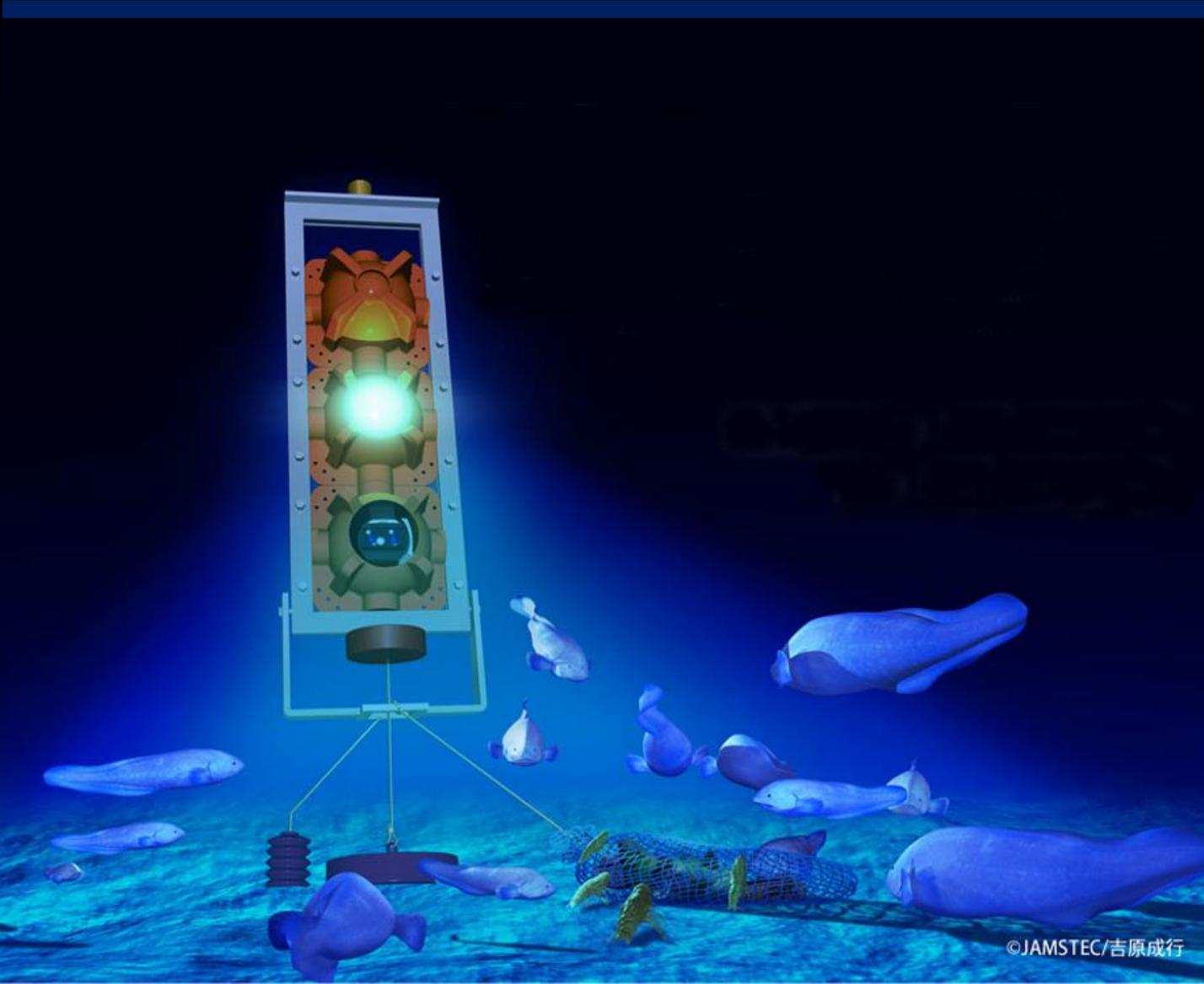


自由落體型深海探查機 「江戸1號」系列

～目標未知深海、追求挑戰的故事～



0. 目錄

1. 深海的基礎知識

I. 關於深海

II. 沉睡的深海資源

2. 「江戶1號」的特徵

I. 關於「江戶1號」

II. COEDO的誕生與江戶系列

3. 耐壓玻璃球

I. 支持「江戶1號」的耐壓玻璃球

II. 耐壓玻璃球的用途展開

4. 活用「江戶1號」實證實驗

