

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03073

研究課題名(和文) 水域ネットワークにおける魚類回遊のマルチスケール一貫数理モデル

研究課題名(英文) Multi-scale mathematical modeling of fish migration in river and channel networks

研究代表者

藤原 正幸 (Fujihara, Masayuki)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：40253322

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)：水域ネットワークについての生態学的な観点からの機能評価では、水理構造物が魚類の遊泳行動に与える影響の定量化が最重要項目のひとつである。本研究では、バイオテレメトリー手法を用いた観測データを基に、構造物近傍における水の流れと魚類の遊泳行動のミクロな情報を水域ネットワークスケールのマクロな情報と融合する接近手法により、手取川七ヶ用水を対象として魚類の遡上をシミュレートする数理モデルを構築した。また、斐伊川におけるアユや流況の実測データに基づいて、ネットワーク領域で生じる魚群回遊に対する最適輸送理論を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

河川横断構造物が魚類の移動に影響を与えていることは容易に想像できるが、水域ネットワーク全体としての影響については、対象とするスケールの違いから水理構造物を明示的には扱われず評価されてきた。本研究はそのギャップを埋めるところに学術的意義がある。そして、各種水利構造物の魚類移動に与える影響評価は、自然との調和が要請される土地改良事業においても有益な情報を与えることから社会的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：Quantification of the effects of hydraulic structures such as weirs and gates in rivers or channels on the swimming behavior of fish is one of the most important issues in the functional evaluation of water networks from an ecological point of view. In this study, based on the observation data using the biotelemetry method, the approach method that combines the micro information of the water flow and the swimming behavior of fish in the vicinity of the structure with the macro information of the water area network scale is used. We made a mathematical model that simulates the fish ascending behavior in the Shichika irrigation canal of the Tedoru River. In addition, based on the measured data of Ayu (sweetfish) and flow conditions in the Hii River, we constructed the optimal transport theory for the migration of fish schools that occur in the water network area.

研究分野：地域環境工学

キーワード：水域ネットワーク 数値流体力学 バイオテレメトリー 魚道 落差工 手取川 斐伊川

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

河川と海を行き来する通し回遊魚にとって、河川を自由に上り下りできることが理想であるが、取水のための堰や河床浸食防止のための落差工など人間の都合で設置された河川横断構造物は、魚類等の自由な移動を妨げてきた。このことは内水面漁業にとっては大きな問題であった。また、時代に伴って環境への意識が高まってきたこともあり、半世紀ほど前から河川横断構造物へ魚道の設置が進められてきた。

平成に入ってから、科学的に魚道の研究が進められてきたが、そのほとんどは魚道本体のみを対象として進められ、河川構造物や魚道を河川の一部として明示的に考慮した広い視野での研究が不足していた。

2. 研究の目的

水域(河川・水路)ネットワークについての生態学的な観点からの機能評価では、水理構造物が魚類の遊泳行動に与える影響の定量化が最重要項目のひとつである。従来、魚道における流れと魚類行動の解析などのように魚道に着目した研究と、魚道を明示的に考えない水域ネットワークスケールでの研究が別個になされてきた。本研究では、魚道の内部および近傍における水の流れと魚類の遊泳行動というミクロな情報を、水域ネットワークスケールのマクロな情報と融合する接近手法に基づき、合理的かつ効率的に魚類の回遊をシミュレートできる新しい数理モデルを構築することを目的としている。

3. 研究の方法

(1) 水域ネットワークの研究対象地として、石川県の手取川七ヶ用水の一部である山島用水を選定し、魚類の移動に与える起伏ゲートや落差工の影響を明らかにするために、採捕した魚に PIT タグ(発信機)を取り付け、水路に設置したアンテナとハンディータグリーダーにより、移動・成長状況を調べるバイオテレメトリー手法を用いる。

(2) 手取川ではアユの種苗放流が行われている。一方で、海から天然のアユも遡上する。種苗放流の人工アユと天然アユは側線上方横列鱗数を用いて区別できることから、その手法を用いて、手取川の水域ネットワークにおける人工アユと天然アユの分布割合を調べる。

