

令和元年6月13日現在

機関番号：15201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K15345

研究課題名(和文) 魚群れる河川再生に向けた回遊魚生活史の新機軸モデル創成

研究課題名(英文) Innovative mathematical modeling of life history of migratory fishes for regeneration of river environment

研究代表者

吉岡 秀和 (Yoshioka, Hidekazu)

島根大学・学術研究院環境システム科学系・助教

研究者番号：70752161

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：両側回遊魚であるアユを対象に、生活史に内在する最適生の原理を数理的に追求しました。具体的には、アユの個体群動態を確率微分方程式系で記述したうえで、確率制御理論に依拠して、回遊の様子をあらゆる最適性方程式(HJB方程式という)を導きました。また、粘性解(HJB方程式に対して適切な解の概念)の観点にもとづいてHJB方程式の数学解析や数値計算を行いました。さらに、島根県斐伊川を研究対象地として、アユを取り巻く河川環境に関する現地調査や、同様に確率制御理論にもとづく数理モデリングや数学・数値解析を行いました。斐伊川におけるアユの季節的な成長や成長の個体差を明らかに出来たことも本研究の成果です。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アユは、我が国における主要な内水面水産資源であるとともに、水圏生態系において欠かせない役割を担う魚種です。本研究を通し、アユの生活史や、アユを取り巻く河川環境に関する数理モデリングを大きく推進できました。いずれの課題も、これからの人間と環境の共生を考えていくうえで社会的に極めて高い重要性を有しています。とくに、HJB方程式に依拠するアユ生活史のモデリングは数理生物学的に新奇性が高く、その数理的な理解が進み、実現象への様々な示唆、および実際の水産資源管理や河川環境管理への示唆を得たことは、本研究の大きな学術的成果です。斐伊川という一河川についてですが、アユの成長を定量化できたことも貴重な成果です。

研究成果の概要(英文)：We explored the optimality principle immanent in the diadromous fish Ayu. We firstly described the life history of the fish based on the stochastic control theory where the fish population dynamics is described with a system of stochastic differential equations. The problem ultimately reduces to solving the optimality equation, which is called Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB) equation. We then performed mathematical and numerical analyses of the equation based on the concept of viscosity solutions (appropriate notion of solutions for the HJB equation). We also carried out the stochastic control modeling of river environmental management, focusing on Hii River, Shimane Prefecture, Japan. In addition, we could evaluate seasonal growth of Ayu in the river through field observations. We also evaluated individual difference of the fish growth in the river.

研究分野：生物資源科学

キーワード：魚類回遊 アユ 数理モデリング 粘性解 有限差分法 HJB方程式 確率制御理論 微分ゲーム

1. 研究開始当初の背景

アユ (*Plecoglossus altivelis*) に代表される、河川と湖沼・海域を含む複数水域を回遊する生活史を持つ魚類は「両側回遊魚」(以下、回遊魚とする)と呼ばれ、多様な水生生物が織りなす水圏生態系に不可欠な存在である。回遊魚は人類の貴重なタンパク源となる内水面水産資源であり、様々な地域の経済、社会、文化、環境の形成と維持に貢献してきた。

ここ数十年にわたる回遊魚の深刻な減少は、わが国を含む世界各国が直面する普遍的課題である。これは、水圏生態系の崩壊、ひいては河川周辺地域の経済や社会の破綻など、人類の生活環境を脅かす重大な課題である。とくに、わが国では水産資源の減少に対する補償制度は十分に整備されておらず、地域の河川環境管理の義務を負う内水面漁業協同組合は加速度的に衰退している。そのため、回遊魚の減少原因を早急に究明し、魚群れる河川を再生可能な策を立てる必要がある。しかし、課題解決の鍵を握る回遊魚の生活史について知見の断片的な蓄積はあるが、それらを補完する支配原理は深く理解されていない。回遊魚の生活史に潜む支配原理を明解に記述する理論構築がなせれば、課題解決、ならびに河川環境と内水面漁業の健全化を大きく前進できる。しかしながら、そのような研究は世界的にもほとんど見当たらない。

この背景を鑑み、応募者は回遊魚の生活史に潜む支配原理の数理モデリングと実証的応用に挑む。とくに 私たち日本人に最も馴染み深くその生態が比較的研究されているアユを対象に、河川における回遊魚の生活史を明解に定式化し、河川環境の変化が回遊に及ぼす影響を解明できる数理モデルを創成する。また、かつてアユの豊富な漁獲を誇った島根県斐伊川で、漁業協同組合全面協力のもと、アユ放流実験と水理・水文・生態の現地調査を行う。さらに、将来予見される河川環境の変化がアユの回遊に与える影響を定量化し、河川環境と内水面漁業を復興に導く策を見出す。