I. 目前為止的海域調查

II. 在深海底的調查記錄

5. 運用支援

I. 組裝/投入/回收/保養

6. 「江戶1號」的歷史・沿革

7. 岡本硝子株式会社 公司概要

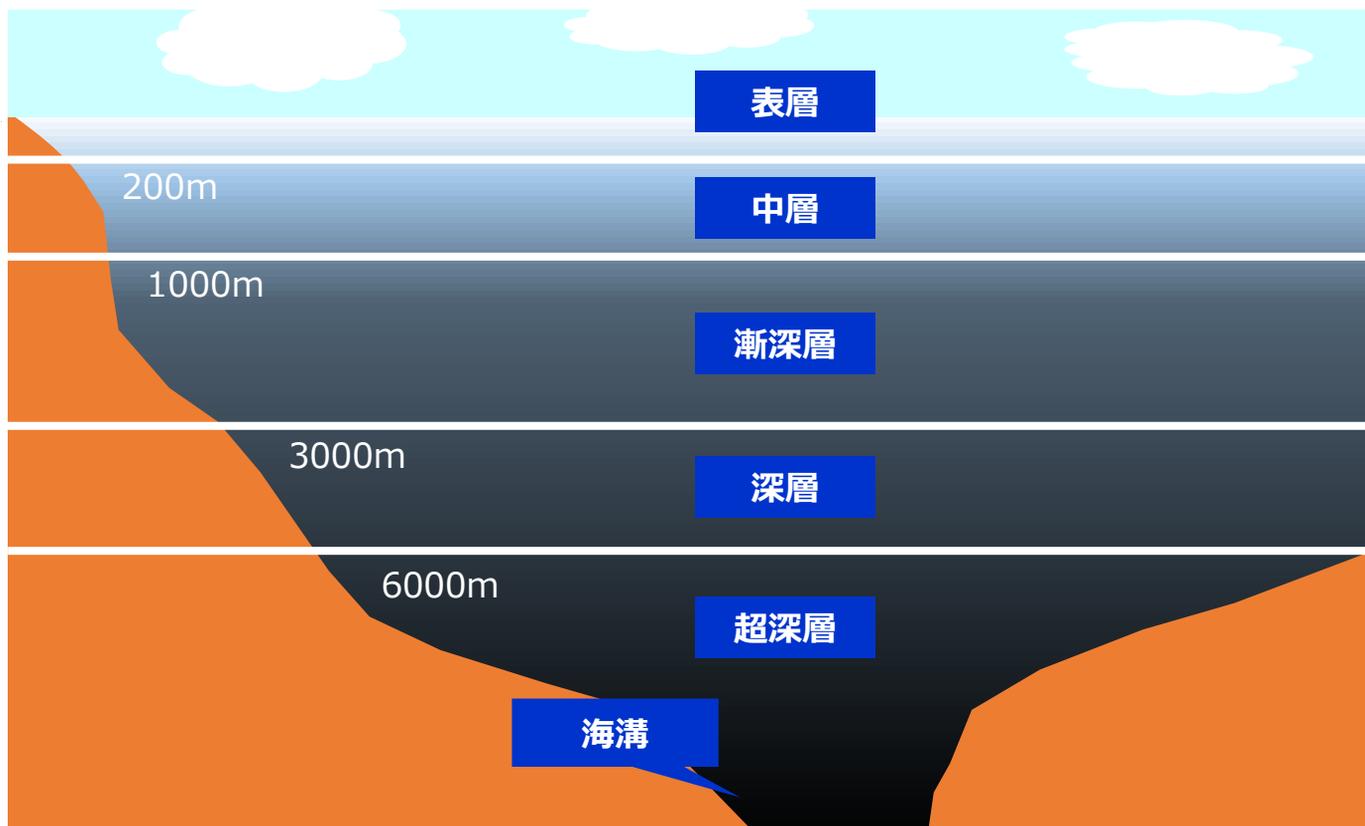


©JAMSTEC

I. 關於深海

在地球上唯一人類無法到達的地方，而且比宇宙更難到達的地方，那就是「深海」。在其中，想介紹關於這個未知的世界「深海」。能在嚴酷的深海中活躍的江戶1號其特徵以及在江戶1號的各式各樣技術。

