

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25292117

研究課題名(和文)スルメイカの季節発生群の再生産の成否が影響する資源変動機構の解明

研究課題名(英文)Studies on stock fluctuation of seasonal cohorts of Japanese flying squid related to the success of reproduction and recruitment

研究代表者

桜井 泰憲 (Sakurai, Yasunori)

北海道大学・水産科学研究科(研究院)・特任教授

研究者番号：30196133

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,100,000円

研究成果の概要(和文)：200トン水槽を用いたスルメイカの再生産仮説の再検証、ふ化幼生の初期餌料探査、各季節発生群の資源変動予測を行い、以下の新知見を得た。飼育下での本種の成長・成熟・交接・産卵イベントは水温調節によって制御が可能、水槽内で雌21個体が計39個の卵塊(直径30-120cm)を産卵、水槽内に水温躍層を再現して卵塊の水温躍層滞留を確認、スルメイカ類では初めてふ化幼生が約2週間生存、その初期餌料が有機懸濁物質と海洋微生物であることを特定した。再生産可能海域のGIS解析を行い、2000年以降は秋生まれ群が11月以降にシフトし、冬生まれ群の卓越、分布の北偏、南下回遊の遅れなどを検出した。

研究成果の概要(英文)：The experiment was conducted to test the reproductive hypothesis of *Todarodes pacificus* in a large tank (200 tons). The maturation process until spawning were controlled by temperatures during 13 and 20 °C. Ripe females and males were released into the large tank. The egg masses were observed suspended in the thermocline. However, without the thermal gradient, egg masses collapsed on the bottom, and eggs were infested by microbes. Twenty-one females spawned 39 egg masses (30 to 120 cm diameter). The paralarvae survived for up to 13 days, which was suggested that they fed on DOM with marine bacteria.

Annual catches of fall cohort are gradually decreasing after 2000s. The inferred spawning area was covered by warm surface water above 24 °C. However, annual catches of winter cohort are stable after 2000s. The inferred spawning area was formed along continental slope in the East China Sea. The fishing area shifted to more northern area and the southward migration was delayed by December.

研究分野：水産科学

キーワード：スルメイカ 再生産仮説 大型水槽 産卵行動 ふ化幼生 有機懸濁物 気候変化 資源変動予測

## 1. 研究開始当初の背景

本申請研究は、これまでのスルメイカの研究成果に基づいて、さらにそれらを展開しようとするものである。申請者らは、スルメイカの長期飼育実験により、卵塊を産む産卵行動、卵塊の特性を明らかにしてきた。加えて、卵・ふ化幼生の大量育成実験を実施し、卵・幼生の最適生存条件は 18-23°C の水温範囲、特に 19.5-23°C で 80% 以上であることを確認した。これによって、スルメイカの再生産仮説「産卵による卵塊形成からふ化幼生が暖水表層で生存可能な再生産海域は、陸棚—陸棚斜面 (100-500m) 域の中表層水温 18-23°C (特に 19.5-23°C; 山本他 2012), 表層暖水の混合層深度が中層に存在する海域」を構築した。

この仮説を適用して、1970 年代以降の温暖期、寒冷期、そして温暖期のレジームシフトにตอบสนองする系群構造の変化に伴う資源変動、回遊経路の変化などを明らかにした (Rosa 他, 2011; Kidokoro 他, 2010 など)。

特に、寒冷期には冬生まれ群の再生産海域が台湾北東海域に縮小し、黄海—渤海へと回遊する可能性を見出した。なお、最近の申請者による解析では、日本海南西部の秋生まれ群の 10 月までの再生産海域が、ふ化幼生が生存できない 24°C 以上の高い表面水温に覆われ、産卵期とふ化幼生が生残できる季節が、11 月から 3 月にシフトする年が増加していることを見出している。この傾向は、スルメイカの漁獲の微減傾向が続く 2000 年代以降に認められ、北海道周辺の索餌海域からの南下回遊の時期と漁期の遅れ、オホーツク海南部海域への漁場の拡大、日本海では沖合化が生じている。

