

# 海底サンプル回収ロボットの展望について

正員 小林 英一<sup>\*1</sup>  
正員 和田 一育<sup>\*2</sup>  
川崎 忠幸<sup>\*4</sup>  
藤本 勝樹<sup>\*6</sup>

正員 井上 朝哉<sup>\*2</sup>  
正員 井田 匡彦<sup>\*3</sup>  
正員 小原 敬史<sup>\*5</sup>  
大須賀 公一<sup>\*7</sup>

## Overview and future development of underwater vehicle for sampling

by Eiichi Kobayashi, *Member* Tomoya Inoue, *Member*  
Kazuyasu Wada, *Member* Tadahiko Ida, *Member*  
Tadayuki Kawasaki Takashi Obara, *Member*  
Katsuki Fujimoto Kouichi Osuka

**Key Words:** Subsea drilling, Seawater Sampling, Underwater robot

### 1. 緒言

産業革命に端を発し人類の大量エネルギー消費が加速している。そして化石燃料の燃焼や様々な化学物質などの排出により地球環境はかつてなく急激に変化しているといえる。このような今観測できる変化は今後も同様なのかあるいはさらに憂慮すべき事態が待ち受けているのか、それを解き明かす科学に大きなものが期待されている。そのためには過去から現在に至る多様な環境変化の解析が必須であるといえる。陸域の大気や地質など広義の環境については、多くの観測が行われてきた。一方で地球表面の約70%の面積を占める海域について得られているデータはあまりにも乏しい。さらに海中や海底下については極めて限定的なものになっている。

ここではこのような背景に鑑み、水中とりわけ海底付近の様々な物質を採取するロボットに視点をあて、既存技術の応用で観測や採取を目的として実現できるシステムについて検討を行ったものである。

### 2. 水中サンプルと観測

現在海中で採取・観測される代表的項目を以下に示す。

- (1)海水温、塩分濃度、溶存酸素、水圧、懸濁度、pH：いわゆる *in situ* 観測できる項目である。
  - (2)流速：超音波にて層別分布・ベクトルが観測できる
  - (3)プランクトン、微生物、海水組成：海上からはプランクトンネットなどで、水中では容器密閉し回収。採取現場の温度圧力維持を望む場合もある。
  - (4)土質泥質：泥質については容器封入し回収、土質についてはピストンコアラーなどで柱状サンプル。
  - (5)画像：CCDカメラで静止画や動画を撮影
- 現状ではこのような観測対象はそれを支援するシステム

との依存性が強く、海底付近で長時間供給できる動力と高信頼性の機器の提供があると、陸上での技術を援用しさらに対象が広まる潜在性を有している。

### 3. 海底サンプルロボット構想

#### 3.1 大水深用海底サンプル回収ロボット

##### (1) 対象

3000m 程度の大深度海域にて調査活動を実施

##### (2) 開発の必要性

海底生物の生態調査など幅広い学術研究分野でのサンプル回収だけでなく、水質調査などの環境分野でも海水サンプル回収などにロボット技術を利用することが可能で、幅広い分野に影響を及ぼすことが期待できる。

##### (3) 開発目標

本システムは自律型水中ロボット、海底設置ステーション、支援母船から構成される。作業の運用イメージを Fig.1 に示す。

##### (I) 自律型水中ロボット

- ・潜航深度 3000m、航続距離 50km、速力 3kt
- ・主要目：L7.5m×B1.0m×D1.2m、空中重量：約 5.5t
- ・採水、採泥サンプルの回収
- ・水温、電気伝導度、深度などのデータ収集

##### (II) 海底設置型ステーション

- ・水中ロボットへの電源供給(約 600~750 Ah)
- ・採取サンプルの一時保管、定点観測

##### (III) 支援母船

- ・投入揚収装置、制御監視装置、コマンド送信

##### (4) 産業・経済・社会へのインパクト

海底生物の生態調査など幅広い学術研究分野でのサンプル回収だけでなく、水質調査などにも利用可能で、幅広い分野に適用可能。

##### (5) 主要要素技術

- ・自律制御機能、サンプル回収機能、慣性航法機能
- ・水中ドッキング機能、給電機能

#### 3.2 浅海域海底サンプル回収ロボット

##### (1) 対象

浅海域または海洋の表層付近で一定範囲の調査観測活動を長期間実施。調査観測は浅海域生物の生態調査、海面付近の微生物調査、水質環境調査等を含む。

\*1 神戸大学海事科学部

\*2 海洋研究開発機構

\*3 ㈱三菱重工業 神戸造船所 潜水艦部

\*4 ㈱川崎造船 潜水艦設計部

\*5 三井造船株式会社 玉野艦船工場

\*6 広和株式会社

\*7 神戸大学工学部

原稿受付 平成 17 年 10 月 5 日

秋季講演会において講演 平成 17 年 11 月 24, 25 日

©日本船舶海洋工学会

(2) 開発の必要性

現状では研究者自身が小型船舶にてサンプル採集を行っているが、長時間モニタリングや危険を伴う夜間は実施が難しい。また、専用母船や大規模船上設備が必要で、比較的規模の小さい研究では利用できず、簡便な設備で効率的にサンプルを採集できる装置が必要とされている。

(3) 開発目標

本システムは Fig.2 に示すように自律型水中ロボットと、海底設置型定点観測装置、および衛星経由で陸上との通信などが可能な洋上観測ブイとから構成される。

(I) 自律型水中ロボット

- ・潜航深度 200m、航続距離 30km、速力 3kt
- ・主要寸法：L4.0m×B1.5m×D1.1m、空中重量：約 1.5t
- ・光通信（ケーブル接続時）、無線通信（浮上時）による遠隔操縦機能、及び音響通信によるモニター機能
- ・着底機能、採水採泥機能、生物採集機能
- ・ドッキング及び自動充電機能

