

# 最先端海洋調査技術

海洋調査の目的により異なる調査技術

株式会社 ウィンディーネットワーク

小川年弘

## 1、はじめに

海洋調査には多種多様な目的が存在し、各々の目的に適した調査技術が必要となる。日本国内で実施されている海洋調査としては、国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の深海域調査や国立研究開発法人 水産研究・教育機構の水産資源調査、海上保安庁の水路調査、国土交通省の港湾工事等に関する調査のほか、水中考古学的調査等が挙げられる。

調査機器や調査方法は対象とする海域の広さ、深度域によって異なり、調査設備も大型観測船を必要とするものから、小型船でなければ調査できない海域まで様々である。当社がこれまでに携わった業務として、JAMSTEC の観測支援やしんかい6500のデータ処理、水産研究・教育機構の「干潟餌生物環境の物理条件解明」に関する浅海域の広域調査、産業技術総合研究所から依頼された高解像度海底地形処理を伴う仙台湾全域瓦礫調査等が挙げられる。昨年度には最先端海洋調査技術を駆使して、戦後米軍によって五島列島沖に沈没処分された24隻の潜水艦を発見し、さらに詳細な調査を行って各艦を特定した。

海洋調査では前例のない調査に挑戦するケースも多く、目的を達成するため計測機器を新たに開発する場合も少なくない。本稿ではその一例として、当社が2015年から開発している無人観測船（無人船）”Windy-3S” による海洋調査について報告したい。

## 2、業務の背景

日本原子力研究開発機構 (JAEA) は、2011年3月11日に発災した地震による福島第一原子力発電所の放射性物質放出事故に関して、周辺地域の放射線量調査事業を継続的に行っている。2014年当時では、陸上の空間放射線量計測については多数の観測定点でのモニタリングが実施され、空中および海面上についても無人ヘリコプターや無人飛行機で計測が可能な状況であった。一方で海中の放射線量を現地計測する方法は確立していなかった。JAEAは福島第一原発に近い海域で、無人船による海底放射線量計測を計画していたが、課題が多く実現していなかった。そこで海洋調査に精通した組織と共同で計測手法を開発する方針を決定し、当社の海洋調査部が指名された。

## 3、業務の目的

当社が携わったのは、海底の放射線量計測を目的として、遠隔操作で稼働する無人船をプラットフォームとした観測システムの開発業務である。当時は現場付近が立入禁止区域内であり、4km以上離れた地点に設置した地上基地から、無人船を制御する必要があった。また計測時には、観測点で放射線量センサーを海底に着底させ、その後3

