

平成 21 年 6 月 4 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18790089

研究課題名（和文） ホウ素クラスターの特性に基づく機能性分子及び超分子の設計と新たな創薬手法の開拓

研究課題名（英文） Design, Synthesis and Application of Novel Functionalized Molecules and Supramolecules Based upon the Properties of Boron Cluster

研究代表者

太田 公規（OHTA KIMINORI）

東北薬科大学・薬学部・助教

研究者番号：90347906

研究成果の概要：化合物同士が相互作用する為に必要な要素を、ホウ素含有化合物が有するか詳細に検討した。得られた基礎的な知見に基づき、特定の条件下で構造を厳密に制御する化合物や新たな反応を見出した。また、分子が分子を認識するという現象に着目し、生体機能の維持に重要である分子を選択的に認識するホウ素クラスター含有化合物を創製した。更に、公害となりうるフッ素イオンの検出が可能な高感度蛍光指示薬を開発した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,300,000	0	1,300,000
2007 年度	1,000,000	0	1,000,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	300,000	3,600,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：薬学・創薬化学

キーワード：医薬分子機能学

1. 研究開始当初の背景

ホウ素の天然存在比の 20% を占める ^{10}B は熱中性子線の照射により α 線を出し崩壊する。この性質を利用し、癌細胞のみを選択的に殺すホウ素中性子補足療法が確立され高い治療効果が実証されている。ホウ素クラスターの一つであるカルボランは、ホウ素含量が高いことからホウ素中性子補足療法への応用研究が盛んになされていた。しかしながら、カルボランが有するその他の性質についてはほとんど研究されておらず、無機化学の領域

でその構造化学について細々と研究されているだけであった。カルボランの誘導体の合成については、既に様々な方法が報告されており、多様な分子を設計・合成できる環境にあった。カルボランが有するユニークな特徴を利用した機能性分子および創薬の研究は、世界的に類例を見ない新しい着想に基づいており独創性の高い研究であると考えられる。

2. 研究の目的

カルボランは $C_2B_{10}H_{12}$ で表される二十面体のホウ素クラスターで、化学的および熱的に非常に安定で有機化合物と同様に扱える利点がある。また、炭化水素に匹敵するほどの高い疎水性を示す一方で、ホウ素クラスター特有の3中心2電子結合で形成されている為、電子受容性が高くC-H水素は比較的高い酸性を示すなど、既存の化合物にはない興味ある性質が幾つか存在する。ホウ素クラスターの化学は、その特徴的構造の解析や金属との複合体など無機化学が主流を成していた。また、医薬への応用は、ホウ素の特徴を利用したホウ素中性子補足療法に応用される程度であった。当研究者はホウ素クラスターの高い疎水性に着目し、カルボランが医薬化合物の疎水性ファーマコフォアとして機能することを見出した。カルボランは、高い疎水性の他、酸性の高いC-H水素やその特徴的な3次元構造など、分子認識化学に利用し易い特徴を兼ね備えている。そこで、カルボランの特性の詳細な理解と応用的研究を計画した。本研究では、ホウ素クラスターの化学的および物理的性質に着目し、分子認識を基盤とした超分子および機能性分子の構築を創薬へ結び付けることを目的とした。また、多方面分野の融合による新たな研究領域の開拓と、今までとは全く異なる方向から創薬へアプローチし新たな創薬手法の提出を目指した。

3. 研究の方法

電子欠損性のホウ素クラスターであるカルボランのC-H水素に着目し、その相互作用能を物理化学的手法により確認した。続いて、カルボランC-H水素を分子認識のトリガーとして利用し、生体機能関連化合物を認識する分子を設計・合成し、その機能を物理化学的手法により詳細に評価した。また、生体内における液晶性物質の役割を解明すべく、カルボランの高い疎水性を利用し液晶性化合物を合成した。その成果について、有用性、新規性、将来性などの点を含めて以下に述べる。

- (1) カルボランC-H水素の相互作用能を理解すべく、溶液中における水素結合形成についてNMRを用い詳細に検討した。重クロロホルム中で様々なフェニルカルボラン誘導体について、カルボランC-H水素の化学シフト値変化を比較した。カルボランのC-H水素が分子内水素結合を形成した化合物としていない化合物に対し、化学シフト値変化を指標に溶媒効果を比較した。置換基とカルボランC-H水素の間における分子内水素結合の存在を、X線結晶構造解析により確認し、DFT計算によりそのエネルギーを求めた。
- (2) カルボランC-H水素とフェノール性水酸基の間で分子内水素結合を形成する化合

物を合成し、液性条件による水素結合の強度変化を検討した。

- (3) フェニルカルボラン誘導体におけるC-H水素の分子内水素結合のジオメトリーを利用し、Pd触媒カップリング反応と脱メチル化反応がone potで起こるような反応を設計し検討した。
- (4) カルボランのC-H水素を分子間相互作用に応用すべく、4つのC-H水素が3次元的に配列するトリカルボランをデザインした。生体機能性分子として塩素アニオンに着目し、合成した化合物が塩素アニオンの人工レセプターとして機能するかNMR滴定、Job's plotなどにより詳細に検討した。また、塩素イオンとの共結晶を作成し、X線結晶構造解析を行った。
- (5) カルボランのC-H水素がF⁻アニオンで容易に脱プロトン化されることを利用して、蛍光化合物であるクマリンと結合させ様々なアニオン存在下での蛍光強度変化について詳細に検討した。
- (6) 生体内中における液晶性物質の役割を解明すべく、ホウ素クラスターを利用した液晶性化合物をデザインし、その液晶性について評価した。

4. 研究成果

カルボランC-H水素について、基礎的な研究より水素結合のドナーとして機能することを明らかにした。また、その性質を機能性分子構築、新規反応、創薬と幅広く応用し、短期間で基礎から応用まで一連の成果を得た。また、カルボランの高い疎水性を生体機能調節化合物である液晶に応用し、新しいタイプの液晶性化合物を得た。以下にその詳細について述べる。

- (1) フェニルカルボランのベンゼン環上置換基の種類により¹H NMRでカルボランC-H水素の化学シフト値が変化し、オルト位に水素結合アクセプターが存在する時顕著な低磁場シフトが見られ、分子内水素結合の存在が示唆された。分子内水素結合可能な化合物と、そうでない化合物のC-H水素における溶媒効果を比較し、そこに顕著な差があることから分子内水素結合を確認した。また、メトキシフェニルカルボランのX線結晶構造解析により、分子内C-H...O相互作用を確認し、それらが形成する二面角がほぼ平面に近い(6.5°)ことを明らかにした。更に、その分子内C-H...O水素結合のエネルギーをDFT計算により求め、その値が3.53kcal/molであることも明らかにした。これら実験結果から、カルボランC-H水素が、結晶、溶液、気相中で水素結合ドナーとして機能することを明らかにした。カルボランのC-H水素についての水素結

合能について物理化学的に証明したのは初めてであり、カルボランと分子認識を繋げる重要な成果であるといえる。

- (2) カルボラン C-H 水素とフェノール性水酸基との間に分子内水素結合を形成し、塩基を加えることでフェノールの水酸基の脱プロトン化により水素結合が強くなり、強酸を加えることでフェノール性水酸基へのプロトン化により水素結合の切断が起こることを明らかにした。また、プロトン化した水酸基がカルボランの B-H 水素と O-H...H-B の二水素結合を形成することも明らかとした。このように、条件を変えることにより分子内水素結合様式を制御することに成功した。
- (3) Pd 触媒存在下における B-ヨウ素カルボランと Grignard 試薬のカップリング反応と、分子内水素結合のジオメトリーを組み合わせ、タンデム型の B-C 結合形成-脱メチル化反応が高収率で進行する新規反応を開発した。カルボランの C-H 水素が Grignard 試薬により引き抜かれ、活性種である C-MgBr が形成されることが重要で、Mg を様々な金属に変換することができることから将来新たな金属触媒へ応用できる可能性がある。
- (4) カルボランの C-H 水素を分子間相互作用に応用し、4 つの C-H 水素を持つホスト化合物であるトリカルボランを合成し、その分子認識能について NMR を用い検討した。塩素イオンと相互作用することが明らかとなり、その結合定数は重ベンゼン中で 2200 M^{-1} を示した。また、塩素イオンとの X 線共結晶構造から C-H 水素と塩素アニオンとの水素結合を確認した。更に、結晶のパッキング構造から塩素イオンを中心とした超分子螺旋構造を有することを明らかとした。将来、この化合物が塩素イオンチャネルとして機能すれば、嚢胞性線維症のような塩素イオンチャネルに纏わる疾患に応用可能であり、極めて新しい創薬手法として注目される。
- (5) カルボランの C-H 水素は酸性が高く、フッ素アニオンで脱プロトン化が起こる。この性質を利用し、蛍光性化合物であるクマリンと結合させフッ素イオン選択的に応答するアニオンセンサーを開発した。他の様々なアニオンでは全く蛍光を示さずフッ素のみに選択性を示すことから、衛生薬学的に極めて重要なフッ素イオンの定量などに応用可能と考えられる。
- (6) カルボランを疎水性構造に用いた液晶化合物を合成し、DSC による測定により幾つかの化合物に液晶性を確認した。また、*m*-カルボランを中心骨格に持つ化合物が、近年注目されつつあるバナナ型液晶として機能することを明らかとした。今後は、

生体中に存在する液晶構造と機能性解明を目指す。

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 15 件)

1. P. Kaszynski, A. Januszko, K. Ohta, T. Nagamine, P. Potaczek, V. G. Young Jr., Y. Endo; Conformational Effects on Mesophase Stability: Numerical Comparison of Carborane Diester Homologous Series with Thier Bicyclo[2,2,2]octane, Cyclohexane and Benzene Analogues; *Liq. Cryst.* 査読有, 35, 1169-1190, 2008.
2. K. Ohta, S. Konno, Y. Endo; Complexation of β -Cyclodextrin with Carborane Derivatives in Aqueous Solution; *Tetrahedron Lett.* 査読有, 49, 6525-6528, 2008.
3. K. Ohta, Y. Chiba, T. Ogawa, Y. Endo; A Promising Structure for Nuclear Receptor Ligands: Design and Synthesis of Novel Estrogen Receptor Ligand Based on Diphenylamine Skeleton; *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 査読有, 18, 5050-5053, 2008.
4. K. Ohta, T. Goto, S. Fujii, T. Suzuki, S. Ohta, Y. Endo; Design and Synthesis of Carborane-containing Androgen Receptor (AR) Antagonist Bearing a Pyridine Ring; *Bioorg. Med. Chem.* 査読有, 16, 8022-8028, 2008.
5. T. Nagamine, A. Januszko, K. Ohta, P. Kaszynski, Y. Endo; The Effect of the Linking Group on Mesogenic Properties of Three-ring Derivatives of *p*-Carborane and Biphenyl; *Liq. Cryst.* 査読有, 35, 865-884, 2008.
6. D. Pocięcha, K. Ohta, A. Januszko, P. Kaszynski, Y. Endo. Symmetric Bent-core Mesogens with *m*-Carborane and Adamantane as the Central Units; *J. Mater. Chem.* 査読有, 18, 2978-2982, 2008.
7. O. Saku, K. Ohta, E. Arai, Y. Nomoto, H. Miura, H. Nakamura, E. Fuse, Y. Nakasato. Synthetic Study of VLA-4/VCAM-1 Inhibitors: Synthesis and Structure-activity Relationship of Piperazinylphenylalanine Derivatives; *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 査読有, 18, 1053-1057, 2008.
8. K. Ohta, H. Yamazaki, F. Pichierri, M. Kawahata, K. Yamaguchi, Y. Endo; Solid-state Supramolecular Array through Co-operative π - π Interactions of 1-(2-Methoxyphenyl)-*o*-carborane; *Tetrahedron* 査読有, 63, 12160-12165, 2007.
9. K. Ohta, H. Yamazaki, M. Kawahata, K. Yamaguchi, F. Pichierri, Y. Endo;

Proton-driven Conformational Change in a 2-Aryl-*p*-carborane Constrained by an Intramolecular C-H...O Hydrogen Bond; *Tetrahedron Lett.* 査読有, 48, 5231-5234, 2007.

10. K. Ohta, T. Goto, H. Yamazaki, F. Pichierri, Y. Endo; Facile and Efficient Synthesis of C-Hydroxycarboranes and C,C'-Dihydroxycarboranes; *Inorg. Chem.* 査読有, 46, 3966-3970, 2007.
11. K. Ohta, Y. Endo; Chemistry of Boron Clusters, Carboranes Synthesis, Structure and Application for Molecular Construction; 有機合成化学協会誌, 査読有, 65, 320-333, 2007.
12. T. Nagamine, A. Januszko, P. Kaszynski, K. Ohta, Y. Endo; Mesogenic, Optical, and Dielectric Properties of 5-Substituted 2-[12-(4-penthyloxyphenyl)-*p*-carboran-1-yl][1,3]dioxanes; *J. Mater. Chem.* 査読有, 16, 3836-3843, 2006.
13. C. Calleja, N. Messaddeq, B. Chapellier, H. Yang, W. Krezel, M. Li, D. Metzger, B. Mascrez, K. Ohta, H. Kagechika, Y. Endo, M. Mark, N. B. Ghyselinck, P. Chambon; Genetic and Pharmacological Evidence that a Retinoic Acid cannot be the RXR-activating Ligand in Mouse Epidermis Keratinocytes; *Gene Dev.* 査読有, 20, 1525-1538, 2006.
14. T. Ogawa, K. Ohta, T. Yoshimi, H. Yamazaki, T. Suzuki, S. Ohta, Y. Endo; *m*-Carborane Bisphenol Structure as a Pharmacophore for Selective Estrogen Receptor Modulators; *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 査読有, 16, 3943-3946, 2006.
15. K. Ohta, H. Yamazaki, Y. Endo; NMR Study of 1-Aryl-1,2-dicarba-*closo*-dodecaboranes: Intramolecular C-H...O Hydrogen Bond in Solution; *Tetrahedron Lett.* 査読有, 45, 1937-1940, 2006.

[学会発表] (計 38 件)

1. 太田公規, 山崎広人, 遠藤泰之; ホウ素クラスターの特性を利用した蛍光フッ素センサーの構築; 日本薬学会第 129 年会; 国立京都国際会館; 2009 年 3 月 26 日
2. 藤井晋也, 太田公規, 遠藤泰之, 影近弘之; 10-vertex カルボランを用いたアンドロゲン受容体リガンドの創製; 日本薬学会第 129 年会; 国立京都国際会館; 2009 年 3 月 26 日
3. 山崎広人, 太田公規, 相澤光栄, 川幡正俊, 山口健太郎, 遠藤泰之; ホウ素クラスターを基本骨格とするクロライドアニオンレセプターの構築とイオノフォアへの応用; 日本薬学会第 129 年会; 国立京都国際会館; 2009 年 3 月 28 日
4. 太田公規, 後藤徳仁, 藤井晋也, 鈴木智晴, 太田茂, 遠藤泰之; カルボラン骨格

を利用した、アンドロゲン受容体変異に対しても有効な拮抗剤の創製; 第 27 回メディシナルケミストリーシンポジウム; メルパルク大阪; 2008 年 11 月 27 日

5. 千葉由紀, 小川卓巳, 太田公規, 遠藤泰之; 核内受容体リガンドに対する新規 privileged structure の探索: ジフェニルアミン骨格を用いた ER リガンドの創製; 第 27 回メディシナルケミストリーシンポジウム; メルパルク大阪; 2008 年 11 月 27 日
6. 太田公規, 後藤徳仁, 小川卓巳, 藤井晋也, 鈴木智晴, 太田茂, 遠藤泰之; Diarylcarborane 構造を利用したエストロゲン活性および抗アンドロゲン活性を併せ持つ化合物の創製; 日本レチノイド研究会第 19 回学術集会; 東京慈恵会医科大学; 2008 年 11 月 22 日
7. 山崎広人, 太田公規, 相澤光栄, 川幡正俊, 山口健太郎, 遠藤泰之; ホウ素クラスター (*o*-carborane) の特性を利用したハロゲンイオンレセプター及びハロゲンイオンセンサー; 第 34 回反応と合成の進歩シンポジウム; 京都テルサ; 2008 年 11 月 4 日
8. 山崎広人, 太田公規, 相澤光栄, 川幡正俊, 山口健太郎, 遠藤泰之; カルボラン C-H 水素の水素結合能を利用したクロライドイオンレセプターの構築とイオノフォアへの応用; 第 47 回日本薬学会東北支部大会; 岩手医科大学薬学部; 2008 年 10 月 26 日
9. K. Ohta, S. Konno, Y. Endo; Complexation of carborane derivatives with cyclodextrins (CDs) in aqueous solution; XIII International Conference on Boron Chemistry; Platja d'Aro, Spain; 24, Sep. 2008
10. T. Ogawa, K. Ohta, M. Miyazawa, Y. Endo; Design and synthesis of halogenated carboranylphenols as estrogen receptor β selective ligands; XIII International Conference on Boron Chemistry; Platja d'Aro, Spain; 24, Sep. 2008
11. Y. Endo, T. Goto, K. Ohta, S. Fujii, H. Kagechika; Utility of boron clusters for drug design: Design of androgen receptor estrogen receptor dual ligands bearing carborane for anti-prostate cancer drug; XIII International Conference on Boron Chemistry; Platja d'Aro, Spain; 22, Sep. 2008
12. H. Yamazaki, K. Ohta, K. Aizawa, M. Kawahata, K. Yamaguchi, Y. Endo; Construction of anion receptor utilized acidity of *o*-carborane C-H; XIII International Conference on Boron

- Chemistry; Platja d'Aro, Spain; 22, Sep. 2008
13. S. Fujii, **K. Ohta**, T. Goto, T. Suzuki, S. Ohta, Y. Hashimoto, H. Kagechika, Y. Endo; Androgen receptor antagonists based on boron cluster as a hydrophobic core structure; XIII International Conference on Boron Chemistry; Platja d'Aro, Spain; 22, Sep. 2008
 14. 小川卓巳、**太田公規**、猪股浩平、遠藤泰之; ER アンタゴニスト活性を有する cyclohexane 誘導体の構造活性相関; 第3回東北薬科大学ハイテク・リサーチシンポジウム; 東北薬科大学; 2008年6月13日
 15. 千葉由紀、小川卓巳、**太田公規**、遠藤泰之; ジフェニルアミン骨格を有するエストロゲン受容体制御化合物の構造活性相関; 第3回東北薬科大学ハイテク・リサーチシンポジウム; 東北薬科大学; 2008年6月13日
 16. 相澤光栄、山崎広人、**太田公規**、遠藤泰之; カルボラン環 B-アリアル化反応と機能性分子への応用; 日本薬学会第128年会; パシフィコ横浜; 2008年3月27日
 17. 千葉由紀、小川卓巳、**太田公規**、遠藤泰之; ジフェニルアミン骨格を有するエストロゲン受容体 (ER) 制御化合物の構造活性相関; 日本薬学会第128年会; パシフィコ横浜; 2008年3月27日
 18. 小川卓巳、宮沢素、**太田公規**、遠藤泰之; 疎水性構造上の置換基による ER α および ER β 選択性の制御; 日本薬学会第128年会; パシフィコ横浜; 2008年3月27日
 19. 山崎広人、相澤光栄、**太田公規**、川幡正俊、山口健太郎、遠藤泰之; カルボラン C-H 水素の相互作用を利用したホスト分子の構築; 日本薬学会第128年会; パシフィコ横浜; 2008年3月26日
 20. 小川卓巳、**太田公規**、遠藤泰之; 新規 ER β 選択的リガンドの創製: 親和性の向上と選択性におけるハロゲンの効果; 第26回メディシナルケミストリーシンポジウム; グリーンホール相模大野; 2007年11月28日
 21. 後藤徳仁、**太田公規**、小川卓巳、藤井晋也、鈴木智晴、太田茂、遠藤泰之; カルボランの特性を活かした多重分子標的型リガンドの創製: ER アゴニスト・AR アンタゴニストデュアルモデュレーターの開発; 第26回メディシナルケミストリーシンポジウム; グリーンホール相模大野; 2007年11月28日
 22. 藤井晋也、後藤徳仁、**太田公規**、富田景子、長野麻央、原山尚、影近弘之、遠藤泰之; アミド構造を有する含カルボラン AR リガンドの構造活性相関; 第26回メディシナルケミストリーシンポジウム; グリーンホール相模大野; 2007年11月28日
 23. 後藤徳仁、**太田公規**、小川卓巳、遠藤泰之; エストロゲン活性および抗アンドロゲン活性を併せ持つ carboranylphenol 誘導体の創製; 第2回東北薬科大学ハイテク・リサーチシンポジウム; 東北薬科大学; 2007年5月25日
 24. 小川卓巳、田口史、太田公規、遠藤泰之; 新規カルボラン含有 ER β 選択的リガンドの創製; 第2回東北薬科大学ハイテク・リサーチシンポジウム; 東北薬科大学; 2007年5月25日
 25. 田口史、小川卓巳、**太田公規**、遠藤泰之; シクロアルケンを疎水性構造として利用した高活性エストロゲン受容体 (ER) リガンド; 日本薬学会第127年会; 富山大学; 2007年3月29日
 26. 後藤徳仁、**太田公規**、小川卓巳、藤井晋也、鈴木智晴、太田茂、遠藤泰之; 抗アンドロゲン活性およびエストロゲン活性を併せ持つ diarylcarborane 誘導体の創製; 日本薬学会第127年会; 富山大学; 2007年3月29日
 27. 小川卓巳、田口史、**太田公規**、遠藤泰之; ハロゲン原子導入による新規カルボラン含有 ER β 選択的リガンド; 日本薬学会第127年会; 富山大学; 2007年3月30日
 28. 藤井晋也、後藤徳仁、**太田公規**、橋本祐一、原山尚、遠藤泰之; 複素環官能基を水素結合部位として利用した新規 AR リガンド; 日本薬学会第127年会; 富山大学; 2007年3月30日
 29. 山崎広人、**太田公規**、川幡正俊、Pichierri, Fabio、山口健太郎、遠藤泰之; カルボラノールの結晶構造と物性評価; 日本化学会第87春季年会; 関西大学; 2007年3月25日
 30. 今野俊輔、**太田公規**、遠藤泰之; 球状疎水性分子とシクロデキストリンにおける相互作用の解析; 日本化学会第87春季年会; 関西大学; 2007年3月25日
 31. **太田公規**; 疎水性構造の分子認識機構に基づいた核内受容体制御化合物の創製; 日本薬学会東北支部講演会第28回東北薬学セミナー; 仙台ガーデンパレス; 2006年12月6日
 32. 後藤徳仁、**太田公規**、小川卓巳、藤井晋也、鈴木智晴、太田茂、遠藤泰之; Diarylcarborane を基本骨格とするアンドロゲン受容体アンタゴニストの設計と構造展開; 第25回メディシナルケミストリーシンポジウム; 名古屋国際会議場; 2006年11月29日

33. 小川卓巳、田口史、**太田公規**、遠藤泰之；新規カルボラン含有エストロゲン受容体 β 選択的リガンドの創製；第25回メディシナルケミストリーシンポジウム；名古屋国際会議場；2006年11月29日
34. 田口史、小川卓巳、**太田公規**、遠藤泰之、鈴木智晴、太田茂；新規エストロゲン受容体調節薬の創製：疎水性骨格の変換による構造活性相関；第25回メディシナルケミストリーシンポジウム；名古屋国際会議場；2006年11月29日
35. 今野俊輔、**太田公規**、遠藤泰之；球状疎水性分子とシクロデキストリンとの疎水性相互作用の解析；第45回日本薬学会東北支部大会；山形大学；2006年10月29日
36. Y. Endo, T. Ogawa, T. Yoshimi, **K. Ohta**, T. Suzuki, S. Ohta; Potent estrogen receptor modulators based on 3-dimensional hydrophobic core structure; The 30th National Medicinal Chemistry Symposium; University of Washington; 26, June, 2006
37. **K. Ohta**, T. Goto, T. Suzuki, S. Ohta, Y. Endo; Design and synthesis of novel androgen receptor (AR) modulators focused on hydrophobic interaction; The 30th National Medicinal Chemistry Symposium; University of Washington; 26, June, 2006
38. 山崎広人、**太田公規**、山口健太郎、遠藤泰之；ホウ素クラスターのC-H水素結合を利用した新規アニオンレセプターの開発；第1回ホスト・ゲスト化学シンポジウム；エポカルつくば；2006年5月29日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

太田 公規 (OHTA KIMINORI)
東北薬科大学・薬学部・助教
研究者番号：90347906