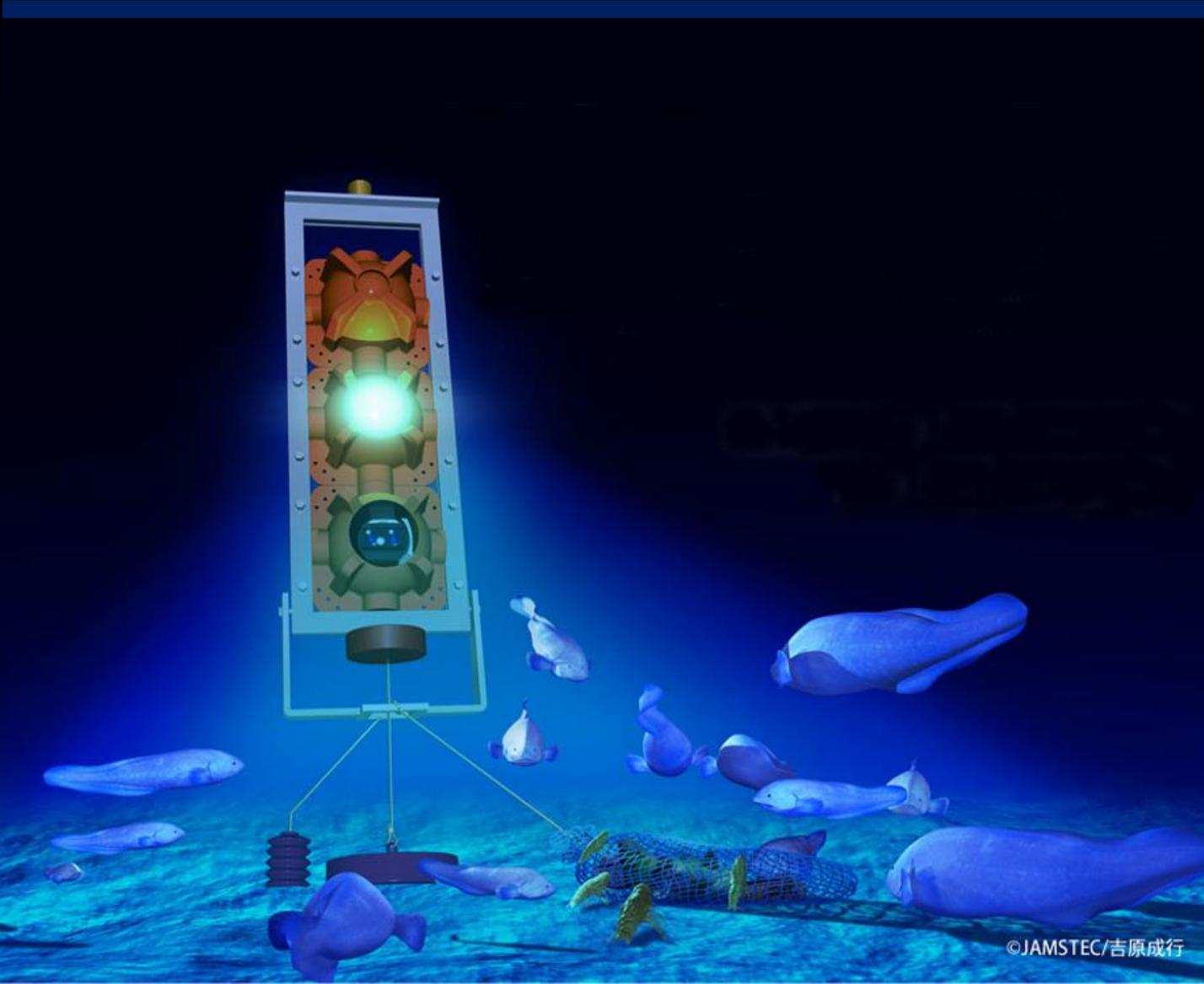


# フリーフォール型深海探査機 「江戸っ子1号」シリーズ

～未知の深海を目指す、あくなき挑戦の物語～





## 0. 目次

### 1. 深海の基礎知識

- I. 深海とは
- II. 眠る深海資源

### 2. 「江戸っ子1号」の特徴

- I. 「江戸っ子1号」とは
- II. COEDOの誕生と江戸っ子シリーズ

### 3. 耐圧ガラス球

- I. 「江戸っ子1号」を支える耐圧ガラス球
- II. 耐圧ガラス球の用途展開

### 4. 「江戸っ子1号」を活用した実証実験

- I. これまでの海域調査
