



## 優れたメタボリックシンドローム抑止作用を狙う新しい有機医薬品の開発研究

著者	依田 秀実
発行年	2013-05-07
出版者	静岡大学
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/7547">http://hdl.handle.net/10297/7547</a>

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 7 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22550032

研究課題名（和文） 優れたメタボリックシンドローム抑止作用を狙う新しい有機医薬品の開発研究

研究課題名（英文） Development of novel bioactive organo-medicinal compounds against metabolic syndrome

研究代表者

依田 秀実 (YODA HIDEMI)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：20201072

研究成果の概要（和文）：近年浅野らによって、ユリ科の植物より新規なピロリジジンアルカロイドである Hyacinthacine 類が単離された。これらは水酸基の数により A, B, C の 3 種類に分類され、糖代謝阻害作用を示すため、糖尿病疾患等に対する新たな治療薬として強く期待される。しかし、植物からの採取量が僅かなうえ、化学合成の成功例は A 群のみであり、B, C 群に関しては合成報告がない。これらの理由から、糖尿病等の疾患に対する新たな治療薬の開発を目的として、同群のうち B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> および C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> を標的化合物と設定し、その全合成を達成するとともに、包括的合成経路の確立を目指した。

研究成果の概要（英文）：Recently a new series of hyacinthacines were isolated from bluebells and grape hyacinths by Asano et al. These compounds strongly inhibit various glycosidases in a reversible and competitive manner. While many total syntheses of hyacinthacine A series have been recently completed by several groups, the synthesis of hyacinthacine B and C series, however, has not been achieved to date. The central feature of this report is to describe the details of the first and expeditious route for the stereoselective construction of hyacinthacine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, and C<sub>3</sub> starting from (S)-2-pyrrolidone-5-carboxylic acid.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：基礎化学・有機化学

キーワード：複素環、アルカロイド、ポリヒドロキシ、立体異性体

### 1. 研究開始当初の背景

現代病の一つであるメタボリックシンドロームは、周知の通り、主に食べ過ぎと運動不足が原因で、必要以上の内臓脂肪ができて代謝異常が生じる現象であり、症状が進むと動脈硬化の原因にもなる。中年男性では二分の一の発生率が見込まれ、約 2000 万人がメタボリックシンドローム予備軍と考えられて

いる。国はこれを平成 24 年度末までに 10% 減、平成 27 年度末までに 25% 削減する数値目標を立てている。しかしこれまでに、様々な分子設計に基づく挑戦が続けられているが、優れた効果を持つ化学構造は発見・開発されておらず、多くの課題が残る。そこで本申請では、これらの症状に対して優れた薬理効果があり、周辺組織に悪影響を及ぼさない

新しい化合物群の調査・開発と臨床利用を目的とし、有機化学的アプローチから、従来の治療薬を大きく凌駕する新たなメタボリックシンドローム抑止作用を持つ有機医薬品の開発を目指すものである。

## 2. 研究の目的

この alexine は、アマゾン川流域の豆類からごく微量にしか採取されない稀少なピロリジンアルカロイドであり、類縁体として 7-epialexine, 3-epialexine, australline, casualine が知られており、総称で alexine 類と呼ばれている。存在可能な 32 の異性体のうち、天然には 7 種類が前述の植物群より単離構造決定され、N 原子に対して、 $\beta$ -位に置換する水酸基の立体や数により大きく生理作用を異にする。特に強力なウイルス殺傷性や抗癌作用、グルコシターゼ阻害作用による抗糖尿病剤など多様な生理活性を有しているため、疾患治療薬のリード化合物として認識されている。この種族は、(1)ピロリジン環の左側に水酸基を持たない A 群、(2)水酸基を 1 つ含む B 群、(3)さらには 2 つ持つ C 群に分類され、2007 年に B2 が強力な腸内 lactase 阻害 (IC<sub>50</sub>value: 3.6  $\mu$ M) を有していることが報告されたばかりである。世界的には、これまでの合成は A 群に関する 2 研究グループが知られているだけで、B, C 群に関しては未だ合成が達成されていない。これらの新規化合物は、各種消化酵素に特異的な阻害活性を持つことが予想されるが、精製可能な量の確保が不可能なために詳細な調査ができておらず、誘導体には全く未解明である。そこで本研究では、hyacinthacine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> および C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> を本研究における標的化合物と設定し、これらの包括的合成経路の確立について検討を行うこととした。

