

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06979

研究課題名(和文) 医薬品合成に資するシクロファン含有面不斉二重水素結合供与触媒の開発

研究課題名(英文) Development of planar chiral paracyclophane-based double hydrogen-bond-donating catalysts applicable to the synthesis of medicines or pharmaceutical candidate compounds

研究代表者

北垣 伸治 (Kitagaki, Shinji)

名城大学・薬学部・教授

研究者番号：20281818

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)：[2.2]パラシクロファン(以下pCp)を基本骨格とする面不斉ビスチオウレア触媒1は、医薬品合成において重要な反応であるHenry反応において、高い光学純度でジニトロ化合物を与えることで知られる。本研究では、触媒1の性能向上を目指し、構造修飾を行った。その結果、1を凌駕する結果は得られなかったが、反応性、選択性に重要なコア構造を特定できた。また、酸-塩基複合型触媒として、pCp-ホスフィン-チオウレア触媒を設計・合成し、既存の触媒よりも高い反応性を示すことを確認した。さらに、触媒1を用いてニトロアルカンのニトロスチレンへのMichael反応の開発、及びその反応のドミノ型反応への展開に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

チオウレアのように同時に二つのNHが基質の活性化や位置固定に寄与する官能基がキラル骨格に結合した不斉二重水素結合供与触媒は、既に数多く開発されており、環境への負荷が少なく穏やかな条件で反応が進行することから、医薬品合成等での利用が期待され注目されている。しかし、既存触媒のキラル骨格は限定的であり、我々は不斉分子触媒への利用頻度の低いパラシクロファンを用いることにより、独自の反応性・選択性が発現することを期待し、研究を進めている。今回、新規高性能触媒の創成には至らなかったが、不斉二重水素結合供与触媒を用いて複雑な構造を有するキラル化合物の一挙構築に成功し、創薬への貢献に対する可能性を示した。

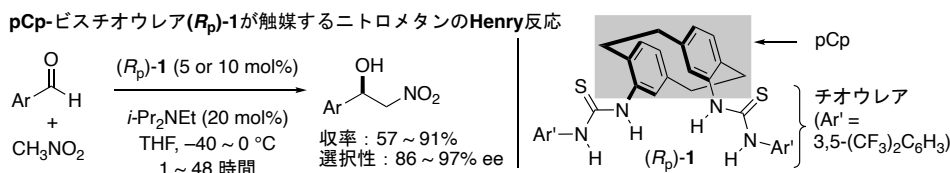
研究成果の概要(英文)：Planar chiral [2.2]paracyclophane (pCp)-based bisthiourea catalyst 1 has been known to give dinitro compounds with high enantioselectivity in Henry reaction, which is an important reaction for synthesis of biologically active compounds. In this study, we modified the structure of catalyst 1 to further improve its reactivity and selectivity. As a result, although we could not obtain results superior to 1, we were able to identify a core structure that is important for reactivity and selectivity. In addition, we designed and synthesized a pCp-phosphine-thiourea catalyst as an acid-base hybridized catalyst, and confirmed that it showed higher reactivity than known catalysts. Furthermore, using catalyst 1, we succeeded in developing the Michael reaction of nitroalkanes to nitrostyrenes and applying the reaction into a domino-type reaction.

研究分野：有機化学、合成化学

キーワード：二重水素結合供与触媒 不斉合成 [2.2]パラシクロファン チオウレア ドミノ型反応 Michael反応 面不斉

### 1. 研究開始当初の背景

キラル二重水素結合供与触媒は、金属を用いない点で環境に優しく、二つの水素が同時に基質を活性化する点で穏和な条件ながら強固な基質の位置固定に基づく高選択的反応を可能とすることから、光学活性な医薬品や医薬品候補化合物の合成における有用なツールとして注目されている。一方で触媒が優れた性能を示すには、触媒活性を有する官能基のみならず不斉空間を構築する触媒分子の骨格も極めて重要である。[2.2]パラシクロファン(pCp)は、二つの芳香環のパラ位をエチレン鎖で架橋した剛直な構造をもち、各環の自由回転が阻害されるために、置換基が一つでも導入されると面不斉を生じる。また、熱や光、酸、塩基に対して化学的に安定であるため、不斉触媒の分子骨格としての利用が期待できる。我々は、pCpの擬オルト位に二つのチオウレア官能基(二重水素結合供与基)を直結させた面不斉 pCp-ビスチオウレア( $R_p$ )-1を設計・合成し、キラル二重水素結合供与触媒として評価すべく、医薬品合成においても重要な反応である、各種芳香族アルデヒドの分子間ニトロアルドール(Henry)反応に適用した(下図)。その結果、触媒量のアミン存在下、高収率かつ高エナンチオ選択的に所望のニトロアルコールを与えることを見出した。これは pCp を骨格とする酸触媒を用いた最初の成功例であり、本触媒は既存の他のキラルビスチオウレア触媒と比較しても、最も高い反応性および選択性を示した。しかし、このHenry反応では、不斉点を二つ生じる炭素数が2以上のニトロアルカンを用いた場合、高収率かつ高エナンチオ選択的に目的物を与える一方で、*syn/anti* 選択性はいずれも低いことが欠点であった。



### 2. 研究の目的

キラル二重水素結合供与触媒における pCp 骨格の有用性を明らかにすべく、pCp-ビスチオウレアのさらなる触媒性能の向上を目指した、構造修飾に基づく新規触媒の設計・合成、および各種有用不斉合成反応への適用について検討する。

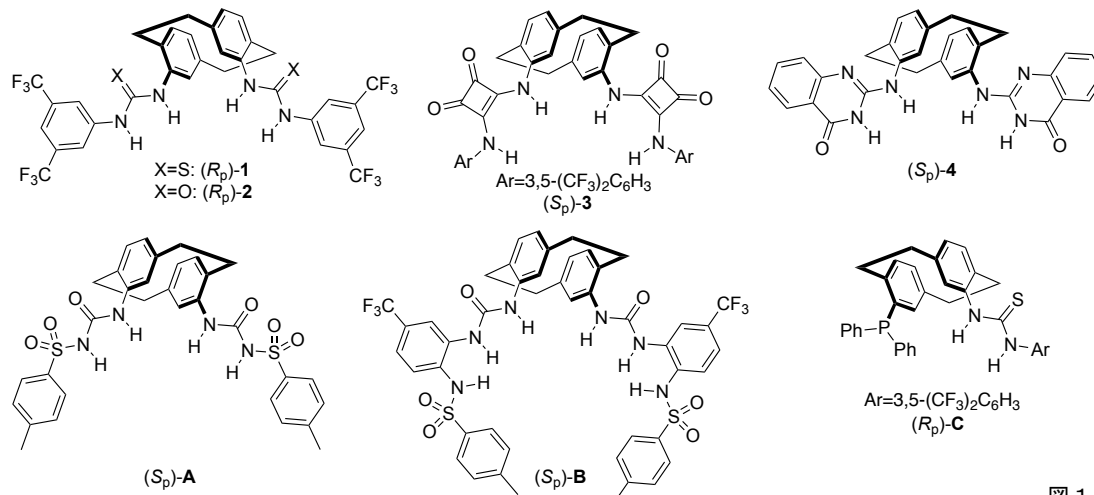
### 3. 研究の方法

ビスチオウレア触媒の構造修飾については、ビス(スルホニルウレア) **A**、ビス(ウレア-スルホンアミド) **B** を設計・合成し、上記 Henry 反応およびニトロアルカンのニトロスチレンへの Michael 反応に適用した。次に、チオウレアを含む酸-塩基複合型触媒として、ホスフィン-チオウレア触媒 **C** を設計・合成した。反応性・選択性については、3-フェニル-2-インドリノン を求核剤とする各種 Michael 反応で評価した。また、今回ビスチオウレア触媒に対する新たな反応系として、ニトロアルカンのドミノ型 Michael-Michael 反応を試みた。

### 4. 研究成果

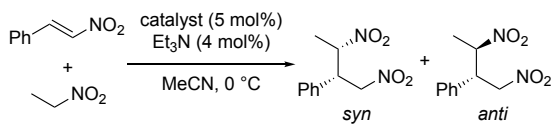
#### (1) 面不斉 pCp-ビスチオウレア触媒の構造修飾

Henry 反応において問題となっていた選択性を改善すること、他の反応系において高い触媒活性と不斉誘導能をもつ新たな触媒を開発することを目的とし、面不斉 pCp-ビスチオウレア( $R_p$ )-1 のウレイド基末端を構造修飾したビス(スルホニルウレア) ( $S_p$ )-**A** およびビス(ウレア-スルホンアミド) ( $S_p$ )-**B** を設計・合成した(図1)。



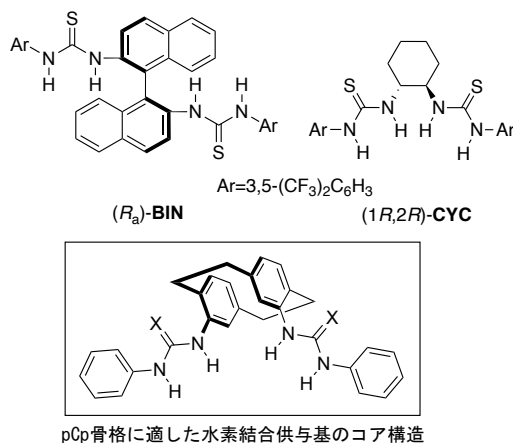
これらをすでに合成していたビスウレア( $R_p$ )-**2**、ビススクアラミド( $S_p$ )-**3**、ビス(アミノキナゾリノン) ( $S_p$ )-**4**とともに、ニトロエタンのHenry反応に適用したが、( $R_p$ )-**1**の結果を凌駕することはできなかった。また、ニトロエタンのニトロスチレンへのMichael反応に適用しても( $R_p$ )-**1**が最もよい結果であった(表1)。ビスウレア( $R_p$ )-**2**、ビス(ウレア-スルホンアミド) ( $S_p$ )-**B**が比較的高い選択性を示したことから、面不斉 pCp 骨格にはフェニルウレア構造が適していることが示唆された。今回合成した触媒は、今後、様々な反応に適用し、その有用性を検証する予定である。

表1 ニトロエタンのニトロスチレンへのMichael反応



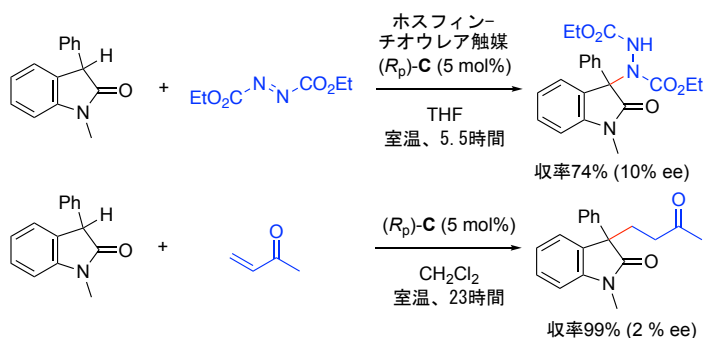
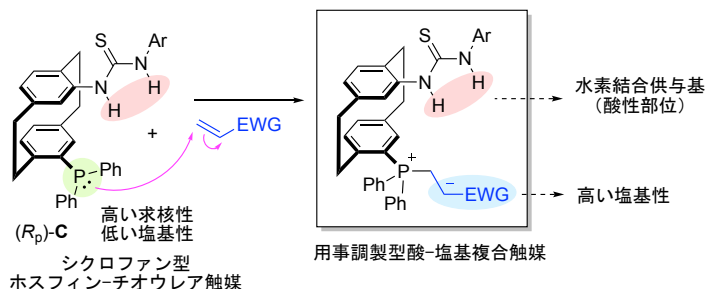
Entry	Catalyst	Time (h)	Yield (%)	dr <sup>a</sup> (syn/anti)	ee (%) <sup>a</sup> (syn)
1	( $R_p$ )- <b>1</b>	22	99	96:4	91
2	( $R_p$ )- <b>2</b>	3.5	99	93:7	83
3	( $S_p$ )- <b>3</b>	46	86	76:24	-7
4	( $S_p$ )- <b>4</b>	46	87	74:26	-3
5	( $S_p$ )- <b>A</b>	48	64	83:17	-3
6	( $S_p$ )- <b>B</b>	48	75	91:9	-66
7	( $R_a$ )- <b>BIN</b>	24	86	85:15	33
8	(1 <i>R</i> ,2 <i>R</i> )- <b>CYC</b>	48	62	84:16	22

<sup>a</sup> Determined by chiral HPLC.