- II. 深海底での調査記録

### 5. 運用サポート

- I. 組立/投入/回収/メンテナンス

### 6. 「江戸っ子1号」の歴史・沿革

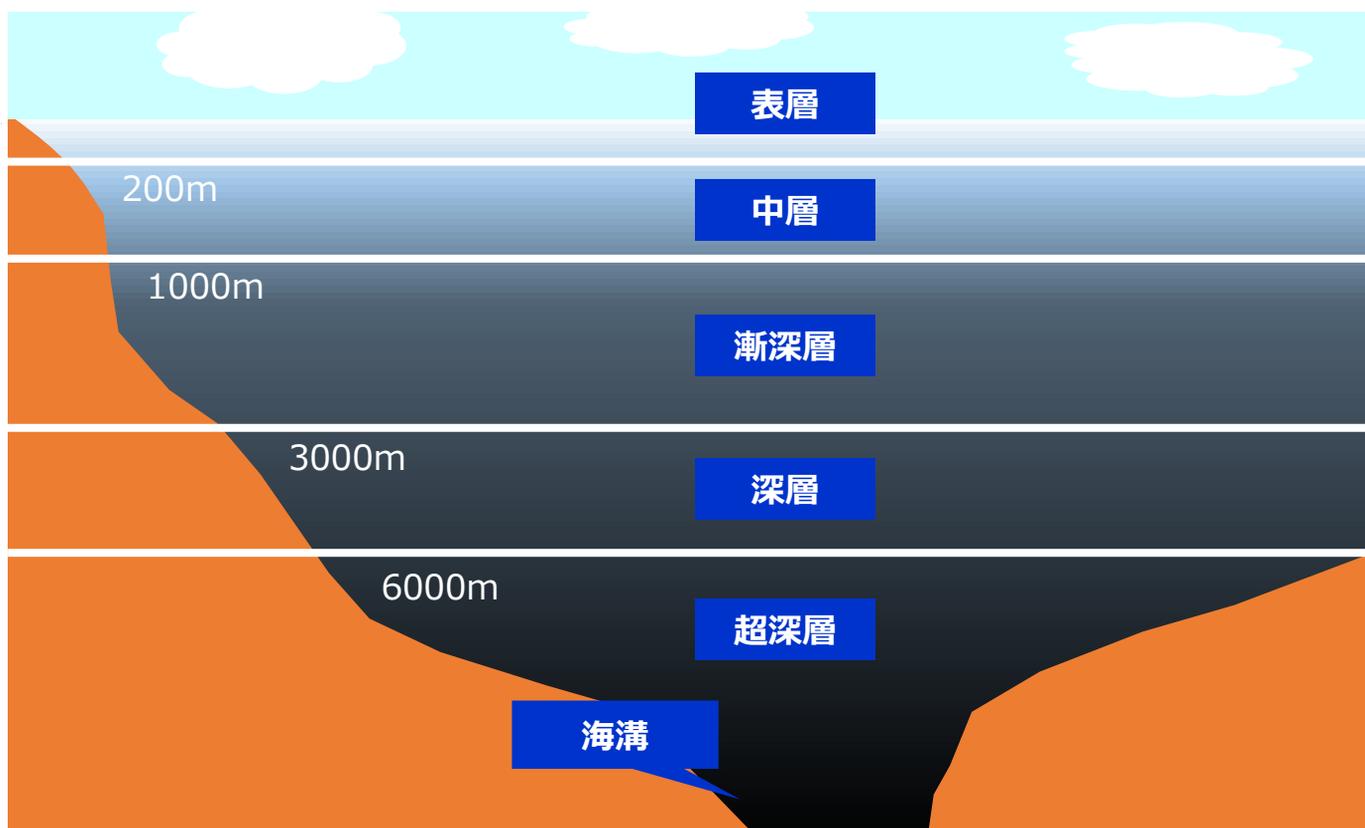
### 7. 岡本硝子株式会社 会社概要



## I. 深海とは

地球上で唯一人類が到達していない場所、そして宇宙よりもたどり着くのが難しい場所、それが「深海」です。この中では、この未知の世界「深海」について紹介したいと思います。また、この過酷な深海で活躍する江戸っ子 1 号の特徴や江戸っ子 1 号を支える様々な技術についても紹介します。

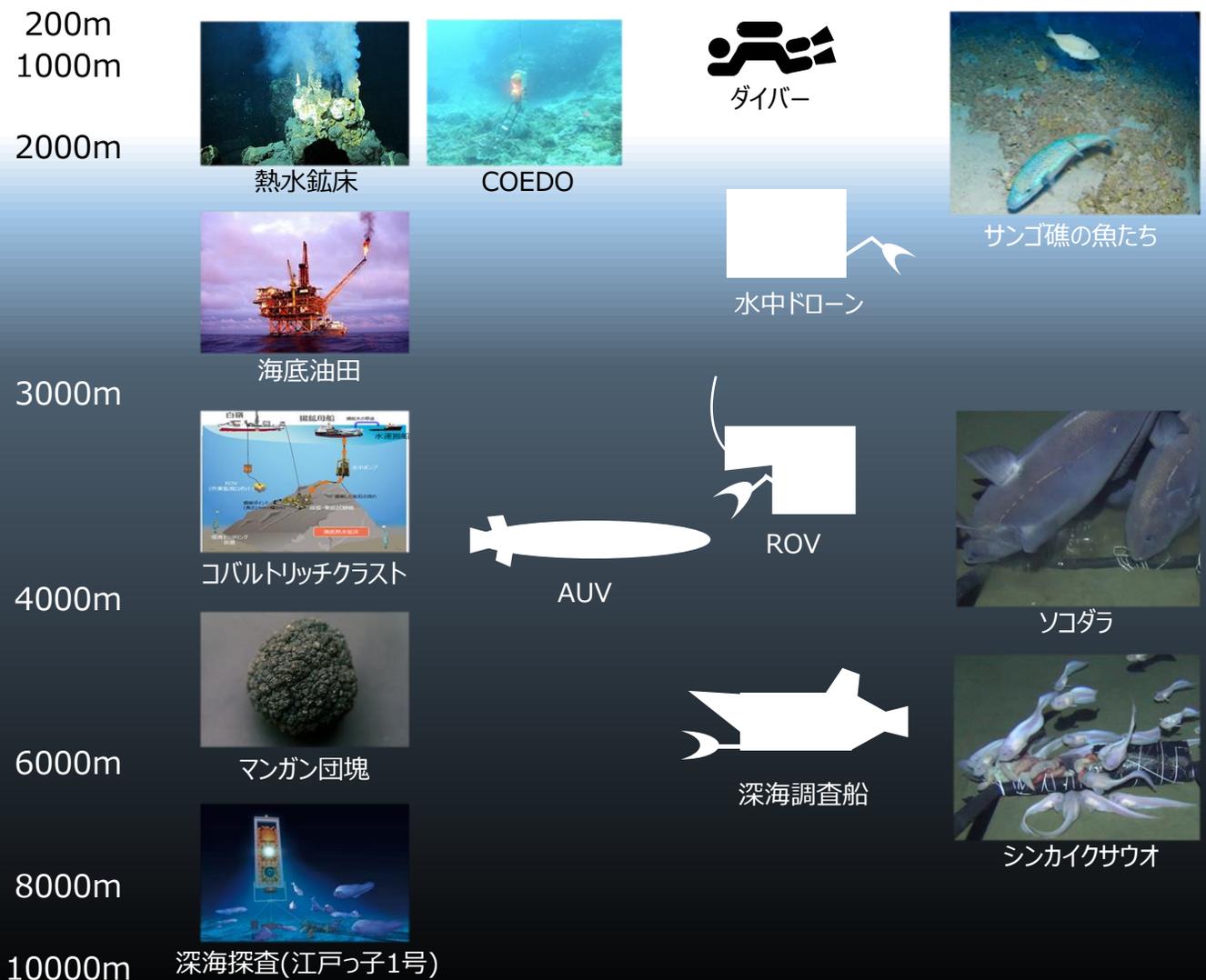
地球は海と陸地の総面積の比率が7:3で、水の惑星と言われる様に大半が海という事になります。その海の中でも、海底3,000m~6,000mの水深の部分が最も広く、全海洋の70%を占めていると言われています。深海とは水深200m以上の海域を指します。深海は光合成に必要な太陽光が届かないため、表層とは環境や生態系が大きく異なります。高水圧・低水温・暗黒・低酸素状態などの過酷な環境条件に適応するため、生物は独自の進化を遂げており、特異な形態・生態をもつ生物も存在します。深海魚とは深海に住む魚類の総称ですが、成長の過程で生息深度を変える種類や、餌を求めて日常的に垂直移動をする種類も多く、深海魚という用語に明確な定義はありません。人類が到達する事が難しい深海ですが、我々人類が海に捨てたゴミはいとも簡単に深海にたどり着くことができます。プラスチックは海水で分解されにくく、微生物や海洋生物たちの口に入ってしまうことから、近年では生態系への影響も懸念されています。



## Ⅱ. 眠る深海資源

深海の世界には生物や海底資源などまだ知られていないことがたくさんあります。水深2,000mから6,000mという深海底には、鉄やマンガンのほか、銅、ニッケル、コバルトなどを含むマンガン団塊（だんかい）が広く分布しています。また、天然ガスが閉じ込められてシャーベット状になっているメタンハイドレートも日本近海を含む世界中の海底地下に眠っています。

日本の国土面積は約37.8万km<sup>2</sup>で世界第60位ですが、日本政府が領有権を主張している領海・排他的経済水域（EEZ）は約447万km<sup>2</sup>で世界第6位です。その領海に豊富なエネルギー資源や鉱物資源の存在が確認されています。日本は周囲を海に囲まれている島国である以上、将来的に何かしらの理由により輸入が出来なくなり、国内備蓄分を消費してしまえば、金属を使うあらゆる産業がストップしてしまいます。自国での鉱物資源採取への取り組み、調査が今も続いています。

