

東京電力(株)福島第一原発の廃止措置等に向けた  
機器・装置開発等に係る福島ワークショップ

セッション2: 格納容器漏えい箇所特定・補修・内部調査に  
係る技術の開発

「格納容器漏えい箇所特定技術の開発」

2012年8月7日

日立GEニュークリア・エナジー(株)  
(株)東芝  
三菱重工業(株)

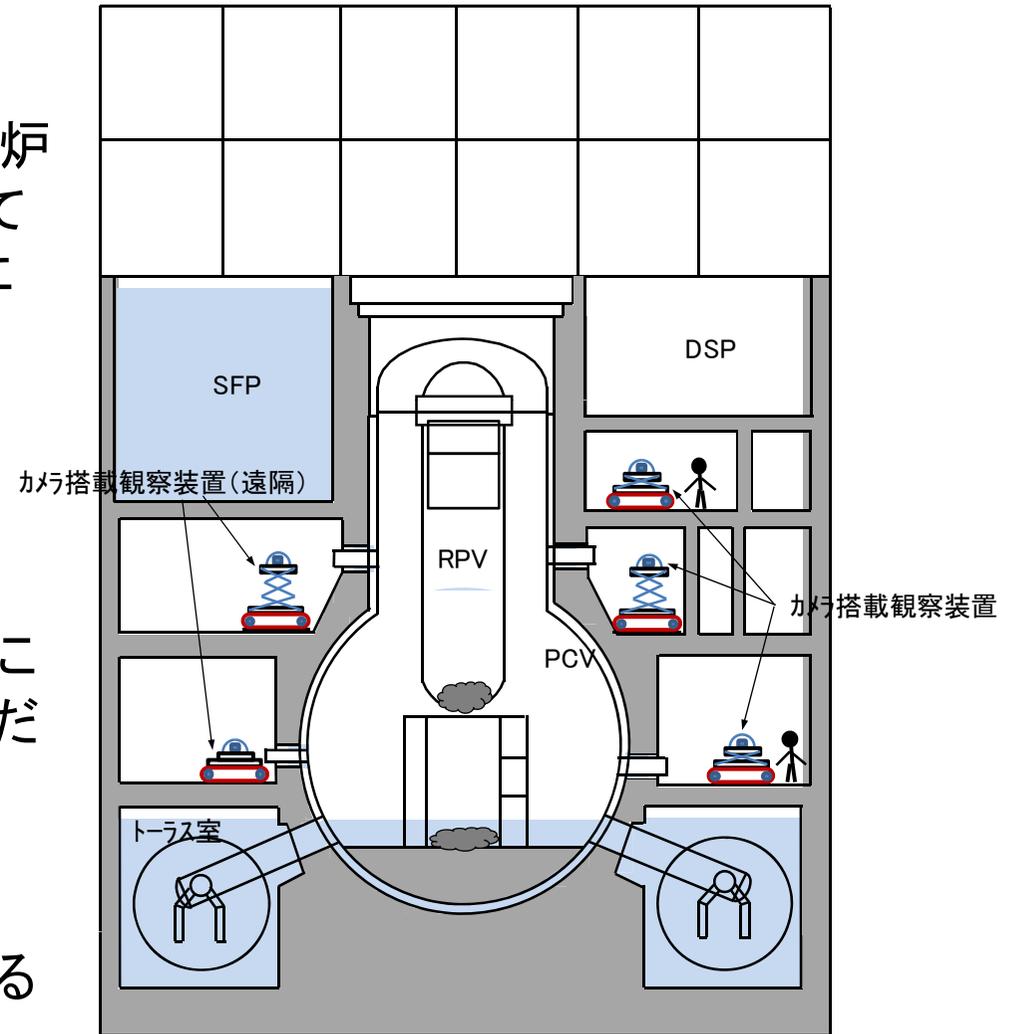
# 1. 研究開発の目的

1

原子炉圧力容器 (RPV) と原子炉格納容器 (PCV) のバウンダリ機能が喪失した状態で炉心燃料を取り出すためには、PCVを補修してバウンダリを再構築し、PCV内をRPVと共に水で満たした状態にする必要がある。

