

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26860004

研究課題名(和文)カスケード型連続反応プロセスの開発を基盤とする多環性アルカロイドの合成研究

研究課題名(英文) Synthetic studies on polycyclic alkaloids based on development of cascade reactions

研究代表者

植田 浩史 (Ueda, Hirofumi)

東北大学・薬学研究科・助教

研究者番号：50581279

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、独自に開発したカスケード型連続環化反応を用い、高度に縮環した多環性アルカロイドであるイソシゾガミン、ならびにステニン類の合成研究を行った。その結果、カスケード型連続環化反応の開発により、それぞれ天然物の主骨格である、高度に官能基化したキノリン骨格やピロロアゼピンを含む三環性骨格の迅速構築法を確立した。さらに、カスケード型連続反応によって得られた合成中間体を用いて、イソシゾガミンの不斉全合成を達成した。

研究成果の概要(英文)：We undertook synthetic studies on highly fused polycyclic alkaloids such as isoschizogamine, stenine and its congeners via original cascade cyclization reactions. Thus, we developed synthetic methodologies for concise constructions of highly functionalized quinoline skeleton and tricyclic skeleton including pyrroloazepine moiety, which are found in natural compounds. Furthermore, we achieved an asymmetric total synthesis of (-)-isoschizogamine by using the synthetic intermediate derived via the cascade cyclization reaction.

研究分野：有機合成化学

キーワード：有機化学 薬学 生物活性天然物 全合成 アルカロイド カスケード反応 キノリン ステモナル
カロイド

1. 研究開始当初の背景

新薬開発がより困難な現代において、ケミカルスペースを意識した創薬研究が注目を浴びている(*Nature* **2004**, *432*, 824)。近年、ファイザー社の研究者らは、創薬の開発ステージが進むにつれ、全炭素数における sp^3 炭素の割合が増加傾向にあることを報告している(*J. Med. Chem.* **2009**, *52*, 6752)。すなわち、三次元に立体的な分子は、平面性の高い分子と比較して受容体-リガンドの相補性が高く、標的に対する作用濃度や選択性の向上につながり、off-target への作用が回避される傾向があると述べられている。このことから、彼らは従来の芳香環同士のカップリング反応を中心とした誘導體合成による創薬からの脱却を訴えている。このような背景ならびに医薬リード化合物の枯渇問題から、より複雑な骨格を有する生物活性天然物が注目を浴びている。しかし、高度に官能基化した多環性天然物の合成は、現在の精密有機化学をもってしても、一筋縄ではいかないことがしばしばである。また段階的な環構築は、工程数の増大や不斉炭素の構築の都度、立体異性体の副生が伴うことで効率性が低下し、目的化合物の満足のいく量的供給や構造活性相関研究を視野に入れた誘導體合成は厳しいのが現状である。

2. 研究の目的

上述した研究背景のもと、本研究では、画期的なカスケード型連続環化反応の開発を基軸とし、合成困難な高度に縮環した多環性アルカロイド主骨格の迅速かつ効率的な構築法の確立を目的とする。本方法論の確立により、合成困難であった多環性高次構造アルカロイドの量的供給と天然物の潜在的な生理活性の探索を通じて、未開発であった低分子化合物を活用した新たな創薬へとつながることが期待される。さらに、合成に要する工程数の大幅な短縮が可能であり、ステップエコノミーによる環境負荷の低減につながることも期待される。具体的に本課題では、以下の2つのサブテーマのもと研究を行った。

- (1) キノリンアルカロイド類の合成研究：イソシゾガミン
- (2) ステモナルカロイド類の合成研究：ステニン

3. 研究の方法

(1) キノリン骨格を有するイソシゾガミンの効率的な全合成を目指す。合成上、最大の課題として挙げられるのがキノリン骨格を基盤とするアミナルと4級炭素を含む4連続不斉炭素中心の立体選択的構築である。そこで研究代表者は、高度に官能基化されたキノリン骨格をカスケード型連続環化反応(Aldol反応、脱水反応、Michael反応、縮合反応)により、鎖状基質から一挙に構築する合成経路を立案した。さらに、その後の位置選択的な C-H 酸化と続くアミナル部分を起点

