

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月24日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20246083

研究課題名（和文） 沿岸海域環境再生に関する総合的研究

研究課題名（英文） A comprehensive study on aquatic environmental restoration in a coastal area

研究代表者

小松 利光（TOSHIMITSU KOMATSU）

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：50091343

研究成果の概要（和文）：

本基盤研究は自然エネルギー（潮流・波浪・微生物等）を利用して、ほとんどメンテナンスフリーでかつ調整や後戻り可能な(進化したアダプティブマネージメントを可能とする)柔軟な技術である流況制御ブロック，One-way pipe および BaNK システムそして EBB（エコバイオ・ブロック）という4つの水質改善システム及びその組み合わせによって海域環境の改善・再生を図ろうとするものである。

研究成果の概要（英文）：

In order to improve aquatic environment in a coastal area, inexpensive and flexible methods are required. In this research, the effects of the methods, Bottom Roughness One-way pipe and BaNK system introduced by our research group, which can produce a flow by use of nature energy such as a tidal current and a wave motion, are investigated by laboratory experiments and field observation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,400,000	3,720,000	16,120,000
2009年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
2010年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
2011年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
年度			
総計	35,600,000	10,680,000	46,280,000

研究分野：水工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：沿岸海域，水質環境，底質環境，環境再生

1. 研究開始当初の背景

食糧自給率の低い我が国にとって、沿岸海域の再生は単なる環境問題に留まらず、将来の日本の生存をかけた喫緊のテーマとなっている。しかしながら我が国の人口減少・高齢化による国力の低下、エネルギー・資源の不足、地方の過疎化・空洞化という将来の社会状況を踏まえると、多大な投資は期待すべくもない。お金をかけず、海域環境を復活・

再生していく新たなコンセプトと技術が必要となっている。

2. 研究の目的

我々の研究グループは自然エネルギー（潮流・波浪・微生物等）を利用して、ほとんどメンテナンスフリーでかつ調整や後戻り可能な(進化したアダプティブマネージメントを可能とする)柔軟な技術でもって、物質輸送

を自由にコントロールするための“流れを変える、流れを創る”技術の開発に永年取り組んできた。既に実験室やシミュレーションによる基礎研究ならびに博多湾・有明海・新長崎漁港をフィールドとした基礎応用研究により、基礎研究面で大きな成果を得ている。この基盤研究では更に基礎応用研究を進めることにより、これらの水域環境改善技術を実用化することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究課題で実施した研究の方法を以下に示す。

(1) 沿岸環境の改善技術

①平成13年に設置した流況制御ブロックの海水交換による水質改善効果の追跡調査を行う。付加価値として取り付けた人工コンブの魚の蠣集効果や海草の定着状況、周辺底質の洗掘等についても併せて調査を行う。また、北部有明海において成層破壊による貧酸素水生成の抑制や排除のための現地実験を実施する。更に現地試験実施のための試験サイトの選定および現況の流況・水質を把握する。②北部有明海の浅海域におけるBaNKシステムならびにOne-Way Pipeの現地試験実施のための試験サイトの選定、および現況の流況、底質環境、ならびに底生生物生息状況を調査・把握する。また、波浪の大きさならびに発生頻度、また海底に流速計を設置して波のOrbital Motionを計測する。その際、HVレーダも利用して広範囲のデータを取得する。③規則波および不規則波浪場に設置されたOne-way PipeおよびBaNKブロックにより発生する残差流に関して、様々な条件下における残差流を室内実験により計測し、残差流の評価式の提案を目指す。また、One-way Pipeを実海域に設置する現地試験に向けて、既存の地形・波浪データを基に試験海域の選定および適切なOne-way Pipe試作基の設計を行うとともに、数値シミュレーションにより効果の検討を行う。

(2) 干潟環境の改善技術

①エコ・バイオブロックはポーラス状コンクリートブロックに納豆菌群を封入したもので、淡水域において高い有機物分解能力と硝化能力をもっていることがこれまでの研究で明らかにされている。本研究は、海水中でのEBBの水質浄化能力を定量化し、干潟域の有機物分解能力の向上と物質循環システムの強化を図ることを目的とする。

②短期地形変動に及ぼす高波浪の影響や平均場に及ぼす潮汐の影響、また、中・長期的地形変動に対する河川出水の重要性などが指摘されている。しかし、これまで継続的な連続観測に基づいて、河口潮間帯干潟の土砂収支に及ぼす潮汐・河川出水の相対的な重要度の検討は行われていない。本研究では地盤

高と底質浮遊フラックスを連続的に調べるとともに、出水時の土砂動態に及ぼす河川出水のピークと潮位の位相差の影響などについて検討する。

③有明海湾奥に広がるクリーク地帯からの流出負荷量を正確に見積もるために有明海流入河川の流域の水・物質輸送モデルを構築し、陸域の影響を評価する。

4. 研究成果

(1) 沿岸環境の改善技術

①流況制御ブロックが設置されているS漁港において潜水調査を実施し、8年間経過後のブロックの状況を確認した。潜水調査は、2009年5月1日に実施した。調査の結果、流況制御ブロックの周辺で洗掘が確認されたが、0~0.3m程度の洗掘にとどまっており、ブロックの転倒はみられなかった生物蠣集状況については、ブロック周辺でベラ、カサゴ、カワハギ、ナマコ、イシダイ、ゴンズイ、テンジクダイ、ヒトデ、ガンガゼが確認された。ブロック表面への海草類の付着がみられたが、ブロックの特徴である非対称形状を保っており、8年経過しても方向抵抗特性を喪失していないことが明らかとなった。

伊万里湾を対象に二級河川から流入する汚濁負荷の算定を考慮した数値解析を行った結果、同湾における流動特性および水質動態を明らかにした。

②有明海奥部の海水構造と海底環境調査を実施した。海底環境は堆積物の泥分の分布で、奥側の泥底（泥分率60~90%）と湾口側の砂底（泥分率50%以下）に大きく大別されることがわかった。過去の調査結果と比較すると、奥側の泥底は1989年の調査では、奥側の西半分の海域に限定され、東側は今回の調査における沖合側に相当する砂底が広がっていた。1990年代~2000年代にかけて、奥側の全域に泥底が広がるような海水構造の変化が起きたということを示している。泥が堆積するような潮流速の変化が起きたことが強く示唆される結果を得た。

諫早湾内における低塩分水の短期的な挙動に関する現地観測を実施した結果、風速7m/s程度の南西の風が約4時間連吹することによって小潮期の諫早湾における潮流流速と同程度の吹送流が生じ、諫早湾奥で底層水の湧昇すること、諫早湾の短期的な海水交換には吹送流が大きく寄与していることなどが明らかとなった。

短波海洋レーダのドップラスペクトルデータをもとに、バリック法およびベイズ法で有義波高・有義波周期を推定し、WAMの推算結果と比較した。この比較をもとに、ドップラスペクトルデータにエネルギー補正を施した。このエネルギー補正により、短波海洋レーダと第三代波浪推算法WAMによる

有義波高・有義波周期，方向スペクトルの推定結果が良く一致することを確認した。

沿岸海域における物質輸送の数値シミュレーションを行う際に必要となる酸素や二酸化炭素などのガス交換速度のモデル化に関する研究を行った。DNS の数値計算結果を可視化することによって，水表面の流速発散（界面発散）の大きな領域においてガス交換フラックスが増大していることを確認した。また，風波界面におけるガス交換速度の新しい hybrid model の構築を試みた。

③BaNK ブロックによって誘起される波浪残差流を室内実験によって計測した結果，ブロック群の中心線上の残差流については，波向きにかかわらずブロックが設置された方向にほぼ残差流が生成されることを示した。無次元パラメータの影響として，検討された実験条件の範囲内では，無次元構造物高さ (k/h : k は構造物高さ， h は水深) が小さいほど底面付近に発生する無次元残差流速が大きくなること，クーリガン・カーペンター数 (いわゆる KC 数) が 5 から 8 程度で無次元残差流速が最大となることが明らかとなった。また本工法における残差流速の評価式の導出を試みたところ，ブロック付近の平均的な 2 次元の無次元残差流速として近似的に一定値 0.067 が利用出来ることが判明した。

One-Way Pipe に関して，管路出口につばを設置することで管路内に正の残差流速を生成することが出来，その流体輸送能力は従来の粗度型 One-Way Pipe とほぼ同等であることが明らかとなった。更につばと拡大管を組み合わせることでより大きな正の残差流速を生成することが出来ることが明らかとなった。また，つば型 One-Way Pipe の最適な形状について，最適なつばの高さ dh は管径 d に対して $dh/d=0.67$ 程度が最適であった。さらにつばの位置 d_1 については h/L の違いにより最適な位置は異なり， $h/L \leq 0.21$ の場合は $0.75 \leq d_1/d \leq 1.0$ ， $h/L \geq 0.26$ の場合は管路の出口端 ($d_1/d = 0.0$) が最適な位置であることが分かった (L は波長)。

(2) 干潟環境改善技術の開発

①有機体窒素は時間とともに単調に減少し，それに応じてアンモニア態窒素が単調に増加するが，硝化反応の開始以降ではアンモニア態窒素は減少し，亜硝酸態窒素ならびに硝酸態窒素は増加する傾向が解析的に導かれた。また，十分時間が経過した時の EBB による有機物分解速度は (ブロック/水) 質量比の増加とともに大きくなることが解析的に示された。一方，十分時間が経過した時の EBB による硝化速度は (ブロック/水) 質量比の増加とともに大きくなることが解析的に示された。無次元硝化速度は無次元有機物分解速度に比べて大きく，EBB は海水中においても優れた硝化能力を発揮することが示され

た。また，流水中における EBB の基本性能を明らかにするとともに，ブロックから放出された EBB 菌による水質浄化能力を定量的に比較・検討を行った結果，流水中においても EBB は高い有機物分解能力及び硝化能力を有しており，水中に放出された EBB 菌のみであっても初期濃度の 6 割程度の BOD 低減効果が期待できること，水中に放出された EBB 菌のみであっても高い有機物分解能力ならびに硝化能力を発揮でき，DIN 生成速度は流速の増加とともに緩やかに増加する。硝化速度は最大値を取り，その後流速の増加とともに減少する傾向があることが明らかとなった。

②平常時の底質浮遊フラックスの時間変化は河口付近の観測点のみ位相が逆転し，沿岸方向では北向きが卓越しており，土砂収支の結果と一致した。また，河川流量と潮位の時系列を比較したところ，出水のピークが干潮，あるいは，満潮付近と重なるかによって土砂移動の方向が変化し，両者の位相差の重要性が現地データで確認された。

③有明海流入河川のうち主要 4 河川の流出・負荷解析を行った。GIS を用いて流域を特定し，流域平均雨量や蒸発散量を推定した。その結果，精度の高い流出モデルを構築するとともに直接流入域からの栄養塩類供給で大きな割合を占めていることを示した。有明海に流入する汚濁負荷のうち河川感潮域・直接流入域からの流入負荷を正しく推定するため，同流域に広がる水田・クリークの一部を対象として現地調査を実施した。その結果，経年的な水質の変化においては，クリークで COD や栄養塩類が灌漑期で高い濃度を示していたことが分かった。また，降雨時の応答特性としては，施肥は水田に 2 日程度影響を与えており，その間に降雨・取水がなされると大きな汚濁負荷がクリークに流出することが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 33 件)

1. 堤 裕昭，有明海奥部における大規模な赤潮の発生とその発生メカニズムと原因，沿岸海洋研究，査読有，49，2012，pp. 165-174.
2. C. Supit and K. Ohgushi，Prediction of Dam Construction Impacts on Annual and Peak Flow Rates in Kase River Basin，Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE，査読有，56，2012，pp. I_121-I_126.
3. M. Tezuka and K. Ohgushi，A Practical Method To Estimate Missing Discharge Data，Proc. of APD, IAHR，査読有，

- 2012.
4. Ariestides K. T. Dundu, K. Ohgushi, A Study on Impact of Storm Surge by Typhoon in Saga Lowland and Surroundings using Hydrodynamic Numerical Modelling, International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS, 有, 12, 2012, pp30-35.
 5. Yamada, F. 他, Effects of Tide and River Discharge on Mud Transport on Intertidal Flat, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 有, 138 (2), 2012, in Press.
 6. 押川英夫, 本村航平, 小松利光, 波浪場における小規模非対称構造物群による残差流の定量評価, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 有, 67, 2011, ppL_52-I_57.
 7. 堤 裕昭, 有明海奥部で赤潮が発生し貧酸素化が進む理由, 科学, 査読無, 81, 2011, pp. 450-457.
 8. 李洪源, 榎藤道直, 松永信博, 千葉 賢, 清水康弘, 諫早湾潮受け堤防排水門背後の底泥中における物質循環の解析, 土木学会論文集 B2, 67, 2011, pp. I-891-895.
 9. 宮原淳也, 李洪源, 松永信博, 諫早湾における低酸素水塊の動態, 土木学会論文集 B1 (水工学), 査読有, 68, 2012, pp. I-1609-1614.
 10. 鈴木誠二・多田彰秀・西田 涉・坂口正人, 汚濁流入負荷を考慮した伊万里湾における流動特性および水質動態に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 67, 2011, pp. I_831-I_835.
 11. 橋本彰博, 松下朋哉, Rusdin Andi, 小松利光, 形状特性を有した管路の往復流場における一方向流生成特性に関する実験的研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), 有, 55, 2011, S_1639-S_1644.
 12. 山田文彦, 辻本剛三, 田端優憲, 立山龍太, 外村隆臣, 小林信久, X線CTを用いた地形変形を伴うバー・トラフ付近の底質内部の密度構造の検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 66 (1), 2010, pp. 436-440.
 13. 西敬浩, 郷原慎一郎, Charles Lemckert, 外村隆臣, 山本浩一, 濱田孝治, 山田文彦, ラグランジュ・ブイを用いた潮間帯での渦動粘性係数・渦拡散係数の時空間分布推定, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 66 (1), 2010, pp. 1386-1390.
 14. Nishi, T., C. Lemckert, K. Hayashi, and F. Yamada, Lagrangian drogue-based drifter for monitoring suspended sediment transport in intertidal environments, Proceedings of The International Conference on Coastal Engineering, 査読有, 32, 2011, sediment.81-1-13
 15. 李 洪源・松永信博, 諫早湾の底泥環境特性, 土木学会論文集 B, 査読有, 66, No. 4, 2010, pp.321-334.
 16. 李 洪源・松永信博, 諫早湾底泥の酸素消費速度, 土木学会論文集 B, 査読有, 66, No. 4, 2010, pp.335-343.
 17. 李 洪源・奥田和久・松永信博, 2009年夏季における諫早湾底泥の環境特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 有, 66, No. 1, 2010, pp.1061-1065.
 18. 松永信博・李 洪源, 諫早湾における貧酸素水塊の風応答特性, 土木学会論文集 B, 有, 66, No. 4, 2010, pp.395-406.
 19. Dundu, A. K. T., P. K. B. Assa, K. Ohgushi, O. Kato and J. P. A., Runtuwene Laboratory experimental study on reflection and transmission waves from horizontal hollow block breakwater, Proc. of 7th Int. Symp. on Lowland Technology, 有, 2010, pp. 682-687.
 20. Ohgushi, K., M. Nagafuchi, J. S. Sumarauw, A. K. T. Dundu and C. J. Supit, Water quality visualization of Isahaya Bay and reservoir by using GIS and remote sensing technique, Proc. of 7th Int. Symp. on Lowland Technology, 有, 2010, pp. 688-693.
 21. 矢野真一郎, 扇塚修平, 齋田倫範, 田井明, 小松利光, 大規模一斉観測結果に基づく有明海の淡水影響域の評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 66, No. 1, 2010, pp. 356-360
 22. 矢野真一郎, Winterwerp, J. C., 田井明, 齋田倫範, 有明海・八代海における非線形潮汐の特性とその底質輸送への影響に関する数値実験, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 66, No. 1, 2010, pp. 341-345.
 23. 齋田倫範, 田井明, 志岐慎介, 矢野真一郎, 小松利光, 夏季成層期の有明海における乱流エネルギー散逸率の時空間変動, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, 66, No. 1, 2010, pp. 331-335.
 24. 鈴木誠二, 多田彰秀, 平智樹, 坂口誠人, 松本健太郎, 西田涉, 現地観測および流動水質モデルを用いた伊万里湾における流動・水質特性の把握, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 有, 66(1), 2010, pp. 1021-1025.
 25. 橋本彰博, 山本真義, 堤大二郎, 押川英夫, 松永信博, 小松利光, 古賀雅之, 岩下智明, 原田敦彦, 有用微生物群を封入した多孔質コンクリートブロックの流

- 水中での水質浄化能力の検討, 水工学論文集, 第 54 巻, 2010, pp.1321-1326
26. 押川英夫 et al., 方向抵抗差を有する管路の振動流場における残差流生成特性, 水工学論文集, 有, 54, 2010, pp.1555-1560.
 27. 齋田倫範 et al., 諫早湾内における低塩分水の挙動に関する現地観測, 水工学論文集, 有, 54, 2010, pp.1543-1549.
 28. 大串浩一郎 et al., GIS と現地調査による佐賀東部水田地帯の水・物質の動態に関する研究, 水工学論文集, 有, 54, 2010, pp.1357-1362.
 29. Hideo Oshikawa and Toshimitsu Komatsu, Characteristics of Flows around Submerged Asymmetrical Structures in Irregular Wave Fields, Proceedings of 8th International Symposium on Marine Engineering, 有, 2010.
 30. 李洪源、樋口俊太郎、松永信博, 南風により諫早湾南岸で発生した低酸素水塊の湧昇, 海岸工学論文集, 有, 56, 2009, pp.406-410.
 31. 多田彰秀, 阿部和也, 中村武弘, 竹之内健太, 2008 年夏季に諫早湾で発生した赤潮および青潮と水質動態の関連について, 海岸工学論文集, 有, 56, 2009, pp.401-405.
 32. 大串浩一郎 et al., GIS を用いた有明海流入河川流域の流出・負荷モデルの構築, 河川技術論文集, 有, 15, 2009, pp.201-206.
 33. 橋本彰博, 松下朋哉, Rusdin Andi, 小松利光, 形状特性を有した管路の波動場における一方向流生成特性の検討, 海洋開発論文集, 有, 25, 2009, pp.741-746.
- [学会発表] (計 20 件)
1. 手塚公裕・大串浩一郎, 嘉瀬川と本明川の水質変動に及ぼす河口堰と潮受堤防の影響, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 2. 松藤祐樹・大串浩一郎・手塚公裕, 本明川における流域環境と負荷量の長期的な変動解析, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 3. C. Supit and K. Ohgushi, Dam Construction Impacts on Stream Flow and Nutrient Transport in Kase River Basin, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 4. Jeffrey S. F. Sumaraw and K. Ohgushi, Analysis on Curve Number, Land Use and Land Cover Changes in the Jobaru River Basin, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 5. Ariestides K. T. Dundu and K. Ohgushi, A Study on Influences of Typhoon to Rokkaku River and Kase River Estuary, Saga Prefecture, Japan, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 6. 梶野友貴・大串浩一郎・手塚公裕・野口剛志, 嘉瀬川ダムの湛水による下流域の水質変化, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 7. 畑中恵太・大串浩一郎・平川隆一, 筑後川河口域における流動構造について, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 8. 古川久敏・大串浩一郎, 若津港導流堤周辺の流れ特性について, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 9. 中島大斗・大串浩一郎, 城原川野越・霞堤の本川洪水流への効果及び遊水地浸水の数値シミュレーション, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 10. 小南考輝・渡邊訓甫・大串浩一郎・平川隆一, 北川の川坂砂州に來襲した 2011 年 9 月台風 15 号に伴う出水による植生破壊の解明と再現, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 11. 本村航平 et al., 非対称没水構造物群周りの残差流に及ぼす波向きの影響に関する研究, 土木学会西部支部研究発表会, 平成 24 年 3 月 3 日, 鹿児島大学
 12. 齋田倫範, 有明海における乱流エネルギー散逸率の変動特性, 日本流体力学会年次講演会, 2010 年 9 月 11 日, 北海道大学
 13. 永淵麻理絵ら, GIS と衛星画像による諫早湾と調整池の水質モニタリング, 土木学会第 65 回年次学術講演会, 2010. 9. 3, 北海道大学
 14. 扇塚修平ら, 有明海における淡水影響域 (ROFI) の評価法に関する一考察, 土木学会第 65 回年次学術講演会, 2010 年 9 月 3 日, 北海道大学
 15. 大串浩一郎, GIS を用いた有明海流域からの汚濁負荷推定, GIS1 日セミナー, 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター, 2011 年 3 月 1 日, 佐賀大学
 16. 本村航平ら, 波浪場における非対称没水構造物群周りの残差流生成特性, 平成 22 年度 土木学会西部支部研究発表会, 2011 年 3 月 5 日, 九州工業大学 (北九州市)
 17. 扇塚修平ら, 諫早湾における浮遊懸濁物の粒度分布に関する現地調査について, 平成 22 年度 土木学会西部支部研究発表会, 2011 年 3 月 5 日, 九州工業大学 (北

- 九州市)
18. 油谷涼ら, 有明海流入河川の流量欠測データの補間方法について, 平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会, 2011 年 3 月 5 日, 九州工業大学 (北九州市)
 19. 藤原昴祐ら, 佐賀東部地区の水田・クリークの短期的・長期的な水質変化について, 平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会, 2011 年 3 月 5 日, 九州工業大学 (北九州市)
 20. 永渕麻理絵ら, Terra-Aster による諫早湾と調整池の水質推定アルゴリズムの開発, 平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会, 2011 年 3 月 5 日, 九州工業大学 (北九州市)

[図書] (計 0 件)

なし

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

なし

○取得状況 (計 0 件)

なし

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小松 利光 (TOSHIMITSU KOMATSU)
九州大学・工学研究院・教授
研究者番号: 50091343

(2) 研究分担者

堤 裕昭 (HIROAKI TSUTSUMI)
熊本県立大学・環境共生学部・教授
研究者番号: 50197737
松永 信博 (NOBUHIRO MATSUNAGA)
九州大学・総合理工学研究院・教授
研究者番号: 50157335
橋本 典明 (NORIAKI HASHIMOTO)
九州大学・工学研究院・教授
研究者番号: 90371749
中村 武弘 (TAKEHIRO NAKAMURA)
長崎大学・環境科学部・教授
研究者番号: 70039692
多田 彰秀 (AKIHIDE TADA)
長崎大学・工学部・教授
研究者番号: 90144328
山田 文彦 (FUMIHIKO YAMADA)
熊本大学・自然科学研究科・教授
研究者番号: 60264280
大串 浩一郎 (KOUICHIRO OHGUSHI)
佐賀大学・理工学部・教授

研究者番号: 00185232

矢野 真一郎 (SHINICHIRO YANO)

九州大学・工学研究院・准教授

研究者番号: 80274489

杉原 裕司 (YUJI SUGIHARA)

九州大学・総合理工学研究員・准教授

研究者番号: 70243970

齋田 倫範 (SAITA TOMONORI)

鹿児島大学・理工学研究科・助教

研究者番号: 80432863

押川 英夫 (HIDEO OSHIKAWA)

九州大学・工学研究院・助教

研究者番号: 80311851

(3) 連携研究者

橋本 彰博 (AKIHIRO HASHIMOTO)

九州大学・工学研究院・特任助教

研究者番号: 00366387