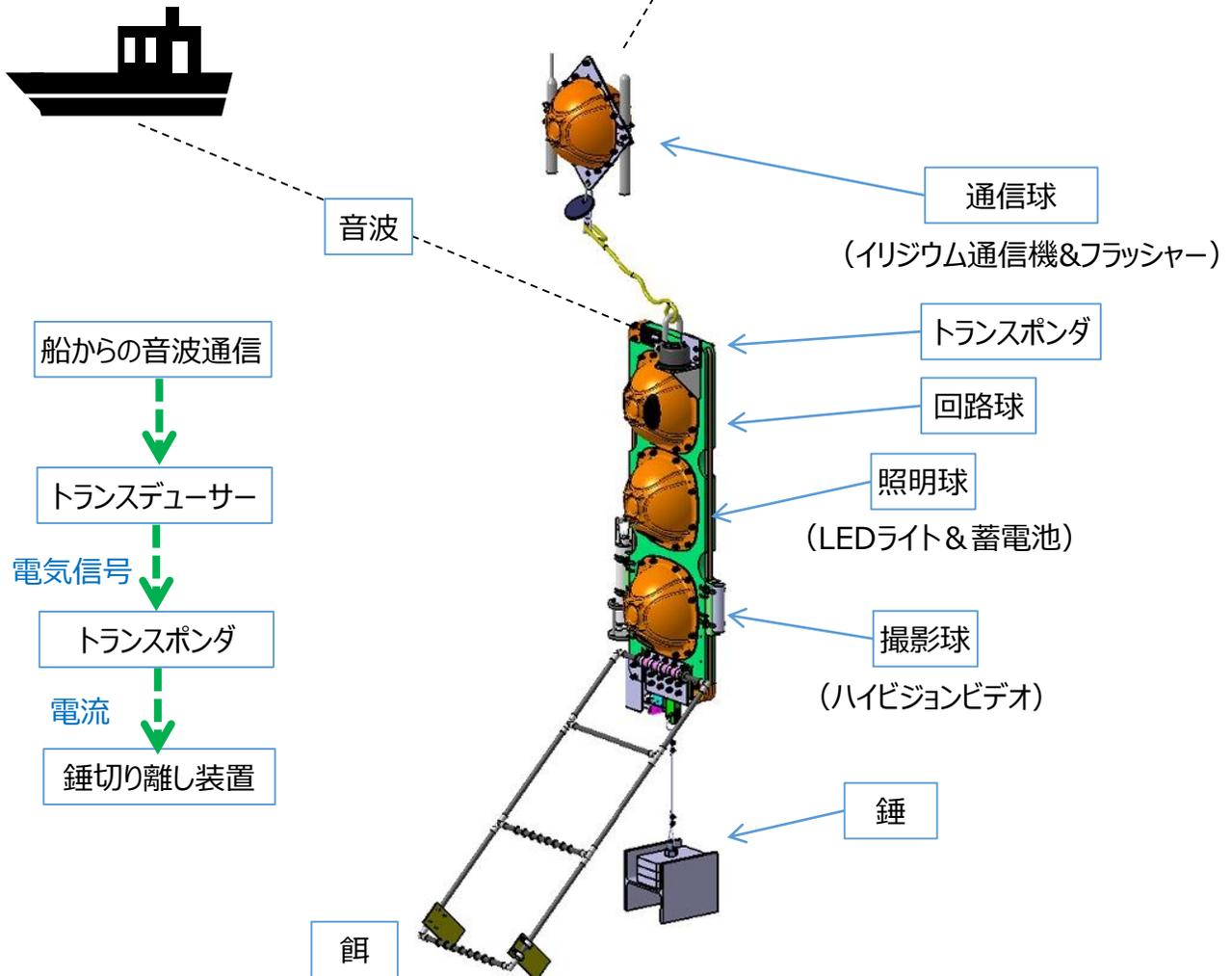


## I. 「江戸っ子1号」とは

大阪の中小企業らの東大阪宇宙開発協同組合による人工衛星「まいど1号」に触発され、「大阪が宇宙ならば東京は深海を目指そう」と着想し、(株)杉野ゴム化学工業所、(株)浜野製作所、(株)パール技研、バキュームモールド工業(株)の4社に岡本硝子(株)を加えた5社がプロジェクトチームとして「江戸っ子1号」の機体の開発に携わり、無人で深海を探索出来る江戸っ子1号が誕生しました。

江戸っ子1号の構成は、上から順に通信球、トランスポンダ、回路球、照明球、カメラ球となっており、船から深海に向けてフリーフォールで沈めます。水中では、1分間に約50～60m沈み、その様子を船上から機体に付いているトランスポンダへ音波を飛ばし、跳ね返ってくるスピードによって深度を割り出して行く事で、海底に機体が無事に着底したかどうかを確認する事が出来ます。

海中では電波が通じないので音波を使用します。船からの音波信号を電流に変え、錘を切り離す事で、観測を終了した機体は自らの浮力で海面へ浮上します。海面へ浮上した機体は、GPSで座標を確認し、船で回収します。



## Ⅱ. COEDOの誕生と江戸っ子シリーズ

江戸っ子1号は、標準のHSG型、365日の長期生態モニタリングを可能とする365型の2タイプがありますが、大気中は重量が重く、クレーンを搭載した大型船の航行が必要です。

そこで、クレーンを必要とせず、手作業で投入及び引揚げ回収作業が出来る様、開発されたのがCOEDOです。COEDOは**C**ompact and **E**nvironmentally **D**eep-sea **O**bservation Lander（コンパクトで環境を意識した深海観察着陸機）に由来します。COEDOは10インチガラス球を搭載したCOEDO Petite、13インチガラス球を搭載したCOEDO13インチの2種類があり、大気中での重量が軽く、小型船や漁船での取扱いが可能な為、大きく作業性を向上させる事が出来ました。これらは機体は小さくとも、基本的な機能はHSG、365と変わらず、いずれもハイビジョンカメラでの動画撮影が可能です。この開発により、初となる民間企業と共同での潜行実験を実施する事が出来ました。

江戸っ子1号には以下の4シリーズがあり、仕様によって最大深度、動画の撮影時間、回収までの推奨期間、錘を切り離す装置の機構が異なります。COEDOがラインナップに加わる事によって、ニーズに合わせて選択できる幅が広がりました。

モデル	COEDO Petite	COEDO	江戸っ子	
	10インチ	13インチ	HSG	365
概形				
重量（大気中）	28kg	51kg	85kg	200kg
重量（水中）	-7kgf	-12kgf	-13kgf	-18kgf
サイズ	75x37x7.5cm	106x50x5cm	170x62x36cm	180x95x95cm
照明	LED 4,000lm搭載			
カメラ	フルハイビジョン1080p/タイムラプス機能			
最大深度	4,000m	4,000m	8,000m	8,000m
最大記録時間	6時間	10時間	10時間	44時間
使用可能温度帯	0℃～85℃			
推奨期間	3日以内	7日以内	90日以内	365日以内