とした環化反応により、イソシゾガミンの全合成を達成する。

- (2) ステモナルカロイド類の合成研究：ステニン

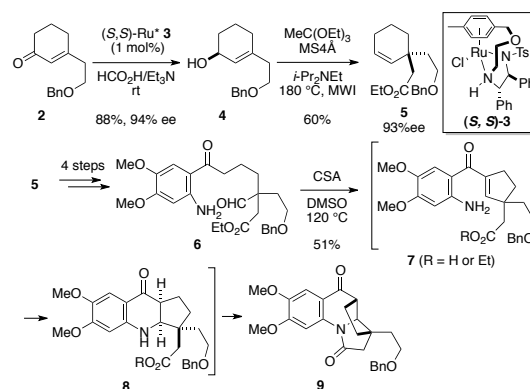
独自に開発したカスケード型連続環化反応により、ステニンをはじめ、多くのステモナルカロイドに含まれるピロロアゼピン骨格を含む三環性骨格の迅速な構築を目指す。基質となるアルデヒドを有する大環状アミンは、アルデヒドと不飽和エステルとの不斉 Michael 反応に付すことで収束的に不斉合成する。次に、鍵反応である Mannich 反応型のカスケード連続環化反応の条件を確立することで、ピロロアゼピン骨格を含む三環性骨格の効率的な構築法の確立を目指す。その後、カルボニル基を足がかりとする種々の変換反応を経て、ステニン類の網羅的全合成を達成する。

4. 研究成果

- (1) キノリンアルカロイド類の合成研究：イソシゾガミン

研究代表者らは、アミナル炭素を含む四連続不斉炭素中心を有するキノリンアルカロイドであるイソシゾガミン(**1**)の効率的な全合成を達成した(*Chem. Eur. J.* **2015**, *21*, 16400)。

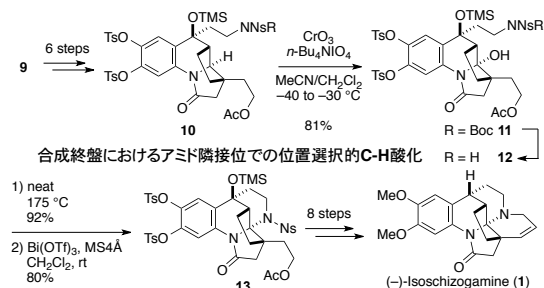
はじめに、不斉第4級炭素中心の構築を行なった。既知化合物のベンジル保護体 **2** に対して、磁屋によって開発されたルテニウム触媒 **3** を用いた不斉還元により、光学活性なシクロヘキセノール **4** を高収率かつ高エナンチオ選択的に得た。続く Johnson-Claisen 転位において、常法である弱酸条件では基質の分解がみられた。そこで、種々の条件検討を行った結果、Hünig 塩基溶媒中マイクロ波照射下反応を行うことで、不斉第4級炭素中心の構築に成功した。その後、4工程の変換を経て、ケトカルボニル基、ホルミル基、アミノ基を適切な位置に有する鎖状の基質 **6** を合成した。**6** に対し、CSA を作用させることで、予期したカスケード型連続環化反応(Aldol 反応、脱水反応、Michael 反応、縮合反応)が進行し、望みの立体化学を有する4環性キノリン化合物 **9** を得た。このように、独自のカスケード反応により一挙に3つの環を構築し、



Aldol反応/aza-Michael反応/縮合反応によるカスケード型連続環化反応

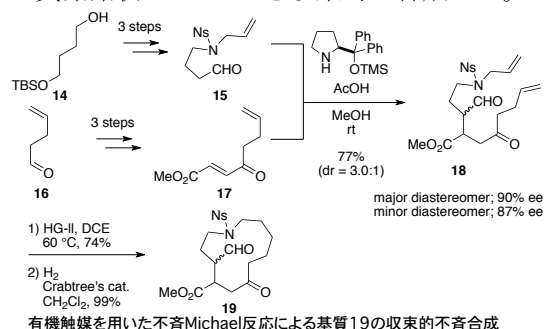
既知化合物からわずか8工程の変換で第四級炭素中心を有する4環性化合物**9**を迅速に合成した。