(II) 水中ステーション（海底設置型定点観測装置）

- ・水中ロボットへの電源供給機能
- ・採取サンプルの一時保管、定点観測機能

(III) 洋上観測ブイ

- ・衛星通信機能、水中ステーションへの給電機能

(4) 産業・経済・社会へのインパクト

昼夜長時間サンプル採集などを行う沿岸域海中ロボットシステムの開発により、浅海底生物生態調査、水質調査、環境・漁業等の分野で有用データを提供。専用母船を必要とせず、比較的小規模予算の調査プロジェクトでも運用可能であり、沿岸域調査全般の活性化を図る。

(5) 主要要素技術

- ・自律制御機能、サンプル回収機能、慣性航法機能
- ・水中ドッキング機能、給電機能

3.3 特殊環境下の海底サンプル回収

(1) 対象

大深度海域にて主に土質サンプル

(2) 開発の必要性

地殻内生命の探求、海底資源の探査という観点から、高温環境や高圧地層などの特殊環境下の海底サンプル回収が求められている。

(3) 開発目標

航走監視機能のない場合、海象条件によっては、目標地点への降下が非常に困難となる。また、チムニーなどの熱水噴出域ではサンプル回収が難しく表層の僅かな物質回収に留まっており高温・地層内高圧など特殊環境条件下でのサンプル回収を目標とする。このシステムのイメージを Fig.3 に示す。

(I) 航走機能を有する海底下サンプル回収

ROV に海底下サンプル回収機能を設けたもので硬い地層でも対応できるよう自重で海底面に鎮座し、パイプアンカーや、マリンドリルの機構を採用する。

(II) 高温環境における海底サンプル回収

熱水噴出域的に降下させるためテレビによる監視機能に加え、温度の監視機能を有する必要がある。また高温地層に対応するため、耐熱機能、サンプル温度維持機能を有することが望ましい。

(III) 高圧環境における海底サンプル回収

海底下数百メートル以深の高圧層を自動もしくはリモートコントロールで掘進する機能を有することが必要であ

る。また、圧力などの環境状態をリアルタイムで監視する機能を有する必要がある。

4. 結 言

水中ロボット研究会/水中サンプル分科会ではここで述べたようなサンプル回収コンセプトの検討を進めてきた。今後さらに調査をすすめより有効なシステムの概念を纏めていく予定である。

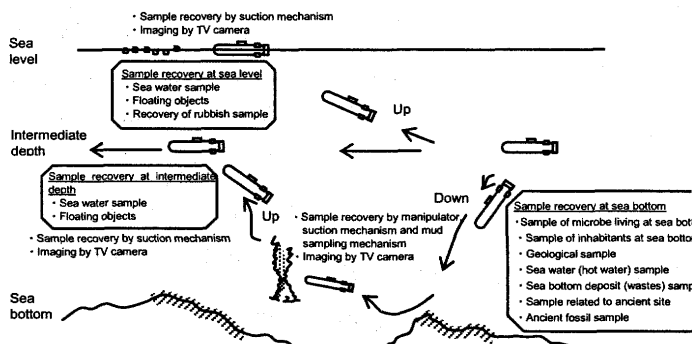


Fig.1 Deep sea sampling robot system.

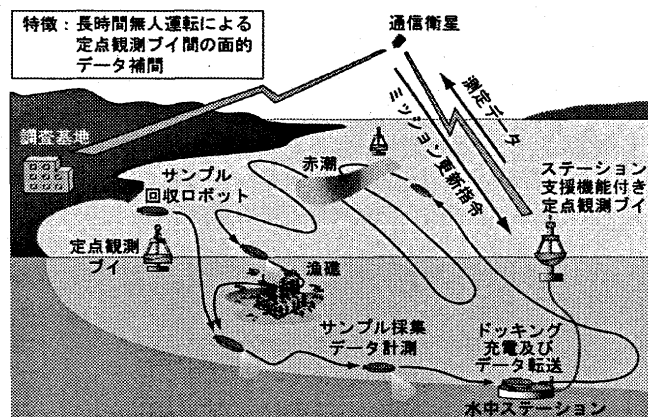


Fig.2 Coastal sampling robot system.

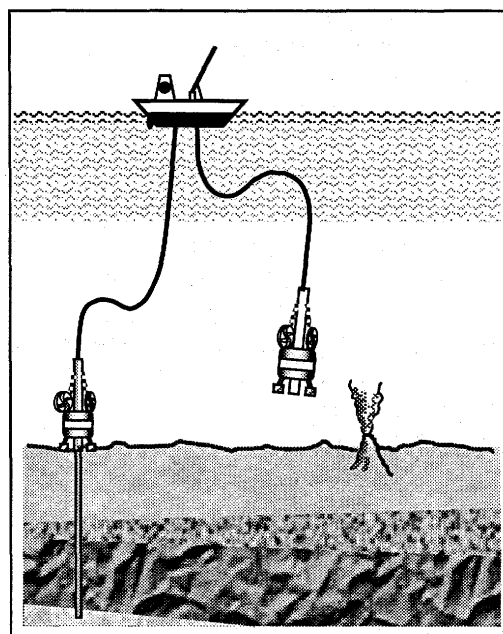


Fig.3 Subsea drilling robot system.