

## 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 4 月 17 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22550041

研究課題名（和文）バタフライ型安定有機過酸化物の合成と反応

研究課題名（英文）Synthesis and Reaction of Butterfly-type Stable Organic Hydroperoxides

研究代表者

西野 宏（NISHINO HIROSHI）

熊本大学・大学院自然科学研究科・教授

研究者番号：50145281

研究成果の概要（和文）：空気中の酸素をそのまま利用する触媒的有酸素酸化反応により、ビス（アルキルヒドロペルオキシド）類のような複素環を含むバタフライ型有機過酸化物を合成した。この反応条件下で同時に起こるヒドロペルオキシ化反応とエンドペルオキシ化反応の選択性を調べた。得られた結晶性安定型ビス（アルキルヒドロペルオキシド）類を有機酸化剤とする反応を調べた。合成された新規ヒドロペルオキシド類の生理活性（抗菌や除草など）を調べた。

研究成果の概要（英文）：Butterfly-type organic hydroperoxides containing heterocycles such as bis(alkylhydroperoxide) were synthesized. Selectivity of the hydroperoxidation and endoperoxidation under the same reaction conditions was investigated. Oxidation of organic compounds with the obtained crystalline bis(alkylhydroperoxide)s as an organic oxidant was examined. Biological activity such as antibacterial and herbicidal of the newly obtained hydroperoxides was examined.

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	600,000	180,000	780,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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：ビス（ヒドロペルオキシド）・有機過酸化物・有酸素酸化反応・有機化学・複素環化合物・エンドペルオキシド・ラジカル反応・自動酸化反応

### 1. 研究開始当初の背景

酢酸マンガンを(III)を用いる酸化的ラジカル反応を調べているときに、マンガンを(III)を触媒として用いる自動酸化反応を発見した。生成物は反応基質によって異なり、エンドペルオキシド類とヒドロペルオキシド類を与えた。どちらも不安定なペルオキシ結合を有しているにもかかわらず、空気中で安定に取出すことができた。そこで、ヒドロペルオキシド

類とエンドペルオキシド類の生成に関する選択性を調べ、また、結晶性に良いヒドロペルオキシド類については有機酸化剤としての有効性や生理活性等も調べてみようと思いついた。

### 2. 研究の目的

(1) 複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の合成

有機化合物を合成する場合、化学収率を 100% に近づけることは重要であるが、原子効率 (Atom Efficiency (%)) = 生成物の分子量/反応物の分子量×100) を如何に 100% に近づけるか、すなわち試薬や保護基などの捨てる部分 (無駄) を如何に少なくするかも重要である。さらに、反応ではエネルギーを如何に加えずに目的化合物を合成するか、すなわち活性化エネルギーの低い反応を如何に開発し利用するかはグリーンケミストリーの観点から今日の有機合成の基本ルールとも言える。我々はこの観点に叶うマンガン(III)触媒有酸素酸化反応を発見した (*Org. Lett.* **2003**, 5,). 2 位に置換基 R を持つ環状 1,3-ジカルボニル化合物を酢酸中空気下室温で、酢酸マンガン(III)を触媒量(0.05 当量以下)加えて攪拌するだけでヒドロペルオキシド類が定量的に得られた。この反応は化学収率および原子効率の観点から有機合成反応としては有効であると考えられる。一方、アルケン(2 当量)存在下で 2 位に置換基を持たない環状 1,3-ジカルボニル化合物の同様の反応ではビス(アルキルヒドロペルオキシ)化反応が起こって、ビス(エチルヒドロペルオキシ)ド類が得られた (*Tetrahedron* **2003**, 59, 8383-8392)。この反応では加えるアルケン類は厳密に基質の 2 倍で済み、空気中の酸素を酸化剤として、しかも室温で進行する反応であり極めて有用である。Peroxy bond (O-OH) の結合解離エネルギーは約 35 kcal/mol しかなく、極めて不安定であるにもかかわらず、この反応では単結晶として安定に取り出すことができる。そこで、このビス(アルキルヒドロペルオキシ)化反応に着目して、チョウ(蝶)のような形をした複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の合成を検討することを第 1 の目的とした。