その後、6工程の変換を経て、C-H酸化の基質**10**を合成した。種々の酸化条件を検討した結果、Fuchsらのクロムを用いた酸化条件により、ラクタム窒素α位選択的な酸化反応が進行し、高収率で望むヘミアミナル**11**を得ることに成功した。その後は、ヘミアミナルの活性化を経た環化反応と閉環メタセシスにより残る2環を構築し、イソシゾガミン(**1**)の不斉全合成を達成した。



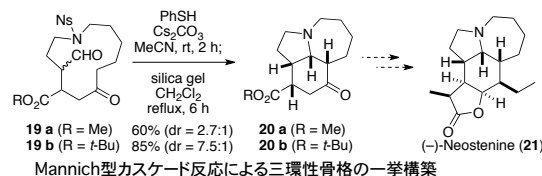
(2) ステモナルカロイド類の合成研究：ステニン

ステモナルカロイドが有するピロロアゼピン骨格を含む3環性骨格の迅速な不斉合成法の確立に向け、合成研究を行った。市販の原料から3工程の変換を経て、アルデヒド**15**とエノン**17**をそれぞれ合成し、様々なキラル有機触媒を用いて不斉 Michael 反応を検討した。その結果、林触媒を用いることで、所望のケトアルデヒド**18**を良好な収率、かつ高エナンチオ選択的に得ることに成功した。その後、閉環メタセシスによる大員環の構築と、Crabtree 触媒を用いた水素添加による生じた二重結合の還元を経てカスケード型連続反応の基質となる光学活性な1,2員環環状アミン**19**を収束的に合成した。



得られた基質**19**に対し、常法によるノシル基の除去と続くシリカゲルを用いた分子内 Mannich 反応の条件を適用することで、目的の三環性アミン**20a**を得た。しかし、収率ならびにジアステレオ選択性において、いずれも満足する結果は得られなかった。そこで、基質をメチルエステル**19a**から t -ブチルエステル**19b**へと変更したところ、目的物**20b**を高収率、かつ高ジアステレオ選択的に得ることができた。本反応により、

不斉 Michael 付加で導入した1つの不斉点を足掛かりとし、ネオステニン(**21**)に含まれる三環性骨格の選択的な構築に成功した。以上、これまでの合成法では、3環性骨格の合成に20段階以上の工程数を要していたが、新たな合成方法論を確立することで、市販の原料からわずか8段階と、大幅な工程数の短縮化に成功した。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計14件)

- ① 佐藤壮一郎、平山梓、植田浩史、徳山英利、Total Syntheses of (+)-T988 B and C via AgNTf₂-Mediated Coupling of Bromopyrroloindoline with Indole、*Asian Journal of Organic Chemistry*、査読有、Vol. 6、2017、pp. 54-58、DOI: 10.1002/ajoc.201600474
- ② 植田浩史、徳山英利、制御の難しいアミンの酸化をあえて有機合成に利用する、現代化学、査読有、Vol. 65、2017、pp. 190-191、<http://www.chemistry.or.jp/journal/chemical-education/vol65-no4.html>
- ③ 佐藤均、小島健一、植田浩史、徳山英利、Bioinspired Total Synthesis of the Dimeric Indole Alkaloid (+)-Haplophytine by Direct Coupling and Late-Stage Oxidative Rearrangement、*Angewandte Chemie International Edition*、査読有、Vol. 55、2016、pp. 15157-15161、DOI: 10.1002/anie.201609285
- ④ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Condensation of Carboxylic Acids with Non-Nucleophilic N -Heterocycles and Anilides Using Boc₂O、*The Journal of Organic Chemistry*、査読有、Vol. 81、2016、pp. 11444-11453、DOI: 10.1021/acs.joc.6b02097
- ⑤ 植田浩史、山口南実、徳山英利、Convergent Synthesis of 2-Aryl-Substituted Quinolines by Gold-Catalyzed Cascade Reaction、*Chemical and Pharmaceutical Bulletin*、査読有、Vol. 64、2016、pp. 824-829、DOI: 10.1248/cpb.c16-00193
- ⑥ 植田浩史 (掲載8番目)、徳山英利、青木淳賢、他14名省略、Structure and biological function of ENPP6, a choline-specific glycerophosphodiester-phosphodiesterase、*Scientific Reports*、査読有、Vol. 6、2016、pp. 20995、DOI:10.1038/srep20995
- ⑦ 植田浩史、化学合成が老化現象を解明す

