慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	全窒素糖の合成と機能探索
Sub Title	Synthesis and function search of all-nitrogen sugars
Author	千田, 憲孝(Chida, Noritaka)
Publisher	
Publication year	2022
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2021.)
JaLC DOI	
Abstract	糖の水酸基をすべて窒素に置換した糖(全窒素糖と呼ぶ)を、連続的多重Overman転位を利用して短工程で合成する経路を開発した。炭素数5、炭素数6の全窒素糖の合成と生物活性評価により、以下の成果を得た。1) D-ガラクトースをペンタキスイミデートへ導いた。これを加熱すると連続的なOverman転位が起こり、五重転位体を与えた。転位体はD-グルコフラノース型全窒素糖へ誘導することができた。この方法論により9種類の全窒素糖を合成した。2) 合成した全窒素糖ならびにその誘導体の生物活性を検定し、アラビノ型全窒素糖にコレステロールを結合させた誘導体が、ヒトがん細胞に対し細胞毒性を示すことを見出した。 All-nitogenated sugars, in which all hydroxy groups in a normal sugar are replaced with amino groups, are expected to possess useful biological activities, but no report on the synthesis of all-nitogenated sugar has appeared. In this study, short-step synthesis of all-nitorogenated sugars having 5- and 6-carbons starting from aldohexoses utilizing sequential Overman rearrangements, are carried out, and the following positive results were obtained. 1) D-Galactose was converted to pentakisimidate, which underwent sequential Overman rearrangements upon heating, to afford the five-time rearranged products. The rearranged compound was transformed to D-glucofuranose-type all-nitrogenated sugar. By this procedure, nine all-nitorgenated sugars have been synthesized. 2) Biological assessment of all-nitogenated sugars and their derivatives revealed that the L-arabinofuranose-type possessing cholesterol as an aglycon exhibited antiproliferative effects against human cancer cell lines.
Notes	研究種目：挑戦的研究 (萌芽) 研究期間：2019～2021 課題番号：19K22189 研究分野：有機合成化学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_19K22189seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　４ 年　 ５ 月 １２ 日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2019～2021
課題番号：１９Ｋ２２１８９

研究課題名（和文）全窒素糖の合成と機能探索

研究課題名（英文）Synthesis and function search of all-nitrogen sugars

研究代表者
千田　憲孝（Chida, Noritaka）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授

研究者番号：５０１９７６１２

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　4,800,000円

研究成果の概要（和文）：糖の水酸基をすべて窒素に置換した糖(全窒素糖と呼ぶ)を、連続的多重Overman転位を利用して短工程で合成する経路を開発した。炭素数5、炭素数6の全窒素糖の合成と生物活性評価により、以下の成果を得た。1) D-ガラクトースをペンタキスイミデートへ導いた。これを加熱すると連続的なOverman転位が起こり、五重転位体を与えた。転位体はD-グルコフラノース型全窒素糖へ誘導することができた。この方法論により9種類の全窒素糖を合成した。2) 合成した全窒素糖ならびにその誘導体の生物活性を検定し、アラビノ型全窒素糖にコレステロールを結合させた誘導体が、ヒトがん細胞に対し細胞毒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
本研究において、全窒素糖を世界に先駆けて合成することに成功した。入手容易な単糖（グルコース、アラビノースなど）から合成したアリルポリオールに連続的多重Overman転位を施すことにより、効果的に糖の水酸基をアミノ基に変換し、短工程で全窒素糖を合成する経路を確立した。合成した全窒素糖の誘導体がヒトがん細胞に対し細胞毒性を示すことを見出し、新規有用物質の創成に資することができた。

研究成果の概要（英文）：All-nitogenated sugars, in which all hydroxy groups in a normal sugar are replaced with amino groups, are expected to possess useful biological activities, but no report on the synthesis of all-nitogenated sugar has appeared. In this study, short-step synthesis of all-nitorogenated sugars having 5- and 6-carbons starting from aldohexoses utilizing sequential Overman rearrangements, are carried out, and the following positive results were obtained. 1) D-Galactose was converted to pentakisimidate, which underwent sequential Overman rearrangements upon heating, to afford the five-time rearranged products. The rearranged compound was transformed to D-glucofuranose-type all-nitrogenated sugar. By this procedure, nine all-nitorgenated sugars have been synthesized. 2) Biological assessment of all-nitogenated sugars and their derivatives revealed that the L-arabinofuranose-type possessing cholesterol as an aglycon exhibited antiproliferative effects against human cancer cell lines.

