

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01363

研究課題名（和文）油層の地球化学的・微生物学的特性に合わせたテラーメード型枯渇油田再生技術の開発

研究課題名（英文）Development of the energy recovery technology from a depleted oilfield that tailors geochemical and microbiological characteristics of the oil reservoir

研究代表者

坂田 将（Susumu, Sakata）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・招聘研究員

研究者番号：70357101

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,600,000円

研究成果の概要（和文）：油層の温度圧力条件を模擬する室内培養実験に基づいてバイオオーグメンテーションとスティミュレーションによる枯渇油田再生技術の有効性を検証した。地球化学的分析によって原油分解メタン生成ポテンシャルが認められた山形油田の生産水を集積培養し、原油分解微生物コミュニティを獲得した。同ポテンシャルが認められなかった秋田油田の生産水に、この微生物コミュニティと酵母エキスを加えて培養を行った結果、トルエン・n-アルカンの分解とともにメタンが多く生成された。以上の結果から、油層の地球化学的特性に応じてバイオオーグメンテーションとスティミュレーションを適用するテラーメード型枯渇油田再生技術の有効性が実証された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的意義は、世界に先駆けて、油層環境を模擬する高温高压条件下で現場の微生物を培養し、原油からメタンが生成されるプロセスの再現に成功したことである。またバイオオーグメンテーションにより原油分解活性のない油層に同活性を誘起できることを実証したのも本研究が初めてである。本研究が志向する枯渇油田のエネルギー回収技術は、国内電力生産の3割以上を石油や天然ガスに依存する日本において新たなエネルギー資源の創成に導くものである。現場環境を模擬する培養試験でバイオオーグメンテーションの有効性を実証できたことは、本資源技術の実用化に向けた大きな前進であり、社会的ニーズに対応する研究成果である。

研究成果の概要（英文）：We performed laboratory incubation experiments mimicking temperature and pressure conditions of the oil reservoir to evaluate the feasibility of microbial enhanced energy recovery from a depleted oilfield. A microbial community capable of methanogenic crude oil degradation was successfully obtained from the production water of Yamagata oilfield, whose methanogenic crude oil degradation potential had been indicated from geochemical analyses. Addition of this microbial culture to the production water from Akita oilfield with no geochemical signature of the oil degradation potential, together with a specific yeast extract, resulted in a large amount of methane production coupled to toluene and n-alkane degradation during the incubation. Our result demonstrates the effectiveness of energy recovery technology from a depleted oilfield that tailors geochemical characteristics of the oil reservoir for applying biological augmentation and/or stimulation.

研究分野：工学

キーワード：国内油田 原油分解メタン生成 微生物攻法 バイオオーグメンテーション バイオスティミュレーション エネルギー増進回収 高温高压培養実験

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。

## 1. 研究開始当初の背景

未曾有の大災害となった原子力発電所の事故を契機に、シェールガスやメタンハイドレートなどの未利用化石燃料の資源開発に期待が集まる中、枯渇油田の原油貯留層（以下、油層と略記）に大量に残留し回収が困難な原油を原位置微生物の働きで天然ガス（メタン）に変換し新たなエネルギー資源として回収する増進回収技術（Microbial Enhanced Energy Recovery、略称 MEER）の開発を目指す研究も世界的に高い関心を集めている。最近（研究開始当初）の研究では、様々な油田から採取した微生物が原油を分解しメタンを生成できることがラボ実験で示されている。しかしながら、MEER のコンセプトに基づいて、油層微生物が原位置で原油を分解しメタンに変換する可能性に焦点を当てた研究例は少ない。この可能性を検証するためには、油層の深部地下環境、とりわけ、高い温度と圧力を模擬する条件で培養実験を行う必要がある。実際にそのような環境因子が微生物の群集構造や活動に大きな影響を及ぼすことが知られている。にもかかわらず、高圧条件で油層微生物を培養して、原油分解メタン生成プロセスを検証した研究事例は未だ報告されていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、MEER 技術の実現・実用化を将来目標とし、油層の地球化学的特性に応じて微生物や栄養剤を注入するテラーメード型原位置原油メタン変換技術の有効性を、油層環境を模擬する高温・高圧培養実験にもとづいて検証することを目的とする。具体的には、まず、もともと原油分解メタン生成ポテンシャルがある油層に栄養剤を注入して現場微生物の機能を活性化させるバイオスティミュレーションの有効性を評価する。次に、もともと原油分解メタン生成ポテンシャルがない油層にはその機能を有する微生物コミュニティを注入するバイオオーグメンテーションの有効性を評価する。後者については、さらに、微生物コミュニティとともにその原油分解メタン生成効率を高める栄養剤と一緒に注入するバイオオーグメンテーション&スティミュレーションの有効性も検証することを目的とする。