#### (2) ヒドロペルオキシ化反応とエンドペルオキシ化反応の選択性に関する検討

この有酸素酸化反応は基質によっては閉環したエンドペルオキシド類を与えたり、開環構造のヒドロペルオキシド類を生成したりする (*Tetrahedron* **2008**, 64/8, 1620-1634; *Eur. J. Org. Chem.* **2008**, 2404-2416)。そこで、この選択性を決めるファクターの検討を行い、ヒドロペルオキシド類の選択的合成法を確立することを第 2 の目的とする。

#### (3) 有機酸化剤としての安定型ビス(アルキルヒドロペルオキシ)ド類の検討

Baeyer-Villiger 反応などに使われる有機過酸化物として有名な 3-クロロ過安息香酸 (MCPBA) は強力な酸化力ゆえに可燃物に触れると発火したり、純粋なものはショックや火花により爆発する。従って、取り扱いには要注意である。本研究で合成されるヒドロペル

オキシド類は予備実験でヨウ化カリウム-デンプン紙を青変させる酸化力があることが確認されている。よって、本研究で合成される安全で取扱の容易なバタフライ型有機過酸化物を有機酸化剤(例えば、エポキシ化反応の酸化剤や重合反応のラジカル開始剤など)として用いる有機化学反応を検討し、有機合成試薬としての有用性を評価することを第 3 の目的とした。

#### (4) 合成される新規ヒドロペルオキシド類の各種生理活性の検討

我々は平成 13-14 年度基盤研究(C)(2)で「新規抗マラリア活性環状過酸化物類縁体の合成」について研究し、抗マラリア活性を持つ天然物 artemisinin の新規類縁環状過酸化物を多数合成した (*Bioactive Heterocycles I*, Springer-Verlag: Berlin, **2006**, pp39-76)。中でも、アザトリオキサプロペラン類の合成に成功し、報告した (*Tetrahedron Lett.* **2004**, 45, 703-706)。合成品である azaartemisinin は artemisinin の 3 倍の抗マラリア活性を持つことから、アザトリオキサプロペランのような化合物にも生理活性発現の可能性があり、以前の研究で合成されたキノリン誘導体の抗マラリア活性を調べた。残念ながらキノリン誘導体には抗マラリア活性はなかったが、抗菌活性や mRNA の選択的スプライシング (切断して短くつなぎ合わせる) 活性を示した。従って、本研究で合成されるバタフライ型有機過酸化物はフリーの hydroperoxy 基を持つことから、優れた抗マラリア活性、抗菌活性、選択的スプライシング活性、除草などの各種生理活性発現が期待された。そこで、本研究で合成される複素環を含む新規バタフライ型ヒドロペルオキシド類の各種生理活性の有無を調べることを第 4 の目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 原料の合成

複素環を含むバタフライ型有機過酸化物を合成するために、まず各種反応基質を設計し、合成した。具体的には、pyrrolidinedione 類などの反応基質を文献に従い、我々の研究室で改良した方法に従って合成した (*Synth. Commun.* **2012**, 42, 608-619)。各種アルケン類はアリールマグネシウムブロミドと各種アリールケトン類との反応、続いての脱水反応から合成した (*Tetrahedron* **2010**, 66, 2683-2664)。Mn(OAc)<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O は我々の研究室で改良された方法に従って Mn(OAc)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O を KMnO<sub>4</sub> で酸化することで合成し (*Tetrahedron* **2009**, 65, 9448-9459)、酢酸から再結晶して精製した。本研究で使用する酸化剤は徐々に劣化して反応性が落ちるので、酸化反応には常にフレッシュな酸化剤を使用した。得られ

た原料はフラッシュクロマトグラフ装置を用いて分離精製した。その他市販の試薬・有機溶媒は必要に応じて精製したものを用いた。

## (2) 複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の合成

一般に、 $Mn(OAc)_3$ を酸化剤として用いるラジカル反応では基質および試薬の濃度、反応温度、圧力、雰囲気、反応時間などの反応条件に左右される (*The Chemical Times*, 2006, No. 1, 4-12)。そこで、次のような反応条件を検討し、複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の合成を詳しく調べた。

- ① 反応温度は  $Mn(III)$  錯体のラジカル反応を考慮し、室温とした。
- ② 反応では空気中の酸素を取り込みやすくするために、室温でエアバブラーを取り付けた反応装置を用いて実験を行った。
- ③ 圧縮酸素 (2~50 気圧) の効果を調べるために、オートクレーブ装置 ( $15 \text{ kg/cm}^2 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ ) を用いて 15 気圧まで使用可能なガラスリアクター中での反応も調べた。
- ④ 濃度依存性を調べるために、高濃縮条件から高希釈条件まで、それぞれの条件下で本反応を調べた。
- ⑤ 複素環-1,3-ジカルボニル化合物はそれ自身  $Mn(OAc)_3$  によりヒドロペルオキシ化される可能性があったので、アルケン類を加えない複素環-1,3-ジカルボニル化合物自身の  $Mn(OAc)_3$  触媒酸化反応も詳細に検討した。
- ⑥ 以上で調べた各種反応基質の有酸素酸化反応をそれぞれ比較検討し、ヒドロペルオキシ化反応とエンドペルオキシ化反応の選択性を決めるファクターについて考察した。

(3) 安定型ビス(アルキルヒドロペルオキシド)類の有機酸化剤としての有用性の検討  
アルケン類のエポキシ化反応で使用される過酸化水素や MCPBA の代わりに、本研究で合成された複素環を含むバタフライ型有機過酸化物が利用可能かどうかを検討した。

## (4) 生理活性試験

合成できた複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の各種生理活性試験について、抗菌活性および除草活性試験を外部機関に協力を仰ぎながら進める。

## 4. 研究成果

### (1) 複素環を含むバタフライ型有機過酸化物の合成

バルビツール酸類、ピラゾリジンジオン類、キノリノン類、テトロン酸類から  $Mn(III)$  触媒有酸素酸化反応を用いて、本研究の目的化合物であるバタフライ型有機過酸化物を高収率で合成できた (Figure 1)。これらの過酸

化物は空气中で安定な結晶として得られた。理由は、ヒドロペルオキシ基がカルボニル酸

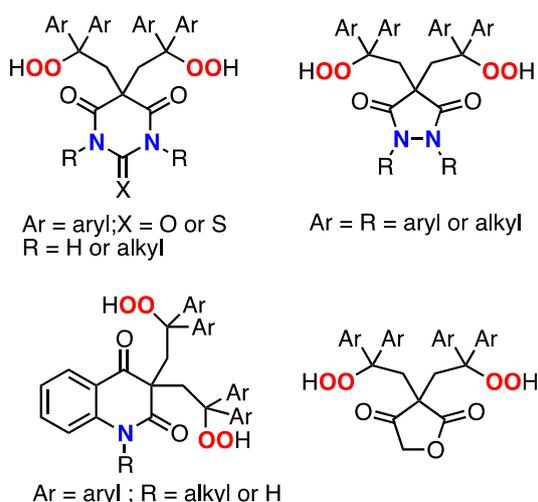


Figure 1.

素と分子内水素結合することによる。置換基に位置によってはモノヒドロペルオキシ化合物を合成することができた (Figure 2)。各ヒドロペルオキシドは定量的な収率で得られた。また、ヒドロペルオキシ基はカルボニル酸素と分子内水素結合をしており、バタフライ型有機過酸化物と同じように空气中室温で安定であった。

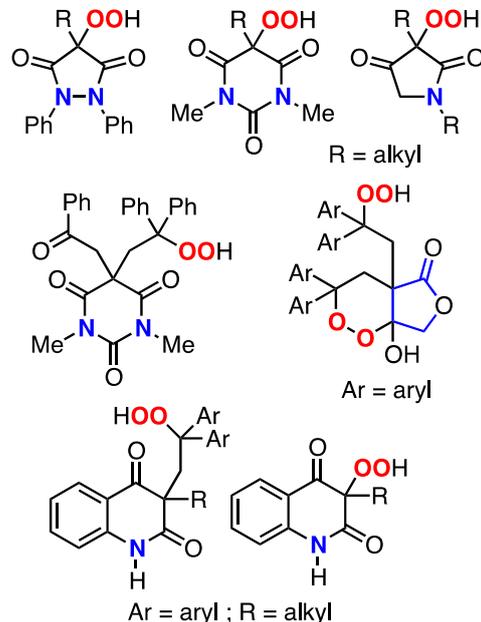


Figure 2.

