

江の島沖大陸斜面水槽のリニューアル

新江ノ島水族館 今井 啓吾・杉村 誠・根本 卓・八巻 鮎太

はじめに

表題の水槽は、特別企画展「水中ドローンで探検！江の島沖 深海の入り口」（2022年7月16日～2023年3月31日）にあわせて製作、設置したもので、船の科学館「海の学びミュージアムサポート」の支援を受けて実施した。特別企画展終了後もそのまま常設展示として引き継ぎ、本展示コーナーのリニューアルという形となる予定である。

当館における深海展示の概要

当館の前に広がる相模湾は、中央部には相模トラフとよばれる水深1,000mを越す海底谷がある。湾の地形は急峻な所が多く、特に湾の北西側では大陸棚がほとんどなく、陸から1,000 mを越す海底まで急激に深くなっているため、陸地からわずかな距離で深海に到達できる。また、急峻なため、深海性の動物が比較的浅みに出現しやすい（藤田・並河、2007）など、駿河湾や富山湾とあわせて深海底をもつ内湾として世界的にも有名であり、常設展示のテーマともなっている。

深海Ⅰゾーンでは、JAMSTEC（国立研究開発法人海洋研究開発機構）と協力し、日本で初めてとなる深海生物の長期飼育法に関する共同研究を実施しており（杉村ほか、2019）、これまで難しいとされてきた深海生物の長期飼育技術開発¹を行うと共に、その様子を逐次公開し、深海研究の最前線を紹介している（写真1）。



写真1 深海Ⅰゾーン

深海Ⅱゾーンでは、JAMSTECの有人潜水調査船「しんかい2000」²を展示している（写真2）。人が乗船して深海を調査するために作られた本格的な潜水調査船で、深度2,000 mまで潜航することが可能であった。1981年の完成後、1982年1月から2002年11月までの20年以上にわたって、1,411回の潜航を行い、数々の研究成果をもたらすと共に、日本の深海研究の飛躍的な発展に貢献した。特に当館が隣接する相模湾での実績を多く残し、記念すべき初潜航（1982年1月）と最終潜航（2002年11月）が相模湾であるばかりか、最多の318回潜航し、深海調査などが行われた（藤倉・奥谷、2008）。

ここでは、「しんかい2000」実機の臨場感あふれる展示をはじめ、コックピットの様子や深海調査研究の歴史など、深海に関する情報を紹介している。



写真2 深海Ⅱゾーン

旧深海水槽

「しんかい2000」のコックピットから見える深海底の景観を再現するために、かつて丸窓から覗き込むタイプの水槽（容量50 L）が2基設置されていた（写真3）。リアリティーを追求するために、コックピットの窓を醸したスペースは、アトラクシオンの有意義であった。しかしながら、深海生物の調達方法の進歩によって、多様な種の飼育

展示が可能となり、安定した飼育環境を備えた、より大きな水槽が求められていた。そのため、リニューアルスペースに機器設置やメンテナンスなどを含めて有効的な水量の水槽を計画した。



写真3 旧深海水槽

リニューアルされた深海展示コーナー

深海Ⅱゾーンにて実施された「水中ドローンで探検！江の島沖 深海の入り口」は、江の島沖大陸斜面域の水深 100～300 m をテーマにした展示で、これまで取り組んできた調査の経験を活かし、江の島沖という身近な海にも謎に包まれた海域が存在することを伝えるのが目的であった。

そのために、水槽、水中ドローン「DiveUnit 300」(FullDepth、東京)、パネル・動画の3つで構成されたコーナーにて、これまで新江ノ島水族館が株式会社FullDepth と共同で行ってきた水中ドローン調査で判明した様々な知見を紹介している (写真4)。



写真4 特別企画展

展示水槽

江の島沖大陸斜面域の特徴を再現した水槽を2基設置した。

種々の生き物が集まった「岩礁の急斜面」と、生き物が散在する「平坦な砂泥底」の、対照的ともいえる環境が見られる江の島沖大陸斜面域100～300mの様子をありのままに伝えている。そのため、展示生物も実際に水中ドローンで見られた種の上に厳選している (表1)。

表1 水中ドローンでの目視生物記録

動物門	出現種類数	出現回数	観察個体(群)数
海綿動物	19	112	269
苔虫動物	2	8	18
刺胞動物	54	273	629
有櫛動物	1	5	6
軟体動物	6	8	8
環形動物	7	24	42
節足動物	14	64	700
棘皮動物	37	213	950
脊索動物(ホヤ類)	5	12	18
脊索動物(魚類)	30	301	352
合計	175	1020	2992

「岩礁の急斜面」水槽

縦長の背の高い水槽で、岩礁の斜面をFRP(繊維強化プラスチック)で質感、礫の縮尺まで忠実に再現している(写真5)。トリノアシやヤギ類が活着しやすい足場を各所に設けてあり、そこをテリトリーに利用するアズマハナダイなどを収容している。また、湧昇流を再現した水流にて、プラ



写真5 岩礁の急斜面水槽

ンクトン食性の生物が生活しやすい環境になっている（容量504 L）。

「平坦な砂泥底」水槽

横長の水槽で（容量240 L）、注・排水口の位置を上部にすることで、水流の向きによっては舞い上がって濁ってしまうような細かい砂泥を敷き詰め、柔らかさに富んだ底質を再現し、オーストンフクロウニ、オキナマコ、群がるクモヒトデ類を収容している（写真6、7、8、9、10）。

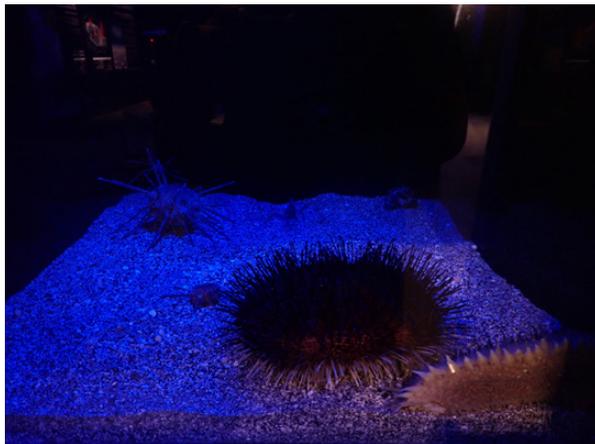


写真6 平坦な砂泥底水槽

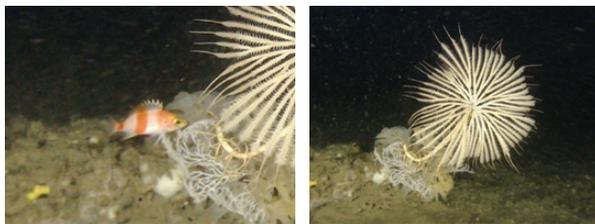


写真7 アズマハナダイ

写真8 トリノアシ



写真9 オキナマコ

写真10
オーストンフクロウニ

その他の工夫

背景板

水族館の常設展示水槽としては、初めて植毛布の背景板を設置した(写真11)。一般的にこれらサイズの水槽では、ポリ塩化ビニル板を使用するのが普通である。しかし、上方からの光が届かない深海底の景観を演出するためには背景板の反射を抑える必要があり、超低反射率の新素材を扱う会社に協力を依頼した。そして、使用試験を重ねた結果、植毛布「太黒門」（光陽オリエントジャパン株式会社、埼玉）を背景板に導入するに至った。

実際に半年経過しても、光量の少ない水槽内では付着藻類はおろか、他の付着生物の活着もほとんど見られなかった。また、管足を使って壁面に這い上がる棘皮動物の活動についても、設置面には侵入が見られないため、観覧上いきなり壁面にウニ類が張り付いているような展示生物の不自然な立ち振る舞いが抑制される好結果も得られた。現状、半月ほどで素材表面に薄っすらと浮遊物質が堆積するが、柔らかなブラシで払うと除去できるため、メンテナンスも比較的容易である。



写真11 植毛布の背景板

温度管理システム

水温変化の少ない環境にすむ深海生物にとって、水温の異常は致命的であるため、クラウド型温度管理システム「ACALA MESH」（タイムマシーン株式会社、東京）を導入し、水温管理の徹底を図っている（写真12）。

このシステムはPC並びに携帯電話等のモバイル機器にも対応しているため、インターネットが接続可能であれば、どのような場所からでも1分毎の水温変化を確認できる。また、水温の上下限警報はメールや電話で届き、異常発生時の前後の状況はグラフで確認できるため、原因究明にも役立っている。



写真12 設置されたACALA MESH

水中ドローン

近年開発が進んでいる小型の無人探査機（ROV）で、ハンドリングが良く水深300 mまで潜水可能である。人間が潜るには深く、潜水艇では浅い、これまで手が届きそうで届かなかった海域の調査に、漁船などを母船として比較的容易に繰り出すことができる。

