



TAKAWASEIMITU CO., LTD.  
株式会社 タカワ精密



株式  
会社

東日本計算センター  
East Japan Accounting Center Co., Ltd.



株式会社アセント  
Ascend Co., Ltd.

# 福島第一廃止措置に向けた 小型水中探査ロボット 「ラドほたる」の開発

独立行政法人 国立高等専門学校機構  
福島工業高等専門学校  
機械システム工学科  
鈴木茂和



ふくしまから  
はじめよう。

Future From Fukushima.

# 福島高専の水中ロボット開発経緯

## Made in Fukushima (Hamadori) を目指して

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<p>災害対応ロボット産業集積支援事業費補助金 「災害時即応型水中狭隘部調査ロボットシステム開発」</p>			<p>地域復興実用化開発等促進事業 「超小型・半自律・耐放射性の水中ロボットシステムの開発」</p>	<p>産学連携ロボット研究開発支援事業 「福島第一廃止措置に向けた小型水中探査ロボットラドホタルの開発」</p>		
			<p>ラドほたる</p>  <p>110mmΦ × 600mmL</p>	<p>要素試験</p>	<p>試作試験</p>	<p>改良・フィールド試験</p>
				 <div style="position: absolute; top: 50px; right: 50px; color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">                 小型化 操作性 耐放射性             </div> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ラドほたるⅡ</p>		
<p>(株)日本遮蔽技研 小浜製作所有 (株)タカワ精密(H26) (有)三輪鉄工所(H26) <b>福島高専</b> (JAEA)</p>			<p>2</p>	<p><b>福島高専</b> (株)タカワ精密 (株)東日本計算センター (株)アルパイン</p>		<p><b>福島高専</b> (株)タカワ精密 (株)東日本計算センター (株)品川通信計装サービス (株)アSEND</p>

# ラドほたるとは？

放射線下でも希望の光を放つロボット

RADiation HOsTile semiAutonomous Robot  
(放射線環境下半自律ロボット)



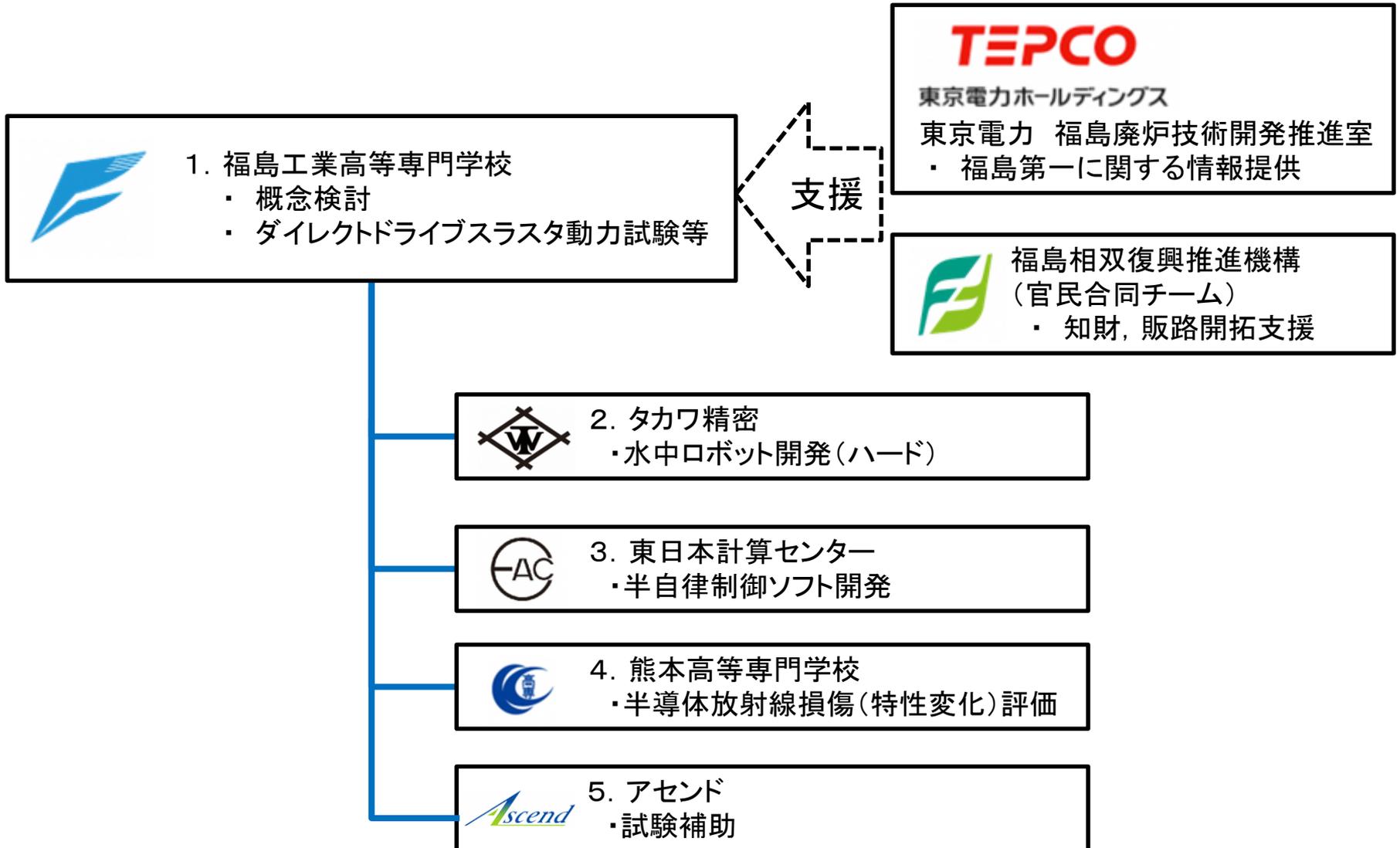
## 本研究の目的

原子炉格納容器，タービン建屋地下階滞水部やALPS処理水タンク等の内部で調査等が可能な，小型，耐放射性および高操作性を有する水中ロボットシステムを開発する

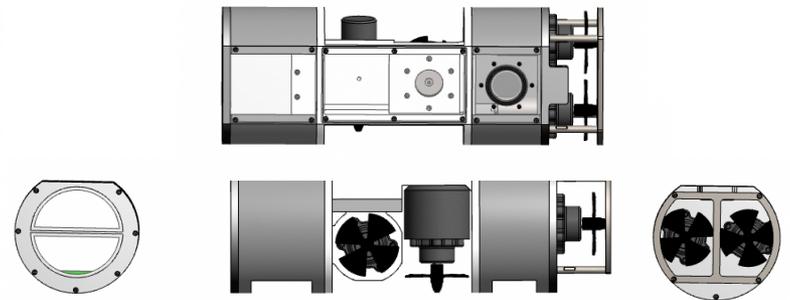
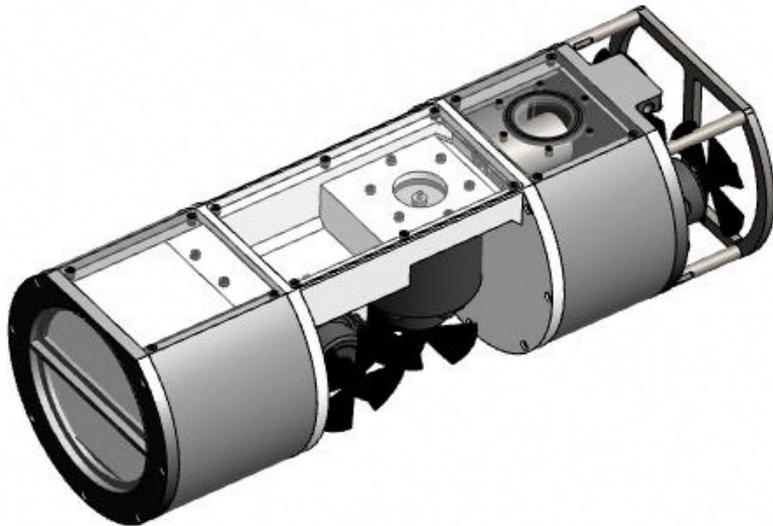
## 本事業の達成目標