(3) 上記の山島用水における起伏ゲートと落差工周辺の流れおよび水路における流れ構造を観測によって明らかにするとともに、それを再現する数値モデルを構築する。さらに再現された流れにおいてモデル化した魚を放流することで、コンピュータ上で魚の移動状況を計算するモデルを構築する。

(4) 島根県斐伊川におけるアユや流況の実測データに基づいて、水量や水質の変動、ならびに魚類成長をあらわす非線形かつ自己励起的な確率微分方程式系を見出すとともに、その数理的性質を確率解析や数値計算の見地から検討し、ネットワーク領域で生じる魚群回遊に対する最適輸送理論を構築する。

4. 研究成果

(1) 魚道内の流れのモデル化については、階段式魚道、パーティカルスロット式魚道、粗石付き斜路式魚道についてプログラムを作成した。また、魚の遊泳モデルについては、パーティカルスロット式魚道と粗石付き斜路式魚道において構築し、階段式魚道においては開発途上である。構築した解析モデルを用いて、仮想のパーティカルスロット式魚道および粗石付魚道を対象に、体長 10cm、20cm、30cm、40cm、50cm の魚類をそれぞれ 100 匹遡上させるシミュレーションを行った。その結果、体長が大きくなるほど遡上数は増加し、遡上にかかる所要時間は減少するというシミュレーション結果を得た。

(2) 側線上方横列鱗数が 15 枚以下のアユは人工アユ、17 枚以上のアユは天然アユ、16 枚のアユは人工アユと天然アユが混在していると推定された。白山頭首工までの対象とした水路では下流域では天然アユが多く、上流域では人工アユが多いという結果となった。これは、天然アユは海から直接水路に入り、水路を遡上していることと、手取川に放流された人工アユは、白山頭首工の取水口から水路内に迷入していることによる結果と考えられる。人工アユの産地別放流地点データからより詳しい移動情報を得ることを目的に、人工アユのミトコンドリア DNA を分析した。人工アユ集団内の塩基配列の差と比較して、集団間の塩基配列の差が小さかったことから、ミトコンドリア DNA 分析によって野外で放流された人工アユの由来判別を行うことは難しいという結論が得られた。

(3) 2019 年の 9/19~11/21 の調査において、13 分類群 708 個体の魚類を採取し、そのうち 6

分類群 79 個体の魚類にタグ入れを行った。その結果、カマツカは移動なし 1 個体と遡上 1 個体、ドンコは降下 2 個体、ウキゴリ類も降下 2 個体などの移動状況が確認された。

2020 年は、3/17~3/30, 5/26~6/1, 9/1~9/16, 10/13~10/21 の 4 回の調査において、16 分類群 1,281 個体の魚類を採集し、そのうち 9 分類群 220 個体の魚類にタグ入れを行った。そのうち移動情報が得られたのは、アユ 36 個体、カマツカ 27 個体、ドジョウ 5 個体、ウキゴリ 6 個体、ドンコ 2 個体などであった。アユとカマツカは遡上・降下が確認された。そのほかの魚類は降下のみ確認された。水路内の魚類の体長増加速度は、アユ 0.145mm/日 (5 個体平均)、カマツカ 0.064mm/日 (11 個体平均)、ドンコ 0.083mm/日 (1 個体) などであった。

2021 年 3 月から 10 月の 6 回の魚類採集調査の結果、970 個体が捕獲され、ヨシノボリ類やウキゴリ類、ドジョウなどの底生魚類が多く、58%を占めた。アユは 320 個体が採取され、水路内を遡上も降下もすることが確認できた。PIT タグによる個体の識別を利用して、水路内でのアユ(6 個体)は平均 0.307mm/日、カマツカ(6 個体)は平均 0.104mm/日の体長増加速度で成長していることが分かった。

(4) アユの水路遡上は、PIT タグ用のアンテナ間(750m の距離に 2 箇所起伏ゲートと 1 か所の落差工)の移動時間で 2 時間から 4 時間であった。ただし、起伏ゲートは起立すると上下の水面差が 80cm ほどになり、落下流速も 3m/s を越えるので、起伏ゲートが倒れていた場合しか遡上できないと考えられる。

(5) アユの水路遡上モデルとして、水路においては流速に応じた遡上速度で遊泳可能時間泳いで遡上するようにモデル化し、起伏ゲート・落差工部では粒子法による計算により求めた落下流速とばらつきを考慮した突進速度の大小関係で遡上に成功するかどうかを判断するようにモデル化し、(4)の結果に基づいて、ばらつきのパラメータを同定して、アユの遡上シミュレーションを行った。シミュレーションでは水路の下流端に 1,000 匹のアユを放流し追跡した。表 1 に 2 ケースの単位幅流量において 3.5km 上流の最上流部までに到達するのに要した時間(平均時間と標準偏差)、起伏ゲート・落差工部で滞留していた平均時間、7 日間での到達匹数を示した。パラメータの組み合わせによってばらつきがあるが、速いケースで半日、遅いケースで 1 日強の時間で遡上可能であることが分かる。実際は、24 時間泳いでいるわけではないので、1 日から 3 日ぐらいかかると想像される。ただし、この結果は、全ての起伏ゲートが倒れている状態でのものである。

表 1 到達時間(平均時間 ± 標準偏差)と落差工部での滞留時間、および 7 日間での遡上数

a	σ	q = 0.13 m ³ /s			q = 0.20 m ³ /s		
		到達時間	滞留時間	遡上数	到達時間	滞留時間	遡上数
1.1	0.1	22.7 ± 1.6	3.7	1,000	22.3 ± 3.4	5.6	1,000
	0.2	23.0 ± 1.8	3.8	1,000	25.7 ± 5.9	8.6	1,000
	0.3	24.7 ± 2.8	5.1	1,000	29.8 ± 8.3	12.0	894
1.2	0.1	14.0 ± 1.9	4.0	1,000	14.5 ± 3.0	5.5	1,000
	0.2	14.2 ± 2.2	4.0	1,000	17.7 ± 6.1	8.3	994
	0.3	15.4 ± 2.8	4.7	1,000	21.2 ± 8.4	11.3	767
1.3	0.1	11.1 ± 2.0	3.7	1,000	12.5 ± 3.8	5.7	1,000
	0.2	11.3 ± 2.3	3.8	1,000	16.4 ± 7.3	9.3	872
	0.3	12.5 ± 2.7	4.7	954	21.2 ± 12.3	13.5	585

a: 水路流速の a 倍を期待値とするアユの遊泳速度, σ: 遊泳速度の期待値の σ 倍が標準偏差, q: 単位幅流量。

(6) 魚群回遊の確率過程モデルを構築するために、島根県斐伊川を補助研究サイトとして、アユの成長や個体群動態に関する現地調査、ならびにアユ成長の理論構築を行った。3 年間を通して、斐伊川水系における夏期から秋季のアユ成長データを取得することに成功した。データの具体的な応用事例として、費用対効果が良いアユの最適資源輸送に資する数理モデル構築を試みた。アユの成長に関する個体差を考慮できる“open-ended”な(異なるアユが異なる終端体重に達する)新しい確率微分方程式系を実データに対してフィットできることを示すとともに、その資源輸送を最大値原理に依拠して記述した。さらに、その高次精度数値計算手法を提案し、実際に数値計算例を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yoshioka H. and Yoshioka Y.	4. 巻 Vol.80, No.9
2. 論文標題 Regime switching constrained viscosity solutions approach for controlling dam-reservoir systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computers and Mathematics with Applications	6. 最初と最後の頁 2057-2072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 矢田部健一・泉完・東信行・丸居篤	4. 巻 Vol.76, No.6
2. 論文標題 クロコ期の日本ウナギを対象とした遊泳能力の測定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 11_109-11_114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 吉岡 秀和	4. 巻 第13号
2. 論文標題 斐伊川のアユ：過去・現在・未来	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 瀬音 (斐伊川漁業協同組合広報誌)	6. 最初と最後の頁 8
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 吉岡 秀和	4. 巻 34巻2号
2. 論文標題 異分野融合研究？	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.34.144	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉岡 秀和, 辻村 元男, 濱上 邦彦, 吉岡 有美, 八重樫 優太	4. 巻 2173
2. 論文標題 ジャンプ過程と部分的観測にもとづく費用対効果が大い環境管理について (On cost-effective environmental management based on jump processes and partial observations)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 37-41
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka Hidekazu, Tanaka Tomomi, Aranishi Futoshi, Izumi Tomoki, Fujihara Masayuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Stochastic optimal switching model for migrating population dynamics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biological Dynamics	6. 最初と最後の頁 706 ~ 732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17513758.2019.1685134	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka Hidekazu, Yaegashi Yuta, Tsujimura Motosh, Fujihara Masayuki	4. 巻 1094
2. 論文標題 Non-Local Fokker-Planck Equation of Imperfect Impulsive Interventions and its Effectively Super-Convergent Numerical Discretization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications in Computer and Information Science	6. 最初と最後の頁 79 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-1078-6_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ichion, E., Nakano, M., Tanaka, K., Chono, S., Fujihara, Y.	4. 巻 24(2)
2. 論文標題 Designs of Sloped-weir Fishways with V-shaped Notches for Freshwater Fishes Distributed in Agricultural Ditches	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Rainwater Catchment Systems	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Arakawa, H., Ichion, E., Nakano, M., Yanai, S.	4. 巻 25(1)
2. 論文標題 Factors that Affect Arctic Lampreys' Ascent Behavior on Fishway Weirs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Rainwater Catchment Systems	6. 最初と最後の頁 15~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 一恩英二・中野光謙・田中健二・長野峻介・藤原洋一	4. 巻 25(2)
2. 論文標題 V字ノッチ傾斜隔壁魚道の隔壁形状と枚数が魚類の遡上率に与える影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本雨水資源化システム学会誌	6. 最初と最後の頁 9~16
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamashita, K., Nakano, M., Chono, S., Fujihara, Y., Ichion, E.	4. 巻 25(2)
2. 論文標題 Ascent Behaviors of Nine-spined Sticklebacks in Orifices and on Overflow Weirs of Fishways	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Rainwater Catchment Systems	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 山尾幹大・長野峻介・藤原洋一・一恩英二・荻原浩希・藤原正幸
2. 発表標題 手取川扇状地における側線上方横列鱗数を用いたアユ個体群の移動・分散の推定
3. 学会等名 第28回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯間一翔・佐藤颯凌・藤原正幸
2. 発表標題 落差工のある水路における魚の遡上シミュレーション：山島用水を対象として
3. 学会等名 第28回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安宅京志朗・星野光司・長野峻介・藤原洋一・一恩英二・藤原正幸
2. 発表標題 扇状地の用排兼用水路における起伏ゲートの高さと水理環境条件の変動
3. 学会等名 令和2年度農業農村工学会応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 疋田凌麻・伊藤義人・桑原智洋・長野峻介・藤原洋一・一恩英二・藤原正幸
2. 発表標題 海域に流入する用排兼用水路におけるPITタグを用いた魚類移動調査
3. 学会等名 令和2年度農業農村工学会応用水理研究部会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑原智洋・飯間一翔・藤原正幸・一恩英二・長野峻介・伊藤義人・星野光司
2. 発表標題 落差工のある農業水路における秋・冬季の魚類移動
3. 学会等名 第77回農業農村工学会京都支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 泉 智揮・尾崎浩平・吉岡秀和・藤原正幸
2. 発表標題 MPS法を用いた魚道の流況解析と魚の挙動解析
3. 学会等名 第69回農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡 秀和, 吉岡 有美
2. 発表標題 河川流況と土砂輸送の無限活動度 Levy 過程モデリング
3. 学会等名 農業農村工学会第75回中国四国支部講演会 (オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshioka H., Tsujimura M., Hashimoto S.
2. 発表標題 Designing the capacity of sand re-plenishment under uncertain and intermittent flow environment
3. 学会等名 Dynamic Control and Optimization on occasion of 65th birthday of Andrey V. Sarychev, University of Aveiro, Online (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshioka H.
2. 発表標題 A stochastic approach for river environmental and fisheries management
3. 学会等名 International Conference on Computational Management (ICCM-2020), Online seminar. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshioka H., Tanaka T., Horinouchi M., Aranishi F.
2. 発表標題 A simple PDE-constrained optimization problem to evaluate the strategy for fishery resource transportation
3. 学会等名 The 52nd ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (SSS '20) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡 秀和, 濱上 邦彦, 辻村 元男 吉岡 有美, 八重樫 優太
2. 発表標題 異分野融合で迫る斐伊川のアユと環境
3. 学会等名 SAN ' INダイバーシティ推進ネットワーク主催 研究マッチングイベント2020 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡 秀和
2. 発表標題 確率制御に基づく水産資源や環境の管理：斐伊川の事例
3. 学会等名 鳥根大学サイエンスカフェ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野光司・中野光議・一恩英二
2. 発表標題 農業水路におけるフナ類とドジョウの生息環境の差異
3. 学会等名 応用生態工学会第4回北信越事例発表会 in 石川
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉本沙織・中野光議・長野峻介・藤原洋一・一恩英二
2. 発表標題 潜りオリフィスにおける水位差がメダカ類の遡上率と遡上速度に与える影響
3. 学会等名 応用生態工学会第4回北信越事例発表会 in 石川(金沢)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 一恩英二・中野光議・長野峻介・藤原洋一・加藤絢也
2. 発表標題 全面傾斜隔壁魚道においてドジョウ類の遡上率に濁水が与える影響
3. 学会等名 第27回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会(松江)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 一恩英二・土山真衣・中野光議・長野峻介・藤原洋一
2. 発表標題 魚道の傾斜隔壁に取り付けた半球突起物がメダカ類の遡上行動に与える影響
3. 学会等名 令和元年度農業農村工学会応用水理研究部会講演会(名古屋)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshioka H., Tsujimura M., Hamagami K., and Yoshioka Y
2. 発表標題 Ambiguity-averse regime-switching modeling and estimation of algae bloom in river environment
3. 学会等名 EMAC2019(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshioka H. and Yoshioka Y
2. 発表標題 A non-standard two-species stochastic competing system and a related degenerate parabolic equation
3. 学会等名 EMAC2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshioka H., Tsujimura M., Yaegashi Y., Tanaka T., Yoshioka Y., and Fujihara M.
2. 発表標題 Application of an adaptive viscosity scheme to discretization of the optimality equation for a discrete costly observation problem (邦題: 適合粘性スキームによる, 連続過程の離散的観測問題に付随する最適性方程式の離散化)
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡 秀和, 濱上 邦彦, 辻村 元男
2. 発表標題 状態遷移拡散過程にもとづく土砂投入方針の最適化モデル
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡 秀和, 吉岡 有美, 辻村 元男
2. 発表標題 非線形期待値を応用した環境管理モデリング
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 吉岡 秀和 編, 吉岡 秀和, 濱上 邦彦, 辻村 元男 吉岡 有美, 八重樫 優太	4. 発行年 2020年
2. 出版社 島根大学環境数理科学研究室	5. 総ページ数 87pp
3. 書名 斐伊川のアユと環境 -2015年から2020年の研究成果より- (English title: Ayu and River Environment in Hii River, Japan -Research results from 2015 to 2020-)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	一恩 英二 (Ichion Eiji) (10320912)	石川県立大学・生物資源環境学部・教授 (23303)	
研究分担者	泉 智揮 (Izumi Tomoki) (40574372)	愛媛大学・農学研究科・准教授 (16301)	
研究分担者	長野 峻介 (Chono Syunsuke) (90646978)	石川県立大学・生物資源環境学部・准教授 (23303)	
研究分担者	吉岡 秀和 (Yoshioka Hidekazu) (70752161)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・助教 (15201)	
研究分担者	泉 完 (Izumi Mattashi) (60132007)	弘前大学・農学生命科学部・教授 (11101)	分担金の一部返還 2019年4月1日～2021年3月31日

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