研究分野：有機合成化学

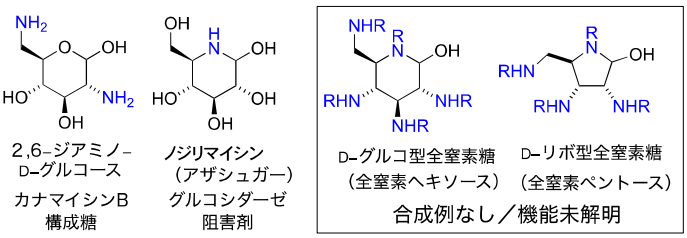
キーワード：全窒素糖　連続的Overman転位　多重シグマトロピー転位

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　C－１９、F－１９－１、Z－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

D-グルコースに代表されるアルドースの水酸基をすべて窒素に置換した糖（全窒素糖と呼ぶ）は、天然には存在しないが、アルドースと同様のコンホメーションを有すると思われ、また窒素原子は酸素原子と同様、強固な水素結合のドナー／アクセプターとして働くことが期待される。よって全窒素糖ならびに全窒素糖を含有する化合物はノジリマイシンに代表されるアザシュガーやカナマイシンなどのアミノグリコシド系抗生物質と同様に強い生物活性を示すことが予想される。また有機分子触媒やキラルリガンドとしての機能も期待される。しかしこれまで全窒素糖の合成例はなく、その機能は全く未知である。新規有用物質のケミカルスペースを拡大する上でも全窒素糖の合成と機能評価はきわめて興味深い課題である。

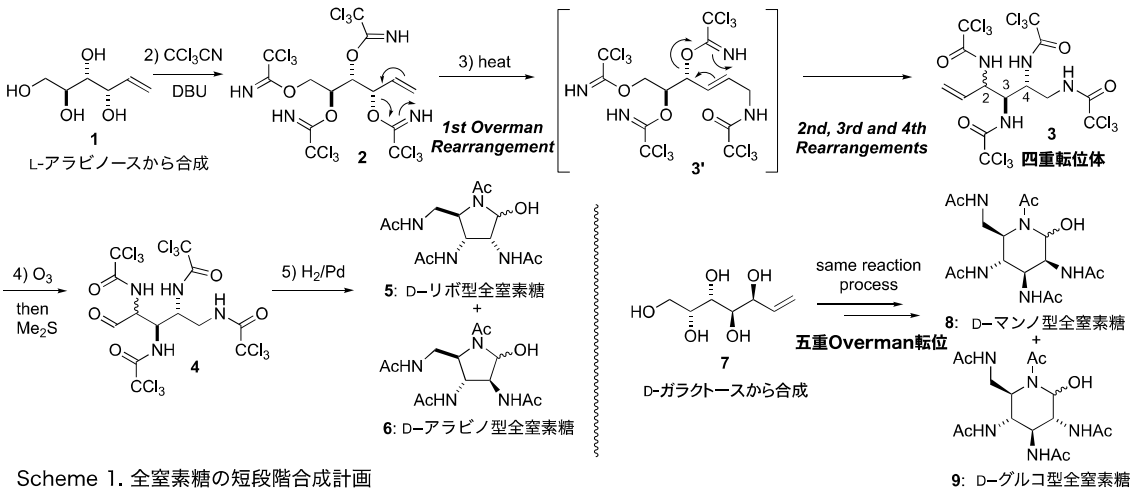


２．研究の目的

上記のような背景から、本研究では、全窒素糖の初の合成を目的とした。複数の窒素官能基の導入は、通常水酸基やカルボニル基を利用する方法が一般的であるが、保護/脱保護が必要になるなど、工程数の増加が問題となる。本研究では連続的多重 Overman 転位による窒素導入により、工程数の大幅な短縮を図り、入手容易な単糖（アラビノースやグルコースなど）から炭素数５の全窒素ペントースならびに炭素数６の全窒素ヘキソースを短工程で合成すること、ならびにそれらの生物学的ならびに化学的機能を探索することを目的とした。

３．研究の方法

L-アラビノースからアリルテトラオール **1** を合成し、これをテトラキスイミデート **2** へ導く（Scheme 1）。加熱により Overman 転位が起こり、１回転位体 **3'**が生じるが、これは新たなアリルイミデート構造を有するので、さらに転位を起こし、最終的に四重転位体 **3** を与えることが期待される。二級アルコールの Overman 転位は完璧な立体選択性で進行するので、化合物 **3** の 3 位と 4 位の立体化学は不斉転写により単一となる。2 位についてはエピマーの混合物となるので、２種のジアステレオマーが生成する。ビニル基を酸化分解することによりアルドペントースの水酸基がすべて窒素に置換された全窒素糖 **4** が全４工程で得られる。トリクロロアセトアミド基を加水素分解により生体適合性が高いアセトアミド基とし、D-リボ型全窒素糖 **5** と D-アラビノ型全窒素糖 **6** を得る。同様の反応を D-ガラクトース由来のペンタオール **7** に適用することにより、五重転位体を経由して D-マンノ型 **8** と D-グルコ型 **9** の全窒素ヘキソースを合成する。合成した全窒素糖について生物活性を中心とした機能解析を行う。また、*N*-アセチル基をすべて脱保護したポリアミン型の全窒素糖や、このアミンを他のアミドなどとした誘導体も合成し同様の解析を行う。同時に有機触媒や金属触媒のリガンドの可能性も検討する。