- る！？グルコセパンの効率的全合成、*Chemistry (Kagaku)*、査読有、Vol. 71、2016、pp. 61-62、<https://www.kagakudojin.co.jp/book/b216024.html>
- ⑧ 山口南実、板垣大地、植田浩史、徳山英利、Total syntheses of codonopsinine and 4-epi-codonopsinine via gold-mediated tandem catalyzed pyrrole synthesis、*The Journal of Antibiotics*、査読有、Vol. 69、2016、pp. 253-258、DOI: 10.1038/ja.2016.13
- ⑨ 野中汐里、杉本健士、植田浩史、徳山英利、Synthesis of Substituted Quinolizidines via a Gold-Catalyzed Double Cyclization Cascade、*Advanced Synthesis & Catalysis*、査読有、Vol. 358、2016、pp. 380-385、DOI: 10.1002/adsc.201500907
- ⑩ 高田晃宏、藤原広陽、杉本健士、植田浩史、徳山英利、Total Synthesis of (-)-Isoschizogamine、*Chemistry - A European Journal*、査読有、Vol. 21、2015、pp. 16400-16403、DOI: 10.1002/chem.201503606
- ⑪ 佐藤敬直、植田浩史、徳山英利、Synthetic studies on lycopodine: construction of hexahydrojulolidine core by intramolecular Mannich reaction、*Tetrahedron Letters*、査読有、Vol. 55、2014、pp. 7170-7180、DOI: 10.1016/j.tetlet.2014.10.150
- ⑫ 植田浩史、山口南実、亀谷紘、杉本健士、徳山英利、Autotandem Catalysis: Synthesis of Pyrroles by Gold-Catalyzed Cascade Reaction、*Organic Letters*、査読有、Vol. 16、2014、pp. 4948-4951、DOI: 10.1021/ol5024695
- ⑬ 植田浩史、吉田慶、徳山英利、Acetic Acid-Promoted Metal-Free Aerobic Carbon-Carbon Bond Forming Reactions at α -Position of Tertiary Amines、*Organic Letters*、査読有、Vol. 16、2014、pp. 4194-4197、DOI: 10.1021/ol5018883
- ⑭ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Total Syntheses of Leuconoxine, Leuconodine B, and Melodinine E by Oxidative Cyclic Amino Formation and Diastereoselective Ring-Closing Metathesis、*Organic Letters*、査読有、Vol. 16、2014、pp. 2526-2529、DOI: 10.1021/ol500903e
- [学会発表] (計50件)
- ① 伊東由夏、植田浩史、徳山英利、鉄触媒を用いたN-メチルアニリンの酸化的脱メチル化反応の開発、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、仙台国際センター (宮城、仙台)
