

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22248024

研究課題名(和文) 中深層性大型頭足類とマッコウクジラの共進化的行動生態に関する先駆的研究

研究課題名(英文) Research on co-evolutionary behavior between large meso-pelagic squids and sperm whale

研究代表者

窪寺 恒己 (KUBODERA, Tsunemi)

独立行政法人国立科学博物館・標本資料センター・コレクションディレクター

研究者番号：80170041

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 28,100,000円、(間接経費) 8,430,000円

研究成果の概要(和文)：中深層性大型イカ類に関しては、特殊水中ビデオカメラ・ライトを開発し深海の環境を乱すことなく、それらの行動生態を記録し生物量の推定を試みた。2011年には小笠原沖でNHKと共同して有人潜水艇から世界初となるダイオウイカの生態観察・撮影に成功した。一方マッコウクジラに関しては、加速度マルチロガーと超小型水中カメラロガーを直接取り付けることにより、潜水中の行動を3Dで捉えることに成功し、餌となる大型イカ類を追跡・捕獲する行動パターンを明らかにした。また、深海の腐肉食性ベントスの蝟集実験を行い、蝟集物質の科学的組成を解析するとともにベントス群集の時間的変遷を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Concerning to the mesopelagic large squids, we developed special underwater video camera and lighting system and utilized to observe their natural behavior without disturbing deep-sea environment. In 2011, we successfully observed and recorded live giant squid from submersible off Ogasawara Islands with cooperation of NHK for the first time. On the other hand, we developed multi-logger system and extraordinarily compact underwater camera and attached the logger and camera several times to sperm whales. The logger and camera images gave us a detailed diving trace in 3 dimensions by which casing and hunting behaviour of sperm whales to the prey squid were deduced. In addition, we observed a process of gathering benthic scavengers and clarified chemical attractant and temporal succession of benthic scavenger communities.

研究分野：水産学一般

科研費の分科・細目：生態・行動

キーワード：中深層性大型イカ類 マッコウクジラ 被食 - 捕食関係 潜水・摂餌行動 共進化 腐肉食性ベントス 蝟集効果

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 日本近海を含む世界の中緯度海域の中深層(水深:300-1500m)にダイオウイカをはじめとする大型頭足類が膨大な生物量で生存していることは、海洋食物網における最高次捕食者であるマッコウクジラの摂餌生態から疑いのない事実と考えられる。これら中深層性大型イカ類は、海洋生態系さらには生物多様性を考える上で非常に重要な構成要素であることは言を俟たない。

(2) 海外でもこれら中深層性イカ類の感心は高く、主に欧米や日本の研究調査組織による最近の深海探査艇の開発・性能向上に伴い、それらの生態や分類などに関する知見が近年飛躍的に増加している。しかし、これら深海探査艇による調査では、遊泳力が乏しく探査艇から逃避できない不活発な小型頭足類や幼稚仔期の個体に限られ、大型で活発な頭足類はまったく捉えられていなかった。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究は、海洋食物網における最高次捕食者であるマッコウクジラとマッコウクジラに専ら食べられている中深層性大型頭足類に焦点をあて、マッコウクジラの潜水行動と索餌様式、中深層性大型頭足類の生息環境下での行動様式を最新のバイオロガー・超小型水中カメラ機材等を用いた野外調査を通じて捉えることにより、両者間で共進化的に進んできた行動生態的特性を総括的に理解すること目的とした。

(2) また、深海の腐肉食性ベントスの蛸集メカニズムに注目し、蛸集物質の科学的組成を解析するとともにベントス群集の時間的変遷を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 小型・軽量の水中 HV 撮影システムおよび赤色系高輝度 LED を用いた照明機器の開発：今までの調査に用いられてきた水中撮影システムが開発されて以後、最新の HV ビデ

オカメラや LED の性能向上・小型化は著しく、これらを組み込むことによりさらに小型水中 HV 撮影システムの開発が可能となってきた。この小型化は、中深層性大型頭足類のみならず深海動物に与える影響を格段に低減することが予想される。また、LED は単一波長の光を発することが可能であるため、深海性動物の眼には感知できない赤色系の光を用いることにより、今までに出現しない深海性動物の撮影の可能性も期待される。採択初年度に 2 台のシステムを完成させ、現有の撮影システムと共に小笠原近海での垂下式調査に運用する。

(2) マッコウクジラをビークルとした深海性大型頭足類の観察：採択初年度から次年度にかけて、さらに撮影システムの超小型化を図り 2 台のシステムを完成させ、そのシステムをマッコウクジラの頭部に吸盤で装着する方策を考え、実際にマッコウクジラが潜水して大型頭足類を捕食する深海での行動を映像に記録する可能性を探る。この項目は平成 18~20 年度採択の「中深層性大型頭足類の分類ならびに生態、潜在的生物量に関する基礎的研究」(基盤研究 B)の研究項目の一つであったが、調査機器の開発の遅れや備船する漁船の問題などで遂行することが出来なかった。

(3) 今までに開発された現有撮影システムによる深海性動物の観察：今までの調査に用いられてきた水中撮影システムの有効利用を図るため、小笠原近海・中深層性大型頭足類に限らず、連携研究者の研究フィールドである駿河湾において現有の水中撮影システムによる深海性動物の撮影および腐肉食性底性動物の誘引物質の解明を試みる。

## 4. 研究成果



図 1. 2012 年 7 月、小笠原父島沖の深度 630m で有人潜水艇から目視されたダイオウイカ。

(1) 平成 22 年から超小型深海カメラシステムと特殊 LED 深海ライトの開発に着手し、平成 24 年までに 4 台を完成させた。これら新規開発機材と既存の 2 台を用いて、小笠原父島沖および北海道羅臼沖の

水深 600m から 900m の中深層で撮影を行った。

延べ 100 時間余りの動画が撮影され、中深層性イカ類の自然状態における行動生態に関する多くの知見を得た。また、平成 24 年 7 月には NHK と共同で小笠原近海において調査・撮影プロジェクトを実施し、ダイオウイカの生息する深海で有人潜水艇から実際にヒトの目でその摂餌行動の観察、映像記録など世界初となる成果をあげた。

(2) マッコウクジラの行動に関しては、超小型水中カメラとマルチ・バイオリガーによる画像・行動解析のデータが同時に得られるようになり、マッコウクジラが餌を襲う際の詳細な行動様式に関する新たな発見がなされた。平成 25 年には、3 頭のマッコウクジラに静止画カメラロガー、1 頭に行動記録ロガーの取り付けに成功し、約 4000 枚の静止画および 3D 加速度データを得ることができた。加えて、今までにほとんど記録のないアカボウクジラ 1 頭に行動記録ロガーを取り付けることができ、本種の潜水行動に関する貴重なデータも得ることができた。

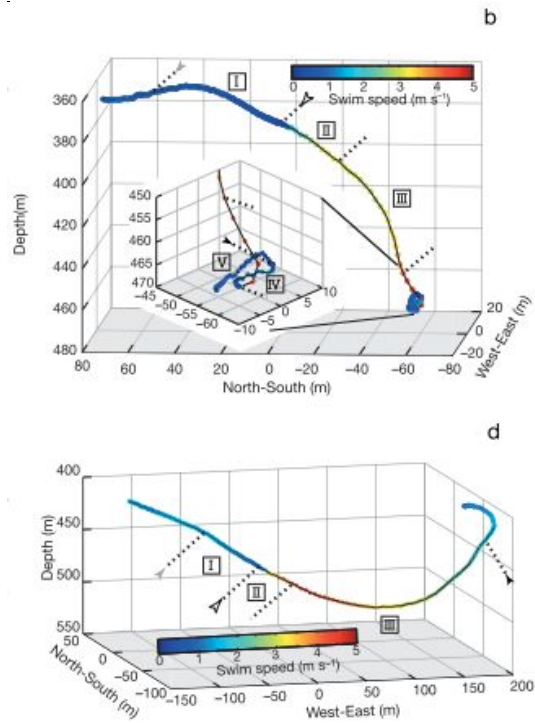


図 2. 2008 年 9 月小笠原父島沖でマッコウクジラに取り付けた加速度ロガーの記録から推測された 3D 潜水行動。b: 水深 460~470m の急加速を伴う大きく体をひねり回り込むような行動の記録。d: 回り込みを伴わない直線的な急加速の行動の記録。追尾する餌（大型イカ類）による攻撃行動の違いと推察された。

(3) 深海の腐肉食性ペントスの蝟集実験では、餌として用いたサンマとスルメイカの 1 時間当たり消費速度の測定を行った、その結果、駿河湾の水深 300m では総消費量は約 800g であったのに対し 800m では 1.6kg から 2.5kg であり、消費速度に約 2 から 3 倍の差があった。また、オオグソクムシ 1 匹が 1 時間当りに消費するサンマの量も 800m の方が約 10 倍速かった。水深 800m ではホラアナゴ等の出現数が多く、オオグソクムシが餌に滞在する時間も長いなど、全体に腐肉食者による餌の消費が非常に活発に行われていることが示された。死骸の消費は陸棚斜面のやや浅い所よりもむしろ深所が中心となっている可能性が考えられた。

#### 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 5 件)

Amano, M., Kouroggi, A., Aoki, K., Yoshioka, M. and Mori, K., 2014.

Differences in sperm whale codas between two waters off Japan: possible geographic separation of vocal clans. *Journal of Mammalogy*, 95: 169-175. 査読有

Kubodera, T. and Okutani, T., 2014. An unusual squid from the Sea of Japan, *Enigmocranchia nipponica*, new genus and new species (Cephalopoda:Decembrachiata: Cranchiidae). *National Museum of Nature and Science Monographs*, (44): 149-156. 査読有

Bower, J.R., K. Seki, T. Kubodera, J. Yamamonot and T. Nobesu. 2012. Brooding in a gonatid squid off northern Japan. *Biological Bulletin*, 223: 259-262. 査読有

Winkelmann, I., P.F. Campos, J. Strugnelli, Y. Cherel, P.J. Smith, T. Kubodera, L. Allcock, M. Kampmann, H. Schroeder, A. Guerra, M. Norman, J. Finn, D. Ingrao, M. Clarke and T.P. Gilbert, 2013. Mitochondrial genome diversity and population structure of the giant squid *Architeuthis*: genetics sheds new light on one of the most enigmatic marine species. *Proceedings of the Royal Society, B*, 287(1759): 2-9. 査読有

Aoki K., Amano M., Mori K., Kouroggi A., Kubodera T., Miyazaki N., 2012. Active hunting by deep-diving sperm whales: 3D dive profiles and maneuvers during bursts of speed. *Marine Ecology Progress Series*, 444: 289-301. 査読有

〔学会等発表〕(計 13 件)

窪寺恒己, 2014/3/19. ダイオウイカとの出会い - 最新技術で迫る深海の世界. 平成 26 年日本電気学会特別講演会, 松山.

窪寺恒己, 2014/1/18. ダイオウイカとの出会い - 最新科学でせまる深海の世界 - . 佐賀県基礎科学講演会, 佐賀市

窪寺恒己, 2013/11/19. ダイオウイカとの出会い 最新技術でせまる深海の世界. 第 23 回国際土岐コンファレンス市民学術講演会, 土岐市

窪寺恒己, 2013/9/29. ダイオウイカ トワイライトゾーンの摂餌戦略. 日本学術会議公開シンポジウム「ここまで分かった水生動物行動の謎」, 東京

谷田部明子, 南部久男, 窪寺恒己, 山田格, 2013/5/26. 富山湾沿岸に漂着したハナゴンドウの胃内容物. 日本セトロロジー研究会第 24 回(富山)大会, 富山

窪寺恒己, 2013/2/22. ダイオウイカの謎に迫る! - 最先端の科学技術を用いたアプローチ. 海洋政策研究財団第 99 回海洋フォーラム, 東京.

窪寺恒己, 2013/1/12. イカ・タコ類は海生哺乳動物たちの大好物 - 生き残るための戦略 - . 2012 年度勇魚会(海棲哺乳類の会)シンポジウム「海棲哺乳類の摂餌生態と餌環

境」, 東京海洋大学, 東京.

Schwerin, L.H., H. Iwasaki, E. Widder, T. Kubodera, S. O' Shea and C.E.F.E. Roper, 2012/11/29. A special announcement from Discovery and NHK -A First for Science. 2012 World Congress of Science & Factual Producers. Washington, D.C., USA

Kubodera, T. and H. Ohizumi, 2012/10/29. How far squid can fly out of the water. Cephalopod International Advisory Council Symposium 2012. Florianopolis, Brazil.

