

ISSN 1348-4656

金沢大学環日本海域環境研究センター

# 臨海実験施設

## 研究概要・年次報告 第20号

### 2021.4 ~ 2022.3



学生実習や海洋調査に 42 年間にもわたって活躍し、  
令和 4 年度末に現役を退く実習船あおさぎ

Annual Report of Noto Marine Laboratory  
Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

## 活 動 報 告

* 研究概要-----	2
* 研究業績-----	4
* 研究発表及び研究活動-----	7
* 研究交流-----	9
* 研究費-----	13
* 利用状況-----	15

## 【研究概要】

### 1. 魚類の自然免疫系に関する研究（木谷助教）

魚類の免疫系は哺乳類と比較して原始的であることから、標的特異的な獲得免疫系ではなく幅広い病原性微生物に対して非特異的に作用する自然免疫系が重要である。木谷助教は、魚類の体表粘液や血液中に存在する抗微生物因子についての研究を行っている。研究の過程で L-アミノ酸オキシダーゼ (LAO) を魚類の体表や血液に含まれる抗菌物質として同定した。これは魚類における未知の生体防御システムを解明する糸口となりつつある。

令和3年度においては最近の研究で存在が明らかとなったキジハタ *Epinephelus akaara* の LAO を対象として、その産生組織を明らかとした。前年度に抗キジハタ LAO ウサギ抗血清を作製し、これを用いた免疫化学的手法による標的タンパク質の検出を行いキジハタ LAO はキジハタの皮膚、鰓、血清に多くみられたほか、心臓、前腎および後腎に存在することを明らかとした。キジハタ LAO 遺伝子の分布を組織別に検討したところ、皮膚、鰓、肝臓における発現量が高かった。これらの組織におけるキジハタ LAO 遺伝子の局在を調べるためにキジハタ LAO 遺伝子特異的プローブを作製し mRNA *in situ* ハイブリダイゼーションを行った。その結果、鰓では二次鰓弁上皮と鰓弁基部の粘液細胞にキジハタ LAO 発現細胞が分布していた。肝臓では類洞周囲の細胞にキジハタ LAO 発現細胞が見られた。これらの結果はキジハタにおいて LAO は必要な場所で局所的に産生されているということを示唆した。この成果は令和4年度日本水産学会春季大会（3月、オンライン開催）において「キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ：組織間および組織内分布について」山本葉月・木谷洋一郎（金大臨海）として公表した。

また血液中のキジハタ LAO が通常不活性状態で存在し、海水との混合で活性化することを見出した。この成果は「キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ：活性制御機構について」木谷洋一郎（金大臨海）・石崎松一郎（海洋大）および Kitani Y, Osaka Y, Ishizaki S (2022) Seawater activates L-amino acid oxidase from the serum of the red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Fish Shellfish Immunol* として公表した。

### 2. 海産無脊椎動物における環境汚染物質応答機構（関口准教授）

関口准教授を中心とするグループは、海洋汚染物質、特に多環芳香族炭化水素 (PAH) 類の海産無脊椎動物への影響を研究している。PAH 類は、化石燃料や木材の不完全燃焼により生じ大気中に放出される環境汚染物質である。また PAH 類は重油に含まれており、重油流出事故などによる海洋汚染の際に、海産動物にも影響を及ぼす。PAH 類は、脊椎動物に対し発癌性物質、変異原性物質、内分泌かく乱物質として作用することが知られている。一方、海産無脊椎動物に対しては、様々な影響が指摘されているものの、PAH 受容体は不明であり、その作用機序は解明されていない。そこで、海産無脊椎動物のモデルとして、カタユウレイボヤ (*Ciona intestinalis* type A) を用い、PAH 受容体の探索を目的とした研究を行なっている。本年度は、ホヤの芳香族炭化水素受容体 (AhR) の細胞内局在を解析した。mCherry 融合ホヤ AhR を発現させるプラスミドを哺乳類細胞に導入した。そしてリガンドの有無における細胞内局在の変動を蛍光顕微鏡で解析した。哺乳類 AhR は、これまで知られているように、リガンドの無い状態で細胞質に局在し、3-メチルコントラレンなどのリガンドを添加すると核に移行した。一方、ホヤ AhR は、リガンド投与の有無に関係なく核に局在していることを明らかにした。本研究は、坂井孝嘉氏の卒業研究課題として実施された。

### 3. 無脊椎動物及び脊椎動物の比較生理・内分泌学的研究（関口准教授）

関口准教授を中心とするグループは、脊椎動物に近縁な無脊椎動物や原始的な脊椎動物の神経系や内分泌系の働きに着目し、脊椎動物で発達した恒常性維持機構の起源や進化を研究している。現在、軟骨魚類の血中カルシウム濃度の恒常性維持機構の解明を目指して、アカエイ (*Hemitrygon akajei*) を用いたカルシトニンの機能解析を行っている。カルシトニンは、哺乳類や硬骨魚類では、血中カルシウム濃度低下ホルモンとして作用するが、軟骨魚類における機能は不明である。本年度は、カルシトニン mRNA の全長配列を明らかにした。鰓後腺の Total RNA を用いて RNA-seq 解析し、blast 解析によりカルシトニン mRNA を同定した。推定前駆体配列は、32 アミノ酸の成熟ペプチドを含んでいた。同時に鰓後腺カルシトニン遺伝子関連ペプチド (CGRP) mRNA も同定された。この CGRP mRNA には CT mRNA と同一塩基配列がなく、オルタナティブスプライシングにより CT と CGRP を生じる CGRP- $\alpha$  ではなく CGRP のみがコードされている CGRP- $\beta$  タイプであることが分かった。現在、ゲノム情報から CGRP- $\alpha$  遺伝子を探索している。

### 4. 海洋汚染に関する研究（鈴木教授）

今年度は、住友財団の助成を受けて、マイクロプラスチックから溶出され、実際に海域にも検出されているスチレンオリゴマーの内分泌かく乱作用を調べた。国連環境計画の報告書（2018年）によると、プラスチック製品は世界全体で約90億トンが生産され、そのうち9%しかリサイクルされず、それ以外は地中に埋められるか、捨てられ、海洋ゴミとなっている。特に海洋ゴミなどの大きなプラスチック材料が紫外線や波などにより機械的に壊れて細かい断片になる結果、環境中に形成されてマイクロプラスチックとなっている。マイクロプラスチックは難分解性であり、海洋という低温の環境下では分解しないと信じられてきた。しかし実際に海洋中にはスチレンオリゴマー（特に、スチレントリマー）が存在している。そこでスチレントリマーを海産魚のメジナに投与して、血液中のミネラル濃度に対する影響を評価した。その結果、血漿中の Mg 及び Pi 濃度が上昇するという結果が得られた (Kawago et al., Int. J. Zool. Inv., 2021)。さらにスチレントリマー分解能を持つ海洋細菌を単離・同定することができ、特許を出願した（特願 2022-16907, 出願日：2022年2月10日）。これらの研究は、河合海氏の修士論文研究の一環として実施して、令和3年度日本動物学会中部支部大会で最優秀賞を受賞した。環日本海域環境研究センターの国際シンポジウムでも発表して Best Poster Awards を受賞した。

### 5. 魚類に対する海洋深層水の影響評価（鈴木教授）

海洋深層水とは、水深 200 m 以深に存在する深海の海水のことを示し、低温状態で、豊富なミネラルや無機栄養分を含み、細菌数が少ないという特徴を持つ。また海洋深層水は、水産増養殖分野において、海産動物の生育を改善する飼育水等に利用されているが、その根拠は明らかになっていない。鈴木教授を中心としたグループは、海洋深層水の魚類生理に及ぼす影響について生理学的な側面から研究を行い、海洋深層水にメジナ及びヒラメのストレス低減作用を見出した。その結果を基にして特許を申請した（能登海洋深層水のストレス低減作用, 特願 2018-022738, 特開 2019-137640, 審査請求中）。本年度、この特許を基にして大口水産（株）と共に申請した科学技術振興機構の A-STEP が採択（タイトル：コロナ渦での産地直送の活イカを実現させるための技術開発）された。さらに今年度、赤穂化成工業（株）及び（株）土と野菜との共同研究も開始した。海洋深層水を魚類、イカ、エビなどの養殖事業に生かすことを計画中である。



## 【研究業績】

### 1) 学術論文

- (1) Hatano, K., Kawamura, R., Watabe, Y., Ogiso, S., Nagami, A., Matsubara, H., Urata, M., Matsumoto, K., Yachiguchi, K., Shimizu, N., Hirayama, J., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2022, Analysis of the thermal responses in Japanese pearl oysters, *Pinctada fucata martensii*. *International Journal of Zoological Investigation*, **8**, 371-378.
- (2) Kitani, Y., Osaka, Y. and Ishizakik, S., 2022, Seawater activates L-amino acid oxidase from the serum of the red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Fish Shellfish Immunol*, **120**, 222–232.
- (3) Kobayashi, A., Hamada, M., Yoshida, M.A., Kobayashi, Y., Tsutsui, N., Sekiguchi, T., Matsukawa, Y., Maejima, S., Gingell, J.J., Sekiguchi, S., Hamamoto, A., Hay, D.L., Morris, J.F., Sakamoto, T. and Sakamoto, H., 2022, Vasopressin-oxytocin-type signaling is ancient and has a conserved water homeostasis role in euryhaline marine planarians. *Science Advances*, **8**, eabk0331.
- (4) Suzuki, N., Honda, M., Sato, M., Yoshitake, S., Kawabe, K., Tabuchi, Y., Omote, T., Sekiguchi, T., Furusawa, Y., Toriba, A., Tang, N., Shimasaki, Y., Nagato, E.G., Zhang, L., Srivastav, A.K., Amornsakun, T., Kitani, Y., Matsubara, H., Yazawa, T., Hirayama, J., Hattori, A., Oshima, Y. and Hayakawa, K., 2022, Hydroxylated benzo[*c*]phenanthrene metabolites cause osteoblast apoptosis and skeletal abnormalities in fish. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **234**, 113401.
- (5) Yamamoto, T., Ikegame, M., Furusawa, Y., Tabuchi, Y., Hatano, K., Watanabe, K., Kawago, U., Hirayama, J., Yano, S., Sekiguchi, T., Kitamura, K., Endo, M., Nagami, A., Matsubara, H., Maruyama, Y., Hattori, A. and Suzuki, N. Osteoclastic and osteoblastic responses to hypergravity and microgravity: Analysis using goldfish scales as a bone model. *Zoological Science*, in press
- (6) Igarashi-Migitaka, J., Maruyama, Y., Seki, A., Hirayama, J., Kamijo-Ikemori, A., Hirata, K., Kawamura, R., Matsubara, H., Srivastav, A.K., Tabuchi, Y., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2021, Oral administration of melatonin increases plasma calcium and magnesium and improves bone metabolism in aged male mice. *Melatonin Research*, **4**, 586-596.
- (7) Islam, M.S., Uwada, J., Hayashi, J., Kikuya, K., Muranishi, A., Watanabe, H., Yaegashi, K., Hasegawa, K., Ida, T., Sato, T., Imamichi, Y., Kitano, T., Miyashita, Y., Khan, I.R., Takahashi, S., Umezawa, A., Suzuki, N., Sekiguchi, T. and Yazawa, T., 2021, Analyses of molecular characteristics and enzymatic activities of ovine HSD17B3. *Animals*, **11**, 2876.
- (8) Kawago, U., Hatano, K., Ikeuchi, T., Honda, M., Watabe, Y., Ogiso, S., Nagami, A., Matsubara, H., Urata, M., Matsumoto, K., Srivastav, A.K., Saido, K. and Suzuki, N., 2021, Effects of a styrene trimer (2,4,6-triphenyl-1-hexene) on plasma mineral concentrations of nibbler fish, *Girella punctata*. *International Journal of Zoological Investigation*, **7**, 785-791.
- (9) Kitahashi, T., Kurokawa, D., Ogiso, S., Suzuki, N. and Ando, H., 2021, Light-induced and circadian expressions of melanopsin genes *opn4xa* and *opn4xb* in the eyes of juvenile grass puffer *Takifugu alboplumbeus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, **47**, 191-202.
- (10) Kitamura, K., Hirayama, J., Tabuchi, Y., Minami, T., Matsubara, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2021, Glyoxal-induced formation of advanced glycation end products in type 1 collagen decreases both its strength and flexibility *in vitro*. *Journal of Diabetes and Investigation*, **12**, 1555-1559.

- (11) Sekiguchi, T., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2021, Influence of estrogen and the endocrine disruptor on the calcitonin functions in teleosts. *International Journal of Biological and Environmental Investigations*, **1**, 134-140.
- (12) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, Ameliorative effects of jamun seed and orange peel extracts on microcystin LR induced alterations in calcitonin cells and parathyroid gland of rats. *Microscopy Research and Technique*, **84**, 571-578.
- (13) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, Cypermethrin-induced alterations in serum calcium and phosphate of rats: Protective role of jamun seed and orange peel extracts. *Jordan Journal of Biological Sciences*, **14**, 417-422.
- (14) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, The protective effects of jamun seeds and orange peels extracts on calcitonin cells and parathyroid glands against cypermethrin toxicity. *Iranian Journal of Toxicology*, **15**, 9-18.
- (15) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, Protective effects of jamun (*Syzygium cumini*) seed and orange (*Citrus sinensis*) peel extracts against cypermethrin induced nephrotoxicity in rats. *Egyptian Journal of Basic and Clinical Pharmacology*, **11**, 101492.
- (16) Srivastav, A.K., Agarwal, K., Kumar, A., Prasad, M.R., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2021, Effect of chromium chloride on serum calcium and phosphate levels of stinging catfish *Heteropneustes fossilis*. *International Aquatic Research*, **13**, 81-87.
- (17) Srivastav, S., Mishra, D., Kumar, A., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, Prolactin induced cyto-architectural changes in the corpuscles of Stannius of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* acclimated to different calcium media. *International Journal of Biological and Environmental Investigations*, **1**, 1-9.
- (18) Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021, Alterations in the prolactin cells of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* administered with prolactin and maintained in artificial freshwater or calcium-deficient freshwater. *International Journal of Zoological Investigation*, **7**, 615-620.
- (19) Suzuki, N., Kawago, U., Honda, M., Srivastav, A.K., Amornsakun, T., Matsumoto, K., Hirayama, J., Matsubara, H., Shimizu, N., Sekiguchi, T., Sasayama, Y., Tabuchi, Y., Hattori, A., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2021, *In vivo* suppression of osteoclastic and osteoblastic activities of goldfish scales in water containing cadmium. *Journal of The Faculty of Agriculture Kyushu University*, **66**, 199-203.
- (20) Tabuchi, Y., Hasegawa, H., Suzuki, N., Furusawa, Y., Hirano, T., Nagaoka, R., Hirayama, J., Hoshi, N. and Mochizuki, T., 2021, Identification of early response genes to low-intensity pulsed ultrasound in mouse ST2 bone marrow stromal cells. *Molecular Medicine Reports*, **23**, 173.
- (21) Takahashi, Y., Kawago, U., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., 2021, Simple analysis method of hexavalent chromium in soil using a portable device. *Journal of The Faculty of Agriculture Kyushu University*, **66**, 53-56.
- (22) Takauchi, S., Miyake, H., Hirata, N., Nagai, M., Suzuki, N., Ogiso, S. and Ikeguchi, S., 2021, Morphological characteristics of direct-development ephyra of *Aurelia coerulea*. *Fisheries Sciences*, **87**, 671-679.

- (23) Yazawa, T., Inaba, H., Imamichi, Y., Sekiguchi, T., Uwada, J., Islam, M.S., Orisaka, M., Mikami, D., Ida, T., Sato, T., Miyashiro, Y., Takahashi, S., Khan, R.I., Suzuki, N., Umezawa, A. and Kitano, T., 2021, Profiles of 5-reduced androgens in human and eel: 5-dihydrotestosterone 1 and 11-ketodihydrotestosterone are active androgens produced in eel gonads. *Frontiers in Endocrinology*, **12**, 657360.
- (24) Yazawa, T., Sato, T., Nemoto, T., Nagata, S., Imamichi, Y., Kitano, T., Sekiguchi, T., Uwada, J., Islam, M.S., Mikami, D., Nakajima, I., Takahashi, S., Khan, R.I., Suzuki, N., Umezawa, A. and Ida, T., 2021, 11-ketotestosterone is a major androgen produced in porcine 1 adrenal and testis. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **210**, 105847.
- (25) Zahangir, Md.M., Matsubara, H., Ogiso, S., Suzuki, N., Ueda, H. and Ando, H., 2021, Expression dynamics of the genes for the hypothalamo-pituitary-gonadal axis in tiger puffer (*Takifugu rubripes*) at different reproductive stages. *General and Comparative Endocrinology*, **301**, 113660.
- (26) Zanaty, M.I., Abdel-Moneim, A., Kitani, Y., Sekiguchi, T. and Suzuki, N., 2021, Assessment the effect of omeprazole on osteoblasts and osteoclasts using fish scales: *In vivo* and *in vitro* studies. *Biochemistry (Moscow)*, **86**, 1192-1200.
- (27) 渡部雪菜・伊勢優史・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・坂井恵一・端野開都・鈴木信雄, 2021, 能登半島九十九湾で採集した海綿動物を用いた教材開発, のと海洋ふれあいセンター研究報告, **27**, 1-8.

## 2) 総説・解説・著書

- (1) Sekiguchi, T., 2021, Amphioxus calcitonin family peptide. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 711-712.
- (2) Sekiguchi, T., 2021, Echinoderm calcitonin-type peptide. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 713-714.
- (3) Sekiguchi, T., 2021, Gastrin family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 301-303.
- (4) Sekiguchi, T., 2021, Gastrin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 305-307.
- (5) Sekiguchi, T., 2021, Cholecystokinin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 309-311.
- (6) Sekiguchi, T., 2021, Caerulein. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 313-315.
- (7) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 385-388.