## 3. 研究の方法

これまでの国内油田の油層試料（原油、ガス、生産水）の地球化学的分析結果を踏まえ、山形県の1油田と秋田県の1油田（以下、山形油田と秋田油田と略記）をモデルフィールドに選定した。2つの油田の油層温度、圧力条件はいずれも 55°C、5MPa で類似している一方、原位置微生物の原油分解メタン生成ポテンシャルは山形油田においてのみ検出されている。両油田の生産水と原油を用いて、油層環境を模擬する4種類の培養実験を行った。まず山形油田の油層水を培養して、原油分解メタン生成が可能な微生物コミュニティを獲得した。次に、秋田油田へのバイオオーグメンテーションの適用と、山形油田へのバイオスティミュレーションの適用を想定した培養実験を行い、それぞれ、原油分解メタン生成プロセスの誘起と促進効果について評価した。さらに、秋田油田へのバイオオーグメンテーションとバイオスティミュレーションの両方の適用を想定した培養実験を行い、MEER 技術の実現可能性を評価した。

## 4. 研究成果

### (1) 原油分解メタン生成が可能な微生物コミュニティの獲得

山形油田の油層から採取した生産水と原油を 55°C、5MPa で培養することによって、原油分解が可能なメタン生成微生物コミュニティを獲得した。無機塩培地を添加しない培養ではメタンがほとんど生成されなかったのに対し、無機塩培地を添加した培養ではメタンが多く生成され、山形油田の生産水中の微生物コミュニティの生育が効果的に促進された。無機塩培地を添加した培養系ではメタン生成の前段で酢酸が生成され、その後メタン生成とともに酢酸が減少する傾向が見いだされた。これは酢酸が原油分解メタン生成過程の重要な反応中間体であることを示唆する。油層の孔隙環境（孔隙率 40%）を模擬するために培養容器に海砂を充填すると、メタン生成量がさらに増えることが判明した。微小孔隙環境の効果として、微生物の定着基盤を提供するとともに、原油との接触効率を高めアクセスを容易にすることが推定された。

### (2) バイオオーグメンテーションによる原油分解メタン生成

秋田油田の油層から採取した生産水と原油に無機塩培地を添加し、55°C、5MPa で培養した。バイオオーグメンテーションの有効性を検証するため、(1)で獲得した原油分解メタン生成微生物コミュニティを添加する試験系と、比較のために微生物コミュニティを添加しないコントロール系を設定した。秋田油田の生産水には約 10mM の酢酸が含まれており、培養初期においてこの酢酸消費に伴うメタン生成が両系において観察された（図 1A）。その後、コントロール系ではメタン生成が起きないのに対し、試験系では 250 日以上経過した時点で再びメタン生成が始まり、最終的にコントロールの 5 倍ものメタン生成量が得られた。培養後の原油の主要な脂肪族・芳香族炭化水素組成を分析した結果、試験系のトルエン濃度がコントロール系に比べて顕著に少ないことが判明し（図 1B）、酢酸消費後の 2 度目のメタン生成が主にトルエン分解に由来することが示唆された。以上の結果から、秋田油田の油層に山形油田の微生物（培養物）

を注入することによって、原油分解メタン生成プロセスを誘起できる可能性が明らかになり、MEER を実現する戦略としてのバイオオーグメンテーションの有効性が見いだされた。