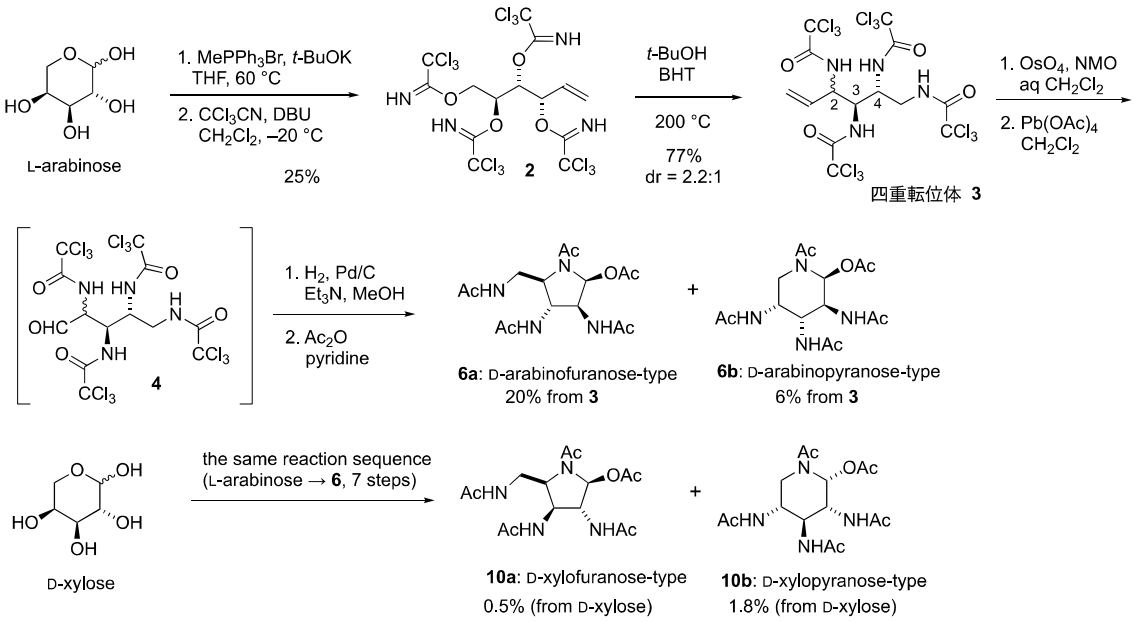


Scheme 1. 全窒素糖の短段階合成計画

４．研究成果

(1) 四重 Overman 転位による全窒素ペントース類の合成

L-アラビノースを保護することなく、Wittig 反応によりアリルテトラオールとし、このすべての水酸基をトリクロロアセトイミデートへ変換し、化合物 **2** とした（Scheme 2）。テトラキスイミ

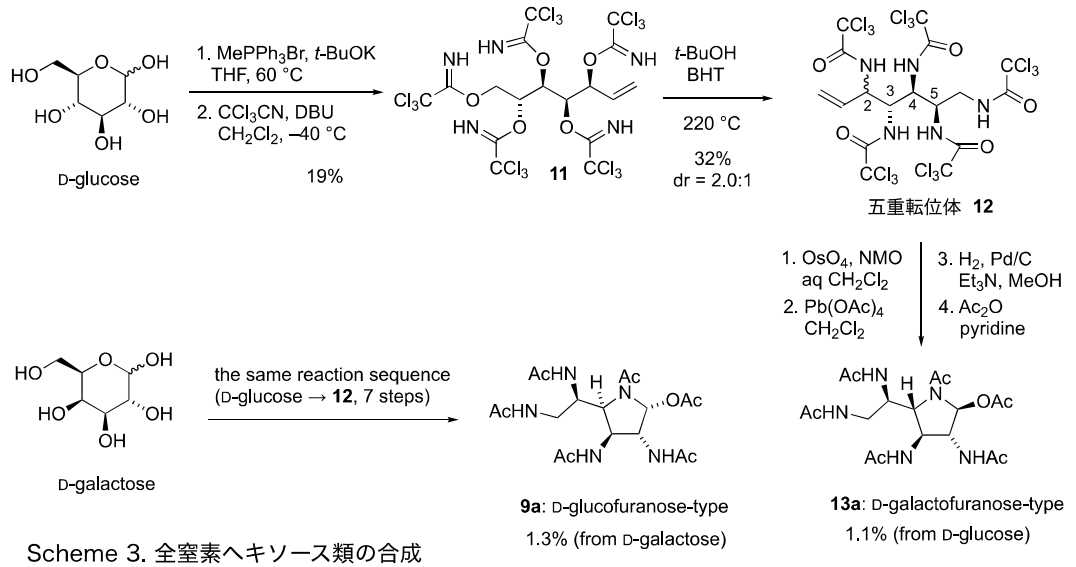


Scheme 2. 全窒素ペントース類の合成

デート 2 を *t*-BuOH **中、ジブチルヒドロキシトルエ**（BHT）**存在下** 200 °C **に加熱すると、**Overman **転位が連続的に 4 回進行し、四重転位体 3 が収率** 77%**で得られた。化合物 3 は、**3 **位、**4 **位の立体化学は不斉転写により完全に制御され、**2 **位に関する約** 2:1 **のジアステレオマー混合物として得られた。**Overman **転位が連続的に 4 回起こった例はこれが初めてである。転位体 3 のビニル基を酸化分解し、ついで加水素分解により塩素基を水素に置換し、さらにアセチル化することにより** D-**アラビノ型の立体化学を有するフラノース誘導体 6a とピラノース誘導体 6b がそれぞれ** 20%、6%**の収率で得られた。転位体 3 はジアステレオマー混合物であったが、ビニル基の酸化開裂/環化の工程でアルデヒドα位**（C-2 **位）のエピメリ化が起こり、熱力学的に安定はアラビノ型の立体化学に収束し、化合物 6a, 6b が生成したと思われる。当初生成を予想した** D-**リボ型の立体化学を有する全窒素糖は得られなかった。同様の反応を** D-**キシロースに適用したところ、**D-**キシロ型の立体化学を有するフラノース型全窒素糖 10a**（**全収率** 0.5%）**とピラノース型全窒素糖 10b**（**全収率** 1.8%）**が生成した。**

(2) 五重 Overman **転位による全窒素ヘキソース類の合成**

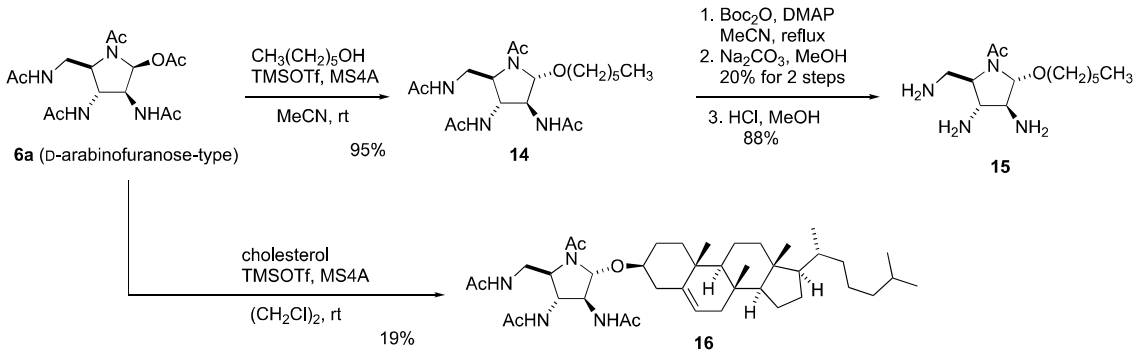
ついで出発物質を D-**グルコースとし、五重** Overman **転位による全窒素ヘキソース類の合成を検討した**（Scheme 3）**。**D-**グルコースを** Wittig **反応によりアリルペンタオールとし、ついで水酸基すべてをイミデート化してペンタキスイミデート 11 を得た。これをペントース合成の場合と同様に** *t*-BuOH **中、**BHT **存在下** 220 °C **に加熱すると、**Overman **転位が連続的に 5 回進行し、五重転位体 12 が収率** 32%**で得られた。**2 **位の立体化学は約** 2:1 **であったが、**3, 4, 5 **位の立体化学は完全に制御された。転位体 12 のビニル基を酸化開裂、ついで加水素分解、アセチル化の工程に付すと、**D-**ガラクト型の立体化学を有する全窒素糖 13a がフラノース型として得られた。この場合も** 2 **位でのエピメリ化が進行し、**D-**タロ型の全窒素糖は得られなかった。同様の反応工程を**



Scheme 3. 全窒素ヘキソース類の合成

D-ガラクトースに適用したところ、D-グルコ型の立体化学を有するフラノース型全窒素糖 **9a** が全収率 1.3%で得られた。
このようにして、これまで合成が成されていなかったペントース型ならびにヘキソース型の全窒素糖を、入手容易な単糖から 7 工程で合成する経路を確立することができた。

(3)全窒素糖の誘導化と生物活性検定
合成した全窒素糖の機能解明を志向し、その誘導化を検討した（Scheme 4）。まず、全窒素糖のグリコシル化を試みた。アラビノフラノース型全窒素糖 **6a** に対し、第一級アルコール（ヘキサノール）とルイス酸を作用させたところ、対応するグリコシド体 **14** が高収率で得られた。また立体的に嵩高いコレステロールをアグリコンとして用いたところ、収率は低下したが、対応するグリコシド **16** を合成することができた。また、グリコシド体 **14** においては、第一級アセトアミド基を Boc 化し、次いでアルカリ加水分解により対応する *N*-Boc 体へ変換することができた。酸加水分解により Boc 基を除去し、遊離のアミノ基を有する全窒素糖 **15** を合成することに成功した。
合成した全窒素糖、ならびにその誘導体のヒトがん細胞に対する生物活性試験を行ったところ、単糖型の全窒素糖は活性を持たなかったものの、コレステロール配糖体 **16** が、ヒト結腸がん細胞（HCT116）、ヒト乳腺がん細胞（MDA-MB-231）、ヒト繊維肉腫（HT1080）、ヒトメラノーマ細胞（WM266-4）に対し細胞毒性（IC_{50}: 13～28 μM）を示すことが見出された。



Scheme 4. 全窒素糖誘導体の合成

(4)まとめ
連続的 Overman 転位を用いることにより、入手容易な単糖を出発原料とし、全窒素糖の短段階合成経路を確立することができた。また合成したコレステロールをアグリコンとして有する全窒素糖誘導体ががん細胞に対し、細胞毒性を示すことを見出した。これらの研究成果は、連続的 Overman 転位が複数の窒素官能基を短工程で立体選択的に導入できるという点、また保護基の使用が最小限である点が有機合成化学上重要な成果である。特にシグマトロピー転位が連続的に 5 回進行するという結果はきわめて興味深い。本方法論が、他の有用物質合成に応用されることが期待される。また全窒素誘導体が興味ある生物活性を示した事実から、これらが低分子薬剤の候補化合物となりうることが示唆され、生物化学の面でも有意義な成果が得られたものと考えている①。今後の展望としては、全窒素糖合成の収率の向上、またアグリコン部にさまざまな構造を有する誘導体の合成、また合成した誘導体の生物学的、化学的な機能のさらなる探索により、全窒素糖の新たな機能性分子としての有用性が明らかになることが期待される。

<引用文献>

① Okuyakma, Y.; Kidena, M.; Kato, E.; Kawano, S.; Ishii, K.; Maie, K.; Miura, K.; Simizu, S.; Sato, T.; Chida, N. *Angew. Chem. Int. Ed*. **2021**, *60*, 5193-5198.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計17件（うち査読付論文　17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 Katahara Seiya、Sugiyama Yasukazu、Yamane Mina、Komiya Yukinori、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 23
２．論文標題 Five-Step Total Synthesis of (±)-Aspidospermidine by a Lactam Strategy via an Azomethine Ylide	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Organic Letters	６．最初と最後の頁 3058～3063
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.orglett.1c00735	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 Sato Takaaki、Minamikawa Ryo、Fukaya Keisuke、Kobayashi Akihiro、Komiya Yukinori、Yamamoto Shio、Urabe Daisuke、Chida Noritaka	４．巻 53
２．論文標題 Development of a Chiral N-Alkoxyamide Strategy and Application to the Asymmetric Total Synthesis of Fasicularin	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Synthesis	６．最初と最後の頁 4621～4635
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1055/a-1561-7815	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 Oishi Takeshi、Fukaya Keisuke、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 77
２．論文標題 Crystal structure of (+)-(1S,5S,6S,7S,10S,11S,16S)-16-hydroxy-7-(methoxymethoxy)-11,15,18,18-tetramethyl-3,13-dioxo-2,4-dioxatetracyclo[12.3.1.01,5.06,11]octadec-14-en-10-yl benzoate	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Acta Crystallographica Section E Crystallographic Communications	６．最初と最後の頁 1234～1238
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1107/S2056989021011518	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 Iiyama Shota、Fukaya Keisuke、Yamaguchi Yu、Watanabe Ami、Yamamoto Hiroaki、Mochizuki Shota、Saio Ryosuke、Noguchi Takashi、Oishi Takeshi、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 24
２．論文標題 Total Synthesis of Paclitaxel	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Organic Letters	６．最初と最後の頁 202～206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.orglett.1c03851	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 Sugiyama Yasukazu、Soda Yasuki、Yoritate Makoto、Tajima Hayato、Takahashi Yoshito、Shibuya Kana、Ogihara Chisato、Yokoyama Takashi、Oishi Takeshi、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 95
2．論文標題 Lactam Strategy Using Amide-Selective Nucleophilic Addition for Quick Access to Complex Amines: Unified Total Synthesis of Stemoamide-Type Alkaloids	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6．最初と最後の頁 278～287
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/bcsj.20210372	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 Katahara Seiya、Takahashi Tenga、Nomura Kengo、Uchiyama Masanobu、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 15
2．論文標題 Copper‐Catalyzed Electrophilic Etherification of Arylboronic Esters with Isoxazolidines	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Chemistry-An Asian Journal	6．最初と最後の頁 1869～1872
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/asia.202000270	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 Soda Yasuki、Sugiyama Yasukazu、Yoritate Makoto、Tajima Hayato、Shibuya Kana、Ogihara Chisato、Oishi Takeshi、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 22
2．論文標題 Unified Total Synthesis of Pentacyclic Stemoamide-type Alkaloids	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Organic Letters	6．最初と最後の頁 7502～7507
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.orglett.0C02697	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 Okuyama Yuya、Okamoto Ryosuke、Mukai Shori、Kinoshita Kyoko、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 22
2．論文標題 Synthesis of Saxitoxin and Its Derivatives	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Organic Letters	6．最初と最後の頁 8697～8701
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.orglett.0c03281	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 Miura Kazuki、Kawano Sayaka、Suto Takahiro、Sato Takaaki、Chida Noritaka、Simizu Siro	４．巻 34
２．論文標題 Identification of madangamine A as a novel lysosomotropic agent to inhibit autophagy	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	６．最初と最後の頁 116041～116041
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.bmc.2021.116041	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 Okuyama Yuya、Kidena Mayu、Kato Erina、Kawano Sayaka、Ishii Koki、Maie Kenta、Miura Kazuki、Simizu Siro、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 60
２．論文標題 Seven‐Step Synthesis of All‐Nitrogenated Sugar Derivatives Using Sequential Overman Rearrangements	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	６．最初と最後の頁 5193～5198
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/anie.202015141	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 Suto Takahiro、Yanagita Yuta、Nagashima Yoshiyuki、Takikawa Shinsaku、Kurosu Yasuhiro、Matsuo Naoya、Miura Kazuki、Simizu Siro、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 92
２．論文標題 Unified Total Synthesis of Madangamine Alkaloids	５．発行年 2019年
３．雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	６．最初と最後の頁 545～571
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/bcsj.20180334	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 Yamamoto Shio、Komiya Yukinori、Kobayashi Akihiro、Minamikawa Ryo、Oishi Takeshi、Sato Takaaki、Chida Noritaka	４．巻 21
２．論文標題 Asymmetric Total Synthesis of Fasicularin by Chiral N-Alkoxyamide Strategy	５．発行年 2019年
３．雑誌名 Organic Letters	６．最初と最後の頁 1868～1871
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.orglett.9b00478	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 Hiraoka Shobu、Matsumoto Tsutomu、Matsuzaka Koki、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 58
2．論文標題 Approach to Fully Substituted Cyclic Nitrones from N‐Hydroxylactam Derivatives: Development and Application to the Total Synthesis of Cylindricine C	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6．最初と最後の頁 4381～4385
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/anie.201901049	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 Chida Noritaka、Sato Takaaki、Ishii Koki、Seki-Yoritate Yuna、Ishibashi Mizuki、Wai Liaw Ming、Oishi Takeshi	4．巻 99
2．論文標題 Total Synthesis of (-)-Zephyranthine	5．発行年 2019年
3．雑誌名 HETEROCYCLES	6．最初と最後の頁 111～111
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3987/COM-18-S(F)40	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 Banjo Shona、Nakasuji Eiko、Meguro Tatsuhiko、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 25
2．論文標題 Copper‐Catalyzed Electrophilic Amidation of Organotrifluoroborates with Use of N‐Methoxyamides	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Chemistry - A European Journal	6．最初と最後の頁 7941～7947
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/chem.201901145	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 Takahashi Yoshito、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 48
2．論文標題 Iridium-catalyzed Reductive Nucleophilic Addition to Tertiary Amides	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Chemistry Letters	6．最初と最後の頁 1138～1141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/cl.190467	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 Nagashima Yoshiyuki、Okada Yuto、Sato Takaaki、Chida Noritaka	4．巻 48
2．論文標題 Enantioselective Stereodivergent Approach to α-Hydroxy Skipped Dienes: Synthesis of the Western Polyene Fragment of Corallopyronin A	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Chemistry Letters	6．最初と最後の頁 1519～1521
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/cl.190676	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44件（うち招待講演　2件／うち国際学会　1件）

1．発表者名 安井蒼一郎、番匠祥奈、長島義之、岡田勇斗、中筋瑛子、林香奈、佐藤 隆章、千田憲孝
2．発表標題 ロバタミド類の合成研究
3．学会等名 第79回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4．発表年 2021年

1．発表者名 岩本青空、武井 孝也、仲野暦、佐々木啓二、 小林将一朗、徳山絢子、佐藤 隆章、千田憲孝
2．発表標題 カリシフィリン B の合成研究
3．学会等名 第79回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4．発表年 2021年

1．発表者名 野口嵩史、飯山 翔太、佐藤隆章、千田憲孝
2．発表標題 パクリタキセルの合成研究:オキセタン環の新規構築法の開発
3．学会等名 第79回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4．発表年 2021年

１．発表者名
小川博栄、高橋 芳人、森達哉、吉井梨紗、大 石毅、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
イリジウム触媒を用いたプロリン選択的なペプチド主鎖修飾法の開発

３．学会等名
第79回有機合成化学協会関東支部シンポジウム

４．発表年
2021年

１．発表者名
佐藤隆章、奥山優也、貴傳名麻由、加藤絵理奈、河野紗也香、鹿毛彩葉、石井孝樹、真家健太、三浦一輝、清水史郎、千田憲孝

２．発表標題
連続的Overman転位を用いた全窒素糖の合成

３．学会等名
第118回有機合成シンポジウム

４．発表年
2021年

１．発表者名
飯山翔太、深谷圭介、山口友、渡部愛海、山本拓央、望月翔太、齋尾諒祐、野口嵩史、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
パクリタキセルの全合成研究