PCV近傍は高線量下で狭隘部もあり、またPCV下部 (圧力抑制室等) が浸水しており、こうした環境で損傷箇所を特定する技術は未だ確立されていない。

そのため、高線量・狭隘・水中環境における点検調査工法と装置の開発が必要である。



原子炉格納容器漏洩箇所調査概念図

## 2. 研究開発の実施内容

②

### 1. 点検調査工法の検討・装置設計

- ・格納容器や原子炉建屋の漏えい箇所を特定するための工法を検討し、装置の設計を行う。

### 2. 点検調査装置の製作・改良

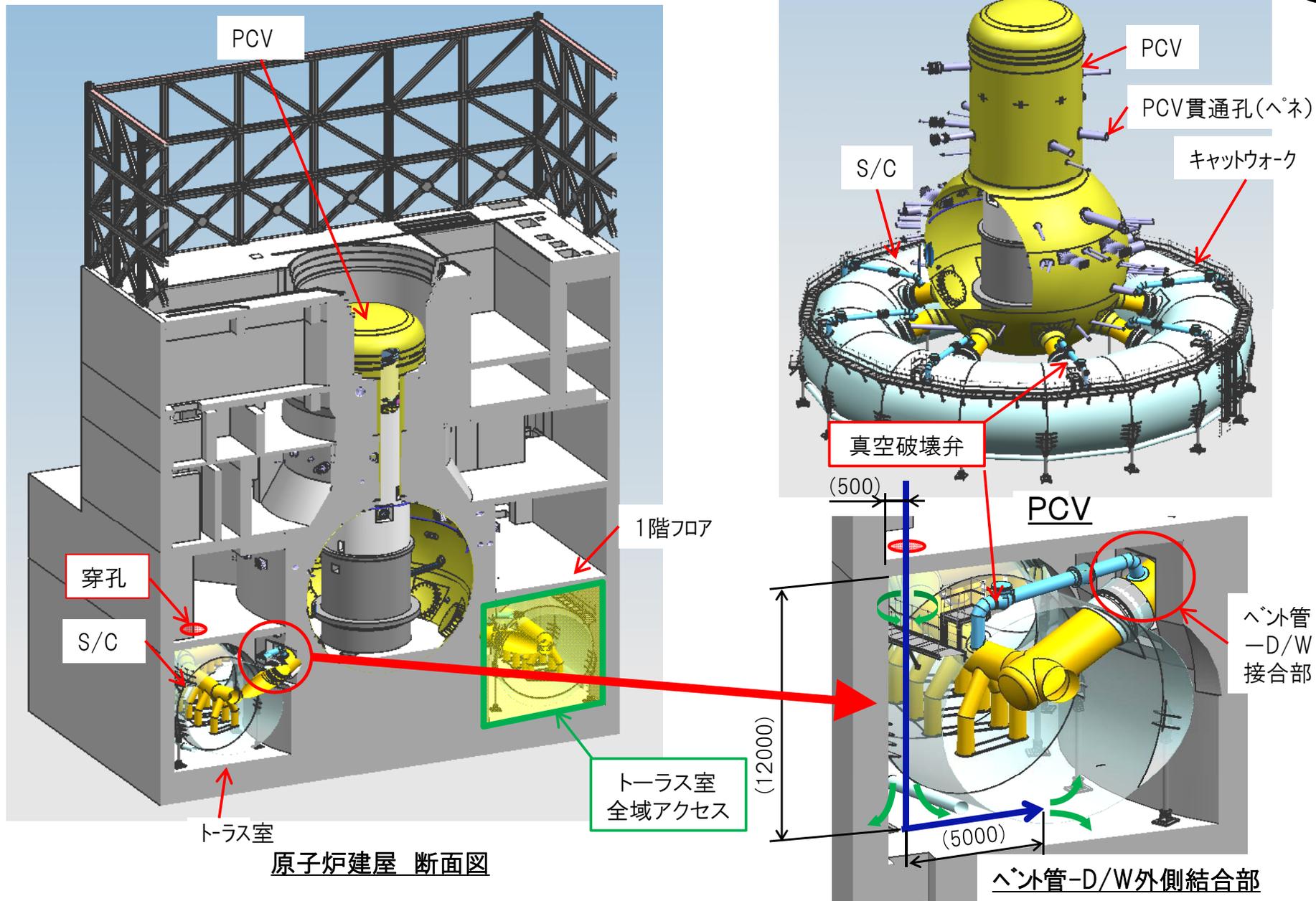
- ・格納容器や原子炉建屋の漏えい箇所を特定するための装置を製作するとともに実機適用性評価(現場実証)を行い、必要に応じて改良を進める。

#### 実施工程

事項／年度	第1期			第2期	
	2011	2012	2013	2014	
				(前)	
1. 点検調査工法 検討・装置設計	■				
2. 点検調査装置 製作・改良				■	

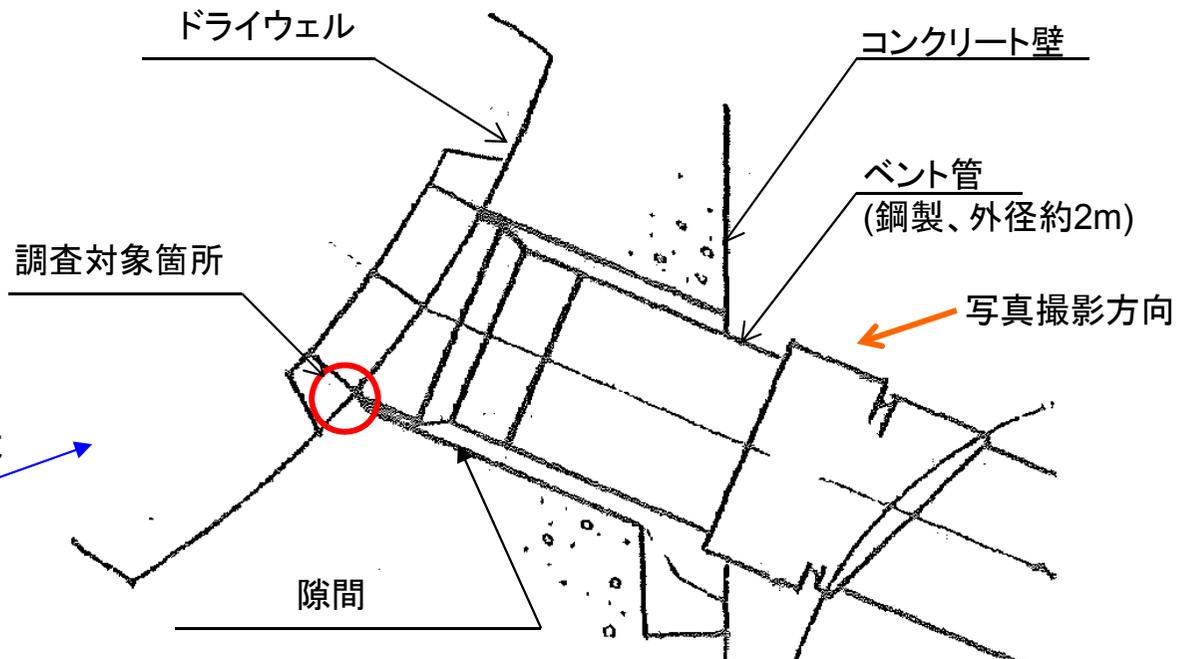
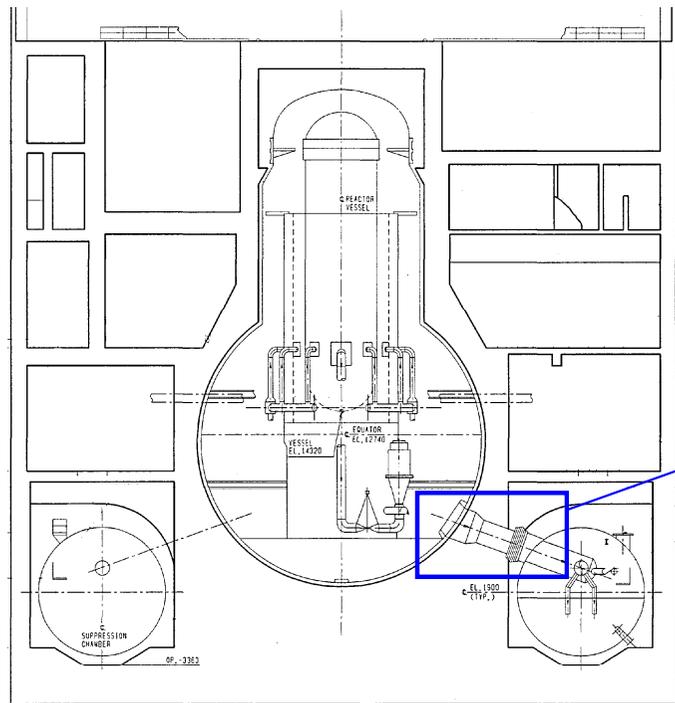
# トラス室壁面およびS/C調査ロボット 施工対象部

③



- ・水中移動、S/C上の走行等により干渉物を回避してトラス室壁面、S/Cのハッチ等にアクセスすること
- ・濁水中で微量な水の漏えいを検知し、漏えい箇所を特定すること

# ドライウェル-ベント管接合部調査ロボット 施工対象部 ④

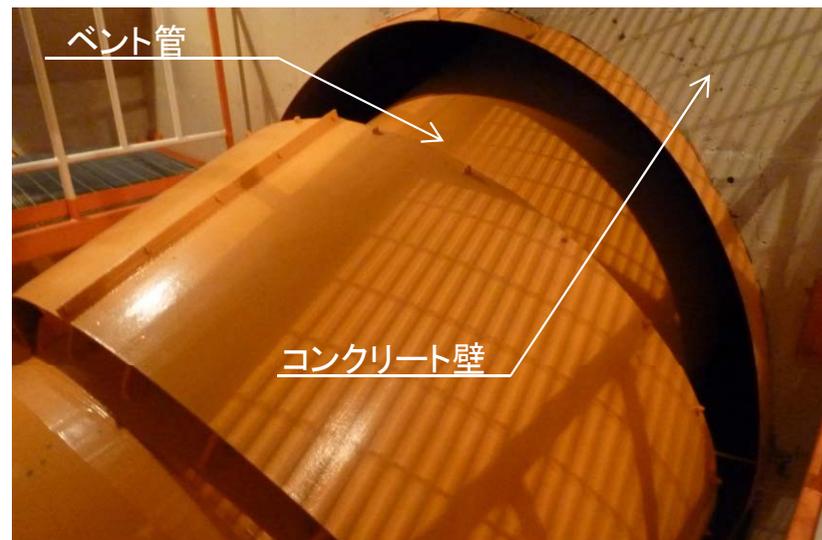


## 移動装置

高線量の気中環境においてφ2000程度の鋼管(ベント管)外周を走行し、コンクリート壁との隙間(最狭部110mm)から調査対象箇所へ接近可能な移動装置。

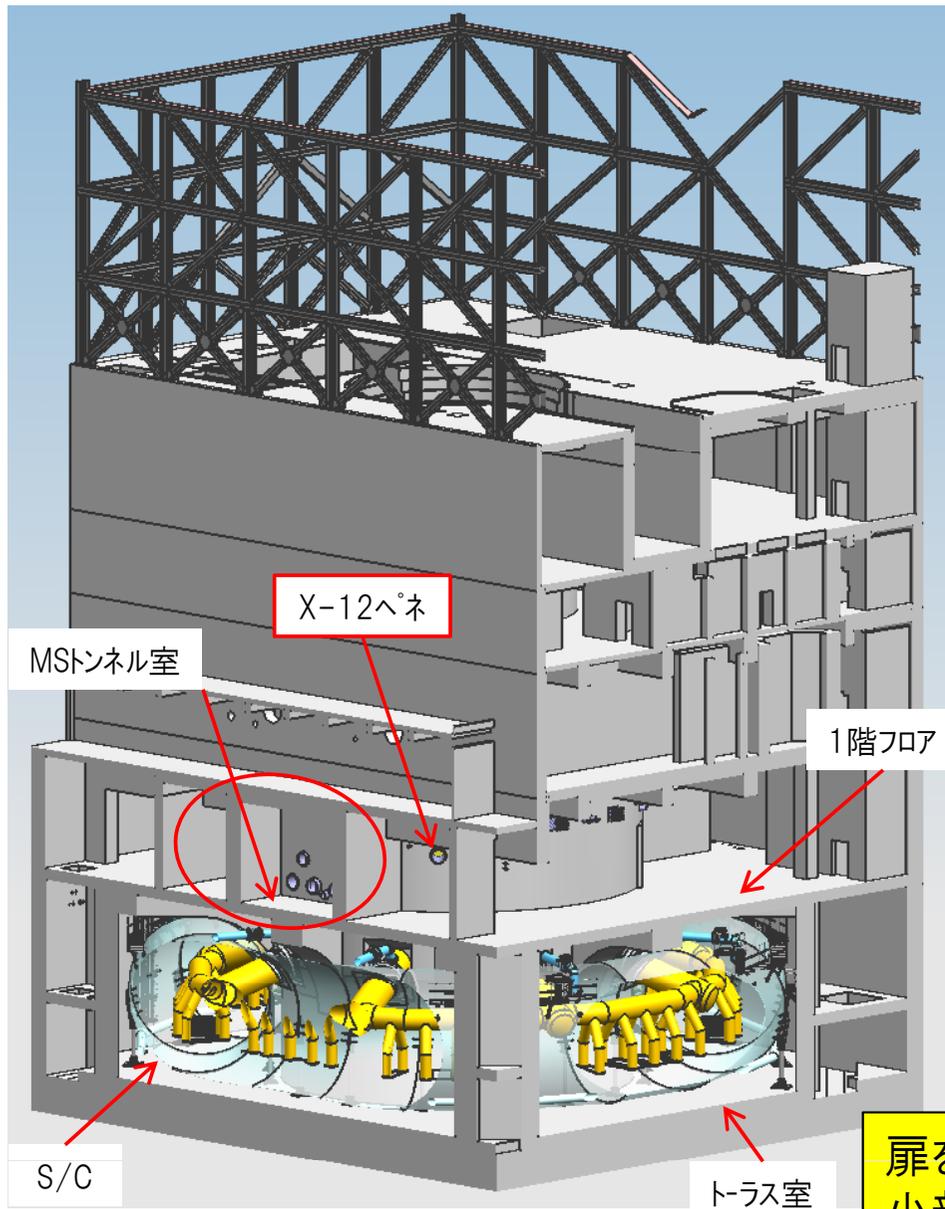
## 計測装置

上記移動装置に搭載可能で、微細な欠陥、損傷、漏えいを判定するため、可視光または、赤外線、紫外線等の高解像度CCDを有する。加えて、高線量下でも電子機器が正常に作動することが検証されていること。

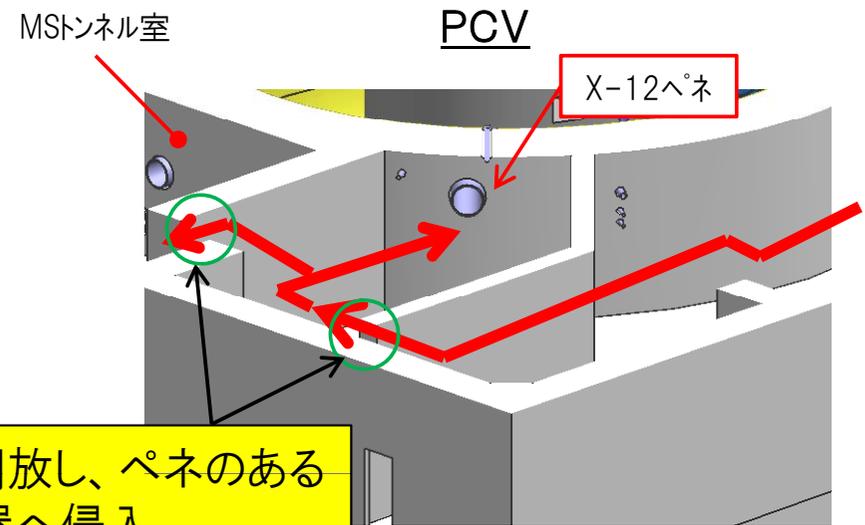
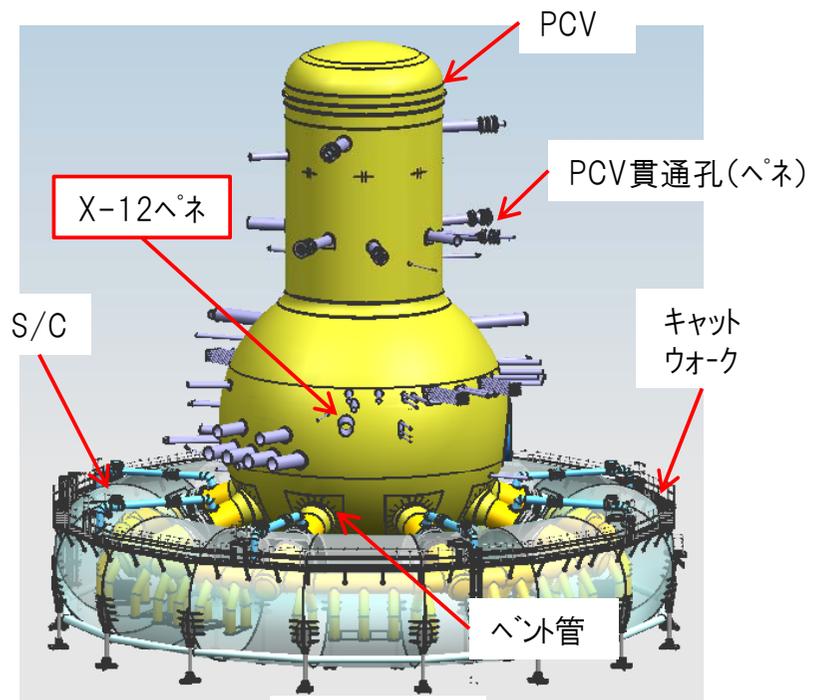


- ・ベント管とコンクリ壁とのすきまに進入し、その先の調査対象箇所へ到達可能なこと
- ・水または、ガスの漏えいを検知し、漏えい箇所を特定する計測技術

# ドライウェル外側狭隘部調査ロボット 施工対象部 ⑤



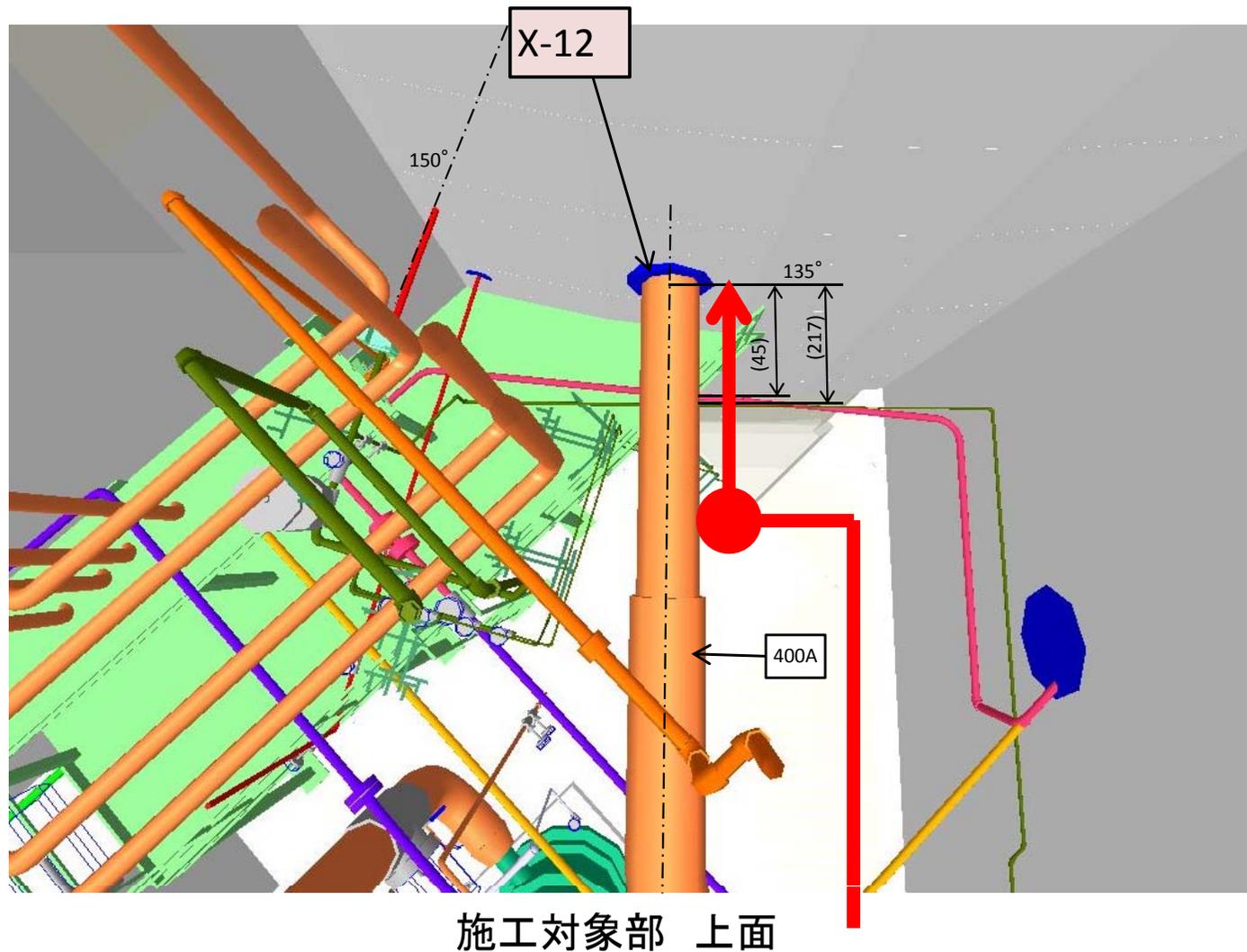
原子炉建屋 断面図



扉を開放し、ペネのある小部屋へ侵入

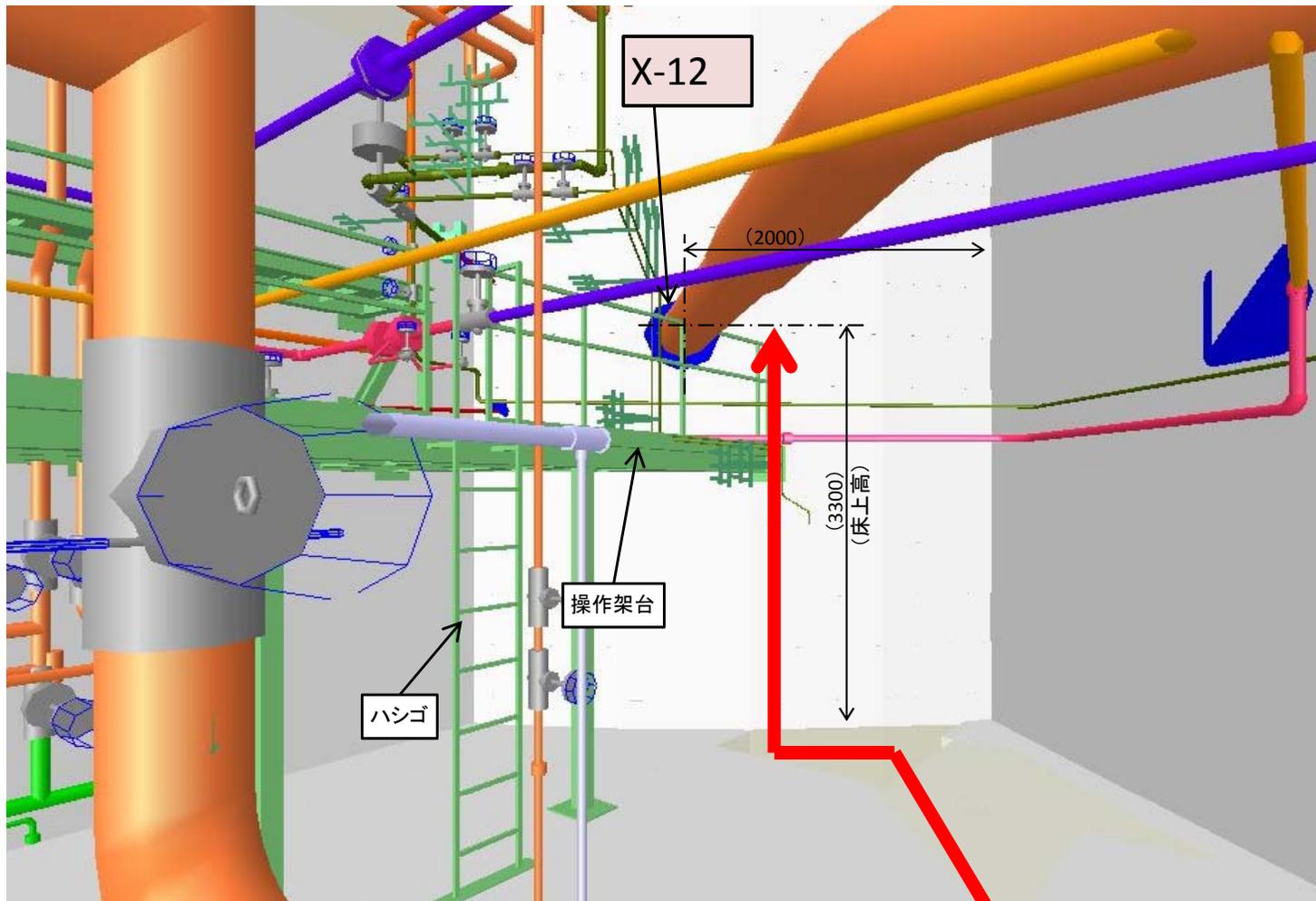
X-12ペネ

# ドライウェル外側狭隘部調査ロボット 施工対象部 ⑥



- ・対象部位へ周囲の干渉物を回避しつつアクセスすることが可能なこと
- ・気中状態で当該部の微量なガスの漏えいを検出し、漏えい箇所を特定すること

# ドライウェル外側狭隘部調査ロボット 施工対象部 ⑦



施工対象部 正面

- ・高所にある対象部位へ周囲の干渉物を回避しつつアクセスすることが可能なこと
- ・対象部位へ周囲の干渉物を回避しつつアクセスすることが可能なこと
- ・気中状態で当該部の微少な漏えいを検知し、漏えい箇所を特定すること

# 格納容器漏えい特定技術の開発 装置の要求仕様 ⑧

対象装置	使用環境	使用温度	耐放性
トラス室壁面 および S/C上面調査ポイント	気中/水中	80℃以下	雰囲気: 3(Sv/h)以上 累積 : 100Gy以上*
S/C下部外面 調査ポイント	水中	80℃以下	雰囲気: 3(Sv/h)以上 累積 : 100Gy以上*
ベント管-D/W 接合部調査ポイント	気中/水中	80℃以下	雰囲気: 3(Sv/h)以上 累積 : 100Gy以上*
D/W外側開放部 調査ポイント	気中	80℃以下	雰囲気: 3(Sv/h)以上 累積 : 100Gy以上*
D/W外側狭隘部 調査ポイント	気中	80℃以下	雰囲気: 3(Sv/h)以上 累積 : 100Gy以上*

\*: 部品の取替え性を考慮のこと。

# 格納容器漏えい特定技術の開発 求められる技術

⑨

対象装置	特に求められる技術
<p>トラス室壁面 および S/C上面調査ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中移動、S/C上の走行等により干渉物を回避してトラス室壁面、S/Cのハッチ等にアクセスする技術</li> <li>・濁水中で微少な水の漏えいを検知し、漏えい箇所を特定する計測技術</li> </ul>
<p>S/C下部外面 調査ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中移動等により干渉物を回避してS/Cの下面にアクセスする技術</li> <li>・濁水中で微少な水の漏えいを検知し、漏えい箇所を特定する計測技術</li> </ul>
<p>ベント管-D/W 接合部調査ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ベント管とコンクリ壁とのすきまに進入し、その先の調査対象箇所へ到達可能な技術</li> <li>・水または、ガスの漏えいを検知し、漏えい箇所を特定する計測技術</li> </ul>
<p>D/W外側開放部 調査ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象部位へ周囲の干渉物を回避しつつアクセスすることが可能な技術</li> <li>・気中状態で微量なガスの漏えいを検出し、貫通部の漏えい箇所を特定する計測技術</li> </ul>
<p>D/W外側狭隘部 調査ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象部位へ周囲の干渉物を回避しつつアクセスすることが可能なこと</li> <li>・気中状態で微量なガスの漏えいを検出し、貫通部の漏えい箇所を特定する計測技術</li> </ul>

# 技術カタログ

分類 移動機構(取扱装置、作業装置含む)

タイトル 遊泳型ROV

提案者 日立GEニュークリア・エナジー(株)

## 1. 技術内容(特徴、使用、性能など)

6基のスラスタにより、左右並進、旋回、昇降の動作を実現。スラスタの駆動軸やカメラの回転軸などの軸シール部を無くし、長寿命化。CCDカメラは、水平方向(パン)360°回転と、上下方向(チルト)0~90°回転の動作範囲を持ち、狭隘な炉底部においても装置本体の姿勢を変えることなく様々な方向のVTを実施することが可能。

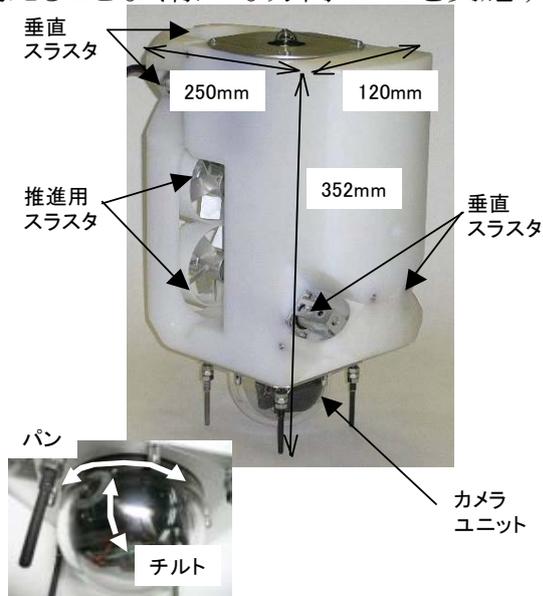


図. 遊泳型ROVの概観

表. 遊泳型ROVの主な仕様

項目	仕様
寸法	W120mm×H352mm×L250mm
気中重量	約6kg
推進機構	推進用スラスタ2基、 左右並進・旋回・昇降スラスタ4基
カメラ	CCDカメラ, 照明用LED
	パン:360° チルト:0~90°(水平)
耐環境性	耐放射線性、耐水圧構造(0.3MPa)

## 2. 実績(国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む)

原子力プラント用途に実績有り。

## 3. 福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術的課題

適用課題	可否	備考・根拠など(定量的に)
放射線環境での使用	(可)・否	実績有り。最大300Gy程度
水深12mへの潜水	(可)・否	耐水圧構造(0.3MPa)
狭隘部への適用(500mm)	(可)・否	外径寸法:250×120mm
技術情報の開示・改造対応	(可)・否	用途に応じたカスタマイズ可能
運転・運用技術者の派遣	(可)・否	福島第一原子力発電所に派遣可能

## 4. 開発すべき技術(例)

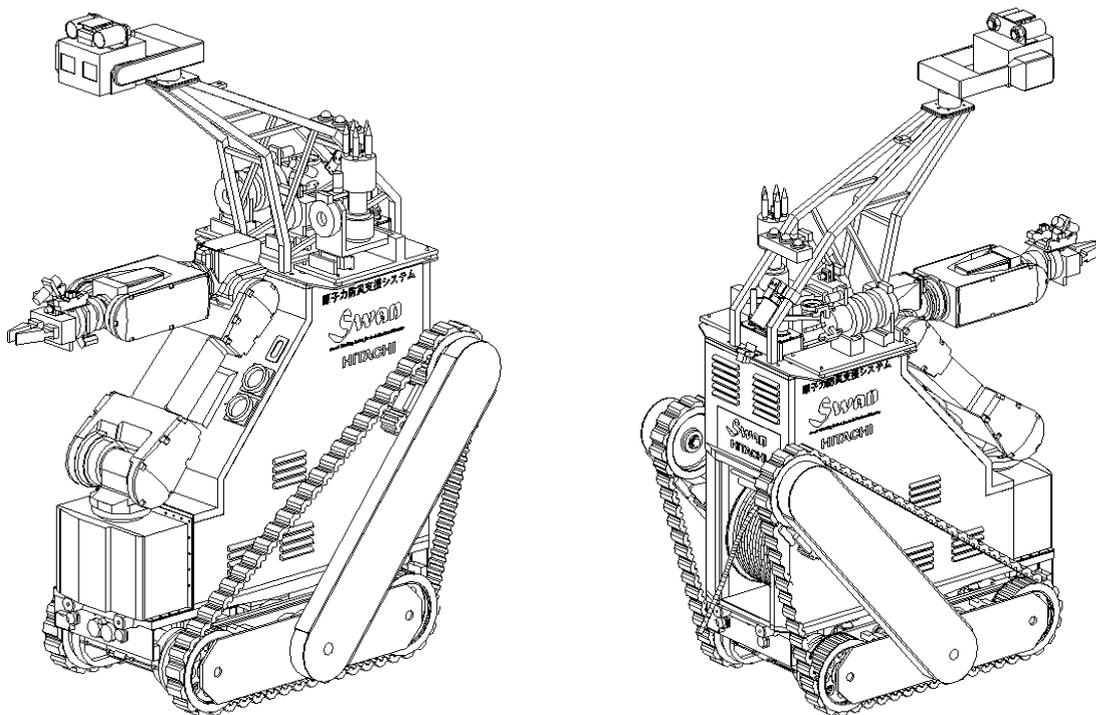
## 5. 備考

# 技術カタログ

分類	移動機構(取扱装置、作業装置含む)
タイトル	原子力防災ロボット(SWAN)
提案者	㈱日立製作所

## 1. 技術内容(特徴、仕様、性能など)

(1)可変形状型クローラおよび複数種のセンサにより、狭あいな建屋内の通路、階段、段差、堰等の走行を実現。寸法:幅:620mm、高さ:1700mm、長さ:960mm、重量:331kg



## 2. 実績(国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む)

実プラントへの適用はなし。原子力防災ロボット開発時の模擬環境において機能確認試験実

## 3. 福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術的課題

適用課題	可否	備考・根拠など(定量的に)
放射線環境での使用	⊕・否	最も弱い電子部品が集積線量で数十Sv程度
ドアの開閉	⊕・否	特殊専用ツールによりドアあけが可能
対象までのアクセス (床上高さ3.3m)	可・⊕	アーム伸長させても届かない。 別のリフター等の支援装置が必要
技術情報の開示・改造対応	⊕・否	情報の開示、改造への対応可能
運転・運用技術者の派遣	⊕・否	開発者在籍中のため派遣可能

## 4. 開発すべき技術(例)

高所へのアクセスのために伸長するアームの開発  
または、リフターのような支援装置の開発

## 5. 備考