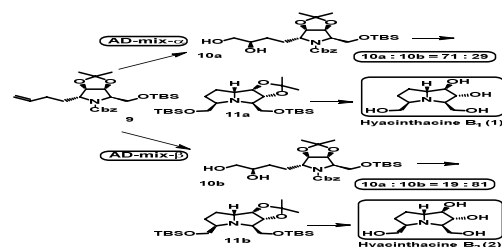
## 3. 研究の方法

hyacinthacine B<sub>1</sub>(1), B<sub>2</sub>(2)の逆合成解析は、C5 位炭素原子と窒素原子間での環化反応によりピロリジン環へと誘導することを想定して、ジオールをそれらの前駆体とした。ジオールはピロリジンの不斉ジオール化によって誘導し、オレフィン側鎖を持つピロリジンは、ラクタムに対し立体選択的なブテニル側鎖を導入することで得ることとした。このラクタムは、市販の(S)-(-)-2-ピロリドン-5-カルボン酸から合成可能である。本合成法では、ピロリジンのオレフィン基に対する酸化反応において立体化学を制御し、分岐的合成法を用いて全構築を達成することが目標である。一方、C<sub>2</sub>(3),C<sub>3</sub>(4)の逆合成は C5 位炭素原子と窒素原子間での環化反応によりピロリジン環へと誘導することを想定して、トリオール誘導体を重要中間体として設定した。これはピロリジンのジオール化を経て誘

導し、アルデヒドに対しアシル基を導入することで初の全合成が可能であるとした。

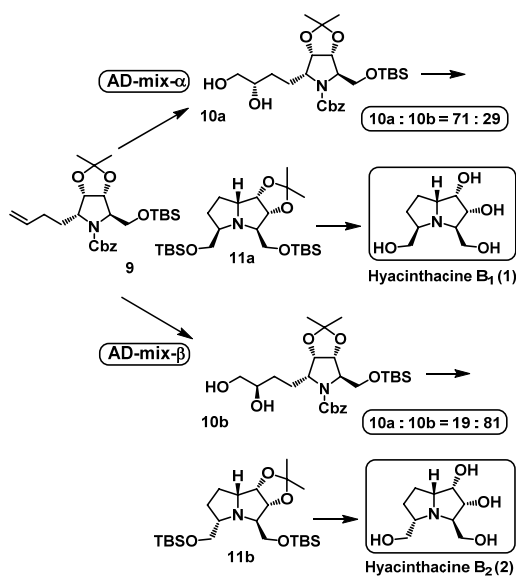
## 4. 研究成果

まず、(S)-(-)-2-ピロリドン-5-カルボン酸 **5** を出発物質とし、立体選択的な反応を経ることで Hyacinthacine B<sub>1</sub> (**1**), B<sub>2</sub> (**2**) の不斉合成を行った。すなわち **5** から 10 段階の反応を経て誘導したラクタム **6** にブテニルマグネシウムプロミドを付加し、塩化セリウム存在下還元反応を行うことにより、高ジアステレオ選択的 (90% de) に **7** を得た。次に、**7** の水酸基をメタンスルホン酸エステルに変換した後、S<sub>N</sub>2 型の分子内環化反応を行うことにより環状化合物 **8** を得た (Scheme 1)。