さらに、それぞれの基質から各種エンドペルオキシ化合物も同時に合成することができた (Figure 3)。場合によっては定量的にエンドペルオキシ体のみが得られた。また、得ら

れたエンドペルオキシドは酸に対して不安定で、特にジオキサラン類はシリカゲル上で相当するエポキシドに変換されることがわかった。

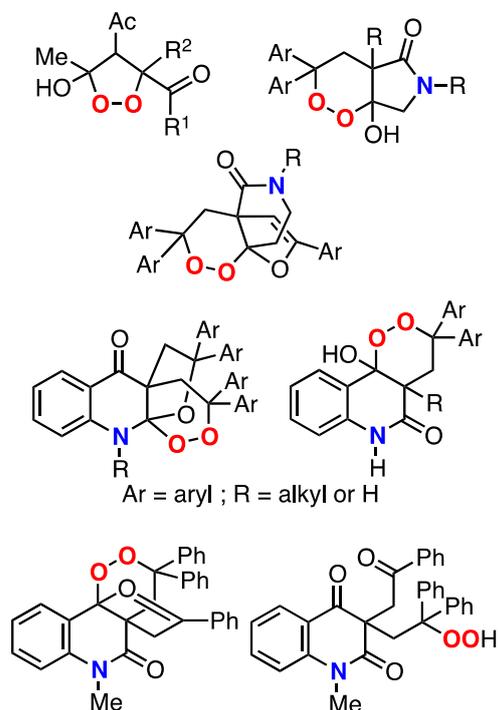


Figure 3.

### (2) ヒドロペルオキシ化反応とエンドペルオキシ化反応の選択性に関する検討

エンドペルオキシドを生成するか、あるいはヒドロペルオキシドになるかは、カルボニル基の性質に依存していることがわかった。すなわち、アミドカルボニル炭素のように求電子性が低いとヒドロペルオキシ基で閉環できず、フリーのヒドロペルオキシドを生成すると考えられる。この時、ヒドロペルオキシ基はカルボニル酸素と分子内水素結合を形成して安定化するため、単離が容易である。

### (3) 有機酸化剤としての安定型ビス(アルキルヒドロペルオキシド)類の検討

バルビルール酸から得られたバタフライ型ビス(ヒドロペルオキシド)を用いて、アルケン類のエポキシ化反応を調べた。その結果、有機酸化剤としての有用性は認められなかった。

また、ピラゾリジンジオン類とキノリノン類から得られたビス(ヒドロペルオキシド)には、わずかではあるが抗マラリア活性が認められた。なお、本実験で得られたその他の幾つかの安定なヒドロペルオキシド類について殺菌、殺虫、除草効果の生理活性を調べるために、平成 25 年度以降に外部機関に検

査を依頼する予定である。

### 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 11 件)

(1) Mn(III)-Catalyzed Aerobic Oxidation of 3-Alkyl-4-hydroxy-1*H*-pyrrol-2(5*H*)-ones in the Presence of 1,1-Diarylethenes. Synthesis of Stable 8-Aza-1-hydroxy-2,3-dioxabicyclo[4.3.0]nonan-7-one Framework, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino\*, *J. Heterocycl. Chem.* **2013**, *50*, accepted in 8.25.2012 (印刷中). (査読有)

(2) Synthesis of Dihydrodibenzo[*b, f*]-furo[2,3-*d*]oxepins and Related Reaction, Yasunobu Maemura, Yuka Tanoue, and Hiroshi Nishino\*, *Heterocycles* **2012**, *85*, 2491-2503, DOI:10.3987/COM-12-12558. (査読有)

(3) One-Pot Synthesis of Cyclophane-Type Macrocycles Using Manganese(III)-Mediated Oxidative Radical Cyclization, Yosuke Ito, Yuichi Tomiyasu, Takahiro Kawanabe, Keisuke Uemura, Yuu Ushimizu, and Hiroshi Nishino\*, *Org. Biomol. Chem.* **2011**, *9*, 1491-1507. DOI: 10.1039/C0OB00683A (査読有)