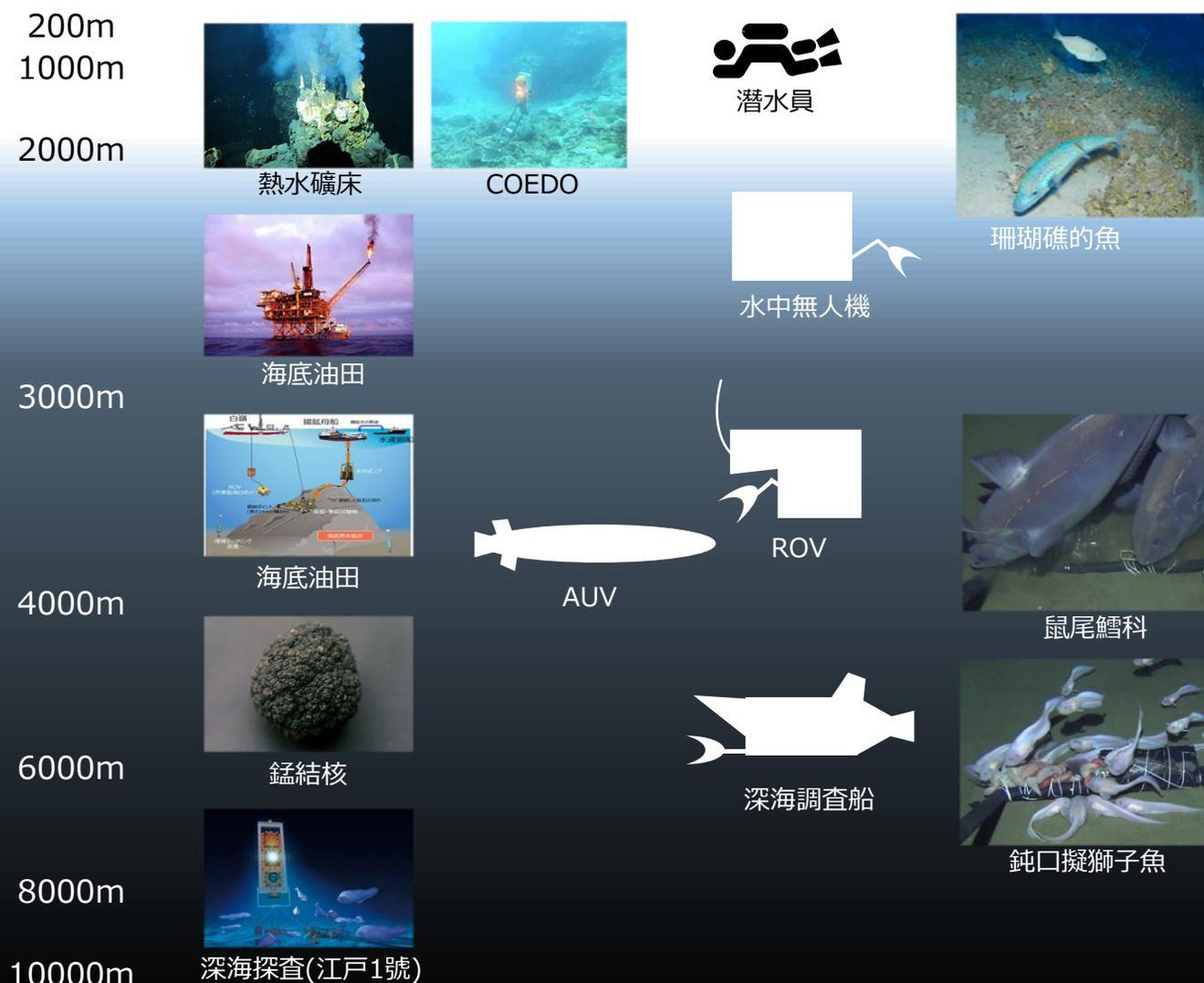
在地球的海與陸地的總面積比率是7:3，被說是水的行星是因為大多是海。在那片海洋中，在海洋中據說，海底3,000m至6,000m的水深部分最寬，佔海洋總量的70%。深海是指水深200m以上的海域。由於深海無法提供光合作用所需的陽光，因此環境和生態系統與地表有很大不同。為了適應高水壓、低水溫、黑暗和低氧等惡劣環境條件，生物體已經獨立進化，一些生物具有獨特的形態和生態。深海魚是生活在深海的魚類的總稱，但在生長過程中改變棲息地深度的種類和每天垂直移動以尋找食物的物種很多，對深海魚一詞沒有明確的定義。雖然這是人類難以到達的深海，但我們人類丟棄在海洋中的垃圾很容易到達深海。近年來，塑膠很難被海水分解，並進入微生物和海洋生物的嘴裏，因此對生態系統的影響也令人擔憂。



II. 沉睡的深海資源

在深海世界，有許多未知的東西，如生物和海底資源。在2,000m至6,000m的深海底，除了鐵和錳外，還廣泛分佈著錳團，錳團包括銅、鎳和鈷。此外，含有天然瓦斯的冰刨狀的甲烷水合物也沉睡在世界各地的海底下，也包括日本近海。

日本的國土面積約為37.8萬km²，居世界第60位，但是日本政府聲稱擁有的領海和專屬經濟海域（EEZ）以約447萬km²的面積居世界第6位。其領海中確認蘊藏有豐富的能源和礦產資源。由於日本是一個被海洋包圍的島國，將來由於某種原因無法進口，如果日本消耗國內儲備，任何使用金屬的行業都會停止。在本國收集礦物資源的努力和調查現在仍在繼續中。

