



震災復興シンポジウム

「第三分科会」放射線計測機器の現状と被災地での活用状況

海底土放射能分布測定ロボットの開発

平成26年 2月20日

三井造船株式会社
(独)海上技術安全研究所
東京大学生産技術研究所
九州工業大学
福島県水産試験場



発表内容

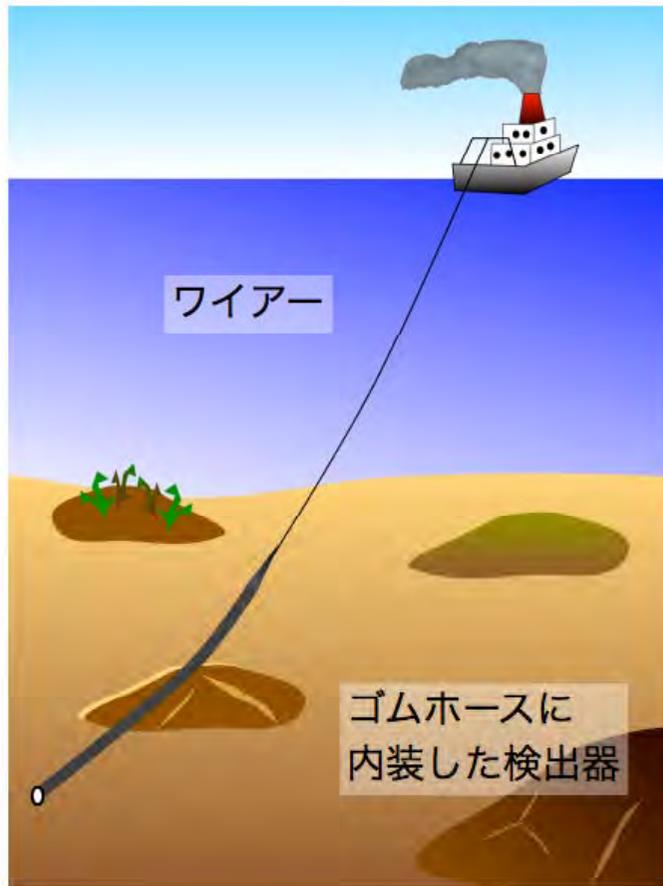
1. 開発の背景
2. 開発の目的
3. 水中ロボット概要
4. 開発ロボットの概要
5. 既存ROVによる実海域試験
6. 開発スケジュール
7. ニーズと将来の展望



1. 開発の背景

曳航式ガンマ線計測装置

Towed gamma-ray spectrometer



寸法	φ0.15×8m
重量	空中：135kg (水中：115kg)
耐圧深度	500m
曳航速度	2knot
計測距離	40km/day
検出器	3x3inch NaIシンチレータ
計測	0.1～1.8MeV 1024ch, 1Hz
その他	スタンドアロンモード、リアルタイムデータ転送モード、深度センサ、3軸か速度計、マイク、温度計

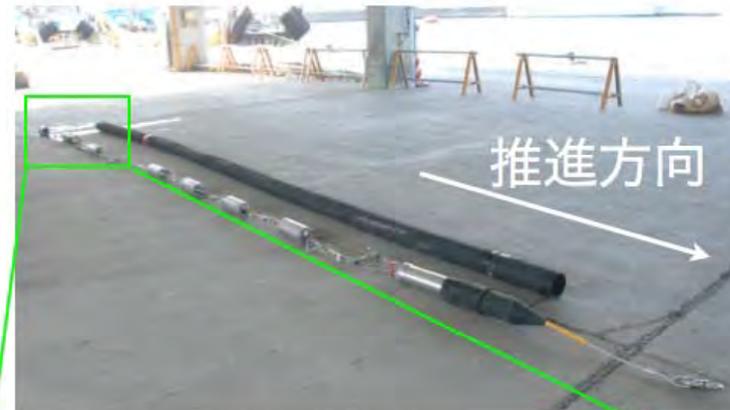
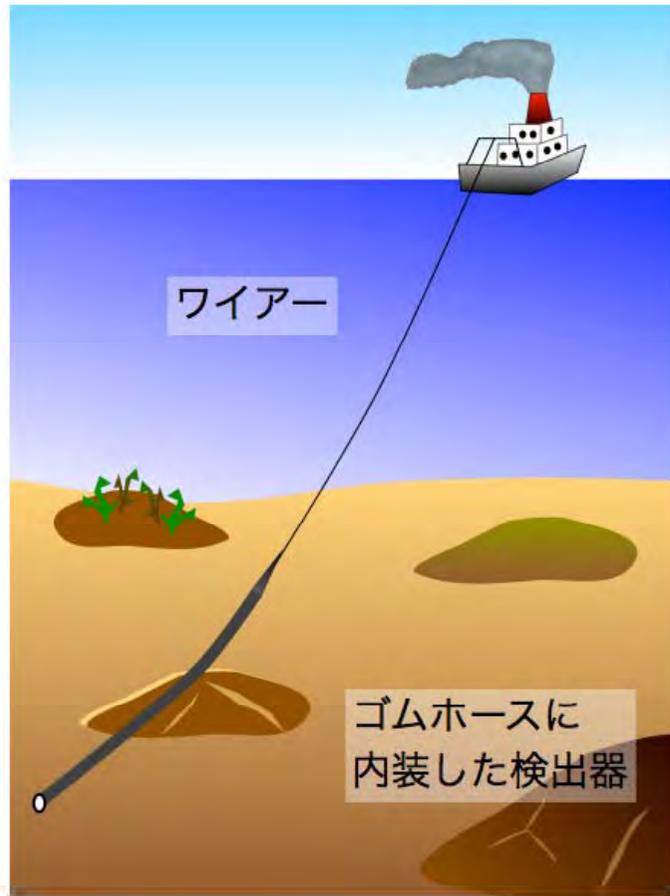
2013年8月東京大学生産技術研究所発表資料より



