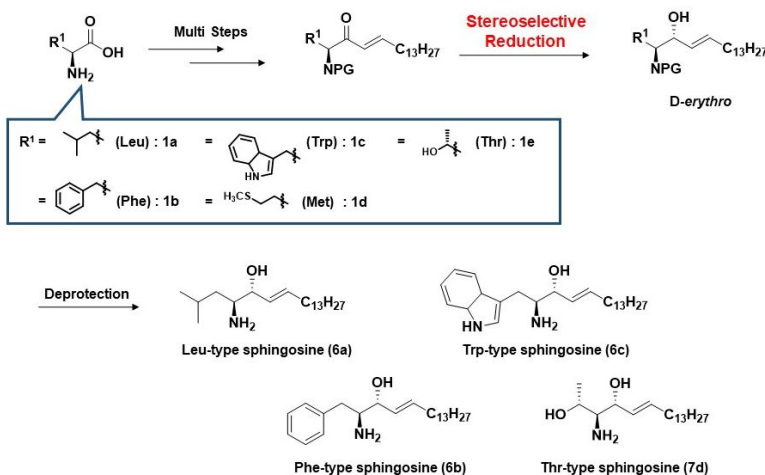
- ・混ぜるのみで反応が進行、樹脂を除くのみでセラミドを得られる。
- ・頭部置換型スフィンゴシンに応じて、短期間で数百~千種のセラミド構築が期待できる。
- ・脂質研究領域の他の研究者に脂質ライブラリーが提供可能。

4. 研究成果

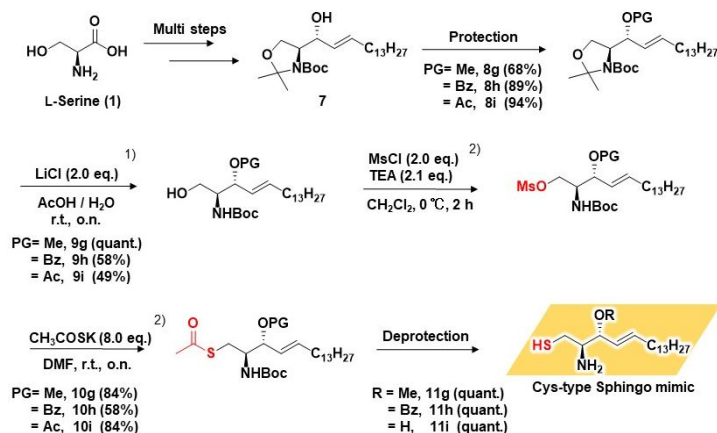
L-フェニルアラニンを出発原料として、保護基を導入した後、メチルリン酸部分を導入、1-テトラデカナルとの Horner-Wadsworth-Emmons 反応を実施し、二重結合を生成させた。二重結合の幾何異性については NMR からトランスであると判断された。次に、カルボニル基の選択的 1,2 還元を実施した。還元試薬、反応条件の検討を行い、選択的還元条件を見出すことに成功した。尚、還元の際の立体化学については、NMR のカップリングコンスタントから判断した。最後に脱保護により目的のフェニルアラニン置換型スフィンゴシンの合成に成功した。また、脱保護直前に二重結合の還元を実施することにより、スフィンゴシンを合成可能であることを確認した。更に、L-アラニン、L-トリプトファン、L-ロイシンを出発原料として、ほぼ、同様なルートで対応する頭部置換型スフィンゴシンの合成を達成することができた。

更に、L-システイン、L-スレオニンを出発原料とする頭部置換型スフィンゴシン類の合成を実施した。システインについてはチオール基の独自の反応性のため、保護基の導入を念頭においた。そのため、2 位のアミノ基を利用した 5 員環形成による分子内保護法を当初実施した。従来法の応用により Horner-Wadsworth-Emmons 反応により増炭反応には成功したが、還元反応が良好に進行せず、別ルートによる合成を試みた。チオール基の特殊な反応性による合成問題を解決するために、比較的后半にチオール基を導入することとした。スフィンゴシンの合成を基本として進め、1 位の水酸基に脱離基を導入した後、チオ酢酸で置換反応を行った。その後、加水分解、脱保護により目的の化合物を得ることに成功した。また、L-スレオニンを原料として、従来法によりスレオニン部分を頭部に有する変異スフィンゴシンの合成に成功した。