## (2) 新規面不斉 pCp-ホスフィン-チオウレア触媒の開発研究

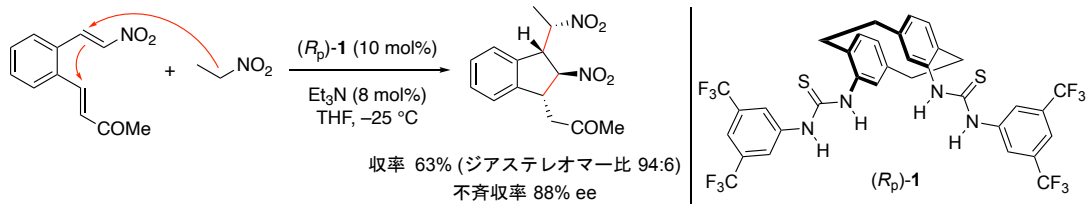
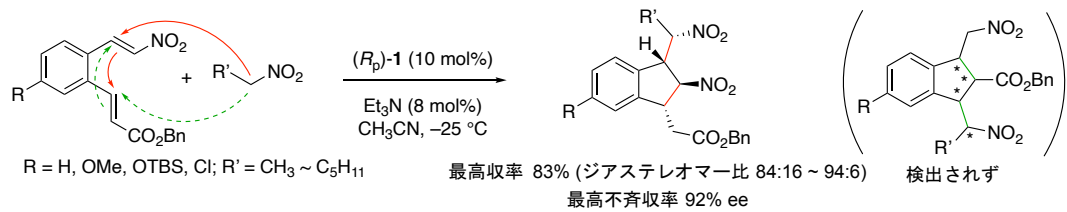
pCp-ビスチオウレア( $R_p$ )-**1**では好結果が得られない反応系において高反応性、高選択性を得るための方策として、pCp-ホスフィン-チオウレア触媒( $R_p$ )-**C**を設計した(図1)。ホスフィノ基は、そのままではブレンステッド塩基性を示さないが、求電子剤に付加することで生成するアニオン複合体が塩基性を示すと考えられる。このホスフィン-求電子剤複合体型塩基を分子内に有するin-situ調製型pCp-酸塩基触媒を用いて各種不斉触媒反応を検討することとした。触媒( $R_p$ )-**C**を合成し、3-フェニルインドリン-2-オンのアジカルボン酸ジエチルまたはメチルビニルケトンへのMichael反応に適用したところ、トリフェニルホスフィンのみやトリフェニルホスフィンとアキラルなチオウレアの組み合わせ触媒を用いた時よりも反応速度が速く、高収率で目的物を得ることができた。ただし、不斉収率は乏しい結果となった。今後は選択性向上に向けて、触媒の構造修飾を行う予定である。



## (3) ニトロアルカンのニトロスチレンへのMichael反応を利用したドミノ型反応への展開

我々は、pCp-ビスチオウレア( $R_p$ )-**1**をニトロアルカンのニトロスチレンへのMichael反応に適用し、高収率、高いジアステレオ (*syn/anti*) 選択性、および高いエナンチオ選択性でジニトロ化合物を得ることに成功した。本反応が高い基質一般性を有したことから、さらにこの応用研究として、オルト位に $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和エステルまたは $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和ケトンをもつニトロスチレンを基質に用い、ニトロエタンのMichael反応を行ったところ、ニトロアルケン、不飽和カルボニル基の順に2回のMichael付加が連続的に進行し、4連続不斉中心を有する光学活性インダン化合物が得られることを見出した。Michael付加が逆の順番で進行して生成するインダン誘導体は反応混合物中に全く検出されず、高い化学選択性を示した。また、触媒量、反応温度、反応溶媒等を種々検討した結果、良好な収率および高いジアステレオ選択性で目的物が得られ、主生成物の最高不斉収率は92%に達した。本反応は、ニトロアルカンのニトロスチレンへのMichael反応を引き金とする高エナンチオ選択的ドミノ反応の初めての例である。

