

令和 4 年 5 月 7 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02229

研究課題名（和文）地域性に着目したバイオセメンテーションによる法面保護技術の開発

研究課題名（英文）Development of new slope protection technologies using biocementation by focusing on locality

研究代表者

川崎 了（KAWASAKI, SATORU）

北海道大学・工学研究院・教授

研究者番号：00304022

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、法面保護工の施工対象となる現場周辺地盤に生息する微生物の地域性に着目し、バイオセメンテーションにより法面表層地盤をCaCO₃の析出により固化させる新しい法面保護技術を開発し、その有効性を確認することである。
寒冷地におけるバイオセメンテーションに適した尿素分解菌を探索した結果、北海道内の法面表層地盤よりCaCO₃の析出に適した菌株が発見された。また、その菌株のCaCO₃析出特性について調査した後に、粒度が異なる地盤材料を対象としたシリンジおよび斜面模型による室内固化試験を実施した。さらに、北海道内の法面で現場試験施工を行った。結論として、新たに開発された技術の有効性が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の主な特徴は、自然界で生物が生成する鉱物（バイオミネラル）の1つであるCaCO₃を地盤の固化材料として利用している点にある。すなわち、法面保護工で用いられているモルタルやコンクリートの材料であるセメントを使用せず、そして施工対象となる現場周辺の地盤に生息する微生物の地域性に着目し、寒冷地においてCaCO₃の析出に適した菌株を活用したバイオセメンテーションにより法面表層地盤を固化させる新しい技術であり、法面の保護・保全に関する対策技術として有効な選択肢が増えることにつながる。
得られた研究成果は、低環境負荷で景観に配慮した持続可能な新しい法面保全技術としての適用が期待される。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop a new slope protection method of CaCO₃ precipitation to solidify the surface soil of a slope, and to confirm the effectiveness of this method by focusing on the regional characteristics of microorganisms inhabiting the soil around the application site of the slope protection works.
A bacterial strain suitable for CaCO₃ precipitation was identified in the surface soil of a slope in Hokkaido, Japan through screening for ureolytic bacteria suitable for biocementation in cold regions. The CaCO₃ precipitation characteristics of this bacterial strain were investigated, and laboratory solidification tests using syringes and slope models were conducted using geomaterials with different particle size distributions. Furthermore, a field trial was conducted on the surface soil of a slope in Hokkaido, Japan. In conclusion, the effectiveness of the newly developed method was confirmed.

研究分野：地盤環境工学

キーワード：地域性 バイオセメンテーション 法面 炭酸カルシウム ウレアーゼ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)我が国の社会資本は高度経済成長期に大量に造られたが、その急速な老朽化が指摘されている。例えば、1960年代に法面保護工の多くを占めていたモルタル吹付工やコンクリート吹付工は、その最盛期に年間800万 m^2 が施工されたが、多くの吹付法面は施工後50年以上経過し、老朽化が著しい。平野部が少ない我が国には膨大な数の法面が存在しており、安価で低環境負荷、そして景観に配慮した持続可能な新しい法面保全技術の開発が求められている。

(2)研究代表者は、過去に海岸域の未利用資源である現地の自然材料(微生物、海水、海砂など)を CaCO_3 の析出により加速固化させ、港湾岸壁などのコンクリート構造物の自己修復保全および海浜堆積物の固化・安定化に関する基本技術の開発を実施していた経験がある。対象とする微生物は海岸域の尿素分解菌であったが、比較対象のために内陸域の尿素分解菌についても試験を行った結果、非常にユニークな結果が得られた。すなわち、尿素の分解速度を意味するウレアーゼ活性の数値は、一般的には温度に比例して約40~50付近まで大きくなるが、30よりも20におけるウレアーゼ活性の数値が大きい菌株が、北海道の内陸域で発見された。

(3)これは、北海道のような寒冷地において、比較的低温下でウレアーゼ活性の数値が大きい尿素分解菌が存在することを示す興味深いデータであり、尿素分解菌の地域性について示唆している可能性がある。すなわち、尿素分解菌のウレアーゼ活性と CaCO_3 の析出速度は正の相関があるため、このような尿素分解菌を用いれば寒冷地で不利とされていた北海道においても、 CaCO_3 析出による地盤の加速固化が現場で実現できる可能性が高い。

2. 研究の目的

(1)本研究の目的は、法面保護工の施工対象となる現場周辺の地盤に生息する微生物の地域性を考慮して、バイオセメンテーションにより法面表層部を固化させる新しい法面保護技術を開発することである。具体的には、地域性を有する微生物の特性を活用し、現場の法面表層地盤を CaCO_3 の析出により固化させ、固化地盤が1カ月程度でモルタルやコンクリートの軸圧縮強さ(UCS)10~30MPa程度を満足するような法面保護に関する基本技術を新たに開発し、その技術の有効性を評価することをめざす。

(2)本研究課題では、具体的には3年間で次の6項目について研究を実施した。

- 尿素分解菌に関する検討
- 培養試験および強度発現メカニズムに関する検討
- 小型円筒容器を用いた室内固化試験
- 斜面模型を用いた室内固化試験
- 現場試験施工とその評価
- 提案する技術の有効性評価

3. 研究の方法

(1)最初に、「尿素分解菌に関する検討」に関する方法の概要について述べる。北海道内にある高速道路の各地から法面表層の地盤材料を採取し、それらの物理試験、化学試験などを行うと同時に、地盤材料中に生息する尿素分解菌の分離・単離を実施した。なお、培地には $\text{NH}_4\text{-YE}$ を用いた。また、尿素分解菌の菌株は、16S rRNA 遺伝子の部分塩基配列(約1,500 bp)による遺伝子配列を解析し、系統樹を作成して帰属分類群を推定した。単離した尿素分解菌の菌株は、ウレアーゼ活性に関する温度依存性、pH依存性、時間依存性などについて評価を実施した。

(2)次に、「培養試験および強度発現メカニズムに関する検討」に関する方法の概要について述べる。ここでは、北海道のような寒冷地における CaCO_3 の析出に最も適した尿素分解菌の適切な培養条件について検討することを目的とし、液体培地内の菌体数に関しては、600 nmの波長を用いた吸光度を測定して得られる光学密度(OD_{600})を用いて評価を行った。強度発現を左右する CaCO_3 析出量の評価は、培養液および濃度0.25~2.0 mol/Lの尿素と塩化カルシウムを含む溶液を用いて実施した。

(3)続いて、「小型円筒容器を用いた室内固化試験」に関する方法の概要について述べる。小型円筒容器としてシリンジ(内径30 mm)を用いた地盤材料の室内加速固化試験は、北海道の大沼地区から採取した地盤材料(平均粒径 $D_{50}=0.23$ mm)および D_{50} が異なる瑞浪珪砂($D_{50}=1.6$ mm)、三河珪砂($D_{50}=0.87$ mm)、豊浦珪砂($D_{50}=0.2$ mm)をシリンジ内に入れ、最も高いウレアーゼ活性を有すると推定される菌株の培養液を初日と7日後に1回ずつ添加し、1.0 mol/Lの尿素と塩化カルシウムを含む固化溶液を1日1回の間隔でシリンジの内外に添加および排出させることを試験の基本条件とした。試験期間中の温度は25℃とし、試験を開始から2週間後に固化した

供試体をシリンジ内から取り出し、針貫入試験による推定 UCS および一軸圧縮試験による UCS を求めた。また、自然環境が固化後の地盤材料に与える影響を耐久性の観点から検討するため、異なる CaCO_3 含有量を持つ供試体を用いた 乾湿繰返し試験、凍結融解試験、酸性雨試験についても実施した。

(4)それから、「斜面模型を用いた室内固化試験」に関する方法の概要について述べる。使用した勾配 1 : 1.2 の斜面模型は 2 種類あり、それぞれ縦 12 cm × 横 10 cm × 高さ 10 cm、縦 36 cm × 横 30 cm × 高さ 30 cm である。大沼地区から採取した地盤材料を使用し、霧吹きを用いて培養液と固化溶液を斜面模型の地盤表面に吹き付ける際の適切な方法について検討を実施した。2 週間の試験終了後は、地盤表面に対して針貫入試験を行い、推定 UCS の 2 次元分布を調べた。また、斜面模型の地盤材料から試料を採取し、 CaCO_3 含有量を測定した。

(5)さらに、「現場試験施工とその評価」に関する方法の概要について述べる。前記(1)～(4)までの試験結果を踏まえ、北海道内の法面を対象とした小規模の現場試験施工を実施した。試験期間は 2021 年 8 月の 3 週間であり、土日を除く週 5 日間を試験実施日とした 1 サイクルを計 3 回、すなわち、培養液と固化溶液をそれぞれ計 3 回と計 15 回、噴霧器を用いて散布した。なお、現場の法面を対象とした地盤表面の面積は 60 cm × 60 cm である。試験終了後は、地盤表面に対して針貫入試験を行い、推定 UCS の 2 次元分布を調べた。また、試験で対象とした法面の地盤内から試料を採取し、 CaCO_3 含有量を測定した。

(6)最後に、「提案する技術の有効性評価」に関する方法の概要について述べる。本研究によって新たに開発された法面保護に関する基本技術の有効性について評価するために、固化した地盤材料の UCS に着目した検討を実施した。

4. 研究成果

(1)北海道内を対象とした一連の地域性を有する尿素分解菌の探索を行い、引き続き検討を実施した結果、菌株の中では大沼地区の地盤材料より単離された *Lysinibacillus xylanilyticus* が、北海道のような寒冷地において最も CaCO_3 の析出による地盤材料の固化に適していると判断された。

(2)前記(1)の判断に至った主な理由は、菌株のウレアーゼ活性について検討した結果によるものである。具体的には、次のとおりである。温度依存性については、寒冷地である北海道に適した温度 15～25 の範囲で活性値が大きくなり、25 の時に活性値が最大となる。pH 依存性では、pH7～9 の範囲で活性値が大きくなり、適用可能である。時間依存性に関しては、温度が 25 の時に少なくとも 10 日間は高い活性値を維持する。

(3)濃度 0.25～2.0 mol/L の尿素と塩化カルシウムを含む溶液を用いた CaCO_3 析出試験からは、1.0 mol/L の時に CaCO_3 析出量が最大となるが、その濃度以上になると CaCO_3 析出量が小さくなるのがわかった。これは、濃度が 1.0 mol/L よりも大きくなると、尿素がウレアーゼに影響を及ぼすためである。

(4)異なる粒度および D_{50} を持つ 4 種類の地盤材料を用いた室内シリンジ固化試験を実施した結果、次のことがわかった。 D_{50} は異なるが概ね等しい粒子径で構成された地盤材料である瑞浪珪砂、三河珪砂、豊浦珪砂については、 D_{50} が小さいほど UCS および CaCO_3 含有量が大きくなる。豊浦珪砂と大沼地区の地盤材料の D_{50} は概ね同じ値であるが、固化試験による前者の UCS が 4 MPa であるのに対し、後者の UCS は 10 MPa と大きくなり、このような違いが生じた理由には粒度分布が関係していることが示唆された。

(5)大沼地区の地盤材料に対し、 CaCO_3 含有量を 12～13%、15～17%、22～23%と設定して作製した供試体を用いて、50 サイクルの乾湿繰返し試験を実施した。その結果、試験終了時における供試体の質量変化は CaCO_3 含有量の小さい順に 4.5%、2.8%、2.5%となり、いずれも比較的小さい値になった。50 サイクルという繰返し回数を考えると、乾湿繰返しが供試体の劣化に与える影響は小さいと思われる。

(6)前記(5)と同じ方法で作製した供試体を用いて 25 サイクルの凍結融解試験を行った。その結果、 CaCO_3 含有量が 12～13%、15～17%、22～23%の供試体において、それぞれ 60%、25%、2%の質量変化を生じることがわかった。このことから、 CaCO_3 が 22～23%程度あれば、固化地盤の凍結融解に対して十分な耐久性があると推定される。

(7)前記(5)と同じ方法で作製した供試体を用いて、15 年間に相当する酸性雨による影響を調査した結果、pH が 6.0、4.5、3.0 の降雨の中では pH3.0 が最も質量変化が大きく、その傾向は CaCO_3

含有量が小さいほど顕著になる結果が得られた。UCS に関しては、 CaCO_3 含有量が大きい供試体ほど低下する割合が大きく、その傾向は pH 値が小さいほど大きいことがわかった。

(8)前記(5)～(7)の研究成果より、 CaCO_3 の析出により固化した法面表層地盤の耐久性の観点から考えると、25回の凍結融解試験が最も大きいダメージを与え、その次に15年相当の酸性雨試験、そして50サイクルの乾湿繰返し試験、と続くものと推定される。

(9)斜面模型を用いた室内固化試験において、事前に培養液と固化溶液を混合してから散布する方法と、培養液と固化溶液を別々に散布する方法の2種類について比較を実施した。その結果、両者を別々に散布する方法の方が地盤表面から比較的深部まで固化させることができたことから、より地盤固化に適している方法であると判断された。

(10)前記(9)に関して、地盤の表層固化に適した固化溶液の散布量について検討した結果、地盤材料で推定される空隙体積の50%を選択して散布すると効果的に地盤内部へ浸透し、推定 UCS の値が大きくなることから、有効であることがわかった。

(11)また、散布する固化溶液の尿素と塩化カルシウムの濃度について検討した結果、0.5 mol/L よりも 1.0 mol/L の方が推定 UCS の値が2倍以上大きくなり、同じ散布回数であれば 1.0 mol/L の方が地盤の固化に効果的であることがわかった。

(12)さらに、斜面模型の地盤表層で十分に固化した部分の層厚は約 2.5～3.0 cm となり、地盤表層における推定 UCS は 1.6～2.8 MPa で面的に分布し、斜面模型の上部よりも下部において推定 UCS の値が大きくなる傾向が見られた。

(13)北海道内の法面を対象とした現場試験施工を実施した結果、次のことがわかった。地盤表層では、表面から 12～13 cm 程度の深さまで地盤が固化した。地盤表面において、0.2～2.2 MPa の推定 UCS と最大で 4.2% の CaCO_3 含有量が、それぞれ得られた。固化した地盤表層から採取した試料を用いて X 線回折 (XRD) 分析を実施した結果、 CaCO_3 の結晶鉱物の1つであるカルサイトの析出が確認された。現場試験施工の期間中における地盤表面の温度は、15～30 の範囲で毎日変化しており、その平均温度は 20.1 であった。

(14)これまでの研究成果を踏まえ、本研究によって新たに開発された技術の有効性について評価を試みた。その結果、目標としていた 10～30 MPa 程度の UCS を 1 カ月程度で達成することについては、現場試験施工において 3 週間で約 2～3 MPa の推定 UCS が得られているが、室内固化試験では 2 週間で 10 MPa の UCS が得られていることから、新たに開発された技術は地域性に着目したバイオセメンテーションによる法面固化に関する基本技術として、有効であると判断された。

(15)以上のことから、本研究の実施によって得られた成果を総括すると、新たに開発された法面保護に関する基本技術は、適用地盤やコストなどの面で検討すべき課題が残されているが、概ね有効であると評価された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計35件（うち査読付論文 35件／うち国際共著 20件／うちオープンアクセス 33件）

1. 著者名 Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Yuki Togo, Tsutomu Sato, Satoru Kawasaki	4. 巻 246
2. 論文標題 Cellulose-metallothionein biosorbent for removal of Pb(II) and Zn(II) from polluted water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 125733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.125733	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 Yuki Togo, Kazunori Nakashima, Wilson Mwandira, Satoru Kawasaki	4. 巻 36(4)
2. 論文標題 A Novel Metal Adsorbent Composed of a Hexa-histidine Tag and a Carbohydrate-binding Module on Cellulose	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 459-464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19P356	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 Lutfian R. Daryono, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Koich Suzuki, Imam Suyanto, Arief Rahmadi	4. 巻 10(4)
2. 論文標題 Investigation of Natural Beachrock and Physical-Mechanical Comparison with Artificial Beachrock Induced by MICP as a Protective Measure against Beach Erosion at Yogyakarta, Indonesia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geosciences	6. 最初と最後の頁 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/geosciences10040143	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 Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki	4. 巻 60(4)
2. 論文標題 Freeze-thaw durability and shear responses of cemented slope soil treated by microbial induced carbonate precipitation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	6. 最初と最後の頁 840-855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sandf.2020.05.012	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 Kasun Godigamuwa, Kazunori Nakashima, Junnosuke Okamoto, Satoru Kawasaki	4. 巻 21(7)
2. 論文標題 Biological Route to Fabricate Silica on Cellulose Using Immobilized Silicatein Fused with a Carbohydrate-Binding Module	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomacromolecules	6. 最初と最後の頁 2922-2928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biomac.0c00730	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 Jing He, Satoru Kawasaki, Varenym Achal	4. 巻 12(17)
2. 論文標題 The Utilization of Agricultural Waste as Agro-Cement in Concrete: A Review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 6971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su12176971	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 Md Al Imran, Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki	4. 巻 13(18)
2. 論文標題 The Influence of the Addition of Plant-Based Natural Fibers (Jute) on Biocemented Sand Using MICP Method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 4198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma13184198	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 Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Allison Arabelo, Kawawa Banda, Imasiku Nyambe, Meki Chirwa, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Toshifumi Igarashi, Hokuto Nakata, Shouta Nakayama, Mayumi Ishizuka	4. 巻 10
2. 論文標題 Biosorption of Pb (II) and Zn (II) from aqueous solution by Oceanobacillus profundus isolated from an abandoned mine	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 21189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-78187-4	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 Pahala Ge Nishadi Nayanthara, Anjula Buddhika Nayomi Dassanayake, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki	4. 巻 6
2. 論文標題 Distribution and cementation characteristics of beachrocks along southern, southwestern and western coast of Sri Lanka	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Sedimentary Environments	6. 最初と最後の頁 93-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s43217-020-00036-1	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 Lutfian R. Daryono, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Anastasia D. Titisari, Didit H. Barianto, Imam Suyanto, Arief Rahmadi	4. 巻 80
2. 論文標題 Shoreline mapping based on beachrocks identification in Krakal-Sadranan beach, Yogyakarta, Indonesia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of Engineering Geology and the Environment	6. 最初と最後の頁 2825-2844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10064-020-02101-5	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

1. 著者名 A. Mohsenzadeh, E. Aflaki, S. Gowthaman, K. Nakashima, S. Kawasaki, T. Ebadi	4. 巻 Online First
2. 論文標題 A two-stage treatment process for the management of produced ammonium by-products in ureolytic bio-cementation process	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13762-021-03138-z	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 Meiqi Chen, Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki	4. 巻 20(78)
2. 論文標題 Evaluating mechanical strength of peat soil treated by fiber incorporated bio-cementation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 121-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2021.78.GX162	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 Md Al Imran, Kazunori Nakashima, Niki Evelpidou, Satoru Kawasaki	4. 巻 20(78)
2. 論文標題 Improvement of using crude extract urease from watermelon seeds for biocementation technology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 148-153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2021.78.GX180	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 Hadi Mohamadzadeh Romiani, Hamed Abdeh Keykha, Milad Talebi, Afshin Asadi, Satoru Kawasaki	4. 巻 Ahead of Print
2. 論文標題 Green soil improvement: using carbon dioxide to enhance the behaviour of clay	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Ground Improvement	6. 最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1680/jgrim.20.00073	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 S. Gowthaman, K. Nakashima, S. Kawasaki	4. 巻 Online First
2. 論文標題 Effect of wetting and drying cycles on the durability of bio-cemented soil of expressway slope	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13762-021-03306-1	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 Hamed A. Keykha, Hadi Mohamadzadeh, Afshin Asadi and Satoru Kawasaki	4. 巻 42(1)
2. 論文標題 Ammonium-free carbonate-producing bacteria as an ecofriendly soil biostabilizer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geotechnical Testing Journal	6. 最初と最後の頁 19-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1520/GTJ20170353	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 L.R. Daryono, M.S.D. Wijayaningsih, A. Hendratno, M. Nukman, E. Hartantyo and S. Kawasaki	4. 巻 6(2)
2. 論文標題 Geological spatial plan toward groundwater resources in Kertek, Wonosobo Basin, Central Java, Indonesia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Degraded and Mining Lands Management	6. 最初と最後の頁 1595-1608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15243/jdmIm.2019.062.1595	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 Sivakumar Gowthaman, Shumpei Mitsuyama, Kazunori Nakashima, Masahiro Komatsu and Satoru Kawasaki	4. 巻 59(2)
2. 論文標題 Biogeotechnical Approach for Slope Soil Stabilization Using Locally Isolated Bacteria and Inexpensive Low-grade Chemicals: A Feasibility Study on Hokkaido Expressway Soil, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Soils and Foundations	6. 最初と最後の頁 484-499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sandf.2018.12.010	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 Masaru Akiyama and Satoru Kawasaki	4. 巻 14(3)
2. 論文標題 Biogeochemical simulation of microbially induced calcite precipitation with Pararhodobacter sp. strain S01	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Geotechnica	6. 最初と最後の頁 685-696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11440-019-00784-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 -

1. 著者名 Volodymyr Ivanov, Viktor Stabnikov and Satoru Kawasaki	4. 巻 218
2. 論文標題 Ecofriendly calcium phosphate and calcium bicarbonate biogrouts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 328-334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2019.01.315	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 Volodymyr Ivanov, Viktor Stabnikov, Olena Stabnikova and Satoru Kawasaki	4. 巻 35(26)
2. 論文標題 Environmental safety and biosafety in construction biotechnology	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 World Journal of Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11274-019-2598-9	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 Md Al Imran, Kazunori Nakashima, Niki Evelpidou and Satoru Kawasaki	4. 巻 17(5)
2. 論文標題 Factors Affecting the Urease Activity of Native Ureolytic Bacteria Isolated from Coastal Areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geomechanics and Engineering	6. 最初と最後の頁 421-427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12989/gae.2019.17.5.421	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 Sivakumar Gowthaman, Shumpei Mitsuyama, Kazunori Nakashima, Masahiro Komatsu and Satoru Kawasaki	4. 巻 17(60)
2. 論文標題 Microbial induced slope surface stabilization using industrial-grade chemicals: A preliminary laboratory study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 110-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2019.60.8150	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 Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Toshifumi Igarashi, Kawawa Banda, Meki Chirwa, Imasiku Nyambe, Shouta Nakayama and Mayumi Ishizuka	4. 巻 26
2. 論文標題 Efficacy of biocementation of lead mine waste from the Kabwe Mine site evaluated using Pararhodobacter sp.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 15653-15664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-019-04984-8	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 Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Toshifumi Igarashi, Meki Chirwa, Kawawa Banda, Imasiku Nyambe, Shouta Nakayama, Hokuto Nakata and Mayumi Ishizuka	4. 巻 228
2. 論文標題 Solidification of sand by Pb(II)-tolerant bacteria for capping mine waste to control metallic dust: Case of the abandoned Kabwe Mine, Zambia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 17-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.04.107	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 Nawarathna Thiloththama Hiranya Kumari, Nakashima Kazunori and Kawasaki Satoru	4. 巻 133
2. 論文標題 Chitosan enhances calcium carbonate precipitation and solidification mediated by bacteria	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Biological Macromolecules	6. 最初と最後の頁 867-874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijbiomac.2019.04.172	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 Pahala Ge Nishadi Nayanthara, Anjula Buddhika Nayomi Dassanayake, Kazunori Nakashima and Satoru Kawasaki	4. 巻 17(63)
2. 論文標題 Biocementation of Sri Lankan beach sand using locally isolated bacteria: A baseline study on the effect of segregated culture media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 55-62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2019.63.8238	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 Pahala Ge Nishadi Nayanthara, Anjula Buddhika Nayomi Dassanayake, Kazunori Nakashima and Satoru Kawasaki	4. 巻 9(15)
2. 論文標題 Microbial Induced Carbonate Precipitation Using a Native Inland Bacterium for Beach Sand Stabilization in Nearshore Areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 3201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9153201	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 Sivakumar Gowthaman, Takashi Iki, Kazunori Nakashima, Koji Ebina and Satoru Kawasaki	4. 巻 1:1480
2. 論文標題 Feasibility study for slope soil stabilization by microbial induced carbonate precipitation (MICP) using indigenous bacteria isolated from cold subarctic region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SN Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42452-019-1508-y	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 Md Al Imran, Shuya Kimura, Kazunori Nakashima, Niki Evelpidou and Satoru Kawasaki	4. 巻 9(20)
2. 論文標題 Feasibility Study of Native Ureolytic Bacteria for Biocementation Towards Coastal Erosion Protection by MICP Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 4462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9204462	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 Niki Evelpidou, Satoru Kawasaki, Anna Karkani, Giannis Saitis, Giorgio Spada and Georgios Economou	4. 巻 42(1)
2. 論文標題 Evolution of relative sea level in Okinawa (Japan) during Holocene	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria	6. 最初と最後の頁 3-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4461/GFDQ.2019.42.1	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 Apichaya Aneksampant, Kazunori Nakashima and Satoru Kawasaki	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 Microbial leaching of iron from hematite: Direct or indirect elution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 396-401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.M-M2019860	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 Yuki Togo, Kazunori Nakashima, Wilson Mwandira and Satoru Kawasaki	4. 巻 19P356
2. 論文標題 A novel metal adsorbent composed of hexa-histidine tag and carbohydrate-binding module on cellulose	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	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) 10.2116/analsci.19P356	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 Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Yuki Togo, Tsutomu Sato and Satoru Kawasaki	4. 巻 246
2. 論文標題 Cellulose-metallothionein biosorbent for removal of Pb(II) and Zn(II) from polluted water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 125733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.125733	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 Lutfian Rusdi Daryono, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Anastasia Dewi Titisari, Didit Hadi Barianto	4. 巻 10(2)
2. 論文標題 Sediment characteristics of beachrock: A baseline investigation based on microbial induced carbonate precipitation at Krakal-Sadranan Beach, Yogyakarta, Indonesia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10020520	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48件(うち招待講演 0件/うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Md Al Imran, Kazunori Nakashima, Niki Evelpidou, Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Innovative Approach for Addressing Coastal Erosion Protection Using Microbial Induced Carbonate Precipitation
3. 学会等名 European Geosciences Union General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Lutfian Rusdi Daryono, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Koichi Suzuki, Anastasia Dewi Titisari, Didit Hadi Barianto, Imam Suyanto, Arief Rahmadi
2. 発表標題	A Feasibility Investigation for Developing Artificial Beachrocks: A Potential Measure for Coastal Protection in Southeast Yogyakarta Coast, Indonesia
3. 学会等名	European Geosciences Union General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Sivakumar Gowthaman, Arash Mohsenzadeh, Kazunori Nakashima, Hiromi Nakamura, Satoru Kawasaki
2. 発表標題	Evaluation on the performance of MICP treated slope soil under acid rain environment
3. 学会等名	Tenth International Conference of Geotechnique, Construction Materials and Environment (GEOMATE 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Meiqi Chen, Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki
2. 発表標題	Mechanical strength of peat soil treated by fiber incorporated microbial cementation
3. 学会等名	Tenth International Conference of Geotechnique, Construction Materials and Environment (GEOMATE 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Md. Al Imran, Kazunori Nakashima, Niki Evelpidou, Satoru Kawasaki
2. 発表標題	Development of artificial beachrock using watermelon seeds as a source of urease
3. 学会等名	Tenth International Conference of Geotechnique, Construction Materials and Environment (GEOMATE 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Sivakumar Gowthaman, Pahala Ge Nishadi Nayanthara, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Atsuko Sato
2. 発表標題	Mechanical Strength of Organic Soil Treated by Fiber Incorporated Microbial Cementation
3. 学会等名	First International Conference (Online) on Microbial Biotechnology in Construction Materials and Geotechnical Engineering (MBCMG2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Md Al Imran, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki
2. 発表標題	Enzyme Induced Biocementation Using Watermelon Seed as a Source of Urease
3. 学会等名	First International Conference (Online) on Microbial Biotechnology in Construction Materials and Geotechnical Engineering (MBCMG2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	S. Gowthaman, K. Nakashima, H. Nakamura, S. Kawasaki
2. 発表標題	Influence of Wet-Dry and Freeze-Thaw Cycles on the Physical and Mechanical Properties of MICP Treated Slope Soil
3. 学会等名	54th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, ARMA (American Rock Mechanics Association) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Heru Hendrayana, Phyu Phyu Thin, Wahyu Wilopo, Satoru Kawasaki
2. 発表標題	Control of aquifer weathering degree to the groundwater chemical composition in Wates Coastal Aquifer, Yogyakarta, Indonesia
3. 学会等名	1st Geosciences and Environmental Sciences Symposium (ICST 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Hiromi Nakamura, Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Experimental study on strengthening near-surface of slopes using bio-grouting technique
3. 学会等名 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies (CREST 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青木園子, 川崎 了, 宮永未森, 宇次原雅之
2. 発表標題 MICP法による海岸保全技術に関する室内試験
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会 < オンライン開催 >
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川邊徹弥, 中島一紀, Hiranya Nawarathna, 川崎 了
2. 発表標題 無機-有機接着タンパク質のデザインとバイオセメントへの応用
3. 学会等名 生物工学若手研究者の集い第二回オンラインセミナー < オンライン開催 >
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井木貴士, 品田宗忠, Sivakumar Gowthaman, 中島一紀, 川崎 了, 中村広美
2. 発表標題 北海道におけるMICPを用いた法面保護工に関する実験的検討
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) < オンライン開催 >
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川崎慎一郎, Wilson Mwandira, 中島一紀, 川崎 了, 中村孝道, 谷口恵梨, 遠藤正美
2. 発表標題 納豆菌の MICP法への適用
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石渡悠介, 中島一紀, 五十嵐健輔, 川崎 了
2. 発表標題 ファージディスプレイ法を用いた酸性条件下でシリカに結合するペプチドの探索
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川邊徹弥, Nawarathna Hiranya, 中島一紀, 川崎 了
2. 発表標題 炭酸カルシウムとバイオポリマーに結合する人工タンパク質の作製とバイオセメントへの影響
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻谷颯太, 中島一紀, ゴディガムワ カスン, 川崎 了
2. 発表標題 機能性シリカ重合ペプチドを用いた無機材料の新たな作製法
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ゴディガムワ カスン, 中島一紀, 辻谷颯太, 川崎 了
2. 発表標題 Biological approach to form silica on chitin using a fusion silicatein
3. 学会等名 資源・素材 2020 (仙台) <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻谷颯太, 中島一紀, 川崎 了
2. 発表標題 シリカ重合酵素を用いた複合材料の作製
3. 学会等名 生物工学若手研究者の集い第三回オンラインセミナー <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷口恵梨, 中村孝道, 遠藤正美, 阿部磨弥, 川崎 了
2. 発表標題 パン酵母と農業用肥料を使った環境調和型地盤改良技術の開発
3. 学会等名 第14回地盤改良シンポジウム <オンライン開催>
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sivakumar Gowthaman, Kazunori Nakashima, Hiromi Nakamura, Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Experimental study on strengthening near-surface of slopes using bio-grouting technique
3. 学会等名 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies (CREST 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Giannis Saitis, Niki Evelpidou, Satoru Kawasaki, Eleni Koutsopoulou and Apostolia Komi
2. 発表標題	A minerochemical cement study of a beachrock slab: The case study of Peristeria, Salamis Island
3. 学会等名	15th International Congress of the Geological Society of Greece (GSG2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	S. Gowthaman, K. Nakashima, K. Ebina and S. Kawasaki
2. 発表標題	Bio-cementation for slope soil stabilization against surface erosion: A bench-scale preliminary investigation
3. 学会等名	53rd US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, ARMA (American Rock Mechanics Association) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	P.G.N. Nayanthara, A.B.N. Dassanayake, K. Nakashima and S. Kawasaki
2. 発表標題	Development of small scale biocemented rocks based on natural beachrock cement characteristics as a novel approach towards coastal erosion mitigation
3. 学会等名	53rd US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, ARMA (American Rock Mechanics Association) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Toshifumi Igarashi, Meki Chirwa, Kawawa Banda, Imasiku Nyambe, Shouta Nakayama and Mayumi Ishizuka
2. 発表標題	Zinc and lead biosorption by <i>Oceanobacillus Profundus</i> Kbz 3-2: A bacterial strain resistant to metals isolated from metal polluted soils in Kabwe, Zambia
3. 学会等名	The 14th Asian Congress on Biotechnology (ACB2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 Kazunori Nakashima, Junnosuke Okamoto and Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Biological control of filament formation composed of silica-polymerizing enzymes
3. 学会等名 The 14th Asian Congress on Biotechnology (ACB2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daryono, L. R., Nakashima, K., Kawasaki, S., Titisari, A. D., Barianto, D. H., Suyanto, I. and Rahmadi, A.
2. 発表標題 Beachrock identification using geology and geophysical approaches in Indonesia
3. 学会等名 International Research Symposium on Earth Resources Management and Environment (ISERME 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nakashima, Y. Iwata and S. Kawasaki
2. 発表標題 Engineered Escherichia coli cell capable of specific binding to metal surface
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Exposition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.H.K. Nawarathna, K. Nakashima and S. Kawasaki
2. 発表標題 Microbially induced carbonate precipitation assisted by poly-L-lysine: ecofriendly approach inspired by nature
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Exposition (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Giannis Saitis, Eleni Koutsopoulou, Niki Evelpidou and Satoru Kawasaki
2 . 発表標題 A comparative study of beachrock mechanism formation focusing on natural and artificial beachrocks: Case of Diolkos, Corinth, Greece and Sumuide, Okinawa, Japan
3 . 学会等名 International Association of Geomorphologists (IAG) Regional Conference on Geomorphology (RCG2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S.Tsujitani, K.Nakashima, J.Okamoto and S.Kawasaki
2 . 発表標題 Influence of soluble protein tag on the activity of silica polymerizing enzyme
3 . 学会等名 23rd International Biohydrometallurgy Symposium (IBS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Togo, K. Nakashima, W. Mwandira and S. Kawasaki
2 . 発表標題 Bio-based adsorbent composed of metal binding peptide and cellulose
3 . 学会等名 23rd International Biohydrometallurgy Symposium (IBS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kasun Godigamuwa, Hidetoshi Oguri, Junnosuke Okamoto, Kazunori Nakashima and Satoru Kawasaki
2 . 発表標題 Solubilization of silicatein by fusing with a small soluble protein
3 . 学会等名 23rd International Biohydrometallurgy Symposium (IBS2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazunori Nakashima, Yoshiaki Iwata and Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Design of bacterial cell surface for specific binding to metals
3. 学会等名 23rd International Biohydrometallurgy Symposium (IBS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本淳之介, 中島一紀, 川崎 了
2. 発表標題 シリカ重合酵素群が形成するフィラメントによるチタニアの重合
3. 学会等名 日本生物工学会北日本支部2019札幌シンポジウム (札幌)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kasun Godigamuwa, Kazunori Nakashima and Satoru Kawasaki
2. 発表標題 Facile Fabrication of silica layer on cellulose using immobilized silicatein
3. 学会等名 日本生物工学会北日本支部2019札幌シンポジウム (札幌)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮永未森, 中島一紀, 川崎 了, 青木園子
2. 発表標題 宮崎沿岸部に生息する尿素分解菌の活性評価と砂の固化試験
3. 学会等名 日本生物工学会北日本支部2019札幌シンポジウム (札幌)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東郷祐樹, 中島一紀, 川崎 了
2. 発表標題 バイオベース材料で構成された環境に優しい金属吸着材の開発
3. 学会等名 日本生物工学会北日本支部2019札幌シンポジウム(札幌)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 品田宗忠, Sivakumar Gowthaman, 中島一紀, 川崎 了, 蝦名浩二
2. 発表標題 北海道の尿素分解菌を用いたMICP法による砂の固化試験
3. 学会等名 資源・素材2019(京都)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島一紀, 岩田至叡, 石渡悠介, Apichaya Aneksampant, 川崎 了
2. 発表標題 金属結合性微生物の創製
3. 学会等名 資源・素材2019(京都)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮永未森, 中島一紀, 川崎 了, 青木園子
2. 発表標題 宮崎海岸周辺に生息する尿素分解菌を用いた砂の固化試験
3. 学会等名 資源・素材2019(京都)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本淳之介, 中島一紀, 川崎 了
2. 発表標題 シリカ重合酵素群で構成されるフィラメントの形成コントロール
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会 (岡山)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 志賀敏英, 中島一紀, 岩田至叡, 川崎 了
2. 発表標題 GFPを融合したイガイ由来接着タンパク質の作成と材料吸着挙動
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会 (岡山)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島一紀, 岩田至叡, Apichaya Aneksampant, 川崎 了
2. 発表標題 金属結合ペプチドを発現した大腸菌の金属固体への結合および微粒子凝集特性
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会 (岡山)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井木貴士, Gowthaman Sivakumar, 川崎 了, 中島一紀, 蝦名浩二
2. 発表標題 尿素分解菌を用いたMICP法による地盤材料固化試験
3. 学会等名 2019年度資源・素材学会北海道支部春季講演会 (幌延)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石渡悠介, 中島一紀, 岩田至叡, 川崎 了
2. 発表標題 微生物細胞表層における金属結合ペプチド発現条件が吸着挙動に及ぼす影響
3. 学会等名 2019年度資源・素材学会北海道支部春季講演会 (幌延)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川邊徹弥, 中島一紀, Hiranya Nawarathna, 川崎 了
2. 発表標題 尿素分解菌の細胞抽出液を用いた炭酸カルシウム形成と砂の固化
3. 学会等名 2019年度資源・素材学会北海道支部春季講演会 (幌延)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻谷颯太, 中島一紀, 岡本淳之介, 川崎 了
2. 発表標題 可溶化タグがシリカ重合酵素の活性に及ぼす影響
3. 学会等名 2019年度資源・素材学会北海道支部春季講演会 (幌延)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

北海道大学大学院工学研究院環境循環システム部門資源生物工学研究室
<https://bre.eng.hokudai.ac.jp/>

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

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			
ギリシャ	アテネ大学			
インドネシア	ガジャマダ大学			
イラン	ブーインザーラ工科大学	アミールキャピール工科大学		
ザンビア	ザンビア大学			
スリランカ	モラツワ大学	ジャフナ大学		
ウクライナ	食品技術大学			
中国	東南大学	広東テクニオン - イスラエル工科大学		
ニュージーランド	オークランド インターナショナル カレッジ			