Scheme 1

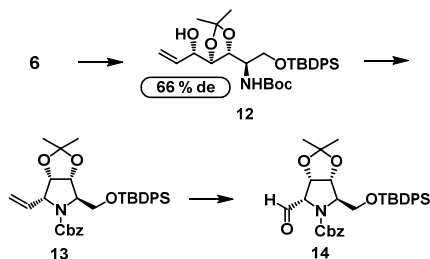
**8** から誘導した **9** に対し AD-mix- $\alpha$ ,  $\beta$  を用いたジヒドロキシル化反応を行ったところ、ジアステレオ選択的に反応が進行し、**10a** あるいは **10b** を優先的に得ることが可能となった。これら 2 種類のジアステレオマーに対し分子内環化反応を含む数段階の官能基変換を



Scheme 2

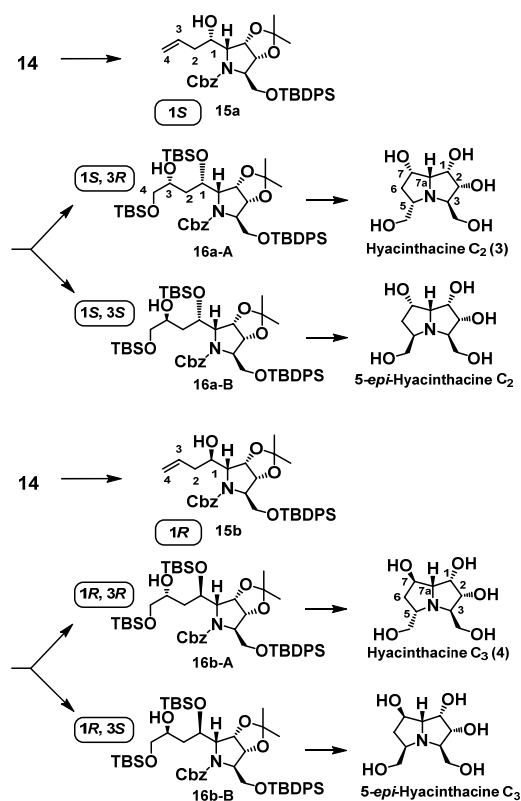
行うことにより、ピロリジン骨格を有する **11a, 11b** へと誘導し、最後に保護基を除去することで、極めて効率良く Hyacinthacine B<sub>1</sub> (**1**), B<sub>2</sub> (**2**) の全合成を達成することに成功した (Scheme 2)。

次に、Hyacinthacine C<sub>2</sub> (**3**), C<sub>3</sub> (**4**) の合成を行った。**6** に対しビニル基を導入し、塩化セリウムを用いた還元反応を行うことで **12** を 66% de にて得た。**12** の分子内環化反応を含む 5 段階の反応により **13** へと誘導し、**13** のビニル基をアルデヒドへと変換することで **14** を得た(Scheme 3)。



Scheme 3

**14** のカルボニル基に対し亜鉛を用いた Barbier 反応を行ったところ、**15a** と **15b** がそれぞれ 79:21 で得られた。これら 2 つの化合物を **16a-A, B** および **16b-A, B** へと誘導し、分子内環化反応と保護基の除去を行うことによって、Hyacinthacine C<sub>2</sub> (**3**), C<sub>3</sub> (**4**) の初の合成を達成した(Scheme 4)。



Scheme 4

## 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) Wierzejska, J.; Motogoe, S.; Makino, Y.; Sengoku, T.; Takahashi, M.; Yoda, H. “A new approach toward total synthesis of (+)-batzellaside B”, *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 8 巻, 1831-1838, (2012), 査読有.  
DOI: 10.3762/bjoc.8.210
- (2) Ujihara, Y.; Nakayama, K.; Sengoku, T.; Takahashi, M.; Yoda, H. “First Total Synthesis of Epicoccarine A via O- to C-Acyl Rearrangement Strategy”, *Organic Letters*, 14 巻, 5142-5145, (2012), 査読有.  
DOI: 10.1021/ol3024506
- (3) Takahashi, M.; Murata, Y.; Hakamata, Y.; Suzuki, K.; Sengoku, T.; Yoda, H. “First total synthesis and absolute stereochemical assignment of vittarilide-A, an antioxidant extractive component isolated from *Vittaria anguste-elongata* Hayata”, *Tetrahedron*, 68 巻, 7997-8002, (2012), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.tet.2012.06.105
- (4) Sengoku, T.; Nagae, Y.; Ujihara, Y.; Takahashi, M.; Yoda, H. “A synthetic approach to diverse 3-acyltetramic acids via O- to C-acyl rearrangement and application to the total synthesis of penicillenol series”, *Journal of Organic Chemistry*, 77 巻, 4391-4401, (2012), 査読有.  
DOI: 10.1021/jo300527f
- (5) Sengoku, T.; Murata, Y.; Mitamura, H.; Takahashi, M.; Yoda, H. “Synthesis of novel mucic acid 1,4-lactone methyl ester 3-O-ferulate related to an extractive component isolated from the peels of *Citrus sudachi*”, *Tetrahedron Letters*, 53 巻, 435-437, (2012), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.tetlet.2011.11.066
- (6) Takahashi, M.; Yamamoto, A.; Inuzuka, T.; Sengoku, T.; Yoda, H. “Synthesis of lipophilic bisanthracene fluorophores: versatile building blocks toward the synthesis of new light-harvesting dendrimers”, *Tetrahedron*, 67 巻, 9484-9490, (2011), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.tet.2011.10.021
- (7) Sengoku, T.; Hamamatsu, T.; Inuzuka, T.; Takahashi, M.; Yoda, H. “New synthetic methodology toward macrolides/macrolactams via palladium-catalyzed carbon-heteroatom bond-forming reactions”, *Synlett*, 2011 巻, 1766-1768, (2011), 査読有.  
DOI: 10.1055/s-0030-1260812
- (8) Takahashi, M.; Ohno, S.; Fujita, N.; Sengoku, T.; Yoda, H. “Spontaneous formation of dye-functionalized gold nanoparticles using

- reverse micellar systems”, *Journal of Colloid and Interface Science*, 356 巻, 536-542, (2011), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.jcis.2011.01.045
- (9) Wierzejska, J.; Ohshima, M.; Inuzuka, T.; Sengoku, T.; Takahashi, M.; Yoda, H. “Total synthesis and absolute stereochemistry of (+)-batzellaside B and its C8-epimer, a new class of piperidine alkaloids from the sponge *Batzella* sp.”, *Tetrahedron Letters*, 52 巻, 1173-1175, (2011), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.tetlet.2011.01.018
- (10) Sengoku, T.; Wierzejska, J.; Takahashi, M.; Yoda, H. “First stereoselective synthesis of penicillenol A1 via novel O- to C-acyl rearrangement of O-acyltetramic acid”, *Synlett*, 2010 巻, 2944-2946, (2010), 査読有.  
DOI: 10.1055/s-0030-1259045
- (11) Takahashi, M.; Suzuki, T.; Wierzejska, J.; Sengoku, T.; Yoda, H. “Stereoselective synthesis of amphisterin B4: assignment of absolute configuration”, *Tetrahedron Letters*, 51 巻, 6767-6768, (2010), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.tetlet.2010.10.098
- (12) Takahashi, M.; Atsumi, J.; Sengoku, T.; Yoda, H. “Synthesis of  $\beta$ -Amino-functionalized  $\alpha$ -exo-Methylene- $\gamma$ -butyrolactones via a  $\beta$ -Lactam Synthon Strategy”, *Synthesis*, 42 巻, 3282-3288, (2010), 査読有.  
DOI: 10.1055/s-0030-1257870
- (13) Takahashi, M.; Ohno, S.; Fujita, N.; Sengoku, T.; Yoda, H. “Reverse Micellar Synthesis of Dye/gold Hybrid Nanocomposites”, *Chemistry Letters*, 39 巻, 504-505, (2010), 査読有.  
DOI: 10.1246/cl.2010.504
- (14) Suzuki, T.; Atsumi, J.; Sengoku, T.; Takahashi, M.; Yoda, H. “Iridium-catalyzed Enantioselective Allylation of Aldehydes with  $\beta$ -Carbonyl Allylstannanes: an Efficient Synthetic Method for Chiral  $\alpha$ -Methylene- $\gamma$ -lactones”, *Journal of Organometallic Chemistry*, 65 巻, 128-136, (2010), 査読有.  
DOI: 10.1016/j.jorganchem.2009.09.037
- [学会発表] (計 52 件)
- (1) 依田秀実、L-ピログルタミン酸を利用した (+)-Batzellaside B の立体選択的合成、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 25 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- (2) 依田秀実、新規な殺虫性ステモナルカロイド stemaphylline の合成研究、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 25 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- (3) 依田秀実、イサチンへの触媒的アミドアリル化反応によるキラルスピロラクトン型オキシインドール合成法の開発、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 25 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- (4) 依田秀実、ヨウ化サマリウムを用いたイサチン誘導体とアルデヒドとのラジカルカップリング反応、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 24 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- (5) 依田秀実、アントラセン、ペリレン、ローダミンを組み込んだマルチクロモフォア dendromer のカスケード型光捕集機能、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 24 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- (6) 依田秀実、高純度キラリティーを実現したテトラミン酸系抗生物質 Epicoccarine A の全合成、第 43 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2012 年 11 月 11 日、名古屋工業大学(名古屋市)
- (7) 依田秀実、Gemini 型両親媒性色素分子を用いた色素-金属複合ナノ粒子への開発、第 43 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2012 年 11 月 11 日、名古屋工業大学(名古屋市)
- (8) 依田秀実、疎水性アントラセンを配した両親媒性ルテニウム錯体の合成と光機能特性評価、第 43 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2012 年 11 月 10 日、名古屋工業大学(名古屋市)
- (9) 依田秀実、ヨウ化サマリウムを用いたアミノラクトン合成法の開発、第 43 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2012 年 11 月 10 日、名古屋工業大学(名古屋市)
- (10) 依田秀実、キラルプール方を利用した新規なポリヒドロキシ  $\gamma$ -ラクトン誘導体の全合成、第 42 回複素環化学討論会、2012 年 10 月 12 日、京都テルサ(京都市)
- (11) 依田秀実、O $\rightarrow$ C-アシル転位反応を鍵反応とする抗菌性テトラミン酸 Epicoccarine A の全合成、第 42 回複素環化学討論会、2012 年 10 月 13 日、京都テルサ(京都市)
- (12) 依田秀実、パーフルオロ炭素を置換したルテニウム錯体の合成と自己組織化特性の検討、2012 年光化学討論会、2012 年 9 月 13 日東京工業大学、大岡山キャンパス (東京都目黒区)
- (13) Hidemi Yoda, Synthetic studies on (+)-batzellaside B, a new class of piperidine alkaloids, 13th Tetrahedron Symposium, June 26-27, 2012, NH Grand Krasnapolsky Hotel, Amsterdam, The Netherlands.
- (14) Hidemi Yoda, First total synthesis of