開発時に行われた本機のプロジェクト（小谷野・株式会社FullDepth、2019）に携わったことで、当館から臨める相模湾の深海底の膨大な映像資料

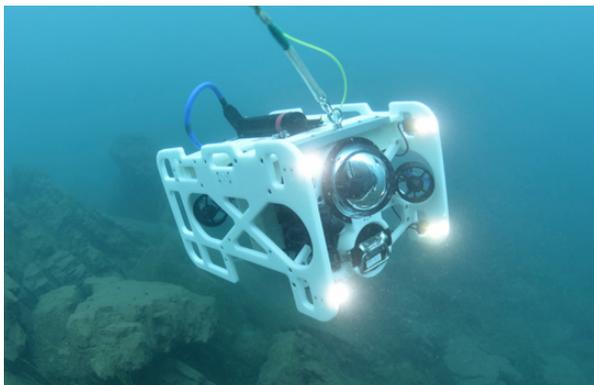


写真13 DiveUnit 300

を得ることが出来た。

ここでは、実際に調査で使用しているFullDepth社のDiveUnit 300実機を展示している（写真13）。同じゾーンにある歴史的な潜水調査船「しんかい2000」との対比で、それぞれの特徴が分かりやすくなっている。

パネル展示

江の島沖大陸斜面域でこれまでに確認した9動物門175種類の生物をパネルにて列挙し、当海域の圧倒的な生物多様性が一目で実感できるようになっている。今後も逐次更新していく予定である。

動画展示

生体展示や写真では、表現しきれないスケールでの群生の様子などを、水中ドローンで撮影した動画で紹介している。

おわりに

水中ドローンによって得られた映像資料を活用して、本水槽を作り込んできたが、執拗に写り込んでいたのは真っ黒い背景。ライト照射が届かない漆黒の闇を如何に演出するかが、来館者に深海底の景観を伝える要所であった。

水槽実験にて、最も黒く見える背景板の素材が植毛布であった時は、正直水中での使用は困難と思われた。しかし、水槽配管や飼育器具を扱っているうちに、半永久的な耐久性を求めてしまう固い頭の自分に気が付いた。

本当は、「今日来られるお客様に深海底の景観を伝えたい！」のであった。

今回の植毛布の導入は、水中での耐久性については未知の部分が残されているが、それを承知の上で設置に至る、展示飼育に携わった者たちの心意気を示したつもりである。

その後、サンゴ類育成用の調光や調色の可能なLEDを適当な位置に配置することで、今までで、最も黒い水槽が完成したのであった。

昨今では、観賞魚用飼育器具類が目覚ましい発展を遂げ、ビギナーでも海水魚飼育が容易にチャレンジできる時代となった。水族館でもそれにあやかっただけの商品に展示飼育を助けられている部分が往々にしてある。

当館では、ずいぶんと昔になるが、かつて館長を務めた廣崎芳次氏による内式単独濾過循環飼育

水槽（底面濾過システム）の開発（廣崎、1959）があり、今日でもその技術が観賞魚飼育の基本となっている。

本報告で背景板に使用した植毛布も、超低反射率、付着生物の抑制、容易なメンテナンスと利点が多く、別の実験水槽では循環水の透明度が長期間維持されたこともあり、非常に大きな表面積ゆえの生物濾過機能も持ち合わせているようにも思われた。

これからも水族館にて培われたアイデアなどが、一般の観賞魚飼育に活かされる機会が頻繁に訪れることを願っている。

謝辞

本展示は、船の科学館「海の学びミュージアムサポート」の支援を受けて実施した。

註釈

- 1 化学合成生態系水槽 特許名称「水生生物の飼育装置」特許第5396266号
- 2 2017年8月一般社団法人日本機械学会より「機械遺産第87号」認定。2021年7月公益社団法人日本船舶海洋工学会より「ふね遺産 33号（現存船 第12号）認定。

引用文献

- 小谷野有加・株式会社FullDepth・伊藤昌平・木村裕人, online. 小型の水中ドローンを用いた相模湾の深海生物調査 <https://jcs.jp/.wps/wp-content/uploads/2019/02/26case06.pdf/> (accessed on 2022-November-5)
- 藤倉克則・奥谷喬司, 2008. 潜水調査船が観た深海生物, 深海生物研究の歴史と現状, pp.23-29. 東海大出版会, 神奈川.
- 藤田敏彦・並河 洋, 2007. 相模湾動物誌. 国立科学博物館編, pp. 3. 東海大出版会, 神奈川.
- 広崎芳次, 1959. 飼育水槽に関する二つの試み. 動物園水族館雑誌, 1(1)
- 杉村 誠・小谷野 有加, 2019. シチヨウシンカイヒバリガイ硫化物添加飼育水槽の評価と水槽環境調査の試み. ブルーアースサイエンス・テク2019. 国立研究開発法人海洋研究開発機構/ (ポスター発表 2019-February-21)