分間は10m以内に無人船を定点維持しながら計測しなければならなかった。

観測場所：福島県双葉郡浪江町請戸漁港沖

無人船停泊場所：福島県相馬市尾浜

JAEA 拠点：福島県南相馬市原町区 福島環境安全センター

#### 4、事業実施のための課題とその解決

##### (1) 放射線量計測装置のプラットフォームとしての無人船の選定



図1. 当社に移管された当初の無人船

無人船には環境観測に使用していたヨット型小型船（図1.）を譲渡頂き使用する事とした。

##### (2) 無人船の無線遠隔操作

下記のように3つの異なる通信環境による遠隔操作システムをそれぞれ自社開発し、最適な方法を検討した。

###### ① NTT FOMA 回線を使用したシステム

長所：FOMA サービス区域内では安定して操作可能

短所：大規模災害発生時、サービスを提供されない可能性あり

###### ② Wi-Fi を使用して直接波によるシステム

長所：画像を伴う多くのデータを高速で通信可能

短所：無線通信可能距離が限られる

###### ③ イリジウム衛星回線を使用したシステム

長所：運用範囲に制限がない

短所：データ通信量が少ない為、画像の転送が限られる。

実際の災害時の状況を想定し、Wi-Fi を使用して無線通信可能距離を延ばす方法を開発する事とした。



地上基地用 Wi-Fi アンテナ



無人船用 Wi-Fi アンテナ

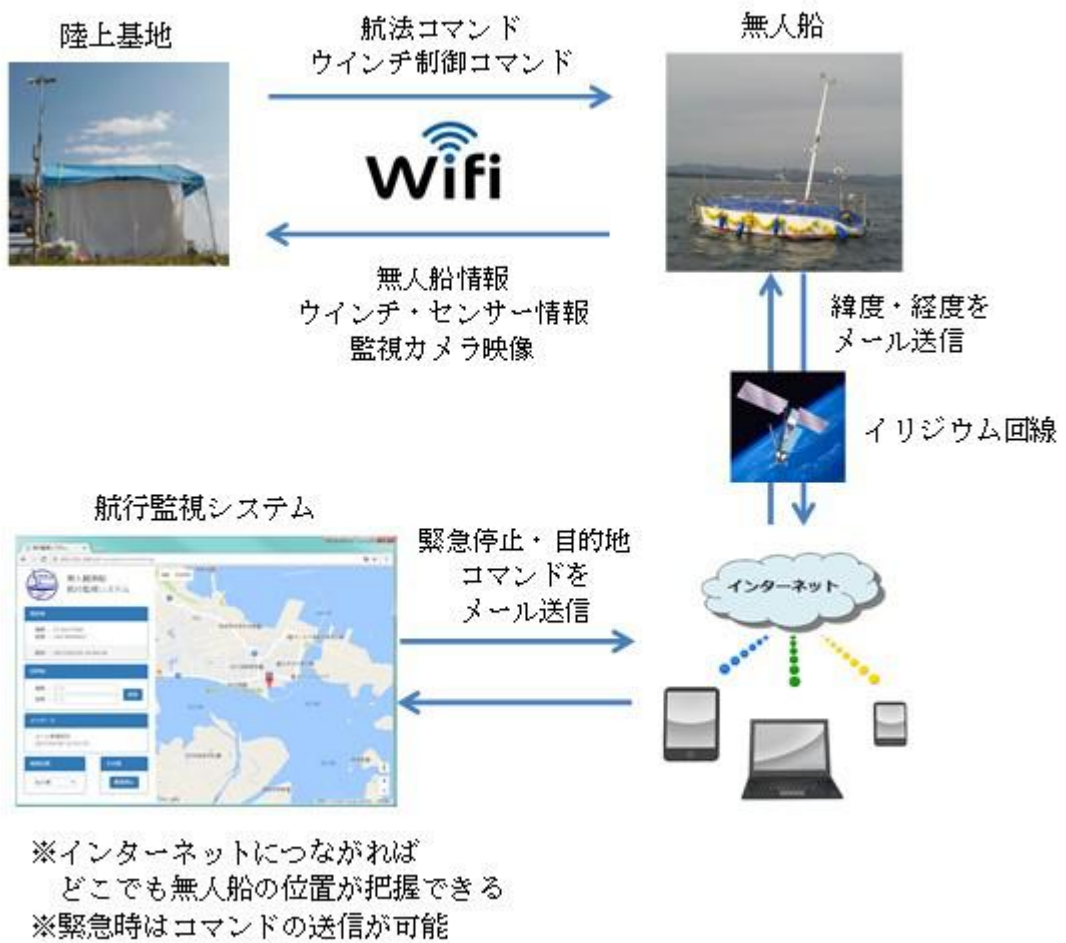


図 2. Wi-Fi 長距離運用システムの概要

遠隔通信は Wi-Fi で航行指示コマンド・位置および姿勢情報・放射線量センサー情報・センサー昇降用ウインチの制御コマンド・ウインチ監視画像・海況監視画像を送受信し、これとは別に衛星回線を使用して無人船の位置情報を把握（位置は Wi-Fi 通信と 2 重管理）するシステムとし、Wi-Fi 通信が不可能になっても衛星通信により無人船を誘導できるシステムを構築した（図 2）。