1. 開発の背景

曳航式ガンマ線計測装置

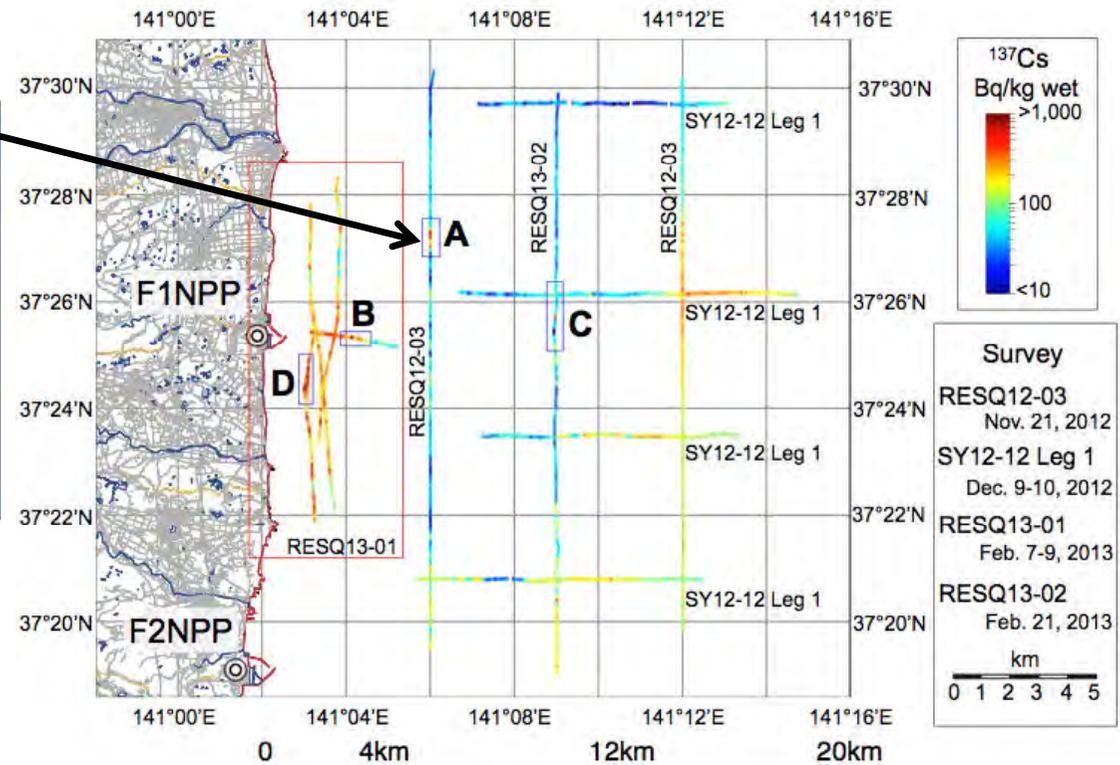
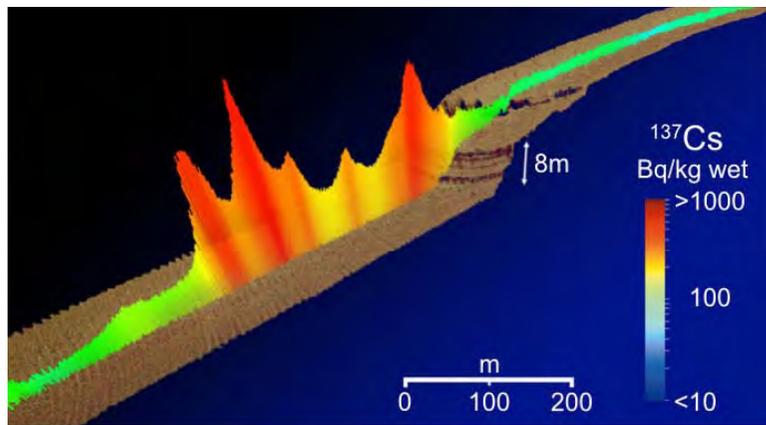
Towed gamma-ray spectrometer



2013年8月東京大学生産技術研究所発表資料より



1. 開発の背景



Survey

- RESQ12-03
Nov. 21, 2012
- SY12-12 Leg 1
Dec. 9-10, 2012
- RESQ13-01
Feb. 7-9, 2013
- RESQ13-02
Feb. 21, 2013

km
0 1 2 3 4 5

¹³⁷ Cs (Bq/kg wet)*		¹³⁷ Cs (Bq/kg wet)*		¹³⁷ Cs (Bq/kg wet)*	
平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
292±35	351±42	69±8	73±9	144±20	163±23