谷田部明子, 窪寺恒己, 山田格, 2012/6/3. 北海道羅臼町にマスストランディングしたシャチの食性. 日本セトロロジー研究会 23 回(松島)大会, 宮城.

青木かがり・天野雅男・森恭一・岡本亮介・窪寺恒己・佐藤克文, 2011/3/26. アカボウクジラが行っていた深度 1000m を超える潜水の特徴. 日本水産学会平成 23 年度・春の大会, 東京

谷田部明子・窪寺恒己・山田格, 2011/9/23. 九州に漂着したコブハクジラの胃内容物. 日本水産学会平成 23 年度・秋の大会, 長崎

窪寺恒己, 2011/5/12. 山に迷い、海に溺れ、そしてダイオウいかと戯れる. 北海道大学・高等教育推進機構・特別講義「大学と社会」, 札幌.

〔図書〕(計 14 件)

窪寺恒己 vs. ピートたけし, (対談)2014. 達人対談 謎の巨大イカを追い続けて. 新潮 45, 1 月号: 284-295.

窪寺恒己, 2013. ダイオウイカ、奇跡の遭遇. 新潮社: 202pp.

窪寺恒己, 2013. 深海の怪物 ダイオウイカを追え! ポプラ社サイエンスランド: 64pp.

窪寺恒己. 2013. 特別展「深海」- 挑戦の歩みと驚異の生きものたち. Ocean Newsletter, (313): 2-3.

窪寺恒己他, (監修・執筆) 2013. 特別展「深海」- 挑戦の歩みと驚異の生きものたち. 読売新聞社・NHK プロモーション: 265pp

窪寺恒己, (対談) 2014. 夢枕獏の対談シリーズ「人間て何ですか?」kotoba, 12 号: 164-169.

窪寺恒己, 2013. ダイオウイカとの邂逅. 文芸春秋, 4 月号: 80-82.

窪寺恒己, 2012. 海が教えてくれたこと. 日本の学童はいく, 12 月号: 6-7.

窪寺恒己, 2012. 海が教えてくれたこと - 続き. 日本の学童はいく, 1 月号: 6-7.

窪寺恒己, 2012. 企画展「バイオロギング - 動物目線の行動学 - 」国立科学博物館の窓 (125), 文芸広場, 60(1): 34-36.

窪寺恒己, 2012. マッコウクジラが捕食している中深層性大型頭足類. 勇魚, (55): 15-23.

窪寺恒己, 2011. 深海のモンスター 連載: 深海 漆黒のフロンティアを拓く. ミル

シル(自然と科学の情報誌), 4(5): 22-25.  
窪寺恒己, 2012. 企画展「バイオロギング - 動物目線の行動学 - 」国立科学博物館の窓 (125), 文芸広場, 60(1): 34-36.

窪寺恒己, 2012. マッコウクジラからもらった大型イカ類標本 連載: 標本の世界. ミルシル (自然と科学の情報誌), 5(1): 20-21.

〔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

<http://www.kahaku.go.jp/research/researcher/researcher.php?d=kubodera>

<http://research.kahaku.go.jp/zooology/Beak-v1-3/index.html>

<http://research.kahaku.go.jp/zooology/Beak-E/index.htm>

<http://research.kahaku.go.jp/zooology/zooopl-new/index.htm>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

窪寺 恒己 (KUBODERA Tsunemi)

国立科学博物館・標本資料センター・コレクションディレクター

研究者番号: 80170041

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

天野 雅男 (AMANO Masao)

長崎大学・水産学部・教授

研究者番号: 50270905

森 恭一 (MORI Kyoichi)

帝京大学・生命環境学部・准教授

研究者番号: 20570708

青木かがり (AOKI Kagari)

東京大学・海洋研究所・特任研究員

研究者番号: 60526888

篠原 現人 (SHINOHARA Gento)

国立科学博物館・動物研究部・研究主幹

研究者番号: 10280520

西海 功 (NISHIUMI Isao)

国立科学博物館・動物研究部・研究主幹

研究者番号: 90290866

大泉 宏 (OHIZUMI Hiroshi)

東海大学・海洋学部・准教授

研究者番号: 30366009

庄司 隆行 (SHOJI Takayuki)

東海大学・海洋学部・教授

研究者番号: 00241349