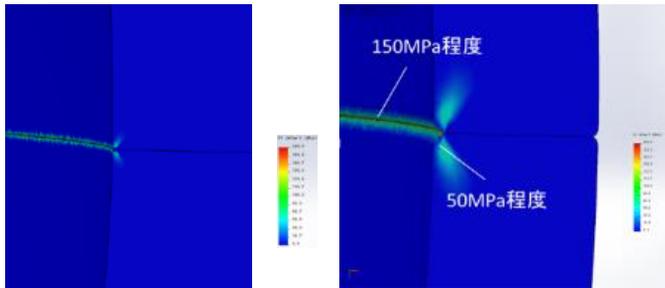
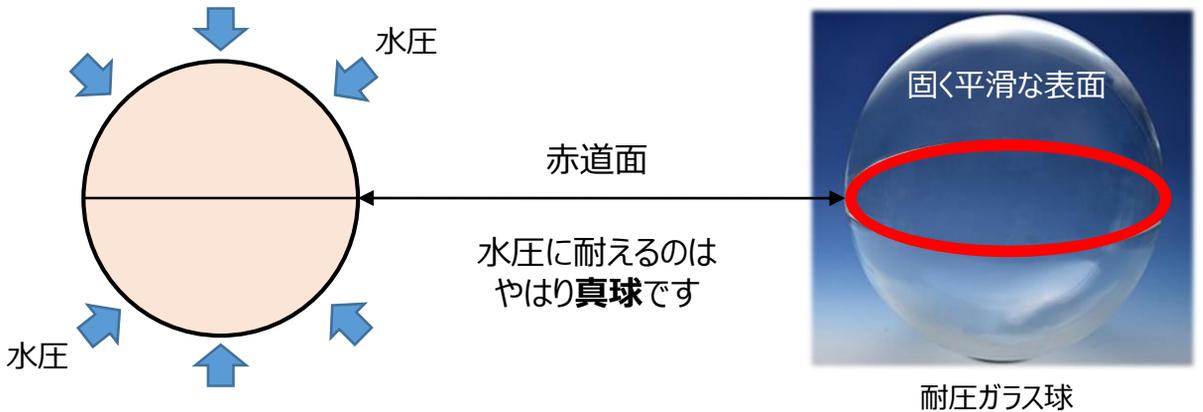
COEDO13インチ、江戸っ子HSG、365型は機体の外側に種々の装置、デバイスその他を取り付ける事で、様々なカスタマイズに対応可能です。

## I. 「江戸っ子1号」を支える耐圧ガラス球

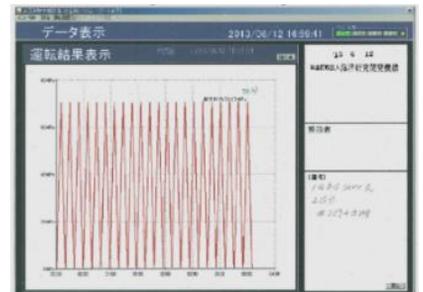
深海では100m深くなるごとに1MPaの圧力がかかります。つまり、水深10,000mでは100MPaになり、これは指の先に1tの重さがかかっている状態と同じ事になります。

調査に必要なカメラや照明、バッテリーが水圧により破壊されない様、耐圧性のガラス球の中に設置する事で、深海での調査を可能にしています。当社のガラス球は直径10インチ、13インチ、17インチを標準としていますが、その他サイズも対応しています。

ガラス球内部と外部にある機器を接続する為に孔を開けますが、大きな水圧がかかる深海底では、微小な隙間でさえも事故に繋がる為、当社がこれまで培った精密ガラス成型技術及び高精度な加工技術が割れにつながる微小欠陥を最小限に抑えて、8,000m以上の深海層においても、安心してご使用いただけます。尚、当社ガラス球は、100球以上の使用実績がありますが、過去一度も割れておらず、繰り返し使用頂ける事が確認されています。



応力シミュレーションによる赤道加工の最適化



繰り返し耐圧テスト  
(JAMSTEC様で実施)

### 耐圧ガラス球ラインナップ

モデル	最大深度	直径	ガラス厚み	大気重量	実浮力
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．耐圧ガラス球の用途展開

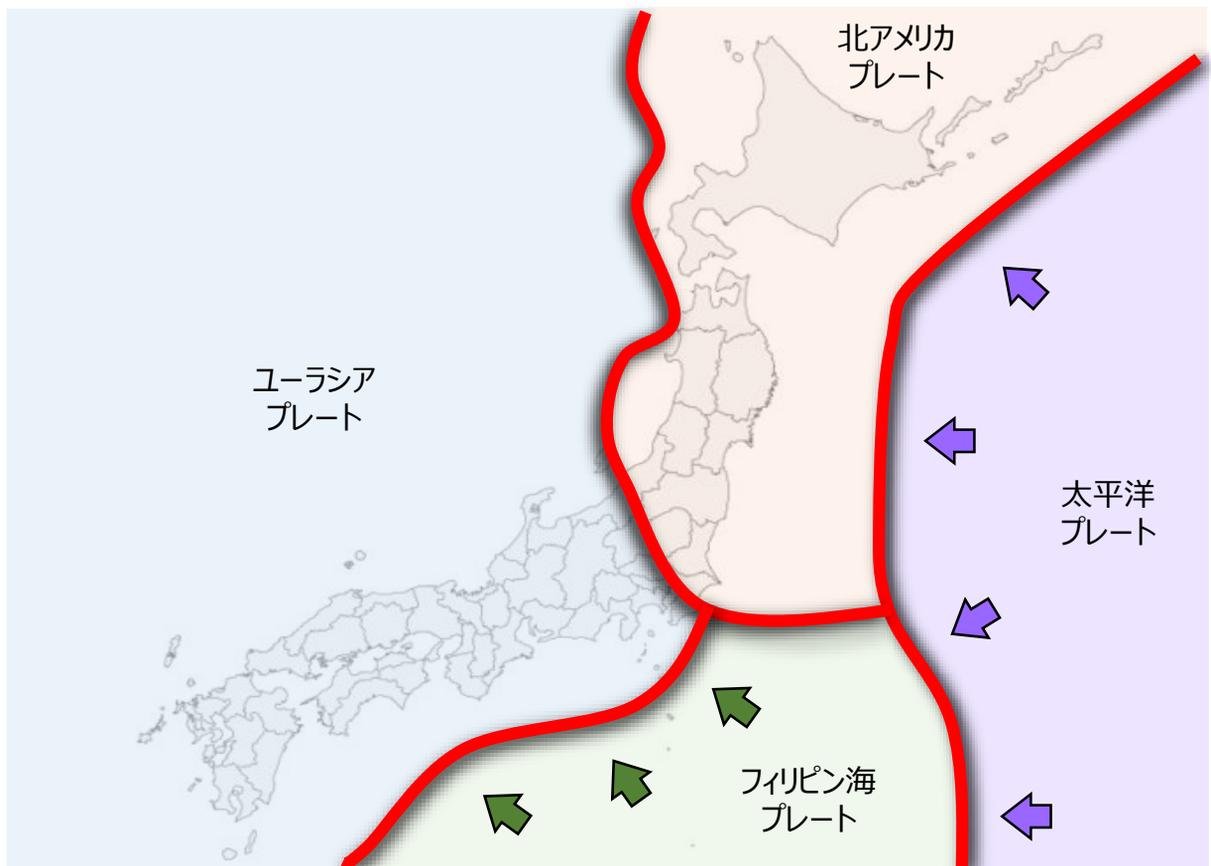
当社の耐圧ガラス球は、海底における様々な観測用途に活用されていますが、主に2種類の用途があります。