*海底土表層3cmの平均値

東大生研・海技研 福島第一原子力発電所
20km圏内計測結果2012年11月～2013年2月



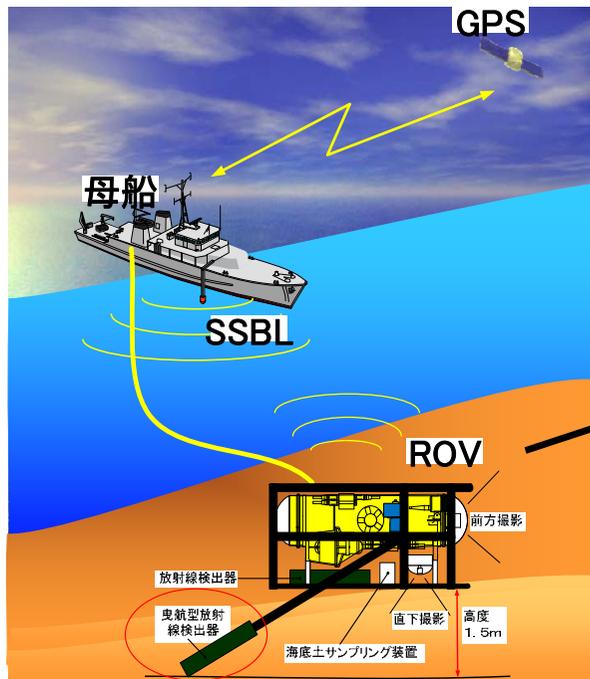
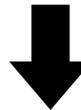
2. 開発の目的



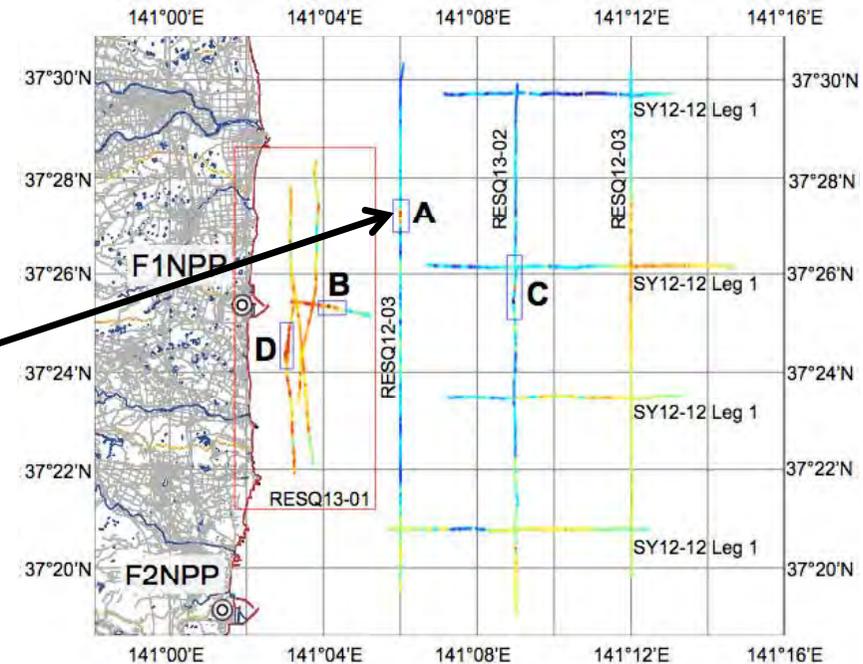
遠隔無人機 (ROV)
RTV. N-100EX
(三井造船)



NaI(Tl)シンチレータ
(東大生研開発)



