

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す

| | |
|----------------|---|
| 研究課題名 | エネルギー再生型海底下CO2地中隔離(バイオCCS)に関する地球生命工学的研究 |
| 研究機関・ 部局・職名 | 独立行政法人海洋研究開発機構・高知コア研究所・グループリーダー |
| 氏名 | 稲垣 史生 |

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 | 126,000,000 | 126,000,000 | 0 | 126,000,000 | 126,000,000 | 0 | 0 |
| 間接経費 | 37,800,000 | 37,800,000 | 0 | 37,800,000 | 37,800,000 | 0 | 0 |
| 合計 | 163,800,000 | 163,800,000 | 0 | 163,800,000 | 163,800,000 | 0 | 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 | 0 | 22,437,597 | 17,257,832 | 29,864,205 | 69,559,634 |
| 旅費 | 0 | 884,710 | 3,400,532 | 3,690,666 | 7,975,908 |
| 謝金・人件費等 | 0 | 40,000 | 21,214,259 | 20,109,842 | 41,364,101 |
| その他 | 0 | 944,773 | 5,442,475 | 713,109 | 7,100,357 |
| 直接経費計 | 0 | 24,307,080 | 47,315,098 | 54,377,822 | 126,000,000 |
| 間接経費計 | 0 | 7,292,124 | 14,194,529 | 16,313,347 | 37,800,000 |
| 合計 | 0 | 31,599,204 | 61,509,627 | 70,691,169 | 163,800,000 |

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 |
|------------------------------------|--|----|--------------|--------------|------------|----------|
| メタン安定炭素同位体分析装置(メタンハイトレイト安定同位体分析装置) | Los Gatos Research社 | 1 | 20,475,000 | 20,475,000 | 2011/12/16 | 海洋研究開発機構 |
| 顕微鏡用LED光源 | モレキュラーデバイス社製 蛍光顕微鏡用LED光源 | 1 | 1,186,500 | 1,186,500 | 2012/7/25 | 海洋研究開発機構 |
| 高温高圧バイオCCSシステム 内部部品の製作 | 電位差測定用 高圧圧力容器 S用治具 | 1 | 1,365,000 | 1,365,000 | 2012/7/23 | 海洋研究開発機構 |
| 高温高圧バイオCCSシステム 内部部品の製作 | 電位差測定用 高圧圧力容器 L用治具 | 1 | 672,000 | 672,000 | 2012/11/29 | 海洋研究開発機構 |
| 高温高圧バイオCCSシステム容器等改良 | ベッセルヘッド 取り外し治具 | 1 | 1,785,000 | 1,785,000 | 2012/11/29 | 海洋研究開発機構 |
| ワークステーションの購入 | ThinkStation D30 4229CTO レノボ | 1 | 796,950 | 796,950 | 2013/4/11 | 海洋研究開発機構 |
| 高速細胞分離処理システム | MoFlo XPD Flow Cytometer・ ベックマンコー ルター社 | 1 | 27,950,790 | 27,950,790 | 2014/1/15 | 海洋研究開発機構 |
| PCおよびソフトウェアの購入 | LENOVO B590 59394998 1台 The Geochemist's Workbench 9.0 Standard HULINKS RH- 71221 | 1 | 636,615 | 636,615 | 2014/2/3 | 海洋研究開発機構 |
| | | | | 0 | | |

5. 研究成果の概要

地球深部探査船「ちきゅう」による統合国際深海掘削計画第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」により採取された石炭層を含む堆積物コア試料等を用いて、日本近海の非在来型炭化水素システムと生物地球化学的な物質循環作用に関する地球科学・生命科学融合研究を実施し、海底下深部に生息する微生物の代謝活動が、石炭の熟成プロセスやそれに伴う天然ガス（メタン）の生成プロセスに関与している証拠を得た。また、海底下夾炭層へのCO₂貯留（CCS）を想定した高温高压条件下で、「CO₂-水-鉱物-生命」相互作用を検討し、ホモ酢酸菌によるCO₂からの酢酸生成を認めた。本現象は、海底下の微生物生態系がCO₂の人為的な添加に敏感に応答し、CO₂還元等の生命存続に必要なエネルギー代謝機能が誘導発現されることを示唆している。さらに、微生物によるCO₂資源化反応の主要な還元力となる水素の供給源として、高温高压下における金属鉄と海水との嫌気腐食反応と連動したCO₂資源化システムを確立した。また、電気生物学的なメタン生成を活用したCO₂資源化システムに関する応用開発研究の着想を得た。

| | |
|------|-------|
| 課題番号 | GR102 |
|------|-------|

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) | エネルギー再生型海底 CO ₂ 地中隔離(バイオ CCS)に関する地球生命工学的研究 |
| | Geobiotechnology of bio-renewable CO ₂ conversion system (Bio-CCS) associated with offshore geological carbon sequestration |
| 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・高知コア研究所・グループリーダー |
| | Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology・Kochi Institute for Core Sample Research・Group Leader |
| 氏名 (下段英語表記) | 稲垣 史生 |
| | Fumio Inagaki |

研究成果の概要

(和文): 約 40 億年の地球と生命の共進化過程において、微生物の代謝活動は地球規模の炭素循環における有機物一次生産や最終分解に関わる重要な役割を果たして来た。本研究では、海底下深部の堆積物中に生息する微生物の分布や生態学的な機能ポテンシャルを理解し、持続的な炭素・エネルギー社会の構築に資する地球生命工学的研究を実施した。青森県八戸沖で地球深部探査船「ちきゅう」を用いた科学海洋掘削(統合国際深海掘削計画第 337 次研究航海)を実施し、約 2000 万年前に形成された海底下約 2000 メートルの石炭層を含む堆積物コア試料の採取に成功した。同試料の微生物学・生物地球化学的な分析から、海底石炭層における CO₂ 還元型メタン菌の存在および活動を示す証拠を得た。また、海底下の微生物バイオマスや活性を規定する環境要因として、水とエネルギー基質の供給が極めて重要であることが示唆された。さらに、海底炭層を想定した温度・圧力条件を再現した「CO₂—水—鉱物—生命」リアクター反応試験により、常在性微生物による CO₂ の酢酸生成等を認めた。これらの研究成果は、効率的 CO₂ 転換バイオリクターによるエネルギー再生・創エネルギー技術開発の必要性や、地球の表層と内部の生態系機能を連動させた循環型カーボンマネジメントの重要性等、将来の持続的で成長可能な産業社会の構築にとって新たな示唆と可能性を与えるものである。

(英文): During the co-evolutionary processes over the past 400 million years, microbial activity plays significant ecological roles in the global biogeochemical carbon cycle by intermediating both primary production of organic matter and its terminal degradation processes. This study aimed to expand our knowledge of the deep seafloor microbial ecosystems that contribute to carbon and energy cycles, and to open a new window towards development of bio-renewable and sustainable carbon and energy cycles by its geobiotechnological applications. In 2012, using the deep-sea drilling vessel *Chikyu*, we conducted the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 337 that targeted to explore the deep seafloor biosphere offshore the Shimokita Peninsula, Japan, associated with deeply buried coalbeds over 20 million years in the Ocean. Interdisciplinary investigations of the deep sediment core samples provided multiple lines of evidence for the occurrence of CO₂-reducing methanogenic microbial communities in over 2,000-meter deep seafloor habitats. It is also indicated that in such deep hydrocarbon reservoirs, water availability is a critical environmental factor that constrains microbial biomass and activity. In addition, shore-based reactor experiments for “CO₂-water-mineral-life” interactions under the in-situ geophysical conditions showed CO₂ conversion to acetate via microbial homo-acetogenesis within the coal-sand formation. These results and findings suggest that ecosystem functioning of the deep seafloor biosphere has remarkable potentials for the application of geobiotechnology to manage sustainable carbon cycles, including bio-renewable CO₂ to useful energy substrates through effective geobio-reactor systems in the future.

1. 執行金額 163, 800, 000 円
 (うち、直接経費 126, 000, 000 円、 間接経費 37, 800, 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

約 40 億年の地球と生命の共進化の歴史において、地球の環境変動に伴う生命進化と生態系機能の連動は、地球環境の維持や元素循環に重要な役割を果たして来た。一方、産業革命以降の化石燃料等の有限資源に依存した文明の発展は、急速な地球温暖化やエネルギー需給問題など、現在の経済社会や地球環境に大きな負荷を与えており、近い将来、地球と生命のホメオスタシス作用による自発的環境修復は困難な状況になると考えられている。我が国では、特に温室効果ガスである CO₂ の排出の抑制・削減による気候変動の緩和に関して、様々な行政レベル・経済セクターにおいて早急かつ具体的な検討が進んでいる。将来、これらの地球的・人類的な問題を打開し、その解決に至るには、CO₂ のリサイクル(CO₂ 転換によるエネルギー再生)技術による炭素・エネルギー循環型社会への移行が必要であり、産業社会におけるエネルギー体系の根幹部分や地球規模の元素循環に大きな影響を与えるような、革新的な科学技術の創出と実用化が求められている。

地球上のあらゆる環境の生態系において、炭素循環のノード(分岐点)は、有機物の一次生産及び最終分解の末端プロセスであり、それらは化学合成独立栄養微生物の持つ特異な代謝機能に依存している。ほぼ全ての化学合成独立栄養微生物は、地球の内部エネルギー(マントル)に由来する無機物や空気・海水・ミネラルなど、地球上に普遍的に存在する物質をエネルギー呼吸代謝の基質として用いる特性を有している。その中で、特に地球表層の約 7 割を占める海洋の地下堆積物環境において、CO₂ をメタンや有機物に転換する代謝機能は、生命の初期進化過程か

ら培われた安定的で合理的な生体システムであると考えられる。しかしながら、それを産業社会の炭素・エネルギー循環や地球環境の維持・修復に適用した例は、極めて限られている。

そこで本研究では、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて、青森県八戸沖にて統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」を実施し、海底下深部に埋没した石炭等の有機物を含む堆積物コア試料を採取した。それらの掘削コア試料等を用いて、① 石炭層を根源とする大陸沿岸の炭化水素循環システムの解明、② 地下深部微生物の炭素循環に関連する代謝機能の解明、③ 海底下地層中への二酸化炭素隔離ポテンシャルと「CO₂-水-鉱物-生命」相互作用に関する研究を実施した。それらの研究により、海底下環境に生息する微生物の潜在的な炭素循環機能ポテンシャルを理解し、非在来型炭化水素資源環境とその形成に関わる微生物活動を活用した CO₂ 資源化システム (バイオ CCS) による持続的な炭素・エネルギー循環型社会の創出に貢献することを目的とした。

4. 研究計画・方法

下北沖を含む北海道南東部から東北日本太平洋側の海底下には、古第三紀から白亜紀前期にかけての石炭層が広く分布していることが明らかになっている。1999 年に石油公団が行った三陸沖基礎試錐と広域地震波探査によると、当該海域には主に地熱による熟成度の低い褐炭や瀝青炭が砂岩と共に広範囲に分布しており (夾炭層)、約 4,200 億 m³ の天然ガス (メタン) ポテンシャルの根源岩として機能していることが報告されている。

本研究では、下北八戸沖の海底炭化水素システムを理解するため、統合国際深海掘削計画 (IODP) に地球深部探査船「ちきゅう」のライザー掘削システムを用いた科学掘削調査のプロポーザルを提出し、IODP における科学提案評価パネルによる評価を受けた。その結果、掘削科学において極めて重要な調査研究であり、航海の実施が正式に認められた。平成 24 年、世界各地から選抜された複数分野の専門家から構成される調査チームを組織し、IODP 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」を実施した。本掘削調査航海では、青森県八戸市から約 80 キロメートルの地点 (サイト C0020: 水深 1,180 メートル) を掘削し、科学海洋掘削における世界最高到達深度を更新する海底下 2,466 メートルまでの堆積物コア試料の採取に成功し、本研究に用いる微生物学・地球化学分析用試料を得た。さらに、ライザー掘削泥水に含まれるマッドガスの地球化学的特徴をリアルタイムで計測し、各種センサーを用いた詳細な孔内検層 (ワイアラインロギング) を実施した。

同掘削調査航海実施後、陸上研究施設において、下北八戸沖等の掘削コア試料に含まれる微生物細胞数を蛍光顕微鏡イメージ分析によって計測し、海底堆積物における有機物の分解プロセスや天然ガスの起源に関する同位体地球化学・生物地球化学的研究を実施した。また、嫌氣的に処理された海底石炭を含む堆積物コア試料を下降流懸垂型スポンジバイオリ

アクターに添加し、海底下深部に生息する微生物の集積培養や超高解像度二次イオン質量分析器(NanoSIMS)等を用いた基質同化活性測定($^{13}\text{CO}_2$ を含む)等を行なった。さらに、科学掘削により採取された堆積物コア試料や掘削泥水等から、独自開発の手法により環境ゲノムDNAを抽出し、微生物群集の遺伝学的多様性や空間分布、生物地球化学的な炭素循環に関わる機能遺伝子等に関する分子生物学的研究を実施した。

一方、陸上実験施設において、海底下深部の高温・高圧条件下を再現した物理化学条件下で、海底下深部夾炭層を模擬した地質試料(石炭と砂岩の混合物)に CO_2 を含む嫌気海水を注入し、三軸型ジオバイオリアクター装置を用いて、類似の地質条件における地中 CO_2 隔離や陸上プラント施設での CO_2 資源化を想定した、「 CO_2 —水—鉱物—生命」相互作用を検討した。石炭試料は、下北八戸沖の海底石炭層試料や、オーストラリア産ロイヤル炭及び釧路コールマインの海底石炭(褐炭)等を用いた。本実験において、リアクター反応前後の試料に含まれる微生物群集の遺伝学的特徴を分子生物学的手法により分析すると共に、マイクロフォーカスX線CT分析や電子顕微鏡観察等による鉱物組成の分析や、流出流体に含まれる CO_2 やメタン・有機酸などの濃度や炭素同位体組成に係る地球化学的分析を実施した。さらに、天然ガス(メタン)への CO_2 資源化反応に必要な水素の供給源について、金属腐食反応によって生じる水素に着目し、三軸型ジオバイオリアクター装置を用いて同様の「 CO_2 —水—鉱物—生命」相互作用試験を実施した。

5. 研究成果・波及効果

(1) 下北八戸沖石炭層生命圏調査に関する地球生命工学的研究

平成24年7月26日～9月30日にかけて、青森県八戸市の沖合約80kmの掘削地点C0020において、地球深部探査船「ちきゅう」のライザー掘削による統合国際深海掘削計画第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏調査」を実施した。同掘削調査により、それまでの科学海洋掘削における世界最高到達深度である海底下2,111mを更新し、2,466mまでの掘削コア試料の採取に成功し、様々なセンサーを用いて掘削孔の詳細な検層を行なった。

まず、本航海でえら得たコア試料の堆積年代は、船上の珪藻や渦鞭毛藻類の珪質微化石群集の観察結果から、新生代の鮮新世～中新世と推定され、古第三紀漸新世や始新世を示す指標化石は観察されなかった。本結果は、中新世(約500～2300万年前)の日本列島形成時において、河川の影響を受ける湿原・湿地帯もしくは遠浅の干潟や塩沼のような堆積環境が縁辺域に広く存在し、地層の沈降と堆積速度が均衡した状態が長く続いた可能性を示唆している。一方、1999年にサイトC0020の約50km南方にて行われた三陸沖基礎試錐では、C0020における深度約2,000mに該当深度に、幌内層・石狩層群に相当する始新世の石炭層が産出しており、本船上分析の結果と矛盾する結果となっている。従って、広域・局所域における地質形成史の解釈や堆積物年代について、さらなる精査が必要である。

現在、下北八戸沖石炭層生命圏調査により得られたコア試料を用いて、海底下深部における生命活動と炭素循環システムとの関わりを明らかにするため、詳細な地球科学・生命科学

融合研究を実施している。現在までに、ライザー掘削の循環泥水に含まれるマッドガスの化学成分組成及び同位体化学組成等の分析によって、海底下 2,400 メートルを超える大深度環境においてもなお、微生物の代謝活動が有機物分解とメタン生成プロセスに寄与している証拠が得られている(未発表データ)。また、コア試料に含まれる微生物細胞の数を、本研究の一環として開発された地質試料からの細胞剥離・計数法を用いて評価したところ、大陸沿岸堆積物に含まれる微生物細胞数の平均深度分布と比較して有意に少なく、海底下深部における「生命圏の限界」を規定する何らかの環境要因の存在を強く示唆している。さらに、堆積物コア試料を下降流懸垂型スポンジバイオリアクターに添加し、海底下深部に生息する嫌気性微生物群集の集積培養や超高解像度二次イオン質量分析器(NanoSIMS)等を用いた基質同化活性測定($^{13}\text{CO}_2$ を含む)等を行なったところ、有機物分解を担う微生物の生育や CO_2 還元型のメタン菌の生育が認められた。これらの研究成果は、海底下深部の石炭・天然ガスの形成プロセスにおいて、有機物に富む堆積物に含まれる微生物生態系の機能が極めて重要な役割を果たしていることを示唆している。一方、生命圏の限界域に近い低バイオマスのコア試料に含まれる微弱な生命活動シグナルや有機物成分に関する各種の分析を行なうにあたり、ライザー掘削に用いる循環泥水やラボ環境に由来する外部汚染(コンタミネーション)の評価が障壁となっている。現在、それらの問題に対処するために、船上や実験室内で採取した様々なネガティブコントロールを網羅的に分析し、外部汚染源のデータベースとコア試料から得られたデータを比較することで、海底下深部に固有の生命シグナルの抽出評価を行なっている。

(2) 「 CO_2 —水—鉱物—生命」相互作用に関する地球生命工学的研究

本研究では、海底下夾炭層への CO_2 貯留(CCS)を想定した高温高压条件下で、「 CO_2 —水—鉱物—生命」相互作用を検討した。海底下地層空間の様々な温度圧力条件を再現可能な3軸型リアクター反応容器内で様々な濃度の液体、超臨界二酸化炭素含有流体とコア試料を反応させ、海底下実環境地層内で CO_2 圧入によって起こりうる間隙率などの物性の変化や鉱物組織の構造変化について観察を行い、同環境における CO_2 圧入性・ CO_2 貯留性に関する時間的な挙動およびポテンシャルを調査した。

まず、オーストラリア産ロイヤル炭(褐炭)の粉末試料を、 $\phi 30$ mm の熱収縮チューブに詰め、 $\phi 30$ mm, 長さ5cmのカラムを作成し、拘束圧:25MPa、静水圧(初期孔隙圧):16MPa、 40°C で超臨界 CO_2 を浸透させたところ、差圧が9MPaであるにもかかわらず、 CO_2 の浸透は検出感度以下であった。また、破過圧テスト後の褐炭試料を、マイクロフォーカスX線CTのCT断面画像から3次元像を構築し、欠陥解析による孔隙分布を可視化したところ、画像解析の対象範囲の端から端まで連結する孔隙が存在しないことが明らかとなった。本現象は、褐炭が CO_2 を吸着させることで膨潤し、 CO_2 が移動する空隙が小さくなることを示している。即ち、海底下の夾炭層環境において、褐炭層は貯留場として機能するのではなく、シール層として機能することが示唆された。

次に、海底下夾炭層への CO₂ 圧入性、貯留性を評価するため、下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査により海底下 1,900m から採取された褐炭及び褐炭に挟在する砂岩層の透水試験を実施した。現場環境を再現した温度・圧力条件(拘束圧 50MPa、静水圧 30MPa、50°C)で、褐炭の透水係数を測定したところ、透水計数は 4.0×10^{-10} cm/sec、浸透率は 4.0×10^{-17} m² を示した。本結果は、褐炭層に直接 CO₂ を圧入することは難しく、泥岩と同様のシール層として機能することを示唆している。一方、褐炭層に挟在する砂岩の粒径分布を測定し、孔隙率を計測した結果、約 40% と大きな値を示し、ほぼ抵抗なく CO₂ の圧入が可能であることが示唆された。以上の結果は、海底下の夾炭層において、褐炭に挟在する砂岩層は CO₂ を含む流体の圧入場として適しており、褐炭層によって垂直方向の拡散がシールされ、水平方向に分散する可能性が示された。

海底下の褐炭を含む夾炭層環境に CO₂ を含む流体を注入したケースを想定し、その生物学的な CO₂ の挙動を把握するため、北海道釧路市、釧路コールマインの坑道で採取された浦幌層群春採夾炭層の亜瀝青炭及び亜瀝青炭直上の砂岩を嫌気条件下で熱収縮チューブの反応カラムに入れ、3 軸型リアクター反応容器を用いて「CO₂—水—鉱物—生命」相互作用実験を実施した。温度: 40°C、拘束圧: 41MPa、間隙水圧 40MPa で、嫌気海水と CO₂ を各 0.002mL/min と 0.00001mL/min の流量で混合添加し、56 日間のリアクター反応試験を行なった。反応試験前後の構成鉱物の微細な変化を観察するため、FE-SEM-EDS 分析を行ったところ、実験後の砂岩中の粘土鉱物粒子の表面に炭酸塩鉱物の形成が観察された。本結果は、CO₂ の添加によって、少量ながらも無機的な CO₂ トラップ(地層内への CO₂ 固定)が起きうることを示している。一方、経時的に 3 軸型リアクターの反応カラムから排出された流体を採取し、GC-HID を用いてガス組成を測定したところ、CO₂ の注入後にメタンや酢酸・メタノール濃度の増加と水素濃度の低下が確認された。本実験に用いた石炭試料から、メタン菌の生息が認められたことから、検出されたメタンや酢酸は、メタン菌もしくは酢酸菌による CO₂ 還元によって生成された可能性があるが、メタンと酢酸の炭素同位体比組成の測定によって、微生物代謝による同位体分別効果を示す値が酢酸にのみ示されたことから、反応カラム内で顕著なメタン生成が起きているのではなく、CO₂ 流体の圧入によって自生の吸着メタン(コールベツメタン)が押し出されて回収された可能性が示唆された。一方、反応前後の試料に含まれる微生物群集の多様性を 16S rRNA 遺伝子の塩基配列により推定したところ、CO₂ 資化性のホモ型酢酸菌である *Sporomusa* 属をはじめとする多様なバクテリアの存在が確認されたことから、濃度増加と同位体分別効果が認められた酢酸は微生物の CO₂ 還元によって転換された産物であることが示唆された。さらに、水素は他の微生物のエネルギー呼吸代謝により消費され、メタノールは水素や有機物の代謝産物である可能性が考えられる。さらに、反応前後の亜瀝青炭・砂岩に含まれる微生物群集の多様性の比較によって、亜瀝青炭に存在していた微生物細胞が、CO₂ 流体の圧入を介して、物理的に砂岩へ拡散した可能性が示された。本結果は、実際の夾炭層中への CO₂ 圧入中でも、吸着メタンの拡散と同様に、石炭層に存在する微生物が砂岩層に拡散し、その代謝活動によって CO₂ が有機物に転換・資源化される可能性を示唆

している。

(3) 生物学的 CO₂ 転換・資源化システムに関する地球生命工学的研究

CO₂を天然ガスなどのエネルギー源に変換するための手法の一つとして、微生物によるCO₂還元がある。特に、CO₂還元によるメタン生成 ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) の場合、最も重要な課題は水素(H₂)の供給である。本研究では、可能な限り少ないエネルギー投資によって水素ガスを発生させ、微生物のCO₂還元によるメタン生成を促進させる手法として、まず、金属の腐食反応により水素を発生させる手法を検討した。金属は、その表面における酸化還元反応により金属イオンとして水中に溶解し、残った電子を水中のプロトンが受け取ることで水素ガスが生成する。この金属腐食反応は、鉄やアルミニウムのように、プロトンよりもイオン化傾向が大きい金属が必要であり、その反応は海水や地層水などの電解質が多く溶けている水の方が溶液の伝導率が高いため高効率である。また、腐食性ガスとしても知られるCO₂が水に混合することで、水のpHは酸性に傾き、水中のプロトン濃度が増加するため、腐食による水素ガスの発生には良い条件となる。さらに、本金属腐食反応によりプロトンが消費されることで、液体のpHをメタン菌の生育に適した中性に保つことが可能となる。本研究では、南海トラフのメタンハイドレートを含む堆積物から分離された海洋性の水素資化性CO₂還元型メタン菌である *Methanoculleus submarinus* を用いて、高圧培養槽に、超臨界CO₂を含む嫌気海水を、金属鉄を含む反応カラムを通して3軸型リアクターに連続的に添加した結果、間隙水圧12MPa・拘束圧13MPa・温度45°Cの条件において、金属腐食による水素ガスの発生とメタン生成を認め、溶液のpHも中性に保たれることが確認された。これらの結果は、CO₂含有流体の金属腐食反応によって生じる水素を活用して、CO₂からメタンへの再資源化を促進させることが可能であることが示している。

しかしながら、上記の嫌気水とCO₂の金属腐食による水素ガスの発生法は、腐食された金属の処理や金属粉末のコストパフォーマンスを考えると、地中CO₂隔離において現場で起こりうる反応プロセスとして有益な知見であるものの、産業社会への実用化は困難であると思われる。実際に、CO₂・水混合系による金属腐食は、石油業界においてパイプラインや開発機器の劣化の原因として問題視されており、様々な防止策が検討されている。それらの問題点を解決できるCO₂転換・資源化の手段として、本研究では、太陽光や地熱などから得られる自然エネルギーと水に含まれるプロトン(H⁺)を用いた電気生物化学的なメタン生成に着目した。2009年、ペンシルバニア州立大学のローガン教授の研究チームは、0.2~1.0Vの電圧印加条件下で、水素資化性独立栄養メタン菌である *Methanobacterium palustre* 等の複数種のメタン菌がカソード電極素材に付着増殖し、バイオフィルムを形成する“バイオカソード現象”を報告した(Cheng et al, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 3953-3958, 2009)。これらのメタン菌は、カソード電極における $\text{CO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ の反応により、水に含まれるプロトン(H⁺)とカソード電極の電子(e⁻)を用いて直接CO₂をメタンに還元し、生育に必要な代謝エネルギーを獲得したと考えられる。特筆すべきは、次世代のクリーンエネルギー物質である分子状水

素(H₂)を介さず、微弱な電流として供給された電子の96%がCO₂還元(メタン生成)に用いられたことである。しかしながら、本電気生物化学的現象に関する生育・代謝メカニズムの詳細は不明な部分が多い。*Methanobacterium* 属メタン菌をはじめとする化学合成独立栄養微生物の電気生物学的なCO₂代謝の律速は、(i)菌体外から細胞膜を介した電子輸送(電子流束)と(ii)細胞内のCO₂固定・エネルギー呼吸代謝が担っていると推察される。即ち、この2点を高めることがCO₂代謝によるエネルギー生産効率を促進する鍵となる。現在、電気生物化学的メタン生成を含むCO₂転換・資源化反応を様々な自然環境条件下で検討しており、持続的かつ安定的なCO₂転換・資源化を担うジオバイオリクターシステムの構築に向けた新たな研究構想を得るに至った。

【研究成果の波及効果】

21世紀の科学技術の最大の課題の一つは、人類の持続的発展を支える社会・産業体系の基盤となる技術を確立することにある。その鍵となるのは、約40億年の生命と地球の共進化プロセスによって確立された、現在の地球生態系の機能に存在すると考えられる。

本研究では、地球深部探査船「ちきゅう」のライザー掘削システムを用いて、科学海洋掘削における世界最高到達深度記録を更新し、海底下2,466mまでの石炭を含む堆積物コア試料と詳細な孔内検層データの取得に成功した。本掘削調査は、統合国際深海掘削計画を通じて世界各地から選抜された様々な分野の研究者チームを構成して行なわれ、日本人研究者が主導する世界で初めての微生物学・生物地球化学を主目的としたライザー掘削国際研究調査航海である。本研究航海で得られた様々な研究データは、北海道南部から下北沖の海底堆積物に胚胎する非在来型炭化水素資源の実態や成因を理解する上で、極めて重要である。また、海底下2,000m以上の超深度の堆積物環境において、嫌気性微生物による有機物分解やメタン菌のCO₂還元による天然ガス生産を示す地球化学的・微生物学的証拠が集積しつつある。さらに、海底下における生命圏の限界や時空間的拡がりや規定する環境要因が解明されつつある。これらの研究の完遂には、さらに詳細な地球科学・生命科学融合研究が必要であるが、同様の海洋学的・地質学的立地条件における生態系機能の理解を大きく促進し、今後の地球生命工学(Geobiotechnology)に新たな活路や知見が見出だされた。

また、海底下地層中へのCO₂隔離を想定した「CO₂—水—鉱物—生命」相互作用に関する3軸型リアクター反応試験では、夾炭層における砂岩と褐炭のCO₂透過性・圧入性・シール性を示す有益なデータを得た。さらに、地層中の常在性微生物がCO₂流体の圧入によって物理的に拡散する現象や、ホモ型酢酸菌のCO₂還元による酢酸生成を認めるなどの新知見を得た。一連の実験の結果は、実際の海底堆積物環境にCO₂を隔離した場合、水素等の代謝に必要なエネルギー基質の条件を整えば、微生物によるCO₂転換・資源化作用(バイオCCS)が起こりうることを示唆している。

一方、CO₂隔離環境におけるエネルギー基質の量は限られており、CO₂転換・資源化は地質学的時間スケールによって進行することが予想されるため、その工学的な促進技術を開発す

る必要がある。即ち、陸上のプラント施設と地下のCO₂隔離環境を連動させた、生態系機能と調和した循環型のカーボンマネージメントや総エネルギー技術開発が必要である。本研究では、3軸型リアクター試験を用いて、地下水等の嫌気的な電解水と金属との腐食反応によって生じる水素を活用したメタン生成システムの構築に成功した。しかしながら、本現象は地中CO₂隔離などの措置で起こりうる生物化学反応の一例として重要である一方、陸上プラントや掘削現場施設においては、腐食反応産物の処理やコストパフォーマンスの観点からデメリットが多く、産業社会への実用・転嫁は困難である。それらの問題を解決するために、本研究では、太陽光や地熱などの自然エネルギーと水に含まれるプロトンを活用した電気生物化学的手法による革新的CO₂転換・資源化システムの研究に着手した。本研究は、新しい着想に基づき端緒についたばかりであるが、クリーンエネルギーとして有望視される分子状水素を使わず、自然界から得られるエネルギーとプロトンを効率的にCO₂に固定し、天然ガスや有機酸などのエネルギー基質に転換・資源化できる点で経済性に優れており、その産業社会への実装を想定した基礎・応用開発研究の進展が期待される。

将来、下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査をはじめとする地球の海底下微生物生態系と炭素循環に関する分析手法の開発や基礎学術的知見が蓄積され、それらの合理的システムを利活用した革新的なCO₂転換・創エネルギーシステムが世界規模で実用化・普及すれば、持続的で成長可能な炭素・エネルギー循環社会の構築とCO₂排出削減による海洋・地球環境修復等の地球的・全人類的課題の解決に大きく貢献することが期待される。本最先端次世代・若手研究支援プログラムでは、「ちきゅう」による海底下の非在来型炭化水素資源環境や生命圏の掘削調査や、微生物によるCO₂転換・資源化(バイオCCS)に関する研究概要について、一般向けの講演会やパネルディスカッション、インターネットや新聞・テレビなどのマスメディア等を通じて、一般社会への情報共有と国民との対話を行ってきた。とりわけ、産業界と学术界が連携し、生態系に調和した循環型のカーボンマネージメントに関する日本型の技術開発を行なう必要性が認識されつつあり、本研究が寄与する新たなトレンドとして、その将来展開が期待される。

6. 研究発表等

| | |
|-------------------|---|
| 雑誌論文 計 48 件 | (掲載済み一査読有り) 計 34 件 [1] Kubota, K., Morono, Y., Ito, M., Terada, T., Itezono, S., Harada, H., and Inagaki, F. (2014) Gold-ISH: A nano-size gold particle-based phylogenetic identification compatible with NanoSIMS. <i>Syst. Appl. Microbiol.</i> , 37 , 261-266. [2] Kubo, Y., Mizuguchi, Y., Inagaki, F. , and Yamamoto, K. (2014) A new hybrid pressure-coring system for the drilling vessel <i>Chikyu</i> . <i>Scientific Drilling</i> , 17 , 37-43. [3] Felden, J., Ruff, S. E., Ertefai, T., Inagaki, F. , Hinrichs, K.-U., and Wenzhöfer, F. (2014) Anaerobic methanotrophic community of a 5346-m-deep vsicomid clam colony in the Japan Trench. <i>Geobiology</i> , 12 , 183-199. [4] Yanagawa, K., Morono, Y., Yshida-Takashima, Y., Eitoku, M., Sunamura, M., Inagaki, F. , Imachi, H., Takai, K., and Nunoura, T. (2014) Viral abundance and its variation in deep seafloor sediments of the continental margins. <i>FEMS Microbiol. Ecol.</i> , 88 , 60-68. [5] Imachi, H., Sakai, S., Lipp, J. S., Miyazaki, M., Saito, Y., Yamanaka, Y., Hinrichs, K.-U., Inagaki, F. , and Takai, K. (2014) <i>Pelolinea submarina</i> gen. nov., an anaerobic filamentous bacterium of the phylum Chloroflexi isolated from seafloor sediment offshore Shimokita, Japan. <i>Int. J. Syst. Evol. Microbiol.</i> , 64 , 812-818. [6] Kawai, M., Futagami, T., Toyoda, A., Takaki, Y., Nishi, S., Hori, S., Arai, W., Tsubouchi, T., Morono, Y., Uchiyama, I., Ito, T., Fujiyama, A., Inagaki, F. , and Takami, H. (2014) High frequency of phylogenetically diverse reductive dehalogenase-homologous genes in deep seafloor sedimentary metagenomes. <i>Front. Microbiol.</i> , 5 , Article no. 80. [7] Morono, Y., Terada, T., Hoshino, T., and Inagaki, F. (2014) Hot-alkaline DNA extraction method for deep seafloor archaeal communities. <i>Appl. Environ. Microbiol.</i> , 80 , 1985-1994. [8] Ijiri, A., Ohtomo, Y., Morono, Y., Ikehara, M., and Inagaki, F. (2013) Increase in acetate concentrations during sediment sample onboard storage: a caution for pore-water geochemical analyses. <i>Geochem. J.</i> , 47 , 567-571. [9] Ohtomo, Y., Ijiri, A., Ikegawa, Y., Tsutsumi, M., Imachi, H., Uramoto, G., Hoshino, T., Morono, Y., Sakai, S., Saito, Y., Tanikawa, W., Hirose, T., and Inagaki, F. (2013) Biological CO ₂ conversion to acetate in subsurface coal-sand formation using a high-pressure reactor system. <i>Front. Microbiol.</i> , 4 , Article no. 361. [10] Morono, Y., Terada, T., Kallmeyer, J., and Inagaki, F. (2013) An improved cell separation technique for marine subsurface sediments: Applications for high-throughput analysis using flow cytometry and cell sorting. <i>Environ. Microbiol.</i> , 15 , 2841-2849. [11] Hoshino, T., and Inagaki, F. (2013) A comparative study of microbial diversity and community structure in marine sediments using poly(A) tailing and reverse transcription PCR. <i>Front. Microbiol.</i> , 4 , Article no. 160. [12] Takai, K., Abe, M., Miyazaki, M., Koide, O., Nunoura, T., Imachi, H., Inagaki, F. , and Kobayashi, T. (2013) <i>Sunxiuqinia faeciviva</i> sp. nov., a novel facultatively anaerobic, organoheterotrophic bacterium within the <i>Bacteroidetes</i> isolated from deep seafloor sediment offshore Shimokita, Japan. <i>Int. J. Syst. Evol. Microbiol.</i> , 63 , 1602-1609. [13] De Beer, D., Haeckel, M., Neumann, J., Wegener, G., Inagaki, F. , and Boetius, A. (2013) Saturated CO ₂ inhibits microbial processes in CO ₂ -vented deep-sea sediments. <i>Biogeosciences Discuss.</i> , 10 , 1899-1927. [14] Lever, M. A., Rouxel, O. J., Alt, J., Shimizu, N., Ono, S., Coggon, R. M., Shanks III, W. C., Lapham, L., Elvert, M., Prieto-Mollar, X., Hinrichs, K.-U., Inagaki, F. , and Teske, A. (2013) Evidence for microbial carbon and sulfur cycling in deeply buried ridge flank |
|-------------------|---|

| | |
|--|--|
| | <p>basalt. <i>Science</i>, 339, 1305-1308.</p> <p>[15] Futagami, T., Morono, Y., Terada, T., Kaksonen, A. H., and Inagaki, F. (2013) Distribution of dehalogenation activity and characterization of organohalide-responsive genes in marine sediments of the Nankai Trough subduction zone. <i>Phil. Trans. R. Soc. B</i>, 368, 20120249.</p> <p>[16] D'Hondt, S., Inagaki, F., Zarikian, C. A., and the IODP Expedition 329 Scientists. (2013) IODP Expedition 329: Life and habitability beneath the seafloor of the South Pacific Gyre. <i>Scientific Drilling</i>, 15, 4-10.</p> <p>[17] Yin, Q., Fu, B., Li, B., Shi, X., Inagaki, F., and Zhang, X.-H. (2013) Spatial variations in microbial community composition in surface seawater from the ultra-oligotrophic center to rim of the South Pacific Gyre. <i>PLoS ONE</i>, 8(2), e55148. doi:10.1371/journal.pone.0055148.</p> <p>[18] Yanagawa, K., Sunamura, M., Morono, Y., Hoshino, T., Futagami, T., Terada, T., Nakamura, K., de Beer, D., Haeckel, M., Urabe, T., Rehder, G., Boetius, A., and Inagaki, F. (2013) Metabolically active microbial communities in marine sediment under high-CO₂ and low-pH extremes. <i>ISME J.</i>, 7, 555-567.</p> <p>[19] Hinrichs, K.-U., and Inagaki, F. (2012) Downsizing the deep biosphere. <i>Science</i>, 338, 204-205.</p> <p>[20] Langerhuus, A. T., Røy, H., Lever, M. A., Morono, Y., Inagaki, F., Jørgensen, B. B., and Lomstein, B. A. (2012) Endospore abundance and D:L-amino acid modeling of bacterial turnover in Holocene marine sediment (Aarhus Bay). <i>Geochim. Cosmochim. Acta</i>, 99, 87-99.</p> <p>[21] Hoshino, T., and Inagaki, F. (2012) Molecular quantification of environmental DNA using microfluidics and digital PCR. <i>Syst. Appl. Microbiol.</i>, 35, 390-395.</p> <p>[22] Makita, H., Nakagawa, S., Miyazaki, M., Nakamura, K., Inagaki, F., and Takai, K. (2012) <i>Thiofractor thiocaminus</i> gen. nov., sp. nov., a novel hydrogen-oxidizing sulfur-reducing epsilonproteobacterium isolated from a deep-sea hydrothermal vent chimney in the Nikko Seamount field of the northern Mariana Arc. <i>Arch. Microbiol.</i>, 194, 785-794.</p> <p>[23] Vossmeier, A., Deusner, C., Kato, C., Inagaki, F., and Ferdelman, T. (2012) Substrate-specific pressure dependence of microbial sulfate reduction in deep-sea cold seep sediments of the Japan Trench. <i>Front. Microbio.</i>, 3, Article no. 253.</p> <p>[24] Morono, Y., Yamamoto, K., and Inagaki, F. (2012) Radical gas-based DNA decontamination technique for ultra-sensitive molecular experiments. <i>Microb. Environ.</i>, 27, 512-514.</p> <p>[25] Briggs, B., Inagaki, F., Morono, Y., Futagami, T., Huguet, C., Rosell-Mele, A., Lorenson, T., and Colwell, F. S. (2012) Bacterial dominance in subseafloor sediments characterized by methane hydrates. <i>FEMS Microbiol. Ecol.</i>, 81, 88-98.</p> <p>[26] Zhang, G., Smith-Duque, C., Li, H., Zarikian, C., D'Hondt, S., Inagaki, F., and IODP Expedition 329 Scientists. Geochemistry of basalts from IODP Site U1365: Implications for magmatism and mantle source signatures of mid-Cretaceous Osborn Trough. <i>Lithos</i>, 144-145, 73-87.</p> <p>[27] Miyazaki, M., Koide, O., Kobayashi, T., Mori, K., Shimamura, S., Nunoura, T., Imachi, H., Inagaki, F., Nagahama, T., Deguchi, S., and Takai, K. (2012) <i>Geofilum rubicundum</i> gen. nov. sp. nov., isolated from deep subseafloor sediment. <i>Int. J. Syst. Evol. Microbiol.</i>, 62, 1075-1080.</p> <p>[28] Mills, H. J., Reese, B. K., Shepard, A. K., Riedinger, N., Dowd, S. E., Morono, Y., and Inagaki, F. (2012) Characterization of metabolically active bacterial populations in subseafloor Nankai Trough sediments above, within, and below the sulfate-methane transition zone. <i>Front. Microbio.</i>, 3, Article no. 113.</p> <p>[29] Kouduka, M., Suko, T., Morono, Y., Inagaki, F., Ito, K., and Suzuki, Y. (2012) A new DNA extraction method by controlled alkaline treatments from consolidated subsurface</p> |
|--|--|

sediments. *FEMS Microbiol. Lett.*, **326**, 47-54.

[30] Hoshino, T., Morono, Y., Terada, T., Imachi, H., Ferdelman, T. G., and **Inagaki, F.** (2011) Comparative study of subseafloor microbial community structures in deeply buried coral fossils and sediment matrices from the Challenger Mound of the Porcupine Seabight. *Front. Microbio.*, **2**, Article no. 231.

[31] Imachi, H., Aoi, K., Tasumi, E., Saito, Y., Yamanaka, Y., Saito, Y., Yamaguchi, T., Tomaru, H., Takeuchi, R., Morono, Y., **Inagaki, F.**, and Takai, K. (2011) Cultivation of methanogenic community from subseafloor sediments using a continuous-flow bioreactor. *ISME J.*, **5**, 1751-1925.

[32] Hirayama, H., Suzuki, Y., Abe, M., Miyazaki, M., Makita, H., **Inagaki, F.**, Uematsu, K., and Takai, K. (2011) *Methylothermus subterraneus* sp. nov., a moderately thermophilic methanotrophic bacterium from a terrestrial subsurface hot aquifer in Japan. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **61**, 2646-2653.

[33] Morono, Y., Terada, T., Nishizawa, M., Hillion, F., Ito, M., Takahata, N., Sano, Y., and **Inagaki, F.** (2011) Carbon and nitrogen assimilation of deep subseafloor microbial cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **108**, 18295-18300.

[34] Yanagawa, K., Sunamura, M., Lever, M. A., Morono, Y., Hiruta, A., Matsumoto, R., Urabe, T., and **Inagaki, F.** (2011) Niche separation of anaerobic methanotrophs (ANME-1 and -2) in methane seep-sediments in the eastern Japan Sea off Joetsu. *Geomicrobiol. J.*, **28**, 118-129.

(掲載済み一査読無し) 計 12 件

[35] **Inagaki, F.**, Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and the Expedition 337 Scientists. (2013) *Proc. IODP*, **337**, the International Ocean Drilling Program Management International, Inc., Tokyo. doi:10.2204/iodp.proc.337.102.2013.

[36] 二神泰基, 諸野祐樹, 稲垣史生 (2013) 海洋環境における脱ハロゲン呼吸細菌. 環境バイオテクノロジー学会誌, **13**(2), 117-123.

[37] 諸野祐樹, 伊藤元雄, 稲垣史生 (2013) 超高空間分解能二次イオン質量分析法による微小領域イメージングと環境微生物学, 化学と生物, **51**(4), 205-207, 日本農芸化学会.

[38] 稲垣史生 (2013) 地球深部探査船「ちきゅう」による地球惑星科学・生命科学の挑戦, *Techno-Ocean News*, **48**(1), 1-2, テクノオーシャン・ネットワーク TON.

[39] 井町寛之・稲垣史生 (2012) 深海底環境からのメタン生成菌の効率的な培養技術 (特集 非在来型天然ガスの資源動向とメタン化学変換), *ファインケミカル*, **41**(12), 40-47 (シーエムシー出版).

[40] 諸野祐樹, 稲垣史生 (2012) NanoSIMS による未培養微生物のシングルセルレベルでの生理生態解析 (特集 複合微生物系の制御・有効利用の最前線), *化学工学*, **76**(11), 667-670, 化学工学会.

[41] 稲垣史生 (2012) 教養読本 海底下生命圏と炭化水素資源: 地球内部の持続的物質循環システムの理解と利活用, 地質と調査, **2**, 35-42, 土木春秋社.

[42] 稲垣史生 (2011) 地球環境・エネルギー問題に挑む一北八戸沖石炭層生命圏掘削, 文部科学省時報, p.17-20.

[43] **Inagaki, F.**, Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and the Expedition 337 Scientists. (2012) Deep coalbed biosphere off Shimokita: microbial processes and hydrocarbon system associated with deeply buried coalbed in the ocean. *IODP Preliminary Report*, **337**, pp. 1-62, the International Ocean Drilling Program Management International, Inc., Tokyo. doi:10.2204/iodp.pr.337.2012.

[44] **Expedition 329 Scientists.** (2011) South Pacific Gyre subseafloor life. *IODP Preliminary Report*, **329**, pp. 1-108, the International Ocean Drilling Program Management International, Inc., Tokyo. doi:10.2204/iodp.pr.329.2011.

[45] Morono, Y., Kallmeyer, J., **Inagaki, F.**, and the Expedition 329 Scientists. Preliminary

| | |
|-----------------------------|--|
| | <p>experiment for cell count using flow cytometry. In D'Hondt, S., Inagaki, F., Alvarez Zarikian, C.A., and the Expedition 329 Scientists. <i>Proceedings of the IODP</i>, 329, the Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc., Tokyo. doi:10.2204/iodp.proc.329.110.2011.</p> <p>[46] D'Hondt, S., Inagaki, F., Alvarez Zarikian, C. A., and the Expedition 329 Scientists. (2011) South Pacific Gyre Subseafloor Life. <i>Proceedings of the IODP</i>, Vol. 329, the Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc., Tokyo.</p> <p>(未掲載) 計 2 件</p> <p>[47] Ishibashi, J., Noguchi, T., Toki, T., Miyabe, S., Yamagami, S., Onishi, Y., Yamanaka, T., Yokoyama, Y., Omori, R., Takahashi, Y., Hatada, K., Nakaguchi, J., Yoshizaki, M., Konno, U., Shibuya, T., Takai, K., Inagaki, F., and Kawagucci, S. (2014) Diversity of fluid geochemistry affected by processes during fluid upwelling in active hydrothermal fields in the Izena Hole, the middle Okinawa Trough back-arc basin. <i>Geochem. J.</i>, in press.</p> <p>[48] 稲垣史生, 高野修, 山田泰広, 森田澄人, 鈴木庸平, 真田佳典, 久保雄介, 東垣, 岡津弘明. (2014) 「海底下の炭化水素資源・炭素循環と地球生命工学」シンポジウム開催報告—生態系と調和した循環型カーボンマネジメントの重要性—. 石油技術協会誌, 印刷中.</p> |
| <p>会議発表 計 117 件</p> | <p>専門家向け 計 100 件</p> <p>[1] 河合幹彦, 高見英人, 稲垣史生 (2014 年 3 月 9 日) 海底下堆積層でのコリノイド依存型脱メチル化遺伝子群 <i>odm</i> の頻度と多様性の解明とエネルギー獲得系との関係についての考察. 第 8 回日本ゲノム微生物学会年会, 東京.</p> <p>[2] Inagaki, F. (2014. 2. 14) Exploration of Deep Life and Deep Carbon through Scientific Ocean Drilling: What do we learn from Earth's ecosystems? International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (I²CNER) Seminar Series, Kyushu University, Fukuoka, Japan. (招待講演)</p> <p>[3] Ohtomo, Y., Ijiri, A., Ikegawa, Y., Tsutsumi, M., Imachi, H., Uramoto, G., Hoshino, T., Morono, Y., Sakai, S., Saito, Y., Tanikawa, W., Hirose, T., and Inagaki, F. (2013. 12. 12) Biological CO₂ conversion to acetate in offshore coal-sand formation analyzed using a high-pressure reactor system. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[4] Glombitza, C., Inagaki, F., Lever, M. A., Jørgensen, B. B., and Expedition 337 Scientists. (2013. 12. 11) Potential sulfate reduction in deeply buried coalbeds 2 km below the seafloor off the Shimokita Peninsula, Japan. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[5] Imachi, H., Tasumi, E., Morono, Y., Ito, M., Takai, K., Inagaki, F., and IODP Expedition 337 Scientists. (2013. 12. 11) Cultivation of methanogenic community from 2-km deep subseafloor coalbeds using a continuous-flow bioreactor. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[6] Kubo, Y., Mizuguchi, Y., Inagaki, F., Eguchi, N., and Yamamoto, K. (2013. 12. 11) Coring methane hydrate by using hybrid pressure coring system of D/V <i>Chikyu</i>. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[7] Fang, J., Kato, C., Hori, T., Morono, Y., and Inagaki, F. (2013. 12. 11) Piezophilic bacteria isolated from sediment of the Shimokita coalbed, Japan. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[8] Case, D., Ijiri, A., Morono, Y., Orphan, V., Inagaki, F., and Chikyu 906 Scientists. (2013. 12. 11) Microbial community in the Kumano mud-volcano no. 5, Nankai Trough, Japan. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> |

| |
|--|
| <p>[9] Morono, Y., Ito, M., Terada, T., and Inagaki, F. (2013. 12. 11) Metabolic activity of subseafloor microbes in the South Pacific Gyre. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA.</p> <p>[10] Hoshino, T., Tsutsumi, M., Morono, Y., and Inagaki, F. (2013. 11. 29) Global census of microbial life in marine subsurface sediments. International Astrobiology Workshop 2013, JAXA/ISAS, Sagamihara, Kanagawa, Japan.</p> <p>[11] Morono, Y., Ito, M., Terada, T., and Inagaki, F. (2013. 11. 29) Technological challenges for the advanced study of deep subseafloor life. International Astrobiology Workshop 2013, JAXA/ISAS, Sagamihara, Kanagawa, Japan.</p> <p>[12] Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and Expedition 337 Scientists. (2013. 11. 29) Limits and habitability of life in the deep subseafloor biosphere. International Astrobiology Workshop 2013, JAXA/ISAS, Sagamihara, Kanagawa, Japan.</p> <p>[13] 荒井渉, 谷口丈晃, 高木善弘, 河合幹彦, 稲垣史生, 高見英人 (2013年11月23日) KEGG 機能モジュールを用いた海洋堆積物中の菌叢解析と代謝機能の評価. 第29回日本微生物生態学会大会, 鹿児島市.</p> <p>[14] 高見英人, 豊田敦, 高木善弘, 荒井渉, 谷口丈晃, 西真郎, 坪内泰志, 河合幹彦, 藤山秋佐夫, 稲垣史生 (2013年11月23日) 海洋堆積物中に優占する Candidate division JS1 は潜在的ホモアセトジェン. 第29回日本微生物生態学会大会, 鹿児島市.</p> <p>[15] 河合幹彦, 高見英人, 稲垣史生 (2013年11月23日) 海底下生命圏における孢子形成関連遺伝子ホモログの頻度に関するメタゲノム解析. 第29回日本微生物生態学会大会, 鹿児島市.</p> <p>[16] 星野辰彦, 稲垣史生 (2013年11月23日)、プライマー配列に依存しないバイアスな微生物群集構造解析: poly(A) tailing 法と RT-PCR 法の比較. 第29回日本微生物生態学会年会, 鹿児島市.</p> <p>[17] 寺田武志, 諸野祐樹, 稲垣史生 (2013年11月23日) 基質誘導型遺伝子発現解析による海底下未知生命機能遺伝子の発掘. 第29回日本微生物生態学会年会, 鹿児島市.</p> <p>[18] Imachi, H., Tasumi, E., Morono, Y., Ito, M., Takai, K., Inagaki, F., and IODP Expedition 337 Scientists. (2013年11月23日) Cultivation of methanogenic microbial community from 2-km deep subseafloor coalbeds using a continuous-flow bioreactor. 第29回日本微生物生態学会年会, 鹿児島市.</p> <p>[19] 肖楠, 諸野祐樹, 稲垣史生 (2013年11月23日) 科学海洋掘削における CAS 凍結法を用いた生物学的研究用サンプルの保管について. 第29回日本微生物生態学会年会, 鹿児島市.</p> <p>[20] 井尻暁, 稲垣史生, IODP 第337次条線研究者 (2013年11月23日) 下北八戸沖の褐炭層を含む海底下深部堆積物中の酢酸酸化活性. 第29回日本微生物生態学会年会, 鹿児島市.</p> <p>[21] 諸野祐樹, 伊藤元雄, 寺田武志, 稲垣史生 (2013年11月23日) NanoSIMS による環境微生物の基質同化活性測定—海底下生命圏を例として—. 第29回日本微生物生態学会年会シンポジウム, 鹿児島市.</p> <p>[22] 稲垣史生 (2013年11月23日) 海底下生命圏の空間規模や活性を規定する諸因子について. 第29回日本微生物生態学会, 鹿児島市.</p> <p>[23] Sanada, Y., Kubo, Y., Yamada, Y., Nakamura, Y., Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., and IODP Expedition 337 Scientists. (2013. 11. 18-20) Overview of exploration of the deep coalbed biosphere off-shore Shimokita (IODP Expedition 337). The 11th Society of Exploration Geophysicists Japan (SEGJ) International Symposium, Yokohama.</p> <p>[24] 諸野祐樹, 寺田武志, 星野辰彦, 稲垣史生 (2013年10月27日) 強アルカリ条件を用いた海底下試料からの効率的核酸抽出法の確立とその評価. 第14回極限環境生物学会年会, 明治大学, 川崎市.</p> |
|--|

| | |
|--|---|
| | <p>[25] 稲垣史生 (2013年9月14日) 海底下の炭素循環と生命活動：下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査 (IODP 第337次研究航海) の成果概要. 日本地質学会年会, 仙台市. (招待講演)</p> <p>[26] Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and IODP Expedition 337 Scientists. (2013. 8. 26) Exploration of the deep coalbed biosphere (IODP Expedition 337). Goldschmidt 2013, Florence, Italy. (招待講演・セッションコンビーナー)</p> <p>[27] Morono, Y., Terada, T., and Inagaki, F. (2013. 8. 26) Technological challenges for the advanced study of subseafloor life. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[28] Hoshino, T., Tsutsumi, M., Morono, Y., and Inagaki, F. (2013. 8. 26) A Global Molecular Ecological Survey of Subseafloor Microbial Communities. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[29] Ijiri, A., Inagaki, F., Kubo, Y., Expedition CK09-01 and 906 Scientists. (2013. 8. 26) Biogeochemistry of the deep mud-volcano biosphere in the Nankai accretionary wedge. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[30] Terada, T., Morono, Y., Hoshino, T., and Inagaki, F. (2013. 8. 26) An improved hot-alkaline DNA extraction method for high cell-lysis efficiency of subseafloor microbial communities. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[31] Kawai, M., Futagami, T., Toyoda, A., Takaki, Y., Uchiyama, I., Fujiyama, A., Itoh, T., Inagaki, F., and Takami, H. (2013. 8. 26) A molecular view of the reductive dehalogenase-homologous gene in subseafloor sediments. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[32] Xiao, N., Morono, Y., Terada, T., Yamamoto, Y., Hirose, T., and Inagaki, F. (2013. 8. 26) Cell Alive System (CAS): A new method of core sample freezing for shore-based biological analyses and sample storage. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[33] Kubo, Y., Mizuguchi, Y., and Inagaki, F. (2013. 8. 26) Hybrid Pressure Coring System of D/V <i>Chikyu</i>. Goldschmidt 2013, Florence, Italy.</p> <p>[34] 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 久保雄介, 統合国際深海掘削計画(IODP)第337次研究航海乗船研究者一同 (2013年6月28日) 地球深部探査船「ちきゅう」による下北八戸沖石炭層生命圏掘削 (IODP 第337次研究航海) : 結果速報と展望. 平成25年度石油技術協会春季講演会, 東京.</p> <p>[35] 水口保彦, 小林照明, 稲垣史生, 久保智司, 稲田徳弘 (2013年6月28日) Hybrid PCS (保圧コア) の使用実績概要. 平成25年度石油技術協会春季講演会, 東京.</p> <p>[36] 山田泰広, 真田佳典, 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 久保雄介, 統合国際深海掘削計画(IODP)第337次研究航海乗船研究者一同 (2013年6月28日) 地球深部探査船「ちきゅう」による下北八戸沖石炭層生命圏掘削 (IODP 第337次研究航海) : 地質・検層結果概要. 平成25年度石油技術協会春季講演会, 東京.</p> <p>[37] 真田佳典, 久保雄介, 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 統合国際深海掘削計画(IODP)第337次研究航海乗船研究者一同 (2013年6月28日) IODP 第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏調査」のオペレーション概要. 平成25年度石油技術協会春季講演会, 東京</p> <p>[38] 稲垣史生(2013年6月3日)「ちきゅう」による八戸沖石炭層生命圏掘削調査(IODP Exp. 337) の成果概要. 平成24年度独立行政法人海洋研究開発機構海底資源研究プロジェクト成果報告会, 東京.</p> <p>[39] 河合幹彦, 二神泰基, 豊田敦, 高木善弘, 内山郁夫, 伊藤武彦, 藤山秋佐夫, 稲垣史生, 高見英人 (2013年5月30日) 海底堆積物中に存在する多様な新規還元的脱ハロゲン化酵素遺伝子. 環境バイオテクノロジー学会2013年度大会, 北九州市.</p> <p>[40] 森田澄人, 谷川亘, 村山雅史, 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 久保雄介. (2013年5月30日~6月1日) 下北沖三陸沖堆積盆、IODP C0020 サイトにおけるコアおよびカッティングスの物理特性. 日本地球惑星科学連合2013年大会, 幕張.</p> |
|--|---|

| | |
|------|---|
| [41] | 諸野祐樹, 伊藤元雄, 寺田武志, 稲垣史生. (2013年5月30日~6月1日) NanoSIMS およびセルソーティングによる南太平洋環流域堆積物試料中の微生物代謝活性解析. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [42] | 村岡諭, 芦寿一郎, 坂口有人, 金松敏也, 青池寛, 稲垣史生. (2013年5月30日~6月1日) 熊野トラフの掘削試料を用いた泥火山供給源深度とその堆積場の研究. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [43] | 伊藤元雄, 諸野祐樹, 寺田武志, 稲垣史生. (2013年5月30日~6月1日) NanoSIMS ion imaging analyses for biological samples: Applications to seafloor life. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [44] | 谷川亘, 多田井修, 森田澄人, 村山雅史, 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 久保雄介, IODP Expedition 337 Scientific Party. (2013年5月30日~6月1日) 下北半島沖三陸沖堆積盆地における熱物性の深度分布. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [45] | 久保健吾, 諸野祐樹, 伊藤元雄, 寺田武志, 射手園章吾, 原田秀樹, 稲垣史生. (2013年5月30日~6月1日) NanoSIMS による微生物の系統学的特異的検出法 Gold-ISH の開発. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [46] | 村山雅史, Reischbacher, D., Limmer, D., Philips, S., Susilawati, R., Park, Y-S., 久保雄介, Hinrichs, K-U., 稲垣史生, IODP Exp. 337 Science Party. (2013年5月30日~6月1日) IODP Exp.337 下北沖石炭層地下生命圏掘削で採取された掘削コアの岩相と堆積環境. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [47] | 村山雅史, 東丸直頌, 谷川亘, 森田澄人, 久保雄介, Hinrichs, K-U., 稲垣史生, IODP Exp. 337 Science Party. (2013年5月30日~6月1日) 下北沖石炭層生命圏掘削 (IODP Exp. 337) で採取された掘削コアの CT イメージと CT 値について. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [48] | Inagaki, F. , Hinrichs, K-U., Kubo, Y., Expedition 337 Scientists. (2013年5月19~24日) Exploration of the deep coalbed biosphere off Shimokita (IODP Expedition 337): Overview and perspectives. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. (招待講演) |
| [49] | 熊谷 英憲, 井尻 暁, 稲垣史生, Kai-Uwe Hinrichs, 久保雄介, 統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海乗船研究者一同. (2013年5月19~24日) 統合国際深海掘削計画第 337 次航海におけるラドン計測. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [50] | 久保雄介, 稲垣史生, 水口保彦, Exp. 906 Science Party. (2013年5月19~24日) Exp 906: 保圧コアリングシステムによる熊野泥火山掘削. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [51] | 浦本豪一郎, 諸野祐樹, 植松勝之, 稲垣史生. (2013年5月19~24日) 海底堆積物内微小空間における微生物細胞の局在性観察: 遺伝子蛍光染色法と電子染色法の共用による新規観察手法の開発. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [52] | 西尾嘉朗, 井尻暁, 土岐知弘, 諸野祐樹, 稲垣史生. (2013年5月19~24日) 南海トラフ付加プリズムの熊野海盆泥火山噴火のメカニズム. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [53] | 井尻暁, 今野祐多, 川口慎介, 稲垣史生, 高井研. (2013年5月19~24日) 沖縄トラフ伊平屋熱水域の炭素循環. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [54] | 大友陽子, 井尻暁, 堤正純, 池川洋二郎, 稲垣史生. (2013年5月19~24日) 現場温度圧力条件下における海底下夾炭層への二酸化炭素注入実験. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張. |
| [55] | Inagaki, F. (2013. 5. 19-24) Exploration of the deep submarine mud-volcano biosphere in the Nankai accretionary prism. Deep Carbon Observatory (DCO) Deep Life Workshop, Portland, USA. (招待講演) |
| [56] | Morono Y., Lever M.A., Hoshino T., and Inagaki F. , (2013. 4. 22) The Challenge of |

| | |
|--|---|
| | <p>Contamination in Deep Life Exploration. The CHIKYU+10 Workshop, Tokyo.</p> <p>[57] Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., Expedition 337 Scientists. (2013. 4. 22) Exploration of Deep Carbon Cycle and Limits of Life with CHIKYU. The CHIKYU+10 Workshop, Tokyo. (招待講演)</p> <p>[58] 河合幹彦, 豊田敦, 高木善弘, 西真郎, 荒井渉, 内山郁夫, 伊藤武彦, 坪内泰志, 諸野祐樹, 青池寛, 高井研, 藤山秋佐夫, 稲垣史生, 高見英人 (2013年3月8-9日) 定量的メタゲノム解析が明らかにした海底下堆積環境を特徴づける還元的脱ハロゲン化遺伝子. 第7回日本ゲノム微生物学会年会, 滋賀県長浜市.</p> <p>[59] 星野辰彦, 稲垣史生 (2013年3月24-28日) Digital PCRによる高精度環境微生物定量. 日本農芸化学会2013年大会, 仙台市.</p> <p>[60] 河合幹彦, 豊田敦, 高木善弘, 西真郎, 荒井渉, 内山郁夫, 伊藤武彦, 坪内泰志, 諸野祐樹, 青池寛, 高井研, 藤山秋佐夫, 稲垣史生, 高見英人 (2013年3月24-28日) 海底堆積層に見つかる多様な還元的脱ハロゲン化酵素遺伝子: 天然ハロゲン化有機化合物は海底で代謝されている? 日本農芸化学会2013年大会, 仙台市.</p> <p>[61] 村山雅史, Reischbacher, D., Limmer, D., Philips, S., Susilawati, R., Park, Y.-S., 久保雄介, Hinrichs, K.-U., 稲垣史生, and IODP Expedition 337 Science Party (2013年1月7-8日) 下北沖石炭層地下生命圏掘削 (IODP Exp.337) で採取された掘削コアの岩相と堆積環境. 古海洋シンポジウム, 東京大学大気海洋研究所.</p> <p>[62] Inagaki, F. (2012. 12. 20) Exploration of ancient life in subseafloor evaporates: review and perspective. The Mediterranean Sea Drilling Workshop. JAMSTEC, Yokohama. (招待講演)</p> <p>[63] Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and Expedition 337 Scientists. (2012. 12. 4) Rapid report of The IODP Expedition 337: Exploration of microbial processes and hydrocarbon system associated with deeply buried coalbed in the ocean. AGU Fall Meeting, San Francisco. (招待講演)</p> <p>[64] Inagaki F., Lever M. A., Morono Y., Hoshino T. (2012. 12. 4) Drilling Fluid Contamination during Riser Drilling Quantified by Chemical and Molecular Tracers, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[65] Morono Y., Terada T., Yamamoto Y., Hirose T., Xiao N., Sugeno M., Ohwada N. and Inagaki F. (2012. 12. 4) A new method of geobiological sample storage by snap freezing under alternating magnetic field, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[66] Ijiri A., Kawada Y., Murayama M., Inagaki F., Mix A. C., (2012. 12. 4) Oxygen isotopic composition of the Bering slope bottom water during the Last Glacial Maximum, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[67] Steele J. A., Dekas A. E., Harrison B. K., Morono Y., Inagaki F., Ziebis W., Orphan, V. J. (2012. 12. 4) Mineral-association and activity of Bacteria and Archaea in the deep subsurface South Pacific Gyre sediment, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[68] Miyazaki J., Morono Y., Hirayama H., Inagaki F., Wheat C. G., Takai K. (2012. 12. 4) Exploration of serpentine seamount, South Chamorro seamount, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[69] Zhang G., Smith-Duque C. E., Tang S., Li S., Alvarez-Zarikian C. A., D'Hondt S., Inagaki F. (2012. 12. 4) A long-lived ancient subduction-induced mantle boundary within the Pacific mantle, AGU Fall Meeting, San Francisco.</p> <p>[70] Uramoto, G.-I., Morono, Y., Uematsu, K., and Inagaki, F. (2012. 12. 4) An improved sample preparation method for non-destructive analyses of fine-grained subseafloor sediments using micro-focus X-ray CT and SEM. AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, USA.</p> <p>[71] Kawai, M., Toyoda, A., Takaki, Y., Nishi, S., Arai, W., Uchiyama, I., Itoh, T., Tsubouchi, T., Morono, Y., Aoike, K., Takai, K., Fujiyama, A., Inagaki, F., and Takami, H. (2012. 11. 16) Vertical profiling of genetic trait in the ocean drilling sediments up to 100 m depth. International Symposium on Pleoceanography in the Southern Ocean and NW Pacific: Perspective from Earth Drilling Sciences. Kochi, Japan.</p> |
|--|---|

| |
|--|
| <p>[72] 稲垣史生 (2012年10月19日) 下北八戸沖石炭層生命圏研究航海概要 (速報). KCC セミナー、高知.</p> <p>[73] Kawai, M., Toyoda, A., Takaki, Y., Nishi, S., Arai, W., Uchiyama, I., Itoh, T., Tsubouchi, T., Morono, Y., Aoike, K., Takai, K., Fujiyama, A., Inagaki, F., and Takami, H. (2012. 8. 19-24) Vertical profiling of genetic trait in the ocean drilling sediments up to 100 m depth. The 14th International Symposium on Microbial Ecology (ISME14), Copenhagen, Denmark.</p> <p>[74] 諸野祐樹, 寺田武志, 稲垣史生 (2012年6月23日) 海底下堆積物からの細胞分離法の確立およびフローサイトメトリーによる金数カウントと選択的細胞濃縮. 日本極限環境生物学会, 立教大学, 東京.</p> <p>[75] Inagaki, F., and Hinrichs, K.-U. (2012. 5. 7) Subseafloor life in the seismogenic accretionary wedge. 2nd International Workshop on Microbial Life under Extreme Energy Limitation, Aarhus University, Denmark. (招待講演)</p> <p>[76] Ijiri, A., Ohtomo, Y., and Inagaki, F. (2012. 5. 7) Energetic habitability and biogeochemical carbon cycle in a deep-sea mud-volcano subsurface. MICROENERGY 2012, 2nd International Workshop on Microbial Life under Extreme Energy Limitation, Aarhus University, Denmark.</p> <p>[77] Morono Y., Terada T., Nishizawa M., Ito M., Hillion F., Takahata N., Sano Y., and Inagaki F. (2012. 5. 7) Carbon and nitrogen assimilation in deep subseafloor microbial cells. MICROENERGY 2012, 2nd International Workshop on Microbial Life under Extreme Energy Limitation, Aarhus University, Denmark.</p> <p>[78] 井尻暁, 川田佳史, 村山雅史, 稲垣史生, Alan Mix (2012年5月24日) 最終氷期最寒期のベーリング海底層水の酸素同位体比の復元. 日本地球惑星科学連合大会、東京.</p> <p>[79] 河合幹彦, 豊田敦, 高木善弘, 西真郎, 荒井渉, 内山郁夫, 坪内泰志, 諸野祐樹, 青池寛, 高井研, 稲垣史生, 高見英人 (2012年3月10-12日) Features of sub-seafloor ecosystem revealed through fine scale metagenomic analyses. 第6回日本ゲノム微生物学会年会, 立教大学, 東京.</p> <p>[80] Inagaki, F. (2012. 2. 15) Frontiers in Life and Earth Planetary Sciences: Lessons from Scientific Ocean Drilling. The International Workshop "Frontiers in Life and Earth Planetary Sciences", JAMSTEC Kochi Institute for Core Sample Research. (ワークショップ主催、招待講演)</p> <p>[81] Morono, Y., Kallmeyer, J., Terada, T., Inagaki, F. (2011. 12. 6) An Improved Method for High-throughput Discrimination and Enumeration of Sedimentary Cells Using Flow Cytometry, AGU Fall Meeting 2011, San Francisco, U.S.A.</p> <p>[82] Ijiri, A., Toki, T., Yamaguchi, Y.T., Kawagucci, S., Hattori, S., Morono, Y., Lever, M.A., Yoshida, N., Tsunogai, U., Nakamura, K., Takai, K., Ashi, J., and Inagaki, F. (2011. 12. 6) Biogeochemical study on mud-volcano sediments from the Kumano forearc basin, Japan. AGU Fall Meeting 2011, San Francisco, U.S.A.</p> <p>[83] Nishio, Y., Ijiri, A., Toki, T., Morono, Y. and Inagaki, F. (2011. 12. 6) Lithium isotopic evidence for deep-seated fluids from Kumano mud volcano in Nankai accretionary prism. AGU fall meeting 2011, San Francisco, U.S.A.</p> <p>[84] Muraoka, S., Ashi, J., Kanamatsu, T., Sakaguchi, A. and Inagaki, F. (2011. 12. 6) Studies on formation mechanism and source depth of mud volcanoes by using of drilling cores in the Kumano forearc basin, SW Japan. AGU fall meeting 2011, San Francisco, U.S.A.</p> <p>[85] Inagaki, F. (2011. 12. 2) Habitability and potential functioning power of deep subseafloor life. J. Craig Venter Institute Seminar, San Diego, U.S.A. (招待講演)</p> <p>[86] 井尻暁, 土岐知弘, 山口保彦, 川口慎介, 服部祥平, 諸野祐樹, 吉田尚弘, 角皆潤, 中村光一, 高井研, 芦寿一郎, 稲垣史生 (2011年11月30日) 熊野海盆泥火山山頂から回収されたメタンハイドレートに関する研</p> |
|--|

| | |
|--|--|
| | <p>究, 第3回メタンハイドレート総合シンポジウム, 産業技術総合研究所臨海副都心センター, 東京.</p> <p>[87] 星野辰彦, 稲垣史生 (2011年11月27日) Digital PCR法による環境微生物の高精度遺伝子定量, 平成23年度極限環境生物学会, 長崎大学, 長崎市.</p> <p>[88] 諸野祐樹, 寺田武志, 西澤学, 伊藤元雄, François Hillion, 高畑直人, 佐野有司, 稲垣史生 (2011年11月27日) NanoSIMSの高空間分解能イメージング法を用いた海底下微生物の炭素・窒素取り込みの検出, 平成23年度極限環境生物学会年会, 長崎大学, 長崎市.</p> <p>[89] 河合幹彦, 豊田敦, 高木善弘, 西真郎, 内山郁夫, 高井研, 稲垣史生, 高見英人 (2011年10月8-10日) 海底堆積層の生物代謝機能の比較メタゲノム配列解析, 第27回日本微生物生態学会大会, 京都大学, 京都.</p> <p>[90] 井尻暁, 土岐知弘, 山口保彦, 川口慎介, 服部祥平, 諸野祐樹, 吉田尚弘, 角皆潤, 中村光一, 高井研, 芦寿一郎, 稲垣史生 (2011年10月8-10日) 熊野海盆海底泥火山の噴出流路堆積物における生物地球化学過程, 第27回日本微生物生態学会大会, 京都大学, 京都.</p> <p>[91] 諸野祐樹, Jens Kallmeyer, 寺田武志, 稲垣史生 (2011年10月8-10日) フローサイトメトリーによる海底下堆積物試料中の選択的微生物カウント法, 第27回日本微生物生態学会大会, 京都大学, 京都.</p> <p>[92] 稲垣史生 (2011年10月4日) 地球生命工学による新しい持続的地球システム“ジオバイオリクター”の醸成にむけて, 平成23年度日本醸造学会大会, 北とぴあ つつじホール, 東京. (特別招待講演)</p> <p>[93] Inagaki, F. (2011. 9. 11-16) Exploration of deep hydrocarbon reservoirs and geobiological processes through scientific ocean drilling. The 8th International Symposium of Subsurface Microbiology (ISSM2010), Garmisch-Partenkirchen, Germany. (招待講演)</p> <p>[94] Morono, Y., Kallmeyer, J., Terada, T. and Inagaki, F. (2011. 9. 11-16) High throughput, discriminative enumeration of seafloor microbes with flow cytometry. The 8th International Symposium of Subsurface Microbiology (ISSM2010), Garmisch-Partenkirchen, Germany.</p> <p>[95] 井尻暁, 土岐知弘, 山口保彦, 川口慎介, 服部祥平, 諸野祐樹, 吉田尚弘, 角皆潤, 中村光一, 高井研, 芦寿一郎, 稲垣史生 (2011年9月14-16日) 熊野海盆海底泥火山堆積物の生物地球化学的研究, 2011年度日本地球化学学会年会, 北海道大学, 札幌.</p> <p>[96] 西尾嘉朗, 井尻暁, 土岐知弘, 諸野祐樹, 稲垣史生 (2011年9月14-16日) 熊野海盆泥火山流体のLi同位体組成とその起源, 2011年度日本地球化学学会, 北海道大学, 札幌.</p> <p>[97] 村岡諭, 芦寿一郎, 金松敏也, 坂口有人, 稲垣史生 (2011年9月18-20日) 熊野トラフ掘削試料を用いた泥火山噴出物の供給源の研究, 日本地球質学会第117年学術大会, 富山大学, 富山市.</p> <p>[98] Ijiri, A., Toki, T., Yamaguchi, Y.T., Kwagucci, S., Hattori, S., Morono, Y., Tsunogai, U., Nakamura, K., Takai, K., Ashi, J., and Inagaki, F. (2011. 8. 11-14) Biogeochemical processes in mud-volcano sediments from the Kumano forearc basin, Japan. Goldschmidt 2011, Prague, Czech Republic.</p> <p>[99] 美野さやか, 中川聡, 牧田寛子, 稲垣史生, 山本正浩, 布浦拓郎, 中村光一, Anne Godfroy, 高井研, 澤辺智雄 (2011年5月24日) 深海底に生息する化学合成微生物の群集遺伝学的構造解明へのアプローチ, 日本地球惑星科学連合2011年大会, 幕張メッセ, 東京.</p> <p>[100] 稲垣史生, 高橋嘉夫 (2011年5月21日) 課題別討論—生命科学: 深海掘削による生命・地球科学の新しいパラダイムを求めて、J-DESC・JAMSTEC 共催ワークショップ・日本地球惑星科学連合2011年大会特別セッション、海洋研究開発機構東京事務所, 東京. (ファシリテーター)</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>一般向け 計 17 件</p> <p>[101] 稲垣史生 (2014年3月1日) エネルギー再生型海底 CO₂ 地中隔離 (バイオ CCS) に関する地球生命工学的研究, FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」, ベルサール新宿グラウンド, 東京.</p> <p>[102] Inagaki, F., Hinrichs, K.-U., Kubo, Y., and Expedition 337 Scientists. (2014. 2. 17) New Insights into Deep Life and Carbon Cycle: IODP Expedition 337 “Deep Coalbed Biosphere off Shimokita”. JAMSTEC-ECORD MOU Agreement Ceremony, Embassy and Consulate General of EU in Japan, Tokyo. (招待講演)</p> <p>[103] 稲垣史生 (2014年2月1日) 海底からのめぐみ～新しい生物・遺伝子資源と炭化水素システム～, 第2回高知コアセンター講演会「海からのめぐみ～海は宝の山～」, 高知県立県民文化ホールグリーンホール, 高知市. (招待講演)</p> <p>[104] 稲垣史生 (2014年1月25日) 地球深部探査船「ちきゅう」が切り開く海洋地球生命科学のフロンティア. 高知大学・琉球大学合同シンポジウム「若手研究者育成のためのシステム改革シンポジウム—海洋科学研究分野での人材育成ネットワーク構築に向けて」, 高知大学朝倉キャンパスメディアの森, 高知市. (招待講演)</p> <p>[105] 稲垣史生 (2014年1月24日) 地球深部探査船「ちきゅう」が切り開く海洋地球生命科学のフロンティア: 下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査, 「海底下の炭化水素資源・炭素循環と地球生命工学」シンポジウム, 東京大学小柴ホール, 東京. (主催)</p> <p>[106] 稲垣史生 (2013年11月8日) 海底下の炭化水素資源と生命活動—持続的な炭素・エネルギー循環システムの構築に向けて—, 広島大学サステイナブル科学シンポジウム「資源の持続的活用に貢献するサステイナブル科学」, 広島大学, 東広島市. (招待講演)</p> <p>[107] 稲垣史生 (2013年6月3日) 「ちきゅう」による八戸沖石炭層生命圏掘削調査 (IODP Exp. 337) の成果概要, 海洋研究開発機構海底資源研究プロジェクトワークショップ, 一橋講堂, 東京. (招待講演)</p> <p>[108] 稲垣史生 (2012年11月21日) 地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦—海底下の天然ガス・エネルギー資源と CO₂—. 横須賀市民大学講座, 横須賀. (招待講演).</p> <p>[109] 稲垣史生 (2012年11月28日) 下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査成果速報. JOGMEG-TRC ウィーク 2012, 東京. (招待講演)</p> <p>[110] 稲垣史生 (2012年6月11日) 海底下生命圏の探究と持続的炭素循環システムの創出, 海洋研究開発機構海底資源研究プロジェクトワークショップ、内幸町富国生命ビル, 東京.</p> <p>[111] 稲垣史生 (2012年4月20日) 海底下深部生命圏の探究と地球生命工学の実践による持続的炭素循環システムの創出にむけて. 第49回中海海底工学フォーラム, 東京大学生産技術研究所. (招待講演)</p> <p>[112] 稲垣史生 (2011年7月7日) 海底下の持続可能な資源エネルギー循環システム (ジオバイオリクター) の構築に向けて、海洋研究開発機構海底資源研究プロジェクトワークショップ、東京大学農学部弥生講堂一条ホール, 東京. (招待講演)</p> <p>[113] 稲垣史生 (2011年6月17日) 科学海洋掘削による海底下生命圏の探究, 九州大学百周年記念寄付講座開設記念シンポジウム, 九州大学西新プラザ, 福岡市. (招待講演)</p> <p>[114] 稲垣史生 (2011年6月6日) 海底下の炭化水素システムと生命活動—「ちきゅう」による下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査の目指すところ—, 日本石油技術協会—海洋研究開発機構共催シンポジウム「地下圏微生物と石炭起原の炭化水素資源—西太平洋沿岸海域におけるエネルギー資源と生成メカニズム—, 東京大学小柴ホール, 東京. (招待講演)</p> <p>[115] 稲垣史生 (2011年3月10日) 「掘削科学における生命科学分野の新たな展開について」、第三回深海掘削検討会、海洋研究開発機構東京事務所, 東</p> |
|--|--|

| | |
|-------------------------|--|
| | <p>京.</p> <p>[116] 稲垣史生 (2011年3月2日)「ちきゅう」を用いた海洋科学掘削の新展開—環境・エネルギー資源に関連する地球生命工学の実践—, JAMSTEC2011—海洋資源研究の新時代—, 東京国際フォーラム, 東京.</p> <p>[117] 稲垣史生 (2011年1月26日)「ちきゅう」による下北八戸沖石炭層生命圏掘削とバイオ CCS 構想について, 第二回環境・社会システム統合研究フォーラム, 海洋研究開発機構東京事務所, 東京.</p> |
| 図書 計2件 | <p>[1] Morono, Y., Ito, M., and Inagaki, F. (2014) Detecting slow metabolism in the seafloor: analysis of single cells using NanoSIMS. In Kallmeyer, J. (ed.), "Life in Extreme Environments: Microbial Life in the Deep Biosphere", Chapter 5, pp. 101-120.</p> <p>[2] 稲垣史生 (2012) 1-24 深部地下生命圏、「地球と宇宙の化学事典」、日本地球化学会編、朝倉書店.</p> |
| 産業財産権 出願・取得状況 計1件 | <p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>[1] 特願2013-116581. 稲垣史生, 井尻暁, 二酸化炭素の再資源化方法, 海洋研究開発機構 (出願日:平成25年6月3日).</p> |
| Webページ (URL) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所 地下生命圏研究グループ (http://www.jamstec.go.jp/kochi/j/) ・ 独立行政法人海洋研究開発機構 海底資源プロジェクト 地球生命工学研究グループ (http://www.jamstec.go.jp/shigen/j/) ・ 国際統合深海掘削計画 (IODP) 第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏調査」特設ウェブサイト (http://www.jamstec.go.jp/chikyu/exp337/e/index.html) ・ 「ちきゅう TV」第19話 石炭層生命圏掘削～海洋科学掘削の世界最深部からサンプル採取に成功～ (http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=3N6yRwnMBII) ・ 「海底下メタン資源 研究開発最前線」, 科学技術振興機構サイエンスチャンネル (http://www.nicovideo.jp/watch/1375250277) <p>Fumio Inagaki, Google Scholar Citations (http://scholar.google.com/citations?hl=en&user=rtMAWFIAAAAJ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Fumio Inagaki, ResearchGate (https://www.researchgate.net/profile/Fumio_Inagaki?ev=hdr_xprf) |
| 国民との科学・技術対話の実施状況 | <p>[1] 第2回高知コアセンター講演会「海からのめ・ぐ・み～海は宝の山～」にて招待講演とパネルディスカッションを行なった。2014年2月1日、高知県立県民文化ホール、参加者約130名.</p> <p>[2] 「海底下の炭化水素資源・炭素循環と地球生命工学」シンポジウムを開催, 講演とパネルディスカッションを行なった。2014年1月24日、東京大学小柴ホール、参加者約200名。(主催)</p> <p>[3] 地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦—海底下の天然ガス・エネルギー資源とCO₂—, 横須賀市民大学講座, 2012年11月22日、横須賀、参加者約100名 (招待講演).</p> <p>[4] 下北八戸沖石炭層生命圏研究航海概要 (速報). 下北八戸沖石炭層生命圏研究航海報告会・記者説明会、2012年9月27日、海洋研究開発機構東京事務所</p> <p>[5] 文部科学省プレスリリース 「地球深部探査船「ちきゅう」による統合国際深海掘削計画 (IODP) 第337次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削」について」、2012年9月27日.</p> |

| | |
|-------------------------|--|
| | <p>[6] 文部科学省プレスリリース 「統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削」の進捗状況について (お知らせ)」、2012 年 9 月 10 日</p> <p>[7] 文部科学省プレスリリース 「統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削」の進捗状況について (掘削深度世界記録のお知らせ)」、2012 年 9 月 6 日</p> <p>[8] 文部科学省プレスリリース 「統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削」の実施について～下北八戸沖の海底下炭素循環システムと地下生命活動の解明を目指して～」、2012 年 7 月 12 日</p> <p>[9] 文部科学省プレスリリース 「地球深部探査船「ちきゅう」用の「ハイブリッド保圧コアシステム」の開発に成功—南海トラフ熊野灘の海底泥火山から保圧コア試料を採取—」、2012 年 7 月 6 日</p> <p>[10] 最先端研究拠点国際ワークショップ 「地球惑星科学—生命科学融合研究の最前線」を開催し講演とパネルディスカッションを行なった、2012 年 2 月 15 日、参加者約 100 名 (主催・招待講演)</p> <p>[11] 文部科学省レクつきプレスリリース 「下北半島八戸沖の 46 万年前の海底下地層中に大量の“生きている”微生物細胞を確認～超高解像度質量分析によって明らかになってきた海底下深部の生命の実態～」、2011 年 10 月 11 日</p> <p>[12] プレスリリース、2011 年 3 月 17 日、統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海の延期について、海洋研究開発機構</p> <p>[13] プレスリリース、2011 年 3 月 7 日、統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海の開始について～下北八戸沖の海底下炭素循環システムと地下生命活動の解明を目指して～、海洋研究開発機構</p> <p>[14] 下北八戸沖海底下石炭層生命圏掘削調査：統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海実施説明会、2011 年 3 月 11 日、海洋研究開発機構東京事務所、対象者：新聞記者・メディア等、参加者約 15 名</p> <p>[15] 稲垣史生、「「ちきゅう」を用いた海洋科学掘削の新展開—環境・エネルギー資源に関連する地球生命工学の実践—」、JAMSTEC2011—海洋資源研究の新時代—、東京国際フォーラム、2011 年 3 月 2 日 (主催：独立行政法人海洋研究開発機構)</p> <p>[16] 下北八戸沖石炭層生命圏掘削について、2011 年 2 月 24 日、海洋研究開発機構東京事務所、対象者：科学論説員、参加者約 10 名</p> |
| <p>新聞・一般雑誌等掲載計 56 件</p> | <p>[1] サイエンス誌に載った日本人研究者、p.23, コスモバイオ株式会社, AAAS, 2014 年 3 月.</p> <p>[2] 高知新聞、「高知大と海洋コア研が海の未利用資源で講演会」、2014 年 2 月 2 日.</p> <p>[3] 環境考察 Labo「地球を掘ったら未来が見える！海底下 2,466m の掘削～持続的な炭素・エネルギー社会の構築を目指す基礎科学～」, 日立建機グループ「ティエラプラス」, 2013 年春号, 20-21. (雑誌取材協力)</p> <p>[4] 地球発見 Close Up 高知コア研究所紹介 (マンガ)、2013 年 15 号、p.16.</p> <p>[5] 地球発見 Discover the Earth 未知の世界を知る～Mission to the Unknown World～、2013 年 15 号、p.12.</p> <p>[6] 地球発見 Graphic Guide ハイブリッドコアリングシステム、2013 年 15 号、p.10-11.</p> <p>[7] 地球発見 特集 1 採取された「海底下の森」は何を語りかけるのか、2013 年 15 号、p.3-7.</p> <p>[8] 日刊工業新聞、「地球上の全生物生息比率、海底微生物はわずか 1%に—海洋機構など試算」2012 年 10 月 16 日</p> <p>[9] 海と地球の情報誌 Blue Earth、Close Up 「ちきゅう」用ハイブリッド保圧コアシステムの開発に成功、2012 年 10 月、通巻 119 号、p.1.</p> |

| | |
|------|--|
| [10] | JAMSTEC ニュース なつしま、「青森県八戸沖にて科学海洋掘削における世界最高掘削深度からのコア試料採取に成功」、2012年10月号、第103号。 |
| [11] | デーリー東北、「八戸沖海底下1900~2000m 石灰層 微生物存在の可能性大 海洋研究機構公表 世界最深更新か」2012年9月28日 |
| [12] | 東奥日報、「八戸沖調査は成功 探査船「ちきゅう」世界最深掘削 海洋機構総括、声援に感謝」2012年9月28日 |
| [13] | 日経産業新聞、「海洋研究開発機構の掘削調査終了 八戸沖の海底下2400メートルから試料」2012年9月28日 |
| [14] | 電気新聞、「海洋研究開発機構、八戸沖調査で 海底下2.5キロメートル掘削成功 石灰層からコア試料も採取」2012年9月28日 |
| [15] | 読売新聞、「八戸沖海底下 2000メートルに石灰層 微生物発見に期待」2012年9月28日 |
| [16] | 朝日新聞、「「ちきゅう」世界最深 海底下2466メートルまで掘削」2012年9月11日 |
| [17] | 東奥日報、「世界記録2466メートルで八戸沖掘削完了」2012年9月11日 |
| [18] | 河北新報、「ちきゅう最深更新2466メートル 八戸沖掘削終了」2012年9月11日 |
| [19] | デーリー東北、「ちきゅう、2466メートルで掘削完了」2012年9月11日 |
| [20] | 電気新聞、「探査船「ちきゅう」海底掘削世界記録」2012年9月11日 |
| [21] | 東奥日報、「ちきゅう」世界最深記録」2012年9月8日 |
| [22] | 科学新聞、「地球深部探査船「ちきゅう」八戸沖で掘削順調 海底下2200メートル到達間近 メタンハイドレート生成に微生物関与か」、2012年9月7日 |
| [23] | 朝日新聞、「八戸沖 探査船「ちきゅう」掘削世界最深達成」2012年9月7日 |
| [24] | 日刊工業新聞、「海洋研究開発機構発表 海洋調査船「ちきゅう」 海底掘削で最深2111m記録」2012年9月7日 |
| [25] | 東奥日報、「八戸沖掘って海底下世界最深2111m突破」2012年9月7日 |
| [26] | 東奥日報、「探査船「ちきゅう」 八戸沖掘って 海底下世界最深2111メートル突破 科学研究目的で記録更新」2012年9月7日 |
| [27] | 河北新報、「世界最深2111m超える海底掘削調査の「ちきゅう」」2012年9月7日 |
| [28] | 河北新報、「八戸沖 海底掘削調査のちきゅう 世界最深 2111メートルを超える」2012年9月7日 |
| [29] | 朝日新聞、「震災で中断、海底掘削 きょうから再挑戦」2012年7月26日 |
| [30] | 東奥日報、「「ちきゅう」八戸港入港 26日から海底調査」2012年7月24日 |
| [31] | 産経新聞、「メタンハイドレートの謎解明へ 八戸沖を掘削調査」、2012年7月23日 |
| [32] | 電気新聞、「海洋研究開発機構 メタンハイドレート 圧力保持で海底泥採取 実態解明へ」2012年7月10日 |
| [33] | JAMSTEC ニュース なつしま、「「ちきゅう」用の「ハイブリッド保圧コアシステム」の開発に成功—南海トラフ熊野灘の海底泥火山から保圧コア試料を採取—」、2012年7月号、第100号。 |
| [34] | 地球発見 Graphic Guide ついに始まった本格的な泥火山調査、2012年14号、p.12. |
| [35] | 地球発見 特集2 石炭層は地下生命圏にどんな影響を与えるか?、2012年14号、p.8-9. |
| [36] | 海と地球の情報誌 Blue Earth、特集号「海底下生命圏」生命は地球内部でどのように生きているのか?その機能・起源に迫る、2012年5月、通巻117号、p.1-19. (総監修 稲垣史生) |
| [37] | J-DESC NEWS 日本地球掘削科学コンソーシアム ニュースレター、「Exp. 329 South Pacific Gyre Subseafloor Life 南太平洋還流域下海底下生命探査」、共同首席研究者 稲垣史生、第5号、p.3、2012年3月31日発行 |
| [38] | JAMSTEC ニュース なつしま、「最先端研究拠点国際ワークショップ 地球惑星 |

| | |
|------------|---|
| | <p>科学—生命科学融合研究の最前線 開催報告」、2012年3月号、第96号</p> <p>[39] 電気新聞、「CO₂、メタンに変換 青森・八戸で研究着手 石炭火力排ガス活用も」、2012年2月3日</p> <p>[40] JAMSTEC ニュース なつしま、「下北半島八戸沖の46万年前の海底下地層中に大量の“生きている”微生物細胞を確認」、2011年12月号、第93号</p> <p>[41] 朝日新聞、「青森県海底掘削で確認 46万年前の地層に微生物」、2011年11月3日</p> <p>[42] 日刊水産経済新聞、「海底微生物の活動を初観察」、2011年10月19日</p> <p>[43] 茨城新聞、「46万年前地層に微生物 青森沖海底 過酷環境生き抜く」、2011年10月12日</p> <p>[44] 河北新報、「46万年前地層から微生物 八戸沖海底で採取」、2011年10月12日</p> <p>[45] 神奈川新聞、「青森沖・46万年前の地層から生きた微生物を採取」、2011年10月12日</p> <p>[46] SANKEI EXPRESS、「46万年前地層から大量の微生物」、2011年10月12日</p> <p>[47] 毎日新聞、「46万年前の地層 海底の微生物代謝活動観察」、2011年10月12日</p> <p>[48] 日経産業新聞（日経テレコン21）、「海洋研究開発機構と東大46万年前の微生物観察 資源形成解明に道」、2011年10月12日</p> <p>[49] デーリー東北、「46万年前海底下地層から微生物 代謝活動観察に成功」、2011年10月12日</p> <p>[50] 高知新聞、「46万年前地層から微生物」、2011年10月11日</p> <p>[51] 東奥日報、「46万年前地層から微生物 八戸沖、海底下200メートル生きた状態、大量に」、2011年10月11日</p> <p>[52] 日本経済新聞、「46万年前の地層 海底の微生物代謝活動観察」、2011年10月11日</p> <p>[53] 東京新聞、「省エネで寿命数千年単位？46万年前の地層生きた微生物」、2011年10月11日</p> <p>[54] 信濃毎日新聞、「青森県沖で確認 寿命数千年単位か」、2011年10月11日</p> <p>[55] 大分合同新聞、「青森沖の海底46万年前の地層に微生物」、2011年10月11日</p> <p>[56] 朝日新聞（青森版）、「探査船「ちきゅう」、海底下2200メートルに再挑戦」、平成23年2月10日</p> |
| <p>その他</p> | <p>[1] BBC News (2013. 8. 28.) Deep microbes live long and slow. (取材協力、記事掲載)</p> <p>[2] 科学技術振興機構サイエンスチャンネル、「海底下メタン資源 研究開発最前線」に出演。2013年7月31日動画配信。</p> <p>[3] 「炭素循環型社会実現へ～メタン菌でCO₂をエネルギーに～」(#1803)，「TBS ニュースバード，ニュースの視点」に出演、2013年5月9日放送。</p> <p>[4] テレビ東京 「未来世紀ジパング～沸騰現場の経済学」 池上彰が尖閣諸島へ！ 緊急取材“ニッポンの国境線” —経済価値は200兆円、海に眠る資源（2012年10月8日放送）に出演。</p> <p>[5] テレビ朝日「奇跡の地球物語」 #144 探査船ちきゅう～地球の正体に挑む～（2012年10月21日）に出演。</p> <p>[6] BS朝日—BS民放5局共同特別番組 TASUKI つながる想い「海に未来を託して～俳優・谷原章介と深海に挑み続ける者たち～」に出演、2011年12月30日（金）放送。</p> <p>[7] 震災による研究への影響等について、英国科学雑誌 <i>Nature</i> にコメントを掲載した（<i>Quake shakes Japan's science, Nature, 471, 420 (2011)</i>），ウェブ掲載，2011年3月21日付、doi:10.1038/47120a</p> |

7. その他特記事項

様式21

- 2010年統合国際深海掘削計画（IODP）次期科学目標策定執筆国際委員.
- 2010年 IODP 第 329 次研究航海「南太平洋還流域生命圏探査」共同首席研究者.
- 2012年 IODP 第 337 次研究航海「下北八戸置沖石炭層生命圏探査」共同首席研究者.
- 2012年九州大学農学部客員講師.
- 日本学術振興会・米国国立科学財団による 2013 年 East Asia and Pacific Summer Institutes (EAPSI) プログラムを通じて、カリフォルニア工科大学より大学院生フェロー1名の受入れを実施、2013年 6-8月.
- 2013- Deep Carbon Observatory, Deep Life directory steering committee member.