

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23390007

研究課題名(和文)汎用性の高いウギ反応の開発を基盤とする生理活性化合物の合成研究

研究課題名(英文)Synthetic study on biological active natural products by means of Ugi reaction

研究代表者

菅 敏幸(Kan, Toshiyuki)

静岡県立大学・薬学部・教授

研究者番号：10221904

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円、(間接経費) 4,050,000円

研究成果の概要(和文)：ウギ反応はカルボン酸、アミン、アルデヒドとイソニトリルを混合するだけで、一切の試薬を必要とせずにドラッグライクなアミノ酸誘導体が簡便に得られる有用な反応である。本研究では、著者らの開発した無臭かつウギ集積体のC端アミド結合を変換可能なイソニトリルを活用した生理活性天然物の合成を計画した。まずは、新規免疫抑制剤として期待されるFR901483の全合成を行い、次にムスカリン受容体のサブタイプ選択的な親和活性を有するTAN1251Aの形式全合成に成功した。

研究成果の概要(英文)：The Ugi four-component condensation (Ugi 4CC) has been widely employed since it provides various alfa-amino amide derivatives by a simple experimental procedure under mild conditions. Recently, we have been developed novel isonitrile, which possessed odorless nature as well as readily convertible C-terminal amide of Ugi adducts. In this research, total synthesis of potent immunosuppressant FR901483 and TAN1251A, which possessed the subtype selective affinity against the muscarinic receptors have been accomplished by means of Ugi reaction with utilizing our novel isonitrile.

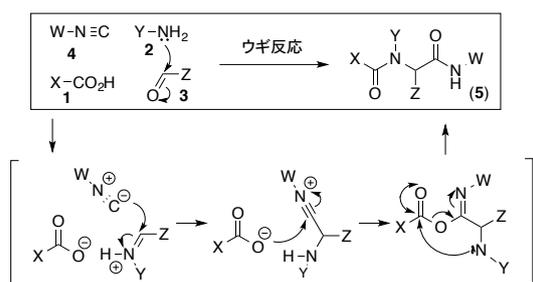
研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：化学系薬学

キーワード：Ugi反応 FR901483 TAN1251A イソニトリル

1. 研究開始当初の背景

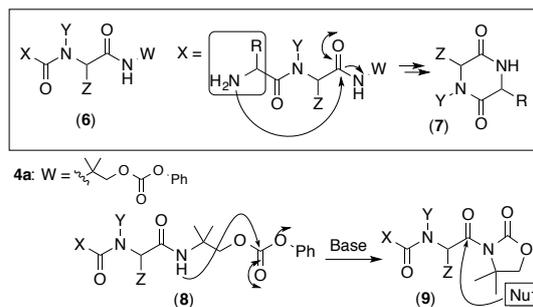
分子量 500~700 のドラッグライクな構造の低分子化合物が、医薬品のリード化合物として大きく期待されている。しかし、疾患に関連する遺伝子がコードするタンパク質の構造だけから有効な化合物を創出することは困難である。そのため、医薬品の開発では多様な化合物ライブラリーを用いてスクリーニングを行うことが有効な手段として期待されている。そのような背景から、多くの化合物を簡便に合成可能な多様性指向の合成方法論として、多成分連結反応が注目を集めている。なかでも、ウギ反応はカルボン酸 (**1**: X-CO₂H)、アミン (**2**: Y-NH₂)、アルデヒド (**3**: Z-CHO) とイソニトリル (**4**: W-N=C:) を混合するだけで、一切の試薬を必要とせずにドラッグライクなアミノ酸誘導体 (**5**) が容易に得られる有用な反応である。本反応は Scheme 1 に示した反応機構により進行する。まず、生体反応にも多く見られるアルデヒドとアミンとの縮合が進行し、イミンを形成する。次に、そのイミンがカルボン酸からのプロトン化により活性化されイソニトリルが付加する。さらに、イソニトリルの炭素原子にカルボン酸が反応後、イミドからアミドへの転位反応が進行し、 α -アシルアミノアミド誘導体 (**5**) が得られる。このように協奏的に反応が進行するため、立体障害の大きなアミンやカルボン酸、さらにケトンとの反応も円滑に進行するのが特徴である。また、溶媒としてメタノールを用いることが多く、厳密な脱水条件も必要としない。このように多くの魅力を有する反応にも関わらず、これまでウギ反応による生物活性天然物の合成例は意外に少なかった。その理由の一つとして、ウギ反応集積体 (**5**) の C 端のアミド結合 (C=O)-NHW の切断が困難なことが挙げられる。