- (8) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 389-392.
- (9) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone-related protein. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 393-396.
- (10) Suzuki, N., 2021, Tuberoinfundibular peptide of 39 amino acids. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 397-399.
- (11) Suzuki, N., 2021, Calcitonin/Calcitonin Gene-Related Peptide Family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 401-403
- (12) Suzuki, N., 2021, Calcitonin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 405-408.
- (13) Suzuki, N., 2021, Staniocalcin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 429-432.

## 【研究発表及び研究活動】

### 1) 研究発表及び講演会

- (1) Hatano, K., Sakatoku, A., Tanaka, S., Isshiki, T. and Suzuki, N., Isolation, characterization, and detection of a *Vibrio* sp. strain associated with mass mortalities of the pearl oyster *Pinctada fucata*. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021.11.30-12.3)
- (2) Kawago, U., Honda, M., Ikeuchi, T., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Saido, K., Kusui, T., Furusawa, Y., Takahashi, Y., Endo, M., Tabuchi, Y. and Suzuki, N., Effects of plastic-derived chemicals (styrene oligomers) on fish bone metabolism. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021.11.30-12.3)
- (3) Kawamura, R., Mekuchi, M., Toyota, K., Ogiso, S., Watabe, Y., Nagami, A., Maruyama, Y., Hattori, A., Yanai, S., Matsubara, H. and Suzuki, N., Physiological and ecological research of *Chiromantes haematocheir*. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021.11.30-12.3)
- (4) Suzuki, N., Toxic effect of the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in aquatic animals with special references to calcium metabolism. “Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021.11.30-12.3)
- (5) Kimukai, H., Koizumi, K., Okabe, A., Kim, K.T., Royer, S.J., Suzuki, N., Kusui, T. and Saido, K., Chemical pollution and toxicity due to drifting plastic degradation. Pacifichem 2021: A Creative Vision for the Future, Hawaii, USA (2021.12.16-21)



- (6) 稲田圭佑・端野開都・中出雅大・小林 寛・小林昇市・坂井一博・重松惇志・永見 新・小木曾正造・鈴木信雄・松原 創, ヤマメの早期スマルト化誘導. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (7) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の有害化学物質(スチレン)の魚類に対する影響評価. 令和3年度第2回日本環境毒性学会研究発表会, 福岡, (2022.3.7)
- (8) 小林昇市・坂井一博・端野開都・中出雅大・稲田圭佑・重松惇志・小林 寛・永見 新・鈴木信雄・松原 創, アカムツ受精卵の初期卵発生に伴う比重変化. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (9) 小林 寛・中出雅大・端野開都・小林昇市・坂井一博・稲田圭佑・永見 新・鈴木信雄・松原 創, コマイの初期発生を制御する環境要因. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (10) 坂井一博・端野開都・重松惇志・小林昇市・中出雅大・稲田圭佑・小林 寛・永見 新・小木曾正造・鈴木信雄・松原 創, イカの麻酔作用について. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (11) 鶴田暁子・ジェンキンズロバート・小木曾正造・鈴木信雄, 鯨骨群集成立期における水/骨境界の酸素濃度分布とその変動. 2022年第171回例会, 愛知, (2022.2.4-6)
- (12) 中出雅大・小林 寛・端野開都・坂井一博・稲田圭佑・小林昇市・永見 新・鈴木信雄・松原 創, キュウリウオ科魚類の交雑. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (13) 端野開都・一色 正・田中翔稀・酒徳昭宏・鈴木信雄, アコヤガイの大量斃死に関連する *Vibrio* 属細菌の解析. 令和4年度日本水産学会春季大会, 神奈川, (2022.3.26-30)
- (14) 端野開都・川村龍矢・渡部雪菜・小木曾正造・永見 新・松原 創・鈴木信雄, 能登半島に生息するアコヤガイの熱耐性機構の解析. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (15) 安川詩乃・伊藤正晟・尾山 輝・藤田雪乃・岡部泰基・小木曾正造・渡部雪菜・松原 創・鈴木信雄・平山 真・高谷智裕・荒川 修・杉田治男・周防 玲・糸井史朗, 日本近海域に生息する二枚貝類のフグ毒保有状況. 令和4年度日本水産学会春季大会, 神奈川, (2022.3.26-30)
- (16) 渡部雪菜・伊勢優史・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・坂井恵一・端野開都・鈴木信雄, 能登半島九十九湾で採集した海綿動物を用いた教材開発. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山, (2022.3.7-8)
- (17) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の有害化学物質(スチレンオリゴマー)の魚類の骨代謝に対する影響評価とスチレンオリゴマーの海洋細菌による分解. 令和3年度日本環境毒性学会オンライン研究発表会, 福岡, (2021.8.26-27)
- (18) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の化学物質(スチレンオリゴマー)の魚類の骨代謝に対する影響評価. 第45回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム, 石川 (2021.11.12-14)

- (19) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, 漂流・漂着ポリスチレン由来のスチレンオリゴマーは魚類の骨代謝を攪乱する. 令和3年度日本動物学会中部支部大会, 富山, (2021.12.4-5)
- (20) 川村龍矢・馬久地みゆき・豊田賢治・小木曾正造・渡部雪菜・永見 新・丸山雄介・服部淳彦・柳井清治・松原 創・鈴木信雄, アカテガニ (*Chiromantes haematocheir*) の幼生の生理・生態学的研究. 令和3年度日本動物学会中部支部大会, 富山, (2021.12.4-5)
- (21) 佐藤 渚・関 友信・松田 乾・三島弘幸・鈴木信雄・豊田賢治・大平 剛, ナンキョクオキアミのクチクラタンパク質 25 (EusCP25) の機能解析. 第59回日本甲殻類学会オンライン大会, 宮城, (2021.10.23-24)
- (22) 清水啓介・根岸瑠美・鈴木信雄・遠藤一佳・鈴木道生, 軟体動物腹足類における幼殻基質タンパク質の進化. 第16回バイオミネラルリゼーションワークショップ, 東京, (2021.11.10)
- (23) 関あずさ・山本 樹・田渕圭章・古澤之裕・関口俊男・矢野幸子・北村敬一郎・高垣裕子・池亀美華・染井正徳・松原 創・平山 順・服部淳彦・鈴木信雄, 宇宙空間で引き起こされる骨吸収を抑制する新規治療薬の作用. 日本宇宙生物科学会第35回大会, 石川, (2021.9.24-26)
- (24) 関口俊男, 生物への影響評価. 日本海3大学部局間連携協定キックオフシンポジウム, オンライン, (2022.3.25)
- (25) 豊田賢治・近藤裕介・鈴木信雄・大平 剛・安東宏徳, アカテガニの半月周性繁殖リズムの生理機構の理解に向けて. 第59回日本甲殻類学会オンライン大会, 宮城 (2021.10.23)
- (26) 東野将也・鈴木信雄・関口俊男, アカエイにおける血中カルシウム濃度調節機構に関する研究. 第45回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム, 石川, (2021.11.12-14)
- (27) 東野将也・鈴木信雄・関口俊男, アカエイにおける血中カルシウム濃度調節機構についての研究. 板鰓類シンポジウム 2021, オンライン, (2021.12.17)
- (28) 平山 順・鈴木信雄・柴田真寛・服部淳彦, メラトニンとその合成分子の発現へ重力変化の影響. 日本宇宙生物科学会第35回大会, 石川, (2021.9.24-26)
- (29) 松本京子・浦田 慎・能丸恵理子・木下靖子・谷内口孝治・鈴木信雄, 地域資源を活用した教育活動におけるコーディネーターの役割. 能登の里山里海学会 2021, 金沢大学能登学舎, 石川, (2021.12.4)
- (30) 渡部雪菜・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・鈴木信雄, 海綿動物の再凝集について. 第45回日本比較内分泌学会大会記念公開フォーラム, 石川, (2021.11.14)
- (31) 渡部雪菜・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・鈴木信雄, 海綿動物の再凝集について. 能登の里山里海学会 2021, 金沢大学能登学舎, 石川, (2021.12.4)
- (32) 和田修一・馬渕友莉奈・浅野正樹・関口俊男・鈴木信雄, Regulation of cytochrome P450 gene expression by the nuclear receptor PXR in the ascidian *Ciona intestinalis* type A. 第45回日本分子生物学会年会, 千葉, (2021.11.30-12.2)

## 【研究交流】

### 1) 共同研究

- (1) 木谷洋一郎：カニ体液中の貝毒解毒機構について, 新潟食糧農業大学 (教授 長島裕二)