1つ目が、OBS（Ocean Bottom Seismograph）と呼ばれる自己浮上型海底地震計です。海底で発生する体感出来ない微弱な揺れから、津波を引き起こす程の巨大地震まで、海底に設置されたOBSで毎日の海底地震を観測、データ収集をしています。また、人工音源を用いて海底下の地下構造や、石油・天然ガスの貯蔵量を調べる音波探査にも利用されています。海底で地震観測を行う為には、地震計を収納し、水圧に耐える容器が必要です。

OBSは作業船より錘を付けた状態で海底へ沈められます。回収時には船上から特定の音波を発信して錘を切り離す事で、地震計は海上へ自己浮上します。数多くの地震計を同時に設置し観測を行う事ができ、海底での地震観測を進めていく事は、海域で発生する巨大地震のメカニズムを明らかにする為、今後の活躍が期待されています。

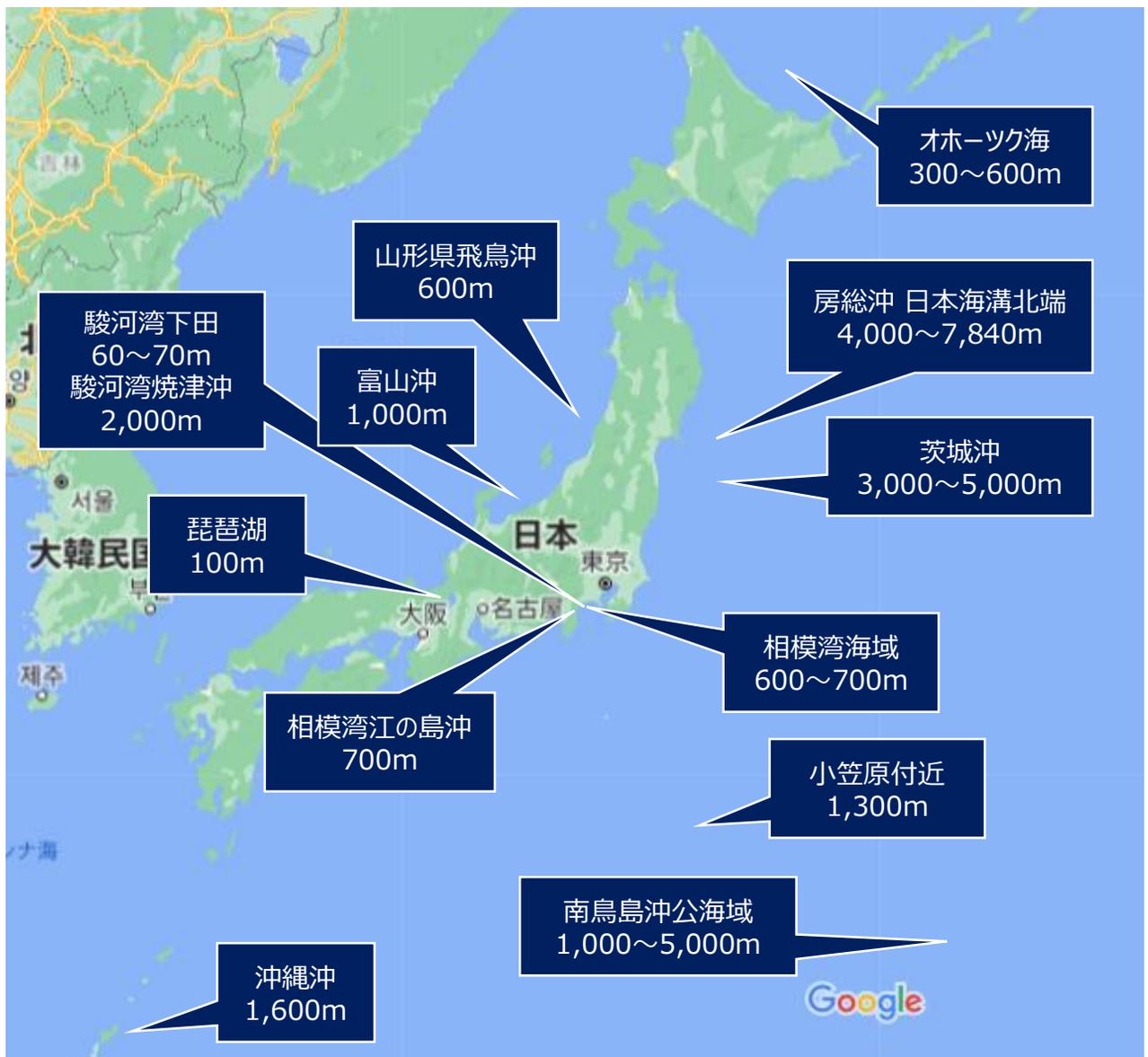
2つ目が、海底基準局です。これは、日本を取り巻く4つのプレートの境目付近に沈められており、定期的に観測船で直上に赴き、音波を用いて相互通信することで、年間数cmずつ沈み込むプレートの動きを定点観測しているものとなります。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、海底プレートが通常では考えられない大きな規模で動き、縦横共に数十mの移動をした事が分かっています。



