

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22340155

研究課題名(和文)数十年スケールのイワシ資源量動態と中世温暖期に資源量低下を招いた機構の解明

研究課題名(英文) Mechanism driving depleted anchovy and sardine abundance and their amplitude/periodicity changes on decadal timescales during the Medieval Warm Period

研究代表者

加 三千宣 (Kuwa, Michinobu)

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・准教授

研究者番号：70448380

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円、(間接経費) 4,380,000円

研究成果の概要(和文)：地球温暖化に伴って、数十年スケールで大変動する太平洋のイワシ資源は、今後どのような変動を示すのか。中世温暖期におけるイワシ存在量の数十年スケール変動の振幅変化とそのメカニズムの解明を試みた。イワシには過去1000年間において300年スケールの変動が見つかり、中世温暖期とそれにつづく小氷期という汎地球規模の気候変動に対して応答しないことがわかった。一方で、イワシ存在量の300年スケール変動の背後には太平洋とその東西陸域を含む空間規模を持つ気候変動と関連している可能性が示唆された。日本イワシ資源変動の環境要因として、北西太平洋の餌環境が重要である可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：To elucidate how decadal-scale variability of Japanese sardine stock will change in relation to global ocean warming, we examined changes in amplitude of sardine decadal variability and changes in peletemperature and paleoploductivity around Medieval Climate Anomaly as an analogue for their response to climate change. Sardine abundance was reconstructed from coastal marine sediments of Beppu Bay, Japan. The record showed centennial-scale variability (250-300 years) and no clear response of sardine to climate changes corresponding to Medieval Climate Anomaly/Little Ice Age transitions in the western North Pacific. Rather, centennial variability of sardine abundance showed a similar pattern to basin-wide climate variability found in the reconstructed PDO index in the North America and the abnormal snow index in the East Asia. It is possible that one of driving factors of the centennial variations in sardine abundance is prey abundance in the western North Pacific.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード：イワシ類 魚類資源変動 海洋生態系 気候変動 太平洋 レジームシフト 中世温暖期

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化に伴って、数十年スケールで大変動する太平洋のイワシ資源は、今後どのような変動を示すのか。中世温暖期におけるイワシ存在量の数十年スケール変動の振幅と周期性が、それ以外の時期と比べてどのように変化したか、(2)それがどのようなメカニズムで起こったかがわかれば、今後温暖化する過程で数十年スケール変動の様態変化を予測する手がかりが得られるはずである。

2. 研究の目的

本研究では、中世温暖期におけるイワシ資源量の低下期に着目し、(1) 中世温暖期におけるイワシ資源量の数十年スケール変動の振幅と周期性が、それ以外の時期と比べてどのように変化したか、さらに(2)その数十年スケール変動の様態変化がどのようなメカニズムによって引き起こされたかを明らかにする

3. 研究の方法

本研究では、中世温暖期前後でイワシ資源量とそれを支配する水温変動や餌となる低次生産変動がどのようなメカニズムによって引き起こされたかについて、魚鱗化石・古水温・低次生産指標を用いて古生物・古海洋学的な解明を試みてきた。

4. 研究成果

別府湾においてイワシ存在量を反映するイワシ類魚鱗堆積量を8年の時間分解能で解析を行ってきた。しかしながら、年代決定の精度が解明を阻む最大の問題となっていた。我々は、¹⁴C-ウィグルマッチング法を沿岸海洋で初めて適用し、高精度の年代決定を可能にした(Kuwae et al., 2013)。この年代精度の向上は、数十年スケール変動の振幅と周期性の解明の大きな一歩となった。これにより、1) マイワシには、数十年スケール変動成分の振幅を大きく変える100年及び300年スケールの変動が過去2900年間に存在することがわかった。

一方で、日本周辺海域の古水温・古気候記録との比較から、中世温暖期前後におけるマイワシ存在量変動の変容についての知見を得た。本研究で得られた別府湾と苫小牧沖のアルケノン古水温記録や下北半島沖浮遊性有孔虫殻酸素同位体比記録(Sagawa et al., 2014)、既存の福島沖(Isono et al., 2009)及び三陸沖アルケノン記録(Minoshima et al., 2007)比較した結果、1) 日本周辺海域でAD800年からAD1200年にかけて温暖な海洋環境であることがわかり、これが日本周辺海域の中世温暖期と呼ばれる時代であると判断されること、2) その時代の前後でマイワシ存在量は、当初予想された周期・振幅の顕著な変化が認められなかったこと、したがって、3) 温暖な海洋環境下で、数十年間続くマイワシレジームが消失しないことがわ

かった。

その一方で、百年スケールでマイワシレジームが消失する時期が過去1000年間で3度、大きな振幅を伴う百年スケールの高振幅期が4回あったこと、20世紀の2回のマイワシレジームは過去200年間つづく高振幅期中に起こった3回マイワシレジームのうちの一部であったこと、さらに300年スケール変動が卓越する過去1000年間の変動の時間スケールを考慮すると、今後顕著なマイワシレジームが認められない100年規模の低水準期を迎える可能性があることがわかった。

以上のことは、マイワシの過去1000年間における300年スケールの変動は中世温暖期とそれにつづく小氷期という汎地球規模の気候変動に対して応答してきたわけではないことを強く示唆している。むしろ、マイワシ存在量が北米における復元PDO指数記録(MacDonald and Case, 2005)や東アジアの積雪異常指数記録(Chu et al., 2008)に見られる数百年スケール変動と同位相関係にあることから、この現象の背後には太平洋とその東西陸域を含む空間規模を持つ気候変動と関連している可能性が示唆された。

マイワシの300年スケール変動を支配するメカニズムとして、稚・仔魚期における春の餌や水温環境が関わっていると考えられる(Nishikawa et al., 2013)。親潮域の餌環境の指標として苫小牧沖海底コア試料の植物色素・動物プランクトン由来色素(SCEs色素)の濃度を分析した結果、過去1000年間のマイワシの300年スケール変動に対応する変動が見つかった。一方で夏の水温指標と考えられる日本周辺海域のアルケノン記録には、マイワシのような300年スケール変動を見出すことはできなかった。したがって、マイワシ存在量の300年スケール変動を支配するメカニズムとして、餌環境が重要である可能性が考えられた。

当初の目的であった中世温暖期前後におけるマイワシ存在量の周期・振幅の変容に関する知見、その300年スケール変動を支配するメカニズムに関する知見が得られ、本研究の目的は十分に達成された。

References

- Chu, G., Sun, Q., Wang, X., Sun, J., 2008. Snow anomaly events from historical documents in eastern China during the past two millennia and implication for low-frequency variability of AO/NAO and PDO. *Geophys Res Lett* 35, L14806.
- Isono, D., Yamamoto, M., Irino, T., Oba, T., Murayama, M., Nakamura, T., Kawahata, H., 2009. The 1500-year climate oscillation in the midlatitude North Pacific during the Holocene. *Geology* 37, 591-594.
- Kuwae, M., Yamamoto, M., Ikehara, K., Irino, T., Takemura, K., Sagawa, T., Sakamoto, T., Ikehara, M., Takeoka, H., 2013. Stratigraphy and wiggle-matching-based age-depth model of late Holocene marine sediments in Beppu Bay, southwest Japan. *J. Asian Earth Sci.* 69, 133-148.

- MacDonald, G.M., Case, R.A., 2005. Variations in the Pacific Decadal Oscillation over the past millennium. *Geophys. Res. Lett.* 32, L08703.
- Minoshima, K., Kawahata, H., Ikehara, K., 2007. Changes in biological production in the mixed water region (MWR) of the northwestern North Pacific during the last 27 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 254, 430-447.
- Nishikawa, H., Yasuda, I., Komatsu, K., Sasaki, H., Sasai, Y., Setou, T., Shimizu, M., 2013. Winter mixed layer depth and spring bloom along the Kuroshio front: implications for the Japanese sardine stock. *Mar Ecol Prog Ser* 487, 217-229.
- Sagawa, T., Kuwae, M., Tsuruoka, K., Nakamura, Y., Ikehara, M., Murayama, M., 2014. Solar forcing of centennial-scale East Asian winter monsoon variability in the mid- to late Holocene. *Earth and Planetary Science Letters* 395, 124-135.

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 10 件)

- ① Sagawa, T., Kuwae, M., Tsuruoka, K., Nakamura, Y., Ikehara, M., Murayama, M., 2014, Solar forcing of centennial-scale East Asian winter monsoon variability in the mid-to late Holocene. *Earth and Planetary Science Letters*, 査読有, 395, 124-135.
- ② 中村有吾, 2014 掲載予定, 北海道大学薬学部発掘地点における火山灰分析結果, 北大構内の遺跡, 査読無, 北海道大学
- ③ Kuwae, M., Yamamoto, M., Ikehara, K., Irino, T., Takemura, K., Sagawa, T., Sakamoto, T., Ikehara, M., and Takeoka, H., 2013, Stratigraphy and wiggle-matching-based age-depth model of late Holocene marine sediments in Beppu Bay, southwest Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 査読有, 69, 133-148.
- ④ Sagawa, T., Kuroyanagi, A., Irino, T., Kuwae, M., Kawahata, H., 2013, Seasonal variations in planktonic foraminiferal flux and oxygen isotopic composition in the western North Pacific: Implications for paleoceanographic reconstruction. *Marine Micropaleontology*, 査読有, 100, 11-20.
- ⑤ Sagawa, T., Yokoyama, Y., Ikehara, M., Kuwae, M., 2012, Shoaling of the western equatorial Pacific thermocline during the last glacial maximum inferred from multispecies temperature reconstruction of planktonic foraminifera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 査読有, 346-347, 120-129
- ⑥ 山口一岩, 三好慶典, 加 三千宣, 槻木玲美, 武岡英隆, 多田邦尚, 2011, 東部瀬戸内海の表層堆積物における生物起源珪素の分布と収支: 全有機態炭素・全窒素・全リンとの比較. *沿岸海洋研究*, 査読有, 49: 69-77
- ⑦ Amano, A., Kuwae, M., Agusa, T., Omori, K., Takeoka, H., Tanabe, S., Sugimoto, T., 2011, Spatial distribution and corresponding determining factors of metal concentrations in surface sediments of Beppu Bay, southwest Japan. *Marine Environmental Research*, 査読有, 71, 247-256
- ⑧ Sagawa, T., Yokoyama, Y., Ikehara, M., and Kuwae, M., 2011, Vertical thermal structure history in the eastern subtropical North Pacific since the last glacial maximum. *Geophysical Research Letters*, 査読有, 38, L00F02, doi:10.1029/2010GL045827
- ⑨ 中村有吾, 2011, 「火山灰の同定」『K39 遺跡工学部共用実験研究棟地点発掘調査報告書 北海道大学埋蔵文化財調査室』, 査読無, 246-247
- ⑩ 中村有吾, 2011, 「北見市北上4遺跡におけるテフラ層の同定」『北見市北上4遺跡』財団法人北海道埋蔵文化財センター調査報告書, 査読無, 275, 233-239

[学会発表] (計 46 件)

- ① Omura, A., Ikehara, K., Katayama, H., Usami, K., Irino, T., Kuwae, M., Shirai, M., Ashi, J. (2014) Stratigraphic variations of terrigenous organic carbon ratios in flood and slope failure sediments of marine area, examples from the modern natural disasters of Japan. International Sedimentological Congress, 8月にジュネーブ
- ② 加 三千宣・山本 正伸・杉本 隆成・武岡 英隆 (2014) マイワシ魚鱗記録から見つかった様態の異なる二つのレジームシフト. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜, 4月28日.
- ③ 中村有吾, 西村裕一 (2014年5月) 「北海道釧路湿原における 2 層の古津波堆積物とその広域対比」日本地球惑星科学連合 2014 年大会 (横浜市, パシフィコ横浜)
- ④ 大村 亜希子・池原 研・片山 肇・宇佐見 和子・入野 智久・加 三千宣・芦 寿一郎 (2014) 海域の洪水・斜面崩壊堆積物にみられる陸源有機炭素率の層位変化パターン. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜, 4月28日.
- ⑤ 山田 圭太郎・竹村 恵二・加 三千宣・池原 研・山本 正伸 (2014) 別府湾におけるイベント堆積物の定量検出. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜, 4月28日.
- ⑥ 加 三千宣 (2013) 古海洋研究の最前線.

- 日本海洋学会秋季大会, 札幌, 9月17日 (基調講演)
- ⑦ 加 三千宣・山本 正伸・佐川 拓也北海道
苫小牧沖における過去 3000 年間の高解像
度古水温記録. 日本地球惑星科学連合
2013 年大会, 千葉, 5月.
- ⑧ 山本正伸・加 三千宣 (2013) 過去 2900
年間の太平洋十年規模振動とレジームシ
フト. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会,
千葉, 5月 24 日
- ⑨ 加 三千宣・杉本隆成・山本正伸・武岡英
隆 (2013) 太平洋におけるマイワシ魚鱗堆
積量の数十年～数百年スケール変動. 2012
年度古海洋シンポジウム. 千葉, 1月 15
日
- ⑩ Michinobu Kuwae, Masanobu Yamamoto,
Takashige Sugimoto, and Hidetaka
Takeoka (2012) Synchronous
centennial-scale variability in
abundance of remote sardine populations
in the Pacific. The 2012 AGU Fall
Meeting, 7 December, in San Francisco,
California.
- ⑪ Sagawa, T., Khim, BK., Uchida, M.,
Ikehara, K., Murayama, M., Okamura, K.,
Kuwae, M., and Tada, R. (2012) Periodic
inflow of warm surface water into the
southern Japan Sea and its influence on
productivity during marine isotope
stage 3, International Symposium on
Paleoceanography in the Southern Ocean
and NW Pacific: Perspective from Earth
Drilling Sciences (Kochi, Japan,
2012. 11. 19-21)
- ⑫ 加 三千宣・武岡英隆・杉本隆成 (2012) 魚
鱗堆積量に見られるマイワシアバンダ
ンスの数百年スケール変動. 日本水産海洋学
会創立 50 周年記念大会. 東京, 11月 18
日
- ⑬ 入野智久・山本正伸・池原研・竹村恵二・
加 三千宣 (2012) 大分県大野川流域土壌
の鉱物組成変動その別府湾堆積物への影
響. 日本地球化学会年会, 福岡市, 9月 12
日
- ⑭ 川幡穂高・松岡めぐみ・戸上亜美・原田尚
美・木元克典・横山祐典・田中裕一郎・加
三千宣 (2012) 日本における過去 3000 年
の定量的気温復元, 西日本編. 日本地球化
学会年会, 福岡市, 9月 13 日
- ⑮ 加 三千宣・佐川拓也・山本正伸・杉本隆
成・武岡英隆 (2012) マイワシ魚鱗記録と
PDO index の長周期成分に見られる同調性.
日本第四紀学会 2012 年大会. 熊谷, 8月
20 日
- ⑯ 川幡穂高・松岡めぐみ・戸上亜美・原田尚
美・木元克典・横山祐典・田中裕一郎・加
三千宣 (2012) 西日本における 3000 年
の環境変化、その 1 - 弥生人が日本人と
なってからの環境変化 - . 日本第四紀学会
2012 年大会. 熊谷, 8月 21 日
- ⑰ Sagawa, T., Nakamura, Y., Kuwae, M.,
Murayama, M., and Tsuruoka, K. (2012)
Multi-centennial to Millennial Scale
Variability in the East Asian Winter
Monsoon During the Holocene and the
Arctic Oscillation, AOGS-AGU (WPGM)
Joint Assembly 2012 (Singapore,
2012. 8. 13-17)
- ⑱ 天野敦子・加 三千宣 (2012) 元素濃度変
化からみた大分県別府湾における過去
1500 年間の海底環境変遷. 日本堆積学会,
札幌, 6月 16 日
- ⑲ Misaki Shimada, Hikaru Takahara,
Michinobu Kuwae, Masanobu Yamamoto, Ken
Ikehara, Tomohisa Irino, Keiji Takemura,
Takuya Sagawa, Tatsuhiko Sakamoto,
Minoru Ikehara, Hidetaka Takeoka 2012
Late Holocene human impact on
vegetation changes around Beppu Bay in
northeast Kyushu, southwest Japan based
on the influx pollen data dated by a
wiggle-matching. IPC/IOPC 2012 (Tokyo,
29 Aug.)
- ⑳ 佐川拓也・横山祐典・池原 実・加 三千宣
(2012) 浮遊性有孔虫の複数種 Mg/Ca 古水
温による最終氷期最寒期の水温躍層深度
復元. 日本古生物学会 2012 年年会 名古
屋, 6月 30 日
- 21 加 三千宣・山本正伸・安部雅人 (2012)
日本沿岸域における過去 3000 年間の高解
像度古海洋記録. 日本地球惑星科学連合
2012 年大会. 千葉, 5月 23 日 招待講演
- 22 佐川拓也・内田昌男・池原 研・村山雅史・
岡村 慶・加 三千宣・多田隆治 (2012) 日
本海南部の同位体ステージ 3 における千
年スケール表層水変動. 地球惑星科学連合
2012 年大会 千葉, 5月 24 日
- 23 中村有吾, 西村裕一, Putra, P. S., Moore,
A. L. (2012 年 5 月) 「構成物の組成と粒径
による津波堆積物の対比と津波発生履歴
- 北海道東部の事例」日本地球惑星科学連
合 2012 年大会 (千葉市, 幕張メッセ国際
会議場)
- 24 Moriya, K., Kuwae, M., Yamamoto, M.
Kunihiro, T., Onishi, H., Hamaoka, H.,
Saito, M., Sagawa, T., Fujii, N., Yoshie,
N., Omori, K., Takeoka, H. (2012) TEX86
and seasonal distributions of archaeal
membrane lipids across the chemocline
in the modern shallow coastal ocean.
Japan Geoscience Union Meeting 2012 25
May.
- 25 Sagawa, T., Kuwae, M., Uchida, M.,
Ikehara, K., Murayama, M., Okamura, K.,
and Tada, R. (2012) Millennial-scale
variability of surface water property
in the southern Japan Sea during the
Marine Isotope Stage 3, 2012 Kochi
International workshop II (Kochi, Japan,
2012. 3. 21-22)

- 26 Moriya K., M. Kuwae, M. Yamamoto, T. Kunihiro, H. Onishi, H. Hamaoka, M. Saito, T. Sagawa, J. Shibata, N. Fujii, N. Yoshie, K. Omori, and H. Takeoka (2012) Distributions of mesophilic archaeotal membrane lipids and TEX86 thermometry in the modern enclosed shallow coastal anoxic basin. European Geosciences Union General Assembly 2012. Austria, 27 Feb).
- 27 鶴岡賢太郎・佐川拓也・加 三千宣(2012) TEX86 を用いた北海道苫小牧沖過去 3000 年間の海水温変動. 2011 年度古海洋シンポジウム(平成 24 年 1 月 5 日, 千葉県柏)
- 28 Kuwae, M., Yamamoto, M., Sugimoto, T., Sagawa, T., and Takeoka (2011). Secular and low-frequency variability in fisheries productivity in the western North Pacific over the past 2700 years. The 2011 AGU Fall Meeting, 9 December 2011, Moscone Convention Center, San Francisco, California.
- 29 國弘 忠生, 柴田 淳也, 濱岡 秀樹, 曾我部 篤, 守屋 和佳, 加 三千宣, 伊藤 克敏, 大森 浩二. (2011) 海洋沿岸域における堆積有機物に占める細菌・藻類炭素量の評価. 第 27 回日本微生物生態学会大会. 京都 10 月 8 日
- 30 鶴岡賢太郎・加 三千宣・佐川拓也(2011) TEX86 及びアルケノンから見た中世温暖期における苫小牧沖の古環境変動. 2011 年度日本地球化学会年会(札幌, 9 月 14 日).
- 31 Kunihiro, T., Shibata, J., Hamaoka, H., Sogabe, A., Moriya, K., Kuwae, M., Ito, K., Tsutsumi, H., Omori, K. (2011) Determining bacterial carbon contribution to sediment organic matter in the Seto Inland Sea of Japan. The 12th Symposium on Aquatic Microbial Ecology. Germany, 2 Sep).
- 32 Sagawa, T., Kuwae, M., Uchida, M., Ikehara, K., Murayama, M., Okamura, K., and Tada, R. (2011) Millennial-scale surface water property change in the Japan Sea during the Marine Isotope Stage 3, 2nd Annual Symposium of IGCP-581 (Sapporo, Japan, 2011. 6. 11-14)
- 33 Sagawa, T., Tsuruoka, K., Iijima, K., Sakamoto, T., Murayama, M., Okamura, K., Kuwae, M., and Takeoka, H., (2011) Centennial- to Millennial-scale variability in sea surface temperature at the subarctic western North Pacific during the Holocene, XVIII. INQUA Congress (Bern, Switzerland, 2011. 7. 21-27)
- 34 Kazuyoshi Moriya, Michinobu Kuwae, Masanobu Yamamoto, Tadao Kunihiro, Hidejiro Onishi, Mitsuyo Saito, Hideki Hamaoka, Takuya Sagawa, Junya Shibata, Naoki Fujii, Naoki Yoshie, Koji Omori, Hidetaka Takeoka (2011) Distributions of archaeal membrane lipid and DNA within the modern coastal shallow marine water column. Japan Geoscience Union Meeting. Chiba, May 26
- 35 入野智久, 池原研, 加 三千宣 (2011) 堆積物鉱物組成から見た別府湾における過去 3000 年間の古環境変遷. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会. 千葉, 5 月 25 日
- 36 池原研, 宇佐見和子, 入野智久, 加 三千宣 (2011) 別府湾最深部のタービダイト(イベント堆積物)の特徴. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会. 千葉, 5 月 25 日
- 37 中村有吾, 西村裕一, アンドリュウ ムーア (2011 年 5 月 24 日)「構成物の組成と粒径にもとづく津波堆積物の対比および供給・運搬過程の考察—北海道東部での事例」日本地球惑星科学連合 2011 年大会(千葉県市, 幕張メッセ国際会議場)
- 38 Ikehara, K., Usami, K., Irino, T. and Kuwae, M. (2011) Characteristics of turbidites at the deepest part of Beppu Bay. 地球惑星科学連合 2011 年大会(千葉・幕張メッセ国際会議場), 2011. 5. 25.
- 39 槻木玲美・加 三千宣・谷 幸則・守屋和佳・郭 新宇・國弘忠生・斉藤光代・藤井直樹・武岡英隆 (2011) 瀬戸内海別府湾の過去 100 年にわたる植物プランクトン動態:陸域・外洋からの栄養塩供給の影響. 地球惑星科学連合 2011 年大会 千葉, 5 月 25 日
- 40 佐川拓也, 鶴岡賢太郎, 村山雅史, 加 三千宣, 武岡 英隆 (2011) 北西太平洋亜寒帯域の完新世表層水温変動. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会. 千葉, 5 月 25 日
- 41 Sagawa, T., and Kuwae, M. (2011) Intermediate ventilation change and its relation to the surface environmental change from the Last Glacial maximum in the western North Pacific, AMS-12 Accelerator Mass Spectrometry Conference 2011 (Wellington, New Zealand, 2011. 3. 20-25)
- 42 Sagawa, T., Tsuruoka, K., Kuwae, M., Takeoka, H., Murayama, M., and Okamura, K. (2011) Holocene millennial-scale variability in the East Asian winter monsoon deduced from the subarctic western North Pacific SST, 2011 Kochi International symposium on Paleoceanography and Paleoenvironment in East Asia (Kochi, Japan, 2011. 3. 2-3)
- 43 佐川拓也・鶴岡賢太郎・加 三千宣 (2011) 北太平洋亜寒帯域の完新世表層水温変動. 平成 22 年度高知大学海洋コア総合研究センター 共同利用研究成果発表会 南国, 3 月 1 日