Scheme 1

本研究代表者は、海洋天然物として初の抗ガン剤として上市されたエクチナサイジン 743 (Et-743) の全合成の過程で、カルボン酸 (X-CO₂H) にアミノ酸誘導体を用いることで、ジケトピペラジン (**7**) へと変換可能なことを見いだした。すなわち、ウギ集積体の **6** のアミノ基からの分子内環化により C 端のアミド結合の切断が進行した。このジケトピペラジン **7** が大量供給可能な中間体となり Et-743 の収束的な全合成を達成することが

できた。さらに、本全合成によりウギ反応はスケールアップが容易かつ官能基共存性も優れた有用な反応であることを実証した。さらに、簡便に C 端アミド結合の切断が可能になれば、その有用性は飛躍的に高まると期待し、N-アシルオキサゾリジノン (**9**) へと変換可能なイソニトリル **4a** を考案した。すなわち、**8** は、塩基を作用させるとフェノールの脱離を伴ったアミドからの環化が進行し **9** が得られる。アシルオキサゾリジノン **9** は、様々な求核剤 (Nu-) と反応するため、多様な誘導体への変換も可能である。



Scheme 2

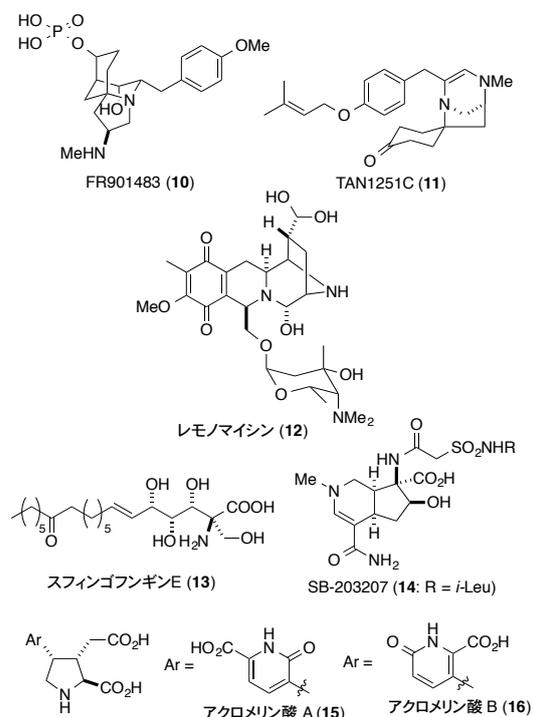
2. 研究の目的

ウギ反応は、カルボン酸、アミン、アルデヒドとイソニトリルを混合するだけで、4 成分が集積する多成分連結反応である。本研究では、ウギ反応の問題点を解決した有用性の高い方法論の開発を行う。我々の考案したイソニトリル **4a** によるウギ集積体は、C 端のアミド結合が N-アシルオキサゾリジノンを経て、様々な求核剤と反応可能である。全く臭わない、画期的な **4a** を活用したウギ反応により、ユニークな免疫抑制剤の FR-901483 (**10**)、ムスカリン受容体拮抗薬である TAN1251C (**11**)、強力な抗菌活性を有するレモノマイシン (**12**)、免疫抑制活性を有する α -二置換 α -アミノ酸であるスフィンゴフンギン E (**13**)、強力なロイシン tRNA 合成阻害活性を有する SB-203207 (**14**)、と、強力なグルタミン酸受容体のアゴニストアクロメリン酸 A (**15**) 及び B (**16**) の合成を行う。これら生理活性化合物は医薬品開発のリードとして期待されるため、ウギ反応により得られる類縁体の構造活性相関情報は重要である。