Synthetic Scheme of Other Type Sphingoid Base

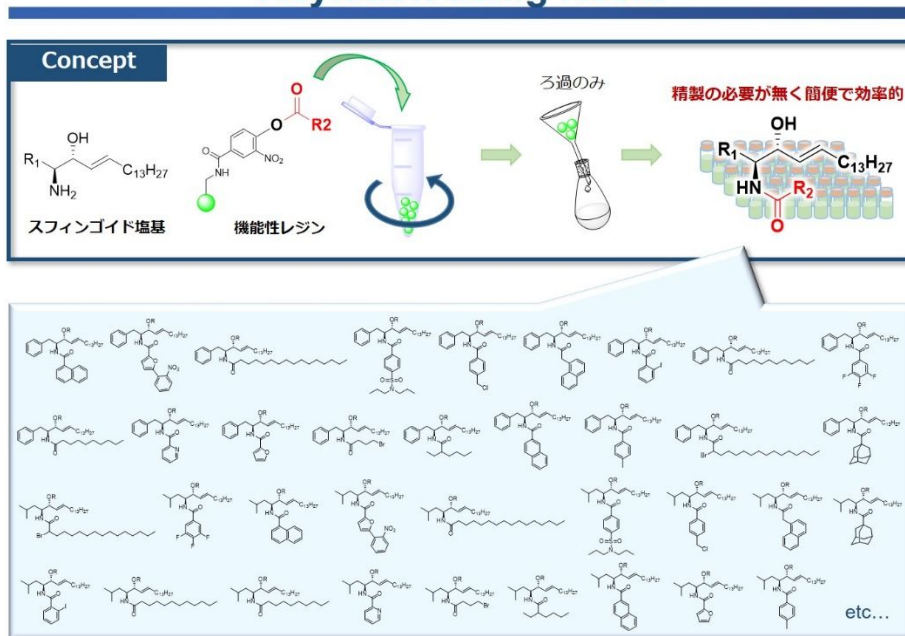


Synthetic Scheme : Cys-type Sphingosine from L-Serine



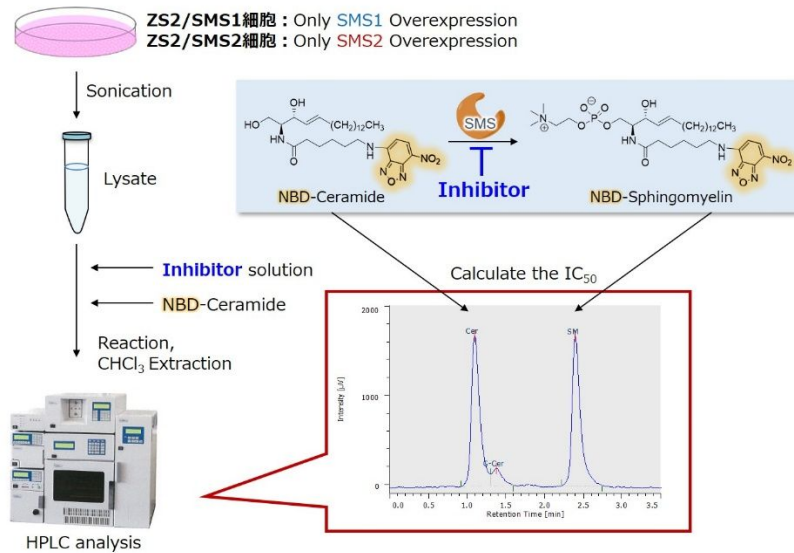
セラミドライブラリーの構築をめざし、スフィンゴ塩基類のコンビナトリアル的アシル化の反応条件の検討を行った。樹脂にアシル化剤を反応させたものを調整し、スフィンゴシン類のアシル化の条件検討を実施した。セラミド類ライブラリー化を念頭に、アミノ基のアシル化を実施した。通常のセリン、アラニン、システイン、ロイシン、フェニルアラニンタイプについて、それぞれ、有効と思われるアシル基を導入し、頭部の違うセラミドの合成に成功した。

Acylation using Resin



頭部置換スフィンゴシン誘導体の生理活性への影響を検証した。ターゲット酵素は、スフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) を選択した。本酵素は、セラミドをスフィンゴミエリンに変換する酵素であり、その阻害は、メタボリックシンドロームやアルツハイマー型認知症に有効である。これまでの知見を参考に、3位の水酸基はメチル基で保護した。また、アシル基としては活性が期待されるニトロフェニルフラン誘導体を選んだ。L-セリン、アラニン、システイン、ロイシン、フェニルアラニンを頭部に有し、3位の水酸基をメチルエーテルとしたスフィンゴシン誘導体を合成、既に、構築している SMS 阻害アッセイシステムに供した。アミノ基がフリーであるこれらのタイプは、中程度の阻害能を示したが、頭部の置換による効果はあまり大きなものではなかった。次に、ニトロフェニルフラン誘導体をアミド結合により導入し、同様なアッセイを実施した。システイン及びアラニンのセラミド誘導体は比較的高い活性を示したが、ロイシン、フェニルアラニンから合成したセラミド類は活性を示さなかった。

SMS Inhibition Assay



スフィンゴシンの頭部、L-セリンは、生合成の最初の段階で、セリンパルミトイル転移酵素 (SPT)に取り込まれ、パルミトイル CoA と結合し、L-3-ケトデヒドロスフィンガニン(L-KDS) を生成する。近年、L-セリンのみならず、その鏡像体である D-セリンが取り込まれることが報告されているが、KDS の立体化学研究は行われていない。そこで、L-KDS に対応する D-KDS を化学合成により調整し、キラルカラムによる微量立体化学解析法の確立を行った。共同研究により、本 SPT に L-及び D-セリンを取り込ませ、それぞれの KDS の立体化学を分析した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Usuki S., Yasutake Y., Tamura N., Tamura T., Tanji K., Saitoh T., Murai Y., Mikami D., Yuyama K., Monde K., Mukai K., Igarashi Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Nrp1 is activated by kCer binding-induced structural rigidification of the a1a2 domain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cells	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 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 Koolath S., Murai, Y., Suga, Y., Monde, K.	4. 巻 32
2. 論文標題 Chiral Combinatorial Preparation and Biological Evaluation of Unique Ceramides for Inhibition of Sphingomyelin Synthase	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chirality	6. 最初と最後の頁 308-313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chir.23179	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 Saaidin S. A., Murai, Y., Ishikawa, T., Monde, K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Design and Synthesis of Ligand Tag Exchangeable Photoaffinity Probe Utilizing Nosyl Chemistry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 7563-7567
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201901348	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 Othman, M. A., Yuyama, K., Murai, Y., Igarashi, Y., Mikami, D., Sivasothy, Y., Awang, K., Monde, K.	4. 巻 10
2. 論文標題 Malabaricone C as Natural Sphingomyelin Synthase Inhibitor against Diet-Induced Obesity and Its Lipid Metabolism in Mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Med. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1154-1158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmchemlett.9b00171	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 Sasaki Rina, Tainaka Reina, Ando Yuichi, Hashi Yurika, Deepak Hadya V., Suga Yoshiko, Murai Yuta, Anetai Masaki, Monde Kenji, Ohta Kiminori, Ito Ikuko, Kikuchi Haruhisa, Oshima Yoshiteru, Endo Yasuyuki, Nakao Hitomi, Sakono Masafumi, Uwai Koji, Tokuraku Kiyotaka	4. 巻 9
2. 論文標題 An automated microliter-scale high-throughput screening system (MSHTS) for real-time monitoring of protein aggregation using quantum-dot nanoprobe	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-38958-0	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 Kiske Christiane, Riegel Anja Devenie, Hopf Ronja, Kvindt Anna, Poplcean Iulia, Taniguchi Tohru, Swamy Mahadeva M. M., Monde Kenji, Eisenreich Wolfgang, Engel Karl-Heinz	4. 巻 67
2. 論文標題 Determination of the Absolute Configurations and Sensory Properties of the Enantiomers of a Homologous Series (C6-C10) of 2-Mercapto-4-alkanones	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural and Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 1187 ~ 1196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jafc.8b06599	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 Taniguchi Tohru, Suzuki Takahiro, Satoh Haruka, Shichibu Yukatsu, Konishi Katsuaki, Monde Kenji	4. 巻 140
2. 論文標題 Preparation of Carbodiimides with One-Handed Axial Chirality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 15577 ~ 15581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b08969	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 Katakami Chiaki, Kamo Shogo, Torii Ayame, Hara Nobuyuki, Imai Yoshitane, Taniguchi Tohru, Monde Kenji, Okabayashi Yusuke, Hosokai Takuya, Kuramochi Kouji, Tsubaki Kazunori	4. 巻 83
2. 論文標題 Synthesis and Photochemical Properties of Axially Chiral Bis(dinaphthofuran)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14610 ~ 14616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b02424	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 Swamy Mahadeva M. M., Murai Yuta, Ohno Yusuke, Jojima Keisuke, Kihara Akio, Mitsutake Susumu, Igarashi Yasuyuki, Yu Jian, Yao Min, Suga Yoshiko, Anetai Masaki, Monde Kenji	4. 巻 54
2. 論文標題 Structure-inspired design of a sphingolipid mimic sphingosine-1-phosphate receptor agonist from a naturally occurring sphingomyelin synthase inhibitor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12758 ~ 12761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc05595e	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 Murakami Ryo, Sano Kentaro, Iwai Tomohiro, Taniguchi Tohru, Monde Kenji, Sawamura Masaya	4. 巻 57