## I. これまでの海域調査

江戸っ子は2013年11月房総半島沖深海実験において、世界初7,800m深海での生物の動画撮影に成功しました。その後も、日本各地で深海調査に活用されています。



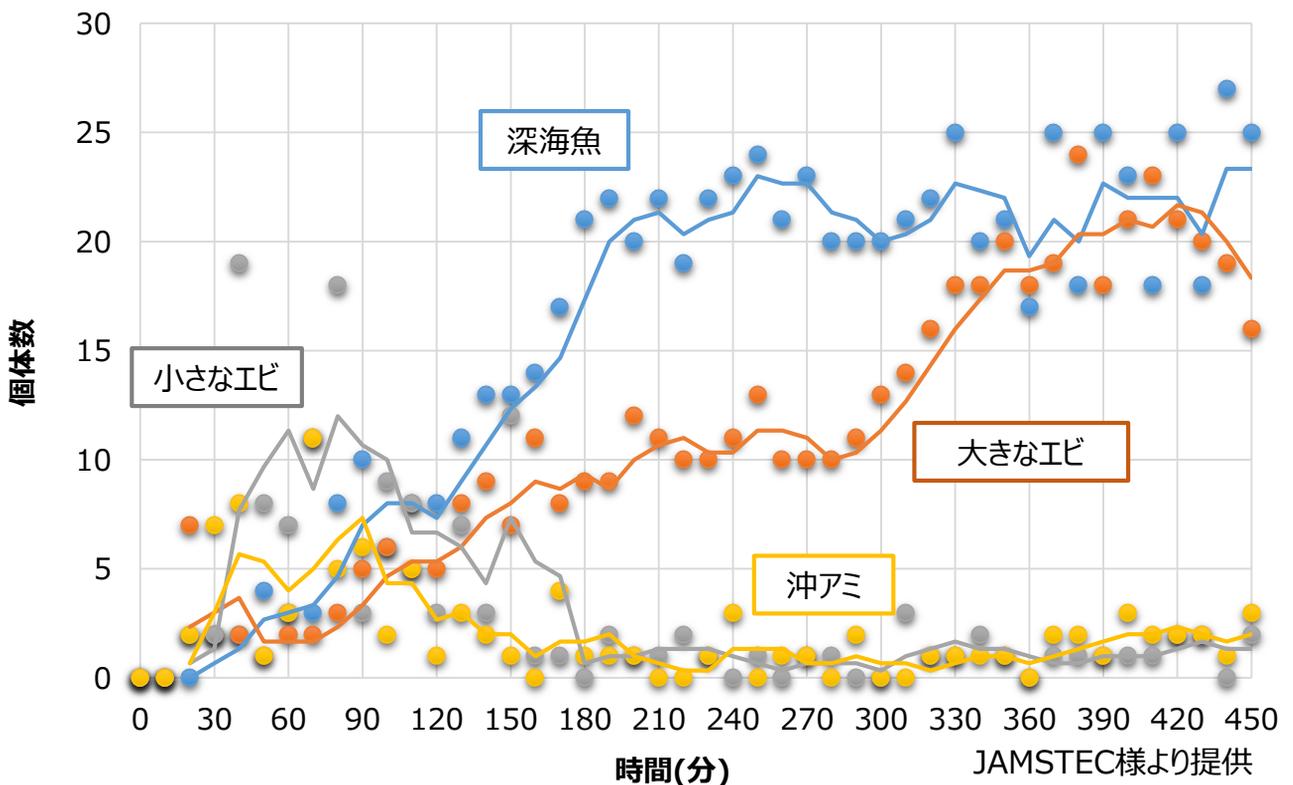
2021年11月現在

## Ⅱ. 深海底での調査記録

江戸っ子1号を深海に沈め、海底の不思議な世界、生き物の生態を知る手がかりとなる画像の撮影に成功しています。以下は水深4,000m～8,000m海底での画像です。



下のグラフは、ある海域における生物のエサへの集まり具合と、周囲の生態系の周期的変動とを示した物です。観測開始から180分経つと小さなエビやアミは次第に少なくなり、深海魚であるシロカイサウオと大きなエビが増えて来ました。450分間観測していても、深海魚・大きなエビの個体数が増えない事から、この海域では20匹程度の魚類しか生息していない事が分かります。時間の流れに沿って周囲の生態系の変化が見られるのも、定点観測に適した江戸っ子1号の特徴と言えます。



## I. 組立/投入/回収/メンテナンス

当社は江戸っ子1号の組立に必要な各種部材を自社で調達し組立て、実際に船上で機体を取り扱う作業支援を行います。調査期間に応じて海底へ機体を投下し、その後回収する作業にも立ち会います。また、その機体を自社へ持ち帰り、次の航海に向けたメンテナンス作業を行う事が出来ます。

### 組立



- ・ 耐圧ガラス球の製造
- ・ 組立部品の調達
- ・ 組立/梱包/発送



COEDOを設置している様子

- ・ 納入品の現地受取り
- ・ 乗船しての機体の投下
- ・ 機体の回収作業

### 乗船支援



- ・ 返送品の受取り
- ・ 機体の状態チェック
- ・ 故障部品の交換/バッテリー確認

### メンテナンス

- 2009年5月 (株)杉野ゴム化学工業所社長杉野行雄氏が発案し、東京東信用金庫に相談、芝浦工業大学連携推進部のコーディネーターの紹介を受ける
- 2009年6月 東京海洋大学、芝浦工業大学の協力を取付ける
- 2009年8月 海洋研究開発機構（JAMSTEC）の深海調査の講義を受講。外国製部品で構成された無人探査機を見学。杉野ゴム化学工業所より部品の国内生産を提案
- 2010年11月 JAMSTECより、「フリーフォール型ガラス球深海カメラ」の提案を受ける
- 2011年4月 江戸っ子1号プロジェクト推進委員会が発足（中核企業4社、支援団体3者）
- 2011年10月 JAMSTECの実用化促進プログラムに採択
- 2012年3月 JAMSTECで高圧試験・水中挙動試験を実施
- 2012年4月 岡本硝子(株)がプロジェクトに参加
- 2012年6月 新江ノ島水族館で撮影・挙動実験を実施
- 2012年10月 相模湾（水深50m）での潜行実験に成功
- 2013年5月 岡本硝子(株)で水深8,000mに耐えるガラス球の開発に成功
- 2013年6月 相模湾での潜行実験で3Dフルハイビジョンビデオ撮影に成功
- 2013年8月 相模湾（水深710m）での潜行実験に成功
- 2013年11月 新しく設計した機体で日本海溝（水深7,800m）での超深海潜行実験に成功
- 2015年2月 江戸っ子1号プロジェクト推進委員会が解散し、岡本硝子がコア企業として事業化を引き受け、他4社と「江戸っ子1号事業化グループ」を結成
- 2015年3月 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第1期（次世代海洋資源調査技術）で、最初の実用品である、熱水噴出域用の江戸っ子1号HSGをJAMSTECに納入
- 2016年3月 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）に江戸っ子1号HSGを納入
- 2019年3月 SIP 第2期（革新的深海調査技術）、南鳥島沖で長期観測用の江戸っ子1号365を使用して水深6,000mでの利用を開始
- 2019年10月 SIP 第2期、島嶼国より実習生が来日し、江戸っ子1号HSGを用いた研修を実施
- 2020年1月 茨城沖海底に江戸っ子1号HSGを設置、海洋生物モニタリングを開始
- 2020年3月 JAMSTECと共同で海底資源調査の海域における海洋生物モニタリングを目的として南鳥島沖6,000mにて江戸っ子1号HSG・365での深海調査を実施
- 2020年7月 沿岸から深海でも使える小型・計量化を目的として開発したCOEDOでの試験航海を静岡県戸田沖で実施
- 2021年6月 鹿児島県口之島沖にてJAMSTECと共同でCOEDOを用いた潜行を実施
- 2021年9月 海洋環境調査における海底の画像映像記録方法を定めた初めてのISO規格が制定。本規格を充足する「江戸っ子1号」が附属書で参考例として掲載、図解付きで紹介
- 2021年10月 SIP 第2期のテーマの1つである民間企業への移行を進めるべく、沖縄沖、石垣島沖（水深100m）にて初めて民間企業と共同でCOEDOの潜行実験を実施

## 会社概要

社名	岡本硝子株式会社
設立	1928年（昭和3年）
本社所在地	〒277-0872 千葉県柏市十余二380番地
TEL / FAX	04-7137-3111 / 04-7137-3112
従業員数	170人
年商	4,409百万円（2021年3月期、連結）
事業内容	光デバイス用ニューガラスと多層膜蒸着製品等の製造・販売

## 販売拠点・関連会社・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
事業内容	光学、照明、機能性ガラス製品販売並びに調達業務

### 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
事業内容	特殊ガラス製品の製造

### 岡本光学科技股份有限公司 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
事業内容	光学、照明、機能性ガラス製品販売並びに調達業務

### 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滄路535号 雅戈爾國際中心2201 Youngor International Center Room 2201, Industrial Park, Suzhou,215021,China
事業内容	光学、照明、機能性ガラス製品販売並びに調達業務

### 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
事業内容	電子・光学機器の製造、加工及び販売

### 二光光学株式会社

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
事業内容	真空蒸着製品の製造、加工及び販売



# フリーフォール型深海探査機 「江戸っ子1号」シリーズ

～未知の深海を目指す、あくなき挑戦の物語～

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：04-7135-5240

ガラス事業所  
〒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

岡本硝子株式会社のオフィシャルサイト  
<https://ogc-jp.com/>

Supported by  
国立研究開発法人 海洋研究開発機構  
(JAMSTEC)

江戸っ子1号プロジェクト  
株式会社杉野ゴム化学工業所  
株式会社浜野製作所  
株式会社パール技研  
バキュームモールド工業株式会社

岡本硝子

検索