３．学会等名
第63回天然有機化合物討論会

４．発表年
2021年

１．発表者名
栗原悠熙，沖田采音，安福悠，東篤志，瀧川晋作，佐藤隆章，千田憲孝

２．発表標題
Diels-Alder反応を基盤としたKeramaphidin Bの合成研究

３．学会等名
第50回複素環化学討論会

４．発表年
2021年

１．発表者名
番匠祥奈、長島義之、岡田勇斗、中筋瑛子、安井蒼一郎、中田圭祐、林香那、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
求電子的アミド化反応を基盤としたロバタミド類の合成研究

３．学会等名
第119回有機合成シンポジウム

４．発表年
2021年

１．発表者名
小川博栄、高橋芳人、森達哉、吉井梨紗、中原一成、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
イリジウム触媒を用いたプロリン選択的なペプチド主鎖修飾法の開発

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
飯山翔太、深谷圭介、山口友、渡部愛海、山本拓央、望月翔太、齋尾諒佑、野口嵩史、大石毅、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
パクリタキセルの全合成研究

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
岩本青空、武井孝也、仲野暦、佐々木啓二、小林将一朗、川北玲史、徳山絢子、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
カリシフィリンB四環性骨格の構築

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
栗原悠熙、野口嵩史、沖田采音、安福悠、東篤志、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
Diels-Alder反応を基盤としたKeramaphidin Bの合成研究

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
白方友一朗、杉山靖和、金子大輝、片原聖矢、山根三奈、小宮幸典、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
還元的アゾメチンイリド合成法を用いたtaberhanineの合成研究

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
安井蒼一郎、番匠祥奈、長島義之、岡田勇斗、中筋瑛子、中田圭祐、林香那、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
求電子的エナミド化に基づいたロバタミド類の合成研究

３．学会等名
日本化学会 第102春季年会（2022）

４．発表年
2022年

１．発表者名
佐藤隆章，相田泰毅，杉山靖和，寄立麻琴，田島隼人，渋谷香奈，高橋芳人，萩原知里，千田憲孝

２．発表標題
五環性ステモアミド類の網羅的全合成

３．学会等名
第62回天然有機化合物討論会

４．発表年
2020年

１．発表者名
杉山靖和，相田泰毅，寄立麻琴，田島隼人，渋谷香奈，高橋芳人，萩原知里，佐藤隆章，千田憲孝

２．発表標題
ステモコチニン類の全合成

３．学会等名
第49回複素環化学討論会

４．発表年
2020年

１．発表者名
飯山翔太，深谷圭介，山本拓央，望月翔太，山口友，渡辺愛海，齋尾涼佑，佐藤隆章，千田憲孝

２．発表標題
パクリタキセルの全合成研究

３．学会等名
第117回有機合成シンポジウム

４．発表年
2020年

１．発表者名
Tatuya Mori, Yoshito Takahashi, Risa Yoshii, Takeshi Oishi, Takaaki Sato, Noritaka Chida

２．発表標題
Iridium-Catalyzed Proline-selelctive Carbonyl Modification

３．学会等名
第57回ペプチド討論会

４．発表年
2020年

１．発表者名
千田憲孝

２．発表標題
連続的シグマトロピー転位を用いた生物活性天然物の合成研究

３．学会等名
九州大学先導物質化学研究所講演会（招待講演）

４．発表年
2021年

１．発表者名
徳山 絢子、平岡 翔舞、松本 猛、武井 孝也、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
ラクタム窒素の酸化反応を基盤とした光学活性ニトロン合成法の開発

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
杉山 靖和、片原 聖矢、小宮 幸典、山根 三奈、藤田 果奈美、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
還元的アゾメチンイリド合成法を用いたAspidosperma型インドールアルカロイドの合成研究

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
栗原 悠熙、安福 悠、東 篤志、沖田 采音、瀧川 晋作、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
ピリドンのDiels-Alder反応を基盤としたManadomanzamine類の合成研究

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
番匠 祥奈、岡田 勇斗、長島 義之、中筋 瑛子、安井 蒼一朗、林 香奈、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
ロバタミド類の合成研究

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
相田 泰毅、杉山 靖和、寄立 麻琴、田島 隼人、渋谷 香奈、高橋 芳人、荻原 知里、大石 毅、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
Unified Total Synthesis of Pentacyclic Stemoamide-type Alkaloids

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
飯山 翔太、深谷 圭介、山口 友、渡辺 愛海、山本 拓央、望月 翔太、斎尾 諒佑、野口 嵩史、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
パクリタキセルの合成研究:橋頭位二重結合と二級水酸基の効率的導入

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
加藤 絵理奈、奥山 優也、貴傳名 麻由、河野 紗也香、鹿毛 彩葉、石井 孝樹、真家 健太、三浦 一輝、清水 史郎、佐藤 隆章、千田 憲孝

２．発表標題
連続的Overman転位を用いた全窒素糖の合成

３．学会等名
日本化学会第101春季年会

４．発表年
2021年

１．発表者名
向井彰利・奥山優也・岡本陵輔・佐藤隆章・千田憲孝

２．発表標題
(+)-Saxitoxin の合成研究

３．学会等名
第77回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(横浜シンポジウム)(慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス，神奈川県横浜市港北区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
岡田勇斗・長島義之・佐藤隆章・千田憲孝

２．発表標題
コラロピロニンAの合成研究

３．学会等名
第77回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(横浜シンポジウム)(慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス，神奈川県横浜市港北区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
杉山靖和・荻原知里・相田泰毅・寄立麻琴・高橋芳人・田島隼人・佐藤隆章・千田憲孝

２．発表標題
ステモアミドの不斉全合成

３．学会等名
第77回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(横浜シンポジウム)(慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス，神奈川県横浜市港北区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
武井孝也・平岡翔舞・松本孟・佐藤隆章・千田憲孝

２．発表標題
ラクタム窒素酸化反応を基盤とした新規ニトロン合成法の開発

３．学会等名
第77回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(横浜シンポジウム)(慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス，神奈川県横浜市港北区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
相田泰毅・杉山靖和・寄立麻琴・高橋芳人・田島隼人・荻原知里・佐藤隆章・千田憲孝

２．発表標題
全置換型ブテノリド構築法の開発とプロトステモナミド類の全合成

３．学会等名
第115回有機合成シンポジウム(東北大学青葉山コモンズ，宮城県仙台市青葉区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
Yoshito Takahashi, Tatsuya Mori, Risa Yoshii, Takeshi Oishi, Takaaki Sato, Noritaka Chida

２．発表標題
An Iridium-Catlyzed Reductive Nucleophilic Addition to Amides

３．学会等名
27th International Society of Heterocycclic Chemistry Congress (ISHC-25) (Rohm Theatre Kyoto & Miyakomesse, Sakyo-ku, Kyoto, Japan)（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
奥山優也、岡本凌輔、向井彰利、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
連続的Overman転位を用いたサキシトキシン類の合成

３．学会等名
第61回天然有機化合物討論会(広島国際会議場、広島県広島市中区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
片原聖矢、高橋典雅、野村謙吾、内山真伸、佐藤隆章、千田憲孝

２．発表標題
銅触媒による求電子的エーテル化反応の開発

３．学会等名
第66回有機金属化学討論会(首都大学東京南大沢キャンパス、東京都八王子市)

４．発表年
2019年

１．発表者名
千田憲孝

２．発表標題
タキソール全合成への挑戦

３．学会等名
岡山大学大学院セミナー(岡山大学、岡山県岡山市)（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
飯山翔太，深谷圭介，山本拓央，望月翔太，山口友，渡辺愛海，齋尾涼佑，佐藤隆章，千田憲孝

２．発表標題
パクリタキセルの第2世代合成

３．学会等名
第63回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会(秋田大学，秋田県秋田市)

４．発表年
2019年

１．発表者名
長島義之，岡田勇斗，林香那，佐々木啓二，須藤貴弘，佐藤隆章，千田憲孝

２．発表標題
アレンに対する立体選択的なヒドロホウ素化反応の開発と応用

３．学会等名
第116回有機合成シンポジウム(早稲田大学国際会議場，東京都新宿区)

４．発表年
2019年

１．発表者名
杉山 靖和・相田 泰毅・渋谷 香奈・寄立 麻琴・高橋 芳人・田島 隼人・荻原 知里・横山 貴・佐藤 隆章・千田 憲孝

２．発表標題
五員環ブロック連結反応を用いたステモコチニン類の全合成

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
相田 泰毅・杉山 靖和・寄立 麻琴・高橋 芳人・佐藤 隆章・千田 憲孝

２．発表標題
五員環ブロック連結反応を用いたプロトステモナミド類の全合成

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
片原 聖矢・小宮 幸典・山根 三奈・藤田 果奈美・佐藤 隆章・千田 憲孝

２．発表標題
還元的アゾメチンイリド合成法を用いたアスビドスペルミジンの全合成

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
Yuya Okuyama, Ryosuke Okamoto, Shori Mukai, Kyoko Kinoshita, Takaaki Sato, Noritaka Chida

２．発表標題
Unified Total Synthesis of Saxitoxins

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
飯山 翔太・深谷 圭介・山本 拓央・望月 翔太・山口 友・渡辺 愛海，齋尾 諒佑・佐藤 隆章・千田 憲孝

２．発表標題
バッカチンIIIの合成

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
Yoshito Takahashi, Tastuya Mori, Risa Yoshii, Takaaki Sato, Noritaka Chida

２．発表標題
Amide-Selective Nucleophilic Addition: Application to Synthesis of Tetrahydroisoquinoline Frameworks and Back-Bone Modification of Peptides

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

１．発表者名
長島 義之・岡田 勇斗・林 香那・佐藤 隆章・千田 憲孝

２．発表標題
ロバタミド類の合成研究

３．学会等名
日本化学会第100春季年会(東京理科大学野田キャンパス，千葉県野田市山崎)

４．発表年
2020年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

慶應義塾大学理工学部 千田・佐藤研究室ホームページ
https://www.applc.keio.ac.jp/~chida/

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