

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 6 月 4 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009～2012

課題番号：21249002

研究課題名（和文） 創薬を志向した生体機能分子の創生研究：独創的有機合成によるアプローチ

研究課題名（英文） Research on Development of Biologically Functional Molecules Aiming at Drug Discovery: An Approach by Creative Organic Syntheses

研究代表者

北 泰行(KITA YASUYUKI)

立命館大学・薬学部・教授

研究者番号：00028862

研究成果の概要（和文）：申請者らの有する独創的合成法を、興味深い生物活性を有するが微量しか得られず複雑な高次構造を有する天然物や生体機能分子を得るための、環境にやさしく持続的に使用可能な手法へと発展させ、創薬に役立つ化合物を種々合成した。これらの得られた新規化合物を基に、新しい作用機作を有する新規医薬品候補化合物の創生に向けた研究を、独自の薬物評価系を持つ他研究所や研究機関と共同研究の下で推進した。またさらに、我々の独自の手法を用い、有機機能性素子の合成へと展開し、その有用性を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We have advanced our creative methods to environmentally friendly and sustainable synthesis of a series of natural products which have complicated and high dimensional structures showing interesting biological activities but occur only in small amounts in nature, and also living body-functioned molecules for the purpose of obtaining many useful compounds for drug development. Using these newly synthesized compounds, research toward creation of novel medicinal target based on new mechanisms has been performed in collaboration with other research groups and institutes having original drug evaluation systems. Furthermore, we also developed a metal-free direct synthesis of the organic materials using our synthetic methods.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	12,200,000 円	3,660,000 円	15,860,000 円
2010 年度	8,000,000 円	2,400,000 円	10,400,000 円
2011 年度	8,000,000 円	2,400,000 円	10,400,000 円
総計	28,200,000 円	8,460,000 円	36,660,000 円

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：薬学、化学系薬学

キーワード：創薬合成、生物活性物、生体機能分子、環境調和、立体選択的合成、高活性化学種、有機反応剤、有機触媒

1. 研究開始当初の背景

医薬品関連物質の探索や創薬研究への展開に際しては、これまでにない物質の創生が可能となる有機化学的アプローチの開発が極めて重要となる。申請者らはこれまでに、毒性が低く、資源としても豊富な典型元素の未

知の反応性の開拓を基盤とする独自の合成手法を提案し、これらを利用して優れた生物活性を有するが、微量しか得られず複雑な高次構造を有する天然物の全合成に挑戦してきた。またこれらを創薬リード化合物として、その大量合成法の開発と分子設計による創薬

研究に向けて、特に希少金属に近い反応性を示す高原子価のヨウ素や硫黄、酸素(オキソニウム)などの性質を利用した、合理的な合成戦略を立案してきた。

2. 研究の目的

有機化学的アプローチによる生体機能分子の創生を目標に、優れた生物活性を有するが微量しか得られず、複雑な高次構造を有する生物活性天然物や生体機能物質を、特に希少金属に近い反応性を示す高原子価のヨウ素や硫黄、酸素(オキソニウム)などの性質を利用した新反応や反応剤を用い、独創的かつ高効率に合成し、これらをリード化合物とする創薬研究へと展開する。

3. 研究の方法

今世紀に入ってから、有機触媒の著しい発展にも見られるように、環境にやさしく持続可能な化学技術が特に注目され、資源として豊富な典型元素の性質を巧みに利用した新しい有機合成が評価されつつある。申請者らはこのような事が未だ注目されていなかった30年以上も前より、毒性の大きい重金属を用いない環境調和型の有機合成法として、ヨウ素などに由来するユニークな活性種や反応剤を駆使した、希少元素や資源に頼らない独自の合成手法を種々開発し、数々の複雑な天然物の合成を達成してきた。

本研究では申請者らの独創的な基盤合成技術を生体機能分子をターゲットとした手法として確立させると共に、新規な創薬研究へと発展させたい。また実用性や環境調和に重点を置きながら、複雑な構造を有する生体機能分子や天然物群の全合成および簡便・大量合成を達成するとともに、他研究所や研究機関の独自に薬物評価系を開発している基礎医学研究者と連携して創薬研究を推進する。