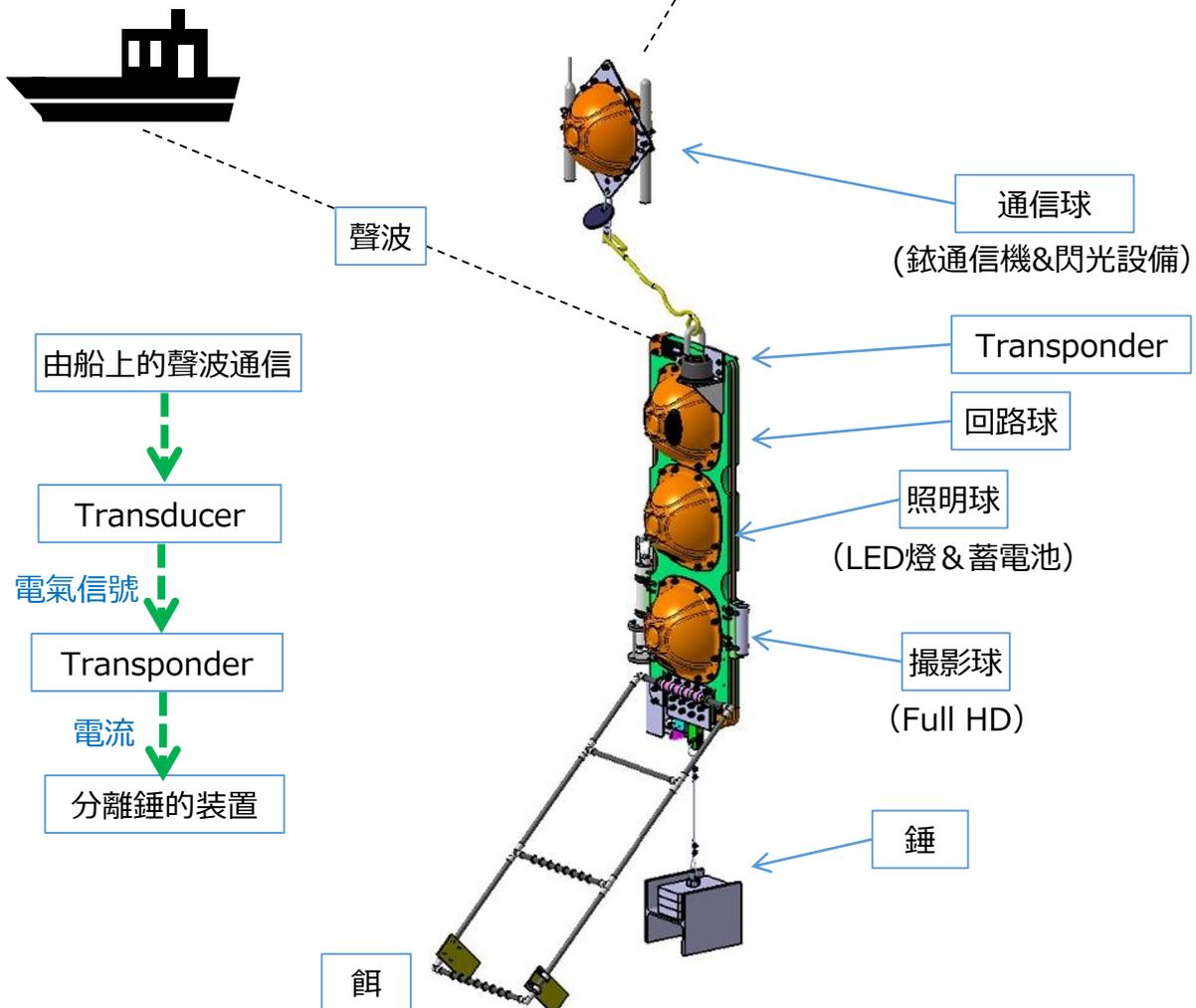


I. 關於「江戶1號」

受到由大阪的中小企業所組成的東大阪宇宙開發合作的人造衛星「Maido1號」的啟發，想到「如果大阪是宇宙，東京將瞄準深海」，包括杉野橡膠化學工業所(股)、浜野製作所(股)、Pearl技研(股)和真空模具工業(股)等4家公司，再加上岡本硝子(股)，作為計劃團隊參與了「江戶1號」的機體開發。能夠在無人探索深海的江戶1號便誕生了。

江戶1號的組成從上到下依次為通信球、Transponder、電路球、照明球和攝像機球，從船上自由落體的沉入深海。在水中，每分鐘約50-60m下沉，能從船上傳送聲波到機體上的Transponder，通過速度反饋來計算深度後，就可以確認機體是否安全抵達海底。

由於在海中無法傳送無線電波，因此使用聲波。通過改變來自船舶的聲波信號到電流，並分離錘，完成觀測的機體會以自己的浮力浮到海面上。機體漂浮在海面上，能透過GPS確認座標，然後由船來回收。



II. COEDO的誕生與江戶系列

江戶1號有兩種類型：標準HSG型和能夠365天進行長期生態監測的365型，但在大氣中重量較重，需要有配備起重機的大型船舶航行。

因此，不需要起重機，可以手動投入和拉起回收的COEDO被開發出來了。

COEDO(**C**ompact and **E**nvironmentally **D**eep-sea **O**bservation Lander), Compact的意涵環保的深海觀察著陸器。COEDO 有兩種類型：COEDO petite是配備 10吋的玻璃球和COEDO13吋是配備13吋的玻璃球，由於在大氣中的重量輕，可在小型船舶和漁船上作業，明顯的改善作業。即使它們很小，它們的基本功能也與 HSG 和 365 相同，它們都使用高畫質攝像機拍攝影片。通過這一開發，我們首次與民間企業合作進行了潛行實驗。

江戶1號有以下4個系列，根據規格的不同，最大深度、影片的拍攝時間、回收的建議期間、分離鏈的裝置的機構也不同。由於COEDO 加入陣容，可以根據需求擴大了選擇的範圍。

| Model | COEDO Petite | COEDO | 江戶 | |
|----------|---|---|--|---|
| | 10吋 | 13吋 | HSG | 365 |
| 概形 |  |  |  |  |
| 重量 (大氣中) | 28kg | 51kg | 85kg | 200kg |
| 重量 (水中) | -7kgf | -12kgf | -13kgf | -21kgf |
| 尺寸 | 75x37x7.5cm | 106x50x5cm | 170x62x36cm | 180x95x95cm |
| 照明 | LED 4,000lm搭載 | | | |
| 攝影機 | Full HD 1080p/縮時機能 | | | |
| 最大深度 | 4,000m | 4,000m | 8,000m | 8,000m |
| 最大記錄時間 | 6小時 | 10小時 | 10小時 | 44小時 |
| 使用可能溫度帶 | -40℃~85℃ | | | |
| 建議期間 | 3日以内 | 7日以内 | 90日以内 | 365日以内 |