3. 研究の方法

FR-901483 (**10**)、TAN1251C (**11**) 及びレモノマイシン (**10**) の合成ではイソニトリル **4a** を活用した効率的な合成を行う。**10**、**11** の合成では、ウギ集積体に塩基を作用させ N-アシルオキサゾリジノンを鍵中間体として合成を行う。**10** の合成は、C 末端のアミド部分の一級アルコールへの還元により鍵中間体の合成が短段階にて達成できる。また、SB-203207 (**12**) とアクロメリン酸類 (**15**、**16**) の合成は、当研究室で見いだした無臭イソニトリルを用いて合成する。**12** の合成では、

活性発現に重要なアミノ酸部分をウギ反応の利点を活かし多様な化合物を合成する。**15**、**16** の合成では、安定な合成中間体から蛍光プローブも合成し、GluR の結合実験や生細胞での解析等のバイオロジー研究へと展開する (Scheme 3)。



Scheme 3

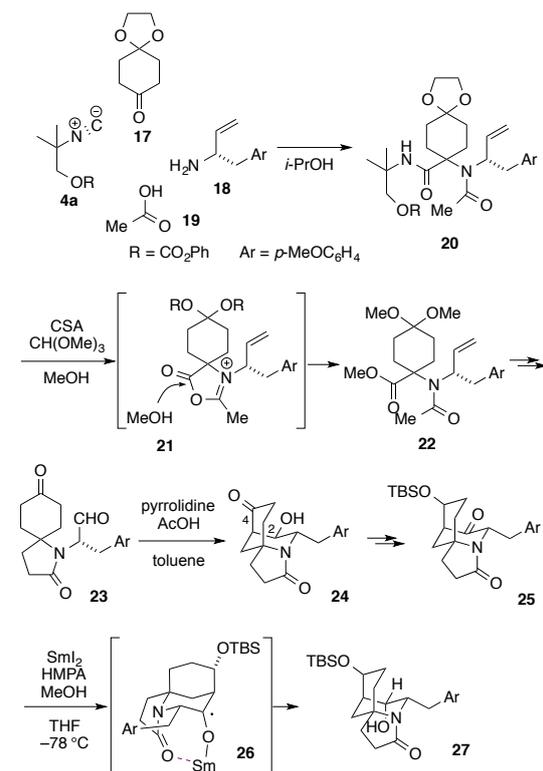
4. 研究成果

4-1. FR901483 (**10**) の全合成

FR901483 (**10**) は 1996 年、藤沢薬品工業株式会社 (現アステラス製薬株式会社) のグループより単離、構造決定された化合物である。**10** は強力な免疫抑制活性を有し、その作用機序は免疫細胞内におけるプリン塩基の生合成阻害であると考えられている。当研究室では、2004 年に **10** のラセミ体での全合成を報告しているが、今回、ウギ反応を用いることで不斉全合成を行うことにした。

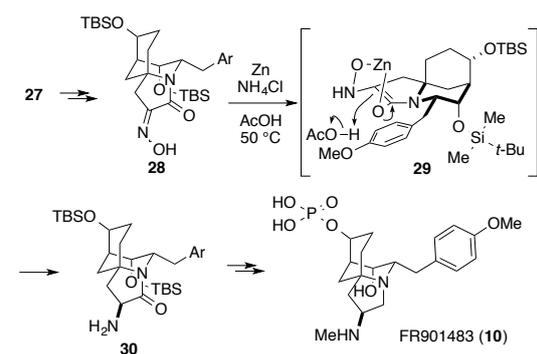
まず、**10** の含窒素四置換炭素部分を構築することとした。前述した当研究室によって開発された無臭のイソニトリル **4a** を用いた Ugi 反応を検討した結果、イソプロピルアルコールを溶媒として用いたときに反応が最も円滑に進行し、Ugi 反応集積体 **20** を良い収率で得ることに成功した。続いて、**20** のアミド部分をメチルエステルへと変換し、環化前駆体であるエステル **22** へと誘導した。通常、アミドの加溶媒分解には強い条件が必要となるが、メタノール中 CSA を用いた温和な条件で反応が円滑に進行した。数段階を経てスピロラクタム環を構築し **23** とした後、酢酸と触媒量のピロリジンを用いた分子内アルドール反応により三環性の化合物 **24** を単一のジアステレオマーとして構築した。さらに数段階を経て **25** とした後、

HMPA と MeOH 存在下、ヨウ化サマリウムを作用させたとこ一電子還元が進行し、axial アルコール **27** を得た (Scheme 4)。



Scheme 4

次に、得られた **27** を数段階にてオキシム **28** へと返還後、酢酸中、亜鉛による一電子還元を行うことで、所望の立体化学を有するアミン **30** を単一のジアステレオマーとして得た。最後に保護基の除去とリン酸化を行い FR901483 (**10**) の全合成を達成した (Scheme 5)。

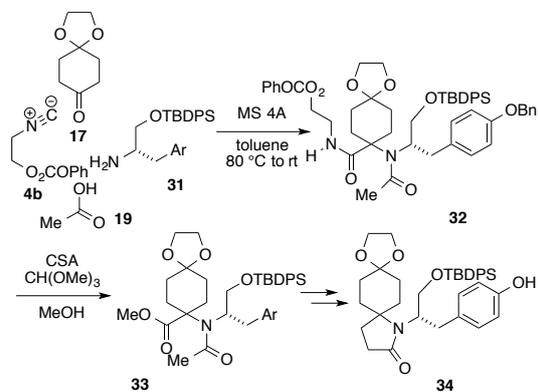


Scheme 5

4-2. TAN1251C (**11**) の全合成研究

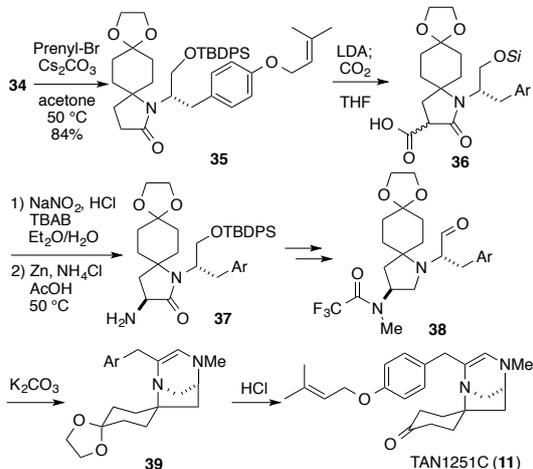
TAN1251C (**11**) は 1992 年に武田薬品工業の研究グループにより、*Penicillium thomii* RA-89 株から単離されたアルカロイドである。ムスカリン受容体に対して強い拮抗阻害を示す。我々は、**11** の特徴的なスピロ環に連結したビシクロ [3.2.1] 骨格と強力な生物活性に興味を持ち合成研究を行った。

まず、イソニトリアル **4a** を用いた Ugi 反応を検討したところ、三成分反応 (Passerini 反応) が進行した。そこで、より立体障害の小さな **4b** を用いたところ反応が円滑に進行し、高収率にて集積体 **32** を得た。**32** に対して、メタノール中 CSA を作用させることでアミド部分を過溶媒分解が進行し、**33** が得られた。さらに数段階を経てラクタム **34** を合成した (Scheme 6)。



Scheme 6

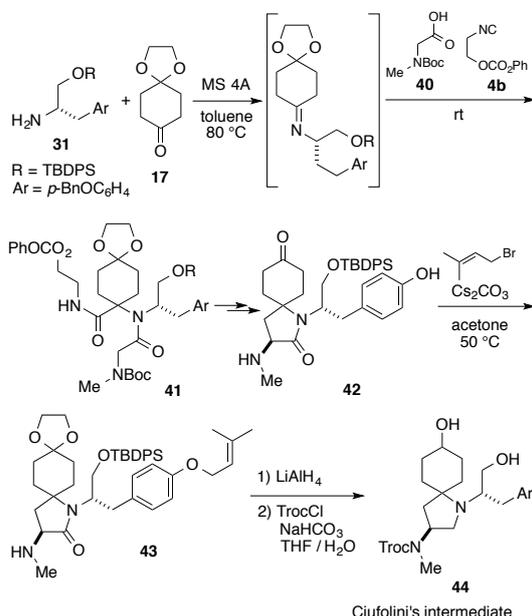
続いての課題であるメチルアミノ基の導入は **10** の全合成ルートに従った。すなわち、**34** のフェノール性水酸基にプレニル基を導入し **35** とした後、LDA とドライアイスを用いカルボキシル基を導入後、相間移動触媒存在下、**36** に亜硝酸ナトリウムと濃塩酸を作用させることでオキシム体を得た。さらに、酢酸中、亜鉛還元を行うと、前述の合成と同様に単一のジアステレオマーとしてアミン **37** を得た。更に数段階にてメチル基及びトリフルオロアセチル基を導入し **38** とした後、 K_2CO_3 を作用させると、トリフルオロアセチル基の加水分解と第二級アミンからアルデヒドへの環化と引き続く脱水縮合が一挙に進行し、1,4-ジアザピシクロ [3.2.1] オクタン環 **39** が構築できた。最後に、酸性条件にて脱保護し、TAN1251C (**11**) の全合成を達成した (Scheme 7)。



Scheme 7

4-3. TAN1251C (**4**) の第二世代の合成研究

これまでの合成ルートでは立体選択性は高かったが、ピロリジン環上へのアミノメチル基の導入に多段階を必要とした。そのため、ウギ反応のカルボン酸ユニットとして *N*-Boc-サルコシン **40** を用いることにした。アミン **31** とケトン **17** を MS 4A 存在下加熱することでイミンを形成した後、カルボン酸 **40** とイソニトリアル **4b** を室温にて加えることで、4 成分連結反応が円滑に進行し **41** が高収率にて得られた。続いて、Ugi 反応集積体 **41** に対して溶媒分解、環化を行うことで **42** が単一化合物として得られた。最後に、**42** に対しプレニル基を導入後、**43** に対して $LiAlH_4$ によるラクタムの還元と第二級アミンを Troc 基で保護することで Ciufolini らが報告している中間体 **44** へと導いた。(Scheme 19)。



Scheme 7

4-4. 終わりに

本研究では、我々の開発した **4a** や **4b** を活用したウギ反応を基盤として FR901483 (**10**) と TAN1251C (**11**) の高立体選択的な全合成を達成した。また、本研究期間中に異なるアプローチにて、イソキノリンアルカロイドのレモノマイシ (**12**)、 α -二置換- α -アミノ酸誘導体のスフィンゴフンギン E (**13**) と SB-203207 (**14**)、カイノイドのアクロメリン酸 A (**15**) と B (**16**) の全合成も達成した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 27 件)

1) "Practical synthesis of natural plant-growth regulator 2-azahypoxanthine, its derivatives, and biotin-labeled probes" K. Ikeuchi, R. Fujii, S. Sugiyama, T. Asakawa, M. Inai, Y. Hamashima, J. Choi, T. Suzuki, H. Kawagishi, T. Kan, *Org. Biomol. Chem.*, in press.

2) "Neuroprotective effect of nobiletin on

- cerebral ischemia–reperfusion injury in transient middle cerebral artery-occluded rats" N. Yasuda, T. Ishii, D. Oyama, T. Fukuta, Y. Agato, A. Sato, K. Shimizu, T. Asai, T. Asakawa, T. Kan, S. Yamada, Y. Ohizumi, N. Oku, *Brain Res.*, **1559**, 46-54 (2014).
- 3) "2-Azahypoxanthine and imidazole-4-carboxamide produced by the fairy-ring-forming fungus increases wheat yield" H. Tobina, J. Choi, T. Asai, Y. Kiriwa, T. Asakawa, T. Kan, A. Morita, H. Kawagishi, *Field Crops Res.*, **162**, 6-11 (2014)
- 4) "Practical Total Syntheses of Acromelic Acids A and B" H. Ouchi, A. Asahina, T. Asakawa, M. Inai, Y. Hamashima, T. Kan, *Org. Lett.*, **16**, 1980-1983 (2014)
- 5) "Stereocontrolled Total Synthesis of Hedyotol A" Y. Kawabe, R. Ishikawa, Y. Akao, A. Yoshida, M. Inai, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Org. Lett.*, **16**, 1976-1979 (2014).
- 6) "Enantioselective Synthesis of SB-203207" Y. Hirooka, K. Ikeuchi, Y. Kawamoto, Y. Akao, T. Furuta, T. Asakawa, M. Inai, T. Wakimoto, T. Fukuyama, T. Kan, *Org. Lett.*, **16**, 1646-1649 (2014).
- 7) "Practical Synthesis of Kainoids: A New Chemical Probe Precursor and a Fluorescent Probe" S. Sasaki, H. Suzuki, H. Ouchi, T. Asakawa, M. Inai, R. Sakai, K. Shimamoto, Y. Hamashima, T. Kan, *Org. Lett.*, **16**, 564-567 (2014).
- 8) "The "Fairy" of Fairy Rings and Its Metabolite Exist in a Novel Purine Metabolic Pathway in Plants" J. Choi, T. Ohnishi, Y. Yamakawa, S. Takeda, S. Sekiguchi, W. Maruyama, K. Yamashita, T. Suzuki, A. Morita, T. Ikka, R. Motohashi, Y. Kiriwa, H. Tobina, T. Asai, S. Tokuyama, H. Hirai, N. Yasuda, K. Noguchi, T. Asakawa, S. Sugiyama, T. Kan, H. Kawagishi, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **53**, 1552 (2014).
- 9) "Use of positron emission tomography for real-time imaging of biodistribution of green tea catechin" K. Shimizu, T. Asakawa, N. Harada, D. Fukumoto, H. Tsukada, T. Asai, S. Yamada, T. Kan, and N. Oku, *PLOS ONE*, **9**, e85520 (2014).
- 10) "Synthetic Studies of Fisetin, Myricetin and Nobiletin Analogs and Related Probe Molecules" A. Hiza, Y. Tsukaguchi, T. Ogawa, M. Inai, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Heterocycles*, **88**, 1371-1396 (2014).
- 11) "Stereocontrolled total synthesis of sphingofungin E" K. Ikeuchi, M. Hayashi, T. Yamamoto, M. Inai, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Eur. J. Org. Chem.*, 6789-6792 (2013).
- 12) "Physicochemical and biopharmaceutical characterization of amorphous solid dispersion of nobiletin, a citrus polymethoxylated flavone, with improved hepatoprotective effects" S. Onoue, T. Nakamura, A. Uchida, K. Ogawa, K. Yuminoki, N. Hashimoto, A. Hiza, Y. Tsukaguchi, T. Asakawa, T. Kan, S. Yamada, *Euro. J. Pharm. Sci.*, **49**, 453-460 (2013).
- 13) "Chemoselective Hydrogenation Reaction of Unsaturated Bonds in the Presence of o-Nitrobenzenesulfonyl Group" A. Kawanishi, C. Miyamoto, Y. Yabe, M. Inai, T. Asakawa, Y. Hamashima, H. Sajiki, T. Kan, *Org. Lett.*, **15**, 1306-1309 (2013).
- 14) "Synthesis of Theaflavins via Biomimetic Oxidative Coupling Reaction" Y. Kawabe, Y. Aihara, Y. Hirose, A. Sakurada, A. Yoshida, M. Inai, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Synlett*, 479-482 (2013).
- 15) "Stereocontrolled Total Synthesis of (-)-FR-901483" S. Ieda, A. Masuda, M. Kariyama, T. Wakimoto, T. Asakawa, T. Fukuyama, T. Kan, *Heterocycles*, **86**, 1071-1092 (2012).
- 16) "Catalytic Desymmetrization of Cyclohexadienes by Asymmetric Bromolactonization," K. Ikeuchi, S. Ido, S. Yoshimura, T. Asakawa, M. Inai, Y. Hamashima, T. Kan, *Org. Lett.*, **14**, 6016-6019 (2012).
- 17) "Stereocontrolled Total Synthesis of (+)-UCS1025A" K. Uchida, T. Ogawa, Y. Yasuda, H. Mimura, T. Fujimoto, T. Fukuyama, T. Wakimoto, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **51**, 12850-12853(2012).
- 18) "Total Synthesis of (-)-Lemonmycin" A. Yoshida, M. Akaiwa, T. Asakawa, Y. Hamashima, S. Yokoshima, T. Fukuyama, T. Kan, *Chem. Eur. J.* **18**, 11192-11195 (2012).
- 19) "3,3',4',5,5'-Pentahydroxyflavone is a potent inhibitor of amyloid fibril formation" H. Ushikubo, S. Watanabe, Y. Tanimoto, K. Abe, A. Hiza, T. Ogawa, T. Asakawa, T. Kan, T. Akaishi, *Neurosci. Lett.* **513**, 51-56 (2012).
- 20) "A Short-step Asymmetric Synthesis of Dehydrodiconiferyl Alcohol via C-H Insertion Reaction" S. Matsumoto, T. Asakawa, Y. Hamashima, T. Kan, *Synlett*, 1082-1084 (2012).
- 21) "Furan Fatty Acid as an Anti-inflammatory Component from Green-Lipped Mussel, *Perna canaliculus*" T. Wakimoto, H. Kondo, H. Nii, K. Kimura, Y. Egami, Y. Oka, M. Yoshida, E. Kida, Y. Ye, S. Akahoshi, T. Asakawa, K. Matsumura, H. Ishida, H. Nukaya, K. Tsuji, T. Kan, I. Abe, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **108**, 17533-17537 (2011)
- 22) "Enantioselective Total Synthesis of Aiperidine" T. Wakimoto, K. Miyata, H. Ouchi, T. Asakawa, H. Nukaya, Y. Suwa, T. Kan, *Org. Lett.*, **13**, 2789-2791 (2011).
- 23) "Stereocontrolled Synthesis of (+)-Methoxyphenylkainic acid and (+)-Phenylkainic acid" T. Higashi, Y. Isobe, H. Ouchi, H. Suzuki, Y. Okazaki, T. Asakawa T. Furuta, T. Wakimoto, T. Kan, *Org. Lett.*, **13**, 1089-1091 (2011).
- 24) "PET Imaging Investigation of Nobiletin

Based on a Practical Total Synthesis" T. Asakawa, A. Hiza, M. Nakayama, M. Inai, D. Oyama, H. Koide, K. Shimizu, T. Wakimoto, N. Harada, H. Tsukada, N. Oku, T. Kan, *Chem. Commun.*, **47**, 2868-2870 (2011)

25) "Anti-angiogenic activity and intracellular distribution of epigallocatechin-3-gallate analogs" S. PIYAVIRIYAKUL, K. Shimizu, T. Asakawa, T. Kan, P. SIRIPONG, N. Oku, *Biol. Pharm. Bull.*, **34**, 396-400 (2011)

26) "Proof of the existence of an unstable amino acid, pleurocybellaziridine, in *Pleurocybella porrigens* (angel's wing mushroom)" Toshiyuki Wakimoto, Tomohiro Asakawa, Saeko Akahoshi, Tomohiro Suzuki, Kaoru Nagai, Hirokazu Kawagishi, Toshiyuki Kan, *Angew. Chem. Int. Ed.* **50**, 1168-1170 (2011)

27) "Concise synthesis of catechin probes enabling analysis and imaging of EGCG" A. Yoshida, Y. Hirooka, Y. Sugata, M. Nitta, T. Manabe, S. Ido, K. Murakami, R. K. Saha, T. Suzuki, M. Ohshima, A. Yoshida, K. Itoh, K. Shimizu, N. Oku, T. Furuta, T. Asakawa, T. Wakimoto, T. Kan, *Chem. Commun.*, **47**, 1794-1796 (2011)

[学会発表] (計 111 件)

1) 「アクロメリン酸 A, B の合成研究」大内仁志, 朝比奈彩, 浅川倫宏, 稲井 誠, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 39 回反応と合成の進歩シンポジウム (福岡), 2013 年 11 月 5 日

2) 「(-)-Sphingofungin E の全合成」池内和忠, 林 萌未, 山本倫広, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 55 回天然有機化合物討論会 (京都), 2013 年 9 月 20 日

3) 「アクロメリン酸 B の全合成」朝比奈彩, 大内仁志, 浅川倫宏, 稲井 誠, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 30 回有機合成化学セミナー (岡山), 2013 年 9 月 18 日

4) 「アクロメリン酸 A の全合成」大内仁志, 浅川倫宏, 稲井 誠, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 103 回有機合成シンポジウム (東京), 2013 年 6 月 5 日

5) 「アクロメリン酸類の合成研究」朝比奈彩, 大内仁志, 浅川倫宏, 稲井 誠, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会第 133 年会 (横浜), 2013 年 3 月 30 日

6) 「TAN1251C の合成研究」長坂洋祐, 升田明孝, 荻山真美, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会第 133 年会 (横浜), 2013 年 3 月 30 日

7) 「アクロメリン酸 A の実用的合成法の開発」大内仁志, 浅川倫宏, 稲井 誠, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会第 133 年会 (横浜), 2013 年 3 月 30 日

8) 「(-)-Sphingofungin E の全合成」池内和忠, 林 萌未, 山本倫広, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会第 133 年会 (横浜), 2013 年 3 月 30 日

9) 「TAN1251C の合成研究」長坂洋祐, 升田

明孝, 岩永耕治, 浅川倫宏, 濱島義隆, 横島 聡, 福山 透, 菅 敏幸, 日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部合同学術大会 (岐阜)2012 年 11 月 18 日

10) 「(-)-レモノマイシンの全合成」吉田篤史, 赤岩路則, 濱島義隆, 横島 聡, 福山 透, 菅 敏幸, 第 54 回天然有機化合物討論会 (東京) 2012 年 9 月 20 日

11) 「(-)-レモノマイシンの全合成」吉田篤史, 赤岩路則, 濱島義隆, 横島 聡, 福山 透, 菅 敏幸, 第 29 回有機合成化学セミナー (静岡) 2012 年 9 月 6 日

12) 「Sphingofungin E の不斉合成研究」池内和忠, 林 萌未, 井戸俊輔, 山本倫広, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 29 回有機合成化学セミナー (静岡) 2012 年 9 月 6 日

13) 「アクロメリン酸の触媒的不斉合成」大内仁志, 濱島義隆, 袖岡幹子, 浅川倫宏, 稲井 誠, 菅 敏幸, 第 29 回有機合成化学セミナー (静岡) 2012 年 9 月 6 日

14) 「Sphingofungin E の全合成」池内和忠, 林 萌未, 井戸俊輔, 山本倫広, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 第 10 回 次世代を担う有機化学シンポジウム (大阪) 2012 年 5 月 11,12 日

15) 「TAN1251C の全合成」升田明孝, 荻山真美, 稲井 誠, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会 132 年会 (札幌) 2012 年 3 月 31 日

16) 「レモノマイシンの合成におけるアミノ糖の合成及びその導入」長坂洋祐, 吉田篤史, 赤岩路則, 浅川倫宏, 濱島義隆, 横島 聡, 福山 透, 菅 敏幸, 日本薬学会 132 年会 (札幌) 2012 年 3 月 31 日

17) 「(-)-レモノマイシンの合成研究」吉田篤史, 赤岩路則, 横島 聡, 濱島義隆, 福山 透, 菅 敏幸, 日本薬学会 132 年会 (札幌) 2012 年 3 月 31 日

18) 「TAN1251 の合成研究」升田明孝, 浅川倫宏, 濱島義隆, 菅 敏幸, 日本薬学会東海支部合同学術 2011 (愛知) 2011 年 11 月 23 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅 敏幸 (KAN, Toshiyuki)
静岡県立大学・薬学部・教授
研究者番号: 1 0 2 2 1 9 0 4

(2) 研究分担者

濱島 義隆 (HAMASHIMA, Yoshitaka)
静岡県立大学・薬学部・教授
研究者番号: 4 0 3 3 3 9 0 0

浅川 倫宏 (ASAKAWA, Tomohiro)
静岡県立大学・薬学部・助教
研究者番号: 8 0 5 7 1 2 5 7