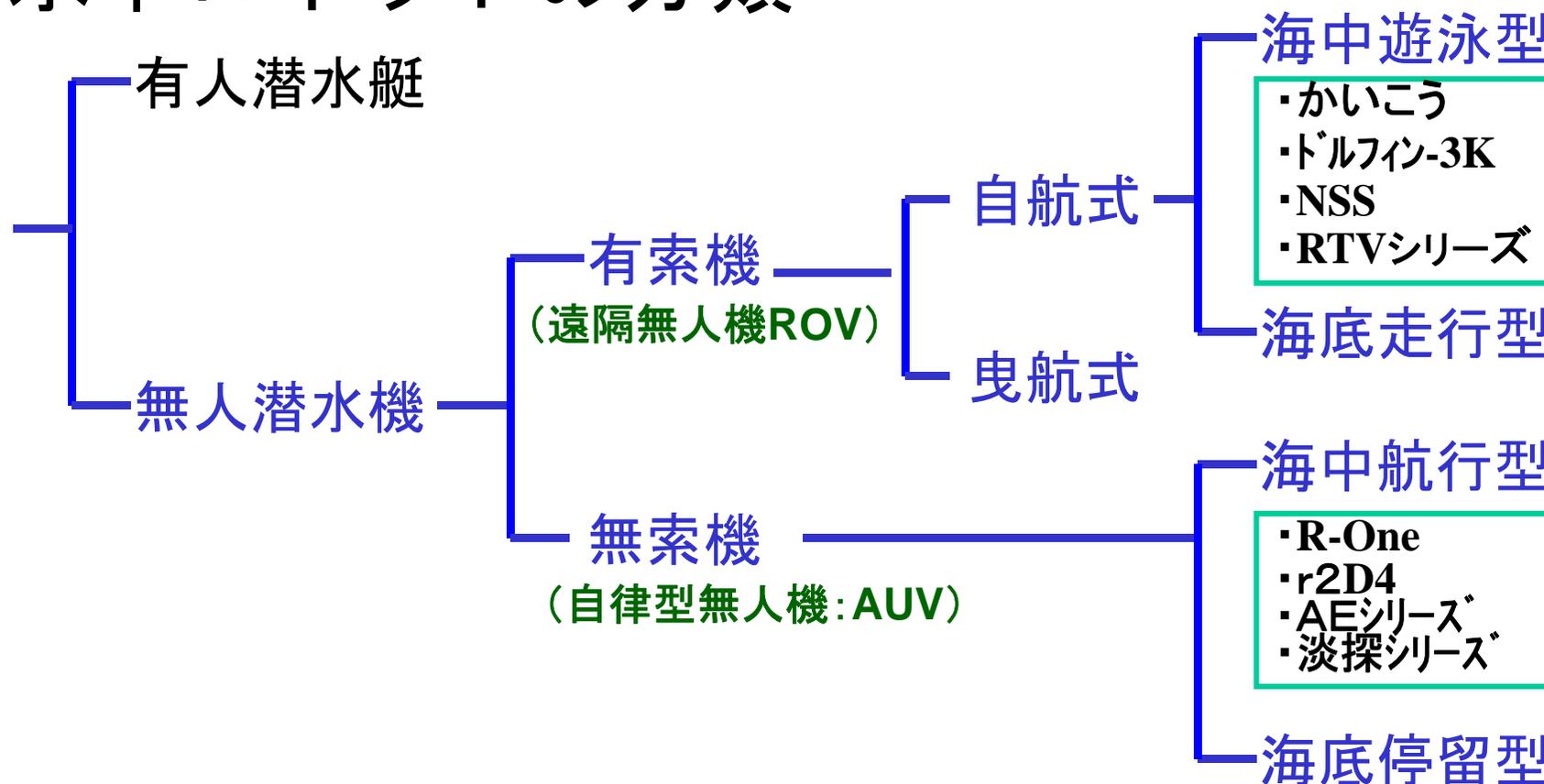
現在福島復興に利用されているロボット(遠隔無人機ROV)とNaI(Tl)シンチレータの技術をベースとし、海底土に局所的に沈着した放射性物質分布の詳細調査が可能な**海底土放射能分布測定ロボットの開発**





3. 水中ロボット概要

水中ロボットの分類



ROV : Remotely Operated Vehicle

AUV : Autonomous Underwater Vehicle



3. 水中ロボット概要

ROV : Remotely Operated Vehicle

<ROV の特徴>

- 水中ケーブル「Tether(Umbilical)Cable」を通して電力伝送・通信が可能
 - Real-Timeの映像・データが得られる
 - 運転時間の制限がない
 - 大きな動力が利用できる
 - テレビカメラによる観察の他、作業を行う
マニピュレータによる操作、サンプル採取、その他

<主要要素技術>

- 水中ケーブル「テザーケーブル」 : 光電力複合ケーブル
- 船上支援システム : ケーブルハンドリング装置
 - : 着水／揚収装置
 - : 操縦装置
- 航法制御技術 : 航法／測位、センシング



3. 水中ロボット概要

AUV : Autonomous Underwater Vehicle

< 特長 >

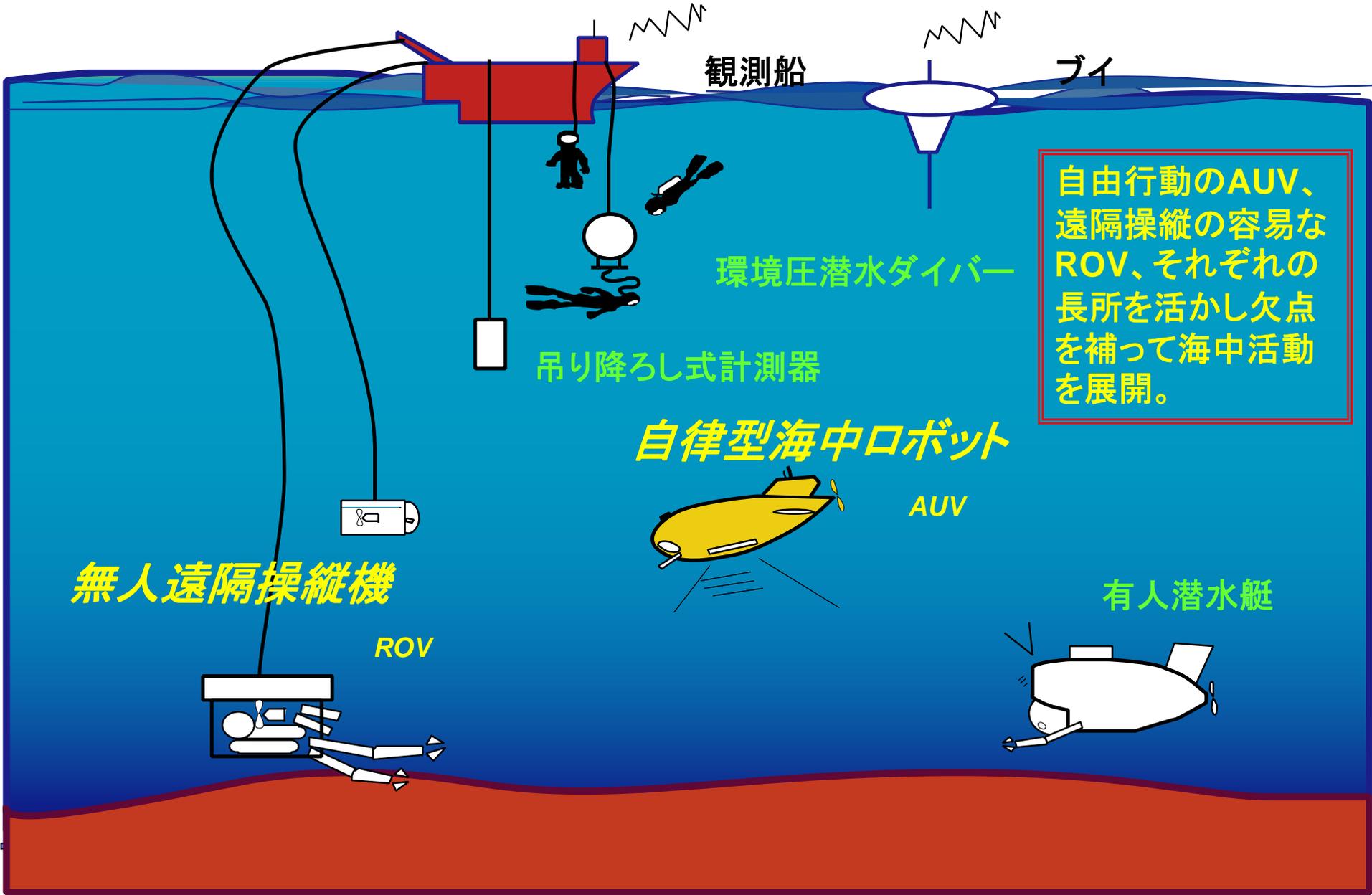
- オペレータの直接的な管制を受けず、調査を自律的に遂行
- 母船とのケーブル接続がない
 - ⇒ ケーブルによる拘束がないため、3次元を自由に行動
 - ⇒ 長時間広域の連続調査・観測が可能
- エネルギー源を自ら持つ

