

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－ブラジル研究交流）

1. 研究課題名：「バイオエネルギー生産に向けた海洋微生物ファクトリーの創成」
2. 研究期間：平成23年8月～平成27年3月
3. 支援額：総額 14,780,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	澤辺智雄	北海道大学大学院水産科学研究院	教授
研究者	細川雅史	北海道大学大学院水産科学研究院	准教授
研究者	中川聡	北海道大学大学院水産科学研究院/京都大学大学院農学研究科	准教授
研究者	美野さやか	北海道大学大学院水産科学研究院	—
研究者	松村佑太	北海道大学大学院水産科学研究院	—
研究者	佐藤一道	北海道大学大学院水産科学研究院	—
研究期間中の全参加研究者数 15名			

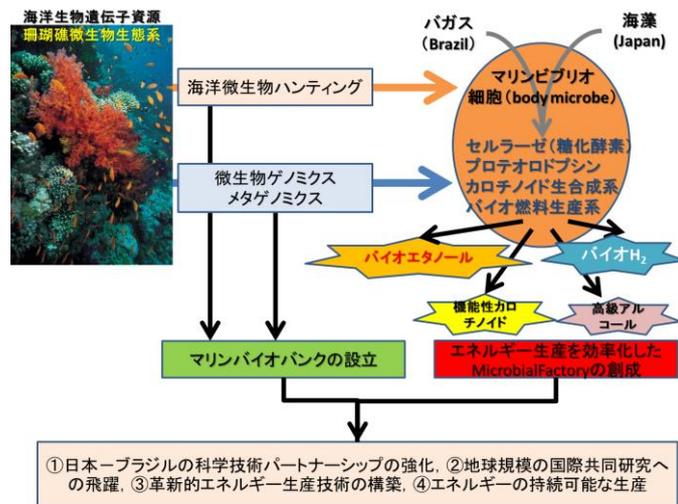
相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Fabiano L. Thompson	Federal University of Rio de Janeiro/Institute of Biology	教授
研究者	Ana Carolina Paulo Vicente	FIOCRUZ/Institute of Oswaldo Cruz	教授
研究者	Gilberto Amado Filho	Rio de Janeiro Botanical Garden	教授
研究者	Thiago Bruce Rogrigues	Faculty of Technology and Sciences, Salvador	教授
研究者	Cristiane Thompson	Federal University of Rio de Janeiro/Institute of Biology	教授
研究者	Pedro Meirelles	Federal University of Rio de Janeiro/Institute of Biology	—
研究期間中の全参加研究者数 7名			

5. 研究・交流の目的

ブラジルは再生可能なバイオエタノール生産の一大拠点であるが、新規能力を付加した糖化酵素や発酵微生物の導入が求められている。一方でブラジルの海岸線は 5,000 km に及び、独特な海洋生態系を持つが、海洋生物の遺伝子資源を有効活用するマリンバイオテクノロジー分野の研究は立ち遅れている。バイオエタノール生産のトップランナーであるブラジルが求める研究を、マリンバイオテクノロジー分野で先端的な日本の基盤研究と融合させ、海洋生物の遺伝子資源を活用したエネルギー生産技術の構築に資する。

具体的には、ブラジルの海洋生態系の調査研究をベースとして研究交流と人材交流を行い、「バイオエネルギー生産に向けた海洋微生物ファクトリーの創成」を達成するための技術基盤を築く。特に、光の利用と有機物分解の活発な生態系の一つである珊瑚礁をターゲットとした微生物ハンティングやメタゲノム解析を行い、糖化・発酵・光エネルギー変換に重要な微生物や酵素遺伝子のバンクを構築し、バガスや海洋バイオマスからエタノール、水素、高級アルコールなどを効率的に生産する海洋微生物細胞工場を創成する。この研究交流により、ブラジルでは未発達なマリンバイオテクノロジー研究の発展や人材育成が進むとともに、ブラジルにおける海洋微生物の遺伝子資源バンクの設立に寄与し、これを活用したブラジルと日本で相互の産業振興を可能にする。



当該研究の概要図.

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

日伯の研究者が協力して当該研究の遂行することにより、「新しい知の創造/画期的な科学技術の進展/新分野の開拓」の観点から以下の研究成果を得た。

- 1) *Vibrio tritonus* AM2 株と名づけた海洋微生物が、想定を超えた高い水素生成能を示すことを明らかにし、かつ大型海藻を原料として 5L 規模のプラクティカルな水素生産を達成することに成功した。
- 2) この水素生成能の高いマリンビブリオの全ゲノム解析と網羅的発現解析を終え、生体エネルギー分野で過去 20 年近く理解が待たれていた機能未知なギ酸-水素リアーゼ複合体を利用する代謝経路により海洋バイオマスを水素に変換していることを明らかにした。
- 3) 大型海藻で含有量の高いもののエタノール化が極めて困難なバイオマス成分の一つであるアルギン酸をエタノールに変換する代謝改変した海洋微生物を作製することに成功した。さらに、この代謝改変株を生物触媒とし、褐藻そのものを原料としたエタノール生産が可能であることを示した。
- 4) 環境微生物のゲノム解析やメタゲノム解析という最先端の科学技術を駆使し、新規カロチノイド合成遺伝子・H⁺・Na⁺排出型のプロテオロドプシン遺伝子・糖加水分解酵素遺伝子を獲得し、海洋遺伝子資源のコレクションを得た。
- 5) ブラジルの東方沖に存在する世界最大級の珊瑚藻床に付随する網羅的な微生物メタゲノム解析を世界で始めて実施し、アンモニアや硫化物などの無機物質代謝、バイオミネラルイゼーションで微生物が役割を担うことを示唆した。
- 6) 当該研究で得た海洋生物遺伝子資源は、ブラジル側研究機関に設置したマリンバイオバ

ンクや海洋生物多様性データベース (<https://marinebiodiversity.lncc.br/metacatui/#about>) に収納し広く学術および産業振興に活用できる基盤を整備した。

6-2 人的交流の成果

日伯で合わせて 22 名の研究者および学生が当該研究交流に参加することにより、「相手側との研究交流につながる人材育成/持続可能な研究交流の展開」で予想を超えた成果を残すことができた。その成果の一端を以下に示す。

- 1) 合計 22 名（日本側 15 名，ブラジル側 7 名）が当該研究交流に参加し，のべ 13 名（日本側 6 名，ブラジル 7 名）が相互に渡航し活発に交流した。
- 2) 渡伯した 3 名の日本人大学院学生のうち，1 名は大学教員，2 名は民間企業（技術職）に就職し，かつ渡日した 3 名のブラジル側大学院生のうち，1 名は大学教員，2 名は学位取得目前であり，今後の日伯研究交流をつなぐ人材が育成された。
- 3) 研究交流中，のべ 6 名の日本側大学院学生が，国内および国際学会の場で研究を評価され受賞し，当該研究交流が国際的研究交流能力の高い人材育成に貢献したことを実証できた。
- 4) 日本側研究代表者は，のべ 7 つの学術会議（国際 3・国内 3）を通じて，のべ 500 名の研究者へ学術講演を行い，日伯研究交流をアピールした。さらに，昨年末には，ブラジル側研究代表者が来日し関連するシンポジウムで特別講演を行い，約 50 名の国内外の研究者と交流し，当該研究を核として日伯研究者間の交流が拡張している。さらにブラジルでマリンバイオテクノロジーに関する研究会が萌芽した。
- 5) 当該事業終了直前から，ブラジル政府がブラジル国内の大学の国際化およびブラジルの大学生・研究者の学術交流を目的として開始した「国境なき科学」計画を活用し，ブラジル側から博士研究員が渡日し，新たな共同研究を展開している。さらに，昨年度末に，北大水産科学院の大学院・学部学生を対象としたバイオインフォマティクスのワークショップの開催を機に，日伯の学生間が主体となった新規な海洋メタゲノム共同研究が進行している。
- 6) 当該研究遂行中に渡日したブラジル側研究者との交流を機に，微生物多様性の教科書および海洋微生物ファクトリーの創成に関する学術書を 2 件刊行し，新分野の開拓に寄与している。

7. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記事項
論文1	Sawabe T, Ogura Y, Matsumura Y, Feng G, Amin AR, Mino S, Nakagawa S, Sawabe T, Kumar R, Fukui Y, Satomi M, Matsushima R, Thompson FL, Gomez-Gil B, Christen R, Maruyama F, Kurokawa K, Hayashi T, Updating the <i>Vibrio</i> clades defined by multilocus sequence phylogeny: proposal of eight new clades, and the description of <i>Vibrio tritonius</i> sp. nov. <i>Front Microbiol.</i> , 4: 414, 2013, 10.3389/fmicb.2013.00414	
論文2	Cavalcanti GS, Gregoracci GB, dos Santos EO, Silveira CB, Meirelles PM, Longo L, Gotoh K, Nakamura S, Iida T, Sawabe T, Rezende CE, Francini-Filho RB, Moura RL, Amado-Filho GM, Thompson FL, Physiologic and metagenomic attributes of the rhodoliths forming the largest CaCO ₃ bed in the South Atlantic Ocean. <i>ISME J.</i> , 8, 52-62, 2014, 10.1038/ismej.2013.133	

論文3	Matsumura, Y, Sato, K, Al-saari, N, Nakagawa, S, Sawabe, T. Enhanced hydrogen production by a newly described heterotrophic marine bacterium, <i>Vibrio tritonius</i> strain AM2, using seaweed as the feedstock. Int. J. Hydrogen Energy, 39, 7270-7277, 2014, 10.1016/j.ijhydene.2014.02.164	
著作物1	Gomez-Gil, B., Thompson, C.C., Matsumura, Y., Sawabe, T., Iida, T., Christen, R., "Family Vibrionaceae (Chapter 225)," The Prokaryotes, 4th Ed., eds E. Rosenberg, E.F. DeLong, F.L. Thompson, S. Lory, and E. Stackebrandt, New York, NY: Springer, pp. 659-747, 2014.	
著作物2	Bruce, T, A Gonzales, Y Matsumura, FL Thompson, T Sawabe. "Potential of marine microbial diversity for biofuel innovation". pp.1168-1180. Kim ed. Springer Handbook of Marine Biotechnology. Springer, 2015.	