

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K05827

研究課題名(和文) アルキルグリセロ脂質の緑藻種間分布調査 - タテヤママリモ発、脂質生化学の新展開

研究課題名(英文) Investigation on the distribution of alkylglycerolipids in Chlorophyta

研究代表者

奥 直也 (OKU, Naoya)

富山県立大学・工学部・講師

研究者番号：90525388

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：緑藻タテヤママリモから発見した新規アルキルグリセロ脂質 sulfoquinovosylglyceryl ether (SQGE)は、プラスチド固有の脂質sulfoquinovosyldiacylglycerol (SQDG)の lyso体と酷似した構造を持つ。本脂質の機能解明に向けて、近縁種におけるSQGEの分布を調査した。アオサ藻綱シオグサ目17試料と同目外15試料、緑藻綱カエトフォラ目1試料の計33試料を収集し、独自に開発したSQGEの定性分析法にて17試料を評価したところ、SQGEはマリモクレードの藻類のみから検出され、SQGEがマリモとごく近縁な種に特有の脂質であることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マリモクレードの緑藻は浮遊性の球状藻体を形成したり、巻貝の貝殻や亀甲に着生するなど、移動性の特異なニッチを占める。このような生態は、乏しい光条件や物理的接触などにより付着性の競争者を除去できる一方で、長期的な暗条件を生き延びたり、限られた光資源を効率的に光合成に利用できねばならない。実際、マリモ細胞の葉緑体は長期暗条件下でも光合成色素を失ったエチオプラストに変化せず、光照射により直ちに光合成を再開することが出来る。SQGEはSQDG同様葉緑体由来と考えられるが、本研究にてマリモクレードに固有の脂質であることが示された。本物質がマリモ近縁種に特徴的な葉緑体の挙動に関与するか、興味を持たれる。

研究成果の概要(英文)：Sulfoquinovosylglyceryl ether (SQGE) is a novel polar ether lipid, which we have previously discovered from *Aegagropilopsis moravica*, a lake ball-forming green alga related to “marimo” *Aegagropila linnaei* (family Pithophoraceae, order Cladophorales, class Ulvophyceae). To clarify the interspecific distribution of SQGE within the division Chlorophyta, a rapid and convenient analytical scheme to qualitatively detect SQGE from a relatively small amount of algal mass (~1 g) using a 2D NMR technique was developed and applied to algal specimens collected at Japanese marine and freshwater environments. In total 33 specimens of green algae were collected and 17 specimens that are phylogenetically related to *A. moravica* were subjected to this analytical scheme. Because SQGE was only detected in *Aegagropila*-clade algae including *A. linnaei*, *Basiciadia okamurae*, *Basiciadia* sp., and *Pithophora* sp., SQGE was considered to be specific to *Aegagropila*-clade algae.

研究分野：天然物化学

キーワード：タテヤママリモ スルホキノボシルグリセリルエーテル SQGE エーテル脂質 マリモクレード アオミソウ科 シオグサ目 アオサ藻綱

## 1. 研究開始当初の背景

アルキルグリセロ脂質はアルキル鎖とグリセロールがエーテル結合で繋がった脂質であり、エーテル脂質とも呼ばれる。自然界からは多くの生物から見つかり、1909年ヒト *Asterias rubens* から発見されて以降、古細菌・anammox 菌などの偏性嫌気性菌の膜脂質やゾウリムシなどの原生生物、シダ植物以下の下等植物、および動物から見つかり、(図1)。特にアルキルグリセロールの慣用名 (chimyl/selachyl/batyl alcohol) の元となった深海性のサメ(ギンザメ属 *Chimaera*、サメ亜区 *Selachii*) やエイ (エイ目 *Batoidei*) は肝臓に著量 (30 - 60%) の diacylglycerol ether を蓄積しており、サプリメントや化粧品の工業原料となっている。アルキルグリセロ脂質の生理的役割は鰾(うきぶくろ)を持たない深海魚類の浮力材として以外にも、高温/低温・低 pH・高塩濃度など極限環境への適応や、リン欠乏時の代替脂質などのほか、ATP 合成、病原生物の感染、貪食作用、精子形成、免疫、神経発達、レンズ形成、レンズの透明性の確保、ラジカル消去にも関わるとされている。

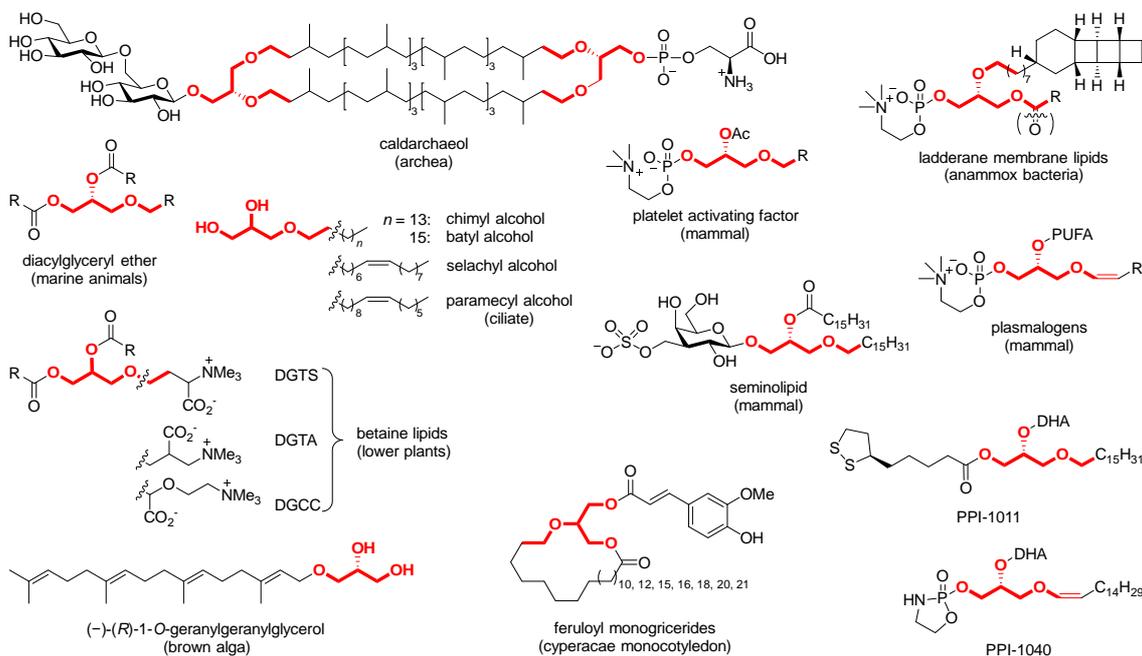


図1. アルキルグリセロ脂質の構造。

哺乳動物においてアルキルグリセロ脂質は代謝の盛んな眼球、脳、心臓、腎臓や活性酸素に暴露する肝臓、好中球、マクロファージのほか、骨髄、精巣、乳汁、眼窩腺 (Harderian gland) 分泌物、さらに腫瘍で含量が高い。一方、アルツハイマー病患者の脳や白内障の水晶体では減少しており、アルキルグリセロ脂質の経口摂取により症状が改善することが確認されている。また、精液に添加することで受精率が向上することや、抗がん作用のほか、放射線被曝に対する保護効果も明らかになっている。スカンジナビア半島ではサメ肝油がガン、傷、胃潰瘍、関節炎の治療に民間薬として用いられ、日本やキューバでもサプリメントとして飲用された記録がある。

アルキルグリセロ脂質の代表例は、哺乳類に含まれる抗酸化膜脂質プラズマロゲン、血小板活性化因子 PAF、精子形成必須脂質セミノリピドなどであり、これらは抗酸化作用や脂質メデイエーター活性を介して機能を発現すると予想されている。なおヒトにおいてアルキルグリセロール生合成遺伝子の欠損は、Zellweger 症候群 (脳・肝・腎症候群) や肢根型軟骨異形成症 3 型などペルオキシソーム症と呼ばれる重篤な先天性疾患を引き起こすことから、形態形成においても必須の脂質であるといえる。

一方、植物におけるアルキルグリセロ脂質の報告は少ない。リン欠乏や低温時に誘導されるベタイン脂質の他、(-)-(R)-1-O-geranylgeranylgercerol、環状 feruloyl monoglycerides などの報告があるに過ぎなかった。

研究代表者が地域資源活用研究の一環としてアオサ藻綱シオグサ目アオミソウ科タテヤママリモ *Aegagropilopsis moravica* のエタノール抽出エキスを調査したところ、抗微生物活性物質として sulfoquinovosyl chimyl alcohol (図2) をなどの一連の新規アルキルグリセロ脂質 sulfoquinovosylglyceryl ether (SQGE) を単離した。

## 2. 研究の目的

SQGE はプラスチドおよびラン藻特有の膜脂質 6-sulfoquinovosyldiacylglycerol (SQDG) と同じ極性グループ sulfoquinovose (SQ) を持つ。SQ はプラスチドのみで生合成されることから、SQGE もプラスチド由来と考えられる。Sulfoquinovosyl chimyl alcohol は抗微生物活性を示すが、微弱であることから、感染防御物質とは考えにくく、タテヤママリモのプラスチド中で何らかの役割を果たすことが予想された。

動物脂質中の不飽和成分としてアルキルグリセロールが発見されたことを契機に、植物からも検索されたものの、この間、上述の通り数例しか見つかっていない。我々が発見した SQGE は、全植物およびラン藻が有する普遍的脂質 SQDG とよく似た構造を持つ点で、他の植物由来

アルキルグリセロールと一線を画しており、SQDG の機能に関連した何らかの生理的機能を有する可能性がある。それを明らかにするためには、まず本脂質の植物分類系統における分布を明らかにし、保有種と非保有種の生態の比較することで、重要な糸口が得られる。そこで、まずタテヤママリモ近縁種におけるアルキルグリセロ脂質の分布調査を、本研究の目的と定めた。

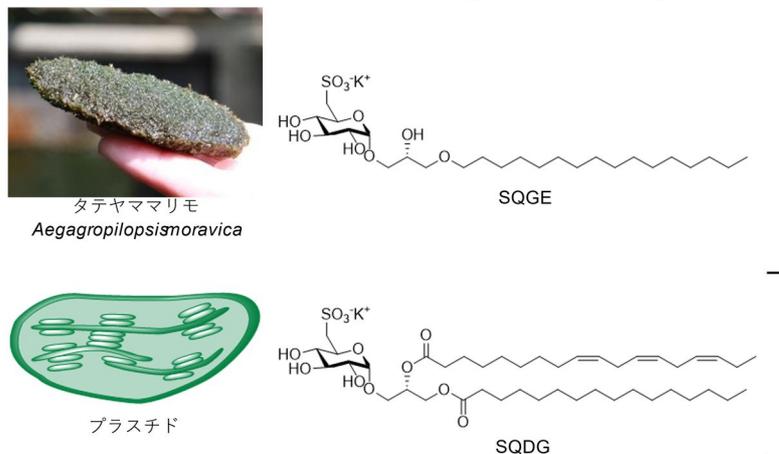


図2. SQGE および SQDG の構造。

## 3. 研究の方法

上記の目的達成に向けて、シオグサ目を含む大型藻類の分類・進化生態学を研究する東京海洋大 神谷 充伸 教授に研究分担者になって頂き、緑藻類の収集と同定を担当して頂いた。研究は、以下の3段階で進めた。

### (1) タテヤママリモ近縁種の収集

研究分担者が試料の採集と種同定を主導した。シオグサ目藻類海洋種の出現時期が春から初夏に限られることを念頭に、石垣島、宮城県志津川湾、白浜町番所崎、南房総坂田海岸・伊戸港周辺、宮古島、瀬底島、伊良部島にてアオサ藻綱藻類を採集した。季節消長のない淡水種は、それ以外の季節に大田区等々力溪谷、黒部市浄化センター、高岡市史跡「弓の清水(しょうず)」、雨晴海岸にて採集した。なお、マリモは阿寒湖沼群マリモ研究室より、球状アオミソウ粉末はマイクロアルジェコーポレーション株式会社より、キッコウジュズモは研究分担者が知己を通じて入手した。種同定は形態学的方法もしくはリボソーム ITS 領域配列を利用した分子系統解析にて行った。

### (2) SQGE の簡易検出法の開発

緑藻類はトリグリセリド、ジグリセリド、ステロイドの他、ガラクトグリセロ脂質・糖ステロールなどの糖脂質やリン脂質、SQDG などの多くの脂質を含む。これらの干渉を排除する試料抽出法・前処理法、および SQGE の分子多様性に左右されない検出法を開発する必要があった。

### (3) SQGE のアオサ藻綱内分布調査

前項で開発した手法を用いて、収集した試料を抽出・前処理し、SQGE の有無を調べた。その結果を、試料の系統樹上に投影することで、アオサ藻綱内の SQGE 分布マップを作成した。さらに保有種と非保有種の生態の違いを比較し、本脂質の生理的役割を考察した。

## 4. 研究成果

### (1) タテヤママリモ近縁種の収集

平成三十年代：国内4か所にて計18試料の緑藻を採集した。内訳は、シオグサ目8試料、ハネモ目7試料、カサノリ目2試料で、うち淡水由来3試料はマリモクレードに属するアオミソウ

(*Pithophora* sp.)とミゾジュズモ(*Basycladia okamurae*)であった。

令和元年：新たに和歌山県白浜町にて1種、千葉県館山市坂田にて4種、富山県高岡市内にて淡水種・海水種をそれぞれ1種ずつ、計7種の緑藻を採集した。さらに培養により、4種の試料を得た。試料の内訳は、シオグサ目8試料、ハネモ目2試料、アオサ藻綱外から緑藻綱カエトフォラ目1試料で、マリモクレードに属するカイゴロモ(*Pseudocladophora conchopheria*)も採集した。

令和二年：飼育カメ4匹に着生していたキッコウジュズモ (*Basycladia* sp.)を4試料得た。また、スッポン養殖池に発生している球状化したアオミソウから調製した凍結粉末試料を得た。

## (2) SQGE の簡易検出法の開発

SQGE の含有の有無を調べるためには、SQGE の簡易かつ迅速な検出法を開発する必要がある。その際、SQGE は脂質として極めて極性が高いため、リン脂質を含む脂質一般の抽出に汎用される Bligh-Dyers 法を適用できない。また、同じくスルホキノボースを頭部に持つ SQDG と如何に判別するかという課題が想定された。

タテヤママリモを用いて検討した結果、抽出をブタノールにて行い、シリカゲルによる順相クロマト分画で前処理したのち、二次元 NMR 法 (COSY) でエーテル結合に特長的なクロスピークを検出することで、定性的に SQGE の有無を確認する手法を確立した。本法は湿重量 1 g 程度の藻体量からアルキル鎖の鎖長や不飽和結合数のバリエーションに影響されずに SQGE を検出でき、1 検体 2 日ほどで分析を完了出来る。

## (3) SQGE のアオサ藻綱内分布調査

前項で開発した検出法を用いて、収集した緑藻のうち、主にシオグサ目を構成する3クレードに着目して順次分析した。即ちマリモクレード (*Aegagropila*-clade) からはマリモ、タテヤママリモ、アオミソウ、ミゾジュズモ、カイゴロモ、ヒメフカミドリシオグサ(*Pseudocladophora horii*)計 10 試料を、シオグサクレード (*Cladophora*-clade、シオグサ科よりなる) からはアサミドリシオグサ (*Lycaete sakaii*)とフトジュズモ(*Chaetomorpha spiralis*)の 2 試料を、クダネダシグサクレード (*Siphonocladus*-clade) からはアオモグサ(*Boodlea coacta*)、アミモヨウ (*Microdictyon japonicum*)、キッコウグサ (*Dictyosphaeria cavernosa*)、ホソバロニア (*Valoniopsis pachynema*)、クダネダシグサの一種(*Siphonocladus rigidus*)の 5 試料を分析した。またシオグサ目外の緑藻としてカサノリ目のナガミズタマ(*Bornetella nitida*)とハネモ目のウチワサボテングサ (*Halimeda macroloba*)およびマユハキモ (*Chlorodesmis fastigiata*)を分析した。その結果、試料量の少ないカイゴロモ(279.6 mg)とヒメフカミドリシオグサ (0.36 g)については、SQGE に由来する COSY クロスピークが微弱でノイズとの区別が難しいことから結論できなかったが、それら以外のマリモクレードの試料からは全て明確なクロスピークが検出された。一方でシオグサクレード、クダネダシグサクレード、およびシオグサ目外の試料からは、SQGE のシグナルは検出できなかった。

以上の結果を系統樹上に投影すると、SQGE の検出はマリモクレードの藻類に局在する一方で、それ以外のシオグサ目、クダネダシグサ目、カサノリ目、ハネモ目からは検出されず、マリモクレードとそれ以外のクレード間に明確な分布境界線が現れた。

## (4) 総括

以上、緑色植物門アオサ藻綱アオミソウ科タテヤママリモより発見した高極性エーテル脂質 SQGE の植物界内分布を調べるため、アオサ藻綱シオグサ目 17 試料、ハネモ目 9 試料、カサノリ目 2 試料、ミドリゲ目 4 試料、緑藻綱カエトフォラ目 1 試料の計 33 試料を収集するとともに、少量の藻体から迅速に SQGE を検出する定性的分析法を開発した。更に本研究開始以前に入手したマリモ、タテヤママリモ、イトゲシオグサモドキを含むマリモクレード 10 試料、シオグサクレード 2 試料、クダネダシグサクレード 5 試料の計 17 試料中を分析したところ、SQGE はマリモクレード以外の藻類からは一切検出されず、マリモとごく近縁な種に特有の脂質であることが明らかとなった。

マリモの仲間は、球状の浮遊群体を作ったり、貝殻や亀甲に着生するなど、移動性のある特異な生態的ニッチを占めている。このようなニッチは光条件が安定しなかったり、接触等で他の藻類の着生を防ぐメリットが享受できる一方、少ない光量を効率よく利用したり、長期間の暗条件を遣り過ごす能力が要請される。マリモ内部の暗黒下にある藻細胞の葉緑体は、同条件下に置かれた陸上植物のそれとは異なり、光合成能のないエチオプラストに変化することはなく、光照射により速やかに光合成を再開することが出来る。その際、葉緑の形状と内部構造がドラスチックに変化することが知られている。スルホキノボースが葉緑体のみで生合成され、SQDG が葉緑体固有の脂質であることから、SQGE も同様に葉緑体に局在すると考えられる。哺乳類において膜融合や小胞の形成に関わるエーテル脂質が知られていることから、SQGE も上述したマリモ近縁種の葉緑体特有の挙動に関与する可能性がある。SQGE の細胞内局在や、生合成遺伝子破壊による光合成能への影響を調べれば、SQGE の生理的役割を明らかにできよう。

謝辞：タテヤママリモの採集は栽培試験池所有者の広明 操氏、立山町教育委員会 真野 達氏、富山市科学博物館 朴木 英治氏にご協力いただきました。マリモは釧路国際ウェットランドセンター・釧路市阿寒湖沼群マリモ研究室長 若菜 勇氏に、球状化アオミソウはマイクロアルジェコーポレーション株式会社社長 竹中 裕行氏より、またキッコウジュズモは千葉県環境生活部自然保護課生物多様性センター 今津 健志氏にご恵与いただきました。Caetophora sp.は福井県立大学海洋資源学部 准教授 片岡 剛文氏にご同定いただきました。厚く御礼申し上げます。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Oku Naoya, Hasada Atsumi, Kimura Kenji, Honoki Hideharu, Katsuta Ryo, Yajima Arata, Nukada Tomoo, Ishigami Ken, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Sulfoquinovosylglyceryl ether, a new group of ether lipids from lake ball forming green alga <i>Aegagropilopsis moravica</i> (family <i>Pithophoraceae</i> )	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1493 ~ 1498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202100278	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Oku Naoya, Takemura Shion, Onaka Hiroyasu, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 60
2. 論文標題 NMR characterization of streptogramin B and L 156,587, a non synergistic pair of the streptogramin family antibiotic complexes produced inductively by a combined culture of <scp> <i>Streptomyces albogriseolus</i> </scp> and <scp> <i>Tsukamurella pulmonis</i> </scp>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Chemistry	6. 最初と最後の頁 261 ~ 270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mrc.5219	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 Li Dandan, Harunari Enjuro, Zhou Tao, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Three new <i>0</i>-isocrotonyl-3-hydroxybutyric acid congeners produced by a sea anemone-derived marine bacterium of the genus <i>Vibrio</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1869 ~ 1874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.154	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Li Dandan, Oku Naoya, Shinozaki Yukiko, Kurokawa Yoichi, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 4-Hydroxy-3-methyl-2(1 <i>H</i> )-quinolone, originally discovered from a <i>Brassicaceae</i> plant, produced by a soil bacterium of the genus <i>Burkholderia</i> sp.: determination of a preferred tautomer and antioxidant activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1489 ~ 1494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Zhiwei, Zhou Tao, Xing Tian, Ishizaki Takayuki, Okuda Toru, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 74
2. 論文標題 Pithohirolide, an antimicrobial tetradepsipeptide from a fungus <i>Pithomyces chartarum</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 458 ~ 463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-021-00423-4	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 Igarashi Yasuhiro, Matsuyuki Yoe, Yamada Masayuki, Fujihara Nodoka, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Karim Md. Rokon Ul, Yang Taehui, Yamada Katsuhisa, Imada Chiaki, Fukaya Keisuke, Urabe Daisuke	4. 巻 86
2. 論文標題 Structure Determination, Biosynthetic Origin, and Total Synthesis of Akazaoxime, an Enteromycin-Class Metabolite from a Marine-Derived Actinomycete of the Genus <i>Micromonospora</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 6528 ~ 6537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c00358	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 Oku Naoya, Hasada Atsumi, Kimura Kenji, Honoki Hideharu, Katsuta Ryo, Yajima Arata, Nukada Tomoo, Ishigami Ken, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Sulfoquinovosylglyceryl ether, a new group of ether lipids from lake ball forming green alga <i>Aegagropilopsis moravica</i> (family <i>Pithophoraceae</i> )	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry ? An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1493 ~ 1498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202100278	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 Saito Shun, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 75
2. 論文標題 Mycetoindole, an N-acyl dehydrotryptophan with plant growth inhibitory activity from an actinomycete of the genus <i>Actinomycetospora</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 44 ~ 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-021-00474-7	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 Oku Naoya, Takemura Shion, Onaka Hiroyasu, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 60
2. 論文標題 NMR characterization of streptogramin B and L 156,587, a non synergistic pair of the streptogramin family antibiotic complexes produced inductively by a combined culture of <sc> <i>Streptomyces albogriseolus</i> </sc> and <sc> <i>Tsukamurella pulmonis</i> </sc>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Chemistry	6. 最初と最後の頁 261 ~ 270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mrc.5219	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 Saito Shun, Indo Kanji, Oku Naoya, Komaki Hisayuki, Kawasaki Masashi, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Unsaturated fatty acids and a prenylated tryptophan derivative from a rare actinomycete of the genus <i>Couchioplanes</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2939 ~ 2949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.17.203	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 Igarashi Yasuhiro, Ge Yiwei, Zhou Tao, Sharma Amit Raj, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Trianto Agus	4. 巻 18
2. 論文標題 Tenacibactins K?M, cytotoxic siderophores from a coral-associated gliding bacterium of the genus <i>Tenacibaculum</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 110 ~ 119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.18.12	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 Zhang Zhiwei, Zhou Tao, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 73
2. 論文標題 Iseolides A-C, antifungal macrolides from a coral-derived actinomycete of the genus <i>Streptomyces</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 534 ~ 541
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-020-0304-7	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 Li Dandan, Oku Naoya, Shinozaki Yukiko, Kurokawa Yoichi, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 4-Hydroxy-3-methyl-2(1H)-quinolone, originally discovered from a Brassicaceae plant, produced by a soil bacterium of the genus <i>Burkholderia</i> sp.: determination of a preferred tautomer and antioxidant activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1489 ~ 1494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Li Dandan, Harunari Enjuro, Zhou Tao, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Three new 0-isocrotonyl-3-hydroxybutyric acid congeners produced by a sea anemone-derived marine bacterium of the genus <i>Vibrio</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1869 ~ 1874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.154	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Karim Md Rokon Ul, Harunari Enjuro, Sharma Amit Raj, Oku Naoya, Akasaka Kazuaki, Urabe Daisuke, Sibero Mada Triandala, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Nocarimidazoles C and D, antimicrobial alkanoylimidazoles from a coral-derived actinomycete <i>Kocuria</i> sp.: application of 1J <sub>C,H</sub> coupling constants for the unequivocal determination of substituted imidazoles and stereochemical diversity of anteisoalkyl chains in microbial metabolites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2719 ~ 2727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.222	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhou Tao, Katsuragawa Misaki, Xing Tian, Fukaya Keisuke, Okuda Toru, Tokiwa Toshiyuki, Tashiro Etsu, Imoto Masaya, Oku Naoya, Urabe Daisuke, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 84
2. 論文標題 Cyclopeptides from the Mushroom Pathogen Fungus <i>Cladobotryum varium</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Natural Products	6. 最初と最後の頁 327 ~ 338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jnatprod.0c00980	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 Karim Md. Rokon Ul, In Yasuko, Zhou Tao, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Nyuzenamides A and B: Bicyclic Peptides with Antifungal and Cytotoxic Activity from a Marine-Derived <i>Streptomyces</i> sp.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2109 ~ 2113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00210	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 Raj Sharma Amit, Zhou Tao, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Trianto Agus, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 72
2. 論文標題 Labrenzbactin from a coral-associated bacterium <i>Labrenzia</i> sp.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 634 ~ 639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-019-0192-x	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 該当する

1. 著者名 Igarashi Yasuhiro, Yamamoto Kazuki, Ueno Chiaki, Yamada Nodoka, Saito Katsuya, Takahashi Kazuki, Enomoto Masaru, Kuwahara Shigefumi, Oikawa Tsutomu, Tashiro Etsu, Imoto Masaya, Xiaohanyao Ye, Zhou Tao, Harunari Enjuro, Oku Naoya	4. 巻 72
2. 論文標題 Ktedonoketone and 2'-oxosattabacin, benzenoid metabolites from a thermophilic bacterium <i>Thermosporothrix hazakensis</i> in the phylum Chloroflexi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 653 ~ 660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-019-0195-7	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 Akiyama Hirofumi, Oku Naoya, Harunari Enjuro, Panbangred Watanalai, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 73
2. 論文標題 Complete NMR assignment and absolute configuration of k4610422, a norditerpenoid inhibitor of testosterone-5 $\alpha$ -reductase originally from <i>Streptosporangium</i> : rediscovery from a thermophilic <i>Actinomadura</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 60 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-019-0231-7	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 該当する

1. 著者名 Sharma Amit Raj, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Matsuura Nobuyasu, Trianto Agus, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Two antibacterial and PPAR $\gamma$ -agonistic unsaturated keto fatty acids from a coral-associated actinomycete of the genus <i>Micrococcus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 297 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.16.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Karim Md. Rokon UI, Harunari Enjuro, Oku Naoya, Akasaka Kazuaki, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 83
2. 論文標題 Bulbimidazoles A-C, Antimicrobial and Cytotoxic Alkanoyl Imidazoles from a Marine Gammaproteobacterium <i>Microbulbifer</i> Species	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Natural Products	6. 最初と最後の頁 1295 ~ 1299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jnatprod.0c00082	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 Li Dandan, Oku Naoya, Hasada Atsumi, Shimizu Masafumi, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Two new 2-alkylquinolones, inhibitory to the fish skin ulcer pathogen <i>Tenacibaculum maritimum</i> , produced by a rhizobacterium of the genus <i>Burkholderia</i> sp.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1446 ~ 1451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.14.122	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 Akiyama Hirofumi, Indananda Chantra, Thamchaipenet Arinthip, Motojima Atsuko, Oikawa Tsutomu, Komaki Hisayuki, Hosoyama Akira, Kimura Akane, Oku Naoya, Igarashi Yasuhiro	4. 巻 81
2. 論文標題 Linfuranones B and C, Furanone-Containing Polyketides from a Plant-Associated Sphaerimonospora mesophila	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Natural Products	6. 最初と最後の頁 1561 ~ 1569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jnatprod.8b00071	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 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 N. Oku, A. Hasada, Y. Igarashi, H. Honoki, M. Kamiya
2. 発表標題 New Antimicrobial Ether Lipids from "Tateyama-marimo" (Aegagropilopsis moravica), a rare species of marimo (Chlorophyta)
3. 学会等名 Marine Biotechnology Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Oku, S. Hayashi, Y. Yamaguchi, T. Murafuji, E. Harunari, H. Takenaka, Y. Igarashi
2. 発表標題 A new antibacterial monoacylglycerol from an edible cyanobacterium Nostochopsis lobatus
3. 学会等名 International Symposium on Microbial Research and Biotechnology for Biomass Utilization (The 5th Satellite Seminar on Core to Core Program) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 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
研究 分担 者	神谷 充伸	東京海洋大学・学術研究院・教授	
	(KAMIYA Mitsunobu)		
	(00281139)	(12614)	

#### 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
---------	---------