2. 研究の目的

河川における回遊魚の生活史に潜む支配原理を明解に記述する「微分ゲーム理論」やその簡易版「確率制御理論」に依拠した新基軸数理モデリングにより、アユの生活史と回遊の機構を理解し予測できる理論を構築すること。とくに、これまでアユ回遊の理論構築においてボトルネックであった、突発的かつ一過的な現象である「遡上」と「降下」を含む生活史の簡素かつ動的な記述を目指すこと。

3. 研究の方法

本研究は平成 29-30 年度にわたった。本研究では、アユ生活史の数理モデリングにより、回遊を支配する意思決定の過程を数学解析と数値シミュレーションの両面から紐解くことを試みた。とくに、いつ、どこを、どんな規模で回遊するか予測するモデルを創成することを目指した。これと並行して、斐伊川において地元漁協とともに現地調査を通年で行った。とくに、斐伊川でアユの放流実験を行うとともに、流況や水質を連続観測した。遡上時期(春期)と降下時期(秋季)に同地点で遡上・降下を観測し、河川環境と回遊の間に潜む因果関係を見出すことを試みた。

4. 研究成果

数理モデリングについては、アユの生活史について、内在する最適性の原理を追求できた。具体的には、アユの個体群動態を確率微分方程式系で記述したうえで、確率制御理論に依拠して、回遊の様子をあらゆる最適性方程式(HJB方程式という)を導いた。とくに、粘性解(HJB方程式に対して適切な解の概念)の観点にもとづいて、HJB方程式の数学解析や数値計算を行うことができた。これにより、数理生物学的な観点からアユの生活史に関する理解が深まった。また、アユを取り巻く河川環境に関しても、同様に微分ゲーム理論や確率制御理論にもとづく数理モデリングや数学・数値解析を多面的な観点から実施した。これにより、実際の水産資源管理や河川環境管理への様々な示唆を得ることができた。

現地調査については、斐伊川を主要な研究対象地として、季節的なアユの成長や河川環境の水理的な変化を追跡した。これにより、斐伊川におけるアユの季節的な成長や、成長の個体差を明らかにできたとともに、河川環境変化との関係性について検討することができた。放流実験については、方法論そのものの有効性はある程度見られたものの、放流匹数が不足していた可能性がある。本研究より規模が大きい現地実験を計画する必要性を、今後の課題として認識した。本研究の成果をベースに、発展的課題、例えば普通のアユとは異なる生活史を持つ「陸封アユ」に関わる諸問題にもアプローチできると期待している。

なお、本研究の成果については、研究論文や国内外での学会発表以外にも、斐伊川漁業協同組合の広報雑誌「瀬音」への掲載、漁協組合員に向けた講演、出雲高校や松江東高校での研究

紹介，島根大学「サイエンスカフェ」での研究紹介などを通して，一般市民にむけても発表されている．

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 21 件)