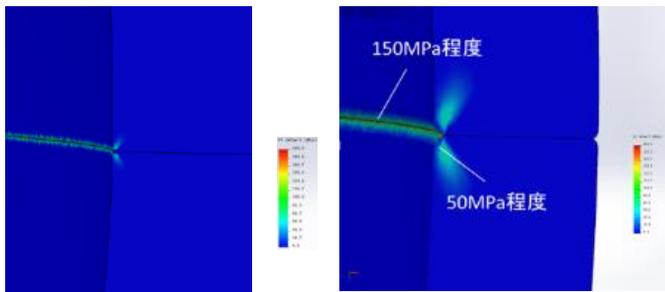
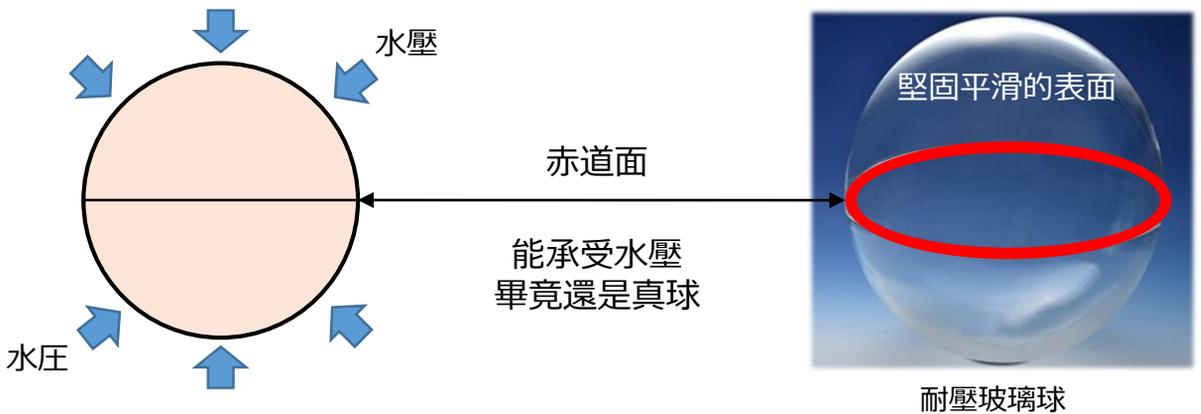
COEDO13吋、江戶HSG、365型能在機體的外側外掛各種裝置、裝上設備來客製化。

I. 支持「江戶1號」的耐壓玻璃球

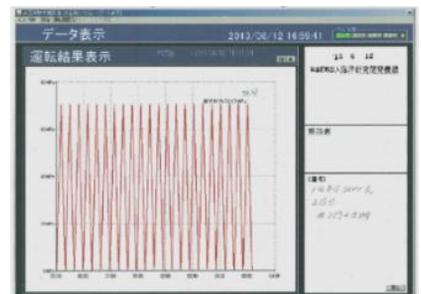
在深海中，每100m深就會有1MPa的壓力。換句話說，在水深10,000m時，會變成100MPa，這與指尖上有1t的重量相同。

為了確保攝影機、照明和電池，確保不會因水壓而損壞，所以裝在有耐壓性的玻璃球中，所以能在深海中進行調查。敝社的玻璃球標準的有直徑10吋、13吋和 17吋，但也有其他的尺寸可以對應。

為了連接玻璃球的內部和外部的設備所以有開孔，但在深海底有強大的水壓，即使是微小的間隙也可能導致事故發生。因此，敝社積累的精密玻璃成型和高精度加工技術將導致裂開的微小缺陷降至最低，即使8,000m以上的深海層也能夠安心使用。此外，敝社的玻璃球有超過100顆球以上的使用實績，從未破裂過。也確認過可重複使用。



由模擬應力將赤道加工最佳化



重複耐壓測試
(在JAMSTEC實施)

耐壓玻璃球排序

| Model | 最大深度 | 直徑 | 玻璃厚度 | 大氣重量 | 實浮力 |
|-------------|---------|----------------|------|--------|------|
| GB-13-4000 | 4,000m | 331mm (13inch) | 10mm | 7.7kg | 11kg |
| GB-17-6700 | 6,700m | 432mm (17inch) | 14mm | 18.2kg | 25kg |
| GB-13-8000 | 8,000m | 331mm (13inch) | 12mm | 9.0kg | 10kg |
| GB-10-8000 | 8,000m | 250mm (10inch) | 9mm | 4.0kg | 4kg |
| GB-13-12000 | 12,000m | 331mm (13inch) | 17mm | 12.0kg | 7kg |