- ② 若原裕子、野呂堯広、坂田樹理、植田浩史、徳山英利、4位にスピロ環状構造を有するテトラヒドロキノリン骨格の新規構築法、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、仙台国際センター (宮城、仙台)
- ③ 飯村健太郎、佐藤敬直、植田浩史、徳山英利、Neostenineの合成研究、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、仙台国際センター (宮城、仙台)
- ④ 吉田慶、植田浩史、徳山英利、ボアカンジミンAの合成研究、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、仙台国際センター (宮城、仙台)
- ⑤ 小島健一、植田浩史、徳山英利、二量体型インドールアルカロイド (+)-haplophytine 類縁化合物の合成研究、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、川内北キャンパス (宮城、仙台)
- ⑥ 板垣大地、丸茂和哉、植田浩史、徳山英利、金触媒による連続環化反応を鍵とするBatzelladine類の合成研究、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、川内北キャンパス (宮城、仙台)
- ⑦ 山本 稜太、山口 南実、植田浩史、徳山英利、金触媒を用いた三成分連結反応による多置換アニリンの合成、日本薬学会第137年会、2017年3月24日-28日、川内北キャンパス (宮城、仙台)
- ⑧ 徳山英利、佐藤均、小島健一、植田浩史、Bio-inspired Total Synthesis of (+)-Haplophytine、The 10th International Symposium on Integrated Synthesis (ISONIS-10)、2016年11月18日-19日、Awaji Island, Hyogo (Japan)
- ⑨ 植田浩史、佐藤均、小島健一、佐藤壮一郎、平山梓、徳山英利、Total Synthesis of Dimeric Indole Alkaloids、ACP-2016-Korea ICCEOCA-11/ARNCEOCA-2、2016年10月27日-30日、Daejeon (Korea)
- ⑩ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、生合成関連モノテルペンインドールアルカロイドの網羅的全合成、第7回 大津会議、2016年10月17日-18日、びわ湖大津プリンスホテル (滋賀、大津)
- ⑪ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、銀試薬を用いた新規タンデム型 N-アルキルインドール合成法の開発とその応用、第46回複素環化学討論会、2016年9月26日-28日、金沢歌劇座 (石川、金沢)
- ⑫ 山本稜太、山口南実、植田浩史、徳山英利、金触媒を用いた二重付加環化三成分連結反応によるピアリアル誘導体の合成、第55回日本薬学会東北支部大会、2016年9月25日、奥羽大学 (福島、郡山)
- ⑬ 佐藤均、小島健一、植田浩史、徳山英利、生合成を模倣した (+)-Haplophytine の全合成、第58回天然有機化合物討論会、2016年9月14日-16日、東北大学百周年記念会館 川内萩ホール (宮城、仙台)
- ⑭ 板垣大地、丸茂和哉、亀谷紘、植田浩史、徳山英利、Development of Pyrrolo[1,2-c]pyrimidine Synthesis by Gold Mediated Aut