- (2) 木谷洋一郎：フグ毒結合タンパク質のリコンビナント体作製，新潟食糧農業大学（教授 長島裕二）
- (3) 木谷洋一郎：サケ科魚類体表における抗微生物ペプチドの役割，NORD University（ノルウェー王国）（Prof. Kiron Viswanath）
- (4) 木谷洋一郎：特徴的な微細構造による生物付着抑制技術について，NECTEC-TMEC（タイ王国）（Dr. Nithi Atthi）
- (5) 木谷洋一郎：L-アミノ酸オキシダーゼの構造，東京海洋大学（教授 石崎松一郎）
- (6) 関口俊男：原索動物カルシトニン機能の研究，基礎生物学研究所（助教 高橋弘樹）
- (7) 関口俊男：原索動物神経ペプチドの研究，千葉大学（准教授 小笠原道生）
- (8) 関口俊男：ヌタウナギカルシトニンの機能解析研究，国立遺伝学研究所（教授 工樂樹洋）
- (9) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明，福井県立大学（教授 水谷哲也）
- (10) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明，富山大学（助教 趙 慶利）
- (11) 関口俊男：ペプチドの薬理学的研究，オタゴ大学（ニュージーランド）（Prof. Debbie L. Hay）
- (12) 関口俊男：イカの腸内細菌についての研究，イェール NUS カレッジ（シンガポール）（Prof. Steve B. Pointing）
- (13) 関口俊男：アカエイカルシトニンの生理作用についての研究，岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所（教授 坂本竜哉）
- (14) 関口俊男：ヒラムシ GPCR の認識機構に関する研究，岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所（准教授 坂本浩隆）
- (15) 関口俊男：ムチョウウズムシのペプチド機能についての研究，岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所（准教授 濱田麻友子）
- (16) 関口俊男：軟骨魚類における血中カルシウム濃度調節機構の研究，東京大学大気海洋研究所（教授 兵藤 晋，助教 高木 互）
- (17) 関口俊男：芳香族炭化水素受容体の分子機能についての研究，埼玉県立がんセンター臨床腫瘍研究所（研究員 生田統悟）
- (18) 関口俊男：ヌタウナギカルシトニン受容体活性についての研究，サントリー生命科学財団（研究員 松原 伸）
- (19) 鈴木信雄：魚類の副甲状腺ホルモンに関する研究，メルボルン大学（オーストラリア）（Prof. T. John Martin）, RMIT 大学（オーストラリア）（Prof. Janine A. Danks）
- (20) 鈴木信雄：魚類のカルセミックホルモン（カルシトニン，ビタミン D，スタニオカルシン）に関する研究，ゴラクプール大学（インド）（Prof. Ajai K. Srivastav）
- (21) 鈴木信雄：メラトニンの骨代謝に関する研究，東京医科歯科大学（教授 服部淳彦），新潟大学理学部附属臨海実験所（教授 安東宏徳）
- (22) 鈴木信雄：重金属の骨芽・破骨細胞に及ぼす影響：ウロコのアッセイ系による解析，国立水俣病研究センター生理影響研究室（室長 山元 恵），東京慈恵会医科大学（教授 高田耕司）
- (23) 鈴木信雄：ニワトリのカルシトニンレセプターのクローニングとその発現に関する研究，新潟大学農学部（教授 杉山稔恵）

- (24) 鈴木信雄：ウロコの破骨細胞に関する研究，岡山大学大学院医歯薬学総合研究科（准教授 池亀美華）
- (25) 鈴木信雄：交流磁場の骨代謝に及ぼす影響，九州大学大学院工学研究院（特任教授 上野照剛），広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所（教授 岩坂正和）
- (26) 鈴木信雄：超音波の骨代謝に及ぼす影響，富山大学大学院医学薬学研究部（特任教授 近藤 隆），富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田淵圭章），昭和大学（准教授 舟橋久幸），JAXA（主任研究員 矢野幸子）
- (27) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，鶴見歯科大学（講師 三島弘幸）
- (28) 鈴木信雄：静磁場の骨代謝に及ぼす影響，独立行政法人 物質・材料研究機構 強磁場研究センター（主任研究員 廣田憲之，特別研究員 木村史子）
- (29) 鈴木信雄：魚のウロコを用いた宇宙生物学的研究，亜細亜大学経済学部（教授 大森克徳），JAXA（主任研究員 矢野幸子），富山大学大学院理工学研究部（教授 松田恒平），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順）
- (30) 鈴木信雄：トリブチルスズの海域汚染に関する研究，九州大学大学院農学研究院（教授 大嶋雄治，准教授 島崎洋平）
- (31) 鈴木信雄：インドール化合物のラットの骨代謝に及ぼす影響，ハムリー（株）国際事業部（部長 関あずさ），神奈川歯科大学（特任教授 高垣裕子），朝日大学歯学部（教授 江尻貞一）
- (32) 鈴木信雄：魚類の骨代謝におけるビタミンKの作用，神戸学院大学（教授 中川公恵）
- (33) 鈴木信雄：魚のウロコで発現している遺伝子のメカニカルストレスに対する応答，富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田淵圭章）
- (34) 鈴木信雄：耳石の石灰化に対するメラトニンの作用，茨城県立医療大学（教授 大西 健）
- (35) 鈴木信雄：カルシトニンの構造進化及び作用進化に関する研究，公益財団法人サントリー生命科学財団・生物有機科学研究所・統合生体分子機能研究部（主幹研究員 佐竹 炎，主席研究員 川田剛士）
- (36) 鈴木信雄：海洋細菌に関する研究，富山大学生物圏地球科学科（教授 田中大祐，講師 酒徳昭宏）
- (37) 鈴木信雄：放射線の骨に対する影響評価，放射線医学総合研究所（主任研究員 松本謙一郎），富山大学大学院医学薬学研究部（特任教授 近藤 隆，教授 田淵圭章）
- (38) 鈴木信雄：脊椎動物の破骨細胞に対するカルシトニンの作用に関する研究，松本歯科大学大学院歯学独立研究科（教授 高橋直之，准教授 山下照仁）
- (39) 鈴木信雄：黒色素胞刺激ホルモンの魚類の骨代謝に対する作用に関する研究，北里大学海洋生命科学部（教授 高橋明義），京都大学フィールド科学教育研究センター里域生態系部門（准教授 田川正朋），東北大学農学研究科（教授 鈴木 徹）
- (40) 鈴木信雄：メラトニンの骨代謝に対する作用に関する研究，東京医科歯科大学教養部（教授 服部淳彦），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順），金沢大学生命理工学類（准教授 小林 功）



## 2) 共同利用・共同研究（文科省）

- (1) 木谷陽一郎：水酸化多環芳香族炭化水素類の毒性機構の解明：特に骨代謝に及ぼす影響評価（一般研究），富山大学 研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田淵圭章）
- (2) 関口俊男：「波の花」に含まれる界面活性物質の化学的性質と起源に関する研究（一般研究），広島大学 大学院統合生命科学研究科（准教授 岩本洋子）
- (3) 関口俊男：PAHs が生殖腺機能に及ぼす影響の包括的な解析（重点研究），旭川医科大学学生化学講座（講師 矢澤隆志）
- (4) 関口俊男：海産無脊椎動物の PAH 応答における核内受容体 PXR の役割の解明（一般研究），長浜バイオ大学バイオサイエンス学部（准教授 和田修一）
- (5) 関口俊男：環境 DNA による日本海で変動する無脊椎生物相モニタリングと環境汚染物質との関連性（一般研究），島根大学生物資源学部（准教授 吉田真明）
- (6) 鈴木信雄：大気汚染物質，多環芳香族炭化水素類が 体内時計に与える影響の解明（一般研究），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順）
- (7) 鈴木信雄：マイクロプラスチックの魚類生理に対する作用：腸内細菌によるプラスチックの分解（一般研究），富山県立大学（准教授 古澤之裕）
- (8) 鈴木信雄：沿岸性甲殻類の幼生変態における昆虫成長制御剤の毒性影響評価（一般研究），新潟大学（特任助教 豊田賢治）
- (9) 鈴木信雄：多環芳香族炭化水素類の肝臓に対する毒性機構の解明（一般研究），東京医科歯科大学（教授 服部淳彦）
- (10) 鈴木信雄：七尾湾に特異的な底質環境の解析：海底堆積物中の溶存遊離アミノ酸の変動と微生物群集との関係（一般研究），富山大学（講師 酒徳昭宏）
- (11) 鈴木信雄：日本海産魚類の受精におよぼす多環芳香族炭化水素類の影響（一般研究），旭川医科大学（助教 春見達郎）
- (12) 鈴木信雄：富山湾深層水中の生物源粒子の時系列変動（一般研究），長崎大学（特任研究員 筒井英人）
- (13) 鈴木信雄：多環芳香族炭化水素類の免疫系に対する作用（一般研究），石川県立大学（准教授 西本壮吾）
- (14) 鈴木信雄：海洋酸性化による巻貝幼生の貝殻形成への影響評価に関する研究（一般研究），東京大学大学院（特任研究員 清水啓介）
- (15) 鈴木信雄：魚類のミネラル代謝に及ぼす環境汚染物質の毒性影響（一般国際研究），ゴラクプール大学（インド）（Prof. Ajai K. Srivastav）

## 3) 非常勤講師

関口俊男：長浜バイオ大学バイオサイエンス学部非常勤講師，2015-現在

## 4) 各種活動

### 社会活動

- (1) 鈴木信雄：石川県環境影響評価委員会委員，2010-現在



- (2) 鈴木信雄：石川県温排水影響検討委員会，2014-現在
- (3) 鈴木信雄：日本海海洋調査技術連絡会，2014-現在
- (4) 鈴木信雄：石川県能登町小木港マリンタウン推進協議会，2010-現在

#### 学会活動

- (1) 関口俊男：ペプチド・ホルモン研究会 世話人，2014-現在
- (2) 関口俊男：日本動物学会男女共同参画委員，2017-現在
- (3) 関口俊男：日本動物学会 中部支部会 会計，2020-現在
- (4) 鈴木信雄：日本動物学会 中部支部長，2021-現在
- (5) 鈴木信雄：日本宇宙生物科学会 代議員，2012-現在
- (6) 鈴木信雄：Journal of Experimental Zoology part A (Editorial board), 2014-現在
- (7) 鈴木信雄：International Journal of Zoological Investigations (Editorial board), 2017-現在
- (8) 鈴木信雄：International Journal of Biological and Environmental Investigations (Editorial board), 2021-現在
- (9) 鈴木信雄：International Journal of Environmental Research and Public Health (Gest Editor), 2019-2020
- (10) 鈴木信雄：American Journal of Agricultural and Biological Sciences (Gest Editor), 2019-2020

### 【研究費】

#### 1) 科学研究費

- (1) 木谷洋一郎，基盤研究 (C)，フグ毒結合タンパク質の構造と機能に関する研究—フグ毒に対する生体防御機構— (代表：長島裕二，新潟食料農業大学)，分担者，令和3年度，150千円 (令和3年度の直接経費 total 1,100千円)。
- (2) 木谷洋一郎，基盤研究 (C)，魚類L-アミノ酸オキシダーゼの免疫調節機能：ROS シグナリング起点としての役割，代表者，令和3年度，780千円。
- (3) 関口俊男，基盤研究 (C)，骨芽細胞で作られるホルモンによる破骨細胞の調節機構：骨モデル (ウロコ) による解析 (代表：鈴木信雄，金沢大学)，分担者，令和3年度，100千円 (令和3年度の直接経費 total 1,560千円)。
- (4) 関口俊男，基盤研究 (B)，広塩性の扁形動物を原点に探る淡水進出における体液調節能獲得の動物界を跨ぐ新概念 (代表：坂本竜哉，岡山大学)，分担者，令和3年度，100千円 (令和3年度の直接経費 total 4,300千円)。
- (5) 鈴木信雄，基盤研究 (C)，骨芽細胞で作られるホルモンによる破骨細胞の調節機構：骨モデル (ウロコ) による解析，代表者，令和3年度，1,200千円。
- (6) 鈴木信雄，基盤研究 (C)，見える化した魚類の真のストレスを軽減させる炭酸麻酔の分子作用機序の解明 (代表：松原 創，金沢大学)，分担者，令和3-令和5年度，50千円 (令和3年度の直接経費 total 1,300千円)。

- (7) 鈴木信雄，基盤研究（C），科学実験・観察を活用した新たな海洋ゴミ教育プログラムの実践と検証（代表：浦田 慎，金沢大学），分担者，令和2-令和4年度，100千円（令和3年度の直接経費 total 650千円）。
- (8) 鈴木信雄，基盤研究（C），七尾湾におけるトラフグの嗅覚による産卵場の選択に関する研究（代表：上田 宏，金沢大学），分担者，令和2-令和4年度，20千円（令和3年度の直接経費 total 1,430千円）。

## 2) 研究助成金等

- (1) 鈴木信雄，公益財団法人 三島海雲記念財団，食品中に含まれる生理活性を持つインドール化合物の骨代謝に関する研究，代表者，1,000千円

## 3) 共同研究費

- (1) 鈴木信雄，海洋深層水に含まれる微量有機物質の利活用，赤穂化成工業（株）との共同研究，代表者，1,500千円
- (2) 鈴木信雄，海洋生物の標本教材の開発と利用，隠岐ユネスコ世界ジオパーク中核・拠点施設との共同研究，代表，140千円
- (3) 鈴木信雄，海洋動物のプラスチックネーション標本の技術開発と利用，歩健学研究所との共同研究，代表，79,200円

## 4) 受託研究費

- (1) 鈴木信雄，独立行政法人 科学技術振興機構 A-STEP 機能検証フェーズ，コロナ禍での産地直送の活イカを実現させるための技術開発，代表者，3,000千円
- (2) 鈴木信雄，独立行政法人 科学技術振興機構 A-STEP 機能検証フェーズ，能登里海資源の持続可能な利用をめざした共創的鮮魚流通技術開発，分担，（代表者：松原 創 金沢大学），2,990千円

## 【新聞発表等】

- (1) 関口俊男，令和4年3月5日（北國新聞）：ヒトのホルモン「祖先型」を発見 金大など研究グループ
- (2) 鈴木信雄，令和3年3月20日（北國新聞）：重油成分で魚の骨奇形
- (3) 鈴木信雄，令和3年5月29日（北國新聞）：スルメイカの解剖体験（対象：能登町立小木小学校5及び6年生）
- (4) 鈴木信雄，令和3年5月30日（北陸中日新聞）：スルメイカの解剖学習（対象：能登町立小木小学校5及び6年生）
- (5) 鈴木信雄，令和3年7月29日（北國新聞）：長野の高校生16人里海の生物に理解

## 【利用状況】

### 1) 利用者数

利用数 122回、利用者数 382人、延べ利用者数 6,047人、利用機関数 37機関 (24大学)

国立大学：金沢大学、琉球大学、富山大学、山梨大学、新潟大学、信州大学、東京大学、  
三重大学、島根大学、熊本大学、北海道大学（教員のみ）、静岡大学（教員のみ）、  
広島大学、旭川医科大学（教員のみ）、水産大学校（15校）

公立大学：大阪市立大学、名古屋市立大学、富山県立大学、公立小松大学（4校）

私立大学：北里大学、富山国際大学、岐阜聖徳学園大学、神奈川大学、慶応義塾大学（教員のみ）  
（5校）

外国大学：なし

大学共同利用機関法人：なし

高等専門学校：なし

高等学校：石川県立七尾高等学校、長野県松本県ヶ丘高等学校、石川県立二水高等学校、  
長野県松本工業高等学校（4校）

小中学校：小木小学校（1校）

その他の機関：能登里海教育研究所、のと海洋ふれあいセンター、石川自然史資料館、和平商店、  
能登町立小木公民館、株式会社建設技術研究所、株式会社花と野菜、  
三重県栽培漁業センター（8施設）

### 2) 船舶の使用状況

令和3年度臨海実験施設船舶使用回数及び人数（延べ回数 119回、人数 428人の内訳）

(月)	くろさぎ				あおさぎ			
	学内利用		学外利用		学内利用		学外利用	
	回数	人数	回数	人数	回数	人数	回数	人数
4	8	22	1	2	2	13	0	0
5	7	13	0	0	1	2	1	24
6	6	11	1	1	3	15	1	3
7	6	26	0	0	6	30	3	72
8	8	18	2	8	0	0	0	0
9	2	5	0	0	0	0	0	0
10	4	7	0	0	5	40	0	0
11	3	6	0	0	1	3	1	2
12	6	12	2	6	2	8	1	1
1	9	22	0	0	3	5	0	0
2	4	8	0	0	3	4	0	0
3	12	27	1	3	3	7	1	2
合計	75	177	7	20	29	127	8	104

## 研 究 報 告

**\* プラスチック由来の有害化学物質(スチレン)の魚類に対する影響評価**

河合 海, 鈴木信雄 (p17-18)

**\* 軟骨魚類におけるカルシトニンの生理作用に関する研究**

東野将也, 関口俊男 (p19-20)

**\* カタユウレイボヤにおける芳香族炭化水素受容体の分子機能解析**

坂井孝嘉, 関口俊男 (p21-22)

**\* 臨海実験施設周辺における海水温と塩分、気温と湿度 (2021 年度)**

小木曾正造, 渡部雪菜 (p23-24)

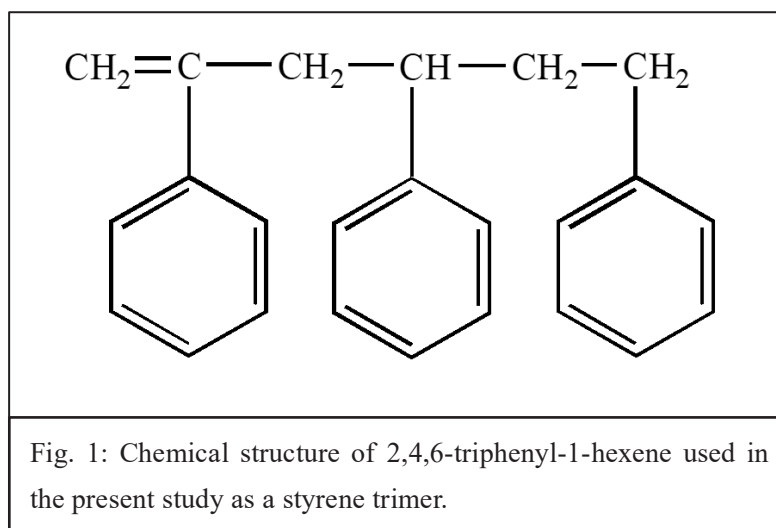
# プラスチック由来の有害化学物質(スチレン)の魚類に対する影響評価

河合 海, 鈴木信雄

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設  
Umi KAWAGO, Nobuo SUZUKI: Evaluation of the plastic-derived toxic chemicals (styrene) on fish

## BACKGROUNDS

About 9 billion tons of plastic products are produced worldwide. However, only 9% of plastic waste is recycled; the rest is thrown away and becomes marine waste. As a result of plastic being broken into small fragments by ultraviolet rays and waves, it becomes microplastic particles in the marine environment. It has been believed that microplastics cannot decompose in the low-temperature environment of the ocean. However, it has been



reported that microplastics can degrade at low temperatures and actually present in the ocean as styrene oligomers (especially a styrene trimer) (Fig. 1) (Amemiya et al., 2020). It is highly likely that these styrene oligomers affect marine organisms.

On the other hand, it is well-known that fish scales have osteoblasts (bone-formation cells) and osteoclasts (bone-resorption cells) (Suzuki et al., 2008). The coexistence of osteoblasts and osteoclasts in a calcified bone matrix makes the scale a suitable model for analyzing the response of bone cells to environmental pollutants (Suzuki et al., 2008). It has been reported that bisphenol-A suppressed osteoblastic and osteoclastic activities, although estrogen enhanced both osteoblastic and osteoclastic activities (Suzuki and Hattori, 2003). Therefore, it is possible that styrene oligomers disrupt bone metabolism in fish as bisphenol-A did. In the present study, the endocrine-disruptive effects of styrene oligomers on bone metabolism in fish were examined and compared with those of estrogen.

## METHODS

*Analyses of osteoblastic and osteoclastic marker enzyme activity and mRNA expression (in vitro)*

Regenerating scales were taken from goldfish (*Carassius auratus*) under anesthesia. The scales were incubated for 6 h at 15°C in Leibovitz's L-15 medium containing 100 µg/L styrene oligomers. After incubation, osteoclastic and osteoblastic marker enzyme activities (osteoclasts: tartrate-resistant acid phosphatase activity; osteoblasts: alkaline phosphatase activity) in the styrene oligomer-treated scales were measured as described in



Suzuki and Hattori (2003).

In the case of mRNA expression analysis, regenerating scales were also extracted from goldfish under anesthesia. After incubation of regenerating scales under the above conditions, the styrene oligomer-treated scales were immediately frozen and kept at -80°C. Thereafter, total RNAs were prepared from goldfish scales using a total RNA isolation kit. Then complementary DNA was synthesized with a kit. Using these cDNAs, the osteoblastic and osteoclastic marker mRNA expression was analyzed using a real-time PCR apparatus.

#### *Oral injection of a styrene oligomer into goldfish (in vivo)*

Goldfish identified individually by fin clipping were anesthetized and their weights measured. A styrene oligomer was orally administered to each goldfish (1 µg/g body weight) under anesthesia. Blood samples from the caudal vein were taken after 12 and 24 hours. The collected blood was centrifuged, and the calcium concentration in the separated plasma was measured using a kit (FUJIFILM Corporation, Osaka, Japan).

## **RESULTS AND DISCUSSION**

In the scale *in vitro* bioassay, the action of the styrene trimer was found to be stronger than that of other oligomers. It was found that the activities of osteoblasts and osteoclasts significantly increased at concentrations of 10 µg/L and 100 µg/L of the styrene trimer, as with estrogen (Suzuki and Hattori, 2003). Particularly, a significant difference was obtained in the activity of osteoclasts exposed to 100 µg/L of styrene trimer. Therefore, our experiment focused on the action of the styrene trimer.

The results of qPCR for OPG and DKK1, markers of osteoblasts, showed significant upregulation by styrene trimer (100 µg/L) treatments. NFATc-1 and CathK, markers of osteoclasts, were significantly increased by styrene trimer (100 µg/L) treatments. Therefore, the styrene trimer activated both osteoblasts and osteoclasts in the scales of goldfish.

In an *in vivo* experiment, furthermore, the plasma calcium concentration was measured after a styrene trimer was orally administered to goldfish (each 1 µg/g body weight). As a result, the plasma calcium concentrations were significantly increased at 12 and 24 hours after injection.

Taking these results into consideration, the osteoclasts were activated by the styrene trimer using the fish-scale assay system. This activation of osteoclasts seems to induce an elevation of plasma calcium levels and disrupt calcium metabolism in goldfish. To elucidate the detailed mechanism of the styrene trimer in osteoclasts, we are planning to examine a comprehensive analysis using RNA sequencing.

## **REFERENCES**

- Amamiya K, Koizumi K, Yamada K and Hiaki T. (2020) Analysis of drifting polystyrene degradation surround Japan. *Austin J Environ Toxicol.* 6: 1030.
- Suzuki N, Kambegawa A and Hattori A. (2003) Bisphenol A influences the plasma calcium level and inhibits calcitonin secretion in goldfish. *Zool Sci.* 20: 745-748.
- Suzuki N, Somei M, Seki A, Reiter RJ and Hattori A. (2008) Novel bromomelatonin derivatives as potentially effective drugs to treat bone diseases. *J. Pineal Res.* 45: 229-234.

本研究は、金沢大学自然か学研究科 河合 海氏の学位論文の一環として行われた。

# 軟骨魚類におけるカルシトニンの生理作用に関する研究

東野将也, 関口俊男

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Masaya HIGASHINO, Toshio SEKIGUCHI: Study on the physiological function of calcitonin in cartilaginous fishes

## Introduction

Cartilaginous fish possesses a skeletal system composed of cartilage. Most of the cartilaginous fish inhabits seawater. Cartilaginous fish maintain a steady serum  $\text{Ca}^{2+}$  level even though exposed to high  $\text{Ca}^{2+}$  conditions. However, hormonal regulation of  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis is yet to be fully clarified in cartilaginous fish. Calcitonin (CT) is a hypocalcemic hormone synthesized in the thyroid C-cells and ultimobranchial glands in mammals and non-mammals, respectively. In mammals, hypercalcemic condition induces the release of CT from the thyroid C-cells. CT suppresses the osteoclastic activity in the bone and reduces blood  $\text{Ca}^{2+}$  levels. The hypocalcemic function of CT is conserved from teleost to mammals. Although cartilaginous fishes also synthesize CT in the ultimobranchial gland, they have no endoskeleton regulated by the coordination of the osteoblast and osteoclast. Therefore, the target cell and physiological function of CT remain unclear in cartilaginous fishes. The present study aims to evaluate the physiological role of CT through the establishment of assay systems for the plasma  $\text{Ca}^{2+}$  and CT concentrations in the red stingray, *Hemirhynchus akajei*.

## Results and discussion

### 1. Establishment of an assay system for evaluation of $\text{Ca}^{2+}$ homeostasis in red stingray

To evaluate the mechanism to regulate blood  $\text{Ca}^{2+}$  concentration, I attempted to establish the *in vivo* assay system in the red stingray. Oral administration of high  $\text{Ca}^{2+}$  consome solution increased plasma calcium levels. The peak of plasma  $\text{Ca}^{2+}$  concentration was detected at 6 hours after treatment. Thereafter, plasma  $\text{Ca}^{2+}$  concentration slowly declined. Treatment with the control consome solution did not increase the plasma  $\text{Ca}^{2+}$  level. These results confirmed that the oral administration of high  $\text{Ca}^{2+}$  consome solution increases plasma  $\text{Ca}^{2+}$  levels. Therefore, I established an *in vivo* assay system to evaluate gene function related to  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis in red stingrays.

### 2. Tissue distribution analysis of genes associated with $\text{Ca}^{2+}$ homeostasis by using RT-PCR

To obtain a clue of the molecular mechanism of plasma  $\text{Ca}^{2+}$  regulation in cartilaginous fish, tissue distribution analysis of genes related to  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis was performed by RT-PCR. Transient receptor potential vanilloid 5 (TRPV5), transient receptor potential vanilloid 6 (TRPV6), and calcium-sensing receptor (CaSR)

were selected. TRPV5 functions as a  $\text{Ca}^{2+}$  channel on the apical region of kidney epithelial cells and is involved in  $\text{Ca}^{2+}$  reabsorption. RT-PCR analysis indicated that TRPV5 mRNA was expressed in the gill, stomach, and kidney, suggesting that TRPV5 is associated with  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis in stingrays. TRPV5 mRNA was also detected in the brain, implying that TRPV5 might possess a neural function. Mammalian TRPV6 is a calcium channel involved in  $\text{Ca}^{2+}$  absorption in the intestine. The expression patterns of red stingray TRPV6 mRNA were similar to that of mammalian TRPV6, suggesting that red stingray TRPV6 might possess similar functions with mammalian TRPV6. In mammals, CaSR belongs to the metabotropic G-protein coupled receptor family and senses the extracellular  $\text{Ca}^{2+}$ . It is reported that mammalian CaSR is involved in the  $\text{Ca}^{2+}$  sensing and release of parathyroid hormone in the parathyroid gland. The red stingray CaSR mRNA was detected in the various organs. These tissue distributions of CaSR mRNA are similar to that of mammals, suggesting that CaSR also acts as a  $\text{Ca}^{2+}$  sensor in red stingrays.

### 3. *Expression analysis of red stingray CT.*

To evaluate the hormone function related to  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis, I focused on CT. A nucleotide sequence of red stingray CT was determined by mRNA-sequence analysis of the ultimobranchial gland. Red stingray CT comprised 32 amino acid sequences. The comparison of the amino acid sequence of red stingray CT and other vertebrate CTs revealed that vertebrate CT share the common motif, including the N-terminal circular region and the C-terminal Pro amide. In addition, tissue distribution analysis demonstrated that red stingray CT mRNA is exclusively detected in the ultimobranchial gland. Next, to evaluate the concentration of CT peptide, I attempted to establish the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) using anti-stingray CT antiserum. Experimental conditions, including antiserum concentration and standard red stingray CT peptide concentration were determined. Further, CT levels of the ultimobranchial gland were detected using this assay system, suggesting that ELISA can be used to measure CT levels. Plasma CT levels were also detectable.

## **Conclusion**

In the present study, I established the *in vivo* assay system to evaluate the physiological function of maintaining a steady blood  $\text{Ca}^{2+}$  level. Moreover, tissue distribution of channel and transporter genes involved in the blood  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis was clarified. Finally, I focused on CT as a calcemic hormone. The full-length nucleic acid sequence of red stingray CT was determined from transcripts of the ultimobranchial gland. Tissue distribution analysis by RT-PCR revealed that red stingray CT mRNA was predominantly expressed in the ultimobranchial gland. Furthermore, I established ELISA assay system to measure the CT peptide concentration.

In the future, measurement of plasma CT level and expression of  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis-related gene will be performed using the *in vivo* assay system that administrates high  $\text{Ca}^{2+}$  consome. These studies will contribute to clarifying the mechanism of  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis in cartilaginous fish.

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻 東野将也氏の学位論文の一環として行われた。

# カタユウレイボヤにおける芳香族炭化水素受容体の分子機能解析

坂井孝嘉, 関口俊男

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Takayoshi SAKAI, Toshio SEKIGUCHI: Molecular functional analysis of aryl hydrocarbon receptor in ascidian,  
*Ciona intestinalis* type A

## Introduction

Aryl hydrocarbon receptor (AhR) is a gene that belongs to basic helix-loop-helix/Per-Arnt-Sim (bHLH-PAS) superfamily and has been detected in a variety of animals, from cnidarians to vertebrates. Vertebrate AhR forms an inactive complex in the cytoplasm containing Heat Shock Protein 90 (HSP90), hepatitis B virus X-associated protein 2 (XAP2), and co-chaperone p23. AhR-ligand, such as dioxin, elicits conformational change of AhR and activation of AhR. Activated AhR dissociates from inactive complex proteins and moves from the cytoplasm to the nucleus. Furthermore, activated AhR associates with AhR nuclear translocator (Arnt) and acts as a transcriptional activator of genes involved in detoxification, including cytochromeP450 (CYP) 1A1. Although these features of AhR have been clarified from teleosts to mammals, the origin of the molecular characteristics of vertebrate AhR is still unclear.

In this study, I focused on an ascidian, *Ciona intestinalis* type A as a model animal. Since the ascidian is an invertebrate that is the closest relative to vertebrates, it has been regarded as a model organism to study evolution from invertebrates to vertebrates. To clarify the origin of the molecular function of vertebrate AhR, I analyzed the amino acid characteristics, ligand-dependency, and cellular localization of *Ciona* AhR (Ci-AhR).

## Results and Discussion

### 1. Comparison of the amino acid sequence of Ci-AhR with that of vertebrate AhRs

The full-length amino acid sequence of Ci-AhR is compared with that of the human, mouse, rainbow trout, and nematode AhR. Three domains, basic helix-loop-helix (bHLH) domain, Per-Arnt-Sim (PAS) domain, and ligand-binding domain, were highly conserved in chordate AhRs. In addition, most of the amino acid residues that is involved in ligand binding in vertebrates AhRs are also recognized in Ci-AhR. However, amino acid sequences in the C-terminal transactivation domain were not conserved between Ci-AhR and vertebrate AhRs.

These results suggest that AhR possesses similar DNA and ligand-binding activity with vertebrate AhR. However, the transactivation mechanism of Ci-AhR might be different from that of vertebrate AhR.

## 2. Evaluation of ligand responsivity in Ci-AhR

Human hepatoma cell lines, HepG2 cells, were cotransfected with the plasmid expressing GAL4 fused to Ci-AhR, the firefly luciferase reporter vector that is driven by five UAS sites, and internal control vector that expresses *Renilla* luciferase under CMV promoter. Twenty-four hours after transfection, the cells were treated with Benzo[*a*]pyrene (BaP), a polycyclic aromatic hydrocarbon or DMSO. The cells were harvested and measured luciferase activity 48 hours after transfection. BaP treatment increased the relative luciferase activity in a dose-response manner. In contrast, DMSO did not upregulate the relative luciferase activity. These results revealed that Ci-AhR possesses ligand-dependent transcriptional activity. Taken together, it is suggested that Ci-AhR acts as a ligand-responsive transcription factor similar to vertebrate AhR.

## 3. Subcellular localization analysis of Ci-AhR

Ci-AhR or mouse AhR (Mm-AhR) fused to a fluorescent protein, mCherry in the C-terminus were expressed in mouse hepatoma cell line, Hepa-1c1c7 cells. Treatment of 3-methylcholanthrene (3-MC) or DMSO was performed 45 hours after transfection. Forty-eight after transfection, cells were fixed and stained by Hoechst. Localization of Ci-AhR and Mm-AhR was observed by using fluorescent microscope BZ-9000. As a result, I observed the localization of Mm-AhR treated with 3-MC in the nucleus. Contrary, localization of Mm-AhR treated with DMSO was detected in both cytosol and nucleus. On the other hand, Ci-AhR was mainly localized in the nucleus in both DMSO and 3-MC treatment. The difference between the subcellular localization of Mm-AhR and Ci-AhR implies that the inactive complex of Ci-AhR is different from that of vertebrate AhRs.

## Conclusion

Ci-AhR contained conserved domains that is responsible for AhR function. Ci-AhR will act as a ligand-responsive transcriptional factor, like vertebrate AhR, whereas the subcellular localization of Ci-AhR might be different from that of vertebrate AhR.

In the future, I will explore exogenous ligands except for BaP and endogenous ligands. Furthermore, the biological function of Ci-AhR will be investigated by *in vivo* assay system using *Ciona* individuals.

本研究は、金沢大学大学生命理工学類海洋生物資源コース 坂井考嘉氏の学位論文の一環として行われた。



## 臨海実験施設周辺における海水温と塩分、気温と湿度（2021年度）

小木曾正造<sup>1</sup>，渡部雪菜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>〒927-0553 鳳珠郡能登町小木，金沢大学 総合技術部 環境安全部門，

<sup>2</sup>〒927-0553 鳳珠郡能登町小木，金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設  
Shouzo OGISO, Yukina WATABE : The observation of seawater temperature, salinity, atmospheric temperature and humidity around the Noto Marine Laboratory (Apr. 2021 – Mar. 2022)

### 【はじめに】

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設では、2013年10月から気象観測を継続して行っている。2021年度は2021年4月1日0時から2022年3月31日23時まで1時間おきに、海水温と塩分を研究棟前の浮き桟橋下にて、気温と湿度を宿泊棟前にて測定した。JFEアドバンテック株式会社製「INFINITY-CTW」を用いて水深0.5mで水温（精度±0.01℃、分解能0.001℃）と電気伝導度（精度±0.01 mS/cm、分解能0.001 mS/cm）を測定し、電気伝導度を実用塩分に換算した。株式会社ハイドロシステム開発社製「Rugged TROLL 100」を用いて水深5.0m及び7.5mの水温（精度±0.3℃、分解能0.01℃）を測定した。Vaisala社製「HMP-155D」を用いて気温 {精度-80～+20℃：±(0.226 - 0.0028×温度)℃、+20～+60℃：±(0.055 + 0.0057×温度)℃} と湿度 {+15～+25℃：±1%RH (0～90%RH)、±1.7%RH (90～100%RH)、-20～+40℃：±(1.0+0.008x読み値)} を測定した。観測データは臨海実験施設のWebサイトにて公開している。

### 【結果と考察】

**測定回数：**海水温と実用塩分は欠測なく全8760時点で測定した。気温と湿度では、機器の動作異常により測定されない時点が多く、測定できたのは5055時点と5037時点だった。気温と湿度は5月以外で毎月欠測が生じ、12月以降では特に欠測が多いことから、月別の平均値は求めなかった。