II. 耐壓玻璃球的用途展開

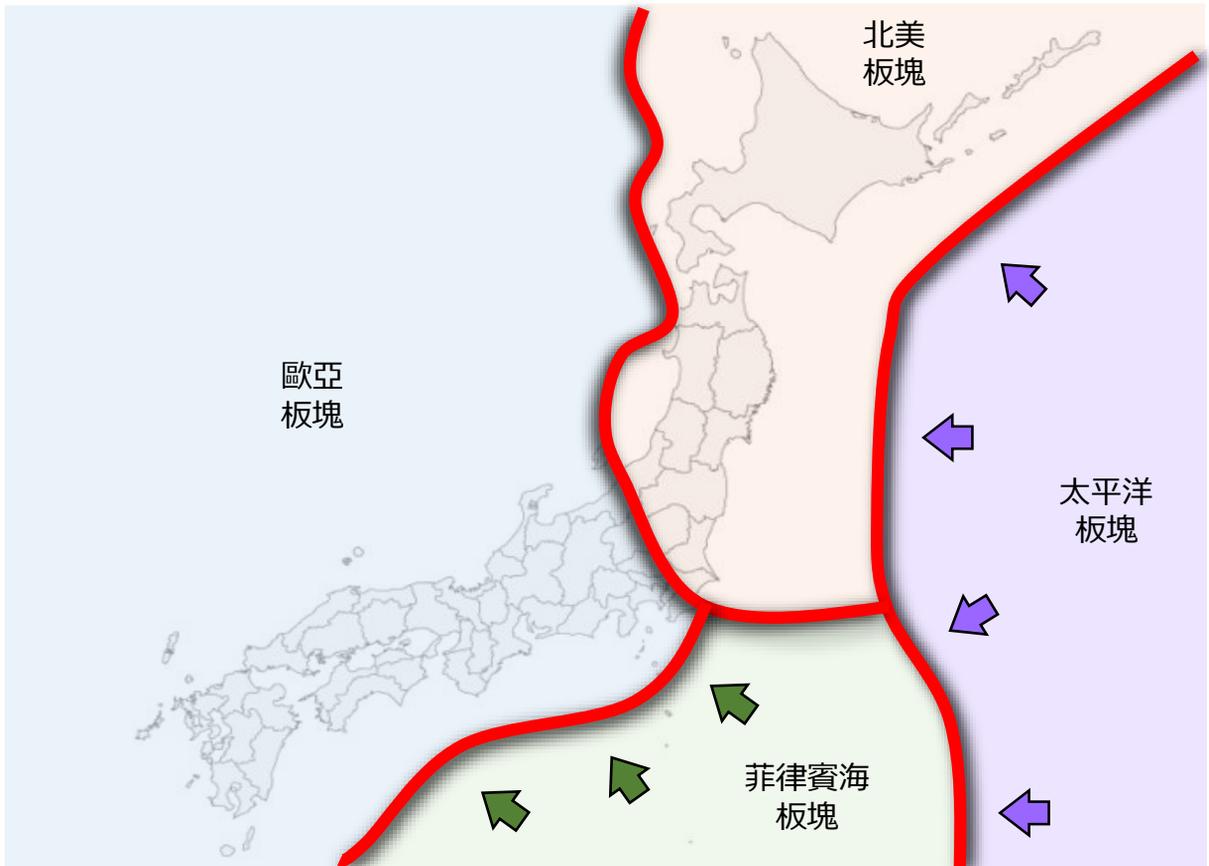
敝社的耐壓玻璃球用於海底的各種觀測應用，但主要有兩種應用。

第一個是稱為OBS(Ocean Bottom Seismograph)自浮式海底地震儀。從海底發生無法體感到的微弱震動到能引發海嘯的大地震，能以設置在海底的 OBS 來每日觀測和收集資料。另外，能利用人工聲波來探查海底的地下結構以及石油和天然氣的儲存量。為了在海底進行地震觀測，需要能承受水壓的容器來存放地震儀。

OBS 是由工作船在有裝錘的情況下使其沉入海底。在回收時，由船上發射特定的聲波來分離錘，讓地震儀能自行浮出水面。由於可以同時安裝許多地震儀來觀測，因此，在海底進行地震觀測有望在未來發揮作用，以澄清在海洋中發生的大地震的原因。