- o-Tandem Catalysis、平成28年度化学系学協会東北大会、2016年9月10日-11日、いわき明星大学(福島、いわき)
- ⑩ 小島健一、佐藤均、植田浩史、徳山英利、Biomimetic Total Synthesis of (+)-Haplophytine、Tohoku University's Chemistry Summer School 2016、2016年8月18日-19日、Sendai (Japan)
- ⑪ 河内大知、小松巧征、吉田慶、植田浩史、徳山英利、Aerobic Oxidation of Amines with Grubbs Catalysts and Its Application、Tohoku University's Chemistry Summer School 2016、2016年8月18日-19日、Sendai (Japan)
- ⑫ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、Total Synthesis of Amauromine Alkaloids、Tohoku University's Chemistry Summer School 2016、2016年8月18日-19日、Sendai (Japan)
- ⑬ 野中汐里、山口南実、亀谷紘、板垣大地、杉本健士、植田浩史、徳山英利、Synthesis of Substituted Nitrogen-containing Heterocyclic Compounds using Gold Catalyzed Cascade Reaction、The International Symposium on Homogeneous Catalysis、2016年7月10日-15日、Kyoto (Japan)
- ⑭ 小島健一、佐藤均、植田浩史、徳山英利、生合成を模倣した(+)-Haplophytineの全合成、第27回万有仙台シンポジウム、2016年6月25日、仙台国際センター(宮城、仙台)
- ⑮ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Total Synthesis of Biosynthetically Related Leuconoxine and Rhazinilam Type Monoterpene Indole Alkaloids、Gordon Research Conferences on Heterocyclic Compounds、2016年6月19日-24日、Newport (USA)
- ⑯ 植田浩史、野中汐里、亀谷紘、板垣大地、杉本健士、徳山英利、金触媒を用いた新規含窒素複素環構築法の開発、第14回次世代を担う有機化学シンポジウム、2016年5月27日-28日、日本薬学会会長井記念ホール(東京、渋谷区)
- ⑰ 亀谷紘、板垣大地、山口南実、植田浩史、徳山英利、金触媒のオートタンデム触媒機構を用いた Pyrrolo[1,2-c]pyrimidine 骨格構築法の開発、日本薬学会第136年会、2016年3月26日-29日、パシフィコ横浜(神奈川県、横浜)
- ⑱ 佐藤敬直、飯村健太郎、植田浩史、徳山英利、Stenine類の合成研究、日本薬学会第136年会、2016年3月26日-29日、パシフィコ横浜(神奈川県、横浜)
- ⑲ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、(+)-Chetominの合成研究、日本薬学会第136年会、2016年3月26日-29日、パシフィコ横浜(神奈川県、横浜)
- ⑳ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Boc₂Oと有機アミン触媒を用いる新規アミド結合形成反応、日本薬学会第136年会、2016年3月26日-29日、パシフィコ横浜(神奈川県、横浜)
- ㉑ 佐藤壮一郎、平山梓、植田浩史、徳山英利、Total Syntheses of T988 B and C、Pacificchem 2015、2015年12月15日-20日、Honolulu (USA)
- ㉒ 植田浩史、高田晃宏、藤原広陽、杉本健士、徳山英利、Total Synthesis of (-)-Isoschizogamine、Pacificchem 2015、2015年12月15日-20日、Honolulu (USA)
- ㉓ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、Synthetic studies on amauroamine and its congeners、Pharmaceutical Science Symposium 2015 in Sendai、2015年11月16日-17日、Sendai (Japan)
- ㉔ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Leuconoxine及び類縁天然物の全合成研究、第108回有機合成シンポジウム、2015年11月5日-6日、早稲田大学 国際会議場(東京、新宿区)
- ㉕ 植田浩史、Gold-Catalyzed Pyrroles Syntheses and Applications to Total Syntheses of Alkaloids、The 4th Dalian University of Technology-Tohoku University Joint Symposium on Chemistry、2015年10月26日-30日、Dalian (China)
- ㉖ 亀谷紘、板垣大地、山口南実、植田浩史、徳山英利、金触媒のオートタンデム触媒機構を用いたpyrrolo[1,2-c]pyrimidine骨格構築法の開発、第54回日本薬学会東北支部大会、2015年9月26日、岩手医科大学 矢巾キャンパス(岩手、矢巾)
- ㉗ 植田浩史、川上亮英、徳山英利、鉄フタロシアニン触媒を用いたN-アリアルアミドの新規脱アリアル化反応の開発、第54回日本薬学会東北支部大会、2015年9月26日、岩手医科大学 矢巾キャンパス(岩手、矢巾)
- ㉘ 植田浩史、佐藤綾、徳山英利、鉄フタロシアニン触媒を用いたジチオアセタールの酸化的脱保護法の開発、第54回日本薬学会東北支部大会、2015年9月26日、岩手医科大学 矢巾キャンパス(岩手、矢巾)
- ㉙ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Boc₂Oを用いるインドール及び二級アミドとカルボン酸との新規縮合反応の開発、第54回日本薬学会東北支部大会、2015年9月26日、岩手医科大学 矢巾キャンパス(岩手、矢巾)
- ㉚ 吉田慶、植田浩史、徳山英利、酢酸と酸素を用いたアミンの新規酸化的修飾法の開発、第13回次世代を担う有機化学シンポジウム、2015年5月22日-23日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀、草津)
- ㉛ 佐藤壮一郎、平山梓、植田浩史、徳山英利、T988類の全合成、日本薬学会第135年会、2015年3月25日-28日、神戸学院大学(兵

- 庫、神戸)
- ③⑦ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、Amaurmine関連化合物の合成研究、日本薬学会第135年会、2015年3月25日-28日、神戸学院大学(兵庫、神戸)
- ③⑧ 植田浩史、野中汐里、杉本健士、徳山英利、金触媒を用いた多置換キノリジジン合成法の開発とその応用、日本薬学会第135年会、2015年3月25日-28日、神戸学院大学(兵庫、神戸)
- ③⑨ 山口南実、亀谷紘、杉本健士、植田浩史、徳山英利、金触媒を用いた新規多置換ピロロール合成法の開発、日本薬学会第135年会、2015年3月25日-28日、神戸学院大学(兵庫、神戸)
- ④⑩ 佐藤壮一郎、平山梓、植田浩史、徳山英利、Total Syntheses of T988 B and C, The Fourth Joint Campus Asia Symposium, 2014年11月26日、Sendai (Japan)
- ④⑪ 吉田慶、河内大知、小松巧征、植田浩史、徳山英利、アミン類の新規空気酸化反応および酸化的誘導体化法の開発、第40回反応と合成の進歩シンポジウム、2014年11月10日-11日、東北大学 川内萩ホール (宮城、仙台)
- ④⑫ 吉田慶、河内大知、小松巧征、植田浩史、徳山英利、アミン類の新規空気酸化反応および酸化的誘導体化法の開発、第40回反応と合成の進歩シンポジウム、2014年11月10日-11日、東北大学 川内萩ホール (宮城、仙台)
- ④⑬ 植田浩史、高田晃宏、藤原広陽、杉本健士、徳山英利、多環性縮環型アルカロイド(-)-Isoschizogamineの合成研究、第56回天然有機化合物討論会、2014年10月15日-17日、東北大学 川内萩ホール (宮城、仙台)
- ④⑭ 袴田容章、植田浩史、徳山英利、Amaurmine関連化合物の合成研究、第53回日本薬学会東北支部大会、2014年10月5日、いわき明星大学 (福島、いわき)
- ④⑮ 佐藤壮一郎、平山梓、植田浩史、徳山英利、Total Syntheses of Gliocladin C and T988s by Divergent Strategy, Tohoku University Campus Asia Summer School, 2014年8月25日、Sendai (Japan)
- ④⑯ 徳山英利、豊島和貴、梅原厚志、杉本健士、植田浩史、Total syntheses of Rhazinilum, Lueconoxine, and Related Compounds using Gold-catalyzed Cascade Reaction and Diastereoselective Ring-closing Olefin Metathesis, XXVI International Conference on Organometallic Chemistry, 2014年7月13日-18日、Sapporo (Japan)
- ④⑰ 野中汐里、山口南実、亀谷紘、杉本健士、植田浩史、徳山英利、Syntheses of Substituted Indolizines and Pyrroles using Gold Catalyzed Cascade Reaction, XXVI International Conference on Organometallic Chem

istry, 2014年7月13日-18日、Sapporo (Japan)

- ④⑱ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Leuconoxine及び類縁天然物の全合成、第25回万有仙台シンポジウム、2014年6月14日、仙台国際センター (宮城、仙台)
- ④⑲ 滝田浩之、可野邦行、佐藤敬直、植田浩史、徳山英利、青木淳賢、細胞外コリン特異ホスホジエステラーゼNPP6の機能解析、第56回日本脂質生化学会、2014年6月6日-7日、近畿大学 (大阪、東大阪)
- ④⑳ 梅原厚志、植田浩史、徳山英利、Leuconoxine及び類縁天然物の全合成、第12回次世代を担う有機化学シンポジウム、2014年5月23日-24日、日本薬学会長井記念ホール (東京、渋谷区)

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.pharm.tohoku.ac.jp/~seizou/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

植田 浩史 (UEDA HIROFUMI)
東北大学・大学院薬学研究科・助教

研究者番号：50581279

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし