

地下圏微生物による窒素循環：付加体の地下水流動  
と微生物脱窒のリンケージ解明

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2021-03-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 木村, 浩之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/00027962">http://hdl.handle.net/10297/00027962</a>

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02968

研究課題名(和文) 地下圏微生物による窒素循環：付加体の地下水流動と微生物脱窒のリンケージ解明

研究課題名(英文) Nitrogen cycle by subterranean microbial community; Groundwater flow and microbial denitrification in deep aquifer associated with the accretionary prisms

研究代表者

木村 浩之(Kimura, Hiroyuki)

静岡大学・グリーン科学技術研究所・教授

研究者番号：30377717

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：付加体は、海洋プレートが沈み込む際に海底堆積物が陸側プレートの縁辺部に付加してできた厚い堆積層である。これまで、付加体の深部帯水層から嫌気性の地下水と付随ガスが採取され、付随ガスに含まれるメタンの生成機構について解明されてきたが、窒素ガスの生成機構については知見がなかった。本研究課題では、付加体の地下水に有機基質および硝酸を添加した嫌気培養実験を試みた。その結果、微生物による高い窒素ガス生産(脱窒)ポテンシャルが示された。また、地下水に含まれる微生物群集の遺伝子を解析した結果、脱窒細菌の存在が示された。そして、メタン生成菌と脱窒細菌が有機基質の利用において競合している可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

付加体は、西南日本の太平洋側の地域に広く分布する厚い堆積層である。本研究課題では、付加体の深部帯水層における炭素循環および窒素循環についての新たな知見を数多く得ることができた。そして、地の利を活かした日本発の特色ある研究を推進できた。また、地殻変動が頻繁に発生する付加体の深部帯水層での炭素循環に関する知見が得られたことから、温暖化メカニズムの解明にも貢献した。さらに、本研究課題において深部地下圏での微生物による脱窒プロセスや炭素循環、窒素循環を総合的に理解したことにより、新エネルギーの開発に必要な基盤情報の提供に繋がった。

研究成果の概要(英文)：Accretionary prisms are composed mainly of ancient marine sediment scraped from a subducting oceanic plate at a convergent plate boundary. Large amounts of anaerobic groundwater and natural gas, mainly methane (CH<sub>4</sub>) and nitrogen gas (N<sub>2</sub>), are present in the deep aquifers associated with an accretionary prism, but the origin of N<sub>2</sub> is poorly understood. The present study demonstrated that N<sub>2</sub> production through the anaerobic oxidation of organic matter by denitrifying bacteria is particularly prevalent in the deep aquifers of the accretionary prism. DNA analysis revealed the dominance of the genus *Thauera*, reported to be capable of nitrate reduction and denitrification using organic matter as electron donor under anaerobic conditions. The denitrifying bacteria may compete with the CH<sub>4</sub>-producing syntrophic consortium for organic matter in the accretionary prism sediments.

研究分野：地球微生物学

キーワード：微生物 地下圏 脱窒 メタン生成 発酵 物質循環 地下水流動 地殻変動

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

付加体は、海洋プレートが陸側プレートの下に沈み込む際に海底堆積物がはぎ取られ、陸側プレートの縁辺部に付加してできた深度 10 km にもなる厚い堆積層である (図 1)。付加体は、台湾、インドネシア、トルコ、ギリシャ、イタリア、NZ、米国アラスカ州・ワシントン州、ペルー、チリ、西南日本の太平洋側において分布を見ることができる (図 2)。また、海底堆積物に由来する付加体の堆積層は、現在においてもケロジェン等の有機物を大量に含んでいる。さらに、付加体の深部帯水層には地熱によって温められた嫌気性の地下水とメタンを主成分とする大量の付随ガスが蓄えられており、温泉資源やエネルギー資源として注目されている。

研究代表者らは、静岡県中西部の付加体が分布する地域に構築された深度 800 メートルから 2,000 メートルの大深度掘削井を介して、30℃から 60℃の嫌気性の地下水と付随ガスを採取した (図 3)。そして、付加体の深部帯水層におけるメタン生成メカニズムを明らかにした。特に、沿岸地域の付加体の深部帯水層からは海水の影響を受けた高い塩濃度の地下水が採取され、付随ガスには 98% 以上の高濃度のメタンが含まれること、中山間地の付加体の深部帯水層からは天水の影響を受けた低い塩濃度の地下水が採取され、付随ガスにはメタンとともに窒素ガスも含まれることを明らかにした。また、付随ガスに含まれるメタンと地下水に溶存する無機炭素 (主に、重炭酸イオン) の炭素安定同位体比分析から付随ガスに含まれるメタンは微生物起源であること、地下水には高い活性を持つ微生物群集が含まれており、水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が優占すること、深部帯水層の水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が共生して付加体の堆積層に含まれる有機物からメタンが生成されることも示した。

一方、付加体の深部帯水層に含まれる窒素ガスの起源についてはほとんど知見がない。水田、畑、堆積層、湖沼堆積物、海底堆積物などにおいて、微生物が脱窒によって窒素ガスを生成することは知られているが、深部地下圏での微生物脱窒に関する研究例はほとんどない。付加体は、地球規模で分布しており、高濃度の有機物を含む厚い堆積層である。したがって、付加体は地球規模でのメタンや亜酸化窒素の排出源である可能性があるが、現在、知見は非常に乏しい。

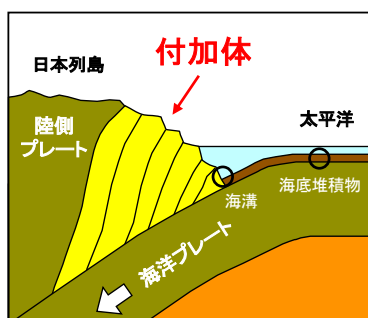


図 1. 付加体の地質構造

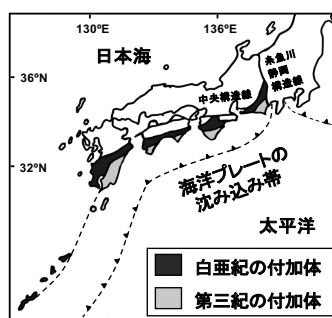


図 2. 付加体の分布



図 3. 地下水と付随ガス

### 2. 研究の目的

本研究課題では、付加体の深部帯水層にメタンと共に蓄えられている窒素ガスの起源を明らかにすることを目的とした。具体的には、温泉用掘削井を介して付加体の深部帯水層から地下水を採取し、その酸素・水素同位体比を測定すること、付加体の深部帯水層から付随ガスを採取し、ガス組成を明らかにすること、地下水に含まれる微生物群集から DNA を抽出し、深部帯水層に生息する微生物を対象とした遺伝子解析を試みること、脱窒細菌を対象とした嫌気培養を行い、地下水に含まれる脱窒細菌の窒素ガス生成ポテンシャルを明らかにすることである。そして、地球規模に分布する付加体の地下水流動モデルを構築するとともに、微生物脱窒が駆動する深部地下圏での窒素循環過程を解明することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### ① 付加体の地下水および付随ガスの各種化学分析

西南日本の付加体が分布する地域に構築された深度 800 メートルから 2,000 メートルの大深度掘削井を介して、深部帯水層に由来する嫌気性の地下水と付随ガスを採取した。地上部での地下水の水温、pH、酸化還元電位、電気伝導率、塩濃度といった環境データを測定し、それらの特性を明らかにした。また、付随ガスに含まれる水素ガス、窒素ガス、二酸化炭素、アルゴン、メタン、エタン、プロパンを検出し、それぞれの濃度を測定した。そして、各サイトにおける付随ガスのガス組成を明らかにするとともに、微生物脱窒の指標となる窒素ガス/アルゴン比を算出した。

一方、付加体の深部帯水層に蓄えられた地下水の起源を明らかにする目的で、採取した地下水の酸素・水素同位体比を測定した。そして、これまでに報告されている“天水線”および“マグマ水”の酸素・水素同位体比と比較することにより、これらの地下水が雨水、海水、マグマ水のいずれに由来するのか検証した。また、付加体の深部地下水の地域特性に関する知見を得るとともに、付加体の地下水流動モデルを構築した。

#### ② 地下水に含まれる微生物群集の遺伝子解析

西南日本の付加体が分布する地域に構築された深度 800 メートルから 2,000 メートルの大深度掘削井を介して、深部帯水層に由来する嫌気性の地下水を採取した。10 リットルの地下水サンプルをフィルター濾過し、微生物細胞を濃縮した。次に、フィルター上に集められた微生物からゲノム DNA を抽出した。微生物のゲノム上にコードされた 16S rRNA 遺伝子の V3-V4 領域を PCR によって増幅した後、次世代シーケンサーを用いて塩基配列を決定した。その後、菌叢解析用パイプラインを用いた系統解析により微生物群集を同定した。

脱窒機能を有する微生物分類群を特定するために、脱窒の指標となる機能遺伝子 (*nirK* 遺伝子および *nirS* 遺伝子) を対象とした PCR も試みた。増幅した *nirK* 遺伝子および *nirS* 遺伝子は大腸菌に組み込み、クローニン・ライブラリーを作成した。その後、シーケンシングにより塩基配列を決定した。そして、DNA データベースを用いて、脱窒機能遺伝子の同定を行った。

#### ③ 地下水に含まれる脱窒細菌の培養と脱窒ポテンシャルの測定

西南日本の付加体が分布する地域に構築された深度 800 メートルから 2,000 メートルの大深度掘削井を介して、深部帯水層に由来する嫌気性の地下水を採取した。微生物培養ビン (バイアルビン) に嫌気状態を保ちながら地下水を注入した。次に、バイアルビンに有機基質および硝酸イオンを添加し、ヘッドスペースをアルゴンで満たした。そして、従属栄養性の脱窒細菌を対象とした嫌気培養を試みた。さらに、地下水に硝酸イオンを添加し、ヘッドスペースをメタンで満たした嫌気培養も試みた。そして、脱窒を伴う嫌气的メタン酸化細菌を対象とした微生物培養にもチャレンジした。

栄養塩を添加したバイアルビンは、地上部で測定された地下水の水温および地下水の水温プラス 10°C、プラス 20°C、プラス 30°C にてインキュベートした。1 日毎にバイアルビンのヘッドスペースから生成されたガスを採取し、ガスクロマトグラフを用いてガス組成の分析を行った。そして、窒素ガスの生成量を算出するとともに、嫌気性地下水に含まれる脱窒速度を測定した。また、各サイトの窒素ガス生成ポテンシャルを明らかにした。

#### 4. 研究成果

##### ① 付加体の地下水および付随ガスの化学分析の結果

静岡県中西部、沖縄本島、宮崎県東部の付加体が分布する地域を調査し、深度 800 メートルから 2,000 メートルの温泉用掘削井を介して、嫌気性地下水および付随ガスを採取した。そして、環境データの測定およびガス組成分析を行うことにより、付加体の深部帯水層に貯えられている地下水と付随ガスの特性を明らかにした。その結果、海溝部に近い太平洋沿岸の付加体の深部帯水層から採取された付随ガスには 96% から 99% の高濃度のメタンが含まれており、窒素ガスがほとんど検出されなかった。一方、太平洋沿岸域から離れた山側のサイトから採取された付随ガスにはメタンとともに、30% から 60% の割合で窒素ガスが含まれていることが判明した。微生物脱窒による窒素ガス生成の指標となる窒素ガス/アルゴン比を算出した結果、13 から 214 の値を示した。そして、空気が飽和した水の値 (40) よりも有意に高い窒素ガス/アルゴン比を示すサイトが存在した。これらのサイトにおいては、深部帯水層において窒素ガスが生成されている可能性が高く、微生物の脱窒による窒素ガス生成が起こっていることが示唆された。

付加体の深部帯水層の地下水の起源を推定することを目的として、地下水の酸素・水素安定同位体比測定も試みた。その結果、静岡県中西部、沖縄本島、宮崎県東部の付加体が分布する地域の深部地下圏には、天水の影響を受けた帯水層と海水の影響を受けた帯水層が存在することが示された (図 4)。また、天水線から離れ、比較的高い酸素安定同位体比を示す地下水も見られた。これらのサイトの深部帯水層は、マグマ水といった沈み込み帯の超深部から上昇する水の影響を受けている可能性がある。

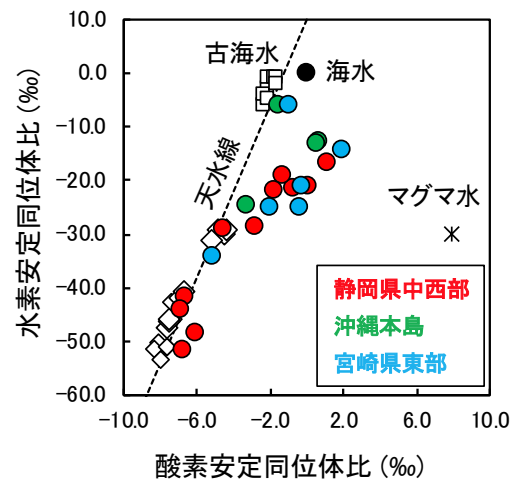


図 4. 地下水の酸素・水素安定同位体比

##### ② 地下水中の微生物群集の遺伝子解析の結果

付加体が分布する地域に構築された深度 800~2,000 メートルの温泉用掘削井を介して、嫌気性の地下水を採取した。地下水に含まれる微生物群集からゲノム DNA を抽出し、原核生物の系統解析の指標に用いられる 16S rRNA 遺伝子を対象とした次世代シーケンサー解析を行った。その結果、付加体の地下水には水素ガスと二酸化炭素からメタンを生成する水素資化性メタン生成菌、有機物を分解して水素ガスと二酸化炭素を生成する発酵細菌、有機物を電子供与体とし硝酸および亜硝酸を電子受容体としてエネルギー代謝を行う脱窒細菌が優占していることが判明した。

また、脱窒菌のバイオマーカーである亜硝酸還元酵素をコードする遺伝子 (*nirS* 遺伝子および *nirK* 遺伝子) を対象としたクローニング・シーケンス解析および定量 PCR も試みた。その結果、 $\alpha$ -Proteobacteria、 $\beta$ -Proteobacteria、 $\gamma$ -Proteobacteria に由来する脱窒機能遺伝子が検出された。さらに、微生物群集が有するこれらの機能遺伝子の量はサイトごとに有意に異なることが明らかとなった。特に、窒素ガス/アルゴン比の高い付随ガスが湧出するサイトにおいて、*nirS* 遺伝子および *nirK* 遺伝子の量が多い傾向が見られた。

③ 地下水に含まれる脱窒細菌の培養と脱窒ポテンシャルの測定の結果

地下水に含まれる脱窒細菌を対象とした嫌気培養を実施し、微生物による脱窒ポテンシャルの測定を行った。静岡県中西部の付加体が分布する地域に構築された温泉用掘削井を介して地下水を採取し、有機基質および硝酸を添加した従属栄養脱窒細菌を対象とした嫌気培養を実施した。その結果、従属栄養脱窒細菌を対象とした嫌気培養において微生物の顕著な増殖が観察された。さらに、各培養系において生成されたバイオガスの分析を行った結果、高速での窒素ガスの生成が観察された(図5)。一方、メタンをエネルギー源とし硝酸または亜硝酸を電子受容体とする嫌氣的メタン酸化細菌のポテンシャルは非常に低かった。

一連の研究結果より、付加体の深部帯水層中に生息する微生物群集は脱窒活性を有し、高い窒素ガス生成ポテンシャルを示すことが明らかとなった。また、水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌の共生により行われるメタン生成と有機物をエネルギー源として硝酸または亜硝酸を電子受容体として窒素ガスを生成する脱窒は、有機物の利用において競合関係にある可能性が示唆された。

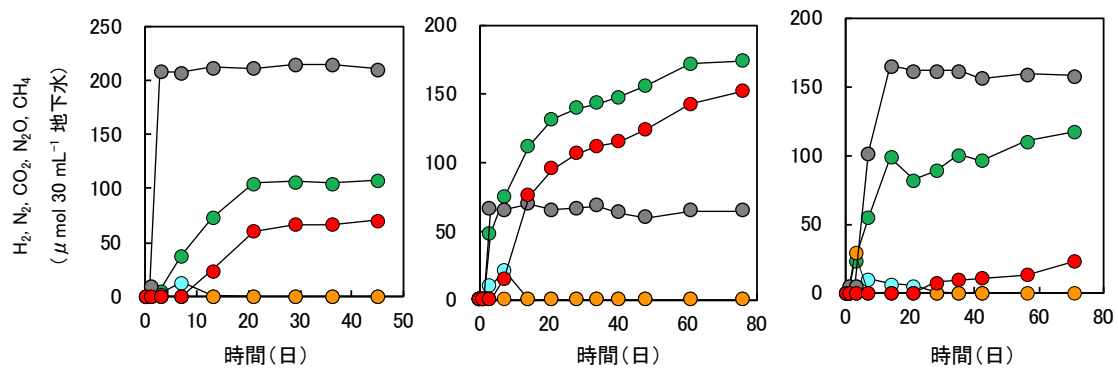


図5. 静岡県中西部のあらたまの湯(左)、田代の郷温泉(中央)、川根温泉(右)の大深度掘削井から採取した地下水(温泉水)に有機基質と硝酸イオン(10 mM)を添加した嫌気培養実験の結果。マーカーは、窒素ガス(●)、二酸化炭素(●)、メタン(●)、水素ガス(●)、亜酸化窒素(●)を示す。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Matsushita Makoto, Ishikawa Shugo, Nagai Kazushige, Hirata Yuichiro, Ozawa Kunio, Mitsunobu Satoshi, Kimura Hiroyuki	4. 巻 31
2. 論文標題 Regional Variation of CH4 and N2 production processes in the deep aquifers of an accretionary prism	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 329 ~ 338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1264/jsme2.ME16091	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 Kono Takunari, Mehrotra Sandhya, Endo Chikako, Kizu Natsuko, Matusda Mami, Kimura Hiroyuki, Mizohata Eiichi, Inoue Tsuyoshi, Hasunuma Tomohisa, Yokota Akiho, Matsumura Hiroyoshi, Ashida Hiroki	4. 巻 8
2. 論文標題 A RuBisCO-mediated carbon metabolic pathway in methanogenic archaea	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 14007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1038/ncomms14007	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 Sato Yu, Fujiwara Taketomo, Kimura Hiroyuki	4. 巻 8
2. 論文標題 Expression and Function of Different Guanine-Plus-Cytosine Content 16S rRNA Genes in Haloarcula hispanica at Different Temperatures	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.3389/fmicb.2017.00482	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 Matsushita Makoto, Magara Kenta, Sato Yu, Shinzato Naoya, Kimura Hiroyuki	4. 巻 33
2. 論文標題 Geochemical and Microbiological Evidence for Microbial Methane Production in Deep Aquifers of the Cretaceous Accretionary Prism	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 205 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1264/jsme2.ME17199	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 Sato Yu, Kimura Hiroyuki	4. 巻 112
2. 論文標題 Temperature-dependent expression of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNA genes in Haloarcula strains of the class Halobacteria	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Antonie van Leeuwenhoek	6. 最初と最後の頁 187 ~ 201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1007/s10482-018-1144-3	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 木村浩之、松下 慎、芦沼完太、津布久卓也	4. 巻 34
2. 論文標題 付加体深部帯水層での微生物メタン生成とエネルギー生産システムの社会実装	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本微生物生態学会誌	6. 最初と最後の頁 43 ~ 48
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 Takahashi Hiroshi A., Handa Hiroko, Sugiyama Ayumi, Matsushita Makoto, Kondo Miyuki, Kimura Hiroyuki, Tsujimura Maki	4. 巻 53
2. 論文標題 Filtration and exposure to benzalkonium chloride or sodium chloride to preserve water samples for dissolved inorganic carbon analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 305 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.2343/geochemj.2.0570	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 Matsushita Makoto, Ishikawa Shugo, Magara Kenta, Sato Yu, Kimura Hiroyuki	4. 巻 35
2. 論文標題 The Potential for CH <sub>4</sub> Production by Syntrophic Microbial Communities in Diverse Deep Aquifers Associated with an Accretionary Prism and its Overlying Sedimentary Layers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 M19103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1264/jsme2.ME19103	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 -



〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hiroyuki Kimura
2. 発表標題 Function of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNAs in halophilic archaea at various temperatures
3. 学会等名 5th World Congress on Microbial Biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 浩之
2. 発表標題 静岡県の地層と微生物とメタンの関係 ~基礎研究から新エネルギー生産まで~
3. 学会等名 日本土壌肥料学会中部支部第98回例会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 浩之
2. 発表標題 海底堆積物からの贈り物、メタン！ ~分散型エネルギー生産システムの構築を目指して~
3. 学会等名 第11回アクセラレーション技術発表討論会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 浩之
2. 発表標題 海底堆積物からの贈り物、メタン！ ~地球科学と微生物生態学の融合研究からメタン・水素ガス生成リアクターの開発まで~
3. 学会等名 名古屋工業大学バイオ活用土木環境システム研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 浩之
2. 発表標題 地球ダイナミクスと微生物メタン生成 ~ 微生物生態学から新エネルギーの社会実装まで ~
3. 学会等名 日本微生物生態学会第32回大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Takahashi, Masayo Minami, Takafumi Aramaki, Hiroyuki Kimura
2. 発表標題 Radiocarbon changes of unsterilized water samples during the long-term storage
3. 学会等名 The Fourteenth International AMS Conference (ASM14) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻 祐太郎、松下 慎、木村 浩之
2. 発表標題 付加体の温泉付随ガスと地下圏微生物を対象とした基盤研究による川根温泉メタンガス発電システムの創成
3. 学会等名 環境微生物系学会合同大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 浩、半田宙子、松下 慎、木村浩之
2. 発表標題 水試料の溶存無機炭素分析における殺菌処理：水銀を用いない手法の提案
3. 学会等名 日本地球化学会年会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 津布久卓也、松下 慎、木村浩之
2. 発表標題 地下温水中の微生物群集を利用した水素ガス生成システムの開発
3. 学会等名 第19回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻祐太郎、松下 慎、木村浩之
2. 発表標題 深部帯水層の地下圏微生物を対象とした基盤研究と温泉メタンガス発電事業の推進
3. 学会等名 第19回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芦沼完太、松下 慎、佐藤 悠、木村浩之
2. 発表標題 付加体の深部帯水層中における N <sub>2</sub> 生成メカニズムの解明
3. 学会等名 第19回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Matsushita, Hiroyuki Kimura
2. 発表標題 Regional variation of CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> production processes in the deep aquifers of an accretionary prism
3. 学会等名 2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenta Magara, Makoto Matsushita, Yu Sato, Hiroyuki Kimura
2. 発表標題 Evidence of microbial methane generation in the deep aquifer of accretionary prism in southern Okinawa Island, Japan
3. 学会等名 2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻祐太郎、石川修伍、松下 慎、木村浩之
2. 発表標題 川根温泉の地下帯水層におけるメタン生成プロセスと分散型エネルギー生産システム
3. 学会等名 第18回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 眞柄健太、松下 慎、佐藤 悠、木村浩之
2. 発表標題 沖縄本島の深部帯水層に生息する地下圏微生物とメタン生成
3. 学会等名 第18回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松下 慎、石川修伍、眞柄健太、光延 聖、木村浩之
2. 発表標題 付加体の深部帯水層におけるメタン及び窒素ガス生成プロセスの地域特性
3. 学会等名 日本微生物生態学会第31回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 眞柄健太、松下 慎、佐藤 悠、石川修伍、新里尚也、木村浩之
2. 発表標題 沖縄本島に分布する付加体の深部帯水層におけるメタン生成メカニズム
3. 学会等名 日本微生物生態学会第31回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松下 慎、石川修伍、平田悠一郎、眞柄健太、木村浩之
2. 発表標題 付加体の深部帯水層におけるCH <sub>4</sub> とN <sub>2</sub> の生成プロセスの地域特性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 眞柄健太、松下 慎、石川修伍、平田悠一郎、木村浩之
2. 発表標題 沖縄本島南部に分布する付加体の深部帯水層におけるメタン生成メカニズム
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 芦沼完太、松下 慎、木村浩之
2. 発表標題 地下圏の脱窒とメタン生成の有機物利用における競合：菌叢の違いは関係ない？
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 津布久卓也、木村浩之
2. 発表標題 嫌気性地下水に含まれる水素発生型発酵細菌を利用した水素ガス生成システムの構築
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内野正洋、木村浩之
2. 発表標題 地下帯水層に生息する新規微生物群集の遺伝子解析
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 安間 了、坂本竜彦、沖野響子、木戸ゆかり、朴 進午、小平秀一、富士原敏也、池原 研、石塚 治、黒木一志、和田一育、佐藤 陽、山田泰広、成瀬 元、横川美和、飯島耕一、松田博貴、町山栄章、坂井三郎、木村浩之、他49名	4. 発行年 2016年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 416
3. 書名 海洋底科学の基礎	

1. 著者名 鈴木克美、坂本 泉、馬場久紀、轡田邦夫、成田尚史、木村浩之、松下 慎、柴 正博、藤倉克則、田中 彰、武藤文人、福井 篤、田中克彦、西川 淳、大泉 宏、中村雅子、吉川 尚、長澤友香、馬場不二夫、佐藤展之、他10名	4. 発行年 2017年
2. 出版社 東海大学出版部	5. 総ページ数 151
3. 書名 駿河湾学	

1. 著者名 岩田孝仁、三井雄太、生田領野、北村晃寿、小山真人、狩野謙一、藤原 治、石橋秀巳、今泉文寿、池田昌之、川本竜彦、原田賢治、木村浩之	4. 発行年 2020年
2. 出版社 静岡新聞社	5. 総ページ数 256
3. 書名 静岡の大規模自然災害の科学	

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 水素ガス生成方法、水素ガス生成システム、並びに、水素ガス及びメタン生成システム	発明者 木村浩之	権利者 国立大学法人静岡大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-037195	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 水素ガス生成方法、水素ガス生成システム、並びに、水素ガス及びメタン生成システム	発明者 木村浩之	権利者 国立大学法人静岡大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/007354	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 メタン生成装置	発明者 川野 誠、木村浩之	権利者 横河電機株式会社、国立大学法人静岡大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-052932	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 バイオリアクター、それをを用いたメタン生成方法及び水素ガス生成方法、並びに水/ガス/電気の自給供給システム	発明者 木村浩之、増田俊明	権利者 国立大学法人静岡大学
産業財産権の種類、番号 特許、第6453386号	取得年 2018年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

静岡大学グリーン科学研究所 木村研究室ホームページ <a href="http://kimura-lab.sci.shizuoka.ac.jp/top.html">http://kimura-lab.sci.shizuoka.ac.jp/top.html</a>
--

## 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	木庭 啓介  (Koba Keisuke)  (90311745)	京都大学・生態学研究センター・教授    (14301)	
研究 分 担 者	光延 聖  (Mitsunobu Satoshi)  (70537951)	愛媛大学・農学研究科・准教授    (16301)	