- **小型化**  
直径約300 mm×長さ300 mm，重さ7 kg程度
- **高耐放射線性**  
 $1 \times 10^3$  Sv程度（最大 $1 \times 10^4$  Sv）
- **高操作性**  
姿勢および位置の半自律制御

# 研究開発担当図



# 水中ロボットの初期基本設計



外径 110 mm  $\phi$  × 300 mm L  
比重  $\sim 0.93$

# 低ピッチスラストの開発

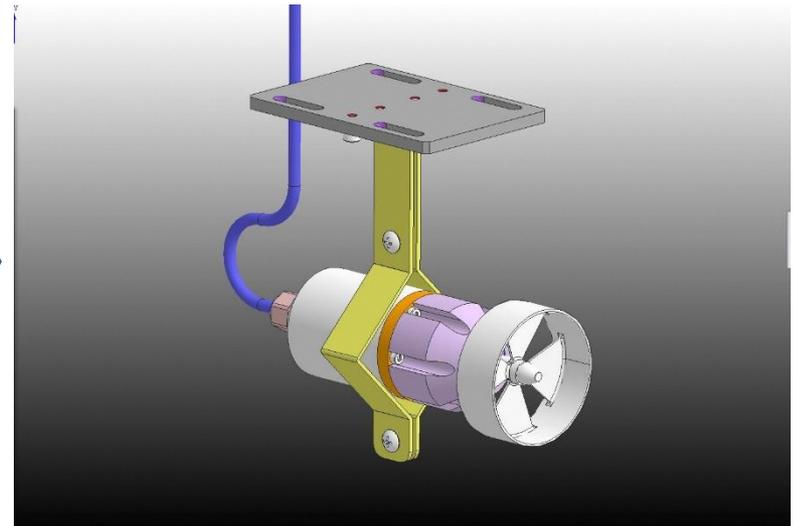
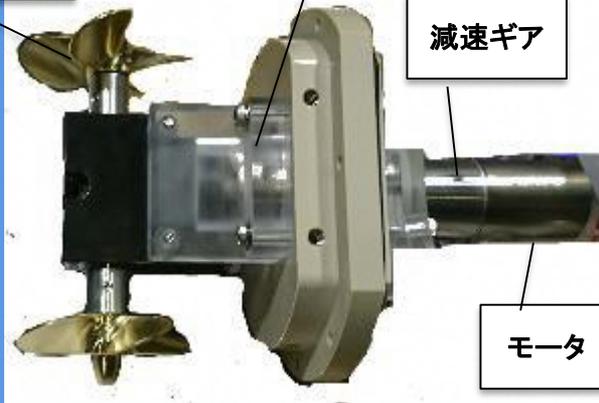
## 従来のスラスト

スクリュー

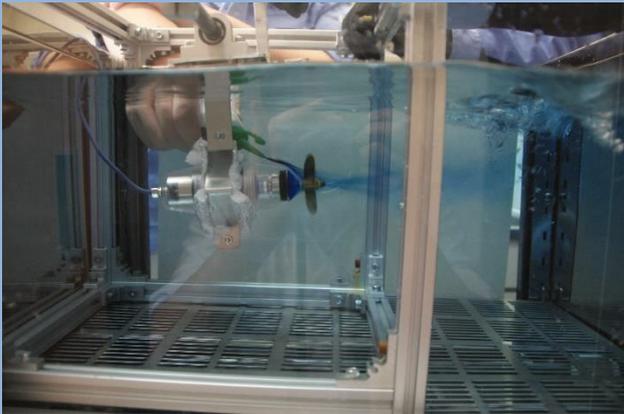
マグネット  
カップリング

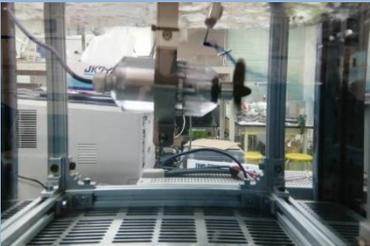
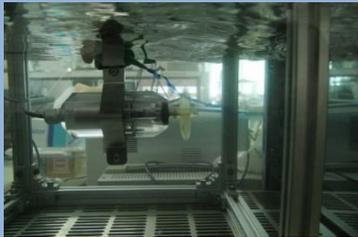
減速ギア

モータ

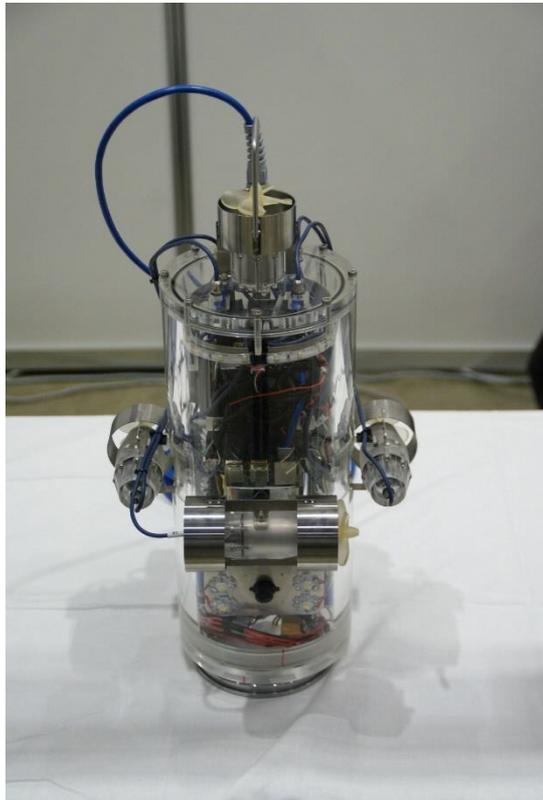


# スラスト改良試験

	真鍮スクリー付スラスト (モータ20W, 首下10mm, 正転)
試験結果	 <p>3.25kgf</p>

	真鍮スクリー付スラスト (モータ20W, 首10mm, 正転)	樹脂スクリー付スラスト (モータ14W, 首下10mm, 正転)
参考	 <p>2.9kgf</p>	 <p>1.6kgf</p>

# 「ラドほたるⅡ」

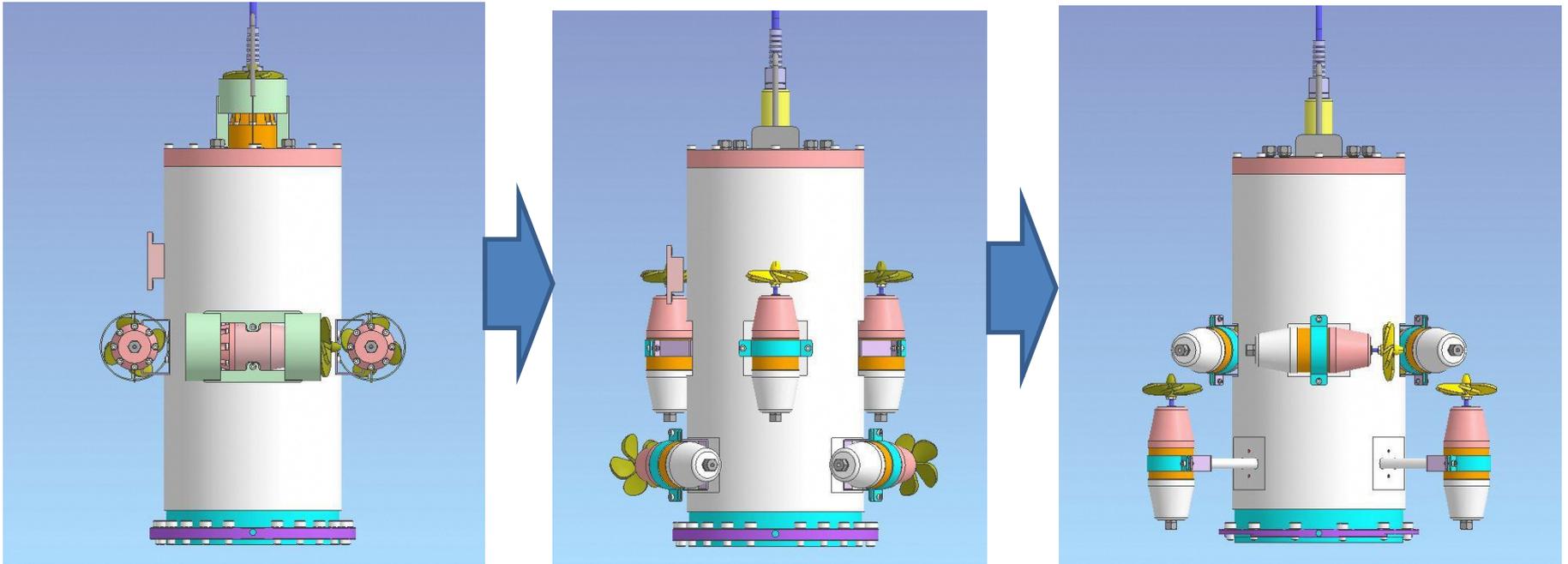


## 【機能要求と機能要素】

- 小型化  
⇒ダイレクトドライブスラスタ
- 耐放射線性  
⇒照射試験スクリーニング, ディスクリート回路検討
- 操作性向上  
(機動力不足解消)  
⇒機動力向上(スラスタ外置, モータ14W→20W)  
⇒ケーブル捩力(レイリョク)最小化の為, 光ケーブル採用  
(遠距離での自律制御性向上)  
⇒マーカLEDの配置再検討, 制御範囲限定

# 小型化

小型化に伴う垂直方向機動力低下を改善するため  
スラスタ数増加と位置変更



垂直スラスタの増設

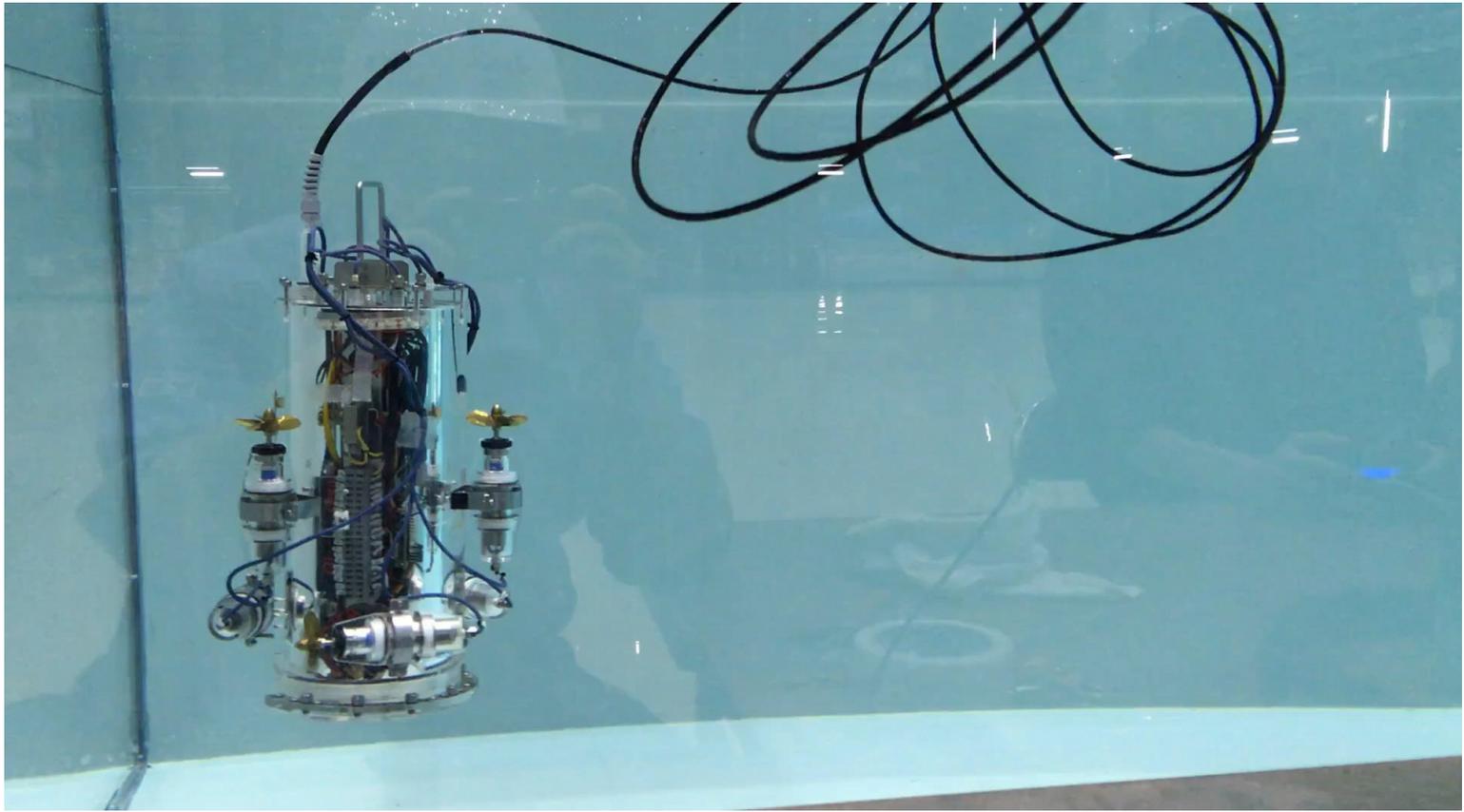
- 水平4個⇒3個
- 垂直1個⇒3個

水平スラスタの位置変更

- 水平スラスタを重心位置に変更

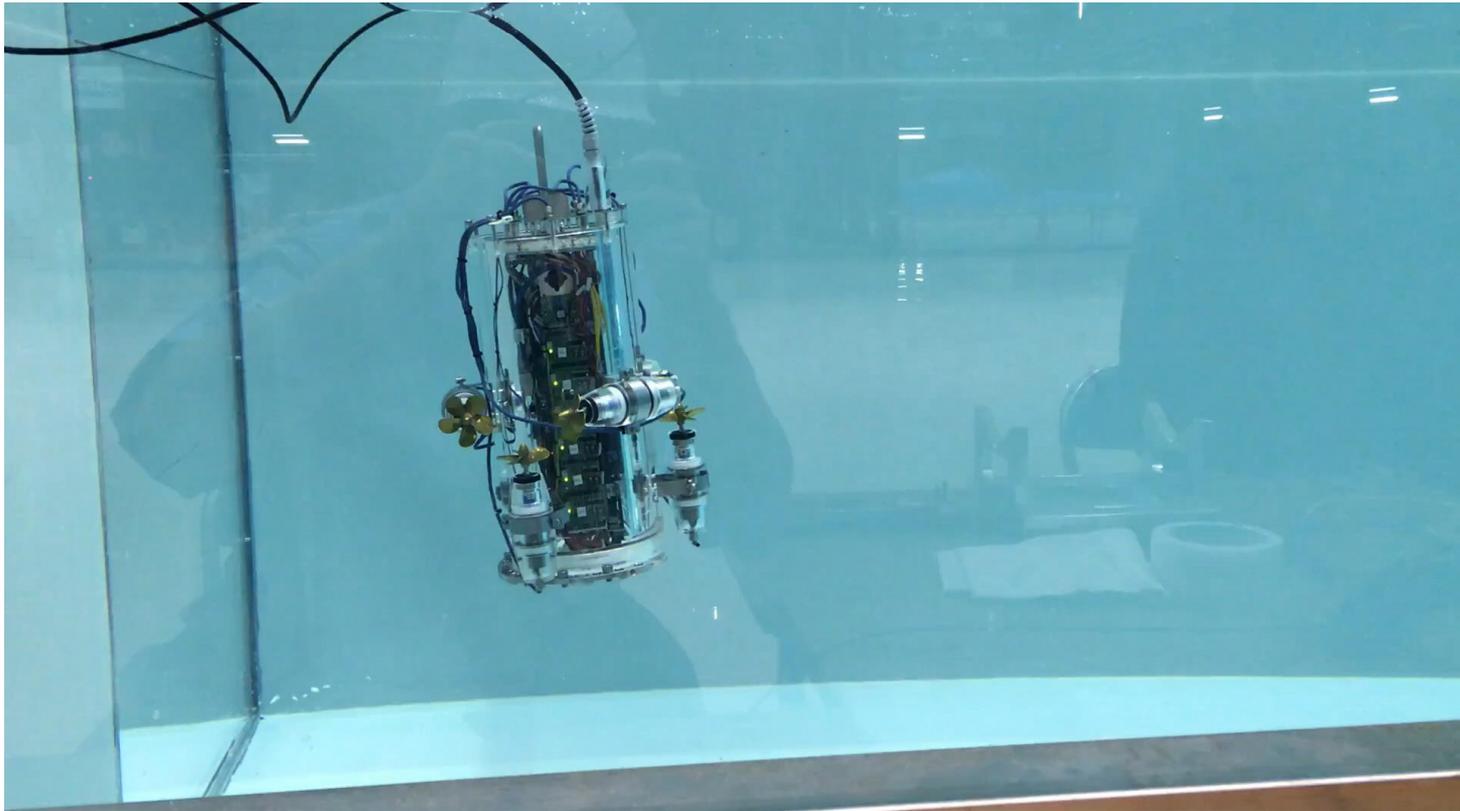
# 小型化

ラドほたるⅡ（出力80%）



## 小型化

ラドほたるⅡ（改良後）（出力80%）



# B 耐放性(メモリ)

部品	仕様	累積線量(Sv) (計画値)																	
		40	240	290	480	520	560	720	760	800	1,010	1,080	1,240	1,320	1,480	1,560	1,800		
SDカード				注 ××		××			××										
				○○		○×			××										
			××		××				××										
			○						××										
			○○		○×				××										
			××		××				××										
									××										
									××										
									○○										
									××										
									××										
									××										

黒字:H29年度、青字:H30年度、赤字:R元年度、緑字:R2年度
 
 10 Sv/h
 
 100 Sv/h
 
 200 Sv/h
 
○:正常 △:異常 ×:異常

# 本事業における主な成果(2020年度)

- 出展

- ✓ 8/22            ロボットテストフィールド見学会
- ✓ 9/12            経産相RTFご視察時にデモ
- ✓ 10/31           RTF縁日
- ✓ 11/6            除染廃炉ロボット展示実演会@檜葉C
- ✓ 11/27-28      ロボフェスふくしま

- 東京電力

- ✓ 6/22, 9/15, 11/25      1FGM等と意見交換

- A社

- ✓ 2019/10/1～2020/7/31 水中ロボット開発受託研究

- B社

- ✓ 2021/1～      水中ロボット開発共同研究

- その他

- ✓ 10/2            福島民報社取材⇒10/6記事掲載
- ✓ 協力企業が「ラドほたる」1基受注.