1. Yaegashi Y., Yoshioka H., Tsugihashi K., and Fujihara M.: Analysis and computation of probability density functions for a 1-D impulsively controlled diffusion process (Analyse et calcul des fonctions de densité de probabilité pour un processus de diffusion en dimension 1 contrôlé par impulsion), *Comptes Rendus Mathématique*. Vol. 357, No. 3, pp. 306-315. 10.1016/j.crma.2019.02.007
2. Yoshioka H.: A simplified stochastic optimization model for logistic dynamics with the control-dependent carrying capacity, *Journal of Biological Dynamics*. Vol. 13, No. 1, pp. 148-176, 2019. 10.1080/17513758.2019.1576927
3. Yoshioka H., Shirai T., and Tagami D.: A mixed optimal control approach for upstream fish migration, *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment*, Vol. 7, No. 1, pp. 101-121, 2019. 10.13044/j.sdewes.d6.0221
4. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: A singular stochastic control model for sustainable population management of the fish-eating waterfowl *Phalacrocorax carbo*, *Journal of Environmental Management*, Vol. 219, pp. 18-27, 2018. 10.1016/j.jenvman.2018.04.099
5. Yaegashi Y. and Yoshioka H.: Unique solvability of a singular stochastic control model for population management, *Systems & Control Letters*, Vol. 116, pp. 66-70, 2018. 10.1016/j.sysconle.2018.03.009
6. Yoshioka H.: An exactly solvable multiple stochastic optimal stopping problem, *Advances in Difference Equations*, Vol. 173, 2018. 10.1186/s13662-018-1626-7
7. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Robust stochastic control modeling of dam discharge to suppress overgrowth of downstream harmful algae, *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, Vol. 34, No. 3, pp. 338-354, 2018. 10.1002/asmb.2301
8. 吉岡 秀和, 八重樫 優太, 次橋 健太郎, 渡部 建志: 大きく不確実な環境下における適切な付着藻類管理モデルの提案と斐伊川への応用, *河川技術論文集*, Vol. 24. pp. 291-296, 2018.
9. Yoshioka H.: ‘Mathematical exercise’ on a solvable stochastic control model for animal migration, *ANZIAM Journal*, Vol. 59, pp. C15-C28, 2018. 10.21914/anziamj.v59i0.12566
10. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: An optimal allocation model to release fish into a river system, *Journal of Rainwater Catchment Systems*, Vol. 24, No. 1, pp. 1-8, 2018.
11. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Stochastic differential game for management of non-renewable fishery resource under model ambiguity, *Journal of Biological Dynamics*, Vol. 12, No. 1, pp. 817-845, 2018. 10.1080/17513758.2018.1528394
12. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: A finite difference scheme for variational inequalities arising in stochastic control problems with several singular control variables, *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 156, pp. 40-66, 2019. 10.1016/j.matcom.2018.06.013
13. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: An optimal stopping approach for onset of fish migration, *Theory in Biosciences*, Vol. 137, No. 2, pp. 99-116, 2018. 10.1007/s12064-018-0263-8
14. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Singular stochastic control model for algae growth management in dam downstream, *Journal of Biological Dynamics*, 2018, Vol. 12, No. 1, pp. 242-270. 10.1080/17513758.2018.1436197
15. Yoshioka H., Watanabe T., and Tsugihashi K.: A generalized exact formula for the swimming cost of upstream fish migration, *J. JSCE B1*, 2018, Vol. 74, No. 4, pp. I_391-I_396.
16. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Mathematical analysis for management of released fish, *Optimal Control Applications and Methods*, 2018, Vol. 39, No. 2, pp. 1141-1146. 10.1002/oca.2392
17. Yoshioka H.: A simple game-theoretic model for upstream fish migration, *Theory in Biosciences*, 2017, Vol. 136, No. 3-4, pp. 99-111. 10.1007/s12064-017-0244-3
18. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: An optimal management strategy for stochastic population dynamics of released *Plecoglossus altivelis* in rivers, *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 2017, Vol. 8, No. 2, 1750039, 16pp. 10.1142/S1793962317500398
19. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Stochastic optimization model of aquacultured fish for selling and ecological education, *Journal of Mathematics in Industry*, 2017, Vol. 7, No. 8. 10.1186/s13362-017-0038-8
20. 吉岡 秀和, 八重樫 優太: ダム直下における付着藻類の繁茂を抑制する流量管理方針のモデリング, *河川技術論文集*, 2017, Vol. 23, pp. 561-566.
21. Yoshioka H., Fukada K., and Kita I.: Numerical methods to simulate moisture dynamics in fibrous

[学会発表](計 38 件)