第二個是海底基準局。讓它沉入日本周圍4個板塊的邊界附近，通過定期乘坐觀測船直達上方，使用聲波相互通信，定點觀測每年以數公分的下沉板塊運動。

在2011年3月11日所發生的東日本大地震中，海底板塊以通常無法想像的規模移動，並知道了有移動了幾十公尺。



I. 目前為止的海域調查

2013年11月在房總半島沖的深海實驗，世界首次於7,800m的深海中成功的拍攝生物。此後也運用在日本各地的深海調查。



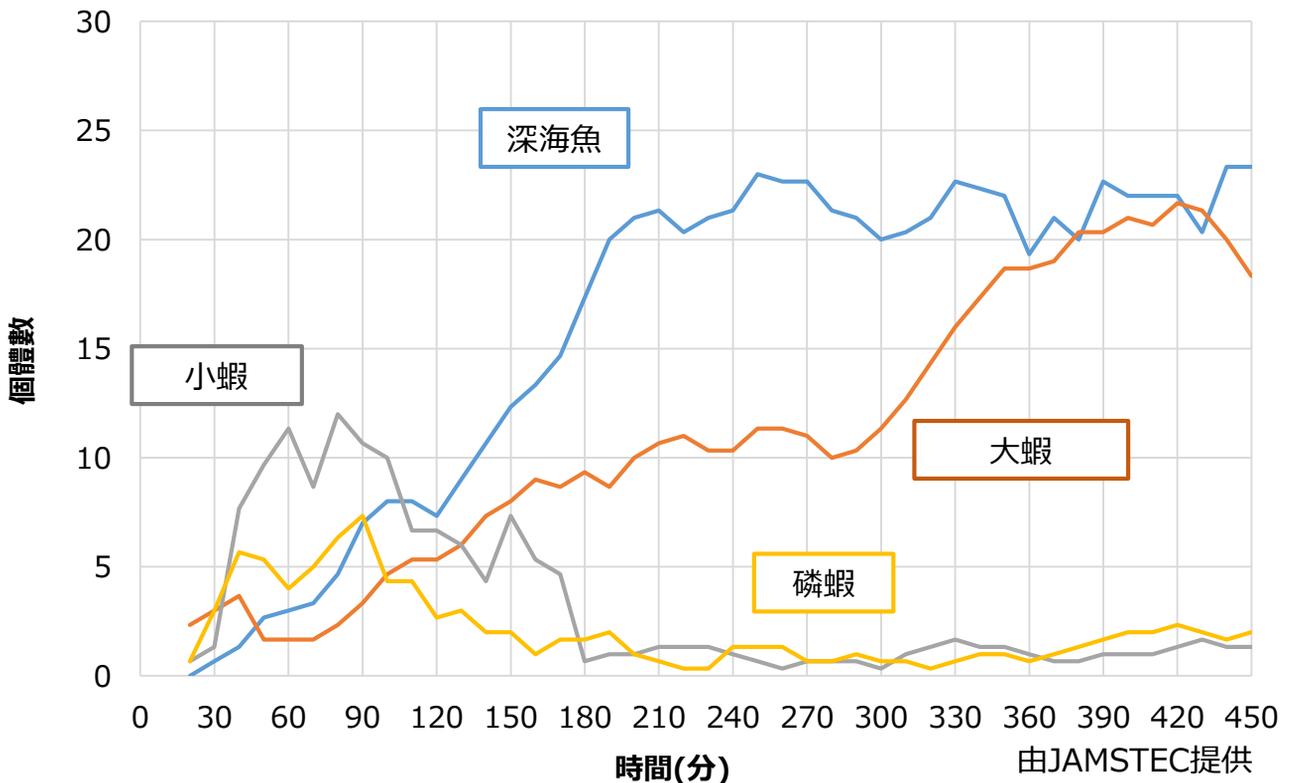
2021年11月現在

II. 在深海底的調查記錄

將江戶1號沉入深海，海底的不可思議世界、成功的拍攝了解生物生態的線索照片。
以下為水深4,000m~8,000m的海底照片。



下圖顯示了在一個海域的餌餌聚集程度和周圍生態系統的週期性變化。觀測開始180分鐘後，小蝦和磷蝦的數量逐漸減少，深海魚鈍口擬獅子魚和大蝦數量增加。即使觀測到450分鐘，深海魚類和大蝦的數量也不會增加，因此，我們可以知道該海域大約只有20條的魚類。江戶1號可說是適合定點觀測，隨著時間來觀察周圍生態系的變化。



I. 組裝/投入/回收/保養

敝社採購江戶1號所需的各種零件並組裝，並實際支援在船上機體設置作業。根據調查時間，將機體投向海底，之後回收工作也一併參與。此外，也可以將機體帶回公司，為下次航行進行保養作業。