### (3) バイオスティミュレーションによる原油分解メタン生成

栄養剤の添加によって山形油田の油層微生物がトルエン以外の炭化水素成分を分解しメタンを生成する可能性を検討した。山形油田の生産水に栄養剤として無機塩培地成分（ミネラル、ビタミン、微量元素）及び、4種類の酵母エキス（YE<sub>α</sub>、YE<sub>β</sub>、YE<sub>γ</sub>、YE<sub>δ</sub>）を個々に添加し、原油とともに55°C、5MPaで培養した。その結果、YE<sub>α</sub>またはYE<sub>β</sub>を添加した培養系が他の培養系に比べてメタン生成量が顕著に多く、例えばYE<sub>β</sub>を添加した系の最終的なメタン生成量は酵母エキスを添加していない系の5倍にも達していた。この差は酵母エキスの分解で想定されるメタン生成量を遥かに上回っており、YE<sub>α</sub>及びYE<sub>β</sub>を添加した系ではメタンが主に原油から生成したものと示唆される。実際に原油組成を分析した結果、これらの系では培養前後でトルエンのみならず長鎖（炭素数が20-35）のn-アルカンが著しく減少していることが判明した。対照的に、YE<sub>γ</sub>またはYE<sub>δ</sub>を添加した系や酵母エキスを添加していない系では、長鎖n-アルカンの有意な減少が認められなかった。酵母エキスの元素組成の分析した結果、YE<sub>α</sub>とYE<sub>β</sub>はYE<sub>γ</sub>及びYE<sub>δ</sub>をよりもC/N比が低いことが判明し、アミノ酸のように窒素を含有する有機物が原油を分解する微生物の活性を刺激する鍵となることが示唆された。

### (4) バイオオーグメンテーションとバイオスティミュレーションの組み合わせによる原油分解メタン生成

もともと原油分解ポテンシャルがない油層に微生物と栄養剤を注入し、原油を効率的にメタンに変換する可能性を、油層環境を模擬する培養実験によって検証した。具体的には、(1)で獲得した原油分解メタン生成微生物コミュニティと栄養剤（酵母エキスYE<sub>α</sub>、無機塩培地、もしくはその両方）を、秋田油田の生産水と原油に加えて55°C、5MPaで培養した（試験系）。また比較のため、微生物コミュニティを加えず栄養剤のみを加えて培養した（コントロール系）。その結果、コントロール系では生産水中にもともと含まれている酢酸と酵母エキスからしかメタンが生成されなかった。試験系では対照的に多くのメタン生成が観察され、その生成量は栄養剤として酵母エキスと無機塩培地の両方を加えた系で最も多く、酵母エキスのみを加えた系がこれに次いで多かった。原油炭化水素の組成分析の結果、酵母エキスを添加した系ではトルエンと長鎖n-アルカンの顕著な減少が確認されたのに対し、無機塩培地のみを添加した系ではトルエン以外の成分の減少が観察されなかった。バイオオーグメンテーションとバイオスティミュレーションの両方を適用することが、商業的に価値あるエネルギー回収のために効果的であり、MEER技術の実用化の可能性が明らかになった。

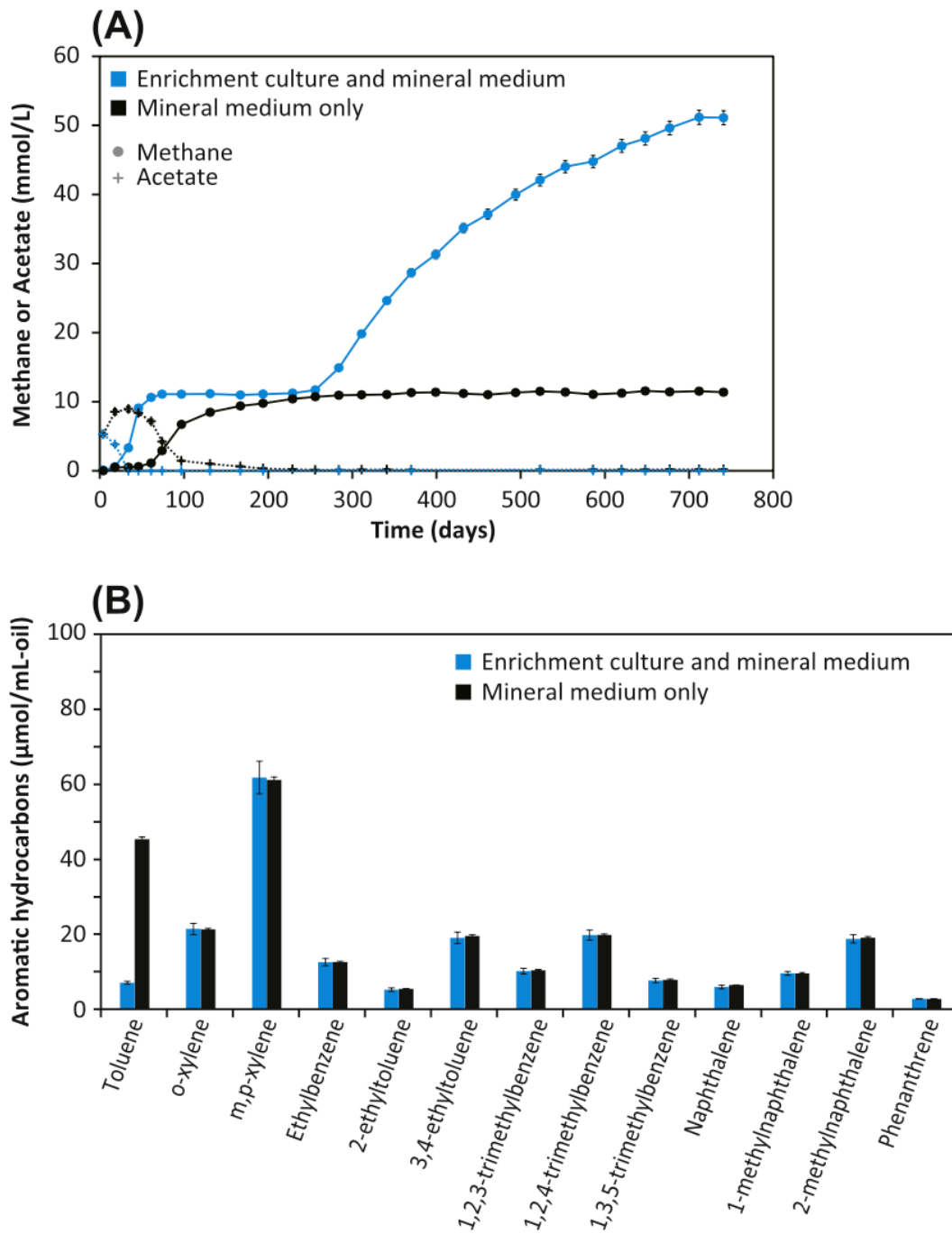


図1 秋田油田へのバイオオーグメンテーションを想定した油層環境模擬培養実験の結果。(A)メタンと酢酸の濃度の経時変化、(B)培養後の原油中の芳香族炭化水素成分の濃度。Suda et al. (2021)より引用。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Konomi Suda, Masayuki Ikarashi, Hideyuki Tamaki, Satoshi Tamazawa, Susumu Sakata, Maeda Haruo, Yoichi Kamagata, Masanori Kaneko, Tomomi Ujiie, Yumi Shinotsuka, Tatsuki Wakayama, Hiroki Iwama, Noriko Osaka, Daisuke Mayumi, Hideharu Yonebayashi	4. 巻 201
2. 論文標題 Methanogenic crude oil degradation induced by an exogenous microbial community and nutrient injections	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Petroleum Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 108458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.petrol.2021.108458	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 Sachiko Sakamoto, Masaru K. Nobu, Daisuke Mayumi, Satoshi Tamazawa, Hiroyuki Kusada, Hideharu Yonebayashi, Hiroki Iwama, Masayuki Ikarashi, Tatsuki Wakayama, Haruo Maeda, Susumu Sakata, Tomohiro Tamura, Nobuhiko Nomura, Yoichi Kamagata, Hideyuki Tamaki	4. 巻 44
2. 論文標題 Koleobacter methoxysyntrophicus gen. nov., sp. nov., a novel anaerobic bacterium isolated from deep subsurface oil field and proposal of Koleobacteraceae fam. nov. and Koleobacterales ord. nov. within the class Clostridia of the phylum Firmicutes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Systematic and Applied Microbiology	6. 最初と最後の頁 126154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.syapm.2020.126154	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 Hideyoshi Yoshioka, Mio Takeuchi, Susumu Sakata, Hiroshi A. Takahashi, Manabu Takahashi, Susumu Tanabe, Takeshi Hayashi, Akihiko Inamura, Masaya Yasuhara	4. 巻 54
2. 論文標題 Microbial methane production and oxidation in the Holocene mud beneath the Kanto Plain of central Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochemical Journal	6. 最初と最後の頁 243-254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0597	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 Dong X., Rattray J.E., Campbell D.C., Webb J., Chakraborty A., Adebayo O., Matthews S., Li C., Fowler M., Morrison N., Macdonald A., Groves R., Lewis I., Wang S., Mayumi D., Greening C., Hubert C.R.J.	4. 巻 11
2. 論文標題 Thermogenic hydrocarbon biodegradation by diverse depth-stratified microbial populations at a Scotian Basin cold seep	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5825
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19648-2	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 Tomo Aoyagi, Tomohiro Inaba, Hidenobu Aizawa, Daisuke Mayumi, Susumu Sakata, Amine Charfi, Changwon Suh, Jong Hong Lee, Yuya Sato, Atsushi Ogata, Hiroshi Habe, Tomohiro Hori	4. 巻 176
2. 論文標題 Unexpected diversity of acetate degraders in anaerobic membrane bioreactor treating organic solid waste revealed by high-sensitivity stable isotope probing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Water Research	6. 最初と最後の頁 115750
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.watres.2020.115750	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 Hideyuki Tamaki	4. 巻 34
2. 論文標題 Cultivation renaissance in the post-metagenomics era: combining the new and old.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 117-120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME3402rh	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 Akio Ueno, Satoshi Tamazawa, Shuji Tamamura, Noritaka Aramaki, AKM Alam Badrul, Takuma Murakami, Shinji Yamaguchi, Junya Yamagishi, Hideyuki Tamaki, Daisuke Mayumi, Takeshi Naganuma, Katsuhiko Kaneko	4. 巻 36