1. Yoshioka H., Yoshioka Y., Yaegashi Y., Tanaka T., Horinouchi M., and Aranishi F.: Discrete costly observation model for early growth estimation in fisheries management: a case study in *Plecoglossus altivelis altivelis*, 平成 31 年度公益社団法人日本水産学会春季大会, 東京都港区, 東京海洋大学, 2019 年 3 月 26 日-30 日, 要旨集, p. 115.
2. Yoshioka H.: Stochastic control in management problems on environment and ecology of rivers, 金融経済研究会, 同志社大学商学部, 2018 年 12 月 11 日. (依頼講演)
3. Yoshioka H., Yaegashi Y., Yoshioka Y., Hamagami K., Fujihara M., and Tsugihashi K.: Dynamic decision-making model for stochastic population management with scheduled inspections, 2018 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2018), December 5-8, Toyama, Japan. Proceedings, pp. 1295-1300.
4. Yoshioka H., Li Z., Yoshioka Y., and Yano A.: Mathematical linkages of biological and environmental information engineering and finance (邦題: 生物環境情報工学とファイナンスの数理的つながり), ファイナンスの数理解析とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 11 月 26-28 日.
5. Yoshioka H., Okamoto H., and Unami K.: On a non-local hyperbolic-elliptic system having discontinuous self-similar solutions, IMI 共同研究 一般研究_研究集会(II), 数理農学における時系列データのモデル化と解析. 2018 年 11 月 5 日-7 日, 九州大学伊都キャンパス. Abstract 集, p. 5. マス・フォア・インダストリ研究, No. 13, pp. 1-28.
6. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: Stochastic optimal impulse control policy for management of seasonal fish-eating bird population dynamics, IMI 共同研究 一般研究_研究集会(II), 数理農学における時系列データのモデル化と解析. 2018 年 11 月 5 日-7 日, 九州大学伊都キャンパス. Abstract 集, p. 4. マス・フォア・インダストリ研究, No. 13, pp. 29-48.
7. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: A time-dependent stochastic optimal impulse control model for management of fish-eating bird, 第 26 回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会, 鹿児島市, 鹿児島県民交流センター, 2018 年 11 月 3 日-4 日, 第 26 回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会講演要旨集, pp. 40-44. (八重樫 優太が平成 30 年度日本雨水資源化システム学会賞 (優秀発表賞) を受賞)
8. Tanaka T., Yoshioka H., Siev S., Fujii H., Ly S., and Yoshimura C.: Performance comparison of the three numerical methods to discretize the local inertial equation for stable shallow water computation, AsiaSim2018, October 27-29, Kyoto, Japan. Communications in Communications in Computer and Information Science, Vol. 946, pp. 451-465, 2018. (同名の論文が Springer CCIS Vol. 946 に収録)
9. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: A stochastic impulsive control model for population management of fish-eating bird *Pharacrocorax carbo* and its numerical computation, AsiaSim2018, October 27-29, Kyoto, Japan. Communications in Communications in Computer and Information Science, Vol. 946, pp. 425-438, 2018. (同名の論文が Springer CCIS Vol. 946 に収録)
10. Yoshioka H., Yaegashi Y., Yoshioka Y., Hamagami K., and Fujihara M.: Wise-use of sediment for river restoration: numerical approach via HJBQVI, AsiaSim2018, October 27-29, Kyoto, Japan. Communications in Communications in Computer and Information Science, Vol. 946, pp. 271-285, 2018. (同名の論文が Springer CCIS Vol. 946 に収録)
11. Yaegashi Y., Yoshioka H., Unami K., and Fujihara M.: Impulse and singular stochastic control approaches for population management of a fish-eating bird, International Conference on Optimization and Decision Science, XLVIII Annual Meeting of AIRO - Italian Operations Research Society, Taormina, September 10-13, 2018, Book of Abstracts p. 102. (同名の論文が Springer AIRO Springer Series Vol. 1 に収録)
12. 八重樫 優太, 吉岡 秀和, 宇波 耕一, 藤原 正幸: 個体群管理のためのインパルス制御モデルにおける閾値の感度解析, 平成 30 年度農業農村工学会大会講演会, 京都大学, 2018 年 9 月 4 日-6 日, 講演要旨集, pp. 322-323.
13. Yoshioka H., Izumi T., and Fujihara M.: A non-local description of upstream fish migration: linkage between school shape and migration dynamics, ISE2018, August 21-24, 2018, Tokyo. Proceedings, Paper No. S5-8-3, 9pp.
14. Yoshioka H., Yaegashi Y., Yoshioka Y., and Tsugihashi K.: Non-renewable fishery resource management under incomplete information, The 20th European Conference on Mathematics for Industry, June 18-22, 2018, Budapest. Book of Abstract p. 397. (Poster) (Full paper, under review)
15. Yoshioka H. and Yaegashi Y.: Finite difference scheme for stochastic differential games with several singular control variables and its environmental application, Seventh Conference on Finite Difference Methods: Theory and Applications, June 11-16, 2018, Lozenetz, Bulgaria. Book of Abstract p. 58. (同名の論文が Springer Nature Switzerland AG, I. Dimov et al. (Eds.): FDM 2018,

LNCS 11386)