以上のように、スルメイカの季節発生群ごとの再生産の成否と、その生活領域や回遊経路の変化は、気候・海洋環境の短・中長期の変化に敏感にตอบสนองしていると推定され、本研究の遂行と成果が確信できたことから、本申請研究を実行する着想に至った。

## 2. 研究の目的

本申請研究では、気候変化にตอบสนองするスルメイカの季節発生群ごとの再生産—加入過程の成否を通じた資源変動の解明と、各季節発生群の生活史・回遊モデルを構築し、今後の海洋環境の寒冷—温暖レジームシフト、将来の温暖化シナリオに依拠した生活史・回遊の変化、および資源動向の予測手法の確立を目的とする。具体的には、(1) 本種の再生産仮説をより強固な仮説とするため、200 トン大型水槽での産卵行動の観察、卵塊からのふ化幼生の離脱遊泳過程、および大型水槽内でのふ化後の幼生の遊泳行動の詳細観察、(2) これまで全く不明なふ化幼生の初期餌料の探索と幼生の育成、(3) 寒冷—温暖レジームシフトと温暖化シナリオに適用できる環境変化にตอบสนองする季節発生群の資源変動の解明を目指して、GIS 解析と統計的手法によって季節発生群ごとの再生産—加入過程の成否

の定量的評価を行い、過去の資源変動との照合による予測精度の確認、直近の資源変動予測、そして温暖化シナリオに対する資源動向の予測手法の確立を目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 再生産仮説の検証

200 トン水槽内での産卵行動、水温躍層の有無に対する卵塊の挙動と卵発生への影響、卵塊からふ化する幼生の発達ステージの特定、卵塊からの遊泳離脱行動、卵塊内ゼリーの初期栄養物質としての可能性、およびふ化後の幼生の遊泳行動と生残過程を精査した。

① H25 年は、函館近郊の定置網に入網するスルメイカを北大水産学部の水槽センター内の 10 トン飼育水槽で給餌飼育した。

② H26 年 6 月に開所した函館市国際水産・海洋総合研究センターには、水深 6m、幅 10m × 5m、最大海水容量 300 トンのレースウェイ型実験水槽が設置されている。H26 年と H27 年の 7 月末—10 月初旬の間、群れとしてのスルメイカの長期飼育を実施し、最後に交接・産卵からふ化幼生の育成を試みた。水槽は、水深 4.5m (225 トン、加温・冷却、閉鎖循環式、流速可変可能) とし、産卵前には表層を 22-23°C、下層を 17°C の水温躍層を再現した。

③ 飼育は 15°C からスタートし、雌雄の成熟状況 (肉眼で、卵巣、精巣の発達が視認できる)、雄による交接行動が確認できた時点で 17°C、そして 19.5°C 以上へと、順次水温を上げた。雌の輸卵管への排卵と完熟卵の蓄積状況により、人工授精を順次実施した。

④ 一部の成熟メスを 200 トン水槽に残して産卵させた。この際、数個体の成熟した雄も同居させた。産卵後の卵塊は、静水条件で水槽内に放置し、卵塊からのふ化幼生の離脱遊泳行動を精査した。また、水温躍層を再現し、卵塊が水温躍層に滞留するかを検証した。加えて、水槽底まで沈降した卵塊の形状と幼生のふ化の有無を調べた。

### (2) ふ化幼生の初期餌料の探索と幼生の育成

① 卵からのふ化が生ずるステージ 30 以上の幼生を、インキュベーター内のシャーレに収容し、水槽内で産卵した卵塊内の輸卵管由来ゼリー、凍結乾燥させた輸卵管由来粉末で生成したゼリー、および通常海水の条件下での生残過程を調べた。

② 大型水槽中の卵塊をケージに収容して、卵塊から離脱した大量のふ化幼生を大型水槽内で飼育した。この際、食害動物プランクトンの侵入を阻止するために、0.2 mm 目合の植物プランクトンネットで濾過した自然海水を少量ずつ注入した。この条件下で、卵塊内ゼリー (輸卵管由来ゼリー) が DOM (有機懸濁物) のもととなって、それが最初の餌になるのか、適宜ふ化幼生を採集して発育ステージおよび成長過程を追跡した。

③ 日本海区水産研究所による日本海のスルメイカ分布調査時に採集されたふ化幼生を入手し、自然環境下での成長と胃内容物の遺伝子解析を行った。飼育幼生も同様の胃内容物分析を行った。

(3) GIS 解析による季節発生群ごとの再生産—加入過程の成否の定量的評価と資源変動予測

① 過去の資源変動との照合による予測精度の確認、温暖化シナリオに対する資源動向の予測手法を作成した。

② 人工衛星からの海表面水温分布、海底地形、調査船調査による海洋観測結果とスルメイカのふ化幼生（サイズ別）の分布・豊度の調査結果をもとに、高精度の再生産可能海域の季節・経年変化の GIS 解析を行った。

③ 研究方法の (1) と (2) から得られた知見を用いて、スルメイカの季節発生群ごとの資源変動を経年的な短期変動、十年から数十年の中長期変動に分け、これらに最も関連あるいは影響する気象、海洋環境要因を抽出した。

④ 申請年度内に得られた要因、その指数や指標を、平成 26 年度までの季節発生群ごとの短期資源予測に適用し、スルメイカ類の資源変動の迅速予測システムのモデルとしての精度を検討した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 再生産仮説の検証

① 成熟・交接・産卵と水温の関係：3 年間の飼育実験により、13-14℃では成長促進・成熟抑制、15℃で雄の交接行動、17 度で雌の卵巣発達と排卵の促進、20℃以上で産卵行動が誘発されることが明らかとなった。つまり、飼育下での本種の成長・成熟・交接・産卵イベントは、水温調節によって制御が可能と判断された。

② 産卵行動と卵塊：大型水槽内での産卵行動の詳細を観察することができた(図 1)。



図 1 大型水槽内でのスルメイカの産卵行動

2014 年は、15 個体の雌が 18 個の完全卵塊、2015 年は、8 個体の雌が 21 個の卵塊を産卵した。卵塊サイズは最小で直径 18 cm、最大で 120cm (卵塊内の推定卵数: 38, 000~400, 000) で、2014 年の小型卵塊を産む雌は、その後摂餌して、数日後に再び産卵し、いずれも数日後に斃死した。直径 30 cm 以下の卵塊は未授精卵であり、これは産卵中の雌に対する雄の交接行動による産卵行動の障害が原

因であることが判った。

なお、2015 年の飼育実験では、産卵実験中も給餌(サンマの切り身)した。その結果、産卵後に摂餌した雌は数日後に再び産卵した。このことから、餌生物が多く存在する産卵場では、複数回の産卵が可能と判断された。しかし、実際の産卵場は水温も高く餌生物の少ない海域であることから、1 回の産卵後にほとんどの雌は死亡すると推定された。

③ 卵塊内の卵の保定：卵塊内の発生卵は、包卵腺由来の海水に溶けない網目状構造の各スペースに収まって一定間隔で存在することが明らかとなった。また、すべての発生卵は卵塊内で流動的に位置を変えていた。これは、卵塊内の卵が動くことによって、卵塊膜からの酸素供給をすべての卵が得ていると推定された。さらに、発生卵の囲卵腔を拡張させる輸卵管成分を超遠心分離により分離し、そのうち分子量 1 万以下の塩溶性画分がその機能を持つことが明らかとなった。

④ 水温躍層に対する卵塊の挙動：H26 年度の大型水槽での水温躍層再現実験によって、産卵された卵塊は水温躍層より上層の 20℃以上の適水温帯に滞留した(図 2 左)。また、躍層を解消した場合には、卵塊は水槽底に沈んで次第に崩壊し(図 2 右)、すべての発生卵はふ化前に死亡した。これらのことから、スルメイカ卵塊が水温躍層より上の表層に滞留しなければ、正常にふ化しないことを、あらためて検証できた。

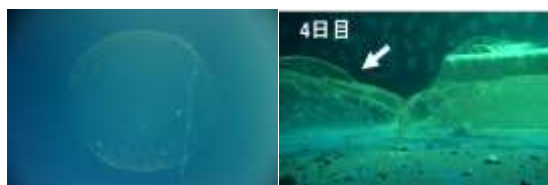


図 2 左 水温躍層に滞留する卵塊

図 2 右 水槽底で崩壊する卵塊

⑤ 卵塊から離脱するふ化幼生の発達ステージ、遊泳行動、およびふ化後の生存：卵塊を目合いの細かな網のケージに収容し、中層に保持した。その結果、21.5℃で 5 日後に Stage 30-31 で卵塊から離脱し、ふ化幼生は表層に滞泳した。最後に、自然海水注入と崩壊卵塊も放置した有機物の多い条件下で、卵黄吸収後のふ化幼生の生残を追跡した。その結果、H26 年は、ふ化後 10 日間生存、H27 年は 13 日間生存した(図 3)。この生存日数は、世界のスルメイカ類の室内飼育では最長記録であった。



図 3 飼育下で 13 日間生存したふ化幼生

(2) ふ化幼生の初期餌料の探索と幼生の育成

① ふ化幼生の大型水槽内での育成：ふ化幼生は、ふ化後4-5日で内卵黄を消化し、その後は外部栄養による生存・成長が必要である。つまり、ふ化幼生が海中のバクテリア、原生動物が共生する有機懸濁物質が多い海水中で内部栄養から外部栄養に切り替えていたと推定された。

② ふ化幼生の初期餌料の探索：実際の産卵海域で採集した幼生と、飼育下で生存した幼生の胃内容物のメタゲノム解析による餌生物と微生物の探索を行った。その結果、餌種は特定できなかったが、胃中には海洋と飼育下に共通する海洋細菌を検出した。これが、海水中の有機懸濁物質に付着し、胃中に取り込まれて、それがふ化幼生の成長と活動代謝に寄与する可能性が高いことを発見した。

(3) GIS解析による季節発生群ごとの再生産—加入過程の成否の定量的評価と資源変動予測

① 秋生まれ群の来遊の遅れと要因：2000年以降の再生産海域の月別変化をGIS解析し、2010、2012、2014年は高水温による10月の秋生まれ群の再生産可能海域の縮小から、次年度の初漁期の遅れと不漁を予測できた。この傾向は、2015年まで継続していたが、2015年10月の産卵場は、1990年代並みに拡大していた。これは、能登半島から対馬海峡までの10月の再生産海域が復活したと判断された。

② 冬生まれ群の生息域の北上化と南下回遊の遅れ：冬生まれ群については、2000年以降の再生産可能海域のGIS解析と水深50mの水温分布をもとに、漁場の北偏(オホーツク海沿岸～根室海峡)と南下時季の遅れ(12月以降)を予測することができた。

③ 短・中長期の季節発生群の動向予測：夏から秋の日本海の海水温の高温化傾向が継続すると、11月以降に産卵期が遅れ、12-2月生まれの冬生まれ群が卓越し、加えて4-5月の春生まれ群の出現が予測された。

(4) 国際頭足類シンポジウム(CIAC2015 Hakodate)：H27年11月7日～14日の間、函館市においてCIAC(国際頭足類諮問委員会)国際シンポジウム(頭足類科学の最新の進歩)を申請代表者が実行委員長として主催した。参加者は、35ヶ国から250名の参加があり、口頭100件、ポスター150件の発表が行われた。本シンポでは、本申請研究の成果を発表するとともに、「生きたスルメイカのハンドリングと人工授精手法」に関するワークショップを主催した。

<引用文献>

① Kidokoro H, Goto T, Nagasawa T, Nishida H, Akamine T, Sakurai Y : Impact of Climate regime shift on the

migration of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan. ICES Journal of Marine Science, 67(7): 1314-1322 (2010)

- ② Rosa AL, Yamamoto J, and Sakurai Y: Effects of environmental variability on the spawning areas, catch, and recruitment of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae), from the 1970s to the 2000s. ICES Journal of Marine Science, 68(6): 1114-1121
- ③ 山本潤・宮長幸・福井信一・桜井泰憲：スルメイカふ化幼生の遊泳行動に対する水温の影響。水産海洋研究, 76(1): 18-23 (2012)

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16件)

- ① Y. Kato, M. Sakai, H. Nishikawa, H. Igarashi, Y. Ishikawa, D. Vijai, Y. Sakurai, T. Wakabayashi, T. Awaji, Stable isotope analysis of the gladius to investigate migration and trophic patterns of the neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*), Fisheries Research, 査読有, 173, 2016, 169-174. DOI:10.1016/j.fishres.2015.09.016
- ② H. Matsui, G. Takayama, Y. Sakurai, Physiological response of the eye to different colored light-emitting diodes in Japanese flying squid *Todarodes pacificus*. Fisheries Science, 査読有, 82(2), 2016, 303-309. DOI: 10.1007/s12652-015-0965-5
- ③ D. Vijai, M. Sakai, Y. Sakurai: Embryonic and paralarval development following artificial fertilization in the neon flying squid *Ommastrephes bartramii*, Zoomorphology, 査読有, 134, 2015, 1-14. DOI: 10.1007/s00435-015-0267-6
- ④ D. Vijai, M. Sakai, T. Wakabayashi, H-K Yoo, Y. Kato, Y. Sakurai, Effects of temperature on embryonic development and paralarval behavior of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii*. Marine Ecology Progress Series, 査読有, 529, 2015, 145 - 158. DOI: 10.3354/meps11286
- ⑤ D. Vijai, M. Sakai, Y. Sakurai, Artificial fertilization of oceanic squids, *Ommastrephes bartirami*, *Sthenoteuthis oualaniensis*,

- Eucleoteuthis luminosa*, The R/V Kaiyo Maru 2013 Cruise Report, Spawning stock of neon flying squid *Ommastrephes bartiramii* in the North Pacific Ocean during the 2013 autumn, Fisheries Agency of Japan, 査読無, 2015, 44-63.
- ⑥ 松井萌, 高山剛, 柏谷和仁, 加賀壽, 桜井泰憲, プラズマ灯光に対するスルメイカの行動応答, 平成 26 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2015, 37-38.
- ⑦ 水野裕菜・西村朋子・吉岡武也・桜井泰憲: スルメイカの高鮮度保持出荷手法の検証. 平成 26 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2015, 50-51.
- ⑧ 諸岡岬, 桜井泰憲, 大型水槽を用いたスルメイカの捕食・摂餌行動, 平成 26 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2015, 39-40.
- ⑨ P. Puneeta, D. Vijai, H-K. Yoo, H. Matsui, M. Morooka, Y. Sakurai, Re-validation and new findings on “Reproductive hypothesis of the Japanese flying squid *Todarodes pacificus*” in the laboratory mesocosm, 平成 26 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2015, 22-30.
- ⑩ P. Puneeta, D. Vijai, H-K Yoo, H. Matsui, Y. Sakurai, Observations on the spawning behavior, egg masses and paralarval development of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* in a laboratory mesocosm. *Journal of Experimental Biology*, 査読有, 218, 2015, 3825-3835. DOI:10.1242/jeb.127670
- ⑪ 柳海均, 山本潤, 斎藤友則, 桜井泰憲, 飼育実験による表層の高温水へと上昇するスルメイカふ化幼生の遊泳行動, 平成 26 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2015, 45-49.
- ⑫ H-K. Yoo, J. Yamamoto, T. Saito, and Y. Sakurai, Laboratory observations on the vertical swimming behavior of Japanese common squid *Todarodes pacificus* paralarvae as they ascend into warm surface waters. *Fisheries Science*, 査読有, 80(5), 2014, 925-932. DOI:10.1007/s12562-014-0767-1
- ⑬ D. Vijai, M. Sakai, Y. Kamei, Y. Sakurai, Spawning pattern of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Oegopsida) around the Hawaiian Islands, *Scientia Marina*, 査読有, 78(4), 2014, 511-519. DOI:10.3989/scimar.04112.27B
- ⑭ Y. Sakurai, D. Vijai, T. Wakabayashi, Y. Kato, M. Sakai: Effects of temperature on embryonic development of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii*. 平成 25 年度スルメイカ資源評価会議報告(日本海区水産研究所), 査読無, 2014, 47-49.
- ⑮ 桜井泰憲, イカの眼からみた最近の海洋環境の変化, *SEED*, 査読無, 11, 2014, 58-63.
- ⑯ 桜井泰憲, 水産振興, 東京水産振興会, スルメイカの繁殖生態と気候変化に応答する資源変動, 査読無, 2014, 559号, 48(5), 1-54.
- [学会発表] (計 12 件)
- ① P. Puneeta, D. Vijai, H-K Yoo, H. Matsui, Y. Sakurai, Observations on the spawning behavior, egg masses and hatchlings of the Japanese flying squid *Todarodes pacificus* in a mesocosm tank, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015 年 11 月 10-14 日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ② D. Vijai, P. Puneeta, Y. Sakurai, Head withdrawal reflex in squid paralarvae: A review and appraisal. International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015 年 11 月 10-14 日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ③ H. Matsui, G. Takayama, K. Kashiwaya, H. Kaga, Y. Sakurai, Behavior of Japanese flying squid *Todarodes pacificus* to Light Emitting Plasma illumination, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015 年 11 月 10-14 日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ④ D. Vijai, P. Puneeta, H. Matsui, M. Morooka, Y. Sakurai, The hunting efficiency of Japanese flying squid affects their prey's schooling behavior, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015 年 11 月 10-14 日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑤ T. Yanagimoto, T. Wakabayashi, Y. Sakurai, Species identification of squids caught by bottom trawl in the Northwest Pacific Seamount on July

- 2014, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015年11月10-14日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑥ H. Takahara, H. Kidokoro, Y. Sakurai, Impact of habitat temperature on the lifespan of Japanese common squid *Todarodes pacificus*: The life span may shorten to a half year in a warm condition, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015年11月10-14日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑦ D. Vijai, M. Sakai, P. Puneeta, Y. Sakurai, Atlas of neon flying squid embryonic and paralarval development, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015年11月10-14日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑧ K. Adachi, M. Yabumoto, H. Yoo, K. Morioka, Y. Ikeda, Y. Ueta, Y. Sakurai, Salt soluble component from the oviducal gland induces chorionic expansion in the ova of the Japanese common squid *Todarodes pacificus*, International Symposium of CIAC2015 Hakodate, 2016. CIAC2015 国際頭足類シンポジウム, 2015年11月10-14日, 函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑨ P. Puneeta, 桜井泰憲, D. Vijai, H-K. Yoo, 松井萌, 200トン水槽によるスルメイカ再生産仮説の再検証, 2015年3月28-31日, 東京海洋大学(東京都港区)
- ⑩ 高原英生, 竹内宏行, 木所英昭, 野口詩穂子, 桜井泰憲, スルメイカの生息水温履歴は生活周期に影響する? 平成26年度日本水産学会春季大会, 2014年3月27-31日, 北海道大学函館キャンパス(北海道函館市)
- ⑪ 高山剛, 松井萌, 桜井泰憲, 稲田博史, 有元貴文, 白色 LED 光と陰影に対するスルメイカの行動, 平成26年度日本水産学会春季大会, 2014年3月27-31日, 北海道大学函館キャンパス(北海道函館市)
- ⑫ 松井萌, 高山剛, 桜井泰憲, 飼育下でのLED灯によるスルメイカの行動制御, 平成26年度日本水産学会春季大会, 2014年3月27-31日, 北海道大学函館キャンパス(北海道函館市)

[図書] (計1件)

- ① 桜井泰憲, 北海道新聞社, イカの不思議一季節の旅人・スルメイカ, 2015, 207pp.

[産業財産権]  
○出願状況 (計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

桜井 泰憲 (SAKURAI, Yasunori)  
北海道大学・大学院水産科学研究院・  
特任教授  
研究者番号: 30196133

### (2) 研究分担者

山本 潤 (YAMAMOTO, Jun)  
北海道大学・北方生物圏フィールド科学  
センター・助教  
研究者番号: 10292004

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: