

**サプレッションチェンバ(S / C)内  
水位測定ロボットの基盤技術の開発  
実証試験の再開について**

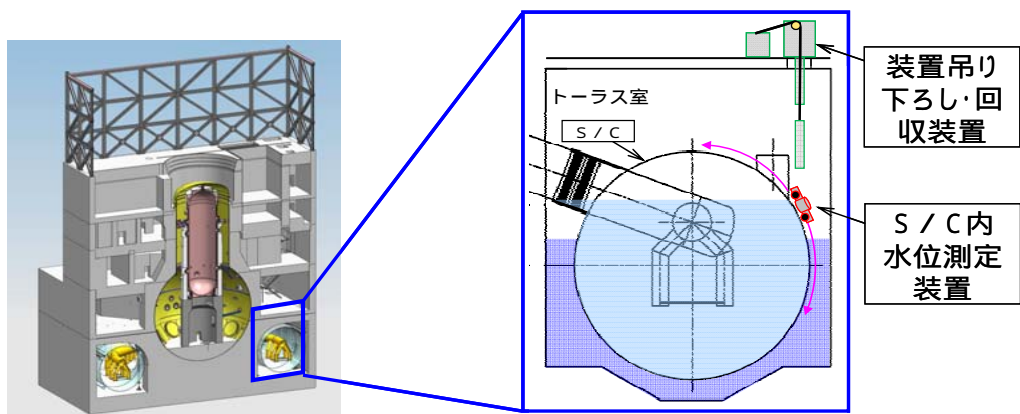
**2014年1月30日  
東京電力株式会社**

# 1. 目的

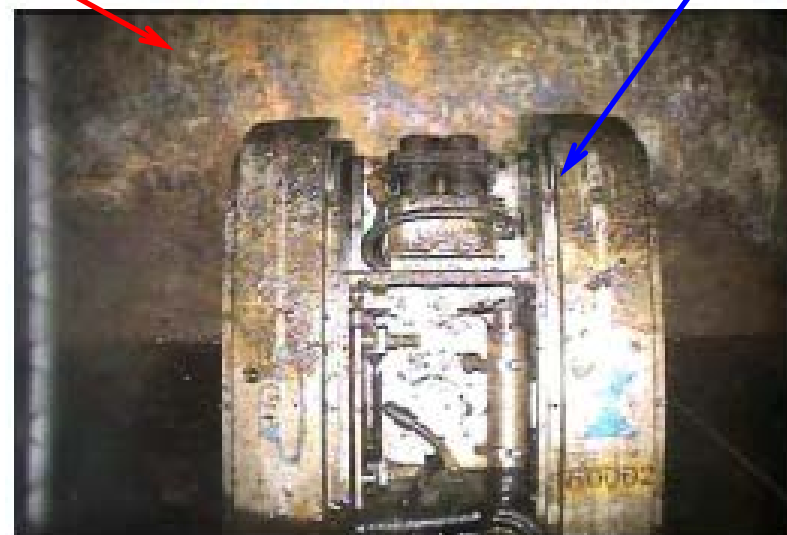
「S / C内水位測定WG（主査：芝浦工大 松日楽教授）」にて支援し、資源エネルギー庁平成24年度発電用原子炉等事故対応関連技術基盤整備事業（円筒容器内水位測定のための遠隔基盤技術の開発）において開発した遠隔操作でS / C（圧力抑制室）内水位をS / C外面より超音波で測定する技術の実証試験を9月に2号機原子炉建屋にて実施。想定以上のS / C表面状態の悪化のため水相の確認に留まり水位の特定には至らず。その経験を踏まえた工場および4号機でのモックアップ試験の結果、水位測定が可能と判断したため2号機での実証試験を再開する。

S / C表面

定位型水位測定装置



2号機S / C内水位測定イメージ図



前回実証試験の状況

## 2. 水位の測定方法の見直し

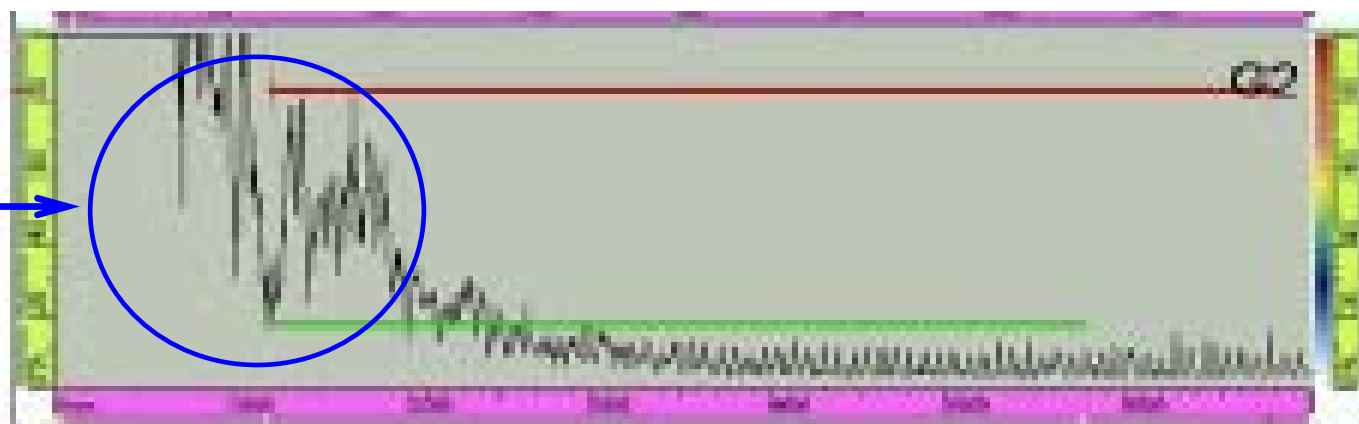
前回の測定において水中構造物の反射波を捕捉でき、4号機のモックアップ試験結果から、**反射波の連続的な測定における消失位置より水位を特定する方法**が、水位特定の確度が高いと判断。今回の測定では、当該方法を主方法として実施を計画。併せて、多重反射比較計測も実施するが、上記方法にて水位が特定できない場合の補助的な位置付けとする。

	前回の測定方法	今回の測定方法
測定方法	<b>多重反射比較計測</b> S/C外面の表面状態が悪化していたため、水位を特定するデータが得られず。	<b>水中構造物の直接距離計測</b> <b>(反射波の連続測定における消失位置より水位を特定)</b> (方法の確立) <ul style="list-style-type: none"> <li>・路程レンジを広げてS/C反対壁面を測定</li> <li>・測定データ(測定経度)数を増やす</li> <li>・反射波が得られる水中構造物を選定</li> </ul>
補助方法	<b>下部からの水面直接距離計測</b> トーラス室水面に油分があり、装置搭載カメラに付着し視界確保ができず装置が下部まで走行できず	<b>多重反射比較計測</b> (改良点)特定の反射波を基準とすることで表面状態の影響を受けにくい方法を採用【4号機モックアップ試験結果(その2)参照】
補助方法		<b>下部からの水面直接距離計測</b> (改良点)装置のトーラス室内水中進入時、ジェット散水で油分を移動

### 3. 当初の多重反射比較計測での水位特定方法

5号機における定位型装置での多重反射比較計測結果。

気相部および水相部での反射波強度の違いから水位(気液境界面)を判定。



気相部での取得データ

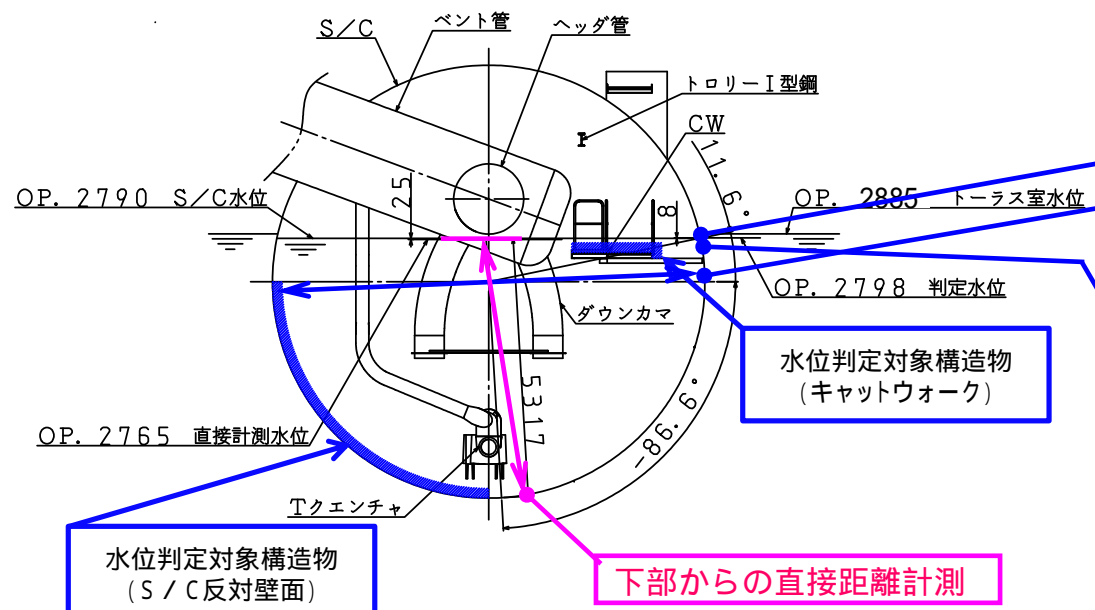
気相部と水相部では反射波強度が異なる。



水相部での取得データ

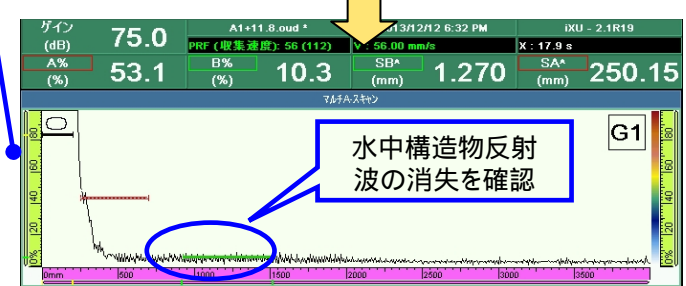
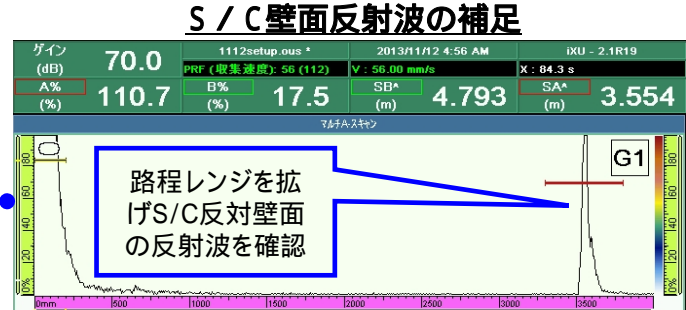
# 4. 4号機モックアップ試験結果(その1)

4号機 S / C において路程レンジを拡げて S / C 反対壁面の反射波を補足できること、および水中構造物 ( S / C 反対側壁面、キャットウォーク ) の直接距離計測 ( 反射波の連続的な測定における消失位置より水位を特定する方法 ) により、水位測定が可能なことを確認。なお、下部からの直接距離計測による水位測定も実施。



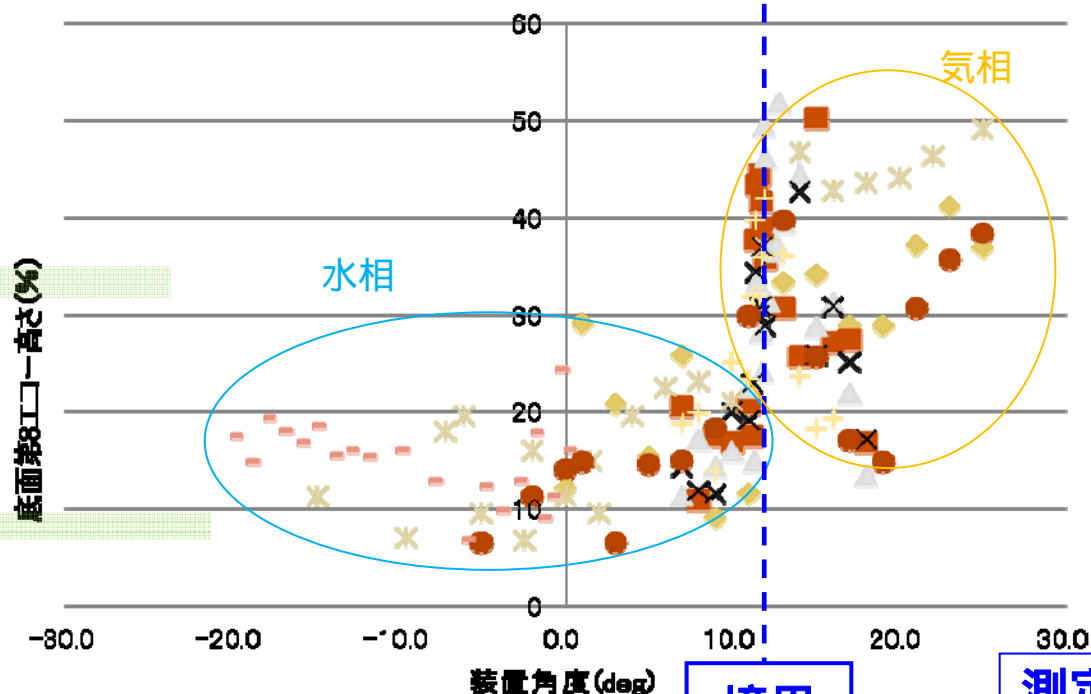
水中構造物の直接距離計測の水位判定対象構造物

**測定結果**  
 水中構造物の直接計測からの判定水位: 誤差 +8mm  
 下部からの直接距離計測: 誤差 -25mm

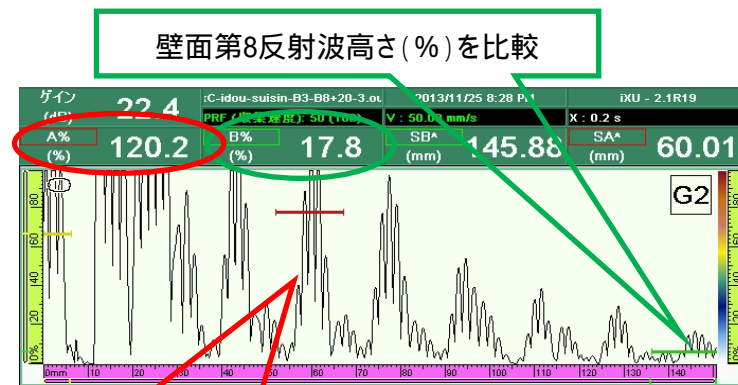


# 4. 4号機モックアップ試験結果(その2)

4号機S / Cにおいて多重反射比較計測による水位測定を実施。探触子が当たっている壁面内側の第3反射波の高さを120%に調整し、第8反射波の高さを比較することにより水相と気相の境界を特定。



各測定点の第8反射波の比較



多重反射比較計測測定方法

## 測定結果

多重反射比較計測による判定水位: 11° ~ 12°  
(実際の水位の角度換算値: 11.6°)

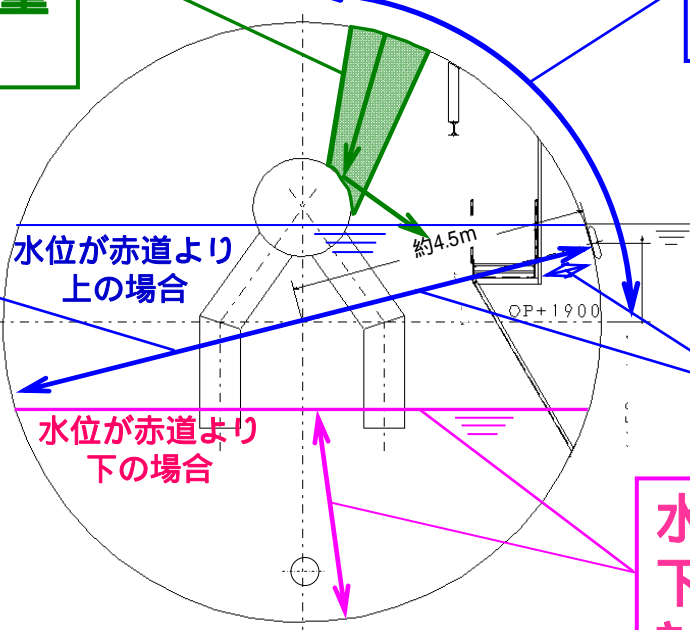
## 5.2号機での実証試験方法

4号機でのモックアップ試験の結果から、S / C内部構造物（反対側壁面を含む）の反射波の連続的な測定における消失位置より水位を特定する方法により水位を測定。内部構造物の形状により反射波が得られない範囲については多重反射比較計測により水位を測定。また、水位がS / C赤道より下の場合は、直接距離計測にて水位を測定する計画。

構造物の形状より反射波が得られない範囲は多重反射計測で水位測定

より広い範囲で反射波を連続的に捕捉

超音波ビーム路程レンジをS / C反対面まで広げる



構造物の反射波を捕捉

水位がS / C赤道より下の場合は、直接距離計測で水位測定

実証試験イメージ図



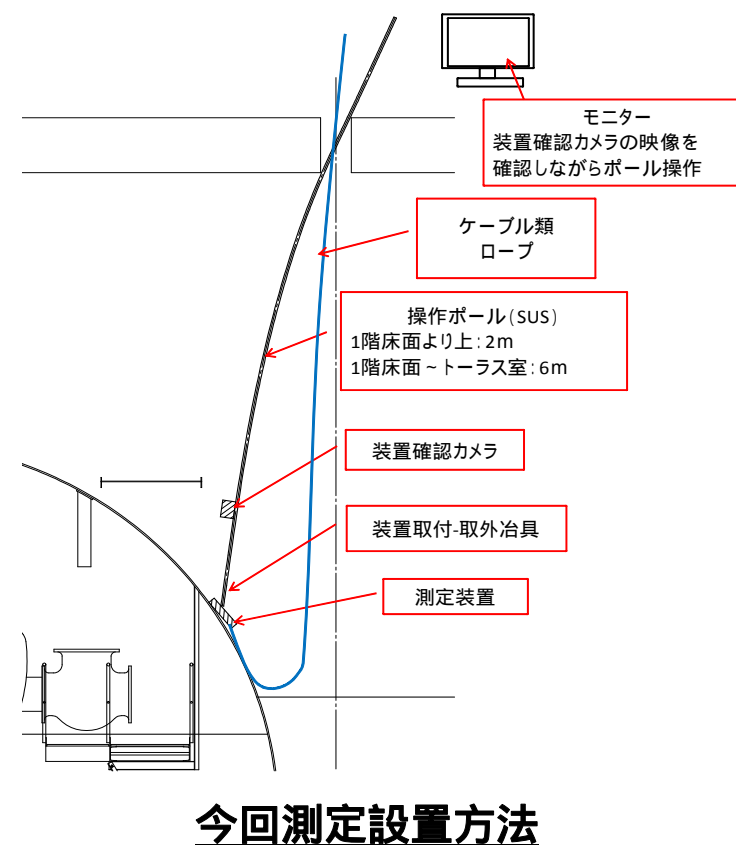
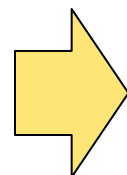
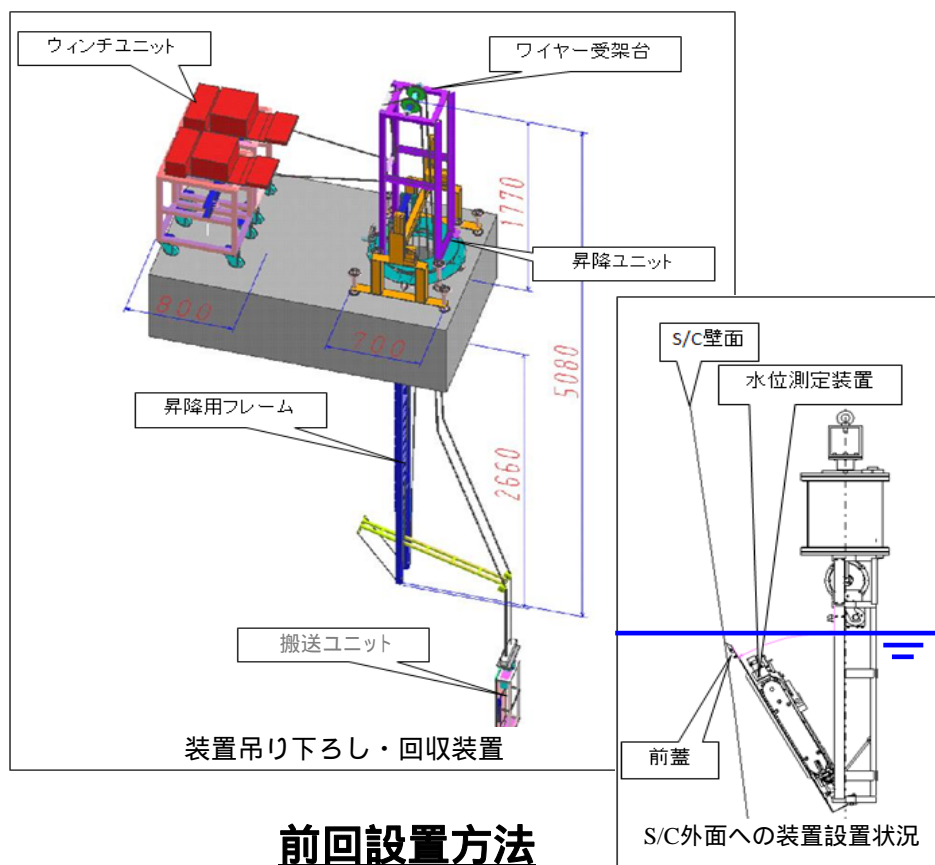
# 6. スケジュール

項目	11月	12月	1月
ワーキング		第8回WG (11/21)	第9回WG (12/24)
工場 モックアップ 試験	モックアップ試験: 11/5 ~ 29 完了 		
4号機 モックアップ 試験		確認試験: 12/12 ~ 14 完了 	
2号機 実証試験			準備作業: 1/7 ~ 9  実証試験: 1/10 ~ 19  片付作業: 1/20 ~ 22 



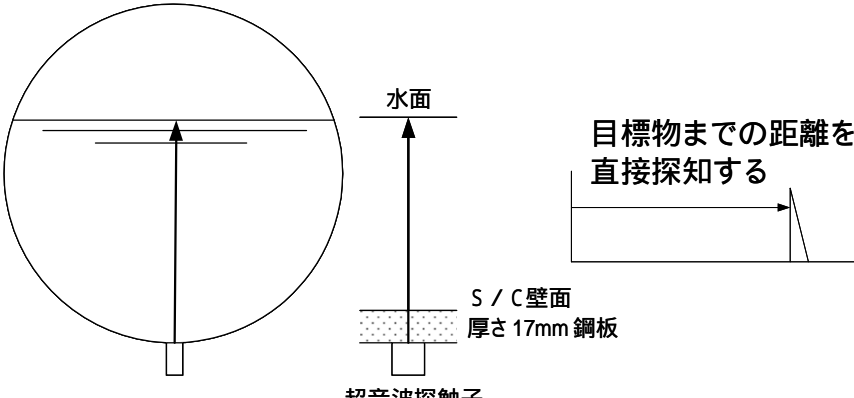
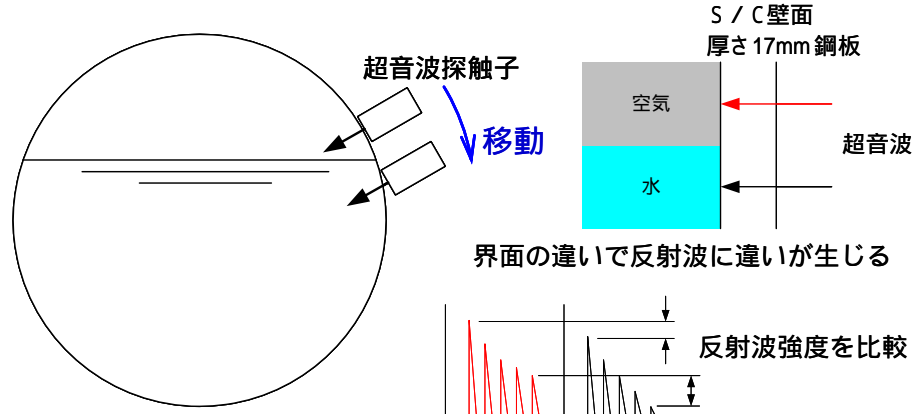
# 【参考】S / C壁面への装置設置方法

トラス室滞留水面の油膜による搭載カメラの視界不良となる事態を避けるため、今回のS / C壁面への装置設置は、ポールにより気中でS/C壁面に設置する方法を採用する。（前回の装置吊り下ろし・回収装置では、滞留水の高さから一旦装置を水没させた後のS / C壁面への設置となり、油膜が装置カメラに付着してしまう。）



**【目的】**  
円筒曲面上を遠隔操作で超音波の探触子を移動させて密閉容器内の水位を測定する技術がない。このため、**探触子の遠隔移動機構を含む密閉円筒容器内の水位測定技術**を開発する。なお、水位探知可能性の確度向上のため**直接距離計測**および**多重反射比較計測**の2つの方式を開発する。

## 開発する密閉円筒容器内水位測定技術

直接距離計測	多重反射比較計測
 <p>水面</p> <p>目標物までの距離を直接探知する</p> <p>S / C壁面 厚さ17mm 鋼板</p> <p>超音波探触子</p>	 <p>S / C壁面 厚さ17mm 鋼板</p> <p>空気</p> <p>水</p> <p>超音波</p> <p>移動</p> <p>超音波探触子</p> <p>界面の違いで反射波に違いが生じる</p> <p>反射波強度を比較</p>
<p>円筒容器内の水位を直接探査し、その距離を求める。</p>	<p>円筒容器の内壁面を探査し、空気か水かで反射波強度の違いを検知する。</p>