組裝



- 耐壓玻璃球的製造
- 組裝零件的採購
- 組裝/包裝/出貨



在設置COEDO的樣子

- 在現場收貨
- 搭船後投下機體
- 機體的回收作業

搭船支援



- 接收送回品
- 機體狀態檢查
- 故障零件的交換/電池確認

保養

- 2009年5月 由杉野橡膠化學工業所株式會社社長杉野行雄先生提議，
與東京東信用金庫協商，並聽取芝浦工業大學合作促進部協調員的介紹
- 2009年6月 得到東京海洋大學與芝浦工業大學的協助
- 2009年8月 參加日本海洋研究開發機構（JAMSTEC）的深海調查講座。
參觀由外國零件所組裝的無人探測器。由杉野橡膠化學工業所株式會社
提出國內生產零部件的建議
- 2010年11月 接受JAMSTEC關於"自由落體型玻璃球深海攝像機"的建議
- 2011年4月 江戶1號計劃推進委員會成立（4家核心公司，3個支援組織）
- 2011年10月 在JAMSTEC的實際應用促進計劃
- 2012年3月 在JAMSTEC實施高壓試驗與水中動作試驗
- 2012年4月 岡本硝子株式會社參加專案計劃
- 2012年6月 在新江之島水族館進行的攝影和動作實驗
- 2012年10月 在相模灣（水深50m）成功進行了潛行實驗
- 2013年5月 岡本硝子株式會社開發成功在水深8000m可承受水壓的玻璃球
- 2013年6月 在相模灣的潛行實驗中成功拍攝3D Full HD影片
- 2013年8月 在相模灣（水深710m）成功進行潛行實驗
- 2013年11月 以新設計的機體，在日本海溝（水深7800m）成功進行超深海潛行實驗
- 2015年2月 江戶1號計劃推進委員會解散，岡本硝子作為核心企業承擔商業化，
與其他4家公司共同成為"江戶1號事業化集團"
- 2015年3月 戰略創新創造計劃（SIP）第1期（次世代海洋資源調查技術），
向 JAMSTEC 交付了用於熱水噴涌區用江戶1號HSG為第一個實際產品
- 2016年3月 向獨立行政法人石油天然氣和金屬礦產資源組織（JOGMEC）交付了
江戶1號HSG
- 2019年3月 SIP第2期（革新的深海調查技術），在南鳥島沖開始使用江戶1號365
在水深6000m處進行長期觀測
- 2019年10月 SIP第2期，來自島嶼國的實習生來到日本，以江戶1號HSG來實施研修
- 2020年1月 在茨城沖的海底設置江戶1號HSG，開始觀察海洋生物
- 2020年3月 與JAMSEEC以觀察在海底資源調查海域的海洋生物為目的，到南鳥島沖的
6000m處，用江戶1號HSG與365進行深海調查
- 2020年7月 在靜岡縣戶田沖實施在海岸到深海也能使用小型・輕量化為目的
所開發的COEDO試驗航海
- 2021年6月 在鹿兒島縣口之島沖與JAMSTEC共同使用COEDO實施了潛行
- 2021年9月 對於海洋環境調查中海底影像記錄方法的首次加入到ISO標準
在此標準的附屬書中以"江戶1號"作為參考示例登載並有圖解介紹
- 2021年10月 為了推進向作為SIP第2期主題之一移管到民間企業，在沖繩沖、
石垣島沖（水深100m）首次與民間企業合作進行了COEDO的潛行實驗

公司概况

| | |
|-----------|-----------------------------------|
| 公司名 | 岡本硝子株式会社 |
| 設立 | 1928年（昭和3年） |
| 總公司所在地 | 〒277-0872 千葉県柏市十余二380番地 |
| TEL / FAX | +81-4-7137-3111 / +81-4-7137-3112 |
| 員工人數 | 170人 |
| 年營業額 | 4,409百万円（2021年3月期、連結） |
| 事業內容 | 光Device用新玻璃與多層膜蒸鍍製品等的製造・販賣 |

販賣據點・關聯公司・事業所

岡本硝子株式会社 大阪支社

| | |
|------|-------------------------------|
| 所在地 | 〒564-0043 大阪府吹田市南吹田3丁目12番地28号 |
| 事業內容 | 光學、照明、機能性玻璃製品販賣並有採購業務 |

新潟岡本硝子株式会社

| | |
|------|-------------------------------|
| 所在地 | 〒945-1352 新潟県柏崎市安田字土山7587番地1号 |
| 事業內容 | 特殊玻璃製品的製造 |

岡本光學科技股份有限公司 OKAMOTO OPTECH CO.,LTD.

| | |
|------|--|
| 所在地 | 台湾省新北市汐止區新台五路 一段 79號 15F-1, 22101 15F-1 No.79 Sec.1 Xintai 5th Road, Xizhi District, New Taipei City, 22101,Taiwan |
| 事業內容 | 光學、照明、機能性玻璃製品販賣並有採購業務 |

蘇州岡本貿易有限公司 SUZHOU OKAMOTO TRADING CO., LTD.

| | |
|------|--|
| 所在地 | 中国江蘇省蘇州市工業園区瀋滸路535号 雅戈尔國際中心2201 Youngor International Center Room 2201, Industrial Park, Suzhou,215021,China |
| 事業內容 | 光學、照明、機能性玻璃製品販賣並有採購業務 |

JAPAN 3D DEVICES株式会社

| | |
|------|------------------------------|
| 所在地 | 〒945-1352 新潟県柏崎市大字安田7587番地1号 |
| 事業內容 | 電子・光學機器的製造、加工以及販賣 |

二光光學株式会社

| | |
|------|-----------------------------------|
| 所在地 | 〒252-0132 神奈川県相模原市緑区橋本台3丁目18番地13号 |
| 事業內容 | 真空蒸鍍製品的製造、加工以及販賣 |

自由落體型深海探查機 「江戸1號」系列

～目標未知深海、追求挑戰的故事～

岡本硝子株式会社 E&E事業部
〒277-0872 千葉県柏市十余二380番地
電話：+81-4-7135-5240

玻璃事業所
〒277-0872 千葉県柏市十余二380番地

薄膜事業所
〒277-0861 千葉県柏市高田1309

江戸1號的官網
<https://edokko1.jp/>

岡本硝子株式会社的官網
<https://ogc-jp.com/>

岡本硝子

検索



Supported by
國立研究開發法人 海洋研究開發機構
(JAMSTEC)

江戸1號計劃
株式会社杉野橡膠化學工業所
株式会社浜野製作所
株式会社Pearl技研
真空模具工業株式会社