

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H04176

研究課題名(和文)ピラジカル項間交差を利用した重原子フリー増感剤の設計合成と光線力学治療への応用

研究課題名(英文) Design and synthesis of heavy atom-free photosensitizers based on the biradical intersystem crossing mechanism and its application to photodynamic therapy

研究代表者

湯浅 英哉 (YUASA, HIDEYA)

東京工業大学・生命理工学院・教授

研究者番号：90261156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者が見出した励起三重項生成機構をもとに、分子内CT励起に基づく新たな増感剤としてビフェニル誘導体を開発し、その新たな増感機構を見出した。また、これを光線力学治療へ応用するために細胞での検証を行った。さらに、この増感剤が二光子励起により近赤外線レーザーでも増感可能であり、組織深部にも適用できる可能性を示した。以上より、動物実験への応用までは届かなかったものの、それ以外はほぼ当初の計画どおりに成果をあげることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの多くの増感剤は、分子量が500以上であり、チャンネルタンパク質の孔、DNAメジャーグループ、酵素ポケットなど狭い空間に収まりにくく、増感剤の生体応用の選択肢が狭かった。研究代表者らが開発したビフェニル誘導体は分子量がグルコースを付けても435と非常に小さく、グルコース輸送体の孔などを標的にできる。そのため、今後、種々の生体応用が期待できる。また、医薬品としても体内滞留時間を短くできるなどの利点がある。

研究成果の概要(英文)：We succeeded in the development of biphenyl derivatives as a new intramolecular CT photosensitizer on the basis of our own triplet-producing mechanism. We exploited this photosensitizer for the photodynamic damage of cancer cells. We also found that the biphenyl photosensitizer can be excited by two-photon excitation with a near-infrared laser, which enables deep-tissue entry. Overall, we have accomplished almost all the goals first planned, except for animal experiments.

研究分野：生物有機化学

キーワード：光増感剤 光線力学治療 CT吸収 ビフェニル誘導体 項間交差

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者はランタニドナノ粒子 (LNP) を用いた PDT の開発を行っている。LNP は組織深達性が高い近赤外光で励起され、紫外線や青色光を発光する。これが、ガン細胞内に投与した増感剤を励起し、三重項酸素 ( $^3\text{O}_2$ ) から一重項酸素 ( $^1\text{O}_2$ ) を発生させ、ガン細胞を殺傷することが可能である。ガン患者に 5-アミノレブリン酸 (ALA) を投与すると、ガン細胞の代謝異常によりヘム前駆体であるプロトポルフィリン (PPIX) が選択的に蓄積される。PPIX は青色光で増感されて細胞を殺傷する。しかし、青色光の組織深達性は非常に低く、漿膜 (内臓器官の表面を覆う薄膜) 浸潤ガンには届かない。一方、ALA を投与したガン細胞に LNP を吸着させ近赤外光を照射すると、顕著な細胞殺傷が認められた。近赤外線を用いた上記 PDT 法は漿膜浸潤ガンにも適用可能である。PPIX はウィルス感染細胞など他の疾病細胞では十分量蓄積されない場合もあり、上記 PDT 法はガンに特化したものである。汎用性の高い PDT 法のためには、外来性増感剤と LNP を組み合わせる必要がある。そこで研究代表者は、簡易な構造を持ち化学毒性の低い増感剤の開発を行っている。

光増感剤では、励起一重項状態 ( $S_1$ ) から励起三重項状態 ( $T_1$ ) への項間交差が不可欠である。この禁制遷移は、金属錯体を用いた重原子効果などにより可能となるが、金属の高環境負荷などが問題である。重原子を用いないで  $T_1$  生成を可能にする原理の一つとして、ラジカル対による  $S_1$ - $T_1$  項間交差の促進があげられる。ラジカル対の二つの電子スピンの異なる核スピン磁場環境におかれれば、超微細結合を介することにより  $S_1$ - $T_1$  項間交差が容易になる。しかし、これまでこの原理は増感剤開発に積極的に用いられていない。

研究代表者らはイソフタル酸などの重原子フリー有機化合物の結晶が、数秒間の燐光発光を示すことを見出した。つまり、結晶格子により二つの分子が強制的にスタッキングし CT 錯体を形成し、1 分子が電子供与体 (D)、もう一方の分子が電子受容体 (A) として働き、光励起により D から A に電子が移動し、一重項 CT 錯体 ( $^1\text{CT}$ ) が生成した (図 1)。  $^1\text{CT}$  は、超微細相互作用の助けで容易に三重項 CT 錯体 ( $^3\text{CT}$ ) へと遷移し、これが  $T_1$  と基底状態 ( $S_0$ ) へと解離した結果、 $T_1$  から室温燐光が発生することがわかった。

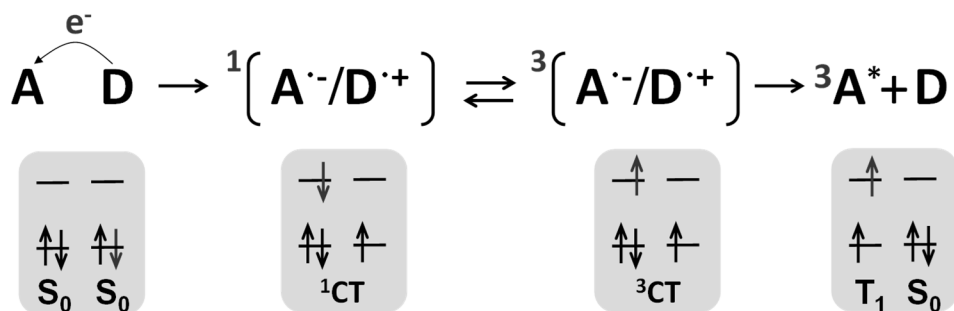


図 1. CT 錯体の項間交差による  $T_1$  の生成機構

## 2. 研究の目的

本研究期間内に、上記の増感機構仮説に基づいて分子内 CT 化合物を設計・合成し新規増感機構を証明すること、および実用的増感剤を新規開発して PDT に応用することを目的とする。未開拓な電子スピン反転原理を用いた新しい増感剤設計理論は、PDT の実用化や増感剤の工学応用に一石を投じる。上記の CT 錯体形成は、結晶内で 2 分子が基底状態 CT 配座を強制されるため可能と考えられるが、A と D を共有結合でつないで分子内 CT を可能にすれば、光照射でピラジカル形成が可能と考えられる。ピラジカルが生成すれば、上記の超微細結合機構により、項間交差が容易に起こって  $T_1$  が生成し、一重項酸素増感作用を発

揮するものと考えられる。実用的 PDT 増感剤としての分子内 CT 化合物を設計するにあたり、次の指針を考慮する。

- ・遷移金属類は、毒性を持つ可能性が高いので導入しない。
- ・可能な限り C,H,O 原子のみを用いる。
- ・D 部分、A 部分とも安価かつ置換基導入が容易なベンゼン環を用いる。
- ・D と A のベンゼン環同志をビフェニルやターフェニルのようにねじれ構造にして  $\pi$  軌道を直交させる。(参考文献：Z.R. Grabowski, et al. *Chem. Rev.* **2003**, 103, 3899.)
- ・または、D と A をメチレン鎖などで隔離して共鳴をさせないようにする。

上記指針をもとに、本研究期間内に以下の研究目標を達成する。

- 1) 上記設計指針に従った増感剤候補となる有機化合物を多種合成する(図 2)。

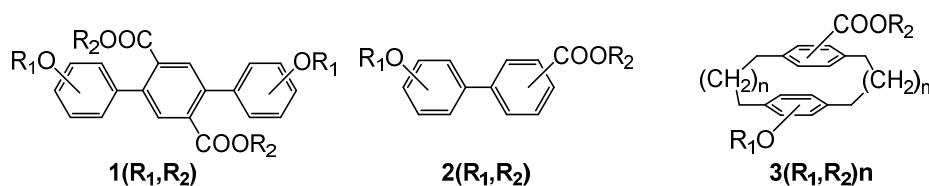


図 2 . 増感剤候補の構造

- 2) 増感剤候補の分光学的特性 ( $T_1$  収率、寿命など) を調べ、構造と特性の相関を導く。
- 3) 構造特性相関解析を行い、「分子内 CT 化合物は増感剤になる」という仮説を証明する。
- 4) 特性最適化された増感剤を LNP 表面に導入し、PDT 効果の最適化を行う(図 3)。

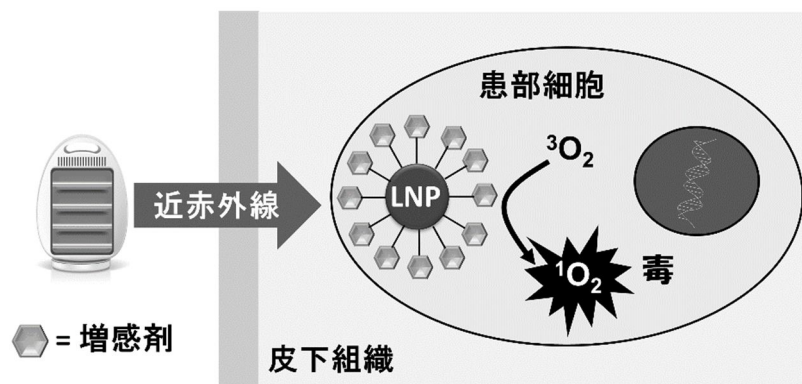


図 3 . 増感剤-ランタニドナノ粒子 (LNP) 複合体による光線力学治療 (PDT)

### 3 . 研究の方法

ビフェニル誘導体など、新規増感剤候補の合成を行う。 これらの一重項酸素増感剤としての性能を一重項酸素検出法により調べ、 基準以上の物について、 $T_1$  量子収率・寿命などのパラメータを求める。 時間依存密度汎関数 (TDDFT) 計算などを補助的に用い、 $T_1$  の生成と構造の相関、およびその理由を探る。 性能の良い新規増感剤を LNP に結合させるため、リンカーが付いた新規増感剤の合成を行う。 LNP を合成した上、リンカーを介して増感剤と LNP を結合させる。 ガン細胞などを用いて増感剤-LNP 複合体の光線力学治療効果を検証する。 の結果を ~ にフィードバックさせる。 他機関と協力して動物実験を行う。

### 4 . 研究成果

図 2 のターフェニル誘導体(1)を数種類合成した結果、固体において強い蛍光を持つが、増感能は 0.1 以下であることが分かった。そこで、図 5 に示すビフェニル誘導体の合成(ま

たは購入)を行った。

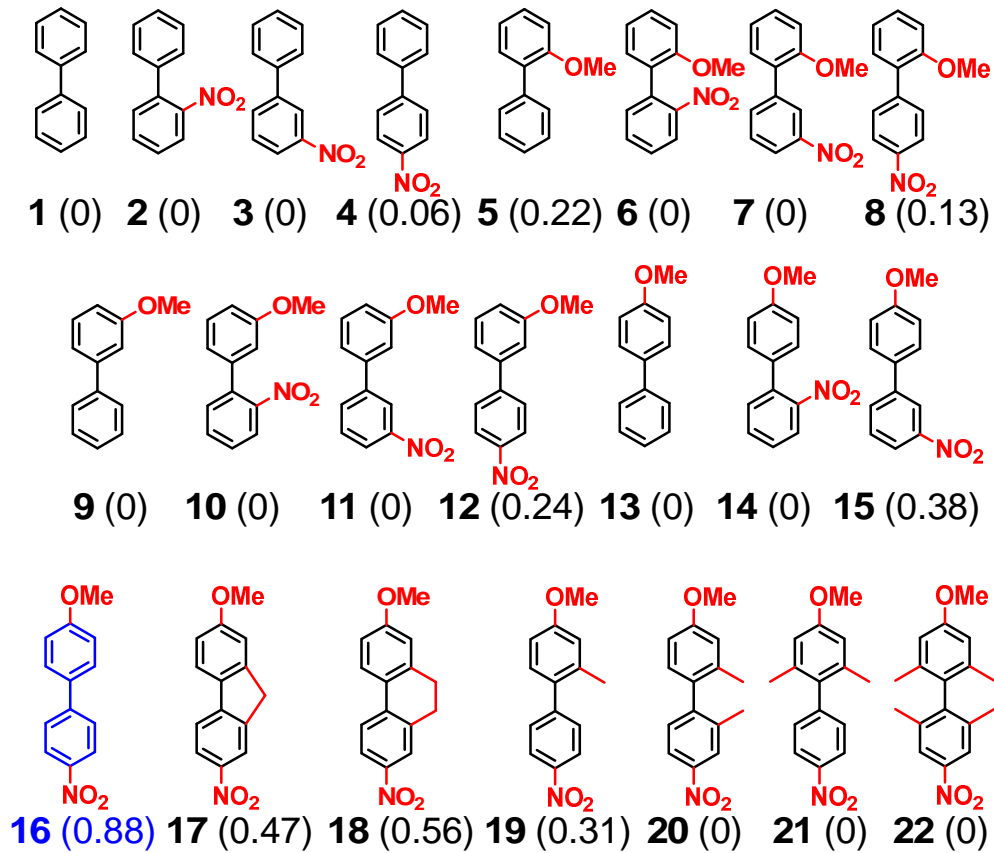


図5 . 合成したピフェニル誘導体とその増感能 ( $^1\text{O}_2$ 量子収率)

これらの一重項酸素増感剤としての性能を一重項酸素検出法により調べ、特に化合物 16 が増感効率 0.88 と優れた増感剤であることを見出した。

図5 に示した化合物のいくつかについて、蛍光量子収率・寿命などのパラメーターを求め、図6 に示す増感機構の解明につなげた。

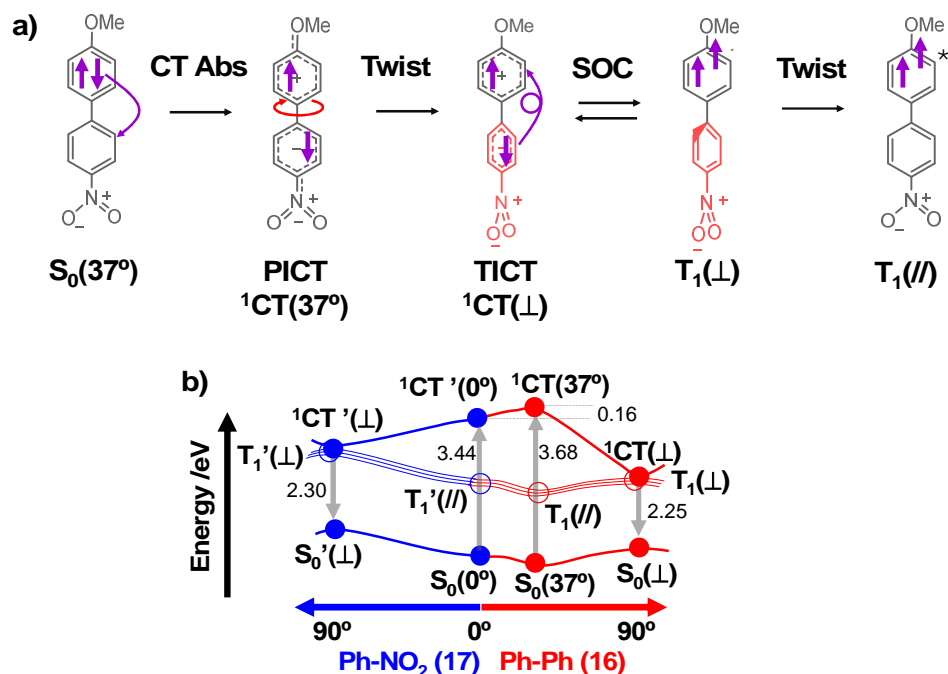


図6 . ピフェニル誘導体の CT 吸収とひねり構造変化に伴う増感機構(a)とそのエネルギー関係(b)

時間依存密度汎関数 (TDDFT) 計算などを補助的に用い、 $T_1$  の生成と構造の相関、およびその理由を探った。

LNP の発光は化合物 16 の増感を十分行えないことが判明した。そのため、「LNP を合成した上、リンカーを介して増感剤と LNP を結合させる」検討は行わなかった。いっぽう、化合物 16 は二光子励起の機構で 800 nm の近赤外線フェムト秒レーザーを用いて励起して増感能を示すことが確認され、上記研究目標 4) の代用となることを見出した。

ガン細胞を用いて増感剤とグルコースの複合体の光線力学治療効果を検証した (図 7A)。

の結果をフィードバックさせ新たな増感剤 25、26、27、28 を合成し、化合物 28 が優れた光線力学治療効果を持つ事を見出した (図 7B)。「他機関と協力して動物実験を行う。」はまだ実施できていない。

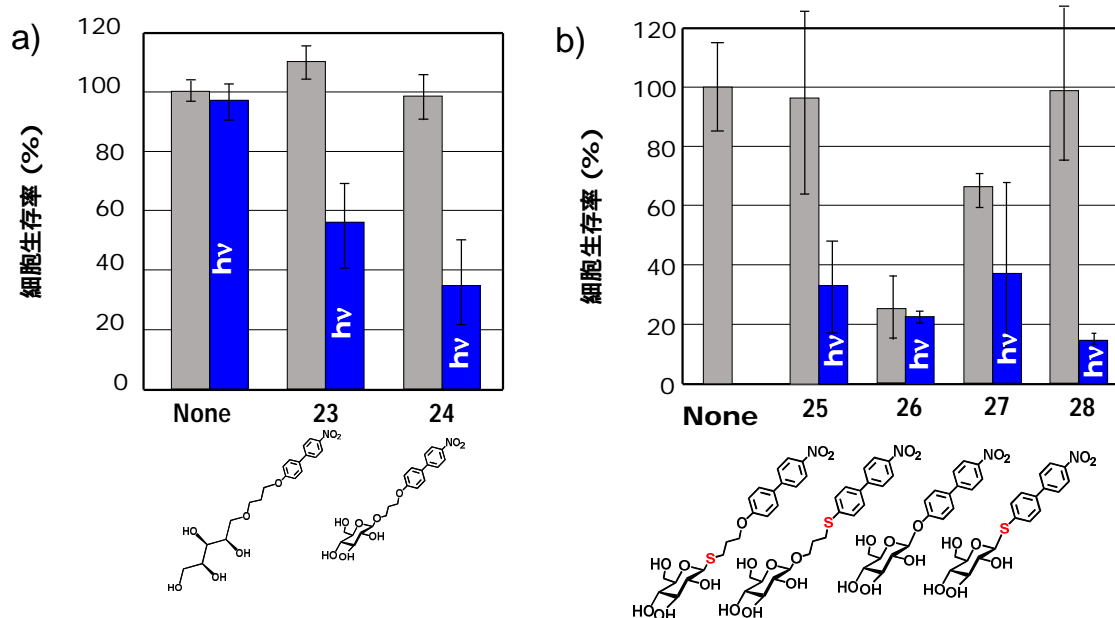


図 7 . ビフェニル誘導体の光線力学治療 (PDT) 効果。化合物 16 のグルコース誘導体 23、24 の PDT 効果 (a) とチオ誘導体 25 ~ 28 の PDT 効果 (b)。

以上、当初立てていた研究目標に対し、いくつか変更点はあるものの、毒性の可能性のある遷移金属は含まずできるだけ C,H,O 原子から構成し、安価で容易な構造を持った増感剤の開発に成功し、その増感構造として新しい機構を提唱することができた。さらに、この増感剤を用いた光線力学治療法の方向性を示すことができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takashi Kanamori, Tomoki Numata, Satoshi Kuwabara, Yasuyuki Ishii, Hiroshi Watarai, Hideya Yuasa	4. 巻 30
2. 論文標題 Photo effect on the CD1d-binding ability of azobenzene-attached analogues of $\alpha$ -GalCer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 126960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmcl.2020.126960	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Y. Tsuga, M. Katou, S. Kuwabara, T. Kanamori, S.-i. Ogura, S. Okazaki, H. Ohtani, H. Yuasa	4. 巻 14
2. 論文標題 A Twist-Assisted Biphenyl Photosensitizer Passable Through Glucose Channel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Asian J.	6. 最初と最後の頁 2067-2071
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201900378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hideya Yuasa	4. 巻 109
2. 論文標題 New photosensitisers for photodynamic therapy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Research OUTREACH	6. 最初と最後の頁 110-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32907/R0-109-110113	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 湯浅英哉、津賀雄輝	4. 巻 50
2. 論文標題 重原子不要な励起三重項生成法：スピン軌道電荷移動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 光化学	6. 最初と最後の頁 185-188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takeshi Inde, Shuhei Nishizawa, Yuusaku Hattori, Takashi Kanamori, Hideya Yuasa, Kohji Seio, Mitsuo Sekine, Akihiro Ohkubo	4. 巻 26
2. 論文標題 Synthesis of and triplex formation in oligonucleotides containing 2'-deoxy-6-thioxanthosine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioorg. Med. Chem.	6. 最初と最後の頁 3785-3790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2018.06.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Kanamori, Akira Matsuyama, Hidenori Naito, Yuki Tsuga, Yoshiki Ozako, Shun-ichiro Ogura, Shigetoshi Okazaki, and Hideya Yuasa	4. 巻 83
2. 論文標題 Water-Soluble Glucosyl Pyrene Photosensitizers: An Intramolecularly Synthesized 2-C-Glucoside and an O-Glucoside	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 13765-13775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b02066	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toh Miyazaki, Srikanta Chowdhury, Takayuki Yamashita, Takanori Matsubara, Hiromu Yawo, Hideya Yuasa and Akihiro Yamanaka	4. 巻 26
2. 論文標題 Large Timescale Interrogation of Neuronal Function by Fiberless Optogenetics Using Lanthanide Micro-particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 1033-1043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2019.01.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Katou, S. Kuwabara, T. Kanamori, S.-i. Ogura, S. Okazaki, H. Ohtani, H. Yuasa	4. 巻 in press
2. 論文標題 A Twist-Assisted Biphenyl Photosensitizer Passable Through Glucose Channel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Asian J.	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201900378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanasak Kaewsomboon, Shuhei Nishizawa, Takashi Kanamori, Hideya Yuasa, and Akihiro Ohkubo	4. 巻 83
2. 論文標題 pH-Dependent Switching of Base Pairs Using Artificial Nucleobases with Carboxyl Groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 1320-1327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b02828	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideya Yuasa and Shinichi Kuno	4. 巻 91
2. 論文標題 Intersystem Crossing Mechanisms in the Room Temperature Phosphorescence of Crystalline Organic Compounds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 223-229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20170364	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 久野信一、湯浅英哉	4. 巻 48
2. 論文標題 室温燐光を発する有機化合物結晶とその項間交差メカニズム	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 光化学	6. 最初と最後の頁 155 - 161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shinichi Kuno, Takashi Kanamori, Zhao Yijing, Hiroyuki Ohtani, Hideya Yuasa	4. 巻 1
2. 論文標題 Long persistent Phosphorescence of crystalline phenylboronic acid derivatives and its mechanistic study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 102-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201600031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Takashi Kanamori, Takashi Sawamura, Tatsumi Tanaka, Izumi Sotokawa, Ryota Mori, Kotaro Inada, Akihiro Ohkubo, Shun-Ichiro Ogura, Yasutoshi Murayama, Eigo Otsuji, Hideya Yuasa	4. 巻 25
2. 論文標題 Coating lanthanide nanoparticles with carbohydrate ligands elicits affinity for HeLa and RAW264.7 cells, enhancing their photodamaging effect	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 743-749
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2016.11.050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計25件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Tomoki Numata, Satoshi Kuwabara, Takashi Kanamori, Hiroshi Watarai, Yasuyuki Ishii, and Hideya Yuasa
2. 発表標題 Development of Novel Photoactivatable Glycolipid Analogues Controlling the Immune Activity of iNKT Cells
3. 学会等名 6th International Conference on Chemical and Biological Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯浅英哉
2. 発表標題 東工大発光機能分子・素子の医学応用への潜在力
3. 学会等名 高知大学医学部附属病院・光線医療センター 開設2周年 記念式典 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯浅英哉
2. 発表標題 がん治療を指向した光応答低分子デバイス
3. 学会等名 PhotoDynamic Medicine PDM 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤正隆・津賀雄輝・桑原 聖・金森功史・湯浅英哉
2. 発表標題 光線力学治療を志向した低分子光増感剤の開発
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideya Yuasa
2. 発表標題 Photosensitizers in Photodynamic Therapy
3. 学会等名 The 2nd US-Japan-China Collaborative Workshop on Advanced Medical Technologies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideya Yuasa
2. 発表標題 A small photosensitizer with a novel intersystem-crossing mechanism
3. 学会等名 The 2nd Russia-Japan Joint Forum for Education and Research Program (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金森功史・松山央・小倉俊一郎・岡崎茂俊・湯浅英哉
2. 発表標題 光増感剤応用を指向した水溶性グルコシルピレン：分子内グリコシル化反応を利用した2-C-グルコシドおよび0-グルコシド
3. 学会等名 GlycoTOKYO2018シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Tsuga, Shigetoshi Okazaki, Hiroyuki Ohtani, Hideya Yuasa
2. 発表標題 Development of a small photosensitizer for pPhotodynamic therapy using biphenyl derivatives with an intramolecular charge transfer character
3. 学会等名 10th Asian Photochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Numata, Satoshi Kuwabara, Takashi Kanamori, Hiroshi Watarai, Yasuyuki Ishii, and Hideya Yuasa
2. 発表標題 Development of Novel Photoactivatable Glycolipid Analogues Controlling the Immune Activity of iNKT Cells
3. 学会等名 6th International Conference on Chemical and Biological Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津賀雄輝、趙奕靖、金森功史、小倉俊一郎、大谷弘之、湯浅英哉
2. 発表標題 Development of low molecular-weight photosensitizer by intramolecular charge transfer
3. 学会等名 2017年光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金森功史、松山央、内藤秀則、尾迫佳樹、小倉俊一郎、湯浅英哉
2. 発表標題 ピレンC-グリコシド誘導体の合成と光増感剤への応用
3. 学会等名 第11回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西澤周平、橋本律、三宅優、金森功史、湯浅英哉、大窪章寛
2. 発表標題 5' および3' 末端にアシル基を有する環状オリゴヌクレオチドの合成と性質
3. 学会等名 第11回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大西達也、西村ゆり、金森功史、湯浅英哉、大窪章寛
2. 発表標題 2-アミノキノリン誘導体を含む三重鎖形成核酸の合成と性質
3. 学会等名 第11回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 湯浅英哉
2. 発表標題 光による生命機能の制御と治療への応用
3. 学会等名 BioJapan2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤秀則、尾迫佳樹、金森功史、小倉俊一郎、湯浅英哉
2. 発表標題 グルコース修飾ピレン誘導体を用いた光増感剤の開発
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲田宏太郎・金森功史・大窪草寛・小倉俊一郎・湯浅英哉
2. 発表標題 GFP色素誘導体を用いた糖鎖受容体のturn-on型蛍光プローブの設計と合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森保 太貴・宮川 まどか・金森 功史・林 宣宏・湯浅 英哉
2. 発表標題 ビレン誘導体を用いた無洗浄タンパク質ゲル染色剤
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Tsuga, Zhao Yijing, Takashi Kanamori, Akihiro Ohkubo, Shun-ichiro Ogura, Hiroyuki Ohtani, Hideya Yuasa
2. 発表標題 Development of new photosensitizer using intramolecular charge transfer mechanism and application for photodynamic therapy targeting glucose transporter
3. 学会等名 第10回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 湯浅英哉
2. 発表標題 新しい光増感メカニズムと光線力学治療
3. 学会等名 BioJapan2016 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 湯浅英哉
2. 発表標題 分子メス：刃先が鋭い光増感剤
3. 学会等名 SPACC (先端錯体工学研究会) ミニシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 津賀雄輝・趙奕靖・金森功史・小倉俊一郎・大谷弘之・湯浅英哉
2. 発表標題 ラジカルイオン対機構を利用した光線力学治療用光増感剤と糖の複合体開発
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西澤周平・橋本律・金森功史・湯浅英哉・大窪章寛
2. 発表標題 5'および3'末端にアシル基を有する環状オリゴヌクレオチドの合成
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 KANAMORI, Takashi; KUWABARA, Satoshi; OGURA, Shunichiro
2. 発表標題 In silico screening and synthesis of carbohydrate-modified fluorescent probes for the detection of selectins
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ZHAO, Yijing; TSUGA, Yuki; KANAMORI, Takashi; YUASA, Hideya
2. 発表標題 Structure-photosensitizing property relationship of biphenyl derivatives
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 MATSUYAMA, Akira; KANAMORI, Takashi; YUASA, Hideya
2. 発表標題 Synthesis of water soluble C-glycosylated pyrene complexes by intramolecular C-glycosylation.
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 光で免疫活性を制御できる糖脂質	発明者 光で免疫活性を制御 できる糖脂質	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、178451	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 分子内電荷移動化合物を含む光線力学的治療剤	発明者 湯浅英哉、津賀雄輝	権利者 東京工業大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-102568	出願年 2016年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

湯浅研究室ホームページ <a href="http://www.yuasa-lab.bio.titech.ac.jp/">http://www.yuasa-lab.bio.titech.ac.jp/</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------