- antibacterial epicoccarine A via *O*- to *C*-acyl rearrangement, 13th Tetrahedron Symposium, June 26-27, 2012, NH Grand Krasnapolsky Hotel, Amsterdam, The Netherlands.
- (15) 依田秀実、抗菌性テトラミン酸 Epicoccarine A の全合成、日本化学会第 92 春季年会、2012 年 3 月 27 日、慶応義塾大学日吉キャンパス (横浜市)
- (16) 依田秀実、スダチ果皮より単離された新規な  $\gamma$ -ラクトン誘導体の合成研究日本化学会第 92 春季年会、2012 年 3 月 27 日、慶応義塾大学日吉キャンパス (横浜市)
- (17) 依田秀実、疎水性アントラセンを配した三重項増感ルテニウム錯体の開発、日本化学会第 92 春季年会、2012 年 3 月 25 日、慶応義塾大学日吉キャンパス (横浜市)
- (18) 依田秀実、L-ピログルタミン酸を用いた (+)-batzellaside B の新規効率的合成法の開発、日本化学会第 92 春季年会、2012 年 3 月 25 日、慶応義塾大学日吉キャンパス (横浜市)
- (19) Hidemi Yoda, Synthetic efforts toward (+)-batzellaside B, a new class of piperidine alkaloids, 10th International Symposium on Organic Reactions (ISOR10), 2011, 11, 22, Keio University (Yokohama, Japan)
- (20) Hidemi Yoda, Synthetic Studies of the New Polyfunctionalized  $\gamma$ -Lactones Isolated from *Citrus sudachi*, 10th International Symposium on Organic Reactions (ISOR10), 2011, 11, 22, Keio University (Yokohama, Japan)
- (21) Hidemi Yoda, First Total Synthesis of Antibacterial Epicoccarine A via *O*- to *C*-Acyl Rearrangement, 10th International Symposium on Organic Reactions (ISOR10), 2011, 11, 22, Keio University (Yokohama, Japan)
- (22) 依田秀実、アントラセンとペリレンとローダミンで構築したマルチクロモフォアデンドリマー分子の光捕集機能性評価、第 42 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2011 年 11 月 6 日、信州大学工学部 (長野市)
- (23) 依田秀実、ピペリジンアルカロイド batzellaside B の効率的合成法の開発、第 42 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2011 年 11 月 6 日、信州大学工学部 (長野市)
- (24) 依田秀実、Development of novel synthetic process toward (+)-batzellaside B, a new class of piperidine alkaloids, 第 41 回複素環化学討論会、2011 年 10 月 22 日、熊本市市民会館 (崇城大学市民ホール) (熊本市)
- (25) 依田秀実、パラジウム触媒を用いた炭素-ヘテロ結合構築によるマクロラクトンおよびマクロラクタム化反応の開発、第 41 回複素環化学討論会、2011 年 10 月 20 日、熊本市市民会館 (崇城大学市民ホール) (熊本市)
- (26) 依田秀実、パーフルオロ炭素鎖を置換したルテニウム錯体の合成と分光特性、2011 年光化学討論会、2011 年 9 月 8 日、宮崎市河畔コンベンションエリア (宮崎市)
- (27) 依田秀実、ローダミンをコアに持つマルチクロモフォアデンドリマーのカスケード型光捕集特性、2011 年光化学討論会、2011 年 9 月 6 日、宮崎市河畔コンベンションエリア (宮崎市)
- (28) 依田秀実、アシル転位反応を利用した 3-アシルテトラミン酸合成法の開発と penicillenol 類合成への応用、第 99 回有機合成シンポジウム、2011 年 6 月 16 日、慶応義塾大学薬学部 (東京都港区)
- (29) 依田秀実、化学合成を基盤とした batzellaside B の絶対立体構造の決定 Jolanta Wierzejska, 日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 29 日、神奈川大学 (横浜市)
- (30) 依田秀実、抗菌活性を有する新規テトラミン酸 Epicoccarine A の合成研究、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 29 日、神奈川大学 (横浜市)
- (31) 依田秀実、*O*→*C*-アシル転位反応を経由する 3-アシルテトラミン酸の合成、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 29 日、神奈川大学 (横浜市)
- (32) 依田秀実、細胞毒性物質 Vittarilide A の合成研究、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 28 日、神奈川大学 (横浜市)
- (33) 依田秀実、柑橘系植物由来の新規なポリケチドラクTONの合成研究、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 28 日、神奈川大学 (横浜市)
- (34) 依田秀実、パーフルオロ炭素鎖で置換したフェナントロリン配位子の合成と塩化ルテニウム (III) との錯形成、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 28 日、神奈川大学 (横浜市)
- (35) 依田秀実、ローダミンをコアに持つマルチクロモフォアデンドリマーの開発と光エネルギー移動特性の評価、日本化学会第 91 春季年会、2011 年 3 月 27 日、神奈川大学 (横浜市)
- (36) 依田秀実、*O*→*C* アシル転位反応を鍵反応とした 3-アシルテトラミン酸合成法の開発研究、依田秀実、第 41 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010 年 11 月 7 日、豊橋技術科学大学 (豊橋市)
- (37) 依田秀実、柑橘系植物由来の新規な多官能性ポリケチドラクTONの合成研究、第 41 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010 年 11 月 7 日、豊橋技術科学大学