16. [Yoshioka H.](#), Tsugihashi K., and Yaegashi Y.: Finite difference computation of a stochastic aquaculture problem under incomplete information, Seventh Conference on Finite Difference Methods: Theory and Applications, June 11-16, 2018, Lozenetz, Bulgaria. Book of Abstract p. 58. (Poster) (同名の論文が Springer Nature Switzerland AG, I. Dimov et al. (Eds.): FDM 2018, LNCS 11386)
17. [吉岡 秀和](#), 白井 朋之, 田上 大助, 八重樫 優太: 河川清掃の変分不等式に対する有限差分近似, 第 23 回計算工学講演会, ウィンクあいち, 2018 年 6 月 6-8 日. 計算工学講演会論文集, Vol.23, Paper No. D-10-05, 6pp.
18. 八重樫 優太, [吉岡 秀和](#), 宇波 耕一, 藤原 正幸: 個体群管理のインパルス制御モデルが有する厳密解の係数に関する数値計算, 第 23 回計算工学講演会, ウィンクあいち, 2018 年 6 月 6-8 日. 計算工学講演会論文集, Vol.23, Paper No. D-10-06, 6pp.
19. [Yoshioka H.](#), Yoshioka Y., Hamagami K., Yaegashi Y.: Stochastic optimal control and differential game for river environmental and ecological management, 第 132 回汽水域懇談会 & 生物資源科学部環境共生科学科セミナー, 島根大学生物資源科学部, 2018 年 4 月 10 日.
20. [吉岡 秀和](#): 数理科学の観点から生物資源の管理を考える, 平成 29 年度生物資源科学部セミナーおよび島根県食品工業研究会との交流会, 島根大学生物資源科学部, 2018 年 2 月 23 日. (口頭発表)
21. [吉岡 秀和](#), 次橋 健太郎, 渡部 建志, 八重樫 優太: 島根県斐伊川における環境・生態の数理モデリング, 平成 29 年度生物資源科学部セミナーおよび島根県食品工業研究会との交流会, 島根大学生物資源科学部 2018 年 2 月 23 日. (ポスター発表)
22. 八重樫 優太, [吉岡 秀和](#), 宇波 耕一, 藤原 正幸: 魚食性鳥類カワウの駆除計画の策定を目的とした特異確率制御モデル, 数理農学の基盤づくりに向けて, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 1 月 17-19 日, 講演要旨集, p.8.
23. [吉岡 秀和](#), 岡本 久, 白井 朋之, 田上 大助, 宇波 耕一: 生物移動の数理モデルにおける粘性解, 数理農学の基盤づくりに向けて, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 1 月 17-19 日, 講演要旨集, p.9.
24. [吉岡 秀和](#), 八重樫 優太: 確率論的な特異制御問題に付随する変分不等式に対する有限差分法, 日本応用数学会環瀬戸内応用数理研究部会第 21 回シンポジウム, 島根大学松江キャンパス, 2018 年 1 月 6-7 日, 講演要旨集 pp. 2-5.
25. [Yoshioka H.](#): An exactly solvable stochastic control model for gradual and radical animal migration, EMAC2017, November 29-December 1, Auckland, New Zealand, Book of Abstracts, p. 37.
26. [吉岡 秀和](#), 八重樫 優太: Fish migration as a stochastic optimal stopping problem: application of the methodology in mathematical finance (確率論的な最適停止問題としての魚類回遊: 数理ファイナンスにおける方法論の応用), ファイナンスの数理解析とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 11 月 13-15 日. (講究録提出済)
27. 八重樫 優太, [吉岡 秀和](#), 宇波 耕一, 藤原 正幸: Application of singular stochastic control theory to fish-eating waterfowl population management, ファイナンスの数理解析とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 11 月 13-15 日. (講究録提出済)
28. 八重樫 優太, [吉岡 秀和](#), 宇波 耕一, 藤原 正幸: Generalization of a singular stochastic control model for optimal suppression strategy of a fish-eating bird population (魚食性鳥類個体群の最適駆除戦略を支配する特異確率制御モデルの一般化), 第 25 回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会, 松山市, 愛媛大学, 2017 年 11 月 3 日-4 日, 第 25 回日本雨水資源化システム学会大会研究発表会講演要旨集 pp. 90-93. (八重樫 優太が平成 29 年度日本雨水資源化システム学会賞 (優秀発表賞) を受賞)
29. Yaegashi Y., [Yoshioka H.](#), Unami K., and Fujihara M.: A two-variable stochastic singular control model for management of fishery resources under predation, Proceedings of The 36th JSST Annual International Conference on Simulation Technology, Tokyo, Japan October 25-27, 2017, Proceedings pp. 198-201.
30. [Yoshioka H.](#) and Yaegashi Y.: Numerical simulation of animal migration via a nonlinear degenerate elliptic free boundary problem, Proceedings of The 36th JSST Annual International Conference on Simulation Technology, Tokyo, Japan October 25-27, 2017, Proceedings pp. 174-177.
31. 八重樫 優太, [吉岡 秀和](#), 宇波 耕一, 藤原 正幸: 河川水系の漁場特性を考慮したアユ放流量の最適配分モデル, 第 74 回農業農村工学会京都支部講演会, 石川県金沢市地場産業振興センター, 2017 年 10 月 25 日. 要旨集 pp. 200-201.
32. Yaegashi Y., [Yoshioka H.](#), Unami K., and Fujihara M.: Optimal policy of predator suppression for sustainable inland fishery management, 12th SDEWES Conference, October 4-8, 2017, Dubrovnik, Croatia, Proceedings, pp. 309-1 - 309-11.
33. [Yoshioka H.](#), Shirai T., and Tagami D.: Viscosity solutions of a mathematical model for upstream migration of potamodromous fish, 12th SDEWES Conference, October 4-8, 2017, Dubrovnik, Proceedings, Paper No. 571, pp. 571-1 - 571-12. (Invited Contribution)
34. [吉岡 秀和](#), 八重樫 優太: 内水面水産資源の堅牢な管理指針を見出すための微分ゲーム理論, ELR2017 名古屋, 名古屋大学, 2017 年 9 月 22-25 日. 要旨集 p.22.