2. 論文標題 Palladium-Catalyzed Asymmetric C(sp ³)-H Alkylation of 2-Alkylpyridines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 9465 ~ 9469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201802821	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 Kawauchi Genki, Umemiya Shigenobu, Taniguchi Tohru, Monde Kenji, Hayashi Yujiro	4. 巻 24
2. 論文標題 Enantio- and Diastereoselective Synthesis of Latanoprost using an Organocatalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 8409 ~ 8414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201800829	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 Gowda Siddabasave Gowda B., Nakahashi Atsufumi, Yamane Keiko, Nakahashi Saori, Murai Yuta, Siddegowda Ananda Kumar C., Hammam Mostafa A. S., Monde Kenji	4. 巻 3
2. 論文標題 Facile Chemoselective Strategy toward Capturing Sphingoid Bases by a Unique Glutaraldehyde-Functionalized Resin	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 753 ~ 759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.7b01440	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 Hongen Takahiro, Taniguchi Tohru, Monde Kenji	4. 巻 30
2. 論文標題 Modifying oligoalanine conformation by replacement of amide to ester linkage	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chirality	6. 最初と最後の頁 396-341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chir.22823	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 門出健次、村井勇太	4. 巻 72
2. 論文標題 化学プローブは求愛タンパク質の心をどう射留めるのか? -生命現象解明・創薬に小分子の視点か	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 化学	6. 最初と最後の頁 70-71
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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Sphingolipid Chemical Biology toward Drug Discovery from Nature
3. 学会等名 Symposium "Recent Trends in Medicinal Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Naturally Occurring Sphingomyelin Synthase Inhibitors against Diet-Induced Obesity and their Action Mechanism
3. 学会等名 2nd Chemical Biology Workshop (ChemBiol Workshop) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Naturally Occurring Sphingomyelin Synthase Inhibitors against Diet-Induced Obesity and their Action Mechanism
3. 学会等名 The Fourth A3 Roundtable Meeting on Asia Chemical Probe Research Hub (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Sphingosine Chemical Biology
3. 学会等名 Hunter Collage Seminar (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門出 健次
2. 発表標題 赤外円二色性スペクトルによる生命分子のキラリティ解明
3. 学会等名 第30回万有仙台シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門出 健次
2. 発表標題 分子キラリティの計測・理論技術の革新から迫る 生命機能研究の新展開
3. 学会等名 第23回HiSOR研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Study on the efficient synthesis of acylceramides including ω -9 unsaturated ultra-long-chain fatty acids towards skin barrier care
3. 学会等名 Asian Chemical Biology Initiative (ACBI) 2019 Yangon Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村井勇太、Mahadeva M. M. Swam、小林悠、土見祐介、ハンマン・モスタファ、須賀好子、五十嵐靖之、岡崎俊朗、姉帯正樹、門出健次
2. 発表標題 天然及び基質アナログ合成によるスフィンゴミエリン合成酵素阻害剤の開発
3. 学会等名 第13回スフィンゴセラピー (STC) 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Discovering sphingomyelin synthase (SMS) inhibitors from natural resources and synthetic and semi synthetic library
3. 学会等名 A3 Roundtable Meeting on Asia Chemical Probe Research (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門出 健次
2. 発表標題 赤外円二色性 (VCD) 法による絶対配置決定法の開発
3. 学会等名 シンポジウム モレキュラー・キラリティー2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 門出 健次
2. 発表標題 ケミカルバイオロジーによるSMS阻害剤の開発
3. 学会等名 北海道大学次世代物質生命科学研究センター 「脂質機能性解明研究部門」設置記念シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Naturally occurring sphingomyelin synthase inhibitor inspiring sphingo-mimic
3. 学会等名 Asian Chemical Biology Initiative (ACBI) 2017 Ulaanbaatar Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Chiral Analysis of Lipids by Vibrational Circular Dichroism
3. 学会等名 the 2nd Asian Conference on Oleo Science (ACOS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenji Monde
2. 発表標題 Naturally occurring sphingomyelin synthase inhibitor inspiring sphingo-mimic
3. 学会等名 A3 Roundtable Meeting on Asia Chemical Probe Research (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 村井勇太、門出健次	4. 発行年 2019年
2. 出版社 食品化学新聞社	5. 総ページ数 337
3. 書名 セラミド研究会 編 セラミド研究の新展開 ~基礎から応用へ~	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>北海道大学大学院先端生命科学研究院附属施設次世代物質生命科学研究センター Annual Report https://life.sci.hokudai.ac.jp/fr/annual-report 北海道大学大学院先端生命科学研究院 化学生物学研究室 http://altair.sci.hokudai.ac.jp/infchb/sub/publication.html</p>

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	村井 勇太 (Murai Yuta) (20707038)	北海道大学・先端生命科学研究院・助教 (10101)	