- 44 加 三千宣・佐川拓也・杉本隆成・武岡英隆 (2011) 別府湾最深部堆積物を用いた研究 - 層序・年代・展望. 2010 年度古海洋シンポジウム 千葉, 柏, 1月7日
- 45 佐川拓也・鶴岡賢太郎・村山雅史・岡村慶・加 三千宣・武岡英隆 (2011) 下北半島沖の完新世における数百~千年スケール海洋表層水温変動. 2010 年度古海洋シンポジウム 柏, 1月7日
- 46 Masanobu Yamamoto, Michinobu Kuwae, and Norio Ichikawa (2010) Centennial-scale variability in sea surface temperature and sardine and anchovy abundances in the Beppu Bay in Japan during the last 1500 years. AGU Fall Meeting. 2010. 12. 16, San Francisco

[図書] (計0件)

[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

加 三千宣 (KUWAE, Michinobu)
愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・准教授
研究者番号：70448380

(2) 研究分担者

山本正伸 (YAMAMOTO, Masanobu)
北海道大学・地球環境科学研究院・准教授
研究者番号：60332475

中村有吾 (NAKAMURA, Yugo)
北海道大学・理学研究科・非常勤研究員
研究者番号：00466468

(3) 連携研究者

竹村恵二 (TAKEMURA, Keiji)
京都大学・理学研究科・教授
研究者番号：00201608

杉本隆成 (SUGIMOTO, Takashige)
東海大学・海洋学部・教授
研究者番号：00201608

守屋和佳 (MORIYA, Kazuyoshi)
早稲田大学・教育・総合科学学術院・助手
研究者番号：60447662

谷幸則 (TANI, Yukinori)
静岡県立大学・環境科学研究所・准教授
研究者番号：10285190