

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開
研究機関・ 部局・職名	独立行政法人海洋研究開発機構・海洋・極限環境生物圏領域・主任研究員
氏名	大田 ゆかり

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	131,000,000	131,000,000		131,000,000	129,441,180	1,558,820	
間接経費	39,300,000	39,300,000		39,300,000	39,300,000	0	
合計	170,300,000	170,300,000	0	170,300,000	168,741,180	1,558,820	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	231,756	64,042,411	8,245,410	16,579,566	89,099,143
旅費		9,980	307,500	715,850	1,033,330
謝金・人件費等		6,628,411	11,795,932	15,202,816	33,627,159
その他		33,000	525,509	5,123,039	5,681,548
直接経費計	231,756	70,713,802	20,874,351	37,621,271	129,441,180
間接経費計		21,283,667	6,262,305	11,754,028	39,300,000
合計	231,756	91,997,469	27,136,656	49,375,299	168,741,180

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
四重極飛行時間型質量分析システム	WATERS 17680031	1	25,935,000	25,935,000	2012/2/28	(独)海洋研究開発機構
生体分子間相互作用解析装置	BIACORE T200 システム	1	36,225,000	36,225,000	2012/3/12	(独)海洋研究開発機構
核酸・タンパク質自動精製システム	Maxwell 16 Instrument(型番:AS2000)	1	1,421,175	1,421,175	2013/2/8	(独)海洋研究開発機構
U-13C lignin from maize 47% 0.2g	13C- Aromatic compounds	1	735,000	735,000	2014/3/11	独立行政法人海洋研究開発機構
				0		
				0		

5. 研究成果の概要

深海微生物からリグニン代謝能を持つ株を取得し、その遺伝子系と関与する酵素群を解析した。さらにこれらの酵素を組み合わせる作用、リグニン主要結合を還元的に開裂させることによる含芳香族バイオプラスチックモノマー(フェニルプロパン構造)の作成、それを原料とした新しいプラスチックの創成を行った。バイオプラスチック研究、未利用バイオマス(リグニン)の応用によるバイオリファイナリーの推進、海洋微生物メタゲノムの産業への応用、プラスチックのバイオ分解など多くの関連分野に対する波及効果により、化石炭素に依存しない社会の構築に寄与することが期待される。

課題番号	GS031
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開
	Green-biochemistry: applying survival strategies of deep-sea microorganisms adapted to extreme biosphere
研究機関・部局・職名 (下段英語表記)	独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)・海洋・極限環境生物圏領域・主任研究員
	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)・Institute of Biogeoscience・Senior research scientist
氏名 (下段英語表記)	大田 ゆかり
	Yukari Ohta

研究成果の概要

(和文): 深海微生物からリグニンやリグニン関連芳香族モノマーに対する代謝能を持つ株を取得し、リグニン主要結合の還元開裂や芳香族モノマー代謝に関わる酵素群およびそれらの遺伝子を解析した。さらにこれらの酵素を組み合わせ、リグニン主要結合を還元的に開裂させることによる含芳香族バイオプラスチックモノマー(フェニルプロパン構造)の作成、それを原料とした新しいプラスチックの創成を行った。本研究の成果は、バイオプラスチック研究、リグニン利用によるバイオリファインリーの推進、海洋微生物遺伝子資源の産業応用などの多くの関連分野への波及効果を有し、化石炭素に依存しない社会の構築に寄与することが期待される。

(英文): We isolated the deep-sea bacteria capable of metabolizing lignin and lignin-derived aromatic compounds. We analyzed the responsible enzymes and their genes for reductive cleavage of the lignin main linkage and metabolizing aromatic monomers. By means of the combination of these enzymes, we produced an aromatic plastic monomer (phenyl-propane structure) for new bio-plastics from lignin. This study will contribute to various research fields such as bio-plastics, bio-refinery and lignin utilization, marine biotechnology leading to a petroleum-free and sustainable society.

様式21

1. 執行金額 168,741,180 円
(うち、直接経費 129,441,180 円、間接経費 39,300,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

地球上の全炭素貯蔵量約 65,500 ギガトン(Gt)のうち 37,000Gt が深海に存在していると見積もられている。地球炭素循環においては、生物活動による循環量は物理的循環の 1000 倍に相当する重要な過程であり、深海から浅海域への生物による炭素循環が地球規模の炭素循環に与える影響は極めて大きい。深海域では、太陽光による光合成が行われなため、栄養源となる有機物が乏しく、地上や浅海域から沈んでくる有機物に頼った生態系が広がっている。浅海では分解されやすい有機物が短時間で循環しているが、深海域での炭素循環では、地表から沈んでくる分解されにくい有機物、例えば植物が作る地球最大級かつ難分解バイオマスであるセルロースやリグニンなどに対する微生物の作用が、その循環速度を規定する重要な因子である。セルロースをエタノールなどに生物変換して利用する研究が精力的に行われているのに対し、リグニンに関しては、セルロースと並ぶ生産量を誇る再生可能原料であるにも関わらず、その大部分は未利用のままである。リグニンの基本構造は化石燃料と共通する部分が多い。これは化石燃料が、元々植物成分に由来するからである。石油の約 20%は化成品製造原料として消費されているが、リグニンをプラスチック原料として利用できれば、脱石油社会の構築に不可欠な技術革新となる。本研究では、リグニンを自在に作り替える機能を持つタンパク質(リグニン変換酵素)を深海微生物から新たに探し出す。これらを組み合わせて活用し、リグニンを原料とする新しいプラスチックを創生する。

4. 研究計画・方法

本研究の最終目的を達成するため、以下の具体的課題を設定した。

- (1) 深海域からリグニンおよびリグニン関連物質代謝微生物の取得
- (2) リグニン代謝遺伝子の探索・取得
- (3) リグニン代謝に関連するタンパクの探索
- (4) リグニン代謝に関連する酵素の生化学的解析
- (5) リグニン代謝酵素を組み合わせた芳香族含プラスチック原料となる化合物の生産
- (6) 生産したリグニン由来芳香族化合物を使った新規芳香族含有プラスチック創生

5. 研究成果・波及効果

- (1) 深海域からリグニンおよびリグニン関連物質代謝微生物の取得

深海堆積物や沈木、沈木に棲息する穿孔性二枚貝等(図1)からリグニン関連化合物の代謝微生物の取得を行った。オガクズやイナワラを栄養源として 500 株以上の微生物を単離し、

そのうち 208 株という多数の微生物からリグニン及びリグニン関連芳香族化合物代謝活性を見出した。これらの中にリグニン内主要結合 (β -O-4 エーテル結合) を切断する活性も見出された。取得微生物の 16S rRNA 遺伝子配列に基づく系統解析を行ったところ、65 種類のユニークな新規配列が見出された。分離株の過半数がファーミキューテス門に属しており、その他アクチノバクテリア、バクテロイデテス、プロテオバクテリア門に広く分布する多様な微生物であった



図 1. 微生物探査源 (深海調査船で採取した堆積物、木材穿孔性二枚貝、深海に人工的に沈設した木材)

(2) リグニン代謝遺伝子の探索・取得

リグニン関連芳香族化合物代謝微生物のゲノム配列を次世代シーケンサーで解析した。芳香族モノマーを代謝する好塩性ハロモナス属細菌、海洋固有種のスルフィトバクテラ属細菌のゲノム解析では、芳香族化合物代謝遺伝子クラスターや調節遺伝子、トランスポーターなどを見出した。またフェノール酸からの脱炭酸反応を触媒し、プラスチック原料として利用できるスチレンモノマーを生産する能力を持つバチルス属細菌から、フェノール酸脱炭酸遺伝子を見出した。さらに β -O-4 エーテル結合を切断するノボスフィンゴビウム属細菌から、本反応に必要な遺伝子セットの候補を見出した。併せてスフィンゴビウム属細菌からリグニンと糖の結合部分に存在するフェノール酸エステル結合を切断する酵素遺伝子を見出した。

(3) リグニン代謝に関連するタンパクの探索

リグニン構成成分の構造モデル化合物としてプロトカテク酸(PCA)とその類縁化合物を用いて、PCA 酸化酵素タンパクがその基質と特異的に結合することを分子間相互作用解析により解析した。酵素と基質の結合/解離は、抗原抗体反応などの場合に比較して非常に早い速度で起きており、酵素と基質の相互作用を平衡状態の K_m 値で評価した。その結果、基質との親和力を指標に芳香族化合物代謝酵素の適切な基質を識別できることが分かった。従って、リグニンあるいはリグニン関連芳香族化合物をリガンドとして用いた分子間相互作用解析による探索は、リグニン代謝関連タンパクの取得に有効な方法であると言える。一方、(2)で得られた β -O-4 エーテル結合を切断するノボスフィンゴビウム属細菌のトランスクリプトーム解析を行い、リグニンモデル化合物添加時の遺伝子発現レベルを調査した。その結果、リグニンモデル化合物に反応して、本菌株では種々の薬剤排出トランスポーター遺伝子の発現量が上昇することが分かった。リグニン代謝変換に直接関与しない、これらの遺伝子発現調節により、高濃度では毒性のあるリグニン関連物質に対する耐性を獲得していることが示唆された。

(4) リグニン代謝に関連する酵素の生化学的解析

(2)で得られたノボスフィンゴビウム属細菌のゲノム情報に基づき、リグニン中の主要結合であるβ-O-4 エーテル結合を切断する酵素の遺伝子候補から組換えタンパクを作成し、触媒機能や反応条件を解析した。β-O-4 エーテル結合は補酵素 NAD⁺および還元型グルタチオンを補酵素として還元的に切断され、C6-C3 骨格を持つフェニルプロパン化合物のグアヤシルヒドロキシプロパン (GHP)が最終産物として生産されることが分かった(図2)。出発物質から産物への変換カスケードは過不足のない水素移動(net hydrogen transfer)であり、一連のβ-O-4 エーテル結合切断反応のエネルギー収支はΔG⁰=-14 kJ/molであることから、エネルギーを消費しない反応であることが分かった。リグニン中のβ-O-4 エーテル結合近傍にはキラル炭素が存在するため、これらの切断には各立体配置に対応できる酵素が必要である。本研究で発見した6つの酵素群を組み合わせ

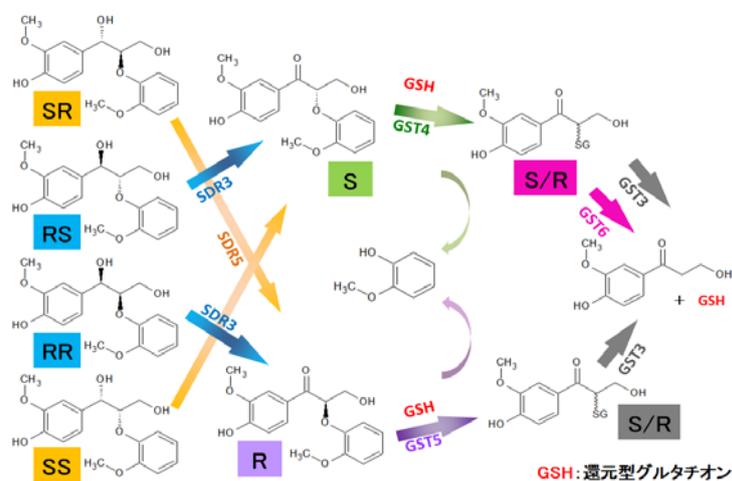


図2.リグニンモデル化合物中β-O-4結合の酵素による還元開裂

て用いることで、異なるキラリティーを持つβ-O-4リグニンモデル2量体のすべての異性体を還元開裂することが可能となった。これらの酵素の内の1つは、リグニン関連物質代謝に関与することがこれまで知られていなかったグルタチオン転移酵素である。本発見によりこれまで利用できなかった異性体に対する変換反応を遺伝子工学的に再構築できるようになった。

(5) リグニン代謝酵素を組み合わせた芳香族含プラスチック原料となる化合物の生産

これらの組換え酵素群を利用して、木質系、草本系バイオマス成分からのGHP直接生産が可能であることを確認した。また未利用バイオマス原料の1つとして、きのこ廃菌床を原料として、微生物培養によるGHP生産を行った。原料前処理工程として、150℃以下のマイルドな水熱プロセスを施すことによるバイオマス改質効果についても併せて評価し、GHP生産の効率が約3倍に向上することも確認した。β-O-4リグニンモデル2量体を出発物質とした場合、反応は定量的に進行しGHPへの完全変換が可能であったが、天然のバイオマスを出発原料とした場合の収率は0.1%(w/w)に留まる。収率の改善へ向け、酵素の基質特異性やバイオマス構造に着目した詳細な解析を今後も進めて行く予定である。酵素または微生物を使ったバイオマスからの化学品の生産には収率やコスト面でまだ解決すべき多くの問題がある。しかしながら本研究で新たに取得した酵素や微生物を用いることによって、先行研究で行われた金属触媒と溶媒を使った高温帯での化学変換によるGHP生産効率を超えることが出来たことは着実な進歩である。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tsubouchi T., Ohta Y., Haga T., Usui K., Shimane Y., Mori K., Tanizaki A., Adachi A., Kobayashi K., Yukawa K., Takagi E., Tame A., Uematsu K., Maruyama T., Hatada Y., <i>Thalassospira alkalitolerans</i> sp. nov. and <i>Thalassospira mesophila</i> sp. nov., isolated from a decaying bamboo sunken in the marine environment, and emended description of the genus <i>Thalassospira</i>. International journal of systematic and evolutionary microbiology. 2014, 64(1), 107-15, ISSN:1466-5034 2. Maeda A.H., Nishi S., Ozeki Y., Ohta Y., Hatada Y., Kanaly R.A., Draft genome sequence of <i>Sphingobium</i> sp. strain KK22, a high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacterium isolated from cattle pasture soil. Genome Announcements. 2013 Nov 7; 1(6). pii: e00911-13. doi: 10.1128/genomeA.00911-13. ISSN:2169-8287 3. Ohta Y., Nishi S., Haga T., Tsubouchi T., Hasegawa R., Konishi M., Nagano Y., Tsuruwaka Y., Shimane Y., Mori K., Usui K., Suda E., Tsutsui K., Nishimoto A., Fujiwara Y., Maruyama T., Hatada Y. Screening and Phylogenetic Analysis of Deep-Sea Bacteria Capable of Metabolizing Lignin-Derived Aromatic Compounds, Open Journal of Marine Science, 2012, 2 (4) 177-187 4. 秦田勇二, 宮崎征行, 大田ゆかり, セミナー室 海洋生物資源への期待: マリンバイテクノロジーの現場から1. 深海微生物に期待! 化学と生物, 2013, 51 (2) 104-110 <p>(掲載済み一査読無し) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 秦田勇二, 大田ゆかり, 深海微生物の新規性と産業応用への可能性, 日本水産油脂協会 JMOAレポート, 2014, 1-17 2. 秦田勇二, 大田ゆかり, 高い可能性を秘めた深海微生物 (新規酵素の発見とその利用) 工業材料, 2012, 60 (10) 22-27 <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 20 件</p>	<p>専門家向け 計 18 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ohta Y., Nishi S., Hasegawa R., Haga T., Tsubouchi T., Nagano Y., Tsuruwaka Y., Shimane Y., Mori K., Usui K., Tsusui K., Fujiwara Y., Tanizaki A., Kobayashi K., Maruyama T., Hatada Y., Deep-sea bacteria capable of metabolising lignin-related aromatic compounds, Leipzig Germany, 2013, July 21-25th, FEMS2013 - 5th Congress of European Microbiologists 2. 大田ゆかり, 長谷川良一, 黒澤佳奈子, 谷崎明子, 足立明子, 芳賀拓真, 丸山正, 秦田勇二, 深海沈木から単離した <i>Novosphingobium</i> 属細菌によるリグニンモデル化合物代謝, 松山, 2014年3月13-15日, 第64回日本木材学会大会 3. 大田ゆかり, 長谷川良一, 秦田勇二, 深海沈木から単離した微生物が生産するリグニン由来芳香族モノマーのポリマー原料としてのポテンシャル, 松山, 2014年3月13-15日, 第64回

	<p>日本木材学会大会</p> <p>4. 飯田加賀美, 秦田勇二, 長谷川良一, 西真郎, 小林樹和, 佐藤玲央奈, 丸山正, 大田ゆかり, 深海沈木から単離した <i>Novosphingobium</i> 属細菌の2量体リグニンモデル化合物 β-O-4 結合還元的開裂酵素群の解析, 松山, 2014年3月13-15日, 第64回日本木材学会大会</p> <p>5. 黒澤佳奈子, 大田ゆかり, 長谷川良一, 飯田加賀美, 丸山正, 秦田勇二, 笠井憲雪, 宮本徹, 深海由来 <i>Novosphingobium</i> 属細菌を用いた バイオマスからの芳香族モノマー生産, 松山, 2014年3月13-15日, 第64回日本木材学会大会</p> <p>6. 西真郎, 大田ゆかり, 飯田加賀美, 小林樹和, 長谷川良一, 黒澤佳奈子, 谷崎明子, 足立明子, 佐藤玲央奈, 芳賀拓真, 坪内泰志, 丸山正, 秦田勇二, リグニン代謝能を有す <i>Novosphingobium</i> 属細菌のゲノム解析, 2014年3月7-9日, 東京, 第8回日本微生物学会年会</p> <p>7. Ohta Y., Nishi S., Suda E., Hasegawa R., Haga T., Konishi M., Nagano Y., Tsubouchi T., Tsuruwaka Y., Shimane Y., Mori K., Usui K., Tsutsui K., Fujiwara Y., Maruyama T., Hatada Y., Exploration of lignin-related aromatic compound metabolising bacteria from the deep-sea, Koch, Japan, 2012, 13-16th Jul., The 9th Asia-Pacific Marine Biotechnology Conference [APMBC2012]</p> <p>8. Ohta Y., Nishi S., Hasegawa R., Haga T., Tsubouchi T., Konishi M., Nagano Y., Tsuruwaka Y., Shimane Y., Mori K., Usui K., Kobayashi K., Tanizaki A., Nishihara M., Tsutsui K., Nishimoto A., Fujiwara Y., Maruyama T., Hatada Y., Isolation and phylogenetic analysis of Lignin-related Aromatic compound metabolizing bacteria from the deep sea, Fukuoka, Japan, 2012, 14-17th Oct., Lignobiotech II symposium</p> <p>9. Nagano Y., Nagahama T., Konishi M., Mori K., Shimane Y., Ohta Y., Hatada Y., Fungal diversity in deep-sea environments, Alicante, Spain, 2012, 3-6 Sep., BMS Annual Scientific Meeting 2012 Fungal Interactions</p> <p>10. Nagano Y., Nagahama T., Konishi M., Shimane Y., Mori K., Ohta Y., Hatada Y., Fungal diversity in deep-sea environments, Wellington, New Zealand, 2012, 3-7th Dec., 13th International Deep-sea Biology Symposium</p> <p>11. 大田ゆかり, 西真郎, 芳賀拓真, 坪内泰志, 丸山正, 長谷川良一, 秦田勇二, 深海沈木から単離したバクテリアの分類学的位置と芳香族モノマー代謝, 福岡 2012年10月17-18日, 第57回 リグニン討論会</p> <p>12. 秦田勇二, 嶋根康弘, 西真郎, 芳賀拓真, 大田ゆかり, 丸山正, 海洋環境からの有用微生物・有用酵素の探索, 沖縄 2012年12月19日, 知的クラスター形成に向けた研究拠点構築事業シンポジウム</p> <p>13. 嶋根康弘, 大田ゆかり, 西真郎, 長谷川良一, 小林樹和, 谷崎明子, 國友寛予, 西原瑞恵, 坪内泰志, 丸山正, 秦田勇二, 芳香族化合物を代謝する <i>Halomonas</i> 属細菌の分離とゲノム解析, 長浜市, 2013年3月8-10日, 第7回日本ゲノム微生物学会年会</p>
--	---

	<p>14. Nagano Y., Konishi M., Kubota T., Nagahama T., Abe F., Takahashi K., Mori K., Ohta Y., Hatada Y., Deeply buried fungi in marine subsurface sediment 40.5 m below the sea-floor. The 9th International Mycology Conference (IMC9), 3 Aug (2011) Edinburgh U. K.</p> <p>15. Nagano Y., Takishita K., Nagahama T., Watanabe H., Mori K., Tsuruwaka Y., Konishi M., Ohta Y., Hatada Y., Fungal diversity in deep seamethane cold-seep ecosystems, IUMS 2011 Sapporo The Unlimited World of Microbes-International Union of Mircobiological Societies 2011 Congress, 9 Sept (2011), Sapporo, Japan., Abstract MY11-5</p> <p>16. Nagano Y., Takishita K., Nagahama T., Watanabe H., Mori K., Tsuruwaka Y., Konishi M., Ohta Y., Hatada Y. Fungal diversity in deep-sea methane cold-seep ecosystems, World Conference on Marine Biodiversity, 26-30 th Sept (2011), Aberdeen, Scotland (UK).</p> <p>17. 長野 由梨子, 長濱 統彦, 小西 正朗, 森 梢, 嶋根 康弘, 大田 ゆかり, 秦田 勇二 ”深海極限環境中の真菌多様性”, 第 52 回高圧討論会, 沖縄, 2011 年 11 月 9 日</p> <p>18. 嶋根 康弘, 峯岸 宏明, 越後 輝敦, 大田 ゆかり, 下重 裕一, 小西 正朗, 長野 由梨子, 森 梢, 山内 祐斗, 秦田 勇二 ”高度好塩性古細菌が生産する好塩性酵素の解析” 第 12 回極限環境生物学会, 長崎大学良順会館, 長崎, 2011 年 11 月 28 日</p> <p>一般向け 計 2 件</p> <p>1. 秦田勇二, 大田ゆかり, 深海微生物からの有用酵素の探索, 東京, 2013 年 8 月 29-30 日, 東京, イノベーション JAPAN2013 ~大学見本市&ビジネスマッチング~</p> <p>2. 大田ゆかり, 極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開, 東京, 2013 年 2 月 28 日-3 月 1 日, 最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム 「科学技術が拓く 2030 年」へのシナリオ</p>
<p>図 書 計 1 件</p>	<p>1. 秦田勇二, 小西正朗, 大田ゆかり, 極限環境生物の産業展開 第6章 海洋生物圏, 深海微生物由来有用酵素の探索と応用, CMC出版社, 2012, 190-200</p>
<p>産 業 財 産 権 出 願・取 得 状 況 計 8 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 8 件</p> <p>1. 微生物を利用したフェニルプロパン系化合物の製造方法, 発明者; 大田ゆかり, 秦田勇二, 長谷川良一, 出願人; 独立行政法人海洋研究開発機構, 特願 2014-023839, 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内</p> <p>2. 1-(4-ヒドロキシ-3-メトキシフェニル)-1,3-プロパンジオールの製造方法, 発明者; 長谷川良一, 大田ゆかり, 秦田勇二, 出願人; 独立行政法人海洋研究開発機構, 特願 2014-023840 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内</p> <p>3. 3,3-ビス (4-ヒドロキシ-3-メトキシフェニル) -1-プロパノール及びその製造方法, 発明者; 長谷川良一, 大田ゆかり, 秦田勇二, 出願人; 独立行政法人海洋研究開発機構, 特願 2014-023841 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 4. コニフェリルアルコールの製造方法, 発明者; 長谷川良一, 大田ゆかり, 秦田勇二, 出願人; 独立行政法人海洋研究開発機構, 特願 2014-023842 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内 5. 酵素を利用したフェニルプロパン系化合物の製造方法, 大田ゆかり, 秦田勇二, 長谷川良一, 西真郎, 特願 2014-023843 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内 6. 酵素を利用したフェニルプロパン系化合物中間体の製造方法, 大田ゆかり, 秦田勇二, 長谷川良一, 特願 2014-023844 出願日: 2014 年 2 月 10 日, 国内 7. 酵素を利用したフェニルプロパン系化合物の製造方法, 大田ゆかり, 秦田勇二, 長谷川良一, 特願 2014-023845 出願日; 2014 年 2 月 10 日, 国内 8. グアシアシルビニルケトンの製造方法, 発明者; 長谷川良一, 大田ゆかり, 秦田勇二, 出願人; 独立行政法人海洋研究開発機構, 特願 2014- 43066 出願日; 2014 年 3 月 5 日, 国内
Web ページ (URL)	<p>http://www.jamstec.go.jp/biogeos/j/mbrp/mber/index.html</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2013 年度 JAMSTEC 横須賀本部施設一般公開 実施日; 2013 年 5 月 18 日 場所; 海洋研究開発機構横須賀本部 対象者; 一般 参加者数; 約 5200 名 内容; 研究内容紹介とリーフレット配布 2. 進路指導講座「微生物の底力」 実施日; 2013 年 7 月 11 日 場所; 豊島岡女子学園中学高等学校 対象者; 中高大学生と教員 参加者数; 30 名 内容; 微生物分離培養実験、微生物観察、研究内容紹介講演とリーフレット配布 3. サイエンス・パートナーシップ・プログラム講座「微生物の底力」 実施日; 2013 年 6 月 14 日, 7 月 2 日, 場所; 東海大付属浦安高校 対象者; 中高生および理科教員 参加者数; 70 名 内容; 微生物分離培養実験、微生物観察、研究内容紹介講演とリーフレット配布 4. 2012 年度 JAMSTEC 横須賀本部施設一般公開 実施日; 2012 年 5 月 12 日 場所; 海洋研究開発機構横須賀本部 対象者; 一般 参加者数; 約 7000 名 内容; 研究内容紹介とリーフレット配布 5. ランチョンセミナー 実施日; 2012 年 5 月 12 日 場所; 海洋研究開発機構横須賀本部 対象者; 中高生と理科教員 参加者数; 30 名 内容; 研究内容紹介 6. サイエンスクラス特別授業「微生物の底力」 実施日; 2012 年 10 月 30 日 場所; 東海大付属浦安高校 対象者; 中高生および理科教員 参加者数; 70 名 内容; 研究内容紹介とリーフレット配布、微生物分離培養実験 7. サイエンスクラス特別授業「微生物の底力」実験観察レポートのフォローアップ 実施日; 2013 年 1 月 5 日 場所; 東海大付属浦安高校 対象者; 中高生 対象人数 60 人 内容; 実験観察レポートのフォローアップ 8. 11 年度 JAMSTEC 横須賀本部施設一般公開、実施日; 2011 年 10 月 1 日、場所; 海洋研究開発機構横須賀本部 対象者; 一般 参加人数; 4199 名 内容; 研究内容紹介とリー

様式21

	<p>フレット配布</p> <p>9. 研究紹介、実施日；2012年3月29日、場所；豊島岡女子学園、対象者；理科教員および中高校生、参加人数；22名、内容；研究内容紹介とリーフレット配布、研究者を目指す高校生への進路相談</p>
新聞・一般雑誌等掲載 計1件	<p>1. 科学新聞 2012年1月1日 4-5面 見出し「JAMSTECの海洋研究開発 経済・社会の発展に寄与」</p>
その他	<p>1. 内閣官房総合海洋政策本部事務局調査「平成23年度 深海底微生物資源の動向等に関する調査の報告書」に研究成果紹介掲載, 9-22ページ http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/chousa/idenshigen.pdf</p> <p>2. 東海大付属浦安高等学校・中部部, 学習指導, サイエンスクラスニュース No.5 http://www.urayasu.tokai.ed.jp/senior_guidance/pdf/sc2013news05.pdf</p> <p>3. 豊島岡女子学園中学校・高等学校, 豊ちゃん日記, 2013.7.18 “学び”の幅を広げる http://www.toshimagaoka.ed.jp/blog.aspx?b=13&d=201307 2, 3の内容は学校行事等を通じて延べ8000人以上の小中高校生とその保護者を含む多くの方々に紹介された。</p>

7. その他特記事項