< 主要要素技術 >

- 航法制御 自律制御、航法／測位、センシング
- エネルギー源 リチウムイオン二次電池、燃料電池
- 運用支援システム 着水及び揚収装置、音響追跡装置



3. 水中ロボット概要：作業イメージ





3. 水中ロボット概要

小型ROVシステムの構成例（三井RTVシリーズ）





3. 水中ロボット概要

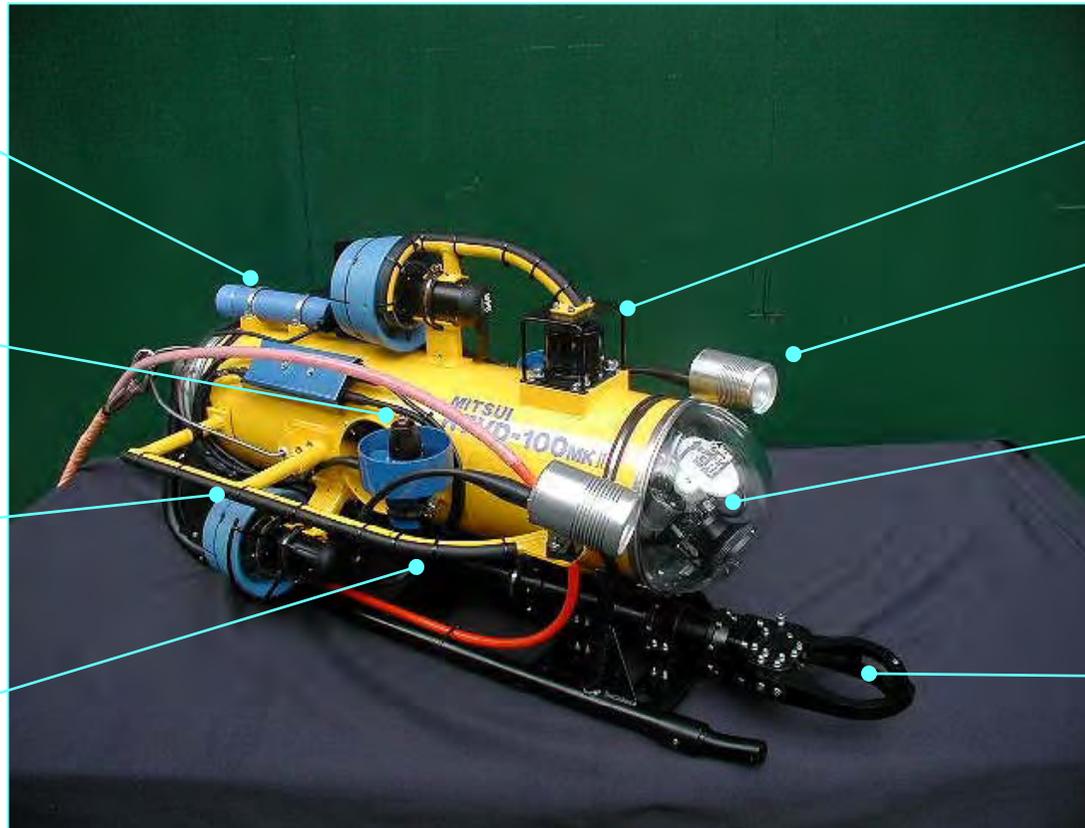
小型ROVの搭載機器構成例 標準型

水中音響装置
レスポнда

垂直スラスト

水平スラスト

横スラスト



ソナー

水中照明灯

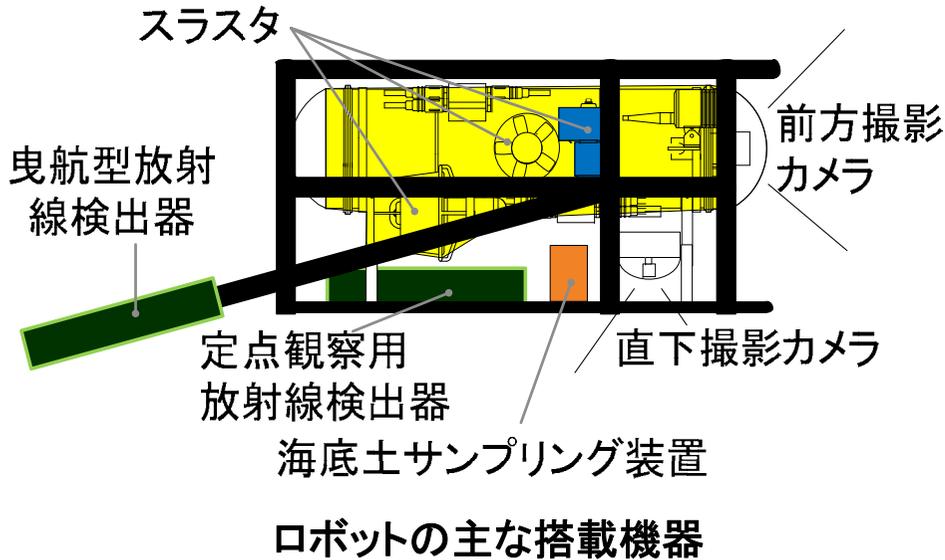
前方TVカメラ
パンチルト装置

マニピュレータ



4. 開発ロボットの概要

(1) システム概要



水中ケーブル



モニター制御装置

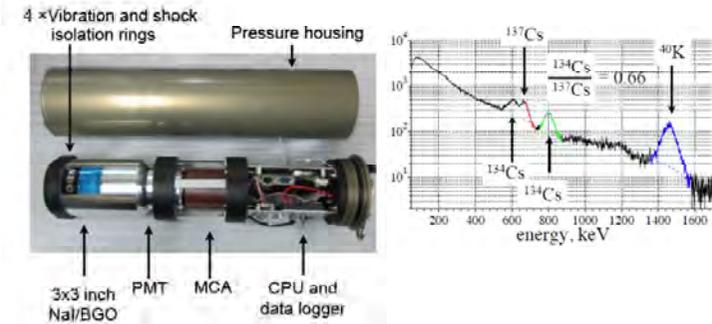


コントローラー



電源装置

主な船上装置(参考: RTV. N-100EX)



NaI(Tl)シンチレータによる放射線検出器

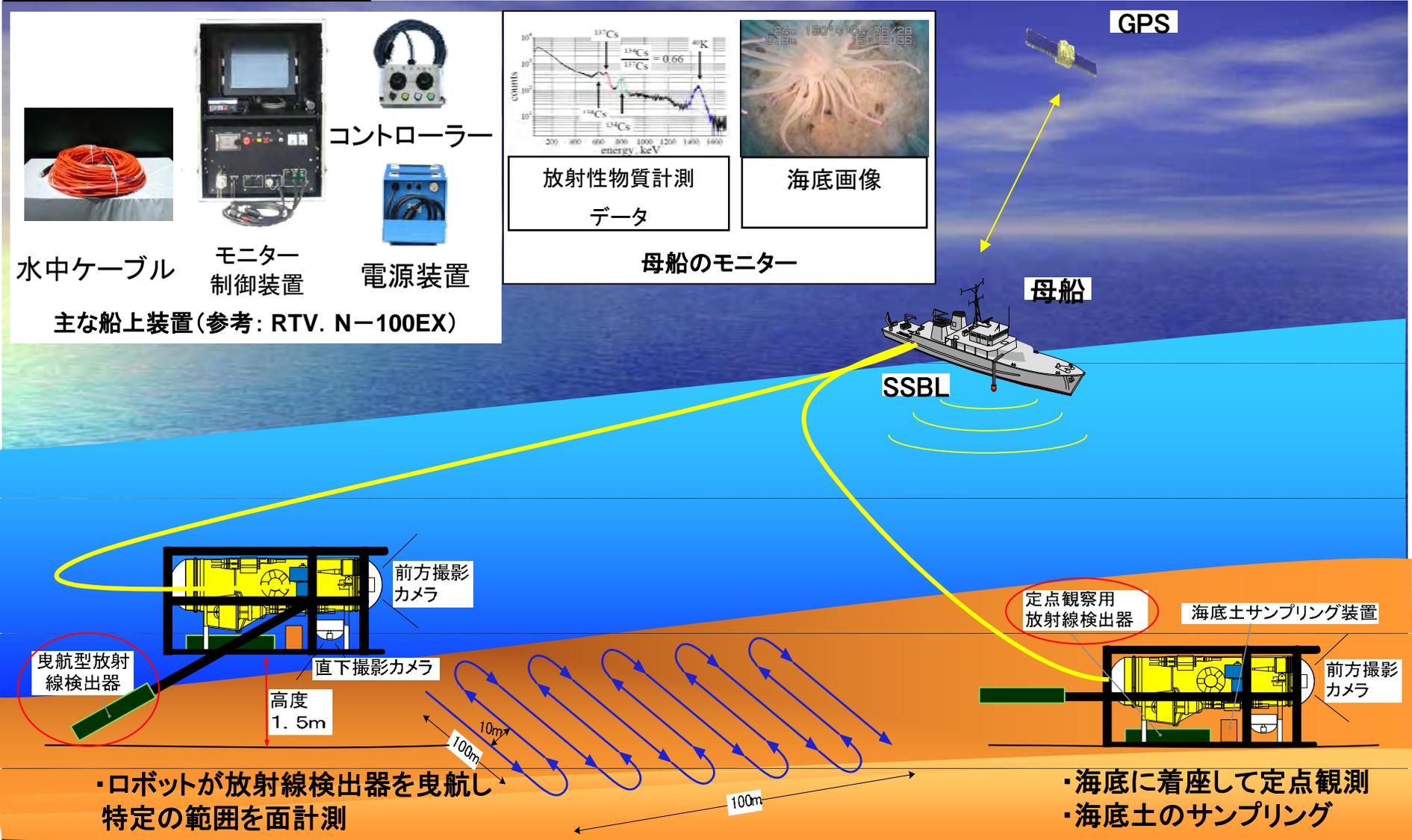


SSBL: 送受波器



4. 開発ロボットの概要

(2) 開発システムの概念図



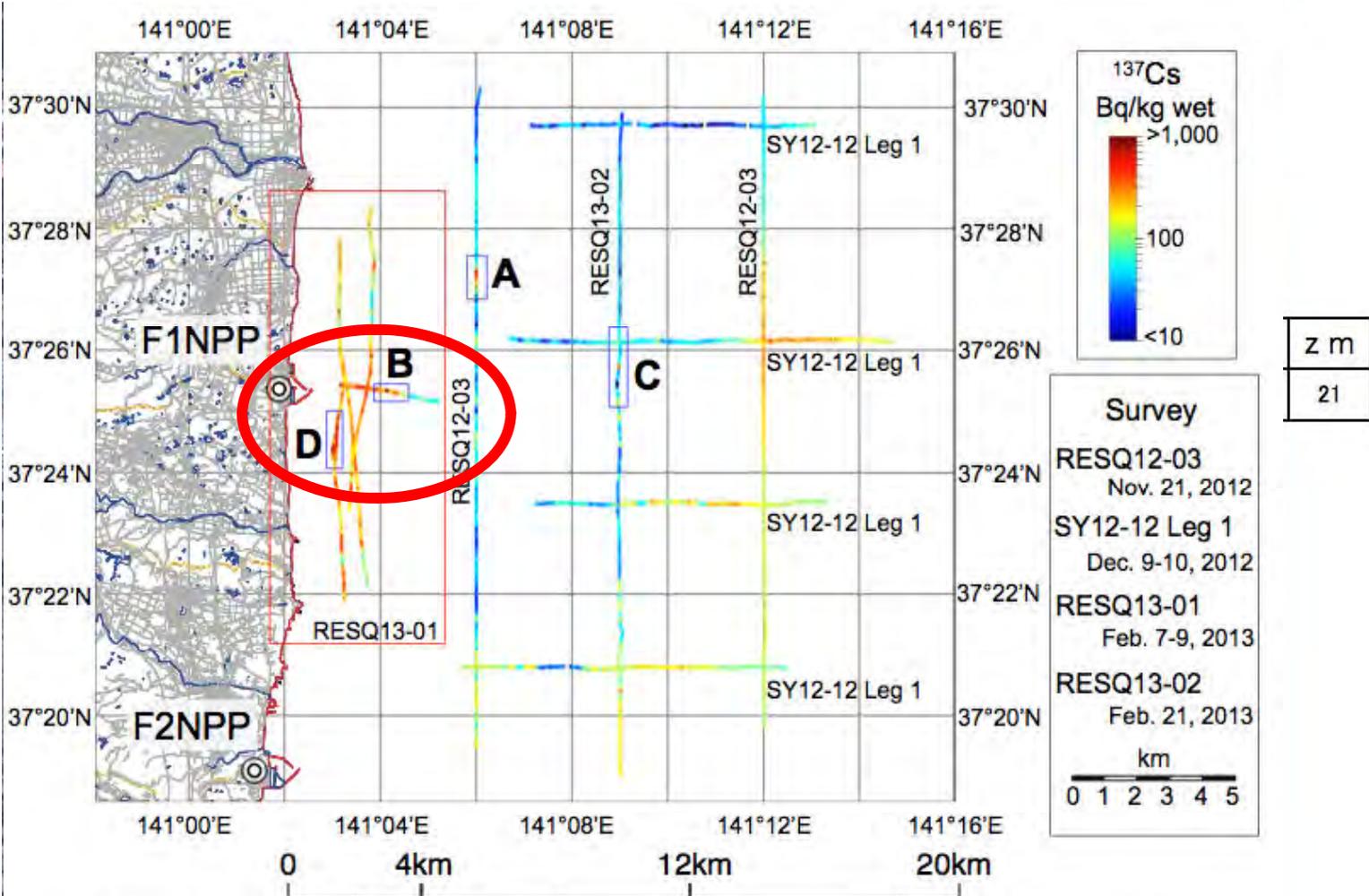
4. 開発ロボットの概要

開発システムの主な特徴

- ・ 測定範囲: 水深100m程度までの海域で、100m四方の海域を測定。
- ・ 放射能濃度の高い局所的な海域へピンポイントで行くことが可能。
- ・ 放射線検出器を曳航し海底土の連続的な放射能分布測定を行い、特定範囲についてウェイポイントを設定して自動に面計測を行うなどユーザー操作支援機能を搭載。
- ・ 海底に着座し定点観測しながら船上で放射線計測データをリアルタイムに確認でき、計測ポイントをTVカメラで撮影。
- ・ 海底土のサンプリング(Φ6cm×深さ12cm)機能の搭載
- ・ ロボットの機動性をいかし、海底の状況に合わせてデータを取得しながら適宜観測ポイントの修正が可能。
- ・ ロボットの高精度水中位置情報をSSBL方式による音響測位、母船の情報により取得。



5. 既存ROVによる実海域試験：試験ポイント



^{137}Cs (Bq/kg wet)*	
平均	標準偏差
292±35	351±42

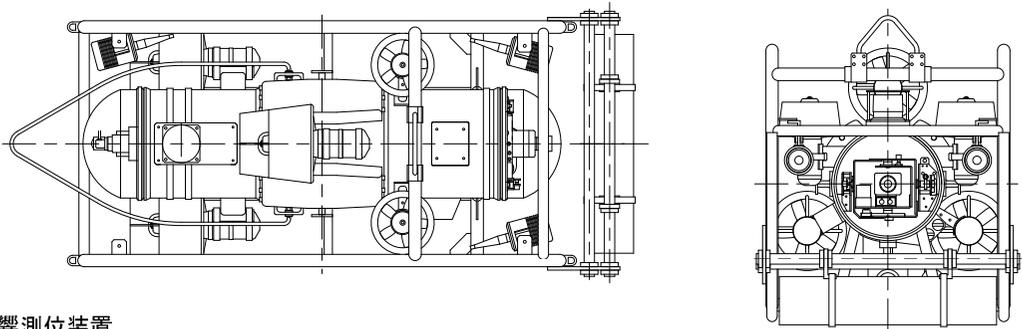
^{137}Cs (Bq/kg wet)*	
平均	標準偏差
69±8	73±9

^{137}Cs (Bq/kg wet)*	
平均	標準偏差
144±20	163±23

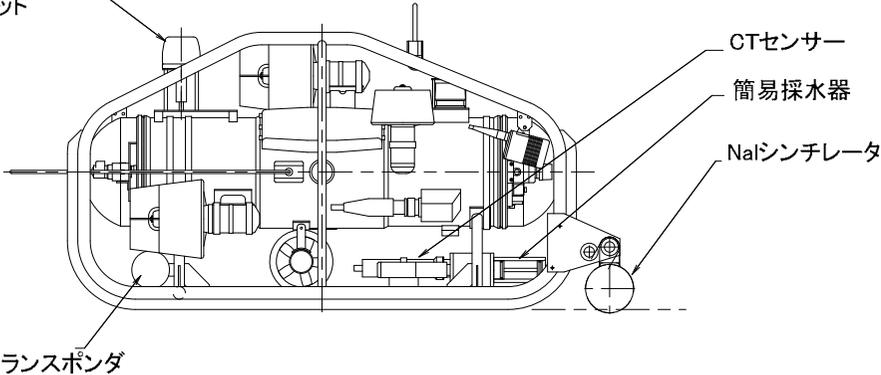
*海底土表層3cmの平均値



5. 既存ROVによる実海域試験：ROV



音響測位装置
トランスポンダ
ヘッド