### (3) 無人船の定点保持

試作機を実際に運用してみると、洋上では潮流や風、波の影響を受けて、観測点上に無人船を保持しておく事が非常に困難であった。



当初のスクリューと舵だけによる制御では、横風を受けて流された場合に方向転換しながら観測点に戻るために時間が掛かって範囲外に出てしまい、海底に着底させたセンサーを引きずってしまう状態であった。無人船の特性に慣れた操船者でも観測地点の10m以内に3分間保持することは不可能であった。

そこで、船首部にスラスターを増設して、常に船首が観測地点方向を向いている事ができるよう改造した(図3)。無人船の船首部に設置したスラスターを作動させて船首を常に観測点に向けておく事により、スクリューの回転だけで定点保持することが可能になった(図3)。

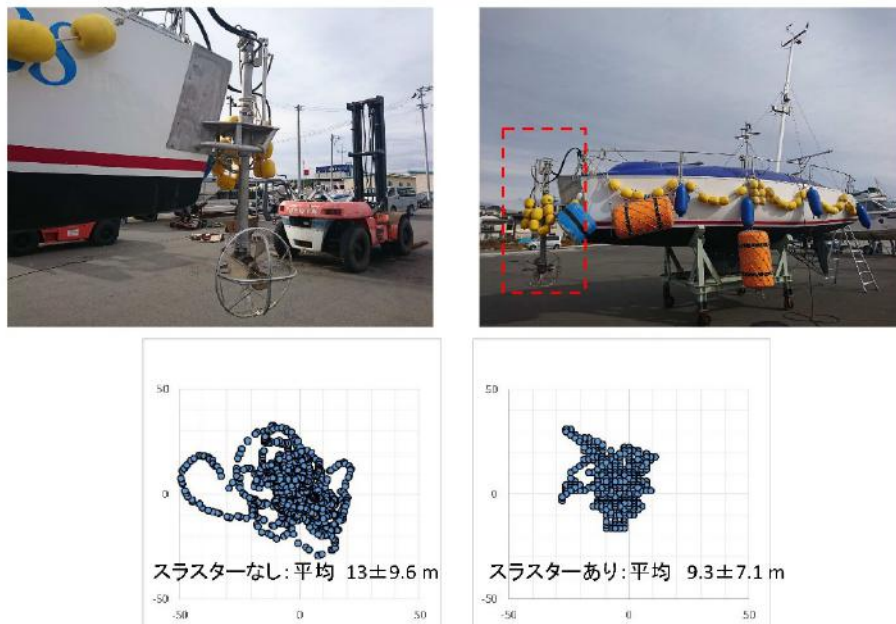


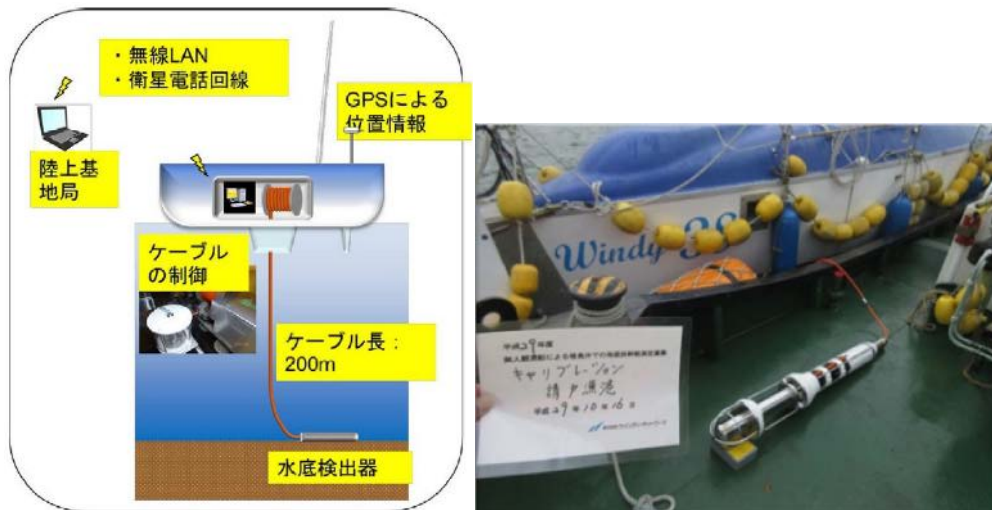
図3. 増設したスラスター(上写真)とスラスター増設前後の定点保持性能(下図)



図 4. 無人船を陸上の仮設基地からコントロールする操船者

(4) 放射線量センサーを海底に安全に着底させる方法

無人船内に設置したウインチで放射線量センサーを船底から降ろして放射線量データを収集する為には、海底の正確な水深情報によるケーブル繰り出し制御に加え、センサーが水平に着底していることの確認が必要となる。



放射線量センサー着底イメージ

放射線量センサー

図 5. 放射線量センサー (右) および制御システム (左)

放射線量センサーの降下は、船底の測深計データと放射線量センサーに組み込んだ CTD の深度データを見ながら海底付近まで降ろし、放射線量センサーの傾斜角が 90° 付近になった時点で計測を開始、傾斜角が 90° 前後を維持するようケーブル繰り出し長を調整しながら計測することで成功した。

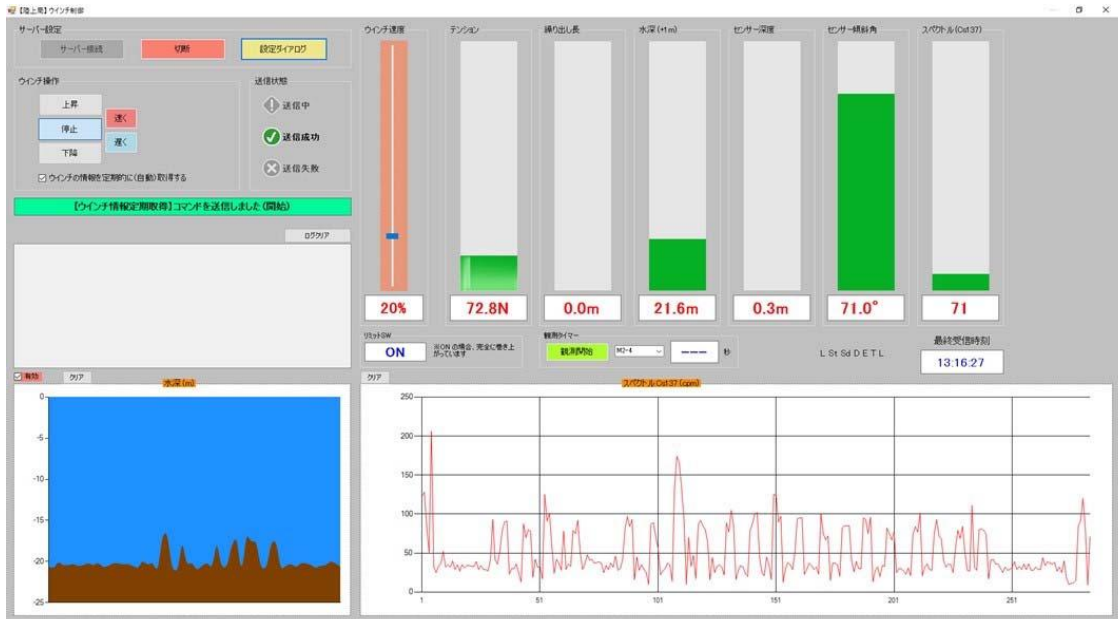


図 6. 放射線量センサーを着底させる為に開発した操作システムのメイン画面

## 5、まとめ

上述の通り、無人船無線遠隔操作方法の開発・無人船を観測地点に定点維持する方法を開発した。さらに、放射線量センサーを海底に安全に着底させる方法の開発等、試行錯誤を繰り返し毎年安定した定期観測を続けられる海底放射能無人船が完成した。無人船の完成により、JAEA には陸海空すべての領域において放射線量を遠隔で観測できる体制が整った。