35. 吉岡 秀和, 八重樫 優太: 河床付着藻類の繁茂抑制に関する変分不等式の具体的な厳密解と漸近解, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学, 2017 年 9 月 6-8 日. 要旨集 pp. 175-176. (日本応用数理学会 2017 年度若手優秀講演賞 受賞)
36. 吉岡 秀和, 八重樫 優太: 最適停止問題に基づく魚類回遊タイミングのモデリング, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学, 2017 年 9 月 6-8 日. ポスター発表.
37. 八重樫 優太, 吉岡 秀和, 宇波 耕一, 藤原 正幸: 有害生物個体群の駆除戦略を導く特異確率制御モデルの数値近似, 第 22 回計算工学講演会, 埼玉県ソニックシティ, 2017 年 5 月 31 日-6 月 2 日, 計算工学講演会論文集第 22 巻, Paper No. D-05-7, 6pp
38. Yoshioka H., Tagami D., and Shirai, T.: Finite difference approximation of a variational inequality for fish migration (邦題: 魚群回遊を記述するある変分不等式に対する有限差分近似), 第 22 回計算工学講演会, 埼玉県ソニックシティ, 2017 年 5 月 31 日-6 月 2 日, 計算工学講演会論文集第 22 巻, Paper No. D-05-6, 6pp.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

一般市民向けの成果発表を, 以下に記す.

1. 吉岡 秀和: 島根大学サイエンスカフェ「生物資源の管理や環境問題の解決に数理科学がどう役立つか」講師, 2019 年 6 月 18 日. (予定)
2. 吉岡 秀和, 辻村 元男, 八重樫 優太, 吉岡 有美: 斐伊川のアユ成長や水温の解析, 瀬音 (斐伊川漁業協同組合広報誌) 第 12 号, 2pp, 2019 年 7 月 1 日発行. (予定)
3. 吉岡 秀和: 松江東高校との高大連携事業 (2019/3/14 は松江東高校にて本研究の成果を紹介)
4. 吉岡 秀和: 出雲高等学校 SSH 事業「課題研究指導員」(数理情報ゼミにて, 本研究の成果を紹介)
5. 吉岡 秀和, 八重樫 優太, 吉岡 有美, 次橋 健太郎: 数理科学で斐伊川の現状を解明する試み, 瀬音 (斐伊川漁業協同組合広報誌) 第 11 号, pp. 6-7, 2018 年 7 月 1 日発行.
6. 吉岡 秀和, 八重樫 優太, 次橋 健太郎, 渡部 建志, 吉岡 有美: 斐伊川におけるアユの成長と尾原ダム下流の河川環境, 斐伊川漁業協同組合 総代会での講演発表, 2018 年 3 月 18 日, 下熊谷地域福祉サブセンター, 島根県雲南市. (依頼講演)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号 (8 桁):

(2) 研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。