NaIシンチレータ、CTセンサー及び音響測位装置を搭載した三井：RTV-500MK2





5. 既存ROVによる実海域試験：船上装置



小名浜港：母船



水中音響装置 画面



TVモニター（ロボット映像）

コントローラー



センサデータ表示PC



5. 既存ROVによる実海域試験：ROVの水中映像



現在、計測データを解析中。



6. 開発スケジュール

		平成25年度		平成26年度				平成27年度			
		10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
1	既存ロボットによる試験	ロボット改造 実海域試験	ロボット改造 実海域試験								
2	システム設計	システム設計									
3	システム製作		システム製作(部品製造/調達/組立)								
4	システム評価試験					水槽試験	実海域試験			実海域試験	
5	システム改良						改良設計/改良作業				



7. ニーズと将来の展望

海底土の放射能測定に要望されているニーズ

- ・現在の定点サンプリングでは得られない海底土放射能分布の面的な把握
- ・局所的な高濃度の蓄積の原因解明
- ・漁礁-漁礁間の底質への沈着状況の把握
- ・海底除染・覆土等の対策立案のための詳細モニタリング
- ・地下水から海底への流入状況などの漏洩現象の調査
- ・海洋基本計画に示されている総合モニタリング計画に基づいた海洋環境調査等

将来の展望

- ・開発機は、実用機として、国、地方自治体、漁業関係や被災地によって広く活用していただく。
- ・開発機の利用によって新たに得られるニーズや特に被災地からの貴重な意見をもとに改良を進める。
- ・開発機の運用実績や関係機関、被災地の意見を取り入れ、誰もが簡単に扱える普及型ロボットへの展開などを目指す。



E N D