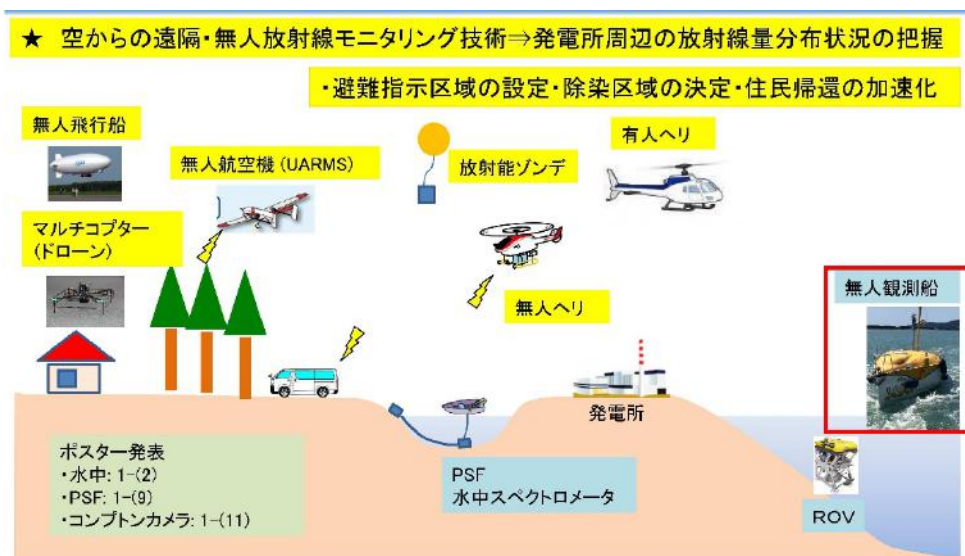


図 7. 放射線量の無人観測システムの概要

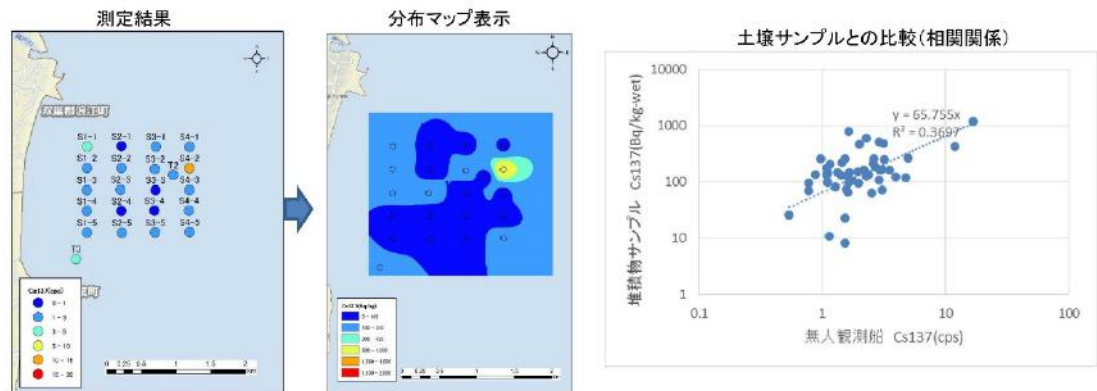


図 8. 当社による放射線量観測結果の一例

現在、福島第一原発付近の海底放射線量の測定は無人船（Windy-3 S）の開発により広範囲に効率よく行われている。当社にとって無人船の開発は初めての経験であったが、多様な技能を持つ社員が協力して一社完結型で完成したため保守体制も完全な形で構築された。これにより、JAEA からも感謝され、今後の協業体制も強固のものとなった。この業務に引き続き、当社は無人船開発技術を生かし、無人船での海底地形測量システムを開発して、福島県沖浅海域の地形データを取得している。相馬市松川浦では、松川浦から外海に出る航路上の水深が常に変化し漁船の航行に支障が出るとの事で、無人船で航路上の海底地形を計測した。計測結果は安全航行の資料として漁協に贈呈した。