(4) Mn(III)-Assisted Specific Intra-molecular Addition, Yosuke Ito, Shunsuke Jogo, Noriko Fukuda, Ryo Okumura, and Hiroshi Nishino\*, *Synthesis* **2011**, 1365-1374, DOI: 10.1055/s-0030-1259977. (査読有)

(5) Synthesis of Peroxylactones Using Mn(III)-Catalyzed Aerobic Oxidation, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino\*, *Heterocycles* **2011**, *83*, No. 8, 1783-1805. DOI: 10.3987/COM-11-12241. (査読有)

(6) Mn(III)-Initiated Facile Oxygenation of Heterocyclic 1,3-Dicarbonyl Compounds, Md. Taifur Rahman, Md. Aminul Haque, Hikaru Igarashi, and Hiroshi Nishino\*, *Molecules* **2011**, *16*, 9562-9581. DOI:10.3390/molecules16119562. (査読有)

(7) Spontaneous Conversion of 3-Alkyl-Substituted 3-Hydroperoxy-2,4-pyrrolidinediones into 5-Alkyl-5-hydroxyoxazolidin-4-ones, Md. Aminul Haque, Hayato Ishikawa, and Hiroshi Nishino\*, *.....L.....* **2011**, *40*, 1349-1351. DOI:10.1246/cl.2011.1349. (査読有)

(8) Facile Access to 3-Alkyl-Substituted 3-Hydroperoxy-2,4-pyrrolidinediones Using Manganese(III)-Catalyzed Aerobic

Oxidation, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino\*, Synth. Commun. 2012, 42, 608-619. DOI:10.1080/00397911.2010.528129. (査読有)

(9) Efficient macrocyclization using methylene-tethered terminal dienes and bis(manganese(III)-enolate)s, Yosuke Ito, Tomomi Yoshinaga, and Hiroshi Nishino\*, Tetrahedron 2010, 66, 2683-2694. DOI:10.1016/j.tet.2010.02.022. (査読有)

(10) Expedient Synthesis of 8-Aza-1-hydroxy-2,3-dioxabicyclo[4.3.0]nonan-7-ones Using Manganese(III)-Catalyzed Aerobic Oxidation, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino\*, Heterocycl. Commun. 2010, 16, 209-212. DOI: 10.1515/HC.2010.005. (査読有)

(11) Synthesis of Aminolactones Using Cpto-Dative Effect, Yuki Hatakeyama and Hiroshi Nishino\*, Cryogenics Report of Kumamoto University, 2010, 21, 5-8. <http://reposit.lib.kumamoto-u.ac.jp/?lang=ja> (査読無)

[学会発表] (計 49 件)

(1) 第 23 回万有福岡シンポジウム, 2013 (平成 25) 年 6 月 1 日 (土), 九州大学医学部百年講堂, Mn(III)に基づく酸化反応を利用したキノリンアルカロイド誘導体の合成, Synthesis of Quinoline Alkaloid Derivatives Using Mn(III)-Based Oxidation, (熊本大院自然) ○西原拓海、西野 宏.

(2) 日本化学会第 93 春季年会 (2013), 2013 (平成 25) 年 3 月 22 日~3 月 25 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2F2-50. 1-アリアル-2-ペンテン-1,4-ジオン類と環状ケトン類を用いる複素環化合物の合成, (熊本大院自然) ○西野 宏・大石晃弘.

(3) 3PB-122. 4-ヒドロキシキノリン-2(1H)-オン類の Mn(III)に基づく反応を利用したキノリンアルカロイド誘導体の合成, (熊本大院自然) ○西野 宏.

(4) 2012 年日本化学会西日本大会, 2012 年 11 月 10 日 (土)~11 日 (日), 佐賀大学 本庄キャンパス, 1L-06. N-Arylmethyl-3-oxo-butanamide 類を用いた酸化的環化反応。ジヒドロオキサジノン類とジヒドロイソキノリン類の選択的生成, (熊本大院自然) ○秀島幸太・西野 宏.

(5) 1P-100. 4H-フロ[2,3-d]ナフト[2,1-b]ピラン-4-オン誘導体の合成と反応機構, (熊本大院自然) ○田上由香・西野 宏.

(6) 第 42 回複素環化学討論会, 2012 年 10 月 11 日 (木)~10 月 13 日 (土), 京都テルサ, 2P-087. エンジオンビルディングブロックを用いたベンゾフラン-4(5H)-オン類の合成と光環化反応, (熊本大院自然) ○大石晃

弘・西野 宏.

(7) 第 49 回化学関連支部合同大会 外国人研究者交流国際シンポジウム, 2012 年 (平成 24 年) 6 月 30 日 (土) 9:00~17:00, 北九州国際会議場, 2\_5.088. 二環性複素環化合物を両末端に結合したダンベル型化合物の合成, (熊本大院自然) ○時重恵太・西野宏.

(8) 2\_5.089. Mn(III)に基づくベンジリデンマロン酸とアルケン類の酸化反応, (熊本大院自然) ○久野和樹・西野宏.

(9) 2\_5.097. 置換ジヒドロキノリン類の合成およびキノリン誘導体への変換, (熊本大院自然) ○森川雅弘・西野宏.

(10) 日本化学会第 92 春季年会 (2012), 2012 (平成 24) 年 3 月 25 日~3 月 28 日, 慶応義塾大学日吉・矢上キャンパス, 2J3-38. ジヒドロフラン環を含むシクロファン型カゴ状大環化合物の合成, (熊本大院自然) 津田浩平・熊本祥一・西野 宏.

(11) 3PA-053. Mn(III)に基づく N-ベンジル-3-オキソブタンアミド類の酸化的環化反応 (熊本大院自然) 秀島幸太・西野 宏.

(12) 3PA-054. 酸化的ラジカル環化反応を用いたインドリノン類の合成およびインドール類への変換, (熊本大理・熊本大院自然) ○只野慎治・西野 宏.

(13) 2011 日本化学会西日本大会, 2011 (平成 23) 年 11 月 12 日 (土), 13 日 (日), 徳島大学常三島キャンパス, 1P-56. Acylacetonitrile building block を用いる複素環側鎖 2 個を置換したアレーン類の合成, (熊本大院自然) ○石黒翔太・西野 宏.

(14) 2H-03. 酢酸マンガナ(III)に基づく分子内付加反応を用いたナフタレン環を含む新規大環状化合物の合成, (熊本大院自然) ○安武賢司・西野 宏.

(15) 2P-66.  $\alpha$ -ヒドロキシ- $\alpha$ -ビニルケトン類の環化反応, (熊本大院自然) ○林 秀輝・西野 宏.

(16) 第 41 回複素環化学討論会, 2011 (平成 23 年) 10 月 20 日~22 日, 崇城大学熊本市民ホール (熊本市民会館), 1P-079. BF<sub>3</sub> 存在下における 3-アセチル-2-ペンテン-1,4-ジオンビルディングブロックとバルビツール酸類との反応, (熊本大院自然) ○大石 晃弘・西野 宏.

(17) 第 48 回化学関連支部合同大会 外国人研究者交流国際シンポジウム, 2011 年 (平成 23 年) 7 月 9 日 (土) 9:00~17:00, 北九州国際会議場, 5\_5.021. BF<sub>3</sub> 存在下における 3-アセチル-1,4-ジオンビルディングブロックと環状 1,3-ジカルボニル化合物との反応, (熊本大院自然) ○大石 晃弘・西野 宏.

(18) 5\_5.022. N-ベンジル-3-オキソブタンアミド類を用いた分子内環化反応によるイソキノリノン類の合成, (熊本大院自然) ○秀島 幸太・西野 宏.

(19) **5\_5.026.** 4*H*-フロ[2,3-*d*]ナフト[2,1-*b*]ピラン-4-オン類の合成, (熊本大院自然) ○田上 由香・西野 宏.

(20) 第21回万有福岡シンポジウム, 2011年(平成23年)5月21日(土)九州大学医学部百年講堂, テトラミン酸とテロン酸誘導体のMn(III)に基づく酸化反応に関する研究, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino.