4. 研究成果

申請者らが培ってきた独創的な合成技術をより広視野な観点で生物活性天然物や生体機能物質へと応用することを目的に、適宜、目標とする天然物や類縁体合成などを完遂しつつ、基礎および応用研究を行った。これらで得られた化合物群は、他研究所や研究機関と共同研究の下、構造活性相関研究を行っており、新しい作用機作を有する新規医薬候補化合物として興味深い成果が得られつつある。同時にこれらの基盤技術を用いた、有用化合物合成への応用研究を行い、有機機能性素子への合成へと展開した。また典型元素を核とする我々の典型元素を核として持つ反応剤に対して、リサイクル型およびキラル型の独自の反応剤やその触媒的利用技術を応用し、創薬研究に役立つ持続可能で未来に

残る高度分子変換法として発展させた。成果の詳細については次節を参考にされたい。目標達成に関しては予想以上の研究成果が得られている。

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 62 件)

- (1) 著書名 : T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題 : Synthesis of Boron-Substituted Diaryliodonium Salts and Selective Transformation into Functionalized Aryl Boronates,
雑誌名 : *Angew. Chem. Int. Ed.* 巻 : 51、
発行年 : 2012, ページ : 12555-12558.
査読 : 有
DOI: 10.1002/anie.201206917.
- (2) 著書名 : T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題 : Efficient synthesis of oxygenated terphenyls and other oligomers: Sequential arylation reactions through phenol oxidation - rearomatization
雑誌名 : *Chem. Eur. J.* 巻 : 18, 発行年 : 2012, ページ : 13164-13168., 査読有
DOI: 10.1002/chem.201202086
- (3) 著書名 : T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題 : An excellent dual recycling strategy for the hypervalent iodine/nitrosyl radical mediated selective oxidation of alcohols to aldehydes and ketones
雑誌名 : *Green Chem.* 巻 : 14 発行年 : 2012, ページ : 1493-1501, 査読有
DOI: 10.1039/C2GC16632A
- (4) 著者名 : Y. Kita, H. Fujioka
論文標題 : Marine pyrroloiminoquinone alkaloids
雑誌名 : *Top. Curr. Chem.* 巻 : 309
発行年 : 2012, ページ : 131-162, 査読有
http://link.springer.com/chapter/10.1007/128_2011_134
- (5) 著者名 : Y. Kita, T. Dohi, K. Morimoto
論文標題 : Hypervalent iodine induced metal-free C-H cross-coupling to biaryls
雑誌名 : *J. Synth. Org. Chem., Jpn.* 巻 : 69
発行年 : 2011, ページ : 1241-1250,
査読 : 有
DOI: 10.5059/yukigoseikyokaiishi.69.1241
- (6) 著者名 : T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題 : Coupling of quinone monoacetals promoted by sandwiched Brønsted acids: Synthesis of oxygenated biaryls
雑誌名 : *Angew. Chem., Int. Ed.* 巻 : 50
発行年 : 2011 ページ : 6142-6146,
査読 : 有

- DOI: 10.1002/anie.201101646
- (7) 著者名: Y. Kita et al.
論文標題: *Ortho*-selective nucleophilic addition of primary amines to silylbenzynes: Synthesis of 2-silylanilines
雑誌名: *Angew. Chem., Int. Ed.*
巻: 50, 発行年: 2011, ページ: 5674-5677
査読: 有
DOI: 10.1002/anie.201100360
- (8) 著者名: T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題: Discovery of stabilized bisodonium salts as intermediates in the carbon-carbon bond formation of alkynes
雑誌名: *Angew. Chem., Int. Ed.* 巻: 50
発行年: 2011, ページ: 3784-3787
査読: 有
DOI: 10.1002/anie.20107640
- (9) 著者名: H. Fujioka, Y. Kita, et al.
論文標題: Asymmetric total synthesis of clavonine
雑誌名: *Org. Lett.* 巻: 52, 発行年: 2011
ページ: 973-975, 査読有
DOI: 10.1021/ol200376z
- (10) 著者名: T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題: Designer μ -oxo-bridged hypervalent iodine(III) organocatalysts for greener oxidations
雑誌名: *Chem. Commun.* 巻: 46 発行年: 2010, ページ: 7697-7699, 査読有
DOI: 10.1039/c0cc03213a
- (11) 著者名: Y. Kita et al.
論文標題: Preparation and regioselective Diels-Alder reactions of borylbenzynes: synthesis of functionalized arylboronates
雑誌名: *Angew. Chem., Int. Ed.* 巻: 49
発行年: 2010, ページ: 5563-5566,
査読: 有
DOI: 10.1002/anie.201002191
- (12) 著者名: T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題: Unusual *ipso*-substitution of diaryl iodonium bromides initiated by single-electron transfer oxidizing process
雑誌名: *Angew. Chem., Int. Ed.* 巻: 49
発行年: 2010, ページ: 3334-3337
査読: 有
DOI: 10.1002/anie.200907281
- (13) 著者名: T. Dohi, Y. Kita et al.
論文標題: Hypervalent iodine(III): selective and efficient single-electron-transfer (SET) oxidizing agent
雑誌名: *Tetrahedron* 巻: 65 発行年: 2009
ページ: 10797-10815, 査読有
DOI: 10.1016/j.tet.2009.10.040
- (14) 著者名: Y. Kita, H. Fujioka et al.
論文標題: Synthesis of antitumor marine alkaloid discorhabdin A oxa analogues

- 雑誌名: *Org. Lett.* 巻: 11 発行年: 2009
ページ: 4048-4050, 査読有
DOI: 10.1021/ol901471r
- (15) 著者名: Y. Kita, H. Fujioka et al.
論文標題: A highly efficient macrolactonization method *via* ethoxyvinyl ester
雑誌名: *Chem.-Eur. J.* 巻: 15 発行年: 2009, ページ: 3526-3537, 査読有
DOI: 10.1002/chem.200801548
- (16) 著者名: T. Dohi, Y. Kita
論文標題: Hypervalent iodine reagents as a new entrance to organocatalysts
雑誌名: *Chem. Commun.* 巻: - 発行年: 2009, ページ: 2073-2085, 査読有
DOI: 10.1039/B821747E
- (17) 著者名: Y. Kita, T. Dohi et al.
論文標題: Metal-free oxidative cross-coupling of unfunctionalized aromatic compounds
雑誌名: *J. Am. Chem. Soc.* 巻: 131 発行年: 2009, ページ: 1668-1669, 査読有
DOI: 10.1021/ja808940n

[学会発表] (計 170 件)

- (1) 発表者名: Y. Kita
発表標題: Metal-free coupling reactions - Hypervalent iodine-mediated synthesis of biaryl and heterobiaryl compounds-、
学会名: First Japan-USA Organocatalytic Symposium、
発表年月日: 2012 年 12 月 16 日 (日)、
発表場所: Hawaii (USA)
- (2) 発表者名: T. Dohi, Y. Kita et al.
発表標題: New oxidative spirocyclization utilizing oxygen-bridged hypervalent iodine species、
学会名: IKCOC 2012、
発表年月日: 2012 年 11 月 14 日 (水)、
発表場所: 京都ロイヤルホテル (京都府)
- (3) 発表者名: 土肥寿文, 北 泰行 他、
発表標題: 天然物 Lactonamycin を志向した芳香族酸化型スピロラクトン骨格構築法、
学会名: 第 102 回有機合成シンポジウム、
発表年月日: 2012 年 11 月 9 日 (金)、発表場所: 早稲田国際会議場 (東京都)
- (4) 発表者名: 土肥寿文, 北 泰行 他、
発表標題: 効率的なヨードニウム塩形成と新規炭素-炭素結合形成反応への応用、
学会名: 第 38 回反応と合成の進歩シンポジウム、
発表年月日: 2012 年 11 月 6 日 (火)
発表場所: タワーホール船堀 (東京都)
- (5) 発表者名: 土肥寿文, 北 泰行 他、
発表標題: 酸素架橋型超原子価ヨウ素触媒を用いた窒素原子の酸化反応、

- 学会名：第5回有機触媒シンポジウム、
発表年月日：2012年10月26日（金）
発表場所：学習院大学（東京都）
- (6) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他、
発表標題：ヨウ素反応剤を用いるフェノール類と芳香族化合物とのクロスカップリング、
学会名：第62回日本薬学会近畿支部総会・大会、
発表年月日：2012年10月20日（土）
発表場所：武庫川女子大学（兵庫県）
- (7) 発表者名：北 泰行、
発表標題：脱レアメタル反応の開発 —ヨウ素クロスカップリング反応を中心として—、
学会名：名城大学特別講演、
発表年月日：2012年10月15日（月）
発表場所：名城大学（愛知県）
- (8) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他、
発表標題：金属フリーな酸化的クロスカップリング反応を鍵とする多環芳香族骨格合成 —への展開—、
学会名：第42回複素環化学討論会、
発表年月日：2012年10月12日（金）
発表場所：京都テルサ（京都府）
- (9) 発表者名：T. Dohi, Y. Kita et al.、
発表標題：Meta-free oxidative cross-coupling reaction of aromatic compounds、
学会名：ICCOS-2012、
発表年月日：2012年9月18日（火）
発表場所：Moscow (Russia)
- (10) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他、
発表標題：Synthesis of boron-functionalized diaryliodonium salts and selective arylation、
学会名：第15回ヨウ素学会シンポジウム、
発表年月日：2012年9月11日（火）
発表場所：千葉大学（千葉県）
- (11) 発表者名：北 泰行、
発表標題：大学から新薬創生への挑戦、
学会名：立命館大学電友会、
発表年月日：2012年7月7日（土）
発表場所：全日空ホテル（京都府）
- (12) 発表者名：北 泰行、
発表標題：ヨウ素のパワー —メタルフリー合成反応の最先端—、
学会名：日本化学会 R&D 懇話会 “脱レアメタル合成触媒反応の最先端”、
発表年月日：2012年7月6日（金）
発表場所：化学会館（東京都）
- (13) 発表者名：T. Dohi, Y. Kita et al.、
発表標題：The synthetic and biological studies of discorhabdin analogues、
学会名：IUPAC-ICOS 19、
発表年月日：2012年7月2日（月）
発表場所：Melbourne (Australia)
- (14) 発表者名：北 泰行、
発表標題：大学から挑戦する新薬づくりの夢
—革新的カップリング反応の発見から展開へ—、
学会名：京都薬科大学特別講演、
発表年月日：2012年6月17日（日）
発表場所：京都薬科大学（京都府）
- (15) 発表者名：北 泰行、
発表標題：レアメタルを用いないカップリング反応による精密合成研究、
学会名：有機分子触媒による未来型分子変換 第1回全体会議、
発表年月日：2012年6月9日（土）
発表場所：京都大学（京都府）
- (16) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他
演題：効率的なフェノール類の酸化的脱芳香化を伴う官能基化反応
（優秀発表賞受賞）
学会名：日本薬学会第132年会
発表年月日：2012年3月29日
発表場所：北海道大学（北海道）
- (17) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他
演題：ヨードニウム塩と電子豊富芳香族化合物との新規カップリング反応
（優秀発表賞受賞）
学会名：日本薬学会第132年会
発表年月日：2012年3月29日
発表場所：北海道大学（北海道）
- (18) 発表者名：北 泰行
演題：The synthetic and biological studies of discorhabdin analogues
学会名：8th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium “Frontier of Medicinal Science”
発表年月日：2011年11月18日
発表場所：京王プラザホテル（東京都）
- (19) 発表者名：北 泰行
演題：ヨウ素のパワー—革新的カップリング反応の発見と応用—
学会名：第14回ヨウ素学会シンポジウム
発表年月日：2011年11月18日
発表場所：千葉大学（千葉）
- (20) 発表者名：土肥寿文、北 泰行 他
演題：フェノール類からのターフェニル化合物簡便合成
学会名：第37回反応と合成の進歩シンポジウム
発表年月日：2011年11月8日
発表場所：徳島大学（徳島県）
- (21) 発表者名：北 泰行
演題：Hypervalent iodine induced metal-free cross coupling reaction
学会名：First Germany-Japan Organocatalytic Symposium
発表年月日：2011年10月14日
発表場所：京都大学（京都府）

- (22) 発表者名：北 泰行
演題：Hypervalent iodine mediated phenolic oxidations – A road to metal-free and asymmetric organocatalytic reactions
学会名：2nd Annual World Congress of Catalytic Asymmetric Synthesis-2011
発表年月日：2011年8月11日
発表場所：Beijing（中国）
- (23) 発表者名：北 泰行
演題：Metal-free biaryl synthesis using hypervalent iodine reagents from unfunctionalized heteroaromatic compounds
学会名：The 23rd International Congress of Heterocyclic Chemistry
発表年月日：2011年8月4日
発表場所：Scotland（北アイルランド）
- (24) 発表者名：北 泰行
演題：ヨウ素反応剤を用いる脱レアメタルカップリング反応
学会名：有機合成化学協会（春季）有機合成化学講習会
発表年月日：2011年6月22日
発表場所：日本薬学会長井記念ホール（東京都）
- (25) 発表者名：北 泰行
演題：Hypervalent iodine reagents: New entry to organocatalysts for green oxidations
学会名：PACIFICHEM 2010
発表年月日：2010年12月17日
発表場所：Hawaii（アメリカ）
- (26) 発表者名：藤岡弘道, 北 泰行 他
演題：中性スフィンゴミエリナーゼ阻害活性を有するスキホスタチンの誘導体合成
学会名：第29回メディシナルケミストリーシンポジウム
発表年月日：2010年11月17日
発表場所：京都テルサ（京都府）
- (27) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：ヨードニウム塩からの炭素移動に基づく含ヘテロビアリアル合成（ポスター賞受賞）
学会名：第98回有機合成シンポジウム
発表年月日：2010年11月5日
発表場所：早稲田大学早稲田キャンパス（東京都）
- (28) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：層構造固体酸によるキノンモノアセタールの活性化を利用した新規ビアリアル構築法の開発
学会名：第36回反応と合成の進歩シンポジウム
発表年月日：2010年11月2日
発表場所：愛知県産業労働センター（愛知県）
- (29) 発表者名：森本功治, 土肥寿文, 北 泰行 他
演題：遷移金属触媒を用いないヘテロ芳香族化合物のクロスカップリング反応の開発—ヘテロ芳香族ヨードニウム中間体の反応性の解明—
（日本薬学会近畿支部奨励賞受賞記念講演）
学会名：第60回日本薬学会近畿支部大会
発表年月日：2010年10月30日
発表場所：摂南大学（大阪府）
- (30) 発表者名：北 泰行
演題：Recent progress in hypervalent iodine chemistry—Metal-free coupling reactions
学会名：Trend in Organic Chemistry
発表年月日：2010年10月25日
発表場所：Stockholm（スウェーデン）
- (31) 発表者名：北 泰行
演題：新薬づくりの夢—大学からの挑戦—
学会名：帝人ファーマ特別講演
発表年月日：2010年10月18日
発表場所：帝人ファーマ創薬化学研究所（東京都）
- (32) 発表者名：北 泰行
演題：Recent progress in hypervalent iodine chemistry for environmentally benign oxidation reactions
学会名：3rd International Conference on Hypervalent Iodine Chemistry (ICHIC 2010)
発表年月日：2010年7月6日
発表場所：Bordeaux（フランス）
- (33) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：超原子価ヨウ素触媒種を鍵とするフェノール類の不斉酸化に関する研究
学会名：第8回次世代を担う有機化学シンポジウム
発表年月日：2010年5月13日
発表場所：日本薬学会・長井記念ホール（東京都）
- (34) 発表者名：藤岡弘道, 北 泰行 他
演題：抗腫瘍活性アセトゲニン carolin A の全合成研究
学会名：第28回メディシナルケミストリーシンポジウム
発表年月日：2009年11月25日
発表場所：東京大学（東京都）
- (35) 発表者名：北 泰行
演題：創薬ならびに機能性有機分子創生を志向する有機合成化学
学会名：第3回万有若手交流合宿セミナー
発表年月日：2009年11月21日
発表場所：ロイヤルホテル（佐賀県）
- (36) 発表者名：土肥寿文
演題：有機ヨウ素酸化剤 — その魅力と効果的な使い方 —
学会名：平成21年度後期（秋季）有機合成化学講習会
発表年月日：2009年11月18日
発表場所：日本薬学会・長井記念ホール（東京都）

- (37) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：新規キラルヨウ素(III)反応剤を用いるフェノール類の不斉酸化：有機分子触媒への展開
学会名：第 35 回反応と合成の進歩シンポジウム
発表年月日：2009 年 11 月 17 日
発表場所：金沢市文化ホール（石川県）
- (38) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：過酢酸を利用する実用的な有機ヨウ素触媒フェノール酸化法の開発（ポスター賞受賞）
学会名：第 12 回ヨウ素学会シンポジウム
発表年月日：2009 年 10 月 29 日
発表場所：千葉大学（千葉県）
- (39) 発表者名：北 泰行
演題：超原子価ヨウ素反応剤は、どこまで使えるかーカチオンラジカル生成の発見からクロスカップリング反応へー
学会名：炭素資源の高度分子変換ポストシンポジウム
発表年月日：2009 年 10 月 16 日
発表場所：北海道大学（北海道）
- (40) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：Design of new chiral hypervalent iodine (III) reagents and their application in asymmetric phenolic oxidations
学会名：22nd International Congress for Hetero cyclic Chemistry
発表年月日：2009 年 8 月 4 日
発表場所：St. Jones（カナダ）
- (41) 発表者名：土肥寿文, 北 泰行 他
演題：金属触媒を用いないヘテロ芳香族化合物の新規酸化的カップリング反応
学会名：第 7 回次世代を担う有機化学シンポジウム
発表年月日：2009 年 7 月 23 日
発表場所：大阪大学コンベンションセンター（大阪府）

〔図書〕（計 8 件）

- (1) 著者名：北 泰行, 土肥寿文（分担）
出版社：シーエムシー出版
書名：ヨウ素化合物の機能と応用展開
発行年：2011 年
総ページ数：105-115
- (2) 著者名：北 泰行 他（分担）
出版社：化学同人
書名：天然物合成で活躍した反応 実験のコツとポイント
発行年：2011 年
総ページ数：22-23, 98-99, 148-149
- (3) 著者名：土肥寿文, 北 泰行（分担）
出版社：化学同人
書名：使える！有機合成反応実践のてびき
発行年：2010 年
総ページ数：368-369, 460-461

- (4) 著者名：北 泰行 監修
出版社：シーエムシー出版
書名：天然物合成の最新動向
発行年：2009 年
総ページ数：全 308 ページ

〔産業財産権〕

○出願状況（計 5 件）

- (1) 名称：有機色素MK-2の製造方法
発明者：北 泰行, 土肥寿文
権利者：学校法人立命館
種類：特許
番号：特願 2012-188699
出願年月日：平成 24 年 8 月 29 日
国内外の別：国内
- (2) 名称：新規酸素架橋型超原子価ヨウ素化合物及びこれを含む酸化剤
発明者：北 泰行, 土肥寿文
権利者：和光純薬工業株式会社，学校法人立命館
種類：特許
番号：特願 2012-051846
出願年月日：平成 22 年 9 月 2 日
国内外の別：国内
- (3) 名称：ヨードニウム化合物、その製造方法、及び官能基化スピロ環状化合物とその製造方法
発明者：北 泰行, 土肥寿文
権利者：学校法人立命館
種類：特許
番号：特願 2012-020952
出願年月日：平成 22 年 7 月 13 日
国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.ritsumei.ac.jp/pharmacy/kita/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北 泰行 (KITA YASUYUKI)
立命館大学・薬学部・教授
研究者番号：00028862

(2) 研究分担者

土肥 寿文(DOHI TOSHIFUMI)
立命館大学・薬学部・助教
研究者番号：50423116

藤岡 弘道(FUJIOKA HIROMICHI)
大阪大学・薬学研究科・教授
研究者番号：10173410