**海水温：**年間平均水温は水深0.5m、5.0m、7.5mでそれぞれ18.53℃、18.3℃、18.2℃だった。月別平均水温は水深0.5m、5.0m、7.5mとも8月に最も高く、それぞれ27.58℃、27.0℃、26.8℃だった

(Figs. 1, 2, 3)。月別平均水温の最低値は、それぞれ3月の10.53℃、10.4℃、10.5℃で、2018年度以降ではいずれの水深も最も低かった。月別平均水温は、いずれの水深でも7月、10月、11月では過去の平均値よりも高く推移し、それ以外は過去の平均値並みだった。

年間の最高水温は水深0.5mで8月5日15時の32.09℃、5.0mで8月7日の17時、18時の31.2℃、7.5mで8月7日18時の30.9℃を観測し、いずれの水深も観測開始以降で最高水温だった。最低水温は水深0.5mで3月18日15時の8.67℃、5.0mは2月26日2時、4時、8時、2月28日6時、7時、3月1日9時、3月7日4時の10.0℃、7.5mは2月25日4時か

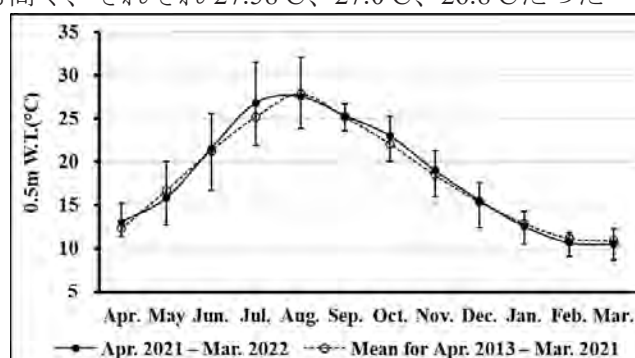


Fig. 1. Monthly mean water temperature at a depth of 0.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for Apr. 2021 – Mar. 2022.

ら3月7日7時までの間の50時点で観測された10.1°Cだった。30.0°C以上の水温が測定された時点は、水深0.5mで194時点、5.0mで122時点、7.5mで62時点あり、10.0°C以下は0.5mで195時点、5.0mで7時点、7.5mでは0時点だった。

**実用塩分:** 年間の平均値は33.13で、最高値は7月5日17時の34.28、最低値は8月13日20時の22.14だった。8月13日は輪島市で降水量32.0mmを記録しており、大雨の影響による塩分濃度の低下が見られた。月別平均値は9月に31.97を示し、観測開始後最も低い値だった (Fig. 4)。8月から1月まで過去の平均値よりも低い値で推移した。このことは、2021年2月から測定機器を現在の機種に変更したことによる影響の可能性も考えられる。

**気温と湿度:** 上記のとおり欠測が多かった。特に冬季に欠測が多く、観測機器内の結露による影響が考えられる。今後は機器内に設置する除湿剤の交換の頻度を増やして対応する。

**1日間における温度差:** 1日24時点内における各水深の海水温の最高値と最低値の差の各月平均値を Fig. 5 に示す。水深0.5mの温度差の月別平均は0.89°Cから1.65°Cの間で変化していた。水深5.0mと7.5mの温度差は7月に大きくなり、7.5mでは1.9°Cで最も差が大きくなっていたが、9月以降は例年と同様に差は小さくなり、0.2°Cから0.3°Cの間で推移した。1日間での温度差が最大だったのは、いずれの水深でも8月10日で、温度差は0.5mが4.40°C、5.0mが6.5°C、7.5mが6.4°Cで、各水深とも急激に海水温度が低下していた。これは8月9日から10日にかけて能登半島北部を通過した台風9号の影響により、沖合の海水が九十九湾内に大量に流入したと考えられる。

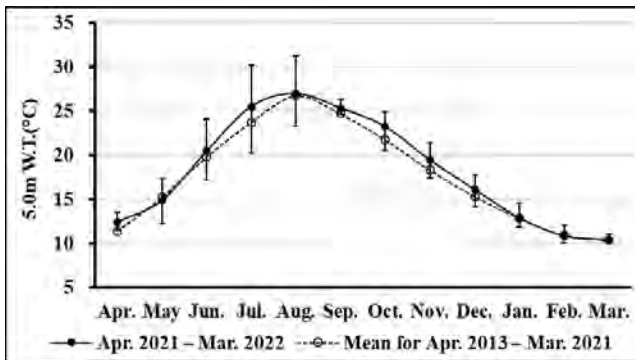


Fig. 2. Monthly mean water temperature at a depth of 5.0 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for Apr. 2021 - Mar. 2022.

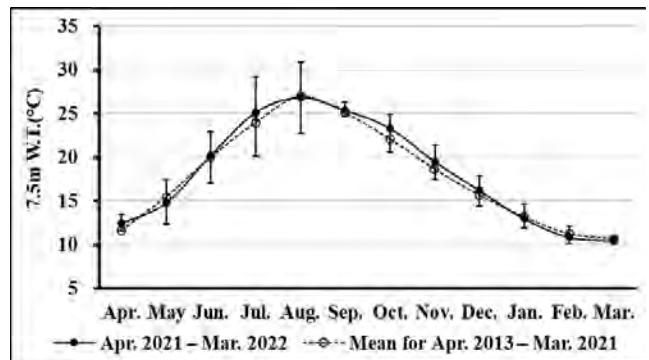


Fig. 3. Monthly mean water temperature at a depth of 7.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for Apr. 2021 - Mar. 2022.

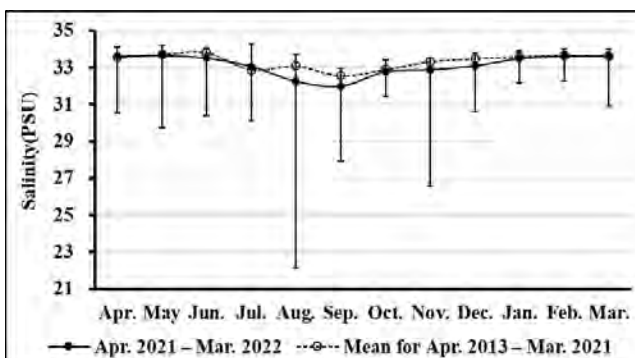


Fig. 4. Monthly mean salinity at a depth of 0.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest salinity for Apr. 2021 - Mar. 2022.

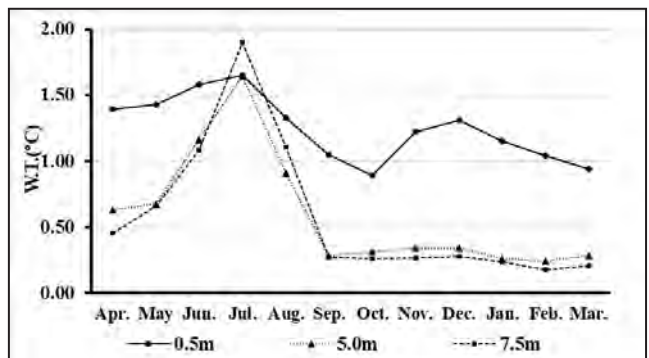


Fig. 5. Monthly mean of difference between highest temperature and lowest temperature for one-day.

## 【構成員】

### 1) 教員

教授（施設長）

鈴木信雄（nubuos@staff.kanazawa-u.ac.jp）

博士（理学）

専攻 環境生物学，比較生理学，骨学

（生理活性物質，環境汚染物質及び物理的刺激の骨に対する作用と海産無脊椎動物・海産魚類の生理活性物質の分子進化を研究している）

准教授

関口俊男（t-sekiguchi@se.kanazawa-u.ac.jp）

博士（医学）

専攻 比較内分泌学，環境生理学

（海産動物の神経・内分泌系について，分子進化及び生理機能進化の観点で研究している）

助教

木谷洋一郎（yki@se.kanazawa-u.ac.jp）

博士（水産学）

専攻 魚類免疫学，生化学，環境生理学

（魚類の粘膜組織における生体防御機構，とくに自然免疫機構について研究している）

### 2) 職員

技術専門職員

小木曾正造（shozoogiso@se.kanazawa-u.ac.jp）

専門 海産無脊椎動物一般

技術補佐員

渡部雪菜（y-watabe@se.kanazawa-u.ac.jp）

事務補佐員

曾良美智子（msora@se.kanazawa-u.ac.jp）

### 3) 学生

4 年生	坂井孝嘉
修士課程 1 年	川村龍矢 山本葉月 端野開都
修士課程 2 年	東野将也 河合 海
博士課程 2 年	小木曾正造
博士課程 3 年	山本 樹

### 4) 客員教授

大嶋雄治  
井口泰泉

### 5) 連携研究員

浦田 慎  
上田 宏  
木下靖子  
坂井恵一  
笹山雄一  
清水宣明  
染井正徳  
布村 昇  
平山 順  
三宅裕志  
安田 寛  
谷内口孝治  
山田外史



金沢大学  
環日本海域環境研究センター

環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1

TEL (0768) 74-1151 FAX (0768) 74-1644

Noto Marine Laboratory, Kanazawa University, Ogi, Noto-cho, Ishikawa 927-0553, JAPAN