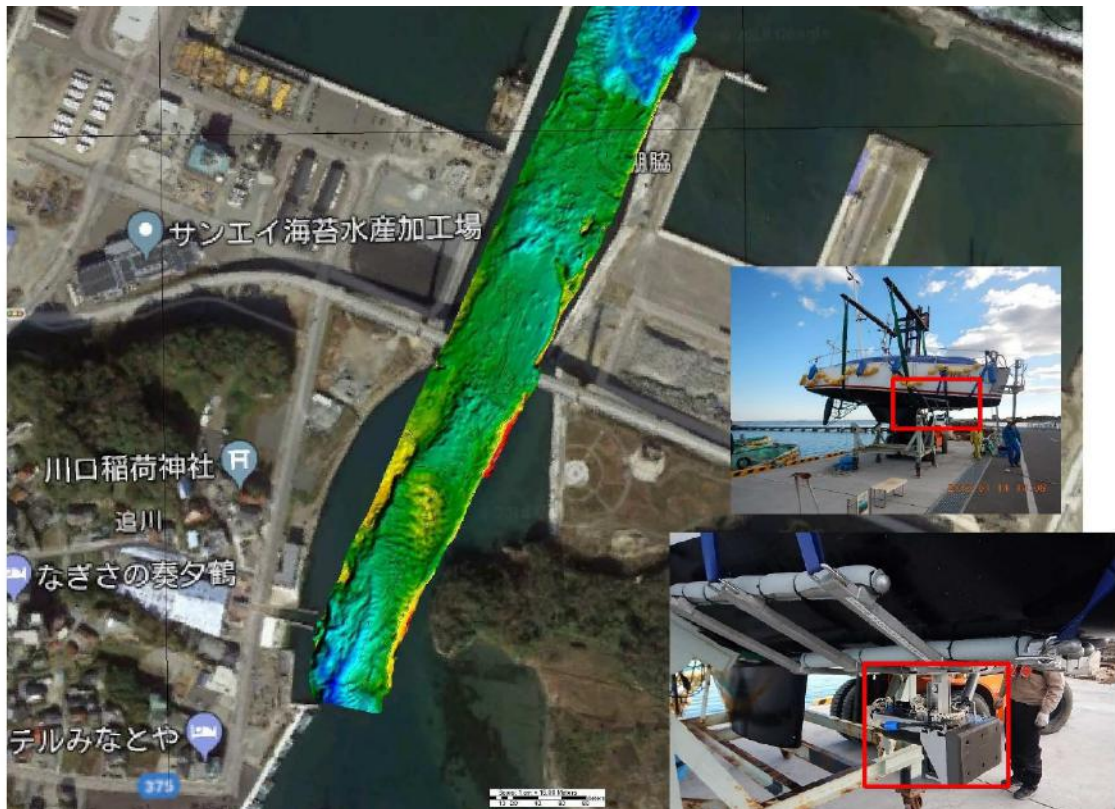


図 9. 松川浦航路の海底地形図（グリーン色）と無人船に装備したマルチビームソナー

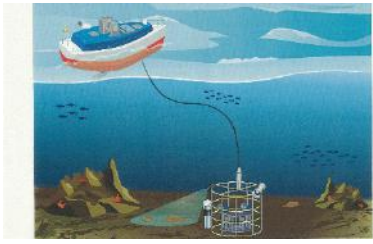


図 10. 松川浦航路を計測中の無人船（Windy-3S）

## 6、おわりに

本稿では、無人船開発業務の一部を報告させて頂いた。海洋調査は分野も広く、使用する海洋調査機器も多種にわたる。また調査目的によっても、調査域の水深によっても、良い成果を得るためには工夫や改良が必要であり、場合によっては機器の開発も伴うが、当社はこれらを確認していく体制を有している。最後に、現在開発を進めている海洋調査機器の一例を紹介したい。無人放射線量観測船の 2 号艇として、放射線量センサーによる現場計測と、測定位置上の採泥を自動でできる無人船を開発中である(図 11)。





観測船イメージ



船底のセンサー放出口



改良中の無人船

図 11. 海底に採泥装置を降ろして 10 箇所採泥と環境調査ができる無人船