ニトロアルカンのドミノ型Michael-Michael反応



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Noda Yukihiko, Soeda Koki, Uchida Mizuki, Goto Sakika, Ito Takahiro, Kitagaki Shinji, Mamiya Takayoshi, Yoshimi Akira, Ozaki Norio, Mouri Akihiro	4. 巻 408
2. 論文標題 Multiple nicotinic acetylcholine receptor subtypes regulate social or cognitive behaviors in mice repeatedly administered phencyclidine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 113284 ~ 113284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2021.113284	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 Kitagaki Shinji, Shimo Eriko, Takeda Sawa, Fukai Rintaro, Kojima Naohiro, Yoshioka Shun, Takenaga Naoko, Yoshida Keisuke	4. 巻 103
2. 論文標題 Planar chiral [2.2]paracyclophane-based bis(thiourea)-catalyzed highly diastereo- and enantioselective Michael addition reaction of nitroethane to nitrostyrenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 678 ~ 686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-20-S(K)58	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 Noda Yukihiko, Uchida Mizuki, Mouri Akihiro, Yamada Shokuro, Goto Sakika, Kitagaki Shinji, Mamiya Takayoshi, Kushima Itaru, Arioka Yuko, Ozaki Norio, Yoshimi Akira	4. 巻 41
2. 論文標題 Involvement of nicotinic acetylcholine receptors in behavioral abnormalities and psychological dependence in schizophrenia-like model mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Neuropsychopharmacology	6. 最初と最後の頁 92 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.euroneuro.2020.10.001	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 Yoshida Keisuke, Matsumoto Yuma, Masuda Juo, Kitagaki Shinji	4. 巻 33
2. 論文標題 Amine-Free O-Sulfonylation by a Combination of 4-Methylpyridine N-Oxide Catalyst with 4A Molecular Sieves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 1570 ~ 1574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1865-2970	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 Yoshida Keisuke, Hidaka Arisa, Fukami Yuri, Fujino Yuta, Imaizumi Yuri, Takao Ken ichi, Kitagaki Shinji	4. 巻 28
2. 論文標題 Development of TfOH Catalyzed Spirocyclization by Intramolecular Friedel Crafts type 1,4 Addition: Application to the Total Synthesis of the Unusual Proaporphine Alkaloid ( $\pm$ ) Misrametine	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	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) 10.1002/chem.202202188	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33件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小島直洋、吉岡駿、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 面不斉シクロファン含有チオウレア触媒を用いたニトロアルカンの付加に基づくオルト置換ニトロスチレンのドミノ反応
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村緋莉、杉藤弘一、佛坂章子、鈴木理顕、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 二官能基性チオウレアを用いる、3連続不斉中心構築法の開発
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内あゆり、小田恵子、阿知波あかり、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 N-Nビスカルバゾールおよびアクリドン二量体を用いるC-N転位反応の開発
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田圭佑、中山貴都、山田泰平、酒向里奈、源川優太、北垣伸治
2. 発表標題 次亜塩素酸ナトリウム5水和物を用いるN-Nピスカルバゾールおよびアクリドン二量体の合成
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本優馬、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒を用いる、アミンフリーO-メシル化反応の開発
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡部貴晶、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒を用いる、オキシラン誘導体の位置選択的クロロメシル化反応の開発
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水谷健人、衣斐大祐、高羽里佳、前田恭佑、阿知波瑞紀、吉田圭佑、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 セロトニン5-HT <sub>2A</sub> 受容体刺激薬の抗うつ作用およびその神経ネットワークの探索
3. 学会等名 第67回日本薬学会東海支部総会・大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田朋見、内田美月、北垣伸治、尾崎紀夫、吉見陽、野田幸裕
2. 発表標題 フェンシクリジン連続投与マウスにおける精神行動に対する前頭前皮質の神経異常の影響
3. 学会等名 第43回日本生物学的精神医学会 / 第51回日本神経精神薬理学会合同年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田圭佑、中山貴都、源川優太、竹内あゆり、山田泰平、酒向里奈、小田恵子、阿知波あかり、北垣伸治
2. 発表標題 N,N-ビスジアリールアミン合成法の開発と応用およびN,N-軸不斉の性質解明
3. 学会等名 第47回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田圭佑、渡部貴晶、鈴木比捺、新田宮万、高尾賢一、北垣伸治
2. 発表標題 ピリジンN-オキシド触媒によるエポキシドのハロ-シリル、メシル、リン酸エステル化
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 市川真帆、岩田尚樹、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 [2.2]パラシクロファンを基本骨格とするホスフィンと求電子剤から発生するアニオン種のプレnstेटド塩基触媒としての利用
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 増田充央、渡部貴晶、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒によるオキシラン誘導体の位置選択的クロロメシル化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小田恵子、竹内あゆり、阿知波あかり、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 N-Nビスアクリドンおよびカルバゾール二量体を用いるC-N転位反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大樹、日高愛梨沙、今泉友里、深見有理、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 Misrametineの全合成
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田圭佑、中山貴都、山田泰平、酒向里奈、源川優太、井藤千裕、北垣伸治
2. 発表標題 NaOCl・5H <sub>2</sub> Oを用いる三環性ピアリールアミン類のN-Nカップリング反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田朱音、西野絢音、稲野真衣、青山浩、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 3位に置換メチレン基を有する2-インドリノンのアレニルエステルとの面不斉ホスフィン触媒(2+3)型環化反応
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高羽里佳、衣斐大祐、中齋玄紀、渡邊香輝、阿知波瑞紀、前田恭祐、水谷健人、早川昂汰、吉田圭佑、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 セロトニン5-HT <sub>2A</sub> 受容体アゴニストの抗うつ作用における外側中隔核の役割
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田圭佑、渡部貴晶、増田充央、新田宮万、木村優花、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒によるエポキシドの位置選択的クロロ-スルホニル化、ハロ-リン酸エステル化反応の開発
3. 学会等名 第120回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高羽里佳、衣斐大祐、中齋玄紀、川瀬りり菜、北川浩子、吉田圭佑、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 セロトニン5-HT <sub>2A</sub> 受容体刺激薬の抗うつ作用に関わる神経基盤研究
3. 学会等名 Neuro2022 (第45回日本神経科学学会、第65回日本神経化学会、第32回日本神経回路学会合同大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿知波あかり、小田恵子、竹内あゆり、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 カルバゾールおよびアクリドンのN-N、C-N結合形成反応の開発と天然物合成への応用
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村真里奈、高橋一誠、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 面不斉ホスフィン触媒を用いるアザオーロンとアレニルエステルとの (2+3) 型環化反応
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田圭佑、渡部貴晶、増田充央、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒を用いるエポキシドの位置選択的クロロ-スルホニル化反応の開発
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新田宮万、木村優花、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジンN-オキシド触媒を用いるオキシラン誘導体のハロ-リン酸エステル化反応の開発
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田薫乃、小島直洋、吉岡駿、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 面不斉ビスチオウレア触媒を用いるニトロアルカンのニトロスチレン誘導体への連続的二重マイケル反応
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内寛登、内田朱音、河村真里奈、西野絢音、稲野真衣、青山浩、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 面不斉ホスフィン触媒による3-メチレン-2-インドリノンとアレニルエステルとの(2+3)型環化反応における位置選択性の制御
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木理顕、西村緋莉、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 二官能基性キラルチオウレアおよびスクアラアミドによる3連続不斉中心構築法の開発
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川浩子、衣斐大祐、川瀬りり菜、高羽里佳、吉田圭佑、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 ストレスモデルマウスの情動行動異常に対するセロトニン作動性幻覚薬の緩解作用
3. 学会等名 第68回日本薬学会東海支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川瀬りり菜、衣斐大祐、北川浩子、高羽里佳、吉田圭佑、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 シロシン（シロシピンの活性代謝物）のストレス関連疾患に対する治療効果におけるセロトニン5-HT <sub>2A</sub> 受容体の役割
3. 学会等名 次世代を担う若手のための創薬・医療薬理シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田圭佑、渡部貴晶、増田充央、新田宮万、木村優花、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジジンN-オキシド触媒を用いるオキシラン誘導体の位置選択的クロロ-スルホニル化、ハロ-リン酸エステル化反応の開発
3. 学会等名 第48回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野 渉、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジジンN-オキシド触媒を用いるアルコール類のアミンフリーO-リン酸エステル化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木村優花、新田宮万、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 4-メチルピリジジンN-オキシド触媒を用いるエポキシド誘導体の位置選択的ハロ-リン酸エステル化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石田佳穂、小島直洋、吉岡駿、森田薫乃、吉田圭佑、北垣伸治
2. 発表標題 面不斉ビスチオウレア触媒を用いたニトロアルカンの付加に基づくオルト置換ニトロスチレンのドミノ反応による光学活性インダン化合物の合成
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高羽里佳、衣斐大祐、吉田圭佑、川瀬りり菜、北川浩子、中齋玄紀、間宮隆吉、北垣伸治、平松正行
2. 発表標題 シロシン（シロシピンの活性代謝物）の抗うつ作用に関与する責任神経回路の同定
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023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
---------------------------	-----------------------	----

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