- (豊橋市)
- (38) 依田秀実、ペリレンとローダミンを骨格に組み込んだ光捕集モデル分子の開発と光物性評価、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (39) 依田秀実、3-アシルテトラミン酸骨格を有する新規抗生物質 Epicoccarine A の合成研究、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (40) 依田秀実、パーフルオロ炭素鎖を置換したルテニウム錯体の開発、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (41) 依田秀実、 $\pi$ -アリル錯体を經由したC-O結合構築によるマクロラクトン化反応の開発、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (42) 依田秀実、カスケード型光捕集機能を有するマルチクロモフォア dendrimers の合成と物性評価、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (43) 依田秀実、新規なピロリジジナルカロイド Hyacinthacine C4 の合成研究、第41回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2010年11月7日、豊橋技術科学大学(豊橋市)
  - (44) Hideki Kawai, Structure control of photosensitized dendrimers for light emitting application, 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, 2010, 12. Honolulu, Hawaii, USA.
  - (45) 依田秀実、3-アシルテトラミン酸骨格を有する抗菌活性物質 Epicoccarine A の合成研究、第40回複素環化学討論会、2010年10月14日、仙台市民会館(仙台市)
  - (46) 依田秀実、アシル転位反応を用いた3-アシルテトラミン酸類の合成研究、第40回複素環化学討論会、2010年10月16日、仙台市民会館(仙台市)
  - (47) 依田秀実、アシル化反応を鍵反応とした Penicillenol の合成研究、第52回天然有機化合物討論会、2010年9月29日、グランシップ(静岡市)
  - (48) 川井秀記、発光中心をコアに有する光増感型 dendrimers の発光特性、第59回高分子討論会、2010年9月16日、北海道大学(札幌市)
  - (49) 依田秀実、ローダミンをコアに持つマルチクロモフォア dendrimers の開発、第59回高分子討論会、2010年9月15日、北海道大学(札幌市)
  - (50) 依田秀実、逆ミセル法を利用した色素-金属複合ナノ粒子の開発、第59回高分子

- 討論会、2010年9月15日、北海道大学(札幌市)
- (51) 依田秀実、ローダミンをコアに持つマルチクロモフォア dendrimers の合成と光機能性評価、2010年光化学討論会、2010年9月10日、千葉大学(千葉市)
  - (52) 依田秀実、色素逆ミセル空間を利用した複合ナノ粒子の合成、2010年光化学討論会、2010年9月8日、千葉大学(千葉市)

[図書] (計1件)

- (1) Yoda, H.; Takahashi, M.; Sengoku, T. "Chaper 2: Azetidine and its Derivatives", In "Heterocycles in Natural Product Synthesis", Ed. Majumdar, K. C.; Chattopadhyay, S. K., WILEY-VCH pp.41-61, (2011).

[その他]

ホームページ等

<http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tchyoda/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

依田 秀実 (YODA HIDEMI)  
静岡大学・工学部・教授  
研究者番号：20201072

### (2) 研究分担者

高橋 雅樹 (TAKAHASHI MASAKI)  
静岡大学・工学部・准教授  
研究者番号：30313935

仙石 哲也 (SENGOKU TETSUYA)  
静岡大学・工学部・助教  
研究者番号：70451680

### (3) 連携研究者

浅野 直樹 (ASANO NAOKI)  
北陸大学・薬学部・教授  
研究者番号：50121265