2. 論文標題 Improvement of terrestrial groundwater sampling method affects microbial community analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geomicrobiology Journal	6. 最初と最後の頁 303-316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01490451.2018.1534900	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 Dong X., Greening C., Rattray J.E., Chakraborty A., Chuvochina M., Mayumi D., Dolfing J., Li C., Brooks J.M., Bernard B.B., Groves R.A., Lewis I.A., Hubert C.R.J.	4. 巻 10
2. 論文標題 Metabolic potential of uncultured bacteria and archaea associated with petroleum seepage in deep-sea sediments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-09747-0	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 Kyosuke Yamamoto, Keith C. Hackley, Walton R. Kelly, Samuel V. Panno, Yuji Sekiguchi, Robert A. Sanford, Wen-Tso Liu, Yoichi Kamagata & Hideyuki Tamaki	4. 巻 9
2. 論文標題 Diversity and geochemical community assembly processes of the living rare biosphere in a sand-and-gravel aquifer ecosystem in the Midwestern United States	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-49996-z	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 坂田将	4. 巻 34
2. 論文標題 天然ガス・石油の成因と微生物の寄与に関する有機地球化学的研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Researches in Organic Geochemistry	6. 最初と最後の頁 1-13
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 岩間弘樹, 五十嵐雅之, 若山樹, 米林英治, 眞弓大介, 前田治男, 須田好, 玉木秀幸, 坂田将, 鎌形洋一	4. 巻 83
2. 論文標題 微生物原油分解EORフィールドパイロットに向けて～微生物培養実験からパイロット計画策定まで～	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 石油技術協会誌	6. 最初と最後の頁 455-460
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 Taiki Katayama, Hideyoshi Yoshioka, Toshiro Yamanaka, Mio Takeuchi, Yoshiyuki Muramoto, Jun Usami, Hidefumi Ikeda, Susumu Sakata	4. 巻 127
2. 論文標題 Microbial community structure in deep natural gas-bearing aquifers subjected to sulfate-containing fluid injection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 47-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2018.06.013	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 Mio Takeuchi, Haruka Ozaki, Satoshi Hiraoka, Yoichi Kamagata, Susumu Sakata, Hideyoshi Yoshioka, Wataru Iwasaki	4. 巻 14
2. 論文標題 Possible cross-feeding pathway between a methanotroph and a facultative methylotroph	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PlosONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0213535	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 Tamazawa S., Mayumi D., Mochimaru H., Sakata S., Maeda H., Wakayama T., Ikarashi M., Kamagata Y., Tamaki H.	4. 巻 67
2. 論文標題 Petrothermobacter organivorans gen. nov., sp nov., a thermophilic, strictly anaerobic bacterium of the phylum Deferribacteres isolated from a deep subsurface oil reservoir	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology	6. 最初と最後の頁 3982-3986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1099/ijsem.0.002234	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 Sano Y., Kinoshita N., Kagoshima T., Takahata N., Sakata S., Toki T., Kawagucci S., Waseda A., Lan T., Wen H., Chen A., Yang T. F., Guodong Z., Tomonaga Y., Roulleau E., Pinti D. L.	4. 巻 7
2. 論文標題 Origin of methane-rich natural gas at the West Pacific convergent plate boundary	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15646(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-15959-5	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



〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 坂本幸子、Nobu Masaru Konishi、眞弓大介、玉澤聡、中原望、草田裕之、米林英治、岩間弘樹、五十嵐雅之、若山樹、前田治男、坂田将、田村具博、野村暢彦、鎌形洋一、玉木秀幸
2. 発表標題 深部地下圏でメトキシ芳香族化合物分解を担う新規共生細菌の発見及び生存戦略の解明
3. 学会等名 第15回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本幸子、Nobu Masaru Konishi、眞弓大介、玉澤聡、中原望、草田裕之、米林英治、岩間弘樹、五十嵐雅之、若山樹、前田治男、坂田将、田村具博、野村暢彦、鎌形洋一、玉木秀幸
2. 発表標題 深部地下圏でメトキシ芳香族化合物分解を担う新規共生細菌の生存戦略
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Susumu Sakata
2. 発表標題 Potential and mechanisms of methane production by subsurface microorganisms in oil and gas fields.
3. 学会等名 8th Congress of European Microbiologists (FEMS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Mayumi, Konomi Suda, Hideyuki Tamaki, Haruo Maeda, Yoichi Kamagata, Susumu Sakata, Hiroki Iwama, Masayuki Ikarashi, Tatsuki Wakayama and Hideharu Yonebayashi
2. 発表標題 Enhancement of methanogenic crude oil degradation using organic nutrients toward biotechnology applications in oil reservoirs.
3. 学会等名 7th International Symposium on Applied Microbiology and Molecular Biology in Oil Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Iwama, Masayuki Ikarashi, Tatsuki Wakayama, Hideharu Yonebayashi, Daisuke Mayumi, Haruo Maeda, Konomi Suda, Hideyuki Tamaki, Susumu Sakata, Youichi Kamagata
2. 発表標題 Field Application of Bio-Augmentation processes for Microbial Enhance Oil Recovery Targeting Depleted Oil Field
3. 学会等名 7th International Symposium on Applied Microbiology and Molecular Biology in Oil Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂田 将
2. 発表標題 地下微生物が石炭をメタンに変換するポテンシャルとメカニズム
3. 学会等名 平成30年度石油技術協会春季講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂田 将
2. 発表標題 天然ガスや石油の根源物質としての地下圏有機物
3. 学会等名 日本腐植物質学会第 35 回講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞弓大介, 持丸華子, 玉木秀幸, 山本京祐, 吉岡秀佳, 鈴木祐一郎, 鎌形洋一, 坂田将
2. 発表標題 石炭を直接利用するメタン菌の新たなメタン生成経路
3. 学会等名 日本地球化学会第65回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩間弘樹, 五十嵐雅之, 若山樹, 米林英治, 眞弓大介, 前田治男, 須田好, 玉木秀幸, 坂田将, 鎌形洋一
2. 発表標題 微生物原油分解EORフィールドパイロットに向けて～微生物培養実験からパイロット計画策定まで～
3. 学会等名 平成30年度石油技術協会春季講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田治男, 五十嵐雅之, 眞弓大介, 坂田将, 飯田剛史, 大坂典子
2. 発表標題 Realization of ULTRG (Unrecoverable Liquid fuels To Recoverable Gaseous fuels) as an innovative Microbial EOR
3. 学会等名 2017年SPEサウジアラビア支部年会 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 五十嵐雅之, 若山樹, 前田治男, 米林英治, 飯田剛史, 大坂典子, 眞弓大介, 玉澤聡, 玉木秀幸, 坂田将, 鎌形洋一
2. 発表標題 Realization of subsurface methanogenic oil degradation system Important role of porous environment and nutrients
3. 学会等名 6th International Symposium on Applied Microbiology and Molecular Biology in Oil Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 米林英治, 前田治男, 五十嵐雅之, 若山樹, 眞弓大介, 玉澤聡, 玉木秀幸, 坂田将, 白井良和, 大坂典子
2. 発表標題 Geochemical analyses can contribute to search hydrocarbon degrading microbes for new conceptual enhanced oil recovery
3. 学会等名 28th International Meeting on Organic Geochemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩間弘樹, 五十嵐雅之, 若山樹, 前田治男, 米林英治, 眞弓大介, 玉木秀幸, 坂田将, 鎌形洋一, 飯田剛史, 五味保城
2. 発表標題 原油分解メタン生成のフィールドへの適用に向けた検討
3. 学会等名 2017年石油学会秋季討論会
4. 発表年 2017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	玉木 秀幸  (Tamaki Hideyuki)  (00421842)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究グループ長   (82626)	
研究分担者	眞弓 大介  (Mayumi Daisuke)  (30549861)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員   (82626)	

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
---------	---------