(21) 日本化学会第91春季年会(2011), 2011(平成23)年3月26日~3月29日, 神奈川大学横浜キャンパス, **3B3-49.** BF<sub>3</sub>存在下におけるアセチルエンジオンビルディングブロックと環状1,3-ジカルボニル化合物との反応, (熊本大理・熊本大院自然) ○大石 晃弘・西野 宏.

(22) The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, USA, December 15-20, 2010, **1563.** Manganese(III)-Catalyzed Aerobic Oxidation of Tetramic Acid and Tetric Acid Derivatives, Md. Aminul Haque and Hiroshi Nishino.

(23) 2010年日本化学会西日本大会, 2010(平成22)年11月6日(土), 7日(日), 熊本大学黒髪キャンパス, **1P-94.** Capto-dative効果を利用したアミノラクトン類の合成, (熊本大院自然) ○畠山由紀・西野 宏.

(24) **1P-97.** 酢酸マンガン(III)による分子内環化反応を用いたシクロファン化合物の合成, (熊本大院自然) ○安武賢司・西野 宏.

(25) **1P-98.** Mn(III)による分子内ラジカル環化反応を用いたインドリノン類の新規合成, (熊本大院自然) ○菊枝信孝・西野 宏.

(26) **1P-99.** 酢酸マンガン(III)による酸化的分子内タンデム環化反応を利用したビシクロ[5.3.0]-デカン類の合成, (熊本大院自然) ○松井佑樹・西野 宏.

(27) **1P-103.** アシルラジカルを用いた環状α-ヒドロキシケトン類の環拡大反応, (熊本大院自然) ○林 秀輝・西野 宏.

(28) 第14回複素環化学研究会, 2010(平成22年)10月16日~17日, 仙台市茂庭荘. 特別講演「マンガン(III)を用いる複素環化合物の合成, 熊本大学大学院自然科学研究科西野 宏.

(29) 第40回複素環化学討論会, 2010(平成22年)10月14日~16日, 仙台市民会館. **1P-100.** マンガン(III)触媒有酸素酸化反応を用いる過酸化複素環化合物の合成, (<sup>1</sup>熊本大院自然・<sup>2</sup>アンカラ大理) ○西野 宏<sup>1</sup>・Md. Aminul Haque<sup>1</sup>・Mehtap Yakut<sup>2</sup>・五十嵐 光<sup>1</sup>.

(30) **1P-101.** 3-Oxobutanamide類とaniline類のマンガン(III)触媒反応を用いた多置換pyrrolin-4-one類の合成, (熊本大院自然) ○高橋 美沙子・Zhi-Qi Cong・西野 宏.

(31) **1P-102.** マンガン(III)により誘起された空気酸化を用いるβ-enaminone類から多官能基化されたpyrrolin-4-one類の合成, (熊本大院自然) ○小俣 美幸・Zhi-Qi Cong・西野 宏.

(32) **1P-103.** マンガン(III)に基づく活性メチレン化合物の酸化反応を利用したdibenz[b,f]oxepin類とその誘導体の合成, (熊本大院自然) ○前村 安信・Zhi-qi Cong・西野 宏.

(33) **1P-104.** ジヒドロフラン環を含むカゴ型シクロファン類の合成, (熊本大院自然) ○津田 浩平・熊本 祥一・西野 宏.

(34) 第47回化学関連支部合同九州大会外国人研究者交流国際シンポジウム, 2010(平成22)年7月10日, 北九州国際会議場イベントホール. **5\_5.075.** Manganese(III)-Catalyzed Aerobic Oxidation of Tetric Acid Derivatives, (Grad. School Sci. & Tech., Kumamoto Univ.) Md. Aminul Haque, Hiroshi Nishino.

(35) **5\_5.076.** 酢酸マンガン(III)存在下におけるenaminone類と3-oxobutanamide類の反応, (熊本大院自然) ○小俣 美幸・西野 宏.

(36) **5\_5.077.** 酢酸マンガン(III)存在下における3-oxobutanamide類とaniline類の反応, (熊本大院自然) ○高橋 美沙子・西野 宏.

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.nishino-labo.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西野 宏 (NISHINO HIROSHI)  
熊本大学・大学院自然科学研究科・教授  
研究者番号: 50145281